

東日本大震災の教訓と 首都直下地震への対応

早稲田大学理工学術院

濱田 政則

平成24年6月20日

国境なき技師団セミナー

内 容

(1) 東日本大震災の教訓

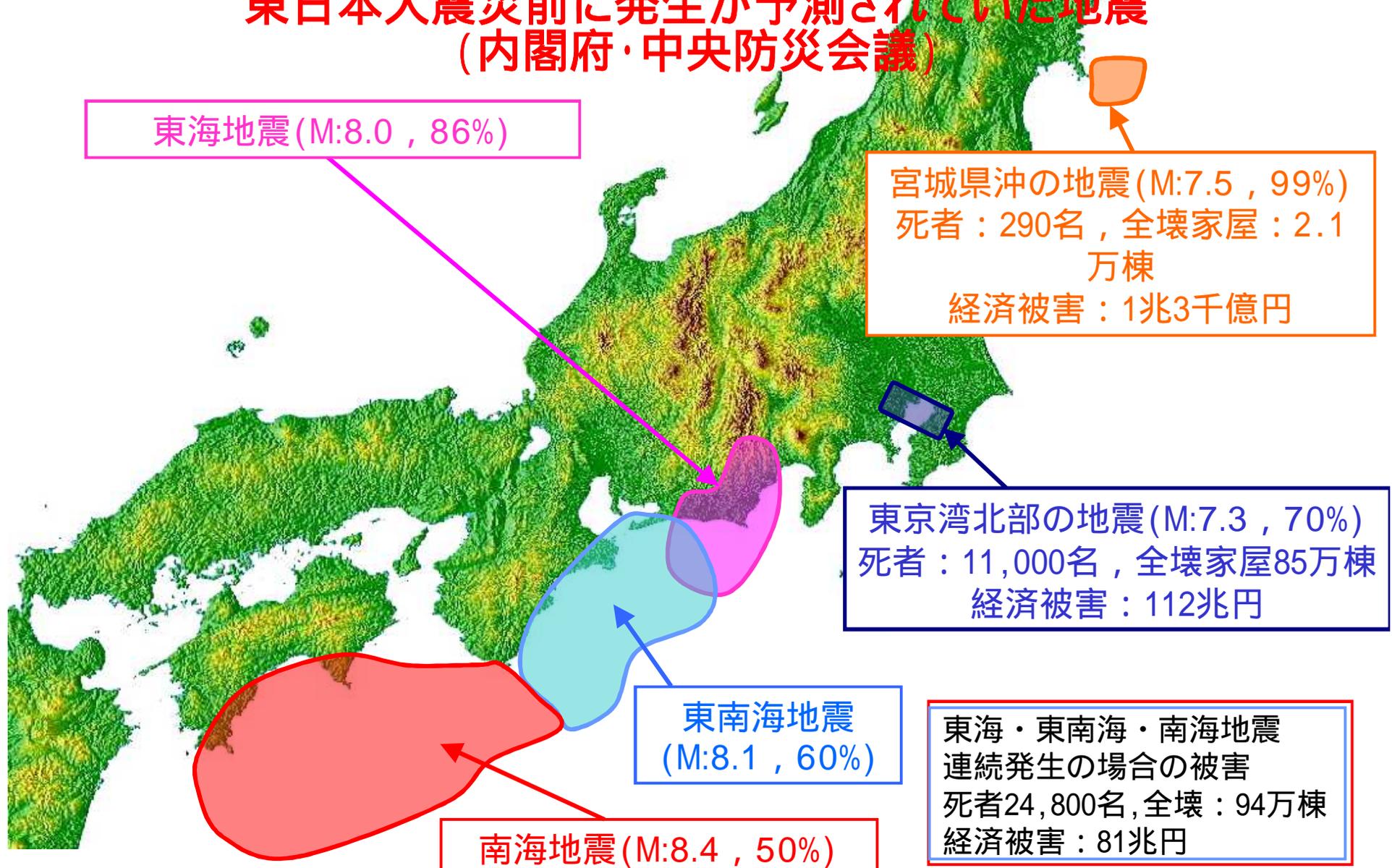
- ・ 地震・津波予知の失敗とその後の混乱
- ・ 耐津波学の構築と津波対策の推進

(2) 首都直下地震への対応

- ・ 東京湾臨海コンビナートの危険性と課題
- ・ 減災に向けての調査研究

(1) 東日本大震災の教訓 地震・津波予知の失敗

東日本大震災前に発生が予測されていた地震 (内閣府・中央防災会議)

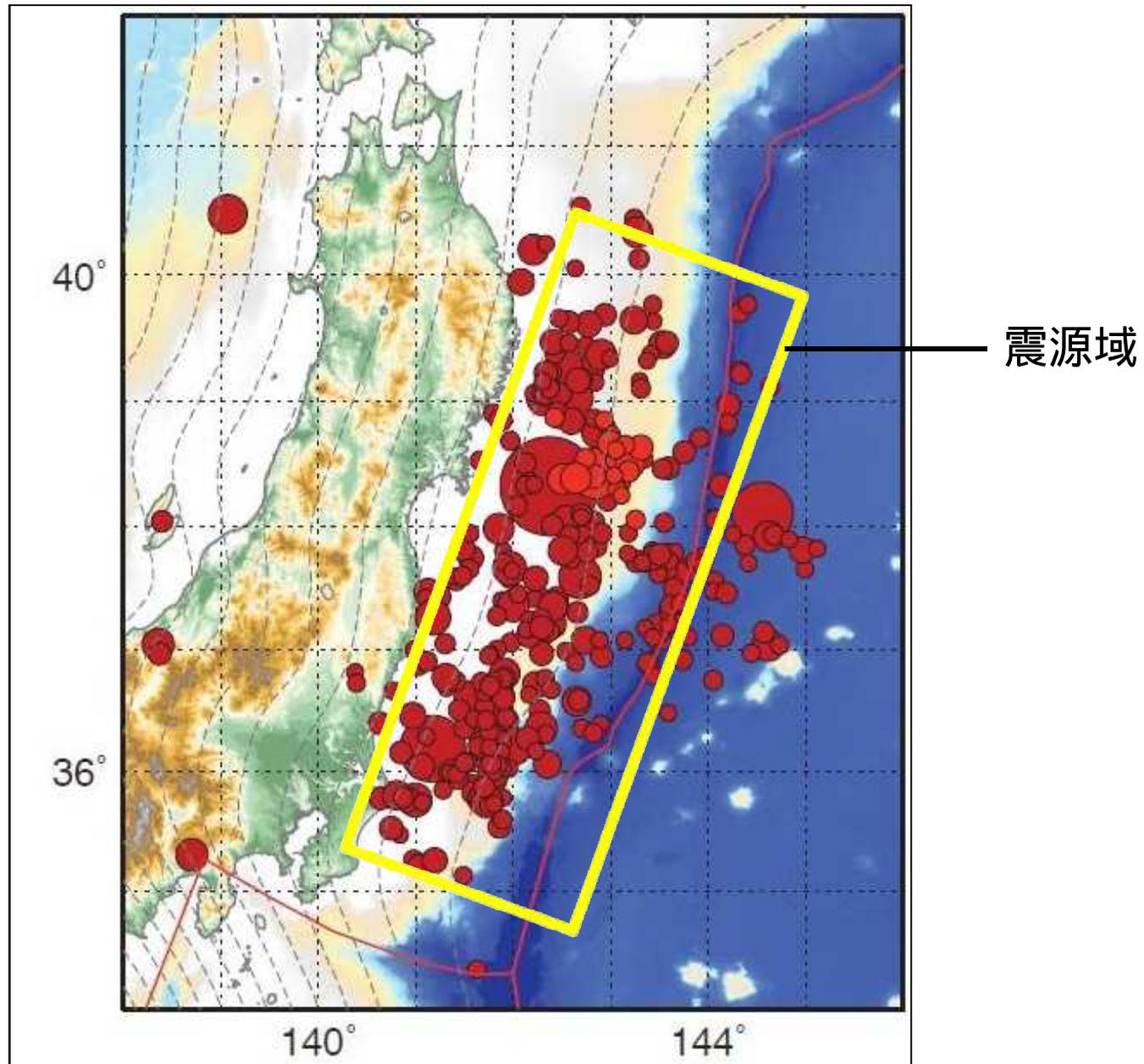


()の中はマグニチュードと今後30年間の発生確率

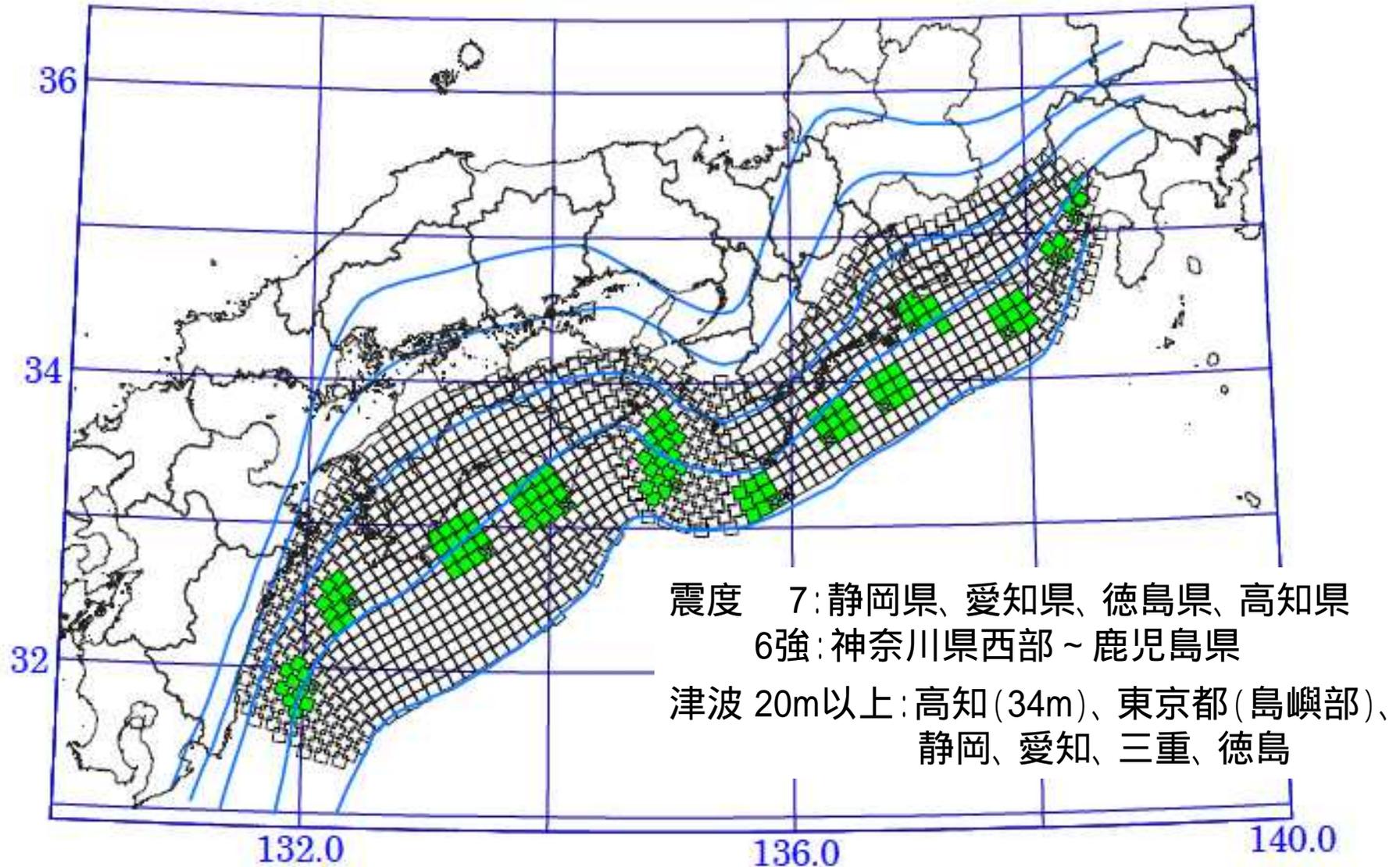
東日本大震災前に発生が予測されていた地震 (文科省・地震調査推進本部)



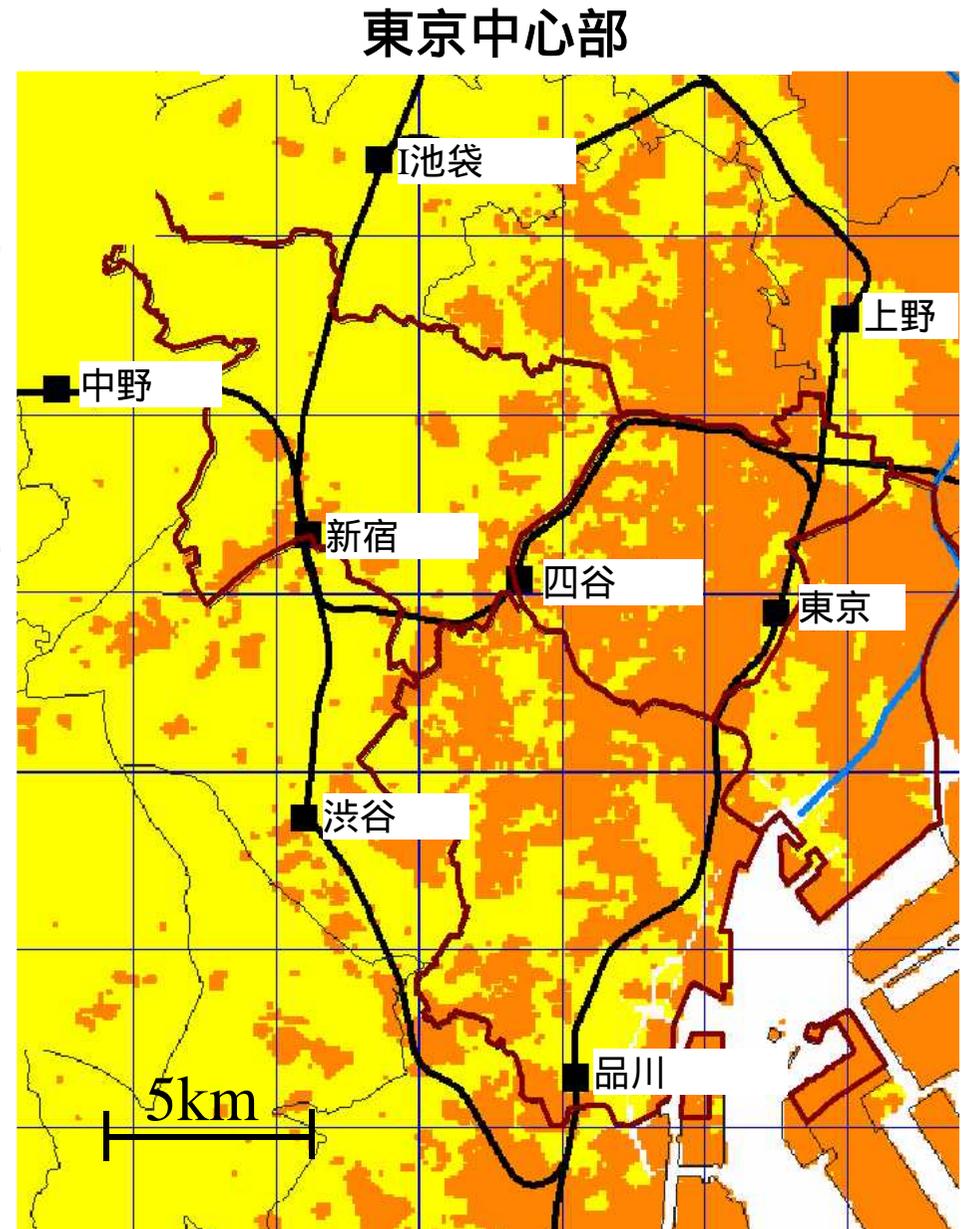
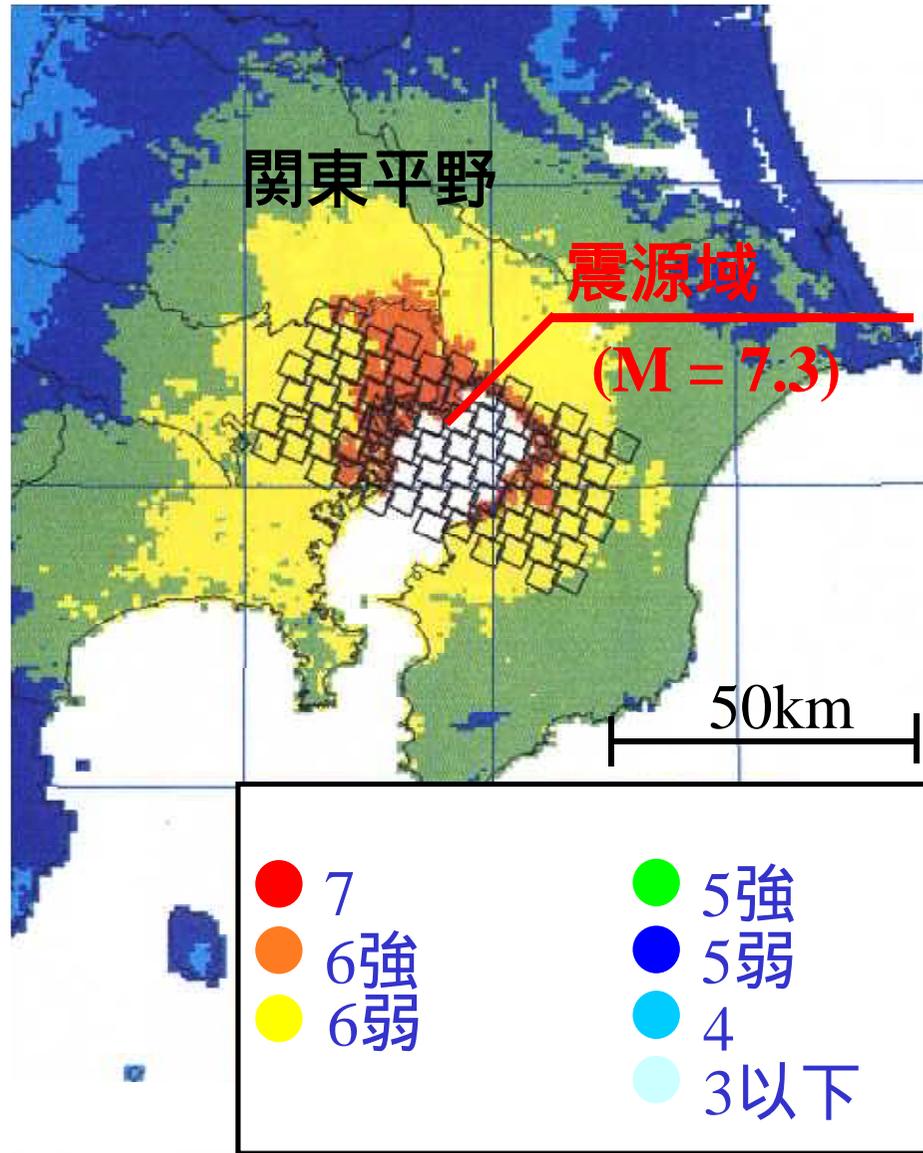
東日本大震災(東北太平洋沖地震)の前震・余震



南海トラフの巨大地震モデル検討会 (平成24年3月31日)

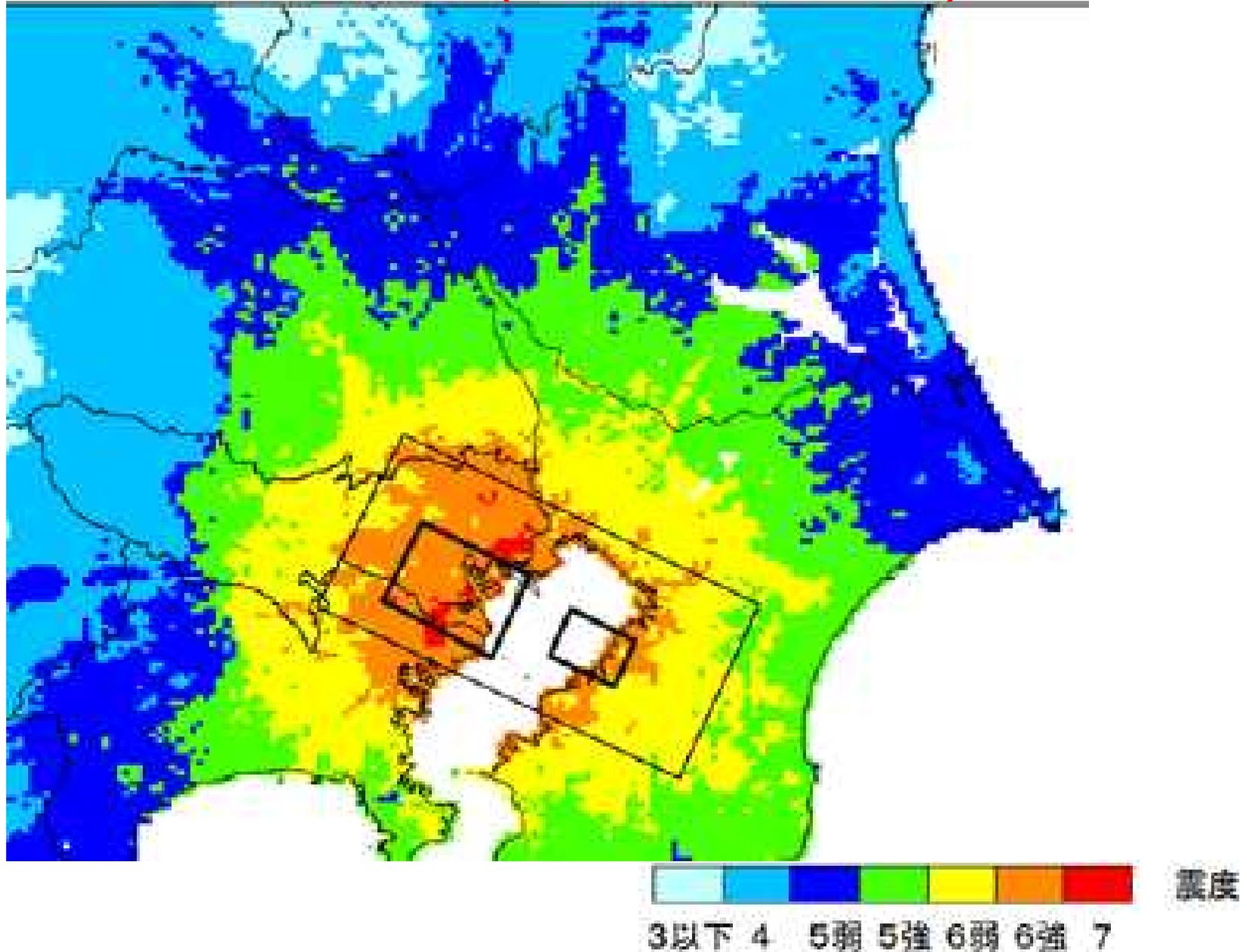


東京湾北部の地震による震度階 (M7.3) 内閣府中央防災会議



浅いプレート境界を反映した場合の震度

文部科学省(平成24年3月30日)



津波防災地域づくりに関する法律(平成23年12月6日)

- ・都道府県知事は基本方針に基づき津波浸水想定を想定する。

津波防災地域づくりの推進に関する基本的な方針 (平成24年1月16日 国土交通省告示)

- ・都道府県知事は、国からの情報提供等を踏まえて、各都道府県の沿岸にとって最大クラスとなる津波を念頭において、津波浸水想定を設定する。
- ・悪条件下として、設定潮位は朔望平均満潮位を設定すること、海岸堤防、河川堤防等は津波が越流した場合には破壊されることを想定するなどの設定を基本とする。

下水道施設(処理場・ポンプ場)における津波高さの設定¹⁰

・神戸市の例

兵庫県知事が現在の2倍とした。

現在：満潮位0.8m+津波高1.7m=2.5m、

知事の指示：0.8m+3.4m=4.2m

・横須賀市の例

慶長型地震による津波高を数値解析によって設定

三浦半島で最大5.0mを設定

・東京都の例

満潮位(2.0m)+津波高(2.0mを想定)して被害、

機能障害を想定

・大阪市の例

現在：5.00m

現在検討中

耐津波学の構築と津波対策の推進 津波に構造的に耐えた鉄筋コンクリート建物



津波に耐えた橋りょうと破壊された橋りょう



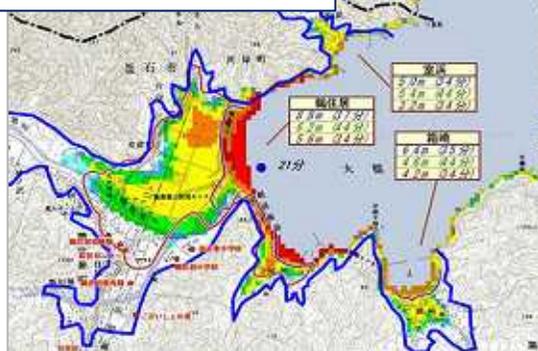
耐津波学の構築と津波対策の推進

- ・地質学的視点からの世界の津波履歴の調査
- ・社会基盤施設と建築物の耐津波構造に関する研究(中・高層RC建物、津波防潮堤、河川堤防、橋梁等)
- ・津波に強いまちづくりの研究(遡上した津波の挙動、居住地域の選択、街路の設計、小丘陵の造成、鉛直避難施設の確保)
- ・広域にわたる災害実態の早期把握のための情報収集・伝達体制と手段に関する研究
- ・広域にわたる(非被災自治体の協力)被災者の保護・支援に関する研究
- ・ライフラインシステム(道路、鉄道、電力、上下水道、ガス、通信)の機能維持と早期回復に関する研究
- ・防災教育、警報システムと避難のあり方

釜石市および気仙沼市における防災教育

		釜石	気仙沼
総人口の死者・ 行方不明率		$\frac{1,091}{39,508} = 2.78\%$	$\frac{1,407}{74,247} = 1.89\%$
生徒・児童の死者・ 行方不明率		$\frac{5}{3,244} = 0.15\%$	$\frac{12}{6,054} = 0.19\%$
防災教育	目的	『自分の命は自分で守ることのできるチカラ』をつける	自助・共助による減災
	デジタルツール	動く津波ハザードマップ	津波デジタルライブラリ

釜石市のハザードマップ



釜石市 防災教育



避難訓練

気仙沼市
ハザードマップ

(2) 首都直下地震への対応

東京湾北部地震(M=7.3)による被害推定(風速15m/s)

	想定発生 時間	5時	18時	兵庫県南部地震
建物 全壊棟数	揺れ	15万棟	15万棟	11万棟
	液状化・崖崩れ	3万5千棟	3万5千棟	46棟
	津波	0棟	0棟	0棟
	火災	16万棟	65万棟	7千棟
	合計	約36万棟	85万棟	11万7千棟
死者数	建物の全壊	4,200	3,100	4915人
	津波	0人	0人	0人
	火災	400人	6,200人	550人
	崖崩れ	1,000人	900人	37人
	ブロック塀 落下物	0人	800人	0人
	合計	5,600人	11,000人	5520人

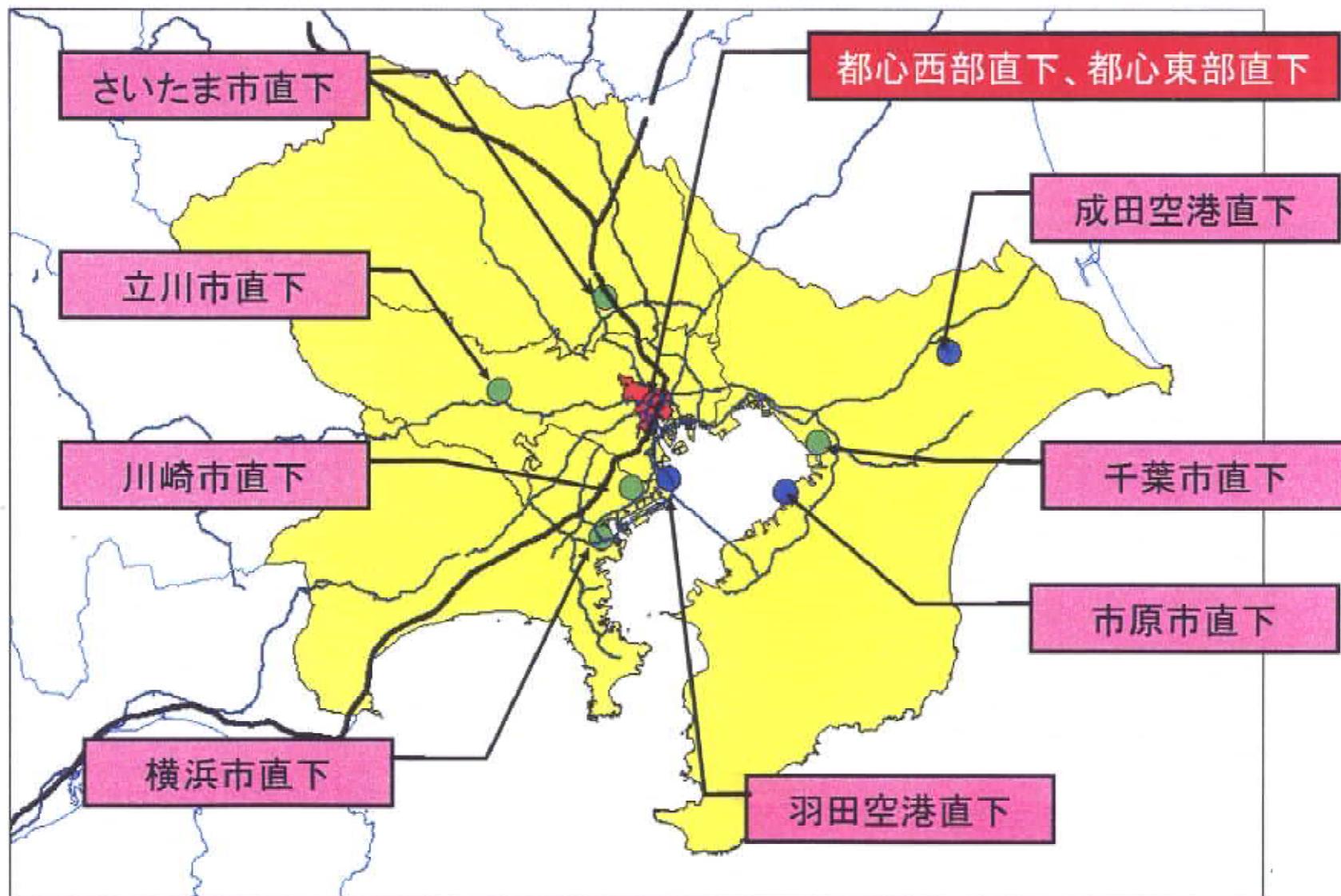
帰宅困難者(想定時間12時):650万人(東京都390万人)

避難者 最大で約700万人,避難所生活者 460万人

経済被害 直接被害:66.6兆円, 間接被害:45.2兆円(計111.2兆円)

発生を予知することが不能な地震の想定位置

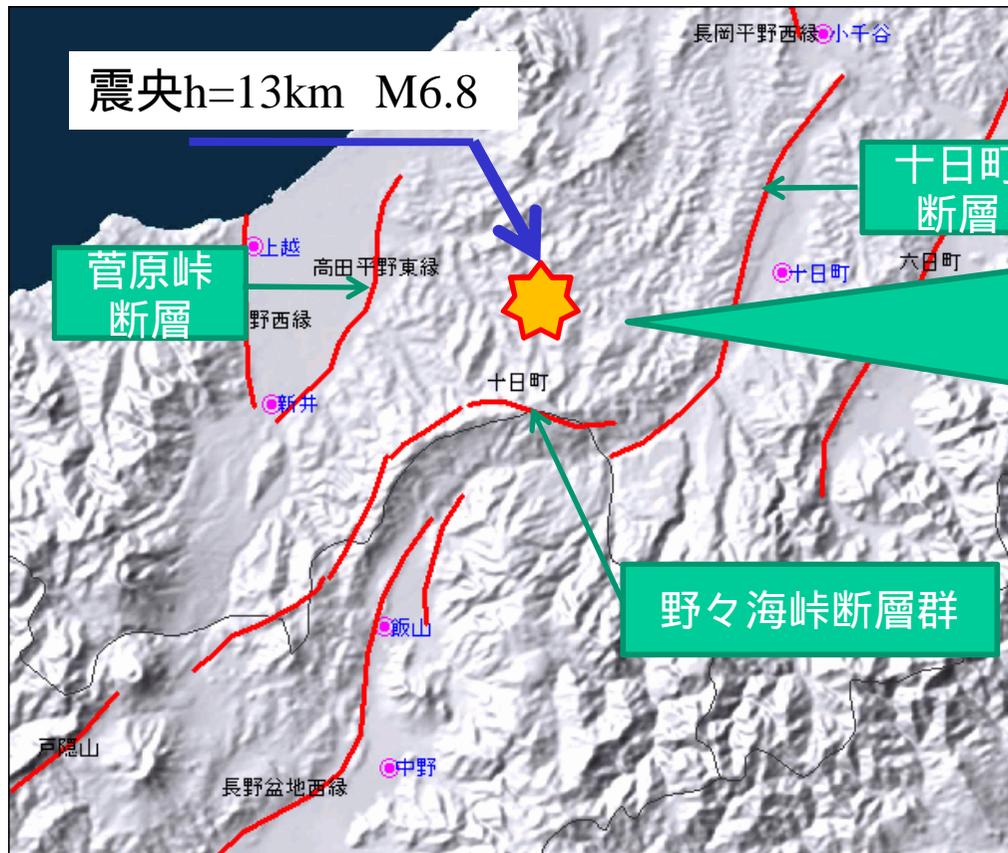
内閣府中央防災会議



2004年新潟県中越地震の震央と断層

マグニチュード
最大震度
死者・行方不明者

6.8(逆断層)
6強
68人



2004年10月23日17時56分に新潟県中越地方においてM6.8の地震が発生した。その後も震度6強の余震が続き、未発見の活断層が伏在している可能性がある(防災科研)と指摘された。

2008年岩手・宮城内陸地震の概要

マグニチュード

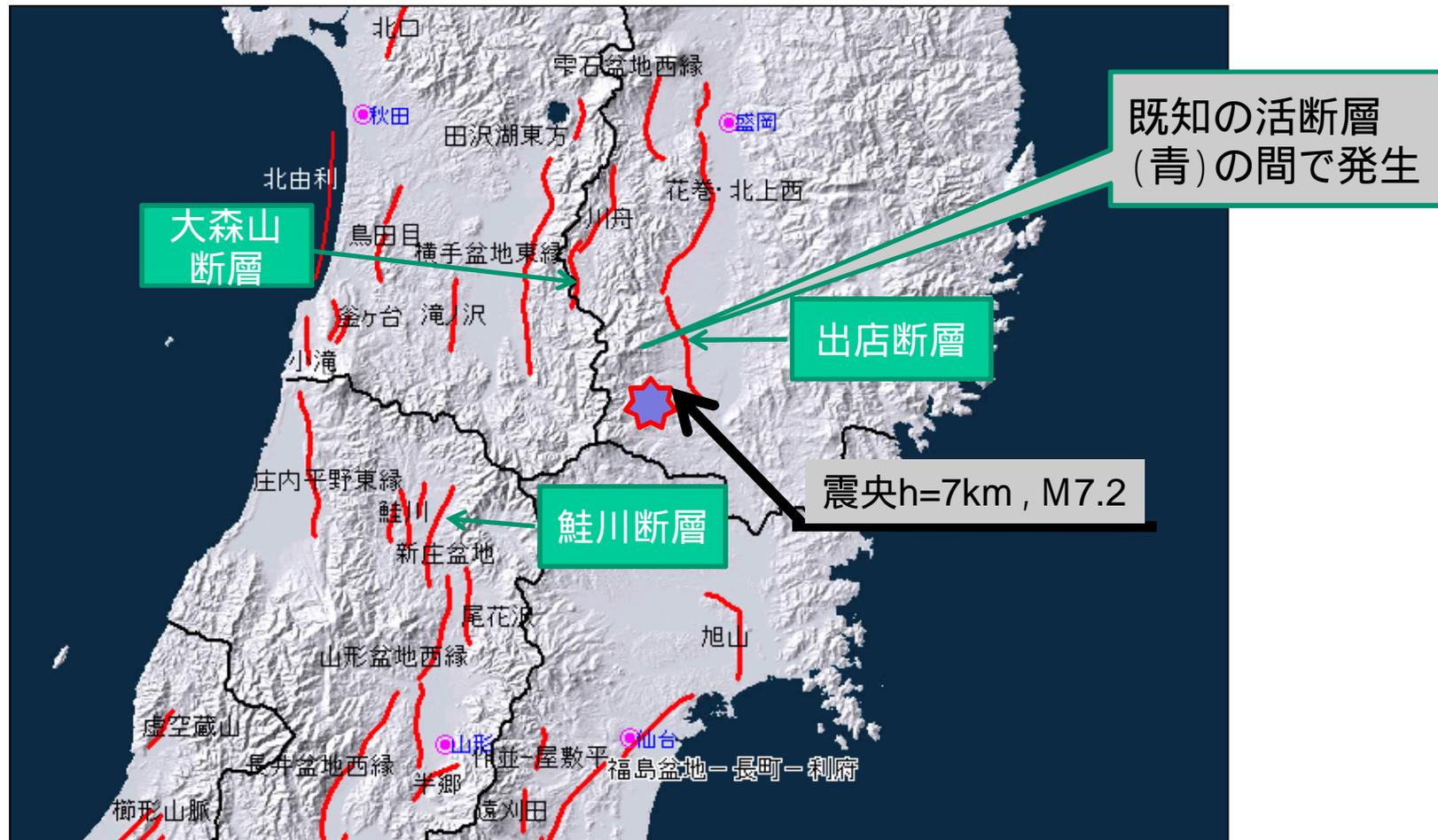
7.2(逆断層)

最大震度

6強

死者・行方不明者

23人



大都市圏の地震・津波防災性を向上させるための課題

1. 大都市臨海コンビナートの防災性
2. 丘陵造成地の防災性
3. 地下街・地下鉄・共同溝等地下空間、0m地帯の安全性
4. 帰宅困難者、被災民の保護(仮設住宅の建設等)
5. 緊急対応のための食糧・水等の備蓄、医療活動、緊急輸送網の確保(海上・陸上輸送路の確保)

東日本大震災による臨海部および海上火災



仙台港石油精製工場



気仙沼におけるタンクの流出



千葉市コスモ石油の火災



気仙沼における海上火災

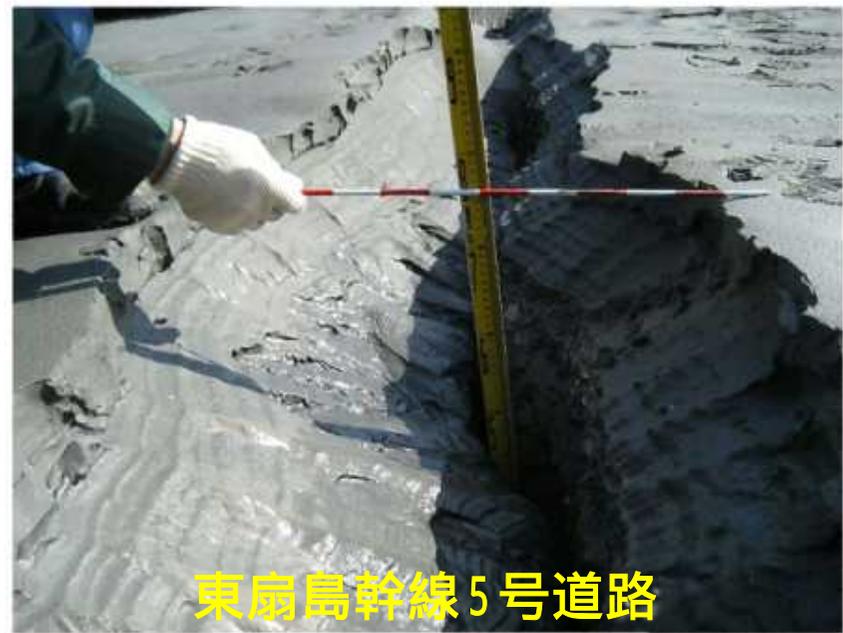
東京湾岸埋立地における液状化



東京湾埋立地における液状化



東扇島幹線5号道路



東扇島幹線5号道路



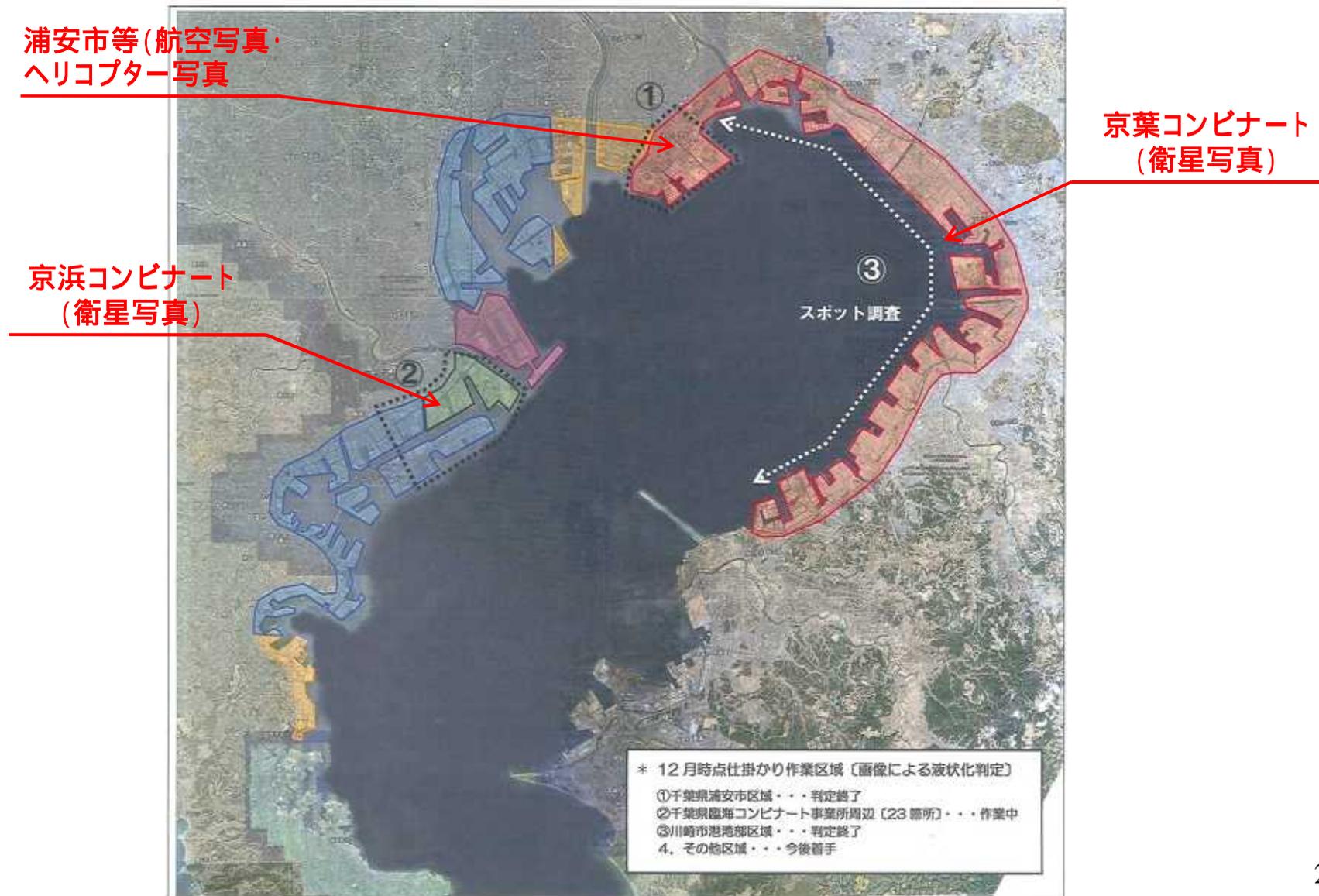
東扇島西公園 護岸の移動



東扇島西公園 護岸付近の墳砂

東日本大震災による液状化およびコンビナート被害の調査

航空写真、衛星写真、およびヘリコプター斜め航空写真による液状化の判定領域



地震前後の航空写真による液状化痕跡(墳砂)の判読

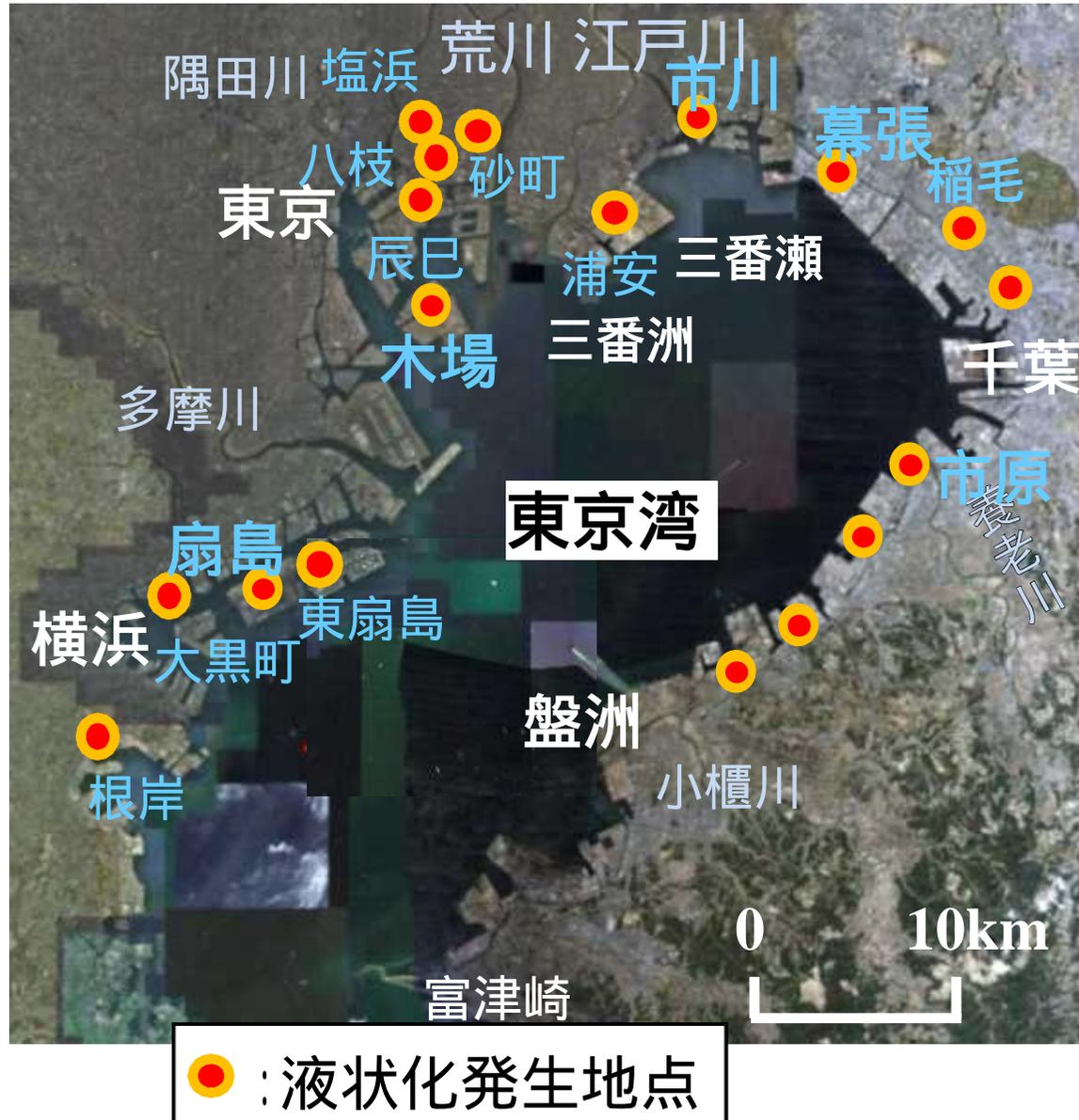


地震前(2009.10.16)



地震後(2011.3.31)

東京湾岸埋立地での液状化発生地域



埋立臨海コンビナートと海域の安全性 液状化・側方流動への対策



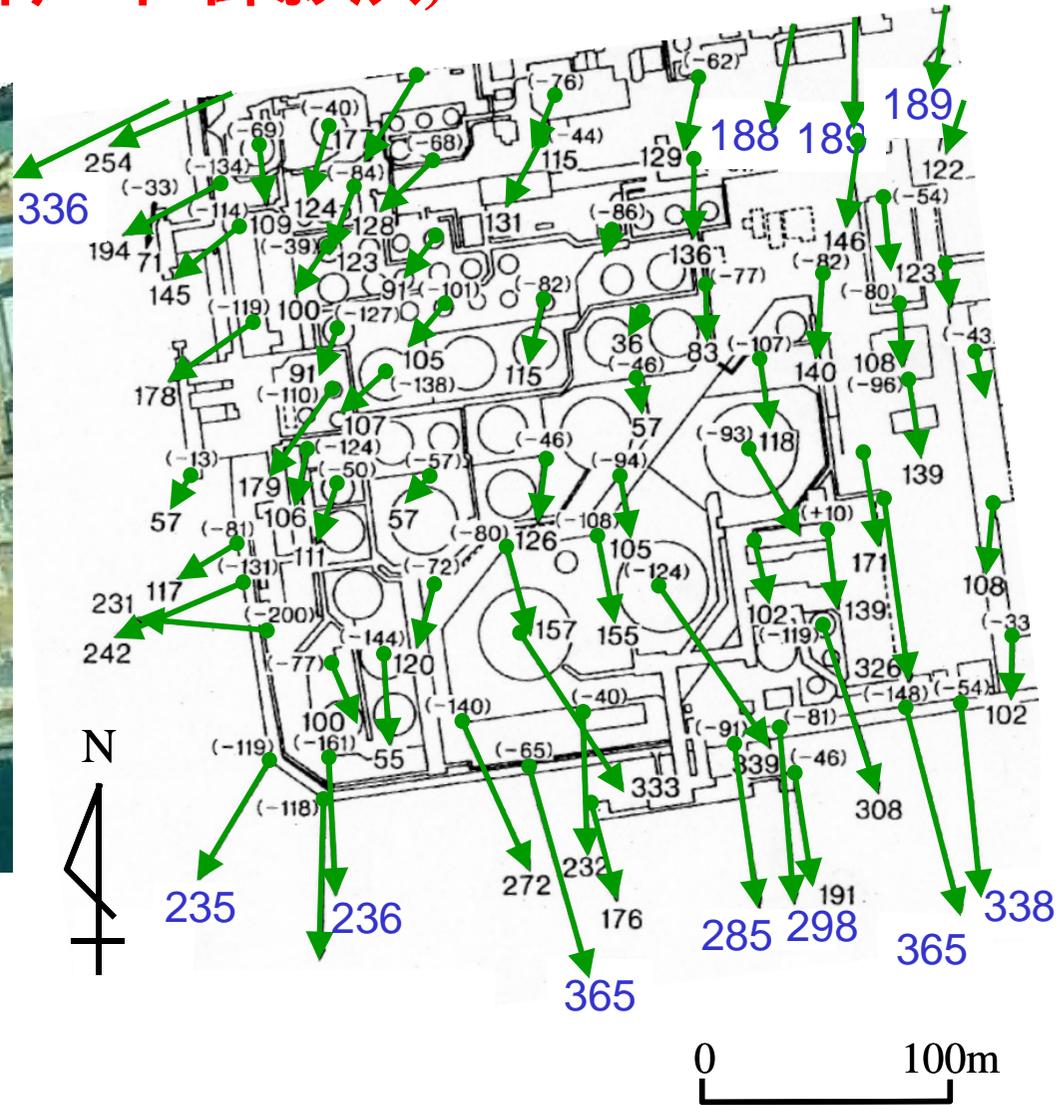
液状化によるタンクの傾斜・沈下・移動
(1995年兵庫県南部地震, 神戸市長田区)

1995年兵庫県南部地震による液状化地盤の側方流動 (神戸市 御影浜) ²⁷



神戸市御影浜

地震2日後の航空写真



側方流動による地盤変位 (cm)

液状化地盤の側方流動による被害



旧NHKビル基礎杭の被害
(1964年新潟地震)



流動による杭基礎の被害
(1995年兵庫県南部地震)



高速道路橋脚の移動による落橋(1995年兵庫県南部地震)



地盤の圧縮ひずみによる埋設管の座屈
(1964年新潟地震)

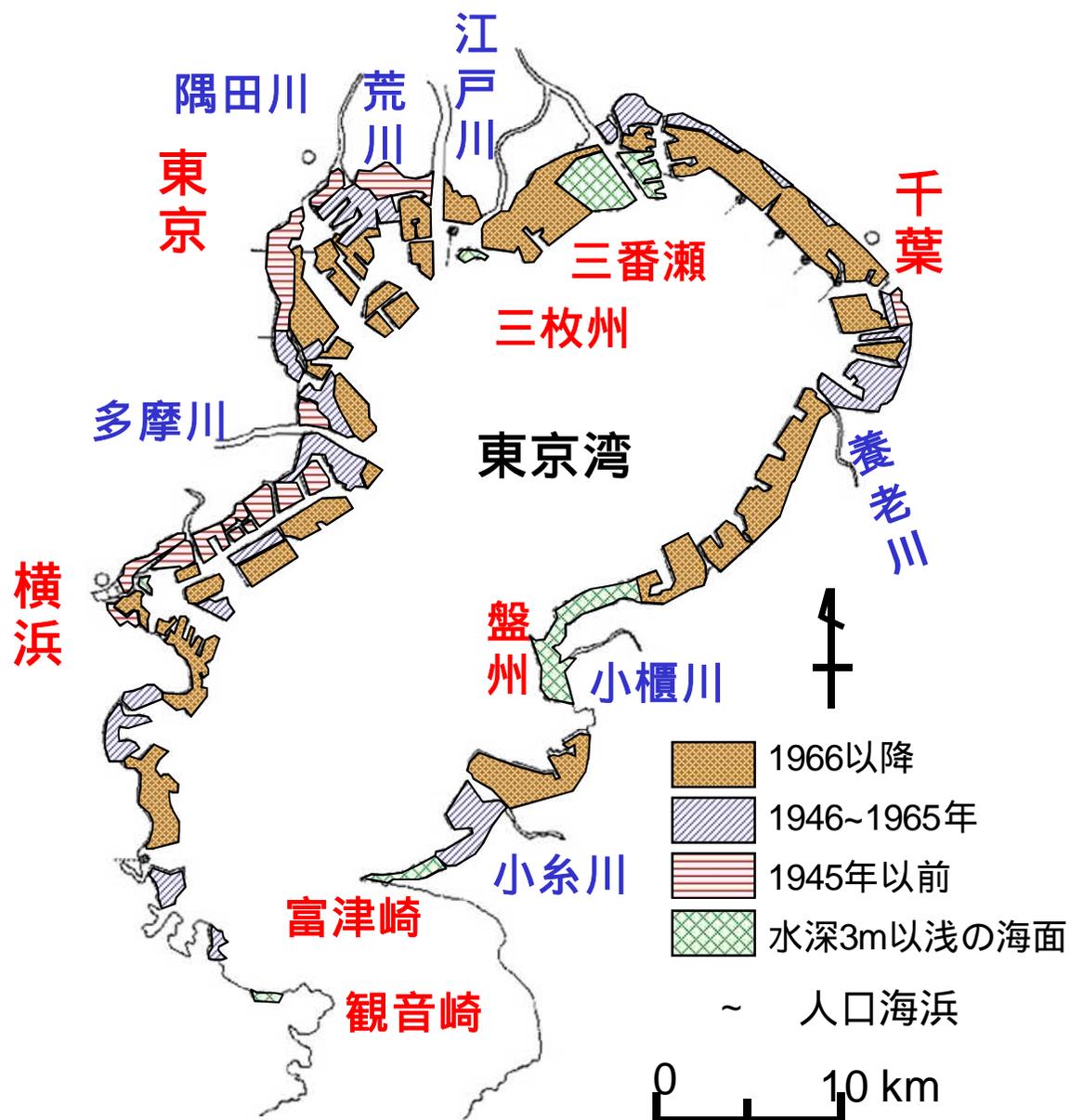


流動による水道管の破断(1995年兵庫県南部地震)



流動によるガス専用橋橋台の移動
(1995年兵庫県南部地震)

東京湾の埋立地とその歴史

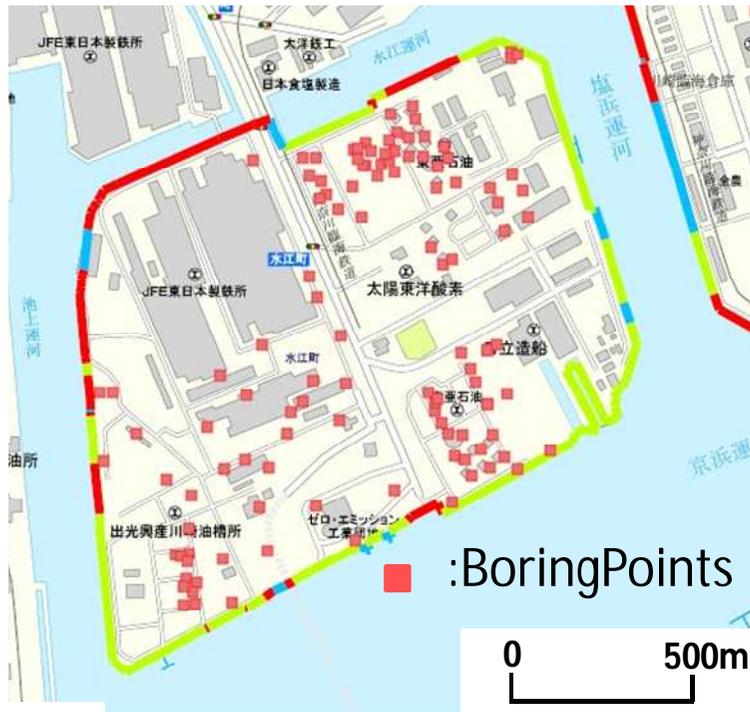


文献: 貝塚爽平「東京湾の地形・地質と水」

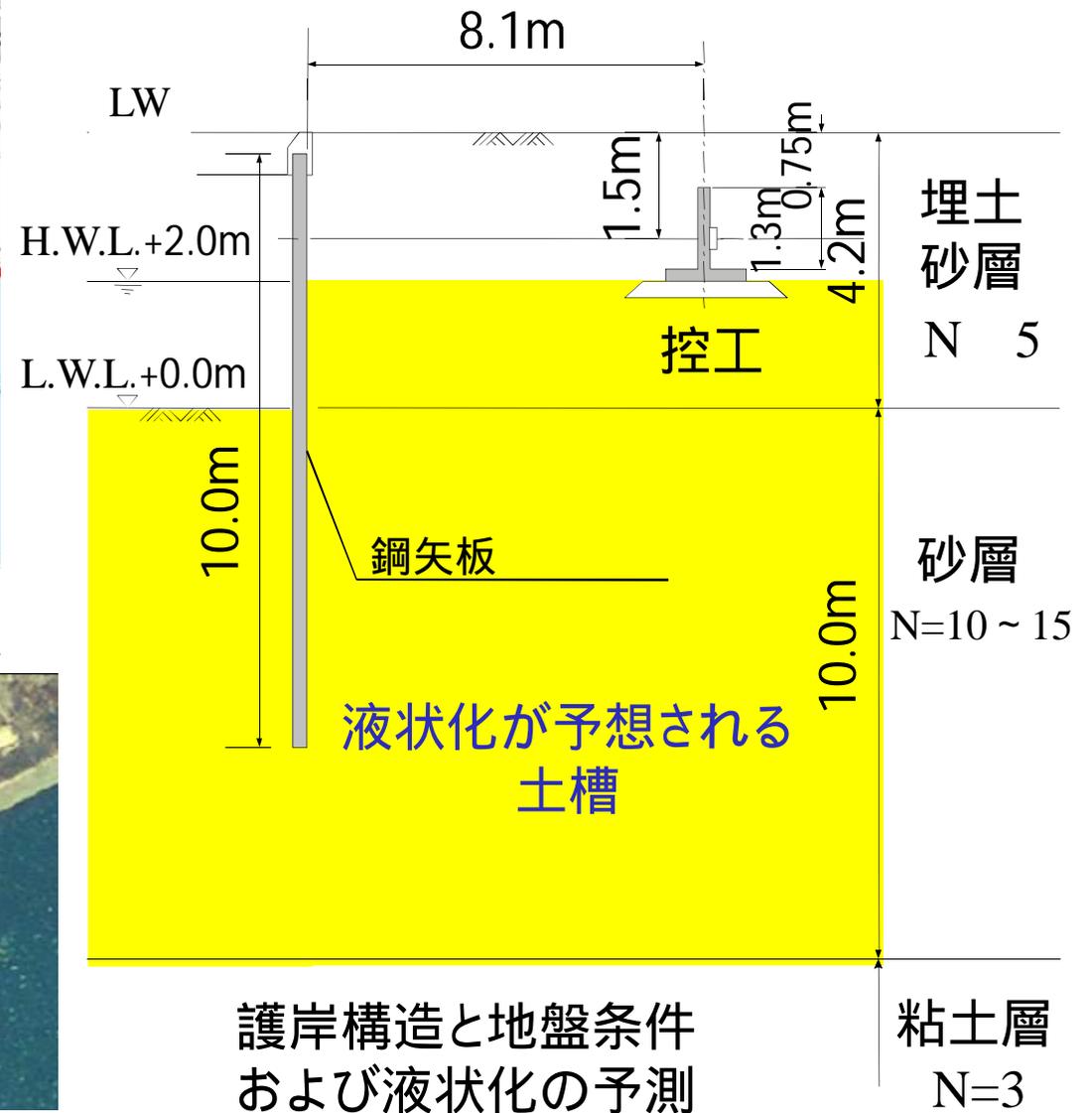
川崎市埋立地盤の側方流動の予測



東京湾の埋立地盤の安全性



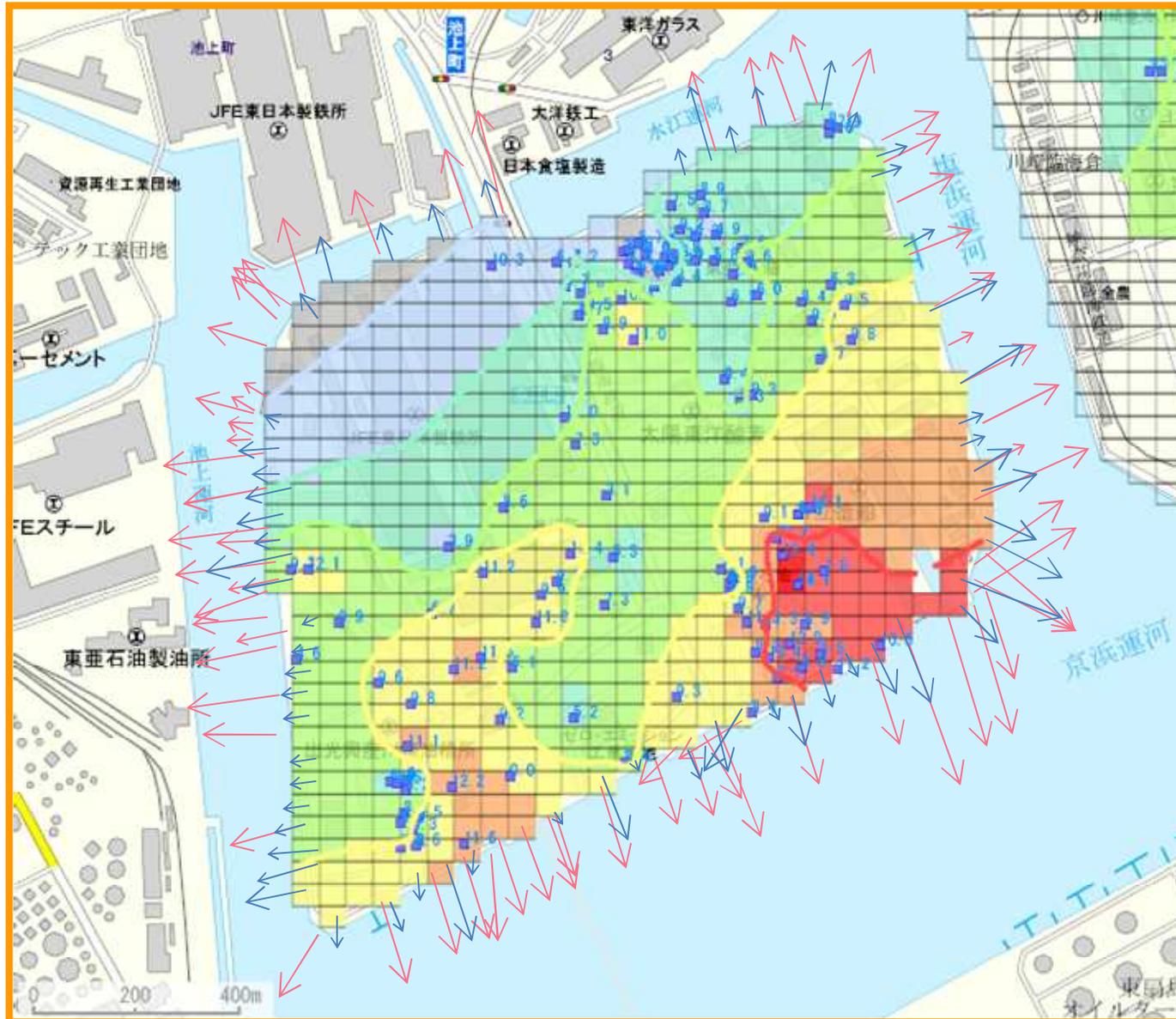
川崎市水江地区



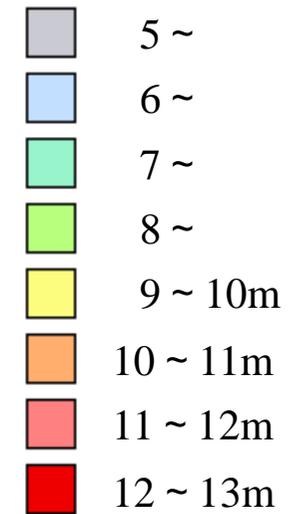
護岸構造と地盤条件
および液状化の予測

粘土層
N=3

液状化と側方流動の予測



液状化層の厚さ



← 4m 護岸の水平変位

← 4m 地盤の水平変位

東京湾埋立地護岸近傍の危険物貯槽



京浜コンビナート



京葉コンビナート

東京湾では建設年代の古い護岸に近接して多くの危険物・高圧ガス貯槽が建設されている。



京葉コンビナート

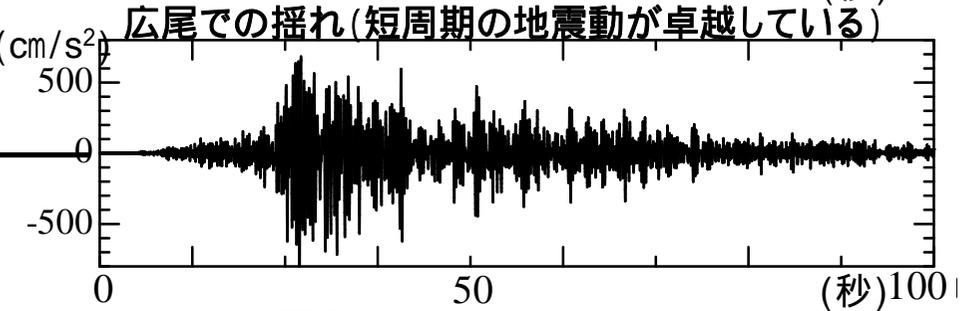
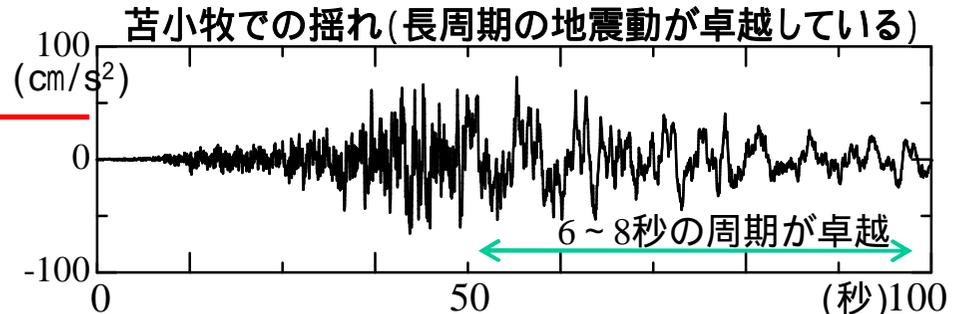


劇物タンク

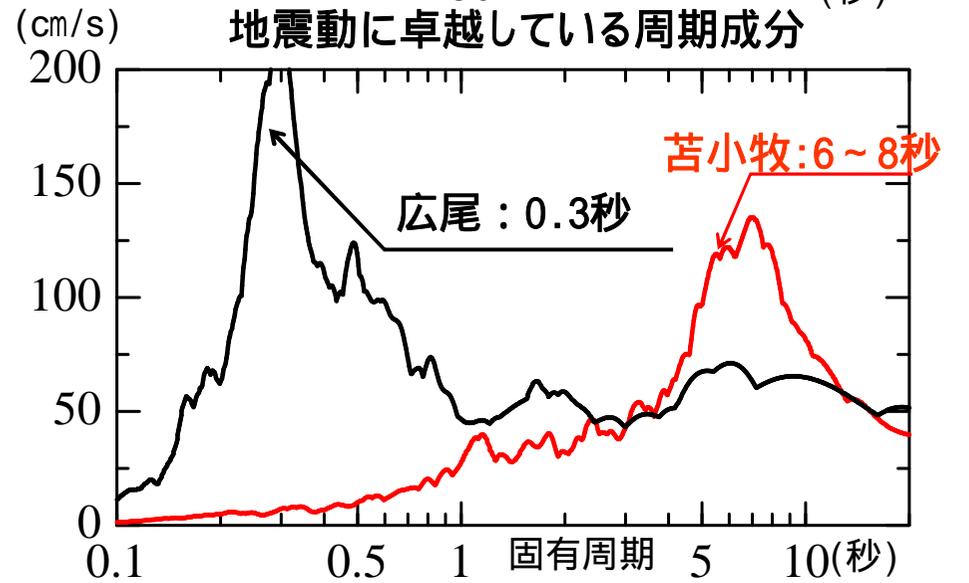
臨海コンビナート、大型貯槽の長周期地震動に対する安全性



2003年十勝沖地震の震央と地震動の観測点



石油タンクの火災

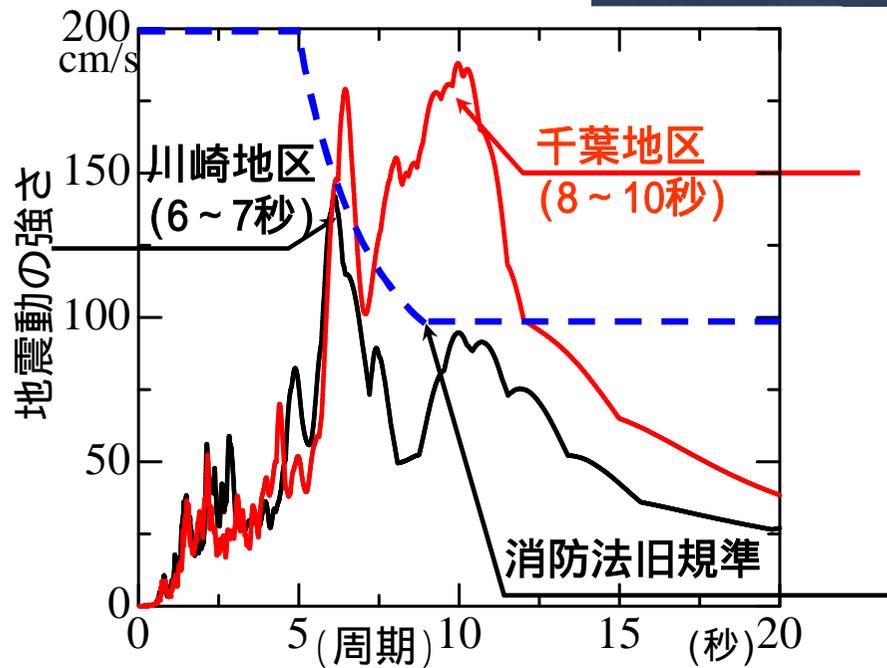


2003年十勝沖地震では周期6～8秒の長周期地震動が苫小牧で発生し、原油タンク(浮屋根式タンク)のスロッシング振動により火災が発生した。

東京湾での大型貯槽から内容物の溢流予測



京葉石油コンビナート



東海・東南海地震連続発生による地震動
(東大 古村教授)

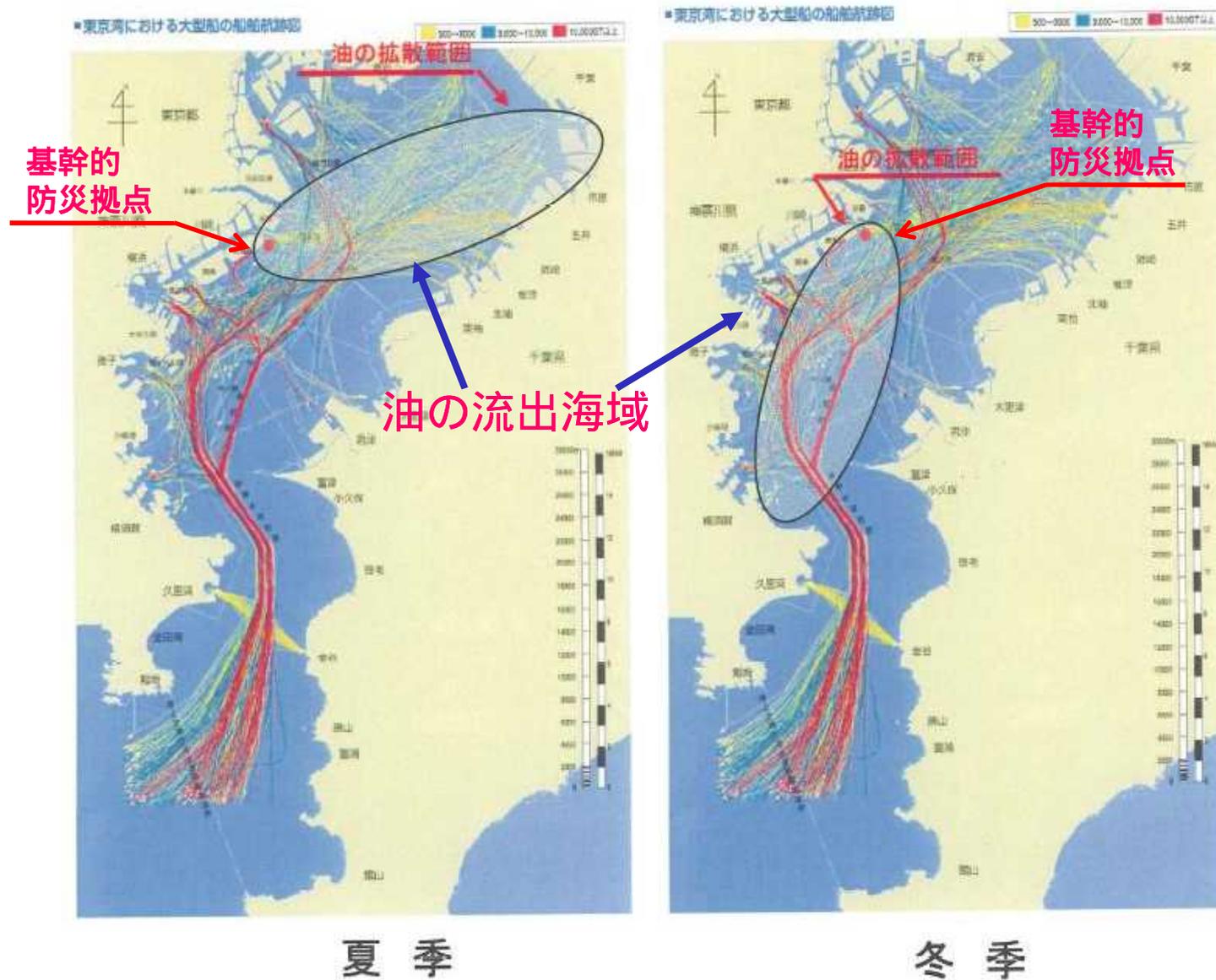
「浮き屋根式タンクの総数と溢流タンク」

タンクの直径	タンクの総数	内溶液が溢流するタンク
~24m	203	13(6.4%)
24~34m	136	27(19.9%)
34m~60m	118	18(15.3%)
60m~	159	6(3.8%)
総数	616	64(10.4%)

東京湾には苫小牧で火災を起した。浮屋根式タンクが600基余りあるが、東海・東南海地震が連続発生した場合、このうち64基より内容物が溢出するという結果になった。

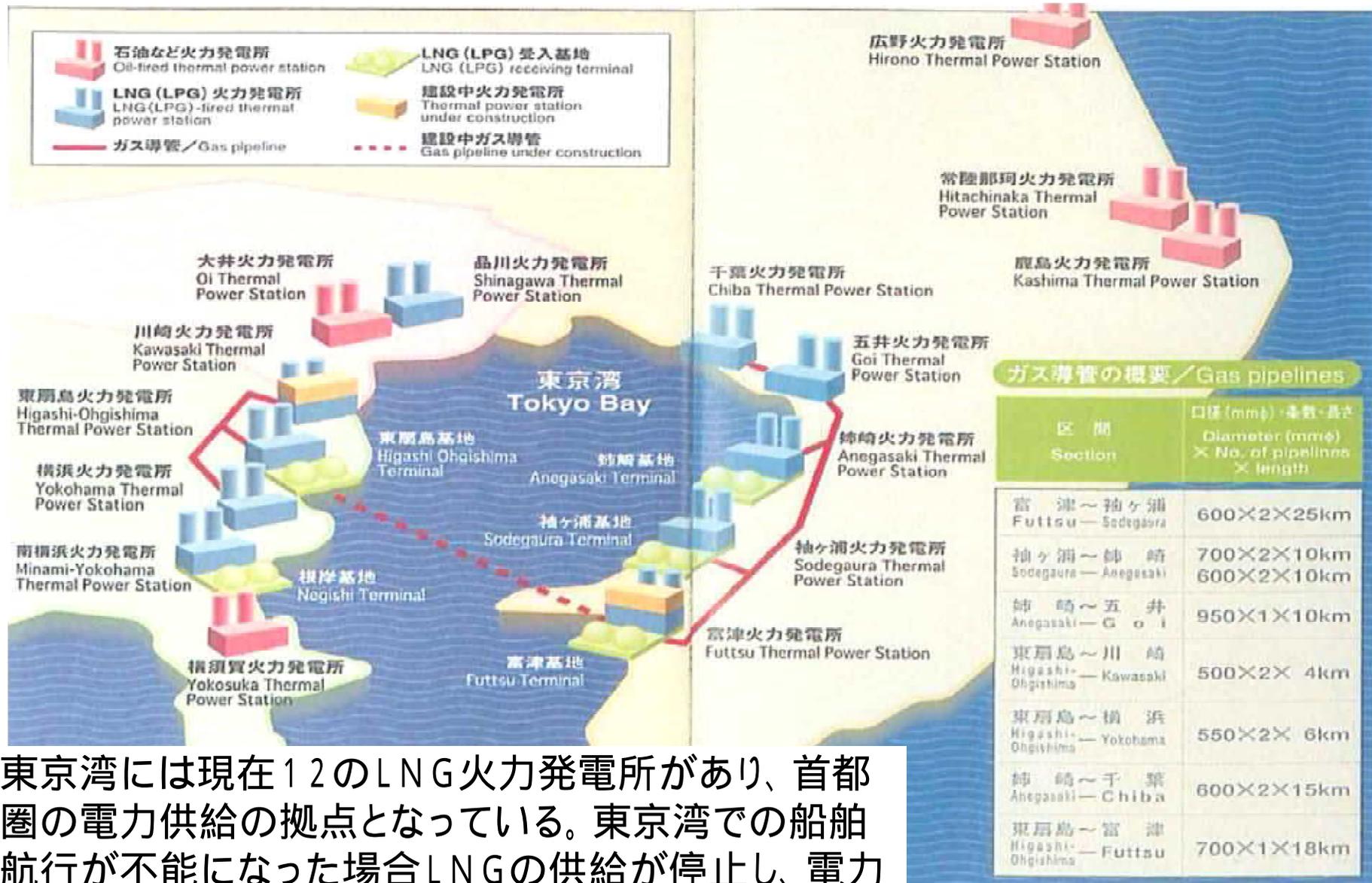
海域への危険物等への流出

流出地点：京浜臨海地区（川崎市直下地震） 流出量：12,000kl



- ・ 湾内には平均的に約200隻強の中・大型船舶が航行しているが航行停止になると予想される
- ・ 基幹的防災拠点への救急物資・人員および復旧・復興物資の海上輸送が不可能になる
- ・ 海上火災発生の可能性も否定出来ない
- ・ 航路閉鎖が長期間に及ぶ可能性(約2ヶ月)がある

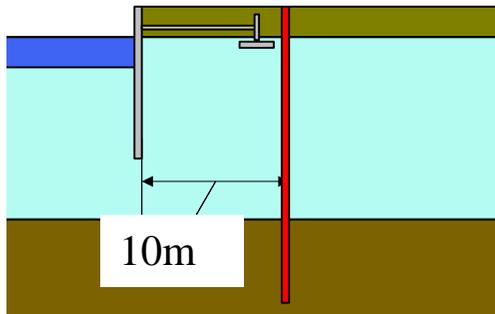
東京湾のLNG発電所への影響



東京湾には現在12のLNG火力発電所があり、首都圏の電力供給の拠点となっている。東京湾での船舶航行が不能になった場合LNGの供給が停止し、電力の供給能力が大幅に低下して、復旧・復興に重大な影響を与える。

側方流動を防止するための護岸の補強方法の研究

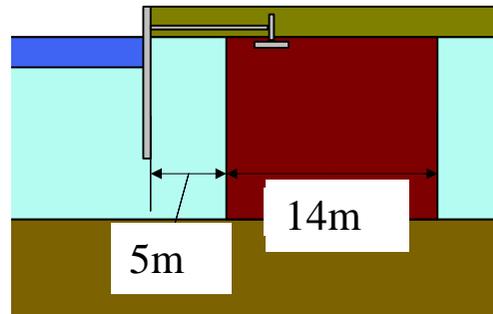
連続壁



部材：鋼矢板



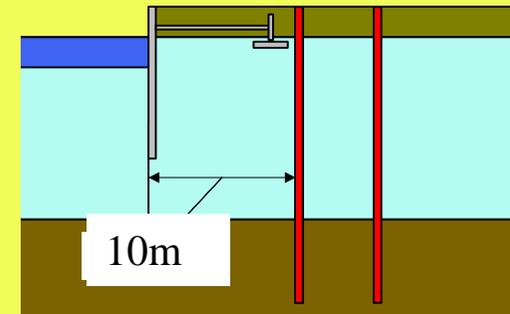
地盤改良



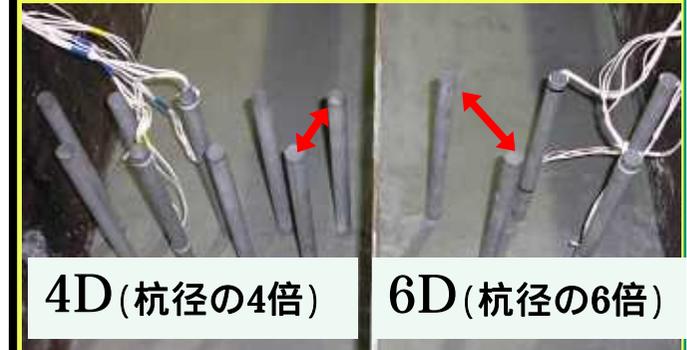
圧入締めめ工法



抑止杭

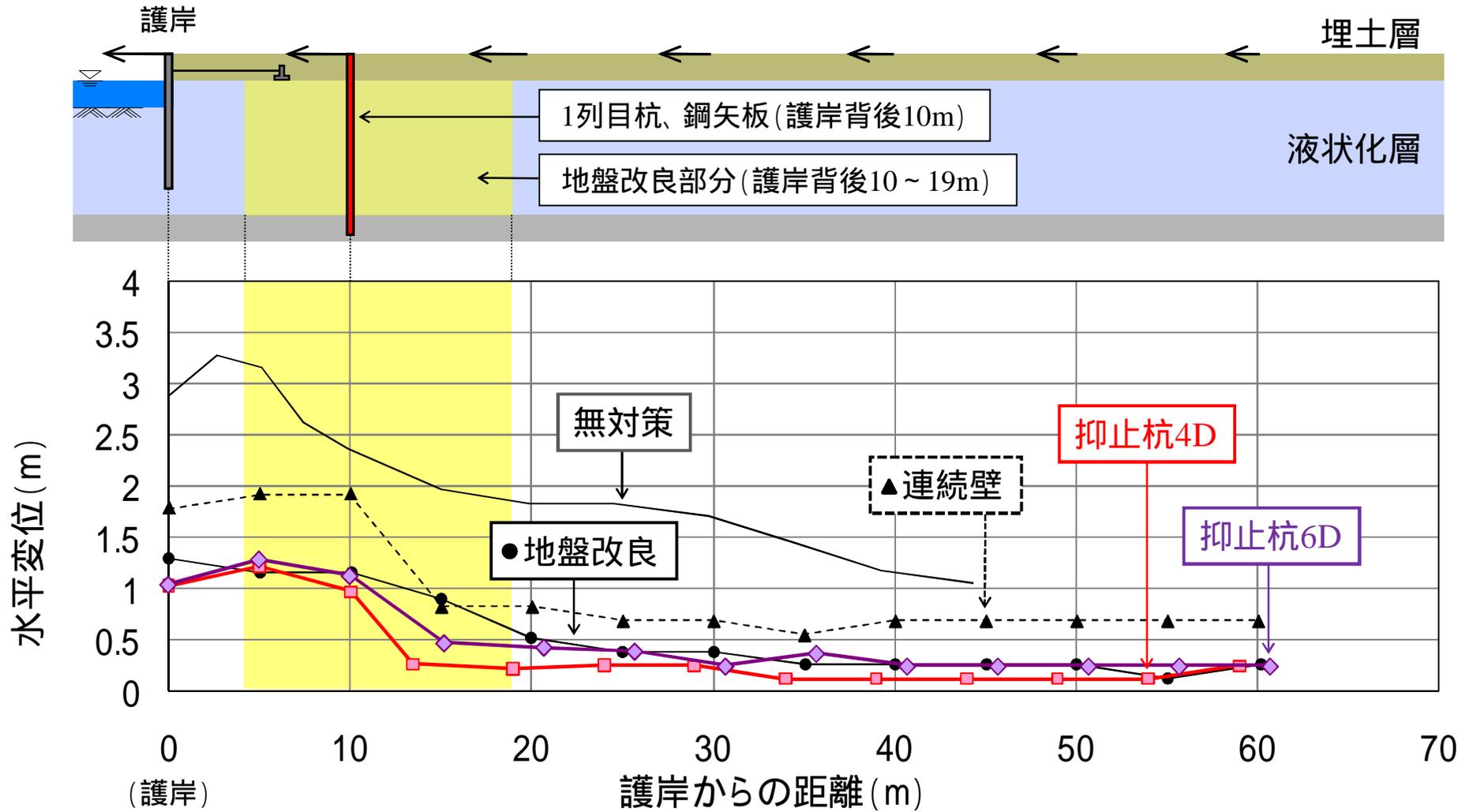


部材：鋼管杭



(模型実験)

各種対策法による流動の抑止効果



大都市圏の地震・津波防災性向上への課題

- 1 . 想定地震・想定津波の総点検（地震予知の体制の一元化、適切な調査資金の投入） 新たな想定地震・津波の設定
- 2 . 社会に潜む脆弱性の再度の洗い出し（家屋・建築物, 社会基盤施設, 地盤, 人口密集地域, 電力・鉄道・道路, 上下水道・通信・都市ガス, 緊急医療, 被災者の保護, 帰宅困難者等）
- 3 . 被災者保護、仮設住宅、医療、集団疎開
- 4 . 被災情報の速やかな把握と伝達, 分野間の情報の共有と連携
- 5 . 災害予防のための公的資金投入の制度設計、国・自治体のリーダーシップ