

東海地震に係る被害想定の検討状況について

参 考 資 料

- ・ 地震の揺れ等による建物被害、人的被害
- ・ 警戒宣言時の経済的影響

平成 1 4 年 8 月 2 9 日

．地震の揺れ等による建物被害、人的被害

１．東海地震に係る被害想定之目的と概要

東海地震の被害想定については、これまで各県別に実施されてきたが、想定手法がバラバラであったり、広域的施設等の被害が計上されないなどの課題もあったことから、今回、中央防災会議「東海地震対策専門調査会」(座長：岡田恒男 芝浦工業大学教授)において全体をとらえて被害想定を実施することで、東海地震に係る被害の大枠を把握し、主として広域的な防災対策に反映することを目的とするものである。

被害想定全体については同専門調査会において検討中であるが、今回の揺れによる建物被害及びこれに基づく人的被害等は、各種防災対策の基礎となるものであることから、他の項目に先立ち検討を行ったもの。

なお、関係地方公共団体においても東海地震に係る被害想定が実施されることとなるが、基本的な考え方や前提条件等は本被害想定と整合がとれることが望ましいが、この被害想定をもとに各地方公共団体が防災対策を行うために必要となるさらに詳細な被害想定を実施する必要がある。

(１) 想定ケース

被害想定の場合については、建物被害の影響が最も大きいと考えられる冬の朝５時(阪神・淡路大震災と同様のケース)、職場等多くの人が自宅から離れている秋の昼１２時(関東大震災と同様のケース)及び、火災の影響が最も大きいと考えられる冬の夕方１８時の３ケースとする。

(２) 被害想定の手法について

今回の被害想定は、出来る限り被害を定量的に把握することとするが、広域的な防災対策に反映することを目的としていることから、被害をマクロ的にとらえることを第一とし、それに見合った手法をとっている。

また、予知あり、なしに分けた想定を行うとともに、警戒宣言時の経済的な影響についても定量的に把握するものとする。

なお、今後は、被害や対策の状況の時間的な推移による変化(シナリオ型被害想定)についても検討することとしている。

2．被害想定的前提となる想定震度分布の検討

(1) これまでの検討状況

「東海地震に関する専門調査会」(座長:溝上恵東京大学名誉教授)では、強化地域(震度6弱以上の地域)の指定が主眼であったため、その判断基礎となる震度6弱以上の領域を出すべく、経験的手法と強震波形計算による手法の二通りの手法で強震動の検討を行った。その結果、強化地域の検討の基となる震度の分布については、強震波形計算による手法を基本とし、地震波が集中する可能性がある谷や盆地構造が十分に反映されたものとなっていない可能性がある北西部の伊那谷、諏訪等については、経験的手法による結果の震度6弱の地域の部分を重ねたものとするのが適当とした。

しかしながら、強震動の検討に最新技術である強震波形計算の手法を取り入れたのは初めてのことであり、震度6強や震度7となる大きな揺れの領域については、この段階では必要でなかったこともあり、震源域の直上や近傍の再現性も含め、今後の検討課題とされた。

(2) 被害想定基となる震度分布について

震度6強や震度7が想定される地域は、これまでの強化地域の指定の検討には直接関係しなかったが被害想定の実施等の必要な防災対策を検討するためには重要な要素となる。

このため、断層近傍における強震動計算の手法及び地盤等の非線形性について分析し、震度6強や震度7の大きな揺れになる強震動の計算手法の修正・改良等により、想定震度分布の検討を行った。

(3) 断層近傍の強震動計算手法の改善等

これまでの強震波形計算では、断層近傍も震源から離れた場所と同一の手法で強震動を予測していたため、断層近傍の地震動が現実的な値の範囲を大きく越える結果となっていた。ここでは、断層近傍の強震動について理論的分析を行い、これを踏まえ、強震動計算手法の改善を行った。

断層近傍での地震動が飽和する効果の導入

震源断層の拡がりや断層の傾斜を考慮した理論的考察によれば、強震動スペクトルは、断層半径と同程度となる距離より断層に近い場所では振幅の増大はない、即ち、断層近傍では地震動は飽和した状態となる。強震波形計算は、想定断層を多数の小さな断層に分割して計算しているが、これに当たってもこの効果が反映できるように計算式を改善した。

工学的基盤で地震波が減衰する効果の導入

工学的基盤においても、大きな地震波が入力した場合には、小さな地震波に比べて減衰が大きくなる特性（非線形性）を持つ。この減衰効果について分析し、同等の効果が反映できるよう計算式を改善した。

表層地盤における地震波の増幅予測の経験的手法の導入

表層地盤の地質により、地震波が減衰する効果を持つモデルを導入していたが、震度 6 強や震度 7 のような大きな地震波が入力した場合には、実際の揺れよりも減衰が大きくなりすぎる結果となっていた。このため、モデルが適用できる範囲で、工学的基盤から表層地盤までの地震波の増幅の程度を予測する新たな経験式を求め、この経験式を基本に震度を推定する手法を導入した。

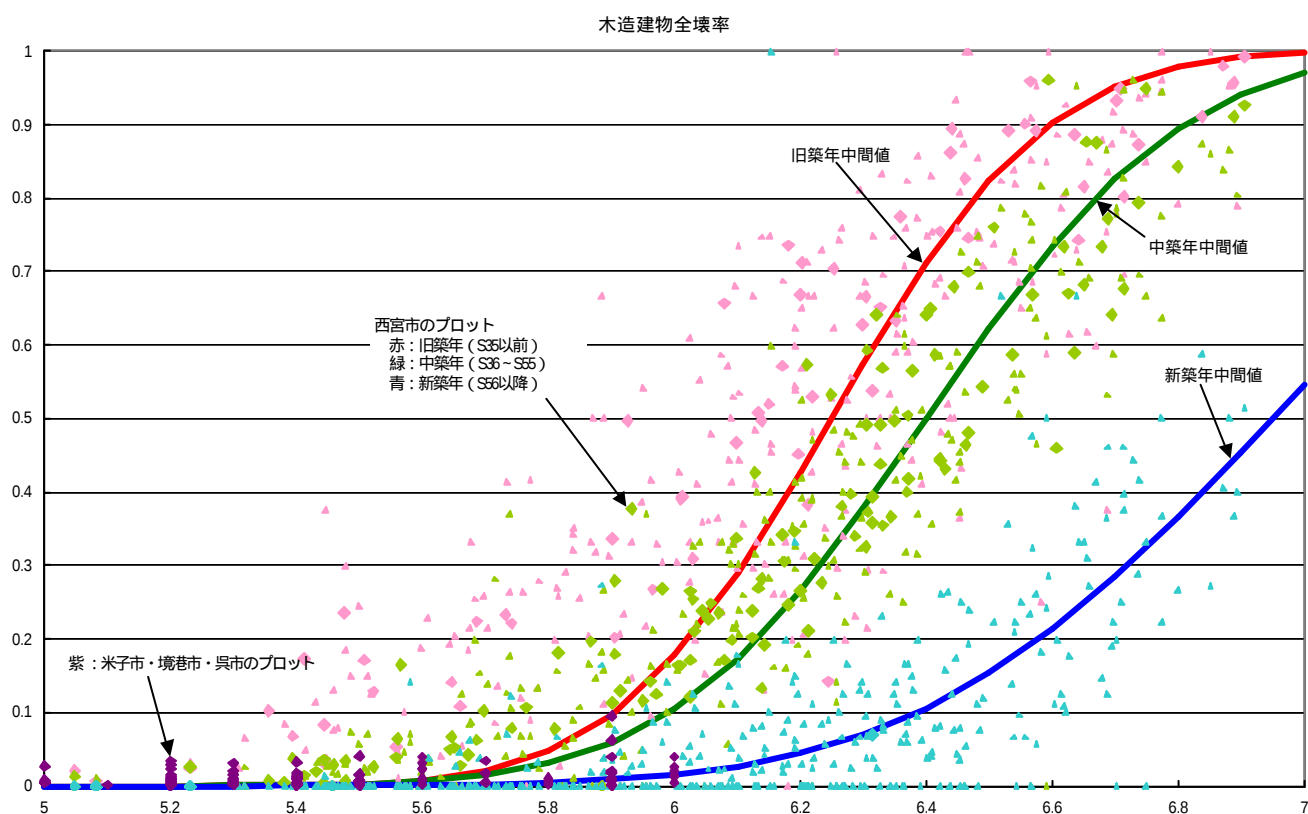
東海地震として想定されるモデルとして、「東海地震に関する専門調査会」の検討より採用してきた「応力降下量一定モデル」と「変位量一定モデル」の 2 つのモデルで、さらにそれぞれ 2 通りの破壊開始点（中央及び西側）を想定し、計 4 ケースの震度分布を求めるとともに（資料 1）、これら 4 ケースの最大値についても震度分布を求めた。その結果、資料 2-1～資料 2-5 のようなほぼ妥当な震度分布を得ることができた。

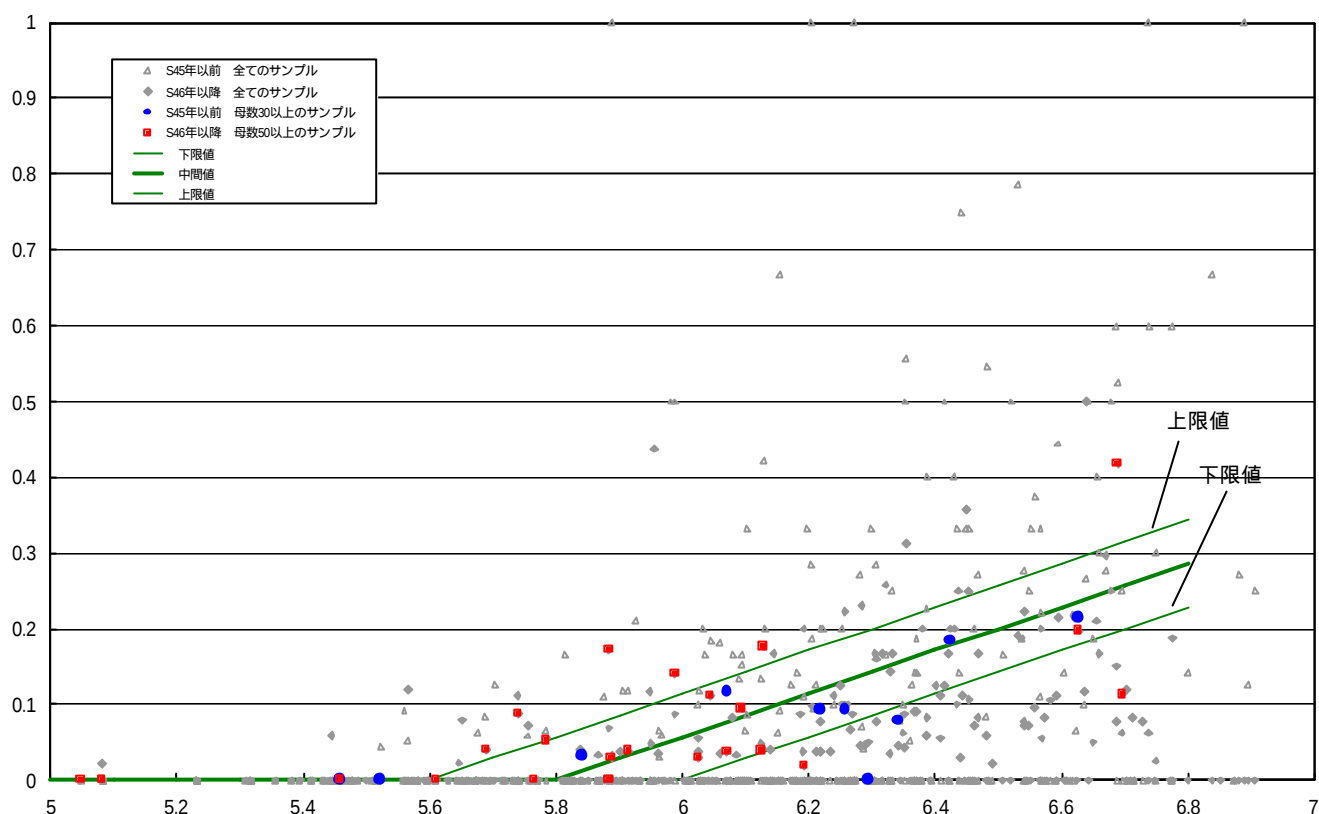
３．地震動等による建物被害の検討

地震動による建物被害等については、各種防災対策の基礎となることから、他の想定項目に先立って評価を行った。

（１）地震動による建物被害

建物の倒壊数の検討に当たっては、木造建物と非木造建物とに分けて、それぞれ、断層近傍の強震動の推定方式の改善等により震度 6 強及び震度 7 の領域を見直した想定震度分布に基づき、阪神・淡路大震災等過去の地震被害における震度と建物被害との関係から、建物全壊棟数を算出した。木造建築物については、建築年次別（昭和 37 年以前、昭和 38 年～昭和 55 年、昭和 56 年以降）の被害率のデータが整理できることから 3 区分し、区分毎に震度と建物全壊率との関係を求めた。また、非木造建築物については、建築年次による区分を行わず震度と建物全壊率との関係を求めた。





(2) 液状化による建物被害

液状化による建物被害の算出にあたっては、まず、各メッシュにおけるボーリングデータ又は微地形区分からメッシュ毎のPL値を算出し、これを基にランク分けを行った(Aランク: $15 < PL$ 値、Bランク: $5 < PL$ 値 15 、Cランク:

$0 < PL$ 値 5)。次に、静岡県第3次被害想定でも採用しているように、関東大震災、新潟地震等の被害実例をもとに、液状化が発生した場合の建物倒壊率を以下のとおり設定した。

建築年次	S 35 以前	S 36 以降
全壊率	13.3%	9.6%

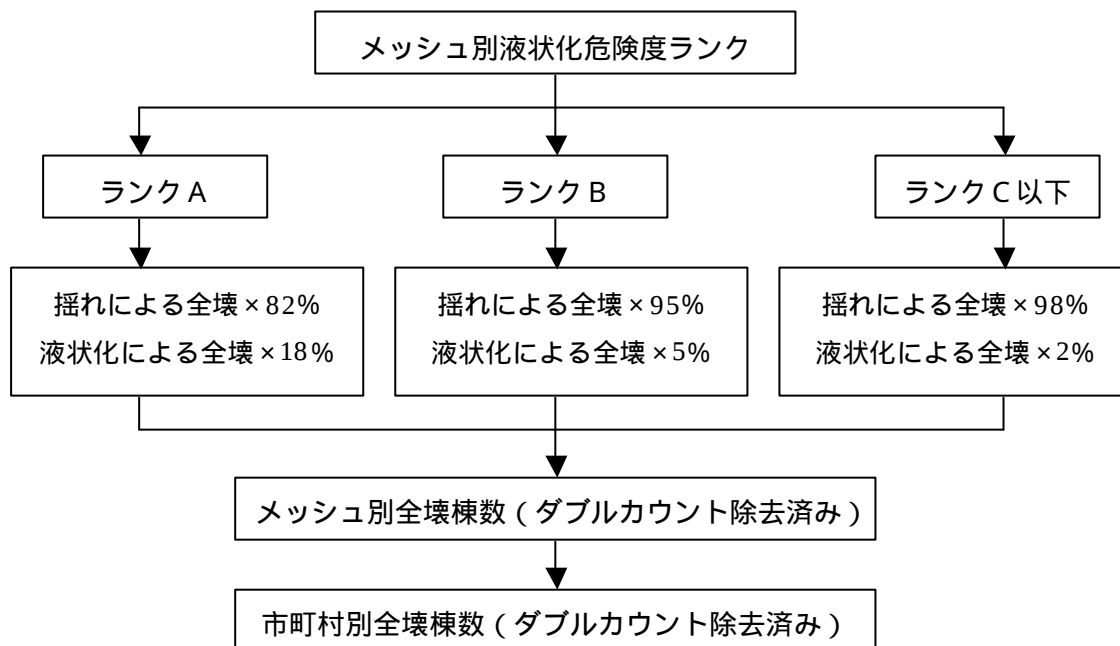
また、新潟地震における事例をもとにした液状化ランク毎の液状化発生面積率により、液状化現象が各メッシュでどの程度発生するかを求めた。

液状化ランク	液状化発生面積率
A ($15 < PL$)	18%
B ($5 < PL$ 15)	5%
C ($0 < PL$ 5)	2%

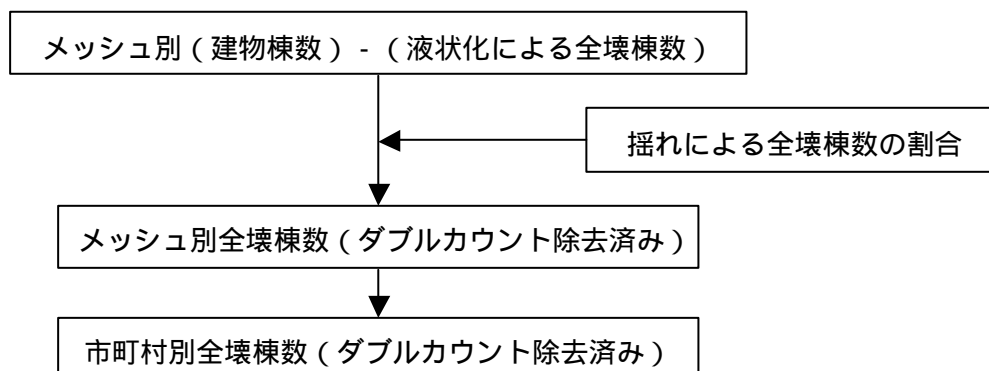
以上をもとに、以下の手順により液状化による建物全壊数を推計するとともに、揺れによる建物全壊数との重複を排除し、建物被害を求めた。

液状化推計フロー

（木造建物）



（非木造建物）



4 . 地震動による建物被害に基づく人的被害について

(1) 人的被害の算出

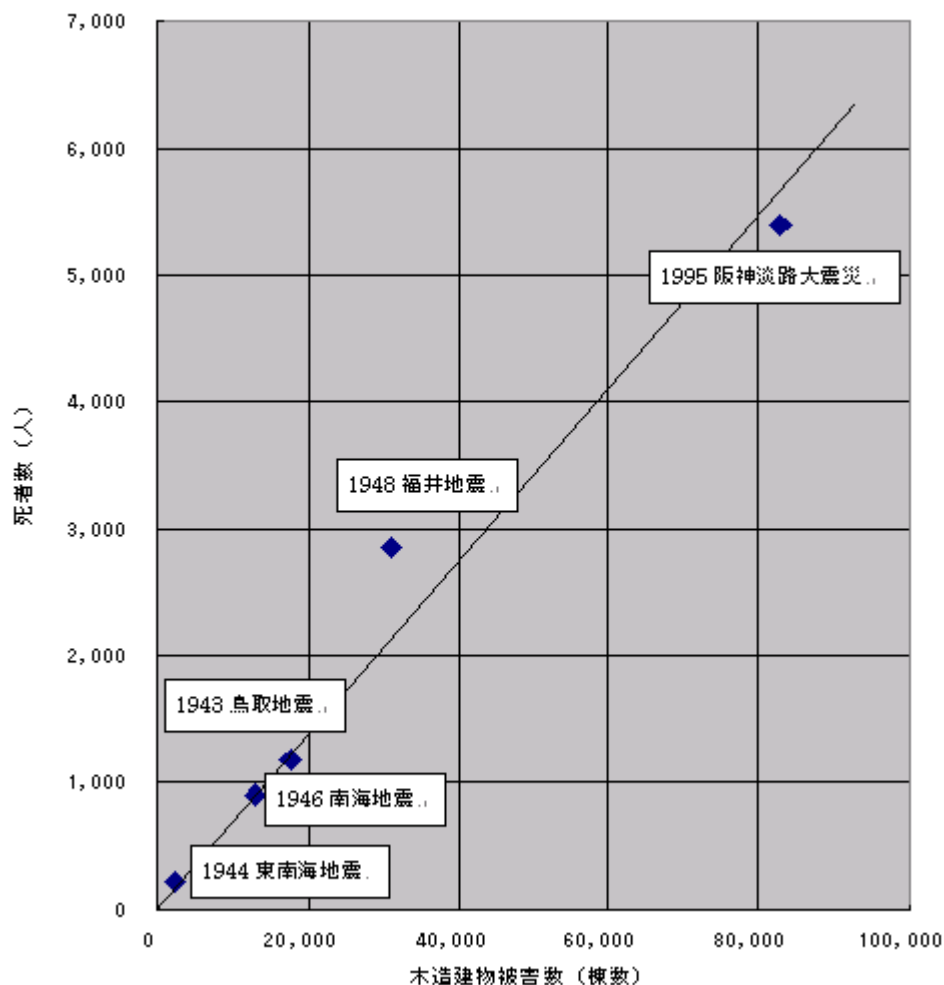
人的被害については、阪神・淡路大震災等過去の建物全壊数と死者数との関係をもとに、人的被害（死者）を算出した。

次に、発生時間を考慮した滞留場所別の人口を求め、これをもとに人的被害を推計した。夜は夜間人口を、昼間は昼間人口を基にし、その間はパーソントリップ調査のデータを用いて時間別の滞留者数を求めた。そして、滞留場所が木造建物か非木造建物であるかの割合を推計し、これによる人的被害（死者）を算出した。（資料3）

なお、液状化による建物被害に関しては、一般的に近年殆ど死者が発生していないとされていることから、静岡県第3次被害想定等と同様に人的被害（死者）はないものとした。

（木造の算出方法）

$$（死者数）＝ 0.0677 \times （建物全壊棟数）$$



(非木造の算出方法)

静岡県の第3次被害想定では、木造建物からの死者率と非木造建物からの死者率の間に以下のような関係式を用いている。

木 造：死者数 = $0.0629 \times (\text{建物全壊率})$

非木造：死者数 = $0.0155 \times (\text{建物全壊率})$

これを参考に、木造及び非木造における死者数と全壊棟数との関係を求め、非木造の死者推計式は、木造の関係式に、補正係数 = $0.0286/0.0806$ を乗じた式を用いることとした。

(参考)

予知ありの場合の建物全壊による死者数については、静岡県第3次被害想定の手法と同様、静岡県が実施した「東海地震についての県民意識調査（平成12年2月）」における、警戒宣言時に適切な対処ができる人の割合（73.9%）を警戒宣言時対応係数とし、警戒宣言発令時には、全体の73.9%の方は適切な対応により被災しないものと仮定した。

（予知有りの場合の人的被害） = $0.261 \times (\text{予知なしの場合の人的被害})$

この手法で算出すると、以下のような数値となる。

- ・応力降下量一定モデル（朝5時）は約2,100人
- ・変位量一定モデル（朝5時）は約1,800人

(参考) 建物棟数について

○ 基礎データ

- ・市町村別の建物棟数は、平成12年1月1日現在の固定資産台帳による、構造別・建築年次別床面積データを用いて集計する。
- ・床面積から棟数への変換には、建築着工統計による、都道府県別の1棟あたり床面積の値を使用する。

○ 建物棟数

	木造				非木造			総計
	～S37	S38～55	S56～	計	～S55	S56～	計	
東京都	420,633	816,251	789,560	2,026,444	262,465	335,366	597,831	2,624,275
神奈川県	231,884	705,962	775,303	1,713,149	164,283	241,396	405,679	2,118,828
山梨県	115,813	104,022	131,506	351,340	28,364	42,134	70,498	421,839
長野県	405,292	351,929	374,612	1,131,833	88,089	129,144	217,233	1,349,066
岐阜県	275,360	257,435	255,594	788,388	109,978	129,296	239,274	1,027,662
静岡県	288,314	431,258	483,424	1,202,996	166,785	200,442	367,227	1,570,223
愛知県	556,179	648,478	629,547	1,834,204	301,172	361,600	662,771	2,496,976
三重県	244,716	205,878	241,019	691,613	89,462	123,237	212,699	904,312

平成12年1月1日現在の固定資産台帳による、構造別・建築年次別床面積データを用いて集計
床面積から棟数への変換には、兵庫県統計書及び建築着工統計による(都道府県別)1棟あたり床面積の値を使用

．警戒宣言時の経済的影響について

警戒宣言に基づく避難・警戒体制により、各種生産活動の制約や交通等の停止による人流、物流の制約等の直接的な影響が発生するとともに、その直接的影響が関連産業、関連地域に波及的に広がるものと考えられる。

直接的影響額として、強化地域内産業停止による影響額、周辺地域産業停止の影響額、および、交通、物流の寸断による影響額を算出し、
については産業連関表の中間需要が減少する事とし、
については最終需要が減少する事として波及額を算出した。

また、影響額については、「実質的な経済的影響額」と「見かけの経済的影響額」の２種類について試算した。

< 経済的影響額の算出の考え方 >

(1) 見かけの経済的影響額の算出について

強化地域内産業停止による影響額

警戒宣言に伴い強化地域内の産業が（電力、ガス等営業を継続することとされている業種を除き、）基本的に全て停止するとして、影響額を算出

- 強化地域 8 都県の県民生産額を基本とし、市町村毎の従業人口割合をもとに強化地域内の G D P を算出
- 1 日あたり影響額 = 強化地域内の G D P ÷ 就労日数（240 日）

周辺地域産業停止の影響額

周辺（東京・神奈川・埼玉・千葉）の地域防災計画等で定める警戒宣言発令時の規定（資料 4）をもとに、関係事業者からのヒアリングも踏まえ、産業に与える影響を定量的に推測（資料 5）

交通、物流の寸断による影響額

資料 6 の検討スキームに基づき、影響額を算出

ア) 高速道路等

- ・ 100%の物流が、北陸自動車道への迂回により実現すると仮定し、迂回による時間損失を算出
- ・ 警戒宣言時には、ほぼ全ての観光が取りやめられるものと仮定し、観光消費額の損失を算出

イ) 新幹線等

- ・ 航空機による代替交通を想定し、この代替交通のコスト及び移動取り止めの場合の損失を算出
- ・ 観光については、警戒宣言時には、ほぼ全ての観光が取りやめられるものと仮定し、観光消費額の損失を算出

波及額の試算

関連産業への波及効果を算出するため、上記 ~ の直接損失額をインプットとして産業連関分析により波及額として算出。(算出法の詳細は資料7)

(2) 実質的な経済影響額

業種により操業停止等の影響は、生産工程の調整等でカバーできるものもあることから、各業種にヒアリングを行い、実質的にどの程度提供があるかを試算した。(詳細については資料8)

○ 影響がほとんどないと考えられる業種

農業(畜産以外)、林業、水産業(養殖業)、鉱業、製造業(プラントを稼働しない産業)、機械、建築・土木業、公益事業

○ 影響があると考えられる業種

農業(畜産)、水産業(漁業)、製造業(プラントを稼働する産業)、小売・飲食業、運輸業、観光業

警戒宣言時の対応一覧

	横浜市	千葉県	東京都	埼玉県
ライフライン	・水道：供給継続 ・電気：供給継続 ・ガス：供給継続	・水道：供給継続 ・電気：供給継続 ・ガス：供給継続	・水道：供給継続 ・電気：供給継続 ・ガス：供給継続	・水道：供給継続 ・電気：供給継続 ・ガス：供給継続
電話	電話使用自粛を呼びかけ	・平常業務継続	・防災関係機関等の災害時優先電話の確保 ・公衆電話からの通話の確保 ・非常・緊急扱い電話及び同電報の確保	・ダイヤル通話の確保 ・発信通話の制限
J R、私鉄	< J R > ・市内の列車は、45km/h以下の減速運転 < 私鉄 > ・50km/h以下の減速運転	< J R > ・区間により65km/hから25km/hに減速して運転 < 私鉄 > ・現行ダイヤで減速運転 ・翌日以降は地震ダイヤを作成し、減速運転	< J R > ・安全な方法により極力列車の運転を確保 < 都交通局及び私鉄 > ・現行ダイヤで減速運転	< J R > （新幹線）160km/hに減速 （在来線）区間により65km/hから25km/hに減速して運転 < 私鉄 > ・現行ダイヤで減速運転
バス、タクシー	・一般道路20km/h、高速道路40km/hの減速運転 ・状況に応じて間引き運転、折り返し運転、運転中止などの措置	・地域の実情に応じて、可能な限り運行	・地域の実情に応じて、可能な限り運行	なし
一般道路	・緊急交通路確保のため必要に応じ交通規制	・緊急交通路確保のため必要に応じ交通規制	・時速20kmに減速 ・環状7号線の内側では、都心に向かって車両は極力制限	・時速20kmに減速
金融機関	なし	・原則として平常通り営業を継続	・原則として平常通り営業を継続	なし
百貨店	なし	・原則として営業を自粛	なし	なし
病院	・外来患者に対する診療行為は、一時的に制限 ・外来診療は、原則重症患者のみ扱う	・外来診療は可能な限り平常通り行う ・手術及び検査は、可能な限り延期する	・外来診療は可能な限り平常通り行う ・手術及び検査は、可能な限り延期する	・外来診療は可能な限り平常通り行う
劇場・映画	・原則として営業を自粛	・原則として営業を自粛	・原則として営業を自粛	なし
学校、幼稚園	・在校時は、原則として授業を打ち切り、教職員の指導のもと帰宅させる。	・直ちに授業を中止し下校の措置 ・警戒宣言が解除されるまで臨時休校	・直ちに授業を中止し下校の措置 ・警戒宣言が解除されるまで臨時休校	・直ちに授業を中止し下校の措置 ・警戒宣言が解除されるまで臨時休校

< 周辺都道府県における影響額の考え方 >

強化地域外の横浜市、東京都等でも、警戒宣言時の対応をとることとしており、地域防災計画等で別表のようにしている。これにより規定される各民間事業者は、これを受け計画を策定する等して対応を決めている。

ここに掲げられている業種以外については、行政から特別な対応を求めていることはなく、各事業者からのヒアリングにおいても、独自の対応も含め警戒宣言時に社員を帰宅させたり、営業や操業を停止等する予定のところはほとんどない。

これらの規制内容を基に、各事業者からのヒアリングも踏まえ、産業に与える影響を定量的に推測した。

○ ライフライン

通常通り供給を継続することとしており影響はないものと考えられる。

○ 通信

地上回線も携帯電話も、通常の営業が行われる。一時的な輻輳等は考えられるが、各産業に大きな影響が出るようなものではないと想定されている。

○ 交通

鉄道やバスは、警戒宣言時にはダイヤを修正して運行本数を減らす、減速して運行するなど基本的には運行する方針である。速度の規制値はあるものの定量的に影響額や損失を評価する事は難しいが、過去の台風等の災害の際には1割～3割の減少が認められたことから、これをもとに影響額を算出した。

○ 金融機関、百貨店

千葉県の百貨店は営業自粛としているが、その他については通常通り供給を継続することとしている。

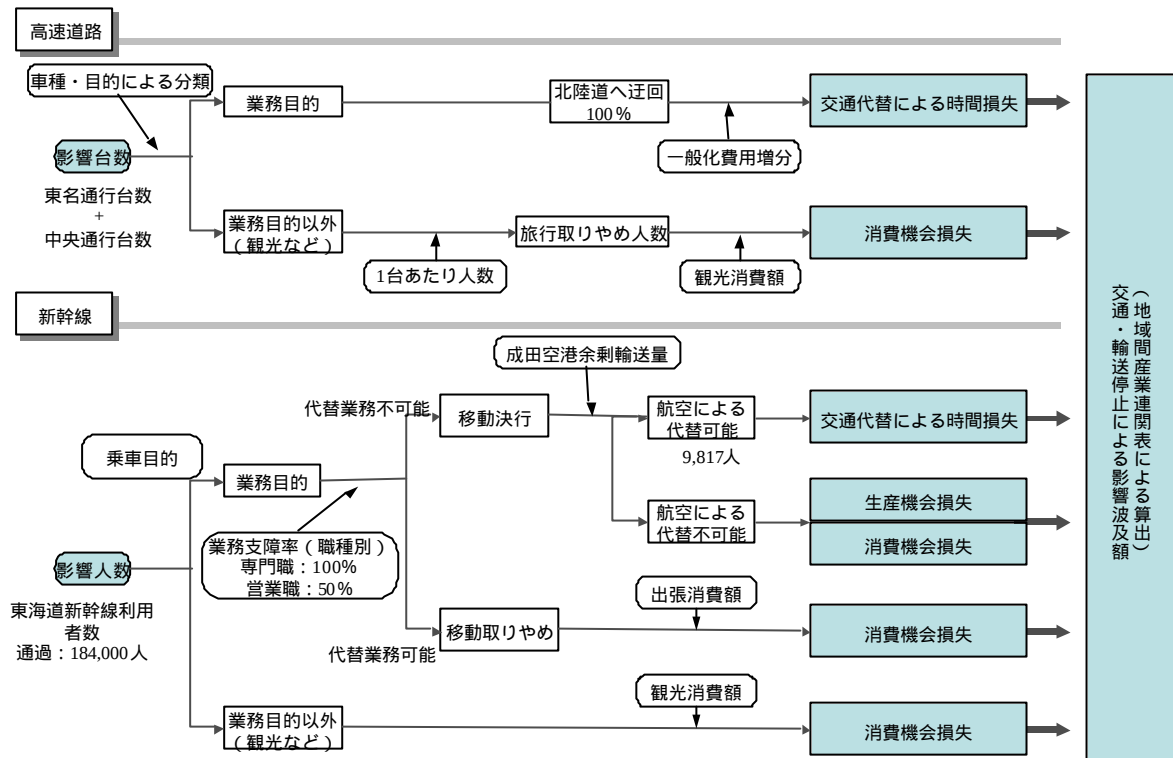
○ 病院

基本的には、通常どおり営業が行われるものと考えられる。

○ 劇場・映画館

これらに関する規制は概ね原則として営業を自粛となっており、発令時には営業は停止すると考えられる。

映画・演劇等に関する支出は関東地方で1日あたり約2.2億円であり、これをもとに、影響額を算出した。



< 波及額の算出 >

産業連関表は、平成 7 年地域間産業連関表取引額表を用いて分析を行った。

産業連関分析とは、産業間の関係を定量的に分析する事ができる分析である。たとえばある産業が生産を縮小した場合、その産業に部品を供給していた産業の生産も縮小し、それら産業に供給していた電気・ガス会社の生産も縮小するなど、経済への影響が波及していく結果を分析するものである。

地域産業連関分析の方針

警戒宣言域内経済割合

警戒宣言地域は産業連関表の地域区分を横断しているため、市区町村の従業人口をもとに、産連表の地域区分における警戒宣言地域の占有割合を算出し、地域区分における影響額を算出した。

例) ある地域区分のある産業において

$$\boxed{\text{生産額減少額}} = \boxed{\text{生産額}} \times \boxed{\text{警戒宣言地域内従業人口割合}} \times \boxed{\text{産業停止割合}}$$

(従業人口 : 「国勢調査」平成 12 年 より)

参考) 産業連関表の地域区分

関東 : 茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、山梨、長野、静岡

中部 : 富山、石川、岐阜、愛知、三重

下線部分は対象市区町村を含む都道府県

交通・物流の寸断による損失額の取り扱い

前述の各直接経済損失額は以下の方針で産業連関表に投入した

・ 物流の交通代替による時間損失額

警戒宣言地域を除き、地域を通過する物流の取扱高を元に発地割合を算出し、各地域の運輸部門の最終需要から減少するものとした。

(物流の取扱高 : 「貨物地域流動調査」平成 13 年 3 月)

・ 人流の交通代替による時間損失額

・ 消費機会損失 (出張消費)

警戒宣言地域を通過する人流の割合を元に、各地域の運輸部門の最終需要が減少するものとした

(J R 府県相互間旅客輸送人員 : 「旅客地域流動調査」平成 13 年 3 月)

・ 消費機会損失 (観光消費)

観光は警戒宣言発令解除後に行われる (一定期間後に消費される) ものとして、産業連関分析の対象外とした

・ 各産業停止の影響

各産業の中間需要が減少するとして、設定した影響割合を用いて減少させ、試算した。

< 実質的な経済的影響の算出における各産業毎の考え方 >

○ **農業**

農業のなかでも生乳、鶏卵産業は毎日出荷する必要がある産業であり、実質的にも損失が出る。特に生乳は毎日搾乳しなければ乳牛の健康へ悪影響があり、乳牛の損失というコストが発生する可能性があり、全て影響を受けるものとした。それ以外の穀物などについては数日であれば収穫を送らせる事で対応が可能であり、数日産業が停止した場合でも実質的には損失はないとした。

○ **林業**

そもそも在庫期間の長い産業であり、数日出荷ができなくても損失はないものとした。

○ **水産業**

通常の漁業については毎日水揚げされ出荷されるものであるため、全て影響を受けるものとした。また、養殖業については出荷を送らせるなどの対応が可能のため、数日の停止は影響がないものとした。

○ **鉱業**

数日の停止の場合、他の日に増産することで調整可能であるため、影響がないものとした。

○ **食料品・たばこ**

物流の停止により、業務継続が困難になることが予想される。業務の継続割合については静岡県アンケートの結果を使用して 67.8% が影響を受けることとした。

○ **製造業**

・ **プラントを稼働する産業** (繊維、パルプ・紙、化学、石油、鉄工など)

鉄工業に関しては溶鉱炉の停止を行う場合、大きな影響が出る。

その他のものでもプラント系のものはかなりの損失が発生することから、ここでは、100% 影響があるものとした。

・ **その他製造業・機械産業**

加工組み立て産業では、現に連休等では数日間停止することもあることから、数日の停止の場合、他の日に増産するなど調整可能であるため影響はないものとした。

参考

製造業の稼働率

製造工業稼働率指数より、実質稼働率は

実稼働率 = 稼働率指数 (1995 年を基準とした 2001 年の指数)
× 補正係数 (1995 年の稼働率)

製造工業 : 68.2% (= $92.5 \times 73.7\%$)

機械工業 : 64.2% (= $89.6 \times 71.6\%$)

従って、数日程度の停止なら休日操業等で調整可能である。

(経済産業省「生産・出荷・在庫指数確報」平成 13 年)

○建設

建設業の場合は、天候不良も見越して工期を設定しているものであり、数日停止しても、全体の工期の中で十分調整できることから、影響はないものとした。

○公益事業 (電気・ガス・水道など)

警戒宣言時も通常通り供給は続けることとなっているため、影響はないものとした。

○小売業

物流の停止等により、業務継続が困難になることが予想される。業務の継続割合については静岡県アンケートの結果を使用して 56.4% が影響を受けることとした。

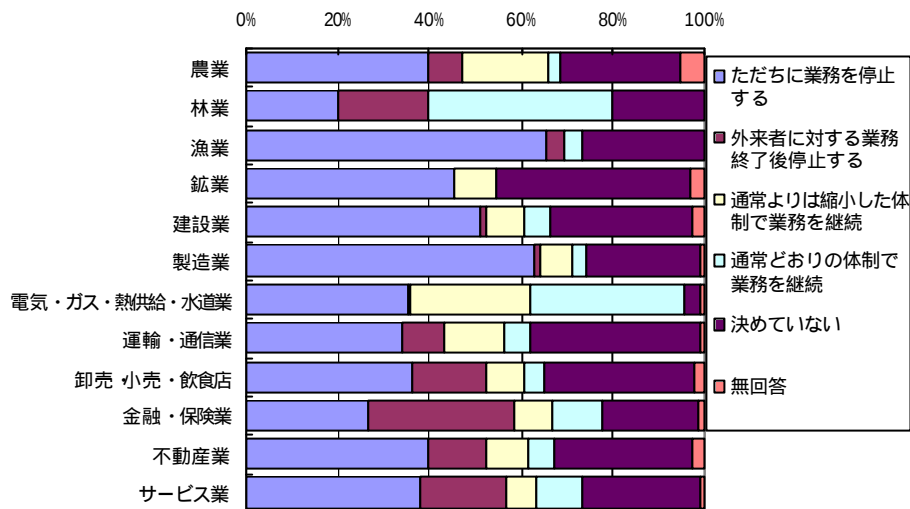
○飲食業

物流の停止等により、業務継続が困難になることが予想される。業務の継続割合については静岡県アンケートの結果を使用して 60.1% が影響を受けることとした。

参考

静岡県が行ったアンケート調査

問：あなたの事業所では、警戒宣言が発令された時、通常の業務を継続しますか



(静岡県「民間事業所の地震防災応急対策 アンケート調査」平成8年3月より)