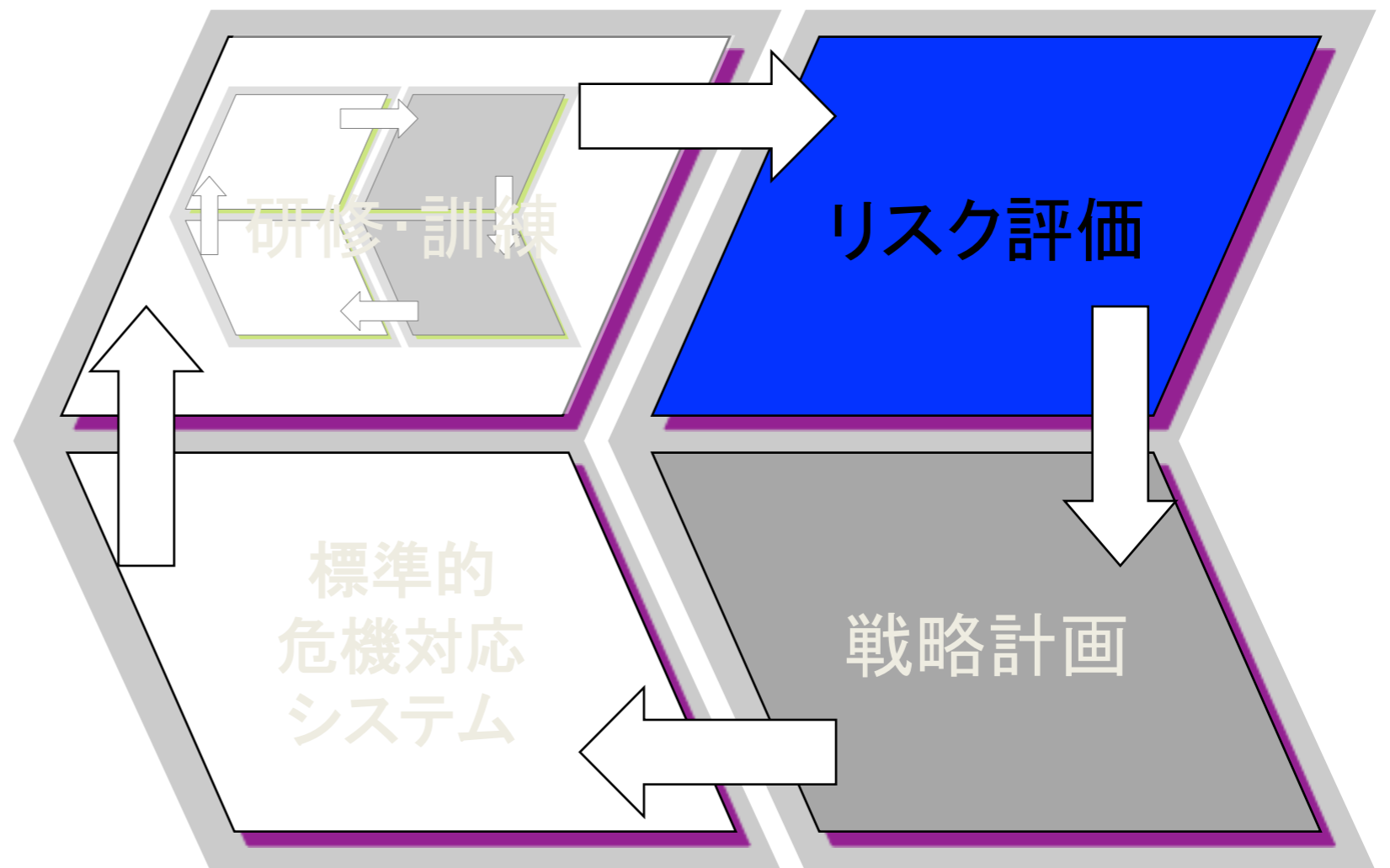


# 危機管理特論

---

2010年5月19日

# 第5回 リスクの評価



# リスク評価

---

- リスクの同定
  - 組織を取り巻くリスクを枚挙する
  - 枚挙されたリスクをパターン化し整理する
  - 識別されたリスクの影響度とその起こりやすさを評価する
  - 組織が優先して取り組むべきリスクの代表的なものを選択する
- リスクの評価
  - リスクの影響を分析する
    - 敵を知る
    - 被害を想定する
  - リスクがどのように現れるかを「見える化」する

# リスクの同定

---

- 組織をとりまくリスク

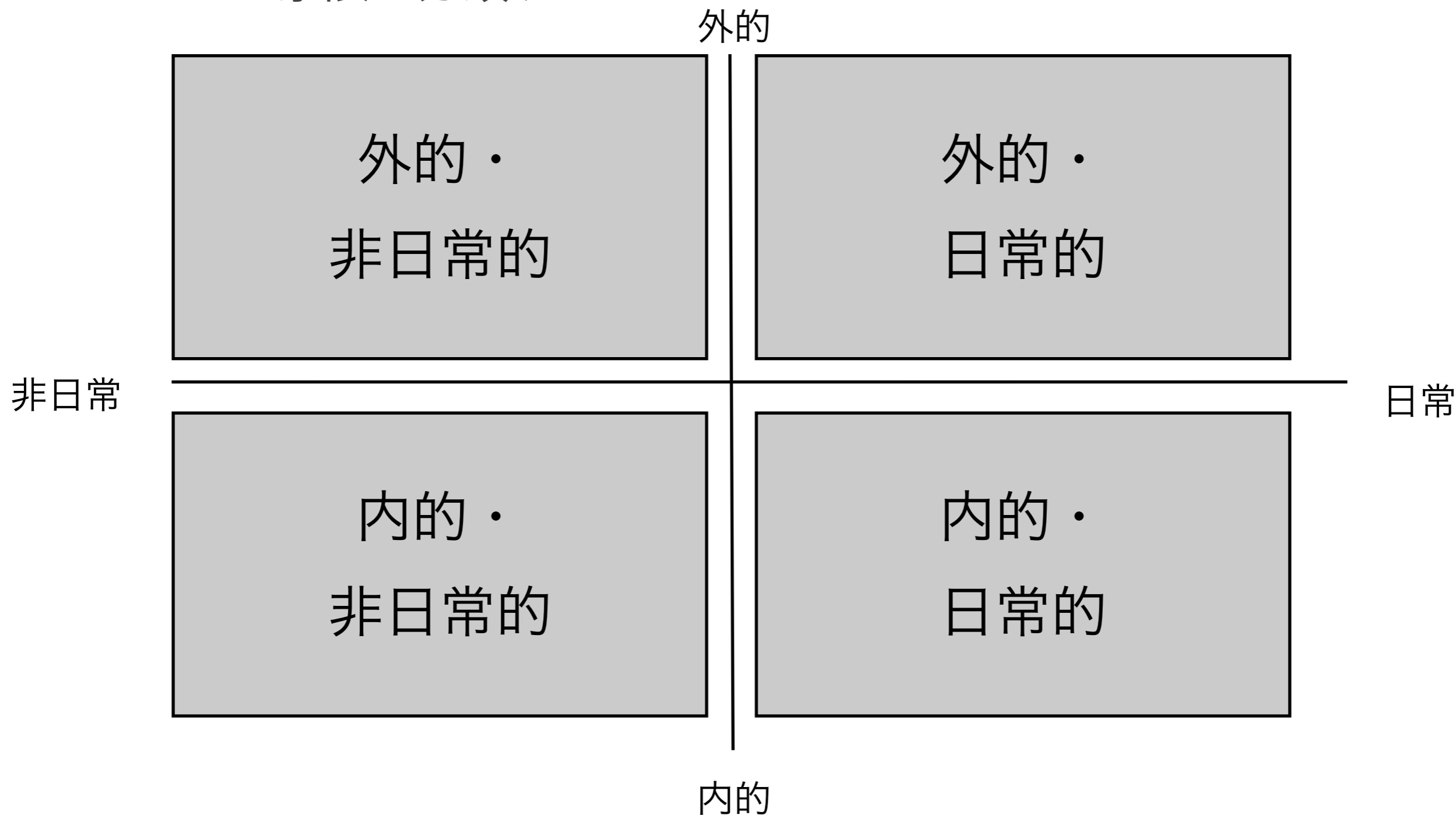
- 増税政策 法律法令改正 規制緩和、強化 遷都 政治的混乱 テロ活動、暴動 企業脅迫 誹謗中傷 イメージダウン マスコミ誤報 金利急変 為替変動 石油危機 対日圧力増加 カントリーリスク 取引先倒産 不良債権 資金調達困難 財務投資失敗 マーケティング失敗 ブランド力低下 資源配分失敗 組織計画失敗 敵対的買収 自社技術陳腐化 競合企業参入 重要顧客喪失 破壊価格 産業構造変化 失踪 自殺 誘拐、テロ 内部告発 差別 人権問題、差別 人材流出 人材育成遅滞 納期遅延 品質低下 顧客満足度低下 在庫管理不備 後継者不足 内部抗争 知的財産権侵害 不正取引 談合、不正取引 脱税、税法違反 プライバシー侵害 詐欺 株主代表訴訟 操業中断 ライフライン停止 放射能汚染 製造物責任事故 労災、交通事故 輸送事故 データベース破壊 地震、噴火 地滑り、山崩れ 台風、洪水 落雷、雹災害 異常高温、低温 異常渇水

- この中で重点的に対策を進めるべきリスクを同定

# リスクの同定

---

- リスクを4象限に分類する



$$R = P \times C$$

リスク 発生確率 影響度

# リスクの同定

- 4象限に分類されたリスクについて、象限ごとに各リスクの発生確率と影響度を想定する

		影響度		
		小	中	大
発生確率	大			
	中			
	小			

# リスク評価

---

- リスクの同定
  - 組織を取り巻くリスクを枚挙する
  - 枚挙されたリスクをパターン化し整理する
  - 識別されたリスクの影響度とその起こりやすさを評価する
  - 組織が優先して取り組むべきリスクの代表的なものを選択する
- リスクの評価
  - リスクの影響を分析する
    - 敵を知る
    - 被害を想定する
  - リスクがどのように現れるかを「見える化」する



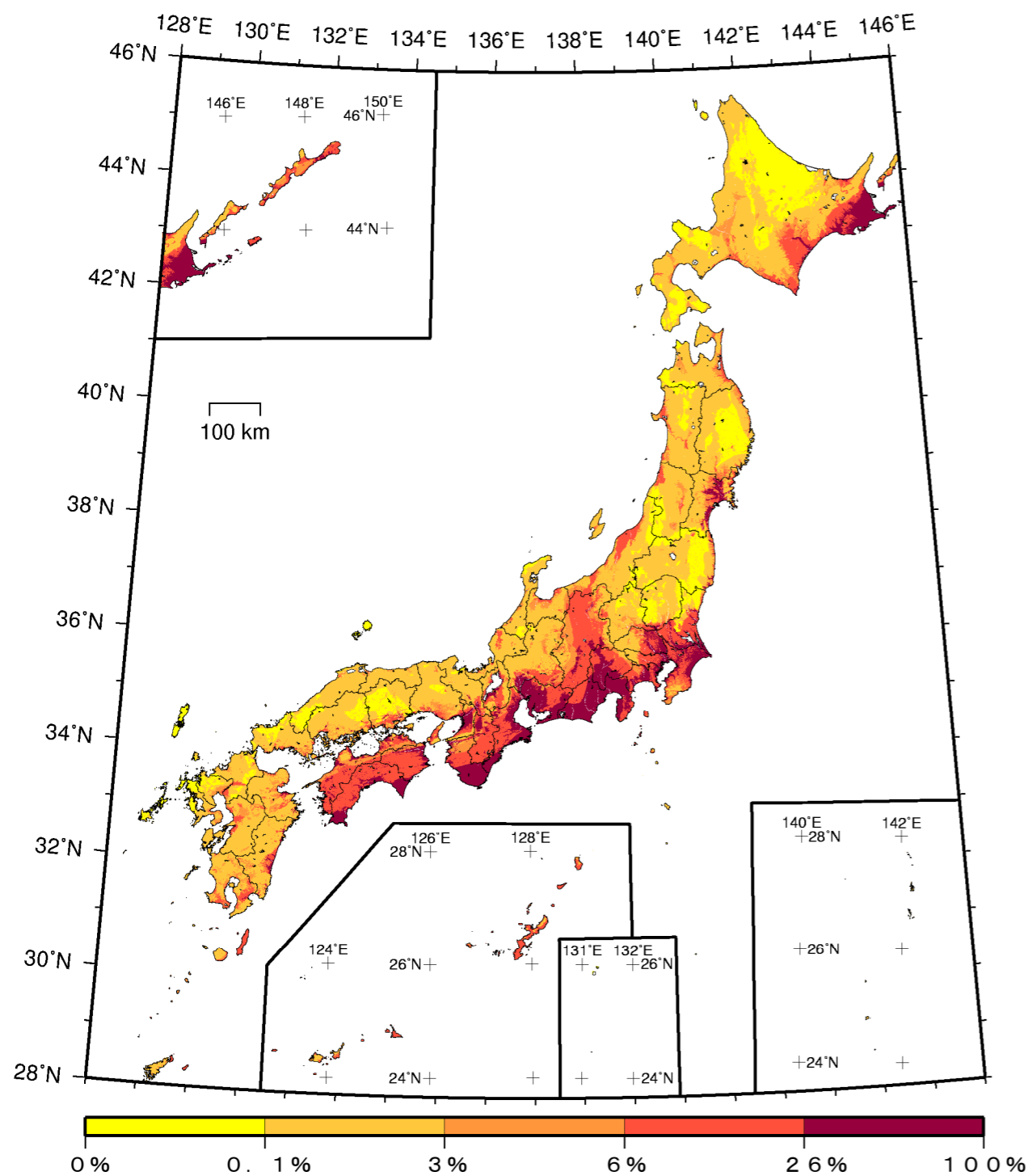
# 日本をとりまくリスク

地震発生可能性の長期評価が行われている地震

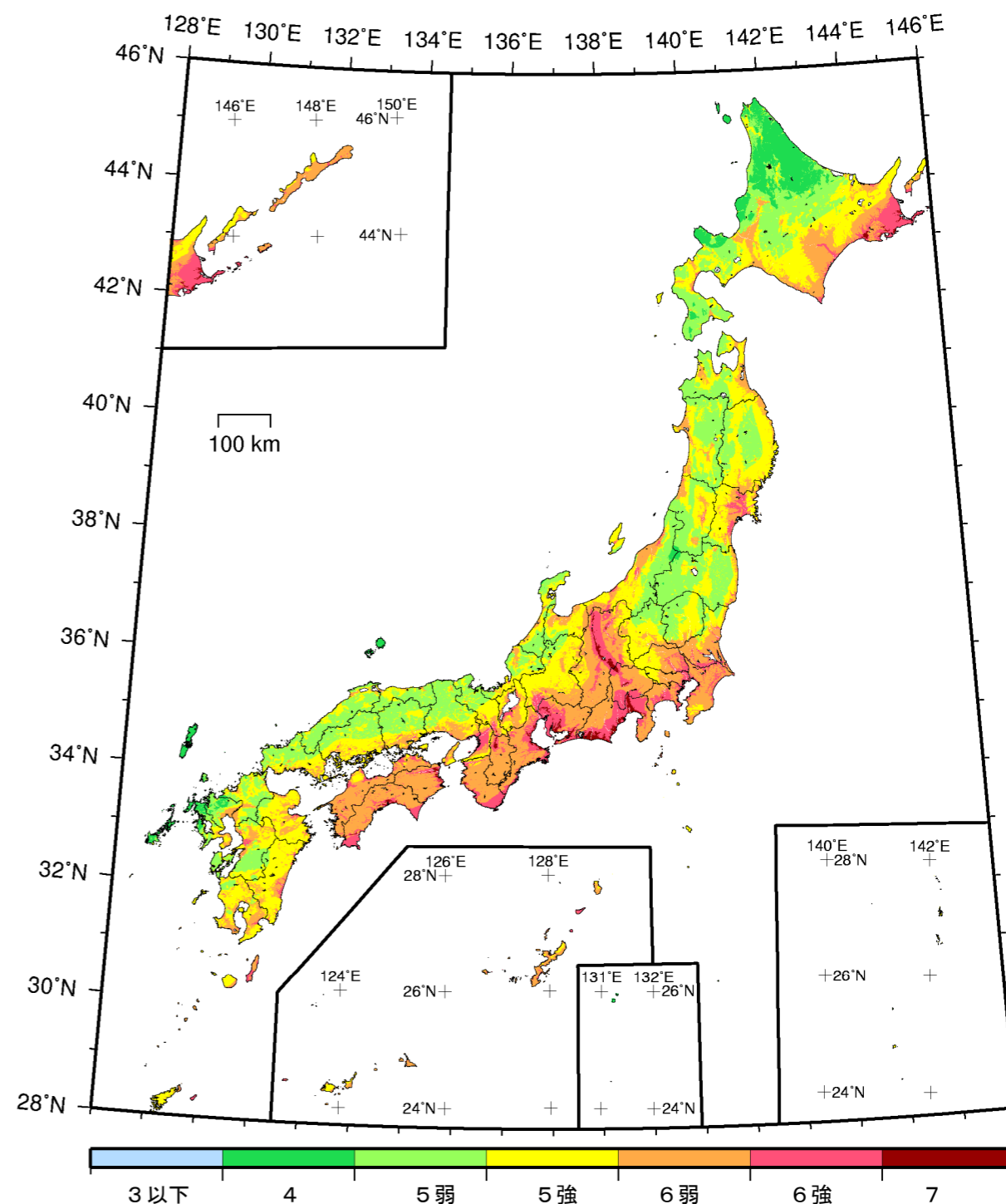


# 日本をとりまくリスク

## 確率論的地震動予測地図



今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率



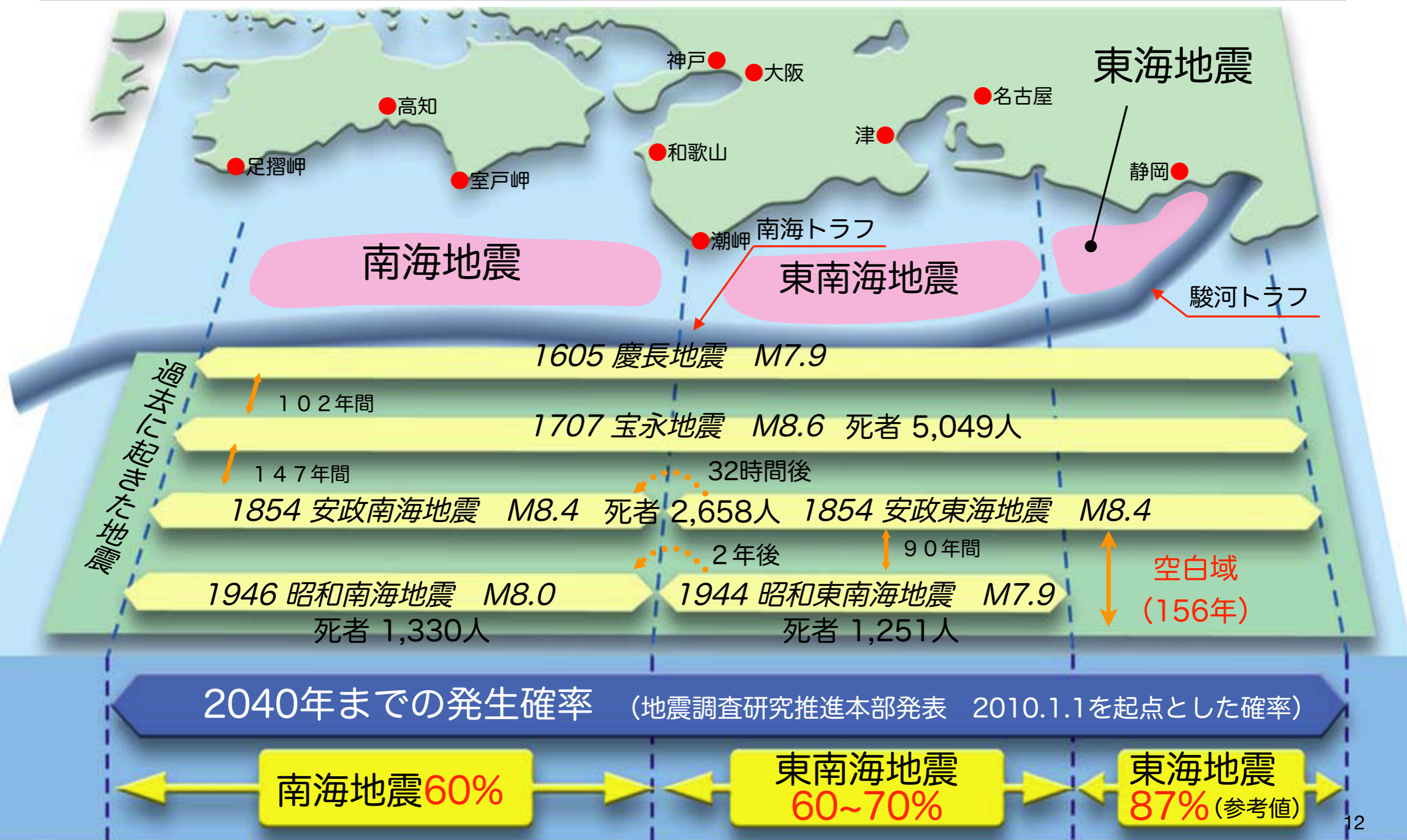
今後30年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が3%となる震度

## 東海・東南海・南海地震

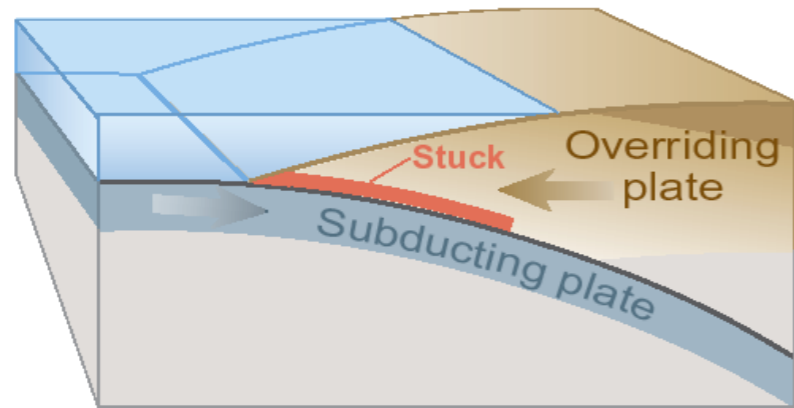
死者 最大 2万5千人

経済被害 最大 81兆円

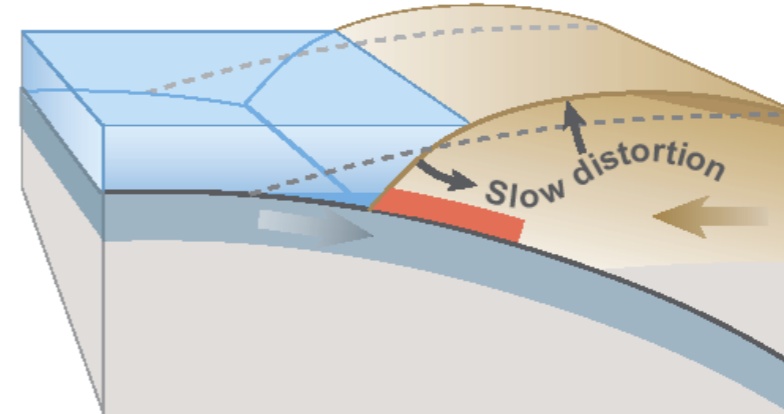
# 東海地震・東南海地震・南海地震



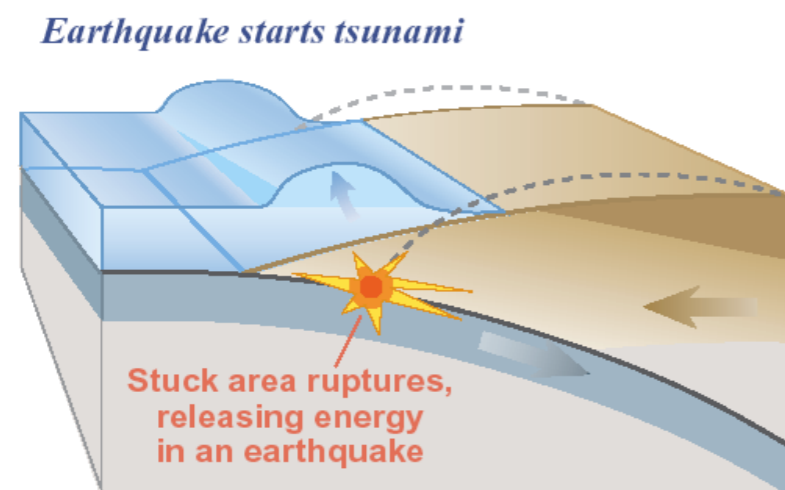
# 地震発生の周期性



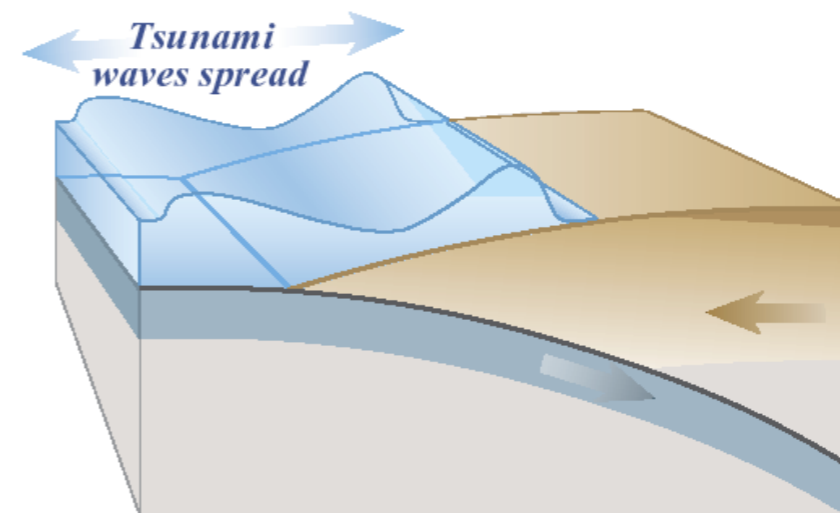
(1) 海洋プレートの沈み込み過程



(2) プレートの沈む込みによる歪みの蓄積



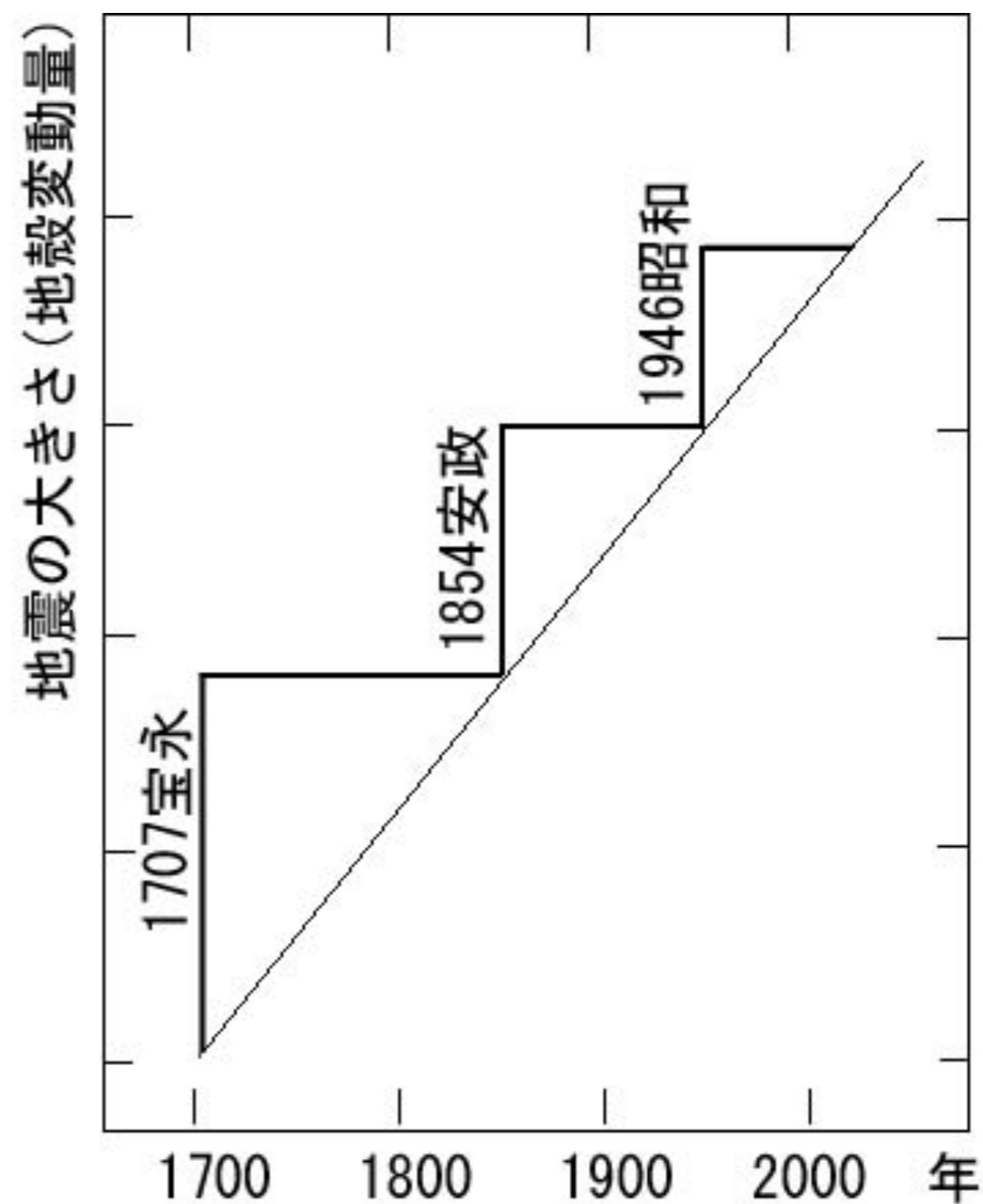
(3) プレート境界における歪みの解放  
→海底地盤の変形（隆起・沈降）  
→津波の発生



(4) 津波の発生

# 時間予測モデル

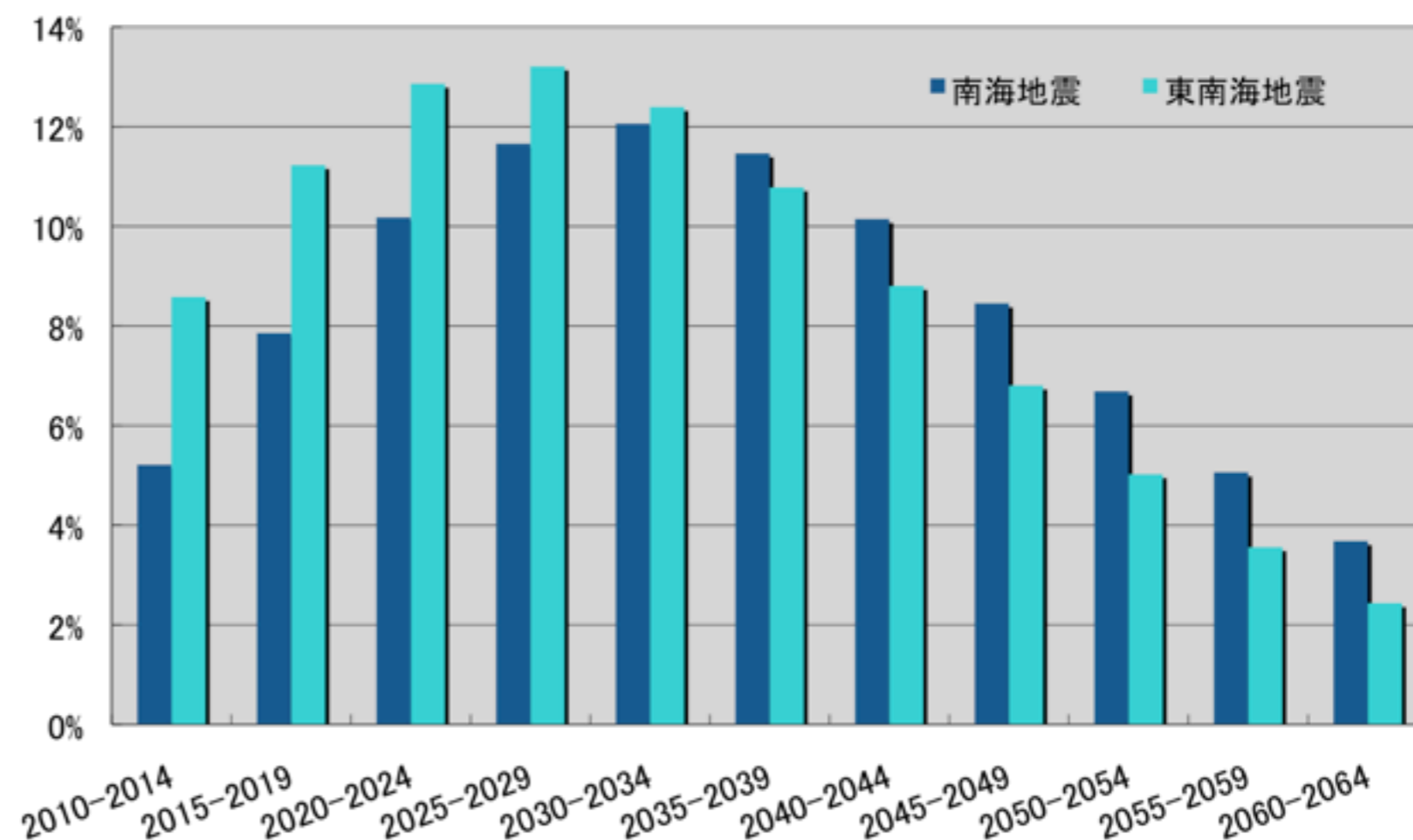
時間予測モデル：  
次回の地震までの間隔は  
前回の地震の大きさに比例



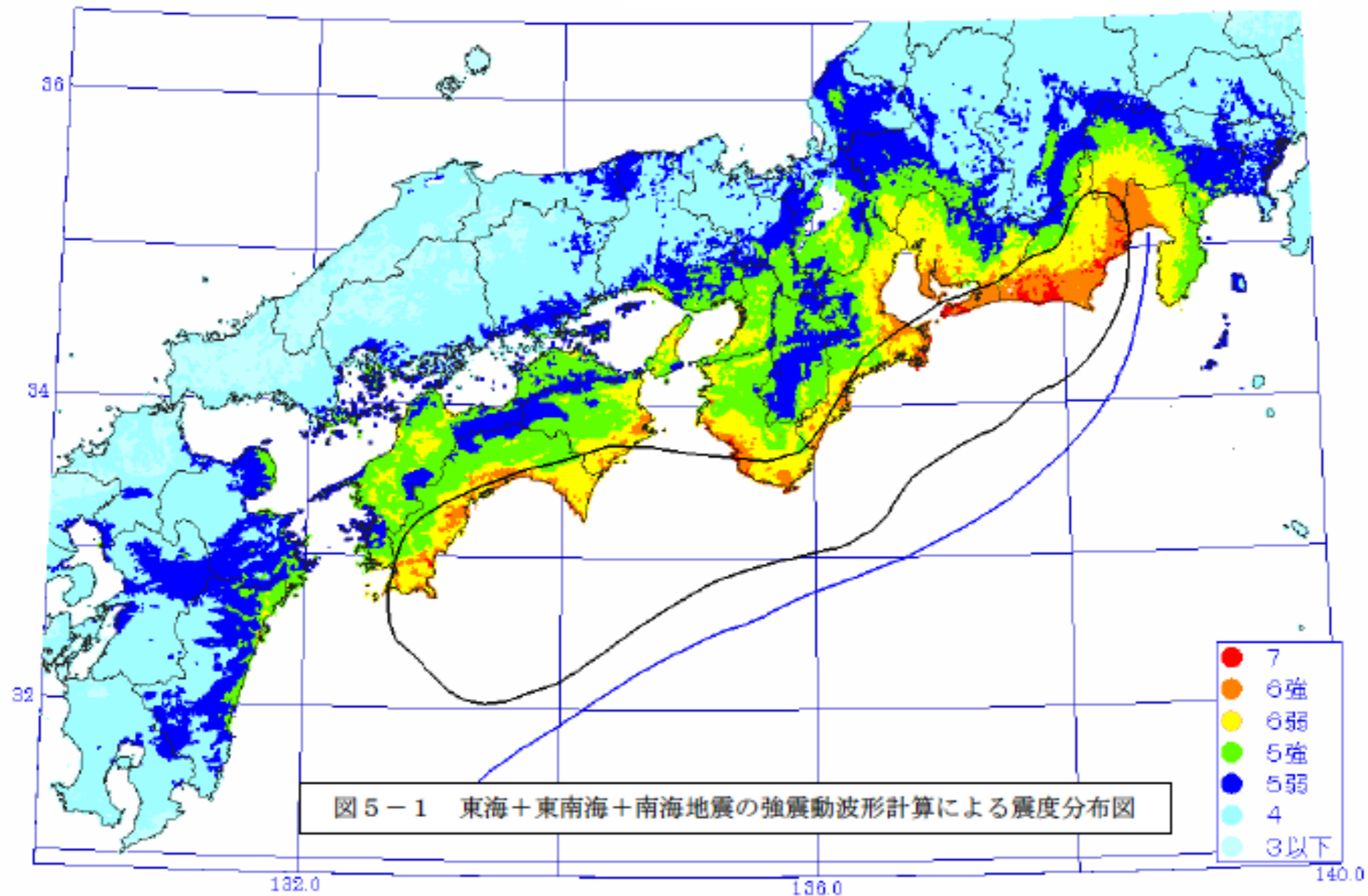
# 地震発生可能性の長期評価

- 時間予測モデルによる前回から次回までの平均的発生間隔  
    東南海地震 86.4年（65.1年経過，次回までおよそ21.3年）  
    南海地震 90.1年（63年経過，次回までおよそ27.1年）

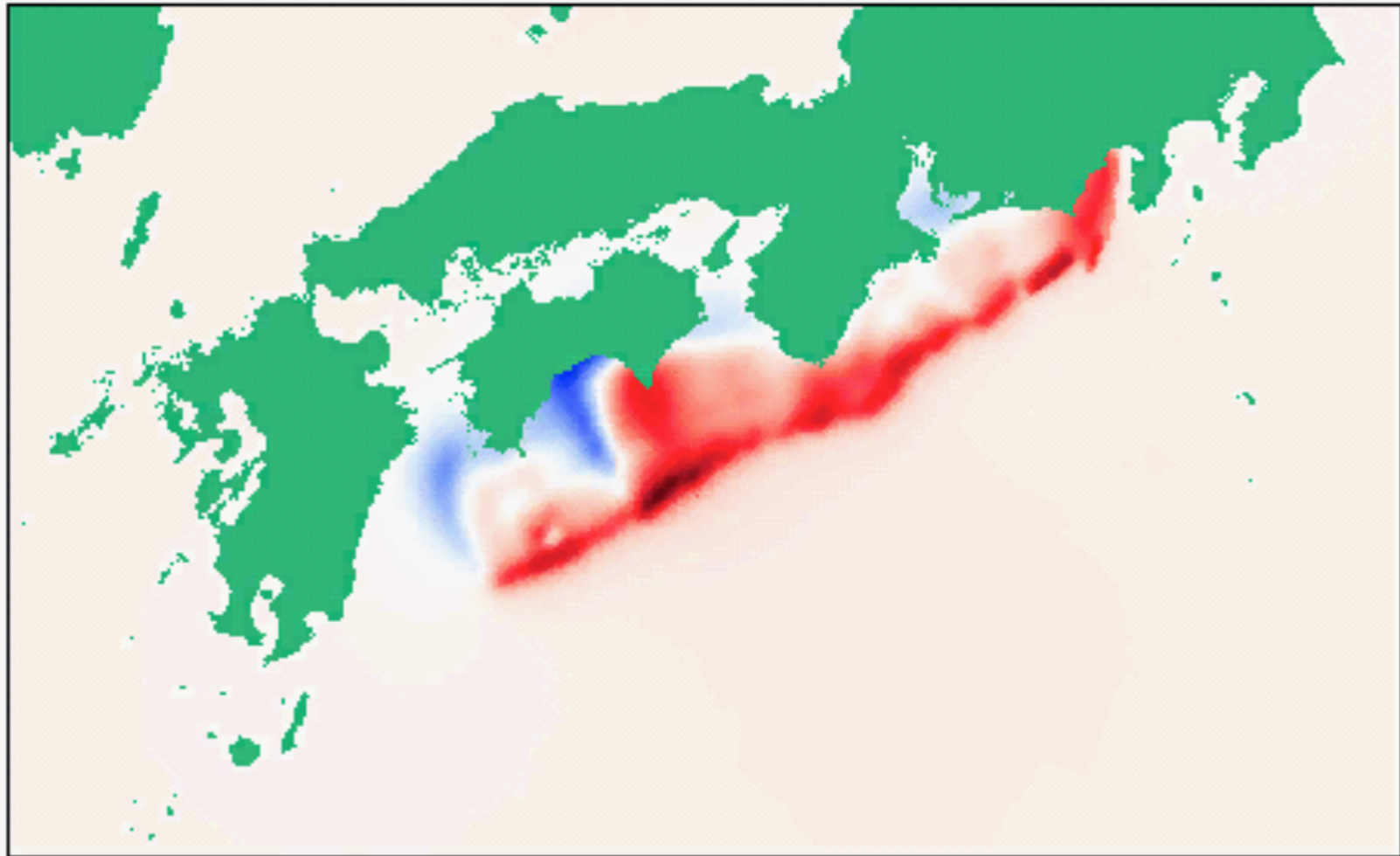
- 今後30年以内の発生確率
- 東南海地震（M8.1程度）  
60~70%
- 南海地震（M8.4前後）  
60%



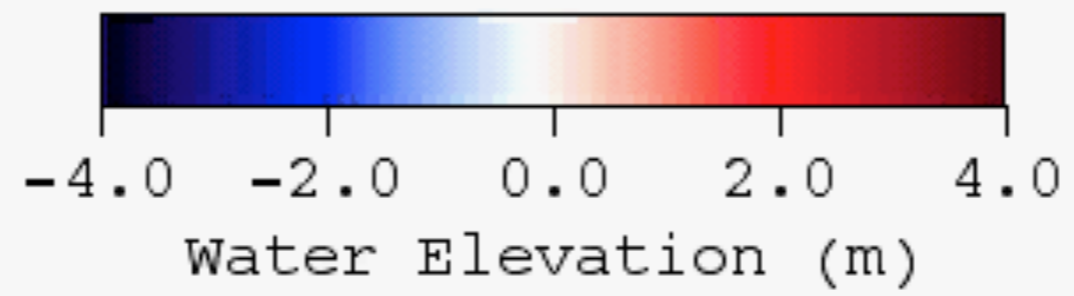
### 3 地震同時発生時の震度分布







0:00:00



### 3 地震同時発生時の津波の高さ

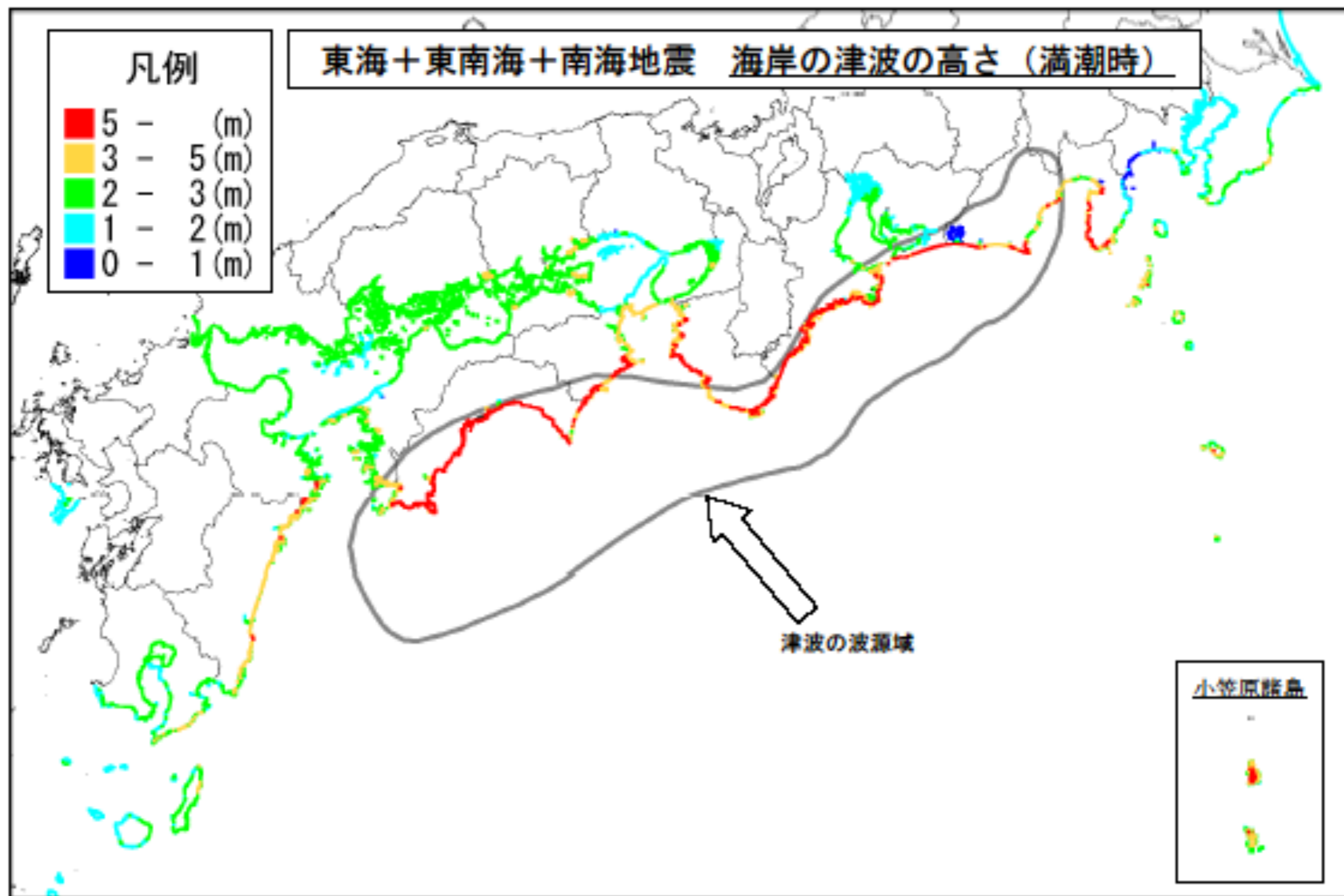


図9-1-2 東海+東南海+南海地震による海岸の津波の高さ (満潮時)

# 東海・東南海・南海地震の被害想定

	全壊棟数	死者数
揺れ	308,500-343,700	5,700-12,200
液状化	89,700	-
津波	42,300	2,300-9,100
斜面災害	27,200	1,400-2,600
火災	25,500-472,500	100-3,000
直接被害	約40-60兆円	
間接被害	約13-21兆円	

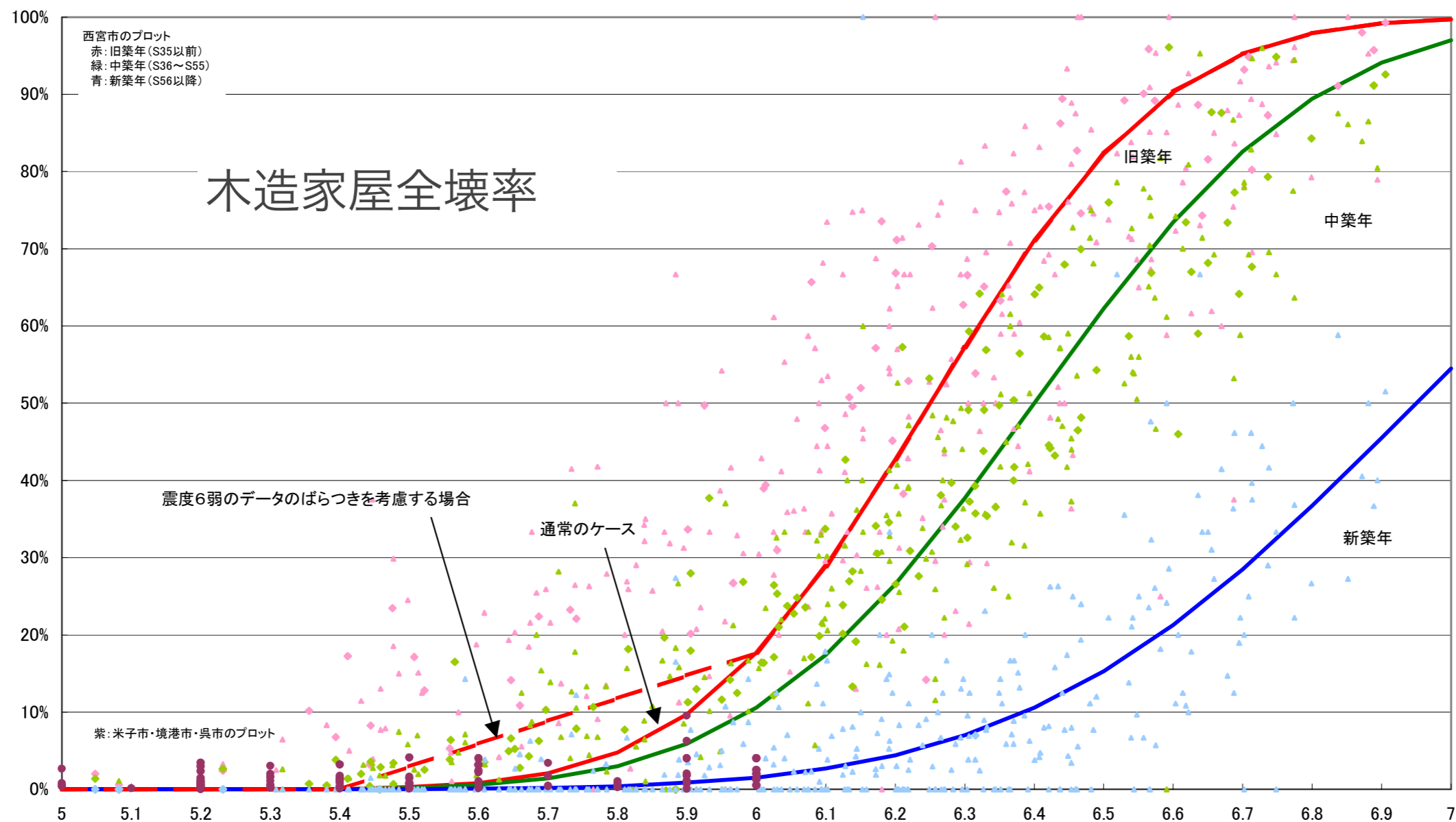
水道被害	直後の断水人口 約1,600万人
下水道被害	支障人口 約26万人
電力被害	直後の停電人口 約1,000万人
都市ガス被害	1週間後の支障人口 約300万人
電話通信被害	直後の支障人口 約75万人
避難者数	約200万人
米不足	7日目 250万kg
飲料水不足	7日目 15,000kl
対応困難重傷者	約36,000人

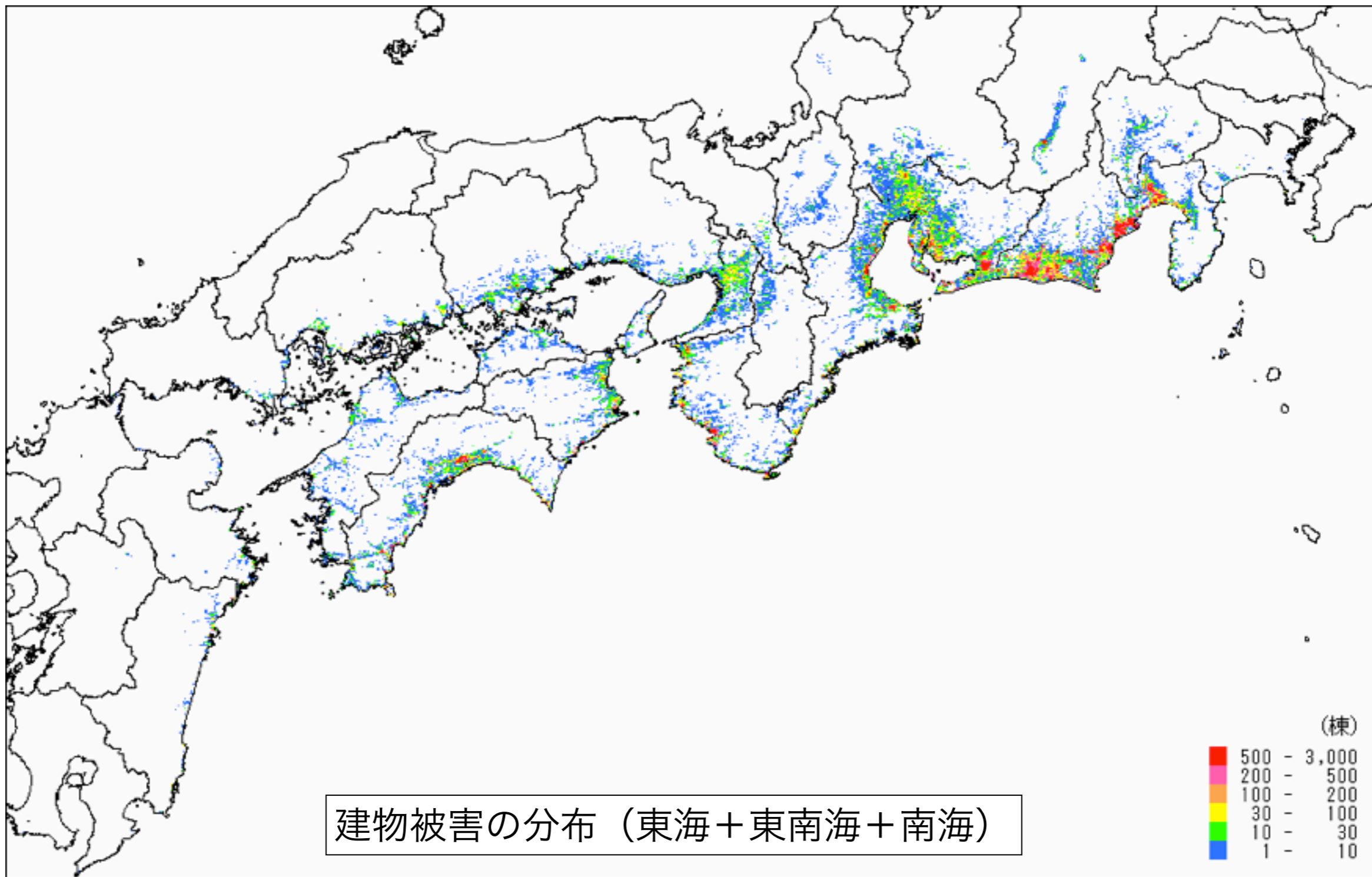
東海・東南海・南海地震が同時発生した場合

# 被害想定

- 被害関数（被害率テーブル）

- 震度と被害率の関係（過去の被害事例をもとに設定）





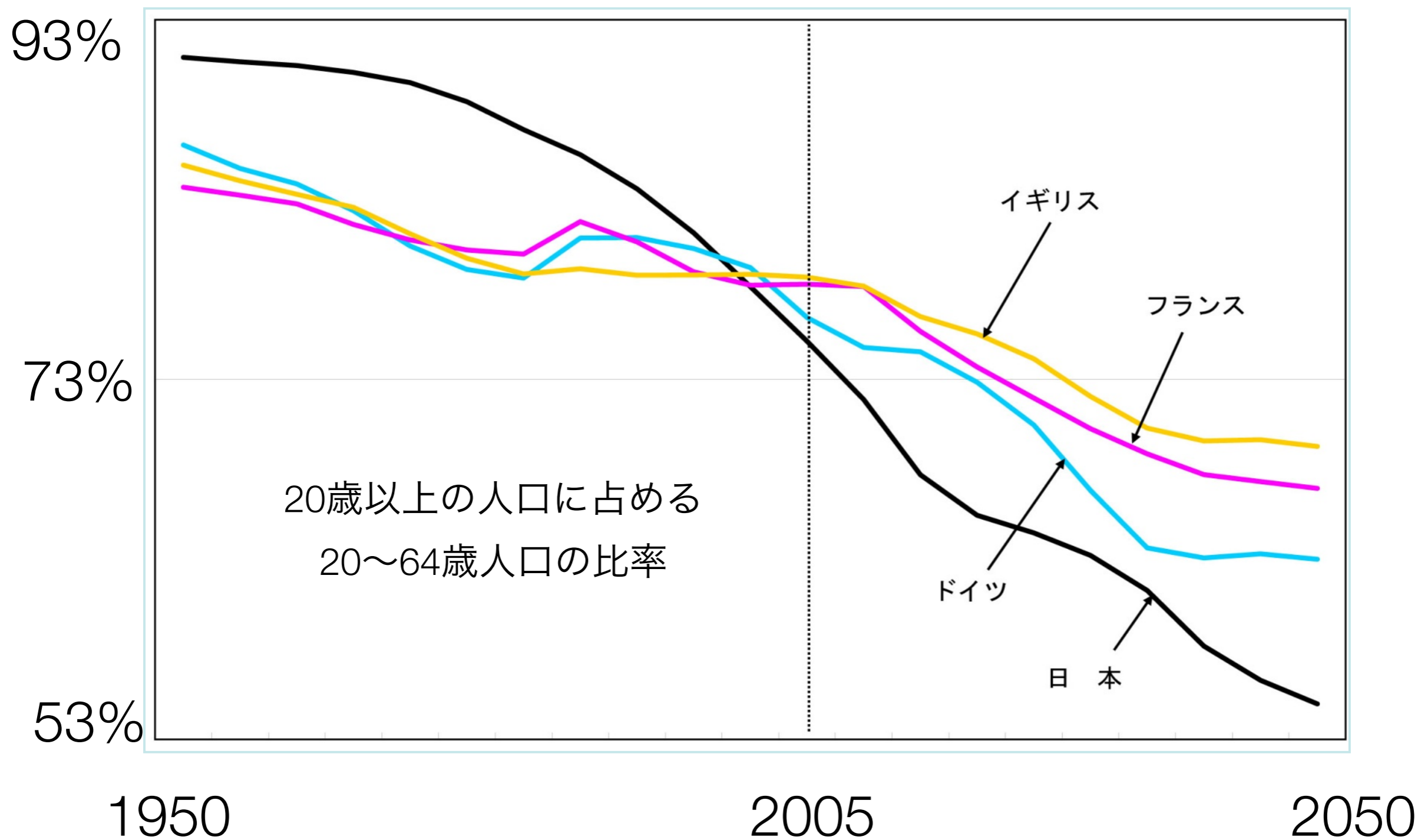
各メッシュごとに、そのメッシュに存在する建物数と、そのメッシュの震度に応じた被害率を掛け合わせる

# 災害対策・対応の課題

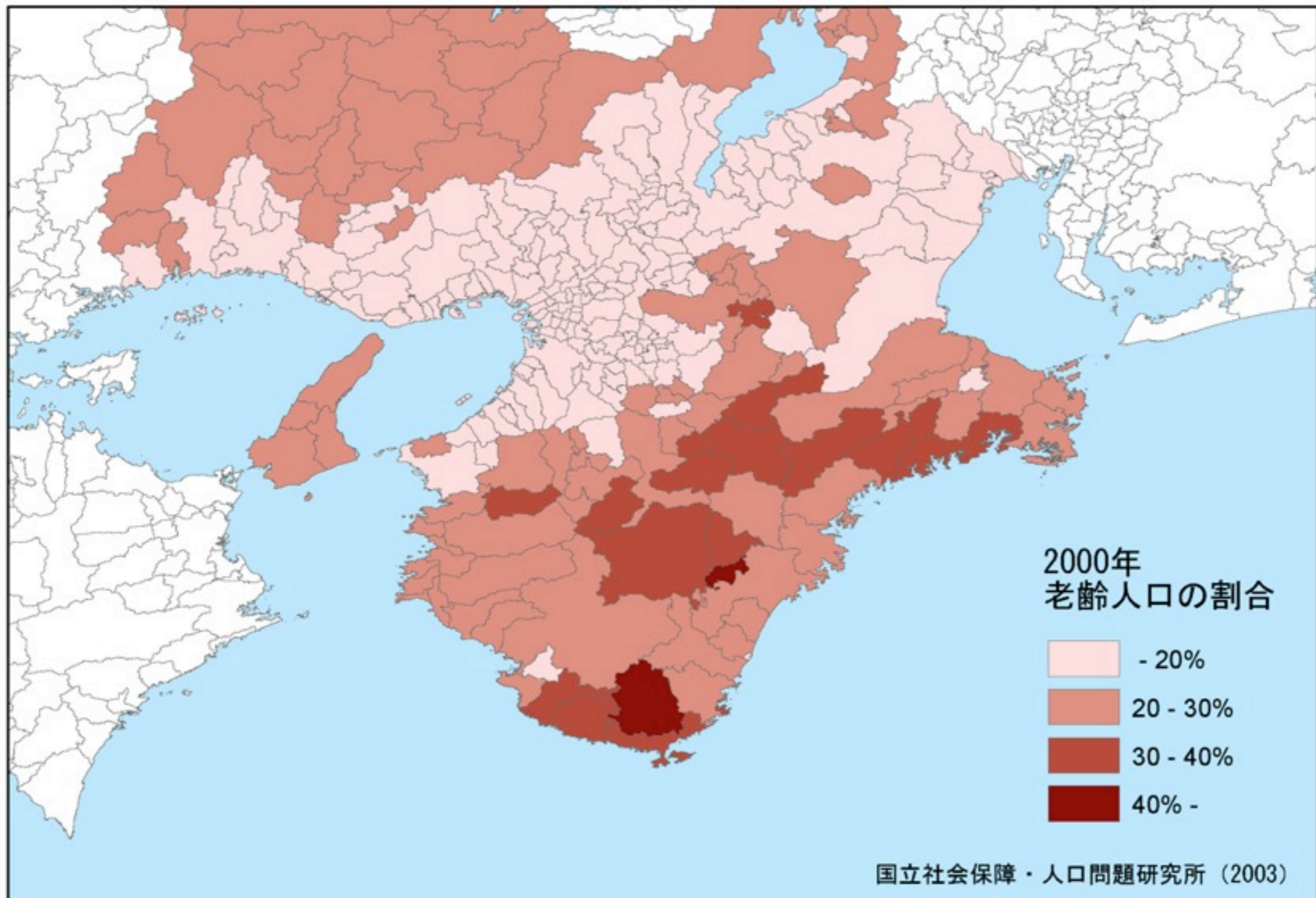
---

- 社会の変化：2035年頃の社会を見据える
  - 少子高齢化・過疎化地域の防災、復旧・復興
- 広域性：救援は困難を極める
  - 600を超える市町村が震度5弱以上を観測
  - インフラ、ライフラインの寸断
  - 津波、土砂災害による被害の拡大、大量の孤立地域
- 複雑性：都市部を襲う長周期地震動・巨大津波
  - 沿岸の土地利用の高度化、多様化
  - 地域を超えた人、モノ、情報のネットワーク
  - 未知のシナリオや災害対応上の想定外の発生
- 長期化：災害の長期化と複合災害の発生
  - 時間差発生時の資源配分、情報提供、経済被害・風評被害
  - 災害に脆弱になった地域で被害を拡大させない復旧・復興のあり方

# 生産年齢人口の減少

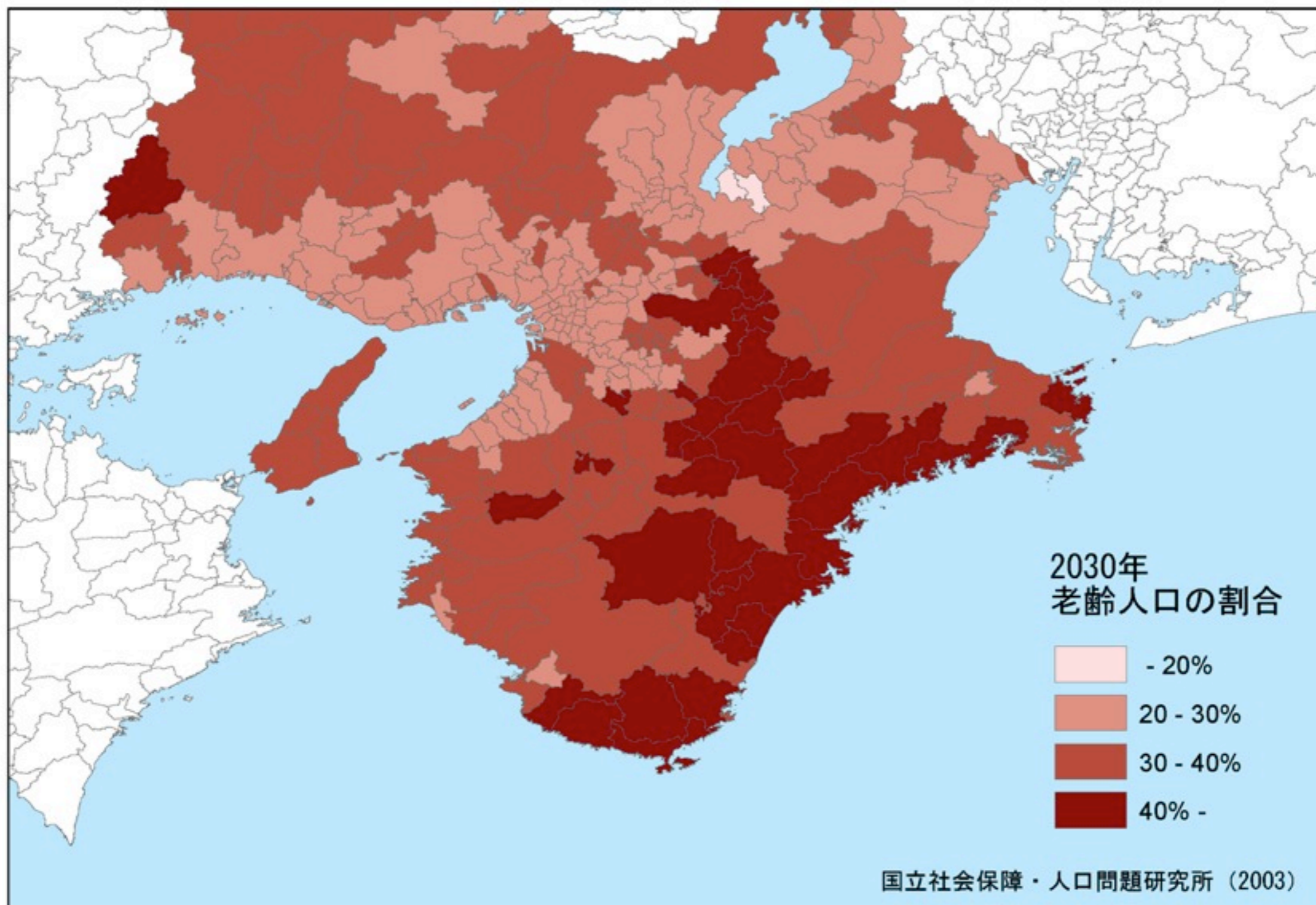


# 少子高齢化

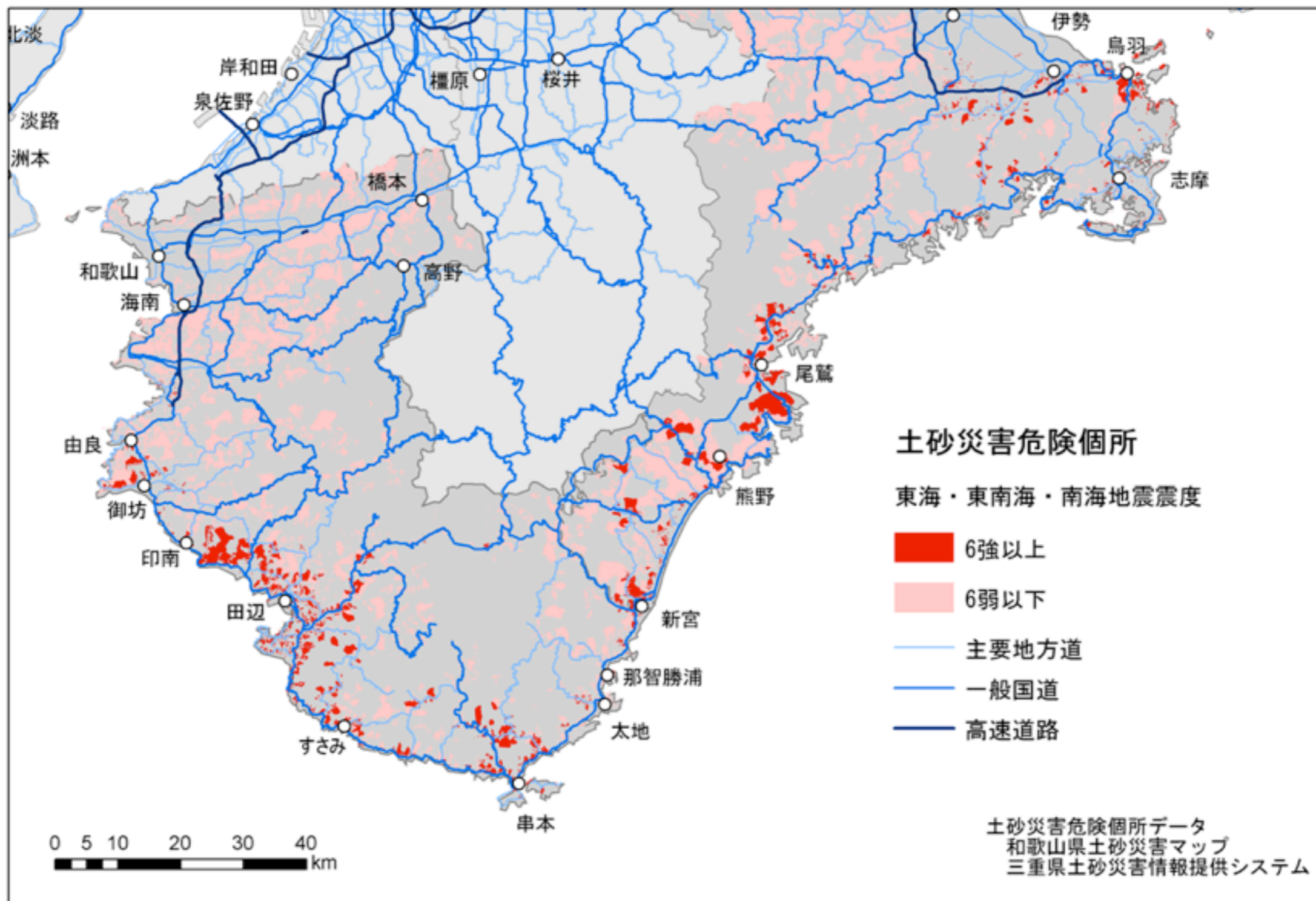




# 少子高齢化



# 集落孤立



# 東海・東南海・南海地震の曝露量



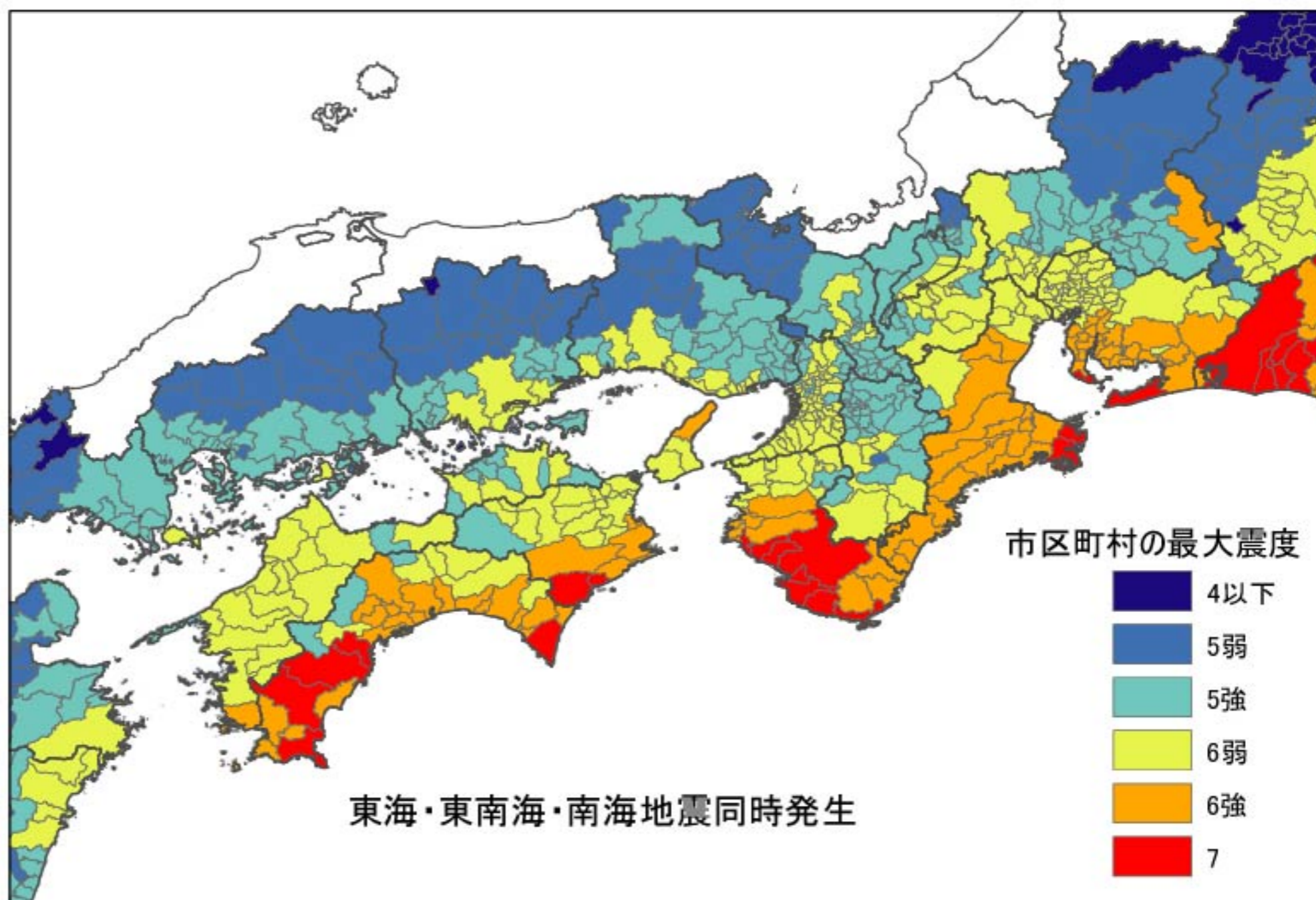
震度 曝露量	5弱	5強	6弱	6強	7	合計
人口	17,185,006	25,698,138	9,913,519	4,334,545	460,720	57,591,928
一般 世帯数	6,491,568	9,674,140	3,499,053	1,493,252	155,534	21,313,547
一戸建て 世帯数	3,522,707	4,968,176	2,110,572	1,021,884	104,977	11,728,316

約1,500万人

陳海立の計算による

# 被災自治体間の連携

震度	市町村
4以下	21
5弱	79
5強	211
6弱	244
6強	88
7	35

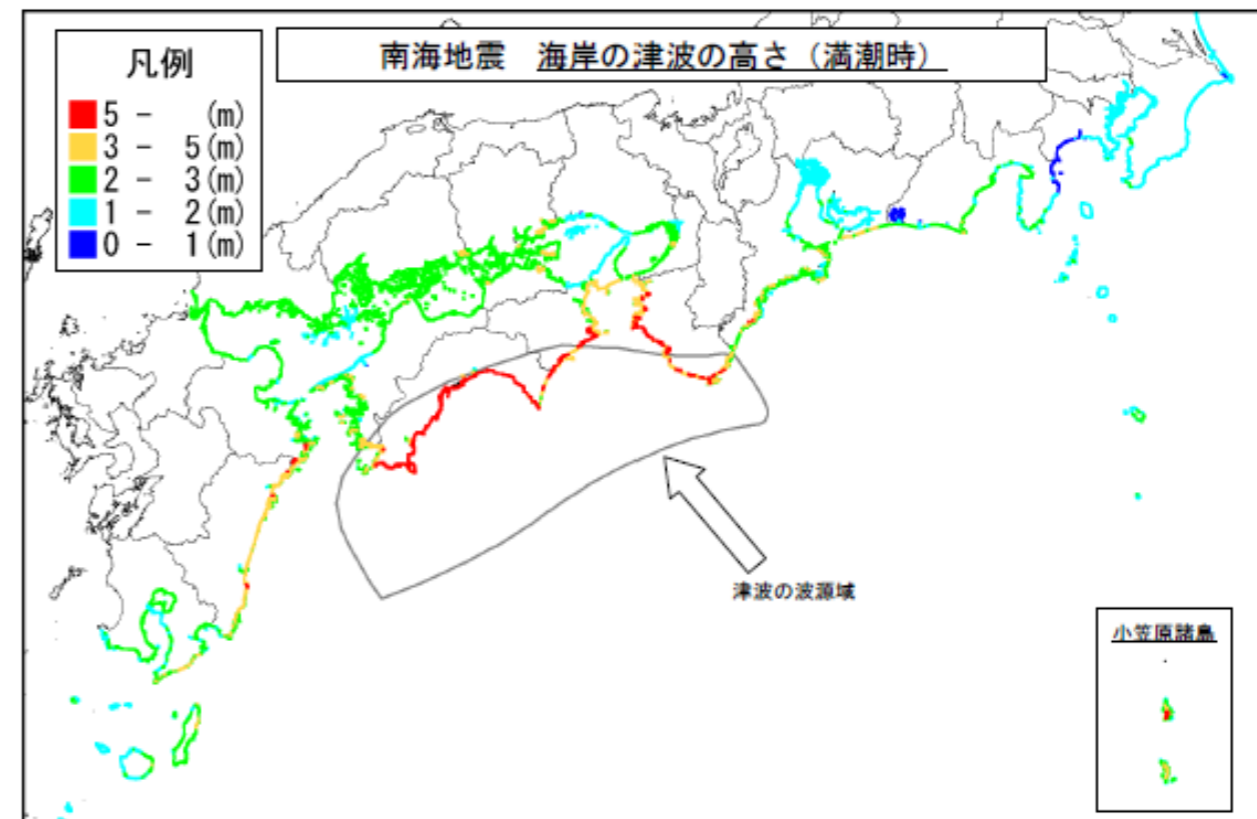
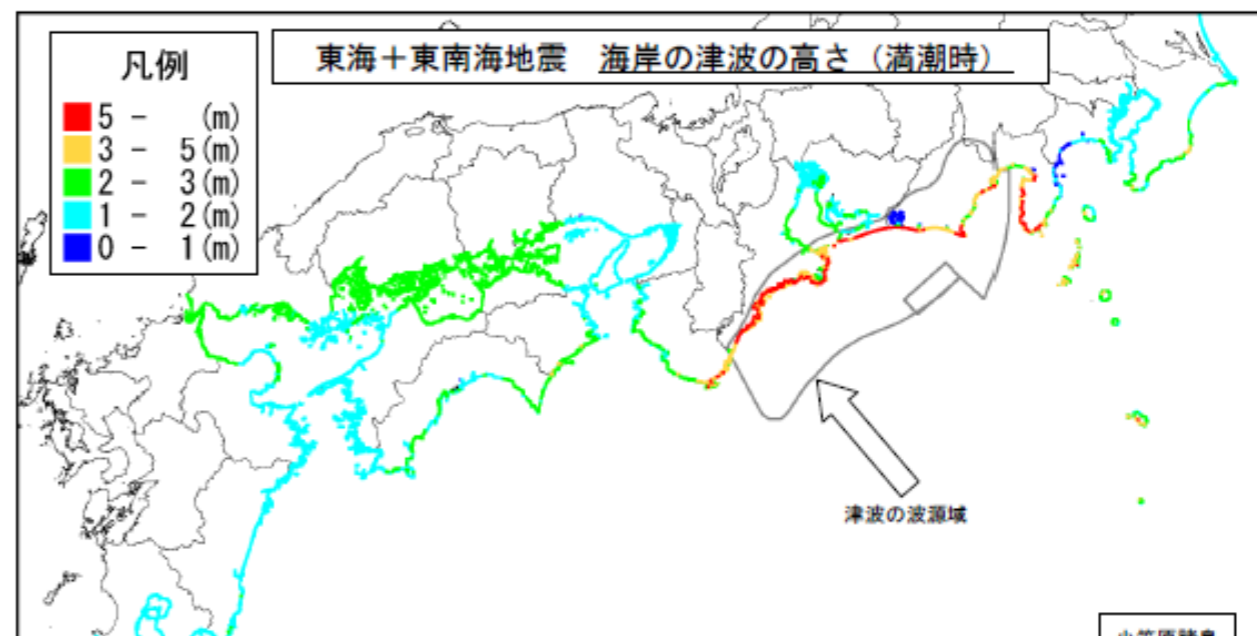
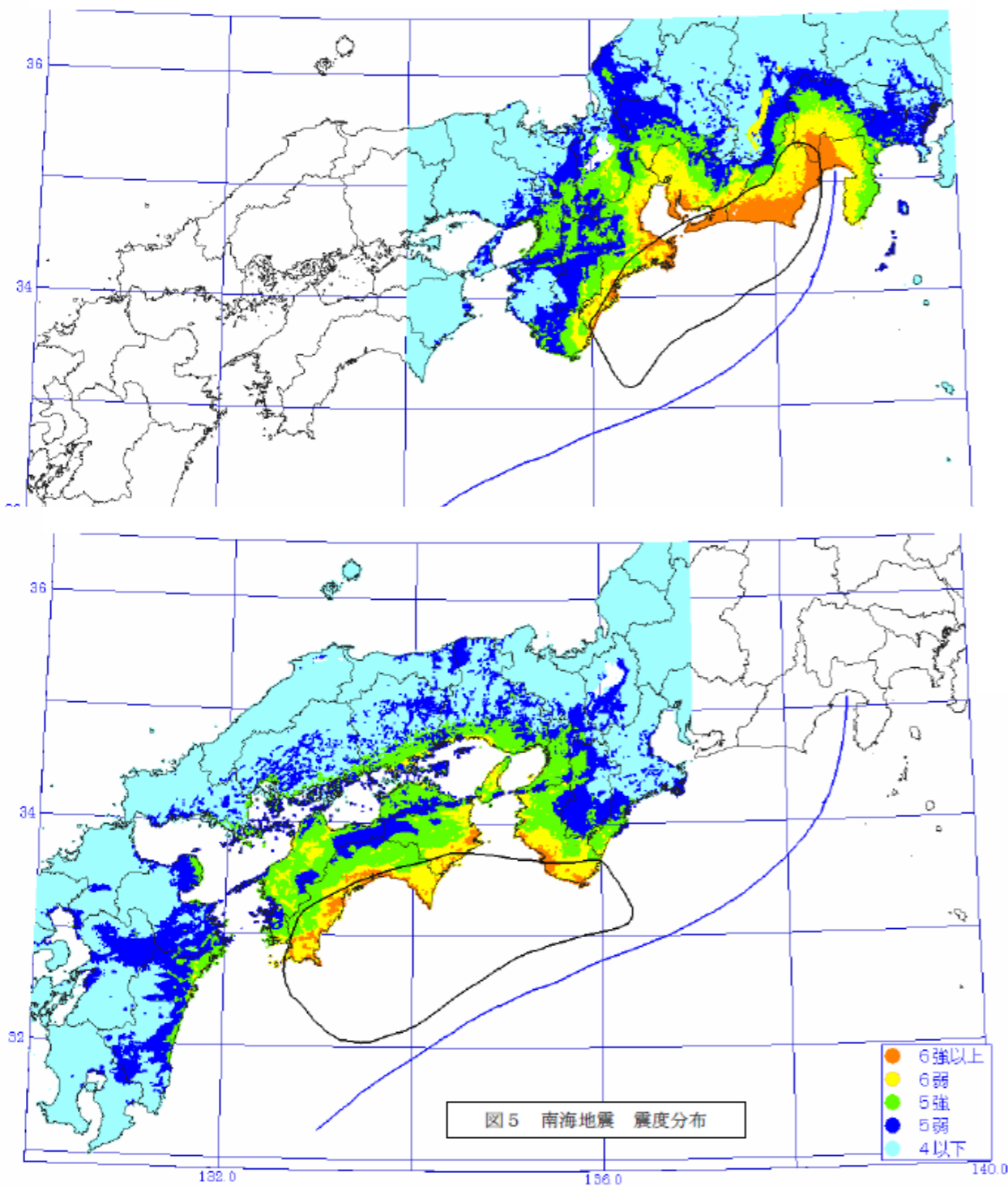


# 大阪市街地における津波浸水

---



# 時間差発生



# 時間差発生の問題

---

- 6時間以内
    - 津波が重なり合い、想定を超える津波が発生。避難行動中の被災。
  - 32時間程度
    - 捜索・救助活動、応急活動中の被災。
    - 警戒による被害軽減が可能。警戒態勢を継続することによる経済活動の低下。
  - 1ヶ月程度
    - 応急復旧が未完了のところへの被害の集中。
  - 1年以上
    - 復興が無駄になることも。
- 先が見えない中で、通常の災害対応とは異なる柔軟な災害対応の仕組みが必要

# 内陸地震の発生

---

- 1605年 慶長地震
  - 1596年 慶長伏見地震 M7.2～7.8
    - 有馬～高槻構造線の活断層で地震
    - 神戸から大阪、京都までで大被害、死者1500
- 1707年 宝永地震
  - 1662年 M7.2～7.6 琵琶湖周辺で被害、死者880、建物倒壊4500
- 1854年 安政東海地震・安政南海地震
  - 1854年 木津川断層系 M7.3 伊勢、奈良を中心に被害
- 1944年 昭和東南海地震・1946年 昭和南海地震
  - 1945年 三河地震 M6.8 死者1180人

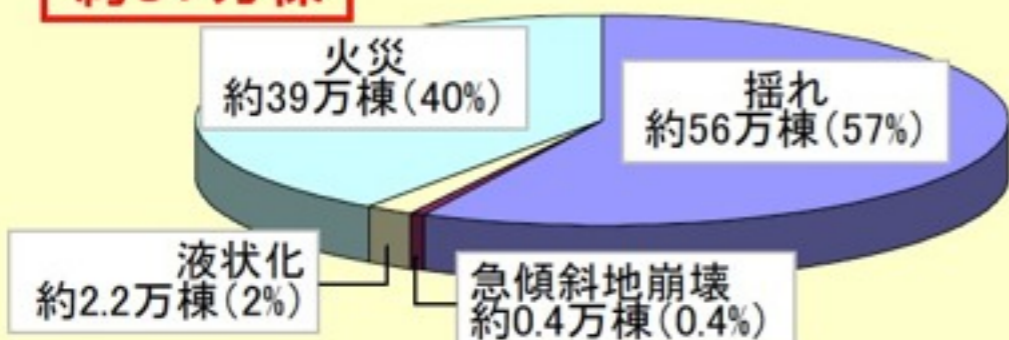


# 大阪・上町断層帯

今後30年間の発生確率  
2~3%

①建物全壊棟数(冬昼12時、風速15m/s)

**約97万棟**



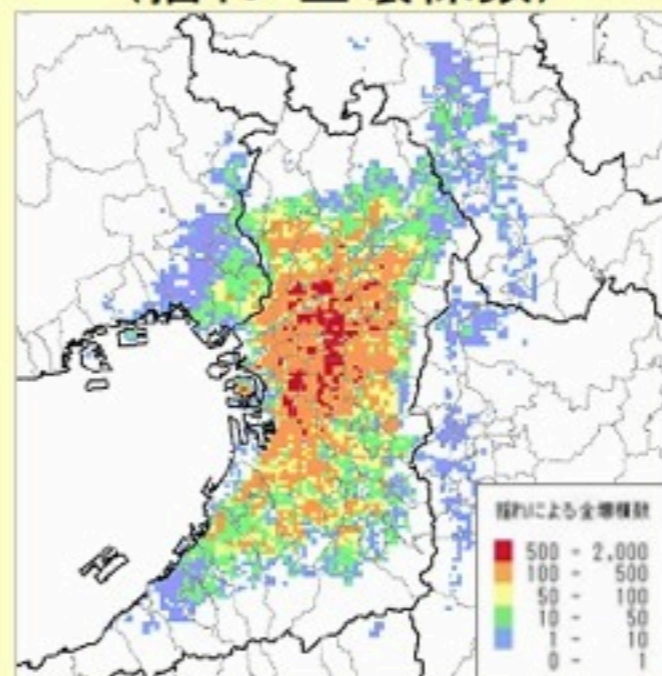
②死者数(冬朝5時、風速15m/s)

**約42,000人**

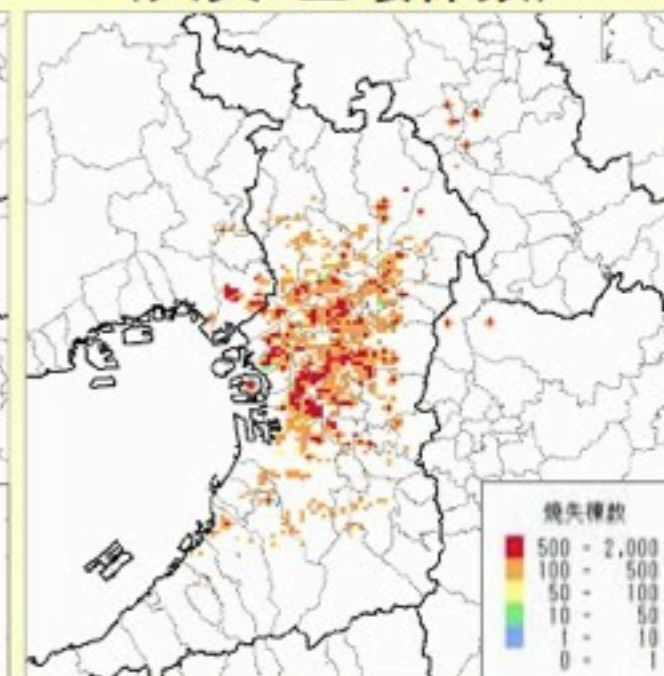


負傷者: 約220,000人(うち重傷者: 約47,000人)

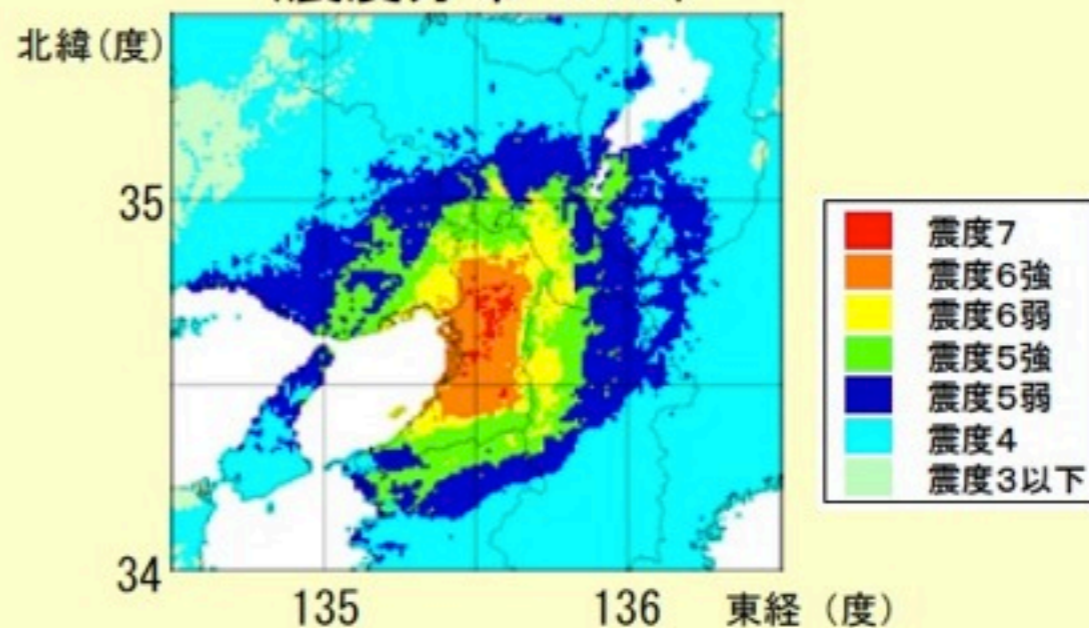
(揺れ・全壊棟数)



(火災・全壊棟数)



(震度分布・M7.6)



# 長期湛水

---

- 1946年南海地震後の高知市



- 高知市15万人が、次回の南海地震で、満潮時海面下になる土地に居住

# 複合災害

---

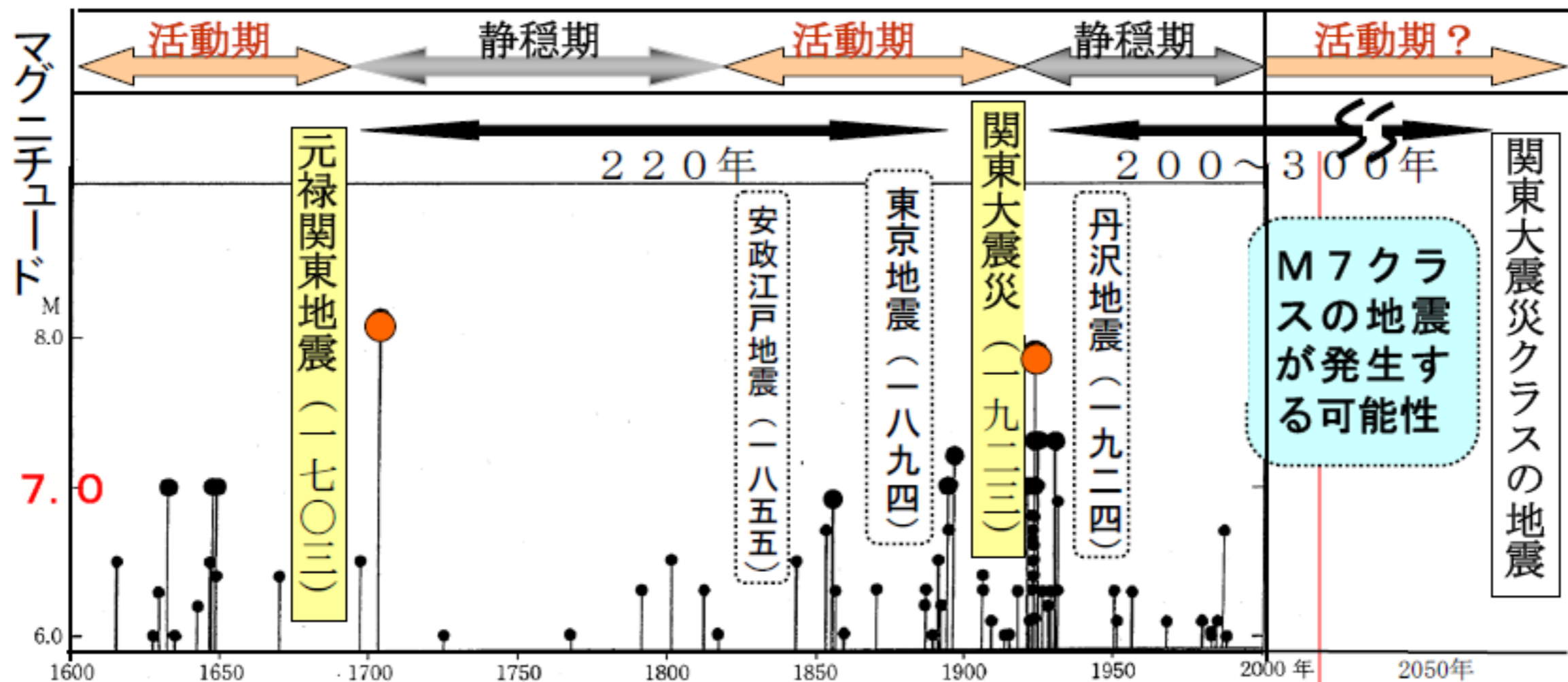
- 大雨→地震→豪雪 （新潟県中越地震）
- 地震→洪水 （1948年福井震災，九頭竜川の氾濫）
- 高潮→高潮 （1953年台風13号、1959年伊勢湾台風）
- 台風—地震 （関東大震災）
- 被害の拡大に備えて、何を優先的に復旧しなければならないのか。
- 災害対応の資源を分け合わなければならないときの方法

# 首都直下地震

死者 最大 1万2千人

経済被害 最大 112兆円

# なぜ首都直下地震なのか



南関東で発生した地震 (M6以上、1600年以降)

◆首都地域では、2~3百年間隔で関東大震災クラス(M8)の地震

◁ 今後100年以内に発生する可能性はほとんどないことから除外

◆この間に、M7クラスの直下地震が数回発生 ◁ 今回の対象

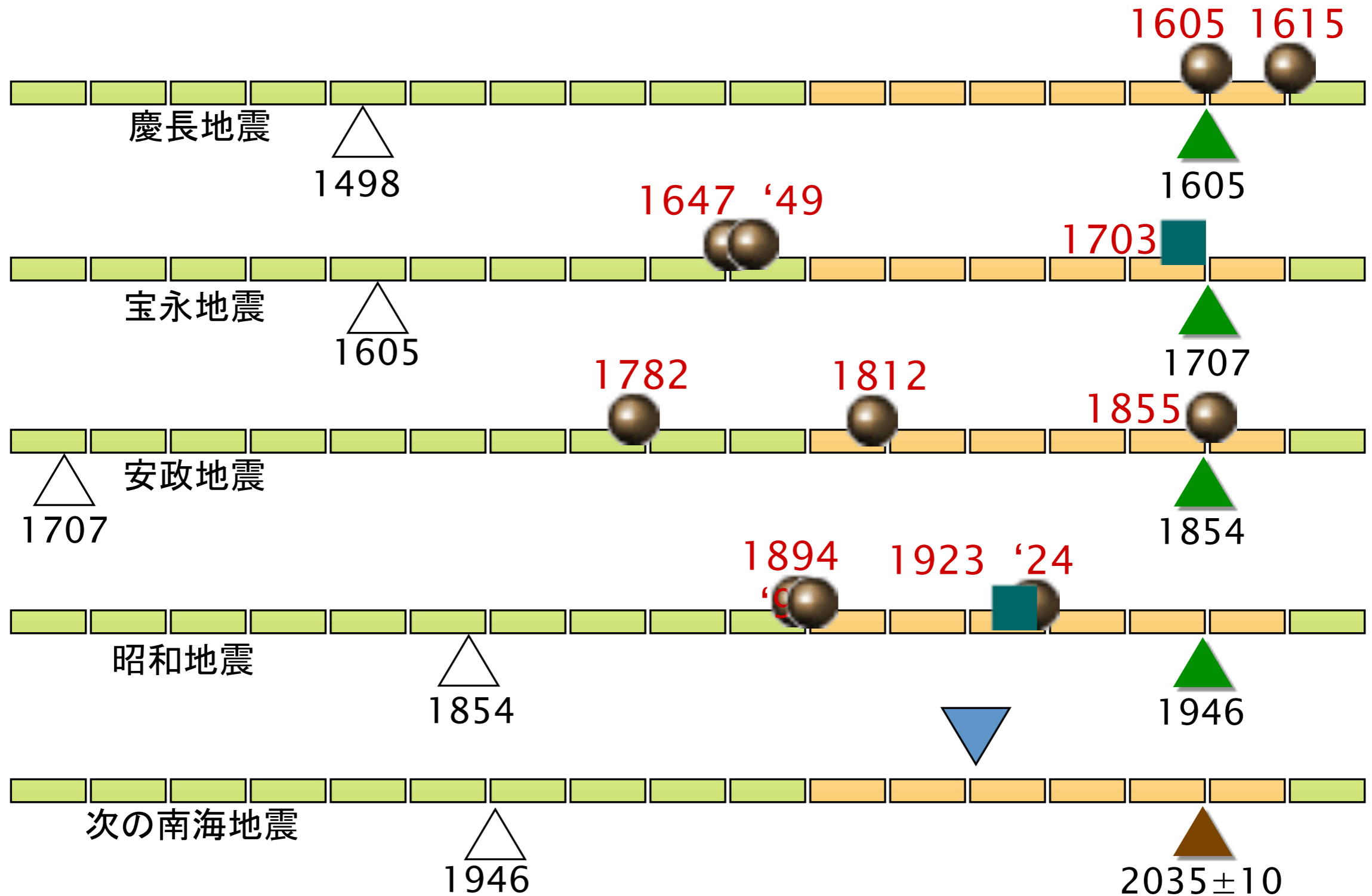
凡例

● : マグニチュード8クラス

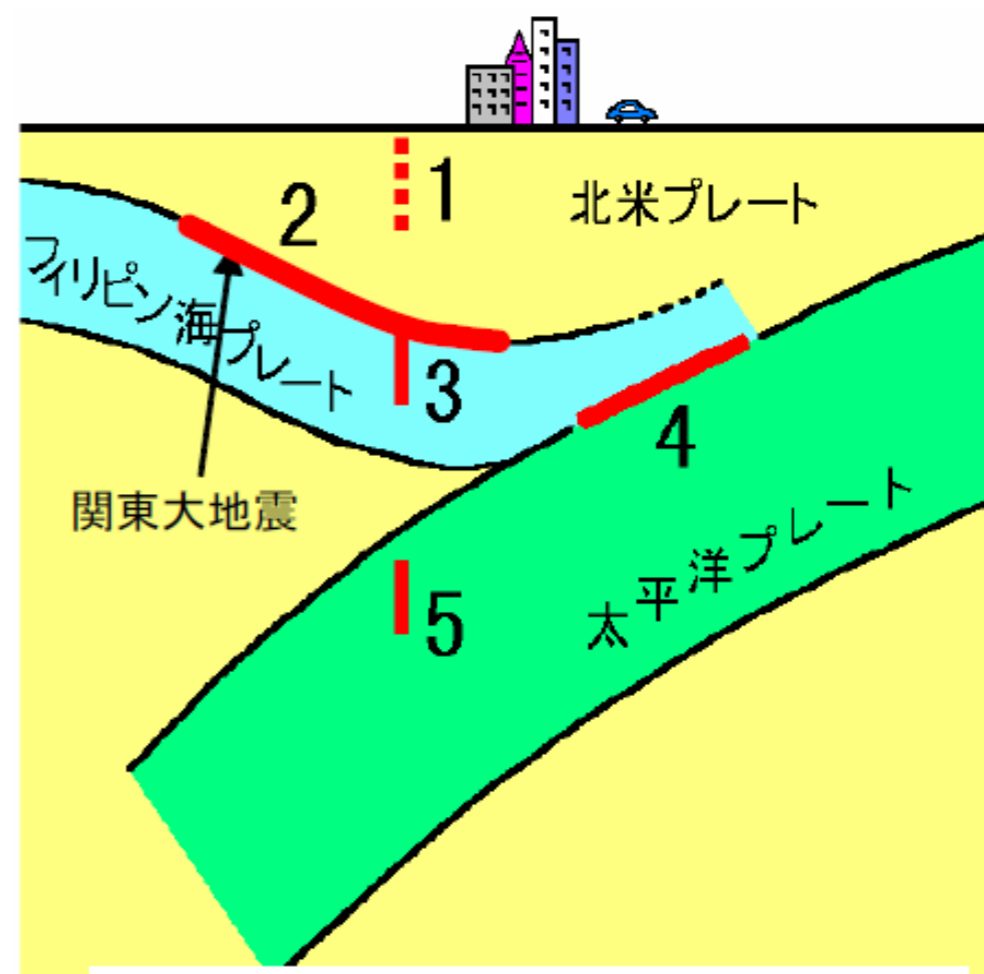
● : マグニチュード7クラス

● : マグニチュード6クラス

# 東京都下の被害地震（南海地震と比較して）



# 首都圏の地下構造



地震ワーキンググループ岡田委員提供資料をもとに作成

# 首都圏で想定されている地震

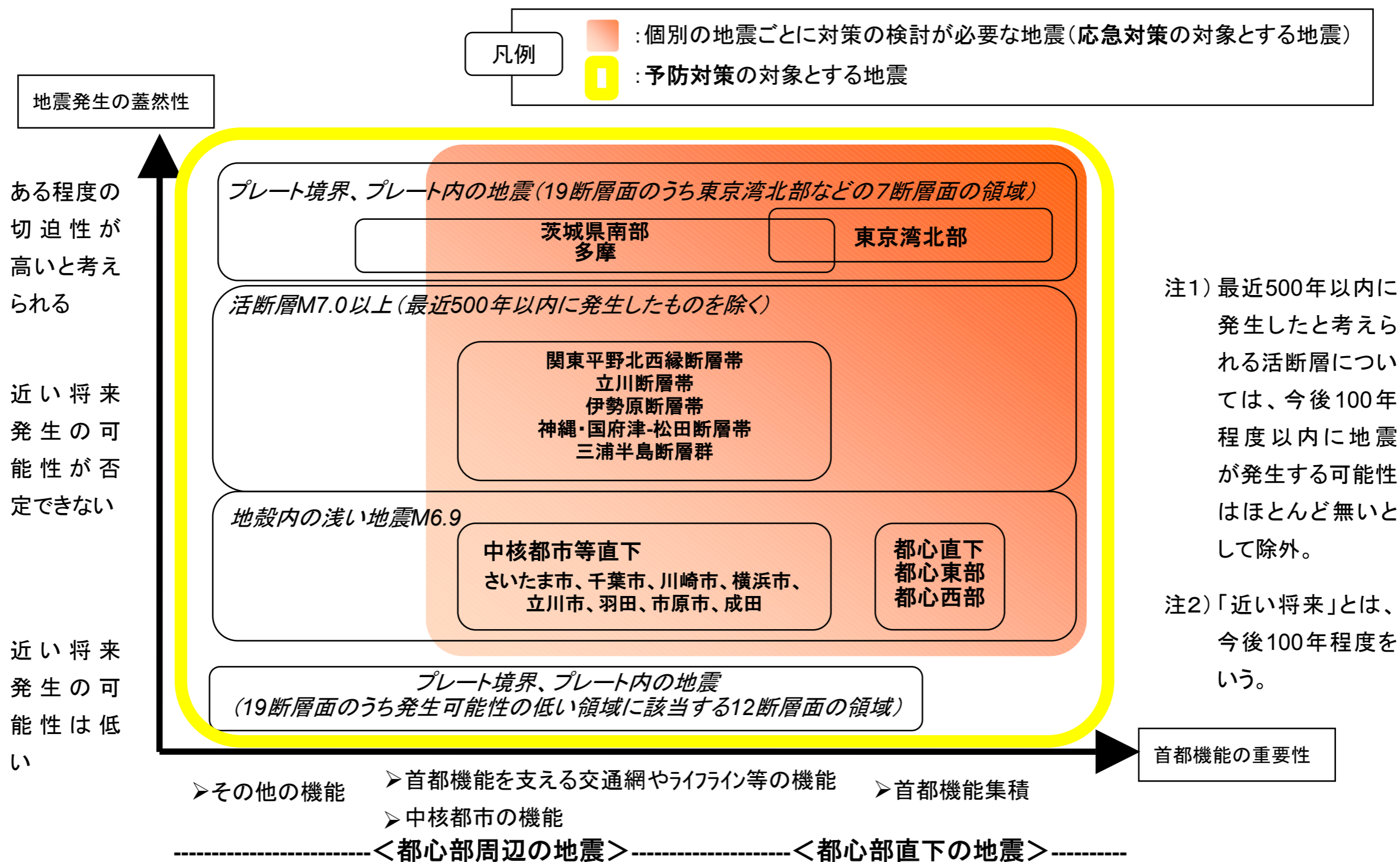
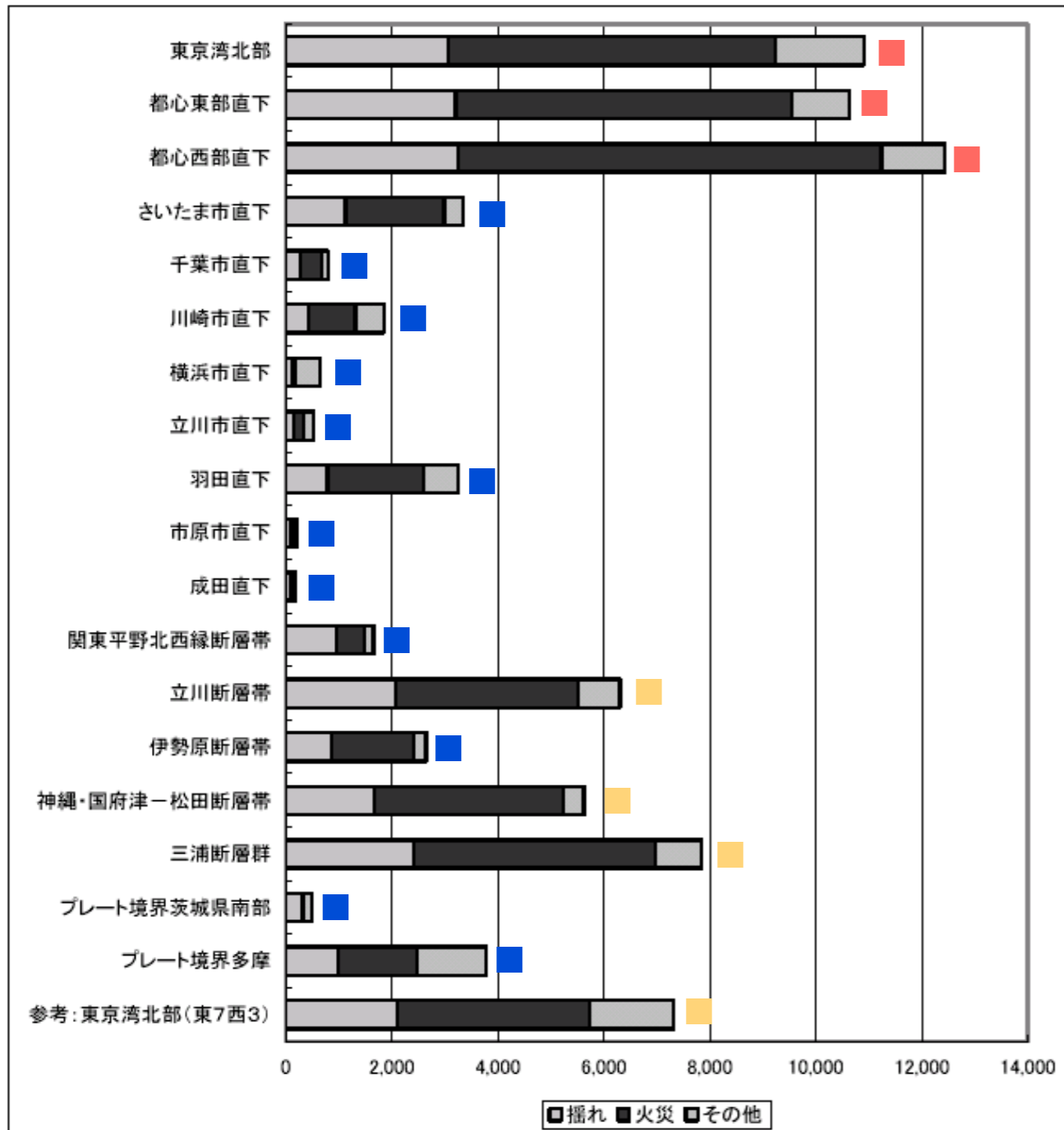


図 3.0.1 対象とする地震



# 首都直下地震に含まれる3種類の巨大地震災害のシナリオ

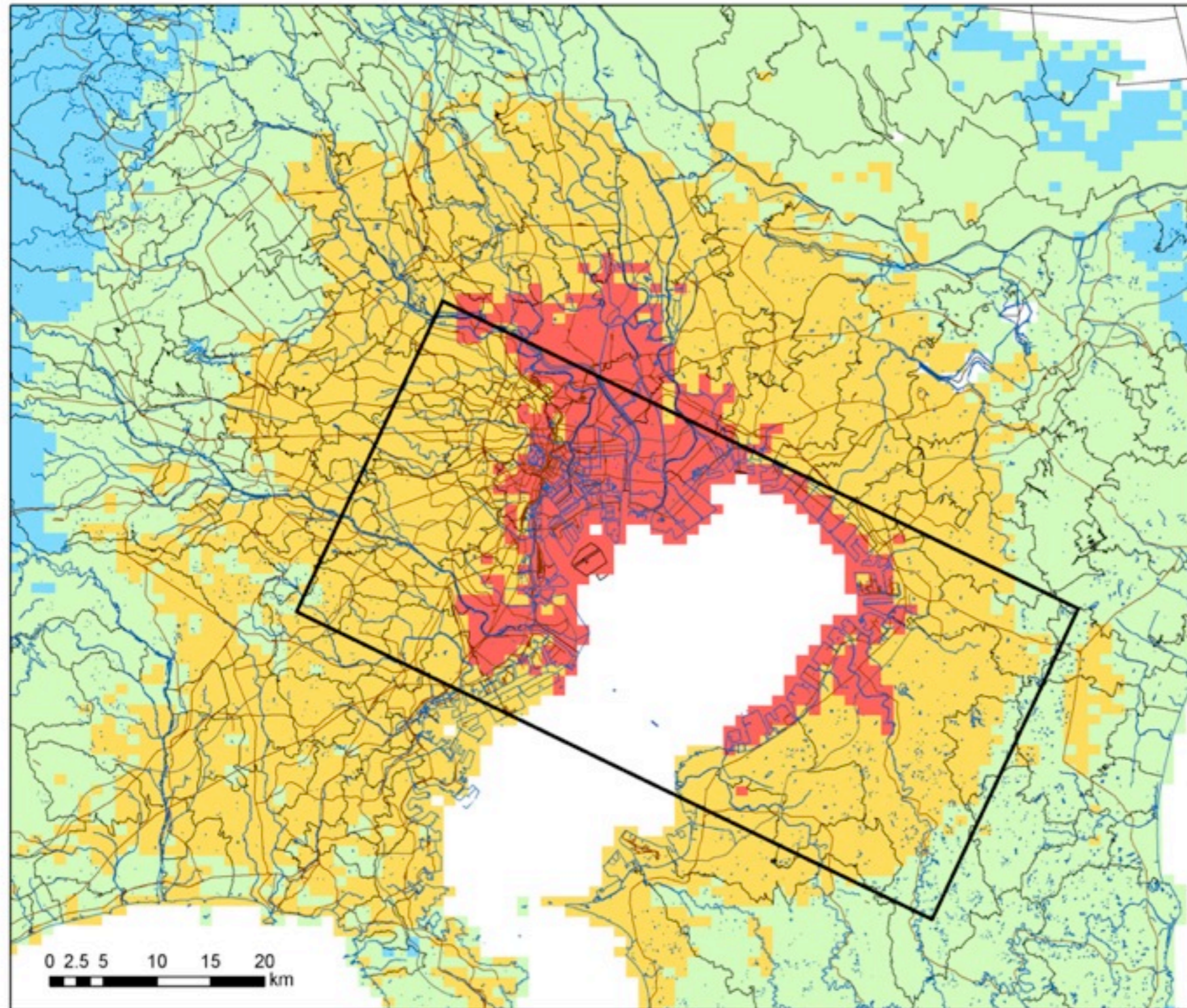
図2 各地震動における死者数[人] ※被害最大(夕方18時、風速15m/s)のケース








※ その他:急傾斜地崩壊による死者、ブロック塀等の転倒及び屋外落下物による死者。

- 東京湾北部、都心東部直下、都心西部直下 > 1万人以上の犠牲者  
= 日本の首都機能  
マヒが懸念される未曾有の巨大災害
- 立川断層帯、神縄・国府津-松田断層帯、三浦断層帯 = 犠牲者が6千名を超す阪神淡路大震災級の地震災害  
= 大都市生活者の生活再建が重要な課題となる地震災害
- さいたま市直下、千葉市直下、川崎市直下、横浜市直下、羽田直下、市川市直下、成田直下、関東平野北西部断層帯、伊勢原断層帯、プレート境界茨城県南部、プレート境界多摩 < 犠牲者2~3千名の阪神淡路大震災以下の規模の地震災害  
= 首都圏におきる局所的に甚大な被害を生む地震災害  
= 広域応援により被害軽減が可能な地震災害

# 東京湾北部地震震度分布



東京湾北部地震  
震度分布

-  震源域
-  水域界
-  鉄道区間
-  高速道路
-  市区町村界
  
- 震度**
-  震度4以下
-  震度5弱
-  震度5強
-  震度6弱
-  震度6強

# 首都直下地震の被害想定

	建物被害(棟)	死者数		
揺れ	約 150,000	約 3,100	瓦礫発生量	約 8,300万トン～ 約 9,600万トン
液状化	約 33,000	—	負傷者数 (重傷者含む)	約 200,000人
急傾斜地崩壊	約 12,000	約 900	重傷者数	約 36,000人
火災	約 650,000	約 6,200	自力脱出困難者数	約 43,000人
ブロック塀・ 屋外落下物等	—	約 800	帰宅困難者数	約 6,500,000人
合計	約 850,000	約 11,000	経済被害額	約112兆円

東京湾北部地震M7.3

被害最大（夕方18時、風速15m/s）のケース ※帰宅困難者数は夕方15時

# 首都直下地震

---

- 政治・行政・経済の中枢に被害が発生
  - 被害発生過程の複雑化
    - 高層建物・大深度地下など空間利用の高度化
    - ネットワーク化された産業
  - 特有の課題
    - 帰宅困難者の発生
    - 地域住民の欠如と防災・応急対応
  - 中枢機能の支障による全国・海外への被害波及
- 膨大な被害規模
  - 我が国の人口の3分の1、大企業の本社・情報関連企業の3分の2が集中
  - 対応能力を超える被害・被災者の量

# 首都直下地震の曝露量 (Exposure)

---

- Exposure :

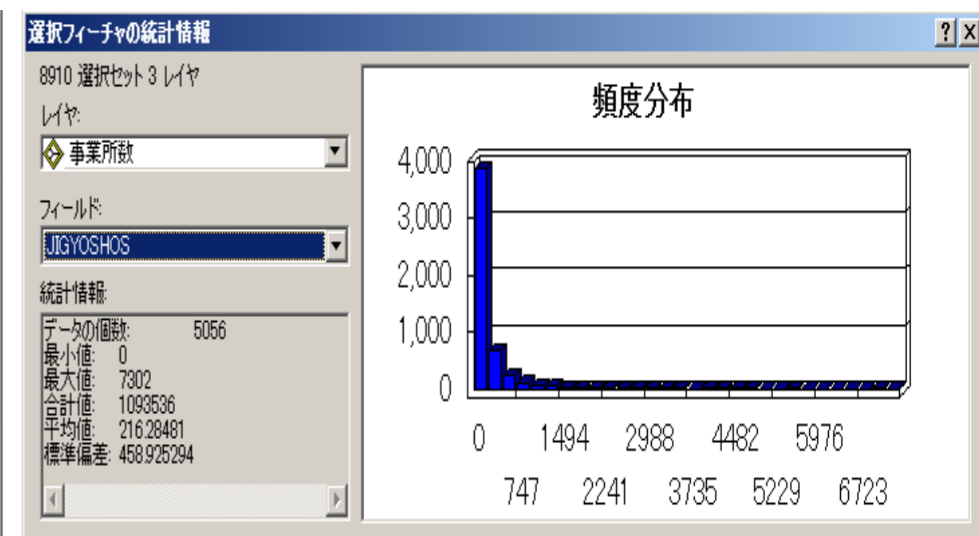
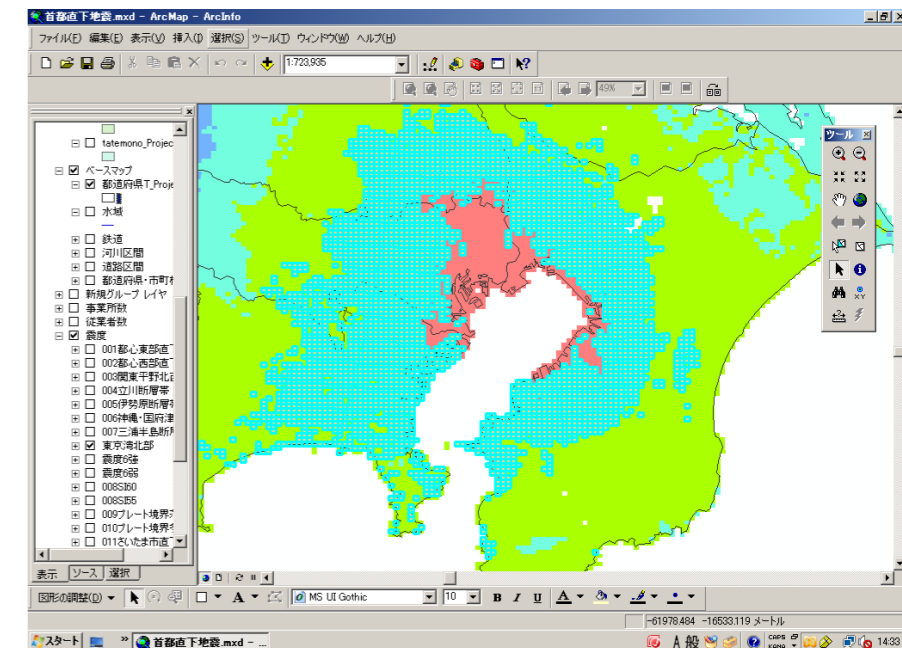
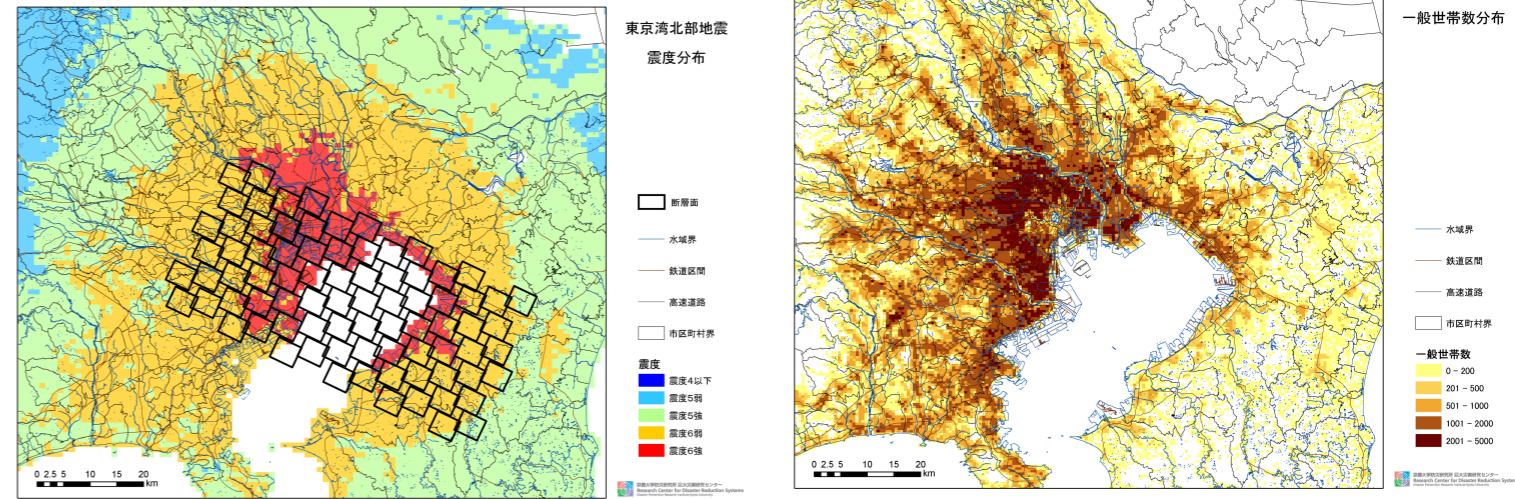
所定の地震動や津波、浸水などの自然条件にさらされる地域に存在する人命や資産などの社会的条件の量

- 被害が発生する可能性のあるもの（災害の巨大化のポテンシャル）はいったいどれくらいあるのか
- 災害直後の被害・ニーズ把握等の災害対応業務の量はどれくらいあるか
- 対応可能な資源はどれくらいあるか
- 過去の災害等との比較から当該の災害の規模を相対的に位置づける

# GISを用いた 曝露量の分析

- GIS：地理情報システム  
Geographic Information System

- 位置情報を持つデータベース
- ハザードの想定情報、被害想定情報、人口、社会基盤施設、公共施設等の様々なデータを位置情報をもとに重ね合わせ、それらの統合、管理、検索、分析、地図の出力を行う

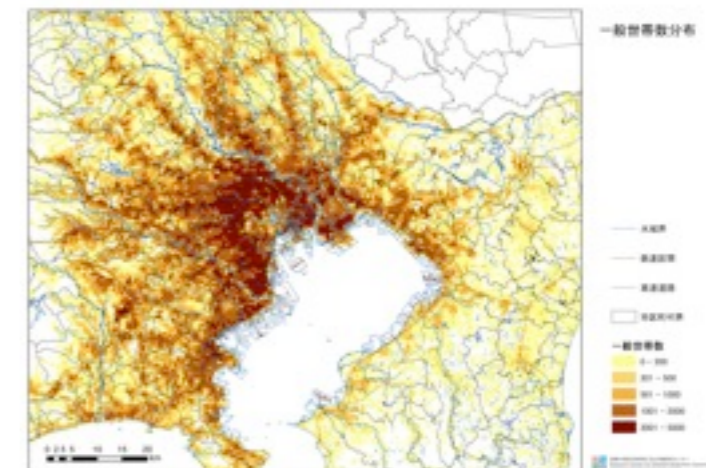
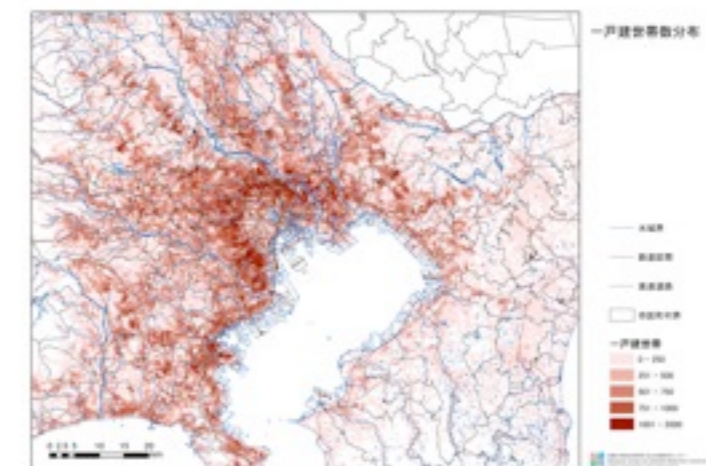
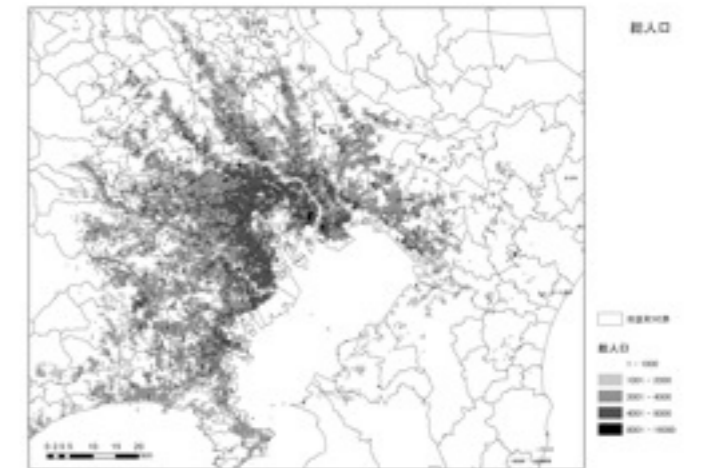


## 震度6弱以上の揺れに曝される人口（人）

	震度6強	震度6弱	合計
東京	3,354,043	6,958,631	10,312,674
埼玉	392,019	2,899,861	3,291,880
千葉	770,098	3,602,558	4,372,656
神奈川	282,144	6,363,287	6,645,431
合計	4,798,304	19,824,337	24,622,641

## 震度6弱以上の揺れに曝される世帯数（世帯）

	震度6強	震度6弱	合計
東京	1,497,231	3,321,910	4,819,141
埼玉	174,092	1,124,249	1,298,341
千葉	335,385	1,337,386	1,672,771
神奈川	134,013	2,583,477	2,717,490
合計	2,140,721	8,367,022	10,507,743



震度曝露量（東京湾北部地震M7.3）—人口・世帯等

# 重要社会基盤保護 (Critical Infrastructure Protection)

---

- Critical Infrastructure

- 機能停止や破壊が起きた場合に、国の安全保証や経済活動、国民の健康や安心・安全にとって甚大な影響を持つシステムや施設

- 基礎的なモノとサービスを提供：

Water, Ag/Food, Public Health, Emergency Services

- 生活・経済活動を維持：

Energy, Transportation, Banking & Finance, Chemical Industry, Postal & Shipping

- 連絡と制御の確保：

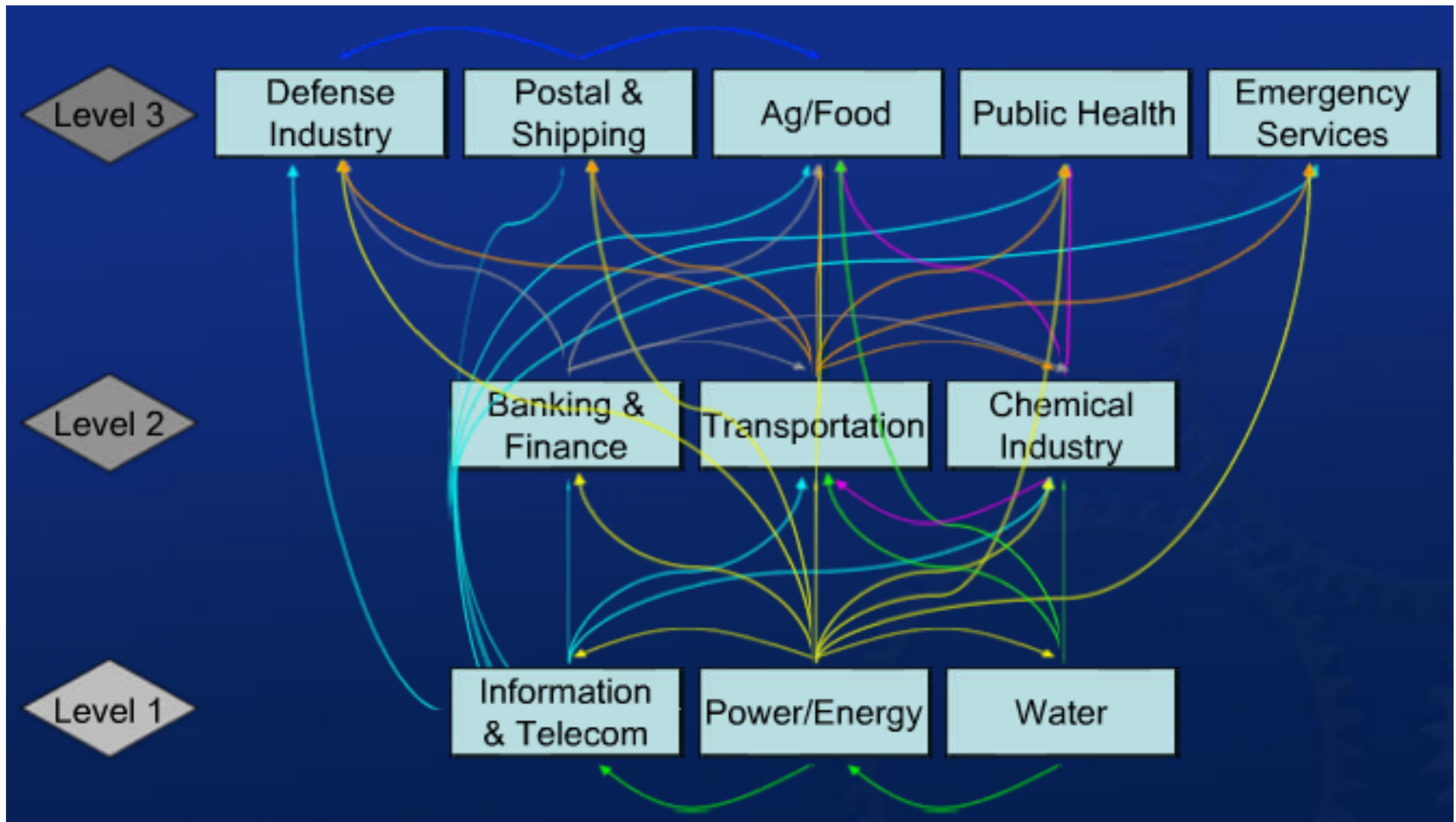
Information & Telecommunication

- 安全保障：

Defense Industry



# Critical Infrastructure



CI	震度6強	震度6弱
<b>水</b>		
上水道延長 (km)	12,490	54,903
<b>電力・エネルギー</b>		
発電所 (基)	34	32
ガス導管 (km)	10,522	37,818
<b>緊急対応</b>		
地方行政機関	67	246
政府機関	275	481
警察	498	1,474
消防	150	538
<b>医療</b>		
病院	638	935
厚生機関	42	101

<b>交通</b>		
鉄道 (km)	638	1,852
道路 (km)	8,255	44,395
空港	1	1
駅	305	800
港	3	5
<b>郵便・運輸</b>		
郵便局	647	1,920
<b>教育</b>		
学校	1,600	600
<b>Key Assets</b>		
ダム	0	12
原子力発電所	0	0
高層ビル		744

震度曝露量（東京湾北部地震M7.3）—重要社会基盤施設

# リスクの評価

---

- 自社施設が影響を受けるハザードの特定
- 自社の施設設備の被害
- 従業員の出勤可能性
- 依存する周囲のライフライン、インフラの被害
- 復旧の目安