

立地条件による地震保険の リスク区分設定に関する研究

(自然科学面の課題に関する専門家ヒアリング調査)

2017年3月

損害保険料率算出機構

はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震の後、首都直下地震や南海トラフの巨大地震等の発生に対する懸念を背景とし、地震保険制度の強靱性や商品性等に関する検討を行うため、2012年4月に財務省に「地震保険制度に関するプロジェクトチーム」が設置された。

立地割増・立地割引制度については、地震保険制度のリスクコントロール機能の向上を図るべく、「地盤特性による揺れや液状化のリスク、沿岸部における津波のリスクといった立地におけるリスクの相違を現在よりももっと保険料率に反映させるべきか」という観点から、地震保険の商品性に関する課題の一つとして、このプロジェクトチームで検討が行われたが、2012年11月にまとめられた同プロジェクトチームの報告書では、今後、引き続き議論していく必要があると整理され、また、その後に開催された同プロジェクトチームのフォローアップ会合の「議論のとりまとめ」（2015年9月）においても、依然、残された課題とされている。

本報告書は、今後の本件課題に関する検討に資することを目的として、特に「立地による料率格差について保険契約者の納得感が得られるまでにリスク算出の信頼性を高めることができるか」というリスク算出に関する自然科学面での課題について、液状化や津波、地震火災を含めた地震工学の専門家を対象にその知見に関するヒアリング調査を行った結果を取りまとめたものである。

本報告書が防災や保険等の災害にかかる分野において有益な資料となれば幸いである。

2017年3月

損害保険料率算出機構

目次

第1章 本研究の概要	1-1
1.1. 背景・目的	1-1
1.2. 専門家へのヒアリング調査の経過および成果	1-2
1.3. 本報告書の構成	1-3
第2章 専門家へのヒアリング調査	2-1
2.1. ヒアリング調査の内容・方法	2-1
(1) ヒアリング調査の目的	2-1
(2) 対象とする被害形態	2-1
(3) ヒアリング調査の対象者	2-1
(4) ヒアリング調査の手順	2-2
(5) ヒアリング調査の前提	2-3
(6) ヒアリング結果の整理方法	2-4
2.2. ヒアリング調査の結果概要	2-7
(1) 被害形態間共通の意見	2-7
(2) 被害形態ごとの意見	2-9
第3章 揺れに関するヒアリング調査	3-1
3.1. 揺れによる被害に影響する立地条件	3-1
3.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標	3-2
(1) 地形分類	3-3
(2) 最大速度増幅率/AVS30	3-12
3.3. 理想的な指標	3-16
3.4. 指標等に関する専門家の意見一覧	3-20
参考1：地盤データ整備に関する国の取組み	3-29
参考2：米国カリフォルニア州の地震ハザードマッピングに関する法律	3-30
参考3：米国カリフォルニア州の活断層法	3-31
第4章 液状化に関するヒアリング調査	4-1
4.1. 液状化による被害に影響する立地条件	4-1
4.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標	4-2
(1) 地形分類	4-3
(2) 地下水位	4-11
4.3. 理想的な指標	4-15
4.4. 指標等に関する専門家の意見一覧	4-19
参考4：液状化リスクの算出手法に関する国の取組み	4-30
第5章 津波に関するヒアリング調査	5-1
5.1. 津波による被害に影響する立地条件	5-1
5.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標	5-2
(1) 浸水深	5-4
(2) 津波災害警戒区域	5-10
(3) 津波災害特別警戒区域	5-13

(4) 標高	5-15
5.3. 理想的な指標	5-18
5.4. 指標等に関する専門家の意見一覧	5-20
第6章 地震火災に関するヒアリング調査	6-1
6.1. 地震火災による被害に影響する立地条件	6-1
6.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標	6-2
(1) 地震時等に著しく危険な密集市街地	6-3
(2) 防火地域・準防火地域	6-5
6.3. 理想的な指標	6-7
6.4. 指標等に関する専門家の意見一覧	6-10
(1) 不燃領域率・木防建ぺい率による危険度	6-10
(2) 住宅戸数密度	6-14
(3) 延焼抵抗率	6-15
(4) 指標等に関する専門家の意見一覧	6-17
参考5：防火規制に関する自治体の取組み	6-24
第7章 地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見	7-1
脚注一覧	i
参考資料	vii

第1章 本研究の概要

1.1. 背景・目的

2011年東北地方太平洋沖地震の後、今後発生が懸念される首都直下地震や南海トラフの巨大地震等の発生に備えて、地震保険制度の強靱性の向上に対する関心が高まっているが、これとともに、地震保険の商品性（保険料率も含む。以下同様）についても、制度全体のリスク量が増大する中、保険契約者にとって過度な負担とならないよう留意しつつ、消費者のニーズに合わせたものとしていくことが求められている。

この点につき、2012年1月24日に閣議決定された「特別会計改革の基本方針」では、「地震再保険特別会計については、東日本大震災の発生を踏まえ、今後も巨大地震の発生が懸念される中で、国民の安心感を確保することが喫緊の課題となっている現下の状況に鑑み、国以外の主体への移管は行わず存続させるものとする。なお、今回の震災を踏まえ、総支払限度額および官民保険責任額について早急に改定を行うとともに、地震保険の商品性についても検討を行うものとする。」とされた。

これを受け、2012年4月には、財務省に「地震保険制度に関するプロジェクトチーム」（以下「財務省PT」）が設置され、東北地方太平洋沖地震の被災地・被災者の実情を踏まえるとともに、保険契約者や消費者の声も参考にしながら、地震保険制度の根本に関わる全体像（総論）、制度の強靱性および地震保険の商品性について検討が行われた。

立地割増・立地割引制度は、この財務省PTで取り上げられた地震保険の商品性に関する課題の一つであり、「地盤特性による揺れや液状化のリスク、沿岸部における津波のリスクといった立地におけるリスクの相違を現在よりももっと保険料率に反映させるべきか」という観点からの検討が行われた。

財務省PTにおける検討内容については、2012年11月に報告書として公表されており、その中では、一方で「津波等のリスクの高い地域から安全な地域へと人々を誘導し、地震保険制度のリスクコントロール機能の向上を図るためには、立地リスクの相違をできる限り保険料率に反映させることが適当」、「このような観点からは、立地リスクの特に高い地域を対象とした立地割増や特に低い地域を対象とした立地割引の制度を導入することが考えられる」との見解が示されつつも、他方で「立地については、たとえリスクが高くても、そこに住まざるを得ないような事情もある中で、例えば、津波リスクを忠実に保険料率に反映させると、沿岸部の住民を地震保険から排除することにならないか」との懸念や、「同一都道府県内の隣り合った家同士で料率格差が生じることになるが、保険契約者がそのような格差を納得感を持って受け入れることができるかどうか」との懸念も示され、結論としては、「立地割増や立地割引の導入については、立地による料率格差について保険契約者の納得感が得られるまでにリスク算出の信頼性を高めることができるか、という点も含め、今後の課題として引き続き議論していく必要がある」とまとめられた。

また、この点については、上記財務省PTの報告書で整理された課題について対応済みの課題を確認するとともに、引き続き対応を検討している課題について、その進捗状況を確認するために、その後開催された地震保険制度に関するプロジェクトチームフォローアップ会合における「議論のとりまとめ」（2015年6月）においても同様の観点が示され、

残された課題とされている。

本研究は、このような経緯の下、「立地による料率格差について保険契約者の納得感が得られるまでにリスク算出の信頼性を高めることができるか」という、立地割増・立地割引制度検討の前提としての自然科学面におけるリスク算出に関する課題について、地震工学（本報告書においては、液状化や津波、地震火災に関する研究分野を含む。以下同様）の専門家を対象にその知見に関するヒアリング調査を行ったものである。

1.2. 専門家へのヒアリング調査の経過および成果

ヒアリング調査は、当機構が地震保険料率を算出する過程で被害予測シミュレーションを行っている4つの被害形態（「揺れ」・「液状化」・「津波」・「地震火災」）について、それぞれの分野の専門家（計14名）を対象に実施した。また、その調査においては、「立地条件によるリスク区分を行うとした場合、現状において考えられる指標」、「それらの指標を設定するために利用可能なデータとその精度」、「当該指標に基づきリスク区分することに伴う問題点」等をヒアリング項目とした。

本研究の企画段階での意図は、得られた専門家の意見を取りまとめることにより、立地条件によるリスク区分の可否および可能とした場合における区分方法について一定の結論を得ることにあつた。

しかしながら、実際に研究を進めた結果としては、リスク区分を行うための指標候補を抽出することまでは可能であったが、それら指標に基づくリスク区分の可否判断に関しては専門家の意見を結論として集約することはできなかった。

この背景の一つは、被害形態間の整合の面からの問題点であり、4つの被害形態における研究の歴史や状況、利用可能なデータ等の違いにより、被害形態間のリスク算出の前提条件をそろえた上での取りまとめが困難であることが挙げられる。個別に実施した専門家へのヒアリング結果から導いた、被害形態ごとのリスク区分を行うための指標候補について、ヒアリング対象者全員の確認を受けるに先立ち、4名の専門家による委員会を開催して意見を受けた。そこでは、被害形態ごとに考えられる指標として、地形分類や標高等の外形的な事実に基づく指標のほか、外力（被害をもたらす外からの力のこと。地震の規模や揺れの大きさ等）を想定した上で数値計算によって求める指標（津波の浸水深等）も考えられる中で、それらリスク算出の前提条件が異なる指標を横並びで取りまとめることはできないとする指摘を受けた。さらに、被害形態間の研究の歴史や状況等の違いを考慮すると、そもそも前提条件をそろえることが困難とする指摘があり、4名の専門家の間においても指標案を取りまとめることはできなかった。

また、上記前提条件の整合以外にも、被害形態間のリスク区分の詳細度（地域的な細かさ）や精度（正確さ）について同様に整合を図ることは困難な状況にある。立地条件によりリスク区分を地震保険制度に導入する上では、割増・割引を受ける（あるいは受けない）契約者にとっての納得感に照らせば、それら前提条件等の整合をどのように説明するかは重要なポイントになるものと考えられる。

加えて、いずれか一つの被害形態に限定して見ても、立地条件によりリスク区分を行う

こと自体には、概念的に一定の合理性がある一方で、個別具体的な立地条件に基づくリスク区分の設定に関しては、これをきめ細かに行うことについての限界を指摘する意見、立地条件や周辺環境の経年変化をリスク区分に反映していくことの難しさを指摘する意見等、ヒアリング調査では多様な意見が寄せられた。

その他、自然科学面の立場からは「立地条件によるリスク区分を行うという判断を前提とすれば、その場合に現状において考えられる指標」や「当該指標に基づきリスク区分することに伴う問題点」等の指摘は可能であるが、そうした前提なしに自然科学面からのアプローチのみで、立地割増・立地割引制度の導入に向けたリスク区分の可否について結論付けることはできないとする指摘もあった。

これらの意見や指摘を踏まえると、地震保険における立地割増・立地割引制度の導入可否を判断する根拠として、自然科学面でのリスク区分導入に関する可否に関する専門家意見の取りまとめを行うことは困難であったが、今回のヒアリング調査で得られた専門家からの意見・指摘は、本件検討の関係者にとって極めて貴重な情報であることから、報告書に列挙する形で取りまとめた。

1.3. 本報告書の構成

本報告書は7章で構成している。第1章には本研究の背景・目的、実施したヒアリング調査の経過を記載した。第2章には地震工学の専門家を対象に行ったヒアリング調査の内容および方法とその結果の概要を記載した。第3章から第6章には被害形態ごとに詳細なヒアリング調査の結果を記載し、第7章には地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間に共通する事項に関する意見を記載した。

第2章 専門家へのヒアリング調査

2.1. ヒアリング調査の内容・方法

(1) ヒアリング調査の目的

地震保険の立地割増・立地割引制度として、保険の目的が所在する立地条件（地盤の良否、標高の高低等）により、揺れや津波等による被害の生じやすさや生じにくさがそのほかの場所と比較して相応の差がある場合に、地震保険料の割増や割引を行う制度を想定する。そのため、制度運用には立地条件を判別し、リスク区分を行うための基準となる指標（地形分類、標高等）や、その指標を測定するためのデータや方法を設定することが必要となる。

制度検討の前提として、現状どのような指標が考えうるのか、指標を測定するためのデータや技術はどのように整備・進展し、どの程度の精度を持っているのか、リスク区分した場合に考えられる問題点等、科学的な知見を整理することは重要である。そこでヒアリング調査により、これらに関する地震工学の専門的観点からの知見を収集する。

(2) 対象とする被害形態

揺れによる被害に対しては地盤の良否、津波被害に対しては標高等、それぞれの被害形態によって考慮しなければならない立地条件は異なる。そのため、対象とする被害形態を定め、それぞれにヒアリング調査を実施することとした。

本研究では、当機構が地震保険料率を算出する過程で被害予測シミュレーションを行い、定量的なリスク算出を行っている「揺れ」・「液状化」・「津波」・「地震火災」の4つの被害形態を対象とした。

(3) ヒアリング調査の対象者

「揺れ」・「液状化」・「津波」・「地震火災」について、表 2.1 に示す 14 名の専門家を対象としてヒアリング調査を実施した。揺れおよび液状化については、地盤条件が大きな被害要因となる点で専門領域が重なる部分が多いことから、共通の専門家にヒアリング調査を実施した。

表 2.1 ヒアリング対象者一覧

被害形態	専門家	所属（2015年10月時点）
揺れ・液状化	杉戸真太	岐阜大学 流域圏科学研究センター 教授
	中井正一	千葉大学 大学院工学研究科 建築・都市科学専攻 都市環境システムコース 教授
	福和伸夫	名古屋大学 減災連携研究センター センター長・教授
	翠川三郎	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 人間環境システム専攻 教授
	安田 進	東京電機大学 理工学部 建築・都市環境学系 総合研究所長 教授
	若松加寿江	関東学院大学 理工学部 土木学系 教授
津波	越村俊一	東北大学 災害科学国際研究所 広域被害把握研究分野 教授
	佐竹健治	東京大学 地震研究所 地震火山情報センター長 国際地震・火山研究推進室長 教授
	諏訪義雄	国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室 室長
	高橋智幸	関西大学 社会安全学部 教授
	竹下哲也	国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室 主任研究官
地震火災	糸井川栄一	筑波大学 システム情報系 教授
	関澤 愛	東京理科大学 大学院国際火災科学研究科 教授
	北後明彦	神戸大学 都市安全研究センター 教授

（敬称略・被害形態内で五十音順）

(4) ヒアリング調査の手順

ヒアリング調査は、以下のとおり事前準備、取りまとめ等を行いながら、各専門家に対して3回実施した（国土技術政策総合研究所の竹下主任研究官には津波に関する特定の指標に関して、ヒアリング調査を1回実施）。

1) リスク区分を行う立地条件の指標・データの洗い出しと1回目ヒアリング

まず、国や研究機関、学会等による関連文献の調査を行い、各被害形態についてリスク区分を行う場合に現状考える指標および利用可能なデータを洗い出した。1回目のヒアリング調査では、これら指標、データに付け加えるものがないか、また、それぞれの指標やデータのメリット、デメリット等に関する意見を収集した。

2) 取りまとめ案の作成と2回目ヒアリング

次に、1回目のヒアリング調査により得られた専門家の意見に基づいて、各被害形態の指標、データによるリスク区分の可否に関する取りまとめ案を作成、2回目のヒアリング調査によりその取りまとめ案に対する意見を収集した。

3) 取りまとめ方法の変更と3回目ヒアリング

本研究の企画段階では、2回目のヒアリング調査で得た意見に基づいて、取りまとめ案を修正し、ヒアリング対象者全員の確認を経たうえで、リスク区分の可否に関する成案とする予定としていた。

1.2節に記載の通り、ヒアリング対象者全員に取りまとめ案の確認を受ける前に開催した4名の専門家による委員会において、被害形態ごとの指標の前提条件（表2.2 指標の分類）が異なる等の指摘を受け、成果を結論として取りまとめることができなかった。このため、本研究は、ヒアリング対象者の意見を取りまとめることは行わず、意見の整理、列挙にとどめることとした。

3回目のヒアリング調査では委員会での上記指摘を踏まえ、各被害形態の指標の前提条件を「現時点で取得可能なデータに基づく指標」として明確化し、1回目、2回目のヒアリング結果に基づき、立地条件によるリスク区分を行うとした場合に現状において主要と考えられる指標を複数選択して、より深い意見を収集した。さらに、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」に対比して、データの入手可能性や指標算出のための計算ロード等の制約を考慮せずにヒアリング対象者が考える「理想的な指標」についても意見を得た。

(5) ヒアリング調査の前提

1) 指標

立地条件によるリスク区分を行うためには、何かしらの指標を使って対象地点の立地条件を判別する必要がある。例えば「津波」の立地条件として、「標高の高低」によりリスク区分を行うとした場合、それを判別するための指標は対象地点の「標高」となる。このような対象地点および周辺環境の情報のみから評価・推定する指標を、本研究では「外形的な指標」と呼ぶ。直接的に立地条件と結びつくことから理解しやすい。

本来的には、立地条件のみの評価には、震源等の外力¹の影響を受けていない指標が望ましいと考えられる。しかしながら、例えば対象地点および周辺環境の情報のみならず、地震を想定し、そこから発生する津波の伝播シミュレーションを行い、堤防の効果や海岸からの距離等を適切に評価した結果として算出される、対象地点の「浸水深」についても指標として成立する。この例のように、外力を想定してシミュレーション等を行うことで、より多様な立地条件の要因を総合的に考慮することができる場合もある。本研究では、このようにして求めた指標を「外力の大きさを考慮する指標」と呼ぶこととし、立地条件によるリスク区分に利用可能と考える。ただしこの場合には、公平性の観点から、一定の基準により設定される外力が条件になる。

本研究では、表2.2の分類の通り、上記2つの分類の指標を研究の対象として取り扱うこととし、これ以外の、一定の基準による外力が設定されていないものや、外力の大きさに確率が考慮されるもの等については、研究の対象外とする。

¹ 被害をもたらす外からの力のこと。地震の規模や揺れ・津波の大きさ等

表 2.2 指標の分類

分類	概要	例	対象
外形的な指標	対象地点および周辺の環境に関する情報のみから評価・推定するもの（その結果に基づく地域指定等を含む）。	地形、標高、建物密度	○
外力の大きさを考慮する指標	対象地点および周辺の環境に関する情報に加え、災害の規模等の情報（外力）を考慮し、外力の大きさに応じた計算等により評価・推定するもの（その結果に基づく地域指定等を含む）。ただし、公平性の観点から、一定の基準により設定される外力が条件	特定の地震による震度、津波浸水深	○
上記以外の指標	一定の基準による外力が設定されていないものや、外力の大きさに確率が考慮されるもの等	自治体ごとのハザードマップ	対象外

2) 建物構造、被害の大きさ等

木造戸建住宅と高層マンションの住宅では、建物構造・階数等の違いによりリスク区分に適した指標が異なることが考えられる。また、想定する被害の大きさが全損なのか、一部損なのかによっても考慮すべき指標が異なる可能性がある。保険の対象となる建物構造、被害の大きさ等、組み合わせにより様々なパターンがある。しかしながら多数の組み合わせについてヒアリングすることは困難であるため、木造戸建住宅に対し、地震保険の保険金支払いの対象である一部損以上の被害を想定してヒアリング調査を行った。ただし、他の想定（高層マンションの住宅等）を考慮した場合の注意点等の意見が得られた場合には、それも記録する。

(6) ヒアリング結果の整理方法

計3回のヒアリング結果から、4つの被害形態それぞれについて、「『現時点で取得可能なデータに基づく指標』に関する意見」と「『理想的な指標』に関する意見」を整理する。また、これらの意見の前提となる「指標等に関する専門家の意見一覧」、さらに被害形態間共通の意見として「地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見」を掲載する。

1) 「現時点で取得可能なデータに基づく指標」に関する意見

「現時点で取得可能なデータに基づく指標」は、現時点で個別の現地調査等を実施することなく、公開されている情報等、容易に取得することが可能なデータにより測定する指標であり、かつ測定のための数値計算等が必要ないものである。なお、ここには日本全国のうち整備されていない地域があるデータも含めた。

「揺れ」のこの指標に関する意見は3.2節、「液状化」は4.2節、「津波」は5.2節、「地震火災」は6.2節に記載した。

個々の「現時点で取得可能なデータに基づく指標」について、当該指標を測定するため

のデータの整理方法を表 2.3 に示す。また、当該指標に関するヒアリング対象者の意見の整理方法を表 2.4 に示す。

表 2.3 「現時点で取得可能なデータに基づく指標」の測定に用いるデータの整理方法

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
データの名称	データを公開している組織	地域的な領域の表し方（ポリゴンやメッシュ ² 等）	データが整備されている範囲

表 2.4 「現時点で取得可能なデータに基づく指標」の整理方法

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク区分を行う上で、当該指標を用いる利点 ・リスク算出や防災・減災等の分野における当該指標の利用実績
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク区分を行う際の精度面の課題・問題点 ・データ整備状況の課題・問題点
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・課題解決や問題の軽減のための取組み ・木造戸建住宅以外を想定した場合に留意すべきこと。

2) 「理想的な指標」に関する意見

「理想的な指標」は、立地条件を評価するために必要なデータ、技術、コスト等について、現実に存在する様々な制約を考慮せずに利用可能な状態を想定した場合に使用すべき指標である。ヒアリング調査により得られた、立地条件によるリスク区分を行うために本来どのようなことが考慮されるべきか、また、理想的な状態を目指してどのような取り組みが行われているか等の整理方法を表 2.5 に示した。

「揺れ」については 3.3 節、「液状化」は 4.3 節、「津波」は 5.3 節、「地震火災」は 6.3 節に記載した。

表 2.5 「理想的な指標」と当該指標に関する整理方法

指標 (測定方法)	指標の測定方法および測定に使用するデータ等の概要
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・各被害形態のリスク算出、立地条件によるリスク区分の観点から考慮されるべき要素 ・本指標の特徴、現時点で指標化することの困難性 ・測定に必要なデータの整備状況 ・指標の測定精度 ・「理想的な指標」の実現に向けた取組み

² ポリゴンは、地形を例にしたとき、同一の地形の範囲、異なる地形との境界線を収録するデータの持ち方のこと。メッシュは、250m メッシュ等と長さとともに表記し、その長さを一辺とする四辺形内の地形を一定のルールで一つの値に代表化して収録するデータの持ち方のこと。メッシュの場合、地形の境界とメッシュの境界は必ずしも一致しないため、同一メッシュの中に複数の地形が混在する場合がある。

3) 指標等に関する専門家の意見一覧

各被害形態における被害発生の要因や、指標を決める際に考慮すべき事項、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」やその他の指標への意見等、ヒアリング調査で得られた意見を一覧している。

「揺れ」については 3.4 節、「液状化」は 4.4 節、「津波」は 5.4 節、「地震火災」は 6.4 節に記載した。

4) 地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見

1)から 3)のほか、地震保険のリスクコントロール機能や立地割増・立地割引の制度設計等の被害形態間共通の意見は第 7 章に記載した。

2.2. ヒアリング調査の結果概要

ここでは専門家へのヒアリング調査により得られた意見の概要を記す。第3章から第6章にはすべての意見を詳細に記載している。なお、ヒアリング調査は個別に実施したため、中には1つの事項について考え方の異なる意見があることに留意されたい。

(1)には、「揺れ」・「液状化」・「津波」・「地震火災」それぞれに対する意見のうち、4つの被害形態間に共通して参考となる意見を記載する。(2)には、4つの被害形態の「現時点で取得可能なデータに基づく指標」に関する意見を記載する。なお、各指標を測定するための個別のデータに関する意見はここでは割愛している。

(1) 被害形態間共通の意見

1) 自助努力の評価

立地条件は、当該地点の環境、属性によって決まるものであり、居住地を変えるほかには契約者の自助努力によって立地条件を変えることは一般に困難と考えられる。その点について、立地割増・立地割引制度が地震保険に導入された場合において、立地条件が悪い場合でも契約者が適切な対策を講じれば、立地割増の対象から外れたり、立地割引が受けられたりする制度設計が望ましいという意見があった。例として、液状化対策としての地盤改良や津波対策としてのかさ上げ工事等が挙げられている。

2) 想定する災害の大きさ

津波の指標として洗い出されたものの一つに「津波防災地域づくりに関する法律」に基づいて計算された浸水深が挙げられた。この指標は、各都道府県で想定される最大クラスの津波による浸水深の予測値であり、表2.2の分類では「外力の大きさを考慮する指標」とされる。これに対して、最大クラスの津波は極めて頻度が低く、財物の供用期間を考慮するとつり合わないのではないかと、という意見があった。また、このクラスの津波は、避難計画等の策定により人命を保護していくための目的に想定されるものであり、損害保険のリスク区分のためには資産の保護を目的とした、より小さい津波による浸水深の方が適切であるという意見も聞かれた。一方で、そういった小さい津波は、堤防等で防ぐことが原則であり、それを超越した最大クラスの津波を地震保険でカバーする考え方もあるという意見もあった。

そのほかの被害形態においても、想定する地震や揺れの大きさについては、要検討の事項とする意見が聞かれ、被害形態間のバランスをとるうえでも重要な要素と考えられる。表2.2の分類における「外形的な指標」（「地形分類」や「標高」等）については、地震や津波の大きさを想定しないが、どの程度の災害規模を想定し、どの地形、あるいは何mの高さに区分を設けることが適切か、といったことを検討する必要があるものと考えられる。

また、1.2節で述べた委員会での意見を踏まえると、4つの被害形態間の指標の分類についても、整合を図ることが望ましいと考えられる。

3) 被害形態を総合的に考慮する必要性

本研究では、当機構が地震保険料率を算出する過程で被害予測シミュレーションを行い、定量的なリスク算出を行っている「揺れ」・「液状化」・「津波」・「地震火災」の4つの形態による被害を対象とした。この点について、ハザードマップ等で危険性が示されているこれら以外の被害形態（急傾斜地の崩壊による被害等）が、定量化が困難等の理由で立地割増・立地割引の対象外になると、契約者の納得感に欠けるとする意見があった。また、リスクコントロールの観点からは、ある被害形態のリスクを避けた結果、別の被害形態のリスクが高まることもあり得るとして、すべての被害形態を総合的に考慮する必要性を指摘する意見があった。

4) 立地条件の変化、リスク算出結果の変化

周囲の環境変化等によって立地条件が変化する場合がある。特に地震火災に関しては、延焼の危険性が重要な要素であり、その危険性は周囲の環境に大きく影響を受けるものである。そのため、もともと地震火災のリスクが低い場所であっても、その後の周辺環境の変化（都市の過密化等）によって、個人の都合等に関係なく地震火災リスクが高まる場合がある。これによってリスク区分に変化が生じる可能性があり、契約者の納得感への影響を指摘する意見があった。津波リスクに関しても堤防の変化等により同様の懸念が想定される。

また、リスク区分に利用する指標には、シミュレーションや推定等により定量化するもの（揺れにおける「最大速度増幅率／AVS30」や津波における「浸水深」等）がある。これらは、シミュレーションの手法や利用するデータの精度向上により、立地条件自体には変化がなくても、リスク算出結果が変わることでリスク区分に変化が生じる可能性がある。この点について、揺れにおける「地形分類」や津波における「標高」等、推定ではない原指標に基づくものであれば変化は少ないと考えられ、リスク区分に利用する指標としては安定的な原指標が望ましい、あるいは指標の選択の観点として重要であるという意見があった。

5) 連続値をとる指標の取り扱い

揺れにおける「最大速度増幅率／AVS30」や津波における「標高」等は、連続的に値が変化する指標である。そういった指標をリスク区分に利用すると、数値が少し違うだけでリスク区分が変わるケースも想定される。ある特定の値を境にリスクに違いがある等、その値で区分するための明快な考え方の説明が難しい場合は、連続的な値をとる指標をリスク区分に利用することは困難と指摘する意見があった。

6) 指標の測定に用いるデータの形式

本研究では、データの形式として、指標が同じ値をとる範囲、異なる値をとる領域との境界線を収録するデータの持ち方を「ポリゴン」とし、基準化された領域内の指標の値について、一定のルールで一つの値に代表化して収録するデータの持ち方を「メッシュ」と

して整理した。データ形式が「メッシュ」である場合であっても、実際には同一メッシュ内の指標値が必ずしも一つとは限らない（一つのメッシュの中で異なる地形や標高が存在する状況）。この点を問題として指摘し、「ポリゴン」のデータ形式の方が適切とする意見があった。ただし、「ポリゴン」だから無条件によいということではなく、データ精度を吟味する必要があると指摘する意見もあった。

(2) 被害形態ごとの意見

1) 「揺れ」に関して

「現時点で取得可能なデータに基づく指標」として、「地形分類」および「最大速度増幅率／AVS30」の2つの指標に関してヒアリング調査を行った。

両者の比較においては、原指標である「地形分類」の方が、推定値である「最大速度増幅率／AVS30」よりも望ましいという意見や、「最大速度増幅率／AVS30」は基本的に「地形分類」を使って推定する指標であるが、「地形分類」以外のデータも加味し、「揺れ」を評価するためにより改良された値とする見方もある、という意見があった。

「揺れ」による被害は、その大きさのほか、その周期の影響が大きい。「地形分類」や「最大速度増幅率／AVS30」は、浅い地盤構造を評価する指標であり、固有周期が短く、浅い地盤構造の影響を受ける戸建住宅等の低層の住宅には適しているが、固有周期が長く、より深く広範囲の地盤構造の影響を受ける高層の住宅には適さないという意見があった。また、リスク区分に用いる適切な指標は建物の構造によって変わる、という意見もあった。

個々の指標に関する意見は次の通り。

【地形分類】

- 一般の方にもなじみがあり、地盤の揺れやすさとの定性的な関係が理解されやすいのではないかと。
- 山地、丘陵地、台地は低地と比較して揺れにくい地盤といえるが、人工改変（盛土や埋め立て等による地形の改変）を行っている地盤では揺れが大きくなることがある。また、それらの地形は傾斜地である場合が多く、人工改変することなく大規模な宅地を造成することは少ない。人工改変を行った地盤を抽出できる場所もあればできない場所もある。
- 深い地盤構造の影響も無視できない。また、地下構造の変化や地域特有の地盤の特性による揺れやすさの違いについては「地形分類」で考慮することはできない。

【最大速度増幅率／AVS30】

- 基本的に「地形分類」から推定したデータを前提にしているため、「地形分類」と同種の問題がある。
- 連続値をとる指標であることから、リスク区分の境界となる具体的な値を決めることが難しい。

2) 「液状化」に関して

「現時点で取得可能なデータに基づく指標」として、「地形分類」および「地下水位」の2つの指標に関し、ヒアリング調査を行った。

液状化は、地下水位で満たされた緩い砂の地層で発生することから、「地下水位」は重要な指標であり、「地形分類」との比較においては、「地下水位」の影響の方が強いとする意見があった。また、杭基礎等により液状化対策がなされている建物については、液状化リスクは低いという意見があった。

個々の指標に関する意見は次の通り。

【地形分類】

- 「揺れ」と同様、山地、丘陵地、台地において、人工改変がない地盤では、液状化リスクは低い。ただし、それらの地形は傾斜地である場合が多く、人工改変することなく大規模な宅地を造成することは少ない。人工改変を行った地盤を抽出できる場所もあればできない場所もある。
- 液状化リスクが高いのは、水面（海、川、湖、沼、池）の埋立地である（他にも、人工改変地、沖積低地、谷底低地³等を挙げる意見もあった）。
- 液状化リスクの高低を評価するスクリーニングには利用できるが、実際に高低を評価するには、「地形分類」だけでは足りず、土質や地下水位等の情報が必要になる。

【地下水位】

- 季節や降雨により数 m 変動する。
- 「地下水位」だけでは液状化リスクが高い場所を抽出することはできないが、「地下水位」が低い場合は、地下水で満たされているという条件から外れるため、液状化リスクは低い。

3) 「津波」に関して

「現時点で取得可能なデータに基づく指標」として、「浸水深」、「津波災害警戒区域」、「津波災害特別警戒区域」および「標高」の4つの指標に関し、ヒアリング調査を行った。ここでの「浸水深」は、「津波防災地域づくりに関する法律」に基づき、最大クラスの津波を想定して計算されるものである。この「浸水深」を踏まえ、行政が「津波災害警戒区域」と「津波災害特別警戒区域」を指定する。

津波被害は、震源の位置、海岸地形、堤防、評価地点から海岸までの距離等、諸々の要因の影響を強く受ける。「浸水深」はそれら諸要因を考慮したシミュレーションに基づく指標であるため、それらを考慮しない「標高」よりも指標として適切という意見があった。逆に、一般の方へのわかりやすさ、津波被害との相関等の観点から、「標高」の方が望まし

³ 山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地

いとする意見もあった。また、「浸水深」を踏まえて指定される「津波災害警戒区域」と「津波災害特別警戒区域」については、行政判断により指定する区域であるため、「浸水深」よりも納得感があるという意見がある一方で、人の判断が入らない「浸水深」の方がリスクを直接的にあらわす指標であるとする意見もあった。

個々の指標に関する意見は次の通り。

【浸水深】

- 「津波防災地域づくりに関する法律」に基づき、最大クラスの津波を想定し、各自治体で必ず計算・公表されるものである。法律に基づくという点で、よい指標と考える。
- 最大クラスの津波の想定は、人命の保護を目的として想定されるものであり、地震保険としては大きすぎる想定といえる。
- 建設中の埋立地や堤防等、将来、津波の遮蔽物としての機能が発揮される可能性があるものが考慮されない。
- 連続値をとる指標である。リスク区分の境界としては、木造戸建住宅の流失可能性が高まる浸水深や地震保険の支払いが発生し始める浸水深とする考え方がある。ただし、建物構造によって境界の値は検討する必要がある。

【津波災害警戒区域】

- 連続値ではなく、区域が明瞭であるため使いやすい。
- 現時点で指定している自治体が少ない。

【津波災害特別警戒区域】

- 現時点で指定している自治体がない。

【標高】

- 変化しにくく、安定した指標である。
- 連続値をとる指標である。リスク区分の境界としては、これまでの津波が到達した最も高い標高値等とする考え方がある（科学的に安全な標高を特定することは難しいとする意見もあった）。
- 太平洋側と日本海側では最大クラスの地震の規模が異なるため、同じ標高をリスク区分の境としてよいか検討する必要がある。

4) 「地震火災」に関して

「現時点で取得可能なデータに基づく指標」として、「地震時等に著しく危険な密集市街地」および「防火地域⁴・準防火地域⁵」の2つの指標に関し、ヒアリング調査を行った。

⁴ 防火規制の一つ。3階建以上または延べ面積が100㎡を超える建築物は耐火建築物とし、その他の建築物は耐火建築物又は準耐火建築物としなければならない。

「地震時等に著しく危険な密集市街地」、「防火地域・準防火地域」のいずれも地震火災リスクを直接評価したものではなく、行政判断により指定される地域である。

個々の指標に関する意見は次の通り。

【地震時等に著しく危険な密集市街地】

- リスクが高い地域であると国（国土交通省）が公式に示している点で一定の納得感がある。
- 延焼危険性のほかに避難困難性を評価した結果を踏まえて指定される。避難困難性だけで指定されることもあり、損害保険にはなじまない。
- 政策的な目的で指定されるものであり、今後指標の内容は見直される可能性があり、継続性が無いかもしれない。

【防火地域・準防火地域】

- 色々な防火施策の一つとして指定されたものである。耐火建築物⁶や準耐火建築物⁷への建て替えを誘導しているにすぎず、地震火災リスクを反映したものではない。木造住宅が密集している地域が残っている可能性があり、安全とは言えない。
- 「防火地域」は耐火建築物への建て替えが進んでおり、地震時に延焼する危険性は低い（逆に建て替えが進んでいるとは言えず、まだ安全とは言えないという意見もあった）。
- 「準防火地域」は建て替えが進んでいるとは言えず、既存市街地は特に危険である。

⁵ 防火規制の一つ。4階建以上または延べ面積が1,500㎡を超える建築物は耐火建築物とし、延べ面積が500㎡を超え1,500㎡以下の建築物は耐火建築物又は準耐火建築物とし、3階建は耐火建築物、準耐火建築物または外壁の開口部の構造および面積、主要構造部の防火の措置その他の事項について防火上必要な政令で定める技術的基準に適合する建築物としなければならない。

⁶ 平時に発生する火災による倒壊や延焼を防止する性能を有する建築物

⁷ 平時に発生する火災による延焼を抑制する性能を有する建築物

第3章 揺れに関するヒアリング調査

3.1. 揺れによる被害に影響する立地条件

地震により発生した揺れが地盤中を伝播して建物に伝わり、建物が振動することで被害が生じる（図 3.1）。この揺れが激しいほど被害は生じやすい。古くから地盤の良否と地震時の揺れの大きさには相関があることが知られており、地盤によって揺れやすさや建物被害の生じやすさが異なることが指摘されている。

一般的に、地下深くなるほど堅固な地層、地表付近は相対的に軟弱な地層によって地盤は構成されている。地震の揺れが地盤中を伝わる際、伝わる先の地盤が軟弱なほど揺れの大きさが強くなる（増幅する）傾向がある。従って地表付近の地層が軟弱であればあるほど揺れやすい地盤となる。

また、揺れの周期の違い（「ガタガタ」とゆれる短い周期の揺れと「ユラユラ」と揺れる長い周期の揺れの違い）が、被害に影響するという指摘もある。地盤の揺れやすい周期（地盤の周期特性）と建物が振動しやすい周期（建物の周期特性）が合致すると、地盤の揺れに建物が共振し、建物の振動が大きくなるため、その結果、被害は大きくなるという考え方である。

地盤の周期特性は、一般的に地表付近の軟弱な地層の厚さに影響を受け、薄いほど短い周期（短周期）で揺れやすく、厚いほど長い周期（長周期）で揺れやすいものとなる。短周期の揺れやすさを把握するためには、当該地点の地下浅い部分の地盤構造の軟弱さと厚さが重要となり、長周期の揺れやすさを把握するためには、より深部までの情報が重要となってくる。

一方、建物の周期特性に関しては、低い建物よりも高い建物の方が長い周期で揺れやすくなる傾向がある。地震被害は多様な要因の影響¹を受けて生じるものであり、一概には言い難いが、地盤の建物の周期特性との関係でいえば、低い建物であれば浅い地盤構造、高い建物であれば深い地盤構造が被害の生じやすさに影響することになる。

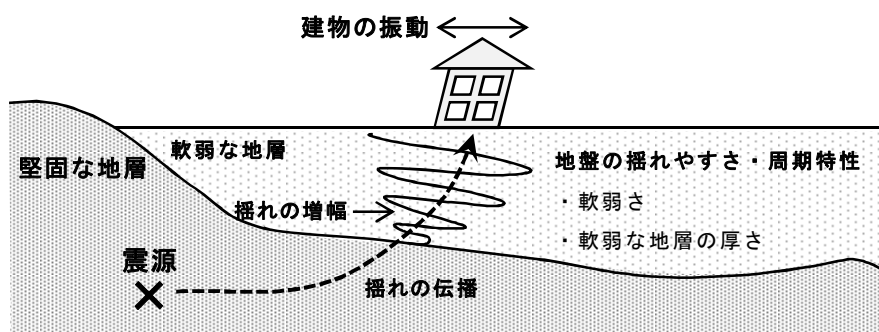


図 3.1 地震による揺れの伝播と立地条件

¹ 周辺の三次元的な地盤構造の影響（不整形地盤の影響）により、ある特定の場所に地震の波が集中する等により揺れが局所的に大きくなることや、揺れが大きくなると、特に軟弱な地盤において揺れが伝わりにくくなり、揺れが抑えられる等、振動に変化が生じる現象（地盤の非線形挙動）が生じること等が知られている。

3.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標

専門家へのヒアリング調査で得た意見を踏まえ、現時点で取得可能なデータに基づく指標として、「地形分類」および「最大速度増幅率／AVS30」の2つの指標を抽出した。2.1節(5)における表 2.2 の分類では、いずれも震源や地震の揺れの大きさ等、外力に依存しない指標であるため、各指標は表 3.1 の通り「外形的な指標」と分類される。

表 3.1 各指標の分類

指標	分類（表 2.2 指標の分類）
地形分類	外形的な指標
最大速度増幅率／AVS30	外形的な指標

「地形分類」では、当該地点の地形に関する情報を指標として利用する。地盤の揺れやすさ、周期特性を評価するためには、上述の通り地下の地盤構造を把握する必要がある。しかしながら、地下の地盤構造を探索するボーリングデータ等を任意の地点で入手することは困難であるし、データがあったとしてもそれを解釈するには専門的知識が必要となる。地形は、直接的に地盤の地下構造を説明する指標ではないが、地形の形成過程が地表付近の浅い地盤構造に影響を与えることや、広域にデータが整備されている利点があること等から、地形による分類によって、ある程度、地盤の良否を分類することが可能として、古くから地盤の揺れやすさとの相関に関する研究がなされている。広域の揺れやすさを評価する実務に使われる実績もある。ただし、地下の軟弱な地層の厚さ（地盤の周期特性）や深い地盤構造による影響の評価は困難である。

「最大速度増幅率／AVS30」のうち、「最大速度増幅率」は、地震による地盤の揺れの速度（その最大値）によって、ある地点の揺れの大きさを表したとき（揺れの大きさを表すものにはそのほかに震度等がある）に、地表付近の軟弱な地層がどの程度その最大値を増幅するかを指標化したものである。これを厳密に測定するには、ボーリング調査や各種土質試験を実施した上で、数値シミュレーション等を行う必要があるが、現実的ではない。ここでは、地震調査研究推進本部の「確率論的地震動予測地図」の作成に利用され、すでに全国で整備されている「最大速度増幅率」のデータを想定している。「AVS30」は、地表深さ 30m の地震波の伝播速度（せん断波速度）の平均値（平均せん断波速度）であり、数値が大きいほど堅固な地盤であることを示す指標である。伝播速度の平均をとる地盤の深さを 10m とする場合や 15m とする場合等もあり、本報告書ではそれぞれ AVS10、AVS15 と表記する。なお、当該データの「最大速度増幅率」は地形分類等から推定された「AVS30」により、推定手法を介して一意に決まる値であるため、「最大速度増幅率」と「AVS30」を一つにまとめて指標として取り扱う。本指標は、地盤の揺れやすさを表すものであり、地下の軟弱な地層の厚さ（地盤の周期特性）や深い地盤構造による影響の評価は困難である。

(1) 地形分類

「地形分類」を測定するために現状で利用可能なデータとして、「地形分類図」、「土地履歴調査」、「土地条件図」、「微地形区分」および「治水地形分類図」を挙げることができる。その概略を表 3.2 に示す。「微地形区分」以外には現状、全国をカバーする地形データはない。データの整備範囲を県単位で図示したものを図 3.2 にそれぞれ示す。

また、専門家の意見を表 3.3 に示す。

表 3.2 「地形分類」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
地形分類図 (5万分の1土地分類基本調査)	国土交通省	ポリゴン	ほぼ全国 (北海道は一部地域のみに)
土地履歴調査 (5万分の1土地分類基本調査)	国土交通省	ポリゴン	人口集中地区 ² および 周辺の区域
土地条件図(2万5千分1地形図)	国土地理院	ポリゴン	一部地域
微地形区分 (確率論的地震動予測地図の表層地盤)	防災科学技術研究所	250mメッシュ	全国
治水地形分類図(更新版)	国土地理院	ポリゴン	国が管理する河川流域のうち一部地域

ここでいう「地形分類」は、山地・丘陵地・台地・低地をさらに細かい分類の地形(扇状地や三角州等)に分類したもので、微地形区分とも呼ばれる。地図上のデータであり、それぞれのデータにより分類方法には違いがある。

「地形分類図」は、国土調査法に基づく土地分類基本調査の一環として、土地の自然条件を調査し5万分1地形図に取りまとめられ、国土交通省がpdfファイルで公開している。調査・発行は、当時の経済企画庁および国土庁、都府県である。

「土地履歴調査」は、「地形分類図」と同様、国土調査法に基づく土地分類基本調査の一環として調査されたもので、国土交通省がデータを公表している。集中豪雨の激化や地震災害の多発等により、土地の安全性に対する意識が高まっていること等を踏まえ、土地本来の自然地形や改変履歴等の情報が整備されたデータである。また、各機関が保有する災害履歴情報等を幅広く集約し、2019年度までに人口集中地区および周辺の区域(18,000km²)の整備を成果目標としている^{参1}。

「土地条件図」は、防災対策や土地利用・土地保全・地域開発等の計画策定に必要な、土地の自然条件等に関する基礎資料を提供する目的で、昭和30年代から実施している土地条件調査の成果を基に、主に地形分類(山地・丘陵地、台地・段丘、低地、水部、人工地形等)について示したもので、国土地理院より「数値地図25000」として公表されている。整備範囲は現状、都市の多い平野部や防災対策推進地域に限定されており、今後の整備計

² 概略、人口が1平方キロメートル当たり4,000人以上の地域

画については不明である。近年では 2010 年度から 2012 年度に、一部の地域について内容の一部（人工地形）を更新した図幅が整備されている。

「微地形区分」は、地震調査研究推進本部による「確率論的地震動予測地図」の作成に利用されている地形分類のデータである。従来の地形分類のデータの問題点の一つである地域による地形の分類方法の違いを廃し、全国にわたり統一的な基準により地形を分類したものである。その他の地形分類のデータがポリゴンと呼ばれる地形間の境界を示すデータとなっているのに対し、本データはおおよそ 250m（緯度経度を基準としており、正確には 250m ではない）を一辺とする四方形内の主な地形を示すデータとなっている。

「治水地形分類図」は、治水対策を進めることを目的に、国が管理する河川の流域のうち主に平野部を対象として、詳細な地形分類および河川工作物等が記載された地図であり、国土地理院から公開されている。1976 年度～1978 年度にかけて整備されたが、基図や河川管理施設等の情報が古くなったことから、2007 年度以降、更新作業が進められ、順次公開されている。ヒアリング調査において、更新後の地図の精度が高いとする意見があり、本報告書では更新後の地図（治水地形分類図（更新版））を対象とした。



地形分類図
(5万分の1土地分類基本調査)



土地履歴調査
(5万分の1土地分類基本調査)



土地条件図
(2万5千分1地形図)



治水地形分類図 (更新版)

…整備済み
 …一部地域で整備済み
 (「微地形区分」は全国整備済みのため省略)

図 3.2 地形分類に関するデータの整備範囲 (2016年9月時点)

表 3.3(1) 「地形分類」に対する杉戸教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「微地形区分」は全国一律の精度であり、有効と考える。全国一律で整備されているものはこれぐらいしかない。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地形と揺れは定性的な関係はあるが、どの程度のばらつきがあり、どの程度の差があるかを考慮して区分を考える必要がある。例えば、台地のばらつきはこの程度で平均的には低地よりも揺れやすさが小さい、等ということ在地盤の層構造のサンプルデータから把握する必要がある。 ・地盤構造の地中の変化は地表の揺れに影響するが、それを地形分類だけで評価することは難しい。 ・メッシュデータの場合、丘陵地と堆積地等異なる地形分類の境界ではどちらかに集約されるため、弱い地形分類とされた場所ではクレームが出る恐れがある。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・揺れは地表近くの浅い地盤だけではなく、増幅の複雑なメカニズムが影響するため、より深い地盤も影響する。 ・使えるデータはすべて使うか、あるいは、一律どの場所でも同じ精度で使えるデータに絞って使うか、方針を決める必要がある。全国一律で与えられる指標があれば、簡単な方法でも区分することを考えても良いと考える。ただし、指標の各値に対する揺れの程度の相対的な違いがわかっていること、あるいは、シミュレーションして算出しておく必要がある。 ・市区町村で地盤のデータ整備が行われているが、それぞれ基準が異なるので、全国的な制度である地震保険には利用しにくい。 ・高層建物(10階程度以上)になると、より深い構造を考慮する必要があり、ピンポイントの立地条件の影響は小さい。また、地形は表層地盤の影響を評価するものなので、それら建物に対しては適切な指標ではない。

表 3.3(2) 「地形分類」に対する中井教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地形と地盤構造はある程度相関があると考ええる。 ・ 一般に洪積台地は沖積低地(軟弱地盤)に比べ揺れにくく、震度で0.5から1.0程度異なる。これがわかるのは微地形であり、微地形は一次判断に使えると考ええる。 ・ 自然地形は現在の地形で区分することは許容できる。改変しているところは過去の地形を見る必要がある。 ・ 揺れ被害であれば、1/2.5万ポリゴンの精度があるデータなら区分に使えるのではないか。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 台地であっても上位、中位、低位と様々あるが、地盤構造との対応に未解明な部分があり地震動に差をつけられるかわからないところがある。また、亜炭鉱跡地³のように空洞があれば揺れが大きくなる場所もあれば小さくなる場所もある。細かく分類していくと被害の起こりやすさの大小の評価は難しい。 ・ 亜炭鉱跡地は調べればわかるが、採掘等(空洞も)は例外的なものであり、ここまで触れるとどれも区分できなくなる。 ・ 「土地条件図」は、水害や高潮により繰り返し被害が発生した地域を対象に調査されたものであり、国土の1割程度の範囲の整備にとどまるため使えないのではないか。また、情報が古く、海岸の埋立地が現在と異なるため使えない場合も多い。 ・ 土地分類基本調査の「地形分類図」は、その土地の大学機関に委託され現地踏査や航空写真等を踏まえて作成されたため、図幅ごとに担当者が異なり分類が異なるものの、利用できるデータの中では最も有力である。ただ、作成後のフォロー(メンテナンス)がなされていない。全国を統一的な分類で整理しなおしたのが「微地形区分」である。ただし、当該データで使われている250mメッシュはメッシュ内で地形が変化していることが多いため、少なくとも液状化に関しては粗い(台地の枝谷等が抽出できない等)と考える。より細かいメッシュでもそのサイズに係らず、精度の観点から納得感が得られず使えないのではないか。 ・ 地形でスクリーニングするにはメッシュではなくポリゴンの方がよい。その際、縮尺(精度)は基本的には1/2.5万でよいと考えるが、台地と低地の境界等、場所によってどのように境界を判断し分類したか明記されていないため、納得できるか心配な点がある。 ・ 定性的には地形でスクリーニングすることは可能と考えるが、個々の地盤の特性は地域特有の問題がある。例えば、ピート層(北海道)や関東ローム層、まさ土、シラス⁴は一般的な土とは振る舞いが異なる。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域ごとに差をつけることは原則賛成である。

³ 燃料である亜炭を採掘した跡地。手当が施されていない廃坑空洞が残された場所では、地表面の陥没や構造物の沈下・傾斜等の被害が発生している。

⁴ 関東ロームは関東地方、まさ土は中国・四国・近畿地方、シラスは北海道東南部から関東地方にかけての主に太平洋側および九州地方に分布

表 3.3(3) 「地形分類」に対する福和教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 連続的に変化するせん断波速度等の指標では閾値を設定することは難しいため、明快な区分を与える地形分類の方が使い易いのではないか。 ・ 一般市民にも馴染みのある地形分類は社会的にも説明性があり、合意しやすいのではないか。本来、地盤調査データに基づいた評価が望ましいが、それには多くの専門家が必要となる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 丘陵地等では人工改変は多いため、改変の有無は更新していくべきである。 ・ 地形はメッシュではなくポリゴンで区分することが原則である。地形変化の少ない場所はメッシュも使えると考えるが、地形変化の激しい場所は現地の地形を確認しないと間違いを起こしてしまう。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本来、地震保険は人口密度に応じた解像度が望まれる。特に都市部は人工改変が多いため、都市部のデータの一層の充実が望まれる。 ・ 地形変化の激しい場所は、敷地にあるボーリングデータで確認し、その結果をフィードバックして改善していくシステムがあると良い。 ・ ある周期で揺れが増幅しやすい構造物(高層建物)は、地盤の周期特性を考慮する必要がある。地形では周期特性を考慮できない。 ・ 地域の地形・地質に詳しい地元の地盤調査会社の協力が必要である。 ・ 産・官・学で合意の取れた基礎データが共有できるとよい。

表 3.3(4) 「地形分類」に対する翠川教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低層住宅に対しては浅い地盤の影響が大きいいため、地形だけで揺れやすさを判断することは難しいが、地形であれば揺れやすさとの定性的な関係が一般の方にも理解されやすいと考える。 ・ 現状、全国的に得られる情報としては地形が挙げられる。「微地形区分」は課題があるが、国や自治体で利用されている。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「微地形区分」と増幅の関係は既往の研究で確認されているが、「地形分類図」は増幅とどういった関係にあるか確認されているか等、評価に用いるデータがどのようなものかわからないと判断は難しい。 ・ 実績のあるデータでないと利用できないのではないかと。例えば、「土地条件図」の地形分類と増幅の関係は論文になっていないため使用する場合は検証が必要と考える。 ・ 地形だけで揺れやすさを判断することは難しい場合もある。例えば、火山噴火によるロームが堆積した台地では、ローム層が薄い部分は揺れにくい、ローム層が厚く積もって標高が高くなっているところは揺れやすいという特徴があり、台地の上の方が揺れにくいという傾向には例外もありうる。 ・ メッシュデータを用いると、複数の地形が混在するメッシュでは、台地に位置する住宅が低地に属すると判断される場合もある。そのため、保険料の割増に「微地形区分」を用いると保険契約者からの不満が生じる可能性がある。 ・ ポリゴンであっても原図の精度を考えないといけないのではないかと。例えば、国土数値情報⁵のメッシュは都道府県で作成された「土地条件図」を数値化したものであり、原図は1km程度の精度しかないため、1kmメッシュにしているのではないかと。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切な指標は建物の構造により異なるのではないかと。低層住宅であれば浅い地盤の影響が大きい。高層住宅であれば長周期地震動に影響する深い地盤の影響が考えられ、地形だけでは説明が難しい。 ・ 地域史や地名等を含めた総合的な所見を用意しておくとう理解を得やすくなると考える。社会にどのくらい説明できるか(納得してもらえるか)が大切である。 ・ メッシュサイズによる空間分解能について、何 m メッシュならリスク区分する際問題があつて、何 m なら問題ないということではできないのではないかと。 ・ ボーリング等の点の地盤情報を面的に補間するための情報として地形分類は重要である。利用可能なのは現状、地形分類ぐらいしかない。現在、国や研究機関により地盤データの整備が行われており、地盤データベースの高度化に物理探査データと地形を用いている。

⁵ 国土形成計画、国土利用計画の策定等の国土政策の推進に資するために、地形、土地利用、公共施設等の国土に関する基礎的な情報を地図データとして整備したもの

表 3.3(5) 「地形分類」に対する安田教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般に第三紀以前⁶の地層(山地)や更新世⁷に堆積した丘陵地、台地は沖積層⁸に比べ地盤が硬く揺れにくい地盤であるため、リスクが低い地域と考えることはできる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れは震源からの伝播経路が影響するため、表層の特徴を捉えている地形図だけでは不十分である。より深い地盤(工学的基盤⁹以深)の影響をみるには地質図¹⁰の利用が必要になるのではないかと考える。 ・ 地表の不整形地盤で危険な場所(例えば、低地と台地のキワ)は、地形図(ポリゴン)を用いて抽出することは可能と考える。 ・ 揺れはより深い構造(工学的基盤の不整形性)で特徴づけられることがあるため、地形の境界で揺れが異なる場合と異なる場合がある。谷底低地¹¹のように揺れの異なる境界を抽出できる場合もあれば抽出できない地形もある。 ・ 境界付近に位置する建物を区分する際、境界の精度の問題がある。領域判定の場合は、1/2.5万程度よりも精度が良い必要があると考える。 ・ 丘陵地・台地でも盛土した造成地で揺れが大きくなることもある。 ・ 造成宅地では切土部、盛土部で揺れが異なることがある。切土部・盛土部を抽出するために、宅地耐震化推進事業¹²の盛土地に関する情報の利用も考えられるが、宅地耐震化推進事業において精度の粗い(数メートル位置がずれる)地形情報を使っている場合は、誤差範囲を示す必要がある。誤差範囲を示した上で、安全なところの抽出はできる、と説明した方が不満は出にくいと考える。 ・ 複数の地形が混在するメッシュでは、メッシュデータを作成した人の判断方法によって判定(割合が多い地形とするか、危険な地形とするか等)が変わってしまう、分類の精度の問題がある。場所によっては(同じ地形が広がっていれば)250mメッシュでもよいが、一律250m、50m等とは言えないのではないかと。少なくとも50mメッシュのデータが必要と考えるが、50mより細かい範囲で地形が変わっている可能性もある。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクが低い場所は盛土等の改変に注意すれば地形で区分することは可能と考えるが、リスクが高い場所は場合により深い地盤の影響も考慮する必要があり、地形だけでは不十分と考える。

⁶ およそ 260 万年前以前

⁷ およそ 260 万年前～1 万年前

⁸ およそ 2 万年前以降に堆積した軟弱な地層

⁹ 構造物の重量を支えるのに十分な支持力がある地層

¹⁰ 地下にどのような種類の石や地層が分布しているか示した地図

¹¹ 山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地

¹² 大規模盛土の崩壊による住宅流出被害を軽減するため、変動予測調査(大規模盛土造成地マップ作成)を行い住民への情報提供等を図るとともに、滑動崩落防止工事の実施により耐震性を向上させることに要する費用について補助する事業

表 3.3(6) 「地形分類」に対する若松教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般に第三紀以前や更新世の地層からなる山地・丘陵地・台地は、完新世¹³の低地や埋立地に比べ地盤が硬く揺れにくい地盤であるため、リスクが低い地域と考えることはできる。 ・ ただし、山地や丘陵地のような傾斜地では、人工改変することなく大規模な宅地を造成することは少ないため、原地形の他に、大規模な人工改変の有無や切土・盛土地域の情報があつた方がよい。 ・ 「地形分類図」は全国的な整備が最も進んでいるが、都道府県ごとに地形の分類基準が異なるため、全国的なリスク区分には不適である。ただし、山地・丘陵地・台地・低地等を大まかに分類するには使える可能性がある。 ・ 「土地履歴調査」は調査を 1/2.5 万で行っており、境界の精度は高い。「土地履歴調査」の自然地形分類図は地域によらず統一した基準で作成され、人工地形分類図も整備されており、有用なデータである。ただし、調査・作成範囲が人口集中地区に限定されている。この調査が実施された地域で、自然地形分類図と人工地形分類図を利用してリスク評価に使用できると考えられる。 ・ 「土地条件図」は領域境界の精度は良いが、都市化が進んでいる低地の大部分が「盛土地・埋立地」等の人工改変地になっており、元の地形が不明であるためリスクの評価には不適である。また、作成地域も都市圏を中心とした一部の地域であり、全国を網羅していない。 ・ 2万5千分1治水地形分類図(更新版)は、1976～1978年に作成された初版を見直して更新されたもので境界・分類精度がよい。平野部の地形、特に旧河道が詳細に抽出されている。ただし、作成地域は、直轄河川¹⁴の平野部に限定されている。 ・ 「微地形区分」は全国統一基準で分類されており、島嶼部も含め日本全土を網羅している。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「微地形区分」は 250m メッシュのため、1棟ごとのリスクの判定には境界の精度が粗い。ただし、全国をカバーしており統一基準で分類されているため、低地と、標高の高い地形(台地・丘陵・山地)との境界については、領域表示の「地形分類図」を参照することで、このデータも利用できる可能性がある。 ・ 山地や丘陵地のような傾斜地を人工改変して造られた宅地は、切土や盛土といった造成方法によりリスクが異なると考えられるため、切土部と盛土部を区別することが望ましい。切土・盛土の宅地ハザードマップが自治体から全国的に公開されれば使えるが、整備されているのは一部の自治体のみである。 ・ 切り盛り造成地の抽出には、航空写真測量による造成前の 2万5千分1以上の縮尺の地形図が必要である。航空写真測量を用いた地形図の整備は 1960年代半ばに開始されたが、この時点では大都市部で造成が進んでいるため造成地の抽出ができない地域もあり、全国的な利用は困難である。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「微地形区分」は 250m 以上の細かいメッシュで整備する予定はない。

¹³ およそ 1 万年前以降

¹⁴ 国が直接管理する河川

(2) 最大速度増幅率／AVS30

「最大速度増幅率／AVS30」を測定するために現状で利用可能なデータを表 3.4 に示す。また、専門家の意見を表 3.5 に示す。

表 3.4 「最大速度増幅率／AVS30」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
最大速度増幅率／AVS30 (確率論的地震動予測地図の表層地盤)	防災科学技術研究所	250m メッシュ	全国

この「最大速度増幅率」は、地震調査研究推進本部が作成しているいわゆる地震のハザードマップ「確率論的地震動予測地図」に利用されているデータである。防災科学技術研究所の地震ハザードステーション (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) において「表層地盤データ」として公開されている。「最大速度増幅率」は、地表付近の地盤において地震の揺れが大きくなる効果を「AVS30」を使って推定したもので、250m メッシュで全国整備されている。

「AVS30」は、「最大速度増幅率」と同様に「確率論的地震動予測地図」の作成に用いられており、上述の「表層地盤データ」に収録されている。この「AVS30」は、「地形分類」の測定に用いるデータの一つである微地形区分（確率論的地震動予測地図の表層地盤）を用いて推定されるもので、250m メッシュで全国整備されている。

表 3.5(1) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する杉戸教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 相対的な比較となるため、大小を判断する基準を決める必要がある。 リスク区分の決定には基準となる地震動レベルを決定する必要がある。また、様々なタイプの地震動の増幅を検討しておく必要がある。 地形から推定する「AVS30」は、メッシュ内のボーリングデータを地形別に収集したものを平均化等しているため、地盤構造から直接算出したものと比べ精度が悪い。なお、本来、層上部が硬く下部が軟らかい地盤とその逆とで増幅特性は異なるが、地盤構造から算出する「AVS30」はこうした特性が考慮できない(「AVS30」は同じ値となる)。 「AVS30」が正確であっても、増幅率に置き換える過程で精度が落ちる。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 揺れは地表近くの浅い地盤だけではなく、増幅の複雑なメカニズムが影響するため、より深い地盤も影響する。 低層住宅は、表層 10-15m の影響が強いため「AVS30」ではなく AVS10 や AVS15 の方が低層住宅を評価する指標としては適している。 高層住宅は、より深い地盤を考慮する必要があるが、平均せん断波速度の場合、平均値の意味を成さなくなる(一般に深い地盤は硬く、せん断波速度も大きくなるため、平均をとる範囲を広げると深い地盤のせん断波速度が支配的になる)。

表 3.5(2) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する中井教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 広い範囲を対象にする場合、「微地形区分」しかなく、「微地形区分」に堆積層厚等の効果を加味している「最大速度増幅率／AVS30」は目安にはなるかもしれない。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> メッシュはそのサイズに係らず、精度の観点から納得感が得られず使えないのではないかと。
その他	<ul style="list-style-type: none"> このデータの「AVS30」は地形分類から推定されたものであるため、「AVS30」を使うなら地形分類でよいのではないかと。

表 3.5(3) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する福和教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 地震の揺れは、強さ、周期、継続時間等の値で特徴づけられる。本来、これらすべて考慮できるものがよいが、困難な場合には、揺れを速度や震度等に単純化して考える方法がある。 地震動の入力¹⁵を考慮した時刻歴応答解析¹⁶を行わない場合、増幅度マップしか使えないのではないかと。 「AVS30」を推定する際、標高等も加味し表層厚を間接的に考慮しているため、地形より良いと考えることもできる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> 連続的に変化するせん断波速度等の指標で閾値を設定することは難しいため、明快な区分を与える地形分類の方が使い易いのではないかと。 揺れの周期と建物の周期がずれていれば増幅は影響しない。 表層厚が 10m 程度の場所もあるため、そうした場所では AVS30 を用いることはできないのではないかと。 増幅度を推定する際、平野規模を考慮したほうが精度は良くなると考える。
<p>その他</p>	<p>(なし)</p>

表 3.5(4) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する翠川教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<p>(なし)</p>
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> 微地形区わからの推定はボーリングデータや PS 検層¹⁷結果に基づき推定する方法よりも精度が低いと考えられる。 「AVS30」でリスク区分を行う際、区分の閾値は説明性のあるもの(例えば被害分布と「AVS30」の関係)を考える必要がある。ただし、「AVS30」は連続量であるため閾値を決めることが難しい。 低層住宅の被害は短周期が影響するため AVS10(深さ 10m の平均せん断波速度)や AVS20(深さ 20m の平均せん断波速度)の方が適した指標ではないかと。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> 適切な指標は建物の構造により異なるのではないかと。低層住宅であれば浅い地盤の影響が大きい。高層住宅であれば長周期地震動に影響する深い地盤の影響が考えられる。 建物の高さ(周期特性)によって考慮する深さは異なるのではないかと。

¹⁵ 「外力」に同じ。被害をもたらす外からの力のこと。

¹⁶ 建築物を質量・ばね・減衰でモデル化し、地表面に時間とともに変化する地動加速度を与え、建築物の各階の応答加速度、速度、変位を計算する方法。建築基準法は、高さ 60m 超の超高層建築物等の構造計算を行う場合、時刻歴応答解析法を用いること、国土交通大臣が指定する特定性能評価機関でその構造計算内容等の審査を受けることを要求している。

¹⁷ 地盤内を伝播する波の速度を測定する調査。波の伝播速度は地盤の揺れやすさと密接に関係する。

表 3.5(5) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する安田教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れはより深い構造(工学的基盤の不整形性)で特徴づけられることがあるため、表層の特徴を反映した地形から推定した「AVS30」で揺れによる被害の起こりやすさの大小は評価できないのではないか。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工学的基盤の不整形性を考慮した応答解析を行うと精度が高まると考える。

表 3.5(6) 「最大速度増幅率／AVS30」に対する若松教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「最大速度増幅率／AVS30」は地形から推定されたものであるが、推定には標高、傾斜、山地からの距離が考慮されている。標高は河川の上流と下流での堆積物の違いを、傾斜は勾配による堆積物の変化を、山地からの距離は堆積層厚(基盤までの深さ)をそれぞれ表現し、深さ方向の影響も考慮されている。 ・ 区分に用いる閾値の検討が必要となるが、増幅率は揺れやすさを相対的に表現する指標であるため、本指標で区分するのも一案である。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 増幅率は非線形性が考慮されていないと指摘する人もいるが、広域的なりスク評価には考慮されていなくても差し支えないと考える。
その他	(なし)

3.3. 理想的な指標

各専門家が考える「理想的な指標」について、ヒアリング調査により得られた、評価に必要なデータや評価方法、リスク区分の方法、評価実現のために実施されている取組みや実施した方が良く考える取組み等に関する意見を表 3.6 に示す。

表 3.6(1) 理想的な指標に対する杉戸教授の意見

指標 (測定方法)	地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表層地盤の良否が揺れやすさに一番影響すると考える(深い地盤構造は戸建には大きくは影響しない)。表層地盤の軟弱さが震度のレベル、また、揺れの周期にも影響する。表層地盤の軟弱さを定量的に把握するには応答解析が必要となり、応答解析ができる層構造の情報が不可欠である。 ・ せん断波速度まで観測されている地盤は少ないのが現状である。N 値¹⁸だけを使うにしても、N 値をせん断波速度に置き換える際に構造モデルに関するばらつきが生じる。そのため、せん断波速度に基づく構造モデルを用いた応答解析結果と N 値を換算した構造モデルを用いた応答解析結果は 25～30%程度のばらつきが生じると考える。 ・ 地盤調査データに基づく応答解析を用いた個別評価は技術的には可能と考えるが、ボーリング調査や標準貫入試験¹⁹等の原位置試験²⁰や室内土質試験²¹等が全国一律で整備されていないため、全国を区分することは難しいのではないか。 ・ 揺れは地表近くの浅い地盤だけではなく、増幅の複雑なメカニズムが影響するため、より深い地盤も影響する。 ・ 高層建築物では長周期の地震動の影響が大きいため、広い範囲の地盤構造が必要となる。 ・ 個々の建物の設計等において応答解析は必要だが、保険料を決める用途では別途簡便法を考える必要がある。

¹⁸ 地盤の相対的な硬さ。標準貫入試験を実施して得る。粘性土で 4 以下、砂質土で 10～15 以下は軟弱地盤と判定される。応答解析に利用する場合は、この値を推定式によりせん断波速度に変換する。

¹⁹ 地層構成の把握と地盤の相対的な硬さを把握するための調査の一つ。63.5kg のハンマーを高さ 76cm から落とし、サンプラーを地盤に 30cm 打ち込む。要した打撃回数が N 値である。

²⁰ 対象地点の地表またはボーリング孔等を利用して地盤の性質を現場で直接調べる試験の総称

²¹ 土および岩石試料の物理的・化学的および力学的性質を試験室において求める試験の総称

表 3.6(2) 理想的な指標に対する中井教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れの大きさによっては、軟らかい地盤で非線形挙動が起き(例えば、液状化)、揺れの強さが減衰することもあるため、非線形挙動を考慮した方がよい。 ・ 地盤を伝わる揺れ(波)は屈折・反射を繰り返すため、地盤の不整形性が増幅に影響する。広い範囲の地盤構造による三次元的な効果もあり、(ここで想定している)その地点の揺れやすさを評価するのは難しいのではないか。 ・ 戸建住宅は、建築基準法では耐震性能の確認は行わないこともあり、応答解析までは行わないことがほとんどではないか。 ・ 集合住宅は杭基礎にすることが多く、液状化を考慮して設計するため液状化による建物被害は起きにくいと考える。

表 3.6(3) 理想的な指標に対する福和教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震の揺れは、強さ、周期、継続時間等の値で特徴づけられる。本来、これらすべて考慮できるものがよいが、困難な場合には、揺れを速度や震度等に単純化して考える方法がある。 ・ 低層住宅は短周期の揺れを表現する指標、時刻歴応答解析を行う高層住宅は詳細な評価が可能な指標等、建物に応じた揺れの指標を選定する方法も考えられる。 ・ 地盤の周期特性や増幅特性は揺れの強さによって変化する。その際、浅い地盤だけではなく、深い地盤構造も影響する。 ・ ある周期で揺れが増幅しやすい構造物(高層建物)は、地盤の周期特性を考慮する必要がある。 ・ 揺れの周期と建物の周期がずれていれば増幅は影響しない。 ・ 立地も大事だが構造特性の問題も大きい。 ・ 地盤調査データは位置の精度は高いが、改変前等古い時期の調査データしかない場合もあり信頼度が低いものもあることに注意が必要である。 ・ 地盤を伝わる揺れ(波)は屈折・反射を繰り返すため、地盤の不整形性が増幅に影響する。 ・ 現在、国・研究機関により高解像度の地盤モデルを作成している。

表 3.6(4) 理想的な指標に対する翠川教授の意見

指標 (測定方法)	地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 増幅度は周期特性も考えないといけない。木造の戸建住宅に影響する周期帯を考慮するにはスペクトル増幅²²を使う必要があるのではないか。 ・ 戸建住宅では深い地盤構造モデルまで考える必要は無いと考える。一方、長周期地震動により被害を受けると考えられる高層住宅は、深い地盤構造が影響すると考える。 ・ 地盤応答解析が可能な層構造を使うことが理想的ではあるが、対象地点で層構造データがない場合が多いため、被害想定調査等で行われている物理探査データを地形等の情報で補間したデータを利用するしかないのではないか。ただし、補間の際、地下構造が変わるところの層構造を把握する必要があるが、地下構造が変わっていることをどのように判断するか等の課題がある。現在、国により地盤データの整備が行われており、地盤データベースの高度化に物理探査データと地形を用いている。

表 3.6(5) 理想的な指標に対する安田教授の意見

指標 (測定方法)	地盤調査データを用いた地盤の応答解析結果(増幅度)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物を支持するのに十分な強度を持ち、地震時においても支持力を失わないとされる良い地盤であっても、建物の固有周期と地盤の揺れの周期が合えば建物は壊れる可能性がある。 ・ 表層地盤の軟弱さが震度のレベル、建物の被害程度に影響する。古い建物は地盤の影響を受け被害が大きくなる可能性がある。一方、新しい建物は耐震化しているため実際には全壊は起き難いと思う。 ・ 地盤を伝わる揺れ(波)は屈折・反射を繰り返すため、地盤の不整形性が増幅に影響するが、三次元的な効果も考慮した応答解析ができるようになってきている。(ここで想定している)その地点の揺れやすさを評価するにはこれらも必要である。 ・ 入力レベルを考える必要がある。全国で基準がそろってくるのが前提であると考えられる。

²² 地震動の揺れは様々な周期成分から構成されている。どの周期成分の地震動が強いのかを確認するものとしてスペクトルがある。スペクトル増幅は、表層地盤の揺れやすさをスペクトルで表現したもの。

表 3.6(6) 理想的な指標に対する若松教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>地盤調査データ(PS 検層データ)を用いた地盤の応答解析結果(増幅度)</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> 大規模構造物建設にあたっては、ボーリング調査や土質試験に加えて、PS 検層結果を用いた地盤の応答解析が行われており、解析から求められた増幅度は最も理想的な指標と言える。しかし、PS 検層データの利用は、既存データが少ないこと、新規実施には高額な費用が発生することから、全国的なリスク区分に使用することは現実的とは言えない。このため、現状では「最大速度増幅率/AVS30」を利用するのが良いと思われる。ただし、250m メッシュデータでは固い地盤(山地・丘陵・台地)と軟らかい地盤(低地・埋立地)の境界線が粗いため、250m メッシュデータと領域表示の「地形分類図」を併用するか、または領域表示の「地形分類図」を利用して、上記の境界線のみ 100m メッシュにする等、境界の高精度化を図ることが必要と考えられる。

3.4. 指標等に関する専門家の意見一覧

揺れによる被害の要因、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」やそのほかの指標に関する専門家意見を表 3.7 に示す。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（1 / 9）

概説	<p>【揺れの要因】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表層地盤の良否が一番影響すると考える。表層地盤の軟弱さが震度のレベル、また、揺れの周期にも影響する。さらに悪いところを探すとすると、不整形地盤になるのではないか。 ・ 定性的には表層地盤が硬いと揺れにくく、軟弱だと揺れやすい。 ・ 揺れやすさの支配要因として、軟弱層の厚さ、腐植土層や泥炭層の分布が挙げられる。腐植土・泥炭が堆積しているところは局所的に揺れやすい。ただし、堆積している地域が局所的であり、リスク区分に反映されなくてもやむを得ない。 ・ 丘陵は切り盛りがあるため盛った場所、ため池を埋めた場所が揺れやすい場所であろう。 ・ 揺れの強さを絶対値として推定することは難しいが、その地域に同程度の地震動が来たときに、ごく表層近くの地盤で地震動が大きく変わることは良く知られている。 ・ 地盤の内部減衰²³が同じであれば軟らかい地盤の方が揺れは大きくなるが、地盤が塑性化する強震時は履歴減衰²⁴が増えるためよくわからないのではないか。 ・ 地盤が液状化すると建物に揺れが伝わりにくくなることは定性的には言えるが、液状化したらいつも揺れが小さくなるわけではない。 ・ 液状化が揺れの低減にどれくらい影響があるのかを把握することは難しい。 ・ 液状化が発生すると、地盤の震動の減衰が大きくなり揺れを低減させることがあるが、相当大きな揺れがきたら液状化地盤でも木造家屋は不等沈下²⁵等の被害を受ける。 ・ 不整形地盤の影響は大きい。 ・ 揺れやすさは地盤の不整形性が影響するが、その地点の揺れやすさを評価するのは難しいのではないか。 ・ 不整形性を評価しないと揺れやすさは評価できないのではないか。 ・ 不整形地盤は、台地から低地に降りるところ、谷底低地の入り込んできているところが危険である。地形からは低地と台地のキワが抽出できない恐れがある。 ・ 谷底低地は三次元的な効果で揺れる。不整形地盤の影響は研究段階にありはっきりしていない印象である。 ・ 一般には台地の方が谷底低地より揺れにくい、台地の端は揺れる。 ・ 盆地効果²⁶は、深い地盤構造が影響するが、その地点の構造だけではなく、県単位等広い範囲で見る必要がある。また、地震波の到来方向も影響するので、深部地盤を直接的に考慮するのは難しいのではないか。その地点で判断できるのは微地形ではないか。
----	--

²³ 材料としてもっている固有の減衰

²⁴ 地震の揺れによって地盤の変形が大きくなると、そこでエネルギーが消費されて揺れが減衰する。これを履歴減衰と呼ぶ。大きい地震力を受けると、変形が大きくなり、履歴減衰の影響が強くなる。

²⁵ 構造物が傾斜を伴いながら沈下すること。不同沈下ともいう。

²⁶ 盆地内部において地震の波に複雑な反射や集中が起こって地震の揺れが大きくなる効果

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（2 / 9）

<p>概説 (続き)</p>	<p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化はごく表層の地盤が関係するのに対し、増幅率は深い地盤構造が効いてくる。 <p>【保険の対象、構造等と揺れリスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 立地も大事だが構造特性の問題も大きい。 ・ 地震動の卓越周期と建物の固有周期との関係もあるのではないかと。 ・ 揺れによるリスク区分は建物の応答の問題ではないかと。地盤がよいとされる、台地のキワではない部分でも固有周期が合えば建物は壊れる可能性がある。 ・ 建物にとってどういう揺れの指標が厳しいかが重要。例えば、古い木造戸建住宅は周期1秒程度が厳しい。しかし、強い住宅の場合は0.5秒が厳しいかもしれない。 ・ 低層住宅は短周期の揺れを表現する指標、時刻歴応答解析を行う高層住宅は詳細な評価が可能な指標等、建物に応じた揺れの指標を選定する方法が考えられる。揺れの指標は、強さ、周期、継続時間等が挙げられるが、すべてを考慮することが困難な場合には、加速度や速度、変位、震度等に単純化して考える方法がある。 ・ 同じ構造の建物であっても、壊れる建物と壊れない建物とは、強度ではなく固有周期が違うかもしれない。保険の対象を細分化して、それぞれの立地リスクを考えるアプローチは複雑で大変ではないかと。 ・ 戸建住宅では深い地盤構造モデルまで考える必要は無いのではないかと。 ・ 適切な指標は建物の構造により異なるのではないかと。低層住宅であれば浅い地盤の影響が大きい。高層住宅であれば長周期地震動に影響する深い地盤の影響が考えられる。 ・ 表層 10-15m の地盤が低層住宅に影響するのではないかと。 ・ 長周期の波が卓越する原因の一つに盆地効果が挙げられる。盆地効果は、深い地盤構造が影響するため、長周期地震動により被害を受けると考えられる高層住宅は、深い地盤構造が影響する。 ・ 深部地盤の不整形性は、周期の長い構造物に影響する。 ・ 深い地盤構造は戸建には大きくは影響しないと言える。 ・ 深い地盤構造の戸建住宅への影響はよくわからない(不整形地盤が戸建住宅にも影響する可能性がある)。 ・ 古い建物は地盤の影響が如実に出る可能性がある。その際、良い地盤は、洪積台地、丘陵であり、悪い地盤は沖積、谷底低地等の不整形地盤だが、定量的に言えないのではないかと。 ・ 新しい建物は耐震化しているので実際には全壊は起き難いと思う。 <p>【考慮すべき地震動】</p> <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どんな地震を対象にするのか、地震の議論が無くてよいのか。 ・ 地震動レベル(L1²⁷, L2²⁸)の議論は必要ではないかと。L1, L2 を考えれば3段階になるのではないかと。L1, L2 の位置づけの表があるとわかりやすい。 ・ 来るか来ないかの外力を対象にしてもしょうがない。建物の供用期間を考えると戸建で L2 に対応するのは困難 ・ 揺れと液状化は L1 地震が良いのではないかと。住宅では L2 地震対応は行わない。
--------------------	---

²⁷ 当該建築物の耐用年数中に一度以上受ける可能性が大きい地震動（または津波）

²⁸ 当該建築物の敷地において、過去および将来にわたって最大と考えられる地震動（または最大規模の津波）

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（3 / 9）

<p>概説 (続き)</p>	<p>【指標の考え】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表面的なことだけではなく、各指標の原資料が何かをきちんと調べる必要がある。 ・ 指標は原指標があれば出せるものであり、その算出方法は更新されるべきものである。原指標はほとんど変わらないが、指標は将来的に変わっていく。 ・ 推定値については今後変わってしまう可能性があるのか、吟味した上で選択する必要があるのではないかな。 ・ 推定式は時代と共に変わるべきものであるため、変わらない原資料で区分した方が良いかもしれない。 ・ 国や自治体が出したデータであっても検証が必要
<p>指標/データ</p>	<p>【浅い地盤構造】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ せん断波速度まで観測されている地盤は少ないのが現状である。N 値だけを使うにしても、N 値をせん断波速度に置き換える際に構造モデルに関するばらつきが生じる。そのため、せん断波速度に基づく構造モデルを用いた応答解析結果と N 値を換算した構造モデルを用いた応答解析結果は 25～30%程度 のばらつきが生じると考える。 ・ 戸建住宅では標準貫入試験は行わないのではないかな。 ・ 戸建住宅の地盤調査はスウェーデン式サウンディング調査 (SWS)²⁹ がほとんどであるが、SWS の結果は換算 N 値であり、標準貫入試験の N 値との関係の信頼性が低く、地質がわからない。また、地下水位もわからない。そのため、基本的に液状化には使えない。 ・ 敷地の外の地盤情報を用いるのは精度の観点から難しいが近傍ボーリングと SWS より、ボーリング間が連続的に変化していることが確認できれば (SWS とボーリングが整合していれば) 使用できるのではないかな。ただし、高度な専門知識が必要になる。 ・ 宅地開発されているところは地盤情報があるので積極的に評価しても良いのではないかな。 ・ 個人で取得できる情報としては、常時微動³⁰、ボーリング、表面波探査³¹、SWS が挙げられる。 ・ ボーリングデータは戸建住宅を建てる土地や畑等では無い場合の方が多い。下水工事をする際にボーリングをするが深さは 5m くらいで、道路沿いにしかない。 ・ ボーリングデータは全国的に見ると 250m メッシュに 1 箇所もない地域が多く、特に旧河道や内陸の埋立地等、地盤条件が悪い地域はボーリングデータが皆無に近いのが実状である。ボーリングデータのみ依存するリスク評価も完全ではない。 <p>【最大速度増幅率・震度増分³²】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ボーリングデータを利用したローカルな増幅率を使うべきではないかな。 ・ 相対的な値を代表値として与えられるかが課題 ・ 絶対値としての入力レベルおよび被害の形態を決めないと区分できないのではないかな。

²⁹ 地層構成の把握と地盤の相対的な硬さを把握するための調査の一つ。深さ 10m 程度までの軟弱層を対象とする調査。ロッド先端にスクリーポイントを取り付け、貫入量および回転数を測定する。

³⁰ 風や海の波といった自然現象や、車の走行や工場の機械といった人工的な振動源による地面の振動。常時微動を測定することで、地盤が持つ揺れやすい振動の周期を把握することができる。

³¹ 人工的に発生させた地震波を観測することで、地中の地盤構造や地盤の硬軟を把握する調査

³² 表層地盤の揺れやすさを震度がどの程度増加するかという指標で表したものの。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（4 / 9）

指標/データ (続き)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基準となる地震動をどれくらいにするのかが議論されていない。基準を決めないと区分の候補は決められないのではないか。 ・ 自治体のハザードマップは市民の防災意識啓発のために作成している場合が多い。そのため、例えば建物の被害予測において揺れの強さを指標として予測する際、液状化による低減効果を見込まず線形で評価することが多い。本来、液状化で壊れるものを揺れによって壊れるようにしているものもあり、現象的に正しい評価をしていないのではないか。 ・ 揺れの結果はハザードマップを作った人に依存してしまう。 ・ 地盤の増幅度は難しい面もある。本来、建物と周期がずれていれば増幅はあまり影響しない。 ・ 地震動の入力を考慮した時刻歴応答解析を行わない場合、増幅度マップしか使えないのではないか。 ・ 揺れやすさの差をみる相対値としての利用になるのではないか。 ・ 増幅度は周期特性も考えないといけない。木造の戸建住宅に影響する周期帯を考慮するにはスペクトル増幅を使う必要があるのではないか。
	<p>【土地条件に基づく揺れやすさ】^{参2}</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れやすさは「小」と判定される斜面(山地)でも崩壊する危険性がある。^{参3} ・ 論文になっていないため使用する場合は検証が必要であると考え。 ・ 台地は揺れにくいが台地の端は揺れるため、「台地・段丘」が「揺れやすさ小」となるのは違和感がある。
	<p>【地盤が軟弱な区域³³】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 町丁目の境界と地盤の境界は無関係であるため、精度の面で使えないのではないか。
	<p>【AVS30】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 層上部が硬く下部が軟らかい地盤とその逆とで増幅特性は異なるが、地盤構造から算出する「AVS30」は同じ値となるため、使用するには注意が必要である。 ・ 「AVS30」はメッシュごとN値や似た表層地質でグルーピングしているため、かなり粗いのではないか。 ・ 堆積層の厚い大規模平野には「AVS30」が、小規模平地はAVS10等が適していると考えられる。 ・ 「AVS30」は推定値なので「土地条件図」や「微地形区分」とは異なる。また、「AVS30」の推定方法は様々ある。例えば、内閣府では増幅度を過小評価しないようにシグマモデル(平均値-1σのAVS30とする)を用いている。 ・ ボーリングデータのN値からVsを推定する方が、「微地形区分」からの推定よりも精度は高いのではないか。 ・ 低層住宅の被害は短周期が影響するためAVS10(深さ10mの平均せん断波速度)やAVS20(深さ20mの平均せん断波速度)の方がよいようにも思える。中・高層住宅には「AVS30」の方が適していると考えられる。 ・ 「AVS30」をどの指標で測るかという話でいうと、PS検層の結果があれば、もちろん指標となるだろう。

³³ 地盤が弱く不同沈下のおそれがある区域、地震時に液状化するおそれがある砂質土地盤区域、地盤が1980年建設省告示で定められた第三種地盤に該当する区域として特定行政庁が指定した区域。町丁目単位で指定される。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（5 / 9）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「AVS30」の基準値はある値に決めてやるしかないのではないか。やるとしても割引はやりやすいが割増はやりにくいと思う。例えば「AVS30」が250m/s だから相対的に揺れにくいので線を引きます、と決めた場合、その線を引く時は説明性のあるもの(被害分布と「AVS30」の関係等)を考えないといけないのではないか。 ・「AVS30」がいくらだったら大丈夫とはいえないのではないか。 <p>【地形分類(微地形分類、土地条件図)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地形区分が震度とどう関係しているかが大切である。 ・今ある地形のデータを用いて区分するのは乱暴ではないか。安全側の評価(危険)とすることが考えられる。 ・沖積の軟弱地盤は震度が大きく、近傍の洪積台地上に比べると0.5から1.0違う。それがわかるのは微地形であろう。 ・台地等、硬いところであっても亜炭鉱跡地のように空洞があれば揺れが大きくなるところもあれば小さくなるところもある。亜炭鉱跡地は調べればわかる。 ・層構造がわかったほうが良いが、地形と地盤構造はある程度相関がある。 ・揺れは地形を判断基準にするなら区分に使えると考える。 ・小高いところ、良い地盤で平らなところは「リスクが特に低い地域」といえるのではないか。 ・台地・丘陵部であっても谷筋や切土・盛土、旧ため池はリスクが高いグループである。(谷筋は土砂災害の危険性があり、また、地盤が軟らかい。切土は背後ののり面が崩壊することがある。盛土は自分が崩壊する。) ・地形だけで揺れやすさを判断することは難しいのではないか。例えば、氷河期に削られた上に火山噴火によるロームが堆積した台地がある。この台地ではローム層が薄い部分は揺れにくいですが、ローム層が厚く積もって標高が高くなっているところは揺れやすいという特徴を持っている。 ・地形からは不整形地盤で危険な場所(低地と台地のキワ)が抽出できない恐れがある。 ・丘陵地の造成盛土も滑るため問題である。 ・盛土が弱く危険な原因は、振動レベルに加え崩壊してしまうことである。盛土の崩壊を揺れやすさに置き換えることも考えられる。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地中で変化しているものは反映されない。 ・区分すると、地形は数値ではなく記号になるが、台地であってもいろいろある(上位、中位、低位)ため、そのどこを緑(リスクが特に低い地域)にして、赤(リスクが特に高い地域)にするといった線引きは難しい面があるのではないか。 ・「土地条件図」は古く(昭和50年代作成)、海岸の埋立地が現在と異なるため使えない場合も多い。 ・人口が集中する都市部は、集中度ゆえ地形改変するためリスクが高いと考えることができる。 ・地形改変が多い地域では、地形改変したかどうかの区分図が必要になるかもしれない。国土院が作成途中であるが、全国一律にない状況である。これは地震保険料率で本来考慮すべきことであれば、人に頼らず機構側で作ろう、となるのではないか。現状はデータがないため区分できないが、極めて重要なので機構が中心となって資料を整えるべきではないか。 ・地形であれば社会的にある程度合意できるのではないか。ボーリングに頼らず、地形が台地か低地かでも良いのではないか。 ・連続量に対して明快な閾値を設けることは難しい。区分の説明性を与える、明快な閾値が設定できる指標は、地形区分しかないのではないか。
------------------------	---

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（6 / 9）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高分解能の衛星画像と数値標高モデルを用いて、250m メッシュ別の「微地形区分」を 50m メッシュ別に細密化する研究(石井・他、2011)もある。この微地形区分も指標として考えられる。 ・ 良い地盤は、洪積台地、丘陵であり、悪い地盤は沖積、谷底低地等の不整形地盤だが、定量的に言えないのではないか。 ・ リスクの特に低い(明らかに安全)な区分の可能性としては、山地、丘陵、台地で盛土していないところ、採掘も行われていないところになるのではないか。この条件にすればかなりの精度で地域を抽出できるのではないか。 ・ 大規模盛土造成地³⁴のマップ作りは、今実際に作業を行っているため、利用すべきと思う。 ・ 人工改変していない山地、丘陵地、台地は、リスクが特に低いと区分できる。ただし、山地や丘陵のような傾斜地に改変することなく大規模な宅地を造成するケースはほとんど無いため、造成地の場合は切土部と盛土部を区別することが望ましい。 ・ 「土地履歴調査」は統一的で精度の良い地形分類が行われおり、人工地形分類図も整備されているため、この調査が実施された地域で、山地、丘陵地、台地はリスクが低いと区分することも一案である。
	<p>【標高(傾斜)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 傾斜と揺れやすさの関係について、USGS(アメリカ地質調査所)の Wald 氏が調べている。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的なハザードマップは啓発のために作成されるため、軟らかい地盤は揺れるように計算している場合がある。軟らかい地盤は標高が低いため、水害危険度も高く、また、液状化危険度が高いため、それらの危険度を揺れの危険度に見込んでおきたいのではないか。 ・ 立ち位置を明快にすると、標高だけで良いかもしれない。
	<p>【精度】</p> <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 丘陵地と堆積地の境界でメッシュに集約した地形が同じになることがあり、クレームがでるのではないか。 ・ 地震動の増幅に関しては 50m メッシュでよいと考えるが、より表層地盤の影響を大きく受ける液状化は厳しい。 ・ 250m メッシュは粗いため、岐阜市では 50m メッシュで行っているが、対象とする木造家屋1軒1軒には使いにくい。 ・ 戸建住宅位置の地盤の層構造はせめて 50m メッシュで考える必要がある。それぞれの地盤の代表的な層構造でメッシュの層構造が求められていればよい。 ・ 50mメッシュ層構造モデルが全国一律であれば区分に使えるだろう。都市部は細かいメッシュで検討されているため、被害想定メッシュデータが一部利用できるのではないか。 ・ 地形はポリゴンが良い。 ・ 地形分類の精度なら区分に使えるのではないか。 ・ 「地形分類図」は図幅ごとに分類が違う。統一的にしたのが若松先生のデータである(ただし、メッシュデータである)。

³⁴ 盛土の面積が 3,000 平方メートル以上、または盛土をする前の地盤面の傾斜が 20 度以上かつ盛土の高さが 5 メートル以上の盛土造成地

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（7 / 9）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ メッシュはサイズに係らず、精度の観点(砂が堆積した埋立地とシルトが堆積した埋立地が区別できない、台地の枝谷等が抽出できない)から使えないのではないかと。 ・ 地点の選別にメッシュは難しいためポリゴンがよいが、液状化では 1/2.5 万の地図でも厳しいかもしれない(大丈夫かもしれない)。 ・ ボーリング調査は位置の精度は高いが、ボーリング調査によっては精度が低いものもあることに注意が必要である。 ・ 250m メッシュより 50m メッシュの方が良いとは言えるが、何 m メッシュなら大丈夫というのは断言できない。 ・ 250m メッシュでは説明性が薄い。一般論では 250m メッシュではクレームが多いと考える。ただし、50m や 100m だからといって大丈夫とはいえない。 ・ メッシュデータは台地に位置する家が低地に属すると判断されてしまう場合もあるため、割増だと契約者から不満が出て使いにくい。割引には使えると思う。 ・ 明らかに台地にあるのに違う地形とされている場合には、素人でもわかる現地目視調査ルールを作って査定員を派遣する等の対応が考えられるが、件数が多いと困るのではないかと。 ・ 1/2.5 万の地図の精度の問題も注意事項として挙げたほうが良い。 ・ 領域判定の場合は、1/2.5 万よりも精度が良い必要がある。 ・ 複数の地形が混在するメッシュでは、メッシュデータを作成した人の判断方法(割合が多い地形とするか、危険な地形とするか等)によって、判定が変わってしまう。 ・ 少なくとも 50m メッシュのデータが必要(50m メッシュで取組み始めている) ・ 精度は、境界の精度と分類上の精度がある。 ・ 「地形分類図」は全国的な整備が最も進んでいるが、都道府県ごとに地形の分類基準が異なるため、全国的なリスク区分には不適である。ただし、山地・丘陵地・台地・低地等を大まかに分類するには使える可能性がある。 ・ 「土地履歴調査」は調査を 1/2.5 万で行っており、境界の精度は高い。「土地履歴調査」の自然地形分類図は地域によらず統一した基準で作成され、人工地形分類図も整備されており、有用なデータである。ただし、調査・作成範囲が人口集中地区に限定されている。この調査が実施された地域で、自然地形分類図と人工地形分類図を利用してリスク評価に使用できると考えられる。 ・ 「土地条件図」は領域境界の精度は良いが、都市化が進んでいる低地の大部分が「盛土地・埋立地」等の人工改変地になっており、元の地形が不明であるためリスクの評価には不適である。また、作成地域も都市圏を中心とした一部の地域であり、全国を網羅していない。 ・ 「治水地形分類図(更新版)」は、1976～1978 年に作成された初版を見直して更新されたもので境界・分類精度がよい。平野部の地形、特に旧河道が詳細に抽出されている。ただし、作成地域は、直轄河川の平野部に限定されている。 ・ 「微地形区分」は全国統一基準で分類されており、島嶼部も含め日本全土を網羅している。ただし、1 棟ごとのリスクの判定には境界の精度が粗いが、ボーリングデータも 250m メッシュに 1 箇所もない地域が多いことを考えると全国的に精度良いリスク評価を行うことは困難であることから、250m メッシュデータが一概に平面的に精度が悪いとは言い切れない。
------------------------	---

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（8 / 9）

<p>その他</p>	<p>【制度化(区分)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ できればより細かいメッシュ単位で、定量的な違い(応答解析の結果)が入れられたらよい。応答解析ができる地盤の層構造の情報が不可欠である。 ・ 揺れやすさは液状化ほど差がつかないため、明らかに安全・危険という線を引くことが難しいのではないか。 ・ 採掘等(空洞も)は例外的なものであり、ここまで触れるとどれも区分できなくなる。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 不確定要素をどこまで取り入れるかは裁量にかかっているのではないか。 ・ アメリカ・カリフォルニア州の Seismic Hazards Mapping Act³⁵や活断層法³⁶を調べてみてはどうか。Seismic Hazards Mapping Act は、液状化の可能性のある場所での建築には原則対策を要するが、その可能性がないことが証明できれば対策を不要とするものである。Seismic Hazards Mapping Act で「揺れやすいエリア」への規制をしていない理由は、既存の耐震基準でカバーできているからである。 ・ 指標が連続量の場合、閾値は難しいのではないか。 ・ 1段階目で明らかに不公平なところを外し(地形で分ける)、2段階目で詳細に見る(ボーリングで分ける)といった流れになると考える。極端な判断は地形から行い、グレーゾーンはボーリングを見ることになるのではないか。 ・ 我々は自然科学や工学の専門家であって、保険の専門家ではない。立地条件によって、リスク区分する際の指標や区分したときの問題点は指摘できるが、これを保険に導入してよいかどうかについては、専門家の意見を斟酌した上で、別の場で判断すべきことと思う。 ・ 社会合意の話と信頼性の話はあわせなくてよいのではないか。すべて科学で話をするのは不遜ではないか。 ・ 頻度は高いが揺れがそれほど強くないものに対して被害を減らすことと、シビアな低頻度なものに対して被害を減らすことは異なる。割増引を考える際、頻度が多い方を助けたいのか、シビアなものを助けたいのか、その感覚を共有しておく必要があるのではないか。 ・ 地震保険料率に数値を反映させるのは決断力が必要である。 ・ 普通の地盤、明らかに硬い地盤、明らかに軟らかい地盤、で料率を変えることはできるのではないか。地盤による被害程度の差は、過去の被害事例をみて明らかである。ただし、家そのものの強度の方が効いてくるのではないか。 ・ ボーリングや地形を総合的に判断し、時間、コストをかけて丁寧にやれば区分できるのではないか。 ・ 個別評価は技術的には可能と考えるが、全国を区分することは難しいのではないか。
------------	--

³⁵ 強震動、地盤の液状化、(震動起因の)土砂災害等の地震ハザードについて、その起こりうる範囲(zone)を特定するとともに、そこで適切な調査・措置によって被害を軽減し、併せて市や郡の土地利用管理施策や減災策を推進させることを目的とするアメリカ・カリフォルニア州の法律。地震ハザード地帯での開発は、開発者が必要な地質・地盤の調査を行い、またその結果を受けた減災措置が開発計画に盛り込まれていない限り、開発は承認されない。また、地震ハザード地帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者に、そのことを伝えることが義務付けられている。参考2を参照のこと。

³⁶ 地表での活断層の変位によるビル等の構造物への被害を食い止める事を目的としたアメリカ・カリフォルニア州の法律。地方機関(市や郡)は、指定された地震断層帯内で実施される開発プロジェクトを規制する。開発プロジェクト実施の承認を得るには、専門家による地質調査を実施して、建築する構造物が活断層を跨いでいないことを示す必要がある。また、地震活断層帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者にそのことを伝えることが義務付けられている。参考3を参照のこと。

表 3.7 揺れリスクに関する指標等への専門家意見一覧（9 / 9）

<p>その他 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使えるデータがあれば、簡単な方法でも区分することを考えても良いと思う。 ・ 現在と過去の地形で制度化することは許容できる。揺れは 1/2.5 万が良いと思う。揺れは液状化ほど地盤構造に敏感ではない。 ・ 評価できる場所(データがそろっているところ)は積極的に評価していくアプローチがあるのではないか。 ・ 科学的立場をとれば、データがそろっているところはそれらを可能な限り反映させることが大事ではないか。 ・ データが存在しないところは多くの場合人が住んでいない。危険な場所に住むのであれば、危険度に応じて安全性を割り増すことが誘導できれば良いのではないか。 ・ 地震が生じた際に割増をしていた家に被害が無く、周辺の割増をしていなかった家に被害が出た場合、割増をしていた家からクレームがくる可能性がある。割引ならクレームはでないが、割増ではそういった問題が生じる。 <p>【展望】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震保険料率を算出するためのデータ整備はやって意味のあることではないか。 ・ 手法によらず、基礎データのところで合意がとれたものができればよい。例えば、個々のボーリングデータが得られなくても、地域の地下水位を調べるための地下水位面マップができればよいのではないか。 ・ 一番良いのは、ある基準に基づいて、機構側で判断できるマップを 250m メッシュ等で日本全国一律作ること。難しい場合は、基礎データだけは機構側でそろえ、やり方を作る。これも難しければ、どこかが作ったものを使うしかない。この場合、使うものごとに作り方、信頼度が違うため、機構側で評価をした上で使う(使わせる)ことになるのではないか。ハザードマップを作った自治体に開示要求し、データを取得し、参考文献や適用限界を示しつつ使うことになるが、難しいと思う。そもそも基礎データは、社会の財産のため残っていくようにしてほしい。 ・ 地形区分を機構側で作ればよい。地形・地質業者がポリゴンデータとして区分していくしかない。名古屋市は写真判読からやり直している。 ・ データとして存在するか否かは重要ではない。自分たちで良いデータをつくるべきである。
---------------------	--

参考 1：地盤データ整備に関する国の取組み

専門家へのヒアリング調査において言及があった、国による地盤データの整備について、その取組み内容の概要は以下のとおりである。

地震調査研究推進本部は、地震発生の長期的な確率評価と強震動の評価とを組み合わせた「確率論的地震動予測地図」と、特定の震源に対する詳細な強震動評価に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」を合わせた「全国地震動予測地図」を2005年以降、ほぼ毎年公表している。これら地図作成の一環として、地震の揺れの予測に必要な、地盤データの整備が進められており、3.2 節(1)における「地形分類」の測定に用いるデータの一つ微地形区分や(2)における「最大速度増幅率/AVS30」は地表付近の浅い地盤に関するデータはその例である。また、複数の専門家から、地盤の揺れやすさに影響する（特に高層建物に関しては影響が大きい）との意見があった、深い地盤構造を含む地盤データについても整備が進められている。この地盤データは、「震源断層を特定した地震動予測地図」の作成に利用されており、地震調査研究推進本部に設置されている「地下構造モデル検討分科会」により作成・高度化が進められている。

その他、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムの課題の一つである「レジリエントな防災・減災機能の強化」に関連して、防災科学技術研究所は、地震、津波、豪雨を対象とした被害全体をリアルタイムに推定し、被害状況を把握するシステムの研究開発に取り組んでいる。具体的な内容に関しては公開資料^{参4,参5}においてまだ明らかにされておらず、詳細は不明であるが、地震の被害想定には地盤データが不可欠であり、今後、なんらかの成果が公表されるものと期待される。

参考 2 : 米国カリフォルニア州の地震ハザードマッピングに関する法律

専門家へのヒアリング調査において言及があった、米国カリフォルニア州における地震ハザードマッピングに関する法律に関しては、小白井（2004）³⁷が詳しく調査しており、概要は次のとおりである。

法律制定の契機

地震ハザードマッピングに関する法律（Seismic Hazards Mapping Act）は、活断層法の課題と 1989 年のロマプリータ地震が契機となり、1990 年にカリフォルニア州議会で採択され、1991 年に施行された。

目的

地震による揺れ、液状化、（地震に起因する）土砂災害等の地震ハザードについて、その起こりうる範囲（zone）を特定するとともに、そこで適切な調査・措置によって被害を軽減し、併せて市や郡の土地利用管理施策や減災策を推進させることを目的としている。

制度の概要

- ・ 州政府の地質官は、地盤の液状化及び（震動起因の）土砂災害の発生の可能性が高い地域を、地震ハザード地帯（Seismic Hazard Zone）として特定し、地震ハザード地帯地図（Seismic Hazard Zone Map）（縮尺 1 : 24,000）を関係する市や郡に交付する。
- ・ 地震ハザード地帯地図の交付を受けた市や郡は、この地帯での開発を規制する。具体的には、この地帯での開発については、開発者が必要な地質・地盤の調査を行い、またその結果を受けた減災措置が開発計画に盛り込まれていない限り、開発は承認されない。収集された関係データは、データベース化され、地震ハザード地帯地図の更新に使われる。なお、個人用の住宅建設については、管轄の市や郡の判断により規制の対象から除外されることもあるとされている。
- ・ 地震ハザード地帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者にそのことを伝えることが義務付けられている。

³⁷ 小白井亮一(2004) ; 米国カリフォルニア州の地形地質と同州政府の地震防災対策, 国土地理院時報, 第 104 集, pp.43-59

参考3：米国カリフォルニア州の活断層法

専門家へのヒアリング調査において言及があった、米国カリフォルニア州における活断層法に関しては、小白井（2004）³⁸が詳しく調査しており、概要は次のとおりである。

法律制定の契機

アルキストープリオロ特別調査地帯に関する法律（Alquist-Priolo Special Studies Zone Act、通称；活断層法）は、1971年のサンフェルナンド地震が契機となり、1972年にカリフォルニア州議会が制定した。制定当時は「アルキストープリオロ地震断層帯に関する法律（Alquist-Priolo Earthquake Fault Zoning Act）」と呼ばれ、1994年に現行名に改称された。

目的

地表での活断層の変位によるビル等の構造物への被害を食い止めることを目的とした法律である。

対象となる断層の範囲

サンアンドレアス断層、カラベラス断層、ヘイワード断層、サンジャシント断層、および、州政府の地質官が十分活動的で明瞭と認めるその他の断層を対象としている。

制度の概要

- ・ 州政府の地質官が、活断層周辺を地震断層帯（Earthquake Fault Zone）として指定し、地震断層帯地図（Official Map of Earthquake）を作成して、関係する市や郡等に交付する。地震断層帯の幅は、場所により異なるが、平均 1000 フィート（330m）程度である。
- ・ 地方機関（市や郡）は、指定された地震断層帯内で実施される開発プロジェクトを規制する。開発プロジェクト実施の承認を得るには、専門家による地質調査を実施して、建築する構造物が活断層を跨いでいないことを示す必要がある。
- ・ 地質調査により開発エリア内で活断層が見つかった場合、人間が居住する構造物は、そこを跨いでいけない。また、活断層から 50 フィート（約 15m）程度離して建築する必要がある。
- ・ 個人が個人用の通常の家を建てる工事は、規制対象のプロジェクトとは見なされない。地方機関による上乗せ規制が認められているため、規制対象がより厳しくなっている場合がある。なお、1975年以前からある建物については対象外としている。
- ・ 地震活断層帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者にそのことを伝えることが義務付けられている。

課題

- ・ 断層変位以外の地震ハザードに対応できない。

³⁸ 小白井亮一(2004)；米国カリフォルニア州の地形地質と同州政府の地震防災対策，国土地理院時報，第 104 集，pp.43-59

- 1975年5月以前に建てた建物や規制対象外である個人の住宅が断層上に存在する。
- 上下水道、電気等のライフラインは対象外である。

第4章 液状化に関するヒアリング調査

4.1. 液状化による被害に影響する立地条件

液状化現象は、地下水により満たされた緩い砂がちの地盤で発生する。緩い砂がちの地盤は、砂粒同士がくっつき、かみ合うことによって安定しているが、地震の繰り返しの揺れを受けると、砂粒間のかみ合わせが外れて水に浮いたような状態になる。このとき、砂がちの地盤によって支えられていた建物は、支持力がなくなり沈下・傾斜が発生する。また、それまで砂粒が支えていた荷重を水が受け持つことになるため、砂粒間の水圧が高くなり、砂粒とともに地上に噴出することがある。噴出すると、地層の中身が地表に抜け出した状態になり、沈下や亀裂・陥没等の地盤変形が生じる。この地盤変形によっても建物の沈下・傾斜の被害が発生する（図 4.1）。

一般に、液状化が発生しやすい条件として、砂地盤であること、砂が緩く堆積していること（締め固まっていないこと）、緩い砂の層が地下水で飽和されている（地下水位が高い）こと、の3つが挙げられる。液状化しやすい3つの条件のうち、どれか1つでも外れていると液状化リスクは低く、3つの条件がそろえば液状化リスクが高いといえる。

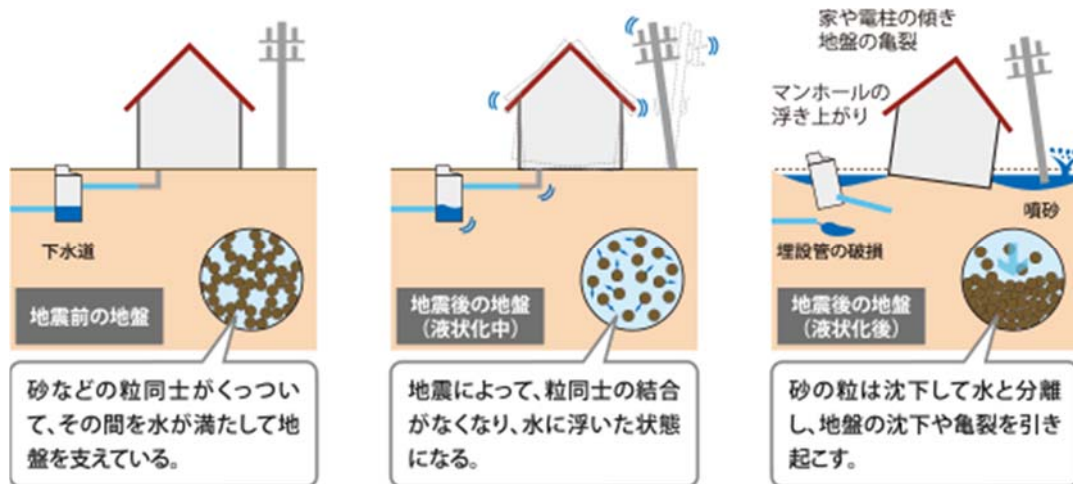


図 4.1 液状化発生の仕組みと立地条件¹

¹ 東京都 建物における液状化対策ポータルサイト (<http://tokyo-toshiseibi-ekijoka.jp/about.html>) より

4.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標

専門家へのヒアリング調査で得た意見を踏まえ、現時点で取得可能なデータに基づく指標として、「地形分類」および「地下水位」の2つの指標を抽出した。2.1節(5)における表2.2の分類では、いずれも震源や地震の揺れの大きさ等、外力に依存しない指標であるため、各指標は表4.1の通り「外形的な指標」と分類される。

表 4.1 各指標の分類

指標	分類（表 2.2 指標の分類）
地形分類	外形的な指標
地下水位	外形的な指標

「地形分類」では、当該地点の地形に関する情報を指標として利用する。「地形分類」には、河川・海・風等による浸食と堆積の状況が反映されていると考えられ、液状化しやすい立地条件との関係がある。例えば、地形分類の一つである旧河道においては、地下水位が高いことや、かつて河川であったころの砂質の堆積物からなる地層の存在が示唆される。また、沿岸の埋立地においては、ゆるい埋立砂（浚渫砂・山砂）が埋め立てに利用され、地下水位も比較的浅い。そのため「地形分類」は、液状化リスクの要因の一つである地下水で飽和した緩い砂層が地表付近に分布することを把握する指標となり得ると考えられる。

「地下水位」は、当該地点における地下水の上面の地下深さを表す指標である。液状化が発生する3つの条件のうちの1つは、地下水で満たされていることであり、地下水位よりも浅い地層では液状化は発生しない。そのため、液状化発生の有力な指標ではあるが、液状化発生のほかの2つの条件（砂質の地層であることおよび緩く堆積していること）は把握することが難しい。

(1) 地形分類

「地形分類」を測定するために現状で利用可能なデータとして、「地形分類図」、「土地履歴調査」、「土地条件図」、「微地形区分」および「治水地形分類図」を挙げることができる。その概略を表 4.2 に示す。「微地形区分」以外には現状、全国をカバーする地形データはない。データの整備範囲を県単位で図示したものを図 4.2 に示す。表 4.2 および図 4.2 は、3.2 節(1)地形分類で掲載した表、図の再掲である。

また、専門家の意見を表 4.3 に示す。

表 4.2 「地形分類」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
地形分類図 (5万分の1土地分類基本調査)	国土交通省	ポリゴン	ほぼ全国 (北海道は一部地域のみに)
土地履歴調査 (5万分の1土地分類基本調査)	国土交通省	ポリゴン	人口集中地区および 周辺の区域
土地条件図(2万5千分の1地形図)	国土地理院	ポリゴン	一部地域
微地形区分 (確率論的地震動予測地図の表層地盤)	防災科学技術研究所	250mメッシュ	全国
治水地形分類図(更新版)	国土地理院	ポリゴン	国が管理する河川流域のうち一部地域

ここでいう「地形分類」は、山地・丘陵地・台地・低地をさらに細かい分類の地形(扇状地や三角州等)に分類したもので、微地形区分とも呼ばれる。地図上のデータであり、それぞれのデータにより分類方法には違いがある。

「地形分類図」は、国土調査法に基づく土地分類基本調査の一環として、土地の自然条件を調査し5万分1地形図に取りまとめられたものである。調査・発行は、当時の経済企画庁および国土庁、都府県であるが、国土交通省より pdf ファイルで公開されている。

「土地履歴調査」は、「地形分類図」と同様、国土調査法に基づく土地分類基本調査の一環として調査されたもので、国土交通省がデータを公表している。集中豪雨の激化や地震災害の多発等により、土地の安全性に対する意識が高まっていること等を踏まえ、土地本来の自然地形や改変履歴等の情報を整備したデータである。また、各機関が保有する災害履歴情報等を幅広く集約し、2019年度までに人口集中地区および周辺の区域(18,000km²)について実施することを成果目標としている。

「土地条件図」は、防災対策や土地利用・土地保全・地域開発等の計画策定に必要な、土地の自然条件等に関する基礎資料を提供する目的で、昭和30年代から実施している土地条件調査の成果を基に、主に地形分類(山地・丘陵地、台地・段丘、低地、水部、人工地形等)について示したものであり、国土地理院からは「数値地図25000」として公表されている。整備範囲は現状、都市の多い平野部や防災対策推進地域に限定されており、今後の整備計画については不明である。2010年度から2012年度に、一部の地域について内容

の一部（人工地形）を更新した図幅が整備されている。

「微地形区分」は、地震調査研究推進本部による「確率論的地震動予測地図」の作成に利用されている地形分類のデータである。従来の地形分類のデータの問題点の一つである地域による地形の分類方法の違いを廃し、全国にわたり統一的な基準により地形を分類したものである。その他の地形分類のデータがポリゴンと呼ばれる地形間の境界を示すデータとなっているのに対し、本データはおおよそ 250m（緯度経度を基準としており、正確には 250m ではない）を一辺とする四方形内の主な地形を示すデータとなっている。

「治水地形分類図」は、治水対策を進めることを目的に、国が管理する河川の流域のうち主に平野部を対象として、詳細な地形分類および河川工作物等が記載された地図であり、国土地理院から公開されている。1976 年度～1978 年度にかけて整備されたが、基図や河川管理施設等の情報が古くなったことから、2007 年度以降、更新作業が進められ、順次公開されている。ヒアリング調査において、更新後の地図の精度が高いとする意見があり、本報告書では更新後の地図（治水地形分類図（更新版））を対象とした。



地形分類図
(5万分の1土地分類基本調査)



土地履歴調査
(5万分の1土地分類基本調査)



土地条件図
(2万5千分1地形図)



治水地形分類図 (更新版)

…整備済み
 …一部地域で整備済み
 (「微地形区分」は全国整備済みのため省略)

図 4.2 地形に関するデータの整備範囲 (2016年9月時点)

表 4.3(1) 「地形分類」に対する杉戸教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化リスクが高いのは、自然地盤以外の地形(例えば海岸埋立地等)であり、地形で大まかには区分できると考える。ただし、自然地盤でも液状化する地域は多数ある(大垣市のいくつかの地域のように地下水が自噴しているところは自然地盤でも液状化リスクが高い)。 ・ 液状化は地表近くの浅い地盤の影響が大きいため、浅い地盤と定性的な関係がある地形である程度区分できると考える。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化する堆積地盤のうち、地盤構造が徐々に変化するような地域は地形でリスクの高低を評価することは難しい。地域の特徴を正しく理解してリスクの区分する必要がある。 ・ 地形より地下水位の影響の方が大きく、同じ地形でも地下水位によって液状化リスクは大きく異なる。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎がしっかりしている建物(杭基礎を有するRC高層住宅等)は、液状化リスクは低いと考える。

表 4.3(2) 「地形分類」に対する中井教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「地形分類図」の台地や丘陵地で人工改変していなければ、液状化に対しては安全といえる。ただし、「地形分類図」には人工改変の場所は記載されていないため、「土地履歴調査」を利用することになるが、昭和 50 年代までの人工改変までしかわからない。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地形はスクリーニング(液状化発生の可能性が高い場所、低い場所の抽出)には使えるが、地形だけでは液状化被害が起きるとは言えない。液状化リスクの高低を評価するには地盤情報(土質、N 値)と地下水位が必要になる。 ・埋立地で液状化被害が発生しているが、埋立地であっても全域が同程度に液状化被害を受けたわけではない。東北地方太平洋沖地震で液状化被害が大きかった東京湾岸の埋立地においても、液状化で全壊となった場所の数軒隣は無被害というようなケースは多数見られた。同じ埋立地でも埋め立てで堆積した土の種類(砂かシルトか)が場所によって違うことによる。東北地方太平洋沖地震では、埋立地の中で 30m 程度の場所の違いで液状化の発生状況がまったく異なる事例もあった。 ・「土地条件図」は、水害や高潮により繰り返し被害が発生した地域を対象に調査されたものであり、国土の1割程度の範囲の整備にとどまるため使えないのではないか。また、情報が古く、海岸の埋立地が現在と異なるため使えない場合も多い。 ・「地形分類図」は、その土地の大学機関に委託され現地踏査や航空写真等を踏まえて作成されたため、図幅ごとに担当者が異なり分類が異なる。また、作成後のフォロー(メンテナンス)がなされていない。全国を統一的な分類で整理しなおしたのが「微地形区分」である。ただし、当該データで使われている 250m メッシュはメッシュ内で地形が変化していることが多いため、少なくとも液状化に関しては粗い(台地の枝谷等が抽出できない等)と考える。より細かいメッシュでもそのサイズに係らず、精度の観点から納得感が得られず使えないのではないか。 ・地形でスクリーニングするにはメッシュではなくポリゴンの方がよい。その際、縮尺(精度)は基本的には 1/2.5 万でよいと考えるが、台地と低地の境界等、場所によってどのように境界を判断し分類したか明記されていないため、納得できるか心配な点がある。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・全国一律の基準でデータがそろっていることが前提と考えるが、評価できるところ(データがそろっているところ)は積極的に評価していくアプローチがあるのではないか。全国一律のデータである地形を用いて液状化発生の可能性を評価し、液状化発生の可能性が高いと判断された場合は、地盤データを用いて詳細に液状化リスクを評価することが考えられる(液状化発生の可能性が高いと判断された場合であっても、必ず液状化リスクがあるとは言えない)。都市圏では液状化評価を行うことができるデータが整備されつつある。

表 4.3(3) 「地形分類」に対する福和教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 地形分類を利用するならば、沖積低地、谷底低地、盛土地が相対的に液状化危険度の高い地形と考えられる。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 丘陵地等では人工改変は多いため、改変の有無は更新していくべきである。 地形はメッシュではなくポリゴンで区分することが原則である。地形変化の少ない場所はメッシュも使えると考えるが、地形変化の激しい場所は現地の地形を確認しないと間違いを起こしてしまう。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 本来、地震保険は人口密度に応じた解像度が望まれる。特に都市部は人工改変が多いため、都市部のデータの一層の充実が望まれる。 地形変化の激しい場所は、敷地にあるボーリングデータで確認し、その結果をフィードバックして改善していくシステムがあると良い。 地域の地形・地質に詳しい地元の地盤調査会社の協力を得るとよい。 産・官・学で合意の取れた基礎データが共有できるとよい。

表 4.3(4) 「地形分類」に対する翠川教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 一般に沿岸の埋立地や水面を埋めたところは液状化リスクが高いといえる。「微地形区分」による判定では「危ない」ということは示せると思う。ただし「絶対に液状化する」ということは示せないのではないかな。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 「微地形区分」と液状化危険度の関係は既往の研究で確認されているが、「地形分類図」は液状化被害とどういった関係にあるか確認されているか等、評価に用いるデータがどのようなものかわからないと判断は難しい。 実績のあるデータでないと利用できないのではないかな。例えば、「土地条件図」の地形分類と液状化被害の関係は論文になっていないため使用する場合は検証が必要であると考えます。 メッシュデータを用いると、複数の地形が混在するメッシュでは、台地に位置する住宅が低地に属すると判断される場合もある。そのため、保険料の割増に「微地形区分」を用いると保険契約者からの不満が生じる可能性がある。 ポリゴンであっても原図の精度を考えないといけないのではないかな。例えば、国土数値情報のメッシュは都道府県で作成された「土地条件図」を数値化したものであり、原図は1km程度の精度しかないため、1kmメッシュにしているのではないかな。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 地域史や地名等を含めた総合的な所見を用意しておくことで理解を得やすくなると思う。社会にどのくらい説明できるか(納得してもらえるか)が大切である。 メッシュサイズによる空間分解能について、何 m メッシュならリスク区分する際、問題があって、何 m なら問題ないということではできないのではないかな。 ボーリング等の点の地盤情報を面的に補間するための情報として地形分類は重要である。利用可能なのは現状、地形分類ぐらいしかない。現在、国や研究機関により地盤データの整備が行われており、地盤データベースの高度化に物理探査データと地形を用いている。

表 4.3(5) 「地形分類」に対する安田教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化現象の起こりやすさと関連するデータで、全国的に整備されているものは「微地形区分」と地質図くらいではないか。 ・ 液状化被害の起こりやすさが「小さい」と区分する地形として、山地、丘陵地・台地で盛土や掘削をしていないところが考えられる。 ・ 液状化被害の起こりやすさが「大きい」と区分する地形として、一般に危険と考えられている埋立地になるのではないか。ただし、埋立地であっても液状化対策をしていたら安全であるといえる。 ・ 「治水地形分類図」も液状化被害に関するリスク区分に使えるデータとして挙げられる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 境界付近に位置する建物を区分する際、境界の精度の問題がある。領域判定の場合は、1/2.5 万程度よりも精度が良い必要があると考える。液状化被害の起こりやすさが「小さい」、「大きい」の二区分は、1/2.5 万程度の微地形区分図が全国整備されればある程度可能と考える。 ・ 盛土していない箇所を抽出するために、宅地耐震化推進事業の盛土地に関する情報の利用も考えられるが、宅地耐震化推進事業において精度の粗い(数メートル位置がずれる)地形情報を使っている場合は、誤差範囲を示す必要がある。誤差範囲を示した上で、安全なところの抽出はできる、と説明した方が不満は出にくいと考える。 ・ 複数の地形が混在するメッシュでは、メッシュデータを作成した人の判断方法によって判定(割合が多い地形とするか、危険な地形とするか等)が変わってしまう、分類の精度の問題がある。場所によっては(同じ地形が広がっていれば)250m メッシュでもよいが、一律 250m、50m 等とは言えないのではないか。少なくとも 50m メッシュのデータが必要と考えるが、50m より細かい範囲で地形が変わっている可能性もある。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 段階目で地形等の情報で明らかに液状化しないところを外し、2 段階目でボーリング等の情報で詳細に見るといった流れがよいと考える。

表 4.3(6) 「地形分類」に対する若松教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・液状化で最も危険なのは、海岸埋立地の他、水面(池、沼、川、湖)の埋立地である。そのほかにも液状化する地域は多数あるが、旧水面の埋立地がリスク大、一般の低地を中、山地、丘陵地、台地は小と考えることができる。ただし、山地や丘陵地の大規模盛土造成地は、一般の低地と同等に「リスク中」とする。 ・「地形分類図」は全国的な整備が最も進んでいるが、都道府県ごとに地形の分類基準が異なるため、全国的なリスク区分には不適である。ただし、山地・丘陵地・台地・低地等を大まかに分類するには使える可能性がある。 ・「土地履歴調査」は調査を1/2.5万で行っており、境界の精度は高い。「土地履歴調査」の自然地形分類図は地域によらず統一した基準で作成され、人工地形分類図も整備されており、有用なデータである。ただし、調査・作成範囲が人口集中地区に限定されている。この調査が実施された地域で、自然地形分類図と人工地形分類図を利用してリスク評価に使用できると考えられる。 ・「土地条件図」は領域境界の精度は良いが、都市化が進んでいる低地の大部分が「盛土地・埋立地」等の人工改変地になっており、元の地形が不明であるためリスクの評価には不適である。また、作成地域も都市圏を中心とした一部の地域であり、全国を網羅していない。 ・「治水地形分類図(更新版)」は、1976～1978年に作成された初版を見直して更新されたもので境界・分類精度がよい。平野部の地形、特に旧河道が詳細に抽出されている。ただし、作成地域は、直轄河川の平野部に限定されている。 ・「微地形区分」は全国統一基準で分類されており、島嶼部も含め日本全土を網羅している。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「微地形区分」は250mメッシュのため、1棟ごとのリスクの判定には境界の精度が粗い。ただし、全国をカバーしており統一基準で分類されているため、低地と、標高の高い地形(台地・丘陵・山地)との境界については、領域表示の「地形分類図」を参照することで、このデータも利用できる可能性がある。 ・山地や丘陵地のような傾斜地を人工改変して造られた宅地は、切土や盛土といった造成方法によりリスクが異なると考えられるため、切土部と盛土部を区別することが望ましい。切土・盛土の宅地ハザードマップが自治体から全国的に公開されれば使えるが、整備されているのは一部の自治体のみである。 ・切り盛り造成地の抽出には、航空写真測量による造成前の2万5千分1以上の縮尺の地形図が必要である。航空写真測量を用いた地形図の整備は1960年代半ばに開始されたが、この時点では大都市部で造成が進んでいるため造成地の抽出ができない地域もあり、全国的な利用は困難である。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「微地形区分」は250m以上の細かいメッシュで整備する予定はない。

(2) 地下水位

「地下水位」を測定するために現状で利用可能なデータとして、「全国電子地盤図」を挙げることができる。自治体によるデータも存在するが、測定の基準が自治体によって異なることがヒアリング時に専門家から指摘されており、ここでは一律の基準で広範囲にデータ化されているものとして当該データを選択した。その概要を表 4.4 に示す。図 4.3 はこのデータの整備範囲を県単位で図示したものである。

また、専門家の意見を表 4.5 に示す。

表 4.4 「地下水位」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
全国電子地盤図 ^{参6}	地盤工学会	250m メッシュ	一部地域

「全国電子地盤図」は、各地域における地盤調査情報等に基づいて、250m メッシュごとの代表的地盤情報を全国統一基準でモデル化し、全国的に統合したものであり、地表から深さ数十 m 程度までの土質（粘土、砂、礫）の分布や地下水位の情報が収録されたデータである。地盤工学会により公開（<http://www.denshi-jiban.jp/>）されている。

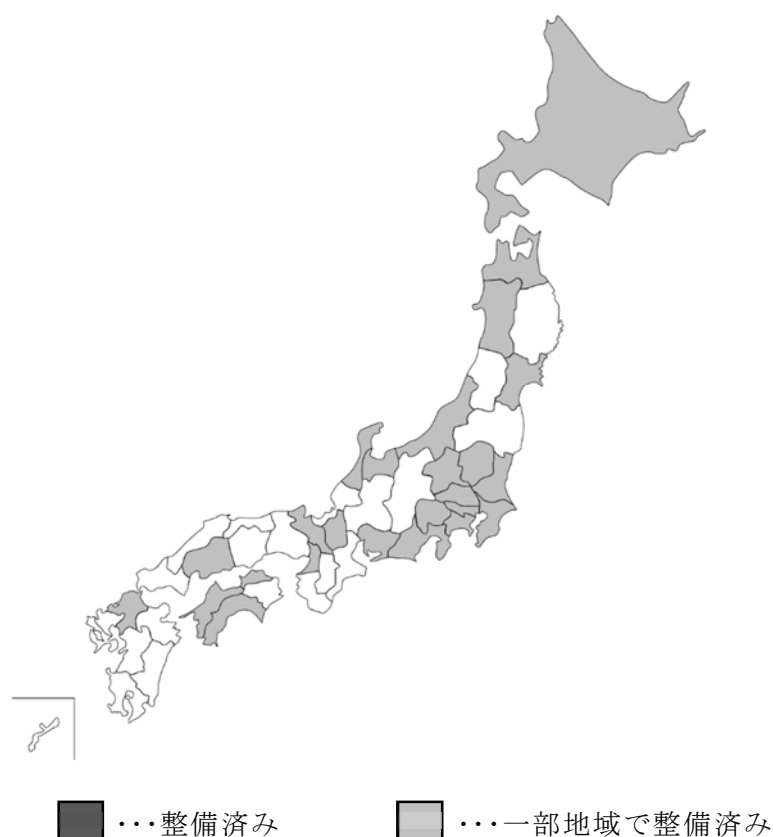


図 4.3 全国電子地盤図の整備範囲（2016年9月時点）

表 4.5(1) 「地下水位」に対する杉戸教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化は地下水位以下の層で発生するため、地下水位がある程度の精度で得られるのであれば、有力な指標になると考える。 ・ 地形より地下水位の影響の方が大きく、同じ地形でも地下水位によって液状化リスクは大きく異なる。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 季節変動や降雨状況で2~3m変動があり、一つの値として得ることが難しい。被害想定を行う際は安全側の評価を行っている。 ・ 自治体からデータを得られるかもしれないが、自治体により精度が異なる。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各自治体が被害想定に関する情報(メッシュごとの地盤構造)を持っていることが多い(補助金を利用して50mメッシュの防災マップを整備した市もある)、開示請求すれば関連するデータを使うことができるかもしれない。 ・ 基礎がしっかりしている建物(杭基礎を有するRC高層住宅等)は、液状化リスクは低いと考える。

表 4.5(2) 「地下水位」に対する中井教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化は緩い飽和砂²に外力(強い地震動)が加わることで発生するため、地下水位が低ければ飽和しにくく、液状化しない。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 精度の高いデータ(年間を通じて変動が少ないデータ)がわかれば有益な情報となるが、地下水位は季節変動、降雨条件で1~2m程度は変動する場所もあるため、扱いが難しい情報である。 ・ 地下水位の変動が大きい場所や小さい場所はあるが、その特定は困難である。 ・ ボーリングには孔内水位はでていますが、一つの時期だけの水位で判断している地下水位は信頼性が低い。絶対値としては使えないのではないかと。 ・ 「全国電子地盤図」は、ばらつきの大きい地盤データが250mメッシュ内で平均化等、モデル化されたデータのため、精度がよくわからない。また、メッシュでは粗いと考える。
その他	(なし)

表 4.5(3) 「地下水位」に対する福和教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水位面レベル、土質種別・地質年代(砂がち、あるいは、粘土がちの判断に利用)の情報から簡易な方法で液状化危険度を評価することも考えられる。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水位は季節、降雨条件により変動するため、変動も考慮する必要がある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本来、地震保険は人口密度に応じた解像度が望まれる。特に都市部は人工改変が多いため、都市部のデータの一層の充実が望まれる。 ・ 地域の地形・地質に詳しい地元の地盤調査会社の協力を得るとよい。 ・ 産・官・学で合意の取れた基礎データが共有できるとよい。 ・ 愛知県、名古屋市は地域の地下水位を調べるための地下水位分布を作成している。同様のデータが全国的にできれば区分に使えると考える。

² 隙間が水で満たされている状態にある砂

表 4.5(4) 「地下水位」に対する翠川教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 液状化は緩い飽和砂に外力(強い地震)が加わることで発生するため、飽和していなければ(地下水位が低ければ)液状化しにくい。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 精度の高いデータがわかれば有益な情報となるが、地下水位は季節変動、降雨条件により変動することもあり、得ることは難しい。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 液状化が起こらない証拠(ボーリングデータ等)を持ってくれば保険料を有利にすることも考えられる。

表 4.5(5) 「地下水位」に対する安田教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 戸建住宅の液状化被害の有無は、表層から3～5m程度の範囲の液状化で決まるケースが多い(3m程度深いと液状化して上昇する水圧が基礎まで到達しない。過去の被害事例をみても地下水位が2～3mよりも高いと液状化による住宅の被害は生じにくい)。 液状化の簡易判定法に非液状化層厚³を用いるものがある。地下水位は非液状化層厚と類似した指標であり、評価に有効であると考えられる。 地下水位は個々のボーリングだと測り方次第で結果が大きく変わる。「全国電子地盤図」は250mメッシュ内で平均することで、ばらつきの大きいデータをまとめた結果であるため信頼できる。 「全国電子地盤図」は、実際のボーリングデータから作成されるため、分類の精度は良い。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 「全国電子地盤図」は、現時点では全国の一部しかカバーできていない。現在、低地部を中心に整備が進んでいるが、山地等ではボーリングデータが存在しない場合やそもそも住民がいない場合が多いので、将来的にすべてのエリアが整備されることはないと考えられる。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 250mメッシュ単位で柱状図を整備した「全国電子地盤図」を用いてPL値⁴と非液状化層厚による戸建住宅の液状化被害判定を行うことができる。 ボーリングデータを公表している自治体もあるため使える可能性がある。ただし、ボーリングデータの地下水位は変動があり注意する必要がある。

³ 液状化する可能性がない地層(地下水位より低い砂層または粘土層)の厚さ。非液状化層厚が厚いほど液状化の影響が地表面におよびにくい。

⁴ 液状化による地盤全体の軟化度や、地割れ、噴砂等地表面での変状の度合いを表す指標。15以上になると地表面に液状化による変状が多く観測されるようになる。通常、中地震程度(地表面加速度150～200cm/s²)の地震力を入力とし、地表から深さ20m程度までのFL値を積分することで算出する。

表 4.5(6) 「地下水位」に対する若松教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位だけで液状化リスクが高い場所を抽出することはできないが、地下水位が低ければ、液状化しやすい条件の一つ(地下水位で飽和)が外されることになり、液状化しにくい指標となり得る。 地下水位は季節的な変動の大きい指標であるが、「全国電子地盤図」は異なる時期の調査結果の平均化された情報のため、季節等を問わずそのメッシュの代表値と考えることができる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> 「全国電子地盤図」は同一メッシュ内に含まれるボーリング柱状図の地下水位を平均化している。例えば旧河道は一般に地下水位が極めて高いが、旧河道でボーリングが行われることは稀なため、「全国電子地盤図」の情報にはほとんど含まれていないと推測される。すなわち、「全国電子地盤図」の代表値は、比較的良い地盤の平均値が求められている可能性がある。このため、例えば「治水地形分類図」の旧河道ポリゴンとの併用が望ましい。
<p>その他</p>	<p>(なし)</p>

4.3. 理想的な指標

各専門家が考える「理想的な指標」について、ヒアリング調査により得られた、評価に必要なデータや評価方法、リスク区分の方法、評価実現のために実施されている取組みや実施した方が良くと考える取組み等に関する意見を表 4.6 に示す。

表 4.6(1) 理想的な指標に対する杉戸教授の意見

指標 (測定方法)	PL 値
意見	<ul style="list-style-type: none">・ 液状化は砂質土層の条件と震動によって発生するせん断応力⁵のレベルによって生じる現象であり、評価する際、層厚や密度に加えて飽和しているか等の砂層の情報が必要となる。PL 値はこれらすべてを考慮したものであるため、限られた情報によるばらつきは依然としてあるにしても、適確な指標として挙げられる。・ 現在の PL 値は繰り返しの効果はある程度考慮されているが、(近年の)継続時間の長い地震の効果を考慮することでよりよい指標となると考える。・ 増幅を評価するための層構造は 50m メッシュでも良いと考えるが、より表層地盤の影響を大きく受ける液状化を評価するにはメッシュデータでは厳しい。・ 都市部は液状化を評価する砂層の情報が充実しているため、想定する地震動の強さに対応する PL 値の計算ができ、区分の可能性があるのでないか。・ 液状化は PL 値で判定することになると思うが、その際リスクが完全にゼロ、ややあり、中程度等、段階を分けるのであれば住民の納得が得られるのではないか。

⁵ 物体内部のある面の平行方向に作用する、単位面積あたりの力

表 4.6(2) 理想的な指標に対する中井教授の意見

指標 (測定方法)	建築基礎構造設計指針の方法 (FL 値 ⁶ 、Dcy 値 ⁷)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地盤調査データに基づく FL 値および Dcy 値が挙げられる。 ・ 有効応力解析までは不要と考える。有効応力解析は、高度な専門知識が必要になり誰がやっても同じ結果になるわけではないため、液状化リスクの区分には使いにくいと考える。 ・ 入力地震動の大きさを検討する必要がある。建築基礎構造設計指針の考え方より安全側をみると 200gal になるのではないか。 ・ 戸建住宅は、10m 程度の深部で液状化しても建物の被害は大きくならないと考えるため、あまり深いところで調査することは不要ではないか。構造により影響する深さが変わると考える。 ・ 地表付近で FL 値が 1 以上で深いところで 1 未満になる層があり、その層のひずみが大きいと Dcy 値が大きくなる。戸建住宅の場合、深さ 10m 程度で Dcy 値が大きくなっても被害は限定的なものになる可能性がある。Dcy 値が大きいため一律危険とは言い難い。この場合は FL 値の深さ方向分布をみて判断するしかない。専門的な判断が必要になるのではないか。 ・ 現在 SWS を改良する動きがあり、標準化されれば戸建でも液状化リスクを判断できる可能性がある。

表 4.6(3) 理想的な指標に対する福和教授の意見

指標 (測定方法)	建築基礎構造設計指針の方法 (FL 値、Dcy 値)
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化の評価は計算によって変わってくる。液状化パラメータは決められない場合が多いため、建築分野では建築基礎構造設計指針の方法で行っているのではないか。 ・ ボーリングデータが不足する中、限られたデータに基づき算出する FL 値等で液状化発生の有無を正確に判定するのは難しく、指標として利用しにくいのではないか。 ・ 地盤調査は位置の精度は高いが、改変前等古い時期の地盤調査データしかない場合もあり、精度が低いものもあることに注意が必要である。

表 4.6(4) 理想的な指標に対する翠川教授の意見

指標 (測定方法)	宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針 ⁸ の三次判定
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 三次判定は、原位置試験のデータがないと評価できないが、戸建住宅で地盤調査をすることはほとんどないのではないか。 ・ ボーリングデータは戸建住宅を建てる土地や畑等では無い場合の方が多い。下水工事をする際にボーリング調査を行うが、深さは 5m 程度で、道路沿いにしかないのではないか。

⁶ 地表から深さ 20m 程度までの地層を対象とし、地層に作用する地震力とその地層の強度の比を計算したもので、1.0 未満となった場合にその地層で液状化が発生するものと判定する。

⁷ FL 値が 1 未満となる地層を対象に、液状化による地表の変位量を計算したもの。40cm を超えると甚大な被害が発生すると考えられる。

⁸ Dcy 値または PL 値と HI 値を用いて、顕著な被害の可能性が「高い」、「比較的低い」、「低い」を判定する方法の技術指針。参考 4 を参照のこと。

表 4.6(5) 理想的な指標に対する安田教授の意見

指標 (測定方法)	地盤調査データを用いた有効応力法 ⁹ による地盤応答解析から算出する家屋の沈下量や傾斜角
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国土交通省の宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針は、復旧・復興用に作成されたものであり、液状化被害の可能性を3ランクで判定することとし、一次、二次、三次判定の段階がある。一次判定は微地形分類図、液状化履歴図等の既存資料に基づく概略評価で二次判定の要否を判定する。二次判定はボーリングデータを用いて判定に用いる指標(PL値、Dcy値、HI値¹⁰等)を評価し液状化の被害の可能性を判定する。二次判定結果より、より詳細な判定を実施する必要があると判断された場合、三次判定を行う。三次判定で家屋の沈下量や傾斜角を直接推定するためには2次元または3次元の有効応力法による地震応答解析を行う必要がある。ただし、この解析には数百万円以上の費用がかかるので、2次元でも静的解析法(残留変形解析法)¹¹によって、より簡易に沈下量や傾斜角を直接推定できる方法もある。この場合は数十万円程度で推定できる。 ・ 地盤応答解析は地盤調査や高度な技術を要するため、戸建住宅で三次判定を行うことはないと考えられる。戸建住宅を対象にした場合、宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針に基づいて判定するのは二次判定までではないか。 ・ 宅地の地盤調査で用いられることが多いSWSは、液状化の判定に必要な土質分類の判定できない。地下水位も測定し難く、深くまで調査できなく、大きな礫が入っていると測定できない。従って、この試験方法を基に判定した液状化危険度の信用度は低い。ただし、地盤品質判定士¹²が「全国電子地盤図」等と組み合わせて総合的に判定したものであれば、信用度は高まる。 ・ 1段階目で地形等の情報で明らかに液状化しないところを外し、2段階目でボーリング等の情報で詳細に見るといった流れがよいと考える。 ・ 入力レベルを考える必要がある。一般に液状化対策はL1地震に対して行われていると考える。L1地震では液状化させない、L2地震では沈下しても許容値に収まる、というようにしたい。

⁹ 砂の隙間にある水は外力により圧縮される。地震の場合、外力は繰り返し作用するため、その水圧は上昇する。水圧が上昇すると、水圧に押されて砂粒間のかみ合う力が減少する。この力の減少を考慮した詳細な解析手法

¹⁰ 液状化する可能性がない地層(地下水位より浅い砂層または粘土層)の厚さ。この値が大きいほど液状化の影響が地表面におよびにくい。非液状化層厚に同じ。

¹¹ 地盤は外力を受けると変形する。変形が進むと地盤が本来もつ強さが低下し、より変形しやすくなる。予め地盤の強さを低下させた状態を想定し、変形が進むと地盤の強さが低下するという繰り返し計算を行わない手法

¹² 地盤品質判定士協議会による資格制度。宅地の造成業者、不動産業者、住宅メーカー等と住宅および宅地取得者の間に立ち、地盤の評価(品質判定)に関わる調査・試験の立案、調査結果に基づく適切な評価と対策工の提案等を行う能力を有する技術者

表 4.6(6) 理想的な指標に対する若松教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針の二次判定</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化の予測で最も詳細な方法とされるのは、不攪乱試料¹³の液状化試験を行って液状化特性を求め、地震応答解析を行って地盤内に発生する繰返しせん断力¹⁴を求めて液状化を予測する方法である。しかし、このような方法を全国的なリスク評価に用いることは現実的ではない。次善の策として、既存のボーリングデータベースや「全国電子地盤図」の地盤モデルを利用して「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」の二次判定手法を適用する方法が考えられる。 ・ ただし、前述のように既存のボーリングデータの分布には偏りがあること(市街地に集中、住宅地のデータは極めて少ない)、旧河道や内陸の埋立地等液状化のリスクが最も高い地域では、ボーリングデータがほとんど無い実状を考えると、地形分類と併用した評価が望ましい。

¹³ 土質の力学的な性質を室内で試験するためには、地盤内での状態をそのまま維持した試料が必要になる。この試料を乱さない試料を不攪乱試料という。

¹⁴ 地震時に、物体内部のある面の平行方向に繰返し作用する力

4.4. 指標等に関する専門家の意見一覧

液状化による被害の要因、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」やそのほかの指標に関する専門家意見を表 4.7 に示す。

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（1 / 11）

概説	<p>【液状化の要因】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 層厚や密度に加えて飽和しているか等の砂層の情報がないと液状化は評価できない。 ・ 液状化は砂質土層の条件と震動によって発生するせん断応力のレベルによって生じる現象である。 ・ 緩い飽和砂に強い地震が来たときに液状化する。 ・ 液状化は地下水位の影響が大きい。 ・ 液状化対策は、3つの条件(緩い、飽和、砂)を外すこと。 ・ 一般的に液状化対策をした、とされていたら液状化リスクは下がる。ただし、液状化のための地盤改良(代表的な工法はサンドコンパクション¹⁵)は高価であり個人ではやらない。デベロッパーが宅地造成するときに予めやるべきこと。 ・ 液状化は(液状化対策のための)地盤改良してあれば大丈夫である。(揺れ・液状化共通) ・ 液状化はごく表層の地盤が関係するのに対し、増幅率は深い地盤構造が効いてくる。 <p>【液状化に関連する現象】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 側方流動¹⁶は堤防のそばで起こるが、必ず起こるものではない。ゆるい斜面や護岸に関係なく、傾斜地において液状化が広い範囲で発生すると全体的に斜面がずれ動くことがまれにある。定量的に評価しにくく、難しいのではないか。 ・ 側方流動は液状化が起こらなければ起きないが、起きれば被害が増大する。 ・ 側方流動の影響範囲は、護岸の耐震強度も影響するため、護岸から一律何メートルとは言い難い。また、側方流動は護岸に近い地域だけでなく、内陸部で勾配が0.5～1%の傾斜地でも起きる。側方流動が起きやすい地域と起きにくい地域を境界線で分けるのは困難である。 <p>【保険の対象、構造等と液状化リスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 戸建住宅の液状化被害の有無は、表層から3～5m程度の範囲の液状化で決まるケースが多い。(5mよりも深い部分で液状化しても被害には繋がりにくい。) ・ 戸建住宅でも四号建築物¹⁷かどうかで大きな違いが出る。四号建築物は液状化の検討が法的に義務付けられていない。一方、四号建築物以外(鉄骨造・3階建等)の場合には検討が義務付けられているため、液状化の危険性は低いと考えられる。 ・ 杭基礎なのか、(木造の)直接基礎なのかで液状化による被害は異なるのではないか。 ・ L1地震で液状化する可能性があれば地盤改良か杭基礎になる。L2地震は法律的には要求されていないのでどうなるかわからない。
----	---

¹⁵ 地盤中に砂を押し入れるようにして締固まった砂の杭を造成し、周辺地盤を締固めて強化する液状化対策工法

¹⁶ 地震で地盤が液状化した際に、地盤が水平方向に移動する現象

¹⁷ 建築基準法で定められた分類で、木造2階建以下で延べ面積が500m²以下のもの等が該当し、建築確認の審査を簡略化することができる。

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（2 / 11）

<p>概説 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ごく低層の集合住宅であれば、低地でなければ直接基礎も可能(良い地盤であれば、共同住宅だからといって杭を打たないといけないわけではない) ・ 共同住宅で杭基礎でないものは非常に少ないが、戸建(四号建築物)で杭基礎は結構ある。 ・ ある程度高層になると、良い地盤でも杭を使うことがあるが、必ずしも使わなくても良い。現在は、低地で杭を使わないことは考えられない。 ・ 一般の木造戸建住宅と四号建築物はほぼ同一であるが、居住用以外も含む。 ・ 液状化による建物の損傷は比較的ゆっくりと進行するため、家財が液状化による沈下等の衝撃で家財が壊れることはないのではないかと。ただし、直接設置している外構や空調の室外機等は被害を受ける。 ・ 家財の被害は液状化ではほとんど起こらない。建物以外の被害としては、傾くことによる健康障害・生活障害が挙げられるが人的被害はほとんど生じない。 <p>【考慮すべき地震動】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どんな地震を対象にするのか、地震の議論が無くてよいのか。 ・ 地震動レベル(L1,L2)の議論は必要ではないか。L1,L2を考えれば3段階になるのではないかと。L1,L2の位置づけの表があるとわかりやすい。 ・ 来るか来ないかの外力を対象にしてもしょうがない。建物の供用期間を考えると戸建でL2に対応するのは困難。 ・ 揺れと液状化はL1地震が良いのではないかと。住宅ではL2地震対応は行わない。 <p>【指標の考え】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化の評価は計算によって変わってくる。液状化パラメータは決められない場合が多いのではないかと。そのため、建築分野では建築基礎構造設計指針の方法で行っているのではないかと。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表面的なことだけではなく、各指標の原資料が何かをきちんと調べる必要がある。 ・ 指標は原指標があれば出せるものであり、その算出方法は更新されるべきものである。原指標はほとんど変わらないが、指標は将来的に変わっていく。 ・ 推定値については今後変わってしまう可能性があるのか、吟味した上で選択する必要があるのではないかと。 ・ 推定式は時代と共に変わるべきものであるため、変わらない原資料で区分した方が良いかもしれない。 ・ 国や自治体が出したデータであっても検証が必要。
<p>指標/データ</p>	<p>【地形分類(微地形分類、土地条件)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 浦安のような沿岸埋立地は区分できると思うが、岐阜のように昔から液状化する地域(堆積地盤が徐々に変化している地域)は区分が難しいのではないかと。 ・ 大垣市では、地下水が自噴している場所があり、そのような場所では液状化危険度が高い。地域の特徴を正しく理解して保険に考慮する必要があるのではないかと。 ・ 自然地盤でも液状化リスクがある。 ・ 地形はスクリーニングには使えるが、地形だけで液状化被害が決まるわけではない。 ・ 地形だけでは評価できない。地盤情報(土質、N値)と地下水位が必要になる。

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（3 / 11）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「微地形区分」による判定では「危ない」ということは示せるが、「絶対に液状化する」ということは示せないのではないか。 ・液状化現象の起こりやすさと関連するデータで、全国的に整備されているものは「微地形区分」と地質図くらいではないか。 ・リスクの特に高い(明らかに危険)な区分の可能性としては、一般に危険と考えられている埋立地になるのではないか。 ・埋立地であっても対策をしていたら、液状化の可能性が不明なところに比べ安全であるといえる。 ・液状化で最も危険なのは、海岸埋立地や、水面(池、沼、川、湖)を埋めたところである。自然地盤の低地でも液状化しうる地域は多数あるが、旧水面の埋立地が大、低地が中、山地、丘陵、台地は小とする分類の仕方が挙げられる。 ・埋立地を、粘性土で埋め立てた地域と砂質土で埋め立てた地域を全国的に区別するのは不可能である。埋立地は埋め立てに用いた土質によらずリスクが高いとし、対策工が施されている土地や地盤調査をして液状化の可能性が低いと判定された土地については割引対象としてはどうか。 ・液状化で危険と考えられる地形を抽出するにはポリゴンを用いる必要があり、「土地履歴調査」や「治水地形分類図」は使える可能性がある。「土地条件図」は原地形の表記がないので抽出には不向きである。 ・以前は、台地、丘陵地は液状化しないとされていたが、造成地の盛土地盤での液状化の事例も多数見つかってきており、液状化に対して安全とは言えない。 ・盛土造成していない山地、丘陵、台地は液状化のリスクは小さいとみなせるが、切土・盛土の別を把握できるかが問題。切土・盛土の宅地ハザードマップが全国的に公開されれば使えるが、全国的にはまだ未整備である。 ・「治水地形分類図」のうち 2007 年以降に整備された更新版は精度が高く、作成範囲が直轄河川流域のうち平野部のみであるが利用できる可能性がある。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地中で変化しているものは反映されない。 ・区分すると、地形は数値ではなく記号になるが、台地であってもいろいろある(上位、中位、低位)ため、そのどこを緑にして、赤にするとといった線引きは難しい面があるのではないか。 ・「土地条件図」は古く(昭和 50 年代作成)、海岸の埋立地が現在と異なるため使えない場合も多い。 ・埋立地、造成地で液状化被害が発生している。自然堆積地盤で液状化被害はごく僅か。ただし、埋立地であっても全域が同程度に液状化被害を受けたわけではない。全壊がある一方、数軒隣は無被害がある。同じ埋立地でも埋め立てに使った土の種類が場所によって違うことによる。例えば浦安から富津は浚渫埋め立て¹⁸であり、噴出し口のそばは粒の粗いもの(砂)、遠いところは細かい粒(シルト)であり、液状化被害に差が生じている。どう造成したかによる。 ・地形から明らかに安全なところの抽出は可能と考える。 ・地形分類が最初の判断基準になるもの。液状化に関しては地形だけでは決まらないが、台地や丘陵地で人工改変していなければ、液状化に対しては安全といえる。 ・人口が集中する都市部は、集中度ゆえ地形改変するためリスクが高いと考えることができる。
------------------------	---

¹⁸ 海や河川等の底の土砂を用いた埋め立て

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（4 / 11）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地形改変が多い地域では、地形改変したかどうかの区分図が必要になるかもしれない。国土地理院が作成途中であるが、全国一律にない状況である。これは地震保険料率で本来考慮すべきことであれば、人に頼らず機構側で作ろう、となるのではないか。現状はデータがないため区分できないが、極めて重要なので機構が中心となって資料を整えるべきではないか。 ・ 地形であれば社会的にある程度合意できるのではないか。ボーリングに頼らず、地形が台地か低地かでも良いのではないか。 ・ 連続量に対して明快な閾値を設けることは難しい。区分の説明性を与える、明快な閾値が設定できる指標は、地形区分しかないのではないか。 ・ 高分解能の衛星画像と数値標高モデルを用いて、250m メッシュ別の「微地形区分」を 50m メッシュ別に細密化する研究(石井・他、2011)もある。この微地形区分も指標として考えられる。 ・ 良い地盤は、洪積台地、丘陵であり、悪い地盤は沖積、谷底低地等の不整形地盤だが、定量的に言えないのではないか。 ・ リスクの特に低い(明らかに安全)な区分の可能性としては、山地、丘陵、台地で盛土していないところ、採掘も行われていないところになるのではないか。この条件にすればかなりの精度で地域を抽出できるのではないか。 ・ 大規模盛土造成地のマップ作りは、今実際に作業を行っているため、利用するべきと思う。
	<p>【地下水位】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水位の分布も影響する。地下水位の情報は調べやすく、また、各自治体はその情報を持っていることが多いので、指標になるのではないか。 ・ 地下水位は難しいがわかれば使えるパラメータである。 ・ 地下水位は季節変動、降雨条件で変動するため、固定値ではないのが問題。1m～2m 程度変動する。ボーリングには孔内水位はでているが、それから作った地下水位は信頼性が低い。 ・ ハザードマップを作る際は、地下水位の変動も考慮する必要がある。 ・ 愛知県、名古屋市は地下水位分布を作っている。 ・ 地下水位は固定値でないので正確に決めることは難しいのではないか。 ・ 地下水位は個々のボーリングだと測り方次第で結果が大きく変わる。ある範囲、例えば 250m メッシュ内で平均すると、ばらつきの大いデータをまとめた結果であるため信頼できる。季節変動もあるが、±0.5m 程度ではないか。 ・ 地下水位は有力な指標と考える。 ・ 年間を通じて最大 2m 程度の変動があるとの報告がある。
	<p>【液状化履歴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化被災履歴は古い地震では精度が悪い。 ・ 液状化被災履歴は人が住んでいた所しか記録に残らないのではないか。昔の人は山と低地の際等、比較的地盤の良い土地を選んで家を建て、地盤の悪いところは田んぼにしていた。家が液状化で被災すれば記録に残るかもしれないが、田んぼで液状化が発生しても記録には残らない可能性が高い。また、記録を取ったとしても現在まで残っていないと意味が無いのではないか。記録を残すような知識層は寺の住職等、かなり限られていると思う。液状化被災履歴にはこうした欠落が多くあると考えられる。 ・ 液状化被災履歴は地震が古いほど発生地点の信頼性が低下するという問題がある。またエイジング効果で年数が経過すると液状化しにくくなるという問題もあるので、比較的新しい地震だけを選定した方が良い。

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（5 / 11）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化履歴地図は最近全国的に整備されてきている。再液状化は起こり易いため、液状化履歴箇所は液状化し易い、と判断することができる。一方、液状化履歴がない箇所でも、過去からの土地の造成等の変化を受けた場所や過去に大きな地震動を受けていない場所では、液状化する可能性があるので注意が必要である。 ・ 液状化履歴の地点は危険と考えられるが、それ以外の地点のリスクは不明である。 <p>【H1 値・FL 値・Dcy 値・PL 値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化は PL 値で判定することになると思うが、リスクが完全にゼロ、ややあり、中程度等、段階を分けるのであれば住民の納得が得られるのではないか。 ・ 液状化は土のせん断で起きるので速度が外力の指標としてはよいが、設計の段階で与えられないため加速度にせざるを得ない。考えられる地震外力のレベルは 200gal 以上になるため、「200gal」は納得できる。 ・ 自治体のハザードマップは役に立つが、自治体によって精粗がある(ボーリングデータがない状況で整備している場合と、たくさんあり細かく整備している場合がある)ことに注意が必要。 ・ H1 値だけのハザードマップはつくらない。H1 値を見る場合、少なくとも FL 値を算出することになるが、FL 値を見る場合 PL 値あるいは Dcy 値を見ることになる。H1 値を見るためだけに FL 値を計算することはない。 ・ 戸建で H1 値、PL 値、Dcy 値を算出するところはないのではないか。 ・ PL 値が大きくても被害がほとんど無い場合もあるため、区分する際問題になる。 ・ 小規模建築物基礎設計指針¹⁹では、H1 値に相当する概念に触れている。 ・ ボーリングデータが不足する中、それに基づき算出する FL 値、PL 値は、指標として用いるのは難しいのではないか。 ・ 自治体のハザードマップは市民の防災意識啓発のために作成している場合が多い。そのため、例えば建物の被害予測において揺れの強さを指標として予測する際、液状化による低減効果を見込まず線形で評価することが多い。本来、液状化で壊れるものを揺れによって壊れるようにしているものもあり、現象的に正しい評価をしていないのではないか。 ・ 千葉県や静岡県では、シナリオ地震ではなく地震動レベルを一律にした場合の液状化ハザードマップを作成している。ハザードマップによる液状化可能性は、特定の地震を用いるケースと一律の加速度を用いるケースがあるので注意が必要である。 ・ 戸建住宅の液状化被害判定には PL 値(または Dcy 値)と非液状化層厚の 2 つの指標で行うのが有効である。 ・ FL 値は地震動レベルを上げ過ぎると精度が落ちて、ほとんどの地点が NG と判定されるという問題があるので注意が必要である。 ・ H1 値は地下水位と似た指標である。 ・ PL 値は表層から 20m までの FL 値を用いて評価するため、杭の液状化被害判定には適するが、戸建住宅の液状化被害では精度が落ちる。 ・ 「PL 値が 15 となる時の地表加速度が 300gal 未満なら割引」とあるが、建築基礎構造設計指針に合わせるなら 350gal または 200gal という閾値の法が良い。明らかに危険を判定するのであれば中地震を想定した 200gal が良さそう。
------------------------	---

¹⁹ 地上 3 階以下、建物高さ 13m 以下、軒高 9m 以下、および、延べ面積 500m² 以下の条件を満足する建物を対象とした地盤調査および建物基礎の設計指針

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（6 / 11）

	<p>【宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針の二次判定を用いてリスクを評価するのも一案である。ただし、利用できるボーリングデータの分布には粗密があるため、領域表示の地形分類データの併用が望ましい。 ・ 戸建住宅で三次判定までやることはほとんどないのではないか。 ・ 二次判定・三次判定は、原位置試験のデータがないと評価できないが、戸建住宅で地盤調査をすることはほとんどないのではないか。 ・ 宅地の液状化可能性判定にその地点のデータを使っていれば二次判定と言えるが、250m メッシュデータを用いた場合、一次判定に比べて精度が上がっているのか不明である。空間的な分解能は 250m メッシュの微地形区分と変わらないのではないか。使うデータがポイントのデータなのかメッシュのデータなのかで分類した方がわかりやすい。 ・ 一次～三次判定はグレードが異なり、得られる結果も異なる。一次判定はグレード1で概略(机上)評価である。二次判定はグレード2で簡略評価である。ボーリングの N 値を用いて H1 値、Dcy 値、PL 値を評価し、液状化被害の有無を判定する。この評価は全国電子地盤図でも可能である。三次判定はグレード3で詳細評価である。 ・ 三次判定は数百万円以上の費用がかかるため、戸建住宅でやることはないと考えられる。やるとしても二次判定までではないか。 ・ 三次判定で家屋の沈下量や傾斜角を直接推定するためには2次元または3次元の有効応力法による地震応答解析を行う必要がある。ただし、この解析には数百万円以上の費用がかかるので、2次元でも静的解析法(残留変形解析法)によって、より簡易に沈下量や傾斜角を直接推定できる方法もある。この場合は数十万円程度で推定できる。
<p>指標/データ (続き)</p>	<p>【浅い地盤構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 戸建住宅の地盤調査は SWS がほとんどである(建築確認は SWS をやればおける)。SWS から得る N 値は精度が低いため、通常、SWS の結果を用いて H1 値・FL 値・Dcy 値・PL 値の計算は行わない。そのため、微地形、液状化履歴等から判断しない限り戸建の液状化危険度はわからないのではないか。 ・ 現在 SWS を改良する動きがあり、標準化されれば戸建でも液状化リスクを判断できる可能性がある。 ・ 宅地の地盤調査で用いられることが多い SWS は、液状化の判定に必要な土質および地下水が判定できない。従って、この試験方法を基に判定した液状化危険度の信用度は低い。ただし、地盤品質判定士が全国電子地盤図等と組み合わせて総合的に判定したものであれば、信用度は高まる。 ・ 地盤調査の費用(地盤品質判定の人件費は含まない)の相場は SWS で5万円前後、標準貫入試験で 20～30 万円前後である。今後、SWS と標準貫入試験の中間的な試験が普及する可能性がある。 ・ 250m メッシュ単位で柱状図を整備した「全国電子地盤図」を用いて PL 値と非液状化層厚による戸建住宅の液状化被害判定を行うことができる。ただし、各メッシュの柱状図は複数の柱状図を平均化したものではなく、最も支配面積が多い地形の柱状図を平均化したものである。例えば、台地と低地が混在するメッシュでは、低地が支配的なら低地の柱状図だけを平均化してメッシュの柱状図を作成している。従って、このメッシュ内の台地に建つ住宅は低地の柱状図で液状化被害判定されることになる。 ・ 「全国電子地盤図」は現時点では全国の一部しかカバーできていない。現在、低地部を中心に整備が進んでいるが、山地等ではボーリングデータが存在しない場合やそもそも住民がいない場合が多いので、将来的にすべてのエリアが整備されることはないと考えられる。

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（7 / 11）

<p>指標/データ (続き)</p>	<p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 戸建住宅では標準貫入試験は行わないのではないかと。 ・ 戸建住宅の地盤調査は SWS がほとんどであるが、SWS の結果は換算 N 値であり、標準貫入試験の N 値との関係の信頼性が低く、地質がわからない。また、地下水位もわからない。そのため、基本的に液状化には使えない。 ・ 敷地の外の地盤情報を用いるのは精度の観点から難しいが近傍ボーリングと SWS より、ボーリング間が連続的に変化していることが確認できれば (SWS とボーリングが整合していれば) 使用できるのではないかと。ただし、高度な専門知識が必要になる。 ・ 宅地開発されているところは地盤情報があるので積極的に評価しても良いのではないかと。 ・ 個人で取得できる情報としては、常時微動、ボーリング、表面波探査、SWS が挙げられる。 ・ ボーリングデータは戸建住宅を建てる土地や畑等では無い場合の方が多い。下水工事をする際にボーリングをするが深さは 5m くらいで、道路沿いにしかない。 ・ ボーリングデータは全国的に見ると 250m メッシュに 1 箇所もない地域が多く、特に旧河道や内陸の埋立地等、地盤条件が悪い地域はボーリングデータが皆無に近いのが実状である。ボーリングデータのみ依存するリスク評価も完全ではない。
	<p>【各種工事の記録・計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 戸建住宅は標準貫入試験を行わないため、液状化対策工事もほとんど行われていないのではないかと。ただし、やっただけの効果はあると考える。 ・ 柱状改良²⁰は液状化に関係ない。軟弱地盤に対し支持力が足りないから行うものである。柱状改良でなく、小口径の杭を使う方法もある。 ・ SWS を行うと、一般的にシルト粘土は抵抗がほとんどなく砂だと抵抗がでる(柱状改良の施工深度で 5.6m あたり)。このあたりで SWS の換算 N 値が上がる場所があると柱状改良を行う。 ・ 柱状改良先端部分の下部が液状化したため、傾いた事例が多くある。小口径の杭を 10m 程度以上打った住宅は大丈夫であった。杭をどこまで打つかが効いてくる。 ・ 古い時期の住宅基礎対策工事は、液状化を想定していないため役に立たないと考えられる。 ・ 一般的に液状化対策をしたら液状化リスクは下がる。ただし、液状化のための地盤改良(サンドコンパクション)は高価であり個人ではやらない。 ・ 液状化対策は、起こりにくくするものと起こっても大丈夫にする 2 種類ある。 ・ 住宅基礎対策工事は液状化対策工事とは異なり、地盤沈下や不同沈下²¹を防止する目的ではないかと。不同沈下を起こすような土地は液状化のリスクが高いため、基礎対策工事をしたから割引というのはおかしいようにも感じられる。 ・ 液状化が起こらない証拠を持ってくれば保険料を下げます、としてはどうか。

²⁰ 地盤にセメントを流し込んで杭を作り、地盤の支持力を高める地盤改良の方法。

²¹ 構造物が傾斜を伴いながら沈下すること。不等沈下ともいう。

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（8 / 11）

指標/データ (続き)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戸建住宅は液状化対策はほとんど行わないのではないかと。3.11 以前はほぼゼロであり現在もほとんどない。要求されていないことがその理由である。 ・ 液状化対策工事等、地盤に関する工事の記録については、有無だけでなく、どういう対策かを明記することが必要である。例えば、柱状改良等は場合によっては液状化の対策にはならないが、業者は液状化対策であると説明するため、契約者も液状化対策を実施していると言う可能性が高い。「ありなら割引」ではなく、「対策工の効果を証明できるものであれば割引」等とすべきである。 ・ 住宅性能表示について、解釈する人材（責任を持って判断する人材）が必要 ・ 液状化対策工事等、地盤に関する調査・工事の報告書類は利用できるのではないかと。ただし、地盤対策工法は各種あるので、液状化対策とみなせる工法を定義する必要がある。 ・ 液状化対策工事が行われた地域がリスクの低い地域といえるかについては、専門家による個別確認（個々の工事について対策の品質確認）が必要である。
	<p>【地盤が軟弱な区域】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 町丁目の境界と地盤の境界は無関係であるため、精度の面で使えないのではないかと。
	<p>【標高】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的なハザードマップは啓発のために作成されるため、軟らかい地盤は揺れるように計算している場合がある。軟らかい地盤は標高が低いと、水害危険度も高く、また、液状化危険度が高いため、それらの危険度を揺れの危険度に見込んでおきたいのではないかと。 ・ 立ち位置を明快にすると、標高だけで良いかもしれない。
	<p>【精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化に関しては、250m メッシュは住宅 1 棟単位でリスク評価するには、実態を反映しない場合もある。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 丘陵地と堆積地の境界でメッシュに集約した地形が同じになることがあり、クレームがでるのではないかと。 ・ 地震動の増幅に関しては 50m メッシュでよいと考えるが、より表層地盤の影響を大きく受ける液状化は厳しい。 ・ 250m メッシュは粗いため、岐阜市では 50m メッシュで行っているが、対象とする木造家屋1軒1軒には使いにくい。 ・ 戸建住宅位置の地盤の層構造はせめて 50m メッシュで考える必要がある。それぞれの地盤の代表的な層構造でメッシュの層構造が求められていればよい。 ・ 50mメッシュ層構造モデルが全国一律あれば区分に使えるだろう。都市部は細かいメッシュで検討されているため、被害想定メッシュデータが一部利用できるのではないかと。 ・ 地形はポリゴンが良い。 ・ 地形分類の精度なら区分に使えるのではないかと。 ・ 「地形分類図」は図幅ごとに分類が違う。統一的にしたのが若松先生のデータである。(ただし、メッシュデータである。)

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（9 / 11）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ メッシュはサイズに係らず、精度の観点(砂が堆積した埋立地とシルトが堆積した埋立地が区別できない、台地の枝谷等が抽出できない)から使えないのではないかと ・ 地点の選別にメッシュは難しいためポリゴンがよいが、液状化では 1/2.5 万の地図でも厳しいかもしれない(大丈夫かもしれない)。 ・ ボーリング調査は位置の精度は高いが、ボーリング調査によっては精度が低いものもあることに注意が必要である。 ・ 250m メッシュより 50m メッシュの方が良いとは言えるが、何 m メッシュなら大丈夫というのは断言できない。 ・ 250m メッシュでは説明性が薄い。一般論では 250m メッシュではクレームが多いと考える。ただし、50m や 100m だからといって大丈夫とはいえない。 ・ メッシュデータは台地に位置する家が低地に属すると判断されてしまう場合もあるため、割増だと契約者から不満が出て使いにくい。割引には使えないと思う。 ・ 明らかに台地にあるのに違う地形とされている場合には、素人でもわかる現地目視調査ルールを作って査定員を派遣する等の対応が考えられるが、件数が多いと困るのではないかと。 ・ 1/2.5 万の地図の精度の問題も注意事項として挙げたほうが良い。 ・ 領域判定の場合は、1/2.5 万よりも精度が良い必要がある。 ・ 複数の地形が混在するメッシュでは、メッシュデータを作成した人の判断方法(割合が多い地形とするか、危険な地形とするか等)によって、判定が変わってしまう。 ・ 少なくとも 50m メッシュのデータが必要(50m メッシュで取組み始めている)。 ・ 場所によっては(同じ地形が広がっていれば)250m メッシュでもよいが、一律 250m、50m 等とは言えない。判断するしかない。 ・ 精度は、境界の精度と分類上の精度がある。 ・ 「地形分類図」は全国的な整備が最も進んでいるが、都道府県ごとに地形の分類基準が異なるため、全国的なリスク区分には不適である。ただし、山地・丘陵地・台地・低地等を大まかに分類するには使える可能性がある。 ・ 「土地履歴調査」は調査を 1/2.5 万で行っており、境界の精度は高い。「土地履歴調査」の自然地形分類図は地域によらず統一した基準で作成され、人工地形分類図も整備されており、有用なデータである。ただし、調査・作成範囲が人口集中地区に限定されている。この調査が実施された地域で、自然地形分類図と人工地形分類図を利用してリスク評価に使用できると考えられる。 ・ 「土地条件図」は領域境界の精度は良いが、都市化が進んでいる低地の大部分が「盛土地・埋立地」等の人工改変地になっており、元の地形が不明であるためリスクの評価には不適である。また、作成地域も都市圏を中心とした一部の地域であり、全国を網羅していない。 ・ 「治水地形分類図(更新版)」は、1976～1978 年に作成された初版を見直して更新されたもので境界・分類精度がよい。平野部の地形、特に旧河道が詳細に抽出されている。ただし、作成地域は、直轄河川の平野部に限定されている。 ・ 「微地形区分」は全国統一基準で分類されており、島嶼部も含め日本全土を網羅している。ただし、1 棟ごとのリスクの判定には境界の精度が粗いが、ボーリングデータも 250m メッシュに 1 箇所もない地域が多いことを考えると全国的に精度良いリスク評価を行うことは困難であることから、250m メッシュデータが一概に平面的に精度が悪いとはいえない。
------------------------	---

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（10 / 11）

<p>その他</p>	<p>【制度化(区分)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 限られたデータの中で液状化発生の有無を正確に判定するのは難しいのではないか。 ・ 液状化の影響を考慮するなら簡単なやり方があるのではないか。地下水位面レベル、土質種別・地質年代(砂がちか粘土がちの判断に利用)の情報をマップで提供し、液状化危険度が評価できればよいのではないか。 ・ 液状化が起こらない証拠(3つの条件(緩い、飽和、砂)のうちどれかが外れていることがわかる資料)を持ってくれば保険料を有利にしてはどうか。 ・ 旧水面の埋立地をリスクが特に高い地域として区分し、液状化対策をした土地や液状化判定を行い安全と判定された土地を割引対象とする仕組みとしてはどうか。 ・ 明らかに安全な場所(3つの条件(緩い、飽和、砂)のうちどれかが外れていること)の方が、明らかに危険な場所の抽出よりも扱いやすいのではないか。 ・ 明らかに危険な場所の抽出は100%の精度でできない。 ・ 明らかに安全な場合「割引」の方が、明らかに危険な場合「割増」よりもやりやすい。 ・ 地盤品質判定士に第三者意見として評価してもらい、それに基づき液状化リスクを判断し、料率に反映させてはどうか。 <p>(揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 不確定要素をどこまで取り入れるかは裁量にかかっているのではないか。 ・ アメリカ・カリフォルニア州の Seismic Hazards Mapping Act や活断層法を調べてみてはどうか。Seismic Hazards Mapping Act は、液状化の可能性のある場所での建築には原則対策を要するが、その可能性がないことが証明できれば対策を不要とするものである。Seismic Hazards Mapping Act で「揺れやすいエリア」への規制をしていない理由は、既存の耐震基準でカバーできているからである。 ・ 指標が連続量の場合、閾値は難しいのではないか。 ・ 1段階目で明らかに不公平なところを外し(地形で分ける)、2段階目で詳細に見る(ボーリングで分ける)といった流れになると考える。極端な判断は地形から行い、グレーゾーンはボーリングを見ることになるのではないか。 ・ 我々は自然科学や工学の専門家であって、保険の専門家ではない。立地条件によって、リスク区分する際の指標や区分したときの問題点は指摘できるが、これを保険に導入してよいかどうかについては、専門家の意見を斟酌した上で、別の場で判断すべきことと思う。 ・ 社会合意の話と信頼性の話はあわせなくてよいのではないか。すべて科学で話をするのは不遜ではないか。 ・ 頻度は高いが揺れがそれほど強くないものに対して被害を減らすことと、シビアな低頻度なものに対して被害を減らすことは異なる。割増引きを考える際、頻度が多い方を助けたいのか、シビアなものを助けたいのか、その感覚を共有しておく必要があるのではないか。 ・ 地震保険料率に数値を反映させるのは決断力が必要である。 ・ 普通の地盤、明らかに硬い地盤、明らかに軟らかい地盤、で料率を変えることはできるのではないか。地盤による被害程度の差は、過去の被害事例をみて明らかである。ただし、家そのものの強度の方が効いてくるのではないか。 ・ ボーリングや地形を総合的に判断し、時間、コストをかけて丁寧にやれば区分できるのではないか。 ・ 個別評価は技術的には可能と考えるが、全国を区分することは難しいのではないか。 ・ 使えるデータがあれば簡単な方法でも区分することを考えても良いと思う。
------------	---

表 4.7 液状化リスクに関する指標等への専門家意見一覧（11 / 11）

<p>その他 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在と過去の地形で制度化することは許容できる。揺れは 1/2.5 万で良いと思う。揺れは液状化ほど地盤構造に敏感ではない。 ・ 評価できる場所(データがそろっているところ)は積極的に評価していくアプローチがあるのではないか。 ・ 科学的立場をとれば、データがそろっているところはそれらを可能な限り反映させることが大事ではないか。 ・ データが存在しないところは多くの場合人が住んでいない。危険な場所に住むのであれば、危険度に応じて安全性を割増すことが誘導できれば良いのではないか。 ・ 地震が生じた際に割増していた家に被害が無く、周辺の割増をしていなかった家に被害が出た場合、割増をしていた家からクレームがくる可能性がある。割引ならクレームはでないが、割増ではそういった問題が生じる。 <p>【展望】 (揺れ・液状化共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震保険料率を算出するためのデータ整備はやって意味のあることではないか。 ・ 手法によらず、基礎データのところで合意がとれたものができればよい。例えば、個々のボーリングデータが得られなくても、地域の地下水位を調べるための地下水位面マップができればよいのではないか。 ・ 一番良いのは、ある基準に基づいて、機構側で判断できるマップを 250m メッシュ等で日本全国一律作ること。難しい場合は、基礎データだけは機構側でそろえ、やり方を作る。これも難しければ、どこかが作ったものを使うしかない。この場合、使うものごとに作り方、信頼度が違うため、機構側で評価をした上で使う(使わせる)ことになるのではないか。ハザードマップを作った自治体に開示要求をし、データを取得し、参考文献や適用限界を示しつつ使うことになるが、難しいと思う。そもそも基礎データは、社会の財産のため残っていくようにしてほしい。 ・ 地形区分を機構側で作ればよい。地形・地質を取り扱う専門業者がポリゴンデータとして区分していくしかない。名古屋市は写真判読からやり直している。 ・ データとして存在するか否かは重要ではない。自分たちで良いデータをつくるべきである。
---------------------	---

参考4：液状化リスクの算出手法に関する国の取組み

専門家へのヒアリング調査において、「理想的な指標」として言及された、「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」の制定経緯と概要は以下のとおり。

国土交通省（都市局）は、学識経験者による「宅地の液状化対策の推進に関する研究会」において、ボーリング調査結果と被害状況の関係を分析し、「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針（案）」^{参7}を取りまとめた（2013年3月）。その後、地方公共団体や関係学会の意見を踏まえ、都市局長から都道府県知事等に対し、技術的助言として「宅地の液状化可能性判定に係る技術指針」^{参8,参9}を发出している（2013年4月）。この指針の取り扱いについては、宅地の液状化に関する調査や対策を義務付けるものではなく、少なくとも今後開発・造成される新たな宅地については、この基準を参考にして、より安全な宅地供給が行われることや、既存の宅地についても民間の自主的な取組みにおいて広く活用されることが期待されている。

この指針は、震度5程度の揺れを受けた際に懸念される地盤の液状化現象に対し、戸建住宅地の液状化被害の可能性を判定することを目的としたものである。

本指針の判定方法は、一次判定から三次判定までの3段階に分かれている。

一次判定は、二次判定に進む必要性を判定するスクリーニング的なもので、既存資料および現地調査に基づいて行うとしており、「地下水位」が地表から5mよりも低い場合や、扇状地等の砂礫を多く含むと考えられる「地形分類」であり、かつN値が30よりも低い層がない場合等は、「顕著な被害の可能性が低い」と判定される。

二次判定は、一次判定で「顕著な被害の可能性が低い」とされなかった場合に行うもので、地表からの20mまでの深さのボーリングデータに基づいてFL値等の液状化リスクの指標を算出し、その結果により「顕著な被害の可能性が低い」あるいは「比較的低い」「高い」の3通りの判定を行うものである。

三次判定は、二次判定結果を踏まえて必要に応じて実施されるもので、より詳細な室内土質試験等を踏まえ、「顕著な被害の可能性が低い」あるいは「比較的低い」「高い」の3通りの判定を行うものである。

なお、二次判定および三次判定に必要な原位置試験は戸建住宅の建築にあたってほとんど実施されないことや、三次判定には数百万円以上のコストがかかること等が、専門家のヒアリング調査により指摘されている状況にある。

本指針の留意事項として、「液状化現象は、震度・継続時間等の地震特性、局所的地層変化、建物特性等が複雑に関連しており、被害の可能性判定は、現実的なコストを前提にすると技術的に限界」があること、「指針は、震度5程度の地震における宅地の液状化被害の可能性を判定する目安」であり、「個別の宅地毎に被害の有無等を保証する」ものではないとしている（国土交通省ホームページより）。

第5章 津波に関するヒアリング調査

5.1. 津波による被害に影響する立地条件

津波は「海底下で大きな地震が発生すると、断層運動により海底が隆起もしくは沈降・・・（中略）・・・これに伴って海面が変動し、大きな波となって四方八方に伝播する」（気象庁ホームページより）現象である。震源から沿岸まで伝播した波は陸域にまで浸水して住宅等に被害をもたらす（図 5.1）。津波による戸建住宅への被害は、主に浸水時にかかる浮力と流速を持った海水の波力によって生じる。

津波被害を軽減、防ぐための施設としては、海岸堤防や防潮林、湾口部の防波堤、河口部の水門等がある。これらには津波の伝播を食い止める効果が期待され、止めることができなくても津波の流速を低減する効果が見込まれる。津波を防ぐ目的ではないものであっても、海岸と対象住宅の間に存在する様々な構造物等は、津波を遮蔽、被害を低減させる効果がある。今回のヒアリング調査における専門家意見の中にも、堅牢な建物の防波効果の指摘があり、RC 造の建物が海岸側に立っているか否かによっても対象地点にかかる波力は変化するという。

また、震源と対象地点の方向や海底や海岸の地形の関係により、津波が集中して押し寄せ、津波の波高が高くなる場所がある（図 5.2）。また、沿岸に押し寄せた津波が陸域を遡上していく中で、地点の標高が増すとともに浸水の勢いが減じていく、あるいは地表との摩擦により徐々に浸水の勢いが減じていく。

これらのことから、標高等の対象地点の属性以外に、震源との位置関係や海岸堤防等の津波対策施設、堅牢な建築物、地形等、対象地点を含む周辺環境が津波リスクに関する立地条件に影響するものと考えられる。

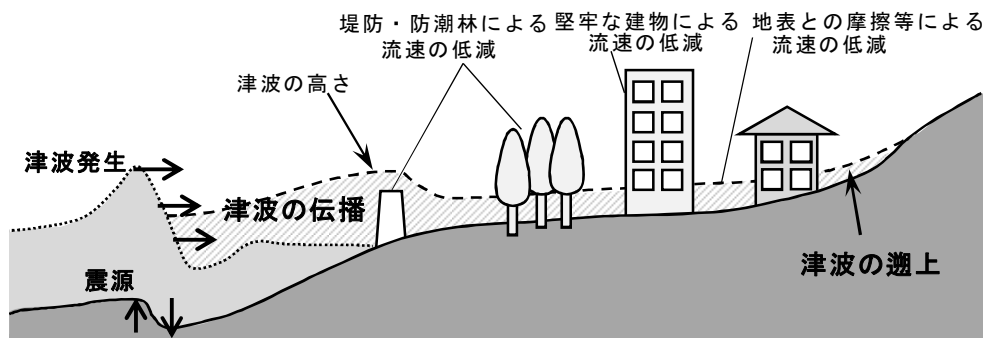


図 5.1 津波の発生と立地条件

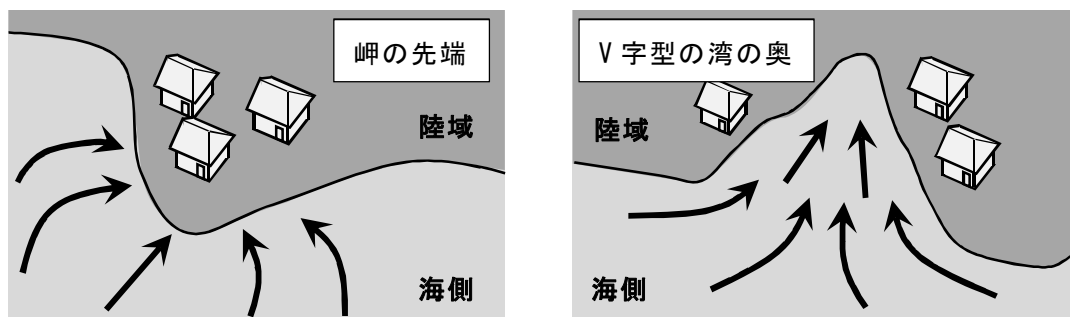


図 5.2 津波が集中する立地条件

5.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標

専門家へのヒアリング調査で得た意見を踏まえ、現時点で取得可能なデータに基づく指標として、「浸水深」、「津波災害警戒区域」、「津波災害特別警戒区域」および「標高」の4つの指標を抽出した。

ここで抽出した「標高」を除く3つの指標は、想定した震源に基づいて津波のシミュレーションを実施した結果に基づくものである。「浸水深」は津波が浸水した深さの計算結果であり、「津波災害警戒区域」および「津波災害特別警戒区域」は「浸水深」の計算結果に基づいてなされる地域指定である。津波リスクに対する指標「標高」や津波以外の被害形態のリスクに対する指標は、2.1節(5)において表2.2の分類では「外形的な指標」とされるものが抽出されている。津波に対しては、震源の位置や規模等の外力を想定し、海岸堤防や防波堤等の津波対策施設を考慮した指標が望ましいとする意見が津波リスクの専門家へのヒアリング調査により寄せられた。また、津波に関しては、「津波防災地域づくりに関する法律」が2011年に制定され、都道府県知事に津波浸水想定（最大クラスの津波が発生した場合に想定される最大の浸水区域と浸水深）の実施と公表が義務付けられている。これらを踏まえ、「外力の大きさを考慮する指標」に分類される「浸水深」等について、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」として抽出した。

各指標の分類は表5.1の通り。

表 5.1 各指標の分類

指標	分類（表 2.2 指標の分類）
浸水深	外力の大きさを考慮する指標
津波災害警戒区域	外力の大きさを考慮する指標
津波災害特別警戒区域	外力の大きさを考慮する指標
標高	外形的な指標

津波のシミュレーションによって算出される「浸水深」は、上述の通り、震源から対象地点に至る津波伝播経路中の地形変化や海岸堤防等の構造物による津波の遮蔽効果等、津波リスクに影響する要因の多くを考慮することができる。ここで想定している「浸水深」は、「津波防災地域づくりに関する法律」に基づいて都道府県が実施する津波浸水想定によるものである。

「津波災害警戒区域」は、「津波防災地域づくりに関する法律」に基づき、上記の津波浸水想定を踏まえて、都道府県知事が指定する（できる）区域である。「最大クラスの津波が発生した場合の当該区域の危険度・安全度を津波浸水想定や基準水位により住民等に「知らせ」、いざというときに津波から住民等が円滑かつ迅速に「逃げる」ことができるよう、予報または警報の発令および伝達、避難訓練の実施、避難場所や避難経路の確保、津波ハ

ザードマップの作成等の警戒避難体制の整備を行う区域」(国土交通省, 津波防災地域づくり推進計画作成ガイドライン(平成28年版)¹⁰より)を指す。なお、不動産取引等においては、取引対象となる物件が津波災害警戒区域内にあるときには、その旨を取引の相手方に宅地建物取引業法に基づく重要事項として説明することが必要となっている。

「津波災害特別警戒区域」は、「津波災害警戒区域」と同様に「津波防災地域づくりに関する法律」に基づき、上記の津波浸水想定を踏まえて、都道府県知事が指定する(できる)区域である。「警戒区域内において、津波から逃げるのが困難である、特に防災上の配慮を要する者が利用する一定の社会福祉施設、学校および医療施設の建築並びにそのための開発行為について、津波に対して安全なものとし、津波が来襲した場合であっても倒壊等を防ぐとともに、用途ごとに定める居室の床面の高さが基準水位以上であることを求めることにより、住民等が津波を「避ける」ため指定する区域」(国土交通省, 津波防災地域づくり推進計画作成ガイドライン(平成28年版)より)を指す。なお、不動産取引等においては、取引対象となる物件が津波災害警戒区域内(津波災害特別警戒区域内)にあるときには、その旨を取引の相手方に宅地建物取引業法に基づく重要事項として説明することが必要となっている。

「標高」は、津波リスクと相関があることは明らかであり、契約者にとってもわかりやすく、なじみのある指標と考えられる。また、津波リスクが高い地域では、津波発生時に高い場所を目指して非難するという考え方は定着しているものと期待され、理解されやすいという見方もできる。データの整備状況が良好であり、入手が容易である。

(1) 浸水深

「浸水深」を測定するために現状で利用可能なデータとして、「浸水深データ」を挙げることができる。その概略を表 5.2 に示す。データの整備範囲を県単位で図示したものを図 5.3 に示す。

また、専門家の意見を表 5.3 に示す。

表 5.2 「浸水深」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
浸水深データ (津波防災地域づくりに関する法律に基づく津波浸水想定)	都道府県	10m メッシュ ¹	一部地域

「浸水深データ」は、「津波防災地域づくりに関する法律」により各都道府県における最大クラスの津波を想定し、「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00」(国土交通省, 2012)¹に基づき津波のシミュレーションにより求められる。そのため、想定地震の考え方や計算手法は全国で統一されることが期待される。また、上記手引きにより「最小計算格子間隔は 10m 程度より小さくすることを目安とする」とされており、10m メッシュの解像度は確保される。津波浸水想定公表は法律によって義務付けられているため、将来的に海岸線を有する都道府県すべてでデータ整備がなされると考えられる。



図 5.3 津波浸水想定の実施範囲 (2016 年 9 月時点)

¹ 「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00」(国土交通省, 2012) により「10m 程度より小さくすることを目安とする」とされている。

表 5.3(1) 「浸水深」に対する越村教授の意見（1 / 2）

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本は堤防等のハードが発達しているため、標高・海岸からの距離等の地理的な特徴を示す指標だけではハードの効果が考慮できない。よって、地理的な特徴とハードの効果の両方が考慮できる津波浸水シミュレーションで算出される「浸水深」が指標としては良い。 ・ 「浸水深」のデータとしては、観測値を概ね再現できるシミュレーション精度がある手法を用いて、全国で一律に想定される「津波防災地域づくりに関する法律」に基づく津波浸水想定「浸水深データ」が良い。 ・ リスクが特に高い地域を区分する浸水深の高さは政策的に決めてはどうか。例えば、木造戸建住宅が流失するかで言えば 2m、地震保険で補償が発生し始める浸水深で決めるのもありだと思う。しかし、現在のシミュレーションは cm 単位で区切れるほどの精度は無い。そうすると、L2 津波による浸水深 0m で線を引くのが良いかもしれない。100%の精度は無いが、政策的には十分な精度であると思う。ただし、L2 津波が本当に最大なのかわからないので、浸水深 0m ラインの外側であっても「絶対に安全である」とは言うことはできない。 ・ L2 津波による浸水深が 0m の地域(浸水域の外側)はリスクが高くない地域と言って良いと思う。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「浸水深データ」の精度については、課題として以下 3 つが挙げられる。 ① 起こりうるシナリオは無数にあるはずだが、南海トラフの巨大地震でも 11 ケースしかシナリオを想定しておらず、その中から最大クラスの津波のシナリオを選んでいる。 ② 海岸防護施設の被害想定に不確実性が存在している。現状では例えば、地震の揺れの規模と耐震補強の有無により全部破壊、または越流したら破壊という仮定をしている。 ③ 津波の流体運動については実験室レベルであれば精度よく評価できるが、不確実性が高い条件(建物の有無、土地利用、陸上の物理的な条件)が多く存在するため、その条件の扱い方で浸水範囲が大きく異なる。 ・ 「津波浸水想定の設定の手引き」^{※11}では沿岸部のコンクリート構造物の効果を考慮することにはなっていないため、大きなビルの背後にあることで流速が減少して流失しにくくなる建物であっても、その効果を反映することはできない。「浸水深」を予測することに比べて流速を予測することは難しい。 ・ 流体力学なので厳密に言うと「浸水深」だけでは建物被害は評価できない。マクロな評価をするのであれば浸水深だけでも良いが、1 棟ごと等詳細な評価をするのであれば流速や流体力・衝撃力も考慮しないとけない。 ・ L2 津波は人命の保護と被害軽減、L1 津波は資産の保護を目的としているので、資産を対象としている地震保険では L1 津波の浸水深を使うべきだと思う。ただ、L1 津波で浸水想定を実施しない自治体や浸水想定をしたとしても公表しない自治体がある。 ・ L2 津波は発生確率が非常に低いので、その「浸水深」を用いて割増がなされるのは契約者の納得感は低いかもしれない。

表 5.3(1) 「浸水深」に対する越村教授の意見（2 / 2）

<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> 対象とする建物の構造、階数が変わっても「浸水深」という指標を使うことはよいと思うが、区分する浸水深は検討したほうがよい。木造・非木造では津波の規模によって受ける被害の程度は異なるため、リスク区分の方法（区分する浸水深）を変えるというのもありかと思う。津波の建物被害は建築年（新耐震・旧耐震）によっても大きく変わるので、住宅だけで見ると RC 造で新耐震ならば建物は割増対象から外すという案もある。また、家財については耐震性が確保された RC 建物で 5 階以上に住んでいる場合には割増対象から外しても良いと思う。 よく使われている脆弱性²は、罹災証明書³の損害判定結果ではなく物的な被害（破壊されるか、流失するか）に着目して作っている、ということに注意が必要である。
------------	--

表 5.3(2) 「浸水深」に対する佐竹教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 国・自治体の想定する「浸水深」が指標としては良いと思う。 リスクが特に高い地域は、戸建住宅がほぼ全壊となる「浸水深が 2m を超えるか」という区分が最も有望ではないか。 リスク区分する時の浸水深の基準値は、実際に地震保険が支払われはじめる「浸水深」を適用するという考え方もある。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> 「浸水深」で区分する時の単位を 10m メッシュとするのは精度的に厳しい。町丁目くらいの単位あるいは使用されているデータで最も低い解像度を基準とすべきである。 「津波防災地域づくりに関する法律」では「設定された最大クラスの津波による想定結果が、隣接する都道府県間で浸水域の範囲や被害の程度において、齟齬が生じないように留意する」となっているが、茨城県と福島県等想定すべき最大クラスのシナリオが切り替わる県境で本当に不整合が起きていないかを確認する必要がある。 津波浸水想定「浸水深」については、地域ごとの考え方の共通点・相違点をどう整理するかが重要である。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> 避難所として指定されている建物はきちんと対策しているので、その建物は割増の対象から除外すべきである。 L1 レベルの津波は堤防等のハードで守ることが原則である。ハードで守りきれない L2 レベルを個人が地震保険でカバーするという考え方もある。 浸水シミュレーションでは、計算で求めた「浸水深」が非常に小さい場合に打ち切って 0m とする処理を行っている。この打ち切り水深をいくつにするかによって浸水深 0m のラインが変わってしまうが、この基準値については「津波浸水想定の手引き」で「1cm 程度を目安とする」と記載されている。このルールが全国で統一されているのであれば問題はないと思う。 中高層の RC 造建物等、耐津波性能が高い建物は浸水によって流失する可能性は極めて低いが、躯体の損傷や低層階の家財が被災する可能性はある。地震保険による補償額の程度は異なるが、補償が必要となるかという点では戸建住宅とそこまで大きな差はない。

² 外力（津波の浸水深等）とある損傷レベル（全壊・半壊等）以上となる確率との関係

³ 地震や風水害等の災害により被災した住家等の被害の程度を市町村が証明するもの。

表 5.3(3) 「浸水深」に対する諏訪室長の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「浸水深」の分布は津波波源の位置の影響を強く受ける。そのため、「標高」等の地理的条件だけを考慮するのではなく、津波波源を考慮したほうが良い。法律により津波浸水想定の結果(「浸水深」)が公表されることになっているのだからそれを使えばよいと思う。 ・「浸水深 2m」は木造戸建住宅が流失するかもしれないの目安になっているため、2m でリスク区分することに違和感はない。 ・浸水域の外側はリスクの「特に低い」地域である。浸水深 2m 以上の場所は既往の研究成果に基づくと統計的に木造家屋の流失リスクの「特に高い」地域である。 ・津波浸水想定「浸水深」は精度が高いというよりは、法律に基づき堤防破堤の条件等を行政が判断して設定しているという意味で良いと思う。 ・「浸水深」および計算で用いる地形データ(標高・粗度係数⁴等)の陸上での計算格子は 10m メッシュが標準である。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「津波災害警戒区域」は地区単位に丸めて設定される場合もあるため、10m メッシュ単位で割増・割引の区域を細かく設定してしまうと「津波災害警戒区域」と齟齬が出て混乱を与える恐れがある。 ・「浸水深」の地図データは公開されるが、メッシュデータについては公開されないため、入手するには各都道府県へ個別にお願いをする必要がある。 ・茨城県の津波浸水想定については、日本海溝で発生する最大クラスの津波が内閣府から公開された後に見直しがされると思う。見直しの時期についてはわからない。 ・津波浸水想定は作った時点の状態で評価しており、建設中の埋立地や盛土公園等、将来機能が発揮される可能性があるものがあったとしても作成時点では原則考慮されない。堤防の建設や埋立地の進展等により変わらうものである。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「津波防災地域づくりに関する法律」の目的は、ハード・ソフトの施策を組み合わせた「多重防御」による「津波防災地域づくり」を推進することであり、浸水の恐れがあっても避難ができるなら住んでも良い、という法律でもある。しかし割増だとその場所に住みにくくなってしまう。 ・津波浸水想定とシミュレーション結果は同じではない。津波浸水想定はシミュレーション結果の「浸水深」をバンド別(0~30cm 等)で色分けした図なので、細かく「浸水深」を見たいのであれば基データのシミュレーション結果を見る必要がある。 ・浸水深 2m 以上となる戸建住宅であっても自衛として盛土をして地盤高を上げた場合や基礎との定着が強く重量のある非木造を採用している場合等、エビデンスがあればそのリスク低減効果を評価すべきではないか。 ・高層マンション等は一律に何階以上が安全とは言えないが津波に流されない建物で基準水位以上の階に住んでいるのであれば津波のリスクはないと言ってよい。 ・L2 津波の頻度は家の耐用年数とレベルがあっていない。より頻度の高い L1 津波の浸水予測を用いて、この浸水域外を割引する案も考えられる。しかし、L1 津波の浸水予測は法律に基づくものではないため作成義務が無く、全国的にそろえるのは難しいという問題がある。 ・家財を含めた物的な被害を評価するという目的を考えると、「浸水深」ではなくせき上げ⁵も考慮された基準水位を用いた方が良いかもしれない。

⁴ 津波が海岸から内陸にかけ上がる際、地面による抵抗を受ける。この地面による抵抗の度合いを数値化したもの。高密度な住宅地は粗度係数が高く、空地や緑地は粗度係数が低い。粗度係数が高いほど津波が内陸にかけ上がりにくくなる。

⁵ 津波が構造物等に衝突して局所的に水位が上昇する現象

表 5.3(4) 「浸水深」に対する高橋教授の意見（1 / 2）

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 震源や津波の浸水経路の影響を見ずに家の立地条件だけで津波のリスク区分を行うのは難しい。津波の場合は様々な条件を考慮したシミュレーション結果(「浸水深」)が指標として最も適切である。 ・ 流速も被害に影響する。しかし「浸水深」ほど精度よく評価できないため、浸水深のみで評価してよいと考えられる。 ・ 木造であれば浸水深 2m で流失する可能性が高まることが知られており、2mで保険料を変えるのは妥当である。また、本指標は L2 津波が想定されており、保険の支払いが発生する浸水深未満のところであれば保険としてプラスアルファするリスクは無いと言える。 ・ 浸水深 2m 未満を割引とすると、全国のほとんどが割引になってしまうのではないか。従って、人数比を考えると 2m 以上の津波リスクが特に高い地域を割増とするのが良いと考える。 ・ L2 津波を考える上では、活断層も考えることになっている。太平洋沿岸では、南海トラフの影に隠れて表に出てこないが、広島県の津波浸水想定では考慮されている。 ・ 浸水シミュレーションは 10m メッシュごとに割増・割引できるほどの精度はないが、町丁目単位くらいで割増・割引する分には問題が無いという感覚を持っている。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国が現在公表している L2 の震源は「物理的に起こりうる最大規模」という点では共通であり、各都道府県はこの最大規模の震源を考慮するという共通のコンセプトで津波浸水想定を行っている。ただ、日本海側は最大規模を想定する際に根拠となるデータが太平洋側に比べて不足しているため、本当に最大規模が想定できているとは断言できない。 ・ 津波のシミュレーションでは堤防が健全かを調べるために、まず堤防の液状化を判定するが、ボーリングデータが不足している場合には、堤防は壊れる(コンクリート構造物は全壊、盛土構造物は 75%沈下)という仮定でシミュレーションをするしかなくなる。 ・ 津波のシミュレーション技術が進んだり、津波波源想定 of 精度が上がることは可能性として十分にあり、それによってこれまで津波が来ないと思っていたところに来るかもしれない。 ・ 現在の解像度(10m メッシュ)では建物1棟ごとの影響(ある家の前に堅牢な建物があれば、それが盾となってその家の被害は軽減される等)は再現できない。こうした状況まで再現するのであれば、2m メッシュとして建物を入れてやる必要がある。逆にここまでやらないと、その市街地を襲う津波は再現できない。同じ 10m メッシュでもメッシュの平均的な粗度を使って計算した場合と建物を考慮して計算した場合では結果は全く異なる。個々の建物を評価するのであれば、少なくとも 2m メッシュでのシミュレーションが必要だが、今のところこの指標の枠組みにおいてそこまでは行われていない。 ・ 現在のシミュレーションモデルは、漂流物(流失した建物等)の影響、津波を防ぐ植生の根付き方(根が深いほど抵抗力が強い)、堤防の液状化の有無・堤防の劣化度(もぐらによって穴があけられている等)等考慮できていない要素が色々ある。 ・ 浸水深 2m という基準については、実際には 5m で耐える建物もあれば 1m で流される建物もある中で線を引いている。また、漂流物の影響等で浸水深 2m でも流されない住宅もあれば、浸水深 1.9m で流される住宅もある。L2 津波の浸水域外を安全とした区分は、浸水深 10cm の地域と値段に差を付けるほどの精度感はない。 ・ 浸水シミュレーションの精度を考えると、保険料に極端な差を付けない方が良い。 ・ 「浸水深」については人命確保を目標とした L2 津波を対象とするか資産

表 5.3(4) 「浸水深」に対する高橋教授の意見（2 / 2）

<p>課題・問題点 (続き)</p>	<p>確保を目標とした L1 津波を対象とするかを考えた方が良い。L2 津波により最上位の安全を見ているような浸水範囲に対して、プラスアルファの保険料を支払うというのは納得感が薄い。</p>
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 建物の構造(木造、S 造、RC 造)、建築年代(曰く、流失率に影響あると聞いたことがある)、基礎形式(杭の有無)等で津波による被害(浸水・流失)の受けやすさは異なるので区分する基準を変える必要があるが、構造のみで分けるくらいが現実的である。 • 中高層建物が流失する恐れがある「浸水深」の閾値については津波避難ビル⁶のガイドライン¹²が参考になる。 • 津波避難ビルに指定する上では常時解放の必要があるため、施設管理者と協議する必要がある。津波避難について安全なビルでも津波避難ビルに指定されない場合がある。中高層建物の津波リスクを考える上では、津波避難ビルに指定されているかというのではなく、津波避難ビルのガイドライン¹²に従って、津波避難ビル相当の建物かを判断する方が良い。 • 津波は建物に衝突する際に水位が上昇する。建物とは異なり家電等の家財は少量の海水でも被害を受ける可能性があるため、家財については建物を入れたシミュレーションでせき上げを考慮し、割増対象とする階を判定するのが理想的である。 • 5 階以上にある家財については、被害がないと考えても問題はない。

⁶ 津波が押し寄せたとき、地域住民が一時的に避難するための緊急避難場所として市町村によって指定されたビル（建物）。想定される津波の波力にも耐えられる性能を有している。

(2) 津波災害警戒区域

「津波災害警戒区域」が指定されればその地図データが公開される。現状の整備範囲等について、表 5.4 および図 5.4 に示す。

また、専門家の意見を表 5.5 に示す。本指標に関しては、津波災害警戒区域内の避難確保計画作成を支援する手引き^{※13}の作成を担当する等、この制度に精通している国土技術政策総合研究所の竹下主任研究員にもヒアリング調査を行っており、その結果を表 5.6 に示す。

表 5.4 「津波災害警戒区域」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
津波災害警戒区域の地図データ	都道府県	ポリゴン	一部地域

「津波防災地域づくりに関する法律」に基づいて都道府県知事が指定する（できる）区域である。指定が完了した後に各都道府県のホームページ等において公開される。



図 5.4 津波災害警戒区域の指定範囲（2016年9月時点）

表 5.5(1) 「津波災害警戒区域」に対する越村教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 「津波災害警戒区域」はもし全国での指定が完了すれば有望な区分となり得る。 「津波災害警戒区域」を指標として使うのであれば、各自治体で区域指定の前提条件が違ったとしても議論する必要は無い。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 「津波災害警戒区域」については、指定している自治体が少なく全国での指定は時間がかかると考えられるため、現在の優先度は低い。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 割増・割引の区分を「ベストアベイラブルサイエンスを使って実施する」という方針であればシミュレーションによる浸水深、「政策的に実施する」という方針であれば「津波災害警戒区域」を使うことが現時点では考えられる。

表 5.5(2) 「津波災害警戒区域」に対する佐竹教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 「津波災害警戒区域」は政策に一致するので、全国で公表されれば使える指標になるのではないかと。場所によって指定の基準が異なるとしても住民に納得してもらえるのではないかと。
課題・問題点	(なし)
その他	(なし)

表 5.5(3) 「津波災害警戒区域」に対する諏訪室長の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 津波は「津波防災地域づくりに関する法律」によってハザード評価とゾーニングが行われているが、揺れ・液状化リスクではそのような法律がない。ここが大きな違いであると感じる。 「津波災害警戒区域」を指定する時に用いる「浸水深」(浸水想定図)の方がリスクを直接的に表す指標なので良いと感じるが、「津波災害警戒区域」は、シミュレーションの精度や不確実性を考慮して浸水範囲からバッファを取って指定することも出来る。また、この区域は明瞭であり、行政判断によって指定した区域なので、「浸水深」を指標とするよりも「津波災害警戒区域」のほうが指標としては良いと思う。 「津波災害警戒区域」の指定を判断する際に各県で違う地震を想定したとしても、最大クラスの地震津波を基準にするという意味では統一されている。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 法律では、「津波災害警戒区域」の指定は「できる規定」になっており、将来的に全国で指定されるかはわからない。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 「津波防災地域づくりに関する法律」の目的は、ハード・ソフトの施策を組み合わせた「多重防御」による「津波防災地域づくり」を推進することであり、浸水の恐れがあっても避難ができるなら住んでも良い、という法律でもある。しかし割増だとその場所に住みにくくなってしまふ。 「津波災害警戒区域」の指定が行われても、看板等で表示がされるとは限らない。津波災害警戒区域内の小学校等は避難計画を作る必要が出てくるので津波災害警戒区域であることを認識すると思うが、すべての人が認識するかはわからない。

表 5.5(4) 「津波災害警戒区域」に対する高橋教授の意見

特徴 (利点・実績等)	・ 行政が指定する地域なので市民の信頼感は得られるかもしれない。
課題・問題点	・ 「津波災害警戒区域」は指定の際に人の判断が入る。人の判断が入らない浸水深の方が津波リスクを表す指標としては適している。 ・ 全国で区域指定が実施されるかについては現時点ではわからない。
その他	(なし)

表 5.6 「津波災害警戒区域」に対する竹下主任研究員の意見

<ul style="list-style-type: none"> ・ 「津波災害警戒区域」は避難体制の整備を中心に考えられているので、警戒区域そのものは建物や家財のリスクとは少し異なると思うが、基準水位（津波に対して安全な居室高）の公表という意味では建物や家財に関係する。 ・ 都道府県による「津波災害警戒区域」の設定には市町村の意見聴取が必要であるため手続きに一定の時間がかかる。また「津波災害警戒区域」の公示には、字（あざ）や地番の明示が必要なため、地籍調査に時間を要している場合もあると聞く。 ・ 「津波災害警戒区域」を指定された範囲だけで割増制度を導入してしまうと、「津波災害警戒区域」を指定しないほうが良いと認識され、基準水位（津波に対して安全な居室高）が公表されず避難体制の整備がおろそかにならないか危惧する。 ・ 「津波災害警戒区域」の指定で基準水位（津波に対して安全な居室高）の公表を促すために、例えば、「津波災害警戒区域」を指定していない津波浸水想定範囲は割増、警戒区域が指定された範囲は割引するという考え方もある。

(3) 津波災害特別警戒区域

「津波災害特別警戒区域」が指定されればその地図データが公表される。現状の指定が進められている都道府県はない（表 5.7）。

また、専門家の意見を表 5.8 に示す。本指標に関しては、津波災害警戒区域内の避難確保計画作成を支援する手引き¹³の作成を担当する等、この制度に精通している国土技術政策総合研究所の竹下主任研究員にもヒアリング調査を行っており、その結果を表 5.9 に示す。

表 5.7 「津波災害特別警戒区域」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
津波災害特別警戒区域の地図データ	都道府県	ポリゴン	指定なし

「津波防災地域づくりに関する法律」に基づいて都道府県知事が指定する（できる）区域である。指定が完了した後に各都道府県のホームページ等において公開される。ただし、2016年9月現在、指定された地域はない。

表 5.8(1) 「津波災害特別警戒区域」に対する越村教授の意見

特徴 (利点・実績等)	・「津波災害特別警戒区域」は将来有望な指標になるかもしれない。
課題・問題点	・「津波災害特別警戒区域」は指定している自治体がないため、現時点では他の指標の方が良いのではないかと。
その他	(なし)

表 5.8(2) 「津波災害特別警戒区域」に対する佐竹教授の意見

特徴 (利点・実績等)	・「津波災害警戒特別区域」は政策に一致するので、全国で公表されれば使える指標になるのではないかと。場所によって指定の基準が異なるとしても住民に納得してもらえるのではないかと。
課題・問題点	・「実際に指定されるのか」、「いつ指定されるのか」がわからない。
その他	・この区域を割増とする場合には、土砂災害特別警戒区域等、他の災害に対する特別警戒区域と整合をとる必要があると考えられる。「津波災害特別警戒区域」だけを割増にすると不満が出る可能性がある。

表 5.8(3) 「津波災害特別警戒区域」に対する諏訪室長の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	(なし)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・「津波防災地域づくりに関する法律」の目的は、ハード・ソフトの施策を組み合わせた「多重防御」による「津波防災地域づくり」を推進することであり、浸水の恐れがあっても避難ができるなら住んでも良い、という法律でもある。しかし割増だとその場所に住みにくくなってしまう。 ・津波災害特別警戒区域内に避難をしなくてすむような要援護者の施設を計画する時は、せき上げも含めた高さ(基準水位)以上に居住階をおくこととなっている。

表 5.8(4) 「津波災害特別警戒区域」に対する高橋教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・「津波災害特別警戒区域」は指定の際に人の判断が入る。人の判断が入らない浸水深の方が津波リスクを表す指標としては適している。
その他	(なし)

表 5.9 「津波災害特別警戒区域」に対する竹下主任研究員の意見

<ul style="list-style-type: none"> ・津波災害警戒区域内に設定されるレッドゾーン（「津波災害特別警戒区域」）には一般家屋にも居室高（居室の床面の全部又は一部を基準水位以上とすること）を条例で指定することができる。その場合、備蓄品や重要な家財は基準水位以上の階に配置されるはずなので家財リスクも下がると言える。 ・家財を居室高以上の階に配置しているというエビデンスが示された場合には、割増を免除したほうがよい。

(4) 標高

「標高」を測定するために現状で利用可能なデータを表 5.10 に示す。
また、専門家の意見を表 5.11 に示す。

表 5.10 「標高」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
数値標高モデル（基盤地図情報 ⁷ ）	国土地理院	10m メッシュ	全国

国土地理院が公開している「数値標高モデル」には 5m メッシュ・10m メッシュの 2 種類のデータが整備されている。5m メッシュデータは、航空レーザ測量等から作成した高精度の標高データで、沿岸部、河川流域、都市部等を中心に整備されているが、全国をカバーしていない。10m メッシュデータは、2 万 5 千分 1 地形図の等高線から作成されたもので、精度は 5m メッシュデータに劣るが全国をカバーしている。ここでは、全国をカバーしている 10m メッシュの「数値標高モデル」を想定した。

表 5.11 (1) 「標高」に対する越村教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 「標高」のみで考えるならば、標高 30～50m で線を引いてその標高より高い地域をリスクの特に低い地域とする案が考えられる。その基準値としては、日本最大の遡上高さがよいと思う。（世界最大だと例えばアラスカで発生した斜面崩落による津波で標高 500m の地点まで遡上したという記録もあるが非常に特異である。）
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 日本はハードが発達しているため、「標高」だけでリスクが特に高い立地を抽出するのは難しい。例えば、大阪の標高ゼロメートル地帯は堤防をしっかりと備えているので、リスクが特に高い地域とは言えない。「標高」よりはハード等の様々な要素を考慮した「浸水深」の方が指標として良いと思う。 科学的に安全な標高を特定することは難しい。マグニチュード 9 なら 40m くらいが安全な標高というイメージだが、斜面崩壊を伴う場合等地震によってはそれ以上の標高まで遡上する可能性もある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> IAEA (国際原子力機関) の基準¹⁴ (標高 50m 以上) は原発の津波リスクを評価するものであり、厳しすぎるだろう。日本最大の数値は既往のものだけでなく、将来の想定も含めたものがよいだろう。

⁷ 電子地図における位置の基準となる情報のこと。基盤地図情報と位置が同じ地理空間情報を、国や地方公共団体、民間事業者等の様々な関係者が整備することにより、それぞれの地理空間情報を正しくつなぎ合わせたり、重ね合わせたりすることができるようになる。この結果、地理空間情報をより一層効率的に、高度に利用することが可能となる。

表 5.11 (2) 「標高」に対する佐竹教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「標高」は津波浸水想定の結果に比べて、「震源に依存しない」、「誰もが知っているため納得感が高い」、「変化しにくい」という点がメリットだと思う。 ・「東日本大震災 津波詳細地図」¹⁵で見ても「標高」は大きなファクターであることがわかり、説得力も高いと思う。 ・津波のリスクが特に低い地域なら津波浸水想定の上水域外よりも「標高」で区分するのが良いと思う。 ・津波のリスクが特に低い地域を区分する時の基準値としては被害が出るかという観点では標高 20m 以上、日本最大の津波遡上高という観点では標高 40m 以上が考えられる。 ・標高データは一定の精度があると考えられるため、「標高」で区分する時の単位については 10m メッシュが良いと思う。東北地方太平洋沖地震では島越駅周辺等、同じ町丁目内であってもある標高を境にして被害の様相がはっきりと異なる状況が多く見られた。 ・原子力発電所の Initial Assessment ¹⁴ の基準では、津波痕跡がない場合には標高 50m 以上、海岸線からの距離 10km 以上、湖沼からの距離 1km 以上のいずれかを満たせば津波リスク評価を実施する必要はないとしている。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・標高が低いところをリスクが特に高い地域とする方が良いと考えるが、「標高」では防潮堤の整備等のハードの効果が考慮できないため、その基準を決めるのが難しい。また、割増にすると契約者から文句が出る恐れがある。 ・関東平野は標高が低いのでリスクが特に低い地域の基準値を 40m 以上（日本最大の津波遡上高以上）とすると大部分が対象から外れてしまう。リスクが特に低い地域についても基準を決めるのが難しい。 ・「標高」で区分する時の基準値は、日本海側と太平洋側で同じ基準値を用いて良いのかを検討する必要がある。原子力発電所の防波堤の高さも日本海側と太平洋側では異なる。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・津波による建物被害の調査データから建物被害が発生した最大標高を調べ、その標高を基準とする方法もある。

表 5.11 (3) 「標高」に対する諏訪室長の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<p>(なし)</p>
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「標高」は容易に入手可能なデータではあるが、これだけでは津波リスクは説明できない。津波リスクは「標高」等の立地条件だけでなく、震源も考慮して評価する必要がある。今後新たな知見が加わること等によりリスクの算出結果が変わっていく可能性はあるが、津波浸水想定を設定しているということは、概念的には太平洋と日本海で起こる津波の外力の違いを反映する科学レベルはあると考えられる。したがって、震源や海からの距離や地形(盆地等)を考慮していない「標高」を用いるよりも、それらを考慮した津波浸水想定の結果(「浸水深」)を使うほうが科学的である。
<p>その他</p>	<p>(なし)</p>

表 5.11(4) 「標高」に対する高橋教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<p>(なし)</p>
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れ・液状化リスクの指標である地形分類と同様に、震源を考慮しない指標を考えるなら津波リスクの指標として「標高」が挙げられる。しかし、揺れ・液状化リスクに比べて津波リスクは震源からの指向性や堤防等の遮蔽物の影響が大きいと考えられるため、「標高」等の立地条件だけで津波リスクを判定することは難しい。
<p>その他</p>	<p>(なし)</p>

5.3. 理想的な指標

各専門家が考える「理想的な指標」について、ヒアリング調査により得られた、評価に必要なデータや評価方法、リスク区分の方法、評価実現のために実施されている取組みや実施した方が良いと考える取組み等に関する意見を表 5.12 に示す。

表 5.12(1) 理想的な指標に対する越村教授の意見

指標 (測定方法)	建物と耐波性能と津波による作用力(波力・浮力・衝撃力)との関係から被害を予測する。
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海岸施設(防潮堤・防波堤・堤防)および沿岸部の堅牢な建物群と構造物による津波の減勢の予測を踏まえたシミュレーションによって浸水を予測し、かつ建物に作用する津波力を正確に予測し、建物 1 棟ごとの耐波性能モデル化し、その上で流失の評価を行うべきである。 ・ 建物 1 棟ごとに評価するためには 10m メッシュよりも細かい精度で、より高次のシミュレーションモデルを用いて計算する必要がある。 ・ この方法は科学的な観点からは理想的であるが、保険料算出の方法としてそこまで行う必要があるかどうかかわからない。 ・ 波源等の不確実性についても考慮すべきである。 ・ 想定する津波の大きさは資産の保護を目的とした L1 クラスが良い。

表 5.12(2) 理想的な指標に対する佐竹教授の意見

指標 (測定方法)	詳細な要素(建物 1 棟 1 棟のモデル等)を考慮した津波浸水シミュレーションによる評価
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発生頻度の高い L1 レベルの震源での浸水域であれば特にリスクが高い地域と言えるが、発生頻度が低い L2 レベルの震源での浸水域は特にリスクが高い地域とは言い難い。ただ、浸水域の外側であれば特にリスクが低い地域と言える。

表 5.12(3) 理想的な指標に対する諏訪室長の意見

指標 (測定方法)	津波浸水想定「浸水深」
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波浸水想定「浸水深」で津波リスクを評価するのが最も良い方法であると考えている。この方法よりも理想的な方法については、現時点では思いつかない。

表 5.12(4) 理想的な指標に対する高橋教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>被災過程モデルを考慮した高解像度の津波シミュレーションにより、建物の流失を判定する</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ シミュレーションの解像度を2mメッシュ以下(技術的には0.5mメッシュまで可能)とし、津波による地形変化や漂流物発生等の被災過程をモデル化して組み入れる。この方法は研究レベルでは既に行われている。 ・ 不確かさのリスクを減らすために、震源については多数シナリオを考える必要がある。 ・ 震源のレベル(再現期間)については、建物の耐用年数(50年)に合わせるという考え方もあるが、その場合、浸水するエリアはかなり限定的になると考えられる。

5.4. 指標等に関する専門家の意見一覧

津波による被害の要因、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」やそのほかの指標に関する専門家意見を表 5.13 に示す。

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（1 / 10）

概説	<p>【津波リスクの特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日本は堤防等のハードが発達している。標高・海岸からの距離等の地理的な特徴だけではハードの効果が考慮できないため、津波浸水想定の結果等の津波に対する脆弱性で区分すべきである。 ・ 津波リスクは「標高」等の立地条件だけでなく、震（波）源も考慮して評価する必要がある。今後新たな知見が加わること等によりリスクの算出結果が変わっていく可能性はあるが、津波浸水想定を設定しているということは、概念的には太平洋と日本海で起こる津波の外力の違いを反映する科学レベルはあると考えられる。 ・ 津波は「津波防災地域づくりに関する法律」によってハザード評価とゾーニングが行われているが、揺れ・液状化リスクではそのような法律がない。ここが大きな違いであると感じる。 ・ （震源や津波の浸水経路の影響を見ないで）家の立地条件だけで浸水の有無を判定するのは難しい。 ・ 津波は、堤防や植生、建物等、地上構造物を越えて伝わってくる。 ・ ピンポイントの予測は津波に比べて揺れや液状化のほうが精度よくできているが、面的な予測は津波のほうが精度よくできる印象である。 <p>【保険の対象、構造等と津波リスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 木造・非木造では、津波の規模によって受ける被害の程度は異なる。 ・ 津波に対する建物の性能については取扱わないのか。例えば、ピロティ構造のように津波を受け流す構造もある。 ・ 基盤の地盤高が例えば浸水深 2m 以上であっても住宅を建てるときに自衛として盛土をして地盤高を上げたときには、その効果を評価すべきではないか。 ・ 戸建住宅でも基礎との定着が強く、非木造で重量のある家は津波で流失しにくい。そのような住宅に住んでいる人は保険料を安くしてほしいと考えるはずである。 ・ 木造・非木造では津波による被害（浸水・流失）の受けやすさは異なるので基準を変える必要がある。 ・ 津波の危険度については、建物側の話では、構造（木造、S 造、RC 造）、建築年代（日く、流失率に影響あると聞いたことがある）、基礎形式（杭の有無）等が影響すると考えられるが、構造のみで分けるくらいが現実的である。 ・ 建物の耐津波性能については、津波避難ビルの評価基準は利用できる。津波の建物被害は建築年（新耐震・旧耐震）によっても大きく変わるので、住宅だけで見るなら RC 造で新耐震ならば安全と判定するという案もある。 ・ 例えば 20 階建の建物の 5 階建以上に住んでいる場合には、建物・家財の津波リスクを特に低いとしても良いと思う。耐震性が確保された RC 建物で 5 階以上に住んでいる場合には保険料を割増する必要は無いと思う。 ・ 構造別のフラジリティについてはアナワット・サップシー准教授の文献が参考になるかもしれない。木造・非木造でリスク区分の方法を変えるというのもありかと思う。 ・ よく使われているフラジリティは、損害判定ではなく物的な被害（破壊されるか、流失するか）に着目して作っている、ということに注意が必要である。 ・ 津波の際には高い建物に避難することになっているので高い建物は安全として良いと思う。
----	--

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（2 / 10）

<p>概説 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 避難所として指定されている建物はきちんと対策しているので、その建物は割増の対象から除外するべきである。 ・ 高層マンション等は一律に何階以上が安全とは言えないが津波に流されない建物で基準水位以上の階に住んでいるのであれば津波のリスクはないと言ってよい。 ・ 高層のビル等津波に耐える構造であるというエビデンスや、自助努力で対策をしたエビデンスがあればリスクが低いとして良いと思う。 ・ 中高層建物が流失する恐れがある「浸水深」の閾値については津波避難ビルのガイドライン¹²を参考にしてみてはどうか。 ・ 津波避難ビルに指定する上では常時解放の必要があるため、施設管理者と協議する必要がある。津波避難について安全なビルでも津波避難ビルに指定されない場合がある。中高層建物の津波リスクを考える上では、津波避難ビルに指定されているかというのではなく、津波避難ビルのガイドライン¹²に従って、津波避難ビル相当の建物かを判断する方が良い。 ・ 20階建の5階の家財については、被害がないと考えても問題はない。 ・ 津波は建物に衝突する際に水位が上昇する。(建物とは異なり家電等の家財は少量の海水でも被害を受ける可能性があるため)家財については建物を入れたシミュレーションでせき上げを考慮し、割増対象とする階を判定するのが理想的である。 <p>【制度化(区分)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 被害が生じるか、という観点が大変となる。
<p>指標/データ</p>	<p>【浸水深】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 優先順位をつけるなら、「標高」も「海岸線からの距離」も「堤防の高さ」も考慮された「浸水深」が一番良い。 ・ 研究的ではあるが、合成等価粗度係数⁸を使った津波シミュレーションを行えば、建物の密集度に応じて粗度が変わるため、建物の立地を反映させることができる。 ・ 「浸水深」について観測値を概ね再現できるシミュレーション精度がある手法が使われている。 ・ 津波浸水シミュレーションはソースからサイトに至るまでのすべての不確実性を考慮しているわけではなく、ある仮定の基で実施したものである。 ・ 「浸水深データ」の精度については、課題として以下3つが挙げられる。 <ul style="list-style-type: none"> ① 起こりうるシナリオは無数にあるはずだが、南海トラフの巨大地震でも11ケースしかシナリオを想定しておらず、その中から最大クラスの津波のシナリオを選んでいる。 ② 海岸防護施設の被害想定に不確実性が存在している。現状では例えば、地震の揺れの規模と耐震補強の有無により全部破壊、または越流したら破壊という仮定をしている。 ③ 津波の流体運動については実験室レベルであれば精度よく評価できるが、不確実性が高い条件(建物の有無、土地利用、陸上の物理的な条件)が多く存在するため、その条件の扱い方で浸水範囲が大きく異なる。 ・ 「津波浸水想定の設定の手引き」では沿岸部のコンクリート建造物の効果を考慮することにはなっていない。したがって、大きなビルの背後にある建物であっても、その安全性を反映することはできない。 ・ 「浸水深」のデータとしては、全国で一律に想定される「津波防災地域づくりに関する法律」に基づく津波浸水想定「浸水深データ」が良い。 ・ 木造戸建住宅の場合はその脆弱性から「浸水深が2mを超えるか」という区分が最も有望と考える。

⁸ 居住地を通過する津波に対する抵抗力は一定ではなく、水深と家屋の占有面積等で変化する。こうした抵抗力の変化を考慮するための係数

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（3 / 10）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浸水深 2m は、越村・郷右近(2012)¹⁶において建物流失率が急増する基準であり、また、首藤(1992)¹⁷において木造家屋が全面破壊する基準であるため区分に使えると考える。 ・ 津波リスクの定義が「補償が必要となる被害の受けやすさ」であるならば、リスクの特に関心が高い地域を区分する浸水深に査定基準(45cm)を用いるという案もある。しかし、現在のシミュレーションに 45cm を区切れるほどの精度は無い。そうすると、浸水深 0m で線を引くのが良いかもしれない。 ・ 最大クラスが本当に最大なのかかわからないので、L2 津波の浸水域の外側であっても絶対に安全であるとは言えない。避難所の場所についても L2 の浸水域からバッファを設けた位置にすべきという意見もある。 ・ L2 津波の浸水範囲外であれば、絶対に安全であると言い切れないがリスクは高くないと言って良いと思う。 ・ 地域ごとに違いはあるが、被害関数を見ても浸水深 2m で 2 割未満の流失率になるが、流失の原因(2m でも浮いてしまう構造だった、流速が大きかった等)は特定できない。流体力学的な現象なので浸水深だけではすべてを説明できない。 ・ 浸水深の高さで区分するというのは良いと思う。政策的に決めてはどうか。例えば、流失するかと言えば 2m、地震保険の話で言うと補償が発生する査定基準の浸水深(45cm)もありだと思ふ。100%の精度は無いが、政策的には十分な精度であると思ふ。 ・ L2 津波は人命の保護、L1 津波は資産の保護を目的としているので資産を対象とした地震保険では L1 津波の浸水深を使うべきだと思ふ。 ・ リスクの大きさは発生確率に比例するのでリスクが特に高いということであれば、発生確率の高い L1 津波で浸水深 2m だと思ふ。 ・ 自分の家が L2 津波の浸水深 2m 以上の位置にあって割増をされる場合には、L2 の想定頻度の合理性に対して異議が出ると思ふ。 ・ L1 津波で浸水想定をやらない場合もある。また、L1 浸水想定をしたとしても公表しない自治体もある可能性がある。よって、公表されている L1 津波の浸水深を用いるのは、想定の実施の有無等を調べる必要がある。 ・ 国・自治体の想定する「浸水深」が指標として良いと思う。 ・ 浸水シミュレーションでは、計算で求めた「浸水深」が非常に小さい場合に打ち切って 0m とする処理を行っている。この打ち切り水深をいくつにするかによって浸水深 0m のラインが変わってしまうが、この基準値については「津波浸水想定の手引き」で「1cm 程度を目安とする」と記載されている。このルールが全国で統一されているのであれば問題はないと思ふ。 ・ 津波浸水シミュレーションで用いている標高以外で重要となるファクター(土地利用・粗度等)に 10m の精度があるのかが疑問である。「浸水深」で区分する大きさを決める際には、使用されているデータで最も低い解像度を基準とすべきである。 ・ 津波浸水想定「浸水深」については、地域ごとの考え方の共通点・相違点をどう整理するかが重要である。 ・ リスクが特に高い地域ということであれば、戸建住宅の場合、「浸水深が 2m を超えるか」という区分が最も有望ではないか(ほぼ全壊になるため。危険な場所に住んでいると言えるのではないか)。 ・ 「浸水深」で区分する時の単位を 10m メッシュとするのは精度的に厳しい。町丁目くらいの単位が適切である。 ・ 活断層地震による津波については、L2 津波より大きくなることは少ないと考えられる。
------------------------	---

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（4 / 10）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「津波防災地域づくりに関する法律」では「設定された最大クラスの津波による想定結果が、隣接する都道府県間で浸水域の範囲や被害の程度において、齟齬が生じないように留意する」となっているが、茨城県と福島県等想定すべき最大クラスのシナリオが切り替わる県境で本当に不整合が起きていないかを確認する必要がある。 ・「津波災害警戒区域」を指定する時に用いる「浸水深」(浸水想定図)の方が「津波災害警戒区域」よりもリスクを直接的に表す指標なので良いと感じる。 ・「浸水深」は指標として良いのではないか。 ・津波浸水想定の高データやシミュレーションの計算格子の標準は陸上では 10m メッシュである。 ・津波浸水想定とシミュレーション結果は同じではない。津波浸水想定はシミュレーション結果の「浸水深」をバンド別(0~30cm 等)で色分けした図なので、細かく浸水深を見たいのであれば基データのシミュレーション結果を見る必要がある。 ・津波浸水想定の高データやシミュレーションで用いる粗度係数のデータは、計算格子や陸上の地形データが 10m メッシュなので、10m メッシュで表現できる。 ・津波浸水想定は作った時点の状態の評価しており、建設中の埋立地や盛土等、将来機能が発揮される可能性があるものがあっても作成時点では考慮されない。埋立地や盛土の建設が完了した後に、津波浸水想定は更新されることになる。 ・「浸水深 2m」は流失するかしないかの目安になっているため違和感はない。 ・浸水域の外側はリスクの「特に低い」地域である。浸水深 2m 以上の場所は越村先生の研究成果^{※16}に基づく統計的に木造家屋の流失リスクの「特に高い」地域である。 ・津波浸水想定の高データは精度が高いというよりは、法律に基づき堤防破堤の条件等を行政が判断して設定しているという意味で良いと思う。 ・「津波防災地域づくりに関する法律」の目的は、ハード・ソフトの施策を組み合わせた「多重防御」による「津波防災地域づくり」を推進することであり、浸水の恐れがあっても避難ができるなら住んでも良い、という法律でもある。しかし割増だとその場所に住みにくくなってしまう。 ・「津波災害警戒区域」は地区単位に丸めて設定される場合もあるため、10m メッシュ単位で割増・割引の区域を細かく設定してしまうと「津波災害警戒区域」と齟齬が出て混乱を与える恐れがある。 ・規模の小さな津波(L1 津波)では浸からない場所の割引が考えられる。 ・L2 の頻度は家の耐用年数とレベルがあっていないというのは同感だが、L1 津波の浸水予測は法律に基づくものではないので、この浸水予測の方が良いというのは言いすぎな印象がある。 ・L1 津波の浸水予測図は法律に基づく作成の義務はないので全国でそろわないという問題が出てくる。 ・津波のシミュレーション技術が進んだり、津波波源想定の高データが上がることは可能性として十分にあり、それによってこれまで津波が来ないと思っていたところに来るかもしれないが、そこまでを考慮して指標を作ることはできない。一方で、津波の場合は様々な条件を考慮したシミュレーション結果(「浸水深」)よりも硬い指標はない。 ・流速も被害に影響するが精度よく評価できないため、「浸水深」のみで評価してよいと考えられる。
------------------------	---

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（5 / 10）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波の浸水時にある家の前に堅牢な建物があれば、それが盾となってその家の被害は軽減されるが、前に弱い建物があればそれが漂流物となってその家に襲ってくる。こうした状況まで再現するのであれば、2m メッシュとして建物を入れてやる必要がある。ここまでやらないと、その市街地を襲う津波は再現できない。同じ 10m メッシュでも粗度でやった場合と建物を入れた場合でも結果は全く異なる。個々の建物を評価するのであれば、少なくとも 2m メッシュでのシミュレーションが必要。 ・ 建物の構造に関するデータは、地震火災の面的な予測には大きく影響するが、津波について面的な予測をする上では、そこまでクリティカルに効かない。 ・ 津波浸水想定シミュレーションで考慮できていない要素は、津波を防ぐ植生の根付き方(根が深いほど抵抗力が強い)、建物1棟ごとの流失状況、堤防の液状化の有無、堤防の劣化度(もぐらによって穴があけられている等)等色々ある。 ・ 最も有望なのは「国・自治体の想定した浸水深」を用いた区分である。 ・ 木造であれば浸水深 2m という高さで保険料を変えるのは妥当であると考える。 ・ 浸水深 2m という基準については、実際には 5m で耐える建物もあれば 1m で流される建物もある中で線を引いている。
	<p>【津波災害警戒区域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「津波災害警戒区域」は全国での指定がなされるには時間がかかると考えられるが、もし全国での指定が完了すれば有望な区分となり得る。 ・ 「津波災害警戒区域」を指標として使うのであれば、各自治体で区域指定の前提条件が違ったとしても議論する必要は無い。 ・ 「津波災害警戒区域」については、指定している自治体が少なすぎるため現在の優先度は低いが、将来的に有望になるかもしれない。 ・ 「津波災害警戒区域」は政策に一致するので、全国で公表されれば使える指標になるのではないかと。場所によって指定の基準が異なるとしても住民に納得してもらえるのではないかと。 ・ 「津波災害警戒区域」の指定を判断する際に各県で違う地震を想定したとしても、最大クラスの地震津波という基準で統一されている。 ・ 「津波災害警戒区域」の指定は法律で義務付けられていないため、将来的に全国で指定されるかはわからない。 ・ 「津波災害警戒区域」は、シミュレーションの精度や不確実性を考慮して浸水範囲からバッファを取って指定することも出来る。また、この区域は明瞭であり、行政が法律に基づいて定めた区域なので浸水深 0m での区分よりも良いのではないかと。 ・ 「津波災害警戒区域」の指定が行われても、看板等で表示がされとは限らない。イエローゾーン⁹内の小学校等は避難計画を作る必要が出てくるので津波災害警戒区域であることを認識すると思うが、すべての人が認識するかはわからない。 ・ 「津波災害警戒区域」は指定の際に人の判断が入る。 ・ 長崎県では現在(2016年9月)、「津波災害警戒区域」の素案を作成している。2017年3月に公示される見通し。
	<p>【津波災害特別警戒区域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「津波災害特別警戒区域」は将来有望な指標になるかもしれないが、指定している自治体がないため、現時点では他の指標の方が良いのではないかと。

⁹ 津波災害警戒区域の別称

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（6 / 10）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「津波災害特別警戒区域」は、そこに要援護者の施設をつくる(避難しなくてすむという考え方)時は、せき上げも含めた高さ(「基準水位」)以上に居住階をおきなさい、となっている。 ・「津波災害特別警戒区域」は指定の際に人の判断が入る。 <p>【標高】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本はハードが発達しているため、「標高」だけでリスクが特に高い立地を抽出するのは難しい。例えば、大阪の標高ゼロメートル地帯は堤防をしっかりと備えているので、リスクが特に高い地域とは言えない。 ・「標高」よりはハード等の様々な要素を考慮した「浸水深」の方が指標として良いと思う。 ・科学的に安全な標高を特定することは難しい。マグニチュード9なら40mくらいが安全な標高というイメージだが、斜面崩壊を伴う場合等、地震によってはそれ以上の標高まで遡上する可能性もある。 ・標高ゼロメートル地帯であっても堤防をしっかりと備えている地域もあるため(例えば大阪)、リスクが特に高いとはいえない。 ・「標高」のみで考えるならば、標高30～50mで線を引いてその標高より高い地域をリスクの特に低い地域とする案が考えられる。 ・リスクが特に低い地域を抽出する基準としては、日本最大の遡上高さがよいと思う。(世界最大だと例えばアラスカで発生した斜面崩落による津波で標高500mの地点まで遡上したという記録もあるが非常に特異である。) ・IAEAの基準¹⁴(標高50m以上)は原発の津波リスクを評価するものであり、厳しすぎるだろう。日本最大の数値は既往のものだけでなく、将来の想定も含めたものがよいだろう。 ・津波の避難でも海岸から離れた場所ではなく、標高が高い場所に誘導している。こうしたことから「標高」という指標の納得感が高いと考えられる。 ・沿岸の自治体では「ここは標高〇〇m」という表示が多く設置されており、標高は広く周知されている。 ・「東日本大震災 津波詳細地図」(著:原口強・岩松暉)¹⁵で見ても「標高」は大きなファクターであることがわかり、説得力も高いと思う。 ・津波の指標で「標高」を使った場合には、防潮堤の整備の効果を考慮できないという問題がでる。 ・原子力発電所の Initial Assessment¹⁴の基準では、津波痕跡がない場合には標高50m以上、海岸線からの距離10km以上、湖沼からの距離1km以上のいずれかを満たせば津波リスク評価を実施する必要はないとしている。 ・「標高40m」は基準としてかなり高いのではないか。40mまでかさ上げしている場所はほとんどないのではないか。また、標高40m以上を割引したとしても、文句を言う人はいないと思う。40m未満を割増だと文句が出る可能性はある。 ・「標高」は、低いところが危ないといった「割増」の方が良いのではないか。津波の看板にある数値が一つの感覚(5mや10m程度)。ただし、ゼロメートル地帯でも堤防でしっかり防御されている場所はある。リスクが特に高い地域の基準の具体的な高さを決めるのは難しい。 ・「標高」で区分する場合の基準を決めるのが難しい。日本最大の津波遡上高の40mで区分すると関東平野の大部分がリスクの特に低い地域に含まれなくなる。遡上高の最大標高ではなく、建物被害が発生した最大標高を基準してはどうか。地震保険のデータから調査できるのではないか。
------------------------	---

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（7 / 10）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「標高」で区分する時の基準値は、日本海側と太平洋側で同じ基準値を用いて良いのかを検討する必要がある。原子力発電所の防波堤の高さも日本海側と太平洋側では異なる。 ・津波のリスクが特に低い地域なら L2 津波の浸水域外よりも「標高」で区分するのが良いと思う。例えば標高 40m 以上を割引したとしても、文句を言う人はいないと思う。40m 未満を割増だと文句が出る可能性はあるが。被害が出るかという観点では標高 20m 以上でも良いかもしれない。 ・「標高」は津波浸水想定の結果に比べて、「震源に依存しない」、「誰もが知っている」、「変化しにくい」という点がメリットだと思う。 ・「標高」で区分する時の単位については 10m メッシュが良いと思う。東北地方太平洋沖地震では島越駅周辺等、同じ町丁目内であってもある標高を境にして被害の様相がはっきりと異なる状況が多く見られた。 ・「標高」は建築年と同じように誰が見てもわかりやすい指標なので納得感が高い。 ・堤防は耐震性が不足するものが多い。東京の海拔ゼロメートル地帯は、地盤の良し悪しではなく標高の問題ではないか。
	<p>【粗度係数】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価対象地点の建物立地や、建物立地条件に基づいて計算された粗度係数を見ただけでは津波リスクは評価できない。 ・評価対象地点と海岸線の間にある防潮林や他の建物も津波の被害に影響する。その指標として「粗度係数」があるが、これはシミュレーション用の変数といったイメージであり、評価対象地点の立地条件というイメージではない。 ・「粗度係数」を指標の候補から除外することに違和感はない。
	<p>【堤防の高さ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「堤防の高さ」は L1 津波に対応しているかどうかを見ることでリスクの大きさを評価できるので指標の候補として挙げるべきである。 ・景観への配慮や地域の産業振興の観点等から「堤防の高さ」を L1 津波に対応する高さより低くしている地域は、明らかに危険である。 ・堤防に関して調べる場合には国土交通省の海岸室もしくは港湾局の資料を参照すると良い。 ・「堤防の高さ」は「海岸からの距離」にもよるのではないかと。海からかけ離れた場所で最寄りの「堤防の高さ」を考えるのは理にかなわない。 ・「堤防の高さ」は内陸のどの範囲までを有効とするか、2 方向に高さの異なる堤防がある場合にどうするか、といった定義が難しい。 ・「堤防の高さ」は面の情報でないので 1 軒 1 軒に使えないのではないかと。指標としてどう定義するのかを検討する必要がある。 ・同じ市区町村だからといって「堤防の高さ」はすべて同じではない。 ・ある家がどの堤防の影響を受けるのかはシミュレーションをしないとわからない。 ・津波浸水想定の設定では、シミュレーション上、堤防は津波がのり越えた時点で全壊するものとして評価している。L1 津波に対応する堤防を作っても、L2 津波がその高さを越える場合には対策の効果は小さくなる。 ・「堤防の高さ」の有効範囲は、堤防が無かった時の浸水範囲としてはどうか。この範囲は沿岸波高と標高データがあれば簡単に割り出すことができると考える。

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（8 / 10）

<p>指標/データ (続き)</p>	<p>【津波痕跡の高さ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波痕跡は浸水想定で項目で包含されるため、個別に扱わなくてよいと思う。津波痕跡の「なし」には、まだ見つかっていないものが含まれており、アップデートされる情報である。最新の知見に基づいて浸水想定が実施され、過去の津波痕跡データを用いた検証が行われているのであれば、津波痕跡情報のみを保険に使う合理的な理由はない。 津波が痕跡を残していない場合もあるので、指標としては適切ではないと考える。 津波痕跡は点の情報。面の情報として「過去の地震の浸水域」も挙げられる。しかし、それに備えた堤防があれば良いので、指標としては適さないのではないか。 「津波痕跡の高さ」は面の情報でないので1軒1軒に使えないのではないか。指標としてどう定義するのかを検討する必要がある。 「津波痕跡の高さ」は、過去に来たという証拠として説得力はある。 津波痕跡の一つとして、津波堆積物の調査結果も挙げられる。 1000年周期の津波を最近経験した場所では今後1000年は来ないと考えることもできるため、逆にしばらくは安全と考えることもできる。
	<p>【海岸線からの距離】</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本はハードが発達しているため、「海岸線からの距離」だけでリスクが特に高い立地を抽出するのは難しい。 「海岸線からの距離」という指標は、海岸線をどこにとるかで変わってしまう。また、「標高」に比べて自宅の海岸線からの距離を把握している人は少ないと思われるので、「標高」と同列の扱いではない。 「海岸からの距離」は宅地をかさ上げして堤防を造っても変わらないため、「海岸からの距離」だけを指標とした場合、これらの対策が評価されなくなる。 原子力発電所の Initial Assessment^{※14}の基準では、津波痕跡がない場合には標高50m以上、海岸線からの距離10km以上、湖沼からの距離1km以上のいずれかを満たせば津波リスク評価を実施する必要はないとしている。 IAEAの基準^{※14}(海岸線からの距離10km)は住宅に被害が出るかという観点からは過大な印象 「海岸線からの距離」が同じでも、平野か後ろに山がある地形かでハザードは異なる。(平野は広がって拡散していくので津波の水位は小さくなっていくが、後ろに山がある場合は山にぶつかってせり上がるため海から離れるほど水位が上昇する。)海岸から離れているから安全とは一概に言い切れない。 浸水想定がされていれば背後地の地形や「海岸からの距離」を反映したシミュレーション結果をもとにしているので、「海岸線からの距離」は必要ないのではないか。
	<p>【湖沼からの距離】</p> <ul style="list-style-type: none"> 「湖沼からの距離」については指標の候補から除外することに違和感はない。 原子力発電所の Initial Assessment^{※14}の基準では、津波痕跡がない場合には標高50m以上、海岸線からの距離10km以上、湖沼からの距離1km以上のいずれかを満たせば津波リスク評価を実施する必要はないとしている。

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（9 / 10）

指標/データ (続き)	<p>【海側の堅牢で大きな建物の有無】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「海側に堅牢で大きな建物があるか」は重要¹⁰だが、この指標を定量化すること(堅牢で大きな建物の条件を決めること、その条件から影響範囲を決定すること)は知見が少ないため難しい。ただし、建物そのものの耐津波性を評価する指標は利用できる。 ・大きな建物の背後にある建物は流失しにくい、ということを流失率等のエビデンスで示すことは難しい。流失しにくいことは定性的には言えるが、流失を防ぐ建物の条件や位置関係等についての研究事例は少ない。 ・大きな建物の背後にある場合、流速は遅くなり「流失のしやすさ」は変わるが、浸水深の分布はさほど変わらないため「浸水のしやすさ」はあまり変わらない。 ・「海側の堅牢で大きな建物の有無」という指標は「海側の市街地の密集度」で評価できると思われる。
	<p>【海側の市街地の密集度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「海側の市街地の密集度」も候補として考えられる。 ・「海側の市街地の密集度」の定量化(市街地の密集度を定義すること、その密集度から影響範囲を決定すること)は知見が無いため難しい。
	<p>【堤防の液状化沈下量】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「堤防の液状化沈下量」も候補として考えられる。 ・「堤防の液状化沈下量」については計算している自治体もある。 ・津波のシミュレーションでは堤防が健全かを調べるために、まず堤防の液状化を判定する。大阪府は代表的な位置のボーリングデータから液状化を判定している。 ・ボーリングデータの不足で堤防の液状化判定が十分な精度でできない場合には、堤防は壊れる(コンクリート構造物は全壊、盛土構造物は75%沈下)という仮定でシミュレーションをするしかなくなる。
	<p>【海に面した市区町村】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海に面した市区町村か否かで区分する考え方もあり得る。 ・岩手県では津波リスクのない内陸部と津波リスクの高い沿岸部が同じ地震保険料率という状況にある。居住市町村が海に面しているかというように、津波リスクをゼロイチで評価するアプローチもあるかもしれない。 ・「海に面した市区町村」よりは「浸水想定域の内か外か」の方が、法律の建て付けからよいのではないか。
	<p>【河川からの距離】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・河川を遡上した津波があふれる場合を考えると「河川からの距離」も立地条件として挙げられる。
その他	<p>【展望】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社会情勢・災害リスクの変化や予測手法の向上を踏まえて、「評価を何年おきに見直す。」といった提言をすべきだと思う。適切な見直しスパンは検討が必要。

¹⁰ 2011年に開催された「東日本大震災」調査報告会(国土交通省、土木研究所、建築研究所)において、ほとんどの木造戸建住宅が流失した地域で海側に堅牢で大きな建物があった事で流失を免れた木造戸建住宅があった事が報告されている。

表 5.13 津波リスクに関する指標等への専門家意見一覧（10 / 10）

<p>その他 (続き)</p>	<p>【取組み(津波浸水想定)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 茨城県の津波浸水想定については、日本海溝で発生する最大クラスの津波が内閣府から公開された後に見直しがされると思う。見直しの時期についてはわからない。 ・ 明らかに浸水範囲が変わるような防護施設が完成した後に津波浸水想定図は更新される。 ・ 日本海側の震源はプレート境界型ではないと考えられるため、震源域が小さい。そのため Mw が低い。 ・ 国が現在公表している L2 の震源は「物理的に起こりうる最大規模」という点では共通である。 ・ L2 津波を考える上では、活断層も考えることになっている。太平洋沿岸では、南海トラフの影に隠れて表に出てこないが、広島県の津波浸水想定では考慮した。 ・ 最大級の地震を考慮するという点で、都道府県ごとに基準にばらつきがあるということはない。
---------------------	--

第6章 地震火災に関するヒアリング調査

6.1. 地震火災による被害に影響する立地条件

地震火災は、地震の揺れにより生じる火気器具や建物設備等の異常を原因とする出火から始まり、延焼のプロセスへとつながって住宅等にもたらされる被害の形態である（図6.1）。大規模な地震においては、構造物の倒壊や地盤変状による道路閉塞や消防水利の障害等による消防力の低下と、同時多発出火や救助活動等による消防力の不足が相まり、延焼プロセスにおいて通常時よりもリスクが極めて高まる。

出火のプロセスに関し、地震火災の根源は地震の揺れであることから、揺れの大きさに影響する地盤の良否については出火リスクに影響を与える要因と考えられる。そのほか、出火源の量、出火源からの出火のしやすさに関しては、当該地域の世帯や事業所の量、事業所の業種、業態等の要因が挙げられる。

延焼のプロセスにおいては、いわゆる”燃えぐさ”となる建物等の可燃物が、どれだけ密集しているか、道路によって隣棟間の距離が確保されているか、不燃化の進展の程度等が、市街地の延焼リスクに寄与する。

地震火災による被害に影響する立地条件としては、出火のプロセスに起因して考慮すべきものと延焼のプロセスによるものと2種類がある。この点について、専門家へのヒアリング調査では、消防力が低下している地震時の火災被害については、出火よりも延焼のしやすさの影響が強いと指摘されている。

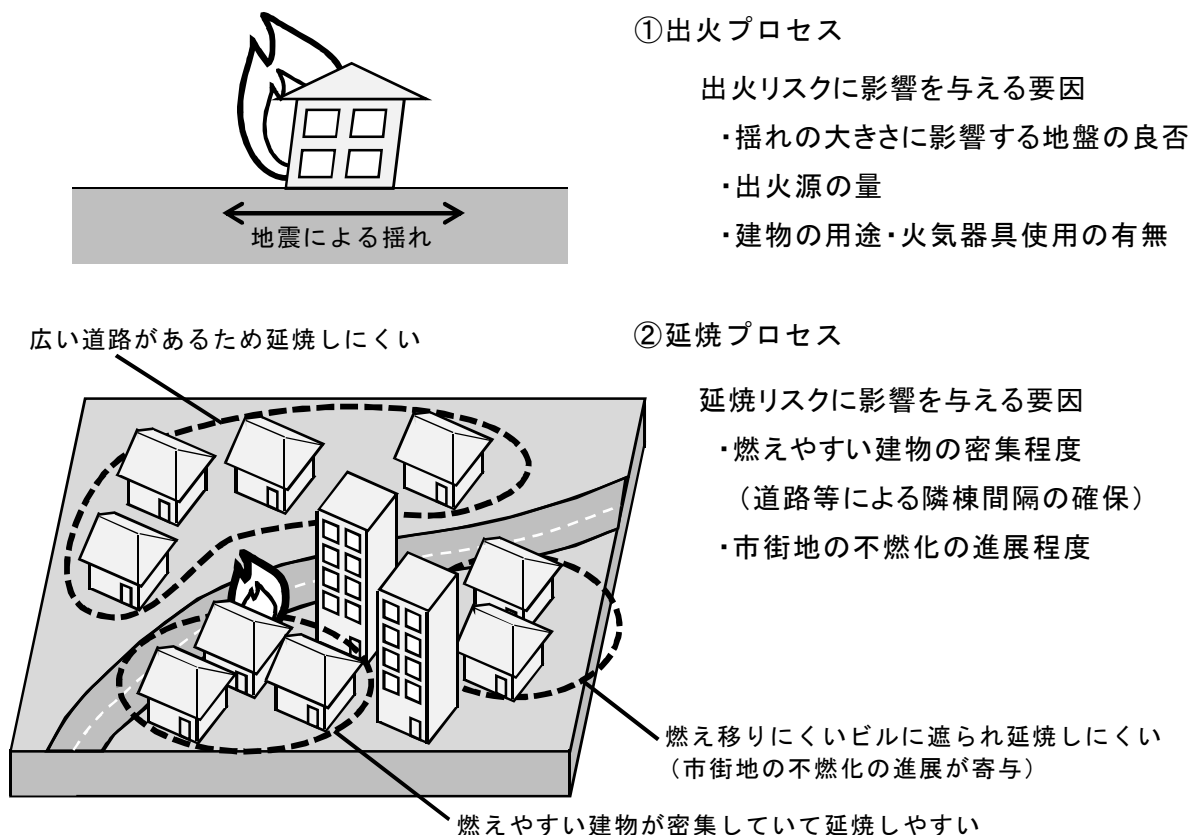


図 6.1 地震火災プロセスと影響を与える立地条件

6.2. 現時点で取得可能なデータに基づく指標

専門家へのヒアリング調査で得た意見を踏まえ、現時点で取得可能なデータに基づく指標として、「地震時等に著しく危険な密集市街地」および「防火地域・準防火地域」の2つの指標を抽出した。これらは「延焼のしやすさ」に関わる指標である。2.1 節(5)における表 2.2 の分類では、いずれも震源や地震の揺れの大きさ等、外力に依存しない指標であるため、各指標は表 6.1 の通り「外形的な指標」と分類される。

表 6.1 各指標の分類

指標	分類（表 2.2 指標の分類）
地震時等に著しく危険な密集市街地	外形的な指標
防火地域・準防火地域	外形的な指標

「地震時等に著しく危険な密集市街地」は、「密集市街地のうち、延焼危険性や避難困難性が特に高く、地震時等において、大規模な火災の可能性、あるいは道路閉塞による地区外への避難経路の喪失の可能性があり、生命・財産の安全性の確保が著しく困難で、重点的な改善が必要な密集市街地」（国土交通省、「地震時等に著しく危険な密集市街地」について、2012）¹⁸を指し、個々の地域の特性を踏まえて、各地方公共団体が「地震時等に著しく危険な密集市街地」としての位置づけの要否を判断したものである。政府は、2016年3月に閣議決定をした住生活基本計画（全国計画）において、2015年速報で約4,450haある同密集市街地を2020年度までに概ね解消するとの目標を定めている。

「防火地域・準防火地域」は、都市計画法により市街地における火災の危険を防除するために都市計画に定めることができる区域である。「防火地域」では、一定の規模を超える建築物は耐火建築物としなければならない。都市の中心市街地や幹線道路沿いの商業・業務地区等で指定されることが多い。「準防火地域」では、「防火地域」に比べて規制が緩く、条件によって木造も建築できる。防火地域の周辺の商業地区や居住地区等で指定されることが多い。

(1) 地震時等に著しく危険な密集市街地

「地震時等に著しく危険な密集市街地」は国土交通省や内閣府から公表されている（表 6.2）。

また、専門家の意見を表 6.3 に示す。

表 6.2 「地震時等に著しく危険な密集市街地」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
地震時等に著しく危険な密集市街地の住所情報	国土交通省 ／内閣府	町丁名等のリスト	全国

公開されているのは町丁名等のリストである。リストにおいて「〇〇町の一部」として示された地域についての詳細は、各地方公共団体に問い合わせる必要がある。

表 6.3(1) 「地震時等に著しく危険な密集市街地」に対する糸井川教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクが高い地域であると国がオフィシャルにしているので一定の納得感はある。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ この指標は個別の建物ではなく、町丁目単位等マクロな視点で評価するための指標である。 ・ 「地震時等に著しく危険な密集市街地(以下「密集市街地」)」の指定では、木造密集市街地の典型的なリスクである延焼危険性と避難困難性(街区の中から安全な道路へ逃げてこられるか)を同時に考慮している。避難困難性だけで指定された「密集市街地」もあり、損害保険の基本的な方向性とは異なる。 ・ 避難困難性は仮想的な市街地を想定して評価しているので評価結果の精度に課題がある。また、延焼危険性の評価レベルは不燃領域率¹と同等である。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐火構造であっても木造耐火²であれば延焼する可能性はある。 ・ 非木造の耐火建物の上層階は他の建物から延焼するリスクは低いですが、地震時放任火災の場合には、下層階から延焼する可能性もあるので安全とも言い切れない。

¹ 地区内における一定規模以上の道路や公園等の空地面積と、地区内の全建物建築面積に対する耐火建築物等の建築面積の比率から算定される、地区面積に対する不燃化面積の割合として算出する。その地区の燃え広がりにくさを表す指標

² 耐火建築物の要件を満たした木造の建築物

表 6.3(2) 「地震時等に著しく危険な密集市街地」に対する関澤教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・国土交通省が「密集市街地」の基準を定義しているが、自治体はその基準により「密集市街地」を設定するか、あるいは設定してもそれを公表するかは自治体の判断にゆだねられている。したがってこの指標では公平にリスク区分はできない。 ・避難できるか、という観点も含んで抽出された市街地なので損害保険には不向きである。 ・「密集市街地」は政策的な目的で指定されているものである。過去、この指定基準は見直されたことがあるし、今後も見直される可能性があり、不安定な指標かもしれない。
その他	(なし)

表 6.3(3) 「地震時等に著しく危険な密集市街地」に対する北後教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・「密集市街地」は、ある判断基準に基づいて限定的ではあるが全国的に危険な地域が抽出されているというのがメリットである。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・「密集市街地」は地震火災時の広域避難中に人が火災に取り囲まれる恐れがあるか、という基準で抽出された地域であり、延焼しやすさを基準に抽出された地域ではない。 ・「密集市街地」では、指標からは危険な地域とされない場所でも自治体が危険と認識する場所や地震火災対策を推進したい地域は「密集市街地」として指定しても良いということになっている。これはこの指標が実態を評価できない場合があるためである。 ・判定基準によって「密集市街地」とされても、それほど危険でない場合も見受けられる。 ・これまで何度か「密集市街地」の判定基準が変更されていることから、今後も現在の判定基準が継続されるかは疑問である。 ・避難困難性は考慮せずに、延焼危険性だけを考慮して再評価すれば利用できる可能性はあるが、基準の決め方や建物の耐火性能データ整備状況に課題がある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・地震火災リスクを低下させるに不燃化(準耐火以上の建物を増やす)を進める、というのがこれまでの施策である。こうした施策を促すためにも「密集市街地」にある準耐火以上の建物は料率を割増とすべきではない。「密集市街地」にある準耐火以上の建物は、リスクの高低によらず、地域のリスク低下に貢献しているので割引とする、という施策もリスクコントロールという面では効果的と思う。

(2) 防火地域・準防火地域

「防火地域・準防火地域」は都市計画における建築規制の一種であることから、各地方公共団体から情報（必ずしも電子データとは限らない）を入手することが可能である（表 6.4）。

また、専門家の意見を表 6.5 に示す。

表 6.4 「防火地域・準防火地域」の測定に用いるデータ

データ名	公開元	データ形式	整備範囲
都市計画情報	都道府県	ポリゴン	全国

表 6.5(1) 「防火地域・準防火地域」に対する糸井川教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画法に規定される地域地区の一つである「防火地域・準防火地域」のうち、「防火地域」に指定された領域でも古い木造は残存しているが、多くは耐火造建築物が占めているため地震時に延焼する危険性は低いと言える。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 「防火地域・準防火地域」のうち、「準防火地域」に指定された領域では一定の制約の下で裸木造、防火構造の建物が建築できる。この防火構造は平時であれば火災が発生しても消防が駆けつけるまでの時間であれば延焼を防止する程度の性能は有していると考えられる。しかし、消防力が期待できない地震火災に対しては延焼を抑えることが難しい。都市防火の観点からは、地震時の延焼拡大を止むなしとして防火構造を許容しているとも考えられる。その中で、「準防火地域」の防火構造の建物に対し、地震火災リスクが高いとあって立地割増をかけるのは、不整合を感じる。 防火・準防火地域制は市街地の土地利用方針(マスタープラン)と整合させながら、いろいろな防火施策の選択肢のひとつとして決定、指定しているだけであり、延焼リスクを評価した結果から決定しているわけではない。異なる防火施策によりリスク低減している地域もある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 東京都は不燃化促進のために「新防火地域³」と呼ばれる特区制度を設けており、助成金を出して準耐火以上の建物を増やしている。こうした住む場所を変えずに建物を不燃化して徐々にリスクを減らしていく政策は、立地リスクの高い地域に住まわせないようにする地震保険の政策には馴染まないと感じる。 京都等では古い町並みを残すために「準防火地域」を撤廃している。その代わりに放水銃やドレンチャー⁴等の設備で火災時の安全性を担保するという意思決定をしている。

³ 東京都震災対策条例に基づいて都知事が指定した、震災時に発生する火災等による危険性が高い区域の通称で「新防火区域」や「新たな防火規制区域」ともされる。この地域では、同条例により「新たな防火規制」（防火地域と準防火地域の中間的な強さの防火規制であり、新しく着工する建築物は原則として準耐火建築物以上の防火性能が要求される）が適用される。大阪市や横浜市にも同様の制度が条例により導入されている。参考5を参照のこと。

⁴ 火災の延焼を防ぐ装置。屋根・外壁・軒先等に配管し、圧力をつけて送水し、建物の周りに水幕を張る。

表 6.5(2) 「防火地域・準防火地域」に対する関澤教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> これらの地域指定は耐火・準耐火構造の建築を誘導しているだけなので指定された地域の中に木造密集地域や耐火ではない建物が残っている可能性もある。従って、「防火地域・準防火地域」だから安全とは言えない。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 「防火地域」は、延焼遮断帯を作る目的で、もともと土地が高度利用されている主要道路沿いの不燃建物が多い場所が指定される場合が多い。こういった地域では指定に対する住民の反対は少ないが、火災危険度が高い木造密集地域等では、指定されると建築コストがかさむことになるので、住民からの反対が想定され、「防火地域」の指定が進まない傾向がある。

表 6.5(3) 「防火地域・準防火地域」に対する北後教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 防火造の建築物は地震時に放任火災となった場合に延焼を助長させる恐れがある。「準防火地域」ではこの防火造の建築物を建てることのできるため、「準防火地域」に指定されても地震火災リスクに直接的には影響しない。 「準防火地域」は最も危険な場所という印象がある。非常に危険だから「準防火地域」に指定したが、危険な建物が残ったままのところも多い。新しく開発された市街地なら別だが、既存市街地は特に危険である。 「防火地域」であっても木造家屋が残存している地域がある。こうした木造家屋もいつかは建て替えられるので長期的に見れば安全になるが、今後40～50年にかかると考えられる。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 「防火地域」に伝統的な木造建物等が残っている場合でも、その周囲が耐火建築物で囲まれている場合には地震火災リスクを高める要因にはならない。こうした木造建物については割増も割引もする必要は無いと考えられる。 東京・横浜で拡大している「新防火地域」や大阪でいう防災街区に指定されると、新たに建築する建物は準耐火以上の耐火性能とする必要が生じ、建築コストが割高になる。このため、指定がなかなか進みづらいという一面がある。指定後すぐに地震火災のリスクが下がるわけではないが、準耐火造以上の建物について保険料を割引にするという制度であれば、自治体による指定を後押しする政策として良いのではないかと。

6.3. 理想的な指標

各専門家が考える「理想的な指標」について、ヒアリング調査により得られた、評価に必要なデータや評価方法、リスク区分の方法、評価実現のために実施されている取組みや実施した方が良くと考える取組み等に関する意見を表 6.6 に示す。

表 6.6(1) 理想的な指標に対する糸井川教授の意見

指標 (測定方法)	火災工学に基づいた物理的な記述がされている延焼予測モデルを用いたシミュレーションによって算出される建物ごとの焼失確率
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 延焼シミュレーションについては統計的なモデルではなく、火災工学に基づいた物理的な記述がされているモデルを使う方が良い。 ・ 東京都の地域危険度で用いている延焼シミュレーション手法は延焼の継続時間を考慮した比較的精緻な計算をしている。十分な信頼性があるというわけではないが、他の指標よりもリスク区分に適したものと考えられる。 ・ 不確定性はある。例えば、延焼拡大は多くの場合、窓を介して拡大するが、実際の建物の窓の位置は不明であるが、シミュレーションでは一定の仮定を置いている。また、窓が開いていることを前提としてシミュレーションするか、窓が閉じていることを前提としてシミュレーションするかによって、結果が変わる。耐火性能の良い網入りガラスを窓に使っていても、窓が開いていたら延焼しやすくなってしまう。 ・ GIS データ(特に市街地火災視点の構造:耐火造、準耐火造、防火造、裸木造)は都市計画基礎調査⁵の一環として外観目視調査をして整備するか、固定資産台帳との突合によって整備するかどちらかである。後者の場合、延焼シミュレーションで重要な建物の耐火性能を一部推定することとなるため、評価結果の不確実性が大きい。 ・ 長期的な話として、開口部の位置も含めて建物ごとの GIS データが整備できれば良いが、整備されるとしても建築基準法における連担建築物設計制度⁶等で個々の建物の詳細な情報を活用して火災安全性を測ることができる地区等、こうしたデータが必要な場所に限定される可能性が高い。 ・ 地区の継ぎ目なしに評価する延焼シミュレーションでは、広域的な延焼拡大リスクのある領域においては、別の地区で建物の新築・改築・撤去があるだけで評価結果が変わりうるので、地震保険料率の見直しを頻繁に行う必要があり、実務的でないと思う。 ・ 地震火災は、実大火災実験のように実験することができないので、モデルの「検証」が出来ないという課題がある。 ・ 現在適用されているすべての延焼モデルは確定論のモデル(ある条件で必ず延焼するモデル)がほとんどである。現実には諸条件による不確定性があるため、建物から建物への延焼拡大現象を確率過程とみなして評価すべきであると思う。

⁵ 都市計画法に基づき、都市における人口、産業、土地利用、交通等の現況および将来の見通しを定期的に把握し、客観的・定量的なデータに基づいた都市計画の運用を行うための基礎となるもの。調査項目には建物構造も含まれている。

⁶ 既存の建物を含む複数の敷地・建物を一体として合理的な設計を行う場合に、特定行政庁の認定により、当該敷地群を一つの敷地とみなして、接道義務、容積率制限、建ぺい率制限、斜線制限、日陰制限等を適用できる制度

表 6.6(2) 理想的な指標に対する関澤教授の意見

<p>指標 (測定方法)</p>	<p>出火点をランダムに設定した繰り返しの延焼シミュレーションによって算出される建物ごとの焼失確率</p>
<p>意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 地震火災の延焼シミュレーションは、一定の精度があつて制度化に耐えるものとする。 • シミュレーションに必要な建物構造の分布については公的な公表統計がない。固定資産台帳等を収集しなければならない。 • 国土地理院が建物の地図データを全国的に取りまとめて公開している⁷。このデータには普通建物・堅牢建物という属性があり、建物構造の推定に利用できる可能性がある。 • 木造密集市街地に偏りがある場合でも適切に評価するためには、250mメッシュ程度の解像度が必要である。ただ、評価精度を考えると、区分は町丁目単位に集計して行う方がよい。また、250mメッシュ以上の解像度で評価するのは市街地部分だけでよい。市街地部分以外は、最初から「特に安全」として評価してもよい。全国を250mメッシュで区分して評価する必要はない。 • 延焼シミュレーションはある値を境に急激に変化するような結果にならないので、区分の閾値を決定するのが難しい。

⁷ 2007年に成立した地理空間情報活用推進基本法を受け、国土地理院は地方公共団体等との連携のもと、基盤地図情報の整備を行って公開している。現在、都市計画区域（約10万平方キロメートル）については縮尺レベル1/2500で、それ以外の地域は縮尺レベル1/25000で、基盤地図情報の初期整備が概ね完了している。

表 6.6(3) 理想的な指標に対する北後教授の意見

指標 (測定方法)	出火点をランダムに設定した繰り返しの延焼シミュレーションによって算出される建物ごとの焼失確率
意見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高知県の被害想定のように、出火点をランダムに設定してマイクロ延焼シミュレーションを繰り返した結果(焼失確率)により町丁目や街区等、地区ごとの延焼しやすさを評価した結果で区分するのであれば、社会的に納得してもらえる可能性がある。地区の中の特定の建物が特に危険・安全ということも個別にはあるかもしれないが、基本的に地震火災は必ずここで起こるというものではなく、確率的に起こるものだからである。マイクロ延焼シミュレーションの代わりとなる指標については、長年の課題であり現状では決定的なものはない。 ・ 強風の影響や消防の効果については現状で評価が難しい。しかし、弱風時、消防力がまったくないという条件下で、ほぼ確実に焼け止まるという場所であれば、現状でも一定の精度で評価できる。そこで、地区の中で延焼が焼け止まるのか否か、言い換えると地区全体が地震火災に脆弱な密集市街地か否かにより、地区を区分することが考えられる。途中で焼け止まる地区は、そうでない地区よりリスクが「低い」と言える。ただし、地区の中に密集市街地が局在する場合もあるため、リスクが「特に低い」とまでは言えない。 ・ 建物の設計段階であれば評価対象建物とその周辺建物の開口位置も考慮してシミュレーションをすることで、延焼リスクが少ない設計プランに誘導することが可能となる。しかし、既にある多くの建物については、こうした誘導が難しいため、この仕組みを導入してもリスクコントロールに繋がるかは不明である。 ・ 現在の数値地図(国土基本情報)⁸の各建物データに耐火性能の情報を加えることで基本的なデータはそろそろ。開口については平均的な開口を仮定してモデル化し、自分の周辺建物の開口については調査をして反映すれば実現できる。ただし、全国の建物の耐火性能を調査するのは非常に大変である。また、建物の新築や取り壊しがあった場合には、データを更新するとともにその影響範囲の建物については地震火災リスクを再評価する必要がある。 ・ 個々の建物の地震火災リスクを科学的に算出するという意味ではこの方法が理想的だが、効果的なリスクコントロールを実現するという意味では、災害時の危険性が高い地域として指定される新防火地域等にある準耐火以上の建物を割引するという方法が理想的である。ただし、新防火地域以外の地域との不公平感があるため、納得感という意味では課題がある。

⁸ これまで国土地理院が整備してきた、基盤地図情報、数値地図シリーズ(空間データ基盤、行政界・海岸線、地名・公共施設)および数値標高データ(5m、10m、50mメッシュ)をすべて統合し、さらに地図表現に必要な各種のデータ項目を加え、多様な属性情報も持たせた、総合的な地理空間情報

6.4. 指標等に関する専門家の意見一覧

ここでは、通常公開されていない指標であるため、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」には該当しないものの、市街地の防火性能をマクロに取り扱う指標である「不燃領域率・木防建ぺい率⁹による危険度」、「住宅戸数密度」および「延焼抵抗率¹⁰」の3指標について、詳しくヒアリング調査を行った。専門家の意見を以下それぞれ(1)から(3)において、表 6.7～表 6.9 に示す。また、地震火災による被害の要因、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」やそのほかの指標に関する専門家意見を(4)の表 6.10 に示す。

(1) 不燃領域率・木防建ぺい率による危険度

「不燃領域率」は、地区面積に対する不燃化面積（一定規模以上の道路や公園等の空地面積および耐火建築物等の建築面積）の割合を表す。その地区の燃え広がりにくさを表す指標であり、この値が概ね40%以上の水準に達すると焼失率は急激に低下し、70%以上に達すると焼失率がほぼ0%となる（図 6.2）。『地震時等に著しく危険な密集市街地』について（国土交通省，2012）では、住宅戸数密度が80戸/ha以上あり、かつ不燃領域率が40%未満（または木防率¹¹が2/3以上、または延焼抵抗率35%未満）の場合に、延焼の危険性が著しいとされている。

「木防建ぺい率」は、まとまった大規模空地等を除いた地区面積に対する木造、防火木造建築面積の占める割合として算出する。その地区の燃え広がりやすさを表す指標であり、この数値が概ね20%以下の水準に達すると焼失率は低い水準となる（図 6.3）。

この2指標の組み合わせによる評価は、火災に関する災害危険度判定の現況評価方法として地方公共団体で利用されている。

⁹ まとまった大規模空地等を除いた地区面積に対する木造、防火木造建築面積の占める割合として算出する。その地区の燃え広がりやすさを表す指標

¹⁰ 地区に存在する建物の構造や規模を考慮して算出する、その地区の燃え広がりにくさを表す指標

¹¹ 地区内の全建物棟数に対する木造建物棟数の割合を示す数値

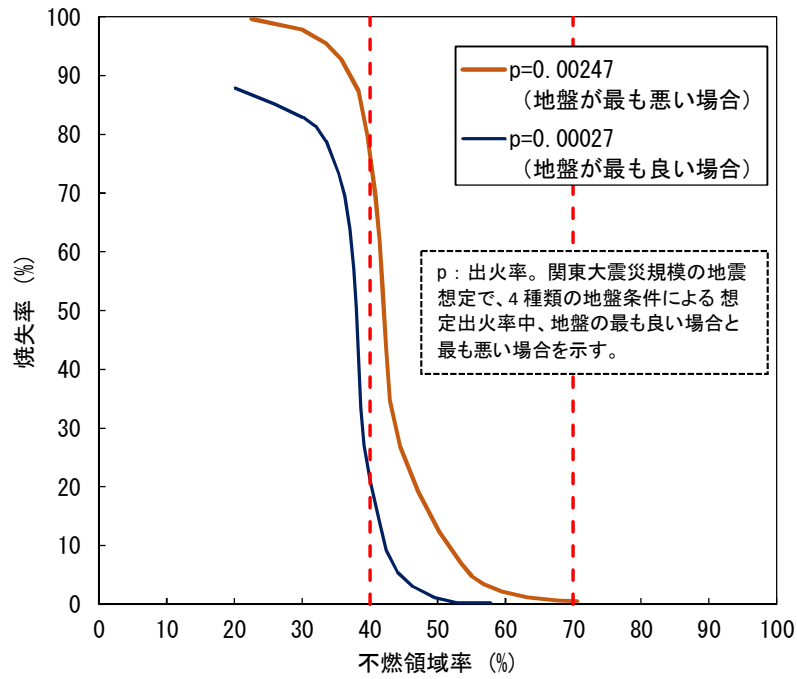


図 6.2 不燃領域率と焼失率の関係¹²

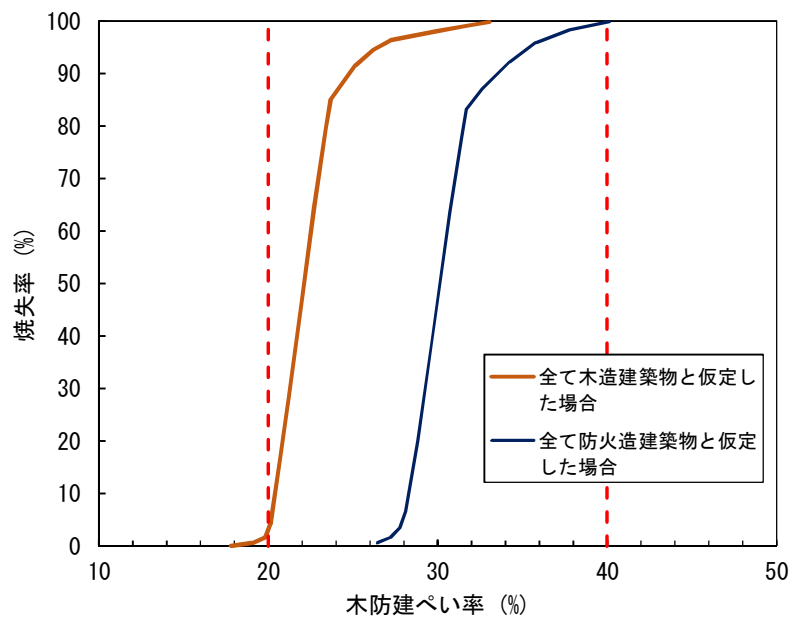


図 6.3 木防建ぺい率と焼失率の関係¹³

¹² 東京都の資料を基に作成

¹³ 建築研究所の資料を基に作成

表 6.7(1) 「不燃領域率・木防建ぺい率による危険度」に対する糸井川教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 国や自治体の施策と同じように不燃領域率 40%で区分するというのは、科学的には「計測対象となる広がり大きさ」や、「統計区の取り方で結果が変わる」等の問題があるが、実績のある指標であり、社会的な合意形成という意味では選択肢となりうる。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> この指標は個別の建物ではなく、町丁目単位等マクロな視点で評価するための指標である。 図 6.2(不燃領域率と焼失率の関係)の不燃領域率 40%と対応する焼失率は平均値であり、予測区間になっていない(バラつきが考慮されていない)点に注意する必要がある。また、危険度の判定基準の根拠としている図 6.2、図 6.3(木防建ぺい率と焼失率の関係)ともに、10,000 棟程度の建築物が規則正しく格子状に配置された仮想都市で算出した結果であり、評価対象空間の広がりや極端に偏った空地または不燃空間が存在することを前提としたモデルではない(即地的な評価をしているわけではない)ことが一番の問題である。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> 今後の不燃領域率の変化については予測が難しい。 耐火構造であっても木造耐火であれば延焼する可能性はある。 非木造の耐火建物の上層階は他の建物から延焼するリスクは低いが、地震時放任火災の場合には、下層階から延焼する可能性もあるので安全とも言い切れない。

表 6.7(2) 「不燃領域率・木防建ぺい率による危険度」に対する関澤教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<p>(なし)</p>
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> 「不燃領域率」、「木防建ぺい率」のように率だけで評価すると、対象領域の面積の 1/3 程度に木造密集市街地が固まって存在したとしても、残りの面積が耐火造等で占められていると、当該領域は指標値が平均化され、地震火災リスクが高い木造密集市街地を安全と評価してしまう恐れがある。 対象領域のとり方によって指標値が変わるという問題点がある。 指標値の計算に必要な建物構造の分布については公的な公表統計がない。固定資産台帳等収集しなければならない。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> 国土地理院が建物の地図データを全国的に取りまとめて公開している。このデータには普通建物・堅牢建物という属性があり、建物構造の推定に利用できる可能性がある。

表 6.7(3) 「不燃領域率・木防建ぺい率による危険度」に対する北後教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 自治体レベルでは取り扱いがしやすい指標である。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> 「不燃領域率」はある地域の地震火災リスクを平均的に見るものであって、個々の建物の立地の状況から割増・割引を決定するという観点には馴染みにくい。 「不燃領域率」の類の指標については、様々な形で提案されている。しかし、実際に延焼した範囲で指標を求めると、精度が悪いという印象である。 「不燃領域率」の評価は、統計区の取り方が重要である。非木造の集合住宅エリアと木造密集地域を一緒に評価してしまうと、非木造の集合住宅エリアも割増になってしまう可能性がある。 どういうデータを扱うかがポイントだと思う。GIS データの整備状況として、建物の形状については基盤地図情報で整備されているが、建物の耐火性能については整備されていない。 統計区の取り方として細かければ良いという指標ではないので、どれくらいの大きさであれば大丈夫とは言い切れない。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> クラスター分析を用いて不公平感が少ない均質な統計区をとる方法を研究することも考えられるが、日本全国で適用しようとする、様々な街区パターンが存在するため非常に難しいと考えられる。

(2) 住宅戸数密度

「住宅戸数密度」は、住宅戸数を地区面積で除した値として算出する。住宅戸数密度が80戸/ha以上あり、かつ不燃領域率が40%未満（または木防率2/3以上、または延焼抵抗率35%未満）であると、延焼の危険性が著しいとされる（国土交通省、「地震時等に著しく危険な密集市街地」について、2012）。

表 6.8(1) 「住宅戸数密度」に対する糸井川教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物の密集概念に加えて集合住宅等で多くの世帯が居住していることに伴う出火リスクの増加を考慮できる指標である。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ この指標は個別の建物ではなく、町丁目単位等マクロな視点で評価するための指標である。 ・ 地震火災のリスクは出火よりも延焼の影響が強く、この指標単独では延焼危険性を適切に評価できないため、地震火災リスクの代替指標とはならない。「不燃領域率」等の延焼危険性を評価する指標と組み合わせるべきである。延焼危険性を評価する不燃領域率等の方が直接的な指標であるが、東京都の火災危険度のように、出火リスクの代替指標である本指標と不燃領域率を組み合わせれば、より相応しいリスク評価になる。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐火構造であっても木造耐火であれば延焼する可能性はある。 ・ 非木造の耐火建物の上層階は他の建物から延焼するリスクは低いが、地震時放任火災の場合には、下層階から延焼する可能性もあるので安全とも言い切れない。

表 6.8(2) 「住宅戸数密度」に対する関澤教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ この指標は延焼リスクが極めて低いタワーマンションが入るエリアが危険と評価されてしまう。密度だけで評価するのは乱暴である。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 分譲マンション等の大規模な非木造建物は上階に延焼する場合も稀にあるものの、個々の住宅で防火区画¹⁴されているため被延焼リスクは極めて低いと言える。従って、大規模な非木造建物については、危険度が高い地域でも割増の方向でリスク区分する必要性は少ないと言える。

表 6.8(3) 「住宅戸数密度」に対する北後教授の意見

特徴 (利点・実績等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震時等に著しく危険な密集市街地の判定でも使用されているように、別の指標と組み合わせればサブ指標にはなると考えられる。
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「住宅戸数密度」が高くてもすべて耐火建築物であれば地震火災リスクが高いとは言えない。よって、この指標だけで地震火災リスクを評価することは難しい。他の指標と組み合わせる必要がある。
その他	(なし)

¹⁴ 建築基準法に定められた区画で、火災時に火炎が急激に燃え広がることを防ぐためのもの。耐火建築物および準耐火建築物に求められる。

(3) 延焼抵抗率

「延焼抵抗率」は、地区に存在する建物の構造や規模を考慮して算出する、その地区の燃え広がりにくさを表す指標である。「『地震時等に著しく危険な密集市街地』について」（国土交通省，2012）では、住宅戸数密度が 80 戸/ha 以上あり、かつ不燃領域率が 40%未満（または木防率 2/3 以上、または延焼抵抗率 35%未満）の場合に、延焼の危険性が著しいとされている。

表 6.9(1) 「延焼抵抗率」に対する糸井川教授の意見

<p>特徴 (利点・実績等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「不燃領域率」や「木防建ぺい率」の問題(極端に偏った空地や不燃空間が存在することを前提としたモデルではない)を解決するために作られたマクロ指標が CVF¹⁵や「延焼抵抗率」である。 ・延焼シミュレーションの一種で、町丁目等の地区単位で区切って評価することにより、評価結果の安定性が比較的高くなることが特徴である。マクロな指標としては「延焼抵抗率」が一番良いと思う。地区の継ぎ目なしに評価する延焼シミュレーションでは、広域的な延焼拡大リスクのある領域においては、別の地区で建物の新築・改築・撤去があるだけで評価結果が変わりうるので、地震保険料率の見直しを頻繁に行う必要があり、実務的でないように思う。
<p>課題・問題点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・この指標は個別の建物ではなく、町丁目単位等のマクロな視点で評価するための指標である。 ・「延焼抵抗率」は GIS に基づく建物形状と建物構造がわからないと計算できないという課題がある。自治体の非公表データを利用する必要があるが、データのない自治体もあるし、建物構造の調査精度に問題のある自治体もある。また、他の指標から「延焼抵抗率」を推定する統計モデルもあるが、推定精度の問題がある。 ・「延焼抵抗率」と焼失棟数期待値の関係をグラフにすると、変化がなだらかなグラフとなって、閾値を決定しにくいという課題がある。ただし、この関係はモデルの空間を無限大に大きくしていくと、ある閾値を境に極端に変化するグラフに変わる可能性がある。この考え方は、町丁目等の地区単位で区切って評価することと反するが、閾値を検討するための選択肢として考えうる。 ・「延焼抵抗率」は「不燃領域率」と同様に統計区の取り方によって結果が変わってしまうという課題がある。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・現在の「延焼抵抗率」算定は、耐火建築物は延焼限界距離¹⁶を0として算定しているが、超高層ビルでも、地震時に放任火災となって耐火時間をこえて燃えてしまう場合、どうなるかはわからない。 ・耐火構造であっても木造耐火であれば延焼する可能性はある。 ・非木造の耐火建物の上層階は他の建物から延焼するリスクは低いが、地震時の放任火災の場合には、下層階から延焼する可能性もあるので安全とも言い切れない。

¹⁵ CVF=1－延焼抵抗率

(延焼抵抗率とは地区に存在する建物の構造や規模を考慮して算出する、その地区の燃え広がりにくさを表す指標)

¹⁶ 延焼が起こらない最短の隣棟間隔を一定の理論により求めたもの。

表 6.9(2) 「延焼抵抗率」に対する関澤教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> 地震火災リスクを適切に評価するには延焼時間を考慮する必要があるが、この指標では考慮することができない。 この指標は新しい考え方によるもので、あまり利活用の実績はない。この指標よりは不燃領域率の方が普及しており一般的である。 指標値の計算に必要な建物構造の分布については公的な公表統計がない。固定資産台帳等収集しなければならない。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 国土地理院が建物の地図データを全国的に取りまとめて公開している。このデータには普通建物・堅牢建物という属性があり、建物構造の推定に利用できる可能性がある。

表 6.9(3) 「延焼抵抗率」に対する北後教授の意見

特徴 (利点・実績等)	(なし)
課題・問題点	<ul style="list-style-type: none"> どういうデータを扱うかがポイントだと思う。GIS データの整備状況として、建物の形状については基盤地図情報で整備されているが、建物の耐火性能については整備されていない。 統計区の取り方として何メートルメッシュであれば大丈夫とは言い切れない。 この指標は新しいものであり、自治体等での採用事例等、利活用の実績が少ない。
その他	(なし)

(4) 指標等に関する専門家の意見一覧

地震火災による被害の要因、「現時点で取得可能なデータに基づく指標」やそのほかの指標に関する専門家意見を表 6.10 に示す。

表 6.10 地震火災リスクに関する指標等への専門家意見一覧（1 / 7）

<p>概説</p>	<p>【地震火災の要因(出火のしやすさ)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リアルタイム型の出火予測については、名古屋大学の廣井先生の提案している「階層ベイズモデルを用いた地震火災の出火件数予測手法とその応用¹⁷⁾」も指標として考えられるが、事前評価に関しては、東京消防庁の火気器具、電気機器等の地震時の使用時の推計出火確率を積み上げて評価する方法が最も優れているが、新たな出火要因が出現する可能性や、個々の火気器具等の推計手法の妥当性等に課題がある。 ・地震火災のリスクは出火と延焼をセットで考えるべきである。極論すれば、出火しなければ木造でも火災リスクが無い。 ・消防については、どこまでその効果を考慮するのが難しい。東京消防庁火災予防審議会では、自主防災組織による消防の効果は15分以内に水を掛け始められるか否か、つまり出火場所が資機材庫に近いか遠いかによって大きく変わると考えている。また、公設消防による消防の効果は、通報を受けた順番に出動するのか、通報がなくても延焼の危険性が高い場所へ出動するのか、といった戦略の取り方によって大きく変わる。このように不確定性が大きいため、消防の効果を定量化することは非常に難しい。一方で、消防の効果を考慮しないと、住民感情として「うちの地域は自主防災活動に力を入れているのに、料率下がらないの？」といった不納得感に結びついてしまう。 ・上述の、東京都の火災予防審議会では、各地域のポンプや資機材庫の配置から自主防災組織が15分以内に放水できる範囲を求めて、その範囲が地域の何%をカバーしているのかを算出する、といった指標も検討している。しかし、(仮にこの指標が100%だったとしても、自主防災組織がどれだけ消火できるかは出火の数や日時等によって大きく変わるため)この指標が良いとどれだけ地震火災のリスクが減るのか定量化することが難しい。 ・大規模の地震時には消防力をはるかに上回る出火件数が想定される。その場合、消防力による被害軽減効果は無視できるほどの大きさであると考えられるならば、出火しやすさと延焼のしやすさで評価してよい。 ・消防が消火できるかは、出火点の多さ、覚知の早さ、道路の閉塞状況等に依存することに加えて、消火活動を優先する出火地点によって変わってくるので評価が難しい。 ・東京消防庁では出火のプロセスをイベントツリーにして、ロジックは科学的だが計算は経験的な方法で出火リスクを評価しているが、想定できない出火プロセスも沢山あるため、この方法は限界があると感じる。 ・伝建地区(伝統的建造物群保存地区)¹⁸⁾の高山等では火災の発生を自動的に住民に知らせるシステムを入れて対策をしている。 ・市民の初期消火努力の評価は難しい。 ・工住混合地域¹⁹⁾は非常に危険であると考えられる。出火に関しては用途地域²⁰⁾と建物密度から評価することが必要である。
-----------	---

¹⁷⁾ 平均と分散を用いた従来の確率分布モデルでは考慮しきれない出火の特徴・要因を、階層的にモデルを複雑にすることで捉えることを提案した手法

¹⁸⁾ 周囲の環境と一体をなして歴史的風致を形成している伝統的な建造物群で価値の高いもの(伝統的建造物群)、およびこれと一体をなしてその価値を形成している環境を保存するため、文化財保護法のもと市町村が定めた地区

表 6.10 地震火災リスクに関する指標等への専門家意見一覧（2 / 7）

<p>概説 (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防火水槽を整備している地区としていない地区では地震火災リスクに大きな差がある。 ・ 公設消防は平常時の火災をコントロールする水準で整備されているため、地震時にその水準を超える出火件数となった場合、どれだけ消火できるかは不確定性が大きい。このため、その消防力を指標として考慮するのは難しい。例えば兵庫県南部地震の際、神戸市長田区ではポンプ車4台に対して13件の火災が発生した。 ・ 消防力の不確定性は大きいため、地震火災の対策としては、消防力を高めることよりも地区の不燃化を進めることのほうが重要だと考えている。消防力を割増・割引の指標として考慮すると、「消防力を高めさえすれば良い」と誤解される恐れがある。伝建地区(伝統的建造物群保存地区)はあくまで例外的な存在として取り扱うべきである。 ・ 出火のしやすさは地震が発生する時間帯や地震の大きさによっても異なるので、指標として考慮することが難しい。 ・ 消防力が十分にあるかは出火件数によって決まるが、出火は確率事象なので評価が難しい。従って、延焼火災が起きること(消防力を上回る出火件数が発生すること)を前提とした場合の延焼しやすさを指標に区分せざるを得ない。 ・ リスクコントロールという意味では地域の自主防災力の整備が挙げられる。 ・ 用途地域は市街地開発の経緯によって危険性が異なる。ある用途地域だから安全・危険とは言えない。 ・ 出火のコントロールについては感震ブレーカー²¹の設置、ガス配管の耐震化、プロパンガスの設置の仕方を工夫する、といった対策も行われている。 <p>【保険の対象、構造等と地震火災リスク】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 耐火造の共同住宅は、ベランダの有無によって、上階への延焼しやすさが異なると考えられる。 ・ 耐火建築物が防火木造の建物に囲まれて立地する場合、地震時の延焼しやすさは周りを囲む防火木造の建物と基本的に変わらないと考えられる。 ・ 耐火造の建物でも、延焼しやすい地区にあれば基本的に延焼しやすいと言える。隣棟に面する壁に開口を設けていない耐火造の建物は、延焼しやすい地区にあっても延焼しにくい、かなり特殊な例である。 ・ 建物1棟ごとの耐火性能の建物の延焼しやすさに対する影響は、密集市街地では小さくなる。 ・ 密集市街地での地震火災を考えた場合、省令準耐火²²と準耐火以上では延焼リスクの低減効果に大きな差がある。 <p>【制度化(区分)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地震火災は木造密集市街地の程度で区分すればよい。 ・ 延焼シミュレーションにより町丁目や街区等、地区ごとの延焼しやすさを評価した結果で区分するのであれば、社会的に納得してもらえる可能性がある。地区の中の特定の建物が特に危険・安全ということも個別にはあるかもしれないが、基本的に地震火災は必ずここで起こるというものではなく、確率的に起こるものだからである。
--------------------	--

¹⁹ 工場と住宅が混在する地域

²⁰ 都市計画法の地域地区のひとつで、用途の混在を防ぐことを目的としている。住居、商業、工業等市街地の大枠としての土地利用を定めるもので、第一種低層住居専用地域等12種類がある。

²¹ 地震の揺れを感知してブレーカーを作動させる装置

²² 建築基準法で定める準耐火構造に準ずる防火性能を持つ構造として、住宅金融支援機構が定める基準に適合する建物

表 6.10 地震火災リスクに関する指標等への専門家意見一覧（3 / 7）

<p>指標/データ</p>	<p>【地震時等に著しく危険な密集市街地】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「地震時等に著しく危険な密集市街地」については、街区の中から安全な道路へ逃げてこられるかを判定しており、避難困難率 3%以上となる市街地を洗い出している。この 3%は厚生労働省の統計で人生 80 年とした時に不測の事態で亡くなる人の割合と同じになるように設定された基準である。この避難困難率を加えて再評価したことで、密集市街地の面積が増加した地域がある。 ・「地震時等に著しく危険な密集市街地」は地震火災時の広域避難中に人が火災に取り囲まれる恐れがあるか、という基準で抽出された地域であり、延焼しやすさを基準に抽出された地域ではない。 ・「地震時等に著しく危険な密集市街地」は強風時に速いスピードで延焼が広がる場合に人命が危ないという理由で指定された地区である。 ・「地震時等に著しく危険な密集市街地」の指定では、指標からは危険な地域とされない場所でも自治体が危険と認識する場所は危険な地域として指定しても良いということになっている。これはこの指標が実態を評価できない場合があるためである。
	<p>【延焼危険性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・名前が延焼危険性となっているが、延焼の危険が高い地域は広域避難をしないといけなくなり、広域避難中に周りの火災に取り囲まれる恐れがある、という観点で見えており、避難困難性と同じく避難側の指標である。 ・「不燃領域率」だけで計算すると危険そうな地域が安全と評価される。または、その逆もある。そういうところを排除するために延焼危険性は住宅戸数密度も考慮して評価している。
	<p>【不燃領域率・木防建ぺい率による危険度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「不燃領域率」も「木防建ぺい率」も評価対象空間の広がりや極端に偏った空地または不燃空間が存在することを前提としたモデルではない(即地的な評価をしているわけではない)ことが一番の問題である。 ・不燃領域率 40%と対応する焼失率は平均値であり、予測区間になっていない点や、10,000 棟程度の建築物が規則正しく格子状に配置された仮想市街地での結果であることに注意する必要がある。 ・今後の「不燃領域率」の変化については予測が難しい。 ・国や自治体の施策と同じように不燃領域率 40%で区分するというのは、科学的には問題があるが、政策的には選択肢としうる。 ・「不燃領域率」、「木防建ぺい率」のように率だけで評価すると、2/3 は耐火造、残りの 1/3 は木造密集市街地のようなメッシュを評価する場合に、平均化されて木造密集市街地を安全と評価してしまう恐れがあるため、「住宅戸数密度」も考慮した方が良い。 ・「不燃領域率」の類の指標については、様々な形で提案されている。しかし、実際に延焼した範囲で指標を求めると、精度が悪いという印象である。 ・「不燃領域率」の評価は、統計区の取り方が重要である。非木造の集合住宅エリアと木造密集地域を一緒に評価してしまうと、非木造の集合住宅エリアも割増になってしまう可能性がある。

表 6.10 地震火災リスクに関する指標等への専門家意見一覧（4 / 7）

<p>指標/データ (続き)</p>	<p>【建物ごとの焼失確率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 東京都の地域危険度で用いている延焼シミュレーション手法は延焼の継続時間を考慮しているため、延焼クラスター²³より比較的精緻な計算をしている。十分な信頼性があるというわけではないが、用いるならこちらの方が良いと思う。あるいは、現在、開発が進められている建築研究所のモデルも活用の可能性がある。 ・ 延焼シミュレーションにも不確定性はある。例えば、延焼拡大は多くの場合、窓を介して拡大するが、実際の建物の窓の位置は不明であるが、シミュレーションでは一定の仮定を置いている。また、窓が開いていることを前提としてシミュレーションするか、窓が閉じていることを前提としてシミュレーションするかによって、結果が変わる。耐火性能の良い網入りガラスを窓に使っていても、窓が開いていたら延焼しやすくなってしまう。 ・ 延焼シミュレーションについては東消式等の統計的な性格が相当残っているモデルではなく、火災工学に基づいた物理的な記述がされているモデルを使う方が良い。 ・ 延焼シミュレーションは延焼の継続時間を考慮した評価ができるが、延焼クラスターではそこが考慮できない点が問題だと考えている。阪神淡路大震災でも6時間後には消防隊が来て消火した。 ・ 地震火災の延焼シミュレーションは、一定の精度があつて制度化に耐えるものとする。 ・ 延焼シミュレーションはある値を境に急激に変化するような結果にならないので、区分しにくい。 ・ 割増・割引の格差を大きくするのか、あくまで意識付けのためで割増・割引の格差は小さくするのか、という目的に応じて、政策的に異なる区分が考えられる。本研究については前者の印象が強いが、後者であれば5段階でも10段階でも保険料にグラデーションを付けることも選択肢となる。 ・ 評価は250mメッシュで行う必要があるが、(評価精度を考えると、)区分は町丁目単位に集計して行う方が良い。 ・ 区分(リスク評価結果)の更新頻度としては5年くらいが良い。 ・ 研究的ではあるが、高知県の被害想定のように、出火点をランダムに設定してマイクロ延焼シミュレーションを繰り返した結果(焼失確率)が指標として良いと思う。 ・ 強風の影響や消防の効果については現状で評価が難しい。しかし、弱風時、消防力がまったくないという条件下で、ほぼ確実に焼け止まるという場所であれば、現状でも一定の精度で評価できる。そこで、地区の中で延焼が焼け止まるのか否か、言い換えると地区全体が地震火災に脆弱な密集市街地か否かにより、地区を区分することが考えられる。途中で延焼が焼け止まる地区は、そうでない地区よりリスクが「低い」と言える。ただし、地区の中に密集市街地が局在する場合もあるため、リスクが「特に低い」とまでは言えない。 ・ 区分については、兵庫県南部地震時に延焼したような街区か否かを区分するものであるかが納得感の目安となる。例えば最近の法令どおりに作られた新興住宅地等は安全側に、それ以外の地域は危険側に区分するのであれば、納得しやすい。
------------------------	---

²³ 大規模地震等に起因する同時多発的な火災が発生した際に、消防力が期待されないと仮定して求めた延焼が拡大する建物群

表 6.10 地震火災リスクに関する指標等への専門家意見一覧（5 / 7）

指標/データ (続き)	<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロ延焼シミュレーションの代わりとなる指標については、長年の課題であり現状では決定的なものはない。
	<p>【延焼抵抗率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「不燃領域率」や「木防建ぺい率」の問題(極端に偏った空地や不燃空間が存在することを前提としたモデルではない)を解決するために作られたマクロ指標が CVF や「延焼抵抗率」(1-CVF)である。 ・実務的に考えると、マクロな指標としては「延焼抵抗率」が一番良いと思うが、建築物の構造や形状等の即地的 GIS データが必要。他の指標から「延焼抵抗率」を推定する統計モデルもあるが、推定精度の問題がある。これも延焼シミュレーションの一種だが、町丁目等の地区単位で区切って評価することにより、評価結果の安定性が比較的高くなることが特徴である。地区の継ぎ目なしに評価する延焼シミュレーションでは、広域的な延焼拡大リスクのある領域においては、別の地区で建物の新築・改築・撤去があるだけで評価結果が変わりうるので、地震保険料率の見直しを頻繁に行う必要があり、実務的でないと思う。 ・「延焼抵抗率」と焼失棟数期待値の関係をグラフにすると、変化がなだらかなグラフとなって、閾値を決定しにくい。 ・CVF(1-延焼抵抗率)と焼失棟数期待値の関係は、モデルの空間を無限大に大きくしていくと、ある閾値を境に極端に変化するグラフに変わるのではないかと思う。この考え方は、町丁目等の地区単位で区切って評価することと反するが、閾値を検討するための選択肢として考える。 ・現在の「延焼抵抗率」算定は、耐火建築物は延焼限界距離を 0 として算定しているが、超高層ビルでも、地震時に放任火災となって耐火時間を越えて燃えてしまう場合、どうなるかはわからない。
	<p>【隣棟間隔】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指標としては建物個々の隣棟間隔も考えられる。 ・地震火災は倍半分の予測精度の世界である。もっと精度は粗いかもしいない。延焼クラスターは火災実験によって決めた延焼限界距離で燃える範囲を確定論で求めている。しかし、間隔が 12m で必ず延焼する²⁴とは言えない。逆に 12m の外は延焼しないかと言えばそんなことはない。これをベースに料率を決めるのは悩ましい部分が多い。 ・長崎のような斜面地で上段に向かう方向へ風が吹いている場合、炎が高い位置にある建物の方向に吹き上がって延焼しやすくなる。このような場合には、隣棟間隔が離れていても安全とは言えない。また、連担建築物設計制度によって計画的に配置された建物であれば開口部の位置を相互にずらす調整が行われているため、隣棟間隔が近くても一定の安全性が確保されているため、理工学的には隣棟間隔だけを指標とするのは好ましくない(ただし、事例は多くない)。
<p>【防火地域・準防火地域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新防火区域²⁵の指定は、原則として耐火建築物または準耐火建築物としなければならない。この指定は東京都が始めたものだが、横浜等に拡大されつつある。 	

²⁴ 裸木造が火源となった場合の延焼限界距離は 12m として評価される場合が多い。

²⁵ 東京都震災対策条例に基づいて都知事が指定した、震災時に発生する火災等による危険性が高い区域の通称で「新防火地域」や「新たな防火規制区域」ともされる。この地域では、同条例により「新たな防火規制」(防火地域と準防火地域の中間的な強さの防火規制であり、新しく着工する建築物は原則として準耐火建築物以上の防火性能が要求される)が適用される。大阪市や横浜市にも同様の制度が条例により導入されている。参考5を参照のこと。

表 6.10 地震火災リスクに関する指標等への専門家意見一覧（6 / 7）

<p>指標/データ (続き)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 準防火地域は最も危険な場所という印象がある。非常に危険だから準防火地域に指定したが、危険な建物が残ったままのところも多い。新しく開発された市街地なら別だが、既存市街地は特に危険である。 <p>【建物データ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ GIS データ(特に市街地火災視点の構造:耐火造、準耐火造、防火造、裸木造)は都市計画基礎調査の一環として外観目視調査をして整備するか、固定資産台帳との突合によって整備するかどちらかである。後者の場合、延焼シミュレーションで重要な建物の耐火性能を一部推定することとなるため、評価結果の不確実性が大きい。 ・ 「延焼抵抗率」は GIS に基づく建物形状と建物構造がわからないと計算できないという実務的な課題がある。自治体の非公表データを利用する必要があるが、データのない自治体もあるし、建物構造の調査精度に問題のある自治体もある。 ・ 長期的な話として、開口部の位置も含めて建物ごとの GIS データが整備できれば良いが、実務的には連担建築物設計制度の適用等、かなりミクロなレベルの防災まちづくりにおける対応であろう。 ・ 必要なデータの手に入りやすさで指標を絞り込むという方法もある。 ・ 公表データだけから自治体データと同様の精度で区分することは難しい。 ・ 木造密集市街地に偏りがある場合でも適切に評価するためには、250m メッシュ程度の解像度が必要である。また、250m メッシュの解像度で評価するのは市街地部分だけで良い。市街地部分以外は、最初から「特に安全」として評価しても良い。全国を 250m メッシュで区分して評価する必要は無い。 ・ 地震火災については、どういうデータを扱うかがポイントだと思う。GIS データの整備状況として、建物の形状については基盤地図情報で整備されているが、建物の耐火性能については整備されていない。 ・ 統計区の取り方として何メートルメッシュであれば大丈夫とは言い切れない。 ・ 個別建物ではなく、町丁目のような領域単位で評価する場合、町丁目の中にある実際は安全な耐火建築物の団地を危険と評価したり、その団地と道路を挟んで向かい合う木造密集地を安全と評価したりする可能性がある。
<p>その他</p>	<p>【制度化(区分)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 液状化対策等の個人的努力に対する割引基準をしっかり作ることが重要である。耐震対策と同様に液状化対策は個々の建物の性能を中心として評価できる部分も多いが、地震火災対策の場合は他の建物との相互作用があるので適切に評価するのが難しい。 ・ 従来のイ・ロ構造による料率格差はなくすべきではないと思う。 ・ RC 造等の耐火造のビルは延焼・焼け止まりに大きく貢献する。建物の中に火は入るが、それを突き抜けて他に延焼することは少ない。こうした建物を増やすことを奨励する意味でも「建物としての割引」をした方が良い。ただし、延焼を受ける危険性は変わらないので危険な地域に位置する場合には「立地での割増」があってもおかしくない。 ・ 隣棟間隔の確保、隣棟と開口部同士が向き合わないようにすること、火災の発生を地域全体に自動通知するシステムの導入、みんなで使える水利の導入等にインセンティブを与えることができれば良い。 ・ 耐火建築物と準耐火建築物は対象外として、地震火災の立地によるリスクに応じて地震保険料率の割増・割引をするのであれば、改善の意欲をそぐ懸念は生じないので、ひとつの考え方とする。

表 6.10 地震火災リスクに関する指標等への専門家意見一覧（7 / 7）

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震火災は立地によるリスクコントロールに馴染むのか疑問に思う。他のリスクとは異なり、その地域の延焼しやすさは、その地域に人が集まって住むことによる。人が集まって住むこと自体は悪いことではないので、それ自体を抑制するのではなく、その地域を改善してより安全に住むためのインセンティブを与えるべきである。 ・ 立地によってペナルティを与えると、個別建物の耐火性能等の改善意欲をそぐことにならないか懸念する。 ・ 自宅だけ耐火建築物に建て替えても、その地域の延焼しやすさは大きく変わらないが、それを蓄積していくことが重要である。 ・ そもそも引っ越したいと思うところに安全な地域（不燃領域率 70%以上等）がほとんど無いので、それほど人が動けないのではないか。 ・ 新築される建物の省令準耐火の割合が増えている。増えている理由は省令準耐火にすると地震保険が安くなるからである。地震保険にはこのように地震火災のリスクコントロール効果が既にあると言える。政策として、さらに準耐火造以上の建物について保険料を割引にするという制度があっても良いのではないか。 ・ 東京・横浜で拡大している新防火地域や大阪でいう防災街区に指定されると、新たに建築する建物は準耐火以上の耐火性能とする必要が生じ、建築コストが割高になる。このため、指定がなかなか進みづらいという一面がある。指定後すぐに地震火災のリスクが下がるわけではないが、準耐火造以上の建物について保険料を割引にするという制度であれば、自治体による指定を後押しする政策として良いのではないか。 ・ 地域を地震火災からどう守るというスタンスは地域によって異なる。例えば、伝建地区（伝統的建造物群保存地区）は昔ながらの姿を残さないといけないため、ほとんどの建物が不燃になっていない。その対策として自主防災力をアップして消防力を高めている。こうした地域に対して延焼しやすさだけで評価・区分すると住民の納得感が得られない可能性がある。 ・ 自然現象だけを考える場合と、政策的にいろいろな事情を考える場合で、区分できる／できないの判断は変わるが、切り分けは難しい。 ・ 立地により料率に差をつけることは良いが、極端な格差をつけることは良くない。リスクの高い地域に居住する人には、土地価格が安いのでそこに住まざるを得ない人もいると思う。極端に料率が高くなると、貧困層の人は地震保険に加入しなくなるか、もしくは別の土地価格の安い場所に引っ越す結果になるのではないか。 ・ どのような制度を作っても公平・不公平は出てくる。不公平が出たとしても「誰もが納得できる透明性のある手法でやりました」と説明ができるようにしておけば良い。 ・ 地震火災でリスクの特に高い地域は、木造密集市街地の中にある古い家屋で構成された特に稠密な地域である。この地域には高齢者で経済的な余裕も無い人が多いため、家を建て替えられないし、引っ越すこともできない。そのような人たちに高い保険料を課すことの是非については、十分に検討する必要がある。アメリカの洪水保険を参考にする必要はないと思う。
<p>その他 (続き)</p>	

参考5：防火規制に関する自治体の取組み

専門家へのヒアリング調査において言及のあった、東京都や大阪市、横浜市で導入されている新たな防火規制の概要は以下のとおりである。

東京都では、東京都震災対策条例により、震災時に発生する火災等による危険性が高い区域を知事が指定することとしている。この区域内の準防火地域においては、準防火地域と防火地域の中間的な強さの防火規制（「新防火地域」、「新防火区域」や「新たな防火規制区域」等と呼ばれる）がかかり、新しく着工する建築物は原則として準耐火建築物以上の防火性能が要求される。図 6.4 は規制の内容を準防火地域と防火地域と比較したもの（図中においては「新防火地域」と記している）で、準防火地域との比較では、1500 m²以下の建築物に対する防火規制を強化した内容となっている。

東京都で 2003 年 10 月に導入されたこの制度は、大阪市や横浜市においても同様の条例化が行われ、それぞれ 2004 年 4 月、2015 年 7 月に導入された。

準防火地域	右記以外 木造・防火木造の 建築物	延べ面積 500 m ² 超 (または 3 階建以上) 準耐火建築物	延べ面積 1500 m ² 超 (または 4 階建以上) 耐火建築物
新防火地域	右記以外 準耐火建築物	延べ面積 500 m ² 超 (または 4 階建以上) 耐火建築物	
防火地域	右記以外 準耐火建築物	延べ面積 100 m ² 超 (または 3 階建以上) 耐火建築物	

図 6.4 東京都等における新たな防火規制と従来の防火規制の内容の比較²⁶

²⁶ 東京都の資料を基に作成

第7章 地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見

第3章から第6章に整理した意見の他、地震保険のリスクコントロール機能や立地割増・立地割引制度の制度設計に関する意見等、被害形態間に共通する意見がヒアリング調査により得られている。これらについて表 7.1 に示す。

表 7.1 地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見

専門家	意見
糸井川教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最初に家を建てた時は安全な環境であったのに、後から他の建物が建てられたことで地震火災のリスクが上がってしまった場合、このリスクは最初に家を建てた人の責任ではないため、保険料が割増となることに納得してもらえないと思う。 ・ 地震火災のリスクは、隣棟と開口部同士が向き合っているかどうかや斜面地かどうか、風向・風速によっても異なる。隣の住宅1軒が新築・改築・撤去されるだけで変わる不安定なものである。地震保険料率にそれを逐次反映していくのは困難ではないか。 ・ 保険は相互扶助の世界なので、リスクがあるところだけで負担するわけではない。分担の哲学をきちんと整理する必要があると思う。 ・ 立地リスクの大小によって土地利用をコントロールするというが、自治体の都市計画担当者は立地リスク以外にも様々な要素を考慮して都市計画区域を決定している、ということに留意した方が良い。特に人命に関わらない液状化については、リスクが高いからといって都市計画区域から外すといったことは全く考えていないと思うので、液状化リスクの高い地域から人々を誘導するという方針に対して抵抗感を持たれるかもしれない。市場原理を使いながらより安全なところに誘導していくことは非常に重要かもしれないが、実態は追いついていないと思う。 ・ 地震保険によるリスクコントロールの影響は土地利用や職業のあり方にも及ぶように思うので、本当に良いのか疑問に思う。例えば、「海岸沿いで入り江になっていて津波が起きたらもう逃げ場がないところ」に住んでいる人は、漁業や養殖業により生活の糧を得ている。そこに高い保険料をかけて移転してもらうことは漁業や養殖業を抑制することに繋がるのではないか。 ・ 行政が行う津波対策では、代替地の手当や漁業用の施設を作る等生活に密着した対策ができていないはずである。それに対して保険は料率を上げるだけで代替措置を講じない。かなり生活に影響を与えるのに「他の場所に移ってください」というスタンスで本当に良いのか疑問に思う。 ・ 地震によって河川堤防が激しく破壊された場合には復旧に時間を要する。復旧期間が長いほどその間に大雨によって洪水になる危険性が高まる。こうした複合的な災害についても考慮した方が良い。 ・ 2015年9月に鬼怒川が氾濫した茨城県常総市では8割程度の人が水害ハザードマップを知らなかったので、地震保険で情報提供した場合にどれだけ有効に機能するのか疑問である。 ・ 都市郊外化・スプロール化¹を抑制するためにコンパクトシティーを推進していく政策によって、郊外であっても住宅の密集度が上がり、当初は地震火災リスクが低いとされていた地域でも将来的に地震火災リスクが高い地域になる可能性がある。こういった都市のコンパクト化を進める政策と立地リスクの高い地域に住まわせる政策とで不整合が生じる恐れがある。 ・ リスクに応じて保険料を上げることは合理的なので賛成だが、上記のような課題もあるため極端に上げることは賛成できない。

¹ 都市が無秩序に郊外に拡大すること

表 7.1 地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見（2 / 4）

専門家	意見
越村教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクを下げるための対策を実施した場合には保険料は安くする、といったように自助努力をした人が報われるような制度に賛成する。 ・ 空間分解能が全国一律になるまで何もできない、というのは本末転倒。すべてのデータについて言えるが、良いデータが出るまで区分ができないとする姿勢は好ましくない。ベストアベイラブルサイエンスを使って減災に取り組まないといけな。データのあるところ、または大事なところからやっていくのが良いと思う。 ・ 洪水は頻度が高い。洪水等他のリスクとのバランス、人命を重視した政策とのバランスを図るのがよいと思う。
佐竹教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 危険な場所から引っ越した場合や土地のかさ上げをした場合に保険料が安くなるリスク区分は納得感がある。そうした対策を講じた場合でも保険料が変わらないリスク区分は納得感が低い。
杉戸教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保険料によるリスクコントロールは説得力がないのではないかと。 ・ 住んでいた場所の移動を促すのは難しいのではないかと。 ・ 都市部は評価に用いるデータが充実しているため、区分の可能性のあるのではないかと。
諏訪室長	<ul style="list-style-type: none"> ・ 割増はリスクと共存するための選択肢として、保険という選択肢を奪うことにつながらないか危惧する。 ・ 被災後に生活を再建できるように保険に入るのは奨励すべきことだと思う。 ・ リスクの高低を事前に知った上で、あえてその場所に居住した際に割増になるのは納得できるが、後から決めたことで割増されるのは納得感を欠くのではないかと。 ・ リスクの低い地域へ誘導することも大事だが、リスクと共存することも大事である。その共存を応援する制度であってほしい。 ・ 地震保険を割増することで保険に入らない人が増えて被害を受けた際の復興スピードが遅くなる、ということを懸念している。
関澤教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 崖崩れ等ハザードマップが示されているものの中に、リスクコントロールにおいて考慮しないものがあると納得感を欠くのではないかと。 ・ 急斜面地は地震火災よりも確定的なハザードなので、定量化が難しいからという理由で考慮しないことに違和感がある。 ・ 「立地リスクが特に低い地域」は日本にはない。「立地リスクが特に低い地域を割引」というよりは「相対的に低い地域を割引」ということではないかと。 ・ RC造等の耐火性能の高い建物は延焼・焼け止まりに大きく貢献する。これまで市街地では、個々の建物をこうした耐火性能の高い建物に建替えることで不燃化を進めてきた。今後の不燃化を促進していくためにも、個別建物に対して建替えの際に省令準耐火や準耐火の促進に資するような制度の方がリスクコントロールには有効であろう。 ・ 地震火災リスクの高い木造密集市街地には高齢者で経済的な余裕も無い人が多い。このような人たちは、家を建て替えられないし、引っ越すこともできない。そのため、立地リスクの高低で料率に差をつけても、地震保険に入らない人が増えるだけで政策的には効果が少ないのではないかと。また、そのような人たちに高い保険料を課すことの是非については、十分に検討する必要がある。保険料に差をつけるにしても大きな差を付ける必要はないと思う。 ・ どのような制度を作っても公平・不公平は出てくる。不公平が出たとしても「誰もが納得できる透明性のある手法でやりました」と説明ができるようにしておけば良い。

表 7.1 地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見（3 / 4）

専門家	意見
高橋教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波リスクが特に高い地域を割増とする、または津波リスクが特に低い地域を割引とするという方法が考えられるが、後者の場合は全国のほとんどの地域が割引になってしまう恐れがあるため、バランス的に前者の方が良いと感じる。ただし、現在の津波シミュレーション等の精度を考えると保険料に極端な差を付けるのは良くない。 ・ 土地のかさ上げ等の自助努力をした場合には保険料が安くなる制度だと納得感が高い。 ・ 空間分解能が全国一律である必要はないと思う。リスクの集積する都市部のリスクコントロールが大事という意見については、同感である。
中井教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 立地条件によるリスク差はあるが、それに応じた対策をきちんとしていればリスクは低減できる。対策についても考慮すべきと考える。 ・ 評価できるところ(データがそろっているところ)は積極的に評価していくアプローチがあるのではないかと。 ・ 地震被害において断層の影響が大きいことは当然だが、いつどこで起こるかかわからないため、料率に地震活動の影響を考慮する際、都道府県に差をつけず日本全体一律でも十わかかもしれない。地震活動の差より微地形で差をつけた方が良く考える。
福和教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 頻度は高くシビアでない地震に対して被害を減らすことと、頻度が低いシビアな地震に対して被害を減らすことは異なる。割増引を考える際、頻度が多い方を助けたいのか、シビアなものを助けたいのか、その感覚を共有しておく必要があるのではないかと。 ・ 地震保険だけを考えるのではなく、日本全体の安全性を上げる観点から地震保険はどういう在り方がよいかを考えたい。 ・ 危険な場所に住むのであれば、危険度に応じて安全性を割り増すことが誘導できれば良いのではないかと。 ・ 全般に自助努力を誘導できると良い。
北後教授	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震火災は立地によるリスクコントロールに馴染むのか疑問に思う。他のリスクとは異なり、その地域の延焼しやすさは、その地域に人が集まって住むことで高まる。人が集まって住むこと自体は悪いことではないので、それ自体を抑制するのではなく、その地域をより安全にする取組み(建物の不燃化、みんなが利用できる水利の導入等)にインセンティブを与えていくべきである。 ・ 自宅だけ耐火建築物に建て替えても、その地域の延焼しやすさは大きく変わらないため、割増のままとなる場合が考えられる。立地リスクの高低だけで料率を決定してしまうと自助努力が報われにくくなり、個別建物の耐火性能等の改善意欲をそぐことにならないかと懸念する。 ・ 新築される建物の省令準耐火の割合が増えている。増えている理由は省令準耐火にすると地震保険が安くなるからである。現在の地震保険にはこのように地震火災のリスクコントロール効果が既にあると言える。政策として、さらに準耐火造以上の建物について保険料を割引にするという制度があっても良いのではないかと。 ・ あるリスクの高い地域から低い地域に移転を誘導するという点については、住むところが残るのか？という疑問がある。 ・ 地域を地震火災からどう守るというスタンスは地域によって異なる。例えば、伝建地区(伝統的建造物群保存地区)は昔ながらの姿を残さないといけないうえ、ほとんどの建物が不燃になっていない。その対策として自主防災力をアップして消防力を高めている。こうした地域に対して延焼しやすさだけで評価・区分すると住民の納得感が得られない可能性がある。

表 7.1 地震保険のリスクコントロール機能等、被害形態間共通の意見（4 / 4）

専門家	意見
翠川教授	<ul style="list-style-type: none"> • 保険料の高低は居住地の決定にそれほど寄与しないのではないかと。地震保険だけにリスクコントロールの機能を負わせるのは無理があるのではないかと。 • リスク区分を行う際、契約者の納得感を考えると割増はやりにくいと考える。 • ハザードマップで地価はそれほど変わらないことが既往研究で報告されている。土地の値段、選択は地震だけでは決まらない。数ある要素の一つにすぎない。 • 洪水等、他の災害も含めたマルチハザードの視点で考えることが大切ではないかと。マルチハザードで考えると低地の危険性がより明確になる。地震だけで立地リスクの特に高い地域であると断定しにくいのではないかと。現在の地震保険制度では難しいかもしれないが、中長期的な課題として挙げた方がよいのではないかと。 • 我々は自然科学や工学の専門家であって、保険の専門家ではない。立地条件によって、リスク区分する際の指標や区分したときの問題点は指摘できるが、これを保険に導入してよいかどうかについては、専門家の意見を斟酌した上で、別の場で判断すべきことと思う。
安田教授	<ul style="list-style-type: none"> • 自助努力が保険料に反映される仕組みがよい。個々が対策をしていれば保険料を下げるべきだと思う。 • 地震が生じた際に保険料を割増した家に被害が無く、周辺の割増をしていない家に被害が出た場合、割増をした家からクレームがくる可能性があるため、割引を制度化した方がよいのではないかと。
若松教授	<ul style="list-style-type: none"> • データ整備促進のため、データのあるところ(人口集中地区)に割引の仕組みがあっても良いと考える。 • リスクの高い方には保険に加入してもらいたいが、割増になると入りにくくなるのではないかと。割増で加入しても、被災した時に公的支援に比べて格段に保証が大きいことをアピールして加入率を増やす工夫が必要である。 • 被災後の公的支援より、地震保険への加入も含めて、備えや対策をしている人が報われる社会を醸成していく必要がある。

(五十音順)

脚注一覧

【英数字】

用語	説明
CVF	CVF=1－延焼抵抗率 (延焼抵抗率とは地区に存在する建物の構造や規模を考慮して算出する、その地区の燃え広がりにくさを表す指標)
Dcy 値	FL 値が 1 未満となる地層を対象に、液状化による地表の変位量を計算したもの。40cm を超えると甚大な被害が発生すると考えられる。
FL 値	地表から深さ 20m 程度までの地層を対象とし、地層に作用する地震力とその地層の強度の比を計算したもので、1.0 未満となった場合にその地層で液状化が発生するものと判定する。
HI 値	液状化する可能性がない地層(地下水位より浅い砂層または粘土層)の厚さ。この値が大きいほど液状化の影響が地表面におよびにくい。非液状化層厚に同じ。
L1	当該建築物の耐用年数中に一度以上受ける可能性が大きい地震動(または津波)
L2	当該建築物の敷地において、過去および将来にわたって最大と考えられる地震動(または最大規模の津波)
N 値	地盤の相対的な硬さ。標準貫入試験を実施して得る。粘性土で 4 以下、砂質土で 10～15 以下は軟弱地盤と判定される。応答解析に利用する場合は、この値を推定式によりせん断波速度に変換する。
PL 値	液状化による地盤全体の軟化度や、地割れ、噴砂等地表面での変状の度合いを表す指標。15 以上になると地表面に液状化による変状が多く観測されるようになる。通常、中地震程度(地表面加速度 150～200cm/s ²)の地震力を入力とし、地表から深さ 20m 程度までの FL 値を積分することで算出する。
PS 検層	地盤内を伝播する波の速度を測定する調査。波の伝播速度は地盤の揺れやすさと密接に関係する。
Seismic Hazards Mapping Act	強震動、地盤の液状化、(震動起因の)土砂災害等の地震ハザードについて、その起こりうる範囲(zone)を特定するとともに、そこで適切な調査・措置によって被害を軽減し、併せて市や郡の土地利用管理施策や減災策を推進させることを目的とするアメリカ・カリフォルニア州の法律。地震ハザード地帯での開発は、開発者が必要な地質・地盤の調査を行い、またその結果を受けた減災措置が開発計画に盛り込まれていない限り、開発は承認されない。また、地震ハザード地帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者に、そのことを伝えることが義務付けられている。参考 2 を参照のこと。

【あ行】

用語	説明
亜炭鉱跡地	燃料である亜炭を採掘した跡地。手当が施されていない廃坑空洞が残された場所では、地表面の陥没や構造物の沈下・傾斜等の被害が発生している。
イエローゾーン	津波災害警戒区域の別称
延焼クラスター	大規模地震等に起因する同時多発的な火災が発生した際に、消防力が期待されないと仮定して求めた延焼が拡大する建物群
延焼限界距離	延焼が起こらない最短の隣棟間隔を一定の理論により求めたもの。
延焼抵抗率	地区に存在する建物の構造や規模を考慮して算出する、その地区の燃え広がりにくさを表す指標

【か行】

用語	説明
階層バイズモデルを用いた地震火災の出火件数予測手法とその応用	平均と分散を用いた従来の確率分布モデルでは考慮しきれない出火の特徴・要因を、階層的にモデルを複雑にすることで捉えることを提案した手法
外力	被害をもたらす外からの力のこと。地震の規模や揺れ・津波の大きさ等
活断層法	地表での活断層の変位によるビル等の構造物への被害を食い止めることを目的としたアメリカ・カリフォルニア州の法律。地方機関（市や郡）は、指定された地震断層帯内で実施される開発プロジェクトを規制する。開発プロジェクト実施の承認を得るには、専門家による地質調査を実施して、建築する構造物が活断層を跨いでいないことを示す必要がある。また、地震活断層帯にある土地を売買する場合、販売する側は購入者にそのことを伝えることが義務付けられている。参考3を参照のこと。
完新世	およそ1万年前以降
感震ブレーカー	地震の揺れを感知してブレーカーを作動させる装置
関東ローム層	関東ロームは関東地方、まさ土は中国・四国・近畿地方、シラスは北海道東南部から関東地方にかけての主に太平洋側および九州地方に分布
基盤地図情報	電子地図における位置の基準となる情報のこと。基盤地図情報と位置が同じ地理空間情報を、国や地方公共団体、民間事業者等の様々な関係者が整備することにより、それぞれの地理空間情報を正しくつなぎ合わせたり、重ね合わせたりすることができるようになる。この結果、地理空間情報をより一層効率的に、高度に利用することが可能となる。
繰返しせん断力	地震時に、物体内部のある面の平行方向に繰返し作用する力
原位置試験	対象地点の地表またはボーリング孔等を利用して地盤の性質を現場で直接調べる試験の総称
工学的基盤	構造物の重量を支えるのに十分な支持力がある地層
工住混合地域	工場と住宅が混在する地域
更新世	およそ260万年前～1万年前
合成等価粗度係数	居住地を通過する津波に対する抵抗力は一定ではなく、水深と家屋の占有面積等で変化する。こうした抵抗力の変化を考慮するための係数
谷底低地	山地・丘陵地・台地に分布する川沿いの幅の狭い沖積低地
国土数値情報	国土形成計画、国土利用計画の策定等の国土政策の推進に資するために、地形、土地利用、公共施設等の国土に関する基礎的な情報を地図データとして整備したもの。

【さ行】

用語	説明
サンドコンパクション	地盤中に砂を押し入れるようにして締固まった砂の杭を造成し、周辺地盤を締固めて強化する液状化対策工法
時刻歴応答解析	建築物を質量・ばね・減衰でモデル化し、地表面に時間とともに変化する地動加速度を与え、建築物の各階の応答加速度、速度、変位を計算する方法。建築基準法は、高さ60m超の超高層建築物等の構造計算を行う場合、時刻歴応答解析法を用いること、国土交通大臣が指定する特定性能評価機関でその構造計算内容等の審査を受けることを要求している。
地震動の入力	「外力」に同じ。被害をもたらす外からの力のこと。
室内土質試験	土および岩石試料の物理的・化学的および力学的性質を試験室において求める試験の総称

用語	説明
地盤が軟弱な区域	地盤が弱く不同沈下のおそれがある区域、地震時に液状化するおそれがある砂質土地盤区域、地盤が1980年建設省告示で定められた第三種地盤に該当する区域として特定行政庁が指定した区域。町丁目単位で指定される。
地盤品質判定士	地盤品質判定士協議会による資格制度。宅地の造成業者、不動産業者、住宅メーカー等と住宅および宅地取得者の間に立ち、地盤の評価（品質判定）に関わる調査・試験の立案、調査結果に基づく適切な評価と対策工の提案等を行う能力を有する技術者
浚渫埋め立て	海や河川等の底の土砂を用いた埋め立て
準耐火建築物	平時に発生する火災による延焼を抑制する性能を有する建築物
準防火地域	4階建以上または延べ面積が1,500㎡を超える建築物は耐火建築物とし、延べ面積が500㎡を超え1,500㎡以下の建築物は耐火建築物又は準耐火建築物とし、3階建は耐火建築物、準耐火建築物または外壁の開口部の構造および面積、主要構造部の防火の措置その他の事項について防火上必要な政令で定める技術的基準に適合する建築物としなければならない。
小規模建築物基礎設計指針	地上3階以下、建物高さ13m以下、軒高9m以下、および、延べ面積500㎡以下の条件を満足する建物を対象とした地盤調査および建物基礎の設計指針
常時微動	風や海の波といった自然現象や、車の走行や工場の機械といった人工的な振動源による地面の振動。常時微動を測定することで、地盤が持つ揺れやすい振動の周期を把握することができる。
省令準耐火	建築基準法で定める準耐火構造に準ずる防火性能を持つ構造として、住宅金融支援機構が定める基準に適合する建物
シラス	関東ロームは関東地方、まさ土は中国・四国・近畿地方、シラスは北海道東南部から関東地方にかけての主に太平洋側および九州地方に分布
人口集中地区	概略、人口が1平方キロメートル当たり4,000人以上の地域
震度増分	表層地盤の揺れやすさを震度がどの程度増加するかという指標で表したものの。
新防火区域、新防火地域	東京都震災対策条例に基づいて都知事が指定した、震災時に発生する火災等による危険性が高い区域の通称で「新たな防火規制区域」ともされる。この地域では、同条例により「新たな防火規制」（防火地域と準防火地域の中間的な強さの防火規制であり、新しく着工する建築物は原則として準耐火建築物以上の防火性能が要求される）が適用される。大阪市や横浜市にも同様の制度が条例により導入されている。参考5を参照のこと。
スウェーデン式サウンディング調査（SWS）	地層構成の把握と地盤の相対的な硬さを把握するための調査の一つ。深さ10m程度までの軟弱層を対象とする調査。ロード先端にスクリーポイントを取り付け、貫入量および回転数を測定する。
数値地図（国土基本情報）	これまで国土地理院が整備してきた、基盤地図情報、数値地図シリーズ（空間データ基盤、行政区・海岸線、地名・公共施設）および数値標高データ（5m、10m、50mメッシュ）をすべて統合し、さらに地図表現に必要な各種のデータ項目を加え、多様な属性情報も持たせた、総合的な地理空間情報
スプロール化	都市が無秩序に郊外に拡大すること。
スペクトル増幅	地震動の揺れは様々な周期成わから構成されている。どの周期成分の地震動が強いのかを確認するものとしてスペクトルがある。スペクトル増幅は、表層地盤の揺れやすさをスペクトルで表現したもの。
静的解析法（残留変形解析法）	地盤は外力を受けると変形する。変形が進むと地盤が本来もつ強さが低下し、より変形しやすくなる。予め地盤の強さを低下させた状態を想定し、変形が進むと地盤の強さが低下するという繰り返し計算を行わない手法

用語	説明
せき上げ	津波が構造物等に衝突して局所的に水位が上昇する現象
せん断応力	物体内部のある面の平行方向に作用する、単位面積あたりの力
側方流動	地震で地盤が液状化した際に、地盤が水平方向に移動する現象
粗度係数	津波が海岸から内陸にかけ上がる際、地面による抵抗を受ける。この地面による抵抗の度合いを数値化したもの。高密度な住宅地は粗度係数が高く、空地や緑地は粗度係数が低い。粗度係数が高いほど津波が内陸にかけ上がりにくくなる。

【た行】

用語	説明
耐火建築物	平時に発生する火災による倒壊や延焼を防止する性能を有する建築物
大規模盛土造成地	盛土の面積が 3,000 平方メートル以上、または盛土をする前の地盤面の傾斜が 20 度以上かつ盛土の高さが 5 メートル以上の盛土造成地
第三紀以前	およそ 260 万年前以前
宅地耐震化推進事業	大規模盛土の崩壊による住宅流出被害を軽減するため、変動予測調査（大規模盛土造成地マップ作成）を行い住民への情報提供等を図るとともに、滑動崩落防止工事の実施により耐震性を向上させることに要する費用について補助する事業
宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針	Dcy 値または PL 値と HI 値を用いて、顕著な被害の可能性が「高い」、「比較的低い」、「低い」を判定する方法の技術指針。参考 4 を参照のこと。
地質図	地下にどのような種類の石や地層が分布しているか示した地図
柱状改良	地盤にセメントを流し込んで杭を作り、地盤の支持力を高める地盤改良の方法
沖積層	およそ 2 万年前以降に堆積した軟弱な地層
直轄河川	国が直接管理する河川
津波避難ビル	津波が押し寄せたとき、地域住民が一時的に避難するための緊急避難場所として市町村によって指定されたビル（建物）。想定される津波の波力にも耐えられる性能を有している。
伝建地区（伝統的建造物群保存地区）	周囲の環境と一体をなして歴史的風致を形成している伝統的な建造物群で価値の高いもの（伝統的建造物群）、およびこれと一体をなしてその価値を形成している環境を保存するため、文化財保護法のもと市町村が定めた地区
都市計画基礎調査	都市計画法に基づき、都市における人口、産業、土地利用、交通等の現況および将来の見通しを定期的に把握し、客観的・定量的なデータに基づいた都市計画の運用を行うための基礎となるもの。調査項目には建物構造も含まれている。
ドレンチャー	火災の延焼を防ぐ装置。屋根・外壁・軒先等に配管し、圧力をつけて送水し、建物の周りに水幕を張る。

【な行】

用語	説明
内部減衰	材料としてもっている固有の減衰

【は行】

用語	説明
非液状化層厚	液状化する可能性がない地層（地下水位より低い砂層または粘土層）の厚さ。非液状化層厚が厚いほど液状化の影響が地表面におよびにくい。HI 値に同じ。

用語	説明
標準貫入試験	地層構成の把握と地盤の相対的な硬さを把握するための調査の一つ。63.5kg のハンマーを高さ 76cm から落とし、サンプラーを地盤に 30cm 打ち込む。要した打撃回数が N 値である。
表面波探査	人工的に発生させた地震波を観測することで、地中の地盤構造や地盤の硬軟を把握する調査
不攪乱試料	土質の力学的な性質を室内で試験するためには、地盤内での状態をそのまま維持した試料が必要になる。この試料を乱さない試料を不攪乱試料という。
不等沈下	構造物が傾斜を伴いながら沈下すること。不同沈下ともいう。
不同沈下	構造物が傾斜を伴いながら沈下すること。不等沈下ともいう。
不燃領域率	地区内における一定規模以上の道路や公園等の空地面積と、地区内の全建物建築面積に対する耐火建築物等の建築面積の比率から算定される、地区面積に対する不燃化面積の割合として算出する。その地区の燃え広がりにくさを表す指標
フラジリティ	外力（津波の浸水深等）とある損傷レベル（全壊・半壊等）以上となる確率との関係
防火区画	建築基準法に定められた区画で、火災時に火炎が急激に燃え広がることを防ぐためのもの。耐火建築物および準耐火建築物に求められる。
防火地域	防火規制の一つ。3 階建以上または延べ面積が 100 m ² を超える建築物は耐火建築物とし、その他の建築物は耐火建築物又は準耐火建築物としなければならない。
飽和砂	隙間が水で満たされている状態にある砂
ポリゴン	地形を例にしたとき、同一の地形の範囲、異なる地形との境界線を収録するデータの持ち方のこと。
盆地効果	盆地内部において地震の波に複雑な反射や集中が起こって地震の揺れが大きくなる効果

【ま行】

用語	説明
まさ土	関東ロームは関東地方、まさ土は中国・四国・近畿地方、シラスは北海道東南部から関東地方にかけての主に太平洋側および九州地方に分布
メッシュ	250m メッシュ等と長さとともに表記し、その長さを一辺とする四辺形内の地形を一定のルールで一つの値に代表化して収録するデータの持ち方のこと。メッシュの場合、地形の境界とメッシュの境界は必ずしも一致しないため、同一メッシュの中に複数の地形が混在する場合がある。
木造耐火	耐火建築物の要件を満たした木造の建築物
木防建ぺい率	まとまった大規模空地等を除いた地区面積に対する木造、防火木造建築面積の占める割合として算出する。その地区の燃え広がりやすさを表す指標

【や行】

用語	説明
有効応力法	砂の隙間にある水は外力により圧縮される。地震の場合、外力は繰り返し作用するため、その水圧は上昇する。水圧が上昇すると、水圧に押されて砂粒間のかみ合う力が減少する。この力の減少を考慮した詳細な解析手法
用途地域	都市計画法の地域地区のひとつで、用途の混在を防ぐことを目的としている。住居、商業、工業等市街地の大枠としての土地利用を定めるもので、第一種低層住居専用地域等 12 種類がある。

用語	説明
四号建築物	建築基準法で定められた分類で、木造 2 階建以下で延べ面積が 500m ² 以下のもの等が該当し、建築確認の審査を簡略化することができる。

【ら行】

用語	説明
罹災証明書	地震や風水害等の災害により被災した住家等の被害の程度を市町村が証明するもの。
履歴減衰	地震の揺れによって地盤の変形が大きくなると、そこでエネルギーが消費されて揺れが減衰する。これを履歴減衰と呼ぶ。大きい地震力を受けると、変形が大きくなり、履歴減衰の影響が強くなる。
連担建築物設計制度	既存の建物を含む複数の敷地・建物を一体として合理的な設計を行う場合に、特定行政庁の認定により、当該敷地群を一つの敷地とみなして、接道義務、容積率制限、建ぺい率制限、斜線制限、日陰制限等を適用できる制度

参考資料

- 参1 国土交通省；平成27年度行政事業レビューシート，事業番号0344，
<http://www.mlit.go.jp/common/001107794.pdf>（2016年9月30日閲覧）
- 参2 国土地理院(2007)；自治体担当者のための防災地理情報利活用マニュアル（案）－土地条件図の数値データを使用した簡便な災害危険性評価手法－，国土地理院技術資料，D1-No.479
- 参3 中井正一(2010)；地形・地盤と災害のリスク，予防時報，243
- 参4 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 レジリエント防災・減災研究推進センター；戦略的イノベーション創造プログラムについて，
http://www.bosai.go.jp/activity_special/4th/pdf/center_sip.pdf（2016年9月30日閲覧）
- 参5 藤原広行；リアルタイム地震被害推定システムによる建物被害分布，
http://www.bosai.go.jp/event/2016/pdf/20160424_fujiwara.pdf（2016年9月30日閲覧）
- 参6 地盤工学会；全国電子地盤図，
<http://www.denshi-jiban.jp/>（2015年10月30日閲覧）
- 参7 国土交通省(2013)；「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針（案）」について，
http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi06_hh_000008.html（2015年10月30日閲覧）
- 参8 国土交通省(2013)；「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」について，
http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi06_hh_000009.html（2015年10月30日閲覧）
- 参9 国土交通省(2013)；宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説，
www.mlit.go.jp/common/000993757.pdf（2015年10月30日閲覧）
- 参10 国土交通省 総合政策局 参事官（社会資本整備）(2016)；津波防災地域づくり推進計画作成ガイドライン（平成28年版），
<http://www.mlit.go.jp/common/001135408.pdf>（2016年9月30日閲覧）
- 参11 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，
http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tsunami/shinsui_settei.pdf（2016年9月30日閲覧）
- 参12 内閣府 政策統括官（防災担当）津波避難ビル等に係るガイドライン検討会(2005)；津波避難ビル等に係るガイドライン，
<http://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/h17/pdf/guideline.pdf>（2016年9月30日閲覧）
- 参13 国土交通省(2014)；避難確保計画作成の手引き，
http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/（2016年9月30日閲覧）
- 参14 International Atomic Energy Agency(2011)；Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, DS417 Draft 03
- 参15 原口強・岩松暉(2013)；東日本大震災 津波詳細地図，古今書院
- 参16 越村俊一・郷右近英臣(2012)；2011年東北地方太平洋沖地震津波災害における建物脆弱性と津波被害関数，土木学会論文集 B2（海岸工学）Vol.68, No.2, I_336-I_340
- 参17 首藤伸夫(1992)；津波強度と被害，津波工学研究報告 9, 101-136
- 参18 国土交通省 都市局都市安全課 住宅局市街地建築課市街地住宅整備室（2012）；「地震時等に著しく危険な密集市街地」について，
http://www.mlit.go.jp/report/press/house06_hh_000102.html（2016年9月30日閲覧）

地震保険研究30

立地条件による地震保険の
リスク区分設定に関する研究
(自然科学面の課題に関する専門家ヒアリング調査)

2017年3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

TEL 03-6758-1300（代表）

URL <http://www.giroj.or.jp>

印刷 日本印刷株式会社

〒501-0476 岐阜県本巣市海老374-11