

開会の挨拶

災害科学研究会
委員長 高橋 裕

今日は、研究部長からお話がありましたように、お手元にあります資料の「巨大地震の災害シナリオ 東海・東南海・南海地震 - そのとき何が起こるか - 」というテーマです。この三つの地震はいずれ起こるであろうとだいぶ前々から言われていまして、東海地震にいたっては、山本敬三郎静岡県知事の時代ですから何十年も前ですが、時間が経つと風化される恐れがあります。しばらく起こらないから起こらないだろうなどとは、ここにお集まりの方は思わないでしょうが、一般の方はそう思うんです。



しかしたぶん何年何月ということはだれにも言えないのですが、少なくとも21世紀の前半中にはどれかが起こるだろうということは、少なくとも地震学者の間ではかなり定説になっていると私は理解していますが、今日のご専門の方々にそれについてのご見解を、災害シナリオとともにご説明いただけたらと思います。

阪神・淡路大地震が起こったのはもう7年前ですが、大地震に限らず、高潮でも河川災害でも火山噴火でも起きると、従来想定していなかったことが何か起こります。だから災害なのでしょうが、われわれはなるべくそういう経験を通して、現在の英知でわかる限りでどういう災害が起こるかを想定して、それに基づいて対策を練る義務があると思います。

ただこういう想定は、100%というのはそもそも無理な話で、阪神・淡路があったからといって、場所が違えば、あるいは時代が変わっていけば災害は新しいかたちで次々襲うわけです。IT時代の前とIT時代では、また新たな災害が当然起こるわけです。今日の要旨の中にもありますが、そもそも住んでいる人が変わる、意識が変わる。たとえば外国人が非常に大勢住むようになることでも、災害対応は変わってくるわけです。なるべくそういうことを十分想定してこの問題を考えなければいけないわけですが、今日は現段階でもっともわかる先生方においでいただきまして、ご見解を発表していただきます。

またあとで質問の時間も用意されておりますので、どうか忌憚のないご質問をいただけたらと思います。むしろ地震学、地震工学そのものは、玄人と素人では違いますが、災害想定というものは、一般の方が、専門家が気がつかないようなことを案外気がついていま

す。ですからどうか忌憚のないご質問をいただいて、そしてわれわれ側にも「そうか、そういうことがあるのか」ということを考えさせていただければ、そういうことこそフォーラムの価値があると存じます。

毎年いまごろ、この災害科学研究会と地震災害予測研究会が合同でこういうフォーラムを開いています。いずれ印刷物になると思いますが、言うまでもないことですが、保険業界も従来と同じような考え方では、予想外のことが出てくるかもしれません。少なくともこの3大地震について、現在考えられる限りの知識を今日はぜひ吸収していただいて、保険業界の方々がこれから保険料率を考えるときの参考になればと思います。あとで質問の時間にも、忌憚のないご質問を皆様からいただければ幸いです。

今日はたくさんお集まりいただきまして、席が十分ないので事務局は別の部屋でビデオということで、あふれているような具合です。こういう問題に対する皆様のご関心の高さというよりは、今日の講演者やパネリストの魅力で集まっていたのだと思います。今日ご参加の基調講演者やパネリストの方々にお礼を申し上げますとともに、このフォーラムが充実した実りあるものになることを期待してやみません。今日はどうもありがとうございました。(拍手)

基調講演

東海・東南海・南海地震 科学的予測の後に来るべきもの」

独立行政法人
防災科学技術研究所理事長
片山 恒雄

今日は東海・東南海・南海地震ということで、高橋先生は3大地震と言われましたが、確かに3大地震というのが一番いいのかもしれませんが、「3大地震の科学的予測の後に来るべきもの」という題にさせていただきました。10個ぐらいの小さなアイテムをお話ししようと思います。

一番先には、「後悔先に立たず」と書きまして、先ほど控え室で皆さんにお配りしたら、後悔先に立たずとはどういうことかと聞かれましたが、私としてはいまになってこのフォーラムの基調講演をお引き受けし



たことが、実に後悔先に立たずということです。(笑)お引き受けしたときには、好きなことを好きに話してくださいと言われてましたが、これが実はくせものでして、ひと月かふた月前から、毎週のようにメールが事務局からまいりました。後悔の度合いはそのたびに高まる一方でした。

フォーラムの依頼状には、「本フォーラムは参加者の方に大地震の理解を深めて、災害像を明確化していただくことを目的としており、過去の被害事例、今後予想される被害事例など、具体的な話題を交えて話してほしい」と書いてあります。

ここで対象としている巨大地震の災害像というのは、きっとパネル討論のほうで詳しく紹介されると思っていますが、正直なところ、このパネル討論のために送っていただいた被害予測の結果から、私はこの題名である「災害のシナリオ」をどのように想定したらいいのか、ほとんどわかりませんでした。それにもかかわらず、3週間ほど前に題を出せと言われて、とうとう「科学的予測の後に来るべきもの」という題を出しましたが、そのときは実はあまり考えないで出してしまいました。

本来であれば、パネリストの方々に被害予測の結果をきちんとご説明いただいて、それから私の基調講演の「科学的予測の後に来るべきもの」が話されるべきですが、どうも発表の順番が逆になってしまって、お聞きいただいた後のご感想でよろしいのですが、私に

とつても、もしかするとパネリストの方々にとつても、不幸な事態になるのではないかと
思っています。ともかくここまで来ましたので、私としては話せることを、話したいまま
に話すより仕方ありません。基調講演として適切かどうかはまったく別にさせていただき
まして、言いたいことを言わせていただきたいと思います。

東海地震の発生が話題になってから、もう26年になります。東海地震はいつ起きてもお
かしくない、石橋さんが警告を発したのは昭和51年(1976年)のことでした。1976年
という年は、覚えておられる方も多いと思いますが、国内ではロッキード事件が表面化し
た年です。そのあと「記憶にございません」という流行語が出てきて、田中前首相が逮捕
されたのが1976年です。

それから中国では4月に天安門事件があつて、7月に唐山地震が起こつた年です。9月
には毛沢東主席が亡くなつてしまつて、まさに日本、中国は激動の1年だつた年です。そ
れからの26年の間に、静岡県を中心に広い範囲で震災対策が考えられてきました。この席
におられる方で、出席された方もあると思いますが、実は昨日静岡県で「東海地震防災セ
ミナー2002」というのが開かれています。このセミナーはもう19回になりますが、静岡大
学の土先生が中心になつて進めておられまして、始められたときは土先生は名誉教授では
なかつたと思いますが、地震がこないうちに名誉教授になられました。

1976年といひますと、私も若干37歳でしたが、ついに私自身3年前に名誉教授になつ
てしまいました。そういう長い時間が経つたわけです。石橋さんの警告を機会に、地震の
予知はあたかも可能であるといった風潮が一般となりました。少なくとも静岡県を中心と
した地域の人たちは、東海地震を重要な問題としてとらえるようになりました。

26年経つて、いまその風化が恐れられています。時間が経つにつれて、それから時間が
経たなくても初めからこういう傾向がありましたが、ある地域を地震に対して危険な所と
認定しても、自治体の境界一つ越えると、もう自分のところの問題ではないというのが従
来から大きな問題でした。地盤が悪いところ、住宅環境が悪いといったことが、地震以前
のいつもの問題としてとらえられるようにするためには、シナリオづくりは大変結構なこ
とだし、どんどん進めなければならないと思つています。

事実この災害フォーラムのタイトルには、「災害シナリオ」という言葉が使われています。
私は被害想定、または被害予測というのは、シナリオの入り口にしかすぎないと思つてい
ます。今日お手元に配られている、フォーラムの準備のための参考資料の中にも被害予測
の結果が入っています。私はこれを何回か読ませていただきましたが、どうもシナリオの
入り口として適切とは思えないわけです。どう読んでもそこでいただいた資料の被害予測
は、まだまだシナリオの入り口にもなっていないと感じています。

東京、横浜といった巨大な都市圏の地震被害を考えると、いま話題になっている3
大地震の、静岡県から愛知県にわたる東海ベルト地域の地震被害を考えると、もとも
と非常に性質が違つた問題であると思つています。性質が違つたということは、被害予測で
注目すべき点も変えて考えなければいけないはずですが、いまここで想定されている被害

と、それらの項目は、東京のような大都市の被害想定で対象としている項目とほとんど変わっていません。これは適切ではないと私は考えています。

ただし、私も大学を辞めて6年も経ってしまって、もしかするとここにおられるどの方よりも、被害想定研究者、または被害想定を研究として見ることに一番不慣れになっているかもしれませんので、私がこれから申し上げることはピンとはずれかもしれません。

ある意味失礼を省みず言わせていただきますと、想定地震からはじまって、地震動、津波、建物被害、火災、ライフライン、交通機関、産業施設と並んだ、非常に古典的な被害想定にほとんど魅力を感じられないというのが私の感想です。被害想定に魅力を感じるというのは問題発言で、そんなことをしてはいけないのかもしれませんが、東海地域というマクロな地域を対象とした予測に、地域の独特さがまったく出ていないのが問題だと思います。例外的な部分もありますが、もっと地名が出てこなければいけない。東海地域というとらえ方はあまりにも大ざっぱすぎるわけで、名古屋、豊田、豊橋、静岡、浜松という重点地域を具体的に考えた想定がなされるべきであろうと思っています。

家屋被害は神戸の例でもおわかりのように、死者の数にもっとも直接的に関係してくる被害です。この想定範囲では、残念ながらどのくらいの犠牲者が予測されるかという問題がまったく触れられていません。それから東京都と違って非常に東西に長い地域の被害ですから、鉄道、道路などの交通の被害をもっと具体的に聞きたいわけです。たぶんパネル討論で聞けるのかもしれませんが、あまり具体的に触れられていません。ライフラインの被害も含まれていますが、これもいまのままではほとんど意味がないような気がします。

対象地域にある自治体は規模も形態も様々で、東京のようなところとは、性質がずいぶん違うところがあるはずにもかかわらず、単に断水戸数が100万戸、150万戸と示されても、私には被災のイメージはまったく湧いてきません。危険物の規制対象の施設がいくらあって、その被害予測がいくらあるということから、産業施設の被害予測というのはあきらかに羊頭狗肉です。

たぶんこういうことをやる方は、「予測の数値は参考にすぎない。」と必ずおっしゃいますが、そういう言い訳はあまり聞きたいとは思いません。いったい何のための参考にすべき数値なのかということをもっと具体的に示していただきたい。参考というのなら、もっとパンチの効いた数値が知りたいわけです。ここには行政の方もおられると思いますが、行政が聞いてギョッとするような数値が知りたい。もちろんそういった数値がないのであれば、ないということを知りたいわけです。

たぶんこういう質問をすると、「震度6以上の地域が広がっていることは、よく見てもらえば地図でわかるでしょう」と言われます。しかしそれでは困るのであって、それだからこれくらいの犠牲者が出てもおかしくはない、ということをはっきりと言っていたらいいと思います。こういった被害想定は、あまりに科学的、技術的な議論や、その結果として得られる数値に流れることが多いのですが、この想定にもそういった雰囲気を感じられないわけではありません。私は、こういうものは発表する以上、腹をくくって発表してほ

しいと思います。さもないと神戸で言われたことの二の舞、または神戸でわれわれが経験したことの二の舞がまた起こると思います。

たくさんの方が覚えておられると思いますが、兵庫県南部地震のときに、死者の数を警察が正式に発表した数値だけを後追いで発表していて、本当の災害像が初期の段階で間違った方向に向かい、メディアが責められたことがあります。専門家の集団がこういうことをする以上、専門家の集団としての判断を示していただかないといけないと思っています。

今日は被害想定が数字で示されていますし、それ以上のことも示されておりませんので、いまさら言っても仕方がないのですが、南関東で考えられている関東地震の再来とか、東京直下の地震、東海地震、そしてここで考えられている3大地震に対して、専門家として重み付けをしていただきたいと思っています。

いま4つの地震を挙げましたが、地震を独立に考えているだけでは、国の投資に対して重み付けをすることができません。もちろんそれぞれの地震がいつ起こるということは、現段階では言えないのはよくわかります。しかし、この4つの地震は、どういう順番で起きるかということ、50人の地震学者に聞いて、いったいそのコンセンサスはどのへんにあるのか、ということだけでも考えていかなければいけないと思います。

たとえば50人の防災関係者に、それぞれの人が100万円の予算しかもっていないときに、この4つの地震にどういった割り振りをするのが適当と思うかと聞いてみるのも、非常に大切だと思います。数式を使った予測ばかりが世の中にはびこっていますが、数式を使った予測ばかりが予測ではない。専門家の知識、専門家の直感と言ってもいいかもしれませんが、そういったものに頼ることが非常に大切だと思います。いずれ100%確実な予測はできないわけです。

できあがったものに対して批判するのは非常に簡単で、これをつくるのは大変だというのはよくわかっています。色で塗り分けた被災予測の地図や、被害の一覧表といったものだけからはわからないことが災害には非常に多いわけです。被害予測から必要な対策を読み取る作業には、専門家の意見を聞き出すことが非常に大切だと思います。それはさっき言ったように、その人たちのノウハウを引き出すことであり、もしかするとノウハウに基づいた直感を引き出すことであって、数式にはのらないかもしれませんが、小数点はないかもしれませんが、そういった予測を大切にしなければいけないと思っています。

私なりに、東海地域の特徴を調べてみようと思いました。たとえば関東地震の再来とか、東京直下の地震といった南関東地域の地震によって被害を受けるところ、それから東海地震を含む、一連の地震の影響を比べるためには、二つの地域の特徴を比べてみるのが非常に大切だと思います。

たとえば人口はどうなっているか。先々週の日曜日のことです。久しぶりで近所の図書館に行って半日ほどこういう数値をいろいろと探ってきました。私なりに少し勉強したわけです。文化の日に図書館通いというわけですから、文化の日を非常に文化の日らしく過

ごしてきたわけです。そういう過ごし方をさせていただいたフォーラムの方々には大変感謝しています。半日のにわか勉強で言えることはそれほど多くはありません。しかし私なりに南関東地域と東海地域を比較してみようと思います。国としてどれだけの防災投資が正当化できるか。そのためにはどんな検討が必要か。こういった事柄に対して地域を非常に巨視的に見ることが、示唆を与えてくれると思うからです。

2000年度の人口のデータを比べて見ると、東京、神奈川、千葉、埼玉の人口は3,300万人。総人口のおよそ4分の1に当たる26%です。これに対して3つの地震の影響を受ける自治体、静岡、愛知、和歌山、高知、これも大いに乱暴で大阪や三重県を入れていませんが、そのへんを足すと1,270万人で、総人口の10%にあたります。関東で東京、神奈川、千葉、埼玉と全部ひっくるめるのも大変ですから、実質的な比較を考えて、南関東は東京と神奈川で代表して、東海地方のほうは静岡と愛知の両県で代表することになると、南関東の人口はおよそ2,000万人で16%ということになります。東海は1,100万人ぐらいになりますが、8.5%になります。

< 日本の総人口に対する割合 >

南 関 東 地 域	東 海 ・ 東 南 海 ・ 南 海 地 域	兵 庫 県 南 部 地 震 の 被 害 域
2 0 %	1 0 %	2 %

これから比較をいろいろとしていこうと思いますが、人口で考えるときには南関東地震は総人口の20%に影響を与えると考えます。東海・東南海・南海地震は、最悪の場合で総人口の10%に影響を与えるものと考えます。これに対して兵庫県南部地震で大きな影響を受けた地域の人口は、かなり大きめに見積もっても総人口の2%と考えていいと思います。これぐらいに考えておくと、非常に掛け算、割り算が楽です。20、10、2というのは10倍、5倍ぐらいですみますから、それ以上の精度をもつようなことはいままら何も申し上げませんので、それぐらいで考えたいと思います。南関東は国の総人口の20%。東海・東南海・南海はおおよそ10%、兵庫県南部地震の震源域の人口はおおよそ2%と覚えておいてください。

< 小売業の年間販売額（1999年度） >

東京・神奈川	愛知・静岡	兵 庫
26兆5,000億円(18.4%)	12兆7,400億円(8.9%)	6兆1,200億円(4.3%)

これは1999年度の小売業の年間販売額を見たものです。東京・神奈川が26兆円、全国の18.4%です。愛知・静岡が12兆7,400億円、ほぼ9%です。これに対して兵庫県は全部合わせて6兆円ぐらいで4.3%です。さっき人口で示した20、10、2というパーセンテージと、これぐらいだったら合っているというのが、私のこれからの全部の話ですから、これがおかしいと言われると、あとの話は聞いてもらっても意味がないことになります。これはもう20、10、2%ぐらいの割合だと見るのがこれからの話で、小売業の年間販売額

みたいなものを見ると、総人口にほぼ比例した経済活動であることがわかります。

対象となる地震は南関東と東南海では大いに違うわけですから、乱暴な議論であることは承知の上ですが、あまり小数点いくつと言わないで聞いていただきたいと思います。兵庫県南部地震の場合、直接被害額は、これはある意味で直後被害額というようなものかとも思いますが、約 10 兆円と言われていています。いま直後被害額みたいなものは人口に比例すると考えると、南関東地震は約 100 兆円、東海地震を含む巨大地震で約 50 兆円というのがおおよその数値ではないか、というのが私の見方です。これが妥当かどうかは大いに疑問があるわけですが、大いに疑問があってもこのところは勘弁していただきたいと思います。このところでびっくりしていると、あとは大いに疑問なしとはもって言えない数値ばかり出てきます。

< 1 次産業、2 次産業、3 次産業就業者の割合 >

	東京、神奈川	愛知、静岡	兵庫県
1 次産業	1 %	4 %	33 %
2 次産業	25 %	37 %	31 %
3 次産業	72 %	58 %	64 %

神奈川・東京に代表されるような南関東地域と、愛知・静岡に代表される東海地域の産業構造を見てみることにします。何年のデータか書いていませんが、これは比較的近い時期のデータです。1 次産業、2 次産業、3 次産業に従事する就業者の割合を、三つの地域で示したものです。2 つ自治体があるときは、それぞれの自治体の人口の重み付けをして平均をしました。

東京・神奈川ではこの割合が 1 %、25 %、72 %となっているのに対して、愛知・静岡を足したものでは 4 %、37 %、58 %となっています。これを見て、南関東と東海にはちょっと違った性質があることがわかります。東海地域は明らかに、製造業が東京に比べると大きな地域です。おもしろいことに兵庫県は、どの数値を見てもちょうど真ん中ぐらいいる地域です。これらの数値から愛知・静岡を中心とする東海地域は、南関東より製造業の重みが大きな地域だということが、おおよそ検討がつきます。

この中身をこれから見ていくわけです。こういった対象地域内における工業生産品の出荷額を調べて見ると、両地域の違いがもう少しはっきりしてきます。はっきりしてもその数値をこれからずばり使うわけではありませんが、全国に影響を与えそうな工業、生産物の見当をつけることができます。そういった量を兵庫県が全国に与えている影響度と比べてみると、また違った見方ができるかもしれません。

< 1999 年度・主要な工業製品の出荷額（単位：兆円） >

〔南関東の方が多いもの〕

	東京・神奈川	愛知・静岡	兵庫県
化学工業	3.1 (13.5%)	2.4 (10.3%)	1.2 (5.3%)
石油・石炭製品	1.5 (18.6%)	0.5 (5.8%)	0.3 (3.2%)
電気・機械器具	10.1 (18.4%)	5.5 (10.0%)	2.8 (5.1%)
精密・機械器具	0.8 (19.1%)	0.6 (13.7%)	0.1 (1.3%)

〔東海の方が多いもの〕

	東京・神奈川	愛知・静岡	兵庫県
鉄 鋼	0.7 (6.7%)	1.7 (15.1%)	1.1 (9.7%)
非鉄金属	0.4 (7.7%)	0.9 (15.1%)	0.2 (3.8%)
金属製品	1.5 (9.5%)	2.0 (12.3%)	0.8 (5.2%)
一般機械	3.7 (13.0%)	4.2 (14.7%)	2.1 (7.3%)
輸送用機械器具	5.7 (12.9%)	19.0 (43.8%)	0.8 (1.9%)

1999 年度の主要な工業製品の出荷額を東京・神奈川、愛知・静岡のそれぞれ 2 つの地域で比べると、そこにあるような数値が出てきます。金額は兆円になっています。東京・神奈川で南関東を代表するというのはずいぶん大ざっぱな考えですし、愛知・静岡で 3 大地震の影響地域を代表させるのも乱暴ですが、このへんはがまんしていただかないと次に進みません。

いまこのページに示しているのは、東京・神奈川のほうが、すなわち南関東地域のほうが、出荷額の多い工業製品です。数値的に目立つのは電気機械器具であって、約 10 兆 1,000 億円です。全国の電気機械器具の出荷額の 18% を東京・神奈川が占めています。これを愛知・静岡、それから兵庫県と比べてみます。兵庫県が全体としても、南関東それから東海、愛知・静岡県で代表される東海に対しても、匹敵するような数値を持っていないことがわかります。

次は東海地域のほうが出荷額が多いものです。出荷額として圧倒的に多いのが輸送用機械器具で、これは東海地域が自動車産業で占める大きさを表しているわけです。44%、19 兆円という大きな出荷額が毎年東海から出ていることになります。こういったものを全部、ほかの工業製品も含めて足してみると、このような数字が出てきます。

< 1999 年度の製造品出荷額 >

東京	神奈川	東京・神奈川
18 兆 5,244 億円(6.3%)	21 兆 4,498 億円(7.3%)	39 兆 9,742 億円(13.6%)
愛知	静岡	愛知・静岡
33 兆 3,162 億円(11.3%)	16 兆 703 億円(5.5%)	49 兆 3,865 億円(16.8%)
		兵庫
		13 兆 6,881 億円(4.6%)

工業製品の出荷額の1年あたりの総額で見ると、東京と神奈川を足して約40兆円です。愛知・静岡を足して約50兆円です。これはそれぞれ東京・神奈川の場合、全国の13.6%、愛知・静岡の場合、全国の16.8%という数値となります。これらの数値を見ても、2次産業が東海地域で非常に大きなウエートを占めていることが、はっきりと見られると思います。これに対して兵庫県の工業生産品出荷額は13兆円で、全国出荷額の4.6%、南関東、東海地域に比べると4分の1から3分の1程度です。

この4分の1から3分の1を、もう5分の1に見てしまおうというのがこれからの議論ですから、またひどいかと思います。よくよく考えて見ると東京・神奈川を南関東の代表にしているということは、千葉、埼玉を含んでいないわけですから、私はこれぐらいの大きな仮定をしてもいいと思うので、南関東、東京の工業製品の出荷額は、兵庫は13兆円とすると50兆円ぐらいにあたるのではないかと考えます。

大きな仮定がいくつかあって、仮定だらけで聞いていられないという方がたぶんおられるかもしれませんが、これぐらいの仮定で話をしないと、日本全体に何が起こるだろうかもう言えないと、私は考えています。

地震の間接被害額は何に比例するか。これはいろいろなものに比例しますから、あまり雑な議論はいけないのですが、雑な議論をします。大仮定、間接被害額というのは工業製品の出荷額におよそ比例するとします。だめですか。おかしくはないような気がします。そうすると兵庫県南部地震による間接被害額はおよそ10兆円と見積もられています。私自身、それぐらいではないか、直接被害と間接被害の比は1対1ぐらいではないかと思っています。

南関東、東海の間接被害額は、兵庫県、南関東、東海地域の工業製品の出荷額の比でいくと、このへんは大いに水増しさせていただいていますが、おおよそ50兆円と予測できます。もうここまでのところで数値の水増し、水増しで嫌になってしまったかと思いますが、これまでのところの足し算をすると、直接・間接被害額の和は、南関東で150兆円、東海で100兆円です。おおよそそれぐらいではないかというのが、ここで考えている大ざっぱな議論です。ここまでは何とかそれでも数値らしいものが多少出てきます。

これは中学生の地図帳からもってきた図ですからあまりきれいではありませんが、これを見ていただいても、東海地域が工業生産に非常に特化した地域であることが、たとえば兵庫県と比べるとかなりはっきりわかります。東京のところは抜けていますが、入りきらないから右下に別になっているだけです。この丸印の多さでおおよそ検討をつけていただく以外はありません。中部地域というのは、かなり工業生産に偏っている、重要性の高い地域であることは、この地図を見ていただいてもわかると思います。

いままでのところは直接・間接被害額の和でした。どんな地震とも言っていないのでインチキもいいところですが、大きな地震がきたときぐらいの話です。南関東で150兆円、東海で100兆円というのが、私の感覚です。これ以上に重要なのが、東京を中心とした南関東の中心機能、管理機能をどのように金額換算するのか。それから東京、名古屋、大阪

< 都市別工業生産 (1990年) >

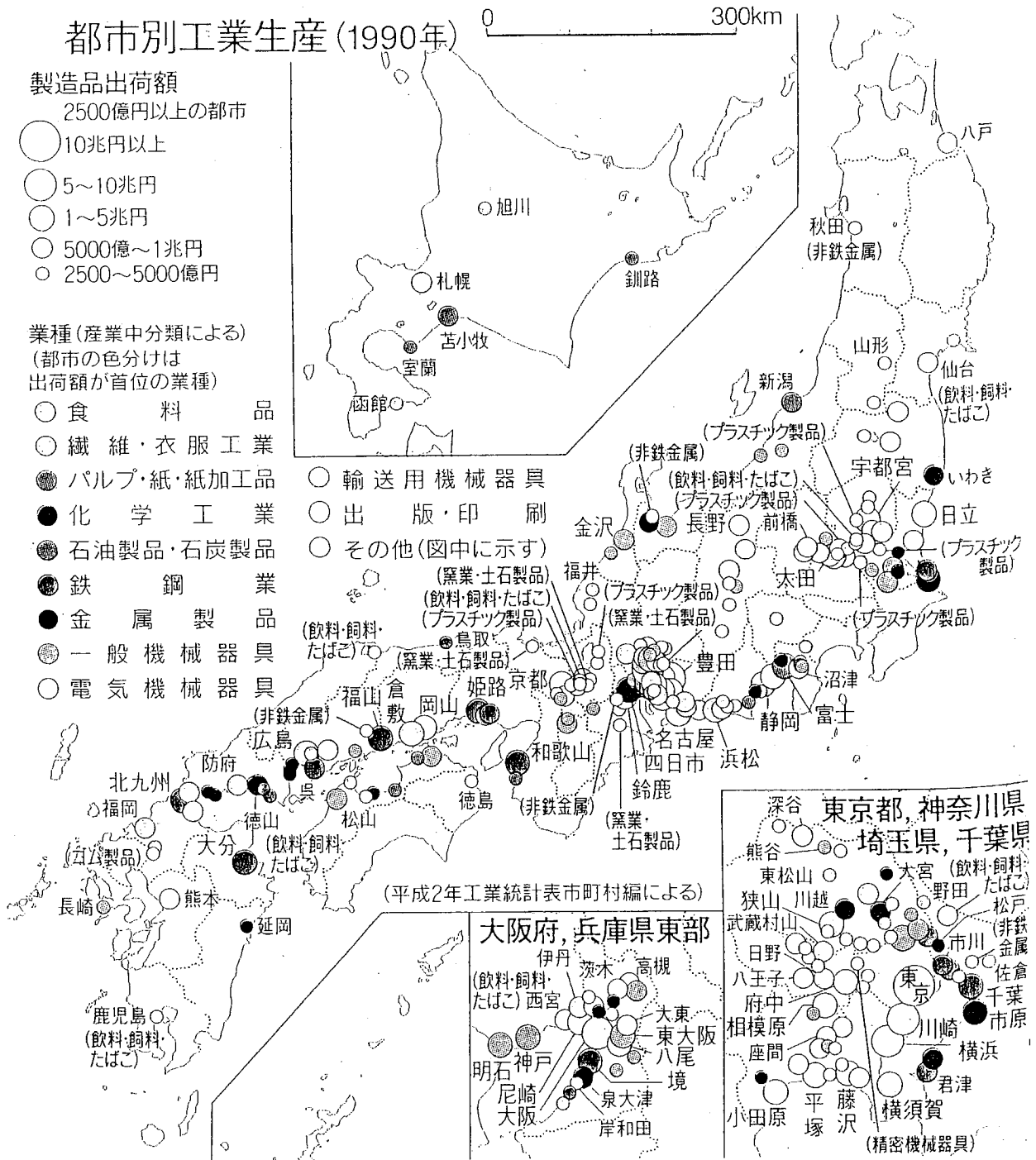
都市別工業生産 (1990年)

製造品出荷額
2500億円以上の都市

- 10兆円以上
- 5~10兆円
- 1~5兆円
- 5000億~1兆円
- 2500~5000億円

業種 (産業中分類による)
(都市の色分けは
出荷額が首位の業種)

- 食 料 品
- 織 維・衣 服 工 業
- パルプ・紙・紙加工品
- 化 学 工 業
- 石 油 製 品・石 炭 製 品
- 鉄 鋼 業
- 金 属 製 品
- 一 般 機 械 器 具
- 電 気 機 械 器 具
- 輸 送 用 機 械 器 具
- 出 版・印 刷
- その他 (図中に示す)



を結ぶ交通、物流のルートとしての東海地域の重要性を、どのようにして金換算してみるかということです。

阪神・淡路大震災は、関東、関西の経済圏を結ぶルートに対して、あまり大きな影響は及ぼさなかったわけですが、今度もしいま言われているような3大地震や、そのうちの一つが起ると、関東と関西の経済圏を結ぶルートに非常に大きな影響を及ぼします。これをいったいどう見るか。統計量で見てみようというのが日曜日の勉強の成果ですので、統計量を見ていただけますか。

< 資本金 10 億円以上の会社数 (1998 年度) >

東 京	愛知・静岡	兵庫県
48% (3,135 社)	7% (485 社)	3.4% (232 社)

東京・神奈川地域で目立つのは、国の中心として非常に管理的な機能の集中です。このことは、資本金の大きい会社の数を調べて見ると非常にはっきり現れてきます。資本金 10 億円以上の会社は 1998 年度で全国に 6,884 社ありますが、そのうち 48%、3,315 社が東京にあります。神奈川はそれほど多くはありませんが、合わせると 53%が、東京と神奈川を合わせた南関東にある 10 億円以上の資本金の会社です。一方愛知・静岡を合わせて 7%、485 社です。兵庫県は 3.4%、232 社です。

これ以降の数値で兵庫県というときには、1998 年のデータですから、もしかすると兵庫県南部地震の影響を受けてまだ回復していないということがあるかもしれませんが、あまりこういうところに大きな影響を及ぼしてはいないと考えています。要するに大きな会社の集中度を見ると、ほとんど半分は関東、南関東に集中しています。

< 卸売業の年間販売額 (1999 年度) >

東京・神奈川	愛知・静岡	兵庫県
40% (約 200 兆円)	10.6% (52 兆円)	2%

1999 年度の卸売業の年間販売額ですが、東京と神奈川を合わせると約 200 兆円、40%です。愛知・静岡で 52 兆円、10%、兵庫県は 10 兆円、2%です。だから兵庫の 2%、愛知・静岡 10%に対して、ここまでは人口比例のようなものですが、ただし東京・神奈川になるとガンと増えてほぼ 40%となります。

ここから先は、いままでよりもっと眉毛に唾をつけて聞いてください。もしかするとこれまでのところも十分そうだとされるかもしれませんが。直接・間接被害に含めにくい被害をお金に換算するとどうなるか。これはわかりません。南関東の特に東京の首都圏機能、中心機能が大きな被害を受けたときの損失額を金額換算でどう見るか。皆さんの意見を聞きたいところですが、ここで聞いてあまり違ってもあとで言うことがなくなってしまう。私はこのへんのことを心眼で眺めて言っているだけの話ですが、少なく見積もっても 100 兆円に達するのではないかと思います。

そうすると東京は直接 100 億、間接 50 億、それに機能損失の被害といったものが 100 億で、250 億円というのが私の感じです。南海地域、東南海地域で一番大切なのは交通ルートとしての損失額の換算ではないかと思います。これはこういう考え方をしたらどうかと思います。関東、中部、関西地域の工業製品の出荷額は、およそ 100 兆円ぐらいです。さっきの 40 兆と 50 兆を足すと 90 兆です。それに大阪などを含めると、100 兆は過小評価かもしれませんが、100 兆とあまり変わらない。

地震が起こるとその半分、50 兆円分が東海の交通ルート被害の影響を受けます。関東の 50 兆の半分は北に行くでしょうし、西のほうの半分ももっと西に行くでしょうから、1 年で 50 兆円、そのうち半年分の 25 兆円がもしかすると非常に影響を受けるお金ではないかと思います。講釈師ようになってきてしまって、見てきたような嘘を言っているわけですが、震災の被害額を全部足し合わせて見ます。南関東地域に大地震が起こったときに 250 兆円、東海地域を含む地域に巨大地震が起こったときに 125 兆円というのが、東海・東南海・南海地震に対する国のシナリオの入り口になるべき数字ではないかと思っています。

ここで大切なシナリオの結果ですが、巨大地震の被害額は、南関東を襲う大地震の被害額のほうが、東海地域を襲う 3 大地震の被害額の倍ぐらい大きいのではないかというのが、私の感覚です。いろいろな数値を出されたり、いろいろなきれいな図をいただいた上で、あえて冷や水をかける方向で私は話しているわけですが、予測をするのもけっこうです。ただし地域の特性、マクロに日本を見たときにいったいどのようなことを考えるかということ、私は水道が 125 万戸などと考えることではないと思います。日本全体のこと、それから日本全体にいくつか大きな地震が起こる可能性を考えたときに、対象地域の重さはどのように考えるかが大切ではないかと思っています。

ここまでの数値を信用しようがしまいがご随意にということで、信用してもらえなくても仕方ないと思っていますが、私はそのぐらいの差が、やはり南関東の大地震にあると考えています。要するにいろいろ科学的な予測をやるのが、やるまいが、天災はもともときわめて不条理なもので、天災が忘れた頃にやってくるというのはいまでも事実です。なぜかということも忘れたころにやってくるのが天災だからです。

そのうえ兵庫県南部地震の後、地震学、地震防災の科学に対する社会の信頼は、一気に地に落ちてしまいました。起きるにしても 100 年に 1 回、500 年に 1 回という低い発生確率の事象、それらを毎日われわれが暮らしている生活の中で経験する危険のレベルと比較するのが、もともと無理なわけです。

神戸の地震の後で、お子さんが家賃の安いアパートに住んでおられて亡くなった親御さんが、「こんなことになるのなら、もっといい家に住まわせておきたかった」とおっしゃったと書いてありましたが、学生時代に贅沢をさせないというのも正しい選択の一つです。確率の低い地震発生を考えて、家賃が安いアパートに住んでその分遊ぼうと考えるのは若者の人情であって、それを科学的な地震予知でどうこうしようということはできないと私は思っています。

けれども、公助として国の資本投入をマクロに考えようとする、といった南関東の地震と東海の巨大地震をどうバランスさせて考えるかが大切です。これは両方とも考えなければいけない。南関東は一生懸命やったからこれでおしまい、東海は26年もやったからおしまい、今度は3大地震を一緒にやりましょうというのは、いくら何でもおかしいと思っています。

静岡県の東海地震対策は、いろいろなことをやられてきました。25年を超える経験をもっているわけですが、この経験がいったい何をもたらしたか。専門家は、新たに危険と言われた地域に対して、これをわかりやすいかたちで示す必要があると思います。被害想定の数値や地図だけを見ても、同じぐらいの揺れがきたときに、いままで東海地震対策を考えていたところの被害率と、これから考えようというところの被害率が大きく違うのか違うかわかりません。本当に小さくなっているのか。それにはいったいどのぐらいのお金が投入されたのか。そういうことが実は新しく危険だと言われた自治体が知りたいことだし、私も知りたいことです。

災害のシナリオという以上は、単なる被害想定に終わってはいけません。専門家の情報をアドオンしないことには意味がないと思います。静岡が危ないということで、静岡県の対策は一生懸命やってきました。今度3県、4県が危ないとなったとき、その3県、4県を同じようにやるのが一番いいことなのか。それとも壊れそうもないところを強くする。たとえば山梨県や中央線を強くするとか、中央道のほうを強くするといったことが大切なのか。われわれはオルターナティブを考えなければいけないのですが、そういうことを考えないで静岡でやったことを、同じように静岡から西方に伸ばしていくのが一番いいかどうかは、国として考えなければいけないことだと思います。

さっき今後の地震防災のあり方に対する専門調査会があったと紹介されましたが、報告書はこの7月に出了ました。結論は非常に当たり前のことしか書いていませんが、大切なのは実践だと書いてあります。要するにいろいろな地震に対するプログラムがいままでもつくられてきましたが、理論よりも実践という流れがない限りは、シナリオづくりは意味がないことになります。またどんなによいシナリオをつくっても、それを実践したとしても被害は起きるわけです。どれぐらいの被害なら許容するか。これは国によって違うはずで

す。先日、モスクワでテロリストが劇場に突入して、800人ぐらいの人が人質になりましたが、そのうちの百数十人は助け出されたけれども死んでしまった。これに対してプーチン大統領は全員を救出できなかったが、数百人を救うというほとんど不可能なことを成し遂げたと言って、成功を自賛したと新聞に書いてあります。わが国には同じようなことが起きたときに、こういうことを言える文化はない。そうすると国によって違う危機管理、国によって違う災害に対する考え方を取り入れて、どれぐらい被害を許すかを考えなければいけません。

昔から言っていますが、わが国にとって大震災というのは戦争です。戦争に被害、犠牲

は避けられません。しかし戦争は国民と国民がいますから、どんな国が相手であっても人がいて、そこには話し合いの余地があるわけです。自然災害が相手では、残念ながら話し合いの余地はありません。われわれのできることは、敵の戦力を分析する、予測することです。そして防御対策を考えることだけです。私の勤めているところにも地震学者はたくさんおりますので、地震学者の努力はよくよく理解していますが、戦闘開始は100年先かもしれないし、数時間後かもしれないというわけです。

はじめにお話ししたように、はじめも終わりもきわめて無責任な発言で申し訳ありませんが、これで私の話を終わりたいと思います。ご清聴ありがとうございました。(拍手)

参考資料「被害想定結果概要」の紹介

損害保険料率算出機構研究部

後半のパネルディスカッションに入ります前に、本日お配りしました参考資料について事務局より若干ご説明させていただきます。今回の災害研究フォーラムでは、現在話題となっています東海・東南海・南海地震という海溝型の大きな地震を取り上げまして、その災害シナリオをご専門の先生方にご論議いただくということで企画いたしました。

現在、国では内閣府の中央防災会議というところで、地震の被害想定作業を行っています。東海地震につきましては、地震防災対策強化地域の見直しを受けまして、本年8月末に新しい被害想定結果が公表されまして、大変話題になったということは皆さんご存じだと思います。東南海地震と南海地震につきましても、今後、中央防災会議が順次、被害想定をしていくということがわかっております。

すでに平成13年度に専門調査会が設置されて、度重なる検討を行ってしまっていて、いまではインターネットで検討結果が公開されています。したがってこれらの地震の被害想定は国のほうがちゃんとしたものをおつくりになることがわかっているのですが、今回、先ほど片山先生のお話にもありましたが、地震のイメージがまったくつかめないというのも何であるということがありまして、また昔、起こった地震のときの被害といまではだいぶ違っているだろうということがありましたので、私どもではこのフォーラムのために、非常に簡単ですが独自の被害想定を実施しました。

資料のいちばん最初に書かせていただきましたが、本資料利用上の注意ということでクレジットを入れさせていただきました。たいていこういう被害想定が出ますと、結果のところ、数字だけが新聞などに出て、そこだけ取り上げられて問題になることがあると思います。中には計算の上のことですので、数字はいくらでも出せるわけですが、そういうところの数字が先走ることがないようにということで、なるべく細かいところの数字は省かせていただきました。

しかもこういうものにつきましては、いろいろな前提条件がございます。たとえば地震が起こるといふモデルにつきましても、国のほうで検討しているのは、時間差がどれくらいあいたら次の地震が起こるかという細かいところまで検討していますが、とてもそういう作業をやることはできませんので、ここで取り上げている三つの地震は、それぞれ独立の地震だといふ被害想定をやっただけのものにしてあります。

したがって非常にマクロなかたちで、全体の被害の広がり、あるいは地震の揺れの広がりというものがわかるものを中心に、絵を中心にまとめさせていただいたものです。そういうものが含まれているという前提で、この資料をお使いいただきたいと思います。

中に取り上げられた災害につきましては、資料をご覧いただければおわかりになると思いますが、地震動による建築物の損壊の被害、それから地震火災による建築物の焼失の被

害、それから沿岸での津波の波高、電気・ガス・水道などのライフラインへの影響、道路や鉄道など交通機関への影響、最後に産業施設ということですが、ここでは危険物施設だけです、それらへの影響を整理したということです。

先ほど申し上げましたように、あくまで被害想定ということですので、モデルがかなりフィックスしたものです。実際の現象は、それからかなり偏差が起きて起こるということがありますので、この資料をそういうふうにお使いいただければということをお願いします。

中の資料をつくるに際しましては、できるだけ兵庫県南部地震と比べられるようなかたちの図表を取り上げてみました。ただ先ほど片山先生のお話にもありましたが、兵庫県南部地震のサイズと、ここで問題にしている地震のサイズでは全然大きさが違いますので、図面で比較するようなものをなるべく入れてみたのですが、サイズが全然違います。尺度が違うということで、そこだけはご覧になるときにご注意ください。たとえば震度分布図というものでも、神戸のところだけクローズアップされている図面と比べていますので、こちらの大きな地震はもう少し広い範囲を表示しています。縮尺が全然、違ってしますので、そこだけはご注意ください。

それでは結果についてごく手短にご説明いたします。資料の2ページをご覧くださいませでしょうか。表1.1が被害想定項目と想定手法ということで、その概要がまとめられています。これらの手法の多くは以前私どもでつくった地震被害想定資料集に手法、算式等が載っていますので、そのへんのことを詳しく知りたい方は、そちらの資料を用意してありますので、必要でしたらお申し出ください。

それから想定範囲と結果は3ページに出ています。3ページの上のほうのブルーの色が付いているところが今回、計算対象にした範囲ということです。それから結果は表1.2に、大ざっぱな数字ですが、こういうかたちでまとめて表示してあります。

まず揺れの被害ですが、住宅と事業所の二つに分けて、住宅につきましては国が調査している住宅土地統計調査を母数にして計算しました。事業所につきましては、事業所統計調査という、やはり国が行っている統計がありましたので、これを使いました。一般的には、自治体で被害想定を行っているのは固定資産のデータを使っています。固定資産のデータは公開されていませんので、私どもでは入手できません。したがって母集団の数に少し違いがあります。そこはご注意いただきたいと思います。

今回、問題になっている地震が非常に大きな地震ということで、いままでの簡単な揺れの計算だけではわからない現象が起こるだろう。のちほど建築のご専門の先生からもお話が出てくると思いますが、超高層の建物等はおそらくかなり揺れるだろうということがありましたので、この資料の中で高層建物については別の計算を行っています。

15ページから高層建築物への影響ということで、これは名古屋と大阪だけですが、断層のところにはアスペリティを考慮した地震の揺れというものを計算してあります。ただこれが出てきた結果も、一応、工学的基盤における地震動を評価しているだけで、スペクトル

で見られる結果が 18 ページに表示されていますが、実際に地上に建っている建物ですと、表層地盤の影響が大きくなると思いますので、そこまで計算しているわけではありません。そういう意味で、どのへんの周期の波が卓越するのだろうかということがわかるようなかたちで表示してあります。

ご注意いただきたいのは津波で、14 ページ目に津波の表示として、最高潮位時の最大波高と標高との差というかたちで伊勢湾と大阪湾だけ表示しました。実は津波は港湾に来て遡上するとき、実際には堤防や防潮堤がありますので、簡単には内陸には入らないようになっているわけです。これはGISの計算の上ですので、津波の波高と標高との差だけを色分けしているということです。こんな奥まで浸水するというわけではなく、通常の堤防などが正常に機能していれば、津波は防げるだろうと思います。そこまでの細かい計算は行っておりません。そこだけご注意ください。したがって浸水域という表現は一切してありません。

それから火災ですが、19 ページから火災の想定結果を載せてあります。阪神大震災のあと地震の被害想定がずいぶん見直されていますが、たいていの火災の被害想定は消防力を考慮していません。ここで取り上げている火災の被害想定も消防力は入っていません。実際には初期消火を含めて消防力はいろいろなかたちで活動することになるとは思いますが、火災の想定はある意味で燃えるに任せているという条件での被害というかたちになっています。

それから 21 ページがライフラインです。ライフラインの被害というのは、主に兵庫県南部地震のときの各ライフラインの被害率をベースにして、加速度やSI値、経験値から求めた被害量です。兵庫県南部地震のあと、それぞれの事業者は地震対策をだいぶ進めていて、ガス管、水道管などはだいぶ強化していると思いますが、そういう要素はこの被害想定では入っていません。

それから 26 ページ以降が道路、鉄道などの交通機関です。これも皆さんご案内のように鉄道や道路の橋脚の補強などがいま十分行われている状況ですので、このときの被害率というよりもだいぶ低いものになるだろうとは思われますが、阪神のときの結果から出しているということです。

最後に産業施設ですが、産業施設については被害想定が難しいということがありましたので、ここでは揺れの強いところにどれくらい危険物があるのかということだけを表示しました。もちろんここに含まれていない危険物もあると思います。そういうものや、それらの発散や拡散による影響も無視できないのかもしれませんが、それらを想定することは今の技術では難しいだろうということで、震度がある程度以上になるところの市区町村に所属している消防本部ごとに置かれている危険物の施設数を載せるだけにとどめました。

被害想定を出すという問題になるだろうということはわかっていたのですが、それでも全体像をつかむためにあえてまとめてみる、というかたちでやったものだというので、そのところだけご注意くださいと思います。

.パネルディスカッション

司 会：北 川 良 和（慶 應 義 塾 大 学）
パネリスト：都 司 嘉 宣（東 京 大 学）
翠 川 三 郎（東 京 工 業 大 学）
目 黒 公 郎（東 京 大 学）
片 山 恒 雄（防 災 科 学 技 術 研 究 所）

北川 北川でございます。僭越でございますが、司会を務めさせていただきます。本日、ご出席されております方々は損保会社の方々、日本損害保険協会の方々、先ほどもご紹介がございましたように料率算出機構の中にございます各種委員会の先生方、地震災害での専門の先生方等、多数の方が参加されております。



早速ですが、話題提供に入らせて頂きます。その前に本日の予定について概略をご説明させていただきます。お手元資料の目次にありますように、都司先生、翠川先生、目黒先生のお三方につきまして、各 20 分ずつ話題提供を頂きます。各話題に対して、一つか二つその内容に対するご質問をお受けさせていただきます。

その後、地震火災の観点からの話題がございませんので、本日、損保機構の委員会の中でのメンバーでおられます村上處直先生に、少し地震火災について話題提供をお願いしたいと考えています。

そのあと質問に移らせていただきますが、まず初めにいろいろな被害想定というものに対して、皆様方がどれだけ理解をされたか、または疑問点を持たれたかについて質問をさせていただきます。地震保険でいろいろ算定基準をつくったり、具体的に現場でいろいろやっておられますので、多くの疑問点をお持ちと思います。今日は講演会ではございませんのでざっくばらんに、先ほど片山先生のほうからかなり本音的な話も出ていますので、聞くは一時の恥、知らぬは一生の恥という観点で、大いに質問していただければ幸いです。今回のPDが会話形式といたしますか、ひとえに皆様との協力のもとで成り立つと思いますので、よろしく申し上げます。

北川 では早速ですが、「過去の東海、南海地震に学ぶ災害シナリオ」と題して、都司先生から話題提供をお願いします。

都司 ただいま紹介をいただきました東京大学地震研究所の都司と申します。将来起きるものに対してどうしようというときには、まず過去に何が起きて、どういうことに用心しなければならぬかということを中心にしなければいけない。やはり過去に学べ、ということから話題が始まるべきだと思っています。



1〔南海地震系列の巨大地震とは〕

いま話題になっているのが南海トラフ沿いの巨大地震とはということからお話しします。これは東海地方の東海地震系列の地震、それから南海地震系列の地震の2つの系列の巨大地震に分かれます。さらに細かく分ければ東海地震を東海地震と東南海地震の二つに分けます。このフォーラムの題にはそうなっていますが、この二分法にはあまり意味はありません。代表的なものとして南海地震系列の地震ということを中心にまず調べてみようと思います。

1番目の特徴としては、日本列島の南の海から北上してくるフィリピン海のプレートですが、だいたい1年あたり5センチずつ北上してきます。それが日本列島をのせる、ユーラシアプレートの下にもぐり込もうとする。その二つのプレートの境界目の滑りで起きる海溝型の巨大地震、マグニチュード8程度のものが起きているということが第一の特徴です。それは約100年前後の間隔で起きています。

一つ前が1946年でしたから、すなわち考えれば次は2030年あるいは2040年くらいに次の南海地震は起きるのではないか。私も含めて、大勢の地震研究者たちはだいたいその意見が正しいと思っています。

それから南海地震は紀伊水道あるいは四国の南の海で起きる大きな地震ですが、これは東海地震とペアをなして起きていることが多い。たとえば昭和19年の東南海地震の2年後に南海地震が起き、さらに90年ほど前、幕末の1854年の安政東海地震の次の日、32時間後に安政南海地震が起き、さらに平安時代の1096年の嘉保東海地震の3年のち、1099年に康和の南海地震が起きています。東海地震が起きてから、ほどなく南海地震が起きるという例を、われわれは歴史上3回知っています。また1707年の宝永地震はほぼ同時に起きたものと見なすことができます。

どの南海地震もいつも大きな津波を伴います。南海地震が起きたときは地震そのものより津波によって大きな被害をもたらされると言えます。それからもう一つ、案外知られていないことを一つ言っておきます。近畿地方あるいは四国中国地方の内部に起きている、プレート内の地震です。直下型の地震と言われることがありますが、その地震の活動と南海地震とは無関係ではないということも今日お話ししようと思います。

(注) 印の番号は、71頁以降に掲載してある図番号を示す。

2〔東海地震と南海地震〕

東海地震と南海地震とがどのような起き方をしているのかということで日本列島の絵を描いてみました。地図の下のグラフでは、たて軸に西暦の年号がとってあります。いちばん下が現在です。どういう海域にまたがる地震があったかということを書いたのがこの絵です。先ほど申し上げましたように昭和 19 年と 21 年の東南海と南海地震、それから 1854 年の安政東海と安政南海地震、それから 1707 年の宝永の地震は同時に起きたと見なされる。それから平安時代の 1099 年と 1096 年のペアがあります。

古い時代だと、東海地震だけが知られていて、南海地震がないかのような例があります。さらに西暦 1500 年から以後だけを見ていると、南海地震はだいたい 100 年に 1 回ずつ起きています。ところが古い時代、すなわち平安時代、鎌倉時代のところはこの間隔が間延びしているようにみえます。たとえば 1099 年の康和南海地震の次は 1361 年の正平の南海地震になっており、この間 262 年間も南海地震がなかったかのように見えます。これは本当なのだろうか。実を申しますと、記録が失われて、本来、南海地震があったのに、われわれはそれを知らないだけではないかと考えられるのです。

従来東海地震だけが知られていて、南海地震はないと思われていた例の一つに明応の東海地震（1498）があります。この東海地震とペアをなすべき明応の南海地震は知られていなかったのですが、5 年ほど前に明応南海地震があったことに気が付きました。そのことものちほどお話しいたします。

3〔昭和 21 年南海道地震震度〕

いちばん新しく起きた南海地震は昭和 21 年（1946）の南海道地震ですが、この図は高知県で、木造家屋が何%倒れたかということを示しています。いちばん大きな被害が出たのは中村市です。四万十川が中級河川の後川との合流点の少し上あたりでは、50%以上の木造家屋が倒れました。当時はまだ震度 7 は定義されていませんでしたが、現在の物差しで言えば、震度 7 です。それから震度 6、すなわち 1%以上の木造家屋が倒れた場所というのは高知市から安芸市にかけてです。それから地盤が固いはずの室戸岬の先端付近で大きな揺れが生じているわけです。

それからもう一つ火事です。南海地震のときに新宮、高知県須崎市多ノ郷、それから中村市の 3 カ所で大きな火事が生じています。

4〔災害形態 - 土地の沈下〕

実は先ほどから地震が起きたら、地震の揺れによる建築の被害、津波の被害、火災という三つの被害が出てくると皆さん言っていました。実はもう一つ全然別の被害形態があります。土地の沈下という第 4 の理由の被害形態であります。これはいままで誰も言っていなかったのですが、これはあまのじゃくというか、他人が言わないから私が言うのですけれども、土地が海に没してしまっなくなるといふ現象です。

どういうことかということ、南から北上してくる、フィリピン海のプレートが日本列島をのせるユーラシアプレートの下にもぐり込んでいますが、南海地震が起きると、この動き

が短時間に急に進行します。室戸岬や足摺岬や串本付近は、下にものが入ってきますから土地が隆起します。ただし室戸岬のほう引きつったように上にあがってくる反動として、高知平野の奥は土地が沈下します。昭和 21 年の南海道地震の何年か後の国土地理院の測量によると、高知はおよそ 60 センチ沈下したことがわかっています。ただし地震の次の日にはおよそ 1.2 メートル沈下しています。すなわち南海地震が起きると高知平野の土地は 1 メートル 20 から 1 メートル 40 くらい地面が沈下する。ただしそののち 3 年ほどのうちに半分までは回復して、半永久的に 60 センチほど沈下は残ってしまいます。そういうことが起きるわけです。

5〔安政南海地震に伴う四国の地盤変動〕

いまから 150 年ほど前の安政南海地震でやはり同じようなことが起きていることが、古文書の記載から判明しました。この地震が起きた幕末のころは歴史の記録が非常にはっきりしています。高知の前面の海岸の桂浜というところでは 4 尺 (1.2 メートル) 土地が下がり、浦戸でおよそ 3 尺あまり (約 1 メートル) 地面が下がり、上ノ加江で 3 尺から 5 尺 (1.2 メートルから 1.5 メートル) くらい土地が下がりました。つまり、この標高より低い土地は海になってしまったのです。これが結構、高知にとっては重大な被害なのです。

6〔昭和 21 年高知市における南海地震の次の日〕

それがまだピンとこない人がいるかもしれませんが、この写真を見ると大変なことが起きていることがわかると思います。高知市で南海地震の次の日に、市街地の東方にそびえる五台山という山に上がって、高知市の写真を撮ったものです。昭和 21 年の写真で少しぼんやりしていますが、山の上に上って、高知市の中心街を見えています。久万川の堤防が見えその両側に水面が広がっていますが、川と反対側は全部田畑だったのです。市街地周辺の畑だったのですが、全部海になってしまっているわけです。橋がかかっており、平行に走る堤防によって川筋をたどることができます。幅だけが海までずっと川だったのですが、それを越えて市街地に迫るところまで全部海になっているわけです。

高知にとりましては、100 年に 1 回南海地震で、その瞬間に 1.2 メートル下がる。それがその後 3 年間のうちに 60 センチほど回復する。しかし 60 センチは半永久的に下がりっぱなしになる。ところが次の南海地震を迎える 100 年のあいだに洪水が何回か起こって、山から土砂が供給されます。それで土地が回復して、高知の海岸線は長い年月を見れば、維持されているわけです。ところが高知の山の中で砂防堤ですか、洪水を防ぐためにダムなどをつくります。そうすると土砂の供給がないまま南海地震が次々起きます。

そんなことを繰り返していると、高知の土地は海に没してなくなってしまいます。最後はどうなるかという、高知平野のところに浜名湖ができあがる。このように土地がなくなるという災害があるのです。南海地震によって起きるのは、地震と津波、火事だけではない。土地がなくなるという重大な災害が起きる。このことも頭に残しておかなければいけません。

7〔宝永地震の震度分布〕

たとえば南海地震が起きたら、どの範囲で震度6が起きるでしょうか。宝永の地震というのは、南海地震の中でも1000年に1回の最大の南海地震でした。静岡県から四国にまで及ぶ広い範囲で震度6という、お化けみたいな大きな地震が起きたのです。よくこういう地震や津波の対策で、どうするかという議論があります。あるいは行政はそれに対する対策はちゃんとできているのかということがよく議論されます。

ところが、これはあとで津波のところですが、ときには1000年に1回くらいは、いまの技術で見ても、人間業では到底対処できないような大災害があるということを、同時に知っていなければいけない。対策が立てられると思っているのは、人間がまだ不遜だということです。それを上回る災害があることもちゃんと知っているということです。宝永地震はそのような災害であったのです。

8〔遺跡中の地震痕跡〕

いま南海地震と東海地震はペアで起きているという絵を出しましたが、この太い線で引いてあるところは古文書によって記録の残っている地震の発生域を示しています。

ところが最近では古文書だけではなくて、地質学の証拠、たとえば液状化の痕跡によって、正平南海地震(1361)と康和南海地震(1099)の間の年代に震度6を超えるような未知の地震があったことが知られてきました。たとえば明応の地震(1498)は東海地震しか、古文書では知られていなかったのですが、寒川さんという地質学の専門家の方が研究しておられるのですけれども、徳島県板野町や高知県の中村市のアゾノ遺跡で1500年前後の年代で非常に大きな地震があったことが、液状化の跡を調べることによってわかってきました。

ということは明応東海地震のペアの相手の南海地震があったらしいということです。これは古文書ではわからないけれども、あったらしいということがわかってきました。さらには白鳳の地震(684)は、南海地震しか知られていなかったのに、それとペアをなすべき東海地震があったらしいということが知られてきました。

もう一つ注目すべきは、康和南海地震(1099)と正平南海地震(1361)の間に間が抜けて、260年ほど南海地震はなかったようにグラフでは書かれています。実は1185年(文治元年)の京都近江奈良の地震は南海地震であったらしいことが判ってきました。こういう話は今日はあまりしませんが、実は平家物語の中にこの南海地震のことが出てきます。

9〔明応南海地震の発見〕

明応の東海地震(1498)に対して南海地震はなかったのかというと、あったことが発見されました。どう発見されたかということ、明応7年の8月25日に東海地震があったことは確かです。京都や奈良の坊さんや貴族たちは毎日日記を書いています。その日記の中に、8月25日の東海地震の日の記録に、京都でも強く揺れた、奈良でも震度5くらい揺れたと坊さんたちは書いています。ところがこの同じ年の6月11日、京都、奈良でかなり大きな有感地震があったと、数件の坊さんや、貴族の日記の中に書いてあります。

これが南海地震である可能性はないかということを考えてみました。実は「九州軍記」

という軍記ものの中に、「明応7年6月11日、九州で山崩れ、地割け、泥湧きだし、海、川へ入る。」という記載がありました（九州柳川の古文書）。これは津波の記載です。これがどうも南海地震らしいのです。しかし、これは軍記であるということで、日本史の専門家からはあまり信用できないと言われてしまって、この文献を根拠とするには証拠薄弱とされてしまうのです。

10〔中国上海で記録された明応東海地震の記録〕

6月11日の事象が本当に南海地震ではないか。日本史の専門家にはなかなか信用してくれない。それならばというわけで、こんなことを調べました。明応7年6月11日、この日、日本の記録が信用できないならば、中国の記録はどうか。中国上海で記録された南海地震の記録がありました。この6月11日は中国の明の時代、弘治11年6月11日に当たります。このとき、江蘇省蘇州市というところで井戸水がわきおどり、長い間揺れていたと書いてあります。

それからさらにその南、江蘇省常熟というところで6月11日の申の刻、午後4時、村中の川が大きくあふれた。津波のようなことが起きて、村の中の井戸水がわき上がったというのです。申の刻です。

11〔明応南海地震の発見〕

ところで先ほどの「九州軍記」の記録によりますと、この地震が九州で起きたのは、巳(み)の刻、すなわち午前10時か11時ころです。時間が中国側の申(さる)の刻という記録と6時間ずれているように見えます。ところが四国のあたりで津波が発生して、津波の伝搬速度は長波速度 \sqrt{gD} (D :深さ)で伝わります。そのスピードで津波が伝わるとすると、上海まで7時間かかります。そして申の刻に上海で津波として観測されるのです。さらに四国と上海で1時間の時差があることを考慮すると、時間まで完全に合っています。

ということは、こういうことがわかります。実は明応東海地震とペアをなすべき南海地震があったのです。これは日本の記録からは「九州軍記」以外は失われた（実は6月11日に津波があったとする記録はこれ以外にも、三重県、愛知県に存在する。すべて8月25日に日付誤記と理解されてきた）。中国の上海の常熟に伝わった津波は、中国でしっかりと記録されていたのです（注：この記録の存在自体は宇津徳治によって指摘されていた。）

一つ気をつけなければいけないことを言います。平安時代の例では嘉保東海地震（1096年）が先で、康和南海地震（1099年）があと、東海が先、南海があとです。それから幕末の安政地震（1854）のペアも東海が先で、次の日に南海地震が起きています。それから昭和19年、21年のペアも東海が先、南海があとです。ところが明応地震は南海が先、71日後、東海があとです。順序が逆です。ペアで起きることがこれまで知られていた3例を見ていると、東海地震が起きて、まもなく南海地震が起きる。だから東海地震が先、南海地震は後という「常識」が地震研究者の脳裏にも定着してきたようです。しかし、明応地震のペアは逆に、南海が先、東海が後に起きました。というわけで明応地震によって従来の常識が1個消滅することになります。

さらに古い時代はどうであろうか。われわれはまた全然別の方法で、歴史記録がない時代のことがわからないかということを考えてみました。

12〔湖底津波堆積層調査〕

実は浜名湖、紀伊半島の大池（尾鷲市）諏訪池（紀伊長島町）それから糾ヶ池（高知県須崎市）という海岸線のすぐ近くに小さな池があります。こういう池は津波のときだけ外海から水が入ってきて、外海の砂を湖の底に沈殿させます。そして湖の底に薄い外洋性の砂の層を形成します。それを調べてみたわけです。いま大池の記録をお見せします。

13〔平成 12 年尾鷲大池のピストンコア〕

いま私がピストンコアと言いましたのは、湖の底の堆積層の鉛直ボーリングの柱状サンプルのことです。その中に約 10 層の外洋性の砂の薄い層が見つかりました。砂に含まれている貝殻や木片の炭素 14 法で、貝や木の死んだ年代を調べその砂が外洋から入ってきた年代を推定します。もう少し厳密に言えば、その砂に含まれている貝や木などが枯れた年代を調べたのです。たとえばこのピストンコアの中には の砂層があって年代的に 1096 年の嘉保東海地震の津波と考えられます。西暦 1023 年プラスマイナス 40 年に死んだ貝の化石を含んでいます。

図の 2 のサンプルの砂層 には鎌倉時代、1297 年ころに死んだ貝の化石が含まれ、には 695 年から 772 年ごろの貝の化石が含まれています。おそらくその年代の直後に起きた津波によって外洋から運びこまれたものでしょう。歴史記録と対応させると、 は A D 684 年の南海地震とペアをなす東海地震の津波らしい。それから は平安時代の 1096 年の津波であって、これは鎌倉時代の古記録に現われない津波、すなわち歴史記録の失われた津波です。さらに歴史時代をさかのぼると全部で七つの津波記録が出てきて、いちばん古いものは B C 5 世紀、いまから約 2,480 年前、すなわちキリストが生まれる約 500 年前の津波があって、しかも 100 年とか 200 年を周期として南海の津波がずっとあったことがわかってきました。つまり、東海地震というのは歴史記録よりもさらにさかのぼっていくつかあることがわかりました。

14〔南海地震のメカニズムと近畿地方の内陸地震〕

南海地震のメカニズムと近畿地方の内陸地震の話をしてします。

15〔活動期に入った地震列島〕

すでに京都大学の尾池和夫先生はこういうことを指摘しておられます。1854 年に南海地震が起きたのですが、その前後の年、70 年間に内陸で起きた地震をプロットするとこうなる。それを外した年代をやると、ほとんど地震がない。それから 1946 年の南海地震の前後 70 年に起きた記録をとる。その時期を外すとほとんど地震が起きていない。こういう絵が描けましたということです。

16〔「親分」、「子分」その 1〕

もう少しお話をするとこうなります。いま近畿地方の内部が被害地震が起きたとき、縦軸にマグニチュード 6、7、8 ととり、横軸に時の流れを取ります。安政の南海地震は 1854

年に起きています。近畿地方の内陸部でも、こういう一群の中規模（マグニチュード6、から7）地震が起きています。それから昭和19年、21年の南海地震、東南海地震が起きたときにも、近畿地方の中央部ではその前30年、後10年の約40年の間に一群の地震が起きています。それから宝永地震のときもそうです。この南海地震が起きる前30年、後10年の間にこういう内陸性の地震が起きています。このような南海地震を「親分」とする子分たちの活動期と次の活動期の間には全然地震がない時期が50年ほど続きます。慶長南海地震（1605）のときもそうです。南海地震が起き約10年ほどすぎると、そのあと静かな時期が続きます。

こういう目で見てみますと、こういうふうに一群の地震が、親分が出てくる30年くらい前から子分が現れて、親分が出たあと10年で収まるという起き方をしています。そうすると兵庫県南部地震は何だったのだろうか。これは次の親分が出てくる子分のトップバッターが現れたと見るべきである。私はそう解釈します。これが子分のトップバッターだとすると、これが起きてから30年か40年したら親分が現れる。2030年くらいに次の親分が現れるのではないかと考えています。

17〔「親分」、「子分」その2〕

1500年からあとだけではなく、古代から調べるとやはり同じことが言えて、887年の仁和の地震のわずか前に山崎断層が動いたとされる播磨の地震（868）がある。朝廷の正史「三代実録」に記され、古代なりに記録は正確です。康和南海地震（1099）の場合にも、その三、四十年前のところで子分たちが起きている。現代ではなく、はるか古代も「親分の南海地震の前後に従う子分の近畿内陸地震」という傾向が見られます。

というわけで、兵庫県南部地震（1995）は次の親分を迎える子分のトップバッターであるというふうに読むことができるというわけです。このことから、次の南海地震は2030年ころからということが示唆されるのです。

18〔1700 - 1950年の図〕

今度は東海地震のことを言います。上方に東海地方の地図を描いて、下方に地震のダイヤグラムを配します。縦に時の流れをとります。東海地震（東南海地震）が起きたのは1707年、1854年、1944年です。この範囲で東海地方から近畿地方にかけて中程度の被害地震がどこで起きているか。それを全部プロットしたのがこれです。宝永地震に先行してその19年前に遠江三河の地震が起きています。それから安政東海（1854）が起きる14年前に天保12年（1841）の久能山の地震（M6.0）が起きています。それから東南海地震（1944）の9年前に静岡の地震が起きています。

それ以外の時期は中規模の被害地震はまったく起きていないのです。一つの東海地震から次の東海地震が起きるまで100年あまりの間隔で時は流れているのですが、この真ん中の七、八十年の間、まったく地震は起きていません。次の大きな地震が起きる10年か15年前に静岡県の平野部に中規模地震がポコンと起きて、そして数年から10数年時が過ぎて次の東海地震が出てくるわけです。この流れでいきますと、次は静岡県の平野部の中

で中程度の地震が一つ起きると、それから何年か経つと次の大きな地震が起きる。そんな起き方をするのではないかということが示唆されます。

津波が怖いという話を少しだけやっておきます。特に大阪は津波で怖いです。

19〔南海地震の津波の浸水位置〕

これは絵があまりよくないのですが、下方のグラフは南海地震によって起きた津波の高さで、0、2、4、8、10メートルと目盛ってありまして、四国の海岸、それから紀伊半島の海岸ですが、この○が昭和21年の南海地震、△が幕末の安政東海地震、×が宝永の地震による津波の浸水高さをプロットしてあります。宝永の地震が飛び抜けています。高知県の海岸では昭和21年の南海道地震だと四、五メートルですんでいるのが、宝永地震の津波では標高24メートルとか15メートルまで来ています。

特に大阪は、昭和21年はわずか70センチに過ぎませんでした。ところが安政南海地震（1854）のときと、宝永地震（1707）のときには3メートルを超える津波の高さが大阪の町を襲っているわけです。昭和21年程度ではないのです。次の南海地震が来るといったときには、大阪は3メートルまで浸水すると思わなければいけないということです。

20〔大阪が危ない〕

ところが大阪の人は結構油断しているところがあります。昭和21年の南海道地震は、大阪は地震のゆれの強さは震度4、津波はわずか70センチです。ところが宝永、安政南海では大阪は津波の大被害を受けています。この×が幕末の安政の南海地震による津波が町の中に入ってきまして、道頓堀や土佐堀で落下した橋の位置を示しています。海から水の都大阪の堀に侵入した津波は避難する人をのせた船を運び、その船が橋に衝突すると、船は転覆し、橋は落ちました。橋が落ちると同時に船に乗った人が溺れ死んでしまう。安政南海地震（1850）のときには、大阪全体で341人が津波で死んでいます。地震で死んだ人はほとんどいないのですが、津波で人が死んでいるわけです。

21〔大阪大正橋 安政津波石碑〕

JR環状線に大正という駅があります。そこに大正橋という橋があって、花崗岩の上に書かれた大地震両川口の津波の被害記録というものが出てきます。

22〔大地震 両川口津波記〕

ここに非常に印象的なことが書いてありまして、全部読むわけにはいきませんが、これは嘉永7年（安政元年）の地震によって、まず地震が来た。地震から逃げるために、人々は船を使って川に逃れた。川に逃れて、ひと安心と思っていたら、2時間後に津波が入ってきて、これが橋にぶつかって、341人も死んでしまったということです。

いまより148年前、宝永4年にも大地震があって、やはり人は船に避難したところ、その船が津波によって運ばれて転覆し、溺死人がたくさん出た。ところが長い年月経ったために、そういうことを知っている人が少なかった。同じ理由で大勢の人が死んでしまって、大変痛ましいです。これから将来、また同じことがあるかもしれないから、注意せよ。大地震が起きたときは、津波のことを考えて、船で逃げるなど書いてあります。願わくば、

心あらん人は毎年この碑の文が読みやすいように、毎年、墨を入れろ、という文で碑文が結ばれています。このように碑文には、先祖の教訓を生かせなかった悔しさがにじみ出ています。

23〔安政地震碑文〕

これは大阪府堺市の大浜公園の石碑、安政地震の碑文です。これはちょっとまた違うのです。同じように地震・津波を経験したのですが、堺市の方は助かったのです。一人もけが人はいない。地震があった。津波もあった。家も潰れた。しかし誰もけがをしなかったというのです。その理由は、宝永のときに大きな地震があって、津波もあった。船で逃げて命をとられた者が多かったことは知っていた。だから今回、津波が来たときは船で逃げなかった。だから堺の方は一人も死なず、けが人一人出さなかった。

この二つの石碑は大事な教訓を残しています。ちゃんと知っている人は助かっているのだけれども、そのことを忘れてしまっている人は死んでしまっている。そういうことをわれわれは大事な教訓として、大阪の人にいまこれを知っていますかと聞いてみたいものです。

24〔後背湿地〕

あと地震の被害は後背湿地で起きるということをお話しします。これは昭和19年の東南海地震による家屋の倒壊率の分布を示したものです。いちばん大きく家が倒れたのはこの場所です。天竜川の一つ東側の太田川の流域です。

25〔太田川の後背湿地〕

静岡県の東部を大きなあばれ川である天竜川が流れています。天竜川の周辺はあまり被害は大きくありませんでした。それと平行して東側を南北に流れる太田川の兩岸の平野で被害が大きいのです。これはどういうことかと言いますと、天竜川のようなアルプスから流れ出した大きな川は、大きな石を含む自然堤防を発達させて天井川になっています。この両側、自然堤防の土手の中には大きな石がたくさん入っています。だから平野であっても揺れは比較的小さいのです。

こういう天井川は川の水を集めたあと、川床が高くなっているものですから、川の水の一部は伏流水、地下水となってもぐり込んで、この背後の平野部に後背湿地ができます。そこもまた緩やかに流れる川（太田川）ができあがります。そのゆるやかな川の流れている平野部、特にその合流点の近くがいちばん沖積層が厚く被害が大きく表れるのです。

26〔太田川の川筋〕

この絵でお話をやめますが、この後背湿地を集めるところ、天竜川のすぐ近くはいいのですが、後背湿地の太田川の川筋が集まるところで、ほとんど全部の家が全壊しているところが広がっています。太田川の支流原野谷川の北側の平野で過半数の家屋が全壊しました。時間が少々オーバーしましたが、限られた時間にできるだけたくさんの資料をお見せしたいということで、このようにつくらせていただきました。以上です。（拍手）

北川 どうもありがとうございました。都司先生には大変興味深い話題提供をしていただき

ました。津波関係でご質問はございますか。まさか土地がなくなるなんていうのは思いも
しなかったものですから、いかがでしょうか。何かご質問はございませんか。

全体的に津波被害というのは、今後、津波対策をどうするか等、いろいろございますで
しょうし、総合討論のところでも討議して頂ければ幸いです。どうもありがとうございました。
(拍手)

北川 続きまして「広域被害と軟弱地盤」と題して、東京工業大学の翠川先生、お願いいたします。

翠川 東京工業大学の翠川です。広域被害と軟弱地盤ということで話題提供をさせていただきます。

27〔1985年メキシコ地震〕

非常に巨大な地震になると、被害は非常に遠いところまで及ぶということで、典型的な例の一つとしては、1985年に起こったメキシコ地震があげられるかと思います。この地震はやはり海溝型の地震で、マグニチュード8クラスの大い地震です。この地震のときに震源域から300キロも離れたメキシコシティでは、この写真でもありますように、高層ビルが崩壊して、多くの方が亡くなって、多くの被害が出ています。今回、想定されている三つの地震も、こういった地震と同じマグニチュード8クラスの地震ですので、こういったようなことが起こるのだろうかということをここで考えてみたいと思います。



28〔東海地震の震度分布〕

これは中央防災会議から出された東海地震の震度分布で、黄色が震度6弱、オレンジが震度6強、赤が震度7の地域を示しているものです。これを見ますと震度6の地域は、神奈川県西部から愛知県にかけて広い範囲にわたっているわけです。ここに小さな絵があります。これは兵庫県南部地震のときの震度分布を同じスケールで書いたものです。この黄色の部分は同じく震度6弱の地域、オレンジ、赤と同じ色合いで示しています。

このようにマグニチュード7クラスの地震と8クラスの地震では、これくらいスケールが違うということですから、やはりその被害というのは兵庫県南部地震で考えられているよりもかなり広域に及ぶのだということが、これでなんとなくわかりいただけるかと思います。

29〔過去に被害域はどこまで広がっているか〕

それでは実際に過去にどんなことが起こったかということで、先ほど都司先生も過去にどんなことが起こったのかは重要だということなので、私のほうでは昭和東南海地震、それから昭和南海地震でどんな被害が起こったのかということを紹介したいと思います。

30〔震度6の面積〕

まずどのくらいの広さの地域が震度6を被ったかということで、だいたいのスケールを見ていただきたいと思います。横軸がマグニチュードで、縦軸が震度6の面積です。兵庫県南部地震ですと、300平方キロくらいが震度6を被っています。これはちょうど名古屋市の面積と同じくらいです。

東南海地震ですと 2,000 平方キロとか、南海地震ですと 700 平方キロです。東海地震に対応する比較的最近の地震はありませんが、たとえば東海地震と同じように震源域が内陸に起こっている M 8 の関東地震は、震源域の位置と陸地の関係が似ていますから、これは参考になるかもしれません。関東地震のときは 6,000 平方キロくらいで、ちょうど愛知県の面積になりますから、兵庫県南部地震では名古屋市のスケールがやられて、関東地震は愛知県のスケールがやられたというくらい、スケールが違うわけです。

31〔1944 年東南海地震の被害〕

実際に東南海地震でどんなところに被害があったかということを見たいと思います。これは飯田先生による建物の死者、負傷者、住家・非住家の被害を県ごとに示したものです。当然ですが、愛知県や静岡県で大きな被害があるわけですが、よく見えますと、長野県に全壊家屋 13 棟というものがあります。

32〔長野県、静岡県の被害〕

これはどこかというと諏訪です。これが震源域から 200 キロくらい離れていますが、全壊家屋が 13 棟出ていて、震度 6 まではいっていないかもしれませんが、震度 5 強相当の飛び地的なものがこういうところに出ている。ここは非常に地盤の悪いところで、地盤が悪いと、こういう大きな地震ですと、非常に離れたところでも被害が出てくるということです。

これは木造家屋の被害率の全壊率の分布を示したのですが、ご覧になっていただければわかるように、まだら模様をしていて、震源に近いところで必ずしも被害が大きくて、遠いところでだんだん小さくなっているというわけではないわけです。先ほど都司先生からお話がいったように、太田川流域、菊川流域も地盤が悪いので、震度 7 相当の非常に大きな被害が出ています。

33〔東南海地震での清水市の被害分布〕

もう一つ注目したいのは清水市がありますが、清水市でも震源域から 100 キロ以上離れていますが、震度 6 相当の被害が出ています。これは東南海地震での清水市の被害分布ということで、宮村先生がお調べになった結果を持ってきましたが、同じ清水市でも被害のあったところとなかったところがあって、たとえば有名な三保の松原というところは、砂州という非常に締まった砂地盤ですが、こういう比較的固い地盤ではほとんど被害が出ておりません。一方、非常に軟弱な泥層が堆積しているようなところで被害が集中していて、このあたりは震度 6 相当の非常に強い揺れだったろうと言われていました。

34〔1946 年南海地震の被害〕

同じように南海地震の被害分布の表がこの図で、死者や建物被害が県別にあります。南海地震ですが、たとえば鳥取県、島根県といったところにも被害が出ています。

35〔1946 年南海地震の被害分布〕

これは南海の震源域ですが、これから 250 キロくらい離れて島根県出雲、鳥取県境港といったところにも被害が出ています。

36〔2000年鳥取県西部地震の震度分布〕

このあたりはやはり揺れやすいところです。この図は鳥取県西部地震の震度分布を示しています。いまでは各市町村に計測震度計が置かれていて、非常に密に計測震度がわかっています。この鳥取県西部地震は震源がこのあたりにあって、震源のそばで震度が大きくなっているわけですが、境港で飛び地的に震度6強が観測されています。それから比較的小さいのですが、出雲でも震度5弱ということです。このまわりの震度は4ですが、出雲だけ震度5弱ということで、やはり揺れやすいところです。こういったところで南海地震でも250キロも離れていても被害が起こっているということになっています。

37〔岡山の家屋災害分布〕

もう一つ注目したいところは、岡山県岡山市の少し南の児島湾周辺で、非常に大きな被害が出ています。

これは金井先生が調査された結果を持ってきていますが、建物の全壊プラス2分の1半壊、いわゆる被害率を示しています。黒い斜めで示したところは、全壊プラス2分の1半壊が50%以上ということですから、震度7相当の被害になります。まわりでも20から50%くらいの被害率ということですから、震度6強相当ということです。

38〔岡山平野の危険地域〕

ここもやはり150キロくらい離れているわけが、こういったところで飛び地的に震度7に近いものが出ています。ここも地盤が悪いところで、これは守屋先生の地盤図をお借りしていますが、児島湾があって、このあたりは昔、干拓が行われているようなところですが、非常にやわらかい粘土層が堆積していて、揺れやすいところです。こういったところで被害があって、一方、岡山市は非常に固い地盤で、このへんではほとんど被害が出ていないということです。

被害と地盤の条件は非常に密接にかかわっていて、地盤が悪いところでは震源から非常に離れていても被害が出るということで、自分のところは今回の震源域から200キロも離れているのだから関係ないなどということは、一概には言えないということです。

39〔東京への影響は？〕

そうしてみると東京は、今回の東海地震の想定域から150キロくらい離れています。想定震度は5強以下ということで、あまり被害が起こらないのではないかとされていますが、当然、地盤の悪いところでは液状化が起こったりして、被害が出る可能性はあります。

もう一つ東京の場合、こういう巨大地震のときに気になることが一つあります。鳥取県西部地震から東京までは1000キロ離れています。東京での震度は1ということで、感じなかった方もいらっしゃると思います。ある高層ビルでは揺れが1分以上続いて、高層ビルの上にはいた方は、船酔い状態になったというのが週刊誌に出ています。これは非常にゆったりとした長周期の波がやってきているということです。

40〔盆地状の関東平野〕

こういうふうに関東平野は盆地構造をしています。関東山地がありますけれども、関東

山地から関東盆地ということで、構造としては盆地構造をしています。ここには比較的やわらかい地層が2キロから3キロ堆積しています。こういった堆積地盤上では長周期の波が出やすくなるということです。

41〔M5.7の地震の例〕

これは1998年5月3日に伊豆半島でマグニチュード5.7の地震が起りましたが、ここでたくさんの記録が出ました。長周期の揺れの振幅の分布を調べてみると、赤が大きくて、青が小さいのですが、震源に近いところよりも、むしろ東京湾の周辺で非常に長周期のゆったりとした波が大きくなっています。この場合ですと、地震が小さいから最大変位で6ミリくらいですが、ゆったりとした波がこういったところで大きくなっています。

これは先ほど申し上げたような盆地構造によって表面波が出てきて、こういったゆったりとした波が出てくるからです。こういったゆったりとした波は高層ビルに対して大きな影響を与えます。高層ビルは固有周期が非常に長いですから、ゆったりとした波に対して共振現象を起こすわけです。

42〔高層ビルの数〕

たとえばこれは高層ビルの数を示しています。高層ビルの定義は難しいのですが、仮に20階建て以上を高層ビルというと、首都圏では400棟以上建っています。こういった高層ビルでは揺れやすく、上の階と下の階では震度が変わってきます。

43〔千葉県東方沖の場合〕

これは千葉県東方沖地震のときのある高層住宅での震度分布で、岡田先生がお調べになった結果を持ってきています。これは14階建ての高層マンションですが、いちばん下では震度4ですが、上では震度5ということで、建物の下と上では1くらい違うということです。

そのときに高層マンションではどんなことが起こったかということですが、たとえばガラス食器などが移動、転倒した。落下、破損したということです。下のほうの階ではガラス食器が移動したり転倒したくらいで済んでいるのですが、上のほうの階になると、これが落下して破損することになっていますし、大きな家具の移動や落下も上階でしか見られません。

それから地震のときに皆さんがどういうふうに行動したかということ、下の階ではほとんどの皆さんが意識的に行動していますが、上階では本能的に行動されたという方もみられるということです。高層ビルの上のほうではかなり揺れて、その結果、家具の被害や行動についても、ある程度の障害が出るということを示しているわけです。

44〔家具やOA機器の転倒〕

そうすると東海地震では東京での震度は5と言われていますから、高層ビルの上のほうでは震度6になってしまうことになります。そうすると家具やOA機器が転倒して、それによって負傷するとか、ひょっとしたら内装材が落下してくるということも起こるかもしれません。

それからいちばんありそうなのがエレベータが止まるということです。地震があるとセンサーが働いて、エレベータが止まります。エレベータが止まると、専門家が点検するまで運転が再開されません。ですからある程度時間がかかってしまう。高層ビルでエレベータが停止されれば、かなり機能が低下するということで、業務が停止することも考えられます。

こういったものが重なれば、当然、皆さんは家に帰るということで、このときにエレベータがないわけですから、階段で下りなければいけない。ワールドトレードセンターでも77階から下まで降りるのに30分かかったとも言われていますし、こういうものが整然と行われれば、そのくらいの時間ですが、何か混乱が起こればもっと時間がかかることになるわけです。

ですからこういったことを防ぐには、こういうことは高層ビルでは起こりうるということとを想定して、防災マニュアルや行動マニュアルをあらかじめそれぞれが準備しなければいけないということです。ではどういうふうにして防災マニュアルをつくったらいいかということは、このあと目黒先生が少しお話しされるそうなので、目黒先生のお話を聞いていただきたいと思います。

ということで東京では直接的被害は小さいかもしれませんが、かなり混乱する恐れは非常に高いと言えるかと思えます。

こういった事例は鳥取県西部地震での神戸でもすでに見られています。神戸では震度4ですが、エレベータが緊急停止し、復旧に5時間以上かかった。震度4くらいの神戸でこのくらいのことが起こっているわけです。それから交通網混乱、ガス遮断装置作動、よく読んでみると、電話がかかりにくくなった、携帯電話がかかりにくくなったということが起こっていて、こういう情報の混乱も起こりうることになります。

45〔自助努力、事前準備が重要〕

今回、考えている三つの大きな地震では、非常に広い範囲に被害が起こっています。いままで重点的に被害が大きくなるだろうというところ以外にも、直接的な被害だけではなく、二次的な被害というものがかなり広がる恐れがあって、そういったところではある程度混乱が起こるだろう。そういったところから本当は応援を期待しているわけですが、応援もそんなにすぐにはできないかもしれないということになります。

そうすると結局、何が重要になるかということ、それぞれが被害を出さないということがいちばん重要になるのではないかということです。自助努力・事前準備が重要であって、個人の立場でできることとしては、家の耐震補強、家具の固定といったところから地道に進めて、個人個人が被害を出さないようにすることが、まず第一ではないかということで、私の話題提供を終わらせていただきます。ありがとうございました。(拍手)

北川 どうもありがとうございました。ご質問いかがでしょうか。どうぞ。所属とお名前をお願いします。

木下 水文環境の木下です。気象災害部会に属しています。地盤が軟らかいところで高い建

物がよく揺れるというのは、素人にもよく理解できますが、このごろツインタワーというものがよくできています。素人が考えると、ツインタワーというのは音叉をつくっているような気がするのですが、建築の面からご覧になって、ああいうものは振動のエネルギーを長いこと保存するような構造になっているのではないかと思うのですが、いかがでしょうか。

翠川 そういうものに対しては、一応、振動解析ということで細かいモデル化がされて、計算されていますが、そういう計算の上ではご心配のようなことは起こっていません。それぞれ1棟ずつ建っているのと同じようで、2棟が近くにあるからそれで悪さをするということは出ていませんので、あまり心配されなくていいのではないかと思います。

木下 地盤を介してエネルギーが、行ったり来たりといったことはないのですか。

翠川 ですからそれも基礎を非常にしっかりつくっていますから、基礎が固定の状態ということなので、エネルギーのやりとりが起りにくいということにはなっています。

木下 安心しました。ありがとうございました。

北川 よろしいですか。それではどうもありがとうございました。のちほど討議のところでよろしくをお願いします。(拍手)

北川 では続きまして「効果的な防災対策を実現するために - ハードとソフト、事前と事後 - 」と題して、目黒先生のほうから話題提供よろしくお願いいいたします。

目黒 ただいまご紹介いただきました東京大学の目黒と言います。私も先ほどの片山先生と同じでこのようなタイトルを出したのはいいが、さて何をしゃべったらいいのか困っております。

46〔防災対策のハード・ソフト〕

今日はスライドをかなり多めに用意しています。20分の時間をいただいているのですが、100枚以上用意していますので、何枚話ができるかに挑戦したいと思います。(笑)今日は、防災対策をハードウェアとソフトウェア、それから事前と事後という視点から考えてみます。



47〔防災対策の3本柱とは〕

一般に防災対策は3つの対策に大別できます。一つ目は抑止力を高める。英語で言うところの Mitigation です。二つ目が災害対応をうまくすることで、被害の波及を阻止し災害の軽減を企むものです。英語では Preparedness とか Disaster response と言われるものです。そして三つ目が最適な復旧、復興計画あるいは戦略です。

48〔防災対策のハード・ソフト、事前・事後〕

この三つをバランスよく講ずることが重要なわけですが、ではそれぞれはどの段階でどのような対象に対して有効なのかと言うと、抑止力、Mitigation は主にハード、施設、構造物に対処させることによって有効に活用されます。特にそれが単体として機能するようなものでは、抑止力を高めることが非常に効果的です。たとえば建物などがその典型です。

一方、多数の要素施設が、直列・並列に連結され複雑なネットワークを構成しているライフラインのようなものと、一つの施設の耐震性を高くしても、システム全体としての信頼性が急激に上がることはないわけです。こう言った場合には、そのシステムが他へ与える波及効果がどれくらいあるのか、他からどれくらいの影響を受けるのか、ということ进行分析した上で、医療の世界で言う予防療法をとるか、対症療法にするかを考えることが有効です。

このようなメカニズムを背景として、ライフライン系の防災対策では、施設の耐震性向上などの事前の対策に加えて、災害対応などの事後対策に重きが置かれているのではないかと思います。そういう意味では被害軽減や災害対応、あるいは復旧・復興戦略や計画が重要になってくるのではないかと思います。

この表で復旧・復興戦略の部分のハードに を付けているのはなぜかと言うと、近ごろはたとえばある程度やられることは認めた上で、復旧・復興を考えてどのようにやられる

べきかを考えようとする動きもあるので、 くらいは付けてもいいかな？ という意味です。

それではこれらの準備を事前・事後のどちらに、 ちゃんとしておくべきなのか。 印の意味はいつが効果的かということです。 抑止力は当然、 事前にやっておいて、それが直後の被害を減らすということに活用されるわけです。

49〔ライフライン関係の被害〕

これは皆さんのお手元にあるライフライン関係の被害を一覧表としてまとめたものです。先ほど片山先生からお話がありましたが、この数字からわれわれは何をイメージできるでしょうか？ 人によって随分と違うとは思いますが、正しい状況をきちんと認識するのは簡単ではありません。

たとえば参考までに兵庫県南部地震の後にどういうことが起こったかと言いますと、上水の需要家で120万から130万世帯が水を受けられなかったわけです。電力は直後で260万世帯くらい、ガスは86万世帯の人たちがサービスを受けられませんでした。このような状況からサービスが一通り復旧するのに、電力は1週間、水道とガスは3カ月間を要したのです。

50〔重要な教訓〕

昨今の、日本国内はもとより海外での様々な被害調査を実施している私が強く認識している、「我々が地震防災上最も重用視しなくてはいけない教訓」は、次の2つです。1つ目はハードが重要だということ。ではこれはどういう意味かということ、抑止力(Mitigation)が十分高くないと、いかにいい災害対応力を持っていようが、復旧・復興戦略を持っていようが、直後に発生する被害を減らすことはできないという意味です。そして、直後に発生する被害の代表が構造物被害と、それによる人命の損失なのです。皆さんも人の命を守ることがいちばん重要だということには反対されないと思いますが、人の命はMitigationで守るしかないのです。

海洋性の巨大地震で、予知ができて、時間的余裕があって、みんなが逃げられるというものを想定するなら別ですが、昨今の地震災害でわれわれが認識すべきことは、人の命はハードウェアすなわち構造物を強くして守るしかないということです。

2つ目の重要なポイントは何かということ、イマジネーション能力がいかに低かったかということ。これを重要なポイントとして指摘する人はあまりいないのですが、私はこれがきちんとしていれば、最初に挙げたハードの重要性についてもあえて言うまでもなくわかっていただけだと思います。では誰のイマジネーション能力が低かったかということ、政治家も行政もエンジニアもマスコミも、そして一般市民もです。つまり全員のイマジネーション能力が低かったということです。

ではどういうことがわかっていたらいいのかということ、たとえば政治家だったら、どのような政策をどの段階でどういう形で実施しておくことが重要だったのか、という認識がないということです。つまり、被災地で困っている人をケアすることにお金を使うことはできても、被災地で困る人を少なくするためには適切にお金を使うことができなかったわ

けです。エンジニアに関して言えば、自分がつくった構造物が地震で壊れて人を殺してしまう事実認識、そして運が悪ければそれが身内になってしまうことをちゃんと認識しているかということです。マスコミであれば、どんな情報をいつ、誰に、どういう形で提供することが、被害の抑止や軽減に貢献するののかについての認識・イメージがなかったのです。一般の人であれば、日常生活の様々な場面で災害に出くわした時に、自分が直面する状況に対するイメージが低いし、自分の所属している組織なり自治体の実力や体力を充分認識しない要求、つまり防災上機能しない要求をやみくもにしていたりすることの自覚がない人も多い。

51〔防災対策の基本〕

私が防災におけるイメージの重要性を強調する背景には、次のような信念があります。それは、「防災上の最大のポイントが災害の発生時に、そしてその後の時間経過の中で、自分の周辺で何が起こるかを具体的にイメージできる人をいかに増やしていくか」にあると考えているからです。これまでは、防災教育と言って、「はい、Aやりなさい、Bやりなさい、Cやりなさい」とやってきましたが、こういうやり方は一般の人々の心にも届かないし、心にずっと留めて置いてもらうこともできません。「これは自分のまわりで本当に起こるのだ」ということを強く認識していただければ、「やるな」と言っても、皆さん損得勘定がわかりますから、自分がやれることから始められるわけです。

要は、ここにも書いておきましたが、「イメージできない災害に対して、適切な心構えや、準備をしると言ってもできるはずがない」ということです。では「どうやったらイメージしてもらえるか」ということで、私がこれまで整備してきた環境が次にお話させていただくものです。ユニバーサル地震災害環境シミュレータと呼んでいるものがその1つです。これは大きく2つのグループに分かれます。一つは時間的に発災直後、数時間くらいまでの間を対象とするもので、この時間帯では物理現象が主体的です。もう一つはそれ以上後の時間帯を対象とするシミュレータであり、ここでは社会活動が主体的になります。

52〔ユニバーサル地震災害環境シミュレータ構想〕

それではもう少し具体的に説明します。まず物理的な現象が支配的な部分は、幾つかの物理モデルに基づく数値シミュレーションモデルをつくり、これらを総合化してユニバーサル地震環境シミュレータを完成します。社会現象が支配的になると、今日もあとでご紹介する予定の災害状況イメージングツール「メグロメソッド」や、次世代型の防災マニュアルがシミュレータのコアになってきます。

53〔避難シミュレータ〕

これが物理モデル主体編部分のシミュレータです。構造物が壊れていく様子を、完全崩壊に至るまで非常に高い精度で追いかける手法を私の研究室で開発しました。ここで示す例は岡田恒男先生が生研におられた時に1/15スケールの非常に精密なRC構造物の模型を使って、振動台実験をやられたものです。周波数特性が同じで振幅だけを拡大した入力地震動を順番に振動台に与え、RCモデルの損傷度を分析されています。これと全く同

じことを、数値シミュレーションで私がトレースしたものです。実験での応答との比較を赤と青の線で表していますが、インチキだと言われるくらい両者はよく一致しています。このレベルの精度を確保した各階のフロアレスポンスに対して、室内の家具はどんなふうに動くのか見ていただくのが地震時の家具の挙動シミュレーションであり、そのような室内環境の中で、どのように避難したらいいのか、あるいはどうやって避難してもらったらいいかをシミュレーションするのが、ここで示した避難シミュレータです。

54〔鉄筋コンクリート造5階建て〕

これは、RC5階建ビルの異なるフロアに同じ家具配置の部屋があった場合に、階数の違いによって室内の状況がどのように変わるかをシミュレーションしたものです。入力地震動としては神戸海洋気象台で観測された地震動を用いています。これは私の研究室の学生の部屋です。自分の部屋のモデルを住んでいる建物のタイプや階数、住所などを考慮してつくってもらいます。そして地震時のシミュレーションをしてもらって、お前のベッドの上には家具が落ちてくるから寝ていればやられるぞとか、出口はふさがってしまうぞとかをビジュアルに、物理モデルに基づいて見てもらうわけです。転倒防止装置を使うと全然違うとか、配置の仕方ですら随分と倒れ方が変わるとか、建物の壁の配置までを考えて家具を配置すると全然挙動が違って来るなど一目でわかるのです。

先ほど翠川先生のお話にもありましたが、これはRCの5階建ての1階と5階の同じ配置の家具の挙動です。異なるフロアレスポンスを受けて、挙動がこんなに変わるのです。

55〔避難シミュレーションモデル〕

次に避難ですが、これも私のところで開発したポテンシャルモデルという避難シミュレーションの数値解析モデルで、異なる個人特性を持っている何万人という集団の一人ひとりの人間の避難行動が、実際の避難時間の何%という時間でシミュレーションできるモデルです。

56〔バーチャルリアリティ技術〕

こういうモデルを使って、空間の避難安全性を議論した上で、次はそういった空間は実際はどんな空間であるのかをバーチャルリアリティ（VR）技術を使ってその空間の中に入ってもらって疑似体験します。安全に配慮された空間の内部はどんなふうに見えるのか。鳥瞰的に全体を見たらどうか、避難者の視点から見たらどうか、などを勉強してもらったり、体験してもらったりしています。これらも災害状況をイメージできる能力を高め、リアリティを持って防災に当たっていただきたいと考えているからです。

57〔目黒メソッド〕

さて、発災後もう少し時間が経過するとどうなるでしょう。時間の経過とともに社会的な現象のウェイトが高まってきます。この時間帯のシミュレーションツールとして、これからご紹介する「目黒メソッド」や「次世代型防災マニュアル」があります。まず「目黒メソッド」の話をしてもらいます。これは災害状況をイメージできる能力を高めるためのツールですが、実はこれをやろうとすると大変時間がかかります。今回は時間がないので残念です

が詳しい説明はできません。しかし、皆様のお手元の資料の中に「目黒メソッド」についての紹介がありますので、そちらをぜひ見ていただきたいと思います。

58〔どの程度具体的に災害状況をイメージできますか〕

ここに示す様な表を使って、「さあ、皆さん、あなた方は震度6強の地震動を今感じました。3秒、10秒、30秒から、ずっと10年くらいまでの時間の経過に伴ってあなたのまわりで今後何が起こるかを本気で考えてみてください。各項目に関して、A4の3分の1ページから半分くらいの分量で5W1Hがはっきりするように具体的にできごとを記述してください」という課題を出します。「さあ、やってください」というわけです。この課題はこれまで、内閣府の防災関係者から、自治体の防災の人、防災ボランティアや私の授業を受けている学生さんなどたくさんの方々からやってもらっています。大勢の方々から集計した報告を見ると、実にいろいろなものが見えてくるわけです。

では何が見えるかという話をします。まず最初に、先ほどの表を示して出した課題に対する回答に関してですが、何も書けない人、何かをすらすら書いている人、マニュアルをうつしているような人、実に様々ですが、何かを書いている人に関して言えば、本当は何も書けるはずがないのです。なぜかという、「あなたのまわりで何が起こるか」という「あなた」がどこにいるかという情報がないからです。ですからスラスラ何かを書いている人は、スラスラ嘘、デタラメを書いている人ということになります。(笑)

59〔それぞれの時点で、どんなことが起こると思いますか？〕

そこで次はどうするかというと、縦軸に1日の平均的な行動パターンを書いてもらいます。何時に起きて、ご飯を食べて、トイレに行って、何々線を使って、会社がどこにあって、どんな仕事をして、夕方何時に退社して、デートをして帰る、というような行動パターンを書いてもらいます。こうすることで「あなた」の位置や周辺環境を特定してもらいます。そして、さらにいまの季節はいつですか、天候はどうか、あなたの住所はどこですか、最寄りの駅はどこですか、通勤時間はどれくらいですか、通勤手段としての交通機関が機能しなくなったときに全て歩いたらどれくらいの時間がかかるのか、というようなことを、いっぱい聞いていきます。

そういうことを聞くことによって、少しずつリアリティを持ってもらうことができます。あなたの家族は何人で、それぞれのメンバーは時間帯別にどこにいらっしゃるのか、ということを加えて聞いていくわけです。その上で、それぞれの行動パターン時に地震が発生した後の状況を、なるべく具体的に、先ほどと同じようにA4の3分の1ページくらいの分量でまとめてもらうのです。

これは実は思った以上に大変な課題です。考えてみて下さい。一つの欄の分量が、A4の3分の1ページだと、三つの項目でA4の1ページ分のボリュームになります。これを全部埋めようと思うと、多少ていねいに書こうとするとすぐに100ページくらいのレポートになります。学生さんには大変タフなレポートになっています。しかしこれをやるかやらないかでは、その後の認識が全く変わります。自分が現在どういう状況にあるかが認識

できるからです。

とは言っても、ほとんどの皆さんは状況を適切にイメージできません。もっと言えばほとんど書けないのです。それはなぜかという、これまでに、こんなことは聞かれたこともなければ、一生懸命考えたこともないからです。この後にマニュアルのお話をしますが、マニュアルをつくる際にも、「目黒メソッド」のような検討を事前にちゃんとやっておかないと、できあがったマニュアルは、マニュアルのためのマニュアルみたいなもの、つまり使えないマニュアルになってしまいます。ですからまず自分のおかれている状況を充分認識していただきたいということです。

さて、まあ何とか全てのマスを埋めたとしましょう。この作業を通じてまず認識してもらいたい点は、地震の発生時刻によって自分の周辺で起こる事柄が大きく変化することです。そして季節や天候を特定しないと状況が大きく変化してしまうことです。

次にそれぞれの出来事に対して、「あなたは何をしなくてはなりませんか？あなたに求められるものは何ですか？」と問いかけます。そしてまた同様の表を使って、それぞれのマスを埋めてもらう。次に、「それを実行するためには何が必要ですか？」「今の状況で、それは入手できそうですか？準備できていますか？」「できないと思われる場合、それはなぜですか？」「ではどうしましょう？」というように問いかけを続けます。

一通り考えてもらった後に、具体的に災害がイメージできたかどうかを尋ねます。一連の作業を行う前に比べたら、皆さんかなり具体的に災害のイメージを持つことができるようになっています。ただしまだ十分ではありません。次のような質問で、「あっ、そうか」となるわけです。

表を見ながら、「そのマスに書かれていることは、夜、しかも地震後は停電する可能性が高いので、暗闇の中での作業となりますがその点を認識していますか？」「家族には、けが人が出ましたか？想定上、出せましたか？亡くなった人はいませんか？」「なぜあなたはピンピンしているのですか？」「地震の3日後は、お葬式ですよ。認識できていますか？」「対策は長期化していますが、日常業務の年間スケジュールとの関係は把握していますか？」この辺まで来ると皆さんかなり本気になってきます。自分の日常生活をモデルとしているので、当事者意識を持ちやすいのです。更に兵庫県南部地震での出来事を紹介しながら考えてもらうことで、より現実感が湧いてきます。

次に同様なシミュレーションを、季節や天候を変えて行います。するとこれらの条件によって大きく変化する事柄、それほど変化しない事柄が分かる。自分が置かれている立場、しなくてはならない事柄が具体的に見えてくる。そして尋ねます。「さあ、本当に大切なのは何ですか？これからやるべきことは何でしょう？」

これらの作業を「個人でまず」、「次に家族やグループで」実施すべきであることを強調します。繰り返しになりますが、具体的な災害をイメージできない人が、災害に対して適切な心構えや準備ができるはずがないのです。

一連のシミュレーションを通して、防災や危機管理とは、誰もが常に考えなくてはなら

ないことであり、他人任せにはできないことを認識し始めます。自分はいつも「守ってもらう側」と考えている圧倒的に多数の一般市民が、例えば家庭の主婦が、家に子供と自分しかいない時間帯に地震に襲われれば、自分が「守る立場」にならざるを得ないことを実感します。自治体の防災関係者が、職員として住民を「守る側」にある時間が、1日8時間勤務、週休2日、その他の休暇、...と考えていくと、時間的には全体の20パーセントちょっとであることに気づかされます。他の住民同様に被災する可能性と、防災職員として活動できない状況の多さを実感するのです。自分自身が負傷した場合、幸いにして自分は大丈夫でも自宅が倒壊したり家族が負傷・行方不明となった場合など、いくらでも考えられるわけです。

社会の一員としての私たちには、それぞれの立場で、状況に応じた個人としての2面性（多面性）があります。「社会での顔と私人としての顔」「守ってあげる側と守ってもらう側」「つくってあげる側とつくってもらう側」「提供する側と受け取る側」このような相反する2つの側面を、立場と時間によって、自覚の有る無しに関わらず、巧みに使い分けて生きているのです。この立場で変わる「すべきこと」と「ニーズ」の把握、双方の立場に立った対策の立案が重要です。

ところが、「対策の立案」というと、我々は急に公的な、社会的な存在としての一面にのみ立った思考をとり始めてしまいがちです。皆さんであれば、リスクマネジメントを仕事としている立場での思考をしがちなのです。この点に注意しないと、「受手側の期待、求められるもの」の把握困難に落ち入ってしまいます。逆に「サービスの受手側」としての自覚しかない人々にとっては、「地域社会の実力/耐力と自分達からのリクエスト」のアンバランスさに気づけないという状況を生んでしまうのです。

60〔事前対策の第一歩〕

次に事前対策の話をしします。事前対策をするためには、状況認識がまず必要で、どこからどういうふうにするかが重要です。特に一般住家の耐震補強は最重要課題ですが、これは今日の私の範疇ではないので詳しくは申し上げませんが、いま新しい制度設計をしています。私の提案しているシステムを採用していただくと一般市民も行政も得をしします。直後に発生する構造物被害と人的被害が大幅に減少するだけでなく、経済的にも行政も市民も得をするのです。このシステムを制度化することによって何とか耐震補強を推進したいと思っています。

61〔事前対策〕

また耐震補強の優先順位をつける際に活用すべきと考えているのは想定地震動であったり、地震予知情報だったりするわけです。これだけの期間にこれだけの精度で地震予知がなされると、その予知期間と精度に応じてわれわれはその情報を料理して、これだけ得をする情報に変えて皆さんに返してあげられる。つまり耐震補強について言えば、何年で何%の地震予知情報を提示された瞬間に、「今あなたの家を補強すると、それはいくらいくらの得です」と示してあげるしくみをつくっています。

62〔配電エリアごとの建物／施設のデータベース〕

本日の私に課せられたテーマはライフラインですので、次にライフラインのお話をします。ライフラインの防災においても、これまで話してきたようにまずは現状を認識しなければいけません。この図が示しているのは、東京電力の東京 23 区の 310 ほどの配電用変電所の各供給エリアに存在している建物の量に関する情報です。これは 1 例でしかありませんが、この種のいろいろな情報を分析することによって、1 個 1 個の配電用変電所が、システム全体の中でどういう位置づけにあって、どういう意味を持っているかを認識することができるのです。

63〔地盤分類、変電所建屋竣工年代と変電所設備設置場所の関係〕

この図の横軸は地盤の善し悪しを表しています。一般論で言うと、左から右へ行くにしたがって、条件が悪くなります。縦軸は建物の築年代です。この図は何を意味しているかというと、配電用変電所の施設は、多くの場合、建物の中に入っているわけですが、その建物がどれくらい古いかを示しているわけです。これを先ほどの地盤条件と合わせて考えると、各配電用変電所が地震時に受ける外力の程度が予想されるわけです。

次に今度は、施設内の設備の耐震性はどうかという話になるわけですが、ここで言う GIS とか気中式とは、地震でよく被害を受ける変電設備の中のある 1 つのシステムの形式でして、気中式というのがガイシが鬼の角のようにとび出した形をしていて地震に対して弱いタイプです。このタイプのシステムが地盤の悪い場所、古い建物に入っているかどうかを一覧表で見ているわけです。こういう分析を行うことで、限られた資金や資材を先行投資する場合に、どういう優先順位づけをすればいいのかがわかるのです。

64〔各配電エリアの停電継続時間ごとの停電影響度〕

この図は、停電が起こったときに、その発生時刻と継続時間によって、大きな影響を受ける地域が変わることを示しています。こういう分析結果を用いると影響度の大小を見て、適切な事前対策や合理的な復旧対策を講じることができます。

65〔事後対策〕

では次に事後対策の話をしします。適切な事後対応、特に直後対応には被害の状況を早期に把握することが重要です。今一般的に用いられているのは、あらかじめ対象地域に地震計を設置しておいて、その地震計が観測した地震動から被害関数を介して建物はこれくらい壊れているはずだとやるわけです。しかしこの方法にはいろいろな意味で難しい部分があります。まず地震計がそこらじゅうにあるわけではないので地震計のない場所には、地震動の空間補完をしなくてはならないがその建物の強度が地域によってずいぶんばらつくし、地震動のどのパラメータが被害を説明するものとして適切かどうかも依然として研究課題です。

66〔変電所の供給支障と停電軒数の推移〕

特に今回のテーマである東南海・南海・東海では、何回かの地震が街を襲ってくる。傷

んだ建物にまた地震が襲う状況が発生します。しかしわれわれは被災した建物のフラジリティカーブを持っているか。持っていない。ではどうするかという話です。

67〔電力供給量の推移〕

そういうときに電力の供給量の変化を注意深くモニタリングしているといろいろなことがわかる、ということが最近わかってきました。これもうちの研究室で電力会社さんと長年共同研究をやらせていただいた結果です。具体的には電力供給量の変動をちゃんと見ていると、地震被害の状況がすごくよくわかるというものです。どういうタイプの建物がどれくらい壊れたかまでわかる。さらに構造被害だけではなく営業活動なども当然わかってくる。建物は大丈夫だったけれども、商業活動は行われていないということがわかる。時間の経過に伴う電力供給量の変化から被災地の復旧・復興過程までがわかる。

68〔建物被害と震後の電力供給量推移のモデル化〕

今まで話したような内容を表しているのがこの図です。直後にぐっと下がって、その後だんだん復旧していく様子をモデル化しているものです。こういうモデルを使っていくことによって被災地の直後の被災程度から復旧・復興過程までをモニタリングができるということになります。こういう情報を有効に活用することによって、適切な防災対応が可能になるのです。

69〔電力供給量の変動による浸水評価〕

なお話は変わりますが、電力供給量の変化から被災状況をモニタリングするこの方法は、洪水災害にも適用できることがわかっています。それでは次に防災マニュアルの話をしたいと思いますが、その前に少し神戸の地震で見られたライフライン関係の課題について紹介します。

70〔道路／交通〕

この課題とは、ライフラインの復旧活動において見られた相互調整の問題です。ご存じのようにライフライン施設は架空であろうが埋設であろうが、道路の上か下かに設置されていますから、道路を占有して行われる一会社の復旧活動はほかの会社の復旧活動の妨げになります。それが特にひどかったのが、水道とガスの関係です。水道は水源が確保されれば、漏れを覚悟で水を流す。すると直っていないガス管にそれが泥水となってどんどん入ってしまう状況が生まれるわけです。

ですから各社は自分の会社のサービスの復旧に最善を尽くされたことは間違いありませんが、それが地域の人たちのネガティブインパクトを最小化するというようになっていたかという、必ずしもなっていないという話です。

71〔建物の破壊関係の研究〕

それから先ほどお話ししようと思って忘れてしまっていたことですが、危機管理のための建物の破壊関係の研究として、今こんなこともやっています。「どこをどうすると、建物はもっともよく壊れるのか。」ワールドトレードセンターなどの被害調査等に行ったときに私がいちばん強く思ったのは、日本がリスク管理されていない最大の理由は、守る側の意

識が不十分なだけでなく、攻撃する側の視点が全く乏しいということです。例えば自分がピンラディンだとしたときにどうするかという意識がないのです。そういう視点でことを一生懸命考えておかないと、自分が本当にちゃんと守ることができないわけです。

では、このような検討が具体的に実施できる環境や道具がきちんとあったかという点、従来はなかったわけです。これもうちの研究室の成果で衝突や火災などで建物がどう壊れるかをシミュレーションしたのですが、こういう検討をしながら、全体崩壊を避けるにはどこをどんなふうに守ることが重要かを議論しているわけです。

72〔総合的な防災対策〕

私の講演の頭でも申し上げましたように、われわれが防災力を高める対策は、抑止力、対応力、復旧・復興計画の3つです。ところがいまのマニュアルは、災害対応しか狙っていないのです。地震が起こるまでに時間がたくさんあるのに、その時間を何にも使わないで、起こったら、「さあ、何かやれ」と言っているわけです。できるはずがないでしょう。しかもマニュアルのスタイルがお上指導型だから、責任の所在がはっきりしないと、それを使う部署や地域の特性が十分把握されていない。スタイルは分厚い紙のマニュアルですから、検索性、更新性が悪い。今あるマニュアルがどれくらいいいのか、悪いのかの評価する分析は絶望的だということです。

73〔次世代型防災マニュアル構想〕

そこで私が提案しているマニュアルは、防災対策の3つを全部カバーする。具体的にどういう機能があれば、それがカバーできるかということ、今あるマニュアルがどれくらいいいのか悪いのかを判断できる、評価できる機能、目的別、ユーザー別でその場で編集して、その場で見ることのできる機能、それからマニュアルを使う当事者たちが適切なマニュアルをつくれるような環境を整備する機能です。この3つの機能によって、組織や地域が抱えている潜在的な問題点が洗い出され、その対策法が検討でき、それを実施して、その成果も評価することができるのです。このループを回していくことで総合的な防災力が向上します。

この図にもあるように、従来のマニュアルが、対応策でもって被害が展開していくところだけを対象にこれを減らそうとしていたのに対して、ここで提案するマニュアルは抑止力で発生する被害をまずぐっと減らし、対応力で波及するのを減らし、復旧・復興戦略でトータルとしての影響を減らすという、いいとこどりをねらっているのです。

このマニュアルをつくる上で重要なことは何かということ、各項目に対して主体は誰で、サービス内容はどんなもので、これが必要となる対策期、つまり緊急、応急、復旧などの相対的な時間/時期です。それから絶対的な時間スケール、つまりいつごろ始めていつごろ終わらなければいけないかということです。

時間に対してこの二つを持つ理由は、地震後同時並行で動いている作業に対して、どちらのほうがより優先順位が高いかというのを議論するために、これが重要になるのです。それから仕事の発生量です。従来のマニュアルでいちばん欠けている点は、仕事の流れが

明確ではないということと、どれくらいの仕事が発生するかに関して情報をまったく提示していないことです。

74〔今後の総合防災マニュアルが持つべき機能〕

提案マニュアルのキーワードはダイナミック&インタラクティブです。従来のものはスタティックでインタラクティブではないということです。

75〔マニュアルの分析/評価〕

提案マニュアルの自己分析機能について説明します。これは首都圏のある政令指定都市のマニュアルを分析した結果の例です。3次元のグラフの横軸の2つは地震からの発生時刻と各部署です。そして、縦軸が仕事の量を示しています。向こうの面が、各時間での仕事を全部足したものを、手前右側が各部署の仕事を足し合わせたものです。まず何がわかるかという、全体として部署ごとの仕事量のバランスがすごく悪い。次に、初期情報を得て活発に活動しなくてはいけない地震後6~24時間や長期的な視点で震災対応を考えなくてはならない4日目以降の仕事が全く不十分であることがわかる。つまりちゃんとした災害対応業務のピックアップがされていないことがわかる。

76〔マニュアルの分析/評価〕

次に日常業務の延長上に考えられる仕事はやたら詳しく書ける一方で、それ以外は書けないことがわかる。また一つの仕事を完了するためにどういう部署がどの段階でどんな仕事をしなくてはいけないのかという話もできる。もしあなたが首長の立場だったとき、それをクリックすると、あなたの仕事としては「どの時間帯にどういう内容のことをすることが期待されています」ということがわかるということです。

今後のマニュアルが持つべき機能としてこのコンセプトはいろいろなところで受け入れていただいています。例えば政府の危機管理マニュアルとかいくつかの自治体とか、大手のライフライン会社さんとかで実施されています。

77〔マニュアルの分析/評価〕

次の図はマニュアルをつくる時の環境を表しています。時間帯別・部署別にグラフの底面をクリックすると、それぞれの時点での重要なことがらが自動的に示されます。この情報をもとに各人のマニュアルを書き込んでもらいます。先ほどは既存のマニュアルがあって、この三次元グラフができたわけですが、ここでは皆さんが書き込むことで独自の三次元グラフができるわけです。

もう少し具体的に言うと、皆さんが自分でそれぞれのマニュアルをつくって、互いに見せ合うわけです。その過程で潜在的な問題点の洗い出しができて、最終的に皆が合意するマニュアルが一つできる。その時点では、具体的な各項目の背景も含めてマニュアルの全体を理解できている。つまり、きちんとイメージできる能力が高まっているのです。ここで一番重要なのは、事前にあるちゃんとした対応をしておく、事後にやらなければいけない仕事が格段に減るということを示すことで、Mitigationの重要性が理解され、これが施策に反映されるということです。

これをさらに一歩進めて、過去のいろいろないいデータベースをうまく活用して、みんなが有効にマニュアルをつくれる環境を整備する研究も現在進めています。

78〔災害情報のデータベース〕

具体的には新聞記事や調査結果、教訓集などの1つ1つに、ここに書いてあるようなキーワードをきちんとつけた上で、データベース化します。

79〔マニュアル作成支援システム〕

ここでお見せするのは、先ほどのようにして作成した阪神・淡路大震災の様々な活動の時間別展開データと教訓集データである。実はこの2つは旧国土庁が作成した「阪神淡路大震災教訓集」にまとめられている「活動年表」と「教訓集」なのですが、この両者をうまく結びつける方法はなかったのです。今回のようなデータベースをつくることによって、初めて両者が融合し、より効果的に教訓が活用できるようになったわけです。

80〔防災マニュアル作成支援システム〕

災害対応業務の種類や時間帯、活動主体などを自由に選ぶと、その条件に合致する部分が現行のマニュアルから選び出されて、画面の上半分に表示されます。同様に過去の災害時での教訓が下半分に表示されます。もっと細かいところを見なければ、自由自在にそれを見ることができます。両者を比較して、現行のマニュアルが不十分であることがわかれば、新しい項目を追加したり、修正したりすることが合理的に行えるのです。今まで説明したようなコンセプトの次世代型マニュアルのプロトタイプを完成しています。

81〔耐震補強対策後〕

今見ていただいているのは、事前の耐震補強の効果を具体的に見てもらう機能や、対応に当たる行政の職員の皆さんご自身が自分達が想定している被害の中で、どれくらい被災するのかがわかっていないので、これを具体的に見せているわけです。こうすることによって、どの時間帯に、自分たちはどれくらい的人员不足に直面するかがわかるのです。ここまでの説明で十分ご理解いただいたとは思いますが、提案するようなアイデアで、災害状況に応じたダイナミックでインタラクティブなマニュアルがつけられるのです。

私の持ち時間がなくなりました。ここで私の話はひとまず終わりにします。(拍手)
北川 どうもありがとうございました。いかがでしょうか。ご質問等はございますでしょうか。特に査定マニュアルをおつくりになっている観点からいろいろ質問点があると思いますが、いまの内容に関して、ご質問等いかがでしょうか。

少し早すぎたというか、格好よすぎたので、しばらく考える時間が必要かもしれません。少し内容を頭の中に入れておいていただいて、後ほどPDにて討議させていただきます。

北川 先ほど冒頭でお願いしましたが、急にこれはお願いしたものですから、資料等もないと思います。村上處直先生に地震火災について少しコメントをいただきます。

村上 村上です。今日突然言われたので何も資料はございませんが、地震火災について話せということです。私は地震火災の専門家でも何でもないので、新潟地震の直後から東京都防災会議に巻き込まれて、東京消防庁の火災予防審議会で作られた下町の地震火災の検討から始まって、それが東京都の防災会議の被害想定に採用されて行くプロセスとかいろいろ体験しまして、そのときに関東大震災以降のいろいろな火災の研究などもいろいろ調べました。



阪神大震災のときに私はたまたま大阪におりました。当日から現場に入りまして、1月17日、18日は風がほとんどなくて、非常に幸せな地震だったと言うと叱られますが、そういうふうに感じました。関東大震災のときはどうなっているかということ、実は数日間、雨が降って、低気圧がいた。これは東京の話ですが、朝10時ごろ急に晴れて、カッと照ってきて非常に蒸し暑い状況で、12時少し前に地震が起こります。そのときに空を見たことが書いてある記事を見ると、空の雲がちぎれて、ものすごい勢いで飛んでいたと書いてあります。ということは、かなり風が吹いていて、それもまだ非常に乱れた状態の時に地震が起こって、それで火災が起こった。関東大震災のときに小学校へ逃げた人はほとんどだめで、みんな死んでいますし、皆さんご存じのように、被服廠跡で4万人近くの方が亡くなったこともあります。

被服廠跡のことですが、ちょうど隅田川の言問橋あたりくらいから、竜巻のようなものが起こって、川を下がってきます。両国あたりでその竜巻が上陸して、被服廠のあたりに行くのですが、被服廠の中で4万人くらい亡くなっています。しかしその中に100人以上助かった人がいて、竜巻が持ち上げた水がちょうどジャブんと落ちたところにいた人が水を浴びて助かった方がいるという現象があります。

そういう意味では、先ほどのいつ地震が起こるかということ、そのときの風というか、地球の気象状況はどうかということ非常に絡まりがあって、次に起こる地震のときに変な気象が来ていなければいいのだけれども、もしそういうときに何か起こると、関東大震災と同じようなことになるという問題があります。

それからこの間、突然ですが、数日前にあるパーティで横井先生と一緒にになりました。都市大火の研究をやっておられた方です。そこで話したのは、第2次世界大戦のときのベルリンの火柱の話と、それから1906年のサンフランシスコ地震のときの火柱の話です。あれはどうしてあんなことが起こったのか良く考えなければいけないと思います。そのとき

の気象条件やいろいろなことがわからないので何とも言えないのですが、やはりたき火をやるときに、できるだけうまく燃やそうと思うと、薪をうまく立ててやると、うまく燃えます。

そうだとすると、ベルリンなどはいろいろ固い建物が残って、その中で都市大火が起こって、建物が燃えながら、風のねじれが加わって、それで回転が起こって、本当に火柱が上がっていくということが二つ起こっているわけです。サンフランシスコもやはり建物のかたちが残っているものですから、ああいうことが起こったのではないかと思ったりします。

なぜそういうことが言えるかということ、実は新潟地震のあとから江東再開発をやらされました。実は江東デルタ地帯の中に六つの拠点 계획을計画して、いま五つぐらいは概成してできていますが、その最初の防災拠点が白鬚東地区で、それをやるときに気象研の風洞やいろいろな実験をやりました。それからもう一つは1972年にアメリカのトルネード銀座の研究所を訪ねて、NHKと一緒に取材して、地物の影響とか、それぞれの先生がやっていらっしゃるトルネードの発生実験を五つぐらい見てきた経験から話しています。そうだとすると地物の変化は、昔の関東大震災のときのように、非常に平らに全部焼け落ちてしまう話と全然違うのではないかと思います。

それから最初の片山先生のお話は途中からしか聞けなかったのも知れないのですが、私もだいたい基本的に先生と同じスタンスです。いまいろいろな被害想定を緻密に細かく計算機の上でおやりになっていて、これはちょうど千九百八十年くらいの中曽根総理のときに、難波先生にも絡んでもらって、国土庁で被害想定をやっていました。そのときに誰が見てもおかしい結果が出てきました。東京の中心市街地が燃えて、八王子のほうまで広がっていくのですが、実はその間ずっと、同じ風が吹いているわけです。そんなことは決して起こらないのですが、そういうことで計算機を回して、物事を考えていくような話は誰が見てもおかしいのではないかと思います。

私は初期のころは計算機などはないものですから、人口、人口密度や単純なことでのいろいろな被害想定を出しました。東京都の方はそういうことが納得できないらしくて、もう少し面倒なことをやって、人を納得させるような数字を計算したほうが理解されるのだけれども、君のはあまりにも簡単すぎて、なかなかわからないと言われました。今日、片山先生の話聞いていて納得したのですが、私もだいたい似たようなことしかやらなくて、さぼったわけではないのですけれども理解されませんでした。それと細かくやったことと、どれだけ違うかということ、あまり違わなかったりして、被害想定が難しさがありません。

都市大火の問題で、私が非常に印象に残っているのは、酒田の大火です。日本の都市は木造市街地でしたから、何とかして不燃化しなければいけないということで、いろいろ考えたのですが、江東デルタ地帯はそう簡単に不燃化が進まないとなれば、避難場所がない。そのために公園と再開発を絡めたようなかたちで、オープンスペースをつくらうというの

が江東再開発です。

たまたま東京都の方の話を聞いていたら、これまで 100 年かかってつくった東京都の公園と、ほぼ同じくらいの面積を江東再開では 30 年で作ったという話をされましたけれども、都市の安全のためにはそういうかたちで本当は公園・オープンスペースが非常に大事です。しかし下手なかたちでオープンスペースがあると、先ほどの建物が風を切ったりする条件の中で、本当にその裏側の避難場所が安全かという、なかなか安全とは言い切れない。これも気象研の風洞でいろいろやってみるうちに、非常な不安を持っていて、それに対してどう対応したらいいかはまだ解はないくらいです。そういう意味でいま国のレベルで、いろいろ総プロと言って出されている都市大火というのは、実は都市大火ではなくて、個別の建物が隣の建物にどう移っていくかというプロセスの中で考えられているような計算式になっています。

先ほど酒田の話をしましたけれども、これは亀井幸次郎先生にも随分習ったのですが、輻射熱でどうのこうのではなく、大きな火事になって、手つかずの火災になったときに、建物が崩れたりする。焼け崩れるときに大量の火の粉を発生して、その火の粉が強風に乗って、風下に飛んでいくわけです。そうすると濱田先生の式だと、建物密度が濃い場合に、早く燃えていくような感じがするのですが、実は間に飛び地があって、空き地があっても、簡単に飛んでいってしまう。それが都市大火の本当の怖さで、屋根瓦の隙間から火の粉が入って、しばらくするとその建物が急に燃えてくる。それから建物には床下に通風口がありますが、あの通風口から入っていけば、しばらくすると簡単に燃えてくる。

この問題に関連して、関東大震災のときに耐火建物で燃えなかった建物がいくつかあります。それは全部調べたわけではありませんが、必ず中に人がいて、人が活躍している。カーテンがくすぶってきたら、カーテンを下ろしてバケツに浸けるということをやってきたからこそ焼け残っていて、人がいない建物は耐火建築物でもだいたい燃えています。

ということは何が言いたいかというと、人間の存在は極めて大事です。たとえば 1968 年に十勝沖地震が起こったときに、石油ストーブの転倒による出火という新聞記事がたくさんあって、そのことで東京都防災会議も非常に苦労して、揺すぶってみる実験をやったり、いろいろなことをやりました。しかし、はっきり言って、石油ストーブが転倒して出火するプロセスの中でも、人間がいたところではほとんど火炎が出ていません。人間が居たところで火炎が起っているのは、極めて不幸な場合で、ペンキ屋さんのシンナーのピンが落ちてきて始末につかなかった話や、青森の床屋さんの床のねだが外れていたような待合室にあった石油ストーブが、そのときは床が外れた状態で石油ストーブが転んでいるわけですから、人間の対応能力は極めて落ちていて、それはどうしようもなかったという話です。人間との関係がうまくいかないときに、そういうことが起こっているということです。

そのあと、石油ストーブを使っていて危ないはずなのになぜか地震で火災が起らなかったところや、起こったところを調べました。それはちょっとたばこを買いに行くのに石

油ストーブの火を小さくして、外出したときに地震が起き火事になっている場合などです。それから北海道の地震の時ですと、飲みに行って帰ってきたときに、火がついていないと寒いらしくて、ずっと燃やしながらか飲みに行って、帰ってきたら暖かいというのを味わうために、点けっぱなしにして外出しているらしいのですが、そういうところで起こっています。

人と石油ストーブがちゃんと対峙していれば、火災にはならないのですが、私のある研究のお陰で、石油ストーブに対震自動消火装置を付けるようになりました。しかし、あれで本当にすべて正しいかは非常に疑問だと思います。

それから耐火建築物にすると、人はいなくてもいいのかという話がありますが、どうもそうではない。どうも人間と市街地の関係もいろいろとある。それから先ほど翠川先生の中で軟弱地盤が問題のような発言がありましたが、私が見て歩いた地震で、たしかに構造的には軟弱地盤でいろいろなことが起こっていますけれども、わりあい人が死んでいなかったりする。それは軟弱地盤というのがクッションみたいになっていて、人が命を落とすような危険なことは起こっていないかもしれない。人が死ぬ場合というのは、潰れ方が急激で逃げる時間がないとか、人間の対応力がないとか、そういうときにいろいろなことが起こっていて、人間もおじいさん、体の悪い人、病人からいろいろいるわけですが、そういう中で揺れたときにどう感じるかというのがあります。

これは先ほどの十勝沖のときに、東大の地震の大沢胖先生が、一緒に東京都の防災会議で函館大学の現場で、村上君、これはこんなになっているのに人が死んでいないというのは、やはり耐震設計や耐震の成果と思っていいんだよねとおっしゃって、僕もそうですよと言ったのですが、それがなかなか大事なことです。たとえばいろいろな地震の現場に行って、いろいろな写真が報道されますが、こんなに潰れた病院で誰も死んでいないなどといういろいろなわからないことが起こっているのです。

それはなぜかという、直下型の地震で、最初の地震のときには相当ひどくやられて、そのために患者も含めてみんな避難して、その何十分後かに続けざまに起こった余震で潰れていく。そういう写真を見せて、構造の人だとこれは大変だと思うかもしれませんが、私はこれはこれである意味を持っていると思っています。そういう時間の問題というのが、目黒さんのお話の中の最初のころに、もしかしたら必要かもしれません。

ですからいま不燃化やいろいろなことで頑張っていますが、それは不燃化して余裕をつくって、人間が対応できる時間をつくっているだけだということをお忘れになると、不燃化がだいぶ進んでいるから、不燃化領域率が上がったから大丈夫だという話がありますが、そんなことで太刀打ちできるような相手じゃない。やはり人間が頑張らないと、市街地の都市大火、地震大火は防げないということをもっとやっていただかないと心配です。私は都市計画の領域で不燃化促進のためにいろいろなことをやってきましたが、不燃化すれば安心という風潮に心配しています。まんじゅうの皮は不燃化したけれども、中身のあんこのところは全然不燃化していないような地域が結構あるのを見ていると、次の地震が風穏

やかなときに来ていただければと望んでおります。(拍手)

北川 どうもありがとうございました。紹介が遅れましたが、地震災害研究会委員をやっておられまして、現在、防災都市計画研究所の名誉所長をおやりになっている村上處直先生でした。ご紹介が遅れまして申し訳ございませんでした。

北川 ではこれからPDに入らせて頂きますので、片山先生にも入っていただきます。簡単にこれまで話題提供された内容をキーワード的に整理してみます。まず片山先生の方からは、地域の特性を考慮する必要がある。一様なものではだめだ。やはり重点地域を指定して、地震によって地域ということも重みを付けて考えるべきだ。これは単に地震の地域係数だけを考慮してどうするかという話ではなくて、やはりトータルとしていろいろな重みから地震によってどうするかを考えたほうがいいのではないかと指摘されました。



それから専門家の直感を重視しなさい。計算機に頼るな。計算機というのは東京オールマイティで、九州へ行っても東京のやり方でやっている。地域性が何も考慮されていない。その辺をもう少し目を開いて見るべきだというご指摘がございました。理論よりも実践が必要だとか、いろいろ素晴らしい話題提供がございました。

続いて都司先生の方からは、南海地震で津波が起きて土地がなくなる。その辺のところまでもう少し広く考えてほしい。それから東海・南海地震はペアで起こるというあたりを、いろいろ歴史的事実を踏まえて話題提供がございました。

それから翠川先生の方からは、大きな地震になるとマグニチュードが大きい、すなわち被害の地域が広域に及ぶ。よって近くからの応援は期待できない。その辺の体制を少し、考えるべきで、自治体もそうでしょうし、保険会社の方から考えると、近くの地域からたとえば査定をする要員の応援は期待できないというふうに解釈してもいいのではないかと思います。

それから地盤の悪い飛び地などでも被害がある。東京でいきますと、埼玉県でかなり軟弱なところもあります。逆に言いますと地盤調査をちゃんとやった上で、そういう査定する必要があるのではないかと。

それから建物は長周期、特に高層になりますと、震源が離れていても揺れる。鳥取西部地震のときに大阪の超高層建物のエクспанション・ジョイントにかなり被害が出ています。もう少し地震動が大きいとそれが折れてしまう。折れてしまうと、たまたま人がいれば亡くなる。そういうシナリオが一つ書けるのではないかと話題提供がございました。

目黒先生からは、リアリティを持って防災に当たるべきだ。当事者になったマニュアル作成が必要だ。それから事前対策をちゃんとやっておけば、事後対策も楽である。ということは、結局、事前対策をやっているところは料率を下げてはどうか。(笑)少し言い過ぎかもしれませんが、そういうことも評価してはどうだろうかというのは、一つの示唆になるのではないかと思います。

特に当事者の立場について、よく最近、企業ベースで、たとえばソニーとナショナルの

違いはどこにあるか。ソニーは技術を売って、要するに技術がいいのだから買え。プッシュモデルです。自分の技術がいいから買え。言いかえますとこの保険はいいから入れという状態になります。ところが当事者の立場ということはナショナルの方法であって、ブルモデルです。要するに相手の立場に立ってどうするか。己が、自分がその場だったらどうなるのか。これがナショナルで、あれだけ市場が開拓できたのではないか。そういった分析結果も一部聞いております。



当事者の立場から査定をやるときに、これで金儲けをするというプッシュモデルではなくて、自分が保険に入ったときにどうなるのかと考えれば、自然にお客さんも入ってもらえるのではないか。そういうことを少し示唆されたのではないか。少し過大解釈かもしれませんが、そう思いました。

それからいま地震火災ということで、村上先生の方からいろいろな経験や対策をやられたことをご紹介していただきました。

以上の話題提供を踏まえまして、司会の不手際で時間が押してきましたが、約30分くらい議論をさせていただきたいと思います。特に先ほども申し上げましたように各災害科学研究会の先生方も多く来られていますし、それから各保険会社の方、一般建物について査定方法とか、いろいろマニュアルを作っておやりになっているでしょうし、今回の話題を踏まえて疑問点といいますか、私たちはこういうことをやっているのだけれども、これで本当にいいのだろうか等、いろいろなことをざくばらんに言っていただければ幸いです。

また日本損害保険協会のメンバーも来られています。これは木造住宅に関して、先ほど申しましたように被害判定とか査定指針などについていろいろおやりになっている。俺たちがやっているのは本当にこれでいいのだろうかという疑問があると思います。そのへんのところをざくばらんに各専門の方も会場におられますし、それから話題提供の方もおられます。液状化についても会場に専門家がおられます。

何もパネラーだけではなく大いに全体が、知らぬは一生の恥、聞くは一時の恥という観点で議論していただければ、大変ありがたいと思っています。それではご質問を遠慮なくやっていただければと思いますが、よろしく願いいたします。どうぞ。所属とお名前だ

けをお願いします。

上原 上原と申します。

災害科学研究会の工場災害部会に属していません。私は都司先生の話を変興味深くお聞きしました。昭和 21 年の南海大地震のときに、今日の参考資料の NO.17 の位置でこの地震に遭ったわけです。



都司先生は、この地震は大変小粒だとおっしゃっておられますが、揺れているときはとても小粒だとは思いませんでした。私は家が倒れるかと思ってハラハラしていました。地震が一段落ついたと思ったら、すぐに津波が来ました。10 分前からなかったのではないかと思います。私の家は幸い床下浸水ぐらいで済んだのですが、隣の村はリアス式の入り組んだところになっていて、大変風光明媚なところだったのですけれども、本当に惨憺たる状態でありました。木造の造船所が結構あったのですが、船が山の上まで上がるほどの被害がありました。

いまいばん気になっているのは、風光明媚なところですから、津波の被害がいばん大きかったところに、また家が結構たくさん建っています。災害に懲りない日本人の特性を表していると思うのですが、そういうところでやはり気にはなっています。私の町は田辺というところですが、幸い町では火事は起こりませんでしたので、新宮のようにあとで大変な目に遭ったということはありませんでした。質問というよりも感想を述べさせていただきます。

北川 どうもありがとうございました。何かございますか。

都司 先ほど私が小粒と申し上げましたのは、大阪の町の様子です。紀伊半島の田辺、特に文里港、それから新庄という場所がありますが、あそこで昭和 21 年に起きたことは、安政と優るとも劣らない。特にあそこは製材所がありますが、大きな災害を生じています。幸いにもすぐ後ろに逃げられる場所がありますので、対策は立てやすいと思います。そこに住んでおられる方は生々しく正確に南海地震の実態をご存じなので、これを次の代にしっかり伝えてくださいということをお願いいたします。

北川 いかがでしょうか。今日はこの被災シナリオの資料を持って帰っただけで自分の会社で大きな顔ができる。これだけではまずいですよね。(笑)やはり疑問点を持たれたら、そこで今日は会話して、こういう収穫があったという日報を書いていただくと大変いいのではないかと思います。いかがでしょうか。こんなことを言ったら恥ずかしいとかいうことではなくて、大いにいろいろ言っていただく。現場的な問題がいろいろあると思います

し、せっかくいろいろな方が集まっておられますから、こういうチャンスを一社のみで企画しますと、今日の会費だけでは収まらないといいますが、大変なお金がかかります。いかがでしょうか。

木下 いまの都司先生のお話で、大阪湾の中でどうしてそんなに津波のエネルギーが大きくなったのか。つまり友ヶ島水道、紀淡海峡から、あれだけの幅で入ってくるわけでしょう。それが大阪湾に広がるわけです。そうするとそんなエネルギーになるのか、あるいは大阪湾の中で何かが起こったのかということも考えられるのではないかと思います。そのへんはどうですか。

都司 一言で言って、おそらく安政のときの起きた様子を見ますと、神戸や岸和田という大阪湾の一番奥の離れたところは津波の被害は大したことはないのです。たしかに友ヶ島水道は狭いのですが、おそらく大阪湾の中では固有震動が起きている。楕円形をしていて、その楕円形のいちばん頂点に当たるところは震幅が大きくなって、真ん中で腹になっているような固有震動が発達したためだろうと考えています。



だから友ヶ島水道から入ってくるエネルギーは絞られますから少しずつかもしれませんが、ところがそのエネルギーが何%か貯まったものが、大阪湾の中の固有震動をさらに励起するために蓄積されていって、そのいちばん腹に当たるところが大阪だった。そのように理解しております。だから単なる進行波ではなかったのではないかと考えています。

木下 そうしますと周期などは計算で決まるのですか。

都司 理論的に計算できるはずですが、日高孝次先生などの仕事があります。

北川 どうもありがとうございました。ご質問をどうぞ。

小出 東京海上の小出と申します。家計地震保険の商品を担当している部門の者です。業界をあげてこの家計地震保険の普及に努めているという業務を一方で行っているわけです。阪神大震災以来、普及率も徐々に上がって



はきているのですが、どうしても皆さん方のお話にもありましたように、喉元過ぎればというのがある、やはり日本人は災害に対しての意識が揮発性が高いもので、だんだん忘れてくるという傾向があるようです。

私どもも努力して経費部分をなるべく下げて、保険料を安くして、普及に努めるということをやっているのですが、なぜ地震保険に入らないかという質問に対して非常に答えが多いのは、地震は来ないと思っているから、自分は大丈夫だと思っているという答えが非常に多いのが現状です。われわれは実は今年度から業界として災害に対する啓発活動といったことを、従来も決してやっていなかったわけではないのですが、これも業界としての極めて重要なタスクであると認識して、そういう活動をいまやりつつあるところです。長野県、静岡県でフォーラムを実施して、普及に努めていこうとしています。

今後、そういった啓発活動を行う上で、何がもっとも効果的なのか。どういうことをすれば、一般市民に対して地震災害の重大性、それからいまやらなければいけないこと、備えなければいけないことの意識をより広く伝えていくことができるのか。先生方はいろいろな専門分野があるかと思いますが、それぞれの専門の分野からこういうことをしたらどうかというアドバイスをいただければ幸いです。

北川 どうもありがとうございました。それでは目黒先生からお願いします。啓発活動の重要性です。

目黒 私は、当事者意識を持ってもらうためにはどうしたらいいかということに尽きると思います。たとえば皆さん自動車を買われたときに、強制保険ではない任意の保険にもだいたいの方は入られるわけです。なぜ入るのか。いい方を変えると保険が成り立っているということは、入った瞬間に自分は期待値的には損しているわけですよ。それなのに皆さん入られるわけです。理由は間違っただけで自分が人を轢いてしまったときに、自分の人生で簡単には負いきれないくらい大変な状況になることを認識できるからだと思います。

それと同じで、これから首都圏で家を建てるという話になると、キャッシュでポンと買える人は少ないですから、皆さん 30 年、35 年でローンを組まれるわけです。その 30 年とか 35 年間の中でそれなりの地震動を受ける確率と、その時に耐震性が低い家とが壊れてしまうこと、もっと具体的には女房や子供、旦那さんや両親など、家族をみんなを失ってしまう状況を皆さんに認識してもらうための情報発信が重要です。

もう一つは損得勘定に直接働きかけられるようなスキームをつくることだと思います。私自身も今そういうことに一生懸命努力しています。こういう制度設計をすれば行政にとっても皆さん市民にとっても得だということを示し、さらにその得が個人個人の物件に関して具体的に見られるようにしています。こういった情報を 1 人 1 人に提示し、直接損得勘定がわかっただけだと、皆さんの意識はずいぶん変化します。

それからリフォームの機会をうまく活用して耐震補強をしてもらうしくみをつくることも重要だと思っています。年間 40 万棟が、350 万から 400 万円をかけてリフォームされます。その機会を利用して耐震補強すると、耐震補強だけをする時よりもずっと単価が安く

済むわけです。

北川 市民講座をおやりになっている翠川先生、いかがですか。1年間に耐震補強される棟数と比べて年間40万棟というのはすごい数だと思います。

翠川 おっしゃるように、どうせ私が生きている間には大地震は起こるはずないから、地震保険は関係ないと考えたくなるわけです。そういうことを防ぐために、やはり地震を意識していく、アースクエーク・アウェアネスが重要だと思います。そうすると地震のときにまずどんな揺れになるのか、自分の家はどう揺れるのかということを知っておくのが必要です。例えば関東地震が起こったときに自分の家はどんなふうに揺れるのかということを知ることです。

横浜市では50メートルメッシュで、非常にきめの細かい地震マップを去年発表しました。横浜市はなぜこういうことをやったかという、横浜市は木造住宅



の耐震補強の補助システムというのがあるのですが、なかなかうまくいってなくて、そういったものを使っていただいて市民の方に耐震補強をしていただきたい。その意識を啓蒙するために非常に細かいマップをつくって、それなりに効果が出ています。

ただシナリオ地震は限界があって、たとえば関東地震なんて起こるはずないのではないかというふうに逃げられてしまうわけです。そうするとどこにどんな地震がいろいろあって、確率としてどのくらいあるのかという、確率論的なハザードマップと呼ばれるものも必要になってくると思います。

そういう考えで、いま国のほうでは地震調査研究推進本部がありますが、そこで地震動予測地図のプロジェクトを進めています。平成16年度末までに地震動予測地図を出すのですが、2種類の予測地図があって、シナリオ地震を考えたときのマップ、それから確率論的ハザードマップ、たとえば今後30年間に10%の確率で襲ってくるような揺れの強さはどうなるかという絵が出てきます。そうするとある程度の確率ということで、多少わかりにくいのですが、定量的にどのくらいの頻度で起こるのかということが出てきます。

ただこれだけでは十分ではなく、こういう揺れを受けたらどんな被害になるのか、あなたの家は今後30年間にリスクを受ける確率はどのくらいか。そのへんまで展開していかな

いと、なかなか説得力がないと思います。

ただ今度は皆さんに確率を説明しなければいけないわけで、そうなるとそちらの皆さんのほうがご専門でしょうけれども、日常のリスクと比較するということです。たとえば火災に遭う確率、罹災する確率は、統計的に言うと今後 30 年間で 2% くらいです。たとえば地震活動が高いところでは、30 年間で 2% くらいの確率で建物が全壊するという計算結果も出てくると思います。あなたは火災保険に入っていて同じリスクなのだから、やはり地震保険にも入ったほうが良いといったことがだんだんと言えていくと思いますので、そういった地震情報を利用して啓発していただいたらいいのではないかと思います。

都司 啓発という意味からは全然違う視点で申し上げますが、これは国民的なのというか、日本というこの国に住んでいる以上は、ほかの国よりも地震、火山、あるいは気象的な災害ははるかに多いのです。フランス、中国、大陸のど真ん中よりも、はるかにわれわれは地震災害に遭いやすい国に住んでいるわけです。

そのわりに小学校、中学校の 9 年間の義務教育の間に、たとえば国語の時間、社会の時間、理科の時間に地震というものを実際に教材として知っている、そういうことが起きたときにどうするかということを常識として知っているということが、意外に学ぶ機会がほとんどないし、教材にもとりあげられていない。あるいは遠足で行くときに決まりきった観光地に行くのではなく、たとえば三陸の防潮堤があるところ、あるいは地震の生々しい崖崩れの跡や活断層の跡、あるいは岐阜県の跡津川断層の跡というものを見に行くような遠足をする。つまり子供の時代の 9 年間の義務教育のうちに、もう少したくさん地震や津波に対する災害というものに触れておいてもらう、そういう意識を高めてもらうということです。

先ほど私が申し上げました大阪の石碑もそうです。そういうものを子供のうちから知っているという雰囲気が高める必要があると思っています。

北川 片山先生、啓発という面で何かございますか。

片山 私は中座していたので皆さんの発表を聞いていないのですが、今日はもしかして損保の方が多いとすると、むしろ私のほうから聞きたいこともいくつかあります。いま火災保険の加入率は何%くらいですか。60%かそのくらいですよ。その 60%に対して、東京はも



う 25%を超えていると思います。火災で 60%、地震で二十数%というと、数字はいいとこ

るへ来ているのではないか。日本全体の平均が 16%ですが、いまのままの組織をとる限り、これが 20%を超えるということは永久にないのではないかという気がします。(笑) 火災でさえ 60%だという、その数値の限界をよく考えたほうがいいのではないかと思います。

それから自動車保険は、テレビを見ればあれだけ売りまくっているわけです。ソニー損保に変えたとかやっています。こういうところに来ておられる方はもちろん非常に勉強をしておられて、やりたい気分いっぱいなのだろうけれども、実際に損害保険の世界の方と話してみると、損害保険の会社は本当に地震保険を売りたいのかということ、非常に疑問に感じます。(笑)

もしも本当に売りたいくない商品であったら売れるわけではないのであって、そうすると私は商品そのものを変えなかったら意味がないと思います。というのは、一つは 5,000 万円なんていうばか高い引受額の保険をつくっても仕方がないわけで、もっと安い保険をもっと安く売るということを考えない限り、いまの地震保険は、東京で二十数%というのはすごい数字だと理解しなければいけない。これを三十数%にするなんていうのは、毎日毎日ソニー損保に変えたやっつけていなければだめなのではないかという気がしますので、私のほうからはむしろ感想を述べさせていただきました。(笑)

北川 いかがでしょうか。だんだんと本音的な議論になってきました。ソニーの方は今日はおられましたか。(笑) いまご質問されて、よろしゅうございますか。

小出 東京海上の小出ですが、片山先生のおっしゃるとおりです。われわれは常に業界として全世界数を分母にしますと、地震保険は 16%の普及率になります。実際に火災保険に付帯されている地震保険は何%くらいかという約 3 割です。全契約の約 3 割は地震保険が付いています。特に東京都においては半分近くです。ですからそれをもって低いと言われるのは心外であるということ、常にいろいろな場で言っています。

実は 2002 年度、今年度から付帯率も業界としてもっと公表していこう。いままでは全世界を分母にした普及率だけしか表に出していかなかったのですけれども、付帯率をもっと出していこうと業界として決めています。ですから決して低い数字ではないと思っておりますが、ただ一方で、ご指摘のとおり、ノーロス・ノープロフィットという考え方を地震保険はとっていますので、ともすればご指摘のとおり、保険会社はあまり売りたいのではないかというお声もあります。それが 16%に表れているのではないかというご批判もいただいています。

決してこれはそうではありません。われわれは巨大なリスクの地震保険を、一民間の保険会社でカバーしろと言われても到底できません。どんなに再保険の市場を利用しても、安定的にそのカバレッジについて供給を受けるのは不可能です。そうしますと火災保険はまさに字の通り、火が出たときの保険ですが、地震でも火が出ます。したがって地震で火が出たときに保険金を払えない商品というのは、ある意味では火災保険としては欠陥商品だとも思っています。

ですからわれわれがお客さんに商品を勧めるときは、地震でも保険が払える保険もあり

ます。それが地震保険です。それがついていないと、われわれは火災保険を売りにくいのです。ですから地震保険を一生懸命売っていないということは決してなくて、地震保険があることによってわれわれは火災保険を売ることができるわけですから、地震保険をもっとお客さんに広く勧めていきたいという気持ちは、どの保険会社も決して変わるものではないと思っています。

ご指摘のとおり付帯率という、付帯をされている率はずいぶん高くなっていると思いますが、今後ともそこを高めていきたいと思っていて、先ほどもっと保険料を安くすればいいのではないかとご指摘もいただいています。一方で今年度業界として何を取り込んでいくかという中の一つに、先ほどの啓発活動をお話したのですが、実はそれ以外にも保険料を下げるにはどうすればいいのかということも中に入れていきます。

たしかにいまの火災保険は燃えたときも、地震で火が出て燃えたときもお支払いをしますし、それから倒壊したときもお支払いをする。概してお聞きすると、倒れてしまうときはもうしょうがない。けれども、たとえば地震で火が出た場合、これは火災なのだから払ってほしいという声も多いのです。ですから地震保険を二つに分けて、倒壊のときは払われないけれども、地震火災のときは払えるという商品をつくったら、いまの地震保険の半分くらいの保険料で済むのです。そういうバリエーションも少し持たせていこうということもいま考えています。

業界の宣伝になってしまいましたけれども、そういうことをしながら、とにかく啓発活動だけではなく保険料をいかに安くできるか、それからお客さんに選んでもらえるようなバリエーションを、いろいろな価値観を持っているお客さんがいらっしゃるわけですから、そういった価値観に合わせた商品も用意していこう。そういうことをしながら、いかに普及させていくことができるか。若干頭打ちだという思いもありますけれども、やはり努力はしていこうということをいま業界でやっているところです。

北川 どうもありがとうございました。ではほかの観点からご質問を受け付けたいと思いますが、いかがでしょうか。

吉野 保険研究所の吉野と申します。地震予知について、中国は巨大地震の予知にこれまで7回成功したと聞いていますが、その観測方法として動物の異常行動や気象変化といったものも情報として取り入れていると聞いています。一見、非科学的とも思えるのですが、実



際に成果を上げているということなので、日本としても参考にしたほうがいいのではないかという気もするのですが、いかがでしょうか。

北川 これは都司先生、よろしいですか。

都司 私自身の専門から外れるのですが、同僚の先生の中にやっておられる方がいて、常々話を聞いています。やはり研究者が自然現象の相手、その応用として地震予知をやるときに、たとえば実験地震学をやっている方は、地震の最終過程として一つの岩のかたまりが個体として破壊をする。その岩はたくさんの結晶からなっている。いよいよ耐えきれなくなるときに、その中に含まれた結晶構造の一部が壊れ始める。ちょうど木が最後に倒れるときにメリメリという音がする。結晶構造が外れるとき、たとえば電磁パルスが出る。地震予知の立場からすれば、その電磁パルスを直接測ってやろうというのが、いまの地震予知の正統的な研究の方法です。

そういう電磁パルスが出たら、ナマズとか水中に住んでいるもの、あるいは地面の中に住んでいる生物がそのパルスを聞いて、敏感な動物が動き始めるということはあるわけです。だからナマズなどを観察していれば地震予知になるというのは、一つの道だろうと思います。地震学会でもそういう発表がときどきありますし、あるいは市町村、あるいは県の段階でやるということ、これはうちの地震研とか、そのほか理学的な方面にいる人も敬意は表している。決して否定はしていないわけです。

けれども理学の研究である以上は、途中の理屈というものが欠けるところなく、なぜナマズが動くか。地震がある。結果としてナマズが騒ぐ。その中間をわれわれは完全に理解したい。ナマズが行動を起こすのと同じ現象を、直接機械でとらめたい。そっちのほうに努力を傾けているのです。いまのところは知識を積み重ねている段階ではある。かつて言われていたように、そう簡単なものではないということもだんだんわかり始めてきた。日常うちの研究室でも、あるいは研究所でもやられている議論の中でも、意外に難しいものだということを言っておられる方は多くおられます。

しかし着実に理学的な理屈が、完全に測定も可能、それから発信の機構も可能、それを完全に後付けできるような努力を専門家はやっている。アマチュアの方ないしは行政の方がナマズを飼って観察するというのも、大いにやってくださいというのがわれわれの立場だと思います。けれどもおそらく地震研究所の中でナマズを飼おうという予算を付けてくれというふうにはいかないと思います。(笑) 立場の違い、それから敬意も表している、有効であることも認めている。けれども研究の流れはそういう流れだということでご理解ください。

北川 神奈川県に温泉火山研究所がありまして、そこではナマズを飼っておられると聞いています。

実は災害予測研究会の垣見先生がおられますが、予知関係をいろいろおやりになっていると思いますが、何か一言ございますか。

垣見 突然、ご指名を受けたのですが。

北川 予知に関して自然現象、ナマズや鳥が騒ぐとか、その辺を信じていいかどうか。

垣見 全然お答えできません。私は地質学を専門にしている、動物学、植物学の専門ではありませんから。ただ都司先生のおっしゃったように、そういう現象は必ずしも否定できませんが、それをなんとかして人間の計測にかかる努力は続けていかなければ、単にあそこで鳥が鳴いたという事例をたくさん集めるだけでは、予知とまではいかないのではないかと考えています。



北川 どうもありがとうございました。この調子でいくと、夜の10時ごろにこのPDが終わる方向となります。司会の不手際で大変申し訳ございませんが、これを聞いておかないと会社にも帰れないといいますが、あと一つだけ質問を受けさせていただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

山口 料率機構の山口といいます。会社に帰れないわけではないのですが、一つぜひお願いします。(笑) 今日少しショッキングなことを聞いたような気がします。私はまったく素人で、素人ではこういうことを信じている人がほとんどなのですが、実はプレート型の巨大地震と、断層が引き起こす直下型は関係ないと私は少なくとも聞いていたのです。これは間違いなのでしょうか。



といいますのは、先ほど都司先生のお話で、神戸の地震は親分の前に起きる前触れだとおっしゃったので、そうすると何か関係があるのかということです。学会の偉い先生方がたくさんいらっしゃるの、いちばんの素人が聞いたときに、そこは学説がどうなっているのかを教えていただきたいと思います。

北川 いかがでしょうか。まず都司先生、簡単をお願いします。

都司 地震が起きる機構そのものは、個々の地震はそれ自体で完結した、因果関係も何もないのだと思います。ただ、たとえば大きな次の南海地震がいよいよ迫ったときというのは、やはり沈み込もうとするフィリピン海プレートの圧力によって、その上に乗った側

にも、普段とは違う相当な圧力場はあるはずで。たとえば人間にたとえてみますと、内臓に大きなガンがある。そのときに手にけがをしたら、この手のけがが治りにくい。けがとガンとは関係がない。その意味では関係がないのです。けれどもお腹の中にガンがあるときには、このけがが治るのに1週間かかる。ガンがなければ3日、2日で治る。そのくらの因果関係はある。あるいはけがをしやすいということです。

だからたとえば次の南海地震があと20年、30年に迫ってきたときというのは、上に乗った側にもかなりストレスが溜まっている。だから断層も動きやすくなっている。その意味での関係があると理解しています。

北川 よろしゅうございますか。損害保険関係の方々でありますか。これを聞いておかないとどうしようもないということはあるですか。よろしいですか。これで満足だと今日の日誌に書けますか。どうぞ。ではこれで最後にさせていただきます。

海老崎 エイ・アイ・ユー保険会社

の海老崎と申します。損害保険会社の中ではどちらかというと技術面でやっていて、保険料の算出関係を扱っています。いままでのお話を聞いて、地震の発生がサイクリカルであるということになると、地震の発生がこれから30年間においては頻度が上がるという結論に至ります。それをもとに保険料を計算すると、保険料が高くなり



ます。地震保険については政府主導でやっていますので、保険料計算については非常に気を使っていて、なるべく安く国民の皆さんに提供するというふうに業界で努力しています。

片や再保険料は外国にいて、そのようなインフォメーションが入ると、途端に再保険料が上がって、こちらは何も再保険の手当ができないまま、国内で積み立てたものだけで大きな災害に備えるというような緊急事態に陥るという業界です。金融業界の中で非常に小さい業界です。積み立てあがっているお金も限られていて、そのへんはもう少し大きなスパンで考えないと全体が維持できないということで、自分としてはこの会に出させていただいて非常に厳しいと思っています。

家計地震だけではなくて損害保険では、企業に対しても地震の担保を提供していて、そのようなものもやはり再保険手配が非常に厳しくなっています。これらについては最近新たな手法が取り入れられて、受けたものをすぐに証券化してばらまいてしまう。何とか資金の供給と、それから填補のつり合いをとろうと努力しているのですが、そういう業界においても非常にリスクが高くなるとか、リスクの発生が確実なものになると、全体の料率が上がってくるという状況が発生します。

そういった意味で保険業界もいろいろな研究結果を見ながら、共に確率論的にいろいろなことを論じていかなければいけないと常々思います。なにぶんにも情報が先んじてしまうと、なかなか苦しいものがあるって、非常にお話を聞きながら厳しいと思っています。これは質問というよりも、どちらかという感想に近いのですが。

北川 どうもありがとうございました。不手際で大変申し訳ございませんが、予定よりも10分くらい時間をオーバーしました。これを機に災害シナリオをつくる、日本は地震国であるということは絶対に忘れてはいけないことですので、そのためには対策、または保険、いろいろ対策を考えていかなければいけないということは自明の理だと思います。

これをご縁にして、いろいろ皆さんで議論をやっていただいて、よりよい保険をつくって、またそれを売っていただくということで、今回のパネルディスカッションをここで締めさせていただきたいと思います。地震災害予測研究会委員長から最終的に締めくくりをやっていただきたく、ここでパトタッチをさせていただきます。どうもありがとうございました。（拍手）

.閉会の挨拶

地震災害予測研究会
委員長 和泉正哲

和泉 災害の地震関係の委員長をしております和泉でございます。本日のフォーラムは、只今の司会者のお話しですすでに締めくくられた感じですが、私としては、「今日いろいろと本音を聞かせていただけたのではないかと。私の専門は建物の耐震をやっていますが、私にとっても大变得るところが多かったのではないかと。」と考えています。



中で、地震災害を、地域性を考えて大局的に把握するのか、あるいは最新の知識を駆使し、コンピュータも駆使して詳細に考えるのかの問題は、両方から攻めていく必要があるのではないかと思います。私もどちらかという大局的把握が好きだったので、近ごろの地震学、あるいは地震工学の発展を見ますと、もしかすると近い将来、もう少し精度を上げて素晴らしい結果が出るのではないかと、だんだんそう思えるようになってきて居ります。

また今日のお話から地震学の深さには大変感嘆しました。いろいろと実際に、たとえば地盤をよく見るとか地盤資料をコアの形でとり出して調べるといいう理学的面と、内外の歴史書や文学書をひもといて考え社会・文学的面との両面を合せ持ち、その奥の深さは大変感嘆しました。同時に地震災害は過去に学ばなければいけないということを改めて痛感しました。

私たちは耐震建築の専門家ですが、たとえば盆地構造に超高層ビルを建ててしまう。そうすると地盤と建物の揺れの周期が合ってよく揺れることがあるとはわかっています。そういうことをやっていいのだろうかということに対して疑いをもちますが、もし建築の依頼主にぜひともここにこういう高い建物を建ててくださいと言われれば、無理をして揺れても安全のように建ててしまうわけです。そういうことに対して、たとえばエネルギー吸収装置を付けるなどやはり揺れもおさえるような対策を考えてやるべきであったのではないかと感じています。勿論、そのような処に超高層ビルを建てないのが正論でしょう。

それから目黒先生の目黒式三次元的マニュアル、あれはぜひとも自分でも描いてみよう。それを先生に提出したら落第点がつくかもしれませんが、一応やってみようと思いました。

それから私は巨大地震の際には地震大火は必ず起こるであろう。このままでは必ず起こるであろうというふうに恐れています。実は消防車は地震後必ずしも火事の現場に行けません。阪神大震災のときも火を消そうと走っていた消防車が無理やり止められて、「すぐ目

の前で人が倒れた建物の下敷きになっている。どうしても家族でそれが動かせない。屈強な男が二、三人来たのだから手伝って人命救助をして欲しい。」と言われて先ずそちらを助けたという事例が多くありました。このようになかなか計画していたことと実際とは一致しないということが起こり得ます。

私としては、いま日本経済が非常に危機にあるという環境下で、この巨大地震に対して大局的にいったいどういうふうな対策をとればよいのか。そのへんのことで大変悩んでおります。個人的には自分ができるところを自分がやるのが最も大事だとは痛感して居ります。皆さんも今日のフォーラムで得られることが多かったのではないかと期待して、このフォーラムを閉じたいと思います。本日はどうもありがとうございました。(拍手)

司会 和泉先生、どうもありがとうございました。皆様、大変長時間お疲れ様でございました。事務局のほうから一つお願いがございます。今日配布させていただきました資料の中にアンケートが入っています。もしお時間が許しましたら、そちらにご意見等をお寄せいただきまして、お帰りのときに受付にあります回収箱に投函していただければと思います。

それでは最後になりましたが、本日も講演いただきました先生方に拍手をもってご労をねぎらいたいと思います。どうもありがとうございました。(拍手)

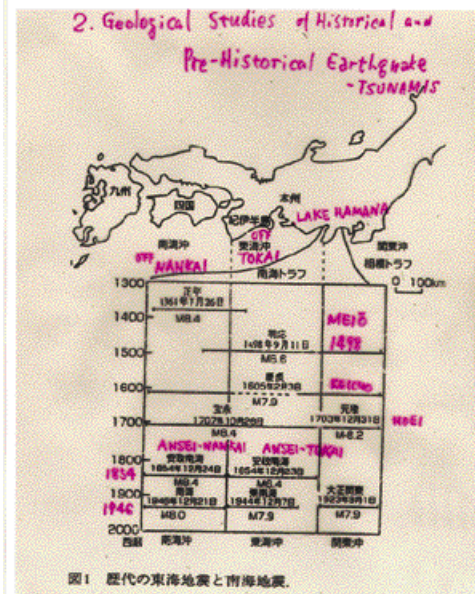
[パネルディスカッション図表] (都司)

1

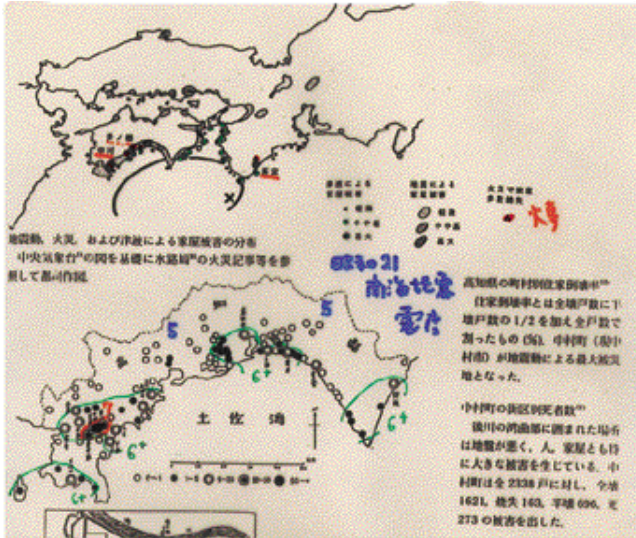
1. 南海地震系列の巨大地震とは

- 1) 北上してくるフィリピン海プレートが日本列島を乗せるユーラシアプレートの下にもぐり込もうとする、その境界面の滑りで起きる海溝型の巨大地震である。
- 2) 100年前後の間隔で起きている ※ 2020年4月6日 ?
- 3) 東海地震とペアをなして起きることが多い。
- 4) 大きな津波を伴う。
- 4) 近畿地方、四国中国地方に起きる、プレート内地震の活動と無関係ではない。

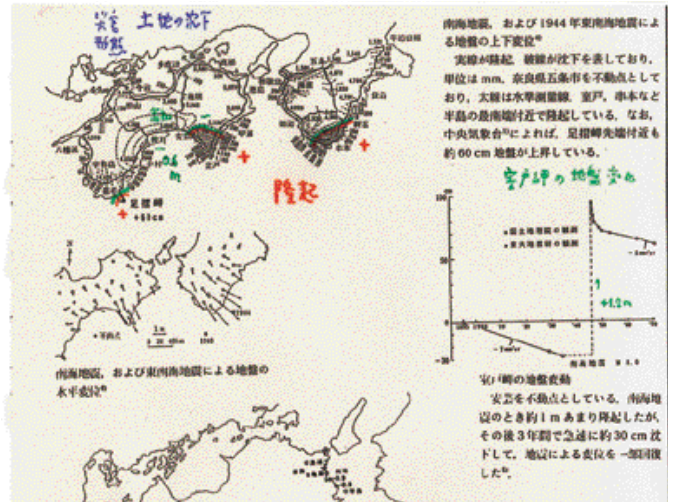
2



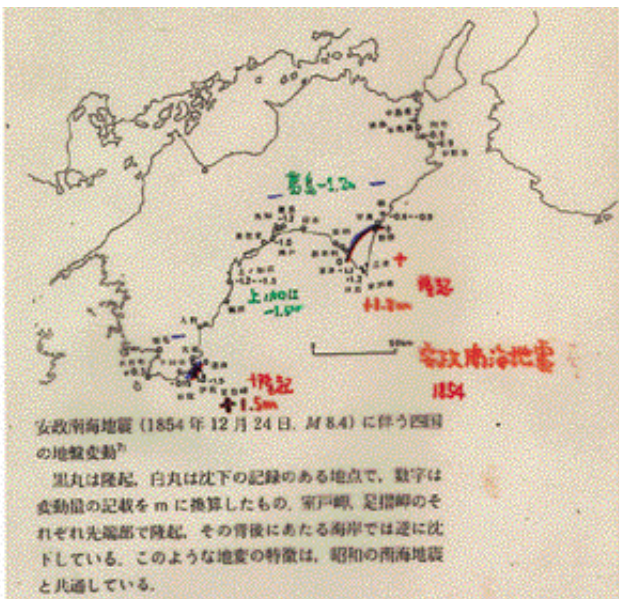
3



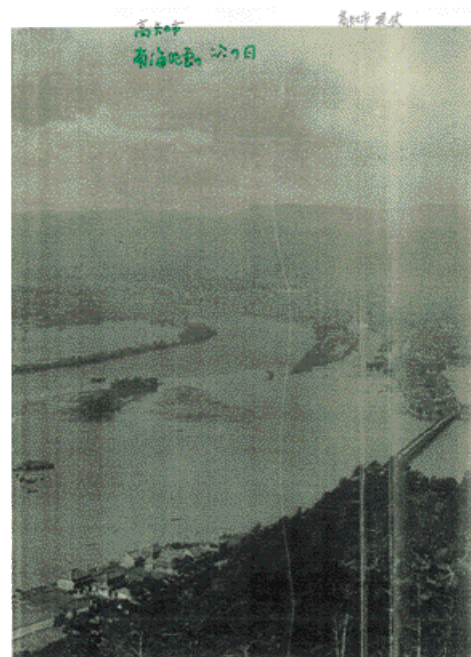
4



5



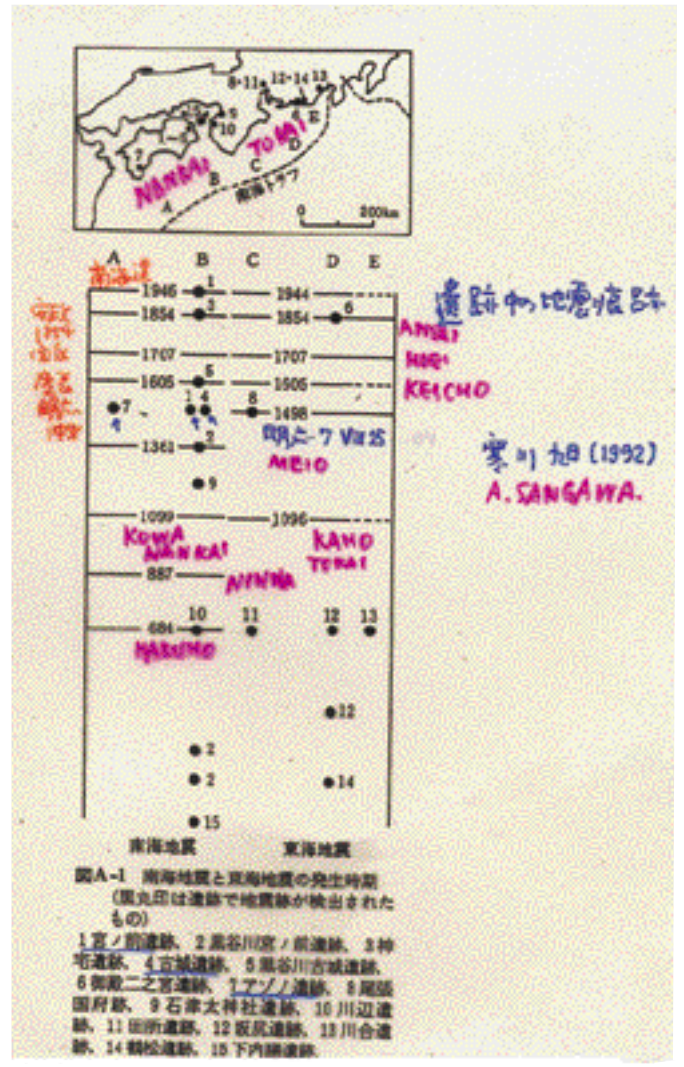
6



7



8



9

明成 南海地震の発見

明成7年の 京都奈良の日記 (1493)

(a) 明成7年 6月11日 京都 奈良にて 南海地震

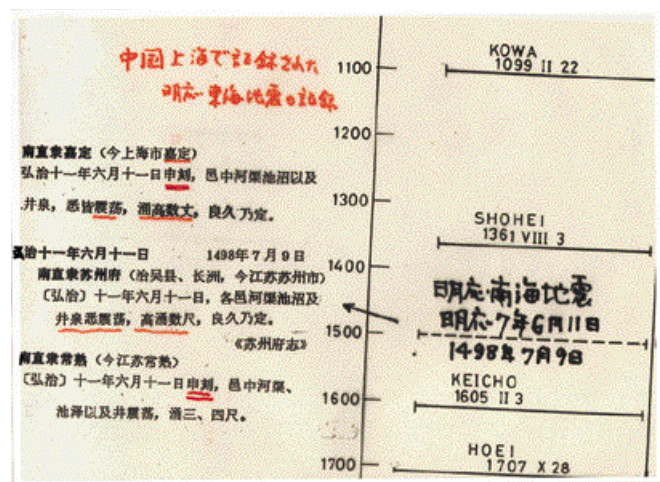
明成7年 8月25日 明成 東海地震 京都 奈良 4, 奈良 5.

(b) 明成7年 10月 京都 奈良 4

九州軍記 明成7年6月11日、九州で山崩れ 地震が九州に波及し 海へ入った ← 津波の記載

明成7年地震の伝説

10



11

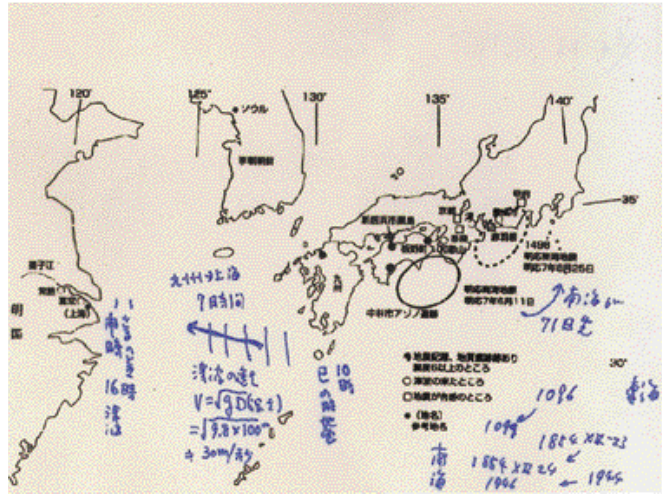




図1 近畿地方の主要都市圏の位置関係
大阪府・京都府・奈良県・和歌山県
の中心都市圏の位置関係を示す。
大阪府・京都府の境界線も示す。



図2 近畿地方の地形と主要河川の位置関係

このように、近畿地方は、平野部、丘陵部、山地、山岳部などから成る多様な地形を有している。また、この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。

この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。

この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。

この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。

この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。この地域は、日本の主要な産業地帯の一つであり、人口の集中している地域である。

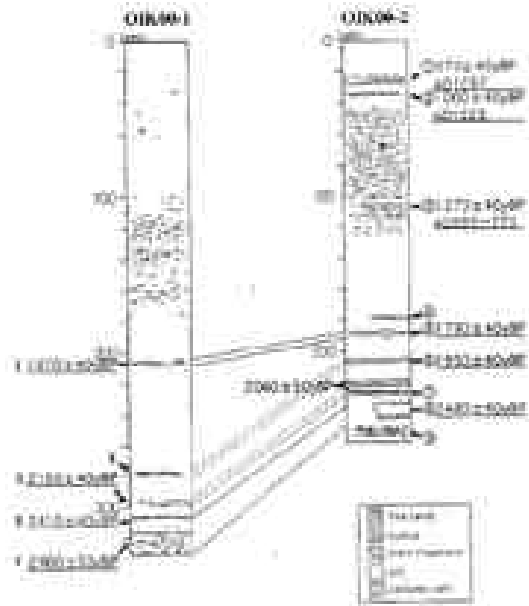


図3 OIKAWA-1とOIKAWA-2の地質断面図
OIKAWA-1: 100m, 200m, 300m, 400m, 500m, 600m, 700m, 800m, 900m, 1000m
OIKAWA-2: 100m, 200m, 300m, 400m, 500m, 600m, 700m, 800m, 900m, 1000m

この地質断面図は、OIKAWA-1とOIKAWA-2の地質構造を示している。OIKAWA-1は、100mから1000mまでの深さにわたって、様々な地層が堆積していることが確認されている。OIKAWA-2も同様に、100mから1000mまでの深さにわたって、様々な地層が堆積していることが確認されている。

この地質断面図は、OIKAWA-1とOIKAWA-2の地質構造を示している。OIKAWA-1は、100mから1000mまでの深さにわたって、様々な地層が堆積していることが確認されている。OIKAWA-2も同様に、100mから1000mまでの深さにわたって、様々な地層が堆積していることが確認されている。

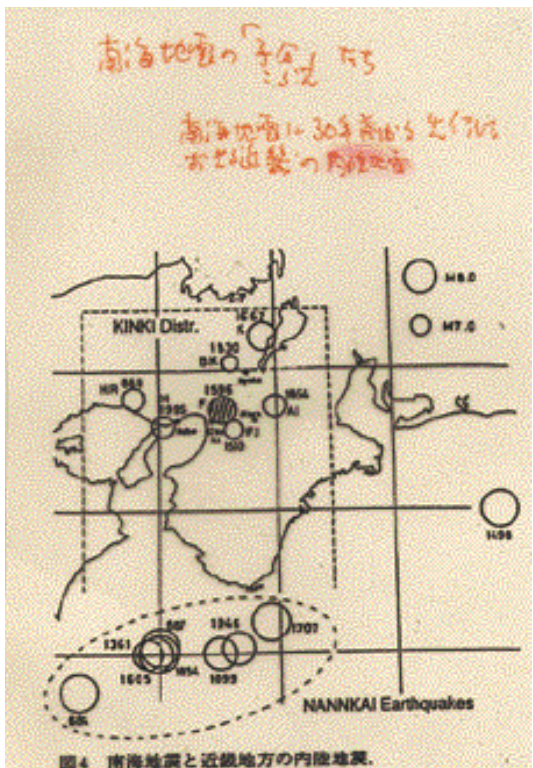


図4 南海地震と近畿地方の内陸地震

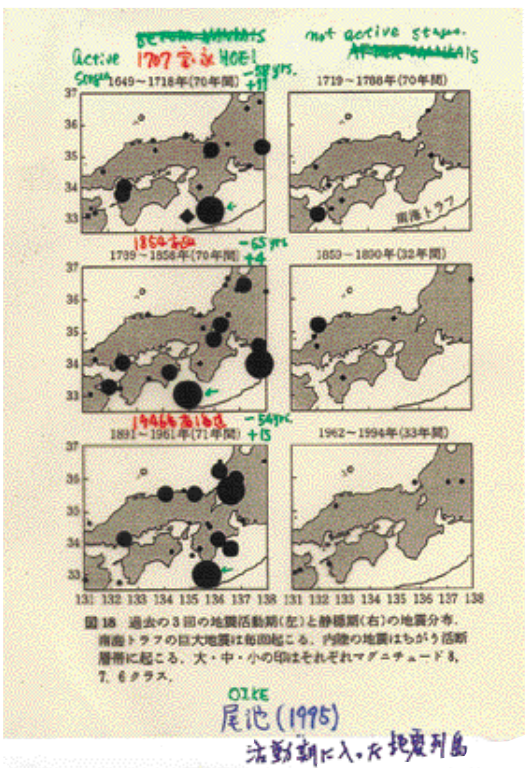


図5 過去の3回の地震活動期(左)と静穏期(右)の地震分布
南海トラフの巨大地震は毎100年ほどに発生する。内陸の地震はちがう活断層帯に起こる。大・中・小の印はそれぞれマグニチュード3, 7, 6クラス。

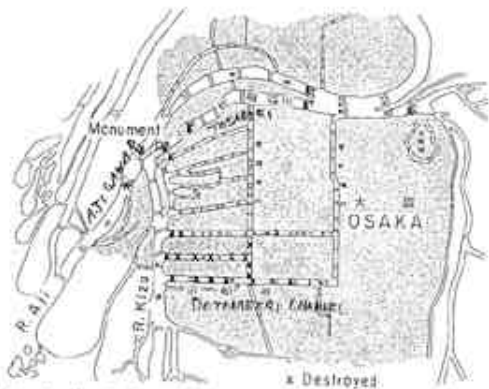
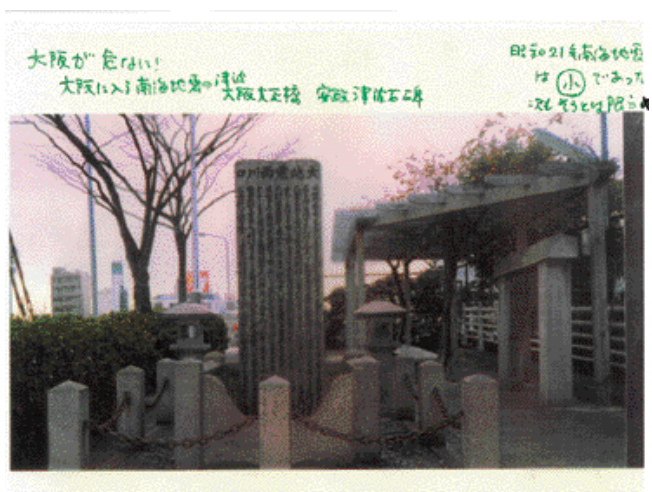


Fig. 2. Distribution of the bridges destroyed by the 1864 Ansei tsunami in Osaka (after Y. Omori, 1918).

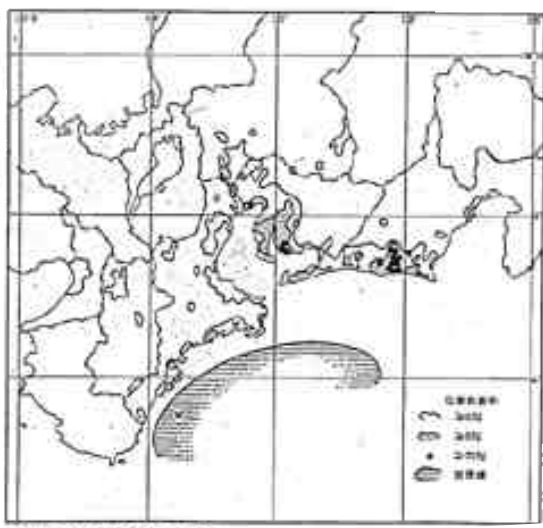
木津川大正橋のたもとに、「大地震河川口津波記」と置した津波碑がある (Fig. 3).



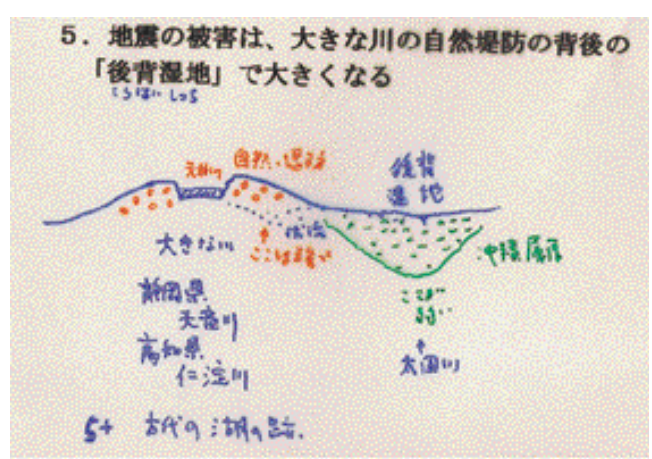
☆(大地震河川口津波記)
 于時嘉永七甲寅六月十四日子刻大地震、市中一統驚き川端にたひす、ゆり直しを恐れ、四五日心もとなく夜を明しぬ。伊賀大和計りが死人多しとなん。同十一月四日辰刻大地震、前に恐れ明地に小屋懸、老少多く小船に乗、翌五日申ひびき、日暮頃海邊一同津波、安治川は勿論、木津川別而は合丁敷の大小船艇打され、一時川上へ逆登勢に、安治川橋、船井橋、高橋、水分、風金、日吉、沙見、幸、住吉、金屋橋等悉くつれ落、釜大進(ある)水に、あてて逃すより、右橋より落ち込み、大悪徳際大船撞きに成し、故川下より、小舟を下敷に瀬が上乗懸け、大悪橋より西松、南北川筋一面暫時に船山をなして、多く破損川岸の掛造り船屋等大船損し、其物普人のさけぶ聲、急變にて、助けなくふ事あたはず、忽ち死せる人影數處、島之内地も津波寄せ来ると、上河(遊行有様)はたゞし、今より四十八ヶ年前嘉永四丁亥年十月四日大地震の時、小船にのり津波に溺れ入多しとか、年月へては傳へ聞人稀なる故、今亦所かはらず、數人損し、いたは數事聞なし。後登文がたし、都府大地震の時津波起らん事を後中心得、必給に傳へたらす。又家崩れて出火もあらん、金銀證文燃めて、火用心肝要也。津川内津船は大小に撞じ、水勢おだやかなる所あらみつなきか、かこ船は早く高く登し用心すべし、かゝる津波は沖より沙汰計に非ず、遠近き海底川底等より吹く、又海邊の新田畑に泥水あまた吹上る。今度平日の高砂と違ふ事、今の人能知る所なれども、後人の心得且津波追善所の権經文にて記し置、願くば心あらん人年々文字よみ安きよの慶を入給ふべし。

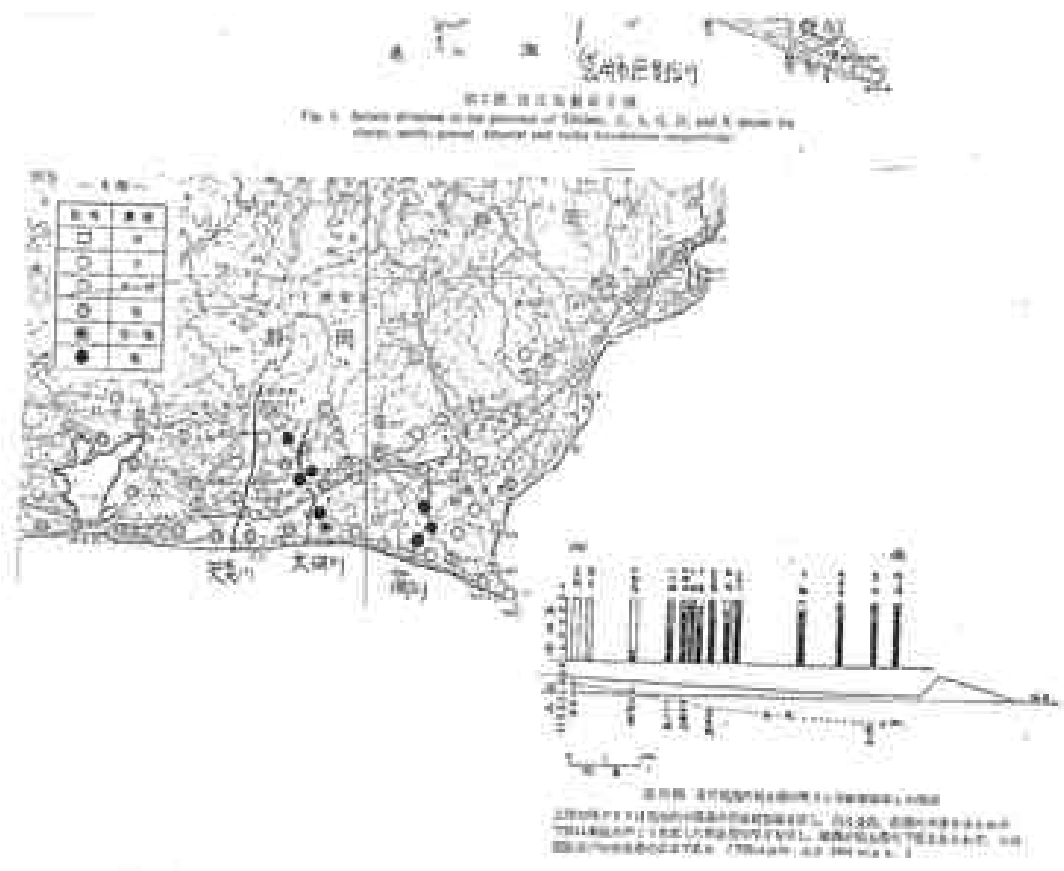
☆(安政地震記念碑) ☆(堺市大津)
 嘉永七寅のとし六月十四日地震よりしく、また十一月四日朝五日夕きつくゆり動きもめて歩る、その沖のかたおとろしくなりふためき、暮なんとして俄に津波かちて、川すちへはけしく逃り、引もまたはけしく、川邊に聚し船ともは破損され、岸すちからたらす、矢面に走り入り、そして、見るおそろしさいはんかたなく、地響津浪に家潰れぬりかたむきたるはさばなれど、里人は神祖の廣庭に集りてさげなかるか、これかために一人も怪我はしたる人のなきもいふ、救てたりける。餘所の入江川筋には地震をよけるに小船に乗り、家うち崩れし、したりかばにありたるか、大船いやうへ高砂のなめにはせ入に敷かれて、命落せしもの數知れずとや。まさに川へ逃途たるゆへなり、ゆめゆめ地響つよく川すちへ船に乗りさける事すまじきなり。むかし寛永年中にもこのかむに津波つよく、津浪もあり、船に除け命をとりもとの多しとかや、かゝるためしもあるから、危れば、地んつければ津なみかや敷と知るべきなり。堺にそのよるとのの幣を揮け、後の世までも患のなきを祈りて語りしをして家に懸るにん。

堺の人には、このおぼえ!



100-100 自然堤防の分布 (昭和21年) 1945



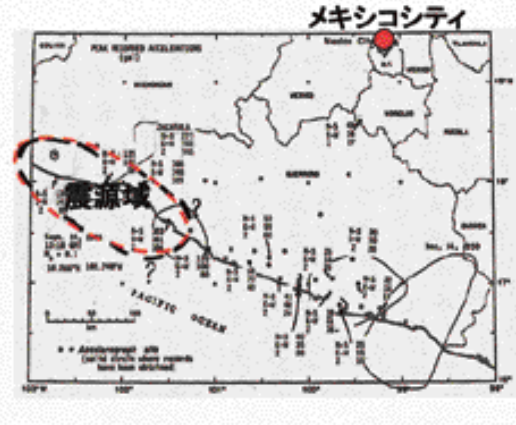


[パネルディスカッション図表] (翠川)

27

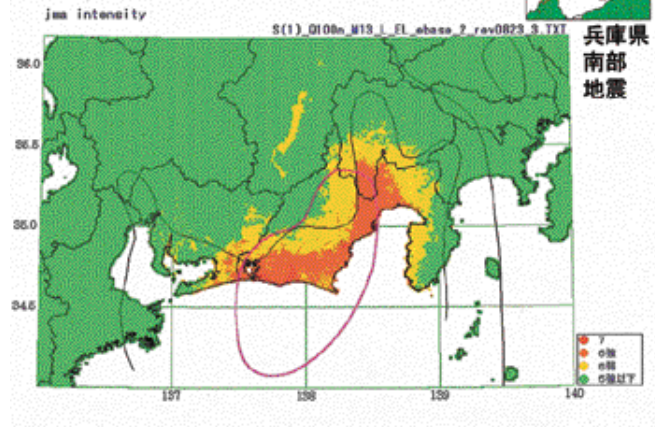
1985年メキシコ地震

震源から300km離れたメキシコシティで大被害



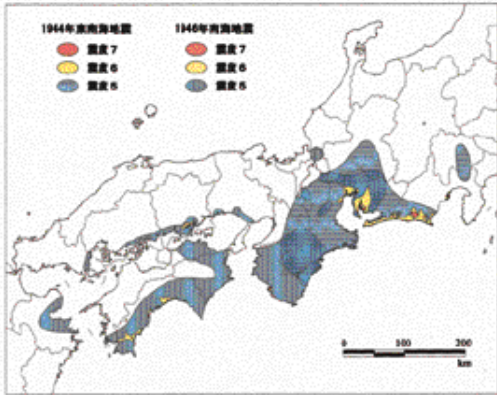
28

東海地震の震度分布(内閣府)



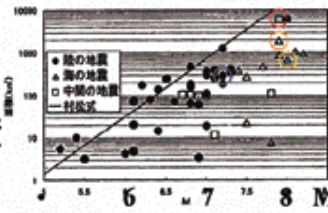
29

過去に被害域はどこまで広がっているのか？
1944年東南海地震と1946年南海地震



30

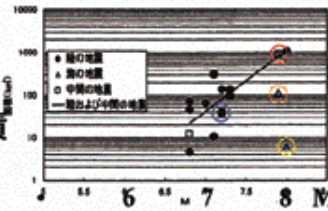
震度6
の面積



○関東地震
○東南海地震
○南海地震
○兵庫県南部地震

図4 震度6の地域の面積と地震規模の関係

震度7
の面積



○南海地震
○兵庫県南部地震

図5 震度7の地域の面積と地震規模の関係

31

1944年東南海地震の被害

表 000-1 おもな被害 (服田, 1955 による)

県名	死者 (通行方不明)	負傷者	住家 (戸)		非住家 (棟)		流失家屋	浸水家屋
			全壊	半壊	全壊	半壊		
愛知県	461	1,188	6,908	19,676	10,178	4,951		150
静岡県	317	909	6,970	9,522	4,684	5,563		208
三重県	389	608	1,627	4,210	1,103	1,991	2,759	7,579
岐阜県	16	43	441	623	494	448		
岐阜県	3	21	89	117	234	214		
岐阜県			7	76	28	38		
和歌山県	51	74	121	604	46	83	153	1,978
大阪府	14	135	109	1,629	124	63		2,241
大分県			13	11	14	3		
石川県			3	11	6	8		
福井県			1	2	2	3		
長野県		2	3	23	9			
長野県			13	49	1	2		
合計	1,251	2,971	16,455	36,590	17,117	13,296	2,912	12,156

32

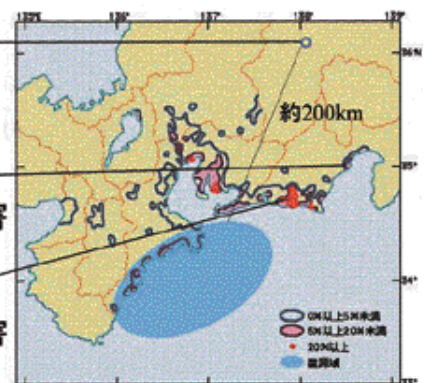
長野県

諏訪で全壊13棟
震度5強~6相当

静岡県

清水市で
震度6相当の被害

太田川流域や
菊川流域で
震度7相当の被害



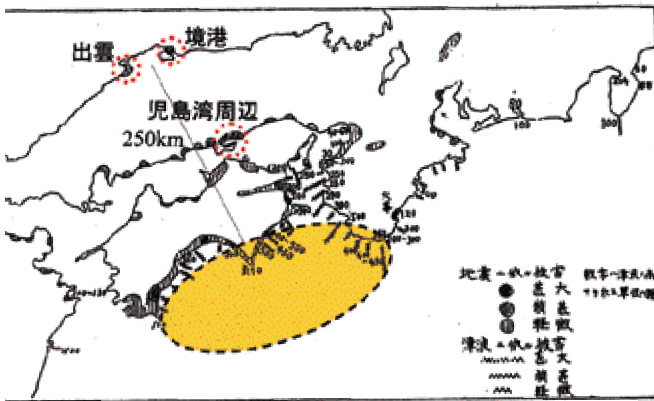
東南海地震での
清水市の被害分布
宮村(1945)による



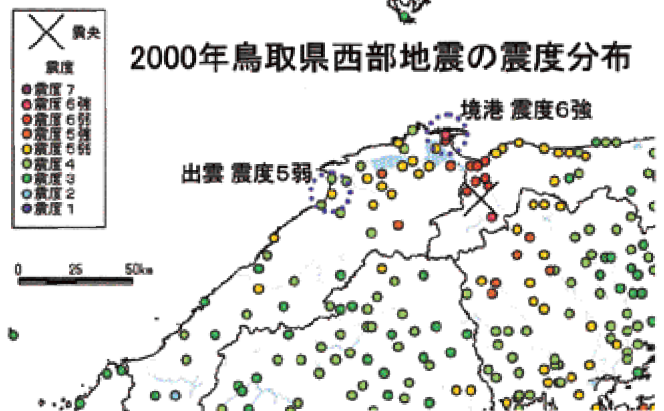
表 300-2 被害一覽 1946年南海地震の被害

郡村名	死	傷	不明	住家		非住家		工場・倉庫		家屋		船舶	道路	橋	堤防
				全壊	半壊	全壊	半壊	全壊	半壊	全壊	半壊				
長野				2	4										
岐阜	22	46		340	720	246	222	8	6						12
静岡										206					0.4
愛知	13	16		75	222	21	49	18	6		1				100
三重	11	26		65	32	71	16			1,425	22				9.9
滋賀				9	26										46
京都															28
大阪	32	46		284	384	27	25								43
兵庫	53	92		330	759	270	252	4		796					1
奈良				27	46	136	262	3	6						100
和歌山	195	562	74	368	2,442					4,102	235	2,209	723	625	128
鳥取				16	8	6	5								1
島根				71	261	202	84								1
岡山	51	187		479	1,059	614	1,718	2	1						1
広島				13	42	30	22								2
山口				2											1
徳島	182	662	20	1,476	1,922	201	426			5,942	326		654	2,720	201
香川	62	273		217	1,058	291	645	12	28	925					238
愛媛	29	82		155	422	147	118			220					56
高知	678	1,626		4,424	9,041			21	20	5,008	598	126	603	5,020	716
福岡				1		5									多
熊本				6	5	3									多
大分				38	91	21	18								8
宮崎				1		2									3
計	1,256	2,642	112	6,470	19,264	2,021	4,288	70	798	179	1,451	2,688	2,348	6,714	1,532

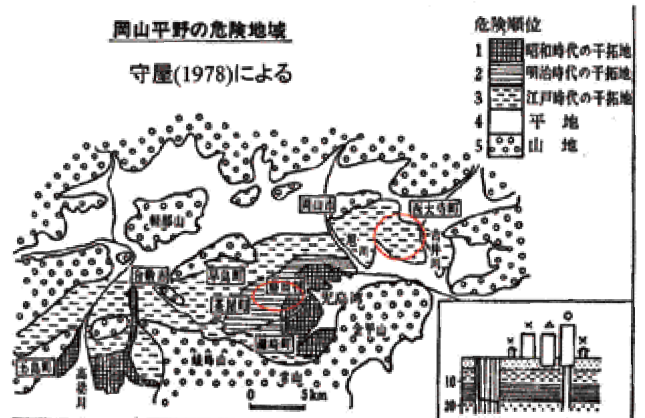
1946年南海地震の被害分布



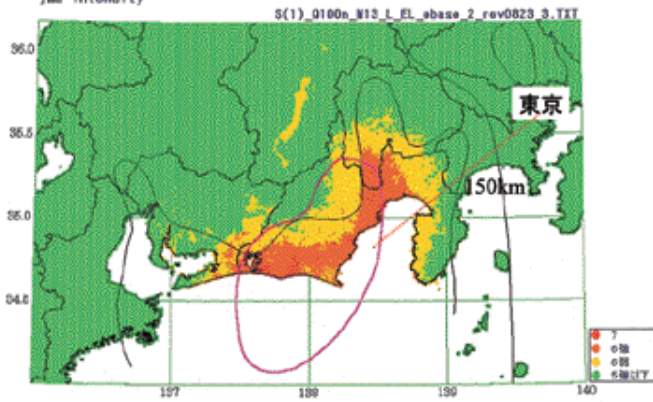
2000年10月6日 13時30分 鳥取県西部
緯度：35.3° 経度：133.4° Mj：7.3 深さ：11km



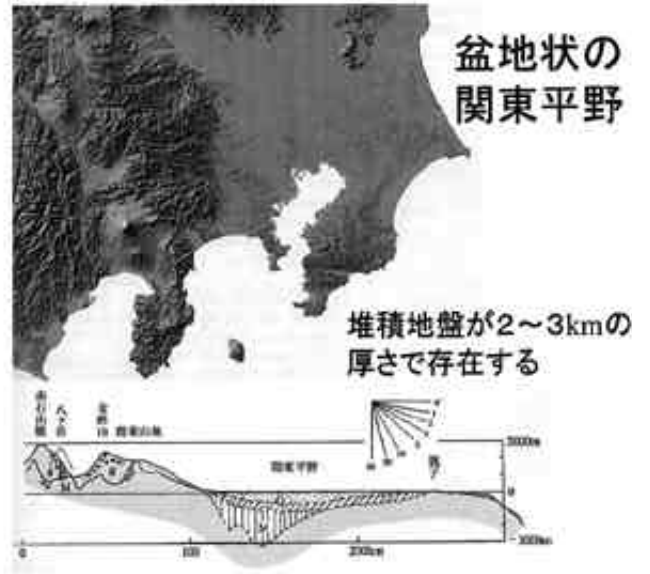
岡山平野の危険地域
守屋(1978)による



東京への影響は？
東海地震の震度分布(内閣府)

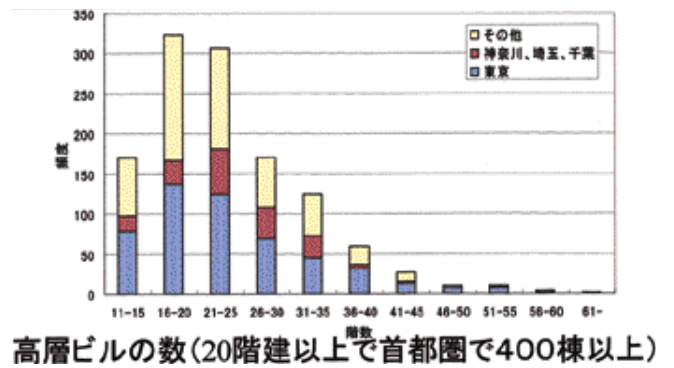
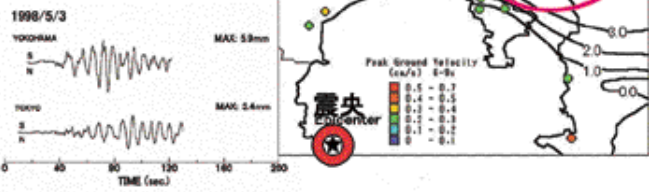


盆地状の
関東平野



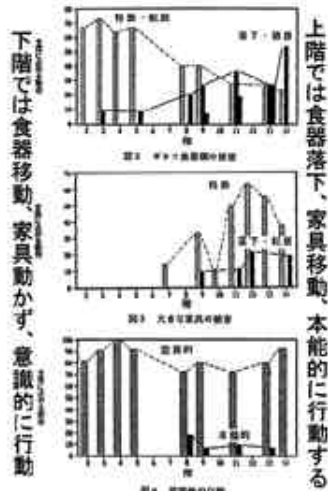
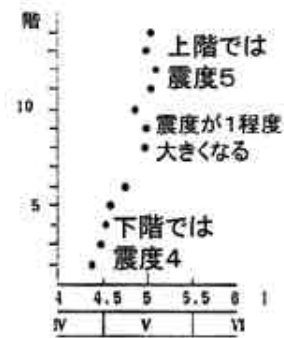
小さな浅い地震でも
長周期の揺れが卓越する

M5.7の地震の例



高層ビルの数(20階建以上で首都圏で400棟以上)

高層住宅での震度分布
千葉県東方沖の場合
岡田(1989)による



上階では食器落下、家具移動、本能的に行動する

下階では食器移動、家具動かさず、意識的に行動

家具・OA機器の転倒 負傷

内装材の落下 恐怖感

エレベータ停止 (点検) 業務停止

帰宅ラッシュ

東京では直接的被害は小さいかもしれないが、混乱の可能性は大きい

**巨大地震・軟弱地盤による広域被害
誰が応援できるのか？**

**個人個人が被害を出さないための
自助努力、事前準備が重要
耐震補強、家具の固定など**




〔パネルディスカッション図表〕(目黒)

46

災害フォーラム「巨大地震の災害シナリオ」東海・東南海・南海地震—そのとき何が起るか—

効果的な防災対策を実現するために
— ハードとソフト, 事前と事後 —

東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター
目黒公郎



2002.11.15.

47

防災対策の3本柱とは？

防災の3つのフェーズ

- ◆被害抑止力 (Mitigation)
- ◆被害軽減力/災害対応 (Preparedness/Disaster Response)
- ◆最適復旧・復興戦略 (Optimum Recovery/Reconstruction Strategy)

48

防災対策のハード・ソフト, 事前・事後

	ハード	ソフト	事前	事後
被害抑止力	○		○	○
被害軽減/災害対応		○	○	○
最適復旧・復興戦略/計画	△	○	○	○

49

		東海地震	東南海地震	南海地震
ライフライン系 (需用家数)	上水	211万	212万	62万
	電力	105万	93万	31万
	ガス	208万	214万	59万
交通施設と機関 (被害箇所数)	高速道路	約60	約20	0
	一般国道	約500	約500	約300
	新幹線	約500	約200	0
	JR鉄道	約1800	約1600	約1200
産業施設 (震度0強地域に存在する危険物規制対象)		約1.5万	約1.4万	—

50

重要な教訓

- ◆ハードの重要性
- ◆イマジネーション能力のなさ
 - ◆政治家も, 行政も,
 - ◆エンジニアも, マスコミも,
 - そして,
 - ◆一般市民も

51

防災対策の基本:

「災害発生時に、そしてその後の時間経過の中で、自分の周辺で何が起るかを具体的にイメージできる人間をいかに増やしていくか」と私は考える。

↓

イメージできない災害に対して、適切な心構えや準備ができるはずがない。

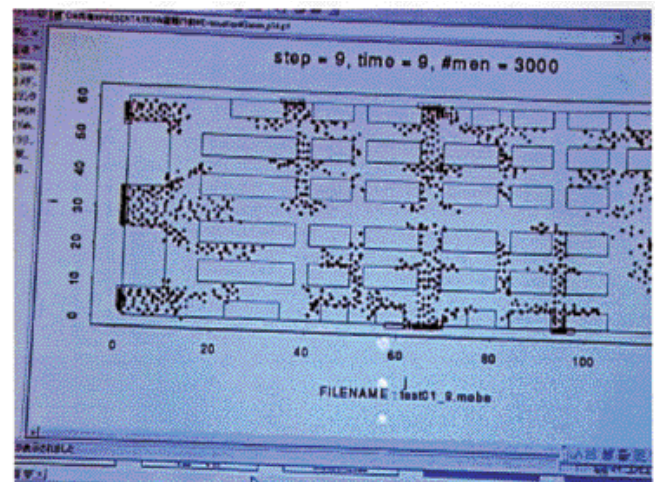
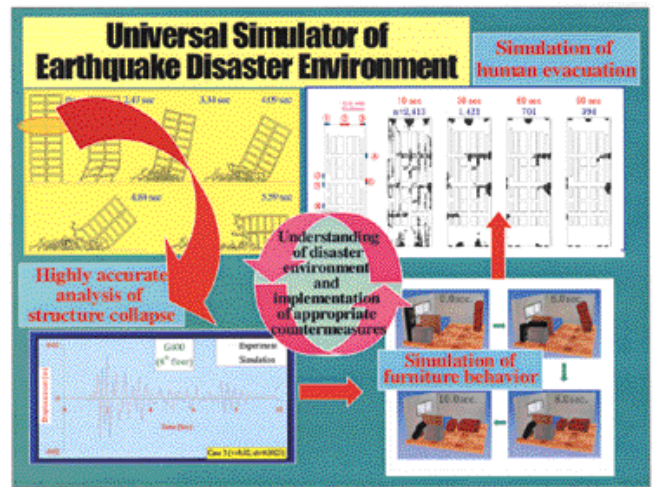
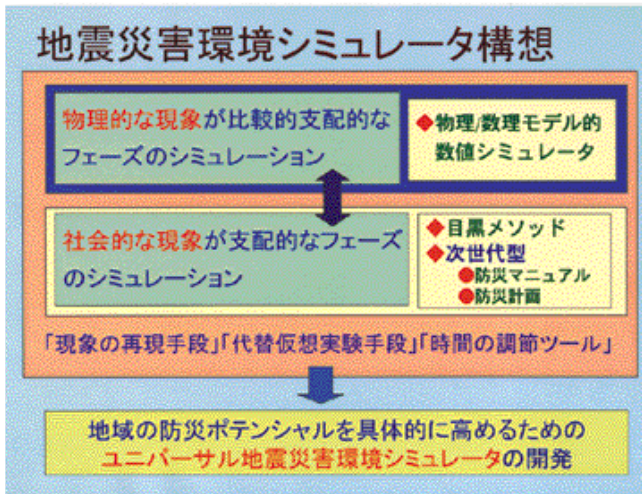
ここに、↓

シミュレータ(現象再現ツール)の存在意義

- ◆直後: 物理現象主体編
- ◆復旧・復興: 社会活動主体編

■現象の分析/検証 ← 研究者

■現象理解の補助 災害環境のイメージ ← 一般の人々



災害状況イマジネーション
ツール

目黒メソッド

あなたはどの程度具体的に
災害状況をイメージできますか？

震度VI強(神戸クラスの揺れ)を伴う地震をあなたは感じました。
What will happen around you when you feel strong ground motion?
それぞれの時点で、どんなことが起こると思いますか？

地震の発生/Earthquake

震度VI強(神戸クラスの揺れ)を伴う地震をあなたは感じました。
What will happen around you when you feel strong ground motion?
それぞれの時点で、どんなことが起こると思いますか？

地震の発生

1日の生活パターン

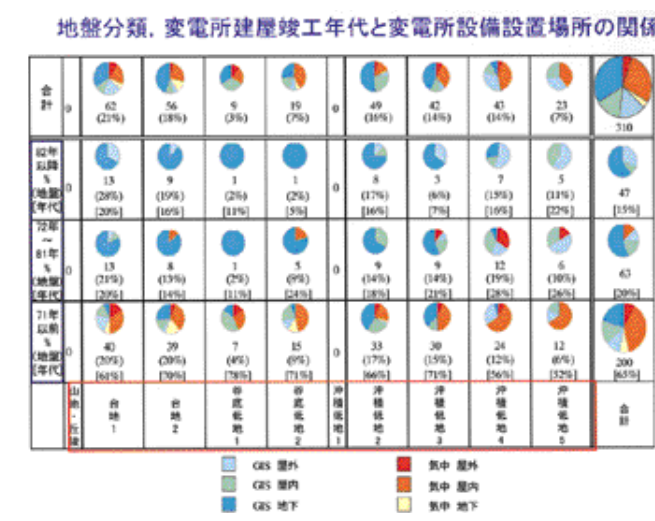
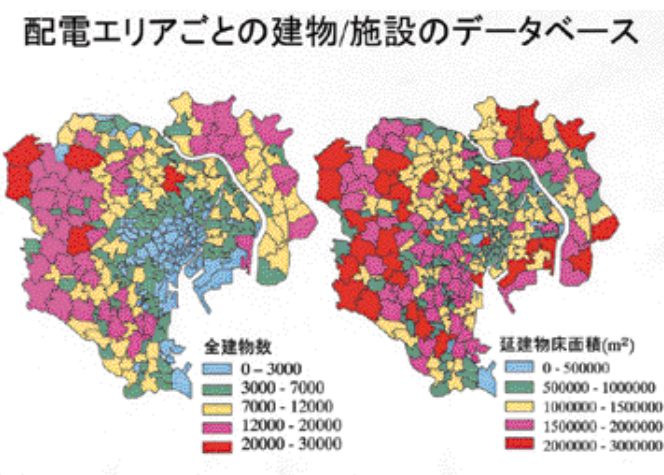
あなたの典型的な日常生活 (Your typical daily life activity)

事前対策
の
第一歩

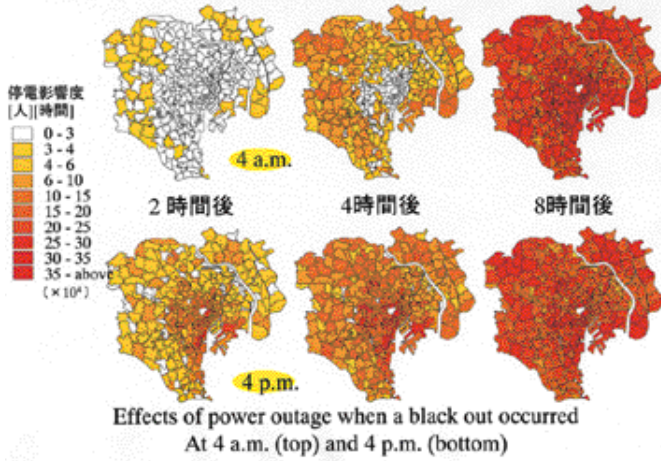
状況認識に基づいて
どこから、どんなふうに

事前対策

耐震補強
想定地震動
地震予知情報



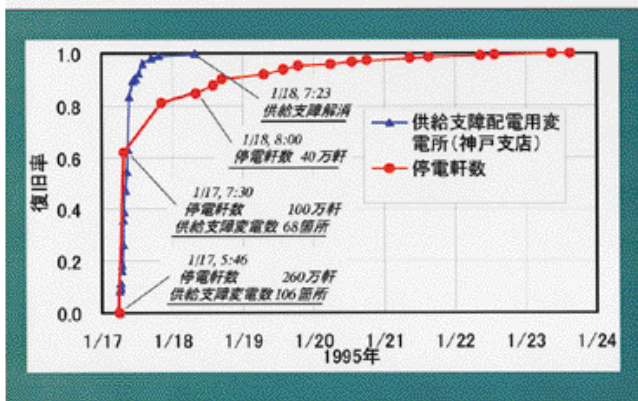
各配電エリアの停電継続時間ごとの停電影響度



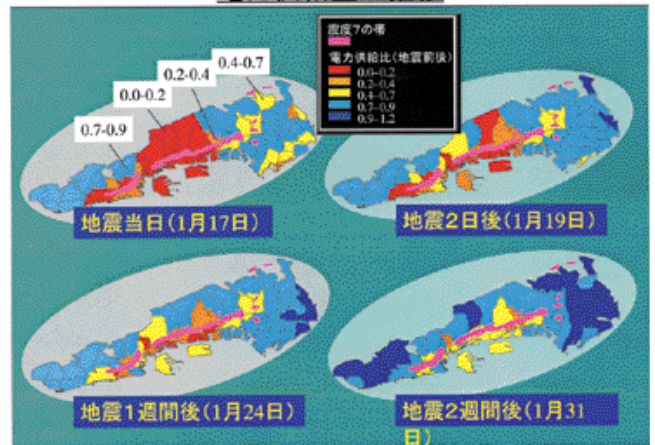
事後対策 の 第一歩

状況認識をどうするか

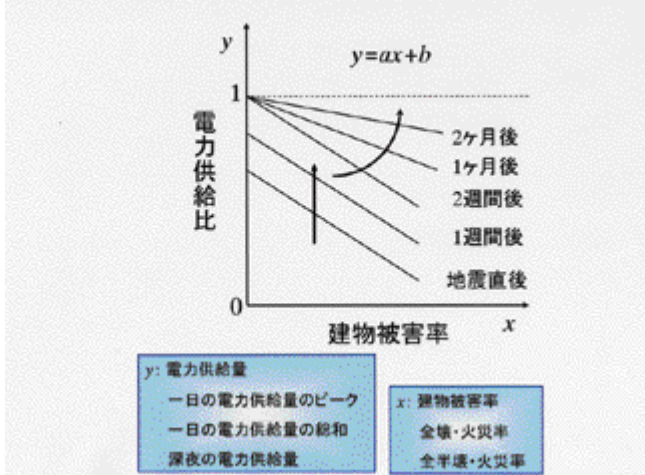
変電所の供給支障と停電軒数の推移



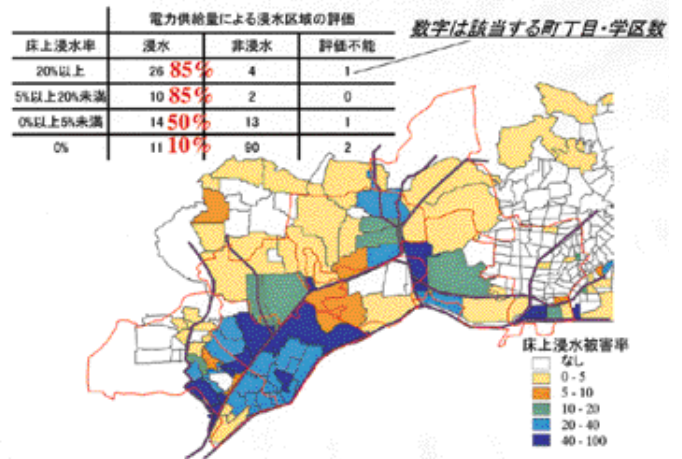
電力供給量の推移

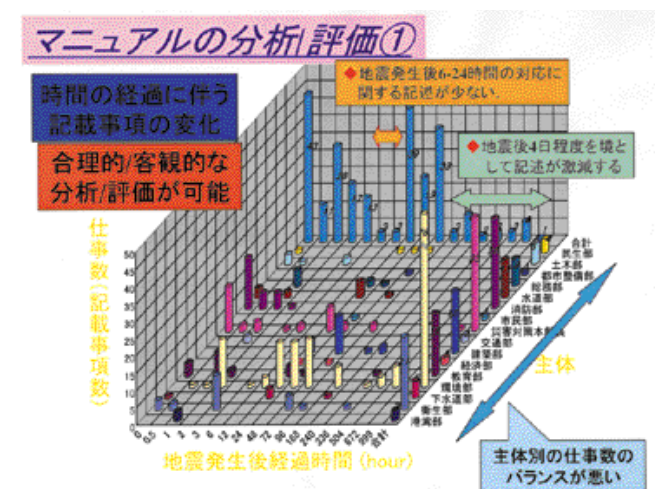
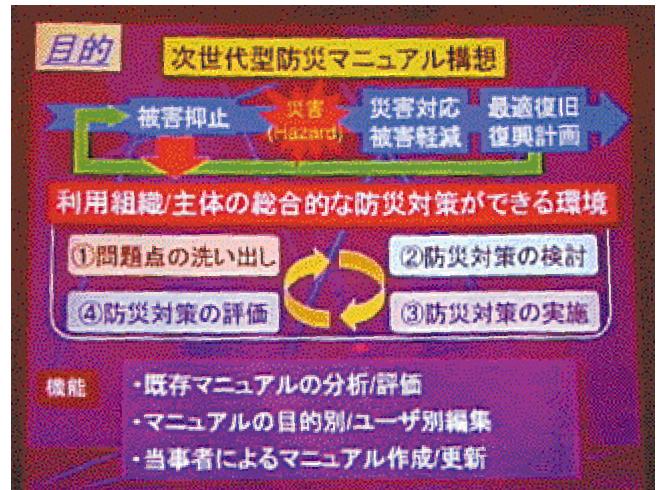
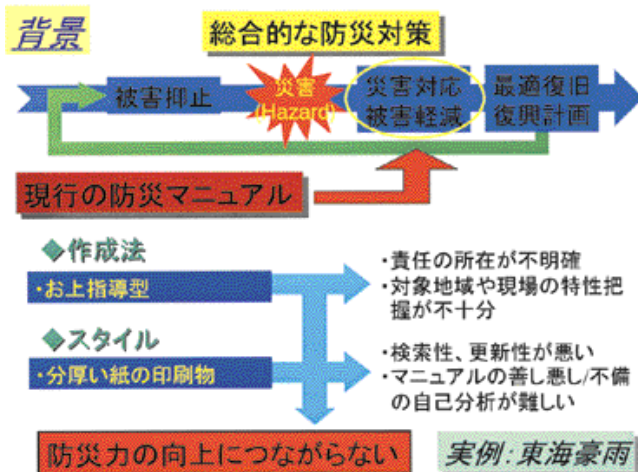
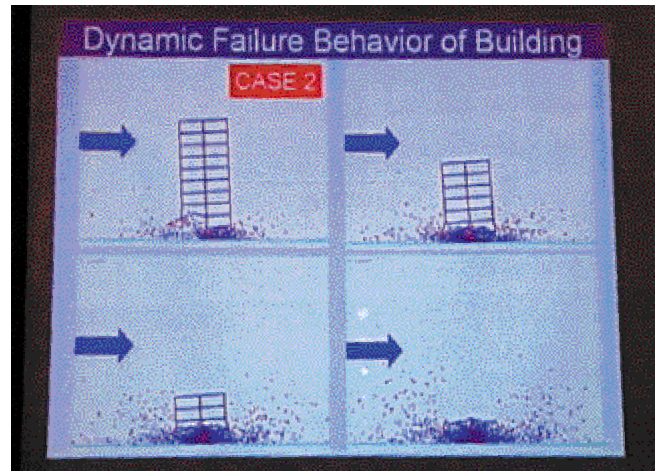


建物被害と震後の電力供給量推移のモデル化

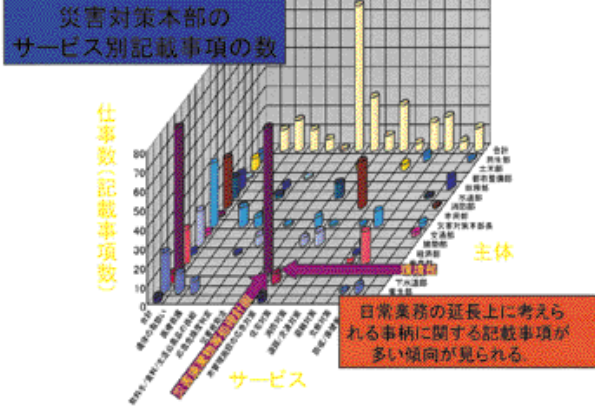


電力供給量の変動による浸水評価(3)

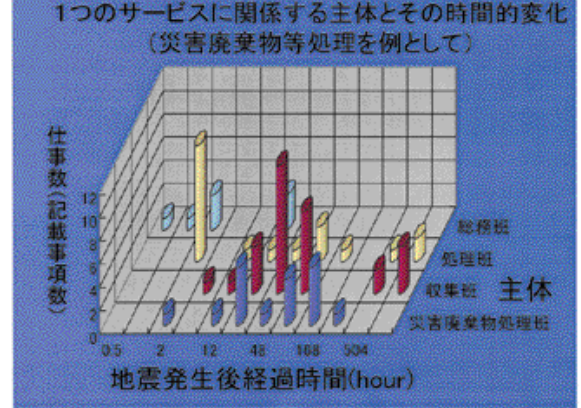




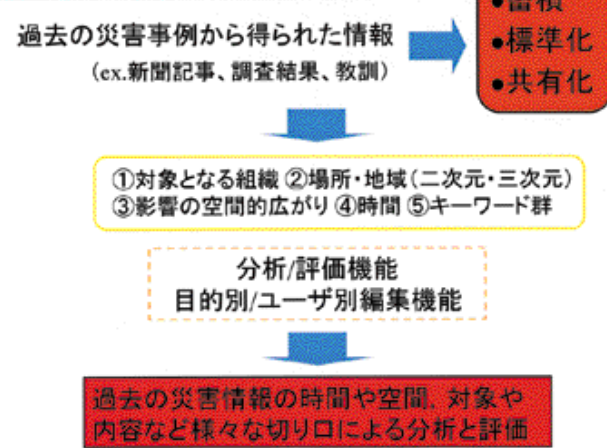
マニュアルの分析評価②



マニュアルの分析評価③



災害情報データベース



マニュアル作成支援システム

