

## 東南海、南海地震に係る被害想定項目とそれぞれの想定手法の概要

被害想定項目		想定手法
地震の 揺れ	揺れによる建物被害 (全壊棟数、半壊棟数)	<p>&lt; 建物被害の想定 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 阪神・淡路大震災時の西宮市、鳥取県西部地震、芸予地震の実態に基づく、計測震度と全壊率の関係式を活用</li> </ul>
	揺れによる人的被害 (死者数、負傷者数、重傷者数、重篤者数)	<p>&lt; 死者数の想定 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鳥取地震、東南海地震、南海地震、福井地震、阪神・淡路大震災時の被害事例を基に全壊率と死者率の関係を設定し算定</li> </ul> <p>&lt; 負傷者数の想定 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 阪神・淡路大震災時の被害事例を基に、建物被害率(全壊率 + 1/2 半壊率)と負傷者率(重傷者率)の関係を設定</li> </ul> <p>&lt; 重傷者数の想定 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 阪神・淡路大震災時の被害事例を基に、全壊率と重傷者率の関係を設定し算定</li> </ul> <p>&lt; 重篤者数の想定 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 阪神・淡路大震災時の被害事例を基に、重傷者の 2 割を重篤者として設定</li> </ul> <p>(注) 昼夜間人口、時間帯別の屋内滞留率を考慮</p>
	液状化による建物被害 (全壊棟数、半壊棟数)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既往地震の被害事例に基づき、液状化危険度ランク(PL 値により設定)と全壊率の関係を利用(木造建物、非木造建物ごと)</li> </ul>
	液状化による人的被害 (死者数、負傷者数、重傷者数、重篤者数)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 液状化による全壊・半壊家屋からは、死者は発生しないものとする</li> </ul>

被害想定項目		想定手法
火災	出火（炎上出火件数）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 阪神・淡路大震災時の火災事例を基に全壊率と出火率の関係を求め、これに時刻による補正を行った</li> <li>・ 上記により求められる全出火件数のうち、半数は初期消火に成功すると考え、残り半数が炎上出火にいたるとする</li> </ul>
	延焼（焼失棟数、焼失面積）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 阪神・淡路大震災における被害実績等から不燃領域率と焼失率の関係を導き出した</li> </ul>
	火災による人的被害（死者数、負傷者数）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 消防白書における過去5年間の平常時火災の集計結果から、焼失棟数と火災による死者数・負傷者数の関係を導き出した</li> </ul> <p>（注）時間帯別の屋内滞留率を考慮</p>
斜面崩壊	急傾斜地崩壊による建物被害（全壊棟数、半壊棟数）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 想定震度より、急傾斜地崩壊の起こりうる各箇所における危険度ランク（A～C）を設定。ランク別の崩壊確率を、宮城県沖地震、伊豆大島近海地震の被害事例から、A：95%、B：10%、C：0%として算出</li> </ul>
	急傾斜地崩壊による人的被害（死者数、負傷者数）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1967年～1981年の崖崩れの被害実態を基に、崖崩れによる建物全壊数と死者数・負傷者数の関係を導き出した</li> </ul>
津波	津波による建物被害（全壊棟数、半壊棟数）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既往地震津波の被害事例（首藤；1990）を基に、浸水深と被害程度の設定（木造建物、非木造建物ごと）</li> </ul>
	津波による人的被害（死者数、負傷者数）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 北海道南西沖地震津波時の被害事例を基に、浸水エリア内の滞留人口と死者数の関係を設定し算定</li> </ul> <p>（注）時間帯別の滞留人口、津波到達時間を考慮</p>

# 1. 建物被害

## 1) 揺れによる建物被害の想定

### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 揺れによる建物全壊・半壊棟数(市町村単位)

### 想定的基本的考え方

- ➡ 「全壊」の定義は、自治体の罹災証明における判別定義に従う。(義援金配分の際に「全壊」の扱いを受ける建物被害)
- ➡ 上限値・中間値・下限値による推計値を算出する。
- ➡ 木造建物・非木造建物の**構造別**に異なる被害率テーブルを用いる。
- ➡ 木造建物については、さらに**建築年次別**(S35年以前 / S36～S55 / S56年以降)に区分して算出・集計を行う。
- ➡ 非木造建物については、建築年次による区分を行わない。

### 被害想定手法

#### <揺れによる木造建物の被害>

- ➡ **計測震度と被害率との関係(被害率テーブル)**から、揺れによる建物被害を算出する。
- ➡ **兵庫県南部地震における西宮市のデータ(町丁目別)、鳥取県西部地震における鳥取市のデータ、芸予地震における呉市のデータを活用する。(別紙1)**
- ➡ 木造建物全壊率については、山崎の手法(1999)に代表される多くの有識者の提案に従い、標準正規分布の累積確率密度関数を用いて表現する。
  - ▶  $P(I) = \{1 - \Phi(x)\} / 2$
  - ▶ ここで、 $P(I)$ :被害が発生する確率、 $I$ :計測震度、 $\Phi(x)$ :標準正規分布の累積確率密度関数、 $\mu$ : $I$ の平均値、 $\sigma$ : $I$ の標準偏差
- ➡ ただし、回帰によって求めた最適なパラメータ(  $\mu$ 、  $\sigma$  )を用いると、震度6強以上に多く分布する兵庫県南部地震の全壊率に影響され、震度6弱以下の全壊率が鳥取県西部地震や芸予地震の実態より大きめに再現されてしまう。
- ➡ そこで、鳥取、芸予の実態を反映させるため、計測震度5.5で全壊率がゼロに漸近するよう、関数のパラメータ(  $\mu$ 、  $\sigma$  )を調整する。

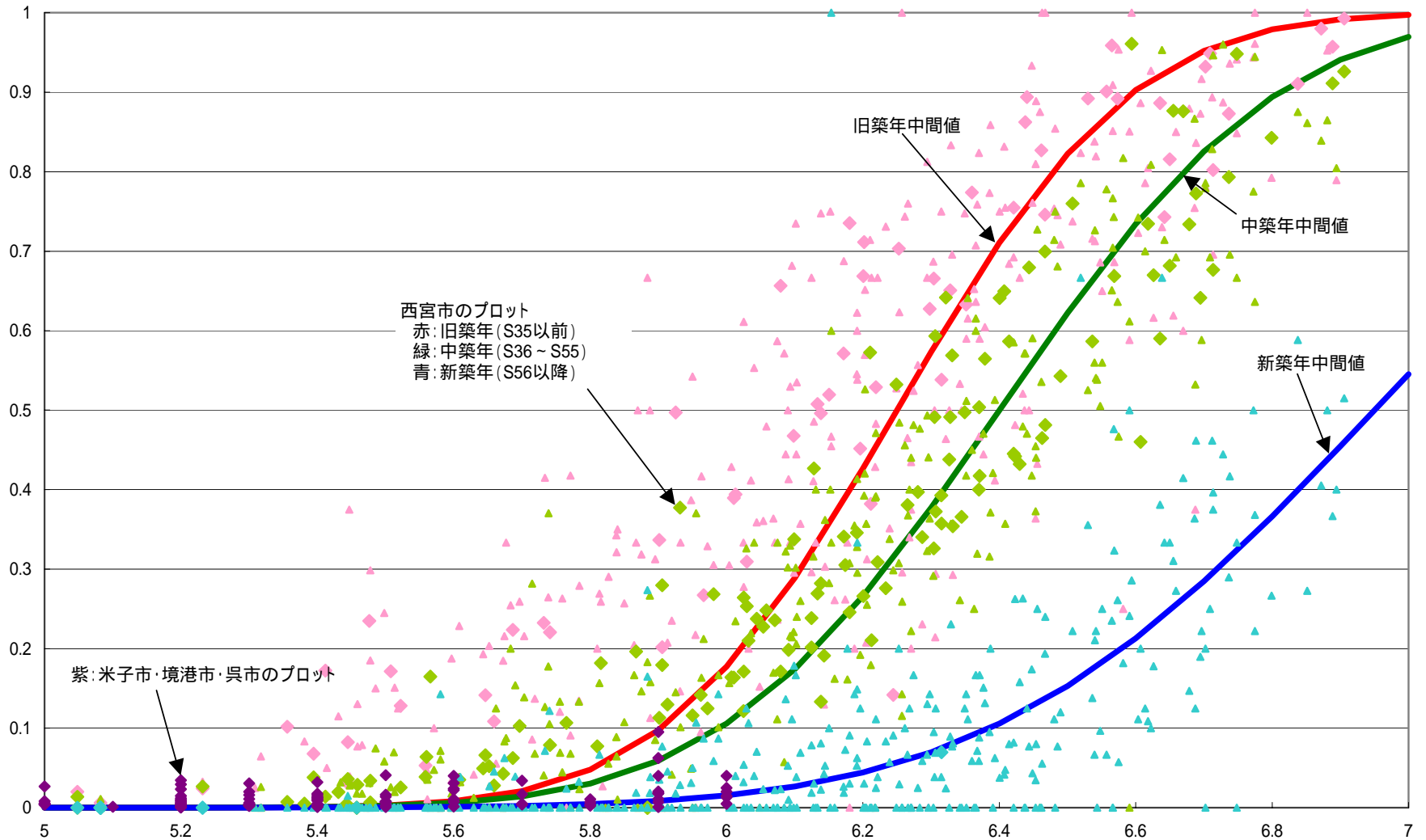
#### <揺れによる非木造建物の被害>

- ➡ 木造建物と同様、兵庫県南部地震における西宮市のデータ、鳥取県西部地震における鳥取市のデータ、芸予地震における呉市のデータを活用する。
- ➡ 非木造建物全壊率については、上記のプロットデータの特徴から、被害の出始める震度を切片とした直線を仮定する。(別紙2)

# 別紙 1

- ➡ 本手法においては、木造建物全壊率の建築年次による区分を3区分としている。これは、S35年、S55年を境に、準拠している建築基準が大きく異なるためであり、これによって建物自体の耐性が大きく変化しているからである。
- ➡ 以下は、旧築年(S35年以前)、中築年(S36～S55)、新築年(S56年以降)の全壊率テーブルの違いを示している。築年別の西宮市のプロットからも、建築基準が異なる場合の全壊率が大きく異なっていることがわかる。

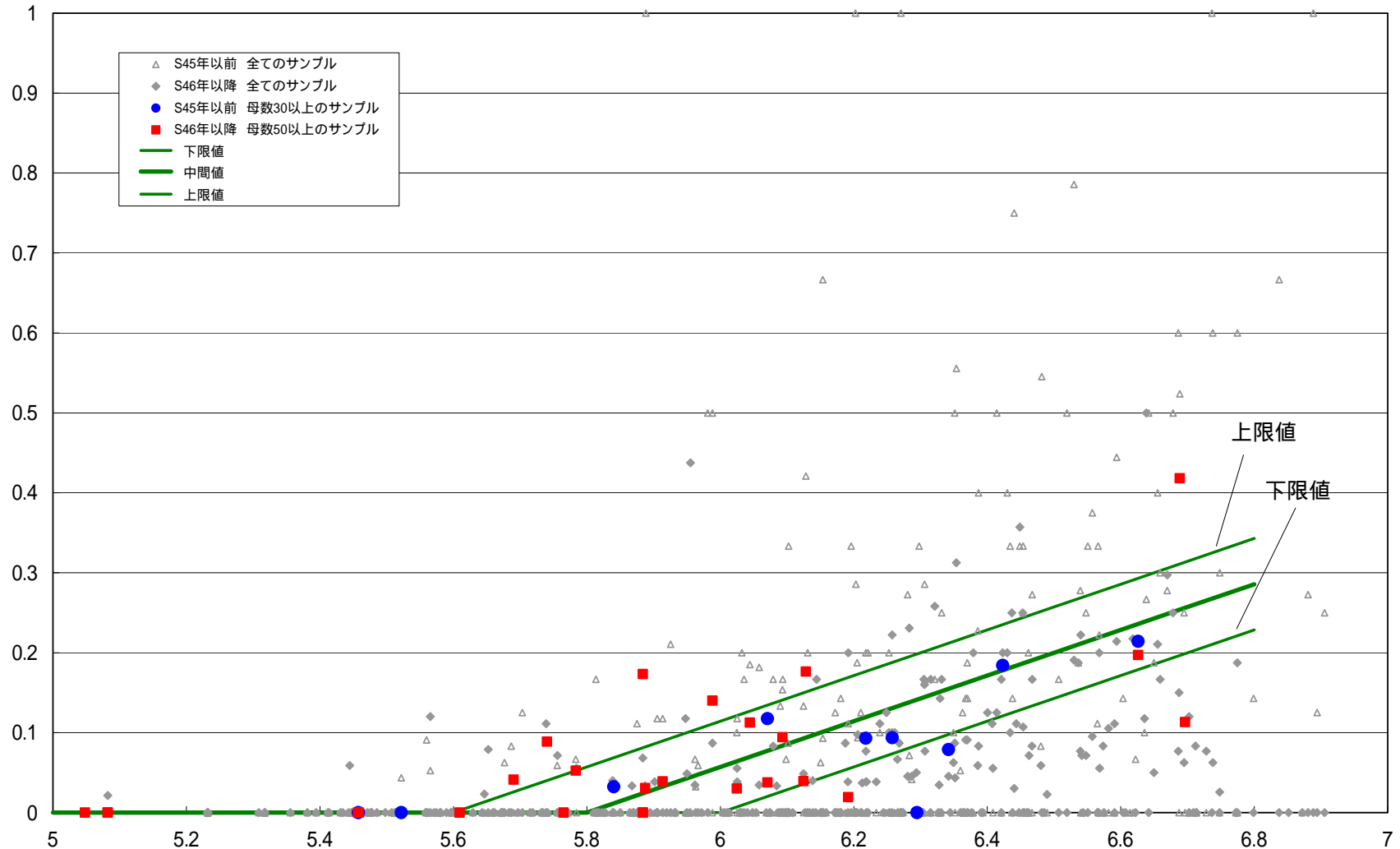
木造建物全壊率



## 別紙 2

- ➡ 揺れによる非木造建物全壊率は以下のテーブルで表現される。これは、山崎の研究(1999)で用いられた西宮市のデータをもとにして作成された。
- ➡ ただし、木造と比較して、各震度における全壊率の分散の度合いが大きいいため、母数の大きいプロットのみを対象とし、旧築年建物のプロットが概ね上限と下限の範囲内に収まるように、線形による被害率テーブルを設定した。
- ➡ 新築年の建物については、さらにプロットの分散が大きく、旧築年建物の全壊率の傾向と比較して有意な差が見られないため、旧築年建物のテーブルと同じテーブルを使用するものとした。

非木造建物全壊率



## 2) 液状化による建物被害の想定

### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 液状化による建物全壊・半壊棟数(市町村単位)

### 想定的基本的考え方

- ➡ 液状化危険度(ランク)は当該メッシュのPL値をもとに決定する。
- ➡ 木造建物・非木造建物の**構造別**に異なる被害率テーブルを用いる。
- ➡ 木造建物については、さらに**建築年次別**(S35年以前 / S36年以降)に区分して算出・集計を行う。

### 被害想定手法

#### < 液状化による建物被害 >

- ➡ **液状化判定結果と被害率の関係**から、液状化による建物被害を算出する。
- ➡ 液状化危険度をPL値によってランク分けし、そのうちランクA及びBに対して建物被害が発生するものとする。
  - ▶ ランクA: PL > 15.0
  - ▶ ランクB: 15.0 < PL < 5.0
- ➡ 被害率テーブルは、静岡県の手法(1999)に基づき、既往地震の被害事例から求めた被害率を適用する。

液状化による木造建物全壊率

ランク	S35年以前	S36年以降
A	13.3%	9.6%
B	6.65%	4.8%

液状化による非木造建物全壊率

ランク	杭なし	杭あり
A	23.2%	0.0%
B	11.6%	0.0%

杭あり: 4F以上の建物及び  
S55以降の1～3Fの建物の20%

## 3) 津波による建物被害の想定

### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 津波による建物全壊・半壊棟数(市町村単位)

### 想定的基本的考え方

- ➡ 津波による建物被害の要因としては、**津波水位の効果のみ**を対象とする。
  - ▶ 津波による建物被害は、水位と流速との相乗効果によるの見方があるが、これらの相乗効果を考慮したマクロ予測手法が確立されていないため、本専門調査会における被害想定では、水位の効果のみを考慮する。
- ➡ 建物被害の評価に用いるパラメータとしては、**津波浸水深**を用いる。(次頁の表では津波高)

### 被害想定手法

- ➡ 過去の津波の被害事例に基づき、浸水深と被害区分との関係を導き出している首藤の手法(1988)を用いて、津波による建物被害を想定する。
- ➡ 首藤の手法における浸水深と被害区分との関係は、以下の表で表される。

被害区分	浸水深(H)	
	木造建物	非木造建物
床上(全壊)	2.0m H	—
床上(半壊)	1.0m H < 2.0m	—
床上(軽微)	0.5m H < 1.0m	0.5m H
床下浸水	H < 0.5m	H < 0.5m

- ➡ ただし、内陸部における浸水では、流速が弱まっているものと考え、家屋は破壊には至らないものと考えられる。このため、全壊棟数・半壊棟数については、海岸線等に接している1kmメッシュからのみ発生するものとする。

表 津波高と被害程度

津波強度	0	1	2	3	4	5
津波高 (m)	1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面	岸で盛上がる	沖でも水の壁 第二波砕波	先端に 砕波を伴う ものが増える。	第一波でも 巻き波砕波を 起こす。	
	急斜面	速い潮汐	速い潮汐			
音響	全面砕波による連続音 (海鳴り、暴風雨)					
				浜での巻き波砕波による大音響 (雷鳴。遠方では認識されない)		
				崖に衝突する大音響 (遠雷、発破。かなり遠くまで聞こえる)		
木造家屋	部分的破壊	全面破壊				
石造家屋	持ちこたえる		(資料無し)	全面破壊		
鉄・コン・ビル	持ちこたえる		(資料無し)	全面破壊		
漁船		被害発生	被害率50%	被害率100%		
防潮林被害 防潮林効果	被害軽微 津波軽減 潮流物阻止		部分的被害 潮流物阻止	全面的被害 無効果		
養殖筏	被害発生					
沿岸集落		被害発生	被害率50%	被害率100%		
打上高(m)	1	2	4	8	16	32

出所) 首藤伸夫「津波強度と被害」  
(1992年、津波工学研究報告第9号101-136)

#### 4) 急傾斜地崩壊による建物被害の想定

##### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 急傾斜地崩壊による建物全壊・半壊棟数(市町村単位)

##### 想定的基本的考え方

- ➡ 急傾斜地崩壊の起こりうる箇所の危険度ランク別に**崩壊確率**を定める。
- ➡ 崩壊した箇所の被害については、斜面崩壊による**震度別被害率**を適用する。
- ➡ 崩壊確率と被害率から、斜面災害による建物被害を算出する。

##### 被害想定手法

- ➡ 急傾斜地崩壊の起こりうる箇所のデータを用いて、震度分布との重ね合わせにより、当該メッシュの危険度ランクを判定する。
- ➡ 危険度ランク別の崩壊確率については、静岡県的手法(1999)に基づき、1978年宮城県沖地震の実態を適用する。

ランク	崩壊確率
A	95%
B	10%
C	0%

- ➡ 崩壊箇所の震度別被害率については、静岡県的手法(1999)に基づき、宮城県沖地震と伊豆大島近海地震の実態を適用する。

	～震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
全壊率	0%	6%	12%	18%	24%	30%
半壊率	0%	14%	28%	42%	56%	70%

- ➡ メッシュ内の全建物棟数に、メッシュ内危険箇所の面積割合、崩壊確率、震度別被害率を掛け算して、斜面災害による建物被害を算出する。

## 2. 火災被害

### 1) 出火の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 一般火気器具、電熱器具、電気機器・配線からの炎上出火件数(市町村単位)

#### 想定の基本的考え方

- ➡ 出火要因としては、**一般火気器具、電熱器具、電気機器・配線からの出火のみ**を対象とする。
  - ▶ 阪神・淡路大震災時に神戸市内で発生した火災の大半が一般家屋からの出火であった。
  - ▶ 阪神・淡路大震災で注目された通電やガス漏れを原因とする断続的な火災については、予測手法が確立されていないため、被害想定対象から除外する。
  - ▶ また、阪神・淡路大震災では、危険物施設からの出火は全く発生しておらず、化学薬品からの出火も全体の約2%(7件)と少数であることから、これらについては、被害想定対象から除外する。
- ➡ 本被害想定では、地震時に発生する全ての出火(全出火)のうち、家人、隣人、自主防災組織等が初期消火に失敗し、組織的な消防活動が必要とされる**炎上出火**を取り扱う。
- ➡ 発災季節・発災時刻としては、地震火災からみて最悪の条件と考えられる**冬の夕方18時を始め、冬の早期5時、夏の昼12時の3ケース**を設定する。

#### 被害想定手法

- ➡ 阪神・淡路大震災時の火災事例をもとに、全壊率と炎上出火率との関係を求め、さらに時刻による補正等を行った、静岡県的手法(2001)を用いて、全出火件数(炎上出火件数)を算定する。
- ➡ この手法では、阪神・淡路大震災の知見を踏まえ、電気関係からの火災も考慮される。

### 2) 延焼の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 焼失棟数、焼失面積(市町村単位)

#### 想定の基本的考え方

- ➡ 延焼については、過去のデータを参考にしつつ、炎上出火件数のうち、地域の消防力の運用により消されず残った火災を**残火災**として設定し、**残火災を対象として延焼規模を想定する**。

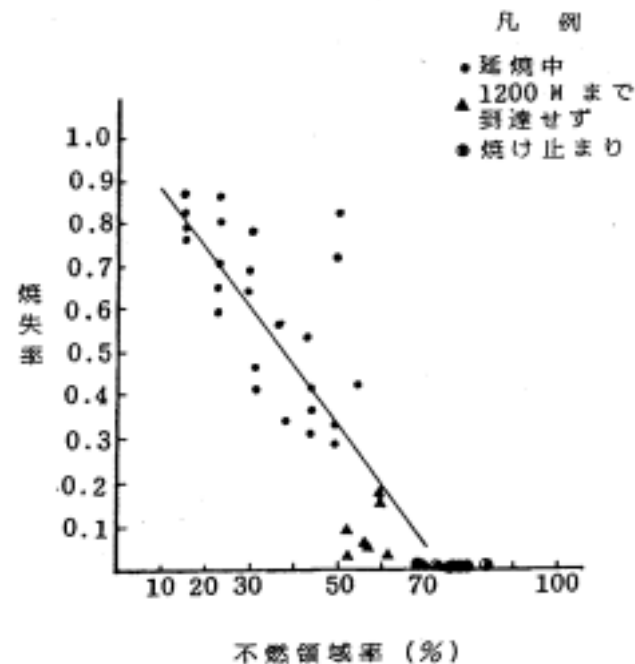


図 不燃領域率と焼失率の関係

出所)大阪府地震被害想定調査  
(平成9年3月、大阪府)



### 3. 人的被害

#### 1) 建物被害による死傷者数等の想定

##### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 死者数・負傷者数・重傷者数・重篤者数(市町村単位)

##### 想定的基本的考え方

- ➡ 死者の発生要因としては、**建物の全壊**、負傷者の発生要因としては、**建物の全壊及び半壊**を対象とする。
  - ▶ 阪神・淡路大震災では、家屋の倒壊などによる窒息・圧死が死者全体の約80%を占めており、多くの人々が倒壊した家屋の下敷きとなり亡くなった。
- ➡ 木造建物と非木造建物では、死者等の発生の様相が異なることから、**木造建物、非木造建物を区別し**、それぞれの建物からの死者数・負傷者数を想定する。
- ➡ 当該地震の発生時刻に建物内(住宅内、その他施設内)にどれだけの人がいるか、その**滞留状況**について考慮する。
  - ▶ データ収集上の制約があり、土日曜・祝日、平日による滞留状況の違いまで考慮することは難しい。

##### 被害想定手法

- ➡ 比較的最近で300人以上の死者が発生した**5つの地震(鳥取地震、東南海地震、南海地震、福井地震、阪神・淡路大震災)**の被害事例をもとに、**木造建物全壊棟数と死者数の関係を導き出し、死者数を想定する**。木造建物全壊棟数と死者数の関係は以下の式で表される。
  - ▶ **(木造建物からの死者数) = 0.0676 × (木造建物全壊棟数)**
- ➡ 非木造建物からの死者数については、木造建物からの死者数と同じ式によって算出し、静岡県(1999)の手法を加味した補正係数を乗じる。
  - ▶ 静岡県(1999)では、阪神・淡路大震災の結果をもとに、死者率/全壊率の値を、木造:0.0629、非木造:0.0155としている。
  - ▶ **(非木造建物からの死者数) = 0.0676 × (非木造建物全壊棟数) × 補正係数(0.0155 / 0.0629)**
- ➡ 負傷者の想定については、阪神・淡路大震災時の被害事例をもとに負傷者率と建物被害率(全壊率 + 1/2半壊率)の関係を設定した、大阪府の手法(1997)を用いる。負傷者率と建物被害率の関係は以下の式で表される。

- ▶ (木造・非木造建物からの負傷者率)  
= 0.12 × (木造・非木造建物被害率) (0% 建物被害率 < 25%)  
= 7 - 0.16 × (木造・非木造建物被害率) (25% 建物被害率 < 37.5%)  
= 1 (37.5% 建物被害率)

- ➡ 重傷者の想定については、阪神・淡路大震災時の被害事例をもとに、以下のような重傷者率と建物全壊率の関係を導き出している。

- ▶ (木造・非木造建物からの重傷者率) = 0.0309 × (木造・非木造建物全壊率)

- ➡ 上記の基本式に、各時間帯ごと、各施設ごとの滞留者比率を乗じることにより、死者数、負傷者数及び重傷者数を算定する。

- ▶ (各時間毎の滞留者比率) = (各時間毎の滞留者数) / (夜間人口)

- ▶ (滞留者) = (住宅内滞留者) + (その他施設内滞留者) + (移動者)

- ▶ 上記を静岡西縁都市圏パーソントリップ調査(平成7年度)により把握

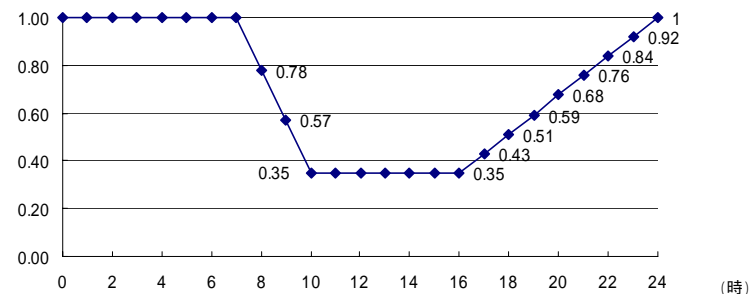


図 住宅内滞留者の比率(時間帯別)

出所)静岡西縁都市圏パーソントリップ調査(平成7年度)を基に作成

- ➡ **予知ありの場合**については、「東海地震についての県民意識調査」(平成12年2月、静岡県)の結果を用いて、警戒宣言時に適切な対応ができる人がどれだけいるかを示した、**警戒宣言時対応係数(0.739)**を設定する。警戒宣言発令時の死者数、負傷者数は以下の式により計算される。

- ▶ (警戒宣言発令時の死者数・負傷者数) = (上記の死者数・負傷者数の基本式) × (1 - 警戒宣言時対応係数)

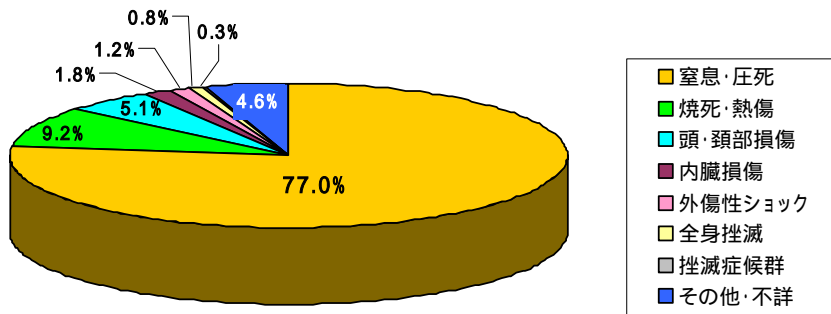


図 阪神・淡路大震災における死者発生要因

出所)人口動態統計からみた阪神・淡路大震災による死亡の状況(旧厚生省)

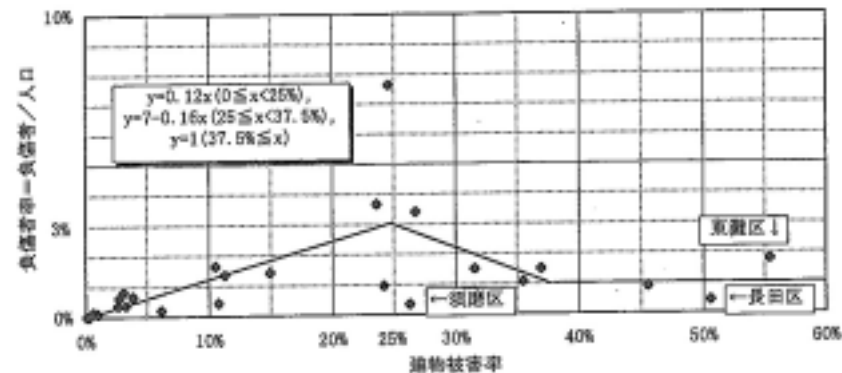


図 阪神・淡路大震災時における建物被害率と負傷者率の関係

出所)大阪府地震被害想定調査(平成9年3月、大阪府)

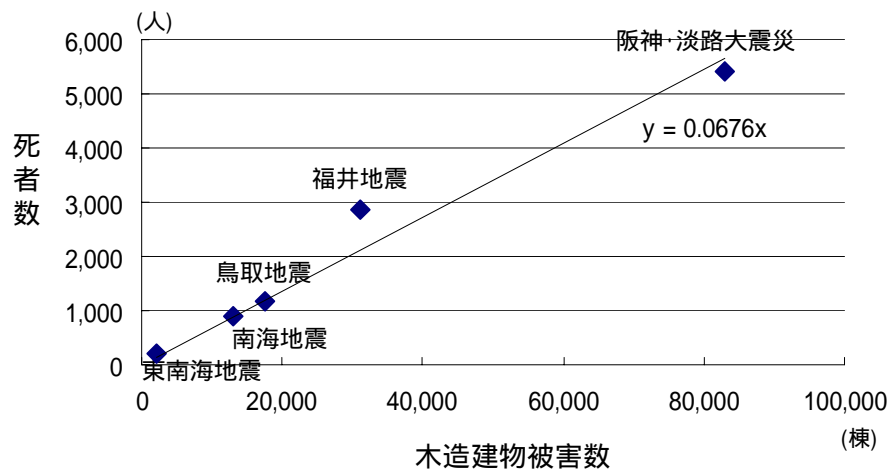


図 過去5地震からみた死者数と木造建物被害数との関係

注1)鳥取地震(1943)のデータは、鳥取県鳥取市、岩美郡、気高郡を対象としたものである。  
 注2)東南海地震(1944)のデータは、三重県吉津、尾鷲、長島、木本、静岡県袋井を対象としたものである。  
 注3)南海地震(1946)のデータは、和歌山県御坊、田辺、新宮各警察署管内、兵庫県洲本警察署管内、徳島県海部郡、高知県高知港、中村、須崎各警察署管内を対象としたものである。  
 注4)福井地震(1948)のデータは、福井県足羽郡、吉田郡、坂井郡、今立郡、丹生郡、江沼郡を対象としたものである。  
 注5)阪神・淡路大震災(1995)のデータは、兵庫県神戸市、西宮市、芦屋市、宝塚市、北淡町を対象としたものである。

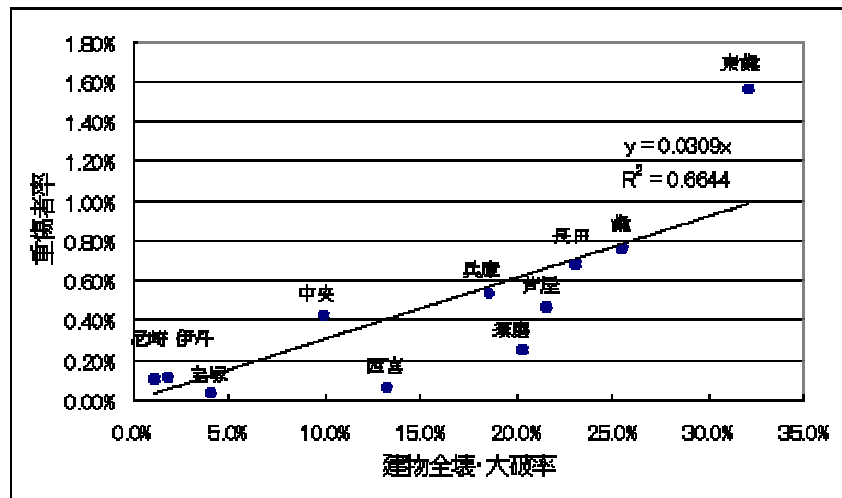


図 阪神・淡路大震災時における建物全壊率と重傷者率の関係

注)各市区別の建物全壊率データは、旧建設省建築研究所の調べによるものである。

## 2)津波による死者数の想定

### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 死者数・負傷者数・重傷者数(市町村単位)

### 想定の基本的考え方

- ➡ 津波による死者の発生要因は様々なものが考えられるが、死者数等の算定にあたっては**浸水エリア内における滞留人口**との関係から求める。
  - ▶ 北海道南西沖地震津波において死者が発生している地域の多くは、全壊流失などの被害が発生するような、浸水被害の大きかった地域である。
- ➡ 当該地震の発生時刻にどれだけの人がいるか、その**滞留状況**について考慮する。
  - ▶ データ収集上の制約があり、土日曜・祝日、平日による滞留状況の違いまで考慮することは難しい。
- ➡ 各地域の**津波第一波の到達時間による被害の違い**についても考慮する。

### 被害想定手法

- ➡ 静岡県の手法(2001)を参考に、北海道南西沖地震津波の被害事例をもとにして、**浸水エリア内滞留人口から死者数を想定**する。滞留人口と死者数の関係は以下の式で表される。
  - ▶ (死者数) =  $0.0424 \times \exp\{0.1763(\text{浸水エリア内滞留人口比率}\%)\} / 100 \times \text{全滞留人口}$
  - ▶ (負傷者数) =  $0.1162 \times (\text{浸水エリア内滞留人口})$
  - ▶ (重傷者数) =  $0.0340 \times (\text{浸水エリア内滞留人口})$
  - ▶ ここで、(浸水エリア内滞留人口) = (浸水深2m以上エリア内滞留人口) + (浸水深1m ~ 2mエリア内滞留人口) × 0.5 とし、その全滞留人口に占める割合を浸水エリア内滞留人口比率とした。
  - ▶ ただし、死者率については北海道南西沖地震津波時の最大である4.5%を上限とした。
- ➡ 上記の基本式に、**早期避難による補正**、**津波到達時間による補正**を加えて、死者数を算出する。

- ▶ 北海道南西沖地震の発生時刻は午後10時頃であり、人口の多くが就寝前であったと推察されることから、上記の基本式は、避難等への初動対応が比較的スムーズな場合とみなすことができる。このため、23時~翌7時の就寝時に発生した場合には、人的被害が10%多くなるものと仮定した。
- ▶ 北海道南西沖地震では、最短で地震発生5分後に津波第一波が沿岸地域を襲撃したことから、上記の基本式は、避難時間に厳しい制約がある場合とみなすことができる。このため、津波到達時間について、以下の式(グラフ)による補正を行うものとした。
- ▶ **(津波到達時間による補正率) =  $4 / (\text{津波到達時間(分)} - 1)$**

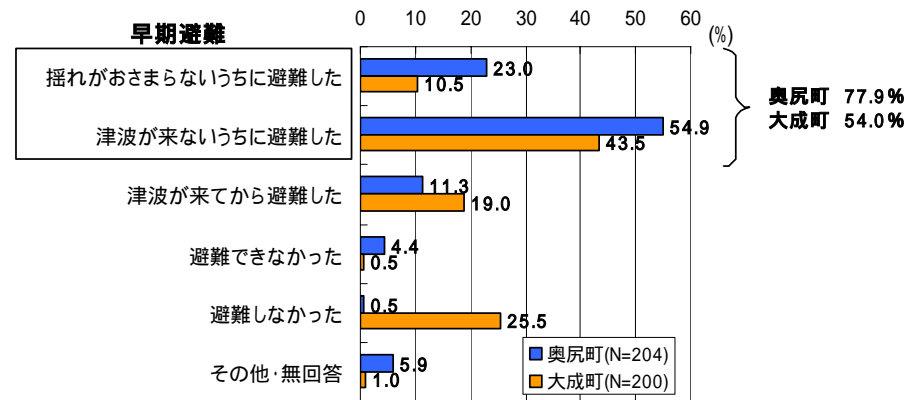
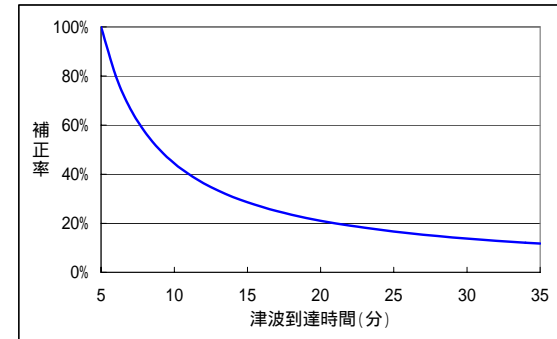


図 避難の時期

### 3) 山・崖崩れによる死者数・重傷者数の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 死者数・負傷者数(市町村単位)

#### 想定的基本的考え方

- ➡ **揺れにより引き起こされた斜面の崩壊(崖崩れ)により家屋が倒壊し、それに伴って死者及び重傷者が発生する場合**を想定する。
  - ▶ 斜面の崩壊により道路・鉄道が被災し、人的被害につながる場合には、地震が発生した時刻にその危険な場所を通行していたかどうかという偶然性に依存する部分が強いため、想定しない。
- ➡ 当該地震の発生時刻に建物内にどれだけの人がいるか、その**滞留状況**について考慮する。
  - ▶ データ収集上の制約があり、土日曜・祝日、平日による滞留状況の違いで考慮することは難しい。

#### 被害想定手法

- ➡ 東京都防災会議(1991)の手法に従い、**1967年から1981年までの崖崩れの被害実態から求められた、被害棟数と死者数・負傷者数との関係式により、人的被害を算出**する。
- ➡ 崖崩れによる建物全壊数と死者・負傷者数の関係を以下の式とする。
  - ▶ (崖崩れによる死者数) =  $0.098 \times$  (崖崩れによる大破棟数)
  - ▶ (崖崩れによる負傷者数) =  $1.25 \times$  (崖崩れによる死者数)
  - ▶ 大破棟数は、全壊棟数  $\times 0.7$  に等しいものとした。

### 4) 火災による死傷者数の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 死者数・負傷者数(市町村単位)

#### 想定的基本的考え方

- ➡ 死者及び負傷者の発生要因としては、**延焼火災**を対象とする。
- ➡ 当該地震の発生時刻に建物内にどれだけの人がいるか、その**滞留状況**について考慮する。
  - ▶ データ収集上の制約があり、土日曜・祝日、平日による滞留状況の違いで考慮することは難しい。

#### 被害想定手法

- ➡ 静岡県的手法(2001)に基づき、焼失棟数と火災による死傷者数の関係を、消防白書における過去5年間の平常時火災の集計結果から、以下の式で表されるものとした。
  - ▶ (火災による死者数) =  $0.055 \times$  (焼失棟数)
  - ▶ (火災による負傷者数) =  $0.21 \times$  (焼失棟数)
  - ▶ ただし、焼失棟数には**発災後6時間後の焼失棟数**を用いるものとした。

## 4. 要因別建物被害・人的被害のダブルカウントの除去

### 想定の基本的考え方

- ➡ 津波・火災・急傾斜地崩壊における建物被害からは、すでに揺れ・液状化による全壊としてカウントされているものが含まれているため、これを取り除く。
- ➡ 各要因による人的被害は、ダブルカウント除去後の建物被害から求める。

### 被害想定手法

- ➡ 以下の式に基づき、メッシュ別に揺れ・液状化による建物被害によるカウント分を取り除く。
  - ▶ 各要因による建物被害(ダブルカウント除去後)  
= 各要因による建物被害(ダブルカウント除去前)  
× {1 - (当該メッシュの揺れ・液状化による全壊率)}
  - ▶ ここで、各要因とは、津波・火災・急傾斜地崩壊を指す。
  - ▶ 津波・急傾斜地崩壊の場合は全壊棟数、火災の場合は延焼棟数について、上記の式によるダブルカウントの除去を行う。
- ➡ 各要因による人的被害は、上記の式に基づきダブルカウントを除去した建物被害(全壊棟数・延焼棟数)を入力値として算出する。

## 5. ライフライン被害

### 1) 上水道被害の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 配水管の被害箇所数(被害率)、断水需要家数(断水率)(都道府県単位)

#### 想定の基本的事実

- ➡ 阪神・淡路大震災を含む過去の地震被害の事例からみると、配水管を中心とする管路の被害が広範囲かつ大量に発生しており、大規模な断水を引き起こしている。
  - ▶ 阪神・淡路大震災時の神戸市では、配水管の管体、継手、属具に多くの被害が生じ(配水管漏水1757箇所)、復旧に長期を要する原因となった。
  - ▶ 地震発生直後、一時的に全市65万戸が断水状態に陥った。
- ➡ 一方、浄水場等の基幹施設については、地震によって断水にいたるような被害を受けた事例は少なく、自治体で被害想定を実施した事例もほとんどないのが現状である。
  - ▶ 個別の基幹施設の被害想定においては、耐震診断等の詳細な検討が不可欠であり、マクロ予測手法で被害想定すべきものではない。
- ➡ このような観点から配水管の被害とそれに伴う断水を対象として、それらがどの程度発生するかを想定する。(なお、詳細な被害想定は各地方自治体が地域の実情を十分考慮して行うことが望ましいと考える)

#### 被害想定手法

- ➡ 阪神・淡路大震災の水道管(鑄鉄管)の被害事例をもとに、地表最大速度と被害率の関係を導き出した、東京都の手法(1997)を用いて配水管の被害率を想定する。地表最大速度と被害率の関係は以下の式で表される。
  - ▶ (被害率) =  $2.24 \times 10^{-3} \times ((\text{地表最大速度}) - 20)^{1.51}$

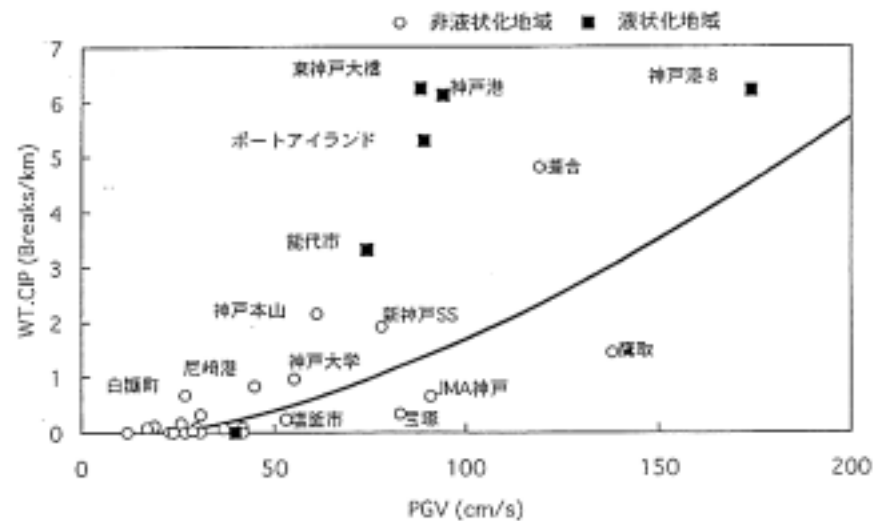


図 水道管(鑄鉄管)の被害率と地表最大速度との関係

- ➡ 断水率については、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害事例をもとに配水管の被害率と水道供給支障率(断水率)の関係を設定した、川上の手法(1996)を用いて算定する。配水管の被害率と水道供給支障率(断水率)の関係は、以下の式で表される。
  - ▶ (水道供給支障率(断水率))
    - =  $1 / (1 + 0.0473 \times (\text{配水管被害率})^{-1.61})$  (地震直後)
    - =  $1 / (1 + 0.307 \times (\text{配水管被害率})^{-1.17})$  (地震1日後)
    - =  $1 / (1 + 0.319 \times (\text{配水管被害率})^{-1.18})$  (地震2日後)



## 2) 下水道被害の想定

### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 下水道管渠の被害箇所数(被害率)、供給支障需要家数(供給支障率)(各都道府県単位)

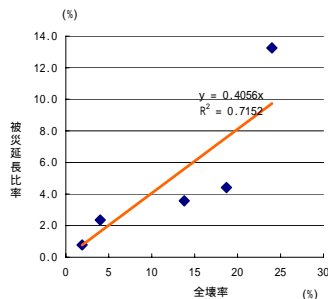
### 想定の基本的考え方

- ➡ 下水道管渠のうち、幹線管渠は支線管渠に比べ、管渠断面、掃流力が大きいいため、損傷部から流入した土砂は掃流力により押し流されることから、被害が発生したとしても、流下機能が著しく損なわれる可能性は低いと考えられる。
- ➡ また、処理場等の基幹施設については、地震によって供給支障にいたるような被害を受けた事例は少なく、自治体で被害想定を実施した事例もほとんどないのが現状である。
- ➡ このような観点から、支線管渠を対象に被害想定を行う。(なお、詳細な被害想定は各地方自治体が地域の実情を十分考慮して行うことが望ましいと考える)

### 被害想定手法

- ➡ 下水道管渠の被害箇所数、供給支障需要家数については、阪神・淡路大震災時の被害事例をもとに、各都道府県ごとの被害量をマクロ統計手法により把握する。

$$\text{▶ (被災延長比率)} = 0.4056 \times (\text{建物全壊率})$$



## 3) 電力施設被害の想定

### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 配電柱の被害本数(被害率)、架空配電線の被害延長(被害率)、地中配電線の被害延長(被害率)、停電需要家数(機能支障率)(各事業者単位)

### 想定の基本的考え方

- ➡ 阪神・淡路大震災では、架空配電設備や地中配電設備において顕著な被害がみられたが、その他の施設・設備については、停電につながるような被害を受けたものはなかった。
  - ▶ 阪神・淡路大震災時の関西電力(株)神戸支店管内では、配電線の総回線数1795のうち、551回回線で被害を受け、被害率は31%となっている。
  - ▶ 地震発生直後、約260万軒が停電したが、6日後には応急復旧を完了。
- ➡ 一方、発電所等の基幹施設については、自治体で被害想定を実施した事例はほとんどないのが現状である。
  - ▶ 個別の基幹施設の被害想定においては、耐震診断等の詳細な検討が不可欠であり、マクロ予測手法で被害想定すべきものではない。
- ➡ このような観点から配電設備(配電柱、架空配電線、地中配電線)の被害とそれに伴う停電を対象として、それらがどの程度発生するかを想定する。(なお、詳細な被害想定は各事業者もしくは各地方自治体が地域の実情を十分考慮して行うことが望ましいと考える)

### 被害想定手法

- ➡ 配電柱の被害本数の想定については、阪神・淡路大震災時及び日本海中部地震時の被害事例をもとに、震度と被害率の関係及び以下のような算定式を導き出した、東京都の手法(1997)を用いる。

$$\text{▶ (被害本数)} = (\text{被害率}) / 100 \times (\text{液化化条件による補正係数}) \times (\text{電柱本数}) + (\text{焼失率(焼失家屋棟数 / 全家屋数)}) \times (\text{電柱本数})$$

- ▶ 震度と被害率の関係、液状化条件による補正係数を以下に示す。

震度	被害率(%)
5強以下	0.00
6弱	0.55
6強	0.55
7	6.68

液状化判定結果	係数
液状化なし (PL=0)	1.0
液状化危険度C (0 < PL 5)	1.1
液状化危険度B (5 < PL 15)	1.3
液状化危険度A (15 < PL)	2.1

- ▶ 架空配電線の被害率の算定については、阪神・淡路大震災を含む過去の地震被害事例をもとに、以下のような算定式を導き出した、東京都の手法(1997)を用いる。

▶ (被害率) = (支持物1本当たりの架空配電線の被害径間(=0.396)) × (配電柱被害本数) × (延長)

- ▶ 地中配電線の被害率の算定については、阪神・淡路大震災時の被害事例をもとに、以下のような算定式を導き出した、東京都の手法(1997)を用いる。

▶ (被害延長) = (被害率) / 100 × (液状化条件による補正係数) × (延長)

- ▶ 震度と被害率の関係、液状化条件による補正係数を以下に示す。

震度	被害率(%)
5強以下	0.00
6弱	0.30
6強	0.30
7	4.70

液状化判定結果	係数
液状化なし (PL=0)	1.0
液状化危険度C (0 < PL 5)	1.2
液状化危険度B (5 < PL 15)	1.5
液状化危険度A (15 < PL)	3.0

- ▶ 供給支障率については、配電ツリーモデルにより架空配電線の被害率と機能支障率の関係を設定した、神奈川県の手法(1993)を用いて算定する。架空配電線の被害率と機能支障率の関係は、以下の式で表される。

▶ (電力供給支障率) = 19.5 × (架空配電線の被害率)<sup>0.35</sup>

#### 4) 都市ガス被害の想定

##### 想定項目(アウトプット)

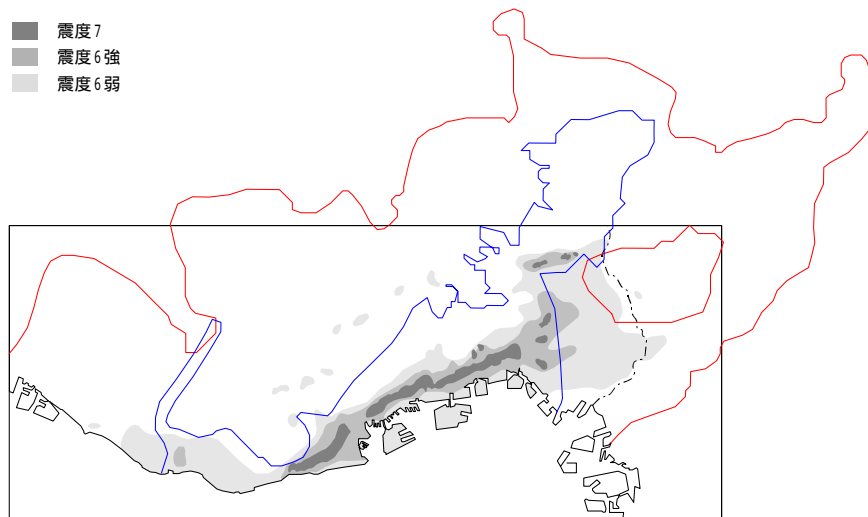
- ▶ 都市ガスの供給停止戸数とその復旧状況を試算する。

##### 評価の基本的考え方

- ▶ 阪神・淡路大震災では、低圧導管や中圧導管において顕著な被害がみられたが、その他の施設・設備については、特に大きな被害を受けたものはなかった。
  - ▶ 阪神・淡路大震災時の大阪ガス(株)管内における中圧導管、低圧導管の被害箇所数はそれぞれ106箇所、26,459箇所となっている。
- ▶ 万が一の場合には、ガス事業者側からの働きかけでガス供給を停止することが可能である。
  - ▶ 阪神・淡路大震災の当日、大阪ガス(株)ではガス漏れによる二次災害を防止するため、神戸市や阪神間の都市を中心に、約86万戸の需要家へのガス供給を停止した。
- ▶ 阪神・淡路大震災でガス供給が停止された地域と、震度6弱以上の地域はエリア・面積からみてかなりの部分オーバーラップする。

— ガス供給停止エリア  
— 停電エリア

■ 震度7  
■ 震度6強  
■ 震度6弱





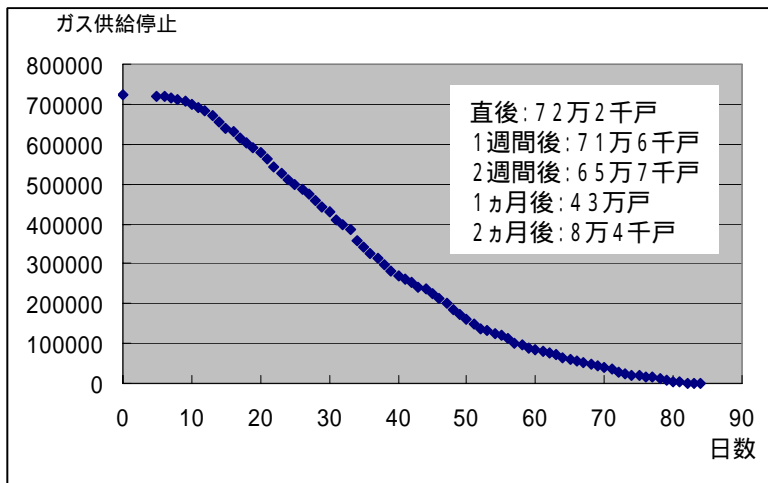
## 被害想定手法

- ➡ 震度6弱以上の地域(市町村)では、全面的に都市ガス供給が停止されるものとする。
- ➡ また、その後の復旧状況は以下のとおりとする。

### 復旧率

1週間後	<b>1%</b> $(722-716)/722 \times 100$
2週間後	<b>9%</b> $(722-657)/722 \times 100$
1ヵ月後	<b>40%</b> $(722-430)/722 \times 100$
2ヵ月後	<b>88%</b> $(722-84)/722 \times 100$
2ヵ月半後	完全復旧 ( <b>100%</b> )

阪神・淡路大震災時における直後、1週間後、2週間後、1ヵ月後、2ヵ月後のガス供給停止戸数は、図中のとおり



## 5) 電話・通信施設被害の想定

### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 電話施設の被害に伴う使用不能人口とその復旧状況を試算する。

### 評価の基本的考え方

- ➡ 阪神・淡路大震災では、兵庫県南部地域の全回線の約2割に及び28万5千回線が使用不能となった。うち、加入者ケーブルの損傷によるものは、19万3千回線である。交換機被害によるものは29時間後に復旧、加入者ケーブルの損傷によるものは2週間後に10万回線復旧した。
- ➡ 架空設備に大きな被害があったが、その根本的な原因としては、地震動単独によるものではなく、二次的な災害(家屋倒壊巻き込まれ、建柱地盤の崩壊等)がほとんどであった。
  - ▶ 阪神・淡路大震災では、地下ケーブルは架空線に比べ被害は少なかった。
- ➡ 被害の有無にかかわらず、全国からの安否確認や緊急通信のための被災地への呼の集中が輻輳状態となり、終日電話がかかりにくい状態が続いた。
  - ▶ 阪神・淡路大震災時の兵庫エリアへの呼は1日のトラフィックで通常の10倍、ピーク時では約50倍に達したと推定されている。
  - ▶ 被災地の防災機関などの通話、公衆電話発信を確保するため、地震当日、全国的に「06」、「07」で始まる地域で50%の一般通話規制を実施、瞬時には95%近い数字になった。

## 被害想定手法

- ➡ 震度6強以上の地域(市区町村)では、全人口の14%が使用不能となるとする。
- ➡ また、その後の復旧状況は以下のとおりとする。

### 使用不能率

直後	<b>14%</b>	$19.3/142.5 \times 100$
1週間後	<b>10%</b>	$(19.3-5)/142.5 \times 100$
2週間後	<b>7%</b>	$(19.3-10)/142.5 \times 100$

兵庫県南部地域の全回線数を142万5千回線と推計  
 $28万5千回線 \div 0.2 = 142万5千回線$

## 6. 交通・輸送施設被害

### 1) 道路被害の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 影響度評価ランク(メッシュ単位)

#### 想定の基本的考え方

- ➡ 機能障害発生の要因として、**揺れ**、**液状化**、**急傾斜**、**津波**を想定する。
- ➡ 対象とする道路には以下を想定する。
  - ▶ 大都市圏: 全ての高速道路・国道
  - ▶ その他の地域: 高速道路、交通量の多い主要国道
- ➡ 影響度ランクは上記4つの要因の重ね合わせによって定義する。各影響度ランクの意味が、静岡県的手法(1999)に従い、概ね以下の通りとなるように、重ね合わせ時の定義を定める。
  - ▶ ランクAA: 極めて大規模な被害が発生する可能性があり、復旧にも長期間を要し、緊急輸送に重大な影響が発生する可能性がある区間。
  - ▶ ランクA: 大規模な被害が発生する可能性がある区間、あるいはかなりの確率で緊急輸送に大きな支障が発生すると想定される区間。
  - ▶ ランクB: 軽微な被害が発生する可能性がある区間、あるいはまれに被害が発生する可能性がある区間。
  - ▶ ランクC: 被害が発生する可能性がほとんどない区間。
- ➡ なお、影響度ランク別の不通率や、トンネル・橋梁などの被害数は、各道路や個別施設の耐震特性等を点検する必要があるため、本調査会では扱わないが、将来的には事業者の協力を得ながら、詳細に検討を行う。

表 静岡県的手法(1999)による影響度評価ランクの設定

項目	支障影響度			支障期間			影響度の設定
	大	中	小	1日	3日	1週間	
揺れによる被害		—			—		震度7 A (跨道橋なしの高速道路の場合はB)
液状化影響度			—		—		影響度大 B
津波浸水			—		—		あり B
斜面災害							
大規模崩壊		—			—		ランクA A, ランクB B
地滑り		—			—		ランクA AA, ランクB A
急傾斜地		—			—		ランクA A, ランクB B
総合評価							上記影響度の最大値

### 2) 鉄道被害の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 影響度評価ランク(メッシュ単位)

#### 想定の基本的考え方

- ➡ 基本的な考え方は、道路被害の想定手法に沿うものとする。
- ➡ 対象とする鉄道には以下を想定する。
  - ▶ 新幹線及びJR在来線

### 3) 港湾被害の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 個別の港湾における影響度評価ランク
- ➡ 各港湾の岸壁被災時の機能低下

#### 想定の基本的考え方

- ➡ 各港湾の影響度評価ランクは、道路被害の想定手法に沿うものとする。
- ➡ 被災する岸壁の機能低下影響評価については、耐震バースしか利用できない場合の物資取扱能力について検討を行う。

### 4) 空港・ヘリポート被害の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 空港: 個別の空港における影響度評価ランク、浸水評価
- ➡ ヘリポート: 輸送機能を損なう要因に関する定性評価

#### 想定の基本的考え方

- ➡ 各空港の影響度評価ランクは、道路被害の想定手法に沿うものとする。
- ➡ さらに、各空港の位置における津波浸水深を評価する。
- ➡ ヘリポートについては、輸送機能を損なう要因として、避難場所との重複やアクセス道路の被害等の有無を、定性的に評価する。

## 7. 生活支障

### 1) 住機能支障(避難者数)の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 避難者数、避難世帯数(避難先別)

#### 想定的基本的考え方

- ➡ 建物被害やライフライン被害を起因とする避難者数(避難所生活者、避難所外生活者)を想定する。
- ➡ 避難先別(避難所/親戚知人宅/賃貸住宅/勤務先施設/屋外/その他)に避難者数を割り振る。
- ➡ 発災2日後(ピーク時)、1週間後、1ヶ月後の避難者数を想定。

#### 被害想定手法

- ➡ 自宅の倒壊・焼失やライフライン支障(断水)により、自宅での生活が不便になる人を推定する。(市町村別)
  - ▶ 全壊・焼失人口(世帯数) = 全壊・焼失棟数率 × 人口(世帯数)
  - ▶ 半壊人口(世帯数) = 半壊棟数率 × 人口(世帯数)
  - ▶ 断水人口(世帯数) = 断水率 × (全人口 - 全壊・焼失人口 - 半壊人口)
- ➡ 静岡県民へのアンケート調査をもとに、自宅滅失時の避難先比率を用いて、避難先別の割り振りを行う。
- ➡ 発災1週間後は、自宅建物に被害のない避難所生活者が帰宅すると仮定。ただし断水が長く続いている場合は、阪神・淡路のアンケート結果より、断水時の居住支障率を97%とする。
- ➡ 発災1ヶ月後における避難者は自宅建物被害を理由とする人だけとする。

自宅建物が全壊・焼失した場合の避難先(静岡県民アンケート)

	避難所	親戚知人宅	賃貸住宅	勤務先施設	屋外避難	その他	計
持ち家	546	201	76	9	54	10	896
借家	76	35	10	5	2	0	128
その他	1	1	2	0	1	0	5
計	623	237	88	14	57	10	1,029

### 2) 飲食機能支障(食料、飲料水、生活必需品不足量)の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 食料、飲料水、生活必需品不足量

#### 想定的基本的考え方

- ➡ 主要備蓄・調達量(飲料水については給水可能量)と需要との差から、それぞれの不足量を想定する。

#### 被害想定手法

##### <食料不足量>

- ➡ 食糧需要は阪神・淡路大震災の事例に基づき、避難所生活者の1.2倍を対象者として、1日3食を原単位と考える。
- ➡ 食糧の供給は、県・市町村の持つ備蓄・調達量及び家庭内持ち出し用在庫を想定する。
- ➡ 家庭内非常持ちだし在庫による供給量は、静岡県民へのアンケート調査をもとに算出する。
  - ▶ 非常持ち出し用食料の備蓄日数についてのアンケート結果では、1日備蓄を行っている家庭:12.4%、2日備蓄:18.5%、3日備蓄:17.8%
- ➡ 需要と供給の差より、不足量を算出する。

##### <給水不足量>

- ➡ 給水需要量は断水世帯を給水給水需要者として算定する。
  - ▶ 地震発生から3日間は1日3リットル(飲料水のみ)、それ以降は1日20リットルを原単位とする。
- ➡ 給水供給量は市町村による応急給水及び家庭内在庫を想定する。
- ➡ 家庭内備蓄飲料推量は、静岡県民へのアンケート調査より求める。
  - ▶ 1日備蓄を行っている家庭:19.5%、2日備蓄:16.6%、3日備蓄:13.0%
- ➡ 市町村からの1日あたり供給量は給水車及び給水タンクによる1日の水輸送可能量(1日5回の輸送を想定)とする。
- ➡ 需要と供給の差より、不足量を算出する。

#### <生活必需品不足量>

- ➡ 生活必需品需要量は自宅滅失者を生活必需品需要者として算定する。
- ➡ 生活必需品供給量は、市町村による流通在庫・公的備蓄及び県協定の流通在庫を想定する。
- ➡ 市町村及び県が協定により流通在庫契約方式で確保している生活必需品については、地震後も建築物の被災による損失を免れたものが分配されると仮定する。
- ➡ 市町村の公的備蓄については建築物の被災による損失はないものとする。
- ➡ 需要と供給の差より、不足量を算出する。

### 3) 医療機能支障(要転院患者数、医療需給過不足数)の想定

#### 想定項目(アウトプット)

- ➡ 要転院患者数、医療需給過不足数、医療救護班派遣需要

#### 想定の基本的考え方

- ➡ 医療機関自体の損壊、ライフラインの途絶による要転院患者数を想定。
- ➡ 入院需要発生数から医療機関の重傷者受入れ許容量を差し引いたときの医療需給過不足数を想定する。

#### 被害想定手法

#### <要転院患者数>

- ➡ 平常時入院者数をベースに、医療機関建物被害率、ライフライン機能低下による医療機能低下率、転院を要する者の割合を乗じて算出する。
- ➡ 医療機関建物被害率は、全壊率 + 1/2半壊率 + 焼失棟数率とする。
- ➡ ライフライン機能低下による医療機能低下率は、阪神・淡路の事例データ等を参考とする。
- ➡ 転院を要する者の割合は50%と設定する。

#### <医療需要過不足数>

- ➡ 医療需給過不足数は、重傷者対応を対象とする。
- ➡ 医療需要は、震災後の新規入院需要発生数として、死者 + 重傷者を想定する。
- ➡ 医療供給量は、医療機関の病床数をベースとして、医療機関建物被害率(全壊率 + 1/2半壊率 + 焼失棟数率)、空床率、ライフライン機能低下による医療機能低下率を乗じて算出する。
- ➡ 需要と供給の差より、過不足量を算出する。

#### <医療救護班派遣需要>

- ➡ トリアージおよび医療処置に必要な医師の数を以下により求める。
  - ▶ (トリアージ医師需要) = (重傷者) / 100 + (軽傷者) / 200
  - ▶ (医療処置医師需要) = (重傷者) / 5 + (軽傷者) / 100
  - ▶ ただし、重傷者には病院での死者(死者数 × 0.1)も含むものとする。
- ➡ 医療救護班の内訳を医師1人、看護師1~2人、その他1~2人とし、班の構成は医師数に依存するものとする。また、震災による重傷者の対応は、基本的に外科系医師が行うものとする。
- ➡ 需要と供給の差より、不足量(派遣需要)を算出する。