

中央防災会議

「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」

第 1 4 回

日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る
被害想定手法について(案)

平成 1 7 年 1 1 月 1 6 日
中央防災会議事務局

目次

1. 物的被害		3. ライフライン被害	
1) 建物被害		1) 電力	37
(1) 揺れによる被害	2	2) 通信	37
(2) 液状化による被害	8	3) ガス	37
(3) 急傾斜地崩壊による被害	8	4) 上水道	37
(4) 宅地造成地での被害	9	4. 交通被害	
(5) 津波による被害	10	1) 道路被害	39
2) 地震火災出火・延焼	11	2) 鉄道被害	40
3) 震災廃棄物	14	3) 港湾被害	41
2. 人的被害		5. 経済被害	
1) 死傷者の発生		1) 直接被害	43
(1) 建物倒壊による被害	15	2) 間接被害	46
(2) 屋内収容物転倒・落下による被害	19		
(3) 急傾斜地崩壊による被害	21		
(4) 津波による被害	22		
(5) 火災による被害	27		
(6) 屋外での被害	29		
(7) 交通での被害	31		
2) 災害時要援護者	34		
3) 自力脱出困難者	35		
4) 避難所生活者	36		

下線部

東海、東南海・南海、首都直下の検討での手法を見直したまたは追加した項目

1. 物的被害

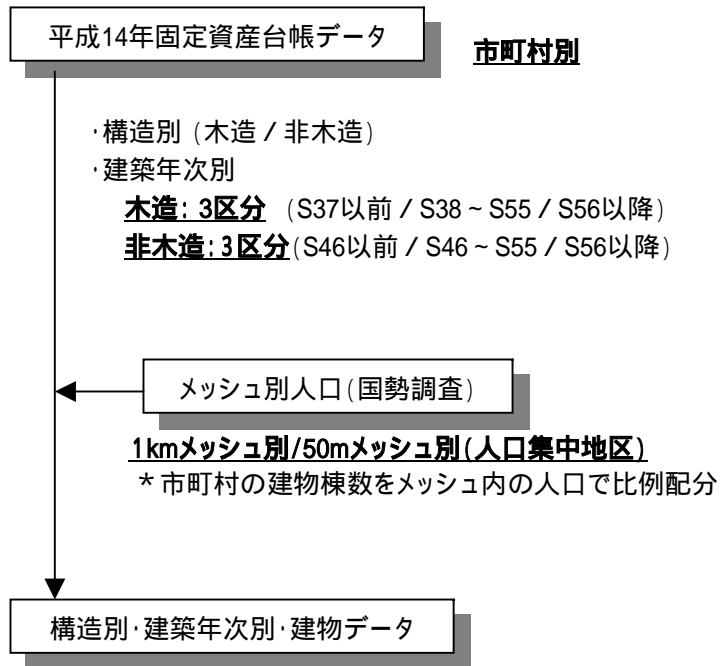
1) 建物被害

(1) 揺れによる建物被害

基本的な考え方

- ・ **構造別**(木造 / 非木造)に計算
- ・ **建築年次別**に計算

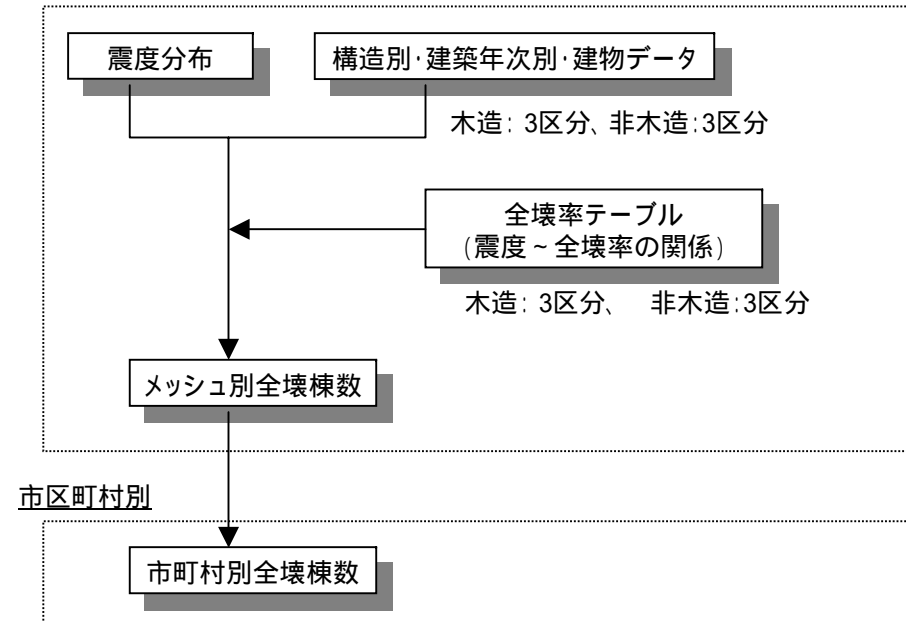
基礎データの作成



被害想定手法

- ・ 全壊率テーブル(計測震度と全壊率との関係)から全壊棟数を算出
- ・ 全壊率テーブルは、過去の地震による被害のプロットデータをもとに設定(阪神・淡路大震災における西宮市、鳥取県西部地震における鳥取市、芸予地震における呉市のデータ等)。

1kmメッシュ別 / 500mメッシュ別(人口集中地区)



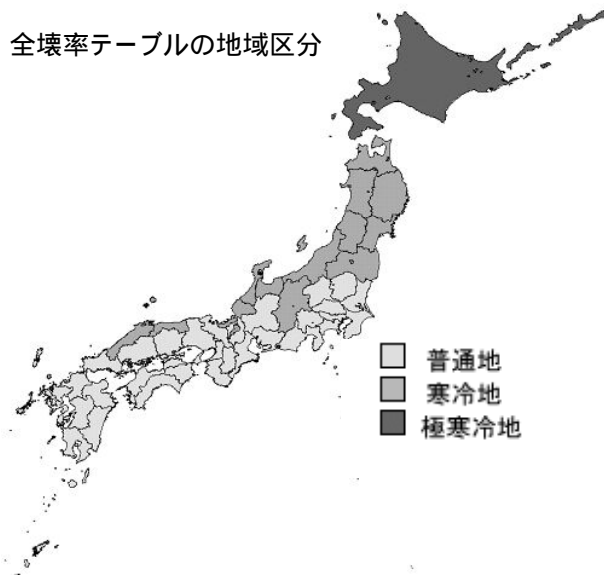
木造の建物被害率

木造：3区分

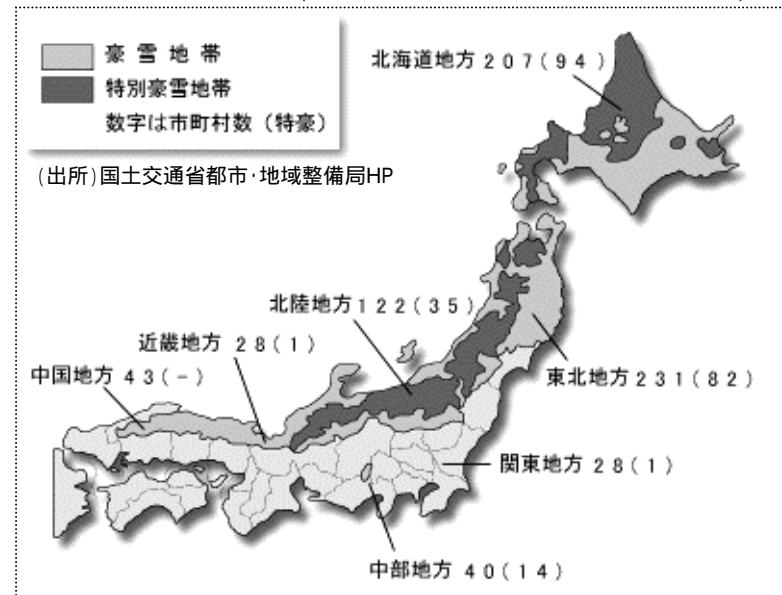
- 建物が全壊するときの震度が正規分布に従うと仮定(全壊率テーブルに正規分布の累積確率密度関数を使用)した。
- 建物の耐震性に大きな影響を与える建築基準法の耐震基準が改正された年(昭和35年、昭和56年)の前後で木造全壊率テーブルに区分を設けた(3区分)。
- 阪神・淡路大震災における西宮市、鳥取県西部地震における鳥取市、芸予地震における呉市のプロットデータをもとに設定した。
- 木造建物被害と耐震性能の比較調査結果(鈴木、後藤(1995))によると、豪雪地、寒冷地での建物剛性は、阪神地域のものよりも大きいことが報告されている。ここでは、鈴木、後藤(1995)を参考に三区分の地域(極寒冷地、寒冷地、普通地:以下の図表に示す)それぞれの被害率テーブルを設定した。
- ただし冬季は、積雪によって屋根荷重が変化し耐震性能が低下するため、特別豪雪地帯については、普通地の被害率テーブルを用い、豪雪地帯については、対普通地テーブルの比率を半分にした被害率テーブルを用いる。

木造建物地域区分

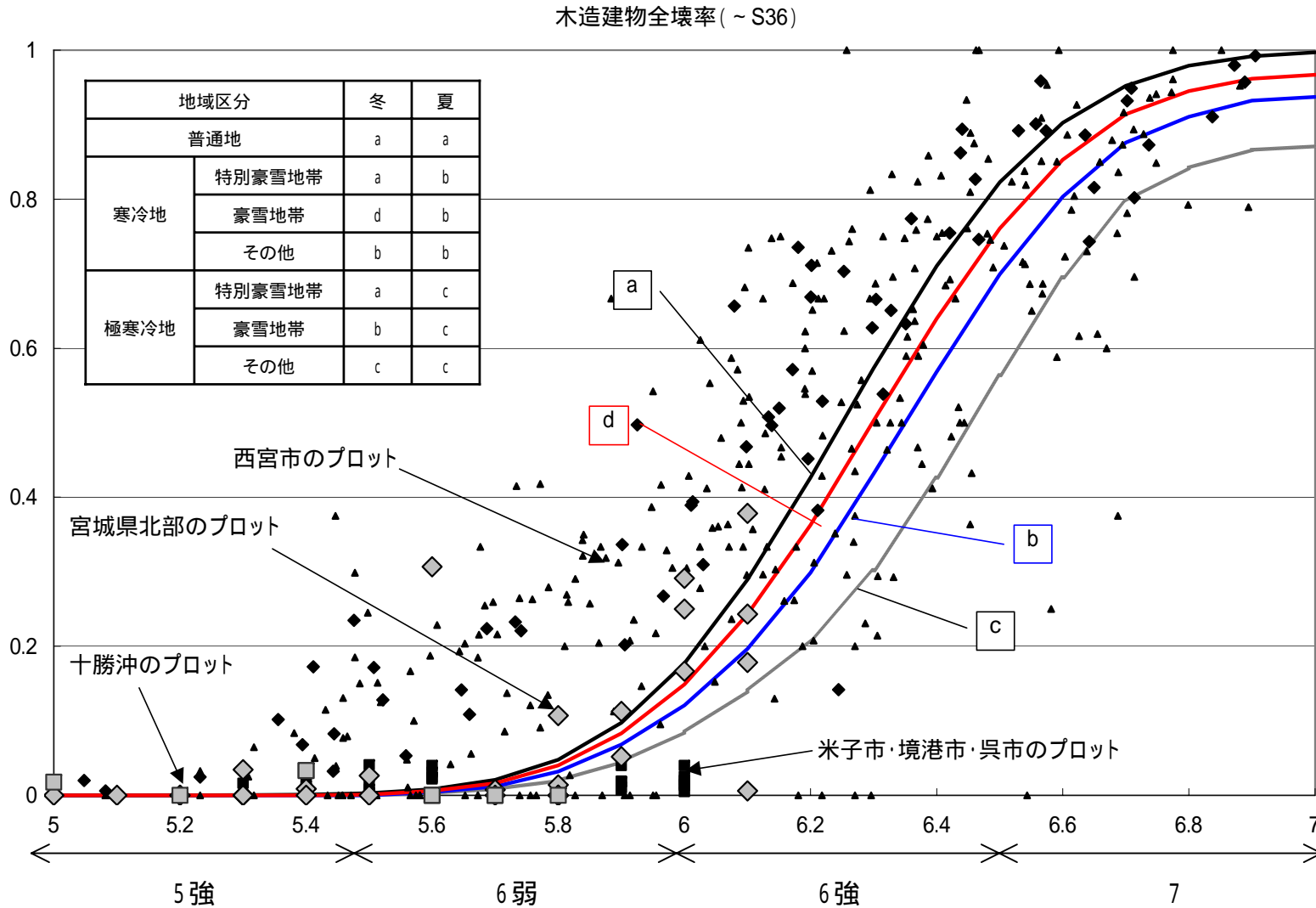
極寒冷地域	北海道												
寒冷地域	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県	新潟県	富山県	石川県	福井県	長野県	鳥取県	島根県
その他の地域	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	山梨県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県	滋賀県
	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	鳥取県	島根県	岡山県	広島県	山口県	徳島県	香川県	愛媛県
	高知県	福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県	大分県	宮崎県	鹿児島県	沖縄県				



積雪を考慮する地域(豪雪地帯対策特別措置法の指定地域)



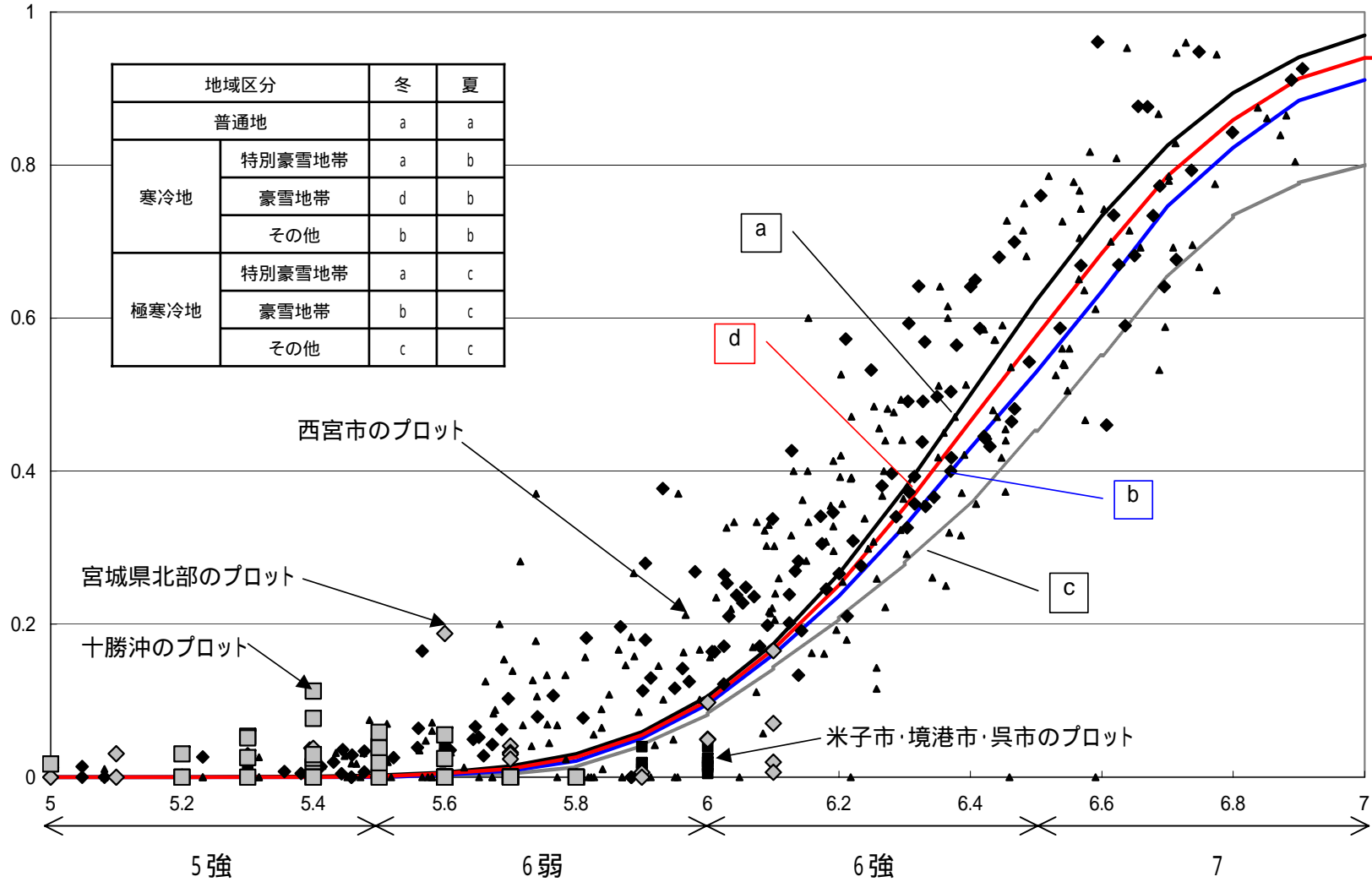
木造全壊率テーブル(昭和36年以前)



冬季シーズンでは、特別豪雪地帯は普通地テーブル、豪雪地帯は対普通地テーブルの比を半分にした被害率テーブルを利用する。

各プロットの計測震度は、気象庁観測点震度及び観測点震度を用いて面的に推計した震度のデータを用いている。

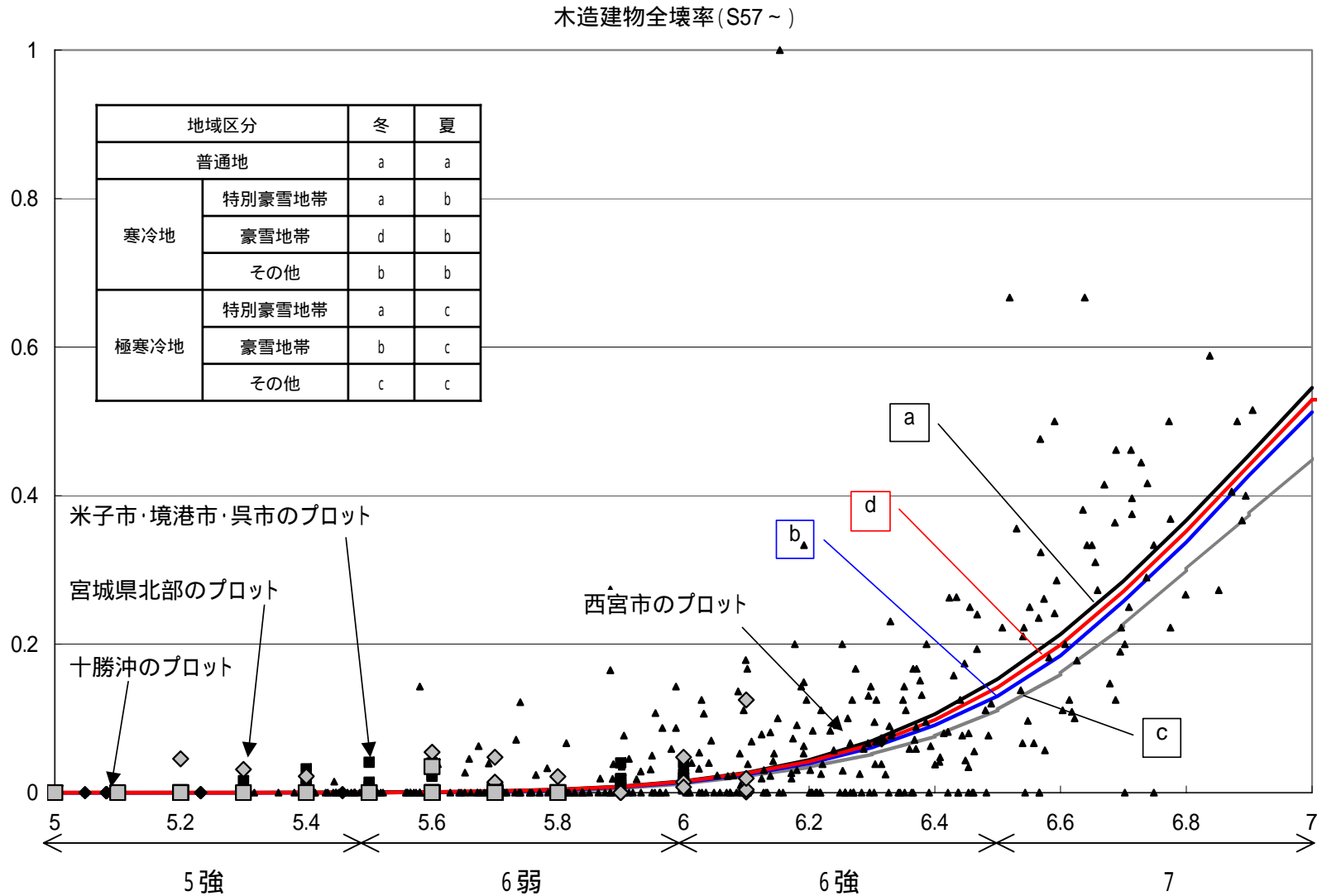
木造建物全壊率(S37～S56)



冬季シーズンでは、特別豪雪地帯は普通地テーブル、豪雪地帯は対普通地テーブルの比を半分にした被害率テーブルを利用する。

各プロットの計測震度は、気象庁観測点震度及び観測点震度を用いて面的に推計した震度のデータを用いている。

木造全壊率テーブル(昭和57年～)



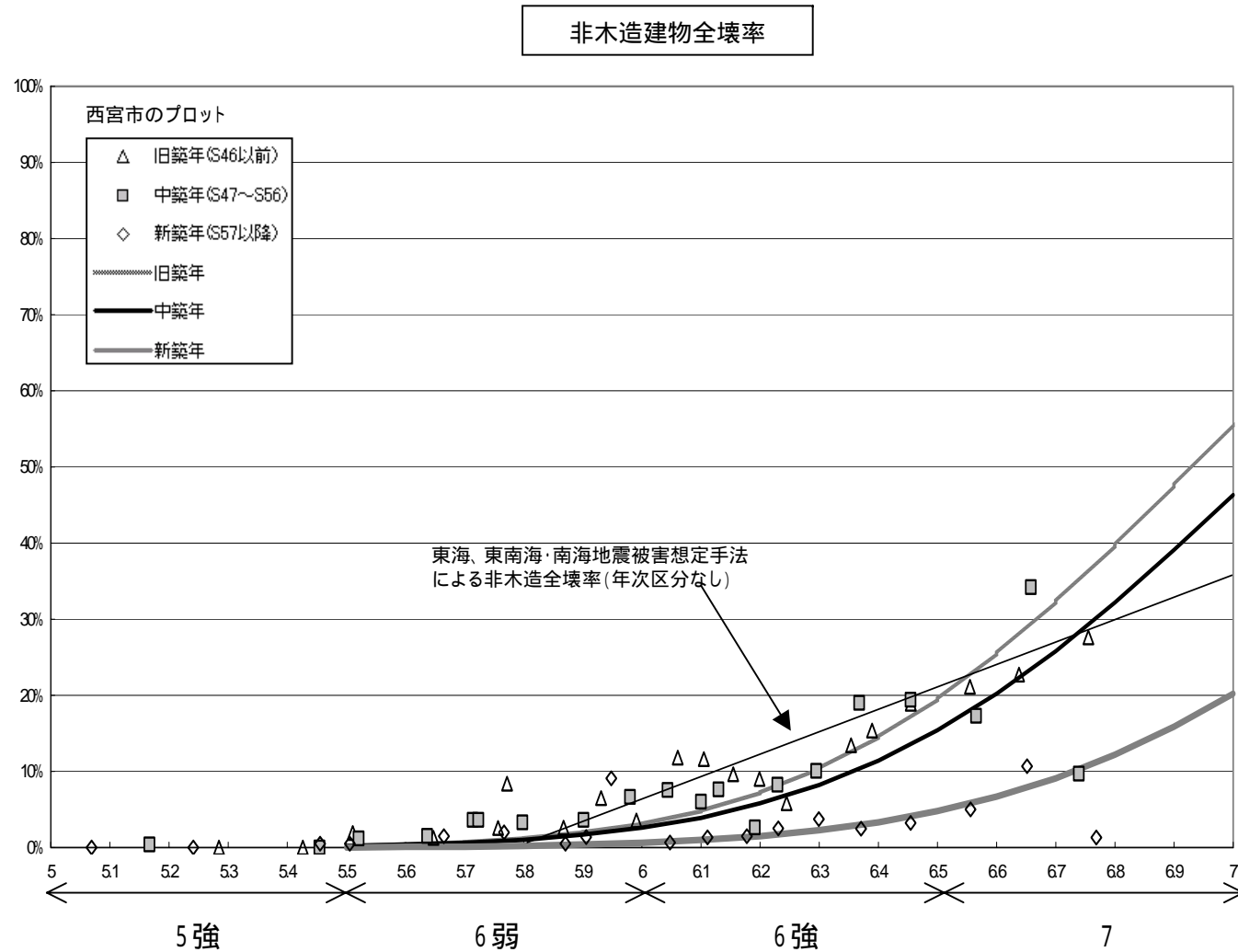
冬季シーズンでは、特別豪雪地帯は普通地テーブル、豪雪地帯は対普通地テーブルの比を半分にした被害率テーブルを利用する。

各プロットの計測震度は、気象庁観測点震度及び観測点震度を用いて面的に推計した震度のデータを用いている。

非木造の建物被害率

非木造:3区分

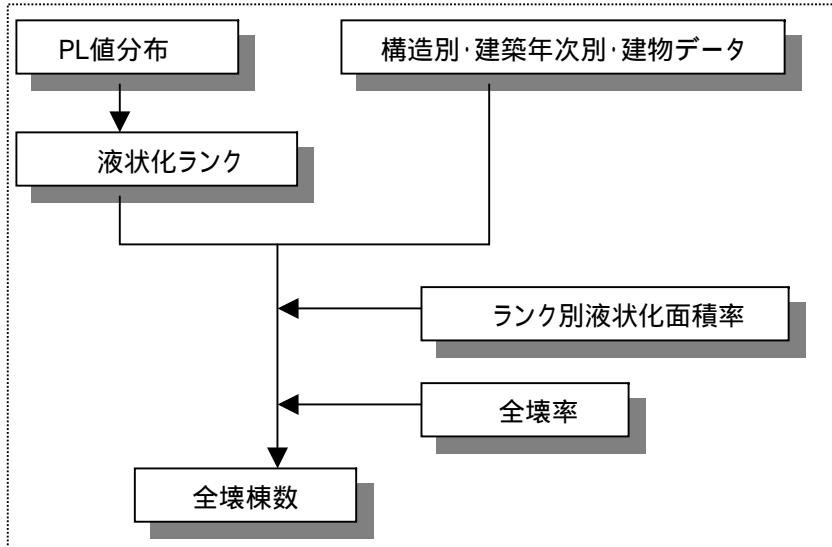
- 建物が全壊するときの震度が正規分布に従うと仮定(全壊率テーブルに正規分布の累積確率密度関数を使用)。
- 阪神・淡路大震災における西宮市のプロットデータをもとに設定。



(2)液状化による建物被害

・全壊棟数 = 建物棟数 × 液状化面積率 × 全壊率

1kmメッシュ別



PL値:地震動・地盤特性・地下水位から求められる、液状化しやすさを表す指標

液状化ランクの定義

ランクA: PL > 15.0
 ランクB: 15.0 PL > 5.0
 ランクC: 5.0 PL > 0.0

液状化ランク別の液状化面積率

ランク	面積率
A	18%
B	5%
C	2%

* 1964年新潟地震時の液状化発生状況に基づき設定

液状化による全壊率

液状化による木造建物全壊率	
S35年以前	S36年以降
13.3%	9.6%

液状化による非木造建物全壊率

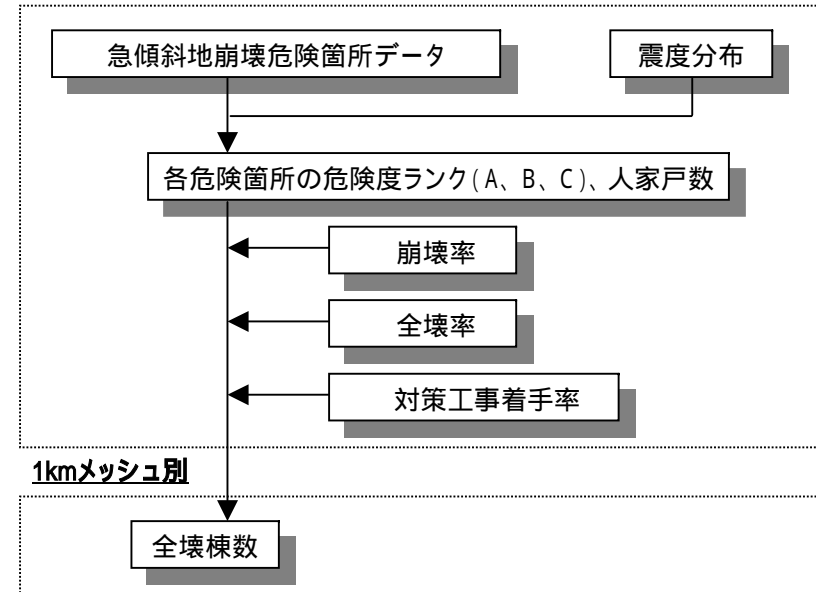
杭なし	杭あり
23.2%	0.0%

杭あり:4F以上の建物及び
 S55以降の1~3Fの建物の20%

(3)急傾斜地崩壊による建物被害

・全壊棟数 = 危険箇所内人家戸数 × 崩壊率 × 全壊率 × (1 - 対策工事着手率)

急傾斜地崩壊危険箇所別



危険度ランク別崩壊率

ランク	崩壊確率
A	95%
B	10%
C	0%

* 1978年宮城県沖地震の実態をもとに設定

* ランクA,B,Cは、急傾斜地崩壊危険箇所における震度と斜面特性により判定

崩壊地における建物全壊率

崩壊1件あたりの建物全壊率: 1.1%

* 最近の地震時の急傾斜地崩壊による被害実態に基づく

対策工事着手率

* 内閣府より提供。

< 参考 > 最近の急傾斜地崩壊による被害

地震名	崩壊件数	全壊棟数
釧路沖地震(1993.1)	12	8
能登半島沖地震(1993.2)	7	1
北海道南西沖地震(1993.7)	11	3
北海道東方沖地震(1994.10)	3	0
三陸はるか沖地震(1994.12)	2	0
三陸はるか沖地震余震(1995.1)	1	0
兵庫県南部地震(1995.1)	25	8
兵庫県南部地震余震(1995.5)	1	0
宮崎県地震(1996)	2	0
鹿児島県薩摩地方地震(1997.3~5)	110	0
山口県北部地震(1997.6)	7	0
神津島・鳥取西部地震(2000.6, 2000.10)	36	0
芸予地震(2001.3)	53	0
合計	270	20

(出所) 砂防便覧

< 崩壊1件あたりの建物全壊率の算出方法 >

- ・ 崩壊1件あたりの全壊棟数: $20/270=0.074$ (棟/件)
- ・ 急傾斜地崩壊危険箇所1箇所あたりの保全対象建物棟数: 6.75 (棟/箇所)
- ・ 崩壊1件あたりの建物全壊率: $0.074/6.75 \times 100=1.1$ (%)

< 参考 > 急傾斜地崩壊危険箇所数の推移(宮城県)

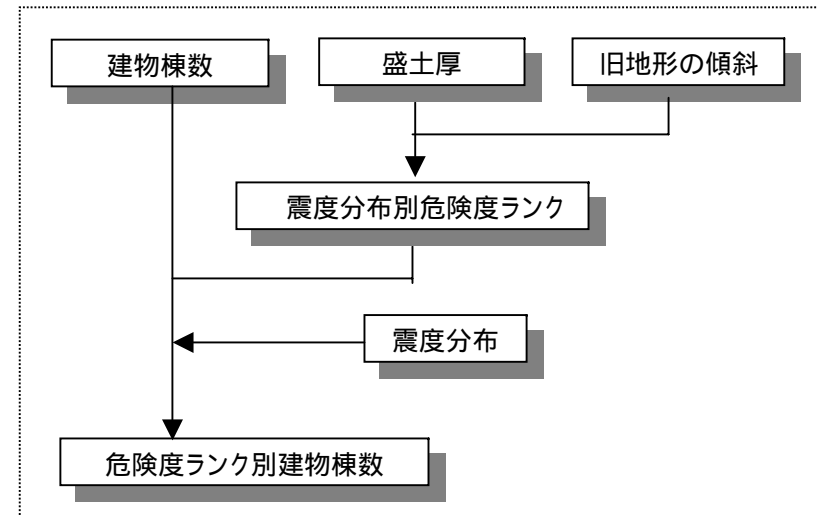
(危険区域内に)	1977年	2002年
人家戸数5戸以上	1,115	1,841
人家戸数1~4戸	-	2,570
合計	1,115	4,411

(出所) 国土交通省河川局

(4)宅地造成地での建物被害

- ・ 宅地造成地内の建物について、1978年宮城県沖地震による仙台市周辺の造成地の被害実態に基づいて、盛土厚や旧地形の傾斜角から危険度ランク別に分類する(H14宮城県第三次地震被害想定より)

市区町村別(宅地造成地内のみ)



危険度ランク

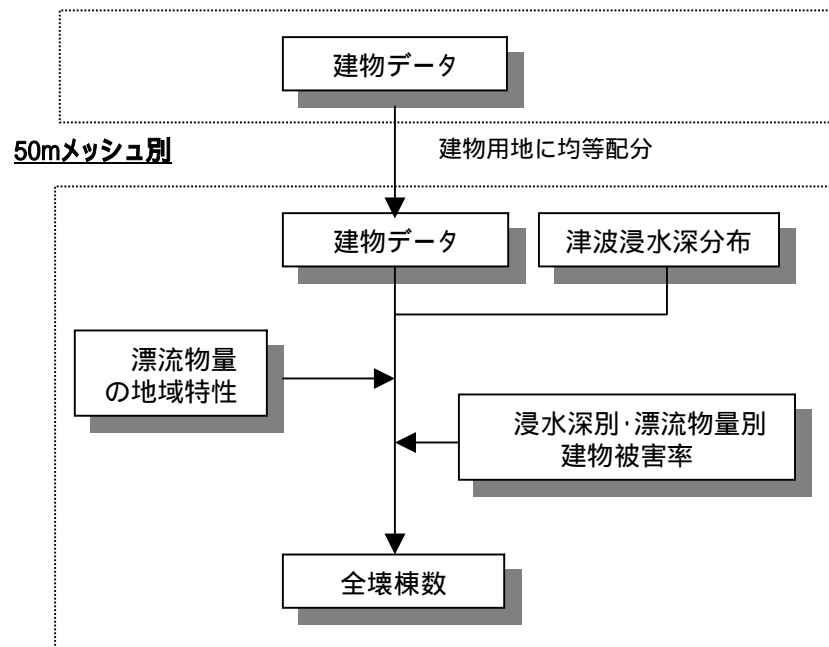
判定	定義
A	倒壊する家屋あり
B	倒壊する家屋のでる可能性あり
C	被害の可能性小

(出所) H14宮城県第三次地震被害想定報告書

(5)津波による建物被害

- ・ 50mメッシュ単位で計算
- ・ 建物データは1kmメッシュ単位なので、国土数値情報の土地利用メッシュにおける区分が「建物用地」であるメッシュへ均等配分する
- ・ 首藤(1992)に基づき、浸水深分布との比較により建物被害率を乗じて被害棟数を算出
- ・ スマトラ沖地震を踏まえ、流速と漂流物による破壊力の増大を考慮し、漂流物が多いと見込まれる地域については、被害率を高めを設定

1kmメッシュ別



漂流物量が多いと見込まれる地域

- ・ 国勢調査で定める人口集中地区(DID地区)
 - 車などの漂流物となりそうなものが街中に多いと考えられるため
- ・ 重要港湾、特定重要港湾、貯木場が沿岸部にある市町村(冬季は流氷が観測される地域も考慮する)

浸水深と建物被害の関係

- ・ 流木がある場合とない場合で波が壁に衝突したときの波力を比較した実験結果(松富, 1990)から、流木がある場合はない場合に比べて約2.5倍の波力を持つと考えられる。
- ・ ここで、2.5倍の波力に相当する浸水深は何倍かを考える。波力は浸水深の二乗に比例することが知られており、すなわち流木がある場合の浸水深はない場合の浸水深の $\sqrt{2.5}$ 倍(=約1.6倍)に相当する。
- ・ 以上より、流木がある場合の波力は、流木がない場合の1.6倍の浸水深による波力と同等であると考えられる。逆に言うと、流木のない場合の波力は、流木のある場合の $1/1.6$ 倍(=約0.6倍)の浸水深による波力と同等である。
- ・ このことから、建物が全壊する2mの浸水深は漂流物が多いと見込まれる地域で
 $2\text{m} \times 0.6 = 1.2\text{m}$
 建物が半壊する1mの浸水深は漂流物が多いと見込まれる地域で
 $1\text{m} \times 0.6 = 0.6\text{m}$
 となる。

浸水深と建物被害の関係

被害区分	浸水深(H)	
	通常地域	漂流物が多い地域
全壊	2.0m H	1.2m H
半壊	1.0m H < 2.0m	0.6m H < 1.2m

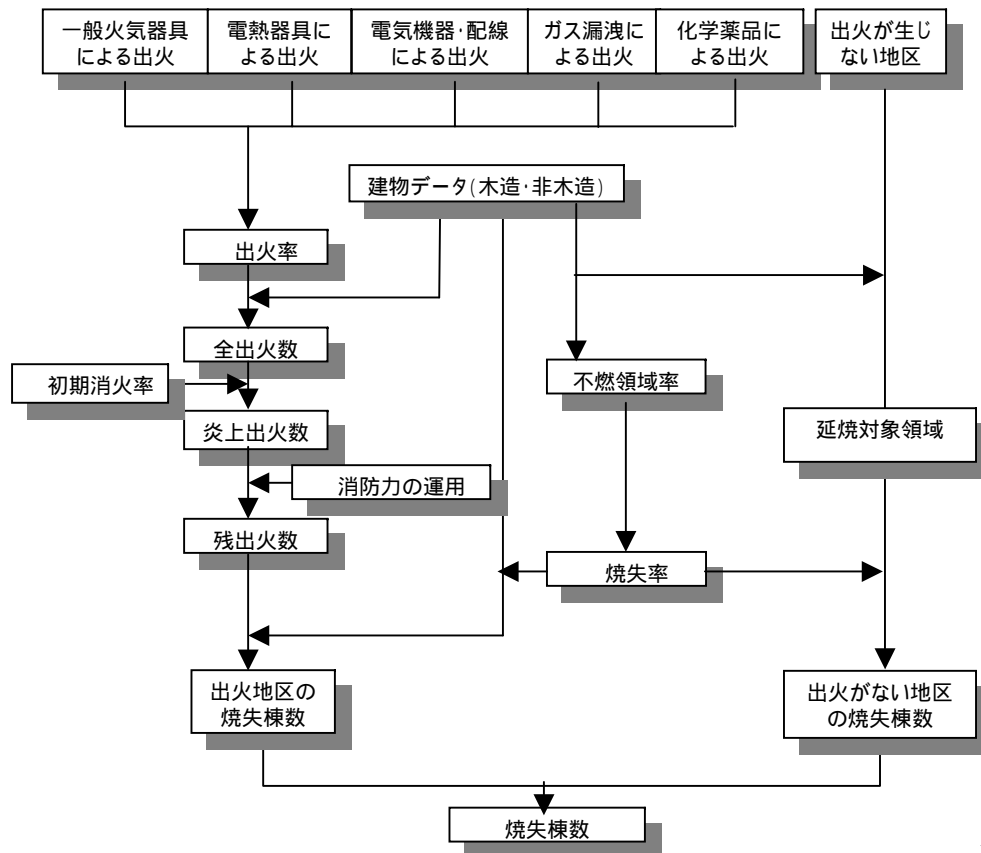
< 参考: 波力と浸水深の関係 >

$$\begin{aligned} \text{波力} &= (\text{浸水深}) \times (\text{流速})^2 \\ \text{流速} &= \{(\text{浸水深}) \times (\text{重力加速度})\}^{0.5} \\ \text{波力} &= (\text{浸水深})^2 \times (\text{重力加速度}) \end{aligned}$$

2)地震火災出火・延焼

- 出火要因は、一般火気器具、電熱器具、電気機器・配線、ガス漏洩、化学薬品とする。危険物施設からの出火は震度6弱以上について考慮する。
- 地震時に発生する全ての出火(全出火)のうち、家人、隣人、自主防災組織等の初期消火による効果を踏まえ、残りの組織的な消防活動(消防力の1次運用)が必要とされる炎上出火を取り扱う。
- 延焼については、地域の消防力の1次運用により消されず残った火災を残火災として設定し評価する。
- 焼失棟数は、不燃領域率と焼失棟数との経験則(H9年度大阪府被害想定調査)に基づき算定する。

出火・延焼のフロー



出火率

- 阪神・淡路大震災時の建物全壊と出火の関係に基づき標準出火率を設定。
- 出火要因別にそれぞれ出火率を設定する。震度6弱以上の地域では、危険物施設からの出火も想定する。
- 時刻係数は、時間帯別火気使用状況調査結果等(東京消防庁)に基づき設定。
- 季節係数は、厨房用および暖房用の地域別エネルギー消費量に基づき設定。

$$(\text{全出火数}) = (\text{建物数}) \times (\text{出火率})$$

$$(\text{出火率}) = (\text{要因別出火率}) \times 0.0011 \times (\text{全壊率})^{0.73} \times (\text{時刻係数}) \times (\text{季節係数})$$

- 要因別出火率は、それぞれ以下のように設定する。

- 一般火気器具(ガスコンロ・石油ストーブ等) 16.4%
- 電熱器具(電気ストーブ・電気コンロ等) 32.7%
- 電気機器・配線(電気製品・屋内配線等) 32.6%
- 化学薬品(ベンジン・黄リン等) 6.0%
- ガス漏洩 12.3%

(出典)静岡県第三次被害想定(H12)より

- 時刻係数と季節係数については、季節や時間帯によって使用率に差異が生じる、a)一般火気器具、b)電熱器具のみ考慮するものとする。

	時刻係数	季節係数
一般火気器具 電熱器具	5時:1.0 12時:5.5 18時:12	地域別にエネルギー消費量によって設定(次頁参照)
電気機器・配線 化学薬品 ガス漏洩	1.0 (時刻によらない)	1.0 (時刻によらない)

< 季節係数 >

- ・ 阪神・淡路大震災時の実態と対応させるため、近畿地方・冬の厨房用エネルギー消費量と暖房用エネルギー消費量の合計値を基準にした。
- ・ 北海道・東北・関東地方における厨房用エネルギー消費量と暖房用エネルギー消費量の季節別合計値との比率をもとに補正。
- ・ ただし、冬5時では暖房用のエネルギー消費量で比較する。

(季節係数)	春	夏	秋	冬18時	冬5時
北海道	2.29	0.14	2.29	3.01	3.33
東北	1.53	0.14	1.53	1.99	2.15
関東	0.46	0.14	0.46	1.12	1.14

(出典) ・家庭用エネルギーハンドブック(住環境計画研究所, 1999)
 ・エネルギー・経済統計要覧(日本エネルギー経済研究所, 2004)をもとに算出

a) 一般火気器具

$$\text{出火率} = (X) \times (\text{揺れによる全壊率})^{0.73}$$

(Xの値)

	冬5時	夏12時	冬18時
北海道	0.00060	0.00014	0.00652
東北	0.00039	0.00014	0.00431
関東	0.00020	0.00014	0.00242

b) 電熱器具

$$\text{出火率} = (X) \times (\text{揺れによる全壊率})^{0.73}$$

(Xの値)

	冬5時	夏12時	冬18時
北海道	0.00120	0.00028	0.01299
東北	0.00078	0.00028	0.00859
関東	0.00041	0.00028	0.00483

c) 電気機器・配線

$$\text{出火率} = 0.00036 \times (\text{揺れによる全壊率})^{0.73}$$

d) ガス漏洩

$$\text{出火率} = \text{ガス配管被害率} \times \{0.0015 \times (\text{半壊以下の建物数}) + 0.013 \times (\text{全壊建物数})\}$$

e) 化学薬品

$$\text{出火率} = 0.000066 \times (\text{揺れによる全壊率})^{0.73}$$

f) 危険物施設

施設種別	出火率	
製造所(発熱反応工程施設を除く)	0.0011	
屋内製造所	2.3×10^{-4}	
屋外タンク貯蔵所	特定	5.5×10^{-3}
	非特定	1.2×10^{-4}
地下タンク貯蔵所	0	
屋内タンク貯蔵所	2.2×10^{-7}	
給油取扱所	営業用	3.1×10^{-4}
販売取扱所		0.001
一般取扱所	小口・灯油	2.5×10^{-7}
	その他	3.2×10^{-4}
少量危険物施設		2.4×10^{-4}

(出典) 東京消防庁

初期消火率

$$\cdot (\text{炎上出火数}) = (1 - \text{初期消火率}) \times (\text{全出火数})$$

初期消火率

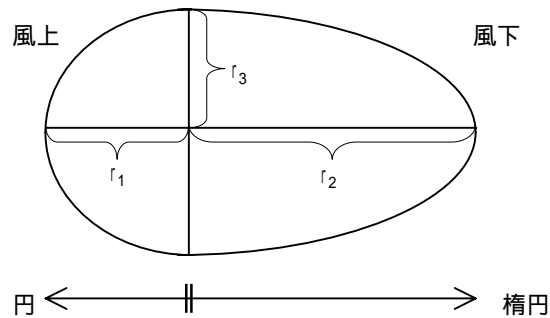
震度5	78.6
震度6	51.8
震度7	43.9

(出典) 仙台都市圏防災モデル年建設計画調査委員会(自治省消防庁)

消防力の運用

- ・ 出火後、消防車が現場に到着するまでの駆けつけ時間を算定。
- ・ それまでに燃え広がる広さ(火面周長)を求め、消防車1台あたり消火可能な火面周長から、消火の可否を判定。
- ・ ただし、市町村内の各出火点に駆けつけることのできる消防車の合計数は、各市町村が所有する消防車台数(消防団所有台数を含む)を上限とする。

$$\text{火面周長} = \pi \sqrt{\frac{1}{2}(r_1^2 + r_3^2)} + \pi \sqrt{\frac{1}{2}(r_2^2 + r_3^2)}$$



$r_1 \sim r_3$ の長さは、
東京消防庁の提案式
に基づき算出

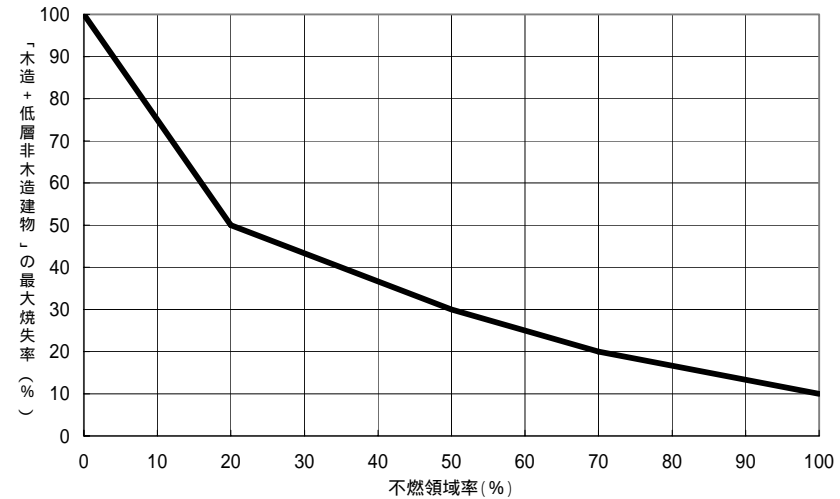
焼失率

- ・ 延焼対象領域内のメッシュ地区ごとの不燃領域率に基づき、最終的に想定される焼失棟数を算定する。
- ・ 不燃領域率と焼失率の関係には、阪神・淡路大震災の被害実績や建設省総合技術開発プロジェクトによるシミュレーション結果から求められた、大阪府の式を用いる。

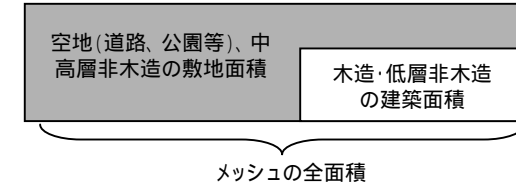
$$\begin{aligned} \text{焼失率} &= (-5/2) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 100 \quad (0 < \text{不燃領域率} < 0.20) \\ &= (-2/3) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 190/3 \quad (0.20 < \text{不燃領域率} < 0.50) \\ &= (-1/2) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 55 \quad (0.50 < \text{不燃領域率} < 0.70) \\ &= (-1/3) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 130/3 \quad (0.70 < \text{不燃領域率} < 1.00) \end{aligned}$$

焼失棟数 = 低層建物数 (木造建物+1,2階の非木造建物) × 焼失率 / 100

<参考> 最大焼失率と不燃領域率との関係



【不燃領域率の概念図】



$$\text{不燃領域率}(\%) = 100 \times [1 - (\text{木造・低層非木造建物の建築面積}) / \text{全面積}]$$

-東海、東南海・南海地震の検討における定義と同じ

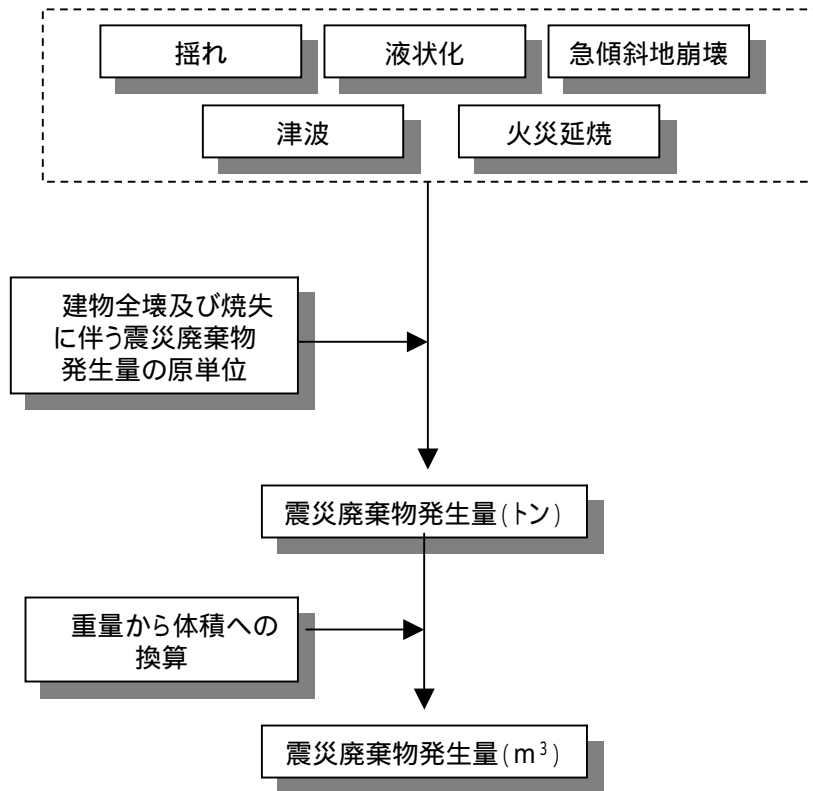
(参考) 首都直下地震対策専門調査会における不燃領域率の定義

$$\text{不燃領域率}(\%) = 100 \times [1 - (\text{木造・低層非木造建物の敷地面積}) / \text{全面積}]$$

3) 震災廃棄物

- ・主に建物の全壊・焼失による躯体残骸物を対象とする。
- ・震災廃棄物発生量 = 被害を受けた建物の総床面積 × 面積あたり瓦礫重量
 = (全壊・焼失棟数 + 半壊棟数/2) × 1棟あたり床面積 × 面積あたり瓦礫重量

要因別全壊棟数/半壊棟数・焼失棟数



面積あたり瓦礫重量(トン/m²)

木造	非木造	火災による焼失
0.6	1.0	0.23

* 阪神・淡路大震災の実態に基づく

重量から体積への換算

・重量から体積への換算は、木造: 1.9m³/トン、非木造0.64m³/トンをを用いる。

2. 人的被害

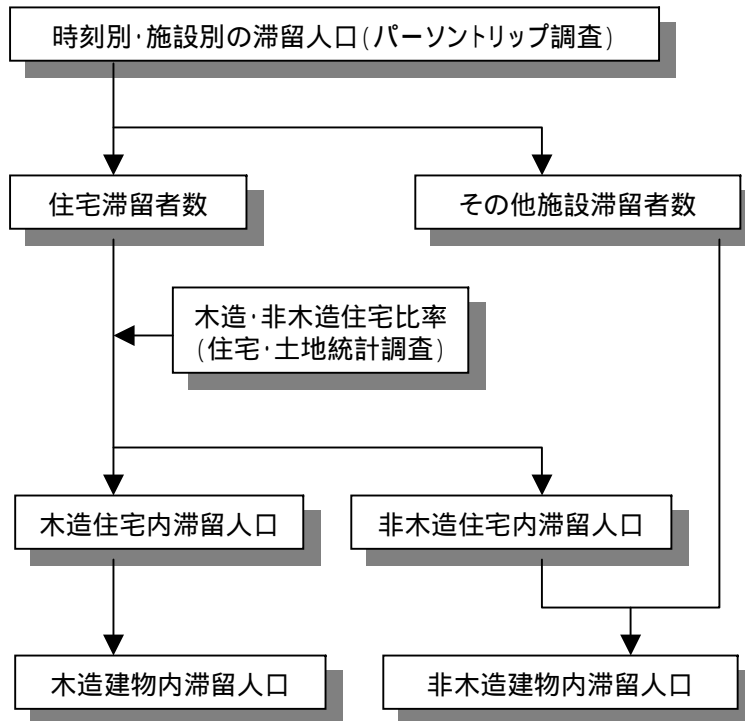
1) 死傷者

(1) 建物倒壊による被害

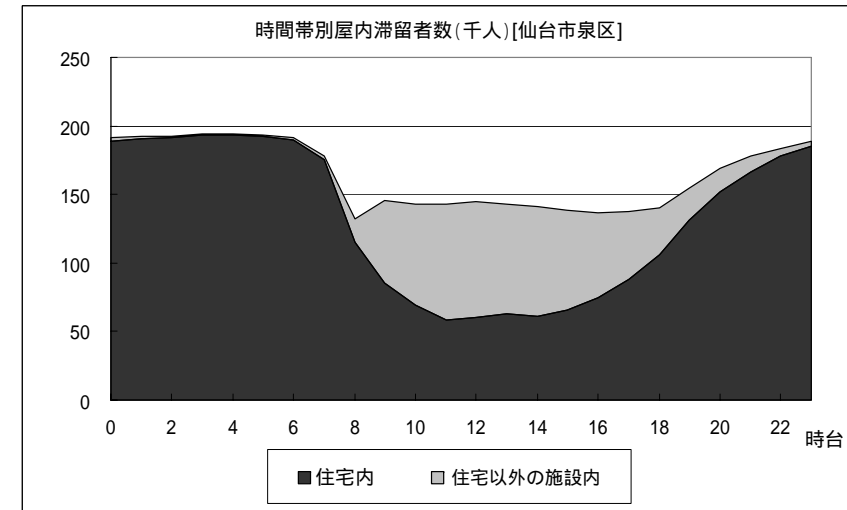
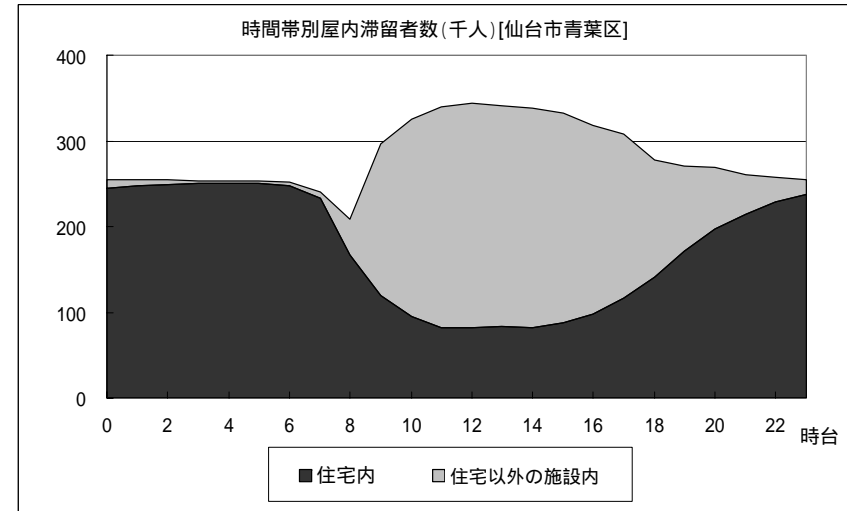
計算の前提

- ・ 計算のための地区単位は**市町村**
- ・ **構造別**(木造 / 非木造)に計算
- ・ 地震発生時刻における建物内の**滞留人口**を考慮

基礎データの作成



時刻別の滞留人口(仙台市青葉区、仙台市泉区)



(出典)仙台都市圏パーソントリップ調査を用いて集計

死者数

- 本被害想定で対象とする地震は、過去の事例において数千人規模の死者が出ていない。このため、本検討においては、大規模な地震の被害実態に基づく従来手法ではなく、中小規模の地震の被害実態に基づく全壊棟数と建物倒壊による死者数の関係を採用する。
- 1952年以降発生した全壊棟数50棟以上5,000棟未満の地震のうち、揺れ以外の要因(液状化、土砂崩れ、津波等)による被害の大きい地震を除外。
- 9地震(1952年十勝沖地震、1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震、1993年釧路沖地震、1994年三陸はるか沖地震、2000年鳥取県西部地震、2001年芸予地震、2003年十勝沖地震、2004年新潟県中越地震)における全壊棟数と建物倒壊による死者数の関係を使用。
- 建物倒壊による死者数は、揺れによる建物全壊に伴う死者だけではなく、屋内落下物や外壁、ベランダの倒壊による死者を含む(但し、土砂災害による建物倒壊に伴う死者は除外)。
- 地震による全壊棟数の要因別内訳を把握することは困難であるが、1978年宮城県沖地震と2004年新潟県中越地震については、下記のとおり全壊棟数を補正している。

1978年宮城県沖地震は、宮城県地震被害想定調査における再現計算の揺れと液状化による全壊棟数の比率を考慮して、揺れによる全壊棟数を抽出。

2004年新潟県中越地震は、全壊棟数と建物倒壊による死者数を分類し、土砂災害による全壊棟数を差し引いた値を採用。

- 従来手法では、小数第4位まで算出しているが、本検討では、対策を検討する上で安全側の想定とし、小数第4位を切り上げている。
- 非木造については、全壊に占める倒壊の割合が木造よりも小さいため、木造の係数の概ね1/3程度の係数としている。

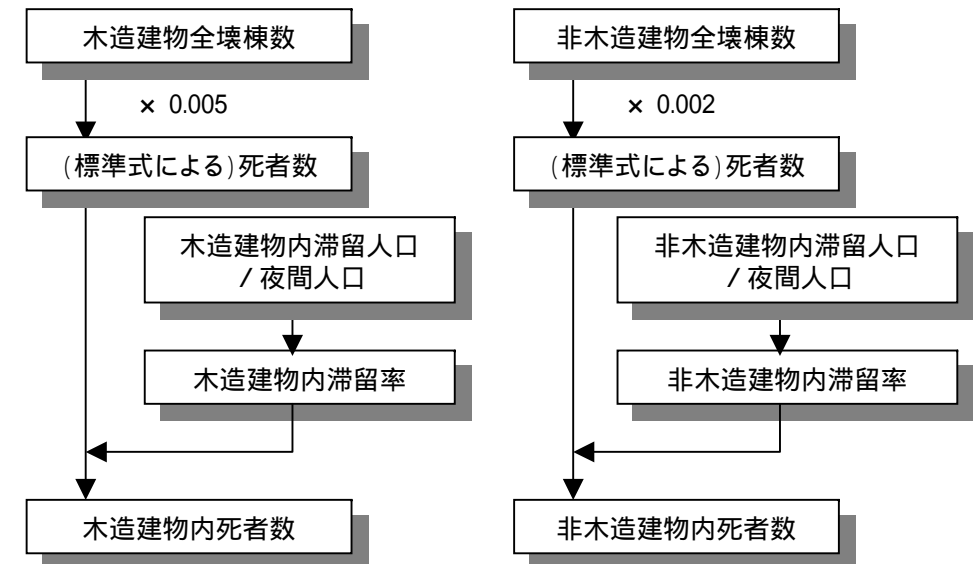
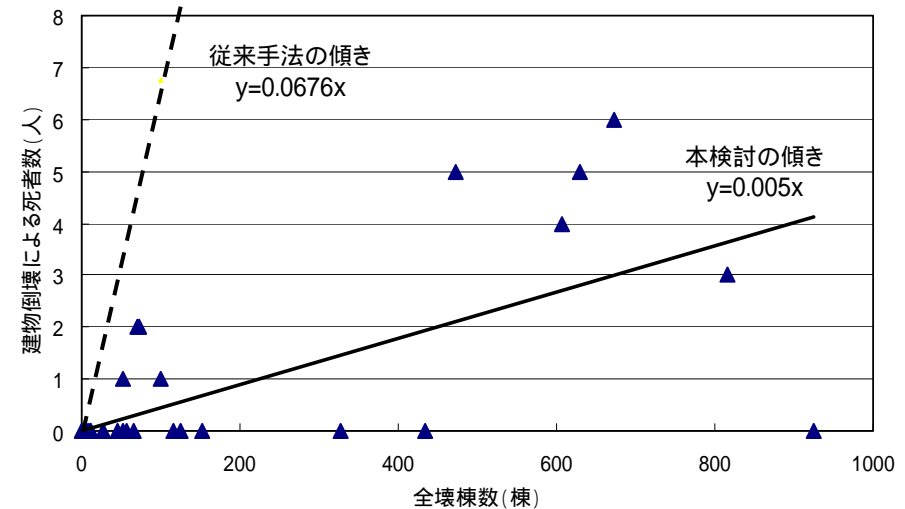
• **死者数(木造) =**

$$0.005 \times \text{木造全壊棟数} \times (\text{木造建物内滞留人口} / \text{夜間人口})$$

• **死者数(非木造) =**

$$0.002 \times \text{非木造全壊棟数} \times (\text{非木造建物内滞留人口} / \text{夜間人口})$$

<参考> 全壊棟数と建物倒壊による死者数の関係



<参考> 過去の地震における全壊棟数と建物倒壊による死者数

地震名	全壊棟数	死者数	建物倒壊による死者数	備考
1952年十勝沖地震	815	30	3	
1968年十勝沖地震	673	52	6	・宮城県死者1名 不明
1978年宮城県沖地震	473	28	5	・福島県死者1名 不明 ・全壊棟数を揺れと液状化による建物被害の比率を考慮して、揺れによる全壊棟数を抽出
1993年釧路沖地震	53	2	1	
1994年三陸はるか沖地震	72	3	2	
2000年鳥取県西部地震	435	0	0	
2001年芸予地震	70	2	2	
2003年十勝沖地震	116	1	0	
2004年新潟県中越地震	924	10	0	・土砂災害による建物全壊3棟を差し引く
・長岡市	152	0	0	
・越路町	3	0	0	
・三島町	327	3	0	・土砂災害による建物全壊12棟を差し引く
・山古志村	125	1	0	
・小国町	52	1	0	
・見附市	45	1	0	
・栃尾市	629	13	5	・土砂災害による建物全壊3棟を差し引く
・小千谷市	606	6	4	
・川口町	56	1	0	
・堀之内町	1	1	0	
・小出町	12	1	0	
・広神村	6	0	0	
・守門村	3	0	0	
・六日町	4	1	0	
・大和町	100	8	1	
・十日町市	5	1	0	
・川西町	2	0	0	
・松之山町	27	0	0	
・柏崎市	11	0	0	
・西山町	67	0	0	
・刈羽村	8	0	0	
・分水町	2	0	0	
・燕市	合計	3167	48	10

負傷者数

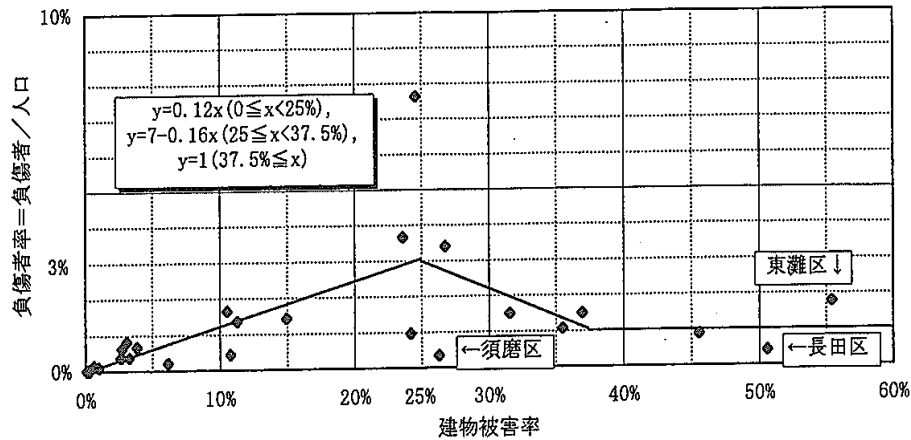
- ・ 阪神・淡路大震災時における建物被害率と負傷者率との関係を用いた大阪府（1997）の手法に従い、以下の式により負傷者数を算出する。

$$\begin{aligned} \text{負傷者率} &= 0.12 \times \text{建物被害率} \quad (0 \leq \text{建物被害率} < 0.25) \\ \text{負傷者率} &= 0.07 - 0.16 \times \text{建物被害率} \quad (0.25 \leq \text{建物被害率} < 0.375) \\ \text{負傷者率} &= 0.01 \quad (0.375 \leq \text{建物被害率}) \end{aligned}$$

ここで、建物被害率 = 全壊率 + 1/2 × 半壊率
負傷者率は木造 / 非木造別にそれぞれ算出する

- 木造負傷者数 = 木造建物内滞留人口 × 負傷者率（木造）
- 非木造負傷者数 = 非木造建物内滞留人口 × 負傷者率（非木造）

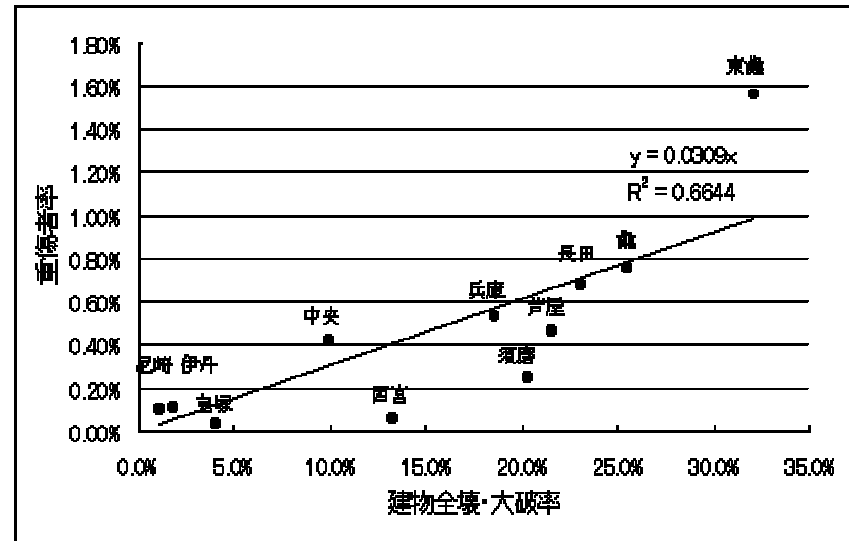
阪神・淡路大震災時における建物被害率と負傷者率の関係



(出典) 大阪府地震被害想定調査(平成9年3月、大阪府)

重傷者数

- ・ 阪神・淡路大震災時における市区別の建物全壊率と重傷者率との関係より算出
- ・ 重傷者率 = 0.0309 × 建物全壊率

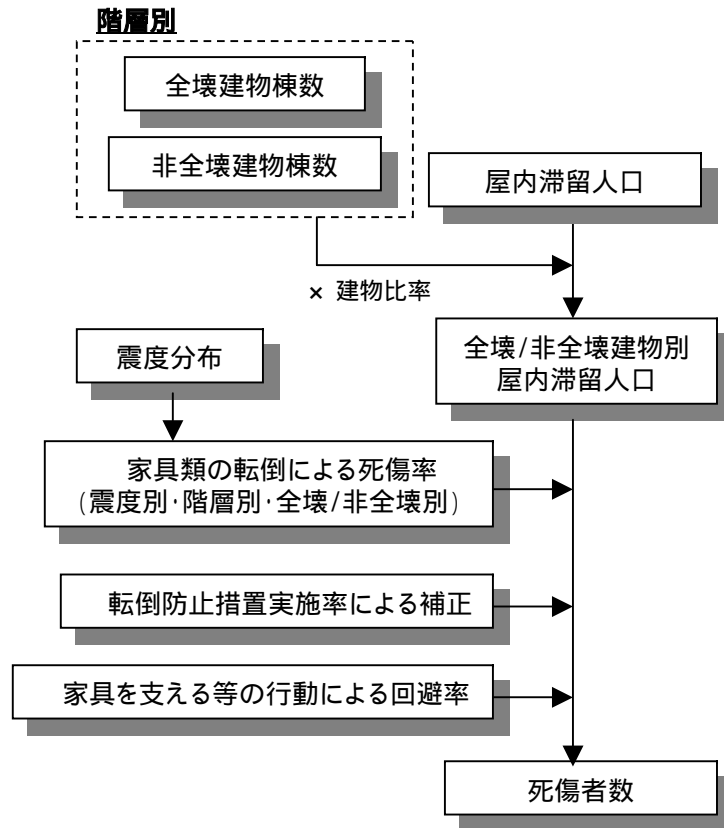


注) 各市区別の建物全壊率データは、旧建設省建築研究所の調査結果を利用

(2)屋内収容物転倒・落下による被害

- ・「(1)建物倒壊による人的被害」の内数として算出。
- ・家具類等の転倒による死傷者と、屋内落下物に伴う死傷者が対象。
- ・転倒防止措置実施状況に応じて被害率の補正を行う。

家具類等の転倒による死傷者



全壊建物からの死者数がゼロの場合は全壊以外の建物からの死者数はゼロとする

死傷率

- ・阪神・淡路大震災時の実態に基づいて死傷率を設定。

全壊の場合

震度	死亡率		負傷率(重傷率)
	1、2階	3階以上	
震度7	0.095%	0.019%	1.29% (0.348%)
震度6強	0.024%	0.0048%	0.32% (0.0864%)
震度6弱	0.00095%	0.00020%	0.0129% (0.00348%)
震度5強	$3.8 \times 10^{-6}\%$	0	$5.08 \times 10^{-5}\%$ ($1.37 \times 10^{-5}\%$)
震度5弱	0	0	0(0)

その他の場合

震度	死亡率		負傷率(重傷率)
	1、2階	3階以上	
震度7	0.0040%	0.00080%	0.0540% (0.0146%)
震度6強	0.0038%	0.00062%	0.0515% (0.0139%)
震度6弱	0.0024%	0.00037%	0.0328% (0.00886%)
震度5強	0.0013%	0.00020%	0.0182% (0.00491%)
震度5弱	0.00077%	0.00012%	0.0105% (0.00284%)

(出典)「地震発生時における人命危険要因の解明と対策」火災予防審議会・東京消防庁(H11)

家具の転倒防止措置実施率

- ・転倒防止措置ありの場合は、ない場合の転倒率の0.23倍となる。
- ・評価対象地域(仙台市を代表値とする)と阪神・淡路大震災当時の阪神地区の家具転倒防止実施率との比を用いて下の補正係数を用いる。

$$\text{補正係数} = \{(100 - 21.4) + 0.23 \times 21.4\} / \{(100 - 5) + 0.23 \times 5\}$$

阪神・淡路大震災時の阪神地区の転倒防止実施率	5%
仙台市民の転倒防止実施率	21.4%

北浦ほかの研究(1996)、廣井らの研究、仙台市消防局調査(2001)による

家具を支える等の行動による回避率

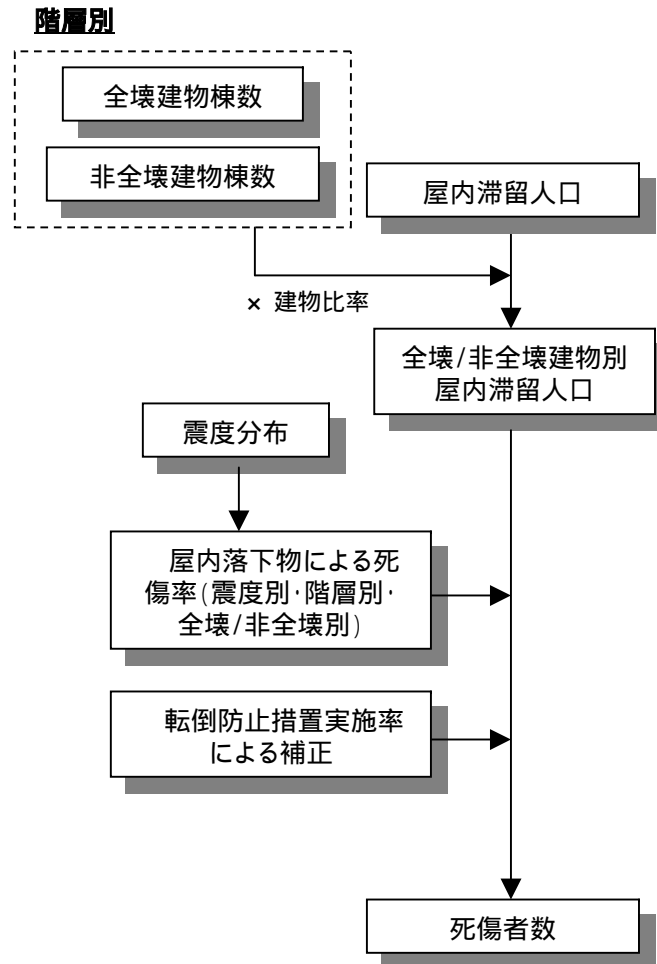
- ・起きている人の11%が家具を支える等の行動により被災を回避する。

起きている人の割合(時間帯別)

5時	8時	12時	18時
6%	88%	94%	98%

「データブック 国民生活時間調査1995」NHK による

屋内落下物による死傷者



全壊建物からの死者数がゼロの場合は全壊以外の建物からの死者数はゼロとする

死傷率

・ 阪神・淡路大震災時の実態に基づいて死傷率を設定。

全壊の場合

震度区分	死亡率		負傷率 (重傷率)
	1、2階建物	3階以上建物	
震度7	0.024%	0.0047%	0.620%(0.0682%)
震度6強	0.0059%	0.0012%	0.152%(0.0167%)
震度6弱	0.00023%	0.000051%	0.00601%(0.000661%)
震度5強	$9.0 \times 10^{-7}\%$	0	0.0000234%($2.57 \times 10^{-6}\%$)
震度5弱	0	0	0

全壊以外の場合

震度区分	死亡率		負傷率 (重傷率)
	1、2階建物	3階以上建物	
震度7	0.0011%	0.00023%	0.0295%(0.00325%)
震度6強	0.0010%	0.00018%	0.0280%(0.00308%)
震度6弱	0.00065%	0.00011%	0.0174%(0.00191%)
震度5強	0.00036%	0.000058%	0.00958%(0.00105%)
震度5弱	0.00021%	0.000035%	0.00559%(0.000615%)

(出典)「地震発生時における人命危険要因の解明と対策」火災予防審議会・東京消防庁(H11)

家具の転倒防止措置実施率

- ・ 転倒防止措置ありの場合は、ない場合の転倒率の0.23倍となる。
- ・ 評価対象地域(仙台市を代表値とする)と阪神・淡路大震災当時の阪神地区の家具転倒防止実施率との比を用いて下の補正係数を用いる。

$$\text{補正係数} = \{ (100 - 21.4) + 0.23 * 21.4 \} / \{ (100 - 5) + 0.23 * 5 \}$$

阪神・淡路大震災時の阪神地区の転倒防止実施率	5%
仙台市民の転倒防止実施率	21.4%

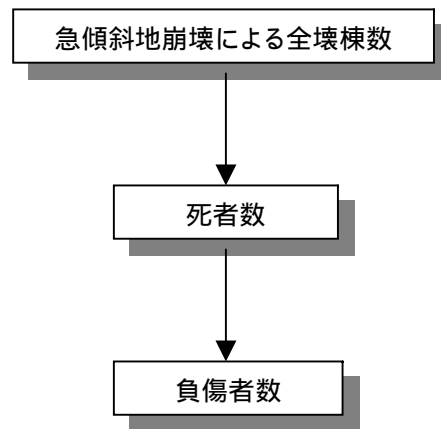
北浦ほかの研究(1996)、廣井らの研究、仙台市消防局調査(2001)による

(3)急傾斜地崩壊による被害

- ・ 計算は市区町村単位で行う。
- ・ 死者の発生要因は、家屋の崖崩れによる全壊とする。
- ・ 地震発生時刻による物内の滞留人口の差異を考慮する。
- ・ 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、以下の式で死傷者数を算出する。

死者数 = $0.098 \times$ 崖崩れによる全壊棟数

負傷者数 = $1.25 \times$ 死者数 (うち半数が重傷者)



(4)津波による被害

- ・ 50mメッシュ単位で計算を行う。
- ・ 津波影響人口(被災可能性のある地域内の滞留人口)をもとに、津波からの逃げ遅れによる死者数を算出する。
- ・ 普通地震と津波地震の2つのケースを想定し、さらに、住民の避難意識が高い場合と低い場合を想定する。

死者の概算式

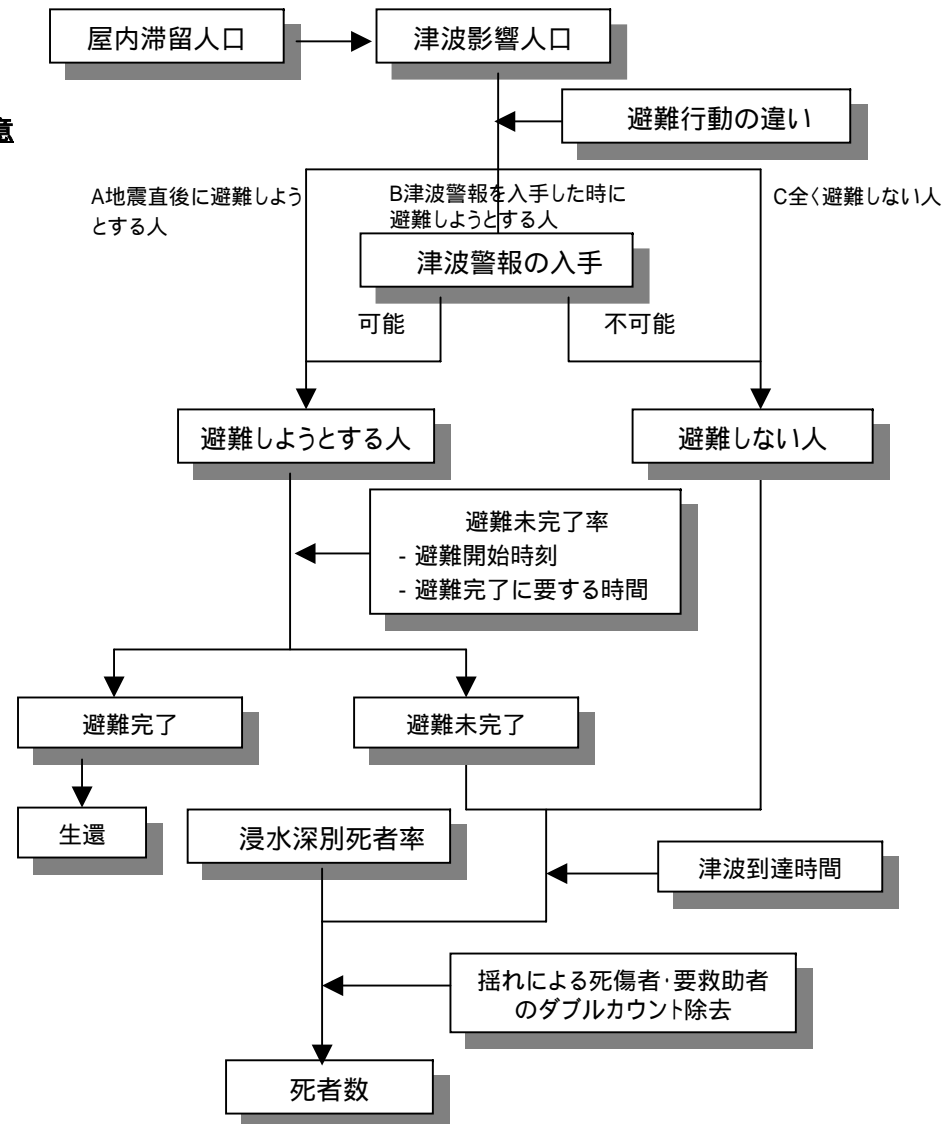
< 避難しない人 >

死者数 = 津波影響人口 × 浸水深別死者率

< 避難しようとする人 >

死者数 = 津波影響人口 × 避難未完了率 () × 浸水深別死者率

避難未完了率については、p25を参照。



避難行動の違い

- 津波影響人口を避難意識の高さで以下のように分類する。
 - 地震直後に避難しようとする人
 - 避難意識が低い場合(1983年日本海中部地震と同等のケース)の想定では20%、避難意識が高い場合(1993年北海道南西沖地震と同等のケース)の想定では70%とする。
 - 津波警報を入手した時に避難しようとする人
 - 何があっても避難行動をとらない人
 - 揺れで早期避難しない人は、避難意識が低い場合の想定では80%、避難意識が高い場合の想定では30%であるが、そのうち、津波情報を出された場合でも逃げない人(逃げられない人)を全く避難しない人とする。
- ここで、十勝沖地震・紀伊半島南東沖地震で、避難しなかった人に対してその理由を聞いたアンケート調査(下記)から、津波警報が出された場合でも逃げない人(逃げられない人)の、地震直後に避難しようとしなかった人に対する割合を下記()のように仮定。
- しかし、意識が高まれば、この割合は6%程度()のみになると仮定。

・2003年9月26日十勝沖地震の場合

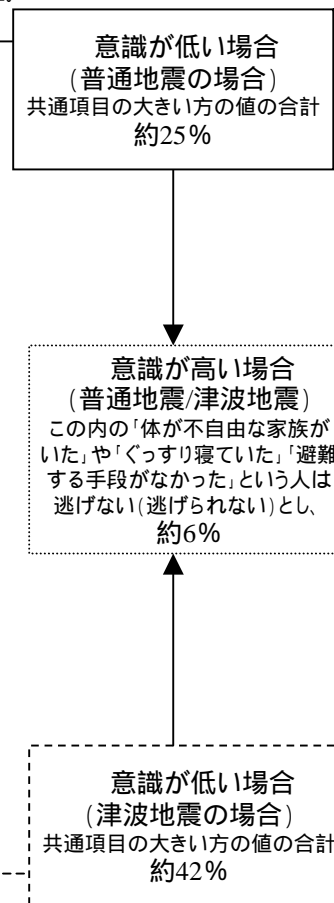
その時いた場所が危険とは思わなかった	59.6%
市や町から避難の呼びかけがなかった	7.4%
海の水が大きく引くなどの前兆がなかった	17.2%
防波堤や防潮堤を超えるような大きな津波は来ないと思った	21.4%
大津波警報ではなく津波警報だったので	9.6%
津波の高さが2m程度と言われたので危険とは思わなかった	13.3%
釧路などで来襲した津波の高さが1m程度という放送を聞いた	20.0%
体が不自由な家族がいて、避難できなかった	4.2%
ぐっすり寝ていたから	0.2%
車など避難する手段がなかった	1.5%
迷っているうちに避難し損ねた	7.1%
津波のことは考えつかなかった	0.2%
その他・無回答	20.7%

(出典)平成15年十勝沖地震時に関する緊急調査(津波被害に対する避難行動調査グループ、2004)

・2004年9月5日紀伊半島沖地震の場合

その時いた場所が危険とは思わなかった	52.9%
市町村から避難の呼びかけがなかった	31.8%
海の水が大きく引くなどの前兆がなかった	6.7%
防波堤や防潮堤を超えるような大きな津波は来ないと思ったので	25.0%
大津波警報ではなく津波警報だったので	5.0%
津波警報ではなく津波注意報だったので	13.7%
予想される津波の高さが50cmとか1m程度と放送していたので、危険とは思わなかった	36.8%
テレビが放送していた港や海の様子を見て危険とは思わなかった	16.6%
体が不自由な家族がいて、避難できなかった	1.2%
ぐっすり寝ていたから	4.7%
車など避難する手段がなかった	0.5%
迷っているうちに避難し損ねた	1.9%
津波のことは考えつかなかった	6.8%
その他・無回答	6.6%

(出典)4県(三重県・和歌山県・徳島県・高知県)共同地震・津波県民意識調査報告書(東京経済大学、2005)



避難行動の違い(続き)

- 前頁より、地震のタイプと住民の避難意識の高さの違い4ケースについて、下記のように3パターンの避難行動の割合を設定する。

		普通の地震の場合		津波地震の場合	
		低い場合 (1983年日本海中部 地震時程度)	高い場合 (1993年北海道南西 沖地震時程度)	低い場合	高い場合
避難しようとする人	A地震直後に避難しようとする人	20%	70%	5%	15%
	B津波警報入手した時に避難しようとする人	60%	28%	55%	80%
C全く避難しない人		20% ()	2%	40%	5%

()例えば、地震直後に避難しようとしなかった人は100-20=80%で、そのうち25%程度が全く避難しない人なので80×0.25=20%、となる。残りの100-20-20=60%は、津波警報を入手した時に避難しようとする人とする。

津波警報の入手可否

- 過去の事例から、津波警報または注意報を入手できる人の割合を80%、入手できない人の割合を20%とする。

(参考)津波警報を聞いた人の割合 その他・無回答等を除く

	1983年日本海 中部地震	2003年 十勝沖地震	2003年紀伊半 島南東沖地震
聞いた人	87.8%	87.9%	80.8%
聞かなかった人	12.2%	12.1%	19.2%

(出典)昭和58年日本海中部地震調査報告書(消防庁1983)

4県(三重県・和歌山県・徳島県・高知県)共同地震・津波県民意識調査報告書(東京経済大学2004)
2003年十勝地震時における津波危険区住民の避難行動実態(東京経済大学2004)



- より、避難意識と津波警報の入手可否を組み合わせ、地震のタイプと住民の避難意識の高さの違い以下の4ケースについて、それぞれ4パターンの避難行動の割合を設定し、これをもとに津波影響人口を分類する。

		普通の地震の場合		津波地震の場合	
		低い場合 (1983年日本海中部 地震時程度)	高い場合 (1993年北海道南西 沖地震時程度)	低い場合	高い場合
避難しようとする人	A地震直後に避難しようとする人	20%	70%	5%	15%
	B津波警報入手した時に避難しようとする人	48%	28%	44%	80%
避難しない人	B津波警報を入手できない人	12% ()	0%	11%	0%
	全く避難しない人	20%	2%	40%	5%

()例えば、津波警報を聞いて避難する人は全体の60%であるが、そのうち20%程度が津波警報を入手できないと考え、60×0.20=12より全体の12%となる。この人を避難しない人に含めて考える。

避難未完了率

避難開始時刻

- 、 の分類に基づき、避難する人は、普通の地震の場合は5分後(a・b・c・d)、津波地震の場合は15分後(e・f)に避難開始とする。

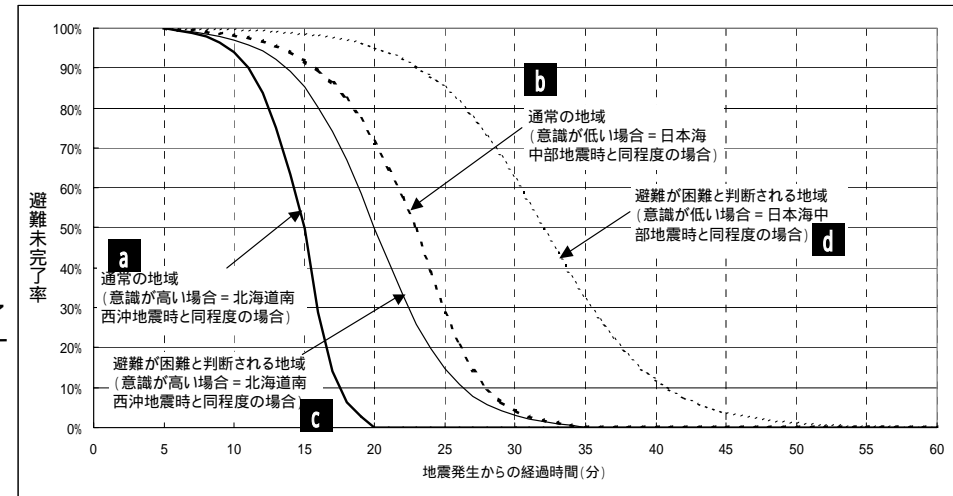
避難完了に要する時間

- 通常の地域では、避難開始後15分で該当メッシュ内の全員が避難完了(a・e)とするが、意識が低い場合は該当メッシュ内全員の避難が完了する時間も長くなると考え、避難開始後30分で避難完了(b・f)とする。
- 地震動が強いところ(震度6弱以上)は、瓦礫の散乱等により避難困難なことが予想されるため、避難に要する時間が長くなると考える(倍程度になるとする)(c・d)。
- また冬季は、地域によっては路面凍結の影響により、避難に要する時間が長くなると考える(意識の高い場合は倍程度になるとする)。(冬季の路面凍結が考えられる地域は、a・b b、c・d d、e・f f)

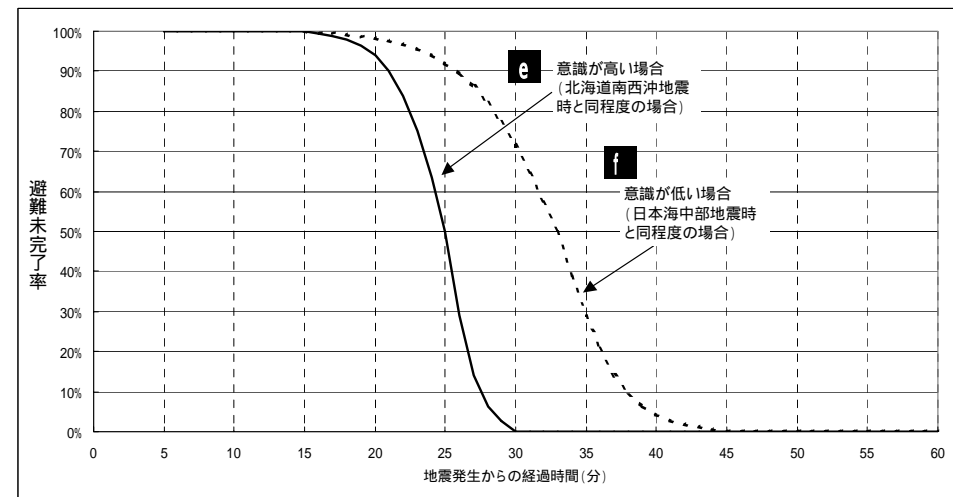


- 以上より、避難開始時刻の違いと避難所要時間の違いを考慮した、地震発生からの経過時間ごとの各メッシュにおける避難未完了率を、普通地震の場合と津波地震の場合それぞれについて、右のように設定する。

普通地震の場合の避難未完了率



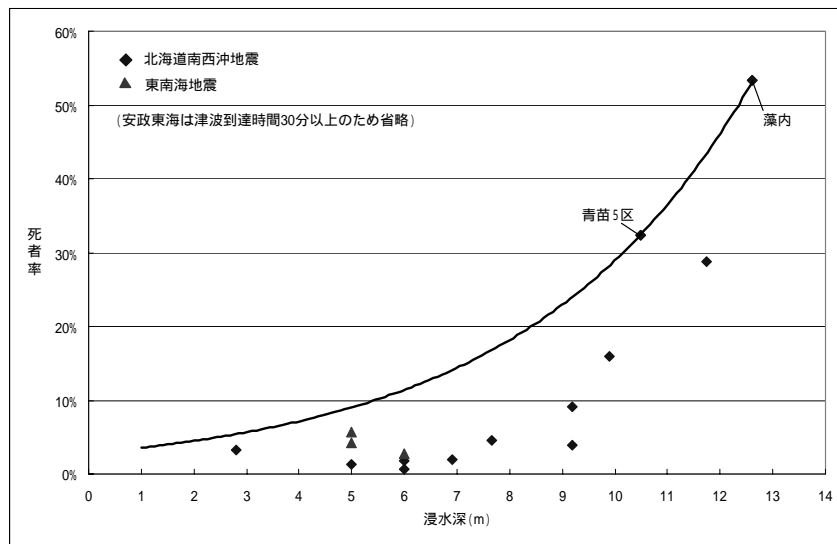
津波地震の場合の避難未完了率



浸水深別死者率

- ・ 1993年北海道南西沖地震の奥尻町の集落別死者率と津波高さとの関係をもとに下記の死者率カーブを下記のように設定。
- ・ ある地点における津波到達時間()での避難未完了率より求められる避難未完了の人、および避難しない人に対しては、その場所における最大浸水深から決まる死者率をかけ、死者数を算出。

()浸水深30cmの波が到達した時点(膝下が水に使って動けなくなるという仮定)



< ケーススタディ: 海水浴場での被害 >

- ・ 今回の対象地域内の海水浴場で、下記の2つのシーンが考えられるところをピックアップしてケーススタディを行う。
- ・ 海水浴場利用客ピーク時を想定する(自治体ヒアリング等により設定)
- ・ 地震動は三陸沖北部の地震または明治三陸地震を想定。

：津波到達時間が長い海水浴場

－ 例：茨城県大洗町等

：津波到達時間が短い海水浴場

－ 例：岩手県陸前高田市等

< ケーススタディ: 釣り場での被害 >

- ・ 今回の対象地域内の海水浴場をピックアップしてケーススタディを行う。
- ・ 釣り客ピーク時を想定する(自治体ヒアリング等により設定)
- ・ 地震動は三陸沖北部の地震または明治三陸地震を想定。

(5)火災による被害

- ・死者の発生要因として、以下の3種類のシナリオを想定。

シーン	死者発生シナリオ	備考
出火直後	炎上出火家屋からの逃げ遅れ	突然の出火により逃げ遅れた人(揺れによる建物倒壊を伴わない)
	倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者(生き埋め等)	揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に火出し、逃げられない人
延焼中	延焼拡大時の逃げ惑い	揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に延焼が及び、逃げられない人
		建物内には閉じ込められていないが、避難にとまどっている間に延焼が拡大し、巻き込まれて焼死した人

炎上出火家屋からの逃げ遅れによる死傷者

- ・死者数 = $0.078 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時屋内滞留人口} / \text{AM5時屋内滞留人口})$
- ・重傷者数 = $0.238 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時屋内滞留人口} / \text{AM5時屋内滞留人口})$
- ・軽傷者数 = $0.596 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時屋内滞留人口} / \text{AM5時屋内滞留人口})$
平常時火災による死者数から算定(H9東京都被害想定)

倒壊後に焼失した家屋内の死者

- ・死者数 = (生存救出率 0.387) × 全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人
- ・全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人()
= $0.28 \times \text{全壊かつ焼失家屋内における自力脱出困難者}$
救出困難者数の算定は、阪神・淡路大震災時の実態に基づく推計式による(H9東京都)

<参考> 消防団による救出状況

	1/17	1/18	1/19	1/20	1/21~2/10	合計
救助人員	604	452	408	238	190	1,892
生存者	486	129	89	14	15	733
死亡者	118	323	319	224	175	1,159
生存救出者率	80.5%	28.5%	21.8%	5.9%	7.9%	38.7%

(出典)阪神・淡路大震災 - 神戸市の記録 1995年 - (平成8年1月 神戸市)

延焼中の逃げまどい

<死者>

- ・延焼拡大時の死者数を、過去の大火被害における焼失棟数と死者数のデータを用いて導いた関係式(H9東京都)により算定。

$$(\text{延焼火災による死者数}) = \{0.8423 \times (\text{単位時間当たりの焼失棟数}) - 158.96\} \times (\text{発災時屋内滞留人口}) / (\text{AM5時屋内滞留人口})$$

ただし、単位時間当たりの焼失棟数 < 192.7 のとき

$$(\text{延焼火災による死者数}) = (0.0173 \times \text{単位時間当たりの焼失棟数}) \times (\text{発災時屋内滞留人口}) / (\text{AM5時屋内滞留人口})$$

<負傷者>

- ・延焼拡大時の負傷者を、過去の大火被害における焼失棟数と負傷者数のデータを用いて導いた関係式(H9東京都)により算定。

$$(\text{延焼火災による重傷者数}) = \{0.053 \times (0.5206 \times (\text{焼失棟数}) - 253.37)\} \times (\text{発災時屋内滞留人口}) / (\text{AM5時屋内滞留人口})$$

$$(\text{延焼火災による軽傷者数}) = \{0.137 \times (0.5206 \times (\text{焼失棟数}) - 253.37)\} \times (\text{発災時屋内滞留人口}) / (\text{AM5時屋内滞留人口})$$

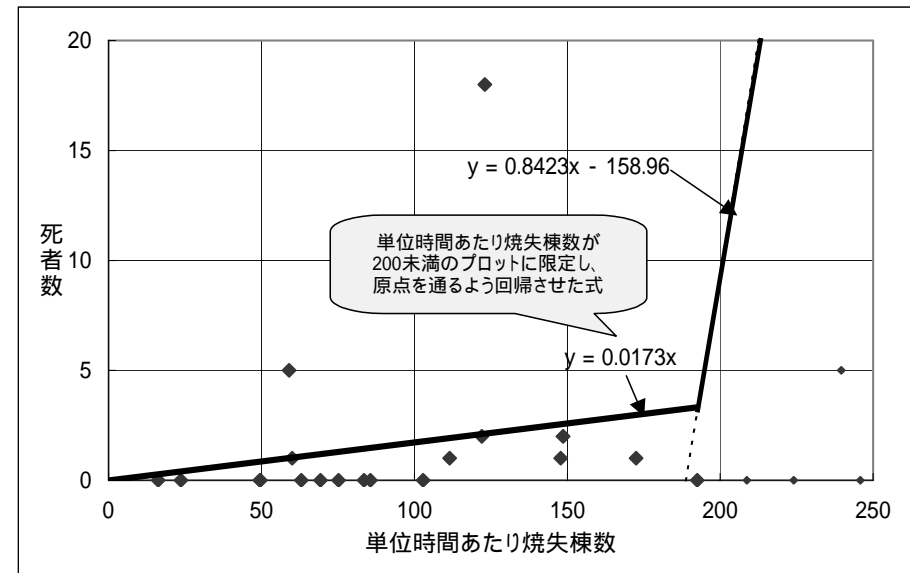
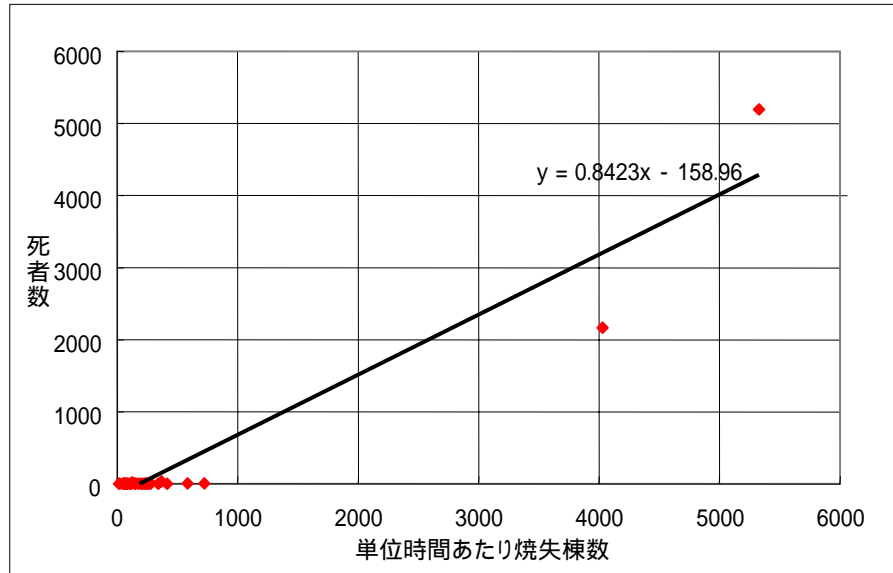
ただし、焼失棟数 < 650 のとき

$$(\text{延焼火災による重傷者数}) = \{0.053 \times (0.1308 \times \text{焼失棟数})\} \times (\text{発災時屋内滞留人口}) / (\text{AM5時屋内滞留人口})$$

$$(\text{延焼火災による軽傷者数}) = \{0.137 \times (0.1308 \times \text{焼失棟数})\} \times (\text{発災時屋内滞留人口}) / (\text{AM5時屋内滞留人口})$$

(注) 炎上家屋内における死傷者及び延焼家屋内における死傷者数から揺れによる死傷者数とのダブルカウントの除去を行う。

<参考> 単位時間あたり焼失棟数と死者数の関係



過去の大火災時の単位時間当り焼失棟数と死者に関する実績値より作成 (H9東京都被害想定をもとに加工)

(6) 屋外での被害

ブロック塀等の倒壊

- ・建物あたりのブロック塀・石塀等の存在割合から、ブロック塀・石塀等の分布数を求める(2002年仙台市被害想定)。
- ・算定に用いる被害率は、1978年宮城県沖地震時の被害実態データをもとに仙台市防災会議が設定したものを採用。

自動販売機の転倒

- ・人口あたりの自動販売機の存在割合から、屋外の自動販売機分布数を求める(2005年仙台市消防局調査より)。
- ・算定に用いる被害率は、1995年兵庫県南部地震時の被害実態データをもとに作成。
- ・自動販売機の転倒による死傷者については、ブロック塀等と同じ死傷者率とし、自動販売機とブロック塀の幅の平均長の比によって補正。

危険度ランク別分布割合

- ・2002年仙台市被害想定で用いられている、H9～12年度の仙台市での実態調査より、以下の割合を用いる。

危険度	ブロック塀	石塀
A(明らかに危険)	1.2%	0.4%
B(危険と判断できる)	3.8%	56.5%
C(危険と判定できず)	60.8%	43.1%

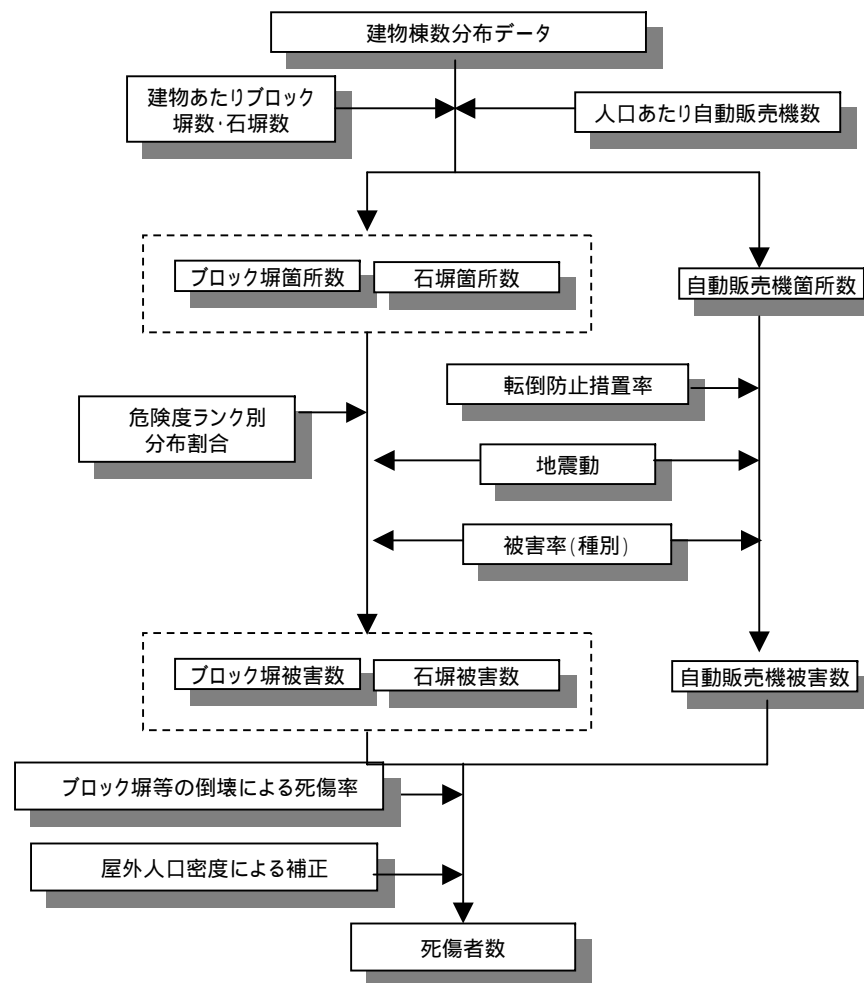
自動販売機の転倒防止措置率

- ・2005年仙台市消防局の実態調査より、JIS規格適合の台数と安全と判断された台数の和の割合56.2%を用いる。

ブロック塀等の倒壊による死傷率の設定

- ・1978年宮城県沖地震時の、ブロック塀等の被害件数と死傷者数との関係から以下の死傷者率を設定。

死者率	負傷者率	重傷者率
0.116%	4%	1.56%



屋外人口密度による補正

- ・死傷者率は、1978年宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度(1689.16人/km²)を前提とした値であるため、各地域の屋外人口密度に応じて補正。

$$\text{屋外人口密度補正係数} = (\text{各地域の屋外人口密度}) / 1689.16$$

屋外落下物の発生

- 全壊建物及びその他の建物のうち3階建て以上で落下危険性のある落下物を保有する建物棟数比率から、震度5弱以上の地区において落下が想定される建物数を算定する。

落下危険性のある落下物を保有する建物棟数比率

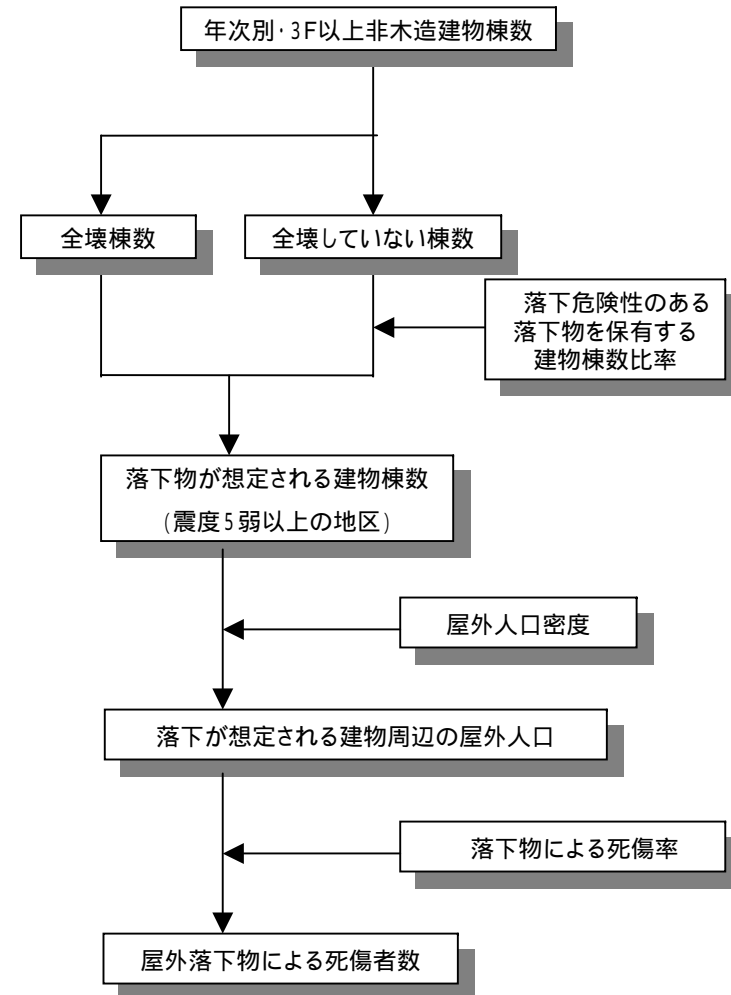
建築年代	飛散物(窓ガラス・壁面等)	非飛散物(吊り看板等)
～S45年	30%	17%
S46～55年	6%	8%
S56年～	0%	3%

(出典)東京都被害想定(平成9年)より

落下物による死傷率の設定

- 1978年宮城県沖地震時の落下物による被害事例に基づき、静岡県第3次被害想定(2001)において設定されている、窓ガラスの落下による以下の死傷率を用いる。

死者率	負傷者率	重傷者率
0.0046%	0.34%	0.0036%

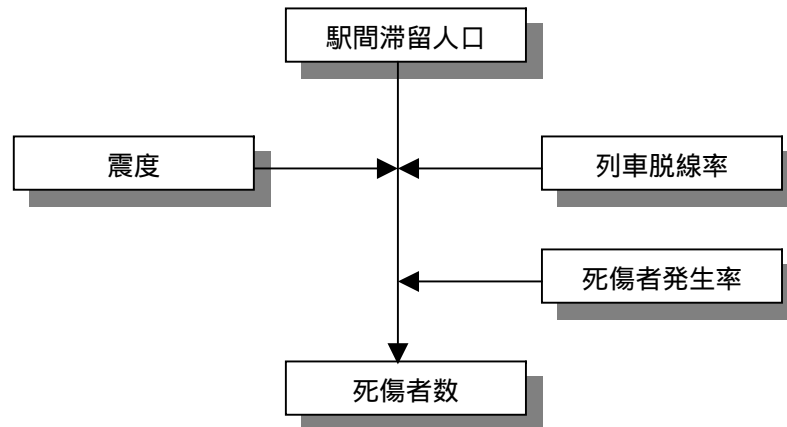


(7)交通での被害

電車脱線による被害

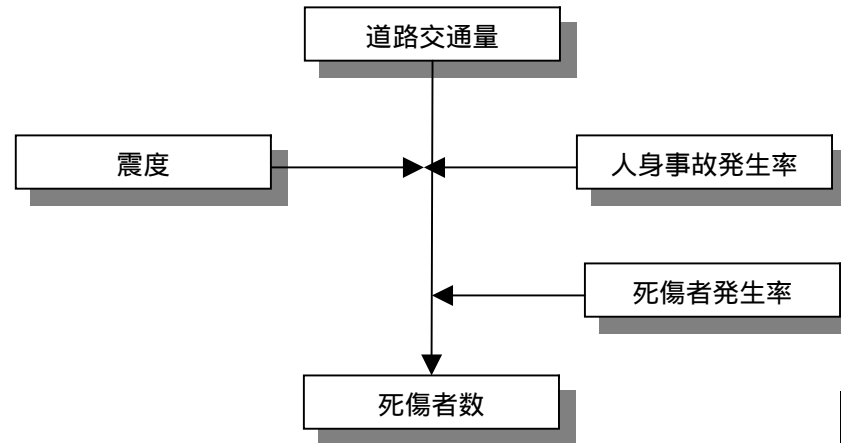
・ 駅間滞留人口に阪神・淡路大震災時の脱線事故発生率及び過去の列車事故時の死傷者発生率を乗じて、死傷者数を算定する。

* 今回の対象地域はほとんど被害なし



ハンドル操作ミスによる事故

- 揺れによるドライバーのハンドル操作ミスに伴う交通事故での死傷者数を算定する。



(ハンドル操作ミスによる事故発生件数)
 $= 0.114\% \times (\text{震度}6\text{強以上エリア内走行自動車台数})$

(参考)人身事故発生率

- 江守一郎「新版 自動車事故工学」より、危険を感じた人のうち、傷害を起こす人の割合は0.114%と設定。
- ドライバーが危険を感じる条件として、震度6強以上と仮定。

(死傷者数)

$= (\text{平常時の事故当り死傷者数}) \times (\text{ハンドル操作ミスによる事故発生件数})$

死者数 = 0.34(人/件) × ハンドル操作ミスによる事故発生件数

負傷者数 = 18.47(人/件) × ハンドル操作ミスによる事故発生件数

重傷者数 = 1.24(人/件) × ハンドル操作ミスによる事故発生件数

(参考)死傷者発生率

- 比較的厳しい状況を仮定し、平常時の高速道路における重傷者以上の事故1件当りの死傷者数を算定。

西暦年	重傷者が発生した 事故件数	死者		負傷者			
		人数	率	人数	率	重傷者数	軽傷者数
1994	1,067	402	0.38	18,319	17.17	1,366	16,953
1995	1,101	416	0.38	17,715	16.09	1,404	16,311
1996	1,091	413	0.38	18,256	16.73	1,371	16,885
1997	1,033	397	0.38	18,471	17.88	1,278	17,193
1998	1,063	366	0.34	19,259	18.12	1,304	17,955
1999	1,155	323	0.28	21,079	18.25	1,423	19,656
2000	1,194	367	0.31	23,181	19.41	1,444	21,737
2001	1,165	389	0.33	23,888	20.50	1,428	22,460
2002	1,193	338	0.28	22,875	19.17	1,469	21,406
2003	1,077	351	0.33	22,661	21.04	1,378	21,283
合計	11,139	3,762	0.34	205,704	18.47	13,865	191,839

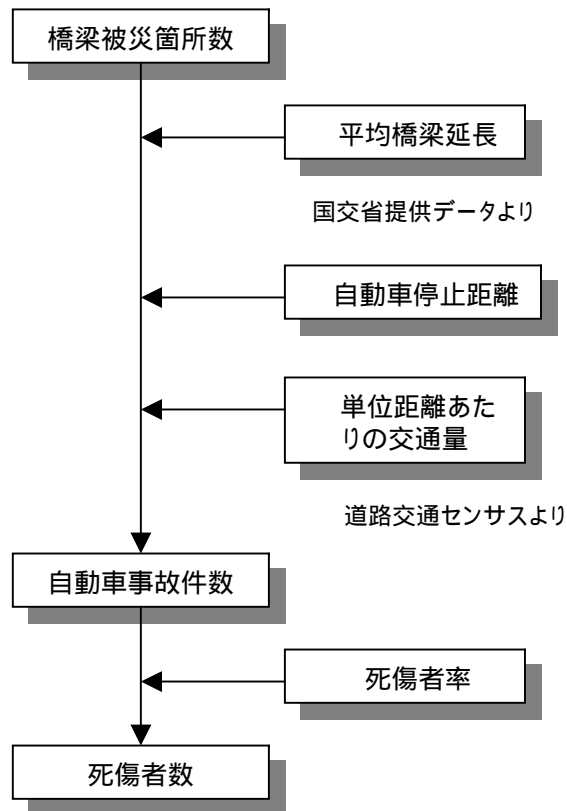
(出典)交通統計

落橋、桁折、大変形に伴う事故

- ・「4. 交通被害」で算定する橋梁被害箇所数に基づき、1箇所当りに生じる死傷者数を算定。

$$(\text{自動車事故件数}) = \text{被害箇所数} \times (\text{平均橋梁延長} + \text{自動車停止距離}) \times \text{単位距離あたりの交通量}$$

$$(\text{死傷者数}) = (\text{自動車事故件数}) \times (\text{事故1件当り死傷者率})$$

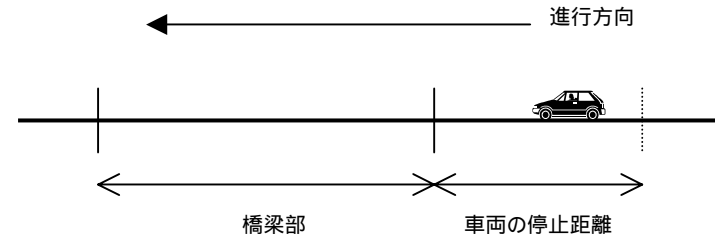


平均橋梁延長

- ・国土交通省道路局資料等をもとに、平均橋梁延長を集計。

自動車停止距離

- ・計算の対象とする車両については、地震発生時における橋梁上の車両だけでなく、その手前の停止距離分に位置するものも含めるものとする。
- ・停止距離は38m (全日本交通安全協会「交通の教則」における20km/h、40km/h、60km/h、80km/hの停止距離の平均値)とする。



単位距離あたりの交通量

[台/km]	5時	12時	18時
仙台市	31.8	81.1	90.7
仙台市以外	5.6	17.2	20.5

仙台市以外は宮城県(仙台市除く)の値を代表値として採用
 平均交通量(台/時) / 混雑時平均速度(km/時)により算出
 5時台: 夜間(19:00 ~ 7:00)の12時間交通量平均値
 12時台: 昼間(7:00 ~ 19:00)の12時間交通量平均値
 18時台: ピーク時と昼間平均の中間値

死傷者率

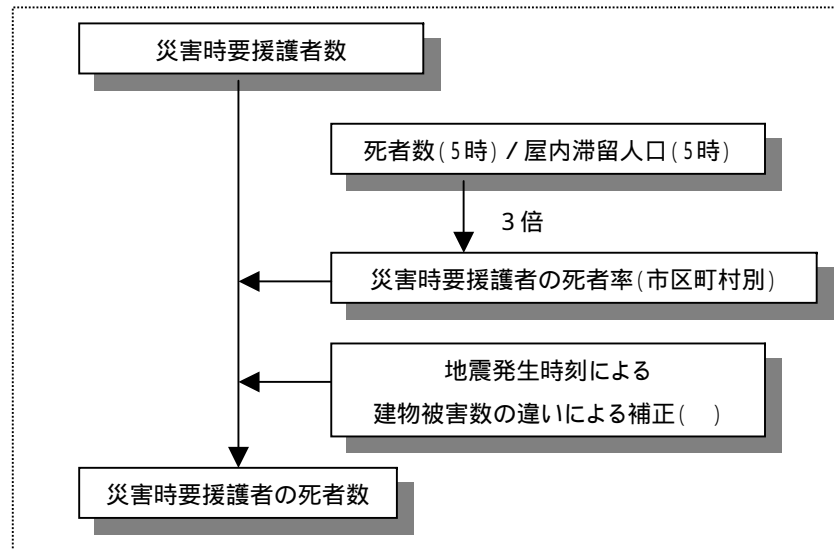
- ・阪神・淡路大震災時の道路被災による死傷者数の実態に基づき、死傷者率を以下のように設定。

$$(\text{死者率}) = 2.6\% \quad (\text{負傷者率}) = 14.2\% \quad (\text{重傷者率}) = 5.6\%$$

(出典)「大阪府地震被害想定調査」(H9 大阪府)より

2) 災害時要援護者

- ・ 死者数合計の内訳として、その中に含まれる災害時要援護者(高齢者、身体障害者、知的障害者、乳幼児)の死者数を算出。
- ・ 阪神・淡路大震災時の災害時要援護者の死者率は、平均死者率の約3倍(神戸市の平均死者率0.3%に対し災害時要援護者の死者率0.97%)。
- ・ なお、兵庫県の平均死者率0.1%を適用した場合、災害時要援護者の死者率がその約10倍程度となり、この値を用いると過大な予測値となる恐れがある。このため、今回は神戸市の平均死者率に対する倍率を採用。



地震発生時刻による補正

- ・ 災害時要援護者は、遠方へ外出することが少ないため、時間帯別の滞留人口の違いによる影響を受けにくいと考えられる。
- ・ ただし、時間帯によって火災による焼失棟数が異なるため、地震発生時刻による建物被害数の違いによる補正を行う(建物被害が増えるほど死者数も増えるものと仮定する)。

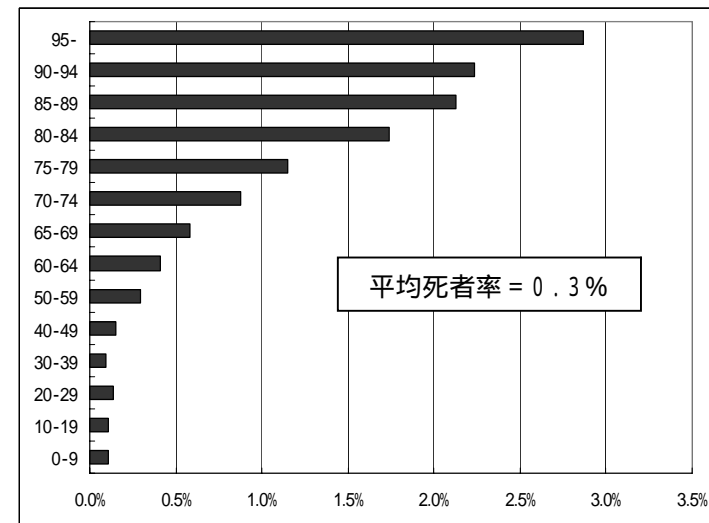
<参考1> 阪神・淡路台震災時における災害時要援護者の死者率
- 視覚障害者及び聴覚障害者について -

調査団体名	安否確認母数	死者数	死者率(*)	全半壊数
聴覚障害者現地救援対策本部	1,548	10	0.6%	142
兵庫県難聴者福祉協会	301	4	1.3%	87
視覚障害被災者支援対策本部	1,630	21	1.3%	300
日本オストミー協会兵庫県センター	333	2	0.6%	36
合計	3,812	37	0.97%	547

(*) 死者率 = (死者数) / (安否確認母数)

(出典) 『1995年阪神・淡路大震災調査報告 - 1』(廣井研究室)のうち、「阪神・淡路大震災と災害弱者対策」(田中・廣井)より

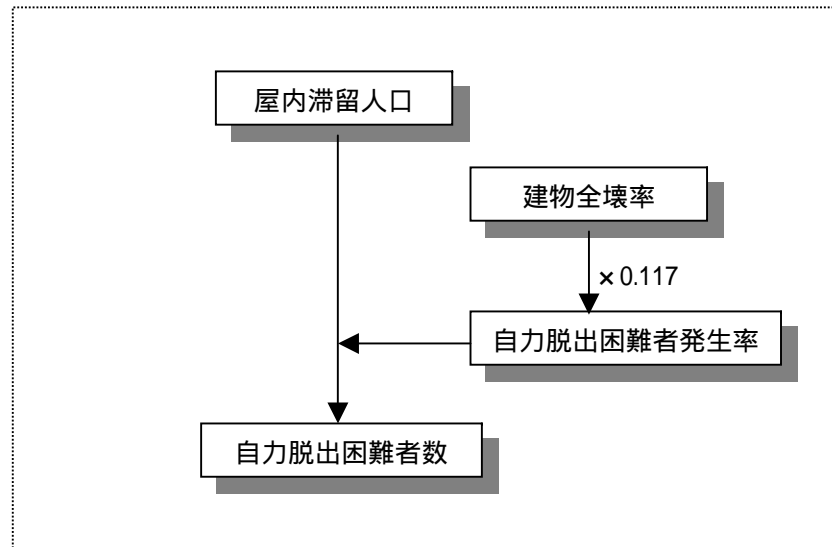
<参考2> 阪神・淡路大震災時における年齢別死者率(神戸市)



(出典) 「阪神・淡路大震災 - 神戸市の記録 1995年 - 」(神戸市)より作成

3) 自力脱出困難者

- ・ 自力脱出困難者数(自力脱出者を除く、家族、親戚、近所の人、消防団、警察等により救出された人の数)を、阪神・淡路大震災時の実態を用いて算出。
- ・ 要救助者数 = $0.117 \times \text{全壊率} \times \text{屋内滞留人口}$



4) 避難所生活者

- ・建物被害やライフライン被害に伴い、避難所生活または疎開を強いられる住居制約者数を算出。
- ・発災1日後、4日後、1ヶ月後を想定()。
- ・自宅が被災して避難する人と、自宅の建物自体には被害がないが断水により避難する人の2種類を想定。
- ・今回は、自宅が津波によって浸水被害を受ける人も避難所生活者の対象とする()。
- ・断水時の避難率として、室崎ら(1996)による神戸市内震度7地域の住民へのアンケート調査による、以下の翌日避難する人の割合を用いる。
全壊住宅:100%・半壊住宅:50.3%・軽微または被害なし住宅:36.2%
- ・また、同アンケートによると、避難所へ避難する人と避難所以外へ避難または疎開する人の比率は、およそ65:35()
- ・阪神・淡路大震災以降の都市住民の意識調査(1995)によると、断水が続いた場合、発災4日後で約91%の東京都民が「限界である」と回答。

1日後の場合

$$\text{避難人口} = (\text{全壊・焼失人口}) + 0.503 \times (\text{半壊・津波による浸水人口}) + 0.362 \times (\text{断水率}) \times (\text{被害なし人口})$$

4日後、1ヶ月後の場合

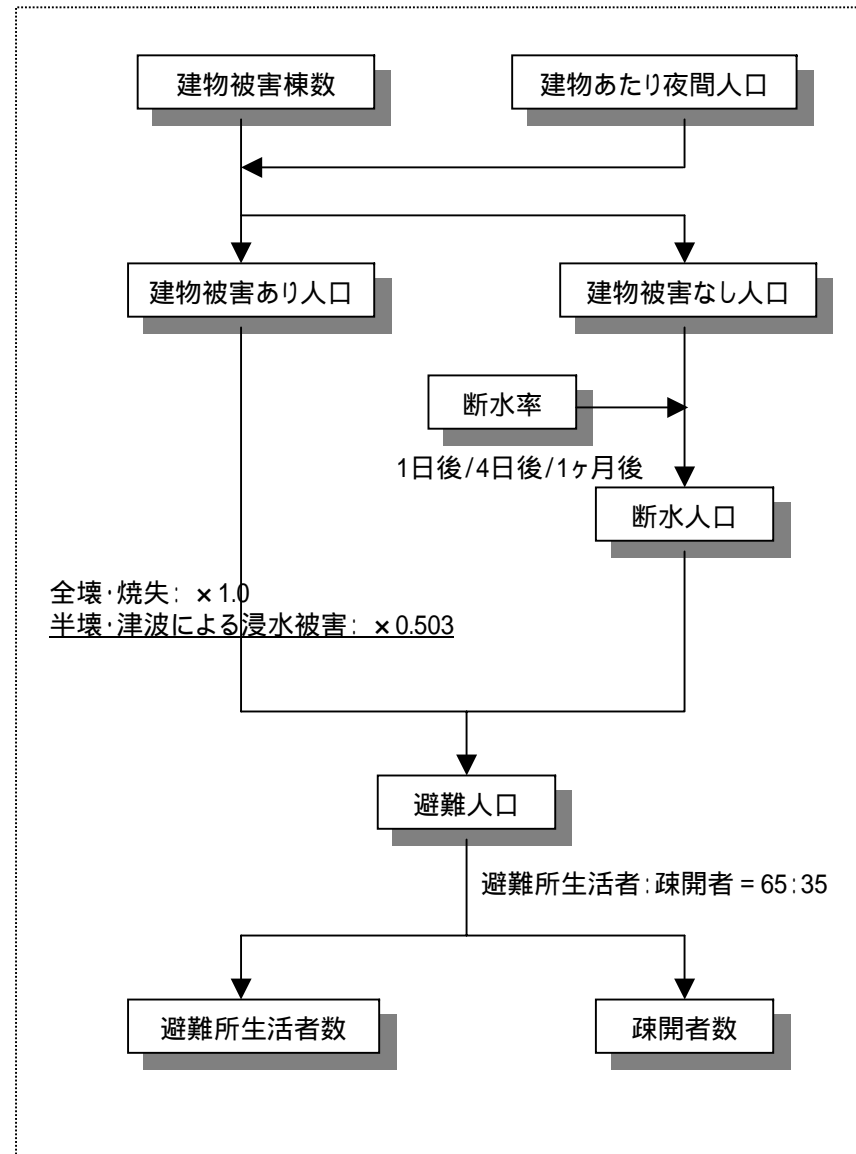
$$\text{避難人口} = (\text{全壊・焼失人口}) + 0.503 \times (\text{半壊・津波による浸水人口}) + 0.362 \times (\text{断水率}) \times (\text{被害なし人口}) + 0.91 \times (1 - 0.362) \times (\text{断水率}) \times (\text{被害なし人口})$$

避難所生活者数、疎開者数

$$\text{避難所生活者数} = (\text{避難人口}) \times 0.65$$

$$\text{疎開者数} = (\text{避難人口}) \times 0.35$$

() p11「津波による建物被害」で、浸水深50cm以上の場合は、浸水被害とし、建物半壊被害と同程度の避難率とする。



3. ライフライン被害

1) 電力

- ・ 阪神・淡路大震災の実態に基づき、全壊棟数1棟あたり停電世帯の比率を用いて、各市町村の停電軒数を算出
停電軒数 停電世帯数 = 全壊棟数1棟に対する停電世帯数の比率 × 全壊棟数
- ・ 復旧の推移については、2004年新潟県中越地震において、95%復旧日数が概ね5日後であり、阪神・淡路大震災の6日後よりやや短期間での復旧となっている。そのため、本被害想定においても概ね5日間で95%復旧するものと定める。

2) 通信(固定電話回線)

- ・ 阪神・淡路大震災の実態に基づき、全壊棟数1棟あたり不通回線数の比率を用いて、各市町村の不通回線数を算出
不通回線数 = 全壊棟数1棟に対する不通回線数の比率 × 全壊棟数
- ・ 復旧の推移については、2004年新潟県中越地震において、避難指示が出た山古志村を除いて合計で3250回線が不通となったが、3日後に完全復旧した。これは、阪神・淡路大震災の約14日(95%復旧)よりも短期間での復旧となっている。そのため、本被害想定において、概ね3日間で95%復旧するものと定める。

3) ガス(都市ガス・LPG)

- ・ 阪神・淡路大震災の実態に基づき、全壊棟数1棟あたり供給停止世帯の比率を用いて、各市町村の供給停止軒数を算出
供給停止軒数 供給停止戸数 = 全壊棟数1棟に対する供給停止戸数の比率 × 全壊棟数
- ・ 都市ガスの復旧の推移については、2004年新潟県中越地震において、80%復旧日数が概ね20日後であり、阪神・淡路大震災の85日後より短期間での復旧となっている。そのため、本被害想定においても概ね20日間で80%復旧するものと定める。
- ・ LPGの復旧の推移については、2004年新潟県中越地震において、80%復旧日数が概ね14日後であり、阪神・淡路大震災では11日後であった。ただし、新潟県中越地震では強い余震が続き、再点検・再々点検を繰り返したために復旧が遅れたことから、本被害想定においては概ね11日間で80%復旧するものと定める。

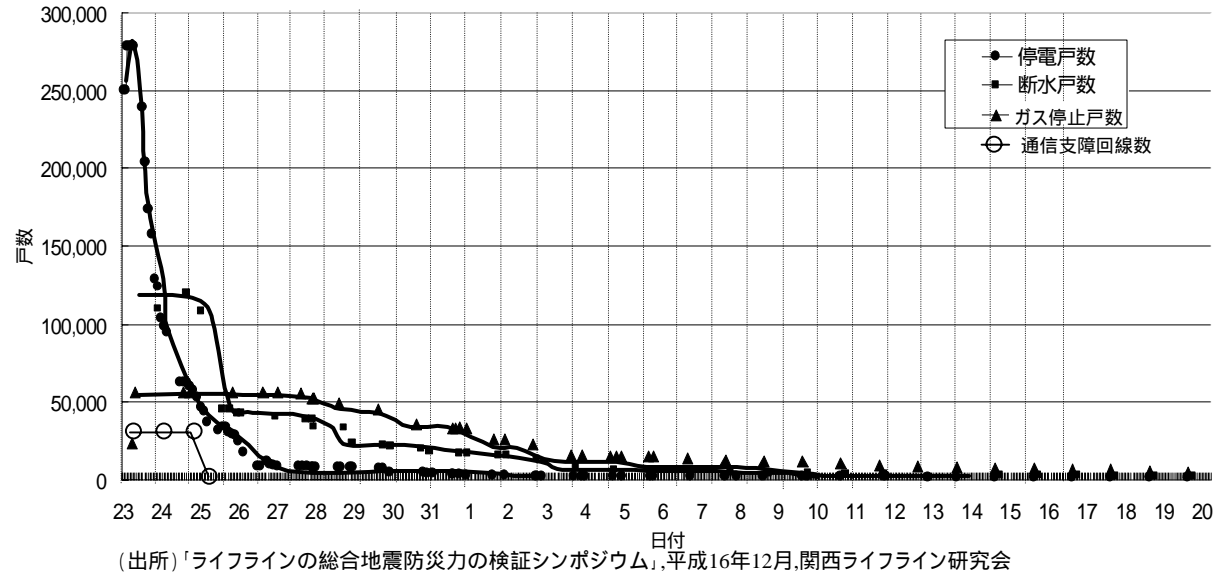
4) 上水道

- ・ 阪神・淡路大震災の実態に基づき、全壊棟数1棟あたり断水世帯の比率を用いて、各市町村の供給停止軒数を算出
供給停止軒数 断水世帯数 = 全壊棟数1棟に対する断水世帯数の比率 × 全壊棟数
- ・ 復旧の推移については、2004年新潟県中越地震において、95%復旧日数が概ね12日後であり、阪神・淡路大震災の42日後より短期間での復旧となっている。そのため、本被害想定においても概ね12日間で95%復旧するものと定める。

<参考> 新潟県中越地震におけるライフラインの復旧過程

阪神・淡路大震災時と新潟県中越地震時の
ライフラインの復旧日数

	阪神・淡路 大震災	新潟県中越 地震
電力(95%復旧)	6日	5日
通信(95%復旧)	14日	3日
ガス(80%復旧)	85日	20日
上水道(95%復旧)	42日	12日



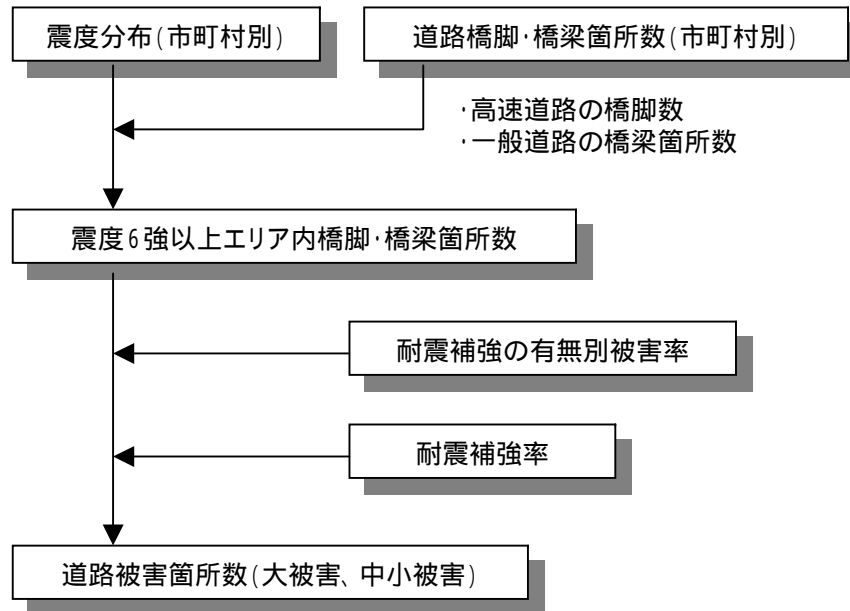
4. 交通被害

1) 道路施設被害

- ・ 高速道路及び一般道路における橋梁・高架橋箇所を代表的な被害発生の対象とし、落橋・倒壊を大被害(機能支障あり)、亀裂・損傷を中小被害(機能支障なし)とする。
- ・ 震度6強以上エリア内の橋脚・橋梁数を、以下によって求める。

$$\text{橋脚[橋梁]数(市町村別)} \times \text{市町村内の震度6強以上のエリア比率}$$
- ・ 耐震補強の有無別被害率は、阪神・淡路大震災時における準拠基準年次別の被災度から推定。(新基準に準拠する橋脚は耐震性ありとする)

$$\text{橋脚[橋梁]被害箇所数} = \text{橋脚[橋梁]数} \times \text{旧基準被害率} \times (1 - \text{新基準に該当する橋脚の割合}) + \text{新基準被害率} \times \text{新基準に該当する橋脚の割合}$$



道路橋脚被害率

	大被害 (機能支障あり)	中小被害 (機能支障なし)
旧基準に準拠(耐震性低)	8.2%	33.9%
新基準に準拠(耐震性高)	0.0%	16.3%

(出典)兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書(平成7年)をもとに作成

旧基準:昭和55年よりも前の基準に準拠しているもの

新基準:昭和55年以降の基準に準拠しているもの

耐震補強済みの道路については、新基準に準拠するものとする

大被害:崩壊、倒壊、変形の大きな亀裂・座屈・鉄筋破断などの損傷

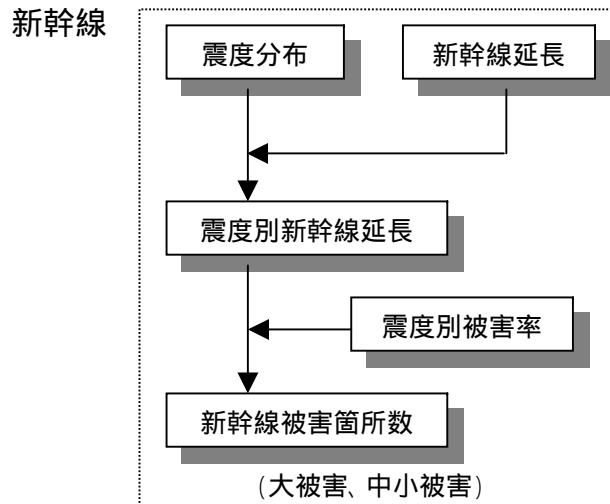
通行可能とする修復に長期間を要し、短期的には救助活動や緊急物資の輸送路としての機能等を回復できない程度の損傷

中小被害:部分的または局所的な亀裂・座屈、鉄筋の一部破断、コンクリートの剥離などの損傷

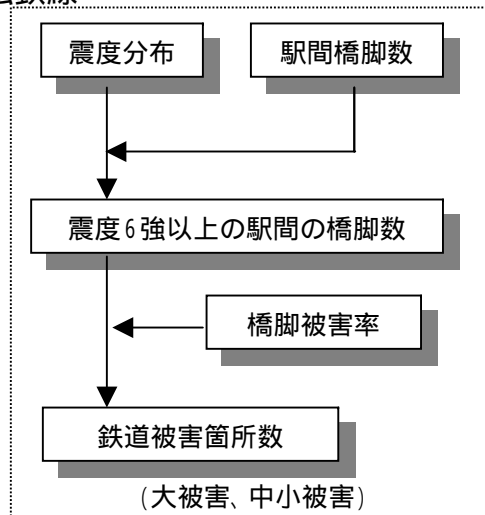
限定的な損傷であり、修復をすることなく、または応急修復程度で救助活動や緊急物資の輸送路としての機能を回復できる程度の損傷

2) 鉄道施設被害

- 高架橋、橋梁を代表的な被害発生の対象とし、落橋・倒壊を大被害（機能支障あり）、亀裂・損傷を中小被害（機能支障なし）とする。



在来線・私鉄線



新幹線

- 震度別（7 / 6強）の鉄道延長と、阪神・淡路大震災時の延長あたり落橋・倒壊率から大被害の箇所数を算出。
- 中小被害（損傷・亀裂）の箇所数は、阪神・淡路大震災時の大被害と中小被害の割合がおよそ1:9であることから、大被害箇所数の約9倍とする
- 耐震強化後の橋脚については、落橋・倒壊が発生しないものとし、全て損傷・亀裂程度に抑えられるものとする

橋脚1本に対する被害の割合[箇所/本]

	震度	耐震強化前	耐震強化後
大被害(落橋・倒壊)の発生率[箇所/km]	7	5.71	0
	6強	2.67	0
中小被害(損傷・亀裂)の発生率[箇所/km]	7	51.4	57.1
	6強	24.0	26.7

(出典)東京都被害想定(平成9年)をもとに集計

在来線・私鉄線

- 駅間の最大震度が6強以上となる区間延長と、阪神・淡路大震災時の実態から、大被害(落橋・倒壊)箇所数、中小被害(亀裂・損傷)箇所数を算出
- 耐震強化後の橋脚については、落橋・倒壊が発生しないものとし、全て損傷・亀裂程度に抑えられるものとする

橋脚1本に対する被害の割合[箇所/本]

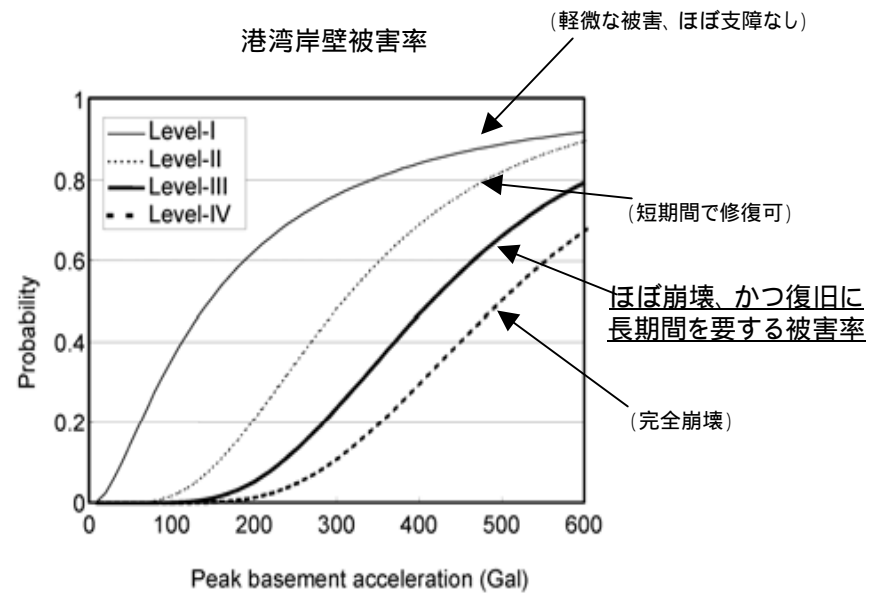
	震度	耐震強化前	耐震強化後
大被害(落橋・倒壊)	6強以上	0.00293	0
中小被害(損傷・亀裂)	6強以上	0.0315	0.0344

(出典)運輸省鉄道局「よみがえる鉄路」をもとに集計

大被害:機能支障に至る程度の橋梁・高架橋の被害(崩壊、倒壊、耐荷力に著しい影響がある損傷)
 中小被害:機能支障に至らない程度の橋梁・高架橋の被害(短期的には耐荷力に影響のない損傷)

3) 港湾施設被害

- 各港湾構造物の基礎に作用する工学的基盤の加速度より、ほぼ崩壊状態となり復旧に長期間を要する被害バース数を算出する。
被害バース数 = 非耐震バース数 × (加速度別) 港湾岸壁被害率

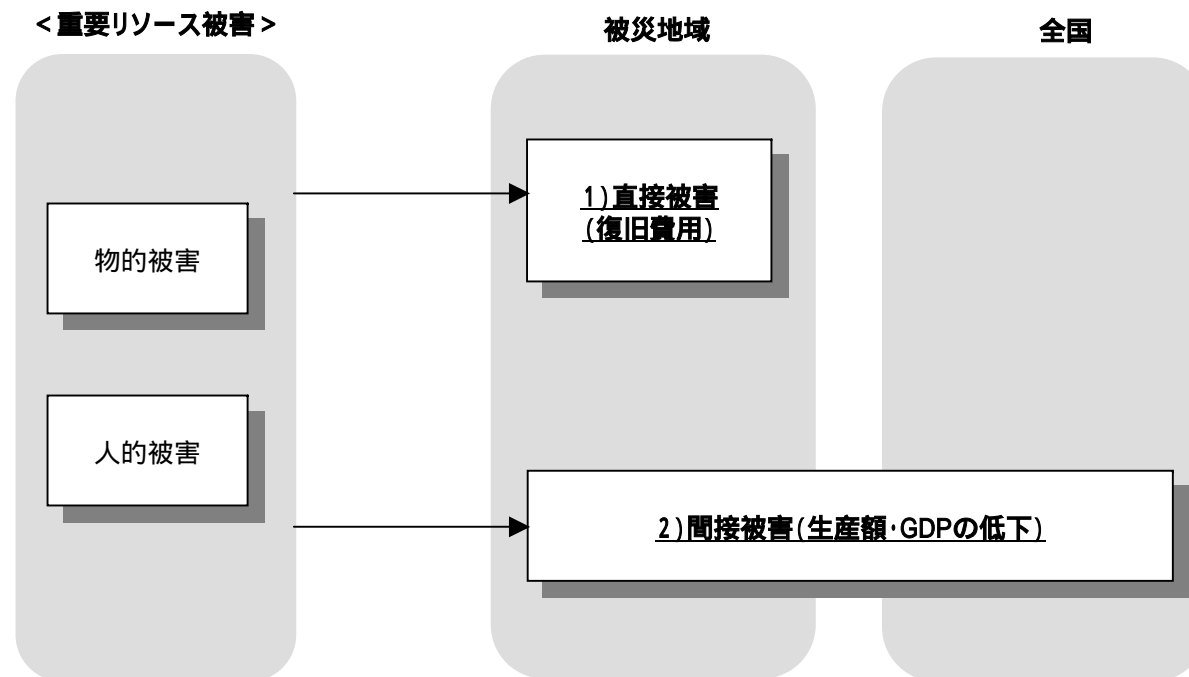


(出典) Koji ICHII: FRAGILITY CURVES FOR GRAVITY-TYPE QUAY WALLS BASED ON EFFECTIVE STRESS ANALYSES, 13th WCEE, 2004

5. 経済被害

基本的な考え方

・経済被害としては、復旧に要する費用(直接被害)、生産額・GDPの低下(間接被害)を考える。



1) 直接被害

建物・資産・ライフライン・交通施設・その他の公共施設の被害

- ・被害を受けた施設及び資産について、復旧に要する費用の総額を、その施設・資産の損傷額と捉える。
- ・各施設・資産の復旧額を、下記の × によって算出。

施設・資産の種類	復旧額計算の対象とする被害量	使用する原単位
住宅	全壊・半壊棟数(注1) (木造住宅・非木造住宅) 半壊は1/2評価	新規住宅1棟あたり工 事必要単価(木造・非 木造別、階層別)(注2)
オフィスビル等(非住 宅)	全壊・半壊棟数(注1) (非木造非住宅) 半壊は1/2評価	新規建物1棟あたり工 事必要単価(非住宅) (注2)
家財	全壊棟数 (木造住宅・非木造住宅)	1世帯あたり所有家財 購入額
その他償却資産	建物被害率 (非木造非住宅) 全壊・半壊は同じ扱い	償却資産額(都道府県 別)
在庫資産	建物被害率 (非木造非住宅) 全壊・半壊は同じ扱い	棚卸資産額(都道府県 別)

施設・資産の種類	復旧額計算の対象とする被害量	使用する原単位	
ライフライン	電力	停電軒数	停電軒数あたり復旧額
	通信	不通回線数	不通回線あたり復旧額
	都市ガス	供給停止軒数	供給停止軒数あたり復旧 額
	上水道	断水軒数	断水軒数あたり復旧額
交通施設	道路	道路の橋梁・高架橋 の被害箇所数(大被 害、中小被害)	箇所あたり復旧額
	鉄道	鉄道の橋梁・高架橋 の被害箇所数をもと に、車両設備、電気・ 信号設備等を含む全 復旧額を計算	箇所あたり復旧額(全復 旧額/橋梁・高架橋の大 被害箇所数)
	港湾	被害バース数をもと に、岸壁以外の港湾 施設も含む全復旧額 を計算	バースあたり復旧額(全 復旧額/被害バース数)

(注1)実際には全壊家屋の全てが建替えとならず、一部補修となる場合もある。

(注2)建替え時の費用は最近の住宅、非住宅1棟当たりの価格と同等であると仮定。

農地の被害

- ・北海道・東北地方において特徴的な産業に関連する被害については、ここで個別に検討を行う。
- ・農地の被害としては地盤の液状化による噴砂および津波による被害を想定する。
- ・噴砂については液状化ランクごとの液状化面積率を被害発生面積率として評価。
- ・津波による被害については1m以上の津波浸水による作物および土の流出、または塩害による被害が発生。
- ・この他、揺れにより浅めに植えられた稲が浮き上がって倒れる浮稲現象の被害が考えられる。

液状化ランクの定義

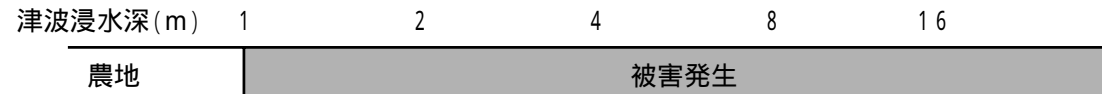
ランクA: PL > 15.0
 ランクB: 15.0 PL > 5.0
 ランクC: 5.0 PL > 0.0

液状化ランク別の液状化面積率

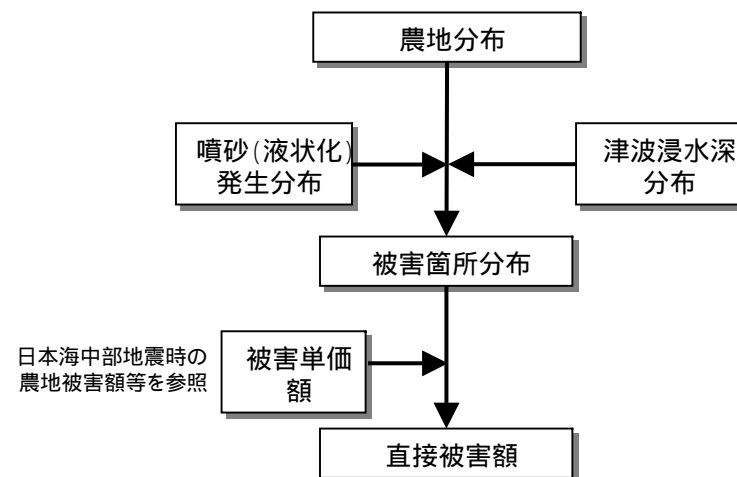
ランク	面積率
A	18%
B	5%
C	2%

* 1964年新潟地震時の液状化発生状況に基づき設定

農地の津波浸水深と被害程度の関係



(出典) 首藤伸夫「津波強度と被害」津波工学研究報告(第9号)より作成



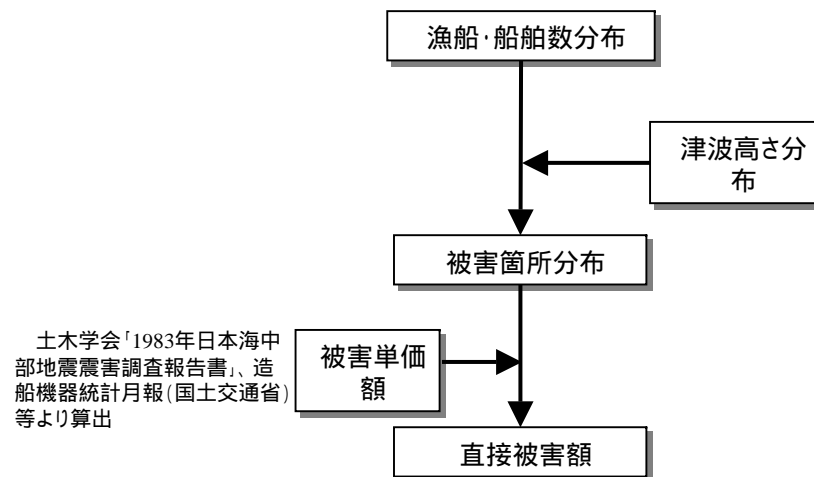
漁港・港湾の被害

- ・漁港・港湾の被害としては、津波による被害を想定する。
- ・漁港・港湾については、津波により漁船・船舶が横転、衝突することで破壊されることを被害とした。
- ・実際には直接被害を受けるのは建物等の施設も含まれるが、それについては津波による建物被害を別途算定している。

漁船・船舶の津波高さとの被害程度の関係

津波高さ(m)	1	2	4	8	16
漁船・船舶				被害率50%	被害率100%

(出典) 本想定における設定および首藤伸夫「津波強度と被害」津波工学研究報告(第9号)より作成
 漁船における被害率を船舶の被害率として適用した



2) 間接被害

(1) 推計方法

直接被害による生産額減少

被災地域における被害

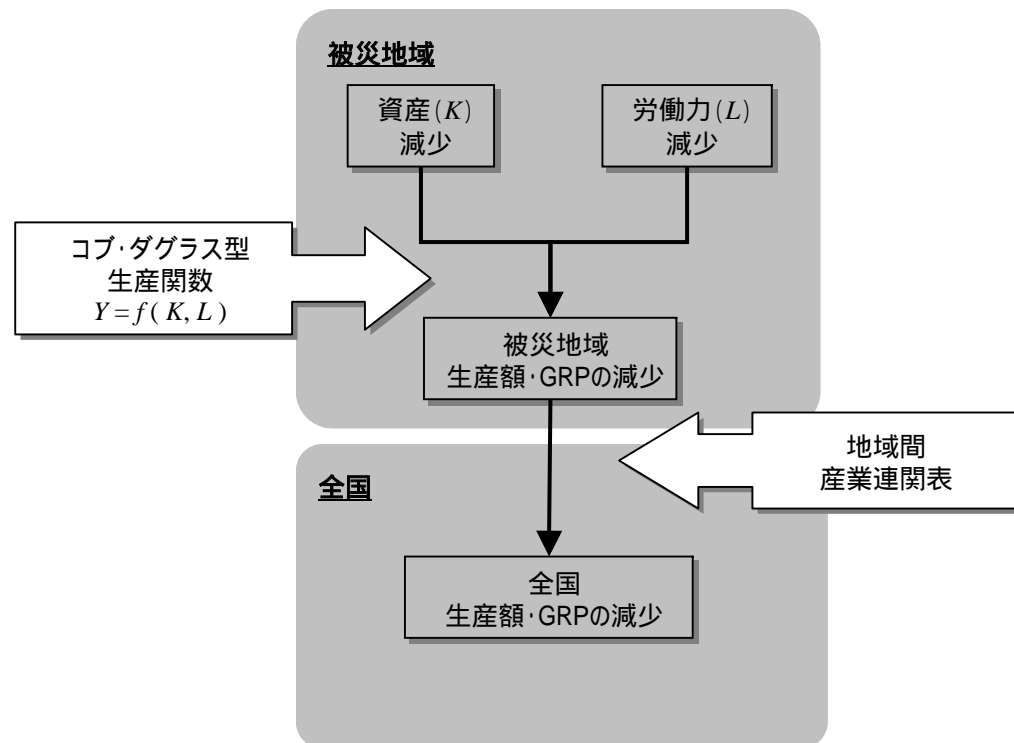
・建物(建物・資産・ライフライン・交通施設・その他の公共施設)・人的被害および経済中枢機能の支障により、生産が減少すると考え、**生産関数分析**にて推計を行う。

全国における被害

・被災地域外では、建物・人的被害はないが、被災地の被害の波及影響により生産が減少すると考え、**産業連関表**による推計を行う。

産業分類

農林水産業	鉱業	建設業	製造業	卸売・小売業
金融・保険業	不動産業	運輸・通信業	電気・ガス・水道業	
サービス業				

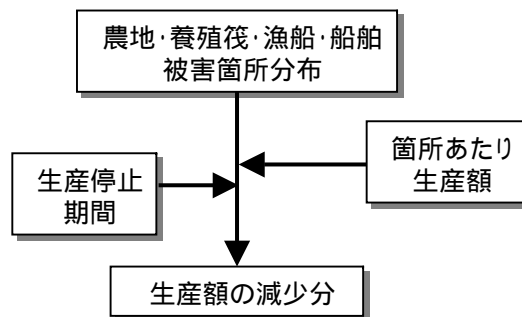


農地・養殖筏・漁港・港湾の生産機能停止による生産額減少

- ・津波により設備が破壊され生産活動ができなくなることに伴う生産額減少を追加検討し評価する。
- ・年間の生産量と、想定される生産活動支障期間との関係から、減少額を想定する。波高の高さによって被害率が変わるため、それに応じて生産停止期間も変化
- ・農地および養殖筏は1m以上の津波浸水で被害が発生し、その後一定期間生産機能が停止することとした。
- ・漁港・港湾については、漁船・船舶が被災することで、一定期間(被害程度に依存)生産機能が停止することとした。

養殖筏の津波高さとの被害程度の関係

津波高さ(m)	1	2	4	8	16
養殖筏	被害発生				
(出典)本想定における設定および首藤伸夫「津波強度と被害」津波工学研究報告(第9号)より作成					
	生産停止期間の想定				参考ヒアリング先
農地	・津波被害では、作物や土の喪失および塩害の影響もあり1年間の生産活動停止にいたる ・噴砂被害では被害を受けた箇所だけ局所的に1年間程度の生産活動停止にいたる可能性				秋田県農林水産部
養殖場(養殖筏)	・筏および養殖物の整備に半年程度かかる可能性				農林水産省 大臣官房統計部
漁港(漁船)	・軽微被害の場合3ヶ月程度 ・重度な被害であれば、造船所の生産が追いつかず半年近くかかる可能性				
港湾(船舶)	・国土交通省港湾局にて調整中				国土交通省港湾局



(2) 生産関数による被災地域被害の算定

- ・生産関数分析は、生産要素(生産に必要なもの:労働力、資本ストック、その他の生産要素等)の投入量と生産額・GRPとの関係を説明する「生産関数」を用いて、生産要素等の変化が生産額・GRPに及ぼす影響を把握する分析である。
- ・農地・養殖筏・漁港・港湾の被害算定については、これとは別途、前頁の手法から減少分を求める。

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$$

- Y : 当該地域の地域総生産(GRP)
 K : 当該地域の民間企業資本ストック
 L : 当該地域の労働力(従業者数×労働時間)

1980～2001年の時系列データ(3か年の移動平均値)で推計を行う

$$Y = Y_{\text{被災後}} - Y_{\text{被災前}} = (AK_{\text{被災後}}^{\alpha}L_{\text{被災後}}^{\beta}) - (AK_{\text{被災前}}^{\alpha}L_{\text{被災前}}^{\beta})$$

GRPの減少分は上記式によって求まる

被説明変数に「GRP」を用いた理由

被説明変数としては「生産額」と「GRP」のどちらを用いることもできる。

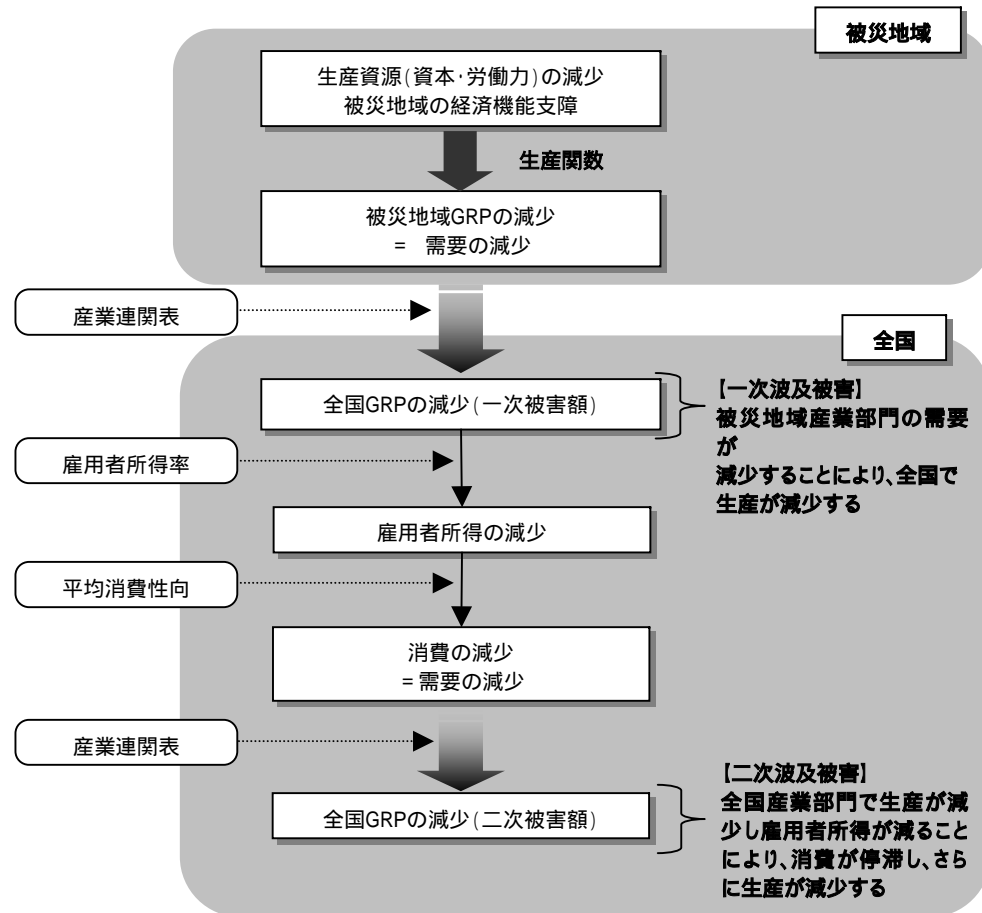
東海、東南海・南海地震の被害想定では生産額を用いており、結果が比較できるよう、今回も生産額を用いることが望ましい。

しかし、GRPは「県民経済計算年報」で全産業のデータが把握できる反面、生産額は産業別に統計が作られており、一部把握が難しい産業もある。

東海、東南海では、対象とする産業をあらかじめ絞り込んだが、今回は、全産業で生産関数を構築するため、まず、GRPで関数を構築し、結果を粗付加価値率(生産額に対する粗付加価値額の割合)で割り戻して生産額に換算することとした。

(3) 産業連関表による全国被害の算定

産業連関分析は、最終需要額や生産額の変化が、一定の産業構造の下で、関連する産業の受発注(生産額や粗付加価値額)にどのような影響を及ぼすのかを把握する分析である。



(参考) 産業連関表

商品(財・サービス)の取引関係を一覧にした統計表。財・サービスは産業部門相互間で原材料等の投入、再投入を繰り返しながら加工度を高め、最終的には最終需要部門(消費・投資・輸出)に供給される。