



TOKIO MARINE
NICHIDO

都市防災論

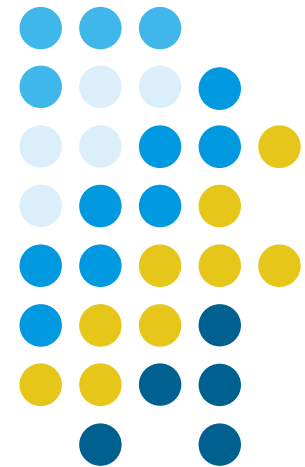
第11回

—都市の地震防災：社会基盤施設の防災技術—

Date:2011/6/27

東京海上日動リスクコンサルティング

宮本 龍





本日の講義内容

A. 社会基盤施設の被害想定

- 中央防災会議・首都直下地震専門調査会の事例

B. 交通施設の耐震対策

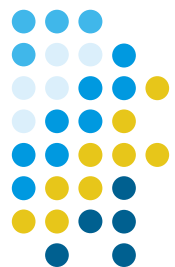
- 交通施設の耐震対策事例

C. 鉄道施設の耐震対策

- 早期地震警戒システム
- JR東日本:ユレダス(UrEDAS)

D. ライフライン施設の耐震対策

- 地震後の早期被害把握
- 東京ガス: SUPREME



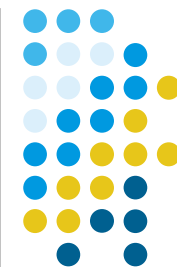
A. 社会基盤施設の被害想定



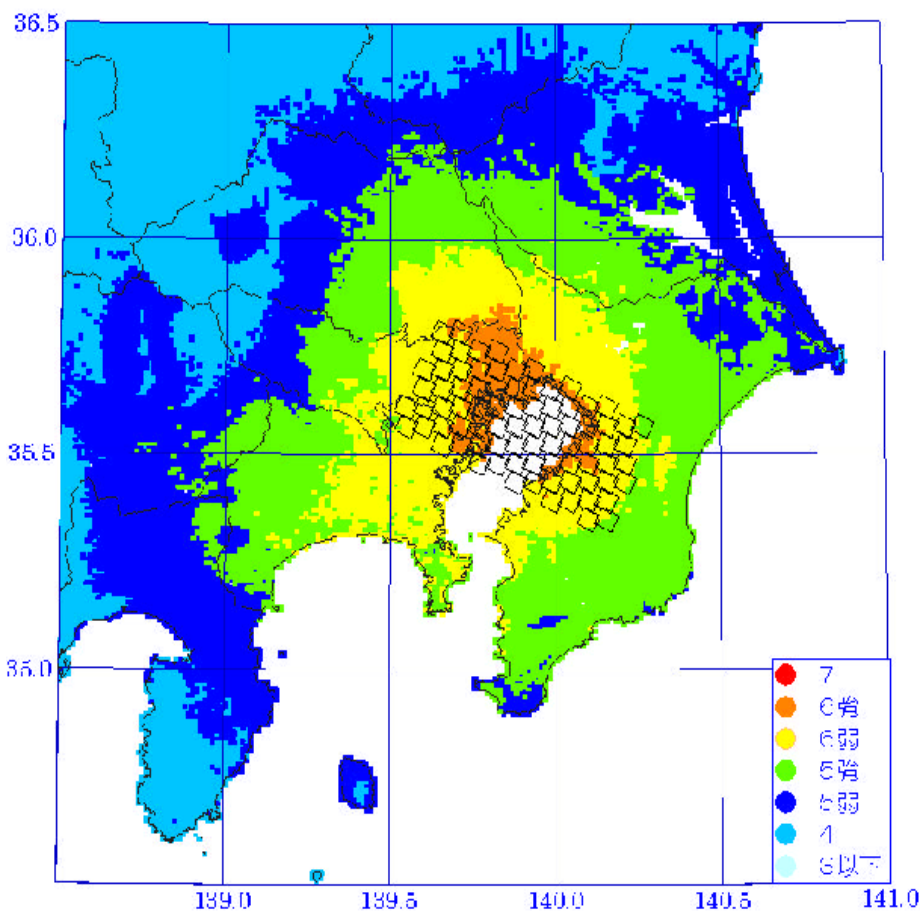
社会基盤施設の被害想定

- 中央防災会議一首都直下地震対策専門調査会
 - 交通施設被害
 - 鉄道施設被害
 - 港湾施設被害
 - 空港施設被害
 - 石油コンビナート地区被災
 - ターミナル駅被災
 - ライフライン施設被害
 - 上水道
 - 下水道
 - 電力
 - 通信(通常回線、携帯回線)
 - ガス

東京湾北部地震(M7.3)



中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会による首都直下地震の被害想定



被害最大（夕方18時、風速15m/sのケース）

建物被害

揺れ：約150,000棟

液状化：約33,000棟

急傾斜地崩壊：約12,000棟

火災：約650,000棟

死者数 約11,000人

経済被害額

直接損害：約66.6兆円

（うち建物被害 約55.2兆円）

間接損害：約45.2兆円

「首都直下地震対策専門調査会」資料より引用



道路施設被害

- 東京湾北部地震において、**橋梁・高架橋の落橋・倒壊などの機能支障に至る大被害**は首都地域内の一般国道及び都県道で**約10ヶ所**（市町村道まで含めると約70ヶ所）発生。
- 首都地域内の高速道路（高速自動車国道及び首都高速道路）については、**阪神・淡路大震災以降、耐震補強が進んでいる**。また、新潟県中越地震において、耐震補強後の橋梁に修復に長期を要する被害を受けた事例がなかったことも踏まえ、今回は大被害の発生は想定しなかった。

東京湾北部（時刻・風速によらず一定）

	高速道路		一般道路				合計	
			一般国道及び都県道		市町村道			
	大被害	中小被害	大被害	中小被害	大被害	中小被害	大被害	中小被害
合計	-	約 700	約 10	約 140	約 50	約 340	約 70	約 1,180
茨城県	-	-	-	-	-	-	-	-
栃木県	-	-	-	-	-	-	-	-
群馬県	-	-	-	-	-	-	-	-
埼玉県	-	約 70	-	約 20	約 20	約 100	約 20	約 190
千葉県	-	約 70	-	約 30	約 10	約 80	約 10	約 170
東京都	-	約 470	約 10	約 90	約 20	約 130	約 30	約 690
神奈川県	-	約 90	-	-	-	約 30	-	約 130
山梨県	-	-	-	-	-	-	-	-
静岡県	-	-	-	-	-	-	-	-

<参考：首都地域内の高速道路の耐震補強進捗状況>

高速自動車国道	首都高速道路
99.8%	100.0%



鉄道施設被害

- 東京湾北部地震において、機能支障に至る鉄道構造物の大被害(橋梁・高架橋の落橋・倒壊)は首都地域内の鉄道(JR・私鉄・地下鉄計)で約30ヶ所発生。
- 高架下を店舗等に利用している箇所の耐震補強工事については、店舗等との調整に時間を要するため、**耐震化が遅延**。

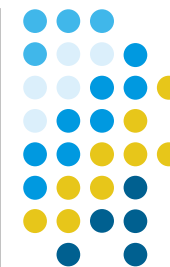
鉄道構造物被害箇所数

東京湾北部 (時刻・風速によらず一定)

	大被害	中小被害
合計	約 30	約 780
茨城県	-	-
栃木県	-	-
群馬県	-	-
埼玉県	-	約 70
千葉県	-	約 90
東京都	約 20	約 600
神奈川県	-	約 20
山梨県	-	-
静岡県	-	-

※ 今回は、橋梁・高架橋の被害のみの箇所数を示している。

鉄道施設被害



<参考:新幹線高架橋の耐震補強実施計画>

鉄道事業者名	路線名 (区間)	高架橋柱 (総本数)	耐震補強必要本数(本)			
			補強済み	今後補強予定(H16~H20)		合計
				優先地域 (全て高架下利用)	優先地域外	
東日本旅客鉄道(株)	東北新幹線 (東京~八戸)	51,100	5,700	0	6,800	12,500
	上越新幹線 (大宮~新潟)	26,000	1,400	0	4,600	6,000
東海旅客鉄道(株)	東海道新幹線 (東京~新大阪)	34,000	10,700	6,900	0	17,600



道路施設被害

- 東京湾北部地震東京湾北部地震において、**橋梁・高架橋の落橋・倒壊などの機能支障に至る大被害**は首都地域内の一般国道及び都県道で**約10ヶ所**(市町村道まで含めると約70ヶ所)発生。
- 首都地域内の高速道路(高速自動車国道及び首都高速道路)については、**阪神・淡路大震災以降、耐震補強が進んでいる**。また、新潟県中越地震において、耐震補強後の橋梁に修復に長期を要する被害を受けた事例がなかったことも踏まえ、今回は大被害の発生は想定しなかった。

東京湾北部 (時刻・風速によらず一定)

	高速道路		一般道路				合計	
			一般国道及び都県道		市町村道			
	大被害	中小被害	大被害	中小被害	大被害	中小被害	大被害	中小被害
合計	-	約 700	約 10	約 140	約 50	約 340	約 70	約 1,180
茨城県	-	-	-	-	-	-	-	-
栃木県	-	-	-	-	-	-	-	-
群馬県	-	-	-	-	-	-	-	-
埼玉県	-	約 70	-	約 20	約 20	約 100	約 20	約 190
千葉県	-	約 70	-	約 30	約 10	約 80	約 10	約 170
東京都	-	約 470	約 10	約 90	約 20	約 130	約 30	約 690
神奈川県	-	約 90	-	-	-	約 30	-	約 130
山梨県	-	-	-	-	-	-	-	-
静岡県	-	-	-	-	-	-	-	-

<参考:首都地域内の高速道路の耐震補強進捗状況>

高速自動車国道	首都高速道路
99.8%	100.0%



港湾施設被害

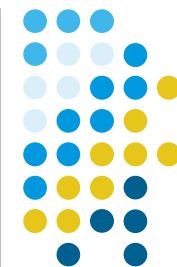
- 東京湾北部地震において、東京湾内の重要港湾にある1,071の岸壁のうち、地震発生直後に、約480の岸壁が被害を受ける。
- (参考) 阪神・淡路大震災時の神戸港では、186の岸壁のうち、地震発生直後に、179の岸壁が被害を受け、使用不能となった。

東京湾北部 (時刻・風速によらず一定)

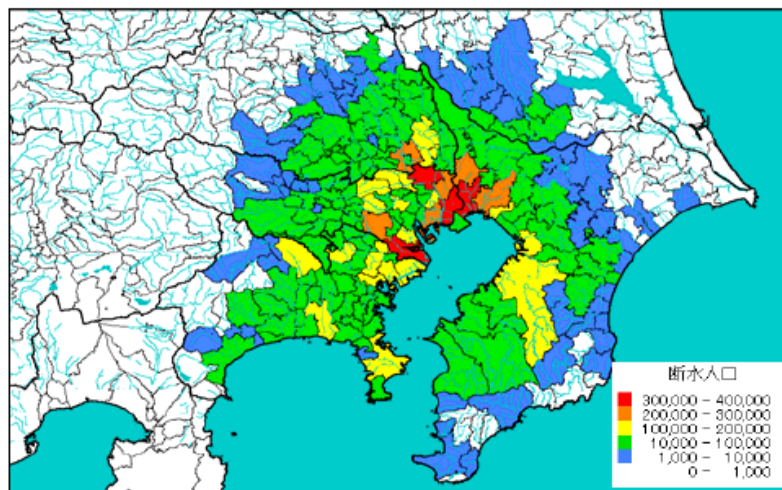
重要港湾名	被害を受ける岸壁数
東京港	約 90
横浜港	約 70
川崎港	約 100
横須賀港	約 10
千葉港	約 190
木更津港	約 20
合計	約 480

※ 東京湾における重要港湾を対象とする

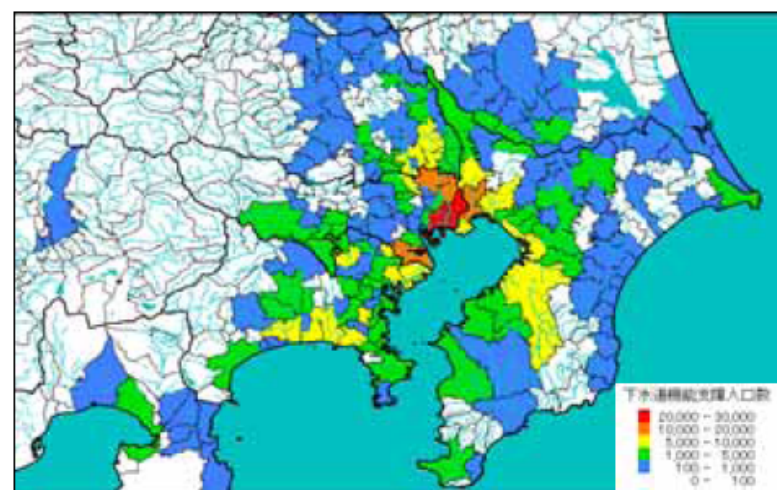
ライフライン被害 —発災から1時間後—



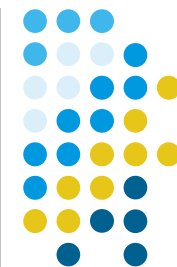
上水道:断水人口の分布



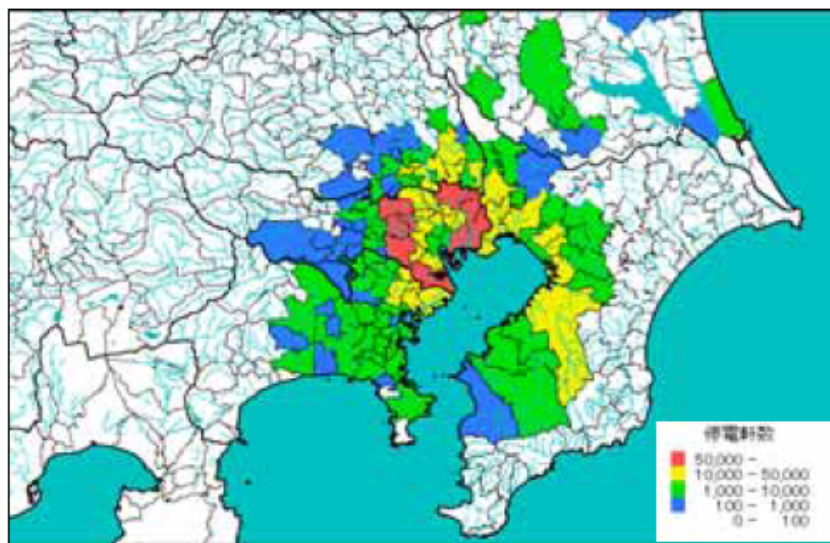
下水道:機能停止人口の分布



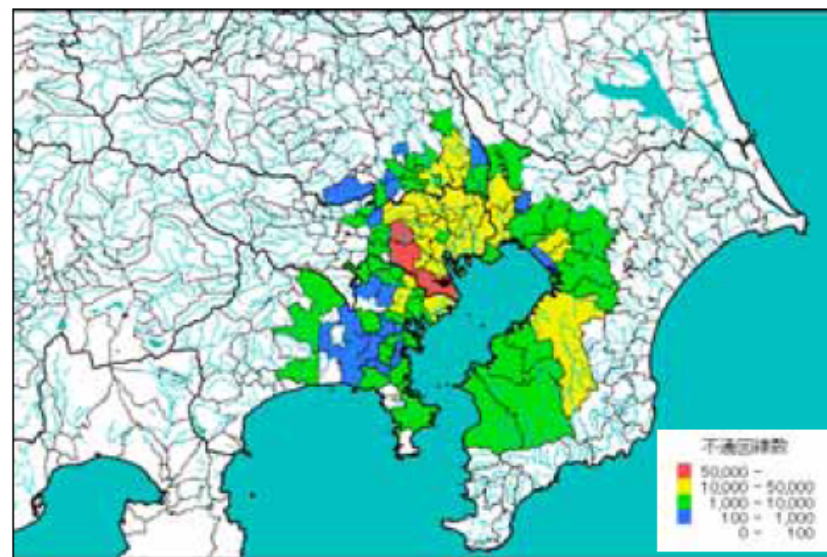
ライフライン被害 —発災から1時間後—



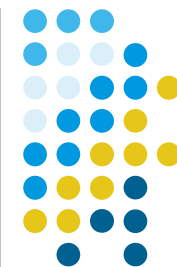
電力: 停電軒数の分布



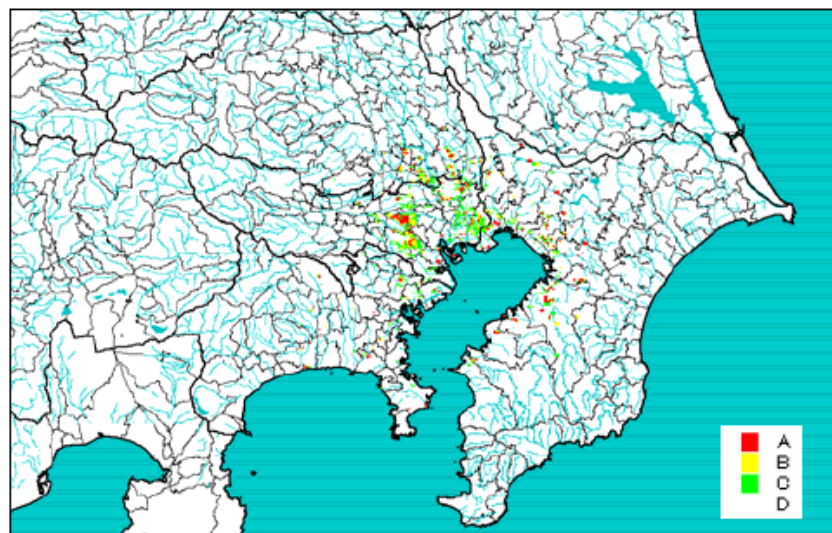
通信: 不通回線数の分布



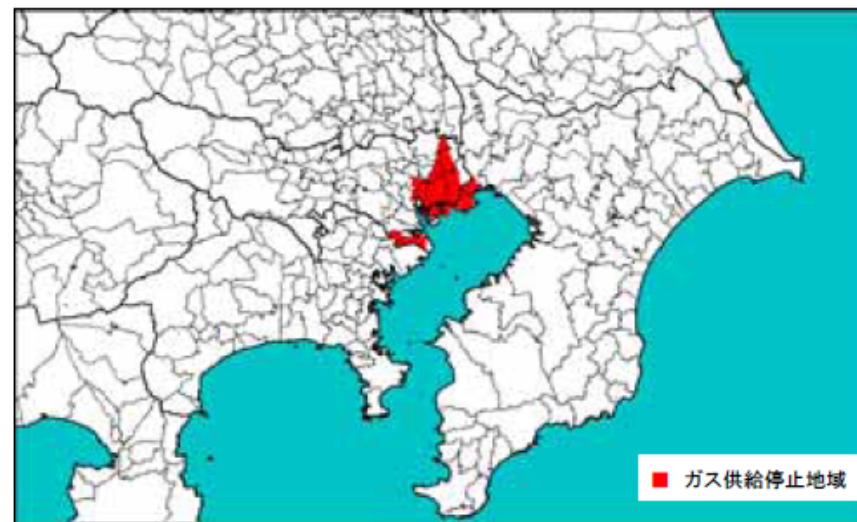
ライフライン被害 —発災から1時間後—



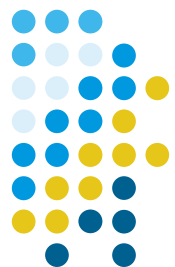
通信：携帯電話不通ランクの分布



ガス：供給停止軒数の分布



※停電率または不通率のうち高い値をとるものによるランク分け
A:50%以上 B:40%~50% C:30%~40% D:0%~30%

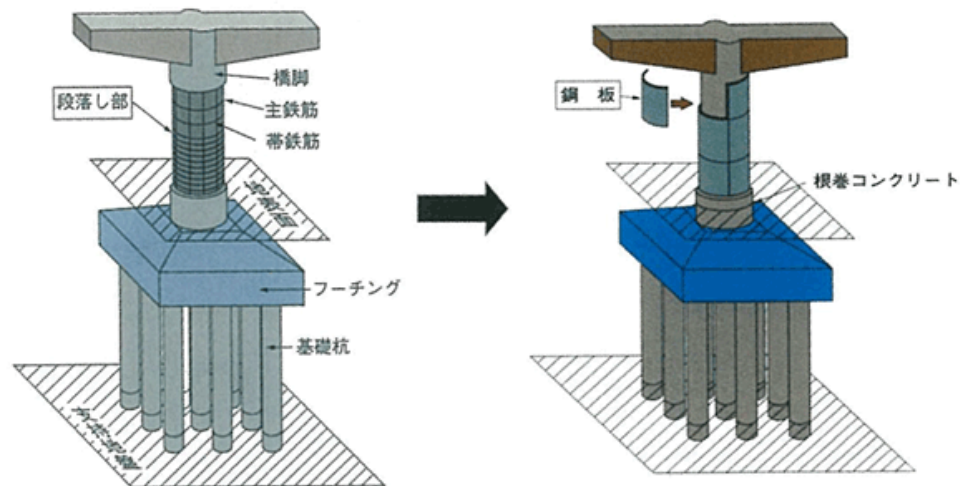


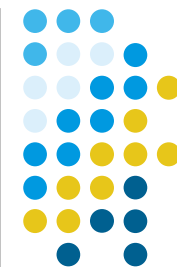
B. 交通施設の耐震対策

首都高速道路の耐震対策(ハード)



- 既存構造物の補強
 - 橋脚の耐震対策
 - 落橋防止構造、支承(橋桁を支える台座)の一層の強化
 - 地盤の液状化により生じる地盤流動対策





道路橋の耐震対策例

- 落橋防止構造の例

—隣接桁間をケーブルで連結する構造—

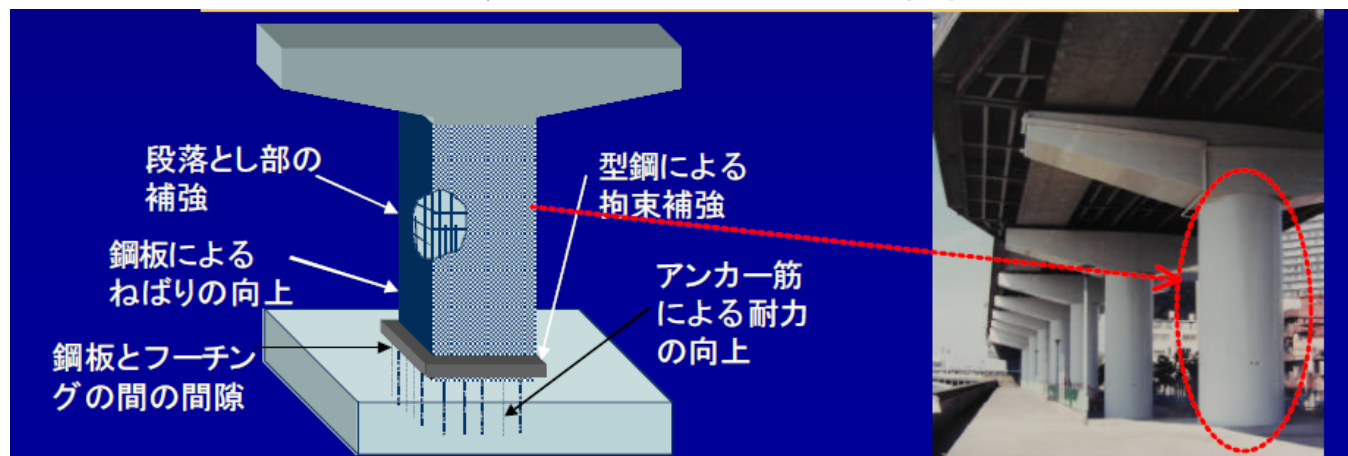


—縁端拡幅ブラケットによる桁の落下防止—



- 鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強工法例

—鋼板巻き立て工法—





耐震対策の効果事例

落橋防止構造が有効に機能した例
—平成15年7月宮城県北部地震—





C. 鉄道施設の耐震対策

ユレダス(UrEDAS)とは？



- ユレダス(UrEDAS)
 - 早期地震検知警報システム(地震動早期検知警報システム。Urgent Earthquake Detection and Alarm System)
- 国鉄鉄道技術研究所(現在の財団法人鉄道総合技術研究所)が開発した。
- 地震の際に即座に警報を発して被害を最小限に抑えるための安全管理システムである。
- 東海道新幹線では1992年3月14日の「のぞみ」運行開始から全面稼動
- 1997年からは在来線にもユレダスの情報を伝達



システムの仕組み

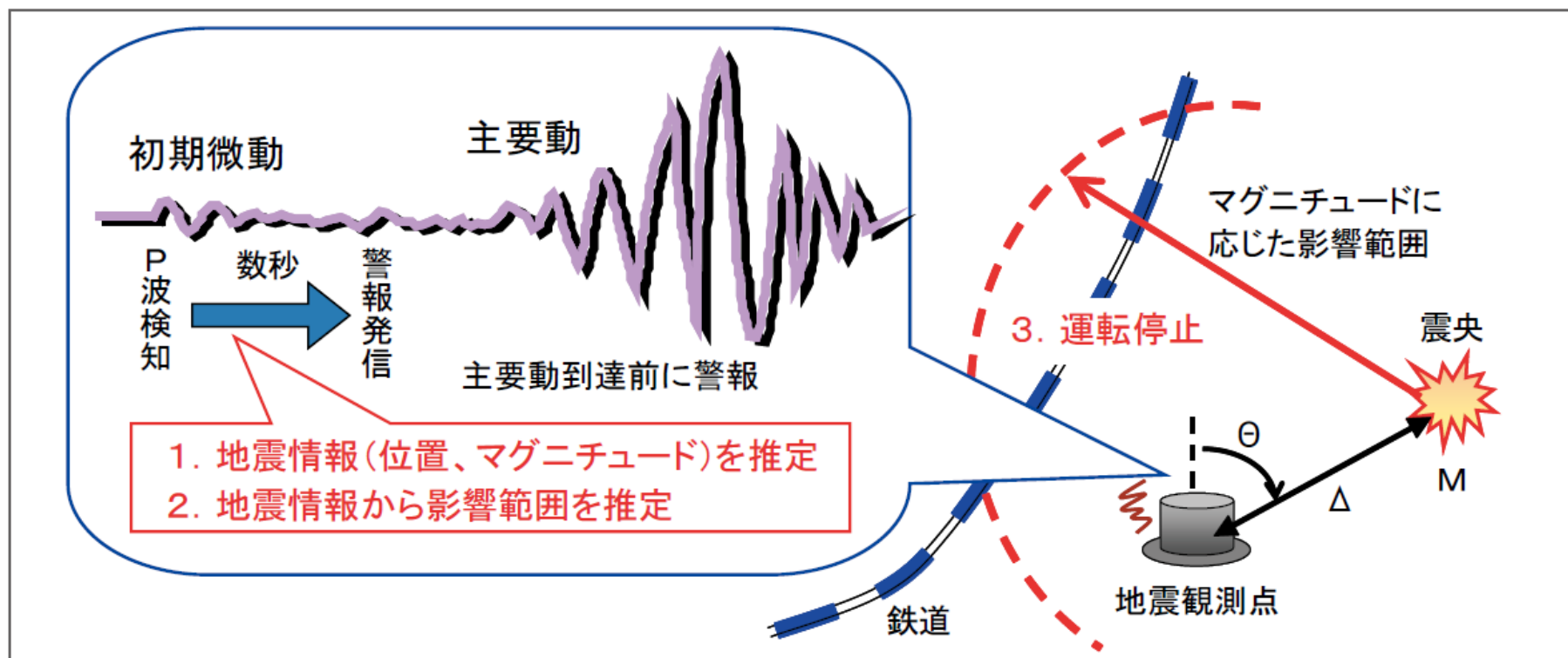
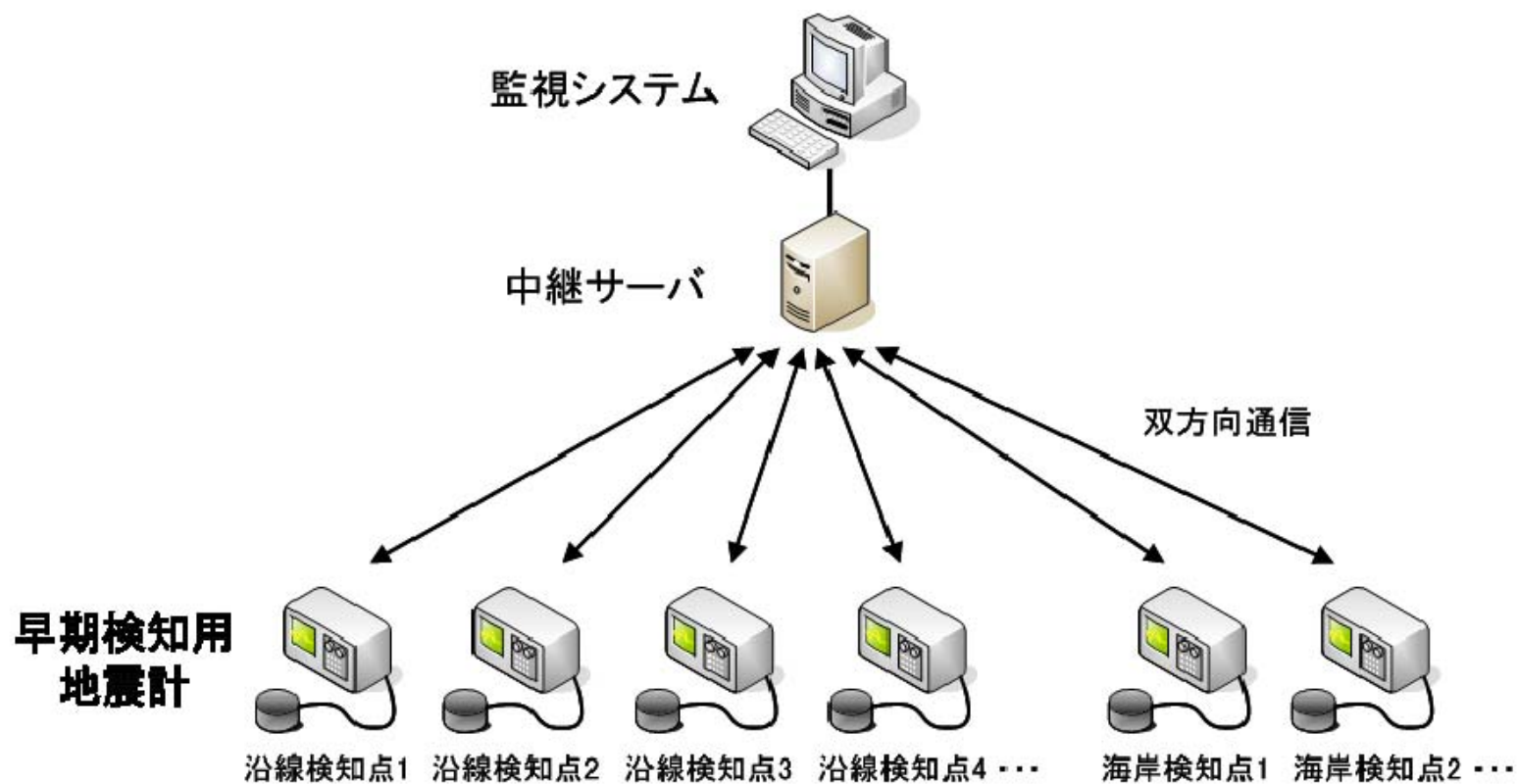


図1 早期地震警報システムの概念



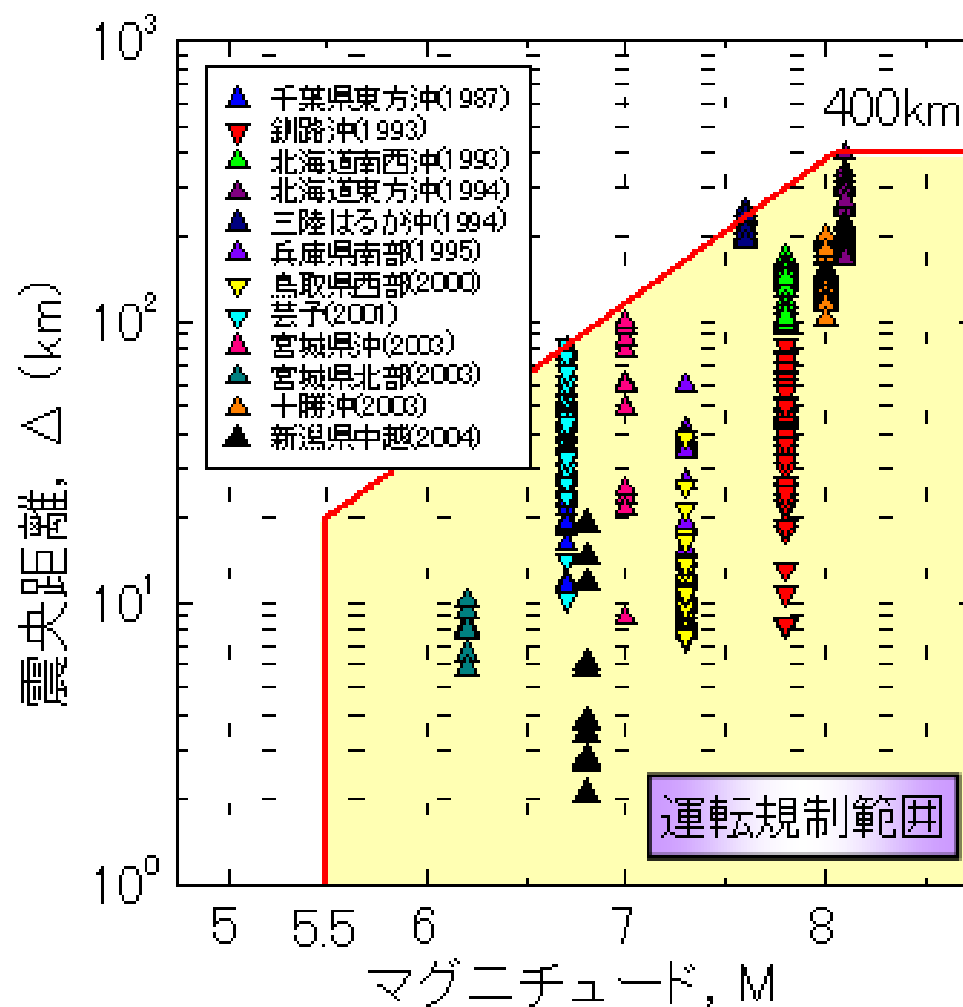
ユレダスのシステム構成



鉄道総研HPより引用



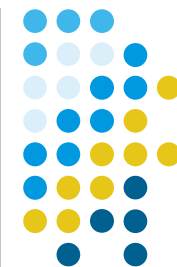
緊急停止判断基準



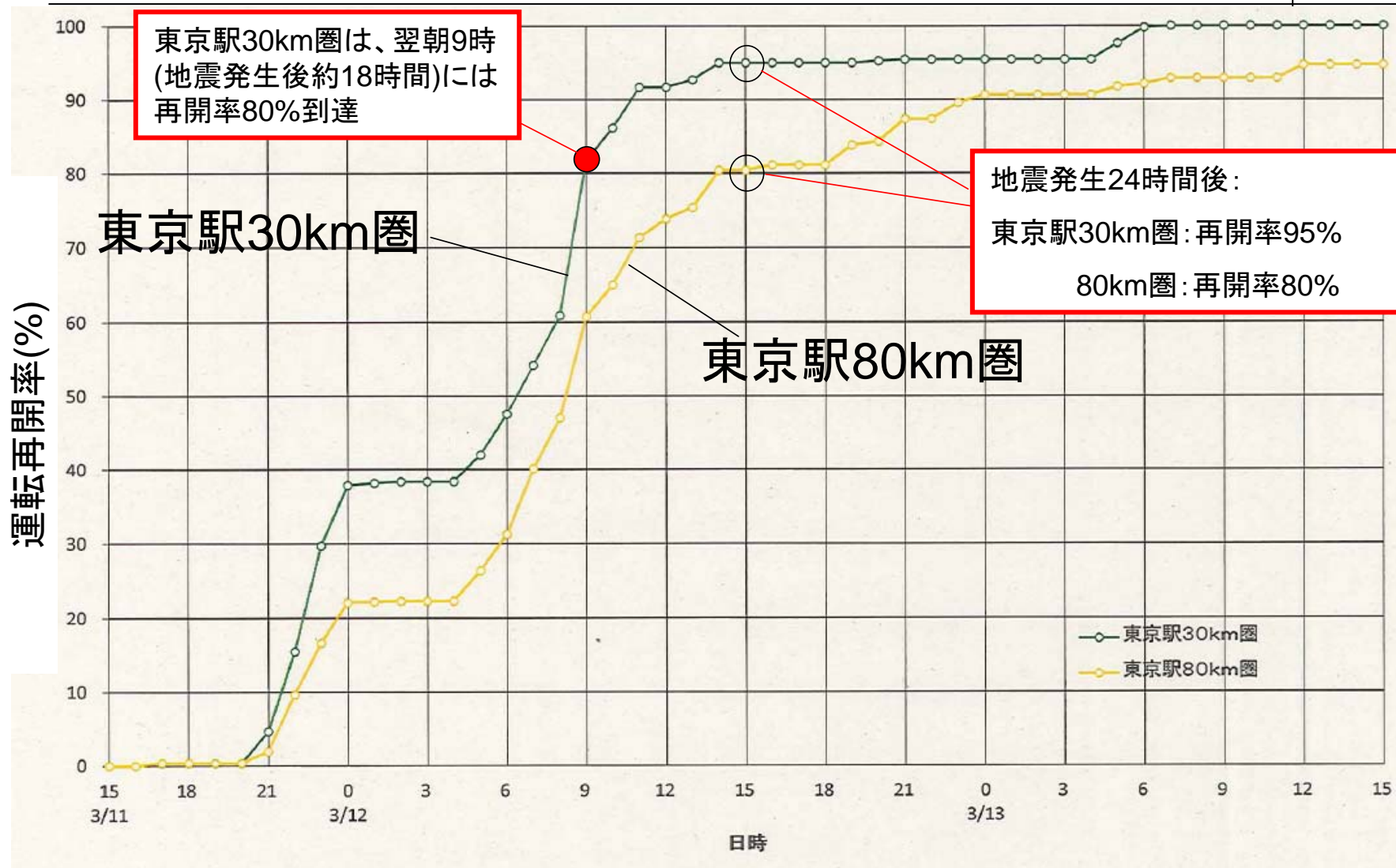


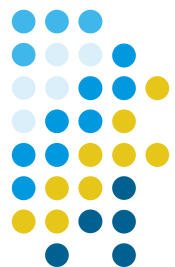
現在の地震早期警報システム

- 現在、この形式の地震早期警報システムは以下のような事業者で運用されている。
 - 東京消防庁ほか各消防
 - 東京メトロ
 - 小田急電鉄
 - 各種新幹線
 - 女川原子力発電所
 - 各種工場



東日本大震災後の首都圏鉄道運転再開率





D. ライフライン施設の耐震対策 —ガスの事例—



「ガス」の地震時被害

- ガスの地震災害の特徴
 - 引火性、可燃性
 - ガス漏洩が火災・爆発事故を誘発する可能性がある
 - 地中配管
 - 配管の損傷
 - 地中の揺れは地表より小さい→被害がちいさい？
 - 地盤変形の影響をうける→配管が変形して壊れる
 - 地震後の損傷箇所を特定しにくい



東京ガスの地震対策

- 被害情報の早期把握
(3800地点の震度、ガス圧などのデータ収集)
- 被害想定シミュレーションによる被害概要の推定
- 導管網のブロック化と高中圧ガスの放散
- 地区ガバナへのSIセンサー設置、感震自動遮断
- マイコンメーターによる各戸の感度自動遮断
- 主要製造供給設備の迅速・的確な一時停止

都市ガス供給網におけるリアルタイム地震防災システム

SUPREME-Super-dense Realtime Monitoring of Earthquakes

「東京ガスの地震防災システム」東京ガス資料より³²

SI値の定義

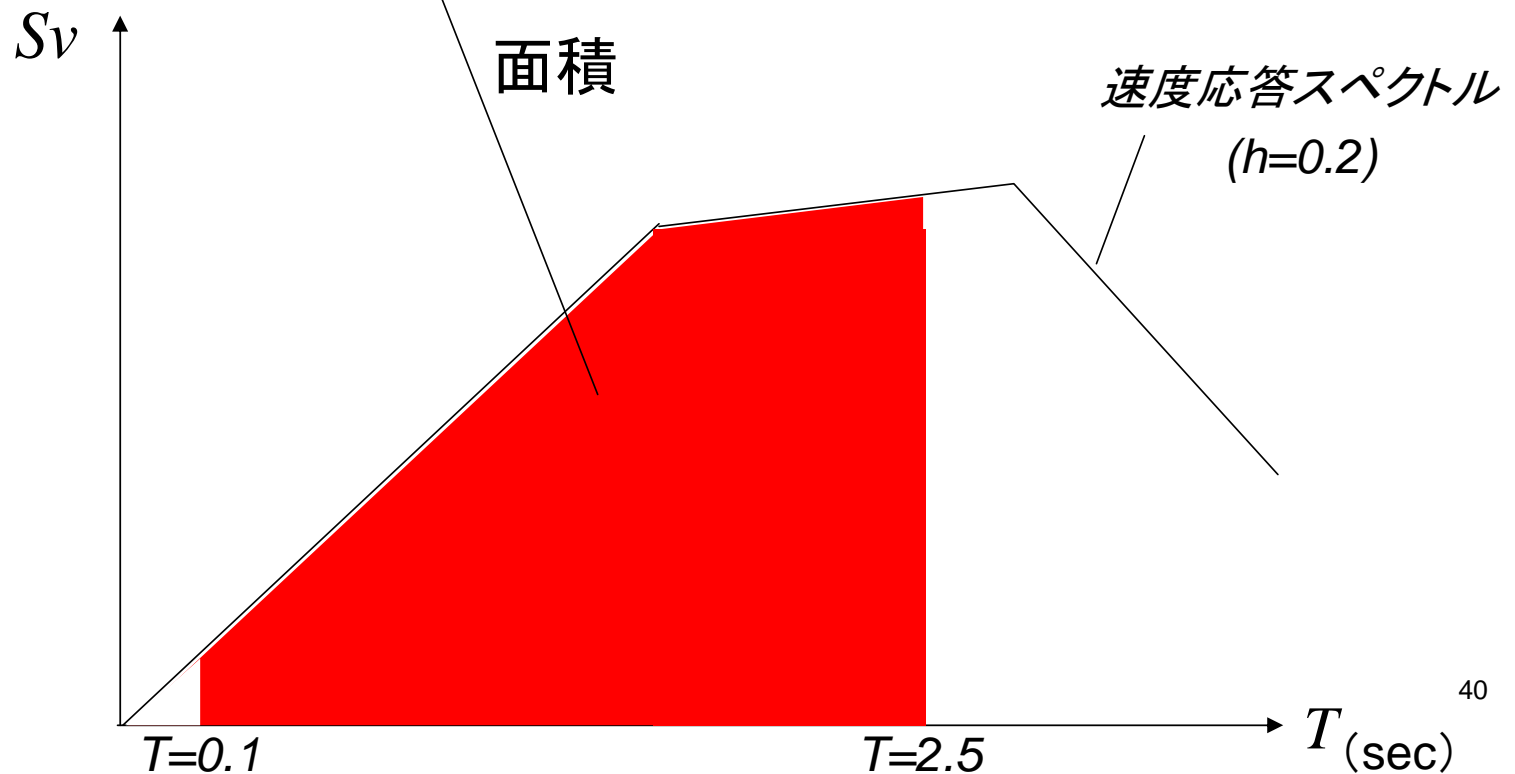


$$SI = \frac{1}{2.4} \int_{0.1}^{2.5} Sv \cdot dT (h = 0.2)$$

Sv : 速度応答スペクトル

T : 固有周期(sec)

h : 減衰定数





まとめ

- 国・地域の防災（予防・応急、復旧・復興）の検討
 - 社会基盤施設の被害に関する検討の重要性
- 日本では、各種の耐震対策が発達
 - 施設の直接的耐震補強
 - 事前・事後の評価技術を利用したシステム
 - 早期地震警戒システム
 - 地震被害想定によるガス遠隔遮断システム など