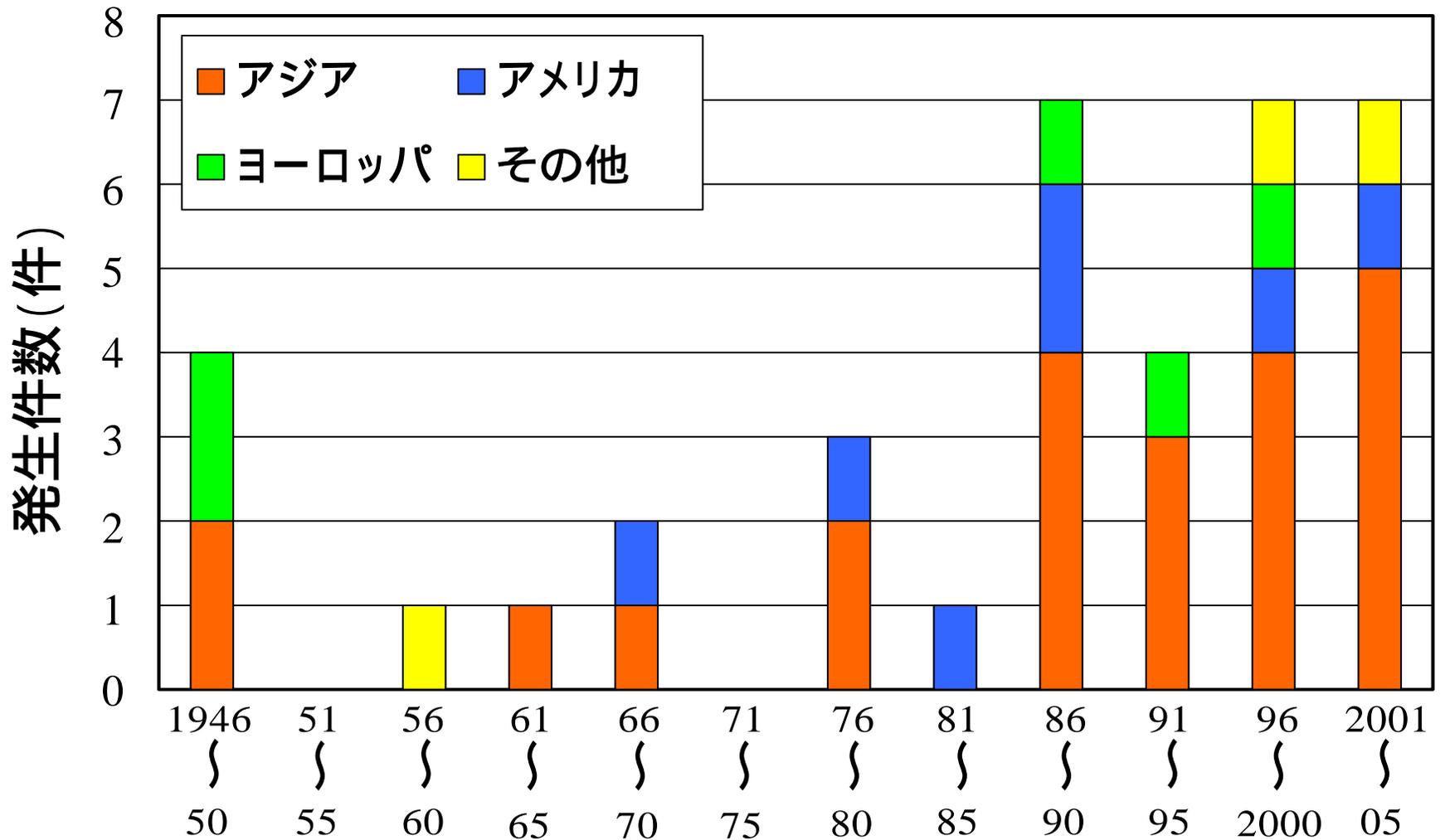


# 自然災害の現状と対策

早稲田大学理工学術院 教授

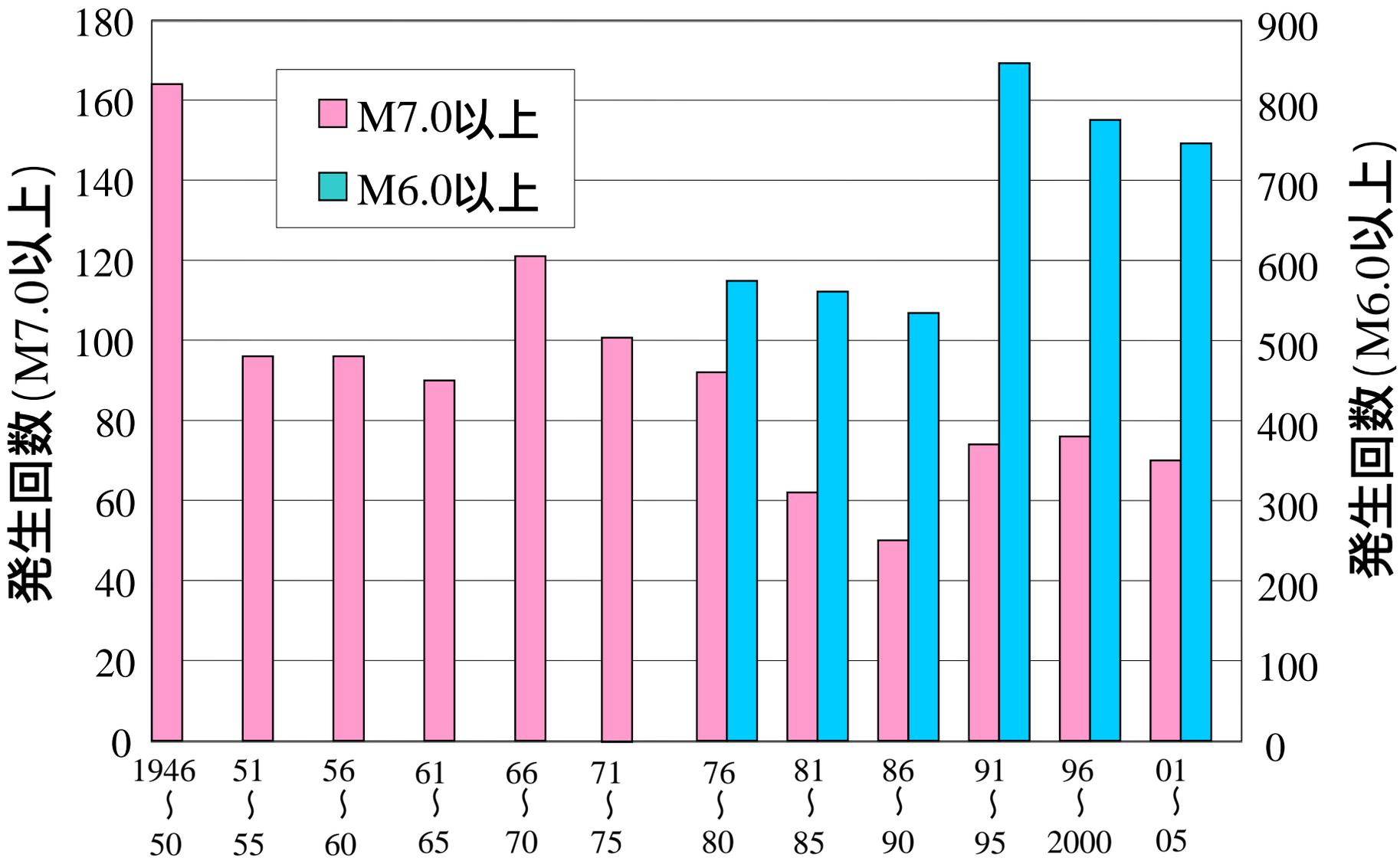
濱田 政則

# 世界における地震・津波災害の発生件数 (死者・行方不明者 1000人以上 1946年～2005年)



(平成18年度防災白書のデータをもとに作成)

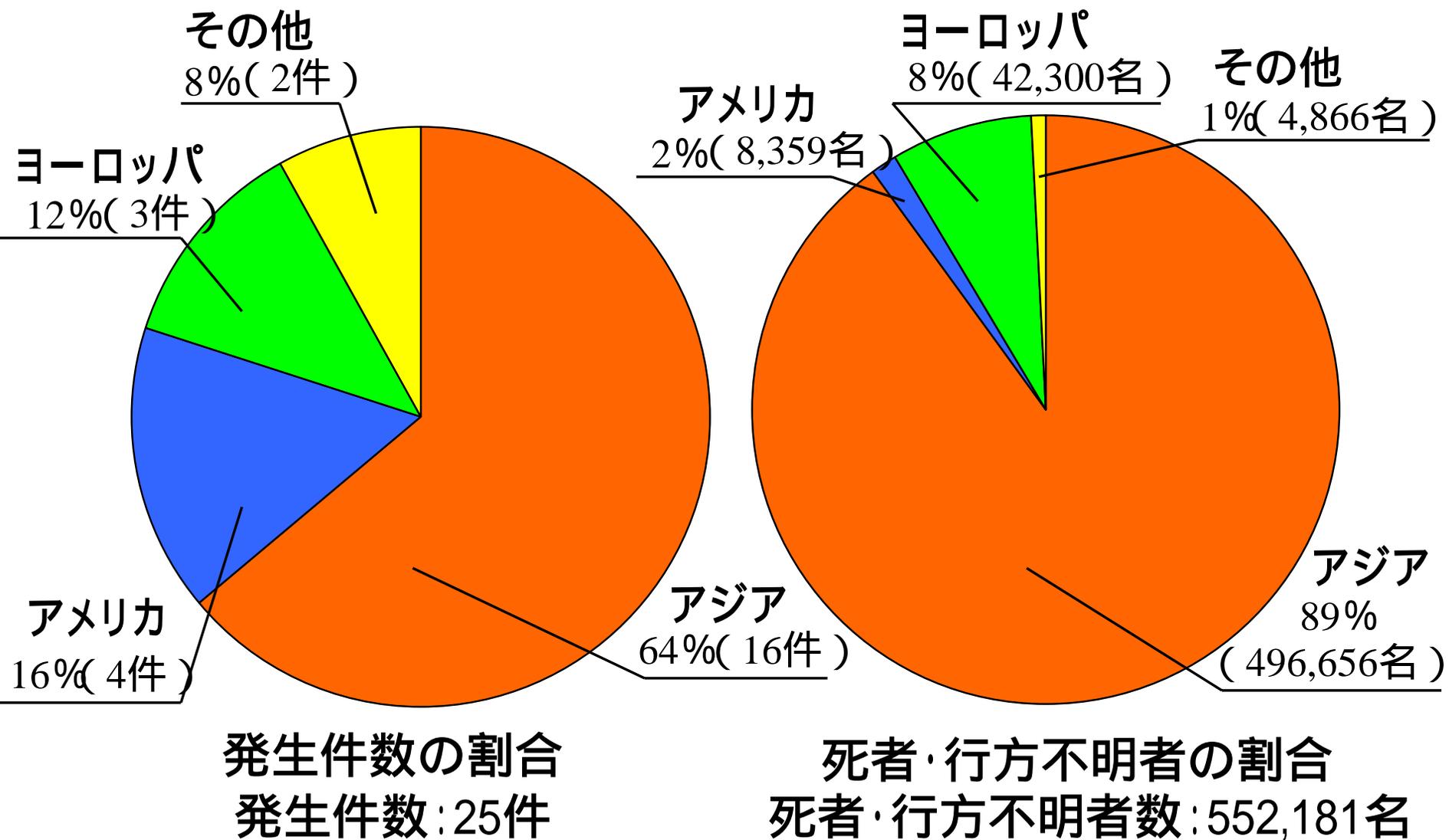
# マグニチュード6.0および7.0以上の地震の発生回数 (1946年～2005年, 5年間ごとの合計)



(米国地質調査所のデータをもとに作成)

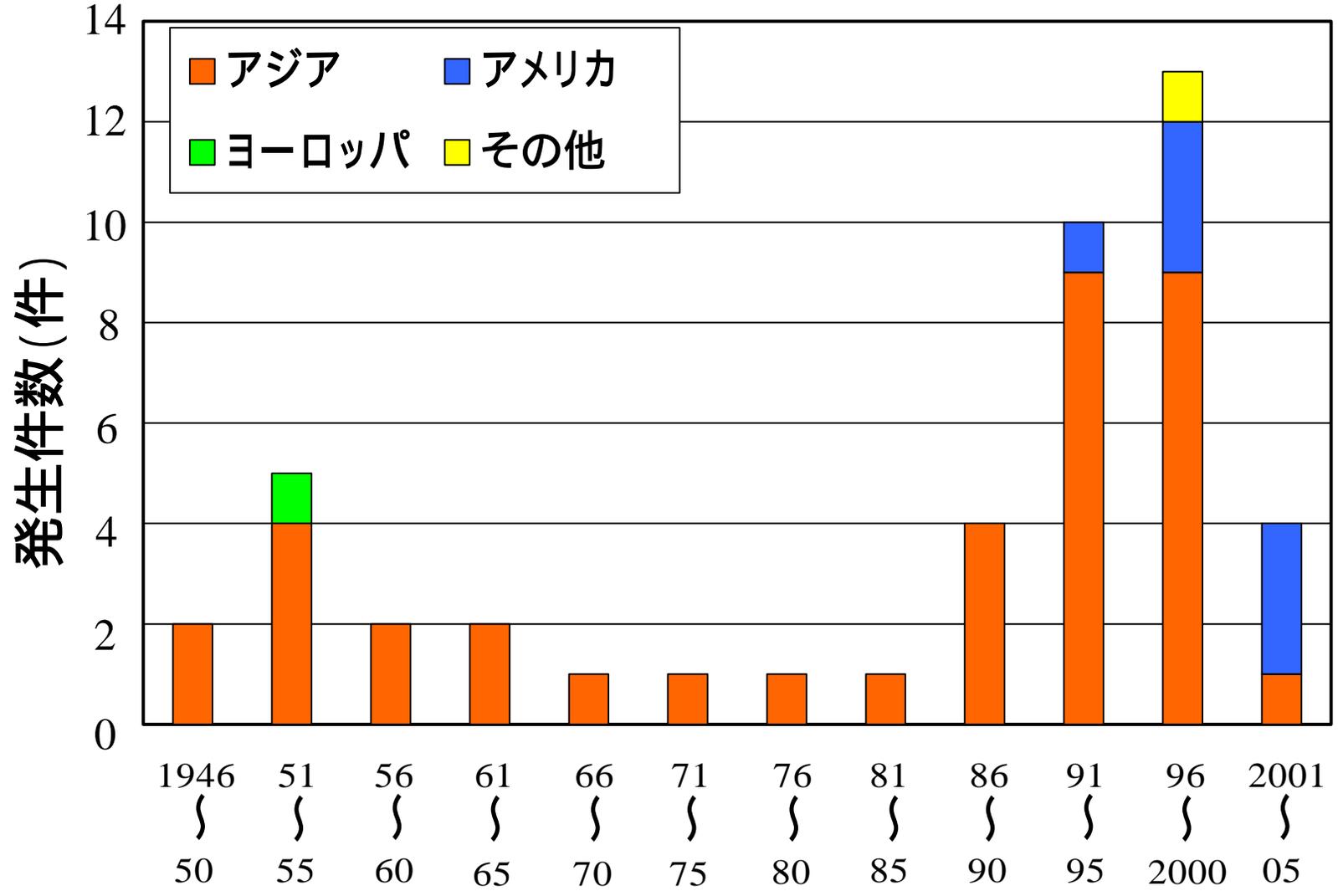
# 地震・津波の発生件数と死者・行方不明者の地域別割合 <sup>3</sup>

(死者・行方不明者1000名以上 1986年～2005年)



(平成18年度防災白書のデータをもとに作成)

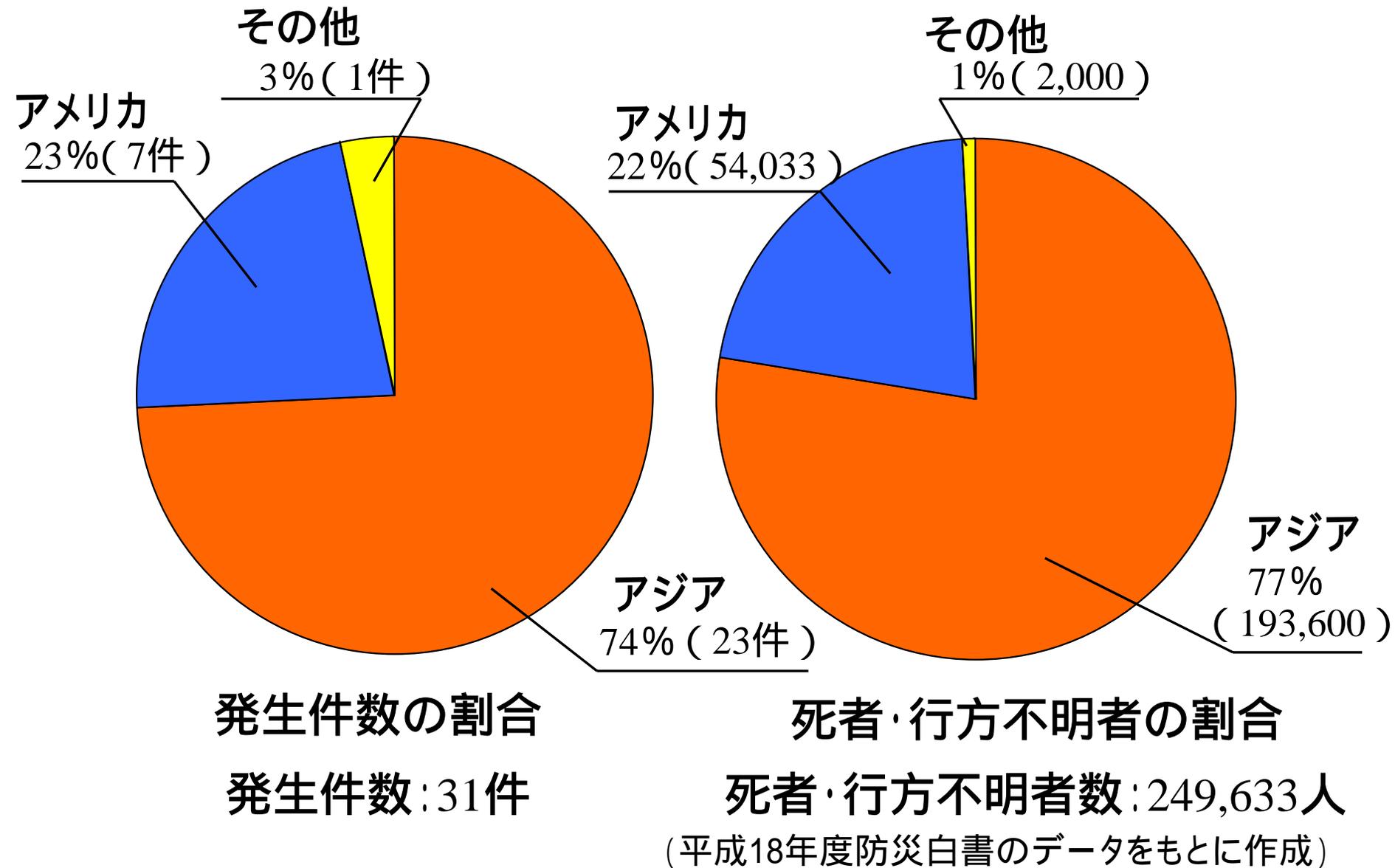
# 世界における風水害(洪水・台風・ハリケーン等)の発生件数 (死者・行方不明者 1000名以上 1946年~2005年)



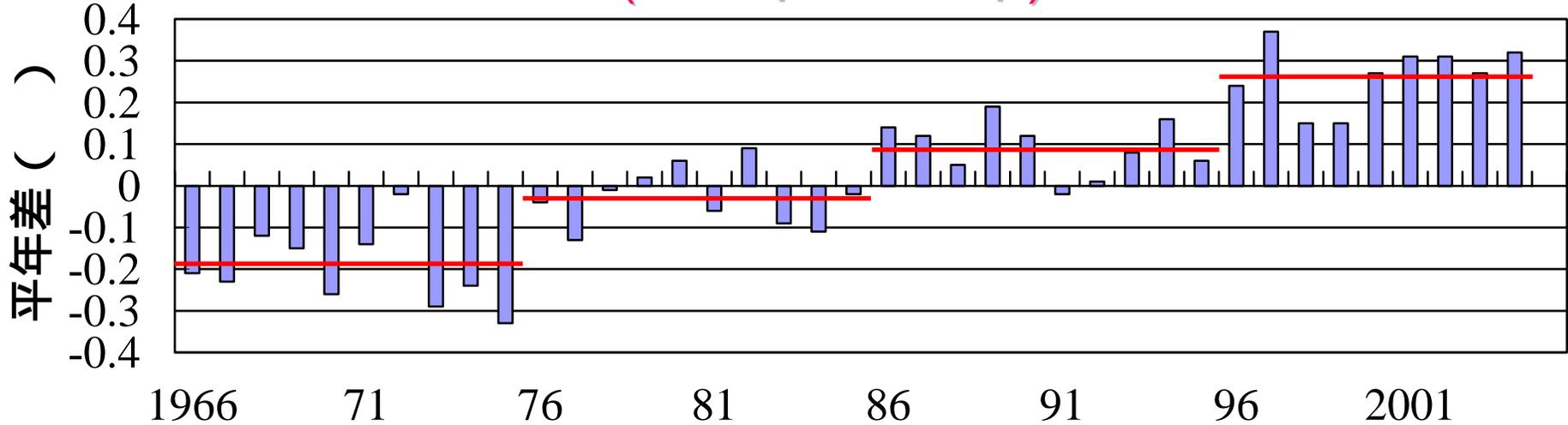
(平成18年度防災白書のデータをもとに作成)

# 風水害の発生件数と死者・行方不明者の地域別割合

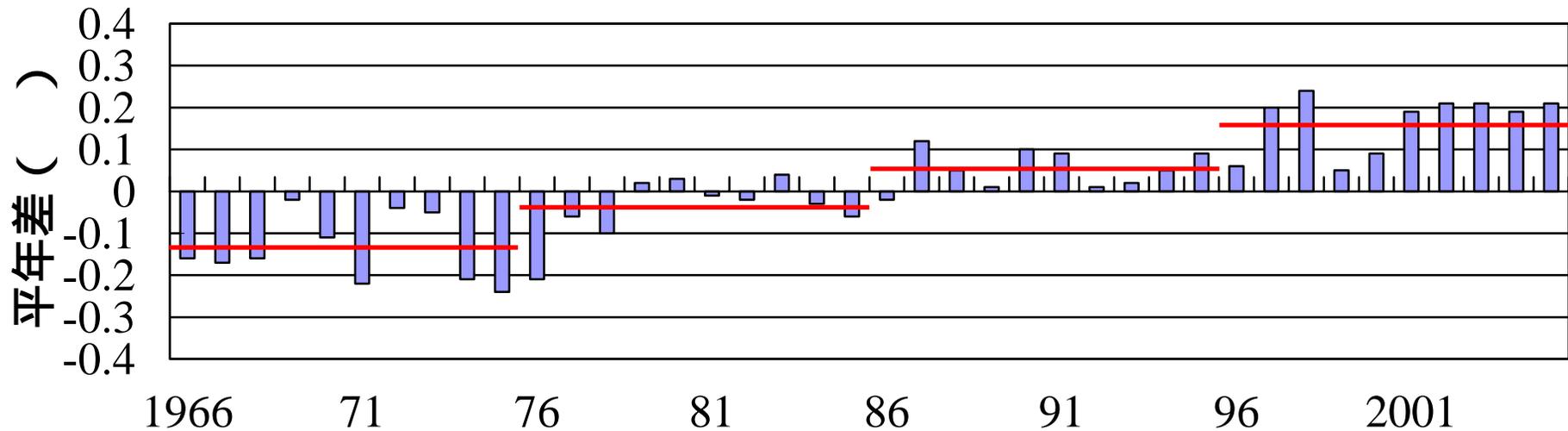
(死者1000名以上 1986年～2005年)



# 世界の平均気温と海面水温の経年変化 (1966年～2005年)



(a) 平均気温の変化 (世界約1300箇所の平均)



(b) 海面水温の変化 (緯度・経度5度ごとの平均)

(縦軸は1971～2000年の平均気温からの差，気象庁による統計データをもとに作成)

# 阪神・淡路大震災以降の我国の地震災害

(10回発生 死者・行方不明者6507名 1995年～)

2003.9.26 十勝沖地震

(死者1名, 行方不明者1名, 負傷者849名)

1995.1.17 兵庫県南部地震

(死者6434名, 行方不明者3名)

2003.5.26 宮城県沖地震

(負傷者174名)

2000.10.6 鳥取県西部地震

(負傷者182名)

2005.8.16 宮城県沖地震

(負傷者91名)

2005.3.20 福岡県西方沖地

(死者1名, 負傷者1087名)

2003.7.26 宮城県北部地震

(負傷者677名)

2004.10.23 新潟県中越地震

(死者65名, 負傷者4795名)

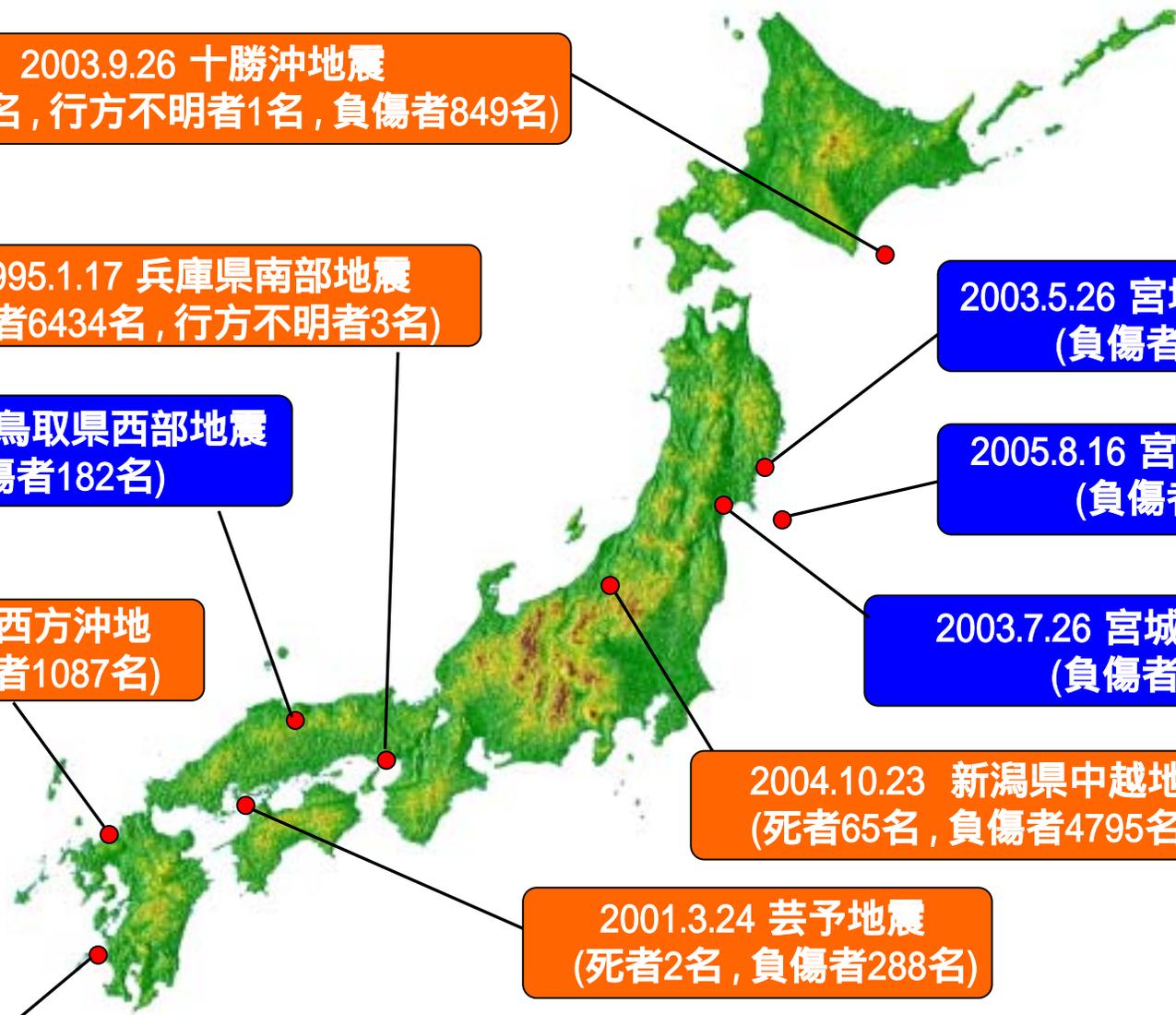
2001.3.24 芸予地震

(死者2名, 負傷者288名)

1997.5.13 鹿児島県薩摩地方地震

(負傷者74名)

■ ; 死者・行方不明者が発生した災害



# 2004年新潟県中越地震によって提起された課題

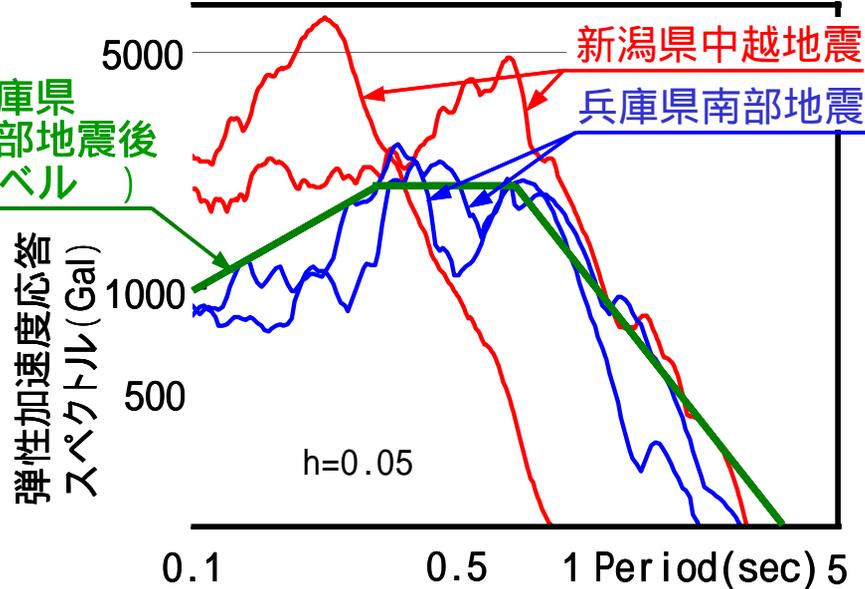
- ・活褶曲による地すべり地帯
- ・地震前的大雨(災害の重複)
- ・通信・交通の途絶 救急・復旧への支障
- ・復興への課題

(1)中山間地における地震災害

- ・脱線防止技術の開発
- ・リスクと便益の評価



(2)新幹線の脱線



(3)兵庫県南部地震を上回る地震動

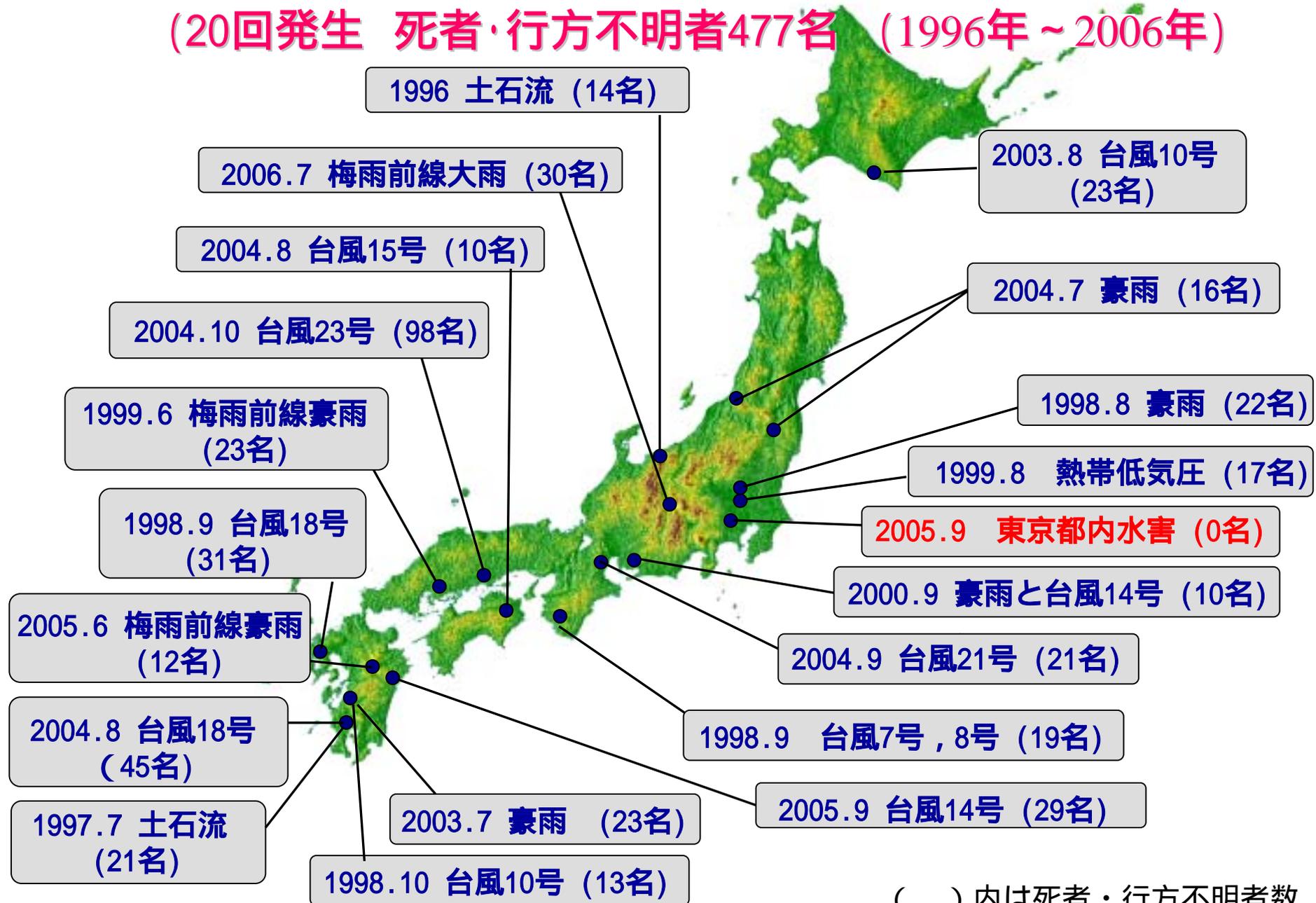
- ・ストレス死



(4)余震の長期的継続

# 近年の我が国の主な風水害

(20回発生 死者・行方不明者477名 (1996年～2006年))



( )内は死者・行方不明者数

# 近年の風水害の原因と特徴

(死者:95人, 行方不明者3人,  
負傷者:552人, 全壊:893棟)



2004年 台風23号円山川の氾濫

(死者:41人, 行方不明者4人,  
負傷者:1365人, 全壊:132棟)



2004年 台風18号巖島神社の被害

- (1) 想定を超える豪雨
- (2) 中小河川における堤防強化など対策の遅れ
- (3) 高齢化と過疎化による地域コミュニティ機能の不全
- (4) 避難勧告・指示情報の伝達の不足
- (5) ハザードマップ等事前災害情報伝達の不足
- (6) 住民の防災意識の低下

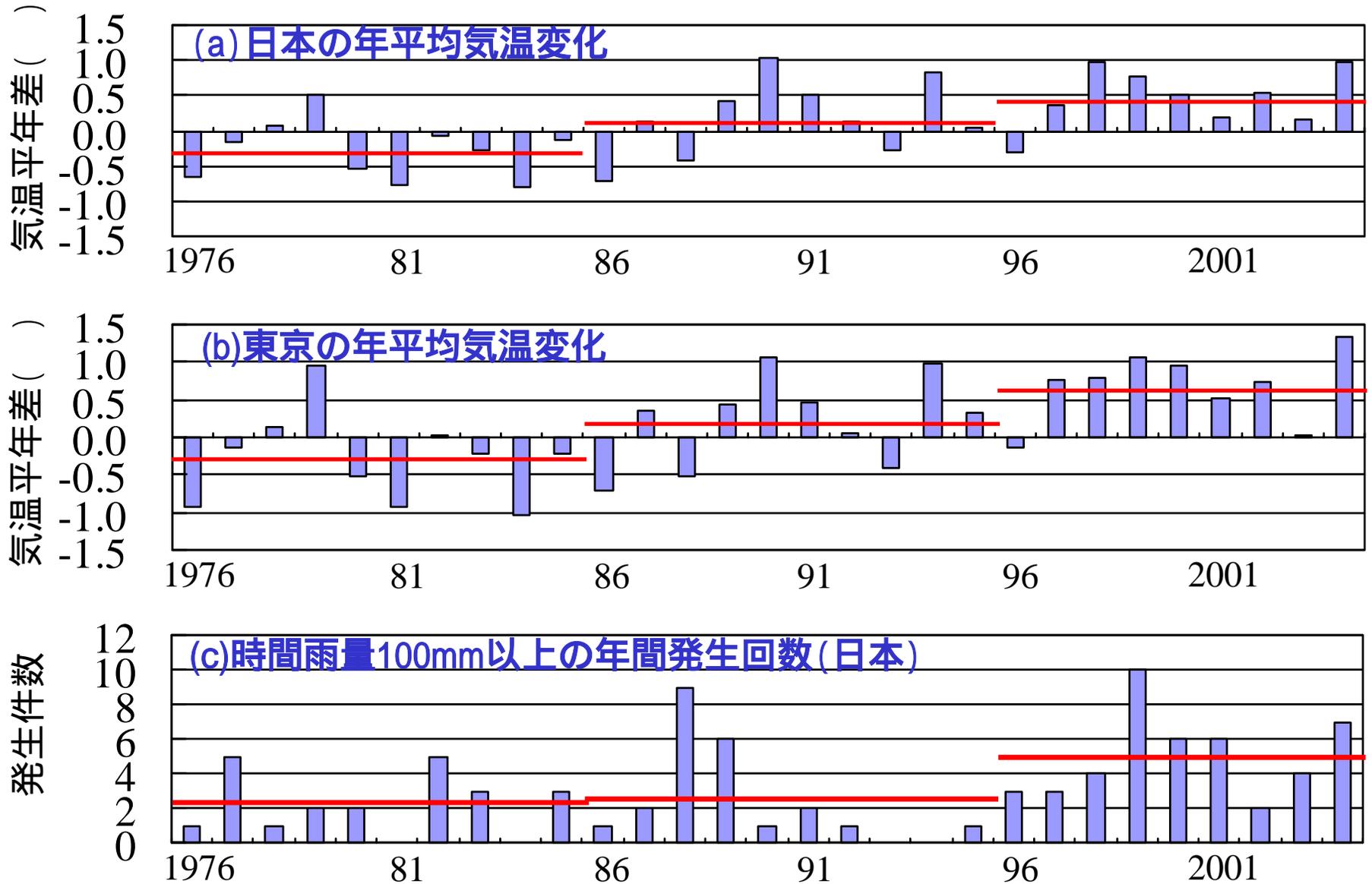


(川の溢水と下水道  
からの内水による洪水)



2005年9月4日 東京都23区  
西部集中豪雨(杉並区)

# 日本の平均気温の上昇と時間降雨量 100mm以上の発生件数，1976年～2004年



(気象庁による統計データをグラフ化)

## 2. 今後発生が予想される自然災害と対策のあり方

### 自然環境の変化

- ・地球の温暖化・海面上昇
- ・都市域のヒートアイランド現象
- ・森林の喪失
- ・砂漠化の進行
- ・河川・海岸の浸食

### 自然環境の変化による災害の増大

- ・集中豪雨・豪雪
- ・巨大台風・ハリケーン・サイクロン
- ・異常少雨
- ・異常高温
- ・高潮・高波

### 社会環境の変化

- ・少子・高齢化
- ・都市圏の過密化
- ・地方の過疎化
- ・災害脆弱地域への居住
- ・共助意識の減退
- ・災害経験伝承の不足
- ・ライフスタイルの変化  
(自然離れ, 電子機器への依存)
- ・国・自治体の財政逼迫
- ・地域建設業の衰退
- ・貧困層の増大(アジア地域)

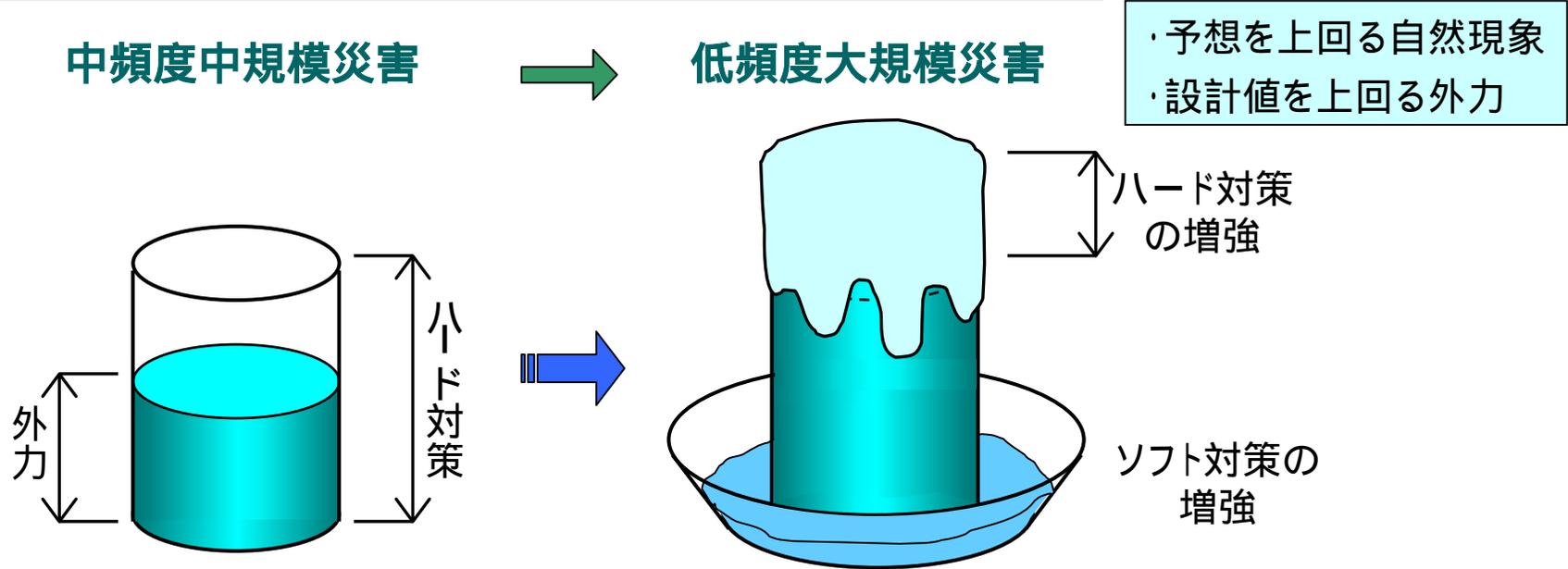
自然災害の  
態様の変化

### 今後の防災対策

- ・「予想を超える自然現象」,  
「設計値を超える外力」への対応
- ・低頻度巨大災害への対応
- ・防災社会基盤整備の適正水準

# 低頻度大規模災害への対応と防災社会基盤整備の適正水準

## ハード対策とソフト対策のバランスによる自然災害の軽減



## ハード対策とソフト対策の適正水準

リスク(想定される被害の総量 × 発生確率) < 防災対策のための費用

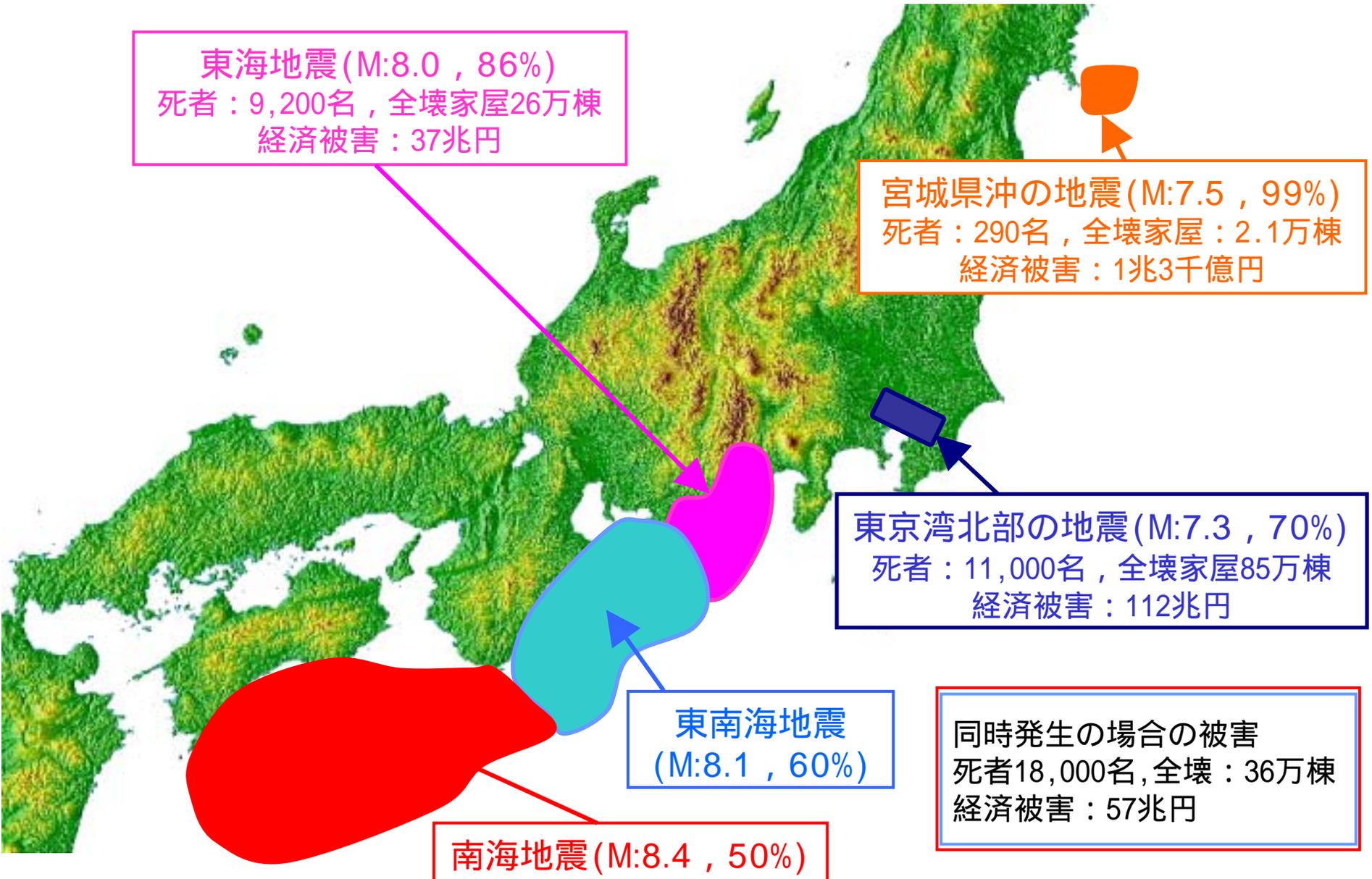
## 想定される被害の総量を評価するための要素

人命損失, 経済的損失, 国力・国際競争力の低下, 国土の荒廃, 景観破壊,  
国民への心理的打撃

## 適正水準に対する合意形成

リスクの評価と公開, 公助・共助・自助への共通認識

# 発生が逼迫しているとされる地震と被害予測(中央防災会議)



同時発生の場合の被害  
 死者18,000名, 全壊: 36万棟  
 経済被害: 57兆円

南海地震 (M:8.4, 50%)

東南海地震  
 (M:8.1, 60%)

東京湾北部の地震 (M:7.3, 70%)  
 死者: 11,000名, 全壊家屋85万棟  
 経済被害: 112兆円

宮城県沖の地震 (M:7.5, 99%)  
 死者: 290名, 全壊家屋: 2.1万棟  
 経済被害: 1兆3千億円

東海地震 (M:8.0, 86%)  
 死者: 9,200名, 全壊家屋26万棟  
 経済被害: 37兆円

( )の中はマグニチュードと今後30年間の発生確率

# 東京湾北部の地震による被害の推定(風速15m/s)

(中央防災会議専門調査会)

		東京湾北部の地震		兵庫県南部地震
		想定発生時刻 5時	想定発生時刻 18時	
棟建物 数 全 (棟)壊	揺れ	150,000	150,000	110,000
	液状化・崖崩れ	35,000	35,000	46
	火災	160,000	650,000	7,000
	合計	360,000	850,000	117,000
死者数 (人)	建物の倒壊	4,200	3,100	4,915
	火災	400	6,200	550
	崖崩れ	1,000	900	37
	ブロック塀落下物	0	800	0
	合計	5,600	11,000	5,520
被害 経済	直接被害	50兆円	67兆円	約10兆円
	間接被害	44兆円	45兆円	
	合計	99兆円	112兆円	
帰宅困難者(人)		160,000	6,500,000	
避難所生活者(人)			4,600,000	317,000

想定発生時刻は12時

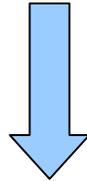
# 首都直下地震の地震防災戦略

(中央防災会議,平成18年4月)

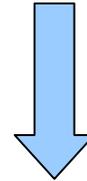
## 【減災目標】

今後10年間で想定死者数を半  
約11,000人 約5,600人

今後10年間想定経済被害額を4割  
約112兆円 約70兆円



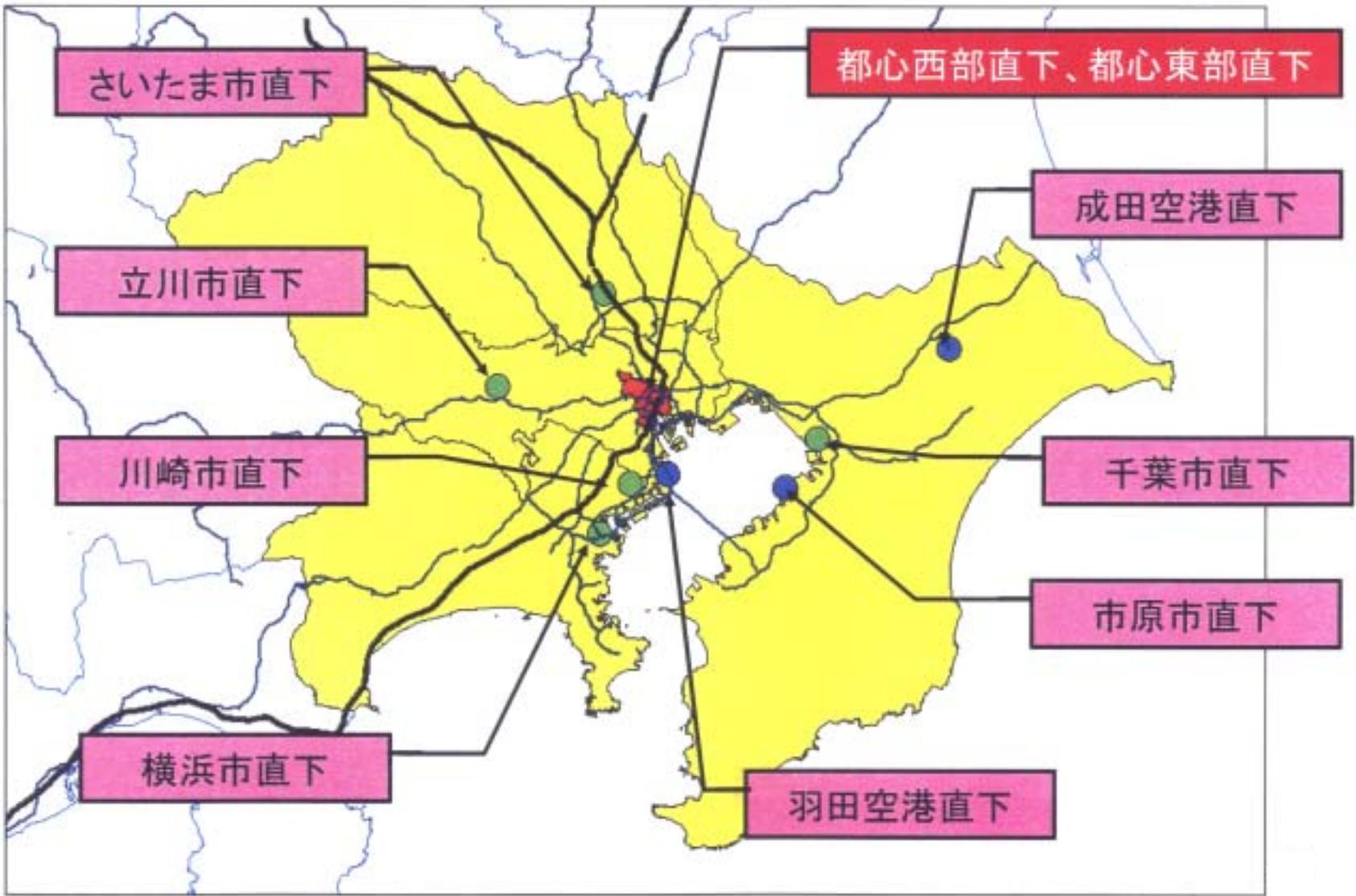
## 【具体方策】



- ・ 住宅・建築物の耐震化：  
耐震化率75% 90%
- ・ 家具の固定：家具の固定率30% 60%
- ・ 密集市街地の整備：不燃領域率40%
- ・ 初期消火率の向上：  
自主防災組織率73% 96%
- ・ 急傾斜地・崩壊危険箇所対策

- ・ 企業による事業継続計画の策定促進
- ・ 交通ネットワークの早期復旧対策  
適切な経済復旧
- ・ 復旧費用の軽減  
住宅・建物・道路・港湾等の耐震

# 発生を予知することが不能な地震の想定位置



# 海溝型地震および直下地震に対する技術的課題

- (1) **海溝型地震による地震動の予測と建造物の耐震性の照査**
  - ・長周期地震動
- (2) **臨海コンビナートの耐震性**
  - ・液状化に対する護岸の安全性
  - ・側方流動に対する建造物の安全性
- (3) **東京湾等海域の安全性**
  - ・基幹的防災拠点への影響
  - ・海上火災の可能性
- (4) **丘陵宅造地の安全性**
  - ・谷部盛土のすべり

# 長周期地震動に対する構造物の耐震性

## (1) 大型貯槽内溶液のスロッシング



2003年十勝沖地震



1999年トルコ・コジャエリ地震

1999. 2. 13

### 大型貯槽内溶液のスロッシング 発生した既往地震

- (1) 1952年 タフト地震
- (2) 1964年 新潟地震
- (3) 1964年 アラスカ地震
- (4) 1983年 日本海中部地震
- (5) 1999年 台湾集集地震
- (6) 1999年 トルココジャエリ地震
- (7) 2003年 十勝沖地震

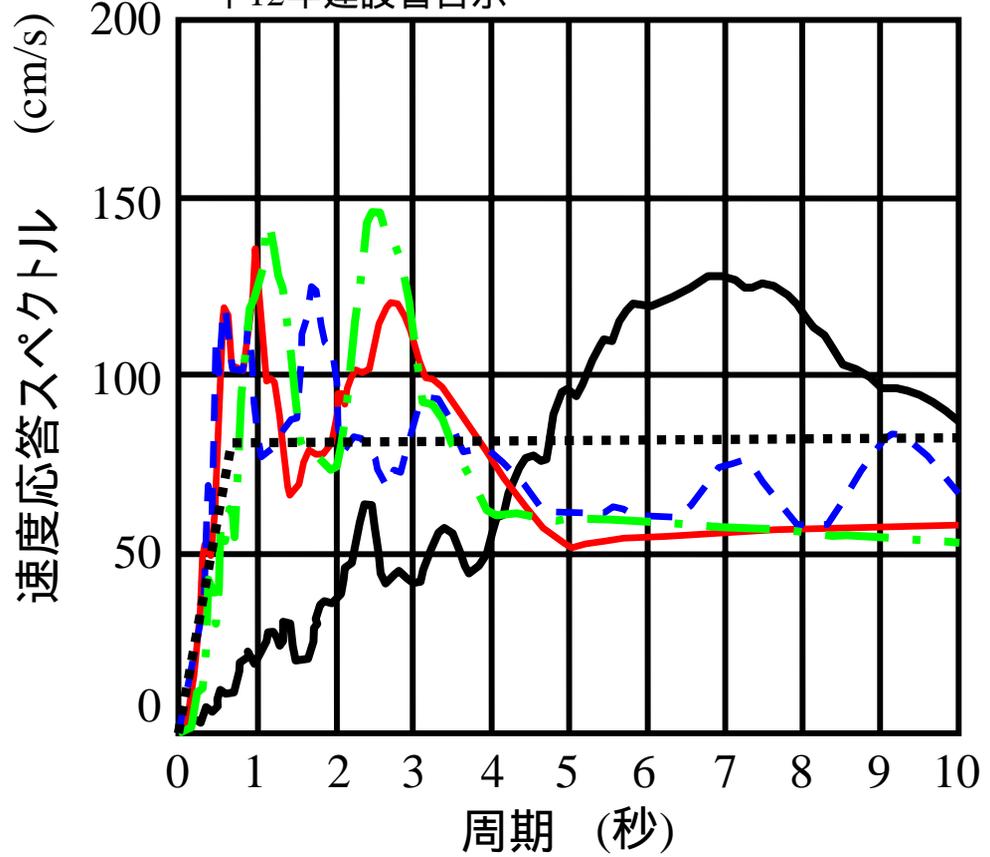


1964年新潟地震

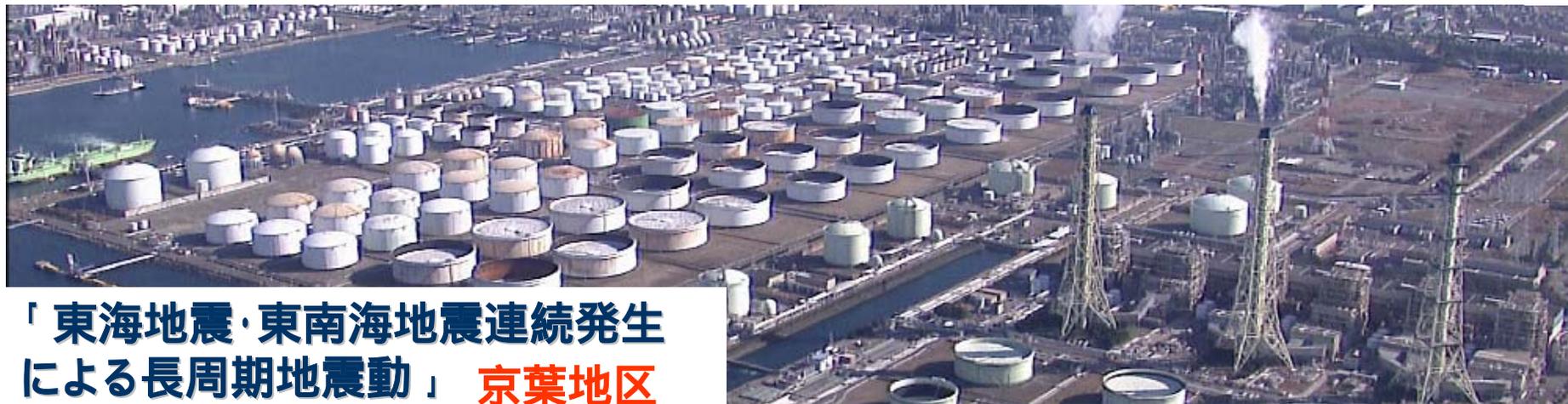
# 長周期地震動に対する構造物の耐震性 — 超高層建物, 免震建物, 長大橋梁等 —

## 超高層建物の耐震設計用入力地震

- 黒線 — 苫小牧(2003年十勝沖地震)
  - 赤線 — ELCENTRO
  - - - 青線 - - - TAFT
  - · - 緑線 - · - HACHINOHE
- } 超高層建物の耐震設計で使用
- · · 平12年建設省告示

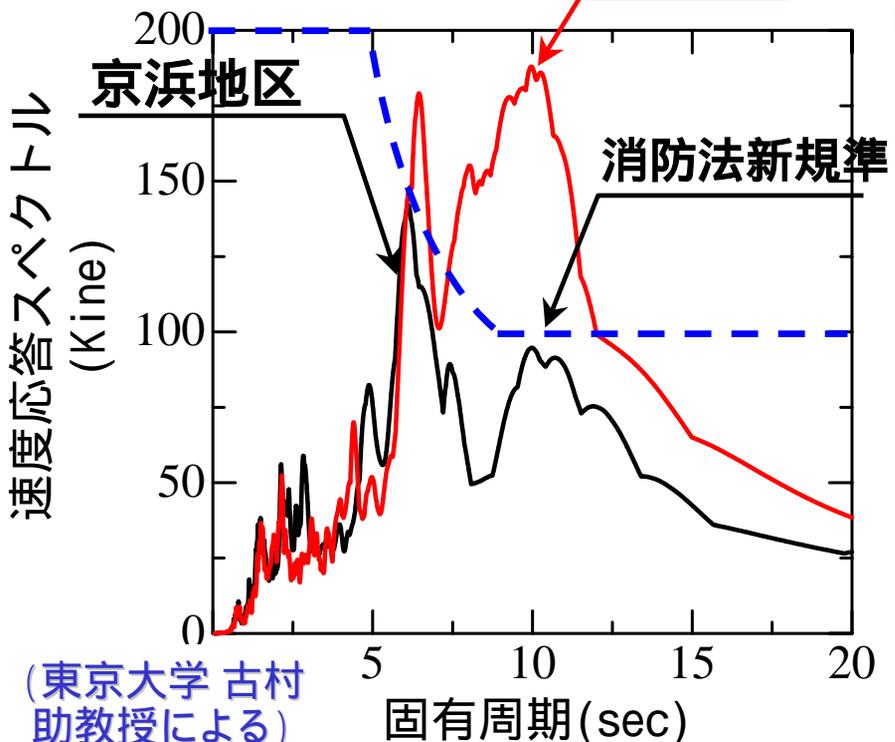


# 長周期地震動による浮屋根式貯槽の内容液の溢流の予測(東京湾のコンビナート地区)とスロッシングの試算



「東海地震・東南海地震連続発生による長周期地震動」 **京葉地区**

「東京湾岸の浮き屋根式貯槽の総数と溢流貯槽」



貯槽の直径	貯槽の総数	内容液が溢流する貯槽
~ 24m	203	13 (6.4%)
24 ~ 34m	136	27 (19.9%)
34m ~ 60m	118	18 (15.3%)
60m ~	159	6 (3.8%)
<b>Total</b>	<b>616</b>	<b>64 (10.4%)</b>

# 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)

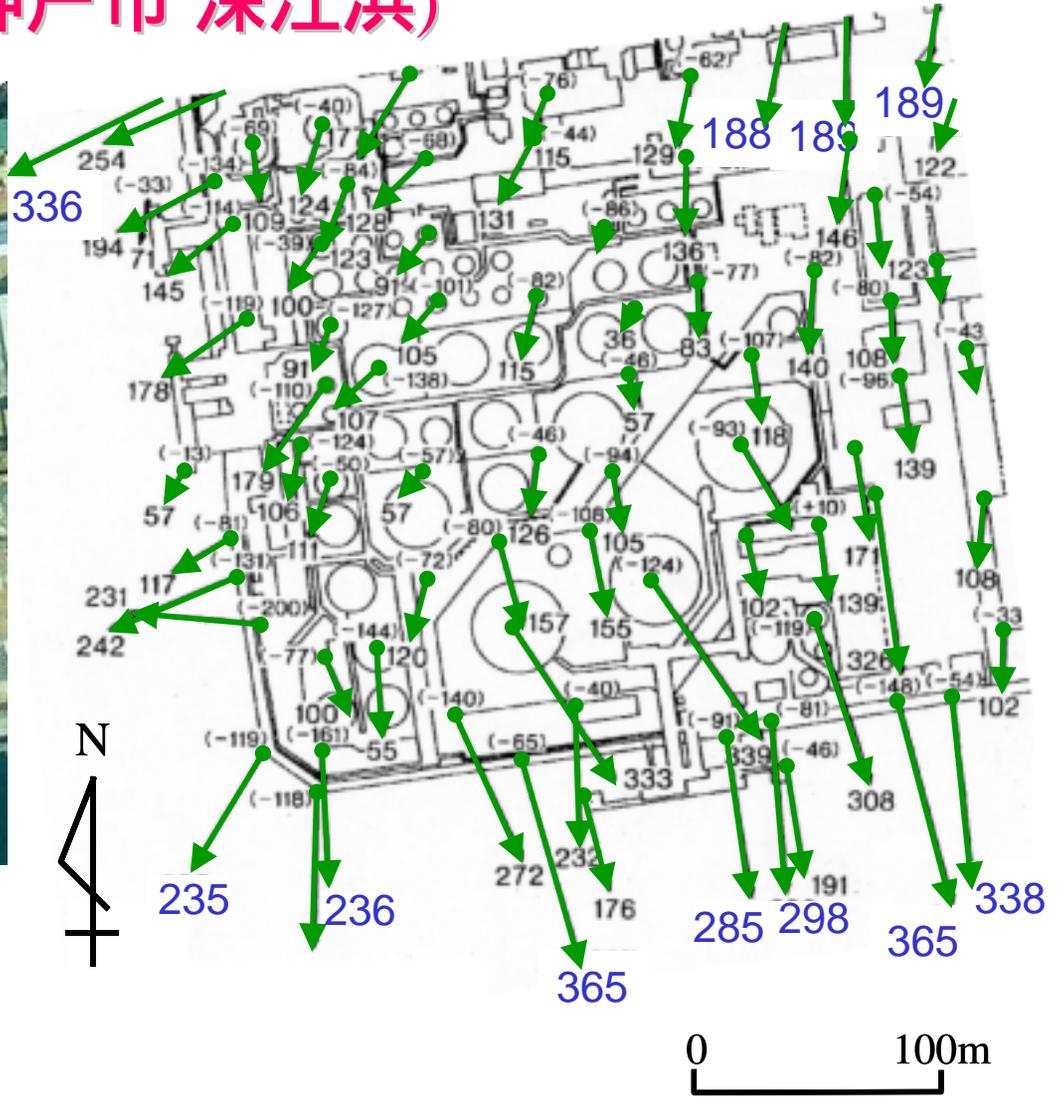


# 1995年兵庫県南部地震による液状化地盤の側方流動 (神戸市 深江浜)



神戸市深江浜

地震2日後の航空写真



側方流動による地盤変位 (cm)

# 川崎市埋立地盤の側方流動の予測 (神奈川県環境局防災課)

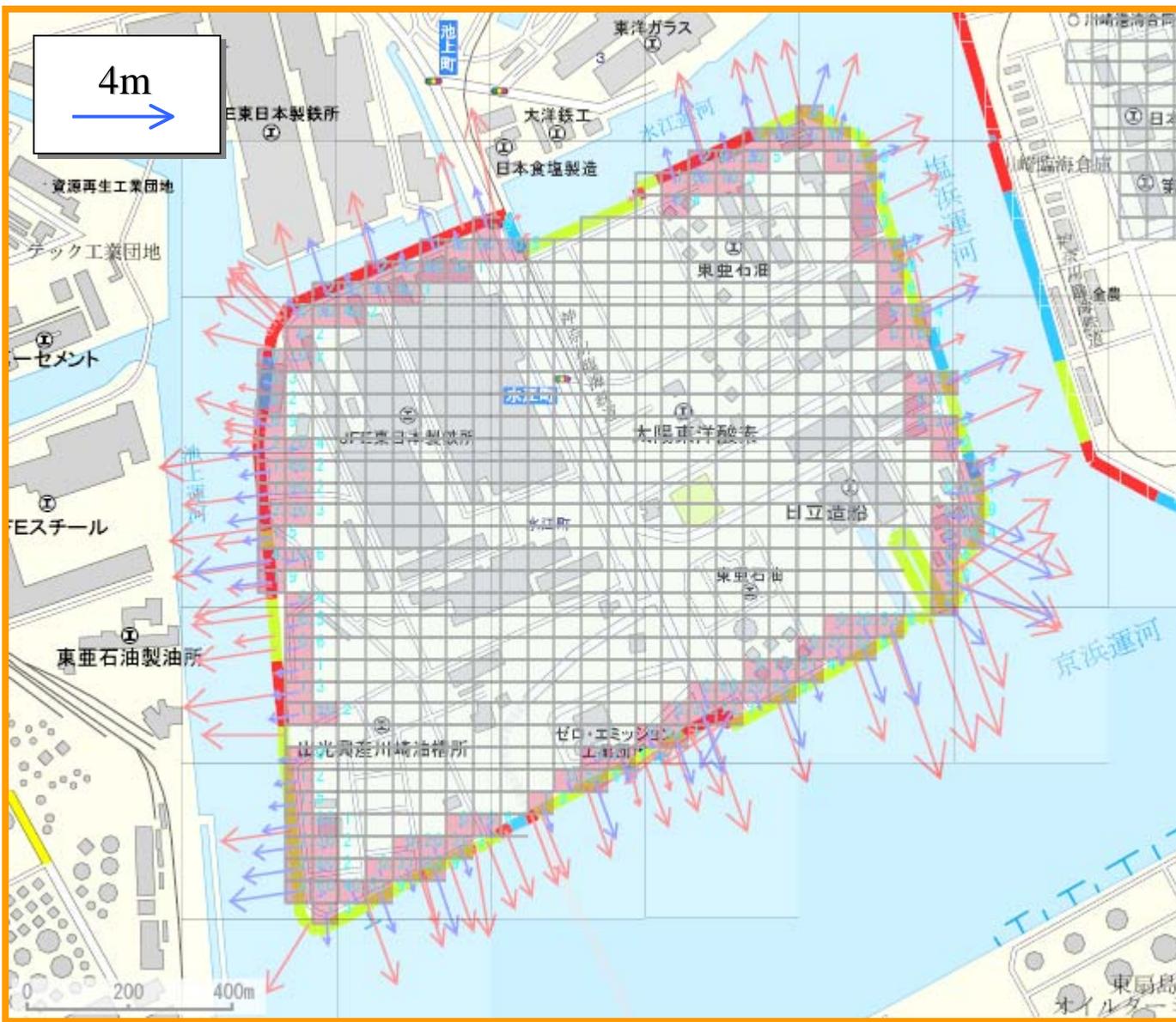
## 分析対象地域 と南関東地震



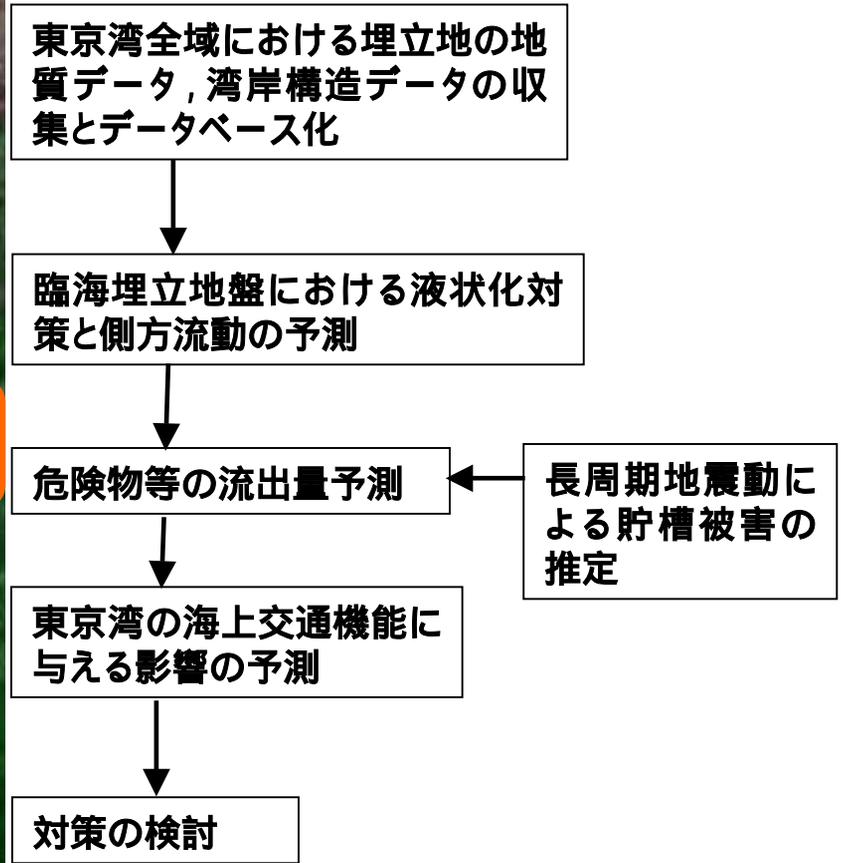
# 護岸および地盤の水平変位(水江地区)

## 凡例

- ← 護岸の移動量
- ← 地盤の流動量
- 流動するメッシュ
- 流動しないメッシュ



# 東京湾の地震時の海上災害対策の検討



# 1978年宮城県沖地震による宅造地の地すべり



白石市寿山団地の崩壊



仙台市緑ヶ丘団地の斜面すべり



仙台市緑ヶ丘団地の斜面すべり



丘陵地区の住宅地



地中に混在した木くず

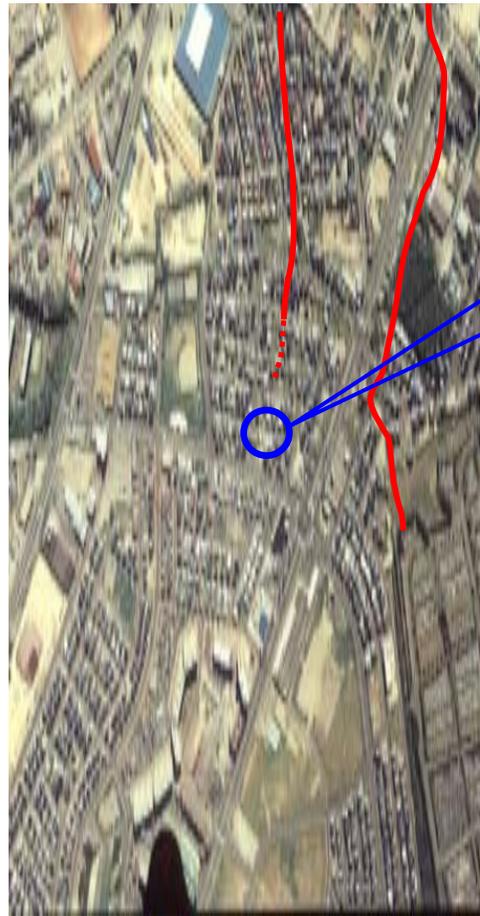


水の噴出す階段



地中に混在した木くず(公園内)

# 2003年十勝沖地震による盛土地盤の液状化 (札幌市美しが丘)



# 自然災害軽減への土木学会の活動

## (1) 自然災害軽減のための技術開発

- ・ 自然災害の予測技術
- ・ 自然災害の軽減化技術
- ・ 復旧・復興のための技術

## (2) 自然災害に強い社会の建設

- ・ 防災社会基盤施設の建設
- ・ 既存社会基盤の補強
- ・ 防災社会基盤の維持・管理・更新
- ・ 防災社会システムの提案

## (3) 自然災害軽減のための対策・施策の提言

- ・ 自然災害軽減のための適正投資への提言
- ・ 研究開発の方向性に関する提言

## (4) 自然災害軽減に向けての社会への直接的貢献

- ・ 国民運動への参画
- ・ 被災地の復旧・復興への技術支援
- ・ 防災教育

# インドネシア・ニアス島での復旧技術支援



液状化によって被害を受けた橋梁



地盤調査の指導



技術者を集めての復旧説明会



州知事および幹部への提言

# インドネシア・バンダアチェにおける学生による防災教育



学生会員による授業風景



熱心に授業に聞き入る生徒



歓迎の踊りを披露してくれる生徒



授業後の質問

# 学生による防災教育と海外との連携



# 土木学会の出版・監修による防災教育用教材

バンダ・アチェ津波写真集

学生の手作りの絵本

幼稚園のための防災ハンドブック



絵本

紙芝居

防災教育DVD

# 国内における復旧支援と防災教育活動



復旧・復興支援シンポジウム(長岡市)



保育園の敷地の安全性の検討(長岡市)



避難所での子供のケア(中越地震)



都内における防災教育

# 自然災害軽減のための 公助・共助・自助の輪への技術者の参画

国  
地方公共団体

## 公助

～自然災害に強い国と地域づくり～

- ・自然災害軽減のための防災戦略の策定と実施
- ・被災状況の早期把握と救急活動の展開
- ・復旧・復興計画の策定と実施

市民団体  
企業  
学校  
NPO  
NGO

市民

## 共助

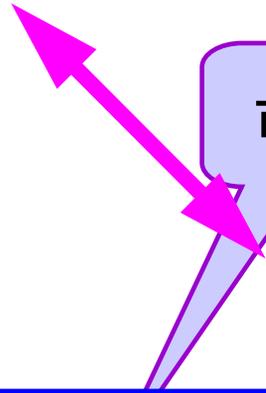
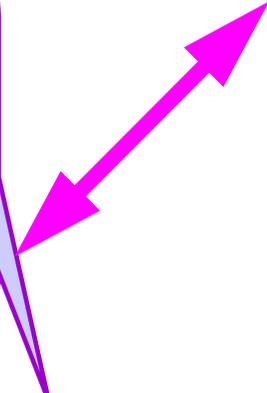
～自然災害に強い町づくり～

- ・地域の防災対策の立案と実施
- ・応急活動への参加
- ・被災住民への支援

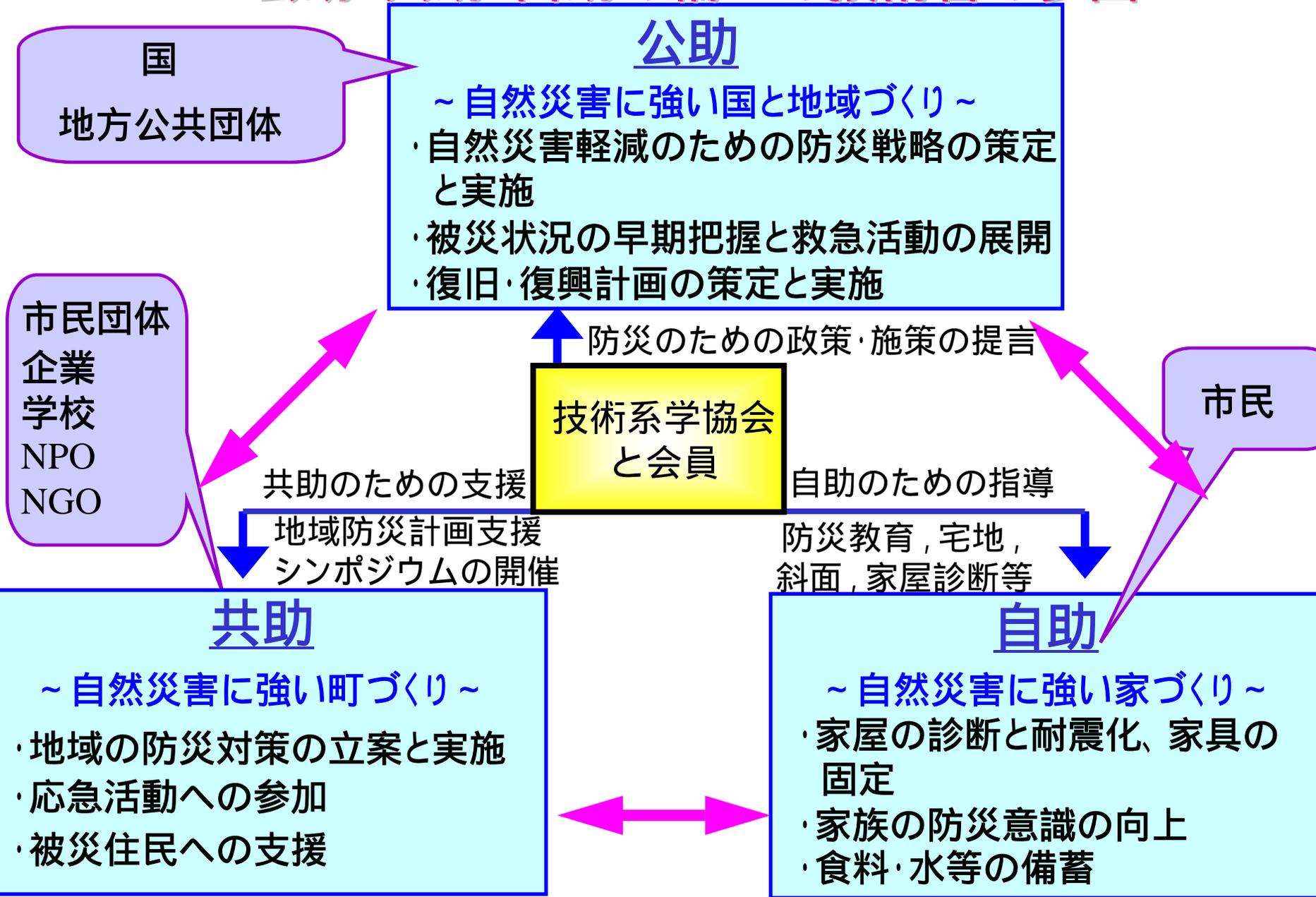
## 自助

～自然災害に強い家づくり～

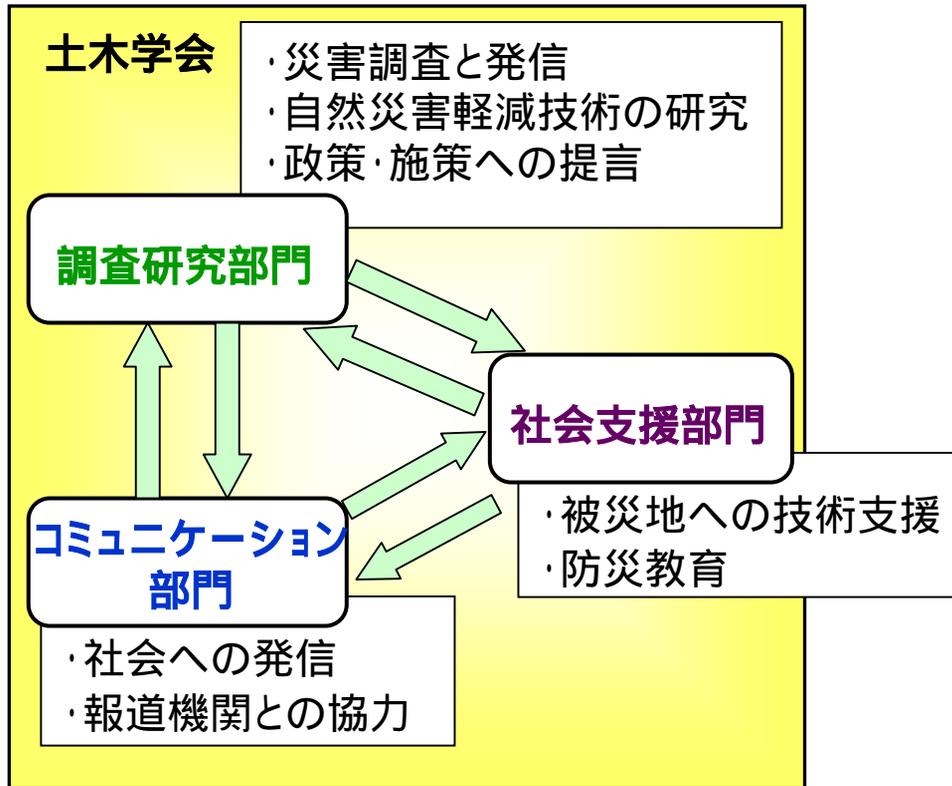
- ・家屋の診断と耐震化、家具の固定
- ・家族の防災意識の向上
- ・食料・水等の備蓄



# 自然災害軽減のための 公助・共助・自助の輪への技術者の参画



# 自然災害軽減のための土木学会の体制・組織



# NPO「国境なき技師団 (Engineers without Borders, Japan)」 と土木学会の協働

