地震保険研究27

国・自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査（平成 25 年度調査）

報告書

平成２６年５月

損害保険料率算出機構

はじめに

各自治体で実施している地震被害想定およびその予測手法は、随時、更新・公表されています。地震被害想定の予測手法は自治体ごとに様々で、それらを体系的に整理することは今後のリスク評価手法を検討する上で有益です。そのため、当機構では平成10年（地震保険調査報告28）と平成18年（地震保険研究8）に、自治体を対象として地震被害想定予測手法を調査・整理し報告書としてまとめました。

現在、東北地方太平洋沖地震を受けて、国や多くの自治体で地震被害想定の見直しが進められています。そこで、最新の地震被害想定における予測手法および震災前後での地震被害想定の傾向を把握する目的で、地震被害想定資料の調査・整理を実施いたしました。本報告書は、その結果をまとめたものです。

本書が、防災や保険などの災害にかかわる分野において有益な資料となれば幸いです。ご多忙のところ被害想定資料の収集にご協力いただきました自治体の防災担当者の皆様に厚く御礼申し上げます。

平成２６年５月

損害保険料率算出機構

― 目　次 ―

第１部　地震被害想定の調査概要と調査結果

第Ⅰ章　背景と目的 …… 3

１．背景 …… 3

２．目的 …… 9

３．本報告書の構成 …… 9

第Ⅱ章　地震被害想定資料の収集 …… 11

１．地震被害想定資料の収集概要 …… 11

２．自治体等における地震被害想定資料の更新状況の整理結果 11

３．東北地方太平洋沖地震後に被害想定を見直した自治体 …… 14

第Ⅲ章　東北地方太平洋沖地震後の地震被害想定の傾向 …… 19

１．地震被害想定の作成・公開の動向 …… 19

２．地震被害想定の内容に係る動向 …… 21

３．今後の自治体等の更新について …… 24

４．地震被害想定結果に関する留意事項 …… 25

第２部　地震被害想定手法の整理

第Ⅰ章　本資料の見方および留意事項 ……29

１．本資料の見方 ……31

２．留意事項 ……33

第Ⅱ章　ハザード予測手法の整理 ……35

１．地震動の予測 ……37

２．液状化危険度の予測 ……67

３．地盤崩壊危険性の予測 ……83

４．津波の予測 ……105

第Ⅲ章　被害予測手法の整理 ……111

１．建物被害の予測 ……113

２．地震火災による建物被害の予測 ……207

３．人的被害の予測 ……273

４．ライフライン被害の予測 ……343

５．交通・輸送施設被害の予測 ……425

６．土木構造物被害の予測 ……473

７．その他の被害予測項目 ……483

第Ⅳ章　各自治体の被害想定の概要 ……491

１．想定項目 ……493

２．被害予測単位 ……497

３．想定地震および被害予測結果の概要 ……499

参考文献

第１部
地震被害想定の調査概要と調査結果

第Ⅰ章　背景と目的

１．背景

１－１．地震被害想定について

地震被害想定とは，地震が原因で発生する様々な被害形態ごとに被害程度を想定するものである．地震被害想定は自治体ごとに行われており，想定結果は地域防災計画立案のための基礎資料などに活用される．

地震被害想定は，新しい学術的知見や統計などを反映させるため，定期的に見直し・更新が行われる．また，比較的大きな地震の発生を受けて防災計画を見直す目的でも地震被害想定の見直し・更新が行われる．

各自治体による地震被害想定の報告書を見ると，ほとんどの自治体では図 1-1 のような流れに沿って地震被害想定を行っている．主な想定項目とその内容を表 1-1 に示す．

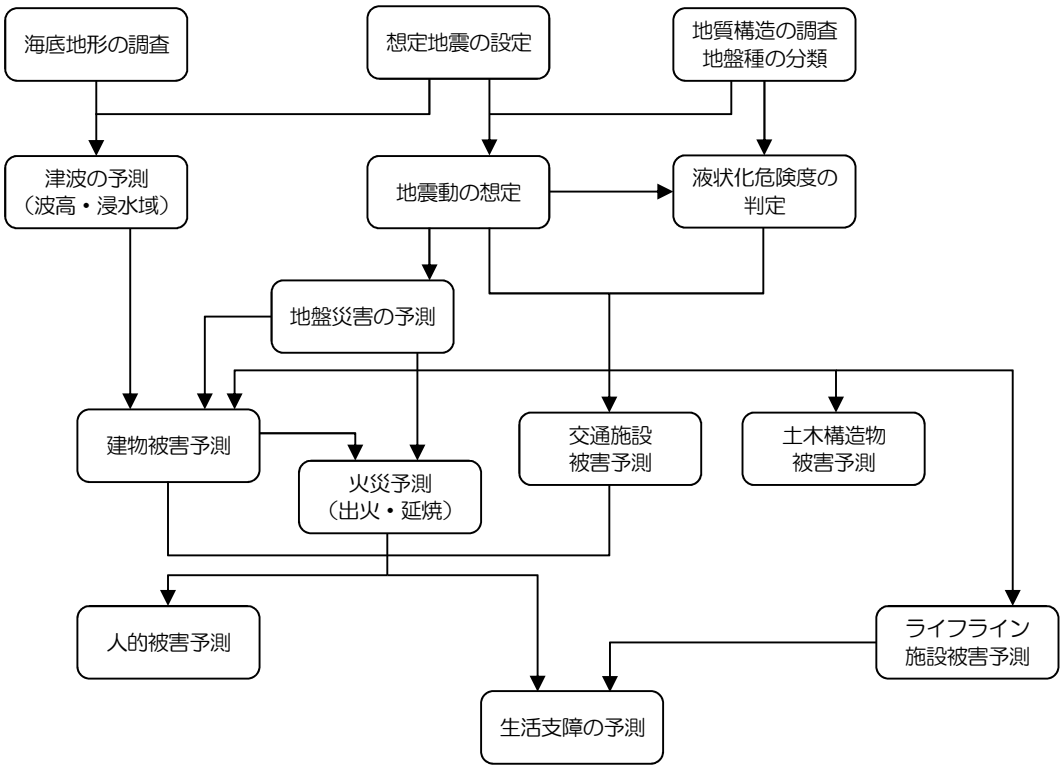


図 1-1　一般的な地震被害想定の流れ

表1-1　地震被害想定の主な想定項目とその内容

大項目	アウトプット例	大項目	アウトプット例	大項目	アウトプット例
地震動	震度 最大加速度 最大速度	建物被害	全壊(大破)棟数 半壊(中破)棟数	交通施設被害	橋梁・盛土等 被害箇所数 通行可能性
液状化危険度	液状化安全率(F_L) 液状化指数(P_L)	火災	出火件数 消火件数 焼失棟数	人的被害	死者数 負傷者数 要救出者数
津波	最大波高 浸水域 浸水家屋数	ﾗｲﾌﾗｲﾝ施設被害	埋設物被害量 支持物被害量 架空線被害量	生活支障	避難者数 罹災者数 ﾗｲﾌﾗｲﾝ供給停止状況

１－２．地震被害想定の歴史

（１）兵庫県南部地震(1995)以前

1970年代後半から1990年代前半までの自治体による地震被害想定調査は，発生が危惧されている「東海地震」や「南関東地震」等を対象に東京都や静岡県など関東・東海地方の自治体で行われてきた(表1-2)．その過程において，関東地震(1923)による地震のゆれと被害の関係が研究・分析され，被害予測手法の開発や検証が行われた．関東地震(1923)が研究の対象となった背景には，地震被害想定の実施地域がほぼ関東地方から東海地方に限られていたこと，大都市を襲った被害地震で被災資料もある程度そろっていたことなどの理由によると考えられる．

1980年代に入ると，宮城県沖地震(1978)や日本海中部地震(1983)などの被害状況を含めて解析を行う自治体が増えてきた．

（２）兵庫県南部地震(1995)以降，東北地方太平洋沖地震(2011)以前

1995年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震(マグニチュード7.3)は，地震被害想定を語る上で一大転機となった．神戸市・西宮市・芦屋市・宝塚市などで震度７を記録し，これらの周辺を含む地域で甚大な被害が発生，戦後最大の震災となった．それまで地震に対して強いと考えられていた構造物や多くの建物が大きな被害を受け，6,000人を超える死者の発生，同時多発火災と延焼被害，ライフラインの供給停止，長期の避難生活等，地震災害の甚大さ，深刻さが再認識された．

このような状況を受けて，兵庫県南部地震(1995)の直後から2～3年は，全国的に地域防災計画の見直しやその基礎資料となる地震被害想定の見直しが行われた．そこでは主に内陸の活断層を震源とする地震，いわゆる直下型地震が想定地震として取り上げられている．

一方で，東海地震や東南海・南海地震等の海溝型地震の発生切迫性が注目され，内閣府中央防災会議の専門調査会により東海地震，東南海・南海地震の被害想定が実施・公表されている．こうした国の動きを受け，海溝型地震を想定地震とした被害想定を新たに実施する自治体も出てきている．

被害予測手法についてみると，兵庫県南部地震(1995)の被害に関する調査研究の成果だけでなく，近年の地震災害に関する調査研究の成果を取り入れ，被害予測の精度向上を図っている．地震動や建物被害の予測においては，詳細な計算を行う手法を採用する自治体と，経験式を用いた比較的簡易な手法を採用する自治体に二極化する傾向がみられる．

兵庫県南部地震(1995)以降に実施された自治体による被害想定の主な特徴としては，以下のようなものが挙げられる．

- 各自治体の地震被害想定の実施には2度のピークがある．
  - 兵庫県南部地震(1995)の直後から2～3年は，多くの自治体で内陸直下型地震を想定地震とした被害想定が実施された．
  - 中央防災会議による被害想定の実施・公表を受け，2001年頃から東海・東南海・南海地震等の海溝型地震を対象とした被害想定を行う自治体が増えている．
- ライフラインの機能支障や復旧，住民の生活支障に関する予測が行われている．
- 被害と対策の時間推移に対応した予測(シナリオ型被害想定)が行われている．

（3） 東北地方太平洋沖地震(2011)以降

兵庫県南部地震(1995)以降，地震被害想定調査は各自治体において確実に拡充されてきていたが，2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(マグニチュード9.0)は，これまでの想定を大きく超えた巨大な地震・津波による被害を発生させた．この被害を受けて，多くの自治体で地震被害想定の見直しが進められている．2013年9月時点では，都道府県および政令指定都市のうち，13の自治体で地震被害想定の全面的な更新が行われ，22の自治体で津波による浸水深の想定値を中心として一部見直し・更新等が行われている．また，数年の間に新たに地震被害想定を実施する自治体も複数存在している．

「中央防災会議・東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」が，2011年9月末に「地震・津波による被害の軽減対策，今後の大規模地震への備えなどに関する提言」を発表している．これまでの国・自治体における地震被害想定の多くは，当該地域で過去数百年間に経験してきた地震・津波のうち過去に繰り返し発生し，近い将来同様の地震が発生する可能性が高い地震・津波を，想定対象地震・津波としてきた．しかし東北地方太平洋沖地震(2011)はこれらの条件を大きく超えるものであったことを踏まえ，同専門調査会では，今後の被害想定の改善方針を以下のように整理している．

- 従前の被害想定において，想定を超えた事象が発生した要因を調査分析した上での必要な地震・津波の被害想定を再検討
- 新たに被害想定の対象とすべき項目の精査，具体的シナリオに基づく防災対策の検討・立案
- 自然現象は大きな不確実性を伴い，想定やシナリオには一定の限界があることの明示
- 防災対策推進による被害軽減効果の定量的評価
- 避難距離や避難手段などの地域差の考慮

- 地震の発生時期，時間帯，気象条件などを考慮した複数シナリオで検討
- 都市と地方での被害の差異，被災した地域以外への波及影響の留意
- 今後の海溝型巨大地震に備えた被害想定の見直し，被害推計システムを改善

表1-2　主な被害地震と自治体による地震被害想定調査

年代	主な被害地震	自治体による被害想定(抜粋)	備　考
1923	関東地震		建物耐震研究の開始
1948	福井地震		震度Ⅶの設定 日本建築学会耐震試験委員会設置
1950			建築基準法制定
1951			地震危険度分布の提唱(河角)
1952	十勝沖地震		
1959			建築基準法の改正
1961			災害対策基本法公布
1963			東京都地域防災計画策定
1964	新潟地震		
1965			第1次地震予知計画がスタート
1966			地震保険制度創設
1968	十勝沖地震		
1971			建築基準法施行令の改正
1974	伊豆半島沖地震		
1978	伊豆大島近海地震	東京都(区部)	大規模地震対策特別措置法
	宮城県沖地震	静岡県(東海地震)	特定観測地域・観測強化地域の指定
1981			建築基準法施行令の改正
1982		埼玉県，名古屋市	
1983	日本海中部地震	千葉県	
1984	長野県西部地震		
1985		地震予知総合研究振興会(東海地震)	
1986		東京都(多摩地区)	
1987	千葉県東方沖地震	神奈川県，福井県	
1988		長野県	
1989		国土庁(南関東地域)，宮城県，川崎市	
1990			道路橋示方書Ⅴ耐震設計編　改訂
1992		岐阜県(東海地震)	
1993	釧路沖地震	東京都(全域)，千葉市	
	北海道南西沖地震	三重県(東海地震)，埼玉県	
1994	北海道東方沖地震	静岡県(東海地震)	耐震改修促進法制定
	三陸はるか沖地震	神奈川県(神奈川県西部地震)	道路橋示方書Ⅴ耐震設計編　改訂
1995	兵庫県南部地震	茨城県（一部)，愛知県(東海地震)	
1996		青森県，秋田県，福井県，香川県，島根県，鹿児島県，大阪市	
1997		福島県，茨城県（一部)，群馬県，東京都，新潟県，大阪府，福岡県，長崎県，熊本県，札幌市，川崎市，名古屋市，広島市	
1998		埼玉県，石川県，京都府，兵庫県，名古屋市	
1999		神奈川県	
2000	鳥取県西部地震		建築基準法の改正
2001	芸予地震	静岡県，長野県，愛媛県，浜松市	
2002		愛知県，岡山県，仙台市	東海地震防災対策強化地域の見直し
2003	三陸南地震	宮城県，岐阜県，京都市，高知県	「東海地震対策専門調査会」設置

年代	主な被害地震	自治体による被害想定（抜粋）	備　考
	宮城県北部の地震 十勝沖地震		東南海・南海地震防災対策推進地域指定「東南海・南海地震等に関する専門調査会」設置
2004	新潟県中越地震	岩手県，栃木県，山梨県，奈良県，鳥取県，徳島県，横浜市	
2005	福岡県西方沖地震 宮城県沖地震	山形県，三重県，京都府，和歌山県，	「首都直下地震対策専門調査会」「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」設置
2006		東京都，大阪府，広島県，福岡県，宮崎県，相模原市，新潟市	
2007	能登半島地震 新潟県中越沖地震	埼玉県，千葉県，山口県，大分県，広島市	「首都直下地震避難対策等専門調査会」設置
2008	岩手県内陸南部地震 岩手県沿岸北部地震	神奈川県，札幌市，千葉市，堺市	
2009	駿河湾地震	佐賀県，沖縄県，さいたま市，川崎市，大阪市	
2010			
2011	東北地方太平洋沖地震	千葉県，富山県	「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」設置
2012		群馬県，東京都，島根県，福岡県，横浜市	
2013	淡路島付近の地震	秋田県，岐阜県，岡山県，香川県，高知県，熊本県，大分県，川崎市	防災対策推進検討会議　南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ最終報告

（注）自治体による被害想定の年代は報告書発行年による

２．目的

地震被害想定で使われている被害予測手法やその考え方は，地震リスク評価手法に関する検討を行う上で有用な情報である．そのため当機構では，1998 年と 2006 年に全国の地方自治体で実施されている地震被害想定で採用されている被害予測手法の調査を実施し，それぞれ『地震被害想定資料集』（地震保険調査報告 28)，『自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査』（地震保険研究 8）としてまとめている．

１－２で述べたように，2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震を踏まえた新しい被害予測手法や地震被害想定の考え方が多く出てきていることから，国や各自治体の地震被害想定ではそれらを取り入れた見直し・更新が頻繁に行われている．そこで，最新の地震被害想定手法の調査，および東北地方太平洋沖地震の発生前後における地震被害想定の傾向を把握することを目的として，国および地方自治体の地震被害想定を調査することとした．

３．本報告書の構成

本報告書は，第１部と第２部から構成される．第１部では，地震被害想定の概要および収集した地震被害想定の傾向について述べる．第２部では，地震被害想定で使われている被害予測手法を被害形態別に整理している．

第Ⅱ章　地震被害想定資料の収集

１．地震被害想定資料の収集概要

2013 年 4 月末時点での都道府県および政令指定都市を対象に，最新の地震被害想定の資料を入手した．被害想定資料の入手は，ホームページにおける公開情報のダウンロード，および各自治体への地震被害想定資料の提供依頼状の出状にて行った．被害想定の更新状況や内容に確認点などがあった場合は，適宜，メール・電話等で問い合わせた．2012 年 1 月末時点で入手できた地震被害想定資料・報告書を対象に一旦整理し，その後，2013 年 9 月末時点で入手できた資料・報告書について再度整理を行った．また，国の地震被害想定として，内閣府の地震被害想定資料をホームページよりダウンロードした．

２．自治体等における地震被害想定資料の更新状況の整理結果

１．で述べた収集作業で得られた各自治体の被害想定資料（2013 年 9 月末時点）は表 2-1 の通りである．なお，地震被害想定に関する報告書等を収集対象としたため，地震防災マップ等を作成するために地震動などを検討した結果については基本的に調査に含めていない．

表2-1　収集した地震被害想定資料（その1）

No	自治体名	資料発行年		資料名（報告書等）	想定(注1)		
		地震	津波		地震	結果	手法
1	北海道	－	2012	津波シミュレーション及び被害想定調査業務報告書 平成 24 年度　太平洋沿岸に係る津波浸水予測図作成業務	○	○	○
2	青森県	1997	2012	平成 8 年度青森県地震・津波被害調査報告書 青森県太平洋側における津波浸水予測図（2012）	○	○	○
3	岩手県	2004	2011	岩手県地震・津波シミュレーションおよび被害想定調査に関する報告書（概要版）・岩手県沿岸における津波浸水シミュレーション等の公表	○	○	○
4	宮城県	2004	2004	宮城県地震被害想定調査に関する報告書	○	○	○
5	秋田県	2013	2013	秋田県地震被害想定調査報告書	○	○	○
6	山形県	2006	2012	山形県地震被害想定調査報告書	○	○	○
7	福島県	1998	2007	福島県地震・津波被害想定調査－概要版－, 福島県津波想定調査	○	○	○
8	茨城県	95/98	2012	南関東直下地震被害想定調査報告書･茨城県地震被害想定調査報告書（第二次），津波浸水想定について（茨城沿岸津波対策検討委員会　検討結果）	○	○	△
9	栃木県	2004	内陸	地震被害予測・対策予測システム設計（被害想定）成果報告書	○	○	○
10	群馬県	2012	内陸	群馬県地震被害想定調査	○	○	○
11	埼玉県	2007	内陸	平成 19 年度埼玉県地震被害想定調査	○	○	○
12	千葉県	2008	2011	平成 19 年千葉県地震被害想定調査結果報告書・津波浸水予測図（平成 23 年度）	○	○	○
13	東京都	2012	2012	首都直下地震による東京の被害想定報告書	○	○	○
14	神奈川県	2009	2012	神奈川県地震被害想定調査・新たな津波浸水予測図 解説書	○	○	○
15	新潟県	1998	1998	新潟県地震被害想定調査報告書	○	○	○
16	富山県	2011	2012	富山県地震被害想定等調査業務報告書・富山県津波調査研究業務報告書	○	○	○
17	石川県	1998	2012	石川県地震被害想定調査報告書概要版･平成 23 年度石川県津波浸水想定調査	○	○	○
18	福井県	1997	2012	福井県地震被害予測調査報告書・福井県における津波シミュレーション結果について（2012 年 9 月）	○	○	○
19	山梨県	2005	内陸	山梨県東海地震被害想定調査報告書	○	○	○
20	長野県	2002	内陸	長野県地震対策基礎調査報告書	○	○	○
21	岐阜県	2013	内陸	南海トラフの巨大地震等被害想定調査	○	○	○
22	静岡県	2001	－	第 3 次地震被害想定結果	○	○	○
23	愛知県	2003	2003	愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書	○	○	○
24	三重県	2006	2012	三重県地域防災計画被害想定調査報告書･津波の浸水予測（平成 23 年度版）	○	○	○
25	滋賀県	2005	内陸	琵琶湖西岸断層帯等による地震被害予測調査	○	○	○
26	京都府	2008	1997	京都府地震被害想定調査報告書	○	○	－
27	大阪府	2007	2007	大阪府地震被害想定	○	○	△
28	兵庫県	1999	2006	兵庫県地震被害想定調査報告書, 兵庫県津波被害想定調査業務概要報告書	○	○	○
29	奈良県	2005	内陸	第 2 次奈良県地震被害想定調査報告書	○	○	○
30	和歌山県	2005	2013	地震動予測（2005 年度）･「南海トラフの巨大地震」及び「東海・東南海・南海 3 連動地震」による津波浸水想定について	○	○	○
31	鳥取県	2005	2011	鳥取県地震防災調査研究報告書・鳥取県津波対策検討業務報告書概要版	○	○	○
32	島根県	2012	2012	島根県地震被害想定調査 報告書	○	○	○

（注１）○：想定地震・結果・手法の内容が分かるもの.
△：想定地震・結果の一部の情報が分かるもの．想定手法の考え方が分かるもの.
－：資料に記載されていないもの.

表 2-1　収集した地震被害想定資料（その 2）

No	自治体名	資料発行年		資料名（報告書等）	想定(注1)		
		地震	津波		地震	結果	手法
33	岡山県	2013	2013	岡山県地震・津波被害想定調査 報告書	○	○	○
34	広島県	2007	2013	広島県地震被害想定調査報告書津波浸水想定について（平成 25 年 5 月）	○	○	○
35	山口県	2008	2008	山口県地震被害想定調査報告書	○	○	○
36	徳島県	2005	2012	徳島県地震動被害想定調査・津波浸水想定について	○	○	○
37	香川県	2013	2013	香川県地震・津波被害想定（第一次・第二次公表）報告書, 第一次公表報告書香川県地震被害想定調査（その３）, 香川県南海地震被害想定調査の概要	○	○	○
38	愛媛県	2002	－	愛媛県地震被害想定調査報告書	○	○	○
39	高知県	2013	2013	南海トラフ巨大地震による被害想定	○	○	○
40	福岡県	2012	2012	地震に関する防災アセスメント調査報告書・津波に関する防災アセスメント調査報告書	○	○	○
41	佐賀県	2010	2010	平成 21 年度佐賀県地震･津波等減災対策調査委託報告書	○	○	○
42	長崎県	2006	2012	長崎県地震等防災アセスメント調査報告書・海溝型地震津波想定に関する報告	○	○	○
43	熊本県	2013	2013	熊本県　地震・津波被害想定調査　【被害想定：詳細版】	○	○	○
44	大分県	2013	2013	大分県地震津波被害想定調査報告	○	○	○
45	宮崎県	2007	2013	平成 18 年度地震減災計画策定に係る地震・宮崎県津波浸水想定全体図	○	○	○
46	鹿児島県	1997	1997	鹿児島県地震被害予測調査報告書	○	○	○
47	沖縄県	2010	2013	沖縄県地震被害想定調査・沖縄県津波被害想定調査	○	○	－
48	札幌市	2008	1997	札幌市想定地震被害評価調査報告書, 第 3 次地震被害想定	○	○	○
49	仙台市	2002	2002	平成 14 年度仙台市地震被害想定調査報告書	○	○	○
50	さいたま市	2009	内陸	さいたま市被害想定調査	○	○	○
51	千葉市	2008	－	千葉市地震ハザードマップ作成業務委託報告書	○	○	○
52	横浜市	2012	2012	横浜市地震被害想定調査　報告書	○	○	○
53	川崎市	2013	－	川崎市地震被害想定調査報告書　平成２５年・	○	○	○
54	相模原市	2007	－	相模原市防災アセスメント調査（概要版）	○	○	－
55	新潟市	2007	2007	新潟市防災カルテ, 平成 18 年度防災基礎調査	○	○	○
56	名古屋市	1999	－	名古屋市地震被害想定調査報告書	○	○	○
57	京都市	2003	－	京都市第 3 次地震被害想定	○	○	－
58	大阪市	2010	－	大阪市地域防災計画　震災対策編（平成 22 年 3 月）	○	○	○
59	堺市	2009	2003	堺市地震災害想定総合調査	○	○	○
60	広島市	2008	2008	広島市地震被害想定調査	○	○	○
61	内閣府	2001	2001	中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」	○	○	○
62	内閣府	2003	2003	中央防災会議「東南海・南海地震に係る被害想定」	○	○	○
63	内閣府	2005	2005	中央防災会議「首都直下地震に係る被害想定」	○	○	○
64	内閣府	2006	2006	中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」	○	○	○
65	内閣府	2008	－	中央防災会議「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」	○	○	○
66	内閣府	2013	2013	中央防災会議　南海トラフ巨大地震対策検討会等（2013）	○	○	○

（注１）○：想定地震・結果・手法の内容が分かるもの.
△：想定地震・結果の一部の情報が分かるもの．想定手法の考え方が分かるもの.
－：資料に記載されていないもの.

３．東北地方太平洋沖地震後に被害想定を見直した自治体

表 2-2 に，東北地方太平洋沖地震後の地震・津波の被害想定資料の更新状況を自治体数ベースで示す.

地震被害想定が更新された自治体は35であった．ただし，「更新なし」には，更新の作業中（検討中）の自治体も含まれている点に留意する必要がある．東北地方太平洋沖地震以降，津波被害想定のみを更新して公表する自治体や，被害想定の一部が確定した段階で公表する自治体が多く見られた．表2-3に，自治体ごとの更新状況，検討状況等について整理したものを示す.

表 2-2　東北地方太平洋沖地震後の被害想定の更新状況

更新状況	自治体数	自治体名
全面更新	13	秋田県、群馬県、東京都、岐阜県、島根県、岡山県、香川県、高知県、福岡県、熊本県、大分県、横浜市、川崎市
一部更新 （浸水深）(注 1)	17	北海道、青森県、岩手県、山形県、茨城県、千葉県、神奈川県、富山県、石川県、福井県、三重県、和歌山県、鳥取県、広島県、長崎県、宮崎県、沖縄県
一部更新 （一次報告等）(注 2)	5	静岡県、大阪府、徳島県、愛媛県、鹿児島県
更新なし(注 3)	32	上記以外の自治体

（注 1）津波による浸水深等，津波ハザードの部分のみの更新を行った自治体
（注 2）地震・津波被害想定のうち，ゆれ・津波浸水深等のハザードのみを更新する等，検討の途中段階までを一次報告として公開した自治体
（注 3）更新作業中の自治体，都道府県の被害想定に準じている政令指定都市を含む

表 2-3　各自治体の更新状況・今後の予定等（その 1）　　※表中「-」:該当調査なし

更新	自治体名	地震	津波	一部	更新対象となる資料名	今後の予定等
一部	北海道	-	2010	2012	平成 24 年度　太平洋沿岸に係る津波浸水予測図作成業務）	地震被害想定は策定中（2014 年～2015 年度）
一部	青森県	1997	1997	2012	平成 24 年 10 月 2 日公表した青森県太平洋側における津波浸水予測図(2012)	2013 度末までに新しい地震被害想定が作成されるので，公表は 2014 年度になる予定
一部	岩手県	2004	2004	2011	岩手県沿岸における津波浸水シミュレーション等の公表	
なし	宮城県	2004	2004	-	-	第五次地震被害想定調査（現在の最新は第四次地震被害想定調査）は，沿岸域の復興がもう少し進んだのちに策定される予定
更新	秋田県	2013	2013	-	秋田県地震被害想定調査　報告書（2013 年 8 月）	
一部	山形県	2006	1995	2012	津波浸水域予測図について	
なし	福島県	1998	2007	-	-	調査時点では，更新の予定などはない
一部	茨城県	1995 1998	2007	2012	津波浸水想定について（茨城沿岸津波対策検討委員会の検討結果）	津波については，2012 年は浸水域の想定は行ったが被害想定までは行っていない
なし	栃木県	2004	内陸	-	-	2014 年度には更新された報告書が公開される予定
更新	群馬県	2012	内陸	-	群馬県地震被害想定調査	
なし	埼玉県	2007	内陸	-	-	2012 年度から見直しを開始，2013 年度末に報告書にまとめる予定
一部	千葉県	2008	2011	2011	津波浸水予測図（2011 年度）	津波被害想定，揺れやすさマップ、液状化しやすさマップは 2011 年に作成
更新	東京都	2012	2012		首都直下地震等による東京の被害想定報告書	
一部	神奈川県	2009	2012	2012	新たな津波浸水予測図 解説書（2012 年 3 月）	2013～2014 年度にかけて新たに調査を実施している．公開は 2015 年３～４月の予定
なし	新潟県	1998	1998	-	-	1998 年のものが最新で，現在着手しているものもない
一部	富山県	2011	2012	2012	富山県津波調査研究業務報告書、呉羽山断層被害想定調査の調査結果の概要について	
一部	石川県	1998	1998	2012	2011 年度石川県津波浸水想定調査	
一部	福井県	1997	-	2012	福井県における津波シミュレーション結果について（2012 年 9 月）	
なし	山梨県	2005	内陸	-	-	2013 年に液状化危険度マップのみ詳細版を公開．手法等は 2005 年と同じ
なし	長野県	2002	内陸	-	-	2013～2014 年度で見直しを実施中
更新	岐阜県	2013	内陸	-	東海・東南海・南海地震等被害想定調査結果	
一部 一次	静岡県	2001	2001	2013	静岡県第 4 次地震被害想定調査（第一次）	2013 年 11 月末に二次報告（後編）を公表予定
なし	愛知県	2003	2003	-	-	見直しを進めている．完成・公表時期は未定
一部	三重県	2006	2006	2012	津波の浸水予測（2011 年度版）	2012 年 8 月に中防から出されたモデルで再度被害想定を検討中
なし	滋賀県	2005	内陸	-	-	新しい調査を実施中．公開は 2013 年度末か 2014 年度
なし	京都府	2008	1997	-	-	

表 2-3　各自治体の更新状況・今後の予定等（その 2）

更新	自治体名	地震	津波	一部	更新対象となる資料名	今後の予定等
一部結果のみ	大阪府	2007	2007	2013	－	2013 年８月に公開された第3回配布資料で被害想定の値は確定したが，まとまった報告書は未公開
なし	兵庫県	1999	2006	－	－	2013 年度中に南海トラフの津波被害想定を公表予定
なし	奈良県	2005	内陸	－	－	
一部	和歌山県	2005	2005	2013	「南海トラフの巨大地震」及び「東海・東南海・南海３連動地震」による津波浸水想定について	
一部	鳥取県	2005	2005	2011	鳥取県津波対策検討業務報告書	
更新	島根県	2012	2012	－	島根県地震被害想定調査報告書 平成２４年６月	
更新	岡山県	2013	2013	－	岡山県地震・津波被害想定調査報告書平成２５年７月	
一部	広島県	2007	2007	2013	津波浸水想定について（平成２５年５月）	
なし	山口県	2008	2008	－	－	地震・津波の被害想定について検討中．2013 年度内に取りまとめ予定
一部一次	徳島県	2005	2012	2013	徳島県南海トラフ巨大地震被害想定（第一次）の概要	あんしん徳島の注目情報参照．第一次として人的被害・建物被害までは最新のものを公表済．第二次は現在検討中
更新	香川県	2013	2013	－	香川県地震・津波被害想定（第一次公表・第二次公表）	
一部一次	愛媛県	2002	－	2013	愛媛県地震・津波被害想定（第一次）	
更新	高知県	2013	2013	2012	【高知県版】南海トラフ巨大地震による被害想定について	
更新	福岡県	2012	2012	－	福岡県地震に関する防災アセスメント調査報告書，福岡県津波に関する防災アセスメント調査報告書	
なし	佐賀県	2010	－	－	－	
一部	長崎県	2006	2012	－	海溝型地震津波想定に関する報告	
更新	熊本県	2013	2013		地震・津波被害想定調査結果	
更新	大分県	2013	2013		大分県地震津波被害想定調査報告	
一部	宮崎県	2007	2007	2013	県としての新たな「津波浸水想定」の設定について	10～11 月にかけて被害想定を公開する予定
一部一次	鹿児島県	1997	1997	2013	鹿児島県地震等災害被害予測調査中間報告（災害想定の概要）	
一部	沖縄県	2010	2007	2013	沖縄県地震被害想定調査，沖縄県津波被害想定調査	
なし	札幌市	2008	1997	－	－	
なし	仙台市	2002	2002	－	－	
なし	さいたま市	2009	内陸	－	－	
なし	千葉市	2008	－	－	－	
更新	横浜市	2012	2012	－	横浜市地震被害想定調査報告書 平成２４年１０月	
更新	川崎市	2013	－	－	川崎市地震被害想定調査報告書 平成２５年３月	
なし	相模原市	2007	－	－	－	

表 2-3　各自治体の更新状況・今後の予定等（その 3）

更新	自治体名	地震	津波	一部	更新対象となる資料名	今後の予定等
なし	新潟市	2007	2007	－	－	
なし	名古屋市	1999	－	－	－	地震・津波の被害想定を検討中
なし	京都市	2003	－	－	－	
なし	大阪市	2010	－	－	－	
なし	堺市	2009	2003	－	－	
なし	広島市	2008	2008	－	－	

第Ⅲ章　東北地方太平洋沖地震後の地震被害想定の傾向

１．地震被害想定の作成・公開の動向

１－１．自治体等における地震被害想定資料の作成・公開の動向

2012 年 1 月末時点（以下，1 回目の調査）において，全都道府県が地震被害想定を作成・公開していた．政令指定都市については，独自に地震被害想定を作成している自治体がある一方，県作成の地震被害想定に準じている自治体もあった．2013 年 9 月末時点（以下，2 回目の調査）でもその状況に大きな変化はなかった．

なお，公開の形態に関し，東北地方太平洋沖地震以前は地震被害想定の報告書のみの公開が多かったが，2 回目の調査（東北地方太平洋沖地震後）では，被害想定検討委員会の議事・資料を逐次公開，あるいは一次報告・中間報告等として途中段階で地震被害想定を公開するなど，議論の過程や途中経過を積極的にホームページで発信する自治体が複数見られた(表 3-1)．

表 3-1　津波浸水深等，一部分で更新があった自治体

No	自治体名	資料発行年		資料名（報告書等）
		中間報告	津波	
1	北海道		2012	平成 24 年度　太平洋沿岸に係る津波浸水予測図作成業務
2	青森県		2012	青森県太平洋側における津波浸水予測図（2012）
3	岩手県		2011	岩手県沿岸における津波浸水シミュレーション等の公表
4	山形県		2012	津波浸水予測図について
5	茨城県		2012	津波浸水想定について（茨城沿岸津波対策検討委員会　検討結果）
6	千葉県		2011	津波浸水予測図（2011 年度）
7	神奈川県		2012	新たな津波浸水予測図　解説書（2012 年 3 月）
8	富山県		2012	富山県津波調査研究業務報告書（2012 年 3 月）
9	石川県		2012	2011 年度石川県津波浸水想定調査
10	福井県		2012	福井県における津波シミュレーション結果について（2012 年 9 月）
11	静岡県	2013	2013	静岡県第 4 次地震被害想定調査（第一次）
12	三重県		2012	津波の浸水予測（2011 年度版）
13	大阪府	2013	2013	結果のみ公表されており、手法は未公開（2013 年 9 月末時点）
14	和歌山県		2013	「南海トラフの巨大地震」及び「東海・東南海・南海３連動地震」による津波浸水想定について
15	鳥取県		2011	鳥取県津波対策検討業務報告書概要版
16	広島県		2013	津波浸水想定について（平成 25 年 5 月）
17	徳島県	2013	2012	徳島県南海トラフ巨大地震被害想定調査（第一次）・津波浸水想定について
18	愛媛県	2013		愛媛県地震・津波被害想定（第一次）
19	長崎県		2012	海溝型地震津波想定に関する報告
20	宮崎県		2013	宮崎県津波浸水想定全体図
21	鹿児島県	2013	2013	鹿児島県地震等災害被害予測調査中間報告（災害想定の概要）
22	沖縄県		2013	沖縄県津波被害想定調査

中間報告：中間報告，第一次報告等，地震・津波のハザードのみの予測を行った等，被害想定全体の前半部分をまとめて公開した報告書全般を指す.

１－２．動向やヒアリング等を通じ示唆される自治体等における考え方の変化

上掲の通り，東北地方太平洋沖地震の被害を受けて，多くの自治体で地震被害想定の見直しが進められてきている．これらの自治体における更新内容の主な特徴としては，以下が挙げられる．

・中央防災会議において南海トラフ巨大地震の被害想定が実施されており，その結果を参考にして被害想定を進めている自治体が多かった．
・南海トラフ巨大地震を想定して，地震による津波の浸水予測を新たに実施した自治体が多く見られた．
・被害想定項目として，廃棄物の問題等のライフラインに関する被害想定項目，経済被害等の二次的な被害等が拡充されている自治体が見られた．これらも，中央防災会議における被害想定項目の変更・追加によるものと考えられる．

２．地震被害想定の内容に係る動向

地震被害想定で使われている予測手法自体には，それほど大きな変化は見られなかったが，津波の予測を実施する自治体数が非常に多くなったことが変化として挙げられる．1 回目の調査では 13 自治体にとどまっていたが，2 回目の調査では 33 自治体で実施されるようになっている．

また，東北地方太平洋沖地震(2011)以降，これまで一般的でなかった被害項目（例えば，震災廃棄物，原子力施設の影響など）について新たに取り上げられるようになった．ただし，定性的な記述（被害様相の記述）のみに限定されている場合も多い．表 3-2 に，東北地方太平洋沖地震以降の被害想定資料で見られた被害想定項目についてまとめた．

表 3-2　東北地方太平洋沖地震後の被害想定資料で見られた被害想定項目と採用自治体

予測項目種別	詳細項目	採用自治体※
火災	津波火災	秋田県(13),香川県(13), 横浜市(12)
施設被害	漁船,船舶, 水産関連施設	高知県(13),香川県(13)
	重要施設の使用性	秋田県(13),島根県(12), 福岡県(12)
	大規模集客施設等	香川県(13)
	防災活動機能支障	福岡県(12)
	避難施設被害	熊本県(13)
	天井崩落による被害	横浜市(12)
	石油コンビナート	横浜市(12)
	危険物・コンビナート施設	秋田県(13),香川県(13),高知県(13),熊本県(13),川崎市(13)
	エレベーター閉じ込め・停止	秋田県(13),東京都(12),島根県(12),香川県(13),高知県(13), 福岡県(12), 横浜市(12), 川崎市(13)
	文化財被災	群馬県(12)
人的被害	災害時要援護者の死者数・率	秋田県(13),東京都(12)
	長周期地震動, 渋滞, 震災関連死	香川県(13)
	孤立集落数・世帯数	秋田県(13),群馬県(12),島根県(12),高知県(13),大分県(13)
	被災者数	川崎市(13)
	地下街の死傷者数	東京都(12)
交通	空港被害	島根県(12),高知県(13)
	鉄道事故等	横浜市(12)
	地下街における被災	横浜市(12)
	移動・輸送の制約	福岡県(12)
インフラ	電気の制約	福岡県(12)
	情報通信の制約	福岡県(12)
震災廃棄物		秋田県(13),群馬県(12),東京都(12),島根県(12),岡山県(13),香川県(13),高知県(13),熊本県(13),横浜市(12),川崎市(13)
物資不足	生活必需品不足量	秋田県(13),島根県(12), 高知県(13)
	食料・給水不足量	島根県(12),福岡県(12)
医療機能支障		秋田県(13),島根県(12),岡山県(13),高知県(13),川崎市(13)
	要転院患者数	大分県(13)
	医療対応不足数	大分県(13)
	医療の制約	福岡県(12)
地盤沈下による長期湛水		香川県(13),高知県(13)
住機能支障		秋田県(13),福岡県(12)
	中長期的住機能支障	大分県(13)
保健衛生	保健衛生	高知県(13)
	清掃・衛生機能支障	秋田県(13)
	瓦礫・ごみ発生量	大分県(13)
	防疫, 遺体処理等	香川県(13)
	災害用トイレ需要量	島根県(12),大分県(13),川崎市(13)
原子力施設の影響		秋田県(13)
経済被害額		秋田県(13),群馬県(12),香川県(13),高知県(13),岡山県(13),川崎市(13)
	直接経済被害	島根県(12), 福岡県(12),大分県(13), 横浜市(12)
	間接経済被害	島根県(12),福岡県(12),大分県(13)
治安		香川県(13)
教育		福岡県(12)

※括弧内の数字は，地震被害想定資料の発行年の下 2 桁を示す（例えば，2012 年の場合は（12）と表記）

東北地方太平洋沖地震(2011)までは，国・自治体における被害想定の多くは，当該地域で過去数百年間に経験してきた地震・津波のうち過去に繰り返し発生し，近い将来同様の地震が発生する可能性が高い地震・津波を，想定対象地震・津波としてきた．しかし，東北地方太平洋沖地震(2011)はこれらの条件を大きく超えるものであったことを踏まえ，必ずしも一定期間内に発生する可能性が高い地震だけではなく，発生頻度はきわめて低いが甚大な被害をもたらす最大クラスのものを想定する方針に変わってきている（例：秋田県，千葉県，東京都，長崎県等）．この方針は，中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査委員会」(2011)の報告において示されており，各自治体がこれに沿って更新を行っている形である．

一方で，河川堤防・港湾整備等のインフラ整備に係る予測値として，近い将来に発生する可能性が高い地震・津波の想定も重要であることから，自治体の中には，この 2 つを区別して被害想定を実施いているところも散見された．なお，この考え方について，中央防災会議(2004)で示された「全国どこでも発生しうる地殻内の浅い場所で発生する地震」であると整理する自治体も複数見られ，特に，2011 年以降は，多くの自治体が中央防災会議の動向を見ながら被害想定を実施するようになっている．

また，太平洋側の多くの自治体では，2012 年から中央防災会議でも議論されている南海トラフの巨大地震の被害想定結果を公表しているところが多く，これが最大の被害をもたらす地震となっている自治体も少なくない．さらに，南海トラフの巨大地震と併せて，独自に設定した複数シナリオを連動させた被害想定を実施している自治体もあった．

使用されたデータの解像度にも変化が見られた．地震動や液状化危険度，建物被害については，これまでは 500m メッシュで予測を行っている自治体が多かったが，東北地方太平洋沖地震(2011)以降の更新自治体では 250m メッシュが主流となっている．政令指定都市ではより細かく 50m メッシュで予測する自治体も増えてきている．ライフラインの施設被害についても，250m メッシュの自治体が増えている．人的被害についても，これまで市町村単位での予測がほとんどだったが，東北地方太平洋沖地震(2011)以降の更新自治体ではメッシュ単位での集計も出てきている． 津波は，100m 以下のメッシュを用いる自治体がほとんどである．

３．今後の自治体等の更新について

第Ⅱ章で示したように,被害想定資料の収集は 2013 年 9 月末時点までに公開された情報,および，電話等で確認した情報を基に行っている．その中で，2013 年 9 月末時点では更新されていないものの，2013 年度中に更新予定の自治体が複数見られたので表 3-3 にまとめた．

表 3-3　近い将来に更新予定のある自治体

自治体名	地震	津波	一部	今後の予定等
北海道	－	2010	2012	地震被害想定は策定中（2014 年～2015 年度）
青森県	1997	1997	2012	新しいものは，今年度末までに作成されるので，公表は 2014 年度になる予定
栃木県	2004	内陸	内陸	2014 年度には更新された報告書が公開される予定
埼玉県	2007	内陸	－	2012 年度から見直しを開始，2013 年度末に報告書にまとめる予定
神奈川県	2009	2012	2012	2013～2014 年度にかけて新たに調査を実施している．公開は 2015 年 3～4 月の予定
長野県	2002	内陸	－	2013～2014 年度で見直しを実施中
静岡県	2001	2001	2013	1 次報告（前篇）が出された．追って 2 次報告（後編）が 2013 年 11 月末に公表予定
愛知県	2003	2003	－	現在，見直しを進めている．完成・公表時期は未定
三重県	2006	2006	2011	現在，2012 年 8 月に中防から出されたモデルで再度被害想定を検討中
滋賀県	2005	内陸	－	今年度，新しい調査を実施中．公開は今年度末か来年度
大阪府	2007	2007	2013	2013 年 8 月に公開された第 3 回配布資料で被害想定の値は確定し，調査年月内（2013 年 9 月末時点）では報告書未公開だったが，10 月末に公開
兵庫県	1999	2006	－	今年度中に南海トラフの津波被害想定が公表するべく作業中
山口県	2008	2008	－	現在検討中，年度内に取りまとめ予定
徳島県	2005	2012	2013	あんしん徳島の注目情報参照．第一次として人的被害・建物被害までは最新のものを公表済．第二次は現在検討中
愛媛県	2002	－	2013	愛媛県地震・津波被害想定（第一次）のみ公開済，第二次を検討中
宮崎県	2006	2006	2013	10～11 月にかけて被害想定を公開する予定
鹿児島県	1997	1997	2013	中間報告を公開済
名古屋市	1999	－	－	現在検討中

４．地震被害想定結果に関する留意事項

自治体の地震被害想定の報告書では，想定結果の活用に関する留意事項を，項目を立てて記載している例も少なくない．以降に秋田県，及び東京都の該当項目を例示する．本業務では，これに関する整理は煩雑さの点から行っていないため，本報告書を参考にする場合はその点を十分に留意されたい．

秋田県：秋田県地震被害想定調査　報告書（平成 25 年 8 月）秋田県，p6

(6) 活用に当たっての留意点

本調査の結果を活用するに当たっては，以下の点に留意すること．

■将来発生する地震を予測したものではないこと

本調査は，多くの仮定に基づいて震源モデルを設定し，震度分布，津波浸水域等を想定したものであり，将来発生する地震を予測したものではない．実際に地震や津波が発生した場合は，その震源や規模が想定とは違う結果になることに留意すること．

■実際に発生する被害量を予測したものではないこと

本調査は，過去の地震被害に関する統計データ等を用いて被害量を予測したものであり，実際に発生する被害量を予測したものではない．実際に地震や津波が発生した場合は，その被害量が想定とは違う結果になることに留意すること．

特に，個々の施設や地点を具体的に評価したものではない．また，特定の構造物の耐震性等を検証する場合には，個別の検討が必要である．

■各想定地震の発生確率は検討していないこと

本調査の目的は，想定地震により本県に及ぼす被害や県民生活等に与える影響を把握することであり，各想定地震の発生確率は検討していない．地震の発生確率については，国の地震調査研究推進本部が，一部の地震について，表-1.1.3 及び表-1.1.4 のとおり長期評価を行い公開している．（地震調査研究推進本部ホームページアドレス http://www.jishin.go.jp/）

■「連動地震」は秋田県独自の震源モデルであること

歴史上，秋田県に最も大きな被害を及ぼした地震は，日本海中部地震（1983 年，マグニチュード 7.7）であるが，東日本大震災が連動型の巨大地震だったことを踏まえて，本調査では連動地震を設定した．

東京都：首都直下地震等による東京の被害想定　報告書（平成 24 年 4 月 18 日）東京都防災会議，第 3 部 被害想定手法，p3-92

Ⅴ．被害想定成果の活用に向けた留意点

本調査は，地震学の最新の知見に基づいて推定した各地震の震度分布，液状化危険度等をもとに，主として阪神・淡路大震災，東日本大震災など過去の地震被害の実態を踏まえ実施した．しかしながら，実際の被害は今回の想定結果と比べて相当の幅をもって変動する可能性があることに留意する必要がある．

被害想定結果の変動要因としては，例えば以下の点があげられる．

･実際に発生する地震像が想定どおりになるとは限らないこと

･過去の大規模な地震被害例が限られることから被害を定量的に求めるための推定式が少数のデータに依拠したものにならざるを得ないこと

･地震動や津波などのハザード情報から被害を推定する定量的な評価と関連影響（2 次的 3 次的な被害）の把握にはまだ課題が残されていること

･様々な仮定を置いて推計したものであること

･定量評価ができなかった項目があること

･発生確率は小さくても起きれば甚大な被害を及ぼす事象が発生する可能性もあること

今後とも，社会状況の変化や安全技術向上等も踏まえ，被害想定手法の見直しを行っていくことが重要である．

第２部
地震被害想定手法の整理

第Ⅰ章　本資料の見方および留意事項

1．本資料の見方

2．留意事項

1．本資料の見方

本資料では，各自治体の被害想定で採用されている予測手法を，「系統的に」整理することを心掛けている．互いの手法の対比を容易にするため，以下の点について各報告書の記載内容から適宜変更して記載している．

■参考とした地震被害想定資料について…

・参考とした各自治体の報告書は，第1部第Ⅱ章の表2－1に示す．

■引用文献について…

・報告書の作成機関が自治体でない場合があるが，手法が適用された自治体をわかりやすくするために，本文中では自治体名を記している．

例：佐賀大学低平地防災研究センター・株式会社三菱総合研究所(1997)

⇒　佐賀県(1997)として引用

・表2-1に示した各自治体の報告書については，文章を見やすくするために，発行年(西暦)の下二桁のみを表示したり，発行年を省略して表示している場合がある．

例：青森県(1997)

⇒　青森県(97)，青森県　と表示

・報告書により，引用内容が同じでも異なる文献や複数年にまたがる内容を引用している場合がある．本資料では原則として発行年あるいは発表年の古い文献を優先的に記述し，できる限り引用文献を統一した．なお，参考文献には両者を記載した．

例：Miyakoshi et al.(1997)，林・宮腰(1998)

⇒　Miyakoshi et al.(1997)で記述

・年号や著者名など明らかに誤りと思われるものについては，修正後引用した．

例：誤）望月･荏本(1986)建築物および付帯施設の被害想定手法，総合都市研究，38，25-50.

正）望月･荏本(1989)建築物および付帯施設の被害想定手法，総合都市研究，38，25-50.

・地震被害想定調査報告書の執筆者名を引用対象としているものについては，原則として調査実施自治体名に統一した．

例：望月(1985)

⇒　東京都防災会議(1985)　(ブロック塀の被害予測)

・ただし，報告書中で提案されている手法が，執筆者名(手法考案者名)とともに広く認知されている場合は執筆者名を記した．

例：久保・片山(1975)　(ライフライン被害の予測・川崎市(1975)より)

・東北地方太平洋沖地震(2011)後に南海トラフ巨大地震について検討した中央防災会議の部会は，以下の2つの部会があり，それぞれ報告資料を発表している．本文中では，わかりやすくするため，「中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2012-13)」に表記を統一した．

○ハザード予測：「南海トラフの巨大地震モデル検討会」

【地震動】南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について
（第一次報告）（H24.3.31）

【津波】津波断層モデル編―津波断層モデルと津波高・浸水域等について―
（第二次報告、H24.8.29）

【液状化】強震断層モデル編（別添資料）―液状化可能性、沈下量について―
（第二次報告、H24.8.29）

○被害予測：「南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ」

【建物被害／屋外転倒、落下物の発生／人的被害】南海トラフの巨大地震　建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要（第一次報告、H24.8.29）

【その他】資料４　被害想定項目及び手法の概要（第二次報告、H25.3.18）

■用語の統一について…

・報告書が異なると同じ内容でも異なる表現を用いている場合があるが，本資料ではできるだけ用語を統一して用いることとした．

例：「ＲＣ造」「ＲＣ系建物」「ＲＣ建物」「ＲＣ」　⇒　「ＲＣ造」に統一
「液状化指数（P_L値）」「液状化指数」「P_L値」　⇒　「P_L値」に統一
「フラジリティー曲線」「被害率曲線」　⇒　「被害率曲線」に統一

■手法の補足説明について…

・「第Ⅱ章 ハザード予測手法の整理」「第Ⅲ章 被害予測手法の整理」の想定項目別に予測手法の整理を行っている．各自治体では，既存の手法に新しい知見を加えることにより，地域に即したより適切な被害予測に取り組んでいる．本資料では，考え方の基となった手法の解説に重きをおき，各自治体で工夫された考え方については，……内で補足的に紹介している．

2．留意事項

以下に，資料を見る上での留意事項をまとめる．

■複数の資料を収集した自治体については刊行時期が最新の資料名のみを記載した．ただし，津波の被害想定が地震と別個に行われている場合は両者の資料名を記載している．

■自治体によっては，被害想定は行われているが報告書に記載されていない想定項目や想定地震があると思われる．

■報告書によっては，引用文献そのものが明記されていないもの，文献の詳細（タイトルや掲載論文誌など）が記載されていないものがある．様々な文献やデータベースにもとづき，記載されている手法を提案した文献の調査を行ない，できる限り引用文献を明らかにしたが，全ての原典を把握したとは言い難い．各自治体独自の考え方として記載した手法が，それ以前に論文あるいは報告書の形で既に報告されている場合がある．

■本資料では特に被害想定に関する報告書等を収集・整理の対象としているため，地震防災マップ等を作成するために地震動などを検討した結果については必ずしも反映されていない場合がある．

■収集した情報の中には，報告書中に手法が明示的に記載されているもの，あるいは引用した文献が明記されているなど，手法が明確に把握できるものが過半であるが，中には想定結果は記載されているが手法が記載されていないものも存在する．これら手法が記載されていないものや，概念のみ記載されている場合については手法の整理には含めていない．

■各自治体等の報告書では，地震被害想定の結果を活用する際の留意事項が記載されている例ある．例えば，秋田県の地震被害想定資料（2013年）では，将来発生する地震や実際の被害量を予測したものではない旨が記載されている．この点については，本報告書では煩雑さの観点から整理していないため，第Ⅳ章「各自治体の被害想定の概要」を参考とする際は注意する必要がある．

第Ⅱ章　ハザード予測手法の整理

１．地震動の予測

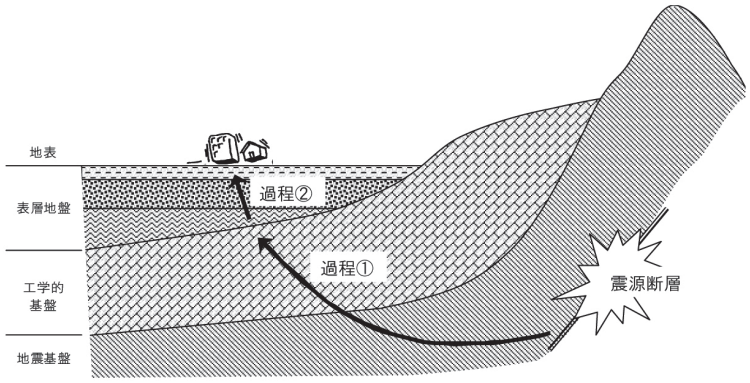
２．液状化危険度の予測

３．地盤崩壊危険性の予測

４．津波の予測

１．地震動の予測

地震被害想定の根幹をなす部分として地震動の予測がある．各自治体の被害想定では，地表面での地震動強さを，図Ⅱ-1-1に示す２つの過程（過程① 地震基盤＋工学的基盤，過程② 表層地盤）に分けて予測している場合が多い．それ以外の予測方法としては，地震基盤を設定することにより過程①を２段階で予測する方法や，過程①，②を分割せず一度に地表の地震動を予測する方法もある．



図Ⅱ-1-1　地震基盤・工学的基盤・表層地盤を伝播する地震動の模式図(岩手県, 2004)

予測手法としては，上記の過程①では，震源断層の動的パラメータを考慮する手法と距離減衰式を用いる手法が採用されており，過程②では，応答解析を用いる手法と表層地盤増幅度を用いる手法が採用されている．

表Ⅱ-1-1に工学的基盤面，地表面の地震動の代表的な予測手法と採用自治体数を示す．また，参考として防災まちづくり総プロでまとめられた各手法の特徴と必要となる入力パラメータの一覧表を表Ⅱ-1-2，表Ⅱ-1-3に示す．

表Ⅱ-1-1　主な地震動の予測手法

		主な予測手法	採用自治体数 (注1)
工学的基盤面の地震動	震源断層の動的パラメータを考慮する手法	□統計的グリーン関数法 □理論地震動計算(三次元有限差分法) (注2) □ハイブリッド法 □翠川・小林(1979) □Sugito and Kameda(1985)	10 (9) 10 7 2
	距離減衰式を用いる手法	□司・翠川(1999) □翠川・大竹(2002) の手法 □Fukushima and Tanaka(1990)	9 3 5
	上記２つの手法の結果を重ね合わせる手法	□中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等 (2013)	3
地表面の地震動	応答解析を用いる手法	□重複反射理論 □等価線形解析法 □逐次非線形解析法	1 28 2
	表層地盤増幅度を用いる手法	□松岡・翠川(1994) □中央防災会議 □地震調査研究推進本部(2008)	9 3 2

(注1) 一自治体で複数の手法を採用している場合は，それぞれ採用自治体数に加えた．
(注2) 理論地震動計算は,採用自治体すべてがハイブリッド法の一部として採用しているため，(9) としている．

表Ⅱ-1-2　地震動予測手法の分類別特徴一覧表(国土交通省, 2003)

方法			特徴１	特徴２	次の過程	
基盤地震動予測	断層の破壊過程	①基盤の地震波形が求まる方法	建物の動的な振動応答解析を行うのに必要な地震波形（時刻歴波形）が求められる。応答スペクトルも加速度も求めることができる。	複雑なパラメーターを設定する必要がある。 特定解が求められる。	表層増幅過程で地震波形を出力→さまざまな建物被害予測手法が使用できる。	より詳細な予測手法
		②基盤の応答スペクトルが求まる方法	建物振動特性を考慮した簡易な被害予測を行うのに必要な応答スペクトルが求められる。	特定解が求められる。	表層増幅過程で応答スペクトルを出力→静的な建物被害予測	
	距離減衰式	③基盤の応答スペクトルが求まる方法	建物振動特性を考慮した簡易な被害予測を行うのに必要な応答スペクトルが求められる。	一般解が求められる。	表層増幅過程で応答スペクトルを出力→静的な建物被害予測	
		④基盤の加速度が求まる方法	このままでは建物の振動特性を考慮した被害予測へはリンクできない。既存の地震波形を求められた加速度の大きさで振幅調整し、基盤波形とするなどの処理が必要。	一般解が求められる。	既存の地震波形を外挿→表層増幅過程で地震波形を出力→さまざまな建物被害予測手法が使用できる。	より簡易的な予測手法

手法			入出力	特徴１	特徴２
表層地震動予測	表層増幅過程の予測	⑤重複反射理論に基づく線形計算	基盤地震動予測結果を入力、入力に応じて地震波形もしくは応答スペクトルを出力	地盤応答解析手法。詳細な地盤諸特性のパラメーターが必要	強震時の軟弱地盤の非線形性が考慮されず、軟弱地盤でかなり大きい揺れが予測される。
		⑥重複反射理論と等価線形手法を合わせた手法			強震時の軟弱地盤の非線形性が考慮され、強震時に軟弱地盤の加速度は比較的小さくなる。
		⑦やや深部は線形で、浅部は等価線形の重複反射理論			より詳細に予測する。より多くの地盤に関するパラメーターを設定する必要がある。
		⑧微地形分類による統計的な増幅率を掛ける手法	基盤の最大加速度等を入力し、地表の最大加速度等を出力	微地形分類が必要	簡易的。周期特性を考慮した建物被害予測は実施できない。
	直接地表の値を算出	⑨距離減衰式	震源(断層)からの距離を入力、地表最大加速度(または速度)を出力	簡単な地盤分類のみ必要	

表Ⅱ-1-3　各手法の入力すべきパラメータ等(国土交通省, 2003)

手法分類		入力パラメータ等
基盤地震動予測	断層破壊過程を考慮	◎想定震源断層の分割数 ◎破壊伝播速度 ◎破壊形式、破壊の開始点位置 ◎震源域から観測点までの地震波伝播速度 ◎断層面の位置・形状 ◎地震の規模（マグニチュード、地震モーメント等） ◎観測点（予測する範囲）の位置 ○小地震の観測記録 ○波形の立ち上がり時間（最大地震動発生遅れ時間） ○位相スペクトル ○地震動継続時間
	距離減衰式	◎断層面の位置・形状あるいは震源位置 ○震源の深さ ◎地震の規模（マグニチュード、地震モーメント等） ◎観測点（予測する範囲）の位置
表層増幅過程予測	重複反射（線形）	◎入力地震波形（既存観測波形もしくは基盤地震動予測結果） ◎地層ごとの深さ、地震波伝播速度、剛性率、密度、層厚
	等価線形手法（非線形）	◎入力地震波形（既存観測波形もしくは基盤地震動予測結果） ◎地層ごとの深さ、地震波伝播速度、剛性率、密度、層厚、土質分類 ◎土質ごとのせん断弾性定数及び減衰定数のひずみ依存曲線
	微地形分類による統計的手法	◎地形・地質・微地形分類 ◎標高分布 ◎主要河川からの距離の分布 ◎入力加速度・速度（基盤地震動予測結果など）
直接地表の値を算出	基盤等を考慮せず、表層地盤分類ごとの距離減衰式による方法	◎地盤分類 ◎断層面の位置・形状あるいは震源位置 ○震源の深さ ◎地震の規模（マグニチュード、地震モーメント等） ◎観測点（予測する範囲）の位置

◎：ほとんどの場合必要とする。　　○：手法によっては必要とする場合がある。

１－１．工学的基盤面の地震動

図Ⅱ-1-1に示す過程①では，震源断層で発生した地震波が工学的基盤面でどのような地震動をもたらすかを予測している．

予測手法としては，以下の３つに大別できる．

（１）震源断層の動的パラメータを考慮する手法

（２）距離減衰式を用いる手法

（３）強震波形計算による手法の結果と経験的手法の結果を重ねあわせる手法

（１）は，震源断層を複数の小さな断層に分割し，断層破壊の伝播を模式的に行う考え方である．この考え方により，震源断層からの距離が同じであっても，断層の破壊様式にしたがって地震動の大きさが異なるといった現象を説明できる．ただ，活動していない断層に対し破壊の進行方向等の動的パラメータを決める点において，不確定性がかなり大きいという問題点がある．

手法としては，グリーン関数を用いる手法，翠川・小林(1979)の手法，Sugito and Kameda(1985)の手法などが採用されている(表Ⅱ-1-1)．兵庫県南部地震(1995)直後に実施された被害想定では，翠川・小林(1979)の手法やSugito and Kameda(1985)の手法を採用している自治体が多かったが，最近の被害想定では，統計的グリーン関数を用いる手法が採用される傾向がみられる．

（２）は，地震観測記録の統計回帰分析に基づいて導かれる距離減衰式を用いる手法である．震源断層の動的パラメータを考慮する手法と比べると計算量が少なく比較的簡易な手法といえ，その手法適用の簡便性から，地震動強さを推定する有効な手法として古くから多くの研究がなされている．最近では，司・翠川(1999)のように断層タイプによるゆれの大きさの違いや震源近傍における地震記録を考慮に入れた距離減衰式も提案されている．また，「１－２．地表面の地震動」で論じる表層地盤の影響を取り込んだ距離減衰式も提案されている．ただ，実際の地震では震源域（震源断層）のなかでも大きな地震エネルギーを放出する場所は限られており，地震動の大きさが距離に応じて一様に減衰するとは限らないため適用に課題もある．手法としては，司・翠川(1999)の手法やFukushima and Tanaka(1990)の手法などが多く用いられている．

（３）は（１）のグリーン関数を用いる手法，（２）の距離減衰式を用いる手法を両方試行し，各地点において大きい震度を採用することで２つの手法の結果を重ね合わせる手法である．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）震源断層の動的パラメータを考慮する手法

①統計的グリーン関数法

②理論地震動計算（三次元有限差分法）

③ハイブリッド法

④翠川・小林(1979)の手法

⑤Sugito and Kameda(1985)の手法

⑥藤本ら(1991)の手法

（２）距離減衰式を用いる手法

①司・翠川(1999)の手法

②翠川・大竹(2002)の手法

③Fukushima and Tanaka(1990)の手法

④静岡県(2001)の手法

（３）強震波形計算による手法の結果と経験的手法の結果を重ねあわせる手法

①中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

（1）震源断層の動的パラメータを考慮する手法

①統計的グリーン関数法

○採用自治体：宮城県(04)，秋田県(13)，埼玉県(07)，長野県(02)，三重県(06)，鳥取県(05)，島根県(12)，大分県(13)，仙台市(02)，川崎市(13)

統計的グリーン関数法は，人工的に作成した地震波を基にグリーン関数を求める手法である．ω^{-2}則を満たす中小地震を数値計算により人工的に作成し，これをグリーン関数として大地震の破壊過程に従って足し合わせ，大地震の波形を合成する．人工地震波の生成にあたっては，乱数から発生させた波形（ホワイト・ノイズ）がω^{-2}則を満たすように周波数領域での調整が行われる(Boore, 1983)．

中央防災会議・東海地震に関する専門調査会(2001)では，以下のような手順で波形を作成している（図Ⅱ-1-2）．

1) 対象とする断層面を小断層に分割し，各小断層毎に，Boore(1983)の手法によりω^{-2}則を満たす振幅スペクトルの形状を求める．このスペクトル形状は以下のとおりである．

$$S_A(\omega)=\frac{R_{\phi\theta}}{4\pi\rho\beta^3}M_0\cdot\frac{\omega^2}{1+(\omega/\omega_c)^2}\cdot\frac{1}{1+(\omega/\omega_{\max})^2}\cdot\frac{e^{-\omega R/2Q\beta}}{R} \qquad \text{(a)}$$

ただし，$\omega_c=2\pi f_c$ ，$f_c=4.9\times10^6\,\beta(\Delta\sigma/M_0)^{1/3}$

$\omega_{\max}=2\pi f_{\max}$，$f_{\max}$は高周波遮断周波数

2) (a)式中のR，ϕ，θはラディエーション係数であるが，これは，各小断層から計算地点への方位角，射出角により計算する．この時，Kamae and Irikura(1992)と同様に，周波数依存型の放射特性を導入する．
また，ここではＳ波のみを考えているため，SH波，SV波毎に振幅スペクトルを求める．

3) 小断層毎にすべり量が異なる場合は，それに応じて各小断層のMo，$\Delta\sigma$を設定する．

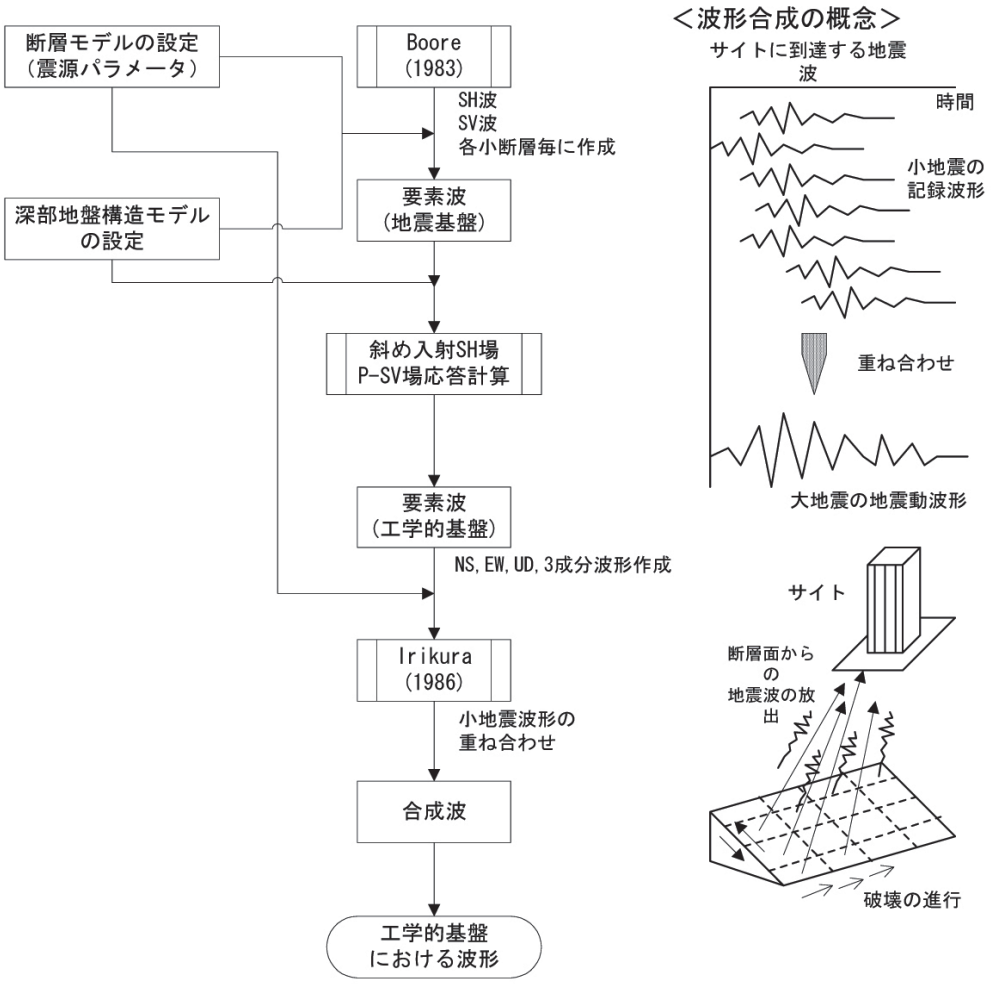
4) Ｑ値は震源から計算地点までの伝播を考慮して評価する．

5) 以上は，振幅スペクトルについてのみ考えてきたが，ここで，Boore(1983)に従ってホワイトノイズに包絡形を施した波形のスペクトルをかけ合わせ，位相を与える．

6) 上記手法で作成した計算地点での地震基盤におけるスペクトルに対して，工学的基盤までの地盤構造による増幅を考慮するため，SH波については斜め入射のSH波動場を，SV波については，P-SV波動場の応答計算をHaskell Matrix(線形)で行う．

7) 求められた，工学的基盤でのTransverse，Radial，UDの波形をNS，EW，UDに射影する．

8) 各小断層からの波形をIrikura(1986)および入倉他(1997)に従って，それぞれの成分毎に足し合わせる．これにより，工学的基盤での３成分波形を求める．なお，以上の作業は周波数領域で行う．



図Ⅱ-1-2　統計的グリーン関数法による工学的基盤における波形作成手順

（内閣府防災担当ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞより引用）

■中央防災会議の地震動データを用いる手法

○採用自治体：山梨県(05)，奈良県(05)，京都市(03)

中央防災会議専門調査会では，東海，東南海，南海の各地震の発生状況別に１kmメッシュ別の広域の震度分布予測，液状化危険度予測を行い，地震動データを公開している．これらの公開データのうち，基盤の地震動として，図Ⅱ-1-2に示す手順（統計的グリーン関数法）で作成された工学的基盤面(Vs＝700m/s)での加速度波形（３成分）データが公開されている．各自治体では，基盤の地震動として，この加速度波形を用いている．

②理論地震動計算（三次元有限差分法）

○採用自治体：千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，愛知県(03),大阪府(07),札幌市(08),千葉市(08),京都市(03),堺市(09)（すべて③ハイブリッド法の中で利用.）

理論地震動計算は，波動伝播の理論式を三次元有限差分法によって数値的に解くことにより地震波形を求める手法である．この手法を採用している自治体はすべて，③ハイブリッド法の中でこの手法を統計的グリーン関数法と組み合わせている.

線形等方弾性体中（linear, isotropic elastic media）の三次元波動伝播は，以下の２組の方程式（運動方程式，応力－歪関係式）で表現される(Graves,1996).

連続体の運動方程式：

$$\rho\partial_{tt}u_x = \partial_x\tau_{xx} + \partial_y\tau_{xy} + \partial_z\tau_{xz} + f_x$$
$$\rho\partial_{tt}u_y = \partial_x\tau_{xy} + \partial_y\tau_{yy} + \partial_z\tau_{yz} + f_y$$
$$\rho\partial_{tt}u_z = \partial_x\tau_{xz} + \partial_y\tau_{yz} + \partial_z\tau_{zz} + f_z$$

応力－歪関係式：

$$\tau_{xx} = (\lambda+2\mu)\partial_x u_x + \lambda(\partial_y u_y + \partial_z u_z)$$
$$\tau_{yy} = (\lambda+2\mu)\partial_y u_y + \lambda(\partial_x u_x + \partial_z u_z)$$
$$\tau_{zz} = (\lambda+2\mu)\partial_z u_z + \lambda(\partial_x u_x + \partial_y u_y)$$
$$\tau_{xy} = \mu(\partial_y u_x + \partial_x u_y)$$
$$\tau_{xz} = \mu(\partial_z u_x + \partial_x u_z)$$
$$\tau_{yz} = \mu(\partial_z u_y + \partial_y u_z)$$

ただし，u_x, u_y, u_z ：変位(displacement)の x, y, z 成分

f_x, f_y, f_z ：体積力(body-force)の x, y, z 成分

$\tau_{xx}, \tau_{yy}, \tau_{zz}, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ ：応力(stress)の独立な６成分

ρ ：密度(density)

λ, μ ：Laméの定数

$\partial_x, \partial_y, \partial_z, \partial_{tt}$ ：微分ｵﾍﾟﾚｰﾀでそれぞれ $\partial/\partial x$ ， $\partial/\partial y$ ， $\partial/\partial z$ ， $\partial^2/\partial t^2$ を意味する.

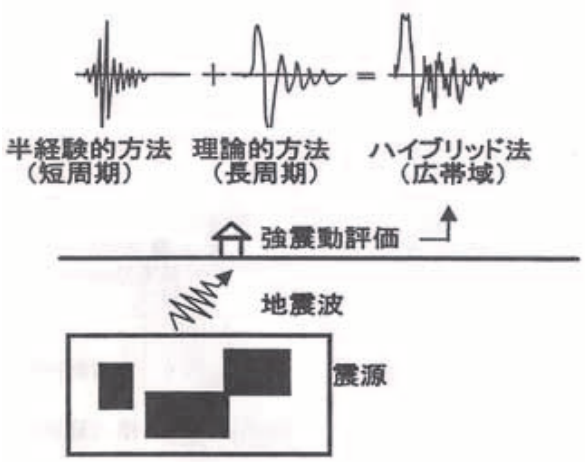
Graves(1996)では，スタッガード格子(staggered-grid)を用いた三次元有限差分法を適用するため，変位と応力を変数とした方程式に変換した上で差分式を導き，地震動を数値計算する手法を提案している.

③ ハイブリッド法

○採用自治体：千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，愛知県(03)，滋賀県(05)，大阪府(07)，札幌市(08)，千葉市(08)，横浜市(12)，京都市(03)，堺市(09)

ハイブリッド法は，広い周期帯を対象とした強震予測手法で，ある特定の周期を境にして周期帯域を短周期帯域と長周期帯域の２つに分け，それぞれの帯域に対して地震動の時刻歴波形を計算し，最後にそれら２つの帯域波形を合成する手法である．

ハイブリッド法の採用自治体には，統計的グリーン関数法（短周期帯）と理論地震動計算（長周期帯）を組み合わせている自治体が多い．東京都(12)，神奈川県(09)，愛知県(03)，大阪府(07)，札幌市(08)，千葉市(08)，京都市(03)，堺市(09)，横浜市(12)は，長周期地震動に対して，「複雑な地形をモデル化でき，かつ数百kmの大規模な地下構造についても有効」としたボクセル型有限要素法を用いている．



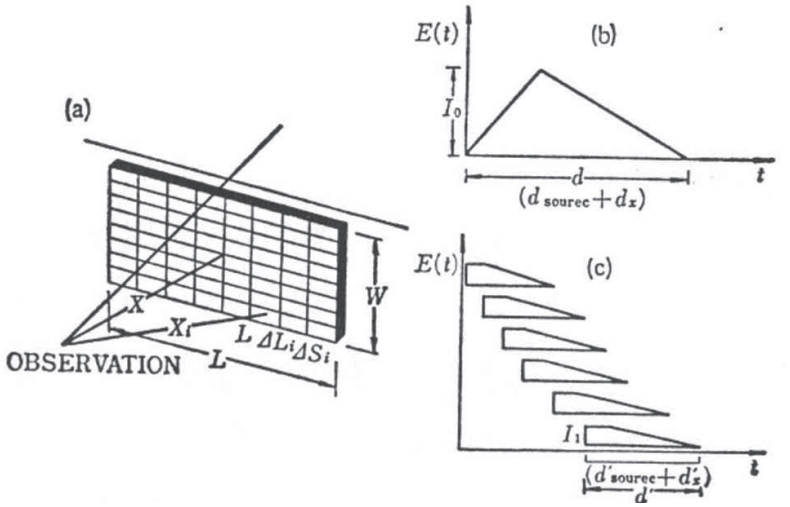
図Ⅱ-1-3　広域帯ハイブリッド法の模式図（佐藤, 2003）

④ 翠川・小林(1979)の手法

○採用自治体：茨城県(95・98)，新潟県(98)，福井県(97)，福岡県(12)，宮崎県(07)，新潟市(07)，名古屋市(99)

翠川・小林(1979)は，図Ⅱ-1-4(a)に示される断層震源モデルを設定し，破壊の伝播に応じて各単位領域から波群が逐次発生するものと考えた．この手法の特徴は以下のとおりである．

1）地震動を速度応答の包絡線で取り扱う．
2）震源断層を断層素片（単位区画）の集合とみなす．各断層素片は点震源とみなす．
3）対象は周期0.1～5秒程度のＳ波である．



図Ⅱ-1-4　応答波形包絡線に基づく強震動の合成(翠川･小林, 1979)
(a) 断層面の分割
(b) 強震動応答波形の包絡線の近似形
(c) 単位区画からの入射インパルスの重ね合わせ

単位区画の大きさと破壊速度をそれぞれ $\Delta L, v_R$ とすれば，そこでの波動の継続時間は

$$d'_{source} = \Delta L / v_R$$

であるが，基盤に達するまでには複雑な地層の影響で

$$d'_x = C \cdot X_i$$

だけ尾を引く．ここで，C は区画 i から観測点に最も早く届く波と最も遅く届く波の走時差に係わる比例定数である．

したがって，単位区画からの波群を包絡線で順次描けば図Ⅱ-1-4(c)のようになる．その強さ I'_i は，

$$I'_i = \frac{d}{n(2d'_{source} + d'_x)} \cdot I_0$$

と考える．観測点ではこれら波群を時間差に応じて重ね合わせた包絡波形が得られる．

断層からの寄与 I_0 は以下の経験式で求まる速度応答スペクトルで評価している．

$$\log_{10} S_V(T) = a(T)(\log_{10} M_o - 26.6) - b(T)\log_{10} X + 2.36$$

S_V ：速度応答スペクトル(h＝5%)(kine)

M_o ：地震モーメント(dyne･cm)

T ：周期 (0.1s～5.0s)

X ：震源距離(km)

$$a(T) = 0.318 + 0.128\log_{10} T$$

$$b(T) = \begin{cases} 0.509(\log_{10} T)^2 + 0.483\log_{10} T + 1.124 & (0.1s \le T < 0.3s) \\ 0.985 - 0.05\log_{10} T & (0.3s \le T \le 5.0s) \end{cases}$$

また，継続時間 d は次式で与えられる．

$$d = 0.013 \times 10^{0.42M} + 0.24X$$

M ：地震マグニチュード

なお，翠川･小林(1979)の式からは，速度応答スペクトル値が得られる．地表最大加速度値の算出には，川崎市(1988)による以下の経験式が用いられる．

$$A_{\max} = 0.3\int_{0.1}^{2.5} S_a(T)dT$$

加速度応答スペクトル $S_a(T)$ は，速度応答スペクトルと角周波数の積で求められる．

○福井県(97)では...
距離減衰は大野・高橋(1994)の手法で評価している．

⑤Sugito and Kameda(1985)の手法

○採用自治体：岐阜県(12),名古屋市(99)

Sugito and Kameda(1985)は，工学的地震基盤（Ｓ波速度＝600～700m/sの層）の上端面での実際の地震動記録に基づき，震央域でも適用できる非定常特性をもった地震動予測モデル（EMP-IB）および大規模な断層破壊による地震動を推定するモデル（EMP-IIB）を提案している．

■ EMP-IB

非定常特性を有する地震動 $x(t)$ は，次式で表現できる．

$$x(t)=\sum_{k=1}^{m}\sqrt{2\cdot G_x(t,2\pi f_k)\cdot 2\pi\Delta f}\cdot\cos(2\pi f_k t+\phi_k)$$

ただし，$G_x(t,2\pi f_k)$：時刻t，周波数 f_k における非定常パワースペクトル

Δf ：周波数の刻み幅

ϕ_k ：t ＝0における位相(0～2π の一様乱数)

非定常パワースペクトルは，次式でモデル化される．

$$\sqrt{G_x(t,2\pi f)}=\begin{cases}0 & (0\le t\le t_s)\\ \alpha_m(f)\dfrac{t-t_s(f)}{t_p(f)}\exp\left[1-\dfrac{t-t_s(f)}{t_p(f)}\right] & (t_s<t)\end{cases}$$

ただし，$\alpha_m(f)$：強度パラメータ（$\sqrt{G_x(t,2\pi f)}$ の最大値）

$t_s(f)$ ：時間パラメータ（$G_x(t,2\pi f)$ の立ち上がり時間）

$t_p(f)$ ：継続時間パラメータ（$t_s(f)$ から最大値に至るまでの時間）

実際の観測から得られた非定常パワースペクトルを上式における３つのパラメータ（強度パラメータ，時間パラメータ，継続時間パラメータ）でモデル化する．ここで，時間パラメータは非定常スペクトルがその最大値の10%を初めて超える時刻である．

Sugito and Kameda(1985)は91成分の地震動記録をデータベース化し，この地震記録に対して非定常スペクトルのモデル化を行った．得られた３つのパラメータをマグニチュード M，震央距離 Δ (km)に対して次式により回帰分析を行った．

$$\log_{10}\alpha_m(f)=B_0(f)+B_1(f)\cdot M-B_2(f)\log_{10}(\Delta+30)$$

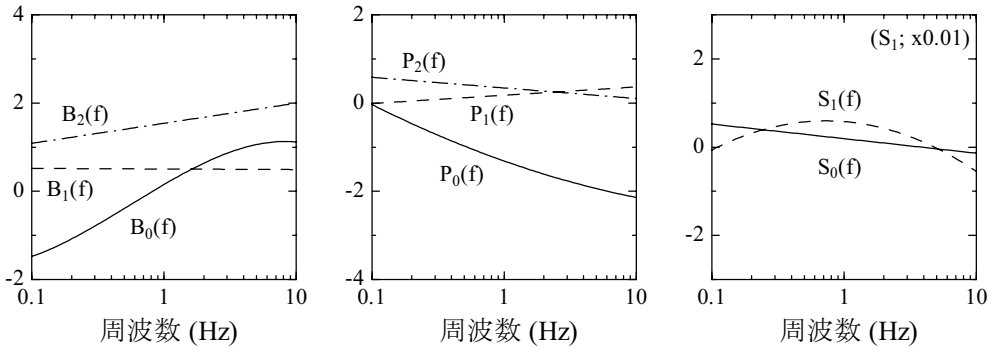
$$\log_{10}t_p(f)=P_0(f)+P_1(f)\cdot M-P_2(f)\log_{10}(\Delta+30)$$

$$t_s(f)-t_m=S_0(f)+S_1(f)\cdot\Delta$$

ただし，t_m は１つの強震記録について得られる $t_s(f)$ の平均値

震央域まで適用できるように補正した周波数ごとのモデルパラメータの回帰係数を図Ⅱ-1-5に示す．

以上から，マグニチュード M と震央距離 Δ および適当な乱数を与えることにより，非定常特性を有した地震動の推定が可能になる．



図Ⅱ-1-5　補正されたモデルパラメータ【EMP-IB モデル】(Sugito and Kameda,1985)

■EMP-IIB

EMP-IIBは，大規模な断層を小規模な断層の集合としてとらえ，断層の広がりや破壊方向を考慮に入れるとともに，地震の規模として地震モーメント M_0 を用いて小規模断層の重ね合わせ個数を決定するモデルである．

長方形の断層をいくつかの小規模断層に分割し，観測点を原点とする．断層各辺に平行に x, y 軸をとる．断層を地表面に投影したときの各小断層の座標番号を (i, j) とし，破壊は破壊開始点 (i_0, j_0) よりどの方向にも同じ速度で伝播するものとする．観測点と破壊開始点の距離を Δ_s，観測点と破壊開始点の地表面への投影点を結ぶ線が x 軸となす角を α，破壊開始点を基準として断層の y 軸および x 軸のまわりの傾斜角をそれぞれ ϕ_y, ϕ_x すると，各小断層の座標は次式で与えられる．

$$x(i,j) = \Delta_s \cos\alpha - (i_0 - i) D_x \cdot \cos\phi_y$$
$$y(i,j) = \Delta_s \sin\alpha - (j_0 - j) D_y \cdot \cos\phi_y$$
$$D_x = L_x / N_x$$
$$D_y = L_y / N_y$$

ただし，L_x ：断層の x 軸方向の長さ(km)，L_y ：断層の y 軸方向の長さ(km)
N_x ：断層の x 軸方向の分割数，N_y ：断層の y 軸方向の分割数

上式より，小規模断層の地表面への投影点と観測点との距離は，

$$\Delta_{ij} = \sqrt{x(i,j)^2 + y(i,j)^2}$$

と表すことができる．

各小規模断層がEMP-IBにおけるマグニチュード６の地震とする．幾何学的条件から，非定常スペクトルの立ち上がり時刻 $t_{s_{ij}}"$ は以下のように求めることが出来る．

$$t_{s_{ij}}"(f) = S_0(f) + S_1(f) \cdot \Delta_{ij} + \frac{d_{ij}}{v_r} + \left[\frac{\Delta_{ij}}{v_{pr}} - \frac{\Delta_s}{v_{pr}} \right]$$

ただし，添え字 i, j は小断層 (i, j) におけるパラメータを表す．
d_{ij} ：小断層 (i, j) と破壊開始点の距離
v_r ：断層免状の破壊伝播速度(km/s)
v_{pr} ：観測地点までの地震波のみかけ伝播速度(km/s)

以上から，各小規模断層における非定常スペクトル $G_{Z_{ij}}$ を合成し，大規模断層破壊による非定常スペクトル G_{x0} を得る．

$$\sqrt{G_{z_{ij}}(t,2\pi f)} = \begin{cases} 0 & \left(0 \le t \le t_{s_{ij}}"(f)\right) \\ \alpha_{m_{ij}} \dfrac{t - t_{s_{ij}}"(f)}{t_{p_{ij}}(f)} \exp\left[1 - \dfrac{t - t_{s_{ij}}"(f)}{t_{p_{ij}}(f)}\right] & \left(t_{s_{ij}}"(f) < t\right) \end{cases}$$

$$\sqrt{G_{x0}(t,2\pi f)} = \frac{N_G(M_o)}{N_x \cdot N_y} \beta(f, M_o) \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} \sqrt{G_{z_{ij}}(t,2\pi f)}$$

ここで，N_G は地震モーメント M_0 の大規模断層破壊がいくつのマグニチュード６相当の小規模断層破壊で表現できるかを統計的に定めた値（非整数）であり，次式で与えられる．

$$N_G = 2.317 \times 10^{-12} \times M_o{}^{0.468}$$

$\beta(f, M_0)$ は小規模断層の重ね合わせ個数を全ての振動数で一定値 N_G とすることによる誤差で，以下の式で与えられる．

$$\beta(f, M_o) = 10^{a_0(f)} M_o{}^{a_1(f)}$$

$$a_0(f) = 0.948 - 4.60 \log_{10} f$$

$$a_1(f) = -0.0388 + 0.178 \log_{10} f$$

実際に計算する際の重ね合わせ個数は，$N_x \times N_y$（整数値）である．N_G の代わりにこの値を用いるため，$N_G / (N_x \cdot N_y)$ を乗じて，規模を補正している．

このようにして得られた G_{x_0} に次の式を適用することにより，非定常特性を備えた模擬加速度波形 $x(t)$ が得られる．

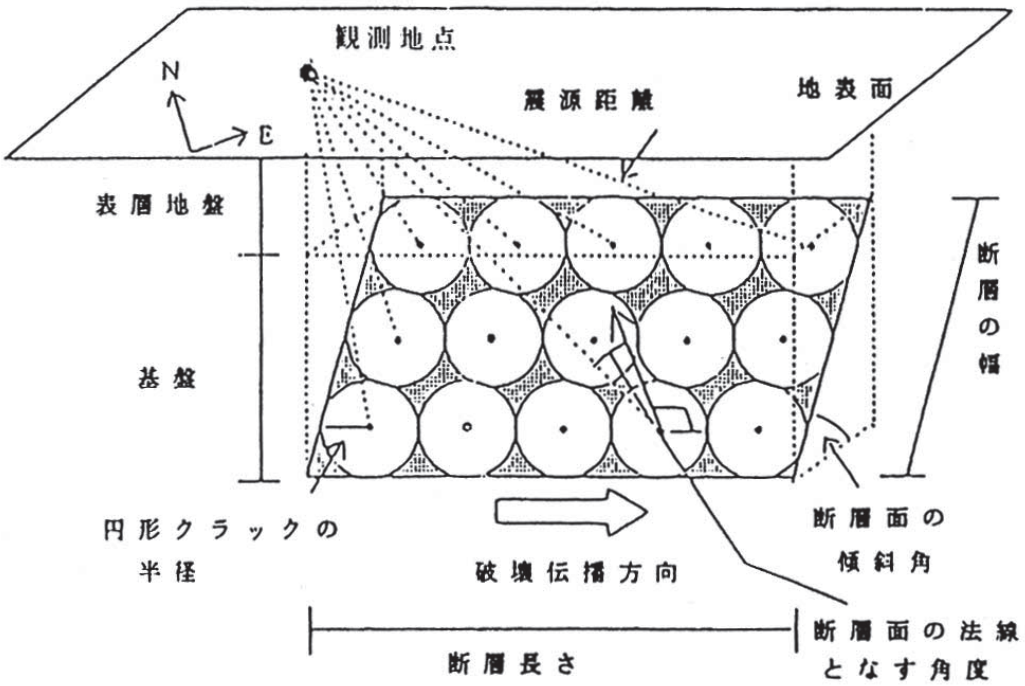
$$x(t) = \sum_{k=1}^{m} \sqrt{2 \cdot G_{x0}(t, 2\pi f_k) \cdot 2\pi \Delta f_k} \cos(2\pi f_k \cdot t + \phi_k)$$

⑥藤本ら(1991)の手法

○採用自治体：青森県(97)

地震波の0.1～2Hzにおける工学的周波数特性（被害予測および構造物の耐震設計に用いる必要のある周波数）を説明するために図Ⅱ-1-6に示す多重震源特性を考慮している．ここでは，長方形の断層面を小断層（ここでは，小さな円形クラック）の集合体であると考え，断層をアスペリティとし，小断層間の隙間をバリアとみなしている．

各クラックの破壊は全く独立して生じるとし，個々の円形クラックから発生する振動の加速度パワースペクトルを重ね合わせることにより，地震動の加速度パワースペクトルを求めている．



図Ⅱ-1-6　多重震源モデル(札幌市, 1997)

（2）距離減衰式を用いる手法

①司・翠川(1999)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，宮城県(04)，山形県(06)，栃木県(04)，愛知県(03)，鳥取県(05)，徳島県(05)，佐賀県(10)，さいたま市(09)

1968年から1997年までに日本で発生した21地震から得られた強震記録を用いて，最大加速度，最大速度の距離減衰式を作成している．震源特性の影響を評価するために，回帰モデルに震源深さ D および断層タイプ d_i の項目を追加している．

$$\log_{10} A = b - \log_{10}(X + c) - kX \quad \text{（断層最短距離を用いる場合）}$$

$$\log_{10} A = b - \log_{10} X_{eq} - kX_{eq} \quad \text{（等価震源距離を用いる場合）}$$

$$b = aM_w + hD + d_i + e$$

$$c = 0.0055 \cdot 10^{0.50 \cdot Mw} \quad \text{（最大加速度を求める場合）}$$

$$c = 0.0028 \cdot 10^{0.50 \cdot Mw} \quad \text{（最大速度を求める場合）}$$

ただし，A　：地震動の最大振幅値（最大加速度(gal)，最大速度(cm/s)）

X　：震源最短距離(km)

X_{eq}：等価震源距離(km)

M_w：モーメントマグニチュード

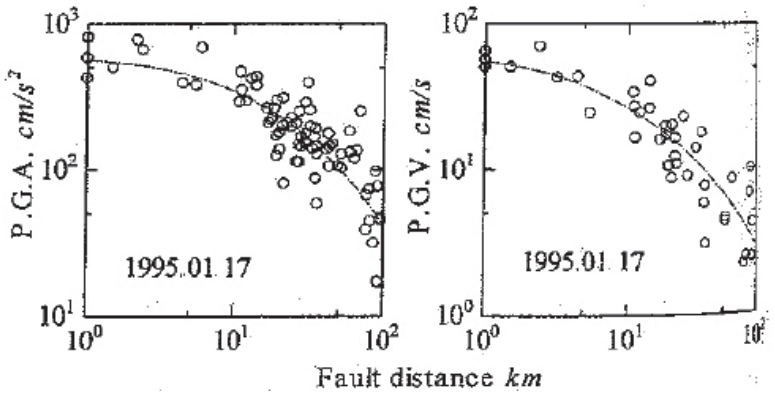
D　：震源深さ(km)

a, h, e, k：係数（下表参照）

d_i　：断層タイプに関する係数（下表参照）

表Ⅱ-1-4　距離減衰式にかかる係数(司・翠川, 1999)

	地震動	a	h	di			e	k
				地殻内地震	プレート間地震	プレート内地震		
断層最短距離	最大加速度	0.5	0.0043	0	0.01	0.22	0.61	0.003
	最大速度	0.58	0.0038	0	-0.02	0.12	-1.29	0.002
等価震源距離	最大加速度	0.5	0.0036	0	0.09	0.28	0.6	0.003
	最大速度	0.58	0.0031	0	0.06	0.16	-1.25	0.002



図Ⅱ-1-7　水平最大加速度および水平最大速度の距離減衰曲線とデータ値(司･翠川, 1999)

②翠川・大竹(2002)の手法

○採用自治体：広島県(07), 山口県(08), 広島市(08)

司・翠川(1999)以後に，1998～2001 年までの観測記録を追加し作成された翠川・大竹(2002)が発表された．同式には平成 13 年芸予地震における K-NET（国の防災科学技術研究所が設置する強震ネットワーク）及び KiK-net（国の防災科学技術研究所が設置する基盤強震観測網）の観測記録が考慮されている．

○震源深さ $D \leqq 30\text{km}$ の場合

$$\log A = b - \log(X + c) - kX$$

○震源深さ $D > 30\text{km}$ の場合

$$\log A = b - 0.6\log(1.7D + c) - 1.6\log(X + c)X - kX$$

$$b = aM_w + hD + d_i + e$$

$$c = 0.0055 \cdot 10^{0.50 \cdot Mw} \quad \text{（最大加速度(PGA)を求める場合）}$$

$$c = 0.0028 \cdot 10^{0.50 \cdot Mw} \quad \text{（最大速度(PGV)を求める場合）}$$

ただし，A ：地震動の最大振幅値（最大加速度(gal)，最大速度(cm/s)）

X ：震源最短距離(km)

D ：震源深さ(km)

M_w ：モーメントマグニチュード

a, h, e, k ：係数（下表参照）

d_i ：断層タイプに関する係数（下表参照）

表Ⅱ-1-5　距離減衰式にかかる係数(翠川・大竹, 2002)

地震動	a	h	di			e	k
			地殻内地震	プレート間地震	プレート内地震		
最大加速度	0.59	0.0023	0	0.008	0.22	0.02	0.003
最大速度	0.65	0.0024	0	0.005	−1.77	−1.77	0.002

○広島県(07), 山口県(08), 広島市(08)では...

距離減衰式によって得られる値は，観測記録を基にした平均値であり，実際には地盤特性や地震の違いによりばらつきが生じる．

このばらつきの幅を補正するために，各自治体がそれぞれの過去経験した地震の観測記録を用いて，距離減衰式からのずれの平均値を求め，上記距離減衰式の右辺に加えている．

ε ：ばらつき（広島県:0.20，山口県:0.23，広島市:0.20）

③Fukushima and Tanaka(1990)の手法

○採用自治体：静岡県(01), 奈良県(05), 愛媛県(02), 長崎県(06), 鹿児島県(97)

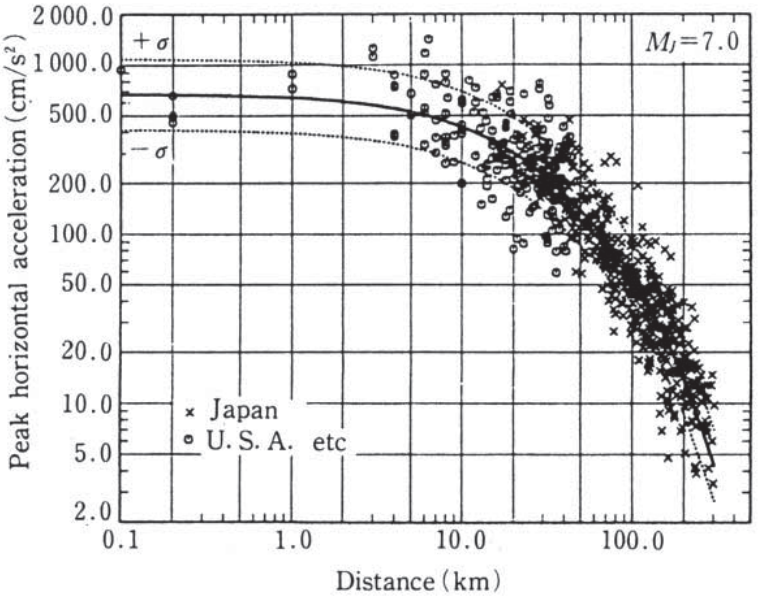
日本で発生した地震のデータにカリフォルニアなどの震源距離が短いデータを加えて，最大加速度の距離減衰式を作成している．この距離減衰式は，兵庫県南部地震(1995)の観測記録に対しても良好な結果を示した．

$$\log_{10} A_{\max} = 0.51M_J - \log_{10}\left(R + 0.006 \cdot 10^{0.51M_J}\right) - 0.0034R + 0.59$$

ただし，$A_{\max}$ ：観測点での平均的な地表水平最大加速度(gal)

R ：観測点からの震源断層までの最短距離(km)

M_J ：気象庁マグニチュード



図Ⅱ-1-8　水平最大加速度の距離減衰曲線とデータ値(Fukushima and Tanaka, 1991)

④静岡県(2001)の手法

○採用自治体：静岡県(01)

嶋ら(1988)が提案した関東地震(1923)における関東地方での木造家屋の被害データから得られた距離減衰曲線を基に，嶋ら(1988)が使用したデータのばらつきを考慮し，その標準偏差の1/2を加算した式を用いている．これは，安政東海地震(1854)による各地の被害状況や推定震度を最もよく説明しうる式として静岡県により試行錯誤的して求められた．

$$A_{\max} = 152.3 - 0.87D$$

ただし，$A_{\max}$　：基盤上の加速度(gal)

D　　：震源距離(km)

○静岡県(01)では...

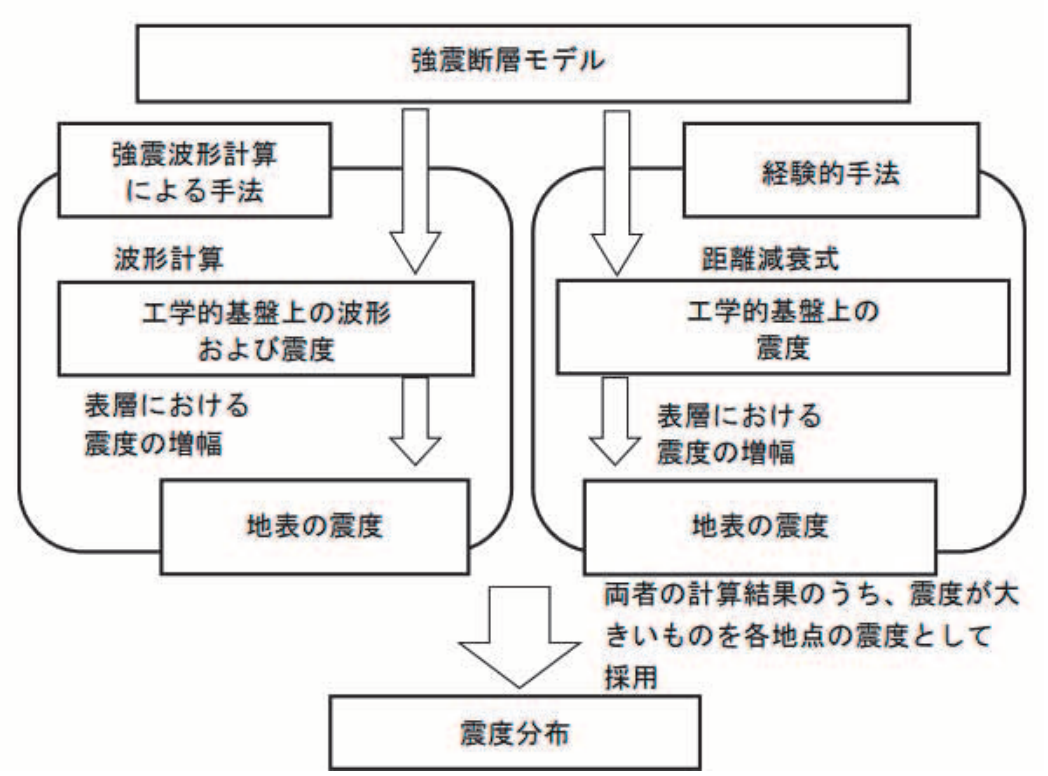
東海地震に対しては，Ｍ８クラス地震の地震動を求める式である嶋ら(1988)の式を適用している．一方，Ｍ７クラスである神奈川県西部の地震には，Fukushima and Tanaka(1990)を適用している．

(3) 強震波形計算による手法の結果と経験的手法の結果を重ねあわせる手法

①中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

○採用自治体：岡山県(13), 香川県(13), 高知県(13)

強震波形計算による手法（統計的グリーン関数法）と経験的手法（距離減衰式）の両方を試行し，各地点において震度が大きい方を採用しながら結果を重ね合わせている．



図Ⅱ-1-9 強震波形計算と経験的手法の重ねあわせの方向性

（中央防災会議，2013）

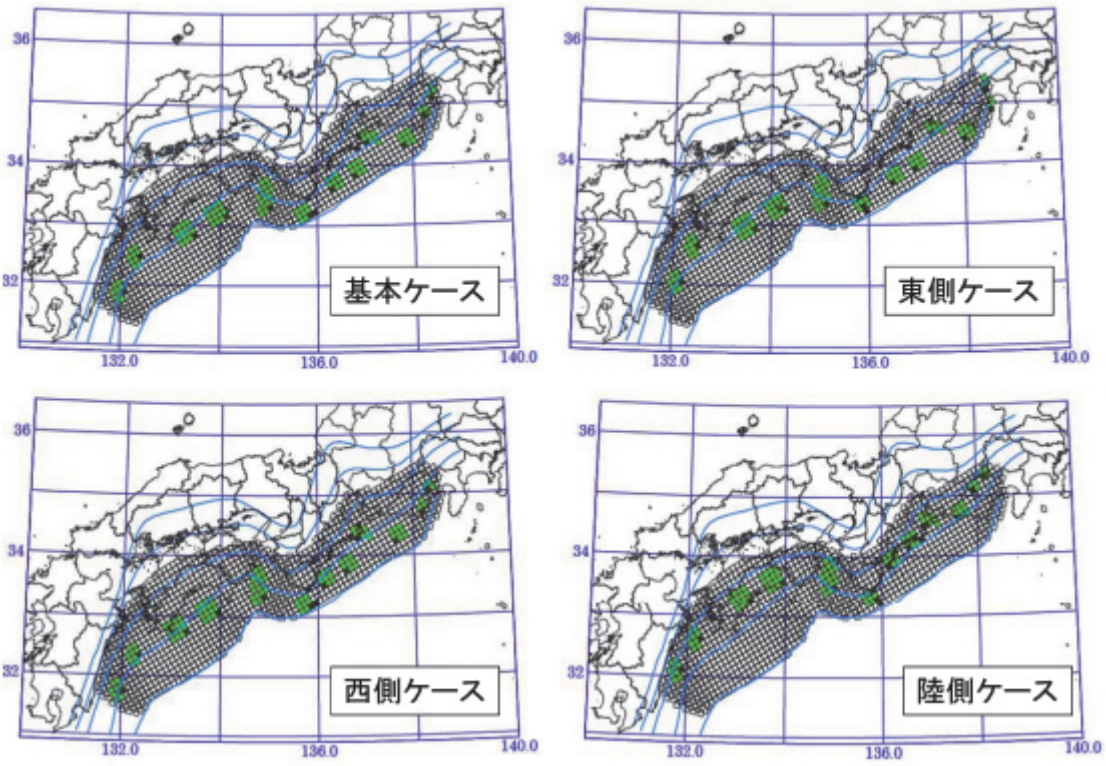
中央防災会議・南海トラフ(2013)は, 強震波形計算において, さらに強震動生成域の位置を変更して, 下記の４ケースで検討している．

a) 基本ケース　：中央防災会議による東海地震, 東南海・南海地震の検討結果を参考に設定したもの

b) 陸側ケース　：基本ケースの強震動生成域を, やや東側（トラフ軸から見て, トラフ軸に概ね平行に右側）の場所に設定したもの

c) 東側ケース　：基本ケースの強震動生成域を, やや西側（トラフ軸から見て, トラフ軸に概ね平行に左側）の場所に設定したもの

d) 西側ケース：基本ケースの強震動生成域を, 可能性がある範囲で最も陸域側（プレート境界面の深い側）の場所に設定したもの



図Ⅱ-1-10 内閣府による詳細法（強震波形計算）での検討ケース（岡山県, 2013）

１－２．地表面の地震動

地表面における地震動の予測手法としては，

（１）応答解析を用いる手法

①重複反射理論（線形解析法）　②等価線形解析法　③逐次非線形解析法

（２）表層地盤の増幅度を用いる手法

①松岡・翠川(1994)の手法

②中央防災会議の手法

③地震調査研究推進本部(2008)の手法

の２つに大別でき，これらを組み合わせた

（３）応答解析を用いる手法・表層地盤の増幅度を用いる手法の結果を重ね合わせる手法

も存在する．

（１）の応答解析を用いる手法は，重複反射理論を基に計算する手法である．重複反射理論の最も基本的な手法が線形解析法である．線形解析法は，1950～1960年代初頭に確立された(例えばHaskell(1960))ものである．この手法は，軟弱な地盤でゆれが増幅しやすい点を上手く再現し，入力地震動にかかわらず地盤の増幅特性が決められるという利点がある．しかし，非線形的な特徴を捉えることができず，軟弱な地盤を大きな地震動が襲った場合に地盤中にひずみが蓄積し，硬質な地盤よりもゆれが小さくなるような現象を表現することができない．

そこで，非線形的な振る舞いを評価する手法として，等価線形解析法や逐次非線形解析法が開発されてきた．

等価線形解析法は，重複反射理論を基に土の非線形特性を等価な線形の関係に置き換えて非線形的な挙動を表現した方法であり，自治体の被害想定ではよく用いられる手法である．等価線形解析法を取り入れた代表的な手法としてはSHAKE(Schnabelほか,1972)があるが，最近ではひずみの周波数依存を考慮した手法(例えば FDEL(杉戸ら,1994))なども採用される傾向にある．

一方，逐次非線形解析法は，パラメータの設定等に課題があるため被害想定で用いられることはなかったが，等価線形解析法と比較して大きな地震動にも適用できることなどから，最近では採用する自治体もある．

一部の自治体では，地震基盤上面から工学的基盤面については，線形重複反射理論で増幅特性を求め，表層地盤については，等価線形解析法で地盤の応答特性を求めている．この際，深部地盤の減衰を示す係数Qを過去の地盤探査結果から設定する必要がある．

（２）の表層地盤の増幅度を用いる手法は，松岡・翠川(1994)による最大加速度振幅に対する地盤増幅度ARAおよび最大速度振幅に対する地盤増幅度ARVと深さ30mまでの地盤平均Ｓ波速度$AVS30$(m/s)の関係を用いる手法が代表的である．

（１）応答解析を用いる手法

①重複反射理論の概要

○採用自治体：茨城県(95･98)

下図のような水平成層地盤モデルを考える．

表Ⅱ-1-6　水平成層地盤モデル

変位	S波速度	剛性率	密度	層厚	層
u_1	V_1	μ_1	ρ_1	D_1	1
u_2	V_2	μ_2	ρ_2	D_2	2
:	:	:		:	:
u_m	V_m	μ_m	ρ_m	d_m	m
:	:	:		:	:
u_{n-1}	V_{n-1}	μ_{n-1}	ρ_{n-1}	d_{n-1}	n-1
u_n	V_n	μ_n	ρ_n	d_n	n

基盤面（第ｎ層上端面）に入射するＳ波の振幅は，定数u_iを使用して，

$$u_n = u_i \exp(i\omega t)$$

と表される．任意のｍ層における変位u_mは，下降波u'_mと上昇波u''_mの和である．この時，ｍ層の変位u_mおよびせん断応力τ_mは，時間項$\exp(i\omega t)$を省略し，層上面からの深さをZ，$h_m = \omega / V_m$とすれば，以下のようになる．

$$\begin{pmatrix} u_m \\ \tau_m \end{pmatrix}_Z = \begin{pmatrix} \cos(h_m Z) & -i\sin(h_m Z) \\ -h_m \mu_m \sin(h_m Z) & -ih_m \mu_m \cos(h_m Z) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u'_m + u''_m \\ u'_m - u''_m \end{pmatrix}$$

ｍ層および（ｍ－１）層の境界面（ｍ－１）面での変位・応力の連続条件から，

$$\begin{pmatrix} u_m \\ \tau_m \end{pmatrix}_{m面} = a_m \cdot \begin{pmatrix} u_{m-1} \\ \tau_{m-1} \end{pmatrix}_{m-1面}$$

$$a_m = \begin{pmatrix} \cos(h_m d_m) & (h_m \mu_m)^{-1} \sin(h_m d_m) \\ -h_m \mu_m \sin(h_m d_m) & \cos(h_m d_m) \end{pmatrix} \quad \text{：層マトリクス}$$

この漸化式を順次適用することにより，地表での地震波の変位u_0および応力τ_0を求めることができる．地表では，

$$\begin{pmatrix} u_n \\ \tau_n \end{pmatrix}_{n-1面} = a_{n-1} \cdot a_{n-2} \cdots\cdots a_2 \cdot a_1 \cdot \begin{pmatrix} u_0 \\ \tau_0 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} u_0 \\ \tau_0 \end{pmatrix}$$

地表面での応力はゼロであり，入射波の振幅は$(u''_n)_{n-1面} = u_i$なので，上式を展開して，

$$A_{11} \cdot u_0 = u_i + (u'_n)_{n-1面}$$

$$A_{21} \cdot u_0 = -ih_n \mu_n \left((u'_n)_{n-1面} - u_i \right)$$

以上から，周波数領域での地表と基盤入射との比（地盤の周波数伝達関数）$H(\omega)$が求まる．

$$H(\omega) = \frac{2ih_n \mu_n}{A_{21} + ih_n \mu_n A_{11}}$$

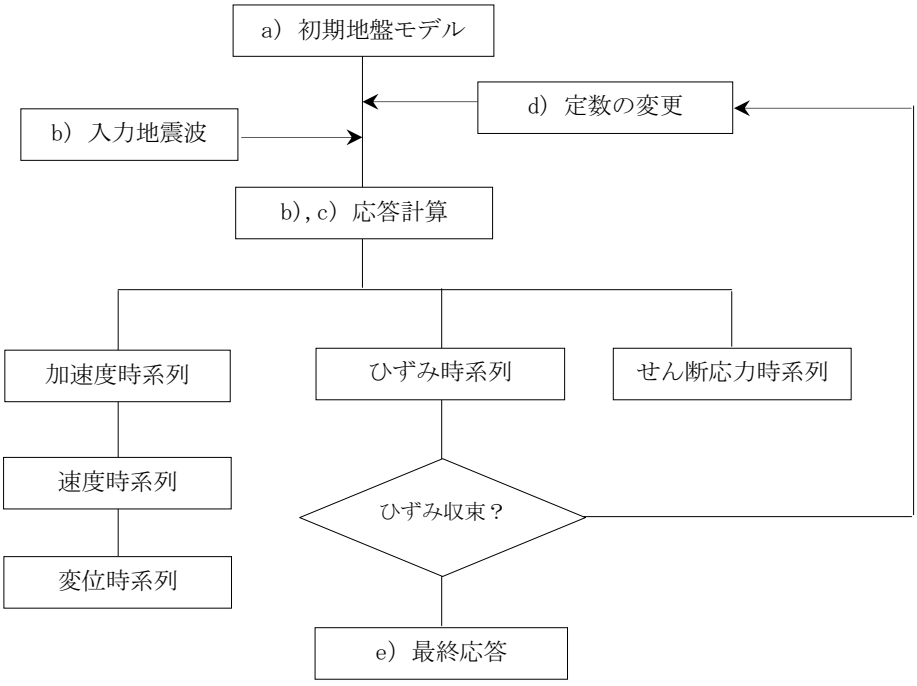
内部減衰Qを考慮するためには，同様の手続きにおいて，せん断弾性定数μを複素せん断弾性定数$\mu(1+i/Q)$に置換する．

②等価線形解析法の概要

○採用自治体：青森県(97)，埼玉県(07)，千葉県(08)，神奈川県(09)，新潟県(98)，石川県(98)，福井県(97)，山梨県(05)，長野県(02)，岐阜県(13)，三重県(06)，大阪府(07)，奈良県(05)，鳥取県(05)，島根県(12)，広島県(07)，山口県(08)，愛媛県(02)，福岡県(12)，大分県(13)，宮崎県(07)，札幌市(08)，仙台市(02)，千葉市(08)，川崎市(13)，新潟市(07)，名古屋市(99)，堺市(09)

一般に，土はせん断ひずみが増大するとせん断弾性定数は減少し，減衰定数hは増大する．等価線形解析法による地盤応答計算では，以下のような手順で計算を行う．

a）応答計算に必要な土質パラメータを与え，解析モデルを作成する．この際，ひずみは微小であるとして，せん断弾性定数，減衰定数を求める．
b）与えられた入力地震波形を基に応答解析を行う．この際，各層のひずみの時系列変化を求める．
c）せん断弾性定数および減衰定数のひずみ依存曲線を基に，応答計算で得られた最大ひずみの65%に対応する新しいせん断弾性定数を求める．
d）新しいせん断弾性定数および減衰定数によりモデルを修正．
e）せん断弾性定数および減衰定数が収束するまでb)～d)を繰り返す．



図Ⅱ-1-11　等価線形解析法による地盤応答計算の流れ

③逐次非線形解析法の概要

○採用自治体：愛知県(03)，京都市(03)

逐次非線形解析法は，材料の非線形特性を数学モデルや力学モデルで表現し，材料特性の変化を逐次計算しながら挙動を求めようとする方法である．等価線形解析法の適用範囲は，ひずみが0.1～1%程度の地震動までであるのに対して，逐次非線形解析法ではひずみが1%を超える大きな地震動でも適用が可能であるとされている．その一方で，入力パラメータの設定や算出結果の解釈など，専門的な知識を持って解析に当たることが必要となる(防災科学技術研究所,2003)．

(2)表層地盤の増幅度を用いる手法

①松岡・翠川(1994)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，宮城県(04)，山形県(06)，栃木県(04)，愛知県(03)，鳥取県(05)，徳島県(05)，さいたま市(09)，横浜市(12)

千葉県東方沖地震(1987)の強震記録から，最大加速度振幅に対する地盤増幅度 ARA および最大速度振幅に対する地盤増幅度 ARV と深さ30mまでの地盤平均S波速度 $AVS30$ (m/s)の関係を調査し，以下の式を求めている．

$$\log_{10} ARA = 1.35 - 0.47 \log_{10} AVS30 \pm 0.18$$

$$\log_{10} ARV = 1.83 - 0.66 \log_{10} AVS30 \pm 0.16$$

$AVS30$ については，地形条件等から以下の式を提案している．

$$\log_{10} Vs = a + b \log_{10} h + c \log_{10} D \pm \sigma$$

h　：各メッシュの標高(m)

D　：主要河川からの距離(km)

σ　：標準偏差

a, b, c ：地形・地質条件により定められる値（下表参照）

表Ⅱ-1-7　地形・地質別の係数(松岡･翠川, 1994)

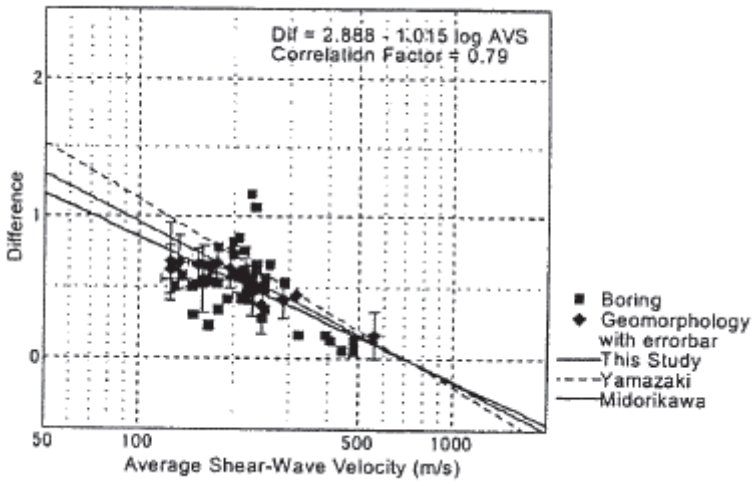
地形・地質	a	b	c	σ	データ数
埋立地	2.23	0	0	0.14	132
人工改変地	2.26	0	0	0.09	7
三角州,後背湿地(D≦0.5)	2.19	0	0	0.12	36
三角州,後背湿地(D＞0.5)	2.26	0	0.25	0.13	57
自然堤防	1.94	0.32	0	0.13	18
谷底平野	2.07	0.15	0	0.12	26
砂洲，砂丘	2.29	0	0	0.13	13
扇状地	1.83	0.36	0	0.15	20
ローム台地	2.00	0.28	0	0.11	95
砂礫台地	1.76	0.36	0	0.12	12
丘陵	2.64	0	0	0.17	22
その他(火山など)	2.25	0.13	0	0.16	10
第三紀以前	2.87	0	0	0.23	3

②中央防災会議の手法

○採用自治体：東京都(12),香川県(13),高知県(13)

想定東海地震SIモデルについて，統計的グリーン関数法により各メッシュの工学的基盤上の波形を求め，これらを入射波形として地震応答計算を行った．地震応答計算では，SHAKE(注1)を用いている．

計算結果を基に，地盤モデルの表層30mの平均S波速度(AVS30)と等価線計算結果による工学的基盤～地表の震度増分との関係（実験式）を工学的基盤の震度0.5ごとに区分して整理を行ったものが下図である．



図Ⅱ-1-12　AVS30 と震度分布との関係（工学的基礎の震度 4.5～4.9(横田ら,2005)）

さらに AVS30 と震度増分との関係を以下の式のように表現し，最小二乗法を用いて区分ごとの係数を表Ⅱ-1-8 のように求めている．

$$\Delta I = a - b \cdot \log AVS$$

ΔI　：工学的基盤～地表の震度増分
AVS　：表層30mの平均S波速度の推定値
a,b　：係数(工学的基盤の各震度区分ごと)

表Ⅱ-1-8　AVS30～震度増分の関係式の係数一覧表（想定東海地震S1モデル・等価線形）(横田ら,2005)

基盤震度	a	b	基盤震度	a	b
3.0～3.9	2.943	1.034	5.0～5.5	2.715	0.954
4.0～4.4	2.916	1.026	5.5～5.9	2.494	0.876
4.5～4.9	2.888	1.015	6.0～6.4	2.434	0.855

（注 1）SHAKE は等価線形解析のプログラムのうち一般的に利用される１つである．入力する定数は，Vs（または地盤剛性率），単位体積重量，地盤の減衰定数．強震時には等価線形解析が必要であり，ひずみ依存曲線（G/Go，h ～γ曲線）が必要となる．詳細は Schnabel et al(1972) 参照．

表Ⅱ-1-9　東京都（2012）と前回までの比較表（東京都，2012）

	中央防災会議(2004)	東京都(2006)	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)	今回
想定マグニチュード	7.3	7.3，6.9	7.3	7.3
フィリピン海プレート上面モデル	Ishida(1992)	Ishida(1992)	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)	首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)
震源断層のおよその深さの範囲	深さ 25～50km	深さ 25～50km	深さ 20～35km	深さ 20～35km
震源断層を構成する要素断層のサイズ	5km×5km	5km×5km	5km×5km	5km×5km (2.5km×2.5km に 4 分割)
幾何減衰*の補正係数 C の値	2.8km	2.8km	0km	2.8km
工学的基盤までの計算手法	統計的グリーン関数法のみ**	統計的グリーン関数法のみ	統計的グリーン関数法 差分法（長周期側） （周期 2 秒で接続）	統計的グリーン関数法 差分法（長周期側） （周期 2 秒で接続）
使用した表層地盤（メッシュサイズ）	東京ガス㈱のデータ（50m） 微地形区分（250m）	東京ガス㈱のデータ（50m） 微地形区分（250m）	微地形区分（1km）	東京ガス㈱のデータ（50m） 微地形区分（250m）

* 幾何減衰は、地震波が震源からの距離 R(km)が大きくなることで波の振幅が小さくなる減衰のことを指す。これを 1／R で表した場合、R=0 で無限大の大きさになってしまうが、実際には地震波は震源断層近傍においても有限の大きさであるため、1／(R+C)の様に C で補正する。

**中央防災会議(2004)では、東京湾北部地震については長周期地震動の検討のため、差分法も実施し、2 秒で接続している（ハイブリッド法）。

③地震調査研究推進本部(2008)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，佐賀県(10)

工学的地盤における最大速度の値に微地形区分から想定される増幅率を掛け合わせることで地表の最大速度を算出している．微地形区分から想定される増幅率は，以下の手順で評価する．

１）全国を網羅した約 1km メッシュの領域ごとの微地形区分データ（例えば，若松・他，2005），または，約 250ｍメッシュの領域ごとの微地形区分データ（例えば，若松・松岡，2007）を用いる．

２）その区分に次式に示す標高と表層 30ｍの平均 S 波速度 AVS30 との経験的関係（例えば，若松・他，2005）をあてはめる．

$$logAVS30=a+b\ logE_v+c\ logS_p+d\ logD_m \pm \sigma$$

$AVS30$　：表層 30m の平均 S 波速度（m/s）
E_v　：標高（m）
S_p　：傾斜*1000　（傾斜は正弦）
D_m　：先第三系・第三系の山地・丘陵からの距離（km）
σ　：標準偏差
a, b, c, d：微地形区分ごとに与えられる回帰係数

３）工学的基盤から地表への最大速度の増幅率ついては，表層 30ｍの平均 S 波速度 AVS30 との相関性が認められる．そこで次式を用いて，AVS30 から最大速度の増幅率を算出する（例えば，藤本・翠川，2006）．

$$log(amp)=2.367-0.852\ logAVS30 \pm 0.166 \quad (100 < AVS30 < 1500)$$

amp：平均 S 波速度 600m/s の工学的基盤を基準とした最大速度増幅率

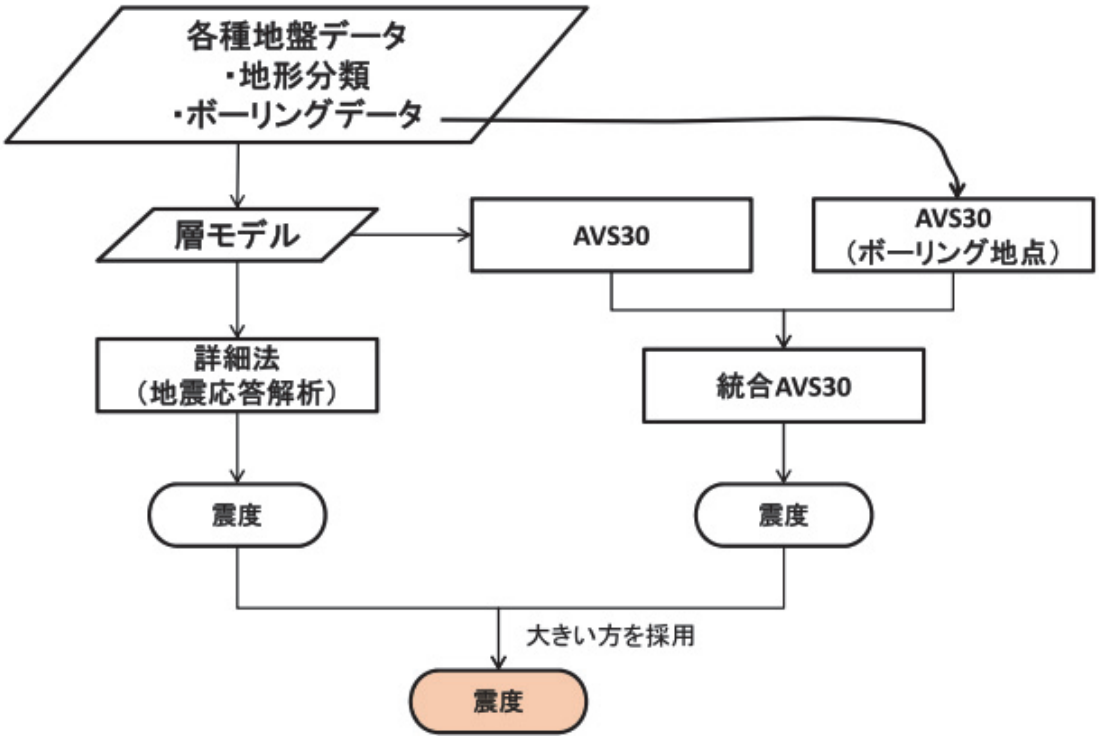
（３）応答解析を用いる手法・表層地盤の増幅度を用いる手法の結果を重ね合わせる手法

○採用自治体：岡山県(13)

岡山県は,地震応答解析による手法（詳細法）と地表面の増幅度を用いる手法（簡易法）を両方試行し,大きい方を採用している.

表Ⅱ-1-10　詳細法と簡易法の比較（岡山県, 2013）

項目	詳細法	簡易法
基盤地震動（入力）	基盤波形（数分間の数千点以上のデータ）	基盤震度
表層地盤	層モデル（各層の層厚、S 波速度、土質、密度）	深さ 30m までの平均 S 波速度
評価法	地震応答解析（非線形化による地盤物性の変化を考慮）	AVS30 の関数で与えられる係数
地表地震動（出力）	地表波形（数分間の数千点以上のデータ）	震度



図Ⅱ-1-13　地震動予測の基本方針（岡山県, 2013）

1)詳細法【地震応答解析】

地表の地震動については,工学的基盤で算出された地震動波形と表層地盤モデルを用いて,地震応答解析を行って求める.地震応答解析は,地盤の非線形性を考慮するために,一次元の等価線形法を用いる.

2)簡易法【AVS30との関係】

中央防災会議・南海トラフ(2013)で用いている横田ら(2005)の関係（図Ⅱ-1-12）により,AVS30から震度増分を算出する.地震被害想定では,最大加速度やSI値など他の指標が必要な場合もあるので,計測震度との関係式を用いて,計測震度から算出する.計測震度については,非線形性（軟弱地盤ではゆれが強くなるほど増分は小さくなる）を考慮したモデルとしている.

$$\lambda_{IJ} = a - b \cdot \log_{10} AVS30 \qquad (3.2.1)$$

童・山崎(1996)の関係[4]

$$PGV = 10^{0.45 * I_{jma} - 0.97} \qquad (3.2.2)$$

$$PGA = 10^{0.51 * I_{jma} - 0.23} \qquad (3.2.3)$$

童・山崎ら（1994）の関係[5]

$$SI = 1.18 \cdot PGV \qquad (3.2.4)$$

表Ⅱ-1-11　横田らの関係における係数a,b　(岡山県,2013)

基盤震度	a	b
3.0～3.9	2.943	1.034
4.0～4.4	2.916	1.026
4.5～4.9	2.888	1.015
5.0～5.4	2.715	0.954
5.5～5.9	2.494	0.876
6.0～6.4	2.434	0.855

１－３．震度（計測震度）の計算

多くの自治体では，1996年に改訂された気象庁の計測震度による震度階の導出手法にしたがって震度を求めている．ただし，地震動の予測において最大加速度（最大速度）のみを予測している自治体では，過去の地震から求められた経験式によって計測震度と対応づけている．

（１）気象庁(1996)の手法

○採用自治体：青森県(97)，秋田県(13)，新潟県(98)，石川県(98)，福井県(97)，長野県(02)，滋賀県(05)，奈良県(05)，愛媛県(02)，福岡県(12)，宮崎県(07)，札幌市(08)，仙台市(02)，新潟市(07)，名古屋市(99)

官報（1996.2.15,気象庁告示第４号）に告示された震度の計算方法の概要を以下にまとめる．

① フーリエ変換

地表地震動の３成分加速度時刻歴データ（水平動２成分・上下動１成分）に対しフーリエ変換を施し，そのスペクトルを計算する．

② フィルタ処理

①で得られたスペクトルに，以下の３種類のフィルタをかける．

a）周期補正用フィルタ

$$A(f)=\sqrt{k/f}$$

$k=1.0$　　f ：周波数(Hz)

b）ハイカットフィルタ(高域遮断フィルタ)

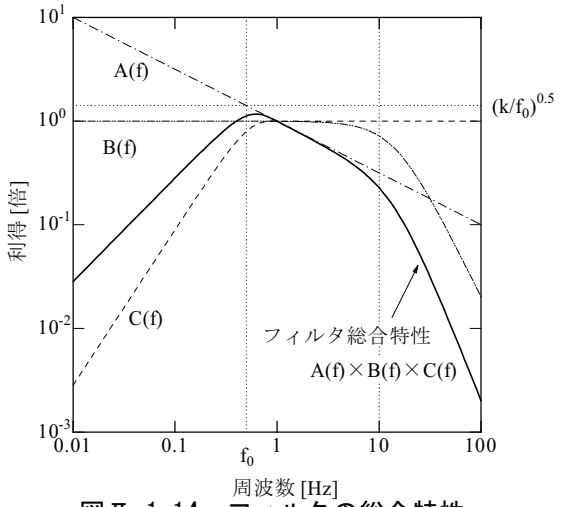
$$B(f)=[1+0.694(f/f_c)^2+0.241(f/f_c)^4 +0.0557(f/f_c)^6+0.009664(f/f_c)^8 +0.00134(f/f_c)^{10}+0.000155(f/f_c)^{12}]^{-0.5}$$

$f_c=10\mathrm{Hz}$

c）ローカットフィルタ(低域遮断フィルタ)

$$C(f)=1-\exp[-(f/f_0)^3]$$

$f_0=0.5\mathrm{Hz}$



図Ⅱ-1-14　フィルタの総合特性

③ 逆フーリエ変換

②の処理を施したスペクトルを逆フーリエ変換し，フィルタ加工済み加速度波形を求める．

④ ベクトル合成

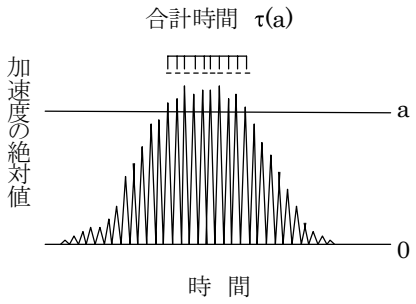
フィルタ処理を施された各成分の加速度波形をベクトル合成する．

⑤ 継続時間を考慮した振幅の決定

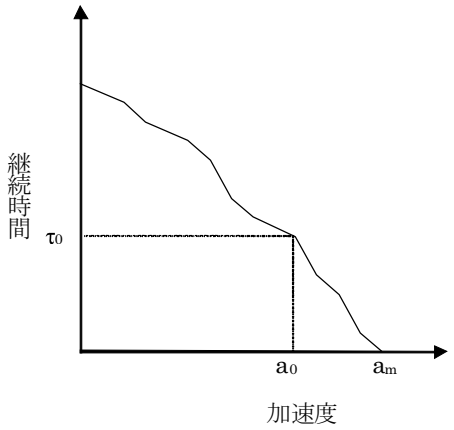
④で求めた３成分ベクトル合成波の加速度振幅の絶対値があるレベル a 以上である時間の合計を $\tau(a)$ とする（図Ⅱ-1-15）．合成波の加速度振幅絶対値の最大を a_m とする．このとき，

$$\tau(a_1)>\tau(a_2)\quad(0\le a_1<a_2\le a_m)$$
$$\tau(a)=0\quad(a_m<a)$$

となる．このτを継続時間と呼ぶ．継続時間の指標として，τ_0＝0.3秒をとり，$\tau(a_0)=\tau_0$となる値a_0を求める．



図Ⅱ-1-15　継続時間の算出方法



図Ⅱ-1-16　継続時間τと閾値の関係

⑥ 計測震度の算出

⑤で求めたa_0から，河角の震度階式 $I=2\log_{10}a_0+0.7$ に基づく次式を用い，計測震度Iを求める．

$$I=2\log_{10}a_0+0.94$$

（２）童・山崎(1996)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，千葉県(08)，愛知県(03)，さいたま市(09)，千葉市(08)，横浜市(12)

童・山崎(1996)は，過去の地震で記録された205地点での加速度時刻歴を用いて計測震度Iを計算し，最大加速度PGA(gal)，最大速度PGV(cm/s)との相関を調査している．

$$I=2.01\log_{10}(PGV)+2.30$$

$$I=1.89\log_{10}(PGA)+0.59$$

○横浜市(12)では…

計測震度に横田ら(2005)を用いている．

表Ⅱ-1-12 最大値指標と増幅度モデル（横浜市, 2012）

	平均S波速度と増幅度の関係	備考
最大速度	翠川・松岡・作川(1994)[1] $\log_{10}\lambda_{PGV}=1.83-0.66\log_{10}(AVS30)$	自治体の揺れやすさマップや、地震調査研究推進本部の地震動予測地図など広く用いられている。その後の研究事例でも同程度の係数が得られている。
計測震度	横田ら(2005)[2]：係数は表 4.3.2 $\lambda_{IJ}=a-b\cdot\log_{10}AVS30$	中央防災会議で用いられており、非線形化の影響を考慮している
SI 値	—	最大速度から童・山崎ら（1994）[3]の関係を用いて算出 $SI=1.18\cdot PGV$

（３） 翠川ら(1999)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，広島県(07)，鳥取県(05)，広島市(08)

地表最大速度 PGV (cm/s)と計測震度 I の関係式は以下のとおり．

$$I = 1.72 \log_{10}(PGV) + 2.68$$

（４）藤本・翠川(2005)の手法

○採用自治体：佐賀県(10)

近年発生した地震による強震記録を加え，高震度域へも適用できる計測震度を推定するための経験式を提案している．計測震度4以上の最大加速度 PGA (gal)及び最大速度 PGV (cm/s)と計測震度 I の関係式は以下のとおり．

$$I = 1.905 + 0.381 \cdot \log(PGA) + 0.384 \cdot \log(PGA)^2 \pm 0.379 \quad (I \geqq 4)$$

$$I = 2.002 + 2.603 \cdot \log(PGV) - 0.213 \cdot \log(PGV)^2 \pm 0.344 \quad (I \geqq 4)$$

表Ⅱ-1-13　各自治体の地震動予測手法（その１）

自治体	工学的基盤面の地震動		地表面の地震動	
	区分	採用手法	区分	採用手法
青森県(97)	動的	藤本ら(1991)	応答解析	等価線形解析法
岩手県(04)	距離減衰	司・翠川(1999)	増幅度	松岡・翠川(1994)
宮城県(04)	動的	統計的グリーン関数法	増幅度	松岡・翠川(1994)
	距離減衰	司・翠川(1999)		
秋田県(13)	動的	統計的グリーン関数法	応答解析	地震調査研究推進本部(2008)
山形県(06)	距離減衰	司・翠川(1999)		
茨城県(95・98)	動的	翠川・小林(1979)	応答解析	重複反射理論
栃木県(04)	距離減衰	司・翠川(1999)	増幅度	松岡・翠川(1994)
群馬県(12)	詳細不明		詳細不明	
埼玉県(07)	動的	統計的グリーン関数法	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
千葉県(08)	動的	ハイブリッド法 短周期:統計的グリーン関数法 長周期:三次元有限差分法	応答解析	等価線形解析法
東京都(12)	動的	ハイブリッド法 短周期:統計的グリーン関数法 長周期:差分法	増幅度	中央防災会議の手法
神奈川県(09)	動的	ハイブリッド法 短周期:統計的グリーン関数法 長周期:三次元有限差分法	応答解析	等価線形解析法
新潟県(98)	動的	翠川・小林(1979)	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
石川県(98)	距離減衰	Fukushima and Tanaka(1990)	応答解析	等価線形解析法(FDEL)
福井県(97)	動的	翠川・小林(1979)	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
山梨県(05)	動的	中央防災会議公開データ	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
長野県(02)	動的	統計的グリーン関数法(原田ら ,1998)	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
岐阜県(13)	動的	Sugito and Sugiyama(2000)	応答解析	等価線形解析法(FDEL)
静岡県(01)	距離減衰	Shima(1988)・独自 Fukushima and Tanaka(1990)	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
愛知県(03)	動的	ハイブリッド法 短周期:統計的グリーン関数法 長周期:三次元有限差分法	応答解析	逐次比線形解析法
	距離減衰	司・翠川(1999)	増幅度	松岡・翠川(1994)
三重県(06)	動的	統計的グリーン関数法	応答解析	等価線形解析法
滋賀県(05)	動的	ハイブリッド法(詳細不明)	詳細不明	
大阪府(07)	動的	ハイブリッド法 短周期:統計的グリーン関数法 長周期:三次元有限差分法	応答解析	等価線形解析法
奈良県(05)	動的	中央防災会議公開データ	増幅度	加速度増幅度
	距離減衰	Fukushima and Tanaka(1990)	応答解析	等価線形解析法(FDEL)
鳥取県(05)	動的	統計的グリーン関数法(詳細不明)	応答解析	等価線形解析法
	距離減衰	司・翠川(1999)	増幅度	松岡・翠川(1994)

(注1) 各自治体の報告書より作成（手法不明,予測未実施などの自治体を除く）．考え方の基本とした手法で分類した.

(注2) 動的：動的ﾊﾟﾗﾒｰﾀを考慮する手法　　距離減衰：距離減衰式を用いる手法
応答解析：応答解析を用いる手法　　増幅度　：表層地盤増幅度を用いる手法

(注3) 考え方の基本としている手法で分類した

表Ⅱ-1-13　各自治体の地震動予測手法（その２）

自治体	工学的基盤面の地震動		地表面の地震動	
	区分	採用手法	区分	採用手法
島根県(12)	動的	統計的グリーン関数法	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
岡山県(13)	動的・距離減衰	中央防災会議（2013)の手法	応答解析	応答解析を用いる手法・表層地盤の増幅度を用いる手法の結果を重ね合わせる手法
広島県(07)	距離減衰	翠川・大竹(2002)	応答解析	等価線形解析法(FDEL)
山口県(08)	距離減衰	翠川・大竹(2003)	応答解析	等価線形解析法(FDEL)
徳島県(05)	距離減衰	司・翠川(1999)	増幅度	松岡・翠川(1994)
香川県(13)	動的・距離減衰	中央防災会議（2013)の手法	増幅度	中央防災会議の手法
愛媛県(02)	距離減衰	Fukushima and Tanaka(1990)	応答解析	等価線形解析法
高知県(13)	動的・距離減衰	中央防災会議（2013)の手法	増幅度	中央防災会議の手法
福岡県(12)	動的	翠川・小林(1979)	応答解析	等価線形解析法
佐賀県(10)	距離減衰	司・翠川(1999)	増幅度	震調査研究推進本部(2008)
長崎県(98)	距離減衰	Fukushima and Tanaka(1990)	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
熊本県(13)	詳細不明		詳細不明	
大分県(13)	動的	統計的グリーン関数法	応答解析	等価線形解析法
宮崎県(07)	動的	翠川・小林(1979)	応答解析	等価線形解析法
鹿児島県(97)	距離減衰	Fukushima and Tanaka(1990)	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
札幌市(08)	動的	ハイブリッド法 短周期：統計的グリーン関数法 長周期：三次元有限差分法	応答解析	等価線形解析法(SHAKE)
仙台市(02)	動的	統計的グリーン関数法	応答解析	等価線形解析法 （源栄,2001）
さいたま市(09)	距離減衰	司・翠川(1999)	増幅度	松岡・翠川(1994)
千葉市(08)	動的	ハイブリッド法 短周期：統計的グリーン関数法 長周期：三次元有限差分法	応答解析	等価線形解析法 （源栄,2001）
横浜市(12)	動的	ハイブリッド法 短周期：統計的グリーン関数法 長周期：ボクセル型有限要素法	増幅度	松岡・翠川(1994)
川崎市(13)	動的	統計的グリーン関数法	応答解析	等価線形解析法
新潟市(07)	動的	翠川・小林(1979)	応答解析	等価線形解析法
名古屋市(99)	動的	翠川・小林(1979) Sugito and Kameda(1985)	応答解析	等価線形解析法
京都市(03)	動的	ハイブリッド法 短周期：統計的グリーン関数法 長周期： Graves(1996) ,Pitarka(1999) 中央防災会議公開データ	応答解析	逐次比線形解析法 （吉田,2003）
堺市(09)	動的	ハイブリッド法 短周期：統計的グリーン関数法 長周期：三次元有限差分法	応答解析	等価線形解析法
広島市(08)	距離減衰	翠川・大竹(2002)	応答解析	等価線形解析法(FDEL)

（注1）各自治体の報告書より作成（手法不明，予測未実施などの自治体を除く）．考え方の基本とした手法で分類した．

（注2）動的：動的ﾊﾟﾗﾒｰﾀを考慮する手法　　距離減衰：距離減衰式を用いる手法
応答解析：応答解析を用いる手法　　増幅度　：表層地盤増幅度を用いる手法

（注3）考え方の基本としている手法で分類した

2．液状化危険度の予測

自治体の被害想定で採用されている液状化危険度の予測手法としては，

（1）地盤データを用いる手法

（2）地形データを用いる手法

の２つに大別されるが，地盤データ（ボーリングデータ等の地盤の層構造データ）を用いる手法を採用している自治体が多い（表Ⅱ-2-1）．地盤データを用いる手法では，液状化指数（以下「P_L 値」）を求め，次のような基準に従いその地点の液状化危険度を判定している自治体が多い（P_L 法）．

$P_L = 0$	… 液状化危険度はかなり低い
$0 < P_L \leqq 5$	… 液状化危険度は低い
$5 < P_L \leqq 15$	… 液状化危険度が高い
$15 < P_L$	… 液状化危険度が極めて高い

P_L 値は，ボーリングデータ等の地盤データから求められる深さごとの液状化安全率（以下「F_L 値」）から計算される（F_L 法）．この時，予測の対象となる地盤は，最大で地表面から深度20mまでの地盤である．F_L 値は，土層の液状化に対する安全率を意味する値で，次のように定義されている．

$F_L > 1.0$	… その深さでの液状化の可能性が少ない
$F_L \leqq 1.0$	… その深さでの液状化の可能性がある

液状化危険度の代表的な予測手法とその採用自治体数を表Ⅱ-2-1に示す．

表Ⅱ-2-1　主な液状化危険度の予測手法

	主な予測手法	採用自治体数
地盤データを用いる手法	□ F_L 法 ：日本道路協会の手法（道路橋示方書Ⅴ, 1990, 1996, 2002） P_L 法 ：岩崎らの手法(1980)	41
	□ F_L 法 ：日本建築学会の手法 P_L 法 ：岩崎らの手法(1980)	2
地形データを用いる手法	□松岡ら(1993)の手法	3

(注1) 一自治体で複数の手法を採用している場合は，それぞれ採用数に加えた．
(注2)「道路橋示方書Ⅴ 耐震設計編」は2002年にも改訂されているが，液状化に関する改訂は行われていない

２－１．地盤データを用いる手法

地盤データを用いる液状化危険度の予測手法は，F_L 法により深度別の F_L 値を求め，F_L 値を用いて P_L 法により P_L 値を求める手法が一般的である．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１） P_L 法（岩崎ら(1980)の手法）

（２） F_L 法

①日本道路協会の手法

a) 日本道路協会(1996・2002)の手法

b) 日本道路協会(1990)の手法

②日本建築学会(1988)の手法

（３） 草野ら(2001)の手法

（１）P_L 法（岩崎ら(1980)の手法）

○採用自治体：青森県(97)，宮城県(04)，秋田県(13)，福島県(98)，群馬県(12)，埼玉県(07)，千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，新潟県(98)，富山県(11)，福井県(97)，山梨県(05)，長野県(02)，岐阜県(13)，静岡県(01)，愛知県(03)，三重県(06)，大阪府(07)，奈良県(05)，鳥取県(05)，島根県(12)，岡山県(13)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，愛媛県(02)，福岡県(12)，大分県(13)，宮崎県(07)，鹿児島県(97)，札幌市(08)，仙台市(02)，さいたま市(09)，千葉市(08)，横浜市(12)，川崎市(13)，新潟市(07)，名古屋市(99)，京都市(03)，堺市(09)，広島市(08)

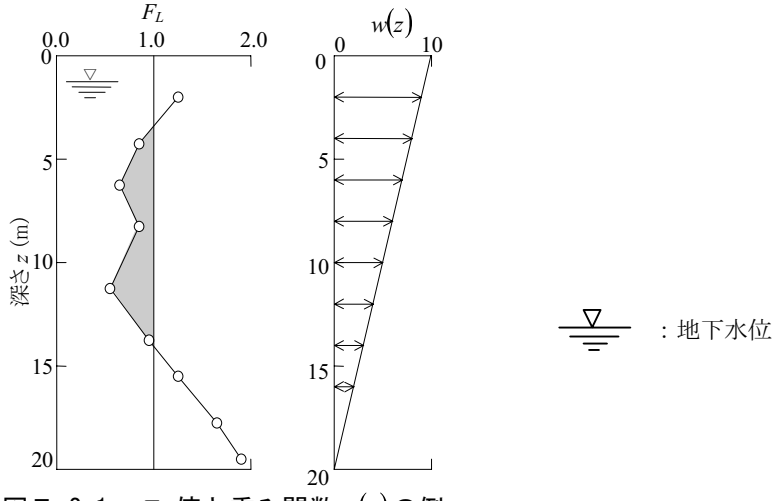
F_L 値はある深度における液状化の発生の可能性を示した値であるが，地盤全体の液状化の発生の可能性を評価するものではない．地盤全体の液状化の可能性を把握するには，各層の液状化の可能性を足し合わせる必要がある．そこで，岩崎ら(1980)は，F_L 値の分布を深さ方向に重み付けして積分した値（P_L 値）を定義し，地盤全体の液状化の可能性の指標とした．

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot w(z)\,dz$$

$$F = \begin{cases} 1 - F_L & F_L < 1.0 \\ 0 & F_L \geq 1.0 \end{cases}$$

$$w(z) = 10 - 0.5 \cdot z$$ （z ：地表面からの深さ(m)）

$w(z)$ は深さに対する重み関数であり，浅い部分に対してより大きな重みを与えている．



図Ⅱ-2-1　F_L 値と重み関数 $w(z)$ の例

（2）F_L 法

①日本道路協会の手法

「道路橋示方書Ⅴ 耐震設計編」の液状化検討手法は，土木分野における最も代表的な手法であり，1980年以降，1990年，1996年に改訂されている(注)．多くの自治体でこの手法が採用されているが，以前に実施した被害想定調査との継続性を考慮して，最新版の道路橋示方書の手法を採用していない自治体もある．

(注)「道路橋示方書Ⅴ 耐震設計編」は2002年にも改訂されているが，液状化に関する改訂は行われていない

a) 日本道路協会(1996・2002)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，秋田県(13)，群馬県(12)，埼玉県(07)，千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，富山県(11)，山梨県(05)，長野県(02)，岐阜県(13)，静岡県(01)，愛知県(03)，三重県(06)，滋賀県(04)，大阪府(07)，兵庫県(98)，奈良県(05)，鳥取県(05)，島根県(12)，岡山県(13)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，愛媛県(02)，福岡県(12)，大分県(13)，宮崎県(07)，札幌市(08)，仙台市(02)，さいたま市(09)，千葉市(08)，横浜市(12)，川崎市(13)，新潟市(07)，京都市(03)，堺市(09)，広島市(08)

○中央防災会議・南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)も採用

日本道路協会(1996)は，兵庫県南部地震(1995)による液状化の発生状況をふまえて，b)で説明している日本道路協会(1990)から以下の点を改訂している．

- 液状化評価の対象土層を沖積砂質土層のみから洪積，礫質土まで範囲を拡大
- N 値の高い部分での強度の過小評価を解消

液状化判定の対象としては，以下の３つの条件を満たす地層としている．

- 地下水位が現地盤面から10m以内にあり，かつ現地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- 細粒分含有率 F_C が35%以下の土層，または F_C が35%をこえても塑性係数 I_P が15以下の土層
- 平均(50%)粒径 D_{50} が10㎜以下で，かつ10%粒径 D_{10} が1㎜以下の土層

ここで，地下水位は，基本的にはボーリングデータから求めるが，岡山県(13)では一律GL-1m，山間部では安田ら(09)による谷底低地・扇状地での標高との関係を用いている．福岡県(12)も安全側として一律GL-1mを採用している．

地盤内の各点における F_L 値は地層が有する動的せん断強度比 R と地層に作用する地震時せん断応力比 L によって定義する．

$$F_L = R/L$$

地盤内の動的せん断応力比 L は地表最大加速度 α から，次式で表される．

$$L = (\alpha/g)\cdot(\sigma_v/\sigma_v')\cdot\gamma_d$$

ただし，α ：地表最大加速度(gal)，　g ：重力加速度(＝980gal)

σ_v ：全上載圧(kgf/cm^2)，　σ_v' ：有効上載圧(kgf/cm^2)

γ_d ：低減係数$=1.0-0.015z$，　z ：地表面からの深さ(m)

地盤内での動的せん断強度比 R は地盤の繰り返し三軸強度比 R_L を用いて，以下の補正式により求める．

$$R = C_w \cdot R_L$$

ただし，C_w の値は考慮する地震動の性質によって以下のように定められている．

①タイプⅠの地震動：発生頻度が低いプレート境界型の大地震による地震動．
大きな振幅が長時間繰り返して作用する．

$$C_w = 1.0$$

②タイプⅡの地震動：発生頻度が極めて低い，規模の大きい内陸直下型地震による地震動．

$$C_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \le 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \le 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$$

繰り返し三軸強度比 R_L は，以下の式から経験的に定める．

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{N_a/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6\times10^{-6}(N_a - 14)^{4.5} & (14 \le N_a) \end{cases}$$

ただし，埋め立て土の場合はこの式から0.05を減じる

N_a ：粒度の影響を考慮した補正 N 値

砂質土の場合の補正 N 値 N_a は，

$$N_a = C_1 \cdot N_1 + C_2$$

$$C_1 = \begin{cases} 1.0 & (0\% \le F_C < 10\%) \\ (F_C + 40)/50 & (10\% \le F_C < 60\%) \\ F_C/20 - 1 & (60\% \le F_C) \end{cases}$$

$$C_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \le F_C < 10\%) \\ (F_C - 10)/18 & (10\% \le F_C) \end{cases}$$

F_C ：細粒分含有率(%)

であり，礫質土の場合は，

$$N_a = \{1 - 0.36 \cdot \log_{10}(D_{50}/2.0)\} \cdot N_1$$

ただし，$N_1 (= 1.7N/(\sigma'_v + 0.7))$ ： 1 kgf/cm²の有効上載圧に対する基準化 N 値

N ：標準貫入試験から得られる N 値

D_{50} ：平均粒径(mm)

である．

○広島県(07)，山口県(08)，広島市(08)では…

地震時せん断応力比L は安田ら(1993)による下式により求める．

$$L = 0.01 \cdot SI / (\sigma_v')^{0.3}$$

σ_v'　：有効上載圧(kgf/cm²)

SI　：SI 値(cm/s)

なお，SI 値は，童・山崎(1996)による下式により求める．

$$SI = 10^{-1.16+0.50 \cdot I}$$

I　：震度

○中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）では…

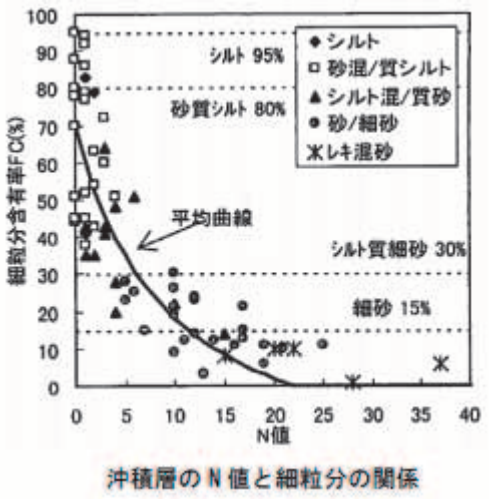
N値及びFcの算出については，東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響を検討した，亀井ら(2002)の式により求める．

$$N_a = N_1 + \Delta N$$

N_a ：粒度の影響を考慮した補正N値

N_1 ：有効土載圧100kN/m²相当に換算したN値

$$Fc = \begin{cases} 916/(N+9.21) - 29.5 & (N<22) \\ 0 & (N \geqq 22) \end{cases}$$

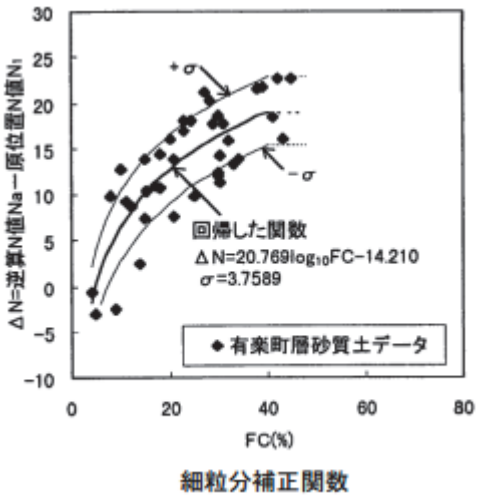


沖積層のN値と細粒分の関係

図Ⅱ-2-2　沖積砂質土（上部有楽層）のN値と細粒分含有率の関係（中央防災会議，2013）

3）細粒分補正関数（F_c～ΔNの関係）

$$\Delta N=\begin{cases}0 & (Fc<8\%)\\ 20.769\times\log_{10}(Fc)-18 & (8\%\leqq Fc<40\%)\\ 15.27 & (Fc\geqq 40\%)\end{cases}$$



細粒分補正関数

図Ⅱ-2-3　細粒分補正関数（Fc～⊿Nの関係）（中央防災会議，2013）

○岡山県(13)では…

RL値の算定には亀井ら(2002)の補正法を用い，Cwは継続時間の長さを考慮するため，時松・吉見(1983)の式により求める．

$$C_w=\frac{0.65}{0.1\times(M-1)}$$

○横浜市(12)では…

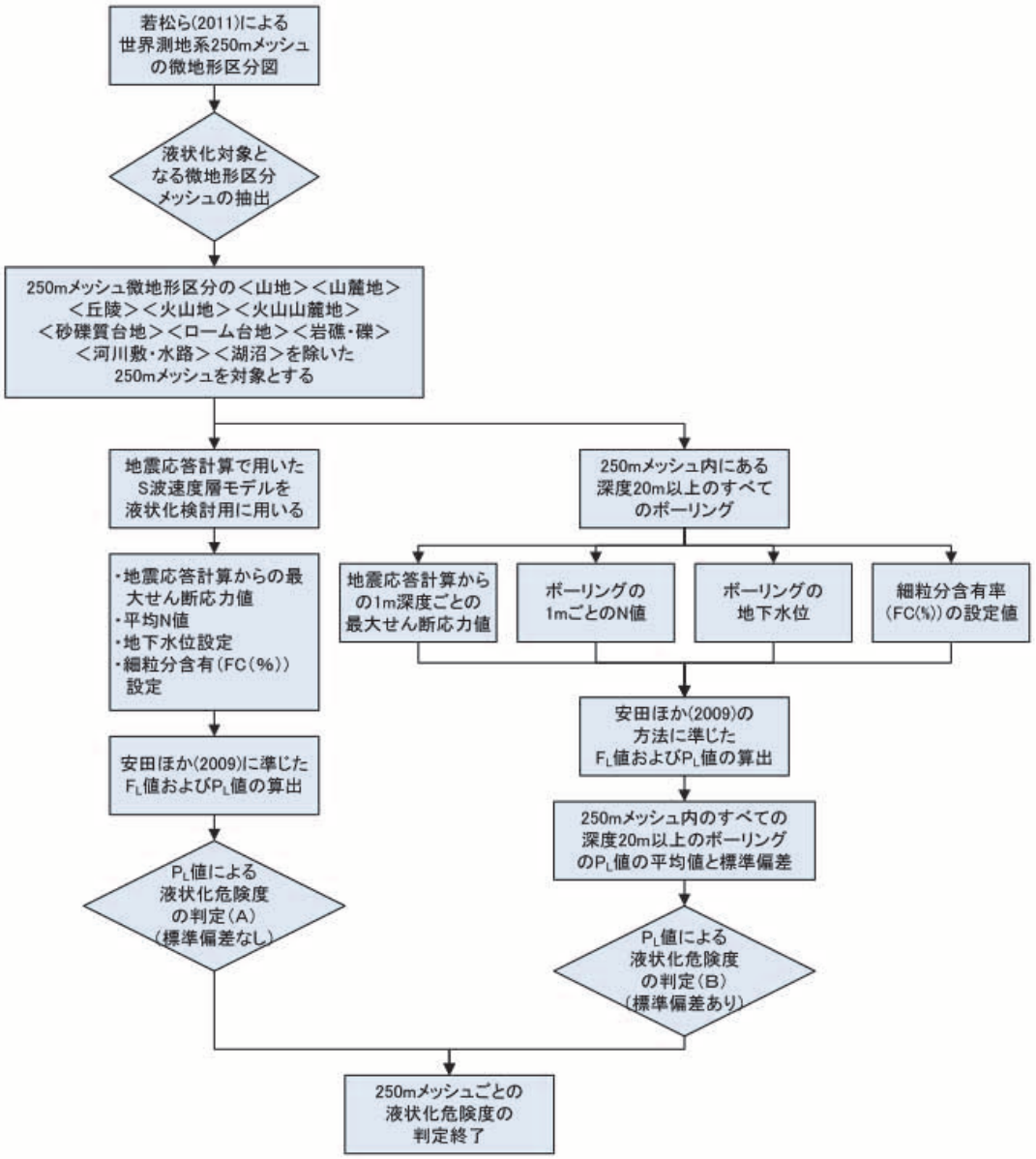
Cwは時松ら(1983)の式を，地震時せん断応力比Lは安田ら（1993）の式を採用している．また，旧ため池や液状化対策がなされているところを考慮している．

○東京都(2012)では…

以下の判定フローを用いて液状化危険度の判定を行っている．

対象地域は，若松・松岡(2011)の世界測地系 250m メッシュ微地形区分図より，液状化対象となるメッシュを抽出し，GL-20m 以浅の盛土層（砂質土）及び砂質土層を対象とした．地下水位は，ボーリングデータの孔内水位を補間して求めたが，あらかじめ標高と孔内水位の関係を求めておき，平均値±σ の範囲を超える場合は超えないように補正した．

算出式は，Fcについては亀井ほか(2002)，FL値については安田ほか(2009)の式に従った．



図Ⅱ-2-4　液状化危険度判定フロー（東京都, 2012）

また，液状化危険度は，岩崎ほか(1980)による分類に加筆している．

表Ⅱ-2-2　PL値による液状化危険度判定区分（東京都, 2012）

	PL=0	0＜PL≦5	5＜PL≦15	PL＞15
PL値による液状化危険度判定	液状化危険度は**極めて低い**。液状化に関する詳細な調査は不要	液状化危険度は**低い**。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要	液状化危険度が**やや高い**。重要な構造物に対してはより詳細な調査が必要。液状化対策が一般には必要	液状化危険度が**高い**。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避

b) 日本道路協会(1990)の手法

○採用自治体：青森県(97)，新潟県(98)，福井県(97)，鹿児島県(97)，名古屋市(99)

以下の３つの条件を満たす地層を液状化判定の対象としている．

- 地下水位面が現地盤面から10m以内にある沖積層
- 現地盤面から20m以内の飽和砂質土層
- 平均粒径 D_{50} が0.02mm以上2.0mm以下の地層

地盤内の各点における F_L 値は地層が有する動的せん断強度比 R と地層に作用する地震時せん断応力比 L によって定義する．

$$F_L = R/L$$

$$L = \tau_{d\max}/\sigma'_v \left(= \gamma_d \cdot (\alpha/980) \cdot (\sigma_v/\sigma'_v)\right)$$

$\tau_{d\max}$ ：時間最大動的せん断応力(kgf/cm^2)

σ'_v ：有効上載圧(kgf/cm^2)

$\gamma_d = (1.0 - 0.015z)$ ：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

z ：地表面からの深さ(m)

α ：地表最大加速度(gal)

σ_v ：全上載圧(kgf/cm^2)

ここで，有効上載圧とは，ある深さの面に対する鉛直方向の圧力を意味し，次式で与えられる．

$$\sigma'_v = \int_0^z [\rho_z(\zeta) - \rho_w(\zeta)] d\zeta$$

z ：深度(m)

ρ_z ：上方の地層の単位体積重量(kgf/cm^2)

ρ_w ：水の単位体積重量(kgf/cm^2)

地盤内での動的せん断強度比 R は室内土質試験により得られる地盤の繰り返し三軸強度比 R_L を用いて，以下の補正式により求める．

$$R = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot R_L$$

ただし， $C_1 = \dfrac{1+2K_0}{3}$ ［振動三軸試験と原位置での単純せん断応力状態との相違に関する補正係数。K_0: 静止土圧係数］

$C_2 = \dfrac{1}{0.55} \sim \dfrac{1}{0.7}$ ［地震波の不規則性に対する補正係数 ショック波的な波形に対して 1/0.55 振動型の波形に対して 1/0.7］

$C_3 > 1.0$ ［サンプリングなどによる乱れに対する補正］

$C_4 < 1.0$ ［サンプリング，土質試験時の密度化に対する補正］

C_5 ［多方向せん断，地盤内の飽和度などに対する補正］

なお， C_1 から C_5 の積はおおむね1.0と考えられている．ここでは，経験的手法により，簡便に R_L を推定する．

乱したきれいな砂に対する繰り返し三軸強度比 R_L は，推定相対密度 D_r (%)との間の平均的な

関係から推定する．

$$R_L = 0.0042 \cdot D_r$$

相対密度 D_r は標準貫入試験による N 値から経験式により推定する．

$$D_r = 21\sqrt{\frac{N}{\sigma'_v + 0.7}}$$

そこで， R_L の基本的な推定値 R_1 を次式から求める．

$$R_1 = 0.0882\sqrt{\frac{N}{\sigma'_v + 0.7}}$$

つぎに， R_L と R_1 の相違を平均粒径 D_{50} (㎜)の違いに着目して補正する．

$$R_2 = R_L - R_1 = \begin{cases} 0.19 & (0.02\text{mm} \le D_{50} \le 0.05\text{mm}) \\ 0.225\log_{10}\left(\dfrac{0.35}{D_{50}}\right) & (0.05\text{mm} \le D_{50} \le 0.6\text{mm}) \\ -0.05 & (0.6\text{mm} \le D_{50} \le 2.0\text{mm}) \end{cases}$$

さらに，粒度分布の違いに着目して補正を行う．ここでは， R_3 を（R_L － R_1 － R_2）とおく． R_3 と細粒分含有率 F_C の関係について，つぎに示すような平均的な傾向が見い出されている．

$$R_3 = R_L - R_1 - R_2 = \begin{cases} 0.0 & (0\% \le F_C \le 40\%) \\ 0.004F_C - 0.16 & (40\% \le F_C \le 100\%) \end{cases}$$

以上から，繰り返し三軸強度比 R_L を R_1， R_2， R_3 の和として求める．

②日本建築学会(1988)の手法

○採用自治体：福島県(98)，鹿児島県(97)

日本建築学会(1988)による「建築基礎構造設計指針」では，以下の方法で液状化の判定を行っている．

まず，検討地点の地盤内の深さごとに発生する等価な繰り返しせん断応力比を計算する．

$$\frac{\tau_d}{\sigma'_z}=\gamma_n\frac{\alpha_{\max}}{g}\frac{\sigma_z}{\sigma'_z}\gamma_d$$

τ_d　：水平面に生じる等価な一定繰り返しせん断応力振幅(tf/㎡)

σ'_z　：検討深さにおける有効土被り圧(鉛直有効応力)(tf/㎡)

$\gamma_n\left(=0.1(M-1)\right)$：等価な繰返し回数に関する補正係数($M$ ：マグニチュード)

$\alpha_{\max}$ ：地表面における設計用水平加速度(gal)

g　：重力加速度(＝980gal)

σ_z　：検討深さにおける全土被り圧(鉛直全応力)(tf/㎡)

$\gamma_d\left(=1-0.015z\right)$：地盤が剛体でないことによる低減係数

z　：地表面からの深さ(m)

ある深さにおける補正N値（N_a）を求める．

$$N_a=\sqrt{10/\sigma'_z}\cdot N+\Delta N_f$$

ΔN_f　：細粒土含有率に応じた補正N値増分

N　：とんび法または自動落下法による実測N値

せん断ひずみ振幅５％曲線を用いて，補正N値に対応する飽和土層の液状化抵抗比τ_l/σ'_zを求める．ここで，τ_lは水平断面図における液状化抵抗である．

最後に，深さごとにおけるF_L値を計算する．

$$F_L=\frac{\tau_l/\sigma'_z}{\tau_d/\sigma'_z}=\frac{\tau_l}{\tau_d}$$

（３）草野ら(2001)の手法

○採用自治体：熊本県(13)

草野ら(2001)，『任意震源に対する領域表示による液状化予測法』では，地盤分類図・土地条件図や砂層分布図の領域で表された情報から液状化予測用の領域凡例をもとめ，凡例ごと，地表最大加速度$\alpha\max$ごとに液状化の可能性を予測している．

液状化の可能性はF_L値とP_L値から評価している．

FL値を求める式は日本道路協会(1996)の式を一部変更して用いている．

$$F_L=Cw\cdot RL(20)/\{(\alpha\max\ g)\times(\sigma v'/\sigma v)(1-0.015z)\}$$

$Cw\cdot RL(20)$　：液状化強度

$\alpha\max$　：地表最大加速度

g ：重力加速度
$\sigma v'$ ：有効上載圧(kg/c㎡)
σv ：上載圧(全応力)
z ：深さ(m)

液状化強度は液状化強度応力比（$RL(20)$）に補正係数（Cw）をかけたものである.

繰り返し回数20回で液状化に至る液状化強度応力比（$RL(20)$）は以下の式によって求められる.

$$RL(20) = R1(N, \sigma' v) + R2(D50) + R3(Fc) + R4(\sigma' v)$$
$$N1 = 1.7N/(\sigma' v + 0.7)$$

$$R1 = 0.082(N1/1.7)^{(1/2)} \quad (N1 \leqq 14)$$
$$= 0.082(N1/1.7)^{(1/2)} + 1.6\times10^{-4}(N1-14)^{4.5} \quad (14 < N1)$$

$$R2 = 0.21\log_{10}(0.20/D50) \quad (0.075 \leqq D50 \leqq 0.50)$$
$$= 0.084 \quad (D50 < 0.075)$$

$$R3 = 0.065\log_{10}(Fc+1) \quad (Fc \leqq 50)$$
$$R2 + R3 = 0.0027Fc + 0.065) \quad (50 < Fc)$$

$$R4 = -0.065\log_{10}\sigma' v \quad (0.5 \leqq \sigma' v \leqq 1.5)$$
$$= 0.02 \quad (\sigma' v < 0.5)$$

N ：標準貫入試験のN値
$D50$ ：平均粒形(mm)
Fc ：細粒分(%)

地表最大加速度αmaxを100～700galの範囲で50galごとのレベル値で液状化解析を行い，F_L値とP_L値を求める.

P_L値は岩崎ら(1980)の手法を用いて求め，以下の3ランク表示で液状化の可能性を判定する.

$15 < P_L$　　：液状化の可能性大
$5 < P_L \leqq 15$　：液状化の可能性小
$P_L \leqq 5$　　：液状化の可能性なし

F_L 値は，表層6mの砂層構成との関係から「表層砂層のFL値による判定法」を作成し，液状化の可能性を「液状化の可能性大，中，小，なし」の4ランクで表示する．

表Ⅱ-2-3　表層砂層の F_L 値による判定法(草野ら, 2001)

液状化層の出現震度Z(m) ＼ 表層砂層厚L(m)		FL＜1.0 FL＜0.8の出現震度				
		Z≦3 FL＜0.8	Z≦3 0.8≦FL＜	3≦Z≦6 0.8≦FL＜1.0	3＜Z≦6 0.8≦FL＜1.0	6≦Z 1.0＜FL
表層砂層の厚さ	3≦L	○	○	○	□	△
	2≦L＜3	○	□	□	△	×
	1≦L＜2	□	△	△	△	×
	0≦L＜1	△	△	△	×	×

○：表層砂層の FL 判定による液状化の可能性大
□：表層砂層の FL 判定による液状化の可能性中
△：表層砂層の FL 判定による液状化の可能性小
×：表層砂層の FL 判定による液状化の可能性なし

「P_L 値による判定値（3 区分）」と「表層砂層の F_L 値による判定法」とを表Ⅲ-2-4 に示すクロステーブルによって統合し，液状化判定値として,液状化の可能性大，少，なしの 3 ランク表示で液状化の可能性を示している．

表Ⅱ-2-4　PL 値と表層砂層の FL 値による判定のクロステーブル(草野ら, 2001)

PL 値と FL 値による判定値		PL値による判定		
		液状化の可能性 大	液状化の可能性 小	液状化の可能性 なし
FL値による判定	液状化の可能性　大	○	○	△
	液状化の可能性　中	○	△	○
	液状化の可能性　小	△	△	×
	液状化の可能性　なし	△	×	×

○：液状化の可能性大
△：液状化の可能性小
×：液状化の可能性なし

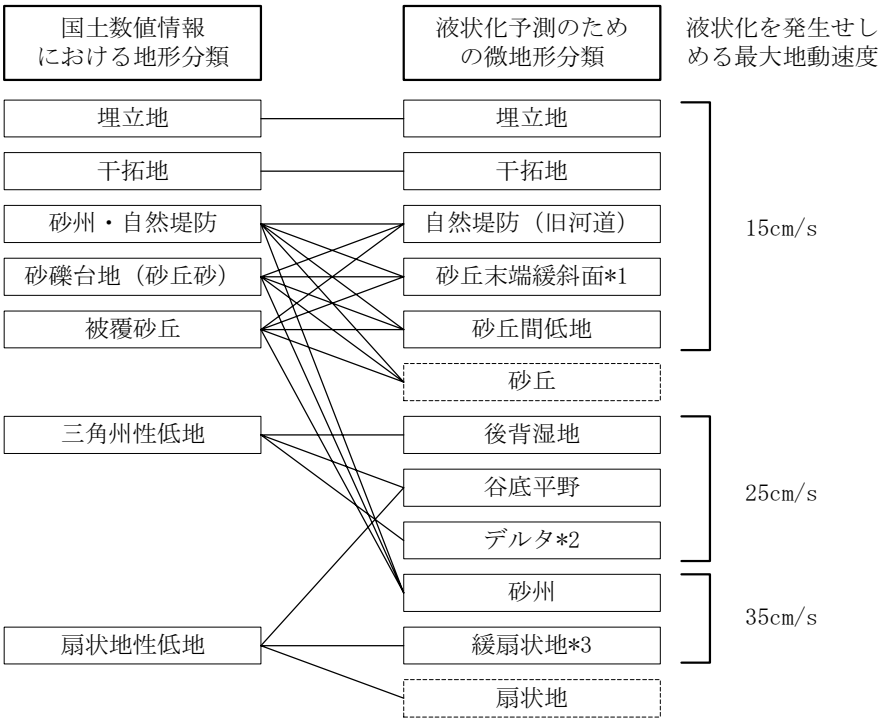
２－２．地形データを用いる手法

（１）松岡ら(1993)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，山形県(06)，栃木県(04)

松岡ら(1993)は，N 値や土の粒度などの地盤調査結果を用いずに，微地形分類と地表最大速度から液状化危険度を評価する手法を提案している．

この手法による千葉県東方沖地震(1987)時の液状化危険度の分布再現結果と，実際の液状化発生地点が比較的よく対応していることが確認されている．



*1 砂丘と低地部との境界付近であり，砂丘縁辺部を含む
*2 デルタ地帯と呼ばれる地形分類のうち，埋立地，干拓地などを除いた狭義のデルタを指す
*3 扇頂から扇端までの平均縦断勾配が10/1000程度以下の扇状地を指す

図Ⅱ-2-5　国土数値情報の地形分類と液状化予測のための微地形分類との対応関係(松岡ら，1993)

表Ⅱ-2-5　液状化危険度の評価基準(松岡ら(1993)より作成)

液状化危険度	地表最大速度 / 液状化が発生せしめる最大地動速度
高い	1.25以上
やや高い	1.00～1.25
低い	0.75～1.00

２－３．液状化に伴う地盤沈下量の予測

2011 年東北地方太平洋沖地震を受け，中央防災会議(2013)では液状化に伴う地盤沈下量を算出している．沈下量自体を予測項目として取り上げている自治体は多くないが，液状化による建物被害の項目で地盤沈下量をパラメータとして扱うために，その過程で算出している自治体もある（第Ⅲ章１建物被害の項目を参照）．

○採用自治体：秋田県(13)

以下，秋田県(2013)の説明を示す.

液状化に伴う地盤沈下量は，「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会，2001）に示されている補正N値と繰り返しせん断ひずみ γ_{cy} の関係を用いて，補正N 値と応力比のプロット点に対応する繰返しせん断ひずみを，隣接する γ_{cy} 曲線の対数補間により求めることとした.

【補正 N 値（Na）の算出方法】

$$N_a = N_l + \Delta N_f$$

$$N_l = C_N \times N$$

$$C_N = \sqrt{98/\sigma'_z}$$

ここに，N_a ：補正 N 値

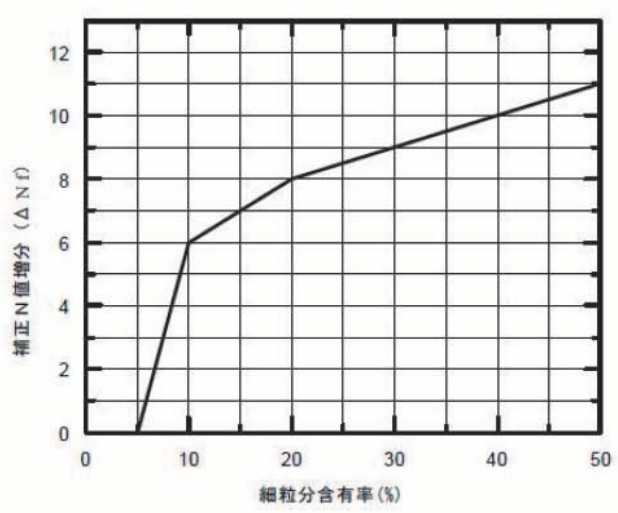
N_l ：換算 N 値

ΔN_f ：細粒分含有率に応じた補正 N 値の増分（下図参照）

C_N ：換算 N 値係数

σ'_z ：検討深さにおける有効土被り圧（kN/m²）

N ：実測 N 値



図Ⅱ-2-6　細粒分含有率（Fc）と補正 N 値増分（⊿Nf）の関係（秋田県，2013）

【沈下量の算出方法】

繰り返しせん断ひずみγ_{cy}を下記グラフから読み取る際，繰り返しせん断ひずみ 8%の曲線より左側にプロットされる場合にはγ_{cy}＝8%とし，0.5%より右側にプロットされる場合には，γ_{cy}＝0.5%とする．

繰り返しせん断ひずみγ_{cy}を体積ひずみε_Vとして読み替える．そして，沈下量 S を次のようにして推定した．

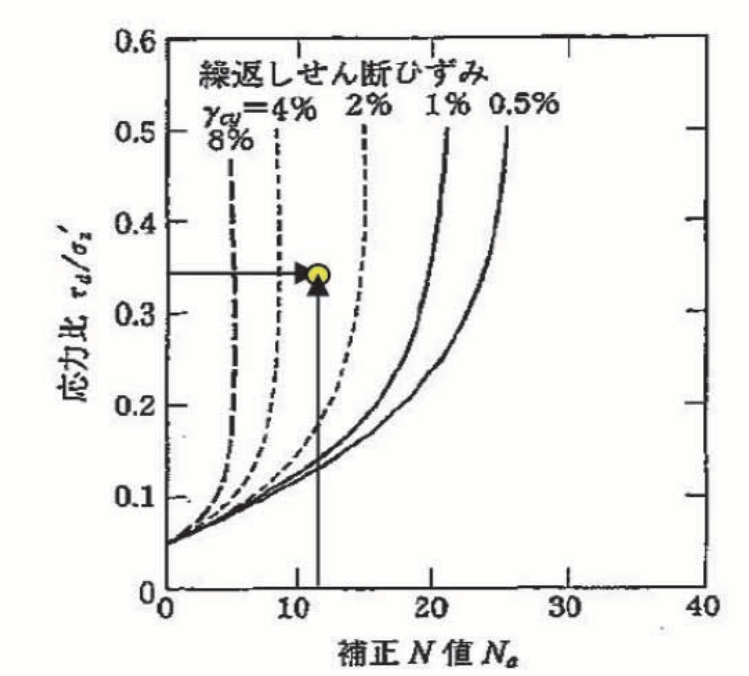
$$S = \sum_{i=0}^{n} \left(H_i \times \varepsilon_{Vi} \right)$$

ここに、S：沈下量

H_i：F_L<1.0 となる土層 i の層厚

ε_{Vi}：F_L<1.0 となる土層 i の体積ひずみ

n：F_L<1.0 となる土層数



※本検討では、図中の縦軸「応力比 τ_d/σ'_z」に「地震のせん断応力比 L」を適用する。

図Ⅱ-2-7　補正 N 値と繰り返しせん断ひずみの関係（秋田県，2013）

（出典：建築基礎構造設計指針，2001，日本建築学会）

表Ⅱ-2-6　各自治体の液状化危険度予測手法

自治体	区分	採用手法
青森県(97)	地盤	日本道路協会(1990)，岩崎ら(1980)
岩手県(04)	地形	松岡ら(1993)
宮城県(04)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
秋田県(13)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
山形県(06)	地形	松岡ら(1993)
福島県(98)	地盤	日本建築学会(1988)，岩崎ら(1980)
栃木県(04)	地形	松岡ら(1993)
群馬県(12)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
埼玉県(07)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
千葉県(08)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
東京都 (12)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
神奈川県(09)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
新潟県(98)	地盤	日本道路協会(1990)，岩崎ら(1980)
富山県(11)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
福井県(98)	地盤	日本道路協会(1990)，岩崎ら(1980)
山梨県(05)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
長野県(02)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
岐阜県(13)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
静岡県(01)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
愛知県(03)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
三重県(06)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
滋賀県(05)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
大阪府(07)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
兵庫県(99)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
奈良県(05)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
鳥取県(05)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
島根県(12)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
岡山県(13)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
広島県(07)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
山口県(08)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
徳島県(05)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
香川県(13)		不明
愛媛県(02)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
高知県(13)		記述なし
福岡県 (12)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
熊本県(13)	地盤	草野ら(2001)
大分県 (13)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
宮崎県(07)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
鹿児島県(97)	地盤	日本道路協会(1990)，岩崎ら(1980) 日本建築学会(1988)，岩崎ら(1980)
札幌市(08)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
仙台市(02)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
さいたま市(09)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
千葉市(08)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
横浜市(12)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
川崎市(13)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
新潟市(07)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
名古屋市(99)	地盤	日本道路協会(1990)，岩崎ら(1980)
京都市(03)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
堺市(09)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)
広島市(08)	地盤	日本道路協会(1996・2002)，岩崎ら(1980)

(注1) 各自治体の報告書より作成（手法不明,予測未実施などの自治体を除く）．考え方の基本とした手法で分類した.
(注2) 地盤：地盤データを用いる手法　　地形：地形データを用いる手法

３．地盤崩壊危険性の予測

本節では，地盤崩壊危険性の予測として，斜面崩壊危険度（３－１）と宅地造成地の被災危険度（３－２）の予測手法について取り上げる．

３－１．斜面崩壊危険度

多くの自治体が地震時の斜面の崩壊危険性について予測を行っている．評価対象には，急傾斜地崩壊危険箇所，土石流危険渓流，地すべり危険箇所[注1]などがあるが，ここでは，急傾斜地崩壊危険箇所についての予測手法を中心に整理する．

（注1）・急傾斜地崩壊危険箇所
傾斜度30度以上，高さ5m以上の急傾斜地（人工の手が加わっている斜面も含みます）で，その斜面が崩れた場合に被害が出ると想定される区域内に，人家が5戸以上（5戸未満でも官公署，学校，病院，駅，旅館等のある場合を含みます）ある箇所
・土石流危険渓流
土石流の発生の危険性があり，１戸以上の人家（人家がなくても官公署・学校・病院及び社会福祉施設等の災害弱者関連施設・駅・旅館・発電所等の公共施設のある場合を含みます）に被害を生ずるおそれがある渓流
・地すべり危険箇所
地すべりを起こしている，あるいは起こす恐れのある区域で，河川，公共施設，人家等に損害を与える恐れのある箇所
以上，国土交通省ＨＰ（http://www.mlit.go.jp/river/sabo/link132.htm）より引用

他の想定項目とは異なり，予測手法や結果の表現方法（絶対的評価，相対的評価）は多様である．予測手法としては，通常時の崩壊危険度判定の結果を用いて地震時の危険度判定を行っている自治体が多い[注2]．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）急傾斜地震災対策危険度判定に基づく評価
①秋田県(1997)・福井県(1997)の手法
②宮城県(1997)の手法
③東京都(2006)の手法
④富山県(2011)の手法
⑤大分県(2007)の手法
⑥川崎市(2010)の手法
⑦愛知県(2003)の手法
⑧中央防災会議(2006)の手法
（２）日本道路協会道路震災対策委員会(1986)の手法
（３）山梨県(2004)の手法
（４）長野県(2002)の手法
（５）千葉県(2008)の手法
（６）埼玉県(1992)の手法
（７）神奈川県(2009)の手法
（８）大阪府(2007)の手法
（９）福岡県(2012)の手法

（注2）手法の分類にあたり「急傾斜地震災対策危険度判定に基づく評価」に近いが，明確に本手法と判断できない自治体については，まとめずに個別に表記した．

（1） 急傾斜地震災対策危険度判定に基づく評価

○採用自治体：秋田県(13)，栃木県(04)，埼玉県(07)，富山県(11)，福井県(97)，岡山県(13)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，熊本県(13)，大分県(13)，札幌市(08)，千葉市(08)，横浜市(12)，川崎市(13)，新潟市(07)，広島市(08)

既往の地震による斜面崩壊事例を統計的に調査した結果にもとづき，急傾斜地震災対策危険度判定基準が作成され，各急傾斜地の危険度判定が行われている．各自治体では，この判定結果を参考に地震力の大きさの違いを考慮した評価基準を設定している．

急傾斜地震災対策危険度判定基準は，「素因要素」「管理要素」「参考要素」から構成されているが，自治体の被害想定で使われているのは，「素因要素」と「管理要素」（あるいは「素因要素」のみ）である．

表Ⅱ-3-1　急傾斜地震災対策危険度判定基準（素因要素）

項　目	小項目名	点数	備考
①斜面高 (H)m	H＜10	3	
	10≦H＜30	7	
	30≦H＜50	8	
	50≦H	10	
②斜面勾配 (α)	α＜1:1.0	1	
	1:1.0≦α＜1:0.6	4	
	1:0.6≦α	7	
③ｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	構造物のない斜面のｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	7	岩の斜面などで一見してｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞとみられるもの
	構造物のある斜面のｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	4	
	な　し	0	
④斜面の地盤	斜面の表面に転石・浮石が多い	10	上位のものを用いる． 例えば，土砂で表面に転石･浮石が多いものは10点とする．
	切土法面に玉石が多い	7	
	風化変質・亀裂の発達した岩	6	
	礫混じり土砂	5	
	風化変質した岩	4	
	亀裂の発達した岩	4	
	土　砂	4	
	粘質土	1	
	亀裂の発達していない岩	0	
⑤表土の厚さ	0.5m以上	3	表土とは表面の腐植土・表土有機質を指す．但し，表土下に非常にルーズな崩石があれば，それも含める．
	0.5m未満	0	
⑥湧水	有	2	常時見られる湧水を指す．
	無	0	
⑦落石・ 崩壊頻度	年1回以上	5	道路交通または道路構造物に損傷を与えない程度の軽微な落石･のり崩れ等をさす．
	年1回未満	3	
	な し	0	
合　計			上記各項目の合計

表Ⅱ-3-2　急傾斜地震災対策危険度判定基準（管理要素）

項　目	小項目名	点数	備　　考
⑧斜面の異常・変状	あり	a	
	なし	c	
⑨斜面安定工の異常・変状	あり	a	
	なし	c	
⑩家屋等に被害を与えた落石，崩壊	あり	a	
	なし	c	
⑪斜面上の有害行為	顕著である	a	
	若干みられる	b	
	な　し	c	
⑫斜面安定工による斜面の安定度	やや低い	a	
	普通	b	
	高い	c	

表Ⅱ-3-3　斜面崩壊危険度判定基準

	素因要素7項目の合計	13点以下	14～23点	24点以上
管理要素⑧～⑪	aが1つ以上	（A）	（A）	（A）
	bが1つあとはc	（B）	（A）	（A）
	全部がc	（C）	（B）	（A）

（A），（B），（C）は，表Ⅱ-3-4以降の（A），（B），（C）に対応

①秋田県(1997)・福井県(1997)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，福井県(97)

素因要素（表Ⅱ-3-1）７項目の合計点と管理要素（表Ⅱ-3-2）４項目のクロスチェックから第１段階の判定（表Ⅱ-3-3）を行い，その結果と管理要素⑫から，崩壊危険性を判定している．

表Ⅱ-3-4　斜面崩壊危険度判定基準

表Ⅱ-3-3判定結果		（A）	（B）	（C）
管理要素⑫	a	A	A	B
	b		B	C
	c	B	C	

A：落石･崩壊の可能性が高い
B：落石･崩壊の可能性あり
C：落石･崩壊の可能性が低い

表Ⅱ-3-5　斜面判定結果と震度別崩壊危険度の関係

自治体名	斜面判定結果	震　度				
		４以下	５弱	５強	６弱	６強以上
秋田県(97) 福井県(97)	A	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ		
	B	Ⅰ		Ⅱ	Ⅲ	
	C	Ⅰ			Ⅱ	Ⅲ

Ⅰ：危険度が低い　　Ⅱ：危険度がある　　Ⅲ：危険度が高い

②宮城県(1997)の手法

○採用自治体：栃木県(04)

素因要素（表Ⅱ-3-1）７項目の合計点と想定震度の関係から判定している.

表Ⅱ-3-6　震度による判定ランクの振り分け(宮城県,1997)

震度＼基準要素点	13点以下	14～23点	24点以上
６強～７	A	A	A
６弱	B		
５強	C	B	
５弱		C	B
４			C

A：落石･崩壊の可能性が高い　B：可能性あり　C：可能性が低い

③東京都(2006)の手法

○採用自治体:埼玉県(07),岡山県(13),熊本県(13), 千葉市(08)

宮城県(1997)の手法を東京都の斜面データに合わせて作成し, 素因要素７項目の合計点と想定震度の関係から判定している.

表Ⅱ-3-7　急傾斜地地震災対策危険度判定基準(東京都, 2006)

大項目	データ項目	小項目	点数
①斜面高(H)m	・斜面の高さ	50≦H	10
		30≦H<50	8
		10≦H<30	7
		H<10	3
②斜面勾配(α)	・傾斜度	59°≦α	7
		45°≦α<59°	4
		α<45°	1
③オーバーハング	・地表の状況	オーバーハングあり	4
		オーバーハングなし	0
④斜面の地盤	・地表の状況	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	10
		風化、亀裂が発達した岩である	6
		礫混じり土、砂質土	5
		粘質土	1
		風化、亀裂が発達していない岩である	0
⑤表土の厚さ	・表土の厚さ	0.5m以上	3
		0.5m未満	0
⑥湧水	・湧水	有	2
		無	0
⑦落石・崩壊頻度	・崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5
		古い崩壊地がある	3
		崩壊地は認められない	0

出典：急傾斜地崩壊危険個所カルテを用いた地震時斜面危険度予測方式（昭和62年,宮城県）基づき,東京都の斜面データにあわせて作成

表Ⅱ-3-8　震度による危険度ランク判定基準(東京都, 2006)

震度＼基準要素点	13点以下	14～23点	24点以上
6強以上	A	A	A
6弱	B	A	A
5強	C	B	A
5弱	C	C	B
4	C	C	C

出典：宮城県急傾斜地斜地崩壊危険個所カルテを用いた地震時斜面危険度予測方式（昭和62年,宮城県）

(注1)点数と危険度ランクの関係は, 道路震災対策委員会（昭和61年）による法面・斜面耐震判定方式に基づく

④富山県(2011)の手法

○採用自治体:富山県(11)

素因要素（表Ⅱ-3-1）を変更して用い，素因要素７項目の合計点と想定震度の関係から判定している.

表Ⅱ-3-9　急傾斜地耐震性評価基準(富山県, 2011)

道路震災対策便覧の評価基準			本調査の急傾斜地耐震性評価基準			
項目	判定条件	点数	資料項目	判定条件	点数	備考
①斜面高（H）m	H<10	3	地形要因：斜面高さ	評価基準と同じ		
	10≦H<30	7				
	30≦H<50	8				
	50≦H	10				
②斜面勾配（α）	α<1：1.0	1	地形要因：傾斜度	傾斜度 45 度以下	1	
	1:1.0≦α<1:0.6	4		傾斜度 45 度～60 度	4	
	1：0.6≦α	7		傾斜度 60 度以上	7	
③ｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	構造物のない斜面のｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	7	地形要因：横断形状、対策工	横断形状=1	4	斜面形状：図 5.2.2 参照
	構造物のある斜面のｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	4				
	なし	0		斜面形状<>1	0	
④斜面の地盤	斜面の表面に転石･浮石が多い	10	地質・土質要因：地表状況	地表状況=1	10	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する
	切土法面に玉石が多い	7		地表状況=2	6	風化、亀裂が発達した岩である
	風化変質･亀裂の発達した岩	6				
	礫混じり土砂	5		地表状況=3	4	れき混り土、砂質土
	風化変質した岩	4				
	亀裂の発達した岩	4				
	土砂	4				
	粘質土	1		地表状況=4	1	粘質土
	亀裂の発達していない岩	0		地表状況=5	0	風化、亀裂が発達していない岩である
⑤表土の厚さ	0.5m 以上	3	地質・土質要因：表土の厚さ	50cm 以上	3	
	0.5m 未満	0		50cm 未満	0	
⑥湧水	有	2	環境要因：湧水	有無=1	2	
	無	0		有無=2	0	
⑦落石･崩壊頻度	年１回以上	5	環境要因：調査斜面	崩壊履歴=2	5	新しい崩壊地がある
	年１回未満	3		崩壊履歴=1	3	古い崩壊地がある
	なし	0		崩壊履歴=3	0	崩壊地は認められない

表Ⅱ-3-10　急傾斜地崩壊危険個所の耐震性危険度ランク判定基準(富山県, 2011)

耐震性危険度ランク	a	b	c
評価点	24 点以上	14～23 点	13 点以下

表Ⅱ-3-11　急傾斜地危険箇所の地震時危険度ランク判定基準(富山県, 2011)

耐震性危険度ランク	計測震度			
	～5 弱	5 強	6 弱	6 強～
a	C	B	A	A
b	C	C	B	A
c	C	C	B	B

⑤大分県(2007)の手法

○採用自治体:大分県(13)

急傾斜地地震対策危険度判定表および計測震度を加味した判定ランクを示している.

表Ⅱ-3-12　急傾斜地地震災対策危険度判定基準(大分県, 2007)

項目	小項目名	点数	備考
①斜面高(H)m	H<10	3	
	10≦H<30	7	
	30≦H<50	8	
	50≦H	10	
②斜面勾配(α)	α<1:1.0	1	
	1:1.0≦α<1:0.6	4	
	1:0.6≦α	7	
③ｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	構造物のない斜面のｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	7	岩の斜面などで一見してｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞと見られるもの
	構造物のある斜面のｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	4	
	なし	0	
④斜面の地盤	斜面の表面に転石･浮石が多い	10	上位のものを用いる。例えば、土砂で表面に転石･浮石が多いものは10点とする。
	切土法面に玉石が多い	7	
	風化変質･亀裂の発達した岩	6	
	礫混じり土砂	5	
	風化変質した岩	4	
	亀裂の発達した岩	4	
	土砂	4	
	粘質土	1	
	亀裂の発達していない岩	0	
⑤表土の厚さ	0.5m以上	3	表土とは表面の腐植土･表土有機質を指す。但し、表土下に非常にﾙｰｽﾞな崩石があれば、それも含める。
	0.5m未満	0	
⑥湧水	有	2	常時見られる湧水を指す。
	無	0	
⑦落石･崩壊頻度	年1回以上	5	道路交通または道路構造物に損傷を与えない程度の軽微な落石･法崩れ等を指す。
	年1回未満	3	
	なし	0	
合計			

表Ⅱ-3-13　急傾斜地地盤危険箇所における耐震性危険度判定ランク(大分県, 2007)

耐震性危険度ランク	a	b	c
評価点	24 点以上	14～23 点	13 点以下

表Ⅱ-3-14　急傾斜地地盤危険箇所における地震時危険度判定ランク(大分県, 2007)

耐震性危険度ランク	計測震度			
	～5 弱	5 強	6 弱	6 強～
a	C	B	A	A
b	C	C	B	A
c	C	C	B	B

ランク A：地震による崩壊の危険が高い(50%が崩壊の可能性がある)
ランク B：地震による崩壊の可能性がある（10%が崩壊の可能性がある）
ランク C 地震による崩壊の可能性はほとんどない

⑥川崎市(2010)の手法

○採用自治体:横浜市(12),川崎市(13)

素因要素（表Ⅱ-3-1）７項目の合計点から定めた，斜面の危険度ランクと想定震度の関係から判定している.

表Ⅱ-3-15　急傾斜地の斜面及び震度による危険度ランク判定基準(川崎市，2010)

斜面 / 震度	斜面の危険度ランク		
	a	b	c
	24点以上	14～23点	13点以下
震度6強以上	A	A	A
震度6弱	A	A	B
震度5強	A	B	C
震度5弱	B	C	C

ランクA：相対的に危険が高い

ランクB：相対的に危険と考えられる

ランクC：相対的に危険性が低い

斜面対策工が概成している場合はランクCとする

○横浜市(12)では…

川崎市の判定表をもとに、震度4.5を追加している。

表Ⅱ-3-16　急傾斜地崩壊危険箇所における地震時危険度判定ランク（横浜市,2012)

要素点ランク / 計測震度 基準要素点	c	b	a
	13点以下	14～23点	24点以上
6.0以上	A	A	A
5.5以上　6.0未満	B	A	A
5.0以上　5.5未満	C	B	A
4.5以上　5.0未満	C	C	B
4.5未満	C	C	C

○判定ランクの説明

・ランクＡ：崩壊の危険度が高い
・ランクＢ：崩壊の危険度がやや高い
・ランクＣ：崩壊の危険度が低い

○対策工の効果

対策工が施され、対策工に異常がない場合には、Ａ，Ｂ，Ｃランクを１ランク下げる

⑦愛知県(2003)の手法

○採用自治体: 徳島県(05),札幌市(08),新潟市(07)

急傾斜地崩壊危険箇所現況調査票に基づく斜面の要素を点数付けし，平常時(降雨時)の危険度ランク[(A)，(B)，(C)]を判定し，それと地震時の危険度判定(A，B，C)を行う方法.

表Ⅱ-3-17　平常時(降雨時)の急傾斜地崩壊危険度の判定基準(札幌市,2008)

項目	小項目	点数
斜面高（H）	H≧50m	10
	50m＞H≧30m	8
	30m＞H≧10m	7
	10m＞H	3
斜面勾配（θ）	θ≧59°	7
	59°＞θ≧45°	4
	45°＞θ	1
オーバーハング	有（自然斜面）	7
	有（人工斜面）	4
	無	0
斜面の地盤（地表の状況）	亀裂が発達・開口しており転石・浮石が点在する.	10
	風化・亀裂の発達した岩	6
	礫混り土・砂質土	5
	粘質土	1
	風化・亀裂の発達していない岩	0
表土の厚さ	0.5m以上	3
	0.5m未満	0
湧水状況	有	2
	無	0
過去の崩壊	有	4
	無	0

表Ⅱ-3-18　地震時の急傾斜地崩壊危険度の判定基準(札幌市,2008)

平常時のランク / 震度	(C) 13点以下	(B) 14～23点	(A) 24点以上
6強以上	A	A	A
6弱	B	A	A
5強	C	B	A
5弱	C	C	B
4以下	C	C	C

ランクA：危険性が高い

ランクB：危険性がある

ランクC：危険性がほとんどない

(注1)なお，急傾斜地崩壊危険箇所で対策工が施されており，異常なしの場合は上表からさらに1ランク評価を下げることとする(A→B，B→C)

なお,札幌市では地すべり危険箇所，雪崩危険箇所についても危険度評価を行っている.

地すべり危険箇所判定表に基づく平常時（降雨時）の危険度ランクに基づいて，地震時の危険度判定を実施している．地震時の危険度ランクの判定基準は静岡県（1999）を参考にしている.

表Ⅱ-3-19　平常時(降雨時)の地すべり危険度の判定基準(札幌市, 2008)

項目	小項目	点数
斜面高（H）	H≧50m	5
	50m＞H≧30m	4
	30m＞H≧10m	3
	10m＞H	1
斜面勾配（θ）	θ≧59°	7
	59°＞θ≧45°	4
	45°＞θ	1
オーバーハング	無とみなす	0
斜面の地盤	風化岩盤	6
	レキ混り土砂	5
	砂質土	4
	粘性土	1
表土の厚さ	0.5m以上とみなす	3
湧水状況	多	2
	少	1
	無	0
過去の崩壊	亀裂または陥没・隆起有り　AND　地すべり履歴有り	5
	亀裂または陥没・隆起有り　OR　地すべり履歴有り	3
	両者とも無し	0

表Ⅱ-3-20　地震時の地すべり危険度の判定基準(札幌市, 2008)

平常時のランク / 震度	（C） 13点以下	（B） 14～23点	（A） 24点以上
6強以上	A	A	A
6弱	B	A	A
5強	C	B	A
5弱	C	C	B
4以下	C	C	C

ランクA：危険性が高い

ランクB：危険性がある

ランクC：危険性がほとんどない

(注1)なお，急傾斜地崩壊危険箇所で対策工が施されており，異常なしの場合は上表からさらに1ランク評価を下げることとする(A→B，B→C)

雪崩は，雪崩危険箇所現況調査票に基づく危険度ランクに基づいて，地震時の危険度判定を実施する．地震時の危険度ランクの判定基準は山形県（1998）を参考にしている．

表Ⅱ-3-21　雪崩危険度の判定基準(札幌市, 2008)

要因	階級	点数
①雪崩発生域の傾斜（θ）	θ≧40°	10
	40°＞θ≧30°	7
	30°＞θ	4
②雪崩発生域の植生	裸地，軍地，樹高2m未満のカン木樹冠密度20%未満	10
	中木 20～50%，　低木 20～100%	9
	高木 20～50%，　中木 50%以上	7
	高木 50%以上	4
③雪崩流送域の植生	裸地，軍地，樹高2m未満のカン木樹冠密度20%未満	6
	中木 20～50%，　低木 20～100%	5
	高木 20～50%，　中木 50%以上	3
	高木 50%以上	0
④積雪深	300cm以上	9
	200～300cm	7
	100～200cm	6
	100cm未満	0
⑤雪崩発生頻度	1～2年間程度に1回以上	5
	3～9年間程度に1回以上	4
	10～49年間程度に1回以上	2
	50年間程度以上に1回	1
	発生したことがない	0

（注1）雪崩発生域の傾斜とは，雪崩発生域の平均傾斜をいう.

（注2）積雪深とは，既往最大積雪深をいう.

（出典：建設省河川局砂防部傾斜地保全課「雪崩危険箇所点検要領」）

表Ⅱ-3-22　地震時の雪崩危険度の判定基準(札幌市, 2008)

震度＼平常時のランク	（C）	（B）	（A）
	10点以下	10～20点	20点以上
6強以上	B	A	A
6弱	C	B	A
5強	C	C	B
5弱以下	C	C	C

ランクA：危険性が高い

ランクB：危険性がある

ランクC：危険性がほとんどない

⑧中央防災会議(2006)の手法

○採用自治体：広島県(07), 山口県(08), 広島市(08)

「急傾斜地崩壊危険箇所調査」（平成14 年度公表）を，地形地質状況をもとに点数付けし，その合計点数（基準要素点）に応じて耐震ランクを設定している.

なお広島県・広島市は中央防災会議(2006)を，山口県は中央防災会議(2007)を参考にしているが，項目・点数ともに変化はない.

広島県・広島市は，地盤の特徴を考慮し，点数を一部変更して用いている.

表Ⅱ-3-23　耐震ランクの設定手法(広島県，2007)

大項目	データ項目	小項目	点数
①斜面高(H)m	斜面の高さ	50≦H	10
		30≦H＜50	8
		10≦H＜30	7
		H＜10	3
②斜面勾配(α)	傾斜度	59°≦α	7
		30°(45°)≦α＜59°	4
		α＜30°(45°)	1
③オーバーハング	横断形状	オーバーハングあり	4
		オーバーハングなし	0
④斜面の地盤	地表の状況	亀裂が発達，開口しており転石，浮石が点在する	10
		風化，亀裂が発達した岩である	6
		礫混じり土，砂質土	5
		粘性土	1
		風化，亀裂が発達していない岩である	0
⑤表土の厚さ	表土の厚さ	0.5m以上	3
		0.5m未満	0
⑥湧水	湧水	有	4(2)
		無	0
⑦落石・崩壊頻度	崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5
		古い崩壊地がある	3
		崩壊地は認められない	0

※(　)内の数値は中央防災会議(2006)で使用された値

耐震ランク	基準要素点
a	24点以上
b	14～23点
c	13点以下

・箇所毎に点数を合計し基準要素点を算定
・基準要素点によって耐震ランクを設定

表Ⅱ-3-24　危険度ランク判定テーブル(広島県，2007)

震度＼耐震ランク	a	b	c
6強以上	A	A	B(A)
6弱	A	B(A)	B
5強	B(A)	B	C
5弱	B	C	C
4	C	C	C

(注1)　()　内は中央防災会議(2006)で使用された値

A：発生する可能性が高い

B：発生する可能性がある

C：発生する可能性は低い

(2)日本道路協会 道路震災対策委員会(1986)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，群馬県(12)，新潟県(98)，愛媛県(02)

日本道路協会 道路震災対策委員会(1986)による法面・斜面耐震判定方法をもとに，各自治体の斜面の特徴を考慮した急傾斜地崩壊危険箇所の地震時崩壊危険度評価を行っている．

下表に示す７項目について採点基準を定め，合計点数と想定震度の関係から崩壊危険度を判定している．

表Ⅱ-3-25　斜面崩壊危険度判定基準（１）

項　目	小項目名	点数	備考
斜　面　高	50m以上	10	
	30～50m	8	
	10～30m	7	
	10m未満	3	
斜面勾配	60°以上	7	
	45°～60°	4	
	45°未満	1	
ｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ遷急線縦断形状	オーバーハングあり 遷急線が非常に明瞭	7	斜面形状の要素としてオーバーハング以外に遷急線，斜面縦断形状を考慮
	遷急線が明瞭 凸型斜面	4	
	遷急線は不明瞭 直線型，凹型斜面	0	
地表の状態	亀裂が発達，開口しており， 転石・浮石が点在する	10	
	風化，亀裂が発達した岩である	6	
	礫混じり砂，砂質土	5	
	粘性土	1	
	風化，亀裂が発達していない岩	0	
表土の厚さ	0.5m以上	3	
	0.5m未満	0	
湧　水	有	2	常時見られる湧水を指す
	無	1	
崩壊履歴	当該斜面に新しい崩壊地あり	5	落石，崩壊頻度の代わりに履歴を採用
	当該斜面に古い崩壊地あり	3	
	崩壊地は認められない	0	
第一次判定ランク			
合計点数		24以上	a
		14～23	b
		13以下	c

表Ⅱ-3-26　斜面崩壊危険度判定基準（２）

二次判定	一次判定ランク		
	a	b	c
対策工なし，未完成	a’	b’	c’
対策工既成	c’	c’	c’

表Ⅱ-3-27　地震時の斜面崩壊危険度判定ランク

第二次判定ランク	震度階級				
	～4	5弱	5強	6弱	6強～
a’	C	B	A		
b’	C		B	A	
c’	C			B	

A：危険度が高い，B：危険度がやや高い，C：危険度は低い

なお，新潟県(1998)では，土石流危険渓流，地すべり危険箇所，雪崩危険箇所についても危険度評価を行っている．これらは，通常時の危険度判定結果（A，B，C あるいは a1，b1，c1）を表Ⅱ-3-27の第二次判定ランク（a＇，b＇，c＇）にそれぞれあてはめて危険度判定を行っている．

群馬県(2012)では，林野庁(2006)を用いて山腹崩壊危険地区の評価と合わせて行っている。

表Ⅱ-3-28　検討した急傾斜地の数量一覧表(林野庁，2006)

		全箇所数	検討箇所数	備考
急傾斜地崩壊危険箇所 （上の方が危険度が高い）	ランク１		389	表 7.3-1 より 24 点以上
	ランク２		2，854	表 7.3-1 より 14～23 点
	ランク３		945	表 7.3-1 より 13 点以下
	小計	4，188	4，188	
山腹崩壊危険地区 （上の方が危険度が高い）	ランク a	250	250	林野庁(2006)によりランク分け済み
	ランク b	510	510	
	ランク c	893	893	
	ランク無	98	0	
	小計	1，751	1，653	
合　計		5，939	5，841	

注：検討箇所は、診断書（カルテ）のある地点について実施した。

林野庁(2006)：別記１　山腹崩壊危険地区調査実施要領，　山地災害危険地区調査要領，平成 18 年 7 月

表Ⅱ-3-29 地震時における斜面被害の相対的な危険度ランク

(日本道路協会道路震災対策委員会，1986)

斜面の危険度ランク ＼ 計測震度	斜面の危険度ランク		
	3 または c	2 または b	1 または a
6.0 以上	A	A	A
5.5 以上～6.0 未満	B	A	A
5.0 以上～5.5 未満	C	B	A
4.5 以上～5.0 未満	C	C	B
4.5 未満	C	C	C

＜（相対的な）地震時危険度ランクA，B，C＞の説明

・ランクA：斜面被害の危険性が高い

・ランクB：斜面被害の危険性がある

・ランクC：斜面被害の危険性が低い

＜その他＞

・対策工が既成の場合は、地震時危険度ランクをCとする。

（３）山梨県(2005)の手法

○採用自治体：山梨県(05)

斜面勾配と過去の崩壊についての点数設定が，日本道路協会 道路震災対策委員会(1986)と一部異なる．震度による判定ランクの振り分けは，宮城県(1997)の手法（表Ⅱ-3-6）を用いている．

表Ⅱ-3-30　斜面崩壊危険度判定基準(山梨県，2005)

項目	小項目名	点数	項目	小項目名	点数
斜面高	50m以上	10	斜面の地盤	亀裂が発達，開口しており，転石・浮石が点在する	10
	30～50m	8		風化，亀裂が発達した岩	6
	10～30m	7		礫混じり土・砂質土	5
	10m未満	3		粘質土	1
斜面勾配	$\theta \geqq 59°$	7		風化・亀裂の発達していない岩	0
	$59° > \theta \geqq 45°$	4	表土の厚さ	0.5m以上	3
	$45° > \theta$	1		0.5m未満	0
ｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	有　自然斜面	7	湧水	有	2
	有　人工斜面	4		無	0
	無	0	過去の崩壊	有	4
				無	0

（４）長野県(2002)の手法

○採用自治体：長野県(02)

過去の地震では斜面の対策工が実施されている箇所では崩壊が発生しないケースが多いことから，対策工の有無別に下表のような地震時の崩壊危険度基準を設定し，個々の斜面の崩壊危険度を判定している．

さらに，地域の危険性を表すため500mメッシュ単位での危険度も求めている．個々の斜面の危険度ランクに点数を設定し（a:2点,b:1点,c:0点），500mメッシュ単位での合計点数により地域の危険度を３ランクに区分している（A:危険度高い，B:危険度がやや高い，C:危険度は低い）．

表Ⅱ-3-31　地震時における斜面崩壊の危険度判定表(長野県,2002)

対策工	震度階級				
	～４	５弱	５強	６弱	６強
対策工なし，未完成	c	c	b	a	a
対策工既成	c	c	c	b	b

（５）千葉県(2008)の手法

○採用自治体：千葉県(08)，東京都(12)

地震時の崖崩れ等の被災危険性を，降雨による危険度判定結果（従来の評価）に地震動による影響を加えて評価している．

表Ⅱ-3-32　急傾斜地の危険性評価(千葉県，2008)

斜面の危険度ランク / 計測震度	斜面の危険度ランク		
	3＝（C）	2＝（B）	1＝（A）
6.0以上	A	A	A
5.5以上6.0未満	B	A	A
5.0以上5.5未満	C	B	A
4.5以上5.0未満	C	C	B
4.5未満	C	C	C

＜地震時ランクA，B，C＞の説明
- ランクA：危険性が高い
- ランクB：危険性がある
- ランクC：危険性が低い

＜その他＞
- 対策工が既成の場合は，地震時ランクCとする．

○東京都(12)では…

各急傾斜地崩壊危険箇所・山腹崩壊危険地区の位置に各地震の震度分布を当てはめて、震度に応じた急傾斜地等地震危険度判定ランク（下表）に基づき、地震時の相対的な危険度ランクを求めた。次ページより、基になった急傾斜危険地の降雨の斜面危険度ランクと、4 つの地震ごとに算定した地震時の斜面危険度ランクを示している。

表Ⅱ-3-33 急傾斜地の危険性評価(東京都，2012)

図表　急傾斜地等地震危険度判定ランク

斜面の危険度ランク / 震度	斜面の危険度ランク（降雨危険度）		
	3＝(C)	2＝(B)	1＝(A)
6強以上	A	A	A
6弱	B	A	A
5強	C	B	A
5弱	C	C	B
4	C	C	C

＜地震時ランクA,B,C＞の説明
- ランクA：危険性が高い
- ランクB：危険性がある
- ランクC：危険性が低い

＜その他＞
- 急傾斜地崩壊防止施設施工済みの地区は、地震時ランクCとする。

(6)埼玉県(1992)の手法

○採用自治体：青森県(97)

急傾斜地崩壊危険箇所および地すべり危険箇所などの斜面を対象とし，現況調査の危険度ランクに基づいた評価を行っている．

表Ⅱ-3-34　斜面の被害危険度ランク(埼玉県(1992)より作成)

現況調査の危険度ランク	震　度				
	～4	5弱	5強	6弱	6強～
A	3	2	1		
B	3		2	1	
C	3			2	1

1：被害危険度高い　　2：被害危険度やや高い　　3：被害危険度低い

○青森県(97)では…

土石流危険度箇所についても，同様に以下の基準に基づいて判定を行っている．

表Ⅱ-3-35　土石流危険箇所の被害危険度ランク(青森県,1996)

現況調査の危険度ランク	震　度				
	～4	5弱	5強	6弱	6強～
A	3	2	1		
B	4	3	2	1	
C	4		3	2	1
D	4			3	2

1：被害を受ける可能性大　　2：可能性やや大　　3：可能性中　　4：可能性小

(7)神奈川県(2009)の手法

○採用自治体：神奈川県(09),島根県(12)

1978年宮城県沖地震の被害データを用いて設定された斜面の危険度ランクのデータと震度を用いて,以下の表の基準で斜面の地震時の危険度ランクを判定している．

表Ⅱ-3-36　急傾斜地の震度による危険度ランク判定基準(神奈川県，2009)

震度	斜面の危険度ランク		
	a	b	c
震度6強以上	A	A	A
震度6弱	A	A	B
震度5強	A	B	C
震度5弱	B	C	C
震度4以下	C	C	C

ランクA：危険性が相対的に高い
ランクB：危険性が平均的であると考えられる
ランクC：危険性が相対的に低い
斜面対策工が概成している場合は,ランクCとする

（８）大阪府(2007)の手法

○採用自治体：大阪府(07)

地震時の斜面災害危険箇所となる場所とその影響量を，土砂災害危険箇所分布(大阪府都市整備部調査)をもとに推計している．

（９）福岡県(2012)の手法

○採用自治体：福岡県(12)

急傾斜地崩壊危険箇所について，個々の斜面における地形や地被の状況（地震動に対し斜面のもつ崩壊の素因的条件）と，当該斜面の存在するメッシュにおける地表面加速度の大きさから斜面の崩壊危険度を予測している．なお，地表面加速度による重みづけは，損害保険料率算定会(1994)による，地表面最大加速度と崩壊率との関係を用いて配点を設定している．

表Ⅱ-3-37　地表最大加速度の地震崩壊に対する配点(福岡県,2012)

地表最大加速度	配点
1,000gal以上	5
900～1,000gal未満	4
800～900gal未満	3
700～800gal未満	2
550～700gal未満	1
450～550gal未満	-1
350～450gal未満	-2
250～350gal未満	-3
100～250gal未満	-4
0～100gal未満	-5

表Ⅱ-3-38　斜面崩壊危険度の配転表（斜面の形状及び地被状況に関する項目）（福岡県, 2012）

<table>
<tr><th>要因</th><th>分　類</th><th>配点</th><th colspan="2">備　考</th></tr>
<tr><td rowspan="7">斜面勾配</td><td>61～90°</td><td>5</td><td rowspan="7">勾配が急になるほど、斜面崩壊の危険性は高くなると考えられ、一般に斜面勾配が30°以上の斜面で崩壊の危険性が高い。</td><td rowspan="7"></td></tr>
<tr><td>51～60°</td><td>3</td></tr>
<tr><td>41～50°</td><td>2</td></tr>
<tr><td>31～40°</td><td>1</td></tr>
<tr><td>21～30°</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>11～20°</td><td>-3</td></tr>
<tr><td>0～10°</td><td>-5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">斜面形状</td><td>上昇型</td><td>2</td><td rowspan="3">斜面の縦断形状により分類を行っており、一般には上昇型（縦断形状が凸型）の斜面が崩壊危険性が高い。</td><td rowspan="3">斜面の縦断形状による分類
 
上昇型　平衡型　下降型</td></tr>
<tr><td>平衡型</td><td>-2</td></tr>
<tr><td>下降型</td><td>-3</td></tr>
<tr><td rowspan="3">植生</td><td>裸　地</td><td>3</td><td rowspan="3">斜面表層の地被がない裸地では、崩壊の危険性が高い。</td><td rowspan="3">一般的に杉などの針葉樹は、広葉樹に比べると成長が早く、山地や斜面の保水効果に寄与することが多い。また、広葉樹は温帯から熱帯に多く、一方、杉などの針葉樹は、地すべりの多い東北地方など温帯北部から冷帯に分布し、効果が確かめられている。</td></tr>
<tr><td>広葉樹</td><td>1</td></tr>
<tr><td>針葉樹</td><td>-1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">遷急線</td><td>有</td><td>2</td><td rowspan="2">遷急線が明瞭な斜面では、遷急線付近から崩壊を生じる危険性が高い。</td><td rowspan="2"> 
←遷急点(線)
←遷緩点(線)
斜面途中で、それより下方で著しく勾配が急になる点を遷急点と呼び、横方向に遷急点が連続してできる線を遷移線と呼ぶ。
(遷緩点は、急にゆるくなる点)</td></tr>
<tr><td>無</td><td>-2</td></tr>
</table>

表Ⅱ-3-39　危険度ランクの設定と崩壊発生率(福岡県, 2012)

危険度ランク	配　点	危険度	3地震での平均発生率
A	－1～	高い	77%
B	－2～－6	やや高い	48%
C	～－7	低い	22%

３－２．宅地造成地の被災危険度

宮城県沖地震(1978)において仙台市の宅地造成地に大規模な被害が発生し，造成地の地震被害への関心が高まった．兵庫県南部地震(1995)でも，神戸市灘区から兵庫区の六甲山麓の宅地造成地で被害が発生している．被害としては，造成地の盛土部分や盛土と切土の境界で発生しやすく，旧地形の傾斜が大きいほど被害が大きいといわれている．

以下に，各自治体で採用されている次の手法（被害判定基準）の概略をまとめる．

（１）宮城県(2004)の手法

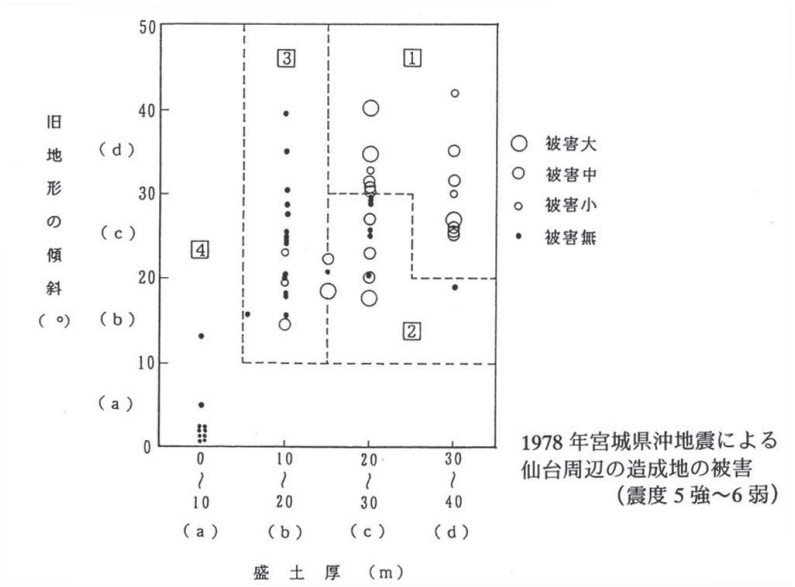
（２）青森県(1997)の手法

いずれの自治体も，宮城県沖地震(1978)時の造成地被害を分析し，旧地形の傾斜度，盛土厚，震度によって被害ランクを予測する手法を採用している．

(１)宮城県(2004)の手法

○採用自治体：宮城県(04)

面積10ha以上の大規模宅地造成地を想定対象とし，旧地形の傾斜度，盛土厚，震度により被害を予測している．



図Ⅱ-3-1　旧地形の傾斜，盛土厚と家屋の被害率の関係(宮城県, 2004)

表Ⅱ-3-40　造成地被害の判定基準(宮城県(2004)より作成)

分類	震度				
	～４弱	４強～５弱	５強	６弱	６強～７
1	C	B	A		
2	C		B	A	
3	C			B	A
4	C				B

(注1) □内の数字は図Ⅱ-3-1と対応．

表Ⅱ-3-41　被害のおよその内容(宮城県, 2004)

判定	家屋	地下埋設物	地　盤
A	倒壊する家屋あり	被害あり	崩壊，亀裂などがみられる
B	倒壊する家屋のでる可能性あり	被害の可能性あり	小亀裂，小崩壊などの可能性あり
C	被害の可能性小	被害の可能性小	被害の可能性小

（2）青森県(1997)の手法

○採用自治体：青森県(97)

1991年から1994年に開発された面積１ha以上の宅地造成地を想定対象とし，旧地形の傾斜度，盛土厚，震度により被害を予測している．

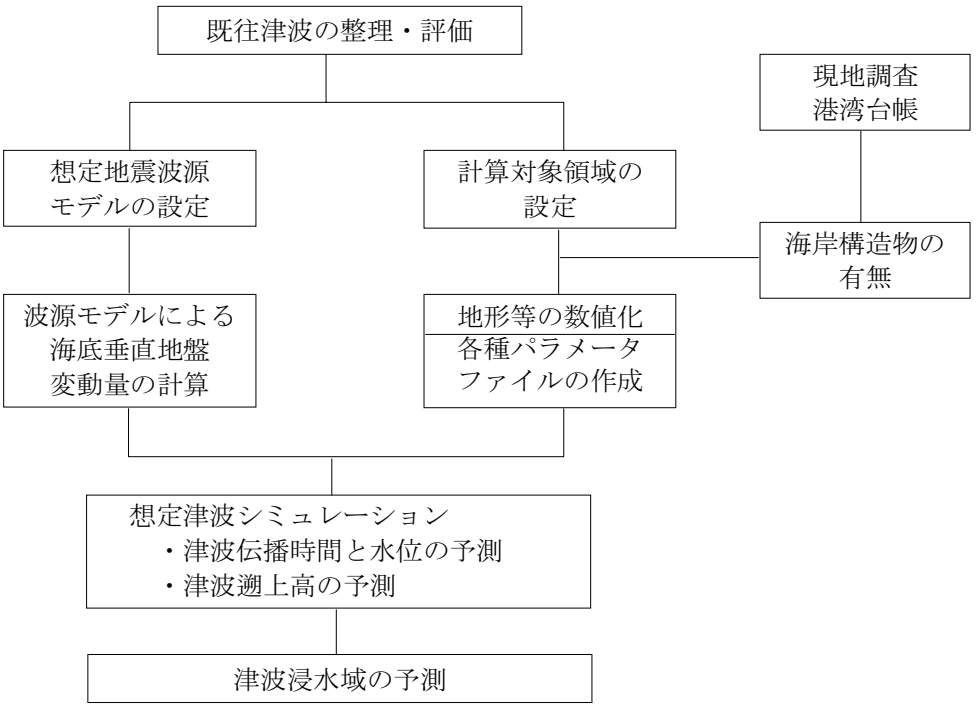
表Ⅱ-3-42　造成地の被害予測判定基準(青森県, 1997)

旧地形の傾斜度（　°）	盛土厚（m）	判　定 震　度		
		～4	5(弱・強)	6（弱）以上
15°未満	0～3以下	無	無	小
	3～11以下	無	小	中
	11～16以下	小	中	大
	16～	中	大	大
15°以上	0	無	無	小
	0～2以下	無	小	中
	2～10以下	小	中	大
	10～	中	大	大

被害程度	家屋	地下埋設物	地盤
大	倒壊する家屋あり	被害あり	崩壊、亀裂などがみられる
中	倒壊する家屋のでる可能性あり	被害の可能性あり	小亀裂、小崩壊などの可能性あり
小	被害の可能性小	場所により被害の可能性あり	場所により小崩壊などの可能性あり
無	被害無	なし	なし

4．津波の予測

津波の予測は，概ね下図のフローに沿った形で行われている．



図Ⅱ-4-1　津波予測計算の流れ

津波数値シミュレーションは，大きく長波理論と分散波理論の2種類に分けられるが，現在，自治体においては基礎方程式として非線形あるいは線形長波理論を用いるところがほとんどである．また，津波浸水想定の設定の手引き（ver.2.0，2012.10，国土交通省水管理・国土保全局海岸室・国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室）が発表され，長波理論による予測がより主流となる傾向にある．

以前は，過去に大きな津波被害を受けた履歴の少ない自治体では，特定の波源域を設定した津波数値シミュレーションは行なわず，過去の津波事例等から津波最大遡上高を設定し，海岸の地形や標高などから浸水危険区域の概略的予測を行うという比較的簡易な方法を採用しているものが多かった．津波・高潮ハザードマップマニュアル(内閣府(2004))，津波浸水想定の設定の手引き等の整備により，多くの自治体で津波数値シミュレーションが行われるようになっている．

河川遡上時の波状段波（波長の長い津波先端部が短周期の複数の波に分裂（ソリトン分裂)しながら段波形状を呈し遡上していく）を考慮した手法として，非線形分散長波式を基本方程式とする手法もある．これには詳細な河川地形を取り入れたモデルを用いた細かい計算時間間隔での解析が必要となる．手法の検討過程では本手法を用いることを検討した自治体もあるが，実際の被害想定で採用している例はまだない．

なお，東北地方太平洋沖地震以降、全体の被害予測に先立って津波の被害予測のみを実施した都道府県も多い．そのため，本節の採用自治体欄に掲載されている都道府県名と年次の表記は，他の章・節と必ずしも一致しない．

４－１．伝播計算・遡上計算

（１）基礎方程式として長波理論を用いる手法

○採用自治体[1]：北海道(12)，青森県(12)，岩手県(11)，秋田県(13)，福島県(07)，茨城県(12)，千葉県(11)，東京都(12)，神奈川県(12)，新潟県(98)，富山県(12)，石川県(12)，福井県(12)，静岡県(13)，三重県(12)，大阪府(07)，兵庫県(06)，鳥取県(11)，島根県(12)，岡山県(13)，広島県(13)，徳島県(13)，福岡県(12)，佐賀県(10)，長崎県(12)，大分県(13)，宮崎県(13)，沖縄県(13)，横浜市(12)， 新潟市(07)

○中央防災会議（東南海・南海地震等に関する専門調査会・東南海・南海地震・南海トラフ巨大地震モデル検討会等）も採用

津波の予測では，長波理論に基づく方程式を差分スキームにより展開し，数値的な計算を行っている． 津波は水深に比べて波長が長いことから，長波理論によって表される．この時，津波の伝播速度C_g(m/s)は，

$$C_g = \sqrt{g \times h}$$

ただし， g ：重力加速度(m/s^2)

h ：水深(m)

で表される．

浅海域の長波を扱う浅水理論は，波高Hと波長Lの比H/L，および水深hと波長Lの比h/Lがいずれも小さいものとして導かれる．この近似では，圧力は静水圧分布となり，水平流速(u,v)は鉛直方向に一様な分布となる．

津波数値シミュレーションの基礎方程式としては，非線形長波理論式が用いられる傾向にある．

〔運動方程式〕

$$\frac{\partial M}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{M^2}{D}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{MN}{D}\right)+gD\frac{\partial \eta}{\partial x}+\frac{gn^2M\sqrt{M^2+N^2}}{D^{7/3}}=0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{MN}{D}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{N^2}{D}\right)+gD\frac{\partial \eta}{\partial y}+\frac{gn^2N\sqrt{M^2+N^2}}{D^{7/3}}=0 \qquad (2)$$

〔連続の式〕

$$\frac{\partial \eta}{\partial t}+\frac{\partial M}{\partial x}+\frac{\partial N}{\partial y}=\frac{\partial \xi}{\partial t} \qquad (3)$$

η：水位

M、N：x、y方向の流量

ξ:海底鉛直変位分

D：全水深（＝水深＋水位）

n ：マニングの粗度係数

（出典：佐賀県地震･津波等減災対策調査委託(2010)　p12）

---

[1] 宮崎県(13)手法について明確な記載はなかったが「津波防災地域づくりに関する法律」に基づき作成されている．この場合，津波浸水想定の設定の手引きを活用している場合がほとんどであるとので，ここに分類した．福井県(12)は，詳細について不明であるものの，「土木学会２００２（「原子力発電所の津波評価技術」(2002)のこと）」をもとにしたとの記載があり，この場合，長波理論（線形長波理論・非線形長波理論）と場合によって分散派理論を追加する手法であるため，ここに分類．静岡県は一次報告（ハザードまで）を公表しているので，この節だけに記載．和歌山県，香川県，高知県は南海トラフ巨大地震モデル検討委員会を参考にしている可能性がかなり高い．ただし，そのことを明記しておらず非掲載．山形県，山口県，熊本県が手法不明のため非掲載．

これらの式の表記方法は様々であるが，ここでは，佐賀県(2010)のものに依った．

マニングの粗度係数nは，

$$n=\sqrt{\frac{fD^{1/3}}{g}}$$

で定められる．具体的には，粗度係数としては，以下の2種類を採用している自治体が多い．

表Ⅱ-4－1　津波・高潮ハザードマップマニュアル(内閣府(2004))準拠の粗度係数(石川県(2012))

分類	粗度係数
建物用地	0.060
工業地等	0.040
森林林地	0.030
田畑	0.020
海域水域	0.025

表Ⅱ-4－2　小谷ら(1998)の粗度係数(千葉県(2011))

分類	粗度係数
水深 150m以深の海底	0.025
水深 150m以浅の海底	0.030
海域水域	0.025
水田	0.020
その他の農園地	0.020
森林	0.030
工場	0.040
建物用用地（住宅地：低密度）	0.040
建物用用地（住宅地：高密度）	0.080
その他（空地・緑地）	0.025

また，基本的には非線形長波理論式で計算するが，最外洋域では線形長波理論式を採用している自治体もある（例えば，北海道(12)，神奈川県(12)）．

これらの基礎方程式を差分化することにより数値的な処理を行う．差分化手法としては，Leap-frog法(後藤・小川,1982)が多く用いられる（例えば，北海道(12)，神奈川県(12)）．

これは，水位η，流量M，Nの計算点を空間的に1/2格子，時間的に1/2時間ステップずらして配置する．以下では，(x,y,t)に対応する離散化量を表す添字として(i,j,k)を使用する．

連続の式の中央差分を考える．

$$\frac{\partial \eta}{\partial t}=\frac{1}{\Delta t}\left[\eta_{i,j}^{k+1}-\eta_{i,j}^{k}\right]$$

$$\frac{\partial M}{\partial x}=\frac{1}{\Delta x}\left[M_{i+1/2,j}^{k+1/2}-M_{i-1/2,j}^{k+1/2}\right]$$

$$\frac{\partial N}{\partial y}=\frac{1}{\Delta y}\left[N_{i,j+1/2}^{k+1/2}-N_{i,j-1/2}^{k+1/2}\right]$$

以上から，

$$\eta_{i,j}^{k+1} = \eta_{i,j}^{k} - \frac{\Delta t}{\Delta x}\left[M_{i+1/2,j}^{k+1/2} - M_{i-1/2,j}^{k+1/2}\right] - \frac{\Delta t}{\Delta y}\left[N_{i,j+1/2}^{k+1/2} - N_{i,j-1/2}^{k+1/2}\right]$$

x 方向の運動方程式のうち，局所項（左辺第 1 項）と重力項（左辺第 4 項）について，点 $(i+1/2, j, k)$ を中心に考えて，線流量 M は，

$$M_{i+1/2,j}^{k+1/2} = M_{i+1/2,j}^{k-1/2} - gD_{i+1/2,j}^{k}\frac{\Delta t}{\Delta x}\left[\eta_{i+1,j}^{k} - \eta_{i,j}^{k}\right]$$

全水深 D は，

$$D_{i+1/2,j}^{k} = h_{i+1/2,j} + \eta_{i+1/2,j}^{k} = h_{i+1/2,j} + \frac{1}{2}\left[\eta_{i+1,j}^{k} + \eta_{i,j}^{k}\right]$$

となる．

同様に y 方向は，以下のように差分化される．

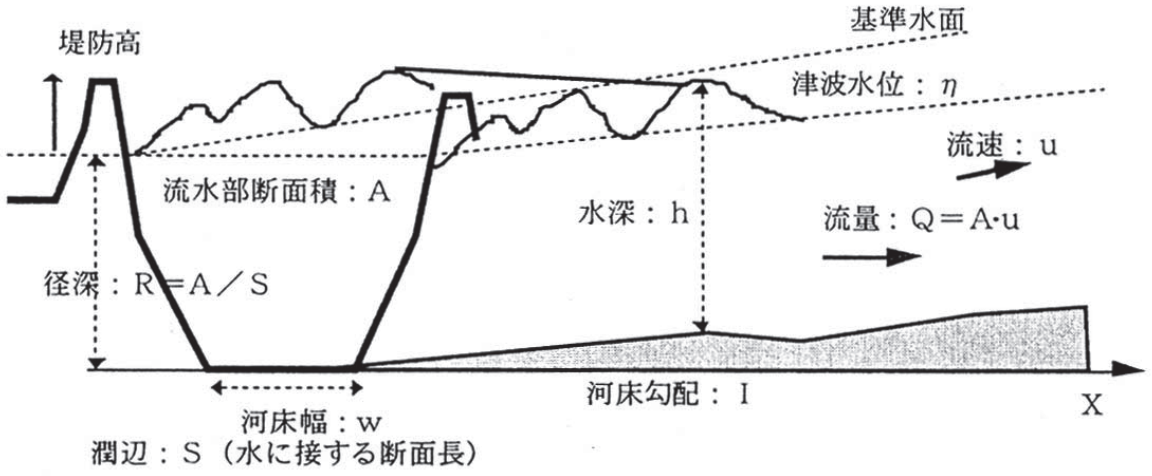
$$N_{i,j+1/2}^{k+1/2} = N_{i,j+1/2}^{k-1/2} - gD_{i,j+1/2}^{k}\frac{\Delta t}{\Delta y}\left[\eta_{i,j+1}^{k} - \eta_{i,j}^{k}\right]$$

$$D_{i,j+1/2}^{k} = h_{i,j+1/2} + \eta_{i,j+1/2}^{k} = h_{i,j+1/2} + \frac{1}{2}\left[\eta_{i,j+1}^{k} + \eta_{i,j}^{k}\right]$$

（２）名古屋市(1999)の手法

○採用自治体：名古屋市(99)

河川上流からの河川流および河口での水位変動（潮汐・津波・高潮）に依存する河川流動過程は，その主流方向の流動が卓越することから，自由水面を有し河川幅や水深が変化する河川での非定常流を考慮した１次元開水路モデルを適用している．



図Ⅱ-4-2　河川遡上モデルと記号の説明(名古屋市, 1999)

○運動方程式：河川流量や流速の変化を計算する式

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{Q^2}{A}+g\cdot A\cdot h\right]=-g\cdot A\cdot\left[I+\frac{n^2\cdot|Q|\cdot Q}{A^2\cdot R^{4/3}}\right]$$

○連続方程式：河川水位や断面積の変化を求める式

$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=0$$

ただし，t　：時間

x　：河川遡上方向の座標軸

$Q(=A\cdot u)$：流量

A　：河川断面積

u　：流速

g　：重力加速度

h　：実水深

I　：河床勾配

n　：河床の摩擦粗度係数

R　：径深(河川断面積A/潤辺S)

S　：潤辺(水に接する辺長)

第Ⅲ章　被害予測手法の整理

１．建物被害の予測

２．地震火災による建物被害の予測

３．人的被害の予測

４．ライフライン被害の予測

５．交通・輸送施設被害の予測

６．土木構造物被害の予測

７．その他の被害予測項目

１．建物被害の予測

地震による建物被害にはさまざまな形態があるが，本節では，ゆれによる被害（木造，非木造），液状化による被害，地盤崩壊による被害，津波による被害について被害予測手法を整理する．なお，地震火災による建物被害については「２．地震火災による建物被害の予測」で整理する．

建物被害の予測の際には，同じ建物に対し被害要因が重複することがある．被害棟数のダブルカウントを避けるために，いくつかの方法が各自治体でとられている．ゆれによる被害と液状化による被害のダブルカウント除去方法については本章1－2「液状化による被害」の後でまとめているが，中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）では「液状化→地震動→急傾斜地崩壊→火災焼失」の順番で被害の要因を割り当てており，この手法を採用する自治体も多くなっている．

ゆれによる建物被害の予測としては，建物の応答解析に基づき被害予測を行う手法（以下「応答解析に基づく手法」）と，過去の地震被害に基づき被害予測を行う手法（以下「被害率曲線を用いる手法」）の２つに大別できる．最近は，被害率曲線を用いる手法を採用する自治体が増加傾向にあるが，その理由としては，適用の簡便性の他に，兵庫県南部地震(1995)で強震動地域の被害データが数多く収集されたこと，それ以降の地震動観測網の整備により大きな地震動の観測記録とその地域の被害データが充実したことなどが考えられる．

応答解析に基づく手法では，建物に作用する地震力と建物耐力（の分布）を比較し被害を予測している．建物耐力は，固有周期や構造耐震指標などの建物振動特性によりモデル化されている．自治体の中には，建物の地域特性を建物耐力に反映させたり，積雪時の荷重増加を作用する地震力に反映させたり，独自の工夫を加えて被害を予測しているところもある．

被害率曲線を用いる手法では，過去の地震被害から建物構造や建築年代別などの切り口で作成した地震動強さと被害率との関係式やテーブル（以下「被害率曲線」）を用いて被害予測を行っている．被害率曲線は，被害地震での地震動強さと建物被害率のデータを分布に当てはめる方法で作成されたものが多い．各自治体においては，そのような方法で作成された既往の被害率曲線をそのまま適用している場合も多いが，近年の被害地震のデータを追加し，独自に再作成している自治体もある．また，最近では，建物の地域特性や想定地震の地震動特性を被害想定に反映するため，応答解析に基づく考え方を加味して被害率曲線を作成している自治体もみられる．

液状化による建物被害の予測は，新潟地震(1964)，日本海中部地震(1983)での液状化による建物被害状況から被害率を設定する手法が多くの自治体で採用されている．また東北地方太平洋沖地震(2011)での被害状況から補正を加えている自治体もある．

表Ⅲ-1-1にゆれ・液状化による建物被害の代表的な予測手法を示す．

津波による建物被害の予測手法は，これまで首藤の手法を用いる自治体がほとんどであった．しかし東北地方太平洋沖地震(2011)では甚大な津波被害が発生したことから，その被害状況を加味した予測手法がみられ，今後採用自治体数は増加していくと考えられる．

なお，建物の被害予測で問題になる点の一つに，被害程度の判定がある．各自治体により「全壊・半壊」や「大破・中破」などの指標が採用されているが，同じ指標であっても自治体により被害内容の定義が異なる場合がある点に注意が必要である．

また，最近では，生活再建支援法の改正により，災害救助を目的とした被害認定統一基準（内閣府政策統括官(防災担当)通知，平成13年6月28日）の「半壊」の中に，「大規模半壊(注)」という新たな被害区分（内閣府政策製作統括管(防災担当)通知，平成16年4月1日）が設定されている．本資料の調査対象とした被害想定資料では，まだ大規模半壊を区別して被害を予測しているものは少ないが，今後は予測する自治体も出てくると考えられる．

（注）被災者生活再建支援法の中で，「大規模半壊世帯」は「居住する住宅が半壊し，構造耐力上主要な部分の補修を含む大規模な補修を行わなければ当該住宅に居住することが困難であると認められる世帯」と定義されている（施行令第２条第３号）．

表Ⅲ-1-1　主なゆれ・液状化による建物被害の予測手法

	構　造	手法分類	主な予測手法	採用自治体数
ゆれ	木　造	応答解析に基づく手法	□東京都防災会議(1985, 1991)・神奈川県(1993)の手法	9
		被害率曲線を用いる手法	□Miyakoshi et al.(1997)の手法 □村尾・山崎(2000, 2002)の手法 □中央防災会議東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)・中央防災会議東南海, 南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・東京都(2006)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議東南海, 南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)・中央防災会議南海トラフの巨大地震モデル検討会等（2013）の手法 □仙台市(2002)の手法 □大阪府(2007) の手法	7 4 17 2 2
	非木造	応答解析に基づく手法	【ＲＣ造】 □東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)の手法 □仙台市(2002)の手法 【Ｓ造】 □東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)の手法	 7 2 7
		被害率曲線を用いる手法	【ＲＣ造】 □Miyakoshi et al.(1997)の手法 □村尾・山崎(2000, 2002) の手法 □大阪府(2007) 【Ｓ造】 □Miyakoshi et al.(1997)の手法 □村尾・山崎(2000, 2002)の手法 □大阪府(2007) 【非木造】 □東京都(2006)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 東南海, 南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法	 7 4 2 7 4 2 15
液状化	木　造	過去の被害結果	□望月・荏本(1989)の手法	11

		を用いる手法	□東京都(1997)の手法 □谷口・飯田(1986)の手法 □静岡県(2001)・中央防災会議「東南海,南海地震等に関する専門調査会（東南海・南海地震に係る被害想定）」(2003)・「首都直下地震対策専門調査会」(2005)・中央防災会議(2008)「東南海,南海地震等に関する専門調査会（中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定）」の手法 □大阪府(1997),静岡県(2001),愛知県(2003)の手法 □大阪府(1997)の手法 □愛知県(2003)の手法 □東京都(2012)の手法 □損害保険料率算出機構（2006）の手法 □中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法	3 1 14 3 2 3 5 3
	非木造	過去の被害結果を用いる手法	【RC造】 □望月・荏本(1989)の手法 □東京都(1997)の手法 □名古屋市(1999)の手法 【S造】 □望月・荏本(1989)の手法 □東京都(1997)の手法 【非木造】 □静岡県(2001)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法 □大阪府(1997)の手法 □愛知県(2003)の手法 □東京都(2012)の手法 □損害保険料率算出機構（2006）の手法 □中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）	 12 3 2 12 3 13 3 3 3 5 3

(注1) 手法が不明の自治体は除外し，一自治体で複数の手法を採用している場合はそれぞれ採用自治体数に加えた
(注2) 自治体独自に手法に変更を加えている場合も，考え方の基本とした手法で分類した

１－１．ゆれによる建物被害（木造）

ゆれによる木造建物の被害予測手法としては，応答解析に基づく手法と被害率曲線を用いる手法の２つに大別できる．過去の地震におけるデータの蓄積から，被害率曲線を用いる手法を採用する自治体が増加している．

応答解析に基づく手法では，ほぼ全ての自治体で東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)に基づく手法を採用している．被害率曲線を用いる手法は，中央防災会議の手法を採用する自治体が多い．その他，兵庫県南部地震(1995)の被害データに基づく被害率曲線（例えば，Miyakoshi et al.(1997)，山口・山崎(2000)，村尾・山崎(2000,2002)など）をそのまま用いている自治体や，被害データや既往の被害率曲線を参考に独自に作成している自治体がある．また近年，被害予測の精度向上のために応答解析に基づく考え方を加味して被害率曲線を作成している自治体が出てきているがまだ少数である（例えば，宮城県・山形県・高知県・仙台市など）．

建築年代区分としては，応答解析に基づく手法の採用自治体では，「1950年以前,1951-60年,1961-70年,1971-80年,1981年以降」の５区分を用いている自治体が多い．被害率曲線を用いる手法の採用自治体では，耐震基準の改正年（1951,1971,1981年）と1960年を区切りとして，３～５区分の建築年代別被害率曲線を用いている自治体が多い．

また，日本海側の豪雪地帯を含む自治体の中には，積雪時に地震が発生した場合の建物被害を予測しているところもある．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）応答解析に基づく手法

①東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)の手法

（２）被害率曲線を用いる手法

①Miyakoshietal.(1997)の手法

②山口・山崎(2000)の手法

③村尾・山崎(2000,2002)の手法

④大阪府(1997)の手法

⑤兵庫県(1998)の手法

⑥中央防災会議東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)・中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・東京都(2006)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008) ・中央防災会議南海トラフの巨大地震モデル検討会等 (2013) の手法

⑦境ら(2002)・堀江ら(2003)の手法

⑧鳥取県(2005)の手法

⑨仙台市(2002)の手法

⑩大阪府(2007)の手法

⑪長谷川・翠川(1998)の手法

（３）積雪を考慮した手法

①福井県(1997)の手法

②中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)の手法

（1）応答解析に基づく手法

① 東京都防災会議(1985, 1991)・神奈川県(1993)の手法

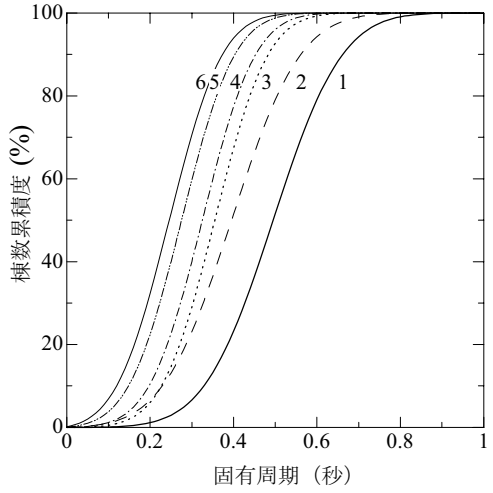
○採用自治体：青森県(97), 新潟県(98), 福井県(97), 長野県(02), 福岡県(12), 宮崎県(07), 京都市(03), 新潟市(07)

応答解析に基づく手法では，建築年代・屋根構造・用途などにより区分した建物グループごとに固有周期を設定し，被害予測を行うことが多い．建物グループの区分と固有周期の設定方法は自治体により異なっている．

a) 建築年代・屋根構造・用途による建物グループ区分

■東京都防災会議(1985)・神奈川県(1993)

東京都防災会議(1985)は，建築年代・屋根構造・用途に注目し，木造建物を５つのグループに分類，それぞれの固有周期分布を設定した．神奈川県(1993)では，東京都防災会議(1985)の建築年代区分に1981年以降の区分（グループ６）を追加している（図Ⅲ-1-1，表Ⅲ-1-2）．



$$y=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-(x-m)^2/2\sigma^2}$$

y :存在確率
x :固有周期(秒)
m :平均
σ :標準偏差

	m	σ
グループ1	0.50	0.13
グループ2	0.40	0.13
グループ3	0.36	0.10
グループ4	0.33	0.10
グループ5	0.28	0.10
グループ6	0.25	0.10

図Ⅲ-1-1　木造建物の固有周期分布(神奈川県, 1993)

表Ⅲ-1-2　神奈川県(1993)における木造建物グループ

分類	非瓦屋根	専住平屋	専住２階 非専住平屋	非専住２階	－
	瓦屋根	－	専住平屋	専住２階 非専住平屋	非専住２階
建築年代別	1950年以前	1	1	1	1
	1951-60年	3	2	2	2
	1961-70年	4	4	4	3
	1971-80年	5	5	5	4
	1981年以降	6	6	6	5

.

■福井県(1997)

福井県(1997)では，兵庫県南部地震(1995)の被害実態を考慮し，神奈川県(1993)による木造建物グループ区分（表Ⅲ-1-2）の一部について調整を加えている．

表Ⅲ-1-3　福井県(1997)における木造建物グループ

分類	非瓦屋根	専住平屋	専住２階 非専住平屋	非専住２階	－
	瓦屋根	－	専住平屋	専住２階 非専住平屋	非専住２階
建築年代別	1950年以前	2	1	1	1
	1951-60年	3	2	1	1
	1961-70年	4	3	2	1
	1971-80年	5	4	3	2
	1981年以降	6	5	4	3

(注1)各グループの固有周期分布は神奈川県(1993)のものを使用している

■青森県(1997)

青森県(1997)では，神奈川県(1993)による木造建物グループ（表Ⅲ-1-2）に３階建てを追加している．

表Ⅲ-1-4　青森県(1997)における木造建物グループ

分類	非瓦屋根	専住１階	専住２階 非専住１階	専住３階 非専住２階	－
	瓦屋根	－	専住１階	専住２階 非専住１階	専住３階 非専住２階
建築年代別	1950年以前	1	1	1	1
	1951-60年	3	2	2	2
	1961-70年	4	4	4	3
	1971-80年	5	5	5	4
	1981年以降	6	6	6	5

(注1)「専住」とは，用途区分の内，「専用，集合，併用の各住宅」を示す

なお，建築年代区分について，建築基準法などの観点から次のようにまとめている．

1950年以前　：　建築基準法以前の建物
1951-60年　：　建築工法などの近代化が進む時期の建物
1961-70年　：　耐震基準が強化される以前の建物
1971-80年　：　十勝沖地震(1968)を契機に耐震基準が強化された建物
1981年以降　：　宮城県沖地震(1978)を契機に耐震基準が強化された以降の建物

固有周期分布については，建物の地域性として以下の点を考慮して設定している．

・木造建物の有効壁率が関東地区より１割多い（窓等の開口部の面積が少ない）

東京都防災会議(1985)による建物の有効壁率と固有周期の関係から，平均で0.012秒だけ固有周期が短くなる（家屋の強度が強くなる）としている

・冬期は，屋根に雪が積もっている

屋根の積雪として，豪雪地帯で30cm，特別豪雪地帯で50cmを設定し，建物重量と建物剛性，固有周期の関係式から積雪時の平均固有周期を設定している

表Ⅲ-1-5　青森県(1997)における木造建物の固有周期分布

グループ	一般的平均周期(s)	積雪時		標準偏差
		豪雪地帯 平均周期(s)	特別豪雪地帯 平均周期(s)	
1	0.50	0.51	0.55	0.13
2	0.40	0.41	0.44	0.13
3	0.36	0.36	0.38	0.10
4	0.33	0.33	0.35	0.10
5	0.28	0.28	0.33	0.10
6	0.25	0.25	0.27	0.10

（注 1）一般的平均周期と標準偏差は神奈川県(1993)と同じ

b) 被害程度の設定

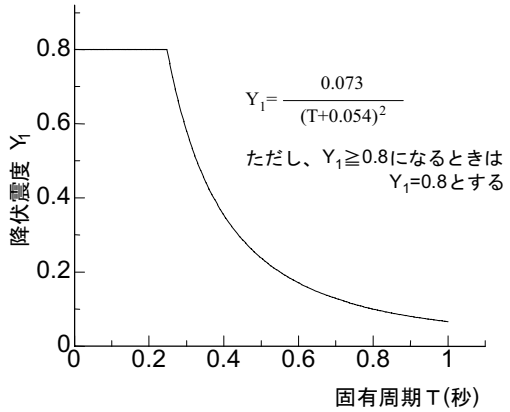
■東京都防災会議(1985)

木造建物の降伏震度Y_1は次式で設定されている．

$$Y_1 = \frac{0.073}{(T+0.054)^2}$$

Y_1：降伏震度，　T：建物の固有周期

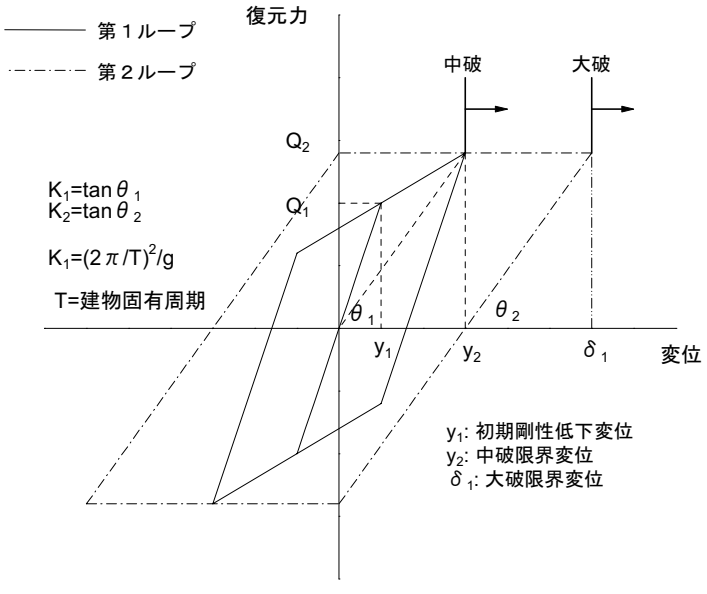
ただし，$Y_1 \geqq 0.8$になるときは$Y_1 = 0.8$とする



図Ⅲ-1-2　木造建物の降伏震度と固有周期の関係(東京都防災会議, 1985)

この式は，関東地震(1923)の被害調査に基づき提案された式である．ただし，Y_1は0.8を超えないものとし，0.8で頭打ちとしている．

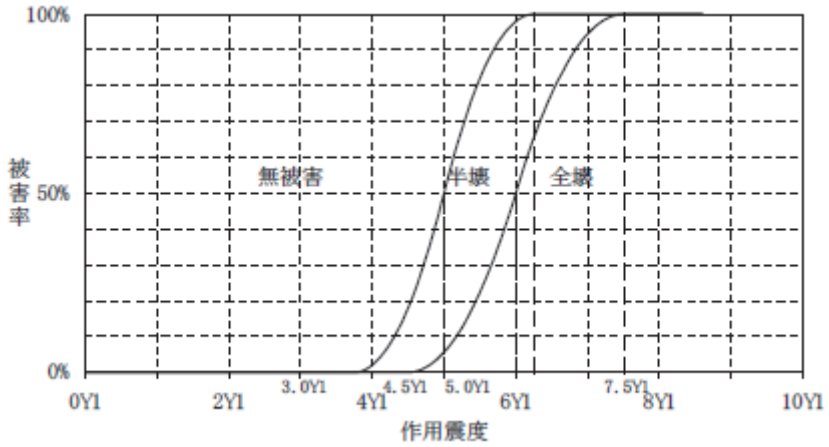
被害程度については，変位と復元力の関係から設定している．１質点系モデルでの重量を単位重量とすると，復元力Q_1は降伏震度Y_1と同一の値をとる．初期剛性低下変位y_1は１質点系モデルでの固有周期T別のバネ定数$K_1(T)$と降伏震度Y_1から，$y_1 = Y_1 / K_1$で定まる．応答が完全塑性に移る限界変位y_2はy_1の３倍とする．応答変位がこの限界値を超えた時点で建物は「中破」程度の被害を受けると考える．また，応答変位がy_1の６倍を超えた場合，その建物は「大破」相当の被害を受けると考える．



図Ⅲ-1-3　木造建物の復元力特性(東京都防災会議, 1985)

○福岡県(12)では…

降伏強度の設定には東京都防災会議(1985)を用いているが，被害の判定基準は，上記で求めたYを降伏ベースシア係数とし，Yを倍増した作用震度との関係から求めている．日向灘の地震（H8）の実データより基準を求めているが，ばらつきが基準値±25%であると仮定し，以下の評価方法を採用している．



図Ⅲ-1-4　木造建物に作用する震度と被害率(福岡県，2012)

■神奈川県(1993)

建物に作用する地震力として，減衰定数５％の加速度応答スペクトルを使用し，被害程度の判定は，建物の応答解析とエネルギー等値理論に基づき，工学的震度 Y_G が降伏震度 Y_1 の何倍になるかによって行う．

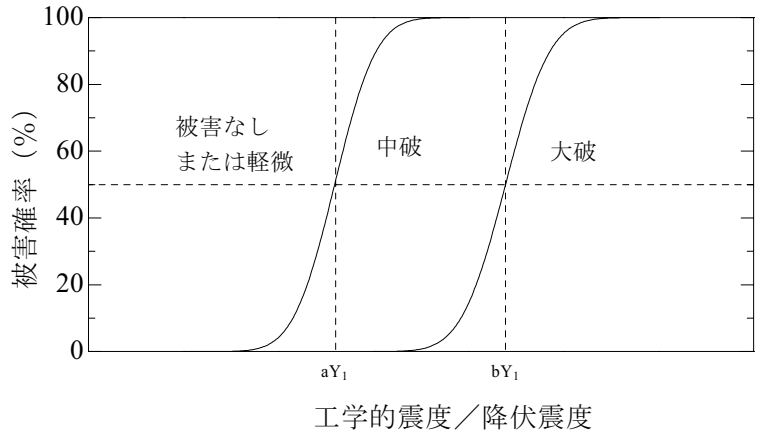
$$Y_G = S_A(T)/g$$

Y_G ：工学的震度（建物に作用する地震力）
T ：建物の固有周期
S_A ：加速度応答スペクトル
g ：重力加速度

○新潟県(98)では…

木造建物の減衰定数を７％として評価している．

ただし，工学的震度 Y_G の大きさによって一義的に被害量が決まるとは考えにくいため，図Ⅲ-1-5に示すような確率関数を適用している．



図Ⅲ-1-5　木造建物に作用する震度と被害率(神奈川県，1993)

被害判定の基準となるa，bの値は，各自治体によって下表のように定められている．

表Ⅲ-1-6　各自治体における被害判定基準

自　治　体　名	a	b	被害程度の比較
神奈川県(93)，福井県(97)	2.60	4.39	
新潟県(98)，長野県(02)	4	6	

（注）新潟県は新潟地震(1964)，宮崎県は日向灘の地震(1996)における被害程度により近くなるように係数を決定している．

：大破
：中波
：被害なしまたは軽微

■東京都防災会議(1991)

国土庁(1984)や建設省建築研究所(1981)等の調査結果から，建物の降伏強度C_yと固有周期Tとの関係を以下のように設定している．

$$C_y = 0.25/T$$

一方，地震のゆれで建物の変形が進むと変形特性は弾性領域から塑性領域へ移り，見かけ上の固有周期T_1は初期の固有周期T_0よりも長くなる．東京都防災会議(1991)では，田治見(1965)による振動周期の延びを採用している．

$$T_1 / T_0 = \sqrt{1/\ \pi \times \cos^{-1}(1-2/\mu_0)}$$

μ_0 ：判定基準となる塑性率

木造建物のほとんどは２階建以下であり，一般にその固有周期は0.5秒以下と短い．このように固有周期が短い場合は「歪み－エネルギー一定則」が成り立ち，塑性率μは次式で求められる．

$$\mu = 1/2\left\{(A_e/A_y)^2 + 1\right\}$$

A_e ：弾性応答加速度(gal)

A_y ：降伏加速度$(= C_y \times 980)$(gal)

被害を規定する塑性率μ_{cr}は固有周期によって異なるという考えから，μ_{cr}により建物の被災程度を規定する．被害率の算定には，判定塑性率を超える固有周期の範囲を求め，各種建物に対する周期確率分布から周期範囲内にある建物の存在確率を算出し，被害率とみなしている．

$$\mu_{cr} = \mu_0 \sqrt{\frac{0.5}{T}}$$

μ_0 ：判定基準となる塑性率（中破で4，大破で8）

T ：固有周期(s)

（２）被害率曲線を用いる手法

① Miyakoshi et al.(1997)の手法

○採用自治体：栃木県(04)，千葉県(08)，神奈川県(09)，愛知県(03)，愛媛県(02)，大分県(13)，千葉市(08)

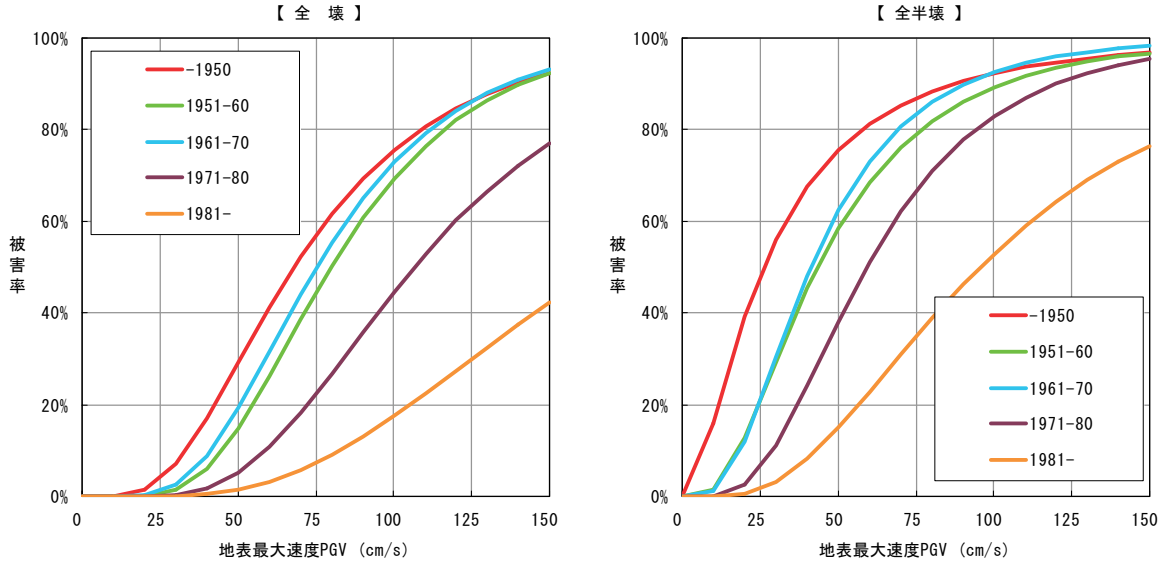
兵庫県南部地震(1995)の西宮市の被害実績から，地表最大速度 PGV と建物被害率の関係を設定している．建物被害率 $P_R(PGV)$ は，標準正規分布の累積確率分布関数 Φ を用いて対数正規分布で表せると仮定し，分布のパラメータを最小二乗法により求めている．

$$P_R(PGV) = \Phi\left(\frac{\ln(PGV) - \lambda}{\zeta}\right)$$

ただし，λ，ζ は $\ln(PGV)$ の平均値および標準偏差

表Ⅲ-1-7　木造建物の被害率曲線のパラメータ(Miyakoshi et al.(1997)より作成)

建築年代	全壊			全半壊		
	λ	ζ	R	λ	ζ	R
全年代	4.42	0.538	0.998	3.81	0.721	0.984
-1950	4.22	0.558	0.994	3.26	0.945	0.983
1951-60	4.38	0.445	0.992	3.77	0.674	0.978
1961-70	4.32	0.467	0.990	3.72	0.614	0.965
1971-80	4.67	0.462	0.984	4.08	0.551	0.983
1981-	5.12	0.552	0.966	4.56	0.624	0.950



図Ⅲ-1-6　木造建物の被害率曲線(Miyakoshi et al.(1997)より作成)

○愛知県(03)では…

主に以下の点を補正した被害率曲線を作成している.

・兵庫県南部地震(1995)での被害事例はゆれの大きい範囲が中心であったため，ゆれの小さい場合にも適用可能なよう，鳥取県西部地震(2000)等の事例により補正した.

・ゆれの指標は*SI*値とし，被害率曲線の適用にあたっては，$PGV=SI/1.18$(童ら, 1994)の関係により*SI*値を地表最大速度*PGV*に換算した．これは，*SI*値は，一般に震度や地表最大速度*PGV*，地表最大加速度*PGA*などよりも建物被害の相関が高いといわれているためである.

○栃木県(04)では…

上記の愛知県(03)が補正した式を採用している.

$$P_R(PGV)=0 \qquad (PGV<V_0)$$

$$P_R(PGV)=\Phi\left(\frac{\ln(PGV-V_0)-\lambda}{\zeta}\right) \qquad (PGV>V_0)$$

ただし，V_0 ：被害率が0%となる最大速度(cm/s)

$$\lambda^*=\ln[\exp(\lambda)-V_0]$$

$$\xi^*=\{\ln(V'-V_0)-\ln[\exp(\lambda)-V_0]\}/\{\ln(V')-V_0\}*\xi$$

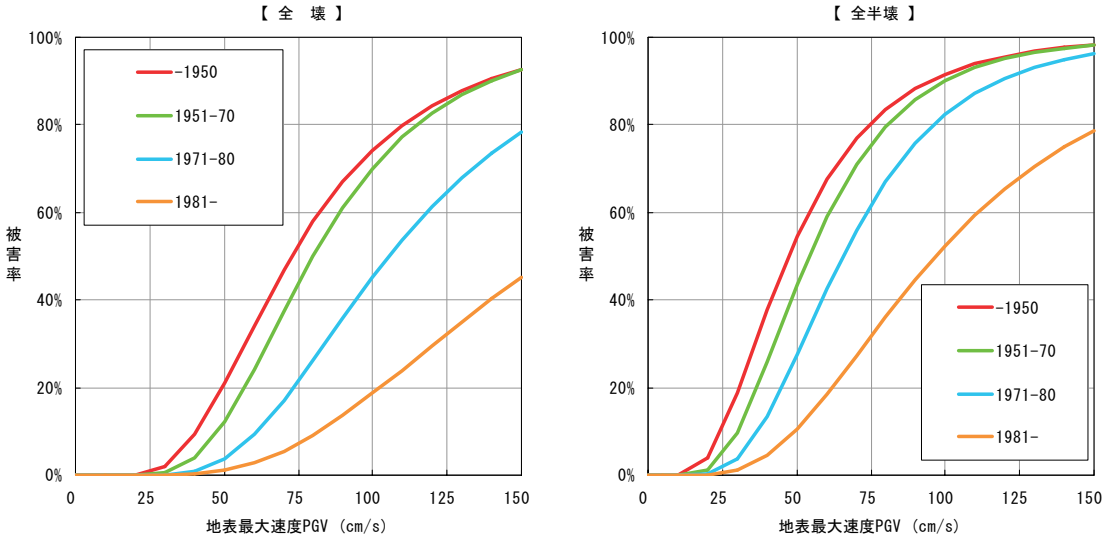
V' ：地域の最大速度(cm/s)

λ，ζ ：$\ln(PGV)$の平均値および標準偏差

表Ⅲ-1-8　木造建物の被害率曲線のパラメータ(栃木県(2004)より作成)

建築年代	全壊			全半壊		
	λ^*	ζ^*	下限値	λ^*	ζ^*	下限値
-1950	4.14	0.556	10cm/s	3.74	0.590	5cm/s
1951-70	4.25	0.479	10cm/s	3.89	0.516	5cm/s
1971-80	4.56	0.488	10cm/s	4.10	0.489	5cm/s
1981-	5.01	0.571	10cm/s	4.52	0.571	5cm/s

(注) 下限値とは被害率が0%となる最大速度(cm/s)



図Ⅲ-1-7　木造建物の被害率曲線(栃木県(2004)より作成)

○大分県(13)では…

上記の愛知県(03)で設定されている式を大破・中破を表すものとし，全壊・半壊を長崎県(06)に基づき以下のようにして換算する

大破以上率＝0.5×全壊率中破以上率

＝0.5×全半壊率（ここで，全半壊率＝全壊率＋半壊率）

② 山口・山崎(2000)の手法

○採用自治体：徳島県(05)

兵庫県南部地震(1995)の西宮市の被害データから，地震動強さ（地表最大加速度 PGA，地表最大速度 PGV，SI 値，計測震度 I）と建物被害率の関係を設定している．建物被害率 $P_R(x)$ は，PGA・PGV・SI については対数正規分布，計測震度 I については正規分布で表せると仮定し，分布のパラメータを最小二乗法により求めている．

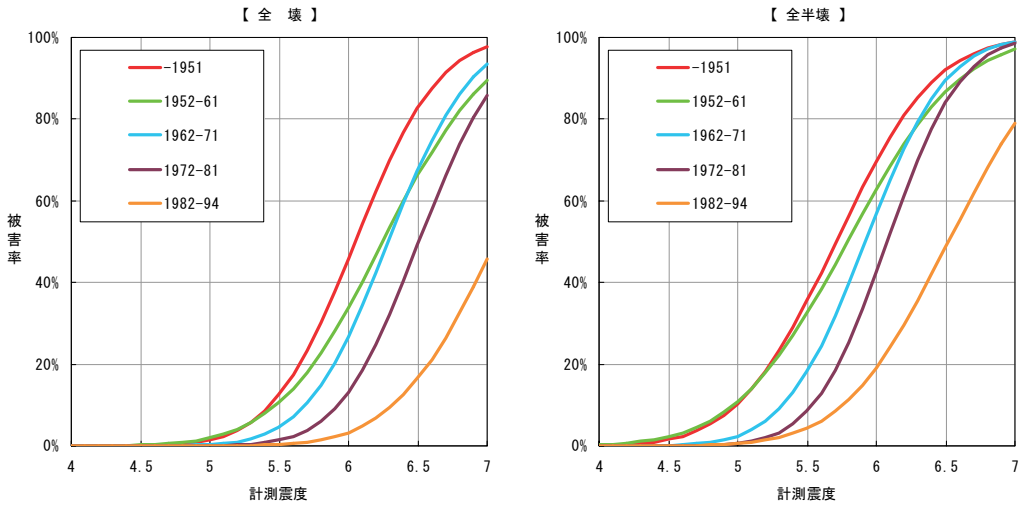
〈PGA，PGV，SI〉　$P_R(x)=\Phi\left(\dfrac{\ln(x)-\lambda}{\zeta}\right)$　　λ，ζ は $\ln(x)$ の平均値および標準偏差

〈I〉　$P_R(I)=\Phi\left(\dfrac{I-\lambda}{\zeta}\right)$　　λ，ζ は I の平均値および標準偏差

表Ⅲ-1-9　木造建物の被害率曲線のパラメータ(山口・山崎(2000)より作成)

		建築年代	PGA (cm/s^2)		PGV (cm/s)		SI (cm/s)		計測震度 I	
			λ	ζ	λ	ζ	λ	ζ	λ	ζ
木造	全壊	全年代	6.76	0.613	4.60	0.538	4.77	0.568	6.35	0.500
		-1951	6.38	0.571	4.27	0.501	4.42	0.529	6.05	0.477
		1952-61	6.62	0.585	4.48	0.525	4.64	0.554	6.25	0.600
		1962-71	6.67	0.561	4.52	0.493	4.69	0.520	6.29	0.468
		1972-81	6.93	0.547	4.75	0.480	4.93	0.507	6.51	0.455
		1982-94	7.58	0.682	5.32	0.599	5.53	0.632	7.06	0.574
	全半壊	全年代	6.33	0.622	4.22	0.546	4.37	0.576	6.00	0.503
		-1951	5.97	0.673	3.91	0.591	4.04	0.624	5.71	0.562
		1952-61	6.18	0.616	4.08	0.555	4.22	0.585	5.79	0.640
		1962-71	6.22	0.557	4.12	0.489	4.27	0.516	5.92	0.465
		1972-81	6.41	0.508	4.30	0.446	4.45	0.471	6.08	0.422
		1982-94	6.94	0.718	4.76	0.629	4.94	0.665	6.52	0.595
プレハブ木質系	全壊	全年代	8.05	1.01	5.74	0.891	5.97	0.939	7.49	0.880
		-1981	7.63	0.863	5.37	0.759	5.58	0.801	7.11	0.741
		1982-94	8.29	0.993	5.95	0.873	6.19	0.921	7.66	0.836
	全半壊	全年代	7.47	0.839	5.00	0.737	5.20	0.778	6.74	0.698
		-1981	7.08	0.936	4.88	0.820	5.07	0.866	6.62	0.771
		1982-94	7.50	0.948	5.25	0.833	5.46	0.880	6.97	0.784

(注) 太枠内は徳島県(2005)で被害予測に用いられている被害率曲線



図Ⅲ-1-8　徳島県(2005)における木造建物の被害率曲線(山口・山崎(2000)より作成)

③ 村尾・山崎(2000, 2002)の手法

○採用自治体：山梨県(05)，島根県(12)，札幌市(08)，川崎市(13)

兵庫県南部地震(1995)の神戸市の被害実績から，地表最大速度 PGV と木造建物被害率の関係を設定している．建物被害率 $P_R(PGV)$ は，標準正規分布の累積確率分布関数 Φ を用いて，対数正規分布で表せると仮定し，分布のパラメータを最小二乗法により求めている．

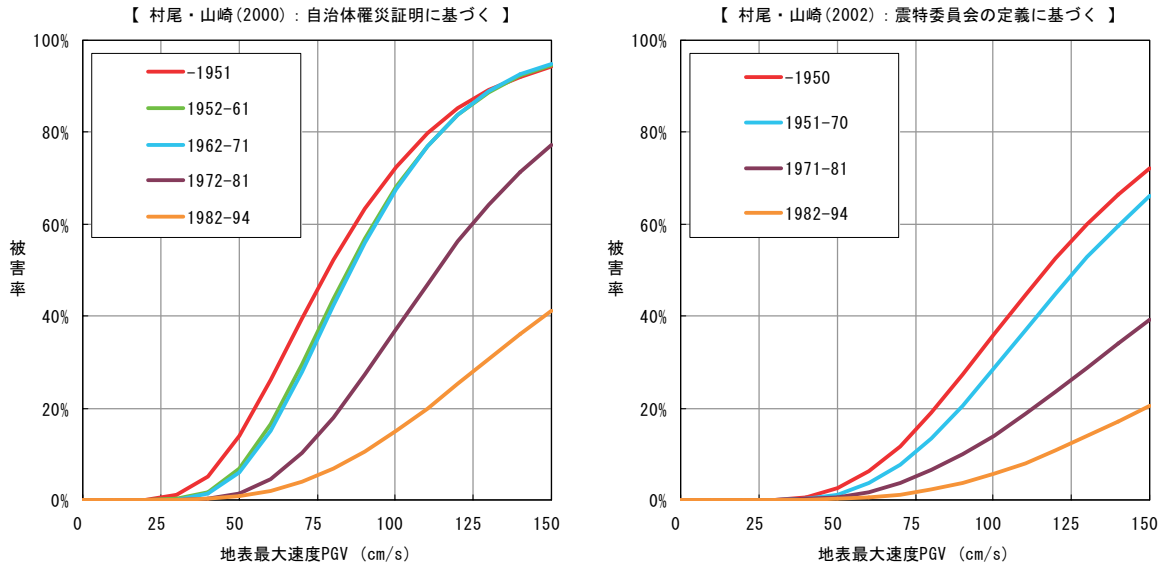
$$P_R(PGV)=\Phi\left(\frac{\ln(PGV)-\lambda}{\zeta}\right)$$

ただし，λ，ζ は $\ln(PGV)$ の平均値および標準偏差

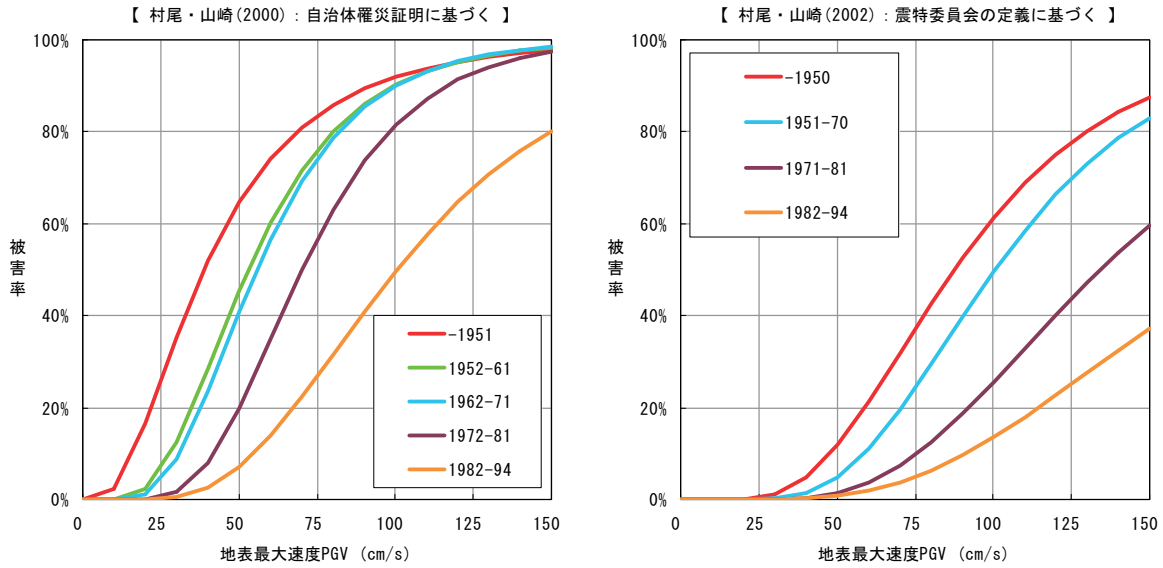
なお，被災程度については，村尾・山崎(2000)は自治体の罹災証明に基づいており，村尾・山崎(2002)は震災復興都市づくり特別委員会（以下「震特委員会」）の定義に基づくものである．

表Ⅲ-1-10　木造建物の被害率曲線のパラメータ(村尾・山崎(2000, 2002)より作成)

村尾・山崎(2000)：自治体罹災証明に基づく					村尾・山崎(2002)：震特委員会の定義に基づく				
建築年代	全壊		全半壊		建築年代	全壊		全半壊	
	λ	ζ	λ	ζ		λ	ζ	λ	ζ
-1951	4.36	0.411	3.66	0.674	-1950	4.76	0.430	4.47	0.469
1952-61	4.44	0.353	3.97	0.490	1951-70	4.84	0.413	4.61	0.419
1962-71	4.45	0.342	4.02	0.456	1971-81	5.15	0.504	4.90	0.449
1972-81	4.73	0.378	4.25	0.395	1982-94	5.45	0.534	5.18	0.521
1982-94	5.12	0.496	4.61	0.474	全年代	4.90	0.447	4.67	0.478
全年代	4.51	0.410	4.07	0.514					



図Ⅲ-1-9　木造建物の被害率曲線【全壊】(村尾・山崎(2000, 2002)より作成)



図Ⅲ-1-10　木造建物の被害率曲線【全半壊】(村尾・山崎(2000, 2002)より作成)

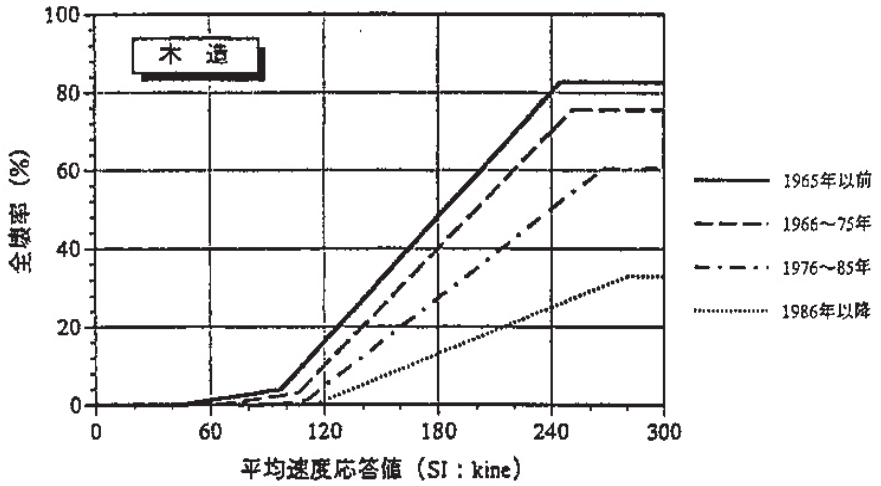
○山梨県(05)では…

自治体罹災証明に基づく被害と震特委員会の定義に基づく被害の両方を予測している．ゆれによる建物被害は*SI*値と相関が高いといわれているため，波形計算によって得られる*SI*値を 最大速度＝*SI*／1.18 の関係式により換算した最大速度を用いている．

④大阪府(1997)の手法

○採用自治体：滋賀県(05)

兵庫県南部地震(1995)の被害データをもとに，構造，年代別に平均速度応答値と被害率の関係を設定している．



図Ⅲ-1-11　平均速度応答値と木造建物全壊率(大阪府, 1997)

⑤兵庫県(1999)の手法

○採用自治体：兵庫県(99)<直下型地震>

嘉嶋・高田(1996)は，兵庫県南部地震(1995)の被災事例を調査し，地表加速度と木造建物被害の関係をまとめている．

兵庫県(1999)では，嘉嶋・高田(1996)に県で調査した建物被害数が一致するようにパラメータを設定している．

■木造建物全壊率 P (%)

$$P=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\int_{-\infty}^{K}e^{-\frac{(k-k_0)^2}{2\sigma^2}}dk\times100$$

ただし，K ：地表最大加速度／重力加速度

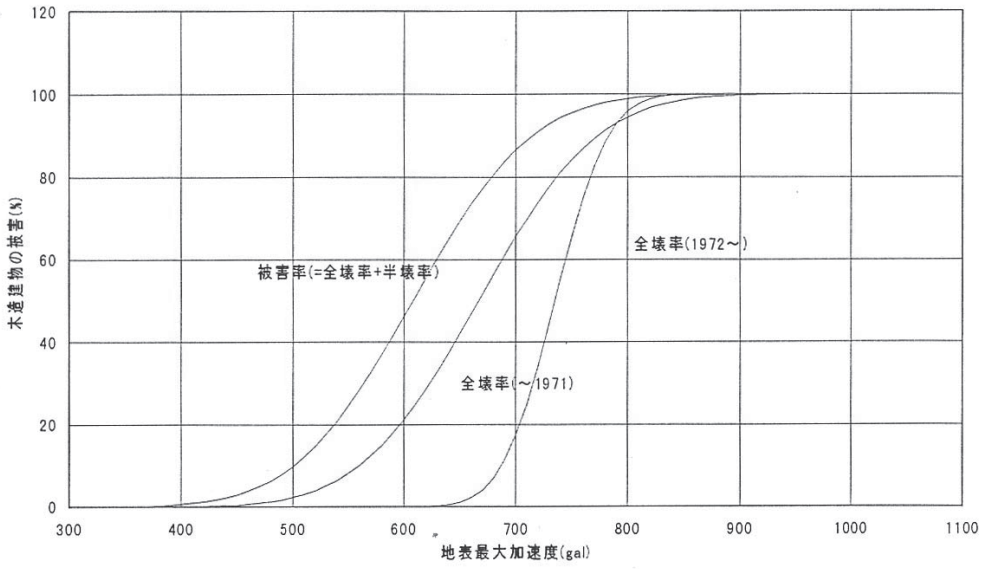
K_0 ， σ ： K_0=0.68　σ=0.085　(～1971年)

K_0=0.75　σ=0.038　(1972年～)

■木造建物被害率（＝全壊率＋半壊率） Q (%)

$$Q=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\int_{-\infty}^{K}e^{-\frac{(k-k_0)^2}{2\sigma^2}}dk\times100$$

K_0 ， σ ： K_0=0.62　σ=0.085



図Ⅲ-1-12　地表最大加速度と木造建物被害の関係(兵庫県,1998)

○兵庫県(99)では…

海溝型地震（南海道地震）の場合は，静岡県(1978)で設定された地表加速度別の木造建物被害率を用いている．

⑥中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・東京都(2006)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)・中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等 (2013) の手法

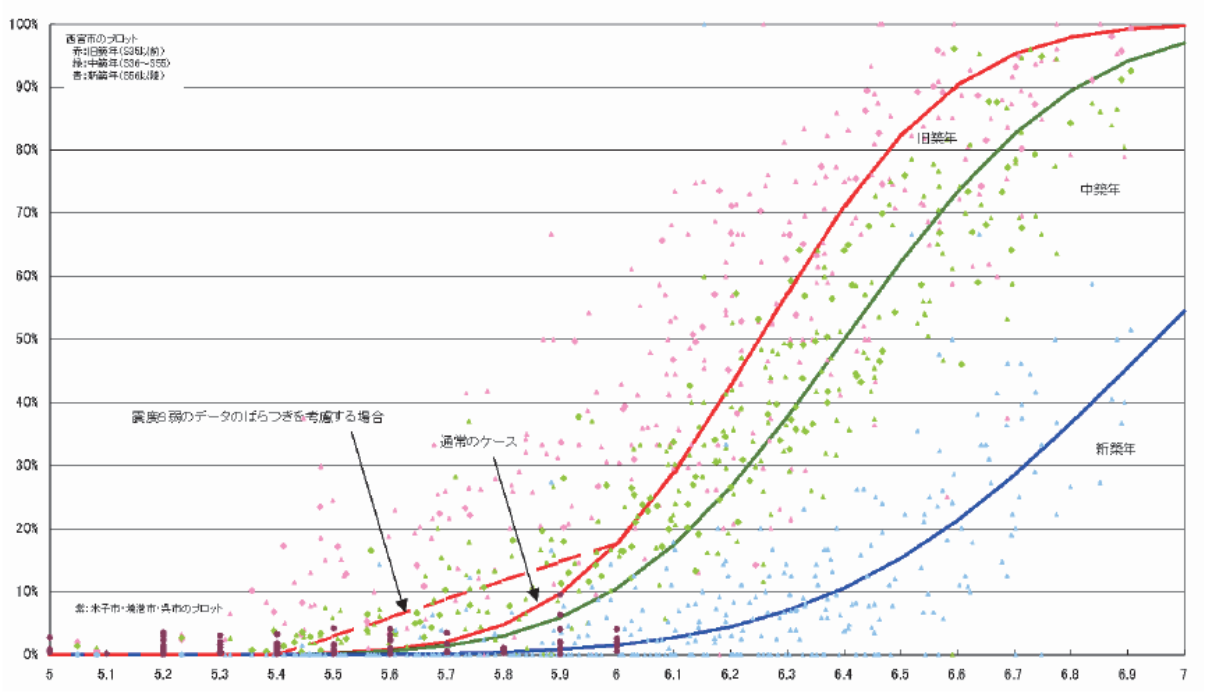
○採用自治体：岩手県(04),秋田県(13),群馬県(12),埼玉県(07),東京都(12),富山県(11),奈良県(05),岡山県(13),広島県(07),山口県(08),香川県(13),高知県(13),佐賀県(10),熊本県(13),さいたま市(09), 横浜市(12),広島市(08)

兵庫県南部地震(1995)における西宮市，鳥取県西部地震(2000)における鳥取市，芸予地震(2001)における呉市のデータから計測震度と被害率（全壊率）との関係式を導出し，ゆれによる木造建物被害を算出している．

$$P(I)=\Phi\left(\frac{I-\lambda}{\zeta}\right)$$

ただし，$P(I)$ ：被害が発生する確率
I ：計測震度
$\Phi(x)$ ：標準正規分布の累積確率密度関数
λ, ζ ：I の平均値および標準偏差

ただし，中央防災会議(2001)では，震度６弱の部分のプロットデータに大きなばらつきが見られるため，部分的に直線を使用してばらつきを考慮した被害率を用いた場合も計算している．



図Ⅲ-1-13　計測震度と木造建物全壊率の関係(中央防災会議, 2001)

○岩手県(04)では…

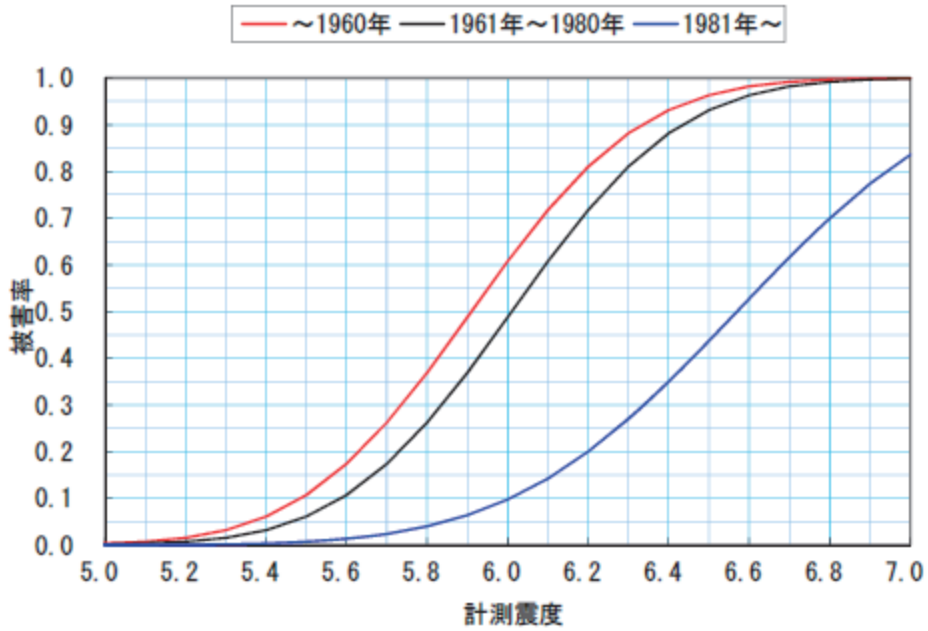
半壊率については，中央防災会議(2003)の手法が公開されていないため，東京都(1997)を参考に全壊率の３倍に設定している．

○奈良県(05)では…

中央防災会議(2003)等の資料を参考に，全壊率，全半壊率の被害率を作成している．

○秋田県(13)，群馬県(12)，埼玉県(07)，富山県(11)，広島県(07)，山口県(08)，さいたま市(09)，横浜市(12)，広島市(08)では…

半壊棟数に関しては，中央防災会議の手法(2006)が公開されていないため，東京都(2006)の震度と半壊率との関係を用いて，半壊棟数を算出している．なお，ここで用いるテーブルは全半壊テーブルであるため，このテーブルを用いて求めた全半壊棟数から，全壊棟数を引いたものを半壊棟数としている．



図Ⅲ-1-14　全半壊被害率（横浜市，2012）

表Ⅲ-1-11　被害率曲線の係数（秋田県，2013）

建築年次	λ	ζ
～1960年	5.91	0.33
1961年～1980年	6.01	0.33
1981年～	6.57	0.44

（注1）係数の値は，埼玉県が東京都(2006)のグラフから推定して設定したものである

○東京都(12)では…

過去の被害を受けた地域の大半を軟弱地盤と仮定し，硬地盤における被害率を以下のように設定する．硬軟の区分は，内閣府DISの被害率テーブルに倣い，卓越周期0.5秒以上を軟地盤，0.5秒未満を硬地盤とする．

硬地盤の被害率＝軟弱地盤×内閣府DIS硬軟比

さらに，建築基準法改正のうち建築構造上，重要な年を境目として設定（S36：木造壁率の基準強化／S56：新耐震基準の導入）し，年代区分を 1961 以前／1962-1981／1982 以降としている

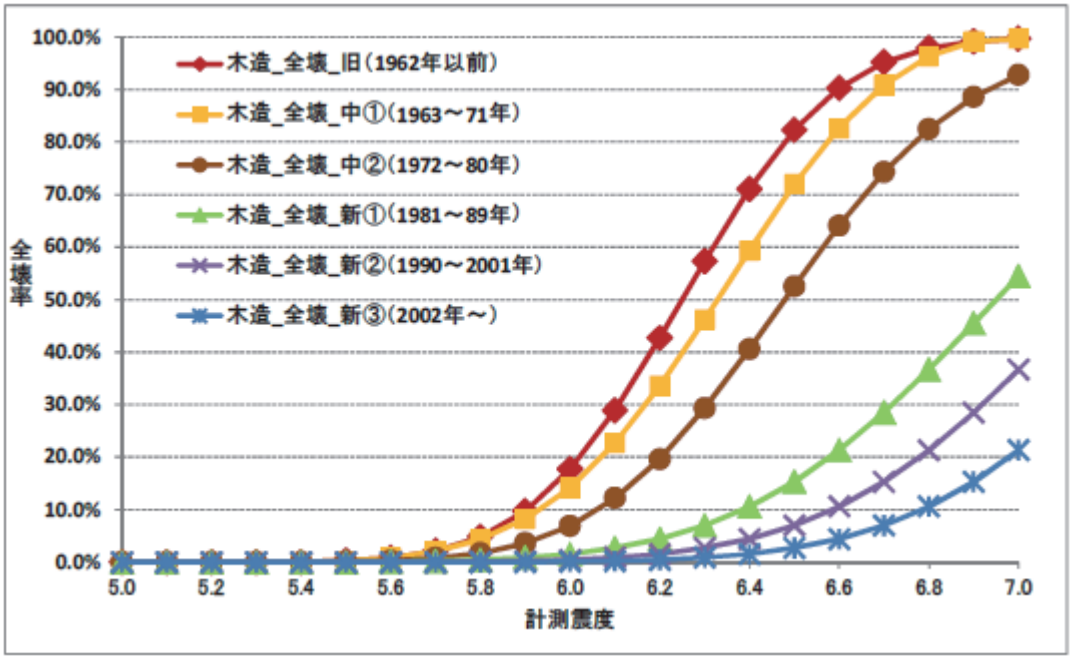
○中央防災会議(13)，岡山県(13)，香川県(13)，高知県(13)，熊本県(13)では…

築年数の区分を以下のように細分化し，6区分にした．

・新築年の年次区分を新築年①（1981年～89年），新築年②（1990年～2001年），新築年③（2002年～）の3区分とする．

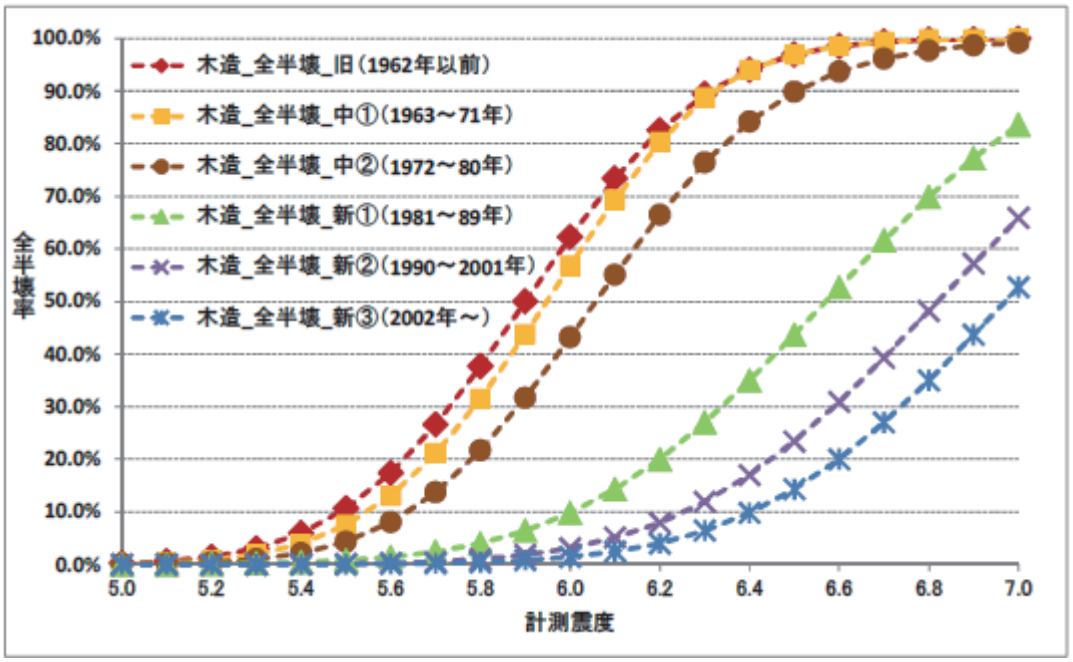
・ 木造建物の中築年の年次区分を中築年①（1963年～71年），中築年②（1972年～80年）の2区分とする．

・ 旧築年，中築年の建物の耐震改修・補強による被害軽減効果を考慮する．



図Ⅲ-1-15　全壊率曲線（中央防災会議，2013）

岡山県(13),香川県(13),高知県(13),熊本県(13)では，全半壊率も示し，「全半壊―全壊」として半壊を算出している

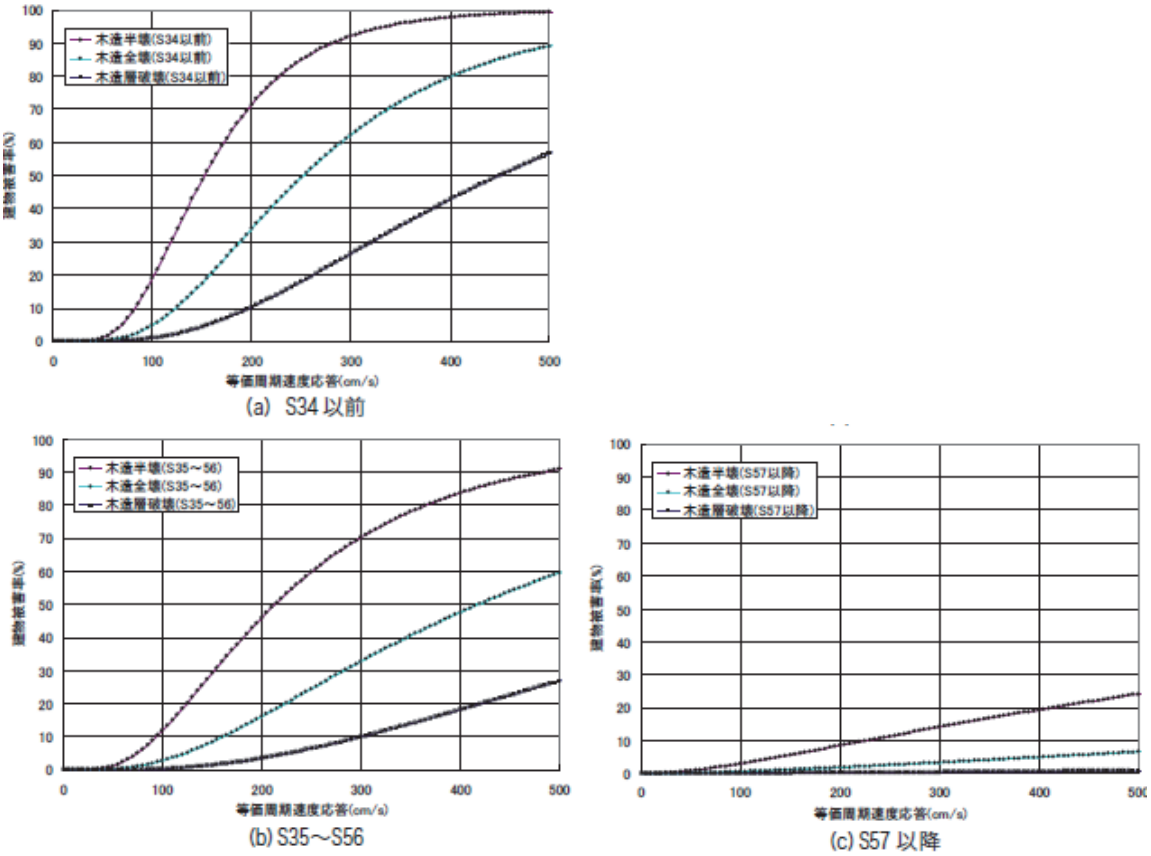


図Ⅲ-1-16　木造建物の全壊率曲線（高知県，2013）

⑦境ら（2002）・堀江ら(2003)の手法

○採用自治体：三重県(06)

境ら(2002)によると，1995 年兵庫県南部地震など建物倒壊が多く発生した地震に対して，地震動の強さと建物被害との関係を検討すると，水平 2 成分ベクトル和による減衰定数 5%の弾性速度応答のうち，周期 1.2～1.5 秒での平均値(等価周期速度応答)が建物被害率と高い相関性を持つという結果が得られている．また，堀江ら(2003)により，兵庫県南部地震の西宮市の被害状況から建築年代別・ダメージグレード別被害関数が求められている．ここでは，境らの被害関数を建物の被害想定時の被害関数に用いることとし，ダメージグレード間，及び年代間の相対的な差は堀江らの知見に基づいて設定している．



図Ⅲ-1-17　木造建物の被害関数(三重県，2006)

⑧鳥取県(2005)の手法

○採用自治体：鳥取県(05)

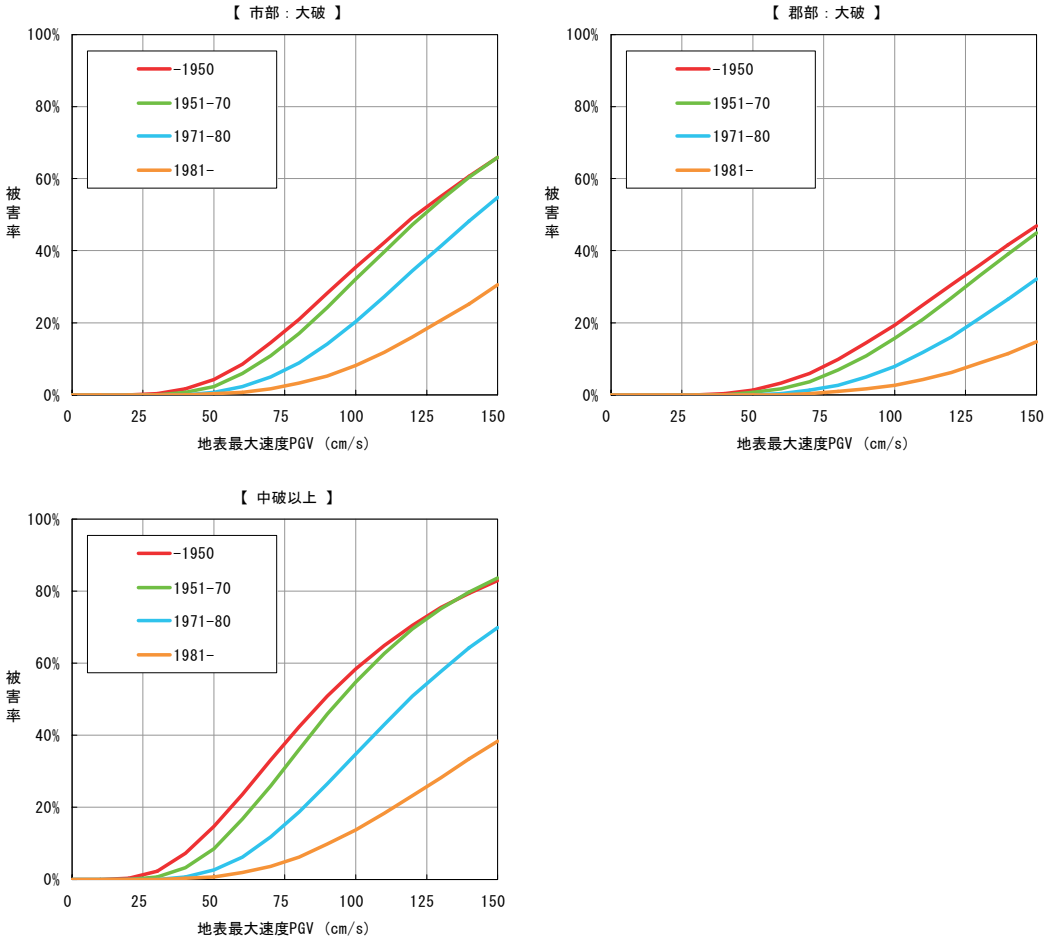
鳥取県(2005)では，過去事例に基づき最大速度と被害率の関係式（被害率曲線）を作成し，大破・中破棟数を予測している．被害率曲線は，想定地震がすべて活断層の地震であることを考慮し，兵庫県南部地震(1995)の実被害による既存の被害率曲線を基に，鳥取県西部地震で全数調査が実施された地区での被害率に整合するように作成されている．

$$P_R(PGV) = \Phi\left(\frac{\ln(PGV) - \lambda}{\zeta}\right)$$

ただし，λ，ζは$\ln(PGV)$の平均値および標準偏差

表Ⅲ-1-12　木造建物の被害率曲線のパラメータ(鳥取県(2005)より作成)

建築年代	大破			中破以上	
	λ		Z	λ	ζ
	市部	郡部			
-1950	4.80	5.05	0.517	4.49	0.550
1951-70	4.82	5.07	0.461	4.55	0.469
1971-80	4.96	5.21	0.428	4.78	0.447
1981-	5.25	5.50	0.466	5.16	0.509



図Ⅲ-1-18　木造建物の被害率曲線（鳥取県(2005)より作成）

⑨仙台市(2002)の手法

○採用自治体：宮城県(04),仙台市(02)

仙台市(2002)では，応答解析に基づく手法と過去の地震被害経験に基づく手法（被害率曲線を用いる手法）の両方の長所を取り入れるため，兵庫県南部地震(1995)の被害実績を基礎データとして，以下のような手順で木造建物の被害率曲線を作成している．

a) 耐震性能を標準せん断力係数C_0で代表させ，被害程度を表す層間変位を確率分布とした．

b) 兵庫県南部地震(1995)の被害結果を説明しうる建物群モデルを計算により求めた．変形性能と耐力分布を同時に同定することは困難なため，耐力分布は対数正規分布に従うと仮定し，分布の対数標準偏差を0.4と定めた．

表Ⅲ-1-13　建築年代毎の木造建物のC_0分布特性(仙台市, 2002)

年代区分	平均値λ	標準偏差ζ
-1950	0.46	0.4
1951-1970	0.55	0.4
1971-1981	0.67	0.4
1982-	0.79	0.4

(注)　$\lambda = E[\ln(C_0)]$,　$\xi = \sqrt{Var[\ln(C_0)]}$

c) この建物群モデルに対し，変形性能として４種類の組み合わせに対する被害率曲線を計算し，兵庫県南部地震(1995)の被害率曲線との誤差評価を行った．地震動として大阪ガス茸合供給所で観測された強震動を用いて，建物の非線形時刻歴応答解析を行い，被害率曲線との誤差を最小化するパラメータを同定した．

d) 計算結果から，被害判定は，最大層間変位が8cm以上で半壊，14cm以上で全壊とした．

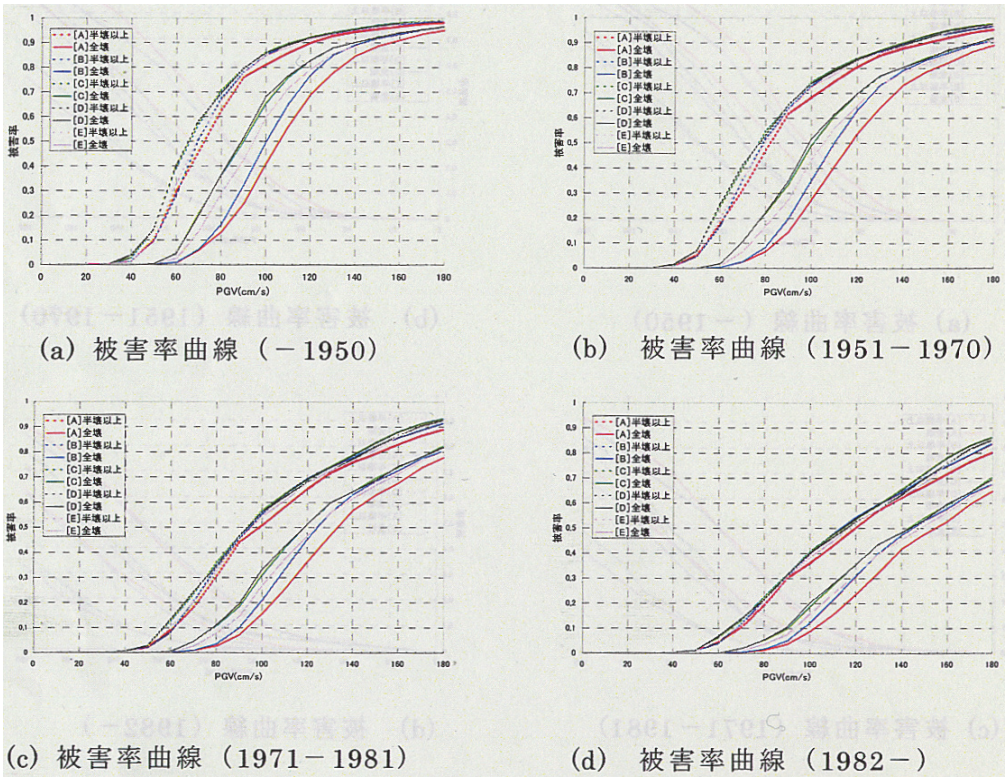
e) 地震動の周期特性を反映した被害率曲線を作成するため，表層地質区分を利用し仙台市内を５つの地盤区分に分類した．

表Ⅲ-1-14　表層地盤分類(仙台市, 2002)

被害想定用土質分類	表層土質
A-Type	沖積腐植土
B-Type	沖積粘性土 沖積砂質土 沖積砂礫
C-Type	沖積砂礫
D-Type	岩類
E-Type	盛土

f) 宮城県沖地震（単独モデル，連動モデル），長町－利府断層に対応する地震動の時刻歴波形を地盤区分毎に４～６波ずつ作成し，それらを*PGV*（地表面の最大速度振幅）で10cm/sずつスケーリングし，被害率曲線を作成した．同じ*PGV*に対する被害率の平均をそれぞれの地盤毎の被害率とした．

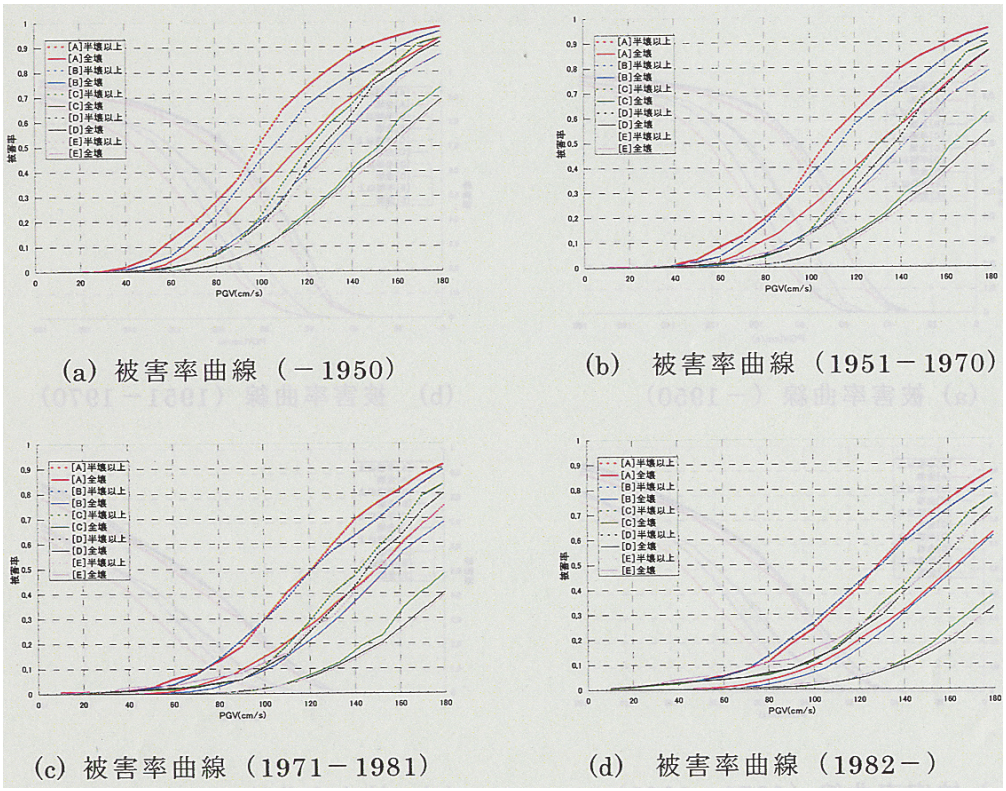
■宮城県沖地震（単独モデル，連動モデル）に対する想定被害率曲線



(a) 被害率曲線（－1950）　(b) 被害率曲線（1951－1970）

(c) 被害率曲線（1971－1981）　(d) 被害率曲線（1982－）

■長町－利府断層に対する想定被害率曲線



(a) 被害率曲線（－1950）　(b) 被害率曲線（1951－1970）

(c) 被害率曲線（1971－1981）　(d) 被害率曲線（1982－）

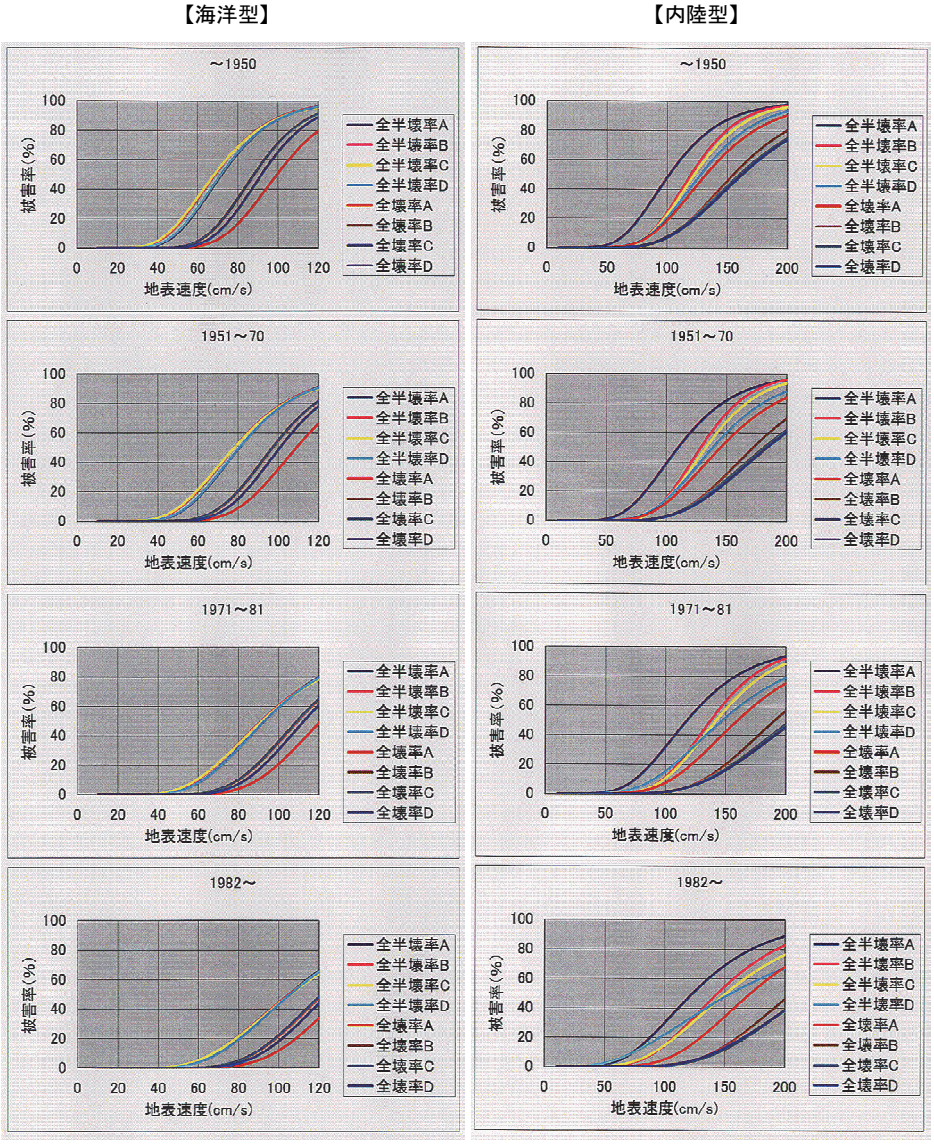
図Ⅲ-1-19　仙台市(2002)における木造建物の被害率曲線

○宮城県(04)では…

仙台市(2002)による被害率曲線を対数正規分布累積関数に近似し，新たに被害率曲線を作成している．仙台市(2002)では表層土質区分を用いて地盤区分を行っていたが，宮城県(2004)では微地形区分と対応するように設定し直している．

表Ⅲ-1-15　宮城県(2004)による地盤区分

被害率曲線地盤区分	微地形区分
A-Type	自然堤防及び砂質沖積層 後背湿地，旧河道 谷底平地 浜提
B-Type	段丘及び扇状地
C-Type	山地，新期火山
D-Type	造成地，埋立地



図Ⅲ-1-20　宮城県(2004)における木造建物の被害率曲線

⑩大阪府(2007)の手法

○採用自治体：大阪府(07)，堺市(09)

建物の被害率曲線は，式(1)－(3)の対数正規分布の確率密度関数に従うとしている．ここで，地震動に関する横軸指標値 X は，速度応答スペクトルの周期帯に対し，もっとも良い相関を示す値（0.5-3.0 秒の周期帯で計算した相対速度応答の平均値）を採用している．なお，兵庫県南部地震の地震動分布は，松島ら（2000）によって検証された再現地震動（表層応答を補正）を用いた．

$$P(X)=\int_{-\infty}^{X}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\cdot\zeta\cdot X}\cdot\exp\left\{\frac{-(\ln X-\lambda)^2}{2\zeta^2}\right\} \qquad (1)$$

$$\lambda(T)=\lambda(0)\cdot f(T)^{\delta} \qquad (2)$$

$$f(T)=\max\left\{\exp\left(-\alpha\cdot\left(\frac{T}{\beta T_0}\right)^2\right)\ ,\ \gamma\right\} \qquad (3)$$

$P(X)$：確率密度

X：地震動に係る指標値

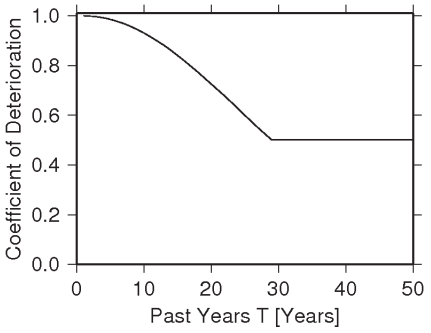
平均 $E(X)=\exp\left(\lambda+\zeta^2/2\right)$

分散 $V(X)=\exp(2\lambda+\zeta^2)\{\exp(\zeta^2)-1\}$

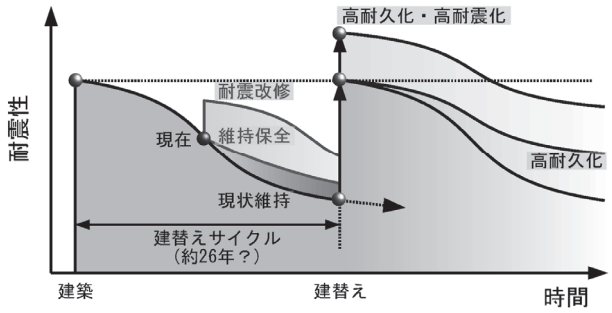
$f(T)$：経年劣化曲線

δ：$f(T)$に対する依存度

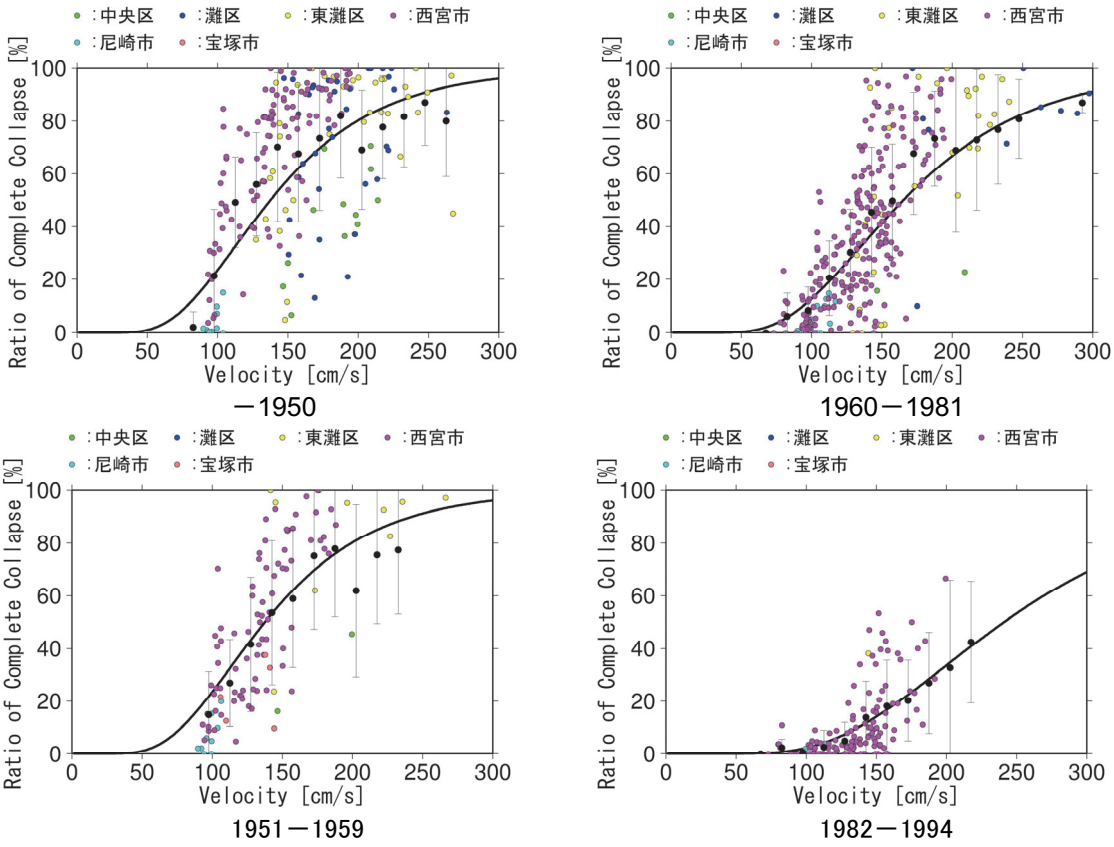
木造建物の被害率曲線は，経年劣化による変形性能の低下が支配的であるとの知見（更谷・他，2005）に基づき，経年劣化係数を導入している（図Ⅲ-1-21 参照）．これにより経年劣化係数が下限値となるまで築後 1 年経過するごとに被害率が漸増していく曲線が得られる．経年劣化係数の導入により，メンテナンスや耐震補強，建て替え等による耐震性向上の効果の試算が可能である（図Ⅲ-1-22 参照）．図Ⅲ-1-23 に，設定した木造の被害率曲線を示す．この設定は，兵庫県南部地震における神戸・阪神間の建物被害データ（罹災証明）に基づいたものである．



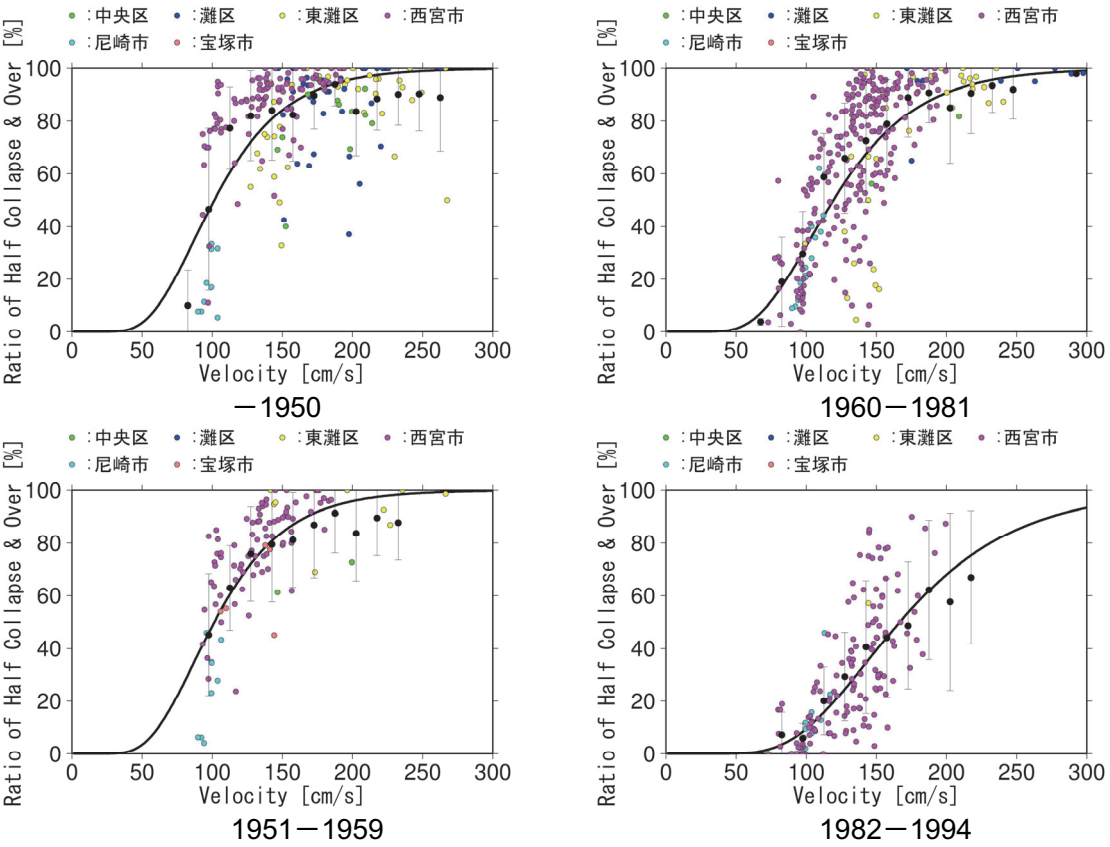
図Ⅲ-1-21　経年劣化曲線 $f(T)$ (大阪府, 2007)



図Ⅲ-1-22　個別建物の耐震性の推移(大阪府, 2007)



図Ⅲ-1-23(1)　木造建物　全壊率(大阪府, 2007)



図Ⅲ-1-23(2)　木造建物　全・半壊率(大阪府, 2007)

⑪長谷川・翠川(1998)の手法

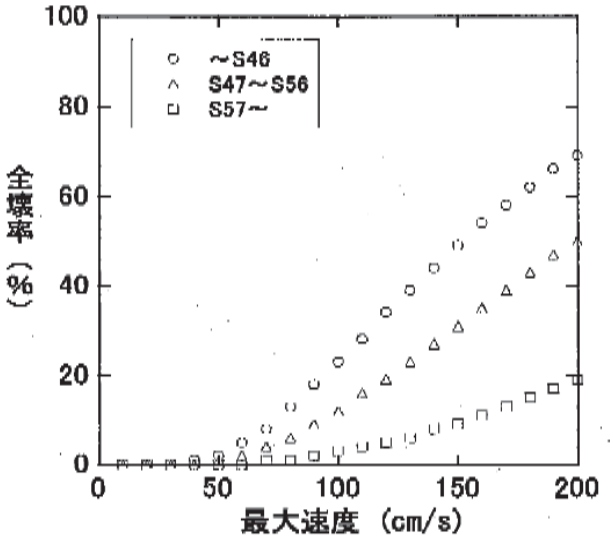
○採用自治体：山形県(06)

年代別構造別建物棟数及び地表最大速度からメッシュ別の木造建物全壊棟数を下式より算出している.

（木造建物全壊棟数）＝（木造建物全壊率）×（年代別木造建物棟数）

表Ⅲ-1-16　木造建物全壊率(%)(山形県，2006)

	建築年		
最大速度(cm/s)	～S46	S47～S56	S57～
～10	0	0	0
～20	0	0	0
～30	0	0	0
～40	1	0	0
～50	2	1	0
～60	5	2	0
～70	8	4	1
～80	13	6	1
～90	18	9	2
～100	23	12	3
～110	28	16	4
～120	34	19	5
～130	39	23	6
～140	44	27	8
～150	49	31	9
～160	54	35	11
～170	58	39	13
～180	62	43	15
～190	66	47	17
～200	69	50	19
200～	69	50	19



図Ⅲ-1-24　木造建物の全壊率(山形県，2006)

（３）積雪を考慮した手法

日本海側の豪雪地帯では，積雪時に地震が発生した場合の建物被害棟数を予測している自治体がある．以下にその概略をまとめる．

①福井県(1997)の手法

○採用自治体：福井県(97)

福井県(1997)による木造建物の被害予測では，通常時については応答解析に基づく手法（神奈川県(1993)の手法，（１）①）を用いて行っているが，別途積雪時についても以下のような仮定を置いた上で被害を予測している．

・全ての木造建物の屋根に１mの積雪があると仮定する．
・建築物の設計では固定荷重を積雪１cmにつき３kg/m^{2}とみているので，積雪１mの荷重は300kg/m^{2}としている．この荷重により，２階建家屋の基礎にかかる荷重が２倍になり，１階建家屋に対しては2.5倍になるものと考える．このような荷重の増加は，建物の見かけ上の固有周期を長くする効果と，作用する地震力が大きくなる効果の２種類の効果をもたらす．固有周期が延びることによって，外力の応答スペクトル$S_a(T)$との関係で，作用する加速度の大きさが変わる，あるいは共振しやすくなるなどの影響が生ずる．
・建物の降伏強度が積雪によりどの様な影響をうけるのか不明なため，無雪時と変らないものと仮定し，大破・中破にいたる被害確率も変らないものと仮定している．

表Ⅲ-1-17　積雪時の木造建物被害予測のパラメータ(福井県, 1997)

	積雪なし	平屋 積雪１m	２階建 積雪１m
質量	M	$M_1=2.5M$	$M_2=2M$
固有周期	T	$T_1=1.6\,T$	$T_2=1.4\,T$
地震力	$Sa(T)$	$2.5\,Sa(T_1)$	$2\,Sa(T_2)$
降伏震度	Y_1	Y_1	Y_1

②中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)の手法

○採用自治体：秋田県(13), 島根県(12)

木造建物被害と耐震性能の比較調査結果(鈴木，後藤(1995))によると，寒冷地での建物剛性は，阪神地域のものよりも大きいことが報告されている．これより，寒冷地域，極寒冷地域では，被害率が低くなるように設定している．ただし，積雪した場合には，屋根荷重が変化し耐震性が低下するとして，豪雪地帯，特別豪雪地帯では，冬の被害率を夏に比べ高く設定している．

木造建物地域区分

極寒冷地域	北海道												
寒冷地域	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県	新潟県	富山県	石川県	福井県	長野県	鳥取県	島根県
その他の地域	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	山梨県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県	滋賀県
	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	鳥取県	島根県	岡山県	広島県	山口県	徳島県	香川県	愛媛県
	高知県	福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県	大分県	宮崎県	鹿児島県	沖縄県				

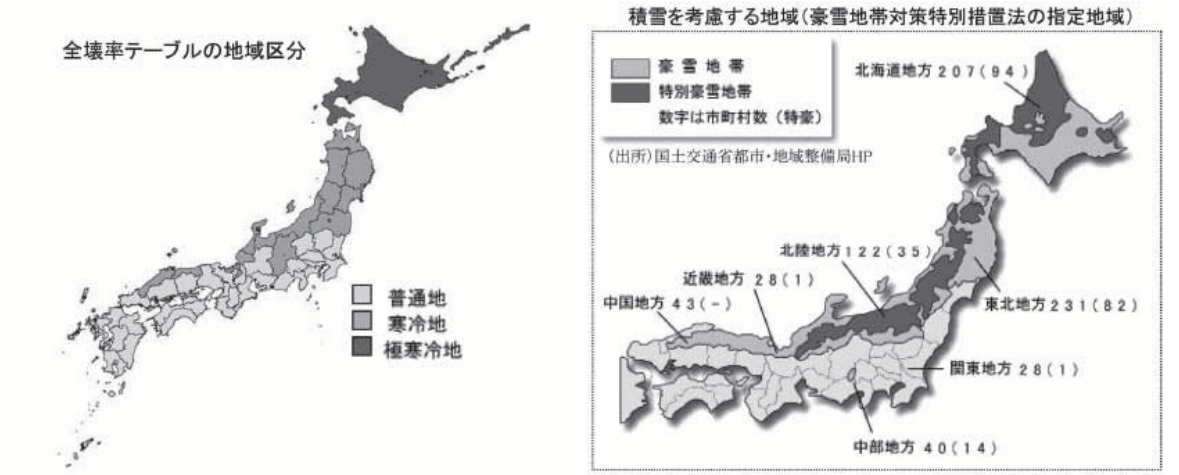
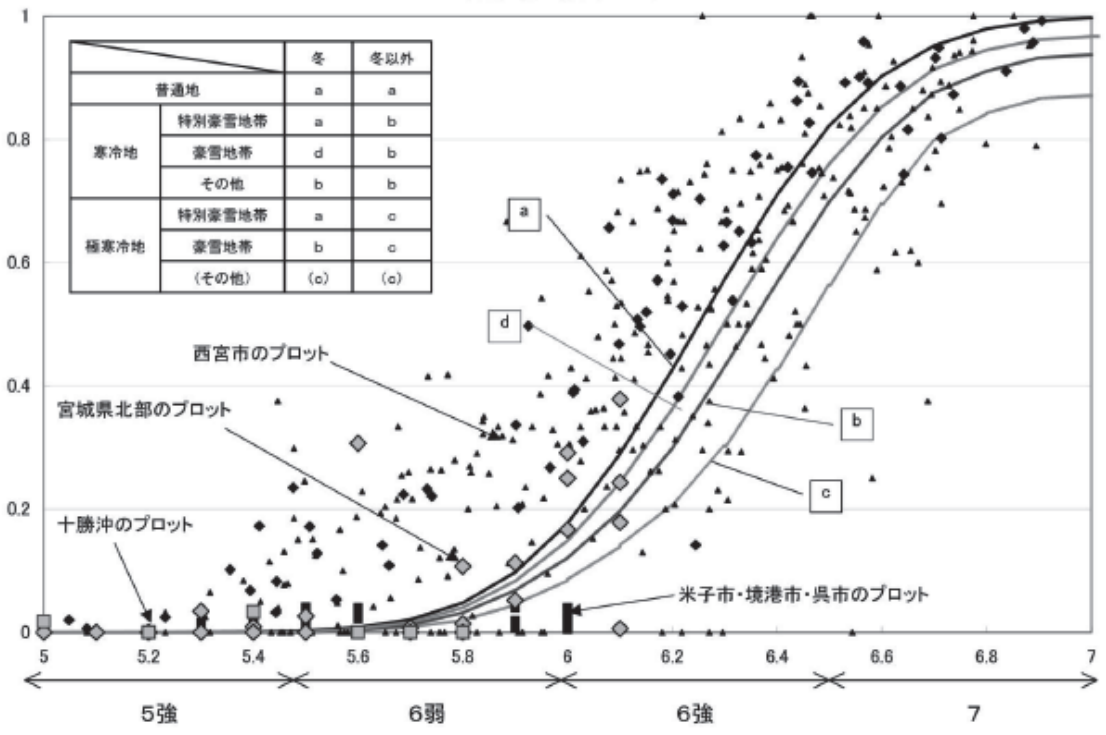


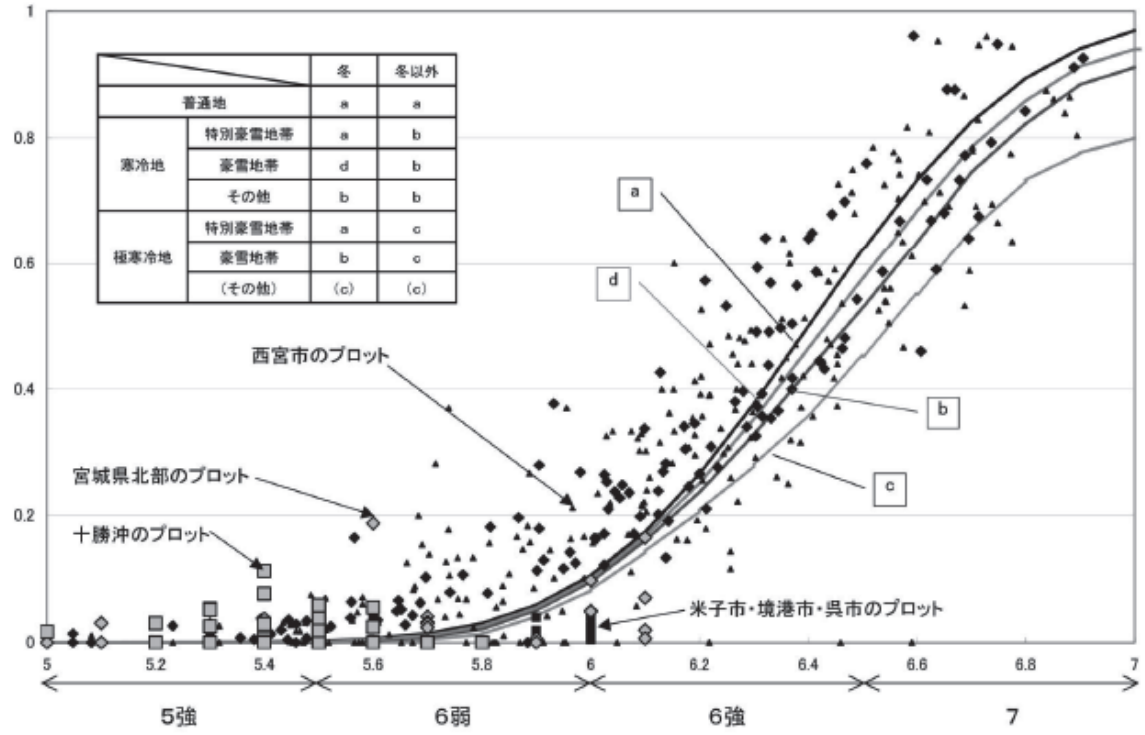
図6.3-5(1)　今回調査で採用する手法の地域区分の資料
（中央防災会議　日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る被害想定手法について(2006.1.23)）

図Ⅲ-1-25　木造建物地域区分（中央防災会議，2006）



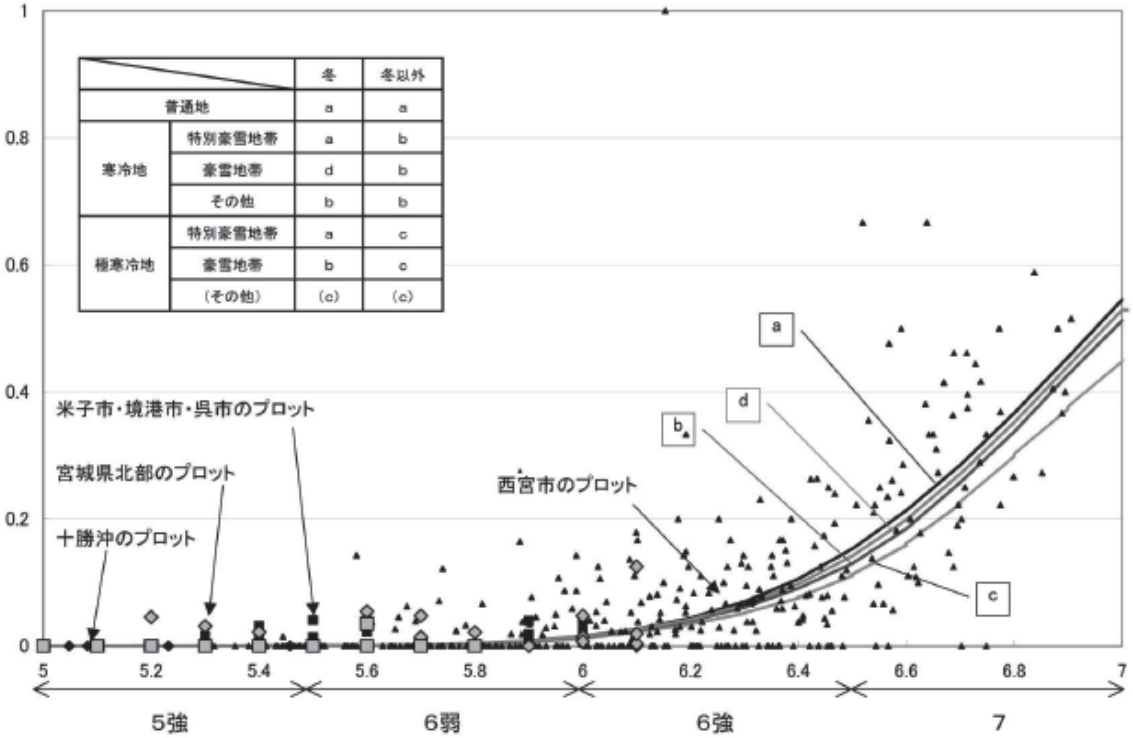
※冬期シーンでは、特別豪雪地帯は普通地テーブル、豪雪地帯は対普通地テーブルの比を半分にした被害率テーブルを利用する。
※各プロットの計測震度は、気象庁観測点震度及び観測点震度を用いて面的に推計した震度のデータを用いている。

図Ⅲ-1-26(1)　木造全壊率テーブル（1961年以前）（中央防災会議，2006）



※冬期シーンでは、特別豪雪地帯は普通地テーブル、豪雪地帯は対普通地テーブルの比を半分にした被害率テーブルを利用する。
※各プロットの計測震度は、気象庁観測点震度及び観測点震度を用いて面的に推計した震度のデータを用いている。

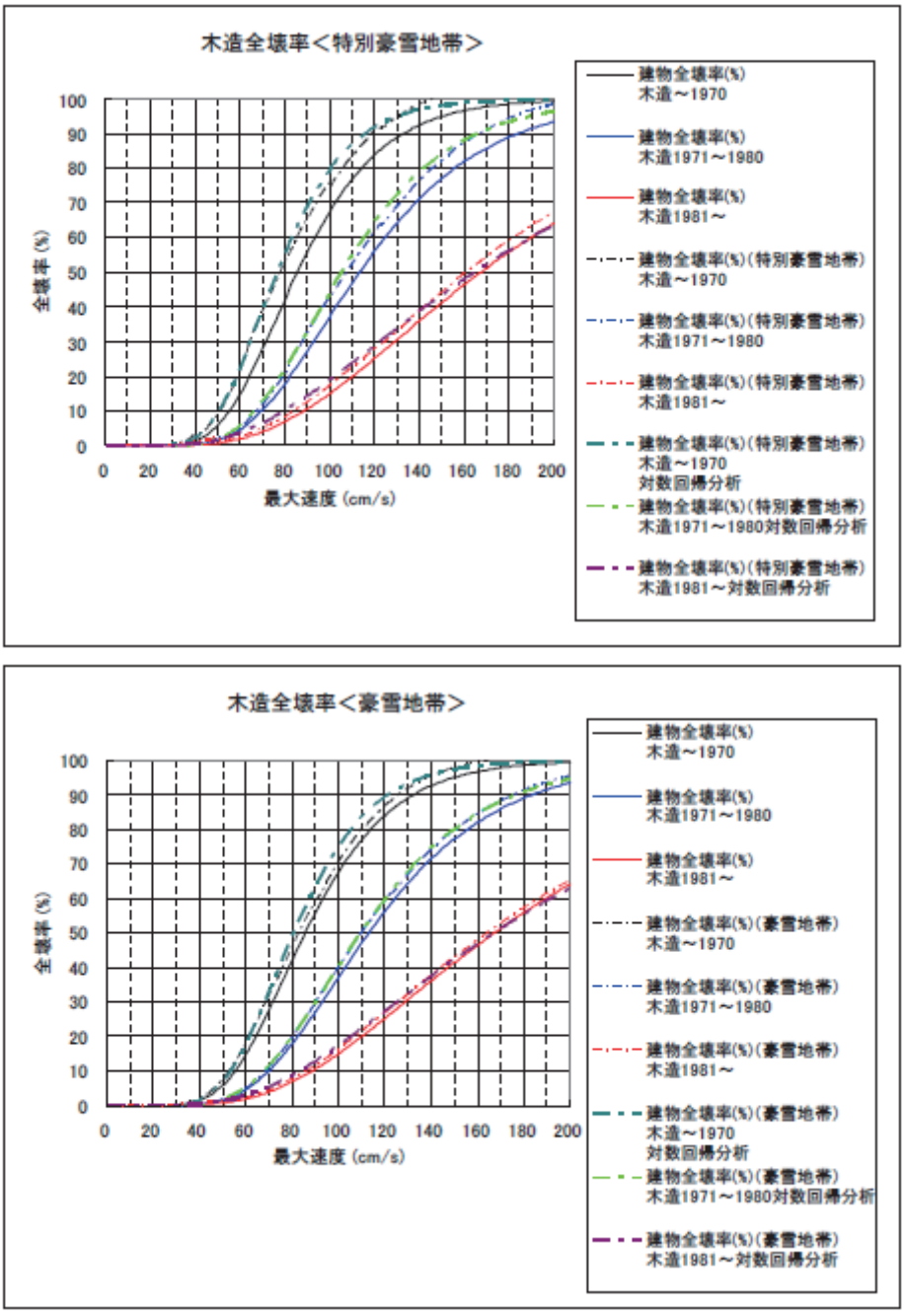
図Ⅲ-1-26(2)　木造全壊率テーブル（1962～1981年）（中央防災会議，2006）



図Ⅲ-1-26(3)　木造全壊率テーブル（1982年以降）（中央防災会議，2006）

○島根県(12)では…

中央防災会議（2006）より倍率を求め，基本手法で用いている村尾・山崎（2000）に掛け，回帰分析を行って被害曲線を求めている．



図Ⅲ-1-27　積雪時の木造全壊率曲線（島根県，2012）

③その他の手法

このほか，青森県(1997)，山形県(2002)等においても積雪を考慮した建物被害予測が行われている．

○青森県(97)では…

神奈川県(1993)の手法を用いて，積雪量を考慮した建物の固有周期分布を設定している（表Ⅲ-1-6参照）．

○山形県(02)では…

県内４ブロック別に，定期的に雪下ろしをする場合の平均的な屋根の積雪量を設定し，応答解析に基づき被害率曲線を作成している．積雪がある場合はない場合と比較して，全壊率は約1.1～1.3倍となっている．

１－２．ゆれによる建物被害（非木造）

非木造建物については，ＲＣ造（ＳＲＣ造を含む）とＳ造を区分して被害を予測している自治体が多い．被害予測手法としては，応答解析に基づく手法と被害率曲線を用いる手法の２つに大別でき，応答解析に基づく手法（ＲＣ造・Ｓ造）では，東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)に基づく手法を採用している自治体が多い．被害率曲線を用いる手法は，RC造とS造を区別せず非木造として扱う，中央防災会議の手法を採用する自治体が，近年増加している．その他には，兵庫県南部地震(1995)の被害データに基づく被害率曲線をそのまま用いている自治体，被害データや既往の被害率曲線を参考に独自に作成している自治体がある．また近年，被害予測の精度向上のために応答解析に基づく考え方を加味して被害率曲線を作成している自治体が出てきているがまだ少数である．

Ｓ造については，大規模建物と住家を区別したり，軽量Ｓ造を区別して予測している自治体もある．それらのうちＳ造住家や軽量Ｓ造などについては，Ｓ造の予測手法をそのまま適用している自治体や，復元力特性が近年の木造住宅とあまり差がないなどの理由から木造の予測手法を適用している自治体が多い．軽量Ｓ造を対象とした被害率曲線（例えば，Miyakoshi et al.(1997)，山口・山崎(2000)，村尾・山崎(2000)など）を適用している自治体は少ない．

その他の構造を区別している場合は，コンクリートブロック造が多いという理由などからＲＣ造の手法を適用している自治体と，過去の地震での被害発生状況や低層建物が多いことなどから木造の手法を適用している自治体がある．

建築年代区分としては，ＲＣ造では，1971年（十勝沖地震(1968)の教訓を踏まえた建築基準法施行令改正）・1981年（宮城県沖地震(1978)の教訓を踏まえた建築基準法施行令改正．新耐震設計基準導入）前後の３区分が多く，Ｓ造は，1981年前後の２区分と1971年・1981年前後の３区分の自治体が多い．また，軽量Ｓ造は年代区分をしていない被害率曲線を用いている自治体が多い．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）応答解析に基づく手法

①東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)の手法

②神奈川県(1985)の手法

③損害保険料率算定会(1991)の手法

④仙台市(2002)の手法<ＲＣ造>

（２）被害率曲線を用いる手法

①東京都(1997)の手法

②Miyakoshietal.(1997)の手法

③山口・山崎(2000)の手法

④村尾・山崎(2000,2002)の手法

⑤境ら(2002)・堀江ら(2003)の手法

⑥大阪府(1997)の手法

⑦兵庫県(1998)の手法

⑧中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の手法

⑨東京都(2006)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

⑩大阪府 (2007)の手法

（１）応答解析に基づく手法

①東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)の手法

○採用自治体：新潟県(98)，福井県(97)，長野県(02)，福岡県(12)，宮崎県(07)，新潟市(07)，京都市(03)

建物に作用する地震力（ベースシア係数I_{SO}）と建物の保有耐力（構造耐震指標I_S）を比較することにより被害程度を判定している．

a) 建物の固有周期分布

建物の振動特性を表す固有周期および振動周期は，構造別に以下のように設定されている．

ＲＣ造固有周期 ＝ 0.06×階数

Ｓ造固有周期 ＝ 0.10×階数

振動周期 ＝ 固有周期×建物のゆれ方に対する補正係数

ＲＣ造の補正係数＝ｽｳｪｲ・ﾛｯｷﾝｸﾞの影響C_T×ひび割れによる振動周期の伸び(２倍)

Ｓ造の補正係数 ＝ｽｳｪｲ・ﾛｯｷﾝｸﾞの影響C_T

$$C_T = 1/\sqrt{1-(\eta_H+\eta_R)}$$ （η_H：スウェイ率，η_R：ロッキング率）

○新潟県(98)では...

ＲＣ造の補正係数のうち，ひび割れによる振動周期の伸び(２倍)は評価に加味していない．

b) 建物に作用する地震力I_{SO}

建物に作用する地震力I_{SO}は，以下の式で求められる．

$$I_{SO} = S_A(T)/g \cdot C_m \cdot C_h$$

$S_A(T)$：周期Tのときの加速度応答ｽﾍﾟｸﾄﾙの値（減衰定数h：RC造 5%, S造 4%）

T：補正後の振動周期　　g：重力加速度

C_m，C_hは，以下に示す．

モード補正係数C_mは，建物と地盤の相互作用による振動モードの変化がベースシア係数I_{SO}におよぼす影響を考慮する係数で，次式で表せる．

$$C_m = {}_1\beta \cdot (\Sigma U_i)/n$$
$$= {}_1\beta \cdot (1/2n)\{(n+1)+(n-1)\cdot\eta_H\}$$

${}_1\beta$：１次モードの刺激係数 $\left[=(1+\eta_H)\Big/\left[2\cdot\{\eta_H+(1-\eta_H)^2\cdot(2n+1)/6n\}\right]\right]$

η_H：スウェイ率　　n：建物階数

U_i：建物頂部を１とした時のi階の１次モードの値

減衰の応答補正係数C_hは，振動エネルギーの逸散による減衰効果を考慮するための係数で，連成系の減衰定数hに応じて次式で表される．

i） $h \geqq 0.05$の場合　　$C_h = 1-\{1-2.25/(1.75+10h)\}\cdot t$

$$t = \begin{cases} 0 & (T \leq 0.05) \\ 1/0.30\cdot(\log T + 1.30) & (0.05 < T \leq 0.1) \\ 1 & (0.1 < T) \end{cases}$$

T：連成系の周期(s)

ii） $h < 0.05$の場合　　$C_h = 1+\{1.5/(1+10h)-1\}\cdot t$

埼玉県(1998)，新潟県(1998)，宮崎県(1997)などでは応答補正係数C_m，C_hを個別に評価しているが，多くの自治体では長島ら(1989)の調査結果に基づき，補正係数の積$C_m \times C_h$がほぼ１であるとして処理している．

○京都市(03)では...
ＲＣ造については，川崎市(1997)の考え方を採用し，$I_{SO} = S_A(T) \times 0.6/g$ としている．

c)建物の保有耐力分布

ここでは，建物が本来備えている強度の統計的な特徴として，保有耐力の分布を与えている．

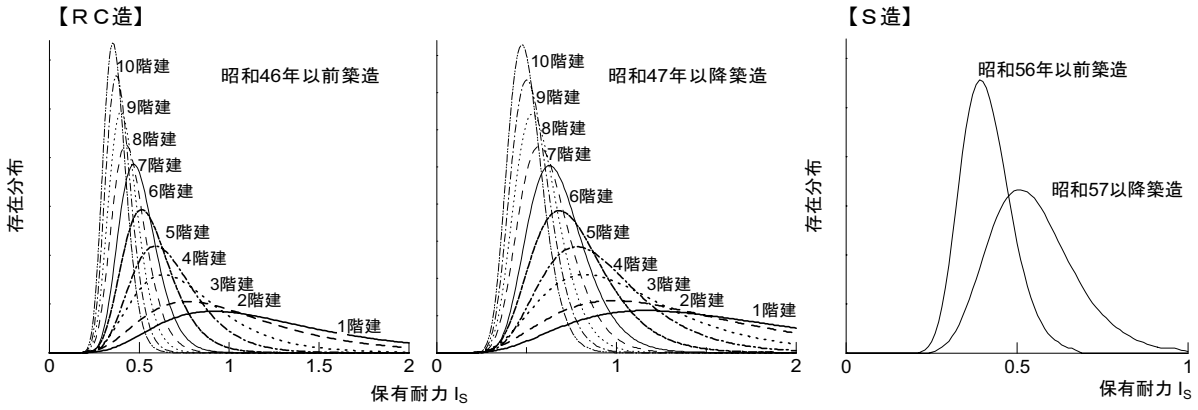
ＲＣ造については，建築年代区分を1971年以前，1972年以降の２区分に分けた中埜・岡田(1989)の調査結果を対数正規分布になるようにパラメータ化したものが用いられている（表Ⅲ-1-18）．さらに，建築年代区分に1982年以降を加え，３区分で評価している自治体もある．

Ｓ造については，その耐力分布に関する調査が見当たらないためＲＣ造と同じと仮定する自治体（新潟県(1998)，宮崎県(1997)，仙台市(2002)など）や，神奈川県(1993)による推定値が使用されることが多い．

表Ⅲ-1-18　ＲＣ造建物の保有耐力分布(埼玉県(1998)より作成)

階数	1971年以前		1972-80年		1981年以降	
	*Is*の平均	標準偏差	*Is*の平均	標準偏差	*Is*の平均	標準偏差
1	1.126	0.464	1.531	0.528	1.865	0.528
2	0.935	0.448	1.272	0.510	1.550	0.510
3	0.723	0.370	0.983	0.421	1.197	0.421
4	0.638	0.299	0.868	0.341	1.057	0.341
5	0.543	0.259	0.739	0.295	0.900	0.295
6	0.486	0.217	0.661	0.247	0.805	0.247
7	0.440	0.217	0.599	0.247	0.730	0.247
8	0.409	0.201	0.556	0.229	0.677	0.229
9	0.381	0.187	0.519	0.214	0.632	0.214
10	0.359	0.177	0.488	0.201	0.594	0.201
11	0.341	0.168	0.463	0.191	0.564	0.191
12	0.327	0.161	0.445	0.183	0.542	0.183
13	0.318	0.156	0.432	0.178	0.526	0.178
14	0.311	0.153	0.422	0.174	0.514	0.174
15	0.304	0.150	0.414	0.170	0.504	0.170

(注1) 太枠内は中埜･岡田(1989)による調査.
(注2) ７～10階は東京都防災会議(1991)，11～15階は埼玉県(1992)による推定値



図Ⅲ-1-28　神奈川県(1993)におけるＲＣ造・Ｓ造建物の保有耐力分布(群馬県, 1997)

○福井県(97)では...

ＲＣ造建物の保有耐力分布について，中埜・岡田(1989)による「1971年以前」「1972年以降」のほか，「1982年以降」を推定している．保有耐力I_Sの平均値は「1972年以降」の1.3倍，標準偏差は「1972年以降」と同じとしている．

d) 被害の判定

被害程度の判定は，I_{SO}とI_Sの大小比較により行われている．東京都防災会議(1991)，神奈川県(1993)では以下のような被害判定基準が採用されている．

■東京都防災会議(1991)

〈ＲＣ造〉 大破：$I_S / I_{SO} \leqq 0.25$　　中破：$0.25 < I_S / I_{SO} \leqq 0.5$

■神奈川県(1993)

〈ＲＣ造〉 大破：$I_S \leqq (I_{SO} + 0.1)/2$　中破：$(I_{SO} + 0.1)/2 \leqq I_S \leqq (2I_{SO} + 0.1)/3$
〈 Ｓ 造〉 大破：$I_S / I_{SO} \leqq 1/7$　　中破：$1/7 < I_S / I_{SO} \leqq 1/5$

上記の被害判定基準をそのまま用いている自治体が多いが，兵庫県南部地震(1995)による被害を参考にするなどして修正している自治体もある．

比I_S / I_{SO}によって被害程度を判定している自治体で用いられている下式のパラメータa，bを表Ⅲ-1-19，表Ⅲ-1-20に示す．

大破：$I_S / I_{SO} \leqq a$　中破：$a < I_S / I_{SO} \leqq b$

また，神奈川県(1993)のＲＣ造の判定基準をそのまま用いている自治体には，福井県(1997)〈1981年以前〉などがある．

表Ⅲ-1-19　ＲＣ造の被害判定基準パラメータ

自治体名	*a*	*b*
東京都防災会議(1991) 新潟県(98), 長野県(02), 福岡県(12)	0.25	0.5

表Ⅲ-1-20　S造の被害判定基準パラメータ

自治体名	*a*	*b*
神奈川県(1993) 新潟県(98),福井県(97),長野県(02),福岡県(12)	1/7	1/5

○福井県(97)では...

ＲＣ造の1981年以前については，神奈川県(1993)の判定基準（大破・中破）を用いているが，1982年以降は兵庫県南部地震(1995)の被害事例を参考に，大破・中破ともに判定基準の閾値を3/4倍している．

②神奈川県(1985)の手法

○採用自治体：青森県(97)<RC造>

非木造建物の振動モデル（原点指向型Tri-linearモデル）を用いて，入力地震動による地震応答計算を行い，非線形変位応答スペクトルを作成する．この結果から，最大変位および破壊しないための応答倍率指標を求めている．構造耐震指標は日本建築防災協会による「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震基準」の二次診断を採用し，必要構造耐震指標 E_T は次式で求められる．

$$E_T = C_{TG} \times \alpha \times \beta$$

E_T　：必要構造耐震指標
C_{TG}　：その地点の地盤種別およびその建物の固有周期に対応した応答倍率指標
α　：想定される入力加速度の最大値
β　：地下階のある建物 0.8，地下階のない建物 0.9

建物の保有耐力 I_S の分布は中埜・岡田(1989)の調査結果（表Ⅲ-1-18太枠内）を使用している．
被害の判定は以下の関係による．

大破：$I_S \leqq (E_T + 0.1)/2$　　中破：$(E_T + 0.1)/2 \leqq I_S \leqq (2E_T + 0.1)/3$

③損害保険料率算定会(1991)の手法

○採用自治体：青森県(97)<S造>

損害保険料率算定会(1991)は，既存建物の耐震性能（構造耐震指標 V_R）と地震時に必要とされる耐震性能（地震入力指標 V_I）との比較により，Ｓ造の被害率の予測手法を検討している．

既存建物の耐震性能は，耐震診断結果をもとにして1981年新耐震基準の前後によって分類し，確率分布モデルを作成している．確率分布モデルは対数正規分布とし，1981年以前築造建物の平均値を100，以後を50，標準偏差は両グループとも0.4と仮定している．

地震時に必要とされる建物の耐震性能は，地盤種別の建物周期および入力地震動から求める．これは，被害を生じさせないための目標値であると考え，以下の式から求められている．

$$V_I = S_V \cdot G$$

S_V　：地震動の非減衰速度応答スペクトルの最大値($= Z \cdot M \cdot S_{V0}$)(cm/s)
Z　：地震地域係数
M　：周辺の地形・建物用途に関する補正係数
S_{V0}　：基準非減衰速度応答スペクトルの最大値(cm/s)

G　：地盤種別スペクトル係数

$T < T_G$ のとき　　$G = E \cdot T / T_G$

$T \geq T_G$ のとき　　$G = E$

T　：建物の固有周期（＝0.03＋0.09N）(s)

T_G　：地盤種別により定まる周期(s)

E　：地盤種別によって定まる S_{V0} の補正値

N　：階数

既往地震に対する検討結果から，被害判定の基準は以下のようにしている．

大破　：$V_R \leq V_I / 2$

中破　：$V_I / 2 < V_R \leq 2V_I / 3$

④仙台市(2002)の手法〈ＲＣ造〉

○採用自治体：宮城県(04)，仙台市(02)

仙台市(2002)では，兵庫県南部地震(1995)における地震動強さと建物被害の関係に基づき建物群の耐力・変形性能分布を推定している．次に，宮城県沖地震(1978)のデータを用いてキャリブレーションを行い，等価線形解析により被害率を求めている．算出手順の概略は以下のとおり．

a) 兵庫県南部地震(1995)の被害に適合するように建物群の耐力・変形性能分布を推定した．変形性能分布は，兵庫県南部地震(1995)で変位一定則が成立したと考えられている中高層建築物（8-12F）の被害関数から推定した．建物への入力地震動は神戸市灘区・東灘区の再現地震動を用いて，１自由度系でモデル化した建物について非線形時刻歴応答解析を行い，応答変形角を求めた．

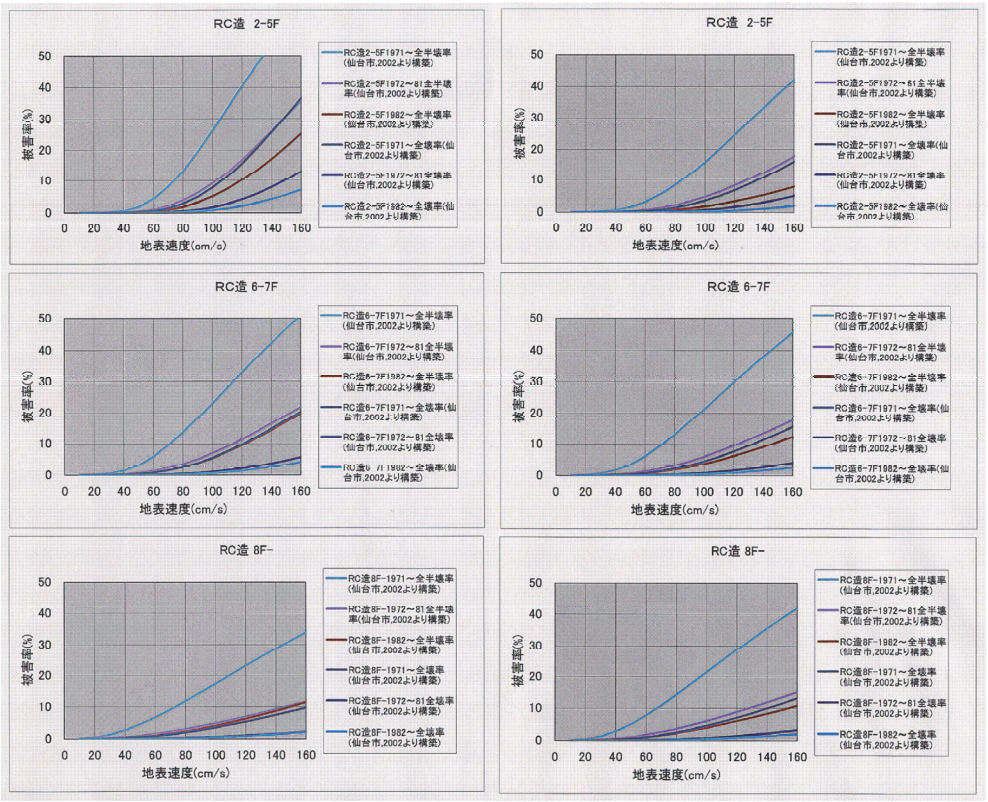
b) 宮城県沖地震(1978)の被害結果（仙台市卸町地区の被害率）を対象としてキャリブレーションを行い，卸町地区の被害率に適合する被害想定のための建物群の耐力・変形性能分布を求めた．

c) 地震動評価で求めた擬似速度応答スペクトルとb)で求めた建物群の耐力・変形性能分布を用いて，等価線形解析により被害率を求めた．

○宮城県(04)では...

仙台市(2002)による地震動とＲＣ造建物の被害予測結果を利用し，対数正規分布累積関数による被害率曲線を作成している．なお，１階建物は2-5階の被害率曲線を用いている．

【海洋型】　　【内陸型】



図Ⅲ-1-29　宮城県(2004)におけるＲＣ造建物の被害率曲線

（2）被害率曲線を用いる手法

①東京都(1997)の手法

○採用自治体：岩手県(04)

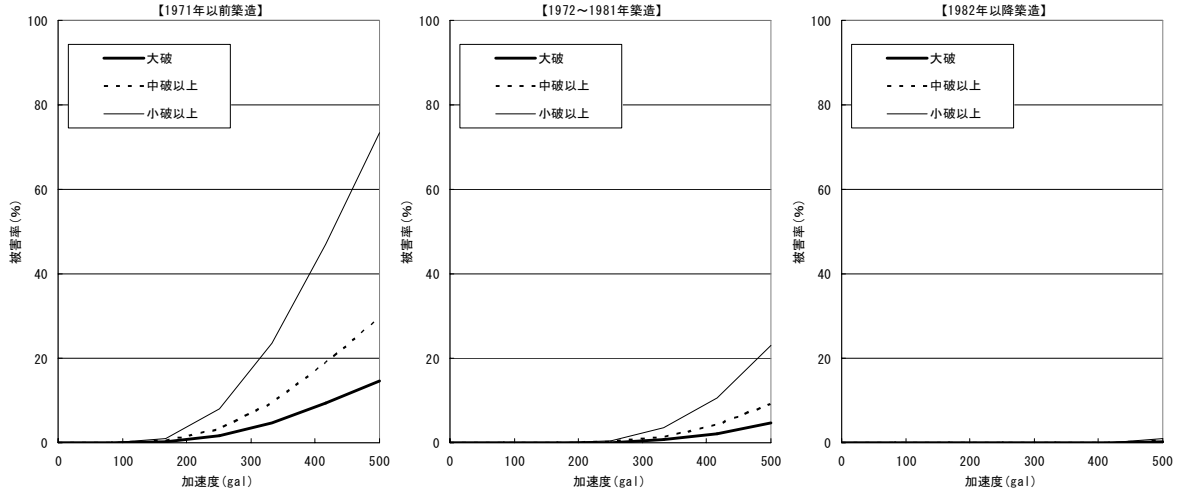
ＲＣ造：中埜・岡田(1989)の方法によるシミュレーションに基づき，加速度と被害率の関係を設定.

Ｓ造　：兵庫県南部地震(1995)での被害事例から，加速度と被害率の関係を設定.

表Ⅲ-1-21　加速度とＲＣ造建物被害率(東京都, 1997)

加速度 (gal)	1971年以前築造			1972～1981年築造			1982年以降築造		
	大破率	中破率	小破率	大破率	中破率	小破率	大破率	中破率	小破率
～83	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
167	0.2	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
250	1.6	1.6	4.8	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
333	4.7	4.7	14.1	0.7	0.7	2.1	0.0	0.0	0.0
417	9.4	9.4	28.2	2.1	2.1	6.3	0.0	0.0	0.0
500	14.7	14.7	44.1	4.6	4.6	13.8	0.2	0.2	0.6

(単位：%)

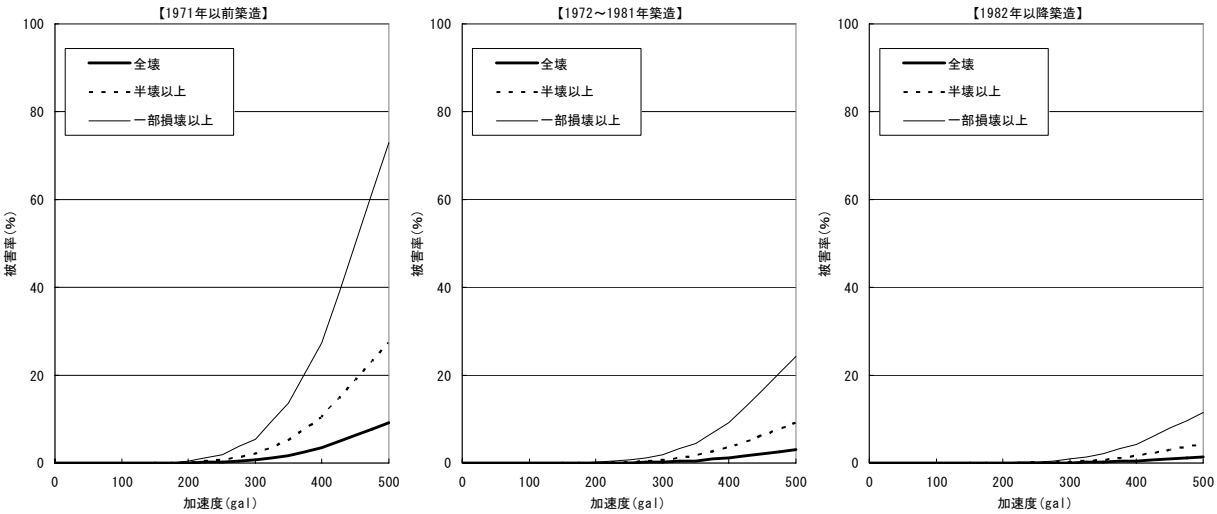


図Ⅲ-1-30　加速度とＲＣ造建物被害率(東京都(1997)より作成)

表Ⅲ-1-22　加速度とＳ造建物被害率(東京都, 1997)

加速度 (gal)	1971年以前築造			1972～1981年築造			1982年以降築造		
	全壊率	半壊率	一部損壊	全壊率	半壊率	一部損壊	全壊率	半壊率	一部損壊
～150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.01	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.05	0.10	0.25	0.02	0.04	0.10	0.01	0.02	0.05
225	0.14	0.28	0.70	0.05	0.10	0.25	0.02	0.04	0.10
250	0.23	0.46	1.15	0.08	0.16	0.40	0.04	0.08	0.20
275	0.46	0.92	2.30	0.15	0.30	0.75	0.07	0.14	0.35
300	0.68	1.36	3.40	0.23	0.46	1.15	0.11	0.22	0.55
325	1.20	2.40	6.00	0.40	0.80	2.00	0.19	0.38	0.95
350	1.71	3.42	8.55	0.57	1.14	2.85	0.27	0.54	1.35
375	2.57	5.14	12.85	0.86	1.72	4.30	0.41	0.82	2.05
400	3.42	6.84	17.10	1.14	2.28	5.70	0.54	1.08	2.70
425	4.85	9.70	24.25	1.62	3.24	8.10	0.77	1.54	3.85
450	6.27	12.54	31.35	2.09	4.18	10.45	0.99	1.98	4.95
475	7.70	15.40	38.50	2.57	5.14	12.85	1.22	2.44	6.10
500	9.12	18.24	45.60	3.04	6.08	15.20	1.44	2.88	7.20

(単位：%)



図Ⅲ-1-31　加速度とＳ造建物被害率(東京都(1997)より作成)

②Miyakoshi et al.(1997)の手法

○採用自治体：栃木県(04)，千葉県(08)，神奈川県(09)，愛知県(03)，愛媛県(02)，大分県(13)，千葉市(08)

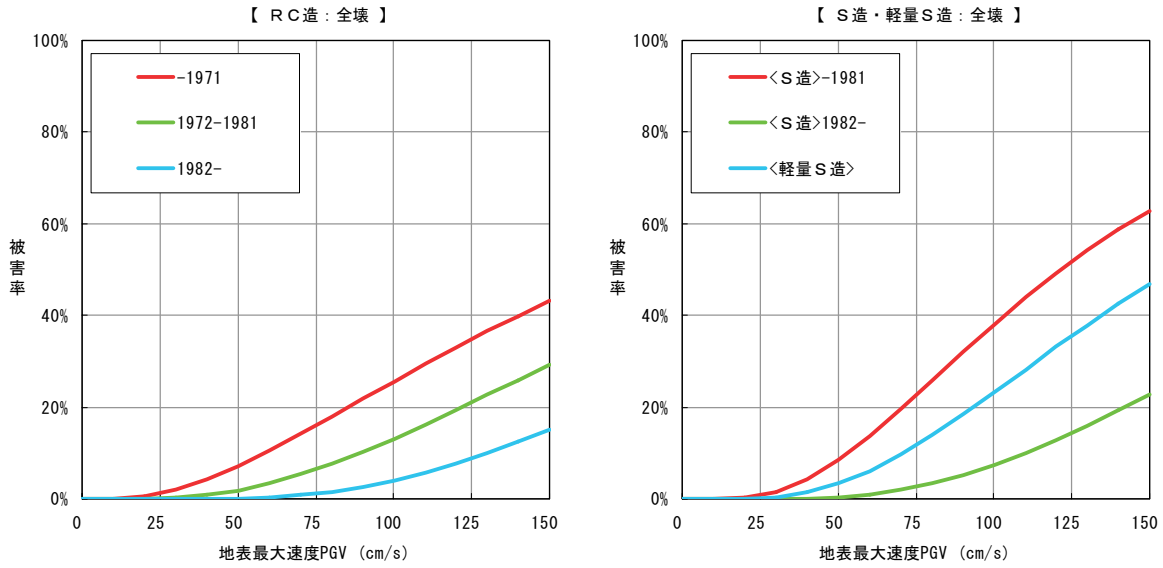
兵庫県南部地震(1995)の神戸市の被害実績から，地表最大速度 PGV と建物被害率の関係を設定している．建物被害率 $P_R(PGV)$ は，標準正規分布の累積確率分布関数 Φ を用いて，対数正規分布で表せると仮定し，分布のパラメータを最小二乗法により求めている．

$$P_R(PGV)=\Phi\left(\frac{\ln(PGV)-\lambda}{\zeta}\right)$$

ただし，λ，ζ は $\ln(PGV)$ の平均値および標準偏差

表Ⅲ-1-23　非木造建物の被害率曲線のパラメータ(Miyakoshi et al.(1997)より作成)

構造	建築年代	全壊			全半壊		
		λ	ζ	R	λ	ζ	R
ＲＣ造	全年代	5.58	0.863	0.982	5.04	1.077	0.935
	-1971	5.16	0.849	0.961	4.58	1.015	0.908
	1972-1981	5.40	0.710	0.980	4.93	1.120	0.978
	1982-	5.58	0.551	0.983	5.36	0.897	0.924
Ｓ造	全年代	5.14	0.695	0.981	4.58	0.937	0.973
	-1981	4.80	0.644	0.982	4.12	0.916	0.980
	1982-	5.44	0.576	0.947	5.00	0.923	0.885
軽量Ｓ造	全年代	5.06	0.622	0.971	4.73	0.699	0.962



図Ⅲ-1-32　非木造建物の被害率曲線【全壊】(Miyakoshi et al.(1997)より作成)

○愛知県(03)では...

主に以下の点を補正した被害率曲線を作成している.

- 兵庫県南部地震(1995)での被害事例はゆれの大きい範囲が中心であったため，ゆれの小さい場合にも適用可能なよう，鳥取県西部地震(2000)等の事例により補正した.
- 低層ＲＣ造建物では，方向によって耐震性能に大きな差があり，地震動の卓越方向の影響を受けやすいため，想定する地震動の卓越方向が一様だと考えられる場合の被害率曲線に補正した.
- ゆれの指標は*SI*値とし，被害率曲線の適用にあたっては，$PGV=SI/1.18$(童・他，1994)の関係により*SI*値を地表最大速度*PGV*に換算した．これは，*SI*値は，一般に震度や地表最大速度*PGV*，地表最大加速度*PGA*などよりも建物被害の相関が高いといわれているためである.

○栃木県(04)では...

上記の愛知県(03)が補正した式を採用している.

$$P_R(PGV)=0 \qquad (PGV<V_0)$$

$$P_R(PGV)=\Phi\left(\frac{\ln(PGV-V_0)-\lambda}{\zeta}\right) \qquad (PGV>V_0)$$

ただし，V_0　：被害率が0%となる最大速度(cm/s)

$$\lambda^*=\ln\left[\exp(\lambda)-V_0\right]$$

$$\xi^*=\left\{\ln(V'-V_0)-\ln\left[\exp(\lambda)-V_0\right]\right\}/\left\{\ln(V')-V_0\right\}\times\xi$$

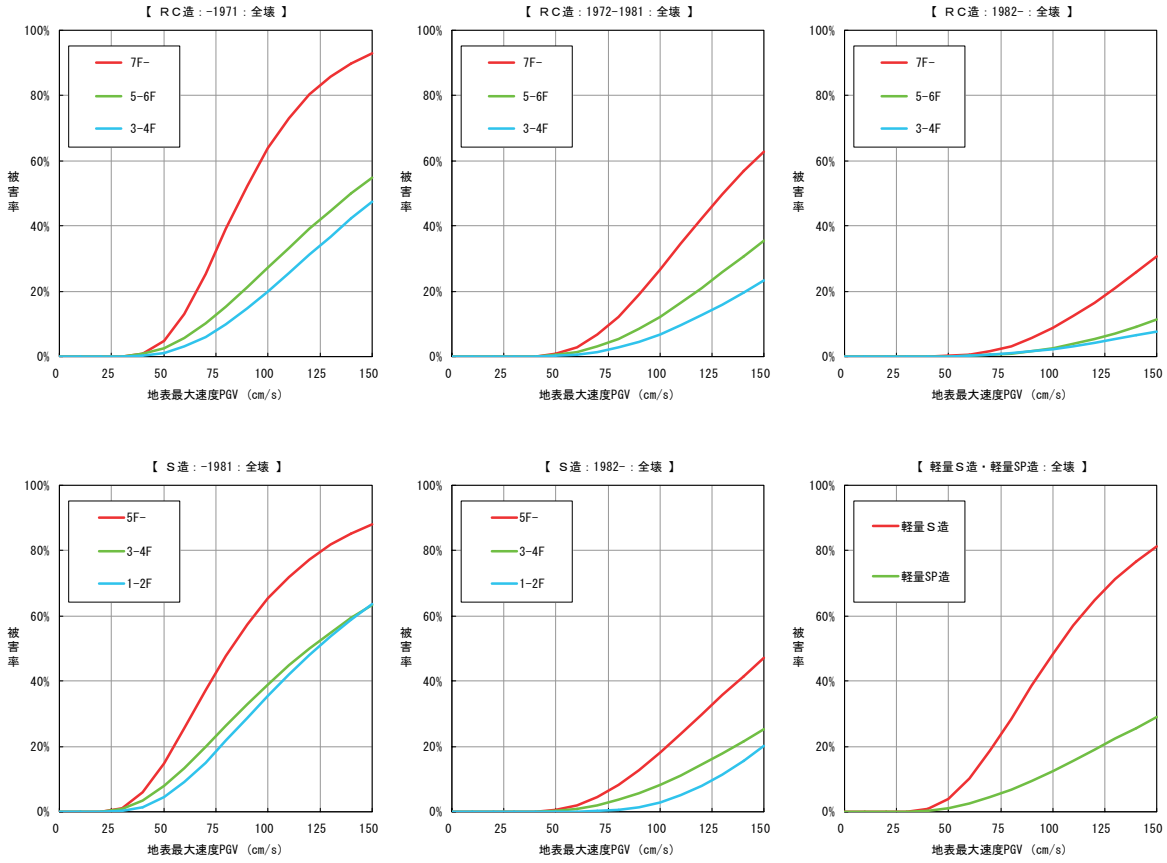
V'　：地域の最大速度(cm/s)

λ，ζ　：$\ln(PGV)$の平均値および標準偏差

表Ⅲ-1-24　非木造建物の被害率曲線のパラメータ（栃木県（2004）より作成）

構造	建築年代	階数	全壊			全半壊		
			λ＊	ζ＊	下限値	λ＊	ζ＊	下限値
ＲＣ造	-1971	3-4F	4.98	0.568	10cm/s	4.68	0.444	5cm/s
		5-6F	4.87	0.609	10cm/s	4.57	0.579	5cm/s
		7F-	4.36	0.399	10cm/s	4.32	0.430	5cm/s
	1972-1981	3-4F	5.37	0.586	10cm/s	4.95	0.434	5cm/s
		5-6F	5.15	0.560	10cm/s	4.63	0.597	5cm/s
		7F-	4.79	0.464	10cm/s	4.38	0.466	5cm/s
	1982-	3-4F	6.07	0.792	10cm/s	5.41	0.607	5cm/s
		5-6F	5.67	0.604	10cm/s	5.03	0.581	5cm/s
		7F-	5.20	0.514	10cm/s	4.63	0.449	5cm/s
Ｓ造	-1981	1-2F	4.73	0.615	10cm/s	4.49	0.620	5cm/s
		3-4F	4.70	0.712	10cm/s	4.05	0.688	5cm/s
		5F-	4.28	0.561	10cm/s	3.94	0.597	5cm/s
	1982-	1-2F	5.29	0.417	10cm/s	5.21	0.671	5cm/s
		3-4F	5.35	0.610	10cm/s	4.86	0.795	5cm/s
		5F-	4.98	0.525	10cm/s	4.30	0.590	5cm/s
軽量Ｓ造	全年代		4.52	0.476	10cm/s	4.46	0.561	5cm/s
軽量SP造	全年代		5.35	0.738	10cm/s	4.75	0.656	5cm/s

（注）下限値とは被害率が0%となる最大速度（cm/s）．軽量SP造は軽量鉄骨プレハブ造．



図Ⅲ-1-33　非木造建物の被害率曲線【全壊】（栃木県（2004）より作成）

○大分県(04)では...

上記の愛知県(03)で設定されている式を大破・中破を表すものとし，全壊・半壊を長崎県(2006)に基づき以下のようにして換算する

大破以上率＝0.5×全壊率中破以上率
＝0.5×全半壊率（ここで，全半壊率＝全壊率＋半壊率）

③山口・山崎(2000)の手法

○採用自治体：徳島県(05)

兵庫県南部地震(1995)の西宮市の被害データから，地震動強さ（地表最大加速度 PGA，地表最大速度 PGV，SI 値，計測震度 I）と建物被害率の関係を設定している．建物被害率 $P_R(x)$ は，PGA・PGV・SI については対数正規分布，計測震度 I については正規分布で表せると仮定し，分布のパラメータを最小二乗法により求めている．

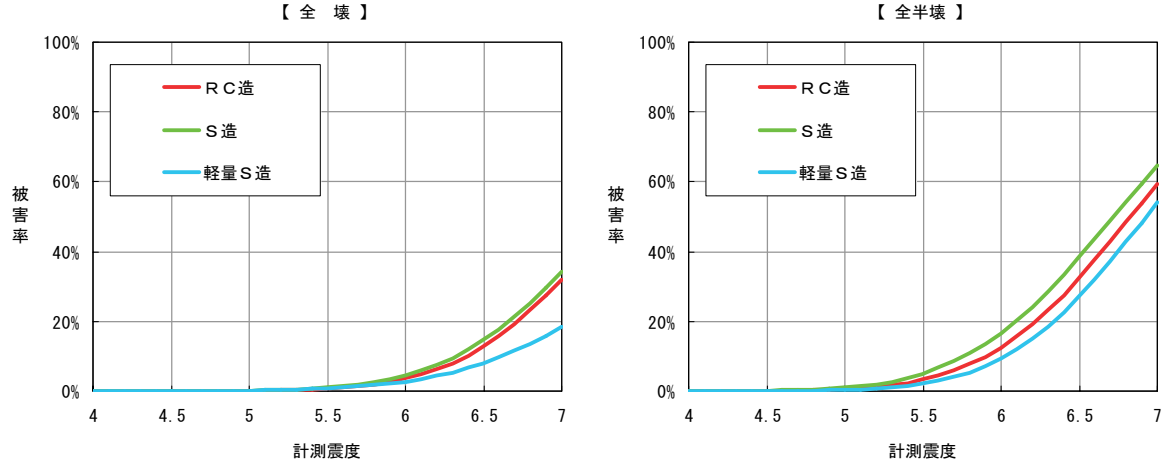
〈PGA, PGV, SI〉　$P_R(x)=\Phi\left(\dfrac{\ln(x)-\lambda}{\zeta}\right)$　　λ, ζ は $\ln(x)$ の平均値および標準偏差

〈I〉　$P_R(I)=\Phi\left(\dfrac{I-\lambda}{\zeta}\right)$　　λ, ζ は I の平均値および標準偏差

表Ⅲ-1-25　非木造建物の被害率曲線のパラメータ(山口・山崎(2000)より作成)

		建築年代	PGA (cm/s^2)		PGV (cm/s)		SI (cm/s)		計測震度 I	
			λ	ζ	λ	ζ	λ	ζ	λ	ζ
RC造	全壊	全年代	8.03	0.970	5.71	0.849	5.94	0.898	7.35	0.750
		-1971	7.75	0.907	5.46	0.789	5.68	0.833	7.22	0.798
		1972-81	7.94	0.996	5.64	0.876	5.86	0.925	7.36	0.847
		1982-94	10.5	1.97	7.89	1.73	8.24	1.83	9.56	1.68
	全半壊	全年代	7.34	0.912	5.11	0.798	5.31	0.844	6.83	0.723
		-1971	7.19	0.947	4.97	0.825	5.16	0.871	6.72	0.821
		1972-81	7.29	1.01	5.06	0.887	5.26	0.936	6.82	0.859
		1982-94	8.05	1.18	5.73	1.04	5.97	1.10	7.45	0.989
S造	全壊	全年代	7.90	0.939	5.60	0.824	5.83	0.870	7.32	0.781
		-1971	7.35	0.731	5.12	0.642	5.32	0.678	6.86	0.607
		1972-81	8.03	1.13	5.71	0.995	5.94	1.05	7.42	0.940
		1982-94	7.86	0.714	5.57	0.627	5.79	0.662	7.29	0.598
	全半壊	全年代	7.18	0.894	4.97	0.784	5.16	0.828	6.72	0.744
		-1971	6.88	0.951	4.71	0.835	4.88	0.882	6.47	0.791
		1972-81	6.99	0.861	4.81	0.755	4.99	0.797	6.56	0.714
		1982-94	7.61	1.08	5.35	0.949	5.56	1.00	7.08	0.904
軽量S造	全壊	全年代	8.61	1.20	6.23	1.05	6.49	1.11	7.88	0.984
		-1981	8.57	1.35	6.18	1.18	6.44	1.25	7.85	1.11
		1982-94	8.84	1.23	6.43	1.08	6.70	1.14	8.09	1.03
	全半壊	全年代	7.45	0.852	5.20	0.747	5.41	0.789	6.93	0.705
		-1981	7.51	1.13	5.26	0.988	5.47	1.04	6.97	0.924
		1982-94	7.77	1.06	5.49	0.927	5.71	0.979	7.21	0.880

(注 1) 太枠内は徳島県(2005)で被害予測に用いられている被害率曲線



図Ⅲ-1-34　徳島県(2004)における非木造建物の被害率曲線(山口・山崎(2000)より作成)

④村尾・山崎(2000，2002)の手法

○採用自治体：山梨県(05)，島根県(12)，札幌市(08)，川崎市(13)

兵庫県南部地震(1995)の神戸市の被害実績から，地表最大速度 PGV と木造建物被害率の関係を設定している．建物被害率 $P_R(PGV)$ は，標準正規分布の累積確率分布関数 Φ を用いて，対数正規分布で表せると仮定し，分布のパラメータを最小二乗法により求めている．

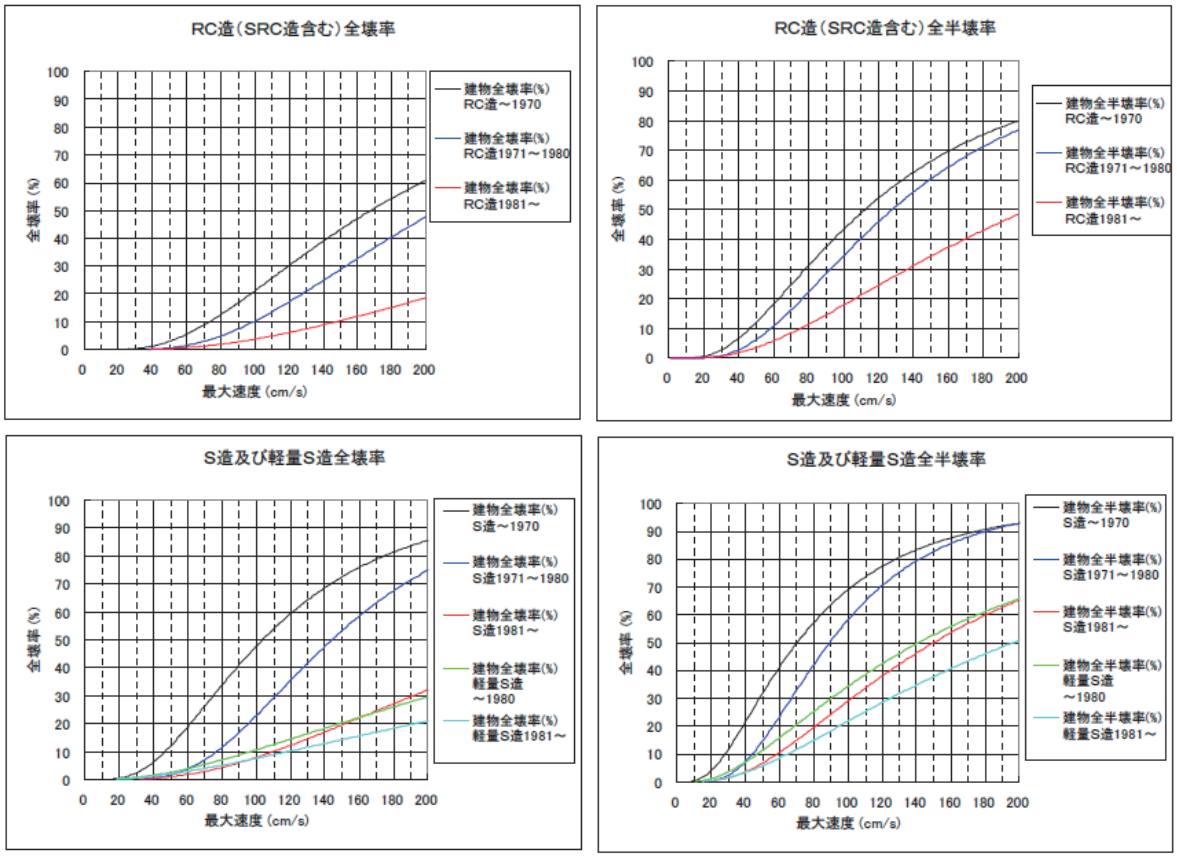
$$P_R(PGV)=\Phi\left(\frac{\ln(PGV)-\lambda}{\zeta}\right)$$

ただし，λ，ζ は $\ln(PGV)$ の平均値および標準偏差

なお，被災程度については，村尾・山崎(2000)は自治体の罹災証明に基づいており，村尾・山崎(2002)は震災復興都市づくり特別委員会（以下「震特委員会」）の定義に基づくものである．

表Ⅲ-1-26　非木造建物の被害率曲線のパラメータ(村尾・山崎(2000，2002)より作成)

村尾・山崎(2000)：自治体罹災証明に基づく						村尾・山崎(2002)：震特委員会の定義に基づく					
構造	建築年代	全壊		全半壊		構造	建築年代	全壊		全半壊	
		λ	ζ	λ	ζ			λ	ζ	λ	ζ
ＲＣ造	-1971	5.12	0.646	4.72	0.691	ＲＣ造	1951-70	5.52	0.666	5.19	0.707
	1972-81	5.33	0.575	4.85	0.612		1971-81	5.79	0.708	5.42	0.726
	1982-94	6.00	0.789	5.33	0.789		1982-94	6.25	0.792	5.97	0.904
	全年代	5.50	0.705	4.99	0.716		全年代	5.78	0.648	5.52	0.742
Ｓ造	-1971	4.64	0.619	4.25	0.712	Ｓ造	1951-70	5.39	0.858	4.81	0.799
	1972-81	4.97	0.490	4.49	0.549		1971-81	5.78	0.858	5.27	0.799
	1982-94	5.64	0.731	5.01	0.733		1982-94	6.09	0.858	5.63	0.799
	全年代	5.14	0.628	4.69	0.672		全年代	5.44	0.541	5.26	0.683
軽量Ｓ造	-1971	4.70	0.550	4.41	0.504						
	1972-81	5.82	0.972	4.95	0.855						
	1982-94	6.19	1.101	5.28	0.865						
	全年代	5.03	0.564	4.73	0.601						

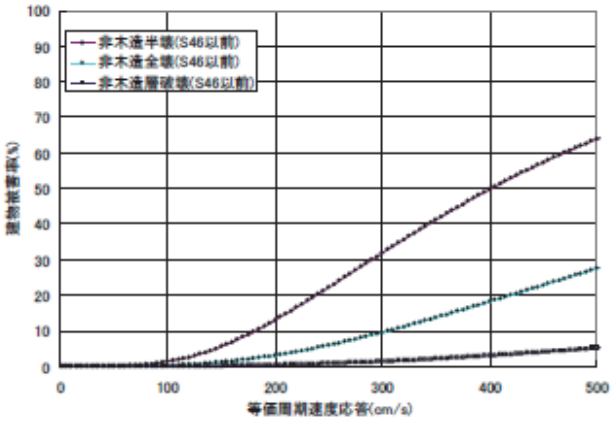


図Ⅲ-1-35　村尾・山崎(2000)による非木造建物被害率曲線(全壊および全半壊)(島根県, 2012)

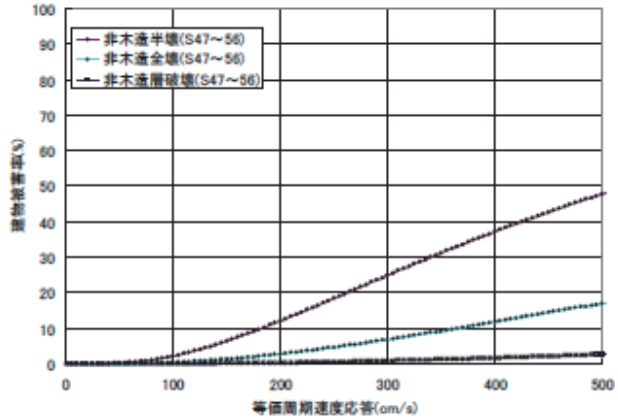
⑤境ら(2002)・堀江ら(2003) の手法

○採用自治体：三重県(06)

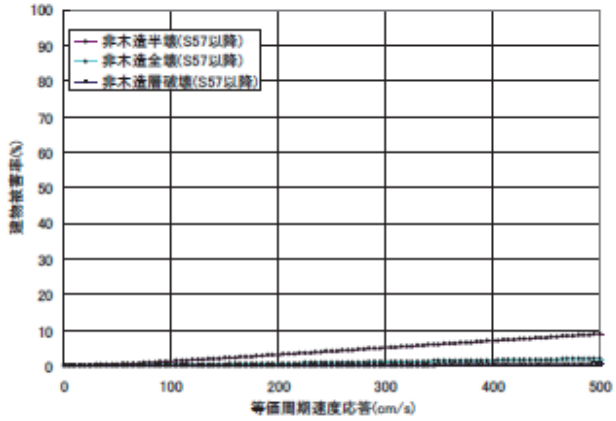
基本的な想定手法は木造建物の被害想定手法と同じである.『第Ⅲ章1-1 ． ゆれによる建物被害 （２）被害率曲線を用いる手法 ⑦境ら(2002) ・堀江ら(2003)の手法』を参照されたい.
ここでは非木造建物の年代別被害関数を記載する.



(a) S46 以前



(b) S47～S56



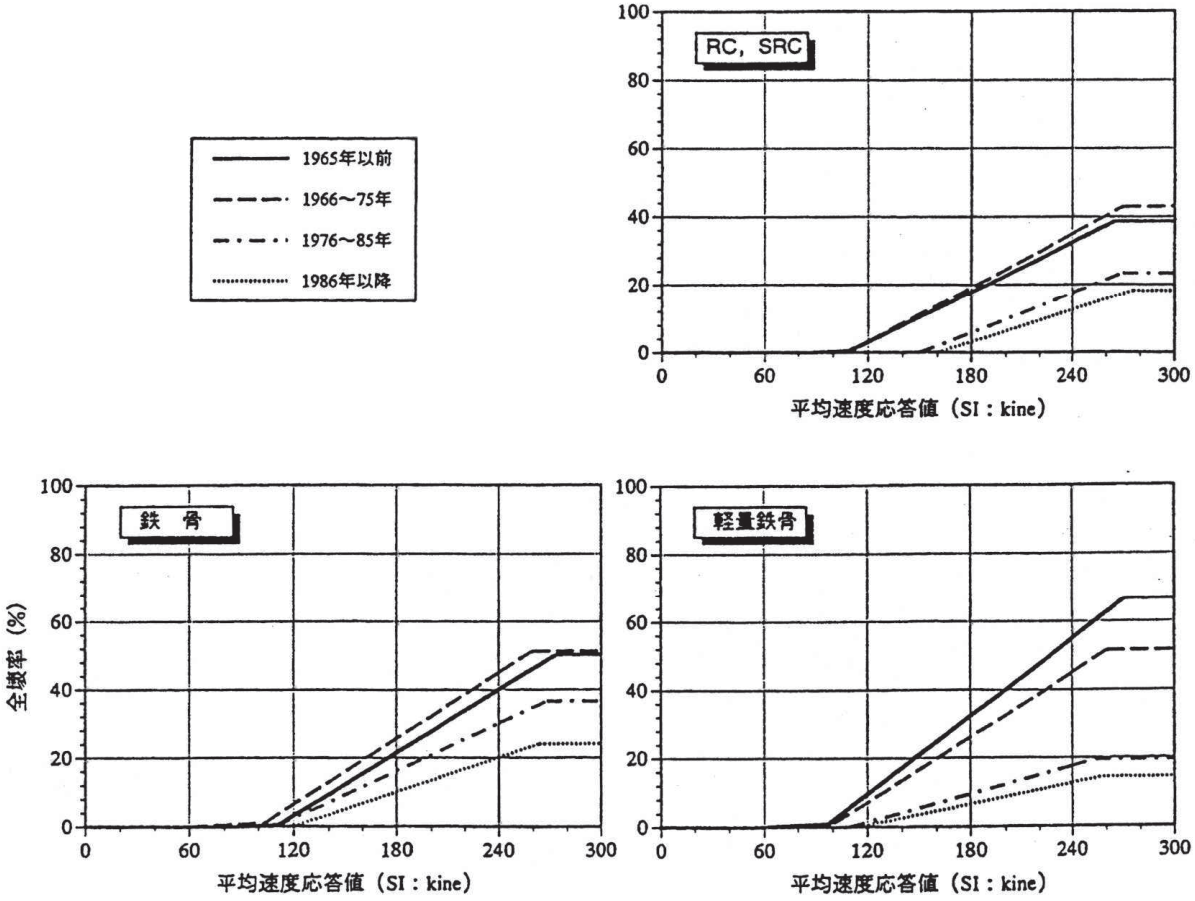
(c) S57 以降

図Ⅲ-1-36　非木造の被害関数(三重県, 2006)

⑥大阪府(1997)の手法

○採用自治体：滋賀県(05)

兵庫県南部地震(1995)の被害データをもとに，構造，年代別に平均速度応答値と被害率の関係を設定している．



図Ⅲ-1-37　平均速度応答値と非木造建物全壊率(大阪府, 1997)

⑦兵庫県(1999)の手法

○採用自治体：兵庫県(99)

嘉嶋・高田(1996)は，兵庫県南部地震(1995)の被災事例を調査し，地表加速度と非木造建物被害の関係をまとめている．

兵庫県(1999)では，嘉嶋・高田(1996)に県で調査した建物被害数が一致するようにパラメータを設定している．

■非木造建物全壊率 P (%)

$$P=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\int_{-\infty}^{K}e^{-\frac{(k-k_0)^2}{2\sigma^2}}dk\times100$$

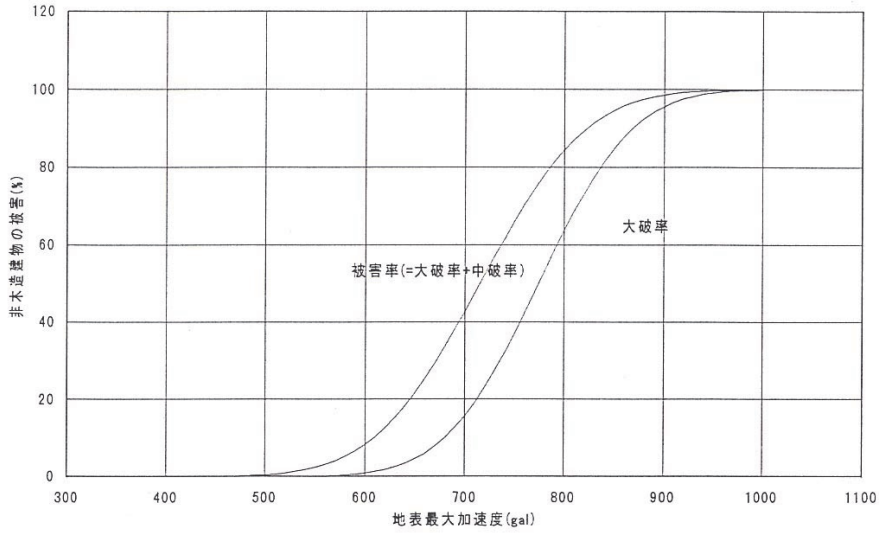
ただし， K ：地表最大加速度／重力加速度

k_0 ， σ ： k_0 =0.79　 σ =0.075

■非木造建物被害率（＝全壊率＋半壊率） Q (%)

$$Q=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\int_{-\infty}^{K}e^{-\frac{(k-k_0)^2}{2\sigma^2}}dk\times100$$

k_0 ， σ ： k_0 =0.73　 σ =0.085

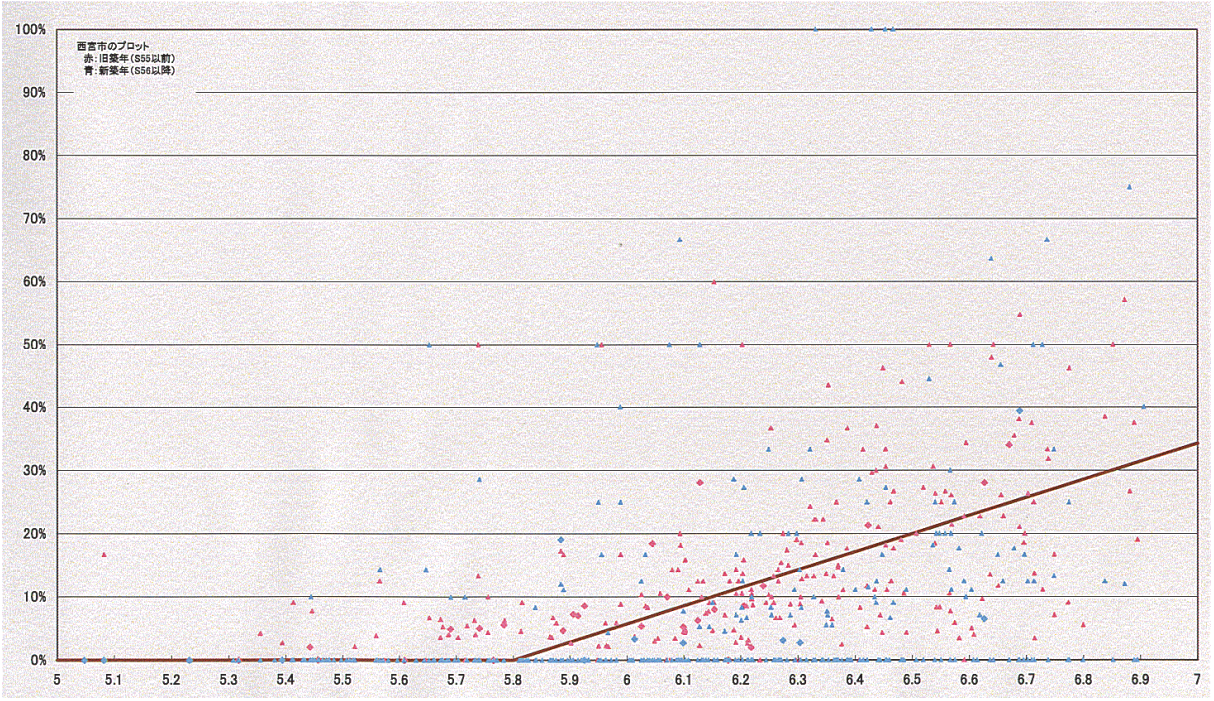


図Ⅲ-1-38　地表最大加速度と非木造建物被害の関係(兵庫県, 1998)

⑧中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の手法

○採用自治体：奈良県(05)

兵庫県南部地震(1995)における西宮市，鳥取県西部地震(2000)における鳥取市，芸予地震(2001)における呉市のデータから計測震度と被害率（全壊率）との関係式を導出し，ゆれによる非木造建物被害を算出している．非木造建物全壊率については，プロットデータの特徴から，被害の出始める震度を切片とした直線を仮定している．



図Ⅲ-1-39　計測震度と非木造建物全壊率の関係(中央防災会議, 2003)

○奈良県(05)では...

中央防災会議(2003)等の資料を参考に，全壊率，全半壊率の被害率を作成している．

⑨東京都(2006)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

○採用自治体：秋田県(13),群馬県(12),埼玉県(07),東京都(12),富山県(11),岡山県(13),広島県(07),山口県(08),香川県(13),高知県(13),佐賀県(10),熊本県(13),さいたま市(09), 横浜市(12),広島市(08)

○中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用

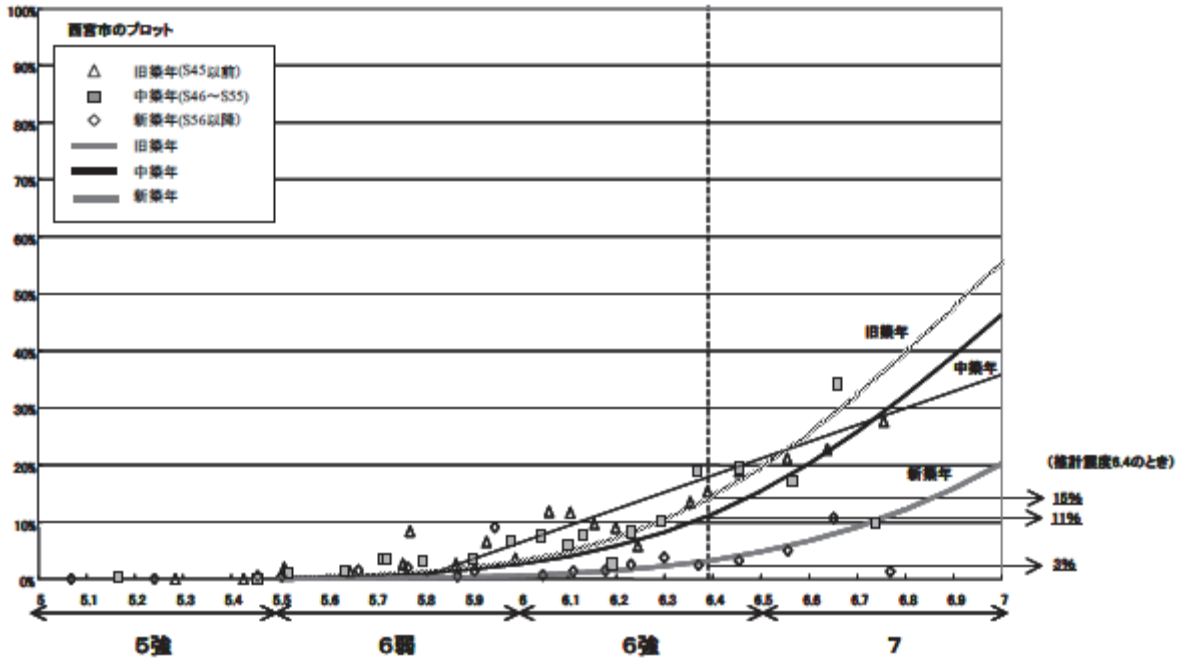
中央防災会議（首都直下地震対策専門調査会・東南海.南海地震等に関する専門委員会）では全壊率テーブル（計測震度と全壊率との関係）から全壊棟数を算出している.

・全壊率テーブル：

過去の地震（兵庫県南部地震（1995）における鉄筋コンクリート造に関する西宮市）による被害のプロットデータをもとに設定し，年代区分は S45 以前,S46～S55,S56 以降としている．建物が全壊するときの震度が正規分布に従うと仮定している（全壊率テーブルに正規分布の累積確率密度関数を使用）.

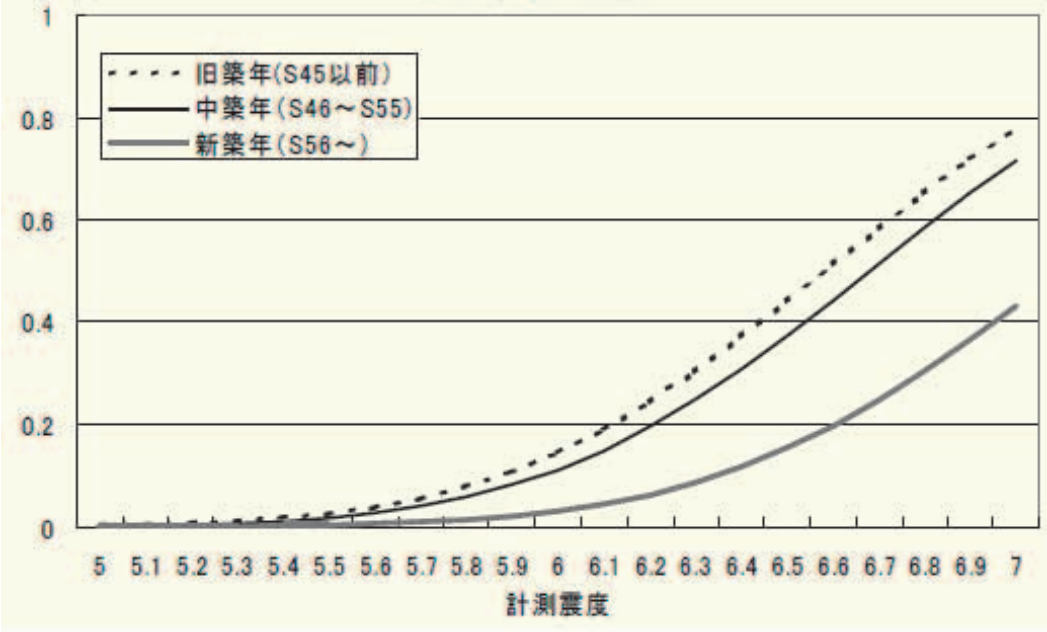
(注 1) 東京都(12)では，建築基準法改正のうち建築構造上，重要な年を境目として設定（S46：RC 造帯筋の基準強化／S56：新耐震基準の導入）し，年代区分を S46 以前／S47-56／S57 以降としている.

(注 2) 中央防災会議・南海トラフ(2013)では,S46 年以前／S47～S55／S56 以降としている.



図Ⅲ-1-40　非木造建物全壊率(東京都, 2006)

なお，半壊棟数に関しては中央防災会議(06)の手法が公開されていないため，秋田県(13)，群馬県(12)，埼玉県(07),さいたま市(09)， 横浜市(12),山口県(08),広島県(07),広島市(08)では東京都(06)のテーブル（計測震度と半壊率との関係）を用いて，半壊棟数を算出している.なお，ここで用いるテーブルは全半壊テーブルであるため，このテーブルを用いて求めた全半壊棟数から全壊棟数を引いたものを半壊棟数としている.



図Ⅲ-1-41　非木造建物全半壊率(東京都, 2006)

表Ⅲ-1-27　被害率曲線の係数（秋田県，2013）

建築年次	λ	ζ
～1970年	6.58	0.53
1971年～1980年	6.67	0.54
1981年～	7.10	0.58

(注1) 係数の値は，埼玉県が東京都(2006)のグラフから推定して設定したものである

○広島県(07), 広島市(08) では...

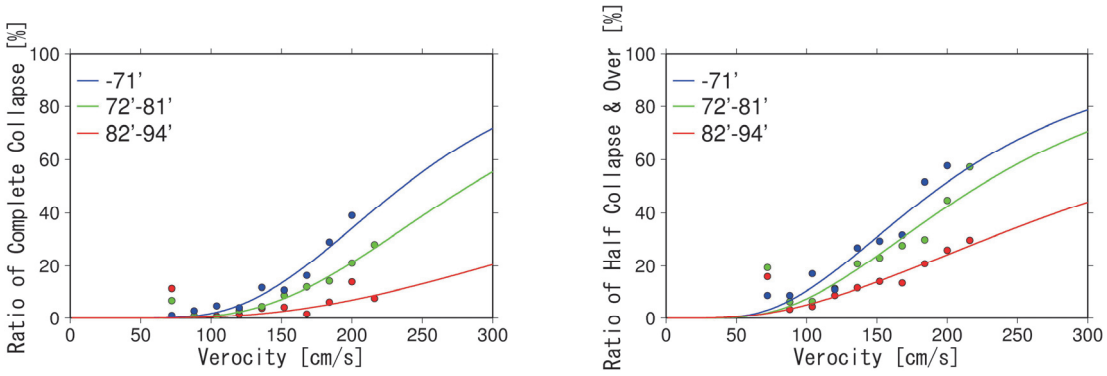
半壊率については中央防災会議の手法(2006)が公開されていないため，東京都(2006)の手法を用いている．丘陵地・台地における被害率は静岡県(2001)の手法を用いている．

⑩大阪府(2007)の手法

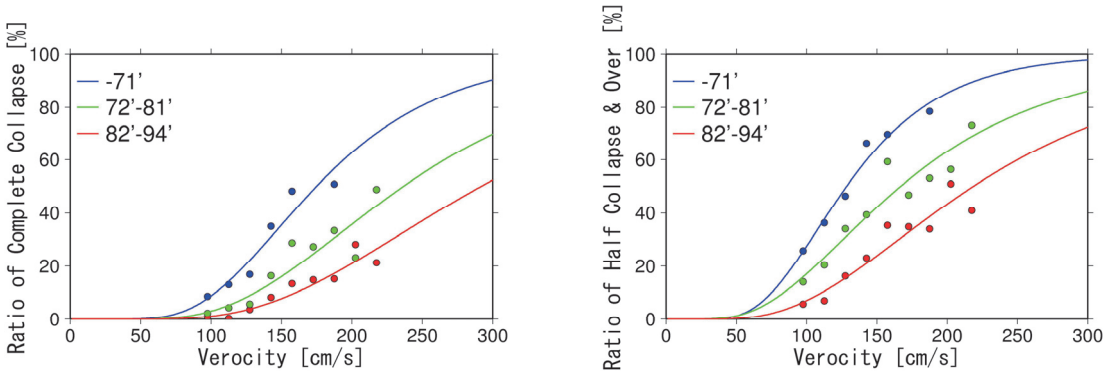
○採用自治体：大阪府(07), 堺市(09)

基本的な想定手法は木造建物の被害想定手法と同じである．『第Ⅲ章1-1 ． ゆれによる建物被害 （２）被害率曲線を用いる手法⑩ 大阪府(2007)の手法』を参照されたい．

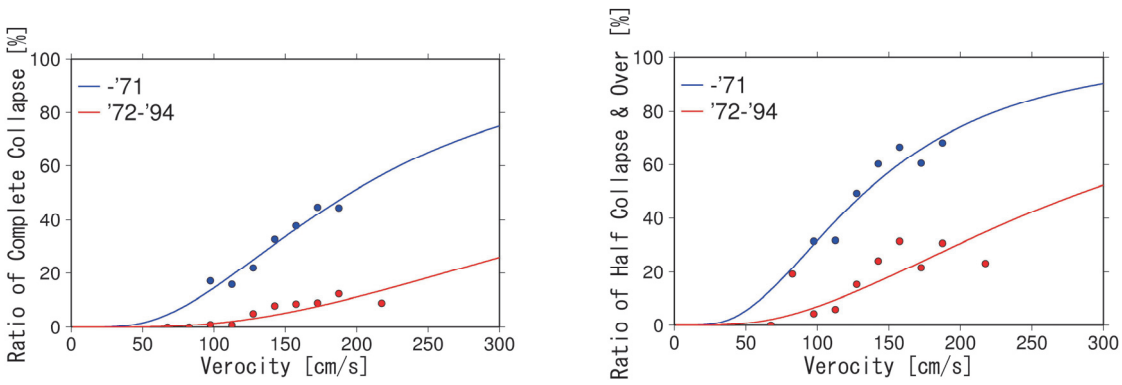
非木造建物の被害率曲線は，耐震設計基準の変遷による差が顕著なので，耐震設計基準ごとに年代区分し，それぞれ独立に被害率曲線を設定している．木造建物と同様に兵庫県南部地震の建物被害データより設定した非木造建物の被害率曲線を図Ⅲ-1-42～44に示す．



図Ⅲ-1-42　RC 造建物　全壊率（左）と全・半壊率（右）（大阪府, 2007）



図Ⅲ-1-43　S 造建物　全壊率（左）と全・半壊率（右）（大阪府, 2007）



図Ⅲ-1-44　軽量鉄骨造・その他建物　全壊率（左）と全・半壊率（右）（大阪府, 2007）

表Ⅲ-1-28　各自治体のゆれによる建物被害予測手法（その１）

自治体	木造		非木造							
			RC造		S造		軽量S造		その他	
青森県(97)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	神奈川県(1985)	(応)	損保算定会(1991),天国・望月(1993)	－		－	
岩手県(04)	(被)	<全壊>中央防災会議(2003) <半壊>東京都(1997)を参考に全壊率の3倍に設定	(被)	東京都(1997)	(被)	東京都(1997)	－		－	
宮城県(04)	(被-応)	仙台市(2002)改	(被-応)	仙台市(2002)改	(被)	石田・水越(1998)	S造手法		S造手法	
秋田県(13)	(被)	<全壊>中央防災会議(2012) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2012) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2012) <半壊>東京都(2006)	－		－	
山形県(06)	(被)	長谷川・翠川(1998)	(被)	長谷川・翠川(1998)	(被)	長谷川・翠川(1998)	－			
福島県(98)	(被-応)	(手法不明)	(被-応)	(手法不明)						
茨城県(95, 98)	(被-応)	手法不明								
栃木県(04)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)		－	
群馬県(12)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	－		－	
埼玉県(07)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	－			
千葉県(08)	(被)	Miyakoshi et al(1997)改	(被)	Miyakoshi et al(1997)改	(被)	Miyakoshi et al(1997)改	－			
東京都(12)	(被)	中央防災会議(2004)改	(被)	中央防災会議(2004)改	(被)	中央防災会議(2004)改	－			
神奈川県(09)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)			
新潟県(98)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)	木造手法		木造手法	
富山県(11)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	(被)	<全壊>中央防災会議(2004) <半壊>東京都(2006)	－			
福井県(97)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	(応)	<非住家>東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	<S造住家>木造手法		－	
山梨県(05)	(被)	<全壊・半壊>村尾・山崎(2000) <大破・中破>村尾・山崎(2002)	(被)	<全壊・半壊>村尾・山崎(2000) <大破・中破>村尾・山崎(2002)	(被)	<全壊・半壊>村尾・山崎(2000) <大破・中破>村尾・山崎(2002)	－		－	
長野県(02)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)	木造手法		木造手法	
岐阜県(13)	(被)	(「内閣府の手法」と記載するが，詳細不明)	(被)	(「内閣府の手法」と記載するが，詳細不明)	(被)	(「内閣府の手法」と記載するが，詳細不明)	－		－	
静岡県(01)	(被)	静岡県(01)	(応)	静岡県(01)	(被)	静岡県(01)	S造手法		RC造手法	
愛知県(03)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	(被)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)	<全壊・半壊>Miyakoshi et al(1997)改 <大破・中破>宮腰ら(2003)		－	
三重県(06)	(被)	堺ら(2002)	(被)	堺ら(2002)	(被)	(手法不明)	－		－	
滋賀県(05)	(被)	大阪府(1997)	(被)	大阪府(1997)	(被)	大阪府(1997)	大阪府(1997)		－	
京都府(08)	(被)	(手法不明)	(被)	(手法不明)						
大阪府(07)	(被)	大阪府(2007)	(被)	大阪府(2007)	(被)	大阪府(2007)	大阪府(2007)			
兵庫県(99)	(被)	<直下型>兵庫県(1999) <海溝型>静岡県(1978)	(被)	兵庫県(1999)						
奈良県(05)	(被)	中央防災会議(2003)を参考に設定	(被)	中央防災会議(2003)を参考に設定						

(注1) (応) 応答解析に基づく手法，(被) 被害率曲線を用いる手法，(被-応) 応答解析の考え方を加味して作成した被害率曲線を用いる手法
(注2) 自治体名の後ろの（ ）内の数字は報告書等の発行年(西暦)の下二桁を表示
(注3) 自治体独自に手法に変更を加えている場合は，考え方の基本とした手法で分類し，手法名の最後に「改」と記載
（ただし，報告書等の記載内容から判断したため，変更を補足しきれていない場合がある）

表Ⅲ-1-29　各自治体のゆれによる建物被害予測手法（その２）

自治体	木造		非木造							
			RC造		S造		軽量S造	その他		
鳥取県(05)	(被)	鳥取県(2005)	(被)	鳥取県(2005)	(被)	鳥取県(2005)	－	－		
島根県(12)	(被)	村尾・山崎(2000,2002) ※積雪考慮	(被)	村尾・山崎(2000,2002)	(被)	村尾・山崎(2000,2002)	村尾・山崎(2000,2002)	村尾・山崎(2000,2002)		
岡山県(13)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	－	－		
広島県(07)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	－			
山口県(08)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	－			
徳島県(05)	(被)	山口・山崎(2000)	(被)	山口・山崎(2000)	(被)	山口・山崎(2000)	山口・山崎(2000)	－		
香川県(13)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	-	-		
愛媛県(02)	(被)	Miyakoshi et al(1997)	(被)	Miyakoshi et al(1997)	(被)	Miyakoshi et al(1997)	S造手法	木造手法		
高知県(13)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	－	-		
福岡県(12)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	木造手法	木造手法		
佐賀県(10)	(被)	中央防災会議(2003)	(被)	中央防災会議(2004)	(被)	中央防災会議(2004)	－			
長崎県(06)	(応)	(手法不明)	(応)	(手法不明)	(応)	〈非住家〉(手法不明)	〈S造住家〉木造手法	－		
熊本県(13)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	(被)	中央防災会議(2012)	－	-		
大分県(13)	(被)	〈全壊・半壊〉長崎県(2006) 〈大破・中破〉Miyakoshi et al(1997)	(被)	〈全壊・半壊〉長崎県(2006) 〈大破・中破〉Miyakoshi et al(1997)	(被)	〈全壊・半壊〉長崎県(2006) 〈大破・中破〉Miyakoshi et al(1997)	〈全壊・半壊〉長崎県(2006)	〈全壊・半壊〉長崎県(2006)		
宮崎県(07)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	-			
鹿児島県(97)	(応)	(手法不明)	(応)	(手法不明)	(応)	(手法不明)	－	－		
札幌市(08)	(被)	村尾・山崎(2000,2002)	(被)	村尾・山崎(2000,2002)	(被)	村尾・山崎(2000,2002)	-			
仙台市(02)	(被-応)	仙台市(2002)	(応)	仙台市(2002)	(被)	石田・水越(1998)	－	Miyakoshi et al(1997)〈RC造〉		
さいたま市(09)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	－			
千葉市(08)	(被)	Miyakoshi et al(1997)改	(被)	Miyakoshi et al(1997)改	(被)	Miyakoshi et al(1997)改	－			
横浜市(12)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	－	-		
川崎市(13)	(被)	村尾・山崎(2000,2002)	(被)	村尾・山崎(2000, 2002)	(被)	村尾・山崎(2000, 2002)	－			
新潟市(07)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	木造手法			
名古屋市(99)	(被)	名古屋市(1999)	(被)	名古屋市(1999)	(被)	名古屋市(1999)	名古屋市(1999)	－		
京都市(03)	(応)	東京都防災会議(1985,1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	(応)	東京都防災会議(1991)・神奈川県(1993)改	－	－		
堺市(09)	(被)	大阪府(2007)	(被)	大阪府(2007)	(被)	大阪府(2007)	大阪府(2007)			
広島市(08)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	(被)	〈全壊〉中央防災会議(2004) 〈半壊〉東京都(2006)	－			

（注1）（応）応答解析に基づく手法，（被）被害率曲線を用いる手法，（被-応）応答解析の考え方を加味して作成した被害率曲線を用いる手法
（注2）自治体名の後ろの（　）内の数字は報告書等の発行年(西暦)の下二桁を表示
（注3）自治体独自に手法に変更を加えている場合は，考え方の基本とした手法で分類し，手法名の最後に「改」と記載
（ただし，報告書等の記載内容から判断したため，変更を補足しきれていない場合がある）

１－３．液状化による建物被害

液状化による建物被害の予測は，新潟地震(1964)，日本海中部地震(1983)での液状化による建物被害状況から被害率を設定する手法が多くの自治体で採用されている．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）望月・荏本(1989)の手法

（２）東京都(1997)の手法

（３）谷口・飯田(1986)の手法

（４）名古屋市(1999)の手法

（５）静岡県(2001)・中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

（６）大阪府(1997)の手法

（７）愛知県(2003)の手法

（８）鳥取県(2004)の手法

（９）東京都（2012）の手法

（１０）千葉県（2008）の手法

（１１）中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

（1） 望月・荏本(1989)の手法

① 木造

○採用自治体：青森県(97)，宮城県(04)，新潟県(98)，福井県(97)，長野県(02)，愛媛県(02)，長崎県(06)，宮崎県(07)，鹿児島県(97)，仙台市(02)，新潟市(07)

望月・荏本(1989)は，新潟地震(1964)・日本海中部地震(1983)での液状化による木造建物の被害発生状況を分析し，以下に示す被害率を設定している．

液状化地域　：全壊率（大破率） 10%，半壊率（中破率） 20%
非液状化地域：被害なし

液状化地域について，多くの自治体ではP_L値が15以上の地域としているが，宮城県，新潟県，広島県，宮崎県などでは，P_L値が20以上の地域を液状化地域としている．

○青森県(97)では...

基礎が深く堅固であるといった県内の家屋構造の特異性を考慮し，以下の被害率を設定している．

液状化地域：P_L値が15以上の地域（全壊率 5%，半壊率 10%）
P_L値が５以上の地域（全壊率2.5%，半壊率 5%）

○福井県(97)では...

液状化地域：P_L値が15以上の地域（大破率 10%，中破率 20%）
P_L値が５以上の地域（大破率2.5%，中破率 5%）

○宮崎県(07)では...

以下のような理由により液状化地域をP_L値が20以上の地域とし，そこでの全壊率を10%，半壊率を20%としている．

・過去の地震被害ではP_L値が15以上と判定された地域でも倒壊していない，または液状化が起こっていないところがある．
・1996年10月の日向灘沖地震で再現計算を行い，液状化による被害の発生するしきい値を設定した．

②非木造

○採用自治体：青森県(97)，宮城県(04)，新潟県(98)，福井県(97)，長野県(02)，福岡県(12)，長崎県(06)，宮崎県(07)，鹿児島県(97)，仙台市(02)，新潟市(07)

望月・荏本(1989)は，新潟地震(1964)での液状化による非木造建物（ＲＣ造）の被害発生状況を分析し，被害予測方法を設定している．

液状化により半壊以上の被害を受けた木造建物の棟数比率が約30%であった地域を大規模液状化発生地域とし，この地域の被害棟数比率を被害面積比率に置き換えて，建物被害に大きな影響を及ぼす液状化面積は大規模液状化発生地域の30%としている．また，その液状化面積に含まれる建物の被害程度については，ＲＣ造・Ｓ造ともに，直接基礎の建物は大破，摩擦ぐい基礎は中破，支持ぐい基礎は被害なしとしている．

非木造建物の基礎構造の頻度分布については，液状化の発生が予想される東京都区内下町地区

の建築確認申請データの分析から，構造別（ＲＣ造＋ＳＲＣ造，Ｓ造）・階数別の基礎構造の割合を設定している．

表Ⅲ-1-30　非木造建物の階数，基礎と被害判定(望月・荏本(1989)より作成)

構造	基礎	建物階数				被害判定
		1～2階	3階	4～7階	8階以上	
ＲＣ造＋ＳＲＣ造	支持ぐい	15%	60%	95%	100%	無被害
	摩擦ぐい	15%	20%	5%	0%	中破
	直接基礎	70%	20%	0%	0%	大破
Ｓ造	支持ぐい	0%		30%	100%	無被害
	摩擦ぐい	10%		50%	0%	中破
	直接基礎	90%		20%	0%	大破

○青森県(97)では...

P_L 値が15以上の地域では全面積の30%で液状化が発生し，P_L 値が5以上15未満の地域では全面積の15%で液状化が発生するとしている．

青森県(1997)で使われた被害率を下表に示す．

表Ⅲ-1-31　非木造建物の階数と被害率の関係(青森県(1997)より作成)

構造	液状化発生区分	全壊				半壊			
		1～2階	3階	4～7階	8階以上	1～2階	3階	4～7階	8階以上
ＲＣ造＋ＳＲＣ造	$15< P_L$	21.00%	6.00%	0.00%	0.00%	4.50%	6.00%	1.50%	0.00%
	$5< P_L \leqq 15$	10.50%	3.00%	0.00%	0.00%	2.25%	3.00%	0.75%	0.00%
Ｓ造	$15< P_L$	27.0%		6.0%	0.0%	3.0%		15.0%	0.0%
	$5< P_L \leqq 15$	13.5%		3.0%	0.0%	1.5%		7.5%	0.0%

○宮城県(04)では...

P_L 値が20以上の地域を建物被害予測の対象とし，液状化メッシュ内において液状化が発生する面積率は東京都(1997)から一律の18%としている．

宮城県(2004)において基礎種類別の存在割合を考慮して求められた被害率を下表に示す．

表Ⅲ-1-32　液状化メッシュにおける非木造建物の被害率(宮城県(2004)より作成)

構造	全壊				半壊			
	1～2階	3階	4～7階	8階以上	1～2階	3階	4～7階	8階以上
ＲＣ造	2.16%	0.72%	0.036%	0%	4.32%	2.16%	0.27%	0%
Ｓ造	3.312%		0.54%	0%	4.968%		2.16%	0%

○福岡県(12)では...

P_L 値が30以上の地域を建物被害予測の対象とし，液状化メッシュ内において液状化が発生する面積率は東京都(1989)より30%と設定した．

（２）東京都(1997)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，山梨県(05)，札幌市(08)

①木造

新潟地震(1964)と日本海中部地震(1983)の被害事例から，液状化地域では全壊率10%，半壊率20%，一部損壊率20%と設定している．また，P_L 値によって，メッシュの液状化面積率を設定している．

表Ⅲ-1-33　木造建物の液状化可能性別被害率(東京都, 1997)

P_L 値	液状化面積率	全壊率	半壊率	一部損壊率
$15< P_L$	18%	1.8%	3.6%	3.6%
$5< P_L \leqq 15$	5%	0.5%	1.0%	1.0%
$0< P_L \leqq 5$	2%	0.2%	0.4%	0.4%
$P_L = 0$	0%	0.0%	0.0%	0.0%
対象外	0%	0.0%	0.0%	0.0%

②ＲＣ造・Ｓ造

新潟地震(1964)による被害では，液状化地域において大破率20%，中破率30%，小破率40%であった．この結果と P_L 値から設定する液状化面積率をもとに大破率，中破率，小破率を求めている．1971年以降築造の建物については，支持杭の増加による被害率の低減を考慮し，被害率を設定している．

表Ⅲ-1-34　1970 年以前築ＲＣ造・Ｓ造建物の液状化可能性別被害率(東京都, 1997)

P_L 値	液状化面積率	大破率	中破率	小破率
$15< P_L$	18%	3.6%	5.4%	7.2%
$5< P_L \leqq 15$	5%	1.0%	1.5%	2.0%
$0< P_L \leqq 5$	2%	0.4%	0.6%	0.8%
$P_L = 0$	0%	0.0%	0.0%	0.0%
対象外	0%	0.0%	0.0%	0.0%

表Ⅲ-1-35　1971 年以降築ＲＣ造・Ｓ造建物の液状化可能性別被害率(東京都, 1997)

構造	P_L 値	１～３階			４階～		
		大破率	中破率	小破率	大破率	中破率	小破率
ＲＣ造	$15< P_L$	2.3%	2.5%	4.7%	0.18%	0.27%	0.36%
	$5< P_L \leqq 15$	0.65%	0.95%	1.3%	0.05%	0.08%	0.1%
	$0< P_L \leqq 5$	0.26%	0.38%	0.52%	0.02%	0.03%	0.04%
	$P_L = 0$	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	対象外	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Ｓ造	$15< P_L$	3.6%	5.4%	7.2%	2.3%	3.6%	4.7%
	$5< P_L \leqq 15$	1.0%	1.5%	2.0%	0.65%	1.0%	1.3%
	$0< P_L \leqq 5$	0.4%	0.6%	0.8%	0.26%	0.4%	0.52%
	$P_L = 0$	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	対象外	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

（３）谷口・飯田(1986)の手法

○採用自治体：福岡県(12)〈木造〉

谷口・飯田(1986)は，過去の地震被害を詳細に分析し，地震の継続時間，非液状化層の横移動，家屋の基礎形式の３点を考慮した地震時の地盤液状化による家屋被害の予測法を提案した.

$$Y = 0.667 \cdot \begin{bmatrix} 1.300 & (S_1) \\ 1.000 & (S_2) \\ 0.222 & (S_3) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1.6 & (G_1) \\ 1.0 & (G_2) \\ 0.3 & (G_3) \end{bmatrix} \cdot P_L - 1.995 \cdot \begin{bmatrix} 1.000 & (B_1) \\ 5.000 & (B_2) \end{bmatrix}$$

Y　：被害率(%)

P_L　：液状化危険度

S　：地震の継続時間に関わる係数

S_1 …M7.5以上の海洋性地震

S_2 …M7.0～7.4の海洋性地震, M7.5以上の内陸性地震

S_3 …M6.9以下の海洋性地震, M7.4以下の内陸性地震

G　：非液状化層の横移動(地すべり)に関わる係数

G_1 …横方向への地変大（非液状化層の傾斜が大）

G_2 …横方向への地変小（近い場所で液状化強度がかなり異なる場合など）

G_3…横方向への地変無（液状化強度が周辺でほぼ同じ）

B　：家屋の基礎形式に関わる係数

B_1 …独立基礎

B_2 …有鉄筋布基礎

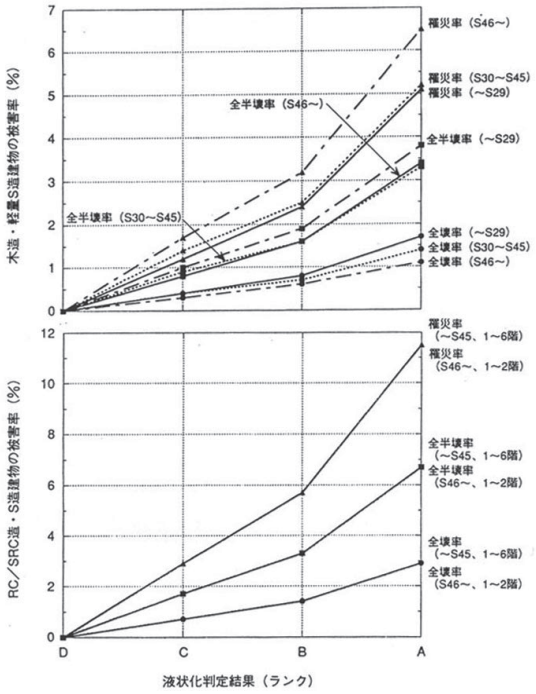
○福岡県では..

望月・荏本(1989)によれば，全壊と半壊の割合は1:2 であったとされている．これにより，被害率から全壊率及び半壊率を導き出す

（４）名古屋市(1999)の手法

○採用自治体：愛媛県(02)〈ＲＣ造〉,名古屋市(99)

液状化危険度ごとの面積比率を考慮し，木造・軽量Ｓ造とＲＣ/ＳＲＣ造・Ｓ造の２つの建物構造区分別に被害率を設定している.



図Ⅲ-1-45　液状化による建物被害関数
（名古屋市,1999）

（５）静岡県(2001)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

○採用自治体：群馬県(12),埼玉県(07),富山県(11),静岡県(01),三重県(06),奈良県(05),広島県(07),山口県(08),徳島県(05),熊本県(13)， 大分県(13),さいたま市(09),広島市(08)

関東地震(1923)，新潟地震(1964)，日本海中部地震(1983)の被害事例をもとに構造別に被害率（全壊率）を設定し，液状化面積率を考慮して次式により全壊棟数を算出している.

液状化による全壊棟数 ＝ 建物棟数 × 全壊率 × 液状化面積率

ただし，全壊率,液状化面積率は，以下の表に従う.

表Ⅲ-1-36　全壊率

		全壊率
木造	1960年以前	13.3%
	1961年以降	9.6%
非木造	造杭なし	23.2%
	杭あり	0.0%（４Ｆ以上の建物および1981年以降の1-3Fの建物の20%）

表Ⅲ-1-37　液状化面積率

液状化ランク	P_L値	液状化面積
A	P_L ＞ 15	18%
B	15≧ P_L ＞ 5	5%
C	5≧ P_L ＞ 0	2%

○静岡県(01)では...

中央防災会議の手法とほぼ同じだが,各ランクの液状化面積率をかけていない点で異なる.

表Ⅲ-1-38　液状化危険度

液状化ランク	液状化危険度ランク	P_L値	液状化発生可能性
A	大	$P_L > 15.0$	液状化発生の可能性が高い
B	中	$15.0 \geqq P_L > 5.0$	液状化発生の可能性がある
C	小	$5.0 \geqq P_L > 0.0$	液状化発生の可能性が低い
D	なし	$P_L = 0.0$	液状化発生の可能性がない
E	岩盤	－	対象外

表Ⅲ-1-39　液状化ランク別被害確率

		被害確率	
		大破率(%)	中破率(%)
木造	昭和35年以前の建物	13.3	12.9
	昭和36年以降の建物	9.6	18.0
非木造	杭あり（4階建て以上および昭和55年以降の1～3階建て）	0.0	0.0
	杭なし	23.2	29.7

A:被害確率，B:被害確率/2を乗じる，C・D・E:0を乗じる

○徳島県(05)では...

徳島県(05)では，面積率として以下の式を用いている.被害率は静岡県(01)のものを使っている.

液状化発生面積率(%)=0.05×PL^2

○大分県(13)では...

液状化面積率の考え方は，東京都(06)と同じであるが,被害確率は静岡県のものを大破＝全壊，中破＝半壊として採用している.

○群馬県(12)では...

液状化面積率は，PL値が15以上の地域のみ設定している.

○群馬県(12)，埼玉県(07)，熊本県(13)，さいたま市(09)では...

中央防災会議(2005)，東京都(2006)では，液状化発生地域内の半壊率が明示されていなかったため，これらの手法の基となった静岡県(2001)，愛知県(2003)の手法を参照して，液状化発生地域内の全壊率，半壊率を設定している．ただし，静岡県の基準は，大破・中破であることから，東京都(2006)を参考にして，全壊・半壊の７割程度と仮定し，0.7 を割った値で全壊率，半壊率を設定している．

表Ⅲ-1-40　液状化発生地域における木造建物の建築年代の被害率(埼玉県, 2007)

建築年代	大破率(%)	中破率(%)	全壊率(%)	半壊率(%)
～1960	13.3	12.9	19.0	18.4
1961～	9.6	18.0	13.7	25.7

表Ⅲ-1-41　非木造建物の液状化発生地域における被害率(埼玉県, 2007)

杭の有無	大破率(%)	中破率(%)	全壊率(%)	半壊率(%)
無	23	30	23	30
有	0	0	0	0

ただし群馬県(12)では，半壊率のみ浦安市(2011)を採用しており，築年代の区別なく40.78%である．

（６）大阪府(1997)の手法

○採用自治体：滋賀県(05)，大阪府(07)，堺市(09)

兵庫県南部地震(1995)による被害状況を調査した結果，液状化現象が発生した地域では，次の傾向が認められた．

・強震地域（地震動が強く被害も急増する地域）…非液状化地域よりも被害が小さい
・弱震地域（地震動，被害ともに小さめの地域）…非液状化地域よりも被害が大きい

この結果から，ゆれによる建物被害の予測結果を補正している．

強震地域と弱震地域の境界の目安は，例えば木造建物では断層からの距離10km付近を採用している．

①強震地域

ゆれによる建物被害（液状化を考慮しない被害）に，兵庫県南部地震(1995)の事例から得た下表の低減率を乗じている．

表Ⅲ-1-42　【強震地域】液状化による建物被害低減率(大阪府, 1997)

建築年代	建物被害の低減率（木造・非木造）	
	全壊	半壊
1965年以前	0.6	1.0
1966～75年	0.6	1.0
1976～85年	0.5	1.0
1986年以降	0.4	1.0

②弱震地域

地震動が小さくても液状化が発生する地域には，兵庫県南部地震(1995)の事例から得た下表の被害率を用いて計算している．

表Ⅲ-1-43　【弱震地域】液状化による建物被害発生率(大阪府, 1997)

建築年代	全壊率(%)		半壊率(%)	
	木造	非木造	木造	非木造
1965年以前	8.0	2.5	16.0	4.0
1966～75年	6.5	2.5	12.0	4.0
1976～85年	6.0	1.5	10.0	2.5
1986年以降	5.5	1.5	10.0	2.5

○滋賀県(05)，大阪府(07)，堺市(09)では...

耐震基準の変遷を考慮し，大阪府(1997)で使われている建築年代区分を，1970年以前，1971～80年，1981～90年，1991年以降の４区分に見直して適用している．

表Ⅲ-1-44　液状化による建物被害の低減率[強震度地域](大阪府, 1997)

建築年		建物被害の低減率（木造・非木造）	
1995 年時点	今回（2004 年）	全壊	半壊
1965 年以前	1970 年以前	0.6	1.0
1966～75 年	1971～80 年	0.6	1.0
1976～85 年	1981～90 年	0.5	1.0
1986 年以降	1991～現在	0.4	1.0

表Ⅲ-1-45　液状化による建物被害の被害発生率[弱震地域](大阪府, 1997)

建築年		全壊率（%）		半壊率（%）	
1995 年時点	今回（2004 年）	木造	非木造	木造	非木造
1965 年以前	1970 年以前	8.0	2.5	16.0	4.0
1966～75 年	1971～80 年	6.5	2.5	12.0	4.0
1976～85 年	1981～90 年	6.0	1.5	10.0	2.5
1986 年以降	1991～現在	5.5	1.5	10.0	2.5

（７）愛知県(2003)の手法

○採用自治体：栃木県(04),愛知県(03)，群馬県(12)(非木造のみ)

①木造

関東地震(1923)，新潟地震(1964)，日本海中部地震(1983)の被害事例をもとに液状化地域の被害率を設定し，液状化面積率を考慮して被害棟数を算出している．

表Ⅲ-1-46　液状化による木造建物被害率(栃木県, 2004)

建築年代	全壊率	半壊率	率の根拠	出典
1954年以前	13.0%	13.0%	関東地震	静岡県(1993)
1955-70年	11.0%	15.0%	新潟地震	田治米(1977)
1971年以降	9.0%	21.0%	日本海中部地震	望月他(1983)

②非木造

建築年代や杭打ち状況をもとに液状化地域の被害率を設定し，液状化面積率を考慮して被害棟数を算出している．なお，非木造建物の杭打ち率は，愛知県内で液状化危険性の高い地域における建築確認申請資料（2002年）のサンプリング調査により設定している．

表Ⅲ-1-47　非木造建物の被害率(愛知県, 2003)

建築年代	全壊率	半壊率
1984年以前	23%	30%
1985年以降	杭あり建物： 0% 杭なし建物：23%	杭あり建物： 0% 杭なし建物：30%

表Ⅲ-1-48　非木造建物の杭打ち率(栃木県, 2004)

区分	ＲＣ造（ＳＲＣ造を含む）			Ｓ造		
	支持杭	摩擦杭	直接基礎	支持杭	摩擦杭	直接基礎
１～３階	45%	0%	55%	10%	5%	85%
４階以上	70%	10%	20%	50%	5%	45%

○群馬県(12)では...

非木造建物の杭打ち率は，東京都(2006)と同様に，４階以上の建物すべてと昭和35 年以降の１～3 階の20%と仮定した．

（８）鳥取県(2005)の手法

○採用自治体：鳥取県(05)

鳥取県西部地震(2000)における液状化地域の被害データを用いて既存の被害率を修正し，液状化発生地域の被害率を設定している．非木造建物で用いる杭打ち率は，愛知県(2003)によるものを用いている（表Ⅲ-1-49）．

なお，液状化被害は，液状化危険性が「極めて高い（P_L>15）」と判定されたメッシュで発生するとし，液状化メッシュ内における液状化発生面積率は18%を用いている．

表Ⅲ-1-49　液状化発生地域における木造建物被害率(鳥取県, 2005)

建築年代	大破以上	中破以上
1954年以前	1.7%	3.3%
1955-70年	1.4%	3.3%
1971年以降	1.2%	3.9%

表Ⅲ-1-50　液状化発生地域における非木造建物被害率(鳥取県, 2005)

建築年代	大破以上	中破以上
1984年以前	4.0%	10.4%
1985年以降	杭あり建物：　0% 杭なし建物：4.0%	杭あり建物：　0% 杭なし建物：10.4%

（９）東京都（2012）の手法

○採用自治体：東京都(12),岡山県(13),横浜市(12)

静岡県(2001)の手法と同様に，液状化危険度ランクに応じて液状化面積率・被害率を設定しているが，東日本大震災の実測値により係数を新たに設定している．

表Ⅲ-1-51　PL値と液状化面積率（東京都(2012)より作成）

液状化ランク	P_L値	液状化発生可能性	液状化面積率
A	$P_L > 15.0$	液状化発生の可能性が高い	65%
B	$15.0 \geqq P_L > 5.0$	液状化発生の可能性がある	18%
C	$5.0 \geqq P_L > 0.0$	液状化発生の可能性が低い	7%
D	$P_L = 0.0$	液状化発生の可能性がない	0%
E	－	対象外（砂層がない）	0%

表Ⅲ-1-52　液状化による建物の全壊率・大規模半壊率・半壊率（東京都(2012)より作成）

	全壊率	大規模半壊率	半壊率
被害率	0.60%	7.96%	14.38%

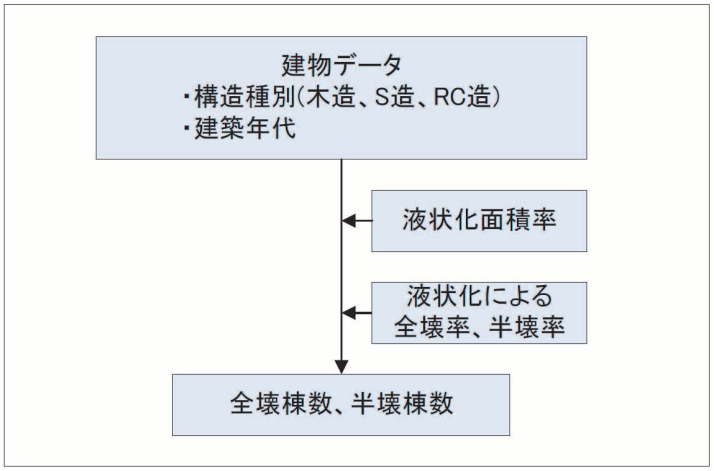
○岡山県(13),横浜市(12)では..

PL値が5以下では，他地域や既往地震では液状化の発生は稀であり，かつ建物被害は軽微なものにとどまっているので，面積率は従来から用いられている2%，建物被害率は0%とした．杭支持の建物は液状化被害を受けないとした．杭の有無の情報が不明のため，４階建て以上の建物すべてと昭和35年以降の３階建て以下の20%を「杭あり」と判断した．

（１０）千葉県（2008）の手法

○採用自治体：千葉県(08)，神奈川県(09)，島根県(12)，千葉市(08)，川崎市(13)

液状化による建物被害予測として，液状化危険度予測から得られるPL値および250mメッシュ微地形区分を用いて，以下のフローに従って全壊・半壊棟数を算出している．以下は，千葉県(2008)の説明である．



図Ⅲ-1-46　被害予測フロー(千葉県，2008)

液状化面積率については，微地形区分別の1ｋｍメッシュ平均液状化面積率を用いる．P_L値のランクにより，P_L>15のランクを1.0として相対的な低減係数を設定する．

表Ⅲ-1-53　微地形区分別の 1km メッシュの平均液状化面積率(千葉県，2008)

微地形区分	1kmメッシュ平均液状化面積率(%)	根拠
埋立地	20	兵庫県南部地震の値
自然堤防	10	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
旧河道	25	新潟地震の値
砂丘末端緩斜面	太平洋側：5	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
	日本海側：15	(砂丘と同じとする)
砂丘間低地	太平洋側：5	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
	日本海側：5	(砂丘と同じとする)
砂丘	5	砂州・砂礫洲、砂丘間低地と同程度と仮定
砂州・砂礫州	5	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
後背湿地	3	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
三角州・海岸低地	太平洋側：2	千葉県東方沖地震、兵庫県南部地震の値
	日本海側：10	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
扇状地型谷底低地	3	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
デルタ型谷底低地	3	日本海中部地震・新潟県中越地震の値
急勾配扇状地	1	兵庫県南部地震の値
緩勾配扇状地	1	兵庫県南部地震の値
干拓地	15	日本海中部地震・新潟県中越地震の値

P_L値の範囲	P_L値による低減係数
P_L=0	0.0
0<P_L≦5	0.2
5<P_L≦15	0.6
15<P_L	1.0

木造については，液状化による被害率を年代別に設定する．

表Ⅲ-1-54　液状化による木造被害率の設定（千葉県，2008）

	液状化の発生状況	住宅基礎の状況	全壊率（%）	半壊率（%）	根拠
木造建物	埋立地・顕著な流動化が予測される地域（日本海側の砂丘末端緩斜面）	基礎が全般的に強い（1971年以降の住宅）	5	65	1995年兵庫県南部地震（芦屋浜） 2000年鳥取県西部地震（安倍彦名＋富益団地） 2007年新潟県中越沖地震（山本団地）
		基礎が全般的に弱い（1970年以前の住宅）	45	45	1983年日本海中部地震（砂丘性平坦地等）
	上記以外の地域	基礎が全般的に強い（1971年以降の住宅）	1	30	2007年新潟県中越沖地震（橋場地区）
		基礎が全般的に弱い（1970年以前の住宅）	25	25	1983年日本海中部地震（砂丘地等）

非木造について，基礎の状況に応じて被害率を設定する．杭ありの建物は，東京都（2006）による仮定と同様に，4 階以上の非木造建物すべてと 1960 年以降の 1～3 階非木造建物 20%と仮定する．

表Ⅲ-1-55　液状化による非木造被害率の設定（千葉県，2008）

	基礎の状況	全壊率（%）	半壊率（%）
非木造建物	杭なし	23	30
	杭あり（4階以上の建物、1960年以降の1～3階の20%の建物）	0	0

（１１）中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

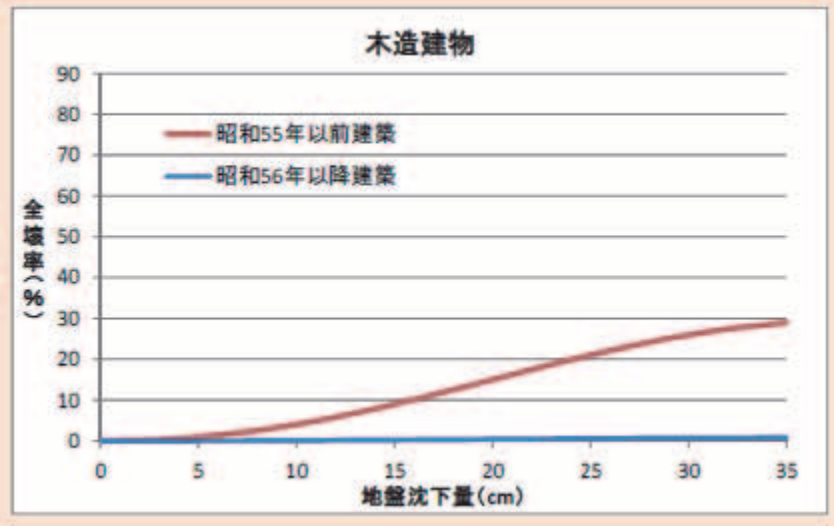
○採用自治体：秋田県(13)，香川県(13)，高知県(13)

東日本大震災における浦安市の調査によれば，液状化による地盤の沈下量が大きくなれば，建物平均傾斜角が大きくなり，全壊率，半壊率に違いが見られるとの結果が得られている．それを踏まえ，液状化による地盤沈下量を指標とする手法である．地盤沈下量の算出は，第Ⅱ章２．液状化の章を参照されたい．

（注1）香川県，高知県は全半壊率も示している

① 木造建物

日本海中部地震における八郎潟周辺や能代市などの被害事例（昭和55年以前建築が対象），東北地方太平洋沖地震における千葉県浦安市や茨城県潮来市日の出地区などの被害事例（昭和56年以降建築が対象）から設定．



図Ⅲ-1-47　地盤沈下量に対する建物全壊率【木造】（中央防災会議，2013）

② 非木造建物

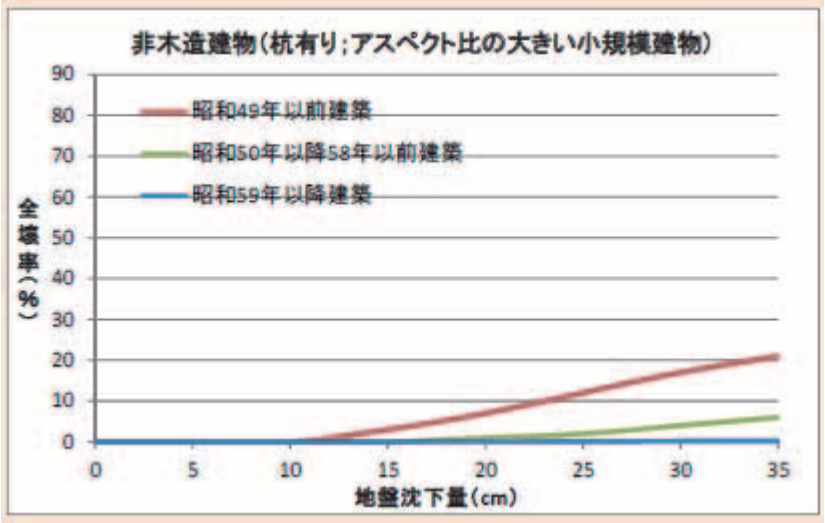
以下の3種類に分類する．

（ｉ）杭無し

東北地方太平洋沖地震における浦安市の事例を参考すると，ほぼ木造（昭和56年以降建築）と同様の被害傾向であるため，木造（昭和56年以降建築）の被害率を適用．

（ⅱ）杭有り；アスペクト比の大きい小規模建物（短辺方向スパンが 1-2程度）

兵庫県南部地震の事例から設定．埋立地で100棟以上の基礎の被害．基礎被害を受け傾斜したものの多くはアスペクト比の大きい小規模建物（短辺方向スパンが 1-2程度の中低層建物）であった．



図Ⅲ-1-48　地盤沈下量に対する建物全壊率【非木造】（中央防災会議, 2013）

(ⅲ)杭有り；上記以外

半壊以上の被害はないものとする.

○高知県(13)では..

非木造における杭あり建物を3 階建て以上，アスペクト比の大きい小規模建物の3 階建て以上の建物に占める割合は1 割と設定している.

表Ⅲ-1-56　各自治体の液状化による建物被害予測手法（その 1）

自治体	木造	非木造		建物被害予測の対象とする液状化危険度	ゆれによる建物被害と液状化による建物被害の合算方法
		ＲＣ造	Ｓ造		
青森県(97)	望月・荏本(1989)〈地域性〉	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	PL>5	大きい方を採用
岩手県(04)	東京都(1997)	東京都(1997)	東京都(1997)	大, 中	ゆれ被害は液状化被害を受けない建物を対象とするけない建物を対象とする
宮城県(04)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	PL>20	(詳細不明)
秋田県(13)	中央防災会議（2013）	中央防災会議（2013）		PL>0	液状化→地震動の順で割り当て
栃木県(04)	愛知県(2003)	愛知県(2003)	愛知県(2003)	大，中，小，極小	ゆれ被害は液状化非発生面積を対象とする． ただし， 杭打ちされた非木造は液状化被害を受けない建物を対象とする
群馬県(12)	静岡県(2001)	愛知県(2003)		PL>15	液状化発生地域につ いては，ゆれによる被害は無いとして仮定
埼玉県(07)	静岡県(2001)	静岡県(2001)		PL>0	ゆれ被害は液状化非発生地域を対象とする
千葉県(08)	千葉県(2008)	千葉県(2008)		PL>0	ゆれ被害は液状化被害を受けない建物を対象とする
東京都(12)	東京都(2012)	東京都(2012)		PL>0	（当該メッシュの ゆれ 及び液状化による全壊率）＝｛（当該メッシュのゆれ による全壊棟数）＋（当該メッシュの液状化による全回答数）｝÷ （当該メッシュの全建物棟数）
神奈川県(09)	千葉県(2008)	千葉県(2008)		(詳細不明)	別々に評価
新潟県(98)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	〈S 造〉望月・荏本(1989) 〈軽量 S 造〉木造手法	PL>20	(詳細不明)
富山県(11)	静岡県(2001)	静岡県(2001)		A, B, C	(詳細不明)
福井県(97)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	PL>5	大きい方を採用
山梨県(05)	東京都(1997)	東京都(1997)	東京都(1997)	PL>0	ゆれ被害は液状化非発生面積を対象とする
長野県(02)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	〈S 造〉望月・荏本(1989) 〈軽量 S 造〉木造手法	PL>15	液状化被害はゆれ被害を受けない建物を対象とする
静岡県(01)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	木造手法	PL>5	ゆれ被害は液状化被害を受けない建物を対象とする
愛知県(03)	愛知県(2003)	愛知県(2003)	愛知県(2003)	(詳細不明)	(詳細不明)
三重県(06)	中央防災会議(2003)	中央防災会議(2003)		PL>0	別々に評価
滋賀県(05)	大阪府(1997)	大阪府(1997)		PL>5	強震地域は液状化によるゆれ被害の低減を考慮．弱震地域はゆれ被害とは別に液状化被害を計算
大阪府(07)	大阪府(1997)	大阪府(1997)		PL>0	強震地域は液状化によるゆれ被害の低減を考慮．弱震地域はゆれ被害とは別に液状化被害を計算
奈良県(05)	中央防災会議(2003)	中央防災会議(2003)		PL>0	(詳細不明)
鳥取県(05)	鳥取県(05)	鳥取県(05)	鳥取県(05)	PL>15	ゆれ被害は液状化非発生面積を対象とする
島根県(12)	千葉県(2008)	千葉県(2008)		PL>0	ゆれ被害は液状化非発生面積を対象とする
岡山県(13)	東京都(2012)	東京都(2012)		PL>0	液状化→地震動の順で割り当て
広島県(07)	中央防災会議(2003)	中央防災会議(2003)		PL>0	別々に評価
山口県(08)	中央防災会議(2003)	中央防災会議(2003)		PL>0	〈木造〉ゆれ被害は液状化非発生地域を対象とする 〈非木造〉液状化被害を受けない建物を対象とする
徳島県(05)	中央防災会議(2003)	中央防災会議(2003)		PL>0	ゆれ被害は液状化非発生地域を対象とする

表Ⅲ-1-56　各自治体の液状化による建物被害予測手法（その 2）

自治体	木造	非木造		建物被害予測の対象とする液状化危険度	ゆれによる建物被害と液状化による建物被害の合算方法
		ＲＣ造	Ｓ造		
香川県(13)	中央防災会議(2013)	中央防災会議(2013)		PL>0	別々に評価
愛媛県(02)	望月・荏本(1989)	名古屋市(1999)	<S 造>ＲＣ造手法<軽量Ｓ造>木造手法	PL>0	ゆれ被害は液状化非発生面積を対象とする
高知県(13)	中央防災会議(2013)	中央防災会議(2013)		PL>0	別々に評価
福岡県(12)	谷口・飯田(1986)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	(詳細不明)	大きい方を採用
長崎県(06)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	<非住宅>望月・荏本(1989)<住宅>木造手法	PL>15	大きい方を採用
熊本県(13)	静岡県(2001)	静岡県(2001)		PL>0	ゆれ被害は液状化非発生地域を対象とする
大分県(13)	静岡県(2001)	静岡県(2001)		PL>0	別々に評価
宮崎県(07)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	<S 造>望月・荏本(1989)<軽量Ｓ造>木造手法	PL>20	大きい方を採用
鹿児島県(97)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	PL>15	大きい方を採用
札幌市(08)	東京都(1997)	東京都(1997)	東京都(1997)	PL>0	ゆれ被害は液状化非発生地域を対象とする
仙台市(02)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	PL>20	(詳細不明)
さいたま市(09)	中央防災会議(2003)	中央防災会議(2003)		PL>0	液状化被害はゆれ被害を受けない建物を対象とする
千葉市(08)	千葉県(2008)	千葉県(2008)		PL>0	(詳細不明)
横浜市(12)	東京都(2012)	東京都(2012)		PL>0	別々に評価
川崎市(13)	千葉県(2008)	千葉県(2008)		PL>0	ゆれ被害は液状化非発生地域を対象とする
新潟市(07)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	望月・荏本(1989)	PL>15	液状化被害はゆれ被害を受けない建物を対象とする
名古屋市(99)	名古屋市(1999)	名古屋市(1999)	<S 造>ＲＣ造手法<軽量Ｓ造>木造手法	PL>0	別々に評価
堺市(09)	大阪府(1997)	大阪府(1997)		PL>0	強震地域は液状化によるゆれ被害の低減を考慮．弱震地域はゆれ被害とは別に液状化被害を計算
広島市(08)	中央防災会議(2003)	中央防災会議(2003)		PL>0	別々に評価

(注1) 各自治体の報告書より作成（手法不明,予測未実施などの自治体を除く）．考え方の基本とした手法で分類した.
(注2) 自治体名の後ろの（　）内の数字は報告書等の発行年度(西暦)の下二桁を表示.

１－４．ゆれによる建物被害と液状化による建物被害の関係

１－１～１－３で，ゆれによる建物被害と液状化による建物被害の予測手法について説明してきた．ゆれと液状化の２つの被害量は別々の予測手法で計算された後，両者を足し合わせるという手法がとられている．

このとき，ある建物について，ゆれと液状化の両方の被害数にカウントされることがないような合算処理を行う自治体が多い．合算処理の考え方の主なものとしては，次の３つがある．

① ゆれによる被害と液状化による被害のどちらか大きい方をとる．

② ゆれによる被害については液状化が発生しない地域（面積）を対象に被害量を計算し，液状化による被害については液状化が発生する地域（面積）を対象に被害量を計算する．

③ まず液状化による被害を計算し，ゆれによる被害は液状化被害を受けない建物を対象に被害量を計算する．

各自治体での合算処理の方法は表Ⅲ-1-56にまとめている．①の考え方を採用している自治体もあるが，最近の被害想定調査では，②や③の考え方を採用する自治体が多くなってきている．

１－５．地盤崩壊による建物被害

本節では，地盤崩壊による建物被害として，斜面崩壊による建物被害と宅地造成地の被害を取り上げる．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）斜面崩壊による建物被害

①静岡県(2001)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005),中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)，中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

②長崎県(2006)の手法

③福岡県(2012)の手法

（２）宅地造成地の被害

①静岡県(2001)の手法<木造家屋>

②中央防災会議日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)

③東京都 (2012)の手法

（１）斜面崩壊による建物被害

① 静岡県(2001)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)，中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)，中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

○採用自治体：秋田県(13),群馬県(12),埼玉県(07),千葉県(08),東京都(12),神奈川県(09),富山県(11),山梨県(05),静岡県(01),三重県(06),奈良県(05),鳥取県(05),島根県(12),岡山県(13),広島県(07),山口県(08),徳島県(05),高知県(13),熊本県(13),札幌市(08),千葉市(08),横浜市(12),川崎市(13)（崩壊確率は鳥取県(2005)）,広島市(08)

静岡県(2001)では，図Ⅲ-1-49のフローにしたがい山・崖崩れによる人家被害戸数を予測している．被害戸数の計算式は以下のとおりである．

人家被害戸数 ＝ 危険度箇所内の人家戸数 × 危険度ランク別崩壊確率
× 震度別人家被害率

ただし，危険度ランク別崩壊確率：表Ⅲ-1-48参照
震度別人家被害率　　：表Ⅲ-1-49参照

危険度ランク別崩壊確率は宮城県沖地震(1978)での被害事例を，震度別人家被害率は宮城県沖地震(1978)と伊豆大島近海地震(1978)での被害事例を参考に設定している．

なお，危険箇所で対策工が行われているもの（急傾斜地危険箇所・地すべり危険箇所の一部）については，対策工の効果を考慮し震度別人家被害率を低減している（対策工が既成・完成の場合は２ランク，着工・部分完成の場合は１ランク改善）．

また，想定対象としている急傾斜地崩壊危険箇所，地すべり危険箇所，大規模崩壊危険箇所の対象地域が重なっている場合は，次のような基準で処理を行っている．

a）危険箇所内の人家戸数は一様に分布しているとし，重複部分の人家戸数は重複部分の面

積割合を用いて配分して求められるものとする．

b）重複部分のランクが異なる場合，崩壊危険度ランクが高い方にのみ含める．

c）重複部分のランクが同ランクの場合，計算上含まれる人家戸数の多い方を選択する．

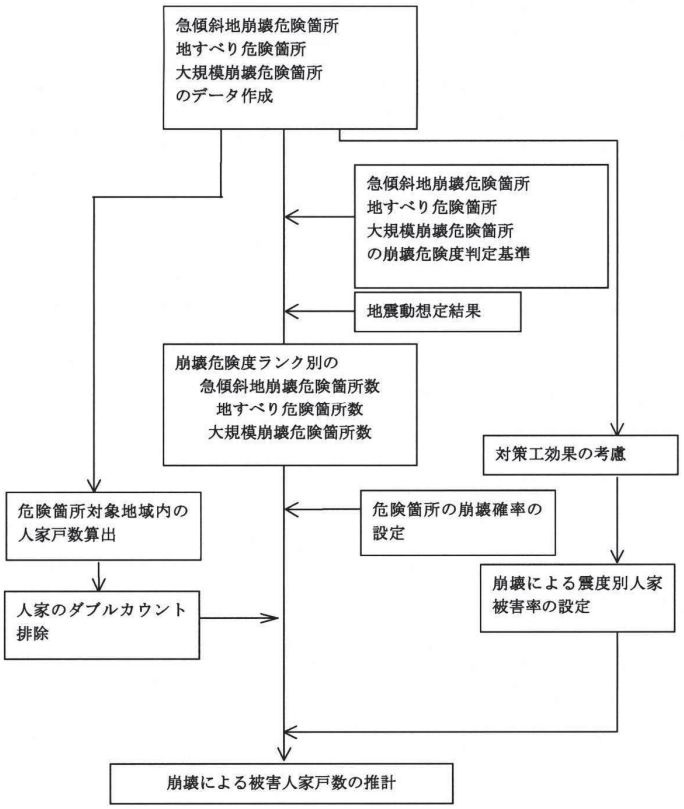
表Ⅲ-1-57　危険度ランク別の崩壊確率(静岡県(2001)より作成)

危険度ランク	崩壊確率
A（崩壊の可能性が高い）	95%
B（崩壊の可能性がある）	10%
C（崩壊の可能性が低い）	0%

表Ⅲ-1-58　崩壊箇所の震度別人家被害率(静岡県, 2001)

	～震度４	震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強	震度７
大破率	0%	6%	12%	18%	24%	30%
中破率	0%	14%	28%	42%	56%	70%

※ただし，大破→全壊，中破→半壊と読み替えている自治体が多い



図Ⅲ-1-49　山・崖崩れによる建築物被害想定フロー(静岡県, 2001)

○鳥取県(05)では...

危険度ランク別崩壊確率は宮城県沖地震(1978)での被害事例を，震度別人家被害率は宮城県沖地震(1978)と伊豆大島近海地震(1978)での被害を再整理し，下表のように設定している．

表Ⅲ-1-59　危険度ランク別の崩壊確率(鳥取県, 2005)

危険度ランク	崩壊確率
A	59%
B	12%
C	0%

表Ⅲ-1-60　崩壊箇所の震度別人家被害率(鳥取県, 2005)

	～震度４	震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強	震度７
全壊率	0.0%	2.5%	5.5%	8.0%	11.0%	14.0%
半壊率	0.0%	6.0%	13.0%	19.0%	26.0%	33.0%

○富山県(11)では...

対策工がなされている場合は被害確率0としている．

○中央防災会議(13), 高知県(13)では...

（急傾斜地崩壊による全壊棟数）
＝（危険箇所内人家戸数）×（崩壊確率）
×（崩壊地における震度別建物全壊率）
×｛１－（都府県別の急傾斜地崩壊危険箇所整備率）｝

近年発生した直下地震の事例（新潟県中越地震，新潟県中越沖地震，岩手・宮城内陸地震）を踏まえ，崩壊危険度ランク別の崩壊確率は「ランクA＝10%」のみ設定する（ランクB,Cの崩壊確率はゼロ）．

○秋田県(13), 岡山県(13), 熊本県(13), 横浜市(12)では...

危険度ランク別崩壊確率は中央防災会議（2013）を採用するが，震度別被害率は示されていないため，中央防災会議（2008）（＝静岡県（2001）の大破→全壊，中破→半壊に置き換え）を用いる．熊本県は大破・中破のまま用いている．

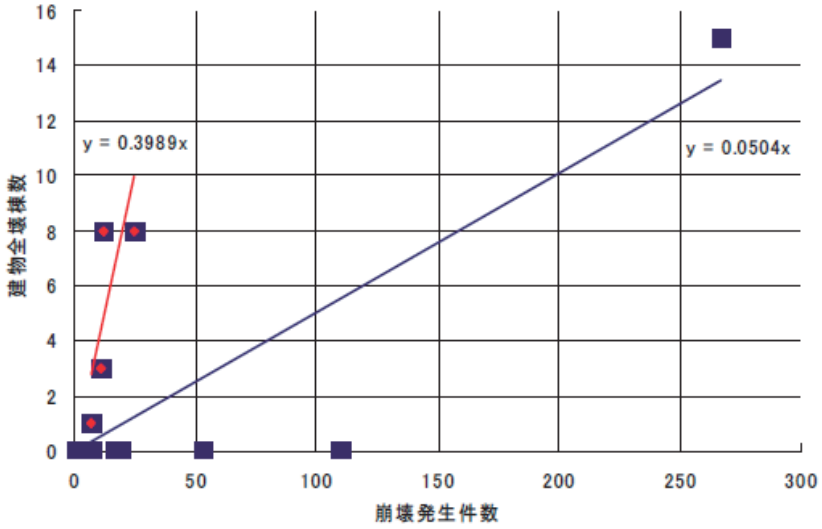
○島根県(12), 川崎市(13)では...

危険度ランク別崩壊確率は鳥取県（05），震度別被害率は静岡県（01）を採用している．

②長崎県(2006)の手法

○採用自治体：大分県(13)

砂防便覧平成 15 年度版,国土交通省ホームページほかに示された,最近 20 年間に急傾斜地・地すべり地で被害をもたらした日向灘地震(1987) から福岡県西方沖地震(2005)までの 18 地震について,崩壊発生件数と人的被害や家屋被害（下図）を参考にした.



図Ⅲ-1-50　最近 20 年間の地震における斜面崩壊件数と建物全壊棟数の関係(長崎県, 2005)

18 地震のうち，比較的建物被害の多かった４地震のデータ（**図Ⅲ-1-50** 中赤色で示す）より，崩壊 10 件あたりの全壊棟数を４棟と求めた.急傾斜地崩壊危険箇所の保全対象人家数の中央値が５棟前後であることより,崩壊１件あたりその８％程度が大破（全壊）することとなる.

大破（全壊）戸数（戸）＝0.08×保全対象人家（戸）×崩壊発生件数（件）

③福岡県(2012)の手法

○採用自治体：福岡県(12)

以下の式を採用している.

被災建物数＝（建物棟数）×（崩壊面積率）×２

ここに，崩壊面積率＝$4.2\times10^{-8}\times$（加速度）$^{2.95}$

建物被害の算出においては，過去の3地震（えびの地震：1968，新潟地震：1964，大分県中部地震：1975）における平均崩壊発生率を考慮した.

表Ⅲ-1-61　危険度ランク別の平均崩壊発生率（福岡県, 2012）

危険度ランク	3地震での 平均崩壊発生率
A	59%
B	12%
C	0%

（２）宅地造成地の被害

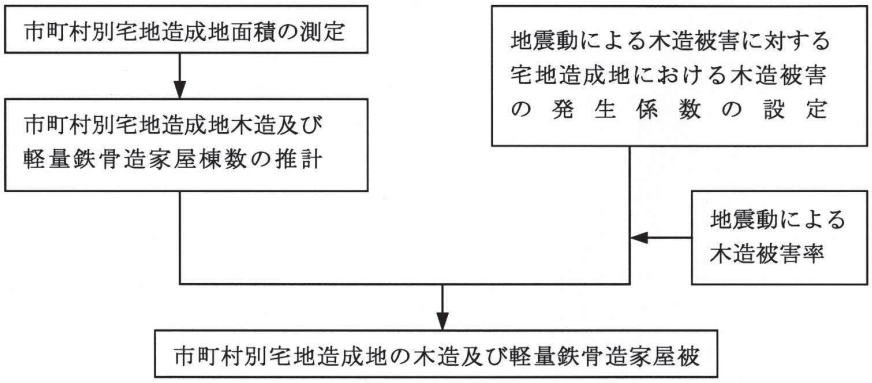
中央防災会議(13),岡山県(13)では，定性的な記述にとどまっている．

①静岡県(2001)の手法<木造家屋>

○採用自治体：静岡県(01)

静岡県(2001)では，損害保険料率算定会(1992)の手法に基づき，宅地造成地の木造建物の被害予測を行っている．また，軽量Ｓ造家屋についても木造と同様の被害が発生すると仮定して，被害を予測している．被害予測の単位は市町村レベルである．

なお，丘陵地における宅地造成地を予測対象としているが，これは，平地部の宅地造成地で被害危険性の高いものは大部分が液状化危険地域に入ると考えられるためである．



図Ⅲ-1-51　宅地造成地における建物被害想定フロー(静岡県, 2001)

具体的な被害予測の流れは図Ⅲ-1-52のようになっており，以下のような手順で行われる．

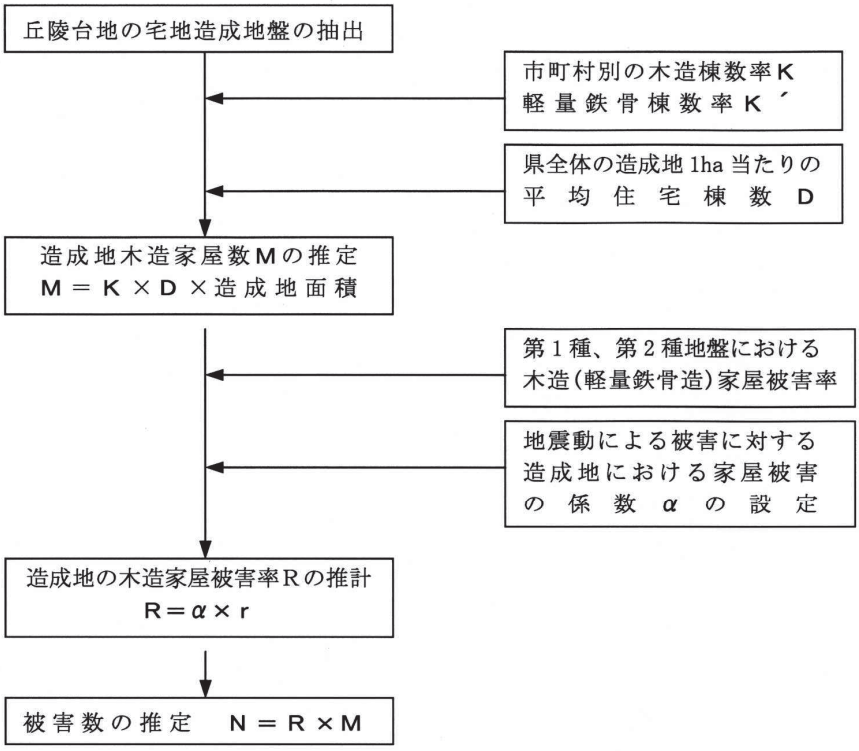
① 予測対象とする丘陵地の宅地造成地を選定する．

② 宅地造成地における木造・軽量Ｓ造家屋数を推定する．まず，市町村ごとの木造棟数率および軽量Ｓ造棟数率を算出し，これを当該市町村に存在する造成地の木造率Ｒおよび軽量Ｓ造率Ｒ’とする．次に，県内における10ha以上の規模の宅地造成地に関し，１ha当りの平均住宅棟数Ｄを推計する（17.1戸／haと推定）．これらと宅地造成地の面積を掛け合わせ，宅地造成地における家屋数を推定する．

③ 市町村ごとに宅地造成地の切土部の地盤を構成している第１種，第２種地盤における地表加速度別の面積比率を求め，これより，当該地盤上の建物の平均被害率を推計する．

④ 造成地の切土部における地震動による被害に対する被害係数α（＝3.65）を設定し，これを地震動による木造家屋の被害率に乗じることにより造成地における木造家屋被害率を求める．これに，木造家屋数を乗じることにより，木造家屋被害数を推定する．

⑤ 木造被害率棟数の内訳（全壊・半壊）を推定する．全壊・半壊の比率については，宮城県沖地震(1978)の際の一般の丘陵地における全・半壊比率を基に設定している．

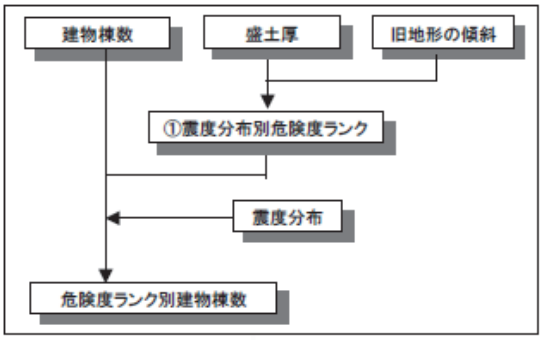


図Ⅲ-1-52　宅地造成地における木造家屋の被害予測の流れ(静岡県, 2001)

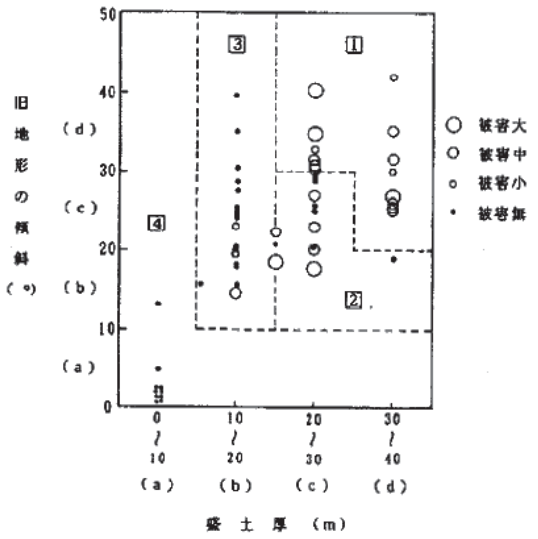
②中央防災会議　日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)の手法

○採用自治体：堺市(09)

宅地造成地内の建物について,1978年宮城県沖地震による仙台市周辺の造成地の被害実態に基づいて,盛土厚や旧地形の傾斜角から危険度ランク別に分類している.（平成14年 宮城県第三次地震被害想定より）



図Ⅲ-1-53　宅地造成地建物被害算出フロー(中央防災会議, 2006)



図Ⅲ-1-54　旧地形の傾斜・盛土厚と家屋被害率(中央防災会議, 2006)

表Ⅲ-1-62　判定基準(中央防災会議, 2006)

分類	～4	5弱	5強	6弱	6強～
1	C	B	A	A	A
2	C	C	B	A	A
3	C	C	C	B	A
4	C	C	C	C	B

表Ⅲ-1-63　判定ランクの内容(中央防災会議, 2006)

判定	家屋	地下埋設物	地盤
A	倒壊する家屋あり	被害あり	崩壊・亀裂などがみられる
B	倒壊する家屋のでる可能性あり	被害の可能性あり	小亀裂・小崩壊などの可能性あり
C	被害の可能性小	被害の可能性小	被害の可能性小

この項目では,被害棟数を算出するのではなく,地震時に危険と判断される宅地造成地上にどれくらいの建物があるかを評価することとしている.

③東京都（2012)の手法

○採用自治体：東京都(12)

造成地における建物被害は，建物自体の特性（構造・年次）によらず発生するため，造成地の特性（造成年代等）が原因となる可能性が高い．よって，東日本大震災における仙台市内造成地の計測震度と全壊率の相関曲線を作成し，これを基に建物被害を計算するとしている．ただし，相関曲線は示されていない.

※大規模造成地に該当するメッシュのみ

（盛土にかかる建物棟数）＝（メッシュ内建物棟数）×（盛土面積割合）

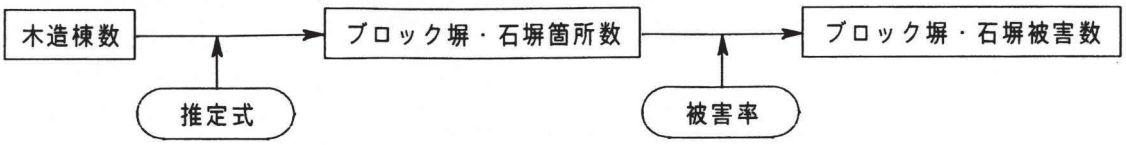
（木造　全壊棟数）＝（盛土にかかる木造棟数）×（造成地の木造建物全壊）

１－６．ブロック塀等の被害

宮城県沖地震(1978)においてブロック塀の倒壊による死者が多数発生して以降，各地の自治体でブロック塀等の点検調査や被害予測が行われるようになった．しかし，ブロック塀等の現況調査が行われている地域はごく限られており，ほとんどの自治体では，塀の種類や延長といった基礎データそのものを経験的に予測せざるを得ない状況にある．

ブロック塀や自動販売機の倒壊数自体を予測している自治体も存在するが，倒壊数は予測せず，人的被害のみを算出している自治体も多い．ブロック塀倒壊による人的被害については，この項目では扱わず，人的被害の項目で記述することとする．

一般的なブロック塀等の被害予測の流れは下図のようになっている．



図Ⅲ-1-55　ブロック塀等の被害予測の流れ(埼玉県, 1998)

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）望月ら(1989)・東京都防災会議(1985)の手法
（２）仙台市(2002)の手法
（３）福井県(1997)の手法
（４）札幌市(2008)の手法

（１）望月ら(1989)・東京都防災会議(1985)の手法

○採用自治体：青森県(97), 東京都(12), 富山県(11), 広島県(07), 山口県(08), 大分県(07), さいたま市(09)

宮城県沖地震(1978)における被害調査結果に基づき，仙台市における推定加速度とブロック塀・石塀被害率との関係を統計的にまとめ，下式を提案している．

ブロック塀の被害率　：　$y_1 = -12.6 + 0.070 \cdot X$

石塀の被害率　：　$y_2 = -26.6 + 0.168 \cdot X$　　X ：地表加速度

（２）仙台市(2002)の手法

○採用自治体：宮城県(04),仙台市(02)

宮城県沖地震(1978)における被害調査結果と再現シミュレーションによる推定震度の関係から，ブロック塀・石塀の被害率を設定している．ただし，震度６強以上については，気象庁震度階級関連解説表を参考にしている．

表Ⅲ-1-64　ブロック塀･石塀の倒壊率，被害率(仙台市,2002)

塀の分類		５弱		５強		６弱		６強		7	
種類	ランク	倒壊	被害	倒壊	被害	倒壊	被害	倒壊	被害	倒壊	被害
ﾌﾞﾛｯｸ塀	A	25	50	50	100	100	100	100	100	100	100
	B	0	0	0	4	5	25	50	100	100	100
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10
石塀	A	5	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	B	0	5	15	15	40	80	80	100	100	100
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10

（単位：%）

Ａランク：明らかに危険な塀
Ｂランク：危険と判断できる塀
Ｃランク：調査不能な部分もあるが外見上危険と判定できない塀
倒壊　　：耐力をほとんど失っているもの
被害　　：部分的な破壊を受けているがまだ耐力が残っているものと倒壊しているものの合計

（３）福井県(1997)の手法

○採用自治体：福井県(97)

兵庫県南部地震(1995)における神戸市東灘区での被害調査で得られたブロック塀の被害事例から，建物全壊率とブロック塀倒壊率の関係を求めている．

$$y = 0.64 \cdot x$$

y ：ブロック塀倒壊率(%)

x ：建物全壊率(%)

（４）札幌市(2008)の手法

○採用自治体：札幌市(08)

1995 年兵庫県南部地震による建築構造物の被害調査報告（兵庫県南部地震被害に関する大分県速報会実行委員会 1995 年 2 月）によると,ブロック塀の倒壊率 25%に対し建物の倒壊率 33%だったことから,以下の式を設定している.

ブロック塀倒壊率（%）＝木造建物全壊率（%）×25/33

１－７．津波による建物被害

津波による建物被害の予測手法については，これまでほぼ全ての自治体で首藤(1988)の手法が採用されていた．しかし東日本大震災(2011)での大きな被害を受け，その調査結果をもとにした，より詳細な浸水深との関係を用いる自治体が多くなっている．以下に，各自治体で用いられている主な手法の概要を示す．

（１） 首藤(1988)の手法
（２） 中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法
（３） 鳥取県(2012)の手法

（１）首藤(1988)の手法

○採用自治体：島根県(12)，福岡県(12)，横浜市(12)，川崎市(13)

<table>
<tr><td colspan="2">津波強度</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="2">津波高（m）</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td>16</td><td>32</td></tr>
<tr><td rowspan="2">津波形態</td><td>緩斜面</td><td>岸で盛上がる</td><td>沖でも水の壁
第二波砕波</td><td rowspan="2">先端に
砕波を伴う
ものが増え
る。</td><td colspan="2" rowspan="2">第一波でも
巻き波砕波を
起こす。</td></tr>
<tr><td>急斜面</td><td>速い潮汐</td><td>速い潮汐</td></tr>
<tr><td rowspan="3">音響</td><td colspan="2"></td><td colspan="4">全面砕波による連続音
(海鳴り、暴風雨)</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3">浜での巻き波砕波による大音響
(雷鳴。遠方では認識されない)</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="2">崖に衝突する大音響
(遠雷、発破。かなり遠くまで聞こえる)</td></tr>
<tr><td colspan="2">木造家屋</td><td>部分的破壊</td><td colspan="5">全面破壊</td></tr>
<tr><td colspan="2">石造家屋</td><td colspan="3">持ちこたえる</td><td>(資料無し)</td><td colspan="2">全面破壊</td></tr>
<tr><td colspan="2">鉄・ｺﾝ・ﾋﾞﾙ</td><td colspan="4">持ちこたえる</td><td>(資料無し)</td><td>全面破壊</td></tr>
<tr><td colspan="2">漁船</td><td></td><td>被害発生</td><td>被害率50%</td><td colspan="3">被害率100%</td></tr>
<tr><td colspan="2">防潮林被害
防潮林効果</td><td colspan="2">被害軽微
津波軽減　潮流物阻止</td><td>部分的被害
潮流物阻止</td><td colspan="3">全面的被害
無効果</td></tr>
<tr><td colspan="2">養殖筏</td><td colspan="6">被害発生</td></tr>
<tr><td colspan="2">沿岸集落</td><td></td><td>被害発生</td><td>被害率50%</td><td colspan="3">被害率100%</td></tr>
<tr><td colspan="2">打上高(m)</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td>16</td><td>32</td></tr>
</table>

出所）首藤伸夫「津波強度と被害」
（1992 年、津波工学研究報告第９号 101-136）

図Ⅲ-1-56　津波高と被害程度(中央防災会議, 2003)

表Ⅲ-1-65　首藤(1988)による浸水深と被害区分の関係

被害区分	浸水深(H)	
	木造	非木造
床上（大破・全壊）	2.0m≦H	―
床上（中破・半壊）	1.0m≦H＜2.0m	―
床上（軽微）	0.5m≦H＜1.0m	0.5m≦H
床下浸水	H＜0.5m	H＜0.5m

○横浜市(12)では...

東日本大震災において浸水深1m未満でも全壊・半壊の事例があった（「国土交通省 東日本大震災の津波被災現況調査結果」）ことを反映させて，以下のように見直して用いた．なお，本市における津波の想定浸水深は3m程度以下で，流速も比較的ゆるやかであることを前提としたものである．

表Ⅲ-1-66　浸水深と建物被害の関係（横浜市，2012）

被害区分	浸水深（H）	
	木造	非木造
全壊	2.0m≦H	－
半壊	0.5m≦H＜2.0m	0.5m≦H

○川崎市(13)では...

床上浸水は基礎が腐食するなど半壊と同様のダメージを受けるため，横浜市などを参考に整理しなおし，「床上浸水」を「半壊」に含めたものを採用

表Ⅲ-1-67　浸水深から予測される被害区分（川崎市，2013）

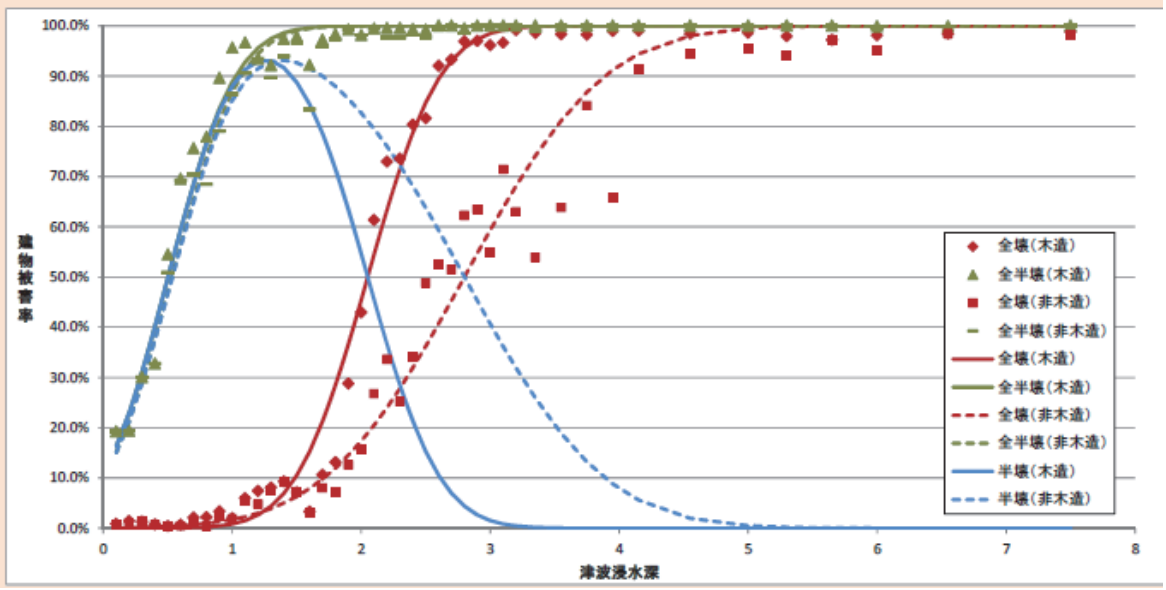
被害区分	浸水深（H）	
	木造	非木造
全壊	2.0m≦H	－
半壊	0.5m≦H＜2.0m	0.5m≦H
浸水	H＜0.5m	H＜0.5m

（２）中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

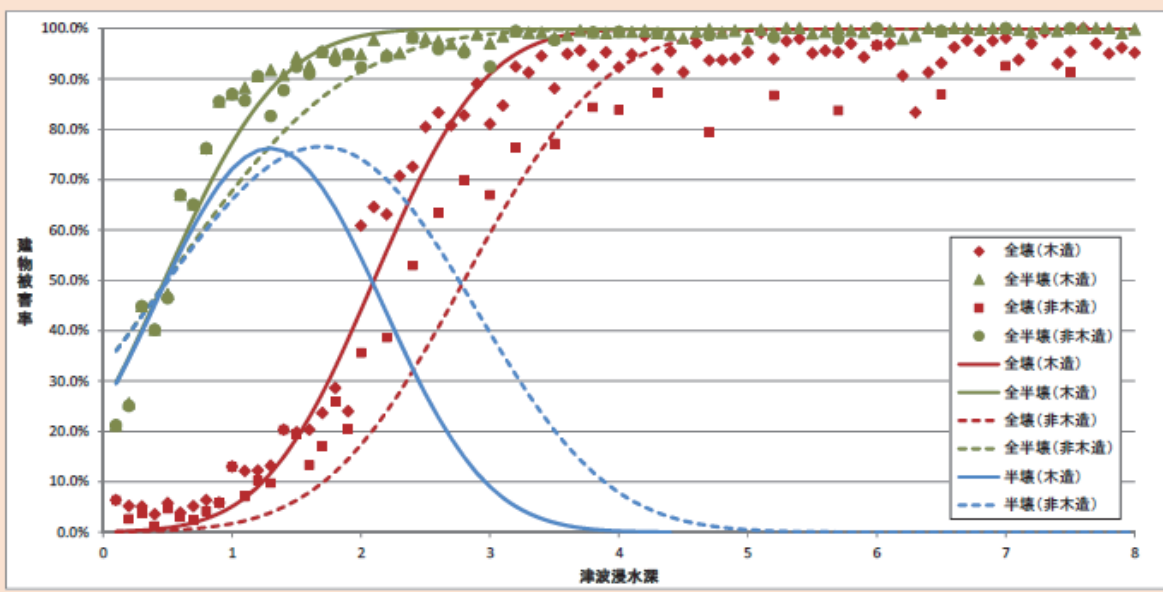
○採用自治体：岡山県(13)，香川県(13)，高知県(13)，熊本県(13)，大分県(13)

東日本大震災における被害（「東日本大震災による被災現況調査結果について（第１次報告）」（国土交通省，平成23年8月4日））を参考に，修正した手法である．

人口集中地区とそれ以外における建物被害率を分けて用い，建物構造別に全壊棟数，半壊棟数を算出する．



図Ⅲ-1-57　津波浸水深ごとの建物被害率【人口集中地区】（中央防災会議，2013）



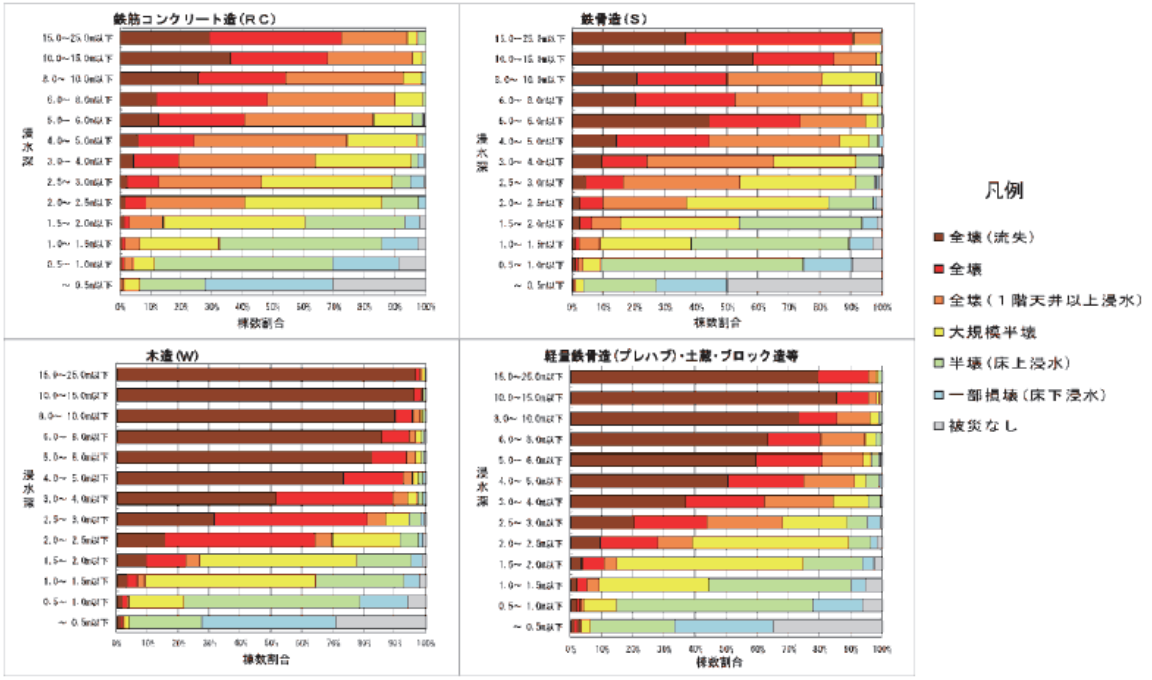
図Ⅲ-1-58　津波浸水深ごとの建物被害率【人口集中地区以外】(中央防災会議, 2013)

加えて，大分県(13)では，床上・床下浸水も算出している

（３） 鳥取県(2012)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，鳥取県(12)

東日本大震災における被害より，浸水深に応じた建物被害数を算出した．
ある浸水深(x)における建物被害の発生する確率P(x)は，標準正規分布の累積確率密度関数を用いて，正規分布で表されると仮定し，建物被害と浸水深の関係を求めた．



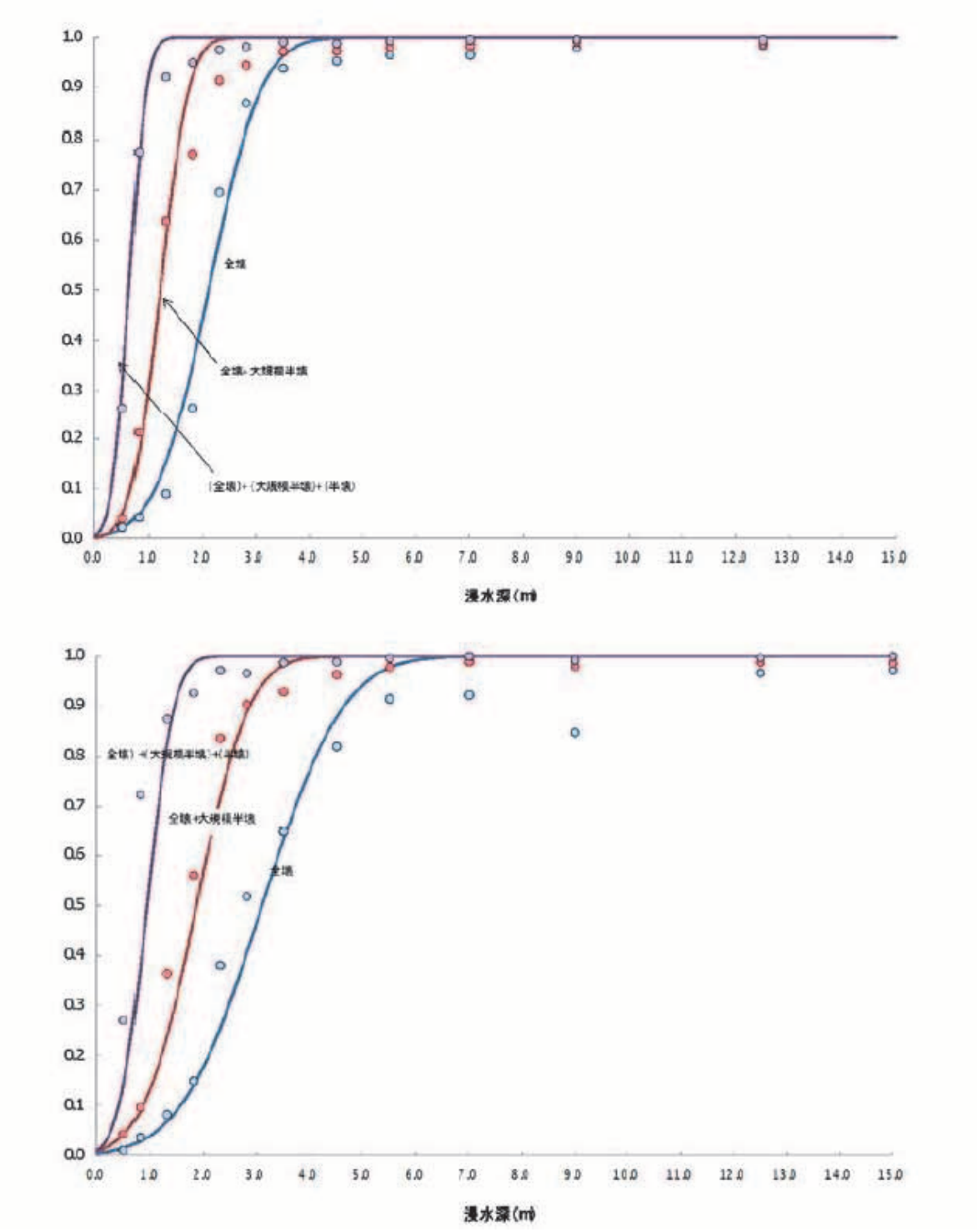
※被災現況調査では、現地調査に基づき、被災した建物を「全壊(流失)」「全壊」「全壊(1階天井以上浸水)」「大規模半壊」「半壊(床上浸水)」「一部損壊(床下浸水)」に6区分している。区分の判定は原則として目視調査による。
※8月4日公表の第1次報告では、「全壊(流失)」「全壊」「全壊(1階天井以上浸水)」を全壊と整理したが、このうち「全壊(1階天井以上浸水)」の区分は、生活再建支援制度等に用いられる「り災証明書」の被害認定基準を準用したもので、住家について、概ね1階天井まで浸水の建物は「全壊」と認定するものであるが、修繕により再使用可能なものであり、建物が再使用困難な損壊、すなわち浸水階より上の階に人が居た場合に危険な程の損壊は生じていないものとして整理した。
※浸水深は100mメッシュ単位で把握しているため、個々の建物の浸水深が正確に反映されていないところがある。

図Ⅲ-1-59　建物構造別の浸水深と建物被災状況の関係(国土交通省，2011)

表Ⅲ-1-68　建物被害と浸水深の関係（秋田県，2013）

（単位：%）

浸水深	木造			非木造		
	全壊	大規模半壊以上	半壊以上	全壊	大規模半壊以上	半壊以上
0.5m未満	0.89	1.19	6.43	0.88	1.95	4.46
0.5m以上～1.0m未満	3.63	11.69	61.03	2.28	6.85	28.26
1.0m以上～1.5m未満	12.43	50.00	98.87	5.67	19.87	75.02
1.5m以上～2.0m未満	30.40	88.31	100.00	12.17	41.87	97.29
2.0m以上～2.5m未満	55.10	99.14	100.00	22.66	66.85	99.93
2.5m以上～3.0m未満	77.91	99.98	100.00	36.84	85.92	100.00
3.0m以上～4.0m未満	95.22	100.00	100.00	59.87	97.58	100.00
4.0m以上～5.0m未満	99.84	100.00	100.00	86.07	99.94	100.00
5.0m以上～6.0m未満	100.00	100.00	100.00	97.24	100.00	100.00
6.0m以上～8.0m未満	100.00	100.00	100.00	99.94	100.00	100.00
8.0m以上～10.0m未満	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
10.0m以上～15.00m未満	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
15.0m以上～25.00m未満	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
25.0m以上	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



図Ⅲ-1-60　建物被害と浸水深の関係（上段：木造，下段：非木造）（秋田県，2013）

2．地震火災による建物被害の予測

地震火災による建物被害については,以下のような手順で被害予測を行っている自治体が多い.

① 出火件数（炎上出火件数）の予測

② 消防力を考慮した延焼出火件数の予測

③ 延焼火災による焼失建物数の予測

① 出火件数（炎上出火件数）の予測

地震後の出火件数については，過去の地震における建物全壊率と出火率（一般火気器具）の関係をもとに予測されることが多い．一般火気器具のほかに電熱器具，電気機器・配線からの出火件数を用いる自治体もある．また,過去の地震時には火薬や石油など危険物の漏洩による出火や化学薬品の混触による出火が発生したことがあり，これらを原因とする出火件数を予測している自治体もある.

この他，兵庫県南部地震(1995)で注目された漏電やガス漏れを原因とする火災については,地震後しばらくしてからの火災であることや評価手法が確立していない等の理由により予測対象としている自治体は少ない.

延焼火災を予測する上では,住民や自主防災組織などにより初期消火ができずに消防力の運用対象となる出火件数（炎上出火件数）が必要となる．直接炎上出火件数を求める方法を採用している自治体が多いが，まず全ての出火件数を求め，それに初期消火を考慮して炎上出火件数を求める方法を採用している自治体もある.

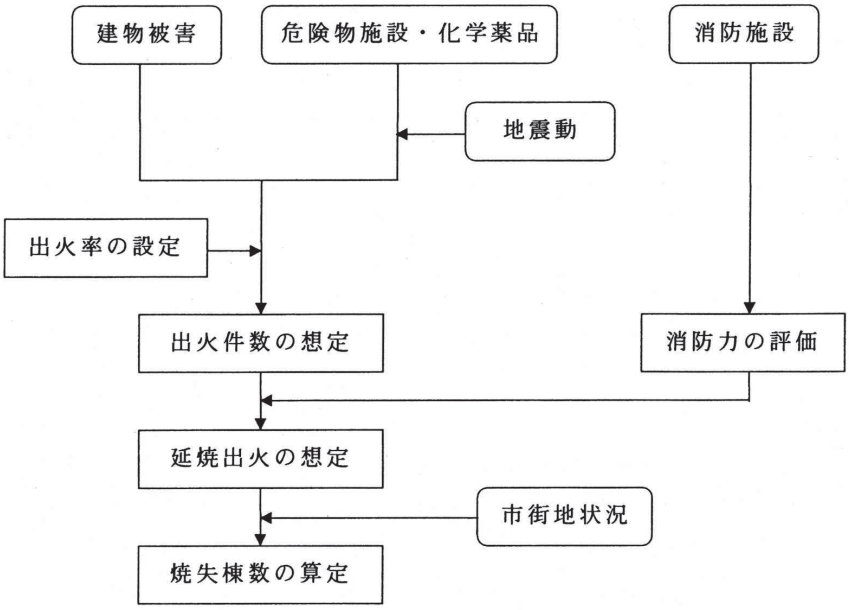
② 消防力を考慮した延焼出火件数の予測

①で予測した炎上出火件数に対して，消防力の運用により消火される（延焼火災とならない）件数を求め，残りを延焼火災となる出火件数としている．消防力による消火件数の予測については，各自治体により様々な考え方が適用されている.

③ 延焼火災による焼失建物数の予測

②で予測した延焼出火件数をもとに，焼失建物数を予測する．焼失建物数は，不燃領域率と焼失棟数との経験則に基づき予測されることが多い.

参考として，多くの自治体で採用されている出火・延焼の被害想定の流れを図Ⅲ-2-1に示す.また，一般火気器具，危険物施設，化学薬品からの出火件数の代表的な予測手法を表Ⅲ-2-1に示す.



図Ⅲ-2-1　出火・延焼の被害想定の流れ(新潟県, 1998)

表Ⅲ-2-1　主な出火件数の予測手法

出火原因	主な予測手法	採用自治体数
一般火気器具, 電熱器具, 電気機器・配線	□ 国土開発技術研究センター(1983)の手法 □ 静岡県(2001)・中央防災会議「東南海, 南海地震等に関する専門調査会（東南海・南海地震に係る被害想定)」(2003)・「首都直下地震対策専門調査会」(2005)・「東南海, 南海地震等に関する専門調査会（中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定)」（2008)・中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006) □ 東京消防庁(1987)の手法 □ 東京消防庁(1997)の手法 □ 東京消防庁火災予防審議会（2005)・中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法	10 23 2 3 7
危険物施設	□ 東京消防庁(1987)の手法 □ 神奈川県(1993)の手法 □ 東京消防庁火災予防審議会（2005）の手法 □ 中央防災会議(2006)「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の手法	3 3 4 2
化学薬品	□ 神奈川県(1986)の手法 □ 東京消防庁(1987)の手法 □ 中央防災会議「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)・中央防災会議「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議「中部圏・近畿圏の内陸地震にかかる被害想定手法」(2008)の手法 □ 東京消防庁火災予防審議会（2005)（東京都第16期火災予防審議会答申） の手法	1 4 14 3

２－１．出火件数（炎上出火件数）

地震後の出火件数（炎上出火件数）の予測手法としては，過去の地震被害から求めた建物全壊率と出火率の経験式を用いる手法と，イベントツリー解析により出火要因別・用途別などで求められた地震動強さと出火率の関係を用いる手法（東京消防庁の手法）の２つに大別できる．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）一般火気器具，電熱器具，電気機器・配線からの出火件数

①国土開発技術研究センター(1983)の手法

②神奈川県(1986)の手法

③愛知県(1995)の手法

④静岡県(2001)・中央防災会議東南海，南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議東南海，南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)・中央防災会議日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)

⑤東京消防庁(1987)の手法

⑥東京消防庁(1997)の手法

⑦東京消防庁火災予防審議会（2005），中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

（２）危険物施設からの出火

①東京消防庁(1987)の手法

②神奈川県(1993)の手法

③東京消防庁火災予防審議会（2005）の手法

④ 中央防災会議　日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)の手法

⑤ 中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)を参考とした手法

（３）化学薬品からの出火

①神奈川県(1986)の手法

②東京消防庁(1987)の手法

③中央防災会議東南海，南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)・中央防災会議東南海，南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

④東京消防庁火災予防審議会（2005）（東京都第16期火災予防審議会答申）の手法

（1） 一般火気器具からの出火件数

① 国土開発技術研究センター(1983)の手法

○採用自治体：青森県(97), 新潟県(98), 福井県(97), 岡山県(03), 香川県(97), 福岡県(12), 長崎県(98), 宮崎県(07), 鹿児島県(97), 新潟市(07)

建設省総合技術開発プロジェクト「都市防火対策手法」(国土開発技術研究センター, 1983)は，関東地震(1923)から十勝沖地震(1968)までの12地震の被害事例をもとに建物全壊率と一般火気器具からの出火率の関係を定式化している．この際，出火がなかった地域も考慮している点が特徴である．

$Y = \alpha \cdot N \cdot y$

Y ：出火件数

α ：時刻補正係数（下記の表参照）

N ：世帯数（戸数）

y ：出火率（全出火率または炎上出火率）

＊全出火は出火したもの全て．炎上出火はそのうち市民の初期消火で消されたもの以外．

〈全出火の場合〉(冬) $\log_{10} y = 0.695 \log_{10} X - 1.943$

(夏) $\log_{10} y = 0.443 \log_{10} X - 2.942$

〈炎上出火の場合〉(冬) $\log_{10} y = 0.728 \log_{10} X - 2.089$

(夏) $\log_{10} y = 0.814 \log_{10} X - 2.818$

X ：全壊率

表Ⅲ-2-2 水野(1978)による時刻補正係数

時刻	α	時刻	α
0～4	0.046	16～17	1.30
4～5	0.15	17～19	2.50
5～6	0.98	19～20	1.80
6～8	1.64	20～21	1.10
8～11	1.10	21～23	0.45
11～13	1.52	23～24	0.12
13～16	0.85		

多くの自治体でこの関係式が使用されているが，手法が開発されてから20年以上が経過しており，予測結果が現在の状況とそぐわないことが多くなっている．そこで，各自治体により様々な補正が行われている．以下に主なものをまとめる．

a) 時刻補正係数の改訂 ⇒ ライフスタイルの変遷による影響を考慮

- 通常火災の時刻別発生頻度に基づく改訂（新潟県, 広島県, 宮崎県, 広島市）

b) 兵庫県南部地震(1995)に基づく補正係数の適用 ⇒ 火気器具等の耐震性の向上を考慮

- 地震発生後１日間の実際の出火件数と予測出火件数の比0.36を補正係数として適用（新潟県）
- 神戸市の実際の出火件数と予測出火件数から求めた補正係数を適用（香川県, 広島県, 福岡県, 鹿児島県, 千葉市）

② 神奈川県(1986)の手法

○採用自治体：長野県(02)

関東地震(1923)のデータをもとに，当時の全壊率と炎上出火率の関係を導き出し，これに火災統計や都市ガス使用量から，時代・季節・時刻に関する補正を行っている．

$$y = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$$

y　　：想定地震時の炎上出火率

α　　：関東地震(1923)時の炎上出火率

$$\log_{10} \alpha = -2.741 + 0.7055 \log_{10} z$$

z　　：全壊率

β　　：時代係数（＝0.52．平常時出火率の比より算出）

γ_1　　：季節係数（夏を１としたときの季節別の都市ガス送出比率から設定）

γ_2　　：時刻係数（12時を１としたときの時間別の都市ガス送出比率から設定）

表Ⅲ-2-3　神奈川県(1986)における季節係数

	春・秋	夏	冬
期間	4/1～5/31 11/1～12/15	6/1～10/31	12/16～3/31
季節係数	1.35	1.00	1.72

表Ⅲ-2-4　神奈川県(1986)における時刻係数

時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
時刻係数	0.43	0.33	0.21	0.19	0.20	0.34	0.77	1.11	1.14	1.12	1.06	1.03
時刻	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
時刻係数	1.00	0.93	0.87	0.91	1.19	1.84	2.29	2.22	1.99	1.70	1.23	0.82

○長野県(02)では...

季節係数γ_1は，夏から秋（6月～11月）を1.00とし，冬から春（12月～5月）を1.51とした．

時刻係数γ_2については，14時～15時を1.93，18時～19時を1.21としている．

③ 愛知県(1995)の手法

○採用自治体：名古屋市(99)

建設省総合技術開発プロジェクト(1983)と国土庁式を参考に予測式を作成している.

○炎上出火率P

冬(12/16～3/31)： $P = 0.00815 \cdot x^{0.73}$

夏(6/1～10/31) ： $P = 0.00152 \cdot x^{0.81}$

x ：木造建物全壊率

○木造建物からの炎上出火件数y_1（件）

$y_1 = \alpha \cdot P \cdot n$

α ：時刻係数

n ：その地区の世帯数（世帯）

表Ⅲ-2-5　愛知県(1995)における時刻係数

時刻	α	時刻	α	時刻	α
0-1	0.525	8- 9	0.929	16-17	1.231
1-2	0.474	9-10	1.13	17-18	1.605
2-3	0.525	10-11	1.07	18-19	1.574
3-4	0.727	11-12	1.221	19-20	1.504
4-5	0.656	12-13	1.13	20-21	1.272
5-6	0.535	13-14	1.151	21-22	0.999
6-7	0.555	14-15	1.312	22-23	0.878
7-8	0.747	15-16	1.201	23-24	1.05

○非木造建物からの炎上出火件数y_2（件）

$y_2 = \delta \cdot y_1 \cdot N_2 / N_1$

δ ：木造建物に対する非木造建物炎上出火率比（＝0.512）

＊東京都防災会議(1991)による平常時の木造建物に対する非木造建物炎上出火率比を用いた

N_1 ：その地区の木造建物棟数

N_2 ：その地区の非木造建物棟数

④静岡県(2001)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)・中央防災会議　日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)の手法

○採用自治体：群馬県(12),栃木県(04),埼玉県(07),千葉県(08),富山県(11),山梨県(05),静岡県(01),愛知県(03),三重県(06),奈良県(05),鳥取県(05),島根県(12),広島県(07),山口県(08),徳島県(05),愛媛県(02), 長崎県(06),熊本県(13),大分県(13),札幌市(08),さいたま市(09),千葉市(08),広島市(08)

兵庫県南部地震(1995)時の被害実績をもとに出火要因別比率を考慮して，各自治体の火災発生状況に合わせてゆれによる全壊率と出火率との関係を設定している.

出火率＝k×(ゆれによる全壊率)$^{0.73}$

k：表Ⅲ-2-7の一般火気器具，電熱器具，電気機器・配線の合計値

ただし，係数設定の手法が4系統に分かれているので，その系統別に以下の通り係数設定方法を整理した.

また，全出火数から初期消火件数を除いた，炎上出火件数を求めている場合も多い.

炎上出火率＝（１－初期消火率）×全出火数

表Ⅲ-2-6 初期消火率(中央防災会議,2005)

	人口集中地区	その他郊外地区
震度5	68.4	78.6
震度6	45.9	51.8
震度7	23.8	43.9

■静岡県(2001)・中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の係数設定

○採用自治体：栃木県(04),山梨県(05),静岡県(01),愛知県(03),奈良県(05),鳥取県(05),島根県(12),徳島県(05),愛媛県(02),札幌市(08),大分県(13),三重県(06)

表Ⅲ-2-7　出火要因別の出火率の係数(中央防災会議,2003)

	一般火気器具	電熱器具	電気機器・配線
冬の 18 時	0.0022	0.0043	0.00036
冬の 05 時	0.00018	0.00036	
秋の 12 時	0.00017	0.00035	

○島根県(12),大分県(13)では...

愛知県(2003)を参考に，以下の係数を設定

表Ⅲ-2-8　出火率係数

時期	係数k
冬の18時	0.0069
冬の05時	0.00096
秋の12時	0.0026

また，初期消火率は以下のように設定

表Ⅲ-2-9　加速度と初期消火率の関係

加速度(gal)	150	250	350	500	700	1000
初期消火率(%)	67	67	67	44	30	8

東京消防庁火災予防審議会(1997)より作成

■中央防災会議　日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)の係数設定

○採用自治体：埼玉県(07),さいたま市(09)

以下のような時刻係数・季節係数・要因別出火率を設定し，係数を求めている.

（出火率）＝（要因別出火率）×0.0011×（全壊率）$^{0.73}$×（時刻係数）×（季節係数）

表Ⅲ-2-10　要因別出火率（中央防災会議,2006）

要因	出火率
a)一般火気器具（ガスコンロ・石油ストーブ等）	16.4%
b)電熱器具（電気ストーブ・電気コンロ等）	32.7%
c)電気機器･配線（電気製品・屋内配線等）	32.6%
d)化学薬品（ベンジン・黄リン等）	6.0%
e)ガス漏洩	12.3%

時刻係数と季節係数は，季節や時間帯によって使用率に差異が生じる a)・b)のみ考慮する．季節係数は,兵庫県南部地震(1995)時の実態と対応させるため，近畿地方・冬の厨房用エネルギー消費量と暖房用エネルギー消費量の合計値を基準にしている．北海道・東北・関東地方における厨房用エネルギー消費量と暖房用エネルギー消費量の季節別合計値との比率をもとに補正している．ただし，冬 5 時では暖房用のエネルギー消費量で比較する．

表Ⅲ-2-11　季節係数（中央防災会議, 2006）

	春	夏	秋	冬	
				18 時	5 時
北海道	2.29	0.14	2.29	3.01	3.33
東北	1.53	0.14	1.53	1.99	2.15
関東	0.46	0.14	0.46	1.12	1.14

（出典）家庭用エネルギーハンドブック（住環境計画研究所，1999）エネルギー・経済統計要覧（日本エネルギー経済研究所，2004）をもとに算出

上記の季節係数に従うと，各要因別出火率の式は以下の通りとなる．

a)一般火気器具

出火率＝k×全壊率 $^{0.73}$

表Ⅲ-2-12　補正係数 k の値（中央防災会議, 2006）

	冬 5 時	夏 12 時	冬 18 時
北海道	0.00060	0.00014	0.00652
東北	0.00039	0.00014	0.00431
関東	0.00020	0.00014	0.00242

b)電熱器具

出火率＝k×全壊率 $^{0.73}$

表Ⅲ-2-13　補正係数 k の値（中央防災会議, 2006）

	冬 5 時	夏 12 時	冬 18 時
北海道	0.00120	0.00028	0.01299
東北	0.00078	0.00028	0.00859
関東	0.00041	0.00028	0.00483

c)電気機器・配線

出火率＝0.00036×全壊率 $^{0.73}$

d)ガス漏洩

出火率＝ガス配管被害率×｛0.0015×（半壊以下の建物数）＋0.013×（全壊建物数）｝

e)化学薬品

出火率＝0.000066×全壊率 $^{0.73}$

■中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)の係数設定

○採用自治体：群馬県(12)，千葉県(08)，広島県(07)，千葉市(08)，広島市(08)

補正係数は以下の表の通りに設定する．

ただし，群馬県(12)では夏 12 時として，秋 12 時と同じ係数を設定．

表Ⅲ-2-14　出火率の補正係数(中央防災会議，2005)

	冬の 5 時	秋の 8 時	秋の 12 時	冬の 18 時
一般火気器具	0.00018	0.00021	0.00041	0.0022
電熱器具	0.00036	0.00041	0.00082	0.0043
電気機器・配線	0.00036			
化学薬品	0.000066			

■中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の係数設定

○採用自治体：富山県(11)，山口県(08)，熊本県(13)

静岡県(2001)の手法を参考にして，兵庫県南部地震(1995)時の建物全壊と出火率の関係から求めた標準出火率を設定している．

季節係数については，火気器具，電熱器具を暖房器具とそれ以外に分けて，暖房器具の冬季の季節係数を 1.0，それ以外の季節の暖房器具の季節係数を 0.0 とした．暖房器具以外の季節係数は，いずれの季節も 1.0 とした．

時刻係数は，火災予防審議会・東京消防庁（1997）の火気使用環境調査結果を用いて設定している．火災予防審議会・東京消防庁（1997）の兵庫県南部地震(1995)の地震火災の発生状況の分析結果を用いて，火災発生要因の構成比を求めている．

出火率＝Σ季節係数×時刻係数×出火要因別構成比×標準出火率

標準出火率＝0.0011×ゆれによる全壊率$^{0.73}$

ゆれによる全壊率＝ゆれによる全壊棟数／全建物棟数

表Ⅲ-2-15　出火率の補正係数(中央防災会議，2008)

季節変動	時刻変動	構成比	シーン	季節係数	時刻係数	構成比×季節×時刻×0.0011
○	○	23.4%	冬 5 時	1.00	1.00	0.000257
			秋 8 時	0.00	3.45	0.000000
			冬 12 時	1.00	3.77	0.000970
			冬 18 時	1.00	2.83	0.000728
なし	○	12.8%	冬 5 時	1.00	1.00	0.000141
			秋 8 時	1.00	1.45	0.000204
			冬 12 時	1.00	1.90	0.000268
			冬 18 時	1.00	1.98	0.000279
なし	なし	63.8%	冬 5 時	1.00	1.00	0.000702
			秋 8 時	1.00	1.00	0.000702
			冬 12 時	1.00	1.00	0.000702
			冬 18 時	1.00	1.00	0.000702
合計		100.0%	冬 5 時			0.001100
			秋 8 時			0.000906
			冬 12 時			0.001940
			冬 18 時			0.001709

⑤ 東京消防庁(1987)の手法

○採用自治体：茨城県(95)，京都市(03)

過去の地震時の災害事例，平常時の火災事例および各種の実験・調査研究の結果を分析し，モンテカルロシミュレーションにより火気器具ごとに加速度レベル別出火率を設定している．

表Ⅲ-2-16　地震時における火気器具の出火率の例

火気器具		250gal	1000gal
灯油ストーブ類		0.0114～0.0242	0.0624～0.1479
灯油ストーブ類(ポット型)		0.0025～0.0053	0.0136～.0321
ガスストーブ		0.0001	0.0003～0.0007
ガス温風暖房機		0.0001以下	
灯油温風暖房機		0.0001～0.0040	0.0005～0.0254
ガスコンロ ガステーブル ガスレンジ	油鍋使用時	0.0316～0.0375	0.0316～0.0376
	油鍋不使用	0.0001	0.0001～0.0004
ガスオーブン，炊飯器，壁掛湯沸器		0.0001以下	
平かまど	油鍋使用時	0.0031	0.0032
	油鍋不使用	0.0001以下	
ガス風呂釜，石油ボイラー，消毒器		0.0001以下	

東京消防庁(1987)では，求められた火気器具ごとの出火率をもとに加速度に対する出火確率を建物用途別に求めている（表Ⅲ-2-16）．建物の応答加速度と建物用途別出火率を掛け合わせて集計することによりメッシュ内の出火件数を求めることができる．

表Ⅲ-2-17　地震時建物用途別出火率【建物内加速度 350gal の場合】

用途		季節・時間別出火率(%)			
		夏　昼	夏　夕方	冬　昼	冬　夕方
映画館		0.0004	0.0002	0.0019	0.0010
キャバレーの類		0.0023	0.0697	0.0023	0.0697
料理店		0.0272	0.1007	0.0272	0.1007
飲食店	油鍋使用	0.1319	0.1468	0.1319	0.1468
	油鍋不使用	0.0002	0.0007	0.0002	0.0007
百貨店		0.0400	0.0078	0.0405	0.0078
物品販売店		0.0087	0.0042	0.0089	0.0049
旅館・ ホテル	木造	0.0052	0.0307	0.0052	0.0307
	非木造	0.0179	0.0153	0.0179	0.0153
共同住宅	木造	0.0006	0.0065	0.0012	0.0108
	非木造	0.0003	0.0029	0.0006	0.0056
寄宿舎		0.0043	0.0674	0.0044	0.0678
病院		0.0391	0.0050	0.0449	0.0050
診療所		0.0139	0.0246	0.0139	0.0246
保育園		0.0156	0.0021	0.0194	0.0021
幼稚園		0.0046	0.0000	0.0296	0.0000
小学校		0.0379	0.0000	0.0379	0.0000
大学		0.0007	0.0001	0.0170	0.0074
公衆浴場		0.0078	0.0470	0.0085	0.0490
工場・ 作業所	木造	0.0011	0.0007	0.0142	0.0027
	非木造	0.0005	0.0000	0.0075	0.0000
事務所		0.0003	0.0000	0.0004	0.0004
住宅		0.0004	0.0040	0.0007	0.0067

⑥ 東京消防庁(1997)の手法

○採用自治体：茨城県(98)，宮城県(04)，仙台市(02)

東京消防庁(1997)では以下の出火要因を対象としている．

> 火気器具，化学薬品，危険物施設，工業炉，ＬＰＧボンベ，高圧ガス施設，
> 電熱器具，電気機器，配線，自動車，漏洩ガス

以下では，これらのうち火気器具，電熱器具，電気機器，配線，自動車，漏洩ガスからの出火件数の予測手法についてその概略をまとめる．

a）火気器具・電熱器具からの出火件数

■全壊建物

全壊建物１棟あたりの出火率を兵庫県南部地震(1995)時の火災事例より設定している．なお，時刻に応じた使用率の違いは，東京消防庁による火気使用環境調査に基づき，夕方18時の全壊１棟あたりの出火率を0.18%に補正している．

■半壊以下の建物

器具別に地震動から出火に至る出火機構を考えて出火率を求めている．

火気器具や電熱器具の建物の用途別保有率を調査により把握し，それぞれの出火率を積算することにより用途別の出火率を求める．事業所統計等から地域ごとの用途別建物存在状況を把握することにより出火件数が算出できる．

表Ⅲ-2-18　用途別出火率(%)【冬の夕方】

用途＼加速度(gal)		150	250	350	500	700
映画館		0.004	0.010	0.033	0.060	0.077
キャバレー		0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
料理店		0.009	0.020	0.063	0.110	0.135
飲食店	油鍋使用	0.005	0.011	0.030	0.049	0.060
	油鍋不使用	0.002	0.006	0.021	0.037	0.046
百貨店		0.006	0.013	0.055	0.107	0.143
物品販売店舗		0.002	0.005	0.016	0.023	0.031
旅館	木造	0.010	0.041	0.137	0.226	0.230
	非木造	0.006	0.013	0.048	0.084	0.098
共同住宅	木造	0.002	0.005	0.023	0.042	0.056
	非木造	0.001	0.004	0.014	0.027	0.036
病院		0.003	0.009	0.035	0.064	0.075
診療所		0.001	0.005	0.020	0.035	0.040
寄宿舎		0.002	0.005	0.016	0.029	0.036
保育所		0.002	0.009	0.038	0.069	0.086
幼稚園		0.000	0.001	0.005	0.009	0.012
小学校		0.003	0.012	0.048	0.083	0.098
大学		0.002	0.005	0.021	0.037	0.047
公衆浴場		0.001	0.003	0.009	0.017	0.023
工場	木造	0.003	0.014	0.048	0.080	0.106
	非木造	0.002	0.008	0.030	0.050	0.066
事務所		0.001	0.002	0.009	0.018	0.027
住宅		0.001	0.004	0.014	0.027	0.036

b）電気機器・配線・自動車からの出火件数

兵庫県南部地震(1995)での町丁目レベルの建物被害率から加速度分布を推定し，この加速度と建物１棟あたりの出火率から予測している．

なお，電気関係の出火は電力が復旧する時刻に出火するものとみなしている．

表Ⅲ-2-19　電気機器・配線・自動車の出火率(%)

加速度(gal)	150	250	350	500	700
電気機器	0.000	0.000	0.000	0.006	0.014
配　　線	0.000	0.000	0.000	0.003	0.010
自 動 車	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

c）漏洩ガスからの出火件数

兵庫県南部地震(1995)の事例等を参考に，ガス漏洩時の出火危険性を推定している．

表Ⅲ-2-20　ガス漏洩時の出火率

	ガス漏洩時の出火率
半壊以下の建物	0.15%
全壊建物	1.3%

⑦　東京消防庁火災予防審議会（2005），中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

○採用自治体：秋田県(13)，神奈川県(09)，岡山県(13)，香川県(13)，高知県(13)，横浜市(12)，川崎市(13)

この手法では，建物圧壊する場合とそうでない場合を考慮している．

「東京都第16期火災予防審議会答申 地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について」（東京消防庁火災予防審議会,2005）による計測震度と出火率の関係及び全壊率と全出火率の関係を用いて地震別，ケース別に出火件数を想定している．

また，中央防災会議(2013)の手法は，東京消防庁火災予防審議会と係数が若干異なっているが，東日本大震災以降に被害想定を発表した自治体では，採用することが多くなっている．

a）火気器具・電熱器具からの出火（建物圧壊以外の場合）

建物圧壊以外の場合における，火気器具・電熱器具からの出火件数は，次のようにして求めた．

- まず，震度別初期消火率と用途別初期消火率及び補正係数とをかけあわせて，初期消火を考慮した用途別震度別の出火率を求める．
- 別途，課税台帳から設定したメッシュごとの用途比率を用いて，メッシュ単位で用途別建物棟数を求める．
- メッシュごとの用途別建物棟数と用途別震度別出火率とをかけあわせて，出火件数を求める．

表Ⅲ-2-21　加速度別と震度階別の初期消火率の補正係数

加速度(gal)	150	250	350	700	1000
震度	5弱	5強	6弱	6強	7
補正係数	1	1	1	0.453	0.229

東京都第16期火災予防審議会答申(2005)より作成

表Ⅲ-2-22　用途別初期消火率

用途	映画館	ｷｬﾊﾞﾚｰ	飲食店	料理店	物品販売店舗	百貨店	旅館・ホテル木造	旅館・ホテル非木造	寄宿舎	共同住宅
初期消火率	0.67	0.42	0.53	0.51	0.50	0.75	0.45	0.62	0.67	0.67
用途	病院	診療所	保育所	幼稚園	小学校	大学	公衆浴場	工場・作業所	事務所	住宅
初期消火率	0.67	0.62	0.66	0.66	0.56	0.56	0.67	0.50	0.75	0.67

「（火災予防審議会答申）直下の地震を踏まえた新たな出火要因及び延焼性状の解明と対策」
火災予防審議会・東京消防庁(1997)より作成

表Ⅲ-2-23　用途別の火気器具・電熱器具からの出火率

用途	震度5弱			震度5強			震度6弱			震度6強			震度7		
	夏昼	冬朝	冬夕	夏昼	冬朝	冬夕	夏昼	冬朝	冬夕	夏昼	冬朝	冬夕	夏昼	冬朝	冬夕
映画館	0.0043%	0.0002%	0.0039%	0.0116%	0.0007%	0.0125%	0.0300%	0.0016%	0.0305%	0.0832%	0.0062%	0.1005%	0.1865%	0.0514%	0.2956%
キャバレー	0.0000%	0.0002%	0.0041%	0.0000%	0.0005%	0.0100%	0.0000%	0.0013%	0.0242%	0.0006%	0.0053%	0.0860%	0.0229%	0.0505%	0.2902%
料理店	0.0044%	0.0003%	0.0058%	0.0044%	0.0005%	0.0086%	0.0131%	0.0012%	0.0231%	0.0323%	0.0048%	0.0771%	0.0954%	0.0399%	0.2292%
飲食店	0.0069%	0.0004%	0.0073%	0.0096%	0.0006%	0.0106%	0.0291%	0.0016%	0.0306%	0.0808%	0.0053%	0.0858%	0.2058%	0.0377%	0.2168%
百貨店	0.0271%	0.0011%	0.0211%	0.1000%	0.0041%	0.0774%	0.2513%	0.0101%	0.1928%	0.7232%	0.0353%	0.5694%	1.8200%	0.2796%	1.6071%
物品販売店舗	0.0017%	0.0001%	0.0014%	0.0041%	0.0002%	0.0042%	0.0107%	0.0006%	0.0105%	0.0384%	0.0028%	0.0458%	0.3243%	0.0673%	0.3866%
旅館・ホテル	0.0148%	0.0008%	0.0151%	0.0644%	0.0034%	0.0653%	0.1600%	0.0085%	0.1618%	0.4566%	0.0295%	0.4752%	0.9663%	0.1863%	1.0709%
共同住宅	0.0007%	0.0001%	0.0012%	0.0011%	0.0001%	0.0027%	0.0031%	0.0004%	0.0070%	0.0090%	0.0015%	0.0249%	0.0349%	0.0132%	0.0757%
病院	0.0045%	0.0002%	0.0035%	0.0093%	0.0005%	0.0089%	0.0247%	0.0012%	0.0222%	0.0701%	0.0047%	0.0759%	0.2191%	0.0753%	0.4329%
診療所	0.0013%	0.0001%	0.0014%	0.0013%	0.0002%	0.0034%	0.0040%	0.0004%	0.0082%	0.0106%	0.0017%	0.0282%	0.0495%	0.0218%	0.1250%
寄宿舎	0.0014%	0.0001%	0.0016%	0.0028%	0.0001%	0.0025%	0.0075%	0.0004%	0.0068%	0.0228%	0.0015%	0.0244%	0.1116%	0.0253%	0.1456%
保育所	0.0025%	0.0000%	0.0002%	0.0033%	0.0000%	0.0009%	0.0095%	0.0001%	0.0019%	0.0246%	0.0006%	0.0094%	0.0694%	0.0068%	0.0393%
幼稚園	0.0019%	0.0001%	0.0013%	0.0019%	0.0002%	0.0042%	0.0056%	0.0006%	0.0109%	0.0137%	0.0037%	0.0594%	0.0431%	0.0308%	0.1772%
小学校	0.0083%	0.0001%	0.0022%	0.0136%	0.0003%	0.0058%	0.0374%	0.0007%	0.0142%	0.1002%	0.0038%	0.0612%	0.2989%	0.0378%	0.2175%
大学	0.0037%	0.0000%	0.0007%	0.0062%	0.0001%	0.0020%	0.0170%	0.0003%	0.0050%	0.0458%	0.0010%	0.0155%	0.1263%	0.0105%	0.0604%
公衆浴場	0.0006%	0.0000%	0.0009%	0.0009%	0.0001%	0.0027%	0.0026%	0.0003%	0.0064%	0.0073%	0.0014%	0.0225%	0.0282%	0.0152%	0.0874%
工場・作業場	0.0016%	0.0001%	0.0013%	0.0046%	0.0002%	0.0046%	0.0118%	0.0006%	0.0117%	0.0330%	0.0035%	0.0564%	0.0796%	0.0266%	0.1529%
事務所	0.0024%	0.0001%	0.0012%	0.0069%	0.0002%	0.0038%	0.0176%	0.0005%	0.0095%	0.0496%	0.0019%	0.0307%	0.1208%	0.0171%	0.0980%
住宅	0.0007%	0.0001%	0.0016%	0.0007%	0.0002%	0.0035%	0.0021%	0.0005%	0.0094%	0.0058%	0.0031%	0.0505%	0.0274%	0.0265%	0.1521%

川崎市(2013)より引用（川崎市は東消(2005)に冬朝の値を追加している）

b）火気器具・電熱器具からの出火（建物圧壊の場合）

建物圧壊の場合における，火気器具・電熱器具から出火件数は，全壊建物からの出火率（圧壊建物の割合は，全壊建物の３割とする）と火気器具の時間帯別使用率から求めた.

表Ⅲ-2-24　全壊建物からの出火率（*：全壊建物1棟当たりの出火率（%））

	出火率*		出火率*		出火率*		出火率*
灯油ストーブ	0.0033	電気ストーブ	0.0034	投込湯沸器	0.0000	自動車	0.0047
灯油温風暖房機	0.0004	熱帯魚用ﾋｰﾀｰ	0.0027	電気トースター	0.0005	都市ガス	0.0094
ガスストーブ	0.0011	電気こんろ	0.0006	電気機器	0.0040	その他	0.0162
ガスコンロ	0.0017	白熱スタンド	0.0009	配線	0.0030	**合計**	**0.0518**

東京都第 16 期火災予防審議会答申(2005)より作成

表Ⅲ-2-25　火気器具の時間帯別使用率

	使用率(%)		
	5～6時	11～13時	17～19時
灯油ストーブ	4	20.2	60.5
灯油温風暖房機	1.4	25.4	59.9
ガスストーブ	4.8	25.4	60.7
ガスコンロ	3.5	47.5	71.7
電気ストーブ	2.8	11.5	33.2
熱帯魚用ﾋｰﾀｰ	100	100	100
電気こんろ	3.5	47.5	71.7
白熱スタンド	0.4	3.8	14.3
投込湯沸器	33.3	83.3	50
電気トースター	1.2	14	7.9

東京都第16期火災予防審議会答申(2005)より作成

c）電気器具・配線からの出火

次の２つの式から出火件数を求めた.

電気機器からの出火件数 ＝ 0.039%×全壊棟数

配線からの出火件数 ＝ 0.024%×全壊棟数

d）化学薬品からの出火

東京消防庁火災予防審議会（2005）に示された，化学薬品からの震度別出火率を用いて出火件数を求めた．出火率の詳細は,「（３）化学薬品からの出火　④ 東京消防庁火災予防審議会（2005）（東京都第16期火災予防審議会答申）の手法」の項で後述.

e）ガス漏洩からの出火

漏洩ガスからの出火率の式と東京消防庁火災予防審議会（2005）に示された震度別のガス配管の被害率を用いて出火件数を求めた.

漏洩ガスからの出火率＝全壊以外の建物棟数×灯内内管被害率×１%×0.15%＋全壊建物棟数×（灯外内管被害率＋灯内内管被害率×１%）×1.3%

表Ⅲ-2-26　震度別のガス配管の被害率

震度	5弱	5強	6弱	6強	7
灯外内管被害率	0.00%	0.01%	0.04%	0.13%	0.37%
灯内内管被害率	0.00%	0.02%	0.10%	0.35%	1.00%

東京都第16期火災予防審議会答申(2005)より作成

f）危険物施設からの出火

東京消防庁火災予防審議会（2005）に示された震度別出火率と神奈川県内の市町村別危険物施設分布を用いて出火件数を求めた．出火率の詳細は，「（２）危険物施設からの出火　③ 東京消防庁火災予防審議会（2005）の手法」の項で後述.

○中央防災会議(2013),秋田県(13),岡山県(13),香川県(13),高知県(13)では..

a),b),c)のみ考慮して係数を変更し,出火件数を評価する際に初期消火成功率を考慮している.秋田県(13)では,夏12時のかわりに夏10時を採用している.

a) 火気器具・電熱器具からの出火（建物圧壊以外の場合）

係数を以下の表のように設定する.

表Ⅲ-2-27 建物倒壊しない場合の火気器具・電熱器具からの出火率(中央防災会議, 2013)

冬深夜					
建物用途	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
飲食店	0.0003%	0.0009%	0.0047%	0.0188%	0.0660%
物販店	0.0001%	0.0004%	0.0013%	0.0059%	0.0510%
病院	0.0002%	0.0004%	0.0014%	0.0075%	0.1180%
診療所	0.0000%	0.0002%	0.0005%	0.0018%	0.0070%
事務所等その他事務所	0.0000%	0.0001%	0.0004%	0.0020%	0.0110%
住宅・共同住宅	0.0002%	0.0006%	0.0021%	0.0072%	0.0260%
夏12時					
建物用途	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
飲食店	0.0029%	0.0076%	0.0346%	0.1152%	0.3310%
物販店	0.0005%	0.0015%	0.0071%	0.0253%	0.1230%
病院	0.0009%	0.0016%	0.0070%	0.0296%	0.3130%
診療所	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0050%	0.0230%
事務所等その他事務所	0.0005%	0.0017%	0.0083%	0.0313%	0.1830%
住宅・共同住宅	0.0003%	0.0003%	0.0013%	0.0043%	0.0210%
冬18時					
建物用途	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
飲食店	0.0047%	0.0157%	0.0541%	0.1657%	0.5090%
物販店	0.0007%	0.0020%	0.0085%	0.0302%	0.1580%
病院	0.0008%	0.0017%	0.0072%	0.0372%	0.5290%
診療所	0.0004%	0.0010%	0.0036%	0.0130%	0.0410%
事務所等その他事務所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.1770%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.1150%

b) 火気器具・電熱器具からの出火（建物圧壊の場合）

・阪神・淡路大震災の事例から，冬における倒壊建物1棟あたり出火率を0.0449%とする.

・暖房器具類を使わない夏の場合には，倒壊建物1棟あたり出火率を0.0286%とする.

・時刻補正係数は，1.0（深夜），2.2（12時），3.4（18時）とする.

これらより求めた出火率は，以下のようになる.

表Ⅲ-2-28 季節時間帯別の倒壊建物の出火率(中央防災会議, 2013)

冬深夜	夏12時	冬18時
0.0449%	0.0629%	0.1392%

高知県(13)では，時刻補正係数を過去の実データから独自に設定している.

・深夜：昼：夕方＝1.0：3.5：3.1

・夏秋期（6－11月）：冬期（12－3月）＝1.0：1.6

これより，冬深夜：夏昼：冬夕方＝1.0：2.2：3.1とした.

c) 電気器具・配線からの出火

電気機器からの出火件数＝0.044%×全壊棟数

配線からの出火件数＝0.030%×全壊棟数

初期消火：

a)～c)で算出した全出火件数より，以下の初期消火成功率を考慮して，出火件数とする．

表Ⅲ-2-29　震度ごとの初期消火率

震度	6弱以下	6強	7
初期消火成功率	67%	30%	15%

東京消防庁出火危険度測定（第8回，2011）より作成

⑧　その他

その他，以下のような手法も見られた．

・大阪府(1997)の兵庫県南部地震における経験式を用いた手法
・木造住宅からの出火を神奈川県(1997)の，非木造住宅からの出火を名古屋市（1999）の手法で算出する手法
・「東京都の地震時における地域別出火危険度測定(第 8 回)」（東京消防庁・2011）を根拠とする手法

（２） 危険物施設からの出火

① 東京消防庁(1987)の手法

○採用自治体：青森県(97),茨城県(95,98),名古屋市(99)

危険物施設における出火の過程をイベントツリー解析によって分析するとともに，この中の各事象が起こる確率を技術者や消防職員からの聞き取りによって推定し，危険物施設から出火する確率をまとめている.

表Ⅲ-2-30　各自治体における危険物施設区分別の平均出火率（炎上）

施設区分		東京消防庁(1987)	青森県(1997)	名古屋市(1999)
発熱反応工程施設		0.0081	(同)	－
製造所		0.0011	(同)	0.0099
屋内貯蔵所		2.3×10^{-4}	3.9×10^{-4}	(同)
屋外タンク貯蔵所	浮屋根式	0.0099	(同)	(同)
	特定	5.5×10^{-5}	(同)	(同)
	非特定	1.2×10^{-4}	(同)	－
地下タンク貯蔵所		0.000	(同)	(同)
屋内タンク貯蔵所		2.0×10^{-7}	(同)	1.2×10^{-4}
給油取扱所	営業用	3.1×10^{-4}	(同)	(同)
	自家用	1.3×10^{-4}	(同)	(同)
販売取扱所		0.0010	(同)	(同)
一般取扱所	小口・灯油	2.5×10^{-7}	2.5×10^{-4}	2.5×10^{-7}
	その他	3.2×10^{-4}	(同)	
少量危険物施設		2.4×10^{-4}	(同)	(同)

(注) 「－」は想定未実施.「(同)」は東京消防庁と同じ値を使用.

② 神奈川県(1993)の手法

○採用自治体：新潟県(98),福井県(97),長野県(02)

東京消防庁(1987)によるイベントツリー解析，日本海中部地震(1983)での被害実績から，加速度，液状化危険度別の出火率を設定している.

表Ⅲ-2-31　危険物施設種別出火率(神奈川県(1993)より抜粋)

危険物施設種	流出から出火に至る確率	全施設数に対する平均出火率					液状化時の出火率
		150 gal	250 gal	350 gal	500 gal	700 gal	
製造所	1.5×10^{-2}	2.2×10^{-4}	5.7×10^{-4}	1.1×10^{-3}	2.2×10^{-3}	3.6×10^{-3}	液状化考慮せず
屋内貯蔵所	4.9×10^{-3}	4.6×10^{-5}	1.2×10^{-4}	2.3×10^{-4}	4.5×10^{-4}	7.5×10^{-4}	液状化考慮せず
屋外タンク貯蔵所	6.4×10^{-3}	7.0×10^{-5}	1.8×10^{-4}	3.5×10^{-4}	6.9×10^{-4}	1.1×10^{-3}	1.0×10^{-4}
屋内タンク貯蔵所	1.9×10^{-5}	4.0×10^{-8}	1.0×10^{-7}	2.0×10^{-7}	3.9×10^{-7}	6.6×10^{-7}	液状化考慮せず
給油取扱所	4.8×10^{-3}	5.2×10^{-5}	1.4×10^{-4}	2.6×10^{-4}	5.1×10^{-4}	8.5×10^{-4}	1.7×10^{-4}
販売取扱所	1.2×10^{-2}	2.0×10^{-4}	5.2×10^{-4}	1.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	3.3×10^{-3}	5.6×10^{-3}
一般取扱所	8.2×10^{-4}	8.4×10^{-6}	2.2×10^{-5}	4.2×10^{-5}	8.2×10^{-5}	1.4×10^{-4}	3.9×10^{-5}
少量危険物取扱所	3.2×10^{-3}	4.8×10^{-5}	1.2×10^{-4}	2.4×10^{-4}	4.7×10^{-4}	7.9×10^{-4}	1.6×10^{-4}

③ 東京消防庁火災予防審議会（2005）の手法

○採用自治体：神奈川県(09)，島根県(12)，横浜市(12)，川崎市(13)

東京消防庁火災予防審議会では危険物施設の出火率を以下のように設定している．

表Ⅲ-2-32　危険物施設種別出火率(神奈川県, 2009)

施設区分		過程	震度別出火率（%）				
			震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
発熱反応工程施設		停電	0.00000	0.00000	0.18630	0.81000	1.89540
製造所		棚の転倒	0.00000	0.00110	0.06600	0.11000	0.11000
屋内貯蔵所		落下（荷崩れ）	0.00253	0.00989	0.01886	0.02300	0.02369
屋外タンク貯蔵所	浮屋根式	なし	0.99000	0.99000	0.99000	0.99000	0.99000
	特定	配管損傷	0.00000	0.00022	0.00160	0.00550	0.01568
	非特定	配管損傷	0.00000	0.00048	0.00348	0.01200	0.03420
地下タンク貯蔵所		配管損傷	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
屋内タンク貯蔵所		建物全壊	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.00012
給油取扱所	営業用	落下	0.00341	0.01333	0.02542	0.03100	0.03193
	自家用	配管損傷	0.00000	0.00052	0.00377	0.01300	0.03705
販売取扱所		棚の転倒	0.00000	0.00100	0.06000	0.10000	0.10000
一般取扱所	小口・灯油	配管損傷	0.00000	0.00000	0.00001	0.00003	0.00007
	その他	棚の転倒	0.00000	0.00032	0.01920	0.03200	0.03200
少量危険物施設		棚の転倒	0.00000	0.00240	0.01440	0.00240	0.00240

※東京都第16期火災予防審議会答申より

④ 中央防災会議　日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)の手法

○採用自治体：埼玉県(07)，さいたま市(09)

中央防災会議(2006)「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」では，危険物施設の出火率を以下のように設定している．

表Ⅲ-2-33　危険物施設の出火率(中央防災会議, 2006)

施設種別		出火率
製造所(発熱反応工程施設を除く)		0.0011
屋内製造所		2.3×10^{-4}
屋外タンク貯蔵所	特定	5.5×10^{-3}
	非特定	1.2×10^{-4}
地下タンク貯蔵所		0
屋内タンク貯蔵所		2.2×10^{-7}
給油取扱所	営業用	3.1×10^{-4}
販売取扱所		0.001
一般取扱所	小口・灯油	2.5×10^{-7}
	その他	3.2×10^{-4}
少量危険物施設		2.4×10^{-4}

⑤ 中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)を参考とした手法

○採用自治体：山口県(08)

石油コンビナート地区ごとの危険物施設数データを収集し，施設別の被害率を用いて被害箇所数を予測している．危険物施設の被害実態は，震度との関係が詳細に分析できるデータが整理されていないため，仮に神戸市を震度 6 強，大阪府を震度 6 弱とした場合の震度と施設被害率との関係を用いている．

表Ⅲ-2-34　兵庫県南部地震(1995)時の危険物施設の被害率実態(山口県，2008)

製造所等の区分	6弱(大阪府の実態)							6強(神戸市の実態)						
	施設数	被害数			被害率			施設数	被害数			被害率		
		出火	漏洩	破損等	出火	漏洩	破損等		出火	漏洩	破損等	出火	漏洩	破損等
製造所	550	0	1	0	0.0%	0.2%	0.0%	39	0	0	10	0.0%	0.0%	25.6%
屋内貯蔵所	4579	0	24	0	0.0%	0.5%	0.0%	631	0	30	29	0.0%	4.8%	4.6%
屋外タンク貯蔵所	3255	0	1	11	0.0%	0.0%	0.3%	682	0	12	249	0.0%	1.8%	36.5%
屋内タンク貯蔵所	1437	0	1	0	0.0%	0.1%	0.0%	285	1	1	7	0.4%	0.4%	2.5%
地下タンク貯蔵所	4860	0	4	11	0.0%	0.1%	0.2%	848	0	6	29	0.0%	0.7%	3.4%
移動タンク貯蔵所	3319	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	646	0	0	3	0.0%	0.0%	0.5%
屋外貯蔵所	944	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	219	0	0	31	0.0%	0.0%	14.2%
給油取扱所	3470	0	0	20	0.0%	0.0%	0.6%	586	0	3	136	0.0%	0.5%	23.2%
移送取扱所	42	0	1	0	0.0%	2.4%	0.0%	12	0	2	7	0.0%	16.7%	58.3%
一般取扱所	3322	0	4	4	0.0%	0.1%	0.1%	585	2	8	81	0.3%	1.4%	13.8%

出典)「兵庫県南部地震による危険物施設の被害調査報告書」自治省消防庁消防研究所（平成 7 年）

（3） 化学薬品からの出火

① 神奈川県(1986)の手法

○採用自治体：福井県(97)

福井地震(1948)や宮城県沖地震(1978)時の化学薬品からの出火事例を参考に，化学薬品取扱施設の業態別地震出火危険度，住家全壊率と化学薬品からの炎上出火件数の関係を導出している．

炎上出火は木造の化学薬品取扱施設から発生すると考えるため，化学薬品取扱施設のうち 34.1%が木造建物（東京消防庁調査結果）であることを用いている．

$$Y = T/W \times 34.1/100$$

Y ：炎上出火件数

T ：市区町村別出火危険度(＝各業態別出火危険度×各業態別施設数)

$W = 4054 - 3200(z/100)$

W ：化学薬品からの炎上出火 1 件が発生する危険度

z ：住家全壊率(%)

表Ⅲ-2-35　業態別出火危険度(神奈川県,1986)

業　　態	出火危険度	業　　態	出火危険度
動植物油脂製造業	146	一般診療所・医薬品・化粧品卸売業	0.2
パルプ・紙・紙加工品製造業	13	歯科診療所	0
油脂加工製品・石鹸・合成洗剤・塗料製造業	17	小学校	0
無機化学工業製品製造業	68	中学校	139
有機化学工業製品製造業	50	高校	11
医薬品製造業	109	大学	120
その他の化学工業	69	自然科学研究機関	92
病院	152	分析・検査所	－

② 東京消防庁(1987)の手法

○採用自治体：茨城県(95,98),新潟県(98),長野県(02),名古屋市(99)

地震時の薬品棚の転倒，容器の落下，破損等について，過去の災害事例や実験，調査等に基づき出火率を算定している．これを16の業態に分類整理し，業態別出火率として設定している．

表Ⅲ-2-36　棚等が 350gal で振動した場合の業態別出火率(東京消防庁,1987)

業態	出火率	業態	出火率
動植物油脂製造業	0.0168	一般診療所・医薬品・化粧品卸売業	0.0003
パルプ・紙・紙加工品製造業	0.0056	歯科診療所	0
油脂加工製品・石鹸・合成洗剤・塗料製造業	0.0098	小学校	0.0087
無機化学工業製品製造業	0.0172	中学校	0.0094
有機化学工業製品製造業	0.0255	高等学校	0.0181
医薬品製造業	0.0467	大学	0.0861
その他の化学工業	0.0111	自然科学研究機関	0.0399
病院	0.0077	分析・検査所	0.0267

③ 中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

○採用自治体：栃木県(04),群馬県(12),埼玉県(07),千葉県(08),富山県(11),山梨県(05),島根県(12),広島県(07),山口県(08),愛媛県(02),札幌市(08),さいたま市(09),千葉市(08),広島市(08)

一般器具の火災(係数×（建物被害率）$^{0.73}$)と同じ手法を用いている．係数設定は一般火気器具からの出火件数の項目にまとめた．

④ 東京消防庁火災予防審議会（2005）（東京都第 16 期火災予防審議会答申）の手法

○採用自治体：神奈川県(09),横浜市(12),川崎市(13)

東京消防庁火災予防審議会（2005）に示された震度別出火率と神奈川県内の市町村別危険物施設分布を用いて出火件数を求めている.

表Ⅲ-2-37　化学薬品からの震度別出火率

業態	５弱	５強	６弱	６強	7
	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
高校	0.0%	0.6%	4.0%	7.4%	10.8%
大学	0.0%	0.0%	4.3%	30.5%	56.6%
自然科学研究機関	0.0%	0.0%	4.0%	12.4%	20.9%

東京都第16期火災予防審議会答申(2005)より作成

表Ⅲ-2-38　各自治体の出火件数の予測手法

	一般火気器具	電熱器具	電気機器・配線	危険物施設	化学薬品	その他の予測要因
青森県(97)	総プロ(1983)	—	—	東消(1987)	—	LPガス(東消,1987)
岩手県(04)	(詳細不明)	—	—	—	—	—
宮城県(04)	東消(1997)	東消(1997)	東消(1997)	—	—	漏洩ガス等(東消,1987)
秋田県(13)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	—	—	—
山形県(06)	神奈川県(1993)	—	—	—	—	木造建物からの出火、 非木造建物からの出火 (神奈川県,1997)
茨城県(95,98)	東消(1987),東消 (1997)	—	—	東消(1987),東消 (1997)	東消(1987),東消 (1997)	LPガス(東消)
栃木県(04)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—
群馬県(12)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—
埼玉県(07)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	中央防災会議(2006)	中央防災会議(2003)	—
千葉県(08)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—
東京都(12)	(詳細不明)	(詳細不明)	(詳細不明)	—	—	LPガス
神奈川県(09)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	ガス漏洩(東消,2005)
新潟県(98)	総プロ(1983)	—	—	神奈川県(1993)	東消(1987)	—
富山県(11)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	ガス漏洩(中央防災会議,2007)
福井県(97)	総プロ(1983)	—	—	神奈川県(1993)	神奈川県(1986)	—
山梨県(05)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—
長野県(02)	神奈川県(1986)	—	—	神奈川県(1993)	東消(1987)	—
岐阜県(13)	独自	—	—	—	—	—
静岡県(01)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	(詳細不明)	(詳細不明)	—
愛知県(03)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	—	—
三重県(06)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	—	—
滋賀県(05)	独自	—	—	—	—	—
京都府(08)	総プロ(1983)	—	—	—	—	—
大阪府(07)	大阪府(1997)	大阪府(1997)	大阪府(1997)	—	—	ガス漏洩、危険物(大阪 府,1997)
奈良県(05)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	—	—
鳥取県(05)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	—	—
島根県(12)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	東消(2005)	中央防災会議(2003)	—
岡山県(13)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	—	—	—
広島県(07)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—
山口県(08)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	中央防災会議(2008)	中央防災会議(2003)	—
徳島県(05)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	—	—
香川県(13)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	—	—	—
愛媛県(02)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—
高知県(13)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	—	—	—
福岡県(12)	総プロ(1983)	—	—	—	—	—
長崎県(06)	総プロ(1983)	—	—	—	—	—
熊本県(13)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	(詳細不明)	(詳細不明)	—
大分県(13)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	(詳細不明)	(詳細不明)	—
宮崎県(07)	総プロ(1983)	—	—	—	—	—
鹿児島県(97)	総プロ(1983)	—	—	—	—	—
沖縄県(10)	総プロ(1983)	—	—	—	—	—

札幌市(08)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	※中央防災会議(2006)の補正係数を使用
仙台市(02)	東消(1997)	—	—	—	—	—
さいたま市(09	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	中央防災会議(2006)	静岡県(2001)	ガス漏洩
千葉市(08)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—
横浜市(12)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	—
川崎市(13)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	東消(2005)	ガス漏洩
新潟市(07)	総プロ(1983)	—	—	—	—	—
名古屋市(99)	愛知県(1995)	—	—	東消(1987)	東消(1987)	—
京都市(03)	東消(1987)	—	—	—	—	—
大阪市(10)	—	—	—	—	—	—
堺市(09)	大阪府(1997)	大阪府(1997)	大阪府(1997)	—	—	ガス漏洩、危険物(大阪府,1997)
広島市(08)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	静岡県(2001)	—	中央防災会議(2003)	—

(注1)各自治体の報告書より作成（手法不明,予測未実施などの自治体を除く）．考え方の基本とした手法で分類した．
(注2)出火要因の記述がない自治体は一般火気器具に手法名を記載した．
(注3)自治体名の後ろの（　）内の数字は報告書等の発行年(西暦)の下二桁を表示．

２－２．延焼出火件数

予測した出火件数（炎上出火件数）に対して，消防力（公設消防，消防団）を適用することにより消火される件数を求め，残りを延焼火災となる出火件数としている自治体が多い．

消防力による消火件数の予測手法については，各自治体により様々な考え方が適用されているが，中央防災会議(2005)等の手法や，中央防災会議(2013)でも採用されている山梨県(1996)の手法が比較的よく採用されている．

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

（１）消火件数の予測

①神奈川県(1993)等の手法

②中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)・中央防災会議東南海,南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

③東京都(1997)の手法

④福岡県(1997)の手法

⑤山梨県(1996)の手法

⑥宮崎県(1997)の手法

⑦静岡県(2001)の手法

⑧神奈川県(2009)の手法

（２）延焼に至らない出火点の評価

①糸井川(1991)の手法

表Ⅲ-2-39　主な延焼出火件数の予測手法

項目	主な予測手法	採用自治体数
消火件数の予測	□ 神奈川県(1993)等の手法	4
	□ 中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法	8
	□ 東京都(1997)の手法	4
	□ 福岡県(1997)の手法	2
	□ 山梨県(1996)の手法	7
	□ 宮崎県(1997)の手法	7
	□ 神奈川県(2009)の手法	4
延焼に至らない出火点の評価	□ 糸井川(1991)の手法	2

（1） 消火件数の予測

ほとんどの自治体ではポンプ車数や水利数といった設備量から消火可能件数を求めているが,設備は十分でもそれを動かす人的資源が不足することを想定した自治体もある.

① 神奈川県(1993)等の手法

○採用自治体：埼玉県(07),大阪府(07),名古屋市(99),堺市(09)

評価には以下のデータを使用する.

- 消防署（消防団）位置データ
- 消防車両，消防水利分布データ
- 住宅構造構成比（普通木造，防火木造，非木造）
- 建物被害予測結果
- 出火点位置
- 気象条件（風向・風速）

消防力の評価をするにあたり，以下の仮定条件を与えている.

- 火災は地震後一斉に出火するものとする．また，消防力の転戦は考慮しない.
- 各出火点を消火するために必要な消防力を計算し，出火点に早く到着できる消防拠点から順次消防力を投入する．この際，時間の経過に伴う火災の拡大を考慮する.
- 消防署の消防力の運用範囲は各市町村あるいは消防組合内とする．消防団の消防力の運用範囲は各市町村内とする.
- 出火点・消防水利はメッシュの中央にあるものと仮定する.
- 出火点からホースの届く範囲に消防水利の存在がない場合は，その出火点は消火不能とする.
- 消防力１口あたりの担当火面長は10mとする．消防ポンプ車は3口，可搬式ポンプは1口とする.
- 消火栓は使用できないものとする.
- 放水時間は20分，放水速度は１口当たり0.5m^3/分とする.
- 消防車の走行速度は各自治体によって下表のように設定されている.

表Ⅲ-2-40　消防車運行速度

	消防署	消防団
埼玉県(07)	15km/h	9km/h
大阪府(07)	15km/h	7km/h
宮城県沖地震（実績）	35km/h	―
日本海中部地震（実績）	20km/h	―

※堺市(09)では消防車運行速度を，健全区間=20km/h，閉塞区間=2km/h と設定している.

消防車両が出火点に到着するまでの時間の経過による延焼拡大の予測には，東京消防庁(1989)による延焼速度式を採用している．これは火災初期段階における延焼距離拡大の様子を算定する式である.

$$L = \delta \cdot r(u) \cdot g(h) \cdot t \cdot (1 - c')$$

L ：風下側延焼距離(m)

δ ：基本延焼速度

$r(u)$ ：風速補正係数（$= 0.048u + 0.822$），u ：風速(m/s)

$g(h)$ ：湿度補正係数（$= -0.005h + 1.371$），h ：湿度(%)

t ：出火後の経過時間(分)≦40　（この式は出火から40分間のみ有効）

c' ：耐火造混成比率

$$\delta = \frac{a(a' \cdot V_w + b' \cdot V_m)/(a' + b') + d \cdot V_d}{a + d}$$

a ：建物一辺の長さ(m)

d ：建物の隣棟間隔(m)

a', b', c' ：建物混成比率（裸木造，防火造，耐火造）

V_d ：隣棟へ燃え移る延焼速度(m/分)＝0.45

V_w ：裸木造建物延焼速度(m/分)＝0.87

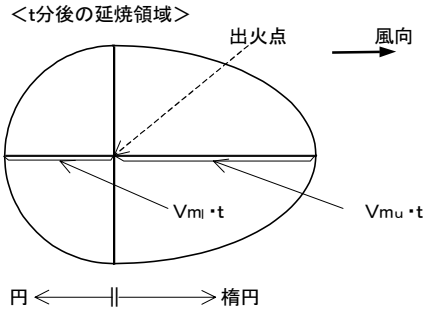
V_m ：防火木造建物延焼速度(m/分)＝0.71

出火と同時に，風下方向へは風速uに応じた延焼速度V_{mu}，風横，風上方向に対しては延焼速度V_{ml}で火災が拡大すると考える．火災域の形状は風下方向に楕円，風上方向に円とみなし，時刻tにおける火災域（右図）を考える．

このとき，火災域の火面長は以下のようになる．

風上方向：半径$V_{ml} \times t$の半円

風下方向：短軸$V_{ml} \times t$，長軸$V_{mu} \times t$の半楕円



図Ⅲ-2-2　火災域拡大の模式図

したがって，時刻tにおける火面長$S(t)$は以下の式より求めることができる．

$$S(t) = \underbrace{V_{ml} \cdot t \cdot \pi}_{\text{風上側の火面長}} + \underbrace{2V_{mu} \cdot t \cdot \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin^2 \theta}\, d\theta}_{\text{風下側の火面長}} \qquad (\varepsilon : \text{楕円の離心率})$$

一方，消防隊の駆け付け時間は以下の式で設定される．

$$T = t_D + t_P + t_R + t_H$$

t_D ：覚知時間

t_P ：出動準備時間

} 消防署：10 分，消防団：20 分

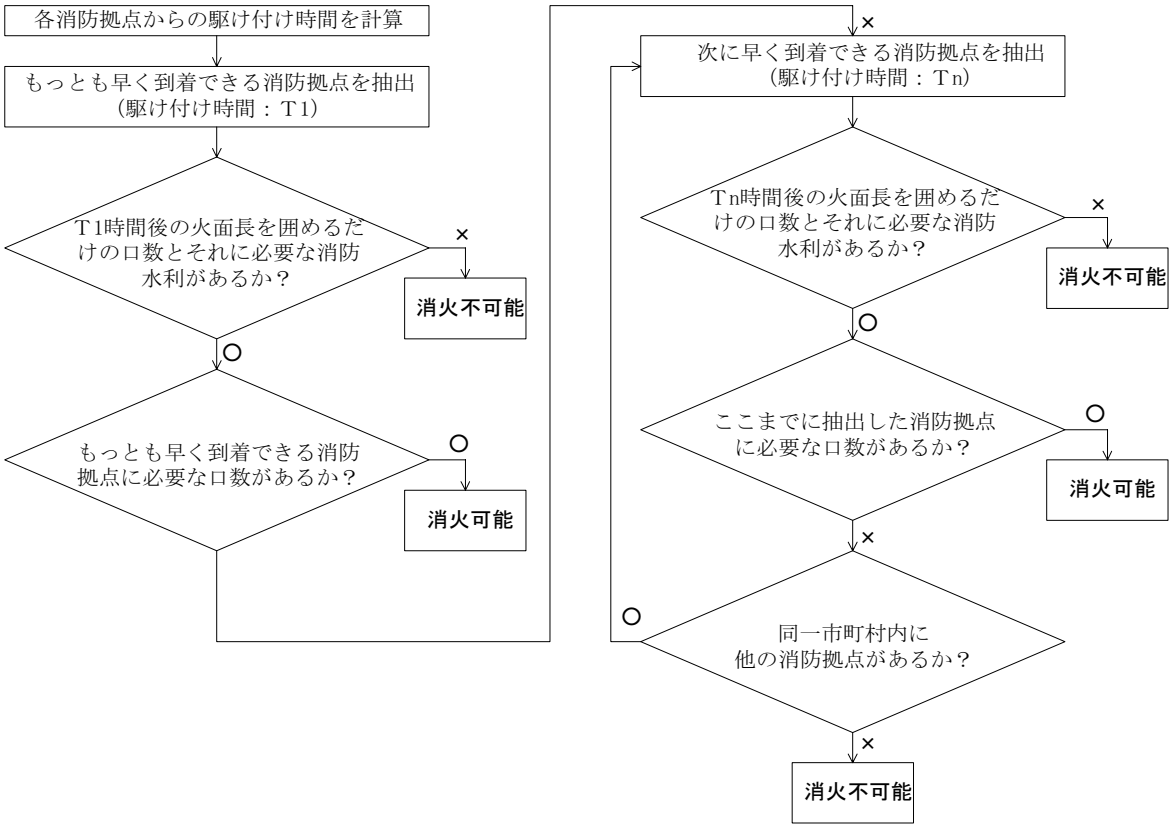
t_R ：走行時間

t_H ：ホース延長時間（$= 0.15N_H + 1.22$ (分)）

$N_H = \dfrac{\sqrt{2} \cdot r_H}{20}$ ：ホース本数（ホース１本20mとする）

r_H ：消防水利から火災までの距離(m)

ある出火点に対する消火の可否に関する判定は下図の手順で行う．なお，消防力による消火活動によっても消すことが出来なかった出火点からの火災は，拡大延焼していくものとする．



図Ⅲ-2-3　出火点の消火の可否に対する判定のフロー

②中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」(2006)・中央防災会議 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

○採用自治体：秋田県(13),千葉県(08),富山県(11),広島県(07),山口県(08),熊本県(13),千葉市(08),広島市(08)

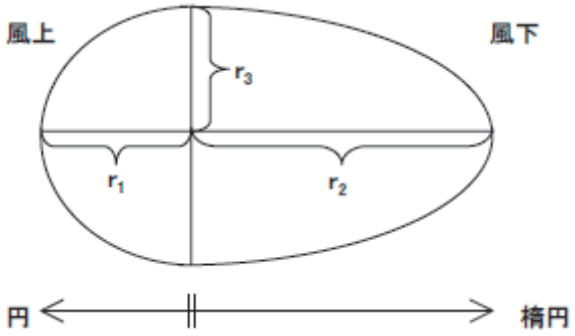
基本的な考え方は神奈川県(1993)の手法と類似している．初期消火率を考慮した上で，火面周長，駆け付け可能な消防車台数，消防車１台あたりの消火可能な火面周長から消火の可否を判定する．火面周長は，東京消防庁の提案式を用いる．以下は中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の資料による．

炎上出火率＝（１－初期消火率）×全出火数

※初期消火率は，出火件数の項に記載した．

出火後，消防車が現場に到着するまでの駆け付け時間を算定し，それまでに燃え広がる広さ（火面周長）を求め，消防車１台辺り消火可能な火面周長から，消火の可否を判定する．ただし，市町村の各出火点に駆けつけることのできる消防車の合計数は，各市町村が所有する消防車台数（消防団所有台数を含む）を上限とする．

$$火面周長=\pi\sqrt{\frac{1}{2}(r1^2+r3^2)}+\pi\sqrt{\frac{1}{2}(r2^2+r3^2)}$$



※r_1～r_3の長さは，東京消防庁の提案式に基づき算出

図Ⅲ-2-4　火面周長(中央防災会議,2005)

○秋田県(13),山口県(08),熊本県(13)では...

駆け付け時間の算定について，中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会（中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定)」(2008)の手法を採用している．以下は，山口県(2008)による．

(a) 火災覚知時間

・震度 6 以上 : 10 分 (兵庫県南部地震(1995)の実態を踏まえて検討した大阪府被害想定時の条件)

・震度 5 以下 : 3 分

(b) 出動時間

・8 分（東京都(1997)の条件）

(c) 走行時間

・消防署及び消防団の拠点から出火点までの距離と走行時速から算出.

・走行時速は震度 6 以上：10ｋｍ/h，震度 5 以下：15km/h とする．（東京都(1997)の条件）ただし，秋田県(12)では，冬の走行速度は冬以外の場合の 7 割程度とする(宗広ほか(2006)の札幌都市圏のタクシー走行軌跡データより）

・拠点から出火点までの走行距離を求める際，実際の拠点の位置は特定せず，市区町村別に把握した拠点数から 1 拠点あたりの平均的な担当面積を求め，各拠点が担当面積の真中に位置していると仮定した場合の走行距離を求める.

Ａ．消防車を有する施設数＝消防署数＋出張所数

Ｂ．１施設あたり担当面積（km^2）＝市町村面積（km^2）／Ａ

Ｃ．平均車両走行距離（ｍ）＝Ｂ^1/2×1000

(d) 準備時間

・東京都(1997)の検討結果をもとに，現場でのホース設置に要する時間がホース延長と口数に関係すると考える.

震度 6 以上：準備時間＝25.5×ホース本数＋15 秒

震度 5 以下：準備時間＝17.0×ホース本数＋15 秒

○富山県(11)では...

富山県に即した消防能力数値を設定している.

表Ⅲ-2-41 消防車の能力(富山県, 2011)

消防車の放水口	普通車 4 つ，小型車 1 つ
包囲可能周長	普通車 1 台は 80m．小型車 1 台は 20m
火災覚知時間	6 分
出動時間	4 分
火災現場への走行速度	10km/h
放水までの準備時間	1 分

※各自治体の被害想定調査から，富山県に即した数値を設定

炎上出火は駆け付け時間（T_{GR}）時点での火面周長(L_{FF})が 160ｍを超えていなければ，消火が可能と考える．ただし，炎上出火地域に消防車が到達する時間までは，火災の延焼があると考えられる．残火災件数は，消防力によっても延焼防止ができない件数であり，以下の式で算出している.

$N_{RF}=Fo-Fo_1$

N_{RF}　：残火災件数

Fo　：炎上出火家数

Fo_1　：消防車が炎上出火地点に駆けつける時間(T_{GR})から消火できる件数

③ 東京都(1997)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，山形県(06)，鳥取県(05)，仙台市(02)

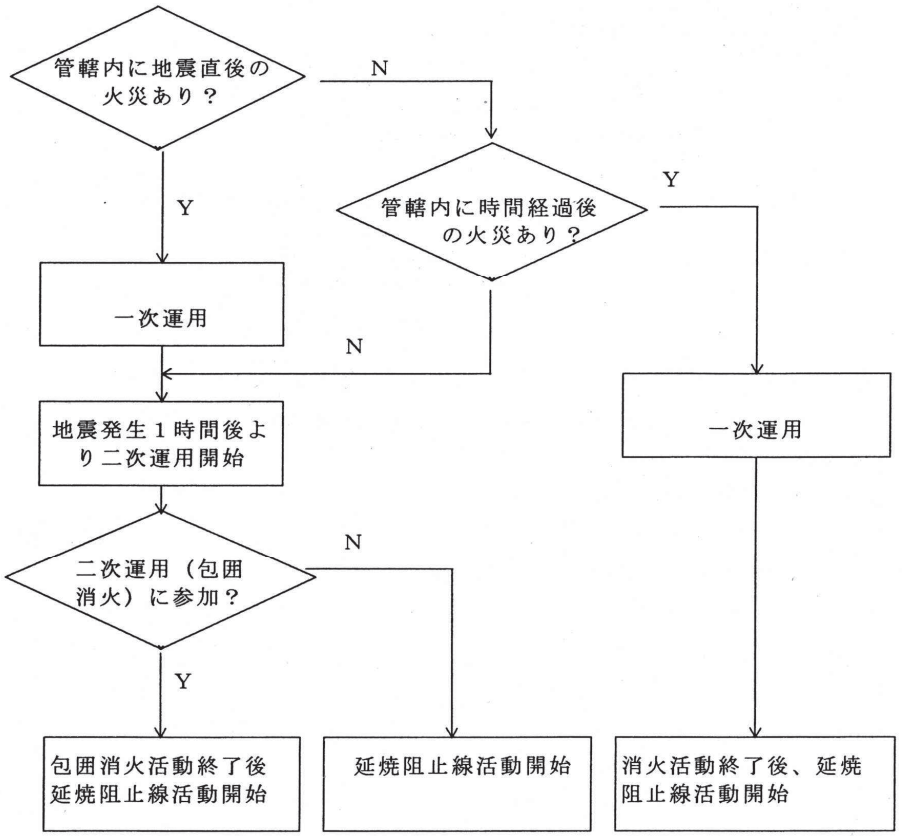
消防力の評価に際して，以下の仮定を設定している．

・消防力の評価対象は防災市民組織，消防団，消防隊とする．
・まず，防災市民組織が消火活動を行い，ついで消防団と消防隊が消火活動にあたる．
・初期の段階で消火できず，拡大した火災については，延焼阻止線活動を行う．
・使用できる水利は震災時使用可能水利のみとする．
・出火時間については下表に示すとおりとする．

表Ⅲ-2-42　消防運用想定上の時間区分(東京都, 1997)

出火時間帯	消防運用想定上の出火時間
１時間後までの出火	地震直後に全て出火
１時間後以降３時間後までの出火	地震発生から１時間後に全て出火
３時間後以降の出火	地震発生から３時間後に全て出火

消防隊，消防団については一次運用，二次運用（包囲消火活動），二次運用（延焼阻止線活動）の３段階を考慮している．



図Ⅲ-2-5　消防隊，消防団の活動の流れ(東京都, 1997)

a）防災市民組織

C級またはD級可搬ポンプを持つ防災市民組織の拠点から100m以内で出火し，かつ震災時使用可能水利がある場合は消火可能とする．

b）消防隊・消防団の一次運用

署の管轄内で延焼危険の高い火災から出動し，放水を行う．消防力が到着し，放水を開始する時間における火面周長と消防力によるホースの包囲可能な火面周長を比較して，包囲できれば消火可能であるものとする．ただし，建ぺい率18%以下の地域では，火面周長の50%を包囲した場合に消火可能であるとする．

消防隊と消防団の放水までの時間
＝ 出動所要時間 ＋ 移動距離／走行速度 ＋ ホース延長所要時間

表Ⅲ-2-43 消防運用上の前提条件(東京都, 1997)

出動所要時間	移動距離	可搬式ポンプ 移動速度	消防車両 走行速度	ホース延長 所要時間	1台の担当 火面周長
8分	ポンプと水利の直線距離の$\sqrt{2}$倍	9km/h	震度5以下： 15km/h 震度6以上： 10km/h	震度5以下： $17x$ + 15s 震度6以上： $25.5x$ + 15s	ポンプ車　：30m 可搬ポンプ：20m

x：ホース本数

c）消防隊・消防団の二次運用（包囲消火活動）

包囲消火活動については，署の管轄を越えて活動を行う．

地震発生から１時間経過して消火できなかった火災のうち，延焼危険の高い火災から優先的に消火活動を行う．この活動は出火から２時間後までを対象としている．

一次運用終了時点で付近にいる消防隊（全て），消防団（一次運用に出動していないもの）から順に到着して放水を行う．火面周長と消防力によるホースの包囲可能な火面周長を比較し，包囲できれば消火可能とする．ただし，建ぺい率18%以下の地域では，火面周長の50%を包囲した場合に消火可能であるとする．

周辺水利が不足する場合には，ポンプ車の中継による長距離放水を考慮している．

なお，火災の延焼拡大の評価には，東京消防庁(1997)により兵庫県南部地震(1995)等における延焼拡大状況を考慮して作成された延焼速度式（東消式97）を使用している．

d）消防隊・消防団の二次運用（延焼阻止線活動）

運用の対象は消防隊と消防団のポンプ車，可搬ポンプである．この段階では，他県からの応援を考慮している．

延焼遮断帯のあるメッシュ境界のうち，遮断帯による延焼阻止が不可能な境界線にポンプ車，可搬ポンプを集中させ，他ユニットへの延焼を遮断するものとする．延焼阻止線の設定優先順位は他ユニットへの突破が早いものからとする．二次運用の包囲消火にあたったポンプ隊は，包囲終了から40分後まで延焼阻止線上に転戦できないとする．

延焼阻止線活動の終了時期は，阻止線に最終到着した部隊が放水してから40分後とし，阻止線活動が終了した部隊は，次の阻止線活動に転戦するものとする．

延焼を阻止する境界線の長さを消防力の包囲長が上回り，かつ十分な水利がある場合に遮断すると判定している．

④ 福岡県(1997)の手法

○採用自治体：徳島県(05)，福岡県(12)

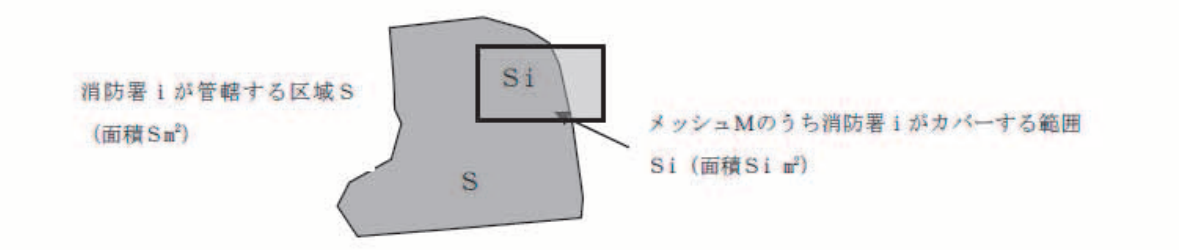
消防力による消火件数を以下のように算出している．

消防力による消火件数 ＝ 消防水利有効率 × 消防隊の到達件数

メッシュから有効半径rの円内の水利が使用できるものとし，この範囲内に水利量がW_S，出火点がnある場合，出火１件の消火に必要な水利量W_nから，消防水利有効率は$W_S / n / W_n$で求めることができる．

一方，消防署iの管轄区域S（面積s㎡）における消火能力は，消防署iの消火可能件数（＝消防力の総数/火災１件の消火に必要な消防力の数）をn_iとして，n_i / s（件/㎡）で定義される．

消防隊の到達件数は，該当メッシュのうち消防署iがカバーする部分の面積をs_i㎡として，$s_i \times (n_i / s)$で表せる．



図Ⅲ-2-6　消防署の管轄区域図

⑤ 山梨県(1996)の手法

○採用自治体：栃木県(04)，山梨県(05)，愛知県(03)，岡山県(13)，香川県(13)，高知県(13)，愛媛県(02)

○中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用

火災の発生件数と消防力を比較して，消火可能件数を算出する手法である．

基本的に１炎上出火に対して，４口の放水を必要とし，ポンプ車１台の口数を２口，小型動力ポンプ１台の口数を１口としている．

消防水利に関して，水利から放水可能な有効半径について，兵庫県南部地震(1995)での消防隊のポンプ車数，水利数，市街地面積等と消火件数の関係から逆算し230mという値を求めている（山梨県(1996)以外の自治体では140mとしている）．この際，1000㎡以上の大規模火災に至る前段階で消火された木造火災の件数を消火活動による消火件数としている．

以上から，

消火可能件数 ＝（ ポンプ車数／2＋小型動力ポンプ数／4）×π×230²／市街地面積

としている．

○愛知県(03)では...

兵庫県南部地震(1995)の事例および愛知県におけるポンプ車等の出動可能時間に関するアンケートをもとに，以下の式により消火可能な件数を評価している．

消火可能な木造火災件数

＝0.70×｛(地震直後出動可能ポンプ車数/2＋地震直後出動可能小型動力ポンプ積載車数/4
＋地震直後出動可能手引きポンプ数/8)

＋1/1.25×（30分後出動可能ポンプ車数/2
＋30分後出動可能小型動力ポンプ積載車数/4
＋30分後出動可能手引きポンプ数/8）
＋1/2.75×（60分後出動可能ポンプ車数/2
＋60分後出動可能小型動力ポンプ積載車数/4
＋60分後出動可能手引きポンプ数/8）
＋0.71｝
×｛1－（1－3.14×140^2/宅地面積(m^2)）^{水利数}｝

○中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013），岡山県(13)，香川県(13)，高知県(13)では..

消火可能件数（発災直後）＝0.3×（ 消防ポンプ車数／2＋小型動力ポンプ数／4）
×｛1－（1－61,544 /宅地面積(m^2)）^{水利数}｝

・風速 8m /sの場合，係数0.3（阪神淡路大震災，平均風速約 3m /s）を0.2とする
・消防運用によりすべての炎上出火を消し止められた場合においても，平均的に５棟／件の焼失があるものとして，１消火件数あたり５棟が焼失するものとする.

⑥宮崎県(1997)の手法

○採用自治体：新潟県(98)，長野県(02)，三重県(04)，宮崎県(07)，札幌市(08)，さいたま市(09)，新潟市(07)

炎上出火１件の火面周囲長を80mとし，既存消防力でこの火面を取り囲めた場合に消火可能であるとしている．１台あたりの担当火面長は，消防ポンプ車が20m，小型消防ポンプ積載車および小型動力ポンプが10mとしている.

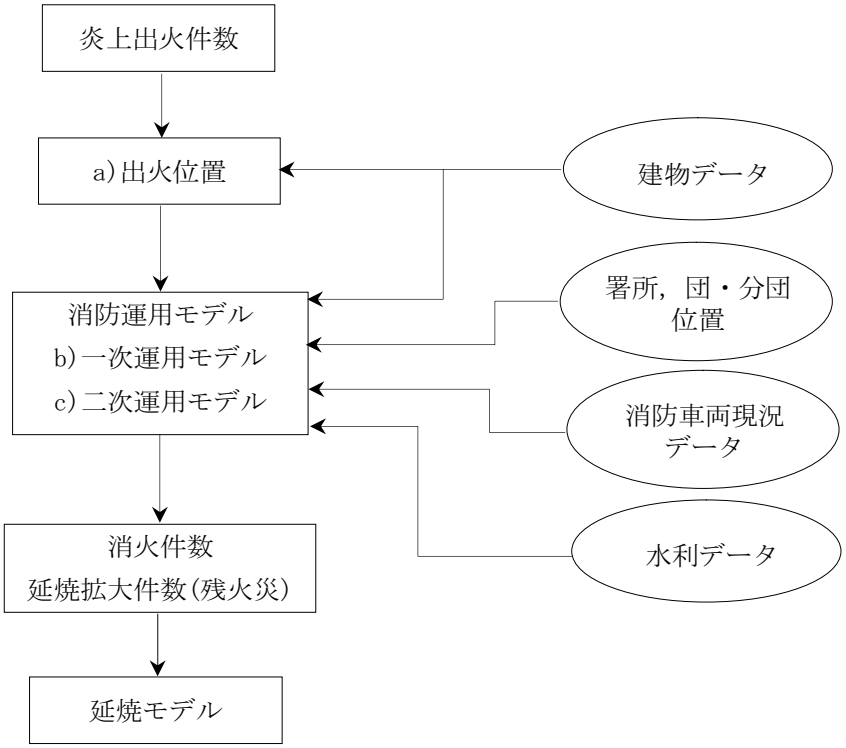
○三重県(04)では...
・市町村の消防ポンプが 4 台に満たなくても最低1 つの炎上出火は消火できるとした.
・消火したとしても，火面長 80m の場合，500m^2 程度焼失するため，消火1 件あたり5 棟の焼失があるとした.

○札幌市(08)では...
水利存在確率・兵庫県南部地震(1995)での水利利用状況を考慮した補正係数をかけている.
消火可能件数=0.7×(消防ポンプ自動車数/2×過般ポンプ数/4)
×(1-(1-3.14×140×140/市街地面積)＾水利数)

⑦ 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：静岡県(01)

以下のフローにしたがい，消火件数を求めている．



図Ⅲ-2-7　消火件数算出のフロー(静岡県, 2001)

a) 出火位置

市町村別炎上出火件数を基に，出火危険性の高い地域（木造からの出火は木造・防火造建物の多い地域，非木造からの出火は耐火造建物の多い地域）から順に炎上出火件数を設定．

b) 一次運用

一次運用は地震発生直後の初動時の対応と，署所や地域ごとに火災の初期鎮圧防御を行うものであり，地震発生から１時間後以内の運用を一次運用とし，２台のポンプ車を１組とする単位を基本として（１台のみの場合は１台で出動)，直近の火災に出動するとしている．

c) 二次運用

二次運用はある程度の時間が経過し延焼火災により市街地大火となる恐れが生じた段階で署所や地域が協力しあって行う集中防御である．

消防力の運用（一次運用，二次運用）では，以下の条件で消火が可能か否かを判定している．

■一次運用

・消防隊員および団員は，地震時の混乱から，火災の覚知が平常時より遅れるとする（出動までの時間を８分とする)．
・消防車両は通行不能道路や，橋梁の崩落のため，出火地点までの到達は，平常時火災より遅

れるとする（走行速度15km/hとする）.

・消防車両が，出火点に到着し，付近の利用可能水利に車両を止め，この水利から出火点までホースを延ばすとする(水利と出火点との距離から，１本20mのホースが何本必要なのかを割り出し，一本のホース延長の時間は17秒とする．また，ホースの取り付け等の時間は15秒とする).

・ホース延長後，放水までの放水準備時間は１分とする.

・ここまで要した時間内に火災は延焼し，その規模（火面周長）とポンプ車１台当たりの消火可能な火面周長30mを比較することにより包囲できるかを判断する.

・火面周長の算定にあたっては，東消式97を用いることとする.

■二次運用

・二次運用は出火後１時間以降の集中運用（消火できるまで集結させるもの）とする.

・使用できる水利は，二次運用では，100トン以上の防火水槽・耐震性貯水槽および自然水利とする.

・走行速度15km/hとする.

・消火可否の判定は，延焼力（火面周長）と消防隊または消防団によるホースの包囲率から求めるものとする.

・消防ポンプ車から延長するホース本数は30本分とし，活動範囲は水利から420m以内とする(30本×１本20m/$\sqrt{2}$ ≒420m).

・二次運用では100トン以上の水利または自然水利に近く，全建物建ぺい率の高い残火災を優先的に消火対象とする．なお，一次運用に出場したポンプ車はその場所（一次運用で出場した出火点）を離れ，二次運用に向かうものとする.

・非木造火災は１棟火災で鎮火すると考え，二次運用の対象外とする.

・火面周長の算定にあたっては，東消式 97 を用いることとする.

⑧神奈川県(2009)の手法

○採用自治体：東京都(12)，神奈川県(09)，横浜市(12)，川崎市(13)

公設消防，消防団，自主防災組織の投入効果については，下の式で各パラメータのかけあわせにより，市区町村（足柄消防組合については組合単位）あたりの消火率を設定している.

$$P = P_j + (1 - P_j)P_D + (1 - P_j)(1 - P_D)P_S$$

P ：消火率,

P_j ：自主防災組織の消火率

P_D ：消防団の消火率

P_S ：公設消防の消火率

ここで，自主防消火率，消防団消火率，公設消防消火率については，「東京都第16期火災予防審議会答申：地震火災に関する地域の防災性能評価手法の開発と活用方策」（東京消防庁火災予防審議会,2001)を参照して設定する．自主防災組織と消防団で使用できる機材や組織率，参集率，出動所要時間などについては，県民意識アンケート結果に基づいて設定する.

消火率の算定では，市区町村ごとに建物が存在するメッシュの合計面積を市区町村面積とし，消防ポンプ車や消防水利の密度算定に用いる.

震災時における防火水槽の使用不能率については，震度によって使用可能な水利数を変化させることにより耐震化の効果を加味する．

表Ⅲ-2-44　防火水槽の使用不能率（川崎市(2013)より作成）

	震度６弱未満	震度６弱	震度６強	震度７
耐震性を有する防火水槽	０％（常時使用可能）			
耐震性がない防火水槽	０％	10％	30％	90％

○東京都(12)では…
公設消防，消防団の投入効果については，下の式で各パラメータのかけあわせにより，消防管轄区域当たりの消火率を設定している．

$$P = P_D + (1 - P_D)P_S$$

P　：消火率
P_D ：消防団の消火率
P_S：公設消防の消火率

○東京都(12)，横浜市(12)，川崎市(13)では…
自主防消火率，消防団消火率，公設消防消火率を以下のような式としている．
ただし，横浜市では公設消防，消防団のみ（自主防災組織は，初期消火に含める）

◆自主防消火率＝｛1－(1-15,400/部隊有効範囲面積)^{水利数}｝×
{(a×可搬ポンプ訓練経験率＋b)/10分以内に活動開始できる組織率}×
0.87/(消火活動所要時間)×(1.45×可搬ポンプ訓練系県立＋0.91)

◆消防団消火率＝｛1-(1-62,426/部隊有効範囲面積)^{水利数}｝×
20/｛29×(消火活動開始所要時間＋火点までの平均的な駆けつけ時間＋
ホース展開時間)/10｝×(消防団員の充足補正)
ここで，消防団員の充足補正は次の２ケースに分けられる．
①　消防活動に必要な人員≧消防団構成員現況数×消防団員の参集率：充足補正＝１
②　消防活動に必要な人員＜消防団構成員現況数×消防団員の参集率：充足補正＝0

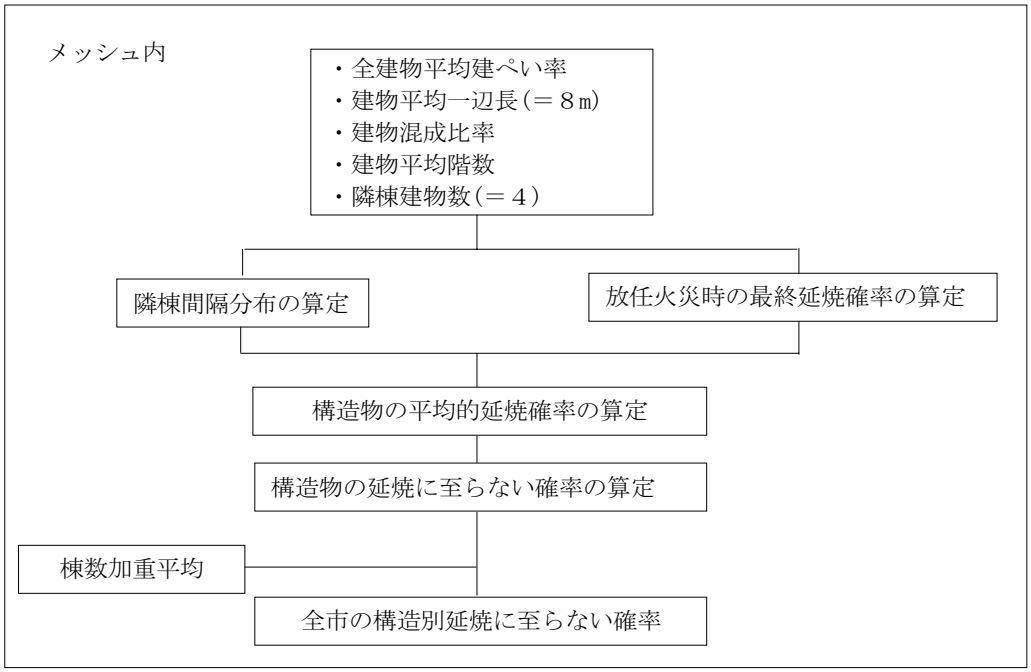
※東京都(12)，横浜市(12)では，公設消防消火率から求めている
消防団消火率＝公設消防消火率×α
α＝1/2（東京都），1/4（横浜市）

◆公設消防消火率（延焼阻止率）＝｛1-(1-249,705/管轄区域面積)^{水利数}｝×
30/｛29×(消火活動開始所要時間＋火点までの平均的な駆けつけ時間＋
ホース展開時間)/10｝
横浜市では，消火件数が消防ポンプ車の台数を上回る場合が生じる場合，１隊（ポンプ車１台）１件を上回ることのないように修正

（２）延焼に至らない出火点の評価

○採用自治体：福井県(97)，仙台市(02)

上記の自治体では，糸井川(1991)の手法により延焼に至らない確率を求めている．算定フローを下図に示す．



図Ⅲ-2-8　延焼に至らない確率の算定フローチャート(川崎市，1997)

a）隣棟間隔分布　$\Phi(x)$

建物密度の分布をガンマ分布でモデル化する．ある領域全体で，出火建物の周縁部から計って距離 x のところにはじめて隣棟建物の新たな周縁部が現れる確率密度関数 $\Phi(x)$ は，

$$\Phi(x)=\frac{2n\lambda^{n}}{(\lambda+2x)^{n+1}}$$

x ：隣棟間隔(m)

n,λ ：ガンマ分布の分布形状を決定するパラメータ（n＝3.94）

$$\lambda=12.10\times a^{0.550}\times\left(\frac{1}{\sqrt{m}}-1\right)^{0.852}$$

a ：建物平均一辺長(m)(＝8mとする)

m ：全建物平均建ぺい率

b）放任火災時の最終延焼確率　$P_{ij}(x)$

隣棟間隔が x の場合の構造 i から構造 j への延焼確率は，火元火災からの等温面が放物線になり，隣棟間隔の２乗で延焼力が減衰するという現象をもとに次式で表される．

$$P_{ij}(x) = 1 - \exp\left(-\frac{A_{ij} \times h}{x^2}\right)$$

A_{ij} ：出火および隣接建物構造 i, j の組み合わせで決定されるパラメータ

h ：隣接建物の高さ(m)（階高３mとして，メッシュの平均階数を使用）

表Ⅲ-2-45　放置火災の延焼確率のパラメータ A_{ij}（川崎市, 1997）

		受害側建物 j		
		木造	防火造	耐火造
火元側建物 i	木造	4.738	4.244	0.000874
	防火造	1.711	2.275	0.000292
	耐火造	0.000105	0.000123	0

c）構造別平均延焼確率 q_{ij}

構造 i の建物と構造 j の建物がある隣棟間隔分布 $\Phi(x)$ をもって隣接している場合，構造 i の放置火災が構造 j に延焼する平均的な確率は次式をもって表される．

$$q_{ij} = \int_0^\infty P_{ij}(x) \times \Phi(x) \times dx$$

d）構造別の延焼に至らない確率 B_i

出火建物から延焼の判定の対象となる隣接建物の棟数を k とする．出火建物の周囲に普通木造，防火造，耐火造の建物がそれぞれ l 棟，m 棟，n 棟（$l+m+n=k$）配置される確率 P_{lmn} は，

$$P_{lmn} = \frac{k!}{l! \times m! \times n!} \times \alpha \times \beta \times \gamma$$

α ：普通木造率

β ：防火造率

γ ：耐火造率

k ：出火建物の隣接建物棟数（＝４棟）

構造 i の建物から周囲に燃え移らない確率 B_i は，

$$B_i = \sum_{l,m,n} P_{lmn} \times (1-q_{i1})^l \times (1-q_{i2})^m \times (1-q_{i3})^n$$
$$= (1 - \alpha \times q_{i1} - \beta \times q_{i2} - \gamma \times q_{i3})^k$$

２－３．焼失建物数

以下に，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる.

（１）延焼区域予測の考え方

（２）延焼速度式

①浜田（1951, 1966）の手法
②国土開発技術研究センター(1983)の手法
③東京消防庁(1989)の手法＜東消拡張式(1989)＞（糸魚川(1983)・神奈川県(1983)の手法）
④東京消防庁(1997)の手法＜東消式(1997)＞
⑤東京消防庁(2001)の手法＜東消式(2001)＞
⑥建設省総合技術開発プロジェクト(1981)の手法

（３）延焼遮断帯効果の判定

①糸井川(1991)の手法

（４）焼失建物数

①建設省（1982）のシミュレーションを用いる手法
②国土開発技術研究センター(1983)の手法
③大阪府(1997)の手法
④国土庁(1984)の手法
⑤富山県(2011)の手法
⑥山梨県(2005)の手法
⑦神奈川県(1993)の手法
⑧香川県（2013)の手法
⑨国土交通省「防災まちづくり総プロ」(2003)
⑩損害保険料率算出機構（2006)の手法
⑪樋本・田中(2006)の手法
⑫関沢ら(2001)の手法

表Ⅲ-2-46　主な焼失建物数の予測手法

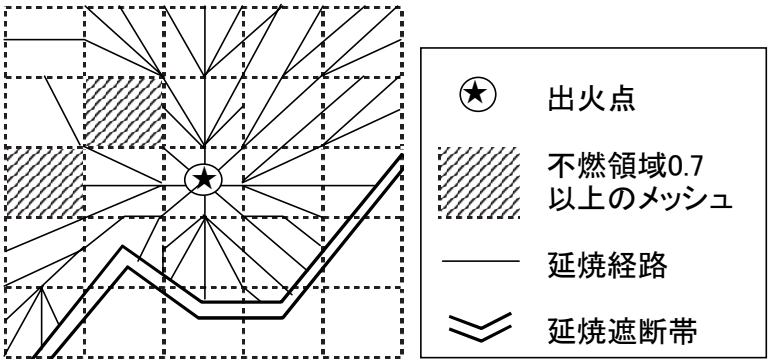
項目	主な予測手法	採用自治体数
延焼速度式	□浜田（1951, 1966）の手法	3
	□国土開発技術研究センター(1983)の手法	2
	□東京消防庁(1989)の手法＜東消拡張式(1989)＞(糸魚川(1983)・神奈川県(1983)の手法	2
	□東京消防庁(1997)の手法＜東消式(1997)＞	16
	□東京消防庁(2001)の手法<東消式 2001>	5
延焼遮断帯効果の判定	□糸魚川(1991)の手法	2
焼失建物数	□国土開発技術研究センター(1983)の手法	7
	□大阪府(1997)の手法	10
	□国土庁(1984)の手法	1
	□損害保険料率算出機構(2006)の手法	5

（1）延焼区域予測の考え方

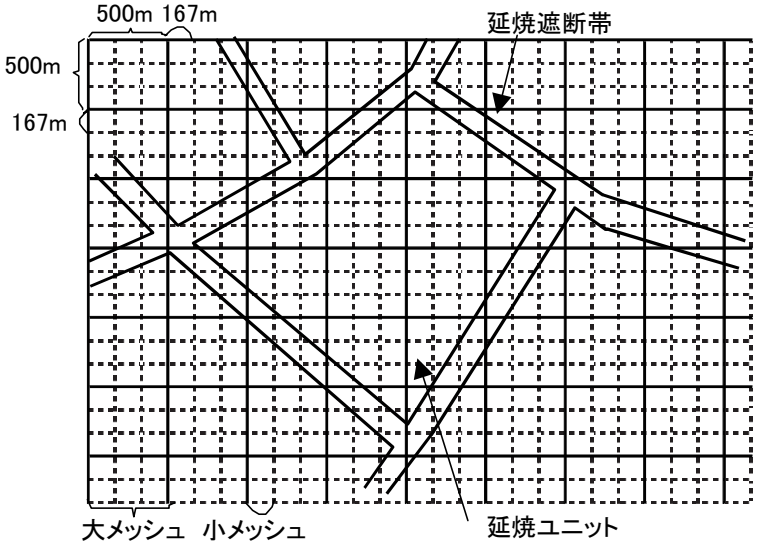
延焼計算では以下の基本事項を設定し，そのもとでシミュレーションを進める自治体が多い．

■基本事項

・延焼遮断帯候補で調査地域を「延焼計算ユニット（以下「ユニット」）」に分配する．
・延焼速度はメッシュごとに算出する．
・延焼拡大計算はメッシュ間の燃え移りをユニットごとに行う（図Ⅲ-2-9）．
・ユニット間の燃え移りは延焼遮断帯効果判定により予測する．
・出火点はメッシュの中心に与える．
・メッシュ間の燃え移りは，メッシュ各辺の中心および頂点の計８点における延焼着火時刻を随時求めることにより計算する．
・延焼遮断帯はリンクデータを採用する（図Ⅲ-2-10）．



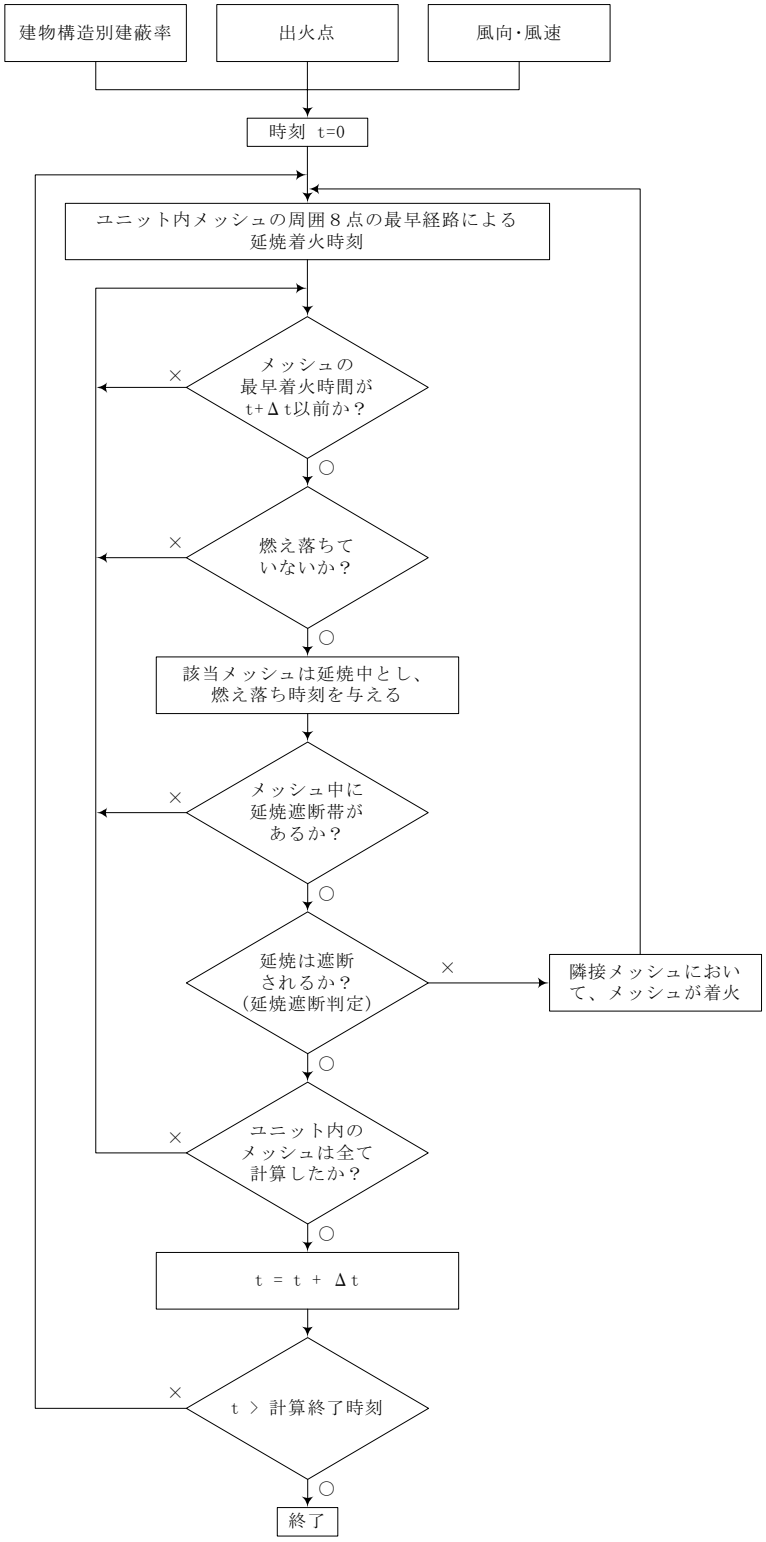
図Ⅲ-2-9　延焼予測におけるモデルメッシュ間の燃え移り例(群馬県, 1998)



図Ⅲ-2-10　延焼予測における延焼遮断帯モデルリンクデータの例(群馬県, 1998)

延焼動態シミュレーションでは，地域の建物分布特性をより的確に把握するために，100～167m四方に細分化したメッシュを使用することが多い．

延焼シミュレーションのフローを下図に示す．



図Ⅲ-2-11　あるユニットにおける延焼シミュレーションのフロー(群馬県, 1998)

（２） 延焼速度式

延焼速度式については，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．
消防運用の項目で考慮されている自治体もある

① 浜田(1951, 1966)の手法
② 国土開発技術研究センター(1983)の手法
③ 東京消防庁(1989)の手法<東消拡張式(1989)>（糸井川(1991)・神奈川県(1993)の手法）
④ 東京消防庁(1997)の手法<東消式(1997)>
⑤ 東京消防庁(2001)の手法<東消式(2001)>
⑥ 建設省総合技術開発プロジェクト(1981)の手法

① 浜田(1951, 1966)の手法

○採用自治体：青森県(97), 新潟県(98), 長野県(02)

延焼速度を浜田(1951, 1966)の式から予測する．

風下延焼速度： $V = n \cdot K \cdot 1.6 \cdot (t+14)/(t+25)$

風横延焼速度： $V' = n \cdot K'$

風上延焼速度： $V'' = n \cdot K''$

n ：延焼速度比

t ：出火後の時間(分)

$$K = \frac{(a+d)(1+0.1v+0.007v^2)}{3+3a/8+8d/\{1.15(5+v/2)\}}$$

$$K' = \frac{(a+d)(1+0.1v+0.005v^2)}{3+3a/8+8d/\{1.15(5+v/4)\}}$$

$$K'' = \frac{(a+d)(1+0.1v+0.002v^2)}{3+3a/8+8d/\{1.15(5+v/5)\}}$$

a ：正方形と仮定したときの建物の一辺の長さ(m)

d ：平均隣棟間隔(m)

v ：風速(m/s)

ここで，普通木造建物，防火造建物，耐火造建物の建築面積換算の混在比率を $a:b:c$ とすると，

$$n = (a+b) \cdot \frac{1-c}{a+b/0.6}$$

延焼出火点を有するメッシュ内の建物分布は一様であり，建物が平面的に正方形かつ均等に配置されていると仮定することにより，平均隣棟間隔 d を求める．

$$d = \left(1/\sqrt{\alpha} - 1\right) \cdot a$$

α ：平均建ぺい率

a ：建物平均幅（＝$\sqrt{\text{建物平均面積}}$）

②国土開発技術研究センター(1983)の手法

○採用自治体：三重県(06)，新潟市(07)

建設省総合技術開発プロジェクトの延焼速度式は，浜田式(浜田，1951)をもとに延焼状況の経時変化を表現するために開発された延焼シミュレーションモデルを用いて，風速と不燃領域率およびその他の因子を含む数十ケースのシミュレーションの結果導き出されたものである．

$$V = 2.385 - 4.729 \cdot F + 0.2022 \cdot U$$

V ：風下方向の平均延焼速度（m/分）

F ：不燃領域率（ ＝空地率＋{(１－空地率/100)×耐火率} ）

空地率(%)：短辺又は直径40m以上で，かつ面積が3,000m^{2}以上の公園，運動場，墓地，田畑等の面積および幅員6m以上の道路の面積との合計面積が市街地面積に占める割合．

耐火率(%)：耐火造建物の建築面積が全建物の建築面積に占める割合．

U ：風速(m/s)

風横方向および風上方向への延焼速度については，浜田式における風下方向への延焼速度と風横方向および風上方向への延焼速度との比を，総プロ式の風下方向の延焼速度に乗じて求めている．

③ 東京消防庁(1989)の手法<東消拡張式(1989)>（糸井川(1991)・神奈川県(1993)の手法）

○採用自治体：福井県(97)，名古屋市(99)

糸井川(1991)は建物間のミクロな延焼確率を算定する手法を考案し，それを実状に即した市街地データに適用した実験値から以下の市街地の延焼速度式を提案した．

$$V_d(t) = (A - B \cdot D) + \frac{B \cdot D}{1 + C \cdot \exp(-D \cdot t)}$$

$V_d(t)$ ：ある時刻における風下方向延焼速度(m/h)

t ：炎上出火後時間(分)

$A \sim D$ ：風速，建ぺい率，混成率によって決まるパラメータ

A ：最終的に一定となる延焼速度

B ：延焼速度の増減

C, D ：初期速度から最終速度に至る時間的な早さ

この速度式には飛火による影響なども含まれている．

風横方向や風上方向の延焼速度は，以下に示す式により計算している．

風横方向　$V_s = \frac{K_s}{K_d} \cdot \frac{1}{\frac{t+14}{t+25}} \cdot V_d$

風上方向　$V_u = \frac{K_u}{K_d} \cdot \frac{1}{\frac{t+14}{t+25}} \cdot V_d$

$$K_d = \frac{1.6(a+d)\left(1+0.1v+0.007v^2\right)}{3+3a/8+13.91d/(10+v)}$$

$$K_s = \frac{1.6(a+d)\left(1+0.1v+0.005v^2\right)}{3+3a/8+ad/\{1.15(5+0.25v)\}}$$

$$K_u = \frac{1.6(a+d)\left(1+0.002v^2\right)}{3+3a/8+ad/\{1.15(5+0.2v)\}}$$

t ：出火後の時間(分)

d ：平均隣棟間隔(m)

a ：建物の一辺の長さ(m)

v ：風速(m/s)

ミクロな延焼確率は，隣接建物の時間ごとの延焼確率と飛火による時間ごとの延焼確率を総合的に評価することにより求められている．前者は建物分布状況や建物の高さ分布等を指標としており，後者は飛火発生時間，建物構造別火の粉発散・着火性や風速から導いている．

糸井川(1991)は表Ⅲ-2-47に示した13のケースに対して４種の建ぺい率と４種の風速，計13×4×4=208パターンに対して，回帰係数を導出している．

市街地属性と風速を与えた場合の延焼速度については，延焼速度式回帰パラメータ（A,B,C,D）を設定すればよい．

表Ⅲ-2-47　糸井川(1991)で行われた延焼シミュレーションケース

延焼速度比	ケース番号	木造率（%）	防火造率（%）	耐火造率（%）
0.35	CASE 1－①	22.3	25.0	52.7
0.35	CASE 1－②	16.0	35.0	49.0
0.35	CASE 1－③	9.3	45.0	45.7
0.35	CASE 1－④	2.4	55.0	42.6
0.50	CASE 2－①	38.2	25.0	36.8
0.50	CASE 2－②	32.3	35.0	32.6
0.50	CASE 2－③	26.1	45.0	28.9
0.50	CASE 2－④	19.6	55.0	25.4
0.50	CASE 2－⑤	12.8	65.0	22.2
0.50	CASE 2－⑥	5.9	75.0	19.1
0.65	CASE 1－①	36.1	55.0	8.9
0.65	CASE 2－②	29.7	65.0	5.3
0.65	CASE 3－③	23.1	75.0	1.9

建ぺい率	0.25	0.30	0.40	0.55
風速	3 m/s	6 m/s	8 m/s	10 m/s

ただ，糸井川(1991)には限られた市街地属性・風速のケースのみ示されているため，神奈川県(1993)は糸井川(1991)に示されたケースと異なる場合の延焼速度を求める手法を提案している．

a）任意のメッシュの普通木造率をα，防火木造率をβ，建ぺい率をκ，風速をUとする．
糸井川(1991)による建物混成比率13ケースの中から普通木造率，防火木造率で最も近いものを３つ取り出す．これをα_i，β_iとする（i＝1～3）．

b) 建ぺい率κ，風速Uが内挿できるような，κ_1，κ_2，U_1，U_2を表Ⅲ-2-47より抽出する．適当なものがない場合は，外挿する．

c) a)で取り出した３つのケースに対して，風速Uの場合の延焼速度を風速に関する線形補間で求める．また，建ぺい率κの場合の延焼速度を建ぺい率に関する線形補間で求める．

d) c)で求めた延焼速度と（α_i，β_i）からなる３点により定義される平面の方程式を求める．

$$V(t,\alpha,\beta,\kappa,U)=\lambda+\mu\cdot\alpha+\nu\cdot\beta$$

$$\begin{bmatrix}\lambda\\ \mu\\ \nu\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1 & \alpha_1 & \beta_1\\ 1 & \alpha_2 & \beta_2\\ 1 & \alpha_3 & \beta_3\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix}Vt(t,\alpha_1,\beta_1,\kappa,U)\\ Vt(t,\alpha_2,\beta_2,\kappa,U)\\ Vt(t,\alpha_3,\beta_3,\kappa,U)\end{bmatrix}$$

④ 東京消防庁(1997)の手法＜東消式(1997)＞

○採用自治体：秋田県(13)＜消防運用時＞，宮城県(04)，山形県(06)，茨城県(98)，埼玉県(07)，千葉県(08)，富山県(11)，静岡県(01)，奈良県(05)，鳥取県(05)，島根県(12)，愛媛県(02)，徳島県(05)，香川県(13)，熊本県(13)＜消防運用時＞，仙台市(02)

兵庫県南部地震(1995)における延焼拡大状況を説明できるよう，全半壊建物の影響を考慮した延焼速度式を作成している．

○風上方向…時間経過によらず，風下の式におけるV_0を使用

○風横方向…風下の式において風速を0m/sとした式を使用

○風下方向

$$V(t)=\frac{V_f}{1+\{1.3-0.3\exp(-0.3t)\}\{(V_f/V_0)-1\}\exp\left[-0.5\{V_f/(V_f-V_0)\}\ t\right]}$$

ただし，V_0：初期延焼速度，V_f：最終延焼速度，t：経過時間(時)

ここで，

$$V_0=\delta\cdot g(h)\cdot(1-c')$$

$$\delta=\frac{\dfrac{\{r(U)a(a''V_W+b''V_m)+(a+2.6)d'V_C\}}{(a''+b''+d'')}+\dfrac{r(u)\{d(a''+b'')^2V_{nn}+(d-1.3)(a''+b'')d'(V_{nc}+V_{cn}+(d-2.6)d'^2V_{cc})\}}{(a''+b''+d'')^2}}{a+d}$$

（ただし，$d-1.3$，$d-2.6$がそれぞれ0より小さくなる場合は0とする．
また，$a+2.6$の部分について，dが2.6より小さい場合には，$a+d$とする．）

$$r(U)=0.048U+0.822$$

$$g(h)=0.005h+1.371$$

a　：建物一辺の長さ(m)

d　：建物隣棟間隔(m)

a'' ：全壊していない裸木造混成比率(モルタル被害の影響を考慮したもの)
b'' ：全壊していない防火木造混成比率(モルタル被害の影響を考慮したもの)
c' ：耐火造混成比率
d' ：全壊した木造建物の混成比率
U ：風速(m/s)
h ：湿度(%)
V ：延焼速度(m/h)
VW ：裸木造建物延焼速度(52.1(m/h))
Vm ：防火木造建物延焼速度(42.8(m/h))
Vc ：倒壊建物延焼速度(＝98/(－1＋3.9 exp(－0.094U2))(m/h)
Vnn ：木防建物 → 木防建物延焼速度(32(m/h))
Vnc ：木防建物 → 倒壊建物延焼速度(37(m/h))
Vcn ：倒壊建物 → 木防建物延焼速度(12(m/h))
Vcc ：倒壊建物 → 倒壊建物延焼速度(17(m/h))

$$V_f = \frac{V_u + \exp\{-50(k-0.14)\}V_l}{1+\exp\{-50(k-0.14)\}}$$

$$k = (1-c')(a''+0.85b'')\{m(1-x)-0.1\}^{1.2}(U-4.9-8x)^{0.33}$$

ただし， $m(1-x)-0.1<0$ または $U-4.9-8x<0$ のとき $k=0$

$$V_u = V_0 + 0.46(1-x)^2 \times\left[a_u V_0\left\{(1-c')(a''+0.85b'')+1.6\left((1-c')(a''+0.85b'')\right)^{-0.5}(u+0.1)^{-0.4}\right\}+b_u\right] m^{0.2}$$

$$V_l = (1-x)^2\left[6a_l V_0\left(m^{1.5}-m^2\right)+b_l\right](1-c')(a''+0.85b'')(0.1U+0.1)^{0.5}+V_0$$

$$a_u = \left\{1.4(U+1.0)^{-0.61}+0.47\right\}/m+\left(4.4U^{0.19}\right)-5.6$$

$$b_u = \left\{-8.9U^{0.75}-8.6\right\}/m+\left(0.041U^{3.1}\right)+49$$

$$a_l = 0.31/m+0.52$$
$$b_l = (-0.1u-1.8)/m+2.7$$

$$x = \frac{d'}{a'+b'+d'} \quad \left(=\frac{0.54}{1+680\exp(-0.010\alpha)}-0.0024 \quad \text{とした}\right)$$

$$a'' = a'+0.0018b'\alpha$$

ただし， $b'-0.0018b'\alpha<0$ のとき，

$$a''=a'+b', b''=b'-0.0018b'\alpha \left(b''<0 \text{のときは} \quad b''=0\right)$$

m ：建ぺい率
a' ：全壊していない裸木造混成比率(モルタル被害の影響の考慮前)
b' ：全壊していない防火木造混成比率(モルタル被害の影響の考慮前)
x ：木造の全壊率
α ：加速度(gal)

⑤東京消防庁(2001)の手法＜東消式(2001)＞

○採用自治体：大阪府(07)，広島県(07)，山口県(08)，堺市(09)，広島市(08)

東消式 97 を基に準耐火・耐火構造物を考慮した延焼速度式を作成している．以下は，東京消防庁(2001)〈東消式(2001)〉の解説による．

延焼速度の適用範囲は，風速 U:0～10m/s 程度・建ぺい率 m:0.1～0.8・耐火構造 c’ :0.0～0.7・準耐火構造 j’，裸木造率 a’，防火造率 b’ : 0.0～1.0・加速度 α :0～1000gal（震度階：震度 0～7 クラス）とする．

$$V(t)=\frac{V_f}{1+\{1.3-0.3\exp(-0.3t)\}\{V_f/V_0-1\}\exp(-\{0.5V_f/(V_f-V_0)\}t)}$$

ただし、V(t)：出火から t 分後の延焼速度、V_0：初期延焼速度、V_f：最終延焼速度

ここで初期延焼速度V_0は次のように表される。

$$V_0=\delta\cdot g(h)(1-c')$$

$$\delta=\frac{\frac{r(U)\{a(a'V_w+b'V_m)+bj'V_{rj}\}+(a+2.6)d'V_c\}}{(a'+b'+d'+j')}+\frac{r(U)\{d(a'+b')\{(a'+b')V_{im}+j'V_{rj}\}+2(d-1.3)(a'+b')d'V_{ic}+(d-2.6)d'^2V_{cc}\}}{(a'+b'+d'+j')^2}}{\frac{(a+d)(a'+b'+d')+(b+d)j'}{(a'+b'+d'+j')}}$$

$$g(h)=-0.005h+1.371 \qquad r(U)=0.048U+0.822$$

ただし、(d－1.3)<0 のとき、(d－1.3)=0 とする。

(d－2.6)<0 のとき、(d－2.6)=0 とする。

また、d<2.6 の場合は、(a＋2.6)の部分を(a＋d)とする。

最終延焼速度V_fは次のように表される。

$$V_f=\frac{V_u+\exp\{-50(k-0.14)\}V_l}{1+\exp\{-50(k-0.14)\}}$$

ここで、

$$k=p\{m(1-x)-0.1\}^{1.2}(U-4.9-8.0x)^{0.33}$$

ただし、$\{m(1-x)-0.1\}<0$または、$(U-4.9-8.0x)<0$のとき、$k=0$

$$p=\{1-c'-(1-f)j'\}(a''+0.85b''+f\times j')$$

ただし、

$f=0.35$

$$V_u=0.46(1-x)^2\{a_uV_0\{p+1.6p^{-0.5}\times(U+0.1)^{-0.4}\}+b_u\}m^{0.2}+V_0$$

$$V_l=(1-x)^2\{6a_lV_0(m^{1.5}-m^2)+b_l\}p(0.1U+0.1)^{0.5}+V_0$$

$$a_u=\frac{\{1.4(U+1.0)^{-0.61}+0.47\}}{m}+4.4U^{0.19}-5.6$$

$$b_u=\frac{(-8.9U^{0.75}-8.6)}{m}+0.041U^{3.1}+49$$

$$a_l=\frac{0.31}{m}+0.52$$

$$b_l=\frac{-0.1U-1.8}{m}+2.7$$

$a''=a'+0.0018b'\alpha$

$b''=a'-0.0018b'\alpha$

ただし、$b'-0.0018b'\alpha<0$のとき、$a''=a'+b'$、$b''=0$

$$x=\frac{0.54}{1+680\exp(-0.10\alpha)}-0.0024$$

図Ⅲ-2-12　東消式 2001（その１）（東京消防庁, 2001）

ここでの係数を、以下を示す。

a：建物一辺の長さ（m）
d：建物隣棟間隔（m）
a'：倒壊していない裸木造建物の建築面積比
b'：倒壊していない防火造建物の建築面積比
c'：耐火造建物の建築面積比
j'：準耐火建物の建築面積比
d'：倒壊した木造系建物の建築面積比
U：風速（m/sec）
h：湿度（%）
V：延焼速度（m/min）
Vw：裸木造建物延焼速度（52.1m／h）
Vm：防火造建物延焼速度（42.8m／h）
Vc：倒壊建物延焼速度（98／｛1＋3.9×ｅｘｐ（-0.094U²）｝m／h）
Vj：準耐火造建物延焼速度({(43.5-0.0072×α)+(0.001×α-2.72)×b}m／h)
Vnn：木造系建物－木造系建物間延焼速度（32m／h）
Vnc：木造系建物－倒壊した木造系建物間延焼速度（25m／h）
Vcc：倒壊した木造系建物－倒壊した木造系建物間延焼速度（17m／h）
Vnj：準耐火造－木造系建物間延焼速度（0.0051×α＋11 m／h）
m　：建ぺい率
x　：木造建物の全壊率
α　：加速度（gal）

図Ⅲ-2-13　東消式 2001（その２）（東京消防庁, 2001）

⑥建設省総合技術開発プロジェクト(1981)の手法

○採用自治体：宮崎県(07)

総プロの方法では，延焼予測のための風下方向への延焼速度式として，以下の式が提案されている．

V＝ 2.385 － 4.729 F ＋ 0.2022 U

ここに、V：延焼速度（m/min）
U：風速（m/sec）
F：不燃領域率

F＝ 空地率(%) ＋ ｛（1－ 空地率／100）× 耐火率(%)｝

空地率：短辺もしくは直径 40 m以上かつ面積が 3,000m² 以上の公園・墓地・競技場・校庭・田畑等の面積、及び６m以上の幅員を有する道路の面積が市街地（メッシュ）面積に占める割合。

耐火率：耐火造建物建築面積が全建物面積に占める割合。
但し、建設省（現・国土交通省）都市防災構造化対策指針では木造建物と不燃領域率は次の関係があるとしている。本調査では、この関係式を用いて不燃領域率を想定した。

F＝1.189－0.604Pa－0.00713Pd
F　：不燃領域率〔-〕
Pa：木造棟数比〔-〕
Pd：木造建物棟数密度〔棟/ha〕

図Ⅲ-2-14　延焼速度式(建設省総合技術開発プロジェクト, 1981)

（３） 延焼遮断帯効果の判定

①糸井川(1991)の手法

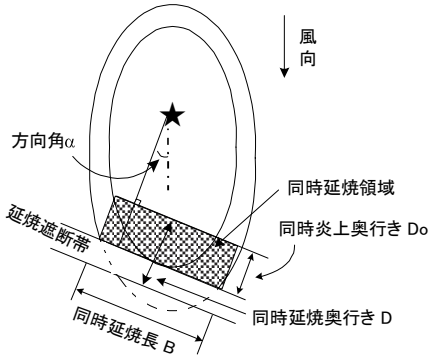
○採用自治体：茨城県(95)，福井県(97)

延焼を遮断するもの（延焼遮断帯）としては，過去の大火の事例などに基づいて以下のものが採用されている．延焼遮断効果の判定は，糸井川(1991)の手法により行われている．

○無条件で延焼遮断帯となるもの ・幅員50m以上の道路，河川，空地，鉄道敷地 ・不燃領域率0.7以上のメッシュ ○延焼遮断効果判定を行うもの ・幅員13～50mの道路，河川，空地，鉄道敷地

○都市防火区画内では市街地は均一であるとし，火災は卵型に広がっていくものとする．

○延焼遮断帯候補路線に火面が到達したところで，延焼遮断効果を算定するために必要な火災の領域（同時延焼領域）を求める．この場合，領域の形状は延焼遮断帯に接する矩形とする．求めた矩形領域の延焼遮断帯候補路線に沿った長さ（同時延焼長）を B (m)，奥行き（同時延焼奥行き）を D (m)とする．



図Ⅲ-2-15　火災の規模の設定

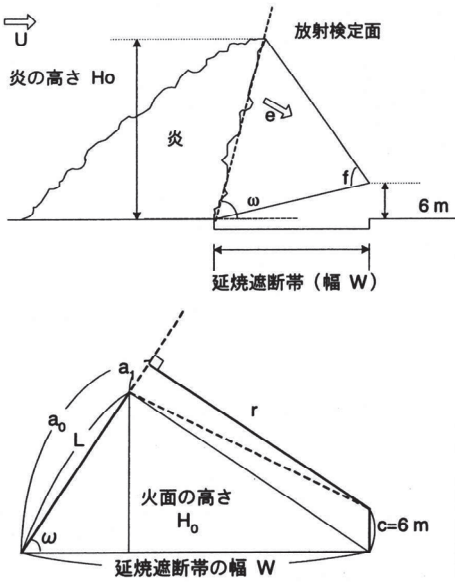
a) 同時延焼領域における可燃物の延焼速度（単位時間当りどの程度の熱量が出るか）の大小を表す指標として，市街地係数 φ という概念を導入し，炎が合流する可能性がある領域の奥行き（同時延焼奥行き D_0 (m)）を求める．

$$D_0 = \min\left(D, 50, 1179\varphi^3 + 10\right)$$

$$\varphi = \kappa\left(1 - 0.6\gamma\right)$$

κ　：全建物平均建ぺい率

γ　：全建築面積に対する耐火構造建築面積比率



図Ⅲ-2-16　延焼遮断判定の諸元

b) 炎の高さ H_0 (m)を求める．

$$H_0 = 4.7\beta\left(D_0^3/U\right)^{0.2}$$

U　：風速(m/s)

$$\beta = 0.0133\left(D_0 - 10\right)\left(\varphi - 0.1\right) + \left(10/D_0\right)^{0.6}$$

c）炎の風下側傾きを求める．

$$\omega_0 = \sin^{-1}\left(2/U\right)^{0.2}$$

$$\omega = \tan^{-1}\left(\tan\omega_0 / \cos\alpha\right)$$

α ：風向と遮断帯に直交する軸のなす角度

d）放射受熱量を求める．

$$R = E_0 \cdot \sqrt{\varphi} \cdot e \cdot f$$

R ：火災域（放射検定面の基部）からの遮断帯対岸における放射熱

E_0 ：最大放射強度　1.8×108 J/㎡h（＝44,000 kcal/㎡h）

e ：最大輝面率…近似的に0.5

f ：受熱位置から見える炎全体の形態係数

$$f = 2\left\{F\left(a_0\right) - F\left(a_1\right)\right\}$$

$$F(a) = \frac{1}{2\pi}\left\{\sin\omega \cdot \left(\frac{a}{\sqrt{a^2+r^2}} \cdot \tan^{-1}\frac{b}{\sqrt{a^2+r^2}} + \frac{b}{\sqrt{b^2+r^2}} \cdot \tan^{-1}\frac{a}{\sqrt{b^2+r^2}}\right)\right.$$

$$\left. - \cos\omega \cdot \left(\frac{r}{\sqrt{r^2+a^2}} \cdot \tan^{-1}\frac{b}{\sqrt{r^2+a^2}} - \tan^{-1}\frac{b}{r}\right)\right\}$$

$$b = B/2, \quad c = 6$$

$$r = W\sin\omega - c\cos\omega$$

$$a_0 = W\cos\omega + c\sin\omega, \quad a_1 = a_0 - H_0/\sin\omega$$

H_0 ：炎の高さ(m)

ω ：炎の傾き(rad)

B ：炎の全面長さ(m)

W ：延焼遮断帯の幅(m)

e）風下気流温度上昇$\Delta\theta$（℃）を求める．

$$\Delta\theta = 209\sqrt{\varphi}\frac{U \cdot D}{W}\left(\frac{\cos\alpha}{W + D/2}\right)^{0.8}$$

f）延焼危険評価温度T_0（℃）を求める．

$$T_0 = R/20 + \Delta\theta + 20$$

以上から，受熱算定軸の全ての点でT_0が200℃以下であれば，延焼遮断可能であると判定する．それ以外は延焼遮断帯を突破するものとする．

○その他，静岡県，愛知県等においても，延焼遮断帯の効果を判定している．

（4）焼失建物数

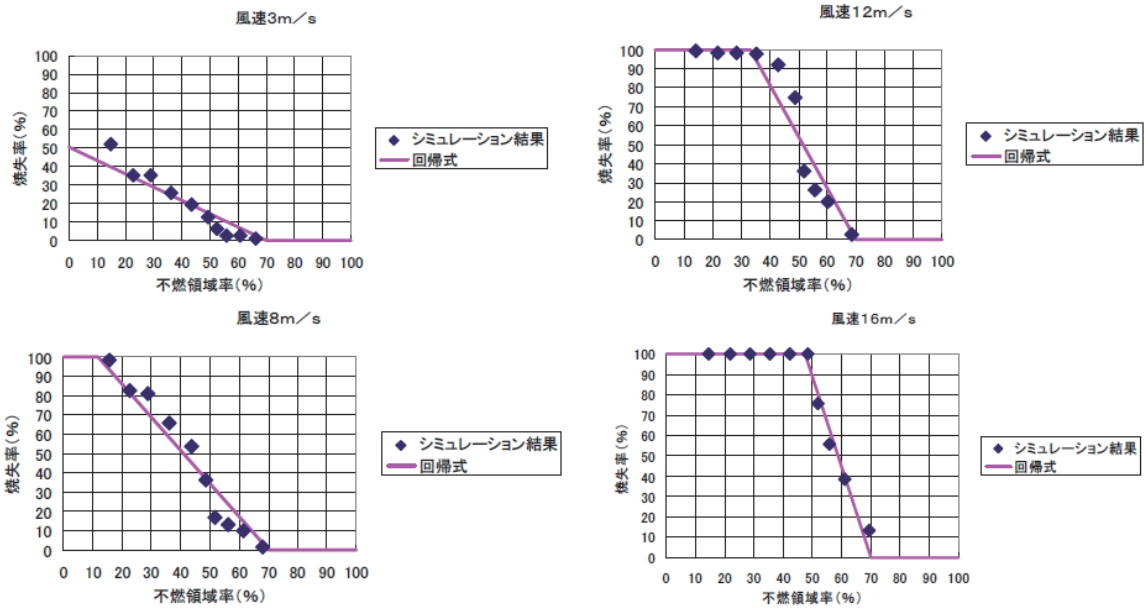
焼失建物数の予測手法については，各自治体で採用されている次の手法の概略をまとめる．

① 建設省（1982）のシミュレーションを用いる手法
② 国土開発技術研究センター(1983)の手法
③ 大阪府(1997)の手法
④ 国土庁(1984)の手法
⑤ 富山県(2011)の手法
⑥ 山梨県(2005)の手法
⑦ 神奈川県(1993)の手法
⑧ 香川県（2013)の手法
⑨ 国土交通省「防災まちづくり総プロ」(2003)
⑩ 損害保険料率算出機構（2006)の手法
⑪ 樋本・田中(2006)の手法
⑫ 関沢ら(2001)の手法

① 建設省（1982）のシミュレーションを用いる手法

○採用自治体：埼玉県(07)

建設省によるシミュレーション結果による風速別の燃領域率－焼失率の関係を参考にして近似式を設定し，不燃領域率および風速の値から焼失率を設定している．



図Ⅲ-2-17 不燃領域率と焼失率の関係（埼玉県, 2007）

②国土開発技術研究センター(1983)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，栃木県(04)，千葉県(08)，兵庫県(99)，福岡県(12)，宮崎県(07)，新潟市(07)

上記自治体では，国土開発技術研究センター(1983)による風速，不燃領域率と焼失率の関係の実験結果にもとづき，延焼領域内にある各メッシュの不燃領域率F(%)および風速U(m/s)から焼失率S(%)を求めている．

$$S=\int_{F}^{100} S_0 \cdot \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[\frac{-(f-m)^2}{2\sigma^2}\right] df \quad (S \le 90)$$

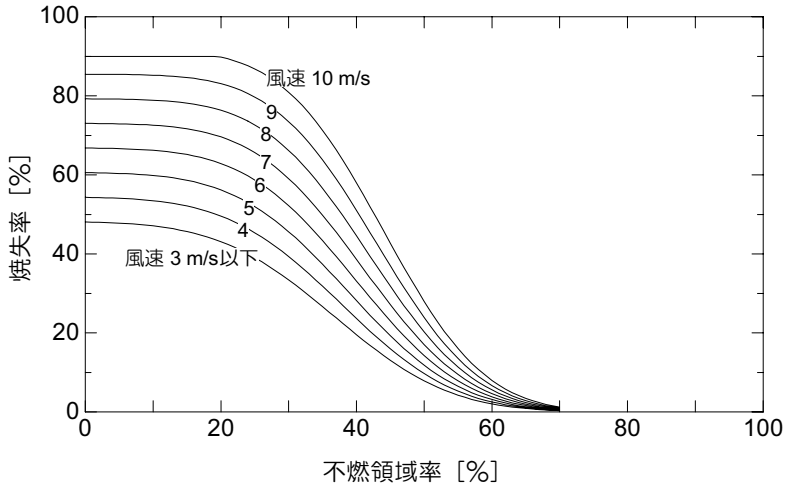
ただし，$F>70$ のとき $S=0$

$U<3$ のとき $U=3$

$S_0 = 6.21 \cdot U + 29.6$ （$S_0 \le 100$）

$m = 1.03 \cdot U + 33.69$

$\sigma = -0.24 \cdot U + 14.17$



図Ⅲ-2-18　設定した不燃領域率・風速と焼失率の関係

延焼エリアに存在する各メッシュの焼失率S(%)にメッシュの存在建物数を掛けることにより，焼失棟数を求めることができる．

○福岡県(12)では..

・図から求められる焼失率に，6^2/20^2=0.09（兵庫県南部地震の西宮市のデータより）を乗じて算出した焼失率を設定

・不燃領域率Fは，以下の式で算出

F=1.189−0.604Pa−0.00713Pd
F ：不燃領域率〔-〕
Pa：木造棟数比〔-〕
Pd：木造建物棟数密度〔棟/ha〕

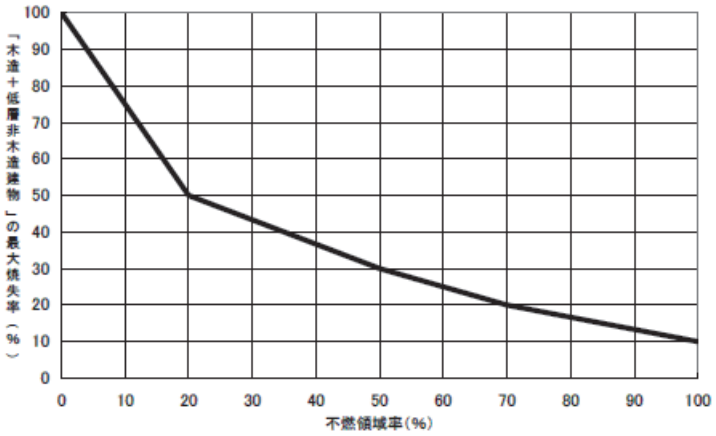
③ 大阪府(1997)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，奈良県(05)，三重県(06)，広島県(07)，山口県(08)，熊本県(13)，札幌市(08)，千葉市(08)，堺市(09)，広島市(08)

兵庫県南部地震(1995)における被害実績や建設省総合技術開発プロジェクト(1983)によるシミュレーション結果から，不燃領域率と焼失率の間に以下の関係を設定している．

表Ⅲ-2-48　不燃領域率と最大焼失率，延焼の可能性(大阪府，1997)

不燃領域率	最大焼失率(面積比)	隣接地区への延焼可能性
70%以上	10～20%	なし
50～70%	20～30%	なし
20～50%	30～50%	あり
20%未満	50～100%	あり



図Ⅲ-2-19 最大焼失率と不燃領域率との関係(大阪府(1997)より作成)

焼失率＝(－5／2)×不燃領域率＋1　　(　0≦不燃領域率≦0.20)
　　＝(－2／3)×不燃領域率＋19／30　　(0.20＜不燃領域率≦0.50)
　　＝(－1／2)×不燃領域率＋55／100　　(0.50＜不燃領域率≦0.70)
　　＝(－1／3)×不燃領域率＋13／30　　(0.70＜不燃領域率≦1.00)

焼失棟数＝低層建物数（木造建物＋1・2階の非木造建物）×焼失率

○秋田県(13)では..
・不燃領域率は，以下の簡便式より算出する
　不燃領域率＝1.189－0.604×木防率―0.00713×木造建物棟数密度
　　木防率＝木造及び防火木造の棟数／全棟数
　　木造建物棟数密度＝木造建物棟数／地区面積(㎡)
・風速15m/sの場合は，中央防災会議(2008)を参考に，焼失棟数を上記の2倍とする．

④ 国土庁(1984)の手法

○採用自治体：仙台市(02)

焼失率と不燃領域率の関係を下表のように設定している．

表Ⅲ-2-49　メッシュ間の延焼拡大と焼失率(国土庁,1984)

不燃領域率	隣接からの延焼可能性	隣接地区への延焼可能性	焼失率
0～50%	有	有	100%
50～70%未満	有	無	50%
70～100%	無	無	0%

⑤ 富山県(2011)の手法

○採用自治体：富山県(11)

焼失棟数を，建物域内の延焼面積比に応じて焼失率を算定し，木造および低層非木造建物（2階建て以下）より推定している．

⑥ 山梨県(2005)の手法

○採用自治体：山梨県(05)

新潟地震(1964)，北海道南西沖地震(1993)，兵庫県南部地震(1995)時の火災において，１延焼出火点あたりの焼失面積の平均的な値5.5haを用いて，焼失棟数を予測している．

焼失棟数 ＝ メッシュ中の木造建物棟数 × 5.5ha／メッシュ面積

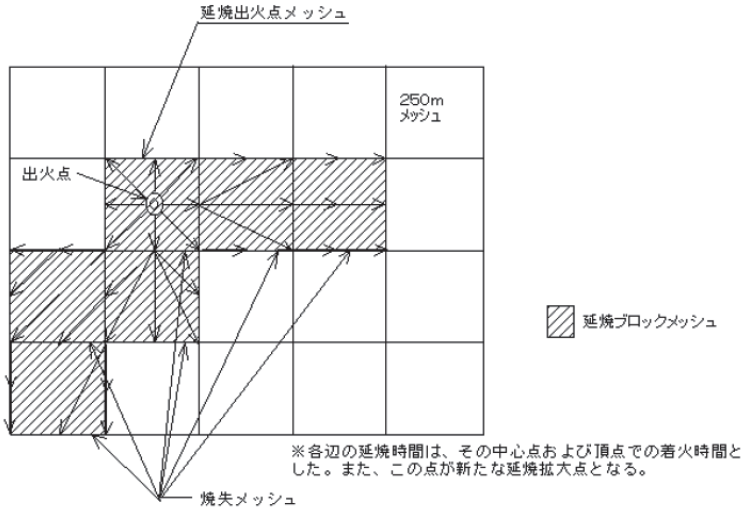
なお，木造建物が密集していない地域では，上式ほどには燃えないと考えられる点についても考慮している．

⑦ 神奈川県(1993)の手法

○採用自治体：島根県(12)

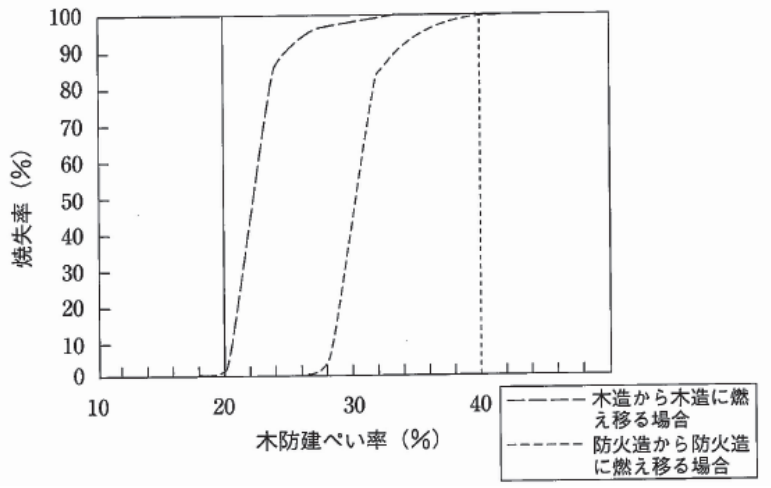
この手法では，延焼を 250m メッシュ単位で評価し，木防建ぺい率との関係から求めた焼失率（建設省，1997）から，メッシュ内での焼失建物棟数を算出している．

まず，消防による消火件数を考慮した後の出火点をメッシュの中心に置き，延焼速度式を用いて延焼地域を算出する．メッシュ間の燃え移りは，大阪府(1997)を参照し，延焼しているメッシュの焼失率が 30%以上の場合に，隣接メッシュに燃え移るとする．燃え移りは辺の中心及び頂点とする．以下に概念図を示す．



図Ⅲ-2-20　メッシュ間の燃え移りの概念図（島根県，2012）

上記により求めた延焼地域に対し，メッシュ内に存在する建物現況棟数と焼失率から，焼失棟数を求める．焼失率は，建設省(1997，都市防災実務ハンドブック地震防災編，ぎょうせい)による，木防建ぺい率と焼失率の関係を用いる．



図Ⅲ-2-21　木防建ぺい率と焼失率の関係（建設省，1997）

⑧香川県（2013）の手法

○採用自治体：香川県(13)

この手法では，125m メッシュ単位で延焼を評価し，延焼面積から求めた焼失率を用いて，焼失棟数を求めている．

まず，残出火点をメッシュの中心に置く．

経過時間ごとの延焼距離および面積を，延焼速度式を 1 分単位で数値積分することによって求める．

$$r_{it} = \{V_i(0) + V_i(1/60) + \cdots\cdots\cdots + V_i(t/60)\}/60$$

ここで，r_{it}　：経過時間 t 時点における延焼距離（m）

ただし，i=1　：風上方向，i=2：風下方向，i=3：風横方向

$V_i(t)$　：経過時間 t 時点における延焼速度（m/hr）

t　：経過時間（min）

延焼速度は，以下の式により推定する．

$$A_{Ft} = \pi \cdot (r_{1t} + r_{2t}) \times r_{2t}/2$$

ここで，A_{Ft}：経過時間 t 時点での延焼面積（m^2）

地域間の延焼については，延焼先の地域が不燃領域率 70%以上の場合，建物がない場合，すでに炎上している場合には延焼しないものとする．不燃領域率は，次式により推定した．

（不燃領域率 Ft）＝空地率＋（１－空地率÷100）×不燃化率

空地率は「一定以上の面積を有する公園等と幅員 6m 以上の道路の合計面積の割合」

不燃化率は「建築面積の総数のうち、耐火建築物等が占める面積の割合」

上記の算出に基づき，次式により焼失棟数を算定している．

$$B_{FL} = R_{FL} \times (B_W + B_{NWL})$$

ここで，B_{FL}　：焼失棟数

R_{FL}　：焼失率（延焼終了時点の延焼面積／メッシュ面積）

B_W　：メッシュ内の木造建物棟数

B_{NWL}　：メッシュ内の低層非木造建物棟数（2 階以下）

⑨ 国土交通省「防災まちづくり総プロ」(2003)

○採用自治体：大阪府(07)

火災延焼範囲の焼失棟数は,国交省「防災まちづくり総プロ」(2003)で開発された CVF(Convering Volume Factor: 燃焼抵抗率）を用いて算出している.

CVF は，建築物の周囲に建物構造や規模に応じた延焼限界距離の半分のバッファーを発生させた際の面積〔建物の防火上の構造や規模に応じて各建物の形状を拡張した部分以外（建物を除く）の面積〕が，地区面積に占める割合を意味し，不燃領域率や木防建ぺい率と同様に，市街地防火性能評価の概ねの傾向を示すマクロ指標である.

また，セミグロス CVF は，CVF 値の算定時に大規模な空地等を除外した市街地面積を用いて算出したものをいう.市街地防火性能は CVF よりはセミグロス CVF の方が適切に表現できる.セミグロス CVF と平均焼失面積との相関がシミュレーションで求められている.

【算定手順（簡易式)】

CVF は GIS 上で建物図形情報から計測されるが，それが難しい場合もあるため，既存の市街地指標から CVF を推計する手法が構築されている．今回調査では，その簡易式を用いた.

セミグロス CVF＝　3.293×セミグロス裸木造建ぺい率 ＋ 2.136×セミグロス防火造建ぺい率 ＋ 1.340×セミグロス準耐火造建ぺい率

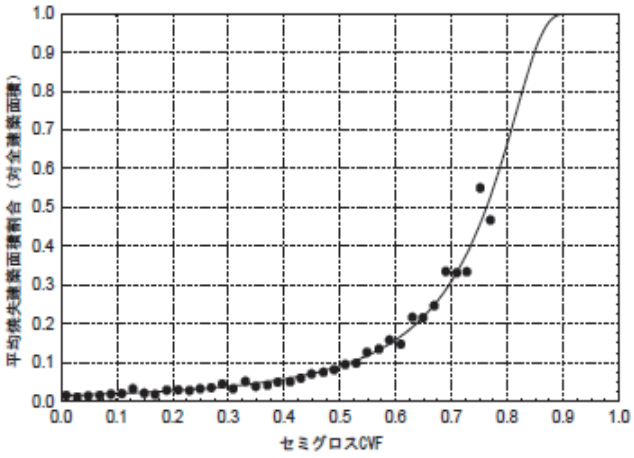
セミグロス裸木造建ぺい率＝裸木造建築面積÷（市街地面積－一定規模以上の空地面積）
セミグロス防火造建ぺい率＝防火造建築面積÷（市街地面積－一定規模以上の空地面積）
セミグロス準耐火造建ぺい率＝準耐火造建築面積÷（市街地面積－一定規模以上の空地面積）

ここで，耐火性能別建築面積については，以下の分類とする.

裸木造 ‥ 構造区分が木造のものを住宅統計調査の年代別の防火造比率から配分
防火造 ‥ 上記の配分の残りの木造建物
準耐火 ‥ 軽量鉄骨および鉄骨造

【焼失率の評価】

セミグロスCVFより，平均焼失率が推定される.



図Ⅲ-2-22 セミグロス CFV と平均焼失率の関係(大阪府,2007)

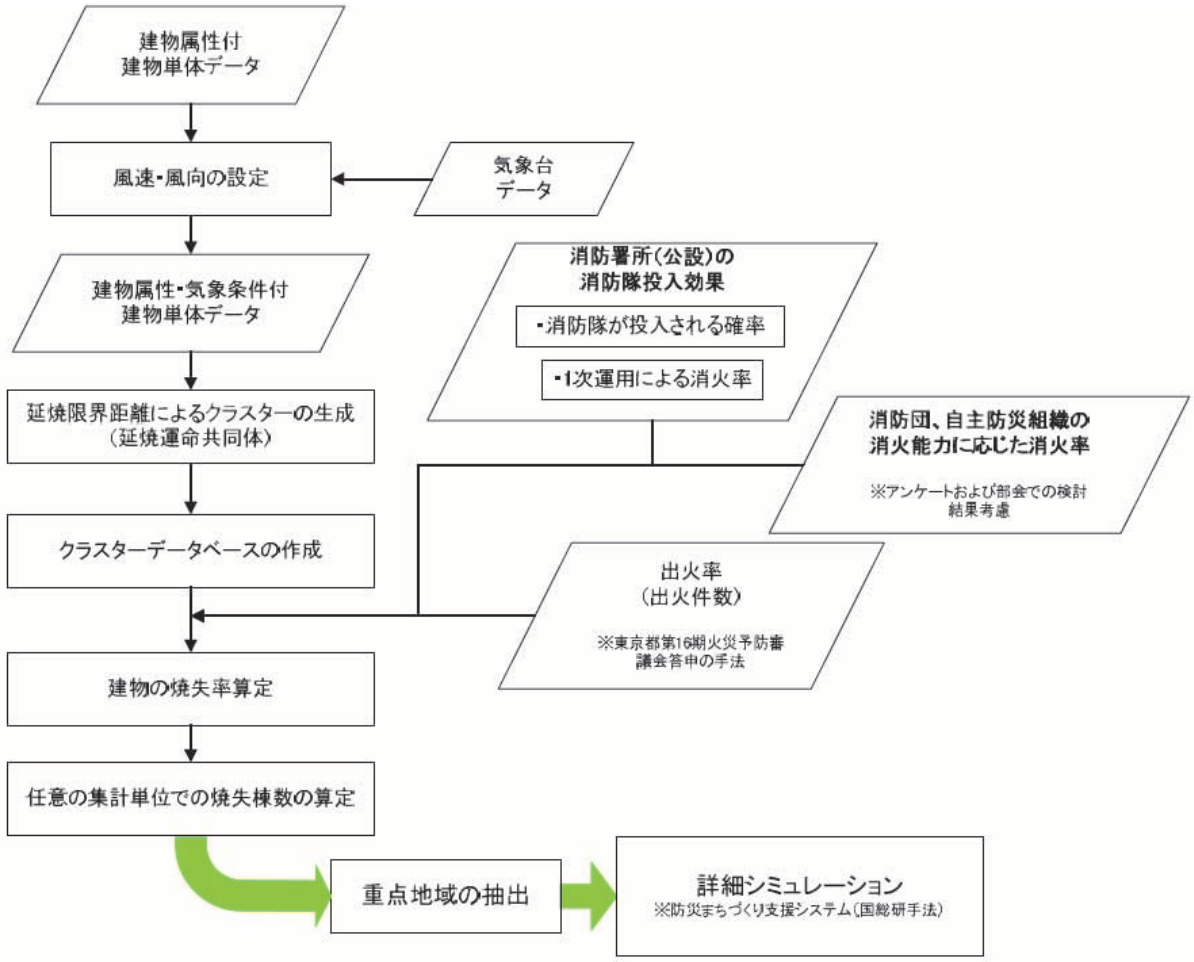
⑩ 損害保険料率算出機構(2006)の手法

○採用自治体：東京都(12)，神奈川県(09)，岡山県(13)，横浜市(12)，川崎市(13)

○中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）も採用

延焼クラスターに基づく地震火災リスク算定手法

損害保険料率算出機構は以下のフローにしたがって焼失棟数を求めている．



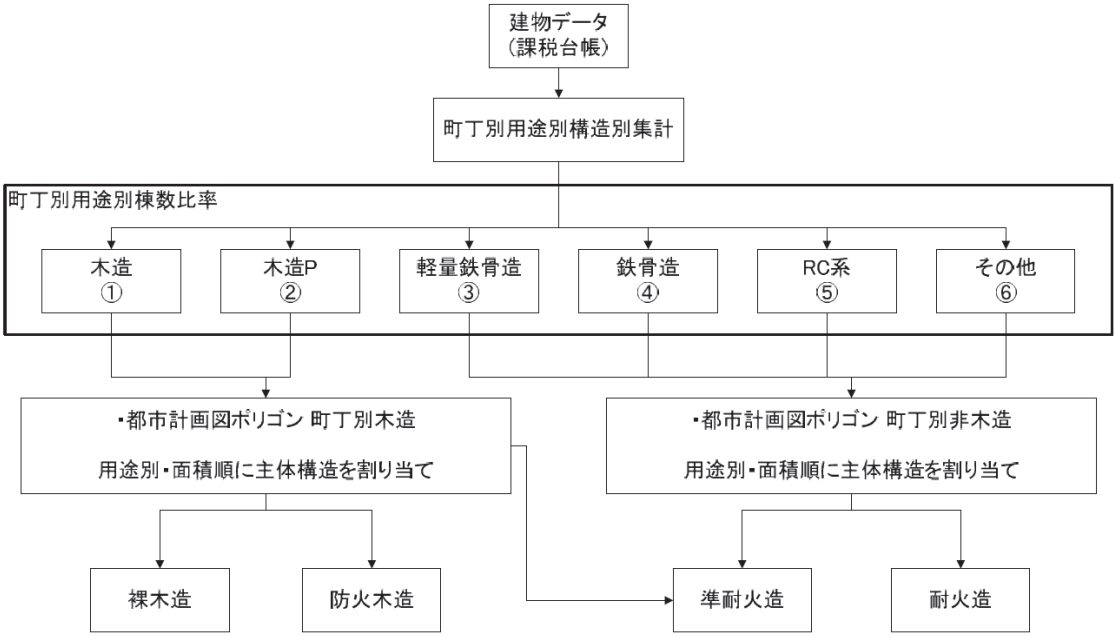
図Ⅲ-2-23　焼失棟数算出のフロー（川崎市，2013）

以下，川崎市(2013)の説明である．

(1) 建物単体データへの構造属性割り当て

以下のフローに沿って，各建物をその主体構造の構造区分に従い，裸木造，防火木造，準耐火造，耐火造に分類する．分類の定義は以下に基づく．

- 建築工法区分のうち，枠組壁構造建物（ツーバイフォー），プレハブ方式，簡易プレハブ方式は防火木造とする
- 丸太組工法建物（ログハウス）はH14以前を防火木造，H15以降を準耐火造とする
- 木造建物のうち建築工法区分が従来工法のものについては，建築年代に応じて裸木造（S45年以前）と防火木造（S46年以降），準耐火造（S56年以降，かつ，地上3階以上）に分類する



図Ⅲ-2-24　建物単体データへの属性割り当ての流れ(川崎市, 2013)

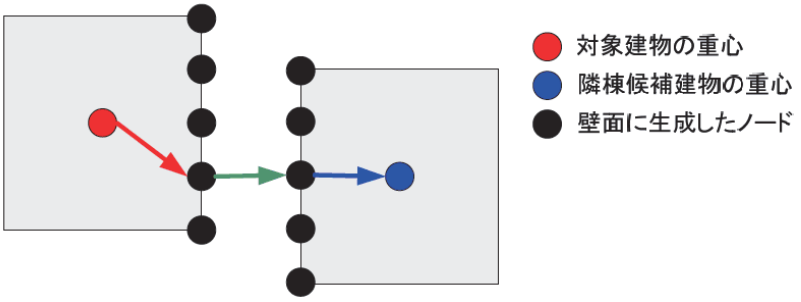
(2)建物クラスターデータベースの作成

本手法では，構造及び気象属性を設定した建物単体データを用いて，延焼限界距離によるクラスターの生成を行う必要がある．今回の想定においては，クラスターの算定を繰り返し行い検討する必要があることから，クラスターの作成を容易に行うために，延焼する可能性のある隣棟建物を特定した上で隣棟間距離を計算し，その結果をデータベース化しておく作業を行う．

計算アルゴリズムについては，次の手順で行うこととした．

a)　対象建物との重心間距離が200m未満の建物を隣棟候補建物とする．

b)　対象建物と隣棟候補建物の壁面に20cm間隔でノードを生成し，対象建物単体の重心→壁面ノード→隣棟候補建物の壁面ノード→隣棟候補建物の重心の総ての組み合わせの中から最短となる経路を抽出する．

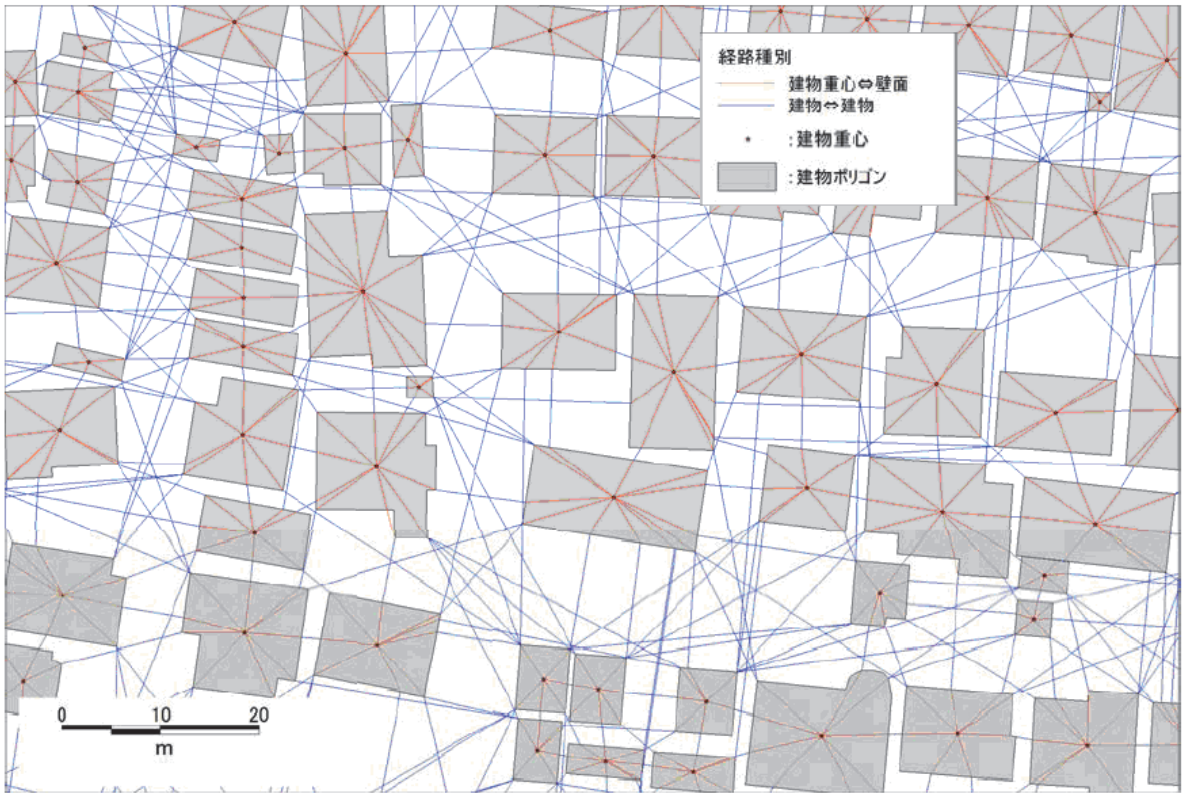


図Ⅲ-2-25 隣棟候補建物との経路抽出のイメージ(川崎市, 2013)

c) b)の経路が途中に別の建物の辺に遮られない場合，隣棟建物とする．

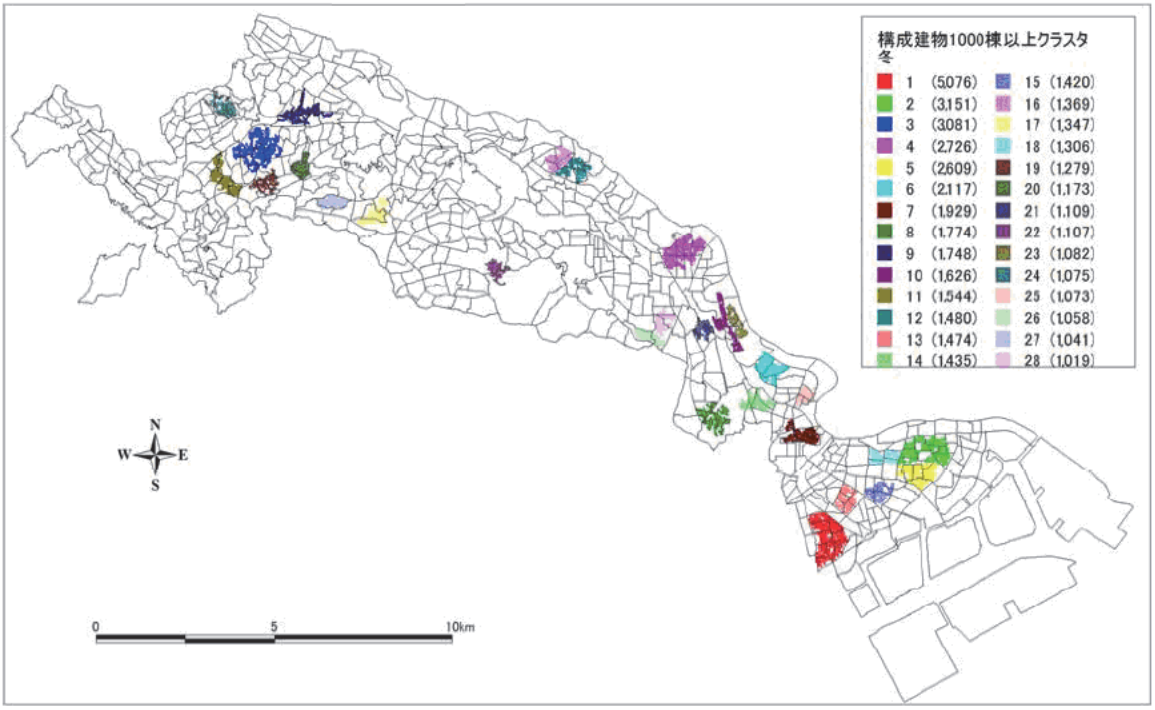
d) 対象建物と隣棟建物の間で，建物単体の重心間の線を描き，その方向を隣棟間の方向とする．

e) 対象建物と隣棟建物の距離を測定する．相互の位置関係により，頂点を含むb)のノード間の最短距離となる．



図Ⅲ-2-26 隣棟建物データベースの例(川崎市, 2013)

クラスター作成の際は，隣棟間距離と延焼限界距離d*とを比較し，隣棟間距離が延焼限界距離d*以下であれば，同じクラスターに属するとして探索を行う．なお，隣棟間で構造が異なる場合，延焼限界距離d*は，両者の延焼限界距離の平均値とする．このようにして，冬と夏それぞれの気象条件に基づき建物クラスターデータベースを作成した．



図Ⅲ-2-27 冬の気象条件による建物クラスター分布(構成建物 1000 棟以上)(川崎市, 2013)

(3) 地震火災リスク評価

地震火災リスク評価は次の手順で行う.

ⅰ)メッシュ別出火件数(東京消防庁火災予防審議会(2005)の手法参照)を建物単体データに割り振り(出火項目ごとに,メッシュ単位における建物棟数で出火件数を除する),建物単体における出火確率を設定する.

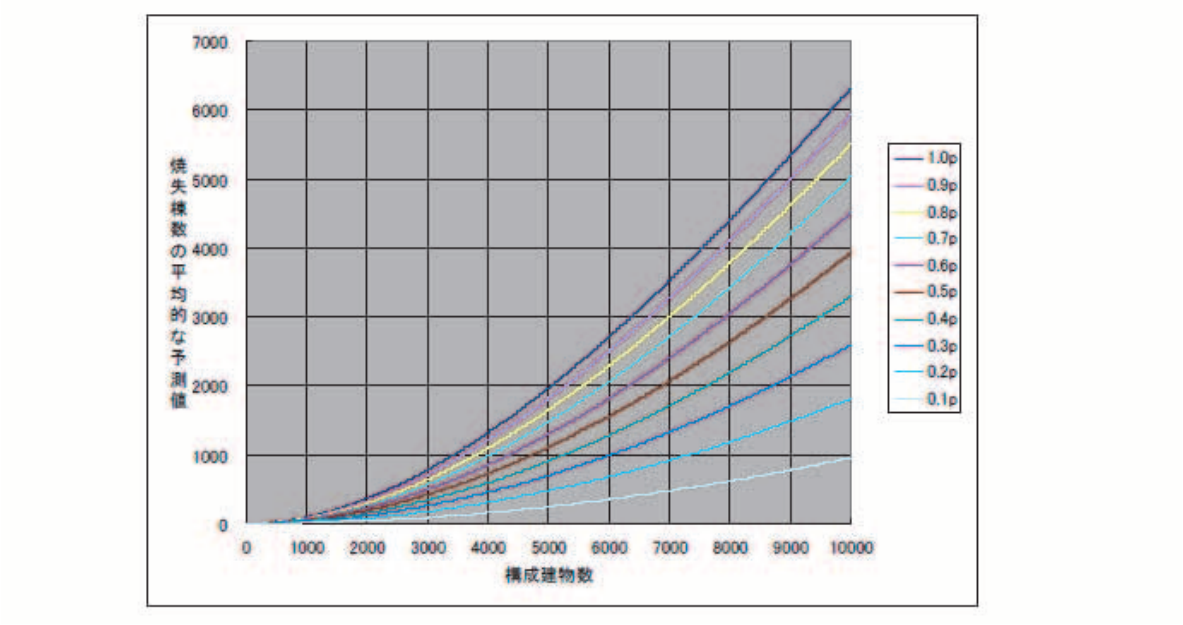
ⅱ) ⅰ)で設定した出火確率に対し,消火率(神奈川県(2009)の手法参照)をかけ合わせ,消防効果を加味した建物単体における出火確率とする.

ⅲ) 建物の焼失確率は,その建物が属するクラスターから1件以上出火する確率に等しいことから,クラスターを構成する建物を n 棟,クラスターに属する建物の出火確率の平均値を p とすると,各建物の焼失確率 P は,次の式で求められる.

$$P = 1 - \exp(-n\bar{p})$$

以下に,クラスター構成建物数nと,焼失棟数の平均的な予測値(焼失確率Pにnを乗じて得られたもの)との関係を示す. 出火確率の平均値 $\bar{p}$ =0.0001の場合を1.0 $\bar{p}$ とし,0.1乗までを求めて比較した.

これによれば, $\bar{p}$ が半減した場合よりもnが半減した場合のほうが,焼失棟数の平均的な予測値の低減度合が高い. そのため,焼失棟数の平均的な予測値の低減のためには,クラスター構成建物数nの縮小=クラスター規模の縮小がより効果的であることがわかる.



図Ⅲ-2-28　$\overline{p}$ と構成建物数，焼失棟数の平均的な予測値の関係(川崎市, 2013)

ⅳ）ⅲで求めた建物の焼失確率に対し，集計単位（メッシュ，あるいは丁目など）における焼失棟数の平均的な予測値xは，集計単位に含まれる建物の焼失確率Pjの総和に等しくなることから，次の式で求められる．

$$x = \Sigma P_k$$

ⅴ）ⅰ～ⅳの流れに沿って地震別ケース別に焼失棟数を算定し，その上で火災危険度の高い重点地域を抽出する．

○用語説明（横浜市(2012)より引用

隣棟間の距離が近く延焼して最終的に燃え尽きる可能性のある建物群をクラスターと呼ぶ。このクラスター内のどこかで出火すれば、すべて延焼すると考えるので、クラスターを「運命共同体」とも呼ぶ。

従来の延焼速度式では出火点を設定する必要があり、それによって結果が変わるという問題があった。クラスター法では、全ての建物について出火する可能性を考慮し、確率論的に焼失棟数を算出するので、出火点により値が変わるという問題は生じない。

確率の意味を簡単な例で示す。20 棟の建物があり、10 棟からなるクラスターがあり、他の10棟は独立（十分な距離がお互いにある）とする。建物の出火確率は、すべて0.05 とする。延焼棟数の期待値は、下式となる。独立した建物から出火した場合、焼失棟数は1 棟、クラスターから出火した場合、焼失棟数は10 棟である。それぞれ、出火確率と建物数を乗じると下記のように、焼失棟数は5.5 棟となる。

0.05×1×10（棟）+0.05×10×10（棟）=5.5（棟）

このように、確率として表現するので、10 棟のクラスターがあっても、算出される焼失棟数は、それとは一致しない。

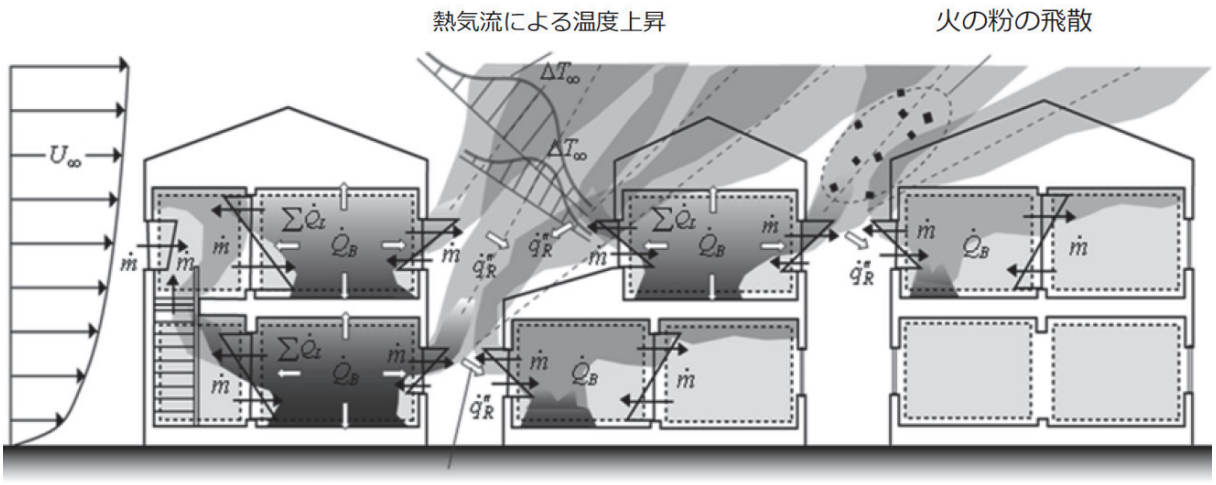
道路拡幅等により、クラスターを5 棟ずつの２つに分けたとする。すると、下記のように、6割以下に減らすことができる。このように、防災まちづくりの効果が分かりやすいのも本手法の特徴である。

0.05×1×10（棟）+0.05×5×5（棟）+0.05×5×5（棟）=3.0（棟）

⑪樋本・田中(2006) の手法

○採用自治体：高知県(13)

「都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発」(樋本・田中，日本建築学会環境系論文集，2006)による計算モデルを用いる．建築火災安全工学の分野で建物内部の火災性状や煙流動性状予測に実績のあるゾーンモデルに，噴出火炎からの放射や対流による熱伝導，ならびに飛び火による延焼の効果を組み込むことで，市街地火災の延焼性状の予測を行っている．モデルの概念図を以下に示す．



火災建物から吹き出した炎の熱が隣の建物に移る(輻射熱伝達)

※ U_∞：風速（m/s）　$\dot{m}$：酸素や可燃性ガスの流量（kg/s）　$\dot{Q}_B$：発熱速度（kW）
$\sum \dot{Q}_L$：失熱速度（kW）　$\dot{q}''_R$：輻射熱流束（kW/m²）　ΔT_∞：熱気流による温度上昇（K）

図Ⅲ-2-29　都市火災性状予測モデルの概念図（高知県，2013）

この手法の概要を以下に示す．

建物内部の延焼は，任意の部屋における質量，熱エネルギー，化学種の質量分率の各保存式，並びに気体の状態方程式を連立して解くことにより求める．

一方，建物間の火災拡大は，火災建物からの輻射による熱伝導，熱気流による延焼，飛び火による延焼の３つに大別して求める．

これらの計算を，すべての建物の燃焼が終わるまで進める．
さらにモンテカルロシュミレーション（繰り返し計算）により，1000回の各種条件（出火点，気象条件（風向・風速））の設定を繰り返し行い，全計算結果を平均することで，メッシュごとの焼失リスクを算出する．

項目		内閣府手法	高知県手法
出火		震度別用途別出火率と用途別の対象物数の数から出火件数を算出し、初期消火成功率、消火活動による消火を評価して、炎上する出火件数を算出。	計算の流れは内閣府手法に同じ。
消防力		出火の評価に加味する。出火件数を抑止する際に震度によらず地域の公設消防力（消防ポンプ自動車数と小型動力ポンプ数）に応じて一定の値を導入。	計算の流れは内閣府手法に同じ。
延焼	気象	アメダスデータの統計値を基に時間帯ごとの最頻の風向と平均風速・悪条件の風速（風速 8m/s）を与える。すなわち一定の風向・風速の風が吹き続けるという設定。	アメダスデータの時別値を基に時間帯ごとの風向・風速を抽出し、計算回数ごとに与える。平均的な風、最悪条件の風という区分は行わない。
	出火点からの延焼評価	＜１．クラスター（運命共同体）の設定＞ 建物構造種別に応じて、燃え移るかどうかの距離（延焼限界距離）が設定されており、全建物間の距離が延焼限界距離より短ければ、全て延焼すると判定している。 この延焼限界距離内にある建物同士の群をクラスターと呼び、クラスター内の 1 戸が燃焼すれば、同一クラスター内の建物は同時に全て延焼して焼失するということになる。 ＜２．焼失棟数の算出＞ 一棟ごとの出火確率からクラスター内の 1 棟当たりの焼失リスクを算出し、これを集計して焼失棟数を算出。	＜１．建物単体の燃焼判定＞ 可燃物の熱分解～火災室内での発熱～開口部を経由した質量移動～開口部と区画境界部材を経由した熱移動～燃え抜けを考慮して、実際の火災性状を再現する。 開口部の大きさや火炎物密度、部材特性などは木造・非木造に応じて仮定の値を割り当てる。 ＜２．建物間の延焼判定＞ 輻射熱、熱気流、火の粉の影響を考慮し、各現象の物理的知見に基づく建物間の火災性状を定式化し、全建物間個々燃え広がるかどうかの評価を行なっている。 ＜３．焼失棟数の算出＞ １、２の延焼シミュレーション結果から焼失した建物数を合計して計算回数で割った数値を焼失棟数として算出。
計算過程と結果		時間帯・気象条件ごとの各 1 回の計算結果を評価結果として提示。気象条件、出火件数は時間帯ごとに固定の値が設定される。気象条件は、平均的な風と、悪条件の風に分かれる。	時間帯ごとに繰り返し計算を行い（モンテカルロシミュレーション）、焼失した回数／計算回数の値をその建物の焼失期待値として算出する。 出火件数は時間帯ごとに固定の値が設定されるが、気象条件は約 30 年間のアメダスデータの中から、その時間帯の値がランダムに設定される。
特徴		○どのように燃えるかではなく、出火確率を持った建物同士がつながるかどうかの判定を行なっている。	○実際の火災による延焼動態の再現に努めており、都市構造に基づきどのように燃え広がるかを表現する事ができる。

図Ⅲ-2-30　内閣府手法との比較（高知県, 2013）

⑫ 関沢ら(2001)の手法

○採用自治体：群馬県(12)

消防庁消防大学校　消防研究センター　消防力最適運用支援情報システム（関沢ほか, 2001）の手法に基づく．建物1棟単位のシミュレーションが可能である．

３．人的被害の予測

本節では，「死傷者数」「要救出者数」「避難者数等」「帰宅困難者数」について，その予測手法を整理する．

３－１．死傷者数

過去の地震災害における死傷者を見ると，その発生要因は，建物の倒壊，ブロック塀の倒壊，地震火災，崖崩れ，高架橋の落下など様々である．ただし，死傷者の発生状況は，地震発生時点の人口動態に大きく依存するため，地震の発生時刻や季節，曜日など種々の要因によって大きく左右されると考えられる．したがって，死傷者の被害想定では，前提条件の設定が非常に重要となる．

死傷者の予測手法としては，発生要因を個別に考慮せずに死傷者数全体を予測する手法（以下「死傷者数全体の予測手法」）と，発生要因別に死傷者数を予測し合算する手法（以下「発生要因別の予測手法」）に大別できる．死傷者数全体の予測手法では，建物全壊棟数や焼失棟数を指標として予測している．発生要因別の予測手法では，建物倒壊，火災，津波，斜面災害などの要因別に死傷者を予測し，これらの人数の合計を地震全体の死傷者数としている．近年の傾向としては，死傷者数全体の予測手法を用いない自治体が徐々に増えてきている．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

（１）死傷者数全体の予測手法
- ①太田ら(1983)の手法
- ②太田・後藤(1985)の手法
- ③東京都防災会議(1978)・埼玉県(1982)の手法
- ④大阪府(1997)の手法
- ⑤国土庁(1997)の手法
- ⑥塩野・小坂(1989)の手法
- ⑦東京都防災会議(1991)の手法
- ⑧埼玉県(1992)の手法
- ⑨呂・宮野(1995)の手法

（２）発生要因別の予測手法
- ①建物被害による死傷者数
- ②地震火災による死傷者数
- ③津波による死傷者数
- ④斜面崩壊による死傷者数
- ⑤鉄道災害による死傷者数
- ⑥道路災害による死傷者数
- ⑦ブロック塀の倒壊・落下物等による死傷者数

（1） 死傷者数全体の予測手法

発生要因を個別に考慮せずに死傷者数全体を予測する手法をまとめる．ほとんどの手法は，建物被害を地震の強さの指標として採用している．

① 太田ら(1983)の手法

○採用自治体：群馬県(12)，新潟県(98)，長野県(02)，宮崎県(07)，新潟市(07)

浜田地震(1872)から宮城県沖地震(1978)までの 35 地震を解析し，以下の関係を得ている．主に，建物被害と地震火災による死者を対象としている．

$$D = 1.45 \times H^{0.93} \times F \times T \times E$$

D ：死者数

H ：全壊棟数

$$F(\text{火災係数}) = \begin{cases} 1.00 & (\text{大規模火災...}1.0 \leq \text{全焼数}/\text{全壊数}) \\ 0.32 & (\text{中規模火災...}0.1 \leq \text{全焼数}/\text{全壊数} < 1.0) \\ 0.12 & (\text{小規模火災または火災なし...全焼数}/\text{全壊数} < 0.1) \end{cases}$$

$$T(\text{時間帯係数}) = \begin{cases} 1.00 & (\text{夜...}23:00 \sim 6:30) \\ 0.73 & (\text{昼...}6:30 \sim 23:00) \end{cases}$$

$$E(\text{時代係数}) = \begin{cases} 1.00 & (1930\text{年以前}) \\ 0.96 & (1930\text{年} \sim 1955\text{年}) \\ 0.22 & (1955\text{年以降}) \end{cases}$$

○新潟県(98)では...

塩野・小坂(1989)の調査結果から，火災係数 F を以下のように設定している．

市町村の想定延焼棟数が 2,500 棟を超える場合　0.32（中規模火災）

市町村の想定延焼棟数が 2,500 棟以下の場合　0.12（小規模火災）

② 太田・後藤(1985)の手法

○採用自治体：青森県(97)，福井県(97)

明治以降の被害地震のうち，死者が数名をこえる 35 の地震に対して，家屋倒壊数，焼失家屋数と死者数との関係を得ている．

$$D = 0.543 \times H^{0.69} \times F^{0.29} \times \begin{bmatrix} 1.00 \\ 0.64 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1.00 \\ 0.33 \end{bmatrix}$$

時間帯　時代

D　：死者数

H　：全壊棟数

F　：焼失棟数

時間帯：上段は深夜(23:00～6:30)，下段はそれ以外

（時間帯については，寝ている，起きているとの区別によって定義する）

時代　：上段は 1955 年以前，下段はそれ以降

（1950 年に建築基準法が制定されることにより，その施行の効果が現れるために必要な期間を考慮して区分する）

③ 東京都防災会議(1978)・埼玉県(1982)の手法

○採用自治体：〈負傷者のみ〉宮城県(04)，栃木県(04)，山梨県(05)，静岡県(01)，愛知県(03)，奈良県(05)，鳥取県(05)

主に建物倒壊と延焼火災による死傷者数を想定している．

東京都防災会議(1978)は，関東地震(1923)や北丹後地震(1927)など過去の大地震の被害データから，建物被害（全半壊，焼失）と死者数の関係を導出している．

$$\log_{10}(\text{死者数}) = 0.9598\log_{10}(\text{全壊} + \text{半壊}\times 0.5 + \text{焼失}) - 1.0291$$

$$\log_{10}(\text{負傷者数}) = 0.93242\log_{10}(\text{全壊棟数} + \text{半壊棟数}/2 + \text{焼失棟数}) - 0.6630$$

ただし，この式は延焼火災が発生しない場合に大きな誤差が発生する．そこで，埼玉県(1982)は，東京都防災会議(1978)の考え方に基づき，新潟地震(1964)と十勝沖地震(1968)の被害データから延焼火災が発生しない場合に対する関係式を新たに導出している．

$$\log_{10}(\text{死者数}) = 0.3132\log_{10}(\text{全壊} + \text{半壊}\times 0.5 + \text{焼失}) + 0.0783$$

④ 大阪府(1997)の手法

○採用自治体：滋賀県(04)，大阪府(07)，堺市(09)

〈負傷者のみ〉埼玉県(07)，神奈川県(09)，富山県(11)，三重県(06)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，佐賀県(10)，札幌市(08)，広島市(08)

兵庫県南部地震(1995)における町丁目または市区別の建物被害率と死者・負傷者の割合から予測式を設定している．

死者数　＝ Σ町丁目の屋内人口 × 死者率

負傷者数 ＝ 市町村の屋内人口　× 負傷者率

重傷者数 ＝ 市町村の負傷者数　× 重傷者比率

$$\text{死者率}(\%) = \begin{cases} 0.000287x^2 - 0.00780x + 0.0506 & (x \geq 25\%) \\ 0.00156x - 0.00389 & (2.5\% \leq x < 25\%) \\ 0 & (0\% \leq x < 2.5\%) \end{cases}$$

$$\text{負傷者率}(\%) = \begin{cases} 1 & (x \geq 37.5\%) \\ 7 - 0.16x & (25\% \leq x < 37.5\%) \\ 0.12x & (0\% \leq x < 25\%) \end{cases}$$

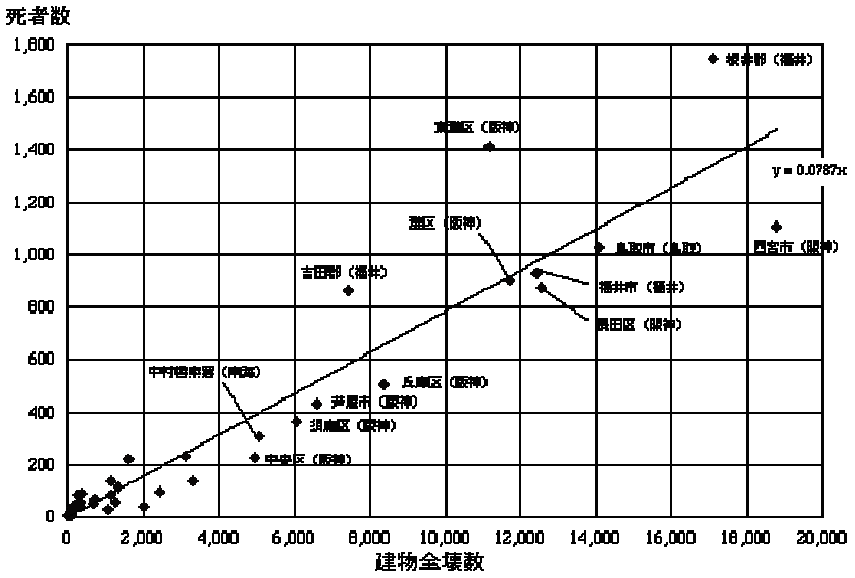
$$\text{重傷者比率}(\%) = \begin{cases} 5 & (x \geq 20\%) \\ 15 - 0.5x & (10\% \leq x < 20\%) \\ 10 & (0\% \leq x < 10\%) \end{cases}$$

x ：建物被害率(%)

⑤ 国土庁(1997)の手法

○採用自治体：福島県(98)

国土庁(1997)は 300 人以上の死者が発生した東南海地震(1944)，福井地震(1948)，兵庫県南部地震(1995)等から，建物全壊数と死者数の関係を求めている．このとき，倒壊の被害を受けた建物は全て木造と仮定している．



図Ⅲ-3-1　過去の地震時における建物全壊数と死者数との関係(国土庁, 1997)

昼間は，学校や勤め先への移動等により，木造住宅内の滞留率が低くなると考えられることから，パーソントリップ調査から求められた平均的な住宅滞留率 0.35 を乗じている．

$$\text{木造建物被害による死者数} = \begin{cases} 0.0787 \times \text{木造建物大破棟数} & (\text{夜間}) \\ 0.0276 \times \text{木造建物大破棟数} & (\text{昼間}) \end{cases}$$

兵庫県南部地震(1995)では，５～10 階建ての非木造建物で特定の１つの階が崩壊した事例が多いため，倒壊する非木造建物は５～10 階建ての建物に限られると仮定し，その平均が７階であることから，1/7 を係数として掛けている．また，ある特定のフロアの倒壊による死者発生率を，韓国の三豊デパートの崩壊事故事例から 0.3 と設定し，係数としている．

非木造建物被害による死者数
＝　0.3×1/7×夜間または昼間人口×非木造建物倒壊棟数/全建物棟数

以上から，

死者数 ＝ 木造建物被害による死者数 ＋ 非木造建物被害による死者数

⑥ 塩野・小坂(1989)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，群馬県(12)，新潟県(98)，長野県(02)，愛媛県(02)，福岡県(12)，宮崎県(07)，新潟市(07)，さいたま市(09)，名古屋市(99)

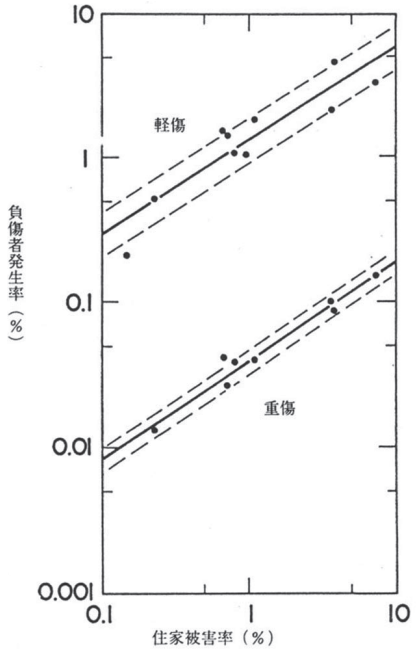
負傷程度別の予測ができる数少ない予測式であり，広く採用されている．
宮城県沖地震(1978)後のアンケート調査等に基づき，以下の回帰式を作成している．

(重傷者)　$\log_{10} R = 0.676 \log_{10} H + 1.409$

(軽傷者)　$\log_{10} R = 0.660 \log_{10} H + 0.105$

R　：負傷者発生率(%)

H　：住家被害率(%)



図Ⅲ-3-2　住家被害率と負傷者発生率の関係(塩野・小坂,1989)

○新潟県(98)では...

住家被害率を

（住宅全壊・大破棟数＋住宅半壊・中破棟数／２＋焼失棟数）／全住宅棟数

としている.

○名古屋市(99)では...

宮城県沖地震(1978)の既往調査結果(望月ら(1982),近江(1980))において，負傷者の発生場所および地震発生時にいた場所別負傷者の割合が調査されている．これに基づき，地震発生時にいた場所による補正係数を求めている.

重傷者(軽傷者)＝　6/5×在宅人口から求めた重傷者数(軽傷者数)

＋3/4×非在宅人口から求めた重傷者数(軽傷者数)

○福岡県(12)では...

2500 棟以下の焼失では，火災のあるなしによる死者数の変化はほとんどないということで，直接的には，焼失による死者は考慮していない.

⑦ 東京都防災会議(1991)の手法

○採用自治体：仙台市(02)

建物被害，ブロック塀・石塀・コンクリート塀の転倒，落下物，屋内収容物の移動・転倒による負傷者を予測対象とした手法である（地震火災による負傷者は別に予測している）.

ここでは，宮城県沖地震(1978)の負傷者実態調査による負傷者発生率を参考にしている．負傷程度については，入院を要する患者を重傷者，入院は要しないが受診の必要な患者を軽傷者と定義している．ただし，１日通院者（宮城県沖地震(1978)では軽傷者の 5.7%）を極めて軽い軽傷とみなし，ここでは除外している.

重傷者数＝ $10^{(0.871\times H-1.571)}/100\times$人口

軽傷者数＝ $10^{(0.746\times H-0.418)}/100\times 0.943\times$人口

H ：震害率（=(全壊棟数+0.5×半壊棟数+0.01×一部損壊棟数)/全建物棟数,%)

震害率Hは，加速度を指標として以下の式により計算できるとしている．

$H=(0.07\times A-14.3)/2.37$

A ：地表加速度(gal)

⑧ 埼玉県(1992)の手法

○採用自治体：青森県(97),山形県(06),福井県(97)

太田・後藤(1985)が整理した複数の地震による被災データをもとに作成された回帰式である．指標として死者数を用いており，様々な原因による負傷者を評価対象としている．

$$\log_{10}(\text{負傷者数})=0.667\log_{10}(\text{死者数})+1.667$$

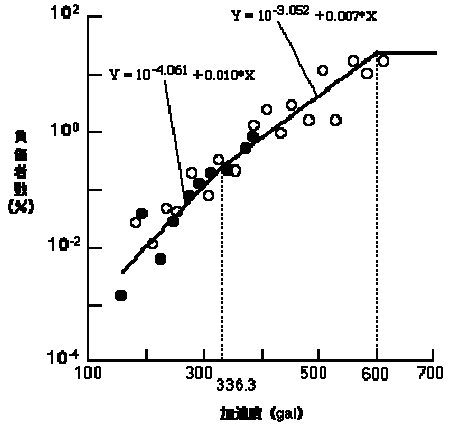
⑨ 呂・宮野(1995)の手法

○採用自治体：福島県(98)，京都市(03)

呂・宮野(1995)は，近年の主要地震である関東地震(1923)，東南海地震(1944)，福井地震(1948)，十勝沖地震(1968)，伊豆大島近海地震(1978)，宮城県沖地震(1978)等，10 の地震から，負傷者率と地表最大加速度の関係式を求めている．

負傷者率(%)＝
$$\begin{cases} 10^{-4.061+0.010\times(\text{地表最大加速度})} & (336.3gal\text{以下}) \\ 10^{-3.052+0.007\times(\text{地表最大加速度})} & (336.3gal\text{以上}) \end{cases}$$

ただし，600gal 以上は一定



図Ⅲ-3-3　既往地震時の最大加速度と負傷者数との関係(呂・宮野,1995)

（２） 発生要因別の予測手法

① 建物被害による死傷者数

兵庫県南部地震(1995)では，死者全体の約８割を家屋の倒壊などによる圧死が占めていた(中央防災会議,2003)．以下では，建物被害を主因とする死傷者数の予測手法をまとめる．なお，各自治体では，屋内人口の時間的変化を考慮して発生時刻別の死傷者数を予測しているものが多い．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

a)東京都(1997)の手法
b)静岡県(2001)の手法
c)中央防災会議東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法
d)村上(1996)・名古屋市(1999)の手法
e)池田・中林(1996)の手法
f)福岡県(2006)の手法
g)山形県(2006)の手法
h)東京都(2006)・中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)の手法
i) 中央防災会議東南海・南海地震等に関する専門調査会 (2008)の手法
j)太田(2004)の手法
k)さいたま市(2009)の手法
l)損害保険料率算出機構 (2001) の手法

a) 東京都(1997)の手法

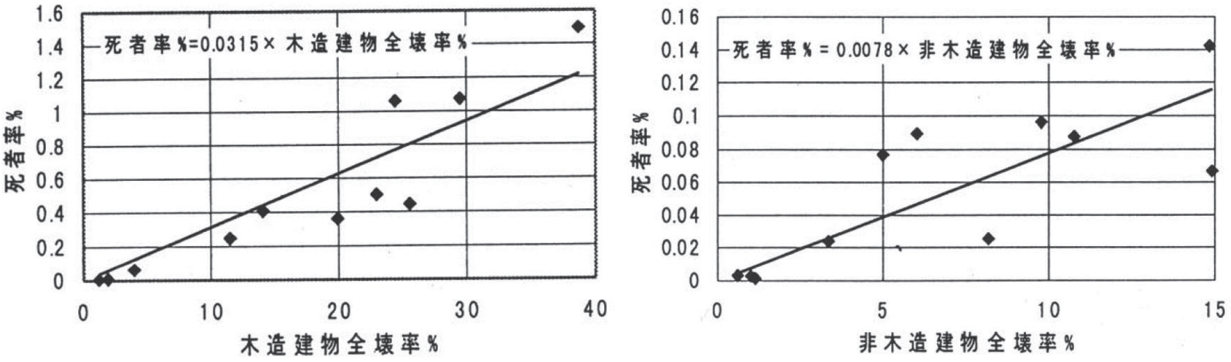
○採用自治体：宮城県(04),栃木県(04),千葉県(08),愛知県(03),鳥取県(05),愛媛県(02),大分県(13),仙台市(02),横浜市(12)

兵庫県南部地震(1995)による被害事例をもとに，木造・非木造別に死者数を予測している．ここでは，建物倒壊によって閉じ込められ，火災により亡くなる人は含んでいないが，屋内収容物（家具類）の移動・転倒による死者を含んでいる．

$$\text{木造建物被害による死者率(\%)} = 0.0315 \times \text{木造建物全壊率(\%)}$$
$$\text{非木造建物被害による死者率(\%)} = 0.0078 \times \text{非木造建物大破率(\%)}$$

なお，予測式には以下の仮定が含まれている．

・非木造建物による死者数は，兵庫県南部地震(1995)でのマンションと同じ割合で発生する．
・低層建築物は木造，中高層建築物は非木造である．



図Ⅲ-3-4　建物全壊率と死者率の関係(東京都,1997)

○愛知県(03),栃木県(04)では...

建築物の構造的被害を日本建築学会基準により評価しているため，東京都の手法（震災復興都市づくり特別委員会による被災調査結果を使用）とは基準が異なる．そこで，

日本建築学会基準による大破率 ＝ 0.7 × 震災復興都市づくり特別委員会基準による大破率として，日本建築学会基準による大破率と死者率との関係式を構築している．

木造建物倒壊による死者数(人)　＝ 0.0450 × 木造建物大破率(%)　× 木造屋内人口　(人)

非木造建物倒壊による死者数(人) ＝ 0.0111 × 非木造建物大破率(%) × 非木造屋内人口(人)

○大分県(13)では...

大阪府(1997)より

建物被害率＝(全壊率＋1/2×半壊率)

負傷者数＝0.01×屋内人口(X≧37.5%)

負傷者数＝(7-0.16X)×屋内人口(25%≦X＜37.5%)

負傷者数＝0.12×屋内人口(0%≦X＜25%)

重傷者比率(負傷者に占める割合)(%)=5(X≧20%)

重傷者比率(%)=15-0.5X(10%≦X＜20%)

重傷者比率(%)=10(0&≦X＜20%)

とし，大阪大学入院患者調査による入院患者数- 建物大破率の関係を用い，かつ入院患者に占める重篤者の割合を 17%と設定している．

b) 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：静岡県(01),<非木造建築のみ>徳島県(05)

兵庫県南部地震(1995)による被害事例をもとに，木造・非木造別に死者数を予測している．

木造建物倒壊による死者数　＝ 0.0629 × 木造建物全壊率　× 木造屋内人口

非木造建物倒壊による死者数 ＝ 0.0155 × 非木造建物全壊率 × 非木造屋内人口

上式は，午前５時に地震が発生した場合の式のため，昼間（午後０時，午後６時）の場合は，上式で得られる死者数よりも 10%少ないと仮定している．

また，警戒宣言が発令された場合には，適切な行動をとる人(注)は被害を受ける可能性がなく

なると考え，（１－警戒宣言時対応係数(0.739)）を乗じたものを死者数としている．

(注) 静岡県によるアンケート調査（東海地震についての県民意識調査,2000.2）の結果に基づき，警戒宣言発令時に適切な行動をとる人の割合（警戒宣言時対応係数）を 0.739 と設定している．

c) 中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法

○採用自治体：山梨県(04)，三重県(06)，奈良県(05)

〈木造建築のみ〉徳島県(05)

中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)でも採用

300 人以上の死者を出した５地震（鳥取地震(1943)，東南海地震(1944)，南海地震(1946)，福井地震(1948)，兵庫県南部地震(1995)）の被害事例をもとに，木造全壊棟数と死者数の関係式を求めている．

非木造建物による死者数については，この関係と静岡県(1999)において兵庫県南部地震(1995)の被害から求められている死者率／全壊率の値（木造 0.0629，非木造 0.0155）を補正係数に用いて算出している．

死者数(木造) ＝ 0.0676 × 木造全壊棟数 × 木造建物内滞留人口 /夜間人口

死者数(非木造) ＝ 0.0167 × 非木造全壊棟数 × 非木造建物内滞留人口/夜間人口

○山梨県(04)では...

非木造建物による死者数について，中央防災会議(2005)で用いられている以下の式により算出している．

死者数(非木造) ＝ 0.0240 × 非木造全壊棟数 × 非木造建物内滞留人口/夜間人口

中央防災会議(2005)では，「非木造については，全壊に占める倒壊の割合が木造よりも小さいため，木造の係数（0.0676）の概ね１／３程度の係数としている」と説明している．

d) 村上(1996)・名古屋市(1999)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，名古屋市(99)

村上(1996)は，兵庫県南部地震(1995)における芦屋市の人的被害集計データ（55 町名別）を用い，重回帰式により住民の被災人員と死者数の関係を分析し，以下の関係を導出している．

$$D = -2.14 + 0.036 \times WS + 0.058 \times WM + 0.0058 \times NWM$$

D ：死者数

WS ：木造一戸建 倒壊建物内人口

WM ：木造共同 倒壊建物内人口

NWM ：非木造共同 倒壊建物内人口

名古屋市(1998)は，村上(1996)の成果をふまえ，倒壊家屋がない場合死者は発生しないとの考えから，以下の式を設定している．

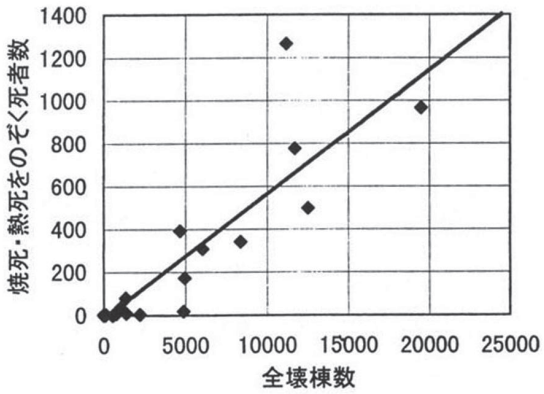
$$D = 0.028 \times WS + 0.062 \times WM + 0.0058 \times NWM$$

e) 池田・中林(1996)の手法

○採用自治体：福岡県(12)

兵庫県南部地震(1995)における建物全壊棟数と死者数に関して相関解析を行い，以下の式を求めている．

死者数 ＝ 0.0569 × 全壊棟数



図Ⅲ-3-5　死者数と建物全壊棟数の関係（池田・中林，1996）

f) 福岡県(2006)の手法

○採用自治体：＜負傷者数のみ＞福岡県(12)

兵庫県南部地震(1995)，鹿児島県北西部地震(1997)による建物全壊棟数と負傷者数の相関解析を行い，次の式を得ている．なお，兵庫県南部地震(1995)の実績から，重傷者数は負傷者数のほぼ１割程度としている．

負傷者数 ＝ 20 × 全壊棟数$^{0.6}$

g)山形県(2006)の手法

○採用自治体：山形県(06)

木造建物内滞留人口，非木造建物内滞留人口をそれぞれ求めた上で，木造建物被害による死者数，非木造建物被害による死者数を以下の式で求めている．

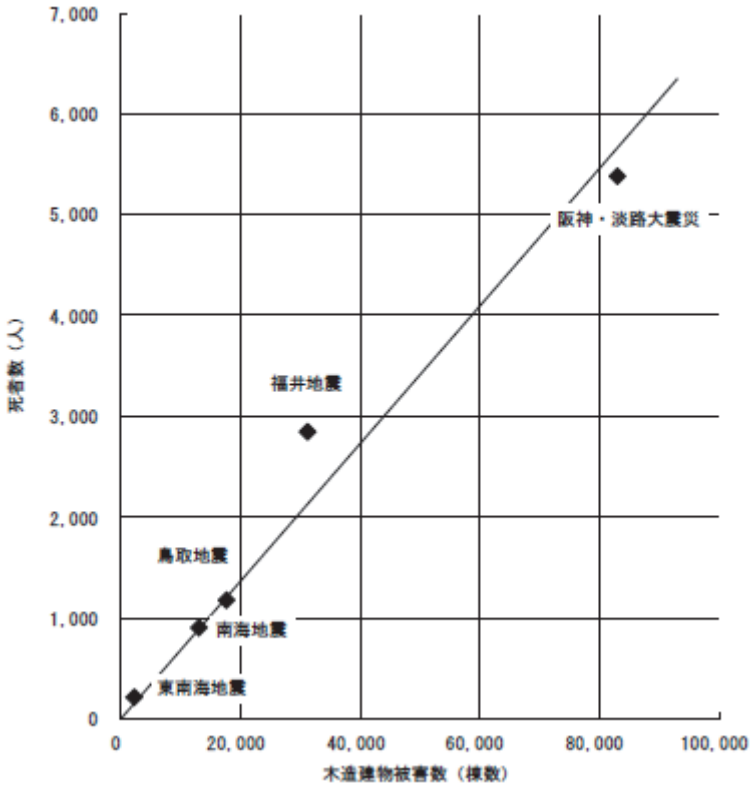
（木造建物死者数）　＝（木造建物内滞留人口）　×0.0359×（木造建物全壊率）

（非木造建物死者数）＝（非木造建物内滞留人口）×0.0073×（非木造建物全壊率）

h) 東京都(2006)・中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)の手法

○採用自治体：群馬県(12)，埼玉県(07)，岐阜県(13)，広島県(07)，佐賀県(10)，熊本県(13)，札幌市(08)，千葉市(08)，広島市(08)

300 人以上の死者を出した鳥取地震(1943)，東南海地震(1944)，南海地震(1946)，福井地震(1948)，兵庫県南部地震(1995)の５つの地震から回帰式を作っている．



図Ⅲ-3-6　最近の 5 地震と全壊棟数の関係(中央防災会議, 2005)

・非木造建物からの死者数は，非木造の木造に対する，全壊に占める倒壊の割合を概ね 1/3 程度とし，以下の式によって求める．

木造建物死者数　＝0.0676×木造建物全壊棟数　×木造建物内滞留率
非木造建物死者数＝0.0240×非木造建物全壊棟数×非木造建物内滞留率

・重傷者率は兵庫県南部地震(1995)時における市区別の（ゆれ・液状化による）建物全壊率と重傷者率との関係を用いて，以下の式により算出する．

重傷者率＝0.0309×建物全壊率

ⅰ)中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

○採用自治体：秋田県(13), 東京都(12), 富山県(11), 岡山県(13), 山口県(08), 香川県(13), 高知県(13)

○中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用

（死者数）＝（木造 死者数）＋（非木造 死者数）

（木造 死者数）

＝t_w×（市区町村別のゆれによる木造全壊棟数）×（木造建物内滞留率）

（非木造 死者数）

＝t_n ×（市区町村別のゆれによる非木造全壊棟数）×（非木造建物内滞留率）

（木造建物内滞留率）

＝（発生時刻の木造建物内滞留人口）÷（朝 5 時の木造建物内滞留人口）

（非木造建物内滞留率）

＝（発生時刻の非木造建物内滞留人口）÷（朝 5 時の非木造建物内滞留人口）

$$t_w = 0.0676$$

$$t_n = 0.00840 \times \frac{P_{n0}}{P_{w0}} \times \frac{B_w}{B_n}$$

P_{w0} ：夜間人口（木造）

P_{n0} ：夜間人口（非木造）

B_w :建物棟数（木造）

B_n :建物棟数（非木造）

※負傷者数は大阪府(1997)の手法で算出

※群馬県に関しては，非木造建物の死者数の係数を木造の係数の概ね 1/3 程度と仮定

※岡山県(13)，香川県(13)に関して，負傷者数と重傷者数の関係式は，近年の地震の鳥取県西部地震，新潟県中越地震，能登半島地震，岩手・宮城内陸地震の主な被災市町村，東北地方太平洋沖地震の内陸被災市町村の建物被害棟数（全壊棟数，全半壊棟数）と負傷者数・重傷者数との関係から設定されたものから算出

※香川県(13)は，時間帯別・建物構造別の屋内滞留人口も考慮している．

j)太田(2004)の手法

○採用自治体：＜木造＞神奈川県(09)

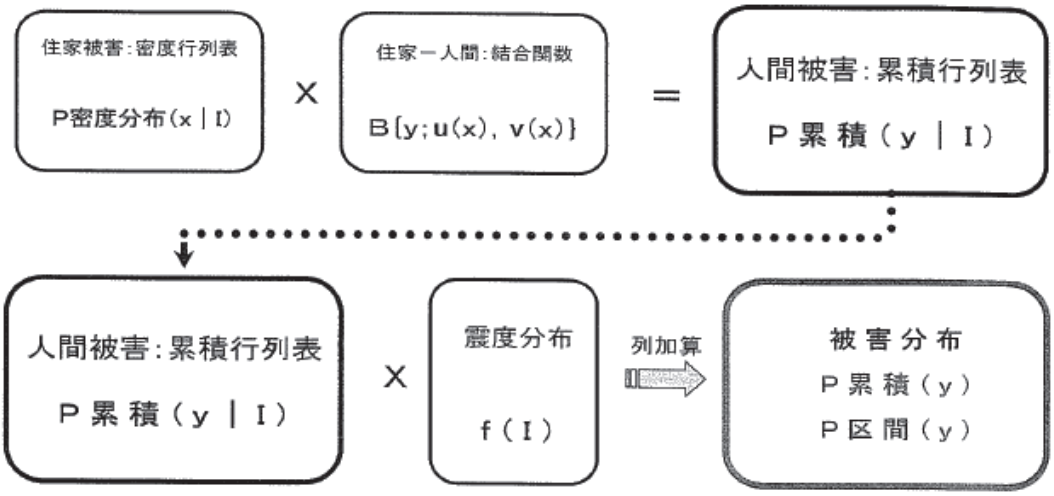
住家被害度 x と人間被害度 y の関係式を設定し，震度を指標に被害なし・軽傷から死亡までの人的被害度を一貫的に評価している．

表Ⅲ-3-1 住家被害指標一覧(太田, 2004)

名義尺度	なし～小破	中　破	大　破	全　壊	崩　壊
離散値(D)	0.0≦D≦0.2	0.2≦D≦0.4	0.4≦D≦0.6	0.6≦D≦0.8	0.8≦D≦1.0
連続量(x)	x ＝ 0.0 ～ 1.0				
関数形	Ｂｅｔａ(密度)分布関数				

表Ⅲ-3-2 人間被害指標一覧(太田, 2004)

名義尺度	なし～ごく軽微	軽　傷	中（等）傷	重　傷	死　亡
離散値(C)	0.0≦C≦0.2	0.2≦C≦0.4	0.4≦C≦0.6	0.6≦C≦0.8	0.8≦C≦1.0
連続量(y)	y= 0.0 ～ 1.0				
関数形	複合Beta(密度)分布関数				



図Ⅲ-3-7 人間被害危険度算定の一般手順（太田, 2004）

太田(2004)は，人間被害の確率分布関数を以下のパラメータ[u(x),v(x)]をもつ Beta 分布関数で表現している．

$$u(x)=4.48\cdot x^{1.5},\quad v(x)=8-4.48\cdot x^{1.5}$$

(x:住家被害度)

このとき，震度(I)固定条件下の人間被害(yi)（密度，累積）分布関数は

$$P_c(y_j|I_k)=\left[B_d\{x_i;\alpha(I_k),\beta(I_k)\}\cdot B_c\{y_j;u(x_i),v(x_i)\}\right]$$

の形に離散化表示できる．

さらに，震度分布[f(Ik),k=1,2,3,・・・,N]が既知ならば

$$P_c(y_j)=\sum_{k=1}^{N}P_c(y_j|I_k)\cdot f(I_k)\cdot\Delta I$$

$$=\sum_{k=1}^{N}\left[B_d\{x_i;\alpha(I_k),\beta(I_k)\}\cdot B_c\{y_j;u(x_i),v(x_i)\}\right]\cdot f(I_k)\cdot\Delta I$$

となる．

表Ⅲ-3-3 人間被害算定用行列表(太田, 2004)

震度(I)	y = 0.0	y = 0.1	y = 0.2	y = 0.3	y = 0.4	y = 0.5	y = 0.6	y = 0.7	y = 0.8	y = 0.9	y = 1.0
4	0	0.991	0.998	0.999	1	1	1	1	1	1	1
4.1	0	0.988	0.997	0.999	1	1	1	1	1	1	1
4.2	0	0.984	0.996	0.999	1	1	1	1	1	1	1
4.3	0	0.98	0.994	0.998	1	1	1	1	1	1	1
4.4	0	0.974	0.993	0.998	0.999	1	1	1	1	1	1
4.5	0	0.967	0.99	0.997	0.999	1	1	1	1	1	1
4.6	0	0.958	0.987	0.996	0.999	1	1	1	1	1	1
4.7	0	0.947	0.983	0.995	0.999	1	1	1	1	1	1
4.8	0	0.934	0.979	0.993	0.998	0.999	1	1	1	1	1
4.9	0	0.919	0.972	0.991	0.997	0.999	1	1	1	1	1
5	0	0.9	0.964	0.988	0.996	0.999	1	1	1	1	1
5.1	0	0.878	0.954	0.983	0.994	0.998	1	1	1	1	1
5.2	0	0.852	0.942	0.977	0.992	0.998	0.999	1	1	1	1
5.3	0	0.823	0.926	0.97	0.989	0.996	0.999	1	1	1	1
5.4	0	0.789	0.907	0.96	0.984	0.995	0.999	1	1	1	1
5.5	0	0.751	0.884	0.948	0.978	0.992	0.998	1	1	1	1
5.6	0	0.71	0.857	0.932	0.971	0.989	0.996	0.999	1	1	1
5.7	0	0.665	0.825	0.913	0.96	0.984	0.995	0.999	1	1	1
5.8	0	0.618	0.79	0.89	0.947	0.978	0.992	0.998	1	1	1
5.9	0	0.569	0.75	0.863	0.931	0.969	0.989	0.997	0.999	1	1
6	0	0.519	0.708	0.832	0.911	0.959	0.984	0.995	0.999	1	1
6.1	0	0.469	0.662	0.797	0.888	0.945	0.978	0.993	0.999	1	1
6.2	0	0.42	0.615	0.759	0.862	0.93	0.97	0.99	0.998	1	1
6.3	0	0.373	0.566	0.718	0.832	0.911	0.96	0.987	0.997	1	1
6.4	0	0.329	0.517	0.674	0.799	0.89	0.949	0.982	0.996	1	1
6.5	0	0.287	0.47	0.63	0.764	0.866	0.936	0.976	0.995	1	1
6.6	0	0.249	0.423	0.585	0.727	0.84	0.921	0.97	0.993	0.999	1
6.7	0	0.215	0.378	0.539	0.687	0.812	0.904	0.962	0.991	0.999	1
6.8	0	0.182	0.334	0.491	0.644	0.779	0.883	0.952	0.988	0.999	1
6.9	0	0.15	0.286	0.436	0.591	0.735	0.854	0.938	0.983	0.998	1
7	0	0.115	0.23	0.366	0.519	0.674	0.811	0.915	0.975	0.997	1
7.1	0	0.079	0.166	0.283	0.429	0.593	0.753	0.883	0.964	0.996	1
7.2	0	0.047	0.108	0.203	0.34	0.511	0.692	0.849	0.952	0.995	1
7.3	0	0.026	0.066	0.143	0.272	0.448	0.644	0.822	0.942	0.993	1
7.4	0	0.014	0.041	0.108	0.231	0.409	0.615	0.804	0.936	0.993	1
7.5	0	0.007	0.028	0.088	0.208	0.387	0.598	0.795	0.932	0.992	1

○神奈川県(09)では...

非木造建物被害による人的被害に関して，死者数については愛知県（2003）が用いた係数を使って補正．重傷者については東京都（2006）の手法で算出．

k)さいたま市(2009)の手法

○採用自治体：さいたま市(09)

木造建物死者数＝木造建物屋内人口×0.0359×木造建物全壊率

非木造建物死者数＝非木造建物屋内人口×0.0073×非木造建物全壊率

※負傷者数の想定は塩野・小坂(1989)の手法を用いている．

l）損害保険料率算出機構（2001）の手法

○採用自治体：島根県(12),川崎市(13)

損害保険料算出機構による「地震による死傷者数及び負傷に対する治療費用の評価方法」では，震災特別委員会基準と自治体基準それぞれの建物被害と死傷者率の関係を整理している．死者・重傷などの大きな被害には震災特別委員会，軽傷には自治体基準の相関が良いとしており，以下のようにその関係をまとめている．

表Ⅲ-3-4 建物被害と死傷者率(川崎市，2013)

建物被害x ＼ 人的被害y		死者率	死者＋入院率	死者＋重傷率	死者＋重軽傷率
震災特別委員会低層建物全壊・大破率(N=13)		y=0.0223x (R=0.939)	y=0.0305x (R=0.946)	y=0.0495x (R=0.918)	y=0.0950x (R=0.304)
自治体罹災証明(N=42)	全壊率	y=0.0155x (R=0.903)	y=0.0207x (R=0.886)	y=0.0342x (R=0.875)	y=0.0900x (R=0.700)
	全半壊率	y=0.0070x (R=0.798)	y=0.0094x (R=0.789)	y=0.0158x (R=0.789)	y=0.0464x (R=0.753)

※N は対象としている市区町村数，R は相関係数

死者数　＝ 0.0223×旧耐震大破率×旧耐震人口

入院者数 ＝ 0.0305×全年代大破率×全人口-死者数

重傷者数 ＝ 0.0495×全年代大破率×全人口-死者数

軽傷者数 ＝ (0.0464-0.0158)×全建物全半壊率×全人口

② 地震火災による死傷者数

「(１) 死傷者数全体の予測手法」においても地震火災の影響を加味しているものがいくつか見られたが，建物損壊による死傷者と地震火災による死傷者を別々に評価している自治体も多い．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

a)静岡県(2001)平常時火災に基づく手法
b)東京都(1997)の手法
c)大阪府(2007)の手法
d)山形県(2006)の手法
e)中央防災会議(2005)および諸井・武村(2004)の手法

a) 静岡県(2001)平常時火災に基づく手法

○採用自治体：宮城県(04)<負傷者>,栃木県(04),山梨県(04),静岡県(01),愛知県(03),三重県(06),奈良県(05),鳥取県(05)，島根県(12)，徳島県(05) ,愛媛県(02),大分県(13),札幌市(08)

○中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等 (2013) でも採用

現在の都市構造では，市街地延焼火災に囲まれて焼死するということは極めて起こりにくいと考えられる．そこで，火災による死者は出火元での逃げ遅れによるものと考え，平常時の火災による死者発生状況に基づき予測している．

死傷者数 ＝ 平常時火災１件あたりの死傷者数 × 焼失棟数 × 時刻補正

表Ⅲ-3-5 各自治体の平常時火災１件あたり死傷者数と時刻補正(静岡県，2001)

自治体名	平常時火災１件あたりの死傷者数		時刻補正
	死者	負傷者	
栃木県(04)	0.016	0.062(5.3:13.7)	あり
静岡県(01)	0.055	0.21(5.3:13.7)	
愛知県(03)	0.036	重篤者 0.012 重傷者数 0.058 中等傷者数 0.18	
奈良県(05)	0.055	0.21	
鳥取県(05)	0.078	0.22(5.3:13.7)	
島根県(12)	0.051	0.173(5.3:13.7)	
宮城県(04)	－	0.21(5.3:13.7)	なし
山梨県(04)	0.042	0.19(5.3:13.7)	
愛媛県(02)	0.066	0.212(21:40)	
三重県(06) 中央防災会議(03)	0.055	0.21	
札幌市(08)	0.041	0.26	
大分県(13)	0.067	0.202 (5.3:13.7)	
徳島県(05)	0.049	0.147(5.3:13.7)	

(注) 負傷者の（ ）内の数字は重傷と中等傷（または軽傷）の比率を表す

b) 東京都(1997)の手法

○採用自治体：宮城県(04)<死者>,群馬県(12),埼玉県(07),千葉県(08),東京都(12),神奈川県(09),富山県(11),広島県(07),山口県(08),仙台市(02),さいたま市(09),千葉市(08),横浜市(12),川崎市(13),広島市(08)

火災を出火直後の火災と延焼火災に区分し，それぞれの火災による死傷者数を予測している．

出火直後の火災による死傷者数は，東京都で発生した過去の建物火災による死傷者発生率をもとに算出している．

出火直後の火災による死者数　＝ 0.078 × 出火件数
重傷者数 ＝ 0.238 × 出火件数
軽傷者数 ＝ 0.596 × 出火件数

延焼火災による死傷者数は，過去の大火被害事例をもとに燃え広がりの速さを考慮した単位時間あたりの焼失棟数を用いて予測している．

延焼火災による死者数　＝ 0.8423 × 単位時間あたりの焼失棟数 － 158.96
重傷者数 ＝ 0.053 ×（0.5206×焼失棟数－253.37）
軽傷者数 ＝ 0.137 ×（0.5206×焼失棟数－253.37）

中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)，中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会（中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定）」(2008)，中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)では，延焼火災による死傷者数算出の際に消失棟数によって場合分けを加えており，一部の自治体はその式を用いている．

単位時間当たりの焼失棟数＜192.7 のとき
（延焼火災による死者数）＝0.0173×（単位時間当たりの焼失棟数）×（屋内滞留人口比率）
焼失棟数＜650 のとき
（延焼火災による重傷者数）＝0.053×0.1308×（焼失棟数）×（屋内滞留人口比率）
（延焼火災による軽傷者数）＝0.137×0.1308×（焼失棟数）×（屋内滞留人口比率）

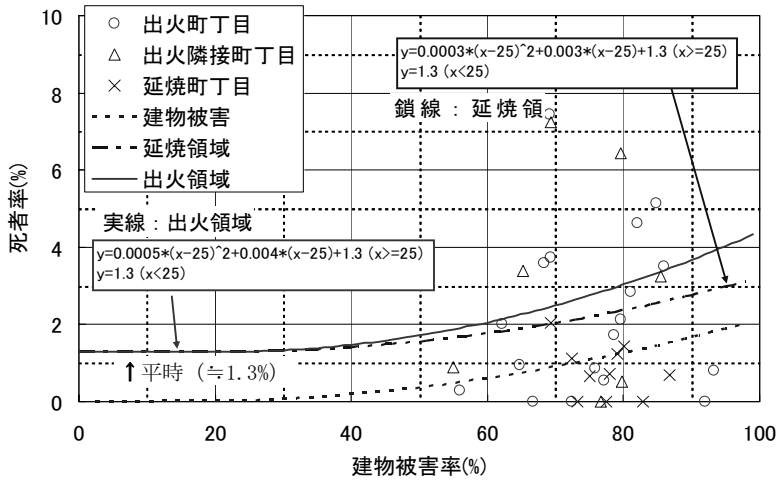
c) 大阪府(2007)の手法

○採用自治体：大阪府(07),堺市(09)

以下の式により火災延焼による死傷者数を予測している．

死者数　＝ 焼失対象人口×（延焼死者率－建物死者率）
焼失対象人口 ＝ 町丁目屋内人口×町丁目焼失棟数／町丁目建物棟数
延焼死者率　＝ 死者数／焼失対象人口
負傷者数 ＝ 火災死者数×平時の死傷者比率（≒5.4）

平時の死傷者比率（負傷者数／死者数）は大阪府域の過去 10 年間の火災死者・負傷者数から算出



図Ⅲ-3-8　兵庫県南部地震(1995)における火災町丁目の死者率と設定線(大阪府,2007)

d)山形県(2006)の手法

兵庫県南部地震(1995)の事例に基づき，以下の式を用いて算出している．

（火災死者数）＝0.14×（消失棟数）×（人口）/（夜間人口）

e)中央防災会議(2005)および諸井・武村(2004)の手法

○採用自治体:秋田県(13),高知県(13),岡山県(13),香川県(13)

○中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用

次の３つの火災による死者発生シナリオに基づき想定する．

炎上出火家屋からの逃げ遅れた死者数＝1 建物出火当たりの死者数 0.046

×出火件数×（屋内滞留人口比率）

1 建物出火当たりの死者数を，秋田県(13)は 0.046，高知県(13)は 0.074 としている．

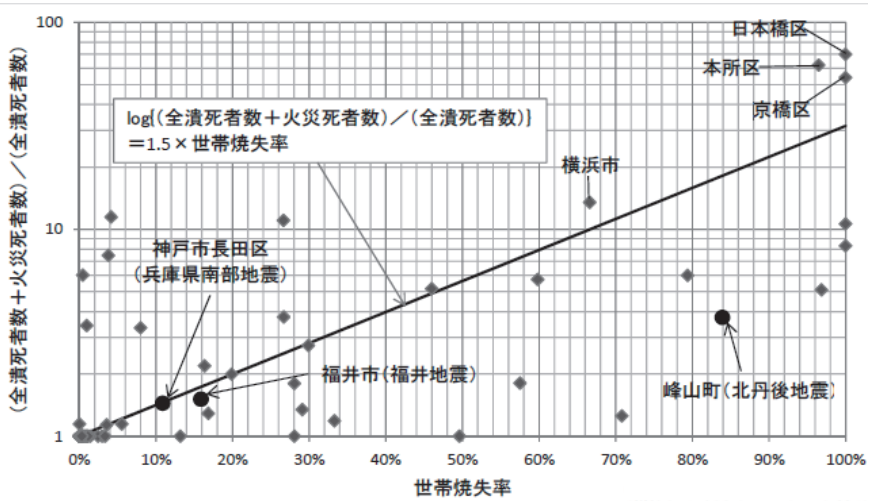
倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者

閉込めによる死者数＝（倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人）

×（１－生存救出率（0.387））

延焼拡大時の逃げまどい　諸井・武村（2004）による関東大震災における「火災による死者の増加傾向」に係る推定式を適用する．

log｛(全潰死者数＋火災死者数)/(全潰死者数)｝＝1.5×世帯焼失率



図Ⅲ-3-9 火災による死者の増加傾向（香川県, 2013）

出典：「南海トラフの巨大地震　建物被害・人的被害の被害想定項目およびその手法の概要」（中央防災会議，2013）

③ 津波による死傷者数

日本は四方を海に囲まれており，北海道南西沖地震(1993)や日本海中部地震(1983)をはじめ，有史以来幾度も津波による被害を受けてきた.

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる.

a)宮野・呂(1992)の手法
b)静岡県(2001)の手法
c)中央防災会議東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法・中央防災会議東南海，南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の手法
d)中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)の手法
e)中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等 (2013) の手法
f)河田ら(1996)の手法

a) 宮野・呂(1992)の手法

○採用自治体：青森県(97)，新潟県(98)，宮崎県(07)

東南海地震(1944)の被害から，津波による死傷者数と建物被害棟数（全壊＋流出）の関係式を導いている.

死者数　　＝ 0.072 ×（全壊＋流出）$^{1.018}$
重傷者数　＝ 1.074 ×10^{-4}×（全壊＋流出）$^{1.961}$
中等傷者数 ＝ 4.510 ×10^{-4}×（全壊＋流出）$^{1.961}$

○青森県(97)，新潟県(98)では...
現在の建物強度の向上を考慮し，(全壊＋流出)を(大破＋1/2 中破)と読み替えている.

b) 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：岩手県(04)，千葉県(08)，静岡県(01)，愛知県(03)，鳥取県(05)，愛媛県(02) 〈死者〉，徳島県(05)

北海道南西沖地震(1993)の被害データを用いて，以下のように設定している．

【基本式】死者数＝0.0424×exp{0.1763×(津波による大破+1/2 中破棟数率[%])}/100×人口

＊ ただし，死者率は北海道南西沖地震(1993)の最大である 4.5%を上限値とした

重傷者数　＝0.0340×(津波による大破+1/2 中破棟数率[%])/100×人口

中等傷者数＝0.0822×(津波による大破+1/2 中破棟数率[%])/100×人口

■時間補正

基本式は午後 10 時に発生した北海道南西沖地震(1993)のデータに基づく式のため，かなりの人が起きていたと考えられる．そこで，時間帯の補正のため，午前５時に発生した場合は死者数が基本式よりも 10%多いと仮定している．

■避難に関する普及啓発効果，津波到達時間差

死者数＝基本式×［(5-1)×60×北海道南西沖地震時の早期避難率(54%)］

／［(津波到達時間[分]-1)×60×静岡県での早期避難意識率(54%)］

■避難ビルの効果

死者数＝基本式×(1-対策実施率)

対策実施率＝避難ビル収容可能人数／(中破以上被害棟数×1 棟あたり人員)

■警戒宣言が発令された場合

警戒宣言が発令された場合として，警戒宣言時の避難程度を考慮し，上式で得られた値に以下の係数を乗じている．

危険地指定率×[1-警戒宣言時対応係数Ａ(85%)]

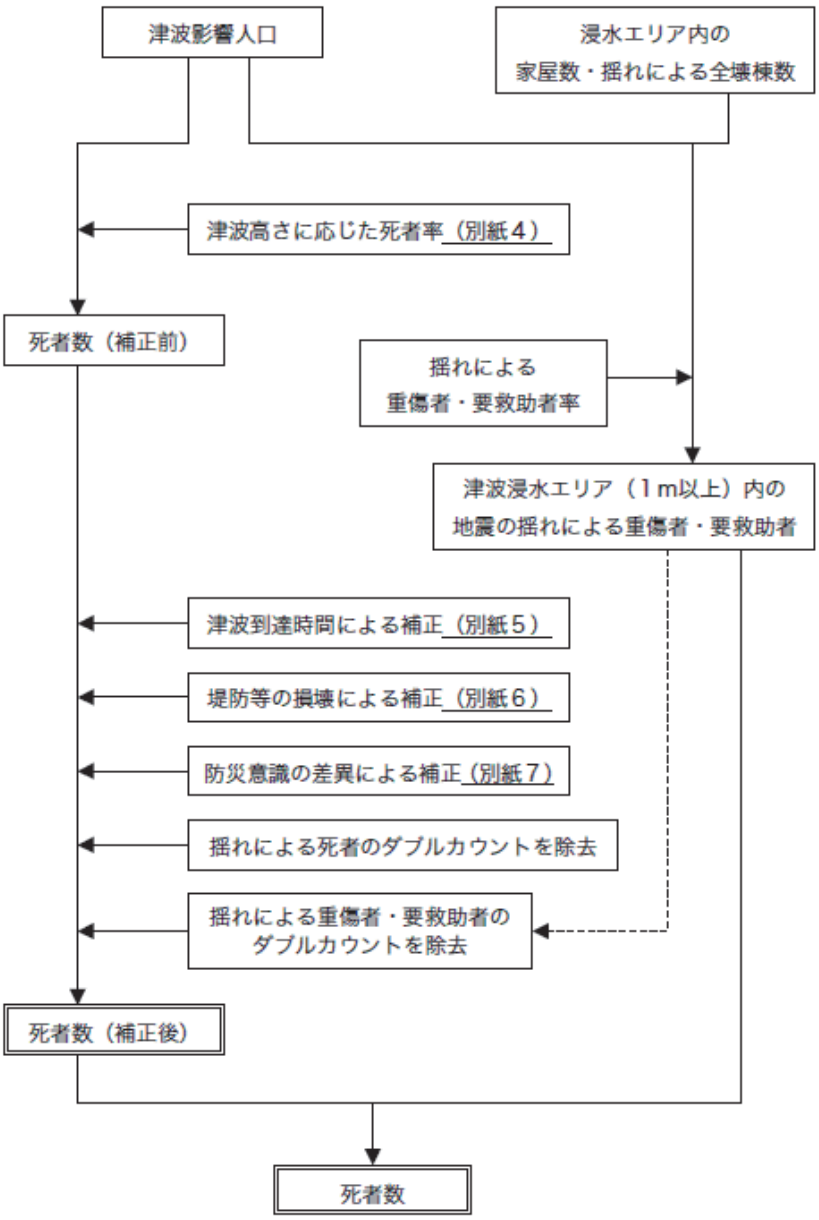
＋(1-危険地指定率)×[1-警戒宣言時対応係数Ｂ(73%)]

c) 中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法・中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の手法

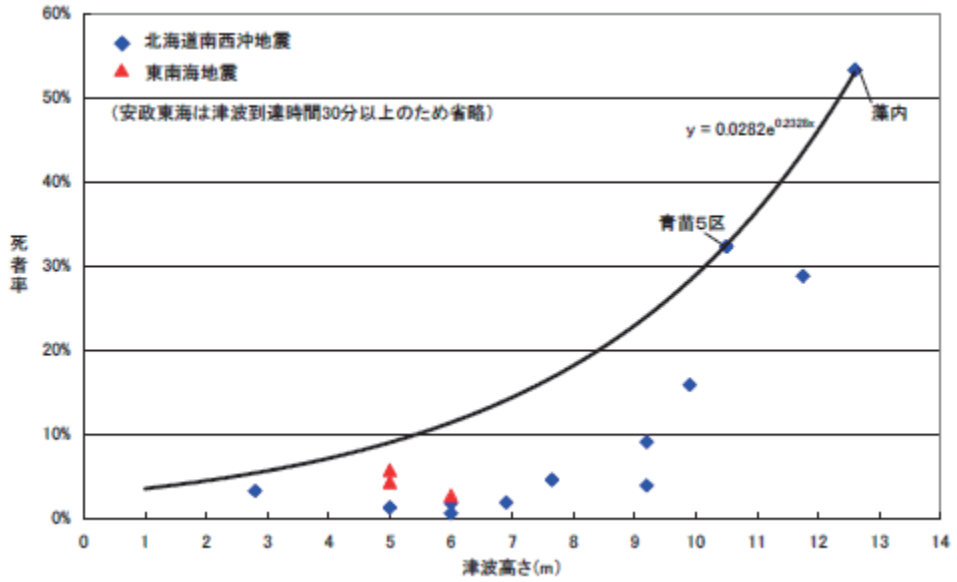
○採用自治体：神奈川県(09)，三重県(06)， 島根県(12)，広島県(07)，山口県(08)， 福岡県(12) ，熊本県(13)，川崎市(13) ，広島市(08)

以下は中央防災会議東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の資料による．

水深が 1m以上となるエリア内の滞留人口を「津波影響人口」とし，過去の津波被害のデータから得た津波高さと死傷者の関係式データを用いて，津波到達時間・堤防等の損壊・防災意識の差異による補正津波による死者数を求めている．



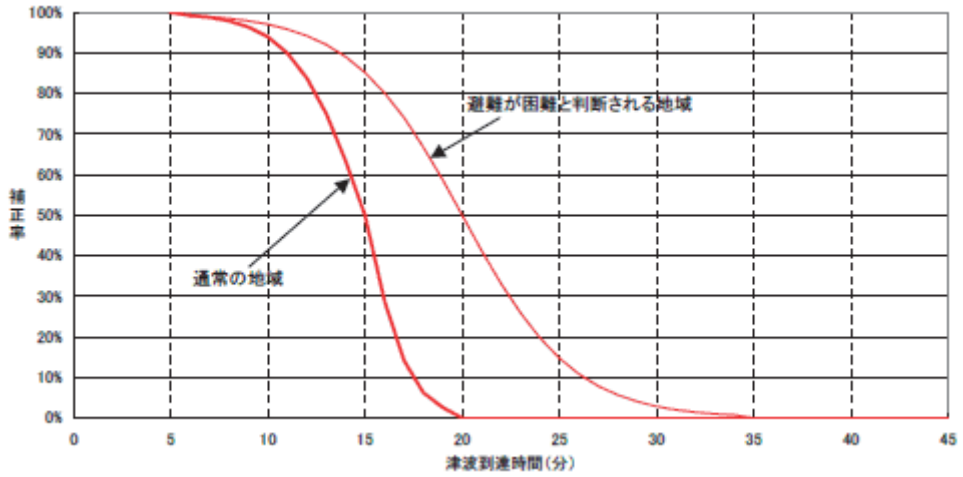
図Ⅲ-3-10　津波による死者数の算出フロー(中央防災会議, 2003)



図Ⅲ-3-11　津波高さに応じた死者率（中央防災会議, 2003）

上記の手法によって算出した死者数は，地震後すぐに津波が到達する場合を想定しているが，実際は津波到達時間が遅くなるほど，避難場所への避難が可能となる人数が多くなるため，津波到達時間による補正率を設定した．また，避難意識が低い場合の避難時間の補正率も設定した．

ゆれを感知し，避難行動に移るまでの時間を 5 分と仮定し，一般的な一次避難所までの所要時間を勘案し，避難が完了するまでに要する時間を 15 分程度と仮定する．ただし，震度が 6 弱以上であり，道路が閉塞したり周囲の地形により通常よりも避難が困難で時間を要すると判断される地域については，避難開始から避難完了までに 30 分程度を要するものと仮定する．なお，昼及び夕方については，これより早く避難行動を開始できると考えられるが，条件の厳しい早朝の場合に条件を合わせるものとした．（北海道南西沖地震(1993)では，5 分でも相当数の人が逃げている）地震後すぐに避難を完了できる人は少ないことから，最初は津波到達時間が長くなるにつれて徐々に減少の度合が大きく（上に凸）なり，最後はゼロに漸近（下に凸）するような曲線を仮定する．



図Ⅲ-3-12　津波到達時間と補正率の関係（中央防災会議, 2003）

なお，ゆれによる被害のため，道路が閉塞され，津波避難時の逃げ遅れが発生する場合がある．北海道南西沖地震は，地震発生後 5 分で津波が到達したケースであるため，人々が避難行動を行うことが可能であったが，これより津波到達時間が短い場合，全く避難行動をとれないまま津波に襲われることが考えられる．奥尻町での未避難率が 28．9%（後述）であることから，ここでは，地震と同時に津波が襲った場合（津波到達時間 0 分）は，未避難率が 28．9%から 100%に上がるものと仮定し，100／28．9＝3．46 倍の被害が発生するものとした．（津波到達時間が途中の 1～4 分の場合は線形に補完）

震度 6 弱以上の地域では，堤防に亀裂が発生したり，水門の機能支障が発生するなど，海岸構造物が十分な機能を発揮しない場合も考えられる．これを踏まえ，震度 6 強以上のエリアでは 1／2，震度 6 弱のエリアでは 1／３の割合で水門等の機能支障や堤防等が損壊すると仮定し，その割合分は海岸構造物の効果がないものとして，被害の補正を行った．

d) 中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)の手法

○採用自治体：北海道(10),福島県(07) ,富山県(12)

以下は，中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)の資料による.

避難しない人，避難しようとする人を計算した上で，中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法・中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)で用いられた浸水別死者率を掛け合わせ求めている.

避難しない人の死者数　　＝津波影響人口×浸水深別死者率
避難しようとする人の死者数＝津波影響人口×避難未完了率×浸水深別死者率

1)避難行動の違い

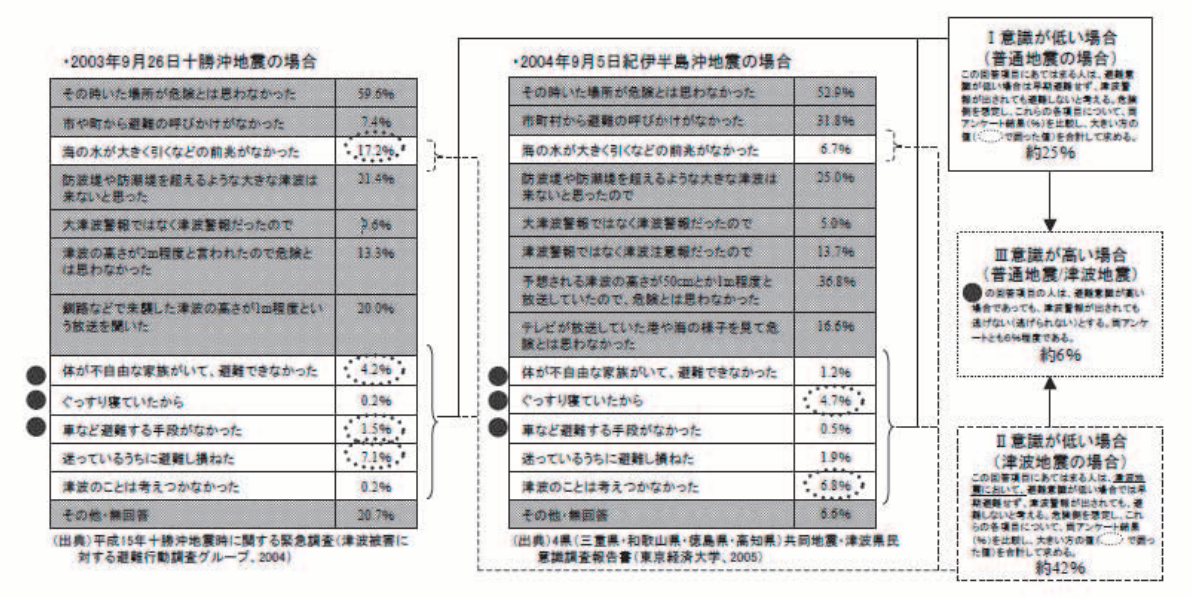
津波影響人口を避難意識の高さで以下のように分類する.

A　地震直後に避難しようとする人
　−避難意識が低い場合（日本海中部地震(1983)と同等のケース）の想定では 20%，避難意識が高い場合（北海道南西沖地震(1993)と同等のケース）の想定では 70%とする.

B　津波警報を入手した時に避難しようとする人

C　何があっても避難行動をとらない人
　−ゆれで早期避難しない人（A 以外の人）は，避難意識が低い場合の想定では 80%，避難意識が高い場合の想定では 30%であるが，そのうち，津波警報が出された場合でも逃げない人（逃げられない人）を全く避難しない人（C）とする.

・ ここで，十勝沖地震(2003)・紀伊半島南東沖地震(2004)で，避難しなかった人に対してその理由を聞いたアンケート調査（下記）から，津波警報が出された場合でも逃げない人（逃げられない人）（C）の，地震直後に避難しようとしない人（A 以外の人）に対する割合を下記Ⅰ（約 25%），Ⅱ（約 42%)のように仮定.
・ しかし，意識が高まれば，この割合は 6%程度(Ⅲ)のみになると仮定.



図Ⅲ-3-13　避難意識の違いによる分類(中央防災会議, 2006)

地震のタイプと住民の避難意識の高さの違う 4 ケースについて，下記のように３パターンの避難行動の割合を設定する．

表Ⅲ-3-6　避難意識の高さの違いによる避難行動の割合(中央防災会議, 2006)

意識の高さ		普通の地震の場合		津波地震の場合	
		低い場合(1983年日本海中部地震時程度)	高い場合(1993年北海道南西沖地震時程度)	低い場合	高い場合
避難しようとする人	A地震直後に避難しようとする人	20%	70%	5%	15%
	B津波警報入手した時に避難しようとする人	60%	28%	55%	80%
C全く避難しない人		20% (※)	2%	40%	5%

(※)例えば、地震直後に避難しようとしない人は100－20=80%で、そのうち25%程度が全く避難しない人なので80×0.25=20%、となる。残りの100－20－20=60%は、津波警報を入手した時に避難しようとする人と考える。

2) 津波警報の入手可否

過去の事例から，津波警報または注意報を入手できる人の割合を 80%，入手できない人の割合を 20%とする．

表Ⅲ-3-7　避難警報を聞いた人の割合(中央防災会議, 2006)

	1983年日本海中部地震	2003年十勝沖地震	2003年紀伊半島南東沖地震
聞いた人	87.8%	87.9%	80.8%
聞かなかった人	12.2%	12.1%	19.2%

(注)その他・無回答を除く

(出典)昭和 58 年日本海中部地震調査報告書(消防庁 1983)
4 県（三重県・和歌山県・徳島県・高知県）共同地震・津波県民意識民意調査報告書（東京経済大学 2004)
2003 年十勝地震時における津波危険区住民の避難行動実態(東京経済大学 2004)

・「B　津波警報を入手した時に避難しようとする人」の避難行動を，津波警報の入手の可否により，さらに分類する．
・1)・2)より，避難意識と津波警報の入手可否を組み合わせて，地震のタイプと住民の避難意識の高さの違う以下の 4 ケースについて，それぞれ 4 パターンの避難行動の割合を設定し，これをもとに津波影響人口を分類する．

表Ⅲ-3-8　潜在意識と津波警報の入手可否別の避難行動の割合(中央防災会議, 2006)

意識の高さ		普通の地震の場合		津波地震の場合	
		低い場合（1983年日本海中部地震時程度）	高い場合（1993年北海道南西沖地震時程度）	低い場合	高い場合
避難しようとする人	A地震直後に避難しようとする人	20%	70%	5%	15%
	B津波警報を入手した時に避難しようとする人	48%	28%	44%	80%
避難しない人	B′津波警報を入手できない人	12%（※）	0%	11%	0%
	全く避難しない人	20%	2%	40%	5%

（※）例えば、津波警報を聞いて避難する人は全体の60%であるが、そのうち20%程度が津波警報を入手できないと考え、60×0.20=12より全体の12%となる。この人を避難しない人に含めて考える。

3) 避難未完了率

○避難開始時刻

1)，2)の分類に基づき，避難する人は，普通の地震の場合は 5 分後（ａ・ｂ・ｃ・ｄ），津波地震の場合は 15 分後（ｅ・ｆ）に避難開始とする．

○避難完了に要する時間

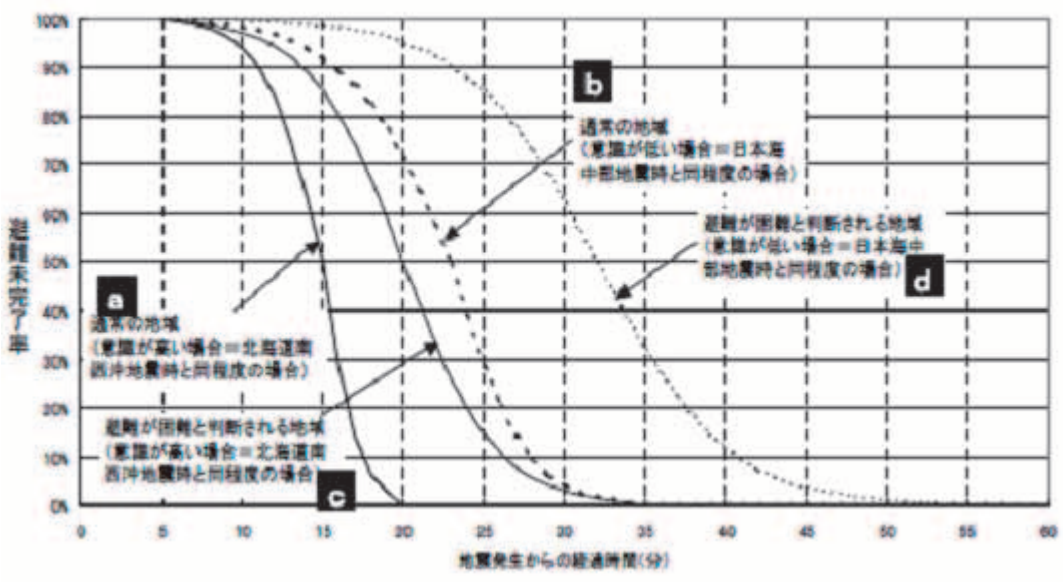
通常の地域では，避難開始後 15 分で該当メッシュ内の全員が避難完了（ａ・ｅ）とするが，意識が低い場合は該当メッシュ内全員の避難が完了する時間も長くなると考え，避難開始後 30 分で避難完了（ｂ・ｆ）とする．

地震動が強いところ（震度 6 弱以上）は，瓦礫の散乱等により避難困難なことが予想されるため，避難に要する時間が長くなると考える（倍程度になるとする）（ｃ・ｄ）．

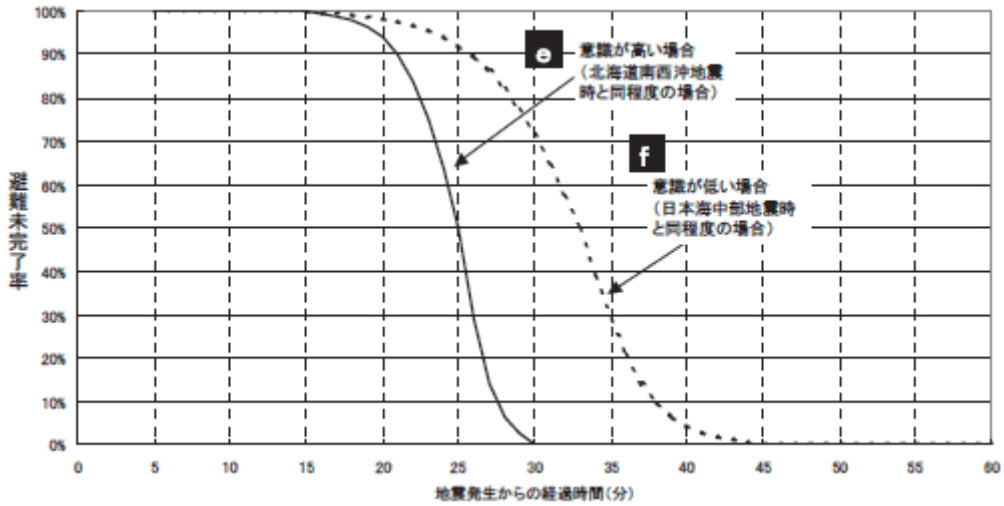
また冬期は，地域によっては路面凍結の影響により，避難に要する時間が長くなると考える（意識の高い場合は倍程度になるとする）．

（冬期の路面凍結が考えられる地域は，ａ・ｂ→ｂ，ｃ・ｄ→ｄ，ｅ・ｆ→ｆ）

以上より，避難開始時刻の違いと避難所要時間の違いを考慮した，地震発生からの経過時間ごとの各メッシュにおける避難未完了率を，普通地震の場合と津波地震の場合それぞれについて，次ページのように設定する．



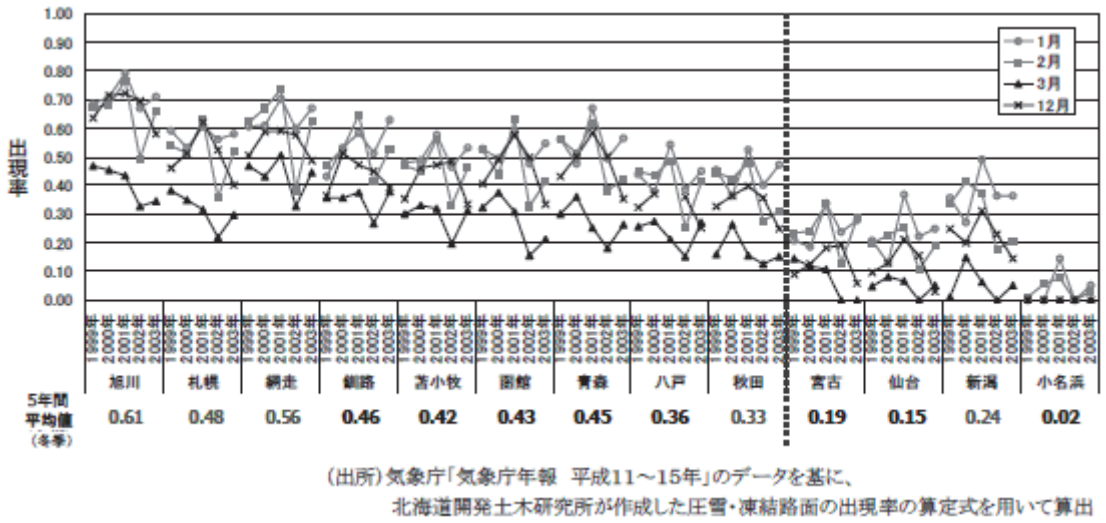
図Ⅲ-3-14　普通地震の場合の避難未完了率(中央防災会議, 2006)



図Ⅲ-3-15　津波地震の場合の避難未完了率(中央防災会議, 2006)

＜参考＞冬期における圧雪・凍結路面の出現率

・ 北海道，青森県では，冬期の圧雪・凍結路面の出現率が 3 割を超える．これらの地域では，冬期シーンにおいて圧雪・凍結の影響により避難に要する時間が長くなると想定する．



（出所）気象庁「気象庁年報　平成11～15年」のデータを基に、
北海道開発土木研究所が作成した圧雪・凍結路面の出現率の算定式を用いて算出

図Ⅲ-3-16　冬期における圧雪・凍結路面の出現率（中央防災会議, 2006）

4）浸水別死者率

浸水別死者率は，中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」（2001）の手法・中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」（2003）が用いている死者率カーブを用いている．

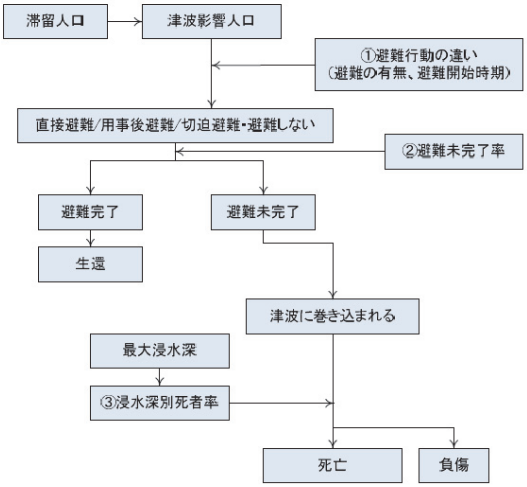
ある地点における津波到達時間での避難未完了率より求められる避難未完了の人，および避難しない人に対しては，その場所（浸水深 30cm の波が到達した時点）における最大浸水深から決まる死者率を乗じて死者数を算出している．

e) 中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法

○採用自治体：秋田県(13),岡山県(13),香川県(13)， 高知県(13),大分県(13),横浜市(12)

津波浸水域において津波が到達する時間（浸水深 30cm 以上）までに避難が完了できなかった者を津波に巻き込まれたものとし，そこでの浸水深をもとに死亡か負傷かを判定する．

1)避難行動（避難の有無，避難開始時期），2)津波到達時間までの避難完了可否，3)津波に巻き込まれた場合の死者発生度合の３つに分けて設定．



図Ⅲ-3-17　津波による死傷者数の想定手順(高知県 2013)

1)避難行動の違い（避難の有無，避難開始時期）

東日本大震災の被災地域での調査結果（「津波避難等に関する調査結果」（内閣府・消防庁・気象庁））及び過去の津波被害（北海道南西沖地震，日本海中部地震）の避難の状況を踏まえ，次表のような４つの避難パターンを設定する．

表Ⅲ-3-9　避難の有無，避難開始時期の設定（中央防災会議，2013）

	避難行動別の比率		
	避難する		
	すぐに避難する（直接避難）	避難するがすぐには避難しない（用事後避難）	切迫避難あるいは避難しない
全員が発災後すぐに避難を開始した場合（避難開始迅速化）	100%	0%	0%
早期避難者比率が高く、さらに津波情報の伝達や避難の呼びかけが効果的に行われた場合（早期避難率高＋呼びかけ）	70%（※1）	30%（※2）	0%（※3）
早期避難者比率が高い場合（早期避難率高）	70%（※1）	20%（※2）	10%（※4）
早期避難者比率が低い場合（早期避難率低）	20%（※5）	50%（※2）	30%（※6）

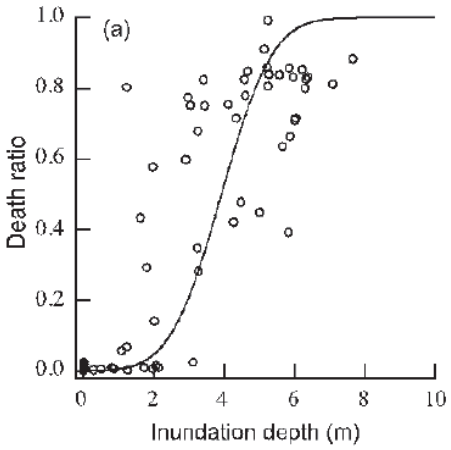
※1：すぐに避難した人の割合が最も高い市で約67%であった。また、従来の被害想定では北海道南西沖地震の事例から意識の高いケースとして70%としている。これらを踏まえて、従来想定どおりの70%と設定
※2：全体から「すぐに避難する」＋「切迫避難あるいは避難しない」の割合を引いた数値として設定
※3：津波情報や避難の呼びかけを見聞きしている中でそれをもって避難のきっかけとなった場合、切迫避難の割合が一番低い市で0%である。また、従来の被害想定では意識が高い場合に2%としている。
※4：従来の被害想定では意識が高い場合に避難しない人の割合を2%としているが、東日本大震災では意識の高い地域でも6.5%もの人が避難しなかった（死者含む）ことを踏まえて設定。
※5：すぐに避難した人の割合が最も低い市で約35%であった。また、従来の被害想定では日本海中部地震の事例から意識の低いケースとして20%としている。この市は避難意識の高い地域と考えられるが、それでも予想を超えて津波浸水の被害を受けた地区が多いこと等もあり、早期避難率は低い。他の地域は相対的により意識の低い地域が多いと考えられることから、以上を踏まえて、従来想定どおりの20%と設定
※6：切迫避難（死者含む）の割合が高い市で25%～約27%であった。また、従来の被害想定では意識が低い場合に32%としている。これらを踏まえて30%と設定

2) 避難未完了率

発災時の所在地から安全な場所まで避難完了できない人の割合，避難未完了率を定義して算出する．

3) 浸水深別死者率

津波に巻き込まれた際の死者率については，図Ⅲ-3-18 の死者率を適用する．なお，生存した人も全員が負傷するものと仮定する．負傷者における重傷者と軽傷者の割合については，北海道南西沖地震における奥尻町の人的被害の事例を参考にし，重傷者数：軽傷者数＝34：66とする．

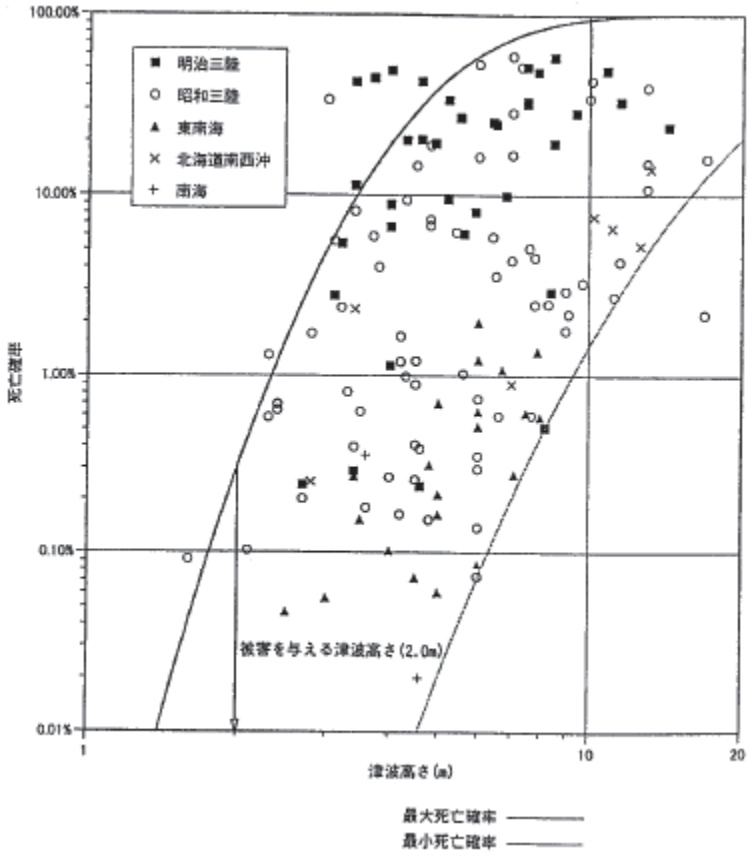


図Ⅲ-3-18　越村ら(2009)による人的被害関数

f)河田ら(1996)の手法

○採用自治体：佐賀県(10)

人命損失と津波高の関係を，以下のように求めている．



図Ⅲ-3-19　津波高さと死亡者数率の関係(佐賀県，2010)

④ 斜面崩壊による死傷者数

長野県西部地震(1984)や北海道南西沖地震(1993)，兵庫県南部地震(1995)など，過去の多くの地震で斜面崩壊が発生し，それに伴う死傷者が発生してきた．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

a)東京都防災会議(1991)の手法

b)東京都(1997)の手法

c)静岡県(2001)の手法

d)福岡県(2006)の手法

a) 東京都防災会議(1991)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，群馬県(12)，埼玉県(07)，千葉県(08)，東京都(12)，富山県(11)，岐阜県(12)，三重県(06)，奈良県(05)，島根県(12)，岡山県(13)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，香川県(13)，高知県(13)，熊本県(13)，千葉市(08)，横浜市(12)，川崎市(13)，広島市(08)

※中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用

1967 年から 1981 年までの崖崩れに対し，崖崩れによる被害棟数と死者数の比および負傷者数と死者数の比を求めることにより，崖崩れによる死傷者数を予測している．ここで対象となった崖崩れには地震によるもののほか，降雨によるものも含まれている．

崖崩れによる死者数　＝ 0.098 × 被害棟数

崖崩れによる負傷者数 ＝ 1.25 × 崖崩れによる死者数

なお，重傷と軽傷は 50%ずつ発生するものとしている．

※川崎市(13)では夜間人口を基に時間帯により補正をかけている．

b) 東京都(1997)の手法

○採用自治体：鳥取県(05)，愛媛県(02)，大分県(13)

伊豆大島近海地震(1978)での崖崩れによる建物被害での人的被害発生率から予測している．

崖崩れによる死者数　＝ 0.087×被災戸数×(木造建物１棟あたり存在者数/3.51)

崖崩れによる重傷者数 ＝ 0.148×被災戸数×(木造建物１棟あたり存在者数/3.51)

崖崩れによる軽傷者数 ＝ 0.474×被災戸数×(木造建物１棟あたり存在者数/3.51)

ただし，3.51：東伊豆町・河津町における１世帯あたり人員

※大分県(13)では，負傷者数は静岡県(2001)における数値を採用している．

c) 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：山梨県(04)，静岡県(01)，愛知県(03)，札幌市(08)

伊豆大島近海地震(1978)での東伊豆町・河津町における崖崩れによる建物被害での人的被害発生率から予測している．中等傷者数と重傷者数の比については，望月ら(1982)による新潟地震(1964)，十勝沖地震(1968)の調査結果に基づき設定している．

崖崩れによる死者数　＝ 0.181×大破棟数×(１世帯あたり人員/3.51)

崖崩れによる重傷者数 ＝ 0.306×大破棟数×(１世帯あたり人員/3.51)

崖崩れによる中等傷者数 ＝ 2.4 ×重傷者数×(１世帯あたり人員/3.51)

ただし， 3.51：東伊豆町・河津町における１世帯あたり人員

なお，警戒宣言が発令された場合として，警戒宣言時の避難程度を考慮し，上式で得られた値に以下の係数を乗じている．

危険地指定率×[1-警戒宣言時対応係数Ａ(85%)]
＋(1-危険地指定率)×[1-警戒宣言時対応係数Ｂ(73%)]

d)福岡県(2006)の手法

○採用自治体：福岡県（12）

被災建物における在宅者が全て死傷するとして，以下の式によって求めている．

崖崩れによる死者数＝被災建物棟数×一棟あたり人口×在宅率×死者率

在宅率はNHK放送文化研究所(1996)より42%とし，死者率を80%としている．

⑤ 鉄道災害による死傷者数

通勤時間帯などに地震が発生した場合は，鉄道で多くの死傷者が発生することが懸念される．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

a)東京都(2006)の手法

b)大阪府(1997)の手法

c)河田ら(1996)・東京都(1997)の手法

a) 東京都(2006)の手法

○採用自治体：大阪府(07)

東京都(2006)では，駅間滞留人口に兵庫県南部地震(1995)時の脱線事故発生率及び過去の列車事故時の死傷率を乗じて，死傷者数を算出している．

表Ⅲ-3-10　列車脱線率(東京都, 2006)

震度	阪神・淡路大震災時の実態		脱線率
	運行列車本数	脱線数	
7	14	13	92.9%
6強	13	3	23.1%
6弱	65	0	0%

出所：地震発生時における人命危険要因の解明と対策（平成11年、火災予防審議会・東京消防庁）

この表をもとに，以下の考え方で鉄道の被害本数を求めている．

1)新幹線

新幹線の死傷者発生予測については，ドイツの ICE（高速列車 InterCityExpress の略称）脱線事故事例※と同様の事故が発生した場合を想定する．

※ ICE 脱線事故：1998 年 6 月 3 日にドイツ・ニューザクセン州エシェデ村で起きた列車脱線事故．ドイツ鉄道の ICE が時速 200km で走行中，陸橋手前約６km で先頭から２両目，１号客車車輪の１つの外輪が車輪からはずれ，脱線転覆，一部が道路橋脚に激突し，死者は 101 名，負傷者は 200 名に達した．二重構造の車輪の外輪が金属疲労で破損したことが直接の原因であった．ただし，この事例はトップスピード（250km/h）で走行中の場合の想定であり，震度６強エリアの地域では 200km/h 未満となる今回の想定にはそのまま適用できない．そこで，ドイツの ICE 脱線事故事例の死傷率と，在来線の場合の死傷率との中間値を用いるものとした．

2)ＪＲ在来線，私鉄，地下鉄

ＪＲ在来線，私鉄，地下鉄の死傷率は下表のとおりである．

表Ⅲ-3-11　死傷率(東京都, 2006)

列車種別	死者率	負傷者率 (重傷者含む)	重傷者率
在来線、私鉄　※1	0.47%	11.5%	1.9%
地下鉄　※2	0.23%	5.8%	0.94%
新幹線　※3	17%	39%	14%

※1 大阪府地震被害想定調査」(平成９年) に基づき、危険側と安全側のそれぞれの死傷率の中間値(12%)を採用。また、死傷者に占める死者の割合は、国土交通省鉄道局による過去 15 年間の列車脱線事故・列車衝突事故の実績 (踏切事故における自動車側の死傷者を除く) に JR 福知山線脱線事故 (平成 17 年) の被害結果 ((出典) http://www.mlit.go.jp/fukuchiyama/index.html) を加算し、(53+107)/(3,468+656)＝160/4,124 (＝3.9%) とした。

※2 在来線列車の半分の死傷率を仮定

※3 静岡県第３次被害想定調査 (平成 13 年) によるドイツ ICE 脱線事故事例に新潟中越地震における新幹線脱線事故事例を加味して、在来線列車の死傷率との中間値を採用

b) 大阪府(1997)の手法

○採用自治体：兵庫県(99)

まず，駅間ごとに鉄道滞留人口を推計する．

駅間滞留人口　＝ 各時間帯の駅間断面交通量(人/時) × 駅間移動時間(時)

ピーク時間帯交通量 ＝ １日断面交通量 × ピーク率 × ピーク時間帯幅補正係数

夕刻の交通量　＝ １日断面交通量 × 夕刻時間集中率

＊ 断面交通量とピーク率は，大都市交通センサスによる．

兵庫県南部地震(1995)での被災データおよび通常時の鉄道事故による死者発生率(古市ら，1996)に基づき，死傷者数を推計する．

・兵庫県南部地震(1995)による被害率＝50%(400gal 以上)，９%(400-250gal)

・通常時の鉄道事故(衝突，脱線，転覆など)による死者発生率

ラッシュ時…死傷率＝4～20%　死亡率＝0.4～2%

平均乗車時…死傷率＝5～35%　死亡率＝0.5～3.5%

(仮定)

・事故発生危険率は兵庫県南部地震(1995)の５割増し

・地下鉄は地表震度を１ランク低減して評価

c) 河田ら(1996)・東京都(1997)の手法

○採用自治体：東京都(12)，さいたま市(09)

東京都(1997)では，兵庫県南部地震(1995)における鉄道被害をもとに人的被害の予測をしている河田・林・古市(1996)などの研究を参考に，鉄道被害による人的被害を想定している．

鉄道被害の発生率（＝鉄道被害数／運行列車数）は，兵庫県南部地震(1995)の被害事例から，下表のように設定している．

表Ⅲ-3-12　震度別鉄道被害率(東京都,1997)

震　度	7	6強	6弱以下
鉄道被害発生率	92.9%	23.1%	0%

この表をもとに，次式を用いて鉄道の被害本数を求めている．

区市町村別列車被害本数 ＝ 区市町村別総列車本数 × 震度i域における鉄道脱線発生率
× 震度i域の面積／区市町村総面積

人的被害は，東京都の対象地域を複数のブロックに分割し，同一ブロック内で運行する列車の乗客数は同じであるとの仮定のもとに，加速度の面積比率と列車の本数から予測する．

死者数　＝［列車被害本数(上り)×１本あたり乗客数(上り)
＋列車被害本数(下り)×１本あたり乗客数(下り)］×死亡率(0.084%)

負傷者数 ＝［列車被害本数(上り)×１本あたり乗客数(上り)
＋列車被害本数(下り)×１本あたり乗客数(下り)］×負傷率(5.209%)

・死亡率は1979年3月～1995年1月までの列車重大事故のデータから設定
・負傷率は兵庫県南部地震(1995)から設定
・重傷者数と軽傷者数の割合は，兵庫県南部地震(1995)から1：4として配分

⑥ 道路災害による死傷者数

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

a)静岡県(2001)の手法

b)大阪府(1997)の手法<高速道路>

c)中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)の手法

a) 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：静岡県(01)

静岡県(2001)では，地震時の道路上の自動車への落石・崩土による死傷者数を予測している．

静岡県内では伊豆大島近海地震(1978)で被害が発生しており，そこでの死者数と危険地走行台キロとの関係や，負傷者と死者の比，重傷者数と中等傷者数の比などから基本式を作成した．

死者数　　＝ $5.2\times10^{-4}\times$走行台キロ

重傷者数　＝ 0.2625×死者数

中等傷者数 ＝ 0.4375×死者数

なお，地震動の大きさによる被害の違いを考慮するため，上の基本式に補正係数（市町村別崩壊確率(%)／18%）を掛けている．また，警戒宣言が発令された後に地震が発生した場合は，死傷者は発生しないとしている．

b) 大阪府(1997)の手法<高速道路>

○採用自治体：兵庫県(99)，さいたま市(09)

まず，高速道路の滞留人口を出入り区間毎に推定する．

区間滞留人口 ＝ 各時間帯の区間交通量(台/時)×乗車率(人/台)×区間通過時間(時)

乗車率は，乗用車・トラック等＝1.5(人/台)，バス等＝30(人/台)，二輪車＝1(人/台)と仮定している．

兵庫県南部地震(1995)による阪神高速３号神戸線の被災データに基づき，死傷者数を推計する．

死傷者数 ＝ 滞留人口×事故発生危険率×死傷者発生率

被害の発生は震度６弱から７の地域とし，震度６弱の地域は事故発生危険率を震度６強以上の地域の 1/5 としている．

事故発生危険率は，耐震対策の実施を考慮して，兵庫県南部地震(1995)時の阪神高速道路における被害率 30%の 1/10 と仮定している．

また，兵庫県南部地震(1995)時の３号神戸線での死者発生状況から，死者率 2.6%，負傷者率 14.2%を設定している．

○さいたま市(09)では...

負傷者のうち，重傷者と軽傷者の比率を１：1.5 としている．

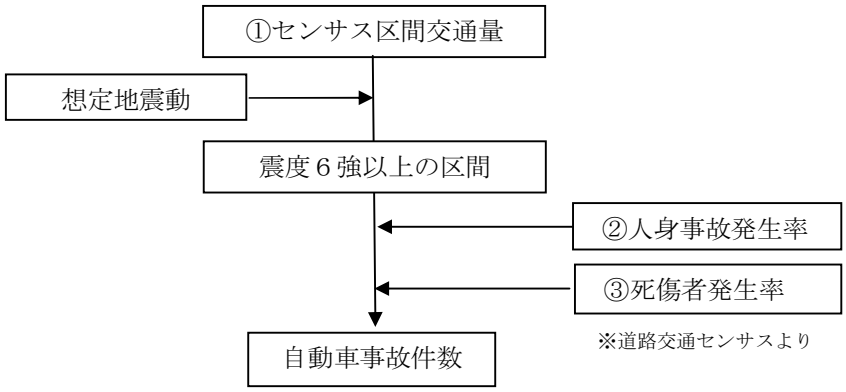
c) 中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)の手法

○採用自治体：大阪府(07)

道路の人的被害（死傷者数）は，「首都直下地震に係る被害想定手法について（内閣府，2005）」をもとに想定する．①ゆれによるハンドル操作ミスの事故と，②落橋，桁折，大変形に伴う事故の 2 項目より死傷者数を想定した．以下は，大阪府(2007)による．

a. ゆれによるハンドル操作ミスによる事故

ゆれによるドライバーのハンドル操作ミスによって，交通事故が発生する際の死傷者数を想定した．対象道路は，大阪府内の道路交通センサス区間とした．図Ⅲ-3-20に，道路の人的被害に関するゆれによるハンドル操作ミスによる事故の想定フローを示す．



図Ⅲ-3-20　ゆれによるハンドル操作ミスによる事故の想定フロー(大阪府, 2007)

① 道路交通量

道路交通センサスによる時間帯別交通量を利用する対象時間帯:8，12，18 時台．

② 人身事故発生率

江守一郎「新版 自動車事故工学」より，危険を感じた人のうち，傷害を起こす人の割合は 0.114%と設定する．ドライバーが危険を感じる条件として，震度 6 強以上と仮定する．

③ 死傷者発生率

比較的厳しい状況を仮定し，平常時の高速道路における重傷者以上の事故 1 件当りの死傷者数より，死傷者発生率を設定する．

表Ⅲ-3-13　死傷者発生率(大阪府, 2007)

西暦年	重傷者が発生した事故件数	死者		負傷者			
		人数	率	人数	率	重傷者数	軽傷者数
1994	1,067	402	0.38	18,319	17.17	1,366	16,953
1995	1,101	416	0.38	17,715	16.09	1,404	16,311
1996	1,091	413	0.38	18,256	16.73	1,371	16,885
1997	1,033	397	0.38	18,471	17.88	1,278	17,193
1998	1,063	366	0.34	19,259	18.12	1,304	17,955
1999	1,155	323	0.28	21,079	18.25	1,423	19,656
2000	1,194	367	0.31	23,181	19.41	1,444	21,737
2001	1,165	389	0.33	23,888	20.50	1,428	22,460
2002	1,193	338	0.28	22,875	19.17	1,469	21,406
2003	1,077	351	0.33	22,661	21.04	1,378	21,283
合計	11,139	3,762	0.34	205,704	18.47	13,865	191,839

(出典)交通統計

④ 予測式

ハンドル操作ミス事故発生件数＝ 0.114% × 震度 6 強以上の区間における走行自動車台数

死傷者数＝ 平常時の事故当りの死傷者数 × ハンドル操作ミス事故発生件数

死傷者数＝ 0.34（人／件）×ハンドル操作ミス事故発生件数

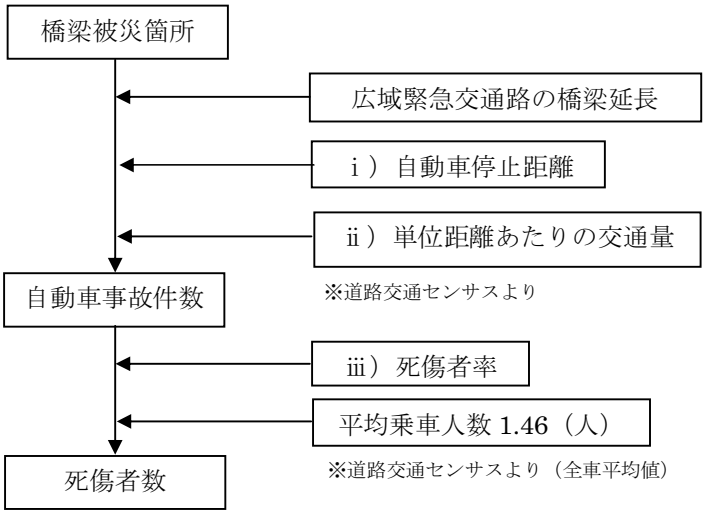
負傷者数＝18.47（人／件）×ハンドル操作ミス事故発生件数

重傷者数＝ 1.24（人／件）×ハンドル操作ミス事故発生件数

なお，重傷者数は，負傷者数における内数である．

b．落橋，桁折，大変形に伴う事故

交通施設被害で算定した橋梁の損傷確率及び橋脚本数より，道路交通センサスの交通量を用いて死傷者数を想定した．図Ⅲ-3-21に，道路の人的被害に関する落橋，桁折，大変形に伴う事故の想定フローを示す．



図Ⅲ-3-21　落橋，桁折，大変形に伴う事故の想定フロー(大阪府,2007)

① 自動車停止距離

計算の対象とする車両については，地震発生時における橋梁上の車両だけでなく，その手前の停止距離分に位置するものも含めるものとする．

停止距離は 38m（全日本交通安全協会「交通の教則」における 20，40，60，80km/h の各停止距離の平均値）とする．

② 単位距離あたりの交通量

対象時間帯は 8 時台，12 時台，18 時台とする．

時間帯別交通量（台/h）／混雑時旅行速度（km/h）により算出する．

③ 死傷者率

兵庫県南部地震(1995)時の道路被災による死傷者数の実態に基づき死傷者率を設定する．

死者率＝ 2.6% ，負傷者率＝ 14.2% ，重傷者率＝ 5.6%

（出典）大阪府地震被害想定調査（1997）より

④ 予測式

自動車事故台数 = Σ｛（橋梁延長＋自動車停止距離）×単位距離あたりの交通量｝

死傷者数 = 自動車事故台数 × 平均乗車人数 1.46（人）×死傷者率

⑦ブロック塀の倒壊・落下物による死傷者数

ブロック塀・落下物などの予測手法には，発生要因を個別に考慮せずに同様の算出式で求める手法と，発生要因別に求める手法がある．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

ア）発生要因を個別に考慮せずに同様の算出式で求める手法

a)大阪府(1997)の手法

イ）発生要因を個別に求める手法

I)ブロック塀・自動販売機等の倒壊による死傷者数

a)東京都(1997)の手法

b)静岡県(2001)の手法

c)宮城県(2004)の手法

d)岡山県(2013)の手法

II)屋内落下物の移動・転倒による死傷者数

a)静岡県(2001)の手法

b)東京都(2006)の手法

c)中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会（中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定）」(2008)・中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)の手法

d)床応答から算出する手法

III)屋外落下物による死傷者数

a) 静岡県(2001)の手法

b) 岡山県(2013)の手法

ア）発生要因を個別に考慮せずに同様の算出式で求める手法

a)大阪府(1997)の手法

○採用自治体：兵庫県(99)

宮城県沖地震(1978)の被災事例に基づき，東京都防災会議(1985)や静岡県(1993)を参考に，死傷者数の予測手法を設定している．なお，負傷者数は道路・鉄道災害などを参考に死者数の５倍と仮定している．

死者数＝ 被災対象個所数×倒壊・落下被害率×死者率(0.003 人/箇所)
×想定時間帯の屋外人口密度／1689(人/km^2)

被災対象箇所数：ブロック塀箇所数＝木造棟数×箇所率(0.03)
石塀箇所数　　＝木造棟数×箇所率(0.04)
落下物危険建物数＝３Ｆ以上非木造棟数×危険箇所率(0.25)
＊箇所率は東京都防災会議(1985)，危険箇所率は静岡県(1993)による

倒壊・落下被害率：東京都防災会議(1985)による以下の式で設定
ﾌﾞﾛｯｸ塀・落下物＝ -12.6＋0.070×地表最大加速度(gal)
石塀　　＝ -26.6＋0.168×地表最大加速度(gal)

1689：宮城県沖地震(1978)当時の仙台市の屋外人口密度(人/km^2)

負傷者数＝ 死者数×５

○兵庫県(99)では...

死者率を 0.002 としている．負傷者数については，建物被害による人的被害想定結果の死傷者比率に基づいて設定している．

イ） 発生要因を個別に求める手法

I) ブロック塀・自動販売機等の倒壊による死傷者数

a) 東京都(1997)の手法

○採用自治体：群馬県(12)，埼玉県(07)，千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，富山県(11)，岐阜県(13)，島根県(12)，広島県(07)，山口県(08)，高知県(13)，横浜市(12)，川崎市(13)，広島市(08)

※中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用．

宮城県沖地震(1978)におけるブロック塀・石塀の転倒による死者発生率から予測する．この際，大被害を受けた塀の中に，転倒したものが半分含まれていたものと仮定している．

塀の転倒による死者数 ＝ 0.00116×塀の被害件数×屋外人口密度／1689.16(人/km^2)

ただし，1689.16：宮城県沖地震(1978)当時の仙台市の屋外人口密度

○東京都(12)，千葉県(08)などでは...

自動販売機の転倒による死傷者を，同様の手法で求めている．東京都においてブロック塀の長さは最大でおよそ 12.2m であるとし，自動販売機の幅は最大でおよそ 1m とすると死者数はおよそ 1/12.2m となるとして補正をかけている．

※富山ではブロック塀の長さの最大値を 13.3m としている．

○高知県(13)，中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法では...

(死傷者数)=死傷者率×(市町村別のブロック塀等被害件数)×(市町村別時刻別移動者数)
/(市町村別 18 時移動者数)×((市町村別野外人口密度)/1689.16(人/km2))

死傷者率（＝倒壊 1 件当たり死傷者数）（高知県，2013）

死者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

b) 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：静岡県(01)，愛媛県(02)，秋田県(13)，香川県(13)，大分県(13)

＜負傷者数＞埼玉県(07)，千葉県(08)，神奈川県(09)，富山県(11)，広島県(07)，山口県(08)

宮城県沖地震(1978)時の仙台市，泉市におけるブロック塀・石塀の転倒による死傷者発生率から予測する．なお，地震発生が警戒宣言発令後の場合は，(1-警戒宣言時対応係数(0.97))を乗じている．

死者数 ＝ 0.003×ブロック塀・石塀倒壊件数×屋外人口密度／1689.16(人/km^2)

負傷者数 ＝ 0.04 ×ブロック塀・石塀倒壊件数×屋外人口密度／1689.16(人/km^2)

ただし，1689.16：宮城県沖地震(1978)当時の仙台市の屋外人口密度重傷比率は 39%

※香川県(13)に関して，「南海トラフの巨大地震　建物被害・人的被害の被害想定項目及びその手法の概要」より，死傷者率は 0.00116 としている

c) 宮城県(2004)の手法

○採用自治体：宮城県(04)

ブロック塀倒壊による死者は，1978 年当時の仙台市の屋外人口密度との違いを補正し，次式によりメッシュ別に評価している．

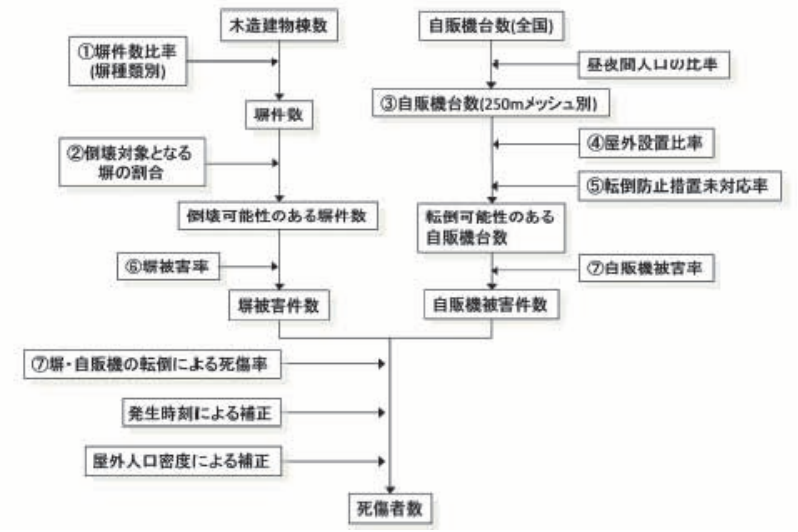
死者数＝0.00174×ブロック塀倒壊数×メッシュ内屋外人口密度/544.28

ただし，544.28 は 1978 年当時の仙台市の屋外推定人口密度

d)岡山県(2013)の手法

○採用自治体：岡山県(13)

図Ⅲ-3-22 に，屋外転倒物に伴う死者，負傷者，重傷者の想定フローを示す．



図Ⅲ-3-22　屋外転倒物による人的被害の予測フロー(岡山県, 2013)

ここで①～⑧の比率として以下を用いる．

① 塀件数比率 ブロック塀については，愛知県（H15）による県内の木造棟数とブロック塀数との関係を，また，石塀・コンクリート塀については，東京都（H9）による木造棟数と塀件数との関係を基に求められた比率を用いる．

② 倒壊対象となる塀の割合 東京都（H9）による倒壊対象となる塀の割合を用いる．

③ 自販機台数(250m メッシュ別)　自動販売機台数は，全国の台数 5,084,340 台(※日本自動販売機工業会調べ：平成 23 年末時点)を，夜間人口と昼間人口を用いて配分する．

④ 屋外設置比率(中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013))に基づき，自動販売機のうち，屋外に設置されている比率を 6 割とする．

⑤ 転倒防止措置未対応率（中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013))に基づき，自動販売機の転倒防止措置未対応率を 1 割とする．

⑥ 塀被害率　東京都(H9)による塀の被害率（転倒率）を用いる．これは，1978 年宮城県沖地震の際の地震動の強さとブロック塀等の被害率との関係に基づいたものである．

⑦ 自販機被害率　自動販売機の被害率については，阪神・淡路大震災時の震度 6 弱以上の地域における転倒率 20.9%（25,880 台/124,100 台）を用いる．

⑧ 塀・自販機の転倒による死傷率　塀・自販機の転倒による死傷率(＝倒壊 1 件あたりの死傷者数)を用いる．

II)屋内落下物の移動・転倒による死傷者数

a) 静岡県(2001)の手法

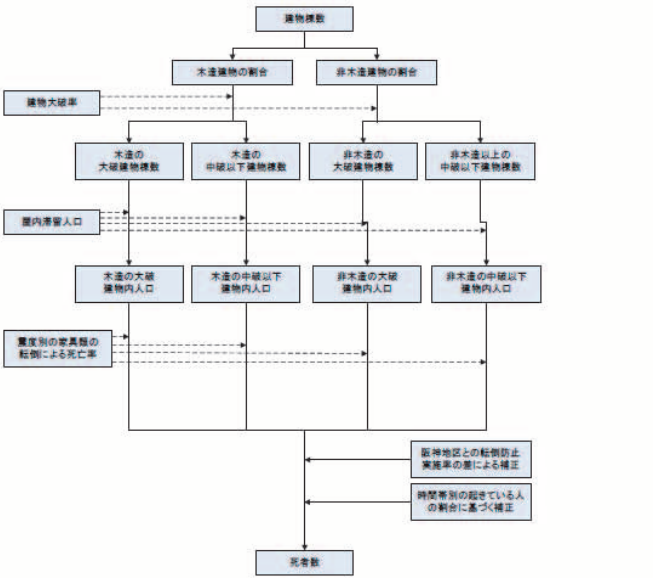
○採用自治体：静岡県(01),高知県(13)

東京消防庁・火災予防審議会(1999)の想定手法を参考に，兵庫県南部地震(1995)のデータを用いて，屋内収容物の転倒率と死傷率との関係を求めている．この際，家具等の転倒防止措置の効果も考慮している．なお，地震発生が警戒宣言発令後の場合は，(1-警戒宣言時対応係数(0.88))を乗じている．

木造死傷者数　＝(１－木造全壊率　)×パラメータ×木造建物での転倒率
×木造半壊以下建物の屋内人口

非木造死傷者数＝(１－非木造全壊率)×パラメータ×非木造建物での転倒率
×非木造半壊以下の建物の屋内人口

ただし，パラメータ：震度別・建物構造別に異なり，また死亡と負傷でも異なる
転倒防止措置率：県民意識調査結果から約 18%
重傷者比率（重傷者／負傷者）は 27%



図Ⅲ-3-23　屋内収容物の移動・転倒による人的被害の想定手順(死者数)(高知県, 2013)

b)東京都(2006) の手法

○採用自治体：千葉県(08)

宮城県沖地震（1978）や兵庫県南部地震(1995)における負傷実態を基に示された，屋内収容物の転倒等による負傷者率・重傷者率を用いる（表Ⅲ-3-14）．

表Ⅲ-3-14　屋内収容物の転倒等による負傷者率(東京都, 2006)

	負傷者率	重傷者率
震度７	0.0648%	0.0175%
震度６強	0.0648%	0.0175%
震度６弱	0.0396%	0.0107%
震度５強	0.00839%	0.00226%
震度５弱	0.000943%	0.000255%

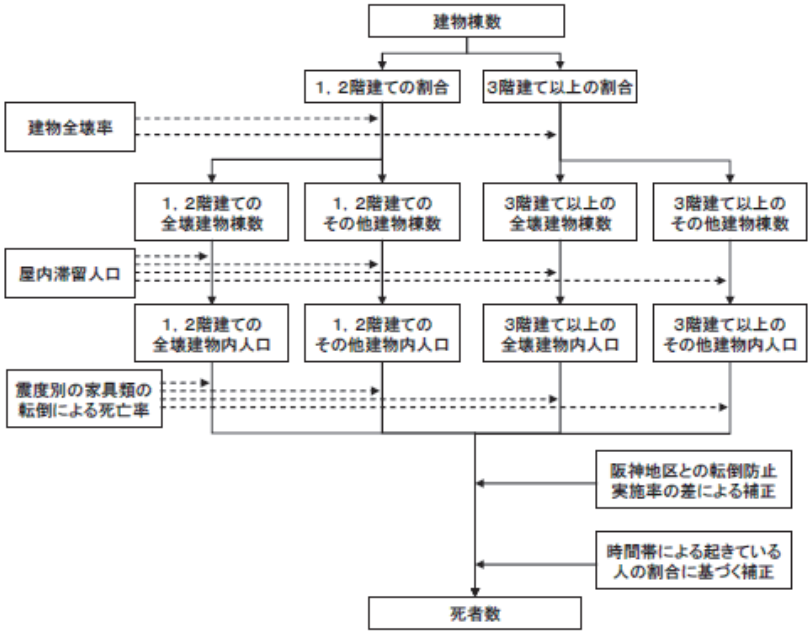
出所：「地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について」（平成 17 年３月、火災予防審議会、東京消防庁）

c) 中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会（中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定）」(2008)・中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」(2006)の手法

○採用自治体：秋田県(13), 埼玉県(07), 東京都(12), 大阪府(07), 岡山県(12), 広島県(07), 山口県(08), 横浜市(12)

※中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用

家具類の転倒による死傷者・屋内落下物による死傷者に分類して求めている．



図Ⅲ-3-24　家具類の転倒による死者算定フロー(中央防災会議, 2005)

家具類等の転倒による死傷者

・兵庫県南部地震(1995)時の実態に基づき，家屋全壊の場合とその他の場合の死傷率を設定している．

表Ⅲ-3-15　死傷率(中央防災会議, 2005)

■全壊の場合

震度	死亡率		負傷率(重傷率)
	1、2階	3階以上	
震度7	0.095%	0.019%	1.29% (0.348%)
震度6強	0.024%	0.0048%	0.32% (0.0864%)
震度6弱	0.00095%	0.00020%	0.0129% (0.00348%)
震度5強	3.8×10^{-6}%	0	5.08×10^{-5}%(1.37×10^{-5}%)
震度5弱	0	0	0(0)

■その他の場合

震度	死亡率		負傷率(重傷率)
	1、2階	3階以上	
震度7	0.0040%	0.00080%	0.0540% (0.0146%)
震度6強	0.0038%	0.00062%	0.0515% (0.0139%)
震度6弱	0.0024%	0.00037%	0.0328% (0.00886%)
震度5強	0.0013%	0.00020%	0.0182% (0.00491%)
震度5弱	0.00077%	0.00012%	0.0105% (0.00284%)

・評価対象地域と当時の阪神地区の家具転倒防止実施率との比を補正係数として乗じる.

表Ⅲ-3-16　阪神地区・東京都民の転倒防止実施率(中央防災会議, 2005)

阪神地区の転倒防止実施率	5%
東京都民の転倒防止実施率	27.8%

※ 北浦ほかの研究(1996)、廣井らの研究、東京都アンケートによる

・起きている人の 11%が家具を支える等の行動により被災を回避する.

(出典)「地震発生時における人命危険要因の解明と対策」火災予防審議会・東京消防庁(1999)による

表Ⅲ-3-17　起きている人の割合(時間帯別)(中央防災会議, 2005)

5時	8時	12時	18時
6%	88%	94%	98%

※「データブック　国民生活時間調査1995」NHK　による

屋内落下物による死傷者

・家具転倒と同様, 兵庫県南部地震(1995)時の実態に基づき死傷率を設定している.

表Ⅲ-3-18　死傷率(中央防災会議, 2005)

■全壊の場合

震度区分	死亡率		負傷率（重傷率）
	1、2階建物	3階以上建物	
震度7	0.024%	0.0047%	0.620%(0.0682%)
震度6強	0.0059%	0.0012%	0.152%(0.0167%)
震度6弱	0.00023%	0.000051%	0.00601%(0.000661%)
震度5強	9.0×10^{-7}%	0	0.0000234%(2.57×10^{-6}%)
震度5弱	0	0	0

■全壊以外の場合

震度区分	死亡率		負傷率（重傷率）
	1、2階建物	3階以上建物	
震度7	0.0011%	0.00023%	0.0295%(0.00325%)
震度6強	0.0010%	0.00018%	0.0280%(0.00308%)
震度6弱	0.00065%	0.00011%	0.0174%(0.00191%)
震度5強	0.00036%	0.000058%	0.00958%(0.00105%)
震度5弱	0.00021%	0.000035%	0.00559%(0.000615%)

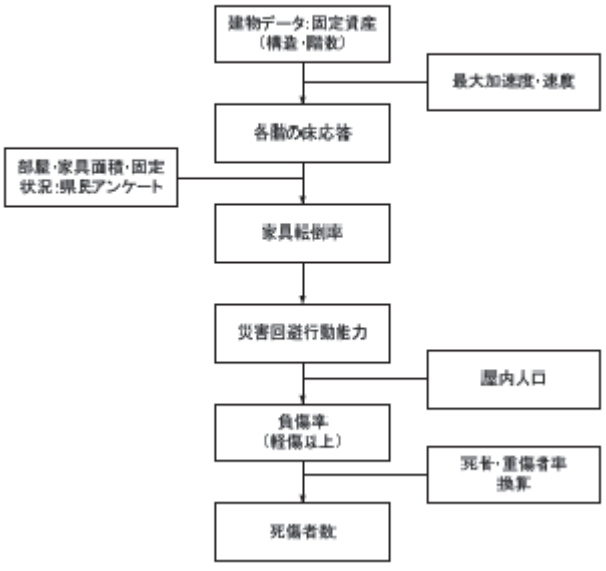
(出典)「地震発生時における人命危険要因の解明と対策」火災予防審議会・東京消防庁(平成11年)

・家具転倒と同様，評価対象地域と当時の阪神地区の家具転倒防止実施率との比を補正係数として乗じる．

d) 床応答から算出する手法

○採用自治体：神奈川県(09)，島根県(12)，香川県(13)，川崎市(13)

以下のような被害予測フローに従って算出を行っている．



図Ⅲ-3-25　被害予測フロー(川崎市，2013)

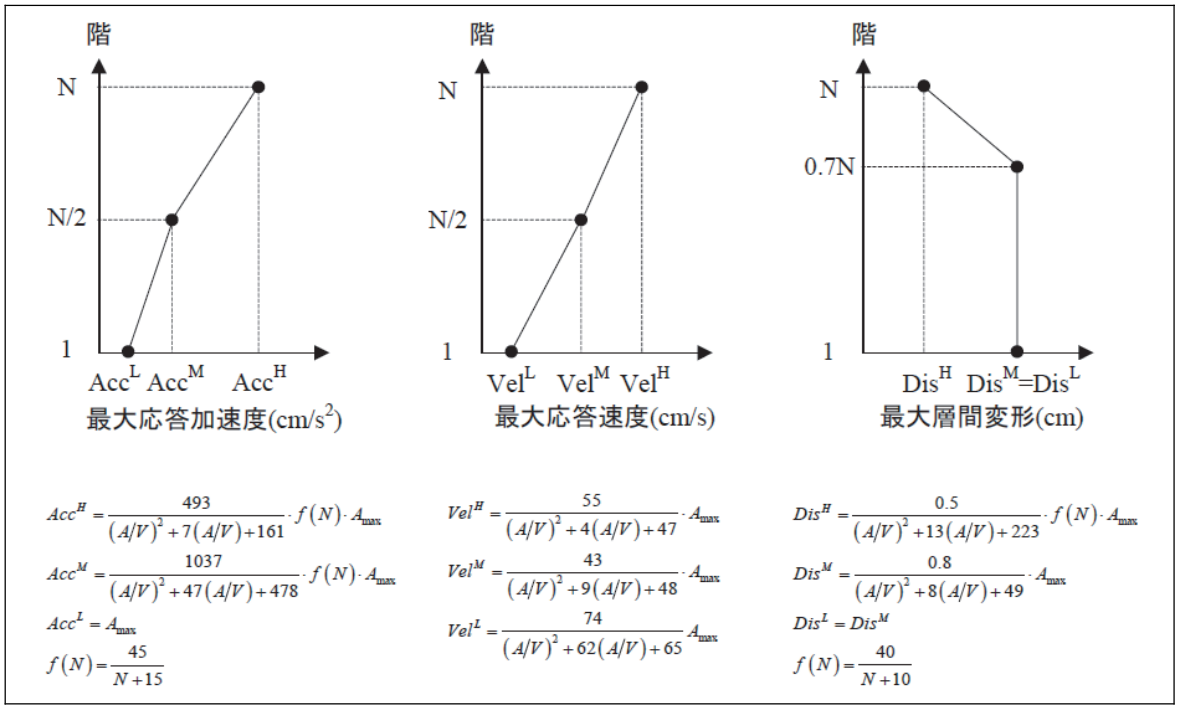
以下は川崎市(2013)の説明である．屋内収容物の転倒による死傷者数を算出した転倒率は床応答から算出し，床応答は簡易応答評価式（大大特研究(2002～2007)）から算出している．家具転倒による室内閉塞率をパラメータ（翠川・佐伯(1995)）とし，住宅・非住宅別に算出している．

床応答

床応答には大大特の研究成果を利用し，簡易応答評価式を採用した．この方法は地震動を震度や最大加速度，建物を規模と構造種別で表して地震時の建物応答を簡易に評価する方法について検討した結果である．少ない情報で建物応答を評価できることから，多数の施設を同時に評価するときなど，簡易に応答を評価したい場合に有用である．

非木造建物には以下 RC 構造物の評価式を適用し，木造建物には地表の最大地震動を適用した．

規模 N（階）	5, 10, 15, 25, 20, 30, 40, 50
周期 T（秒）	T=0.07N
建物重量	各階一様
剛性分布	台形分布（最上階に対する 1 階の剛性比を 3.0）
減衰	3%



図Ⅲ-3-26　ＲＣ構造物の応答評価式(川崎市, 2013)

家具の転倒危険度の判定

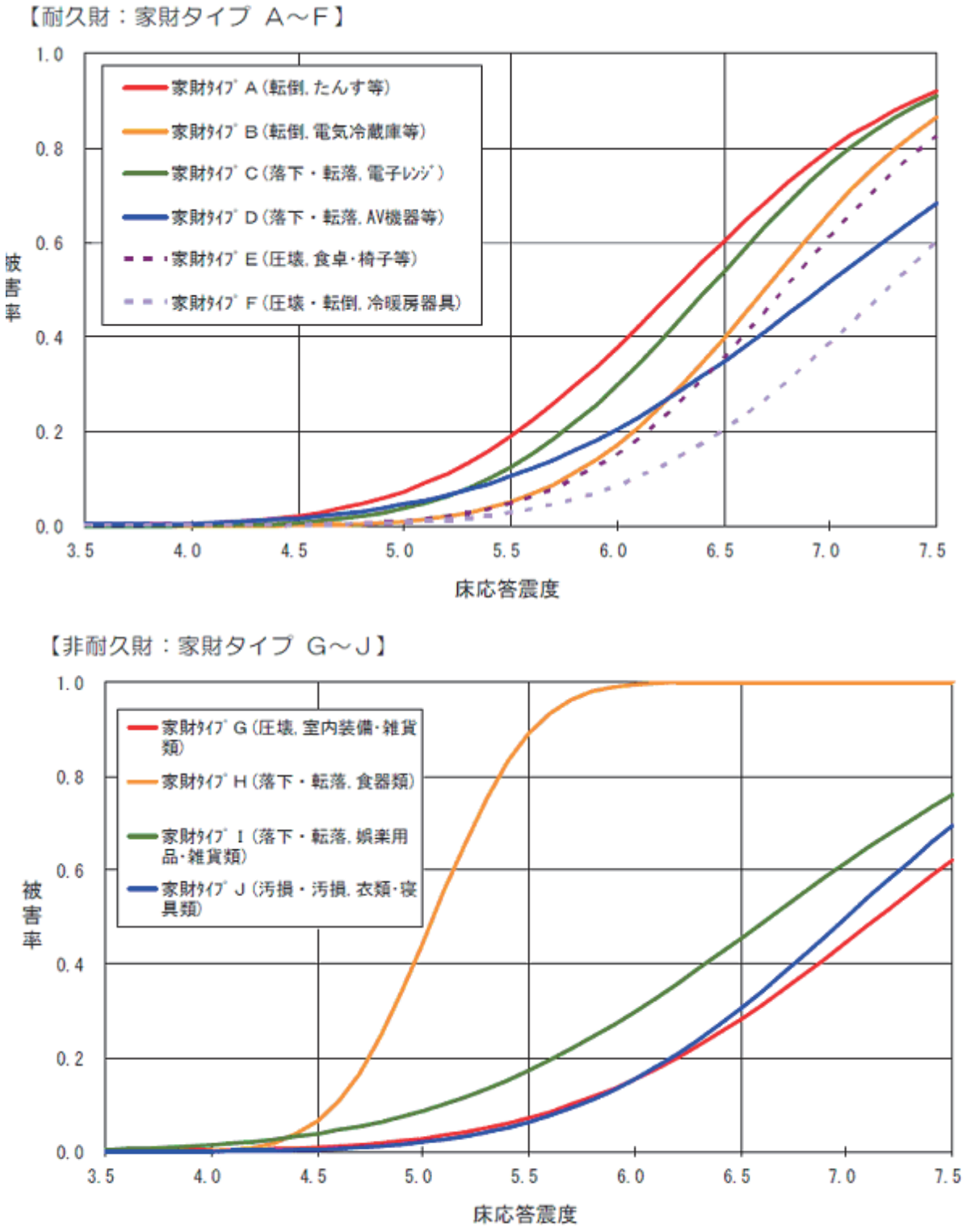
住家における固定効果考慮前のパソコン，冷蔵庫，テレビの転倒・落下確率は，損害保険料算出機構（1998）の被害関数を用いて算定した．その際，床応答速度を童・山崎（1996）の速度－震度で変換した．

非住宅についての家具の転倒率は翠川・佐伯(1995) の曲線を用いることとする．

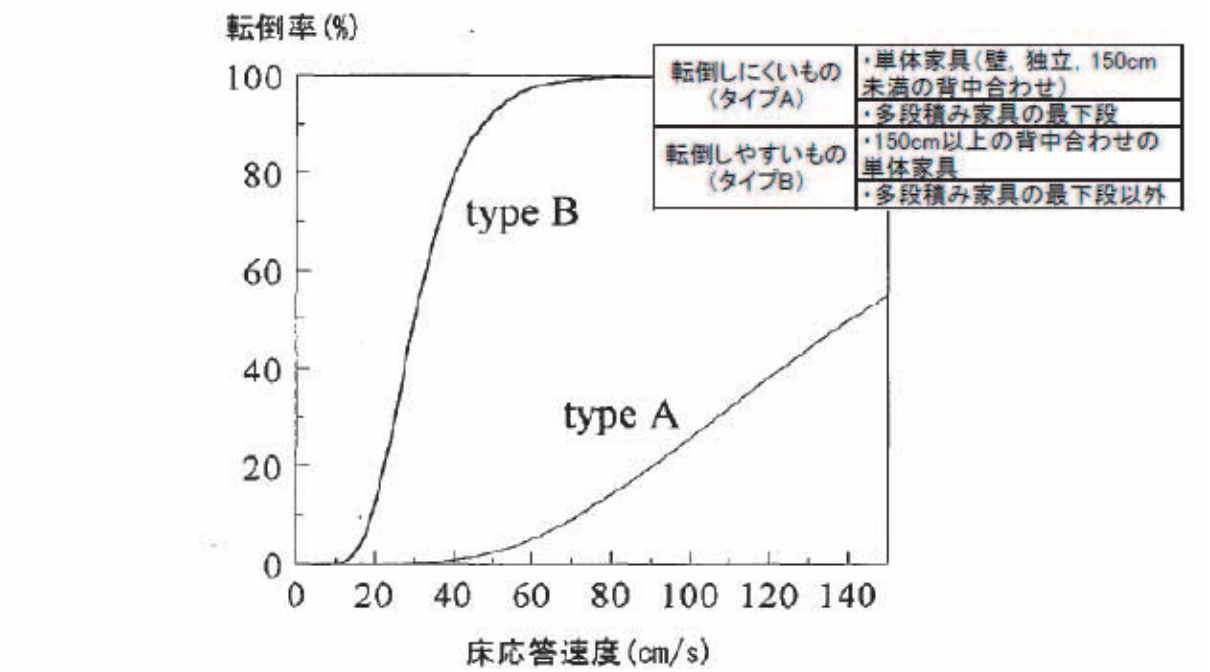
家具の固定効果は，実験結果を基に，固定していない場合の転倒確率を，次の式で固定した場合の転倒確率 R*に変換することにより考慮した．

$$R^* = \left((1-\kappa)+\kappa\gamma\right)R$$

ここで，κ は固定家具の割合，γ は固定方法に依存するパラメータである．住宅の家具固定状況については，県民アンケート調査結果により設定する．κ は固定家具の割合であるが，アンケート調査では固定家具の割合を調査していないため，κ=1 として扱った．



図Ⅲ-3-27 家財の被害関数(川崎市, 2013)



図Ⅲ-3-28 オフィス用品の被害関数(川崎市, 2013)

表Ⅲ-3-19 γの値(川崎市, 2013)

	固定方法	γ
テレビ・パソコン以外	壁固定(ベルト/金具)	全ての床応答震度：0.1
	天井固定(ポール)	床応答震度6.5未満：0.1 床応答震度6.5以上：1.0
	簡易な床固定	床応答震度5.5未満：0.3 床応答震度5.5以上：1.0
	固定治具なし	全ての床応答震度：1.0
テレビ・パソコン	壁/足元固定	全ての床応答震度：0.1
	固定治具なし	全ての床応答震度：1.0

負傷者数算出

負傷率は翠川・佐伯(1995) に基づき，部屋床面積，常時及び転倒時家具占有面積，家具転倒率，災害回避行動能力から次式により算出し，屋内滞留人口を乗じて負傷者数を算出した.

負傷率＝Σ（家具転倒率・転倒時家具占有面積）／（部屋床面積－常時家具占有面積）
×（1－災害時回避行動能力）

負傷者数＝負傷率×屋内滞留人口

このために必要となる部屋・家具の状況，固定状況は住宅・非住宅別に設定した.

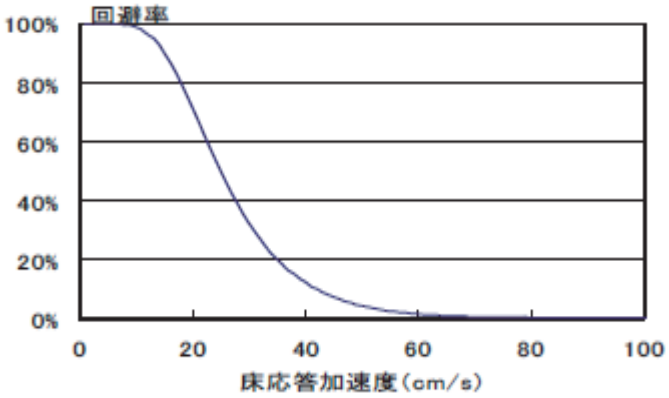
住宅については，既往の研究による平均的な部屋の広さ，家具の種類・個数を設定し，家具の固定割合を県民アンケートから設定した.

非住宅については，翠川・佐伯によるオフィスの建物規模別・年代別のパラメータを参考に表のように設定した.

災害回避行動能力ついては岡田・鏡味(1991)の曲線を用いることとする.

表Ⅲ-3-20 オフィスにおける建物属性による重み付け表(川崎市, 2013)

建築年代	常時占有率（平均:27.7%）	タイプA（平均:20.0%）	タイプB（平均:5.3%）
新しい(1982-)	-	-1.8	-2.3
中程度(1960-1981)	-	-1.8	-0.1
古い(-1959)	-	3.4	1.7



図Ⅲ-3-29 災害回避行動能力(川崎市, 2013)

● 県民アンケート及び既往の研究に基づくパラメータの設定

① 家具の個数と配置傾向

一般的な家庭における居間及び寝室における家具の種類及び個数について，佐藤ら(2005) の研究を基に以下の表に整理した.

表Ⅲ-3-21 家具の種類及び個数(佐藤ら, 2005)

居間(LDK):19.24㎡	平均設置数	寸法(m)		
		幅	奥行	高さ
雑収納家具	1.96	0.67	0.43	0.93
食器棚	1.15	0.9	0.44	1.69
冷蔵庫	1.02	0.62	0.59	1.76
ダイニングテーブル	0.9	1.37	0.88	0.69
ダイニングチェア	3.38	0.49	0.47	0.43
休息用いす(ソファー)	0.67	1.36	0.77	0.37
テレビ	0.63	0.56	0.43	0.5
その他家電機器	0.56	0.62	0.36	0.26

寝室:13.29㎡	平均家具数	寸法(m)		
		幅	奥行	高さ
タンス	1.75	0.93	0.5	1.78
収納家具	0.68	0.67	0.43	0.93
楽器以外のその他の家具	0.44	0.72	0.44	0.57
テレビ	0.29	0.56	0.43	0.5

② 家具の占有面積

常時占有面積及び転倒時占有面積について，以下に示す．なお，ダイニングチェア及び休憩用いす（ソファー）については，それらの上も居住スペースであることから，常時占有面積に含めないものとした.

表Ⅲ-3-22 家具の占有面積(川崎市, 2013)

単位：㎡

居間(LDK)：19.24㎡	常時占有面積	転倒時占有面積
雑収納家具	0.56	1.22
食器棚	0.46	1.75
冷蔵庫	0.37	1.11
ダイニングテーブル	1.09	—
ダイニングチェア	—	—
休息用いす(ソファー)	—	—
(キッチン台)	1.30	—
合　計	3.78	4.08

寝室：13.29㎡	常時占有面積	転倒時占有面積
タンス	0.81	2.90
収納家具	0.20	0.42
楽器以外のその他の家具	0.14	0.18
合　計	1.15	3.50

● 負傷率の確認

以上より得られる全転倒時の負傷率は，

全転倒時負傷率(居間)＝4.08/(19.24-3.78)=0.264

全転倒時負傷率(寝室)＝3.50/(13.29-1.15)=0.288

であり，また，家具の固定対策を考慮しない場合，居間に比べ寝室の負傷危険度が高いことが分かる．

一方，志賀ら(1989)は 1978 年宮城県沖地震の際の高層住宅の調査結果を基に，負傷率 F と家具の転倒率 T の関係式を次式で表している．

$F=\alpha \cdot T$

ここで，α(=0.238)は変換係数を表す．

今回設定したモデルでの全転倒時負傷率（居間：0.264，寝室：0.288）はα（0.238）と調和した値であり，モデルは妥当であると考えられる．ただし，志賀らによるαはアンケートから求められており，軽微な負傷者も含んでいると判断した．よって，今回設定した負傷率は軽微以上負傷率と考えられ，重傷率及び死者率への換算を行うこととした．

● 死傷率への換算

火災予防審議会・東京消防庁(1999)で設定された震度別の死者率（木造），重傷者率，負傷者（軽傷以上）率を用いて軽微以上負傷率から死傷率への換算を行う．1995 年兵庫県南部地震の被害事例を基に設定された死傷率であるため，死傷者の大体数は寝室で発生したと考えられる．また，震度７ではほぼ全ての家具が転倒したと考えられる．

以上より，震度７の死傷率及び今回設定した全転倒時軽微以上負傷率（寝室）(=28.8%)の比を換算された死傷率として扱う．ここで，今回の想定では建物被害を考慮していないため，火災予防審議会・東京消防庁(1999)の中破以下の場合の係数を用いることとする．また，火災予防審議会・東京消防庁(1999)では死者率が木造，非木造別になっているが，安全側の想定を行うこととし，木造の死者率を用いることとする．

表Ⅲ-3-23　火災予防審議会・東京消防庁(1999)による死傷率(川崎市, 2013)

大破の場合

震度	死亡率(%) 木造	死亡率(%) 非木造	重傷率(%)	負傷率(%)(軽傷以上)
震度7	0.095	0.019	0.348	1.29
震度6強	0.024	0.0048	0.0864	0.32
震度6弱	0.00095	0.0002	0.00348	0.0129
震度5強	3.8×10^{-6}	0	1.37×10^{-5}	5.08×10^{-5}
震度5弱	0	0	0	0

中破以下の場合

震度	死亡率(%) 木造	死亡率(%) 非木造	重傷率(%)	負傷率(%)(軽傷以上)
震度7	0.0040	0.00080	0.0146	0.054
震度6強	0.0038	0.00062	0.0139	0.0515
震度6弱	0.0024	0.00037	0.00886	0.0328
震度5強	0.0013	0.00020	0.00491	0.0182
震度5弱	0.00077	0.00012	0.00284	0.0105

今回設定した換算後の死傷率

死者率＝0.00004/0.288×軽微以上負傷率
重傷率＝0.000146/0.288×軽微以上負傷率
負傷率＝0.00054/0.288×軽微以上負傷率

● 家具の固定率

県民アンケート結果から，住宅における寝室及び居間における家具種類ごとの固定率を設定した．

・ 回答が不明なものは除く．
・ 家具の設置状況において，平均設置個数を用いているため，「家具なし」については値から除く．
・ 建築年代別，住宅構造・建物階数別，居住階数別ともに，大きな相関が見られないため，特に分類別に固定率を設定しない．

表Ⅲ-3-24 家具の固定率(川崎市, 2013)

	造り付け	しっかりした固定	簡易固定	固定なし
家具の固定率	7%	11%	13%	69%

ここで，表Ⅲ-3-19 との対応付けは，しっかりした固定は壁固定，簡易固定は天井固定，床固定半数ずつとした．

III)屋外落下物による死傷者数

a) 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：秋田県(13), 埼玉県(07), 千葉県(08), 東京都(12), 神奈川県(09), 富山県(11), 静岡県(01), 島根県(12), 岡山県(13), 山口県(08), 香川県(13), 高知県(13), 横浜市(12), 川崎市(13)

※中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）でも採用

宮城県沖地震(1978)における屋外落下物による死者発生率から予測する．なお，地震発生が警戒宣言発令後の場合は，(1-警戒宣言時対応係数(0.97))を乗じる．

(死傷者数)＝(死傷者率)
×｛(市町村別の落下危険性のある落下物を保有する建物棟数)／(市町村別建物棟数)
×(市町村別時刻別移動者数)｝×((市町村別屋外人口密度)／1689.16(人/km^2))

表Ⅲ-3-25　屋外落下物による死傷者率(=死傷者数÷屋外人口)(高知県, 2013)

	死者率	負傷者率	重傷者率
震度7	0.00504%	1.69%	0.0816%
震度6強	0.00388%	1.21%	0.0624%
震度6弱	0.00239%	0.700%	0.0383%
震度5強	0.000604%	0.0893%	0.00945%
震度5弱	0%	0%	0%
震度4以下	0%	0%	0%

表Ⅲ-3-26　落下物による被害率(静岡県, 2001)

	死者率	負傷者率	重傷者率
壁面落下	0.0046%	0.34%	0.036%
ガラス落下	0.0023%	0.36%	0.0023%

○東京都(12)では...
落下危険のある落下物を保有する建物棟数比率を求め，建物改修率を考慮している．

ア 落下危険のある落下物を保有する建物棟数比率

表Ⅲ-3-27 落下危険のある落下物を保有する建物棟数比率(東京都, 2006)

建築年代	飛散物（窓ガラス、壁面等）	非飛散物（吊り看板等）
～昭和 45 年	30%	17%
昭和 46 年～55 年	6%	8%
昭和 56 年～	0%	3%

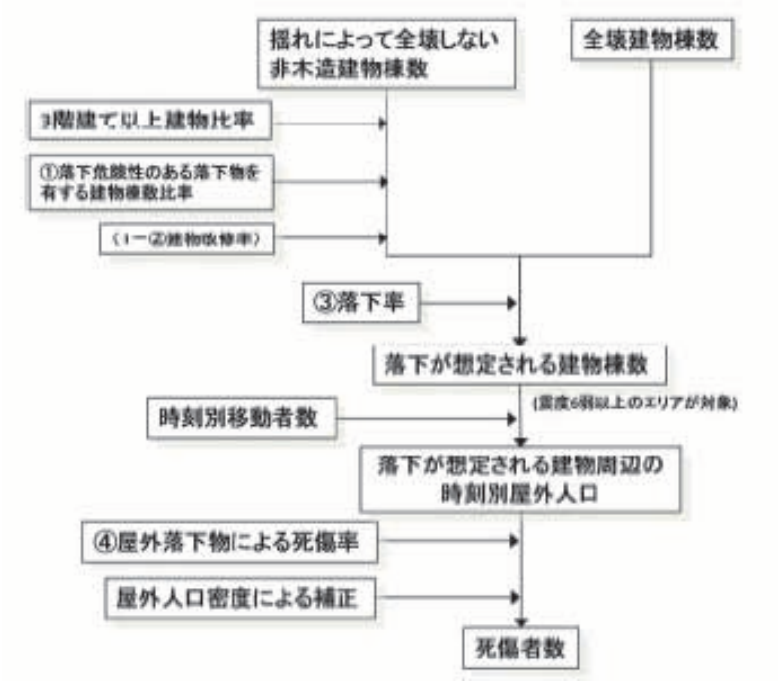
出所：東京都被害想定報告書（平成９年８月）

イ 建物改修率（落下対策実施率）
平均回収率 87%（平成 9 年想定）　→　回収率 97.15%（平成 3 月 31 日現在）

b) 岡山県(2013)の手法

○採用自治体：岡山県(13)

図Ⅲ-3-30 に，屋外落下物に伴う死者，負傷者，重傷者の想定フローを示す．同図に示すように，落下が想定される建物棟数をゆれによる全壊棟数と落下率から推計し，屋外落下物による死傷者数を人口データ及び屋外人口密度を用いて，落下が想定される建物棟数と死者数，負傷者数，重傷者数との関係式より推計する．



図Ⅲ-3-30　屋外落下物による人的被害の想定フロー（岡山県,2013）

ここで，①～④の比率として以下を用いる．

① 落下危険性のある落下物を有する建物棟数比率　屋外落下物を保有する建物棟数比率は，東京都の調査結果（東京都(97)）をもとに，対象となる建物の築年別に設定する．

② 建物改修率 建物改修率には，東京都(97)で用いている平均改修率 87%を用いる．

③ 落下率 落下物の発生が想定される建物のうち落下が生じる建物の割合（落下率）には，東京都(H9)で設定したブロック塀の被害率を用いる．

④ 屋外落下物による死傷率　屋外落下物による死傷者率には，火災予防審議会・東京消防庁「地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について」（平成 17 年)における屋外落下物（壁面落下）と屋外ガラス被害による死者率の合算値を用いる．

３－２．要救出者数

要救助者数は，建物の全壊率から算出している自治体が多い．以下に，代表的な要救助者数算出方法をまとめた．高知県については，津波被害による要救出者数も算出している．

（１） 東京都(1997)の手法

○採用自治体：千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，山口県(08)，徳島県(05)，岡山県(13)，香川県(13)，高知県(13)，大分県(13)，川崎市(13)

東京都(1997)では，木造建物の倒壊による下敷き・生埋め者数を兵庫県南部地震(1995)の被害事例を参考に想定している．

具体的には，神戸市の区別全壊棟数と下敷き・生埋め者数のデータを用いて，木造建物の全壊率と下敷き･生埋め者率の関係を求め，下敷き･生埋め者が兵庫県南部地震(1995)と同じ割合で発生すると仮定している．ただし，想定結果には自己脱出者を含んでおらず，消防，警察，自衛隊や親戚･近所の人などによって救出および遺体搬出された人数が対象である．

消防団により救助（遺体搬出）された人の割合は次式で表現される．

下敷き･生埋め者率消防団(%) ＝ 0.0164×木造全壊率(%)

東灘区の事例(宮野ら,1996)より，消防によって救出された人は14%程度なので，

下敷き･生埋め者率(%) ＝ 0.0164×木造全壊率(%)／0.14 ＝ 0.117×木造全壊率(%)

○千葉県(08)では...

要救助者の項目は設けていないが，火災による人的被害算出の際に上記の手法を用いて要救助者を算出している．

○大分県(13)では...

東京都(1997(2008))を宮野ら(1996)で補正した手法を用いている．

○香川県(13)では...

（自力脱出困難者数)＝(自力脱出困難者率)×(屋内滞留人口）（自力脱出困難者率=0.117）の式を用い，求めている．

○中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）の手法では...

自力脱出困難者(木造，非木造別)＝0.0117×(ゆれよる建物全壊率)×屋内人口の式を用いている．

（２） 静岡県(2001)の手法

○採用自治体：静岡県(01)

兵庫県南部地震(1995)の神戸市の被害事例から要救出者数を予測している．ただし，自己脱出者は含んでおらず，消防・警察・自衛隊や親戚・近所の人などによって救出および遺体搬出された人数を対象としている．

木造建物における要救助者数　＝ 0.117×木造全壊率(%) /100×木造屋内人口

非木造建物における要救助者数 ＝ 0.5 ×非木造全壊率(%)/100×非木造屋内人口

（３） 福岡県(2006)の手法

○採用自治体：福岡県(12)

建物倒壊（ゆれ）による要救出者数と斜面崩壊による要救出者数を予測している．

■建物倒壊（ゆれ）による要救出者数

建物が完全に倒壊した現場数を要救出現場数と解釈し，兵庫県南部地震(1995)の際の建物被害程度から，全壊建物の約 40%が倒壊すると考える．

要救出現場数 ＝ 全壊建物棟数×0.4

要救出者数 ＝ 要救出現場数×１棟あたり人口×在宅率×逃げ遅れ率

逃げ遅れ率：100%としている

■斜面崩壊による要救出者数

要救出者数 ＝ 斜面崩壊による被災建物数 × １棟あたり人口 × 在宅率

（４） 札幌市(2008)の手法

○採用自治体：札幌市(08)

a） 木造建物における要救助者数

（ゆれによる要救助者数）

自力脱出できなかった人の割合を，全壊家屋住民の約 7.3%(河田(1997))とし，要救助者数を以下のように推定している．

要救助者数＝0.073×木造全壊率（%）／100×木造屋内人口

ここで，上式の木造全壊率は，罹災証明全壊率である．

（斜面崩壊による要救助者数）

斜面崩壊による大破建物内の要救助者数は次式で表される．

要救助者数＝斜面崩壊による大破棟数×１棟当たり屋内存在者数×0.15

ここで大破棟数＝全壊棟数×0.5 とする．また，大破建物のうち，15%が閉じこめられ，自力脱出困難とする．

b） 非木造建物における要救助者数

兵庫県南部地震(1995)の事例から，倒壊した建物での閉じこめ率(閉じこめ者数/非木造建物内人口)は約 50%であった(岐阜県地震被害想定参照)．この事例をもとに次式にて非木造建物における要救助者数を求める．

要救助者数＝非木造建物倒壊率(%)/100×0.5×非木造屋内人口

(※上式の倒壊率は，非木造建物のうち倒壊・崩壊した建物の割合を意味する．建築研究所の「平成７年兵庫県南部地震被害調査中間報告書」での記載によれば，大破以上に占める「1 階層崩壊」「中間層崩壊」の割合は RC 造系で 46%，S 造系で 18%であり，ここでは構造的大破のうち平均的に約 3 割が崩壊・倒壊と換算する．）

（５） 香川県(2013)の手法

○採用自治体：香川県(13)

香川県(2013)では，津波の最大浸水深よりも高い階の滞留者より，津波被害に伴う要救助者の算出も行っている．

津波による人的被害の想定においては，津波の最大浸水深よりも高い階に滞留する者は避難せずにその場にとどまる場合とし，中高層階に滞留する人が要救助対象となると考え，下表の条件に沿って，要救助者数を算出した． ただし，最大浸水深が１ｍ未満の場合には中高層階に滞留した人でも自力で脱出が可能であると考え，中高層階滞留に伴う要救助者は最大浸水深１ｍ以上の地域で発生するものとした．また，津波到達時間が１時間以上ある地域では中高層階滞留者の３割が避難せずにとどまるとして要救助対象とした．

（要救助者数）＝（津波高 1m 以上 6m 未満の地域での 3 階以上の滞留者人口）

（６） 高知県(2013)の手法

○採用自治体：高知県(13)

東日本大震災においては，防衛相・自衛隊，警察庁，消防庁および海上保安庁により救助活動が行われ，救出等の総数は 27,157 人(浸水域外での孤立者や海上船舶漂流者等を含む)となっている．総務省統計局による「浸水範囲概況にかかる人口・世帯数(平成 22 年国勢調査人口集計結果による)」によれば，津波浸水範囲の人口は約 60 万人であり，浸水範囲人口の約 4.5%が救助された計算となる．

この結果をもとに，概ねの救助需要を見積もると，次式により津波被害に伴う要救助者数が算出される．

津波被害に伴う要救助者数＝0.045×津波浸水域人口

一方，津波による人的被害の想定においては，津波の最大浸水深よりも高い階に滞留する者は避難せずにその場にとどまる場合を考慮しており，その結果，中高層階に滞留する人が要救助対象となる．これより下表の考え方に沿って，要救助者数を算出した．ただし，最大浸水深が １ｍ未満の場合には中高層階に滞留した人でも自力で脱出が可能であるとし，中高層階滞留に伴う要救助者は最大浸水深１ｍ以上の地域で発生するものとした．また，津波浸水時間が１時間以上ある地域では中高層階滞留者の３割が避難せずにとどまるとして要救助対象とした．

表Ⅲ-3-28　中高層階滞留に伴う要救助者の設定の考え方(高知県, 2013)

最大浸水深	中高層階滞留に伴う要救助者対象者
1m未満	（自力脱出可能とみなす）
1m以上6m未満	3階以上の滞留者が要救助対象
6m以上15m未満	6階以上の滞留者が要救助対象
15m以上	11階以上の滞留者が要救助対象

３－３．避難者数等

自治体により「避難者」や「罹災者」などの用語や建物の損壊程度の採用基準に多少の違いが存在する．ここでは，想定した地震により住宅を失い，避難所で生活する人の数を求める手法を対象にまとめる．

避難者数の算出方法は大まかに

（１）被災状況別に建物内の住民が避難するか否かを定め，避難者数を求める手法

（２）建物の被災状況別に避難者の割合を定義し，その割合に建物数・１棟当たりの人口を乗じたものを被災状況別に求め，足し合わせる手法

（３）その他の手法

に分類される．

（１）被災状況別に建物内の住民が避難するか否かを定め，避難者数を求める手法

以下の自治体では，建物の被災状況別に建物内の住民が避難するか否かを定め，対象建物内の人口を足し合わせることで避難者数を求めている．建物内の住民が避難するとされている被災状況は自治体によって異なる．

表Ⅲ-3-29　各自治体の避難者数等の算定式

自治体	想定項目	算　定　式	全壊(大破)建物	半壊(中破)建物	焼失建物
青森県(97)	罹災者数	被害棟数×１棟あたり世帯数×平均世帯人員	○	○	○
福島県(98)			木造のみ	×	×
福井県(97)		被害棟数×平均世帯人員	○	×	○
宮崎県(06)	(長期) 避難者数	メッシュ内被害棟数／メッシュ内建物数×メッシュ内人口	○	○	○
新潟県(98)			○	○	○
岩手県(04)	避難者数	人口×被害率	○	○	×
鳥取県(05)		被害建物居住人口	○	○	○
仙台市(02)			○	○	○
宮城県(04)			○	○	○
長野県(02)		メッシュ内人口×(メッシュ内中破・半壊以上の被害棟数) ／(メッシュ内建物棟数)	○	○	○
鹿児島県(97)		被害棟数×１棟あたり人口	住宅のみ	×	住宅のみ
福岡県(12)		(全壊建物棟数＋消失建物棟数) ×一棟あたり人口	○	×	○
新潟市(07)		・長期避難者数＝町丁目内人口×（町丁目内（半壊・中破以上の被害棟数＋焼失棟数））／町丁目内全棟数	○	○	○
栃木県(04)	避難所 生活者数	時系列係数(人／棟)×全壊・焼失棟数	○	×	○
静岡県(01)	避難所		○	○	○
奈良県(05)	生活者数(発災１日後)	大破(全壊)焼失人口＋中破(半壊)人口＋断水人口	○	○	○

「避難を要する」として評価している建物の損壊程度は自治体によって異なる．表Ⅲ-3-29 にその概要をまとめるが，各自治体で採用している「全壊」「半壊」「大破」「中破」といった被害の基準そのものにも差がある場合があることに留意しなければならない．福岡県(12)でも引き続き採用している．

（２）建物の被災状況別に避難者の割合を定義し，その割合に建物数・１棟当たりの人口を乗じたものを被災状況別に求め，足し合わせる手法

以下の自治体では，建物の被災状況別に避難者の割合を定義し，その割合に建物数・１棟当たりの人口を乗じたものを被災状況別に求めた上で，それを合計することで被災者数を求めている．各自治体が定める避難者の割合は以下．

表Ⅲ-3-30　避難者の割合

自治体名	想定項目	全壊(大破) 建物	半壊(中破) 建物	焼失建物
埼玉県†　千葉県* 東京都*　富山県† 山梨県†　愛知県† 広島県†　山口県† 徳島県†　愛媛県† 大分県† 札幌市**　さいたま市† 千葉市†　広島市†	避難人口 避難所生活者数 疎開者数 避難者数 ・直後の避難者 ・1 日後の避難者 ・4 日後の避難者 ・1 月後の避難者	1.0	0.503	1.0
神奈川県*　川崎市*	避難者数，避難所生活者数，知人宅などへの疎開者数（直後，1 日後，4 日後，1ヵ月後）		0.7	1.0
岩手県	避難者数		0.5	－
名古屋市	被災者数	1.0 (住宅のみ)	0.8 (住宅のみ)	1.0 (住宅のみ)

1.0, 0.8, 0.5, 0.7, 0.503：被害棟数の対象としている割合
－　：被害棟数の対象とはしていない．
†　：この他，断水人口を考慮している．
*　：この他，断水人口，エレベーター停止による避難人口も考慮している．
**：この他，断水人口，停電人口を考慮している．

以下では，東京都(1997)，埼玉県(1998)，大阪府(1997)，神奈川県(2009)の手法における避難者数の予測手法を概説する．

a) 東京都(1997)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，群馬県(12)，千葉県(08)，東京都(12)，富山県(11)，山梨県(05)，愛知県(03)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，愛媛県(02)，熊本県(13)，大分県(13)，札幌市(08)，さいたま市(09)，千葉市(08)，横浜市(12)，広島市(08)

東京都(1997)では，避難所生活者数と疎開者数を以下のように定義し，発災１日後，４日後，１ヶ月後における人数を想定している．

避難所生活者数：建物被害やライフライン被害により避難所生活を強いられる住居制約者数
疎開者数　　：建物被害やライフライン被害により疎開を強いられる住居制約者数
（避難所以外への避難者）

ここでは，兵庫県南部地震(1995)の事例を踏まえ，自宅建物に被害がない人でも，ライフラインの途絶によって避難するとし，住居制約者は全て避難所生活者か疎開者に分類している．

① 発災１日後

室崎・流郷(1996)による住民へのアンケート調査をもとに係数を設定している．建物被害が生じていない世帯の避難者数は断水を指標として推定する．

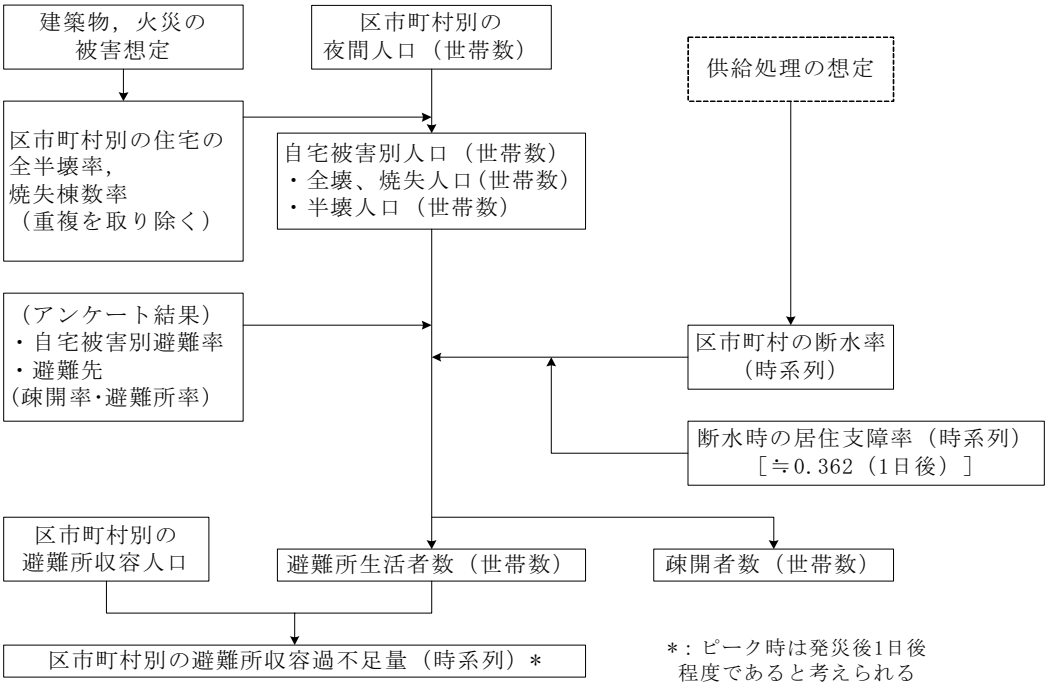
避難人口＝1.000×全壊・焼失人口＋0.503×半壊人口＋0.362×断水率×被害なし人口

＊ 兵庫県南部地震(1995)では，翌日に住宅から避難所へ避難する人は，全壊・大破が 100%，半壊・中破が 50.3%，被害軽微・被害なしが 36.2%であった

避難所生活者数＝0.65×避難人口

疎開者数　　＝0.35×避難人口

＊ 兵庫県南部地震(1995)では，避難所へ避難する人と避難所以外へ疎開・避難する人の割合はおよそ 65:35 であった



図Ⅲ-3-31　避難所生活者数・疎開者数の推計フロー(東京都, 1997)

② 発災４日後・１ヶ月後

この段階では，ライフライン復旧による帰宅行動およびライフライン途絶が継続することによる生活困窮度の増加を考慮している．

発災４日後における断水時の居住支障率を 0.91 とし，発災１ヶ月後では，水道機能は 100%復旧しているとしている．

■発災４日後

避難人口　　＝全壊･焼失人口＋0.503×半壊人口
＋0.362×発災４日後の断水率×被害なし人口
＋0.91×(１－0.362)×発災４日後の断水率×被害なし人口

避難所生活者数＝0.65×避難人口

疎開者数　　＝0.35×避難人口

■発災１ヶ月後

避難所生活者数＝0.65×(全壊・焼失人口＋0.503×半壊人口)

疎開者数　　＝0.35×(全壊・焼失人口＋0.503×半壊人口)

○千葉県(08)では...

エレベーターの停止による避難者数も求めている.

エレベーター停止による避難者数＝0.107×残りの人口※×エレベーター停止率

※ 残りの人口＝（被害なし人口－ライフライン支障により避難する人口）
×６階以上の住宅に住んでいる人の割合

○徳島県(05)では...

発災１ヶ月後における避難者は自宅建物被害を受ける人だけとしている.

○札幌市(08)では...

冬の場合，断水の代わりに停電を考慮している.

○大分県(13)では...

発生 4 日後ではなく 1 週間と仮定し，自宅建物に被害のなかった避難所生活者や避難所外避難者は，ライフライン(水道)が復旧することによって帰宅行動をとると仮定している.

b) 埼玉県(1998)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，鳥取県(05)，仙台市(02)

埼玉県(1998)では，以下の仮定を設定し，避難所における就寝者数を予測している.

・避難所におけるピーク時の就寝者数は，全壊＋半壊＋焼失世帯の居住人口とする.
・避難所の推移は，１～５日後まではピークの値を維持し，その後徐々に減少し，１ヶ月後には全壊＋焼失世帯の 65%が避難所に避難しているものとする.
・１ヶ月後の避難世帯数が仮設住宅供給数と一致するものとする.
・１ヶ月後以降，避難者数の推移は仮設住宅建設の状況に依存するため，定量的な想定は行っていない.

c) 大阪府(1997)の手法

○採用自治体：滋賀県(05)，大阪府(07)，堺市(09)

大阪府(1997)では，様々な項目の想定結果を使用して，罹災者と避難所生活者の推計を行っている.

表Ⅲ-3-31　罹災者と避難所生活者の推計手法(大阪府(1997)より作成)

要因項目	罹災者	避難所生活者
① 建物被害	全壊・半壊住宅の世帯人口	避難所生活者 ＝ 罹災者数×避難所生活者率 罹災者数：左記の推計値 避難所生活者率：兵庫県南部地震(1995)の兵庫県におけるピーク時の比率(29%)
② 地震火災	最大焼失住宅の世帯人口(①を除く)	
③ 危険物災害	考慮しない	
④ 津波災害	浸水範囲の津波床上浸水の世帯人口	
⑤ 斜面災害	全・半壊人家の世帯人口(斜面崩壊)	
⑥ ﾗｲﾌﾗｲﾝ機能障害	考慮しない	

d) 神奈川県(2009)の手法

○採用自治体：神奈川県(09),川崎市(13)

県内で実施したアンケート結果を用いて，避難者数，避難所生活者数，知人宅などへの疎開者数を直後，1 日後，4 日後，1 ヵ月後に分けて用いている．

表Ⅲ-3-32　疎開者の割合(神奈川県，2009)

避難の要因	直後	1日後	4日後	1ヵ月後	うち疎開の割合
無被害（余震に対する不安等）	0%	25%	0%	0%	0%
自宅が半壊，一部破損	70%	70%	70%	70%	13%
自宅が全壊，全焼	100%	100%	100%	100%	13%
断水	0%	59%	59%	59%	13%
エレベータ停止	0%	39%	39%	0%	13%

e) その他の手法

○採用自治体：三重県(06),香川県(13),名古屋市(99),川崎市(13)

その他にも，以下のように被災者数等を求めている自治体もある．

○名古屋市(1999)

被災者数＝全壊家屋に住む人口＋半壊家屋に住む人口×0.8(注1)
＋焼失家屋に住む人口－(全壊率＋半壊率×0.8)×焼失家屋内人口

(注1)兵庫県南部地震(1995)における神戸市内の住家の全半壊家屋に住む推定人口とピーク時被災者数(避難者数)の関係から，全壊家屋に住む全人口に半壊家屋に住む人口の８割を加算している．

○三重県(2006)

避難所への避難者数＝全壊・焼失人口×623／1029

○香川県(2013)

津波の影響を受けない範囲(津波浸水域外)

(全避難者数)＝(全壊住宅棟数＋0.13×半壊住宅棟数)×(1 棟当たりの平均居住者数)＋(断水人口注2) ×(断水時生活困窮度注3)

津波の影響を受ける範囲(津波浸水域内)

(全避難者数)＝(津波浸水深 30cm 以上の地区の全人口)注4

(注 1)断水人口は，自宅建物被害を原因とする避難者を除く断水世帯人員を示す

(注 2)断水時生活困窮度とは，自宅建物は大きな損傷をしていないが，断水が継続されることにより自宅での生活し続けることが困難となる度合を意味する．時間とともに数値は大きくなる．阪神・淡路大震災の事例によると，水が手に入れば自宅の被害がひどくない限りは自宅で生活しているし，半壊の人でも水道が復旧すると避難所から自宅に帰っており，逆に断水の場合には生活困窮度が増す

(注 3)発生後 3 日間における．津波の影響を受ける範囲の避難者数は，津波浸水深 30cm 以上の全人口とする

（３）その他の手法

a)山形県(2006)の手法

○採用自治体：山形県(06)

山形県(2006)は地表最大速度を指標に避難者率を定め，避難者数を求めている．

（避難者数）＝（避難者率）×（発災時の人口：昼間または夜間）

表Ⅲ-3-33　避難者率(山形県，2006)

地表最大速度(cm/s)	避難者率(%)
～２０	0.0
２０～３０	1.0
３０～４０	5.0
４０～５０	5.0
５０～６０	5.0
６０～７０	10.0
７０～８０	10.0
８０～９０	10.0
９０～	15.0

b)岡山県(2013)の手法

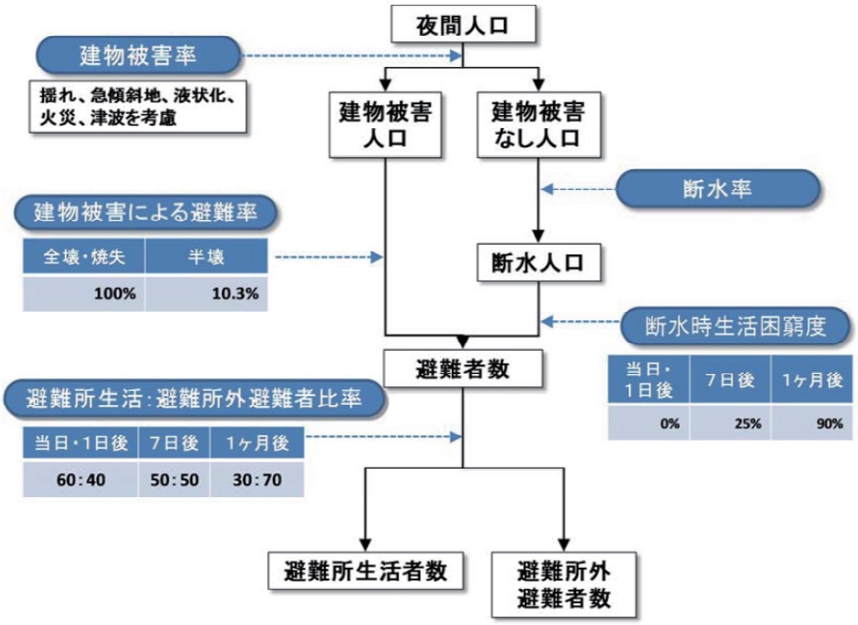
○採用自治体：岡山県(13)

岡山県(2012)は津波浸水区域内・浸水区域外に分けて想定を行っている．

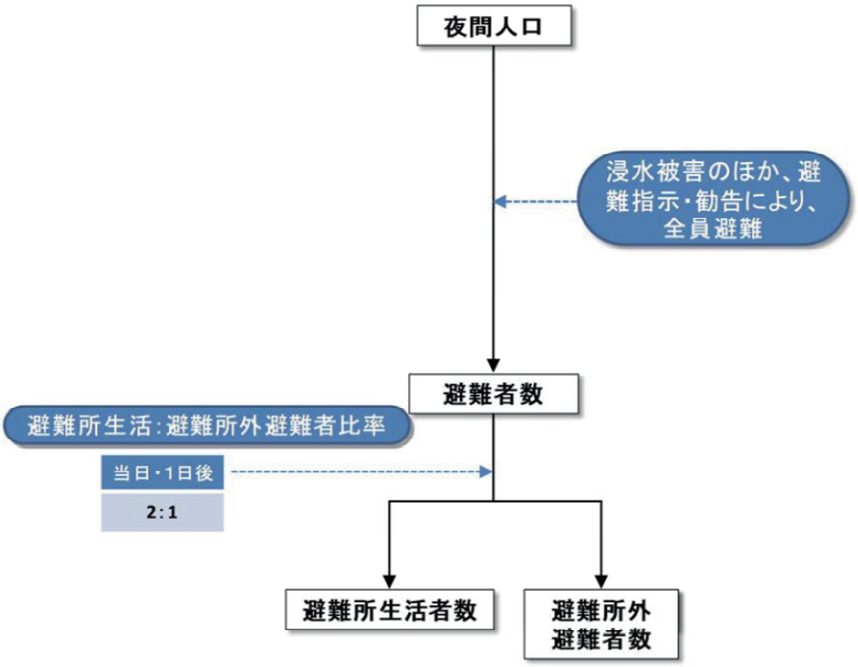
図Ⅲ-3-32～図Ⅲ-3-34 に，それぞれ，津波浸水区域内・浸水区域外における想定フローを示す． 同図に示すように，浸水区域内では，当日・1 日後において，浸水被害の他，避難指示・勧告によって，全員が避難するとしている．また，浸水区域内(4 日目以降)，及び浸水区域外における避難者は，建物被害による避難者と，ライフライン被害による避難者に分けて計算を行う．ライフラインの復旧程度を表す指標として，水道の断水率を用いる． なお，避難所生活者と避難所外避難者数の比率(表Ⅲ-3-34)，建物被害による避難率，断水時生活困窮度は(中央防災会議南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013))を用いる．

表Ⅲ-3-34　避難所生活者：避難所外避難者の比率(岡山県,2013)

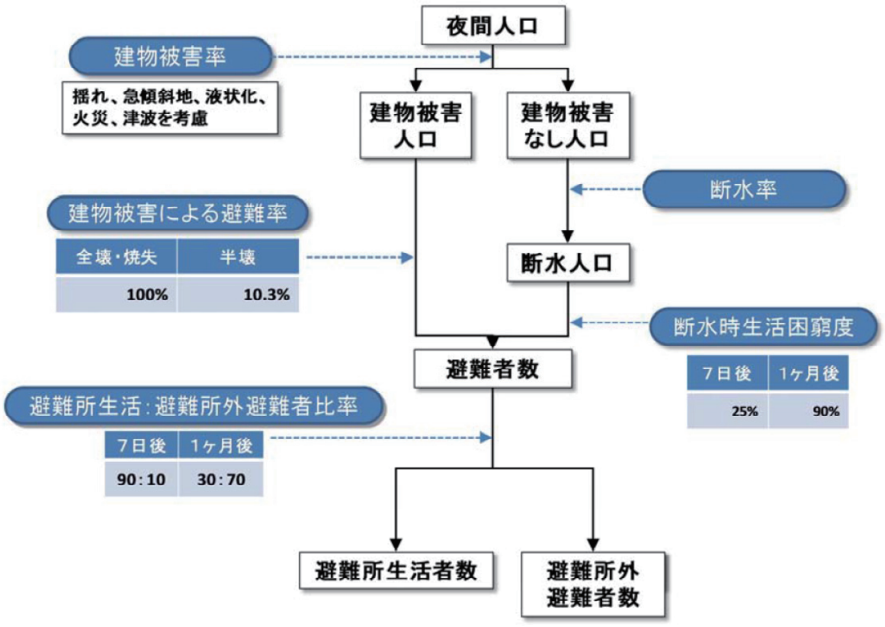
	当日･1日後	1週間後	1か月後
浸水区域内	2:1	90:10	30:70
浸水区域外	60:40	50:50	



図Ⅲ-3-32　避難者数の想定フロー（①津波浸水区域外）（岡山県, 2013）



図Ⅲ-3-33　避難者数の想定フロー（②津波浸水区域内：3 日目まで）（岡山県, 2013）



図Ⅲ-3-34　避難者数の想定フロー(③津波浸水区域内：4 日目以降)(岡山県, 2013)

c)高知県 (2013)の手法

○採用自治体：高知県(13)

各市町村の避難生活者数は，津波の影響を受けない範囲(内陸部)と，津波浸水地域(沿岸部)の避難生活者数を区分して算出した.津波浸水地域(沿岸部)については，被害を受けた建物棟数から地震発生後(3 日間)の避難生活者数と 4 日目以降の避難生活者数を分けて想定した.

1)内陸部(津波浸水域外)における避難生活者数の算出

全避難生活者数＝(全壊建物棟数 ＋ 0.13 × 半壊棟数) × 市町村別の 1 棟当たり平均人員数
＋ 断水人口 × 断水時生活困窮度※

※生活困窮度：(当日・1 日後)0.0 ⇒ (1 週間後)0.25 ⇒ (1 か月後)0.90

阪神・淡路大震災の実績及び南海トラフ巨大地震による被害の甚大性・広域性を考慮して，発災当日・1 日後，1 週間後，1 か月後の避難所避難者と避難所外避難者の割合を以下のように想定する.

避難所避難者と避難所外避難者の割合：

(当日・1 日後)60：40 ⇒ (1 週間後)50：50 ⇒ (1 か月後)30：70

2)津波浸水域における避難生活者数の算出

① 地震発生直後(3 日間)における避難生活者数の算出

ア)全壊建物，半壊建物

全員が避難する.(半壊建物も，屋内への漂流物等により，自宅では生活不可)

イ)一部損壊以下の被害建物(床下浸水を含む)

津波警報に伴う避難指示・勧告により全員が避難する.

ウ)避難所避難者と避難所外避難者・疎開者等

東日本大震災における浸水範囲の全人口は約 60 万人(総務省統計局の集計より)内閣府の集計より，東日本大震災における最大の避難所避難者数は約 47 万人(3 月 14 日)である.沿岸部の避難所避難者数は約 40 万人であることから，以下のように設定する.

避難所避難者：避難所外避難者＝40：(60-40)＝2：1

避難所避難者数(発災当日～発災 2 日後)＝津波浸水地域の居住人口×2/3

② 地震発生後 4 日目以降の避難者数の算出

全避難生活者数＝(全壊建物棟数 ＋ 0.13 × 半壊棟数)×市町村別の 1 棟当たり平均人員数
＋ 断水人口 × 断水時生活困窮度

東日本大震災の実績及び南海トラフ巨大地震による被害の甚大性・広域性を考慮して，発災当日・1 日後，1 週間後，1 か月後の避難所避難者と避難所外避難者の割合を以下のように想定する.

避難所避難者と避難所外避難者の割合：(1 週間後)90：10 ⇒ (1 か月後)30：70

３－４．帰宅困難者数

（１）東京都(1997)の手法

○採用自治体：群馬県(12)，埼玉県(07)，千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，大阪府(07)，岡山県(13)，広島県(07)，山口県(08)，高知県(13)，福岡県(12)，熊本県(13)，大分県(13)，さいたま市(09)，横浜市(12)，川崎市(13)，広島市(08)

外出者，帰宅困難者を以下のように定義し，地震発生後の帰宅困難者数を予測している．

外出者：地震発生直後，交通機関の停止により自宅がある区市町村以外で足止めされた人々

帰宅困難者：外出者のうち徒歩で帰宅することが困難な人々

ここでは，就業者や学生だけでなく，私事目的による移動者も考慮している点が特徴である．人口動態の基礎データとして，国勢調査やパーソントリップ調査の結果を使用している．

震度５以上のゆれで交通機関は点検等のため停止する．夜間に入ると運行再開に時間がかかる点を考慮し，帰宅手段としては徒歩のみを想定する．自宅までの帰宅距離は，滞留している所在地と帰宅先の区市町村庁舎間の距離を代表させている．

帰宅困難者の判定は以下の基準によっている．

- 帰宅距離 10km 以内の人は全員「帰宅可能」とする．
- 帰宅距離 10～20km では，被災者個人の運動能力の差から，１km ごとに「帰宅可能」者が 10%ずつ低減していくものとする．
- 帰宅距離 20km 以上の人は全員「帰宅困難」とする．

○大阪府(07)では...

大阪府と他府県間の流動については大阪府境界を跨ぐ流動を帰宅困難トリップとし，大阪府内々の流動について代表地点（市町村役場の所在地）間距離による帰宅困難割合を考慮して帰宅困難者数を算定している．

○岡山県(13)では...

従来の帰宅困難者率と東日本大震災発災当日における実績を基に設定された新しい帰宅困難者率の双方で計算し，幅を持たせた推定結果としている．

○川崎市(13)では...

川崎市を通り川崎市近郊の市区に徒歩で帰宅する人のうち川崎市内で力尽きる人数も考慮している．

○横浜市(12)では…

観光客の統計データを用いて，休日における帰宅困難者も統計．

（２） 三重県(2006)の手法

○採用自治体：三重県(06)

三重県では，隣の市町村へは比較的帰宅が容易でありそれ以外の遠方へは帰宅が困難であるとし，隣の市町村への帰宅率と，隣の市町村以外からの帰宅率を設定して帰宅困難者数を算出している．

表Ⅲ-3-35　帰宅率(%)(三重県,2006)

震度	隣の市町村から	隣の市町村以外から
4以下	100	100
5弱～5強	100	50
6弱以上	50	25

4．ライフライン被害の予測

本節では，「電力」「通信」「上水道」「下水道」「ガス」について，被害および復旧の予測手法を整理する．

電力・通信の被害については，電柱・架空線・地下ケーブルなどを対象に地震動の大きさや液状化の発生状況から，経験的な被害発生傾向に基づき被害を予測している．例えば，電柱の場合は，震度や地表最大加速度に対する標準被害率を設定し，液状化の状況に応じて補正係数を掛け合わせて予測している自治体が多い．

上水道・下水道・都市ガスの被害については，埋設管を対象に，地表最大加速度・地表最大速度・SI値などの指標を用いて標準被害率を設定し，液状化の状況，管種や管径の条件に応じて補正係数を掛け合わせる手法が広く用いられている．ただし，下水道の予測手法においては，地震動の指標が用いられず，液状化危険度による指標を用いて評価する場合もある．

こうした経験的手法による被害予測結果には相当の不確定性を伴う反面，少ないパラメータで被害率を算定できることから，マクロな被害予測には大変有効な手法である．なお，標準被害率や各種補正係数は，自治体によって様々な値が採用されている．

各自治体の被害想定において，ライフラインの被害予測に用いられている地震動指標を下表にまとめる．ただし，電力・通信については評価項目が複数あるため集計していない．

表Ⅲ-4-1　主なライフライン被害予測に用いられる地震動指標

	主な地震動指標	採用自治体数
電力（電柱）	□震度 □最大加速度 □震度と建物全壊率を併用	17 1 15
上水道	□地表最大速度Ｖ □SI 値 □地表最大加速度Ａ	32 3 5
下水道	□地表最大速度Ｖ □SI 値 □地表最大加速度Ａ □震度階 □地震力の指標なし（液状化危険度を用いて土砂堆積延長を算出する手法）	7 3 9 8 10
都市ガス※	□地表最大速度 V □SI 値 □地表最大加速度 A	9 9 5
プロパンガス	□計測震度 □全半壊率	6 3

（注1）近年，SI値によって機能支障を直接予測する手法を採用する自治体が増加しているため，被害予測手法自体の採用自治体は減少傾向にある．

４－１．電力の被害・復旧

（1）施設被害の予測

電力施設の被害予測は，電柱，架空線（配電線），地下ケーブルの３つに分けて実施している自治体が多い．

電柱と架空線については，電力施設の被害予測を実施しているほぼ全ての自治体で行われているが，地下ケーブルについては総延長が短い等の理由により予測を実施していない自治体もある．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

①電柱の被害
- a)東京都(1997)等の手法
- b)広島県(1997)の手法
- c)福岡県(2006)の手法
- d)仙台市(2002)の手法
- e)神奈川県(1986)の手法
- f)東京都(2006)の手法

②架空線（配電線）の被害
- a)東京都(1997)等の手法
- b)神奈川県(1986)の手法
- c)山形県(2006)・札幌市(2008)等の手法
- d)香川県(2013)の手法

③地下ケーブルの被害
- a)東京都(1997)等の手法
- b)東京都防災会議(1991)の手法
- c)仙台市(2002)の手法
- d)東京都(2006)の手法

④ その他の手法
- a)中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

① 電柱の被害

a)～d)は震度，e)は最大加速度，f)は震度と建物全壊率を併用して，地震動指標としている．

a) 東京都(1997)等の手法

○採用自治体：青森県(97)，宮城県(04)，山形県(06)，栃木県(04)，山梨県(05)，静岡県(01)，愛知県(03)，三重県(06)，鳥取県(05)，愛媛県(02)，大分県(13)，札幌市(08)，横浜市(12)，新潟市(07)

火災を考慮しない場合の被害率の予測（下式右辺第１項）では，兵庫県南部地震(1995)，日本海中部地震(1983)による被害に基づく標準被害率 R を設定している．

火災に関する項（下式右辺第２項）に関しては，延焼区域の施設が全て被災するとする自治体や，N_f は建物の焼失率に等しいとする自治体がある．なお，大分県(13)，横浜市(12)は焼失率を考慮しない．また，横浜市(12)では津波による電柱流失は生じないと判定している．

$$N_d^P = C_l \cdot R/100 \cdot N + N_f \cdot N$$

N_d^P ：被害量(基)

C_l ：液状化条件による補正係数

R　：標準被害率(%)

N　：設備量(基)

N_f　：焼失率

表Ⅲ-4-2　電柱の標準被害率 R（単位：%）

震度	５強以下	６弱	６強	7
青森県(97)	0.00	0.47		6.68
宮城県(04),栃木県(04),愛知県(03) 山形県(06),大分県(13),三重県(06)	0.00	0.55		6.68
新潟市(07),横浜市(12)	0.0	0.5		6.7
札幌市(08)	0.0	0.3		4.7

表Ⅲ-4-3　液状化条件による補正係数 C_l

P_L値ランク	P_L=0	0< P_L≦5	5< P_L≦15	15< P_L
横浜市(12)	1.0	1.1	1.3	2.1
札幌市(08)	1.0	1.2	1.5	2.8

大分県(13)では,液状化による補正係数 C_l を日本海中部地震における電柱の液状化地域と非液状化地域の被害率比により次のように算出している.

C_l ＝液状化被害率（＝7）×液状化発生面積率＋1×(1－液状化発生面積率)

b) 広島県(1997)の手法

○採用自治体：新潟県(98)

兵庫県南部地震(1995)における架空配電線の被害事例より被害率を設定している．延焼メッシュでは，メッシュ内の支持物数のうち焼失面積率分が焼損するものとしている.

表Ⅲ-4-4　架空配電線支持物の被害率

震度	非液状化地域 (P_L≦15)	液状化地域 (15< P_L)
５強以下	0.0%	0.00%
６弱～６強	0.5%	0.65%
7	6.7%	8.71%

c) 福岡県(2006)の手法

○採用自治体：福岡県(12)

日本海中部地震(1983)，兵庫県南部地震(1995)による被害事例に基づき被害率を設定している．なお，建物倒壊や火災によって被災する数量は考慮していない．

表Ⅲ-4-5　電柱の被害率(単位：%)（福岡県，2006）

震度	標準被害率 a	液状化係数 b	被害率 a×b
5強以下	無被害	―	無被害
6弱	0.13	$0.98+0.014P_L$	$0.13+0.0018P_L$
6強以上	0.49	$0.99+0.006P_L$	$0.49+0.0029P_L$

d) 仙台市(2002)の手法

○採用自治体：仙台市(02)

兵庫県南部地震(1995)での被害事例から被害率を設定している．折損，倒壊，傾斜，焼失などを対象としている．

表Ⅲ-4-6　架空配電線設備の被害率(仙台市, 2002)

震度	非液状化地域	液状化地域
6弱～6強	3.7%	6.0%
7	19.0%	19.0%

e) 神奈川県(1986)の手法

○採用自治体：福井県(97)

神奈川県(1986)では，新潟地震(1964)と宮城県沖地震(1978)の被害事例に基づき下表のような電柱の被害率を設定している．

表Ⅲ-4-7　電柱 100 基あたりの被害本数(神奈川県, 1986)

		地表最大加速度				液状化地域 ($15<P_L$)
		150gal 以下	151gal～300gal	301gal～400gal	400gal 以上	
折損	ｺﾝｸﾘｰﾄ柱	0.00	0.00	0.01	0.03	0.9
	木　柱	0.00	0.00	0.01	0.02	0.2
倒壊	ｺﾝｸﾘｰﾄ柱	0.00	0.00	0.03	0.10	3.4
	木　柱	0.00	0.00	0.01	0.03	0.9

f) 東京都(2006)の手法

○採用自治体：秋田県(13),群馬県(12),埼玉県(07),千葉県(08),神奈川県(09), 島根県(12),岡山県(13),広島県(07),山口県(08),香川県(13),高知県(13),熊本県(13), さいたま市(09),川崎市(13), 広島市(08)

中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2003-2004)・中央防災会議「東南海, 南海地震等に関する専門調査会」(2006), 中央防災会議「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)も採用

建物全壊の巻き込まれによる電柱折損本数と,ゆれによる電柱折損本数を算出している.

電柱被害本数＝地震動による電柱折損本数＋建物全壊による電柱折損本数

・建物全壊による電柱折損本数＝電柱本数×0.17155×木造建物全壊率
(兵庫県南部地震(1995)の実態による)

・ゆれによる電柱折損本数＝電柱本数×ゆれによる電柱折損率

表Ⅲ-4-8 ゆれによる電柱折損率(中央防災会議, 2005)

	揺れによる電柱折損率
震度7	0.8%
震度6	0.056%
震度5	0.00005%

○島根県(12), 川崎市(13)では...

ゆれによる電柱折損率は1995年阪神・淡路大震災被害調査結果を基に設定している.

震度7　6.7%
震度6以上　0.5%
震度5以上　0.0%

○中央防災会議「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008), 秋田県(13)では...

加えて, 延焼による電柱被害を, その被害率が焼失率に一致するものとして算出する.

延焼による電柱折損本数＝電柱本数×焼失率

② 架空線（配電線）の被害

a) 東京都(1997)等の手法

○採用自治体：宮城県(04)，栃木県(04)，静岡県(01)，愛知県(03)，愛媛県(02)

過去の地震被害事例をもとに，下式により被害を予測している．

$$n_d^C = a \cdot N_d^P / L$$

n_d^C ：架空線平均被害率(箇所/km)

a ：支持物１本当り架空線の被害径間(箇所/本)

＊兵庫県南部地震(1995)の被害事例から，東京都は0.396，愛知県は0.4としている

N_d^P ：支持物被害量(本)

L ：当該供給エリアの架空線亘長(km)

b) 神奈川県(1986)の手法

○採用自治体：福井県(97)

過去の地震被害事例に基づき被害率を設定している．

表Ⅲ-4-9　架空配電線の被害率(神奈川県, 1986)

地表最大加速度	150gal 以下	151gal～ 300gal	301gal～ 400gal	401 gal 以上	液状化地域 ($15 < P_L$)
コンクリート柱	0	0.01	0.32	1.2	11.0
木　柱	0	0.002	0.05	0.18	2.6

（単位：条･ｽﾊﾟﾝ／電柱 100基あたり）

c)山形県(2006)・札幌市(2008)等の手法

○採用自治体：山形県(06)，札幌市(08)

電柱被害本数から，被害延長を求めている．

架空配電線の物的被害量は，電柱と架空配電線の被害量との関係式を用いて被害亘長を算出する．これは，兵庫県南部地震(1995)の被害データをもとに定量化した手法である．

架空配電線の物的被害量(被害亘長)は次式により算出される．

被害亘長＝ａ×ｂ×Ｎdp

(被害率＝被害亘長／架空配電線の亘長)

ａ：兵庫県南部地震(1995)における架空線断線径間／電柱被害本数(＝0.4)

ｂ：架空配電線の径間亘長(km／径間)

Ｎdp：電柱被害本数(本)

d) 香川県(2013)の手法

○採用自治体：香川県(13), 高知県(13)

津波・火災による被害を想定している.

(a) 津波による被害

津波による建物全壊率と同じ割合で停電が発生すると想定した.

（津波による架空線停電率）＝（津波による建物全壊率）

(b) 火災による被害

火災による建物焼失棟数率と同じ割合で停電が発生するものと想定した.

（火災による停電率）＝（火災延焼による建物焼失棟数率）

③ 地下ケーブルの被害

a) 東京都(1997)等の手法

○採用自治体：宮城県(04), 山形県(06), 栃木県(04), 静岡県(01), 愛知県(03), 三重県(06), 愛媛県(02), 札幌市(08), 横浜市(12)

兵庫県南部地震(1995)による被害事例に基づき被害率を設定している.

$$N_d = C_l \cdot R/100 \cdot L$$

N_d ：被害量(km)

C_l ：液状化条件による補正係数

R ：標準被害率(%)

L ：設備量(km)

表Ⅲ-4-10　地下線の標準被害率 R

震度	5強以下	6	7
宮城県(04), 栃木県(04) 愛知県(03), 愛媛県(02) 札幌市(08), 三重県(06), 山形県(06)	0.00	0.30	4.70

表Ⅲ-4-11　地下線の標準被害率 R (横浜市, 2012)

震度	液状化危険度	
	高い	低い
5強以下	被害なし	被害なし
6弱, 6強	1.5	0.3
7	7.4	7.4

b) 東京都防災会議(1991)の手法

○採用自治体：福井県(97)

$$L_c = C_{gl} \cdot R(A) \cdot L$$

$$R(A) = \begin{cases} 0 & (A < 200) \\ 0.002A - 0.4 & (200 \le A < 300) \\ 0.2 & (A \ge 300) \end{cases}$$

L_c ：地下ケーブルの被害総延長(km)

C_{gl} ：地盤・液状化補正係数

A ：地表最大加速度(gal)

L ：地下ケーブルの延長(km)

表Ⅲ-4-12 地盤・液状化補正係数(東京都, 1991)

		地盤による補正		
		A	B	C
液状化可能性	大	6.90	6.57	6.42
	中	4.80	4.14	3.84
	小	2.00	0.90	0.40

表Ⅲ-4-13 地盤補正の区分(東京都, 1991)

f_o, σ_fによる分類 / 地盤種	$3.5 \le f_o \le 4.5$ かつ $\sigma_f \ge 1.15$	$1.5 \le f_o < 3.5$	$4.5 \le f_o$ ； $3.5 \le f_o < 4.5$ かつ $\sigma_f \le 1.15$
３種地盤	A	A	B
２，４種地盤	A	B	C
１種地盤	B	C	C

f_o ：メッシュの平均的な卓越振動数

σ_f ：foのばらつき

地盤・液状化補正係数については，上水道管被害予測と同じもの（後述の表Ⅲ-4-30，表Ⅲ-4-31）を使用している．

c) 仙台市(2002)の手法

○採用自治体：仙台市(02)

兵庫県南部地震(1995)による被害事例に基づき被害率を設定している.

表Ⅲ-4-14　地中配電設備の被害率(仙台市, 2002)

震度	非液状化地域
6弱～6強	6.0%
7	16.0%

d) 東京都(2006)の手法

○採用自治体：群馬県(12), 広島県(07), 山口県(08), 香川県(13), 広島市(08)

建物全壊率より算出している.

建物全壊による地中設備の路上設置機器の損壊率　＝　建物全壊率×損壊係数（＝0.005）

○香川県(13)では...

津波による被害も想定している.

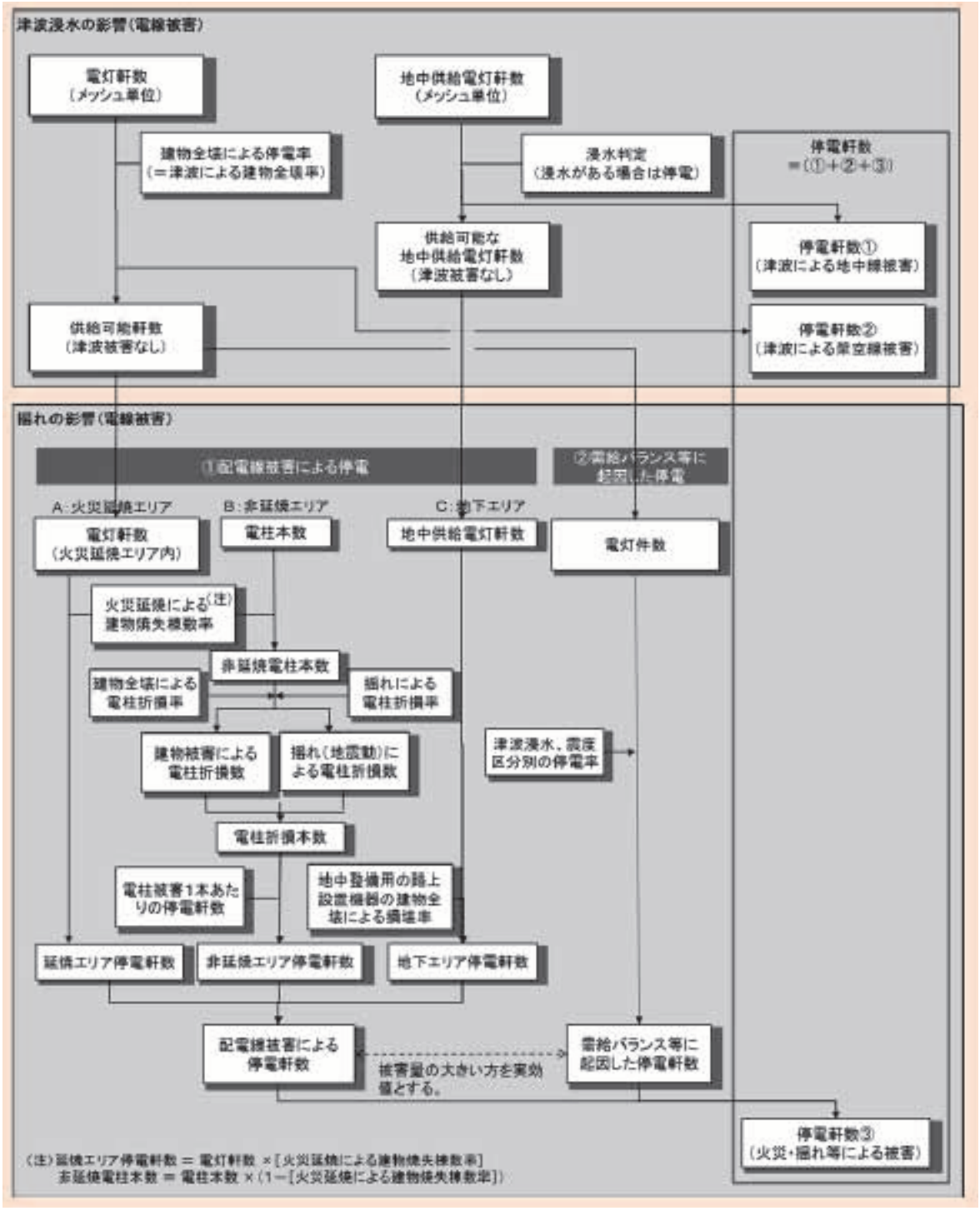
（津波による地中線停電率）＝（津波浸水エリア）÷（全地中線エリア）

④その他の手法

a) 中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

○採用自治体：高知県(13)

・ 津波浸水及びゆれによる電線被害から，停電軒数を算出する.



図Ⅲ-4-1　電力に関する被害想定フロー（中央防災会議, 2013）

注）復旧予測にあたっては，津波浸水により建物全壊した需要家数に相当する停電軒数を別途算出し，復旧対象から除くものとする．

（２） 機能支障の予測（停電）

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

①神奈川県(1993)の手法
②埼玉県(1998)の手法
③東京都(2006)の手法
④中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法・中央防災会議 東南海・南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の手法
⑤ 央防災会議　首都直下地震対策専門調査会「東海地震及び東南海・南海地震に係る被害想定」(2005)の手法
⑥中央防災会議　東南海・南海地震等に関する専門調査会(2006)の手法
⑦中央防災会議「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法
⑧川崎市(2013)の手法

①神奈川県(1993)の手法

○採用自治体：山形県(06)，栃木県(04)，新潟県(98)，福井県(97)，愛知県(03)，三重県(06)，広島県(07)，山口県(08)，大分県(13)，札幌市(08)，新潟市(07)，広島市(08)

配電ツリーモデルにより物的被害と機能支障率の関係を計算し，その結果から回帰式を作成している．

$$Y = 19.5X^{0.35}$$

Y ：機能支障率(%)
X ：架空線の被害率(%)

○広島県(07)，山口県(08)では...
中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)と同様，延焼エリアは全面的に停電するとしている

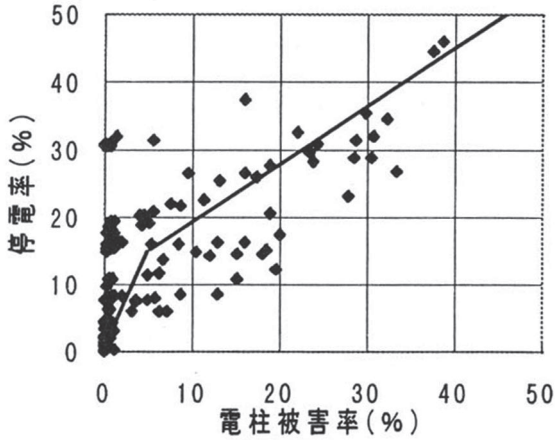
②埼玉県(1998)の手法

○採用自治体：さいたま市(09)

埼玉県(1998)は，東京都(1997)の結果を利用し，配電網を簡易モデル化することによって，電柱被害率と供給支障率の関係を求めている．

$$Y = \begin{cases} 3X & (X \le 5\%) \\ \dfrac{6}{7}X + \dfrac{75}{7} & (5\% < X) \end{cases}$$

Y ：停電率(%)
X ：電柱被害率(%)

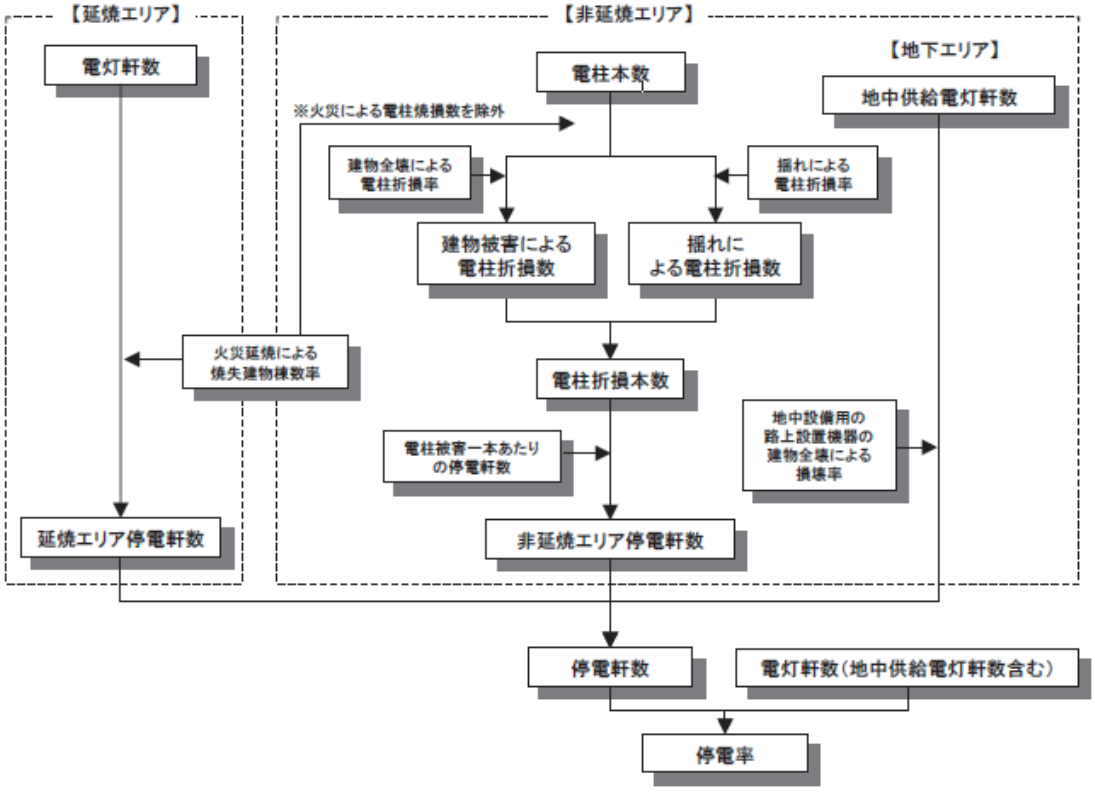


図Ⅲ-4-2　電柱被害率と電力の機能支障率の関係(埼玉県, 1998)

③東京都(2006)の手法

○採用自治体：群馬県(12), 千葉県(08), 東京都(12), 神奈川県(09), 島根県(12), 熊本県(13), 横浜市(12)

東京都(2006)では，以下のように停電の予測を行っている.



図Ⅲ-4-3 停電率の算出フロー(東京都, 2006)

a) 停電率は，焼失面積率（焼失建物棟数率）及び電柱被害数より算出した停電軒数と電灯軒数（地中供給電灯軒数含む）より求める.

b) 火災延焼のあるエリアは，全面的に停電が生じると想定する.

c) 非延焼エリアは，電柱被害から停電が生じると想定する．電柱被害の発生要因は，「ゆれ」及び「建物倒壊への巻き込まれ」と想定する．
d) 地下エリアは，地中設備につながる路上設置機器の損壊により停電が生じると想定する．路上設置機器の損壊要因は，「建物倒壊への巻き込まれ」と想定する．
e) 発電設備については，複数の発電所で被害があったとしても，地震発生直後に相当量の負荷脱落量があるために電源量不足にはならないとする．
f) 変電設備については，過酷側の評価を行い，一部の変電所で被害が発生し，一旦，すべての設備が停止するものとした．停止変電所が供給している配電用変電所の供給軒数から，当該地域の配電線被害による停電軒数を引いたものを変電所被害による軒数とした．

【延焼エリア】
ⅰ）停電軒数＝電灯軒数×焼失建物棟数率
ⅱ）焼失棟数率＝焼失建物棟数／（木造建物棟数＋非木造建物棟数）

【非延焼エリア】
ⅰ）停電軒数＝電柱被害本数×電柱被害一本当たりの停電軒数（事業所別）
ⅱ）電柱被害一本当たりの停電軒数は，兵庫県南部地震(1995)時の電柱被害一本当たりの停電軒数実態に基づき，神戸三宮事業所と東京電力の各事業所との配電線数の比で補正した値を採用する．

○千葉県(08)では...
以下のように変数設定を行っている．
「対象地域における電柱被害に関する停電比」
＝停電回線比×配電係数×電灯軒数／配電線数
＝0.143×((配電線数／電柱基数)／1.303×100)×電灯軒数／配電線数
＝0.143×電灯軒数／電柱基数／1.303×100
＝電灯軒数／電柱基数×10.975

○東京都(12),群馬県(12)では...
停電軒数は，建物焼失による停電軒数と，電柱被害による停電軒数と，地中供給に係る路上設置機器の損壊による停電軒数の総和とする．東京都(12)ではさらに津波浸水による停電軒数を加えている．
【地下エリア】　停電軒数＝地中供給電灯軒数×路上設置機器損壊による停電率
津波浸水エリアは全面的に停電が生じると想定し，以下の算定式を設けている．
【津波浸水エリア】　停電件数＝電灯軒数×浸水エリアカバー率

○熊本県(13)では...
地中線被害による停電軒数を算出している．
【地下エリア】　停電軒数＝地中供給電灯軒数×路上設置機器損壊による停電率
また，250m メッシュの浸水分布図をもとに，津波により「浸水の可能性がある施設数」を算定している．

④中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法・中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の手法

○採用自治体：徳島県(05)

兵庫県南部地震(1995)の実態に基づき，ゆれ・液状化による全壊棟数に対する停電世帯の比率を用いて，各市町村の停電世帯数・人口を求めている．

（停電世帯数）＝（全壊棟数１棟に対する停電世帯数比率）×（全壊棟数）

表Ⅲ-4-15　全壊棟数１棟に対する停電世帯数の比率(中央防災会議, 2003)

直後	１日後	１週間後	１ヵ月後
25.0 世帯	3.8 世帯	2.0 世帯	0.0 世帯

⑤中央防災会議　首都直下地震対策専門調査会「東海地震及び東南海・南海地震に係る被害想定」(2005)の手法

○採用自治体：秋田県(13)

停電世帯数は，延焼エリアと非延焼エリアに分けて算出する．

停電世帯数＝延焼エリアの停電世帯数＋非延焼エリアの停電世帯数

【延焼エリア】

延焼エリアの停電世帯数は，以下の式で算出する．

延焼エリアの停電世帯数＝延焼エリア世帯数×焼失率

【非延焼エリア】

非延焼エリアの停電世帯数は，阪神・淡路大震災の実態に基づき，ゆれ・液状化による全壊棟数に対する停電世帯の比率を用いて停電世帯数を求める．

非延焼エリアの停電世帯数＝全壊棟数１ 棟に対する停電世帯数比率×全壊棟数

表Ⅲ-4-16　全壊棟数１棟に対する停電世帯数の比率(中央防災会議, 2005)

直後	１日後	１週間後	１ヵ月後
25.0 世帯	3.8 世帯	2.2 世帯	0.0 世帯

○秋田県(13)では...

【停電世帯数について】

阪神・淡路大震災の電力復旧について調査した結果，震災発生から7 日後には応急送電完了の状態まで復旧していることが判明した(関西電力資料)．

中央防災会議(2005)の手法では，全壊棟数1 棟に対する停電世帯数比率が下表のように示されているが，１週間後の値は阪神・淡路大震災の実態と異なるため，「直後」のみを使用することとしている．

表Ⅲ-4-17　全壊棟数１棟に対する停電世帯数の比率(中央防災会議, 2005)

日数	停電世帯数
地震直後	25.0

⑥中央防災会議　東南海・南海地震等に関する専門調査会(2003)の手法

○採用自治体：岡山県(13),高知県(13)

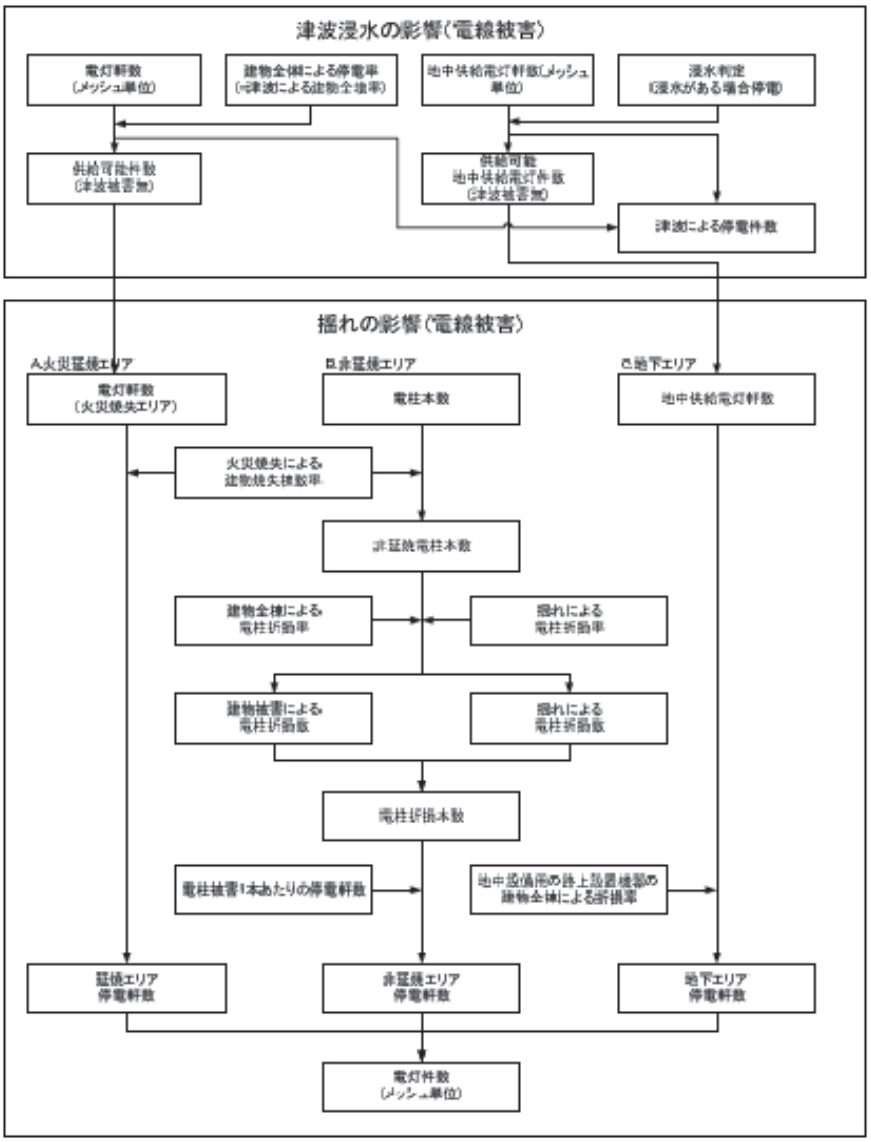
中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）も採用

(1)電柱等の被害，(2)火災による被害，(3)津波による被害による停電軒数を合計して，総停電件数としている．

⑦中央防災会議「中部圏･近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)の手法

○採用自治体：香川県(13)

以下のように津波浸水による電線被害とゆれによる電線被害から停電軒数を算出している．



図Ⅲ-4-4 電力の被害予測フロー

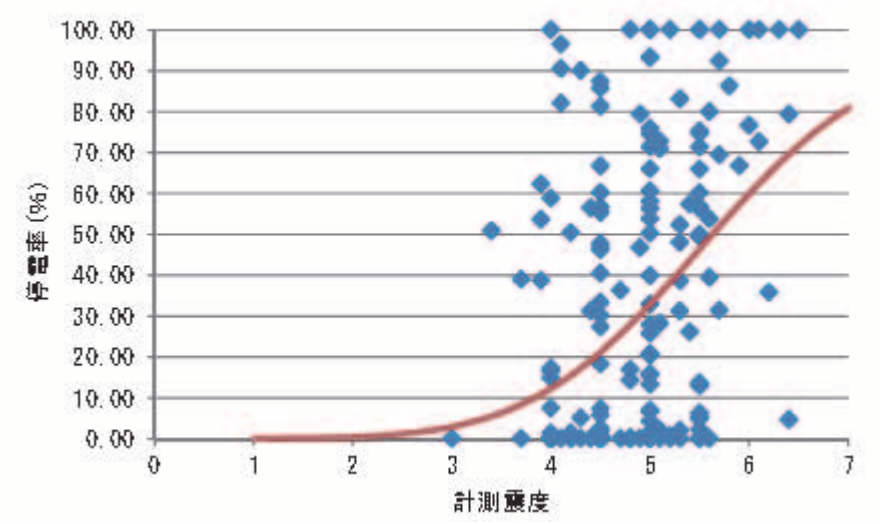
（中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法(案)について,中央防災会議,2008.05）

（停電軒数）＝（津波による停電軒数）＋（ゆれ・火災による停電軒数）

⑧川崎市(2013)の手法

○採用自治体：川崎市(13)

庄司ら「2011 年東北地方太平洋沖地震における1 都5 県の停電分析」(2012)で記載された東日本大震災時の関東地方の停電率を整理した．計測震度と停電率の関係を下図に示す．



図Ⅲ-4-5 計測震度と停電率(N=198)(川崎市, 2013)

上の図から最小二乗法に基づき，被害率曲線を構築した．

$$R(v) = C\Phi((\ln v - \lambda)/\varsigma)$$

$R(v)$：標準被害率評価式　$\Phi(x)$：標準正規分布の確率分布関数

v：計測震度

表Ⅲ-4-18　被害率曲線の回帰係数(川崎市, 2013)

C	λ	ζ
93.41	5.51	1.35

（３） 復旧期間の予測

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

①神奈川県(1986，1993)の手法
②東京都防災会議(1991)等の手法
③札幌市(2008)の手法
④秋田県(2013)の手法
⑤岡山県(2013)の手法
⑥高知県(2013)の手法
⑦川崎市(2013)の手法

①神奈川県(1986，1993)の手法

○採用自治体：新潟県(98)，さいたま市(09)，新潟市(07)

これらの自治体で応急復旧の対象としている被害は，地震動・液状化により被害を受けた配電線支持物・配電線と，火災により被害を受けた配電線支持物・配電線のうち20％である．

復旧効率は，神奈川県(1986,1993)等を参考に各自治体で以下の値を設定している．

表Ⅲ-4-19　配電線復旧効率

	新潟県(98)，新潟市(07)	さいたま市(09)
電　柱	0.53人日/基	3.6人日/基
電　線	0.14人日/条	4.6人日/径間
変圧器	0.73人日/台	－
地下ケーブル	－	2.0人日/10m

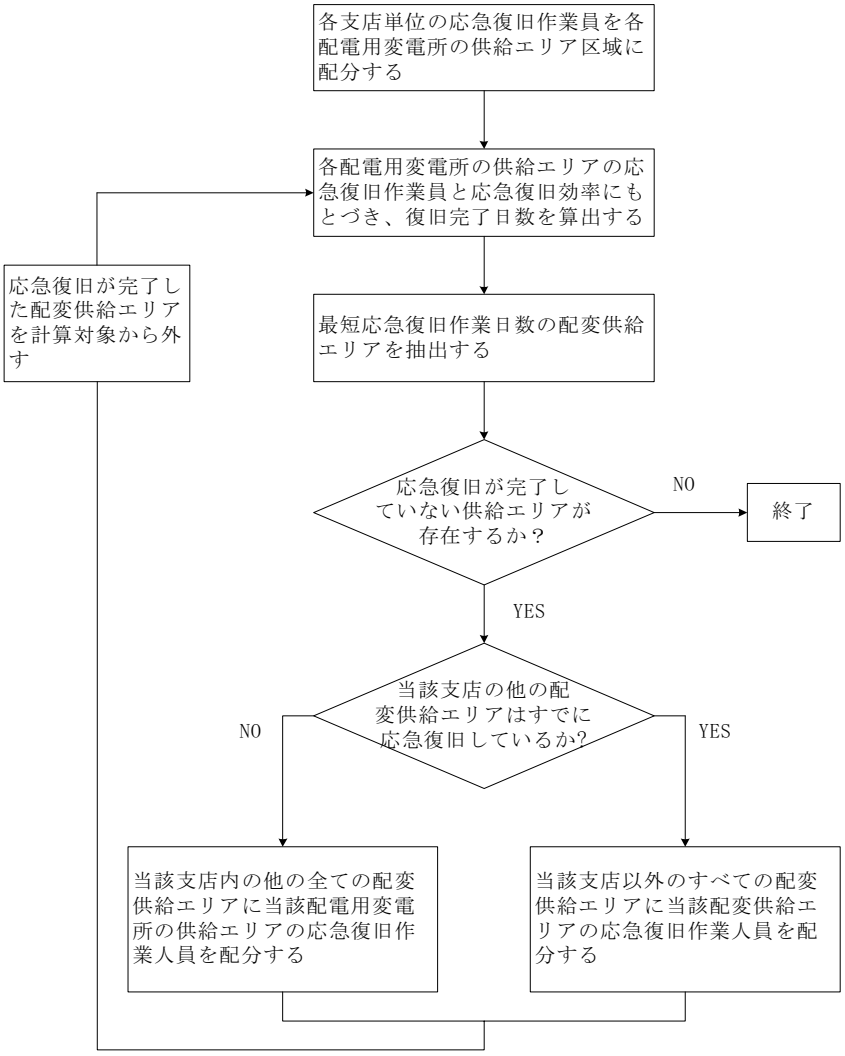
②東京都防災会議(1991)等の手法

○採用自治体：群馬県(12)，埼玉県(07)，千葉県(08)，広島県(07)，山口県(08)，札幌市(08)，広島市(08)

発災１日後までは被害調査等に当てられ，実質的な作業は発災２日目から行われると仮定している．東京都(1997)の予測フローを下図に示す．

表Ⅲ-4-20　単位被害あたりの応急復旧人員・日数(東京都,1997)

区分	作業効率	条件等
電柱	3.6(人日/基)	・標準仕様のコンクリート柱(14～15m)を仮設する ・変圧器，開閉器類を平均して加算する
架空線	4.6(人日/径間)	・高低圧本数とし，仮設する ・電線支持の腕金類を含む
地中電線（フィーダー線含む）	2.0(人日/10m)	・路上にケーブル設置する



図Ⅲ-4-6　応急復旧想定フロー(東京都,1997)

○広島県(07),山口県(08),広島市(08)では...

復旧日数を次式から算出している.

復旧日数＝{(電柱被害本数×電柱1本当たりの作業時間)／
(該当営業所数×復旧作業架線班数)}／1日当たり作業時間

電柱1本当たりの作業時間： 120分/班

1日当たり作業時間：12時間

○群馬県(12)では...

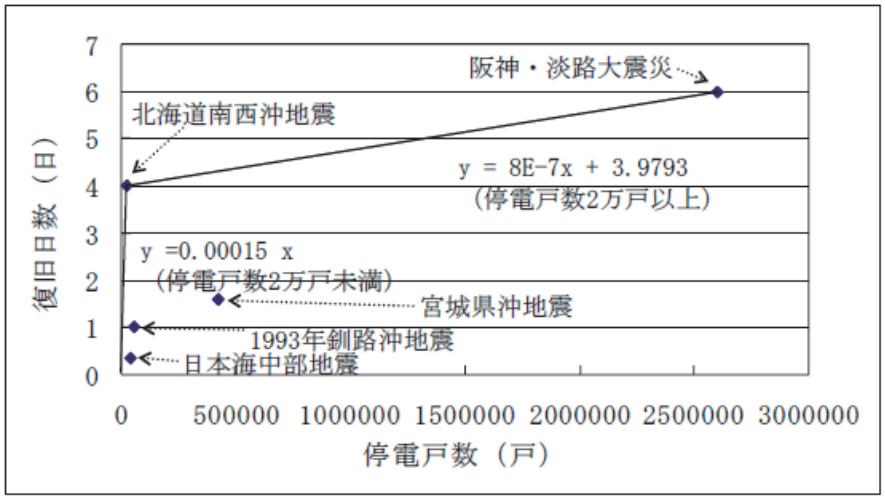
配電設備の復旧作業は，1日後から開始されるとする．ただし，実際のオペレーションとしては，復旧が即時可能な地域については，直後からの復旧作業を開始するとしている．また，作業効率は電柱のみを考慮している．

③札幌市(2008)の手法

○採用自治体：札幌市(08)

札幌市(2008)では以下のように復旧日数を予測している.

兵庫県南部地震(1995)，北海道南西沖地震(1993)，釧路沖地震（1993），日本海中部地震(1983)及び宮城県沖地震(1978)における停電戸数と復旧日数との関係から上限値を考慮した近似直線で復旧見込みを想定している.積雪期の復旧見込みはこれを 0.7 で割ったものとする.



図Ⅲ-4-7　過去の地震における停電戸数と電力復旧日数との関係(札幌市,2008)

④秋田県(2013)の手法

○採用自治体：秋田県(13)

電力の復旧日数は，電力の被害層想定による非燃焼エリアの電柱被害本数と復旧作業人数及び復旧作業効率から算出する．復旧作業効率は新潟県中越地震を参考に設定した.

【冬季以外】

電力復旧日数＝(電柱被害本数(非燃焼エリア)＋電線被害数)
／(0.56(基/人日)×復旧作業人数)＋1

【冬季】

電力復旧日数＝(電柱被害本数(非燃焼エリア)＋電線被害数)
／(0.56(基/人日)×復旧作業人数)／0.7＋1

電線被害数＝電柱被害本数(非燃焼エリア)×0.7535※

※0.7535＝新潟県中越地震の被害率(電線被害数／電柱被害数)

⑤岡山県(2013)の手法

○採用自治体：岡山県(13)

地震発生直後，１日後，１週間後，１ケ月後，の４段階での復旧を予測している．

【地震発生直後】震度に基づき停電率を想定する．ただし，震度6弱以上であれば停電率を100%とする．

【1日後】１日後の停電軒数は電柱被害に基づく推定式によるものとする．

【1週間後，1ヵ月後】1 班3 本/日程度の復旧効率を想定して矛盾しないことを確認しつつ想定する．

⑥高知県(2013)の手法

○採用自治体：高知県(13)

兵庫県南部地震(1995)の電気復旧の実績を参考とし，下記の条件を設定して復旧日数を予測している．

＜復旧作業の条件＞

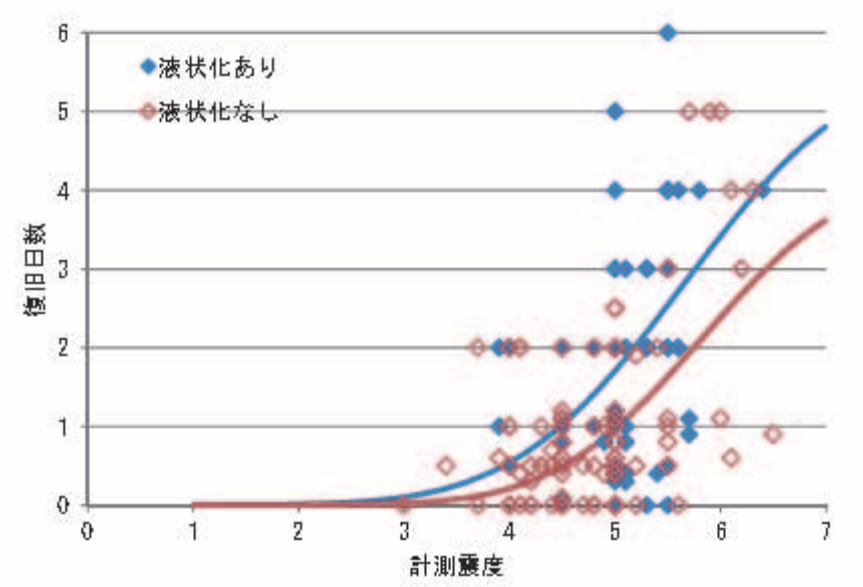
対象：

・四国電力㈱管理の電柱本数
・系統の切り替えなどにより支障件数の80%が復旧
・津波浸水域及び延焼範囲は応急復旧対象外
・電柱復旧作業に取り掛かるのは２日目から
・投入班数は200 班と仮定
・復旧速度は３本/（班・日）
・長期湛水エリアは考慮しない

⑦川崎市(2013)の手法

○採用自治体：川崎市(13)

庄司ら「2011 年東北地方太平洋沖地震における1 都5 県の停電分析」(2012)で記載された東日本大震災時の関東地方の復旧日数を整理した．計測震度と復旧日数の関係を下図に示す．



図Ⅲ-4-8　計測震度と復旧日数(N=198)(川崎市, 2013)

上の図から最小二乗法に基づき，被害率曲線を構築した．

$$R(v) = C\Phi((\ln v - \lambda)/\varsigma)$$

$R(v)$：標準被害率評価式　$\Phi(x)$：標準正規分布の確率分布関数

v：計測震度

表Ⅲ-4-21　被害率曲線の回帰係数(川崎市, 2013)

PL値	C	λ	ζ
15＜P_L	5.62	5.65	1.27
P_L≦15	4.23	5.82	1.11

４－２．通信の被害・復旧

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

（１）施設被害の予測

①地下ケーブルの被害

a)新潟県(1998)の手法

b)青森県(1997)の手法

（２）機能支障の予測

①神奈川県(1993)の手法

②東京都(1997)の手法

③埼玉県(1998)の手法

④愛知県(2003)の手法

⑤東京都(2006)の手法

⑥中央防災会議東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法

⑦中央防災会議南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

⑧高知県(2013)の手法

⑨NTT の手法

（３）復旧期間の予測

①神奈川県(1993)等の手法

②東京都防災会議(1991)等の手法

③札幌市(2008)の手法

④群馬県(2012)の手法

⑤川崎市(2013)の手法

（１）施設被害の予測

電話・通信施設については，電力施設の場合と同様に，電柱，架空線（配電線），地下ケーブルの３つに分けて被害予測を実施している自治体が多い．予測手法についても電力施設と同様の手法や考え方が採用されている自治体が非常に多い．以下では，地下ケーブルについて電力施設の被害予測手法と異なる手法を採用している自治体についてまとめる．

① 地下ケーブルの被害

a)新潟県(1998)の手法

○採用自治体：新潟市(07)

兵庫県南部地震(1995)による被害事例から，以下の被害率を震度階に応じて設定している．

表Ⅲ-4-22　地下ケーブル被害率(新潟県, 1998)

	震度５強以下	震度６弱～６強	震度７
非液状化地区	0.00%	0.30%	4.70%
液状化地区	0.00%	1.50%	4.70%

b) 青森県(1997)の手法

○採用自治体：青森県(97)，横浜市(12)

$$N_d = C_l \cdot R/100 \cdot L$$

N_d ：被害量(km)
C_l ：液状化条件による補正係数（上水道被害予測に同じ）
R ：被害率(%)
L ：設備量(km)

表Ⅲ-4-23　地下ケーブル被害率(青森県, 1997)

震度５以下	震度６	震度７
0.00%	0.30%	4.70%

（２） 機能支障の予測

①神奈川県(1993)の手法

○採用自治体：新潟県(98)，新潟市(07)

電話施設の市内設備ツリーモデル化により物的被害と機能支障率の関係を計算し，回帰式を作成している．

$$Y = 11.1X$$

Y ：機能支障率(%)　　X ：架空線の被害率(%)

○新潟県(98)では...
上記の架空線被害による機能支障率に加えて，地下ケーブル被害による機能支障率を推定し，両者のうちの高い方の値を採用している．

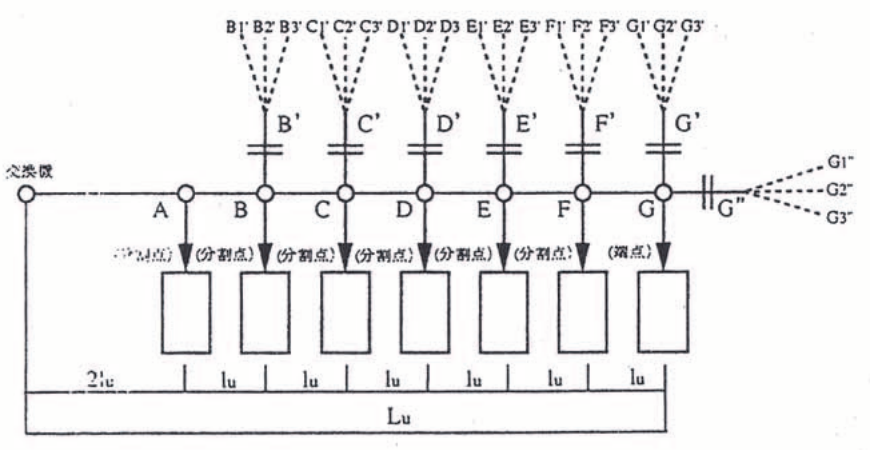
$$Y = 19.9X$$

Y ：機能支障率(%)　　X ：地下ケーブルの被害率(%)

②東京都(1997)の手法

○採用自治体：山形県(06)，札幌市(08)

端局から引き出された任意の一本の基線ケーブル，および基線ケーブルからのびる地中線，架空線をモデル化（図Ⅲ-4-9）している．



図Ⅲ-4-9　任意の１条のケーブルモデル(東京都, 1997)

地下ケーブルについてはマンホール１区間分を，架空ケーブルについては支持物１区間分の被害延長を１箇所の被害とする．それぞれの単位長さ当りの平均被害箇所数は，以下の式で表される．

$$v_o = \left(a \times N_d^P\right) / L_o \quad \text{(箇所/km)}$$

v_o　：単位長さあたりの平均被害箇所数

N_d^P　：当該供給エリアの支持物被害率

a　：支持物1本あたりの架空線の被害区間(＝0.396)

L_o　：当該供給エリアの架空線延長(km)

$$v_u = \left(d_u / S_u\right) / L_u \quad \text{(箇所/km)}$$

v_u　：地下ケーブルの単位長さあたりの平均被害箇所数

d_u　：基線ケーブルの被害延長(km)

S_u　：マンホール区間長(＝0.12km)

L_u　：当該収用区域の基線（地下）ケーブル延長(km)

基線ケーブル１区間当りの被害確率および架空ケーブル１区間当りの被害確率は，

$P_u = 1 - \exp\left(-v_u \cdot L_u'\right)$　（基線ケーブル：分割点を結ぶケーブル）

$P_u = 1 - \exp\left(-v_u \cdot 2L_u\right)$　（基線ケーブル：端局に直接つながるケーブル）

$P_o = 1 - \exp\left(-v_o \times 0.036\right)$　（架空ケーブル）

であり，10スパンを単位とする架空ケーブル１本あたりの不通加入者数期待値 E_o は，以下の式によって求められる．

$$\begin{aligned} E_o = {} & P_o \cdot 10C_o + \left(1-P_o\right) \cdot P_o \cdot 9C_o \\ & + \left(1-P_o\right)^2 \cdot P_o \cdot 8C_o + \left(1-P_o\right)^3 \cdot P_o \cdot 7C_o \\ & + \left(1-P_o\right)^4 \cdot P_o \cdot 6C_o + \left(1-P_o\right)^5 \cdot P_o \cdot 5C_o \\ & + \left(1-P_o\right)^6 \cdot P_o \cdot 4C_o + \left(1-P_o\right)^7 \cdot P_o \cdot 3C_o \\ & + \left(1-P_o\right)^8 \cdot P_o \cdot 2C_o + \left(1-P_o\right)^9 \cdot P_o \cdot C_o \end{aligned}$$

C_o　：各ケーブル１スパン(１スパン＝0.036km)につながる加入者数

例えば，D 点につながる架空ケーブルによる不通加入者数の期待値は，

$E_o^D = m_D \cdot E_o$　　m_D ： D 点につながる架空ケーブル本数

であり， DE 間の基線ケーブルが被害を受けることによる機能支障加入者数の期待値

$E_u^{DE} = P_o \cdot N^E$　　P_o ： DE 間の基線ケーブルの被害確率

N^E ： E ， F ， G 点につながる加入者数

で表される．以上から， D 点における機能支障加入者数の期待値は以下の式で表せる．

$E^D = E_o^D + E_u^{DE} + (1 - P_o)E^E$

③ 埼玉県(1998)の手法

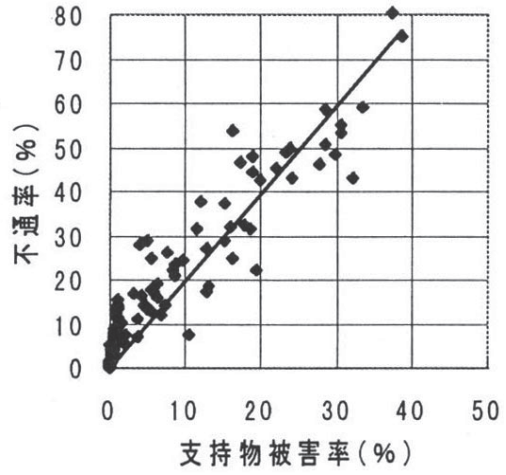
○採用自治体：さいたま市(09)，横浜市(12)

東京都(1997)の結果を利用し，ネットワークを簡易モデル化することによって，電柱被害率と供給支障率の関係を求めている．

$Y = 2.26985X$

Y ：不通率(%)

X ：支持物被害率(%)



図Ⅲ-4-10　支持物被害率と電話の不通率の関係(埼玉県，1998)

④愛知県(2003)の手法

○採用自治体：愛知県(03)，三重県(06)

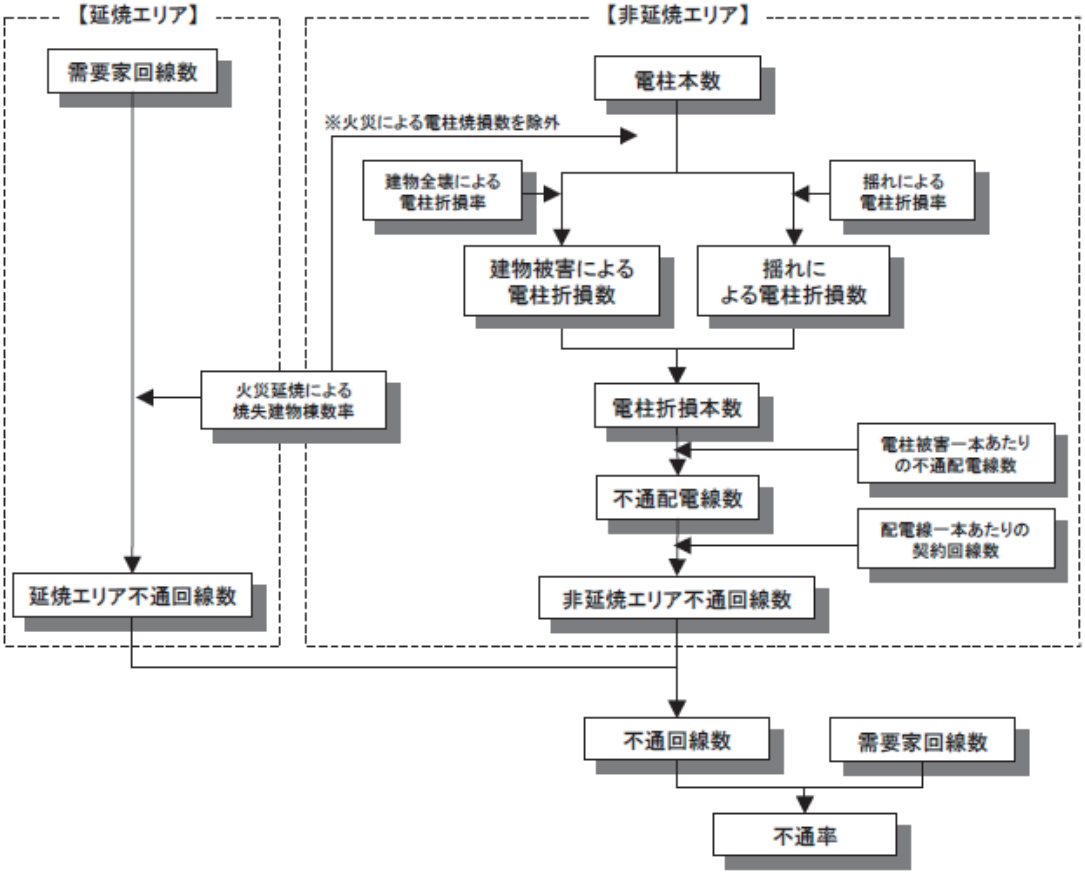
愛知県(2003)では，東京都(1997)の結果より，以下の式を用いて算出している．

一般電話の機能支障率（%）＝12.026×電柱被害率（%）

⑤ 東京都(2006)の手法

○採用自治体：埼玉県(07)，東京都(12)，神奈川県(09)，島根県(12)，広島県(07)，山口県(08)，熊本県(13)，川崎市(13)，広島市(08)

東京都(2006)では，以下のように通信の機能支障の予測を行っている．



図Ⅲ-4-11 通信機能支障算出フロー(東京都, 2006)

a) 都内の加入電話の回線数を対象とする．

b) 不通率は，焼失面積率（焼失建物棟数率）及び電柱被害数より算出した不通回線数と需要家回線数より求める．

c) 火災延焼のあるエリアは，全面的に通信寸断が生じると想定する．

d) 非延焼エリアは，電柱被害から通信寸断が生じると想定する．電柱被害は，被害発生要因を「ゆれ」及び「建物倒壊への巻き込まれ」と想定する．

e) 地下エリアは，対象としていない．

f) 停電による端末機の利用不能は，対象としていない．通信設備拠点は，耐震化及びバックアップ設備や多重化が施され，兵庫県南部地震(1995)時にも電力供給停止に伴う交換機能の停止以外では，機能支障にいたる被害は発生していないことから，拠点施設の被災による機能停止は対象としていない．

【延焼エリア】

ｉ) 不通回線数＝需要家回線数×焼失建物棟数率

ⅱ）焼失棟数＝焼失建物棟数／（木造建物棟数＋非木造建物棟数）

【非延焼エリア】

ⅰ）不通回線数＝電柱被害本数×電柱被害一本当たりの不通回線数

ⅱ）電柱被害一本当たりの不通回線数＝電柱被害一本当たりの不通配電線数×配電線一本当たりの契約回線数

ⅲ）電柱被害一本当たりの不通配電線数は，東京都被害想定（平成９年８月）による「電柱被害一本当たりの不通に係る配電線数（0.396）」を採用

ⅳ）配電線一本当たりの契約回線数

＝需要家回線数／配電線数

＝需要家回線数／（電柱本数×電柱一本当たりの配電線数）

※ 電柱一本当たりの配電線数を１と仮定

ア．ゆれによる電柱被害

・電柱被害本数＝電柱本数×ゆれによる電柱折損率

・ゆれによる電柱折損率（兵庫県南部地震(1995)時の被害実態に基づく．）

震度７ 0.8%

震度６以上 0.056%

震度５以上 0.00005%

イ．建物倒壊への巻き込まれによる電柱被害

・電柱被害本数＝電柱本数×建物全壊による電柱折損率

・建物全壊による電柱折損率＝0.17155×建物全壊率（兵庫県南部地震(1995)時の被害実態に基づく）

・建物全壊率＝木造建物全壊棟数／木造建物棟数

※兵庫県南部地震(1995)時の実態は戸建住宅の全壊率を対象としている．

○東京都(12)では...

新たに津波浸水エリアを設定している．

【津波浸水エリア】　不通回線数＝需要家回線数×浸水エリアカバー率

○熊本県(13)では...

250m メッシュの浸水分布図をもとに，津波により「浸水の可能性がある施設数」を算定している．

⑥中央防災会議東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)の手法

○採用自治体:徳島県(05)

兵庫県南部地震(1995)の被害実態に基づき，以下のように設定している．

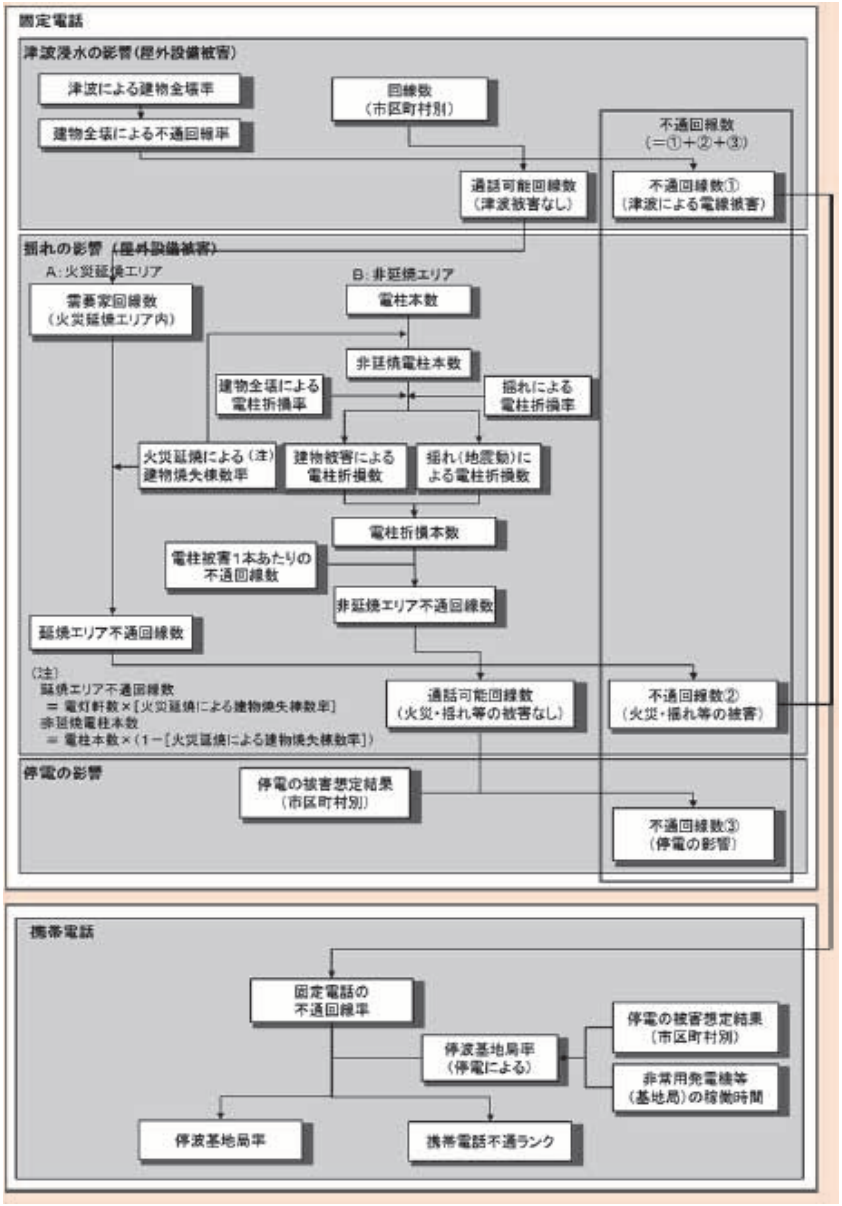
表Ⅲ-4-24　電話使用不能率(中央防災会議 2003)

直後	1 週間後	2 週間後
14%	10%	7%

⑦中央防災会議南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

○採用自治体：高知県(13)

津波浸水，停電，ゆれの影響による屋外設備被害から，固定電話の不通回線数を算出する．固定電話の不通回線数，停電による停波基地局率から，停波基地局率，携帯電話不通ランクを算出する．



図Ⅲ-4-12　通信の被害想定フロー(中央防災会議2013)

(注1)復旧予測にあたっては，津波浸水により建物全壊した需要家数に相当する不通回線数を別途算出し，復旧対象から除くものとする．

(注2)回線が物理的につながっているかを評価するため，輻輳の影響は考慮しない．

⑧秋田県(2013)の手法

○採用自治体：秋田県(13)

不通回線数は，電柱被害本数と電柱１本あたりの回線数を乗じる．

不通回線数＝電柱被害本数×電柱１本あたりの回線数

不通回線率＝不通回線数／建物数
電柱１本あたりの回線数＝建物数／電柱本数

⑨NTT の手法

○採用自治体：大分県(13)

NTT の所有する被災想定を算出する計算ロジックに基づき算出している．このシステムは距離・マグニチュード・深さ・震度などをパラメータとして被災設備数・影響人口を算出するものである．

（３） 復旧期間の予測

① 神奈川県(1993)等の手法

○採用自治体：新潟県(98)，三重県(06)，新潟市(07)

各自治体では，下表に示す復旧作業効率を設定している．

表Ⅲ-4-25　電話施設復旧効率一覧

	三重県(06)	新潟県(98)	新潟市(07)
電　　柱	1.9 人日／本	0.53 人日/基	0.53 人日/基
電　　線	2.5 人日／径間	0.40 人日/条	0.14 人日/条
地下ケーブル	―	2.0 人日/10m	－

○新潟県(98)では...
応急復旧対象被害として，地震動・液状化により被害を受けた配電線支持物・配電線のほか，火災により被害を受けた配電線支持物・配電線のうち20%を対象としている．
なお，新潟県(1998)では地下ケーブルの仮復旧（路上にケーブルを設置）を考慮している．

② 東京都防災会議(1991)等の手法

○採用自治体：埼玉県(07)

東京都防災会議(1991)は，下表に示す復旧作業効率を設定している．

表Ⅲ-4-26　単位被害あたりの応急復旧人員・日数(東京都防災会議,1991)

区分	作業効率	条件等
支持物	0.9(人日/本)	新設または建入直し
架空ケーブル	4.7(人日/条･スパン)	ケーブル36m新設・切替接続２ヵ所
地下ケーブル	51(人日/条･スパン)	ケーブル120m新設・切替接続２ヵ所

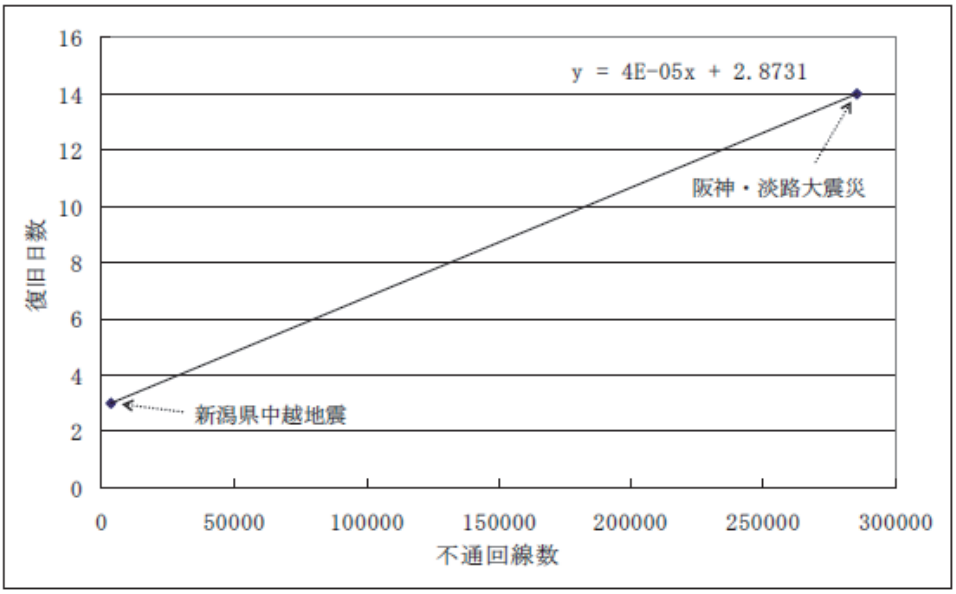
なお，東京都防災会議(1991)では，発災２日目までは被害調査等に当てられ，実質的な作業は

発災３日目から行われると仮定している．一方，東京都(1997)では，発災１日目までは被害調査等に当てられ，実質的な作業は発災２日目から行われると仮定している．

③札幌市(2008)の手法

○採用自治体：札幌市(08)

阪神・淡路大震災，新潟中越地震での被害事例をもとに復旧見込みを想定する．阪神・淡路大震災では 28 万 5000 回線の復旧に 14 日間を要し，新潟県中越地震では 3250 回線の復旧に 3 日間を要しており，これを参考とし，線形で復旧するものと仮定して復旧見込みを算出する．なお，積雪期の復旧見込みはこれを 0.7 で割ったものとする．



図Ⅲ-4-13　不通回線数と復旧日数の関係(札幌市, 2008)

④群馬県(2012)の手法

○採用自治体：群馬県(12)

千葉県(2008)でとりまとめた最近の被害地震による電話の輻輳時間と機能被害の状況（下表）を踏まえ，輻輳時間と回線復旧日数を定量的に評価する．

表Ⅲ-4-27　最近の被害地震による電話の輻輳時間と機能被害（千葉県, 2008）

	発生日時	震　源	地震規模	最大震度	概　要	NTTの被災状況	輻輳	ピークトラヒック	停電等による機能被害(回線)	停電等による機能被害復旧(日)	屋外設備等による機能被害(回線)	屋外設備等による機能被害復旧(日)
新潟県中越沖地震	2007年7月16日 午前10時13分	新潟県上中越沖	6.8	震度6強	柏崎市、刈羽村周辺で特に大きな被害があり、11人が死亡、約2,000人が重軽傷を負った。	地下設備の被害が大きく、通信管路・地下ケーブルの一部損傷、とう道の一部破損が発生。 商用電源の停電により、通信ビルの6ビル、加入者回線収容装置(RSBM)の8箇所（10ユニット）が停電。停電により、加入者回線収容装置(RSBM)の3箇所（3ユニット）約830加入で、一時サービス中断となる。 電話輻輳が約3時間30分にわたって発生。 全国から新潟県に向けた通信：平常時の約16倍 新潟県内の通信：平常時の約4倍	3.5	16	830	0.7	不明	不明
宮城県南部地震	2005年8月16日 11:46頃	宮城県沖	7.2	震度6弱	最大震度は6弱（宮城県川崎町）。100名が重軽傷を負った。死者は出ていない。志津川町（現南三陸町）で40cmの津波を観測した。仙台市営地下鉄、東北・秋田・山形新幹線が全線で運行停止。仙台市のスポーツ施設「スポパーク松森」の屋内プールで天井が9割方崩落、20人以上が負傷。	地震直後から通信規制を実施していた固定電話事業者各社及び携帯電話事業者各社は、それぞれ16 日14 時20 分及び同日17 時までに解除。	2.75	不明	不明	不明	不明	不明
福岡県西方沖地震	2005 年3 月20 日10 ：53頃	福岡県西方沖	7.0	震度6弱	福岡県およびその隣接県を含めた人的被害は，死者が1 名（福岡県），負傷者が771 名	・九州地方への通信に輻輳が発生していたため、固定電話、携帯電話とも通信規制を実施していたが、固定電話については20日15時43分までにすべて解除、携帯電話についても同日23時14分までにすべて解除。 ・設備に被害なし。 ・NTT西日本では、3月20日11時30分から災害用伝言ダイヤルを稼働（31日12時までの運用状況（録音・再生件数）：約85,200件）。	4	不明	0	不明	0	不明
新潟県中越地震	2004年10月23日 午後5時56分	新潟県中越地方	6.8	震度7	小千谷市、十日町市周辺で特に大きな被害があり、51人が死亡、約4,800人が重軽傷を負った。	59ビル停電（新潟県内：57ビル、長野県内：2ビル） 伝送路の被災等により、(旧)山古志村等3地区が通信孤立となる。また、固定電話が約4,500回線不通。 電話輻輳が約6時間にわたって断続的に発生。(ピークトラヒックは平常時の50倍)	6	50	不明	不明	4500	60
三陸南地震	2003年5月26日 18:24頃		7.1	震度6弱	死亡者なし。負傷者は重傷11人を含む104人。仙台市内で火災あり。	被害詳細不明	8	不明	0	0	0	0
芸予地震	2001年3月24日 15時27分頃	安芸灘深さ46km	6.7	震度6弱	広島・愛媛両県を中心とした中国・四国地方で以下の被害が発生した。 死者2名、重傷者43名、軽傷者245名、住家全壊70棟、住家半壊774棟、住家一部損壊49,223棟	通信サービスへの影響は、専用回線4回線のみに発生し、伝送装置のコネクタゆるみによる不通（3回線）、とお客様への引込みケーブル断による不通（1回線）であった。 電話の集中による輻輳は、地震直後より発生し、同日午後11時に解消した。	7	13	0	0	5	0
鳥取県西部地震	2000年10月6日 13時30分	鳥取県西部	7.3	震度6強	負傷者１８２名、	通信ケーブル：震源地の鳥取県日野郡内4ケ所で崖崩れにより通信ケーブルが被災計125回線が不通となったが、8日正午までにすべて復旧 故障修理：家屋損傷等により、利用者宅への電話引込み線、宅内配線などの故障が約600件発生。8日夕刻までに復旧	10	10	600	2	125	2
兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）	1995年1月17日 午前5時46分	淡路島北部	7.3	震度7	神戸市を中心に特に大きな被害があり、6,434人が死亡、約43,800人が重軽傷を負った。	神戸市内の交換機停止により、固定電話が約285,000回線不通。 火災により、固定電話が約193,000回線不通。 5日間にわたり電話輻輳が継続。(ピークトラヒックは平常時の50倍)	120	50	285000	1	193000	14
北海道南西沖地震	1993年7月12日 午後10時17分	北海道南西沖	7.8	震度5	奥尻島を中心に特に大きな被害があり、201人が死亡、約330人が重軽傷を負った。 また、この地震では30mに及ぶ津波も発生している。	奥尻島を中心に、固定電話が約1,450回線不通。					1450	
宮城県沖地震	1978年6月12日 午後5時14分	宮城県東方沖	7.4	震度5	仙台市を中心に特に大きな被害があり、28人が死亡、約10,000人が重軽傷を負った。	仙台市を中心に、固定電話が約4,000回線不通。	48		1429	1		
十勝沖地震	1968年5月16日 午前9時48分	三陸沖	7.9	震度5	北海道から東北北部で揺れや津波の被害があり、52人が死亡、330人が重軽傷を負った。	本州と北海道を結ぶ海底通信ケーブル及び無線区間が切断され、北海道が一時通信孤立。 青森県を中心に固定電話が約4,500回線不通。	0				4500	

⑤川崎市(2013)の手法

○採用自治体：川崎市(13)

通信の復旧のみを想定することとし，兵庫県南部地震時の地震１日後の停電件数「約40万件」からの復旧曲線をベースに検討している．

上水道と同様に被害箇所数，復旧速度，復旧人員から応急復旧日数を予測する．

・東日本電信電話㈱，東京電力㈱管理の電柱を合算
・系統の切り替えなどにより支障件数の多くが復旧
・契約件数の多い箇所より作業を行う
・電柱復旧作業に取り掛かるのは２日目から
・投入班数は200 班
・復旧速度は3本/（班・日）

４－３．上水道の被害・復旧

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

（１）埋設管被害箇所数の予測

①送水管・配水管被害箇所数の予測

a）標準被害率 R_f

(ｱ) 地表最大速度 V を指標とする手法

(ｲ) SI 値を指標とする手法

(ｳ) 地表最大加速度 A を指標とする手法（久保･片山(1975)の手法）

(ｴ) 想定加速度gを指標とする手法

b）地盤・液状化係数

(ｱ) 地盤係数と液状化係数を個別に考慮している自治体

(ｲ) 液状化係数のみを考慮している自治体

c）管種係数 C_p ・管径係数 C_d

②給水管被害箇所数の予測

a）東京都(1997)の手法

（２）機能支障の予測（断水）

①川上(1996a)の手法

②川上(1996b)の手法

③川崎市(1988)の手法

④名古屋市(1997)の手法

（３）復旧期間の予測

①東京都(1997)の手法

②神奈川県(1986)等の手法

③能島らの手法

④中央防災会議(2005)の手法

⑤川崎市(2013)の手法

⑥その他の手法

（１）埋設管被害箇所数の予測

上水道埋設管被害に対しては，ある地盤でのある管の被害量と地震動の強さの関係と，液状化や管種・管径による被害の発生状況の違いから経験的な被害発生傾向を評価している．

なお，浄水場等の基幹施設は，地震によって供給停止にいたるような被害を受けた事例は少なく，被害想定を行っている事例はほとんどない．

①送水管・配水管被害箇所数の予測

最も多く採用されている被害箇所数の予測手法は，地震動に対する標準的な被害率を設定し，この被害率に地盤による被害発生の違いや管種・管径の違いによる耐震性の違いを加味した補正係数を適用する以下の式に沿った考え方である．

$$R_{fm} = R_f \cdot C_g \cdot C_p \cdot C_d$$

R_{fm} ：水道管被害率(箇所/km)

R_f ：標準被害率(箇所/km)

C_g ：地盤・液状化係数

C_p ：管種係数

C_d ：管径係数

a)標準被害率 R_f

標準被害率は地震動の大きさによって決められている．以前は，地表最大加速度を指標として標準被害率を算出する自治体が多かったが，最近では，地表最大速度，*SI* 値を指標として算出する自治体が増えてきている．

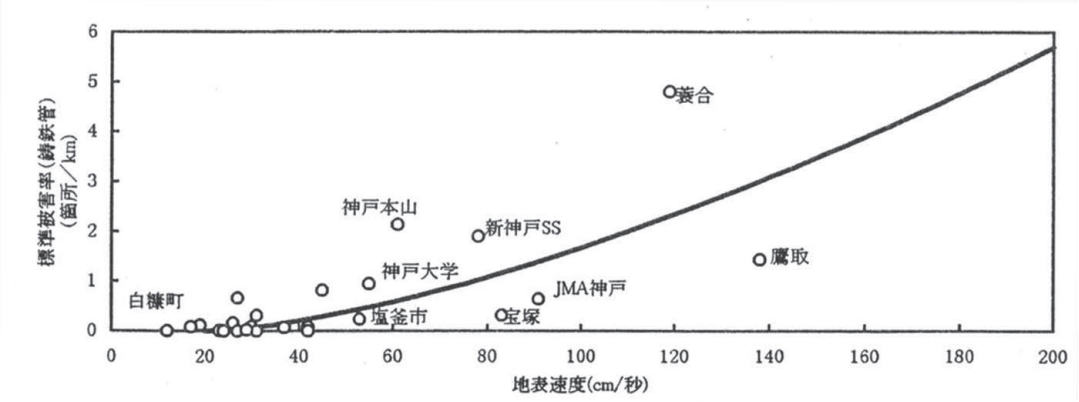
(ｱ)地表最大速度 V を指標とする手法

○採用自治体：栃木県(04)，埼玉県(08)，東京都(12)，山梨県(05)，静岡県(01)，愛知県(03)，奈良県(05)，鳥取県(05)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，香川県(13)，愛媛県(02)，大分県(13)札幌市(08)，広島市(08)

兵庫県南部地震(1995)などによる送配水管の被害事例から標準被害率 R_f を設定している．

$$R_f = 2.24 \times 10^{-3} (V - 20)^{1.51}$$

V ：地表最大速度(cm/s)



図Ⅲ-4-14　上水道の標準被害率と地表最大速度の関係(東京都, 1997)

○採用自治体：さいたま市(09)

$$R_f = 2.4\times10^{-3}(V-20)$$

○採用自治体：宮城県(04)，秋田県(13)，千葉県(08)，大阪府(07)，熊本県(13)，仙台市(02)

日本水道協会などによる兵庫県南部地震(1995)の被害データの分析により提案された関係式を採用している．

$$R_f = \begin{cases} 0 & (V<15\mathrm{cm/s}) \\ 3.11\times10^{-3}(V-15)^{1.30} & (V\geq15\mathrm{cm/s}) \end{cases}$$

※秋田県(13)ではV≧15cm/sのみを使用

○採用自治体：岩手県(04)，兵庫県(99) ，横浜市(12)

高田ら(2001)により兵庫県南部地震(1995)の被害分析から提案された関係式を採用している．

$$R_f = 6.33\times10^{-5}\times V^{2.10}$$

ただし， $V\leq110$ (cm/s)， $R_f\leq1.23$ (箇所/km)

○採用自治体：神奈川県(09)，島根県(12)，岡山県(13)，高知県(13)，川崎市(13)

兵庫県南部地震(1995)， 新潟県中越地震(2004)， 能登半島地震(2007)， 新潟県中越沖地震(2007)の配水管被害データを用いて提案された丸山・山崎(2009-2012)の関係式を用いている．

$$R(v) = C\Phi((\ln v-\lambda)/\zeta$$

表Ⅲ-4-28 $\Phi(x)$：確率分布関数(丸山・山崎, 2009)

管種	ζ	λ	C
CIP・VP	0.860	5.00	2.06
DIP	0.864	6.04	4.99

○採用自治体：山形県(06)

山崎他(1995)による兵庫県南部地震(1995)の被害事例から導いた算出式によって速度係数を与えることで標準被害率を設定している．

表Ⅲ-4-29 速度係数(山形県, 2006)

地表最大速度	速度係数
～20cm/s	0.00
～40cm/s	0.23
～60cm/s	0.66
～80cm/s	1.23
～100cm/s	1.91
～120cm/s	2.69
～140cm/s	3.57
～160cm/s	4.52
～180cm/s	5.55
～200cm/s	6.66

(ｲ) *SI* 値を指標とする手法

○採用自治体：長野県(02), 福岡県(12), 新潟市(07)

兵庫県南部地震(1995)における上水道埋設管の被害事例から標準被害率 R_f を設定している.

$$R_f = 0.025 \times SI - 0.51 \qquad \text{ただし、} R_f \geq 1.5 \text{のとき} \quad R_f = 1.5$$

※福岡県(12)では普通鋳鉄管(口径100～125㎜)以外の条件での被害想定については管種管径係数Cp, 液状化補正係数CLを, 過去の地震被害資料に基づいて設定し, 被害想定を行っている.

(ｳ) 地表最大加速度 *A* を指標とする手法 (久保･片山(1975)の手法)

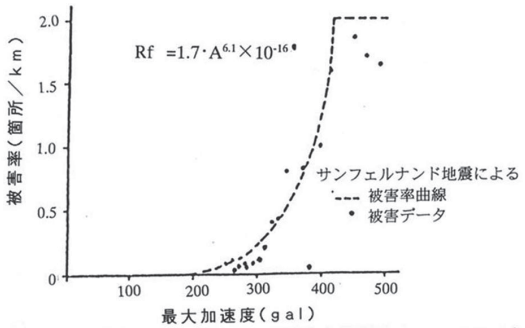
○採用自治体：青森県(97), 茨城県(95・98), 新潟県(98), 福井県(97), 鹿児島県(97)

久保･片山(1975)は, アメリカ・サンフェルナンド地震(1971)による地下埋設管被害をもとに標準被害率 R_f を設定している.

$$R_f = 1.7A^{6.1} \times 10^{-16}$$

ただし, $R_f \geq 2.0$ のとき $R_f = 2.0$

A ：地表最大加速度(gal)



図Ⅲ-4-15 ｻﾝﾌｪﾙﾅﾝﾄﾞ地震(1971)時の地表最大加速度と水道管被害率の関係(久保･片山, 1975)

(エ) 想定加速度gを指標とする手法

○採用自治体：三重県(06)

大阪府(1996)[5]では，加速度換算率を導入したうえで一律の平均被害率を設定している．

$$R_{jj} = C1_j \times C2_j \times C3_j \times 0.972(\text{平均被害率})$$

C1j：管種換算率

管種	C1j
塩化ビニル管	1.887
ダクタイル鋳鉄管	0.700
鋳鉄管	1.989
鋼管	0.689
石綿セメント管	2.351
コンクリート管	2.076
その他	2.076

C2j：液状化換算率

液状化の有無	C2j
なし	0.761
あり	1.818

C3j：加速度換算率

液状化の有無	C3j
なし	0.0015291× g
あり	0.0022543× g

g：想定加速度（gal）

図Ⅲ-4-16　各種換算率(三重県，2006)

[5] 大阪府水道地震対策基本方策

b) 地盤・液状化係数 C_g

地盤･液状化係数 C_g は，各自治体の地域特性に基づき係数が設定されており，大きく分類すると，地盤係数と液状化係数を個別に考慮する場合と液状化係数のみを考慮する場合の２パターンに分類できる．

(7) 地盤係数と液状化係数を個別に考慮している自治体

○採用自治体：青森県(97)，宮城県(04)，秋田県(13)，新潟県(98)，福井県(97)，島根県(12)，岡山県(13)，熊本県(13)，仙台市(02)，川崎市(13)

以下の自治体では，地盤係数と液状化係数を個別に考慮して被害量を算出している．なお，宮城県(04)，仙台市(02)，川崎市(13)以外は，地盤係数と液状化係数を比較し，大きい値を地盤・液状化係数 C_g として採用している．

表Ⅲ-4-30　各自治体における地盤係数

地盤分類	新潟県(98)	地盤分類	宮城県(04)，仙台市(02)	地盤分類	青森県(97)	地盤分類	福井県(97)
丘陵地	0.5	山地・山地部造成地	1.1	洪積地盤以上の良好地盤	0.5	洪積世	0.5
台地	0.5	段丘平坦地・丘陵地	1.5	ローム	0.9	沖積世	1
沖積平野	1	旧河道・平地部造成地	3.2	粘土・砂など(沖積)	1	沖積世(腐植土)	2
軟弱低地	2	軟弱低地・造成地	1	腐植土(沖積)	1.2		

地盤分類	秋田県(13)，島根県(12)，熊本県(13)	地盤分類	岡山県(13)	地盤分類	川崎市(13)
沖積平野	1.0	良質地盤	0.4	改変山地	1.1
良質地盤	0.4	沖積平野	1.0	段丘	1.5
山地(人工改変)	1.1	谷・旧水部	3.2	谷・旧水部	3.2
丘陵地(人工改変)	1.5	段丘	1.5	沖積平野	1.0
谷・旧水部	3.2			良質地盤	0.4
				人工造成(盛土)	3.2

表Ⅲ-4-31　各自治体における液状化係数

液状化指数(P_L値)	0	5	10	15	20
青森県(97)	－	－	2.9	4.7	
宮城県(04)，岡山県(13)	－	1.0	2.0		2.4
新潟県(98)	－	－			3.0
福井県(97)	－	－	2.5	3.5	
仙台市(02)	－	1.0	2.0	2.5	
秋田県(13)	－	1.0	2.0	2.4	

○島根県(12)，川崎市(13)では...

液状化指数でなく，以下の危険度に応じた係数を用いている．

表Ⅲ-4-32　島根県(2012)における液状化係数(島根県, 2012)

危険度	液状化補正係数 C_l
液状化なし	1.0
液状化危険度小	1.0
液状化危険度中	2.0
液状化危険度大	2.4

(ｲ)液状化係数のみを考慮している自治体

○採用自治体：岩手県(04)，東京都(12)，埼玉県(07)， 山梨県(05)，山口県(08)，香川県(13)，高知県(13)，札幌市(08)，横浜市(12)，広島市(08)

以下の自治体では， P_L 値に基づいて液状化係数のみを考慮して被害量を算出している．

表Ⅲ-4-33　液状化係数のみを考慮している自治体の液状化係数

液状化指数(P_L 値)	0	5	10	15	20
岩手県(04)	1		2		2.4
山口県(08)，埼玉県(07)，広島市(08)，香川県(13)	1	1.2	1.5		3
山梨県(05)，札幌市(08)	1	1.2	1.5		2.8
東京都(12)	1	1.8	3.2		8.8

表Ⅲ-4-34　高知県(2013)における液状化係数

	管が布設されている微地形	C_g
液状化の情報を有していない場合または、液状化の可能性がない場合	山地、山麓地、丘陵、火山地、火山山麓地、火山性丘陵	0.4
	砂礫質台地、ローム台地	0.8
	谷底低地、扇状地、後背湿地、三角州、海岸低地	1.0
	自然堤防、旧河道、砂州・砂礫洲、砂丘	2.5
	埋立地、干拓地、湖沼	5.0
液状化の情報を有しており、かつ液状化の可能性ありの場合	全微地形分類	6.0

表Ⅲ-4-35　横浜市(12)における液状化係数(高田・宮島の式(1997))

液状化指数(P_L 値)	0	5	10	15	20
埋立地	1.0	1.0	2.7		4.0
その他	1.0	1.0	2.0		2.4

○採用自治体：福岡県(12)

液状化補正係数は液状化指数 P_L を適用して以下の式から求めている．

$$C_g = 0.925 + 0.025 \times P_L$$

○採用自治体：大分県(13)

液状化による補正係数は1983 年日本海中部地震における都市ガス導管の液状化地域と非液状化地域の被害率比(約11 倍)より算出している．

液状化による補正係数＝11×液状化発生面積率＋1×(1－液状化発生面積率)

c) 管種係数 C_p ・管径係数 C_d

○採用自治体：青森県(97)，岩手県(04)，宮城県(04)，秋田県(13)，埼玉県(07)，東京都(12)，新潟県(98)，山梨県(04)，福井県(97)，長野県(02)， 島根県(12)，岡山県(13)，山口県(08)，香川県(13)，高知県(13)，福岡県(12)，熊本県(13)，大分県(13)，札幌市(08)，仙台市(02)，横浜市(12)

管種係数・管径係数は過去の様々な地震被害を分析することにより設定されている．なお，管種係数・管径係数を別個に設定している自治体と両者の積として管種・管径係数を設定している自治体がある．

表Ⅲ-4-36　長野県(2002)における管種･管径係数

管種＼管径(mm)	75以下	100-125	150-350	400-
石綿セメント管	10.2	5.3	3.9	3.3
塩化ビニル管	2.6	1.9	1.9	ー
普通鋳鉄管	1.4	1.0	0.8	0.3
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	1.1	0.5	0.5	0.1
ネジ付鋼管	10.5	5.5	4.0	3.4
溶接鋼管	0.5	0.3	0.2	0.1

表Ⅲ-4-37　山梨県(2005)における管種係数・管径係数

管種	管種係数	管径係数		管種	管種係数	管径係数	
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管(耐震性継手あり)	0.0	―	―	塩化ﾋﾞﾆｰﾙ管	1.5	150mm未満	1.1
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管(耐震性継手なし)	0.25	600mm未満	1.3			150mm以上	0.9
		600mm以上 1200mm未満	0.3	石綿ｾﾒﾝﾄ管	3.0	150mm未満	2.3
		1200mm以上	0.15			150mm以上 350mm未満	0.9
普通・ねずみ鋳鉄管	1.0	350mm未満	1.5			350mm以上	0.4
		350mm以上 1200mm未満	0.3	ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ管	0.1	1200mm未満	1.0
		1200mm以上	0.15			1200mm以上	0.5
鋼管(溶接結合)	0.1	1200mm未満	1.0	ｽﾃﾝﾚｽ管	0.1	1200mm未満	1.0
		1200mm以上	0.5			1200mm以上	0.5
鋼管(ﾈｼﾞ)	1.0	150mm未満	1.3	ｺﾝｸﾘｰﾄ管	1.0	350mm未満	1.5
		150mm以上	0.75			350mm以上 1200mm未満	0.3
						1200mm以上	0.15

(注)ポリエチレン管・ステンレス管は鋼管(溶接接合)，コンクリート管・その他管種および不明の場合は普通・ねずみ鋳鉄管と同様とした．

表Ⅲ-4-38　島根県(2012)における管種・管径係数

管種	管種補正係数 C_p
鋼管溶接継手（SUS 含む）	0.1
鋼管その他継手	2.0
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管（耐震継手）	0.0
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管（K 形継手）	0.3
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管（上記以外）	0.3
鋳鉄管	1.0
硬質塩化ビニル管	1.0
ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ管・多層ﾊﾞﾘｱﾊﾟｲﾌﾟ	0.1
その他・不明	0.3

管径	管径補正係数 C_d
Φ７５	1.6
Φ１００－１５０	1.0
Φ２００－４５０	0.8
Φ５００－	0.5

表Ⅲ-4-39　各自治体における管種係数

管　種	宮城県(04) 仙台市(02)	青森県(97)	秋田県(13)	新潟県(98)＊	福井県(97)
普通鋳鉄管	1				
ダクタイル鋳鉄管	0.3	0.2			0.3
鋼管	－		2		
溶接鋼管	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2
ネジ付鋼管	2	－			2.8
鋼管ソケット管	－				0.8
鉛管	－			1	－
塩化ビニル管	1	1.5		1	1.2
石綿セメント管	1.2	4		1	2.8
ポリエチレン管	0.1	－	0.1		0.2
コンクリート管	－			1	－

表Ⅲ-4-40　各自治体における管径係数

管径(mm)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
宮城県(04) 仙台市(02)	1.6	－	1.0	－	0.8		－	0.5			
青森県(97)	1.2		0.6		0.4						0.2
新潟県(98)	2.0	－＊－		0.6	－	0.4				－	0.2
福井県(97)	1.0		0.6	－	0.4					－	0.2

（注1）新潟県：100～125mmの管径係数は1.5
（注2）「－」はその管径での係数が設定されていないことを示す.

表Ⅲ-4-41　岩手県(2004)における管種係数・管径係数(高田他, 2001)

管種(継手)	管種係数
石綿セメント管	2.5
塩化ビニル管	1.0
普通鋳鉄管	1.0
ダクタイル鋳鉄管	0.3
ダクタイル鋳鉄管(耐震継手)	0
鋼管(ねじ継手)	4.0
鋼管(溶接)	0.3

管径	管径係数
75mm	1.6
100～150mm	1.0
200～250mm	0.9
300～450mm	0.7
500～600mm	0.5

表Ⅲ-4-42　埼玉県(2007), 東京都(2012), 山口県(2008), 香川県(2013)における管種係数・管径係数
(中央防災会議, 2005)

	75mm 以下	100mm ～250mm	300mm ～450mm	500mm ～900mm	1000mm 以上
ダクタイル鋳鉄管 (耐震継手あり)	0.00				
ダクタイル鋳鉄管 (耐震継手なし)	0.60	0.30		0.09	0.05
鋳鉄管	1.70	1.20	0.40		0.15
鋼管	0.84	0.42	0.24		
塩化ビニール管	1.50	1.20			
石綿セメント管	6.90	2.70	1.20		

(注1)香川県(13)(中央防災会議, 2008)ではその他の管を1.00としている.

表Ⅲ-4-43　札幌市(2008)における管種係数・管径係数

管　　種	C_2	C_3	
ダクタイル鋳鉄管 (耐震性継手有り)	0.0	—	—
ダクタイル鋳鉄管 (耐震性継手無し)	0.25	600mm 未満	1.3
		600mm 以上 1200mm 未満	0.3
		1200mm 以上	0.15
普通・ねずみ鋳鉄管	1.0	350mm 未満	1.5
		350mm 以上 1200mm 未満	0.3
		1200mm 以上	0.15
鋼管(ﾒｶﾆｶﾙ継手)	0.0	—	—
鋼管(溶接接合)	0.1	1200mm 未満	1.0
		1200mm 以上	0.5
鋼管(ネジ)	1.0	150mm 未満	1.3
		150mm 以上	0.75
塩化ビニル管	1.5	150mm 未満	1.1
		150mm 以上	0.9
石綿セメント管	3.0	150mm 未満	2.3
		150mm 以上 350mm 未満	0.9
		350mm 以上	0.4
鉛管	1.5	150mm 未満	1.1
		150mm 以上	0.9
ポリエチレン管	0.1	1200mm 未満	1.0
		1200mm 以上	0.5
ステンレス管	0.1	1200mm 未満	1.0
		1200mm 以上	0.5
コンクリート管	1.0	350mm 未満	1.5
		350mm 以上 1200mm 未満	0.3
		1200mm 以上	0.15

表Ⅲ-4-44　秋田県(2013)・熊本県(2013)における管種係数・管径係数

管種	管種係数
ダクタイル鋳鉄管	0.3
鋳鉄管	1.0
硬化塩化ビニール管	1.0
鋼管	0.3
石綿セメント管	1.2
ポリ管・ステンレス管 ＊	0.1
その他 **	0.3

管径	管径係数
75mm	1.6
100～150mm	1.0
200～450mm	0.8
500～800mm	0.5
900mm～ ＊	0.5

＊　：秋田県(2013)のみ

**：熊本県(2013)のみ

表Ⅲ-4-45　岡山県(2013)における管種係数・管径係数

（「首都直下地震 防災・減災プロジェクト」丸山・山崎の式,2012）

管種	管種係数
ACP(石綿セメント管)	1.2
CIP(鋳鉄管)	1.0
VP(塩化ビニル管)	1.0
SP(鋼管)	2.0
PEP(ポリエチレン管)	0.1
CP(コンクリート管)	1.0
LP(鉛管)	1.0
OP(その他管)	1.0

管径	管径係数
75mm	1.6
100～150mm	1.0
200～450mm	0.8
500～800mm	0.5

表Ⅲ-4-46　高知県(2013)における管種係数・管径係数

管種・管径(Cp)	Φ75 mm以下	Φ100-150 mm	Φ200-450 mm	Φ500 mm以上
DIP	0.6	0.3	0.3	0.09
CIP	1.7	1.2	0.8	0.4
SP	0.84	0.42	0.36	0.24
VP	1.5	1.2	1.2	1.2
ACP	6.9	2.7	2.0	1.2
その他	0.3	0.3	0.3	0.3

表Ⅲ-4-47　福岡県(2012)における管種係数・管径係数

管　種 （継手）	管　径（mm）			
	75 以下	100～125	150～350	400 以上
鋼管（ねじ）	10.5	5.5	4.0	3.4
石綿セメント管	10.2	5.3	3.9	3.3
塩化ビニール管	2.6	1.9	1.9	—
普通鋳鉄管	1.4	1.0	0.8	0.3
ダクタイル鋳鉄管	1.1	0.5	0.5	0.1
鋼管（溶接）	0.5	0.3	0.2	0.1

表Ⅲ-4-48　大分県(2013)における管種係数・管径係数

管種	管種係数
普通鋳鉄管	1.0
ダクタイル鋳鉄管	0.1
鋼管	1.0
ネジ付鋼管	1.0
メカ継手鋼管	0.1
溶接鋼管	0.1
ライニング鋼管	1.0
ガス鋼管	1.0
塩化ビニル管	1.5
鉛管	1.5
硬質塩化ビニル管	1.5
ポリエチレン管	0.1
ステンレス管	0.1
石綿セメント管	3.0

管径	管径係数
75mm以下	1.2
100～125mm	1.0
150～350mm	0.6
400mm以上	0.4

表Ⅲ-4-49　横浜市(2012)における管種係数・管径係数(高田：宮島の式,1997)

管種	管種係数
DIP(A,K,T)	0.3
DIP(S,SII)	0.0
CIP	1.0
SP	(0.3)
VP	1.1
SGP(ねじ継手)	(4.0)
ACP	(2.5)

管径	管径係数
75mm	1.6
100～150mm	1.0
200～250mm	0.9
300～450mm	0.7
500～600mm	(0.5)

②給水管被害箇所数の予測

a)東京都(1997)の手法

○採用自治体：神奈川県(09)

東京都(1997)では，配水管の被害箇所数を指標として，給水管の被害箇所数を求めている．

給水管被害率 $R_2 = R_1 \cdot a \cdot \left(b + \left(1-b\right) \cdot \left(1-c\right)\right)$

R_1　　：配水小管被害(箇所/km)

$a\left(=4.886\right)$：配水小管の被害１ヵ所あたりの給水管被害率

$b\left(=7/12\right)$：ステンレス管以外の給水管の延長比

c　　：ステンレス給水管整備率

（２）機能支障の予測（断水）

①川上(1996a)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，山形県(06)，埼玉県(07)，千葉県(08)，山梨県(04)，愛知県(03)，三重県(06)，大阪府(07)，奈良県(05)，島根県(12)，岡山県(13)，広島県(07)，山口県(08)，徳島県(05)，香川県(13)，高知県(13)，熊本県(13)，大分県(13)，札幌市(08)，さいたま市(09)，横浜市(12)，広島市(08)

川上(1996a)は，兵庫県南部地震(1995)を含む近年の地震による各市町村の配水管の物的被害率と地震直後の断水率の関係を調べ，右図に示す関係を得ている．図中の曲線は，地震直後・地震１日後・２日後における被害率と断水戸数の関係から求められた回帰曲線である．

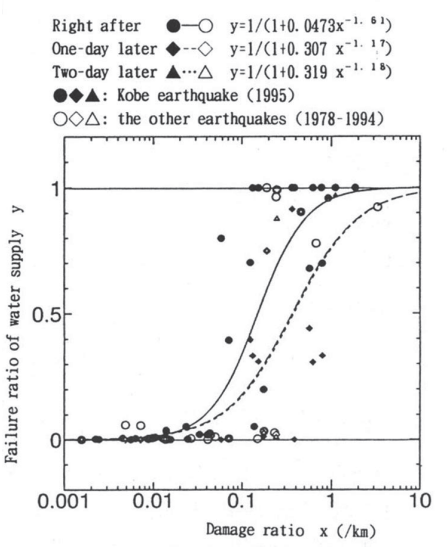
直　後：$y = 1/\left(1 + 0.0473x^{-1.61}\right)$

１日後：$y = 1/\left(1 + 0.307x^{-1.17}\right)$

２日後：$y = 1/\left(1 + 0.319x^{-1.18}\right)$

y ：断水世帯率

x ：配水管被害率(箇所/km)



図Ⅲ-4-17　断水率と配水管被害率の関係
(川上，1996a)

横浜市(12)，香川県(13)では，1日後のみを想定している．また，横浜市(12)ではφ75mm以上の配水管の被害率を用いている．

○熊本県(13)では...

250m メッシュの浸水分布図をもとに，津波により「浸水の可能性がある施設数」を算定している．

○大分県(13)では...

1995 年兵庫県南部地震時の実態に基づき，制水弁閉止後(発災７日後)の上水道の断水率も算出している．

（断水率）＝地震直後の断水率×0.5［１週間後］

②川上(1996b)の手法

○採用自治体：新潟県(98)，長野県(02)

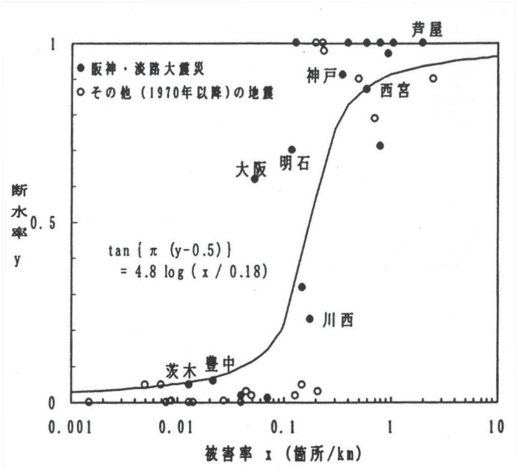
過去の地震後の断水率は，ネットワークの形状などの影響をあまり受けず，0.1箇所/km付近を境に値が上昇している．

川上(1996b)は，配水管の被害率と地震直後の断水率の間に以下の関係があると考え，配水管被害率から断水率を予測する式を提案している．

$$\tan\{\pi(Y-0.5)\} = 4.8\log_{10}(X/0.18)$$

Y ：断水率

X ：配水管被害率(箇所/km)



図Ⅲ-4-18　断水率と配水管被害率の関係(川上, 1996b)

③川崎市(1988)の手法

○採用自治体：福井県(97)，仙台市(02)，新潟市(07)

宮城県沖地震(1978)をはじめとする過去の地震による供給支障率の回帰分析により，以下の式を求めている．

$$y = 3.373 \cdot x_1^{-0.432} \cdot x_2^{-0.892} \cdot x_3^{1.159}$$

y ：供給支障率(%)

x_1 ：供給面積(km^2)

x_2 ：幹線（口径400㎜以上）の延長(km)

x_3 ：総被害箇所数(箇所)

④名古屋市(1997)の手法

○採用自治体：名古屋市(97)

配水管の被害による断水区域内に給水管被害による断水家屋が重複するものとして断水戸数を予測している．

想定断水戸数 ＝ 給水装置の被害数 ＋ 配水管の被害による断水戸数／２

小口径配水管，配水管の被害箇所１ヵ所につき１断水区間を想定している．平均的に止水栓1.5箇所，仕切弁３箇所を使用して１断水区間とし，管路延長，止水栓，仕切弁設置数から断水区間の管路延長を求めている．

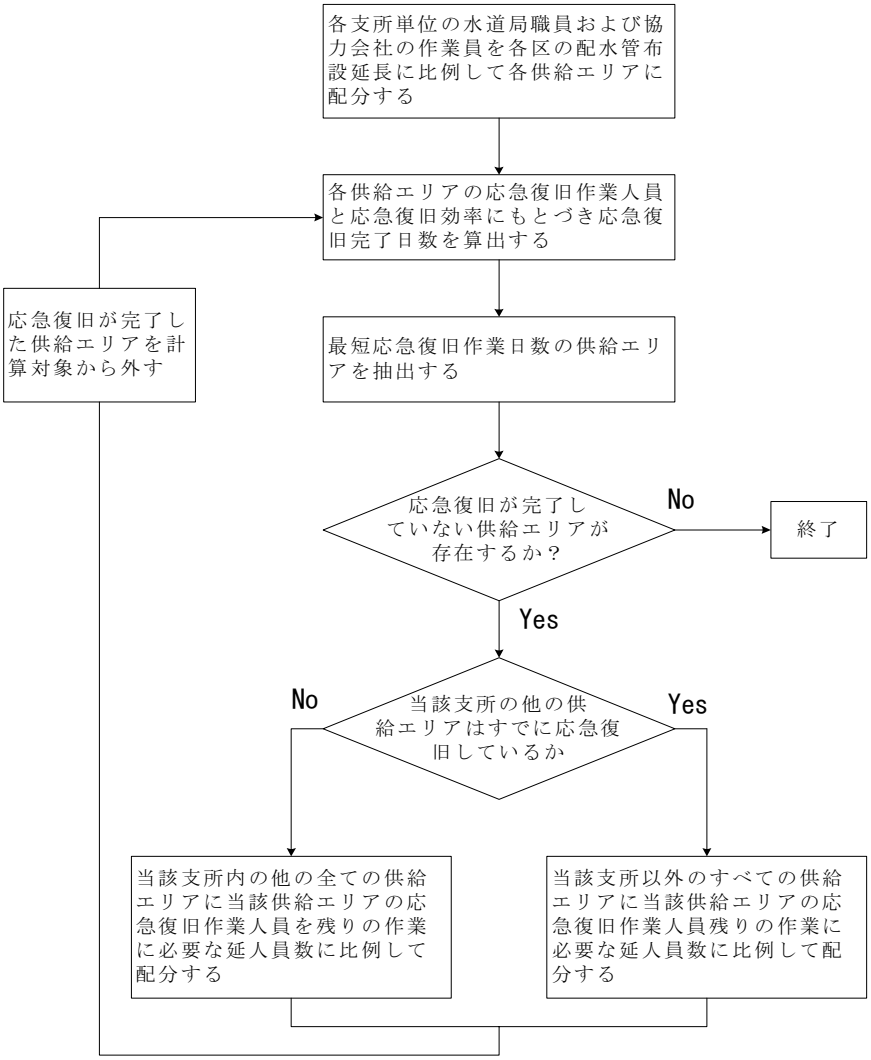
被害箇所１箇所あたりの配水管被害による断水戸数は，給水栓数を小口径配水管と配水管の合計延長で割り，単位m当りの給水栓数を計算，断水区間延長との積により求めている．

（３）復旧期間の予測

①東京都(1997)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，埼玉県(07)，千葉県(08)，広島県(07)，山口県(08)，札幌市(08)，広島市(08)

想定フローを下図に示す．



図Ⅲ-4-19　応急復旧想定フロー(東京都, 1997)

応急復旧作業１班の必要人員と１日あたりの応急復旧件数を以下のように設定している．

表Ⅲ-4-50　班および日あたりの必要人員と応急復旧作業効率(東京都, 1997)

	１班あたりの必要人員	応急復旧作業効率	
配水本管	局職員2人，作業員16人	0.5件/日	
配水小管	局職員2人，作業員8人	区部直下の地震	1.09件/日
		多摩直下の地震	1.16件/日
		神奈川県境直下の地震	1.10件/日
		埼玉県境直下の地震	1.09件/日

○埼玉県(07),広島県(07),山口県(08),広島市(08)では...

中央防災会議の検討を参考に復旧日数の目標(30日)を定め，東京都(1997)の係数を用いて必要人員を求めている.

排水系統の切り替え作業などで，地震発生から4日後に断水人口の7割が回復すると仮定している.

○秋田県(13)では...

地震発生直後は，被害状況の調査・復旧体制の整備を行い，1 日後から復旧開始とする.

復旧日数は以下の式から求める.

【冬季以外】

配水管復旧日数＝配水管被害箇所数／(復旧作業人数×0.0568)＋1

【冬季】

配水管復旧日数＝配水管被害箇所数／(復旧作業人数×0.0568)／0.7＋1

復旧作業効率は中央防災会議(2008)を参考に設定した.

表Ⅲ-4-51　水道の復旧作業に必要な人員及び作業効率(中央防災会議,2008)

	1班あたりの必要人数	応急復旧作業効率
送水管・配水本管	職員2人，作業員16人	0.5件/班・日
配水小管	職員2人，作業員 8人	1.09件/班・日

上記表より，配水本管と配水小管の割合が等しいと仮定すると，1 日あたり28 人で1.59件の復旧をすることが可能である．よって，1 日あたりの処理能力は1.59÷28=0.0568 件／人日と仮定した.

②神奈川県(1986)等の手法

○採用自治体：新潟県(98)

水道管の復旧効率を設定し，これと予測された管の被害箇所数および各自治体で動員可能な復旧作業人員から復旧期間を予測している．なお，多くの自治体では，上水道事業および管工事業の従業者の５割が復旧作業に従事すると仮定している．

表Ⅲ-4-52　上水道の復旧予測に関する係数(埼玉県,1998)

区　　分	復旧作業必要人員（１組）	１件あたり 復旧作業日数	１件あたり 作業人員
大口径管 φ400mm以上	2～3班で昼夜兼行作業， 局職員4人，作業員12人	2.7日 63時間	72人･日
中口径管 φ100～350mm	1班構成で昼のみ施工， 局職員2人，作業員6人	1.0日 13時間	６人･日
小口径管 φ100mm未満	1班構成で昼のみ施工， 局職員0.5人，作業員3人	0.5日 4時間	３人･日

表Ⅲ-4-53　設定した水道管復旧効率

自治体名	新潟県(98)	復旧効率
区分	―	72人日/件
	―	６人日/件
	配水管	３人日/件
	給水管	1.5人日/件

１日あたりの復旧件数 Ri は，以下の式で求められる．

$$Ri = \frac{1}{\alpha} \times \beta_i \times \frac{r_i}{100}$$

α　：１組の復旧作業員が１件の被害箇所を工事するのに要する日数

β_i　：i 市町村における組編成可能数

r_i　：i 市町村における施工率

③能島らの手法

○採用自治体：岡山県(13)，千葉市(09)

能島らは，上水道の復旧状況の進捗を，以下のガンマ分布の確率密度関数で仮定している．$f(t \mid I)$は，t日経過後，計測震度I のときの復旧率（非超過確率）を表す．

$$f(t \mid I) = \frac{t^{\alpha(I)-1} \exp\left(-\frac{t}{\beta(I)}\right)}{\beta(I)^{\alpha(I)}\Gamma(\alpha(I))}$$

パラメータ$\alpha(I)$と$\beta(I)$は平均値$\mu(I)$と標準偏差$\sigma(I)$を用いて以下のように表される．

$$\alpha(I) = \left(\frac{\mu(I)}{\sigma(I)}\right)^2, \qquad \beta(I) = \frac{(\sigma(I))^2}{\mu(I)}$$

$$\mu(I) = a_0 + a_1 \times I + a_2 \times I^2$$
$$\sigma(I) = c_0 + c_1 \times I + c_2 \times I^2$$

a_n： 定数（a_0=228.93， a_1=−89.82， a_2=9.04）

c_n： 定数（c_0=5.12， c_1=−6.94， c_2=1.36）

④中央防災会議(2005)の手法

○採用自治体：群馬県(12)

配水管と給水管の被害箇所数，復旧速度，復旧人員から以下の式により応急復旧日数を予測する．

復旧日数＝配水管総被害件数／（1 日あたり作業人数×1 日あたりの処理能力）

ここで，

・復旧日数：復旧日数とは，復旧作業が開始してから完了するまでの日数とする．（地震発生直後の被害状況の調査日数は含めないものとする．）

・1 日あたりの作業人数：表Ⅲ-4-54 より，2,000 人とする．

・1 日あたりの処理能力：表Ⅲ-4-55 より，配水本管と配水小管の割合が等しいと仮定すると，1 日あたり人員28 人で1.59 件の復旧をすることが可能である．よって，1 日あたりの処理能力は1.59÷28=0.0568 件／人日と仮定する．

さらに，

・表Ⅲ-4-54より，4 日後に1 日目の断水人口の7 割が回復するものとする．

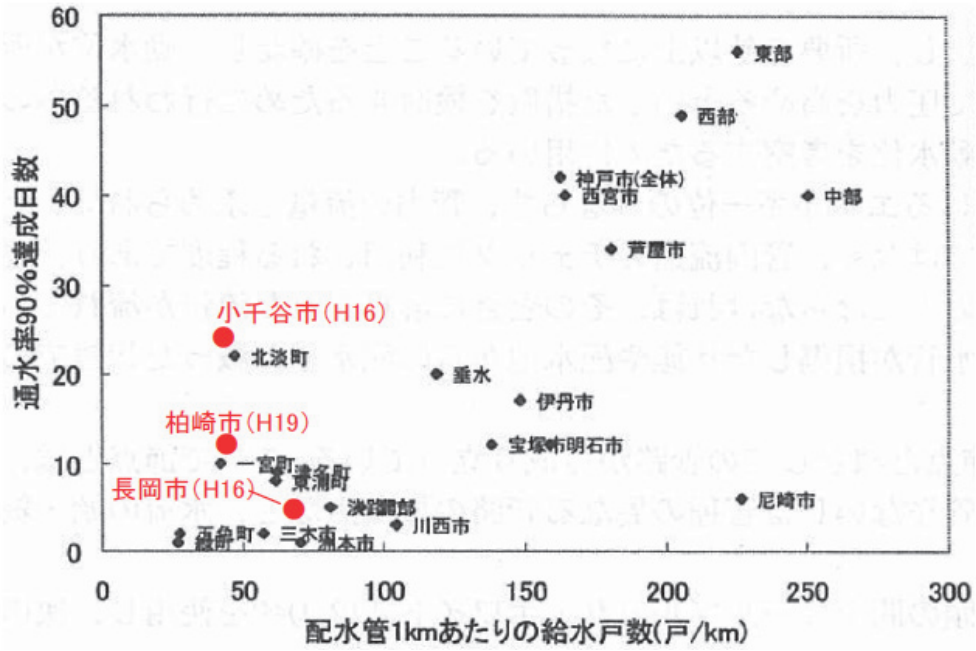
・復旧作業の完了をもって，断水世帯数が0 になるものとする．

表Ⅲ-4-54　上水道の復旧の仮定(中央防災会議, 2005)

※上水道復旧に関する算定
①復旧目標日数（首都地域における政策目標） 30 日（阪神･淡路大震災の実態：42 日）
②復旧曲線 ・地震発生直後は被害状況の調査を行い、1 日後からの復旧スタートとする(被災直後の変電所被災による一時的な広範囲の断水は想定しない)。ただし、人口の集中する一部地域については 4 日後までには制水弁閉止とバックアップルートの確保による断水範囲縮小作業を行い、その後、修理作業を行うこととする。 ・制水弁閉止とバックアップルートの確保による断水範囲の縮小による効果は、地震発生後 4 日後に東京都では、1 日目の断水人口の 8 割が回復すると想定。それ以外の県については、上記のしくみがある地域とない地域があることを勘案し、県全体で断水人口の 7 割が回復すると想定。
③復旧作業に投入する人員数 ・東京都被害想定手法(H9)を参考に、復旧に必要な人員数等を右記のように設定。 ・本検討では、送水管及び配水管被害箇所数の予測結果から、必要となる班数は下式より求まる。 (送水管･配水本管復旧必要班数)＝(送水管･配水本管被害箇所数)／(0.5×26 日)、 (配水小管復旧必要班数)＝(配水小管被害箇所数)／(1.09×26 日)、 これより上記の表から必要となる人員数は下式より求まる。 (必要人員数)＝(送水管･配水本管復旧必要班数)×20(人)＋(配水小管復旧必要班数)×10(人) ＜参考＞(応援班数)＝(必要班数)－(首都地域内で編成可能な班数(※)) ※東京都：約 2,300 人/日（東京都被害想定 H9）、埼玉県：約 2,000 人/日（埼玉県被害想定 H10）等より、各都県概ね 2,000 人/日程度は確保可能と設定。

表Ⅲ-4-55　上水道の復旧に必要な人員(中央防災会議, 2005)

	1班あたりの必要人員	応急復旧作業効率
送水管･配水本管	職員2人、作業員16人	0.5件/班･日
配水小管	職員2人、作業員8人	1.09件/班･日



図Ⅲ-4-20　事業体規模と復旧日数の関係（川崎市(2010)，高田ほか(2003)に加筆）

⑤川崎市(2013)の手法

○採用自治体：川崎市(13)

送水管と配水管の被害箇所数，復旧速度，復旧人員から応急復旧日数を予測する．

・送水管や400㎜ 以上の基幹管路から復旧に取り掛かる．
　⇒完了時点で応急給水拠点は使用可能
・基幹管路は，２日後までに復旧作業を完了し，基幹管路以外は３日目より復旧作業を開始する．
・投入班数については，要領に基づき自前で編成可能な最大32 班を基準として，首都が被害を受けると考えられる元禄型関東地震では，他都市からの応援が期待できないことや参集する職員の状況を考慮し，80％の25 班，H24 川崎市直下の地震では，他地域からの応援が期待できるため，150％の48班とする．
・３日目以降の復旧速度はNagataら(2008)に基づき，１日0.5 箇所／班とする．
・３日目以降の断水世帯数の算出は，ブロックごとに初期の被害箇所数と復旧に応じた被害箇所数の割合により算出している．

⑥その他の手法

以下の自治体では，以下のように復旧効率を設定している．

大阪府…作業効率＝0.1箇所／人・日（復旧人員：大阪府の上水道事業従事人数の1/3）
三重県…作業効率＝3.2 人日／箇所（復旧人員：三重県内の上水・工業用水道従業者の半数）

４－４．下水道の被害・復旧

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

（１）埋設管被害箇所数の予測

①最大地表速度Vを指標とする手法

a)国土交通省(2006)の手法

b)川崎市(2013)の手法

c)永田ら(2010)の手法

②*SI* 値を指標とする手法

a)福岡県(1997)の手法

③地表最大加速度 *A* を指標する手法

a)久保・片山(1975)に基づく手法

④震度階を指標とする手法

a)東京都(2006)の手法

b)国土交通省(2006)の手法

⑤液状化危険度と土被り厚から土砂堆積距離を算出する手法

a)東京都防災会議(1991)等の手法

b)徳島県(2005)の手法

（２）機能支障および復旧期間の予測

①被害箇所数から算出する手法

a)秋田県(1997)の手法

②管きょ土砂堆積延長から算出する手法

a)東京都(1997)の手法

③秋田県(2013)の手法

④群馬県(2012)の手法

⑤川崎市(2013)の手法

（１）埋設管被害箇所数の予測

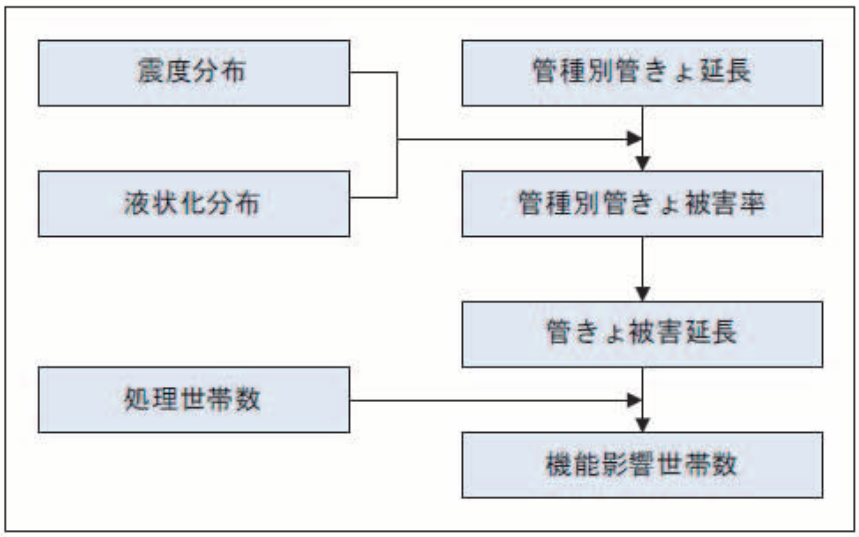
下水道施設（下水道埋設管）は近年急速に普及しているが，経験的な被害予測手法が確立しているとはいえないのが現状で，多くの自治体は，上水道埋設管と同様の考え方で被害量を予測している．

①最大地表速度Vを指標とする手法

a)国土交通省(2006)の手法

○採用自治体：群馬県(12)，千葉県(08)，神奈川県(09)，島根県(12)，熊本県(13)

管きょの被害率，被害延長を 250m メッシュ単位で予測している．管きょの被害率関数から予測した管種別の管きょ被害率に各メッシュの管種別の延長を乗じて被害延長，さらに管種別の被害延長から各メッシュの総被害延長を予測する．



図Ⅲ-4-21　下水道施設の被害予測方法(千葉県，2008)

管種別の被害予測関数は以下の通りである.

$$D_1 = \sum_i \sum_j L_{ij} \cdot R_{ij}$$

D_i ：総被害件数(km)

L_{ij} ：管路延長(km)

R_{ij} ： 表Ⅲ-4-56 に示した平均被害率(%)

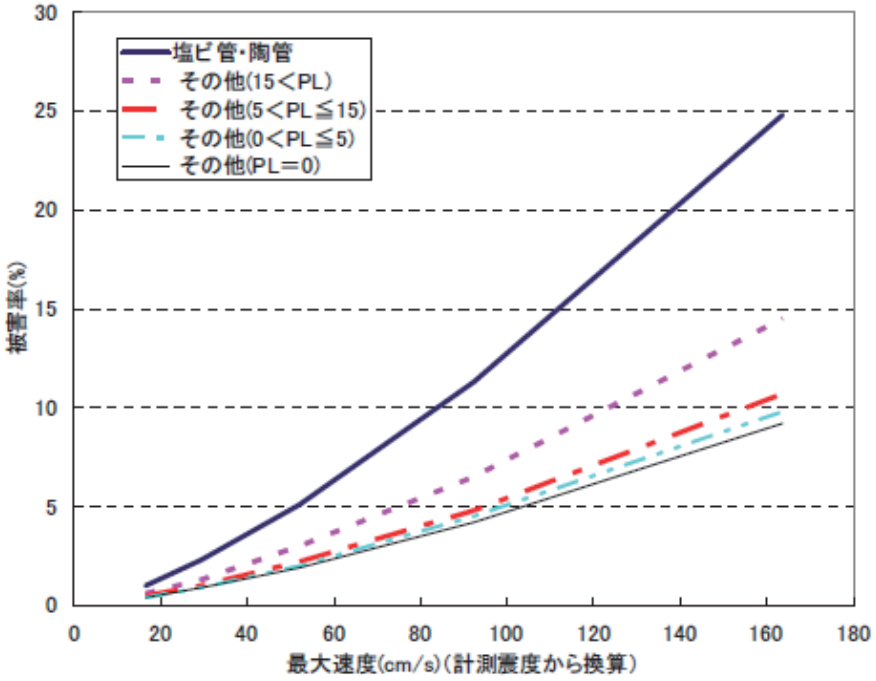
※添え字ｉとｊは,それぞれ管種,関係を表す

表Ⅲ-4-56　下水道管きょの平均被害率（%）（千葉県，2008）

管種	計測震度（上段）、地表最大速度（下段）				
	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
	16.6	29.4	52.0	92.3	163.7
塩ビ管・陶管	1.0%	2.3%	0.5%	11.3%	24.8%
その他(15<PL)	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
その他(5<PL≦15)	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
その他(0<PL≦5)	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
その他(PL=0)	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

○熊本県(13)では...

250m メッシュの浸水分布図をもとに，津波により「浸水の可能性がある施設数」を算定している.



図Ⅲ-4-22　管きょの平均被害率関数(千葉県，2008)

b) 川崎市(2013)の手法

○採用自治体：川崎市(13)

下水道管きょと，下水道人孔に分けて算出している．

(1) 下水道管きょ

兵庫県南部地震の被害データを基に下水の滞留延長と液状化の影響を考慮した庄司ら(2011)が機能的被害率としてモデル化した式を使用している．

$$D_1 = \sum_i \sum_j L_{ij} \cdot R_{ij}$$

$$R_{ij} = C_{gij} \cdot C_{pij} \cdot C_{dij} \cdot R(v)$$

$$R(v) = C\Phi\left(\left(\ln v - \lambda\right)/\zeta\right)$$

ここで、D_1：総被害延長(km)、L_{ij}：管路延長(km)、R_{ij}：被害率、$R(v)$：標準被害率評価式、C_{pij}：管種補正係数(表 8.2-6)、C_{dij}：管径補正係数(表 8.2-7)、C_{gij}：地盤補正係数(表 8.2-8)、$\Phi(x)$：標準正規分布の確率分布関数、v：地表最大速度(cm/s)、添え字 ij は管種、管径を表す。

表Ⅲ-4-57　下水道管きょの標準被害率曲線の回帰係数（川崎市, 2013）

	PL 値	回帰係数			制約条件
		C	λ	ζ	
機能的被害	$15<P_L$	0.14	5.02	0.42	ζ ≧0.42
	$5<P_L \leqq 15$	0.08	4.62	0.35	ζ ≧0.35
	$P_L \leqq 5$	0.13	4.99	0.44	ζ ≧0.44

(2) 下水道人孔

新潟県中越地震及び新潟県中越沖地震の被害データを基に永田ら(2010)が示した人孔の被害率曲線を使用する. 下水道人孔の被害想定は，物的被害と機能支障の2 つについて行う．このうち，物的被害とは蓋や壁などが破損する物理的な被害を，機能支障とは人孔自体が浮上・沈下した被害を表す.

$$R(V)=C\Phi\{(\ln V-\lambda)/\zeta\}$$

$R(V)$ ：標準被害率評価式
$\Phi(x)$ ：標準正規分布の確率分布関数
V ：地表最大速度（cm/s）

表Ⅲ-4-58　人孔の被害率曲線の回帰係数（川崎市, 2013）

	P_L 値	回帰係数			制約条件
		C	λ	ζ	
物的被害	-	0.103	4.066	0.283	なし
機能支障	$5 \leqq P_L$	0.049	4.190	0.291	なし
	$P_L<5$	0.024	4.163	0.347	なし

物的被害：蓋・受枠の破損、壁のずれ・亀裂・破損、底板の亀裂・破損、その他破損が発生した人孔
機能支障：浮上・沈下が発生した人孔

c)永田ら(2010)の手法

○採用自治体：高知県(13)

大規模地震による下水道被害想定検討委員会における永田ほか(2010)の評価モデルを基に，250mメッシュ単位で管路の被害を予測する．管路の分布は，領域内の延長を管路の管種・管径別に，建物の分布を基に250mメッシュに分配し，これを用いて被害箇所数を算出した．

$$D = \sum L \cdot R(v)$$

$$R(v) = C\Phi(\frac{\ln v - \lambda}{\varsigma})$$

D：総被害軒数(件)　　L：管路延長(km)

$R(v)$：標準被害率評価式(km/km)

$\Phi(x)$：標準正規分布の確率分布関数　v：地表最大速度(cm/s)

表Ⅲ-4-59　管路の機能支障率の回帰係数(高知県，2013)

液状化	ζ	λ	C
液状化あり (PL≧15)	0.072	3.680	0.216
液状化あり (0<PL<15)	0.004	3.652	0.289

②SI値を指標とする手法

a) 福岡県(1997)の手法

○採用自治体：長野県(02)，福岡県(12)，新潟市(07)

宮城県沖地震(1978)での上水道管被害と下水道管被害の割合から，下水道の標準被害率R_fをを設定している．

$$R_{fm} = R_f \cdot C_L \cdot C_p$$

R_{fm}：被害率(箇所/km)

$R_f \left(= 0.0083 \times SI - 0.25, \text{ただし、} R_f \geq 0.5 \text{のとき、} R_f = 0.5\right)$：標準被害率(箇所/km)

C_L：液状化係数･･･日本海中部地震(1983)を参考に設定

$$C_L = 0.85 + 0.05 \times P_L$$　　P_L：液状化指数

C_p：管種係数，

表Ⅲ-4-60　福岡県(1997)における管種係数C_p

管種	係数	管種	係数
陶管	2.0	シールド管	0.5
塩化ビニル管	1.5	ボックスカルバート	0.5
ヒューム管	1.0	鋼管(溶接)	0.1
ダクタイル鋳鉄管	0.2		

※福岡県(12)ではヒューム管以外の条件での被害想定については管種管径係数Cp，液状化補正係数CLを，過去の地震被害資料に基づいて設定し，被害想定を行っている．

③地表最大加速度 A を指標する手法

a) 久保・片山(1975)に基づく手法

○採用自治体：青森県(97)，宮城県(04)，茨城県(95・98)，新潟県(98)，福井県(97)，三重県(06)，鹿児島県(97)，仙台市(02)，さいたま市(09)

上水道管の被害予測で用いられている久保･片山(1975)による被害率推定式を改訂し，下水道予測に使用している．

$$R_{fm} = R_f \cdot C_g \cdot C_p \cdot C_d \cdot C_v$$

R_{fm} ：被害率(箇所/km)

$R_f \left(=1.7A^{6.1} \times 10^{-16}, \text{ただし、} R_f \geq 2.0 \text{のとき、} R_f = 2.0\right)$：標準被害率(箇所/km)

A ：地表最大加速度(gal)

C_g ：地盤・液状化係数

C_p ：管種係数

C_d ：管径係数

C_v ：埋設工法係数

地盤・液状化係数 C_g については，地盤係数と液状化係数の両方が設定されている自治体では，いずれか大きい方を採用している．ただし，新潟県は，液状化地域では液状化係数を採用している．また，福井県・青森県・新潟県では，上水道の被害予測で使用したものと同じ係数（表Ⅲ-4-30，表Ⅲ-4-31）を用いている．

埋設工法係数 C_v を評価している自治体はごく限られている（表Ⅲ-4-65）．

表Ⅲ-4-61　各自治体における地盤係数

地盤分類	宮城県(04)，仙台市(02)
山地・丘陵地，段丘平坦地	0.4
沖積平野，旧河道，谷底平野，自然堤防	1.0
軟弱地盤，後背湿地	2.0
平地部造成地，山地部造成地	2.0
液状化地盤($5<P_L \leqq 20$)	2.9
液状化地盤($20<P_L$)	4.7

表Ⅲ-4-62　各自治体における液状化係数

液状化指数(P_L値)	5	10	15	20	25	30
青森県(97)	―			7.0		
新潟県(98)	―				7.0	

表Ⅲ-4-63　各自治体における管種係数 C_p

管　種	青森県 (97)	新潟県 (98)	福井県 (97)	宮城県 (04)
				仙台市 (02)
陶 管	2	―	1.6	2
ﾋｭｰﾑ管	0.5	―	0.5	2
塩化ﾋﾞﾆﾙ管	1.5		1.2	1.5
ﾎﾞｯｸｽ･ｶﾙﾊﾞｰﾄ	0.2			―
ｼｰﾙﾄﾞ管	0.1	―	0.1	―
無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ管	1.5	―	1.2	6
現場打ち鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ管	0.2			―
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	―	0.2	―	
溶接鋼管	―	0.1	―	
鋼管	―	2	―	2
ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ管	―	1.5	―	1
普通鋳鉄管	―	1	―	1
ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ管	―	0.1	―	
石綿ｾﾒﾝﾄ管	―	1	―	
不 明	1	1	―	

表Ⅲ-4-64　各自治体における管径係数 C_d

管径	青森県(97)	福井県(97)	管径	宮城県(04)，仙台市(02)
150mm未満	1.2	1	150mm未満	1.2
150～500mm	0.6		150～400mm	0.6
500～1000mm	0.4		400～1000mm	0.4
1000～2000mm	0.2		1100～2000mm	0.2
2000～4000mm	0.1		2000～4000mm	0.1
4000mm以上	0.05		4000mm以上	0.05
不　明	1	―	不　明	―

表Ⅲ-4-65　各自治体における埋設工法係数 C_v

地盤分類	宮城県(04)，仙台市(02)
推進･シールド	0.1
開削	1.0

○三重県(06)では...

同じ久保・片山(1978) の手法を用いて被害数，復旧日数も算出している．

被害数　N_g (箇所)

$$N_g = R_{fm} \times L_g$$

L_g ：施設延長(Km)

復旧日数 D_g1 (日)，本格復旧工事開始月 D_g1 (月)

$$D_g1 = N_g \times 0.0084$$

$$D_g2 = N_g \times 0.0034$$

④震度階を指標とする手法

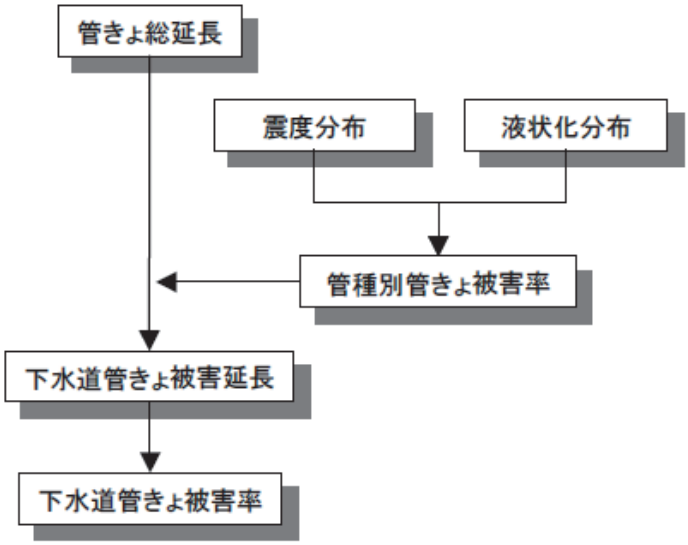
a) 東京都(2006)の手法

○採用自治体：埼玉県(07)，東京都(12)，広島県(07)，山口県(08)

震度階を指標とする手法である．下水道管きょ被害率を，震度分布と液状化分布などにより設定した管きょの管種別被害率から算出した管きょの被害延長と管きょ総延長により求めている．

下水道管きょ被害率＝管きょの被害延長／管きょ総延長

下水道の拠点施設（ポンプ場，処理場）の被災は，想定の対象としていない．



図Ⅲ-4-23 下水管管きょ被害率算出フロー(東京都, 2006)

表Ⅲ-4-66 下水管管きょ被害率(%)(東京都, 2006)

管種	震度 / 液状化		震度階				
			5弱	5強	6弱	6強	7
塩ビ管 陶管	PL値	すべて	19.0	30.8	39.3	48.6	57.0
その他 の管	PL値	15<PL	11.4	17.4	23.1	28.0	33.4
		5<PL≦15	8.7	13.6	17.0	20.8	24.6
		0<PL≦5	8.0	12.6	15.6	19.1	22.5
		PL=0	7.6	12.1	14.6	18.1	21.2

①液状化地盤　塩ビ管・陶管：兵庫県南部地震及び新潟県中越地震被害実態に基づく
　　その他：日本海中部地震被害実態に基づく
②非液状化地盤　塩ビ管・陶管：兵庫県南部地震及び新潟県中越地震被害実態に基づく
　　その他：兵庫県南部地震被害実態に基づく

b) 国土交通省(2006)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，岡山県(13)，香川県(13)，横浜市(12)

国土交通省(2006)の下水道管路施設の被害想定手法により算出.
この手法では，過去の地震による被害の実態から導いた被害率曲線によって下水道被害延長を予測している.

下水道被害延長＝液状化危険度・震度別平均管きょ被害率×管きょ延長

表Ⅲ-4-67　液状化危険度・震度別平均管きょ被害率
(大規模地震による下水道被害想定検討委員会，
国土交通省都市・地域整備局下水道都下水道企画課，2006)

管種	液状化危険度	PL値	震度階級				
			5-	5+	6-	6+	7
		計測震度基準値	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
塩ビ管陶管	A～D	ALL	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.8%
その他の管	A	15＜PL	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
	B	5＜PL≦15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
	C	0＜PL≦5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
	D	PL＝0	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

⑤液状化危険度と土被り厚から土砂堆積距離を算出する手法

a) 東京都防災会議(1991)等の手法

○採用自治体：山梨県(04)，静岡県(01)，愛知県(03)，鳥取県(05)，徳島県(05)，愛媛県(02)，大分県(13)，札幌市(08)，名古屋市(99)

支線管きょの土砂堆積被害を対象としている．土砂堆積被害とは，液状化により管きょの接合部等において発生した損傷部から土砂が流入し，管きょ内に土砂が堆積することを指す.

$$N_d = C_4 \cdot R \cdot L$$

N_d ：枝線管きょの土砂堆積延長(km)

R ：液状化危険度ランクごとの標準被害率

＊日本海中部地震(1983)の能代市の被害データ(標準被害率＝6.8%)から設定

C_4 ：土被り深さによる補正係数（10m以浅のとき 1.0，10m以深のとき 0.0）

L ：管きょ延長(km)

表Ⅲ-4-68　液状化危険度ランクごとの標準被害率 R

液状化指数(P_L値)	0	5	10	15
名古屋市(99)	0.00	0.0064	0.0126	0.0254

(注)名古屋市(1999)では，Rのかわりに液状化による土砂堆積率(0.2)と液状化面積比率係数の積が採用されている．表中にはこの値を示した.

※大分県(13)では能代市の市街地は沖積平野で軟弱地盤であるため，能代市の下水処理区域はすべて液状化危険度が最大（＝液状化発生面積率 18%）として，液状化危険度ランクごとの標準被害率を以下としている．

液状化ランク毎の標準被害率＝6.8%×液状化発生面積率（%）／18%

b)徳島県(2005)の手法

○採用自治体：徳島県(05)

ｉ）被害延長算定式

被害延長（土砂堆積延長）を次式で算定している．

被害延長（土砂堆積延長）＝$A \times B \times L$（km）

A ：液状化による土砂堆積率（=0.2）

B ：液状化発生面積率

L ：管きょの延長（km）

・液状化による土砂堆積率 A

液状化地盤における液状化による土砂堆積率は，日本海中部地震(1983)における能代市の被害事例（以下表参照）に基づいて設定している．

表Ⅲ-4-69　日本海中部地震による能代市の下水道管きょの被害（土木研究所，1985）

構造物	全延長又は全箇所数	被害状況	被害延長又は箇所数	被害率
管渠	約 60,000m	管破損 管目地ずれ 土砂堆積	8,705.6m 1,048 箇所 4,100.33m	14.5% 17.4 箇所/km 6.8%
マンホール	1,260 箇所	マンホール被害	135 箇所	10.7%
取付管	不明	破損・突出	1,117 箇所	－

日本海中部地震(1983)において，能代市内で液状化が発生した地域と発生しなかった地域の面積比は次のようであった．

（液状化地域面積）：（非液状化地域面積）＝37：63

能代市の全管きょ延長は 60km であるので，液状化地域を通過する下水道管きょは

（液状化地域の下水道管きょ）＝（能代市全管きょ延長）×（液状化面積）

＝60km×0.37＝22.2km

このうち，土砂堆積被害のあった管きょは（約 4.1km）であることから，液状化地域にある管路が機能支障にいたる比率は以下のように求められる．

4.1km/22.2km＝18%　→20%

よって，液状化による土砂堆積率は，0.2 と設定した．

・液状化発生面積率B

液状化発生面積率は，当該メッシュのP_L値より，次のように設定した．

液状化発生面積率（%）＝$0.05\times P_L^2$　（埋立地≦100%，埋立地以外≦18%）

ⅱ）被害率

下水道の被害率は次式で計算した．

被害率=被害延長／管きょ延長

（２）機能支障および復旧期間の予測

排水困難人口の算出は下水道の物的被害率（土砂堆積延長/管きょ延長）に処理区域人口をかけあわせることで求めている自治体が多い．復旧期間の予測に関しては，被害箇所数から算出している自治体と，管きょ土砂堆積延長から算出している自治体がある．

①被害箇所数から算出する手法

a) 秋田県(1997)の手法

○採用自治体：新潟県(98)，さいたま市(09)，新潟市(07)

兵庫県南部地震(1995)，日本海中部地震(1983)における被害箇所数と応急復旧および復旧工事開始時期までにかかった日数の関係から評価している．

応急措置対処日数(日) ＝ 被害箇所数 × 0.0084

本復旧工事開始月(月) ＝ 被害箇所数 × 0.0034

○新潟県(98)，さいたま市(09)，新潟市(07)では...

復旧工事開始月を下水道管の被害箇所数に応じて以下のように設定している．

復旧工事開始月(月)

$$=\begin{cases} 10.24\log_{10}(\text{被害箇所数})-27.25 & (\text{被害箇所数が1,000以上の場合}) \\ 0.0034\times(\text{被害箇所数}) & (\text{被害箇所数が1,000未満の場合}) \end{cases}$$

②管きょ土砂堆積延長から算出する手法

a) 東京都(1997)の手法

○採用自治体：埼玉県(07)，神奈川県(09)，岡山県(13)，大分県(13)，横浜市(12)

枝線管きょの物的被害率に普及人口を乗じることにより，機能支障人口を算出している．

また，枝線管きょの応急復旧作業期間を予測している．発災１日後までは被害状況調査，２日後から応急復旧作業が開始されるとし，作業効率は200m/班（１班６人，管径400mm堆積厚20%を仮定）としている．

なお，応急復旧作業期間として，非延焼区域の応急復旧が完了するまでの日数を使用している．

表Ⅲ-4-70 高圧洗浄車 1 台当たりの応急復旧作業人員と作業効率（埼玉県, 2007）

1台当たり必要人員	応急復旧作業効率
清掃技師　1人	200m/(班・日)
作業員　3人	
特殊運転手　1人	
普通運転手　1人	
計 6人	

○岡山県(13)では…
1週間後から下水道管路の復旧が開始されるとし，中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会」(2008)に基づき，応急復旧作業の1 班あたりの作業量は，400m/日・班を想定する．

○横浜市(12)では…
世帯数に被害率を乗じている．

③秋田県(2013)の手法

○採用自治体：秋田県(13)

下水道機能支障人口は，市町村ごとに集計した下水道管きょ被害率に市町村別の下水道処理人口を乗じて算出する．

下水道機能支障人口＝下水道管きょ被害率(市町村別)×下水道処理人口

下水道管きょ被害率(市町村別)＝下水道被害延長(市町村集計)／管きょ延長(市町村集計)

下水道の復旧日数は，下水道被害による被害延長と，応急復旧するための調査及び土砂浚渫等に係る復旧作業人数，復旧作業効率から算出する．

【冬季以外】

下水道復旧日数＝下水道被害延長(km)／6.75km／作業人数×11(人/日)
＋下水道被害延長(km)／1km／作業人数×14(人/日)＋1

【冬季】

下水道復旧日数＝下水道被害延長(km)／6.75km／作業人数×11(人/日)／0.7
＋下水道被害延長(km)／1km／作業人数×14(人/日)／0.7＋1

④群馬県(2012)の手法

○採用自治体：群馬県(12)

応急復旧件数のうち最も件数が多い取付管の修理が完了する日数を想定し，神戸市の被害・復旧状況から以下の条件で応急復旧日数を予測する．

・神戸市では，取付管の応急修理が完了するのに概ね130 日（平成7 年5 月末）を要している．
・神戸市における被災人口は，当時の処理区域人口1,426,200 人より被災率1.9%を用いて，約27,000 人と推定した．
・群馬県内における下水道の応急復旧日数は，被災人口に比例すると仮定して次式で予測する．

応急復旧日数＝130 日／27,000 人×群馬県内の被災人口(人)

⑤川崎市(2013)の手法

○採用自治体：川崎市(13)

枝線と幹線の被害を分けて考えて算出している.

幹線と考えられるΦ500 ㎜以上の管路については，滞留延長１ｍを超える場合にはその管路があるメッシュの世帯すべてが機能支障世帯となるとした．一方，Φ500 ㎜以上の管路の滞留延長が１ｍを超えない場合には，Φ500 ㎜未満の管路の被害率とメッシュごとの世帯数を乗じて機能支障世帯数としている.

応急復旧日数の予測は，次の原則に基づいて想定した.

【復旧予測】

上水道と同様に滞留延長，復旧班数から応急復旧日数を予測した.

・被害算出は下水独自のものを採用.
・処理区内において処理場から近い順に復旧に取り掛かる.
・投入班数はH24 川崎市直下の地震で48 班，元禄型関東地震で25 班とし，処理区ごとに等分割して割り振り，各処理区で応急復旧が終了した班から順次まだ終了していない処理区へ助勢することとした.
・復旧速度は，永田ら(2012)に基づき，300m/（班・日，Φ500㎜ 以下），150m/（班・日，Φ500㎜ 以上）とした.
・復旧日数は移動，準備を含めて半日単位で積算した.
・応急復旧は，発災後８日目以降から行うとし，汚水管及び合流管の管きょについてのみ想定した.

４－５．都市ガスの被害・復旧

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

（１）埋設管被害箇所数の予測

①標準被害率 R_f

a）地表最大速度 Vを指標とする手法

b）SI値を指標とする手法

c）地表最大加速度 Aを指標とする手法

②地盤･液状化係数 Cg

③管種係数 C_p･管径係数 C_d

（２）機能支障の予測（供給停止）

①地震動の大きさを用いる手法

②ゆれ・液状化による全壊棟数に対するガス供給支障世帯の比率を用いる手法

a）中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)・中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2001)の手法

③島根県(2012)の手法

④中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等 (2013)の手法

（３）復旧期間の予測

①東京都(1997)の手法

②大阪府(2007)の手法

③三重県(2006)の手法

④埼玉県(2007)・広島県(2007)・山口県(2008)の手法

⑤日本ガス協会の手法

⑥千葉県(2008)の手法

⑦岡山県(2013)の手法

（４）その他

①東京ガスの手法

（１）埋設管被害箇所数の予測

都市ガス埋設管については，上水道と同様の考え方で被害を予測する自治体がほとんどである．地震動に対する標準的な被害率を設定し，この被害率に地盤による被害発生の違いや管種・管径の違いによる耐震性の違いを加味した補正係数を適用する以下の式に沿った考え方である．なお，ガス管の被害予測では，管径係数は考慮しない場合が多い．

$$R_{fm} = R_f \cdot C_g \cdot C_p \cdot C_d$$

R_{fm} ：ガス管被害率(箇所/km)

R_f ：標準被害率(箇所/km)

C_g ：地盤・液状化係数

C_p ：管種係数

C_d ：管径係数

① 標準被害率 R_f

標準被害率 R_f は地震動の大きさによって決められる．地震動を表す指標としては，地表最大加速度や地表最大速度，SI 値が使用されている．これまでは，地表最大加速度を指標にした手法が多く採用されていたが，最近では，上水道の被害予測と同様に地表最大速度や SI 値を指標とした手法を採用する自治体が多くみられる．

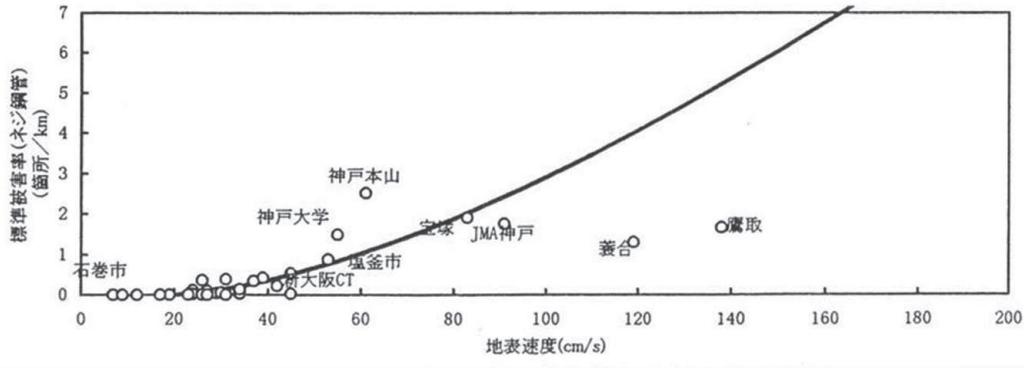
a) 地表最大速度 V を指標とする手法

○採用自治体：山形県(06)，栃木県(04)，山梨県(04)，静岡県(01)，愛知県(03)，三重県(06)，鳥取県(05)，愛媛県(02)，大分県(13)

兵庫県南部地震(1995)での都市ガス導管の被災事例から標準被害率 R_f を設定している．

$$R_f = 3.89\times10^{-3}(V-20)^{1.51}$$

V ：地表最大速度(cm/s)



図Ⅲ-4-24　地表最大速度と標準被害率の関係(東京都, 1997)

b) SI 値を指標とする手法

○採用自治体：岩手県(04)，宮城県(04)，秋田県(13)，新潟県(98)，長野県(02)，島根県(12)，福岡県(12)，仙台市(02)，新潟市(07)

兵庫県南部地震(1995)による都市ガス導管の被害事例から標準被害率 R_f を設定している．

○採用自治体：岩手県(04)，福岡県(12)

$$R_f = 0.025SI - 0.76 \quad (\text{ただし、} 0 \le R_f \le 1.8)$$

SI ： SI 値(cm/s)

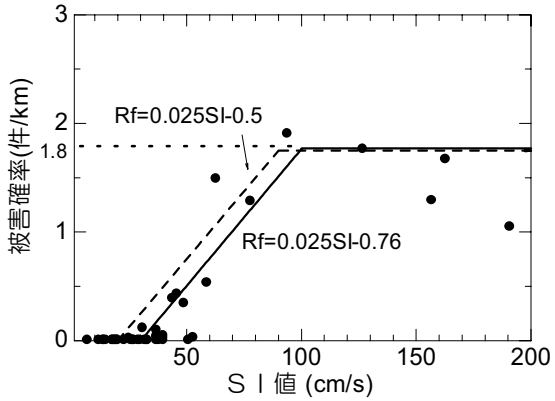
※福岡県(12)では鋼管(ねじ継手)以外の条件での被害想定については管種管径係数Cp，液状化補正係数CLを，過去の地震被害資料に基づいて設定し，被害想定を行っている．

○採用自治体：新潟県(98)，長野県(02)，新潟市(07)

$$R_f = 0.025SI - 0.5 \quad (\text{ただし、} 0 \le R_f \le 1.75)$$

○採用自治体：宮城県(04)，秋田県(13)，島根県(12)，仙台市(02)

$$R_f = \begin{cases} 0.0 & (SI < 25\text{cm/s}) \\ 3.5\times10^{-2}(SI-25)^{0.97} & (25 \le SI < 80\text{cm/s}) \\ 1.7 & (SI \ge 80\text{cm/s}) \end{cases}$$



図Ⅲ-4-25　兵庫県南部地震(1995)による地表 *SI* 値と鋼管ねじ継手の被害率の関係
（ガス地震対策検討会(1996)の資料に基づく）

c) 地表最大加速度 A を指標とする手法

○採用自治体：青森県(97)，茨城県(95・98)，福井県(97)，鹿児島県(97)，さいたま市(09)

久保・片山(1975)は，アメリカ・サンフェルナンド地震(1971)による地下埋設管被害をもとに地表最大加速度に対する標準被害率 R_f を設定している．

$$R_f = 1.7A^{6.1}\times10^{-16} \qquad \text{ただし、} R_f \ge 2.0 \text{のとき、} R_f = 2.0$$

A　：地表最大加速度(gal)

② 地盤･液状化係数 C_g

地盤・液状化係数 C_g は，ほとんどの自治体で上水道管と同じ係数（表Ⅲ-4-29～表Ⅲ-4-34）が採用されている．

○新潟県(98)，長野県(02)，新潟市(07)では．．
以下の地盤種別による係数が採用されている．
１種：1.0，２種：1.0，３種：1.0，４種：1.0，
液状化(新潟県 P_L >20，長野県： P_L >15)：1.5

○宮城県(04) ,島根県(12),仙台市(02)では. .

仙台市(2002)では，低圧管・供給管別に補正係数を設定している．宮城県(2004),島根県(2012)では低圧管のみを予測対象としている.

表Ⅲ-4-71　仙台市(2002)における地盤補正係数

地盤種別	低圧管	供給管
山地・段丘平坦地・丘陵地	1.0	1.0
山地部造成地	1.9	1.4
旧河道・後背湿地・谷底平地・扇状地・崖	1.2	1.2
自然堤防・浜堤	1.6	1.2
平地造成地	1.7	1.1
液状化地盤	1.0	1.0

表Ⅲ-4-72　仙台市(2002)における液状化補正係数

液状化地盤種別	低圧管	供給管
$0 \leqq P_L \leqq 5$	1.0	1.0
$5 < P_L \leqq 20$	2.0	1.6
$20 < P_L$	2.4	1.6

○秋田県(13)では. .

地盤補正係数を上水道管とは別に定めている.

表Ⅲ-4-73　秋田県(2013)における地盤補正係数(秋田県, 2013)

地盤種別	係数値
山地・丘陵地	1.0
旧河道・後背湿地・谷底低地・扇状地	1.2
自然堤防・浜提	1.6
平地造成地	1.7

③ 管種係数C_p・管径係数C_d

管種・管径係数は，過去の様々な地震被害を分析することにより設定されている．なお，管種係数だけを設定している自治体と管種係数・管径係数を両者の積として設定している自治体がある．秋田県(13),島根県(12)では市単位で管種係数を定めている.

表Ⅲ-4-74　各自治体における管種係数（中圧管）

管種	福井県(97)	新潟県(98) 長野県(02) 新潟市(07)	山形県(06)	大分県(13)	福岡県(12)
ネジ式鋼管	1.4	0.5	0.01	―	-
溶接鋼管	0.05	0.025	0.01	0	0.01
ﾒｶﾆｶﾙ鋼管	0.125	0.05	0.01	―	0.01
鋼管SGM	―		0.01	―	
ﾒｶﾆｶﾙ鋳鉄管	0.1		0.05	0.1	0.13
ガス型鋳鉄管	―		0.02	―	0.30
水道型鋳鉄管	0.5	0.25	0.02	0	0.30
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	0.1		―	0.05	-
印ろう鋳鉄	0.02	―	0.02	―	-
ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ管	―	0	0.02	0.02	-
塩化ﾋﾞﾆﾙ管	0.75		0.375	―	-
石綿管	0.1	1	―	0	-
不明･その他	―	0.05	―	―	-

（注）同じ係数を使用している自治体をまとめて表示したため，自治体によっては実際に敷設されていない管種に係数が記入されている場合がある．

表Ⅲ-4-75　各自治体における管種係数（低圧管）

管種	宮城県(04) 仙台市(02)	福井県(97)	青森県(97)	福岡県(12)	岩手県(04) 山形県(06)	新潟県(98) 長野県(02) 新潟市(07)	大分県(13)
溶接鋼管	0.05	0.2	0.1	0.12	0.02	0.05	0.2
ﾒｶﾆｶﾙ鋼管	0.05	0.25	―	0.07	0.02	0.1	0.2
鋼管SGM	―	―	―	―	―	―	―
ネジ式鋼管	1	2.8	0.5	1.00	1	1	0.2
ﾒｶﾆｶﾙ鋳鉄管	―	0.3	―	0.33	―	0.1	0.1
水道型鋳鉄管	―	1	1	0.74	―	0.5	―
ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	0.4	―	0.2	―	0.05 ＊ 0.02 ＊	0.1	―
ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ管	0.02	0.2	―	0.12	0		0
塩化ﾋﾞﾆﾙ管	―	―	1.5	3.20**	0.7	0.75	―
石綿管	―	―	4	1.00***	―	2	3.0
ガス型鋳鉄管	―	―	―	0.50	0.23	―	―
印ろう鋳鉄	1	―	―	―	0.46	―	―
不明･その他	―	―	―	―	―	1	―

（注）同じ係数を使用している自治体をまとめて表示したため，自治体によっては実際に敷設されていない管種に係数が記入されている場合がある．

＊　ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管(ｶﾞｽ型) 0.05,ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管(ﾒｶﾆｶﾙ)0.02

**　硬質塩化ビニール管

*** 石綿セメント管

表Ⅲ-4-76　ガス管の管種補正係数(三重県, 2006)

	管種	C2a		管種	C2a
高圧	鋼管	0.000	低圧	鋼管	1.000
中圧	鋼管	0.500		ダクタイル鋳鉄管	0.050
	ダクタイル鋳鉄管	0.020		球状黒鉛鋳鉄管	0.000
	球状黒鉛鋳鉄管	0.000		鋳鉄管	0.300
	鋳鉄管	0.150		ねずみ鋳鉄管(印ろう)	0.460
	硬質塩化ビニル管	0.375		ねずみ鋳鉄管（ガス）	0.260
	ポリエチレン管	0.000		硬質塩化ビニル管	0.750
	ステンレス管	0.250		ポリエチレン管	0.000
供給	鋼管	1.000		ステンレス管	0.500
	ポリエチレン管	0.000			

（２）機能支障の予測（供給停止）

①地震動の大きさを用いる手法

阪神・淡路大震災後，資源エネルギー庁により発行された「ガス地震対策検討会報告書(1996年)」において，地震発生時にはSI値が60kine以上の場合に速やかに低圧ブロックのガス供給を停止する即時供給停止判断基準（第1次緊急停止判断基準）の導入が提言され，全国の都市ガス事業者の供給停止判断基準として採用されている．したがって，近年では，地震が発生した場合，地震動の大きさによって以下のような都市ガスの供給停止措置がとられる．

- 地震計により *SI* 値60kine以上が記録された地域にあたる大ブロックは，即座に供給停止
- *SI* 値30kine以上が記録された場合には，建物の被害状況，火災発生状況，ガス導管の被害状況の情報を収集したうえで総合的に考慮し，必要と判断した地域については大ブロックあるいは小ブロック単位で供給停止とする．

都市ガスの供給停止予測では，上記のようなガス会社が保安上とる供給停止措置をもって供給支障としていることが多い．ただし，ブロック区分や地震計設置位置が明らかになることは少ないため，市町村単位で供給停止を判断するなど概略的な推定を行っているものが多い．各自治体で採用されている都市ガスの供給支障判定基準を下表にまとめる．

表Ⅲ-4-77　都市ガスの供給支障判定基準

自治体	判定基準	備　考
新潟県(98) 新潟市(07)	SI値が60kine以上	市区町村単位で供給停止
山形県(06) 栃木県(04) 三重県(06) 札幌市(08)	震度６弱以上の地域	宮城県(04),山梨県(04)の手法を参考（山形県(06)） 兵庫県南部地震(1995)の事例を参考（栃木県(04)）
群馬県(12)	各低圧ブロックに設置しているSI センサーが60kine を超えた場合に当該ブロック全域で供給停止	
埼玉県(07) 千葉県(08) 山口県(08) 広島県(07) 広島市(08)	低圧導管ブロックの全域が６強を超過した場合は，ブロック内の全ての地域でSI値が60kine(cm/s)を超過しているものとみなし，即時停止とする．また，６弱の地域においては，SI値が60kine(cm/s)を超過しているとみられる地域のみ供給停止とする．	
山梨県(05)	SI値が60kine以上．あるいは，SI値が30～60kineでガス導管に被害が生じた場合	
福井県(97)	市町村の５割以上の地域で震度５以上	市町村単位で供給停止
大阪府(07) 熊本県(13) 岡山県(13)	SI値が60kine以上	ブロック単位で供給停止
奈良県(05)	震度６弱以上の地域	
さいたま市(09) 秋田県(13)	最大SI値が60kineを超えたメッシュ内のすべての需要家の供給を停止するものとする．	メッシュはガスの事業者ごとに決定．
仙台市(02) 高知県(13)	SI値が60kineを超えた場合	
東京都(12) 横浜市(12)	低圧ブロック内全域で60kineを超過した場合は低圧ガスの供給停止を行う．ブロック内のある程度の範囲で60kineを超え，更に二次被害発生の危険性がある場合，追加で供給停止を実行する．	計測震度を，童・山崎（1996）による計測震度とSI値との関係式から，メッシュごとでSI値に換算し，東京ガスの低圧ブロック内の換算SI値分布を確認した上で，都市ガス供給停止の被害想定を実施した．
大分県(13)	SI値が60kine以上	供給エリア全域で供給停止

②ゆれ・液状化による全壊棟数に対するガス供給支障世帯の比率を用いる手法

a)中央防災会議 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」(2001)・中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」(2003)の手法

○採用自治体：徳島県(05)

兵庫県南部地震(1995)の実態に基づき,ゆれ・液状化による全壊棟数に対するガス供給支障世帯の比率を用いて，各市町村のガス供給支障世帯数・人口を求める.

（ガス供給支障世帯数）＝（全壊棟数１棟に対するガス供給支障世帯数比率）×（全壊棟数）

表Ⅲ-4-78 全壊棟数１棟に対するガス供給支障世帯数の比率(徳島県，2005)

直後～１週間	２週間後	１ヶ月後	２ヶ月後
6.9世帯	6.3世帯	4.7世帯	0.7世帯

③島根県(2012)の手法

○採用自治体：島根県(12)

被害箇所より算出している.

$D = L \cdot R$

D：中圧管・低圧本支管の被害軒数(箇所)

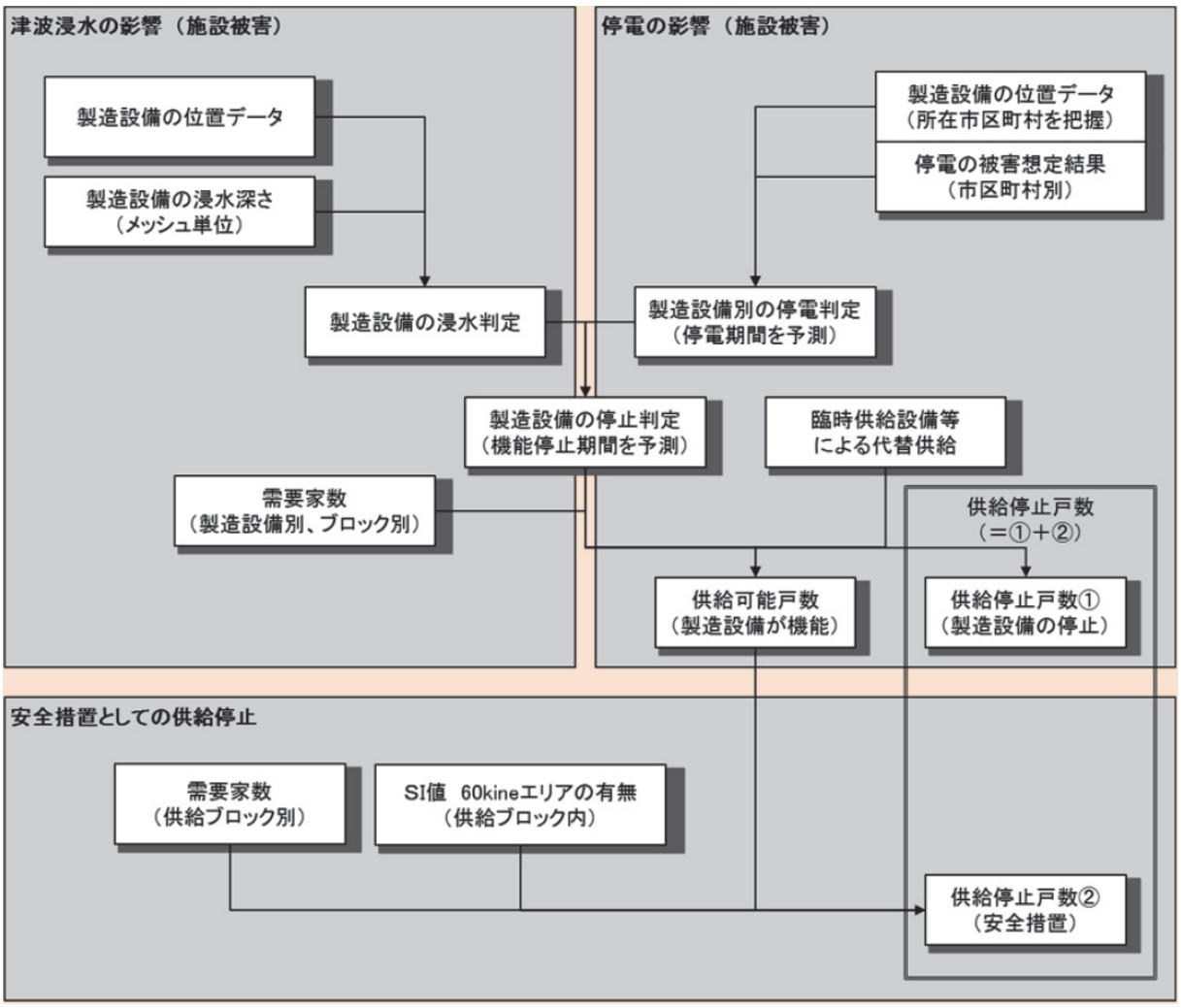
L：中圧管・低圧本支管の延長(km)

R：中圧管・低圧本支管の被害率(箇所/km)

④中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

○採用自治体：香川県(13),高知県(13)

津波浸水・停電による製造設備の停止判定を行い，これに起因する供給停止戸数を算出している．また，ゆれにより安全措置が作動して供給停止となる戸数を算出し，全体の供給停止戸数を推定した.



図Ⅲ-4-26　都市ガス・埋設管被害箇所数の予測フロー(中央防災会議, 2013)

1)　津波の影響

各製造設備が浸水する場合には，供給エリアでのガス供給が停止するものとし，各製造設備の位置と津波浸水域より，供給停止となる設備を判定し，その供給停止戸数を算定した．また，津波浸水域と供給エリアより，津波浸水域の世帯は，供給停止として算出した．

2)　停電の影響

電力事業者からの電力供給が停止(停電)する期間，および非常用発電機の稼働時間を踏まえて，都市ガスの製造設備施設が停電した場合，供給エリアでのガス供給が停止するものとした．この時，停電期間を予測し，津波被害と合わせて，製造設備の停止判定を行い，津波浸水と停電による供給停止戸数を推定した．

3)　安全措置による供給停止

予測ケースの地震動予測解析で求められる SI 値が 60 カインを超過する場合には，安全措置が稼働すると仮定して供給停止を判定した．中圧管等の耐震性の高いガス管が施設されているエリア等では，安全措置としての供給停止が行われない場合もある．

（供給停止戸数）

＝（津波浸水と停電による供給停止戸数）＋（安全措置による供給停止戸数）

（３） 復旧期間の予測

①東京都(1997)の手法

○採用自治体：札幌市(08)

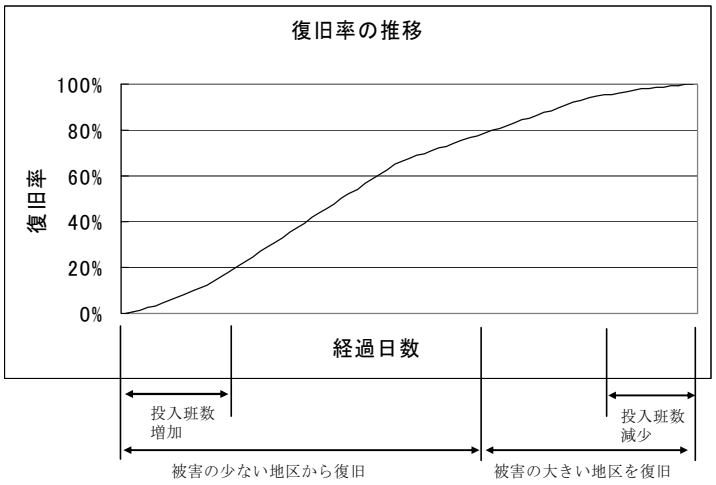
供給停止ブロック内の低圧導管の応急復旧作業を対象としている．発災５日後までは，応急復旧作業の準備等に費やされるとし，発災６日後から実質的な作業が開始されるとした．予測には，兵庫県南部地震(1995)による被害実績から，物的被害率と応急復旧作業効率の関係式を導出して使用している．

復旧歩掛(件/組･日) ＝ 18.6／本支管被害率(箇所/km)－1.6

②大阪府(2007)の手法

○採用自治体：大阪府(07)

復旧対象戸数は，供給停止戸数より建物被害戸数と火災による被害戸数を除外し，兵庫県南部地震時の復旧ペースをもとに，現時点における復旧人員等から類推している．



図Ⅲ-4-27 ガスの復旧曲線（大阪府,2007）

③三重県(2006)の手法

○採用自治体：三重県(06)

復旧日数　Da(日)

Da = Na2/Ej

Na2:復旧作業量（人日）

Ej :復旧人員（人）

ここでは復旧人員を256人（H13年事業所・企業統計調査における三重県内のガス事業者数の半数としている．）

④埼玉県(2007)・広島県(2007)・山口県(2008)の手法

○採用自治体：埼玉県(07)，広島県(07)，山口県(08)

兵庫県南部地震(1995)におけるガス管被害率と応急復旧作業効率の関係を用いて，復旧日数の算定を行っている．

○埼玉県(07)では…

復旧作業効率を，中央防災会議(2005)を参考に以下の通り設定している．

復旧作業効率（復旧件数／班・日）＝21.4

⑤日本ガス協会の手法

○採用自治体：秋田県(13)，さいたま市(09)，新潟市(07)

日本ガス協会「地震時ガス導管復旧作業の手引き」の推定手法にしたがい，想定地震における復旧日数を想定している．

この手法は，導管・供給管・灯内外管の修繕作業と開閉栓作業，灯内内管修繕作業毎に，被害数に作業歩掛りを乗じて延べ必要作業班（人）数を算定する方法である．

復旧にかかる作業歩掛り（１班・日当たりの復旧戸数）は，兵庫県南部地震(1995)や宮城県沖地震(1978)などの経験から導き出されているガス導管被害率及び供給停止件数に応じた値を用いた．秋田県(13)では冬季は積雪の影響により作業等の効率が7割に低下すると仮定している．

供給管・灯内外管の場合

$P = n / \alpha$

$\alpha = 18.6 / r - 1.6$ （$n \geqq 100,000$ の場合）

$\alpha = (18.6 / r - 1.6) \times 0.8$ （$100,000 > n \geqq 10,000$ の場合）

$\alpha = (18.6 / r - 1.6) \times 0.6$ （$n < 10,000$ の場合）

Ｐ：必要管修繕班数（班）

ｎ：供給停止件数（件）

α：復旧効率

ｒ：供給管・灯内外管被害率（箇所／km）

供給管・灯内外管被害率は，先に求めた導管被害率とした．また，１班当たり７人編成とする．

開閉栓作業は１人／班体制として，以下の班数が必要となる．

$Q = n / \beta$

Ｑ：必要開閉栓班数（班）

β：復旧効率（＝15 件／班・日）

灯内管の修繕は２人／班体制として，以下の班数が必要となる．

$R = n \times s / \gamma$

Ｒ：必要灯内管修繕班数（班）

ｓ：灯内管被害率（＝兵庫県南部地震(1995)実績11 件／千戸）

γ：復旧効率（＝2.5 件／班・日）

⑥千葉県(2008)の手法

○採用自治体：千葉県(08)，群馬県(12)

導管被害件数，復旧速度，復旧人員から応急復旧日数を予測している．

復旧日数＝復旧対象戸数／復旧歩掛／投入班数

復旧対象戸数＝（調停停止戸数－消失戸数）×0.8

消失戸数：火災で焼失した戸数

0.8　　：兵庫県南部地震(1995)の供給停止戸数に対する復旧戸数の割合

復旧歩掛：１班数・１日当たりの復旧戸数

ガス地震対策検討報告書(1996)

復旧隊の「復旧歩掛」のデータを元に設定した．

台地が多く差し水の影響が少ない地域については41.6

差し水の影響が考えられる地域については平均値である21.4

投入班数：１日当たりの復旧班数（自社班数＋他ガス事業者の復旧応援班数）

○群馬県(12)では...

復旧歩掛は差水の影響が少ない地域が多いことから41.6，投入班数は過去の実績から110班としている．

⑦岡山県(2013)の手法

○採用自治体：岡山県(13)

供給停止戸数と東日本大震災等の過去の地震における復旧状況を考慮して予測した中央防災会議，防災対策推進検討会議，中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013)の予測結果に基づき設定している．

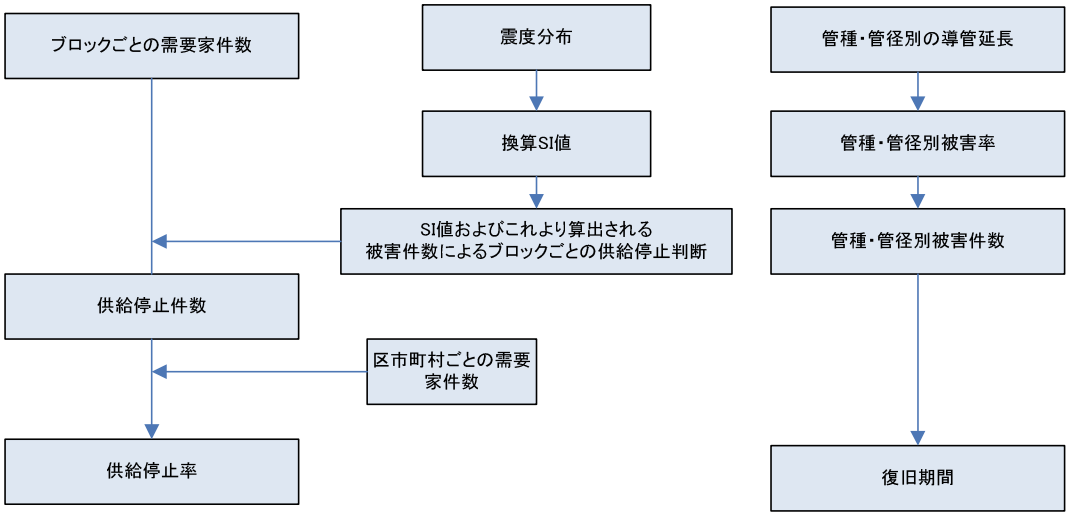
（4）その他

①東京ガスの手法

○採用自治体：神奈川県(09)

○神奈川県(09)では．．

東京ガス以外の事業者の供給地域では，SI値分布から供給停止軒数を予測し，これに加えて，高坂ほか(1998)による被害関数を用いてガス導管の被害軒数を予測している．



図Ⅲ-4-28　東京ガス以外のガス事業者の供給地域の被害予測フロー(神奈川県，2009)

４－６．プロパンガス（LPG）の被害・復旧

兵庫県南部地震(1995)では，プロパンガスの復旧は非常に早く，地震後２週間程度でほぼ100%の復旧作業が完了した．このような点から，プロパンガスの被害・供給支障，復旧を予測している自治体は非常に少ない．

なお，プロパンガスの被害は，ガスボンベ漏洩率に消費者数を乗じて算出されているため，被害件数が供給支障数となる．

（１）被害の予測

①東京消防庁(1987)の手法

○採用自治体：青森県(97)

東京消防庁(1987)は，ガスボンベの容量と地表最大加速度ごとのLPG容器漏洩率の関係を実験および実態調査に基づき設定している．

表Ⅲ-4-79　加速度別 LP ガスボンベ漏洩率(東京消防庁,1987)

地表最大加速度(gal)		200	250	300	350	400	450
容量	10 キロ	―	4.3%	35.6%	35.6%	35.6%	35.6%
	20 キロ	―	6.2%	6.2%	6.6%	6.6%	9.4%
	50 キロ	0.65%	1.1%	1.1%	1.2%	1.2%	2.5%

○青森県(97)では…

上表を震度に読み替えて使用している．

表Ⅲ-4-80　青森県(1997)における震度別 LP ガスボンベ漏洩率

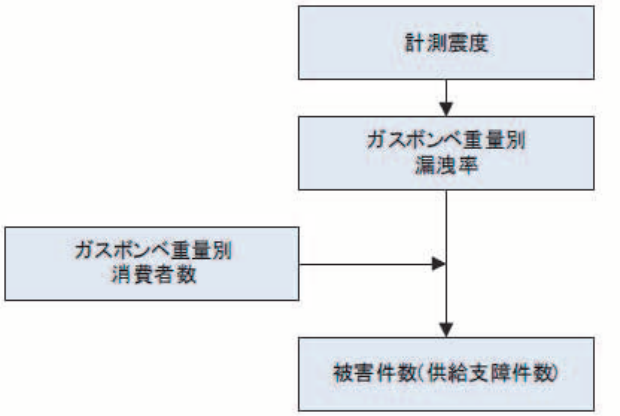
容量	震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強～
20 キロ	3.4%	6.2%	6.2%	9.4%
50 キロ	0.6%	1.1%	1.2%	2.5%

②関沢ら(2003)の手法

○採用自治体：秋田県(13),群馬県(12)千葉県(08),神奈川県(09),島根県(12),熊本県(13)

供給地域の計測震度からガスボンベ重量別漏洩率を求め，これにガスボンベ重量別の消費者数を乗ずることによって被害件数（＝供給支障数）を求めている．

供給支障数 ＝ ガスボンベ重量別漏洩率×ガスボンベ重量別消費者数

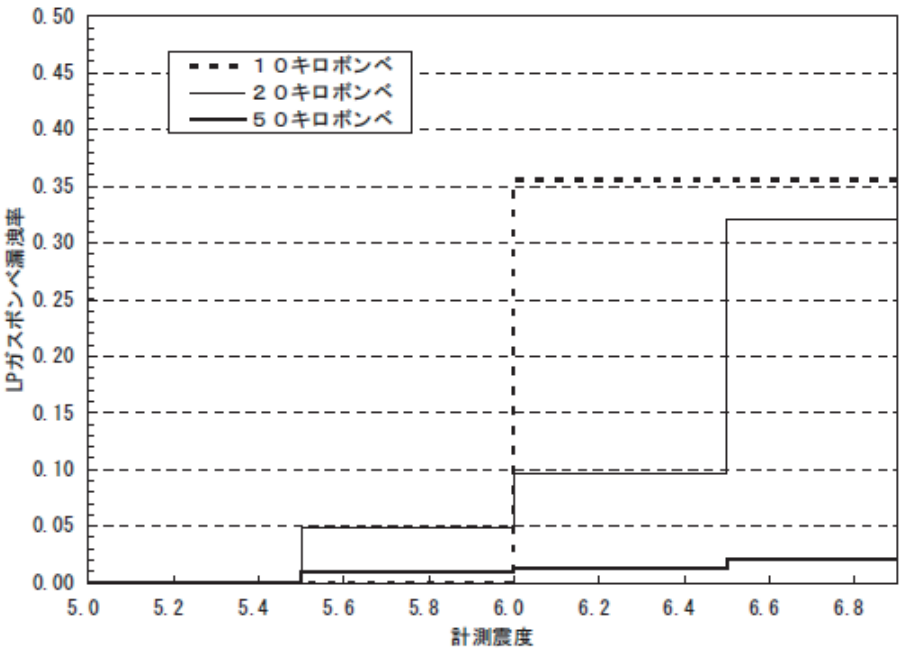


図Ⅲ-4-29　LP ガスの地震被害予測フロー(千葉県, 2008)

関沢らが取りまとめた漏洩率関数は以下の通りである.

表Ⅲ-4-81　LP ガスボンベの漏洩率(千葉県, 2008)

ガスボンベ重量	計測震度			
	～5.5未満	5.5～6.0未満	6.0～6.5未満	6.5以上～
10キロ	0.000	0.000	0.356	0.356
20キロ	0.000	0.048	0.096	0.321
50キロ	0.000	0.010	0.013	0.021



図Ⅲ-4-30　LP ガスボンベ漏洩率関数(千葉県, 2008)

○秋田県(13)では…
兵庫県南部地震(1995)を参考に，復旧速度を1万件/日と仮定して応急復旧日数を予測している．冬季は積雪の影響により作業等の効率が7割に低下すると仮定している．
LPガス復旧日数=LPガス被害数/1万(箇所/日)+3

③山形県(2006)・札幌市(2008)の手法

○採用自治体：山形県(06)，高知県(13)，札幌市(08)

兵庫県南部地震(1995)における事例から要点検供給（需要）世帯数を想定している．

要点検供給世帯数＝全半壊率×供給世帯（山形県(2006)，高知県(2013)）

要点検需要家数＝1.88×（全半壊率×LP ガス世帯数）　（札幌市(2008)）

また，山形県は供給支障率も以下のように設定している．

ＬＰガス供給支障率＝要点検世帯数／供給世帯数

④香川県(2013)の手法

○採用自治体：香川県(13)

地震発生直後の主な被害について，定性的評価により記載している．

5．交通・輸送施設被害の予測

交通・輸送施設の被害予測は，主に道路，鉄道，港湾を対象として行われている．評価方法や予測結果の表現方法（絶対的評価，相対的評価）は多様である．また，過去の地震被害を参考に定性的な評価を行っている自治体も多い．

５－１．道路の被害

高速道路・一般国道・主要地方道等を評価対象路線とし，橋梁・トンネルの被災確率（箇所数）や盛土・切土斜面の崩壊発生確率（箇所数）の予測が行われている．また，これら評価対象施設の被災程度あるいは過去の地震での路線被災程度から，路線通行可能性の評価が行われている．

なお，評価の際によく用いられる１種～４種の地盤種別の定義は下表のとおりである．

表Ⅲ-5-1　地盤種別（日本道路協会，1990）

区分	地　盤　種　別
１種	(1)第三紀以前の地盤(以下，岩盤と称する) (2)岩盤までの洪積層の厚さが10m未満
２種	(1)岩盤までの洪積層の厚さが10m以上 (2)岩盤までの沖積層の厚さが10m未満
３種	沖積層の厚さが25m未満でかつ軟弱層の厚さが5m未満
４種	上記以外の地盤

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．この他，中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013)では，ゆれによる道路被害・津波による道路被害について被害予測を行っている．

（１）橋梁の被害

①東京都防災会議(1978)の手法
②神奈川県(1986)の手法
③名古屋市(1997)の手法
④宮崎県(1997)の手法
⑤奈良県(2005)の手法
⑥群馬県(1998)の手法
⑦東京都(2006)の手法
⑧日下部ら(2004)の手法
⑨三重県(1997)の手法
⑩大阪府(2007)の手法
⑪新潟市(2007)の手法
⑫大分県(2007)の手法

（２）トンネルの被害

①埼玉県(1998)の手法

（３）盛土の被害
①震度と道路防災点検耐震ランクによる評価
②秋田県(1997)の手法
③神奈川県(1986)の手法
（４）切土・斜面被害の予測
①震度と道路防災点検耐震ランクによる評価
②秋田県(1997)の手法
（５）区間被害確率の予測
①震度と地盤種別による評価
②中央防災会議 南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)の手法
（６）通行可能性の予測
①東京都(1997)の手法
②宮崎県(1997)の手法
③和歌山県(2006)の手法
④山形県(2006)の手法
（７）支障影響度の総合的判定
（８）細街路の閉塞率
①家田ら(1997)
（９）津波による道路被害
①神奈川県(2009)
②中央防災会議　南海トラフの巨大地震モデル検討会等（2013）

（１）橋梁の被害

① 東京都防災会議(1978)の手法

○採用自治体：青森県(97)，宮城県(04)，福井県(97)

関東地震(1923)，福井地震(1948)，新潟地震(1964)による橋梁被害（30箇所）の分析結果から重み係数を設定（表Ⅲ-5-3）し，評価点の積が26点を超えると落橋の可能性があるとしている．

判定基準は各自治体により下表のように設定されている．

表Ⅲ-5-2　各自治体における橋梁被害（落橋）の判定基準

自治体	判定基準
宮城県(04)	道路橋耐震設計指針が改訂された1981年以降と以前で基準を設定． 1980年以前完成で55点以上，1981年以降完成で100点以上の橋梁において通行に支障をきたす被害が生じる．
青森県(97) 福井県(97)	30点以上 … 被害大(落橋の危険性が高い) 26点以上 … 被害中(落橋の危険性がある)

表Ⅲ-5-3　上部構造の落下に重点を置いた橋梁の耐震性判定基準(東京都防災会議,1978)

項目	範囲		重み係数	備考
地　盤	１種		0.5	地盤種別は「道路橋耐震設計指針」4.3.(2)の区分による
	２種		1.0	
	３種		1.5	
	４種		1.8	
液状化	無		1.0	「道路橋耐震設計指針」3.7による
	おそれあり		1.5	
	有		2.0	
桁構造	ｱｰﾁ･ﾗｰﾒﾝ		1.0	
	連続桁		2.0	
	単純･ｹﾞﾙﾊﾞｰ		3.0	
支　承	落下防止あり		0.6	ｹﾞﾙﾊﾞｰに添接があれば落下防止. MMは同一橋脚上の２つの可動支承の意味
	普　通		1.0	
	M･M		1.15	
橋台・橋脚の高さ	≦5m		1.0	高さは橋台・橋脚の地表面高の最大値
	5～10m		補間値	
	≧10m		1.7	
径間数	＝1		1.0	連続桁は１連が１径間. ｹﾞﾙﾊﾞｰは吊ｽﾊﾟﾝ, ｱﾝｶｰｱｰﾑｽﾊﾟﾝの和
	≧2		1.75	
天端幅	広い(A/S≧1)		0.8	A＝実距離, S＝「道耐震」5.2.2の値
	狭い(A/S＜1)		1.2	
	ｹﾞﾙﾊﾞｰのかけ違い	D≧1	0.8	A＝実距離, D＝A/60(地盤１～３種) D＝A/70(地盤４種)
		D＜1	1.2	
震度階	5		1.0	
	5.5		1.7	
	6		2.4	
	6.5		3.0	
	7		3.5	
基礎工	ﾊﾟｲﾙﾍﾞﾝﾄ以外		1.0	摩擦杭など明らかに弱体なものは1.4とする
	ﾊﾟｲﾙﾍﾞﾝﾄ		1.4	
橋台・橋脚の材料	ﾚﾝｶﾞ・無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ		1.4	
	上記以外		1.0	

②神奈川県(1986)の手法

○採用自治体：新潟県(98)<橋梁震災点検資料が得られた橋梁>,愛媛県(02)

神奈川県(1986)は，新潟地震(1964)から宮城県沖地震(1978)について無被害の橋梁を含む467橋の耐震性を判定した実際の被害率から被害確率を設定している（表Ⅲ-5-4）．耐震ランクの設定には日本道路協会(1986)による耐震性評価表（表Ⅲ-5-5，表Ⅲ-5-6）を用いている．

なお，愛媛県(2002)は不通確率のみ評価し，これを被害確率としている．

表Ⅲ-5-4　橋梁の震度階別被害確率(神奈川県,1986)

耐震ﾗﾝｸ	通行制限			不　通		
	A	B	C	A	B	C
震度５弱	0.28	0.16	0.02	0.00	0.00	0.00
震度５強	0.31	0.19	0.02	0.03	0.01	0.00
震度６弱	0.31	0.24	0.02	0.14	0.03	0.00
震度６強	0.20	0.25	0.03	0.37	0.08	0.01
震度７	0.11	0.34	0.08	0.63	0.16	0.05

表Ⅲ-5-5　橋梁の耐震性評価表(日本道路協会,1986)

上部工	①適用示方書	4.0：昭和39年以前　3.0：昭和46年　2.0：昭和55年　1.0：平成２年
	②上部構造	3.0：ゲルバー桁･２径間以上の単純桁 1.5：1径間単純支持(1.5m以上)２連以上の連続桁 1.0：上路，中路アーチ，ラーメン，１連の連続桁，斜張
	③上部構造材料	1.2：ＲＣ･ＰＣ　1.0：鋼
	④落橋防止構造	2.0：なし　1.5：可動支承における移動制限装置　1.0：落橋防止装置
	Ｐａ =①×②×③×④	
下部工の変形	⑤下部構造形式	2.0：単列パイルベント，独立した基礎に支持されたＲＣラーメン 無筋コンクリート，レンガ・石造 1.0：その他
	⑥橋面高	2.0：10m以上　1.5：5～10m　1.0：5m未満
	⑦地　盤	2.5：３種　1.5：２種　1.0：１種
	⑧液状化の影響	2.0：あり　1.0：なし
	Ｐｂ =⑤×⑥×⑦×⑧	
主鉄筋段落し部強度	⑨せん断支間比	2.0：h/Ｄ≦2　1.0：h/Ｄ＞2
	⑩段落し部の曲引張りひびわれ	2.0：円形または辺比1.4未満の矩形一本柱あるいはラーメン橋脚 1.0：その他
	⑪基部と段落し部の安全率	3.0：1.2未満　1.0：1.2以上
	⑫主筋段落し部の降伏強度に対する安全率	3.0：1.2未満　1.0：1.2以上
	⑬せん断応力度	3.0：許容応力度以上　1.0：許容応力度未満
	Ｐｃ =⑨×⑩×⑪×⑫×⑬	
下部工の変状	⑭支承部の変状	5.0：上下部構造の異常な変状　2.0：その他の変状　1.0：なし
	⑮躯体の変状	5.0：異常あり　1.0：なし
	⑯基礎の異常	2.0：異常あり　1.0：なし
	⑰桁等の変状	2.0：異常あり　1.0：なし
	⑱下部構造形式	1.5：ＲＣラーメン　1.0：その他
	Ｐｄ =⑭×⑮×⑯×⑰×⑱	
評価点	変形に関する評価点：Ｘ=Ｐａ×Ｐｂ　強度に関する評価点：Ｙ=Ｐｃ×Ｐｄ	

表Ⅲ-5-6　ランク判定基準(日本道路協会, 1986)

ﾗﾝｸ	X	Y		判　定
		Pc=1.0	Pc≠1.0	
A	60以上	10以上	100以上	被災の程度または確率が高いと予想される橋梁
B	20～60	5～10	50～100	被災の程度または確率がやや高いと予想される橋梁
C	20未満	5未満	50未満	局部的には被災するが被災の程度または確率がやや低いと予想される橋梁

X，Yの評価点で得られるランクのうち，いずれか高い方を採用する

○新潟県(98)では...

震災点検資料が得られた橋梁を対象にこの手法を適用している．

液状化による影響については，神奈川県(1993)による設定値（通行制限 0.60，不通 0.10）から考慮することとし，これと上記の地震動による被害率の大きい方を採用している．

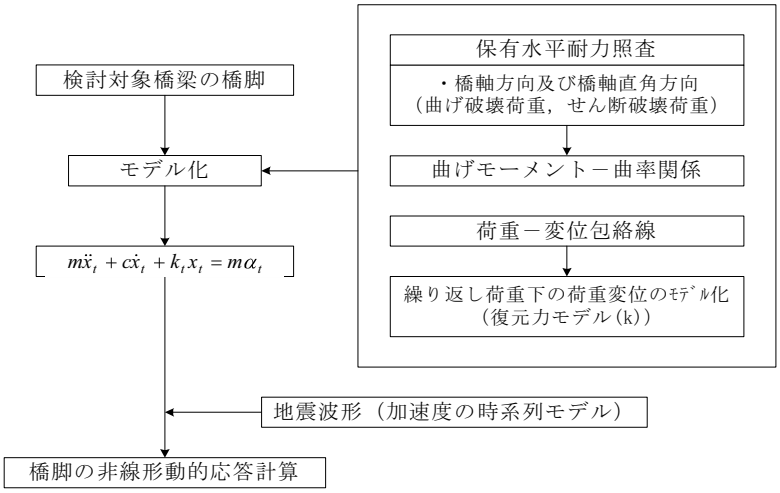
③名古屋市(1997)の手法

○採用自治体：名古屋市(97)

橋梁の橋脚基礎位置における地震波形想定結果に基づき，地震動の時系列波形を考慮した動的応答解析を行っている．動的応答解析では１質点系モデルを用いているが，１橋梁についてのみ三次元有限要素法モデルを用いて１質点系モデルの妥当性を検討している．

a) １質点系モデルによる動的応答解析

橋脚を１質点として１自由度系にモデル化し，時系列的に地震波形を与えることにより，これに対応する応答変位を計算するモデルである．

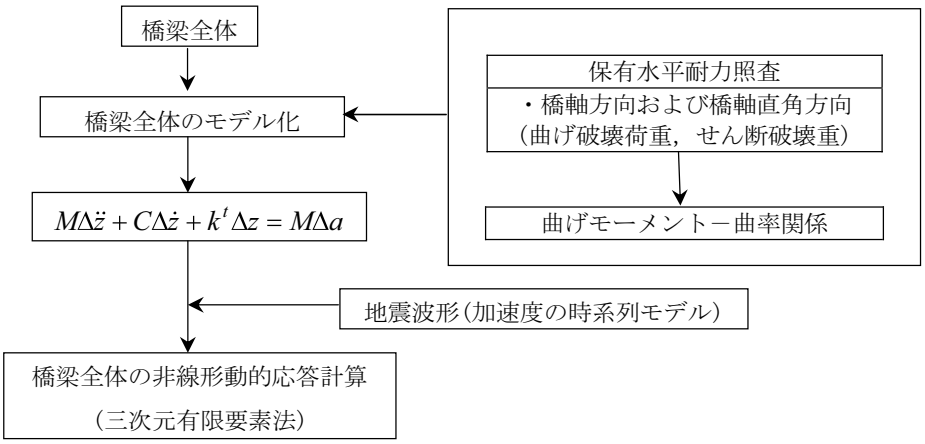


m：質量　c：粘性減衰係数　k_t：剛性　α_t 地震加速度　$x_t, \dot{x}_t, \ddot{x}_t$：質点の変位，速度，加速度

図Ⅲ-5-1　１質点系モデルによる動的応答解析フローチャート(名古屋市, 1997)

b)三次元有限要素法モデルによる動的応答解析

橋脚，橋桁を集中質量，梁要素として離散化したモデルで，橋脚の剛性として橋軸方向と曲り剛性を考慮する１質点系より厳密なモデルである．



M ：質量マトリクス　C ：減衰マトリクス　k^t ：時刻 t から $t+\Delta t$ までの接線剛性ベクトル
Δa ：入力地震加速度増分ベクトル　　$\Delta z, \Delta\dot{z}, \Delta\ddot{z}$ ：質点の変位，速度，加速度増分ベクトル

図Ⅲ-5-2　三次元有限要素法モデルによる動的応答解析フローチャート(名古屋市, 1997)

④宮崎県(1997)の手法

○採用自治体：新潟県(98)<橋梁震災点検資料が得られなかった橋梁>, 長野県(02)

兵庫県南部地震(1995)の被災事例をもとに，道路橋示方書準拠年別に被害確率を設定している．

表Ⅲ-5-7　震度と橋梁被害率の関係(新潟県, 1998)

被害程度	通行制限		不　通	
示方書年	1964, 1971年	1980, 1990年	1964, 1971年	1980, 1990年
震度５強以下	0.00	0.00	0.00	0.00
震度６弱	0.03	0.00	0.03	0.00
震度６強	0.13	0.02	0.12	0.00
震度７	0.14	0.04	0.14	0.02

（単位：箇所/箇所）

○新潟県(98)では...

震災点検資料が得られなかった橋梁を対象にこの係数を適用している．

液状化による影響については，神奈川県(1993)による設定値から考慮することとし，この被害率と上記地震動による被害率の大きい方の値を採用している．

⑤ 奈良県(2005)の手法

○採用自治体：奈良県(05)

橋梁の設計基準を規定する道路橋示方書の発行年度と当該橋梁における想定震度の２つの指標から，地震の際の「被害状況の確認優先度ランク」を評価する．

表Ⅲ-5-8　橋梁の地震時確認優先度ランク(奈良県, 2005)

道路橋示方書発行年度	５弱以下	５強	６弱	６強	7
～1979	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ
1980～1995	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
1996	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

（注）Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの順番に確認優先度が高い

⑥ 群馬県(1998)の手法

○採用自治体：岩手県(04)

震度と液状化可能性および橋梁建設時に準拠した道路橋示方書の年次から，被災危険度ランクを設定している．

表Ⅲ-5-9　被災危険度ランク(群馬県, 1998)

道路橋示方書の準拠年次	震度(非液状化区間)				液状化区間
	５弱	５強	６弱	６強以上	
1971年以前	D	C	B	A*	A
1980年以降	D	D	D	D	C

＊ 岩手県ではＢランク評価

○岩手県(04)では...

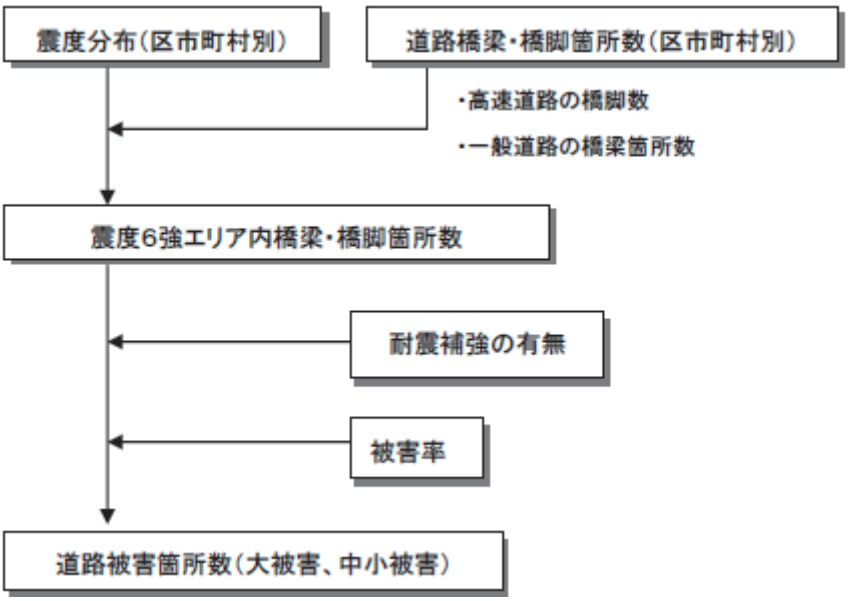
緊急輸送路（第１次～３次）上の施設で，1996・1997年度道路防災総点検時に「要対策」（評価ランクＣ）または「今後長期的に対策検討」（評価ランクＢ）と判断されたもののうち，2002年度末での未対策施設を対象に被害予測を実施している．

⑦東京都(2006)の手法

○採用自治体：秋田県(13), 埼玉県(07), 東京都(12), 熊本県(13)

高速道路は橋脚の被害を，一般道路については橋梁の被害を算出し，落橋・倒壊を大被害（機能支障あり），亀裂・損傷を中被害（機能支障なし）としている．また, 兵庫県南部地震(1995)では震度６以上のエリアにおいて被害が発生しているので，震度６強のエリアを対象にしている．

道路被害箇所数（大被害，中小被害）を以下のフローにしたがって算出している．



図Ⅲ-5-3　道路橋梁・橋脚被害箇所数算出フローチャート(東京都, 2006)

・震度 6 強エリア内の橋梁・橋脚数を以下の式によって求める.

震度 6 強エリア内の橋梁・橋脚数
＝橋梁・橋脚数（区町村別）×区市町村内の震度 6 強エリア内の建物数割合

表Ⅲ-5-10　道路橋梁・橋脚被害率(東京都, 2006)

	大被害 （機能支障あり）	中小被害 （機能支障なし）
旧基準に準拠(耐震性低)	8.2%	33.9%
新基準に準拠(耐震性高)	0.0%	16.3%

出所：兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書（平成 7 年）をもとに作成

※ 高速道路，国道，都道，区市町村道に共通
※ 旧基準：昭和 54 年度より前の基準に準拠しているもの
新基準：昭和 55 年度以降の基準に準拠しているもの
※ 耐震補強済みの道路については，新基準に準拠するものとする.
※ 大被害：崩壊，倒壊，変形の大きな亀裂・座屈・鉄筋破断などの損傷．通行可能とする修復に長期間を要し，短期的には救助活動や緊急物資の輸送路としての機能等を回復できない程度の損傷
※ 中小被害：部分的または局所的な亀裂・座屈，鉄筋の一部破断，コンクリートの剥離などの損傷．限定的な損傷であり，修復をすることなく，または応急修復程度で救助活動や緊急物資の輸送路としての機能を回復できる程度の損傷

・耐震性の有無は，兵庫県南部地震(1995)時における準拠基準年次別から推定する（新基準に準拠する橋梁・橋脚は耐震性ありとする．）.
・耐震補強の有無毎に大被害・中小被害それぞれの被害率（表Ⅲ-5-10 参照）を乗じて，被害箇所数を算出する.

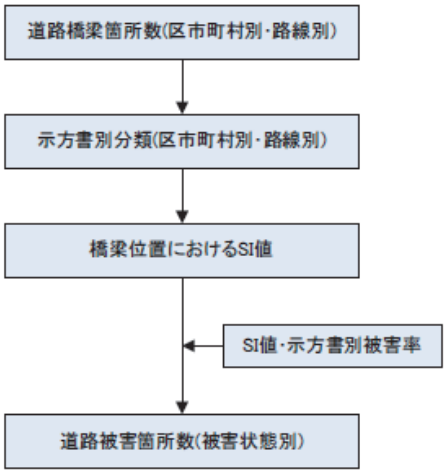
○埼玉県(07)では...

震度6強エリアとは別に，PL値15以上のエリア内の橋梁・橋脚も被害予測の対象としている．

⑧日下部ら(2004)の手法

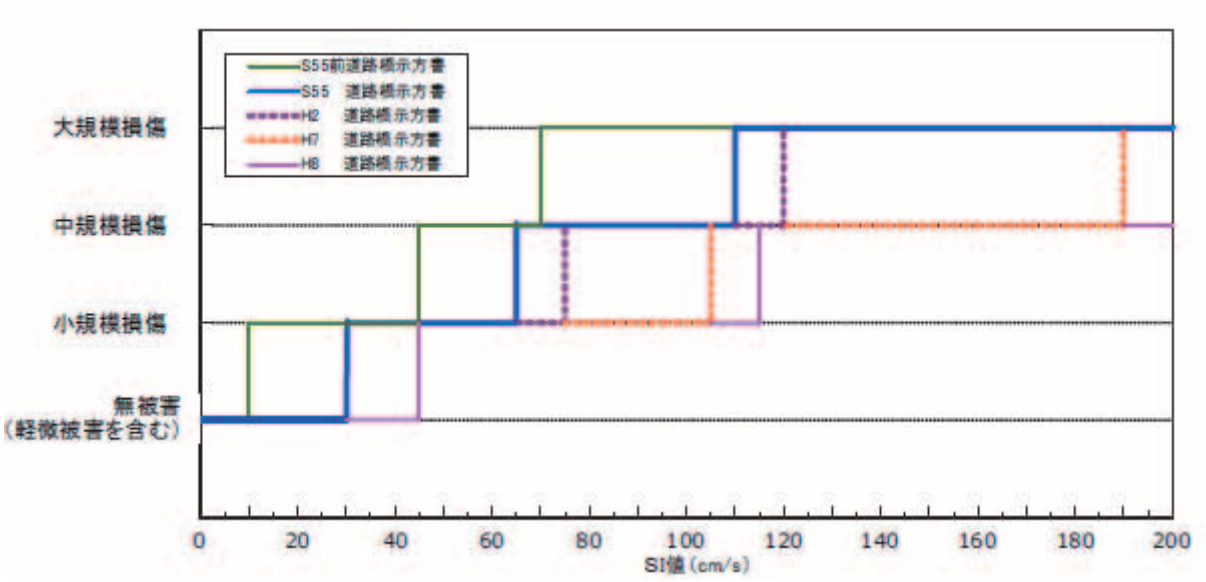
○採用自治体：千葉県(08)，神奈川県(09)，島根県(12)，川崎市(13)

橋梁には，橋梁の所在地における SI 値に応じた被害が生じると想定している．被害予測フローは以下の通りである．



図Ⅲ-5-4　道路橋梁被害予測フローチャート(千葉県，2008)

SI 値と被害率の関係は図及び表に示すとおりである．



図Ⅲ-5-5　SI 値と被災レベルの関係（千葉県，2008）

表Ⅲ-5-11　SI 値別の被害状態及び被害率(千葉県，2008)

<table>
<tr><th>示方書
SI値</th><th>昭和55年以前</th><th>昭和55年</th><th>平成2年</th><th>平成7年</th><th>平成8年</th></tr>
<tr><td>10以下</td><td>無被害</td><td>無被害</td><td>無被害</td><td>無被害</td><td>無被害</td></tr>
<tr><td>10</td><td>軽微な被害</td><td rowspan="2">軽微な被害</td><td rowspan="2">軽微な被害</td><td rowspan="2">軽微な被害</td><td rowspan="4">軽微な被害</td></tr>
<tr><td>15</td><td rowspan="3">小規模損傷</td></tr>
<tr><td>30</td><td rowspan="3">小規模損傷</td><td rowspan="5">小規模損傷</td><td rowspan="5">小規模損傷</td></tr>
<tr><td>40</td></tr>
<tr><td>45</td><td rowspan="2">中規模損傷</td></tr>
<tr><td>65</td><td rowspan="4">中規模損傷</td></tr>
<tr><td>70</td><td rowspan="6">大規模損傷
(落橋)</td><td rowspan="6">小規模損傷</td></tr>
<tr><td>75</td><td rowspan="3">中規模損傷</td></tr>
<tr><td>105</td><td rowspan="4">中規模損傷</td></tr>
<tr><td>110</td><td rowspan="4">大規模損傷
(落橋)</td></tr>
<tr><td>115</td><td rowspan="3">中規模損傷</td></tr>
<tr><td>120</td><td rowspan="2">大規模損傷
(落橋)</td></tr>
<tr><td>190以上</td><td>大規模損傷
(落橋)</td></tr>
</table>

なお，表Ⅲ-5-11 に併示している落橋とは，橋脚がある施設のみ生じる被害とし，橋脚がない施設についてはその SI 値において大被害が生じるものとする．また，耐震補強が施されている場合，耐震補強の実施年度を示方書年に読み替えるものとする．

さらに橋脚の被害状況別の影響率を設定している．影響率とは，橋梁に被害が生じた場合の交通容量の減少率を表す．地震後の交通状態の影響率は，通行止めの場合は 1.0，幅員規制となる場合は，0.5 を設定し，橋梁の被災度に対応した経過時間ごとの交通状態の影響率は表Ⅲ-5-12 の通りである．

表Ⅲ-5-12　橋梁の被災度と交通状況(千葉県，2008)

被災度 経過時間	軽微な損傷 規制なし	中規模損傷 通行規制 (1か月)	大規模損傷 通行止め (1か月)	大被害 通行止め (2.5か月)	落橋 通行止め (10か月)
発災　≦t≦ 3日	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3日　<t≦ 7日	0.0	0.5	1.0	1.0	1.0
7日　<t≦ 1か月	0.0	0.5	1.0	1.0	1.0
1か月　<t≦ 2か月	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
2か月　<t≦ 2.5か月	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
2.5か月　<t≦ 4か月	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
4か月　<t≦ 10か月	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
10か月　<t≦ 18か月	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

経過時間に記載する数値は発災日からの日・月数

(日下部ら(2004)に加筆)

⑨三重県(1997)の手法

○採用自治体：三重県(06)

三重県(1997)の数値を準用して，道路橋示方書の年代及び補強の有無による被害率の区分を行っている．また，示方書の年代区分に関して，兵庫県南部地震(1995)における被害の差異に着目し，年代区分のひとつに昭和54年以前と昭和55年以降を挙げている．

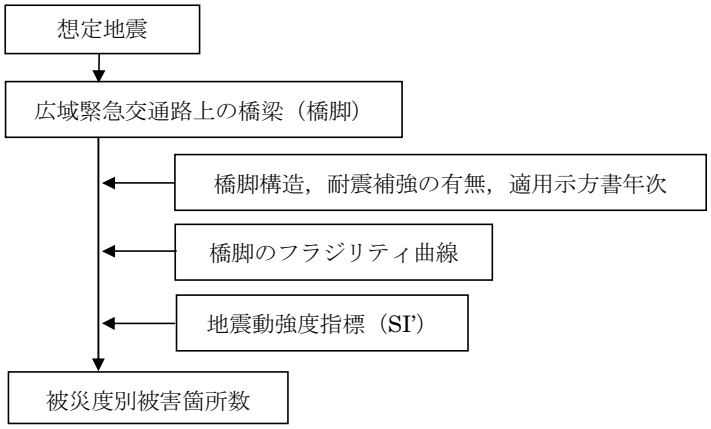
表Ⅲ-5-13　一般道路陸橋の被害率と地震動の関係(三重県，2006)

道路橋示方書 年代／補強の有無	被害率（%）				
	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
昭和54年以前 かつ補強なし	0.0	3.2	4.0	16.7	43.0
昭和55年以降 かつ補強なし	0.0	0.4	0.5	11.0	26.0
平成7年度以降 または補強済み	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4

⑩大阪府(2007)の手法

○採用自治体：大阪府(07)

想定手法は，以下のとおりである．想定フローを図に示す．



図Ⅲ-5-6　道路施設の被害想定フロー(大阪府，2007)

・既往資料［阪神高速道路公団・土木学会，2005］と兵庫県南部地震(1995)における被災状況等を参考に，橋脚構造（RC，鋼製），耐震設計法（耐震補強の有無）別の被害率曲線を設定する．
・被災度の区分は，次の3区分とする．

①長期にわたり通行支障の可能性あり（橋脚の倒壊等）
②短期的に通行支障の可能性あり
③部分的な被害を受けるが当面の通行は可能

・橋脚の倒壊等（被災度①）に至るには，地震動の強さだけではなく，様々な要因による複合的

な影響も考えられるため，地震動指標による被害率曲線のみから算定することとはせず，兵庫県南部地震(1995)の橋脚被災データより，被災度②以上（①＋②）の橋脚数に占める被災度①の橋脚数の比率（33.2%）を考慮して想定を行う．

表Ⅲ-5-14　構造と設計法による分類(大阪府,2007)

ⅰ）橋脚構造による分類 ・RC 橋脚，鋼製橋脚 ⅱ）耐震設計法（耐震補強の有無）による分類 ・震度法耐震設計（且つ，耐震補強なし），保有耐力法耐震設計（又は，補強あり）

以下は被害率の設定手法の詳細である．

a)被害率曲線の検討

ⅰ)地震動強度評価指標（SI’）

構造物の損傷に相関のある地震強度の指標についてはいくつかの提案があり，代表的なものとしては最大加速度，SI 値，最大応答加速度等があげられる．ここでは，応答塑性率と最も相関のよい地震強度の指標として SI 値を用いた整理を行う．都市内高速道路高架橋に着目した場合，固有周期が 0.2～1.2sec の間に集中しているため，応答速度の積分範囲を周期 T=0.2～1.2sec に絞った修正スペクトル強度 SI’を設定する．

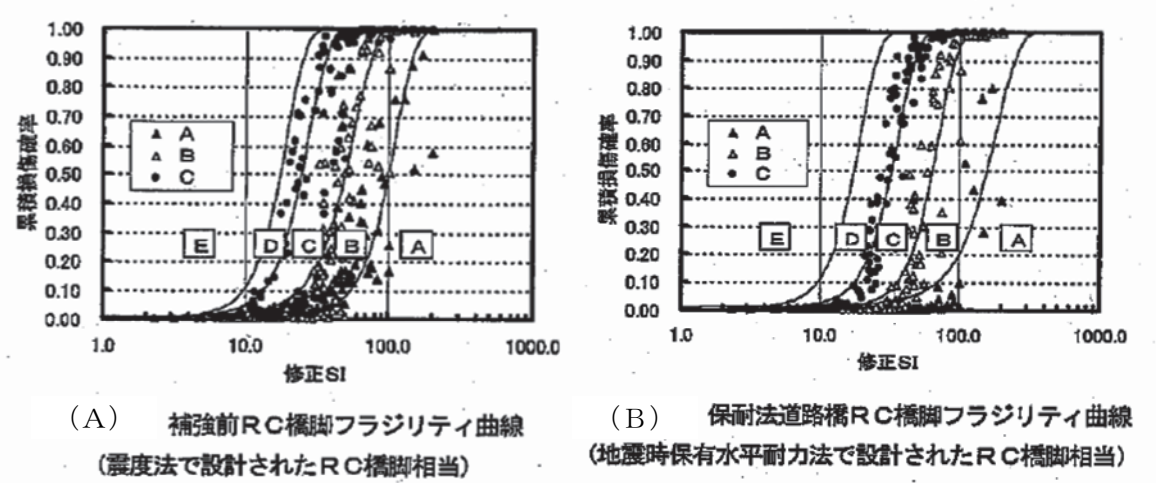
修正スペクトル強度：
$$SI' = \int_{0.2}^{1.2} S_v(T,\ h = 20\ \%)dT$$

ⅱ）非線形応答解析による橋脚の被害率曲線

前記既往資料では，RC 橋脚のデータセットと地震動データセットを元に，非線形解析により橋脚の応答塑性率を求め，統計処理して累積損傷確率曲線を求めている．(図Ⅲ-5-7)

表Ⅲ-5-15　被災程度と地震応答の関係（μr：応答塑性率，μu：じん性率）(大阪府,2007)

ランク	被害程度	判定基準
E	無被害	
D	伸縮装置，支承等の一部が損傷する可能性あり	上部工加速度 Acc>300gal
C	構造物が損傷中	μr>1.0
B	構造物の損傷大（要補修）	μr>2
A	構造物の損傷大（要補修・補強）	μr>μu



図Ⅲ-5-7　RC 道路橋の被害率曲線（標準正規分布・対数表示，阪神高速道路公団・土木学会，2005）

ⅲ）被害率曲線の立ち上がり部の形状に関する参考データ

兵庫県南部地震における阪神高速 3 号神戸線，5 号湾岸線の橋脚の被災状況と沿線での SI’値より，実際の被害と当該地点の SI’値の関係から，被害率曲線の立ち上がり部（当該水準の被害が発生する地震動 SI’値の目安）に関する参考として下記の検討を行った.

表Ⅲ-5-16　検討ケース別　被害・区分表　（大阪府,2007）

検討ケース	被害	区分
ケース１	ランク A 以上	震度法耐震設計（耐震補強なし）
ケース２	〃	保有耐力法耐震設計（耐震補強あり）
ケース３	ランク B 以上	震度法耐震設計（耐震補強なし）
ケース４	〃	保有耐力法耐震設計（耐震補強あり）

＜ランク A 以上の被害率曲線の立ち上がりに関する参考 SI’値＞

- ケース 1：阪神高速 3 号神戸線のうち，ランク A 以上の被害が発生しなかったエリアである西宮市－尼崎市（武庫川）付近から数箇所抽出し，SI’の最大値を求めた.（SI’≒60）
- ケース 2：阪神高速 5 号湾岸線で，ランク A 以上の被害が発生しなかったエリアの主な 5 橋梁を対象として，SI’の最大値を求めた.（SI’≒100）

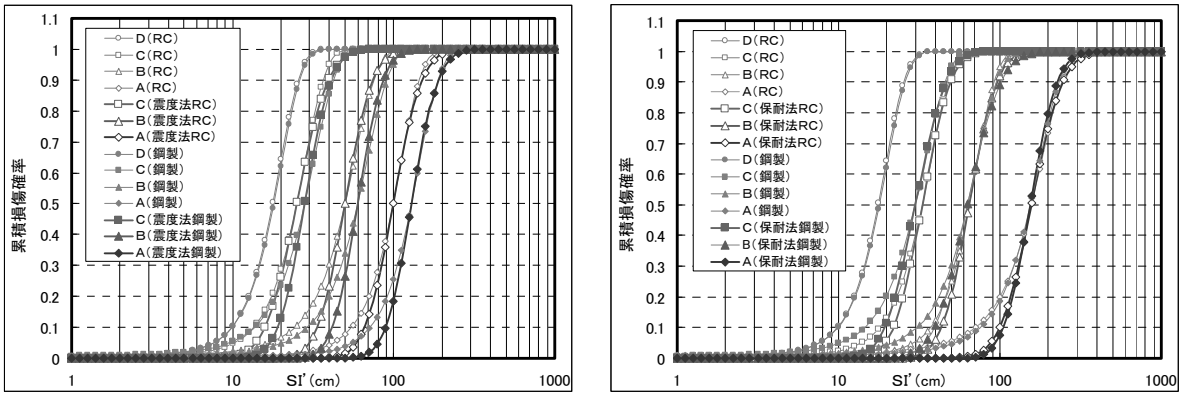
＜ランク B 以上の被害率曲線の立ち上がりに関する参考 SI’値＞

- ケース 3：阪神高速 3 号神戸線のうち，大阪地区でランク B 以上の被害が発生しなかったエリアである大和田～姫島間を対象として，SI’の最大値を求めた.（SI’≒35）
- ケース 4：阪神高速 5 号湾岸線のうち，ランク B 以上の被害が発生しなかったエリアである新淀川橋を対象として，SI’の最大値を求めた.（SI’≒45）

「立ち上がり部が図Ⅲ-5-7 に比べ過小傾向にある」→「本被害想定では対数正規分布に修正」

ⅳ)被害率曲線の設定

前記既往資料及び兵庫県南部地震の被災データをもとに，RC 橋脚の被災度ランク A 以上，B 以上，C 以上の累積損傷確率を，修正スペクトル強度 SI’に対し，常用対数（$X=\log_{10}SI'$）の正規分布曲線により描画した（図Ⅲ-5-8(a)，(b)）．なお，鋼製橋脚については，淡路大震災の被災データをもとに，RC 橋脚と鋼製橋脚のランク別被災を比較して，適切に設定した．図中，RC の薄黒細線は，前記既往資料による．



(a)震度法耐震設計（耐震補強なし）　　(b)保有耐力法耐震設計（耐震補強有り）

図Ⅲ-5-8　道路橋の被害率曲線の比較(大阪府, 2007)

ⅴ)道路橋の被害率曲線

本編に示したフラジリティ曲線の被災度②以上，被災度③以上の曲線は，上記ランク A 以上，B 以上の曲線に対応している．被災度①の橋脚被害については，地震動強度との一義的対応付けは適切ではないと考え，兵庫県南部地震時の橋梁被害のランク As と A 以上（As+A）の被害橋脚数の比率（33.2%）を考慮して求めることとした．

⑪新潟市(2007)の手法

○採用自治体：新潟市(07), さいたま市(09)

地震動による被害と液状化の影響を考慮して想定している．

a)地震動による被害

地震動による橋梁被害は，兵庫県南部地震(1995)事例を参考にして，各橋梁の準拠した示方書に応じた被害確率を設定している．

表Ⅲ-5-17　橋梁の震度別被害確率(新潟市，2007)

被害程度	不　通		通行制限		通行可	
示方書年 / 震度	S39 年 S46 年	S55 年 H2 年	S39 年 S46 年	S55 年 H2 年	S39 年 S46 年	S55 年 H2 年
5 弱	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
5 強	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
6 弱	0.03	0.00	0.03	0.00	0.94	1.00
6 強	0.12	0.00	0.13	0.02	0.75	0.98
7	0.14	0.02	0.14	0.04	0.72	0.94

b)液状化による影響

表Ⅲ-5-18 に示す道路橋の液状化地域での被害確率を用いて通行支障率を求めている.

表Ⅲ-5-18　液状化による橋梁の被害確率(新潟市, 2007)

被害程度	不　通	通行制限	通行可
確　率	0.10	0.60	0.30

a), b)の被害確率を比較し, 大きい方の値をその橋梁の被害確率としている.

⑫大分県(2007)の手法

○採用自治体：大分県(13)

過去の被害事例を参照して, 適用示方書, 補強の有無と計測震度から支障影響度を評価している.

表Ⅲ-5-19　橋梁・高架橋の被害率(大分県, 2007)

①落橋防止がない場合

震度	完成年	
	1979以前	1980以降
7	A	B
6強	A	C
6弱	B	C
5強以下	C	C

S55道路橋示方書を境に区別

②落橋防止、固定橋脚の補強がある場合

震度	完成年	
	1979以前	1980以降
7	B	C
6強	C	C
6弱	C	C
5強以下	C	C

表Ⅲ-5-20　橋梁・高架橋の被害による支障影響度のランク分類(大分県, 2007)

A	大破。施設に重大な被害が生じ、機能を喪失する。復旧に長時間を要する。被災 1.0 箇所とした。
B	中破。施設に被害を生ずるが、機能は維持するか、短時間で復旧する。被災 0.5 箇所とした。
C	小破または無被害。被害は小さいか発生せず、機能に支障はない。

（２） トンネルの被害

トンネル（坑口）については，過去の大規模な地震においてほとんど被害が生じていないことから，無被害として取り扱っている自治体が多い．

① 埼玉県(1998)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，長崎県(06)，横浜市(12)

埼玉県(1998)では，大阪府(1997)によるトンネルの被害率（通行に支障をきたす被害の発生率）を参考に，下表のようなトンネル被害率を設定している．

表Ⅲ-5-21　トンネルの被害率(宮城県, 2004)

震源断層距離	震度６以上		震度５以下
	内陸直下型の地震	プレート境界付近の地震	
0～6km	12%	12%	0%
6km以遠	0%		

（３）盛土の被害

① 震度と道路防災点検耐震ランクによる評価

○採用自治体：新潟県(98)，長野県(02)

道路防災点検で取り上げられている盛土を対象とし，耐震性評価は，道路防災点検における評価ランクⅠ，Ⅱ，Ⅲ～Ⅳをそれぞれ A，B，C とした．盛土の被害確率については，神奈川県(1986)において新潟地震(1964)，十勝沖地震(1968)，大分県中部地震(1975)，宮城県沖地震(1978)の被害事例に基づき設定された数値を準用している．

表Ⅲ-5-22　盛土の震度別被害確率　　（単位：箇所/km）

自治体名	震度	不通			通行制限		
		A（Ⅰ）	B（Ⅱ）	C（Ⅲ-Ⅳ）	A（Ⅰ）	B（Ⅱ）	C（Ⅲ-Ⅳ）
新潟県(98) 長野県(02) 高知県(04)	５弱	0.16	0.00	0.00	0.25	0.28	0.00
	５強	0.18			0.29	0.33	0.22
	６弱	0.23			0.37	0.42	0.28
	６強	0.29			0.45	0.52	0.34
	7	0.44			0.56	0.80	0.53

（注1）高知県は不通のみ評価している

②秋田県(1997)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，長崎県(06)，大分県(13)

過去の地震の盛土崩壊事例を参考に，震度と液状化指数（P_L値）を指標として被害確率を設定している．被害確率設定の根拠とした主な地震は以下のとおりである．

秋田県・宮城県・大分県：新潟地震(1964)，十勝沖地震(1968)，宮城県沖地震(1978)，日本海中部地震(1983)，兵庫県南部地震(1995)など

表Ⅲ-5-23　盛土の被害確率　　(単位：箇所/km)

自治体名	P_L値	震　度					
		4	5弱	5強	6弱	6強	7
宮城県(04) 長崎県(06) 大分県(13)	15以上	0.16	0.51	0.89	1.59	2.84	5.04
	15未満	0.06	0.18	0.32	0.57	1.02	1.81

③ 神奈川県(1986)の手法

○採用自治体：三重県(06)，新潟市(07)

過去の地震の盛土崩壊事例を参考に被害確率を設定している．被害確率設定の根拠とした主な地震は新潟地震(1964)，十勝沖地震(1968)，宮城県沖地震(1978)である．耐震性評価は，道路防災総点検においての評価ランクⅠ，Ⅱ，ⅢをそれぞれA，B，Cとしている．

表Ⅲ-5-24　盛土の震度階別被害確率(新潟市，2007)

被害程度	不　通			通行制限			通行可		
耐震ﾗﾝｸ / 震度階	A	B	C	A	B	C	A	B	C
5弱	0.16	0.00	0.00	0.25	0.28	0.00	0.59	0.72	1.00
5強	0.18	0.00	0.00	0.29	0.33	0.22	0.53	0.67	0.78
6弱	0.23	0.00	0.00	0.37	0.42	0.28	0.40	0.58	0.72
6強	0.29	0.00	0.00	0.45	0.52	0.34	0.26	0.48	0.66
7	0.44	0.00	0.00	0.56	0.80	0.53	0.00	0.20	0.47

○三重県(06)では...

秋田県（1977）の数値を参考に震度と液状化指数（P_L値）を指標として被害率を設定している．

表Ⅲ-5-25　盛土の震度階別被害率(三重県，2006)

震度階	被害率	
	PL値　15未満	PL値　15以上
～4	0%	0%
5弱	6%	16%
5強	6%	18%
6弱	8%	23%
6強	10%	29%
7～	16%	44%

（4）切土・斜面被害の予測

① 震度と道路防災点検耐震ランクによる評価

○採用自治体：新潟県(98)，長野県(02)，三重県(06)，愛媛県(02)，新潟市(07)

道路防災点検で取り上げられている切土・斜面を対象とし，耐震性評価は，道路防災点検における評価ランクⅠ，Ⅱ，Ⅲ～Ⅳをそれぞれ A，B，C とした．切土・斜面の被害確率については，神奈川県(1986)で伊豆大島近海地震(1978)の被害事例に基づき設定した数値を準用している．

表Ⅲ-5-26　切土・斜面の震度別被害確率　（単位：箇所/km）

自治体名	震度	不通			通行制限		
		A（Ⅰ）	B（Ⅱ）	C（Ⅲ-Ⅳ）	A（Ⅰ）	B（Ⅱ）	C（Ⅲ-Ⅳ）
新潟県(98) 長野県(02) 新潟市(07)	５弱	0.19	0.02	0.00	0.11	0.02	0.00
	５強	0.22	0.05	0.00	0.13	0.02	0.01
	６弱	0.29	0.06	0.01	0.16	0.03	0.02
	６強	0.35	0.08	0.01	0.20	0.03	0.02
	7	0.54	0.12	0.02	0.31	0.05	0.03

○三重県(06)では...

秋田県（1977）の数値を参考にして被害率を設定している．

表Ⅲ-5-27　盛土の震度階別被害率(三重県，2006)

震度階	被害率
～4	0%
5弱	7%
5強	8%
6弱	10%
6強	13%
7～	19%

②秋田県(1997)の手法

○採用自治体：宮城県(04)，長崎県(06)，大分県(13)

過去の地震による切土・斜面崩壊事例を参考に，震度を指標として被害確率を設定している．被害確率設定の根拠とした主な地震は以下のとおりである．

秋田県・宮城県：新潟地震(1964)，十勝沖地震(1968)，宮城県沖地震(1978)，日本海中部地震(1983)，兵庫県南部地震(1995)など

表Ⅲ-5-28　切土・斜面の被害確率　（単位：箇所/km）

自治体名	震　度					
	4	5弱	5強	6弱	6強	7
宮城県(04) 長崎県(06) 大分県(13)	0.05	0.16	0.28	0.50	0.89	1.59

（５）区間被害確率の予測

① 震度と地盤種別による評価

○採用自治体：青森県(97)，福井県(97)，愛媛県(02)，福岡県(12)

宮城県沖地震(1978)をはじめとする過去の被害地震で発生した路面の亀裂，法面の崩壊などと地盤種別の関係から被害確率を設定している．

表Ⅲ-5-29　震度別・地盤種別道路被害確率　（単位：箇所/km）

自治体名	愛媛県(02)，福岡県(12)			福井県(97)			青森県(97)		
地盤種別	１種２種	３種	４種	１種２種	３種	４種	１種２種	３種	４種
7	0.11	0.16	0.25	0.24	0.34	0.55	0.11	0.16	0.25
６強							0.09	0.13	0.20
６弱	0.09	0.13	0.20	0.11	0.15	0.24	0.07	0.10	0.16
５強	0.06	0.09	0.14	0.07	0.10	0.16	0.05	0.07	0.12
５弱	0.03	0.04	0.06	0.04	0.05	0.08	0.03	0.04	0.06
～４	0.00	0.00	0.00	－	－	－	0.00	0.00	0.00

② 中央防災会議 南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

○採用自治体：高知県(13)

道路の被害箇所数の予測は，高速道路，国道及び主要地方道を対象とした．被害想定を行うにあたり，国道と補助国道・主要地方道に分け，それらの位置をデジタル化して250m メッシュで分割し，各メッシュにおける予測ケースでの震度で区分し，東北地方太平洋沖地震(2011)における道路の被害率から設定された震度別道路施設被害率を用いて，メッシュ毎の被害箇所数を算出した．

表Ⅲ-5-30　東北地方太平洋沖地震（2011）における道路施設被害率（浸水域外）（中央防災会議, 2013）

震度	被災箇所	道路延長(km)	原単位（箇所/km）
震度４以下	5	－	－
震度５弱	9	256	0.035
震度５強	87	767	0.11
震度６弱	135	832	0.16
震度６強	25	149	0.17
震度７	1	2	0.48

表Ⅲ-5-31　補助国道・都府県道に用いる道路施設被害率（浸水域外）(中央防災会議, 2013)

震度	原単位（箇所/km）
震度 4 以下	-
震度 5 弱	0.016
震度 5 強	0.049
震度 6 弱	0.071
震度 6 強	0.076
震度 7	0.21

（６）通行可能性の予測

① 東京都(1997)の手法

○採用自治体：福岡県(12)（高速道路など）

高速道路を対象にインターチェンジ（あるいはランプ）間の不通率の予測を行っている．不通率が0.5以上ならばその区間は不通であるとしている．

表Ⅲ-5-32　兵庫県南部地震(1995)における高速道路の不通率(東京都, 1997)

震度	総延長(km)	不通区間延長(km)（１日後）	不通率(%)（１日後）
7	18.8	18.8	100
6強	58.2	58.2	100
6弱	347.3	242.0	70
計	424.3	319.0	75

（注）不通率は5%単位で丸めてある

② 宮崎県(1997)の手法

○採用自治体：新潟県(98), 長野県(02)

構造物･施設の地点を通過できない確率は不通となる被害が発生する確率（不通率）であるととらえ，その地点を通過できる確率を定義する．

$$P_P = 1 - S_P$$

P_P ：道路構造物・施設地点を通過できる確率　　S_P ：不通確率

２交差点間の導通率 P_l は，区間内に存在する道路構造物･施設の導通率の積で表される．

$$P_l = \prod_{i=1}^{N} P_{P_i}$$

P_l ：交差点間を通過できる確率

N ：交差点間に存在する道路構造物・施設

P_l を広域のネットワークへ適用することにより，２点間の不通確率を評価する．

$$P_N = \prod_{i=1}^{m} P_{l_i}$$

P_N ：ある２点間を通過できる確率

m ：２点間に存在するリンク数

③和歌山県(2006)の手法

○採用自治体：広島県(07)，山口県(08)，広島市(08)

路線区間ごとの被害度を評価している．

ある路線区間内に存在する橋梁，盛土，斜面といった道路構造物・施設の震度ごとの被害確率を過去の地震から設定している．

表Ⅲ-5-33　(a)橋梁の被害率(単位：箇所／橋梁Ⅰ橋)(広島県，2007)

震度	4	5弱	5強	6弱	6強	7
耐震ランクA	0.00	0.08	0.15	0.26	0.43	0.76
耐震ランクB	0.00	0.02	0.03	0.06	0.43	0.76
耐震ランクC	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.20

表Ⅲ-5-34　(b)橋梁の耐震ランクの分類(広島県，2007)

耐震ランク	摘　要
A	・昭和39年以前の道路橋示方書による設計のもの ・適用示方書の年次が不明のもの
B	・昭和46年の道路橋示方書による設計のもの
C	・昭和55年以降の道路橋示方書による設計のもの ・適用示方書の年次によらず耐震対策が完了したもの

表Ⅲ-5-35　(c)トンネルの被害率(単位：箇所／トンネル箇所)（広島県，2007）

震度	4	5弱	5強	6弱	6強	7
被害率	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.17

表Ⅲ-5-36　(d)盛土の被害率（単位：箇所／盛土km）（広島県，2007）

震度	4	5弱	5強	6弱	6強	7
液状化危険度 PL値＞15	0.16	0.51	0.89	1.59	2.84	5.04
液状化危険度 PL値≦15	0.06	0.18	0.32	0.57	1.02	1.81

表Ⅲ-5-37　(e)切土・斜面の被害率（単位：箇所／（切土・斜面）km）（広島県，2007）

震度	4	5弱	5強	6弱	6強	7
被害率	0.05	0.16	0.28	0.50	0.89	1.59

道路の対象区間における被害箇所数は，次の式により求める．

$$P = \sum_{i-1}^{n1} Pbr_i + \sum_{i-1}^{n2} Pt_i + \sum_{i-1}^{n3} Ib_i \cdot Pb_i + \sum_{i-1}^{n4} Ic_i \cdot Pc_i$$

P :対象区間の被害箇所数（箇所）

Pbr_i :対象区間内のｉ番目の橋梁の被害率（箇所/箇所）

Pt_i :対象区間内のｉ番目のトンネルの被害率（箇所/箇所）

Pb_i :対象区間内のｉ番目の盛土の被害率（箇所/km）

Pc_i :対象区間内のｉ番目の切土・斜面の被害率(箇所/km)

Ib_i :対象区間内ｉ番目の盛土の延長(km)

Ic_i :対象区間内のｉ番目の切土・斜面の延長(km)

$n1$:対象区間内の橋梁の全箇所数（箇所）
$n2$:対象区間内のトンネルの全箇所数（箇所）
$n3$:対象区間内の盛土の全箇所数（箇所）
$n4$:対象区間内の切土・斜面の全箇所数（箇所）

④山形県(2006)の手法

○採用自治体：山形県(06)

県内の指定緊急輸送道路を区間ごとに分割し，その区間ごとについて

1）液状化による路面変状
2）ゆれ・断層による路面変状
3）落石崩壊による通行支障
4）橋梁の損傷による通行支障

の項目ごとの評価結果に基づき通行支障の可能性を推定している．道路区間の分割は，市町村の主な地点・重要拠点・緊急輸送道路の交差点位置で行っている．

a. 「液状化」に伴う通行支障の可能性

（「液状化に伴う通行支障の発生可能性の点数」＝
（区間内の液状化危険度（A）以上のメッシュ数）×0.25）

b. 「ゆれ・断層」に伴う通行支障の可能性

兵庫県南部地震(1995)では震度6以上の領域で道路に大きな被害を生じた．

（「ゆれ・断層」に伴う通行支障の発生可能性の点数）＝
（区間内の震度6強以上（計測震度6.0以上）のメッシュ数）×0.5）

c. 「落石等」による通行支障の可能性

急傾斜地の危険箇所を基に震度の大きさによって地震時崩壊危険度を算出.

（「落石等」に伴う通行支障の可能性の点数）＝
（区間内の急傾斜危険箇所における震度6強以上（計測震度6.0以上）のメッシュ数）×1.0
＋（震度6弱（計測震度5.5以上6.0未満）のメッシュ数）×0.5

d. 「橋梁」被災した場合の通行支障の可能性

区間内の橋梁の耐震未対策箇所数および一部未着手箇所数に対して被災可能性を点数付けしている.

（「橋梁」の被災による通行支障の発生可能性の点数）＝
（区間内の橋梁の耐震対策未着工・一部未着工箇所の震度6弱以上のメッシュ数）×1.0

最終的に区間ごとに評価項目（4項目）の評価点の合計が20点を超えた場合と，1メッシュあたりの点数が0.5点を超えた区間に関して，地震による被害の可能性が高い道路と想定している.

（7）支障影響度の総合的判定

○採用自治体：栃木県(04)，山梨県(04)，静岡県(01)，愛知県(03)，鳥取県(05)，徳島県(05)，長崎県(06)，札幌市(08)，横浜市(12)

要因別の支障影響度の判定結果をもとに，各区間の支障影響度を総合的に判定する手法である.支障影響度のランクの意味は各自治体ともほぼ表Ⅲ-5-38にしたがっている.

表Ⅲ-5-38　個別要因の影響度判定におけるランク分類(栃木県, 2004)

影響度ランク	意　　味
ＡＡ	極めて大規模な被害が発生する可能性があり，復旧にも長期間を要し，緊急輸送に重大な影響が発生する可能性がある区間.
Ａ	大規模な被害が発生する可能性がある区間，あるいはかなりの確率で緊急輸送に大きな支障が発生すると想定される区間.
Ｂ	軽微な被害が発生する可能性がある区間，あるいはまれに被害が発生する可能性がある区間.
Ｃ	被害が発生する可能性がほとんどない区間.

表Ⅲ-5-39　支障影響度の総合判定(栃木県, 2004)

		支障影響度				備　考
		ＡＡ	Ａ	Ｂ	Ｃ	
ゆれ	橋梁・高架					建設年度と震度で評価 耐震補強済みは被害無し
	建物倒壊等					震度7，6強の地域→Ａ 震度6弱の地域→Ｂ
液状化						危険度が極めて高い→Ｂ
山崖崩れ						標高と震度で評価

注)各要因とも被害が小さくＡＡ，Ａ，Ｂに該当しない場合はＣとなる．

表Ⅲ-5-40　橋梁・高架の被害による支障影響度のランク分類(栃木県, 2004)

分　　類		震度６弱	震度６強	震度７
耐震補強前	1979年以前の示方書	Ｂ	Ａ	ＡＡ
	1980年以降の示方書	－	Ｃ	Ｂ
耐震補強済み		－	－	－

表Ⅲ-5-41　建物倒壊における判定の内訳(栃木県, 2004)

	震度５強以下	震度６弱	震度６強	震度７
高層建物倒壊	Ｃ	Ｂ	Ａ	Ａ
他の工作物倒壊	Ｃ	Ｂ	－	－

注1)「高層建物倒壊」は，高層建物エリア(50事業所/km^{2}以上のエリア)を対象とする．
注2)「他の工作物倒壊」は，エリアを限定しない．ただし，最大の被害でもＢまでとする．
注3)「高層建物倒壊」および「他の工作物倒壊」ともに高速道路ではＣとする．

表Ⅲ-5-42　山崖崩れによる支障影響度ランク(栃木県, 2004)

分類	震度５強以下	震度６弱	震度６強	震度７
標高500m以上	Ｃ	Ｂ	Ａ	Ａ
標高500m未満	Ｃ	Ｃ	Ｃ	Ｃ

表Ⅲ-5-43　支障影響度の総合判定(山梨県, 2005)

判定基準	支障影響度
震　度	震度７　→　ＡＡ 震度６強　→　Ａ 震度６弱　→　Ｂ
液状化	危険度大　→　Ｂ
急傾斜地崩壊危険箇所	危険度Ａ　→　Ａ 危険度Ｂ　→　Ｂ
地すべり危険箇所	危険度Ａ　→　ＡＡ 危険度Ｂ　→　Ａ

(注)各要因とも被害が小さくＡＡ，Ａ，Ｂに該当しない場合はＣとする

表Ⅲ-5-44　影響度の総合評価(静岡県, 2001)

項　目		影響度設定の根拠 支障影響度 ＡＡ　Ａ　Ｂ　Ｃ	影響度設定の根拠 支障期間 ～1D　3D　1W～	影響度設定
地盤変位(橋梁)		――	――	ありＡＡ
液状化影響度		――	――	影響度大→Ｂ
山崖崩れ	大規模崩壊	――	――	ランクＡ→Ａ ランクＢ→Ｂ
	地滑り	――	――	ランクＡ→ＡＡ ランクＢ→Ａ
	急傾斜地	――	――	ランクＡ→Ａ ランクＢ→Ｂ
揺れによる被害		――	――	(高速道路) 震度7・跨道橋あり→Ａ 震度7・跨道橋なし→Ｂ (一般道)震度7→Ａ
津波浸水		――		ありＢ
総合評価				上記影響度の最大値

表Ⅲ-5-45　支障影響度の総合検討<道路・鉄道>(愛知県, 2003)

		支障影響度 ＡＡ	Ａ	Ｂ	Ｃ	備　考
ゆれ	橋梁・高架					建設年度と震度で評価 耐震補強済みは被害無し
	跨道橋					震度7の地域　→ＡＡ 震度6強の地域→Ａ 震度6弱の地域→Ｂ
	建物倒壊等					震度7，6強の地域　→Ａ 震度6弱の地域　→Ｂ
液状化						危険度が極めて高い→Ｂ
山崖崩れ						ランクＡ→Ａ ランクＢ→Ｂ
津波浸水						ありＢ

表Ⅲ-5-46　被害レベルの判定基準<港湾>(愛知県, 2003)

	地表最大加速度(gal)				
	0～150	150～200	200～300	300～450	450～
液状化あり	なし	小	中	大	大
液状化なし	なし	なし	小	中	大

(注1) 液状化は危険度が「極めて高い」の場合に液状化ありと判定した
(注2)「大」の場合にのみ利用可能になるものとして判定した

表Ⅲ-5-47　支障影響度の総合検討(鳥取県, 2005)

	支障影響度				備　考
	AA	A	B	C	
橋　　梁					建設年度と震度で評価 耐震補強済みは被害なし
盛　　土					盛土下の地盤条件による評価
切土・斜面					斜面高と斜面勾配による評価および50mメッシュ傾斜度による評価(危険性がある(a)ランクを支障度Bとする)
トンネル					震源断層からの距離により評価
津波浸水					津波浸水ありをBランクとする

表Ⅲ-5-48　被害レベルの判定基準<港湾>(鳥取県, 2005)

	震度（計測震度）				
	5弱 (I<5.0)	5強 (5.0≦I<5.5)	6弱 (5.5≦I<6.0)	6強 (6.0≦I<6.5)	7 (6.5≦I)
液状化あり (15<P_L)	なし	小	中	大	大
液状化なし (P_L≦15)	なし	なし	小	中	大

(注) 耐震バースは地震後も利用可能と判断される

（８）細街路の閉塞率

①家田ら(1997)

○採用自治体：群馬県(12)，千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，岐阜県(13)，さいたま市(09)，川崎市(13)，堺市(09)

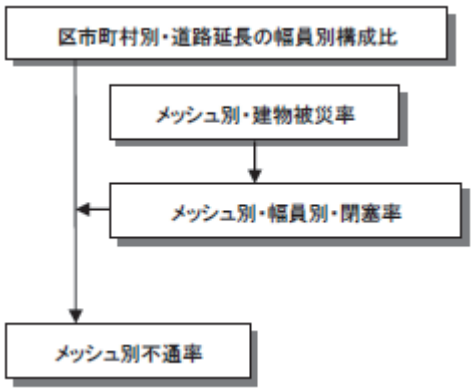
中央防災会議 東南海，南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)，中央防災会議 南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)も採用．

・幅員13m 未満の狭い国道，都道及び市町村道を細街路とする．

・対象となる細街路を道路幅員別に３つに区分（幅員3.5m 未満の道路・幅員3.5m以上5.5m 未満の道路・幅員5.5m 以上13m 未満の道路）し，それぞれの道路閉塞率を算出・集計後，250m メッシュごとの道路閉塞率を算出している．

・ここでいう道路閉塞率とは，メッシュ内における道路結節点（交差点から交差点）を結ぶ区間を道路の区間として，道路区間総数のうち閉塞する区間数の割合である．

・以上により算出したメッシュごとの道路閉塞率を集計し，都全体（及び区部・多摩）で，どの程度道路閉塞が発生しているかということを，道路閉塞の程度により３つに区分（道路閉塞率15%未満・15～20%未満・20%以上）し，算出する．



図Ⅲ-5-9　細街路の閉塞率算出フロー(東京都, 2006)

建物被災によりどの程度道路が閉塞したかということを道路幅員別に算出した兵庫県南部地震(1995)時の調査データ（表Ⅲ-5-46参照）に基づき，以下の式を設定し，道路閉塞率を算出する．

【幅員3.5m 未満の道路】

道路閉塞率（%）＝0.9009×建物被災率＋19.845

【幅員3.5m 以上5.5m 未満の道路】

道路閉塞率（%）＝0.3514×建物被災率＋13.189

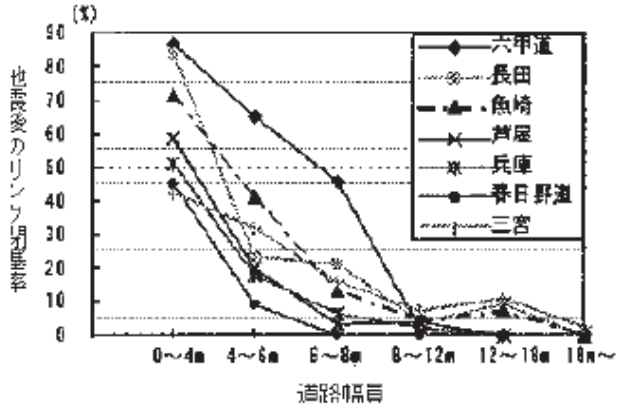
【幅員5.5m 以上13m 未満の道路】

道路閉塞率（%）＝0.2229×建物被災率－1.5026

・メッシュごとの建物被災率は，ゆれと液状化の被害を対象として，以下の式により算出する．

建物被災率＝全壊率＋１／２×半壊率

表Ⅲ-5-49　兵庫県南部地震(1995)時における道路幅員と道路閉塞率の実態(東京都, 2006)



調査地区	建物被災率(%)(注1)	リンク閉塞率(%)			
		0-4m	4-6m	6-8m	8-12m
六甲道	55	97	55	46	3
長田	73	94	24	21	3
魚崎	50	71	42	13	3
芦屋	40	58	20	3	3
兵庫	56	52	17	6	3
春日野道	25	40	9	1	3
三宮	33	41	32	16	3
平均	47	63	30	15	3

注1：被災率=(全壊数+1/2・半壊数)／(建物母数-焼失数)

出所：家田ら「阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響」土木学会論文集 No. 576/IV-37, 69-82, 1997, 10

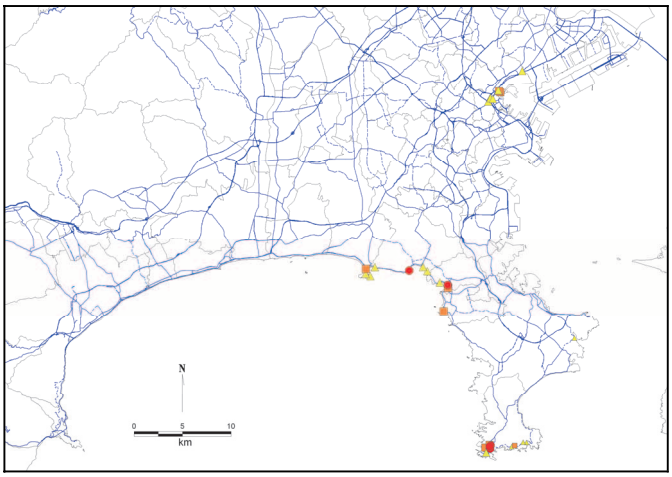
※道路施設の台帳データにおける幅員別区分との整合のため，上記の0-4m道路閉塞率を幅員3.5m未満の道路，4-6m道路閉塞率を幅員3.5m以上5.5m未満の道路，6-8m道路及び8-12m道路閉塞率の平均値を幅員5.5m以上13m未満の道路データとして代用した.

（９）津波による道路被害

① 神奈川県(2009)の手法

○採用自治体：神奈川県(09)

津波の浸水予測範囲のメッシュデータに道路のラインデータを重ね合わせ，重なった区間を津波による被災区間としている.



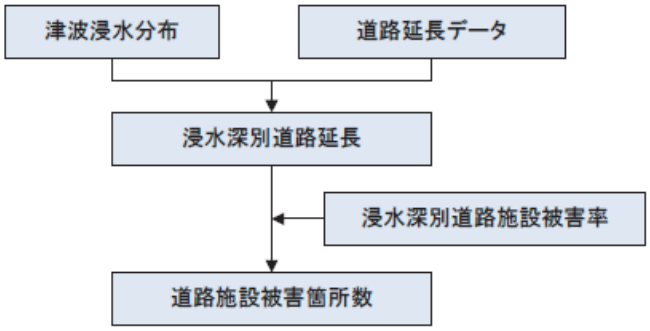
図Ⅲ-5-10　緊急輸送道路の浸水箇所：東海地震（堤防が機能する場合）(東京都, 2006)

②中央防災会議　南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)の手法

○採用自治体：高知県(13)

津波浸水域の道路の被害箇所数については,中央防災会議・南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)の手順に沿って予測している.橋梁への津波の影響は,既往災害事例の報告が少なく詳細が不明なため,各予測ケースでの津波浸水深を橋梁位置に重ね影響を検討している.

被害箇所数＝浸水深別道路延長(km)×道路施設被害率(箇所/km)



図Ⅲ-5-11　津波による道路被害の予測手順(中央防災会議, 2013)

表Ⅲ-5-50　東日本大震災における道路施設被害率（浸水域）(中央防災会議, 2013)

浸水深	被災箇所	道路延長(km)	原単位（箇所/km）
1m 未満	9	68	0.13
1m-3m	19	51	0.37
3m-5m	9	14	0.65
5m-10m	35	23	1.52
10m 以上	39	15	2.64

表Ⅲ-5-51　補助国道・都府県道に用いる道路施設被害率（浸水域）(中央防災会議, 2013)

浸水深	原単位 (箇所/km)
1m未満	0.058
1m-3m	0.16
3m-5m	0.29
5m-10m	0.68
10m以上	1.17

③ その他

横浜市(12)では、浸水域内（浸水深>0m）であれば、浸水深の値に関係なく、浸水被害の影響を受けるものとした。区間全体が高架形式の場合は、浸水の影響を受けないものとした。また,大分県(13),長崎県(06)では，津波による浸水深が1.0m 以上となる路線の抽出を行い，これらの地域は，流出物により通行に支障をきたす等の被害がありえる、としている.

５－２．鉄道の被害

鉄道線路沿いの盛土・切土・橋梁・トンネル等の被害確率は，前節「５－１．道路の被害」と同じものを採用している自治体が多いが，一部の自治体では過去の地震による鉄道施設の被災事例から，被害確率を新たに設定している．

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．この他，中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）では，ゆれによる鉄道被害・津波による鉄道被害についても予測を行っている．

（１）施設の被災確率の予測
- ①東京都(1997)の手法
- ②東京都(2006) の手法
- ③三重県(2006)の手法
- ④徳島県(2005)の手法
- ⑤札幌市(2008)の手法
- ⑥埼玉県(2007)の手法
- ⑦茨城県(1995, 1998)の手法
- ⑧大阪府(2007)の手法

（２）区間被害確率の予測
- ①震度と地盤種別による評価

（３）運行可能性の予測
- ①東京都(1997)の手法

（１）施設の被災確率の予測

① 東京都(1997)の手法

○採用自治体：神奈川県(09), 川崎市(13)

兵庫県南部地震(1995)の鉄道被害事例を分析し，路線延長あたりの施設被害率を設定している．

表Ⅲ-5-52　兵庫県南部地震(1995)での震度別在来線鉄道施設の被害箇所数(東京都, 1997)

震度	落橋・倒壊	橋脚被災程度(本)			桁ずれ	橋台損傷	アーチ橋損傷	盛土土留壁	路線総延長(km)	落橋・倒壊率(箇所/km)	その他被害率(箇所/km)
		破壊	破損	損傷							
7	20	1,088	795	682	28	18	2	21	62.0	0.323	4.091
６強	4		1	1	17	7	10	14	69.7	0.057	0.692
６弱			10	10	10	5	1	14	371.4	0	0.088
計	24	1,088	806	693	55	30	13	49	503.1	－	－

表Ⅲ-5-53　兵庫県南部地震(1995)での震度別新幹線の被害箇所数(東京都,1997)

震度	落橋･倒壊	路線総延長(km)	落橋･倒壊率(箇所/km)
7	4	0.7	5.71
6強	4	1.5	2.67
6弱	0	25.0	0
計	8	27.2	-

表Ⅲ-5-54　兵庫県南部地震(1995)での震度別鉄道被害率(東京都,1997)

震度	運行列車本数	脱線列車本数	列車脱線率
7	14	13	92.9%
6強	13	3	23.1%
6弱以下	65	0	0.0%
計	92	16	―

なお，列車の脱線本数を以下の式から求めている．

列車脱線本数 ＝ 23.1%（震度６強） × 区市町村内の震度６強地域の面積比
× 想定時間帯に区市町村内を走る列車の本数

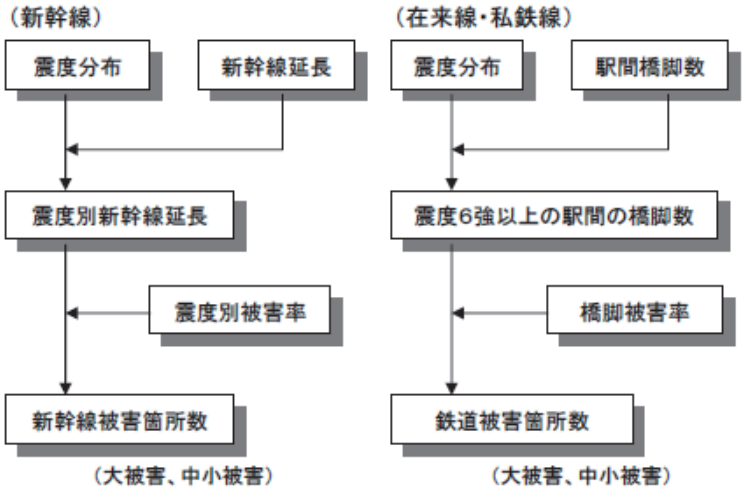
*東京都(1997)の被害想定では震度７の地域は発生しない

②東京都(2006)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，千葉県(08)，東京都(12)，広島県(07)，山口県(08)，熊本県(13)，広島市(08)

中央防災会議首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)・東南海南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」(2008)・南海トラフの巨大地震モデル検討会等(2013)も採用

兵庫県南部地震(1995)の被害状況をもとに，震度6強エリアにおける鉄道の被害を新幹線・在来線に分け被害箇所数を予測している．



図Ⅲ-5-12　鉄道施設被害箇所数算出フロー（東京都, 2006）

ア 新幹線

・震度別（７及び６強）の鉄道延長と，兵庫県南部地震(1995)時の延長当たり落橋・倒壊率から大被害の箇所数を算出.

・中小被害（機能支障なし）の箇所数は，兵庫県南部地震(1995)時の大被害と中小被害の割合がおよそ1：9であることから，大被害箇所数の約9倍とする.

・耐震補強後の橋脚については，落橋・倒壊が発生しないものとし，全て損傷・亀裂程度に抑えられるものとする.

・上記から，耐震補強後は大被害ゼロとするが，中小被害の発生割合については，耐震補強前の大被害＋中小被害の発生割合とする.

表Ⅲ-5-55　新幹線の橋脚被害率（東京都, 2006）

	震度	耐震補強前	耐震補強後
大被害（機能支障あり）の発生率［箇所/km］	7	5.71	0
	6強	2.67	0
中小被害（機能支障なし）の発生率［箇所/km］	7	51.4	57.1
	6強	24.0	26.7

出所：東京都被害想定(平成9年8月)をもとに集計

イ 在来線・私鉄線

・兵庫県南部地震(1995)の実態から，駅間の最大震度が６強以上となるエリア内での大被害（落橋・倒壊）箇所数，中小被害（亀裂・損傷）箇所数を算出.

・耐震補強後の橋脚については，落橋・倒壊が発生しないものとし，全て損傷・亀裂程度に抑えられるものとする.

・上記から，耐震補強後は大被害ゼロとするが，中小被害の発生割合については，耐震補強前の大被害＋中小被害の発生割合とする.

表Ⅲ-5-56　在来線の橋脚被害率(東京都, 2006)

	震度	耐震補強前	耐震補強後
大被害（機能支障あり）	6強以上	0.00293	0
中小被害（機能支障なし）	6強以上	0.0315	0.0344

※橋脚被害率＝被害橋脚数／橋脚数

出所：運輸省鉄道局「よみがえる鉄路」をもとに集計

③三重県(2006)の手法

○採用自治体：三重県(06)

鉄道の被害は, 兵庫県南部地震(1995)における地震発生後１日目の被害率を用いた．以下に, 鉄道の被害率を示す.

表Ⅲ-5-57　兵庫県南部地震(1995)における地震動による被害率(三重県, 2006)

震度 / 施設	5（弱）	5（強）	6（弱）	6（強）	7
鉄道	0%	0%	10%	65%	100%

④徳島県(2005)の手法

○採用自治体：徳島県(05)

道路の支障影響度の総合判定と同じ手法で施設の利用可能性を評価している.

⑤札幌市(2008)の手法

○採用自治体：札幌市(08)

道路の支障影響度の総合判定と同じ手法はあるが，支障影響度のランクを1ランク下げ，地下鉄はさらにもう1ランク下げ評価している.

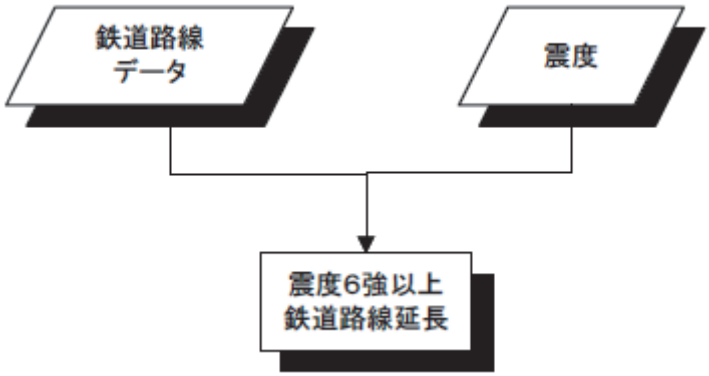
表Ⅲ-5-58　支障影響度の総合判定（鉄道）(札幌市, 2008)

地下/地上	工法	支障要因別基準											
		震度				液状化		急傾斜地崩壊危険箇所			地すべり危険箇所		
		震度7	震度6強	震度6弱	震度5強以下	PL＞15	PL≦15	危険度ランクA	危険度ランクB	危険度ランクC	危険度ランクA	危険度ランクB	危険度ランクC
地上	－	A	A	B	C	B	C	A	B	C	AA	A	C
地下	開削	A	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	シールド・山岳	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

⑥埼玉県(2007)の手法

○採用自治体：埼玉県(07)

・鉄道の被害は，地震によって脱線し，被害が発生することを想定している．
・兵庫県南部地震(1995)の被害実態では，脱線は震度６強以上のエリアで発生することから，本調査では，震度予測結果と鉄道路線を重ねて，震度６強以上となる延長を算定して，鉄道被害の危険性を評価している．



図Ⅲ-5-13　鉄道被害危険性評価フロー(埼玉県, 2007)

・鉄道路線位置のデータを，250m メッシュで分割し，250m メッシュごとの延長を算定した．
・250m メッシュごとの震度予測結果から，震度６強以上となるメッシュを抽出し，そのメッシュ内に存在する鉄道延長を集計した．

⑦茨城県(1995, 1998)の手法

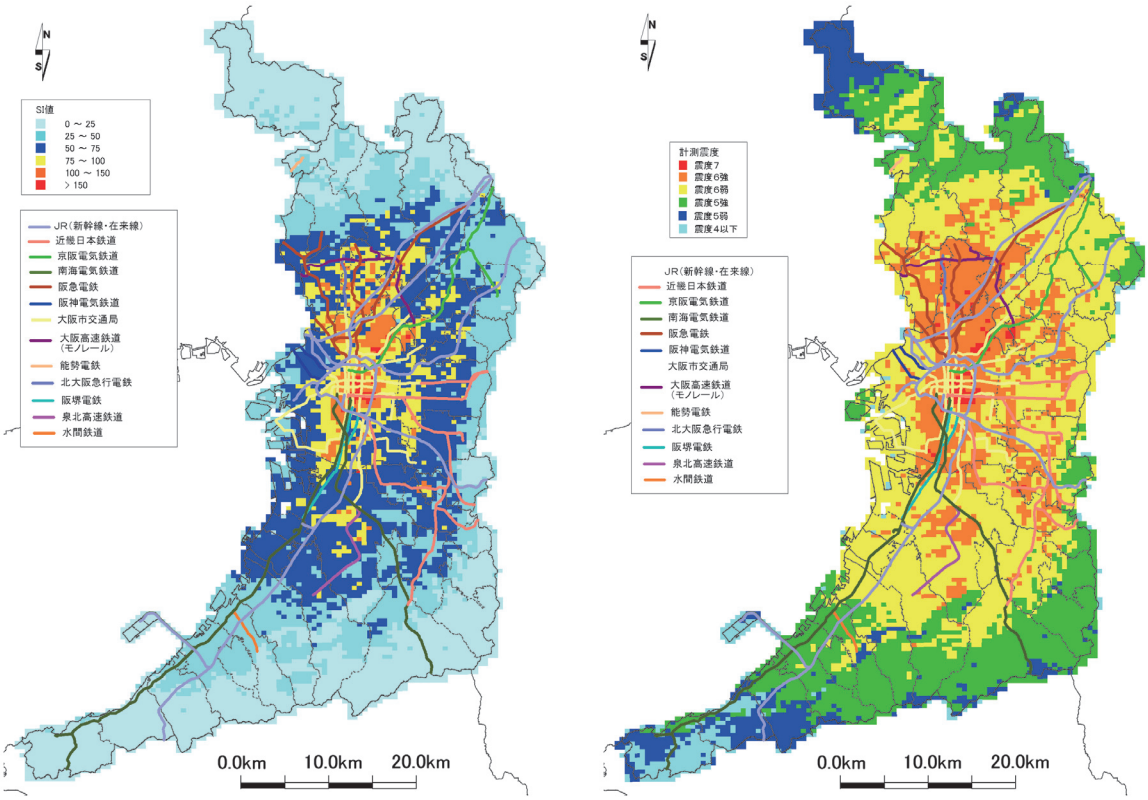
○採用自治体：茨城県(95, 98)

震度と地盤種から被害を予測している（詳細不明）．

⑧大阪府(2007)の手法

○採用自治体：徳島県(05)

鉄道網とＳＩ値の分布を照らし合わせ，鉄道網の脆弱箇所の把握を行っている．



(1) SI 値　　(2) 震度

図Ⅲ-5-14　鉄道網と想定地震動の分布【上町断層帯地震 A】(大阪府, 2007)

(2) 区間被害確率の予測

① 震度と地盤種別による評価

○採用自治体：青森県(97), 宮城県(04), 新潟県(98), 福井県(97), 愛媛県(02), 福岡県(12), 長崎県(06), 大分県(13), さいたま市(09), 横浜市(12)

宮城県沖地震(1978)の鉄道被害（軌道）に基づき，埼玉県(1982)により震度と地盤種別を考慮して設定された被害率をもとに，被害率を設定している自治体が多い.

表Ⅲ-5-59　埼玉県(1982)における軌道被害率　(単位：箇所/km)

震度	地盤種別		
	1～2種	3種	4種
6	0.62	1.00	1.71
5	0.41	0.66	1.13
4	0.01	0.02	0.04

表Ⅲ-5-60　各自治体の鉄道被害率　(単位：箇所/km)

震度	宮城県(04)，愛媛県(02)，長崎県(06)			青森県(97)			新潟県(98)			福井県(97)			横浜市(12)		
	1-2種	3種	4種	1-2種	3種	4種	1-2種	3種	4種	1-2種	3種	4種	1種	2種	3種
６強ー	0.89	1.48	2.51	0.62	1	1.71	0.62	1	1.71	1.34	1.58	2.26	0.89	1.48	2.51
６弱	0.62	1	1.71							0.82	0.97	1.39	0.62	1.00	1.71
５強	0.41	0.66	1.13	0.41	0.66	1.13	0.41	0.66	1.13	0.69	0.81	1.16	0.41	0.66	1.13
５弱							0	0	0	0.32	0.38	0.55	0.00	0.00	0.00
４	0.01	0.02	0.04	0.01	0.02	0.04				0.015	0.02	0.04			

(注1)新潟県は，近年の計測震度５弱が観測された地震では運休を要するような被害は出ていないことから，震度５弱以下については，被害が出ない(被害率０%)としている.

(３)運行可能性の予測

①東京都(1997)の手法

○採用自治体：山形県(06)，島根県(12)，川崎市(13)

兵庫県南部地震(1995)での鉄道被害事例を分析し，路線延長あたりの不通率を設定している．駅間の不通率の平均値が0.5以上であれば，その区間は「不通」と判定している．

表Ⅲ-5-61　鉄道の不通率(東京都,1997)

震度	総延長(km)	不通区間延長(km)(1日後)	不通率(1日後)
7	62.0	62.0	100%
６強	69.7	54.8	80%
６弱	371.4	54.2	15%
計	503.1	171.0	35%

(注)不通率は5%単位で丸めてある

５－３．港湾・漁港の被害

運輸省（現 国土交通省）では，岸壁の被災程度を以下の５段階にランク分けしている．

表Ⅲ-5-62　港湾被害程度のランク分け

ランク	被災の状況	被災の程度
0	無被害	
Ⅰ	本体には異状が無いが，附属構造物に破壊や変状が認められるもの．	
Ⅱ	本体にかなりの変状が起ったもの．	簡単な手直しですぐに供用に耐えうる．
Ⅲ	形はとどめているが，構造物本体に破壊が起ったと認められるもの．	機能をまったく喪失している．
Ⅳ	全壊して形をとどめていないもの．	

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

（１）上部(1983)の手法
（２）広島県(1997)の手法
（３）青森県(1997)の手法
（４）宮崎県(1997)の手法
（５）福井県(1997)の手法
（６）東京都(2006)の手法
（７）一井ら(1999)の手法
（８）その他の手法

（１） 上部(1983)の手法

○採用自治体：福岡県(12)

上部(1983)は，地震時に構造物に作用する震度（作用震度 K_e）と現行港湾構造物の設計法の安定計算より求まる安全率が１を切る限界震度の最小震度（破壊震度 K_c）の比 F_c（$=K_e/K_c$）から被災変形量を推定する手法を導いている．これは，関東地震(1923)から宮城県沖地震(1978)までの17地震による港湾施設の被害事例を回帰分析した結果に基づくものである．

上部(1983)は，被災程度と被災変形量の間で以下のような関係を示している．

表Ⅲ-5-63　被災程度の被災変形量の範囲(上部, 1983)

	被災程度	最大はらみだし量(cm)	平均はらみだし量(cm)	天端沈下量(cm)	エプロン沈下量(cm)	傾斜角(°)
重力式	O	0	0	0	0	0
	Ⅰ	25以下	25以下	30以下	50以下	5以下
	Ⅱ	25～70	40以下	50以下	50～80	1～8
	Ⅲ	70～200	40～200	100以下	80～100	2～15
	Ⅳ	200以上	200以上	100以上	100以上	15以上
矢板式	O	0	0	0	0	0
	Ⅰ	0～30	10以下	30以下	20以下	3以下
	Ⅱ	30～100	10～60	40以下	50以下	5以下
	Ⅲ	100～200	60～120	50以下	50～100	10以下
	Ⅳ	200以上	120以上	50以上	100以上	10以上

被災程度　0：無被害
Ⅰ：本体に異常はないが，付属構造物に破壊や変状が認められるもの
Ⅱ：本体にかなり変状の起こったもの
Ⅲ：形はとどめているが，構造物体に破壊が起こったものと認められるもの
Ⅳ：全壊して形をとどめないもの

各施設位置での地表面加速度から作用震度Keが求まる．

$$Ke=\begin{cases}\alpha/g & (\alpha<200\text{galの場合})\\ 1/3\cdot(\alpha/g)^{1/3} & (\alpha\geq200\text{galの場合})\end{cases}$$

K_e：作用震度　　α：各施設位置での地表面加速度(gal)
g　：重力加速度(＝980gal)

以上より，被災変形量を回帰分析式に基づいて推定し，得られたF_cを用いて下表に掲げた各種の被災変形量を求め，そのうち最大の被災程度が予測されるものを採用している．

表Ⅲ-5-64　被災変形量と危険度の回帰分析結果(上部,1983)

	目的変数	回帰式
重力式	最大はらみだし量(cm)	Dx = -113.8+124.4 Fc
	天端沈下量(cm)	Sp= -50.9+57.1 Fc
	はらみだし量/構造物高(%)	R = -12.7+14.5 Fc
	加算変位(cm)	Da = -127.5+148.5 Fc
矢板式	最大はらみだし量(cm)	Dx = -1.6+34.9 Fc
	平均はらみだし量(cm)	Dm = -15.9+9.5 Fc
	エプロン沈下量(cm)	Se = -5.3+14.7 Fc
	はらみだし量/構造物高(%)	R = -1.5+5.8 Fc
	加算変位(cm)	Da = -2.0 + 44.0 Fc

(2)広島県(1997)の手法

○採用自治体：広島県(07),広島市(08)

重要港湾施設の耐震点検マニュアルの考え方に準拠した評価を行っている．

①作用震度への換算

各施設位置での地表面加速度を作用震度Keに換算

$$Ke=\begin{cases}\alpha/g & (\alpha\leq200\text{galの場合})\\ 1/3\cdot(\alpha/g)^{1/3} & (\alpha>200\text{galの場合})\end{cases}$$

α：各施設位置での地表面加速度(gal)
g：重力加速度(＝980gal)

②慣性力のみを考慮した安定性評価

$$Fsd(Ke) = \alpha \cdot Fso$$

$Fsd(Ke)$ ：慣性力のみを考慮した場合の安全率

α ：慣性力に対する安全率の低減係数

Fso ：施設の静的安全率（施設ごとに求められている）

③過剰間隙水圧のみを考慮した安定性評価

$$Fsd(\Delta u) = \beta \cdot Fso$$

$Fsd(\Delta u)$ ：過剰間隙水圧のみを考慮した場合の安全率

β ：過剰間隙水圧に対する安全率の低減係数

Fso ：施設の静的安全率（施設ごとに求められている）

表Ⅲ-5-65　過剰間隙水圧に対する安全率の低減係数（広島県, 1997）

液状化抵抗率 F_L	Aタイプ（砂地盤）	Bタイプ（粘性土でFsoが最小）
$F_L \leqq 1.0$	0.25	0.4
$1.0 < F_L \leqq 1.1$	0.45	0.6
$1.1 < F_L \leqq 1.25$	0.7	0.85
$1.25 < F_L \leqq 1.5$	0.9	0.95
$1.5 < F_L$	1.0	1.0

液状化安全率 P_L を判断するための液状化判定用震度 Ks は，以下の式により求めている．

$$Ks = Ke \times (kso/ko)$$

Ke ：作用震度

ko ：慣性力用標準震度　0.20

kso ：液状化用標準震度　0.15

F_L は，以下の式により求めている．

$$F_L = R/L$$
$$L = L' \cdot (Ks/Kso)$$

R ：動的せん断強さ比（施設ごとに求められている）

L ：動的せん断応力比（想定される地震ごとに求める）

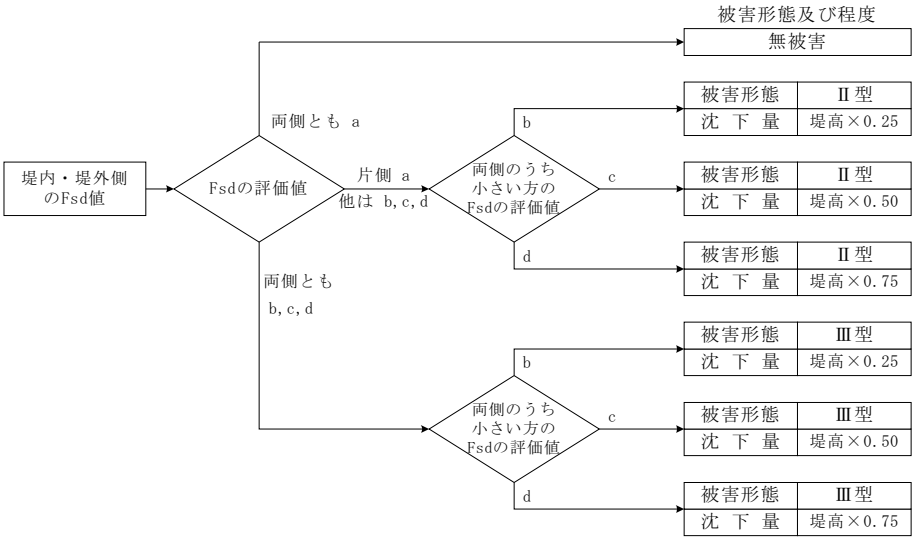
L' ：既往の設計震度により求められた地震時せん断応力比

④地震時の安定性評価

解析を実施している地点（区間）において前述の慣性力のみを考慮した場合の安全率 $Fsd(Ke)$ と過剰間隙水圧のみを考慮した場合の安全率 $Fsd(\Delta u)$ を比較し，小さい方を採用している．なお，下表のa～dは，下図の評価値に対応している．

表Ⅲ-5-66　Fsd 評価値（広島県, 1997）

Fsd 評価値	$Fsd(kh)$	$Fsd(\Delta u)$
a	$1.0 < Fsd$	
b	$0.8 < Fsd \leqq 1.0$	
c	$Fsd \leqq 0.8$	$0.6 < Fsd \leqq 0.8$
d	－	$Fsd \leqq 0.6$



図Ⅲ-5-15　被害形態・被害程度の想定フロー(広島県, 1997)

(3)青森県(1997)の手法

○採用自治体：青森県(97)

地震時に構造物に作用する力は，構造物の自重に震度を乗じて算出している．ここでいう震度は，「作用震度 *Ke*」「設計震度 *Kh*」「限界震度 *Kc*」に区分している．

作用震度 *Ke*　：構造物に作用する震度　　*Ke*＝地表加速度/980
設計震度 *Kh*　：設計時に用いられる震度
　　地域や地盤種ごとに設定される．青森県内では0.1～0.5
限界震度 *Kc*　：構造物が破壊される極限状態の震度
　　宮城県沖地震(1978)等の港湾被害データから *Kh* と *Kc* の関係を設定

危険度は，以下のランクを基準に判定されている．

表Ⅲ-5-67　被害ランク(青森県, 1997)

危険度評価	K_eとK_h	K_eとK_c
A	$K_e > K_h$	$K_e > K_c$
B	$K_e < K_h$	$K_e < K_c$

A：施設の一部において，被害を受ける可能性がある．
B：施設の一部において，被害を受ける可能性が少ない．

最終的な判定は，下表のクロス評価に基づいている．なお，液状化の可能性が高い（P_L 値が15以上）場合は，総合評価のランクを１ランク危険側に上げて評価している．

表Ⅲ-5-68　港湾・漁港の総合評価ランク表(青森県, 1997)

K_eとK_hの比較結果	K_eとK_cの比較結果		被害の内容
	重力式	矢板式	
B	B	B	被害を受ける可能性がかなり低い
A	B	B	被害を受ける可能性が低い
A	B	A	被害を受ける可能性が高い
A	A	B	
A	A	A	被害を受ける可能性がかなり高い

（４）宮崎県(1997)の手法

○採用自治体：新潟県(98)

各施設位置での地表面加速度を検討対象施設への作用震度に換算する．

$$K_e = \begin{cases} \dfrac{1}{3}\cdot\left(\dfrac{\alpha}{g}\right)^{1/3} & (\alpha \geq 200\text{gal}の場合) \\ \dfrac{\alpha}{g} & (\alpha < 200\text{gal}の場合) \end{cases}$$

K_e ：作用震度
α ：地表面加速度の最大値(gal)
g ：重力加速度(＝980gal)

港湾施設の技術上の基準から，両県の地域別震度は0.10とされている．これと，上記の作用震度 K_e の比較から，以下の指標により判断する．

Ａ：設計震度が想定震度を上回り，液状化の可能性が極めて高い．
Ｂ：設計震度が想定震度を上回るが，液状化の可能性が低い．または，設計震度が想定震度を上回らないが，液状化の可能性が極めて高い．
Ｃ：設計震度が想定震度を下回り，液状化の可能性も低い．

（５）福井県(1997)の手法

○採用自治体：福井県(97)，愛知県(03)，長崎県(06)，横浜市(12)

兵庫県南部地震(1995)をはじめとする過去の地震における港湾の被害事例をもとに加速度の大きさ，液状化発生の有無と港湾被害との関係を設定している．

表Ⅲ-5-69　港湾・漁港の被害状況(福井県, 1996)

加速度(gal)	0～150	150～200	200～300	300～450	450～
液状化あり	なし	小	中	大	大
液状化なし	なし	なし	小	中	大

(注)被災程度は表Ⅲ-5-47を参照．被害なしは被災程度０，被害小は被災程度Ⅰ，被害中は被災程度Ⅱ，被害大は被災程度Ⅲ以上と対応する．

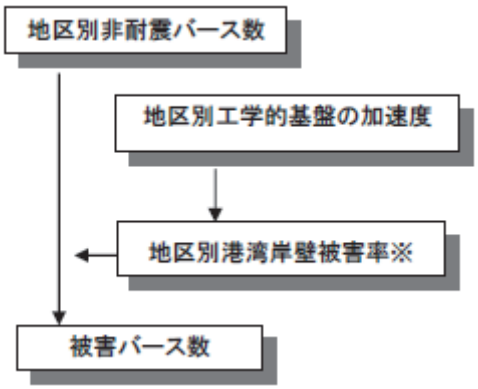
（６）東京都(2006)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，千葉県(08)，東京都(12)，神奈川県(09)，島根県(12)，高知県(13)，熊本県(13)，川崎市(13)

地震発生に伴い復旧に長時間を要する被害パース数を算出している．

※パース…船舶が荷役のために停泊する岸壁・桟橋の船舶けい留場所で，岸壁等の数を表す単位としても用いられる．

被害パース数＝非耐震パース数×（加速度別）港湾岸壁被害率

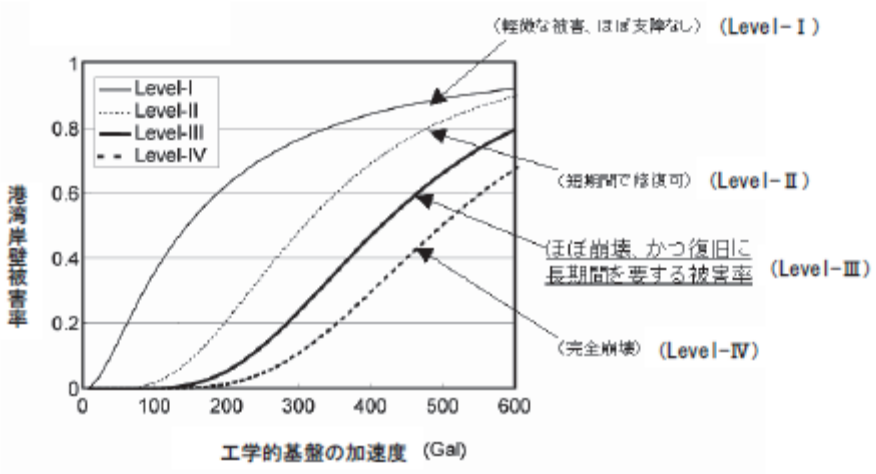


図Ⅲ-5-16　港湾岸壁被害算出フロー（東京都, 2006）

※港湾岸壁被害率

・兵庫県南部地震(1995)における神戸港及び釧路沖地震(1993)における釧路港の被害実態に基づき，港湾岸壁被害率を算出する（下図参照）．

・今回の想定では，港湾岸壁がほぼ崩壊かつ復旧に長期間を要する場合（Level-Ⅲ）の港湾岸壁被害率を想定している．



出所：koji ICHII:FRAGILITY CURVE FOR GRAVITY-TYPE QUAY WALLS BASED ON EFFECTIVE STRESS ANALYSIS, 13TH WCEE, 2004

図Ⅲ-5-17　港湾岸壁被害確率の累積分布関数（ICHII, 2004）

（7）一井ら(1999)の手法

○採用自治体：山口県(08)

・各施設（重力式岸壁，桟橋式岸壁，矢板式岸壁）の工学的基盤の最大加速度より，被害程度を判定する．

・　工学的基盤における最大加速度はメッシュの工学的基盤における最大速度から換算する．

$$I = 2.68 + 1.72 \cdot \log PGV$$

$$I = 0.26 + 1.84 \cdot \log PGA$$

PGV：地表最大速度(cm/s)

PGA：地表最大加速度(Gal)

Ｉ ：計測震度

・工学的基盤における最大加速度はSMAC相当波（港湾施設の設計用）とする必要がある．このため，地震タイプごとに地盤モデルの増幅率の評価に用いた加速後波形をSMAC相当波に変換し，最大加速度の低減率を求めた．この低減率を上記のPGAに乗じる．

表Ⅲ-5-70　地震タイプごとの低減率（山口県，2008）

地震タイプ	低減率
プレート間地震 （東南海・南海地震）	0.66
スラブ内（プレート内）地震 （安芸灘～伊予灘の地震）	0.69
内陸（地殻内）地震 （大竹断層等の活断層地震）	0.81

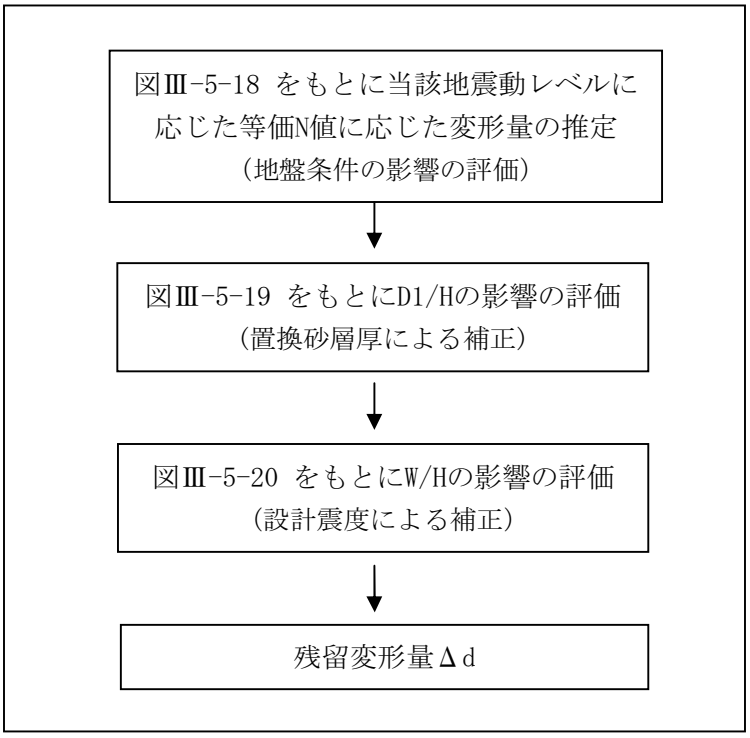
〈重力式岸壁〉

・一井，佐藤，井合，劉による「重量式岸壁の地震時残留変形量の簡易評価」（1999）に記載のチャートを参照して岸壁の被災変形量Δdを算定する．

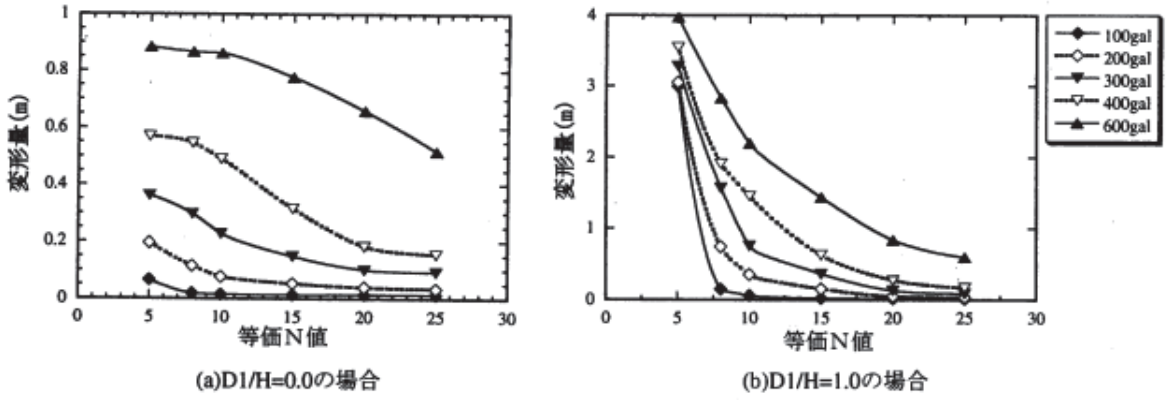
・チャートを利用するために必要な岸壁の諸元は次のとおりである．

表Ⅲ-5-71　重力式岸壁の諸元(一井ら,1999)

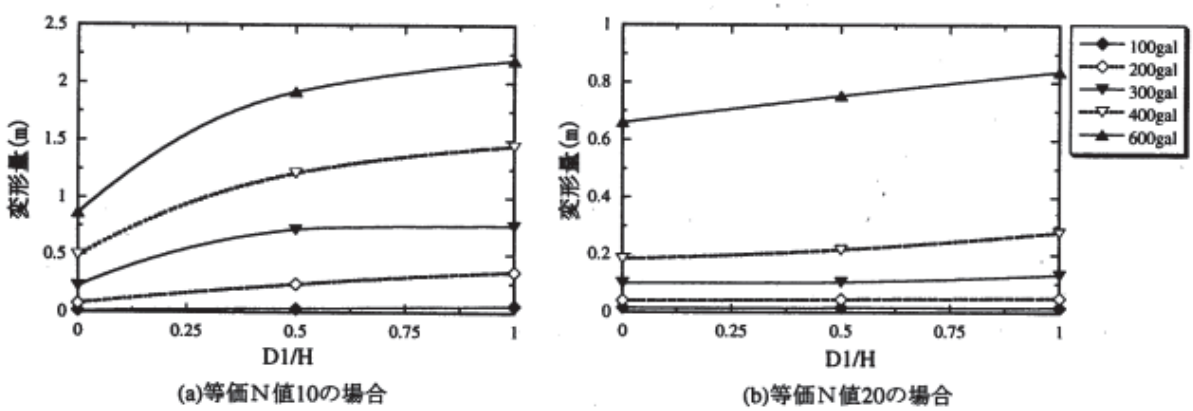
岸壁の諸元	内容
ケーソン等の寸法	高さH(単位：m)および幅W（単位：m）
岸壁の水深(h)	岸壁の設計水深（単位：m）
地盤条件(N_{65})	埋立土およびケーソン等の下の砂質土層（置換砂等）の等価N値
液状化層厚(D1)	等価N値20以下であるケーソン等の下の砂質土層（置換砂等）の層厚（単位：m）



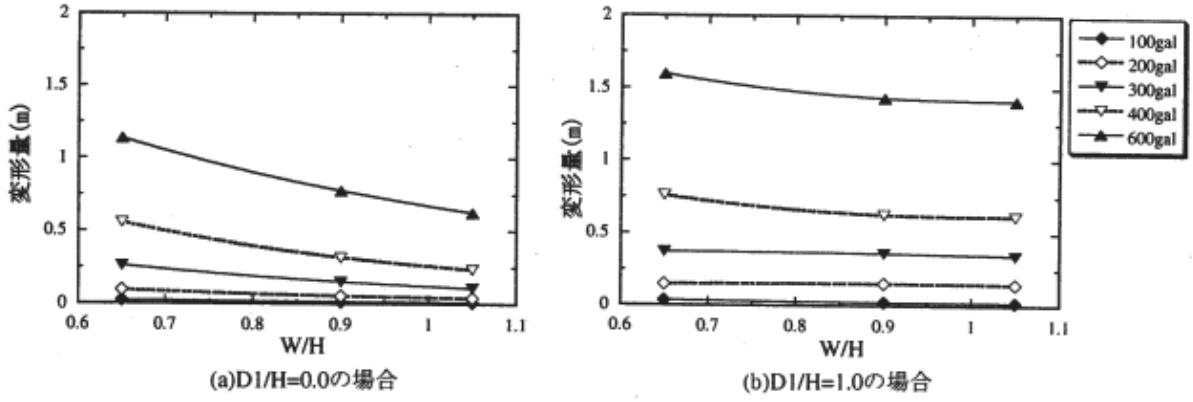
図Ⅲ-5-18　残留変形量の評価フロー（一井ら,1999）



図Ⅲ-5-19　地盤の等価Ｎ値の影響(W/H=0.9)（一井ら,1999）



図Ⅲ-5-20　置換砂の層厚の影響（W/H=0.9）（一井ら,1999）



図Ⅲ-5-21　設計震度の影響（等価N値1.5）（一井ら,1999）

・被害程度の判定は，被災変形量Δdによって次の条件により行う．

表Ⅲ-5-72　判定条件(一井ら,1999)

ランク	判定条件
Ⅰ	Δd＜0.30m（水深hが7.5m未満では0.2m）
Ⅱ	Δd＜1.00m（水深hが7.5m未満では0.5m）
Ⅲ	被害程度がⅡでもない場合は，被害程度Ⅲとする．

〈桟橋式岸壁〉

・「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(1999)にある桟橋式岸壁の標準照査震度のチャートを参照して照査震度を地盤固有周期(Tg)，桟橋固有周期（Ts）及び基盤最大加速度から推定する．
・一方，施設別に構造物の弾性限界震度，降伏状態震度および終局状態震度を求め，照査震度と比較して被害程度を判定する．

表Ⅲ-5-73　浅橋式岸壁の諸元(一井ら,1999)

岸壁の諸元	内容
構造形式	「直杭式」，「斜杭式」「たな式」，「その他」
岸壁の水深(h)	岸壁の設計水深（単位：m)
設計震度(Kh)	桟橋式岸壁の設計震度
地盤固有周期(Tg)	地盤のN値から推定
桟橋固有周期（Ts)	一般に2秒以下である場合が多く，ここでは一律に1秒とする．
弾性限界震度	鋼管杭の縁部初降伏
降伏状態震度	桟橋の弾性限界
終局状態震度	鋼管杭の地中部における初塑性ヒンジ化

〈矢板式岸壁〉

・「矢板式岸壁の簡易耐震性能照査用チャート（改訂版）」に記載されているチャートを参照して，被災変形量Δdを算定する．

・チャートを利用するために必要な岸壁の諸元は次のとおりである.

表Ⅲ-5-74　矢板式岸壁の諸元(一井ら,1999)

岸壁の諸元	内容
構造形式	「自立式」,「控え直杭式」,「控え斜杭式」,「控え鋼矢板式」,「その他」
壁高(H)	岸壁天端の海底面からの高さ（単位：m)
岸壁の水深(h)	岸壁の設計水深（単位：m)
設計震度(Kh)	矢板式岸壁の設計震度
地盤条件(N_{65})	埋立土および原地盤の等価N値
液状化層厚(D1)	海底面下の等価N値20以下の砂質土層の層厚（単位：m)

（8）その他の手法

港湾がある場所の液状化危険度と，震度から港湾の危険性を評価している自治体もある.（山形県(2006),三重県(2006)）

５－４．その他の交通・輸送施設の被害

（１）ヘリポートの被害

〇採用自治体：神奈川県(09)

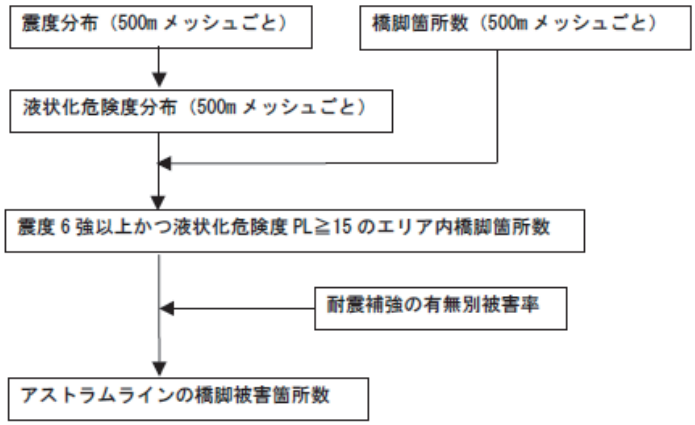
緊急輸送道路の通行機能支障の予測結果を用いて，主要拠点とヘリポートを結ぶアクセス性・連絡性を定性的に評価している．交通師匠想定図からの読み取りで評価したものであるので，定量的な評価ではないとしている．

（２）新交通システムの被害

〇採用自治体：広島市(08)

市内の新交通システムであるアストラムラインを対象として，高架橋の橋脚被害箇所数を想定している．

想定手法は，中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」(2005)を用いている．



図Ⅲ-5-22　アストラムラインの橋脚被害箇所数の算定フロー(広島市，2008)

・耐震補強の有無別被害率は，兵庫県南部地震(1995)時における準拠基準年次別の被災度から推定する．
・耐震補強済の道路は，新基準に準拠するものとする．

表Ⅲ-5-75　道路橋脚の被害率(中央防災会議, 2005)

[]の数字は表「橋脚の準拠年次別被災数」の集計値	大被害（機能支障あり）	中・小被害（機能支障無し）	被害なし	合計
旧基準に準拠（耐震性低）	8.2% [250]	33.9% [1033]	57.9% [1765]	100.0% [3048]
新基準に準拠（耐震性高）	0.0% [0]	16.3% [57]	83.7% [293]	100.0% [350]

(出典)兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書(平成7年)等をもとに作成

※旧 基 準：昭和55年よりも前の基準に準拠しているもの

新 基 準：昭和55年以降の基準に準拠しているもの

※大 被 害：崩壊, 倒壊，変形の大きな亀裂・座屈・鉄筋破断などの損傷

－通行可能とする修復に長時間を要し，短期的には救助活動や緊急物資の輸送路としての機能等を回復できない程度の損傷

※中小被害：部分的または局所的な亀裂・座屈，鉄筋の一部破断，コンクリートの剥離などの損傷

－限定的な損傷であり，修復をすることなく，または応急修復程度で救助活動や緊急物資の輸送路としての機能を回復できる程度の損傷

表Ⅲ-5-76　橋脚の準拠年次別の被災度(中央防災会議, 2005)

道路種別		橋脚の被災度					
		大被害		中・小被害		被害なし	合計
		As	A	B	C	D	
旧基準	昭和 39 年以前	82	166	152	744	1612	2756
	昭和 46 年	1	1	29	108	153	292
新基準	昭和 55 年	0	0	12	41	241	294
	平成 2 年	0	0	2	2	52	56

※対象地域：川西市，宝塚市，伊丹市，尼崎市，西宮市，芦屋市，神戸市内

(出典)兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書(平成7年)

６．土木構造物被害の予測

土木構造物の被害予測では，主に河川や海岸の堤防，ため池などが対象となっている．交通・輸送施設と同様に予測手法は多様である．

６－１．河川堤防・海岸堤防の被害

以下に，各自治体で採用されている手法の概略を次の区分別にまとめる．

（１）建設省河川局(1995)に準ずる手法
（２）秋田県(1997)の手法
（３）埼玉県(1992)の手法
（４）青森県(1997)の手法
（５）名古屋市(1997)の手法
（６）山梨県(2005)の手法
（７）千葉県(2008)の手法

（１）建設省河川局(1995)に準ずる手法

○採用自治体：新潟県(98)，新潟市(07)

建設省河川局(1995)による河川堤防の耐震点検手法を準用して評価している．これは，作用する地震力のみを慣性力として考慮した安定性評価と過剰間隙水圧の上昇のみを考慮した安定性評価から，被害形態と被害程度を想定するものである．

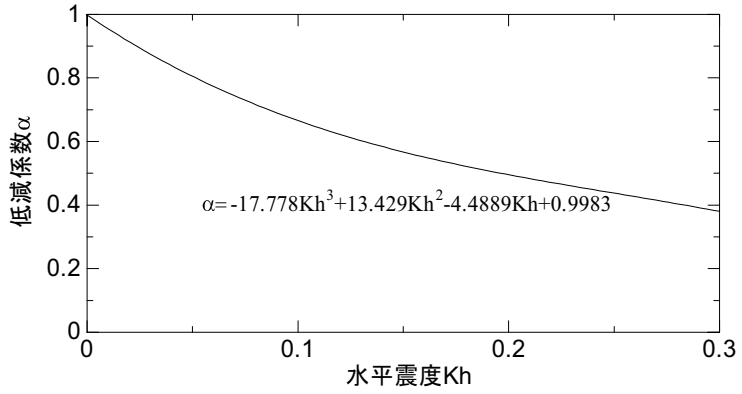
①慣性力用震度のみを考慮した場合の安全率 $Fsd(Kh)$

$$Fsd(Kh)=\alpha \cdot Fso$$

Fso ：堤防の静的安全率（堤防ごとに設定）

$\alpha\left(=-17.778Kh^3+13.429Kh^2-4.4889Kh+0.9983\right)$：慣性力に対する安全率の低減係数

Kh ：水平震度



図Ⅲ-6-1　慣性力に対する安全率の低減係数(建設省河川局, 1995)

○新潟県(98)，新潟市(07)では...

慣性力用震度 Kh は加速度 α，重力加速度 g より求められる．

$$Kh = Ci \times Cs \times Cb \times \alpha / 980$$

Ci ：重要度別補正係数(＝1.0)

Cs ：構造物特性別補正係数(＝0.75)

Cb ：堤防規模別補正係数(堤防幅 B と堤防高さ H の比で設定)

$$\begin{aligned} & B/H \leq 10 && \cdots 1.0 \\ 10 < \ & B/H \leq 20 && \cdots 0.9 \\ 20 < \ & B/H && \cdots 0.8 \end{aligned}$$

②過剰間隙水圧のみを考慮した場合（液状化を考慮した場合）の安全率 $Fsd(\Delta u)$

過剰間隙水圧のみを考慮した場合の安全率 $Fsd(\Delta u)$ を以下の式から求める．

$$Fsd(\Delta u) = \beta \cdot Fso$$

Fso ：堤防の静的安全率

β ：過剰間隙水圧に対する安全率の低減係数

表Ⅲ-6-1　過剰間隙水圧に対する安全率の低減係数 β（新潟市，2007）

液状化抵抗率 F_L	Aタイプ	Bタイプ	備　　考
$F_L \leqq 1.0$	0.25	0.40	Aタイプ：砂地盤 Bタイプ：多層地盤かつ粘性土で Fso が最小
$1.0 < F_L \leqq 1.1$	0.45	0.60	
$1.1 < F_L \leqq 1.25$	0.70	0.85	
$1.25 < F_L \leqq 1.5$	0.90	0.95	
$1.5 < F_L$	1.00	1.00	

③地震時の堤防被害

地震時の安全率は上記①②を比較し，堤内側，堤外側それぞれにおいて小さい方を採用する．河川堤防の想定沈下量は，地震時安全率を基に下図による Fsd 評価値を求め，堤内側，堤外側の想定沈下率の高い方を採用し，平均堤高に沈下率を乗じて堤防沈下量を想定した．

表Ⅲ-6-2　Fsd 評価値及び想定沈下量(新潟市，2007)

Fsd 評価値	想定沈下量	Fsd(Kh)	Fsd(△u)
a	なし	1.0＜Fsd	
b	堤高×0.25	0.8＜Fsd≦1.0	
c	堤高×0.50	Fsd≦0.8	0.6＜Fsd≦0.8
d	堤高×0.75	－	Fsd≦0.6

④地震時の水害危険度

沈下後の堤防高と対象水位（朔望満潮位もしくは堰上流の平常時最高水位）及び堤内地盤高を比較し,次のような評価を行っている.

A：沈下後の堤防高さが対象水位より低くなり,堤内地盤高が対象水位より低い箇所（越水,浸水の危険性が高い）

B：沈下後の堤防高さが対象水位＋１ｍより低くなり,堤内地盤高が対象水位＋１ｍより低い箇所（越水,浸水の危険性がある）

C：沈下後の堤防高さが朔望満潮位＋１ｍより高い箇所（越水,浸水の危険性が小さい）

（２）秋田県(1997)の手法

○採用自治体：秋田県(13)

日本海中部地震(1978)時の河川堤防被害事例の調査結果をもとに，P_L 値と堤防の被災ランクの関係を求めている.

表Ⅲ-6-3　河川堤防の被災ランク(秋田県, 1997)

被災ランク	被災状況
A	天端沈下量１ｍ以上
B	天端沈下量 10cm 以上１ｍ未満
C	無被害または天端沈下量 10cm 未満

被災ランクは液状化危険度により判定されるが，メッシュ内の全ての地域が液状化するわけではないため，液状化指数 P_L に応じて以下の割合で被災延長を求めている.

表Ⅲ-6-4　被災ランクの判定基準と被災ランク別延長(秋田県, 1997)

液状化指数 P_L	被災ランク別延長		
	A	B	C
15以上	0.1L	0.2L	0.7L
5～15	－	0.1L	0.9L
5未満	－	－	1.0L

L：メッシュ内を通る堤防延長

（３）埼玉県(1992)の手法

○採用自治体：福井県(97)

重要水防区域では堤防高や堤防断面などの指標に対してある基準を設定し，洪水発生時に水害が発生する危険性のある河川堤防の区間を判定している．この結果と地震時における河川堤防被害の発生危険度判定を整合させることにより，危険度評価のための係数を設定している.

表Ⅲ-6-5　河川堤防の地震時被害危険度判定基準(埼玉県, 1992)

水防重要度	震度				液状化	
	～4	5弱	5強	6～	$5<P_L\leqq15$	$15<P_L$
A	γ	β	α		α	
B	γ		β	α	α	
C	γ			β	β	α

ランク　α ：危険性が高い
　　β ：危険性がある
　　γ ：危険性が低い

（4）青森県(1997)の手法

○採用自治体：青森県(97)

青森県(1997)では，水防重要度に基づいた係数を設定している．ただし，建設省（現 国土交通省）管理の堤防と県管理の堤防について，異なる評価手法を与えている．

表Ⅲ-6-6　河川堤防の地震時被害危険度判定表(青森県, 1997)

堤防	水防重要度	震度				液状化		危険度ランクの内容
		～4	5弱	5強	6～	$5<P_L\leqq15$	$15<P_L$	
建設省管理	A	2	2	1	1	2	1	1：被害を受ける可能性大 2：被害を受ける可能性小
	B	2	2	2	1	2	1	
県管理	A	3	2	1	1	1	1	1：被害を受ける可能性大 2：被害を受ける可能性やや大 3：被害を受ける可能性中 4：被害を受ける可能性小 5：被害を受ける可能性ほとんどなし
	B	3	3	2	1	2	1	
	C	4	3	3	2	3	2	
	D	5	5	4	3	4	3	
	E	5	5	5	4	5	4	

（5） 名古屋市(1997)の手法

○採用自治体：名古屋市(97)

設計震度，構造形式，建設年代，地盤改良の４つを基準要素として，日本海中部地震(1983)，釧路沖地震(1993)による被害事例を踏まえた点数づけを行い，最終的には基準要素点と地震動の大きさから危険度ランクの形で相対的な被害危険度を表している．耐震バースについては，兵庫

県南部地震(1995)において神戸港でもほとんど被害はみられなかったことから，安全であると判断している．

表Ⅲ-6-7　基準要素点(名古屋市, 1997)

要　素	区　分	点　数		
設計震度	0.10 0.15 0.20	5 3 1		
構造形式	ケーソン 矢板 セル 棚 桟橋	3 2 2 2 2		
建設年代	～S43 S44～	2 1		
地盤改良		液状化判定区分*		
		A	B	C
	有　○	2	1	0
	一部載荷　△	5	3	1
	無　×	7	4	2

注)液状化判定区分
A：液状化による危険度が極めて高い
B：液状化による危険度が高い
C：液状化による危険度が低い

表Ⅲ-6-8　被災程度判定基準(名古屋市, 1997)

合計点数	要素点ﾗﾝｸ
14～	A’
9～13	B’
～8	C’

加速度(gal) ＼ 要素点ﾗﾝｸ	C’	B’	A’
460～	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ
160～459	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
～159	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ

総合危険度	被災程度	
Ⅲ	被害大	岸壁としての機能が果たせない状態．改修工事が必要である
Ⅱ	被害中	ある程度補修工事を施せば機能は果たせる状態
Ⅰ	被害小	被災していないか，あるいは被災しているが特に機能的に支障はない状態

(6)山梨県(2005)の手法

○採用自治体：山梨県(05), 札幌市(08)

過去の地震被害事例を参考にして，液状化危険度判定結果と急傾斜崩壊危険箇所及び地すべり危険箇所の危険度判定結果をもとに河川被害危険性を評価している．

表Ⅲ-6-9　支障影響度の総合判定(山梨県, 2005)

判定基準	支障影響度
液状化	危険度大→被害可能性あり
急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべり危険箇所	危険度A→被害可能性あり

(7)千葉県(2008)の手法

○採用自治体：千葉県(08)

①Ishihara&Yoshimine(1992)による液状化による体積圧縮ひずみと FL 値の関係図(図Ⅲ-6-2)を用いた.

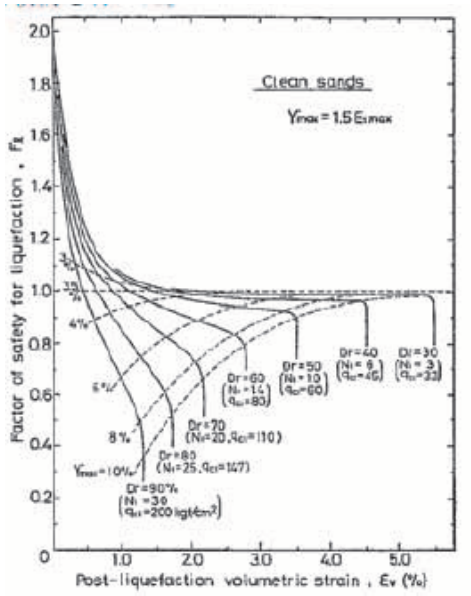
②さらに図Ⅲ-6-3 に一例を示す Ishihara&Yoshimine(1992)による 1964 年新潟地震での新潟市川岸町付近の 6 地点の沈下量検討結果から,PL 値を算出した.

③図Ⅲ-6-4 に示すように,液状化による体積圧縮ひずみから算出した地盤の沈下量とこの PL 値の関係を検討した.図Ⅲ-6-4 は 6 地点の最大沈下量=51cm で基準化した図である.

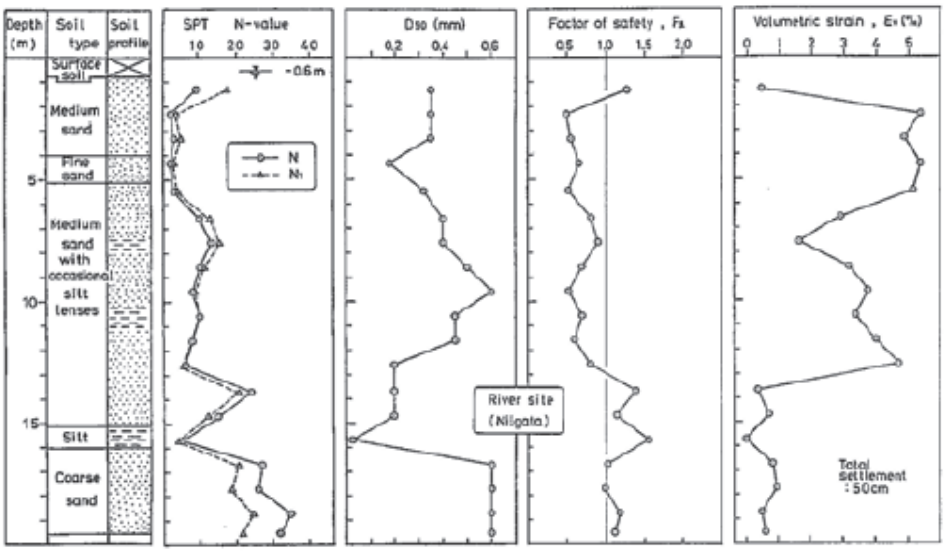
④図Ⅲ-6-5 に示すように,一般に堤防の地震による沈下は,液状化による浮力が働くため,最大 0.75H (H は堤防の高さ) といわれている.

⑤この 0.75H を最大沈下量として,図Ⅲ-6-4 の関係を基に,PL 値と堤防沈下量の関係を表Ⅲ-6-10 のようにとりまとめた.

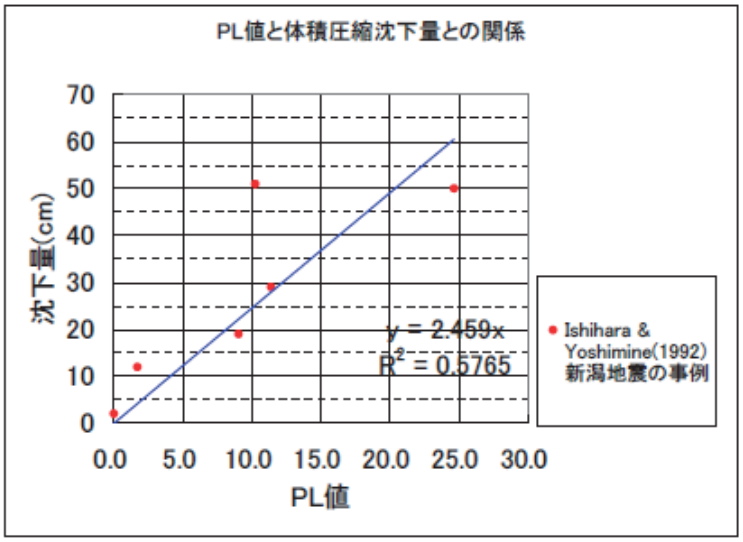
⑥海岸堤防の被害予測では,この表Ⅲ-6-10 の関係を基に,堤防高さだけを使用して,地震後の沈下量の定性的検討を行った.



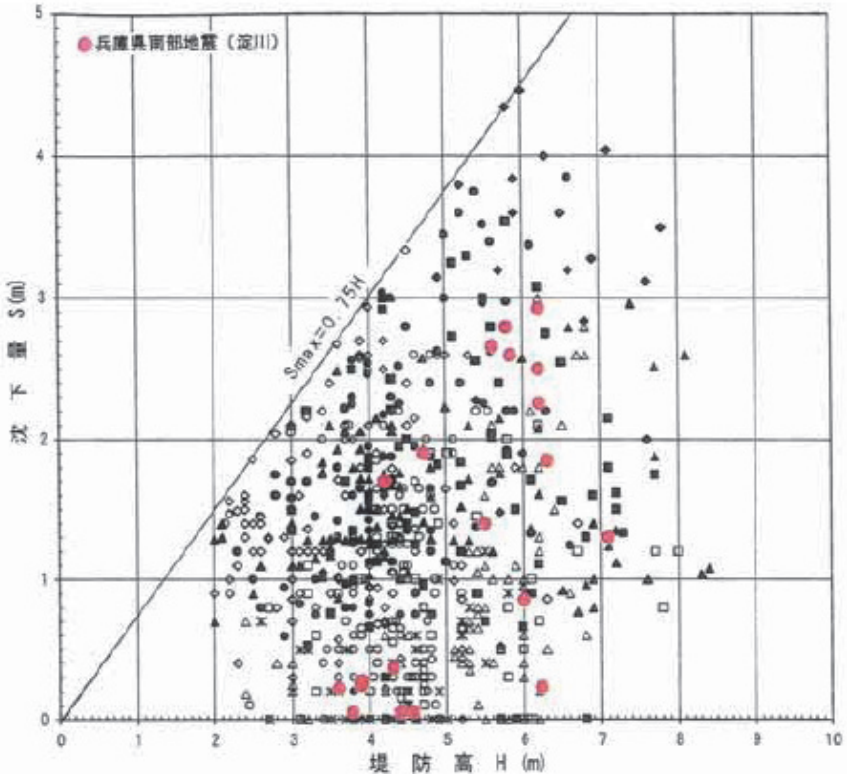
図Ⅲ-6-2　Ishihara & Yoshimine(1992)による体積圧縮ひずみと FL 値の関係(千葉県, 2008)



図Ⅲ-6-3　Ishihara & Yoshimine(1992)による新潟地区の土性図と解析した沈下量（No.1 地区）
（千葉県，2008）



図Ⅲ-6-4　PL 値と液状化による体積圧縮ひずみ沈下量比の関係(千葉県，2008)



出典：国土技術研究センター(2002)：河川堤防の構造検討の手引き

（※ 図中の各種プロット点は被害地震ごとの区別を示す）

図Ⅲ-6-5　既往の地震に堤防の沈下量と堤防高さの関係（千葉県，2008）

表Ⅲ-6-10　P_L値と堤防沈下量の目安（千葉県，2008）

PL値	沈下量の目安(Hは堤防の高さ)	被害程度の目安
0<=PL<=5	0.0H	堤防沈下は生じないと考えられる
5<PL<=15	0.25H	小規模な堤防沈下が生じると考えられる
15<PL<=20	0.50H	中規模な堤防沈下が生じると考えられる
20<PL	0.75H	詳細検討必要であると考えられる

（※図Ⅲ-6-3 と図Ⅲ-6-4 より設定した）

６－２．ため池の被害

（１）建設省河川局(1978)の手法

○採用自治体：秋田県(13)，新潟県(98)，長野県(02)，広島県(07)，山口県(08)，新潟市(07)，広島市(08)

建設省河川局(1978)の手法を参考に，堤防の高さ，平均幅，堤体の締め固め度，地盤種別などの要因から堤体の危険度ランクと基礎地盤の危険度ランクを定め，これらの組み合わせから耐震性ランクを判定している．

表Ⅲ-6-11　堤防の耐震性の一次判定(広島県，2007)

基礎地盤の耐震性＼堤体の耐震性	1	2	3
①	a	a	b
②	a	b	c
③	b	c	c

堤体の耐震性
1…堤防高(H)≧　６mかつ平均幅　≦３Hかつアースダム
3…堤防高(H)＜　３mかつ平均幅　≦６Hもしくは重力式ダム
2…上記以外のもの

基礎地盤の耐震性
①…旧河道，旧湖沼などの地震時に液状化しやすい地域，地震応答解析結果より液状化の可能性が高い地域，設定した地盤種のT_G値(地盤の特性値)が1.5以上
②…①以外の３種地盤
③…１種地盤，２種地盤
※液状化が高い地域：ＰＬ>15 のメッシュ
※ＴＧ：地盤の特性値であり，耐震設計上の地盤種別をⅠ～Ⅲ種で分類する際に用いる指標

地盤種別	地盤の特性値T_G(s)	該当する一般的な地盤
Ⅰ　種	$T_G<0.2$	岩盤
Ⅱ　種	$0.2\leqq T_G<0.6$	洪積層
Ⅲ　種	$0.6\leqq T_G$	沖積層

表Ⅲ-6-12　ため池の危険度評価(広島県，2007)

一次判定	～震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強～
a	C	B	A	
b	C		B	A
c	C			B

Ａ：ため池の破壊による災害発生の危険性が高い
Ｂ：ため池の破壊による災害発生の危険性がやや高い
Ｃ：ため池の破壊による災害発生の危険性は低い

（２）青森県(1997)の手法

○採用自治体：青森県(97)

新潟地震(1964)時のアースダムの被害事例をもとに，地質，堤防高，震度を判定項目として予測を行っている．

表Ⅲ-6-13　ため池被害の判定基準(青森県,1996)

判定要因の内容	震度４以下	震度５	震度６
基盤が第四紀沖積層で かつ，堤防高が 15m 以上	2	1	1
基盤が第四紀沖積層か または，堤防高が 15m 以上	3	2	1
基盤が第四紀沖積層以外 かつ，堤防高が 15m 未満	3	3	2

１：被害を受ける可能性大
２：被害を受ける可能性小
３：被害を受ける可能性なし

7. その他の被害予測項目

東日本大震災以降，自治体における被害予測項目が多岐にわたり，これまであまり一般的でなかった被害項目について新たに取り上げられる例が散見される．また，中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）において取り上げられた項目については，各自治体でも多く取り上げられているが，定性的な記述（被害様相の記述）のみに限定されている場合が多い．以下，第Ⅲ章１～６に含まれなかった項目について，被害予測項目と採用自治体を整理する．

表Ⅲ-7-1　その他の予測項目と採用自治体一覧

予測項目種別	詳細項目	採用自治体
地震動	長周期地震動	東京都(12), 横浜市(12), 川崎市(13)
	時間差での地震発生	香川県(13)
	余震	横浜市(12)
火災	津波火災	秋田県(13), 香川県(13), 横浜市(12)
施設被害	漁船, 船舶, 水産関連施設	高知県(13), 香川県(13)
	重要施設の使用性	秋田県(13), 島根県(12), 福岡県(12)
	大規模集客施設等	香川県(13)
	防災活動機能支障	福岡県(12)
	避難施設被害	熊本県(13)
	天井崩落による被害	横浜市(12)
	石油コンビナート	横浜市(12)
	危険物・コンビナート施設	秋田県(13), 香川県(13), 高知県(13), 熊本県(13), 川崎市(13)
	エレベーター閉じ込め・停止	秋田県(13), 東京都(12), 島根県(12), 香川県(13), 高知県(13), 福岡県(12), 横浜市(12), 川崎市(13)
	文化財被災	群馬県(12)
人的被害	災害時要援護者の死者数・率	秋田県(13), 東京都(12)
	長周期地震動, 渋滞, 震災関連死	香川県(13)
	孤立集落数・世帯数	秋田県(13), 群馬県(12), 島根県(12), 高知県(13), 大分県(13)
	被災者数	川崎市(13)
	地下街の死傷者数	東京都(12)
交通	空港被害	島根県(12), 高知県(13), 長崎県(06)
	鉄道事故等	横浜市(12)
	地下街における被災	横浜市(12)
	移動・輸送の制約	福岡県(12)
インフラ	電気の制約	福岡県(12)
	情報通信の制約	福岡県(12)
震災廃棄物		秋田県(13), 群馬県(12), 東京都(12), 島根県(12), 岡山県(13), 香川県(13), 高知県(13), 熊本県(13), 横浜市(12), 川崎市(13)
物資不足	生活必需品不足量	秋田県(13), 島根県(12), 高知県(13)
	食料・給水不足量	島根県(12), 福岡県(12)
医療機能支障		秋田県(13), 島根県(12), 岡山県(13), 高知県(13), 川崎市(13)
	要転院患者数	大分県(13)
	医療対応不足数	大分県(13)
	医療の制約	福岡県(12)

予測項目種別	詳細項目	採用自治体
地盤沈下による長期湛水		高知県(13),香川県(13)
住機能支障		秋田県(13),福岡県(12)
	中長期的住機能支障	大分県(13)
保健衛生	保健衛生	高知県(13)
	清掃・衛生機能支障	秋田県(13)
	瓦礫・ごみ発生量	大分県(13)
	防疫,遺体処理等	香川県(13)
	災害用トイレ需要量	島根県(12),大分県(13),川崎市(13)
原子力施設の影響		秋田県(13)
経済被害額		秋田県(13),群馬県(12),岡山県(13),香川県(13),高知県(13),川崎市(13)
	直接経済被害	島根県(12),福岡県(12),大分県(13),横浜市(12)
	間接経済被害	島根県(12),福岡県(12),大分県(13)
治安		香川県(13)
教育		福岡県(12)

第Ⅲ章１～６に含まれない新たに設定された項目について，中央防災会議 南海トラフ巨大地震モデル検討会等（2013）における被害予想手法を以下に簡単に整理する．なお，第二次報告において提出された『南海トラフ地震の被害想定項目及び手法の概要ライフライン，交通施設被害，被害額など(資料 4)』による．

（１）物資不足量

①物資不足量

「被災都府県内の物資不足量」

＝「需要量」－「供給量」（「被災地域内の市町村の供給量」＋「被災地域内外の市町村からの応援量※」＋「都府県の供給量」）

※市町村の供給余剰の半分を不足市町村への応援量として拠出するものとする

②食料不足量

食料需要は阪神・淡路大震災の事例に基づき，避難所避難者の1.2倍を対象者として，1日1人3食を原単位と考える．食料の供給は，都府県・市町村の持つ自己所有備蓄量及び家庭内備蓄量を想定する．対象とする備蓄食料は，乾パン，即席めん，米，主食缶詰とする．需要量と供給量との差より，不足量を算出する．

③飲料水不足量

断水人口を給水需要者として，1日1人3リットルを原単位とする．飲料水供給量は都府県・市町村によるペットボトルの自己所有備蓄量・家庭内備蓄量及び給水資機材による応急給水量を想定する．需要量と供給量との差より，不足量を算出する．

④生活必需品不足量

生活必需品は毛布を対象とし，住居を失った避難所避難者の需要（1人2枚）を算出し，備蓄量との差から不足数を想定する．

（２）医療機能に関する予測

①患者数の算出

被災した医療機関からの転院患者数を以下の手法により算出する．

平常時在院患者数をベースに，医療機関建物被害率，ライフライン機能低下による医療機能低下率，転院を要する者の割合を乗じて算出する．

医療機関建物被害率は，全壊・焼失率＋1/2×半壊率とする．

ライフライン機能低下による医療機能低下率は，阪神・淡路大震災の事例データを参考とし，断水あるいは停電した場合，震度6強以上地域では医療機能の60%がダウンし，それ以外の地域では30%がダウンすると仮定する．

転院を要する者の割合は50%と設定する．

②医療対応力不足数

医療対応力不足数（入院）は重傷者及び一部の死者への対応，医療対応力不足数（外来）は軽傷者への外来対応の医療ポテンシャルの過不足数を求める．

入院需要は，震災後の新規入院需要発生数として，重傷者＋医療機関で結果的に亡くなる者（全死者数の10%にあたる）＋被災した医療機関からの転院患者の数を想定する．外来需要は，軽傷者を想定する．

医療供給数は，医療機関の病床数，外来診療数をベースとして，医療機関建物被害率（全壊・焼失率＋1/2×半壊率），空床率，ライフライン機能低下による医療機能低下率を乗じて算出する．需要数と供給数との差より，不足数を算出する．

（３）災害廃棄物等

①災害廃棄物

・環境省「震災廃棄物処理指針」におけるがれき発生量の推定式を用いることとする．

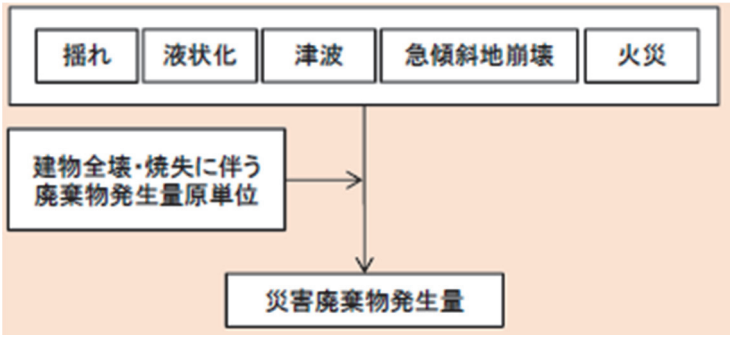
Q1 =s×q1×N1

Q1：がれき発生量（t）

s ：1棟当たりの平均延床面積（平均延床面積）（m^2/棟）

q1：単位延床面積当たりのがれき発生量（原単位）（t/m^2）

N1：解体建築物の棟数（解体棟数＝全壊棟数）（棟）



図Ⅲ-7-1　災害廃棄物発生量算出のフロー（中央防災会議，2013）

表Ⅲ-7-2　阪神・淡路大震災における廃棄物発生量原単位(t/m²)（中央防災会議，2013）

	木造可燃	木造不燃	鉄筋可燃	鉄筋不燃	鉄骨可燃	鉄骨不燃
神戸市	0.206	0.599	0.117	0.854	0.053	0.358
尼崎市	0.193	0.425	0.000	0.877	0.079	0.726
西宮市	0.180	0.395	0.140	1.426	0.140	1.131
芦屋市	0.179	0.392	0.148	1.508	0.139	1.125
伊丹市	0.134	0.373	0.108	1.480	0.106	1.136
宝塚市	0.179	0.392	0.053	1.321		
川西市	0.174	0.392	0.098	1.426		
明石市	0.264	0.430	0.140	1.330	0.140	1.130
三木市	0.225	0.489				
淡路地域	0.179	0.468	0.129	1.388	0.140	1.123
合計	0.194	0.502	0.120	0.987	0.082	0.630

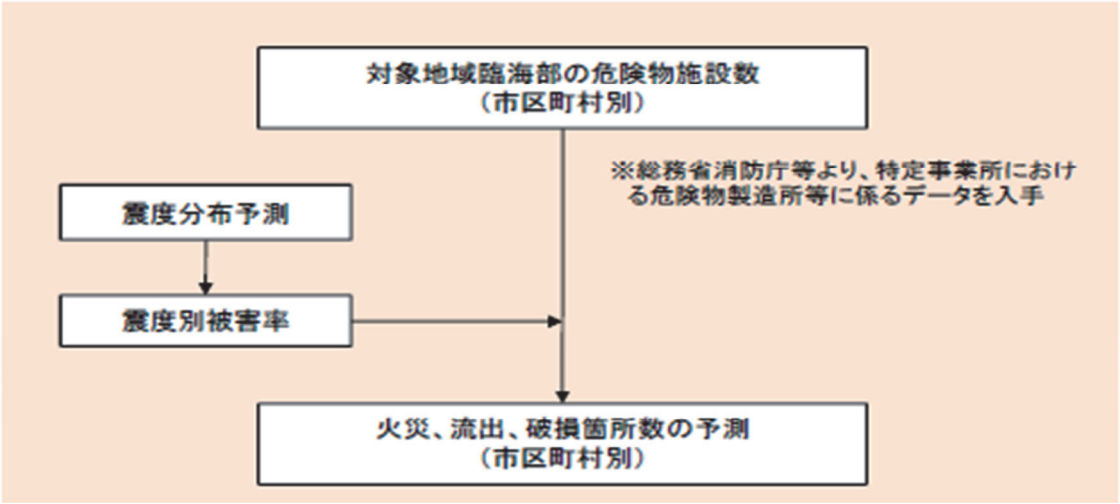
②津波堆積物

・東北地方太平洋沖地震津波における測定結果より津波堆積物の堆積高を2.5cm～4cmに設定し，それに浸水面積を乗じて津波堆積物の体積量を推定する．なお，堆積高の分布状況が把握できておらず平均堆積高の推定が困難であること等から，津波堆積高は幅を持たせて設定することとする．

・推定された体積量に対して，汚泥の体積重量換算係数を用いて津波堆積物の重量を推定する．ここでは，体積重量換算係数として，国立環境研究所の測定結果（体積比重2.7g/cm³，含水率約50%）を用いて(2.7+2.7)/(1.0+2.7)=1.46 により算出した1.46 t/m³ ，ならびに産業廃棄物管理票に関する報告書及び電子マニフェストの普及について（通知）『（別添２）産業廃棄物の体積から重量への換算係数（参考値）』（環境省，2006）で示された汚泥1.10 t/m³ を用いることとする．なお，体積重量換算係数は，時間経過や堆積土砂の圧密により変化すると考えられることから，幅を持たせて設定することとする．

『津波堆積物処理指針（案）』(一般社団法人廃棄物資源循環学会,2011)より引用

（４）危険物・コンビナート施設



図Ⅲ-7-2　危険物・コンビナート施設の被害箇所数算出のフロー（中央防災会議，2013）

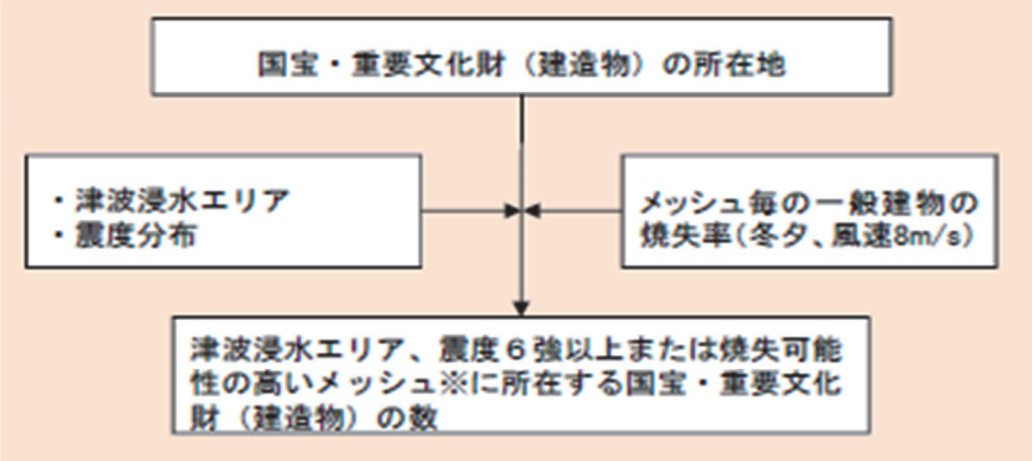
表Ⅲ-7-3　危険物施設の震度別被害率（中央防災会議，2013）

製造所等の区分	震度6弱							震度6強						
	施設数	被害数			被害率			施設数	被害数			被害率		
		火災	流出	破損等	火災	流出	破損等		火災	流出	破損等	火災	流出	破損等
製造所	918	0	1	54	0.0%	0.1%	5.9%	177	0	0	17	0.0%	0.0%	9.6%
屋内貯蔵所	7,160	0	27	24	0.0%	0.4%	0.3%	2,918	0	35	60	0.0%	1.2%	2.1%
屋外タンク貯蔵所	6,988	0	10	254	0.0%	0.1%	3.6%	3,051	0	13	301	0.0%	0.4%	9.9%
屋内タンク貯蔵所	1,758	0	1	1	0.0%	0.1%	0.1%	578	1	1	8	0.2%	0.2%	1.4%
地下タンク貯蔵所	10,043	0	7	36	0.0%	0.1%	0.4%	5,176	0	16	98	0.0%	0.3%	1.9%
移動タンク貯蔵所	6,970	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	3,850	0	0	3	0.0%	0.0%	0.1%
屋外貯蔵所	1,573	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	904	0	0	33	0.0%	0.0%	3.7%
給油取扱所	6,799	0	1	245	0.0%	0.0%	3.6%	3,572	0	5	329	0.0%	0.1%	9.2%
移送取扱所	104	0	3	14	0.0%	2.9%	13.5%	29	0	2	8	0.0%	6.9%	27.6%
一般取扱所	6,805	0	7	82	0.0%	0.1%	1.2%	3,556	4	14	153	0.1%	0.4%	4.3%

注）阪神・淡路大震災と東日本大震災の被害数を合算して被害率を求めた.

（５）文化財

国宝・重要文化財(建造物)の位置データと，津波浸水エリア，震度 6 強以上または焼失可能性の高いメッシュとを重ね合わせ，当該メッシュに所在する重要文化財（建造物）の数を被害数とする. ここで，焼失可能性の高いメッシュとは，震度 6 強の下限値における旧築年の木造建物の全壊率(＝約 20%)に相当する焼失率となるメッシュとする.



図Ⅲ-7-3　被害を受ける文化財数算出のフロー（中央防災会議，2013）

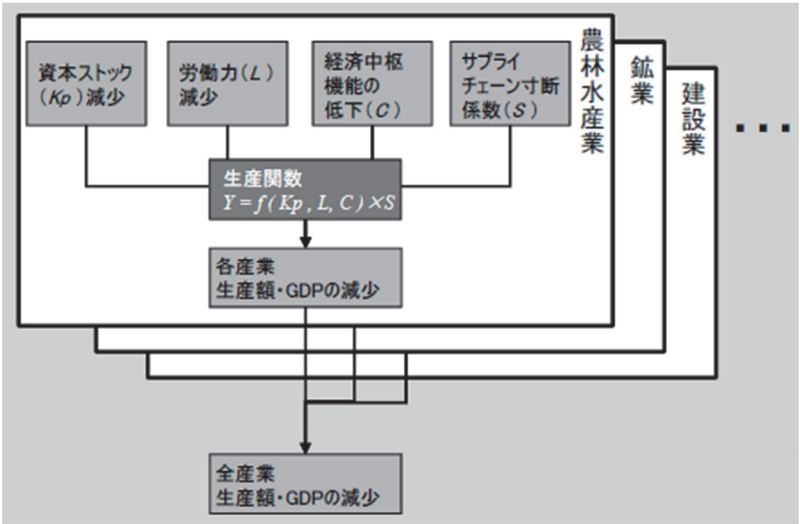
（６）被害額

①生産・サービス低下による影響

・今回の手法では，サプライチェーンの寸断による影響度を指数化（S）してモデルに組み込む.

・全国では，経済中枢機能（C）の低下とともに，サプライチェーンの寸断（S）によって生産量が減少すると考え，その大きさを推計する.

・上記方針に基づき，産業別に推計を行う.



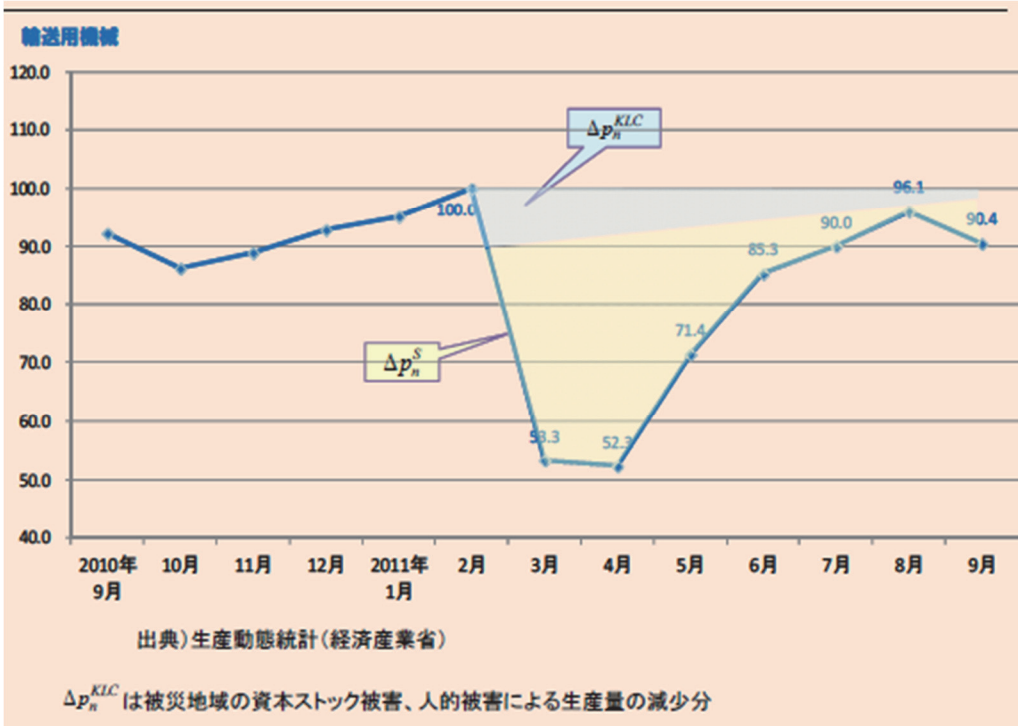
図Ⅲ-7-4　被害額算出のフロー（中央防災会議，2013）

サプライチェーン寸断影響の指数化手法

･各産業において，下式によりサプライチェーン寸断影響（S）の指数化を行う．

S＝サプライチェーン寸断による生産減少率

$$= 1 - \frac{\text{サプライチェーン寸断による生産量の減少分}\left(\Delta p_n^S\right)}{\text{地震が発生しなかった場合の生産量}}$$



図Ⅲ-7-5　東日本大震災前後における鉱工業指数の変化例

第Ⅳ章　各自治体の被害想定の概要

１．想定項目

２．被害予測単位

３．想定地震および被害予測結果の概要

１．想定項目

近年の自治体の被害想定では，物的被害や人的被害の予測だけではなく，ライフライン施設や交通輸送施設の被害予測を実施している自治体が主流となっている．また，被災地域の住民の生活支障を評価するためライフラインの機能支障や震災廃棄物の発生量などを予測したり，地域防災計画の策定に役立てるため災害シナリオ（被害，生活支障，防災対策の時間的推移）や防災対策上の課題などを検討している自治体，経済被害を考慮するも増えてきている．

各自治体の被害想定における想定項目を表Ⅳ-1-1にまとめる(注)．表中「○」が記載されている項目は，定量的あるいは定性的に評価がなされているものを指す．

（注）県や内閣府（中央防災会議）による被害想定結果を使用していると回答のあった政令指定市（静岡市，神戸市，岡山市，北九州市，福岡市）は表に含めていない．

各項目の想定状況を見ると，地震動，液状化危険度，建物被害（ゆれ），地震火災，人的被害（死傷者）については，ほぼ全ての自治体で想定されている．地盤崩壊危険性，建物被害（液状化），人的被害（避難者等），ライフライン（電力・通信・上水道・下水道・ガス），交通輸送施設（道路）については８割以上の自治体が想定している．海岸線を有する都道府県では，津波に対する検討を行っているところが多い．一方，建物被害（地盤崩壊・ブロック塀等），人的被害（要救出者・帰宅困難者），土木構造物（河川堤防・海岸堤防・ため池）については，想定している自治体は少ない．

なお，想定を実施していない自治体の中には，その項目に関する被害の発生可能性について基礎的な調査や検討を実施した上で，被害が発生しない（または，発生する可能性が非常に低い）と判断し，未実施とした自治体もあると考えられる．また，自治体によっては，被害想定は行われているが報告書に記載されていない想定項目があると思われる．本表を活用される際には，十分ご留意いただきたい．

表Ⅳ-1-1　各自治体の被害想定における想定項目（その１）

自治体	地震動	液状化危険度	地盤崩壊危険性	津波	建物被害					地震火災	人的被害			
					ゆれ	液状化	地盤崩壊	ブロック塀等	津波		死傷者	要救出者	避難者等	帰宅困難者
北海道(10,12)	－	－	－	○	－	－	－	－	○	－	○	－	－	－
青森県(97,12)	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	－	○	－
岩手県(04,11)	○	○	○	○	○	○	－	－	○	○	○	○	○	－
宮城県(04)	○	○	○	○	○	○	－	○	－	○	○	○	○	－
秋田県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－
山形県(06,12)	○	○	○	○	○	○	－	－	－	○	○	－	○	○
福島県(98,07)	○	○	○	○	○	－	－	－	－	○	○	－	○	－
茨城県(95･98, 12)	○	○	－	○	○	－	－	－	－	○	○	－	○	－
栃木県(04)	○	○	○	×	○	○	－	－	×	○	○	○	○	－
群馬県(12)	○	○	○	×	○	○	○	－	×	○	○	○	○	○
埼玉県(07)	○	○	○	×	○	○	○	－	×	○	○	○	○	○
千葉県(08,11)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	○
東京都(12)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
神奈川県(08,12)	○	○	○	○	○	－	－	－	－	○	○	○	○	○
新潟県(98)	○	○	○	○	○	○	－	－	－	○	○	－	○	－
富山県(11,12)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	－	○	－
石川県(98,12)	○	○	○	○	○	○	－	－	○	○	○	○	○	－
福井県(97,12)	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	－	○	－
山梨県(05)	○	○	○	×	○	○	○	－	×	○	○	○	○	○
長野県(02)	○	○	○	×	○	○	－	－	×	○	○	－	○	－
岐阜県(13)	○	○	○	×	○	○	－	－	×	○	○	○	○	－
静岡県(01) ※	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－
愛知県(03)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
三重県(06,12)	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	－	○	○
滋賀県(05)	○	○	－	×	○	○	－	－	×	○	○	－	○	－
京都府(08)	○	○	－	-	○	－	－	－	－	○	○	○	○	－
大阪府(07) ※	○	○	○	○	○	○	－	－	－	○	○	－	○	○
兵庫県(99,06)	○	○	－	○	○	－	－	○	－	○	○	－	○	－
奈良県(05)	○	○	○	×	○	○	○	－	×	○	○	－	－	－
和歌山県(05,13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鳥取県(05,11)	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	○	－
島根県(12)	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	－	○	○
岡山県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
広島県(07,13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○
山口県(08)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
徳島県(04,13) ※	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	○	－
香川県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－
愛媛県(02) ※	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	－
高知県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
福岡県(12)	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	○	○
佐賀県(10)	○	－	－	○	○	－	－	－	○	－	○	－	－	－
長崎県(06)	○	○	○	○	○	○	－	－	－	○	○	－	○	－
熊本県(13)	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	○	○
大分県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
宮崎県(07,13)	○	○	－	○	○	－	－	－	○	○	○	－	○	－
鹿児島県(97) ※	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○	○	○	○	－
沖縄県(10,13)	○	○	○	○	○	○	－	－	○	○	○	-	○	－
札幌市(97,08)	○	○	○	×	○	○	－	○	×	○	○	○	－	○
仙台市(02)	○	○	○	○	○	○	－	○	－	○	○	－	○	－
さいたま市(09)	○	○	－	×	○	－	－	○	×	○	○	－	○	○
千葉市(08)	○	○	○	－	○	○	○	－	－	○	○	－	○	－
横浜市(12)	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	○	○	○	○
川崎市(13)	○	○	○	－	○	○	○	－	○	○	○	○	○	○
相模原市(07)	○	○	－	－	○	－	－	－	－	○	○	○	－	－
新潟市(07)	○	○	○	○	○	○	－	－	○	○	○	－	○	－
名古屋市(99)	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○	○	－	○	－
京都市(03)	○	○	○	×	○	－	－	－	×	○	○	－	○	－
大阪市(10)	○	○	－	○	○	○	－	－	－	○	○	－	○	－
堺市(09)	○	○	－	－	○	○	○	－	○	○	○	－	○	－
広島市(08)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○

（注1）－：想定を未実施または報告書に未記載　　×：海岸線を有しない自治体のため実施対象外
（注2）自治体名の後ろの（　）内の数字は報告書等の発行年(西暦)の下二桁を表示
（注3）※の付いている自治体は，一次報告・中間報告までしか出ていないので，手法の年次と想定結果の年次が異なる．

表Ⅳ-1-1　各自治体の被害想定における想定項目（その２）

自治体	ライフライン					交通輸送施設			土木構造物		シナリオ
	電力	通信	上水道	下水道	ガス	道路	鉄道	港湾漁港	河川海岸堤防	ため池	
北海道(10,12)	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
青森県(97,12)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－
岩手県(04,11)	－	－	○	－	○	○	－	－	－	－	○
宮城県(04)	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	○
秋田県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
山形県(06,12)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
福島県(98,07)	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	○
茨城県(95･98, 12)	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－
栃木県(04)	○	○	○	○	○	○	○	×	－	－	－
群馬県(12)	○	○	○	○	○	○	○	×	－	－	○
埼玉県(07)	○	○	○	○	○	○	○	×	－	－	－
千葉県(08,11)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－
東京都(12)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○
神奈川県(08,12)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－
新潟県(98)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
富山県(11,12)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－
石川県(98,12)	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
福井県(97,12)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○
山梨県(05)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－
長野県(02)	○	○	○	○	○	○	○	×	○	－	○
岐阜県(13)	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
静岡県(01) ※	○	－	○	○	○	－	－	×	－	－	○
愛知県(03)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
三重県(06,12)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
滋賀県(05)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－
京都府(08)	－	－	－	－	－	－	－	×	－	－	－
大阪府(07) ※	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
兵庫県(99,06)	○	○	○	－	○	○	○	－	－	－	○
奈良県(05)	－	－	－	－	－	○	○	－	－	－	－
和歌山県(05,13)	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
鳥取県(05,11)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－
島根県(12)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
岡山県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○
広島県(07,13)	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
山口県(08)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	－
徳島県(04,13) ※	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	－
香川県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○
愛媛県(02) ※	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
高知県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○
福岡県(12)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
佐賀県(10)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
長崎県(06)	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
熊本県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
大分県(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
宮崎県(07,13)	○	－	○	－	○	○	－	－	－	－	－
鹿児島県(97) ※	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
沖縄県(10,13)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
札幌市(97,08)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－
仙台市(02)	○	○	○	○	○	○	○	×	○	－	－
さいたま市(09)	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	○
千葉市(08)	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
横浜市(12)	○	○	○	○	○	○	○	×	○	－	○
川崎市(13)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
相模原市(07)	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	○
新潟市(07)	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○
名古屋市(99)	○	○	○	○	○	○	－	－	○	○	－
京都市(03)	○	○	○	○	○	○	－	○	－	－	○
大阪市(10)	○	○	○	○	○	○	○	×	－	－	○
堺市(09)	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－
広島市(08)	－	－	－	－	－	○	－	－	－	○	－

（注１）－：想定を未実施または報告書に未記載　　×：海岸線を有しない自治体のため実施対象外
（注２）　自治体名の後ろの（　）内の数字は報告書等の発行年(西暦)の下二桁を表示
（注３）　※の付いている自治体は，一次報告・中間報告までしか出ていないので，手法の年次と想定結果の年次が異なる．

2．被害予測単位

各自治体の被害想定における予測単位を表Ⅳ-2-1にまとめる．

各自治体とも，調査対象地区の面積や調査手法の精度と照らし合わせながら，予測単位を設定していると考えられる．なお，報告書に予測単位が明記されていない場合は，予測手法や予測結果図から推定しているものもある．

表Ⅳ-2-1を見ると，各想定項目の予測単位の傾向は以下のようにまとめられる．

・地震動や液状化危険度，建物被害については，前回までは500mメッシュ(4次メッシュ)で予測を行っている自治体が多かったが，2011年以降の更新自治体では250mメッシュ（5次メッシュ）が主流となっている．政令指定市ではより細かく50mメッシュで予測する自治体も増えてきている．

・津波は100m以下のメッシュを用いる自治体がほとんどであり、沿岸エリア(10m)～外洋(2430m)など領域によって解像度を層化する自治体が多くなってきている．

・地震火災については，予測手法上の問題から特に出火では市町村単位（政令指定市では全域）で予測をしている自治体も多くある．

出火件数はメッシュごとの建物被害数から求められるが，その出火件数は非常に小さく，１件に満たないことが多い．そこで，多くの自治体では市町村単位でいったん集計した後，出火点を再配置することにより，延焼シミュレーションを行っている．表中では，メッシュ図が添付されている場合はメッシュのサイズを，分布図がない場合は集計表にまとめられている最小集計単位を記した．

焼失棟数についても，多くの自治体でメッシュによる計算が行われているが，出火点の位置による不確定性が大きいという問題を抱えている．ここでは，延焼動態図が添付されている場合はメッシュのサイズを，延焼動態図がない場合は集計単位を記した．

・ライフラインの施設被害についても，250mメッシュの自治体が多くなっている．都市ガス等はSI値が一定値を超えると自動的に停止するようになってきているため，被害予測を行わずに機能支障のみを予測する自治体も増えている．表中には施設被害予測をしている場合は施設被害予測を、ない場合は機能支障の予測の集計単位を記した．

・交通輸送施設については，路線や区間ごとに予測を行う自治体が多い．

・人的被害については，予測手法上の問題から市町村単位で予測をしている自治体がほとんどとなっていたが，2011年以降の更新自治体ではメッシュ単位での集計も増えてきている．なお，表中の人的被害の項目には，建物の損壊および火災による死傷者数予測の際に使用された単位を記した．

表Ⅳ-2-1　被害想定の予測単位

自治体	地震動	液状化危険度	地盤崩壊危険性	津波	建物被害(ゆれ)	地震火災		人的被害(死傷者)	ライフライン					交通輸送施設			
						出火	焼失		電力	通信	上水道	下水道	都市ガス	道路(路線)	道路(構造物)	鉄道(路線)	港湾漁港
北海道(10,12)	×	×	×	10-2700	－	×	×	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
青森県(97,12)	250	250	個別	40	500	250	250	市町村	1km	1km	1km	1km	1km	1km	500	1km	個別
岩手県(04,12)	500	500	個別	－	500	500	500	市町村	×	×	500	×	500	個別	個別	×	×
宮城県(04)	500	500	個別	50	500	250	250	500	500	500	500	500	500	区間	区間	区間	×
秋田県(13)	250	250	個別	10-1350	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	－	個別
山形県(06,12)	500	500	個別	－	500	市町村	500	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	区間	区間	区間	個別
福島県(98,07)	500	500	500	10	500	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	事業所	路線	500	路線	×
茨城県(95･98, 12)	－	－	×	5-2160	市町村	市町村	市町村	市町村	区域	区域	路線	路線	市町村	路線	路線	路線	×
栃木県(04)	500	500	個別	×	500	市町村	市町村	500	500	500	500	500	500	区間	区間	区間	×
群馬県(12)	250	250	250	×	250	250	250	250	250	250	250	250	ブロック	250	250	区間	×
埼玉県(07)	250	250	個別	×	250	市町村	250	市町村	250	250	250	250	250	250	個別	250	×
千葉県(08,11)	250	250	個別	－	250	市町村	250	市町村	250	250	250	250	250	250	個別	250	個別
東京都(12)	50/250	250	個別	10-810	250	250	250	市町村	250	250	－	－	－	250	市町村	区間	個別
神奈川県(09,12)	250	250	個別	12-324	250	250	250	広域	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	250	区間	区間	個別
新潟県(98)	500	500	個別	10	500	市町村	500	市町村	500	500	500	500	500	区間	個別	区間	個別
富山県(11,12)	250	250	250	10-2430	250	250	250	250	×	×	×	×	×	×	×	×	×
石川県(98,12)	500	500	個別	－	500	市町村	市町村	市町村	500	500	500	定性	500	区間	区間	定性	定性
福井県(97,12)	500	500	個別	10-40	500	市町村	市町村	市町村	500	500	500	500	500	500	個別	500	個別
山梨県(05)	500	500	個別	×	500	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	路線	×	路線	×
長野県(02)	500	500	500	×	500	市町村	500	市町村	500	500	500	500	500	区間	個別	区間	×
岐阜県(13)	250	250	250	×	500	500	500	500	－	－	－	－	－	－	－	－	×
静岡県(01)※	500	500	個別	－	町丁	250	250	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	区間	区間	区間	個別
愛知県(03)	500	500	500	50	500	市町村	250	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	区間	区間	区間	個別
三重県(06,12)	500	500	500	50	500	町丁	町丁	町丁	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	－	－	―	×
滋賀県(05)	500	500	×	×	町丁	町丁	町丁	町丁	×	×	×	×	×	×	×	×	×
京都府(08)	1km	1km	×	引用	1km	1km	1km	1km	定性	定性	定性	×	定性	定性	定性	定性	×
大阪府(07)※	250	250	個別	13	町丁	町丁	100	町丁	市町村	市町村	市町村	×	市町村	×	個別	路線	×
兵庫県(99,06)	500	500	×	13	500	500	500	500	×	×	×	×	×	区間	区間	区間	×
奈良県(05)	250	250	250	×	250	250	250	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	定性	定性	定性	×
和歌山県(05,13)	250	250	個別	10-2430	250	250	250	―	―	―	250	250	250	250	―	―	―
鳥取県(05,11)	500	500	50	50	500	市町村	250	市町村	500	500	500	500	500	路線	個別	路線	個別
島根県(12)	250	250	250	50	250	250	250	250	250	250	250	250	250	個別	個別	区間	個別
岡山県(13)	250	250	250	10	250	250	250	250	－	－	－	－	－	個別	個別	区間	個別
広島県(07,13)	500	500	個別	10-810	500	500	500	500	500	500	500	500	500	×	500	区間	個別
山口県(08)	500	500	個別	引用	500	500	500	500	500	500	500	500	500	×	500	区間	個別
徳島県(04,13)※	250	250	個別	20	250	250	250	250	市町村	市町村	250	250	―	路線	路線	路線	×
香川県(13)	－	－	－	10	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
愛媛県(02)※	500	500	個別	500	500	市町村	500	市町村	500	500	市町村	500	500	路線	路線	路線	個別
高知県(13)	－	－	－	10	250	市町村	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
福岡県(12)	250	250	250	10-2430	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
佐賀県(10)	500	×	×	500	500	×	×	市町村	×	×	×	×	×	×	×	×	×
長崎県(06)	500	500	500	地域	500	500	市町村	市町村	500	500	500	500	500	500	500	500	―
熊本県(13)	250	250	250	10-2430	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
大分県(13)	250	250	個別	10-2430	250	市町村	250	250	250	営業所	250	250	250	路線	区間	路線	個別
宮崎県(07,13)	500	500	×	－	500	市町村	市町村	市町村	×	×	×	×	×	×	×	×	×
鹿児島県(97)※	500	500	500	―	500	500	市町村	市町村	500	500	500	500	500	500	500	500	500
沖縄県(10,13)	50	50	個別	10-900	50	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村
札幌市(97,08)	100	100	個別	×	町丁	全域	全域	全域	全域	全域	全域	全域	全域	区間	×	全域	×
仙台市(02)	250	250	個別	50	250	250	250	区	区	区	250	250	250	×	×	×	×
さいたま市(09)	50	50	×	×	50	－	町丁	町丁	区	区	区	区	区	区間	区間	路線	×
千葉市(08)	50	50	個別	×	50	50	50	区	×	×	×	×	×	×	×	×	×
横浜市(12)	50	50	個別	6	50	区	50	区	区	区	50	50	区	区間	個別	区間	個別
川崎市(13)	250	250	250	×	250	250	250	250	250	250	250	250	地区	路線	個別	区間	個別
相模原市(07)	125	125	×	×	125	125	125	旧市町村	区	区	区	区	区	×	×	×	×
新潟市(07)	－	－	個別	×	－	町丁	町丁	区	区	区	区	区	区	×	個別	×	×
名古屋市(99)*1	500	500	定性	62.5	500	500	500	500	全域	全域	全域	区	―	×	個別	×	全域
京都市(03)	町丁目	－	－	×	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
大阪市(10)	250	250	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
堺市(09)	250	250	×	×	250	250	250	250	－	－	－	－	－	250	個別	×	×
広島市(08)	500	500	個別	引用	500	500	500	500	500	500	500	500	500	×	500	区間	個別

（注1）各自治体の報告書より作成　（予測未実施や予測単位不明の項目の多い自治体を除く）

（注2）自治体名の後ろの　（ ）　内の数字は報告書等の発行年(西暦)の下二桁を表示

*1名古屋市：水道の供給支障は区単位，　ガスの供給支障はブロック単位で考慮

×：想定を未実施または報告書に未記載

500など：予測単位のﾒｯｼｭｻｲｽﾞ(数値の単位無しは「m」)

広域：広域市町村圏単位での予測

区域：延焼可能区域を設定して予測

震度：同一震度の地域ごとに予測

マップ：地形図等により，被災区域を予測

定性：定性評価

－：予測を行っているが，予測単位が不明

個別：施設ごとの被災確率の予測

消防：消防本部(消防組合)単位での予測

路線：路線ごとに評価

延長：岸壁の被災延長を予測

区間：交差点間，駅間等ごとに評価

引用：ほかの調査結果を引用して記載

※：一次報告・中間報告の段階なので、本表は更新していない

３．想定地震および被害予測結果の概要

本節では，各自治体の被害想定における想定地震と被害予測結果の概要についてまとめる．

まず，各自治体の想定地震のうち被害を予測しているものを表Ⅳ-3-1にまとめる．自治体の中には，基盤に同一の地震動を入力させた場合の被害について予測している場合があるが，ここには掲載していない．また，津波については，被害量を算出せず，浸水深などから定性的評価を行っている場合がある．この場合は，表中に△を記載した．

次に，自治体別に想定地震の震源に関する情報と，主な想定地震の被害予測結果について概要をまとめる．地震数が多い場合は，被害の大きい地震について取り上げた．まとめにあたっては，地震被害想定調査報告書のほか，各自治体のホームページ等に掲載されている被害想定の概要説明資料，地域防災計画などを参考にした．

人的被害については，想定時刻によって表中に記載されている数値よりも大きくなる場合がある．避難者数（罹災者数）については，自治体により用語・定義が異なる場合がある．また，最近では，災害対策を実施するための基礎資料として，時系列的に避難者数を算出している場合もある．本資料では，最大値として計上されている数字を記載した．

いくつかの自治体では，一つの想定地震に対していくつかのケース（条件）を設定している場合がある．複数のケースが想定されている場合は，以下の考え方に基づいて被害量を掲載している．

○基本的に，被害が大きくなると考えられる条件を採用した．

- 季節：冬
- 時刻：夕刻（１８時頃）
- 風速：最大のもの
- 消防力：活動できない場合
- 火災の影響（ライフライン）：考慮する

○少数の自治体でのみ設定された条件については，以下のとおりとする．

- 積雪の有無（福井県における建物被害）：雪がない場合
- 地震の予知：警戒宣言が発令されない場合

表Ⅳ-3-1　各自治体の主な想定地震（その1）

自治体	想定地震	地震規模	被害予測	
		ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	地震動	津波
北海道(12)	1～12(後述地図参照)	9.1		○
青森県(97,12)	青森県西方沖の地震	8.2	○	○
	想定日本海側海溝型地震	7.3	○	○
	想定内陸型地震	7.2	○	
	三陸沖中部から三陸沖北部	9		○
岩手県(04,11)	想定宮城県沖連動地震	Mw8.0	○	○
	明治 29 年(1896)三陸地震	8.1-2		○
	昭和8年(1933)三陸地震	8.1		○
	東日本大震災	9.1		○
宮城県(04)	宮城県沖地震(単独)	Mw7.6	○	△
	宮城県沖地震(連動)	Mw8.0	○	△
	長町-利府線断層帯	Mw7.14	○	
	昭和8年(1933)三陸地震	8.1		△
秋田県(13)	能代断層帯	7.1	○	
	花輪東断層帯	7	○	
	男鹿地震	7	○	
	天長地震	7.2	○	
	秋田仙北地震震源北方	7.2	○	
	北由利断層	7.3	○	
	秋田仙北地震	7.3	○	
	横手盆地東縁断層帯北部	7.2	○	
	横手盆地東縁断層帯南部	7.3	○	
	真昼山地東縁断層帯北部	7	○	
	真昼山地東縁断層帯南部	6.9	○	
	象潟地震	7.3	○	
	横手盆地 真昼山地連動	8.1	○	
	秋田仙北地震震源北方	7.7	○	
	天長地震 北由利断層連動	7.8	○	
	津軽山地西縁断層帯南部	7.1	○	
	折爪断層	7.6	○	
	雫石盆地西縁断層帯	6.9	○	
	北上低地西縁断層帯	7.8	○	
	庄内平野東縁断層帯	7.5	○	
	新庄盆地断層帯	7.1	○	
	海域 A	7.9	○	○
	海域 B	7.9	○	○
	海域 C	7.5	○	○
	海域 A+B 連動	8.5	○	○
	海域 B+C 連動	8.3	○	○
	海域 A+B+C 連動	8.7	○	○
山形県(06,12)	長井盆地西縁断層帯地震	7.7	○	
	庄内平野東縁断層帯地震	7.5	○	
	青森県西方沖	7.3		○
	山形県西方沖	7.7		○
	山形県沿岸	7.7		○
	富山県北方沖	7.7		○
	新潟県沿岸	7		○
福島県(98,07)	福島盆地西縁断層帯地震	7	○	
	会津盆地西縁断層帯地震	7	○	
	双葉断層地震	7	○	
	福島県沖地震	7.7	○	○
	宮城県沖の地震	8.2		○
	明治三陸タイプ地震	8.2		○
	福島県沖高角断層地震	7.7		○
茨城県(95・98,12)	茨城県南西部直下地震	7	○	
	塩屋崎沖地震	7.8	○	
	東北地方太平洋沖地震津波	9.1-9.4		○
	H23 想定津波	8.6-9.0		○
栃木県(04)	想定今市地震	6.4	○	
	想定宇都宮市直下地震	7.3	○	
群馬県(12)	関東平野北西縁断層帯主部による地震	8.1	○	
	太田断層による地震	7.1	○	
	片品川左岸断層による地震	7	○	
	※六日町断層帯(新潟県)	7.7		
	※長野盆地西縁断層帯(長野県)	7.8		
	※地殻内の浅い場所で発生する地震	6.9		
埼玉県(07)	東京湾北部地震	7.3	○	
	茨城県南部地震	7.3	○	
	立川断層帯地震	7.4	○	
	深谷断層地震	7.5	○	
	綾瀬川断層地震	7.4	○	
千葉県(08,11)	東京湾北部地震	7.3	○	
	千葉県東方沖地震	6.8	○	
	三浦半島断層群による地震	6.9	○	
	元禄地震による津波	－		○
	気象庁津波警報に対応した津波	－		○
	東京湾内で想定される最大クラスの津波	－		○
東京都(12,13)	東京湾北部地震	7.3	○	
	多摩直下地震	7.3	○	
	元禄型関東地震	8.2	○	○
	立川断層帯地震	7.4	○	
	南海トラフ巨大地震	9	○	○
神奈川県(09,12)	東海地震	約 8	○	○

表Ⅳ-3-1　各自治体の主な想定地震（その 2）

自治体	想定地震	地震規模	被害予測	
		ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	地震動	津波
	南関東地震	7.9	○	○
	神奈川県西部地震	7	○	○
	神奈川県東部地震	7	○	
	神縄・国府津-松田断層帯地震	7.5	○	
	南関東地震と神縄・国府津-松田断層帯の連動地震(参考)	7.9	○	○
	東京湾北部地震	7.3	○	
	元禄型関東地震(参考)	8.1		○
	明応型地震	8.4		○
	慶長型地震	8.5		○
	元禄型関東地震と神縄・国府津－松田断層帯地震の連動地震	8.1		○
	南関東地震	7.5		○
	神奈川県西部地震	8.3		○
	東海地震	7.9		○
	神奈川県東部地震	7		○
	神縄・国府津－松田断層帯地震	8		○
	元禄型関東地震	7		○
	房総半島南東沖地震	8		○
	三浦半島断層群－鴨川低地断層帯地震	7		○
	東京湾内地震	7		○
新潟県(98)	秋田沖の地震	7.6	○	○
	新潟県南西沖の地震	7.7	○	○
	粟島付近の地震	7.5		○
	下越地域の地震	7	○	
	中越地域の地震	7	○	
	上越地域の地震	7	○	
富山県(11,12)	呉羽山断層帯の地震	7.4	○	○
	糸魚川沖地震	7.2		○
	能登半島沖地震	7.2		○
	(参考)糸魚川沖地震	8.0		○
	【断層が連動する場合】(参考)呉羽山断層帯の地震【滑り量を標準算式で計算したもの】	7.4		
石川県(98,12)	大聖寺の地震	7	○	
	加賀平野の地震	7	○	
	邑知潟の地震	7	○	
	能登半島北方沖の地震	7	○	○
	能登半島東方沖の地震	7.8	○	○
	日本海東縁部	7.99		○
	能登半島当方沖	7.58		○
	能登半島北方沖	7.66		○
	能登半島西方沖	7.44		○
福井県(97,12)	福井地震断層	7.1	○	
	敦賀断層	7.2	○	
	野坂Ｂおよび大陸棚外縁断層	7.28		○
	越前堆列付近断層	7.44		○
	若狭海丘列付近断層	7.63		○
	佐渡島北方沖断層	7.99		○
山梨県(05)	東海地震	8	○	
長野県(02)	糸魚川-静岡構造線(北部)の地震	8	○	
	糸魚川-静岡構造線(中部)の地震	8	○	
	信濃川断層帯の地震	7.5	○	
	伊那谷断層帯の地震	7.9	○	
	東海地震	8	○	
	阿寺断層系の地震	7.9	○	
岐阜県(13)	南海トラフの巨大地震	9	○	
	養老－桑名－四日市断層帯地震	7.7	○	
	阿寺断層系地震	7.9	○	
	跡津川断層地震	7.8	○	
	高山・大原断層帯地震	7.6	○	
静岡県(13)	駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震	8.0-9.0	○	○
	相模トラフ沿いで発生する地震	8.0-8.2	○	○
愛知県(03)	想定東海地震	Mw7.96	○	○
	想定東南海地震	Mw8.15	○	○
	想定東海・東南海地震連動	Mw8.27	○	○
	養老－桑名－四日市断層帯	7.4	○	
	伊勢湾断層帯主部と白子-野間断層の連動	7.5		△
三重県(06,12)	東海・東南海・南海地震	8.7	○	○
	東海地震	8	○	
	東南海地震後南海地震	8.1,8.4	○	
	養老－桑名－四日市断層帯	7.8	○	
	養老－桑名断層帯	7.4	○	
	鈴鹿東縁断層帯	7.5	○	
	伊勢湾断層帯(伊勢湾断層帯主部)	7.5	○	
	伊勢湾断層帯(白子－野間断層)	7	○	
	伊勢湾断層帯(鈴鹿沖断層)	6.7	○	
	布引山地東縁断層帯西部	7.4	○	
	布引山地東縁断層帯東部	7.6	○	
	頓宮断層	7.3	○	
	木津川断層帯	7.3	○	
	名張断層帯	7.3	○	
	東海・東南海・南海地震が同時に発生する場合	8.4		○
滋賀県(05)	琵琶湖西岸断層帯地震	7.8	○	
	花折断層帯地震	7.6	○	
	東南海・南海地震	Mw8.5	○	
京都府(08)	花折断層帯	7.5	○	
	桃山－鹿ケ谷断層	6.6	○	

表Ⅳ-3-1　各自治体の主な想定地震（その 3）

自治体	想定地震	地震規模	被害予測	
		ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	地震動	津波
	黄檗断層	6.5	○	
	奈良盆地東縁断層帯	7.5	○	
	亀岡断層	6.7	○	
	樫原－水尾断層	6.6	○	
	殿田－神吉－越畑断層	7.2	○	
	光明寺－金ヶ原断層	6.8	○	
	三峠断層	7.2	○	
	上林川断層	7.2	○	
	若狭湾内断層	6.9	○	
	山田断層帯	7.4	○	
	郷村断層帯	7.4	○	
	上町断層帯	7.5	○	
	生駒断層帯	7.5	○	
	琵琶湖西岸断層帯	7.7	○	
	有馬－高槻断層	7.2	○	
	宇治川断層	6.5	○	
	木津川断層	7.3	○	
	埴生断層	6.9	○	
	養父断層	7.4	○	
	和束谷断層	6.7	○	
	東南海・南海地震	8.5	○	
大阪府(07,13)	上町断層帯地震	7.5	○	
	生駒断層系帯地震	7.0～7.5	○	
	有馬高槻断層帯地震	7.5±0.5	○	
	中央構造線断層帯地震	8	○	
	南海トラフ(南海・東南海)	8.1, 8.4	○	○
	南海トラフ巨大地震	9.1		○
兵庫県(99,06)	有馬高槻構造線～六甲断層帯地震	7.7	○	
	山崎断層地震	7.7	○	
	中央構造線地震	8	○	
	日本海沿岸地震	7.3	○	△
	南海道地震	8.4	○	△
	兵庫県南海モデル	－		○
	中央防災会議２連発モデル	－		○
奈良県(05)	奈良盆地東縁断層帯	7.5	○	
	中央構造線断層帯	8	○	
	生駒断層帯	7.5	○	
	木津川断層	7.3	○	
	あやめ池撓曲－松尾山断層	7	○	
	大和川断層帯	7.1	○	
	千股断層	7.1	○	
	東南海・南海地震同時発生	8.6	○	
	東南海地震	8.2	○	
	南海地震	8.6	○	
	東海・南海地震同時発生	8.3	○	
	東海・東南海・南海地震同時発生	8.7	○	
和歌山県(05,13)	東海・東南海・南海地震	8.6	○	○
	中央構造線による地震	8	○	
	田辺市内陸直下の地震	6.9	○	
	三連動	8.7		○
	南海トラフ(内閣府)	9.1		○
	南海トラフ（和歌山県）	9.1		○
鳥取県(05,11)	鹿野・吉岡断層	7.2	○	
	倉吉南方の推定断層	7.2	○	
	鳥取県西部地震断層	7.3	○	
	気象庁量的津波予報による波源モデル	7.4		○
島根県(12)	宍道断層の地震	7.1	○	
	宍道湖南方の地震	7.3	○	
	大田市西南方の地震	7.3	○	
	浜田市沿岸の地震	7.3	○	
	弥栄断層帯の地震	7.6	○	
	佐渡島北方沖の地震(M7.85)	7.85		○
	【参考】佐渡島北方沖の地震(M8.01)	及び 8.01		
	出雲市沖合の地震(断層北傾斜および南傾斜)	7.5	○	○
	浜田市沖合の地震	7.3	○	○
	隠岐北西沖の地震	7.4		○
岡山県(03,13)	鳥取県西部地震	7.3	○	
	第2鳥取地震	7.2	○	
	松江南方地震	7	○	
	中央構造線の一部	8	○	
	大原断層	7.2	○	
	南海トラフの地震	Mw9.0(ゆれ)	○	
	南海トラフの地震	Mw9.1(津波)		○
広島県(07)	東海東南海地震	8.5	○	○
	己斐断層による地震	6.5	○	
	五日市断層による地震	7	○	
	岩国断層帯による地震	7.6	○	
	中央構造線(石鎚山脈北縁)による地震	8	○	
	中央構造線(石鎚山脈北縁西部～伊予灘)による地震	8	○	
	安芸灘～伊予灘の地震	7.3	○	
	どこでも起こりうる直下地震	6.9	○	
	南海トラフ巨大地震（ケース1、2、3、4、5、8、10、11）	9.1		○
	安芸灘～伊予灘～豊後水道	7.5		○
	讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部	7.6		○
	石鎚山脈北縁西部－伊予灘	7.4		○
	安芸灘断層群（主部）	6.6		○

表Ⅳ-3-1　各自治体の主な想定地震（その 4）

自治体	想定地震	地震規模 マグニチュード	被害予測 地震動	被害予測 津波
	安芸灘断層群(広島湾－岩国沖断層帯)	6.9		○
山口県(08)	東南海・南海地震	8.5	○	○
	安芸灘～伊予灘の地震	7.25	○	
	大竹断層(小方－小瀬断層)	7.2	○	
	菊川断層	7	○	
	大原湖断層系(山口盆地北西縁断層)	6.6	○	
	中央構造線断層帯(石鎚山脈北縁西部～伊予灘)	8	○	
	渋木断層	6.8	○	
	厚狭東方断層	6.5	○	
	)萩北断層	6.8	○	
	大河内断層	6.8	○	
	日積断層	6.7	○	
徳島県(12)	南海トラフの巨大地震	9	○	○
香川県(13)	南海トラフの最大クラスの地震	Mw9.0	○	○
	中央構造線(讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部)の地震	Mj8.0	○	
	長尾断層の地震	Mj7.1	○	
	南海トラフの発生頻度の高い地震	Mw8.7	○	
愛媛県(13)	南海トラフ	9	○	○
	安芸灘-伊予灘-豊後水道のプレート内地震	7.4	○	
	讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部地震	8	○	
	讃岐山脈北縁	7.4	○	
	石鎚山脈北縁西部－伊予灘	8	○	
高知県(13)	南海トラフ巨大地震(高知県版)	8.4 相当	○	○
福岡県(12)	小倉東断層	6.9	○(中央下部)	
	西山断層	7.3	○(北西端下部)	
	西山断層延長	8		
	警固断層南東部	7.2	○(北西端下部)	
	警固断層北東部	7		
	水縄断層	7.2	○(中央下部)	
	福智山断層	7		
	宇美断層	6.9		
	糸島半島の地震	6		
佐賀県(10)	川久保断層系	6.8	○	
	雲仙地溝南縁断層帯の連動地震(有明海沿岸地域)	7.7		○
	対馬海峡東の断層の地震(玄界灘沿岸地域)	8		○
長崎県(06,12)	雲仙地溝北縁断層帯	7.3	○	○
	雲仙地溝南縁の東部断層帯と西部断層帯の連動	7.7	○	○
	島原沖断層群	6.8	○	○
	橘湾西部断層帯	6.9	○	○
	大村－諫早北西付近断層帯	7.1	○	○
	県内全域 M6.9 の震源を想定した震度予測	6.9		
	各市町中心部直下の震源を想定した震度予測	6.9		
	東海地震・東南海地震・南海地震・日向灘地震の4連動	9		○
熊本県(13)	布田川・日奈久断層帯中部・南西部連動型	7.9	○	○
	別府・万年山断層帯	7.3	○	
	人吉盆地南縁断層	7.1	○	
	出水断層帯	7	○	
	雲仙断層群南東部単独	7.1	○	○
	南海トラフ最大値	9	○	○
大分県(13)	南海トラフの巨大地震	9 9.1(津波波源)	○	○
	別府湾の地震(慶長豊後型地震)	7.2 7.5(津波波源)	○	○
	周防灘断層群主部	7 7.2(津波波源)	○	○
	別府地溝北縁断層帯	7	○	
	崩平山-万年山地溝北縁断層帯	6.8	○	
	プレート内	7.4	○	
宮崎県(07,13)	日向灘南部の地震	7.5	○	○
	日向灘北部の地震	7.5	○	○
	えびの－小林地震	6.5	○	
	東南海・南海地震	－		○
鹿児島県(13)	鹿児島湾直下	7.1	○	○
	県西部直下【市来断層帯(市来区間)近辺】	7.2	○	○
	甑島列島東方沖【甑断層帯(甑区間)近辺】	7.5	○	○
	県北西部直下【出水断層帯近辺】	7	○	
	熊本県南部【日奈久断層帯(八代海区間)近辺】	7.3	○	○
	県北部直下【人吉盆地南縁断層近辺】	7.1	○	
	南海トラフ【東海・東南海・南海・日向灘(4連動)】	―	○	○
	種子島東方沖	―	○	○
	トカラ列島太平洋沖	―	○	○
	奄美群島太平洋沖(北部)	―	○	○
	奄美群島太平洋沖(南部)	―	○	○
	桜島北方沖【桜島の海底噴火】	―	○	○
	桜島東方沖【桜島の海底噴火】	―	○	○
沖縄県(10,13)	沖縄本島南西沖	8	○	○
	久米島南東沖	7.8	○	○
	久米島北方沖	7.8	○	○
	沖縄本島北方沖	7.8	○	○
	宮古島東方沖	7.8	○	○
	石垣島東方沖	7.8	○	○
	石垣島南方沖	7.7	○	○
	与那国島南方沖	7.8	○	○

表Ⅳ-3-1　各自治体の主な想定地震（その 5）

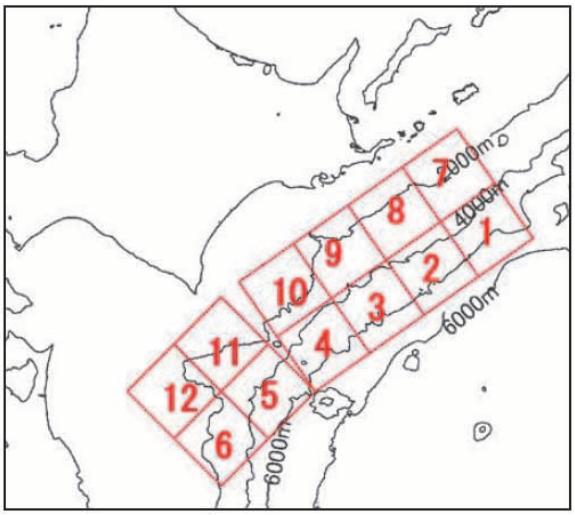
自治体	想定地震	地震規模	被害予測	
		ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	地震動	津波
	沖縄本島南部断層系	7	○	
	伊祖断層	6.9	○	
	石川ー具志川断層系	6.9	○	
	沖縄本島直下プレート内	7.8	○	
	宮古島断層	7.3	○	
	一律地震動	6.9	○	
	八重山諸島南西沖	8.7		○
	八重山諸島南方沖	8.8		○
	八重山諸島南東沖	8.8		○
	沖縄本島南東沖	8.8		○
	沖縄本島東方沖	8.8		○
	石垣島南方沖	7.8		○
	石垣島東方沖	8		○
	与那国島北方沖	8.1		○
	石垣島北方沖	8.1		○
	多良間島北方沖	8.1		○
	宮古島北方沖	8.1		○
	久米島北方沖	8.1		○
	沖縄本島北西沖	8.1		○
	三連動（沖縄本島南東沖）	9		○
	三連動（八重山諸島南方沖）	9		○
札幌市(97,08)	プレート型地震(苫小牧沖)	7.5	○	
	石狩低地東縁断層帯	7.3	○	
	野幌丘陵断層帯	6.9	○	
	月寒背斜に関連する断層	6.8	○	
	西札幌背斜に関連する断層	6.3	○	
仙台市(02)	長町－利府断層	7.5	○	
	宮城県沖地震単独	7.5	○	○
	宮城県沖地震連動	7.9	○	○
さいたま市(09)	さいたま市直下地震	6.9	○	
	東京湾北部地震	7.3	○	
千葉市(08)	千葉市直下地震	6.9	○	
	東京湾北部地震	7.3	○	
横浜市(12)	元禄型関東地震	8.1	○	○
	東京湾北部地震	7.3	○	○
	南海トラフの大連動地震	9.0(地震動) 9.1(津波)	○	○
	慶長型地震	8.5		○
川崎市(13)	川崎市直下の地震	7.3	○	
	元禄型関東地震	8.2	○	○
	慶長型地震（神奈川県浸水予測図(2012)を津波による建物・人的被害予測のみに使用）	8.5		○
相模原市(07)	相模原市東部直下の地震	6.9	○	
	相模原市西部直下の地震	6.9	○	
	神縄・国府津－松田断層帯の地震	7.5	○	
新潟市(07)	西部の地震	7.3	○	
	南部の地震	7	○	
	北部の地震	7	○	
	中央部の地震	7	○	
名古屋市(99)	想定東海地震	8	○	○
	東南海地震	7.9	○	○
	濃尾地震	7.9	○	
京都市(03)	花折断層	7.5	○	
	桃山断層～鹿ヶ谷断層	6.6	○	
	宇治川断層	6.5	○	
	樫原～水尾断層	6.6	○	
	光明寺～金ヶ原断層	6.3	○	
	有馬・高槻断層系	7.2	○	
	黄檗断層	6.5	○	
	琵琶湖西岸断層系	7.7	○	
	東南海・南海	8.6	○	
大阪市(10)	上町断層系	7.5～7.8	○	
	生駒断層系	7.3～7.7	○	
	有馬高槻構造線	7.3～7.7	○	
	中央構造線	7.7～8.1	○	
	東南海・南海地震	7.9-8.6	○	
堺市(09)	上町断層帯 1	－	○	
	生駒断層帯 1	－	○	
	中央構造線断層帯 1	－	○	
	東南海・南海地震	8.5	○	
広島市(08)	東南海・南海地震	8.5	○	○
	己斐断層	6.5	○	
	五日市断層	7	○	
	岩国断層	7.6	○	
	安芸灘－伊予灘(芸予地震)	7.3	○	

(注 1)自治体名の後ろの()内の数字は報告書等の発行年(西暦)の下二桁を表示
(注 2)Mw：ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ
(注 3)△：津波による被害量を算出せず，定性的評価を行っている場合

北海道(津波 2012)　津波ハザードのみ追加

■想定津波

表　断層パラメータ



ID	緯度（°）	経度（°）	深さ(m)	走向角（°）	傾斜角（°）	すべり角（°）	断層長さ(m)	断層幅(m)	すべり量(m)	Mw	Mw（合計）
1	42.4135	147.5584	5000	235	10	90	70000	70000	35	8.4	9.1
2	42.0703	146.8476	5000	235	10	90	70000	70000	35	8.4	
3	41.7226	146.1445	5000	235	10	90	70000	70000	35	8.4	
4	41.3704	145.4488	5000	235	10	90	70000	70000	35	8.4	
5	41.0140	144.7606	5000	225	10	90	70000	70000	35	8.4	
6	40.5693	144.1726	5000	225	10	90	70000	70000	35	8.4	
7	42.9421	147.0946	17000	235	20	90	70000	70000	30	8.4	
8	42.5962	146.3802	17000	235	20	90	70000	70000	30	8.4	
9	42.2457	145.6735	17000	235	20	90	70000	70000	30	8.4	
10	41.8907	144.9746	17000	235	20	90	70000	70000	30	8.4	
11	41.4608	144.1716	17000	225	20	90	70000	70000	30	8.4	
12	41.0132	143.5836	17000	225	20	90	70000	70000	30	8.4	

■想定結果

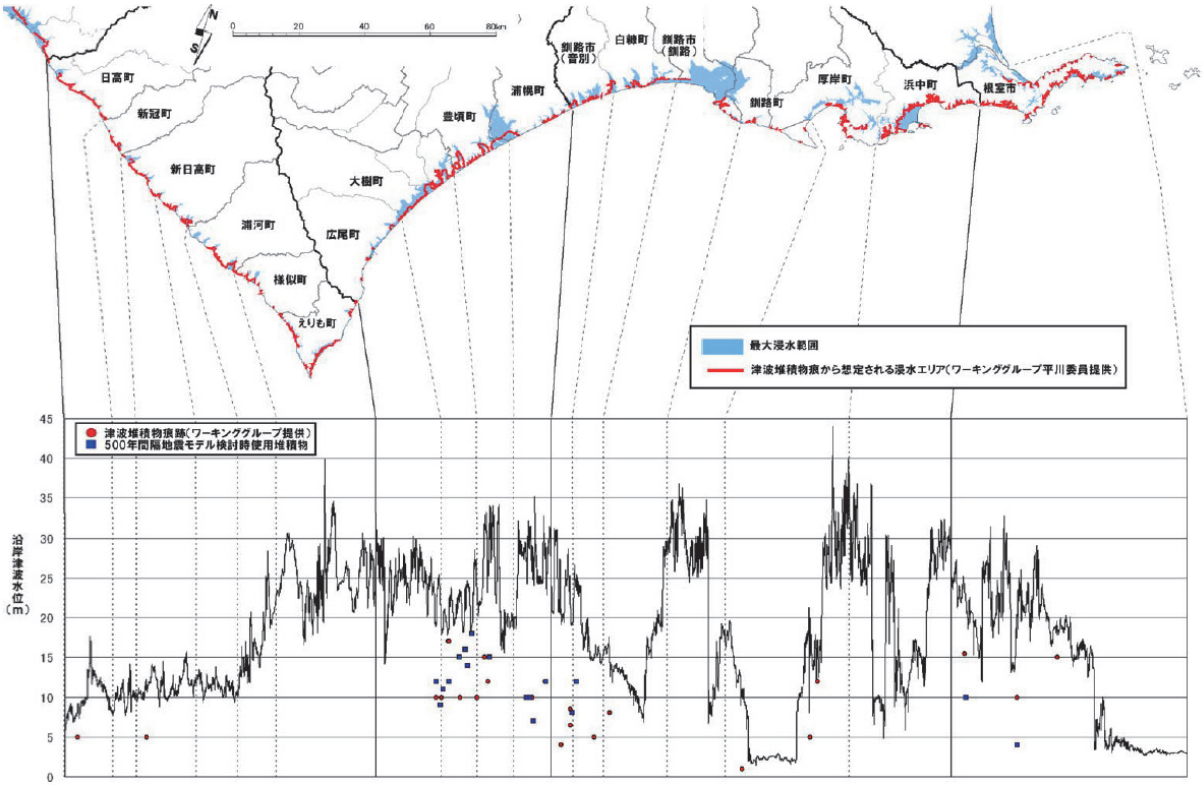


図　想定波源による沿岸の津波最大水位および津波堆積物痕跡比較（東部）

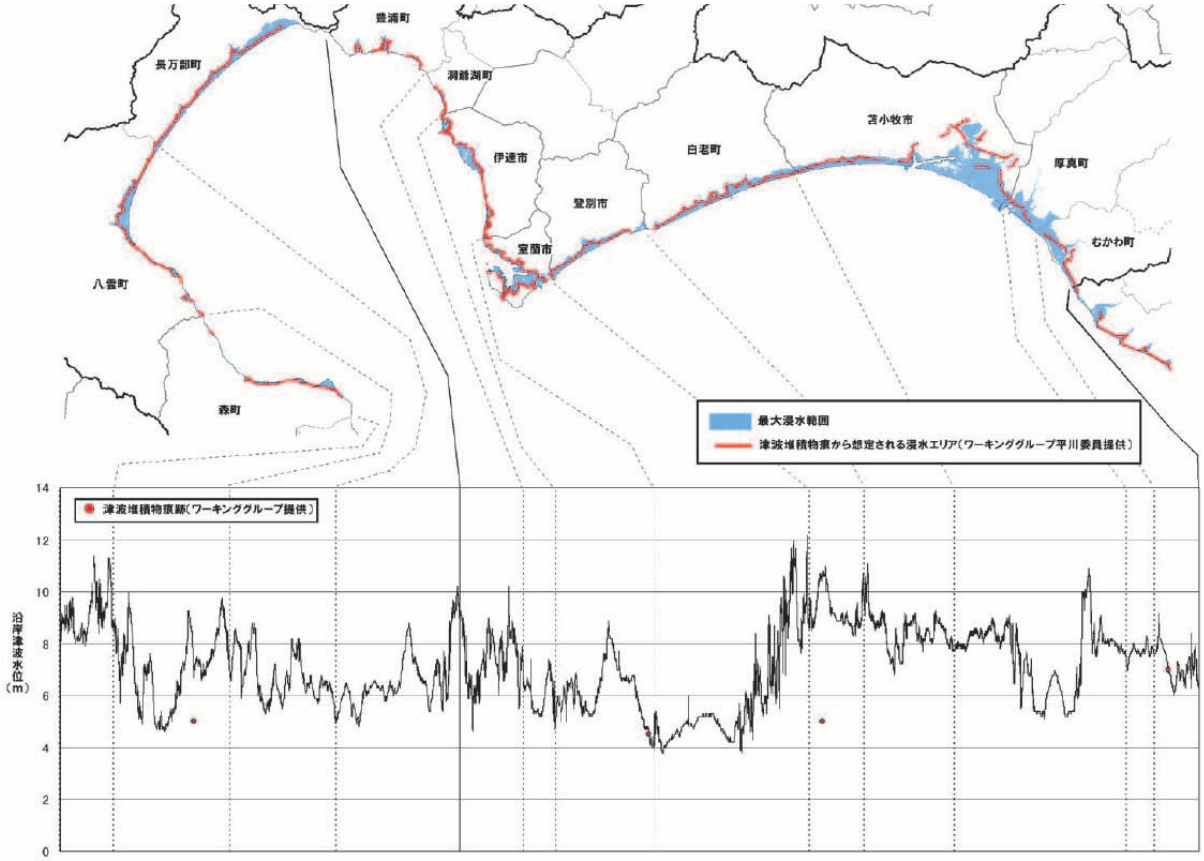


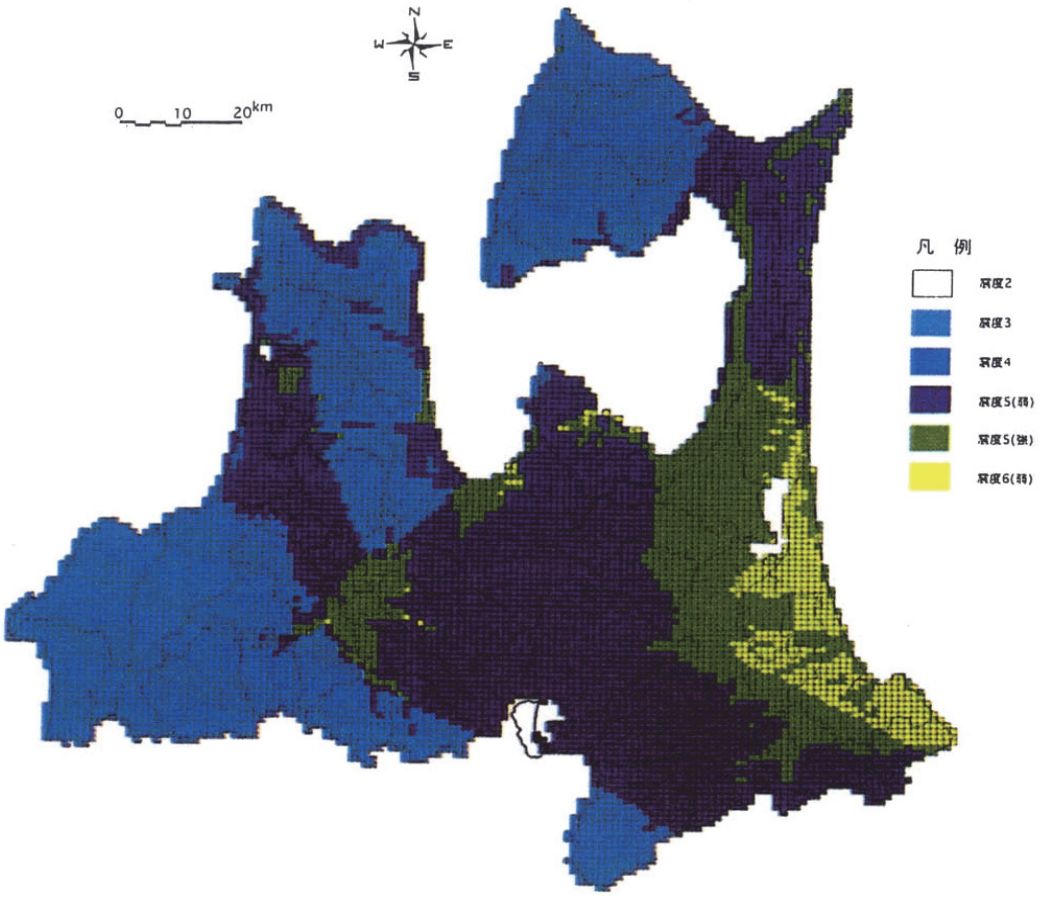
図　想定波源による沿岸の津波最大水位および津波堆積物痕跡比較（西部）

青森県(地震1997・津波2012)　津波ハザードのみ追加

■想定地震・結果(1997)

想定地震		想定太平洋側 海溝型地震	想定日本海側 海溝型地震	想定内陸型地震
マグニチュード		8.2	7.3	7.2
被害予測	地震動	○	○	○
	津波	○	○	
地震動予測	震度	～6 弱	～6 弱	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	19,470 棟	1,313 棟	1,670 棟
	炎上出火件数	112 件	0 件	3 件
	焼失棟数	2,574 棟	0 棟	0 棟
人的被害	死者数	396 人	84 人	7 人
	重傷者数	4,938 人	605 人	214 人
	罹災者数	143,136 人	21,309 人	14,596 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(電柱被害)	1,397 本	9 本	365 本
	通信(電柱被害)	873 本	9 本	304 本
	都市ｶﾞｽ(被害箇所数)	46 箇所	1 箇所	3 箇所
	上水道(被害箇所数)	9,137 箇所	684 箇所	685 箇所
	下水道(被害箇所数)	1,923 箇所	28 箇所	98 箇所
備考		建物被害・ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害：津波による被害は含まない 人的被害：津波による被害を含む		

【震度分布：想定太平洋側海溝型地震】



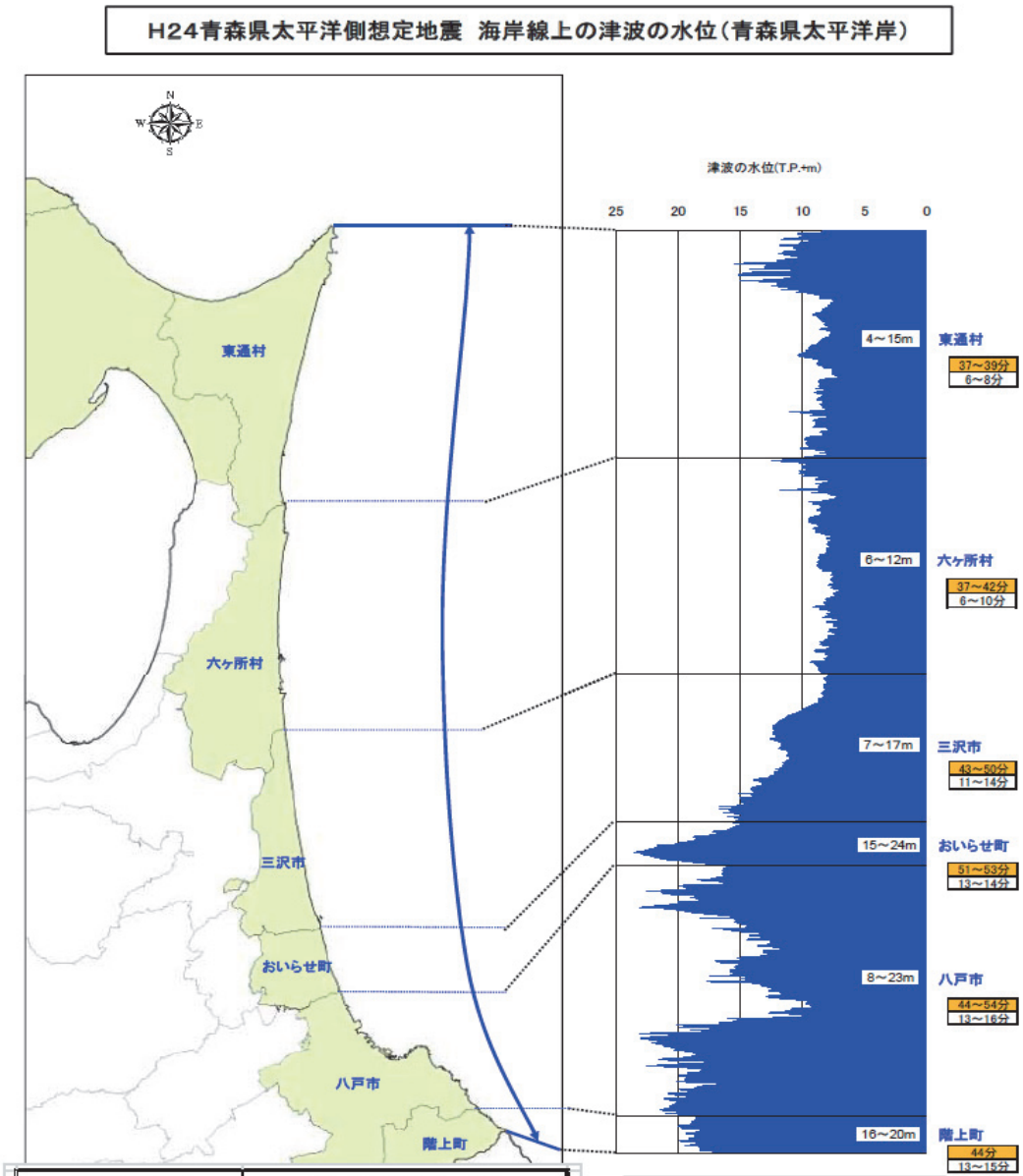
■想定地震(2012)

① 青森県に最も影響を及ぼす波源位置波源域を三陸沖中部から三陸沖北部とした.

② 断層の平均すべり量を11.5m，マグニチュードを9.0とした.

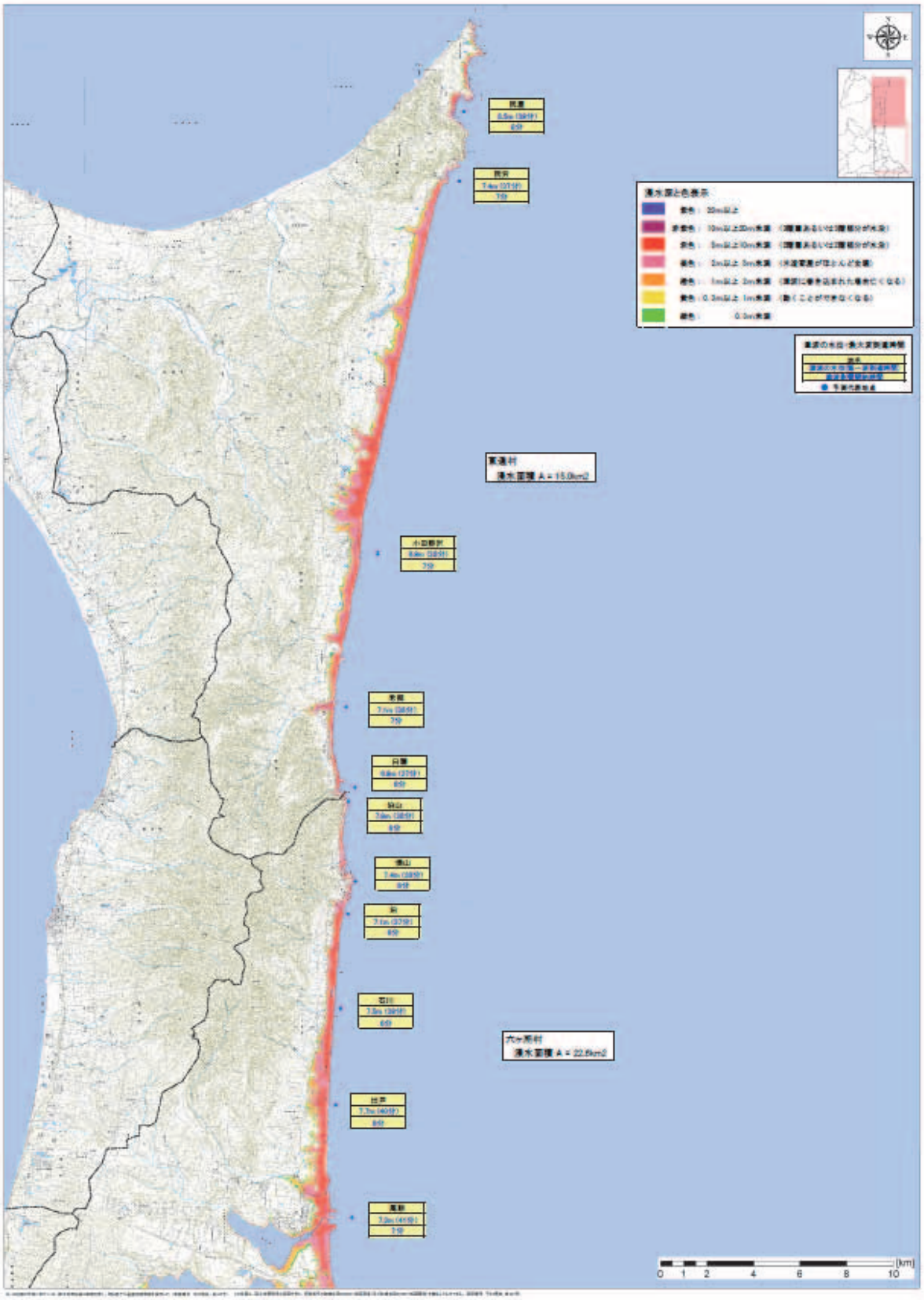
（最大46.0m：黒色、最小2.9m：薄黄色）

■想定津波(2012)

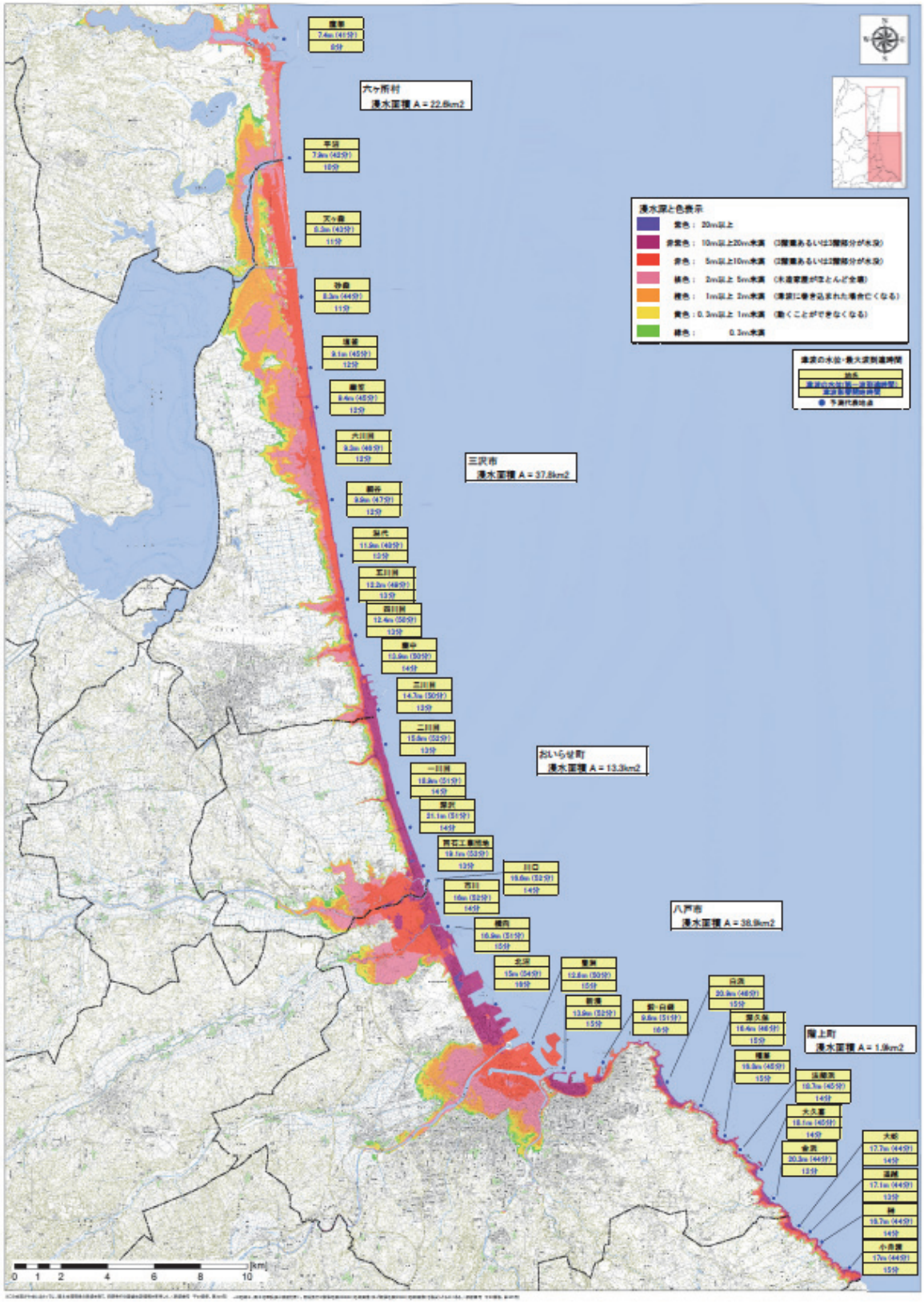


市町村名	浸水面積(km²)
東通村	1.5
六ヶ所村	22.6
三沢市	37.8
おいらせ町	13.3
八戸市	38.9
階上町	1.9
合　計	129.5

青森県津波浸水予測図(太平洋沿岸1/2)

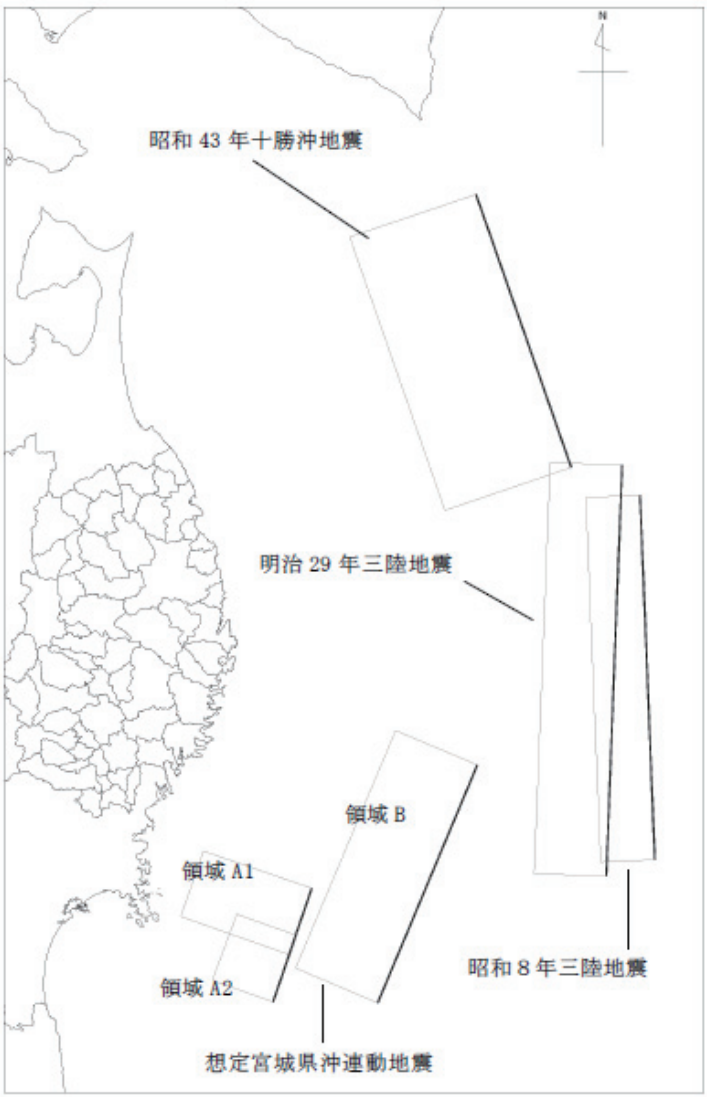


青森県津波浸水予測図(太平洋沿岸2/2)



岩手県(地震 2004・津波 2011)　津波ハザードのみ追加

■想定地震（2004）

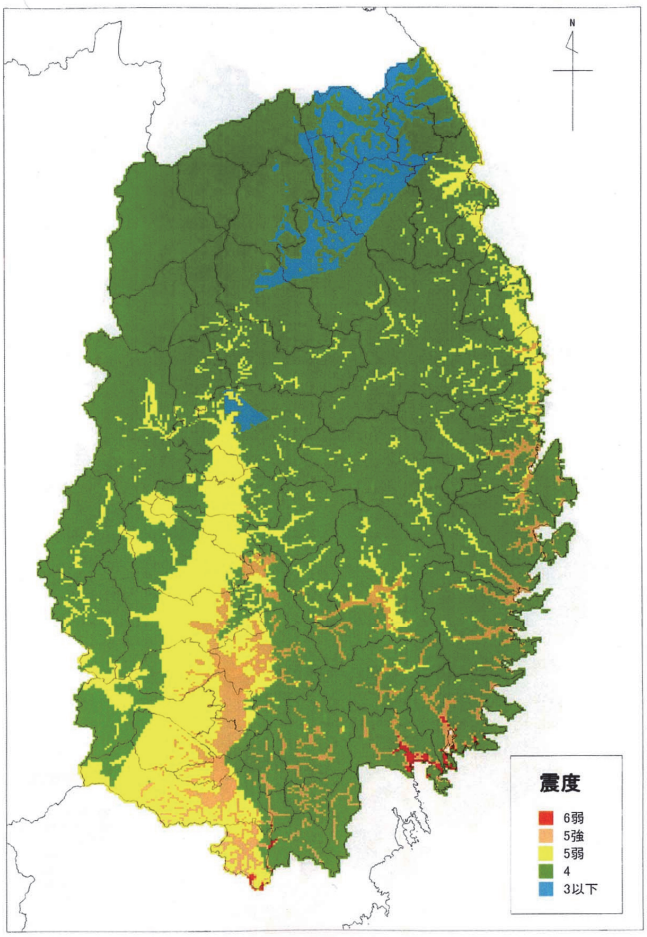


	想定宮城県沖連動地震			想定津波	
	領域 A1	領域 A2	領域 B	明治三陸地震	昭和三陸地震
断層面基準点の緯度　N［°］	38.41	38.20	38.95	40.31	40.16
断層面基準点の経度　E［°］	142.49	142.39	143.52	144.40	144.50
断層基準点の深さ　d［km］	26	26	14	0	1
断層の長さ　L［km］	36	40	133	210	185
断層の幅　W［km］	64	36	49	50	50
断層の走向　θ［°］	200	200	205	190	180
断層の傾斜　δ［°］	21	21	12	20	45
断層のすべり角　λ［°］	90	90	90	90	270
断層のすべり量　U［cm］	350	350	564	1055	660
マグニチュード	Mw 8.0			8 1/2	8.1

■想定結果（2004）

想定地震		想定宮城県沖連動地震	明治三陸地震	昭和三陸地震
マグニチュード		Mw 8.0	8 1/2	8.1
被害予測	地震動	○		
	津波	○	○	○
地震動予測	震度	～6 弱		
建物被害	建物全壊(大破)棟数	289 棟	17,628 棟	6,759 棟
	炎上出火件数	0 件		
	焼失棟数	0 棟		
人的被害	死者数	10 人	1,295 人	230 人
	重傷者数	103 人	812 人	170 人
	避難者数	1,430 人		
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力			
	通信			
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	45,358 人		
	上水道(断水)	22,443 人		
	下水道			
備考		想定宮城県沖連動地震：被害数には津波による被害を含まない 明治三陸地震・昭和三陸地震：津波防災施設の効果がない場合 （夏の昼・避難所要時間 40 分）		

【震度分布：想定宮城県沖連動地震】



■想定津波(2011)[1]

潮位	① 望平均満潮位によるシミュレーション ② 東日本大震災発生時の潮位によるシミュレーション
地盤高	・東日本大震災津波による沈下，最大クラスの津波を発生させる地震による地盤変位を考慮 ・まちづくりにおける盛土等は考慮しない
海岸堤防等の構造	最大クラスの津波による越流に対して決して壊れない構造ではないが，当シミュレーションでは，越流した場合でも壊れないという条件で計算を行っている． なお，「津波防災地域づくりに関する法律」に規定されている，津波警戒避難体制等の基本となる「津波浸水想定」については，海岸堤防等の破壊を考慮するなど最悪の状況下でのシミュレーションを実施する．

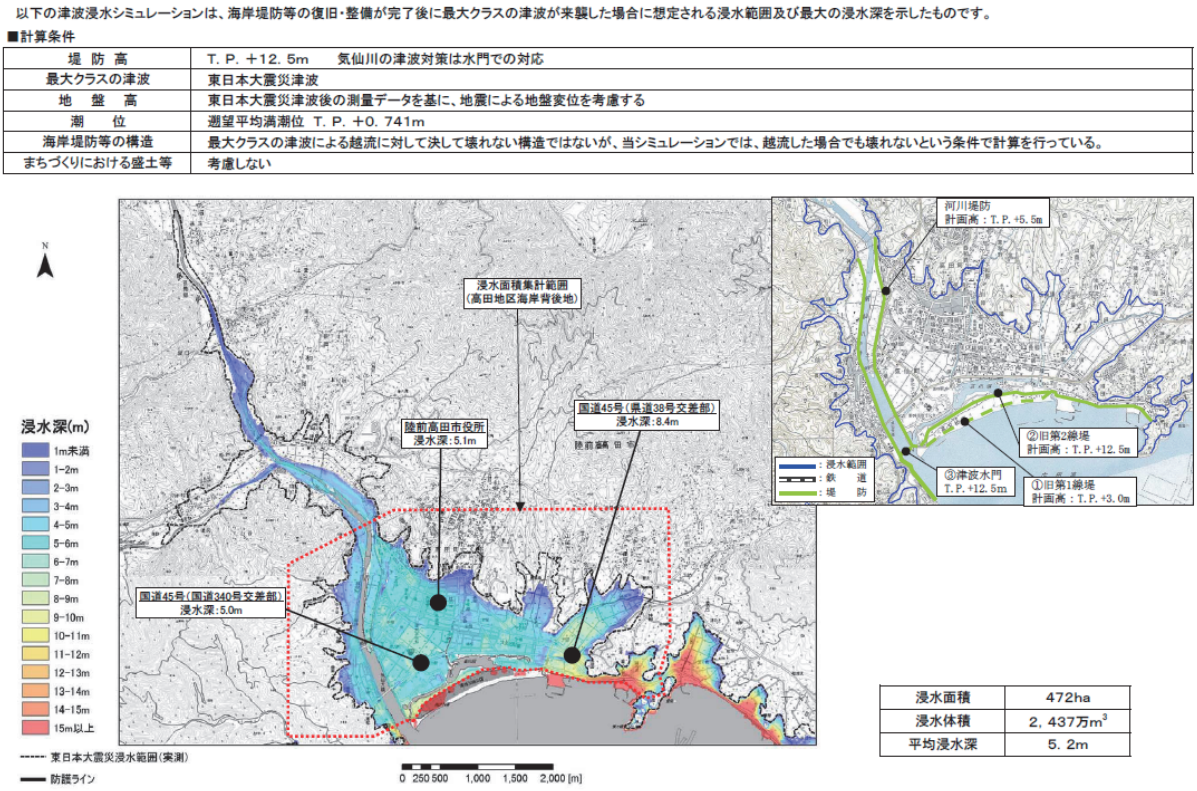
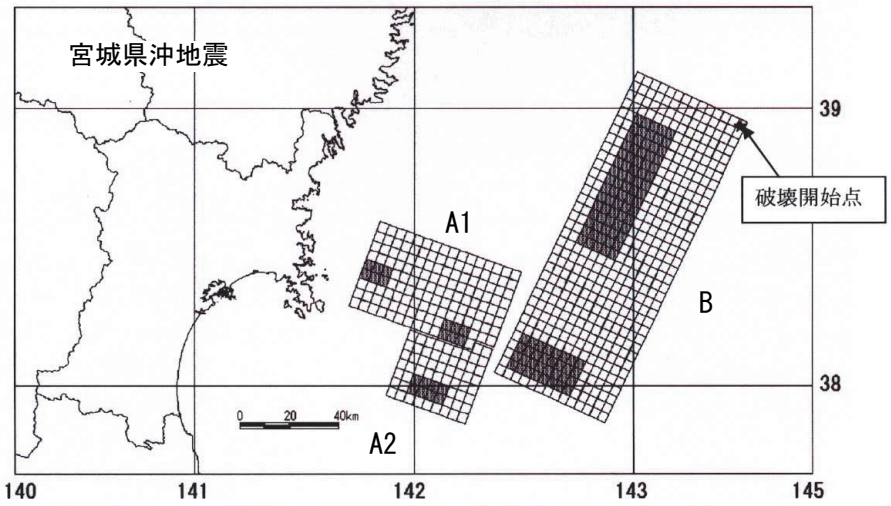


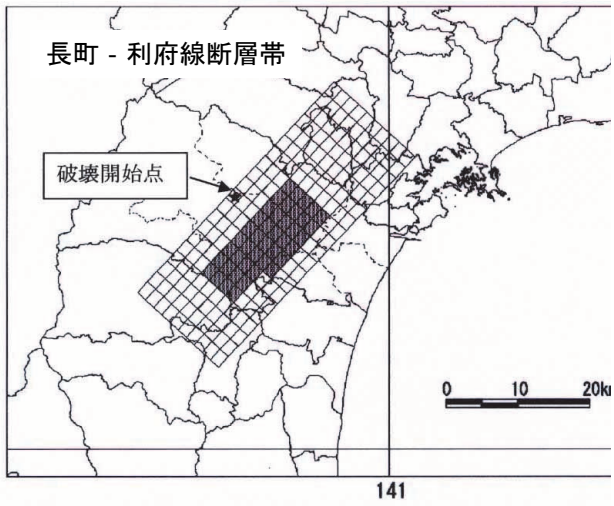
図　被害想定結果の事例（高田地区）

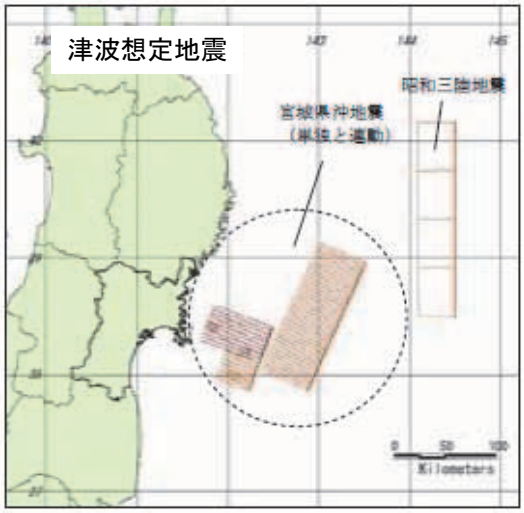
[1] 2012 年公表の津波浸水シミュレーションは、海岸堤防等の計画や市町村のまちづくりの参考とするために実施したもので、海岸堤防等の復旧・整備が完了後に最大クラスの津波が来襲した場合に想定される浸水範囲及び最大の浸水深を示したもの。

宮城県(2004)

■想定地震





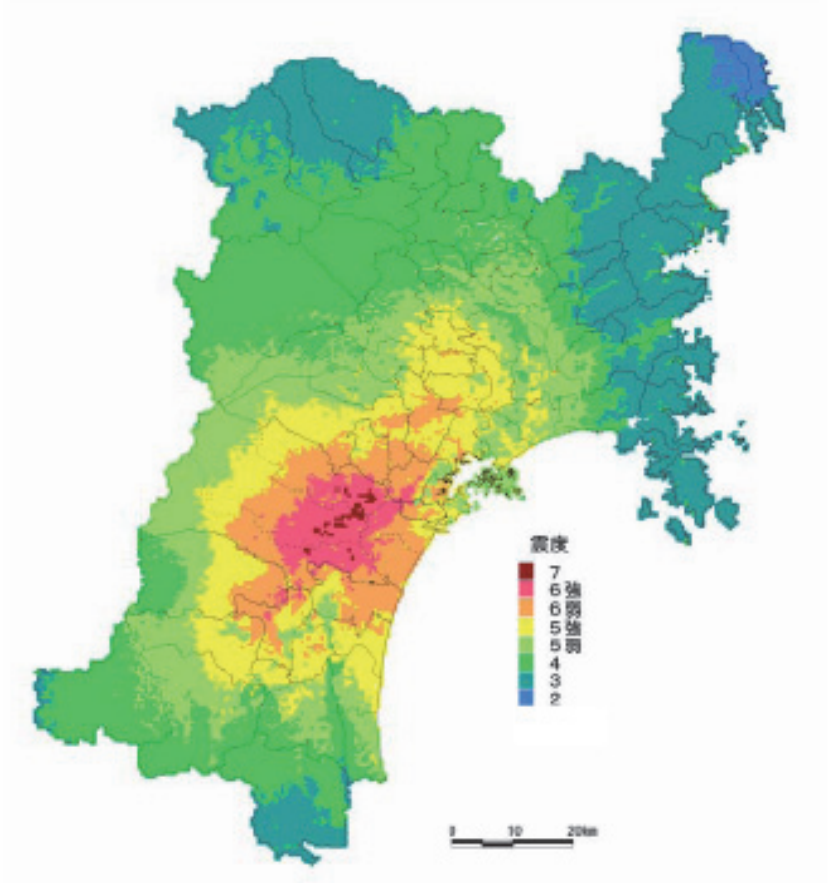


断層帯	宮城県沖地震(単独)	宮城県沖地震(連動)			長町 - 利府線断層帯
項目	A1	A1	A2	B	-
緯度(°)	38.41	38.41	38.2	38.95	38.366
経度(°)	142.49	142.49	142.39	143.52	141.042
上端深さ d(km)	26	26	26	14	1
長さ L(km)	36	36	40	133	40
幅 W(km)	64	64	36	49	20
走向 θ(°)	200	200	200	205	223
傾斜 δ(°)	21	21	21	12	40
すべり角 λ(°)	85	85	85	90	90
地震ﾓｰﾒﾝﾄ Mo(N･m)	3.10×10^{20}	5.48×10^{20}		6.46×10^{20}	6.35×10^{19}
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ Mw	7.6	7.8		7.8	7.14
		8.0			

■想定結果

想定地震		宮城県沖地震(単独)	宮城県沖地震(連動)	長町 - 利府線断層帯
マグニチュード		Mw 7.6	Mw 8.0	Mw 7.14
被害予測	地震動	○	○	○
	津波	△	△	
地震動予測	震度	～6 強	～6 強	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	5,496 棟	7,595 棟	15,251 棟
	炎上出火件数	122 棟	158 棟	199 棟
	焼失棟数	2,482 棟	2,874 棟	4,509 棟
人的被害	死者数	96 人	164 人	620 人
	重傷者数	468 人	658 人	983 人
	避難者数	90,335 人	122,174 人	173,239 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	93,000 世帯	100,000 世帯	95,000 世帯
	通信(電話不通)	11,000 世帯	14,000 世帯	26,000 世帯
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	174,000 世帯	242,000 世帯	314,000 世帯
	上水道(断水)	149,000 世帯	186,000 世帯	137,000 世帯
	下水道(被害箇所数)	6,769 箇所	9,262 箇所	10,207 箇所
備考		津波は浸水深までを想定		

【震度分布：長町 - 利府線断層帯】



秋田県(2013)

■想定地震

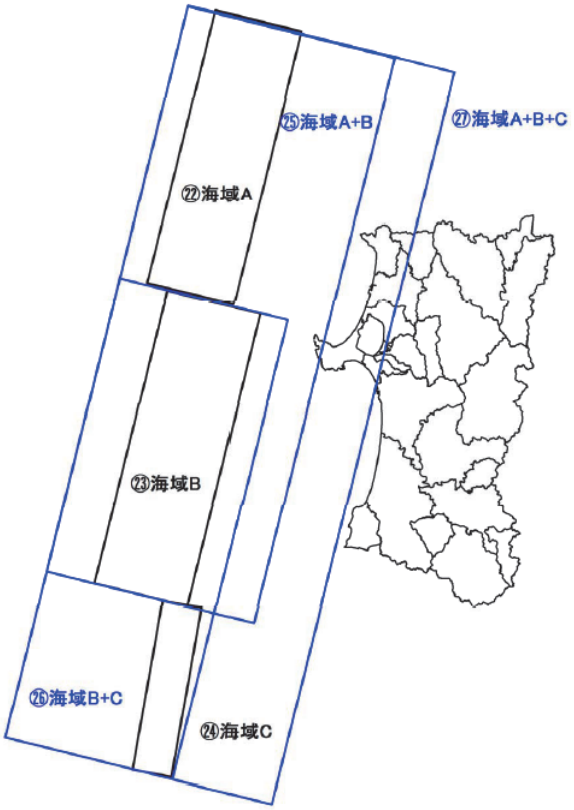


図-2.1.2　海域の想定地震の震源域(青色：連動地震)

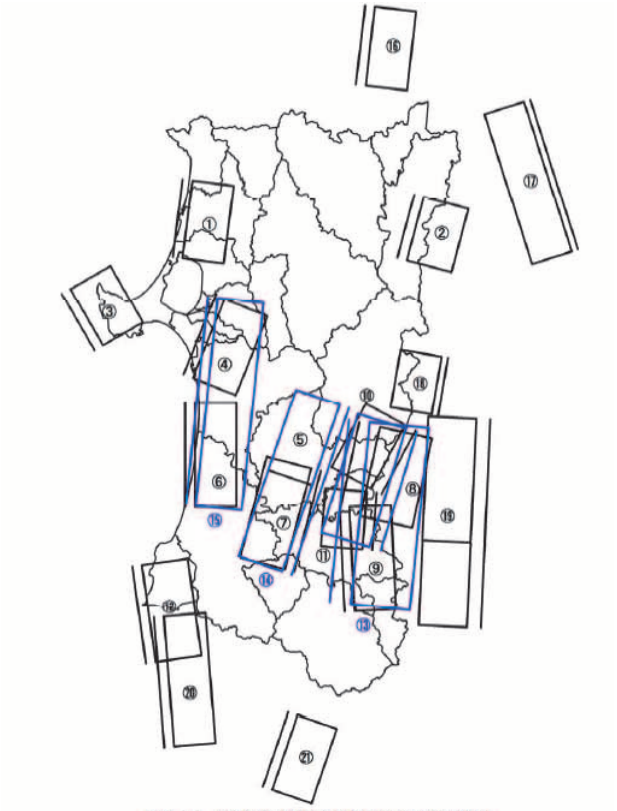


図-2.1.1　陸域の想定地震の震源域(青色：連動地震)

※矩形で表示されている範囲が震源域であり、線のみ表示しているところは震源断層の地表トレースを示す。

想定地震一覧表

No.	想定地震	M	設定根拠
1	能代断層帯	7.1	国
2	花輪東断層帯	7.0	国
3	男鹿地震	7.0	過去に発生
4	天長地震	7.2	過去に発生
5	秋田仙北地震震源北方	7.2	県独自
6	北由利断層	7.3	国
7	秋田仙北地震	7.3	過去に発生
8	横手盆地東縁断層帯北部	7.2	国
9	横手盆地東縁断層帯南部	7.3	国
10	真昼山地東縁断層帯北部	7.0	国
11	真昼山地東縁断層帯南部	6.9	国
12	象潟地震	7.3	過去に発生
13	横手盆地　真昼山地連動	8.1	県独自
14	秋田仙北地震震源北方 秋田仙北地震連動	7.7	県独自
15	天長地震　北由利断層連動	7.8	県独自
16	津軽山地西縁断層帯南部	7.1	国
17	折爪断層	7.6	国
18	雫石盆地西縁断層帯	6.9	国
19	北上低地西縁断層帯	7.8	国
20	庄内平野東縁断層帯	7.5	国
21	新庄盆地断層帯	7.1	国
22	海域A(日本海中部を参考)	7.9	過去に発生
23	海域B(佐渡島北方沖,秋田県沖,山形県沖を参考)	7.9	県独自
24	海域C(新潟県北部沖,山形県沖を参考)	7.5	過去に発生
25	海域A+B連動	8.5	県独自
26	海域B+C連動	8.3	県独自
27	海域A+B+C連動	8.7	県独自

連動地震

【陸域】

区分	ID	震源，想定地震	推本長期評価	推本長期評価あるいは想定した地震規模 断層長さL(km)	推本長期評価あるいは想定した地震規模 マグニチュードMj	傾斜角 傾斜方向	傾斜角 δ(°)	すべり角 γ(°)	断層モデル上端深さ Hs(km)	断層モデル長さ L_{model}(km)	断層モデル幅 W_{model}(km)	断層モデル面積 S_{model}(km^2)	断層モデル下端深さ Hd(km)	地震モーメント M_o(Nm)	モーメントマグニチュード Mw	静的応力降下量 Δσ(MPa)	平均すべり量 D_{model}(m)
県内単独地震	1	能代断層帯	○	22	7.1	東傾斜	45	90	3	24	18	432	16	9.83E+18	6.6	2.7	0.7
	2	花輪東断層帯	○	19	7.0	東傾斜	45	90	3	20	20	400	17	7.39E+18	6.5	2.2	0.6
	3	男鹿地震		20	7.0	東傾斜	45	90	3	20	20	400	17	8.17E+18	6.5	2.5	0.7
	4	天長地震		26	7.2	東傾斜	45	90	3	26	20	520	17	1.36E+19	6.7	2.8	0.8
	5	秋田仙北地震震源北方		26	7.2	西傾斜	45	90	3	26	20	520	17	1.36E+19	6.7	2.8	0.8
	6	北由利断層	○	30	7.3	東傾斜	45	90	3	32	18	576	16	1.80E+19	6.8	3.2	1.0
	7	秋田仙北地震		32	7.3	西傾斜	45	90	3	32	20	640	17	2.04E+19	6.8	3.1	1.0
	8	横手盆地東縁断層帯北部	○	26	7.2	東傾斜	25	90	3	28	18	504	11	1.36E+19	6.7	2.9	0.9
	9	横手盆地東縁断層帯南部	○	30	7.3	東傾斜	45	90	3	32	18	576	16	1.80E+19	6.8	3.2	1.0
	10	真昼山地東縁断層帯北部	○	21	7.0	西傾斜	40	90	3	22	18	396	15	8.98E+18	6.6	2.8	0.7
	11	真昼山地東縁断層帯南部	○	17	6.9	西傾斜	45	90	3	18	18	324	16	5.95E+18	6.4	2.5	0.6
	12	象潟地震		30	7.3	東傾斜	45	90	3	30	20	600	17	1.80E+19	6.8	3.0	1.0
県内連動地震	13	横手盆地 真昼山地連動		94	8.1	－	－	－	3	94	－	1880	－	1.67E+20	7.4	－	－
		横手盆地東縁断層帯セグメント		56	7.7	東傾斜	25	90	3	56	20	1120	11	6.08E+19	7.1	4.0	1.7
		真昼山地東縁断層帯セグメント		38	7.5	西傾斜	40	90	3	38	20	760	16	2.85E+19	6.9	3.3	1.2
	14	秋田仙北地震震源北方 秋田仙北地震連動		54	7.7	西傾斜	45	90	3	54	20	1080	17	5.66E+19	7.1	3.9	1.7
	15	天長地震 北由利断層連動		64	7.8	東傾斜	45	90	3	64	20	1280	17	7.89E+19	7.2	4.2	2.0
隣接地域単独地震	16	津軽山地西縁断層帯南部	○	23	7.1	東傾斜	45	90	3	24	18	432	16	1.07E+19	6.6	2.9	0.8
	17	折爪断層	○	47	7.6	西傾斜	45	90	2	48	18	864	15	4.32E+19	7.0	4.1	1.6
	18	雫石盆地西縁断層帯	○	17	6.9	西傾斜	45	90	2	18	18	324	15	5.95E+18	6.4	2.5	0.6
	19	北上低地西縁断層帯(北側)	○	62	7.8	西傾斜	35	90	3	38	18	1152	13	7.42E+19	7.2	4.6	2.1
		北上低地西縁断層帯(南側)					35	90	3	26	18		13				
	20	庄内平野東縁断層帯	○	38	7.5	東傾斜	45	90	3	40	18	720	16	2.85E+19	6.9	3.6	1.3
	21	新庄盆地断層帯	○	23	7.1	東傾斜	45	90	3	24	18	432	16	1.07E+19	6.6	2.9	0.8

【海域】

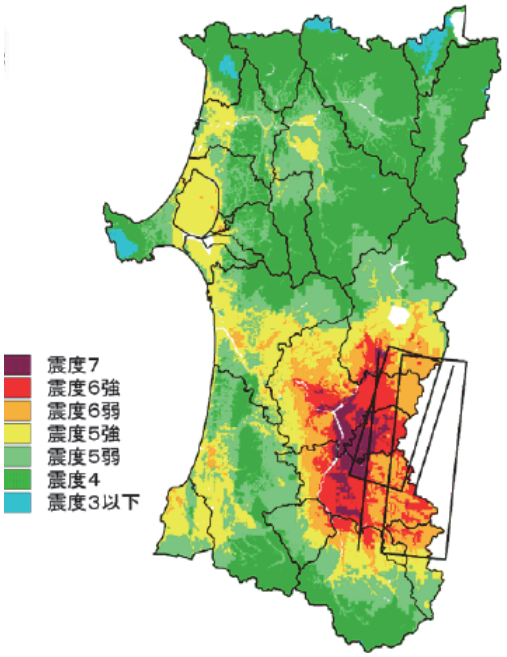
区分	ID	震源，想定地震	関連震源	想定した地震規模 断層長さL(km)	想定した地震規模 マグニチュードMj	傾斜角	傾斜角 δ(°)	すべり角 γ(°)	断層モデル上端深さ Hs(km)	断層モデル長さ L_{model}(km)	断層モデル幅 W_{model}(km)	断層モデル面積 S_{model}(km^2)	断層モデル下端深さ Hd(km)	地震モーメント M_o(Nm)	モーメントマグニチュード Mw	平均すべり量 D_{model}(m)
単独地震	22	海域A	日本海中部	130	7.9	東傾斜	35	90	0	130	50	6,500	29	6.85E+20	7.82	3.0
	23	海域B	佐渡北方沖，秋田沖，山形県沖	140	7.9	東傾斜	35	90	0	140	54	7,560	31	8.59E+20	7.89	3.2
	24	海域C	新潟県北部沖，山形県沖	80	7.5	西傾斜	55	90	0	80	32	2,560	26	1.69E+20	7.42	1.9
連動地震	25	海域A+B	新潟県北部沖，山形県沖	270	8.5	東傾斜	20	90	0	270	105	28,350	36	6.24E+21	8.46	6.3
	26	海域B+C	佐渡北方沖，秋田沖，山形県沖	220	8.3	東傾斜	20	90	0	220	85	18,700	29	3.34E+21	8.28	5.1
	27	海域A+B+C	新潟県北部沖，山形県沖	350	8.7	東傾斜	20	90	0	350	135	47,250	46	1.34E+22	8.69	8.1

■想定結果

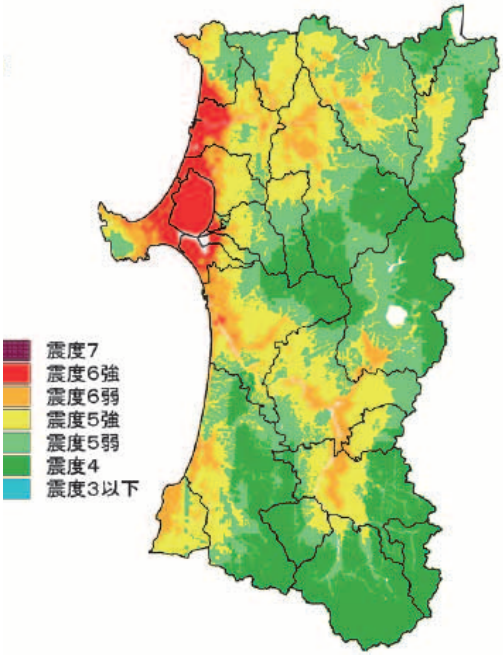
項目 ＼ 想定地震		13 横手盆地 真昼山地連動	27 海域 A+B+C 連動
被害予測	地震動	○	
	津波	○	
マグニチュード		8.1	8.7
最大震度		7	7
建物被害	全壊棟数(棟)	72,594	60,741
	半壊棟数(棟)	62,000	82,241
	焼失棟数(棟)	1,034	144
人的被害	死者数(人)	3,282	12,606
	負傷者数(人)	14,498	14,332
ライフライン被害 上水道	断水人口(人)	219,433	309,784
ライフライン被害 下水道	機能支障人口(人)	36,977	32,961
ライフライン被害 都市ガス	供給支障人口(人)	0	171,833
ライフライン被害 ＬＰガス	供給支障人口(人)	46,213	20,378
ライフライン被害 電力	停電世帯数(世帯)	149,768	181,242
ライフライン被害 通信	不通回線数(本)	14,125	4,819
避難者数	1日後(人)	143,233	175,742
	4日後(人)	152,464	190,562
	1ヶ月後(人)	112,718	126,749
震災廃棄物(トン)		10,145,242	10,727,951
直接経済被害額(億円)		29,825	29,301

※直接経済被害額が大きい２ケースを表記した．
※海域（No.27）の人的被害数は冬の深夜（午前２時）に地震が発生した場合．
※津波による死傷者数については，「すぐに避難する」人の割合を 70%，「避難するがすぐには避難しない」人の割合を 30%として想定している．また，冬の夕方については計算していない．

【震度分布：横手盆地 真昼山地連動，海域 A+B+C 連動】



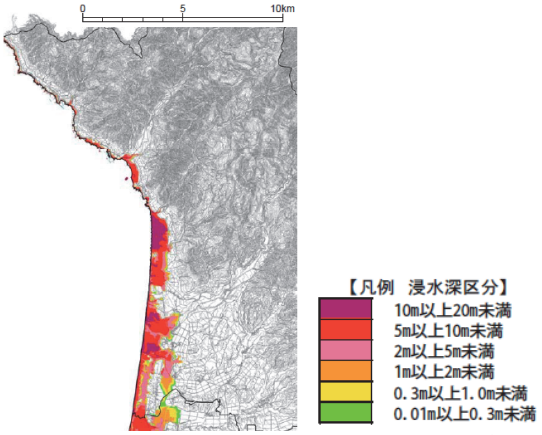
横手盆地 真昼山地連動
(M=8.1，最大震度：7，詳細法)



海域 A+B+C 連動
(M=8.7，最大震度：7，詳細法)

【津波・浸水深：海域 A+B+C 連動(八峰町)】

最大津波高	14.36m
到達時間	28 分



最大浸水深分布図：海域 A+B+C 連動(八峰町)

山形県(地震：2006, 津波：2012)　津波ハザードのみ追加

■想定地震(2006)

【地震動】



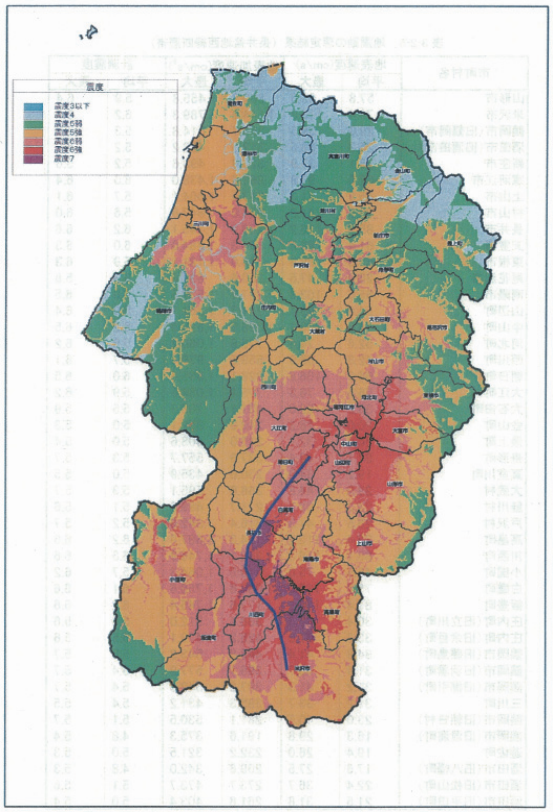


想定地震	断層の長さ	マグニチュード
長井盆地西縁断層帯地震	約 51 km	7.7
庄内平野東縁断層帯地震	約 38 km	7.5

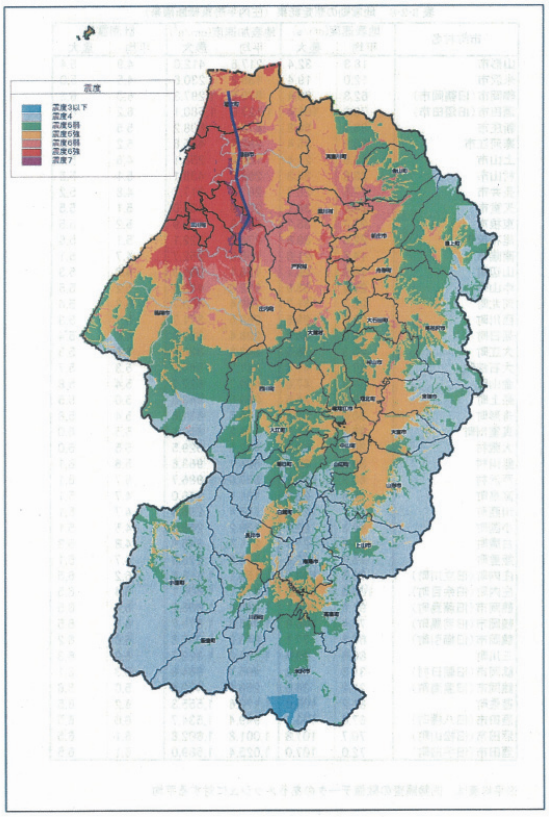
■想定結果(2006)

想定地震		長井盆地西縁断層帯地震			庄内平野東縁断層帯地震		
		夏季昼間	冬季早朝	冬季夕方	夏季昼間	冬季早朝	冬季夕方
マグニチュード		7.7			7.5		
被害予測	地震動	○			○		
	津波						
地震動予測	震度	～7			～7		
建物被害	建物全壊(大破)棟数(棟)	20216	22475	22475	10287	10781	10781
	建物半壊棟数	46022	50926	50926	22109	23618	23618
人的被害	死者数	755	1706	1009	423	915	539
	負傷者	9286	16406	11324	5581	9694	6672
	避難者数	72488	78849	72488	37263	41044	37263
ライフライン被害	電気停電世帯	43750			20816		
	電話不通世帯	25709			13156		
	都市ガス停止世帯	29005			46378		
	LPガス停止世帯	52495			18282		
	上水道断水世帯	327131			169434		

【震度分布】



長井盆地西縁断層帯地震



庄内平野東縁断層帯地震

■想定津波(2012)

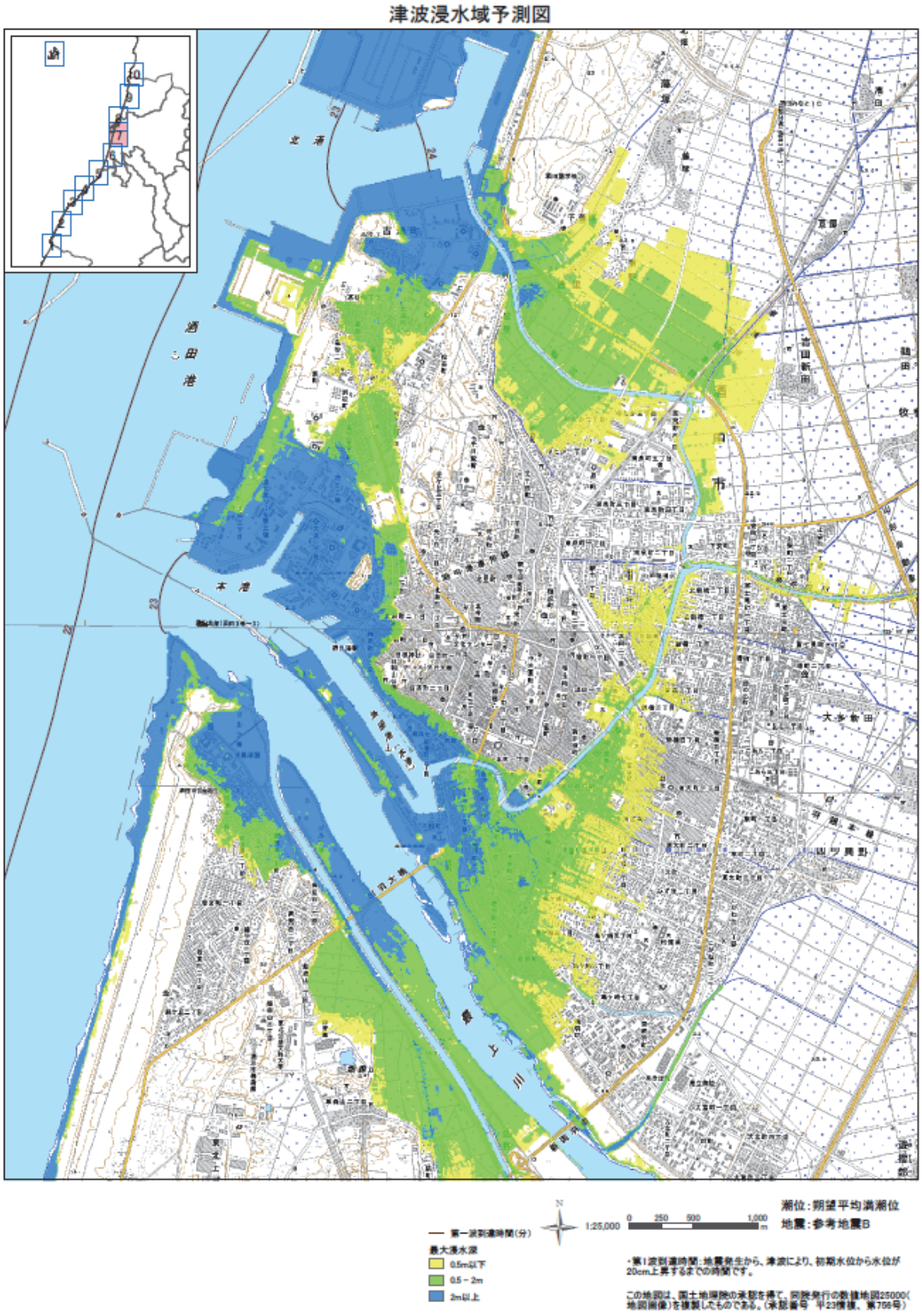
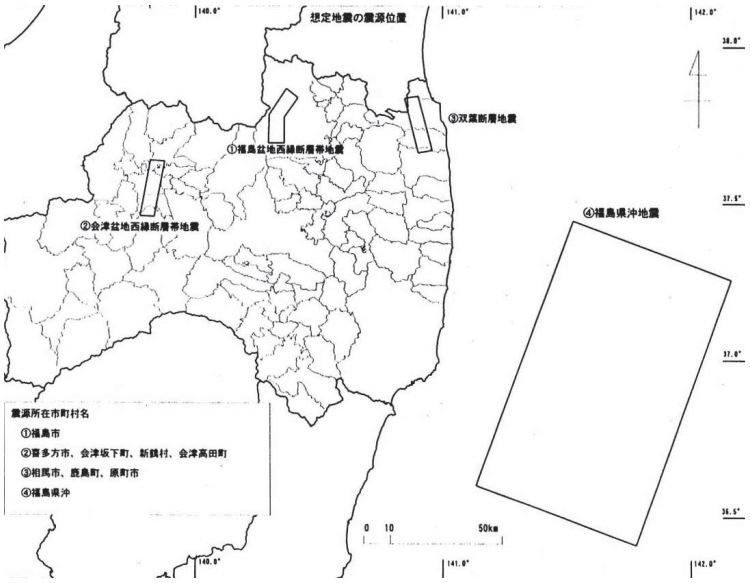


図　浸水予測図の事例（酒田市付近）

福島県(地震：1998, 津波：2007)

■想定地震（1998）

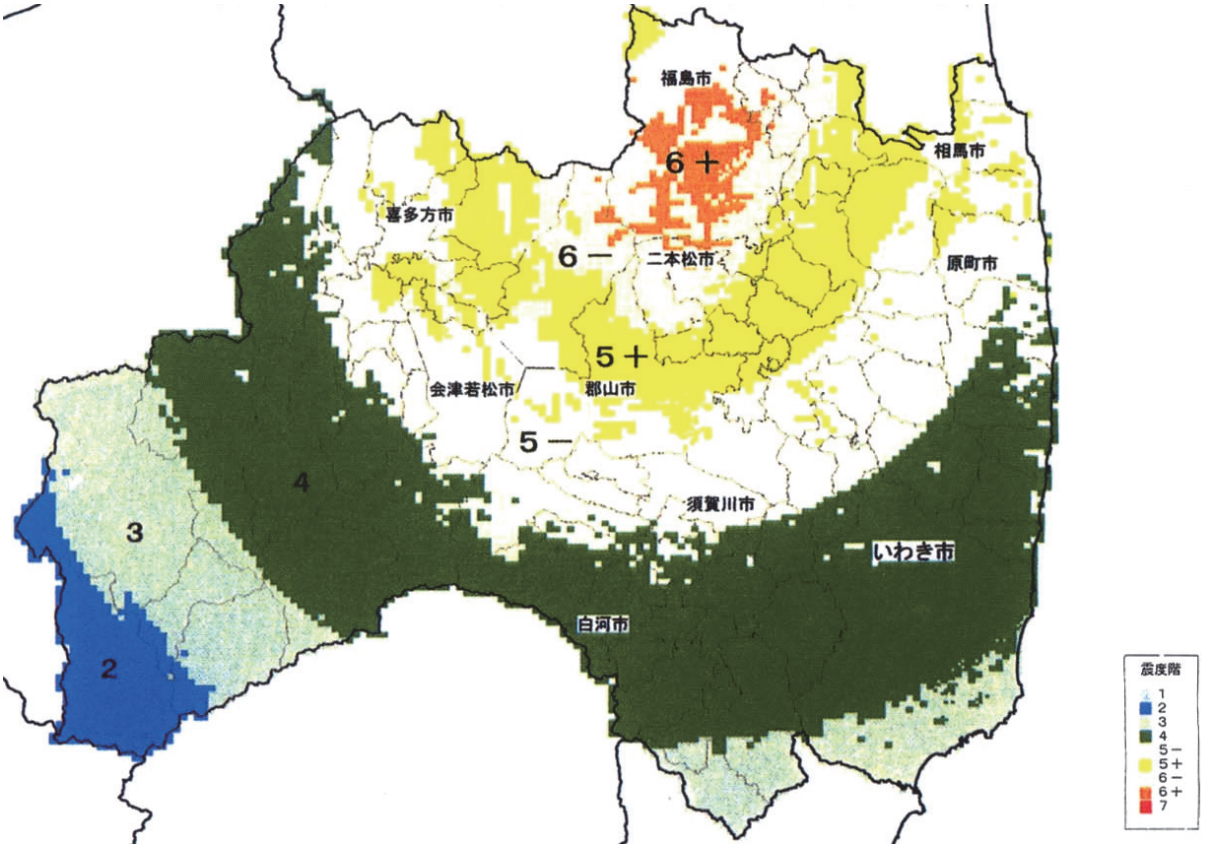


想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	長さ(km)	幅(km)	震源深さ(km)
① 福島盆地西縁断層帯（台山断層，土湯断層）の地震	7.0	20	5	10
② 会津盆地西縁南部断層帯の地震	7.0	20	5	10
③ 双葉断層の地震	7.0	20	5	10
④ 福島県沖の地震	7.7	100	60	浅部 20 深部 30

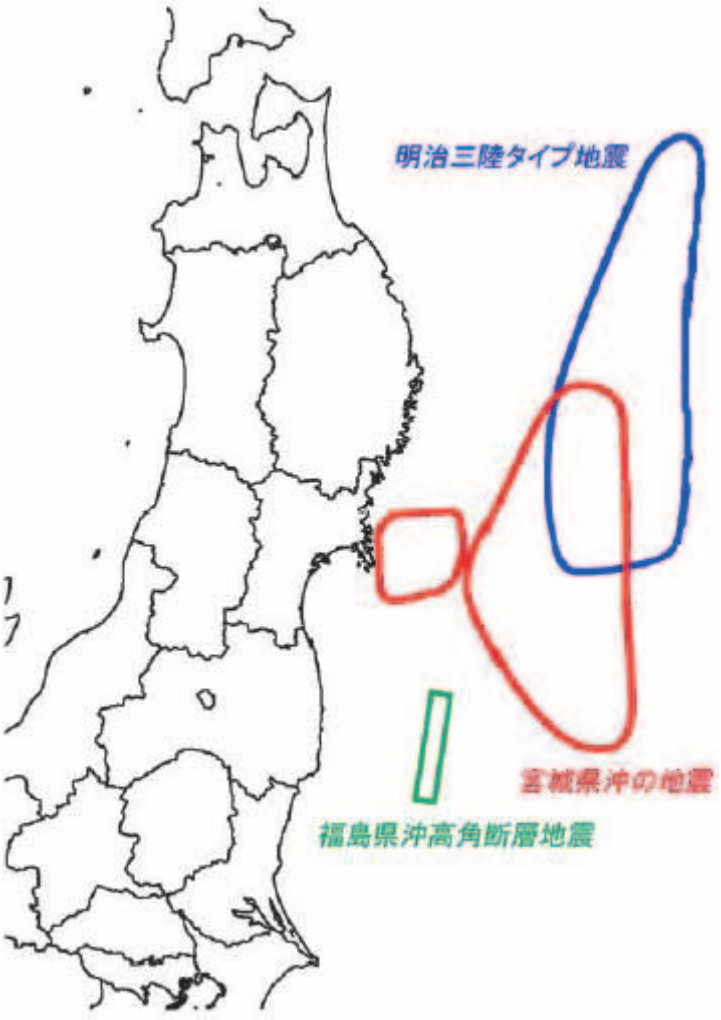
■想定結果（1998）

想定地震		福島盆地西縁断層帯	会津盆地西縁断層帯	双葉断層	福島県沖地震
マグニチュード		7	7	7	7.7
被害予測	地震動	○	○	○	○
	津波				○
地震動予測	震度	～6 強	～6 強	～6 強	～6 弱
建物被害	建物全壊(大破)棟数	11,803 棟	11,373 棟	7,940 棟	4,891 棟
	炎上出火件数	99 件	97 件	64 件	可能性は低い
	焼失棟数	1,604 棟	863 棟	898 棟	－
人的被害	死者数	840 人	749 人	553 人	346 人
	重傷者数	4,324 人	4,604 人	2,908 人	1,632 人
	避難者数	51,621 人	38,366 人	28,599 人	35,798 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	約 9,500 件	約 7,700 件	約 7,700 件	約 12,000 件
	通信(電話不通)	約 9,300 回線	約 29,000 回線	約 19,000 回線	約 34,000 回線
	都市ｶﾞｽ(被害箇所数)	中圧管 4 箇所	中圧管 0 箇所	中圧管 0 箇所	中圧管 3 箇所
		低圧管 390 箇所	低圧管 450 箇所	低圧管 160 箇所	低圧管 300 箇所
	上水道(断水)	約 120,000 件	約 84,000 件	約 80,000 件	約 100,000 件
	下水道(被害箇所数)	幹線管渠 24 箇所	幹線管渠 13 箇所	幹線管渠 20 箇所	幹線管渠 19 箇所
		枝線管渠 80 箇所	枝線管渠 13 箇所	枝線管渠 81 箇所	枝線管渠 72 箇所

【震度分布：福島盆地西縁断層帯の地震】



■想定津波（2007）



想定地震	マグニチュード	中央防災会議が最終的な検討対象に選択	特徴
宮城県沖の地震	8.2	○	切迫性が指摘されており，近い将来の防災対策の目標になりうる．中央防災会議が防災対策の検討対象として選定した津波の中で，福島県大熊町以北の沿岸では最大の水位となる．
明治三陸タイプ地震	8.6	○	中央防災会議が防災対策の検討対象として選定した津波の中で，福島県富岡町以南の沿岸では最大の水位となる．
福島県沖高角断層地震	7.7		地震被害想定の福島県沖のモデルで，1938 年 11 月 6 日に発生した地震の震源モデルを基本に，マグニチュード 7.7 に修正したもの．

■各想定津波の各代表地点での予測結果（2007）

市町名	地点名	宮城県沖の地震					明治三陸タイプ地震					福島県沖高角断層地震				
		影響開始時間（分）	第一波ピークの津波到達時間（分）	第一波ピークの津波水位（m）	最大水位（m）	最大遡上高（m）	影響開始時間（分）	第一波ピークの津波到達時間（分）	第一波ピークの津波水位（m）	最大水位（m）	最大遡上高（m）	影響開始時間（分）	第一波ピークの津波到達時間（分）	第一波ピークの津波水位（m）	最大水位（m）	最大遡上高（m）
新地町	相馬港	61	70	2.3	2.3	5.3	64	75	1.9	2.8	4.9	43	62	1.8	1.8	2.3
相馬市	大浜海岸	56	64	2.3	2.3	4.8	60	71	1.9	3.4	6.6	37	58	2.3	2.3	3.1
南相馬市	北泉海岸	52	60	3	3	5	57	66	2.1	3.1	4.7	29	50	2.6	2.6	3.8
浪江町	請戸川河口	48	53	1.7	1.8	4.2	57	63	1.8	2.6	6.4	23	46	2.7	2.7	4.6
双葉町	中浜海岸	48	55	2.4	2.4	3.5	58	62	2	3.6	6.4	23	45	3.8	3.8	4.9
大熊町	熊川河口	47	53	2	2	3.2	55	61	1.7	4.6	6.7	21	42	3.6	3.6	5.1
富岡町	富岡川河口	47	53	2.1	2.1	3.6	54	60	1.7	4.1	7.4	21	43	3.5	3.5	5.5
楢葉町	繁岡海岸	47	52	1.8	1.9	4.2	53	56	1.4	3.7	7.3	20	42	2.6	2.6	6.6
広野町	下浅見川河口	45	50	1.6	2.7	4.3	52	57	1.8	6.6	8.6	20	41	2.9	2.9	4.2
いわき市	沼ノ内海岸	40	41	1	2	3.8	47	51	1.6	2.5	3.9	21	34	1.5	1.5	1.9

※平成 18 年度津波浸水想定区域図等調査より最大遡上高が最大の地点を抜粋

■想定結果（2007）

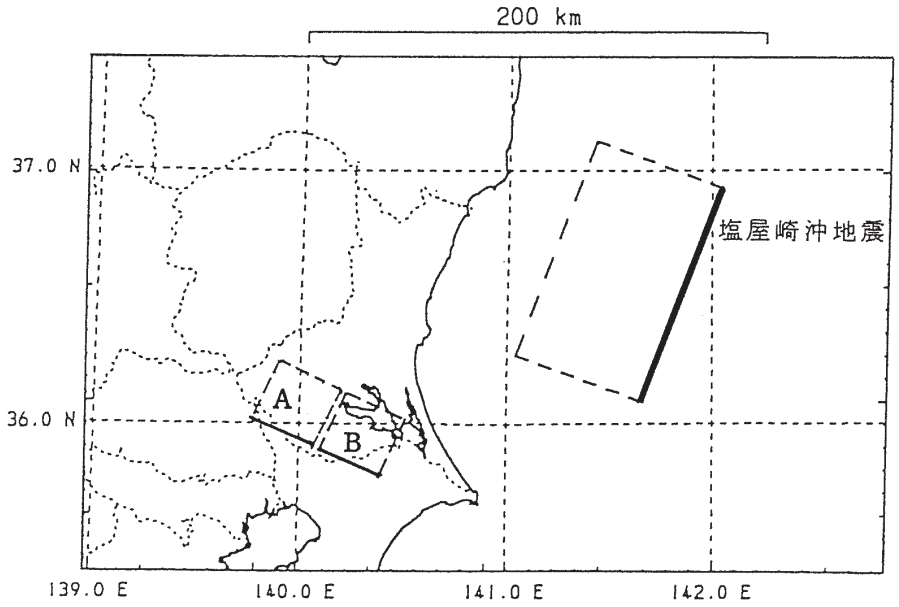
想定地震		宮城県沖の地震津波	明治三陸タイプ地震津波	福島県沖高角断層地震津波
建物被害	全壊	337	2,270	399
	半壊	1,719	2,664	982
	床上浸水	2,126	3,738	1,487
人的被害	死者数	273	466	116
	重傷者数	393	737	171

※平成 18 年度津波浸水想定区域図等調査より夏季におけるデータを抜粋（夏季が最も被害が大きい）

茨城県(地震：1995・1998，津波：2012)

津波ハザードのみ追加

■想定地震(1995・98)

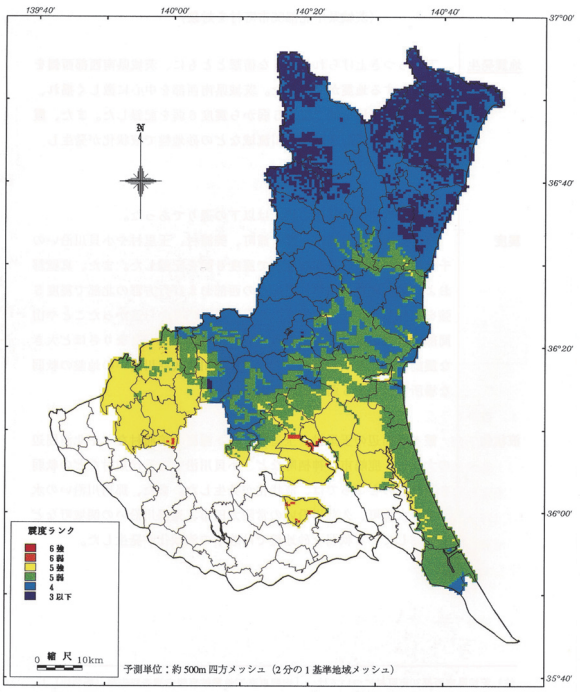


想定地震	断層の長さ	想定M	想定地震についての説明
茨城県南西部西側 直下地震A	L＝30 d＝47	7	中央防災会議で検討対象とされた南関東地域におけるフィリピン海プレート上面に発生するような地震で，茨城県南西部に最も影響が大きい２地震
茨城県南西部東側 直下地震B	L＝30 d＝47	7	
塩屋崎沖地震	L＝100 d＝20	7.8	昭和１３年１１月５日に発生した地震の再来

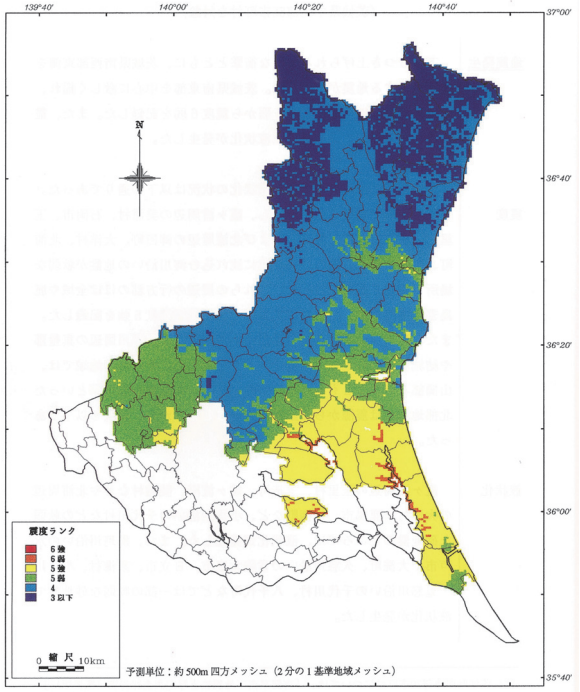
■想定結果(1995・98)

想定地震		茨城県南西部西側A	茨城県南西部東側B	塩屋崎沖地震
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～6弱	～6弱	～6弱
建物被害	建物全壊(大破)棟数	約4,808棟	約4,100棟	
	炎上出火件数	19箇所	16箇所	17箇所
	焼失棟数	約1,900棟	約90棟	約700棟
人的被害	死者数	17人	16人	1人
	負傷者数	620人	480人	70人
	避難者数	約58,000人	約46,000人	約36,000人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	約47,000世帯	約43,000世帯	約87,000世帯
	通信			
	都市ｶﾞｽ(低圧管被害)	4箇所	3箇所	1箇所
	上水道(断水)	約9,600世帯	約7,900世帯	約3,000世帯
	下水道(被害箇所数)	9箇所	14箇所	7箇所

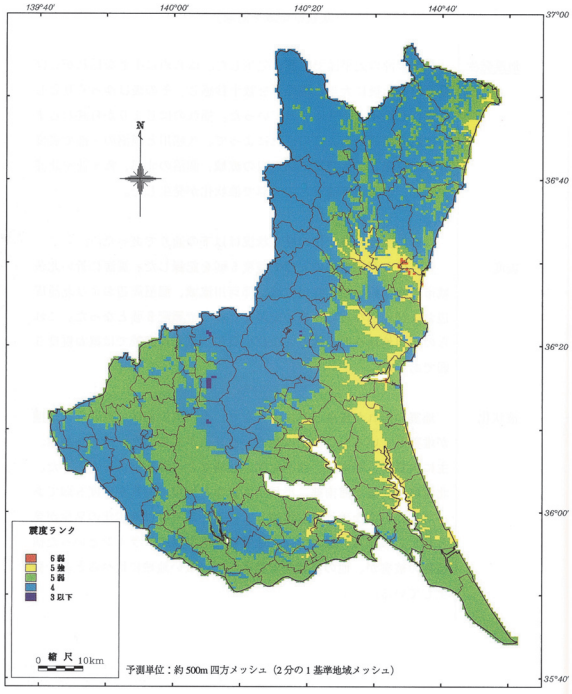
【震度分布】(1995・98)



茨城県南西部西側 A



茨城県南西部東側 B



塩屋崎沖地震

■想定津波(2012)

地名	津波の水位（T.P.m）	最大遡上高（T.P.m）	影響開始時間（分）
平潟海岸～ 五浦海岸	4.6 ～ 11.5（11.1）	15.7（13.0）	25
大津漁港海岸～ 神岡上海岸	5.4 ～ 14.8（10.7）	16.0（12.6）	25
磯原海岸～ 小野矢指海岸	6.3 ～ 8.2	9.8	26
赤浜海岸～ 高浜海岸	5.9 ～ 8.7（ 8.0）	12.0（9.8）	25
石滝海岸～ 川尻海岸	5.9 ～ 8.6（ 8.2）	10.3（9.6）	24
川尻港海岸～ 日高漁港海岸	6.3 ～ 9.7	12.0	24
日高漁港海岸～ 多賀海岸	6.7 ～ 11.6	13.3（13.2）	24
多賀海岸～ 水木漁港海岸	7.0 ～ 12.8（11.1）	14.6（13.6）	26
久慈漁港海岸～ 豊岡海岸	5.0 ～ 10.9	12.3（12.0）	26
常陸那珂港区～ 磯崎漁港海岸	4.3 ～ 10.7	12.2	24
磯崎漁港海岸～ 大洗港海岸	4.9 ～ 10.1	12.0	23
大洗港海岸～ 成田海岸	4.2 ～ 8.0	9.0	28
上釜海岸～ 上幡木海岸	5.5 ～ 7.3	8.7	25
大小志崎海岸～ 下津海岸	5.2 ～ 6.9	7.4	22
鹿島港	4.1 ～ 6.9	8.1	20
日川海岸～ 波崎漁港海	4.4 ～ 7.8	8.4	17

※ （ ）内の数値は崖部でかつ背後に家屋等が無い箇所を除いた値です.

※ この津波浸水想定は、現在の知見を基に津波の浸水予測を行ったものであり，想定より大きな津波が襲来し，津波の水位・遡上高が大きくなる可能性があります.

※ 津波の水位は，海岸線から沖合約30m 地点における，津波の高さを標高で表示しています.

※ 気象庁が発表する津波の高さは平常潮位（津波が無かった場合の同じ時間の潮位）からの高さですので，津波の水位とは異なります.

■津波想定結果



栃木県(2004)

■想定地震

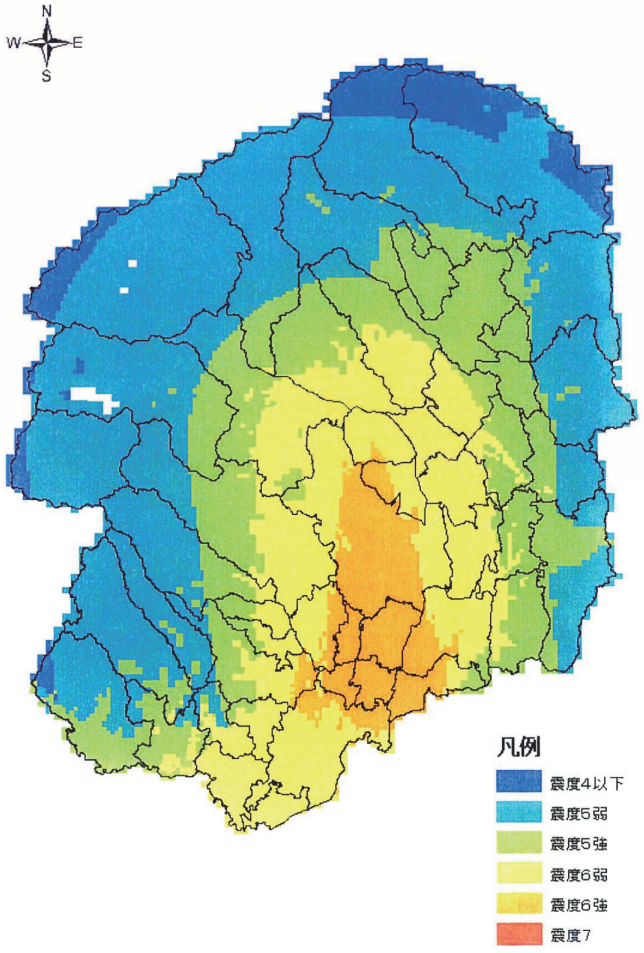


想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	断層種別	断層長さ	震源深さ
想定今市地震	6.4	線震源	約 8.7 km	0 km
想定宇都宮市直下地震	7.3	線震源	約 30 km	5 km

■想定結果

想定地震		想定今市地震	想定宇都宮市直下型地震
マグニチュード		6.4	7.3
被害予測	地震動	○	○
	津波		
地震動予測	震度	～6 強	～6 強
建物被害	建物全壊(大破)棟数	1,170 棟	38,510 棟
	炎上出火件数	6 件	188 件
	焼失棟数	22 棟	5,337 棟
人的被害	死者数	17 人	758 人
	重篤者＋重傷者数	12 人	428 人
	避難者数	3,360 人	118,483 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	7,536 口	139,318 口
	通信(電話不通)	1,309 件	32,091 件
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	0 戸	74,602 戸
	上水道(断水)	16,532 戸	342,021 戸
	下水道(機能支障)	686 人	25,973 人
備考			

【震度分布：想定宇都宮市直下型地震】

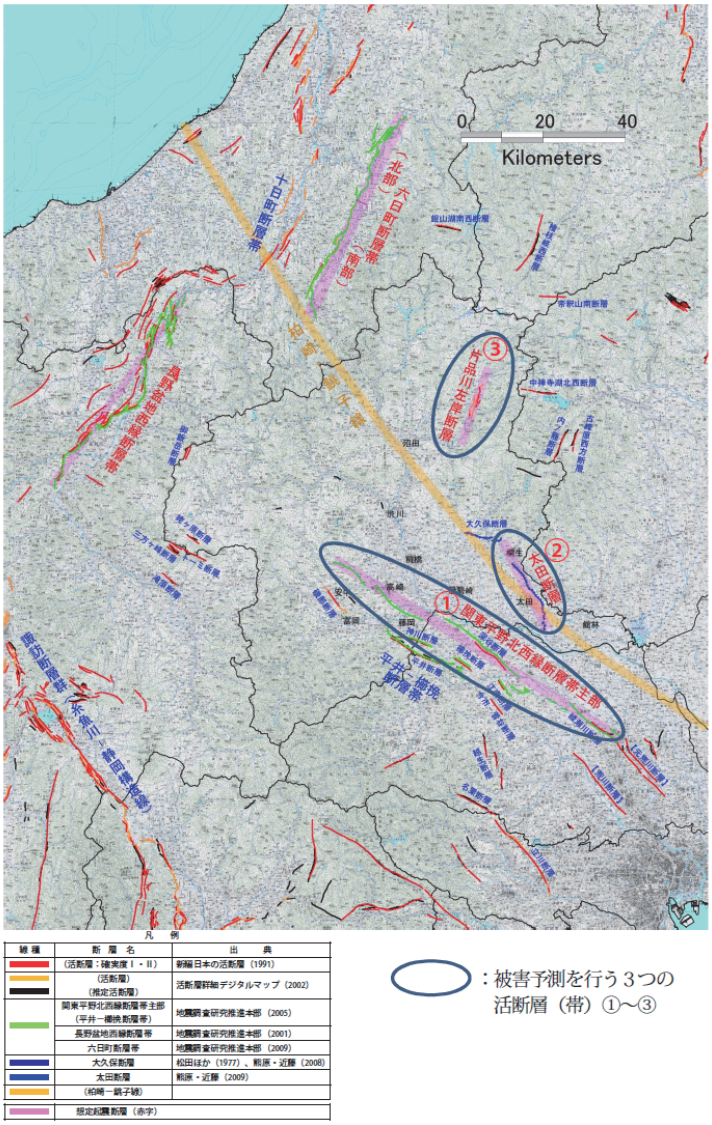


群馬県(2012)

■想定地震

想定地震	マグニチュード	上端深さ	長さ	走向	傾斜	幅	ずれの向き	パラメータ出典
関東平野北西縁断層帯主部による地震	8.1	5km	82km	121°	60° 南西傾斜	20km	南西側隆起 逆断層	地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009a):全国地震動予測地図
太田断層による地震	7.1	2km	24km	154.8°	45° 南西傾斜	18km	西側隆起 逆断層	地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009b):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
片品川左岸断層による地震	7.0	2km	20km	16.8°	45° 東傾斜	18km	東側隆起 逆断層	地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009b):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
六日町断層帯(新潟県)	7.7	5km	52km	205.0°	50° 西傾斜	18km	西側隆起 逆断層	地震調査研究推進本部地震調査委員会(2010):全国地震動予測地図 2010 年版
長野盆地西縁断層帯(長野県)	7.8	4km	60km	216.4°	45° 西傾斜	18km	西側隆起 逆断層	地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009a):全国地震動予測地図

地殻内の浅い場所で発生する地震(予防対策用地震)	地震防災対策上仮に設定した「予防対策用地震」として,県の全ての市町村で設定する.設定する地震の規模は,中央防災会議(2004)に準拠して M6.9 とする.



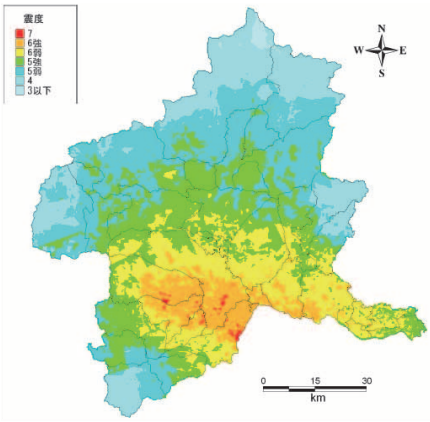
群馬県とその周辺の活断層分布図(被害予測を行う3つの活断層(帯):①～③)

■想定結果

想定地震				関東平野北西縁断層帯主部	太田断層	片品川左岸断層
被害予測			地震動	○	○	○
			津波			
想定地震	地震の規模及びタイプ		規模	マグニチュード8.1	マグニチュード7.1	マグニチュード7.0
			タイプ	活断層（地震調査研究推進本部による）	活断層（熊原・近藤(2009)による）	活断層（新編日本の活断層(1991)及び活断層デジタルマップ(2002)による）
			震度分布	県南西部を中心に震度６強の範囲が大きく広がり，震度７の地点も存在する．震度６強は，県南東部にも広がっている．	県南東部に震度６強の範囲が広がり，震度７の地点も存在する．	県北東部に震度６強の範囲が広がり，震度７の地点も存在している．
物的被害	建物被害		全壊棟数	59,044棟	21,897棟	341棟
			半壊棟数	133,317棟	53,151棟	1,374棟
			焼失棟数	12,968棟	4,146棟	0棟
	交通施設	道路の到達圏	県庁から車での到達時間（地震前）	0.5時間 高崎市役所まで	1.0時間 太田市役所まで	1.5時間 片品村役場まで
			県庁から車での到達時間（地震後1か月間）	1.0時間 高崎市役所まで	1.5時間 太田市役所まで	3.0時間 片品村役場まで
		鉄道橋脚	損壊（運行不能）	6箇所	3箇所	0箇所
	ライフライン	上水道	断水世帯数	482,024世帯	217,423世帯	1,520世帯
		下水道	被災人口	37,143人	15,773人	694人
		都市ガス	供給停止戸数	51,840戸	29,657戸	0戸
		ＬＰガス	被害件数	4,690件	2,343件	29件
		電力	停電率	11.8%	4.7%	0.022%
		通信	不通回線数	15,041回線	4,763回線	15回線
人的被害	死者数			2,655人	1,054人	14人
	負傷者数			15,109人	6,831人	72人
	避難者数		直後	253,918人	108,471人	766人
			１日後	543,589人	245,422人	766人
			２日後	536,871人	241,794人	766人
			４日後	340,820人	149,556人	766人
			１ヵ月後	262,270人	108,471人	766人
	帰宅困難者数		群馬県内	146,100人	104,401人	0人
直接経済被害合計				32,226億円	12,904億円	260億円
その他	食料・飲料水過不足量（△が不足）		食料（１日後）	1,118,699食	944,606食	647,100食
			飲料水（１日後）	1,039,374ﾘｯﾄﾙ	656,827ﾘｯﾄﾙ	222,682ﾘｯﾄﾙ
	震災廃棄物		重量（木造＋非木造）	877.9万ﾄﾝ	366.1万ﾄﾝ	8.4万ﾄﾝ

※冬の18時，風速9m/sを掲載した．
※数値は，小数点以下で四捨五入しているため，合計が合わないことがある．
※「－」は，0.5未満の数値を表している．
※季節・時刻によって影響を受けない被害については，冬の18時における数値を用いている．

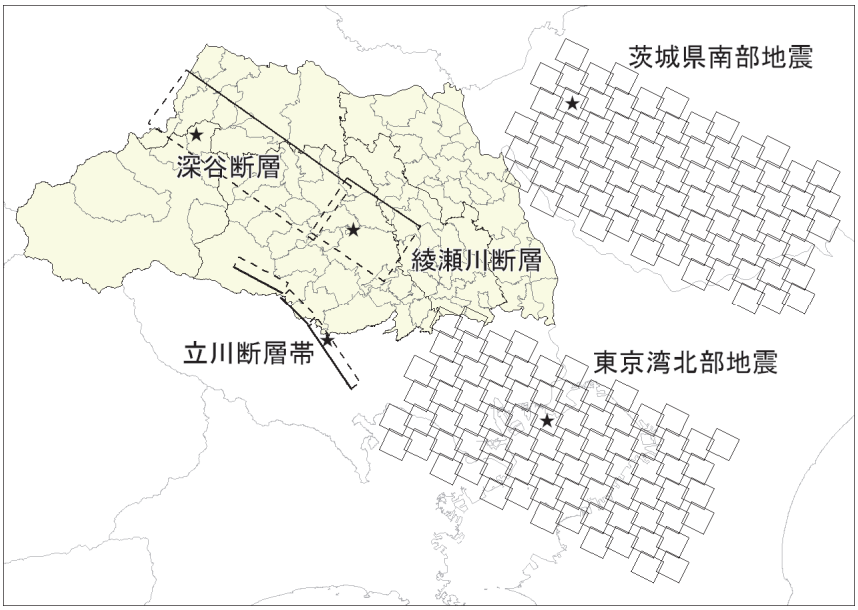
【震度分布：関東平野北西縁断層帯主部】



関東平野北西縁断層帯主部

埼玉県(2007)

■想定地震



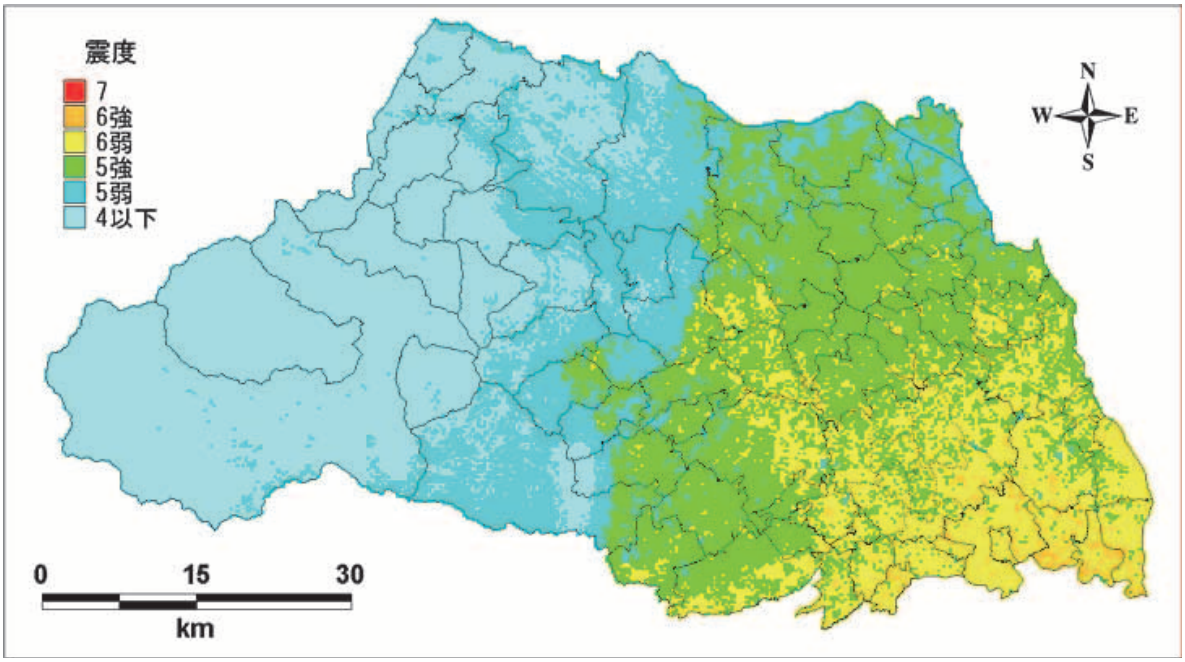
想定地震	マグニチュード	地震のタイプ	選定理由
東京湾北部地震	7.3	プレート境界で発生する地震	首都直下地震として起こる地震の中で,切迫性が高いものを想定
茨城県南部地震	7.3		
立川断層帯地震	7.4	活断層で発生する地震	県内の活断層で主要なものを選定
深谷断層地震	7.5		
綾瀬川断層地震	7.4		

■想定結果

想定地震		東京湾北部地震							茨城県南部地震						
ケース		夏12時		冬5時		冬18時			夏12時		冬5時		冬18時		
風速(m/s)		3	8	3	8	3	8	15	3	8	3	8	3	8	15
マグニチュード		7.3							7.3						
被害予測	地震動	○							○						
	津波														
地震動予測	震度	～6強							～6強						
建物被害	建物全壊(大破)棟数	13,245							6,191						
	炎上出火件数	28		10		115			4		2		29		
	焼失棟数	741	4,906	103	678	2,086	21,202	59,662	9	245	4	107	1,004	6,765	19,556
人的被害	死者数	235	246	550	555	408	716	1,099	68	69	129	130	116	126	140
	重傷者数	827	879	815	819	1,229	1,500	2,202	349	350	176	177	553	621	824
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害(一日後)	電力(停電)(世帯)	51,221	57,227	50,318	51,098	53,098	78,923	132,090	23,387	23,707	23,380	23,495	24,609	31,733	46,269
	通信(電話不通)(世帯)	2,442	7,686	1,749	2,410	4,164	28,232	80,146	634	940	627	747	1,733	8,182	22,448
	都市ｶﾞｽ(供給支障)(世帯)	900,838							425,923						
	上水道(断水)(世帯)	929,134							741,708						
	下水道(機能支障)(人)	1,057,090							947,154						

立川断層地震							深谷断層地震							綾瀬川断層						
夏12時		冬5時		冬18時			夏12時		冬5時		冬18時			夏12時		冬5時		冬18時		
3	8	3	8	3	8	15	3	8	3	8	3	8	15	3	8	3	8	3	8	15
7.4							7.5							7.4						
○							○							○						
～6強							～7							～6強						
4,148							12,557							4,129						
6		3		30			28		14		116			4		2		22		
34	748	20	44	676	6,618	15,450	146	2,501	123	2,241	583	9,601	23,406	17	534	5	143	316	4,079	10,430
73	76	146	147	129	190	361	326	332	666	678	530	560	686	70	70	110	111	115	124	133
376	380	196	196	583	676	846	710	731	620	641	1,178	1,298	1,574	427	430	150	151	674	708	820
15,806	40,815	16,801	15,788	16,696	24,700	36,114	47,047	48,434	47,035	48,449	47,308	52,989	61,568	15,541	16,173	15,529	15,707	15,916	20,521	28,223
507	1,150	488	521	1,131	8,041	19,030	1,001	2,797	984	2,764	1,340	8,611	19,629	418	964	408	556	778	5,136	12,525
62,350							160,379							157,104						
302,313							486,971							211,806						
820,644							833,683							813,328						

【震度分布：綾瀬川断層】



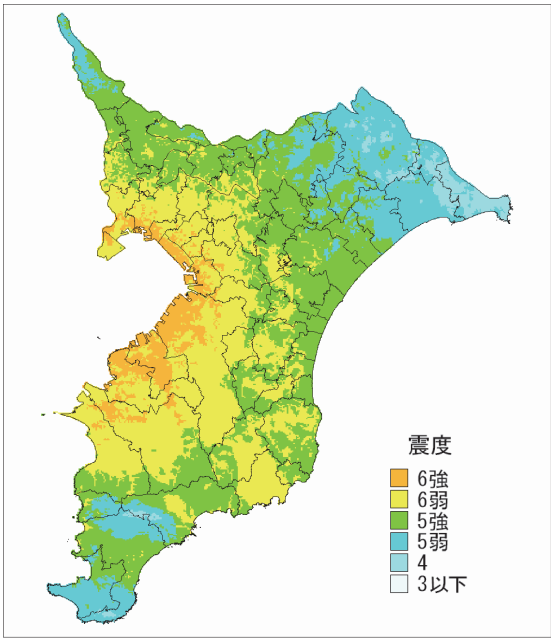
千葉県(2008・2011)　津波ハザードのみ追加

■想定地震・結果(2008)

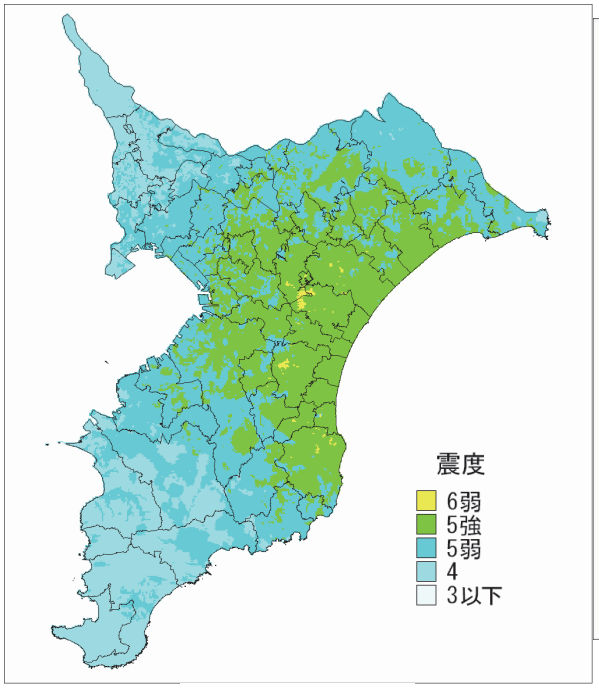
想定地震		東京湾北部地震								
マグニチュード		7.32								
ケース		冬５時			冬１８時			夏１２時		
風速(m/s)		3	6	9	3	6	9	3	6	9
地震動予測	震度	～6 強								
建物被害	建物全壊(大破)棟数	約 42,900 棟								
	炎上出火件数	52			359			85		
	焼失棟数	579	2,405	8,377	3,667	12,604	24,410	887	2,961	8,149
人的被害	死者数	1780								
	負傷者数	50,830								
	避難者数									
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	153,189	157,162	172,068	159,643	178,940	203,999	153,827	158,289	170,403
	通信									
	都市ｶﾞｽ (停止)	374,533								
	上水道(被害箇所)	8,055								
	下水道(影響世帯数)	64,694								

千葉県東方沖地震									三浦半島断層群による地震								
6.83									6.9								
冬５時			冬１８時			夏１２時			冬５時			冬１８時			夏１２時		
3	6	9	3	6	9	3	6	9	3	6	9	3	6	9	3	6	9
～6 強									～6 強								
約 700 棟									約 5,350 棟								
0			0			0			4			34			7		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	254	536	301	656	1,210	133	317	625
40									109								
1841									3501								
286	286	286	286	286	286	286	286	286	18,511	18,651	18,906	18,714	19,078	19,767	18,557	18,735	19,031
被害なし									被害なし								
232									469								
13,819									13,916								

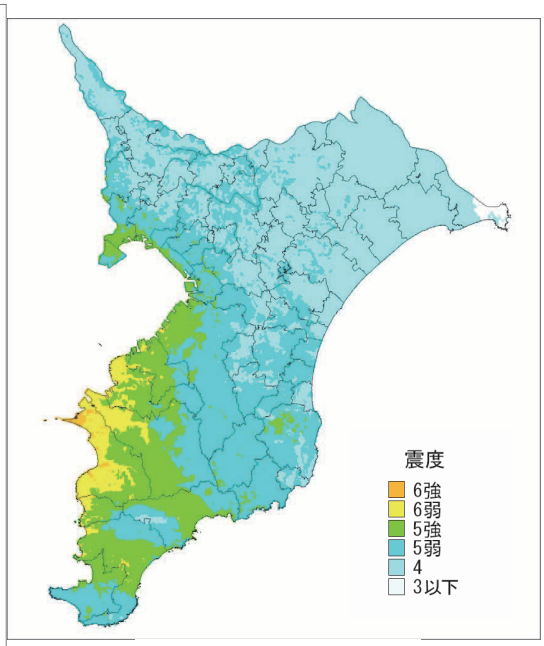
【震度分布】



東京湾北部地震



千葉県東方沖地震



三浦半島断層群による地震

■想定津波(2011)

表　検討ケース一覧

ケース名	検討内容概要	① 九十九里・外房	② 内房	③ 東京湾内
元禄地震による浸水範囲予測	・ 最新の知見を元に提案された元禄地震震源モデル（行谷モデル、2011）を用い、千葉県全沿岸での津波高、津波浸水範囲、津波到達時間を予測	●	●	●
気象庁津波警報に対応した津波浸水予測	・ 気象庁津波予報区分改訂案のうち、波高の大きな3区分（3m、5m、10m）の津波高さに対応した3ケースとする ・ 地震波源モデルは、1703 元禄地震（行谷モデル）および 1677 延宝地震（既往検討モデル）の2つを基本とし、すべり量をパラメータとして、沿岸の水深 1m 地点津波高が 3m、5m、10m となるように適切な震源モデル設定を行う	●	●	
東京湾内で想定される最大クラス津波での津波浸水予測	・ 東京湾内に襲来する最大クラス津波の浸水範囲を推定する ・ 最大クラス津波とは、東京湾口での津波高 10m 規模とする			●

※ 元禄地震による予測は新たな知見を加えた断層モデル（行谷ほか（2011）、南関東沿岸の地盤上下変動から推定した 1703 年元禄関東地震と 1923 年大正関東地震の断層モデル、活断層・古地震研究報告、N0.11、p107-120,2011）

※ 気象庁津波警報に対応した津波浸水予測では、平成 17 年度に県土整備部での検討において使用された波源モデル（平成 17 年度 県単海岸調査委託（津波対策・シミュレーション業務）報告書 H18.9）、中央防災会議（中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」第 10 回資料）モデル量を調整した波源モデル

■津波想定結果（2011）

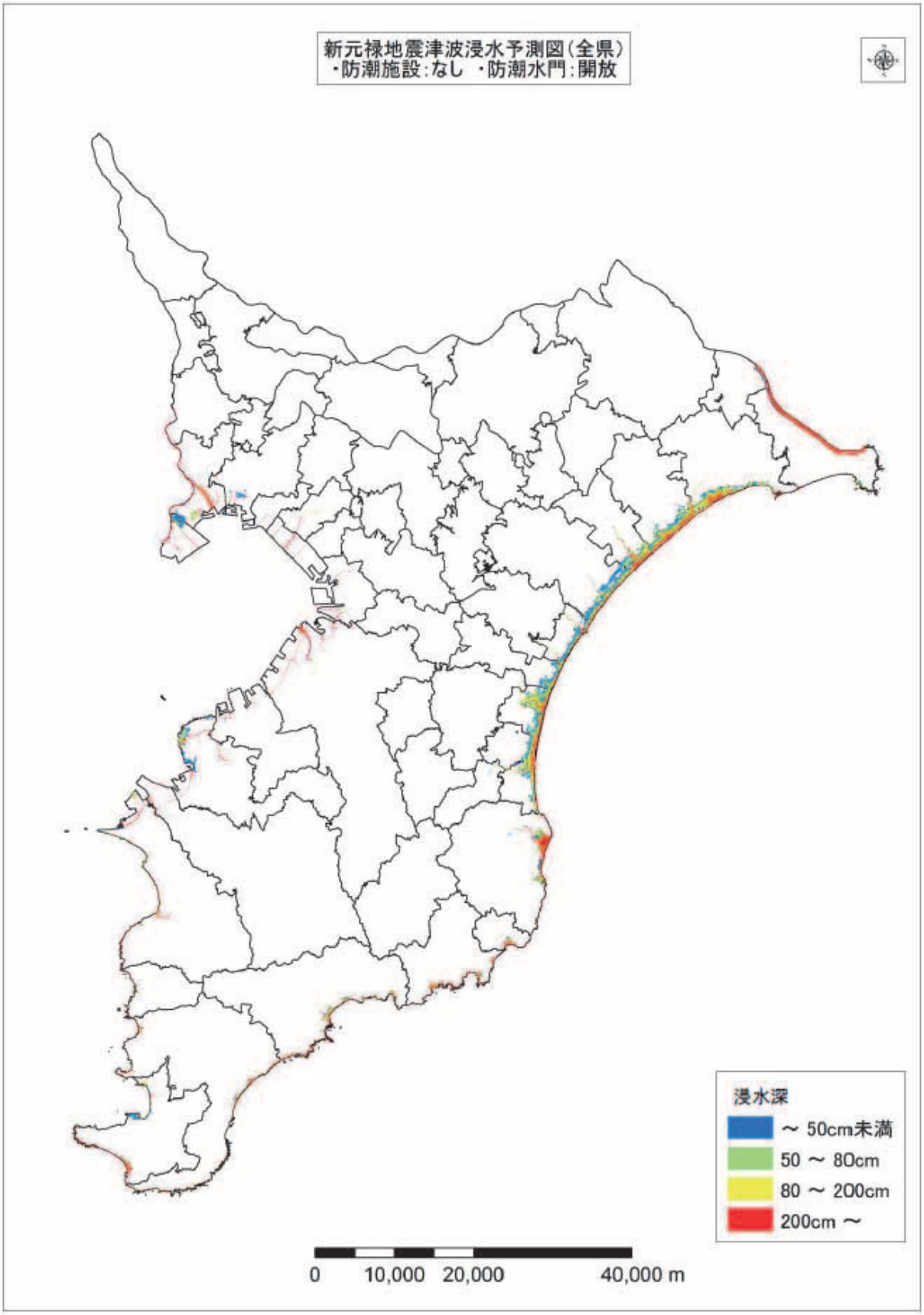


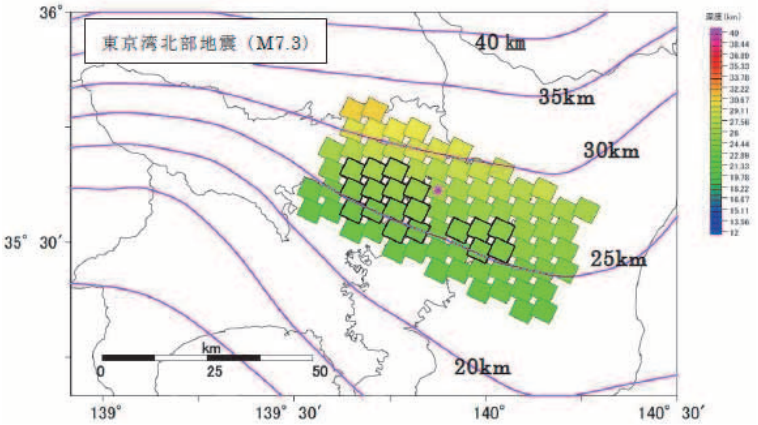
図　想定浸水深（水門が機能しない場合）

東京都(2012)

■想定地震（首都直下地震等：2012）

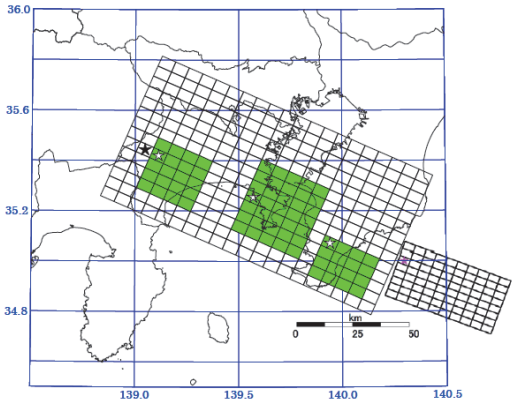
	東京湾北部地震	多摩直下地震	元禄型関東地震	立川断層帯地震
種類	首都直下地震	首都直下地震	海溝型地震	活断層で発生する地震
規模	M7.3	M7.3	M8.2	M7.4

※以下，首都直下地震（東京湾北部地震）のみ掲載



首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（2012）のフィリピン海プレート上面に設定した東京湾北部地震の震源断層モデル

（太枠線はアスペリティ，★印は破壊開始点，コンター図はフィリピン海プレート上面の深さを示す．）



行谷ほか（2011）における元禄・大正関東地震の震源モデル

（元禄型関東地震の場合は，房総沖の小断層 11 を含む場合がある）

（フィリピン海プレート上面深さ分布（赤線）と設置した断層面（緑線），緑字で書かれた番号は小断層の番号を表す．）

東京湾北部地震・多摩直下地震の震源断層パラメータ設定

断層帯	東京湾北部(3MPa)	
緯度(°)	35.3200	
経度(°)	140.1400	
上端深さ d(km)		フィリピン海プレートの 1km 上方
長さ L(km)	63.64	
幅 W(km)	31.82	
走向 θ	296	
傾斜 δ(°)	23	
すべり角 λ(°)	138	
マグニチュード Mjma	7.3	
地震モーメント Mo(Nm)	1.12E+20	logMo=1.5Mw+16.1(金森)
モーメントマグニチュード Mw	7.3	
マクロ的に見たパラメータ		
断層面積 S(km2)	2025	$\Delta\sigma = 7\pi^{1.5}/16 \times Mo/S^{1.5}$
S 波速度 Vs(km/s)	3.5	地殻内の平均的値

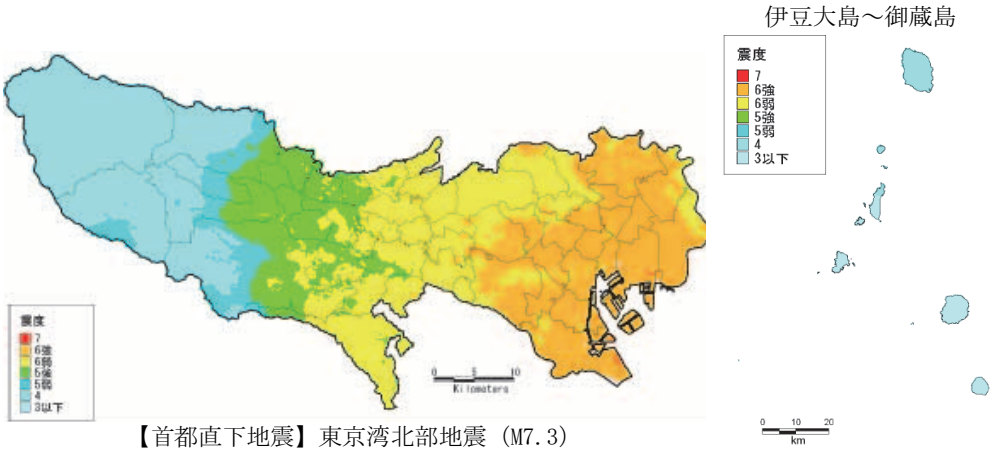
断層帯	東京湾北部(3MPa)	
平均密度 ρ(g/cm3)	2.8	地殻内の平均的値
剛性率 μ(N/m2)	3.4E+10	$\mu=\rho Vs^2$
平均的な応力パラメータ⊿σ(MPa)	3	
平均すべり量 D(m)	1.62	$Mo=\mu DS$
破壊伝播速度 Vr(km/s)	2.5	Vr=0.72Vs
Fmax(Hz)	6	兵庫県南部地震の観測記録から推定された値
fc(Hz)	0.051	$fc=4.9\times10^6Vs(⊿\sigma/Mo)^{1/3}$
短周期レベル A(Nm/s2)	1.16E+19	$A=Mo\times(4.9\times10^6Vs(⊿\sigma/Mo)^{1/3}\times2\pi)^2$

■想定結果（首都直下地震等「冬の夕方 18 時，風速 8m/s」の値）

想定地震				東京都防災会議			
				【首都直下地震】東京湾北部地震 (M7.3)	【首都直下地震】多摩直下地震 (M7.3)	【海溝型地震】元禄型関東地震 (M8.2)	【活断層で発生する地震】立川断層帯地震 (M7.4)
人的被害		死者	(人)	9,641	4,732	5,875	2,582
	原因別	ゆれによる建物全壊	(人)	5,378	3,220	3,330	1,417
	原因別	急傾斜地崩壊による建物全壊	(人)	76	109	101	66
	原因別	地震火災	(人)	4,081	1,302	2,355	1,056
	原因別	津波浸水※４（水門開放時）	(人)	－	－	0	－
	原因別	ブロック塀	(人)	103	97	87	42
	原因別	落下物	(人)	4	2	2	1
		負傷者	(人)	147,611	101,102	108,341	31,690
		(重傷者)	(人)	21,893	10,902	12,946	4,668
	原因別	ゆれによる建物全壊	(人)	125,964	92,831	95,256	26,183
	原因別	急傾斜地崩壊による建物全壊	(人)	94	137	127	82
	原因別	地震火災	(人)	17,709	4,614	9,811	3,922
	原因別	ブロック塀	(人)	3,543	3,349	2,988	1,453
	原因別	落下物	(人)	301	172	160	49
物的被害		建物被害※２	(棟)	304,300	139,436	184,794	85,735
	原因別	ゆれ液状化などによる建物全壊	(棟)	116,224	75,668	76,465	35,407
	原因別	地震火災	(棟)	201,249	65,770	114,534	53,302
	原因別	津波浸水（水門開放時）	(棟)	－	－	230	－
	交通	道路	(%)	6.8	2.3	3.6	1.0
	交通	鉄道※３	(%)	2.0	0.8	1.0	0.3
	ライフライン	電力施設	(%)	17.6	8.8	11.8	4.0
	ライフライン	通信施設	(%)	7.6	2.0	6.1	1.4
	ライフライン	ガス施設	(%)	26.8～74.2	6.5～84.6	3.0～53.1	0.8～11.3
	ライフライン	上水道施設	(%)	34.5	36.9	45.2	13.3
	ライフライン	下水道施設	(%)	23.0	23.2	22.9	18.8

※１小数点以下の四捨五入により合計は合わないことがある
※２ゆれ液状化等による建物全壊と地震火災の重複を除去しているため，原因別の被害の合算値とは一致しない
※３新幹線の被害を除く
※４津波死者は堤外地（河川敷含む）や浸水域の地下空間にいる人口は考慮していない

【震度分布】

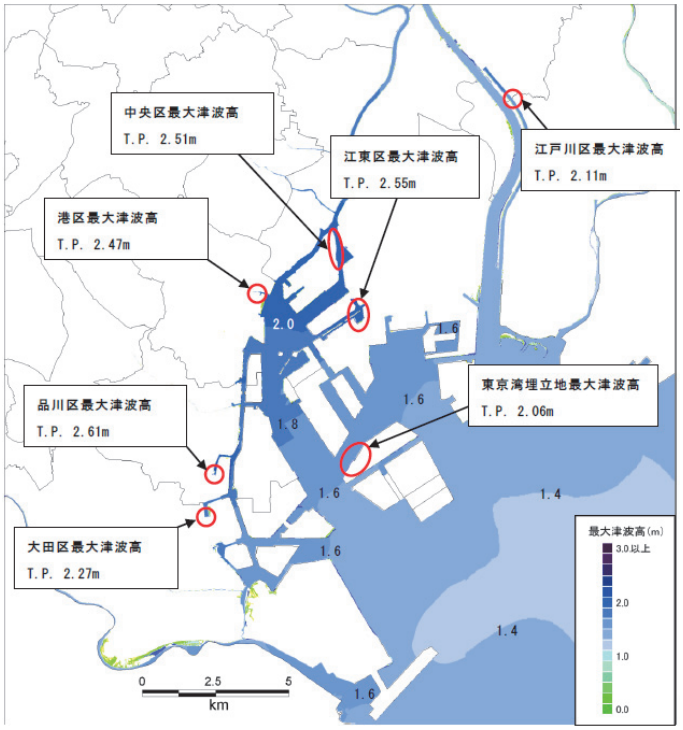


【首都直下地震】東京湾北部地震（M7.3）

※上記より以南の島々の震度は全て３以下となる．

【津波高および浸水】

	元禄型関東地震	東京湾北部地震
地殻変動を考慮した最大津波高	東京湾沿岸で T.P.+1.9m～+2.6m 程度	東京湾沿岸で T.P.+1.0m～+1.8m 程度
最大波高の到達時間	最短 2 時間 20 分程度	3～7 分程度
東京都全域の浸水面積	約 4.8 ㎢	水門閉鎖：約 0.1km² 水門開放：約 0.3km²
伊豆諸島各島の最大津波高	T.P.+5m～+22m 程度	
最大波高の到達時間	伊豆大島：3 分（最大 T.P. 約+8m） 他の島々（南方の島を除く）：16～21 分	



元禄型関東地震の各区における最大津波高とその場所
（津波高は満潮時の値。地盤沈下を含む。）

■想定地震（南海トラフ巨大地震：2012）

南海トラフ巨大地震等による東京の被害想定（H25.5.14 公表）

津波高・浸水域，人的・建物被害などについて，国の南海トラフ巨大地震モデル（M9 クラス）を使用し検証	
地　震	・国が示した複数の震源モデルのうちから，都にとって最もゆれが大きくなるモデルを用いて，都内の震度分布を想定
津　波	・国が示した複数の波源モデルのうちから，東京湾沿岸部及び伊豆諸島・小笠原諸島の島ごとに最大の津波高となるモデルを採用 ・特に，島しょ部では，港ごとの最大津波高，浸水域について詳細に想定

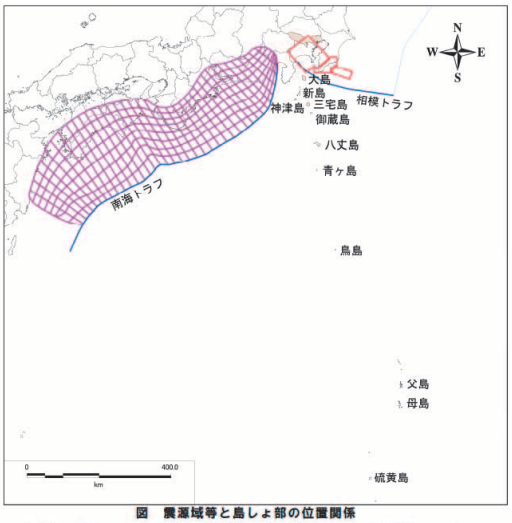


図　震源域等と島しょ部の位置関係

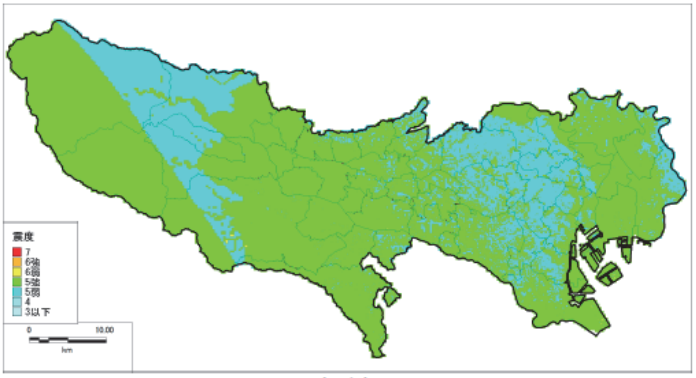
赤紫線：南海トラフの巨大地震の津波断層モデル（津波用：M9.1）（内閣府，2012）
赤線：元禄型関東地震の津波断層モデル（M8.2）（行谷ほか，2011）
青線：主なトラフ軸（南海トラフ、相模トラフ）

■想定結果（南海トラフ巨大地震等：2012）

			冬・昼間		冬・深夜	
建物被害	建物全壊棟数					
	ケース別	南海トラフ①	1,175	棟		
		南海トラフ②	263	棟		
		南海トラフ⑤	372	棟		
		南海トラフ⑥	1,282	棟		
		南海トラフ⑧	1,157	棟		
人的被害	死者数					
	ケース別	南海トラフ①	1,302	人	1,714	人
		南海トラフ②	78	人	96	人
		南海トラフ⑤	109	人	172	人
		南海トラフ⑥	1,332	人	1,774	人
		南海トラフ⑧	1,192	人	1,749	人

＊津波による人的被害は、最大被害となる「早期避難者比率が低い場合」
＊死者数には、行方不明者数を含む。

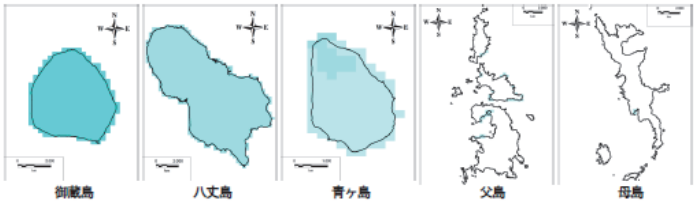
【震度分布】



区部・多摩

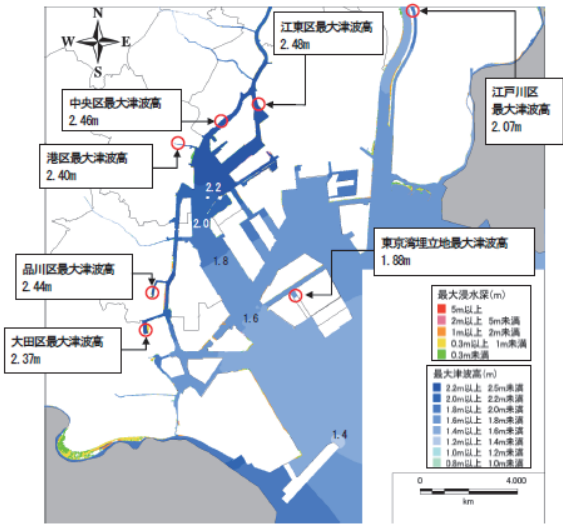


大島　利島　新島・式根島　神津島　三宅島



御蔵島　八丈島　青ヶ島　父島　母島

【津波高および浸水域】



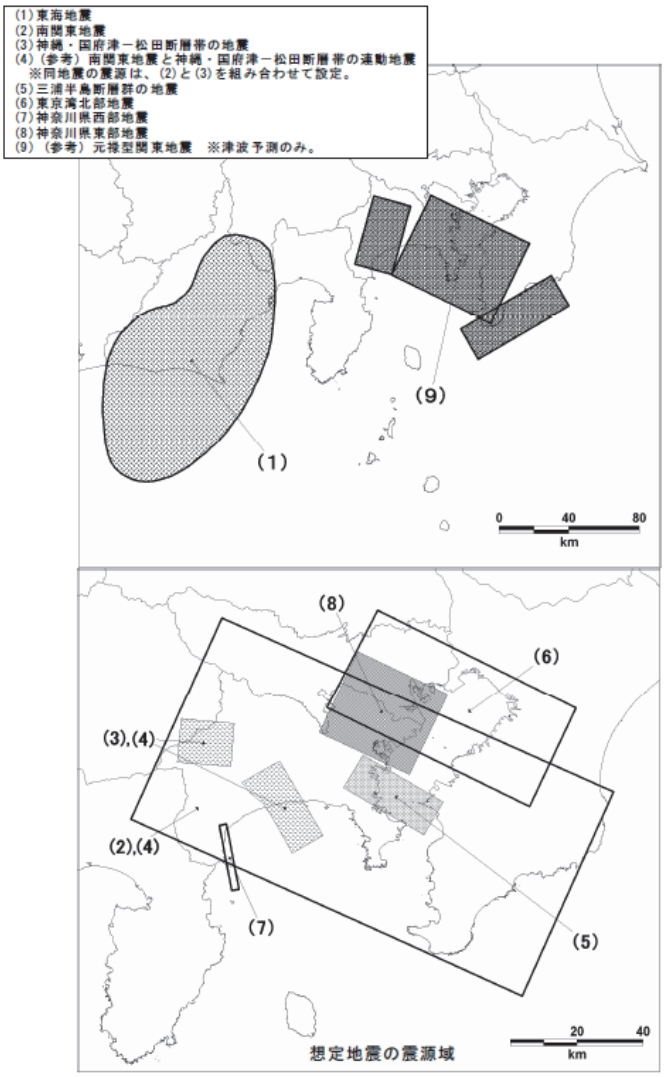
区市町村名	最大津波高（m） 地盤変動考慮
東京湾埋立地	1.88
中央区	2.46
港区	2.40
江東区	2.48
品川区	2.44
大田区	2.37
江戸川区	2.07

東京湾（水門閉鎖の場合）

神奈川県(地震:2009, 津波:2012)　津波ハザードのみ追加

■想定地震（2009）

No.	想定地震名	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ（M）	地震のタイプ
1	東海地震	8クラス	海溝型（駿河トラフ）
2	南関東地震(大正型関東地震の再来型)	7.9	同上（相模トラフ）
3	神縄・国府津-松田断層帯の地震	7.5クラス	活断層型
4	南関東地震と神縄・国府津-松田断層帯の連動地震（参考）	7.9クラス	海溝型と活断層の連動
5	三浦半島断層群の地震	7.2	活断層型
6	東京湾北部地震	7.3	南関東直下（ﾌﾟﾚｰﾄ境界型）
7	神奈川県西部地震	7クラス	未解明だが地殻内の浅い地震として設定
8	神奈川県東部地震	7クラス	危機管理上想定(プレート境界型)
9	元禄型関東地震（参考）	8.1クラス	海溝型（相模トラフ） ※津波の想定のみ

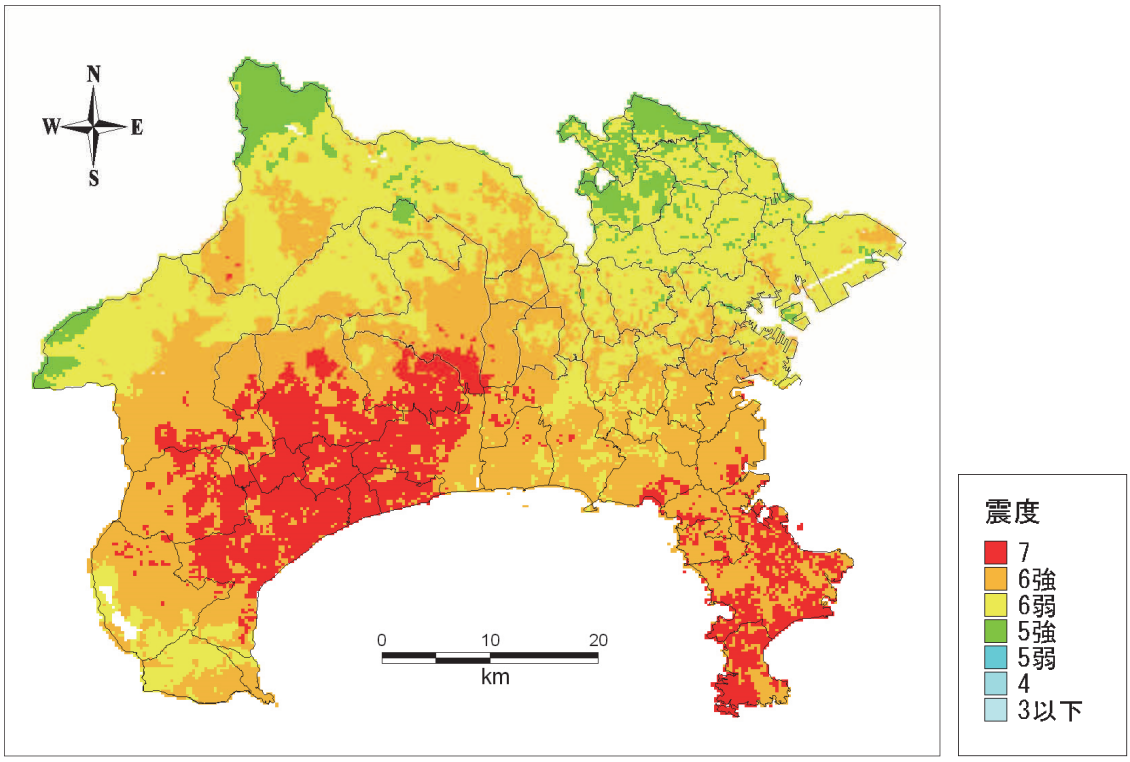


■想定結果（2009）

想定地震		東海地震	南関東地震(大正型関東地震の再来型)	神縄・国府津-松田断層帯の地震	東京湾北部地震
マグニチュード		8	7.9	7.5	7.3
被害予測	地震動	○	○	○	○
	津波	○	○	○	○
地震動予測	震度	6弱	7	7	6強
建物被害	全壊棟数（棟）	12,720	410,620	117,600	33,660
	炎上出火件数	60	1,420	340	130
	焼失棟数（棟）	4,270	161,750	39,810	13,130
人的被害	死者数（人）	130	8,460	1,500	440
	負傷者数	9,450	259,430	57120	22,950
	重傷者数	940	57,990	9,770	3,630
ライフライン被害	停電軒数（軒）	68,550	2,207,210	676,500	317,190
	都市ガス供給停止件数（世帯）	0	1,433,420	185,920	0
	上水道断水世帯数（世帯）	283590	1,892,110	642,860	496,340
	下水道機能支障世帯数（世帯）	18,740	182,850	77,080	64,040

※主な四つの地震にを取り上げて結果を載せた．また，それぞれの地震が冬の 18 時に起こった場合を想定している．

【震度分布：南関東地震】



■想定津波（2012）

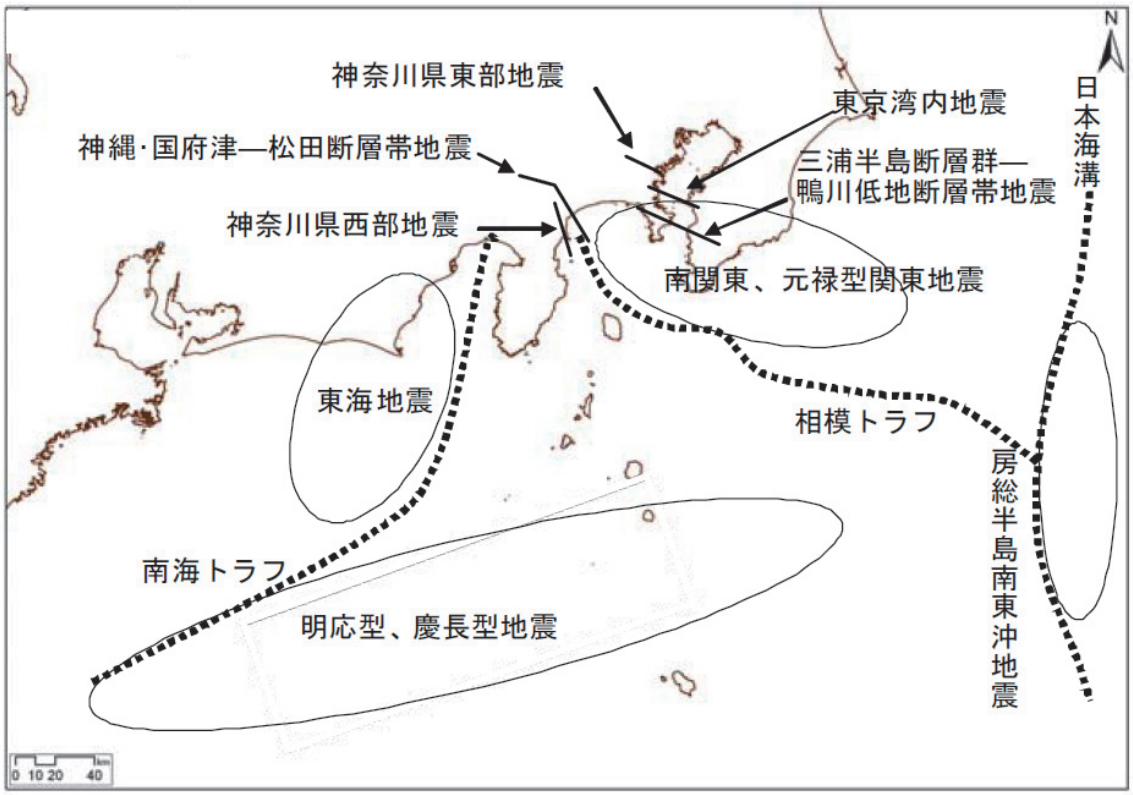


図　想定津波地震の震源域図

■津波想定結果（2012）

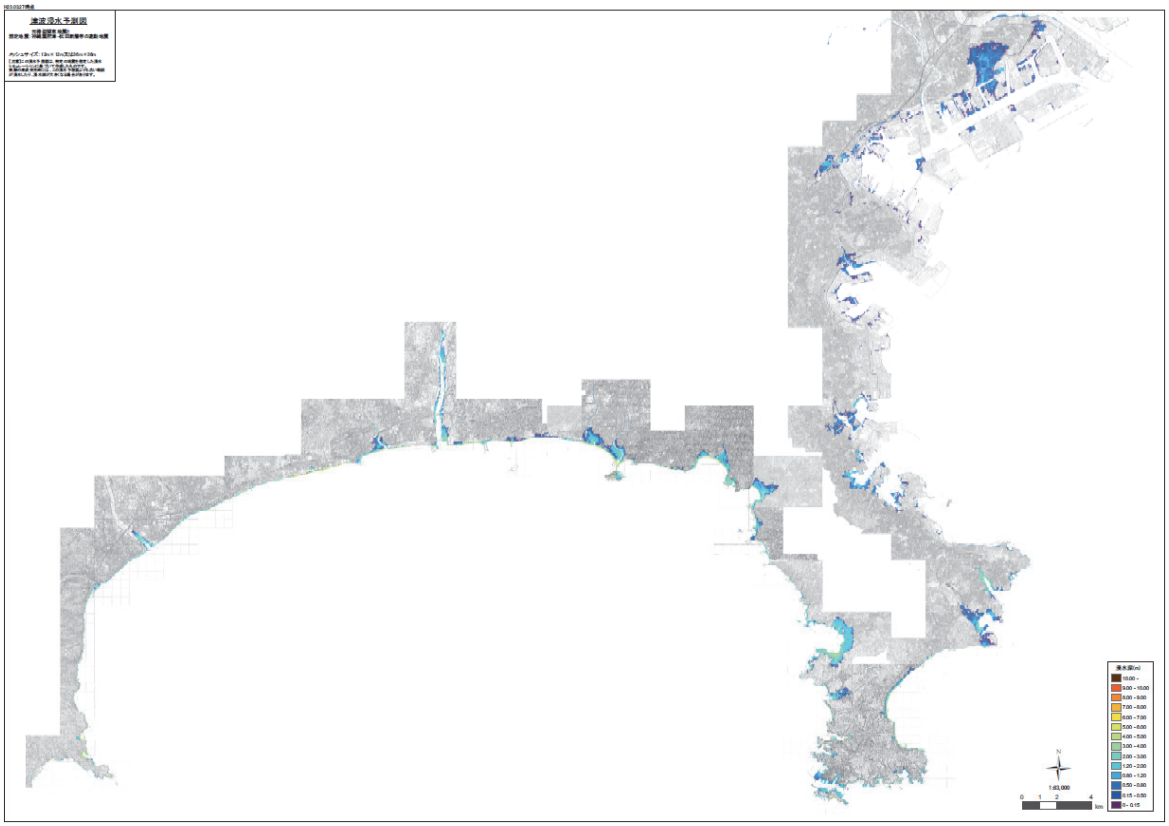
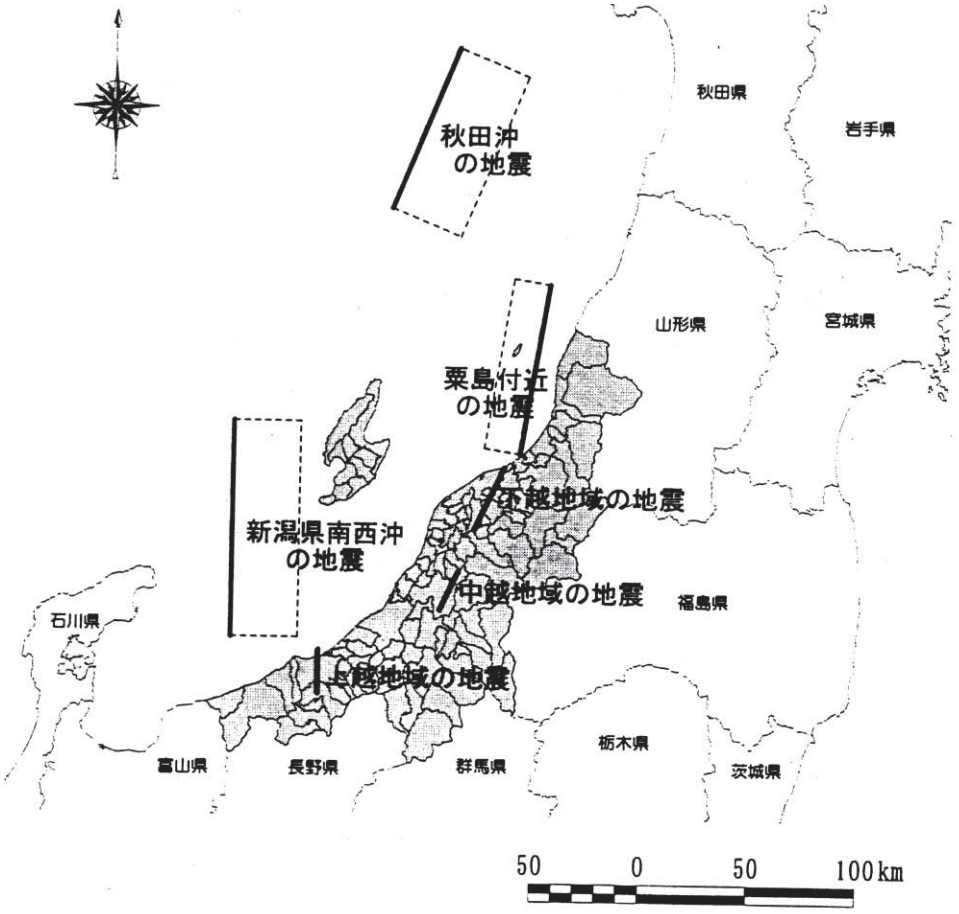


図　元禄型関東地震と神縄・国府津 - 松田断層帯の連動地震　神奈川県全県図

新潟県(1998)

■想定地震



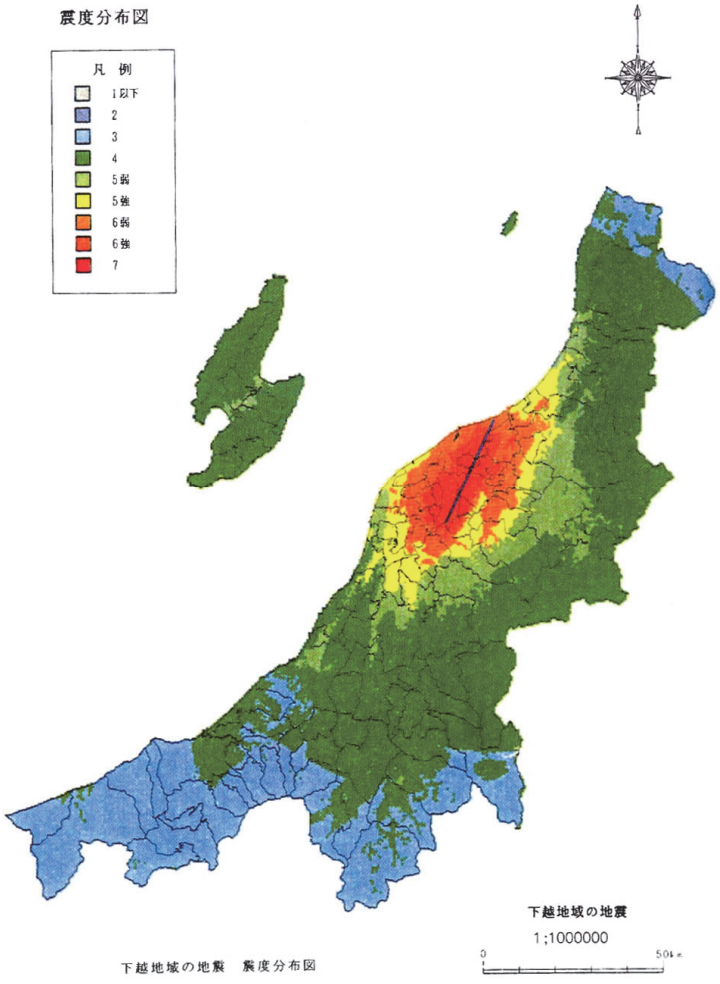
		ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	長さ	幅	傾斜	上端深さ	位置等
海域の地震	秋田沖の地震	7.6	80km	40km	30° E	1km	秋田県西方沖合の震源
	新潟県南西沖の地震	7.7	100km	38km	35° E	2km	佐渡西方から糸魚川市沖合にかけての震源
	栗島付近の地震	7.5	80km	30km	56° W	6km	1964 年新潟地震と同程度の地震
内陸の地震	下越地域の地震	7.0	32km	12 km	90°	6km	新潟市から白根市にかけての断層
	中越地域の地震	7.0	20km	10km	90°	4km	見附市から長岡市にかけての断層
	上越地域の地震	7.0	20km	10km	90°	6km	上越市から新井市にかけての断層

○ 過去の被害地震，活断層分布および現時点の科学的知見を踏まえた上で，新潟県内主要都市の被害が甚大になるような震源断層を設定

■想定結果

想定地震		下越地域の地震	中越地域の地震	上越地域の地震
マグニチュード		7.0	7.0	7.0
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～7	～7	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	35,896 棟	16,224 棟	10,613 棟
	炎上出火件数	237 件	96 件	57 件
	焼失棟数	10,660 棟	2,828 棟	3,417 棟
人的被害	死者数	1,232 人	346 人	585 人
	負傷者数	2,589 人	999 人	481 人
	避難者数	233,604 人	89,387 人	44,257 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	93,483 世帯	35,356 世帯	18,814 世帯
	通信(電話不通)	185,039 回線	34,059 回線	34,036 回線
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	263,016 件	95,793 件	48,564 件
	上水道(断水)	311,657 世帯	126,788 世帯	55,125 世帯
	下水道(被害箇所数)	6,902 箇所	3,277 箇所	1,283 箇所
備考		焼失棟数は，発災 2 時間後の棟数		

【震度分布：下越地域の地震】



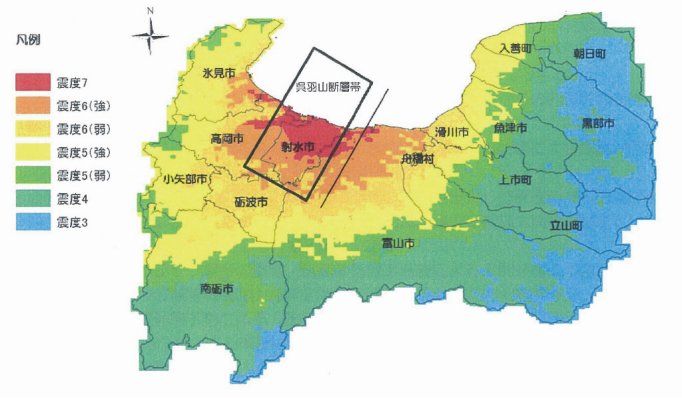
下越地域の地震　震度分布図

富山県(地震：2011，津波:2012)

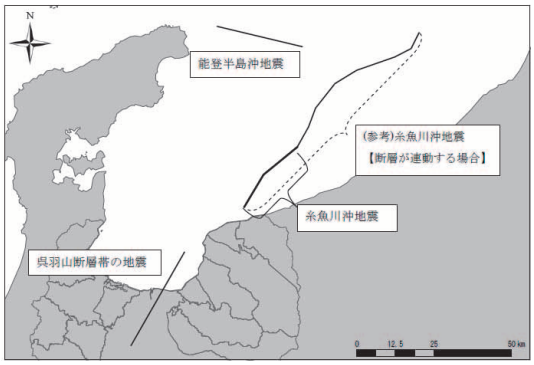
■想定地震（2011）

地震動	本県の行った地震調査研究事業の結果や地震調査研究推進本部等の公表資料を踏まえ，跡津川断層，呉羽山断層帯及び法林寺断層を震源とする直下型地震が発生した場合を想定し，被害想定を行うものとする．
津　波	発生確率の極めて低い，３～５千年に一度程度の活断層（呉羽山断層帯）や，未確認の断層（糸魚川沖や能登沖の断層）による津波を想定することとする． また，参考までにこれまで連動が確認されていない断層が連動する場合（糸魚川沖の断層）も想定し，さらに最悪の事態を想定し，海岸保全施設等が「機能する場合」に加え，「破壊される場合」も想定することとする．

想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	説明	地震の想定と予測手法（調査の前提条件）
呉羽山断層帯地震	7.4	想定地震の発生率は，30年以内が5%，50年以内で8%といわれている．	・呉羽山断層帯がすべて同時に動いた場合を仮定した，最大規模の地震を想定 ※全長30km（うち海域部8km） ※最大規模M7.4 【国の「全国地震動予測地図」による】 （H21.7地震調査研究推進本部発表） ※地震発生確率　ほぼ0～5% （H23.5地震調査研究推進本部発表） ・国の最新の知見に基づく予測手法 （H20.12中央防災会議発表）



想定震度分布



津波被害想定を行った対象断層位置図

名称	規模(M)	原点	走向(度)	傾斜角(度)	滑り角(度)	断層上端深さ(km)	長さ(km)	幅(km)	滑り量(m)
呉羽山断層帯の地震	7.4	北緯36.872° 東経 137.343°	210	45	90	0.1	35	22	2.9m (実測値)
糸魚川沖地震	7.2	北緯37.002° 東経137.556°	約 41 度 (平均走向)	30	90	0.1	28	44	2.2m (標準算式)
能登半島沖地震	7.2	北緯37.531° 東経137.463°	約 103 度 (平均走向)	30	90	0.1	28	44	2.2m (標準算式)
(参考) 糸魚川沖地震 【断層が連動する場合】	8.0	北緯37.002° 東経137.556°	約 58 度 (平均走向)	30	90	0.1	84	44	6.6m (標準算式)
(参考) 呉羽山断層帯の地震 【滑り量標準算式】	7.4	北緯36.872° 東経137.343°	210	45	90	0.1	35	22	1.4m (実測値)

注１：滑り量の「標準算式」は，地震調査研究推進本部等で使用されている方法で，地震のモーメント（規模）と断層面積から求めるものである．

注２：呉羽山断層帯の滑り量の「実測値」は，平成 7，8 年度に実施した富山県の活断層調査結果より設定した．

長期地震評価の内容（地震調査研究推進本部）

活断層名	地震規模	地震発生確率 （30 年内）	平均活動間隔	最新活動時期
砺波平野断層帯西部 （石動、法林寺断層）	M7.2	ほぼ 0%～2% もしくはそれ以上	約 6,000 年～12,000 年 もしくはそれ以下	約 6,900 年前 ～1 世紀
砺波平野断層帯東部 （高清水断層）	M7.0	0.04%～6%	3,000 年～7,000 年程度	約 4,300 年前 ～3,600 年前
呉羽山断層帯	M7.2	ほぼ 0%～5%	3,000 年～5,000 年程度	約 3,500 年前 ～7 世紀
跡津川断層帯	M7.9	ほぼ 0%	約 2,300 年～2,700 年	1858 年 飛越地震
庄川断層帯	M7.9	ほぼ 0%	約 3,600 年～6,900 年	11～16 世紀
牛首断層帯	M7.7	ほぼ 0%	約 5,000 年～7,100 年	11～12 世紀
魚津断層帯	M7.3	0.4%以上	8,000 年程度以下	不明

＜参考＞その他本県に影響を及ぼす活断層

活断層名	地震規模	地震発生確率 （30 年内）	平均活動間隔	最新活動時期
森本・富樫断層帯	M7.2	ほぼ 0%～6%	約 2,000 年	約 2,000 年前 ～200 年前
邑知潟断層帯	M7.6	2%	約 1,200 年～1,900 年程度	約 3,200 年前 ～9 世紀

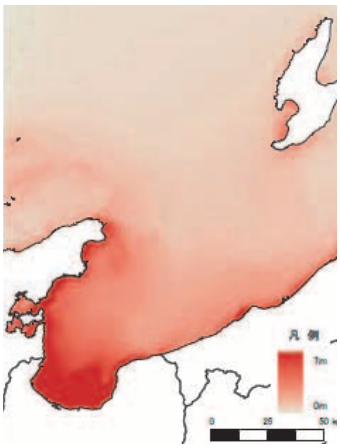
■想定結果（2011）

【呉羽山断層帯】

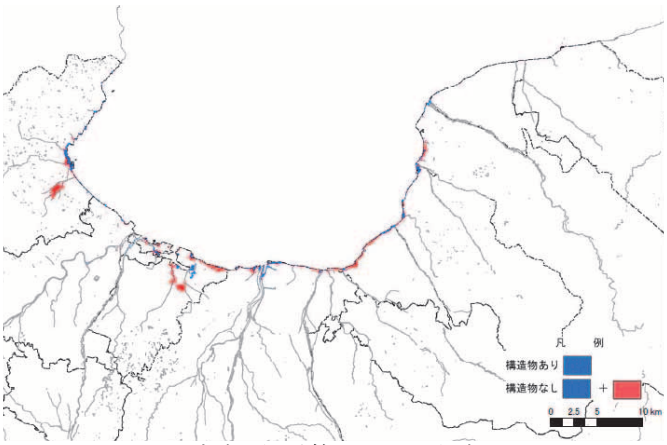
想定地震	海岸保全施設等が機能する場合			海岸保全施設等が破壊される場合		
	木造建物		死者	木造建物		死者
	全壊	半壊		全壊	半壊	
呉羽山断層帯の地震	187棟	392棟	105人	395棟	1,279棟	125人

項目				被害予測数		
物的被害	建物被害	建物分類		住宅	非住宅	全建物
		現況		513,139	270,602	783,741
		地盤の揺れ	全壊（棟）	65,576	19,816	85,392
			半壊（棟）	174,045	89,437	263,482
			被害率	29.7	23.8	27.7
		地盤の液状化	全壊（棟）	4,795	92	4,887
			半壊（棟）	9,120	721	9,841
			被害率(%)	1.8	0.17	1.3
		急傾斜地崩壊	全壊（棟）	145	0	145
			半壊（棟）	429	0	429
			被害率(%)	0.07	0	0.05
		火災・延焼	出火（棟）	54	47	101
			延焼（棟）	2,729	928	3,711
			合計(棟)	2,783	928	3,711
	建物屋外付帯物の落下（棟）			28,285	9,105	37,390
	各種の塀倒壊		塀分類	ブロック塀	石塀	コンクリート塀
			現況（件）	137,669	15,925	16,426
			倒壊（件）	21,703	6,044	1,979
	自動販売機の転倒		現況（件）	82,158		
			転倒（件）	3,057		
人的被害	死傷者	現況人口（人）		1,089,434		
		被害項目		死者数	負傷者数	合計
		建物の倒壊（人）		4,036	19,956	23,992
		急傾斜地崩壊（人）		8	10	18
		火災・延焼（人）		213	512	725
		各種の塀倒壊（人）		17	424	441
		自動販売機の転倒（人）		0	3	3
		建物屋外付帯物の落下（人）		0	53	53
		合計（人）		4,274	20,958	25,232
	避難者数	避難所	経過時間	発災時	1日後	4日後
			避難所避難者数（人）	223,448	257,066	311,018
			避難所避難者率（%）	20.5	23.6	28.5

■津波および浸水域



津波高分布



津波予測計算による浸水域

想定地震	津波高及び最大津波高の到達時間の予測	浸水域面積
呉羽山断層帯の地震	2.3m～7.1m，2分 （滑川市）	4.5km^2（構造物あり） 10.8km^2（構造物なし）

【跡津川断層地震，法林寺断層地震】

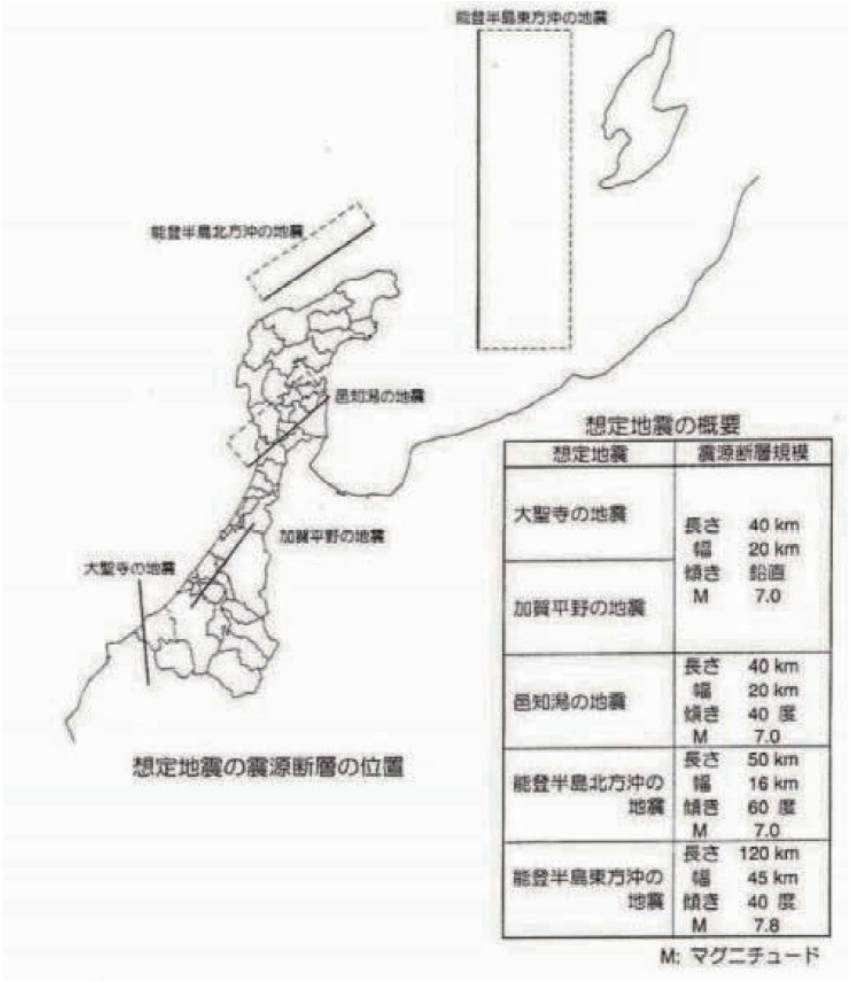
ア　跡津川断層地震、法林寺断層地震

項目			現　況	跡津川断層地震	法林寺断層地震
物的被害	建物	木造建物	259,350 棟	40,641 棟（ 9.57%）	28,554 棟（ 7.26%）
			659,535 棟	103,451 棟（ 9.58%）	72,706 棟（ 7.27%）
		鉄骨造	49,739 棟	3,741 棟（ 7.02%）	3,476 棟（ 6.64%）
			117,703 棟	8,923 棟（ 7.05%）	8,269 棟（ 6.66%）
		鉄筋コンクリート造	8,611 棟	402 棟（ 4.17%）	339 棟（ 3.59%）
			20,492 棟	1,019 棟（ 4.37%）	813 棟（ 3.58%）
		落下物	138,195 棟	6,977 棟（ 5.05%）	7,038 棟（ 5.09%）
		ブロック・石	90,794 件	5,692 件（ 6.27%）	9,451 件（10.41%）
			230,847 件	14,975 件（ 6.49%）	24,330 件（10.54%）
	火災	延焼	259,350 棟	1,491 棟（ 0.57%）	2,012 棟（ 0.78%）
			659,535 棟	3,794 棟（ 0.58%）	5,118 棟（ 0.78%）
	ライフライン施設	上水道	7,016 km	3,483 箇所（0.5 箇所 km）	1,122 箇所（0.16 箇所 km）
		下水道（県）	81 km	2 地点	2 地点
		下水道（市町村）	2,790 km	910 箇所（0.33 箇所 km）	259 箇所（0.09 箇所 km）
		ガス	191 km	0 箇所（0 箇所 km）	0 箇所（0 箇所 km）
		電気（電柱）	147,449 基	1,383 基（ 0.94%）	1,225 基（ 0.83%）
	交通輸送	道路	12,175 km	774 箇所（0.06 箇所 km）	680 箇所（0.06 箇所 km）
		鉄道	290 km	352 箇所（1.21 箇所 km）	266 箇所（0.92 箇所 km）
		橋梁	168 橋	0 橋	0 橋
人的被害		死者	1,120,161 人	865 人（ 0.08%）	1,246 人（ 0.11%）
		負傷者		15,872 人（ 1.42%）	19,800 人（ 1.77%）
		罹災者		58,224 人（ 5.2%）	61,884 人（ 5.52%）

物的被害の建物、火災の上段は、住宅での被害を示す。

石川県(地震:1998, 津波:2012)　津波ハザードのみ追加

■想定地震(1998)



想定地震の概要

想定地震	震源断層規模
大聖寺の地震	長さ 40 km 幅 20 km 傾き 鉛直 M 7.0
加賀平野の地震	
邑知潟の地震	長さ 40 km 幅 20 km 傾き 40 度 M 7.0
能登半島北方沖の地震	長さ 50 km 幅 16 km 傾き 60 度 M 7.0
能登半島東方沖の地震	長さ 120 km 幅 45 km 傾き 40 度 M 7.8

M: マグニチュード

■想定結果(1998)

想定地震	被害項目	大聖寺の地震	加賀平野の地震	邑知潟の地震	能登半島北方沖の地震
マグニチュード		7	7	7	7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	2,340	16,843	6,092	120
	炎上出火件数	62	455	160	4
	死者数	253	2,182	700	7
人的被害	負傷者数	1,869	7,829	3,663	211
	避難者数	11,738	104,885	36,792	2,781
	電柱 (被害本数)	61	163	96	23
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電話柱 (被害本数)	28	78	39	8
	ｶﾞｽ (低圧管被害箇所)	164	1,106	93	0
	上水道(被害箇所)	5,732	13,940	9,958	2,455

※冬の夕刻に地震が起こった場合を想定

表 2-7　想定波源候補のパラメータ

エリア		エリア1	エリア2			エリア3		エリア4	
		日本海東縁部	能登半島東方沖			能登半島北方沖		石川県西方沖	
断層名		1 東縁部	2-1 H7波源	2-2 佐渡島南西1	2-3 佐渡島南西2	3-1 北方沖1	3-2 北方沖2	4-1 能登北陸断層系南縁	4-2 隠岐断層系南縁
想定マグニチュード	Mw	7.99	7.80	7.73	7.58	7.66	7.24	7.44	7.63
断層長(km)	L	167	120	106	82	95	46	65	90
幅(km)	W	17.32	45	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32
地震モーメント(N・m)	Mo	1.22E+21	—	4.95E+20	2.95E+20	3.89E+20	9.12E+19	1.82E+20	3.51E+20
すべり量(m)	D	12.01	5.00	7.71	5.94	6.76	3.27	4.62	6.43
上縁深さ(km)	d	0	2	0	0	0	0	0	0
傾斜角	θ	60	40	60	60	60	60	60	60
すべり角	λ	90	90	90	90	90	90	90	90
剛性率(N/m²)	μ	3.50E+10	—	4.E+10	4.E+10	4.E+10	4.E+10	4.E+10	4.E+10

2-1. H7波源：前回(H7)検討時のパラメータを使用。

※剛性率の単位を N/m² としているが地震学的にはPa を用いることが多い.

※M0（地震モーメント）：地震の大きさを示す指標のひとつで，断層運動の力のモーメント（エネルギー）の大きさを表す．地震そのものの大きさを表す指標としては最も的確な指標.

■想定津波(2012)

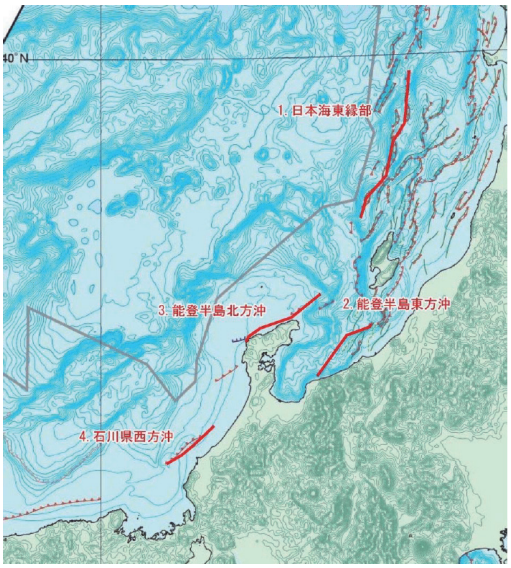


図　想定波源図

表　断層パラメータ

断層名		1 日本海東縁部	2 能登半島東方沖	3 能登半島北方沖	4 石川県西方沖
想定マグニチュード	Mw	7.99	7.58	7.66	7.44
気象庁マグニチュード	Mj	8.54	8.03	8.13	7.85
気象庁マグニチュード	Mj	8.54	8.02	8.13	7.85
断層長(km)	L	167	82	95	65
幅(km)	W	17.32	17.32	17.32	17.32
地震モーメント(N・m)	Mo	1.22E+21	2.95E+20	3.89E+20	1.82E+20
すべり量(m)	D	12.01	5.94	6.76	4.62
上縁深さ(km)	d	0	0	0	0
傾斜角	δ	60	60	60	60
すべり角	λ	90	90	90	90

■津波想定結果（2012）

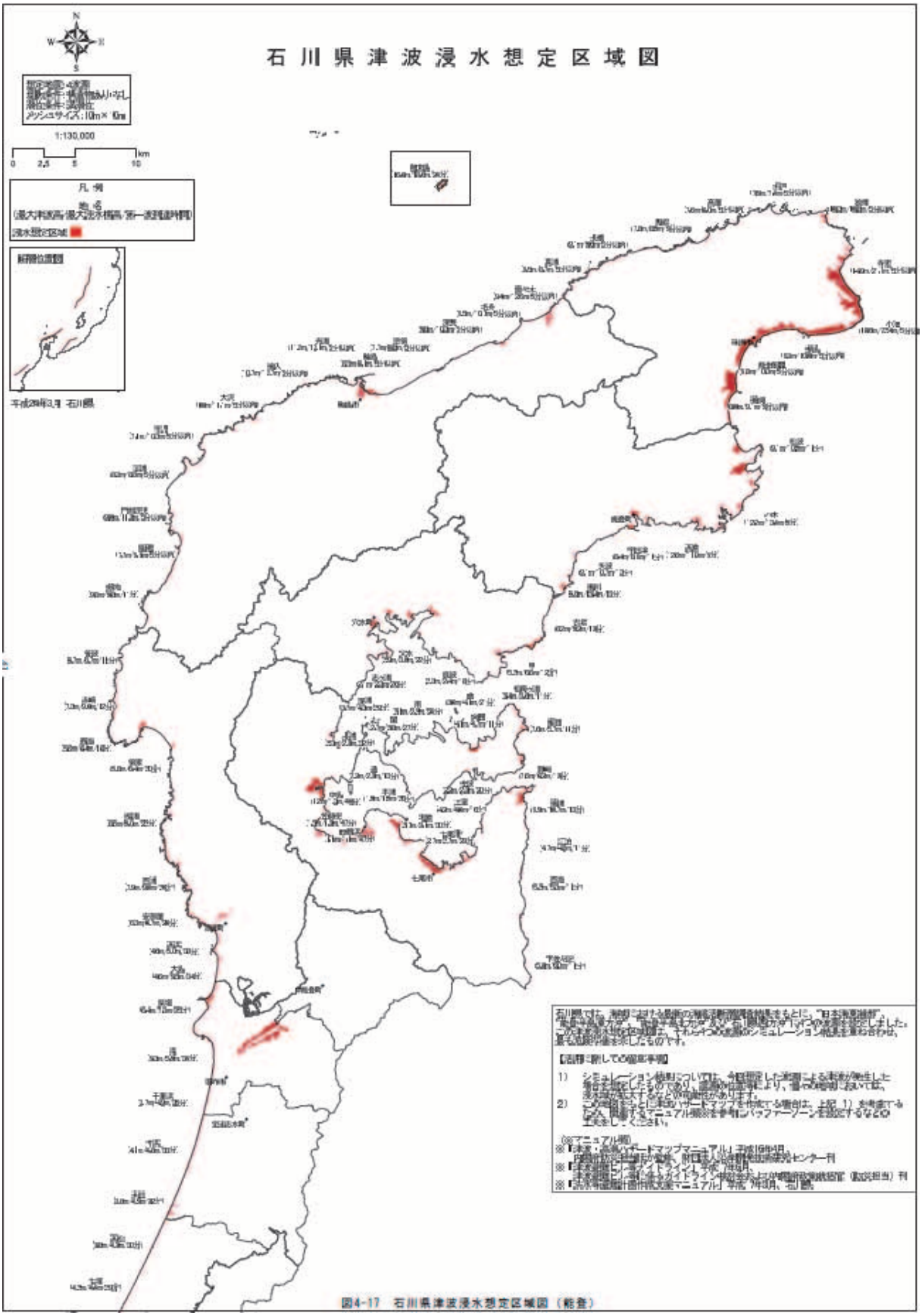
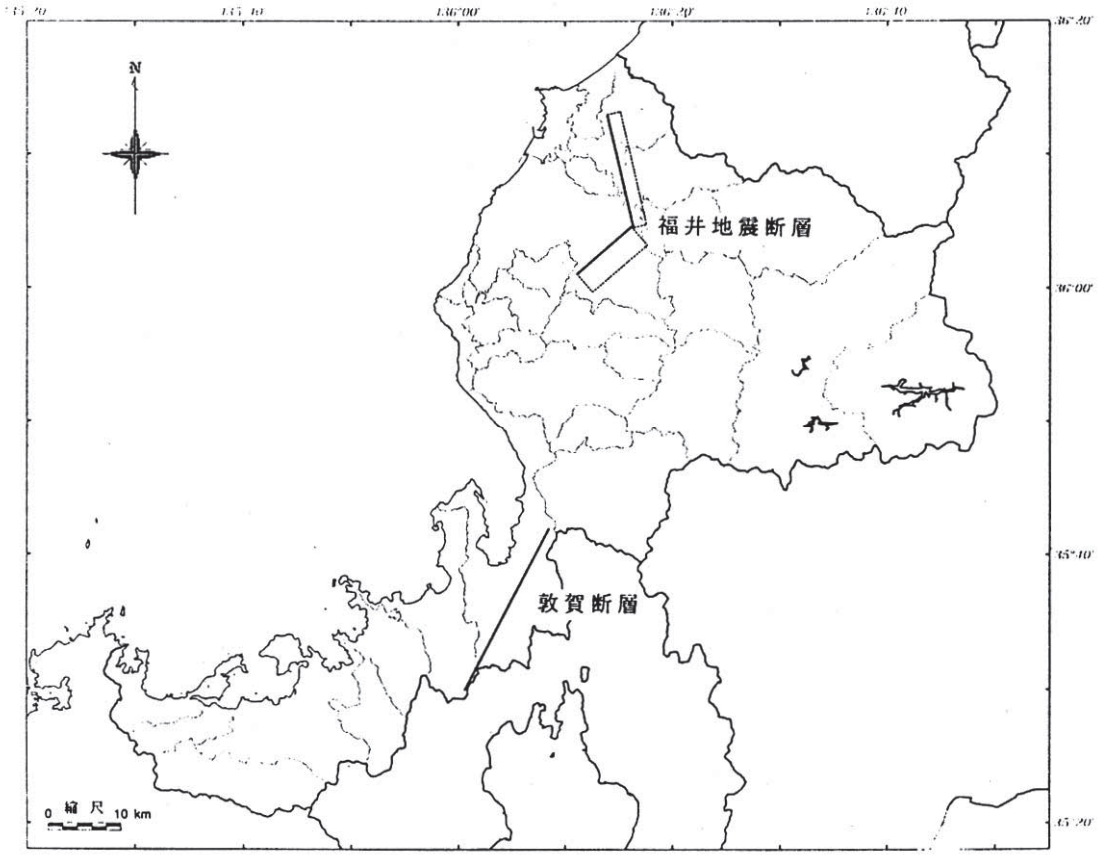


図　石川県津波浸水想定区域図の事例（石川県西方沖地震・能登の図）

福井県(地震:1997, 津波:2012)　津波ハザードのみ追加

■想定地震(1997)



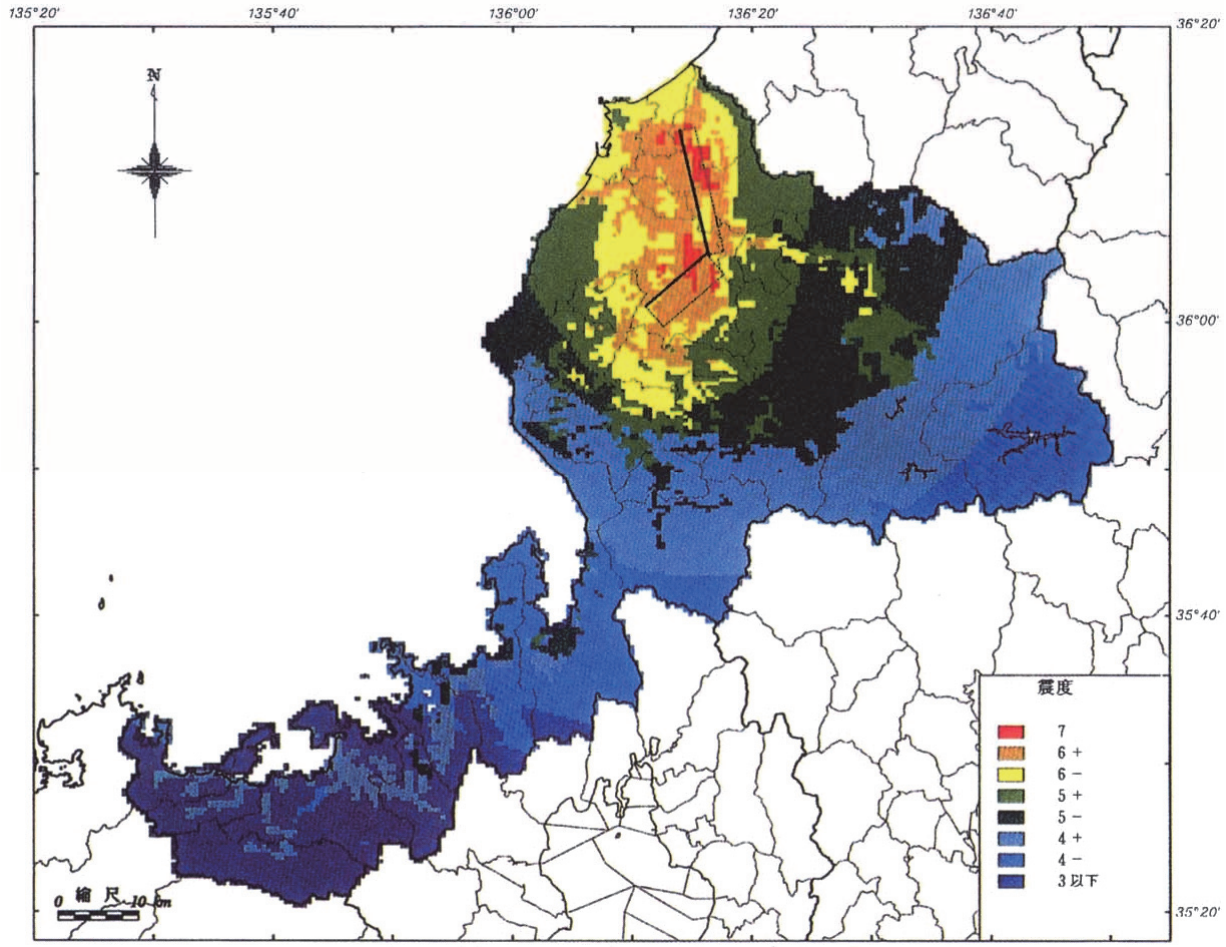
想　定　地　震	福井地震断層		敦賀断層
	主断層	副断層	
長さ　　L(km)	16	10	25
幅　　W(km)	11	13	12.5
深さ　　d(km)	2	2	2
マグニチュード	7.1		7.2
走向　　θ(°)	347	49	28
傾斜　　δ(°)	80	75	90

＊ 敦賀断層のマグニチュードは　logL＝0.6M－2.9 から推定

■想定結果(1997)

想定地震		福井地震断層	敦賀断層
マグニチュード		7.1	7.2
被害予測	地震動	○	○
	津波		
地震動予測	震度	～7	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	85,944 棟	28,306 棟
	炎上出火件数	1,109 件	277 件
	焼失棟数	17,030 棟	5,107 棟
人的被害	死者数	4,286 人	1,120 人
	負傷者数	25,110 人	8,449 人
	避難者数	263,643 人	145,915 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	66,918 世帯	19,360 世帯
	通信(電話柱被害)	720 本	133 本
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	42,739 戸	42,739 戸
	上水道(断水)	141,607 世帯	23,892 世帯
	下水道(被害箇所数)	6,966 箇所	666 箇所

【震度分布：福井地震断層】



■想定津波(2012)

表　選定波源

選定波源	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ Mw	地震により隆起する地盤	
		すべり量	長さ、幅
①野坂,B 及び大陸棚外縁断層	7.28	3.73m	長さ 49km　幅 17.32km
②越前堆列付近断層	7.44	4.62m	長さ 65km　幅 17.32km
③若狭海丘列付近断層	7.63	6.43m	長さ 90km　幅 17.32km
④佐渡島北方沖断層	7.99	12.01m	長さ 167km　幅 17.32km



図　波源として選定した断層

■津波想定結果（2012）

表　沿岸部までの津波高一覧

単位：m

市町名	波源 ①野坂,B及び大陸棚外縁断層	②越前堆列付近断層	③若狭海丘列付近断層	④佐渡島北方沖断層
あわら市	0.96 ～ 1.18	0.96 ～ 3.94	1.26 ～ (北潟付近) 5.46	0.96 ～ 3.30
坂井市	0.80 ～ 1.95	2.00 ～ 7.89	3.30 ～ (米ヶ脇,崎付近) 8.68	1.50 ～ 5.32
福井市	0.90 ～ 1.69	2.81 ～ (八ツ保町付近) 6.87	2.14 ～ 6.30	1.53 ～ 4.37
越前町	0.91 ～ 2.24	1.34 ～ (梨子ヶ平付近) 5.51	1.41 ～ 4.38	1.11 ～ 2.95
南越前町	1.45 ～ 2.52	1.20 ～ 2.15	1.39 ～ (大谷付近) 2.62	1.05 ～ 2.48
敦賀市	1.36 ～ (白木付近) 4.51	1.02 ～ 3.64	1.17 ～ 3.89	0.82 ～ 2.72
美浜町	1.03 ～ 3.09	0.97 ～ 3.00	1.17 ～ (坂尻付近) 5.81	1.06 ～ 3.83
若狭町	0.97 ～ 1.84	0.87 ～ 2.37	1.26 ～ (常神付近) 3.93	0.94 ～ 2.81
小浜市	0.78 ～ 2.59	0.78 ～ 3.97	0.97 ～ (加尾付近) 6.50	0.82 ～ 3.87
おおい町	0.81 ～ 2.85	0.82 ～ 2.29	0.97 ～ (大島付近) 5.01	0.82 ～ 4.67
高浜町	0.96 ～ 3.23	0.96 ～ 3.29	1.26 ～ (安土付近) 5.90	0.96 ～ 4.45

：各市町の最大値

表　津波到達時間一覧

市町名	波源 ①野坂,B及び大陸棚外縁断層		②越前堆列付近		③若狭海丘列付近		④佐渡島北方沖	
	第一波到達時間（分）	最大波高到達時間（分）	第一波到達時間（分）	最大波高到達時間（分）	第一波到達時間（分）	最大波高到達時間（分）	第一波到達時間（分）	最大波高到達時間（分）
あわら市	29～32	117～189	6～7	12～13	27～28	29～45	51～54	103～216
坂井市	19～29	22～117	7～14	10～14	24～27	26～29	55～71	97～317
福井市	7～20	10～185	11～15	11～17	23～27	25～29	68～72	98～340
越前町	2～6	5～31	12～17	12～18	23～29	25～31	65～88	98～290
南越前町	3～7	6～13	18～25	18～25	30～37	32～39	85～88	156～255
敦賀市	2～18	6～34	23～39	23～143	34～48	36～110	81～96	158～326
美浜町	2～14	5～89	23～35	23～180	34～46	36～47	81～93	130～212
若狭町	7～14	11～90	24～31	25～86	35～42	37～72	82～93	130～292
小浜市	13～34	14～107	28～53	29～129	38～56	41～130	86～108	117～329
おおい町	29～38	31～110	43～54	60～129	52～56	53～137	104～111	126～277
高浜町	17～42	19～121	29～57	30～144	39～57	41～137	87～113	113～344

※第一波到達時間＝波高２０ｃｍ以上の到達時間

山梨県(2005)

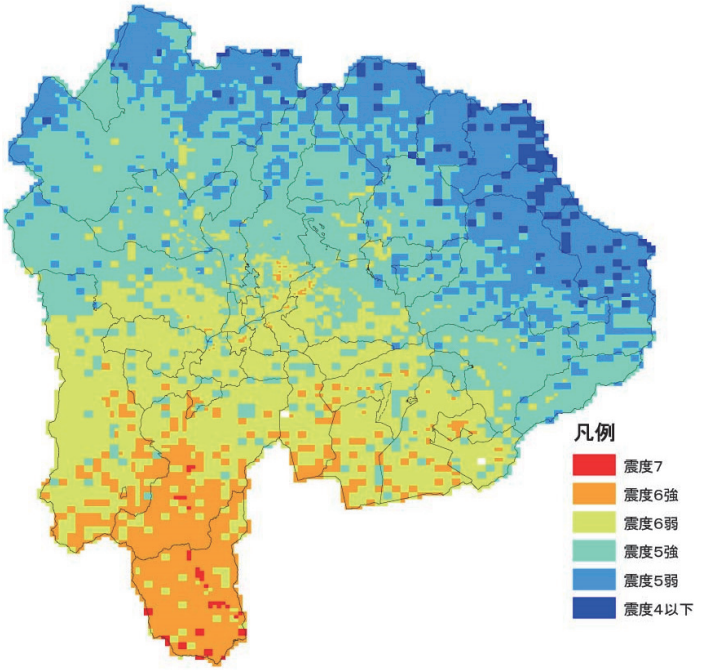
■想定地震

山梨県は，中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」の成果として公開されている，東海地震（ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ 8.0）が発生した場合の工学的基盤（Vs=700m/s）における地震波を入力波として，地表面の地震動を計算している．

■想定結果

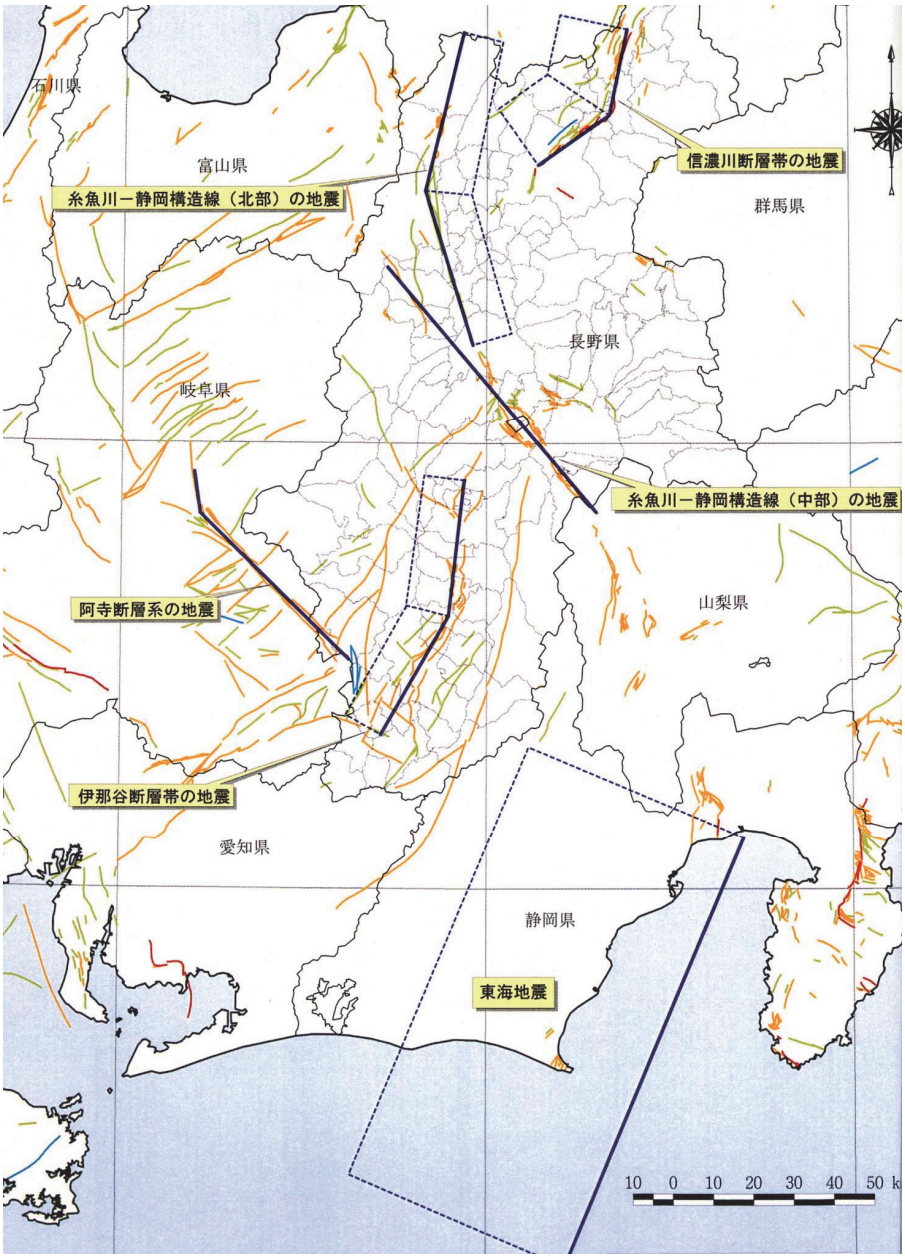
想定地震		東海地震
マグニチュード		8.0
被害予測	地震動	○
	津波	
地震動予測	震度	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	6,912 棟
	炎上出火件数	93 件
	焼失棟数	244 棟
人的被害	死者数	209 人
	重傷者数	514 人
	避難者数	70,985 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	145,907 口
	通信(電話不通)	17,387 件
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	20,359 戸
	上水道(断水)	145,504 戸
	下水道(機能支障)	5,288 人
備考		人的被害は予知なしの場合

【震度分布：東海地震】



長野県(2002)

■想定地震

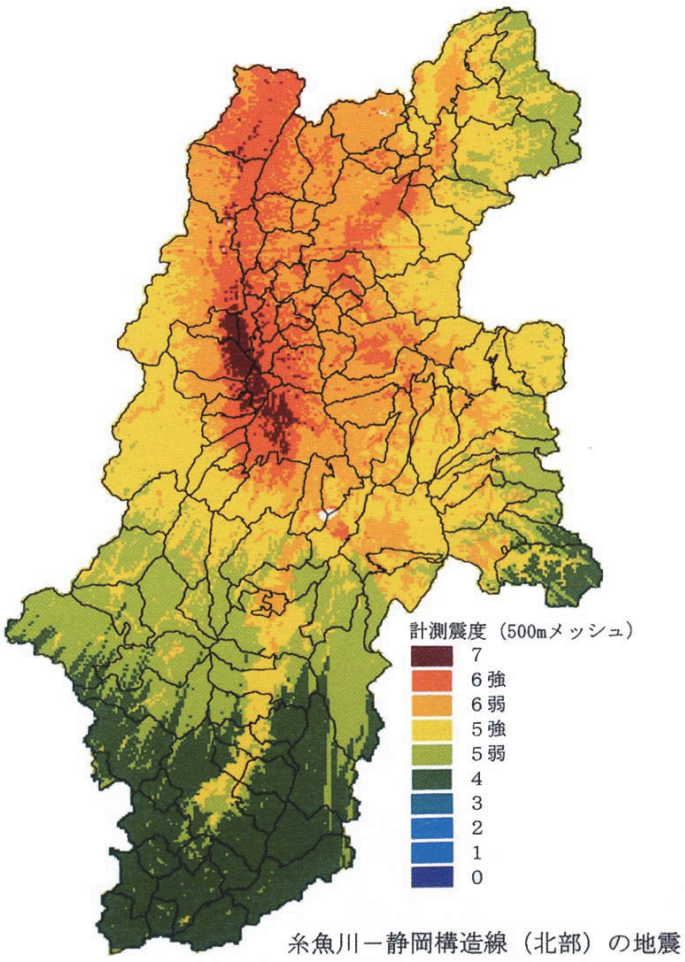


	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	断層長さ(L)	断層幅(W)	断層上端深さ
糸魚川－静岡構造線(北部)の地震	8.0	80 km	20 km	3 km
糸魚川－静岡構造線(中部)の地震	8.0	80 km	17 km	3 km
信濃川断層帯の地震	7.5	43 km	21 km	3 km
伊那谷断層帯の地震	7.9	68 km	20 km	3 km
東海地震	8.0	115 km	70 km	2 km
阿寺断層系の地震	7.9	62 km	17 km	3 km

■想定結果

想定地震		糸魚川ー静岡構造線（北部）	糸魚川ー静岡構造線（中部）	伊那谷断層帯
マグニチュード		8.0	8.0	7.9
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～7	～7	～7
建物被害	建物全壊（大破）棟数	106,255 棟	105,925 棟	61,955 棟
	炎上出火件数	351 件	353 件	195 件
	焼失棟数	12,583 棟	11,865 棟	3,365 棟
人的被害	死者数	3,457 人	2,820 人	1,144 人
	重傷者数	4,528 人	4,356 人	2,430 人
	避難者数	413,956 人	382,692 人	219,352 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力（停電）	211,020 世帯	217,726 世帯	149,200 世帯
	通信（電話不通）	262,090 回線	302,307 回線	83,746 回線
	都市ｶﾞｽ（供給支障）	157,831 件	112,911 件	24,041 件
	上水道（断水）	432,128 世帯	514,292 世帯	162,181 世帯
	下水道（被害箇所数）	5,890 箇所	8,558 箇所	3,573 箇所

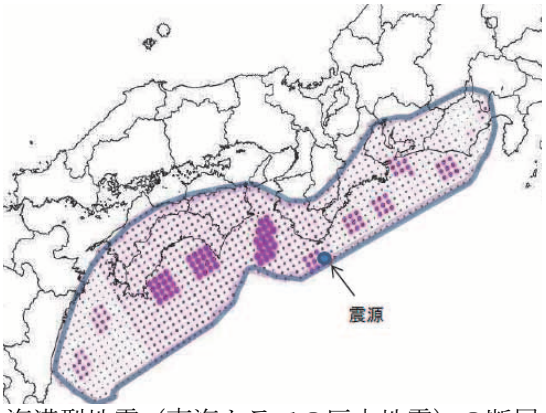
【震度分布：糸魚川ー静岡構造線（北部）】



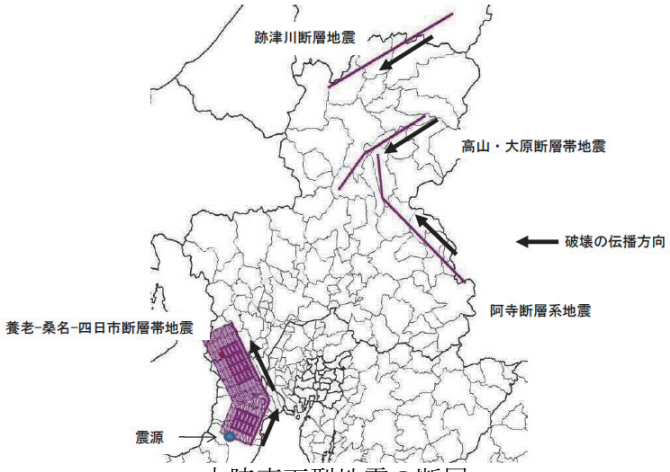
糸魚川ー静岡構造線（北部）の地震

岐阜県(2013)

■想定地震



海溝型地震（南海トラフの巨大地震）の断層



内陸直下型地震の断層

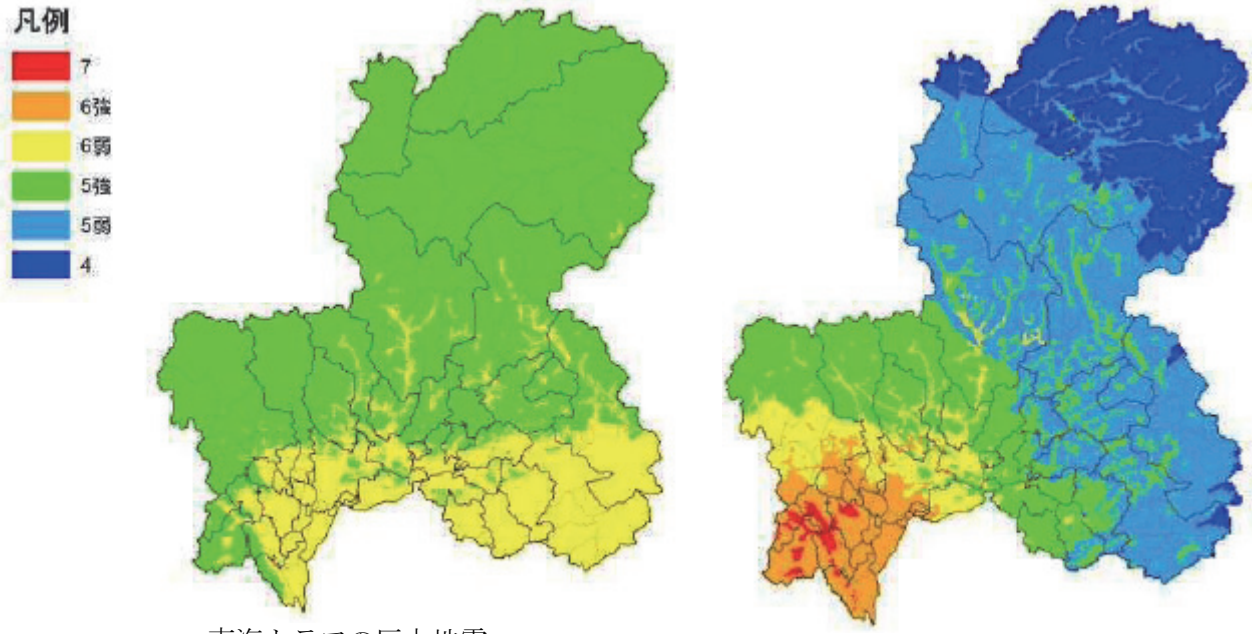
	海溝型地震	内陸型地震			
	南海トラフの巨大地震	養老－桑名－四日市断層帯地震	阿寺断層系地震	跡津川断層地震	高山・大原断層帯地震
ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	M9.0	M7.7	M7.9	M7.8	M7.6

■想定結果

	地震名	南海トラフの巨大地震	養老－桑名－四日市断層帯地震	阿寺断層系地震	跡津川断層地震	高山・大原断層帯地震
被害予測	地震動	○	○	○	○	○
	津波					
建物被害	全壊	35,000棟	68,000棟	16,000棟	20,000棟	17,000棟
	半壊	100,000棟	113,000棟	37,000棟	39,000棟	32,000棟
	焼失棟数	210棟	1,300棟	160棟	380棟	280棟
人的被害	死者	290人	1,800人	530人	580人	510人
	負傷者	7,800人	19,000人	6,400人	7,000人	5,700人
	(重傷者)	620人	3,800人	990人	1,200人	960人
	要救助者数	1,200人	7,600人	1,300人	1,500人	1,300人
	避難者［建物被害］	161,000人	241,000人	46,000人	57,000人	46,000人

※冬夕方 18 時
※１　小数点以下の四捨五入により合計は合わないことがある.
※２　被害の合計値は，要因ごとの重複を考慮しているため，要因ごとの集計値と一致しない.
※３　表の”–”印の数値は，ごく僅かな被害を示す.

【震度分布：南海トラフの巨大地震，養老－桑名－四日市断層帯地震】



南海トラフの巨大地震

養老－桑名－四日市断層帯地震

静岡県(2013)

■想定地震（静岡県第４次地震被害想定(第一次報告)：2013)

区　分	駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震	相模トラフ沿いで発生する地震
レベル１の地震・津波	東海地震 東海・東南海地震　(※) 東海・東南海・南海地震 (マグニチュード8.0～8.7)	大正型関東地震 (マグニチュード8.0程度)
レベル２の地震・津波	南海トラフ巨大地震 (マグニチュード9程度)	元禄型関東地震 (マグニチュード8.2程度)

※国において駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震・津波のモデルである 2003 年中央防災会議モデルの見直しが進められていることを踏まえ，レベル１の地震は南海トラフ巨大地震モデル（2012 年 内閣府）の基本ケースにより，レベル１の津波は 2003 年中央防災会議モデルにより検討した．なお，新モデルが発表された場合は，内容を確認の上，必要に応じて被害想定の再計算などの対応を講じる．

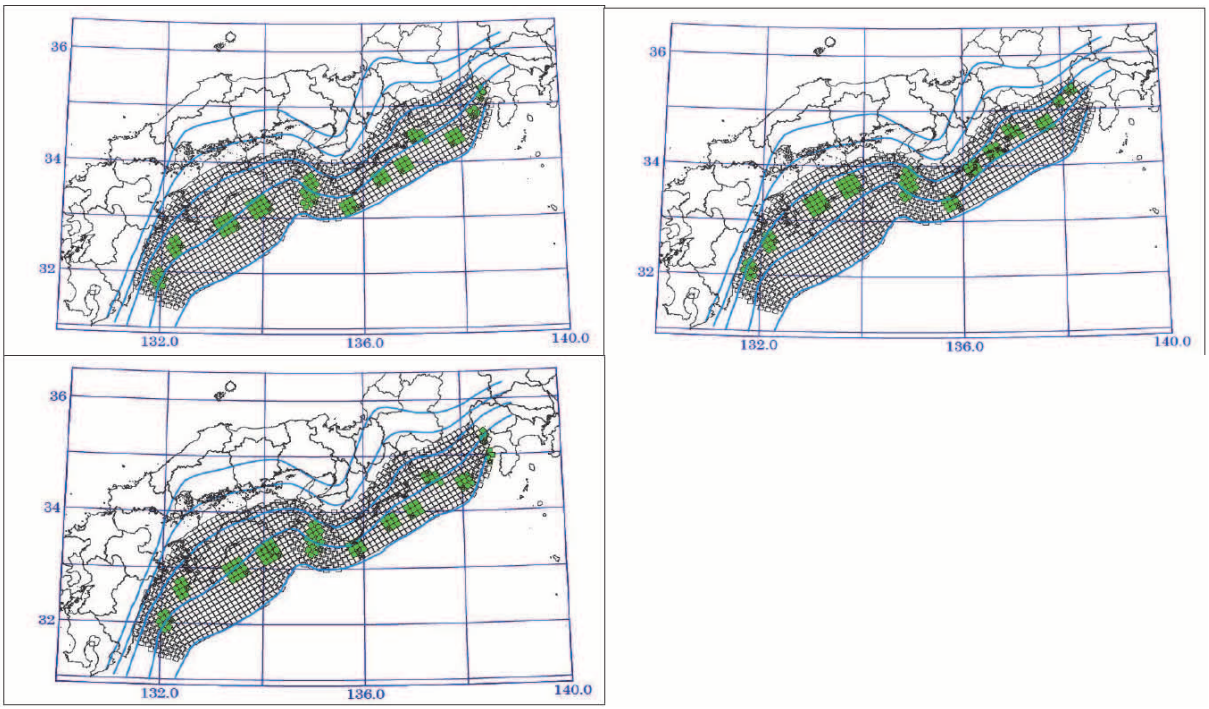
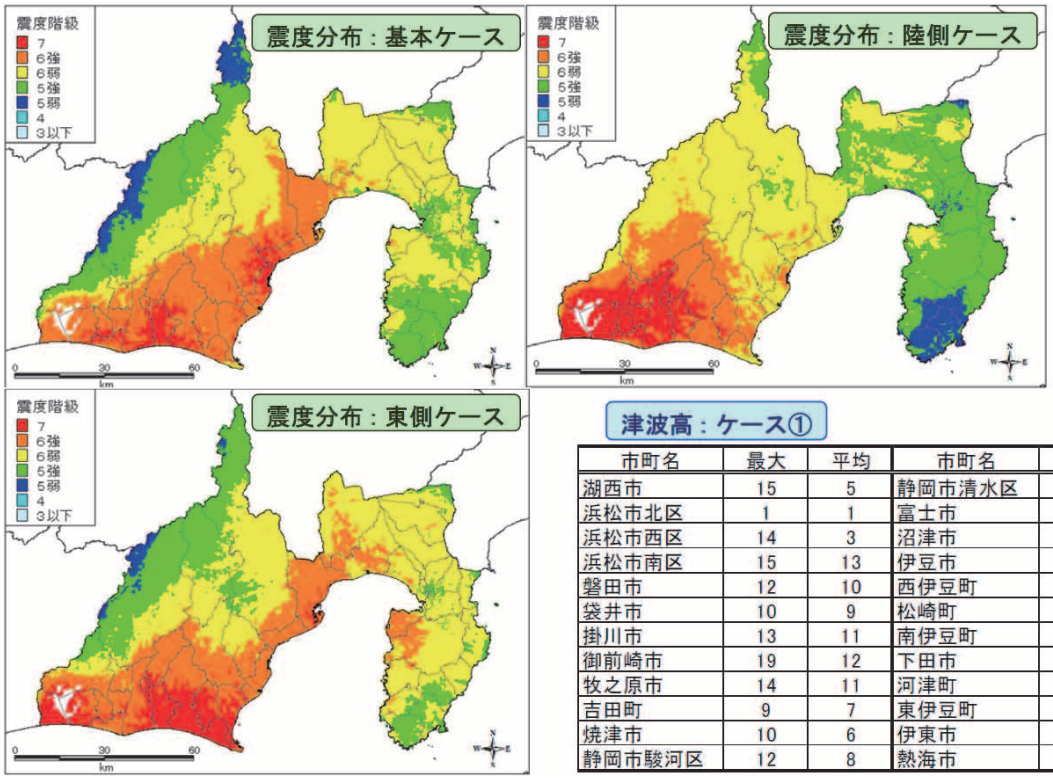


図　中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会等(2013)による
南海トラフ巨大地震の強震断層モデル
（左上：基本ケース、右上：陸側ケース、左下：東側ケース）緑色の部分が強震動生成域

■想定結果

駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震（レベル２）

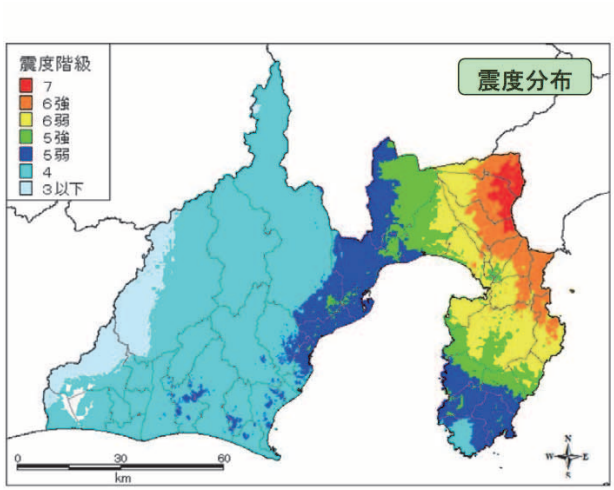


津波高：ケース①

（単位：T.P.+m）

市町名	最大	平均	市町名	最大	平均
湖西市	15	5	静岡市清水区	11	6
浜松市北区	1	1	富士市	6	5
浜松市西区	14	3	沼津市	10	7
浜松市南区	15	13	伊豆市	10	8
磐田市	12	10	西伊豆町	15	9
袋井市	10	9	松崎町	16	12
掛川市	13	11	南伊豆町	24	14
御前崎市	19	12	下田市	31	14
牧之原市	14	11	河津町	12	9
吉田町	9	7	東伊豆町	13	8
焼津市	10	6	伊東市	9	5
静岡市駿河区	12	8	熱海市	5	3

相模トラフ沿いで発生する地震（レベル２）



津波高

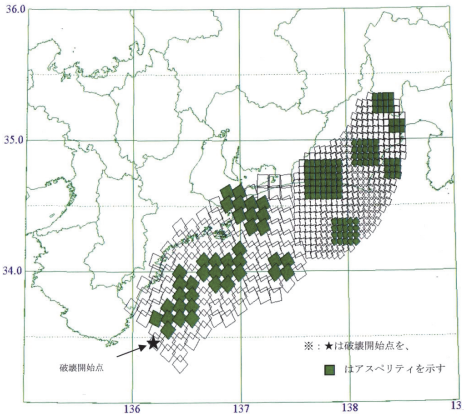
（単位：T.P.+m）

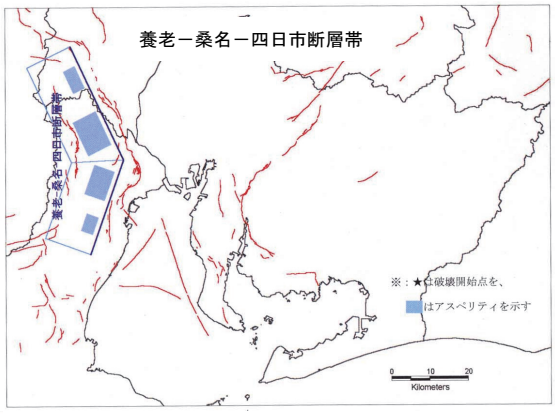
市町名	最大	平均
熱海市	9	6
伊東市	8	5
東伊豆町	6	4
河津町	6	5
下田市	10	5
南伊豆町	9	4
松崎町	4	3
西伊豆町	3	2
伊豆市	3	2
沼津市	5	2
富士市	4	2
静岡市清水区	4	2
静岡市駿河区	5	4
焼津市	4	2
吉田町	4	3
牧之原市	5	4
御前崎市	6	4
掛川市	4	4
袋井市	4	3
磐田市	3	2
浜松市南区	3	3
浜松市西区	3	2
浜松市北区	1	1
湖西市	4	2

愛知県(2003)

■想定地震

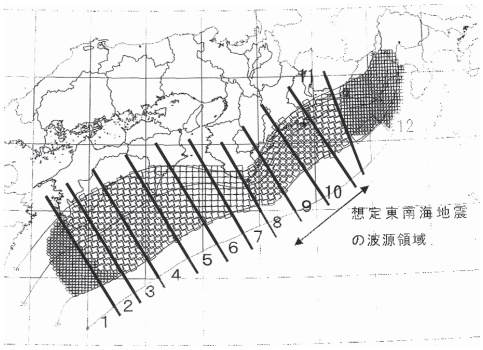
【地震動】





【津波】





【地震動】

想定地震	マグニチュード	計算手法
想定東海地震	Mw 7.96	詳細法
想定東南海地震	Mw 8.15	詳細法
想定東海・東南海地震連動	Mw 8.27	詳細法
養老－桑名－四日市断層帯	7.4 Mw 7.00	詳細法
伊勢湾断層帯主部と白子－野間断層	7.5	簡易法
猿投山北断層	7.0	簡易法
猿投－境川断層と大高－高浜断層	7.4	簡易法

○ 海溝型地震は，中央防災会議により設定されたモデルを基本に設定．断層の破壊開始点・アスペリティは，防災上の観点から，愛知県に影響が大きく出るように設定．

○ 内陸型の地震は，最近の微小地震の活動状況や活断層に関する調査・研究成果を基に設定．養老－桑名－四日市断層帯の破壊開始点・アスペリティは，防災上の観点から，愛知県に影響が大きく出るように設定．

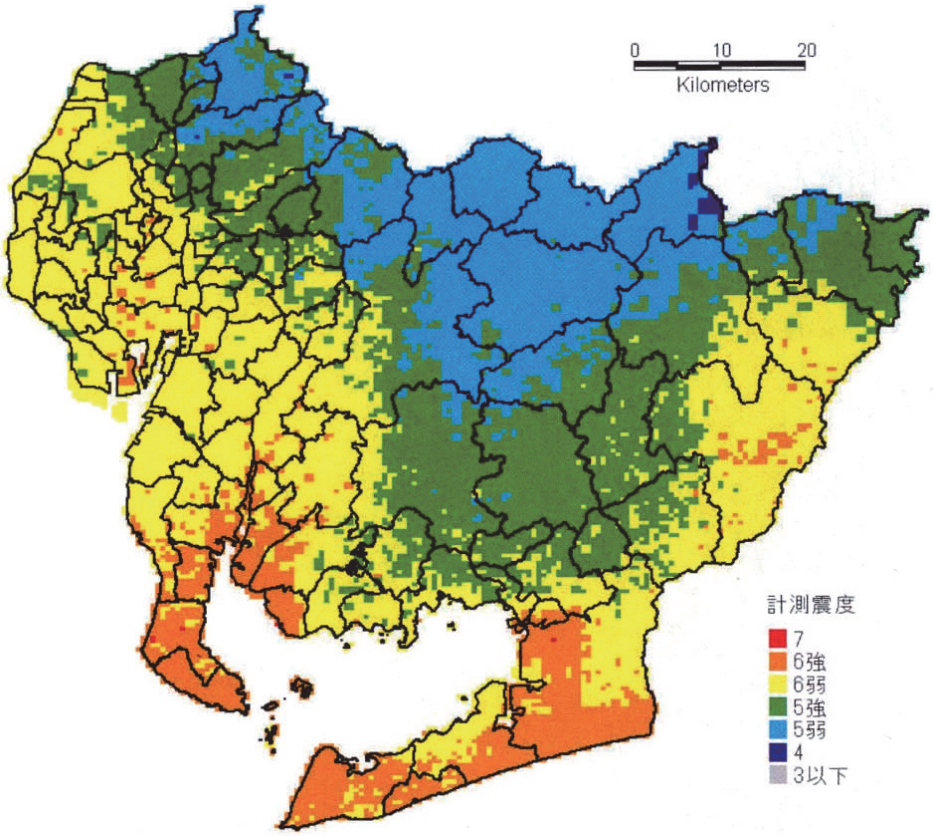
【津波】

ケース	想定地震	波源モデル	備考
1	想定東海地震	想定震源＋A・B・C	２ケースのうち最大となる浸水深を被害想定に用いる
2		想定震源＋A・B・D	
3	想定東南海地震	震源域８～11	２ケースのうち最大となる浸水深を被害想定に用いる
4		震源域９～11	
5	想定東海・東南海地震連動	ケース１＋ケース３	４ケースのうち最大となる浸水深を被害想定に用いる
6		ケース１＋ケース４	
7		ケース２＋ケース３	
8		ケース２＋ケース４	
9	伊勢湾断層帯主部と白子－野間断層の連動		津波想定のみ実施

■想定結果

想定地震		想定東南海地震	想定東海・東南海地震連動	養老－桑名－四日市断層帯
マグニチュード		Mw 8.15	Mw 8.27	Mw 7.00
被害予測	地震動	○	○	○
	津波	○	○	
地震動予測	震度	～7	～7	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	約 60,000 棟	約 98,000 棟	約 9,500 棟
	炎上出火件数	約 780 件	約 1,200 件	約 50 件
	焼失棟数	約 15,000 棟	約 49,000 棟	約 70 棟
人的被害	死者数	約 1,000 人	約 2,000 人	約 70 人
	重傷者数	約 730 人	約 1,400 人	約 50 人
	避難者数	約 520,000 人	約 780,000 人	約 130,000 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	約 530,000 口	約 640,000 口	約 180,000 口
	通信(電話不通)	約 150,000 件	約 220,000 件	約 33,000 件
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	約 490,000 戸	約 930,000 戸	約 170 戸
	上水道(断水)	約 1,100,000 戸	約 1,500,000 戸	約 260,000 戸
	下水道(機能支障)	約 60,000 人	約 80,000 人	約 37,000 人
備考		予知なしの場合		

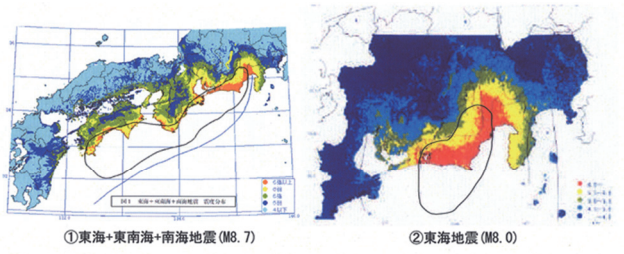
【震度分布：想定東海・東南海地震連動】

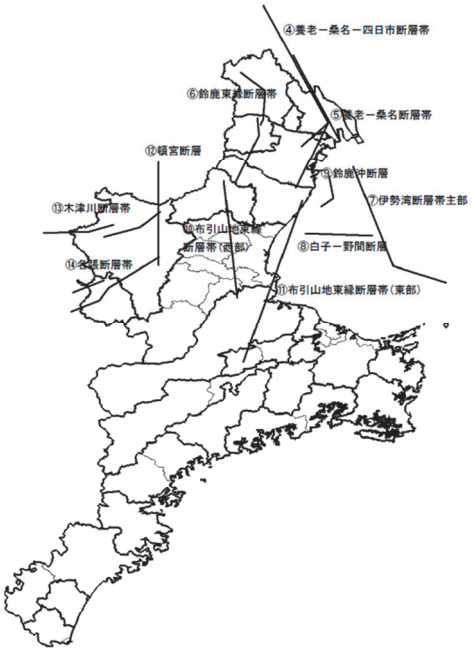


三重県(地震 2006・津波 2012)　津波ハザードのみ追加

■想定地震 (2006)

地震の種類	想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ
プレート境界型地震 (中央防災会議モデル)	①東海地震・東南海地震・南海地震が同時に発生	8.7
	②東海地震が単独で発生	8
	東南海地震(③)発生後，南海地震(③')が数時間～数十時間程度の時間差で発生	8.1,8.4
内陸活断層による地震	④ 養老－桑名－四日市断層帯(M7.8)	7.8
	⑤ 養老－桑名断層帯(M7.4)	7.4
	⑥ 鈴鹿東縁断層帯(M7.5)	7.5
	⑦ 伊勢湾断層帯(伊勢湾断層帯主部)(M7.5)	7.5
	⑧ 伊勢湾断層帯(白子－野間断層)(M7.0)	7
	⑨ 伊勢湾断層帯(鈴鹿沖断層)(M6.7)	6.7
	⑩ 布引山地東縁断層帯西部(M7.4)	7.4
	⑪ 布引山地東縁断層帯東部(M7.6)	7.6
	⑫ 頓宮断層(M7.3)	7.3
	⑬ 木津川断層帯(M7.3)	7.3
	⑭ 名張断層帯(M7.3)	7.3





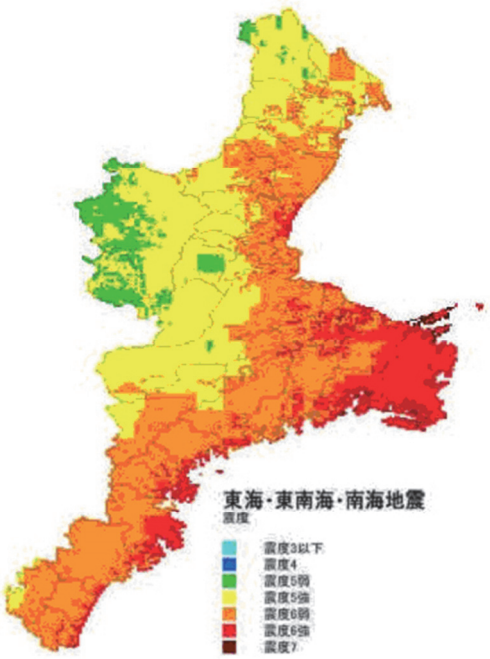
■想定結果 (2006)

想定地震		① 東海地震・東南海地震・南海地震(M8.7)が同時に発生する場合	② 東海地震(M8.0)が単独で発生する場合	③ 東南海地震(M8.1)発生の後,南海地震(M8.4)が数時間～数十時間程度の時間差で発生する場合	④ 養老－桑名－四日市断層帯(M7.8)	⑤ 養老－桑名断層帯(M7.4)
震度		～7	～6弱	～7	～7	～7
被害予想	地震	○	○	○	○	○
	津波	○	○	○		
建物被害	全壊・焼失件数	80,150	7,524	93,017	17,778	16,574
	出火件数	359	55	398	113	101
	焼失件数	26,930	1,840	30,870	4,440	4,760
人的被害	死者数	1,000	60	1,305	143	142
	負傷者数	6,450	528	6,562	1,301	1,277
	避難者数	62,227	6,239	72,251	15,847	15,016

想定地震		⑥ 鈴鹿東縁断層帯(M7.5)	⑦ 伊勢湾断層帯(伊勢湾断層帯主部)(M7.5)	⑧ 伊勢湾断層帯(白子－野間断層)(M7.0)	⑨ 伊勢湾断層帯(鈴鹿沖断層)(M6.7)	⑩ 布引山地東縁断層帯西部(M7.4)
震度		～7	～6弱	～6弱	～6強	～6強
被害予想	地震	○	○	○	○	○
	津波		○	○	○	
建物被害	全壊・焼失件数	7, 756	9, 597	4, 127	6, 173	8, 285
	出火件数	60	70	34	51	59
	焼失件数	1, 550	2, 040	720	810	1, 560
人的被害	死者数	61	65	24	28	67
	負傷者数	112	283	106	137	391
	避難者数	5, 830	7, 709	3, 326	5, 300	6, 305

想定地震		⑪ 布引山地東縁断層帯東部(M7.6)	⑫ 頓宮断層(M7.3)	⑬ 木津川断層帯(M7.3)	⑭ 名張断層帯(M7.3)
震度		～6強	～6強	～7	～7
被害予想	地震	○	○	○	○
	津波				
建物被害	全壊・焼失件数	18, 414	2, 609	2, 452	3, 126
	出火件数	100	19	14	21
	焼失件数	5, 390	230	510	460
人的被害	死者数	166	34	37	46
	負傷者数	1, 198	84	171	284
	避難者数	14, 316	1, 686	1, 348	2, 231

【震度分布：①東海・東南海・南海地震】



■津波想定結果

想定地震		①　東海地震・東南海地震・南海地震(M8.7)が同時に発生する場合
人的被害	浸水範囲内人口(人)	289,945
	堤内地死者数(人)	1,990
建物被害	全壊棟数	9,978
	半壊棟数	6,100
	軽微棟数（浸水しているが被害が軽微）	14,063
	床下浸水	16,788

■想定地震（2012・南海トラフの巨大地震）

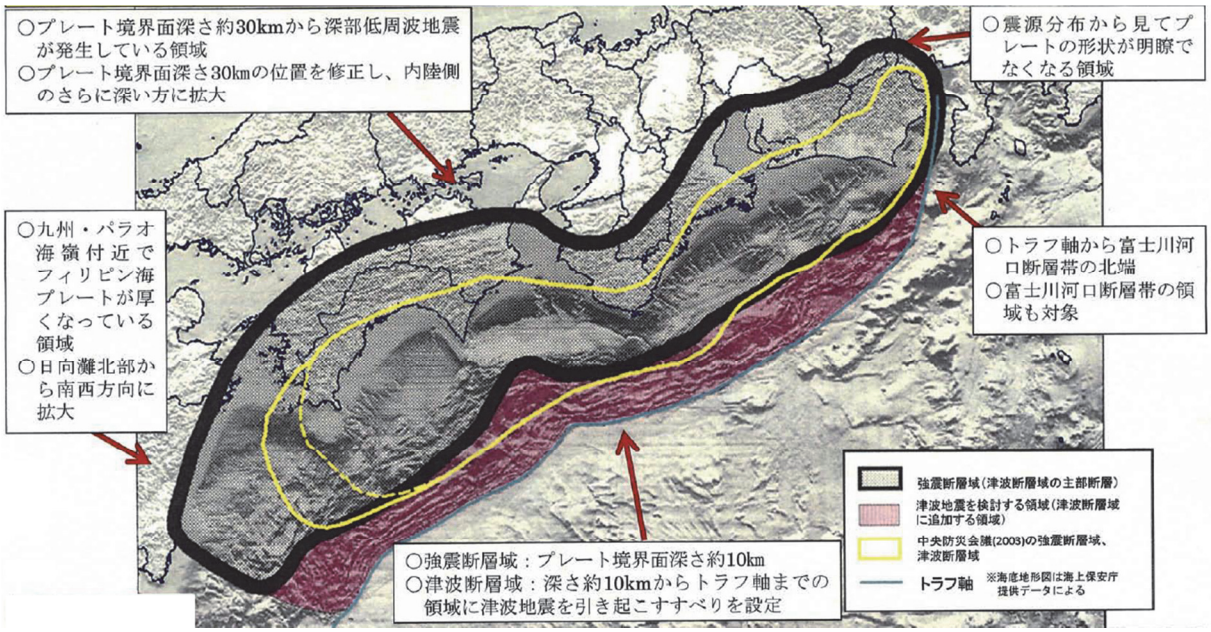
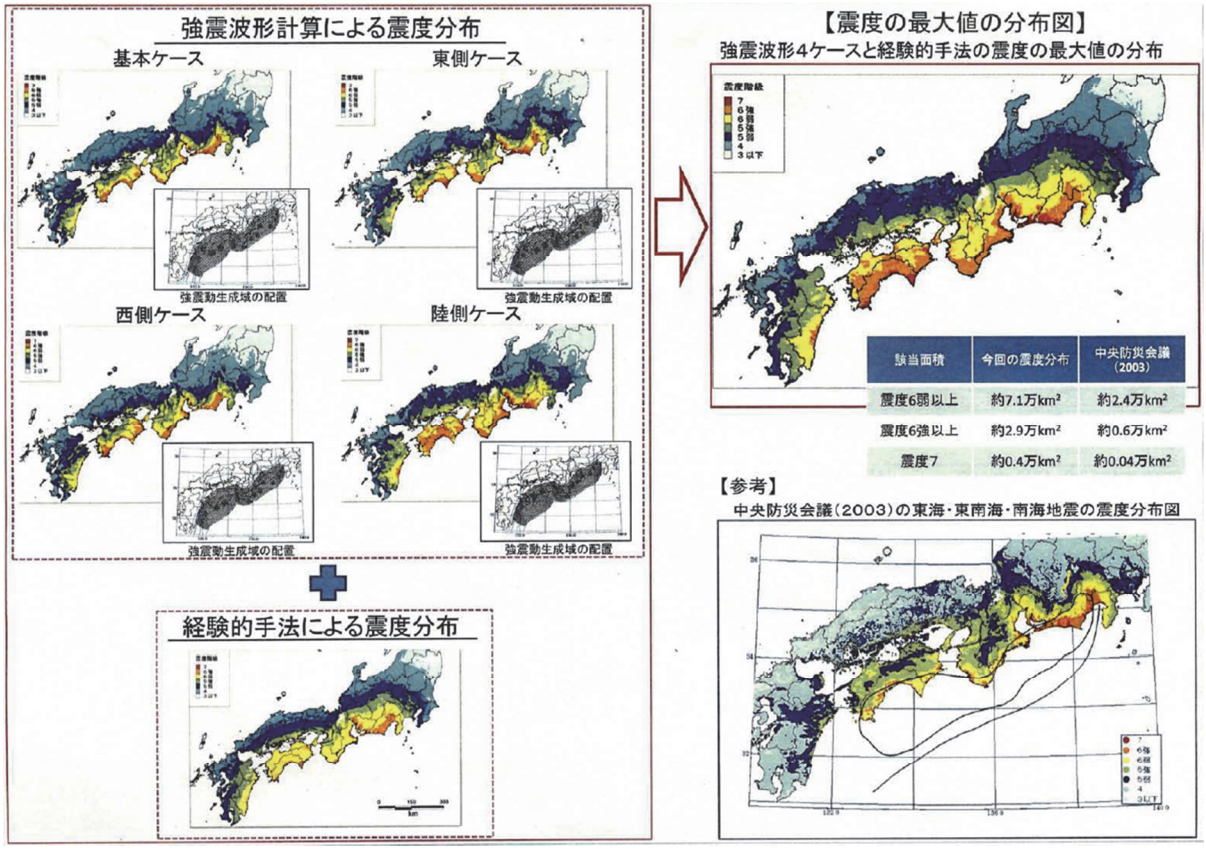


図　南海トラフの巨大地震　想定震源断層域

表　想定地震規模

	津波断層モデル	強震断層モデル
面積	約 14 万 k ㎡	約 11 万 k ㎡
モーメント マグニチュード Mw	9.1	9.0

■想定結果



該当面積	今回の震度分布	中央防災会議（2003）
震度6弱以上	約7.1万km²	約2.4万km²
震度6強以上	約2.9万km²	約0.6万km²
震度7	約0.4万km²	約0.04万km²

■想定津波（2012）

表２　市町別最大津波高、平均津波高、津波到達時間、浸水域

市町名	津波高（m）【上段：最大津波高】【下段平均津波高】	津波高+1.0m最短津波到達時間（分）	津波浸水面積（ヘクタール）
津市	7 6	66	1,960
四日市市	5 4	77	320
伊勢市	9 6	36	3,420
松阪市	7 6	63	2,840
桑名市	5 4	85	20
鈴鹿市	6 5	69	160
尾鷲市	17 10	4	680
鳥羽市	27 7	11	820
熊野市	17 11	4	310
志摩市	26 8	6	2,250
木曽岬町	5 4	89	20
川越町	4 4	84	70
明和町	8 6	55	1,150
大紀町	16 13	8	110
南伊勢町	22 12	8	1,450
紀北町	19 12	8	1,090
御浜町	16 13	6	370
紀宝町	11 9	5	220
三重県内最大	27 13	4	15,700

滋賀県(2005)

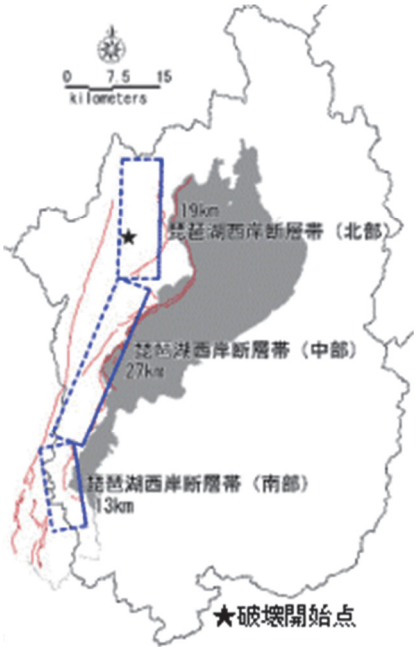
■想定地震



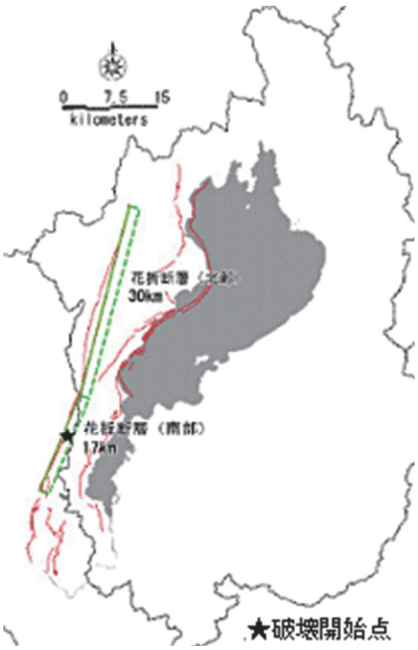
琵琶湖西岸断層地震(ケース 1)



琵琶湖西岸断層地震(ケース 2)



琵琶湖西岸断層地震(ケース 3)



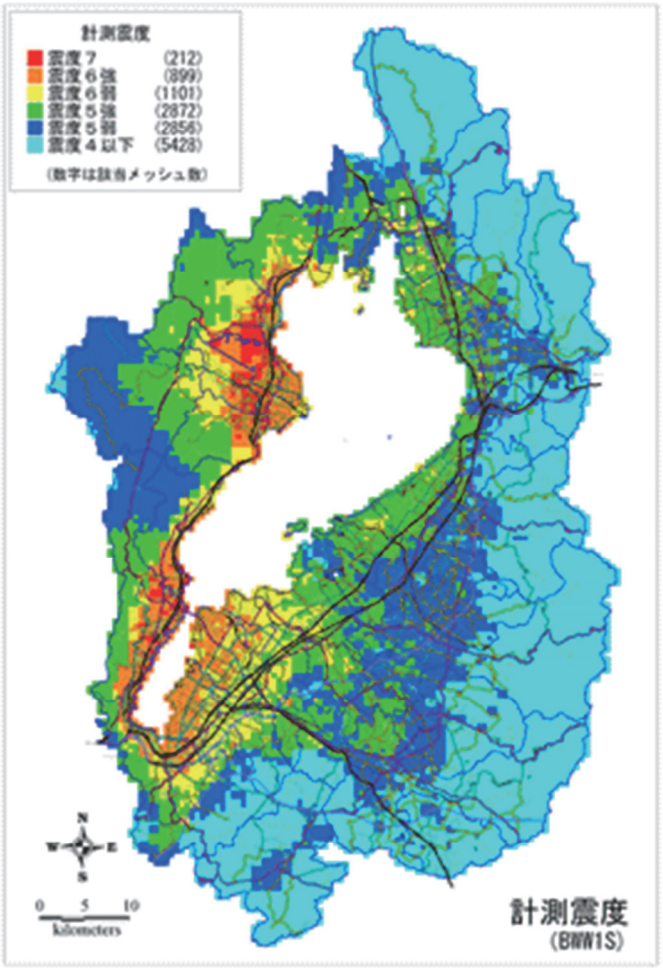
花折断層帯地震

想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	備考
琵琶湖西岸断層帯地震（３ケース）	7.8 Mw7.3	長さ 59km, 全断層面積 1003km^2, 地震ﾓｰﾒﾝﾄ 5.6×10^{26}dyne･cm, ｱｽﾍﾟﾘﾃｨ部応力降下量 14.7MPa
花折断層帯地震	7.6 Mw6.9	長さ 47km, 全断層面積 752km^2, 地震ﾓｰﾒﾝﾄ 3.15×10^{26}dyne･cm, ｱｽﾍﾟﾘﾃｨ部応力降下量 14.0MPa
東南海・南海地震	Mw8.5	中央防災会議の地震動予測結果に基づく

■想定結果

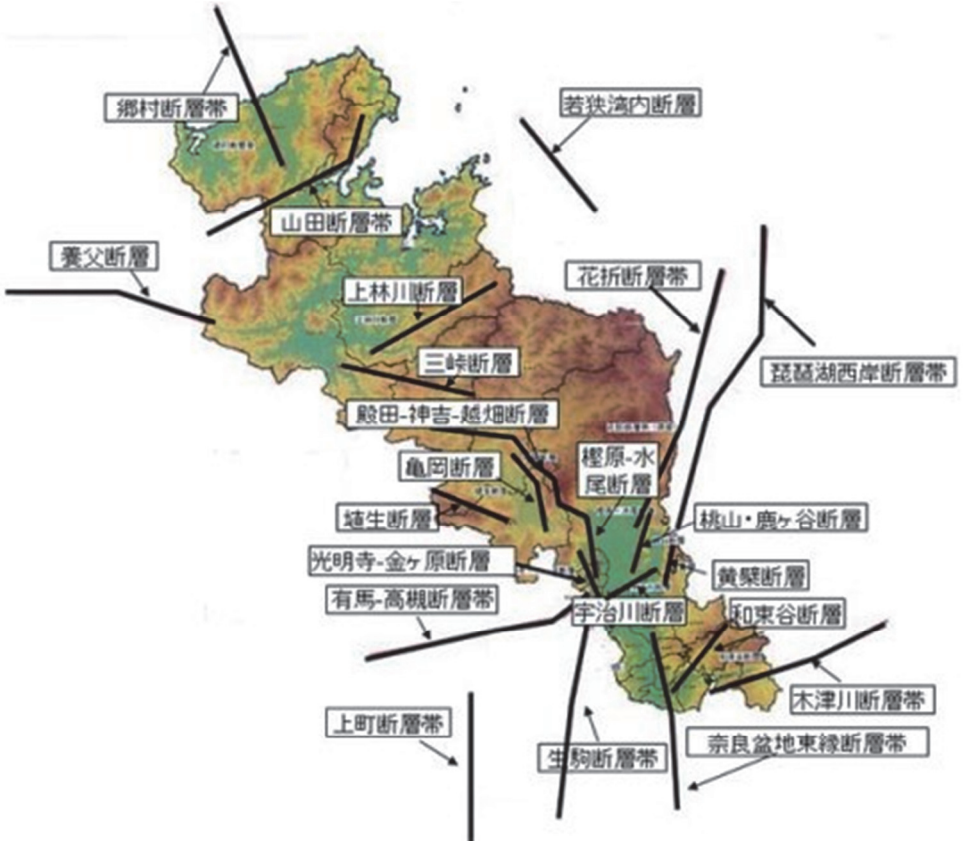
想定地震		琵琶湖西岸断層帯地震（ケース１）	花折断層帯地震	東南海・南海地震
マグニチュード		7.8 Mw7.3	7.6 Mw6.9	Mw8.5
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～7	～6 強	～6 弱
建物被害	建物全壊(大破)棟数	45,994 棟	6,665 棟	1,427 棟
	炎上出火件数	93 件	19 件	ほぼ 0 件
	焼失棟数			
人的被害	死者数	898 人	89 人	43 人
	重傷者数	493 人	257 人	44 人
	避難者数	82,889 人	23,262 人	5,336 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力			
	通信			
	都市ｶﾞｽ			
	上水道			
	下水道			
備考				

【震度分布：琵琶湖西岸断層帯地震（ケース１）】



京都府(2008)

■想定地震



想定地震	地震規模マグニチュード	想定地震	地震規模マグニチュード
花折断層帯	7.5	山田断層帯	7.4
桃山－鹿ケ谷断層	6.6	郷村断層帯	7.4
黄檗断層	6.5	上町断層帯	7.5
奈良盆地東縁断層帯	7.5	生駒断層帯	7.5
亀岡断層	6.7	琵琶湖西岸断層帯	7.7
樫原－水尾断層	6.6	有馬－高槻断層	7.2
殿田－神吉－越畑断層	7.2	宇治川断層	6.5
光明寺－金ヶ原断層	6.8	木津川断層	7.3
三峠断層	7.2	埴生断層	6.9
上林川断層	7.2	養父断層	7.4
若狭湾内断層	6.9	和束谷断層	6.7

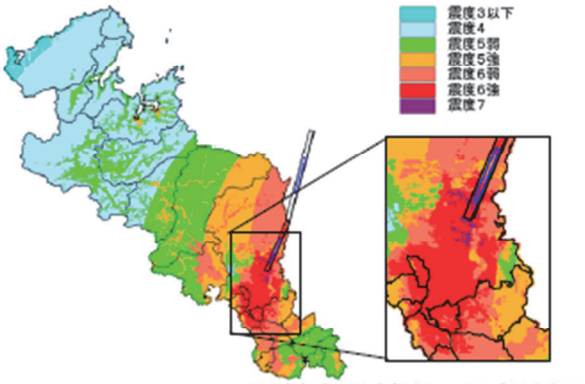
■想定結果

地震被害総括表

断層名		最大予測震度	人的被害					建物被害		
			死者数	負傷者数		要救助者数	短期避難者数	全壊	半壊・一部半壊	焼失建物
					重傷者数					
			（人）	（人）	（人）	（人）	（人）	（棟）	（棟）	（棟）
花折断層帯	花折断層帯	7	6,900	74,400	12,100	44,400	481,100	148,400	114,200	18,600
	桃山-鹿ヶ谷断層	6強	2,300	23,600	2,300	12,100	194,500	52,800	38,200	2,100
黄檗断層		6強	800	13,200	1,000	6,200	94,100	17,300	25,400	1,100
奈良盆地東縁断層帯		7	1,900	19,700	2,000	10,700	248,500	46,000	89,500	7,100
西山断層帯	亀岡断層	7	400	6,900	500	3,000	102,000	13,500	42,900	1,300
	樫原-水尾断層	7	1,300	17,800	1,600	9,000	206,100	24,900	38,000	2,000
	殿田-神吉-越畑断層	7	3,400	34,900	3,900	19,000	426,000	77,600	155,500	8,600
	光明寺-金ヶ原断層	7	800	14,300	1,100	6,900	127,500	15,500	37,300	1,600
三峠断層		7	1,200	7,900	1,300	6,000	95,700	38,300	44,700	7,600
上林川断層		7	1,200	8,300	1,300	5,800	101,500	39,500	47,600	7,700
若狭湾内断層		5強	0	60	0	20	5,400	600	2,600	0
山田断層帯		7	1,700	9,000	1,600	6,800	108,100	55,000	49,300	13,200
郷村断層帯		7	2,200	12,700	2,300	9,300	149,400	76,600	60,600	16,300
上町断層帯		6弱	90	3,700	100	1,200	64,300	5,000	28,700	400
生駒断層帯		7	3,400	30,300	3,500	18,500	367,200	65,200	123,800	7,500
琵琶湖西岸断層帯		6強	1,100	36,500	4,100	18,900	228,500	39,300	63,600	4,000
有馬-高槻断層帯	有馬-高槻断層	7	2,900	43,900	5,200	26,800	340,500	50,800	80,600	7,400
	宇治川断層	7	1,200	22,800	2,200	12,100	206,800	21,200	35,500	2,000
木津川断層帯		7	1,600	18,400	1,700	9,300	236,500	40,700	89,000	6,100
埴生断層		7	1,500	20,000	1,700	9,700	262,300	38,000	101,900	3,500
養父断層		7	700	7,200	800	3,900	105,100	29,000	58,800	4,900
和束谷断層		6強	400	5,500	500	2,600	77,400	12,300	32,500	2,300
東南海・南海地震		6弱	130	6,200	140	2000	111,600	10,400	51,900	400

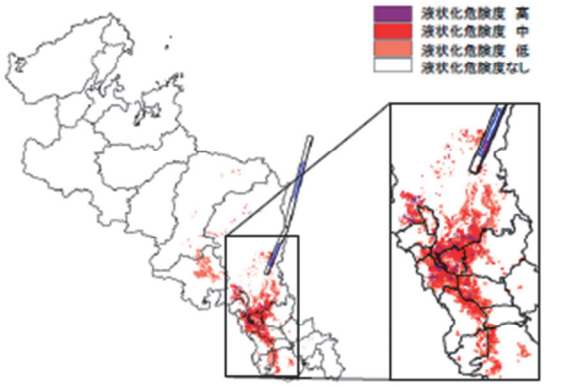
京都府地震被害想定調査結果（2008）

【震度分布：花折断層地震】



注）京都市域は京都市(2003)の成果を表示

【液状化危険度分布：花折断層地震】



注）京都市域は京都市(2003)の成果を表示

大阪府(2007・2013)　2013 年に南海トラフの巨大地震のシナリオ追加

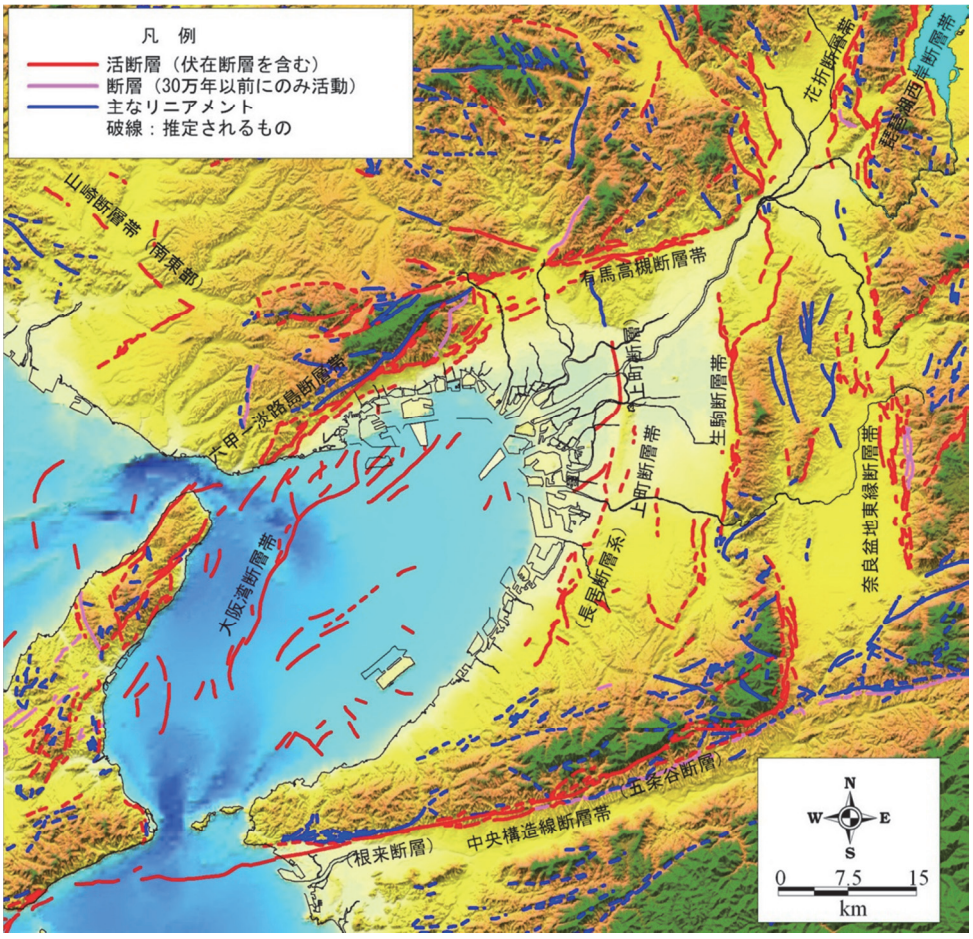
■想定地震（南海トラフ巨大地震：2013）

内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が公表した 11 ケースの津波断層モデルによる津波を検討の対象とした

■想定地震(2007)

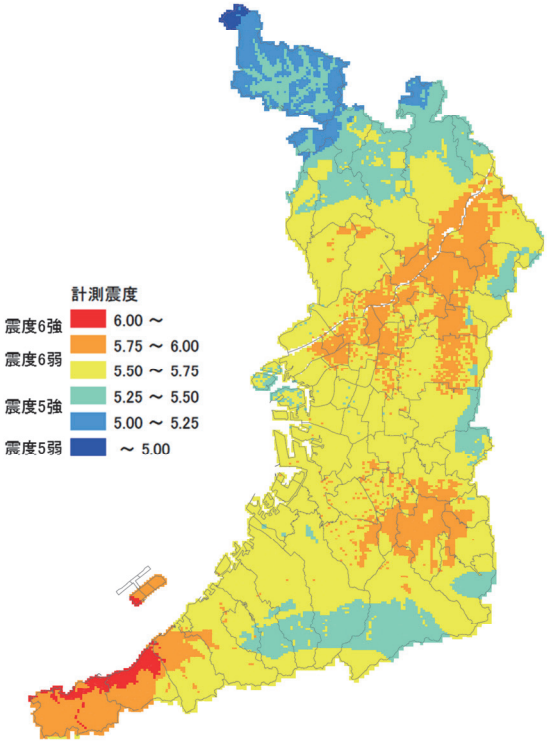
【地震動】

想定地震		マグニチュード
内陸直下型地震	①上町断層帯地震	7.5
	②生駒断層帯地震	7.0～7.5
	③有馬高槻断層帯地震	7.5±0.5
	④中央構造線断層帯地震	8
海溝型地震	⑤東南海・南海地震	8.1，8.4

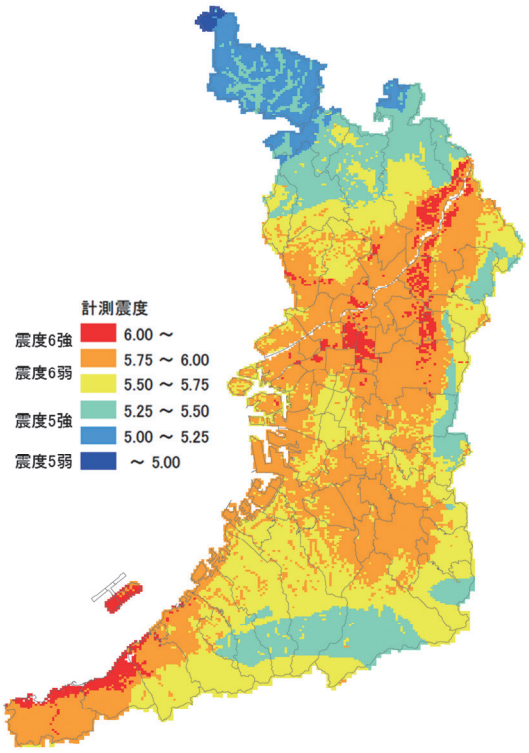


■想定結果（南海トラフ巨大地震：2013）

【大阪府　計測震度】



【内閣府　計測震度】



出典）内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」

■想定結果（2007）

想定地震		上町断層帯地震 A	上町断層帯地震 B	生駒断層帯地震	東南海・南海地震
マグニチュード		7.5	7.5	7.0～7.5	7.5±0.5
被害予測	地震動	○	○	○	○
	津波				○
地震動予測	震度				
建物被害	全壊棟数（棟）	362,576	219,222	275,316	22,341
	炎上出火件数（1 日間）	352	157	215	5
人的被害	死者数（人）	10,831	5,654	7,559	99
	負傷者数	124,976	81,536	84,932	22,027
	重傷者数	7,409	5,542	5,404	2,183

■想定津波（2013）

大阪府津波浸水想定（全体図）

［津波シミュレーション条件］
対象地震　：内閣府ケース 3, 4, 5, 10 重ね合わせ
堤防取扱い：越流時に破堤（堤防なしとする）
構造物条件組み合わせ（3 条件の重ね合わせ）：

	防潮堤等	水門	陸閘
条件 1	地震時沈下量を考慮	開放	
条件 2		閉鎖	
条件 3	地震時沈下量なし	開放	閉鎖

【留意事項】
（総説）
○「津波浸水想定」は、津波防災地域づくりに関する法律（平成 23 年法律第 123 号）第 8 条第 1 項に基づいて設定するものです。市町村のハザードマップ策定や津波防災地域づくりを実施するための基礎となるものです。

○津波浸水想定は、大阪府沿岸に最大クラスの津波をもたらすと想定される津波断層モデルとして、内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が公表した 11 のモデルから、大阪府域に最も大きな影響を与えると考えられるケース 3、4、5、10 の 4 つのモデルを選定しました。
これら 4 ケースごとに、防潮堤の沈下を考慮し、防潮施設の開閉状況に応じた 3 つのシミュレーション結果を重ね合わせ、悪条件となる場合に想定される浸水域（浸水の区域）と浸水深（水深）を表したものです。したがって、必ずしも同時に発生するものではありません。

○津波浸水想定の浸水域や浸水深は、避難を中心とした津波防災対策を進めるためのものであり、津波による災害の発生範囲を決定するものではありません。また、一定の条件を設定し計算した結果のため、着色されていない区域が必ずしも安全というわけではありません。

○最大クラスの津波は、現在の科学的知見を基に、過去に実際に発生した津波や今後発生が予想される津波から想定したものであり、千年に一度あるいはそれよりもっと発生頻度が低いものですが、これよりも大きな津波が発生する可能性が無いというものではありません。このため、浸水域が拡大する可能性を矢印で示しています。

（計算条件）
○津波浸水想定にあたってはシミュレーションを実施する際の条件設定の制約から、予測結果には限界があります。
・津波浸水想定では、幅 10m 以上の河川については遡上を計算していますが、幅 10m 未満の河川や水路についてはその計算を実施していません。
・津波浸水想定では、津波による河川内の水位変化を図示していませんが、津波の遡上により、水位が変化することがあります。
・河川内の水位については、平水流量または、台風期の例望平均流量流位としているため、洪水時に津波が発生した場合などは、今回設定した以外の場所から溢水する場合もあります。
・津波浸水想定では、地盤面を基準にどれだけ浸水しているかを表示しているため、この図面には地下街や地下鉄などの地下空間、管路等への流水の侵入やその影響は考慮していません。

（利用上の注意点）
○浸水域や浸水深は、局所的な地面の凹凸や構造物の影響の住か、地震による地盤変動や構造物の変状等に関する計算条件との差異により、浸水域外での浸水の発生や、浸水深がさらに大きくなる場合があります。

○地形図は最新のものを使用しておりますが、現在の地形と異なる場合もあります。

○津波は、第 1 波だけで終わるものではありません。何度も繰り返しくるものです。また、第 2 波以降が大きくなることもあります。

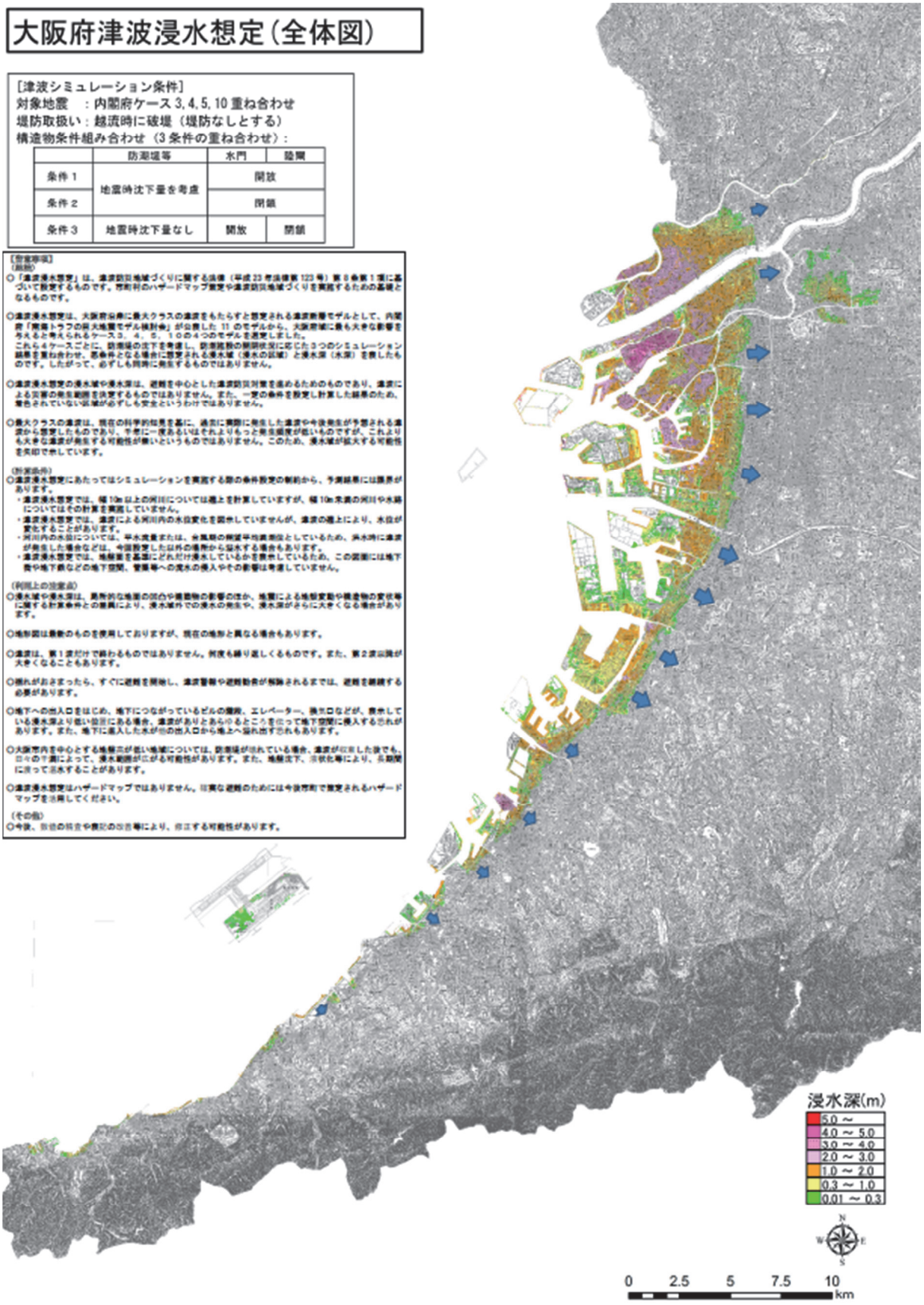
○揺れがおさまったら、すぐに避難を開始し、津波警報や避難勧告が解除されるまでは、避難を継続する必要があります。

○地下への出入口をはじめ、地下につながっているビルの階段、エレベーター、換気口などが、表示している浸水深より低い位置にある場合、津波がありとあらゆるところを伝って地下空間に侵入する恐れがあります。また、地下に進入した水が他の出入口から地上へ溢れ出す恐れもあります。

○大阪市内を中心とする地盤高が低い地域については、防潮堤が壊れている場合、津波が収束した後でも、日々の干満によって、浸水範囲が広がる可能性があります。また、地盤沈下、液状化等により、長期間に渡って溢水することがあります。

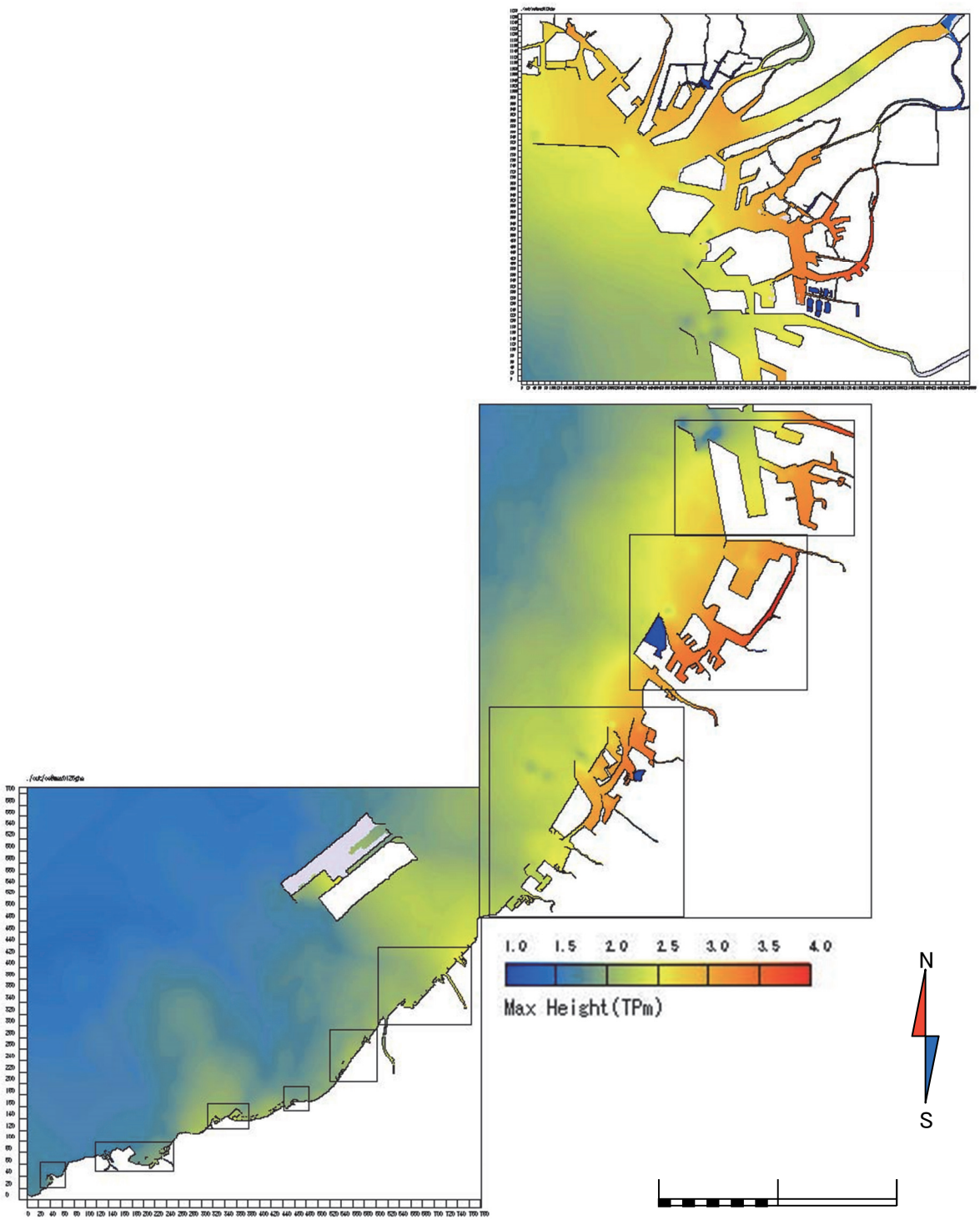
○津波浸水想定はハザードマップではありません。従実な避難のためには今後市町で策定されるハザードマップを活用してください。

（その他）
○今後、数値の精査や表記の改善等により、修正する可能性があります。



■想定津波(2007)

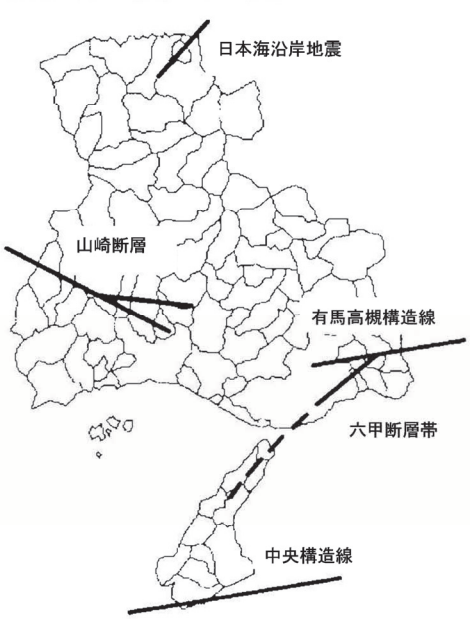
東南海・南海地震により生じる津波が想定されている.以下の図は,最大津波推移の分布,浸水予測である.

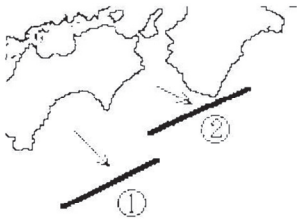


最大津波推移の分布

兵庫県(地震 1999・津波 2006)

■想定地震 (1999)





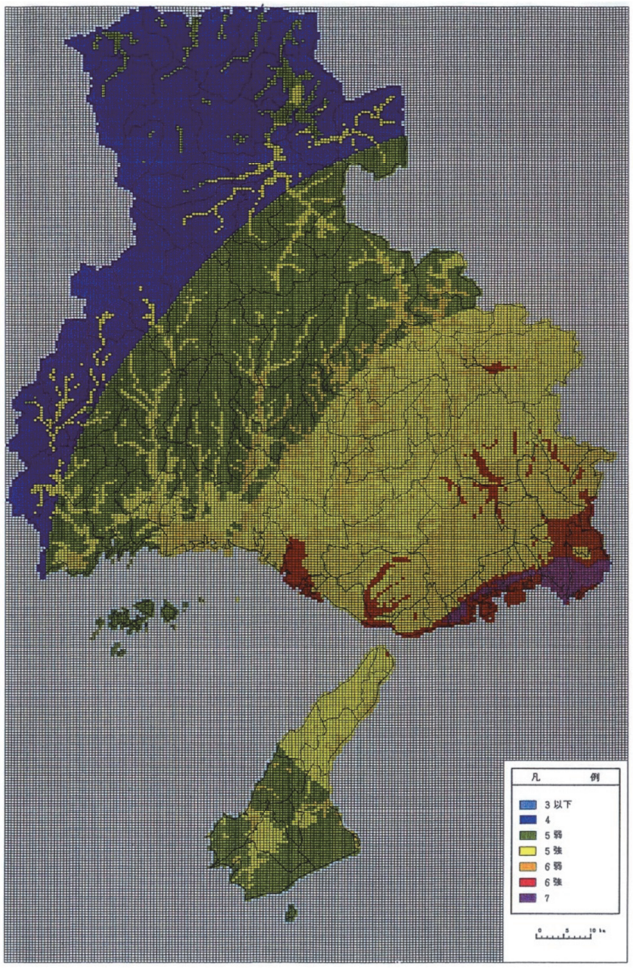
南海道地震(M8.4)

想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	走向(度)	傾斜(度)	長さ(km)	幅(km)	深さ(km)
有馬高槻構造線～六甲断層帯地震	7.7	N80E, N50E	90, 90	53, 25	-	0
山崎断層地震	7.7	N60W, N70W	90, 90	51, 19	-	0
中央構造線地震	8.0	N70E	90	79	-	0
日本海沿岸地震	7.3	N15E	90	10	-	0
南海道地震	8.4	N20E, N20E	160, 170	150, 150	120, 70	1, 10

■想定結果 (1999)

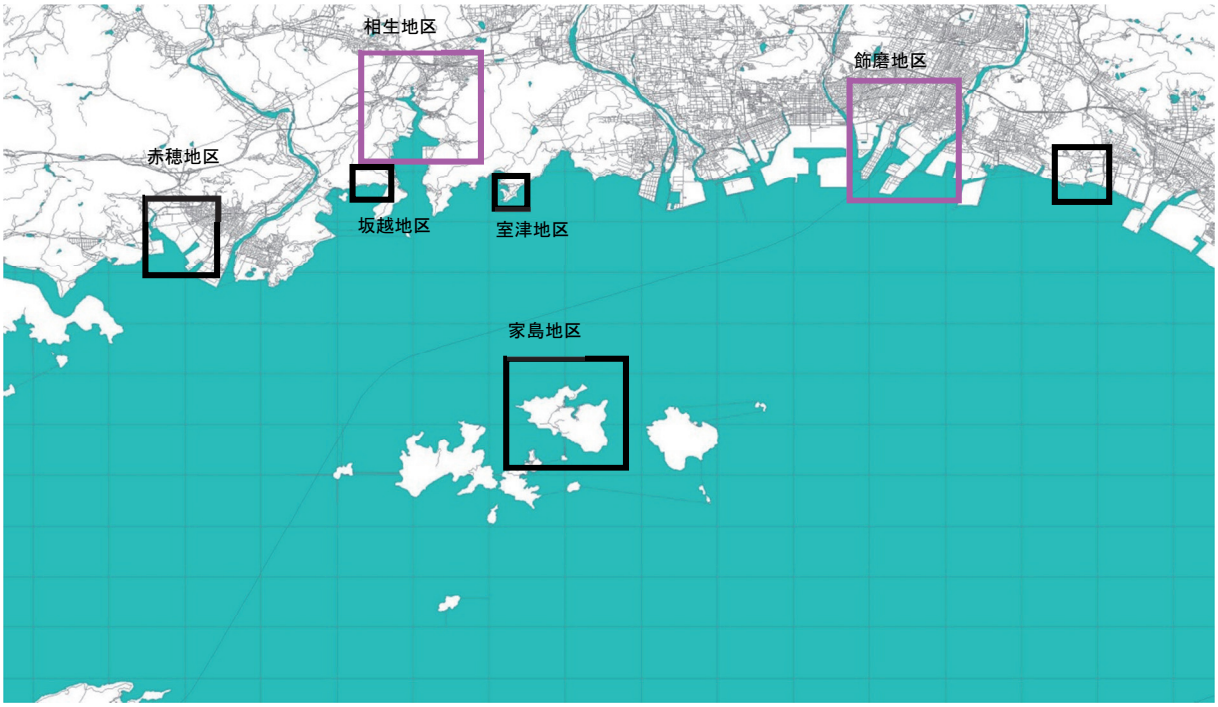
想定地震		有馬高槻構造線～六甲断層帯地震	山崎断層地震	中央構造線地震
マグニチュード		7.7	7.7	8.0
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～7	～6強	～6強
建物被害	建物全壊(大破)棟数	165,086棟	58,205棟	9,213棟
	炎上出火件数	481件	113件	18件
	焼失棟数	67,542棟	4,416棟	782棟
人的被害	死者数	12,073人	3,057件	769件
	重傷者数	62,011件	21,919件	5,543件
	避難者数	544,890件	398,444件	55,990件
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力			
	通信			
	都市ｶﾞｽ			
	上水道			
	下水道			

【震度分布：有馬高槻構造線～六甲断層帯地震】



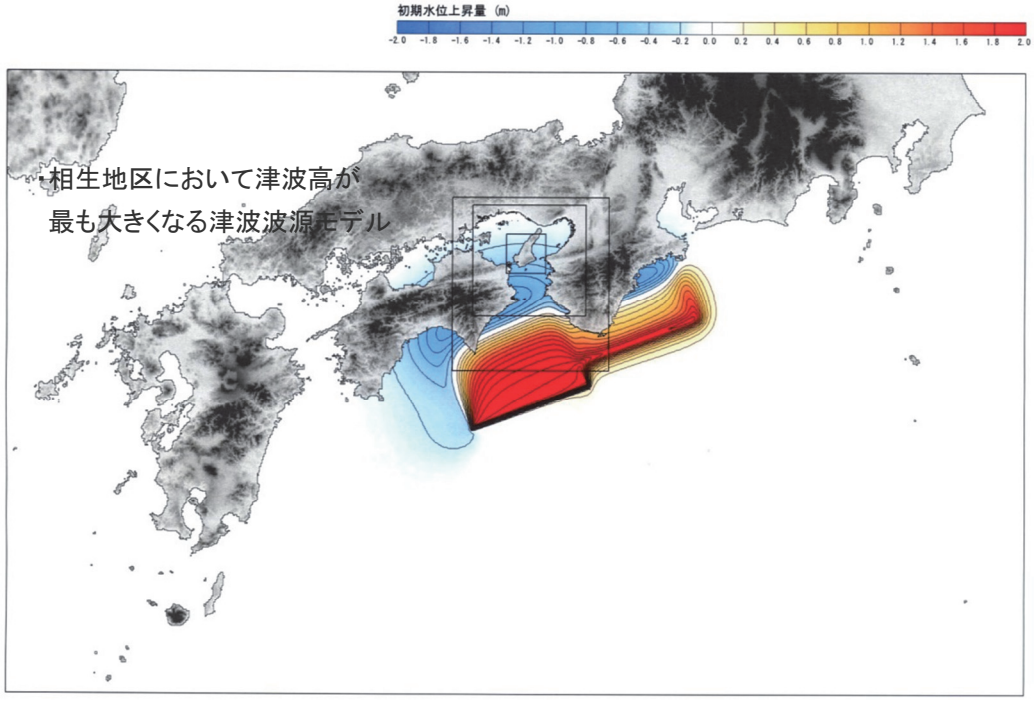
■想定津波（2006）

兵庫県では沿岸の相生地区と飾磨地区を対象地域として津波の被害を検討している.

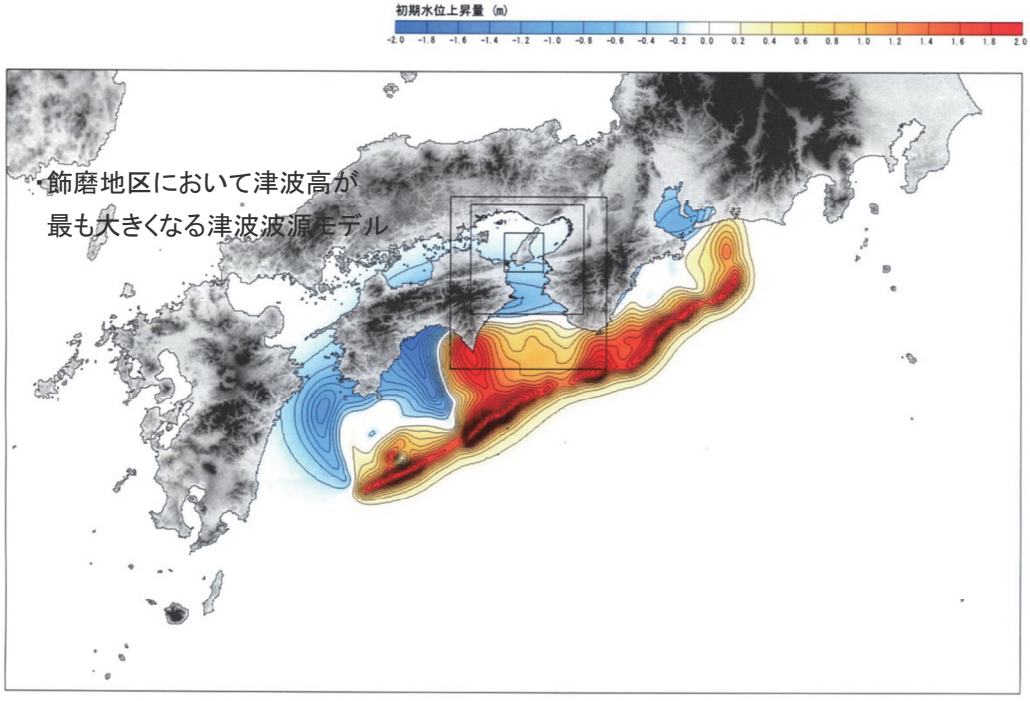


【波源モデル】

兵庫県南海モデル：相生地区



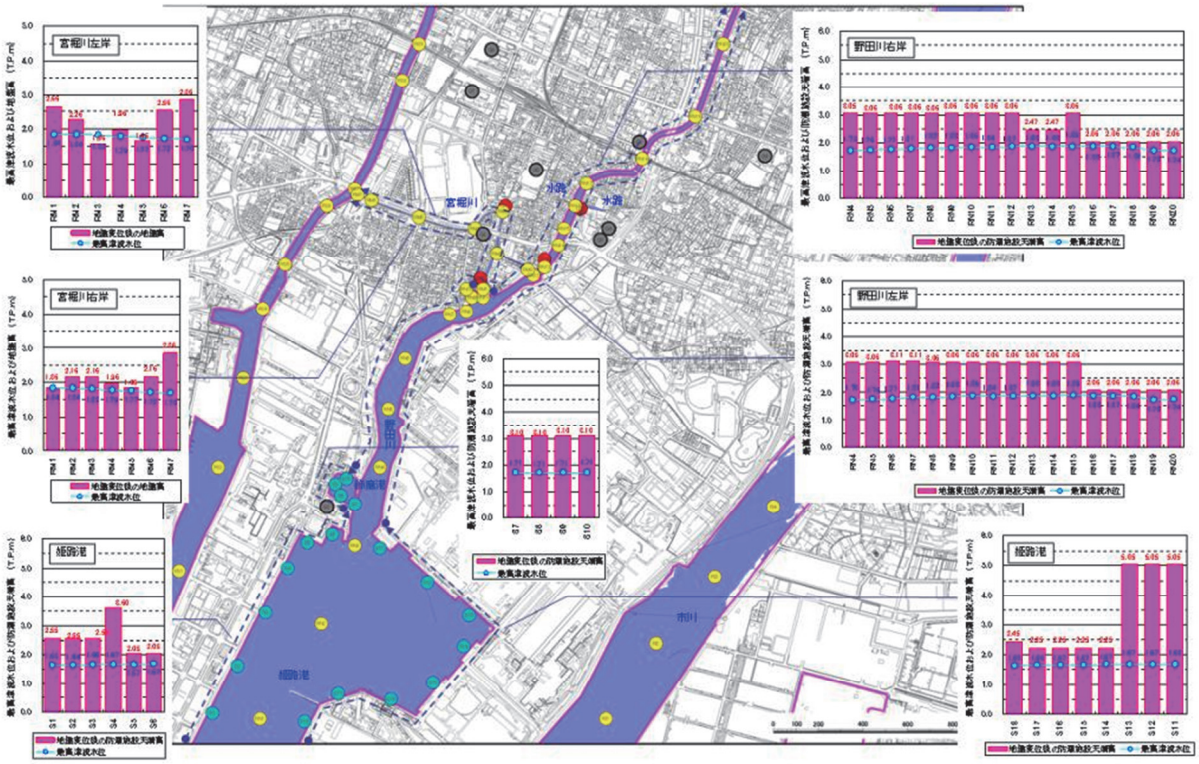
中央防災会議2連発モデル（中防2連発モデル）：飾磨地区



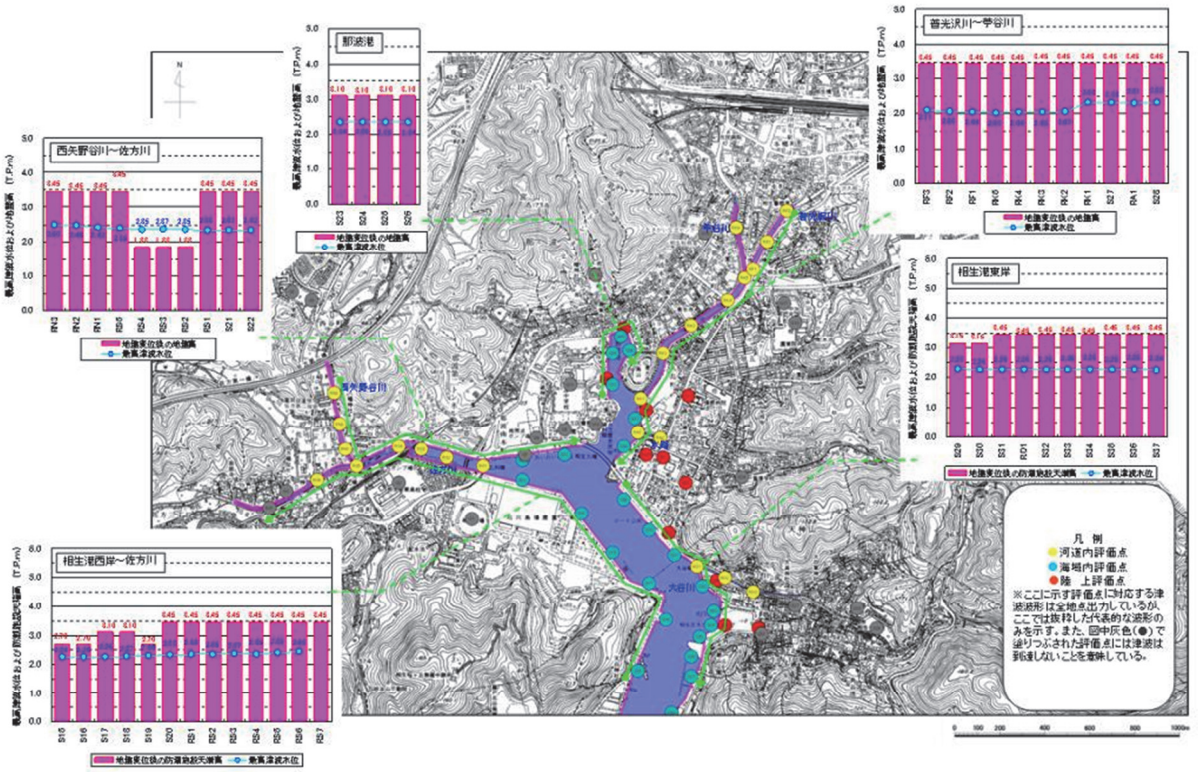
■想定結果（2006）

下図は護岸の標高と津波の最高水位の比較である.

相生地区

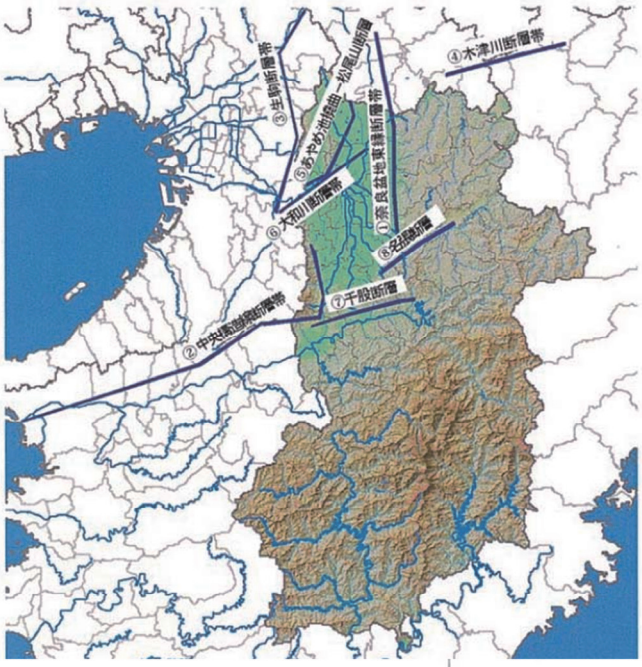


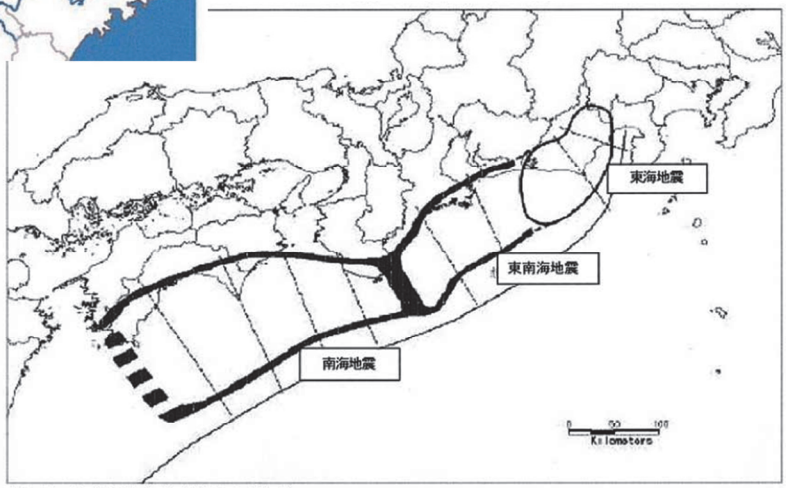
飾磨地区



奈良県(2005)

■想定地震





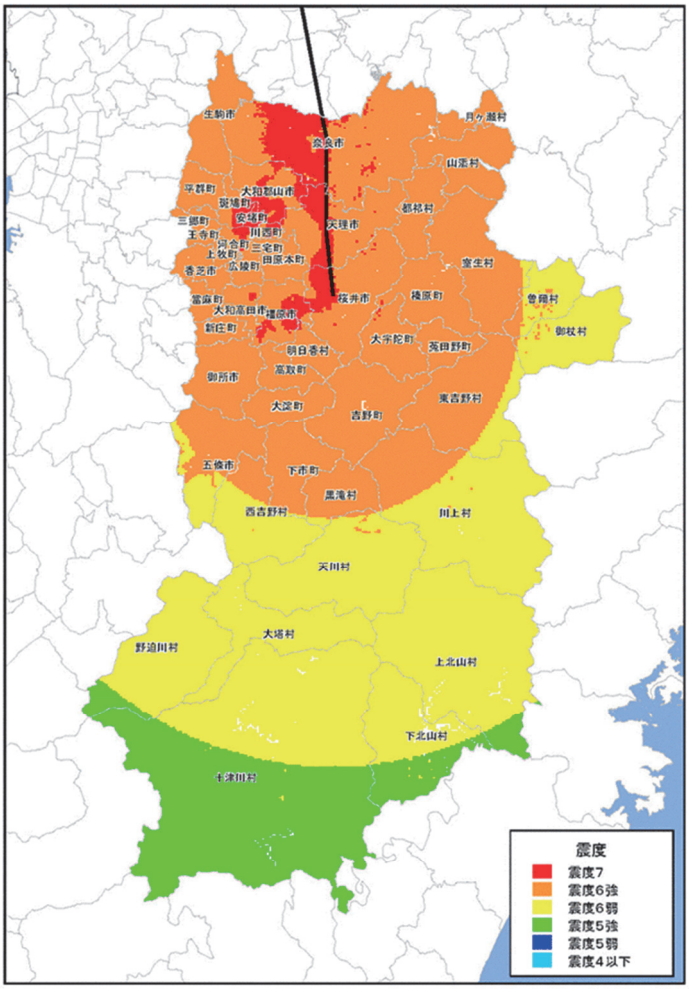
(出所) 中央防災会議専門調査会資料

	想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	断層長さ(km)	深さ
内陸型地震	①奈良盆地東縁断層帯	7.5	35	10
	②中央構造線断層帯	8.0	74	
	③生駒断層帯	7.5	38	
	④木津川断層帯	7.3	31	
	⑤あやめ池撓曲－松尾山断層	7.0	20	
	⑥大和川断層帯	7.1	22	
	⑦千股断層	7.1	22	
	⑧名張断層	6.9	18	
海溝型地震	①東南海・南海地震同時発生	8.6	中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会」で想定された東海，東南海，南海地震の５つの組合せのケースを想定	
	②東南海地震	8.2		
	③南海地震	8.6		
	④東海・東南海地震同時発生	8.3		
	⑤東海・東南海・南海地震同時発生	8.7		

■想定結果

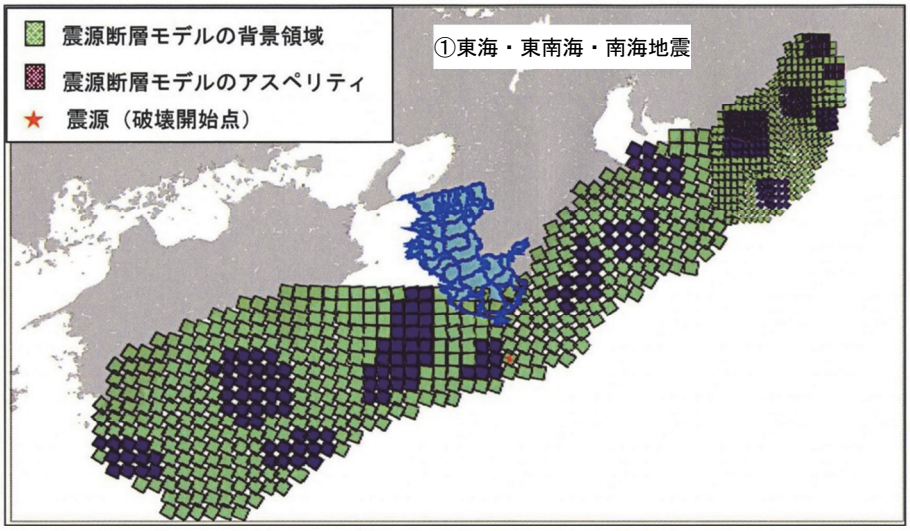
想定地震		奈良盆地東縁断層帯	中央構造線断層帯	生駒断層帯
マグニチュード		7.5	8.0	7.5
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～7	～7	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	119,535	98,086	98,123
	炎上出火件数	1,199	995	971
	焼失棟数	16,284	15,207	15,528
人的被害	死者数	5,153	4,319	4,527
	重傷者数(含む重篤者)	7,819	6,261	6,580
	避難者数	435,074	393,781	431,210
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	486,436 世帯	485,013 世帯	480,844 世帯
	通信(電話不通)	67,339 世帯	65,613 世帯	63,267 世帯
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	256,903 世帯	256,903 世帯	256,903 世帯
	上水道(断水)	433,526 世帯	385,855 世帯	437,286 世帯
	下水道(被害延長)	429.1km	335.2km	348.6km
備考		下水道の管路総延長は 3,743.1km		

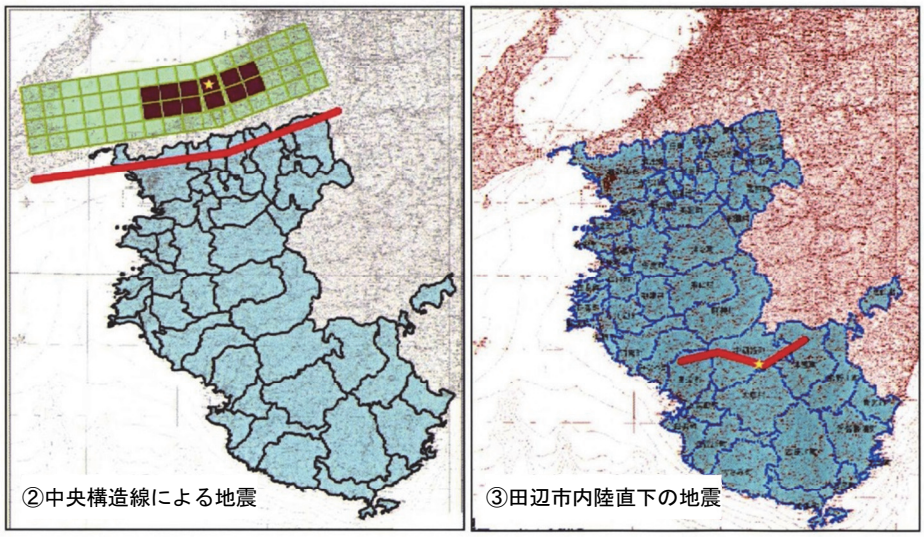
【震度分布：奈良盆地東縁断層帯】



和歌山県(地震 2005・津波 2013)　津波ハザードのみ追加

■想定地震（2005）





震源断層モデルの背景領域
震源断層モデルのアスペリティ
震源（破壊開始点）
中央構造線

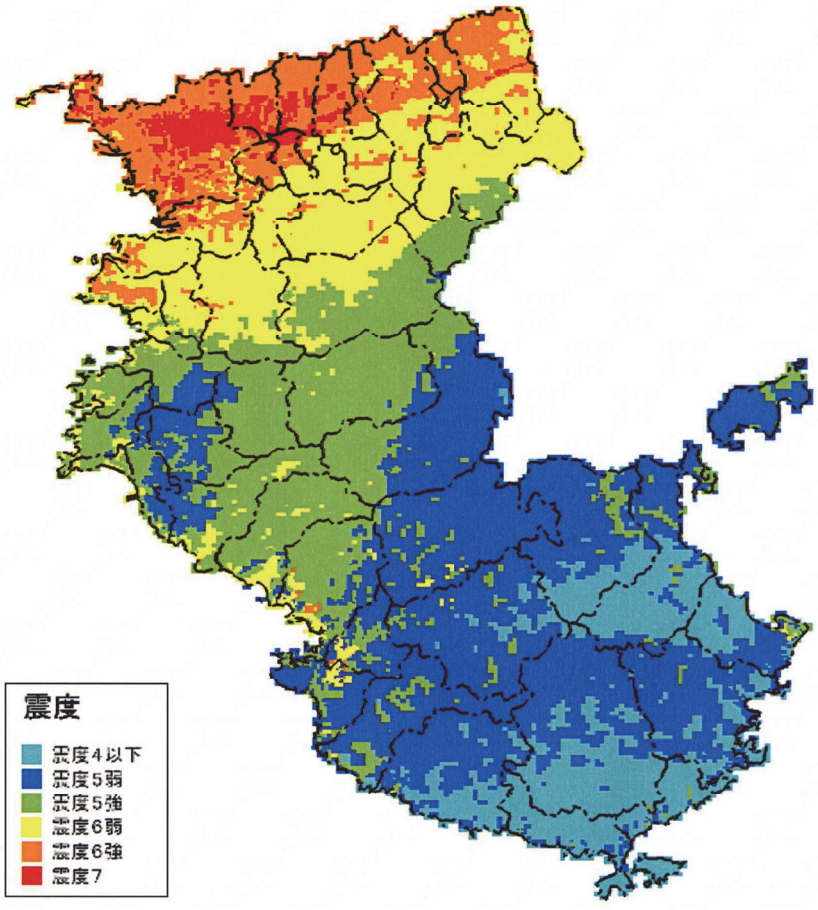
震源（破壊開始点）
想定断層線

	①東海・東南海・南海地震	②中央構造線による地震	③田辺市内陸直下の地震
地震の規模 (マグニチュード)	8.6 相当	8.0 相当	6.9 相当
震源断層の位置	駿河トラフ～南海トラフ	中央構造線（淡路島南沖～和歌山・奈良県境付近）	田辺市～本宮町
震源断層の深さ	約 10～30km	4～14km	4～12.6km

■想定結果（2005）

想定地震		東海・東南海・南海地震	中央構造線による地震	田辺市内陸直下の地震
マグニチュード		8.6 相当	8.0 相当	6.9 相当
被害予測	地震動	○	○	○
	津波	○		
地震動予測	震度	7	7	6 強
建物被害	建物全壊(大破)棟数	62,532 棟	55,648 棟	976 棟
	炎上出火件数	410 件	621 件	11 件
	焼失棟数	42,063 棟	81,593 棟	100 棟
人的被害	死者数	4,700 人	3,520 人	52 人
	重傷者数	1,924 人	3,164 人	31 人
	避難者数	243,230 人	322,652 人	6,218 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	920,527 人	886,302 人	73,569 人
	通信(電話不通)	411,960 人	546,683 人	5,435 人
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	170,246 人	163,597 人	213 人
	上水道(断水)	549,177 人	704,828 人	11,648 人
	下水道(機能支障)	5,741 人	9,250 人	59 人
備考		建物全壊(大破)棟数は，地震動・液状化・津波・がけ崩れ・火災別の被害を重複処理した被害数から火災による焼失棟数を引いた値		

【震度分布：中央構造線による地震】



■想定津波（2013）

表　３連動地震（和歌山県）と、南海トラフの巨大地震（和歌山県・内閣府）の比較

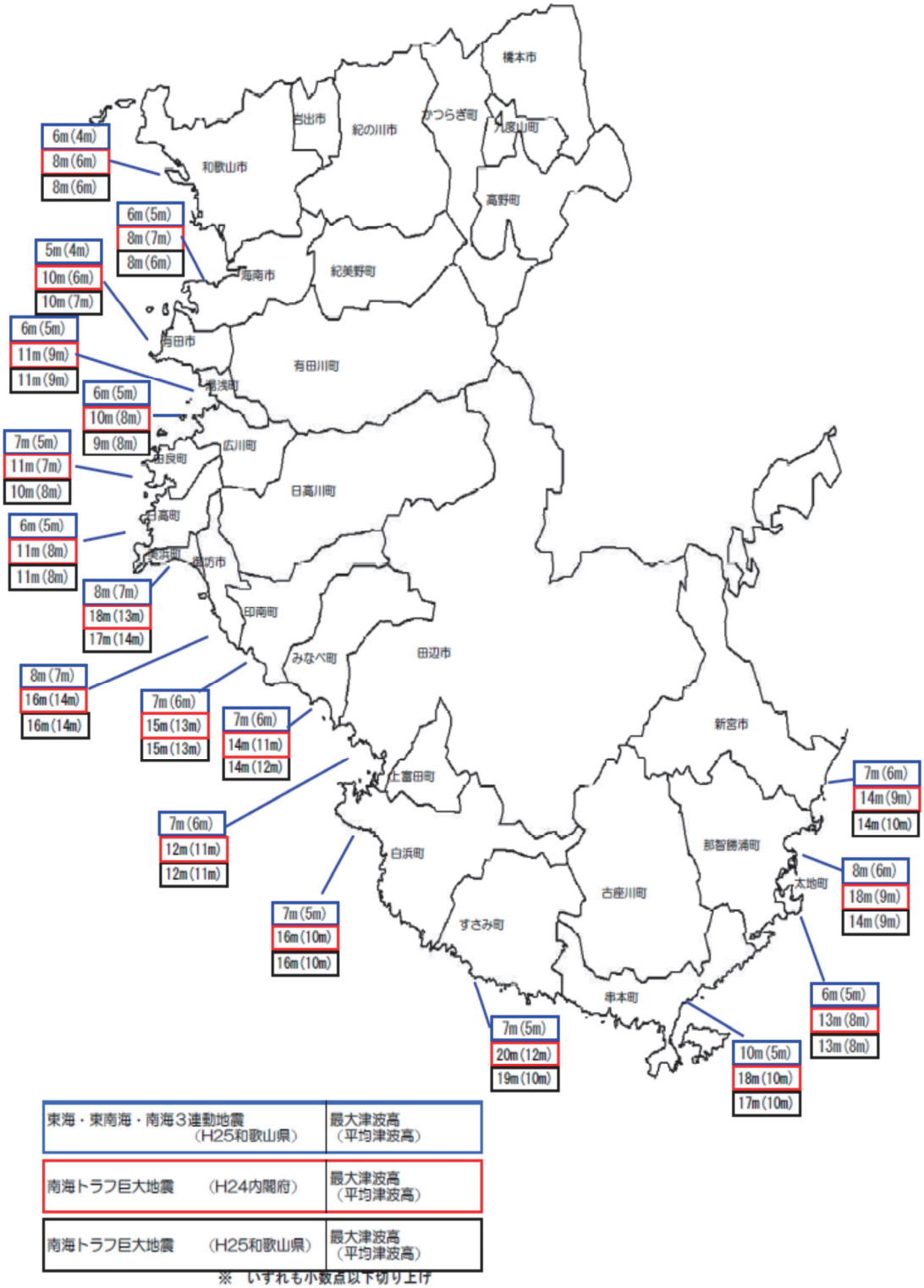
	３連動地震（H25和歌山県）	南海トラフの巨大地震	
		H24内閣府	H25和歌山県
地震規模	Mw8．7	Mw9．1	Mw9．1
最大津波高	5m ～ 10m	8m ～ 20m	8m ～ 19m
平均津波高	4m ～ 7m	6m ～ 14m	6m ～ 14m
想定浸水区域	5,660ha	10,660ha	12,620ha
最短津波到達時間	第１波最大津波高：5分	津波高１m：２分	津波高１m：３分

表　計算条件の設定（主なもの）

	３連動地震（H25和歌山県）	南海トラフの巨大地震	
		H24内閣府	H25和歌山県
潮位条件	朔望平均満潮位（※） T.P. +1.00m	潮位観測所ごとの 年間最高潮位 T.P. +(0.89～0.99)m	朔望平均満潮位（※） T.P. +1.00m
コンクリート構造物 （護岸・防波堤等）	◆地震動により「破壊する」ものとする。（ただし、技術的評価結果があれば沈下量を算定） ◆津波が越流し始めた時点で「破壊」とする。	◆津波が越流し始めた時点で「破壊」とする。	◆地震動により「破壊する」ものとする。
盛土構造物（堤防）	◆地形データとして取り扱う（破壊しない）		◆地震動により、地震前の２５%の高さとする。（７５%沈下） ◆その後、津波が越流し始めた時点で「破壊する」ものとする。
道路・鉄道	◆地形データとして取り扱う（破壊しない）		
建築物	◆建物の代わりに津波が遡上する時の摩擦（粗度）を設定		
地盤変動量	◆地盤の隆起は考慮しない。		

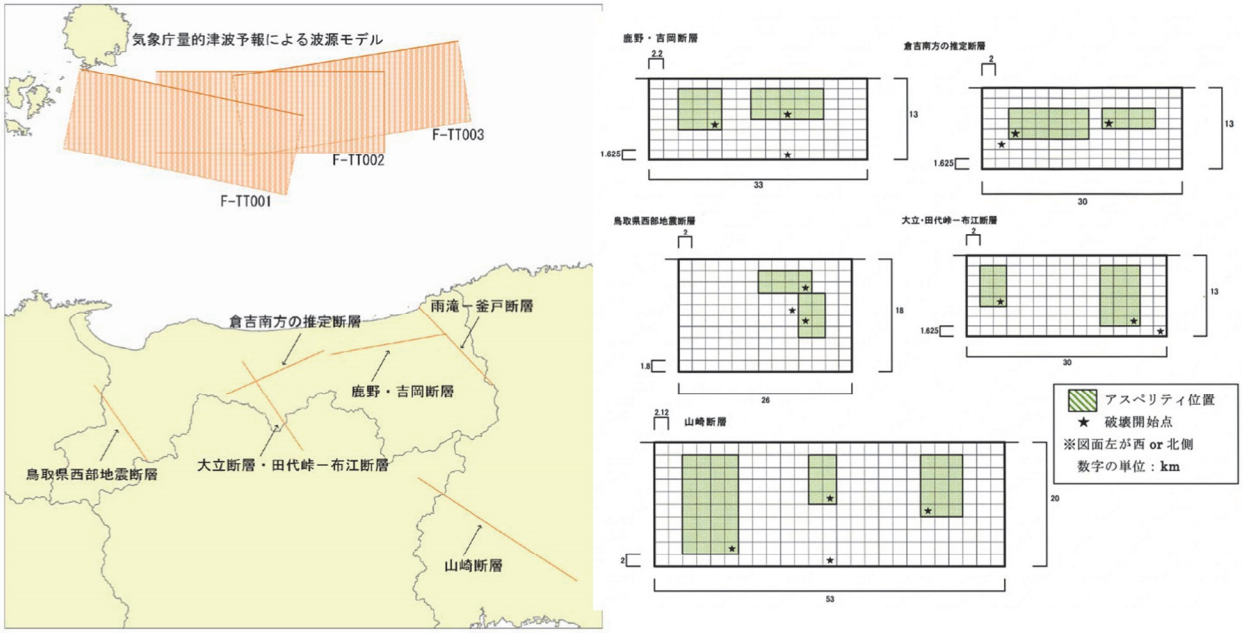
※朔望平均満潮位とは、朔（新月）および望（満月）の日から5日以内に現れる、各月の最高満潮面の平均値

■津波高の分布（最大津波高・平均津波高）



鳥取県(地震 2005・津波 2011)　津波ハザードのみ追加

■想定地震 (2005)



【地震動】

No.	想定地震	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ
1	鹿野・吉岡断層(1943 年鳥取地震)	7.2
2	倉吉南方の推定断層	7.2
3	鳥取県西部地震断層	7.3
4	大立断層・田代峠－布江断層	7.2
5	山崎断層	7.7
6	雨滝－釜戸断層	7.3

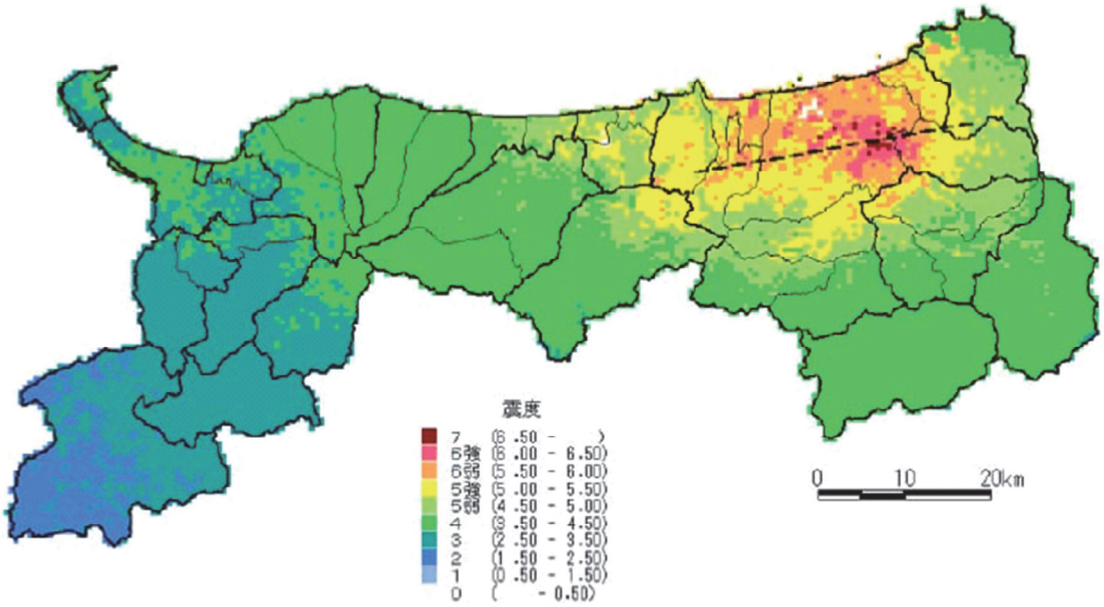
【津波】

	気象庁量的津波予報に対応する断層の断層モデル		
	F-TT001	F-TT002	F-TT003
原点座標(度)	(36.22, 133.10)	(36.19, 133.32)	(36.16, 133.55)
マグニチュード	7.4	7.4	7.4
断層長さ(km)	63	63	63
断層幅(km)	32	32	32
断層すべり量(m)	3.16	3.16	3.16
断層走向(度)	102	90	81
上端深さ(km)	10	10	10
傾斜角(度)	45	45	45
滑り角(度)	90	90	90

■想定結果（2005）

想定地震		鹿野・吉岡断層	倉吉南方の推定断層	鳥取県西部地震断層
マグニチュード		7.2	7.2	7.3
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～7	～6 強	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	2,959 棟	887 棟	515 棟
	炎上出火件数	43 件	12 件	9 件
	焼失棟数	5,052 棟	1,519 棟	2,216 棟
人的被害	死者数	296 人	50 人	45 人
	重傷者数	265 人	137 人	129 人
	避難者数	18,883 人	8,496 人	5,201 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電率)	12.5%	7.9%	9.9%
	通信(通話支障率)	2.4%	1.4%	3.0%
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	23,170 戸	0 戸	14,280 戸
	上水道(断水率)	82%	33%	30%
	下水道(機能支障)	3,937 人	1,086 人	1,768 人
備考		都市ガスは，鳥取ガスと米子ガスの合計値		

【震度分布：鹿野・吉岡断層】



■想定津波（2011）

表　実際に津波の計算を行った想定断層の断層パラメータ

想定断層	Mw	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	走向 (度)	傾斜 (度)	すべり角 (度)	長さ(連動) (km)	幅 (km)	すべり量 (m)
佐渡島北方沖(パターン2) W(西落ち)	8.16	40.31	138.73	0	193.3	60	90	222.2	17.32	16.00
鳥取沖東部断層	7.30	35.75	134.46	0	262.0	90	40	51.0	15.00	4.24
鳥取沖西部断層	7.05	35.65	133.75	0	255.0	90	40	33.0	15.00	2.74

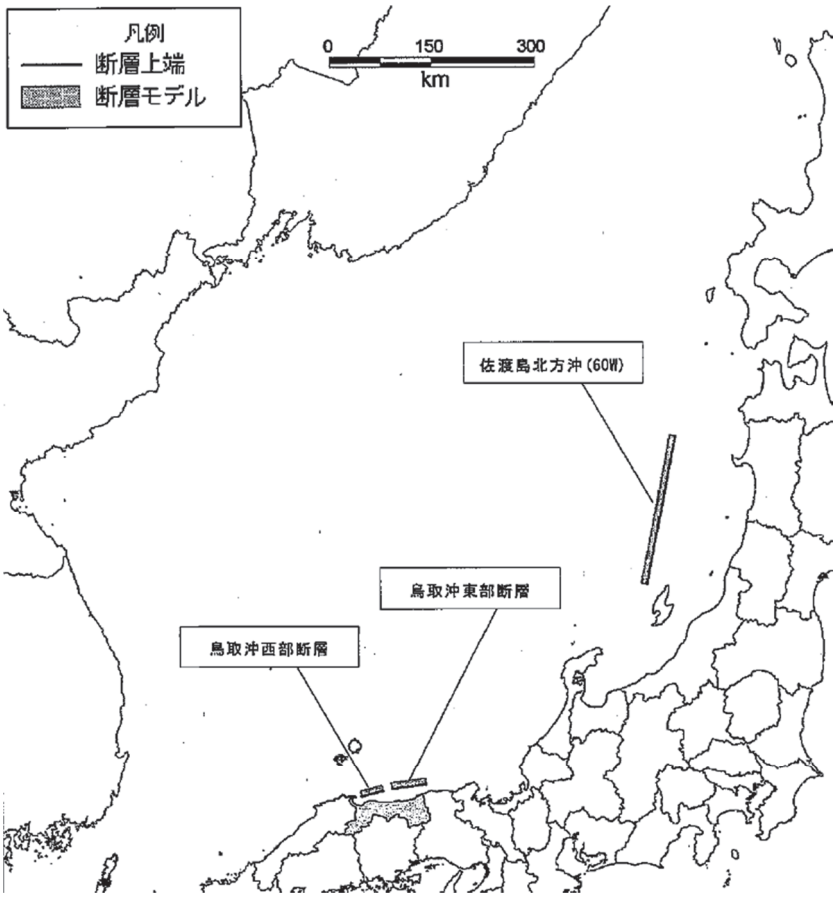


図　想定波源位置図

■想定結果（2011）

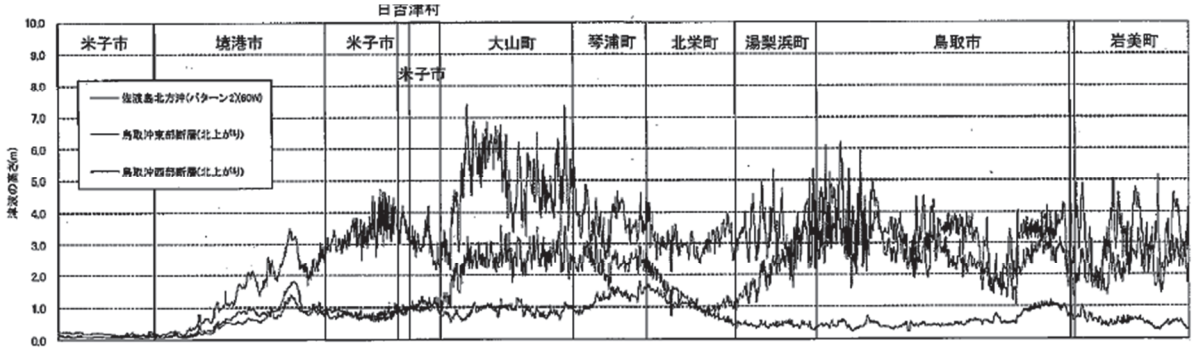


図　津波の高さの比較

表　海岸堤防・堤防が機能しない場合

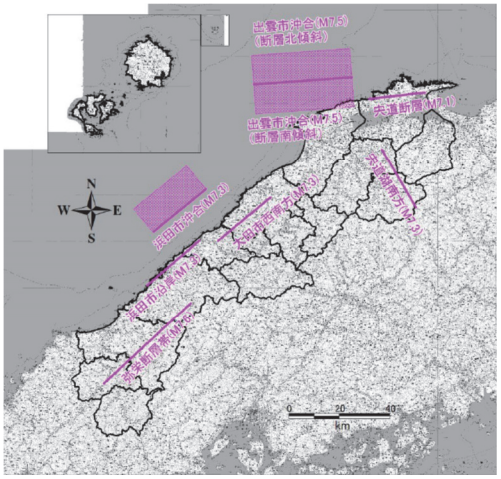
	境港市	日吉津村	米子市	大山町	琴浦町	北栄町	湯梨浜町	鳥取市	岩美町
佐渡島北方沖(パターン2)(60W)	5.458	0.451	2.741	1.253	0.487	0.621	0.755	1.393	0.581
鳥取沖東部断層(北上がり)	1.708	0.036	0.253	0.092	0.115	0.263	0.387	1.905	0.869
鳥取沖西部断層(北上がり)	0.938	0.036	0.264	0.330	0.192	0.275	0.150	0.438	0.232

表　海岸堤防・堤防が機能する場合

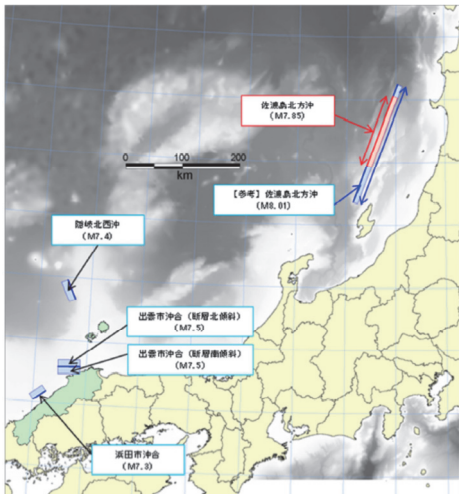
	境港市	日吉津村	米子市	大山町	琴浦町	北栄町	湯梨浜町	鳥取市	岩美町
佐渡島北方沖パターン2 60W	3.838	0.141	1.889	1.070	0.381	0.609	0.811	1.117	0.435
鳥取沖西部断層 北上がり	0.690	0.035	0.234	0.073	0.113	0.260	0.295	1.869	0.832
鳥取沖東部断層 北上がり	0.420	0.036	0.252	0.262	0.199	0.254	0.148	0.364	0.217

島根県(2012)

■想定地震



地震動



津波

想定地震一覧表

	想定地震名	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ(M)	地震動の想定	津波の想定	地震のタイプ	想定理由
陸域の地震	宍道断層の地震	7.1	○		内陸の浅い地震を想定	断層
	宍道湖南方の地震	7.3	○		内陸の浅い地震を想定	微小地震発生領域
	大田市西南方の地震	7.3	○		内陸の浅い地震を想定	断層
	浜田市沿岸の地震	7.3	○		内陸の浅い地震を想定	歴史地震
	弥栄断層帯の地震	7.6	○		内陸の浅い地震を想定	断層
海域の地震	佐渡島北方沖の地震(M7.85) 【参考】佐渡島北方沖の地震(M8.01)	7.85及び 8.01		○	プレート境界の地震を想定	国の調査
	出雲市沖合の地震 (断層北傾斜および南傾斜)	7.5	○	○	海域の浅い地震を想定	断層
	浜田市沖合の地震	7.3	○	○	海域の浅い地震を想定	歴史地震
	隠岐北西沖の地震	7.4		○	海域の浅い地震を想定	海底地形

「【参考】佐渡島北方沖の地震(M8.01)」及び「隠岐北西沖の地震」については，浸水想定のみとし，被害想定は行わない．

注：【参考】佐渡島北方沖(M8.01)については，震源が断層によらず，対象領域全体に及んだ場合（最大値）を想定したものである．

【陸域】

想定地震	宍道断層	宍道湖南方	大田市西南方	浜田市沿岸	弥栄新断層	備考
緯度(°)	35.5148	35.3335	35.0024	34.8419	34.4880	
経度(°)	132.9529	133.0067	132.3017	131.9967	131.8090	
走向θ(°)	83	150	50	49	47	
傾斜δ(°)	90	90	90	90	90	
すべり角(°)	0	0	0	0	0	
長さL(km)	22.0	27.0	27.0	27.0	47.0	
幅W(km)	13.0	14.0	14.0	14.0	18.0	
上端深さd(km)	2	2	2	2	2	
断層面積S(km²)	286	378	378	378	846	
地震ﾓｰﾒﾝﾄMo(Nm)	4.6E+18	7.0E+18	7.0E+18	7.0E+18	4.0E+19	Mo=(S/2.23x10^{15})$^{3/2}$x10^{-7} 弥栄はMo=(S/4.24x10^{11})^{2}x10^{-7}
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞMw	6.4	6.5	6.5	6.5	7.0	
気象庁ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞMj	7.1	7.3	7.3	7.3	7.6	Mj=(logL+2.9)/0.6
S波速度(km/s)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
平均密度ρ(g/cm^3)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	
剛性率μ(N/m²)	3.3E+10	3.3E+10	3.3E+10	3.3E+10	3.3E+10	
静的応力降下量σ(Nm)	2.3	2.3	2.3	2.3	3.1	σ=(7/16)xMo/((S/π)$^{0.5}$)^3
平均すべり量D(m)	0.5	0.6	0.6	0.6	1.4	D=Mo/μ/S

※宍道断層および弥栄新断層の Mj は経験式（Mj=(logL+2.9)/0.6）による．宍道湖南方，大田市西南方，浜田市沿岸の Mj は該当地域の「震源断層を予め特定しにくい地震」の最大値による．

【海域】

津波の計算を行った想定断層の断層パラメータ

想定断層	Mj	Mw※4	緯度(度)	経度(度)	深さ(km)	走向(度)	傾斜(度)	すべり角(度)	長さ(km)	幅(km)	すべり量(m)
佐渡島北方沖の地震※2	7.85	7.85	38.9498	138.4131	0.0	20	60	90	131.1	17.3	9.4
【参考】佐渡島北方沖の地震※3	8.01	8.01	38.3584	138.1383	0.0	20	60	90	222.7	17.3	9.5
出雲市沖合の地震(断層北傾斜)	7.5	6.9	35.5879	132.8784	3.0	267	45	90	38.4	17.0	3.2※1
出雲市沖合の地震(断層南傾斜)	7.5	6.9	35.5690	132.4544	3.0	87	45	90	38.4	17.0	3.2※1
浜田市沖合の地震	7.3	6.8	35.1888	132.2491	3.0	232	45	90	27.0	17.0	2.4※1
隠岐北西沖の地震	7.4	6.9	36.9606	132.5336	3.0	154	45	-90	36.0	17.0	2.8※1

※1：すべり量は，Mから松田式により算出（logD=0.6M-4.0）
※2：中国電力想定モデル(2008)1)に基づき設定　※3：佐渡北方沖の最大規模の地震として設定
※4：津波震源としての Mw（武村式 Mw=0.78*Mj+1.08 により算出）

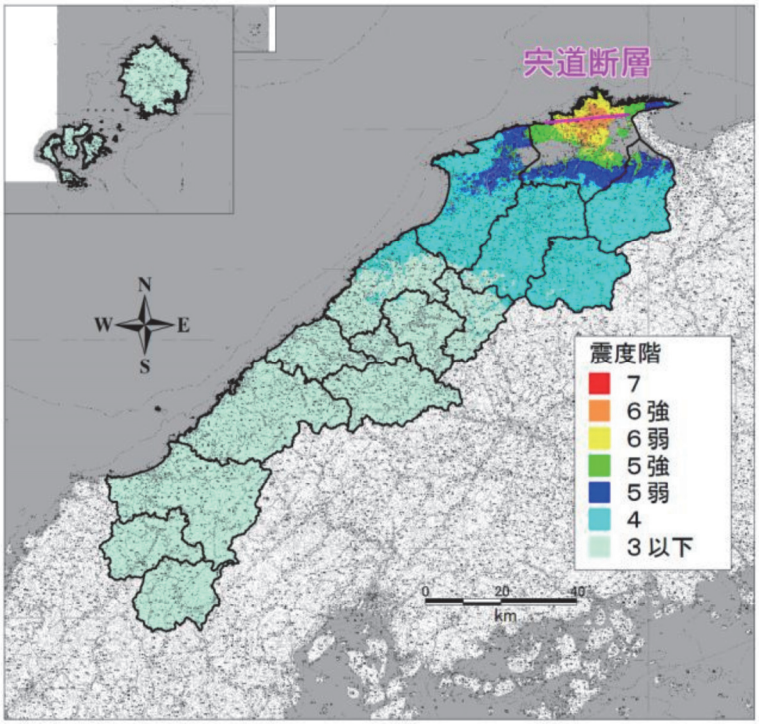
■想定結果

種別	被害項目	被害単位	陸域の地震					海域の地震			
			宍道断層	宍道湖南方	大田市西南方	浜田市沿岸	弥栄新断層	佐渡島北方沖(M7.85)	出雲市沖合(断層北傾斜)	出雲市沖合(断層南傾斜)	浜田市沖合
被害予測		地震動	○	○	○	○	○		○	○	○
		津波						○	○	○	○
斜面･ため池	斜面崩壊	危険性が高い急傾斜地(箇所)	153	39	96	148	99	想定なし	49	84	19
		危険性が高い地すべり地(箇所)	106	87	73	22	65		168	206	15
	ため池危険度	危険性が高いため池(箇所)	8	－	－	－	－		1	2	－
建物	被害合計	全壊数(棟)	3,260	705	591	1,358	363	174	1,154	1,650	117
		半壊数(棟)	10,708	2,632	3,448	4,855	1,616	587	6,631	9,116	540
地震火災	出火	出火件数(件)	29	0	3	10	1	想定なし	4	9	0
	延焼	焼失棟数(棟)	1,653	0	13	1,490	3		10	29	0
人的被害	被害合計	死者数(人)	131	4	9	88	9	0	126	34	21
		負傷者数(人)	1,222	101	212	799	209	0	301	444	61
ﾗｲﾌﾗｲﾝ	上水道	断水世帯数(世帯)（1日後）	17,124	3,893	4,905	2,719	2,635	想定なし	10,777	13,419	654
	下水道	影響人口(人)	2,991	1,850	1,141	321	812		2,960	3,428	495
	通信	不通回線数(件)	1,088	93	185	4,722	366		387	1,182	52
	電力	停電件数(件)	7,046	196	922	5,005	471		570	1,619	97
	都市ガス	供給支障件数(件)	16,011	－	－	6,654	－		15,798	15,798	－
	LP ガス	供給支障件数(件)	391	25	103	111	41		100	236	18
交通	道路橋	大規模損傷(箇所)	5	－	1	6	2	想定なし	1	6	－
	鉄道	不通区間(駅間数)	－	－	－	－	1		－	1	－
	港湾・漁港	被害岸壁・物損場(箇所)	100	2	24	61	18		44	54	21
生活支援等	避難者	避難者数(人)（1～3日後）	30,752	4,661	4,817	8,018	2,656	3,265	12,284	16,214	1,372
	疎開者	疎開者数(人)（1～3日後）	11,767	2,510	2,594	2,802	1,316	1,758	6,584	8,144	739
	帰宅困難者(人)		41,182					想定なし	41,182		
	食料不足	食料(食/日)	110,707	16,780	17,341	28,866	9,562	11,752	44,222	58,369	4,941
	震災廃棄物	発生量(千ﾄﾝ)	599	148	128	255	70	7	298	398	32
	災害用トイレ	必要個数(基)	144	34	25	39	15	33	75	88	13
	エレベータ停止	停止台数(基)	804	646	422	358	374	－	781	840	417
	医療機能	入院･重傷者数(人)	187	3	6	107	3	－	190	42	31
	重要施設	危険性が高い施設(件)	2	－	－	3	－	2(浸水)	1	4	－
	孤立集落の発生(地区)		3	－	－	－	－	－	－	4	－
経済被害	直接経済被害(億円)		3,780	909	804	1,789	442	141	1,789	2,361	156
	間接経済被害(億円)		3,049	1,792	1,212	1,908	1,846	1,323	1,910	2,132	1,331

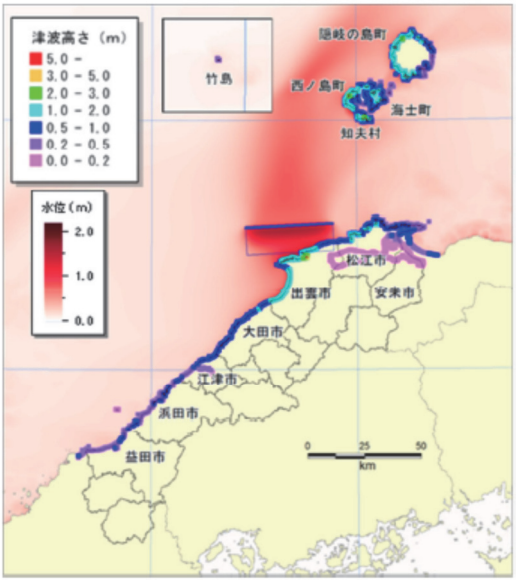
上記は冬 18 時を想定時間帯としたケースのみ記載した.

※建物倒壊による死傷者と火災による死傷者は重複しないように考慮した.
※佐渡島北方沖については，地震発生源が遠方であるため，地震動による被害は発生しないことから，地震動による被害想定は行わない.

【震度分布：宍道断層】



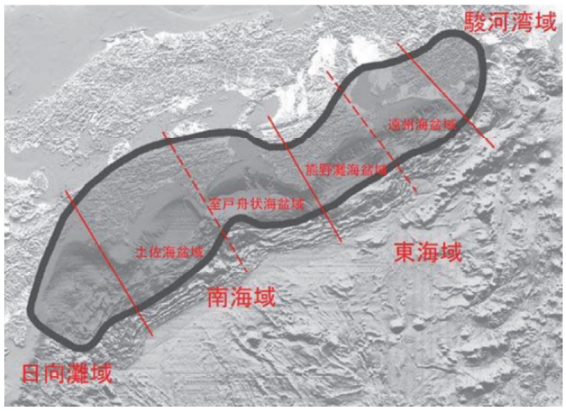
【津波：出雲市沖合（断層南傾斜）】



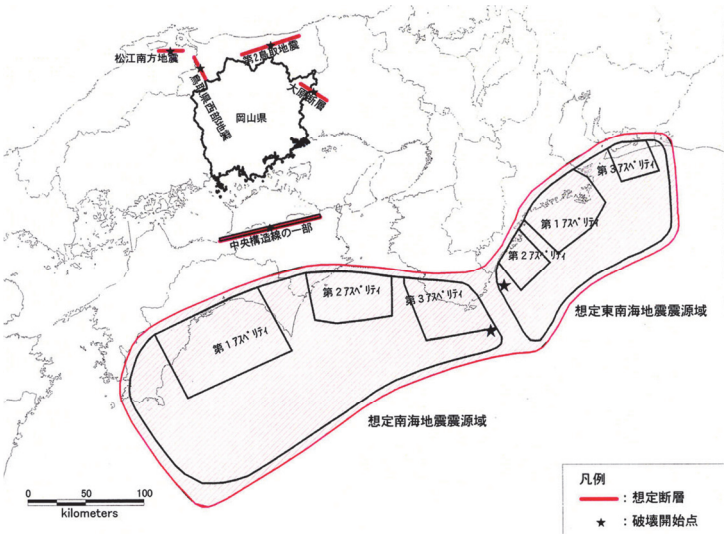
岡山県(2003・2013)

■想定地震（南海トラフの巨大地震：2013）

地震動	内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による検討ケースの内，岡山県内で最も影響が大きい陸域ケースとする． （揺れでの地震規模は Mw=9.0）
津　波	「南海トラフの巨大地震モデル検討会」公表（H24.8.29）の想定地震津波（マグニチュード Mw=9.1） 堤防等の条件として，下記の２ケースで検討する． • パターン１：揺れ･液状化等によりすべての堤防等が破壊される． • パターン２：揺れ等により堤防等は破壊されないが，津波が越流した場合に破壊される．



■想定地震（2003）



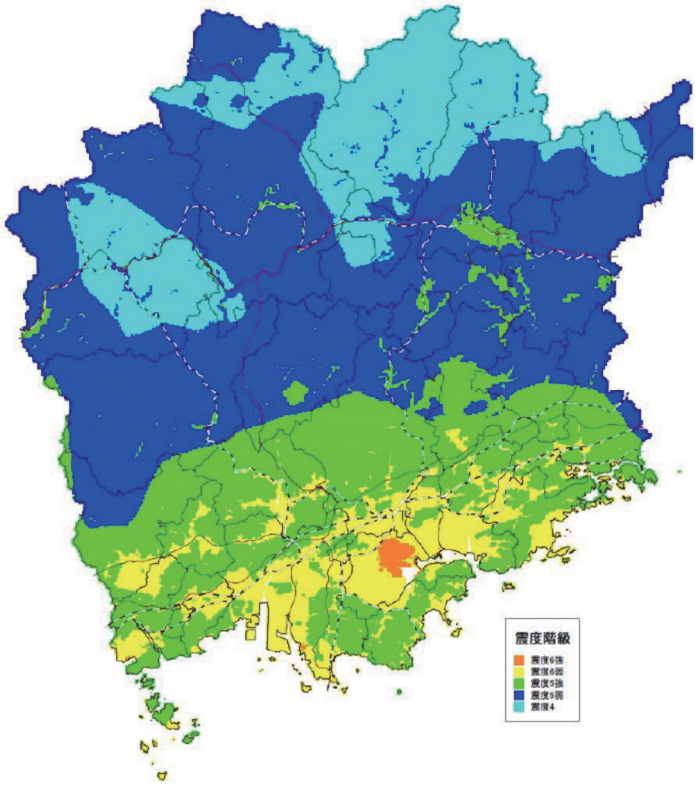
想定地震諸元	鳥取県西部地震	第２鳥取地震	松江南方地震	中央構造線の一部	大原断層
ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	7.3	7.2	7.0	8.0	7.2
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	6.6	7.1	6.6	7.4	6.7
長さ　L(km)	20	50	20	87	25.8
幅　W(km)	10	13	10	10	8.5
断層上端深さ d(km)	1	0	1	5	5
走向　θ(°)	N28W	N70E	N90W	N76E	N59W
傾斜　δ(°)	86W	90	90	75N	90
断層位置(南西端)北緯	35° 21′	35° 30′	35° 24′	33° 58′	33° 9′
断層位置(南西端)東経	133° 18′	134° 15′	133° 12′	133° 32′	134° 16′

■想定結果（南海トラフの巨大地震：2013）

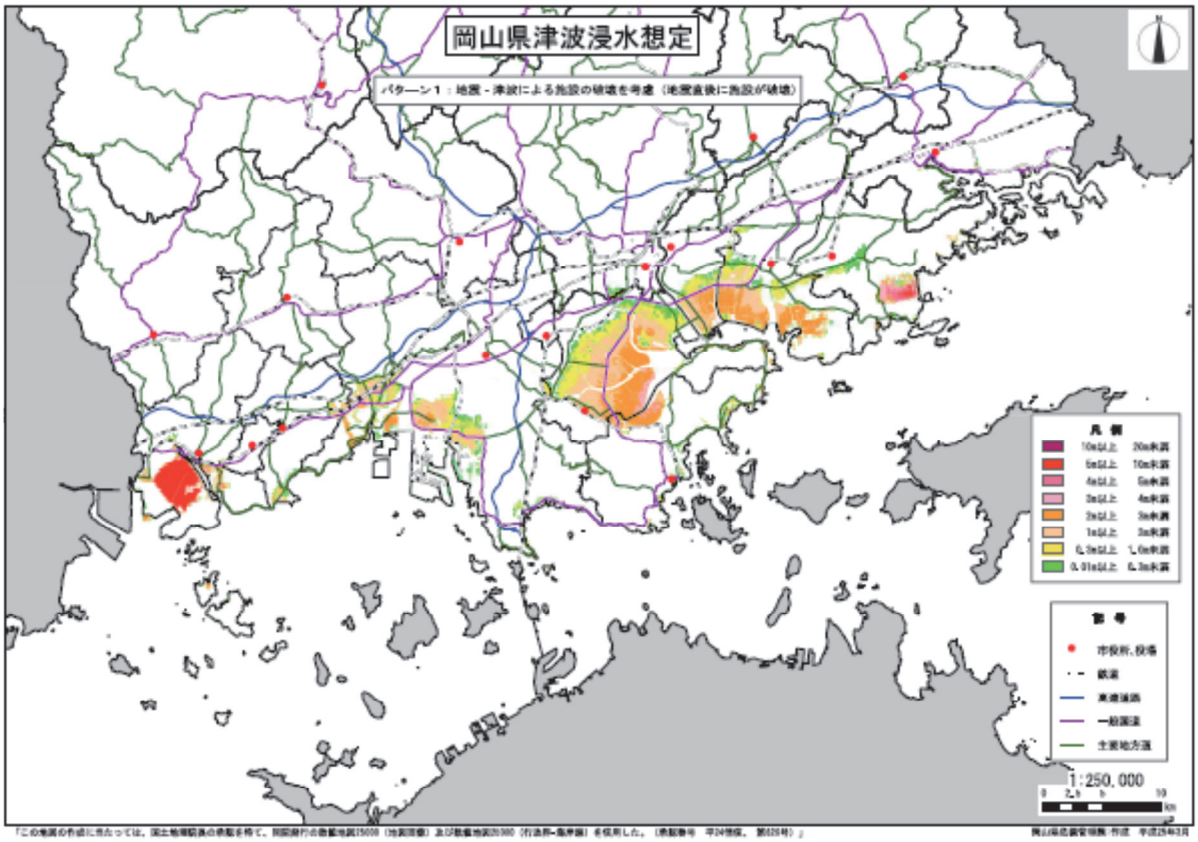
項目	被害要因	条件等	パターン１ 地震・津波による 施設の破壊を考慮	パターン２ 津波による 施設の破壊を考慮
建物被害		棟数（棟）	18,665	10,176
人的被害		死者数（人）	2,179	293
ライフライン （被災直後）	上水道	断水人口（人）	933,237	－
	下水道	支障人口（人）	1,017,207	－
	電力	停電軒数（軒）	905,893	－
	通信	不通回線数（回線）	345,713	－
	都市ガス	供給停止件数（件）	30,640	－
道路被害： 緊急輸送道路	全体	被害箇所数（箇所）	95	86
鉄道被害	新幹線	被害箇所数（箇所）	30	30
	在来線	被害箇所数（箇所）	589	588
港湾被害	岸壁	被害箇所数（箇所）	9	
	その他係留施設	被害箇所数（箇所）	95	
避難者	１日後	（人）	342,177	84,775
	１週間後	（人）	170,410	130,156
	１ヶ月後	（人）	116,033	74,075
その他	帰宅困難者	平日12時（人）	141,000	
	災害廃棄物	（万トン）	1,202	234
	医療機能支障	不足病床（床）	836	0
	直接経済被害	（兆円）	4.1	2.3

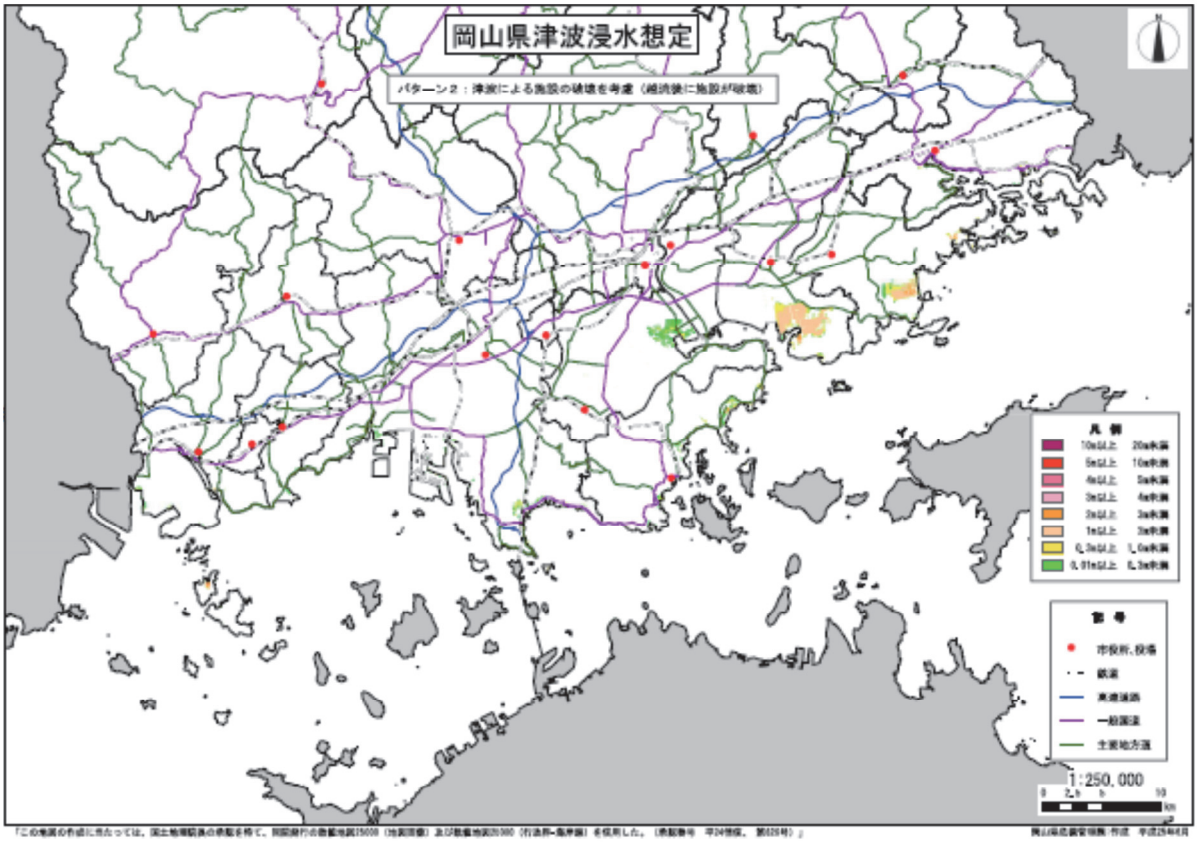
※1　ライフラインについては，条件によって復旧対象数が変化するのみであるので，パターン1・冬18時での結果を示す．
※2　在来線は，JR西日本，水島臨海鉄道，井原鉄道，智頭急行の計である．
※3　国際拠点は水島港，重要港は宇野港，岡山港をいう．港湾施設の津波による被災はない．
※4　岡山空港：一時的に閉鎖されるが，運航に影響する被害は生じないと考えられる．
※5　帰宅困難者は，通勤・通学等で市町村間の移動人口が多い，平日12時頃に発生した条件で，全ての人を対象に，徒歩による帰宅可能性を算出した値である．

【震度分布：南海トラフ巨大地震（陸域ケース）】



【津波浸水：パターン１とパターン２】

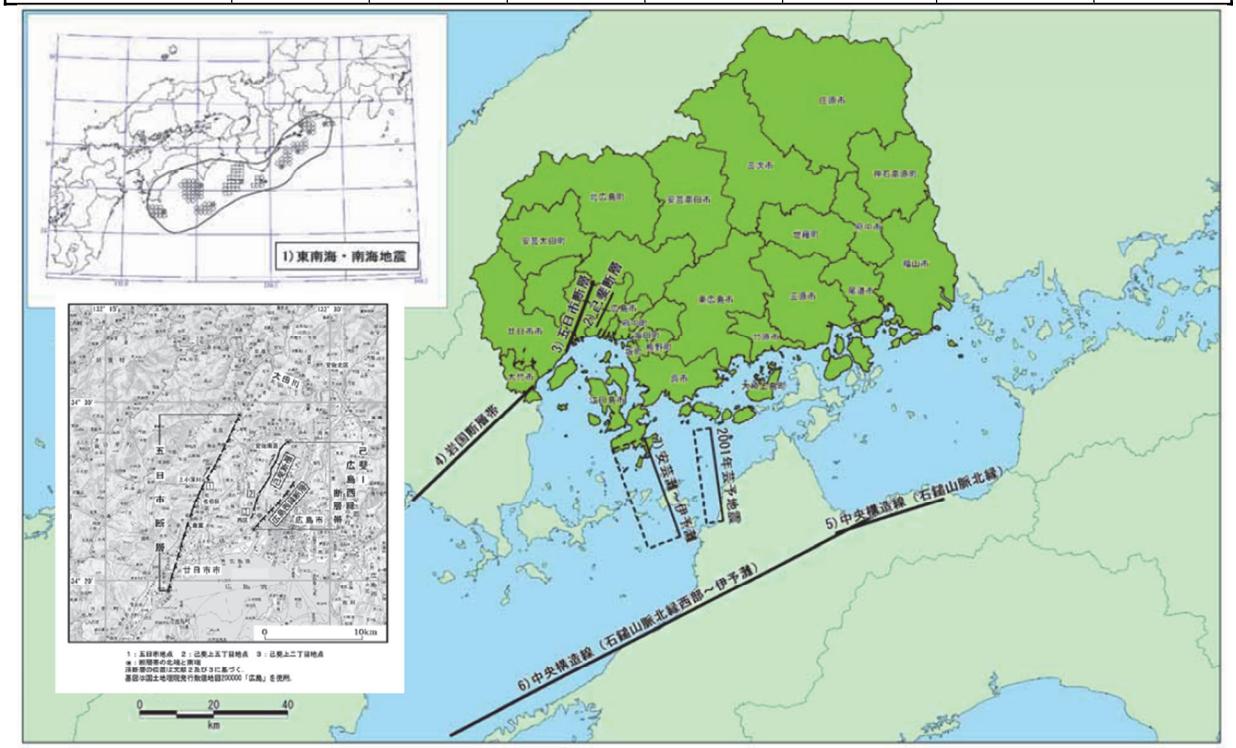




広島県(地震 2007・津波 2013)　津波ハザードのみ追加

■想定地震 (2007)

想定地震	地震タイプ	長さ(km)	幅(km)	上端深さ(km)	気象庁ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ M	ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ Mw	今後 30 年以内の発生確率
1) 東南海・南海地震	ﾌﾟﾚｰﾄ間	―	―	―	8.5	8.6	南海：50% 東南海：60%～70%
2) 己斐断層による地震	地殻内	10	25	0	6.5	6.2	不明
3) 五日市断層による地震	地殻内	20	25	0	7	6.7	不明
4) 岩国断層帯による地震	地殻内	44	20	0	7.6	7.2	0.03%～2%
5) 中央構造線(石鎚山脈北縁)による地震	地殻内	30	15	0	8	7.6	0%～0.3%
6) 中央構造線(石鎚山脈北縁西部～伊予灘)による地震	地殻内	130	15	0	8	7.6	0%～0.3%
7) 安芸灘～伊予灘の地震	ﾌﾟﾚｰﾄ内	28	13	45	7.25	6.9	40%
どこでも起こりうる直下地震	地殻内	17.4	8.7	4	6.9	6.6	―



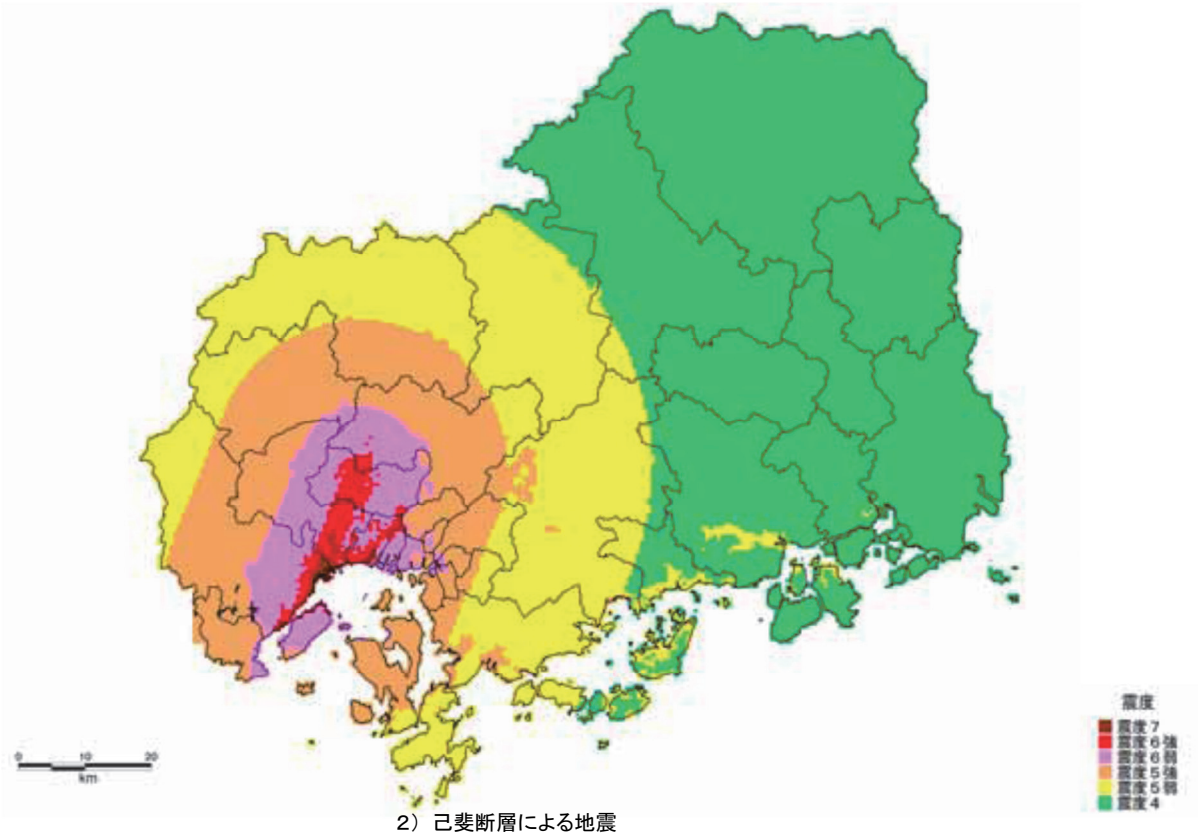
1)～7)の断層

■想定結果（2007）

想定地震		1)東南海・南海地震	2)己斐断層による地震	3)五日市断層による地震	4)岩国断層帯による地震	5)中央構造線（石鎚山脈北縁）による地震	6)中央構造線（石鎚山脈北縁西部～伊予灘）による地震	7)安芸灘～伊予灘の地震
地震規模		8.5	6.5	7	7.6	8	8	7.25
被害想定	地震	○	○	○	○	○	○	○
	津波	○						
建物被害	全壊棟数(棟)	5,500	16,000	32,000	18,000	5,700	5,600	5,800
	半壊棟数(棟)	11,000	48,000	73,000	46,000	32,000	33,000	37,000
	焼失棟数(棟)	0	36,00	22,000	5,900	180	150	200
人的被害	死者数(人)	30	800	3,400	1,000	130	130	170
	負傷者数(人)	710	12,000	19,000	7,600	3,000	3,000	4,400
	重傷者数(人)	160	1,200	2,700	1,200	340	350	460
ライフライン施設被害	上水道（１日後の断水人口）	170,000	670,000	900,000	650,000	480,000	480,000	410,000
	下水道（管きょ被害率）(%)	14	15	20	21	21	22	23
	電力（停電軒数）(軒)	7,200	230,000	390,000	110,000	28,000	28,000	40,000
	通信（固定電話不通回線数）	若干	5,600	24,000	6,100	200	170	330
	ガス（供給停止世帯数）	0	280,000	290,000	18,000	0	0	0

※1)～４）は冬の１８時，５）～６）は冬の５時を想定している．それぞれの地震で，被害が最大になる時刻である．

【震度分布】



2）己斐断層による地震

■想定津波（2013）

以下の 13 ケースの津波シミュレーションを実施

・南海トラフ巨大地震（ケー１、２、３、４、５、８、１０、１１）
・広島県独自モデル１：安芸灘～伊予灘～豊後水道
・広島県独自モデル２：讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部
・広島県独自モデル３：石鎚山脈北縁西部－伊予灘
・広島県独自モデル４：安芸灘断層群（主部）
・広島県独自モデル５：安芸灘断層群（広島湾－岩国沖断層帯）

■想定結果（2013）

表　南海トラフ巨大地震による市町ごとの最高津波水位等

市町名	最高津波水位（T.P.m）	うち津波の高さ（m）	最大波到達時間（分）	津波影響開始時間（分）
広島市	3.6	1.5	246	37
呉市	3.6	1.6	240	12
竹原市	3.1	1.3	347	20
三原市	3.2	1.4	332	20
尾道市	3.5	1.4	312	20
福山市	3.3	1.2	270	13
大竹市	3.4	1.4	219	26
東広島市	3.2	1.3	370	25
廿日市市	3.6	1.6	218	26
江田島市	4.0	1.9	251	31
海田町	3.6	1.5	246	57
坂町	3.6	1.5	243	49
大崎上島町	3.1	1.2	372	29

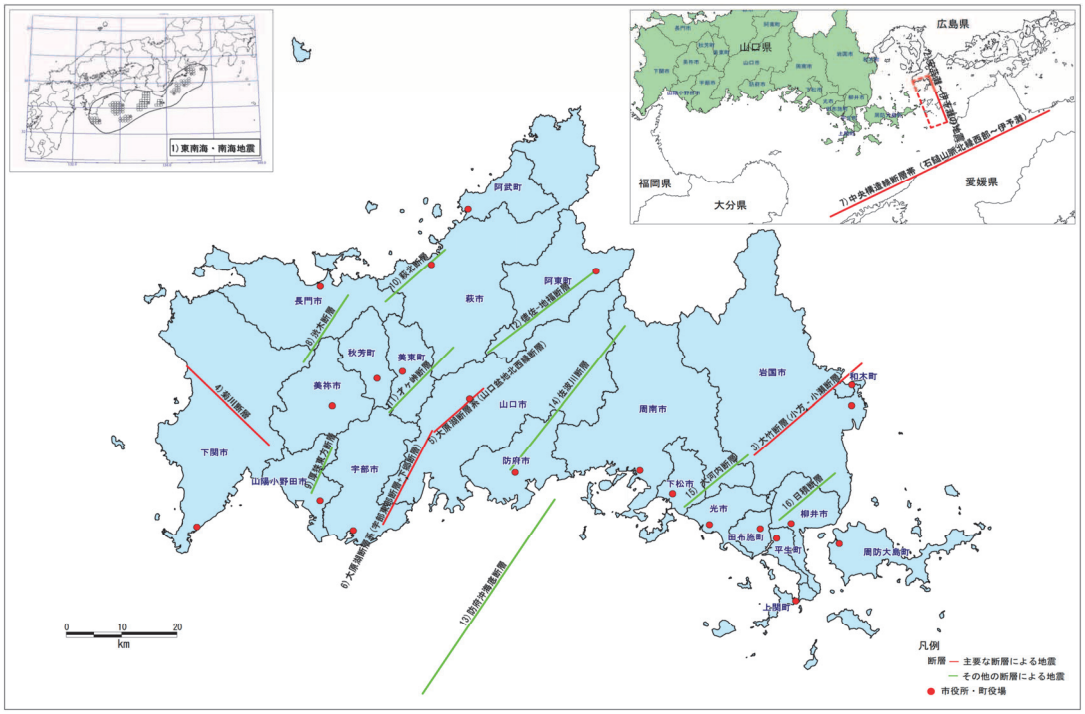
表　南海トラフ巨大地震による市町ごとの浸水面積

市町名	浸水面積（ｈａ）				
	１cm以上	30 cm以上	１m以上	２m以上	５m以上
広島市	3,817	3,463	2,432	1188	2
呉市	1,218	864	272	57	1
竹原市	426	367	205	109	—
三原市	719	593	286	140	—
尾道市	1,191	948	479	266	1
福山市	3,355	3,037	2,326	1,438	2
大竹市	377	304	136	13	—
東広島市	113	90	39	16	—
廿日市市	343	237	78	17	1
江田島市	593	516	239	57	—
府中町	68	56	22	—	—
海田町	250	238	176	46	—
坂町	125	81	16	5	—
大崎上島町	252	191	66	11	—
合計	12,847	10,987	6,770	3,364	8

山口県(2008)

■想定地震

想定地震	地震タイプ	地震規模
1)東南海・南海地震	ｽﾗﾌﾞ内(ﾌﾟﾚｰﾄ内)	M8.5
2)安芸灘～伊予灘の地震	内陸(地殻内)	M7.25
3)大竹断層（小方－小瀬断層）		M7.2
4)菊川断層		M7.0
5)大原湖断層系(山口盆地北西縁断層		M6.6
6)大原湖断層系(宇部東部断層+下郷断層)		M7.0
7)中央構造線断層帯（石鎚山脈北縁西部～伊予灘)		M8.0
8)渋木断層		M6.8
9)厚狭東方断層		M6.5
10)萩北断層		M6.8
11)オケ峠断層		M6.9
12)徳佐－地福断層		M7.2
13)防府沖海底断層		M7.6
14)佐波川断層		M7.4
15)大河内断層		M6.8
16)日積断層		M6.7



断層位置図

■想定結果

想定項目	想定手法	被害量	想定地震	東南海・南海地震	安芸灘～伊予灘の地震	大竹断層（小方－小瀬断層）
			地震規模	M8.5	M7.25	M7.2
			地震タイプ	プレート間	スラブ内(プレート内)	内陸(地殻内)
地震動・液状化	①地震タイプ，地震規模，震源からの距離により硬質地盤での地震動を算定 ②硬質地盤～地表面の地盤状況に応じた地震動の増幅を考慮し，地表面での震度を算定 ③震度と地盤の土質状況から液状化危険度を判定	最大震度		6弱	6弱	7
		震度6弱以上のエリア位置		周防大島町，田布施町，平生町の3町	周防大島町，岩国市，柳井市の3市町	和木町，光市，岩国市，周南市など9市町
		震度6弱以上のエリア面積		県全面積のわずか	県全面積の0.1%	県全面積の15.7%
		震度5弱及び強のエリア面積		県全面積の11.8%	県全面積の44.1%	県全面積の45.2%
		液状化危険度がかなり高い面積(PL>15)		県全面積の0.1%	県全面積の0.2%	県全面積の0.9%
土砂災害	①急傾斜地崩壊，地すべり，山腹崩壊の各危険箇所の耐震性と震度分布から，発生危険度を判定。	発生危険度が高い箇所	急傾斜地崩壊	28箇所	160箇所	1,801箇所
			地すべり	5箇所	30箇所	69箇所
			山腹崩壊	18箇所	72箇所	309箇所
津　波	①中央防災会議の公開データを参照	津波高さ，到達時間，浸水深		津波高さ：2～3m 到達時間：90分	―	―
建物被害	①揺れ，液状化，土砂災害，火災，津波の原因による被害を木造・非木造ごとに算定 ②火災による被害は，揺れによる全壊棟数から出火箇所を想定し，消防力運用による消火を考慮して焼失棟数を算定	全壊の主な原因(割合)		液状化(75%)	液状化(64%)	揺れ(83%)
		全壊棟数		850棟	902棟	21,454棟
		半壊棟数		5,268棟	4,540棟	41,568棟
		焼失棟数 ＊		―	―	5,030棟
人的被害	建物倒壊(屋内収容物移動・転倒を含む)，土砂災害，火災，津波，ブロック塀等の倒壊，自動販売機の転倒，屋外落下物を原因とする死者，負傷者，重傷者を市町ごとに算定	死者数が最大となる発災季節・時間		冬の早朝5時	冬の早朝5時	冬の早朝5時
		上記ケースの死者の主な原因(割合)		土砂災害(55%)	土砂災害(71%)	建物倒壊(76%)
		上記ケースの死者数		11人	31人	1,507人
		上記ケースの負傷者数		112人	339人	4,789人
		上記ケースの重傷者数(負傷者の内数)		24人	45人	931人
		災害時要援護者数 ＊＊		4人	10人	479人
		自力脱出困難者(冬の早朝5時)		0人	3人	2,920人
ライフライン施設被害	上水道，下水道，電力，通信，ガス施設の現況を把握し，地震動，液状化危険度の想定結果から被害を想定	上水道(1日後の断水人口)		15,650人	65,584人	280,122人
		下水道(機能支援人口)		51,086人	72,177人	120,151人
		電力(停電軒数)(1日後) ＊		1,837軒	2,831軒	81,584軒
		通信(固定電話不通回線数) ＊		―	2回線	3,902回線
		ガス(供給停止世帯数)		―	―	―

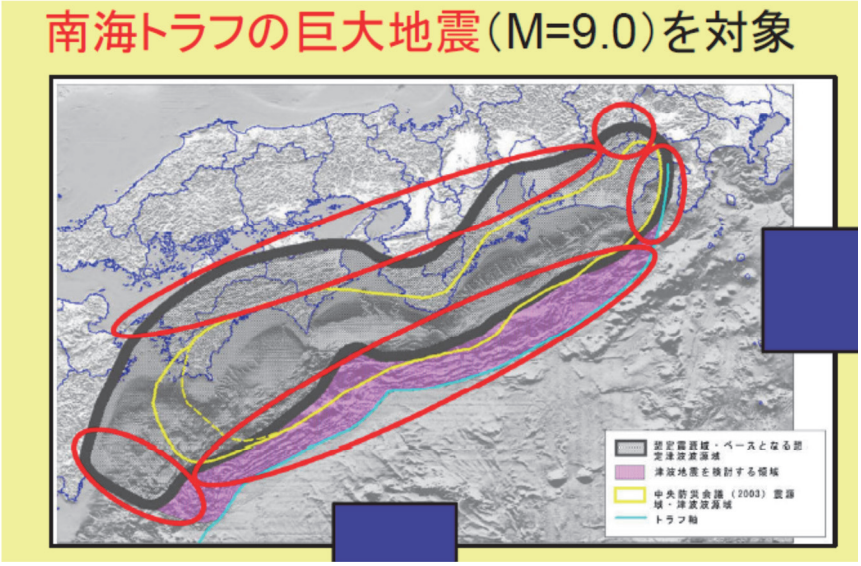
想定項目	被害量	想定地震	菊川断層	大原湖断層系（山口盆地北西縁断層）	大原湖断層系（宇部東部断層＋下郷断層）	中央構造線断層帯（石鎚山脈北縁西部～伊予灘）
		地震規模	M7.0	M6.6	M7.0	M8.0
		地震タイプ	内陸(地殻内)	内陸(地殻内)	内陸(地殻内)	内陸(地殻内)
地震動・液状化	最大震度		7	6強	7	6強
	震度6弱以上のエリア位置		下関市，山陽小野田市，美祢市など5市	山口市，宇部市，美東町など4市町	宇部市，山口市，美東町など7市町	上関町，周防大島町，平生町，柳井市など10市町
	震度6弱以上のエリア面積		県全面積の10.8%	県全面積の3.8%	県全面積の10.5%	県全面積の3.8%
	震度5弱及び強のエリア面積		県全面積の36.8%	県全面積の39.8%	県全面積の61.3%	県全面積の88.2%
	液状化危険度がかなり高い面積(PL>15)		県全面積の0.5%	県全面積の0.3%	県全面積の0.8%	県全面積の0.6%
土砂災害	発生危険度が高い箇所	急傾斜地崩壊	1,248箇所	341箇所	758箇所	480箇所
		地すべり	63箇所	11箇所	22箇所	48箇所
		山腹崩壊	158箇所	63箇所	172箇所	177箇所
津　波	津波高さ，到達時間，浸水深		―	―	―	―
建物被害	全壊の主な原因(割合)		揺れ(57%)	揺れ(86%)	揺れ(85%)	液状化(52%)
	全壊棟数		4,620棟	6,545棟	15,303棟	2,470棟
	半壊棟数		16,705棟	18,091棟	42,305棟	12,116棟
	焼失棟数 ＊		553棟	2,227棟	3,944棟	402棟
人的被害	死者数が最大となる発災季節・時間		冬の早朝5時	冬の昼12時	冬の早朝5時	冬の早朝5時
	上記ケースの死者の主な原因(割合)		建物倒壊(72%)	建物倒壊(65%)	建物倒壊(84%)	土砂災害(54%)
	上記ケースの死者数		245人	506人	1,000人	97人
	上記ケースの負傷者数		2,076人	2,543人	6,557人	922人
	上記ケースの重傷者数(負傷者の内数)		211人	322人	755人	106人
	災害時要援護者数 ＊＊		76人	119人	304人	34人
	自力脱出困難者(冬の早朝5時)		540人	968人	2,451人	61人
ライフライン施設被害	上水道(1日後の断水人口)		229,220人	112,962人	349,990人	139,572人
	下水道(機能支援人口)		122,591人	87,221人	170,071人	158,467人
	電力(停電軒数)(1日後) ＊		22,329軒	64,630軒	60,795軒	9,234軒
	通信(固定電話不通回線数) ＊		397回線	1,602回線	3,126回線	219回線
	ガス(供給停止世帯数)		―	26,303世帯	14,198世帯	―

※想定結果に関しては上図（断層位置図）に赤で示しされている地震によるものである.

徳島県(2012) 南海トラフの巨大地震の地震・津波ハザードのみ追加

■想定地震・津波

地 震 動	内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による検討ケースの内，各所で基盤地震動が最大となるケースを用い，徳島県の表層地盤モデルにより算出した震度を用いる．
津　　波	徳島県が 2012 年 10 月 31 日に公表した浸水想定結果を用いる．具体的には，最大クラスの津波として「南海トラフの巨大地震モデル検討会」ケース３，９，１０，１１を設定し津波高，到達時間，浸水深を推計．



■想定結果

【震度分布】

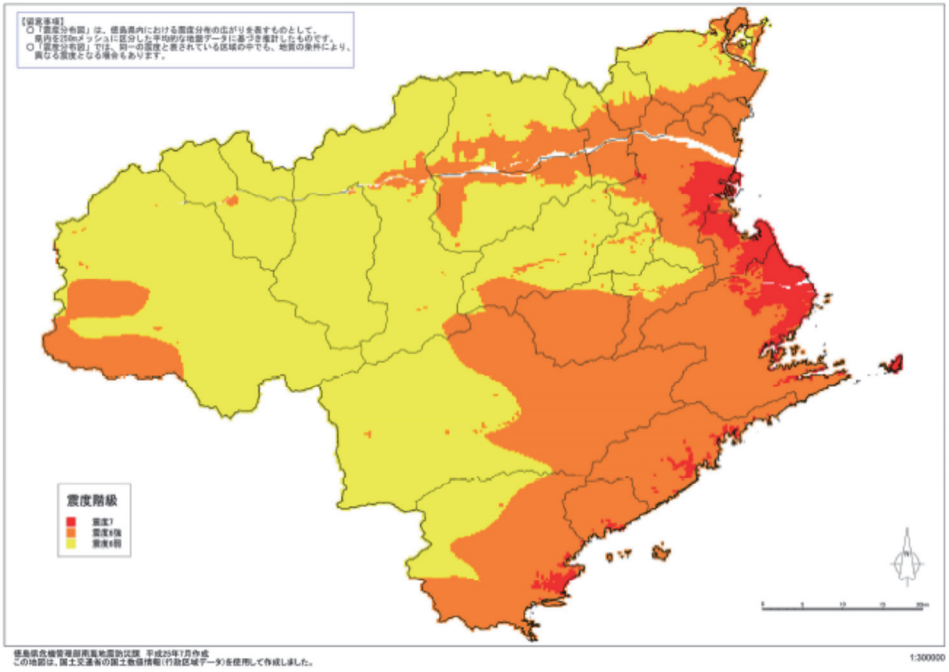


図　震度分布（南海トラフ巨大地震）

【津波】

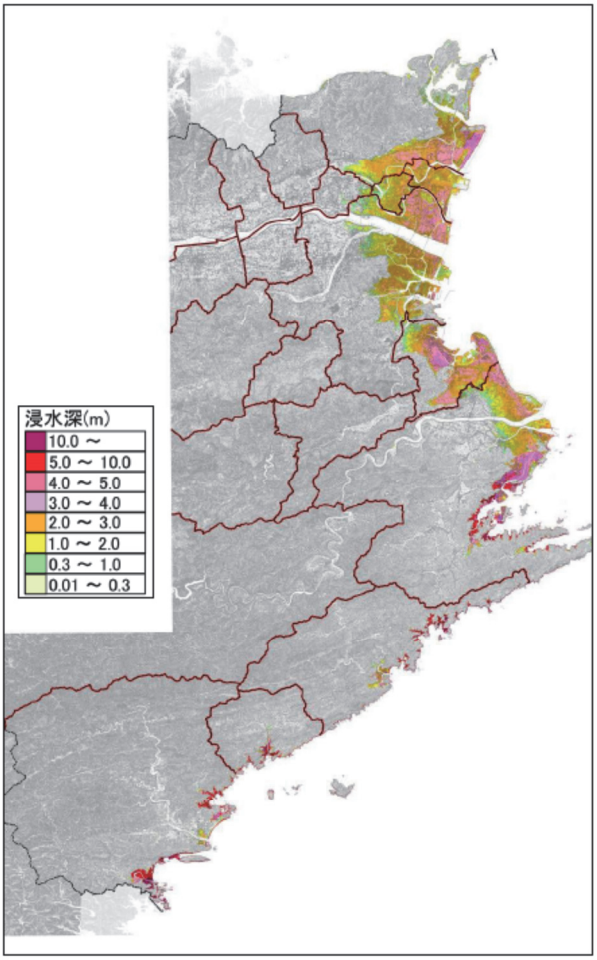


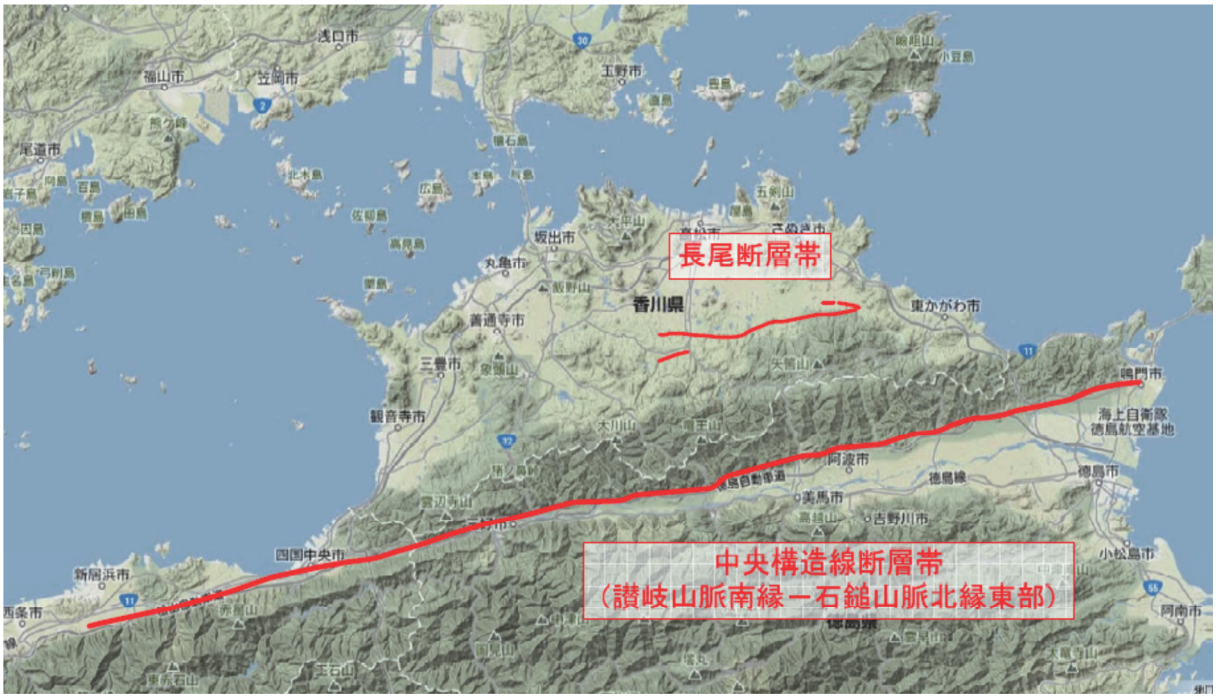
図　津波浸水想定図

香川県(2013)

■想定地震

震源域	被害想定の対象地震			被害想定の対象外地震
	海溝型地震	直下型地震		海溝型地震
	南海トラフの最大クラスの地震	中央構造線（讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部）の地震	長尾断層の地震	南海トラフの発生頻度の高い地震
地震	Mw9.0	Mj8.0	Mj7.1	Mw8.7
津波	Mw9.1	－	－	Mw8.7
	各市町ごとに被害が最大となるケースを選定.			最新の知見を踏まえた新モデルの公表される動きがあることから，今回の被害想定の対象外とする.

注）Ｍｗ：モーメントマグニチュード，Ｍｊ：気象庁マグニチュード



■想定結果

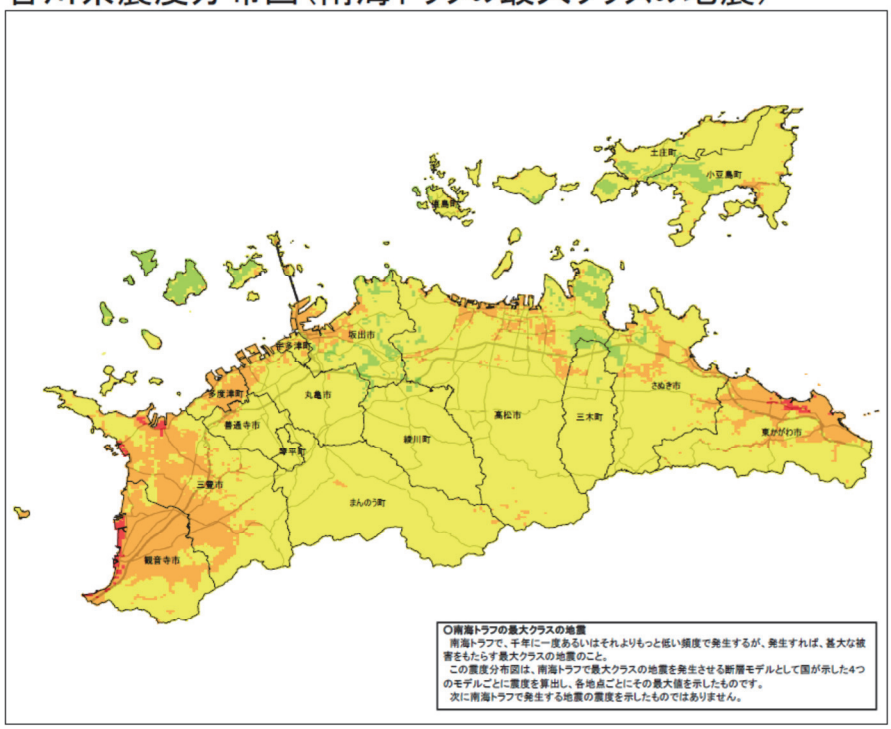
想定地震		条件・定義	単位	南海トラフの最大クラスの地震	中央構造線（讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部）の地震	長尾断層の地震
建物被害	揺れによる被害	全壊	棟	25,000	21,000	660
	液状化による被害	全壊	棟	2,500	3,000	1,300
	津波による被害	全壊	棟	2,000		
	急傾斜地崩壊による被害	全壊	棟	220	110	20
	地震火災による被害	冬深夜	棟	1,400	1,600	*
		夏12時	棟	1,800	1,800	*
		冬18時	棟	5,700	5,700	*
	合計※2	全時間帯共通	棟	35,000	30,000	2,000
人的被害（死者数）	建物倒壊による被害※3	冬深夜	人	1,600	1,300	40
		夏12時	人	1,300	1,100	30
		冬18時	人	1,200	1,000	30
	屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による被害（建物倒壊による被害の内数）	冬深夜	人	140	130	*
		夏12時	人	170	160	*
		冬18時	人	140	130	*
	津波による被害※4	冬深夜	人	4,600		
		夏12時	人	3,100		

想定地震		条件・定義	単位	南海トラフの最大クラスの地震	中央構造線（讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部）の地震	長尾断層の地震
		冬 18 時	人	3,400		
	急傾斜地崩壊による被害	冬深夜	人	*	*	*
		夏 12 時	人	*	*	*
		冬 18 時	人	*	*	*
	火災による被害	冬深夜	人	40	40	*
		夏 12 時	人	50	50	*
		冬 18 時	人	120	120	*
	ブロック塀・自動販売機・屋外落下物による被害	冬深夜	人	*	*	*
		夏 12 時	人	*	*	*
		冬 18 時	人	*	*	*
	合計※2	冬深夜	人	6,200	1,400	40
人的被害（負傷者数）	建物倒壊による被害※3	冬深夜	人	16,000	12,000	1,300
		夏 12 時	人	11,000	8,300	900
		冬 18 時	人	9,500	7,300	800
	屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による被害（建物倒壊による被害の内数）	冬深夜	人	2,300	1,900	40
		夏 12 時	人	3,000	2,500	40
		冬 18 時	人	2,400	2,000	40
	津波による被害※4	冬深夜	人	3,100		
		夏 12 時	人	1,500		
		冬 18 時	人	1,000		
	急傾斜地崩壊による被害	冬深夜	人	*	*	*
		夏 12 時	人	*	*	*
		冬 18 時	人	*	*	*
	火災による被害	冬深夜	人	20	20	*
		夏 12 時	人	20	20	*
		冬 18 時	人	60	60	*
	ブロック塀・自動販売機・屋外落下物による被害	冬深夜	人	*	*	*
		夏 12 時	人	60	50	*
		冬 18 時	人	160	150	10
	合計※2	冬深夜	人	19,000	12,000	1,300
人的被害（自力脱出困難者）	揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）	冬深夜	人	5,400	4,400	160
		夏 12 時	人	4,400	3,900	140
		冬 18 時	人	4,200	3,700	130
人的被害（要救助者）	津波被害に伴う要救助者※4	冬深夜	人	400		
		夏 12 時	人	400		
		冬 18 時	人	400		
ライフライン被害※3	上水道	断水人口	人	763,000	622,000	205,000
		断水率	%	78%	63%	21%
	下水道	支障人口	人	141,000	30,000	12,000
		支障率	%	28%	6%	2%
	電力	停電軒数	軒	587,000	486,000	153,000
		停電率	%	99%	82%	26%
	通信（固定電話・携帯電話）	不通回線数	回線	190,000	187,000	51,000
		不通回線率	%	78%	76%	21%
		携帯停波基地局率	%	70%	71%	21%
	都市ガス	供給停止戸数	戸数	58,000	69,000	29,000
		供給停止率	%	68%	82%	34%
交通施設被害	道路（緊急輸送道路）	被害箇所	箇所	690	540	300
	鉄道	被害箇所	箇所	510	450	190
	港湾（防災機能強化港）	港湾被害箇所	箇所	100	10	*
生活への影響	避難者※5	冬深夜（避難所）	人	119,000	39,000	3,700
		冬深夜（避難所外）	人	80,000	26,000	2,500
		冬深夜計	人	199,000	65,000	6,200
災害廃棄物	災害廃棄物等	災害廃棄物	トン	1,851,000	968,000	44,000
		津波堆積物	トン	2,473,000～3,956,000		
その他の被害（定量的手法）	エレベーターの停止	停止数	棟数	1,200	1,200	1,200
	危険物	火災	箇所	*	*	*
		流出	箇所	10	10	*
		破損等	箇所	110	100	50
直接経済被害額	直接経済被害額	冬深夜	百億円	330	204	37
		夏 12 時	百億円	331	204	37
		冬 18 時	百億円	340	213	37

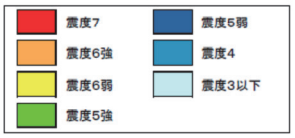
※1：想定した地震は南海地震，津波は東南海・南海の２連動
※2：最大の被害となる時間帯の合計
※3：屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による被害を含む
※4：早期避難率低の場合の被害状況を記載
※5：冬深夜の発災直後の被災状況
※6：建物倒壊及び火災による被害
※7：「-」はデータ無しまたは公表なし
※8：「*」は少ないが被害がある

【震度分布】

香川県震度分布図（南海トラフの最大クラスの地震）



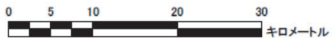




南海トラフで最大クラスの地震が発生した場合の揺れの強さを示しています

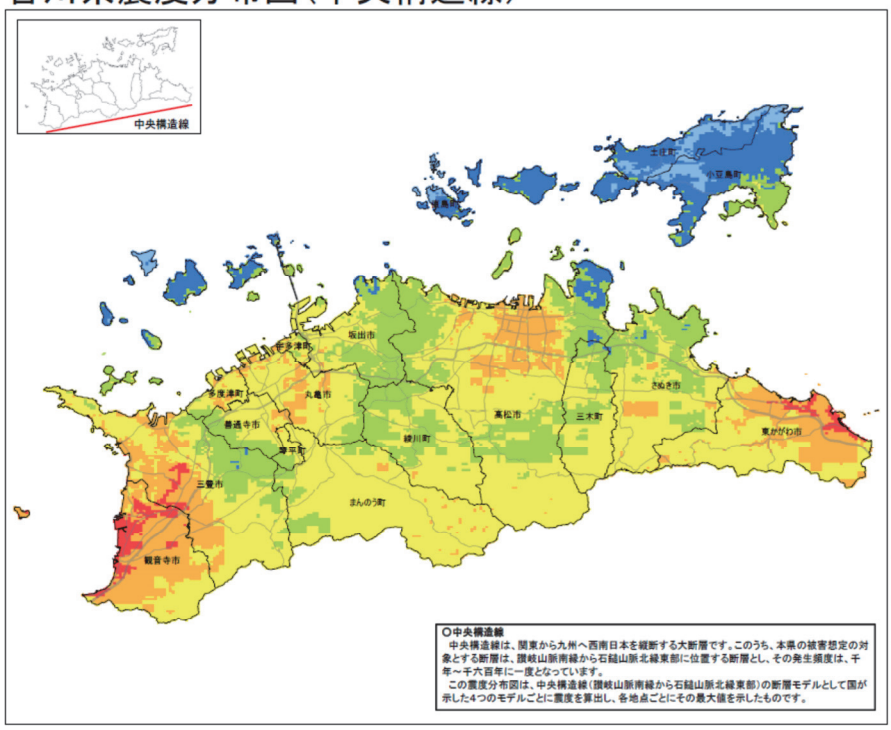
■お住まい等の地域がどのくらい揺れるのか確認し、建物の耐震化や家具等の転倒防止対策を行いましょう。
■地震が発生したら、まずは揺れから身を守りましょう。
■揺れがおさまったら、速やかに避難を開始しましょう。

震度階級	震度と揺れ等の状況（概要）
7	・耐震性の低い木造建物は、傾くもの、倒れるものがさらに多くなる ・耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある ・耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多くなる
6強	・はわないと動くことができない。飛ばされることもある ・固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる ・大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある ・耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多くなる
6弱	・立っていることが困難になる ・固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある ・壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある ・耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある
5強	・物につかまらないと歩くことが難しい ・棚にある食器類やテレビで落ちるものが多くなる ・固定していない家具が倒れることがある ・補強されていないブロック塀が崩れることがある
5弱	・大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある
4	・ほとんどの人が驚く ・電灯などのつり下げ物は大きく揺れる ・揺れの悪い物置が、倒れることがある
3	・大半の人が、恐怖を覚えたり、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある

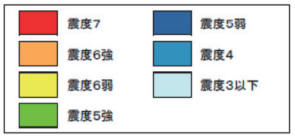


※ 地震は自然現象であり、不確実性を伴い、また、現在の科学では限界があることからこの図以上の揺れになることもあります。

香川県震度分布図（中央構造線）



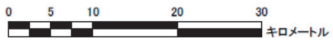




中央構造線で地震が発生した場合の揺れの強さを示しています

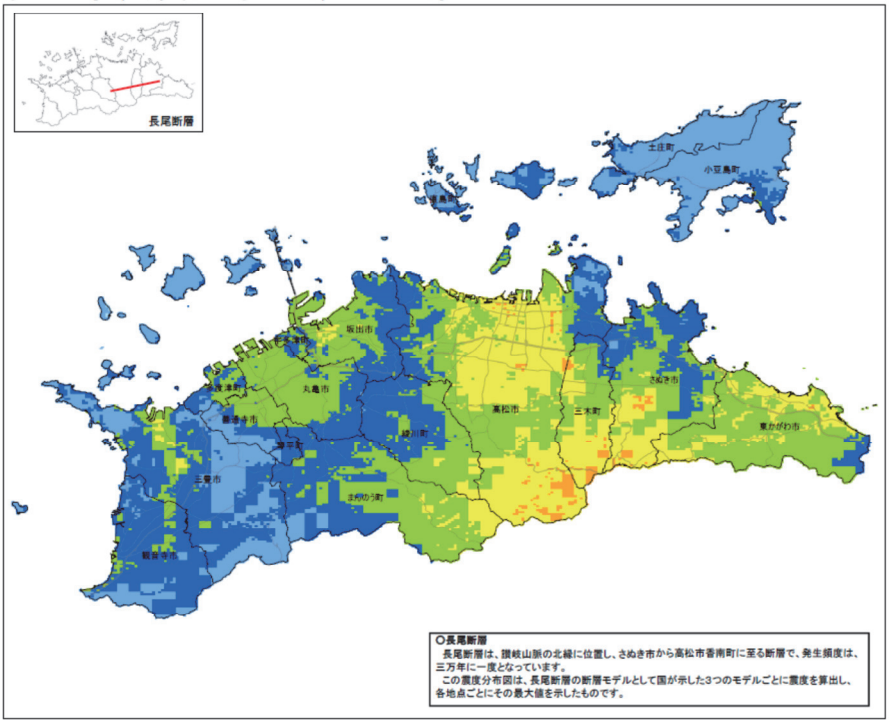
■お住まい等の地域がどのくらい揺れるのか確認し、建物の耐震化や家具等の転倒防止対策を行いましょう。
■地震が発生したら、まずは揺れから身を守りましょう。
■揺れがおさまったら、速やかに避難を開始しましょう。

震度階級	震度と揺れ等の状況（概要）
7	・耐震性の低い木造建物は、傾くもの、倒れるものがさらに多くなる ・耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある ・耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多くなる
6強	・はわないと動くことができない。飛ばされることもある ・固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる ・大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある ・耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多くなる
6弱	・立っていることが困難になる ・固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある ・壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある ・耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある
5強	・物につかまらないと歩くことが難しい ・棚にある食器類やテレビで落ちるものが多くなる ・固定していない家具が倒れることがある ・補強されていないブロック塀が崩れることがある
5弱	・大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある
4	・ほとんどの人が驚く ・電灯などのつり下げ物は大きく揺れる ・揺れの悪い物置が、倒れることがある
3	・大半の人が、恐怖を覚えたり、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある



※ 地震は自然現象であり、不確実性を伴い、また、現在の科学では限界があることからこの図以上の揺れになることもあります。

香川県震度分布図（長尾断層）



○長尾断層
長尾断層は、讃岐山脈の北縁に位置し、さぬき市から高松市香南町に至る断層で、発生頻度は、三万年に一度となっています。
この震度分布図は、長尾断層の断層モデルとして国が示した3つのモデルごとに震度を算出し、各地点ごとにその最大値を示したものです。

震度7
震度6強
震度6弱
震度5強
震度5弱
震度4
震度3以下

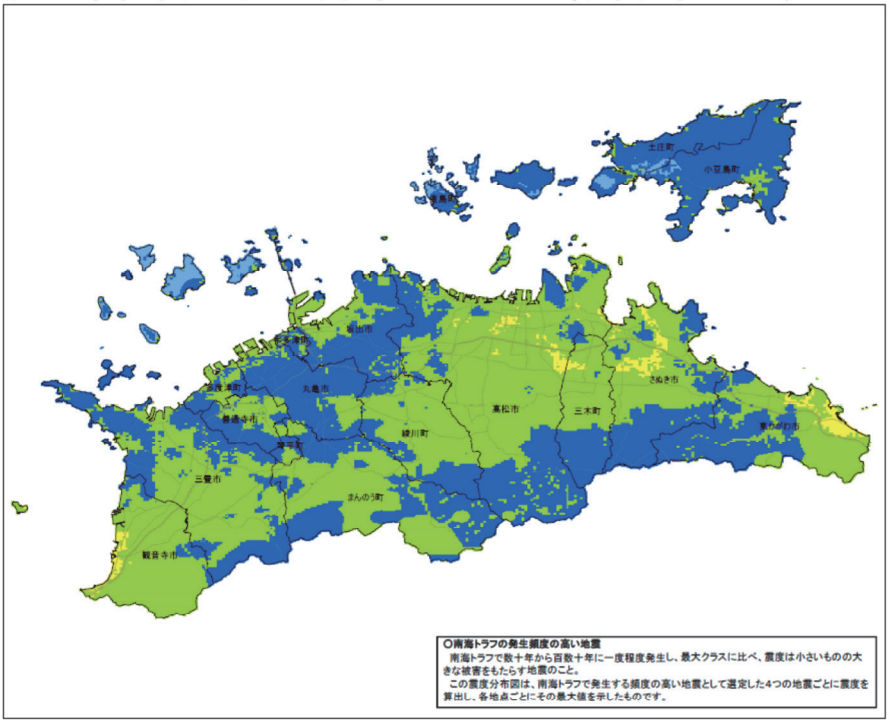
長尾断層で地震が発生した場合の揺れの強さを示しています
■お住まい等の地域がどのくらい揺れるのか確認し、建物の耐震化や家具等の転倒防止対策を行いましょう。
■地震が発生したら、まずは揺れから身を守りましょう。
■揺れがおさまったら、速やかに避難を開始しましょう。

震度階級	震度と揺れ等の状況（概要）
7	・耐震性の低い木造建物は、傾くもの、倒れるものがさらに多くなる ・耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある ・耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多くなる
6強	・はわないと歩くことができない、飛ばされることもある ・固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる ・大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある ・耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多くなる
6弱	・立っていることが困難になる ・固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある ・壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある ・耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある
5強	・物につかまらないと歩くことが難しい ・棚にある食器類やテレビが落ちるものが多くなる ・固定していない家具が倒れることがある ・補強されていないブロック塀が崩れることがある
5弱	・大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある
4	・ほとんどの人が驚く ・電灯などのつり下げ物は大きく揺れる ・座りの悪い物置が、倒れることがある
3	・大半の人が、恐怖を覚えたり、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある

0 5 10 20 30 キロメートル

※ 地震は自然現象であり、不確実性を伴い、また、現在の科学では限界があることからこの図以上の揺れになることもあります。

香川県震度分布図（南海トラフの発生頻度の高い地震）



○南海トラフの発生頻度の高い地震
南海トラフで数十年から百数十年に一度程度発生し、最大クラスに比べ、震度は小さいものの大きな被害をもたらす地震のこと。
この震度分布図は、南海トラフで発生する頻度の高い地震として選定した4つの地震ごとに震度を算出し、各地点ごとにその最大値を示したものです。

震度7
震度6強
震度6弱
震度5強
震度5弱
震度4
震度3以下

南海トラフで発生頻度の高い地震が発生した場合の揺れの強さを示しています
■お住まい等の地域がどのくらい揺れるのか確認し、建物の耐震化や家具等の転倒防止対策を行いましょう。
■地震が発生したら、まずは揺れから身を守りましょう。
■揺れがおさまったら、速やかに避難を開始しましょう。

震度階級	震度と揺れ等の状況（概要）
7	・耐震性の低い木造建物は、傾くもの、倒れるものがさらに多くなる ・耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある ・耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多くなる
6強	・はわないと歩くことができない、飛ばされることもある ・固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる ・大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある ・耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多くなる
6弱	・立っていることが困難になる ・固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある ・壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある ・耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある
5強	・物につかまらないと歩くことが難しい ・棚にある食器類やテレビが落ちるものが多くなる ・固定していない家具が倒れることがある ・補強されていないブロック塀が崩れることがある
5弱	・大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある
4	・ほとんどの人が驚く ・電灯などのつり下げ物は大きく揺れる ・座りの悪い物置が、倒れることがある
3	・大半の人が、恐怖を覚えたり、物につかまりたいと感じる ・棚にある食器類やテレビが落ちることがある ・固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある

0 5 10 20 30 キロメートル

※ 地震は自然現象であり、不確実性を伴い、また、現在の科学では限界があることからこの図以上の揺れになることもあります。

愛媛県(2013) 地震・津波ハザードのみ追加

■想定地震

表　想定地震一覧

地震（断層等）	地震のタイプ				地震の規模（地震調査研究推進本部による長期評価）			愛媛県地震被害想定調査		想定対象	
	プレート		地殻内		断層長	想定規模	地震発生確率	前回調査	今回調査		
	間	内	活断層	未確認断層	(km)	(M)	(30年以内)	規模(M)	規模(M)	地震	津波
南海トラフで発生する地震											
①南海トラフ巨大地震	○		－	－	－	－	－	8.4	9.0	○	○
安芸灘～伊予灘～豊後水道で発生する地震											
②安芸灘～伊予灘～豊後水道のプレート内地震		○	－	－	－	6.7～7.4	40%程度	—	7.4	○	－
中央構造線断層帯で発生する地震											
③讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部（セグメントA：鳴門・板野・神田 断層／セグメントB：父尾・井口・三野 断層／セグメントC：池田・箸蔵・佐野 断層／セグメントD：寒川・畑野・石鎚 断層）	－	－	○	－	約130	8.0程度もしくはそれ以上	ほぼ0%～0.3%	7.1～8.0	8.0	○	－
④石鎚山脈北縁（岡村断層）	－	－	○	－	約30	7.3～8.0程度	ほぼ0%～0.3%		7.3	○	－
⑤石鎚山脈北縁西部－伊予灘（セグメントA：川上・重信 断層／セグメントB：伊予 断層／セグメントC：伊予灘東部 断層／セグメントD：伊予灘西部 断層）	－	－	○	－	約130	8.0程度もしくはそれ以上	ほぼ0%～0.3%		8.0	○	－

※中央構造線断層帯については，地震調査研究推進本部の取りまとめを最新の知見と判断し，地震調査研究推進本部で設定されている全 6 区間のうち，本県に影響が大きい 3 区間を想定地震とする．

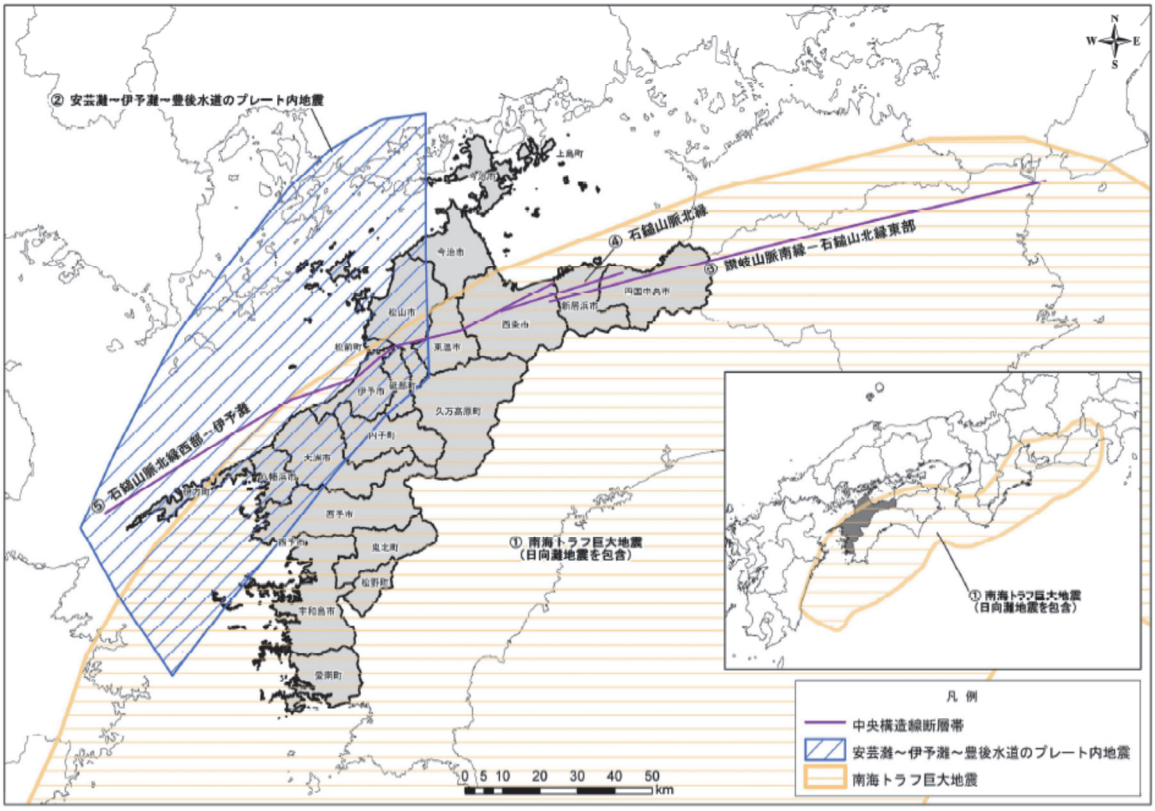
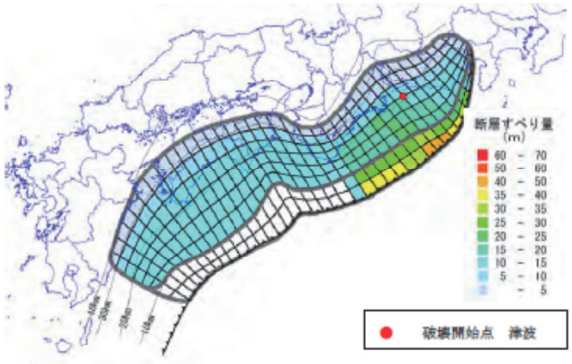


図　想定地震　全体位置図

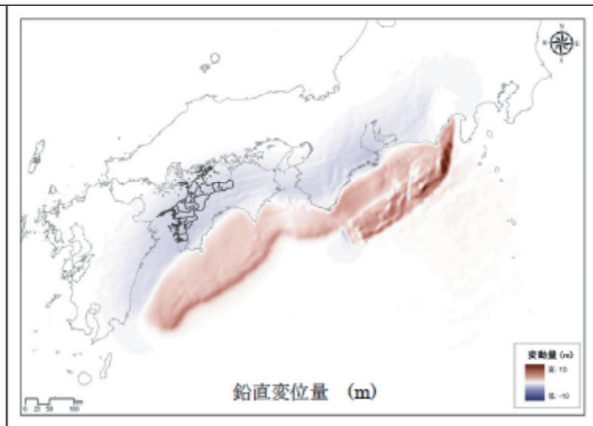
■想定津波

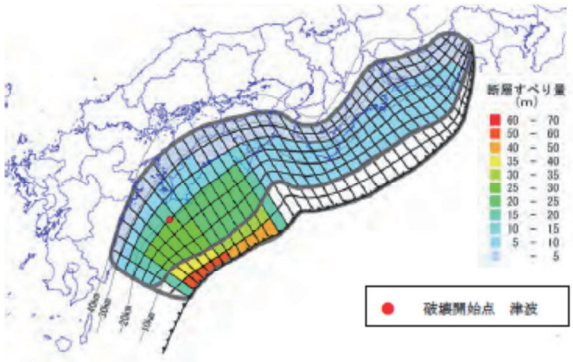
「南海トラフの巨大地震モデル検討会」公表のケースのうち，１・５・１１を採用.

対象津波	「南海トラフの巨大地震モデル検討会」公表(H24.8.29)の想定地震津波
マグニチュード	Mw＝９.１

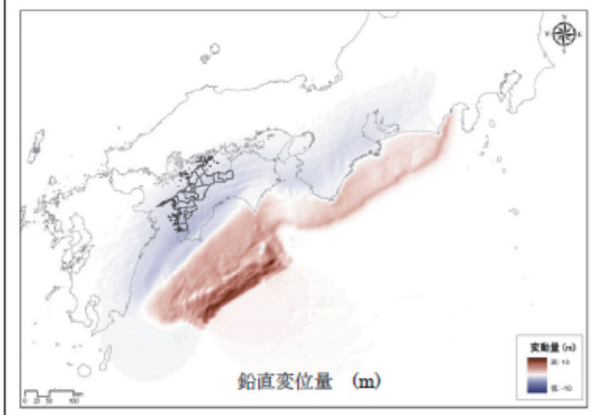


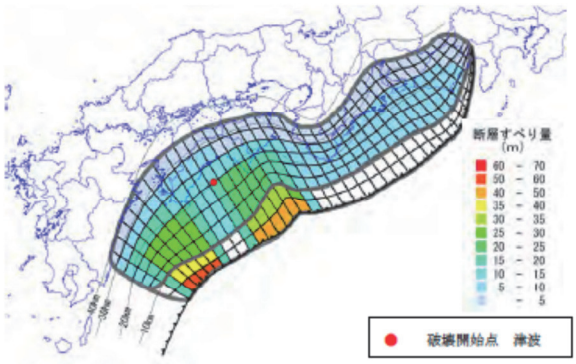
ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域＋超大すべり」域を設定





ケース⑤「四国沖～九州沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を設定





ケース⑪「室戸岬沖」と「日向灘」に「大すべり域＋超大すべり域」を２箇所設定

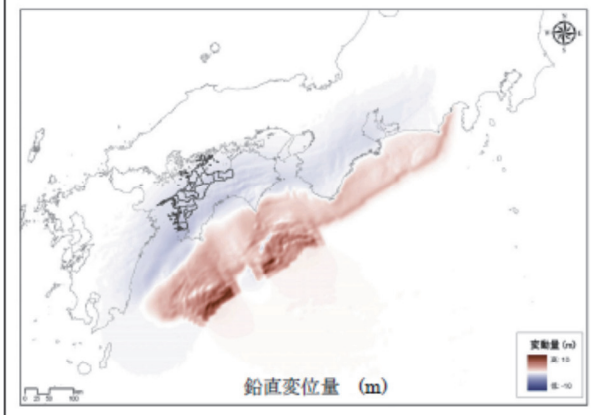


図　対象津波

■想定結果

今回の調査を基に，今後，人的・物的被害，ライフライン被害，経済被害，対策を講じることによる被害の軽減等の想定結果を順次とりまとめ，公表予定

【震度分布】

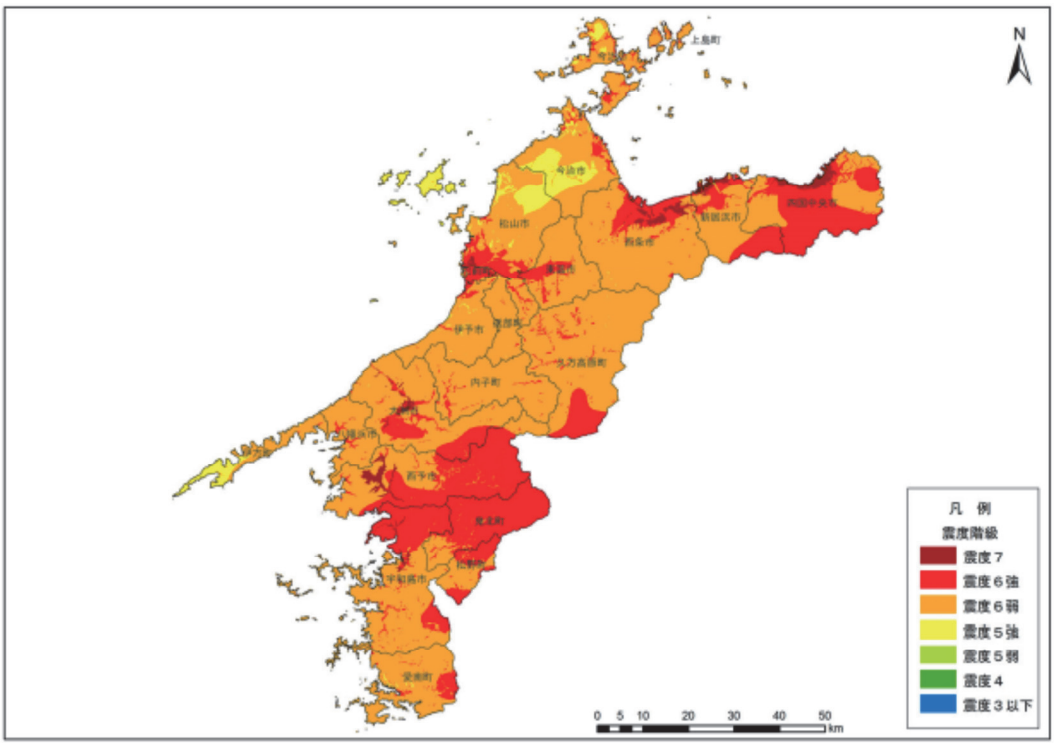
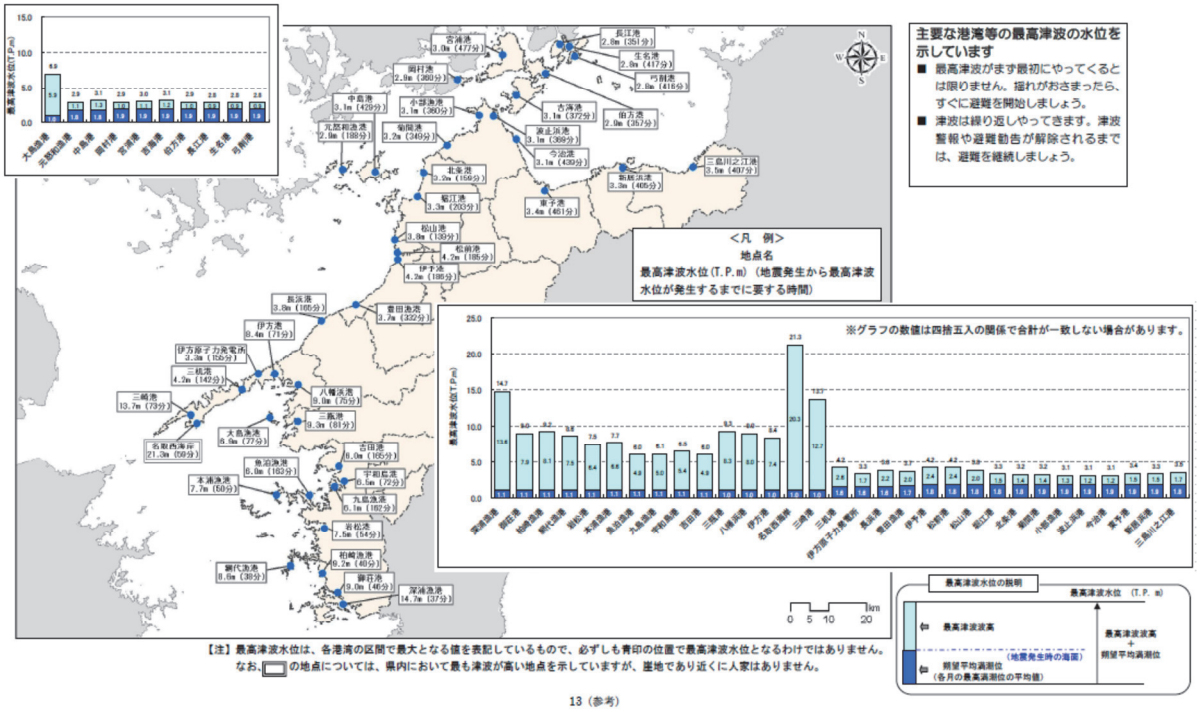


図　南海トラフ巨大地震の震度分布（5 ケースの重ね合わせ）

【津波】



13（参考）

図　最高津波水位予測図（南海トラフの最大クラスの津波）

高知県(2013)

■想定地震

震度分布・津波浸水予測では，最大クラスの地震・津波については，地震動４ケースによる震度分布予測と，津波６ケースによる浸水予測を行っています．この中で，各市町村で最大の死者数が発生する地震・津波ケースの組み合わせを抽出した結果，下記の８通りとなることを確認しました．
これに，発生頻度の高い一定程度の地震・津波の１ケースを加えた計９通りの地震動・津波を被害想定の前提としました．
■強震断層モデル（内閣府モデルH24.8）
①基本ケース：中央防災会議による東海，東南海・南海地震の検討結果を参考に設定
②東側ケース：基本ケースの強振動生成域をやや東側（トラフ軸に概ね平行に右側）の場所に設定
③西側ケース：基本ケースの強振動生成域をやや西側（トラフ軸に概ね平行に左側）の場所に設定
④陸側ケース：基本ケースの強振動生成域を可能性がある範囲で最も陸側（プレート境界面の深い側）の場所に設定
■津波断層モデル（内閣府モデルH24.8）
ケース③「紀伊半島沖～四国沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を設定
ケース④「四国沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を設定
ケース⑤「四国沖～九州沖」にに「大すべり域＋超大すべり域」を設定
ケース⑨「愛知県沖～三重県沖」と「室戸岬沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を２箇所設定
ケース⑩「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に「大すべり域＋超大すべり域」を２箇所設定
ケース⑪「室戸岬沖」と「日向灘」にに「大すべり域＋超大すべり域」を２箇所設定

想定地震	南海トラフ巨大地震
発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの地震・津波 （平成24年12月10日公表）	・現時点の最新の科学的知見に基づく発生しうる最大クラスの地震・津波 ・現在の科学的知見では，発生時期を予測することはできないが，その発生頻度は極めて低いもの
発生頻度の高い一定程度の地震・津波 （平成24年12月10日公表）	・平成15年度に県が公表した地震・津波予測（安政南海地震クラス）を最新の地形や地盤データにより再度推計したもの

		津波						
		浸水域外	ケース③	ケース④	ケース⑤	ケース⑨	ケース⑩	ケース⑪
地震	基本ケース				四万十市		黒潮町	
	陸側ケース	香美市 本山町 大豊町 土佐町 大川村 いの町 仁淀川町 佐川町 越知町 梼原町 日高村 津野町		高知市 南国市 香南市			須崎市 中土佐町 四万十町	
	東側ケース	北川村 馬路村		室戸市 東洋町 田野町 安田町	安芸市 芸西村 土佐市	奈半利町		
	西側ケース	三原村		宿毛市 土佐清水市 大月町				

■想定結果

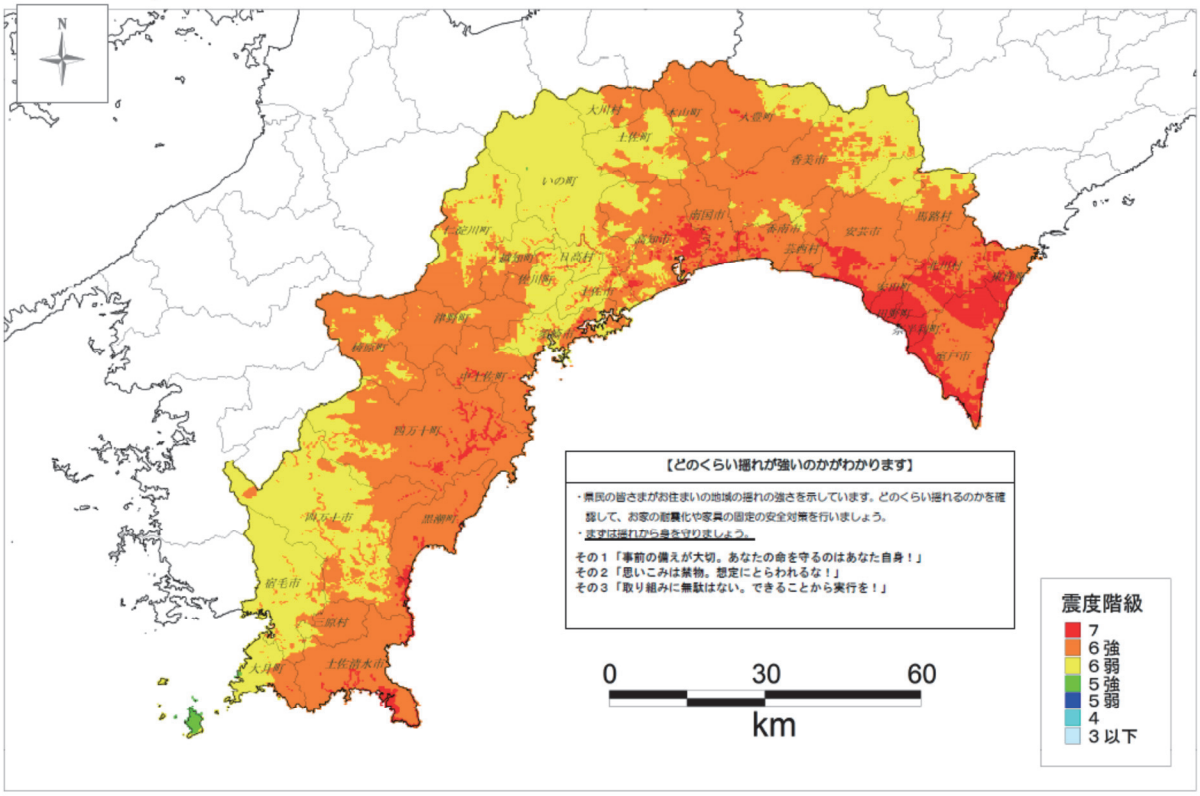
想定地震		条件・定義	単位	L2基本C	L2基本C10	L2陸C4	L2陸C10	L2東C4	L2東C5	L2東C9	L2西C4	L1
建物被害	液状化による被害	全壊	棟	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
	揺れによる被害	全壊	棟	40,000	40,000	80,000	80,000	48,000	48,000	48,000	30,000	15,000
	急傾斜地崩壊による被害	全壊	棟	400	400	710	710	400	400	400	330	170
	津波による被害	全壊	棟	65,000	48,000	66,000	47,000	68,000	65,000	48,000	71,000	17,000
	地震火災による被害	冬深夜	棟	2,800	3,000	5,500	6,200	2,900	3,000	3,300	2,600	3,000
		夏12時	棟	3,400	3,800	6,800	7,700	3,900	4,000	4,400	2,800	3,000
		冬18時	棟	6,300	6,900	12,000	13,000	6,700	6,900	7,500	4,700	5,300
	建物全壊棟数　計	冬深夜	棟	110,000	93,000	153,000	136,000	120,000	118,000	101,000	105,000	36,000
人的被害（死者数）	建物倒壊による被害	冬深夜	人	2,600	2,600	5,200	5,200	3,100	3,100	3,100	1,900	940
		夏12時	人	2,200	2,200	4,400	4,400	2,500	2,500	2,500	1,600	1,100
		冬18時	人	2,300	2,300	4,700	4,700	2,700	2,700	2,700	1,700	1,000
	屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による被害（建物倒壊による被害の内数）	冬深夜	人	170	170	280	280	180	180	180	140	90
		夏12時	人	100	100	180	180	120	120	120	90	60
		冬18時	人	120	120	190	190	130	130	130	100	60
	急傾斜地崩壊による被害	冬深夜	人	60	60	110	110	70	70	70	50	20
		夏12時	人	50	50	90	90	50	50	50	40	20
		冬18時	人	50	50	100	100	60	60	60	40	20
	津波による被害（早期避難低）	冬深夜	人	23,000	22,000	36,000	24,000	34,000	24,000	27,000	33,000	9,900
		夏12時	人	14,000	14,000	23,000	16,000	21,000	14,000	16,000	20,000	6,400
		冬18時	人	17,000	17,000	27,000	18,000	25,000	17,000	18,000	24,000	6,900

想定地震		条件・定義	単位	L2基本C	L2基本C10	L2陸C4	L2陸C10	L2東C4	L2東C5	L2東C9	L2西C4	L1
	火災による被害	冬深夜	人	260	250	500	520	390	440	410	140	30
		夏12時	人	220	220	580	580	390	410	400	140	30
		冬18時	人	420	420	1,100	1,100	730	770	740	260	70
	ブロック塀・自動販売機の転倒，屋外落下物による被害	冬深夜	人	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		夏12時	人	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		冬18時	人	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	死者数　計	冬深夜	人	26,000	25,000	42,000	30,000	37,000	27,000	31,000	35,000	11,000
人的被害（負傷者数）	建物倒壊による被害	冬深夜	人	21,000	21,000	33,000	33,000	22,000	22,000	22,000	18,000	12,000
		夏12時	人	19,000	19,000	31,000	31,000	20,000	20,000	20,000	16,000	12,000
		冬18時	人	19,000	19,000	30,000	30,000	20,000	20,000	20,000	16,000	12,000
	屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による被害（建物倒壊による被害の内数）	冬深夜	人	2,700	2,700	4,300	4,300	2,900	2,900	2,900	2,200	1,500
		夏12時	人	1,800	1,800	2,900	2,900	2,000	2,000	2,000	1,600	1,200
		冬18時	人	1,900	1,900	3,100	3,100	2,100	2,100	2,100	1,600	1,200
	急傾斜地崩壊による被害	冬深夜	人	70	70	140	140	80	80	80	60	30
		夏12時	人	60	60	110	110	60	60	60	50	20
		冬18時	人	60	60	120	120	70	70	70	50	20
	津波による被害（早期避難低）	冬深夜	人	2,200	2,400	2,900	2,400	2,800	2,200	2,200	2,900	2,000
		夏12時	人	1,500	1,600	2,000	1,600	1,900	1,500	1,500	2,000	1,400
		冬18時	人	1,700	1,900	2,100	1,900	2,100	1,700	1,700	2,100	1,400
	火災による被害	冬深夜	人	130	130	300	300	160	160	160	110	90
		夏12時	人	160	160	380	380	190	190	190	120	90
		冬18時	人	290	290	670	670	330	330	330	230	180
	ブロック塀・自動販売機の転倒，屋外落下物による被害	冬深夜	人	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		夏12時	人	30	30	50	50	30	30	30	30	10
		冬18時	人	90	90	150	150	90	90	90	80	20
	負傷者数　計	冬深夜	人	24,000	24,000	36,000	36,000	25,000	24,000	24,000	21,000	14,000
人的被害（負傷者のうち重傷者数）	建物倒壊による被害	冬深夜	人	12,000	12,000	19,000	19,000	12,000	12,000	12,000	10,000	7,000
		夏12時	人	11,000	11,000	18,000	18,000	11,000	11,000	11,000	9,000	6,900
		冬18時	人	11,000	11,000	17,000	17,000	11,000	11,000	11,000	9,100	6,800
	屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による被害（建物倒壊による被害の内数）	冬深夜	人	570	570	930	930	620	620	620	470	320
		夏12時	人	390	390	620	620	420	420	420	330	240
		冬18時	人	410	410	650	650	440	440	440	340	240
	急傾斜地崩壊による被害	冬深夜	人	40	40	70	70	40	40	40	30	10
		夏12時	人	30	30	50	50	30	30	30	20	10
		冬18時	人	30	30	60	60	40	40	40	30	10
	津波による被害（早期避難低）	冬深夜	人	760	830	980	830	980	760	760	990	690
		夏12時	人	520	540	680	540	670	520	520	680	470
		冬18時	人	590	640	730	640	720	590	580	730	490
	火災による被害	冬深夜	人	40	40	90	90	40	40	40	30	20
		夏12時	人	50	50	110	110	50	50	50	40	30
		冬18時	人	90	90	200	200	100	100	100	70	50
	ブロック塀・自動販売機の転倒，屋外落下物による被害	冬深夜	人	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		夏12時	人	10	10	20	20	10	10	10	10	*
		冬18時	人	30	30	60	60	30	30	30	30	10
	負傷者数　計	冬深夜	人	13,000	13,000	20,000	20,000	14,000	13,000	13,000	11,000	7,700
ライフライン被害 ※3	上水道	断水人口	人	499,000	499,000	575,000	575,000	494,000	494,000	494,000	478,000	439,000
		断水率	%	71%	71%	82%	82%	70%	70%	70%	68%	62%
	下水道	機能支障人口	人	243,000	235,000	244,000	236,000	245,000	243,000	235,000	243,000	234,000
		機能支障率	%	93%	90%	93%	90%	93%	93%	90%	93%	89%
	電力	停電軒数	軒	452,000	451,000	521,000	520,000	442,000	445,000	440,000	427,000	360,000
		停電率	%	86%	85%	99%	99%	84%	84%	83%	81%	68%
	通信(固定電話)	不通回線数	回線	196,000	194,000	217,000	217,000	194,000	194,000	190,000	188,000	156,000
		不通回線率	%	90%	89%	99%	99%	89%	89%	87%	86%	72%
	ガス(都市ガス)	供給停止率※2	世帯	29,000	35,000	28,000	35,000	28,000	29,000	33,000	28,000	40,000
			%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
生活支障等	避難生活者※4	冬深夜(避難所)	人	214,000	193,000	280,000	251,000	223,000	218,000	200,000	208,000	120,000
		冬深夜(避難所外)	人	115,000	105,000	158,000	144,000	120,000	118,000	109,000	110,000	65,000
その他の被害シナリオ	孤立集落数	農業集落数	集落	229	229	599	599	224	224	224	198	51
		漁業集落数	集落	70	65	58	59	65	68	62	68	50
直接経済被害額	直接経済被害額		兆円	6.9	6.4	9.0	8.2	7.1	7.1	6.5	6.5	3.6

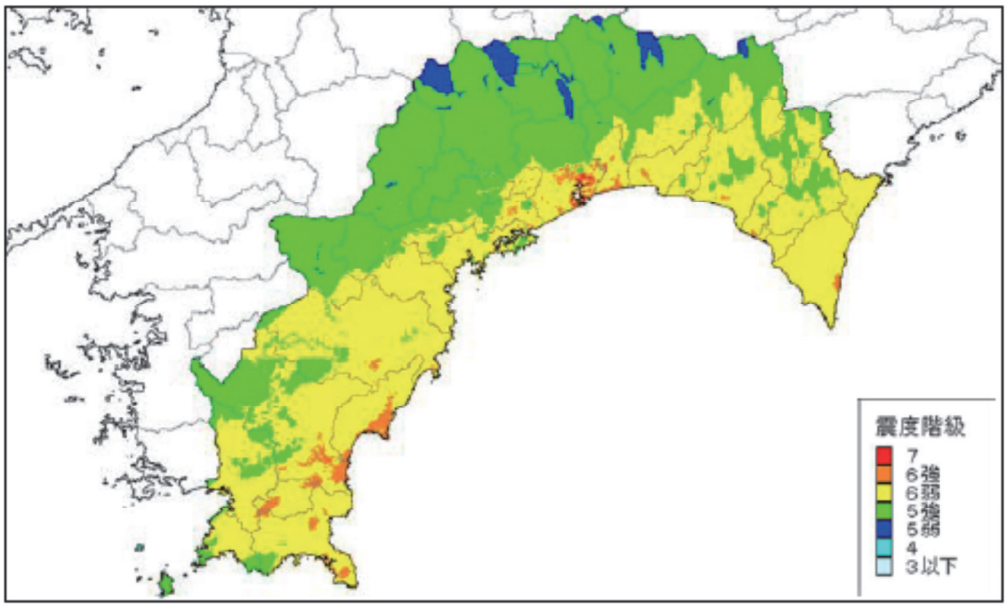
※1：L2 は最大クラスの地震・津波（レベル２），L1 は発生頻度の高い一定程度の地震・津波（レベル１）の略.
※2：供給停止率は全壊した需要家を除いた需要家数に占める供給停止戸数の割合とした.
※3：発生直後の被害状況を記載した.
※4：発生一日後の被害状況を記載した.
※5：「*」は少ないが被害がある.

【震度分布】

発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの地震・津波（最大クラス重ね合わせ）



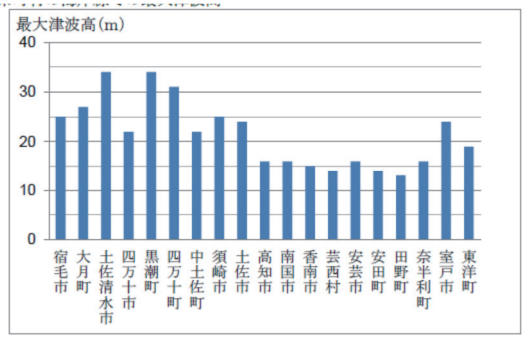
発生頻度の高い一定程度の地震・津波



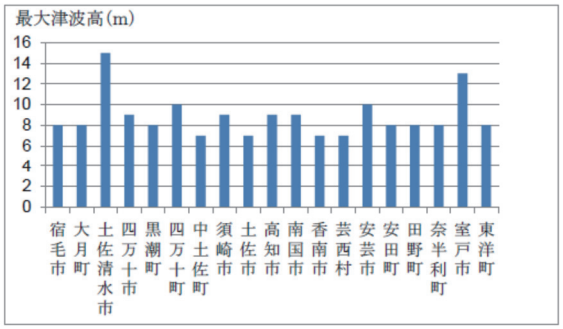
【津波】

各市町村の長期浸水面積一覧

市区町村名	最大クラスの地震(ha)						発生頻度の高い一定程度の地震(ha)
	ケース③	ケース④	ケース⑤	ケース⑨	ケース⑩	ケース⑪	
高知市	3,005	2,964	2,951	2,950	2,736	2,958	2,020
室戸市	0	0	0	0	0	0	0
安芸市	1	0	0	1	0	0	0
南国市	219	205	200	212	117	206	29
土佐市	120	125	120	113	101	119	9
須崎市	295	336	313	278	323	305	59
宿毛市	370	558	550	345	559	506	100
土佐清水市	3	26	20	3	43	2	2
四万十市	38	160	116	36	188	45	22
香南市	128	112	98	119	36	114	15
東洋町	0	0	0	0	0	0	0
奈半利町	0	0	0	0	0	0	0
田野町	0	0	0	0	0	0	0
安田町	0	0	0	0	0	0	0
芸西村	0	0	0	0	0	0	0
中土佐町	23	48	39	22	48	31	2
四万十町	23	50	34	14	48	30	13
大月町	8	28	28	7	27	24	1
黒潮町	13	42	34	11	46	11	9
合計	4,246	4,654	4,503	4,111	4,272	4,351	2,281



海岸線での最大津波高
(発生すれば甚大な被害をもたらす
最大クラスの地震・津波)



海岸線での最大津波高
(発生頻度の高い一定程度の地震・津波)

福岡県(2012)

■想定地震

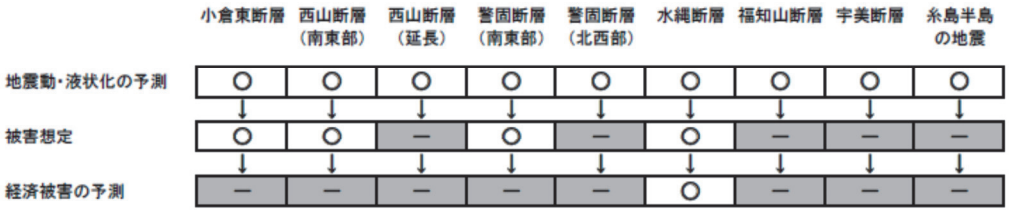


図　断層毎の調査内容

表　想定地震一覧

想定地震	小倉東断層 北東部	西山断層 南東部	西山断層 全体	警固断層 南東部	警固断層 北西部	水縄断層 西部	福智山断層 北西部	宇美断層 南東部	糸島半島 の地震	基盤一定
モデル	活断層に着目する想定地震モデル								既往地震を再現する方法による想定地震モデル	地表での地盤特性に応じた地震動に基づく想定地震モデル
マグニチュード	6.9	7.3	8.0	7.2	7.0	7.2	7.0	6.9	6.0	6.9

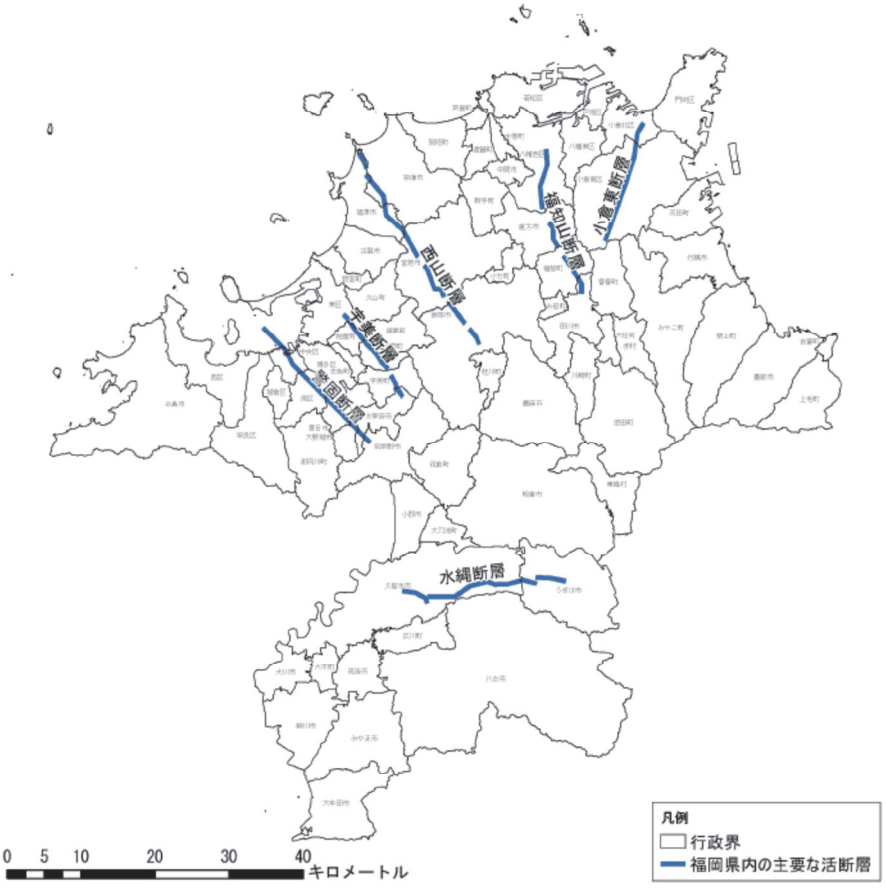


表　想定地震諸元

諸元＼想定地震		小倉東断層	西山断層	西山断層延長	警固断層南東部	警固断層北東部	水縄断層	福智山断層	宇美断層	糸島半島の地震
活断層の長さ(km)		17.0	31.0	80.0	27.0	25.0	26.0	20.0	18.0	－
断層長さL(km)		17.0	31.0	80.0	27.0	25.0	26.0	20.0	18.0	5.0
断層幅W(km)		8.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	10.0	9.0	2.5
マグニチュードM		6.9	7.3	8.0	7.2	7.0	7.2	7.0	6.9	6.0
震源断層の深さd(km)	上端	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
	下端	10.5	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	12.0	11.0	5.5
すべり量D(m)		1.4	2.5	6.4	2.1	1.6	2.1	1.6	1.4	0.4
地震モーメントM_o(dyn・cm)		6.83E+25	4.01E+26	2.67E+27	3.04E+26	2.08E+26	2.82E+26	1.11E+26	8.11E+25	1.75E+24
モーメントマグニチュードMw		6.5	7.0	7.6	6.9	6.8	6.9	6.6	6.5	5.4
(技術資料)Mw		6.6	7.0	7.6	6.9	6.7	6.9	6.7	6.6	5.4
走向θ(°)		14	326	326	315	300	266	345	325	96
傾斜δ(°)		90	90	90	90	90	90	90	90	90
ライズタイムτ(s)		1.4	2.3	5.0	2.0	1.6	2.0	1.6	1.4	0.5
地震波伝播速度V_S(km/sec)		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
破壊伝播速度V_R(km/sec)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
断層原点(°)	北緯	33.738	33.615		33.479	33.669	33.327	33.684	33.529	33.583
	東経	130.861	130.663		130.523	130.299	130.799	130.803	130.566	130.181
破壊開始点		両端及び中央の下端	両端及び中央の下端	両端及び中央の下端	両端及び中央の下端	両端及び中央の下端	両端及び中央の下端	両端及び中央の下端	両端及び中央の下端	断層中央下部
破壊形式		同心円状	同心円状	同心円状	同心円状	同心円状	同心円状	同心円状	同心円状	同心円状

■想定結果

※想定地震の震源断層のうち，活動した場合には県内４地域の主要都市（福岡市，北九州市，飯塚市，久留米市）に重大な被害を及ぼすと想定される４つの想定震源断層について，予測被害を算出した．

想定項目＼震源断層			小倉東断層（中央下部）	西山断層（北西端下部）	警固断層南東部（北西端下部）	水縄断層（中央下部）
建物被害(棟)	全壊(大破)	木造	6,504	12,526	16,291	23,951
		非木造	603	855	1,676	1,621
		計	7,107	13,381	17,967	25,572
	半壊(中破)	木造	5,458	12,655	12,864	10,251
		非木造	795	1,169	2,157	1,304
		計	6,253	13,824	15,021	11,555
ライフライン等被害(箇所)	上水道		1,079	2,853	2,993	1,947
	下水道		331	200	650	517
	都市ガス管		123	23	159	33
	配電柱		54	100	141	164
	電話柱		42	88	140	144
	プロパンガスの漏洩		650	1,702	1,955	1,237
	道路	高速道路※1(km)	78	52	120	103
		国県道路	71	176	155	152
	鉄道		163	365	346	263
	湾岸係留施設(km)		28.6	37.6	33.3	21.3
火災	炎上出火(件数)		26	53	74	95
	延焼による焼失(棟数)		4	6	10	19
人的被害(人)	死者		486	844	1,183	1,482
	負傷者		6,634	21,678	22,508	23,254
	要救出者		3,946	3,967	7,160	6,700
	要後方医療搬送者数		664	2,165	2,254	2,327
	避難者数		22,899	23,025	41,425	39,713

※1　高速道路はインターチェンジ間などで不通箇所を生じる可能性が予測された場合，当該区間延長の合計を示している．

※2　各活断層の被害想定については，両端及び中央部から破壊を開始した３パターンの被害を算出したが，この表には建物被害の全壊（大破）棟数が一番多い破壊開始点から算出被害を掲示した．

※3　本調査では想定地震の発生時刻については，地震火災による被害を考慮して出火・延焼の危険性が最も高くなる平日の「冬の夕刻」（17 時～18 時）とする．

【震度分布】

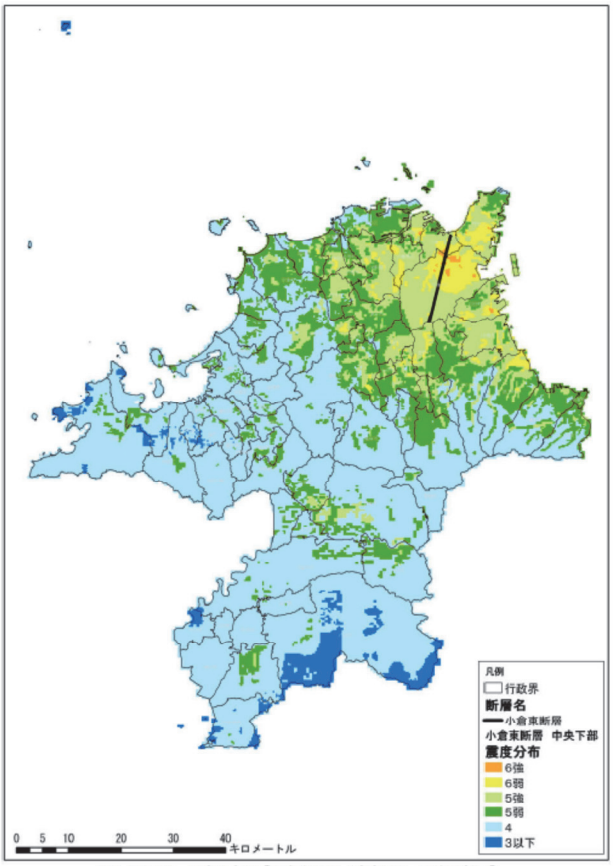


図 2.2-2（2）　震度分布図【小倉東断層（破壊開始：中央下部）】

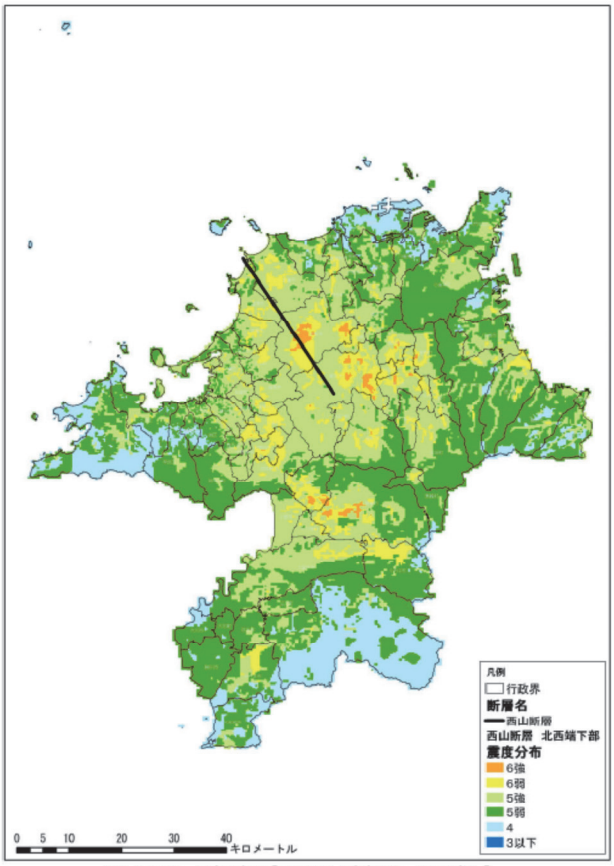


図 2.2-2（6）　震度分布図【西山断層（破壊開始：北西下部）】

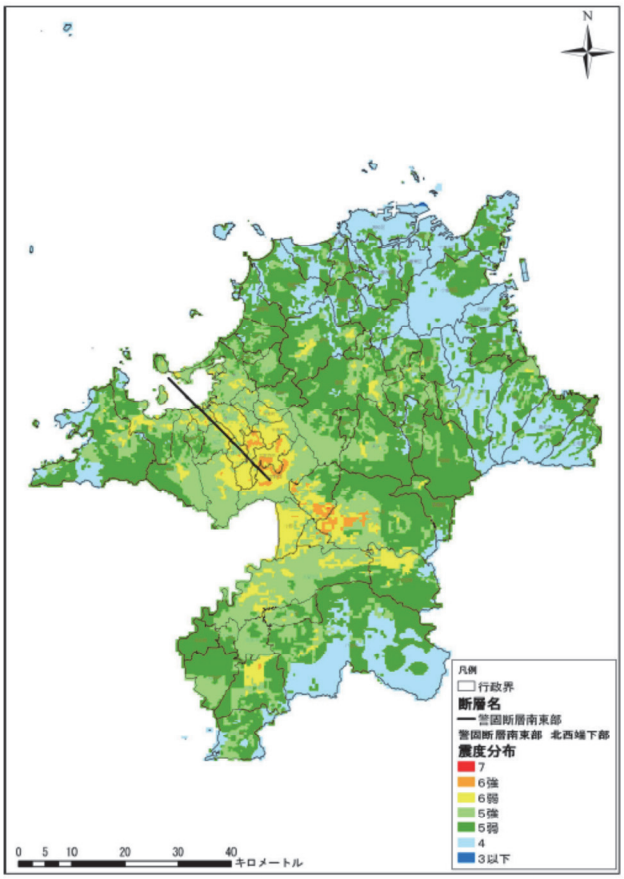


図 2.2-2（12）　震度分布図【警固断層（南東部）（破壊開始：北西下部）】

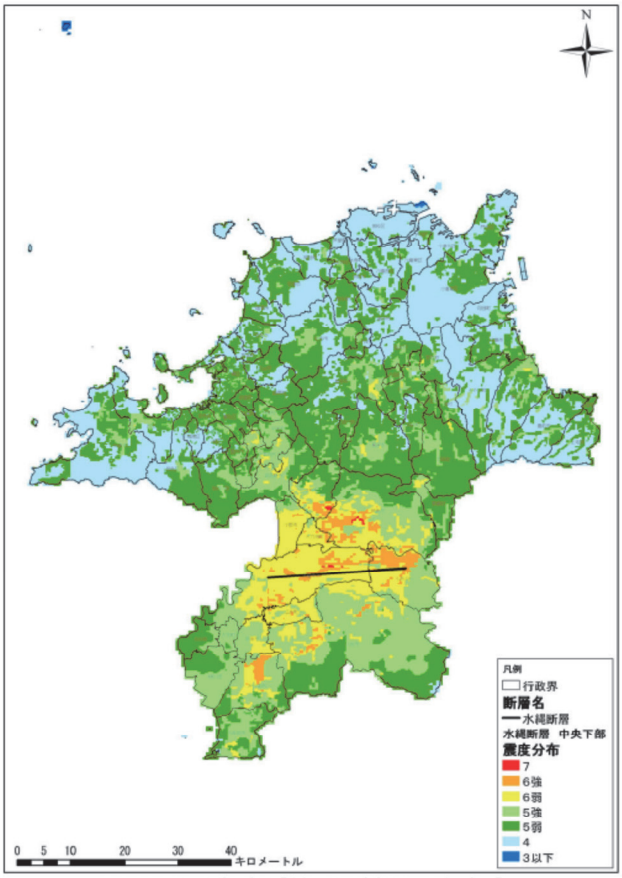


図 2.2-2（17）　震度分布図【水縄断層（破壊開始：中央下部）】

佐賀県(2010)

■想定地震・津波

表　想定地震

	規模	備考
川久保断層系	M6.8	マグニチュードは活断層研究センターモデル

表　想定津波地震

	規模	備考
有明海沿岸地域	M7.7	【震源】雲仙地溝南縁断層帯の連動地震
玄界灘沿岸地域	M8.0	【震源】対馬海峡東の断層の地震

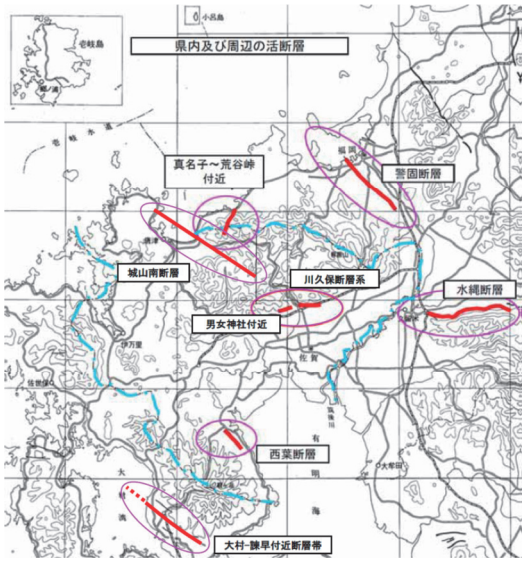


図　想定地震分布図

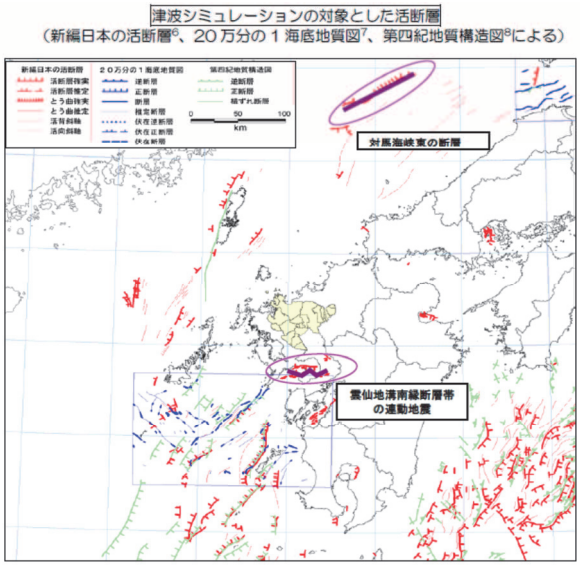


図　津波シミュレーションの対象とした活断層

■想定結果

【震度分布】

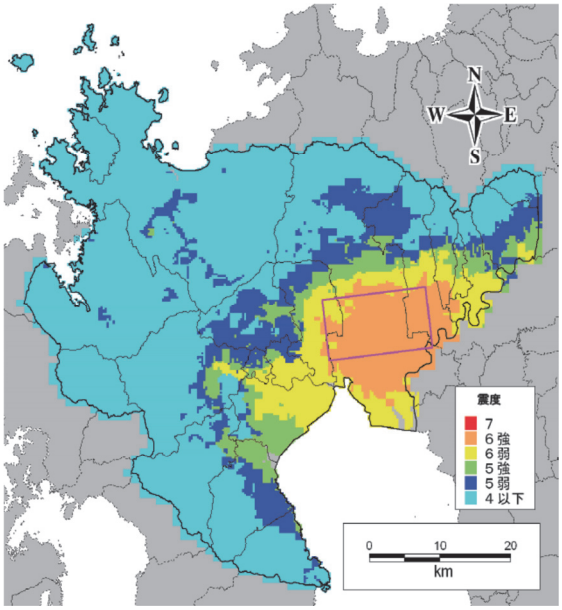


図　震度分布

表　被害想定

想定地震		川久保断層系による地震
建物被害	全壊（棟）	17, 582
	半壊（棟）	38, 914
人的被害	死者（人）	814
	負傷者（人）	8, 523

【津波】

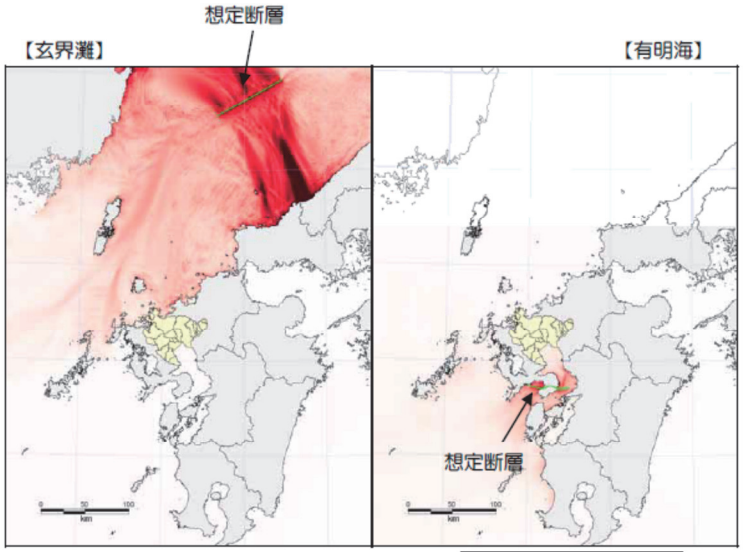


図　津波シミュレーション結果（左：玄海溝側最高水位、右：有明海川最大水位）

表　被害想定

被害項目		被害数量（有明海側）	被害数量（玄界灘側）
浸水家屋数（浸水深 1m以上）	全壊(棟)	－	－
	半壊(棟)	－	218
人的被害	死者(人)	－	－
	負傷者(人)	－	304
農地被害(ha)		－	12. 2
公共施設被害(棟)(浸水深 1m以上)		－	－

※（－）：若干数

長崎県(2006・2012) 三連動地震ハザードのみ追加

■想定地震（2006）

表　対象とする地震

	県内に被害を及ぼす地震の震源として想定する活断層	地震規模（気象庁マグニチュード）	断層の長さ（km）
県内	雲仙地溝北縁断層帯	7.3	31
	雲仙地溝南縁東部断層帯	7.0	21
	雲仙地溝南縁西部断層帯	7.2	28
	雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動	7.7	49
	島原沖断層群	6.8	14
	橘湾西部断層帯	6.9	18
	大村－諫早北西付近断層帯	7.1	22
県外	布田川・日奈久断層帯（熊本県）	8.0	74
	警固断層系（福岡県）	7.2	26

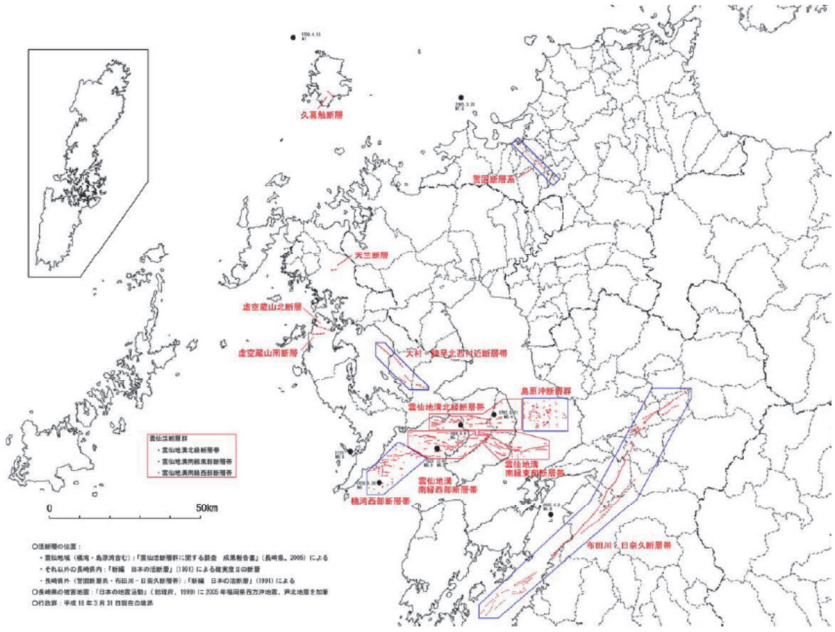


図　震源となる活断層の位置図

断層帯	雲仙地溝北縁断層帯	雲仙地溝南縁東部断層帯		雲仙地溝南縁西部断層帯		雲仙地溝南縁の東部断層帯と西部断層帯の連動				橘湾西部断層帯	島原沖断層群	大村－諫早北西付近断層帯	布田川・日奈久断層帯（連動）				警固断層帯		備考
	県内の活断層												県外の活断層						
緯度(°)	32° 48'	32° 42'	32° 41'	32° 44'	32° 41'	32° 42'	32° 42'	32° 44'	32° 41'	32° 38'	32° 49'	32° 53'	32° 42'	32° 42'	32° 44'	32° 41'	33° 38'		
経度(°)	130° 04'	130° 30'	130° 23'	130° 17'	130° 12'	130° 30'	130° 23'	130° 17'	130° 12'	129° 52'	130° 24'	130° 04'	130° 30'	130° 23'	130° 17'	130° 12'	130° 20'		
走向 θ(°)	92°	260°	298°	242°	286°	－				N75° E	N90° E	N310° E	N216° E		N236° E		N135° E		
傾斜 δ(°)	75°	75°		75°		75°				75°	75°	75°	60°		60°		90°		
すべり角(°)	-90°	-90°		-90°		-90°				-90°	-90°	-45°	-160°		-160°		-135°		
長さL(km)	31	21		28		49				18	14	22	74				26		断層が矩形でない場合，Wは平均
幅W(km)	12.4	10.3		10.8		10.6				12.4	12.4	12.4	14				15		
上端深さd(km)	3	3		3		3				3	3	3	3				3		
断層面積S(km²)	389	213		294		507				225	178	273	1034				390		
セグメントの断層面積S(km²)	－	－		－		213		294		－	－	－	－	672		368	－	－	
地震モーメントMo(Nm)	2.6E+19	1.1E+19		1.9E+19		4.7E+19				9.9E+18	6.5E+18	1.4E+19	1.2E+20				2.3E+19		MO=WL²/(aL+b)・⊿σ
セグメントの地震モーメントMo(Nm)	－	－		－		1.8E+19		2.9E+19					8.32E+19		3.37E+19		－	－	
モーメントマグニチュードMw	6.9	6.6		6.8		7.1				6.6	6.5	6.7	7.3				6.8		1.5Mw=log(MO)-9.1
気象庁マグニチュードMj	7.3	7.0		7.2		7.7				6.9	6.8	7.1	8.0				7.2		0.6M=log(L)+2.9

断層帯	雲仙地溝北縁断層帯	雲仙地溝南縁東部断層帯	雲仙地溝南縁西部断層帯	雲仙地溝南縁の東部断層帯と西部断層帯の連動		橘湾西部断層帯	島原沖断層群	大村－諫早北西付近断層帯	布田川･日奈久断層帯（連動）		警固断層帯	備考
S波速度Vs(km/s)	3.5	3.5	3.5	3.5		3.5	3.5	3.5	3.5		3.5	
平均密度 ρ (g/cm^3)	2.8	2.8	2.8	2.8		2.8	2.8	2.8	2.8		2.8	
剛性率 μ (N/m^2)	3.4E+10	3.4E+10	3.4E+10	3.4E+10		3.4E+10	3.4E+10	3.4E+10	3.4E+10		3.4E+10	
平均すべり量D(m)	1.93	1.49	1.87	2.44	2.87	1.3	1.1	1.5	3.61	2.67	1.72	D=M0/μS

■想定地震（2012）

津波の波源（震源）モデル	海溝型地震（東海地震・東南海地震・南海地震・日向灘地震が連動する地震）
地震の規模（モーメントマグニチュードMw）	9.0
断層面積	1.14×105(km2)
要素断層の大きさ	5km×5km
要素断層数	約4,300
要素断層のすべり量	平均8.51m （アスペリティを設定せず，均一なすべりで設定）
発生頻度	百年～数百年に1回程度と他の地震に比べて高い

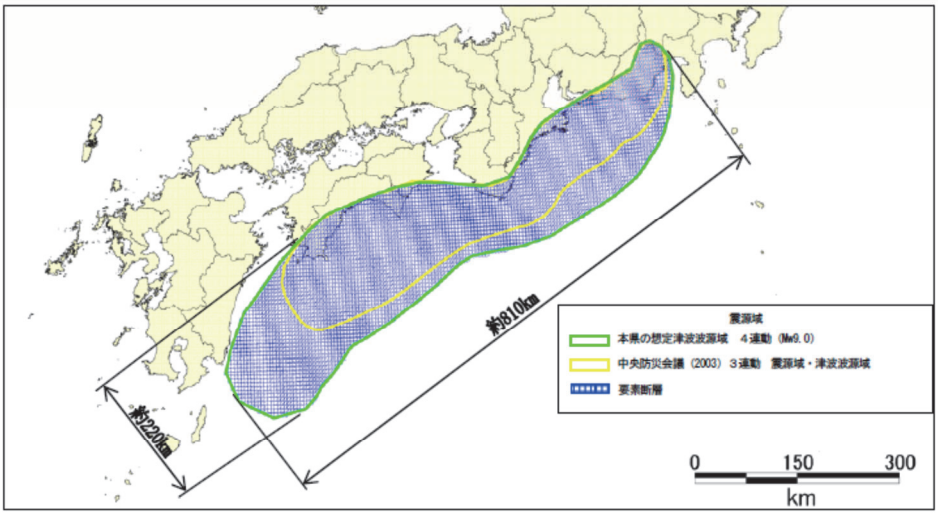


図3-1 4連動モデル（東海・東南海・南海・日向灘）（Mw9.0）断層配置図

■想定結果（2006）

				雲仙地溝北縁断層帯	雲仙地溝南縁の東部断層帯と西部断層帯の連動	島原沖断層群	橘湾西部断層帯	大村－諫早北西付近断層帯
斜面崩壊等	各斜面崩壊等による建物大破棟数	急傾斜地崩壊危険個所		98	218	0	38	76
		地すべり危険個所		0	0	0	0	5
		一般斜面		263	365	10	140	178
		合計		361	583	10	178	254
建物	建物の大破棟数	揺れ		18,705	33,389	1,476	298	5,421
		液状化		239	290	32	76	247
		斜面崩壊等		361	583	10	178	254
		合計		19,305	34,262	1,518	552	5,922
火災	出火件数・焼失棟数	全出火件数	夏5時	243	336	35	21	79
			冬18時	511	707	73	47	169
		消火･鎮火件数	夏5時	181	254	30	20	58
			冬18時	409	581	64	43	133
		延焼出火件数	夏5時	62	82	5	1	21
			冬18時	102	126	9	4	36
		焼失棟数	夏5時	7,516	8,004	393	169	1,665
			冬18時	10,855	12,201	810	2,373	2,601
	死者数	揺れ		773	1,689	25	14	238
		斜面		178	312	3	110	153
		火災	夏5時	137	149	8	3	33
			冬18時	207	234	15	42	52
		計	夏5時	1,088	2,150	36	127	424

				雲仙地溝北縁断層帯	雲仙地溝南縁の東部断層帯と西部断層帯の連動	島原沖断層群	橘湾西部断層帯	大村－諫早北西付近断層帯
	重傷者数	揺れ		1,474	1,227	218	493	695
		斜面		42	74	1	26	36
		火災	夏5時	442	470	23	10	97
			冬18時	635	713	47	139	151
		計	夏5時	1,958	1,771	242	529	828
	負傷者数	揺れ		13,159	11,433	1,843	3,305	5,392
		斜面		42	74	1	26	36
		火災	夏5時	1,139	1,213	60	26	252
			冬18時	1,643	1,849	123	359	395
		計	夏5時	14,340	12,720	1,904	3,357	5,680
	避難者数	短期	夏5時	123,491	156,197	20,485	14,151	45,266
			冬18時	126,304	159,974	20,863	16,319	46,144
		長期	夏5時	36,646	53,511	3,920	1,434	10,804
			冬18時	38,777	26,291	4,190	2,878	11,417
ライフライン	上水道管路	被害箇所数		2,696	4,419	277	230	999
	下水道管渠	土砂堆積延長(km)		12.7	17.2	0.4	7.9	22.8
	ガス管路	被害箇所数		315	558	38	81	354
	電柱	被害本数		381	530	25	33	282
	電話柱	被害本数		312	443	21	27	219
交通施設	道路の切土・盛土部	被害箇所数		92	116	25	41	72
	道路橋	大規模な被害		12	52	0	0	5
		軽微な被害		89	62	6	6	45
		ほとんどない		418	405	513	513	469
	鉄道	被害箇所数		235	268	102	126	233

※夏5時：風向南南西，風速4.5m/s　　冬18時：風向北西，風速6m/s

【震度分布】

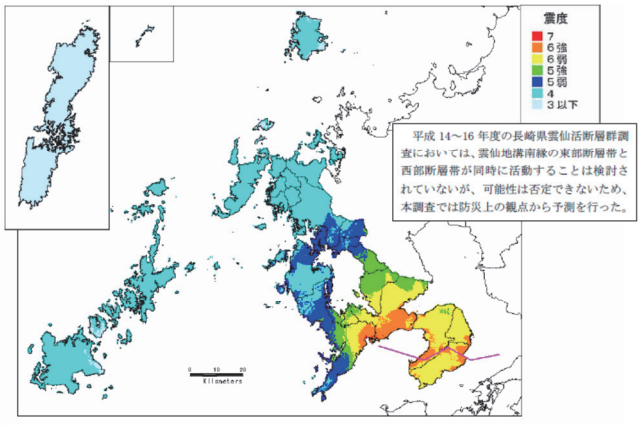


図-2.1.2　地表における推計震度分布（震源：雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動）

【津波高・到達時間】

雲仙地溝南縁　東部断層帯と西部断層帯の連動

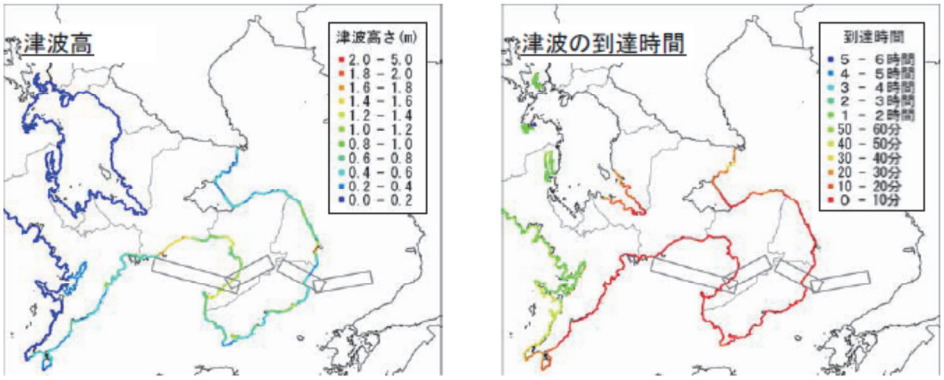


表　被害想定

		雲仙地溝南縁の東部断層帯と西部断層帯の連動
堤防が機能する場合	建物被害(棟)(流失，全壊)	47
	人的被害(人)(死者)	33
堤防が機能しない場合	建物被害(棟)(流失，全壊)	160
	人的被害(人)(死者)	189

■想定結果（2012）

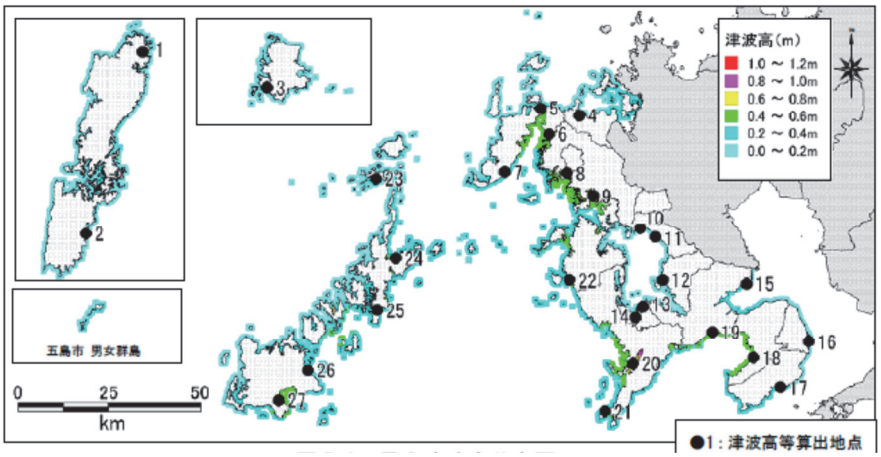


図　最大津波高分布図

熊本県(2013)

■想定地震

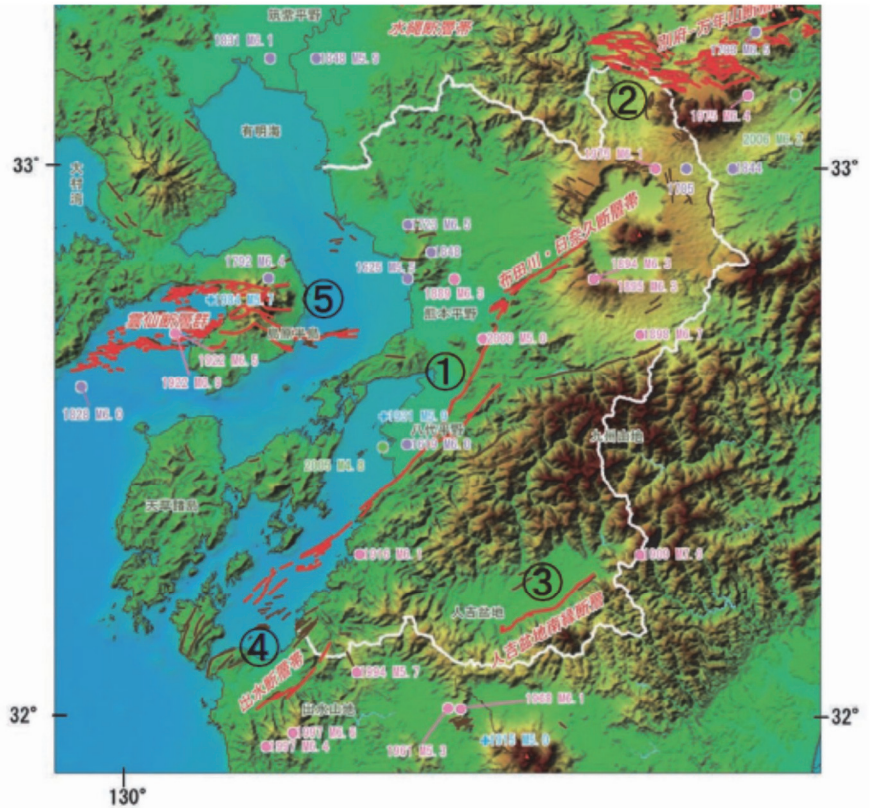
	検討対象断層帯等 ［想定地震の震源域］		地震規模	30年以内発生確率
①	布田川・日奈久断層帯	中部・南西部 連動	M7．9	不 明
	<参考>	上記震源域単独時：（中部）	(M7．6)	(ほぼ0～6%)
		：（南西部）	(M7．2)	(不 明)
②	別府・万年山断層帯		M7．3	ほぼ0～3%（最大2.6%）
③	人吉盆地南縁断層		M7．1	1%以下
④	出水断層帯		M7．0	ほぼ0～1%
⑤	雲仙断層群	南東部	M7．1	不 明
	津波検討追加：	南西部北部・南西部南部 連動	M7．5	不 明

地震調査研究推進本部 地震調査委員会 発表

⑥	南海トラフ	（最大値）	M9．0	極めて低い

内閣府 中央防災会議 発表

熊本県周辺の主要活断層 （図面上の丸数字は上表の検討対象地震）



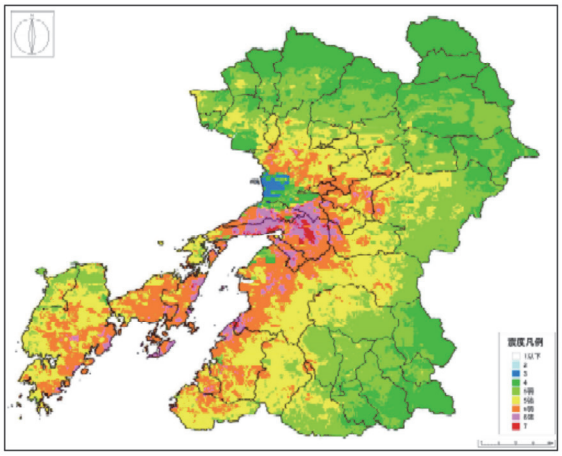
■想定結果

項目※1				布田川･日奈久断層帯中部･南西部連動型※5	別府・万年山断層帯※5	人吉盆地南縁断層	出水断層帯	雲仙断層群南東部単独	南海トラフ最大値
想定地震	地震の規模及びタイプ等	規模		マグニチュード7.9	マグニチュード7.3	マグニチュード7.1	マグニチュード7.0	マグニチュード7.1	マグニチュード9.0
		タイプ		活断層	活断層	活断層	活断層	活断層	プレート型
		県内の最大想定震度		震度7	震度6強	震度7	震度6強	震度6弱	震度6弱
	津波	津波高	TP.m	3.4	対象外※2	対象外※2	対象外※2	3.5	3.8
		津波波高	m	1.2	対象外※2	対象外※2	対象外※2	1.4	2.0
物的被害	建物被害(一般建物) 全壊棟数	計	棟	28,000	410	5,400	560	11,500	18,900
		液状化	棟	3,600	230	780	480	1,100	3,300
		揺れ	棟	11,700	160	4,300	50	10	20
		急傾斜地崩壊	棟	250	10	20	10	－	30
		津波	棟	12,400	対象外※2	対象外※2	対象外※2	10,300	15,500
		地震火災	棟	120	10	270	10	－	50
	建物被害(一般建物) 半壊数	計	棟	82,300	1,400	11,400	1,200	40,900	55,900
		液状化	棟	5,300	350	1,200	720	1,700	5,000
		揺れ	棟	37,500	1,000	10,200	430	470	3,200
		急傾斜地崩壊	棟	540	30	30	10	－	70
		津波	棟	39,000	対象外※2	対象外※2	対象外※2	38,700	47,600
	建物被害(避難施設)	全壊棟数	棟	20	－	－	－	10	20
		半壊棟数	棟	100	－	10	－	70	100
	交通・輸送施設 道路	大被害(落橋・倒壊)	橋	50	10	40	－	－	－
		中小被害(亀裂・損傷)	橋	110	10	70	－	－	－
		浸水道路延長	km	1,000	0	0	0	930	1,100
	鉄道	大被害(落橋・倒壊)	橋	10	－	－	－	－	－
		中小被害(亀裂・損傷)	橋	40	－	－	－	－	－
		浸水鉄道延長	km	20	0	0	0	20	30
	漁港・港湾	(漁港)被害岸壁数	岸壁	540	－	－	40	40	未算出※3
		(港湾)被害岸壁数	岸壁	280	－	－	30	20	未算出※3
	ライフライン 上水道	断水人口(発災直後)	人	789,800	16,000	50,400	9,700	16,400	未算出※3
		浸水施設数	施設	30	0	0	0	20	30
	下水道	支障人口	人	28,200	550	3,100	250	2,100	15,200
		浸水施設数	施設	20	0	0	0	20	20
	電力	停電軒数	軒	61,500	810	7,700	790	23,700	37,600
		浸水施設数	施設	－	0	0	0	－	－
	電話･通信	不通回線数	本	1,100	20	300	20	430	700
		浸水施設数	施設	20	0	0	0	10	20
	都市ガス	供給停止戸数	戸	25,100	－	－	－	－	－
		浸水施設数	施設	－	0	0	0	－	－
	ＬＰガス	供給停止戸数	戸	1,800	40	200	－	10	40
	災害廃棄物の発生量		t	5,502,100	82,200	620,300	74,900	2,562,200	3,755,300
	危険物･コンビナート施設	被災施設数	施設	－	－	－	－	－	－
		浸水施設数	施設	0	0	0	0	0	0
人的被害	死傷者数 死者数	計	人	960	10	300	－	110	120
		揺れ	人	730	10	280	－	－	－
		急傾斜地崩壊	人	20	－	－	－	－	－
		津波	人	140	対象外※2	対象外※2	対象外※2	110	120
		地震火災	人	70	－	20	－	－	－
	重傷者数	計	人	4,700	60	750	10	1,300	1,800
		揺れ	人	3,200	60	740	10	－	－
		急傾斜地崩壊	人	20	－	－	－	－	－
		津波	人	1,500	対象外※2	対象外※2	対象外※2	1,300	1,800
		地震火災	人	10	－	－	－	－	－
	負傷者数	計	人	22,700	380	2,900	70	3,500	5,700
		揺れ	人	19,200	380	2,900	70	240	1,300
		急傾斜地崩壊	人	30	－	－	－	－	－
		津波	人	3,500	対象外※2	対象外※2	対象外※2	3,200	4,400
		地震火災	人	20	－	10	－	－	－
	災害要援護者の死者数※4		人	420	10	140	－	50	50
	避難者数	避難生活者数	人	156,000	3,400	15,100	2,300	11,000	17,300
		疎開者数	人	8,400	1,800	8,100	1,200	5,900	9,300
	帰宅困難者数		人	90,700	24,400	9,800	1,200	5,900	90,300

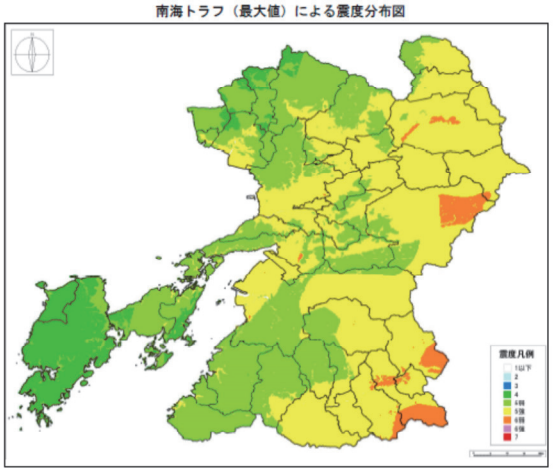
※1　ここでは，冬の夜（午前5時），風速11m/秒の際の被害を記載.
※2　別府・万年山断層帯，人吉盆地南縁断層，出水断層帯では，津波による被害は想定対象としていない.
※3　被害想定に必要な条件が中央防災会議より公表されなかったので算定していない.
※4　災害時要援護者の死者数は全体の内数である.
※5　布田川・日奈久断層帯 中部・南西部連動型と，別府・万年山断層帯では，項目ごとに被害が最大となるケースの被害数を記載している.
※6　地震・津波被害想定は，想定した地震や津波が発生すると，どのような被害が発生するか確率，統計や過去のデータから推定したものである.

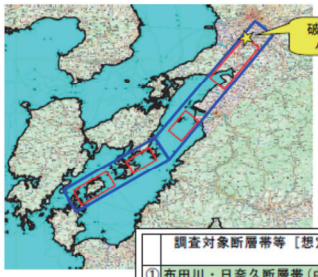
【地震】

布田川・日奈久断層帯（中部・南西部　連動）【ケース１】による震度分布図



南海トラフ（最大値）による震度分布図





〈補足：破壊開始点〉
布田川・日奈久断層帯（中部・南西部 連動）には、一つの断層で４つの破壊開始地点が設定されている。

上図の震度分布は、左図の☆印を起点として断層のずれ破壊が開始された場合の結果である。

	調査対象断層帯等［想定地震の震源域］	地震規模	発生確率［30年以内］
①	布田川・日奈久断層帯（中部）（南西部）連動	M7．9	不明
	（中部）単独	（M7．6）	（ほぼ0～6%）
	（南西部）単独	（M7．2）	（不　明）

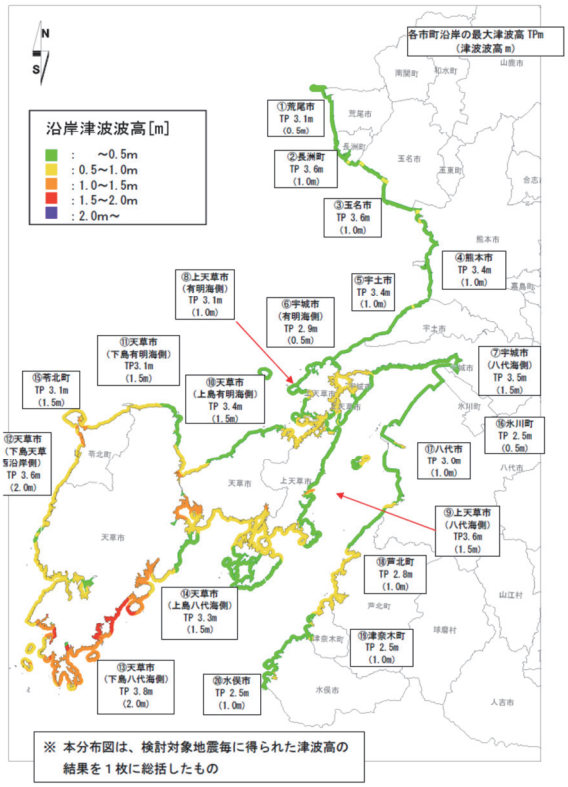
地震調査研究推進本部　地震調査委員会　発表

	調査対象断層帯等［想定地震の震源域］	地震規模	発生確率［30年以内］
⑥	南海トラフ　最大値	M9．０	極めて低い

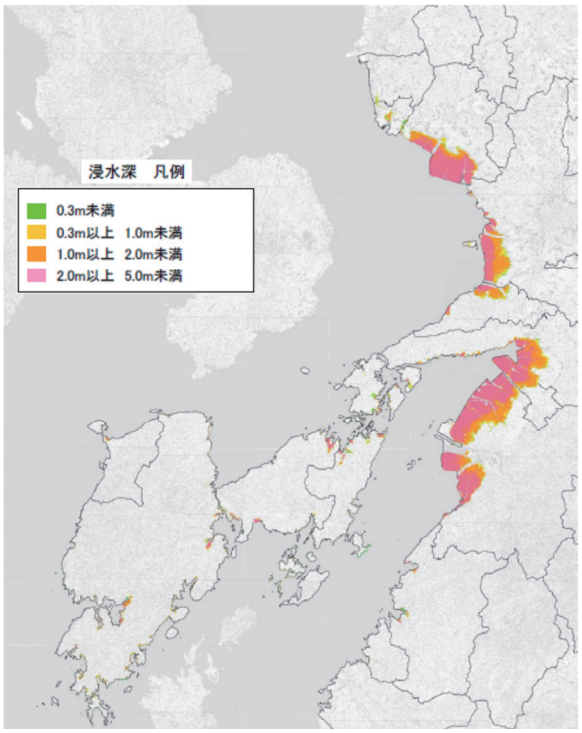
内閣府　中央防災会議　発表

【津波】

最大津波高・津波波高分布図



最大津波浸水域分布図



大分県(2013)

■想定地震

表　想定地震一覧

想定地震				タイプ
前回調査	*Mw*	本調査	*Mw*※2	
日向灘	7.5	南海トラフの巨大地震※1	9.0 (9.1)	海溝型
東南海・南海※1	8.6			海溝型
中央構造線	7.6	豊予海峡 セグメント	7.2 (7.5)	活断層
別府地溝南縁断層帯 (2ケース)	7.0	別府湾の地震 (慶長豊後型) ※1		活断層
別府湾断層帯 (2ケース)	6.9			活断層
周防灘断層帯	7.0	周防灘断層群主部※1	7.0 (7.2)	活断層
別府地溝北縁断層帯	7.0	前回調査を踏襲	7.0	活断層
崩平山-万年山地溝北縁断層帯	6.8	前回調査を踏襲	6.8	活断層
プレート内	7.4	前回調査を踏襲	7.4	海溝型

※1 津波被害予測の対象とした地震
※2 () は津波波源での値

震源モデル			別府湾の地震（慶長豊後型地震）					周防灘断層群主部
断層帯			中央構造線	別府地溝南縁			別府湾	周防灘
走向	θ	°	236	251	290	246	84	213
傾斜	δ	°	75	75			75	90
すべり角	λ	°	180	-90			-90	180
長さ	L	km	19.7	38.5			31.6	44.4
幅	W	km	12.4	12.4			12.4	12.0
上端深さ	d	km	3	3			3	3
断層面積	S	km²	244	465			393	532
セグメントの断層面積	S	km²	-	110	195	160	-	-
地震モーメント	M_0	Nm	2.1E+19	3.7E+19			2.7E+19	4.5E+19
セグメントの地震モーメント	M_0	Nm	-	7.3E+18	1.7E+19	1.3E+19	-	-
モーメントマグニチュード	M_W		6.8	7.0			6.9	7.0
気象庁マグニチュード	M_J		7.0	7.5			7.3	7.6
S波速度	V_S	km/s	3.5	3.5			3.5	3.5
平均密度	ρ	kg/m³	2800	2800			2800	2800
剛性率	μ	N/m²	3.4E+10	3.4E+10			3.4E+10	3.4E+10
平均すべり量	D	m	2.5	1.9	2.6	2.3	2.0	2.5

■想定結果

地震名					南海トラフ巨大地震	別府湾の地震（慶長豊後型地震）	周防灘断層群主部
人的被害（堤防が機能しない場合）	早期避難率が低い場合	死者数	冬5時	人	19,053	26,234	959
			夏12時	人	21,332	33,646	804
			冬18時	人	21,923	36,399	901
		重篤者数	冬5時	人	3	48	－
			夏12時	人	5	67	0
			冬18時	人	5	90	0
		重傷者数	冬5時	人	5,451	5,145	422
			夏12時	人	2,144	3,228	185
			冬18時	人	2,063	3,298	199
		中等傷者	冬5時	人	10,815	12,984	820
			夏12時	人	4,447	9,802	362
			冬18時	人	4,257	9,699	388
	早期避難率が高く，効果的な呼びかけが行われた場合	死者数	冬5時	人	750	9,663	515
			夏12時	人	644	12,012	426
			冬18時	人	697	14,156	479
		重篤者数	冬5時	人	3	48	－
			夏12時	人	5	67	0
			冬18時	人	5	90	0
		重傷者数	冬5時	人	83	2,087	221
			夏12時	人	55	1,284	100
			冬18時	人	67	1,727	108
		中等傷者	冬5時	人	394	7,047	431
			夏12時	人	391	6,027	197
			冬18時	人	381	6,650	211
建物被害（堤防が機能しない場合）	全壊・焼失（焼失棟数は6時間後の値）		冬5時	棟	30,079	79,911	574
			夏12時	棟	30,083	81,000	574
			冬18時	棟	30,095	83,027	574
	半壊			棟	30,652	56,730	1,831
	床上浸水			棟	20,719	8,360	2,431
	床下浸水			棟	7,838	3,892	1,283
ブロック塀倒壊				件	18,065	30,590	3,000
上水道	被害箇所数			箇所	730	4,850	10
	影響人口			人	374,000	657,000	3,000
	断水率	（直後）		%	35%	61%	0%
		（１週間後）		%	17%	30%	0%
電力	被害電柱本数			本	560	1,200	0
	停電世帯			世帯	43,000	54,000	0
	停電率			%	10%	12%	0%
一般電話等情報通信	被害NTT柱本数			本	4,100	4,500	2,100
	不通回線			回線	88,000	200,000	12,000
	不通率			%	6.8%	15.7%	0.9%
都市ガス	被害ガス管箇所数			箇所	80	440	0
	供給停止エリア				大分市の一部	大分市・別府市	なし
道路施設	道路・橋梁被害箇所数			箇所	110	150	30
	被害率			箇所/km	0.05	0.08	0.01
鉄道施設	被害率	日豊線		箇所/km	0.3	0.7	0.0
		久大線		箇所/km	0.2	0.9	0.0
		豊肥線		箇所/km	0.4	0.5	0.0
		日田彦山線		箇所/km	0.1	0.0	0.0
		計		箇所/km	0.3	0.7	0.0
港湾施設	バース数			箇所	82		
	被害バース数※		レベルⅡ	箇所	16	3	2
			レベルⅢ	箇所	12	60	1
避難所生活者数	１日後			人	109,562	262,397	2,931
	１週間後			人	99,124	226,441	2,596

地震名			南海トラフ巨大地震	別府湾の地震（慶長豊後型地震）	周防灘断層群主部
	1か月後	人	64, 131	186, 757	2, 140
帰宅困難者数	通勤･通学者	人	524, 673		
	帰宅困難者	人	70, 230		
医療対応不足数	重篤者	人	△6	△306	7
	重症者	人	△324	△2, 611	1, 910
	中等傷者	人	10, 549	3, 033	15, 163
仮設ﾄｲﾚ需要数	人数	人	88, 805	226, 931	2, 455
	必要量	基	888	2, 269	25
瓦礫発生量	重量	トン	2, 746, 645	8, 670, 101	104, 049
	体積	m^3	4, 535, 810	11, 431, 755	167, 150
	東京ドーム	個分	3. 7	9. 2	0. 1
孤立集落	農業集落	箇所	23	21	0
	漁業集落	箇所	11	4	1
経済被害	直接被害額	兆円	1. 3	2. 9	0. 1
	間接被害額	兆円	0. 4	0. 8	0. 1

「-」はゼロ，「0」は0より大きく0.5未満を表す．
※レベルⅡ：短期間で修復可，レベルⅢ：ほぼ崩壊，かつ，復旧に長期間を要する．

【震度分布】

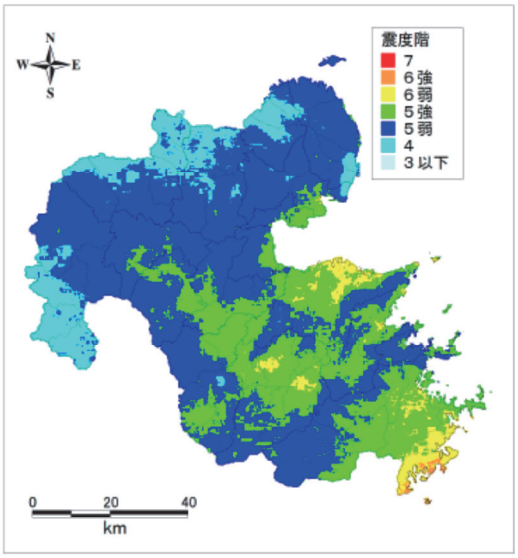


図 1-3　南海トラフ（陸側）による震度分布

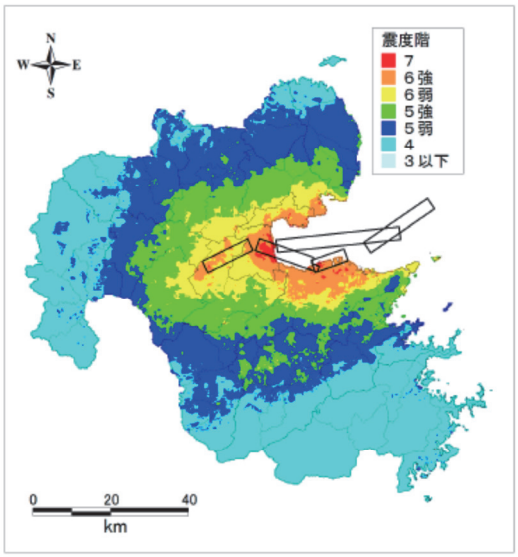


図 1-5　別府湾の地震（慶長豊後型地震）による震度分布

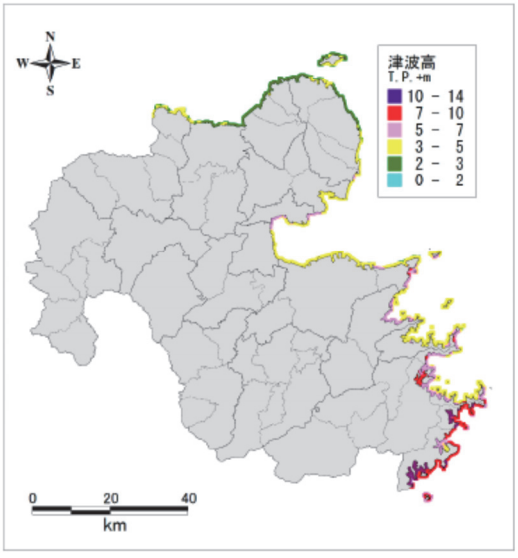


図 1-4　南海トラフ（Case11）による沿岸部の最大津波高分布

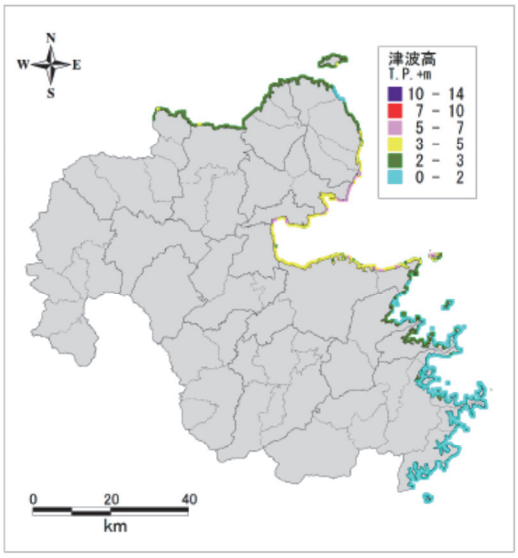


図 1-6　別府湾の地震（慶長豊後型地震）による沿岸部の最大津波高分布

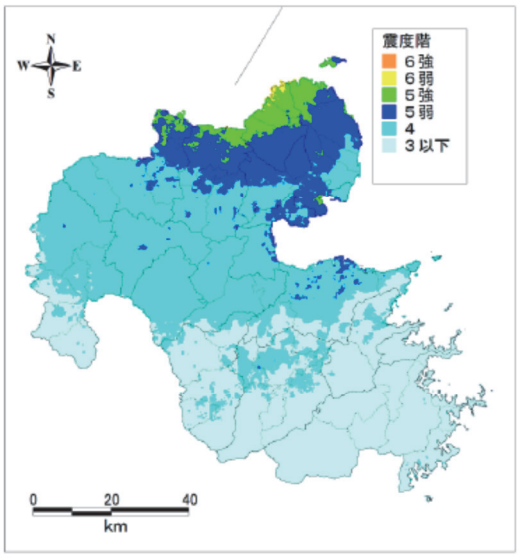


図 1-7　周防灘断層群主部の地震による震度分布

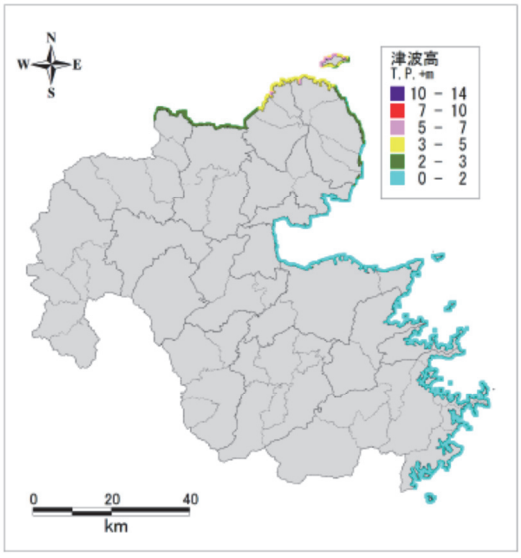
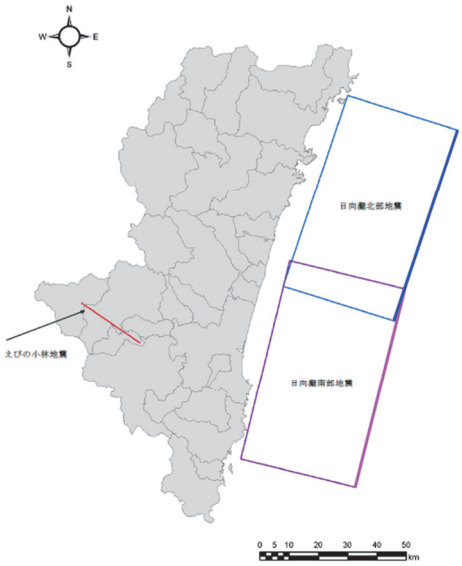


図 1-8　周防灘断層群主部の地震による沿岸部の最大津波高分布

宮崎県(2007・2013) 津波ハザードのみ追加

■想定地震（2007）



	日向灘南部地震	日向灘北部地震	えびの小林地震
ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	7.5	7.5	6.5
長さ(km)	70	70	25
幅(km)	40	40	15
深さ(km)	3	3	3
走向(度)	N15E	N20E	N60W
傾斜(度)	20	20	90
断層位置	31° 28.0'N 131° 50.0'E ｜ 32° 05.0'N 132° 01.5'E	31° 58.0'N 131° 59.0'E ｜ 32° 34.5'N 132° 14.0'E	31° 55.0'N 131° 05.5'E ｜ 32° 02.5'N 130° 51.5'E
破壊開始点	断層中央上端	断層中央上端	断層中央下端

○ 過去の被害地震を参考にして，宮崎県に大きな被害をもたらす可能性があり，かつ発生の可能性があると考えられる地震を想定

■想定結果（2007）

想定地震		日向灘南部地震	日向灘北部地震	えびの小林地震
被害	地震	○	○	○
	津波			
建物被害	全壊（棟）	約 22,600	約 14,400	約 4,400
	半壊（棟）	約 45,900	約 30,200	約 12,800
	炎上出火（件）	約 320	約 219	約 85
	焼失軒数（棟）	約 3,400	約 3,300	約 1,200
人的被害	死者	882	331	105
	重傷者	約 1,600	約 1,100	約 480
	避難者	約 137,000	約 85,000	約 26,000

※冬の夜に地震が起きた場合を想定した結果である．

■想定津波（2007）

東南海・南海地震による津波シミュレーション結果（宮崎県）より，建物被害，人的被害を想定している．

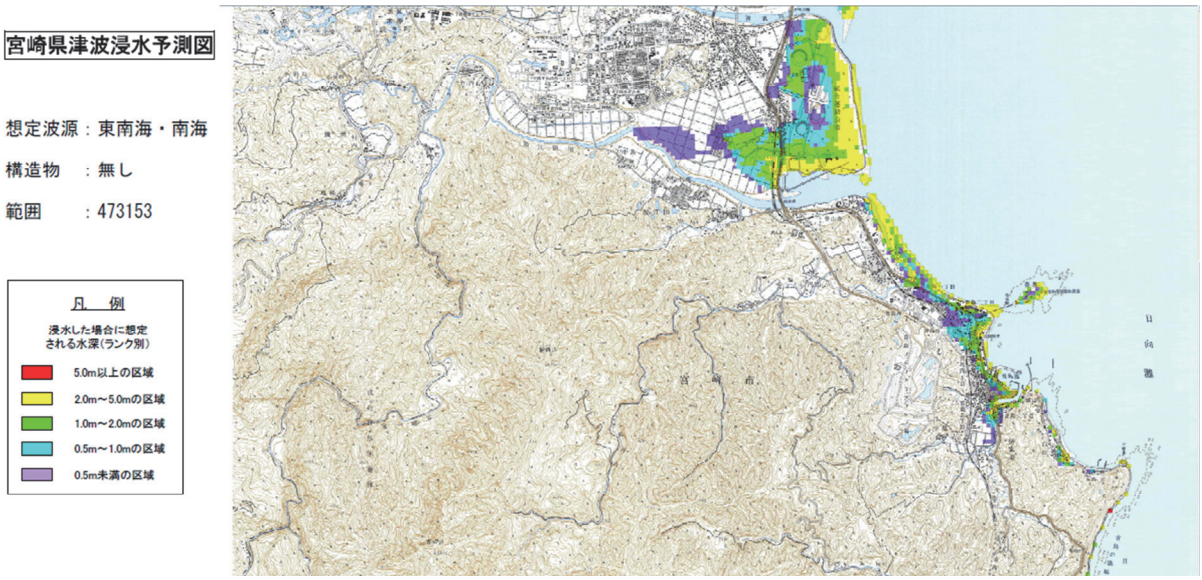
■想定結果（津波）

建物被害

生活圏		構造物無		構造物有	
		床上（大破）棟数	床下（中波）棟数	床上（大破）棟数	床下（中波）棟数
1	日向	1,221	2,812	379	1,264
2	延岡・西臼杵	2,656	1,286	1,378	1,119
3	西都・児湯	170	414	124	382
4	中部	309	570	159	267
5	西諸県	－	－	－	－
6	北諸県	－	－	－	－
7	那珂	800	1,091	521	581
計		5,155	6,173	2,561	3,613

人的被害

生活圏		構造物無			構造物有		
		死者数	重傷者数	中等傷者数	死者数	重傷者数	中等傷者数
1	日向	215	312	1,312	81	45	191
2	延岡・西臼杵	271	441	1,851	158	154	648
3	西都・児湯	29	3	15	25	3	12
4	中部	48	23	95	23	4	19
5	西諸県	－	－	－	－	－	－
6	北諸県	－	－	－	－	－	－
7	那珂	108	52	218	65	20	85
計		672	831	3,490	352	227	954



宮崎市沿岸部

■想定津波(2013)

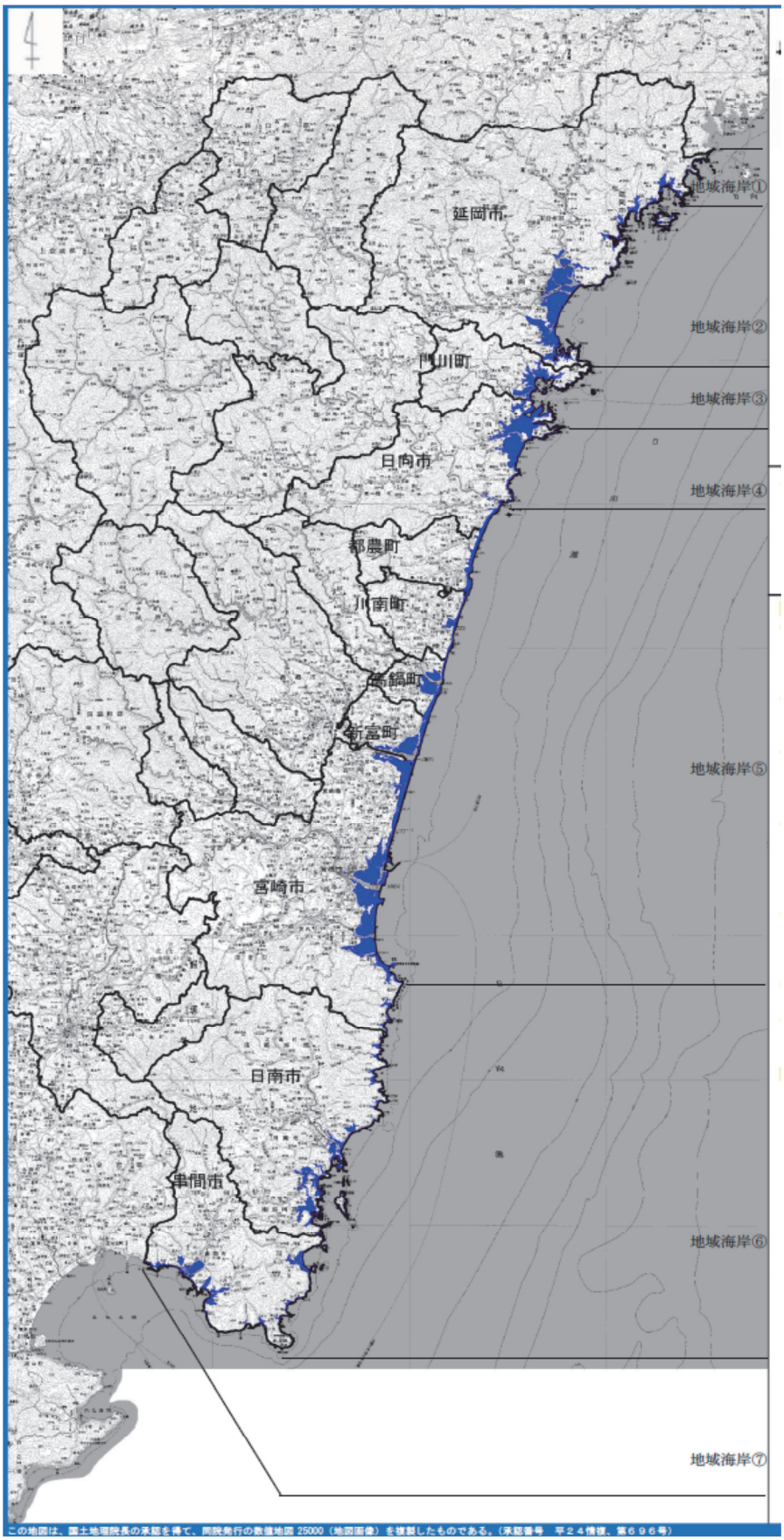


図　宮城県津波浸水想定　全体図

鹿児島県(2013) 中間報告から地震・津波ハザード追加

■想定地震（2013）

表　想定地震一覧

番号	想定地震等の位置	気象庁 マグニチュード (M_J)	モーメント マグニチュード (M_W)	震源断層 上端の深度 (km)	津波
①	鹿児島湾直下	7.1	6.6	3	○
②	県西部直下【市来断層帯（市来区間）近辺】	7.2	6.7	1	○
③	甑島列島東方沖【甑断層帯（甑区間）近辺】	7.5	6.9	1	○
④	県北西部直下【出水断層帯近辺】	7.0	6.5	3	－
⑤	熊本県南部【日奈久断層帯（八代海区間）近辺】	7.3	6.8	3	○
⑥	県北部直下【人吉盆地南縁断層近辺】	7.1	6.6	2	－
⑦	南海トラフ【東海・東南海・南海・日向灘（4連動）】	－	地震：9.0 津波：9.1	10	○
⑧	種子島東方沖	－	8.2	10	○
⑨	トカラ列島太平洋沖	－	8.2	10	○
⑩	奄美群島太平洋沖（北部）	－	8.2	10	○
⑪	奄美群島太平洋沖（南部）	－	8.2	10	○
⑫A	桜島北方沖【桜島の海底噴火】	－	－	－	○
⑫B	桜島東方沖【桜島の海底噴火】	－	－	－	○

（注）気象庁マグニチュード（M_J）とモーメントマグニチュード（M_W）について
断層による内陸の地震（番号①～⑥）は，断層の長さ（推定）から気象庁マグニチュード（M_J）を算出している．その後，その断層の長さを用いて震源（波源）断層モデルを作成し，モーメントマグニチュード（M_W）を求めている．プレート境界の海溝型の地震（番号⑦～⑪）は，震源（波源）断層の位置・大きさを設定し，モーメントマグニチュード（M_W）を求めている．

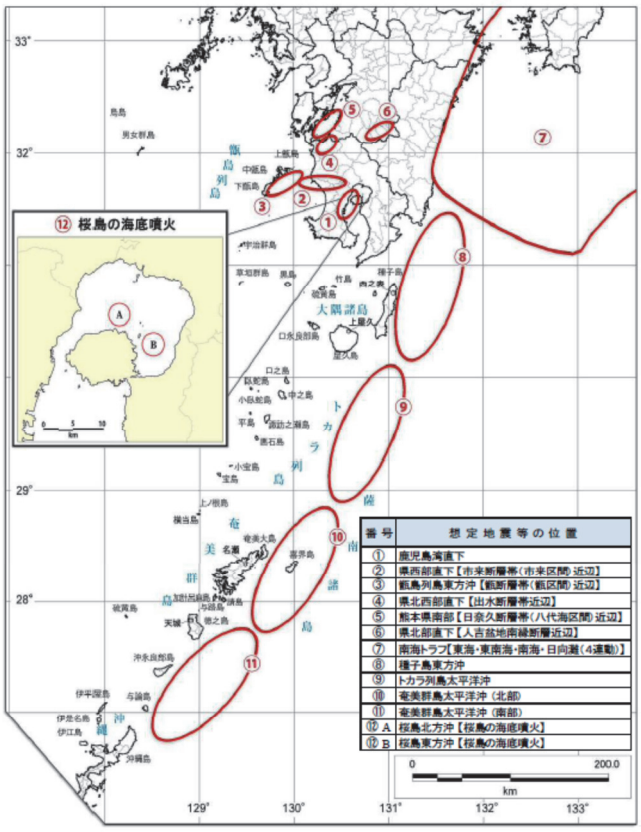


図 1.1-1　想定地震等の位置

■想定結果

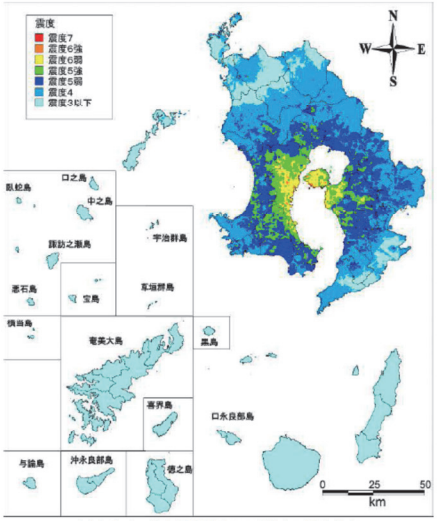


図 3.2-1　①鹿児島湾直下の地震の震度分布

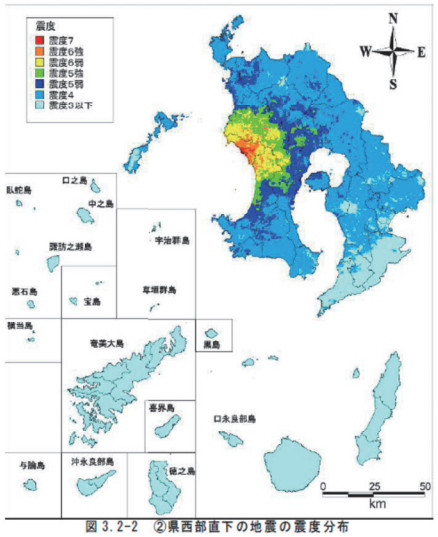


図 3.2-2　②県西部直下の地震の震度分布

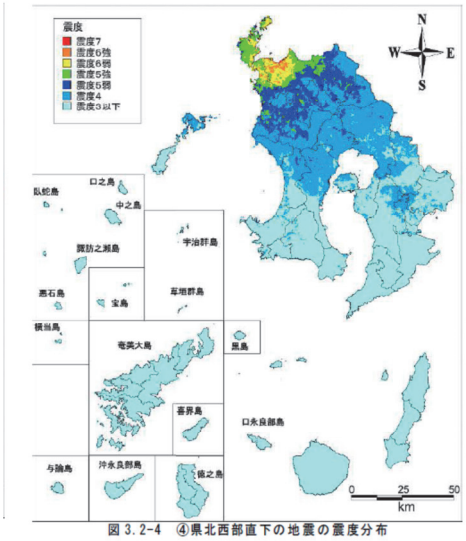


図 3.2-4　④県北西部直下の地震の震度分布

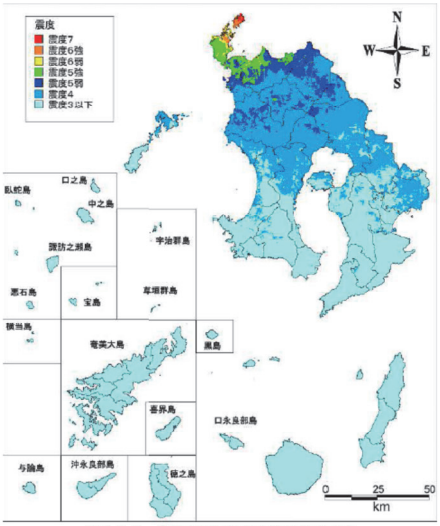


図 3.2-5　⑤熊本県南部の地震の震度分布

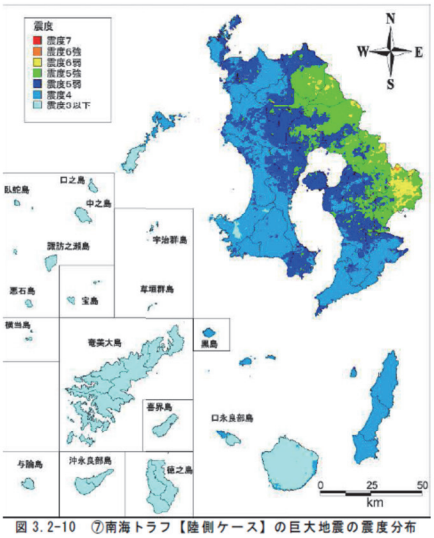


図 3.2-10　⑦南海トラフ【陸側ケース】の巨大地震の震度分布

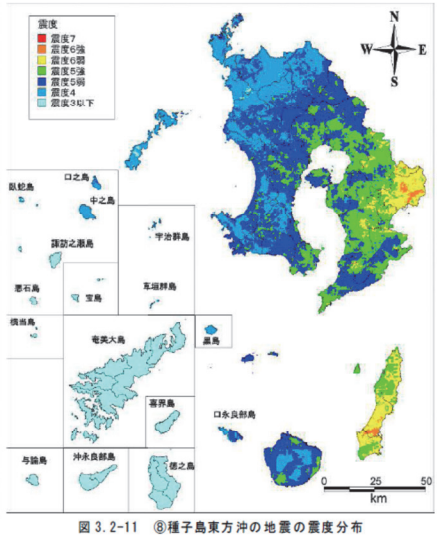


図 3.2-11　⑧種子島東方沖の地震の震度分布

沖縄県(地震 2010・津波 2013)　津波ハザードのみ追加

■想定地震（2010）

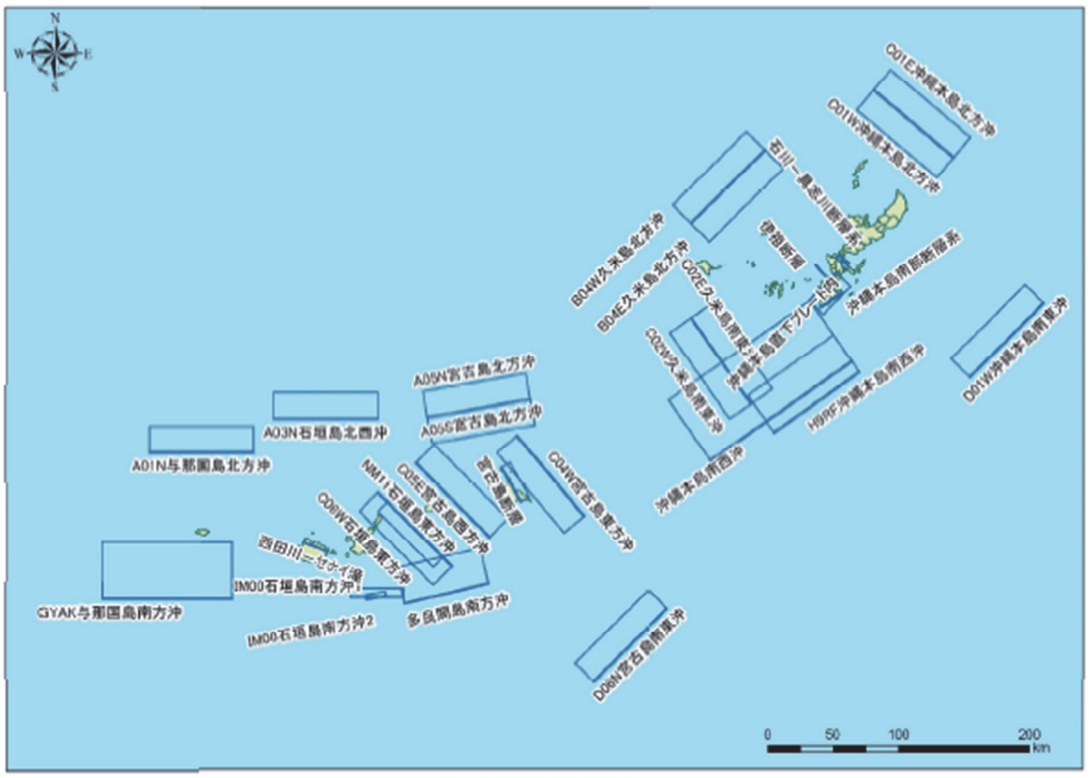


図　想定震源断層分布図

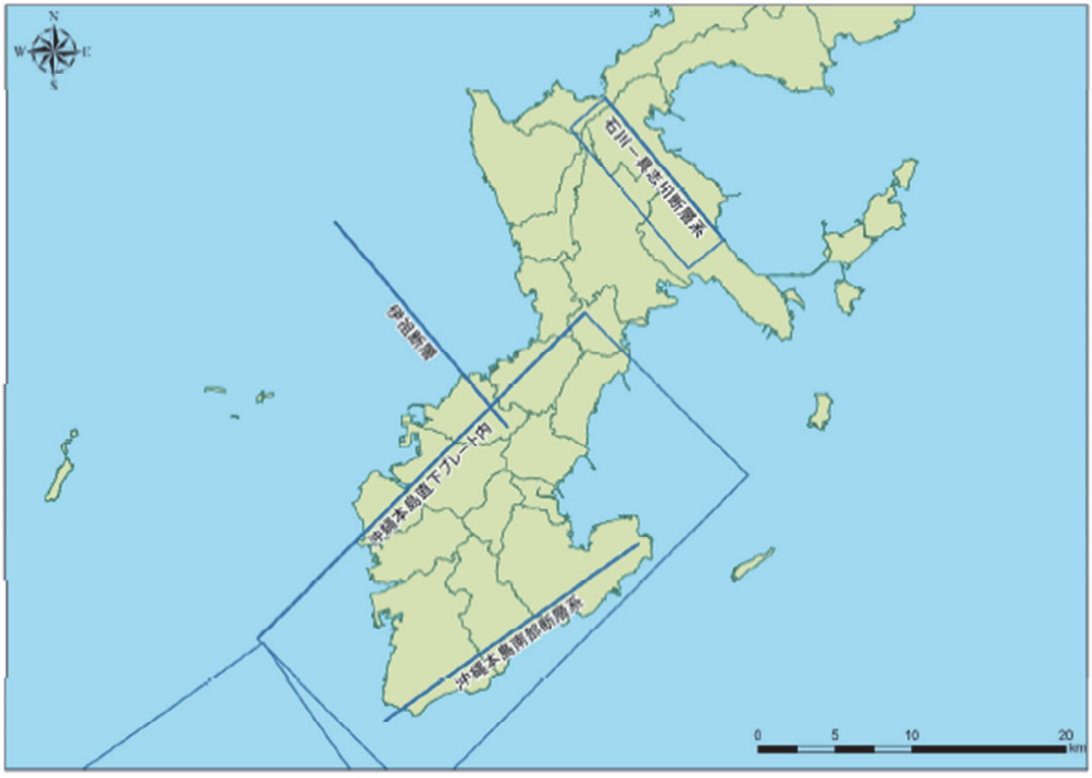


図　想定震源断層分布図（本島南部拡大）

表　想定震源断層の諸元

想定地震	諸元						設定根拠
	マグニチュード M	断層長さ L(km)	断層幅 W(km)	断層上端深さ D(km)	走向 θ(°)	傾斜 δ(°)	
沖縄本島南西沖	8.0 ※1	132 ※1	65 ※1	7.5 ※1	235 ※1	30 ※1	平成8年度沖縄県地震被害想定調査
多良間島南方沖	7.4 ※1	66 ※1	32 ※1	5 ※1	257 ※1	32 ※1	
D01W　沖縄本島南東沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	10 ※2	225 ※2	60 ※2	平成18・19年度沖縄県津波・高潮被害想定調査
H9RF　沖縄本島南西沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	7.5 ※2	235 ※2	30 ※2	
C02W　久米島南東沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	2.0 ※2	145 ※2	60 ※2	
C02E　久米島南東沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	2.0 ※2	325 ※2	60 ※2	
B04W　久米島北方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	5.0 ※2	225 ※2	60 ※2	
B04E　久米島北方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	5.0 ※2	45 ※2	60 ※2	
C01W　沖縄本島北方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	2.0 ※2	130 ※2	60 ※2	
C01E　沖縄本島北方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	2.0 ※2	310 ※2	60 ※2	
C04W　宮古島東方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	0.5 ※2	140 ※2	60 ※2	
D06N　宮古島南東沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	10.0 ※2	225 ※2	60 ※2	
A05N　宮古島北方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	5.0 ※2	260 ※2	60 ※2	
A05S　宮古島北方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	5.0 ※2	80 ※2	60 ※2	
C05E　宮古島西方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	0.5 ※2	315 ※2	60 ※2	
C06W　石垣島東方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	0.5 ※2	135 ※2	60 ※2	
NM11　石垣島東方沖	*7.8* ※2	60 ※2	30 ※2	0.3 ※2	135 ※2	70 ※2	
IM00　石垣島南方沖1	7.7 ※2	40 ※2	20 ※2	1.0 ※2	270 ※2	70 ※2	
IM00　石垣島南方沖2	7.7 ※2	15 ※2	10 ※2	0.0 ※2	260 ※2	70 ※2	
A03N　石垣島北西沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	5.0 ※2	270 ※2	60 ※2	
A01N　与那国島北方沖	7.8 ※2	80 ※2	40 ※2	5.0 ※2	270 ※2	60 ※2	
GYAK　与那国島南方沖	*7.8* ※2	100 ※2	50 ※2	5.0 ※2	270 ※2	30 ※2	
沖縄本島南部断層系	7.0 ※4	20	10 ※11	0	55 ※12	90	新規（本島周辺）
伊祖断層	6.9 ※9	17.4 ※4	8.7 ※11	0	320 ※12	90	
石川ー具志川断層系	6.9 ※5	12 ※3	6 ※3	0	140 ※3	60 ※3	
沖縄本島直下プレート内	7.8 ※6	30	30 ※11	30 ※7	45 ※12	45	
宮古島断層	7.3 ※4	30 ※3	15 ※3	0	330 ※3	60 ※3	新規（先島諸島）
西田川ーセナイ滝	7.0 ※4	20	10 ※11	0	110 ※8	90	
一律地震動	6.9 ※9	－	－	5 ※10	－	45	新規（市町村HM用）

表　想定地震と被害想定実施項目

想定地震	建築物被害	出火・延焼	人的被害	交通施設被害	ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	津波被害
H9RF　沖縄本島南西沖	○	○	○	○	○	○
C02E　久米島南東沖	○	○	○	○	○	○
B04E　久米島北方沖	○	○	○	○	○	○
C01W　沖縄本島北方沖	○	○	○	○	○	○
C04W　宮古島東方沖	○	○	○	○	○	○
NM11　石垣島東方沖	○	○	○	○	○	○
IM00　石垣島南方沖1	○	○	○	○	○	○
GYAK　与那国島南方沖	○	○	○	○	○	○
沖縄本島南部断層系	○	○	○	○	○	
伊祖断層	○	○	○	○	○	
石川ー具志川断層系	○	○	○	○	○	
沖縄本島直下プレート内	○	○	○	○	○	
宮古島断層	○	○	○	○	○	
一律地震動	○					

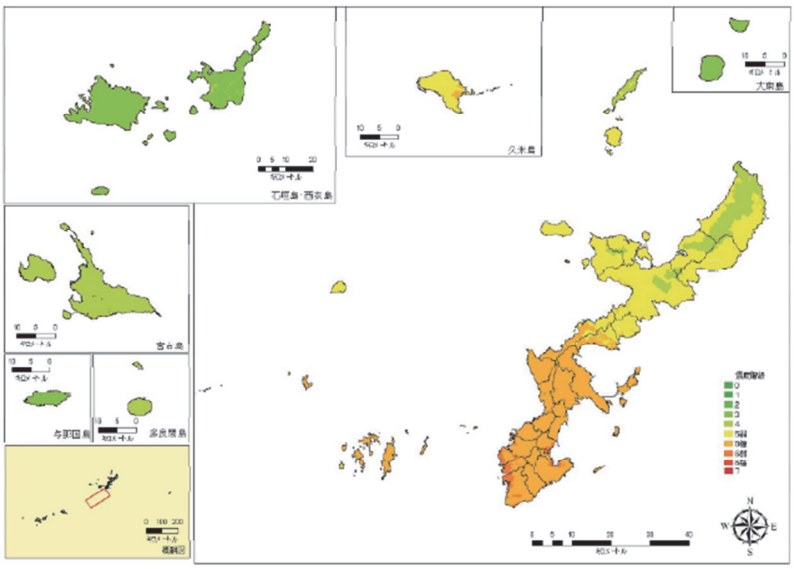
■想定結果（2010）

表　建物被害棟数

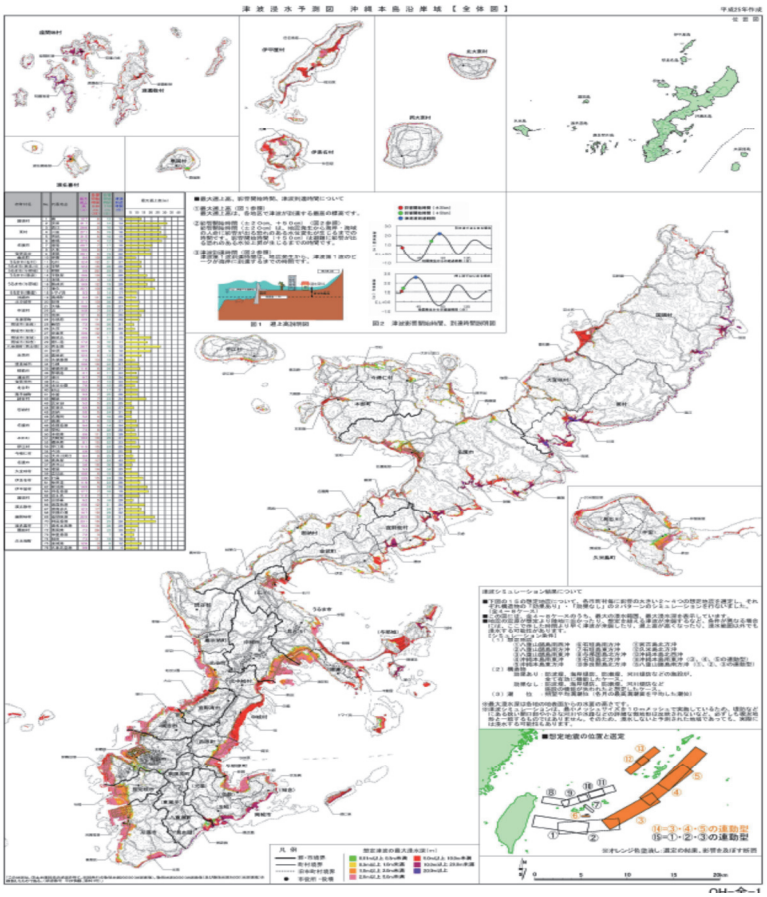
想定地震	計	木造		非木造					
				地域係数とピロティ率を考慮したケース※1		<参考> 全国標準のケース※2		<参考> 地域係数を考慮したケース※3	
		半壊	全壊	半壊	全壊	半壊	全壊	半壊	全壊
H9RF　沖縄本島南西沖	12,102 (3.0%)	633 (1.5%)	105 (0.2%)	8,714 (2.4%)	2,650 (0.7%)	2,775 (0.8%)	1,436 (0.4%)	7,574 (2.1%)	2,434 (0.7%)
C02E　久米島南東沖	3,174 (0.8%)	172 (0.4%)	62 (0.1%)	2,064 (0.6%)	876 (0.2%)	1,103 (0.3%)	829 (0.2%)	1,898 (0.5%)	869 (0.2%)
B04E　久米島北方沖	3,236 (0.8%)	237 (0.5%)	81 (0.2%)	2,079 (0.6%)	839 (0.2%)	1,040 (0.3%)	778 (0.2%)	1,900 (0.5%)	828 (0.2%)
C01W　沖縄本島北方沖	1,764 (0.4%)	100 (0.2%)	53 (0.1%)	1,057 (0.3%)	554 (0.2%)	705 (0.2%)	540 (0.1%)	994 (0.3%)	552 (0.2%)
C04W　宮古島東方沖	2,513 (0.6%)	84 (0.2%)	4 (0.01%)	1,855 (0.5%)	570 (0.2%)	396 (0.1%)	72 (0.02%)	1,552 (0.4%)	481 (0.1%)
NM11　石垣島東方沖	2,206 (0.5%)	236 (0.5%)	22 (0.1%)	1,485 (0.4%)	463 (0.1%)	353 (0.1%)	111 (0.03%)	1,250 (0.3%)	398 (0.1%)
IM00　石垣島南方沖1	1,289 (0.3%)	175 (0.4%)	8 (0.02%)	833 (0.2%)	273 (0.1%)	230 (0.1%)	76 (0.02%)	705 (0.2%)	239 (0.1%)
GYAK　与那国島南方沖	307 (0.1%)	38 (0.1%)	5 (0.01%)	197 (0.1%)	67 (0.02%)	70 (0.02%)	38 (0.01%)	171 (0.05%)	62 (0.02%)
沖縄本島南部断層系	21,364 (5.3%)	2,013 (4.6%)	540 (1.2%)	13,482 (3.7%)	5,329 (1.5%)	4,305 (1.2%)	1,706 (0.5%)	11,506 (3.2%)	4,646 (1.3%)
伊祖断層	29,447 (7.3%)	2,172 (5.0%)	277 (0.6%)	19,176 (5.3%)	7,822 (2.2%)	6,005 (1.7%)	2,118 (0.6%)	16,256 (4.5%)	6,737 (1.9%)
石川ー具志川断層系	19,436 (4.8%)	1,905 (4.4%)	526 (1.2%)	11,924 (3.3%)	5,081 (1.4%)	4,055 (1.1%)	1,681 (0.5%)	10,184 (2.8%)	4,427 (1.2%)
沖縄本島直下プレート内	72,539 (17.9%)	9,857 (22.6%)	1,846 (4.2%)	41,315 (11.4%)	19,521 (5.4%)	14,117 (3.9%)	4,827 (1.3%)	34,948 (9.7%)	16,634 (4.6%)
宮古島断層	5,332 (1.3%)	196 (0.5%)	56 (0.1%)	3,304 (0.9%)	1,776 (0.5%)	1,089 (0.3%)	288 (0.1%)	2,768 (0.8%)	1,481 (0.4%)
一律地震動	47,147 (11.6%)	6,535 (15.0%)	600 (1.4%)	29,613 (8.2%)	10,399 (2.9%)	7,998 (2.2%)	2,610 (0.7%)	25,041 (6.9%)	8,974 (2.5%)

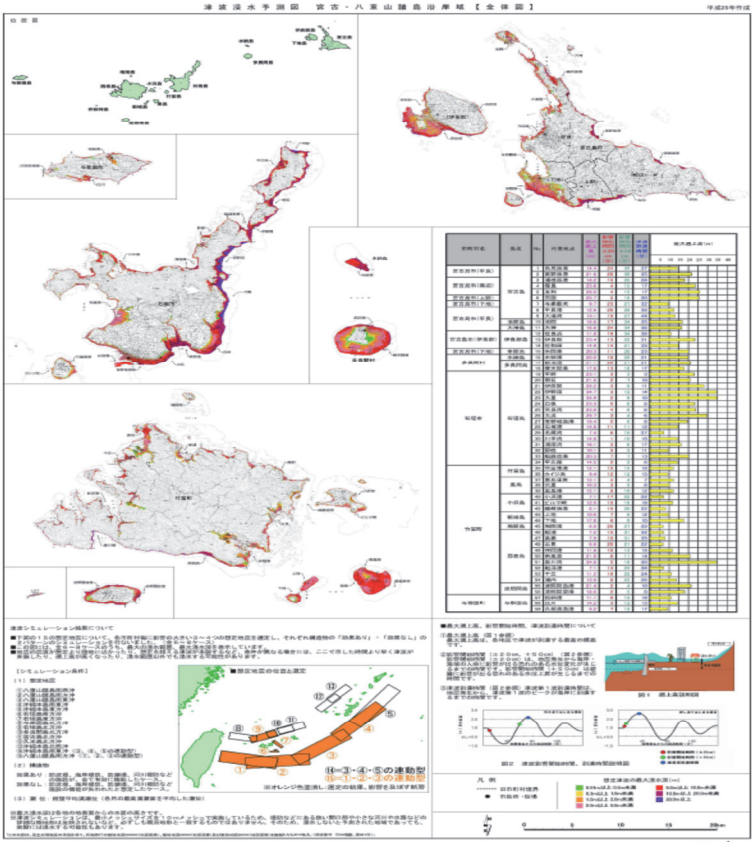
※ 小数点以下の値を含むため、見かけの合計が合わないことがある。

【震度分布：沖縄本島南西沖想定地震】



■想定津波(2013)

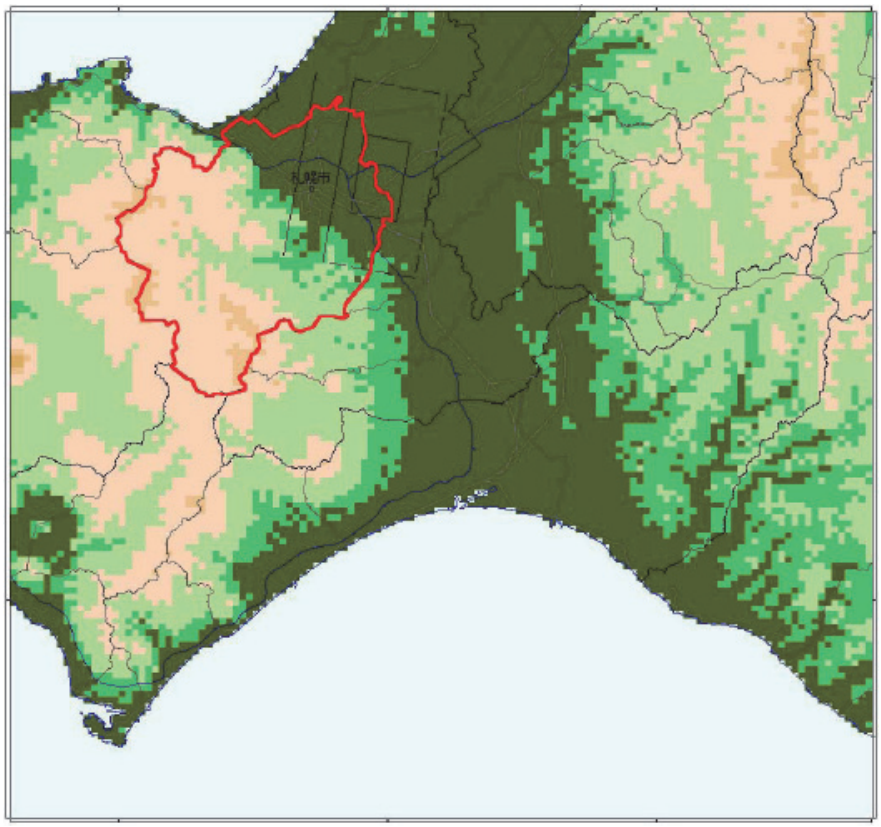

津波浸水予測図　沖縄本島沿岸域【全体図】


津波浸水予測図　宮古・八重山諸島沿岸域【全体図】

札幌市(地震 1997・津波 2008)

■想定地震

伏在断層帯（月寒背斜に関連する断層）



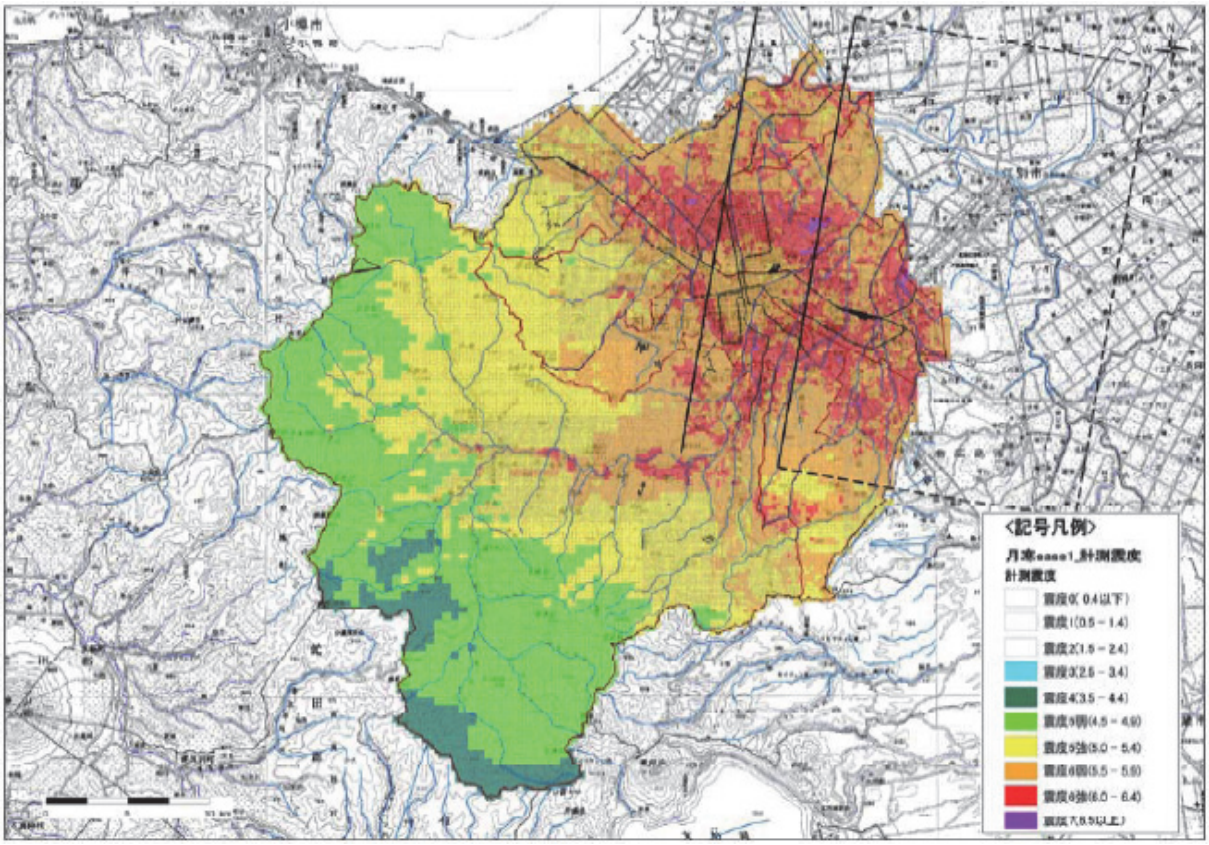
想定地震		名称	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	長さ (km)	幅 (km)	走行 (°)	傾斜 (°)	断層上端の深さ(km)
プレート型地震		プレート内やや深い場所に発生する地震(苫小牧沖)	7.58	42	22	220	0	130
内陸型	活断層	石狩低地東縁断層帯（主部）	7.33	42	24	14	45	7
	伏在活断層	野幌丘陵断層帯	6.89	32	22	0	45	6
		月寒背斜に関連する断層	6.76	28	20	10	45	6
		西札幌背斜に関連する断層	6.33	16	16	0	45	5

○ プレート型：過去の地震と最近の地震学的知見をもとにして設定した，北海道周辺の複数の震源断層のうち，札幌の最大加速度が一番大きくなる，太平洋プレート内のやや深い場所に発生する地震(苫小牧沖)を選定

■想定結果

想定地震		プレート型地震	内陸型地震			
			活断層	伏在活断層		
		苫小牧沖	石狩低地東縁断層帯	野幌丘陵断層帯	月寒背斜	西札幌背斜
マグニチュード		7.5	6.5			6.5
被害予測	地震動	○	○	○	○	○
	津波					
地震動予測	震度	～6 弱	～6 強	～6 強	～7	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	472 棟	1,002 棟	8,26 棟	33,611 棟	20,336 棟
	炎上出火件数	0 件	5 件	95 件	314 件	198 件
	焼失棟数	0 棟	0 棟	382 棟	1,405 棟	957 棟
人的被害	死者数	2 人	8 人	420 人	2,050 人	1,203 人
	重傷者数	14 人	77 人	1,192 人	3,536 人	2,169 人
	軽傷者数	113 人	651 人	10,315 人	30,859 人	18,733 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(電柱被害)	1 本	92 本	913 本	1,381 本	1,570 本
	通信(電話柱被害)	0.5 本	45 本	488 本	727 本	809 本
	都市ｶﾞｽ(供給停止需要家数(直後))	386 戸	27,282 戸	280,568 戸	411,046 戸	377,949 戸
	上水道(被害箇所数)	12.7 箇所	64.7 箇所	865.6 箇所	2,305.1 箇所	1,321.2 箇所
	下水道(被害率)	0.30%	0.70%	1.40%	1.90%	1.90%

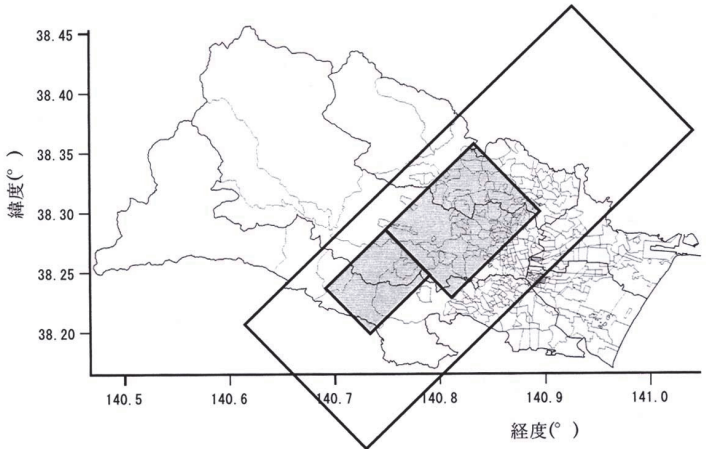
【震度分布：伏在活断層（月寒背斜に関連する断層）】



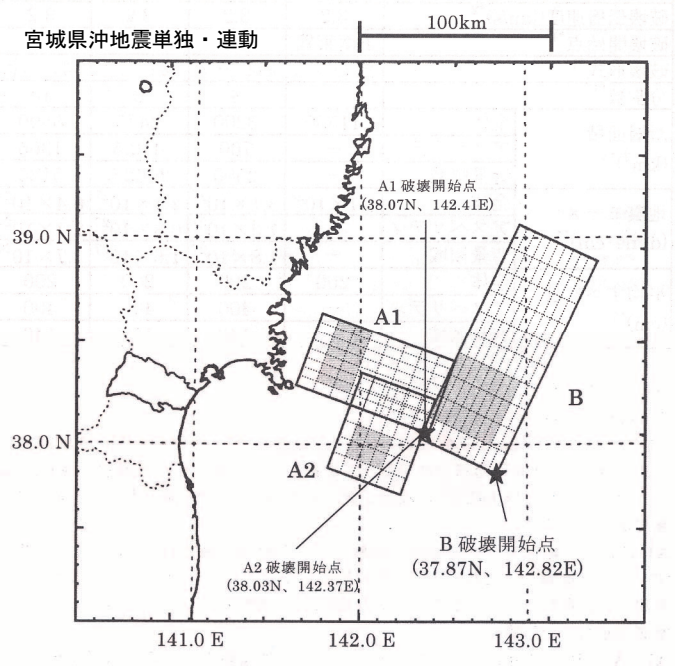
仙台市(2002)

■想定地震

長町 - 利府断層



宮城県沖地震単独・連動

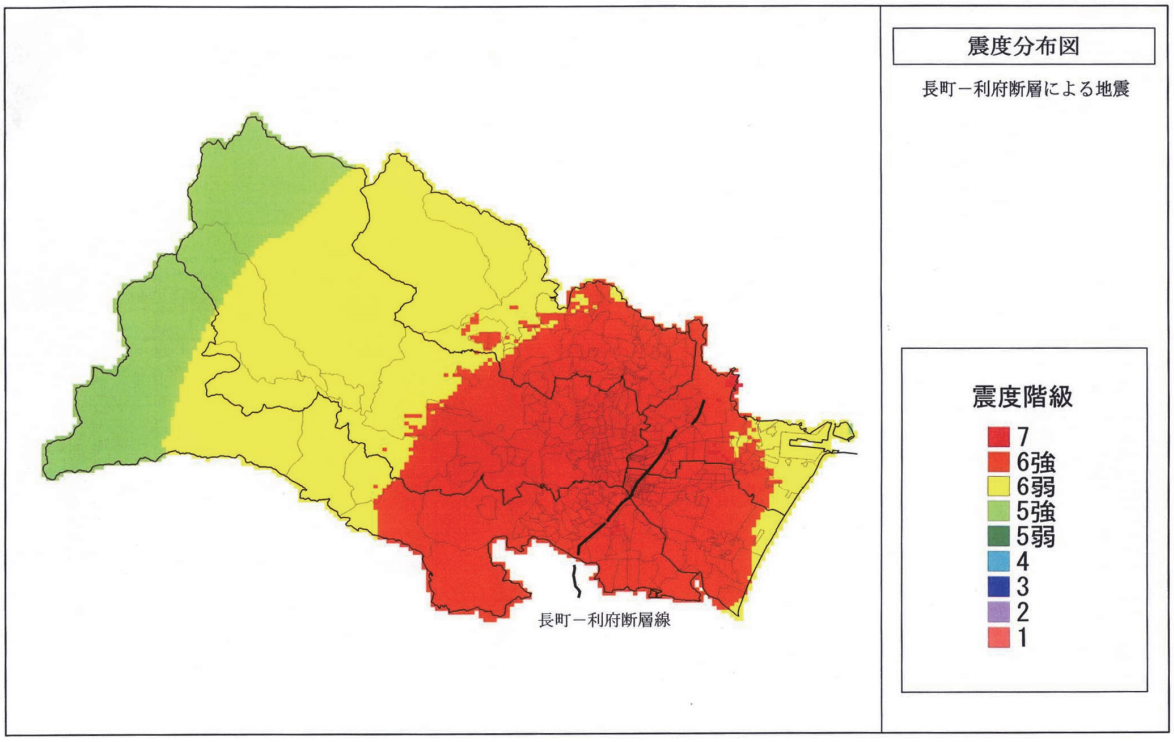


想定地震		長町 - 利府断層	宮城県沖地震単独	宮城県沖地震連動		
			A1	A1	A2	B
マグニチュード		7.5	7.5	7.9		
				7.5	7.4	7.8
断層原点	緯度(°)	38.366	38.41	38.41	38.24	38.9
	経度(°)	141.042	142.55	142.55	142.45	143.42
	深さ(km)	1	20	20	20	10
断層長さ(km)		40	40	40	55	130
断層幅(km)		20	80	80	45	50
走向(°)		223	200	200	200	205
傾斜(°)		40	20	20	20	6.5

■想定結果

想定地震		長町−利府断層	宮城県沖地震(単独)	宮城県沖地震(連動)
マグニチュード		7.5	7.5	8.0
被害予測	地震動	○	○	○
	津波		○	○
地震動予測	震度	～7	～6 強	～6 強
建物被害	建物全壊(大破)棟数	18,068 棟	3,740 棟	6,191 棟
	炎上出火件数	194 件	107 件	123 件
	焼失棟数	10,102 棟	4,686 棟	5,785 棟
人的被害	死者数	1,032 人	27 人	87 人
	重傷者数	1,290 人	253 人	552 人
	長期避難者数	179,319 人	54,931 人	94,516 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	71,508 戸	40,378 戸	44,527 戸
	通信(電話不通)	165,584 回線	49,451 回線	33,657 回線
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	291,522 件	163,405 件	291,522 件
	上水道(断水)	175,000 人	56,000 人	78,000 人
	下水道(被害箇所数)	10,310 箇所	4,531 箇所	6,764 箇所

【震度分布：長町 - 利府断層】



さいたま市(2009)

■想定地震



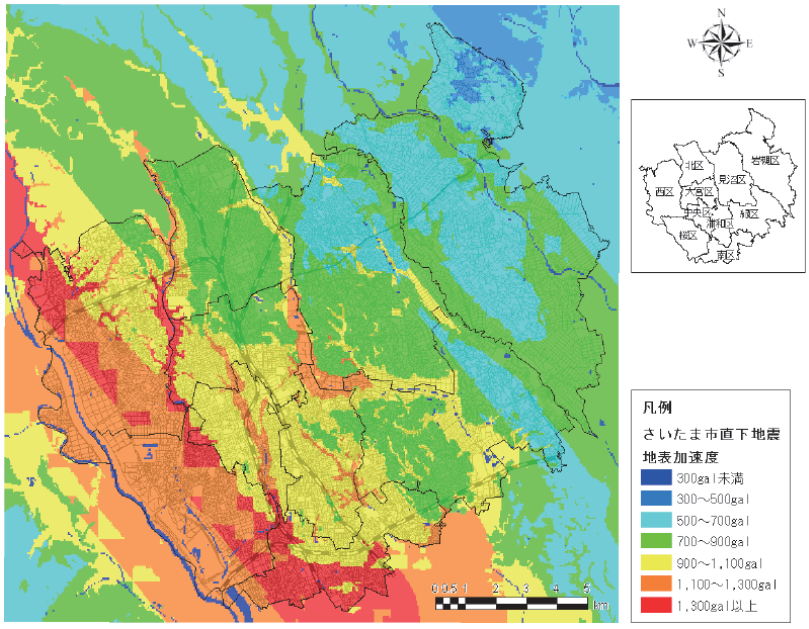
諸元	さいたま市直下地震※1	東京湾北部地震※2
緯度（度）	35.825	35.3200
経度（度）	139.669	140.1400
断層上端深さｄ(km)	5.4	20
長さＬ(km)	17.38	63.64
幅Ｗ(km)	11.22	31.82
走向θ（°）	315	296
傾斜δ（°）	45	23
マグニチュードＭ	6.9	7.3
モーメントＭｏ（Ｎｍ）	1.00×10^{19}	1.12×10^{20}
モーメントマグニチュードＭｗ	6.6	7.3

※1「さいたま市被害想定調査報告書（平成17年度）さいたま市」より
※2「埼玉県地震被害想定調査（平成19年度）埼玉県」より

■想定結果

被害想定大項目	対象			各想定地震における予測値、被害量等及び被害率						備考
	小項目		現況数	想定内容		単位		さいたま市直下地震	東京湾北部地震	
地震動	計測震度			最大震度				震度6強	震度6強	市内最大震度
液状化危険性	液状化危険度			危険性				危険性が高い	危険性がかなり高い	危険性の最も高い範囲の評価
建物被害	木造建物		233,737 棟	全壊棟数		棟	(%)	13,866 (5.9)	1,094 (0.5)	
				半壊棟数		棟	(%)	43,338 (18.5)	10,607 (4.5)	
	非木造建物		75,781 棟	全壊棟数		棟	(%)	1,021 (1.3)	211 (0.3)	
				半壊棟数		棟	(%)	2,855 (3.8)	688 (0.9)	
	ブロック塀		70,047 箇所	被害箇所数		箇所	(%)	36,023 (51.4)	8,910 (12.7)	
	石塀		11,674 箇所	被害箇所数		箇所	(%)	11,168 (95.7)	3,982 (34.1)	
	落下物			飛散物		件数	(件)	943	141	
				非飛散物		件数	(件)	1,901	346	
出火・延焼被害	出火			全出火数		件		248	43	季節・時刻の条件は、冬の夕方のケース
	延焼		309,518 棟	焼失棟数		棟	(%)	38,278 (12.4)	3,357 (1.1)	
	災害廃棄物			災害廃棄物量		トン		4,131,896	736,451	
	建物被害額			被害額		億円		15,899	2,197	
人的被害	夜間人口 12時人口 18時人口		1,215,845 人 941,809 人 867,302 人	建物・火災死傷者	死者数	人		2,875	241	季節・時刻の条件は、冬の夕方のケース
					重傷者数	人		2,877	2,084	
					軽傷者数	人		55,025	40,148	
				道路死傷者	死者数	人		9	3	
					重傷者数	人		17	7	
					軽傷者数	人		27	11	
				鉄道死傷者	死者数	人		7	0	
					重傷者数	人		77	3	
					軽傷者数	人		313	9	
				避難者	1日後	人		338,254	123,901	季節・時刻の条件は、冬の夕方のケース
					1ヶ月後	人		223,410	40,026	
				帰宅困難者数		人		140,300	37,632	
ライフライン	上水道	配水管	3,395 km	被害箇所数		箇所	(箇所/km)	901 (0.3)	436 (0.1)	
				被害額		百万円		2,355	894	
		供給人口	1,214,743 人	断水人口		人	(%)	506,431 (41.7)	273,839 (22.5)	
	下水道	下水道管	3,082 km	被害箇所数		箇所	(箇所/km)	4,051 (1.3)	2,990 (1.0)	
				被害額		百万円		19,217	12,533	
		処理人口	1,215,845 人	支障人口		人	(%)	7,959 (0.7)	5,398 (0.4)	
	都市ガス	ガス管	2,023 km	被害箇所数		箇所	(箇所/km)	664 (0.3)	489 (0.2)	
				被害額		百万円		777	503	
		需要家件数	298,164 件	支障件数		件	(%)	298,164 (100.0)	298,113 (100.0)	
	電力	電柱	117,239 基	電柱被害数		基	(%)	11,116 (9.5)	1,231 (1.0)	季節・時刻の条件は、冬の夕方のケース
				被害額		百万円		165,174	17,126	
		供給世帯	514,736 世帯	停電世帯数		世帯	(%)	95,865 (18.6)	15,428 (3.0)	
	電話	電話柱	49,747 基	電話柱被害数		基	(%)	5,075 (10.2)	496 (1.0)	
				被害額		百万円		72,309	6,536	
		電話回線	514,736 世帯	支障世帯数		世帯	(%)	120,036 (23.3)	11,805 (2.3)	
		携帯電話		支障程度	Aランク	区		8	1	ランクはA>B>Cの順。季節・時刻の条件は、冬の夕方のケース
					Bランク	区		1	1	
交通施設	道路	橋梁	74 箇所	被害箇所数		箇所	(%)	2 (3.2)	2 (2.3)	橋梁は通行制限、不通になる施設・構造物の合計
		緊急輸送道路	413.6 km	被害箇所数		箇所	(箇所/km)	37 (8.9)	30 (7.3)	
				被害額		億円		208	172	
	鉄道施設		104.8 km	被害箇所数		箇所	(箇所/km)	73 (0.7)	64 (0.6)	
				被害額		億円		2,201	1,928	
				不通区間		km		38	10	
その他	エレベーター		6045 台	閉じこめ発生台数		台	(%)	1,178 (19.5)	674 (11.1)	
	災害時要援護者		192,936 人	死者数		人		1,384	108	季節・時刻の条件は、冬の夕方のケース
				重傷者数		人		1,379	1,000	
				軽傷者数		人		26,379	19,274	

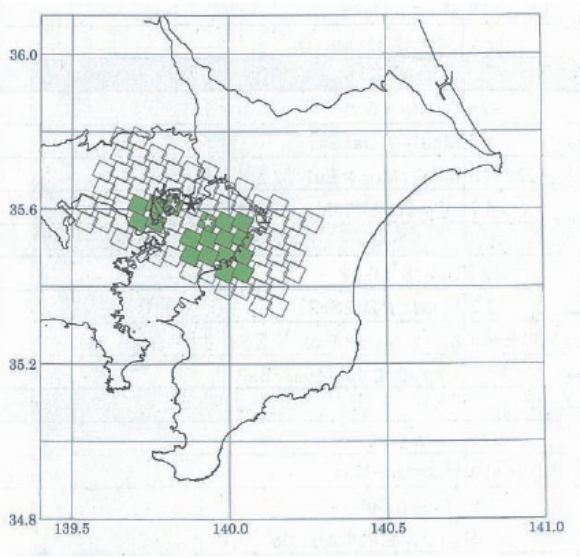
【震度分布図：さいたま市直下地震】



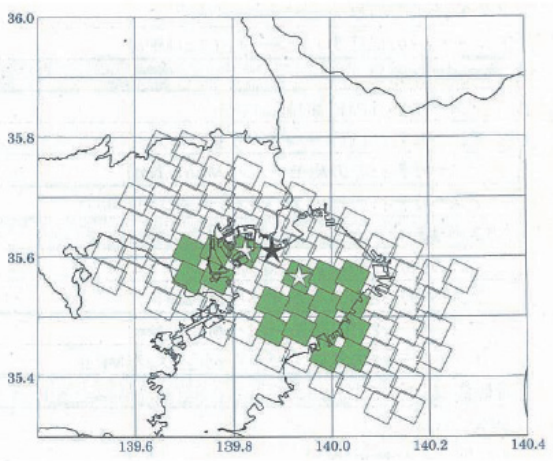
千葉市（2008）

■想定地震

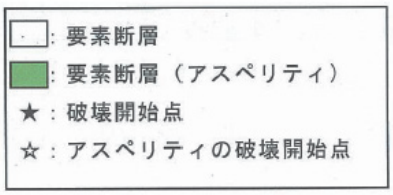
東京湾北部地震



(a) 全県広域図



(b) 震源断層位置の詳細図

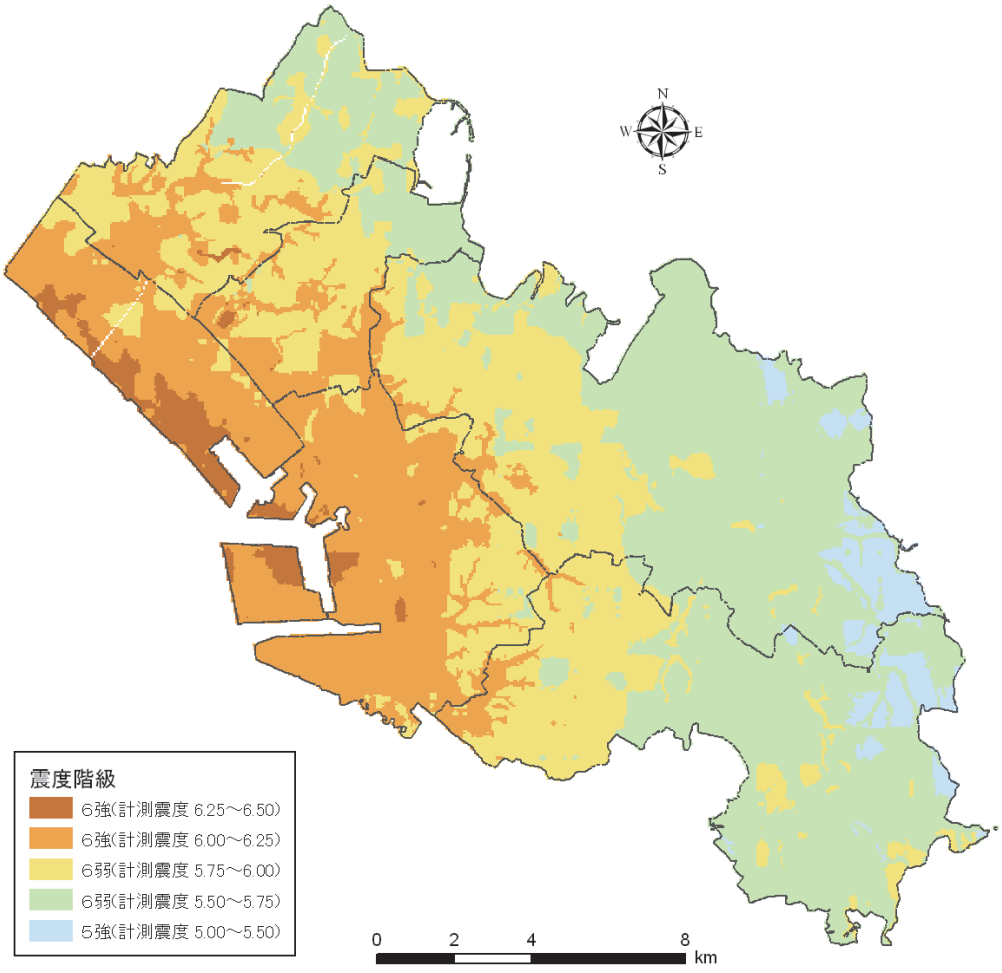


想定地震		東京湾北部地震	千葉市直下地震
マグニチュード		7.3	6.9
断層長さ(km)		63.64	—
断層幅(km)		31.82	—
上端深さ(km)		17	—
走向(°)		296	—
傾斜(°)		23	—
断層基準点	緯度(°)	35.32	—
	経度(°)	140.14	—

■想定結果

想定地震		東京湾北部地震	千葉市直下地震
マグニチュード		7.3	6.9
被害予測	地震動	○	○
	津波		
地震動予測	震度	～6 強	～6 強
建物被害	建物全壊(大破)棟数	15,485 棟	5,455 棟
	焼失棟数	1,788 棟	763 棟
人的被害	死者数	1,046 人	364 人
	罹災者数	194,794 人	143,292 人

【震度分布：東京湾北部地震】



横浜市(2012)

■想定地震

平成24年10月に，それまでの地震被害想定を抜本的に見直し，「元禄型関東地震」，「東京湾北部地震」および「南海トラフの大連動地震」の３地震について，被害想定を行いました．「慶長型地震」に関しては，津波に関する被害想定を行いました．

想定地震	元禄型関東地震	東京湾北部地震	南海トラフの大連動地震	慶長型地震	横浜市直下の地震	東京湾内地震	大正型関東地震	三浦半島断層群－鴨川低地断層帯地震
地震	○	○	○					
津波	○	○	○	○				
マグニチュード	M8.1	M7.3	M9ｸﾗｽ	M8.5	M7ｸﾗｽ	M7ｸﾗｽ	M8.0	M7ｸﾗｽ

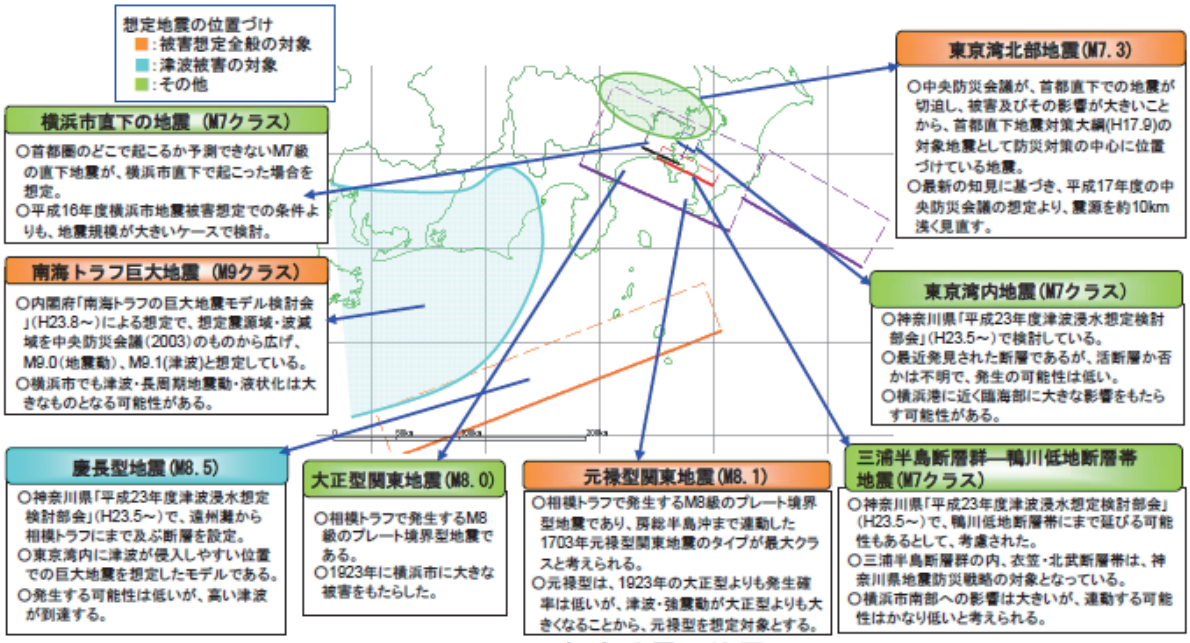


図3.3.2　想定地震の位置

【地震動】

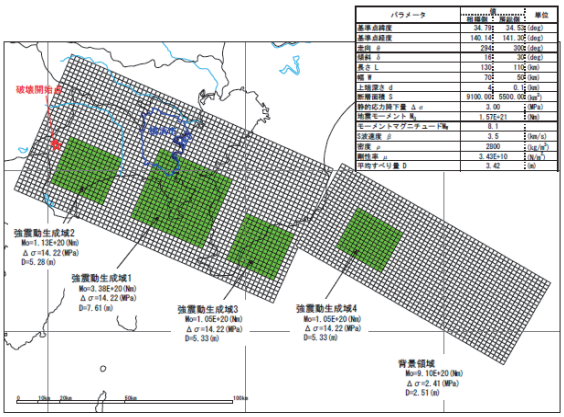


図4.2.2　元禄型関東地震の震源モデル

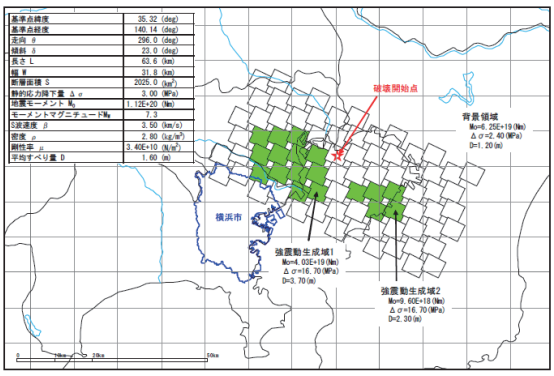
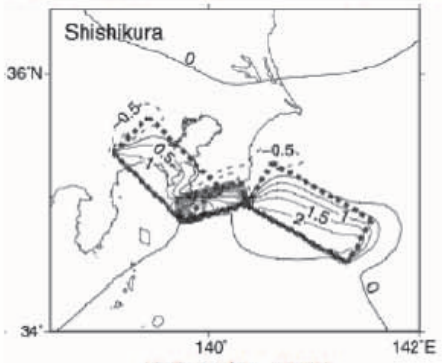


図4.2.4　東京湾北部地震の震源モデル

■想定津波

断層モデル		経度 (°)	緯度 (°)	深さ (km)	走向 (°)	傾斜角 (°)	滑り角 (°)	長さ (km)	幅 (km)	食い違い量 (cm)
元禄:央倉モデル	GR4	139.80	34.85	0.1	315	30	153	85	50	670
		140.40	34.98	0.1	255	20	90	57	23	1200
		141.30	34.53	0.1	300	30	135	100	50	710



央倉モデル（2003）

図9.1.1　元禄型関東地震の波源モデル（「神奈川県津波浸水想定検討部会」より引用）

断層モデル		経度 (°)	緯度 (°)	深さ (km)	走向 (°)	傾斜角 (°)	滑り角 (°)	長さ (km)	幅 (km)	食い違い量 (cm)
慶長地震	KT9	140.47	34.08	1	250	60	270	285	80	800

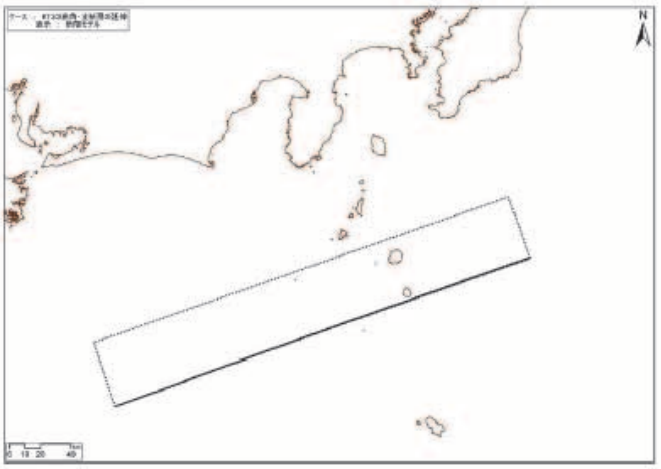


図9.1.3　慶長型地震の波源モデル（「神奈川県津波浸水想定検討部会」より引用）

■想定結果

表2.3.1　横浜市地震被害想定調査結果一覧

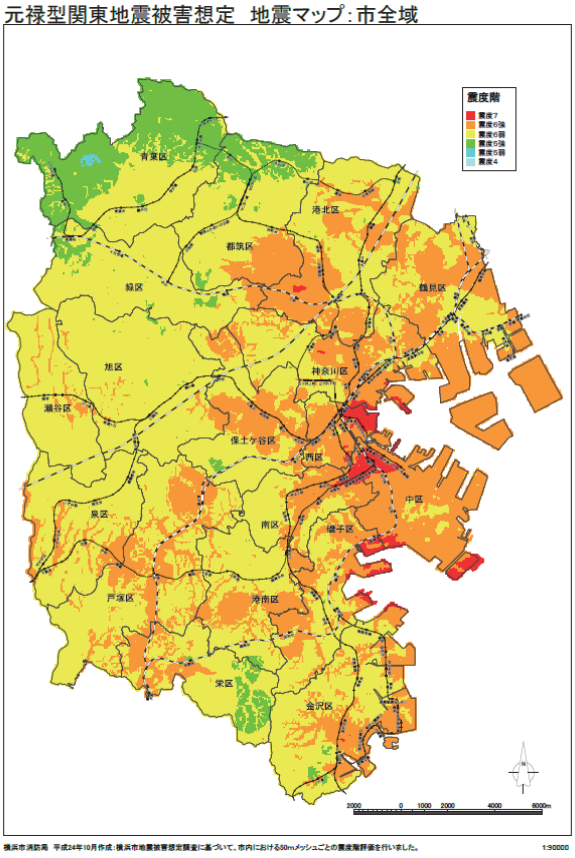
種別	被害項目	被害単位	元禄型関東地震	東京湾北部地震	南海トラフ巨大地震	慶長型地震
地盤	急傾斜地崩壊	危険性が高い急傾斜地（箇所）	336	102	23	―
建物	揺れ	全壊数（棟）	34,300	4,170	43	―
		半壊数（棟）	103,000	24,300	2,360	―
	液状化	全壊数（棟）	204	129	96	―
		半壊数（棟）	7,670	4,940	3,770	―
	急傾斜地崩壊	全壊数（棟）	154	32	2	―
		半壊数（棟）	289	72	11	―
	津波	全壊数（棟）	11	0	19	412
		半壊数（棟）	2,760	212	15,500	26,600
地震火災（冬18時）	出火	炎上出火件数（件）	370	100	35	―
	延焼	焼失棟数（棟）	77,700	13,000	5	―
人	死者	（人）	3,260	460	79	595※
	負傷者	（人）	21,700	4,800	347	―
	重傷者	（人）	2,940	431	3	―
ライフライン	上水道	断水世帯数(1日後)	399,000	234,000	92,900	―
	下水道	機能支障世帯数（1日後）	72,900	34,300	19,900	―
	電力	停電世帯数(1日後)	266,000	62,500	91	―
	電話	不通世帯数(1日後)	54,100	13,100	13	―
	都市ガス	供給停止件数（直後）	1,160,000	242,000	0	―
交通	道路	橋梁・橋脚被害箇所	1	0	0	―
		緊急輸送路交通支障区間数	183	116	0	―
		緊急輸送路浸水区間数	47	13	102	116
	鉄道	被害箇所	274	177	126	―
		浸水区間数（駅間）	28	14	43	50
	港湾	被害延長(km)	22.8	20.8	8.0	―
その他	避難者	避難者(1日後、人)	577,000	234,000	100,000	―
		避難者(28日後、人) 下段は避難所生活者	335,000 (218,000)	79,900 (51,900)	34,100 (22,100)	―
	帰宅困難者	人（平日正午）	455,000			―
	エレベータ閉じ込め	発生可能性台数（台）	2,740	1,450	897	―
	災害廃棄物	発生量（万 m^3）	1,670	362	273	―
	経済被害	直接経済被害額（兆円）	11.7	2.8	1.6	―

（被害数は有効数字３桁として、四捨五入している）
（※慶長型地震の死者は津波によるもの）

※この表は，物的・人的被害の合計が最大となる冬の18時に地震が発生した条件での値を示している．この時期は，火災による被害が最大になるためである．ただし，慶長型地震は12時での値であり，帰宅困難者も，通勤・通学・買い物・観光等で市外から流入する人口が多い，平日12時に発生した条件での値である．

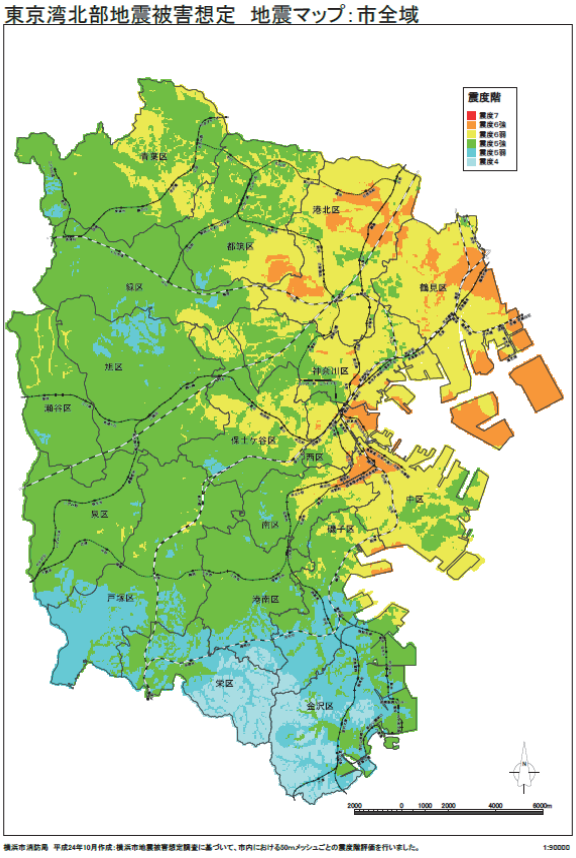
【震度分布】

元禄型関東地震被害想定　地震マップ：市全域



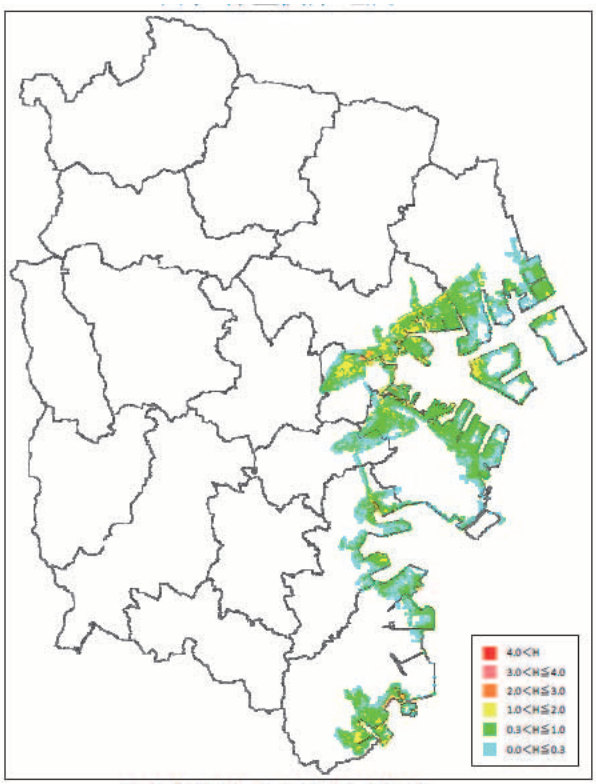
横浜市消防局　平成24年10月作成：横浜市地震被害想定調査に基づいて、市内における50mメッシュごとの震度階評価を行いました。　1:90000

東京湾北部地震被害想定　地震マップ：市全域

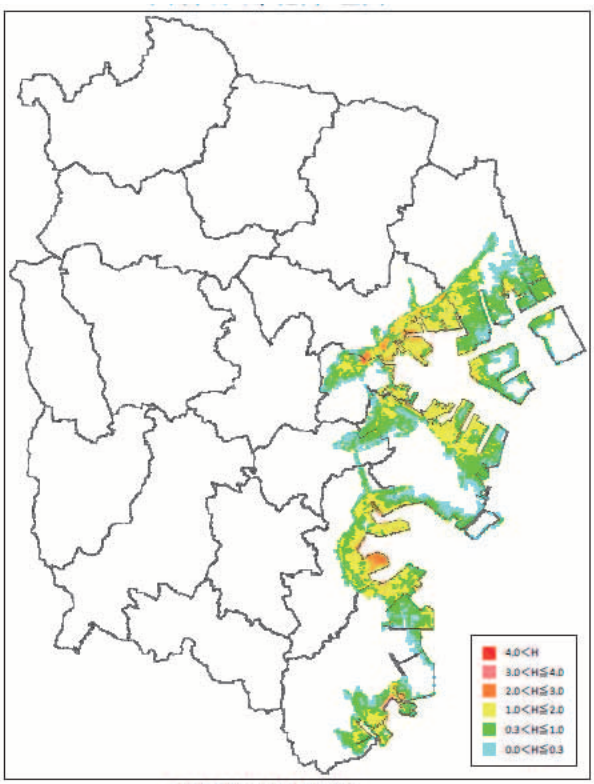


横浜市消防局　平成24年10月作成：横浜市地震被害想定調査に基づいて、市内における50mメッシュごとの震度階評価を行いました。　1:90000

【津波浸水深】



(c)南海トラフ巨大地震



(d)慶長型地震

図9.1.5　津波浸水深の分布（50mメッシュ）

川崎市(2013)

■想定地震

想定地震	マグニチュード	地震のタイプ	特徴等	震源モデル
H24川崎市直下の地震	M7.3	南関東直下（プレート境界型）	発生した場合，川崎市への影響が最も大きい地震として，本市の直下で地震が発生することを想定した．また，地震の規模(M)についても兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）や東京湾北部地震と同等(M7.3）の大きさを想定している．本市の地震防災戦略の目標は，主にこの地震を対象としている．	今回の地震被害想定調査においては，前回調査の震源モデルについて，最新の科学的知見に基づき見直した．
元禄型関東地震	M8.2	海溝型地震（相模トラフ沿いの地震）	1703 年の元禄型関東地震の再来を想定した．地震調査研究推進本部（文部科学省に設置された政府の特別の機関）では海岸地形の調査研究から，平均発生間隔が 2,300 年程度であり，今後 30 年以内に同様の地震が発生する確率は 0%と推定しているが，東日本大震災の教訓を踏まえ，発生頻度が低い場合であっても大きな被害を及ぼすおそれがある地震として，相模トラフ沿いを震源とする地震のうち，規模が最も大きく川崎市でこれまで未調査だった地震を選定した．	東京都地震被害想定調査で想定されている地震については，東京都(2012)で設定されている震源モデルをそのまま採用した．
慶長型地震	M8.5		川崎市防災対策検討委員会「東日本大震災対策検討部会」の委員から，神奈川県が平成 24 年 3 月に公表した「慶長型地震」については，科学的に想定が過大であるとの意見もあったが，安全性を考慮して本市における浸水域・浸水深が最も大きい「慶長型地震(M8.5)」を対象として，津波浸水による建物・人的被害等を予測した．	神奈川県が公表した慶長型地震の津波浸水予測図（神奈川県津波浸水予測図(2012)）から津波被害を想定した．

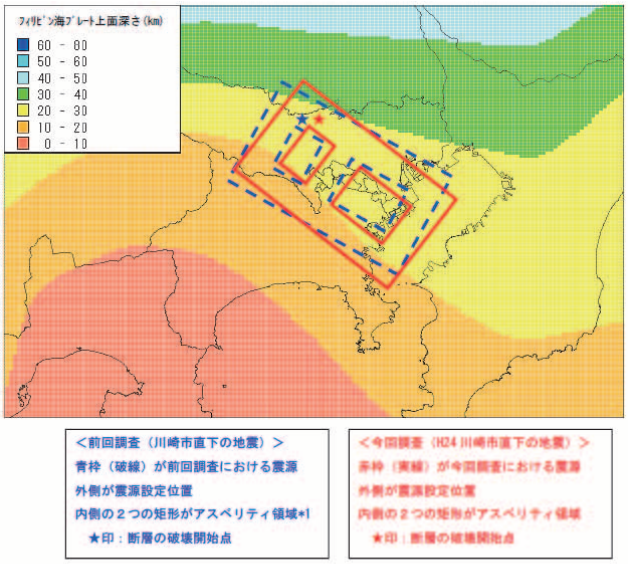


図 3.2-2　川崎市直下の地震の震源断層モデル（前回調査と今回調査の比較）

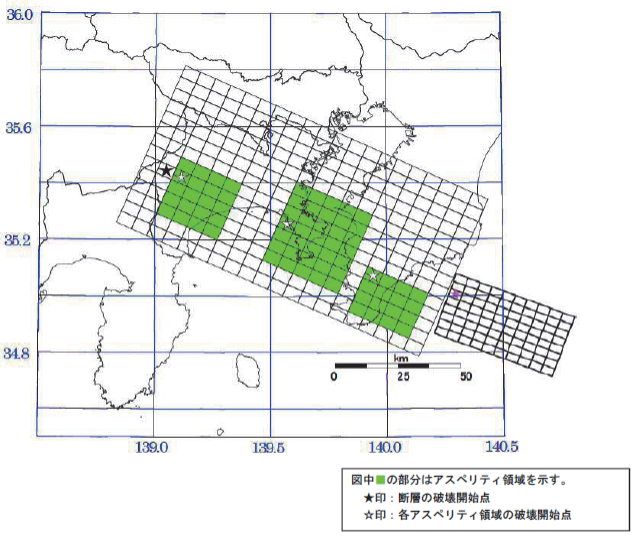


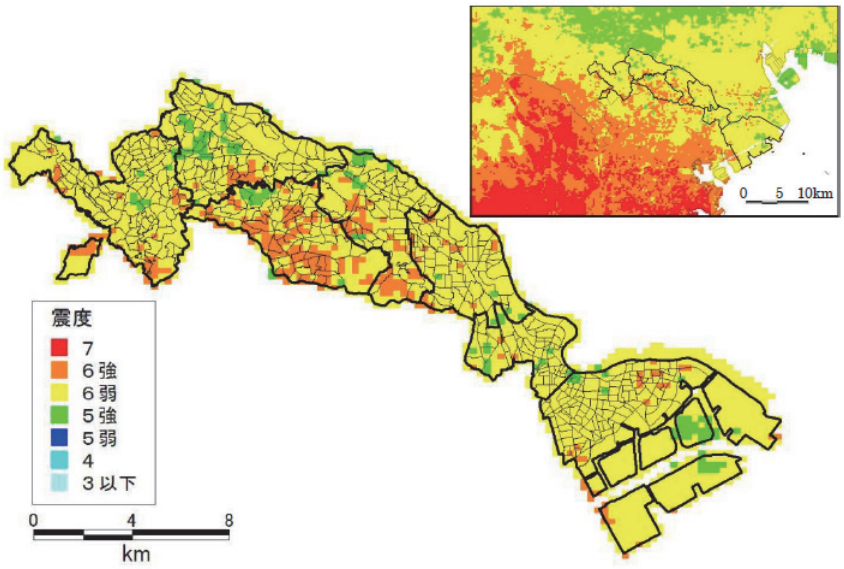
図 3.2-3　元禄型関東地震の震源断層モデル図（M8.2）

■想定結果

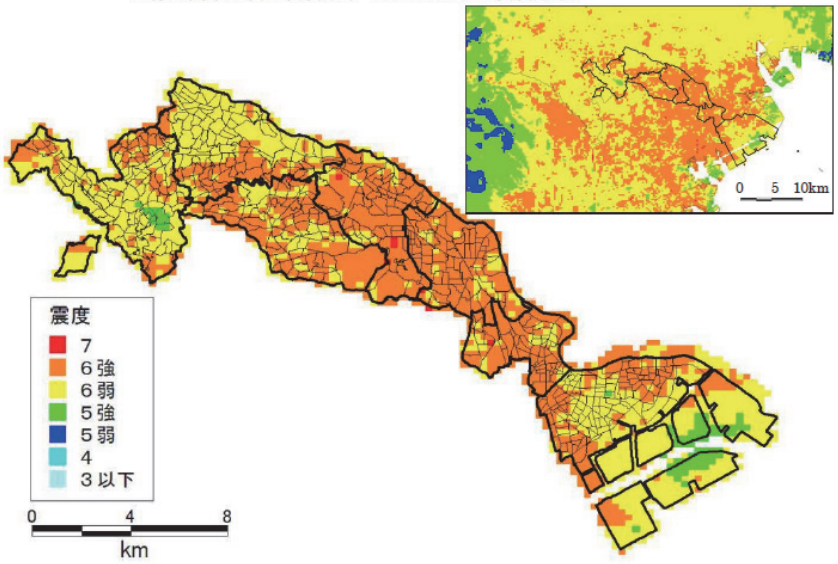
種別	被害項目	被害単位	H24川崎市直下の地震	元禄型関東地震	慶長型地震
斜面・河川	急傾斜地崩壊	危険性が高い急傾斜地（箇所）	314	202	**
	河川堤防被害	被害率（%）（多摩川・鶴見川）	13	5	**
建物	揺れによる建物被害#	全壊数（棟）	21,566	7,311	**
		半壊数（棟）	48,089	28,106	**
	液状化による建物被害	全壊数（棟）	497	466	**
		半壊数（棟）	1,088	988	**
	斜面崩壊による建物被害	全壊数（棟）	266	170	**
		半壊数（棟）	621	397	**
	津波による建物被害	全壊数（棟）	*	0	8
		半壊数（棟）	*	5,528	10,025
	被害合計	全壊数（棟）	22,329	7,947	8
		半壊数（棟）	49,798	35,019	10,025
地震火災	出火	出火件数（件）	243	87	**
	延焼	焼失棟数（棟）	16,395	5,801	**
人的被害	死者	死者数（人）	819	415	5,816
	負傷者	負傷者数（人）	15,822	6,819	**
	り災世帯	全壊世帯（世帯）	57,456	19,910	20
		半壊世帯（世帯）	126,733	76,679	24,545
		焼失世帯（世帯）	44,868	15,092	**
ライフライン	上水道	断水世帯数（世帯）（1～3日後）	351,337	207,655	**
	下水道	機能支障世帯数（世帯）（直後）	276,022	102,075	**
	通信	不通（回線）	129,450	61,058	**
	電力	停電件数（件）（直後）	399,050	357,291	**
	ガス（都市ガス）	供給停止件数（件）	267,972～546,882	120,314～191,409	**
交通	道路橋	大規模損傷（箇所）	0	0	**
	鉄道	不通路線（路線数）（1日後）	9	0	**
	港湾	被害バース（バース数）	17/27	19/27	**
生活支障等	避難者	避難者数（人）（1～3日後）	361,077	182,888	**
		避難者数（人）（28日後）	162,472	60,590	**
	医療機能	来院者数（人）（1～3日間）	16,481	7,089	**
	災害用トイレ	必要個数（個）（1～3日後）	6,018	3,048	**
	震災廃棄物	がれき発生量（千トン）	2,881	1,508	**
	自力脱出困難者	（人）	396	132	**
	エレベータ停止	停止台数（基）	7,352	7,670	**
	帰宅困難者	主要駅前滞留者（人）（私用等の目的：平日15時）	34,616		**
	経済被害	直接経済被害額（億円）	40,336	26,464	9,510

*「H24川崎市直下の地震」の津波は本調査では想定していません。
**「慶長型地震」は津波による建物被害・人的被害（死者数）・建物被害による経済被害のみ想定しています。
#揺れによる建物被害は、本調査では構造被害を基準（大破・中破）として想定していますが、ここでは自治体基準により算定した結果（全壊・半壊）を示しました。

【震度分布】



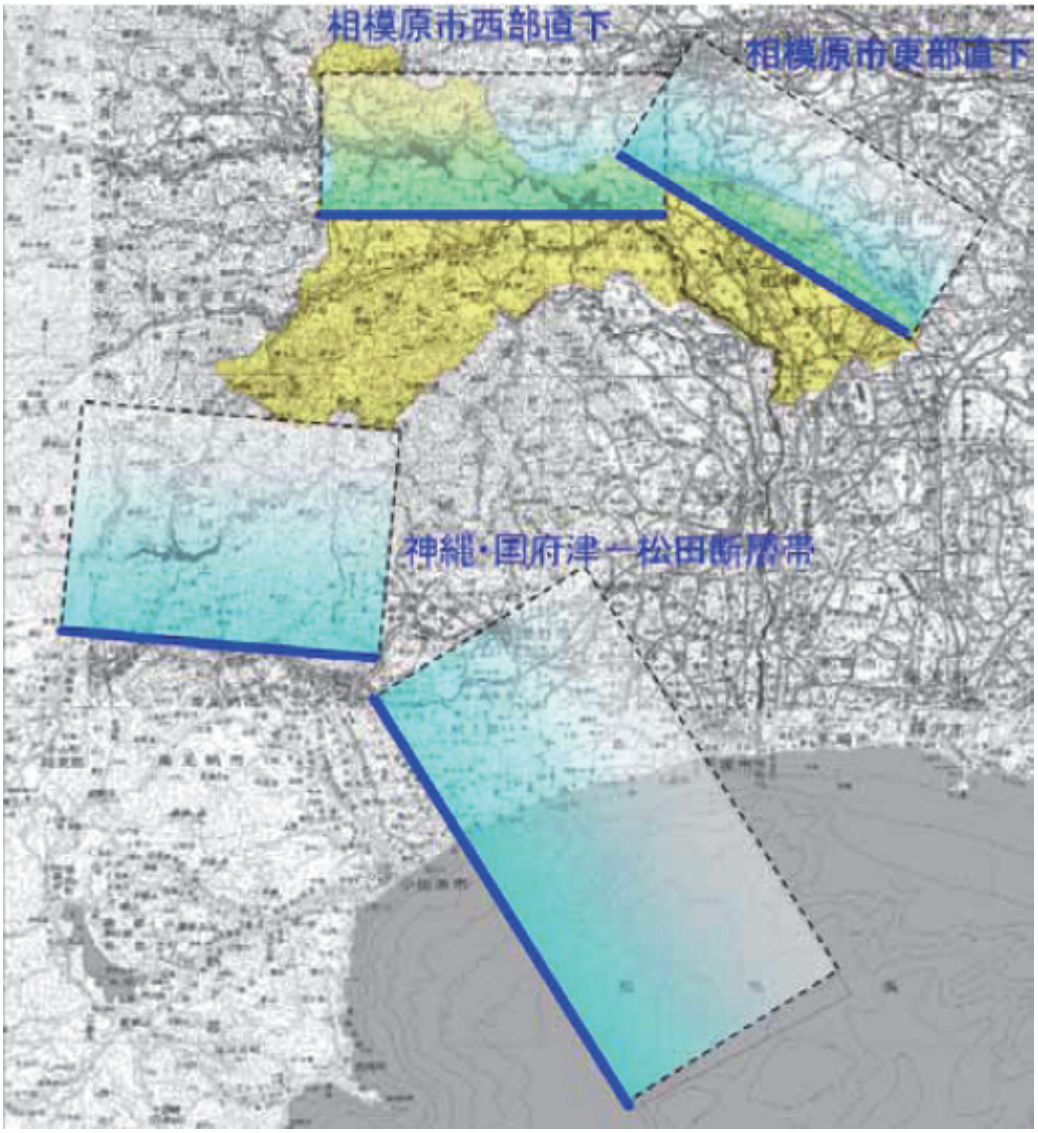
元禄型関東地震の震度分布（右上は広域の震度分布）



H24 川崎市直下の地震の震度分布（右上は広域の震度分布）

相模原市（2007）

■想定地震



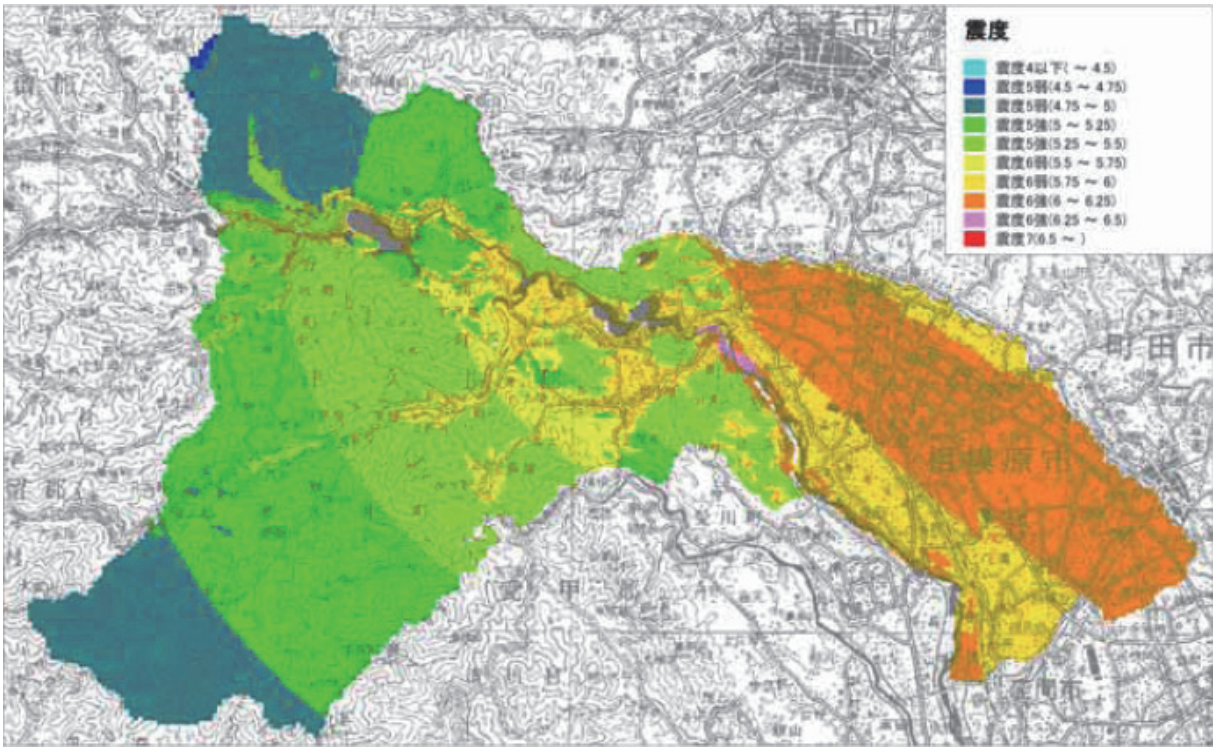
断層位置図

想定地震	マグニチュード
相模原市東部直下の地震	6.9
相模原市西部直下の地震	6.9
神縄・国府津－松田断層帯の地震	7.5

■想定結果

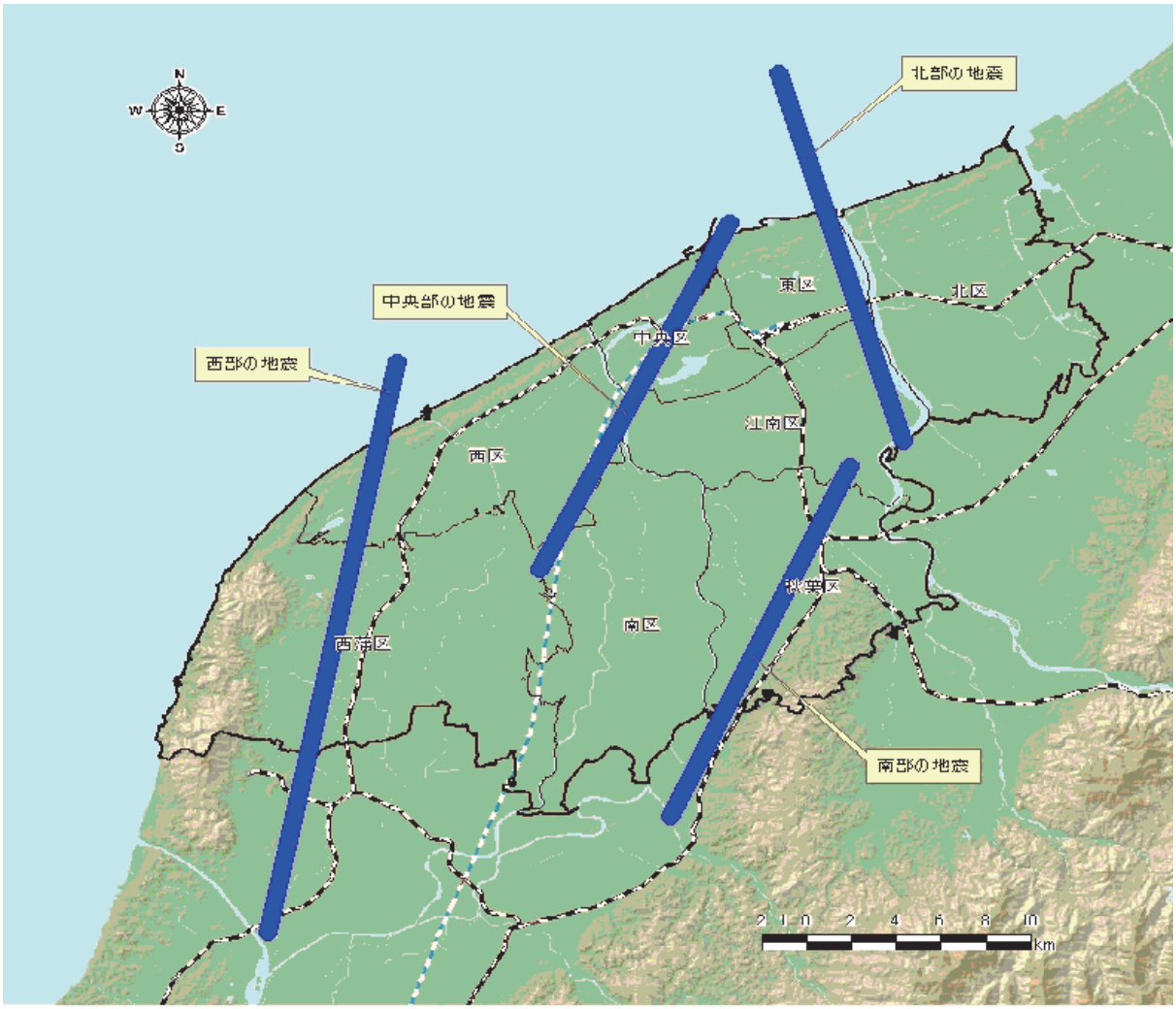
想定地震		相模原市東部直下の地震	相模原市西部直下の地震	神縄・国府津－松田断層帯の地震
マグニチュード		6.9	6.9	7.5
被害予測	地震	○	○	○
	津波			
建物被害	全壊棟数	8,429	3,966	929
	炎上出火件数	71	41	13
	焼失件数	1254	386	－
人的被害	死者数	349	168	35
	重傷者数	756	293	39
	負傷者数	6,032	2,585	368
ライフライン被害	都市ガス	全面的に供給停止	約４割で供給停止	少数で供給停止
	上水道（被害箇所）	705	343	210
	停電世帯数（直後）	28 万世帯	15 万世帯	3 万世帯
	停電世帯数（1 日後）	5 万世帯	2 万世帯	5 千世帯

震度分布【相模原市東部直下の地震】



新潟市(2007)

■想定地震

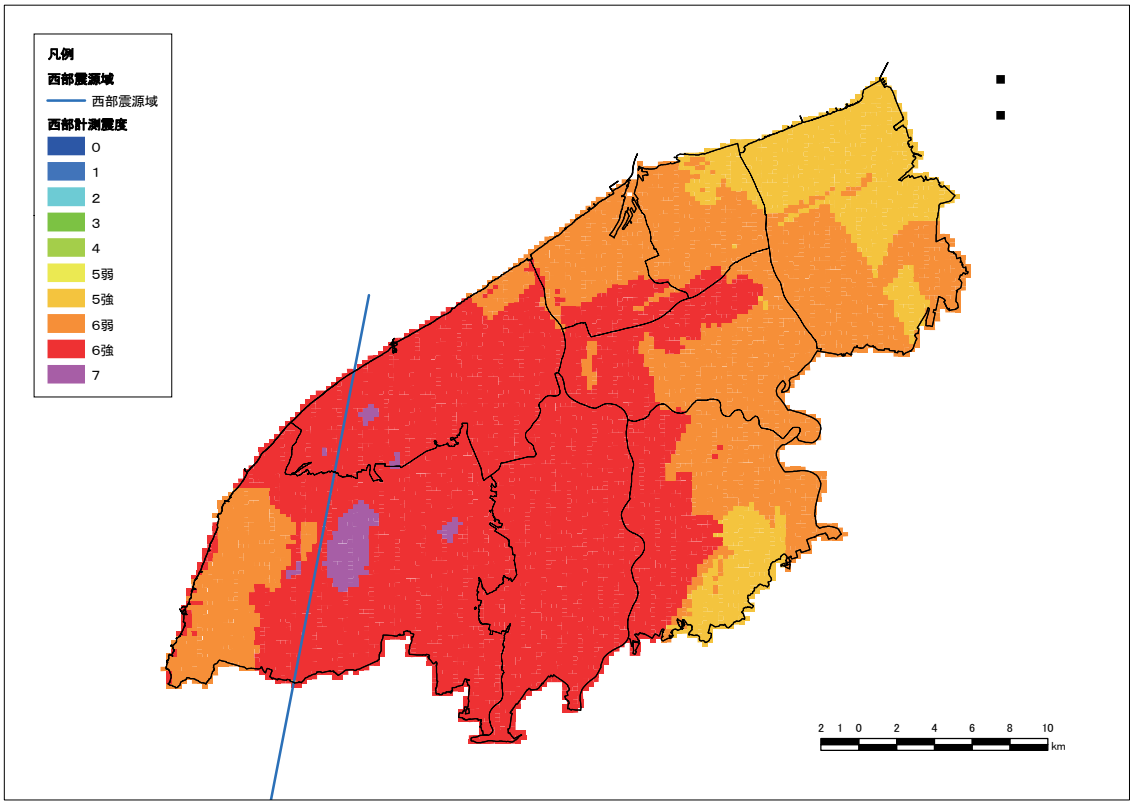


想定地震	西部の地震	南部の地震	北部の地震	中央部の地震
ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	7.3	7.0	7.0	7.0
断層長さ(km)	6.9	6.6	6.6	6.6
断層幅(km)	30.0	20.0	20.0	20.0
上端深さ	6.0	6.0	6.0	6.0
走向(°)	11	24	344	25
傾斜(°)	90	90	90	90

■想定結果

種別	被害単位	西部の地震	南部の地震	北部の地震	中央部の地震
建物被害	全壊 大破	19,582	14,640	13,453	17,290
	半壊 中破	34,902	24,208	27,239	34,001
出火・延焼	出火件数	114	86	109	132
	焼失棟数	2,640	1,496	1,867	2,894
人的被害	死者数	432	398	301	467
	重傷者数	1,304	986	1,219	1,475
	避難者数	107,558	75,278	88,320	115,665
道路	通行制限	63.1	49.9	48.8	53.6
	不通	17.2	14.7	13.4	15.7
ライフライン被害	断水戸数	115,722	269,060	273,499	276,254
	ガス支障世帯	344,865	344,865	333,413	403,972
	下水被害箇所	1,163	1,055	1,353	1,819
	停電戸数	103,022	91,335	96,378	105,130
	電話罹障回線	145,054	90,625	106,243	138,056

【震度分布図：西部の地震】



名古屋市(1999)

■想定地震

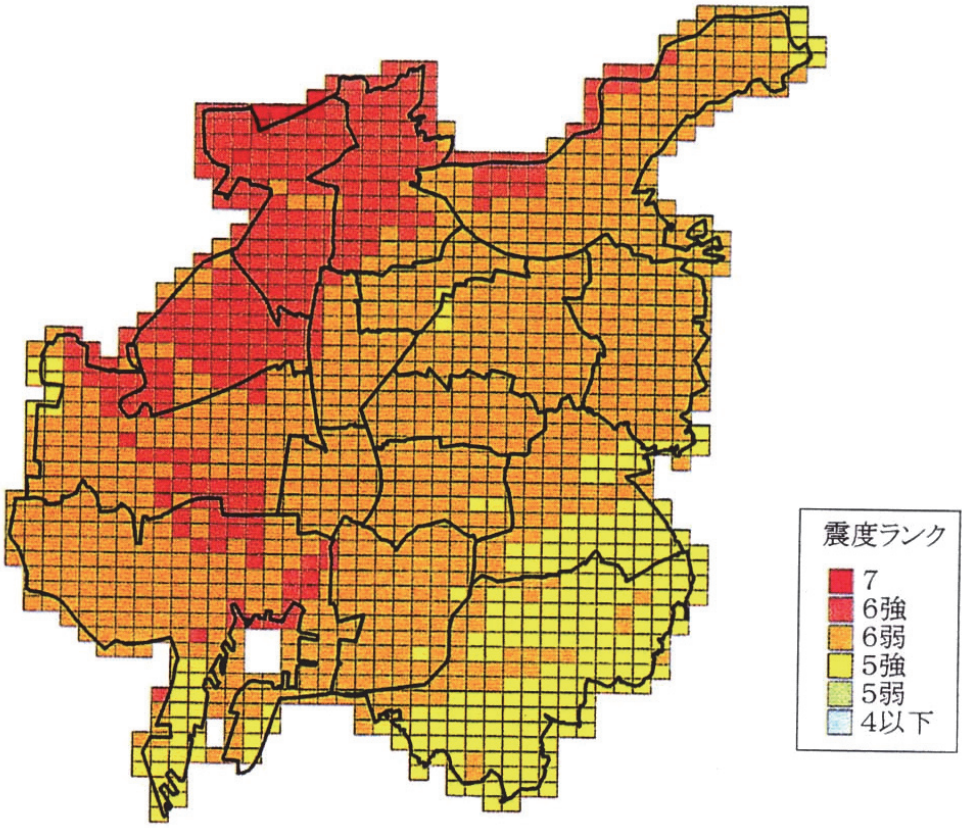


想定地震	断層番号	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	長さ(km)	幅(km)	上端深さ(km)	走向(度)	傾斜(度)	原点位置	備考
I 想定東海地震	—	8.0	120	50	5	193	20	35.15 138.70	中央防災会議(1979)
II 東南海地震	①	7.9	110	70	3	245	24	33.53 137.26	Ishibashi(1981)
	②		80	80	20	245	24	34.14 137.87	
III 濃尾地震	①	7.9	20	15	0	140	90	35.95 136.33	Mikumo・Ando(1976)
	②		17.5	15	0	140	90	35.80 136.46	
	③		17.5	15	0	140	90	35.67 136.57	
	④		25	15	0	120	90	35.54 136.68	
	⑤		24	13	2	150	90	35.54 136.68	

■想定結果

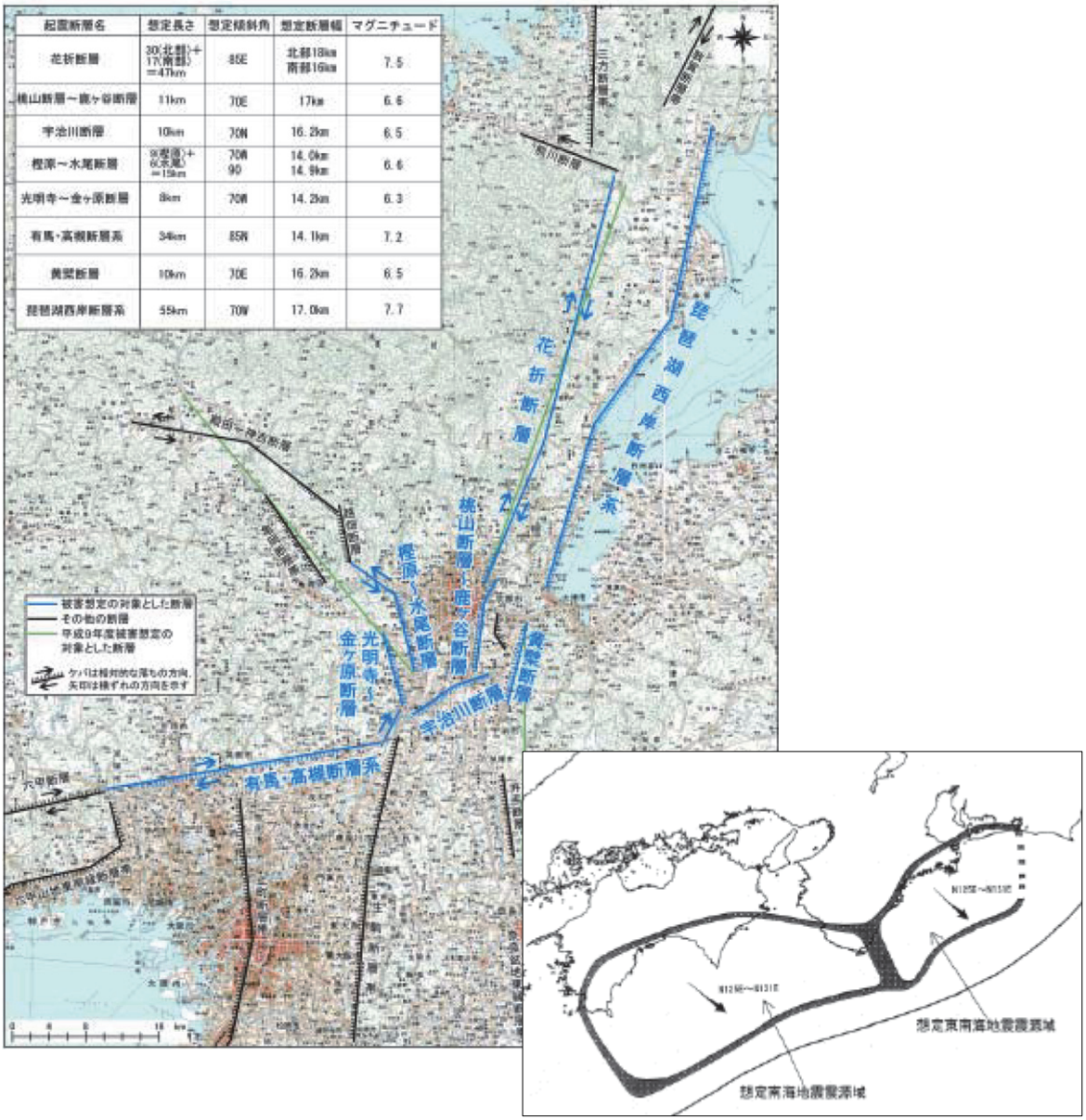
想定地震		想定東海地震	東南海地震	濃尾地震
マグニチュード		8.0	7.9	7.9
被害予測	地震動	○	○	○
	津波	○	○	
地震動予測	震度	～5 強	～6 弱	～7
建物被害	建物全壊(大破)棟数	1,960 棟	4,032 棟	23,818 棟
	炎上出火件数	0 件	11 件	184 件
	焼失棟数	0 棟	657 棟	10,577 棟
人的被害	死者数	0 人	42 人	2,169 人
	負傷者数	6,119 人	18,264 人	55,680 人
	被災者数	29,395 人	99,772 人	394,843 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力			
	通信			
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	6,400 戸	82,600 戸	426,000 戸
	上水道(断水)	16,874 戸	45,935 戸	189,051 戸
	下水道(本管被害率)	0.56%	1.10%	1.49%
備考		濃尾地震の建物全壊(大破)棟数は地震動によるもの（液状化による被害は地震動による被害に包含されるとしている） 焼失棟数は消防運用がない場合		

【震度分布：濃尾地震】



京都市(2003)

■想定地震



想定地震	花折断層	桃山断層～鹿ヶ谷断層	宇治川断層	樫原～水尾断層	光明寺～金ヶ原断層
長さ	47 km	11 km	10 km	15 km	8 km
マグニチュード	7.5	6.6	6.5	6.6	6.3

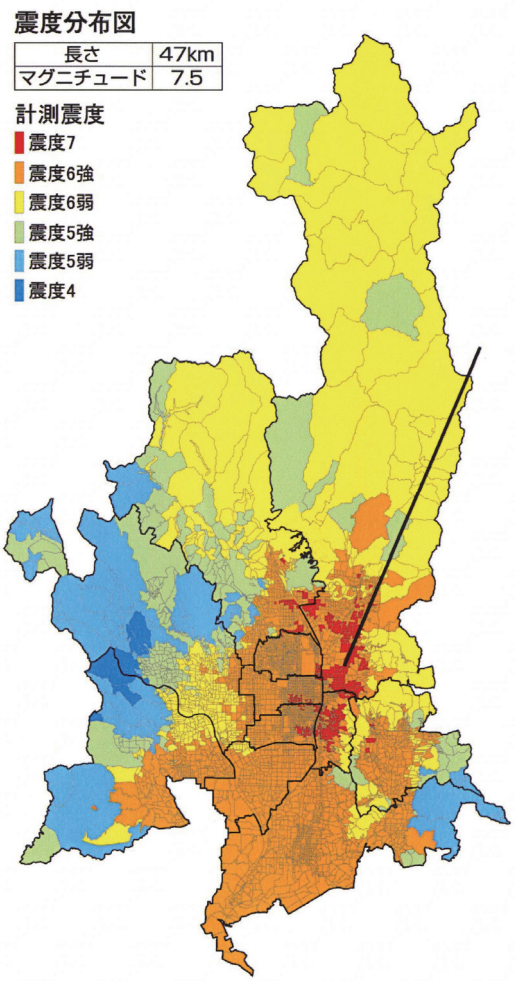
想定地震	有馬・高槻断層系	黄檗断層	琵琶湖西岸断層系	東南海・南海
長さ	34 km	10 km	55 km	中央防災会議(※)
マグニチュード	7.2	6.5	7.7	8.6

※ 中央防災会議「東南海，南海地震に関する専門調査会」(2001～)のモデルを採用

■想定結果

想定地震		花折断層	桃山断層 ～鹿ヶ谷断層	琵琶湖西岸断層系
マグニチュード		7.5	6.6	7.7
被害予測	地震動	○	○	○
	津波			
地震動予測	震度	～7	～7	～6 強
建物被害	建物全壊(大破)棟数	117,800 棟	49,100 棟	28,700 棟
	炎上出火件数	96 件	59 件	51 件
	焼失棟数	7,650 棟	4,780 棟	3,350 棟
人的被害	死者数	5,400 人	2,200 人	800 人
	重傷者数	40,900 人	16,500 人	11,800 人
	避難者数	293,600 人	156,000 人	140,700 人
ﾗｲﾌﾗｲﾝ被害	電力(停電)	147,000 戸	21,000 戸	21,700 戸
	通信(被災加入数)	76,000	16,100	14,100
	都市ｶﾞｽ(供給支障)	687,500 件	199,100 件	189,800 件
	上水道(断水)	520,000 戸	360,000 戸	330,000 戸
	下水道(支線被害)	5,911 件	2,354 件	2,069 件
備考		建物全壊(大破)棟数は家屋の被害		

【震度分布：花折断層】



大阪市(2010)

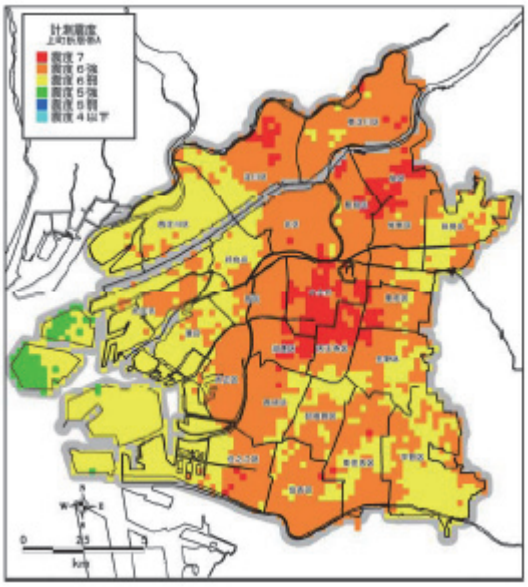
■想定地震

大阪市は，上町断層系，生駒断層系，有馬高槻構造線，中央構造線，東南海・南海地震について被害想定を実施している．

■想定結果

項目			大阪市域への影響が考えられる地震				
			内陸活断層による地震				海溝型(ﾌﾟﾚｰﾄ境界)の地震
			上町断層帯地震	生駒断層帯地震	有馬高槻断層帯地震	中央構造線断層帯地震	東南海・南海地震
地震規模(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ)			7.5～7.8	7.3～7.7	7.3～7.7	7.7～8.1	7.9～8.6
発生確率 注2)			2～3%	0～0.1%	0～0.02%	0～5%	50～70%
震度			5強～7	5弱～6強	5弱～6弱	4～5強	5弱～6弱
建物被害	全壊棟数		166,800	62,800	4,700	700	8,500
		木造	145,700	58,200	4,400	600	8,000
		非木造	21,100	4,600	300	100	500
	半壊棟数		109,900	72,300	9,700	1,700	17,700
		木造	82,200	59,700	8,400	1,400	15,200
		非木造	27,700	12,600	1,300	300	2,500
火災 注3)	炎上出火	1日	325件	81件	4件	0	6件
		1時間	162件	41件	2件	0	3件
	残火災		6件 注4)	0	0	0	0
ライフライン被害	電力	停電率(停電軒数)	約64%(約983千軒)	約7%(約105千軒)	約1%(約10千軒)	約0.1%(約1千軒)	約2%(約26千軒)
		復旧期間	約1週間	約6日	約2日	約1日	約1日
	ガス	ガス供給停止率(供給停止戸数)	約81%(1,195千戸)	約32%(475千戸)	0%(0)	0%(0)	0%(0)
		復旧期間	約2～3ヶ月	約0.5～1.5ヶ月	約0.5～1ヶ月	約2週間	—
	水道	水道断水率(断水人口)	約77%(2,075千人)	約68%(1,906千人)	約20%(628千人)	約4%(123千人)	約13%(386千人)
		復旧期間	約1ヶ月	約1ヶ月	約2週間	約1週間	約1週間
	電話	固定電話不通率(不通加入者数)	約13%(約525千回線)	約2%(約64千回線)	約0.9%(約35千回線)	約0.2%(約9千回線)	0%(0)
		復旧期間	約2週間	約2週間	約2週間	約5日	—
人的被害	死者		8,500人	1,400人	～100人	0	～100人
	負傷者		41,000人	37,800人	6,100人	900人	10,300人
避難所生活者			343,500人	148,300人	16,000人	3,000人	28,300人

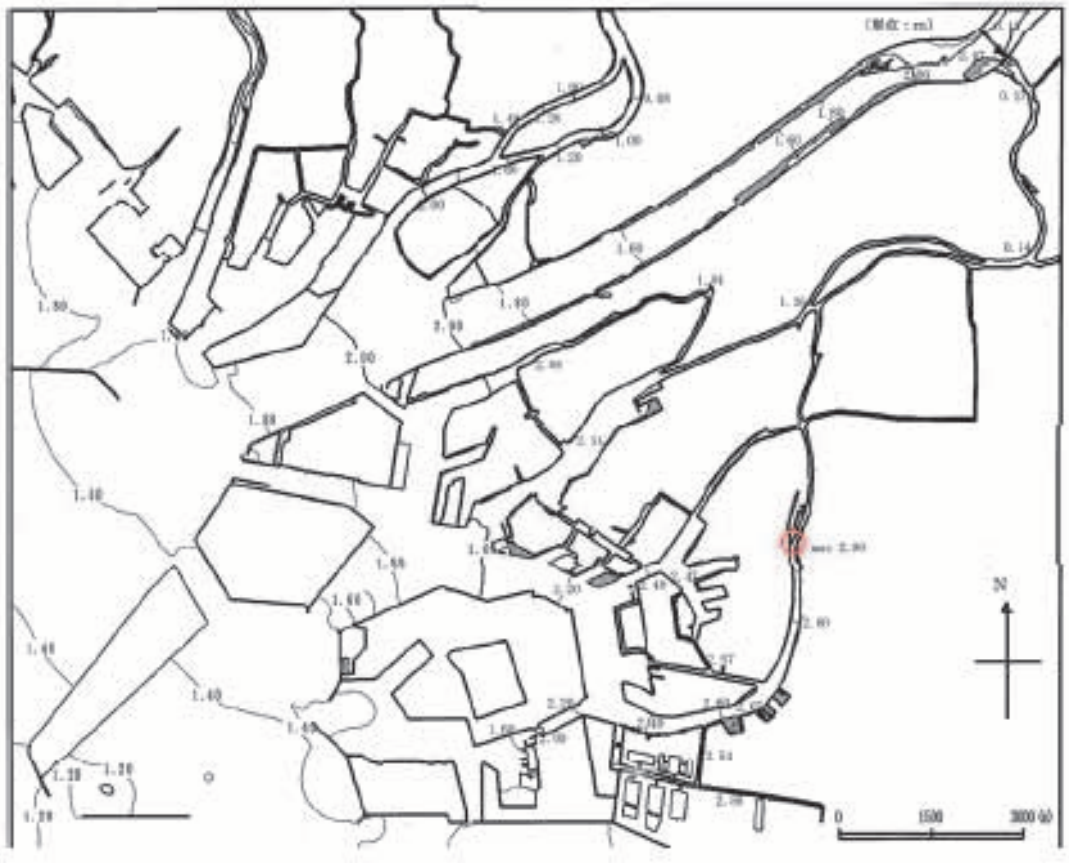
【震度分布：上町断層系】



■想定津波

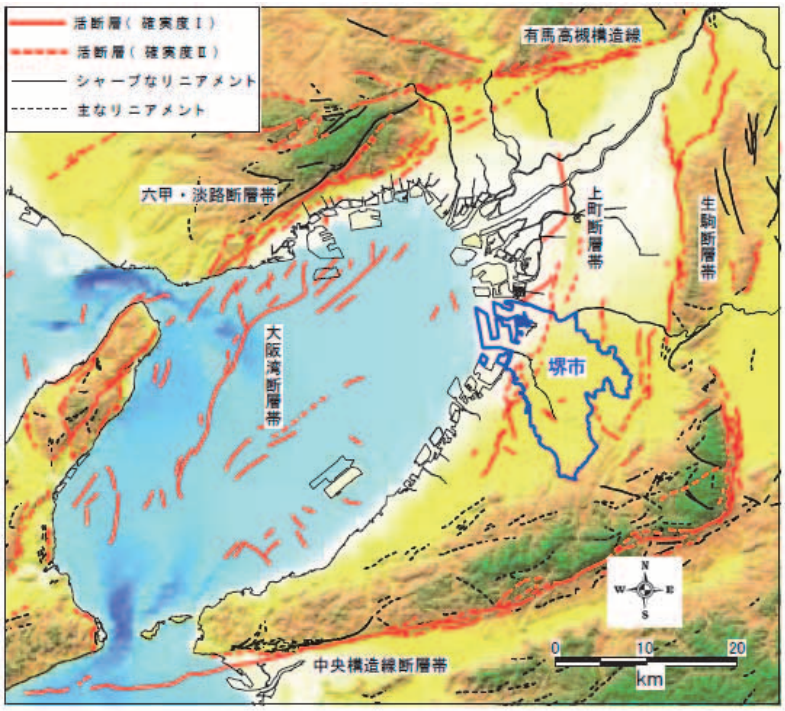
四国沖でマグニチュード 8.6 程度の海溝型地震が発生したと想定し，本市域における津波の水位及び到達時間を予測している．

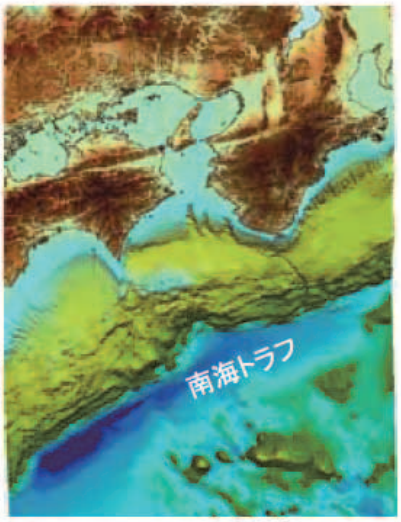
■津波による想定結果



堺市(2009)

■想定地震





想定地震	上町断層帯1	生駒断層帯1	中央構造線断層帯1	東南海・南海地震
ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	－	－	－	8.5
断層長さ(km)	8.0	16.0	44.0	－
断層幅(km)	18.0	18.0	22.0	－
上端深さ	3.0	3.0	3.0	－
走向(°)				－
傾斜(°)	65	60	45	－

○想定地震は，　地形・地質学的に蓋然性が高いケース．

○本編では断層ごとにパラメータを変え，

上町断層地震（4 ケース）

生駒断層帯地震（2 ケース，松原断層

中央構造線断層帯地震（2 ケース）

東南海・南海地震（1 ケース）

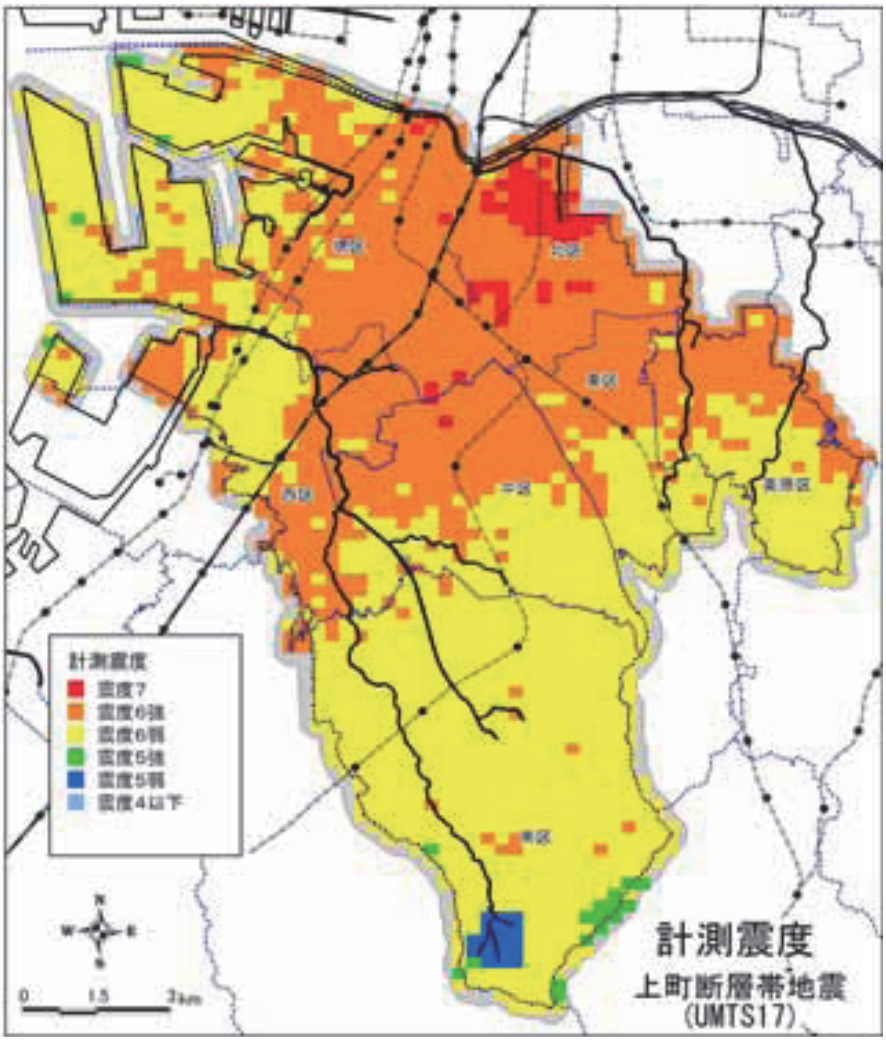
合計 4 断層 10 ケースについてそれぞれ被害想定を行っている．

■想定結果

			上町断層帯１	生駒断層帯１	中央構造線断層帯１	東南海・南海地震
	マグニチュード 震度		7.4～7.8 5弱～7	7.5～7.9 5弱～7	7.7～8.1 5弱～7	7.9～8.6 4～6強
建物被害	全壊棟数	棟	70,929 (71,237)	18,943 (19,213)	6,726 (7,070)	6,004 (6,007)
	木　造	棟	63,916	18,040	6,402	5,638
	非木造	棟	7,013	903	324	366
	半壊棟数	棟	41,415 (42,141)	26,393 (27,033)	11,390 (12,208)	11,022 (11,029)
	木　造	棟	33,751	23,276	10,051	9,672
	非木造	棟	7,664	3,117	1,339	1,350
人的被害	死　者	人	3,017	331	32	26
	負傷者	人	12,812	6,926	2,692	2,870
出火件数（炎上1日）	早朝	件	68	9	2	2
	昼間	件	116	15	4	3
	夕刻	件	159	21	6	5
罹災者		人	420,132	167,665	64,909	57,861
避難所生活者		人	138,643	55,329	21,420	19,094

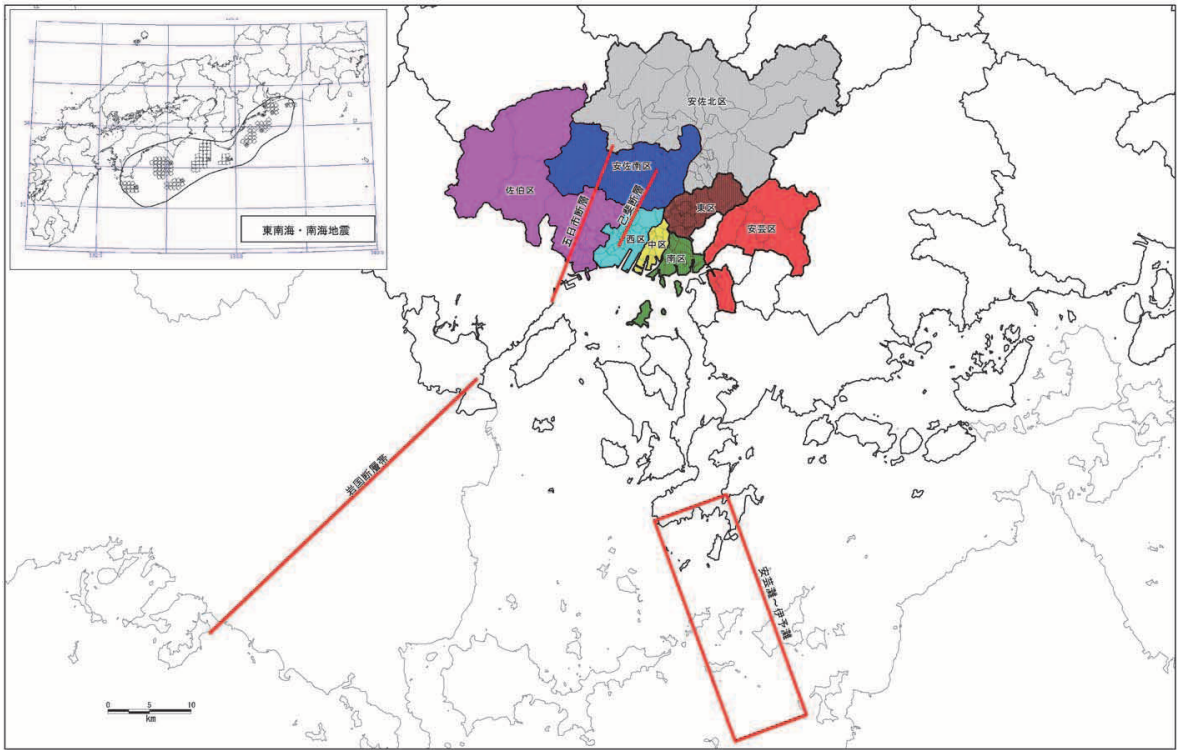
※（　）の値は，盛土造成地における建物被害を加算

【震度分布図：上町断層帯１】



広島市(2008)

■想定地震

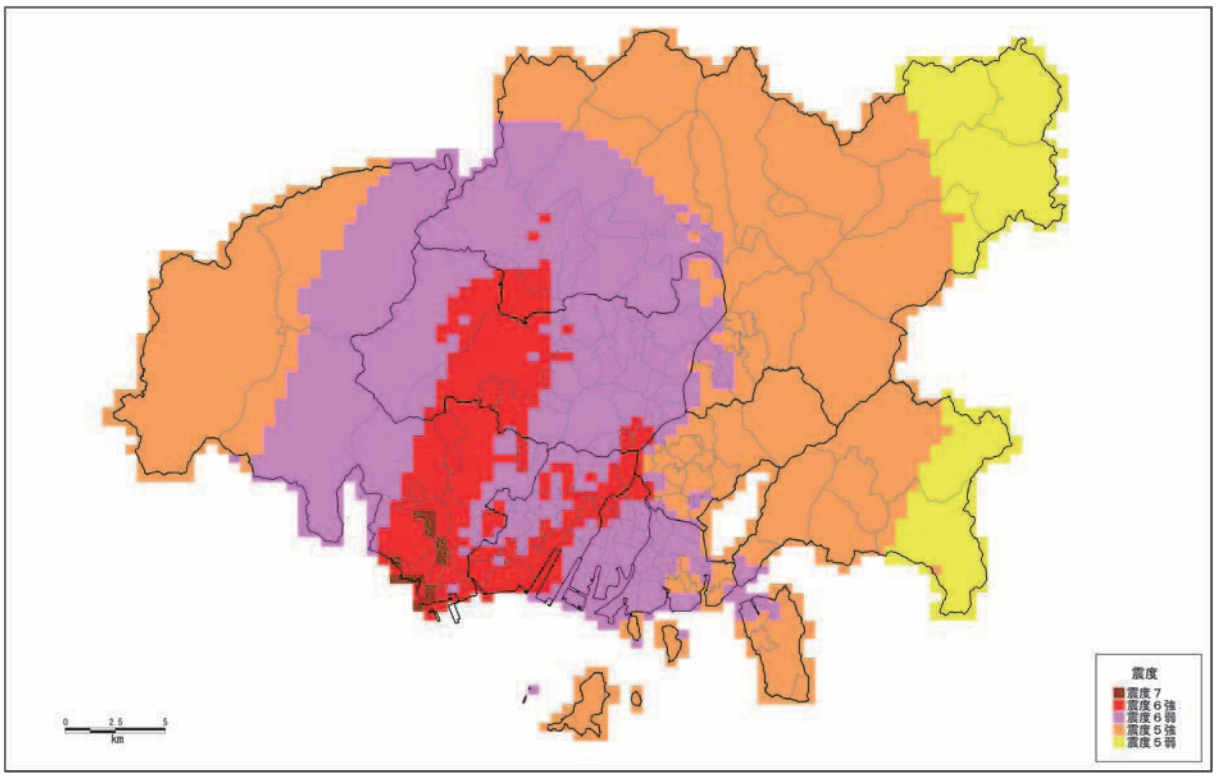


想定地震	東南海・南海地震	己斐断層	五日市断層	岩国断層帯	安芸灘～伊予灘
ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	8.5	6.5	7.0	7.6	7.3
断層長さ(km)	-	10.0	20.0	44.0	28.0
断層幅(km)	-	25.0	25.0	20.0	13.0
上端深さ	-	0.0	0.0	0.0	45.0
走向(°)	-	29	22	49	20
傾斜(°)	-	90	90	90	135
備考	プレート間	地殻内	地殻内	地殻内	プレート内

■想定結果

想定項目		被害量	東南海・南海地震	己斐断層による地震	五日市断層による地震	岩国断層帯による地震	安芸灘～伊予灘の地震
自然現象	地震動	震度分布					
	液状化	液状化危険度分布					
	土砂災害	危険度Aの箇所数	0	251	528	21	6
	津波	津波高さ、浸水深					
建物被害	被害総数	建物被害が最大となる季節・時間帯	冬の夕方18時, 風速15m/s				
		全壊棟数	396	16,581	26,240	5,897	1,553
	揺れ	全壊棟数	0	11,559	17,641	2,581	299
	液状化	全壊棟数	262	3,206	3,517	2,736	965
	土砂災害	全壊棟数	24	946	1,146	310	249
	火災 *	焼失棟数	0	870	3,936	270	40
	津波	全壊棟数	109	0	0	0	0
人的被害	被害総数	死者数が最大となる季節・時間帯	冬の早朝5時 風速15m/s	冬の早朝5時 風速15m/s	冬の夕方18時 風速15m/s	冬の早朝5時 風速15m/s	冬の夕方18時 風速15m/s
		死者数(人)	7	647	1,043	152	43
	建物倒壊 *	死者数(人)	6	572	584	128	16
	屋内収容物移動・転倒 *	死者数(人)	(6)	(26)	(31)	(18)	(13)
	土砂災害 *	死者数(人)	1	73	72	24	15
	火災 *	死者数(人)	0	1	363	0	0
	津波 *	死者数(人)	0	0	0	0	0
	ブロック塀等の倒壊 *	死者数(人)	0	0	24	0	11
	屋外落下物	危険性	非常に低い				
ライフライン施設	上水道	断水人口(人)	2,448	521,436	594,484	367,441	147,803
	下水道	管きょ被害延長(km)	366	830	863	750	648
	電力 *	建物被害が最大となる季節・時間帯	冬の夕方18時, 風速15m/s				
		停電軒数	2,427	227,232	307,413	50,713	16,694
	通信 *	建物被害が最大となる季節・時間帯	冬の夕方18時, 風速15m/s				
		不通回線数	0	3,202	8,459	862	110
	ガス	供給停止件数	0	265,510	259,701	5,921	0

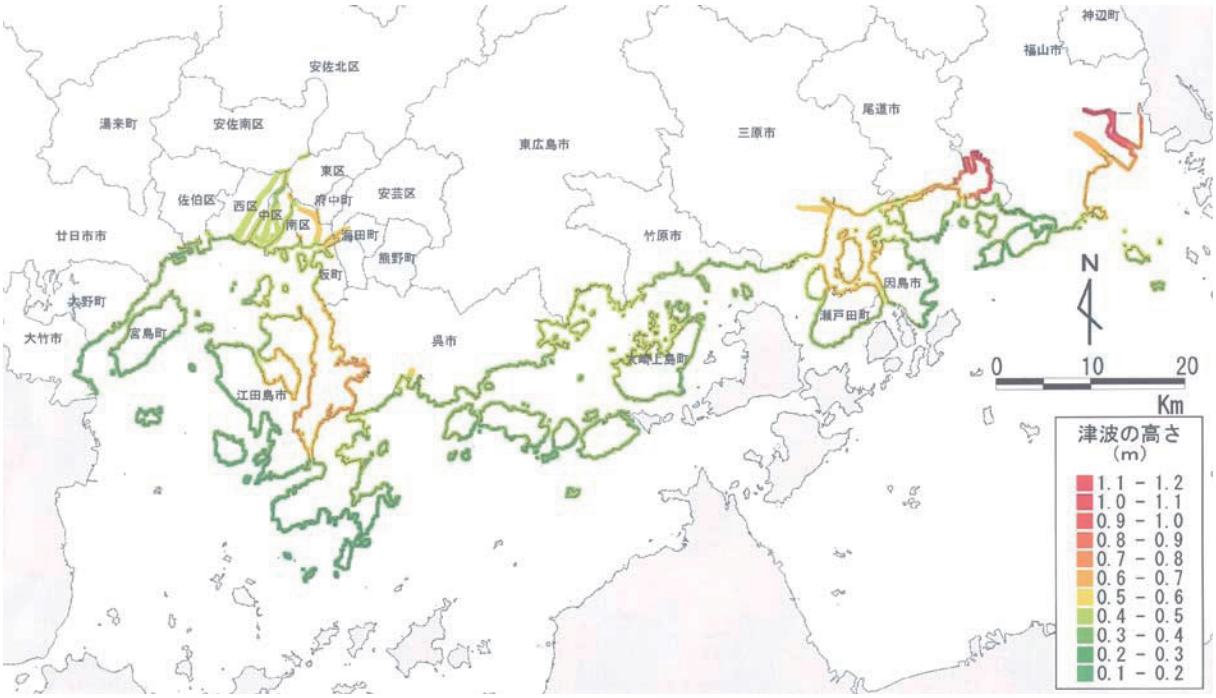
【震度分布：五日市断層による地震】



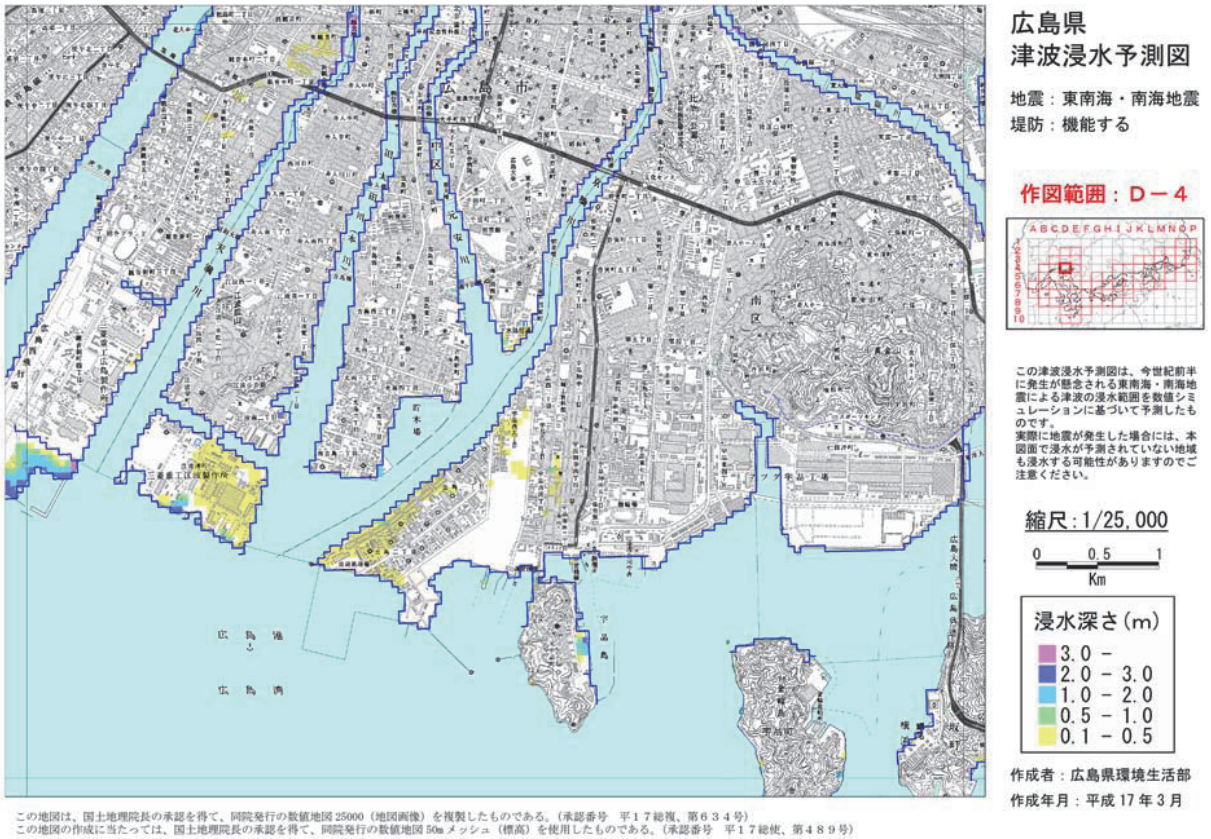
■想定津波

東南海・南海地震により生じる津波が想定されている.

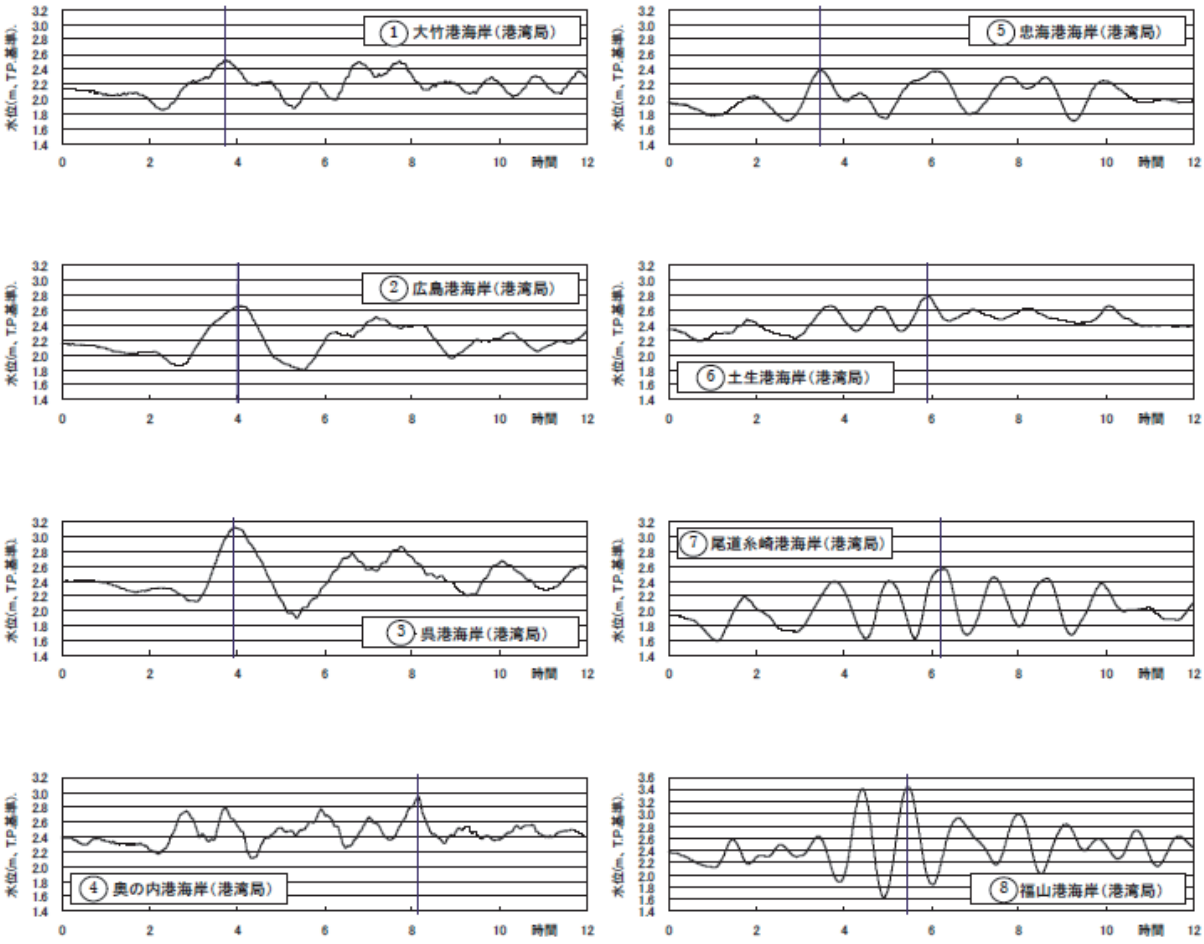
東南海・南海地震における海岸での津波の高さ（堤防が機能する場合）

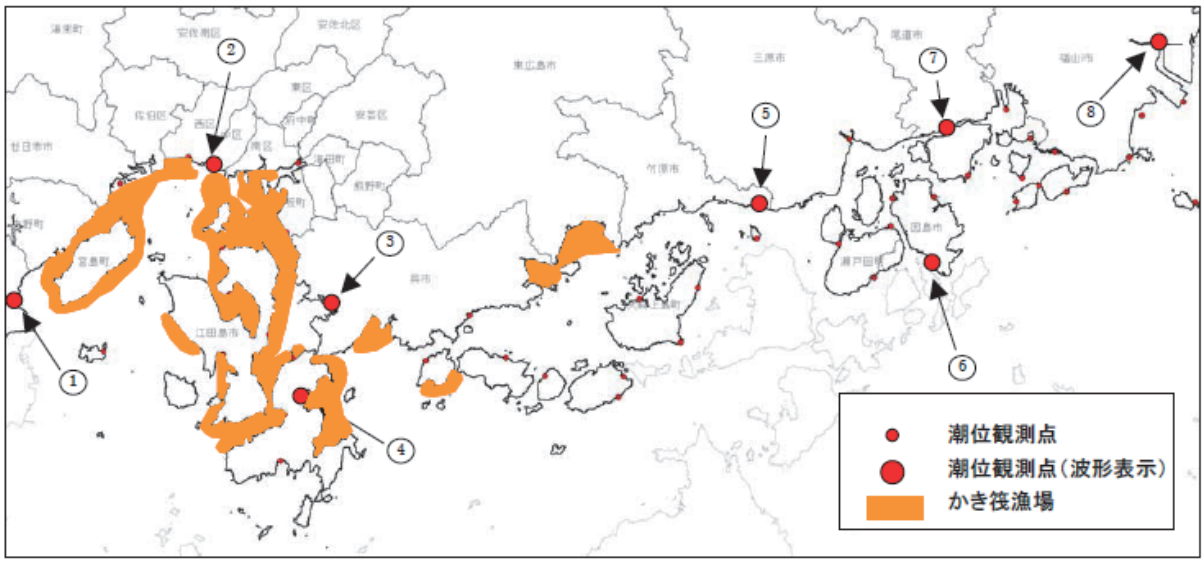


東南海・南海地震における津波浸水予測図（堤防が機能する場合／広島市沿岸部）



各地点の水位時刻歴波形（堤防が機能する場合）





参考文献

【各自治体の地震被害想定調査報告書など】

北海道(2010) 津波シミュレーション及び被害想定調査業務(北海道日本海沿岸)報告書, 平成22年3月
北海道(2012) 太平洋沿岸に係る津波浸水予測図作成業務報告書, 平成24年6月
青森県(1996) 平成7年度青森県地震・津波被害想定調査 概要書, 平成8年3月
青森県(1997) 平成8年度青森県地震・津波被害想定調査 報告書, 平成9年3月
青森県(2012) 津波浸水予測図 解説書, 平成24年10月公表
岩手県(2004) 岩手県地震・津波シミュレーション及び被害想定調査に関する報告書(概要版), 平成16年11月, http://www.pref.iwate.jp/~hp010801/tsunami/yosokuzu/houkokusyo.pdf
岩手県(2011) 岩手県沿岸における津波浸水シミュレーション等の公表について, 平成23年12月
宮城県(1996) 平成7年度宮城県地震被害想定調査業務 報告書, 平成8年3月
宮城県(1997) 平成8年度宮城県地震被害想定調査業務 報告書, 平成9年3月
宮城県(2004) 宮城県地震被害想定調査に関する報告書, 平成16年3月, http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/3higaishin/sanzihigaitop.htm
秋田県(1997) 秋田県地震被害想定調査報告書, 平成9年3月
秋田県(2013) 秋田県地震被害想定調査報告書, 平成25年8月
山形県(1996) 山形県津波災害対策基礎調査報告書, 平成8年2月
山形県(1998) 山形県地震対策基礎調査 調査報告書, 平成10年3月
山形県(2002) 山形盆地断層帯被害想定調査報告書, 平成14年12月
山形県(2006) 山形県地震被害想定調査報告書, 平成18年3月
山形県(2011) 津波浸水予測図, 平成22年3月公表
福島県(1998) 福島県地震・津波被害想定調査－概要版－, 平成10年3月
福島県(2007) 平成18年度津波浸水想定区域図等調査委託報告書（防災体制推進費）報告書, 平成19年5月
茨城県(1995) 南関東直下地震被害想定調査報告書(概要版), 平成7年8月
茨城県(1998) 茨城県地震被害想定調査報告書（第二次）(概要版), 平成10年3月
茨城県(2004) 茨城県地域防災計画(資料編), 平成16年2月
茨城県(2007) 津波被害想定調査(2007)
茨城県(2011) 茨城沿岸津波対策検討委員会の検討結果について, 平成24年8月
栃木県(2004) 地震被害予測・対策予測システム設計(被害想定) 成果報告書, 平成16年
群馬県(1998) 群馬県地震被害想定調査報告書, 平成10年3月
群馬県(2012) 群馬県地震被害想定調査報告書, 平成24年6月
埼玉県(1992) 大規模地震被害想定調査報告書, 平成4年3月
埼玉県(1998) 埼玉県地震被害想定調査報告書, 平成10年3月
埼玉県(2007) 平成19年度埼玉県地震被害想定調査
千葉県(2003) 千葉県地域防災計画(震災編)
千葉県(2008) 平成19年千葉県地震被害想定調査結果報告書, 平成20年3月
千葉県(2012) H23 年度東日本大震災千葉県津波調査業務委託報告書（概要版）, 平成24 年3月
千葉県(2012) 平成23 年度東日本大震災千葉県液状化調査報告書概要, 平成24年3月
東京都防災会議(1985) 多摩地域における地震被害の想定に関する報告書, 昭和60年5月

東京都防災会議(1991) 東京における地震被害の想定に関する調査研究, 平成3年9月
東京都防災会議(1991) 東京における地震被害の想定に関する調査研究(手法・提言編), 平成3年9月
東京都(1997) 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書, 平成9年8月
東京都(1997) 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書(被害想定手法編), 平成9年8月
東京都(2004) 津波浸水予測調査報告書(伊豆諸島), 平成16年6月
東京都(2005) 津波浸水予測調査報告書(小笠原諸島), 平成17年2月
東京都(2006)首都直下地震による東京の被害想定報告書
東京都(2012) 首都直下地震等による東京の被害想定報告書, 東京都防災会議, 平成24年4月
神奈川県(1993) 神奈川県西部地震被害想定調査報告書, 平成5年3月
神奈川県(1993) 神奈川県西部地震被害想定調査－手法編報告書－, 平成5年3月
神奈川県(1999) 神奈川県地震被害想定調査報告書, 平成11年3月,
http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/saigai/chousakekka/soutei.htm
神奈川県(1999) 神奈川県地震被害想定調査報告書－概要版－, 平成11年3月,
http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/saigai/chousakekka/soutei.htm
神奈川県(2009) 神奈川県地震被害想定調査, 平成21年3月
神奈川県(2012) 新たな津波浸水予測図解説書, 神奈川県県土整備局, 平成24年3月
新潟県(1998) 新潟県地震被害想定調査報告書, 平成10年3月
新潟県(1998) 新潟県地震被害想定調査報告書(縮刷版), 平成10年3月
富山県(1998) 地震調査報告書, 平成10年3月
富山県(2001) 地震調査報告書, 平成13年3月
富山県(2011) 富山県地震被害想定等調査業務報告書 平成23年5月
富山県(2012) 富山県津波調査研究業務業務報告書 平成24年3月
石川県(1998) 石川県地震被害想定調査報告書【概要版】, 平成10年3月
石川県(2012) 平成23 年度石川県津波浸水想定調査報告書, 平成24年3月
福井県(1997) 福井県地震被害予測調査報告書, 平成9年3月
福井県(2012) 福井県における津波シミュレーション結果について, 平成24年9月
山梨県(1996) 山梨県地震被害想定調査報告書, 株式会社三菱総合研究所,平成8年3月
山梨県(2005) 山梨県東海地震被害想定調査報告書, 平成17年公開,
http://www.pref.yamanashi.jp/barrier/html/shobo/02123703708.html
長野県(1986) 長野県地震対策基礎調査報告書, 昭和61年3月
長野県(1987) 長野県地震対策基礎調査報告書－被害想定編－, 昭和62年3月
長野県(2002) 長野県地震対策基礎調査 報告書, 平成14年3月
岐阜県(2003) 岐阜県東海地震等被害想定調査 概要報告書, 平成15年7月
岐阜県(2004) 岐阜県東海地震等被害対応シナリオ作成業務 報告書(CD-ROM), 平成16年3月
岐阜県(2004) 岐阜県東海地震等被害対応シナリオ作成業務 報告書(概要版), 平成16年3月
岐阜県(2013) 平成23～24年度岐阜県南海トラフの巨大地震等被害想定調査 概要版
静岡県(1992) 平成3年度静岡県委託調査 第2次地震被害想定調査報告書(ライフライン施設被害の想定), 株式会社 三菱総合研究所, 平成4年3月
静岡県(1993) 第2次地震被害想定結果報告書(案)(人的・物的被害編), 平成5年6月
静岡県(2001) 第3次地震被害想定結果, 平成13年5月,
http://www.e-quakes.pref.shizuoka.jp/data/pref/higai/houkoku/index.html
静岡県(2013) 静岡県第4次地震被害想定調査（第一次報告）, 平成25年6月
愛知県(1993) 愛知県東海地震被害予測調査 地震動・液状化・崖崩れ等ワーキンググループ報告書, 株式会社 三菱総合研究所, 平成5年3月
愛知県(1995) 愛知県東海地震被害予測調査全体報告書, 平成7年3月
愛知県(2003) 愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書 －想定地震に基づく被害想定－, 平成15年3月

三重県(1997) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書, 平成9年3月
三重県(1997) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書 手法編, 平成9年3月
三重県(2005) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書(概要版), 平成17年3月,
http://www.pref.mie.jp/topics/2005050088.htm
三重県(2006) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書, 平成18年3月
三重県(2012) 南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）及び被害想定（第一次報告）について, 平成24年9月
滋賀県(1996) 滋賀県域における直下型地震の被害想定 報告書, 平成8年3月
滋賀県(2004) 第１次 琵琶湖西岸断層帯等による地震被害予測調査－概要－, 平成16年4月,
http://www.pref.shiga.jp/shingikai/bousai/gaiyou05/11.pdf
滋賀県(2005) 琵琶湖西岸断層帯等による地震被害予測調査, 平成17年4月14日,
http://www.pref.shiga.jp/shingikai/bousai/gaiyou06/houkoku1.pdf
滋賀県ホームページ：琵琶湖西岸断層帯等による地震被害予測調査被害予測結果,
http://www.pref.shiga.jp/c/jishin/higai_yosoku/kekka/index.html
京都府(1998) 京都府地震被害想定調査報告書, 平成10年3月
京都府(2008) 京都府地震被害想定調査報告書
大阪府(1997) 大阪府地震被害想定調査報告書, 平成9年3月
大阪府(2007) 大阪府自然災害総合防災対策検討（地震被害想定）報告書, 平成19年3月
大阪府(2013) 南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会　第1回, 平成24年11月
大阪府(2013) 南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会　第2回, 平成25年6月
大阪府(2013) 南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会　第3回, 平成25年8月
兵庫県(1999) 兵庫県地震被害想定調査報告書, 平成11年3月
兵庫県(2000) 平成11年度兵庫県沿岸域における津波被害想定調査 概要報告書, 津波災害研究会, 平成12年3月
兵庫県(2001) 平成12年度兵庫県沿岸域における津波被害想定調査 概要報告書, 津波災害研究会, 平成13年3月
兵庫県(2006) 兵庫県津波被害想定調査業務概要報告書, 平成18年3月
奈良県(2005) 第2次奈良県地震被害想定調査報告書, 平成17年3月,
http://www.pref.nara.jp/syobo/higaisotei/souteityousa.html
和歌山県(2005) 津波浸水予測図･地震動予測, 平成17年公開,
http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/011400/bousai/0505251/soutei16.html
和歌山県(2006) 和歌山県地震被害想定調査報告書(概要版), 平成18年3月
http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/011400/bousai/060113/soutei.html
和歌山県(2013) 平成25年　和歌山県の津波浸水想定について,
鳥取県(2005) 鳥取県地震防災調査研究報告書, 平成17年3月
http://www.pref.tottori.jp/bosaihp/report/quake1703.htm
鳥取県(2012) 鳥取県津波対策検討業務報告書概要, 平成24年3月
島根県(1997) 平成8年度島根県地震被害想定調査業務報告書, 平成9年3月
島根県(2012) 島根県地震被害想定調査報告書, 平成24年6月
岡山県(2003) 岡山県 南海地震に係る被害想定及び液状化想定の再評価・研究等事業 報告書, 特定非営利活動法人 環境振動の評価・予測・対策研究会, 平成15年3月
岡山県(2003) 南海地震等に係る被害想定及び液状化想定の再評価・研究事業(概要版),
http://kikikanri.pref.okayama.jp/gcon/pdf/0430gaiyou-01.pdf
岡山県(2013) 岡山県地震・津波被害想定調査報告書, 岡山県危機管理課, 平成25年7月
広島県(1997) 広島県地震被害想定調査報告書(平成7・8年度調査).
広島県(2007) 広島県地震被害想定調査報告書, 平成19年3月
広島県(2013) 「広島県津波浸水想定図」の作成について, 平成25年5月

山口県防災会議震災対策専門部会(1997) 被害想定報告書.
山口県(2008) 山口県地震被害想定調査報告書, 平成20年3月
山口県(2013) 山口県地震・津波防災対策検討委員会
徳島県(2004) 平成15年度徳島県津波浸水予測調査報告書, 平成16年3月
徳島県(2005) 平成16年度徳島県地震動被害想定調査報告書, 平成17年3月
徳島県(2005) 徳島県地震動被害想定調査 説明資料, 平成17年3月,
http://www.pref.tokushima.jp/Generaladmin.nsf/topics/EAF3C6B858D3FBB049256FF500309331?opendocument
徳島県(2012) 徳島県津波浸水想定の公表について, 平成24年10月
徳島県(2013) 徳島県南海トラフ巨大地震被害想定（第一次）, 平成25年7月
香川県(1995) 香川県地震被害想定調査(その1), 平成7年9月
香川県(1996) 香川県地震被害想定調査(その2), 平成8年3月
香川県(1997) 香川県地震被害想定調査(その3), 平成9年3月
香川県(2005) 香川県南海地震被害想定調査の概要, 平成17年3月,
http://www.pref.kagawa.jp/bosai/tunami/img/higaisoutei.pdf
香川県(2013) 香川県地震・津波被害想定 第一次公表報告書, 香川県危機管理総局危機管理課, 平成25年3月
香川県(2013) 香川県地震・津波被害想定（第二次公表）－想定手法―, 平成25年8月
愛媛県(2002) 愛媛県地震被害想定調査報告書, 平成14年3月
愛媛県(2002) 愛媛県地震被害想定調査 概要版報告書, 平成14年3月,
http://www.pref.ehime.jp/030kenminkankyou/150kikikanri/00004613040329/jisinhigaisoutei.html
愛媛県(2013) 愛媛県地震被害想定調査報告書, 平成25年3月
高知県(2004) 第2次高知県地震対策基礎調査報告書, 平成16年3月,
http://www.pref.kochi.jp/~shoubou/sonaetegood/research/report/repo.html
高知県(2004) 第2次高知県地震対策基礎調査(概要版), 平成16年3月,
http://www.pref.kochi.jp/~shoubou/sonaetegood/research/report/repo.html
高知県(2013) [高知県版第2弾]南海トラフ巨大地震による震度分布・津波浸水予測, 平成24年12月
高知県(2013) 南海トラフ巨大地震による被害想定, 平成25年5月
福岡県(1997) 地震に関する防災アセスメント調査報告書, 平成9年12月
福岡県(2006) 地震に関する防災アセスメント調査報告書, 平成18年12月
福岡県(2012) 地震に関する防災アセスメント調査報告書, 平成24年3月
福岡県(2012) 津波に関する防災アセスメント調査報告書, 平成24年3月
佐賀県(1997) 震災等被害シミュレーション調査 調査報告書, 佐賀大学低平地防災研究センター・株式会社三菱総合研究所, 平成9年3月
佐賀県(2010) 平成21年度佐賀県地震･津波等減災対策調査委託報告書, 平成22年3月
長崎県(1998) 長崎県地震等防災アセスメント調査報告書, 平成10年3月
長崎県(2006) 長崎県地震等防災アセスメント調査報告書, 平成18年3月
長崎県(2012) 海溝型地震津波想定に関する報告, 長崎県地域防災計画見直し検討委員会,平成24年3月
熊本県(1997) 熊本県震災対策指針 普及版, 平成9年3月
熊本県(2004) 平成16年度熊本県地域防災計画(震災対策編)
熊本県(2013) 熊本県地震・津波被害想定調査【被害想定：詳細版】, 平成25年3月
大分県(2007) 大分県地震被害想定調査報告書
大分県(2013) 大分県地震津波被害想定調査報告, 平成25年3月
宮崎県(1997) 宮崎県地震被害想定調査報告書, 平成9年3月,
http://www.pref.miyazaki.lg.jp/bousai/index_library_jishinhokoku.html
宮崎県(2007) 平成18 年度地震減災計画策定に係る地震・津波被害想定調査, 平成19年3月

宮崎県(2013) 県としての新たな「津波浸水想定」の設定について，平成25年2月
鹿児島県(1997) 鹿児島県地震被害予測調査報告書，平成9年3月
鹿児島県(2013) 鹿児島県地震等災害被害予測調査中間報告（災害想定の概要），平成25 年3 月
沖縄県(1997) 沖縄県地震被害想定調査報告書，平成9年3月
沖縄県(2010) 沖縄県地震被害想定調査，平成22年3月
沖縄県(2007) 沖縄県津波・高潮被害想定調査業務委託（沖縄本島沿岸域），平成19年3月
沖縄県(2010) 沖縄県地震被害想定調査報告書(概要版)，平成22年3月
沖縄県(2013) 沖縄県津波被害想定調査業務委託報告書(概要版)，沖縄県土木建築部海岸防災課，平成25年3月
札幌市(1997) 札幌市想定地震被害評価調査報告書，平成9年3月
札幌市(2008) 地震動及び被害の評価事業報告書，平成20年3月
仙台市防災会議(1997) 仙台市防災都市づくり基本計画，平成9年3月
仙台市(2002) 平成14年度仙台市地震被害想定調査報告書，平成14年12月
仙台市(2002) 平成14年度仙台市地震被害想定調査報告書(概要)，平成14年11月，
http://www.city.sendai.jp/syoubou/bousai/pdf/jisin.pdf
さいたま市(2009) さいたま市被害想定調査
千葉市(1996) 平成7年度千葉市直下型地震対策調査報告書，平成8年3月
千葉市(2008) 千葉市地震ハザードマップ作成業務委託報告書,平成20年12月
横浜市(2005) 横浜市地震被害想定調査【暫定版】，平成17年公開，
http://www.city.yokohama.jp/me/bousai/higai-soutei/index.html
横浜市(2012) 横浜市地震被害想定調査報告書，平成24年10月
川崎市(1997) 川崎市地震被害想定調査報告書 近距離地震の追加検討 プレート間地震 立川断層による地震,平成9年3月
川崎市(2010) 川崎市地震被害想定調査報告書，平成22年3月
川崎市(2013) 川崎市地震被害想定調査報告書，平成25年3月
相模原市(2007) 相模原市防災アセスメント調査（概要版），平成19年3月
新潟市(2007) 新潟市防災カルテ
新潟市(2007) 平成18年度防災基礎調査報告書，平成19年3月
大阪市(2010) 大阪市地域防災計画　震災対策編，平成22年3月
名古屋市(1997) 名古屋市地震被害想定調査報告書，平成9年3月
名古屋市(1999) 名古屋市地震被害想定調査報告書修正版，平成11年3月
京都市(1997) 京都市地震被害想定，平成9年6月
京都市(2003) 京都市第3次地震被害想定，平成15年10月公開，
http://www.city.kyoto.jp/shobo/frame_dai3-higaisoutei.html
大阪市(2004) 大阪市地域防災計画 震災対策編，平成16年3月
大阪市(2010) 大阪市地域防災計画　震災対策編，平成22年3月
堺市(2009) 堺市地震災害想定総合調査，平成21年3月
広島市(1997) 広島市大規模地震被害想定調査報告書，平成9年4月
広島市(2008) 広島市地震被害想定調査，平成20年3月

【その他】

各自治体のホームページ（被害想定説明資料，地域防災計画など）
総務省消防庁ホームページ：地域防災計画データベース，http://www.fdma.go.jp/chiikibousai/
内閣府防災担当のホームページ：http://www.bousai.go.jp/
国土交通省(2003) 国土交通省総合技術開発プロジェクト まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発（防災まちづくり総プロ）報告書，平成15年3月，

http://www.nilim.go.jp/lab/jdg/soupuro/0.pdf
損害保険料率算定会(1998) 地震被害想定資料集, 平成10年9月

【各自治体の被害想定における主な参考文献】

各自治体の被害想定における主な参考文献（引用文献）を以下に示す．収集した被害想定報告書などをみると，参考文献が記載されていない場合があるが，該当すると思われる文献が分かる場合はそれを記した．

○ 地震動の予測

■統計的グリーン関数法

中央防災会議(2002) http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/5/s_siryou2.pdf

中央防災会議(2001) 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」

建設省建築研究所・日本建築センター(1991) 設計用入力地震動作成手法技術指針(案)

(独)防災科学技術研究所「基盤強震観測網」ホームページ　http://www.kik.bosai.go.jp/kik/

Boore, D.M.(1983) Stochastic Simulation of High-frequency Ground Motions Based on Seismological Models of the Radiated Spectra, Bull.Seism.Soc.Am., Vol.73, 1865-1894

Brune, J.N.(1970) Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquake, J. Geophys. Res., Vol.75, 4997-5009

Brune, J. N.(1971) Correction, J. Geophys. Res., Vol.76, 4997-5002

Graves, R. W.(1996) Simulating seismic wave propagation in 3D elastic media using staggered-grid finite-differences, Bull. Seism. Soc. Am., 86, 1091-1106

原田隆典・田中剛・田村好文(1995) 震源特性を考慮した地震動のシミュレーションの手法, 土木学会論文集, No.507, Ⅰ-30, 209-217

池浦友則・武村雅之(1987) 不均質すべりを考慮した半経験的地震動評価法―震源スペクトルのスケーリングと高周波地震動, 地震2, 第43巻, 483-492

池田隆明・釜江克宏・川辺秀憲・三輪滋・入倉孝次郎(2003) 経験的グリーン関数法による2000年鳥取県西部地震の強震動シミュレーション－合成結果に及ぼす経験的グリーン関数の影響－, 地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究 第2回シンポジウム論文集, 19-22.

入倉他(1997) 経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良, 日本地震学会講演予稿集, No2, B25

Irikura, K.(1986) Estimation of near-field ground motion using empirical Green's function, Proc. of Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo-Kyoto, JAPAN, 8, 37-42

釜江克宏・入倉孝次郎・福知保長(1990) 地域的な震源スケーリング則を用いた大地震(M7級)のための設計用地震動予測, 日本建築学会構造系論文集, 第416号, 55-70

釜江克宏・入倉孝次郎・福知保長(1991) 地震のスケーリング則に基づいた大地震時の強震動予測－統計的波形合成法による予測－, 日本建築学会構造系論文集, 第430号, 1-9

Kamae, K and K. Irikura(1992) Prediction of site-specific strong ground motion using semi-empirical methods, Proc. 10th WCEE, Vol.2, 801-806

釜田正毅(2000) 震源断層の不均質すべり分布を考慮した統計的地震動評価に関する研究, 東北大学博士論文

源栄正人・岩崎智哉・山内寿明・渡辺哲史(2002) モーダル解析に基づく地震動の非線形地盤増幅特性の簡易推定手法，東北地域災害科学研究，Vol.38，29-34

大野晋・武村雅之・小林義尚(1998) 観測記録から求めた震源近傍における強震動の方向性，第10回日本地震工学シンポジウム論文集，Volume1，133-138

大野晋・高橋克也・源栄正人(2001) カリフォルニア強震記録に基づく水平動・上下動の距離減衰式と日本の内陸地震への適用，日本建築学会構造系論文集，第544号，39-46

大角恒雄・原田隆典・泉谷恭男(1998) 確率論的グリーン関数を用いた強震動の波形合成法とその検証例による震源パラメータの考察，土木学会応用力学論文集，Vol.1，595-606

Pitarka, A.(1993) 3D elastic finite-difference modeling of seismic motion using staggered grids with nonuniform spacing, Bull. Seism. Soc. Am., 86, 54-68

佐藤智美・川瀬博・佐藤俊明(1994) 表層地盤の影響を取り除いた工学的基盤波の統計的スペクトル特性 仙台地域のボアホールで観測された多数の中小地震記録を用いた解析，日本建築学会構造系論文集，第462号，79-89

佐藤智美・川瀬博・佐藤俊明(1994) ボアホール観測記録を用いた表層地盤同定手法による工学的基盤波推定及びその統計的経時特性，日本建築学会構造系論文集，第461号，19-28

柴田明徳(1981) 最新耐震構造解析，森北出版株式会社

高橋克也・武村雅之・藤堂正喜・渡辺孝英・野田静男(1998) 様々な岩盤上での強震動応答スペクトルの予測式，第10回日本地震工学シンポジウム論文集，Vol.1，547-552

Takemura, M. and T. Ikeura(1988) A Semi-empirical Method Using a Hybrid of Stochastic and Deterministic Fault Models, Simulation of Strong Ground Motions During Large Earthquakes, J. Phys. Earth, vol.36, 89-106

武村雅之・池浦友則(1987) 震源の不均質すべりを考慮した半経験的地震動評価，地震2，第40巻，77-88

Takeo, M. and N. Mikami(1987) Inversion of strong motion seismograms for the source process of the Naganoken-seibu earthquake of 1984, Tectonophysics, 144, 271-285

Takeo, M.(1987)An inversion method to analyze the rupture processes of earthquakes using near-field seismograms, Bull. Seism. Soc. Am., 77, 490-513

山本優・源栄正人(2002) アスペリティを有する震源断層に対するランダムな不均質すべりを考慮した統計的波形合成法，日本建築学会技術報告集，第16号，373-378

宮城県(1980) ’78宮城県沖地震災害の教訓＝実態と課題＝

岩手県(2004) 岩手県地震・津波シミュレーション及び被害想定調査に関する報告書(概要版)，平成16年11月，http://www.pref.iwate.jp/~hp010801/tsunami/yosokuzu/houkokusyo.pdf

■その他の手法

中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等

気象庁(1996) 気象庁告示第4号,平成8年2月15日官報,第1831号

国土交通省(2003) まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発(防災まちづくり総プロ)報告書，国土交通省総合技術開発プロジェクト 循環型社会および安全な環境形成のための建築・都市基盤整備技術の開発，平成15年3月

日本道路協会(1990) 道路橋示方書・同解説　Ⅴ耐震設計編

防災科学技術研究所(2003) 糸魚川―静岡構造線断層帯の地震を想定した地震動予測地図作成手法の検討，防災科学技術研究所研究資料 第254号

地震調査研究推進本部(2008) 「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」

安中正・山谷敦・桃林治彦・野沢是幸(1987) 関東および周辺地域の地震観測記録を用いた基盤における最大加速度推定式の検討, 第19回地震工学研究発表会講演概要, 129-132

Annaka, T. and Y. Nozawa(1988) A probabilistic model for seismic hazard estimation in the Kanto district, Proc. 9th World Conf. Earthq. Eng., 2, 107-112

藤本盛久・荏本孝久・笹本治・望月利男(1991) 多重震源モデルを用いた1923年関東大震災の震度分布に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集

福島美光(1993) 地震動強さの距離減衰式(経験式)に関する最近の研究動向, 地震２, 46, .315-328

Fukushima, Y. and T. Tanaka(1990)A new attenuation relation for peak horizontal acceleration of strong earthquake ground motion in Japan, Bull. Seism. Soc. Am., 84, 757-783

Fukushima, Y. and T. Tanaka(1991) A new attenuation relation for peak horizontal acceleration of strong earthquake ground motion in Japan, Shimizu Technical Research Bulletin, 10, 1-11

Graves, R. W.(1996) Simulating seismic wave propagation in 3D elastic media using staggered-grid finite-differences, Bull. Seism. Soc. Am., 86., 1091-1106

Haskell, N. A.(1960) Crustal reflection of plane SH waves, J. Geophys. Res., 65, 4147-4150

Irikura, K.(1986) Estimation of near-field ground motion using empirical Green's function, Proc. of Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo-Kyoto, JAPAN, 8, 37-42

Joyner, W. B. and D. M. Boore(1981) Peak horizontal acceleration and velocity from strong-motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, earthquake, Bull. Seism. Soc. Am., 71, 2011-2038

工藤一嘉ほか(1991) 伊豆半島・足柄平野に於ける地震動スペクトルの実験式, 1991年地震学会春季大会予稿集

Midorikawa, S.(1993) Preliminary analysis for attenuation of peak ground velocity on stiff site, Proceedings of the International Workshop on Strong Motion Data, Vol. 2, 39-48

Midorikawa, S., M. Matsuoka and K. Sakugawa (1994) Site Effects on Strong Motion Records Observed during the 1987 Chiba-ken-toho-oki, Japan Earthquake, Proc. Ninth Japan Earthquake Engineering Symposium, 3, 85-90

翠川三郎(1989) 小地震の加速度包絡形の合成による大地震の最大加速度の推定, 日本建築学会構造系論文報告集, 398

翠川三郎・小林啓美(1979) 地震断層を考慮した地震動スペクトルの推定,日本建築学会論文報告集, 282, 71-81.

翠川三郎・小林啓美(1980) 震源域及びその周辺での地表面最大加速度分布の推定,日本建築学会論文報告集, 290, 83-93

翠川三郎・藤本一雄・村松郁栄(1999) 計測震度と旧気象庁震度および地震動強さの指標との関係,地域安全学会論文集, 1, 51-56

翠川 三郎・大竹 雄(2002) 地震動強さの距離減衰式にみられるバラツキに関する基礎的分析, 日本地震工学会論文集 第３巻, 第１号, 2003

松岡昌志・翠川三郎(1994) 国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング,第22回地盤震動シンポジウム, 日本建築学会

Molas, G. L. and F. Yamazaki(1995) Attenuation of earthquake ground motion in Japan

including deep focus events, Bull. Seism. Soc. Am., 85, 1343-1358

Muramatsu, I. (1996) Expectation of maximum velocity of earthquake motion within 50 years throughout Japan, Sci. Rep. Gifu Univ., 3, 470-481

大野晋・高橋克也(1994) 米国カリフォルニア州強震観測記録を用いた地震動スペクトル評価, 第9回地震工学シンポジウム

Sato, T. and T. Hirasawa(1973) Body wave spectra from propagating shear cracks, J. Phys. Earth, 21, 415-431.

佐藤俊明(2003) ハイブリッド強震動予測手法, 強震動予測 - その基礎と応用 第2回講習会資料, 日本地震学会, 49-79

Schnabel, P. B., J. Lysmer and H. B. Seed(1972) SHAKE a computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites, EERC, 72-12

司宏俊・翠川三郎(1999) 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第523号, 63-70

Shima, E., M. Komiya and K. Tonouchi(1988) Estimation of Strong Ground Motion In the Tokyo Metropolitan Area During The 1923 Great Kanto Earthquake, Proc. 9thWCEE

Somerville, P.(1993) Engineering applications of strong ground motion simulation, Tectonophysics, 218, 195-219

杉戸真太・合田尚義・増田民夫(1994) 周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察, 土木学会論文集, 493, 49-58

Sugito, M. and H. Kameda(1985) Prediction of nonstationary earthquake motion on rock surface, Proc. of Japan Society of Civil Engineers, SE/EE, Vol. 2, No. 2, 149-159

藤本一雄・翠川三郎(2005) 近年の強震記録に基づく地震動強さ指標による計測震度推定法, 地域安全学会論文集, No. 7

童華南・山崎文雄(1996) 地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係, 生産研究, 48

横田崇・稲垣賢亮・増田徹(2005) 数値実験による地盤特性と増幅率の関係, 日本地震学会講演予稿集(2005年度秋季大会)

東京都(2012) 首都直下地震等による東京の被害想定報告書

埼玉県(1992) 大規模地震被害想定調査報告書, 平成4年3月

岡山県(2013) 岡山県地震・津波被害想定調査報告書

札幌市(1997) 札幌市想定地震被害評価調査報告書, 平成9年3月

横浜市(2012) 横浜市地震被害想定調査報告書

川崎市(1988) 川崎市地震被害想定調査報告書.

○液状化危険度の予測

中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等

日本道路協会(1980) 道路橋示方書・同解説 Ⅴ耐震設計編

日本道路協会(1990) 道路橋示方書・同解説 Ⅴ耐震設計編

日本道路協会(1996) 道路橋示方書・同解説 Ⅴ耐震設計編

日本道路協会(2002) 道路橋示方書・同解説 Ⅴ耐震設計編

日本建築学会(1988) 建築基礎構造設計指針

日本建築学会(2001) 建築基礎構造設計指針

石原研而・安田進・原田健二・新川直利(1995) 兵庫県南部地震により液状化した地盤の沈下量と改良工法の関係，土木学会第50回年次学術講演会

岩崎敏男・龍岡文夫・常田賢一・安田進(1980) 地震時地盤液状化程度の予測について,土と基礎,28, 23-29

亀井祐総ら(2002) 東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響，地盤工学会論文報告集， Vol.42， No.4

草野 郁・小川 好・ 関根 淳(2001) 任意震源に対する領域表示による液状化予測法,第26回地震工学研究発表会講演論文集 2001年8月

国生剛治・吉田保夫・長崎清(1984) 密な砂地盤のN値による液状化判定法，第19回土質工学研究発表会講演概要，559-562

龍岡文夫(1981) 土の力学(Ⅲ)圧密・せん断・動的解析，新体系土木工学 18，土木学会 編

時松孝次・吉見吉昭(1983) Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPTN-value and Fines Content，土質工学会論文報告集，Vol.23，No.4

松岡昌志・翠川三郎・若松加寿江(1993) 国土数値情報を利用した広域液状化危険度予測，日本建築学会構造系論文報告集，第452号

安田進・石田栄介・細川直行(2009) 液状化のハザードマップにおける作成方法の現状と問題点，第30回土木学会地震工学研究発表会論文集

秋田県(2013) 秋田県地震被害想定調査報告書

東京都(2012) 首都直下地震等による東京の被害想定報告書

〇地盤崩壊危険性の予測

林野庁(2006) 山腹崩壊危険地区調査実施要領， 山地災害危険地区調査要領，平成 18 年 7 月

日本道路公団試験所(1980) 地震による危険斜面抽出のための調査

日本道路公団試験所(1981) 地震災害の地形・地質的要因分析調査

日本道路協会 道路震災対策委員会(1986) 道路の震災対策に関する調査報告－道路構造物の耐震調査および震災対策工法に関する研究－

損害保険料率算定会(1994) 斜面・急傾斜地の地震時の崩壊被害に関する研究

奥園誠之・羽根田汎美・岩竹喜久麿(1980) 地震による斜面崩壊の実態，土と基礎，28

反町雄三(1978) 地震による斜面被害の実態，土木技術資料，20

田村俊和(1978) 地震により表層滑落型崩壊が発生する範囲について，地理学評論

長橋純男(1994) 斜面都市を対象とした地震危険度評価，第9回日本地震工学シンポジウム，2251-2256

青森県(1996) 平成7年度青森県地震・津波被害想定調査 概要書，平成8年3月

青森県(1997) 平成8年度青森県地震・津波被害想定調査 報告書，平成9年3月

宮城県(1997) 平成8年度宮城県地震被害想定調査業務 報告書，平成9年3月

宮城県(2004) 宮城県地震被害想定調査に関する報告書，平成16年3月

山形県(1998) 山形県地震対策基礎調査 調査報告書，平成10年3月

埼玉県(1982) 埼玉県地震被害想定策定調査報告書，昭和57年3月

埼玉県(1992) 大規模地震被害想定調査報告書，平成4年3月

千葉県(2008) 平成19年千葉県地震被害想定調査結果報告書，平成20年3月

東京都(2006) 首都直下地震による東京の被害想定報告書

東京都(2012) 首都直下地震等による東京の被害想定報告書

神奈川県(2009) 神奈川県地震被害想定調査, 平成21年3月

富山県(2011) 富山県地震被害想定等調査業務報告書 平成23年5月

山梨県(2005) 山梨県東海地震被害想定調査報告書, 平成17年公開

長野県(2002) 長野県地震対策基礎調査 報告書, 平成14年3月

大阪府土木ダム砂防課・大阪府土砂災害危険箇所調査委員会(1997) 大阪府土砂災害危険箇所検討報告書, 平成9年3月

広島県(2007) 広島県地震被害想定調査報告書, 平成19年3月

福岡県(2012) 地震に関する防災アセスメント調査報告書

大分県(2007) 大分県地震被害想定調査報告書

札幌市(2008) 地震動及び被害の評価事業報告書, 平成20年3月

横浜市(2012) 横浜市地震被害想定調査報告書

川崎市(2010) 川崎市地震被害想定調査報告書, 平成22年3月

○津波の予測

科学技術庁研究開発局(1995) 首都圏直下の地震の予知手法の高度化に関する総合研究(第Ⅰ期　平成3～5年度)成果報告書, 平成7年3月

科学技術庁研究開発局(1996) 首都圏直下の地震の予知手法の高度化に関する総合研究(第Ⅱ期　平成6～7年度)成果報告書, 平成8年10月

国土庁・気象庁・消防庁(1997) 津波被害マニュアル

国土交通省水管理・国土保全局海岸室, 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室(2012) 津波浸水想定の設定の手引き, Ver.2.00, 平成24 年10 月

相田勇(1989) 1633年寛永地震津波の数値実験, 地震テクトニクスのモデル化及びM7級内陸地震の予知手法に関する研究報告書, (財)地震予知総合研究振興会

相田勇(1990) 1633年寛永地震津波の数値実験(補選), 地震テクトニクスのモデル化及びM7級内陸地震の予知手法に関する研究報告書, (財)地震予知総合研究会振興会

表俊一郎・相田勇・楢橋秀衛(1986) シミュレーション手法による福岡市, 博多湾周辺の津波予測

後藤智明・小川由信(1982) Leap-frog法を用いた津波の数値計算法, 東北大学土木工学科資料

後藤智明・佐藤一央(1993) 三陸海岸を対象とした津波数値計算システムの開発, 港湾技術研究所報告書, 32

河田恵昭・小池信昭(1996) 津波の伝播・氾濫特性に基づくハザードマップに関する研究, 第43回海岸工学論文集

首藤伸夫(1988) 津波災害の変遷と対策上の問題点, 海岸工学講演会論文集, 35.

小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫(1998)ＧＩＳを利用した津波遡上計算と被害推定法, 海岸高額論文集第45巻, 平成10年11月

Mansinha, L. and D. Smylie(1971) The displacement fields of inclined faults, Bull. Seism. Soc. Am., 61, 1433-1440

秋田県(1997) 秋田県地震被害想定調査報告書, 平成9年3月

佐賀県(2010) 平成21年度佐賀県地震･津波等減災対策調査委託報告書, 平成22年3月

名古屋市(1999) 名古屋市地震被害想定調査報告書修正版, 平成11年3月

○建物被害の予測

中央防災会議(2001) 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」

中央防災会議(2003) 東南海,南海地震等に関する専門調査会「東南海・南海地震に係る被害想定」

中央防災会議(2005) 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」

中央防災会議(2006) 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」

中央防災会議(2008) 東南海,南海地震等に関する専門調査会「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」

中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等

建設省建築研究所第6研究部(1975) 大震時被害及び避難予測パイロットモデルの開発研究, 建築研究資料, 7

建設省建築研究所(1981) 在来軸組工法木造住宅の地震時挙動に関する実大静的繰り返し水平加力試験, 建築研究資料, 28

国土庁(1984) 南関東地域地震被害想定調査, 建築物等に関する調査

国土交通省(2011) 東日本大震災による被災現況調査結果について（第１次報告）, 平成23年8月4日

国土交通省(2011) 東日本大震災の津波被害現況調査結果(第2次報告), 平成23年10月

損害保険料率算定会(1991) 非木造住宅の地震による損壊被害率の予測に関する研究報告書

損害保険料率算定会(1992) 人工地盤における地震被害予測に関する研究, 地震保険調査研究33

損害保険料率算定会(1994) 斜面・急傾斜地の地震時の崩壊被害に関する研究, 地震保険調査研究37

損害保険料率算出機構(2006) 微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法に関する研究, 地震保険研究, No.15

日本建築防災協会(1989) 既存鉄骨建築物の耐震診断基礎改修設計指針解説

天国邦博・望月利男・荏本孝久(1993) 地震被害危険度評価におけるS造建築物の振動被害率予測評価法の検討, 地域安全学会論文報告集, 353-360

岡田成幸・鏡味洋史(1991) 震度による地震被害系統評価のためのバルナラビリティ関数群の構成, 地震２, 44, 93-102

嘉嶋・高田(1996) 文献不明

境有紀・纐纈一起・神野達夫(2002) 建物被害率の予測を目的とした地震動の破壊力指標の提案, 日本建築学会構造系論文集 第555号 85-91, 2002

首藤伸夫(1988) 津波災害の変遷と対策上の問題点, 海岸工学講演会論文集, 35

首藤伸夫(1992) 津波強度と被害, 津波工学研究報告, 第9号, pp.101-136

反町雄三(1978) 地震による斜面被害の実態, 土木技術資料, 20

谷口仁士・飯田汲事(1986) 地震時住家被害予測法定式化への試み－主として,地盤液状化に起因する被害を中心に, 日本建築学会構造系論文報告集, 365, 108-117

長島一郎・宇賀田健・河村壮一・岡田恒男(1989) 地盤と建物の相互作用を考慮した耐震判定指標(その３) 周期補正係数・応答補正係数と判定値, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 263-264

中村(1997) 地震による建物および人的被害の想定に関する研究, 山口大学工学部卒業論文

中埜良昭・岡田恒男(1989) 信頼性理論による鉄筋コンクリート造建築物の耐震安全性に関する研究, 日本建築学会構造系論文報告集, 406, 191-197

林康裕・宮腰淳一(1998) 兵庫県南部地震における被害率曲線. 災害委員会災害インターネットWG第1

回災害部門PD，地震動の特性と建築物の被害－経験と予測－
松島信一・川瀬博(2000) 1995年兵庫県南部地震の複数アスペリティモデルの提案とそれによる強震動シミュレーション，日本建築学会構造系論文集，第534号，33-40
堀江啓・林春男・田中聡・長谷川浩一・牧紀男・沖村孝(2003) 地震による木造建築物の損傷度を反映する被害関数の構築,地域安全学会論文集 No.5 123-132，2003
Miyakoshi，J.，Y. Hayashi，K. Tamura and N. Fukuwa,(1997) Damage Ratio Functions of Building using Damages Data of the 1995 Hyogo-Ken Nanbu Earthquake，Proceedings of the 7th International Conference on the Structural Safety and Reliability，349-354
村尾修・山崎文雄(2000) 自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数，日本建築学会構造系論文集，527，189-196
村尾修・山崎文雄(2002) 震災復興都市づくり特別委員会調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数，日本建築学会構造系論文集，555，185-192
望月利男・荏本孝久(1989) 建築物および付帯施設の被害想定手法，総合都市研究，38，25-50
望月利男・宮野道雄(1977) 建物の被害に対する地盤液状化の寄与度－1964年新潟地震による新潟市の被害と復旧調査から－，日本建築学会論文報告集，257
望月利男・宮野道雄・四戸英雄・田代侃(1980) 仙台市におけるブロック塀の調査報告，総合都市研究，11，39-46
山口直也・山崎文雄(2000) 西宮市の被災度調査に基づく建物被害関数の構築，地域安全学会論文集，no.2，129-138.
秋田県(2013) 秋田県地震被害想定調査報告書
青森県(1997) 平成8年度青森県地震・津波被害想定調査 報告書，平成9年3月
宮城県(2004) 宮城県地震被害想定調査に関する報告書，平成16年3月
秋田県(2013) 秋田県地震被害想定調査報告書，平成25年8月
山形県(2006) 山形県地震被害想定調査報告書，平成18年3月
栃木県(2004) 地震被害予測・対策予測システム設計(被害想定) 成果報告書，平成16年
群馬県(1998) 群馬県地震被害想定調査報告書，平成10年3月
埼玉県(1998) 埼玉県地震被害想定調査報告書，平成10年3月
埼玉県(1992) 大規模地震被害想定調査報告書，平成4年3月
埼玉県(2007) 平成19年度埼玉県地震被害想定調査
千葉県(2008) 平成19年千葉県地震被害想定調査結果報告書，平成20年3月
東京都防災会議(1985) 多摩地域における地震被害の想定に関する報告書
東京都防災会議(1991) 東京における地震被害の想定に関する調査研究，平成3年9月
東京都(1989) 東京における地震被害想定に関する調査研究,建物分科会報告書
東京都(1997) 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，平成9年8月
東京都(2006) 首都直下地震による東京の被害想定報告書
東京都(2012) 首都直下地震等による東京の被害想定報告書
神奈川県(1985) 神奈川県地震被害想定調査報告書(建築物)
神奈川県(1993) 神奈川県西部地震被害想定調査報告書，平成5年3月
富山県(2012) 富山県津波調査研究業務業務報告書 平成24年3月
静岡県(2001) 第3次地震被害想定結果，平成13年5月

愛知県(2003) 愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書 －想定地震に基づく被害想定－, 平成15年3月
三重県(2006) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書, 平成18年3月
大阪府(1997) 大阪府地震被害想定調査報告書, 平成9年3月
大阪府(2007) 大阪府自然災害総合防災対策検討（地震被害想定）報告書, 平成19年3月
鳥取県(2005) 鳥取県地震防災調査研究報告書, 平成17年3月
鳥取県(2012) 鳥取県津波対策検討業務報告書概要, 平成24年3月
島根県(2012) 島根県地震被害想定調査報告書
徳島県(2005) 平成16年度徳島県地震動被害想定調査報告書, 平成17年3月
香川県(2013) 香川県地震・津波被害想定（第二次公表）－想定手法―, 平成25年8月
高知県(2013) 南海トラフ巨大地震による被害想定, 平成25年5月
福岡県(2012) 地震に関する防災アセスメント調査報告書
長崎県(2006) 長崎県地震等防災アセスメント調査報告書, 平成18年3月
札幌市(2008) 地震動及び被害の評価事業報告書, 平成20年3月
仙台市(2002) 平成14年度仙台市地震被害想定調査報告書, 平成14年12月
川崎市(1988) 川崎市地震被害想定調査報告書.
横浜市(2012) 横浜市地震被害想定調査報告書
名古屋市(1999) 名古屋市地震被害想定調査報告書修正版, 平成11年3月

○地震火災による建物被害の予測

■出火

中央防災会議(2001) 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」
中央防災会議(2003) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」
中央防災会議(2005) 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」
中央防災会議(2008) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」
中央防災会議(2006) 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」
中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等
自治省消防庁(1981) 仙台都市圏防災モデル都市建設計画調査報告書(2)－都市における消防防災活動計画策定に関する調査－
国土開発技術センター(1983) 建設省総合技術開発プロジェクト 都市防火対策手法 成果集成版
水野弘之(1976) 地震時の出火件数の予測に関する研究, 日本建築学会論文報告集, 250
東京消防庁(1987) 地震時における地域別の総合出火危険予測と対策, 火災予防審議会答申
東京消防庁(1997) 直下の地震を踏まえた新たな出火要因及び延焼性状の解明と対策, 火災予防審議会答申
東京消防庁(2005) 地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について, 火災予防審議会火災予防審議会答申, 2005.3
東京消防庁(2011) 出火危険度測定（第8回）
神奈川県(1986) 神奈川県地震被害想定調査報告書(火災・危険物等)
神奈川県(1993) 神奈川県西部地震被害想定調査報告書, 平成5年3月

新潟県(1998) 新潟県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

愛知県(1995) 愛知県東海地震被害予測調査全体報告書，平成7年3月

山口県(2008) 山口県地震被害想定調査報告書，平成20年3月

■延焼・焼失建物

中央防災会議(2001) 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」

中央防災会議(2003) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」

中央防災会議(2005) 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」

中央防災会議(2008) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」

中央防災会議(2006) 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」

中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等

自治省消防庁消防研究所(1986) 地震時における消防力運用の最適化システムに関する研究報告書

建設省(1997) 都市防災実務ハンドブック地震防災編，ぎょうせい

国土庁(1984) 南関東地域地震被害想定調査，建築物等に関する調査

国土開発技術研究センター(1983) 建設省総合技術開発プロジェクト 都市防火対策手法 成果集成版

国土交通省(2003) 国土交通省総合技術開発プロジェクト まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発（防災まちづくり総プロ）報告書，平成15年3月，

糸井川栄一(1990) 都市火災における出火・延焼危険評価手法に関する基礎的研究

損害保険料率算出機構(2006) 微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法に関する研究，地震保険研究，No.15

糸井川栄一(1991) 市街地における出火・延焼危険評価手法に関する基礎的研究，東京工業大学博士論文

浜田稔(1951) 火災の延焼速度について，火災の研究，1，日本損害保険協会

浜田稔(1966) 東京都大震火災時に関する研究(１)，東京都防災会議

樋本・田中(2006) 都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発，日本建築学会環境系論文集

関沢ほか(2001) 消防庁消防大学校　消防研究センター　消防力最適運用支援情報システム(詳細文献不明)

宗広ほか(2006) 札幌都市圏のタクシー走行軌跡データ（詳細文献不明）

東京消防庁(1989) 震災時の延焼シミュレーションシステムの関する調査研究

東京消防庁(1997) 直下の地震を踏まえた新たな出火要因及び延焼性状の解明と対策，火災予防審議会答申

東京都消防庁(2001) 東京都第16期火災予防審議会答申：地震火災に関する地域の防災性能評価手法の開発と活用方策

東京消防庁(2005) 地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について，火災予防審議会火災予防審議会答申，2005.3

東京都防災会議(1973) 大震火災の焼失範囲の推計に関する調査研究

秋田県(2013) 秋田県地震被害想定調査報告書，平成25年8月

群馬県(1998) 群馬県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

富山県(2011) 富山県地震被害想定等調査業務報告書 平成23年5月

東京都(1997) 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，平成9年8月
神奈川県(1993) 神奈川県西部地震被害想定調査報告書，平成5年3月
神奈川県(2009) 神奈川県地震被害想定調査，平成21年3月
富山県(2011) 富山県地震被害想定等調査業務報告書 平成23年5月
山梨県(1996) 山梨県地震被害想定調査報告書，株式会社三菱総合研究所,平成8年3月
山梨県(2005) 山梨県東海地震被害想定調査報告書，平成17年公開
静岡県(2001) 第3次地震被害想定結果，平成13年5月
大阪府(1997) 大阪府地震被害想定調査報告書，平成9年3月
高知県(2013) 南海トラフ巨大地震による被害想定，平成25年5月
福岡県(1997) 地震に関する防災アセスメント調査報告書，平成9年12月
宮崎県(1997) 宮崎県地震被害想定調査報告書，平成9年3月，
横浜市(2012) 横浜市地震被害想定調査報告書，平成24年10月
川崎市(1997) 川崎市地震被害想定調査報告書 近距離地震の追加検討 プレート間地震 立川断層による地震,平成9年3月
川崎市(2013) 川崎市地震被害想定調査報告書，平成25年3月

〇人的被害の予測

中央防災会議(2001) 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」
中央防災会議(2003) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」
中央防災会議(2005) 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」
中央防災会議(2008) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」
中央防災会議(2006) 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定」
中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等
内閣府・消防庁・気象庁(2011) 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会「津波避難等に関する調査結果」
国土交通省(2012) 「津波避難を想定した避難路、避難施設の配置及び避難誘導について」，平成24年4月
国土庁(1997) 地震被害想定支援マニュアル
文部科学省防災科学研究所(2007) 「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」平成18年度 成果報告書 Ⅲ-2 大都市特性を反映する先天的な災害シミュレーション技術の開発
総務省統計局「浸水範囲概況にかかる人口・世帯数(平成22 年国勢調査人口集計結果による)」
損害保険料率算出機構(2009) 家財の地震被害予測手法に関する研究（その２）実被害に基づく家財の地震被害関数の構築
NHK放送文化研究所(1996) データブック国民生活時間調査1995
池田浩敬・中林一樹(1996) 震災時の建物被害と人的被害の関連分析，地域安全学会論文報告集，163-166
近江隆(1980) 被害時の人間行動 1978年宮城県沖地震における住民等の対応及び被害の調査研究，宮城県沖地震震害調査研究会
太田裕・後藤典俊(1985) 地震時の死者の発生に関する統計整理，世帯を基本とする総合安全性診断シ

ステムの開発，昭和59年度科学研究費補助［試験(１)］研究成果報告書

太田裕・後藤典俊・大橋ひとみ(1983) 地震時の死者発生数予測に関する実験式の一構成，地震2，36，463-466

太田裕(2004) 地震に伴う人間被害の発生危険とその低減に関する基礎的研究，東濃地震科学研究所報告，Seq.No.19，pp.99-154

岡田成幸，鏡味洋史(1991) 震度による地震被害系統評価のためのバルナラビリティ関数群の構成，地震2，第44 巻，93-108

河田恵昭・林春男・古市秀徳(1996) 大都市の地震災害による人的被害予測に関する研究，平成8年度関西支部年次学術講演会講演概要

越村俊一・行谷佑一・柳澤英明(2009) 津波被害関数の構築，土木学会論文集Ｂ，vol.65，No.4

佐藤博臣，栗岡均，佐藤寛(2005) 住宅の家具配置実態と初期火災拡大危険評価モデル，日本建築学会環境系論文集，第595 号，pp.1-8

塩野計司・小坂俊吉(1989) 地震による死者・負傷者の予測，総合都市研究，38，113-127

志賀敏男，渋谷純一，湯田善郎(1989) 高層住宅における居住空間の耐震化に関する研究 その4. 主要家具の転倒率と負傷者の発生率，東北地域災害研究，第25 巻，pp.71-74

Taniguchi，H.(1989) A study on earthquake risk assessment and mitigation，北海道大学工学部学位論文

古市秀徳・河田恵昭・林春男・田中聡(1996) 地震時の列車事故に起因する人的被害予測に関する研究，地域安全学会論文報告集，6，464-468

翠川三郎，佐伯琢磨(1995) オフィスビル群における地震時の室内負傷者発生予測，日本建築学会構造系論文集，第476 号，pp.49-56

宮野道雄・呂恒倹(1992) 既往の災害調査に基づく地震時の人的被害に関する検討，地域安全学会論文報告集

宮野道雄・村上ひとみ・西村明儒・村上雅英(1996) 1995年兵庫県南部地震による人的被害 その5神戸市東灘区における人命救助活動に関する聞き取り調査，日本建築学会学術講演梗概集

室崎益輝・流郷博史(1996) 阪神淡路大震災における市民の初期対応行動に関する研究，地域安全学会論文報告集(6),pp.205-212

村上ひとみ(1996) 1995年阪神・淡路大震災における構造物倒壊と人的被害の要因分析，「平成7年兵庫県南部地震の被害調査に基づいた実証的分析による被害の検証」報告書(文部省科学研究費 総合研究A研究代表者 藤原悌三)

望月利男・宮野道雄・松田磐余(1982) 比較的最近の地震による人的被害の実態，総合都市研究，17，77-84

諸井・武村 (2004) 関東大震災における「火災による死者の増加傾向」に係る推定式（文献詳細不明）

呂恒倹・宮野道雄(1995) 地震時の人的被害と地震加速度の関係に関する検討，自然災害科学，14，161-170

宮城県(2004) 宮城県地震被害想定調査に関する報告書，平成16年3月

山形県(2006) 山形県地震被害想定調査報告書，平成18年3月

埼玉県(1982) 埼玉県地震被害想定策定調査報告書

埼玉県(1992) 大規模地震被害想定調査報告書，平成4年3月

埼玉県(1998) 埼玉県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

東京都防災会議(1985) 多摩地域における地震被害の想定に関する報告書

東京都防災会議(1991) 東京における地震被害の想定に関する調査研究, 平成3年9月
東京都(1997) 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書, 平成9年8月
東京都(2006) 首都直下地震による東京の被害想定報告書
東京消防庁火災予防審議会(1999) 地震発生時における人命危険要因の解明と対策
神奈川県(1986) 神奈川県地震被害想定調査(総合)
神奈川県(2009) 神奈川県地震被害想定調査, 平成21年3月
静岡県防災会議(1984) 静岡県地域防災計画
静岡県(2001) 第3次地震被害想定結果, 平成13年5月
三重県(2006) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書, 平成18年3月東京都防災会議(1978) 東京都区部における地震被害の想定に関する報告書
大阪府(1997) 大阪府地震被害想定調査報告書, 平成9年3月
大阪府(2007) 大阪府自然災害総合防災対策検討（地震被害想定）報告書, 平成19年3月
岡山県(2013) 岡山県地震・津波被害想定調査, 平成25年7月
香川県(2013) 香川県地震・津波被害想定（第二次公表）－想定手法―, 平成25年8月
高知県(2013) 南海トラフ巨大地震による被害想定, 平成25年5月
福岡県(2006) 地震に関する防災アセスメント調査報告書, 平成18年12月
札幌市(2008) 地震動及び被害の評価事業報告書, 平成20年3月
さいたま市(2009) さいたま市被害想定調査
川崎市(2013) 川崎市地震被害想定調査報告書
名古屋市(1999) 名古屋市地震被害想定調査報告書修正版, 平成11年3月

○ライフライン被害の予測

中央防災会議(2001) 東海地震対策専門調査会「東海地震に係る被害想定」
中央防災会議(2003) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「東南海・南海地震に係る被害想定」
中央防災会議(2005) 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」
中央防災会議(2008) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」
中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等
文部科学省(2012) 首都直下地震防災・減災プロジェクト, ③広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究, 平成23年度成果報告書, ライフライン施設被害の相関性と復旧過程の実態解明
国土交通省(2006) 大規模地震による下水道被害想定検討委員会, 都市・地域整備局下水道都下水道企画課
土木研究所(1985) 1983年日本海中部地震災害調査報告, 土木研究所報告 第165号
損害保険料率算出機構(2001) 地震による死傷者数および負傷に対する治療費用の評価方法, RISK, No.62, pp11-27
ガス地震対策検討会(1996) ガス地震対策検討会報告書
日本ガス協会(1997) 「地震時ガス導管復旧作業の手引き」
阪神・淡路大震災ＬＰガス復興本部兵庫県プロパンガス協会(1995)NEVER GIVE UP PARTⅡ阪神・淡路大震災ＬＰガスの活躍
日本水道協会(1996) 一九九五年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析

川上英二(1996 a) 道路交通システムの形状と連結確率との関係，第1回都市直下地震災害総合シンポジウム，169-172

川上英二(1996 b) 10kmに１カ所以上の被害が,上水道の機能を左右する，土木学会誌，81，42-43

川崎市(1988) 川崎市地震被害想定調査報告書

久保慶三郎・片山恒雄(1975) 地下埋設管の被害予測,川崎市の震災予防に関する報告書,川崎市防災会議地震専門部会

高坂政道ら(1998) 都市ガス導管の地震被害推定システム，第10回日本地震工学シンポジウム論文集

庄司学、高橋大、築地拓哉、那波悟志(2012) 2011 年東北地方太平洋沖地震における1 都5 県の停電分析

高田至郎・藤原正弘・宮島昌克・鈴木泰博・依田幹雄・戸島敏雄(2001) 直下型地震災害特性に基づく寒露被害予測手法の研究，水道協会雑誌，第70巻，第3号(第798号)，21-37

丸山喜久・山崎文雄(2009) 近年の地震データを考慮したマクロな配水管被害予測式

高田至郎・宮島昌克(1997) 水道配水管の被害予測手法について，(財)災害科学研究所

Nagata S.,Kageyama K.,Yamamoto K.(2008) An Emergency Restoration Model for Water Supply Network Damage due to Earthquakes, Journal of Disaster Research vlo.3,No.6

永田ら(2010) 大規模地震による下水道被害想定検討委員会における評価モデル

能島暢呂・杉戸真太・鈴木康夫・石川 裕・奥村俊彦(2003) 震度情報に基づく供給系ライフラインの地震時機能リスクの二段階評価モデル、土木学会論文集、No.724/I-62、pp.225-238

能島 暢呂・加藤 宏紀(2012) 供給系ライフラインの地震時機能評価モデルの検証 －東日本大震災の被災事例に基づく－、地域安全学会論文集、No.18、pp.1-11

関沢・座間・細川・畑山・新井場・久保田・鄭・遠藤(2003) 3.2.9地方自治体の災害対策本部における応急対応支援システムの開発，大都市大震災軽減化特別プロジェクトH14年度成果報告書_Ⅳ　耐震研究の地震防災への反映，平成15年5月

室崎益輝・流郷博史(1996) 阪神淡路大震災における市民の初期対応行動に関する研究，1996年地域安全学会論文報告集

青森県(1997) 平成8年度青森県地震・津波被害想定調査 報告書，平成9年3月

秋田県(1997) 秋田県地震被害想定調査報告書，平成9年3月

秋田県(2013) 秋田県地震被害想定調査報告書

山形県(2006) 山形県地震被害想定調査報告書，平成18年3月

群馬県(2012) 群馬県地震被害想定調査報告書，平成24年6月

埼玉県(1998) 埼玉県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

埼玉県(2007) 平成19年度埼玉県地震被害想定調査

千葉県(2008) 平成19年千葉県地震被害想定調査結果報告書，平成20年3月

東京消防庁(1987) 地震時における地域別の総合出火危険予測と対策，火災予防審議会答申

東京都防災会議(1991) 東京における地震被害の想定に関する調査研究，平成3年9月

東京都(1997) 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，平成9年8月

東京都(2006) 首都直下地震による東京の被害想定報告書

神奈川県(1986) 神奈川県地震被害想定調査報告書(ライフライン)

神奈川県(1993) 神奈川県西部地震被害想定調査報告書，平成5年3月

神奈川県(2009) 神奈川県地震被害想定調査，平成21年3月

新潟県(1998) 新潟県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

愛知県(2003) 愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書 －想定地震に基づく被害想定－, 平成15年3月

三重県(2006) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書, 平成18年3月東京都防災会議(1978) 東京都区部における地震被害の想定に関する報告書

大阪府(2007) 大阪府自然災害総合防災対策検討（地震被害想定）報告書, 平成19年3月

島根県(2012) 島根県地震被害想定調査報告書

岡山県(2013) 岡山県地震・津波被害想定調査, 平成25年7月

広島県(1997) 広島県地震被害想定調査報告書(平成7・8年度調査)

広島県(2007) 広島県地震被害想定調査報告書, 平成19年3月

山口県(2008) 山口県地震被害想定調査報告書, 平成20年3月

徳島県(2005) 平成16年度徳島県地震動被害想定調査報告書, 平成17年3月

香川県(2013) 香川県地震・津波被害想定（第二次公表）－想定手法―, 平成25年8月

高知県(2013) 南海トラフ巨大地震による被害想定

福岡県(2006) 地震に関する防災アセスメント調査報告書, 平成18年12月

福岡県(1997) 地震に関する防災アセスメント調査報告書, 平成9年12月

熊本県(2013) 熊本県地震・津波被害想定調査【被害想定：詳細版】

大分県(2013) 大分県地震津波被害想定調査報告

札幌市(2008) 地震動及び被害の評価事業報告書, 平成20年3月

仙台市(2002) 平成14年度仙台市地震被害想定調査報告書, 平成14年12月

川崎市(1997) 川崎市地震被害想定調査報告書 近距離地震の追加検討 プレート間地震 立川断層による地震,平成9年3月

川崎市(2013) 川崎市地震被害想定調査報告書

名古屋市(1997) 名古屋市地震被害想定調査報告書, 平成9年3月

○交通・輸送施設被害の予測

中央防災会議(2005) 首都直下地震対策専門調査会「首都直下地震に係る被害想定」

中央防災会議(2008) 東南海,南海地震等に関する専門調査会 「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定」

中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等

日本道路協会(1988) 道路震災対策便覧 震災対策編

日本道路協会(1990) 道路橋示方書・同解説. Ⅴ耐震設計編

日本道路協会 道路震災対策委員会(1986) 道路の震災対策に関する調査報告－道路構造物の耐震調査および震災対策工法に関する研究－

家田ら(1997) 阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響, 土木学会論文集 No.576/Ⅳ-37, 69-82, 1997,10

一井ら(1999) 重量式岸壁の地震時残留変形量の簡易評価,第25回地震工学研究発表会後援論文集

koji ICHII(2004) FRAGILITY CURVE FOR GRAVITY-TYPE QUAY WALLS BASED ON EFFECTIVE STRESS ANALYSIS, 13TH WCEE, 2004

上部達生(1983) 地震被災事例に基づく重力式および矢板式係船岸の被災変形量と被害額の推定, 港湾技研資料, 473

上部達生(1986) 重力式係船岸の地震被災量に関する研究, 港湾技研資料, No. 548

日下部毅明・谷屋秀一・吉澤勇一郎（2004）道路施設に対する地震の防災投資効果に関する研究、国土技術政策総合研究所資料 第160 号

日高和利・中村豊・渡辺保宣(1995) 鉄道被害地震と鉄道構造物に対する被害限界，第23回地盤工学研究発表会講演概要, 土木学会耐震工学委員会，739-742

青森県(1997) 平成8年度青森県地震・津波被害想定調査 報告書，平成9年3月

宮城県(2004) 宮城県地震被害想定調査に関する報告書，平成16年3月

秋田県(1997) 秋田県地震被害想定調査報告書，平成9年3月

山形県(2006) 山形県地震被害想定調査報告書，平成18年3月

茨城県(1995) 南関東直下地震被害想定調査報告書(概要版)，平成7年8月

茨城県(1998) 茨城県地震被害想定調査報告書（第二次）(概要版)，平成10年3月

栃木県(2004) 地震被害予測・対策予測システム設計(被害想定) 成果報告書，平成16年

群馬県(1998) 群馬県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

埼玉県(1982) 埼玉県地震被害想定策定調査報告書

埼玉県(1998) 埼玉県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

埼玉県(2007) 平成19年度埼玉県地震被害想定調査

東京都防災会議(1978) 東京都区部における地震被害の想定に関する報告書

東京都(1997) 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，平成9年8月

東京都(2006) 首都直下地震による東京の被害想定報告書

神奈川県(1986) 神奈川県地震被害想定調査報告書(道路・橋梁等)

神奈川県(2009) 神奈川県地震被害想定調査，平成21年3月

新潟県(1998) 新潟県地震被害想定調査報告書，平成10年3月

福井県(1997) 福井県地震被害予測調査報告書，平成9年3月

静岡県(2001) 第3次地震被害想定結果，平成13年5月

愛知県(2003) 愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書 －想定地震に基づく被害想定－，平成15年3月

三重県(1997) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書 手法編，平成9年3月

三重県(2006) 三重県地域防災計画被害想定調査報告書，平成18年3月東京都防災会議(1978) 東京都区部における地震被害の想定に関する報告書

大阪府(2007) 大阪府自然災害総合防災対策検討（地震被害想定）報告書，平成19年3月

奈良県(2005) 第2次奈良県地震被害想定調査報告書，平成17年3月

和歌山県(2006) 和歌山県地震被害想定調査報告書(概要版)，平成18年3月

鳥取県(2005) 鳥取県地震防災調査研究報告書，平成17年3月

広島県(1997) 広島県地震被害想定調査報告書(平成7・8年度調査)

広島県(2007) 広島県地震被害想定調査報告書，平成19年3月

山口県(2008) 山口県地震被害想定調査報告書，平成20年3月

徳島県(2005) 徳島県地震動被害想定調査 説明資料，平成17年3月

高知県(2013) 南海トラフ巨大地震による被害想定

大分県(2007) 大分県地震被害想定調査報告書

宮崎県(1997) 宮崎県地震被害想定調査報告書，平成9年3月，

札幌市(2008) 地震動及び被害の評価事業報告書，平成20年3月

新潟市(2007) 平成18年度防災基礎調査報告書, 平成19年3月
広島市(2008) 広島市地震被害想定調査, 平成20年3月

〇土木構造物被害の予測

建設省河川局(1978) 河川・海岸施設の耐震性調査要領
建設省河川局(1995) 河川堤防耐震点検マニュアル
青森県(1997) 平成8年度青森県地震・津波被害想定調査 報告書
青森県(1996) 平成7年度青森県地震・津波被害想定調査 概要書
秋田県(1997) 秋田県地震被害想定調査報告書, 平成9年3月
埼玉県(1992) 大規模地震被害想定調査報告書, 平成4年3月
埼玉県(1998) 埼玉県地震被害想定調査報告書
千葉県(2008) 平成19年千葉県地震被害想定調査結果報告書
山梨県(2005) 山梨県東海地震被害想定調査報告書, 平成17年公開
広島県(2007) 広島県地震被害想定調査報告書
新潟市(2007) 平成18年度防災基礎調査報告書, 平成19年3月
名古屋市(1997) 名古屋市地震被害想定調査報告書

〇その他

中央防災会議(2013) 南海トラフ巨大地震モデル検討会等
環境省「震災廃棄物処理指針」
環境省 (2006) 産業廃棄物管理票に関する報告書及び電子マニフェストの普及について (通知)
『(別添２) 産業廃棄物の体積から重量への換算係数 (参考値)』
一般社団法人廃棄物資源循環学会「津波堆積物処理指針 (案)」

国・自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査（平成 25 年度調査）

平成２６年（２０１４年）５月発行

発行　損害保険料率算出機構（損保料率機構）

〒163-1029　東京都新宿区西新宿3-7-1
新宿パークタワー　29階 N棟
TEL　03-6758-1300（代表）
URL　http://www.giroj.or.jp/