

基調講演2「『国難』となる最悪の被災シナリオと減災対策」

河田 恵昭（関西大学社会安全研究センター センター長・教授）

いつもながら次男が生意気なことを言っていました。私は林先生の六つ年上ですから、私が長男で、林先生は次男のようなものです。兵庫県と神戸市のような関係で、いつも神戸市が生意気でうまくいかないのですが、そういうものは直らないと割り切っています。私たちの師である土岐先生がいつも「継続は力なり」と言っていました。このシンポジウムも15年間ずっと続けています。私たちいずれも非常に大きなプロジェクトを動かしており、皆さまにその成果を知っていただくために、こういう報告会を開催しています。私自身は同じことは二度と話したくないので、今日初めてお話しすることをお聞きいただきたいと思います。

私は京都大学を退職してから6年がたちましたが、まさかこんなに勉強するとは思いませんでした。今は京都大学にいるときよりも勉強しています。私は博士課程の学生6人、修士課程の学生8人、4年生14人、3年生15人、合計43人の面倒を1人で見ています。学部生は3人1組にして、遊ばせないように3カ月ごとにテーマとリーダーを替えて、共同作業をさせています。そうするとしっかりやるのです。京都大学では毎年1~2人しか学生が来ないので、そんなことはできませんでした。京大では今もそういう状態が続いており、大学院生は非常に少ないので、先生は研究費を取ってくるだけでなく、自分も働かなければいけなくて、非常に忙しいのです。林先生は分担者をこき使うことで有名ですが、私は分担者を遊ばせることで有名です。どちらが成果を挙げるかは、楽しみなところです。

1. 退職するまでに解けなかった二つの問題

実は、私には京都大学を辞めるまでに解けなかった問題が二つあります。一つは、縄文海進時代の南海地震津波の影響です。私は30代から南海地震の研究をしていましたが、当時、南海地震は近畿地方の自治体の地域防災計画の対象になっていませんでした。地域防災計画は明治以降、被害のあった災害が対象になっていたからです。安政南海地震は大阪で大きな被害が出ましたが、昭和の南海地震は大阪にほとんど被害がなかったため、大阪市でも大阪府でも地域防災計画には入っていませんでした。南海地震の津波の計算をすると、淀川の河川敷に津波が上がって、十三と中津で62万人が避難することになると推定されたので、私は大阪市の市民局と建設局に広域避難場所の指定をやめるように言いました。そうしたら、大阪市は「では、どこに62万人を逃がすのだ」と捨て台詞を吐いたのです。しかし、阪神・淡路大震災が起こった途端に、こっそりと広域避難場所という看板を外しました。今はグランフロント大阪がある梅田北ヤードが広域避難場所になっています。つまり、地域防災計画の対象になっていなかったのが、阪神・淡路大震災の発生を受けて、次の南海地震の兆候だとして地域防災計画の見直しをやりだしたのです。

南海地震津波の計算をしていたら、地下鉄中央線が京阪奈に延びるときに、ゼネコンが生駒の山麓で緑色の海生粘土を見つけたという記事を目にしました。つまり、昔は海だったということです。海だったら津波が行っているのではないかと思いました。当時、東大阪には淀川と大和川が流れ込んでおり、ボーリングデータがたくさんあったので、沖積土層、つまり川が運んできた砂の層をコンピュータで全部はがして、東大阪の海底地形をつ

くり、マグニチュード 8.4 の津波が起きたらどうなるかをシュミレーションしました。そうしたら、河内長野を 6m の津波が襲うことが分かりました。考古学に関心のある方はご存じだと思いますが、実は、大阪には周辺も含めて縄文遺跡がほとんどありません。一方、関東にはたくさん縄文遺跡があるので、考古学上の定説では、縄文時代の人口重心は関東ということになっています。考古学では遺跡があることが原則なので、津波で遺跡が流されてしまうとそこに人が住んでいることになりません。考古学の人たちは津波のシミュレーションなどできませんから、そういうことになっていたのです。しかし、東日本大震災が起こり、さらに南海トラフ巨大地震でマグニチュード 9 の地震が起こるとなると、もっと大きな津波が来て、貝塚も全て流されます。見かけ上は遺跡がないのと同じ状態になり、人が住んでいなかったことになりませんが、それはうそだということが証明できるようになりました。

つまり、東日本大震災が起こって、大きな津波が大阪にも来ることが分かった途端に、考古学上の定説を変えなければいけなくなりました。今は、なぜ東京に縄文遺跡がたくさん残っているかということ調べている最中です。その中で、東京湾には、少なくともここ 5000～6000 年は大きな津波が行っていないと言えるのではないかと思います。いわゆる国難と呼ばれるような災害が起こったときにどうなるのか、あるいは本当に起こるのかということに、この縄文海進時代の南海地震津波の研究がつながってきました。縄文海進時代の遺跡を調べているときには国難は考えていませんでしたが、阪神・淡路大震災と東日本大震災が起こって、そういうことが分かってきました。

できなかったことのもう一つは、災害が起こったときの全被害の定量化です。家が壊れたときの被害、橋が壊れたときの被害、高速道路がつぶれたときの被害を計算して、阪神・淡路大震災では 9 兆 6000 億円という被害額が出ていますが、それ以外のものは被害額になっていません。従って、私は首都直下地震の予想被害額が 95 兆円というのはうそだ、そんなに小さいわけではないと言ったのです。私は確たる証拠を持っていました。20 年前に起こった阪神・淡路大震災がきっかけで、その方法を開発していたからです。阪神・淡路大震災で、物理的課題と社会的課題の真ん中で情報が両者を結び付けていること、つまり情報の重要性が分かっていたのです。

この二つの研究は、東日本大震災が起こって一気に進展しました。災害が起こったから、学問が進んだのです。東日本大震災が起こらなければ、私は関西大学の新しい学部長で終わりでしたが、東日本大震災が発生したことで新しい視野が出てきたので研究を継続しています。そして、これらの成果の全てが基盤研究 S 『国難』となる最悪の被災シナリオと減災対策』につながっています。従って、研究をしつこくやるのはとても重要だと思っています。

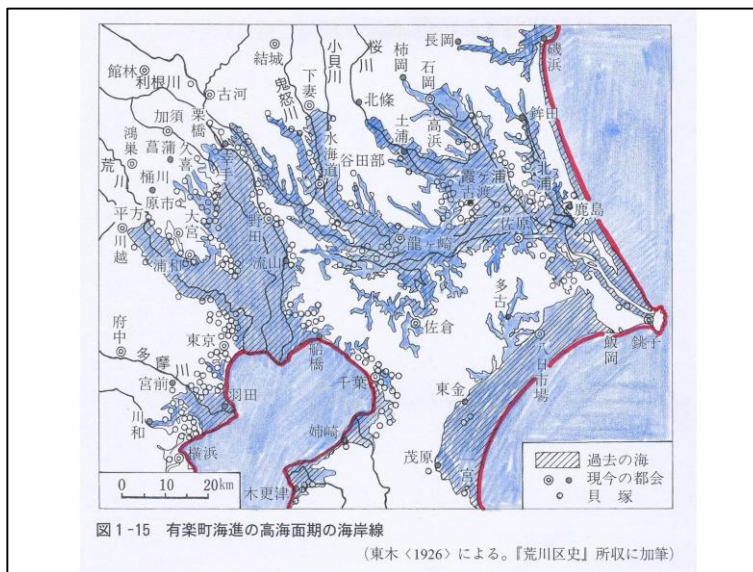
2. 縄文海進時代の南海地震津波の影響

まず、縄文海進時代の南海地震津波の影響ですが、なぜ暖かいところに人が住んでいなかったのかというのは、高校時代からの疑問でした。縄文時代に関東に人が住んでいて、大阪にほとんど住んでいないのはおかしいではないかということです。米を作るには暖かい方が良く決まっています。中国の文明が揚子江ではなく黄河で展開したのは、揚子江で風土病がはやっていたからです。本当は揚子江の方が暖かいので米作りには良いのです

が、風土病で住民がどんどん死んでいったので、少し冷涼でも風土病のない黄河流域に黄河文明が発達しました。従って、この縄文遺跡の問題については、まず1000年単位で大阪湾の海底地形を復元しなければいけません。そして、南海トラフ巨大地震が発生すると、海岸低地の縄文遺跡が跡形もなく流出することが立証され、それは西日本沿岸部で縄文遺跡や貝塚が少ない理由として合理的だと証明できました。同じ手法で、今、東京湾の海底地形を共同研究で復元しています。今年度は津波シミュレーションを実施して、東京湾沿岸の被害がどうなるのかを調べ、遺跡が残っているのは東京湾と周辺海岸には歴史的に大津波が来襲していなかったからだという結論を立証できるかどうかを検討します。

1703年の元禄地震は、プレートの境界地点でマグニチュード8.2でした。政府は「あんなものは当面起こらないから首都直下地震だけでいい」と言っていますが、これもある意味では詐欺です。東日本大震災のときのように、想定外を繰り返してはいけません。従って、起こるか起こらないかという確率の問題ではなく、最悪の場合を対象とすることが東日本大震災の教訓です。しかし、政府は東京オリンピックがあるからと言って、元禄地震のように大きいものは当面大丈夫だと二枚舌を使っています。

元禄地震のようなマグニチュード8.2の地震が起こったら本当に大きな津波が来るかというの、歴史的な遺跡がどうなっているかということで決まります。図表1は、東京周辺に残っている縄文遺跡、貝塚の場所です。かつてはブルーのところまでが海でしたが、随分残っていることが分かります。高潮でないのですから、ここに大津波が来ていたら全て流されているはずですが、津波は運動エネルギーを持っています。東日本大震災では全て流されたのですから、ましてやこんな時代に大津波が来たら、全て跡形なく流されます。それが残っているということは、大きな津波が来ていない証拠です。これが本当かどうかを、これから津波のシミュレーションをきちんと実施して、どれぐらいの津波なら残るのかというリミットも分かるような研究をしようと思っています。

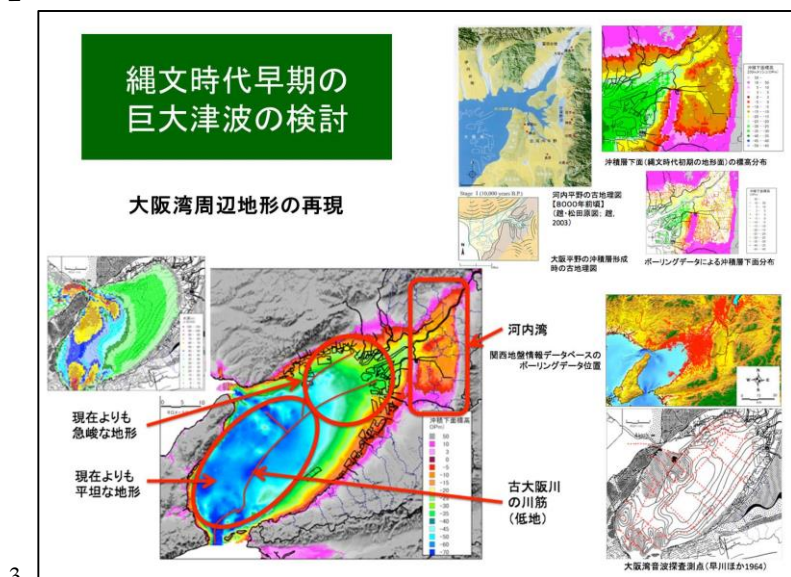
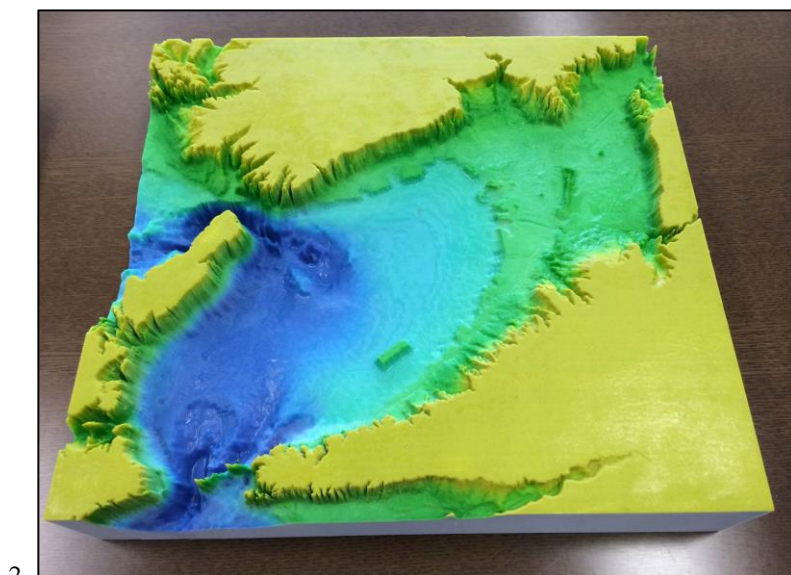


1

図表2が 6000 年前の海底地形です。これは大阪にあるシンクタンクが共同研究としてやってくれたのですが、きちんとボーリングデータを精査して、海底地形を復元してくれました。そして、共同研究者の鈴木君が、そこに津波を起こしたときの結果を示してくれました（図表3）。これは海岸工学の論文集に載っています。3 連動の津波で沿岸はどうか、あるいはマグニチュード9の津波ではどうなるのかということが分かりました。こういう研究が進むようになったのは、2011年の東日本大震災を踏まえて、南海トラフでもマグニチュード9の地震が起こりかねないという意識が生まれたからです。

3. 集合知を用いた被害の定量化

今の私の研究テーマは、最悪の被災シナリオです。なぜ最悪の被災シナリオが要るかというと、それが被害を大きく規定するからです。しかし、最悪の被災シナリオが出てきたときに、今までのやり方では被害の定量化はできません。私は土木工学科を卒業していますが、土木工学科の勉強では、そんなことは一切できないような仕組みになっています。

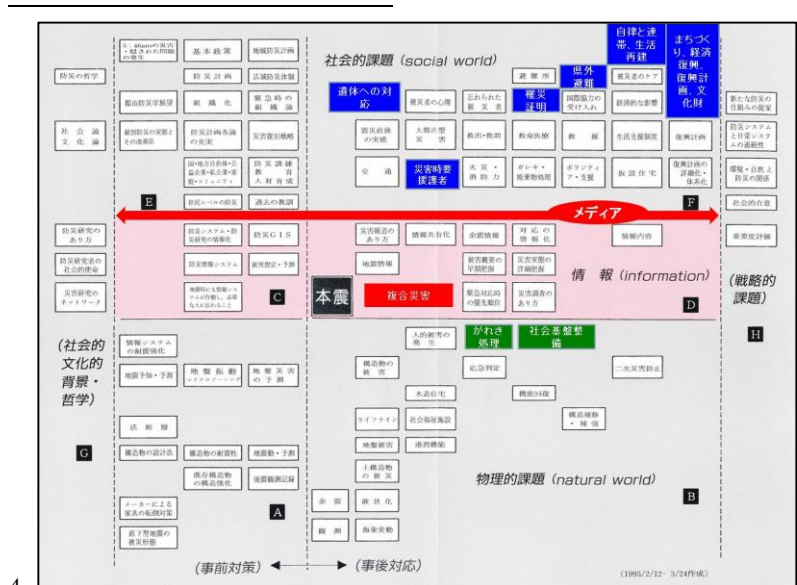


防災の問題にはリベラルアーツの知識が要するというのは、まさにそこなのです。

しかし、今はネット集合知という概念があります。日本経済新聞の経済教室に「みんながどう考えているかをネットで集めて、それを解析すると、限りなく正しい値に近づきます」ということが載っていました。それを見て、こういうやり方があるのかと思いました。記事によれば、とあるイギリスのテレビ番組で牛1頭の重さをみんなで推定するクイズがあって、それに400人ぐらいが投票したら、正解と1ポンドしか変わらなかったそうです。すなわち、私たちが持っている知識・経験で、それぞれがインデペンデントに評価すると、正しい値に近づくとということです。これに当てはまるのが裁判員制度です。裁判員制度では、選ばれたみんなが六法全書を読まなければいけないわけではありません。市民感覚で評価します。それを複数でやると合理的な判断と見なせるというのが裁判員制度です。従って、みんながある現象を独立で判断し、それを認定すると、限りなくみんなが妥当だと思う値に近づきます。

もっと言うと、みんなが被害だと思ふことは、被害としてカウントしなければならないということです。ですから、生活再建が遅れるのは、それが正確に被害だと思われていないからです。家が壊れたら被害が幾らかということは分かりますが、その家にとって大切にしているものがなくなり、精神的に受けたダメージは、今まで被害のカウントのしようがありませんでした。それをカウントしないと、生活再建はできません。

あるいは、法律では復旧までがきちんとされていて復興が行われていないのは、復興における被害額がきちんと同定できないという問題があるからです。阪神・淡路大震災が起こった3月には、林先生を含めた70人ぐらいが集まり、どんなことが課題になるかということについて、ポストイットを使ってKJ法でワークショップを行いました。地震が起こる前と起こった直後に何が問題になるかということ、上に社会的課題があり、下に物理的課題があり、真ん中に情報があります(図表4)。当時はGISやGPSが多用されていたので、情報をどうマネジメントするかということが大災害を掌握する大きな力になることを、この図は示しています。災害のマネジメント被害評価でも情報が鍵を握っているということです。私のネット集合知を使った被害評価も、それにヒントを得ました。しかし、それは



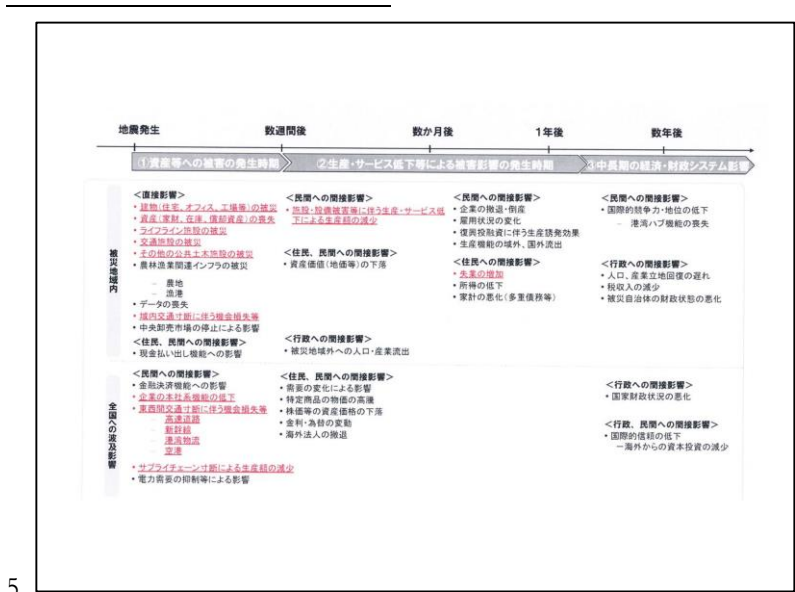
4

東日本大震災が起こらなければ解決できませんでした。

図表5は、首都直下地震が起こったときに被害として何をカウントしているかということを表したものです。95兆円という被害額は、この図の赤字の被害の合計です。黒字の被害は定量化できないから無視しています。例えばインターネットが1カ月以上使えない場合の被害額は、算定の仕方が分からないので、被害になっていません。カウントできるものだけ被害額に入り、カウントできないもの、例えば資産価値や地価の下落は被害に入っていません。それはおかしいのです。しかし、今までは定量化する方法がありませんでした。そこを何とかカバーしなければいけないとずっと考えていたのですが、それがやっとできました。

大震災では何が課題になるかという、災害や事故が起こったときの課題と被災構造です。私たちが被害と思うものは被害です。被害評価に集合知を用いることで、被害額が評価できます。実は、今、特許を申請しています。アイデア、経済的なことは特許にはなじまないで、多分そのままでは成立しません。日本では無料のものには価値がないと思われていますが、それでは困ります。かつて、人と防災未来センターをオープンするときに、入場料を幾ら取るかということを議論しました。そのとき、11月13日に亡くなられた当時の貝原知事は、「阪神・淡路大震災で国内外から受けた温かいご支援に対して感謝の意味を出すのだから、無料にしたい」とおっしゃったのですが、それに対して私は「日本では、無料というのは値打ちがないことになってしまうので、価値のある施設だと思っていただくためには、ある程度お金を取らなければいけない」と申し上げました。ですから、特許を取るのが目的ではないのですが、初めから無料だと軽視されてしまうので、バリアーとして特許を取ろうとしています。

関西大学には特許申請をきちんとしてくれる社会連携センターがあるので、そこに電話をしたら、信じられないようなきちんとした良い文章を書いてくれて、1月20日に特許庁に出してくれました。特許料の半分は私に入ることになっています。それもゲームだと思ったら楽しいです。私の特許は四つのモジュールでできているシステムになっています。スマホなどの電子部品の集まりは、みんなモジュールでできています。そういうことで、



5

私はお金を取ろうと思って研究をしているわけではなく、楽しみながらやっているのだと思ってください。ただ、値打ちがないと思われるのはしゃくに障りますから、そうは思っ
てほしくなくて特許を申請したということです。

今は、集合知による定性被害の定量化に関する検討の一連の作業を行っている最中です。特許を取る以上は、成果が出ています。一昨年、この方法で約 2000 件のアンケート調査を行いました。首都直下地震が発生した際の 16 テーマの被害シナリオについて、「あなたにとって一番大変な被害を文章に書いてください」というアンケートを実施しました(図表6)。そして、その文章にある単語を全て引っ張り出して、東日本大震災が発生した日から前後 1 年間の朝日新聞、読売新聞、日経新聞、産経新聞、毎日新聞のデータベースを見て、その言葉が両期間でどれくらい使われ方が変わったかということを調べました。差、つまり絶対値が大きいほどインパクトが大きいと仮定して、相対的な被害を位置付けています。これはそんなに難しい作業ではありません。被害額が直接計算できないものについてはアンケートを行い、どれぐらいの言葉が出てくるかを調べて、新聞掲載記事数で評価しまし

【調査方法】

- 1) 日本災害情報学会等の会員アンケート
調査票郵送配布・郵送回収及びWeb回答方式を併用
- 2) 一般人WEBアンケート
インターネットの登録モニターによるアンケート調査

【調査項目】

首都直下地震が発生した際の16テーマの被害状況(シナリオ)について、自由回答形式による質問。

例)「長期間にわたる電力停止・計画停電が発生した場合、あなたにとって困ることとは何か？」
→「生産の低下と不便な生活を送ることでの疲弊」

【有効回答数】

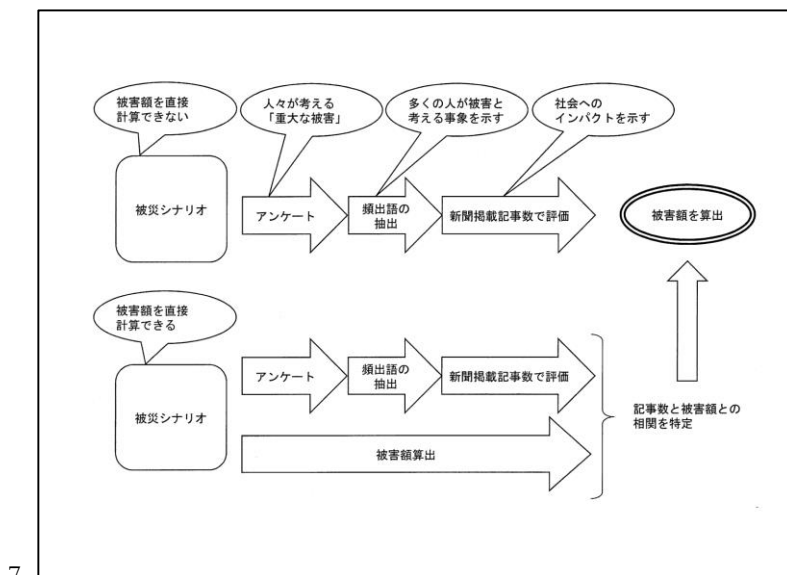
- 1) 日本災害情報学会会員アンケート
郵送発送・郵送回収 148件
郵送発送・WEB回収 127件 合計 275件、回収率 38.7%
- 2) 一般人WEBアンケート
平成24年2月28日(木)～3月11日(月)
合計 1,341件

6

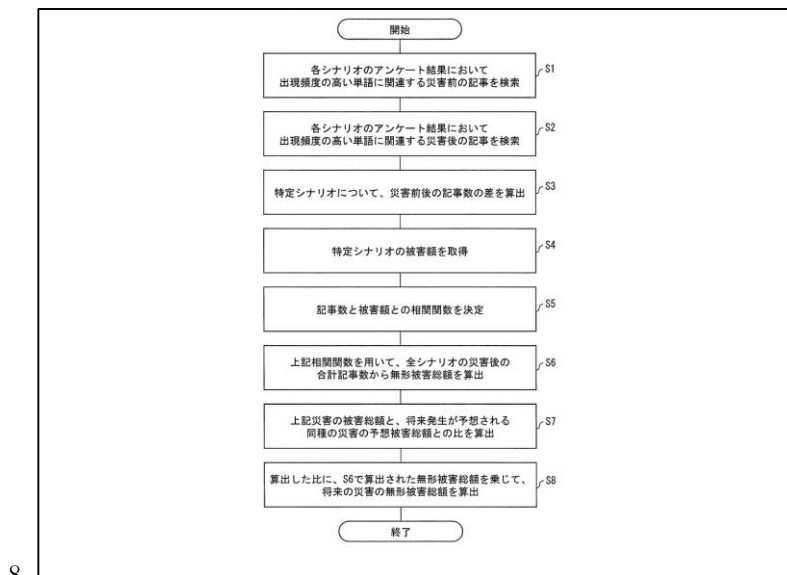
た（図表7）。

一方で、評価できる被害についても同じことができます。例えば山手線が1年間動かないとしたら、JR 東日本の収入が減ります。それについてもアンケートが採れて、両者の間にある種の関数関係が出てきます。第一次近似として、直接計算できる被害で見つかる関数を直接計算できない被害に当てはめると、定量化できるのです。それをフローチャートにして、四つのモジュールに分けてやりました（図表8）。

この研究の背景と目的を整理すると、次のようになります。これまで、現行の災害に対する被害想定は定量的に被害額を算出できるものが対象とされており、定性的にしか評価できないものに関しては、そのシナリオを示すだけにとどまっていた。例えばインターネットが1カ月使えないときの被害を定量的に示す手段は確立していないので、被害額が分かりませんでした。そのとき、これまで定量的に評価できなかった定性的な被害に関して、その被害額を算出するための新しい手法開発の可能性を検討するには、集合知を使えばいいことが分かりました。そこで、各シナリオで調べてみて、前後1年ずつの新聞デ



7



8

一タから、こういう言葉がどれぐらい使われているか、その差のインパクトを被害と結び付けて計算しました。

例えば、「バースが使えなくなる」ことについては、390の頻度の差が出てきました(図表9)。こういう差を被害の大きさのインパクトと仮定して、それぞれ並べていくと、それぞれのシナリオについて頻度が出てきます。そうすると、一つ二つの言葉でしか表せない被害から、多くの言葉でしか表せない被害まで、五つのカテゴリーに分けられることが分かってきました(図表10)。この研究は完全に解決したわけではなく、短期的に全部網羅できるものではないと初めから思っていたので、これから2年続く中でコンプリートにしようと思っています。

そして、首都直下地震が起こったときの16のシナリオについても、同じことをしました

新聞記事数の増加量による定性被害の定量化に関する検討

各シナリオにおける、東日本大震災前後1年間での新聞記事のキーワード数の増加量を求め、Aを基準とし、それとの比を R_i とする。

検索キーワード
各シナリオ名における特徴的なキーワード + アンケートにおける上位5つの単語

表2 耐震バースの使用不可に関する新聞記事数のキーワード数

港湾 and	2010/03/10~2011/03/10					2011/03/11~2012/03/11				
	産経	朝日	日経	毎日	読売	産経	朝日	日経	毎日	読売
物資	17	10	10	11	15	35	47	43	50	81
海上	44	80	67	81	105	37	100	94	67	128
困難	12	21	14	20	19	25	34	22	24	45
輸送	38	54	136	46	61	36	63	158	62	89
海上輸送	2	14	23	11	10	8	7	35	8	13
	合計 921					合計 1311				

390の差 → 被害の大きさのインパクトと仮定

9

表4 耐震バースの使用不可に関するアンケート結果

単語	頻度(回)	頻度(%)
物資	301	18.6
海上	260	16.1
困難だ	233	14.4
輸送	231	14.3
海上輸送	178	11.1
停止	75	4.8
喪失	67	4.1
物資	33	2.1
津	22	1.4
麻痺	22	1.4
救援物資	43	2.7
海	42	2.6
耐震バース	41	2.5
出まら(害)	34	2.1
届く(害)	33	2
不足	33	2
海外	32	2
停電(害)	32	2
支援物資	32	2
出る	32	2
食料品	31	1.9
影響	29	1.8
支援	29	1.8
海沿	29	1.8
発生	29	1.8
復旧	28	1.7
物資不足	28	1.7

5項目抽出

今後評価していくべき項目に焦点を当てるため、範囲を抽出
→「上位30位の平均値の2倍以上」の項目

例)「耐震バースの使用不可」における検討範囲
上位30位の平均値の2倍 = 146.8
↑
これ以上の頻度を持つ項目

全16シナリオで実施
→1項目のみ~5項目までの5パターンに分類

範囲抽出後の項目に、多項式近似を実施

⑫耐震バースの使用不可

図1 「耐震バースの使用不可」の頻度分布および近似式

10

(図表11)。シナリオについてそれぞれ文章を書いていたが、その文章に含まれる単語が東日本大震災をきっかけにどうなったかということ調べて、その関係性を見いだしました。例えば「耐震バスの使用不可」の被害は、東京湾のバスの年間取引量が出てきたので、うまくいかなければ三百数十億円の被害が出るという関係性が出てきました(図表12)。従って、95兆円ではなく、16の被災シナリオで約10.7兆円のプラスアルファが出てくるのが分かりました。基本的なことはこれでオーケーで、あとはいろいろと抜けている条件があるので、少しモデファイしていかなければいけません。

この方法は応用範囲がとても広いのです。例えば、ある人が生命保険に入っていたとして、その人の持っている社会経済な価値は、その人の略歴を読んでみんなで評価します。今までホフマン方式などのいろいろなやり方でやってきましたが、人々の意見をあるものを基準に評価することで定量化できる方法が見つかりました。これを見つけたときに、これはノーベル賞がもらえると思って分担者にメールを打ったら、東京大学の目黒先生などには、内容をもっと詳しく教えろと言われてました。時間がなくて断ったのですが、何しろ

表5 抽出後の分類および各シナリオの近似式と積分値

項目名	シナリオ名	近似式	積分値
1	①インターネットの停止		40.5
	②燃料不足による物流停滞		14.6
2	③帰宅困難者や渋滞による延焼の拡大	$y = -2.4768x + 22.105$	36.6
	④ラジオ・テレビ放送塔の被災	$y = -29.412x + 71.765$	55.3
	⑤東京湾の海上火災・コンビナート火災	$y = -6.9969x + 25.697$	30.4
3	⑥広域長時間停電による通信機能の麻痺	$y = 2.198x^2 - 12.291x + 30.402$	48.2
	⑦サブライゲーションの停止	$y = 0.6192x^2 - 6.0681x + 24.025$	44.3
	⑧横浜の鉄鋼産廃	$y = 6E - 14x^2 - 4.644x + 26.687$	52.2
4	⑨水、食料、燃料不足による生活不可能	$y = 1.1765x^2 - 8.9659x + 27.771$	56.7
	⑩長期にわたる電力停止・計画停電の発生	$y = -0.1238x^2 - 1.2384x + 17.183$	52.6
	⑪東電・経高警報の発生・火災	$y = -0.1084x^2 - 0.1207x + 15.248$	56.5
	⑫中長期の鉄道不通	$y = -0.6347x^2 + 2.0031x + 13.885$	56.5
5	⑬船舶や輸送の発生	$y = -0.4799x^2 - 3.1796x + 34.04$	90.0
	⑭国際社会や市場への影響	$y = 0.4202x^2 - 5.0164x + 31.257$	103.3
	⑮期間による不安購買の発生	$y = 0.5263x^2 - 4.4768x + 22.502$	74.2
	A耐震バスの使用不可	$y = 0.0133x^2 - 1.77x + 20.074$	74.6

求めた近似式から、積分値を算出

R_i を推定するために、Aの積分値を基準として、他のシナリオとの比較
→ R_i の整合性 ×

→ 集合知による定量評価に至らなかった。

11

定性被害の定量化の論理

表1 内閣府が想定すべきとしている、首都直下地震が発生した際の16の社会的・経済的シナリオ

A:耐震バスの使用不可	⑧帰宅困難者や渋滞による延焼の拡大
①広域長時間停電による通信機能の麻痺	⑨ラジオ・テレビ放送塔の被災
②水、食料、燃料不足による生活不可能	
③長期にわたる電力停止・計画停電の発生	
④船舶や輸送の発生	

東京湾の全バスが停止した場合の1年間の損失額
定性被害の代表値 x_a とする。

$x_a = (371 \div 29) \times 25.5 = 326.2$ 億円

↑ ↑ ↑
東京湾における重要港湾以上の公共バス数 東京湾における重要港湾以上の耐震バス数 耐震バスが1年間停止した場合の損失額

x_a および、Aとその他の15シナリオの相対的なインパクトの比 R_i から、各シナリオの被害額を次のように推定する。

$R_i \times x_a \quad (i = 15)$

→1つの定性被害からのその他の被害の推計、相対的な優先度の決定が可能

12

20年かけて見つけたので、うれしくてほくそえんでいたのです。直接被害についても、同じようなやり方をすれば関係性が出てきます。後から思えば大したことはありませんが、思いつくまでが大変でした。定量的に被害を求めることができても、絶対値がどうなのかということを見つくるのに時間がかかりました。あと2年かけてこの辺の解釈をもう少しきちんとやろうと考えています。またいろいろな形でその成果をお見せしたいと思います。

それが、各分担者が行っている最悪の被災シナリオとどうつながるかという、専門家が考える最悪のシナリオについて、みんながネット集合知をつくってくればいいのです。例えば専門家に「液状化によってこういう被害が出る」と言ってもらい、それを一般の人が分かるような文章に変えて、「あなたはどんな被害を想定するのか」ということを100人以上に答えてもらって同じようなやり方をすれば、液状化による被害が出てきます。従って、10人の分担者にそれぞれの分担課題について最悪の被災シナリオを提示していただくと、私の方でそれを評価できるという道筋ができたということです。

実は来年度、中間評価を受けることになっています。文部科学省から3人の評価者候補を推薦するように言われたので、中身を分かってくれる人はそれほど多くありませんから、3人とも自分の知っている教授を挙げておきました。ですから、恐らく今年の5~6月に中間評価があると思いますが、もともとの成果が突然クリアされたので、間違いなくマルAです。従って、研究というのは、しつこく悩みながらトライして、めげないことがとても大切です。

このように、自分が京都大学を退職してからしつこく思っていたことが、東日本大震災が起こって一気に進みました。東日本大震災が起こっていなかったら、文部科学省から研究費を返せと言われていたかもしれません。そういう意味では、東日本大震災が起こったということ、私たちの将来に向けてきちんと評価して使わなければいけないと思います。

4. これからの災害～巨大災害に育つ可能性～

そういう成果が挙がってきて、私たちはどうするのかという、少なくとも防災の研究員として、大きな災害の被害を減らす努力をしなければいけないという使命感を持っています。今、明らかに災害の多発・激化時代に入っています。「多発」というのは、全国的に起こる、近接して起こる、時間差で起こることです。「激化」というのは、被害が大きい、長時間継続する、拡大することです。そういう時代になってきたら、単一の災害だけにとどまらず、巨大複合災害の発生が懸念されます。そうすると、これまでの減災対策のように単に被害を少なく・短くすることを考えるのではなく、複合的な災害に対する減災対策を考えていかなければいけません。もっと簡単に言うと、南海トラフ巨大地震が台風シーズンに起こると、海岸堤防・河川護岸はずたずたになっていますから、それほど大きな台風でなくても、簡単に川の氾濫と高潮氾濫が起こります。ダブルパンチ、トリプルパンチを受けるということです。最初の災害が起こって、みんながしゃかりきになって復旧しているときの隙間を狙い撃ちにされるということです。実際に調べてみると、そういうことはたくさん起こっています。

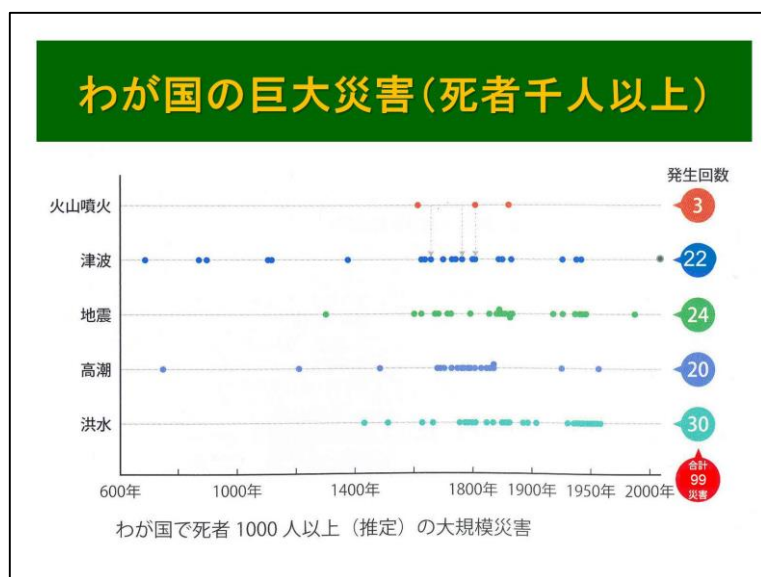
例えば、1948年(昭和23年)6月28日に福井地震が起きました。初めて震度7が定義された地震です。そして、その1カ月後の7月23日に梅雨前線が末期に集中豪雨を降らせて九頭竜川があふれました。九頭竜川の堤防は、福井地震による液状化でずたずたになっ

ていました。しかも、側方流動といって地層が水平方向に動いていました。普通、液状化の影響は上下に来るといわれていますが、地層が水平方向に楔状に入っていたため、ラテラルに動いて堤防が切れたのです。それが日本で初めて科学的に立証されました。アメリカ軍が撮った空中写真には、九頭竜川の堤防がラテラルに変異している様子が写っていました。そういう状態では洪水が起こると簡単にあふれるので、福井の市街は水没しました。しかし、今、みんな福井の震災被害は地震で決まると思っています。その後の水害が地震に呼応することによってもっと大きな被害につながることに、研究者も思いを馳せていないのです。このように、最初の災害による被害復旧が終わっていないときにもう一つ災害が起こり、もっと大きな被害になるというケースは、探してみると結構起こっています。

伊勢湾台風もそうです。伊勢湾台風の6年前に台風13号が同じようなコースを通り、海岸堤防がずたずたになっていたのですが、6年たっても復旧していなかったため、3.5mの潮位偏差の観測史上最大の高潮が起こると、いとも簡単に高潮が市街地に入ってきて、5098人も亡くなりました。貧しい時代ですぐには堤防の復旧ができず、長い時間をかけてやらざるを得なかったのですが、そこを狙って伊勢湾台風が大きな被害をもたらしたのです。

このように歴史を振り返る研究も行いながら、将来起こる複合災害の防災をどうするかということを考えていかなければいけません。古文書を調べたところ、歴史的に1000人以上亡くなるような巨大災害は、1500年間に99回起こっています(図表13)。すなわち、15年に1回は、津波、地震、高潮、洪水のどれかが日本を襲っているということです。日本では雪が降るため、火山の5合目以上に住んでいる人はいないので、火山が大爆発して1000人単位で亡くなったことは3回しかありません。インドネシアやフィリピンに比べると、そういう脅威は少ないと言えます。しかし、津波、地震、高潮、洪水は20~30回ずつ起こっており、こういう流れはこれからも変わらないでしょう。ハザードは、歴史的には変わりません。人間社会が変わっていくから、そこで出てくる被害の大きさや被害の性質が全て変わっていくのです。

2008年は近年で一番ゲリラ豪雨が降った年ですが、まんべんなく降っていることが分か



ります(図表14)。これを見ると、ゲリラ豪雨が降るところには二つの条件があることが分かります。一つは、海や大きな湖があることです。広い水域が近くになれば、ゲリラ豪雨は降りません。ヒートアイランド現象により温くなった空気は上昇しますが、周りから冷たい空気が入ってくるので、その不連続なところで入道雲が連続的に発生して、ゲリラ豪雨が降るのです。つまり、海がなくても内陸に広大な水面があれば起こるので、富士五湖がある山梨県や、琵琶湖が近い長浜・彦根でも起こります。大阪府豊中市でも1時間に100mm以上の雨が降っています。従って、近くに海などの広い水域があることが、ゲリラ豪雨の大きな条件です。

もう一つは、都市があることです。都市がなければゲリラ豪雨は発生しません。10分間に15mm以上、ひどいところでは24~30mm降っているところもあります。10分に15mm以上降るということは、1時間に90mm以上降るということです。日本の都市では、1時間に50mm降ると下水があふれてマンホールから水が逆流し、どこの地方気象台も大雨警報を出します。ですから、大雨警報が出たら低いところでは水があふれていると思わなければいけませんし、運転も慎重にしなければいけません。ゲリラ豪雨は1時間に100mmも降るのではなく20~30分なのですが、10分に15mm降ると処理できなくなってあふれてきます。

5. 最近起こった災害

最近起こった災害を年度ごとに調べてみました。一つ一つは、犠牲者が100人を超えない災害です。一番ぎりぎりだったのは2004年の台風23号で、98人が亡くなりました。あるいは、2011年には紀伊半島の真真中で深層崩壊が起こり、97人が亡くなりました。つまり、被害は起こるのですが犠牲者が100人を超えないというのが、ここ10年の実績です。広島のと砂災害でも、犠牲者は74人でした。同じところで起こった枕崎台風では、1つの土石流で260人が亡くなりました。今回は午前3時ごろに雨がやんで土石流が起こりましたが、全体で平均600mしか流れていませんでした。非常に小さい土石流です。しかし、住宅が山裾に密集していたためあれだけの被害が出ました。それでも100人は超えていま

2008年のゲリラ豪雨災害の発生・被害状況									
番号	発生日	発生地	10分間	1時間	日	床上浸水	床下浸水	死者数	負傷者数
			雨量 mm	雨量 mm	雨量 mm	棟	棟	名	名
1	7月8日	富山市ほか	15	110	135	7	197	1	—
2	7月18日	滋賀県長浜市	17	84	109	11	203	—	—
3	7月28日	神戸市都賀川ほか	17	38	49	—	8	5	—
4	7月28日	金沢市浅野川ほか	30	76	111	541	2141	—	—
5	7月28日	富山県南砺市ほか	18	75	143	92	273	—	3
6	7月28日	京都府京丹後市	16	81	157	22	515	—	—
		小計				536	2464	6	13
7	8月5日	東京都千代田区ほか	18	66	112	34	14	5	197
8	8月5,6日	群馬県長野原町ほか	21	56	115	—	5	—	—
9	8月6日	大阪府枚方市	26	72	74	126	1959	—	—
10	8月14日	茨城県水戸市ほか	20	83	86	—	13	—	—
11	8月16日	富山市ほか	19	31	113	90(合計)	—	—	—
12	8月19日	新潟県佐渡市ほか	14	40	91	1	28	—	—
13	8月29日	愛知県岡崎市	31	147	264	620	705	2	—
		小計				2827	16131	3	3
14	9月3日	福島県会津若松市ほか	21	75	76	4	39	—	—
15	9月2,3日	岐阜県大垣市ほか		112	377	26	84	—	—

せん。従って、日本は中小災害に対してはきちんと防災力があります。問題は、大きくなったらどうなるのかということです。

47都道府県中、昨年に災害が発生した場所は25道府県です(図表15)。つまり、どこでも災害が起こるといことです。こういうことが常態化してくると、複合災害の確率が高くなります。これまでのように散発的に地域を隔てて起こっているのであれば、二つの災害がカップルになることは心配しなくてよかったのですが、これだけ多発・激化してくると、一つ一つの災害が独立ではなくつながって、独立した2つの被害を足したものよりも大きな災害になる危険性が出てきます。そして、残念ながら、わが国の社会はどんどん災害に対してもろくなっています。まず、高齢者がどんどん増えています。つまり、体力や判断力が低くなった人が増えてきているということです。

そして、私たちは自分が生き物であることを忘れてしています。2008年に都賀川でゲリラ豪雨が降って5人が亡くなりましたが、その後、地元ではいろいろな努力をして、再発しないようにしています。しかし、危ない状態が毎年続いています。それは他の地域からバーベキューに来る人がいるからです。大雨注意報や洪水警報が出ているのに、橋の下で雨宿りをしながらバーベキューをするような人がいるのです。そして、所管の警察と消防が注意しに行くと、「どんな権利があってここから立ち退かなければいけないのだ。俺たちは命をかけてバーベキューをやっている」と言うそうです。そういう人は絶対にいるので、「絶対にバーベキューをしたらいけないと言うのではなくて、河川の護岸より少し高くてすぐに浸からない場所でバーベキューを許可して、雨が降ったら帰ってもらうことを約束してやってもらったらどうですか」と言いました。情報が分かっているのに来ないで知らず、知らずに来て現場でそんなことを言われると、開き直られてしまいます。そういう難しさがあるということです。つまり、いつ死ぬかも分からないということが、自分とは全く関係ないと思っているのです。

これは家具の固定が全く進まない理由と一緒にです。特に桐のタンスを花嫁道具に持ってきた主婦は、固定するのに穴を開けると言う、「私の花嫁道具に穴を開けるとは何事だ」と言います。そういう人は、「あなたが死んだらどうするのですか」と言われて初めて、タ



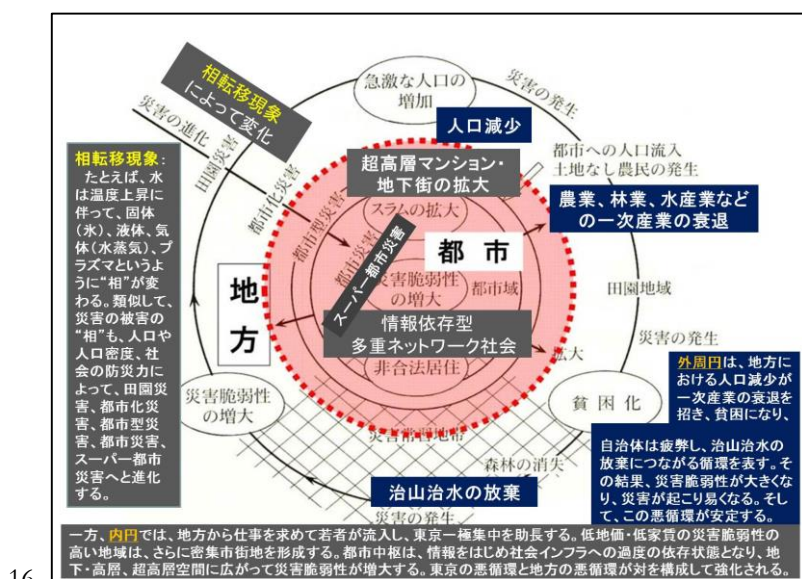
15

ンスが倒れて自分が死ぬことが分かるのです。誰か他の人が死ぬと思っているわけです。人というのは、人間ドックで胃がんが見つかって初めてがんで死ぬのではないかと思って自分はロボットではないことに気付く、それまではどちらかというと不遜な生き方をしているのです。

高度経済複雑化社会では、被害が非常に多様化しています（図表16）。大都市では地下街が無秩序に拡大しています。大阪ではアメーバのように広がっています。大阪グランフロントでは池を造って、地上に向けて口を開けています。あれは安藤忠雄さんが設計したのですが、私は彼に「ゲニウス・ロキ（地霊・土地の神様）を知っていますか」と文句を言っています。あんなところにあんなものを造ってはいけません。あそこは盛土をして丘陵地にして木を植えて、そこに街を展開すればいいのです。しかし、もうけなければいけないと思って、三菱地所が丸の内と同じような大きなビルをたくさん建てています。それを許す行政も行政ですが、今、行政は大阪都構想でそれどころではありません。防災が大事だと言っても、あの知事と市長は好き放題にやっています。安全・安心という一番大切なところが全く埒外に終わっています。

地下街の防災は火災とガス爆発しかやっていません。地下の防災センターは防火だけで、水が来るなどとは全く考えていません。考えずに造ったところを守ることは不可能です。危ないと言っても、大阪の人は「そんなのはうそだ」と言います。ですから、CG を作ったりしていろいろやっているのですが、人間は一度失敗しないと分かりません。しかし、災害の場合は失敗すると死んでしまいますから、慌てることなく地上に上がってくださいと言っています。決して脅しているわけではないのです。

大阪市も大阪府も防災担当の人には冷静にいろいろやっていただいています、住民に真剣に捉えられないのです。この情報時代では情報の偏食が起こっており、みんなスマホで自分にとって得意な情報しか見にいけません。エリアメールで強制的に入ってくれば気が付くのですが、日ごろから防災情報をスマホで見ようとは思いません。つまり、たくさんの情報のうち、命にかかわる情報が無視されているのです。自分の趣味と災害情報が同じレベルに置かれているところに、コミュニケーションの難しさがあります。情報に過度



16

に依存した社会経済活動が集中しているところでは、情報の偏食が起こっているの、役に立つ情報と役に立たない情報をごちゃ混ぜになっています。そのため、市民の皆さんの情報リテラシーが全く上がらないという問題が出てきています。

もちろん市民だけが悪いのではなく、官庁も悪いのです。例えば気象庁は諸悪の根源だと思います。「この地震による津波の恐れはありません」と流すだけで、なぜかは言ってくれません。マグニチュード6以下あるいは震源の深さが120kmより深いと、大きな津波は発生しないことは歴史的に分かっています。たまに細かい人が、「阪神・淡路大震災ではポートアイランドで5cmの津波が起きた」と言いますが、そんなものは津波とはいいません。被害が起こるものを津波というのです。野島断層は右横ずれ断層で、上下にも30cm以上ずれています。それは鳴門明石海峡で海底が上下に動いているからです。しかし、あそこは水深80mなので大したことはなくて、さっと拡散してしまいます。巨大化している地球温暖化によって激化した風水害が頻発し、環太平洋地震火山帯が活発化しています。活発化しているのなら、なぜ御嶽山で地震があったことを言わなかったのか。専門家は、なぜ起こったか分からなかったら黙っているのです。理由が分かっているとしても、そういう地震があったことを知らせていれば、250人のうち何人かはやめておいたはずで、1人でも助けなければいけないのが減災であれば、「理由が分からないけれど、最近、御嶽山周辺で微小地震が発生しはじめた」と言わなければいけなかったのです。しかし、気象庁は、その情報が何を意味しているか分からないから、レベルも上げずにそのまま置いておいたのです。

これははっきり言って不作為です。しかし、日本の官庁は、責任を問わないことをいいことに、きちんと検証しないで中途半端に終わっています。アメリカのAfter Action Reviewでは、必ずファイナルに結論を導き出して、次はどう改善するかという検討をします。日本では、予報が当たらなくても罪にならないということが気象業務法に書いてあります。晴れの予報が外れて雨が降り、弁当屋さんに訴訟を起こされてはたまらないので、それは当然です。しかし、だからといって検証をやらないことの理由にはなりません。

東日本大震災は、検証をもっときちんとしなければいけません。私どもは専門調査会で気象庁の課長を呼んで、なぜこうなったのかという検討を全部やりました。しかし、それはオープンになっていません。それをなしで済ませるところに問題があります。どうインプルーブしたのかが分かりません。今、南海トラフ巨大地震に備えて、海洋研究開発機構がDONETやDONET2といった海底地震計を設置し、リアルタイムで津波が起こったら利用できるようになっていますが、そんなことは時々新聞でちょっと書いてあるだけです。気象庁は、地震計の記録に一番近い条件の津波の動的予測を10万ケースから2分30秒で引っ張り出して警報を出します。しかし、それ以外に「東日本大震災の教訓を受けて、地震計と津波計の記録をリアルタイムに皆さんのところにお届けします」とは、誰も言いません。環太平洋地震火山帯の活発化といっても、仕事が増えるのは気象庁だけで、何をやっているかはさっぱり分からないのです。

しかも気象庁は、気象庁長官の下に私的諮問機関があります。私的諮問機関というのはプライベートなものなので、そこからはデータは全く出てこないのです。そんなところで特別警報をつくるから、失敗しても、なぜそうなったのか、どうするのかという検討が出てきません。そのような私的諮問機関をやめるべきです。大雨警報をどうするのかといった

ことをプレスに少し発表するだけで終わりです。そんなことを私に言われたくなければきちんと改善すればいいのですが、少しも改善せず、ずっと無視しています。

特に都市が心配なのは、日本の場合、都市と地方がカップルになっているからです。つまり、地方疲弊は東京一極集中があるからです。東京一極集中が起らなければ地方疲弊は起こりません。従って、今の政権が真剣にお金を地方にまくと言っても、そう簡単には一極集中はなくなりません。一極集中は政治・経済・文化だけではありません。例えば、4年制の大学の26%、大学生の27%が東京にいます。東京の人口は日本の11%です。東京の大学へ行けば、東京で就職して結婚して、ふるさとは盆と正月しか帰りません。こんな社会にははいけません。ですから、今日の神戸市の市民フォーラムでは、危機管理の一番は子どもを東京の大学に行かせないことだと言いました。高校を卒業したら、東京に子どもを取られて、年に1~2回しか帰ってこなくなります。子どもが早稲田大学や慶応義塾大学に行きたいと言っても、神戸にも良い大学がたくさんあると言ってください。東京はエキサイティングで楽しいところですが、そういうことで東京に魅力があると思っはいけません。ノーマルな形が要るわけです。みんな動物的な嗜好で東京を育てていて、六本木辺りへ行くと神戸とは雰囲気は全く違います。子どもがあんなところへ行っは危ないのです。また、東京の大学生が犯す犯罪は無茶苦茶です。クラブで女子学生に薬を飲ませて酔わせるなどという事件は、東京でしか起こりません。従って、子どもを東京へ行かせるのは地震以上に危ないことです。幼稚園ぐらいから、家から大学に通うようにしつければいけません。「好きなようにやれ」などと言っていたら、トンビに油揚げをさらわれるかのように子どもが東京に取られてしまいます。これが危機管理です。

知識、教訓、情報が命を助けてくれるのです。そして、コミュニケーションを取らなければいけません。ICTがその例で、一方通行ではありません。林先生も言っていました、情報ツールの利活用は、コミュニケーションを取ることが前提です。情報は使わなければ何の役にも立ちません。みんなが情報の重要さを認識しない限り、ツールだけをいくらやっても駄目なのです。

これで最後にしますが、今までのように災害先行型ではなく、対策先行型でやってほしいと思います。今、被害想定は精度はかなり高く、例えば日本のように海底地形が正確なところでは津波の高さの誤差は3%です。3mの津波なら10cmほどしか変わらないということです。ですから、被害が出るのが分かっていたのに対策をせず被害が出たら、それは不作為になります。政府や自治体が一番困っているのは、対策をとらないことによって被害が出たら、裁判で訴えられることです。最近、東日本大震災で津波警報が出ているのに教習生を避難させなかった教習所が裁判を起こされましたが、あれは出ていた情報がそれほど正確でなかったという前提だったにもかかわらず、施設側が敗訴しています。ましてやこれからもっと精度の高い情報が出てくるとなれば、それを守らなければ不作為になります。被害評価があまり当たらなければ、外れても仕方ないということになりますが、シナリオどおりに被害が出たとなれば、なぜ対策をとらなかったのかと不作為が問われます。こういう時代を迎えているのだということをご理解いただいて、私の講演を終わります。ご清聴ありがとうございました。

