

日本学術会議

シンポジウム

「社会インフラ、グリーン・エネルギー分野における  
材料工学の展望」

講演概要集

開催日：平成28年10月13日

会場：日本学術会議 講堂

主催：日本学術会議 材料工学委員会 材料工学ロードマップのローリング分科会

共催：日本鉄鋼協会、日本金属学会、資源・素材学会、高分子学会、日本セラミックス協会、  
日本建築学会、土木学会、材料連合協議会

## シンポジウム「社会インフラ、グリーン・エネルギー分野における材料工学の展望」

開催日：平成 28 年 10 月 13 日（木）、開催場所：日本学術会議講堂

主催：日本学術会議 材料工学委員会 材料工学ロードマップのローリング分科会

共催：日本鉄鋼協会、日本金属学会、資源・素材学会、高分子学会、日本セラミックス協会、  
日本建築学会、土木学会、材料連合協議会

### 開催趣旨

材料工学委員会では平成 26 年に材料工学のコアである材料リテラシー学、材料システム工学、材料プロセス工学と、材料工学のツールである材料解析・診断学、材料ゲノム工学、理論・計算材料工学、および、応用材料工学である社会インフラ材料学、デバイス材料学、グリーン・エネルギー材料学、医療・バイオ材料学の夢ロードマップを作成した。また、平成 27 年度からはそのうち、主として構造用材料が対象となる社会インフラ材料学、グリーン・エネルギー材料学についてロードマップのローリングを進めてきている。このシンポジウムでは、その全貌を中間報告するとともに、材料の適用対象とするサイドの状況を御専門の先生方からご講演頂き、参加者間の積極的な意見交換により、この分野での材料工学を展望し、ローリングをブラッシュアップさせたい。

司会：材料工学ロードマップのローリング分科会副委員長 長井 寿

13:00-13:05 開催の挨拶：材料工学ロードマップのローリング分科会委員長 松宮 徹

13:05-13:45 「土木・建築構造物を中心とした防災・減災の現状と将来」

千葉工業大学工学部建築都市環境学科 教授

(日本学術会議連携会員) 田村和夫

13:45-14:25 「水素の利用と供給の現状と将来」東京理科大学大学院イノベーション研究科 教授

一橋大学名誉教授、東京大学名誉教授 (日本学術会議連携会員) 橘川武郎

14:25-15:05 「福島第一原子力発電所の廃炉技術の現状と課題」

東京大学大学院工学研究科原子力国際専攻 特任教授 鈴木俊一

15:05-15:15 休憩

15:15-15:55 「低炭素社会・循環型社会と資源効率性」東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 教授

(日本学術会議連携会員) 森口祐一

15:55-16:25 「社会インフラ材料学のロードマップ」物質・材料研究機構構造材料研究拠点 副拠点長

(日本学術会議連携会員) 御手洗容子

16:25-16:55 「グリーン・エネルギー材料学のロードマップ」九州大学大学院工学研究院材料科学部門 教授

(日本学術会議連携会員) 尾崎由紀子

16:55-17:00 閉会の挨拶：材料工学委員会委員長 吉田豊信

シンポジウム「社会インフラ、グリーン・エネルギー分野における材料工学の展望」  
主催：日本学術会議 材料工学委員会 材料工学ロードマップのローリング分科会

# 土木・建築構造物を中心とした 防災・減災の現状と将来

2016年 10月13日

千葉工業大学 田村 和夫

## 各種の自然災害



防災・減災のための **ハード的な対応策、ソフト的な対応策**

# 何を意識して土木・建築構造物を考えるのか

## グローバルリスク:

地球温暖化、気候変動、資源枯渇、水供給不足、  
食料供給不足、エネルギー供給不足、感染症流行、  
大規模事故、世界同時不況・経済破綻、  
国際紛争、テロ、核戦争、**自然災害**、...

## 国内外の社会動向

人口構成・分布、産業、経済動向、国家予算、国際関係

## 自然災害に対する構造物の頑強性を目的としたとき

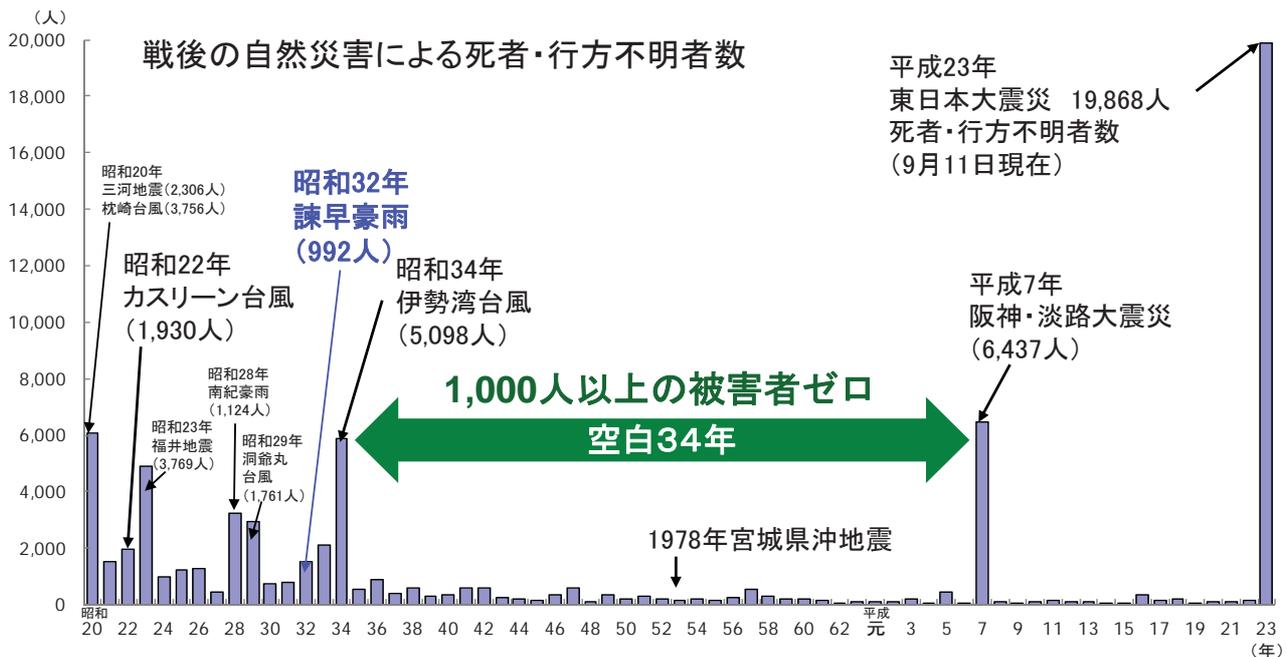
耐災害効果（対地震災害、水害、...）

コスト、使用資源・エネルギー

構造物の存在価値（機能の価値）

（人口構成・分布の変化を考慮した地域・都市の設計と関係）

## 戦後の日本の発展と自然災害の空白期



資料: 昭和20年は主な災害による死者・行方不明者(理科年表による)。昭和21年~27年は日本気象災害年報、昭和28年~37年は警察庁資料、昭和38年以降は消防庁資料による。

注: 平成7年の死者のうち、阪神・淡路大震災の死者については、いわゆる関連死919名を含む(兵庫県資料)。

平成22年の死者・行方不明者は速報値。平成23年の死者・行方不明者については、東北地方太平洋沖地震のみ(緊急災害対策本部資料)

出典: 大石久和先生資料「平成23年版 防災白書」を基に米田雅子氏が作成

# 大都市に集中する人・建物・機能

人口の集中

建物の集中

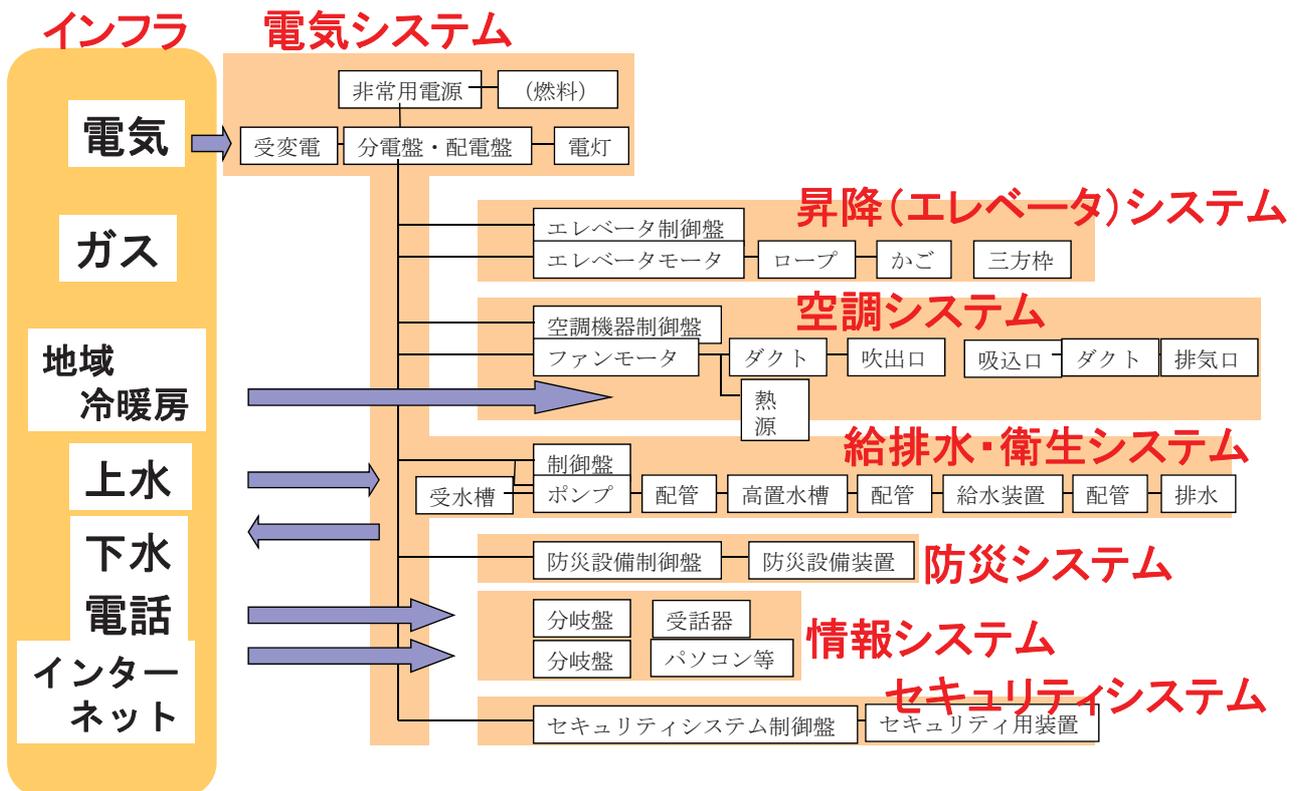
機能の集中

(政治の中核機能、企業の本社機能、・・・)

大都市を中心とする全国的な交通網も整備



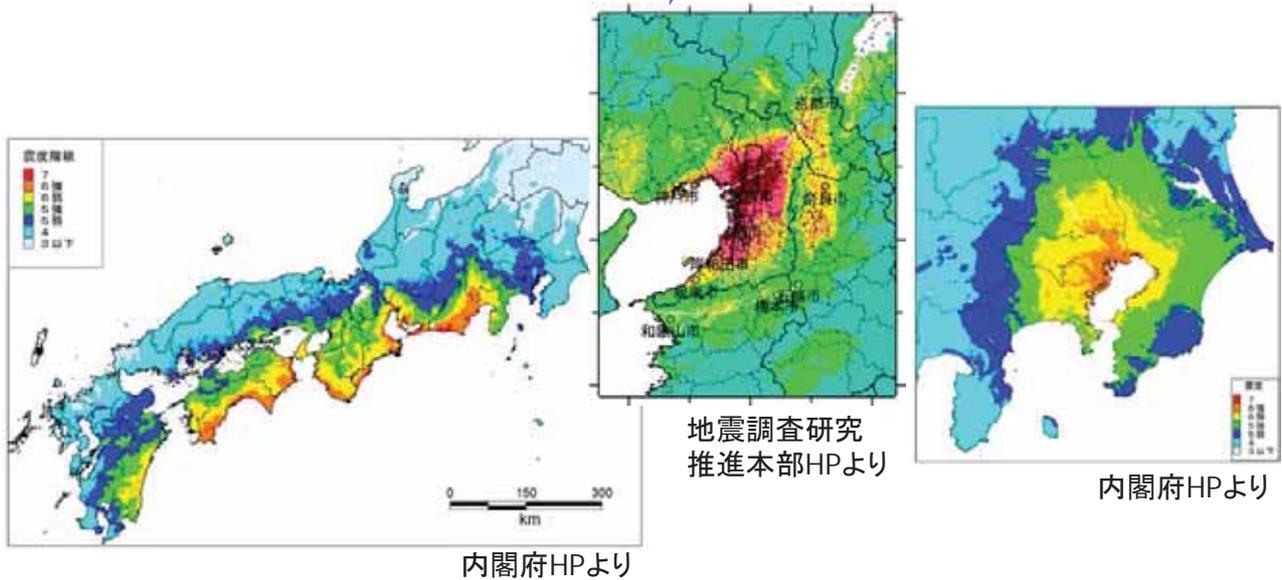
## 建築設備システムによる建物の高機能化



# 大規模地震災害の脅威

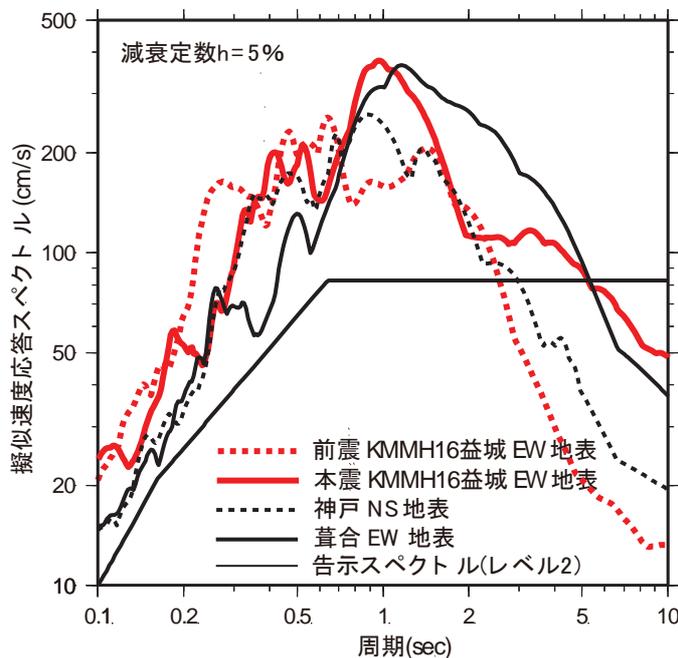
南海トラフ巨大地震、大都市直下地震  
低頻度激甚災害、気象災害との複合災害

▶ 被害総量が非常に多い



## 近年、大振幅な地震動が観測されている

### 観測地震動と告示の応答スペクトルの比較



2016年熊本地震でも  
告示で規定されている  
レベルを大きく超える  
揺れが観測された

告示のレベルより  
はるかに大振幅！

図作成は宮腰淳一氏(清水建設)による

# 気象条件の激化（1）



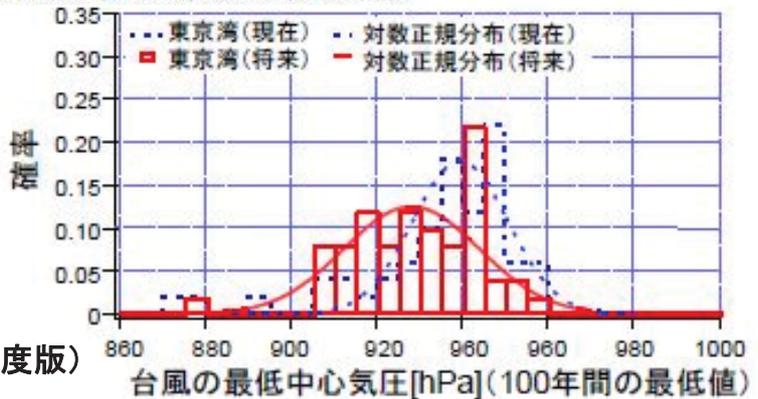
浸水面積当たりの被害額が増大

注1) 値は過去5箇年の平均値である。  
 注2) 一般資産被害額及び水害密度には、営業停止損失を含む。  
 注3) 価格は平成12年価格である。

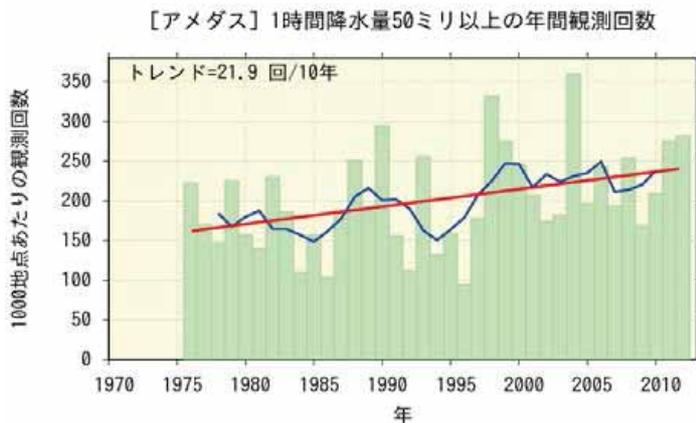
図3.2.8 日本の気象災害による宅地等の浸水面積（青線）と浸水面積当たりの被害額（赤線）と一般資産被害額（棒グラフ）の経年変化 出典：国土交通省水管理・国土保全局、2011cより国土交通省作成

強い台風の襲来可能性が増大？

（出典）文部科学省・気象庁・環境省：日本の気候変動とその影響（2012年度版）



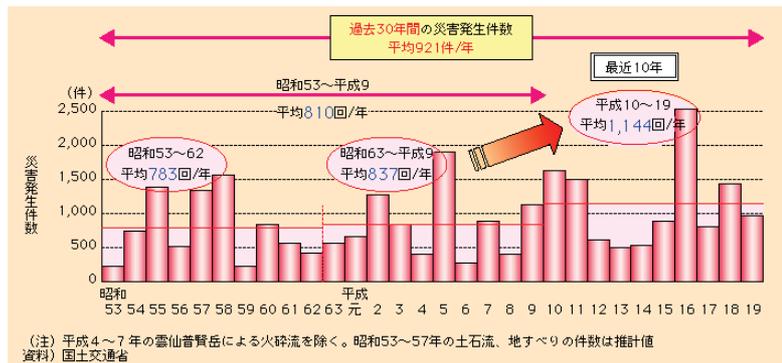
# 気象条件の激化（2）



強い雨が增加

（出典）文部科学省・気象庁・環境省：日本の気候変動とその影響（2012年度版）

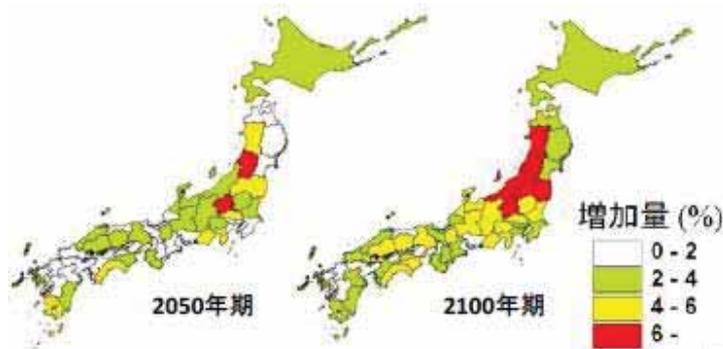
土砂災害発生件数の推移



土砂災害が増加

（出典）国土交通省HP [www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/hakusho/h20/html/j1121000.html](http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/hakusho/h20/html/j1121000.html)

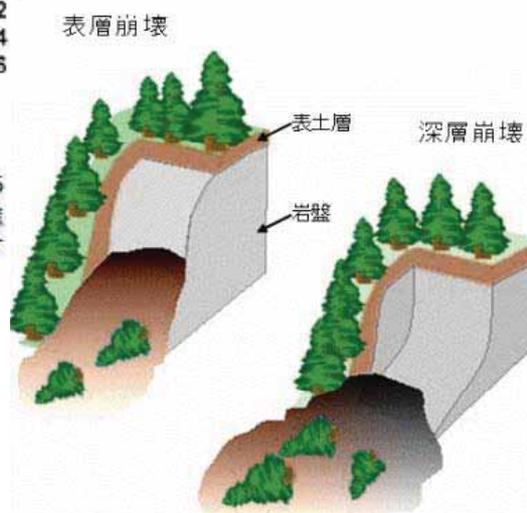
# 斜面崩壊リスクの増大？



## 斜面崩壊発生確率の増大

図 3.2.10 斜面崩壊発生確率の増加量

現在気候（1971-2000年）に対する2050年（2046-2065年）、2100年（2081-2100年）の増加量。斜面崩壊発生確率モデル<sup>100</sup>と温暖化政策支援モデル<sup>100</sup>、SRES A1Bシナリオを利用。出典：川越ら、2010より抜粋



(出典)文部科学省・気象庁・環境省：  
日本の気候変動とその影響(2012年度版)

## 土木・建築構造物と自然災害

人々は建物や周辺の空間で生活している。  
社会インフラに守られながら、  
あるいはその恩恵を受けながら。

**土木構造物：** 生活空間を守る(防災が目的(の一部))  
ダム、河川堤防、海岸堤防  
生活に必要な機能を供給する  
電気、ガス、上水道、下水道、  
道路、鉄道、港湾、橋梁、トンネル、...

**建築構造物：** 生活に必要な安全で快適な空間を確保する  
(インフラ(土木構造物)にも大きく依存)

**防災・減災の基本：**

**自然の外力に対する土木・建築構造物の頑強性**

# 震災の経験と建築構造物の耐震技術の発展

1891年(明治24年) 濃尾地震

レンガ造(耐火建築)から鉄骨造(耐震建築)へ



濃尾地震名古屋郵便局  
(国立科学博物館蔵)

1923年(大正12年) 関東地震

耐震構造の有効性

アメリカ式設計基準から日本独自の基準へ



関東大震災内のビルディング  
(国立科学博物館蔵)

造るものも変わり  
新しい被害も  
起きてくる

1968年十勝沖地震

⇒せん断補強筋の強化



1978年宮城県沖地震

⇒新耐震設計法へ



1964年新潟地震⇒液状化対策



1995年兵庫県南部地震

⇒既存建築物の耐震補強推進



震災を経験しながら  
技術も変化・発展してきた

## 南海トラフ地震防災対策推進基本計画における主な施策

### 地震対策

(内閣府HP情報を基に記述)

住宅や災害時の拠点となる公共施設等の耐震化・不燃化

電気・ガスの自動遮断による出火防止

都市部における延焼被害の軽減

ライフライン・インフラ施設の耐震化

### 津波対策

海岸保全施設の整備、災害リスクに対応した土地利用等による津波に強い地域構造の構築

津波ハザードマップの作成、津波避難計画の策定による安全で確実な避難を確保

防災行政無線, SNS, ラジオ等を活用した情報伝達手段の多様化

### 総合的な防災体制

防災情報の共有・活用及び防災教育・訓練等を体系的に推進

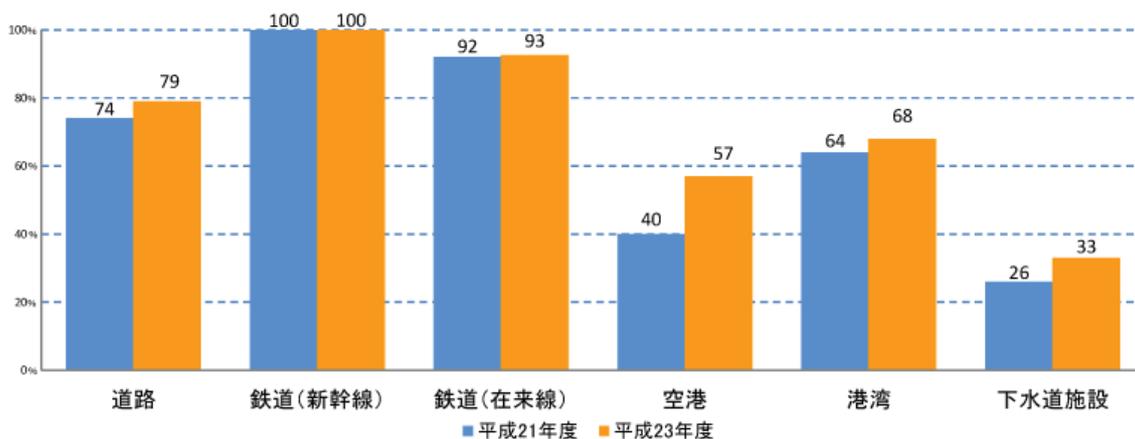
地域コミュニティの防災力向上

### 災害発生時の対応に係る事前の備え

災害対応体制、避難者・帰宅困難者への対応、広域連携・支援体制の確立、災害情報の収集・提供、地域的課題への対応

# インフラの耐震化の状況

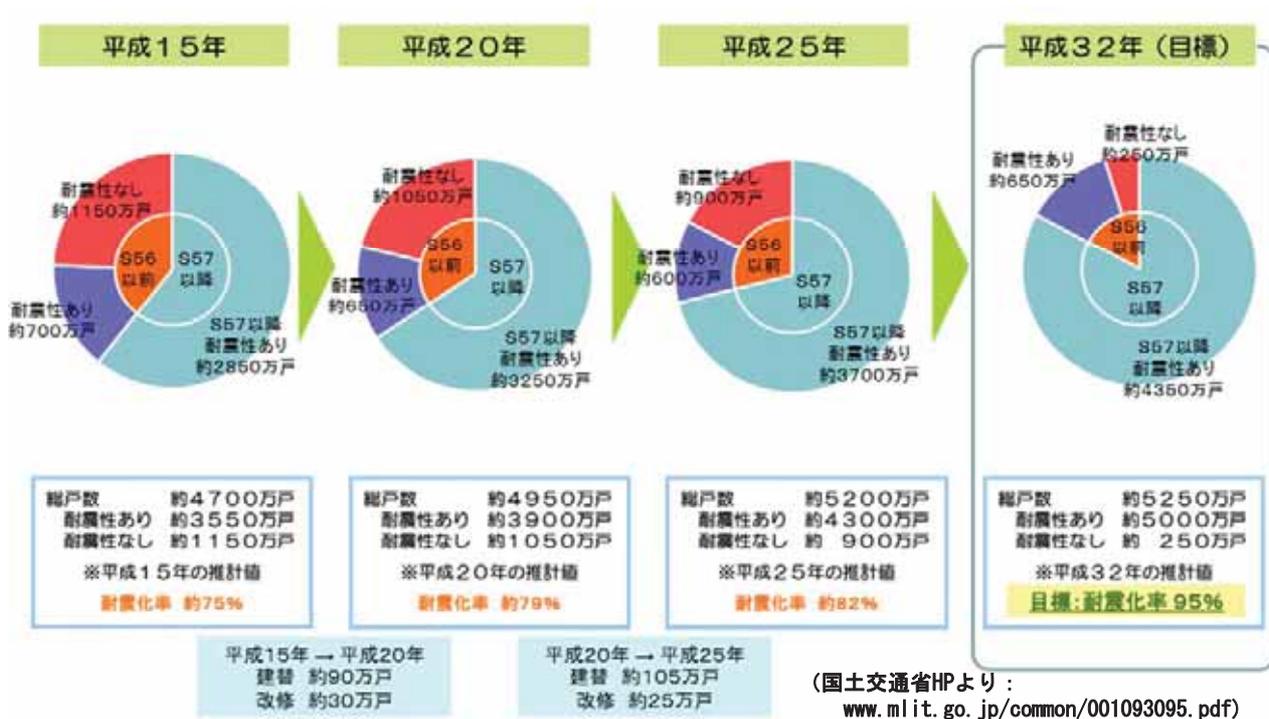
図表 1-0-16 公共インフラ等の耐震化の状況



(注) 道路：緊急輸送道路（災害直後から、避難・救助をはじめ、物資供給等の応急活動をするために、緊急車両の通行を確保すべき重要な路線で、高速自動車国道や一般国道及びこれらを連絡する幹線的な道路）の橋梁の耐震化率  
 鉄道（新幹線）：高架橋・駅、トンネル  
 鉄道（在来線）：高架橋  
 空港：緊急輸送に活用できる空港から100km圏域の人口の割合、なお空港のみ年単位での比較である。  
 港湾：耐震強化岸壁（整備目標336パースに対する整備済み岸壁の割合）  
 下水道施設：重要な幹線等（流域幹線、防災拠点・避難地からの排水を受ける管きよ、ポンプ場・処理場に直結する幹線管きよ、緊急輸送路・軌道下に埋設された管きよ等）  
 出典：国土交通省資料をもとに内閣府作成

(平成25年反防災白書より)

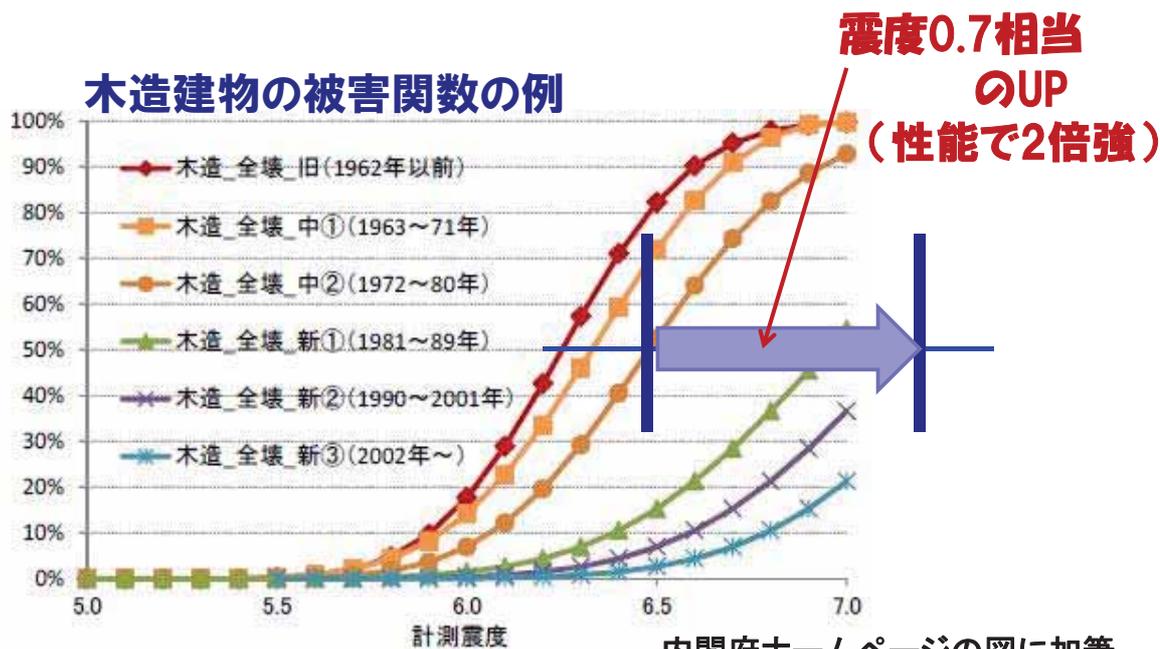
# 住宅の耐震化率の推移



「耐震化率」とは？ → 現行法規に適合している建造物の比率  
 「耐震化」されても、大地震では被害が生じる

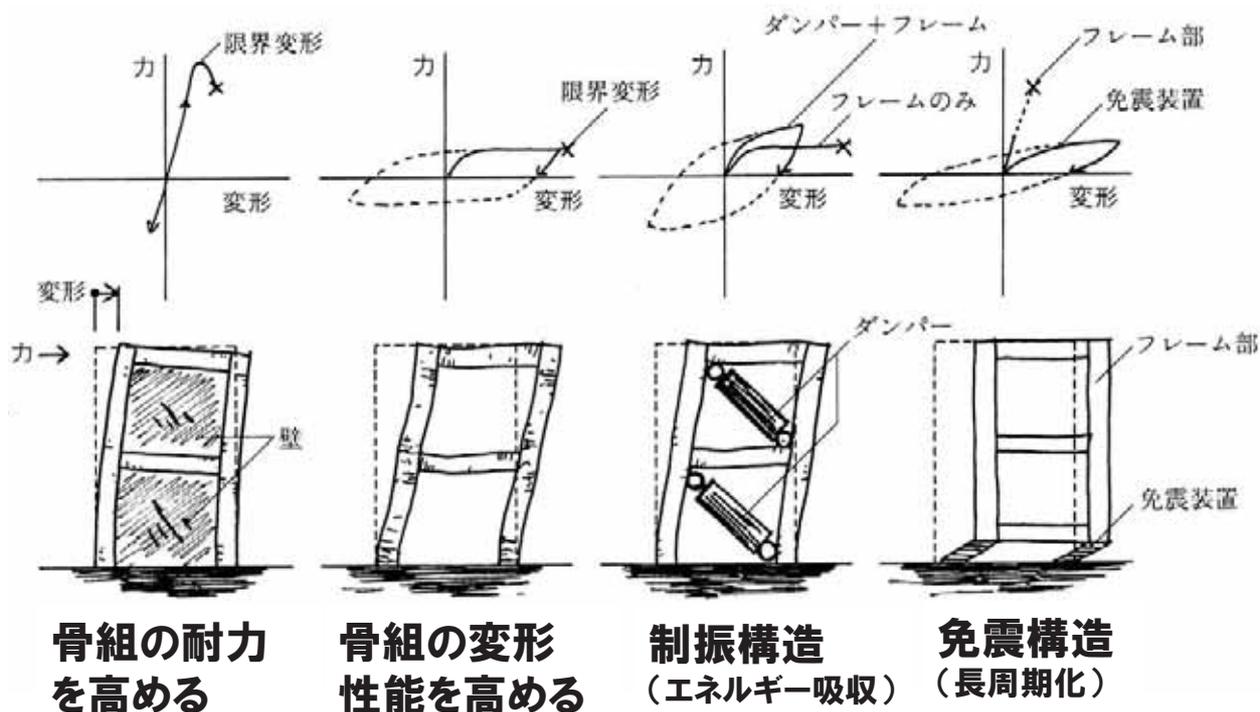
# 建築構造物群の耐震性をより高める意義

## 建物群の耐震性はどこまで高めればよいか



**建物所有者はどんな大地震動でも建物を壊したくない**

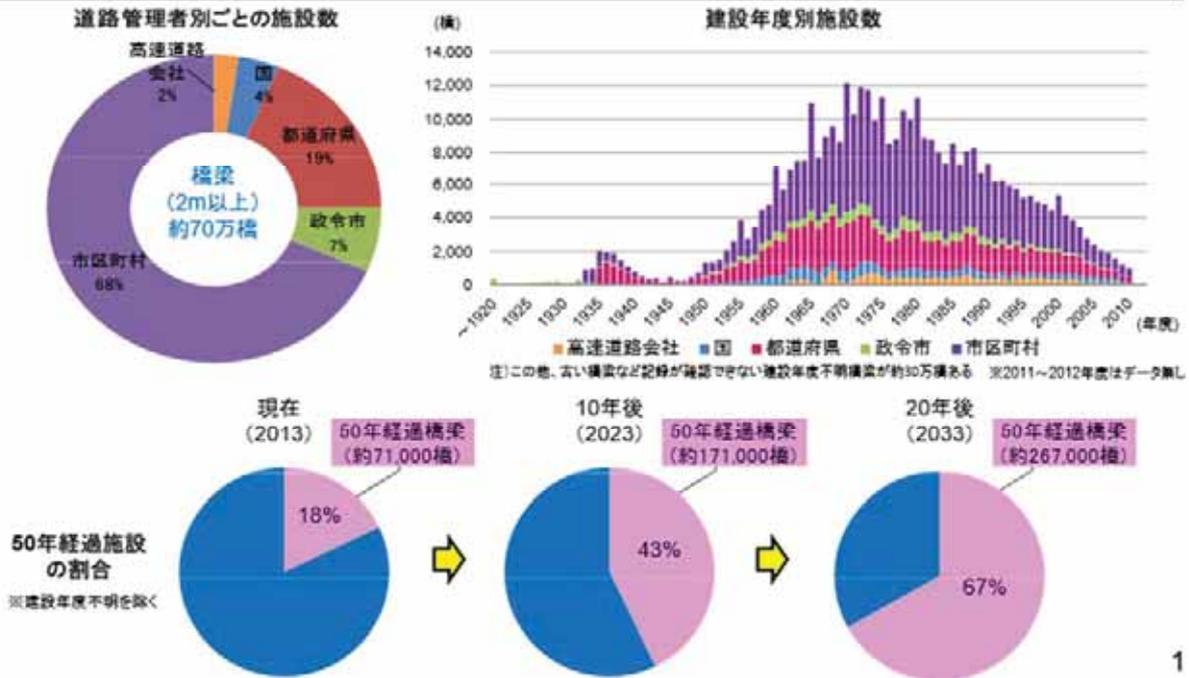
## 建築構造物の耐震性を高める方法



**必要な部材を設置して耐震性を高める**

# 道路橋の状況

全国の橋梁数は約70万橋。このうち、建設後50年を超えた橋梁(2m以上)の割合は、現在は18%であるが、10年後には43%、20年後には67%へと増加



(国土交通省HPより : [www.mlit.go.jp/road/sitaku/yobohozen/yobo1\\_1.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/sitaku/yobohozen/yobo1_1.pdf))

## 地震災害への対応・課題

- ・構造物の耐震設計の合理化、免震・制振
- ・土木・建築構造物の耐震化(含:耐震補強)
- ・木造建物密集市街地の解消
- ・建築構造物のより高耐震化
- ・土木・建築構造物の機能維持(ロバスト化・冗長化)
- ・地震発生後の対応行動への情報技術の活用
- ・構造物の劣化対策

(長寿命化、モニタリング、維持管理技術)

# 防災に関連するSIP課題（1）

## インフラ維持管理・更新マネジメント技術

**目的** インフラ高齢化による重大事故リスクの顕在化・維持費用の不足が懸念される中、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現。併せて、継続的な維持管理市場を創造するとともに、海外展開を推進。

**対象機関** 大学・企業・公的研究機関等 管理法人: JST・NEDO

**実施期間** 5年間(予定)。

**予算規模** 2014年度: 36億円、2015年度: 34.25億円、2016年度: 31億円(総合科学技術・イノベーション会議が研究開発の進捗や有効性等について毎年度評価を行い、配分額を決定する。)

### 1. 目標

2020年度を目処に、国内において重要インフラ・老朽化インフラの20%をモデルケースとして、ICRT技術(ICT+Robot)をベースとしたインフラマネジメントによる予防保全を実現。

### 2. 主な研究内容

- ①点検・モニタリング・診断技術
- ②構造材料・劣化機構・補修・補強技術
- ③情報・通信技術
- ④ロボット技術(点検と災害対応の双方を扱う)
- ⑤アセットマネジメント技術

### 3. 出口戦略

国が新技術を積極的に活用・評価し、その成果をインフラ事業主体に広く周知することで全国的に新技術を展開し、インフラ維持管理に関わる新規ビジネス市場を創出。有用な新技術を海外展開していくため、国内での活用と評価から国際標準化までを一貫して行う体制を整備。

### 4. 仕組み改革・意識改革への寄与

関係省庁、公的機関の予算・制度と連携し、革新的基礎研究から応用研究、基準作成・標準化、実導入までを迅速に実現。

### 5. プログラムディレクター

藤野隆三 横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授



# 防災に関連するSIP課題（2）

## レジリエントな防災・減災機能の強化

**目的** 大地震・津波、豪雨・竜巻等の自然災害に備え、官民挙げて災害情報をリアルタイムで共有する仕組みを構築、予防力の向上と対応力の強化を実現。

**対象機関** 大学、企業、公的研究機関等 管理法人: JST

**実施期間** 2014年度から5年間(予定)。

**予算規模** 2014年度: 25.7億円、2015年度: 26.36億円、2016年度: 23.3億円(総合科学技術・イノベーション会議が研究開発の進捗や有効性等について毎年度評価を行い、配分額を決定する。)

### 1. 目標

官民挙げて災害情報をリアルタイムで共有する仕組みを、2018年度末までに作り上げ、災害発生後の即時被害推定を実現。さらに、これらの情報を災害対応実施機関で共有し、災害対応部隊の派遣や避難指示の判断等の応急対策の迅速化・効率化に貢献。

### 2. 主な研究内容

- ①強靱なインフラを実現する予防技術(大規模実証試験等に基づく耐震性の強化)
- ②予測技術(最新の観測・予測・分析技術による災害の把握と被害推定)
- ③対応技術(災害関連情報の共有・利活用による災害対応力向上)

### 3. 出口戦略

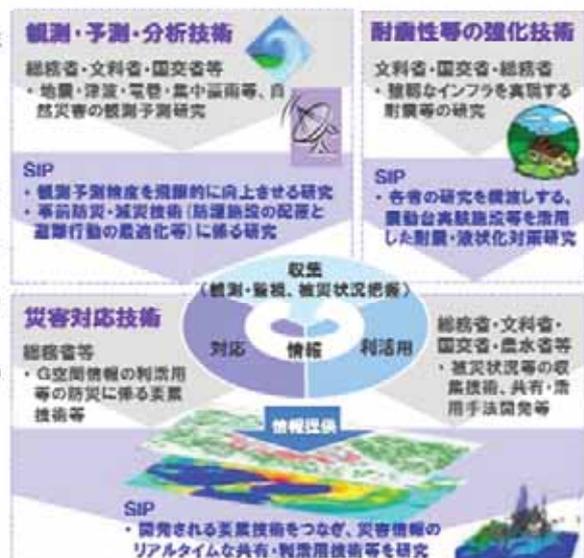
成果は国、地方自治体による率先導入へとつなげるほか、民間のインフラ保有事業者にも展開。

### 4. 仕組み改革・意識改革への寄与

官民のデータ精度向上・データ相互活用、緊急時の情報受発信ルールの見直しなど、防災・減災のあり方を変革。

### 5. プログラムディレクター

中島正愛 京都大学防災研究所 教授



# 気候変動に伴う災害への対策

高波・高潮被害  
洪水による浸水・流出被害  
都市水害

(地域レベル)

防潮堤  
早期警報&避難計画  
河川堤防  
排水・貯水施設

(建物)  
止水壁  
高耐力化  
避難経路



Rain Garden

UK Rain-Garden Guide HPより



内閣府・消防庁・農林水産省・水産庁・国土交通省・気象庁  
気象庁リーフレット:「高潮災害とその対応」より

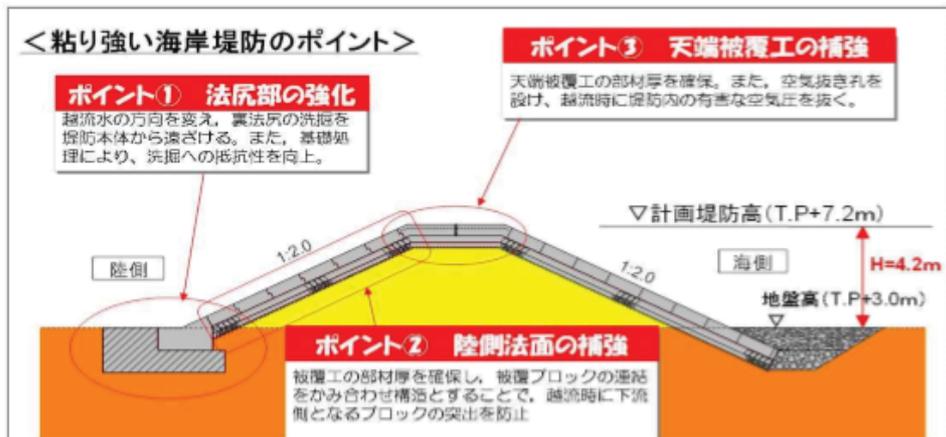
移転??

## 防潮堤の設計概念

巨大津波に対して  
粘り強い海岸堤防

- 堤防が破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長く
- 堤防が全壊（完全に流出した状態）に至る危険性を低減

### 従来の堤防



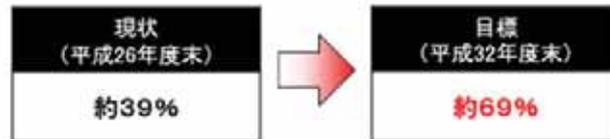
(一社) 全国海岸協会HPより : [www. kai gan. or. jp/business/pdf/pdf\\_02. pdf](http://www.kai gan. or. jp/business/pdf/pdf_02. pdf)

# 防潮堤の耐震化整備状況

## 耐震対策は未だ不十分である

- 大規模地震による津波被害が想定されている地域において重点的に対策する必要がある。
- 南海トラフ巨大地震・首都直下地震等の大規模地震が想定されている地域等における海岸堤防等の整備率<sup>※</sup>は、現状で4割にも満たない。

南海トラフ巨大地震・首都直下地震等の大規模地震が想定されている地域等における海岸堤防等の整備率<sup>※</sup>



<sup>※</sup>社会資本整備重点計画(第4次計画)(平成27年9月閣議決定)において定めた指標の一つで、南海トラフ巨大地震・首都直下地震等の大規模地震が想定されている地域等で、耐震対策等により、背後地の重要な保全対象等の防護が完了する海岸堤防等(堤防、護岸、胸壁)の割合のこと。



(一社) 全国海岸協会HPより : [www.kaigan.or.jp/business/pdf/pdf\\_02.pdf](http://www.kaigan.or.jp/business/pdf/pdf_02.pdf)

7

# 河川堤防の断面と課題

「土堤」が原則

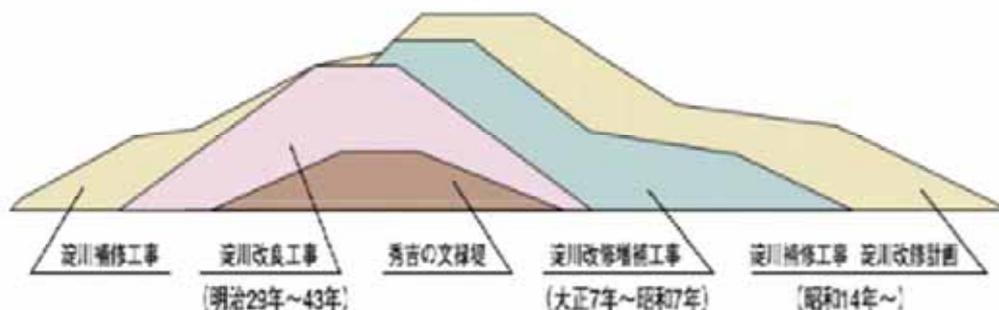
長い線上構造物

→ 一カ所の決壊で全体の治水機能を喪失

時代によって築堤材料や施工法が異なる

→ 堤体の強度が不均一、分布が不明

例) 淀川の堤防断面の変遷



(国土交通省HPより : [www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/anzenkakuho/dai01kai\\_siryou2.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/anzenkakuho/dai01kai_siryou2.pdf))

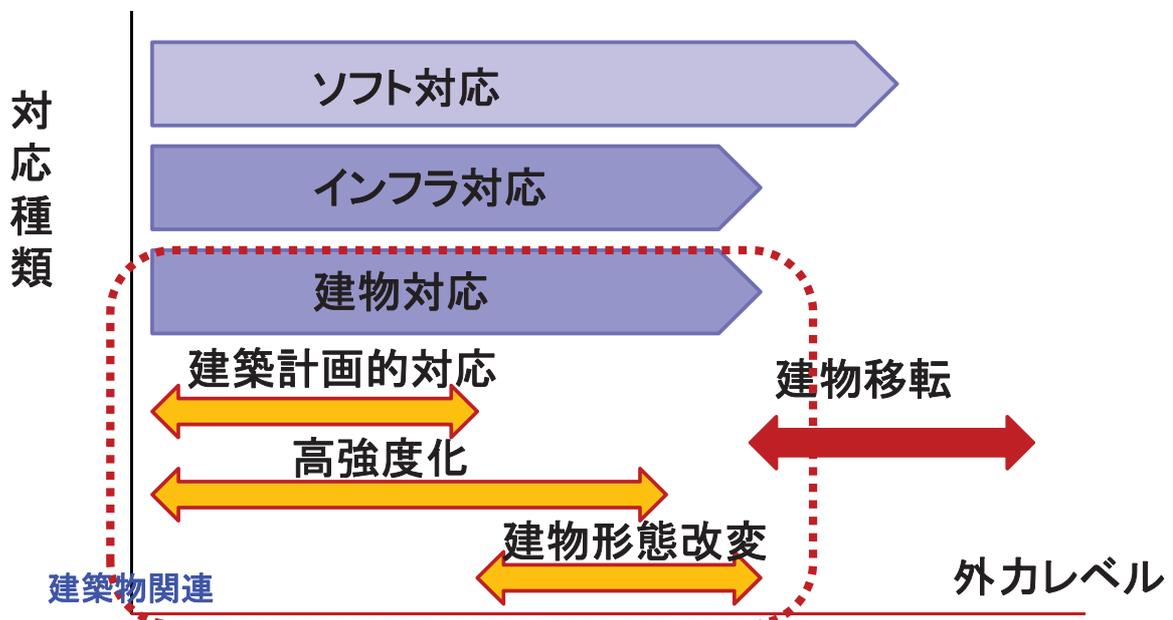
# 水災害への対応

- 地域全体計画の下での施設整備  
(社会動向と安全性・経済性を考慮した施策)
- ダム、河川堤防、水門の総合的制御
- 堤防の補修・補強技術
- 対象とするハザードレベル (コストとの関係を考慮)
  
- 災害予測(観測・予測)+情報発信⇒避難行動
- 海拔ゼロメートル地帯への対応
- 地下街・地下鉄網の被災リスクと対応

## 激甚災害に対する建築物の設計における対応

低頻度な過酷外乱の検討  
(複合的災害も考慮)  
発生頻度・被害程度との対応

設計クライテリア設定  
(リスクレベルの考え方)



# (土木・建築) 構造材料に対する各種ニーズ

強度(耐力)

靱性(エネルギー吸収能力)

疲労特性

経年劣化特性

(自己修復性)

維持管理性

剛性

重量

コスト

作業性

地球環境性(省資源、低CO<sub>2</sub>、..)



各種性能に優位性を  
持つ材料開発に期待

## 長周期地震動による長時間振動の問題

### 超高層建物の長周期地震動問題

地上55階、地下3階  
高さ256m



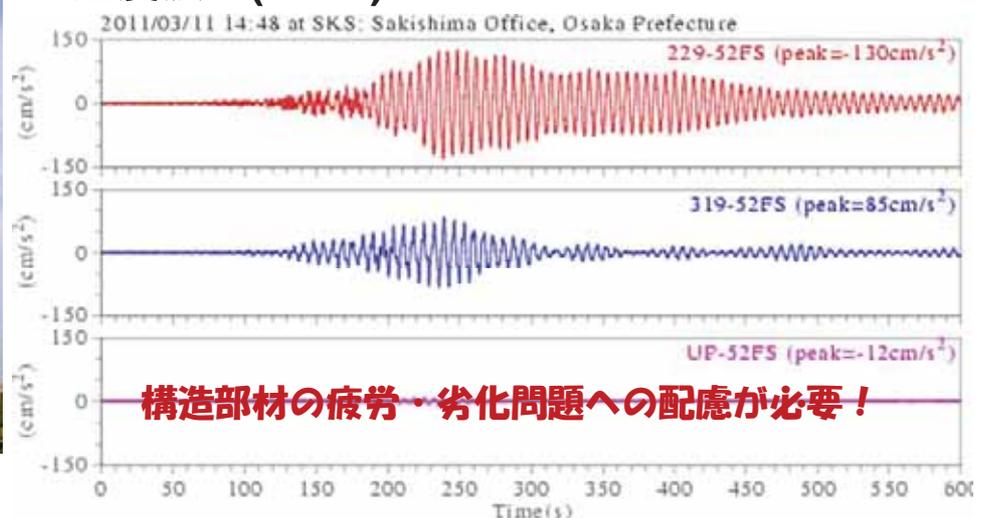
大阪の超高層建物  
(咲洲庁舎)

短辺方向 **最大変位 1.37m**

内装被害360か所 EV4機で閉じ込め

(日経アーキテクチャ 2011.7.25)

### 加速度波形(52FS)



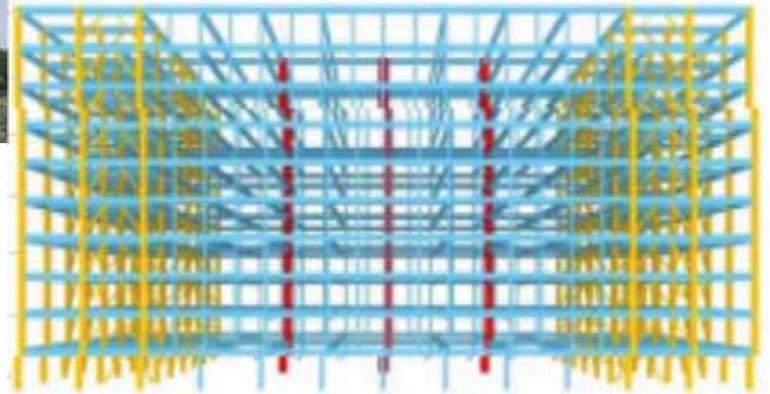
(大阪府HPより : [www.pref.osaka.lg.jp/attach/13203/00073224/1105sankosiryu1.pdf](http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/13203/00073224/1105sankosiryu1.pdf)  
大阪府総務部「咲洲庁舎の安全性等についての検討結果」平成23年5月)

# 高強度鋼材を用いた超高耐震構造システムの活用

震度7で構造体が無損傷、高強度鋼材を用いた新構造システム  
⇒ 機能性を維持しつつ、高耐震化を実現



高強度鋼材により弾性限界変形を広げ、制振ダンパーにより応答低減  
大空間を確保し、可変性を拡大



課題: 靱性、溶接性、コスト?

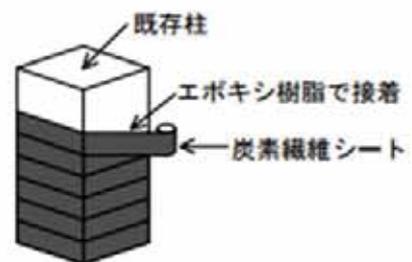
(新都市ハウジング協会資料より: 府省連携プロジェクト JSSC/JISF中高層建築分科会の成果)

## 炭素繊維、CFRPによる耐震補強

### 連続炭素繊維シートによる補強

特長 : 軽量、高強度

→ 超薄型、  
無騒音・無振動・無塵埃・火無し



### CFRP耐震パネル

特長 : 軽量、高強度(CFRPの特性)

課題: 靱性、コスト?

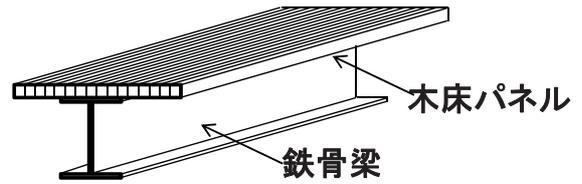
→ 超薄型、超短工期、省作業スペース  
無騒音・無振動・無塵埃・火無し

# サステナブル材料（木・土など）の活用



## CLTを用いた構造骨組

(国土交通省HPより：  
[www.mlit.go.jp/common/001125537.pdf](http://www.mlit.go.jp/common/001125537.pdf))



## 木床(製材品使用)パネル システムの開発

**課題:耐火性、コスト?**



**異分野が連携して災害のない社会を!**



**終わり**

**ありがとうございました**



2016.10.13 / 日本学術会議講堂(東京都港区)

日本学術会議材料工学委員会材料工学ロードマップのローリング分科会主催  
シンポジウム「社会インフラ、グリーン・エネルギー分野における材料工学の展望」

## 水素の利用と供給の現状と将来

橘川 武郎(きっかわ たけお)  
東京理科大学大学院イノベーション研究科教授  
東京大学・一橋大学名誉教授  
日本学術会議連携会員  
kikkawa09@gmail.com

1

## 2014年、山が動き始めた

- ・4月:「エネルギー基本計画」
  - \*「将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される」
- ・6月:国「水素・燃料電池戦略ロードマップ」
  - \*2010年代半ばからのフェーズ1:  
水素利用の飛躍的拡大 / 燃料電池の社会への本格的実装
  - \*2020年代半ばからのフェーズ2:  
水素発電の本格導入 / 大規模な水素供給システムの確立
  - \*2040年代からのフェーズ3:  
トータルでのCO2フリー水素供給システムの確立
- ・11月:東京都と各企業が具体的な動き
  - \*東京オリンピック・パラリンピックを機に水素社会をめざす具体的施策を発表
  - \*トヨタ・ホンダが量産型燃料電池車(FCV)を市販化
  - \*岩谷産業とJX日鉱日石エネルギーがステーションでの水素販売価格を公表

2

# なぜ、水素なのか？

- (1) **地球にやさしい**: 利用時に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を排出しない
  - \* ただし、生成時にCO<sub>2</sub>を排出することもある
  - \* 再生可能エネルギーによる生成が理想的
- (2) **省エネに貢献**: 燃料電池はエネルギー効率が高い
  - \* 水素と酸素の電気化学反応のため発電効率が高い
  - \* 家庭用等の定置型: 熱と電気の有効利用
- (3) **非常時に強い**: 分散型電源としての燃料電池の防災機能
- (4) **日本の技術力を活かせる**: 経済的波及効果が大きい
  - \* 燃料電池の特許出願件数で2位を大きく引き離して世界1
  - \* 水素タンクの技術でも世界をリード
  - \* 家庭用燃料電池、燃料電池車の実用化で世界の先頭を切る
- (5) **エネルギーのあり方を変える**: 他のエネルギーを活かす
  - \* 様々な製造方法
  - \* エネルギーを運ぶ手段にもなりえる

3

## 水素社会の実現に向けた東京戦略会議

- (1) **水素ステーションの整備**
  - \* 2020年までに35ヵ所(車での到達時間15分)
  - \* 2025年までに80ヵ所(車での到達時間10分)
- (2) **燃料電池車・バスの普及**
  - \* 燃料電池車: 2020年まで6000台、2025年までに10万台
  - \* 燃料電池バス: 2020年までに100台以上の導入(都バスで先導的に導入)
- (3) **家庭用燃料電池や業務・産業用燃料電池の普及**
  - \* 家庭用燃料電池: 2020年まで15万台、2030年までに100万台
  - \* 業務・産業用燃料電池: 2017年高効率モデルの市場投入、2020年以降本格普及
- (4) **安定的な燃料供給: 経済的波及効果が大きい**
  - \* 燃料電池車・バス向け: 2020年までにハイブリッド車の燃料代と同等以下の水素燃料価格
  - \* 水素発電向け: 海外からの水素価格(プラント引渡価格)30円 / Nm<sup>3</sup>を実現
- (5) **社会的受容性の向上**
  - \* 水素の安全性やリスクに関する情報を提供する環境の整備
  - \* 水素エネルギーの認知度の向上

4

# 「なぜ、東京なのか？」→ 「なぜ、地方なのか？」

## (1) 絶好の機会 = 東京オリンピック・パラリンピック

- \* 「水素社会の実現」をレガシーに
- \* 「せーの」で立ち上げることの重要性
- \* 「水素社会の実現に向けた東京戦略会議」のユニークさ

## (2) ワン・ストップ機能

- \* 中央政府の「縦割り行政」
- \* 海外の先進例も自治体レベルでの取組が重要

## (3) 国をリードするDNA

- \* 公害の上乗せ規制
- \* CO2排出規制におけるキャップ

## (2) / (3) → 「なぜ、地方なのか？」の理由

- \* 再生可能エネルギーと水素との結合にこそ意味がある
- \* 水素利用はコミュニティ・ベースでこそ進む
- \* 「特区」の経験・可能性

5

# 日本政府策定の新エネルギーミックス

- ・ **電力需要** : 9666億kWh (2013) → 9808億kWh (2030)  
年率1.7%の経済成長、対策前比17%の省エネルギー
- ・ **電源構成** : A = 2001 ~ 10平均、B = 2030  
A: 原子力27%、再生エネ11%、LNG27%、石炭24%、石油12%  
B: 原子力20 ~ 22%、再生エネ22 ~ 24%、LNG27%、石炭26%、石油3%
- ・ **1次エネルギー供給** : 3.61億kl (2013) → 3.26億kl (2030)  
年率1.7%の経済成長、対策前比13%の省エネルギー
- ・ **1次エネルギー構成** : A = 2013、B = 2030  
A: 原子力0.4%、再生エネ8%、天然ガス24%、石炭25%、石油40%、LPG3%  
B: 原子力10 ~ 11%、再生エネ13 ~ 14%、天然ガス19%、石炭25%、石油30%、LPG3%
- ・ **温室効果ガス削減目標** : 2030年に2013年度比26%削減  
エネルギー起源CO2 21%、その他温室効果ガス2%、吸収源対策3%
- ・ **2013年基準の問題点** : 原子力ほぼゼロ、欧州を上回る外見

6

## 2030年の電源ミックス

- ・S + 3Eの確保が大原則: 相互に矛盾するのでバランスが重要
- ・それぞれのポイント
  - safety: 原発のリプレイス
  - economy: 火力(電源の56%)、化石燃料(1次エネルギーの76%)の燃料費削減  
ベースロード電源60%(原子力、石炭、水力、地熱、LNG)
  - environment: 高効率石炭火力の海外展開  
ゼロエミッション電源45%(再生エネ、原子力)
  - energy security: 内なる安定供給(石油、LPガス)  
1次エネルギー自給率20%(再生エネ、原子力)  
分散型電源30%(コジェネ、再生エネ)
- ・基本計画(原発依存度低減、再生エネ最大限導入)との整合性
- ・2030年度の電源ミックスは、  
経産省案では原子力20~22%、再生22~24%、LNG27%、  
石炭26%、石油3%。本来は、原子力15%、再生30%、火力  
40%、コジェネ15%とすべき

7

## 再生可能エネルギーと水素

- ・大幅拡充を前提に、技術的・制度的ネックを1つ1つ克服する
- ・再生可能エネルギーには二つのタイプがある
- ・タイプA: 地熱・小水力・バイオマス  
規制緩和(地熱、小水力)、温泉地との利害調整(地熱)、  
物流コストの低減(バイオマス)
- ・タイプB: 風力・太陽光  
FIT(固定価格買取制度)後がむしろ重要  
原発廃炉による余剰送電線の利用、  
送電線を作る仕組み、  
送電負荷を減らす仕込み
- ・ヨーロッパにおける「パワー・トゥ・ガス」
- ・送電線を不要にするエネルギー運搬手段としての水素(鹿島)

8

## 省エネルギーと水素

- ・「第4の電源」として省エネによる節電の「見える化」  
2030年の電源ミックスの前提に組み込む
- ・民生部門に重点をおく省エネ  
住宅・建築物における省エネ  
**定置型燃料電池**の活用による熱と電気の同時利用
- ・運輸部門に重点をおく省エネ  
**燃料電池車**の可能性  
電気自動車にも期待
- ・地球温暖化対策としても貢献度高い
- ・世界最高水準の省エネ技術は、  
わが国産業のコア・コンピタンス

9

## 化石燃料と水素

- ・海外の石炭火力でCO<sub>2</sub>を分離・貯蔵し(CCS)、水素で運ぶ  
IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電)
- ・海外での石油/天然ガスの増進回収(EOR)とCCS&水素  
天然ガスと水素の混焼による発電  
ガス・パイプラインへの水素の混入
- ・**コンビナートにおける水素活用**
- ・原子力25GW減、石炭火力5GW増、LNG火力20GW増か  
石炭火力15GW増強計画は過大  
ガスパイプライン網拡充の可能性

10

## 周南市の水素利活用の先進性

- (1) 大都市以外での水素利活用
- (2) コンビナート副生水素の利活用
- (3) フォークリフトでの水素利活用
- (4) 山口県全体への横展開

11

## 水素社会実現への課題

- (1) コスト  
どのように量産のステージを迎えるか  
副生水素の有効活用(周辺自治体との協力)  
水素の「ゼロ・エミッション」と石炭の「安さ」を組み合わせる
- (2) 社会的受容性  
東京電力・福島第一原発の「水素爆発」の影響  
安全と安心の確保
- (3) サプライチェーンの一斉立ち上げ  
水素のインフラ面では諸外国に立ち遅れる日本  
燃料電池車と水素ステーションの「花とミツバチ」問題

12