

# 地震防災とまちづくり 北海道と道民への3つの提案

岡田 成 幸

## 1 地震防災の基礎知識

### 災害の局面と時間の流れ

地震防災とまちづくりというテーマで北海道と道民へ三つのことを提案します。  
一つめは北海道内の高規格道路ネットワークの整備です。道路がつながっていないのが北海道の弱点ですし、災害時の行政支援をすすめていくためには道路のネットワークが重要であり、基本です。

二つめは、私の専門分野ですが、住宅の耐震補強助成制度の見直しです。建物が潰れると生命が危ないし、生活の基盤が失われるので、建物を強くする耐震補強が必要ですが、なかなか進まないで制度設計の見直しを提案します。

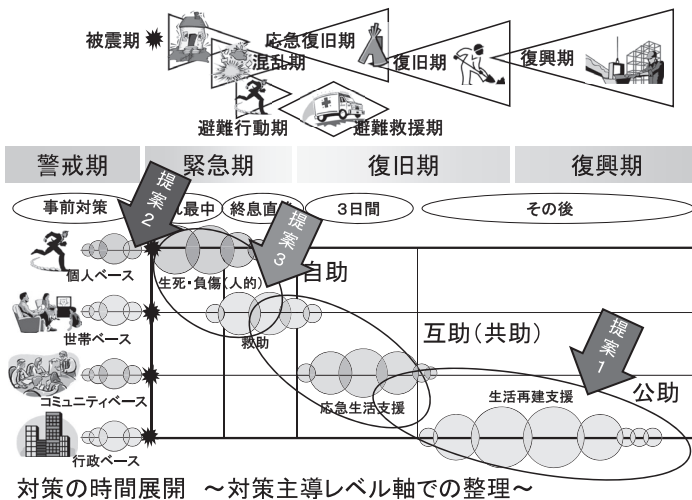
三つめは、生活の再建支援が一九九五年の阪神淡路大震災以降、考えられるようになりました。財産を失うと生活が立ち行きませんので、被災者の生活再建を支援する画期的な制度ができましたが、これも限界があります。どうしたらいいのかは難しく、議論をとおして方向がみえないかと思っています。

最初は、地震防災とは何かという基礎知識からはじめます。図1は、地震が起き、時間の経過とともに状況がどのように変化するかを現したもので、大まかには地震の揺れで建物などが被害を受けて住民が避難して避難所にとどまり緊急的な支援が開始され、復旧・復興という流れになります。これを地震の起きる前の警戒期から、緊急期、復旧期、復興期と期間を区分して捉えると、それぞれの期間に必要な対応や対策が見えてきます。また、対策には単位があり、個人から始まって、世帯・地域、そして行政ベースと単位が大きくなっていきます。

対策の単位にはそれぞれ役割分担があり、揺れが始まってすぐは地域や行政という単位は動きよらない段階で、自分の命は自分で守らなければならない。この段階の生死、負傷といった人的問

題は個人という単位で対策を取らなければなりません。  
世帯は、家が倒壊した場合、どうやって人を救出するかを直接担う重要な単位です。消防レスキューなど専門の力が必要な場合がありますが、阪神淡路大震災のときは救助隊がくるまで数時間を要しました。救助隊自身が被災者ですし、瓦礫が道路を覆っているので災害現地までの到着に時間がかかりました。その間救助にあたったのは、個人、世帯、そして地域の人でした。救助は専門

図1 災害の局面



家の知識や技術も必要ですが、即時対応が何よりも急務となりますので地域全体で考えていくことが求められます。

震災直後の数日間は、公共の力に期待したいのですが、大きな災害だと救援物資がすぐに届かないので、地域の力で助け合っていくことになりま。では行政には何が期待できるのでしょうか。期待したいのは、その後の復旧、復興になります。

これらの対策を自助（個人や世帯単位の対策）、互助・共助（地域単位の対策）、公助（公的単位の対策）として区別しています。自助は命を守る、互助・共助は救助から始まり応急の生活を地域で助け合っていく。公助は、生活再建支援から始まって、次の災害へ向けての対策、これが行政に最も期待されていることです。

冒頭申し上げた提案の一つめ高規格道路ネットワークは公助の領域に関わる提案です。提案二の耐震補助の制度は個人の問題です。提案三の生活再建や人的被害は、自助から共助に向けた領域になります。時間区分で見ると三つの提案はすべて事前の対策に位置づけられます。

### 災害対策の時間展開

災害の時間の流れを時計のような円にすると図2のようなかたちになります。六時の位置で地震災害が発生し、地震の発生する前が事前対策、地震発生以後を事後対策、あるいは事後対応と言います。

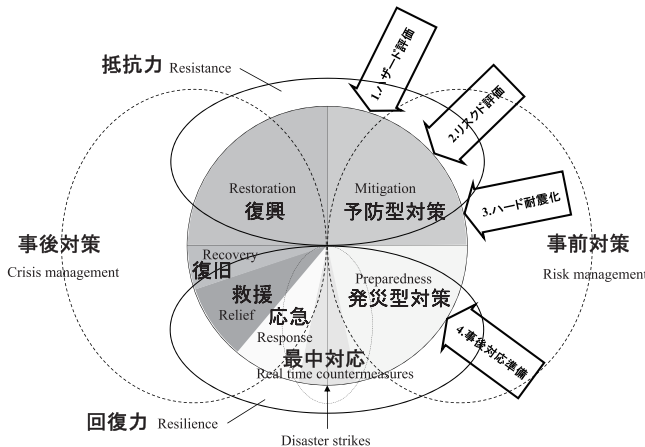
事前対策には予防型対策と発災型対策の二つがあります。「予防型対策」は災害、地震現象が起きても、災害に結びつけないためのハード面での

整備です。たとえば、津波対策として防潮堤をつくることなどです。

本日は予防型対策に大きく期待したいのですが、東日本大震災のように想定外の大津波が防潮堤を越えて大きな被害になりました。災害を予防で完全に防ぐことは不可能なので被害を拡大させないための「発災型対策」があり、避難はその典型です。

さらに、揺れている最中の対応もあり、最近では緊急地震速報により揺れの数秒前に地震が襲ってくるのが分かるので、その情報をどう有効に使うかの「最中対応」については私たちの都市防災研究室で研究中です。そして、災害発生後は、

図2 対策の時間展開



先ほど申し上げた直後対応、救援、復旧、復興という時間展開になります。

図2の見方を変えると、発災型対策から復旧にいたるまでの第三と第四象限（図2を時計に見立てると三時から九時までの対策）は、地域、人が被災したときいかに早く元に戻るか、いわゆる回復力を高める対策（ソフト的対策と言います）です。そして第一・第二象限（時計に見立てると九時から三時）は復興、予防型対策であり人に例えると病気になるために体を強くし、抵抗力を高める対策（ハード的対策という人もいます）です。先にみた、個人、世帯、地域、行政それぞれの単位で、このように様々な対策があります。一つの対策で全てのことには防衛できないので、様々な組み合わせで多重に対策、防衛していくことが肝心です。

### 地震防災とは

予防型対策、発災型対策は災害を想定することから始まります。どのくらいの災害に耐えなければならぬか、これが被害想定ですが、この想定を誤ると想定外となります。しかし、ある程度被害状況をイメージできなければならぬように対策してよいのか、すなわち防災計画を立てることが出来ないのか、防災の研究者は想定から始まります。

想定には二つの面があり、一つは自然の力（これをハザードと呼びます）で、地震だと地震の大きさ（マグニチュード）や地面の揺れ（震度）、津波だと津波の大きさ、火山では噴出するもの（火山弾や火山灰、溶岩流など）の量や広がり、ハザード

ドと言います。そして街が壊れることが被害（リスクと呼びます）になります。研究分野ではハザード評価は理学の研究分野が担当し、工学はリスク評価を担当、と分けて考えることが多いです。ハザードとリスクが分かれば、どういうものをつくるか、どのような対策を行うか、ということになります。

ハザード評価は言い換えると「敵を知る」ことです。敵は地震ですから、敵がどのくらいの脅威なのかを評価するのがハザード評価です。リスク評価は、人や建物が被害を受ける、生活の基盤、産業が被害を受けるなど、自身にどのくらいの脆さがあるのか、ハザードに対してどのくらいの抵抗力があるか、つまり「己の弱点を知る」ことがリスク評価です。

そして事前の対策として、弱点を克服するためのハード的評価（防災施設による前線防御能力の評価）とソフト的評価（人の行為を主体とした回復力の評価）があります。その評価結果を基に災害が発生した場合の適切な事後対応するための準備のありよう、被災をしたときの当座の生活確保のありようを考えます。さらに、災害でまちが大きく破壊してしまった場合を事前に想定し、災害後の復旧や復興のあり方を考えている防災研究もあります。これを事前復興計画と呼びます。対策は時間と共に流れています。ハザード評価→リスク評価→事前対策→事後対応→復旧→復興、この流れを覚えておいて下さい。

### 敵を知るための地震の基礎知識

ハザード評価、すなわち敵を知るためにはどう

したらいいのか。まずは地震発生メカニズムを知る事です。発生メカニズムは小学生の頃から教えられるますが、プレートテクトニクス理論に基づく弾性反発説です。日本列島周辺には代表的な太平洋プレートがあり、このプレートはハワイ島がマグマの噴出口（プレートの源）になっていて熱いマグマが冷やされて、板状のプレートになって日本を東から西に押ししています。一方で、ユーラシア大陸からも別のプレートが西から東へ押されてきて、両方のプレートがせめぎ合って日本列島ができています。

日本列島周辺には太平洋プレートの他に、フィリピン海プレート、ユーラシアプレート、そして北米プレートと四つの大きなプレートがひしめき合っています(図3)。日本全体がプレートによって押されていて、太平洋プレートにより年平均八センチから一〇センチくらいのスピードで押しつけられています。ユーラシアプレートは新しいプレートなのでスピードは遅いのですが、太平洋プレートの力を受けとめているかたちです。

太平洋プレートとユーラシアプレートが押し合うことによって地震が起きますが、東日本大震災は、密着していたユーラシアプレートが太平洋プレートに引つ張られて引きずり込まれ、そこがはじけて大きな地震が起きました。このメカニズムによる地震は海溝型地震と呼ばれています。

プレートが互いにつつかり合うことによってプレートどうしが接している領域外でも地震が起きます。板状の太平洋プレートはその重みでどんどん海底に引つ張られ、引きちぎられて、深いところで地震が起きます。一九九三年の釧路沖地震がこの地震で、スラブ内地震といえます(図4)。

図3 日本列島周辺のプレート

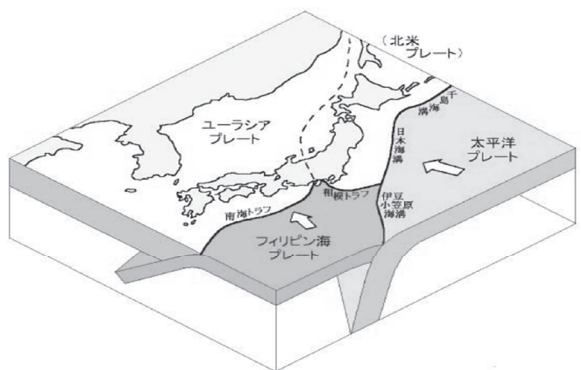
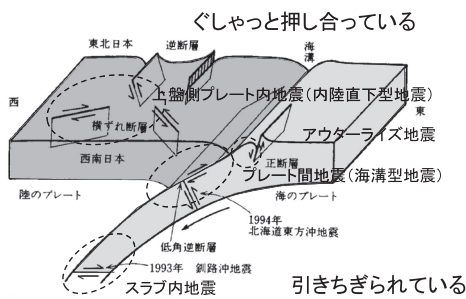


図4 地震のメカニズム



プレートが押しつけられると圧縮し内陸部が壊れます。これが阪神淡路大震災のような都市の直下型地震で、上盤側プレート内地震（内陸直下型地震）といえます。このようにプレートが押し合っているところと、重さで引つ張られているところ、そしてプレートが歪んでいるところ、このようなメカニズムでその力が放出されると地震になります。

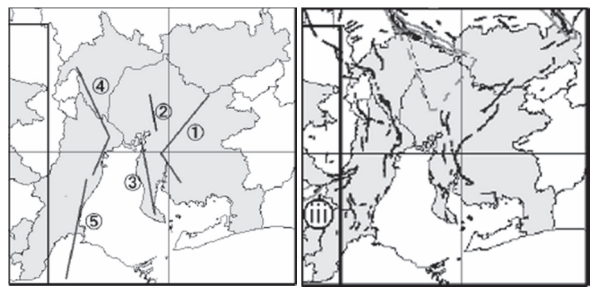
### 敵を知るための断層のモデル化と地震動予測

ここまで地震のメカニズムが分かっているのなら、いろいろな対策をとることができると思われるかもしれませんが、ハザードを評価するためには複雑な断層運動をモデル化する必要があります。そのモデル化は実は大雑把なものです。例に示すのは、愛知県の活断層のトレースとそのモデル化です。地中をトレンチ調査するとかつて動いたところが分かり、線で結んだものが活断層ですが、どこまでが一つの地震と捉えるかは難しい。

いま考えられているのは、**図5**にあるように①のように線を引いたのが、猿投—高浜断層帯です。②は大きな断層は見つかっていないけれど（名古屋市内は市街化されていてトレンチ調査が難しいため）、過去に地震があつたのでえいやつと線を引いたのが名古屋市直下です。③は、知多半島にみられる断層群に線を引いたのが加木屋断層。④の断層群に曲型の線を引いたのが、養老—桑名—四日市断層帯です。そして⑤の地震も断層帯がありそうだと線を引いている。

愛知県はこの五つの内陸地震を想定しています。なぜ、①と②が連動しないのか、④と⑤は連

図5 活断層のトレースとモデル化

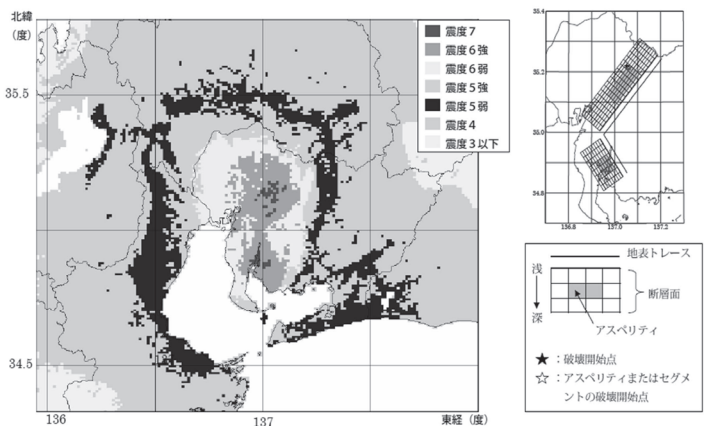


- ①猿投—高浜断層帯
- ②名古屋市直下M6.9
- ③加木屋断層帯
- ④養老—桑名—四日市断層帯

動しないのか、この点はまったく分かりません。大きさからみてこの程度で一つの地震にしましよ、と言っているに過ぎません。

なぜこのような線の引き方をしたのかと疑問に思われるでしょうが、このようにしないと計算できないからです。断層はきれいな直角ではありませんが**図6**の右にあるようにモデル化し、壊れそうなどころを想定して計算した結果が図の地震の震度分布図です。詳細でリアルに見える分布図なので、地震が来たら実際にそのように揺れると思うかもしれませんが、かなり簡略化したモデルで計算されています。ですから、たとえば破壊開始の地点を替えて計算すると、異なった震度分布図になります。

図6 猿投—高浜断層の地震(M7.6)の震度分布(左)、断層モデル(右)



一見もつともらしい震度分布図が公表され、見た人は地震が起きたら我が家はどうなってしまうのだろうと思うのは当然ですが、そのような強弱分布の傾向にあるという程度に受け止めた方がいい。結局のところまだ、私たちのハザード評価の実力はこのくらいまでだということを理解してください。

### 札幌市で想定されている地震

札幌市は、四つの内陸型地震と一つの海溝型地

表1 札幌で想定した地震

| 名称         | 1. 苫小牧沖地震 | 2. 石狩低地東縁断層帯 | 3. 野幌丘陵断層帯 | 4. 月寒断層  | 5. 西札幌断層 |
|------------|-----------|--------------|------------|----------|----------|
| 地震の型       | 海溝型       | 内陸活断層        | 内陸直下伏在断層   | 内陸直下伏在断層 | 内陸直下伏在断層 |
| 長さkm       | 42        | 42+26        | 32         | 28       | 16       |
| 幅km        | 22        | 24           | 22         | 20       | 16       |
| 気象庁マグニチュード | 7.5       | 8.0          | 7.5        | 7.3      | 6.7      |

表2 札幌で想定した地震の評価被害

|      |            | 1. 苫小牧沖 | 3. 野幌丘陵 | 4. 月寒断層 | 5. 西札幌断層 |
|------|------------|---------|---------|---------|----------|
| 一般住家 | 全壊数(棟)     | 427     | 8026    | 33611   | 20336    |
|      | 焼失棟数(棟)    | 0       | 382     | 1405    | 957      |
| 上水道  | 被害率(箇所/km) | 0.00    | 0.14    | 0.37    | 0.21     |
|      | 断水率(%)     | 0.4     | 33.7    | 67.3    | 42.2     |
| 都市ガス | 機能支障率(%)   | 0.1     | 66.2    | 97.0    | 89.2     |
| 下水道  | 被害延長距離(km) | 19.1    | 85.8    | 115.3   | 116.8    |
|      | 排水困難率(%)   | 0.3     | 1.4     | 1.8     | 1.9      |
| 人的被害 | 死者数(人)     | 6       | 1,707   | 8,234   | 4,690    |
|      | 要救助者数(人)   | 5       | 1,608   | 7,729   | 4,359    |
|      | 帰宅困難者数(人)  | 0       | 83,142  | 83,142  | 83,142   |

冬季18時発生を仮定

図7 震度分布(月寒断層)



地域内平均震度 5.6(震度6弱)  
地域内最大震度 7.0(震度7)

自己完結型は分かりやすいのですが、先ほどみた札幌直下型地震だと罹災者(何らかの被害を受けた人)主として住処を失った人(罹災者と言います)は最大数万人になると想定され、札幌市だけで支援物資を備蓄すると膨大な量になります。対応する職員も数多く必要で、人的・物的な経済的負担が大きくなってしまいます。

やはり後方支援型が現実的だと思います。被災者・被災地域を周辺がバックアップし

み合わせもあり得ます。

自己完結型は「自己完結型」か「後方支援型」のどちらかですが、その両方の組み合わせもあり得ます。

北海道では五一の地震が想定され、震度分布も公表されていますが、被害評価はされていません。東日本大震災が起きたた

また凍死者の発生も仮定した計算結果です。

北海道では五一の地震が想定され、震度分布も公表されていますが、被害評価はされていません。東日本大震災が起きたた

以上のような想定災害に対してどのような準備が必要になるのか、行政支援体制のあり方について考えます。災害に立ち向かうのに、身近な市町村の単位で考えると、備蓄から復旧までの全てを自助努力で行う自己完結型の対策と、被災したときは周りからの支援で対応する後方支援型があります。被災自治体の対応として極端には「自己完結型」か「後方支援型」のどちらかですが、その両方の組み合わせもあり得ます。

## 2 復旧・復興対策

### 災害時の行政の支援体制のあり方

め見直しが必要になり、二〇一二年から地震被害の評価とその対策についての検討が始まります。

震を想定し、被害の大きさを計算しています(表1、表2)。

震度分布が計算されていて、最も震度の大きいのが月寒断層で、震度六強と六弱の分布が広く、一部に震度七があります(図7)。震度七が想定されるのは直下地震の場合です。十勝沖、浦河沖地震のマグニチュードは大きいのですが、札幌から二〇〇キロ以上離れているので、札幌の揺れ自

体はそれほど大きくありません。

月寒断層の内陸直下型地震の場合の全壊建物被害を計算すると、東区、白石区で被害率二〇%以上の場所が多くなっています。表2の評価被害にあるように、月寒断層の被害が大きく死者数は約八千人と計算されていますが、被害評価もハザード評価と同様、あくまで色々々な仮定を積み上げた算定結果です。たとえば、冬季で火災が発生し、

ていく考え方です。支援内容は大きく、人的支援、物的支援、施設供与、経済支援の四つがあります。人的支援の内容は、当該地域の被害を調べる調査要員、復旧のための作業や復旧計画を企画する専門要員、送付されてきた物資を整理する要員、被災者の相談員などの種々の人材を周辺市町村から送り込む。今回の東日本大震災でも道内各自治体から専門家が被災地に派遣されています。

物的支援は、緊急的に必要な食料、水、医薬品、その後の生活を支える生活関連物資の提供、救助機材・給水車・清掃車などの提供です。

施設供与は、罹災者を受け入れ、被災地で不足する病院、住宅、学校などの施設を供与する支援です。そして見舞金、義援金などの経済支援があります。

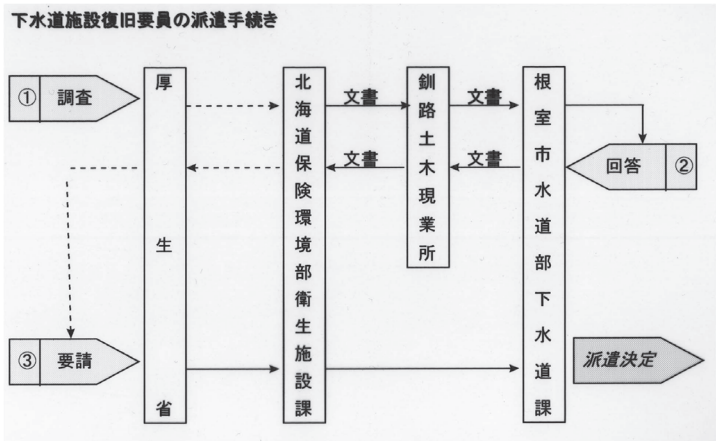
このような支援は、応援要請があつてから動き出すのが原則です。阪神淡路大震災以降は、要請がなければ動くことができないシステムは非効率だとして、さまざまな仕組みが考えられてきましたが、いまだに被災地からの応援要請があつてから支援に動きだすのが原則になっています。

図8は、阪神淡路大震災のときの支援として、根室市職員を派遣決定する手順です。

行政組織は震災当時のものですが、まず、被災地から下水道施設復旧の要員が不足しているの、厚生省へ調査の依頼が行きます。そして厚生省から北海道保健環境部衛生施設課へ依頼が来て、道本庁から釧路土木現業所へ文書で要請、次に釧路土現から根室市水道部下水道課へ文書で要請する。

根室市は派遣できる職員を文書で釧路土現に回答し、釧路土建から本庁へ文書で回答、道本庁か

図8 支援開始に至る経過



阪神淡路大震災の際の、根室市水道部の派遣決定プロセス

ら厚生省へ連絡。そしてようやく被災地が職員派遣を要請することになる。手続きが煩雑で時間を要したため、根室市は職員を派遣したかったのですが、できませんでした。

このような事態を避けるため、自治体間で災害時の相互応援協定を結ぶようになってきました。協定を結んでいる市町村は被災市町村からの要請がなくても被災状況から応援の必要性を独自に判断し実施できることになっています。そのために相互応援の協定を締結する市町村が多くなりました。ただ、現状では同じ圏域内の自治体同士

の協定が多いのが問題です。大震災の場合には距離が近いと共倒れになる恐れがあるので、北海道と西日本地域、関西と東北といった遠隔地との協定も必要だと考えています。

### 後方支援への期待と支援のルール

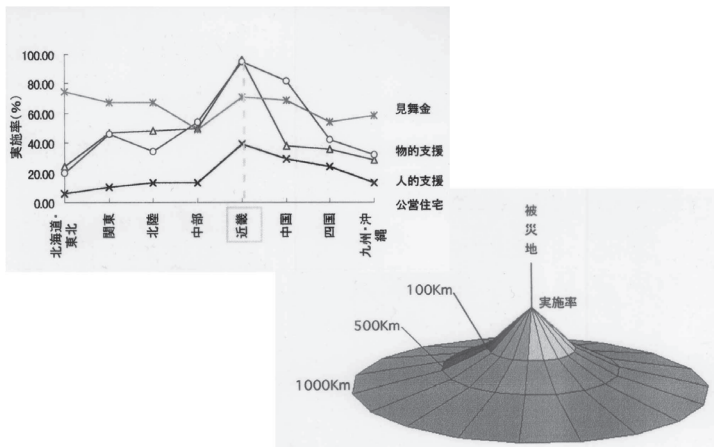
後方支援はどのくらい期待できるのか、阪神淡路大震災のあと調査をしました。東日本大震災も同様の調査を計画していますが、支援は長期間に亘るのである程度時間が経たないと全体像が見えて来ません。

阪神淡路震災以前には後方支援に関する調査はありませんでした。このときの後方支援は自然的に行われたもので、そしてこれは調査の結果分かったことなのですが、全国の市町村は意識はしていなかったのですが、結果的に様々なルール、規則性に則って支援が行われていたということなのです。

一つは距離です。被災地神戸は近畿地方にあります。人的、物的支援は近畿地方を頂点とし、被災地から距離が遠くなるに従って実施率は低下するという傾向が顕著に見られます。例外は、見舞金の支援で、阪神から遠隔地の市町村であっても高い実施率でしたが、それ以外の支援は阪神から離れるに従って低下していく(図9)。

さらに調べると人的支援の実施率は市町村の人口規模と関係していることがわかりました。市は被災地から距離が離れていても、支援の実施率は高い傾向にあります。これに対して、町村は距離による減衰効果が大きく、町は六〇〇キロ、村は一〇〇キロ離れると実施率が五〇％を割り込み大

図9 支援の実態:距離の条件

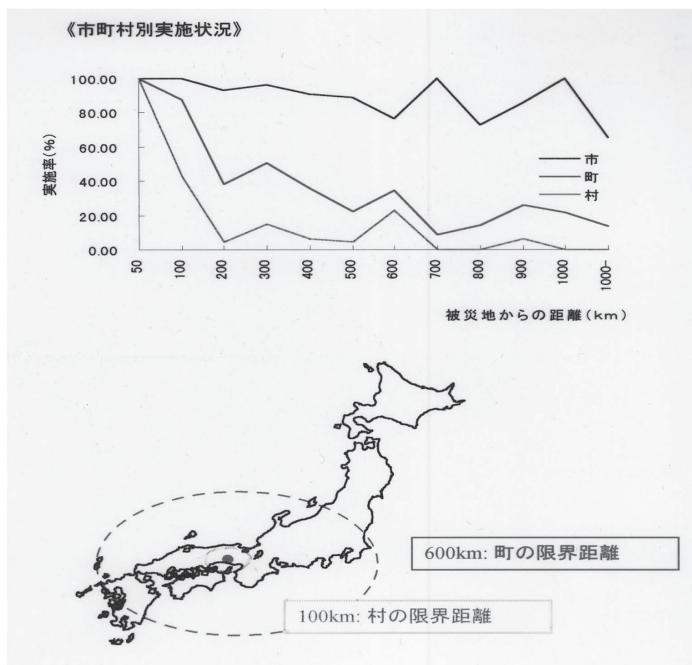


大きく低下し、支援をする余裕がない状態です。このときは自然発生的な支援行為ですので、この距離の影響を当初から意図していたわけではありませんが、距離が遠くなると支援を難しくさせる力が自然に働くというのです(図10)。

この関係が将来発生するであろう地震に当てはめた場合、道内の道北地域の場合だと、北側にまちはないので、南側の市町村のみの一方向支援とならざるを得ないのですが、距離の条件が働くとするならどのくらいの支援が期待できるか、そのような問題が北海道にはあることを教えてくれます。

図10 支援の実態:人的支援、支援を拘束する距離

距離は実施率を規定する



また、町村は人的余裕がないので専門的な職員を派遣支援できるのは市のレベルであるということも分かってきました。これに関わって人的支援の意思決定が早いのも町村より市の方でした。支援の延べ人数は被災地に近い市は多いのですが、被災地から五〇〇キロ離れると激減します。すなわち、市のレベルといえども実施率は距離にそれほど影響されず高いのですが、支援の内容は距離に応じて低下していくという法則性が見えてきました。

毛布をどのくらい集められるかシミュレーションしてみると、阪神大震災のときの必要枚数は

### 支援の時間のルール

三一万七千枚で、集められる可能枚数が三六万一千枚だったので、支援物資の種類によつては周辺から集めることで賄い可能となります。自前で全て備蓄しなくても、後方支援で備蓄を放出するシステムの方がうまくいく可能性が見えてきました。

ただし、直ちに必要な食糧・飲料水のような生ものは、一〇〇キロメートルを超える支援量が急減しています。これらは近くで集めるか地域内のストックが必須です。しかし、大きな地震だと被災区域も一〇〇キロメートルを超えて広がるので、供給に間に合わず共倒れしかねない難しい面があることも分かってきました。

災害直後は水や食料など物に対する要求が強いのですが、時間の経過とともにトイレ、風呂、プライバシーなど生活の質向上への要求が強くなります。支援する側は、まず物を送り、時間差で人を送り、被災者の需要と支援の供給の関係は一見整合性があるように見えます。しかし、実は大きな問題が発生していたのです。

救援物資は早い段階に送られてきますが、様々

な物資を仕分けしなければならず、行政の仕事はほとんど支援物資の仕分けに取られてしまいません。物資が送られてきても、仕分けに必要な人員が被災直後は不足していて、仕分けに必要な人材が集まり、被災者に支援物資が配給されるまで時間差が一〇日間くらいありました。支援物資を被災地に送れば被災者にすぐ届けられると思っただけは間違いだと言うことです。

被災者への公営住宅、病院の施設供与は人口二〇万人以上の市、老人施設や教育施設は三〇万人以上の市でなければできないことも分かっています。そうすると道内で施設供与が可能なのは、札幌、旭川、函館、釧路、帯広の五市に限られます。

阪神淡路大震災のときには北海道をはじめ全国から施設供与の申し出がありました。公営住宅の場合、被災者が入居したのは近畿、兵庫県内が圧倒的に多い。被災者は地縁もあり住んでいたところから遠くに行きたくないのが普通です。入居要求と住宅供給はマッチングしないこともあるのです。

全国からの学校の申し出に対しても、被災児童が転校した先は近畿圏が多く、六〇〇キロ以上離れると転校先として転出した児童は激減します。供給量を増やしても、実際には使われないケースも多いということです。

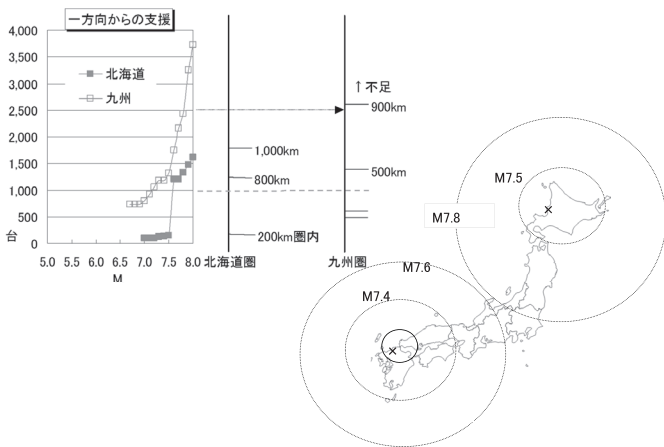
### 最適後方支援の提案

ルール化してどこまで支援できるのかをシミュレーションしてみました。このため支援のルールを、第一に「阪神のルール」として、阪神淡路大震災時の市町村の実施率をそのまま適用したケースを考えます。第二に、「一般ルール（理

想的ルール） $\vee$ として、これまでの解析から得られたルール（主に自治体人口・被災地からの距離に規定されるルール）を厳格に守ったケース（すなわち、ルール内であれば支援を強制しても無理なく支援の実施可能と判断したケース）を設定しシミュレーションしました。

図11は地震発生時に、支援に必要な清掃車をどれくらい集められるのかを計算したものです。マグニチュード七・五の地震であれば、道内市町村からの支援のみで賄えますが、それを超える七・八程度の地震だと本州の東北、関東地方からの支援も必要になります。負傷者のための病床は、マ

図11 支援必要量と充足限界距離—清掃車



グニチュード七でも道内では賄いきれず、東北、関東地域の支援が必要になります。

北海道の地理的位置により、北からの支援が期待できない不利な条件にあり、北海道の防災を考える上で課題です。

自主的に支援していく阪神のルールで考えていくと、北海道はマグニチュード七・五程度までの地震であれば、道内のなかでの後方支援で対応できますが、それ以上のマグニチュードになると自然発生的支援は限界です。後方支援を強制し日本全体でシステム化する制度設計が為されれば、マグニチュード八くらいでも耐えられる試算になりました。

自己完結型の市域内備蓄で防災対策を行うのは経済負担も大きく限界なので、周辺からの後方支援体制への移行が必要です。そのためには、距離・自治体の規模に適した内容の支援をルール化していくことが、日本全体の防災、復旧・復興を考える上で重要です。

現状で支援が期待できるのは、人口二〇万人から三〇万人以上の都市です。これまでの検証で、距離による実施率が激減することが見えてきて、自治体規模により支援量が規定されることも分かっています。支援のタイミングに注意しないと混乱し、物資が被災者に渡らず滞ることが分りました。支援ルールを整備し周知することで、市のみならず町村の支援も期待できると思っています。

### 災害時の道路の重要性和

#### 北海道に必要な高速交通ネットワーク

しかし、周辺から支援対策資源量が充足されて



写真1 十勝沖地震における道路被害の実態  
-盛土における被害



一般国道44号厚岸町神尾幌



一般道道旅来豊頃停車場線豊頃町  
旅来

も、北海道は道路の課題が残されています。道内の想定地震の震度分布は、震度六強以上の地域に大きな都市があり、地震によって道路も被害を受けます。

道路は震度四程度でも崩れる場合があり被害を受けます(写真1)。このような状態だと車両は通行できないので、支援物資を運べない。人工構造物のなかで、建物以上に一般道は脆弱です。

日本列島はプレートが押し合って断層が出来ます。そして断層ができることによって、山が切り開かれ、そこに道路を造ることが多く、断層の上に道路があるので弱い構造です。その結果、地震によって道路が寸断され、山間部の集落が孤立します。

東日本大震災のときに壊れなかったのは高速道路で、震災翌日には交通規制しながらも道路を使用できました。じつは高速道路、高規格道路の構造は強く、これが震災のときに非常に頼りになるのですが、北海道の高速道路と高規格道路は道内を網羅していないので、震災のとき孤立する地域が多く出るのが懸念されます。北海道は高速移動ネットワークが貧弱です(図12)。

全体をネットワーク化することによって効果が出るのに、北海道はこの点が弱い。震災の支援物資が道内の各港に着いても、被災地に物資を供給する術がない、人を送る術がないことになりかねません。竹村公太郎『土地の文明』(PHP研究所)によれば、一九八五年から二〇〇五年に人口増加している市町村と開通した高速道路を重ねると一致しています。人口増加の可能性のある地域に高速道路を造ってきたこともあるでしょうが、まちの発展を支えるのは高速道路といえるので、北海道に住む私たちが意識して要求していくことだと思います。

北海道は災害時に孤立集落は激増するでしょう。路面が脆弱なので一般道はほとんど使えなくなり、主要幹線道路は海岸線に沿っているのが津波の被害を受けて使えなくなり、災害時に一般道の補修に長時間を要しますし、その間集落は孤立し続けることが懸念されます。

図12 北海道における高速移動ネットワークの貧弱性



北海道の高規格道路は利用台数が少ないと言われますが、インターネットが整備されてネットワーク化されると利用率は高くなります。たとえば、帯広周辺だけの高速道路で利用率は低かったのが、道路が徐々に延伸し、札幌までつながると利用率は一気に上がります。高規格道路はネットワーク化されないと利用されません。また山間部や峠の一般道では霧が発生し、屈曲が多いので、平常時でも危険度の高い道路です。高規格道路は低い所に造り、屈曲部も少なくなるので、安全性

が高まります。この点も念頭に置いた、整備を要求していくべきです。

作家の塩野七生氏は「ローマ人の物語」すべての道はローマに通ず』のなかで、「ローマ人は、インフラ整備のことを、人間らしい生活を送るために必要な大事業と呼んでいた」と評価しています。街道はネットワーク化され、紀元前に造られた道路は現在でも使われており、要所だけでなく隅々まで張り巡らされている。さらに街道は高規格道路でなければならず、当時の馬が引く戦車を通すための道路で、あらゆる気象条件でも軍隊の移動が可能な石畳の道路で造られています。現代に置き換えれば地震でも壊れない高規格道路と言うことになるでしょうか。塩野氏は、「街道整備は採算を度外視し、国の責務として公が担当すべきである」と述べており、私もその通りだと思います。

### 3 耐震補強助成制度の見直し

#### 北海道の住宅の耐震性能

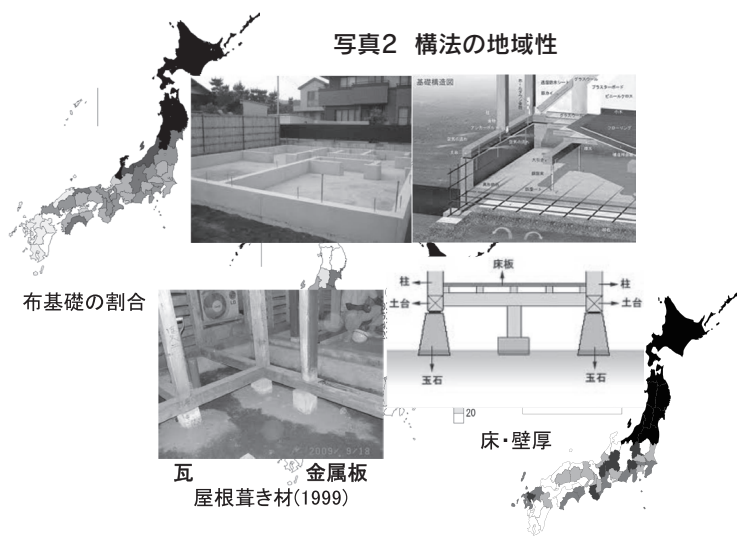
家屋が潰れてしまうと命が危険にさらされますし、世帯の生活が成り立ちませんので、住宅を耐震化するのには防災の基本です。

北海道の住宅は布基礎です（写真2）。本州の住宅は下の写真にあるような独立基礎が多く、床下を風が通るので高温の夏場は快適です。北海道は積雪寒冷地なので布基礎が多く、地震で地面に段差ができて、建物の上部構造への影響が少ない。基礎が丈夫なため、結果的に地震に強い構造になっています。また屋根は瓦ではなく金属板で

上が軽く、寒冷地仕様なので壁と床は厚く頑丈です。その結果、揺れに強い構造で、本州の地域と比べると同じ震度でも家屋の被害は少なくなっています。

ただ、注意したいのは住宅の結露で土台が腐り、危ない建物が多く残っているということです。一九七〇年代から八〇年代にかけては建築基準法の改正により、断熱材の厚さを一〇〇ミリに替え、喚起を考慮しないで断熱のスタイロフォームや

写真2 構法の地域性



レタンを壁の中に入れてただけの建物が結構ありました。そうしますと、屋内は暖かいけれど外は寒いので、家のなかの湿気が壁で冷やされて結露して水になり、断熱材が保水し土台を腐らしてしまっています。

太平洋岸は十勝沖、釧路沖などの大きな地震が多く、古くて危ない家屋はほとんど潰れました。危ない建物が残っているのは、夕張市、赤平市、三笠市といった内陸の旧産炭地で、炭鉱があった時代に建てられた家屋がまだたくさん残っています。大きな揺れを経験していないので、小さな揺れでも壊れる危険性があります。

#### 耐震化促進の制度

そのような家屋かどうかを判断するために家屋の耐震診断が重要です。そして、危ないと分かった建物はすぐに補強しなければなりません。これは非常に効果的な対策なので、耐震化を促進する制度ができました。

二〇〇五年三月、中央防災会議は国の地震防災戦略を策定しました。大規模地震の被害想定をもとに、人的被害、経済被害の軽減について達成時期を含めた具体的目標（減災目標）を定めて実行する、これが国の地震防災戦略です。

具体的な目標は東海地震で、期間は二〇〇五年から二〇一四年までの一〇年間で、人的被害の軽減戦略として、住宅の耐震化率を現行の七五%から九〇%に上げる。その結果、シミュレーションすると死者数は現状の約七九〇〇人から対策後は約四〇〇〇人と半減し、約三五〇〇人減少する結果を得ました。さらに家具の固定化率を強化地域

等で五四％に上げることによって、死者数が五〇人減少します。

減災目標を立て達成するための実行プラン立案が地方自治体に要請されています。愛知県では「第二次あいち地震対策アクションプラン」(二〇〇七(二〇一一年)のなかで、家屋の耐震化などの目標を設定し、県内の各市町村が取り組んでいます。

国は住宅の耐震化率の向上と、家具の固定率の向上を目指すため、二〇〇六年に「建物の耐震改修の促進に関する法律」を改正し、画期的な支援事業を開始しました。

耐震診断にかかる費用は、国と自治体が二分の一ずつ負担、または国と自治体と所有者が三分の一ずつ負担することを定めています。耐震診断によって耐震補強が必要になった場合の費用のうち、国七・六％、自治体七・六％を負担し、補助の上限は六〇万円となっています。

耐震補強は個人所有の資産価値を上げるものです。これまで、税金を充てて個人の資産価値を上げることはできなかったため、なかなか耐震化がすすみませんでした。法律改正によって税金によって個人の住宅の耐震化を促進することが可能となったのです。これは画期的なことです。

しかしこの画期的制度が十分に活用されていないのです。理由はその制度自体にあります。

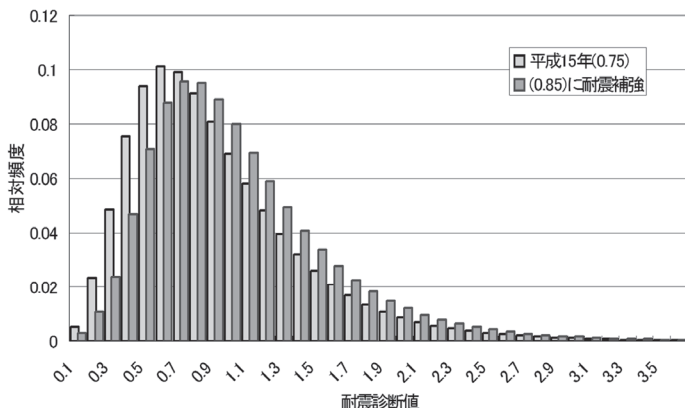
### 耐震改修補助事業の改正―札幌市を例に

いまの耐震改修補助事業を改正することによって、使いやすい制度になります。

まず耐震改修によってどのような効果があるのか、を示しましょう。そのためには耐震診断値を

理解する必要があります。耐震診断によって住家の耐震性が値で評価されます。診断値一・〇が基準で、一・〇以上あれば丈夫な家、〇・五以下であれば危険な家とされています。図13にある左の棒が現状の日本の耐震診断値の分布状況です。診断値が〇・五・〇・六・〇・七程度の危険な家と判断された家が多いことが分かります。これを耐震補強して耐震率を全体にそれぞれ〇・一引き上げたのが右の棒で、日本の耐震値の平均を〇・七五から〇・八五に上がったと仮定したものです。

図13 耐震改修の効果



耐震補強 72% → 90% (=1981年以前に建築の住家 65% 耐震補強)

東海・南海連動地震の死者数は、愛知県で一〇六二人から五三九一人まで減少、静岡県は一万四二〇人から計算結果になりました。〇・一上げるだけでもこれだけの効果が出ます。

札幌市の現行助成制度をみると、耐震診断は一九八一(昭和五六)年以前の木造住宅が補助対象で、助成上限額は三万円です。耐震診断で一・〇未満と診断されたものは一・〇以上に改修することを条件に、上限四〇万円まで助成されます。他の市町村もほぼ札幌と同様の助成制度です。

しかし、これでは助成額が低すぎて耐震改修はできません。助成の条件である耐震診断値を一・〇以上にすることは、ほとんど新築住宅を建てるのと同じ改修になるので、一千万円、二千万円という費用がかかります。それに四〇万円を助成すると言われても、助成を受けようと思う人がどれだけのいるでしょうか。倒壊の危険が高いのは高齢者世帯の住宅が多く、彼らが今後住宅を新築しようとはあまり考えないでしょうから、四〇万円の助成を得て改修する人はまずいません。いまの助成の条件では真に危ない住宅に住んでいる方にはわれわれの制度なのです。

事実、札幌市の助成制度の年間予算額(二〇〇六年度)は一六〇〇万円、内訳は耐震診断一件三万円、二〇〇戸分の合計六〇〇万円、補修設計は一件一〇万円、二〇〇戸分の合計二〇〇万円、改修は一件四〇万円、二〇〇戸分の合計八〇〇万円となっています。一九九四年から一九九八年度までの五年間で耐震診断の助成を受けたのは一八八戸しかなく、この制度は十分に活用されてはいません。年間二〇〇戸が診断助成の対象なのに、使っ

たのは五年間で一八戸です。他の市町村でも同様の有様です。

助成制度は一部修正するだけで使いやすくなり、耐震効果が上がります。まず、耐震診断の費用は六万円くらいなので、現行の助成額三万円を全額補助にすることです。

また、先ほどみたように、耐震診断値が〇・一上がるだけでも効果があるので、一気に一・〇以上に改修するのを条件とするのではなく、徐々に回収を進める段階的改修（一・〇以上に改修されなくても耐震性が向上した部分に助成する方式）を認める助成にすればいい。予算に限りがあるとよく言われますが、予算を使い切れれば、当該年度の助成は打ち切りにすればいいのです。いまは助成制度自体が活用されていないので、制度を使ってもらうことが必要で、むしろおそらく市民はこうした制度を知らないのではないのでしょうか。

値を一・〇以上に改修するのに一千万円以上必要な住宅でも、数十万円の工作費用で数値を〇・一上げることができます。段階的に一・〇を目指せばよく、予算がなくなつた時点でその年度の事業は終了することにすれば、特別な予算措置は必要ありません。

以上のことから、一気の耐震化は無理でも、少しずつ耐震補強することで効果が上がります。幸いなことに札幌市は大きな地震が起きる確率は低いので、耐震化に取り組む時間が残されています。段階的な耐震化であれば高齢者世帯の耐震改修も進みます。これまで使われなかつた制度が有効に活用されるようになるし、市の財政負担は増えません。

### 耐震性能の適正評価と低価格耐震工法の開発

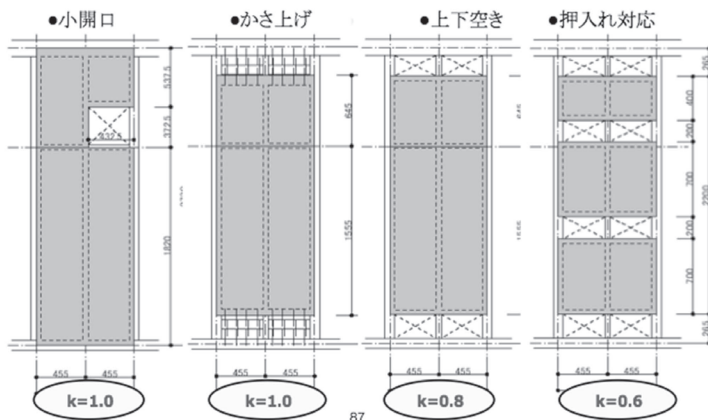
これは愛知県の取り組みです。梁に厚さ七・五ミリ以上の構造用合板を、長さ五〇ミリのN五〇釘を使って、一五センチ以下の間隔で打ち付けた壁が、耐震壁とされています。しかし、壁に換気扇をつけたりダクトを通して壁に開口部ができると、耐震壁と認めず耐震診断値にカウントされないのが現行制度です。

実際には、壁に開口部があっても十分に耐震性能を発揮し、名古屋工業大学の井戸田先生の研究によれば、穴があつても耐震性能は一・〇と変わりません(図14)。梁をかき上げしても変化はなく、上下に空気ができて八割程度の耐震効果が期待できます。「押し入れ対応」のようなかたちでも六割の耐震効果があるので、開口部のある壁でも、八割効果、六割効果として耐震計算に含めるべきです。

これらの壁が計算に含まれないと、いくら補強をしても耐震値が上がらないので、耐震補強を断念するケースがありました。実際の耐震力を考えたやり方が認められるようになると低価格の耐震補強でも効果が正當に評価され補強しようというモチベーションも出てくると思います。

こうしたことが認められることによって、愛知県では低価格耐震工法が開発されています。外付けブレースをつけると、大きな揺れでも家は崩れません。アイワン工法とい約一〇〇万円の改修工事費で、十分な耐震力を得ることができ、自治体の助成対象になっています。北海道の自治

図14 合理的な面材補強工法性能評価



k: 無開口合板の壁強さ倍率に対する低減率

## 4 生活再建支援と個人の防災対策

体でも是非取り入れてほしい。

### 被災者生活再建支援制度

阪神淡路大震災が起きる前の被災者個人に対する公的な救済措置は以下の内容でした。一九九三

年現在、阪神淡路大震災前の状況です。

世帯主が死亡した場合の災害弔慰金は三〇〇万円。生計維持者が重傷になったときの見舞金が一五〇万円。各種資金貸付金として災害援護資金、母子家庭・寡婦対象の貸付金、住宅資金貸付があります。その他の援助で郵便葉書五枚以内、手紙一通まで無料。電報・電話の減免。NHK受信料免除といった状況でした。

この程度の救済措置しかありませんでしたが、一方で被災者支援として義援金の比重がとて大きかったです。一九九一年の雲仙普賢岳噴火のときは義援金総額は約二三〇億円、一世帯あたり三二一九万円給付。一九九三年の北海道南西沖地震では義援金総額約二六〇億円、一世帯あたり二五一九万円あったので、公的な救済措置が弱くても何とかやっていきました。

一九九五年の兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）の義援金総額は約一七九三億円にもなりましたが、被災世帯が多かったので一世帯あたりわずか四〇万円と少額給付に止まりました。これでは被災者の生活再建は成り立たないので、一九九八年に「被災者生活再建支援法」が制定されました。

この法律で被災者への行政支援は十分可能になったのだろうか。それについて検討してみました。支援制度は「基礎支援金」と「加算支援金」の二つの支援金があります。基礎支援金は当面の生活維持費として、全壊世帯に一〇〇万円、大規模半壊世帯は五〇万円。加算支援金は、住宅の再建方法に応じて支給され、新たな住宅の建設・購入に二〇〇万円、住宅の補修に対して一〇〇万円、賃貸は五〇万円、これが支援金の全貌です。

財源の負担割合は、国と都道府県が二分の一ずつ負担します。

都道府県の財源は、（財）都道府県会館が基金として積み立てた（原資五三八億円）なかから取り崩して充て、基金拠出額は都道府県の世帯数による均等割です。これまで北海道は一九九九年度約一三・二億円、二〇〇四年度約一三億円、二〇一一年度は約三六・六億円を拠出しています。

「基礎支援金」の使い道は、生活再建に必要な物資購入が多い傾向にあります（内閣府二〇〇九「平成二〇年度被災者生活再建支援法関連調査、アンケート調査報告書」）。家電製品、冷暖房器具、家具といった購入が多く、実際に使ったお金は全壊世帯で二〇〇万円以上、大規模半壊世帯で一〇〇万円でした。さらに、住宅の再建に応じて支給される「加算支援金」は、建設・購入の場合二〇〇万円までですが、実際にかかった平均経費は、全壊世帯（新築）の場合二三二六万円、大規模半壊世帯（補修）は六八二万円でした。

被災者は当面の生活再建にかかる支援額（基礎支援金額）にはほぼ満足していますが、住宅再建についての支援額には不満が多く、必要額の半分程度の支援を希望していて、住宅再建に必要な財源の約半分は借金で賄っている、というアンケート結果でした。すなわち借金をできない人は、住宅の再建ができないことになりかねません。

### どうして支援が必要か

そこで自治体独自の支援が求められます。北海道の独自支援制度として、自然災害に伴う住宅被害見舞金があり、全壊二〇万円、半壊は一〇万円助成され、先に述べた生活再建支援と合わせて支

給することが可能です。全国の都道府県で独自の支援制度があるのは四分の一程度で、全国の市町村では一〇％くらいと少ない。また支援額も二〇万円程度と少額です。自治体の災害時の財源として財政調整基金を充てることができませんが、年々基金は減ってきているようですし、中には基金がほとんどない自治体もあり、基金のみを災害の財源にするのは不可能なのが実態です。

先ほどみた札幌市の想定地震で、復旧にどのくらいのお金が必要かを計算したのが、表3で、必要補修額は約一兆円です。現状の生活の基礎支援金と住宅の加算支援金を札幌市が行うべき支援と仮定して計算すると約一九〇〇億円。またアンケートでみた必要額の五〇％支援で満足という結果を使うと、札幌市が全壊、半壊世帯に支給する額は約三七〇〇億円、必要額の一〇〇％の支援だと八六六〇億円です。札幌市の単年度予算が八千数百億円ですから、必要額は相当な規模です。

ここで、地震PML (Probable Maximum loss) という保険会社が用いている地震の発生確率を考慮した支払金の保険額の決定方法で、自治体の助成に必要な保有額を試算してみます。PMLの考え方は、建物の使用期間中に予想される最大規模の地震に対して、予想される最大の物的損失額の再調達費に対する割合で、建物使用期間を五〇年と仮定し、その間に発生する確率が一〇％程度の地震をターゲットにして損害補償金を保有している、保険金の支払いが可能というものです。

この考え方で札幌市の必要額を試算すると年額わずか数十万円ですみます。これは札幌市の地震活動が相当低いので、この程度の額になっています。ちなみに関東圏の必要額は莫大なものなりま

す。札幌と関東で大きく異なるのは、札幌の地震の活動度が低いことでもあります。北海道の地震観測の歴史が短いので、たまたま活動度の低い期間を観測していたと言うことも考えられるわけで、地震活動度を正確に把握し切れていないという側面もあります。現時点での地震PM L一〇%確率で予算をたてると札幌圏は年三〇万円の積

表3 札幌市の想定被害

| 月寒断層(冬)                | 全 壊  | 半 壊                                       | 合 計                         |
|------------------------|--|---|-----------------------------|
| 被害棟数                   | 29,570(棟)                                  | 66,749(棟)                                 |                             |
| 必要補修額                  | 29,570(棟)×23,260(千円/棟)<br>=687,798,200(千円) | 66,749(棟)×6,820(千円/棟)<br>=455,228,180(千円) | 1,143,026,380(千円)<br>≒1兆円   |
| 支援金支払額(現状)<br>基礎+加算支援金 | 29,570(棟)×3,000(千円/棟)<br>=88,710,000(千円)   | 66,749(棟)×1,500(千円/棟)<br>=100,123,500(千円) | 188,833,500(千円)<br>≒1,900億円 |
| 再建支援額                  | 全 壊  | 半 壊                                       | 合 計                         |
| 50%支援                  | 29,570(棟)×8,000(千円/棟)<br>=236,560,000(千円)  | 66,749(棟)×2,000(千円/棟)<br>=133,498,000(千円) | 370,058,000(千円)<br>≒3,700億円 |
| 100%支援                 | 29,570(棟)×18,000(千円/棟)<br>=53,226,000(千円)  | 66,749(棟)×5,000(千円/棟)<br>=333,745,000(千円) | 866,005,000(千円)<br>≒8,660億円 |

必要額の50%支援で満足とした場合(内閣府調査2009):借金した分を支援

全壊世帯=2,000万円/2-200万円(加算支援金)=800万円

半壊世帯=600万円/2-100万円(加算支援金)=200万円

必要額の100%支援で満足とした場合(内閣府調査2009):

全壊世帯=2,000万円-200万円(加算支援金)=1,800万円

半壊世帯=600万円-100万円(加算支援金)=500万円

み立ててまかなえる計算となりますが、関東は一兆二二六〇億円、五〇%支援だと札幌圏四五万円、関東圏九兆円、一〇〇%支援の場合は札幌圏一一〇万円、関東圏二〇兆五〇〇〇億円です。札幌市も観測データが充実してきたら、生活再建支援には相当の財源が必要なが予想されます。

では、どうしたらいいかは難しい問題です。

生活再建支援は画期的な制度ながらもわずかな支援であることが分かりました。ここで国が想定している年金生活モデルを見てみましょう。国は二千万円の退職金があることを前提にし、住宅ローン返済は済み、子どもの養育も終了、そして個人に預貯金があることを期待しモデルを作成しています。退職後二〇年間で、住宅の補修や車の買い換えや子供の結婚資金等の支出を想定したライフプランを計画するよう勧奨していますが、地震が起きることは想定していません。地震で家の再建が必要になれば、一気に預貯金が底をついたり、一千万円以上の新たな借金が必要となるなど生活すること自体が危うい状態になります。

そうならないために、建物の耐震化が必要なのはもちろんですし、復旧資金計画も含めて私たちの人生設計は災害を念頭において計画すべきです。住宅の耐震化は、個人の住宅だけではなく地域・まちの耐震化を進めることになり、災害のときは行政支援の軽減化に大きく寄与します。そして自分自身の命を守り、生活の場を保障し、復旧を容易にすることになるので、住宅の耐震化をもっと進める制度設計が必要なのです。

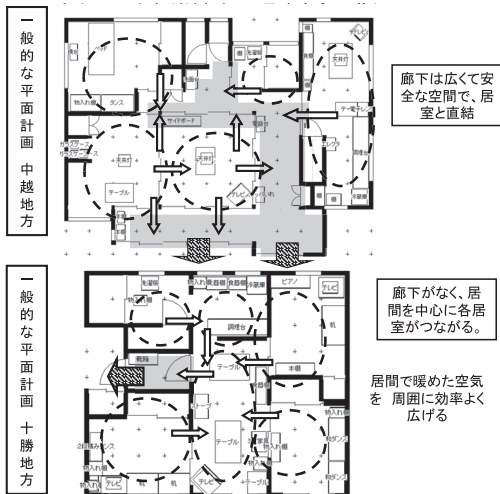
### 自己防衛のための室内対策

北海道の住宅は耐震的ですが、本州の住宅と同じ壊れ方をした場合、負傷者は北海道の方が多くなります

なぜ負傷者が多いのかは、住宅の平面図を比較すると分かります(図15)。上は新潟県中越地方の一般的な住宅の平面図で、下が道内十勝地方の住宅の平面図です。中越地方の家に廊下はありませんが、北海道は寒いので廊下を造らずに居間と各部屋をつなげる構造が多い。本州の家は廊下をつくり、各部屋が地震で家具や物が散乱しても、廊下には物を置かないので、地震のときはすぐに廊下を通って一気に外まで出ることが出来ます。

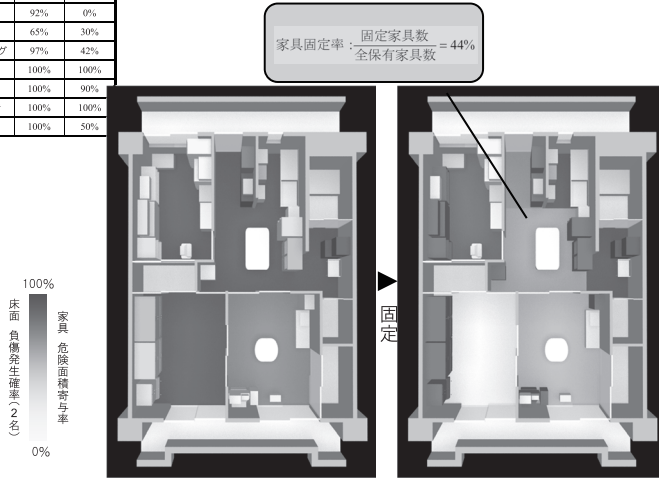
北海道の住宅は、家具や物が散乱した各部屋を通じて外にできるので、避難する途中にケガをする

図15 平面計画の地域間比較



| 居室    | 負傷者発生確率<br>P(1>1) (2名在室) |      |
|-------|--------------------------|------|
|       | 対策なし                     | 固定後  |
| 寝室    | 92%                      | 0%   |
| 居間    | 65%                      | 30%  |
| ダイニング | 97%                      | 42%  |
| 台所    | 100%                     | 100% |
| 納戸    | 100%                     | 90%  |
| 脱衣所   | 100%                     | 100% |
| 玄関    | 100%                     | 50%  |

図16 家具の固定化と負傷率



ケースが多い。暗闇で割れたガラス片が散乱しているなかを避難すると、必ずケガをします。北海道の住宅は合理的にできていますが、負傷しやすい構造です。

一九九三年の釧路沖地震のときの住宅被害は旧釧路川の東側の造成地に集中していますが、人的被害は市内全域でありました。建物が地震で壊れないよう耐震化することと、人が負傷する被害は別次元のことになります。一見整理されている部屋も、地震が来ると物が散乱して危険な部屋に一

変します。突っ張り棒などによる家具の固定化は、震度六強くらいの大振動だと建物自体が歪んでしまうので、固定化は役にたちません。

愛知県の公営住宅で負傷率を計算してみたのが図16で、図左のように床の色の濃い部屋が負傷率一〇〇%です。これを専門家に依頼し、あらゆる方法を使って家具を固定したのが右の図です。色の濃い家具が固定できたもので、それ以外の薄い色の家具はそのままです。床の色の薄いところで負傷率は低下したのですが、家具を固定化できない部屋の負傷率は高いままです。結果的に固定率は四四%で、専門家でも家にある家具の半分近くしか固定できませんでした。

固定すれば安全性は増すのですが、家具を全部固定することは専門家でもできません。家具の背後が固定に必要な耐震的な壁ではなかったり、天井に十分な強度がないと抜けてしまうので突っ張り棒を使えない。また、賃貸、借家の場合は大家の同意が得られない場合など、様々な要因があります。

家具固定は有効ですが、その対策のみでは万全ではありません。家具固定対策が有効に機能するためには、その前にすべきこと、そして併せてすべきことがあるのです。即ち多重防御策です。まず、家具を減らすことが必要です。減らした家具を配置し直し、最後の段階の逃げることも考えて家具を固定化することです。

室内対策—適正な家具数と配置

家具を減らすことで危険度はどのくらい低減するのか、計算してみましょう。図を見てください。

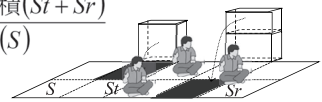
図17 負傷確率の考え方

- 1人の人の負傷確率

$$\text{負傷確率}(Rtr) = \frac{\text{家具の転倒面積}(St + Sr)}{\text{床面積}(S)}$$

例：負傷確率が20%のとき

- (1) 1人の負傷確率 20 %
- (2) 2人の時、1人以上負傷する確率 36 %
- (3) 3人の時、1人以上負傷する確率 48.8 %



$$P(X \geq k) = \sum_{n=k}^N C_n Rtr^n (1 - Rtr)^{N-n}$$

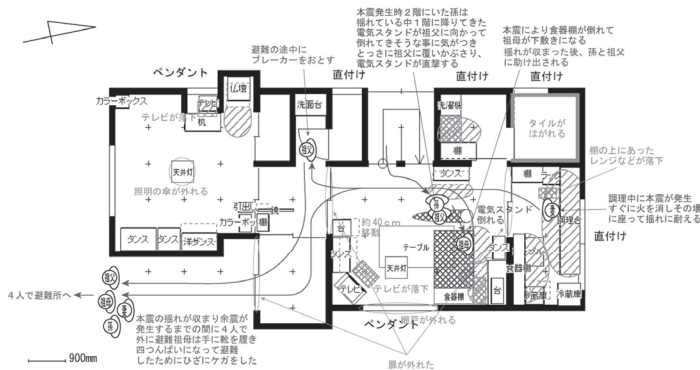
日本の平均値で計算すると  
≒0.3個/m<sup>2</sup>(≒1個/3m<sup>2</sup>)

家具が倒れることによって、一〇枱ある床のうち二枱が危険だとします。この場合、一人の負傷確率は一〇分の二で二〇%になります(図17)。計算はやや複雑ですが、二人いるときに一人以上が負傷する確率は三六%になり、三人のときの一人以上の負傷確率は四八・八%になります。

ここに、日本の住宅面積の平均、保有家具の平均、世帯人数の平均を当てはめて計算すると、一人平方メートルの家具が〇・三個以上になると一人平方メートルの負傷率は五〇%を超える結果になりました。一平方メートル〇・三個は、三平方メートル(畳二

図18 家具配置は適正か？

・危険空間が認識されていなかった！



家具密度:0.48 震度:6.4 祖母:通院40日程度の打撲

枚程度)で家具一つの計算になるので、一部屋にあまり家具は置けません。各県別に床面積、家具数、世帯人数で計算すると北海道は〇・二八になり、危険な値となる〇・三をやや下回っています。〇・二を超えて危険なのは、関東圏、近畿圏の都府県です。家具を減らすことによって負傷する確率は低くなり、さらに適正な配置によって負傷率は低くなります。

図18は中越地震のとき震度六・四だった長野県の例です。家具密度は全体で〇・四八と高く危険

な状態でしたが、危ない箇所は部屋の一方所に固まっています。家族がいたのは居間のテーブルの周りで家具を背にして座り、地震で食器棚が倒れて祖母がケガをした。電気スタンドが倒れそうなことに孫が気づいて、とっさに祖父に覆いかぶさり、スタンドからの直撃を防ぎました。

家具が少ない安全な場所が分かっていればそこに避難することができますし、危険な空間を認識していれば全体の家具密度が高くてもケガをしないで済みます。どこが危険か認識していなかったので、ケガをした例です。

家具配置の危険な状態や安全性をみる室内危険度診断システムを開発しています。簡易版はインターネット上でも使うことができます。家具の配置を替えることによって、避難通路を確保したり、安全性の高まるのが簡単に分かります。

家具の安全配置のポイントには、普段生活する部屋や寝室はできるだけ家具を減らす。使っていない部屋を納戸にして普段使う部屋の家具を減らすことができます。空間にメリハリをつけて、危険な場所と安全な場所をはっきり分けて、安全な場所はどこかを家庭内で共有しておくことが大切です。

そのような対策をした後に家具の固定が必要になります。家具の固定をしたつもりでも、石膏ボードの壁に打ち付けた釘は簡単に抜けます。また、家具を固定しても、その上に物を置いてしまうと、また、突っ張り棒の向きが不適切だと効果はありませんし、震度六強になると突っ張り棒で支えていても倒れます。耐震用のゲルマットを併用すると効果的です。強力な接着力があり、突っ張り棒の接面、家具や家電製品の底に貼り付けることに

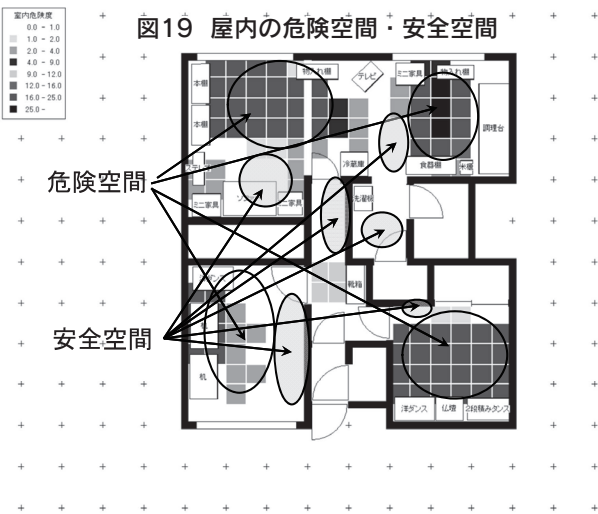
よって、耐震性が高まります。さらに、突っ張り棒だけの「点」ではなく、突っ張り棒と板や箱と組み合わせた「面」で支えることによって、固定力が強まります。

揺れ始めの行動が負傷を決定づける

室内は家具などが倒れ込む危険な空間と、家具が倒れてこない安全な空間があり(図19)、危険な部屋にいても、安全な空間に逃げられればケガをしないことが分かっています。

ある調査では揺れはじめたとき、安全な空間にいた人Vで、その場でじっとしていた「安全な行動」をした人は九七%いて、その人の負傷率は

図19 屋内の危険空間・安全空間





5%です。焦って逃げたり、火元を見に行く、子どもの様子を見にいったなどの「危険な行動」をした人は3%で、負傷率は10%でした。地震だと思った揺れはじめての行動の違いで、負傷率にこれだけの差がでます。

では、物が倒れてくるへ危険な空間Vにいた人の「安全な行動」とはどのような行動でしょうか。すぐに安全な空間に逃げて、そこでじっとしていることです。75%の人が安全なところに逃げて、負傷率は3%です。「危険な行動」をした人は、危険な場所にじっとしていた人で、同様に焦って逃げた、火元を見に行ったり、子どもの様子を見に行ったりした人が25%いて、うち80%の人がケガをしています。

気になるので子どもを見に行くな、というのは難しいことです。先ほど言ったように、安全な空間をつくって家族で共有することが重要です。子どもが安全な空間や逃げる場所を知っていると、そこに逃げて互いに声をかけあえば、親が様子を見に行かずとも安全が確認できます。

揺れははじめのときなぜ行動したのか聞き取り調査をすると、泣き声、声に反応して動くことが分かりました。以下はその聞き取り調査の内容です。

#### 行動のきっかけとなった外部刺激の例

▼一九九三年の釧路沖地震（震度六の釧路市、七七世帯）

- ・母（三〇代） 〓赤ちゃん（二カ月）が泣くので抱えて、叫んでいた。
- ・母親たち（二〇代） 〓隣室の子どもたちが泣き叫び、そちらに移動。
- ・妻（五〇代） 〓思わず「お父さん、お父さん」

と叫んでいた。「こっちだ」という声で、そちらに移動。

・長男（二六歳） 〓ただじっとしていた。母（四〇代）の「ストローブ消して」の声で、消火スイッチ押す。

▼二〇〇三年十勝沖地震（震度五強く六強の釧路、浦河、静内、六九世帯）

- ・夫（五〇代） 〓妻（五〇代）の「頭をかばって」という叫び声で布団をかぶった。
- ・妻（五〇代） 〓大きな物音で振り向くと、テレビが落ちそうになっていた。気づいたらそちらに移動しテレビを押さえていた。

▼二〇〇四年中越地震（震度六強の小千谷市他、二八世帯）

- ・父（四〇代） 〓隣室の子どもの大きな声で、そちらに移動。

このように泣き声や呼び掛けが行動の要因、きっかけになっているので、こうした反応を利用できないか研究しています。

いまの気象庁の緊急地震速報は地震で揺れるハザード情報を伝えますが、どう行動しなさいという情報は何も伝えません。住民に判断を求め、負荷をかける情報になっていて、何をしなさいと教えてくれるリスク情報になっていないのが問題点です。緊急地震速報を使って、そこにいる人間ではなく機械が安全かどうか判定し、危なければ避難を誘導する仕組みを考えています。

部屋にパソコンとつなげたカメラを設置して、地震が起きる直前に「そこ危険です」「そこ安全です」と避難行動をサポートする音声誘導システムを開発しました。ただ暗闇や人が多いと避難誘

導が分からないので、小型の自走型誘導ロボットが「ここが安全」と呼び掛け、安全空間を照射するシステムを考えています。

地震で揺れている最中の行動規範は、①揺れが始まったときの行動が負傷を決める。②部屋ごとに家具の配置でリスクを減らし、安全空間を確保する。③どこが安全空間で、どこが危険かを家族で情報を共有する。④揺れ始めたら安全空間ではじっとし、危険なところにいたら安全空間に移動してじっとしている。⑤互いに声をかけ、安全を確認しあう。こうした行動が最終的には重要になってきます。

最初に申し上げた三つの提案を最後に繰り返します。第一に、北海道にこそ高規格道路網が必要です。第二に、住宅の耐震化は防災の原点なので、耐震化を促進する助成制度にすることが必要です。第三に、個人の防災が地域を救うことになり、住宅の耐震化、室内の安全化、そして復旧資金を考えて下さい。個人の防災力が上がれば、地域、まちの防災力が上がり、復旧の負担は軽減されます。今日は大きくこの三つを提案しました。

へおくだ しげゆき・北海道大学大学院工学研究院教授

本稿は二〇一二年三月一日に行った防災のまちづくり研究会の内容をまとめたものです。

文責・編集部