

大阪ビルディング協会平成28年7月度・技術セミナー  
「ビルオーナー・管理者が知っておきたい法律改正特集Ⅱ」

# 『既存特定天井の脱落対策としての改修・手法 ～新たな技術基準等について』

2016年7月25日

株式会社日建設計 エンジニアリング部門 技術センター副代表

早川 文雄

# 本日のテーマ

## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動





第一のビルディングを中核としたビルディング  
【高層ビルディング】



ビルディングを核としたビルディング  
【ビルディング】



東京はデザインを核としたビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



伝統的な建築様式を現代に活かしたビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】



都市に溶け込むビルディング  
【ビルディング】

本店所在地	東京都千代田区飯田橋2丁目18-3	
代表者	代表取締役社長 亀井忠夫	
創業	1900年(明治33年)	本年116周年
設立	1950年(昭和25年)	
役員・職員数	1848名(2547名)	(グループ会社全体)
技術士	133名(251名)	(グループ会社全体)
一級建築士	821名(1044名)	(グループ会社全体)
二級建築士	129名(170名)	(グループ会社全体)

事業内容：

建築の企画・設計監理、都市・地域計画およびこれらに関連する調査・企画コンサルタント業務

# 本日のテーマ

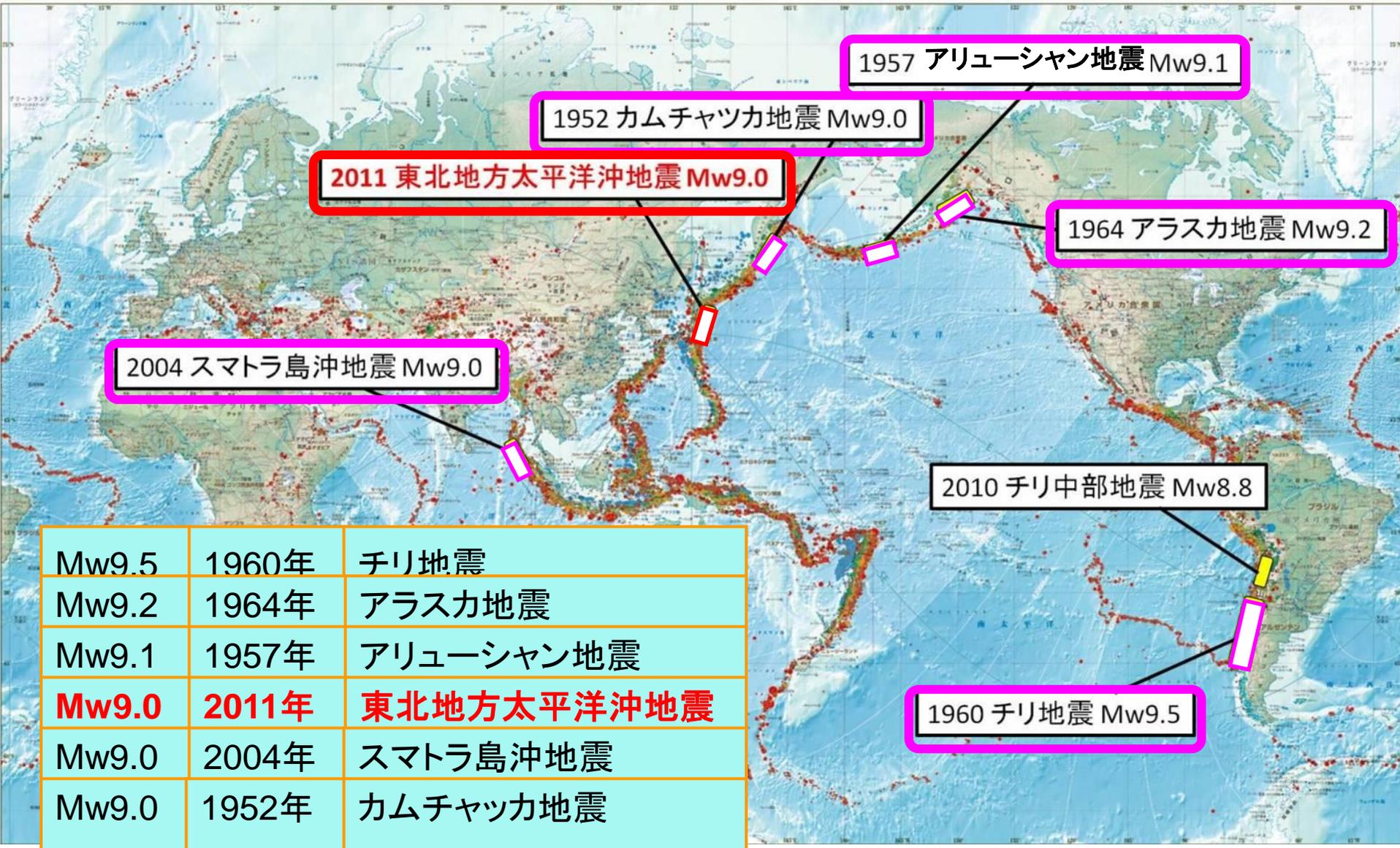
## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動

# 世界の大規模地震一覧表 (M9.0以上)

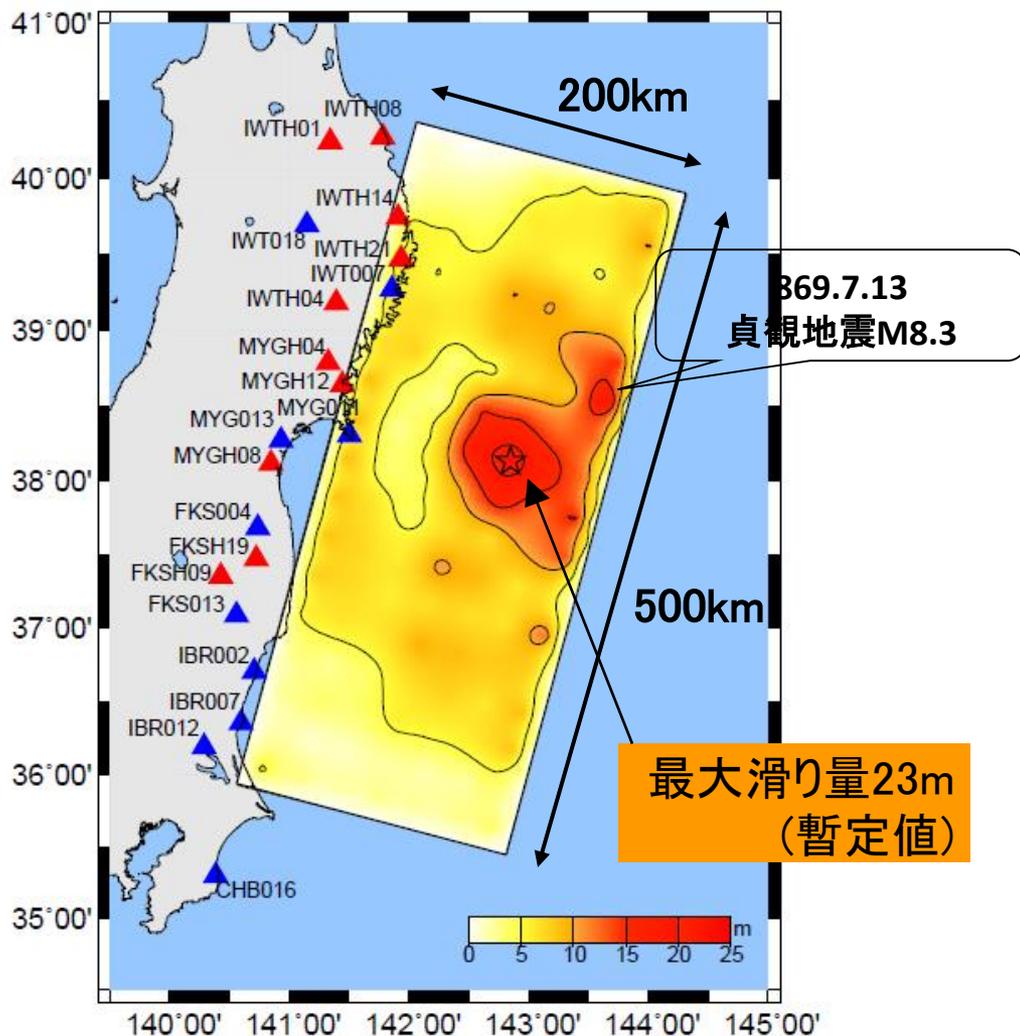


# 日本の地震史

- 国内では、1600年間で500件の被害が記録されている。大地震の記録がこれほど残っている国は世界的にも例がない。(M8.0以上は29回)
- 最古の記録は412年飛鳥宮の被害。文字を残せる知識人の存在により、歴史の中心で多くの史記が残存している。今回の3.11(M9.0)は有史では観測最大。

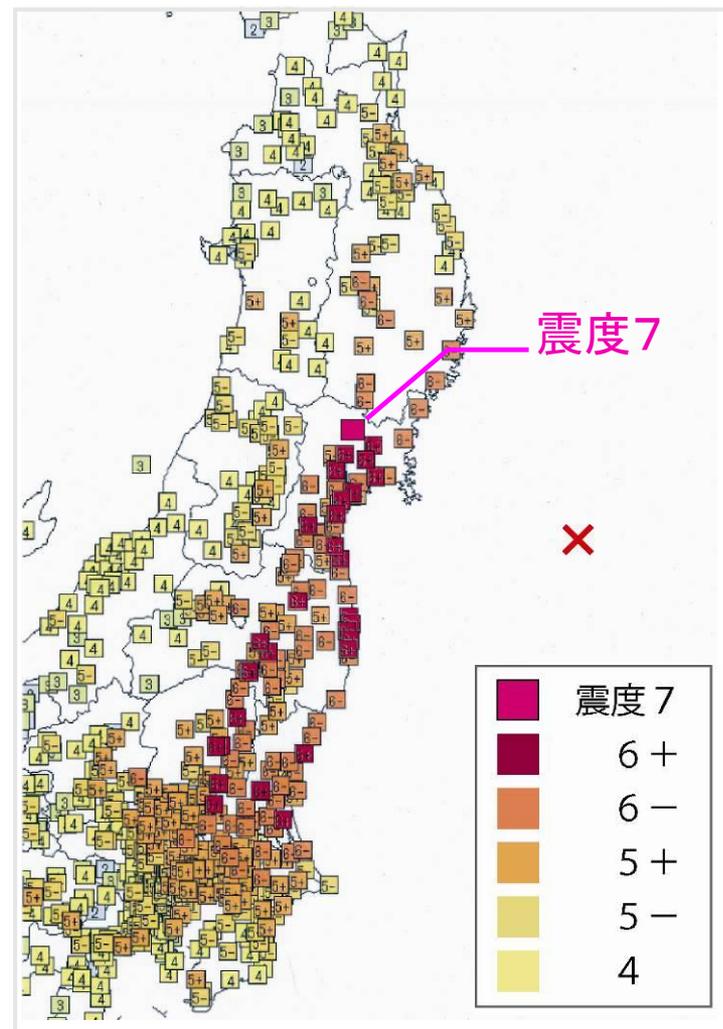


# 3.11 震源地と各地の震度図



平成23年東北地方太平洋沖地震に関する推定震源断層

出典：防災科学技術研究所暫定版



平成23年東北地方太平洋沖地震の震度分布

出典：気象庁

「非構造部材部材」

# 1. 東日本大震災の被害の実態

A)「構造躯体の健全性」に比較して

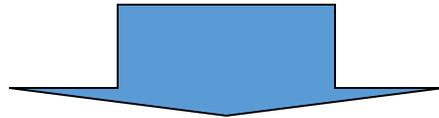
⇒外壁や天井の被害が大きい。(基準が異なる?)

B)「建築の健全性」に比較して

⇒設備関連(天井や屋上)の被害が大きい。(基準が異なる?)

C)「建築自体の健全性」に対して

⇒機器や収納家具類による建築の被害が大きい。(基準が無い?)



建物の建設時期や契約内容(耐震グレード)によって被害に差が生じた可能性もあり、慎重な分析が必要

⇒どの年代の設計図書によって発注しているか、も重要。

# 1-A: 「構造躯体の健全性」に比較して ⇒天井の被害が大きい、例。



場所: 首都圏某所 (震度5強～5強)



場所: 福島県 (震度6弱～6強)

# 1-B:「建築の健全性」に比較して ⇒設備関連の被害が大きい、例



場所:福島県内(震度6弱～6強)



場所:仙台市内(震度6弱～6強)

# 1-C:「建築自体の健全性」に対して ⇒機器や収納家具類による被害が大きい、例



場所:福島県内(震度6弱～6強)



場所:福島県内(震度6弱～6強)

「非構造部材部材」

## 2. 設計基準(公的基準-1) 「非構造部材」

### ■ 公的基準

#### ・建築基準法施行令第39条1項

屋根葺き材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付ける部分は、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によって、脱落しないようにしなければならない。

### ■ 共通仕様書(国交省大臣官房宮繕部監修)

#### ・9章ALC版、押出成型版等

⇒構造耐力に対して有害な欠陥の無いこと。

#### ・14章金属工事の軽量鉄骨天井下地

⇒基本的には仕様規定。「耐震性を考慮した補強は、特記による」

#### ・17章カーテンウォール工事

⇒「....耐震性...等は所定の性能を有し、....」

「非構造部材部材」

## 2. 設計基準(公的基準-2) 「天井の設計基準」

■国交省の技術的助言に見る天井の耐震基準 (⇒天井の「技術的助言」三兄弟)

①2001年(平成13年)の安芸地震:技術的助言

⇒基準法施行令第39条(内外装材派地震で落下しないこと)の適用の参考として周知依頼  
⇒この時点で「クリアランスの確保の必要性が記述されている」

②2003年(平成15年)の十勝沖地震:技術的助言

⇒平成13年の通達の妥当性を通知+以下の新知見

- ・重量天井の局所バランスに注意
- ・固有周期に配慮
- ・既設天井の補強上の注意
- ・危険な場合の落下防止措置の必要性

③2005年(平成17年の)宮城県沖地震:技術的助言

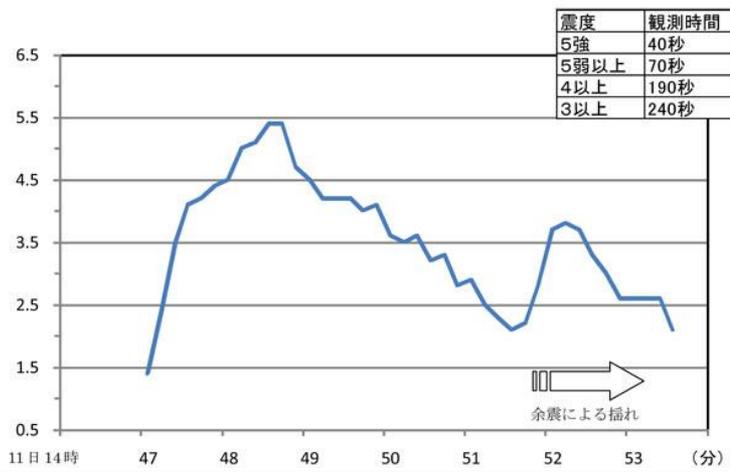
⇒2003年の助言の確実な実施の重要性を周知  
⇒建物所有者宛調査依頼

■⇒建築士法上、「技術的助言」は建築士としての善管注意義務の範囲内とされている。

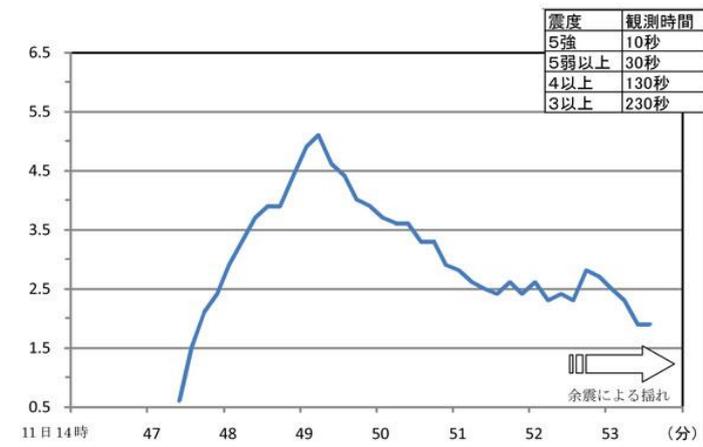
# 「非構造部材部材」

## 4. 東日本大震災の地震動

■福島では震度5弱以上の揺れが70秒、震度4以上の揺れが190秒も続いた。

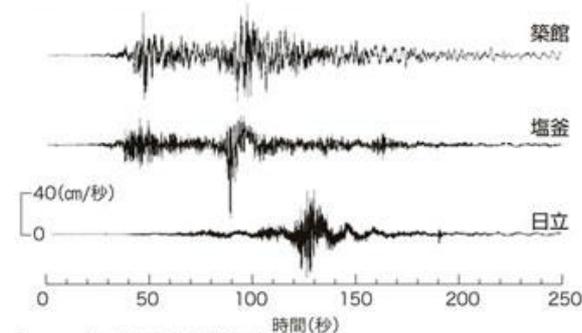


いわき市小名浜で観測した計測震度の推移。震度4以上の揺れが3分以上続いた  
(資料:気象庁)

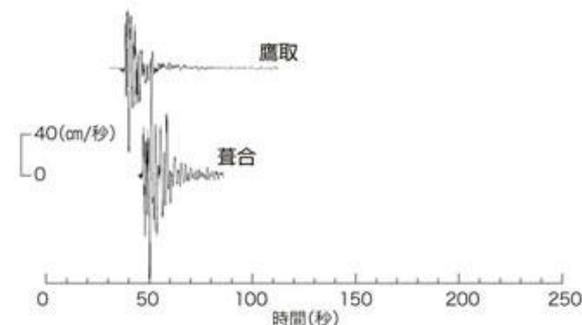


東京都千代田区で観測した計測震度の推移  
(資料:気象庁)

【2011年東北地方太平洋沖地震】



【1995年兵庫県南部地震】



南北方向の速度波形の比較。東京大学地震研究所の資料による。図中の「築館」は宮城県栗原市、「鷹取」と「葦合」は神戸市にある観測点

# 「非構造部材部材」

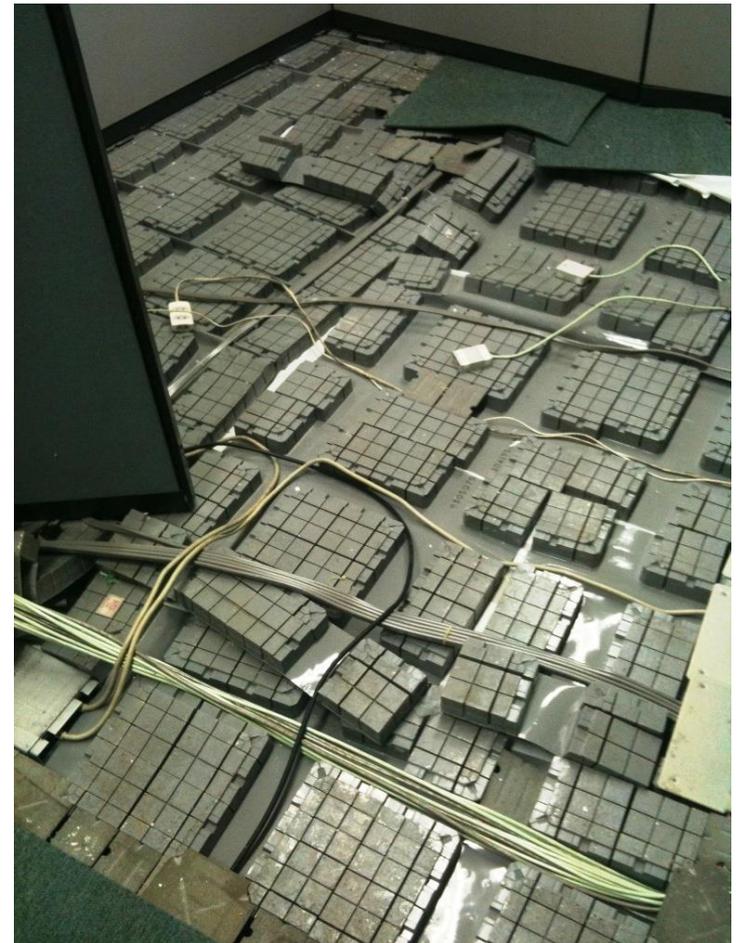
## 5. その他の被害考察

### ■OAフロアと家具工事



場所：福島県内(震度6弱～6強)

重量のある家具類により、OAフロアのタイルカーペットが引きずられている。

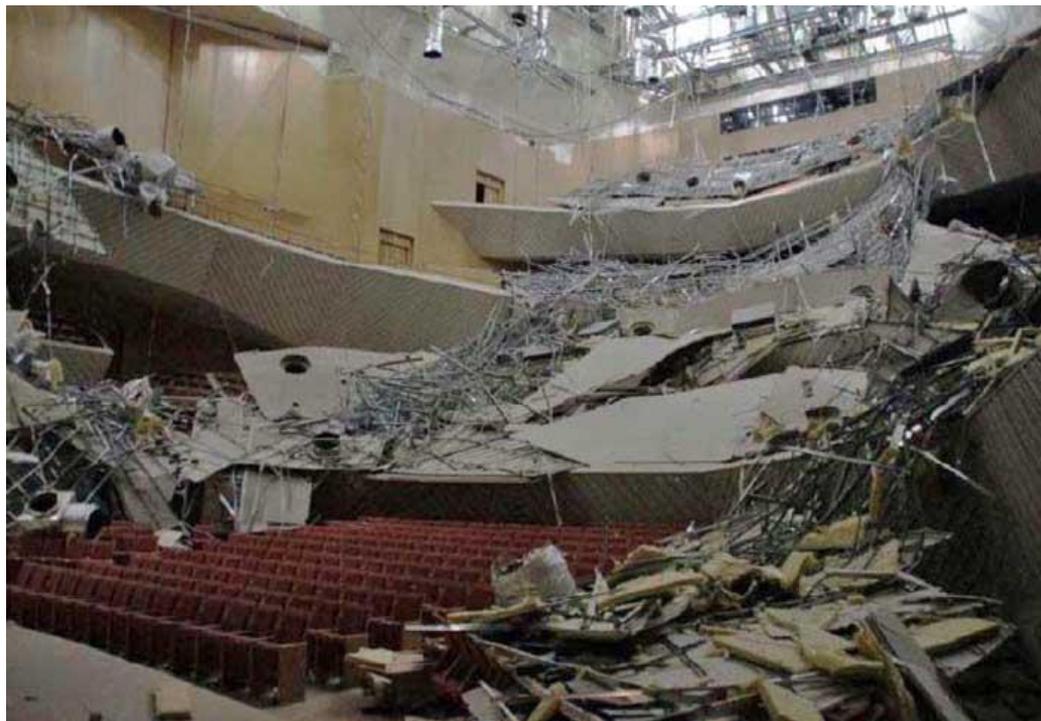


# 「非構造部材部材」

## 6. 天井の被害例(当社外)

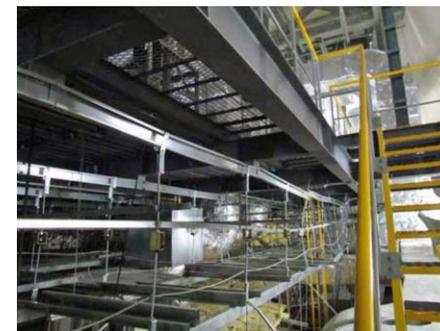


九段会館の天井崩落の様子



川崎Mの天井崩落の様子

設計仕様と国交省の技術的助言との整合は不明であるが、耐震要素が不足していた事実は間違いない。



「非構造部材部材」

## 6. 天井の被害例(当社外)



いわき市内:震度6弱での被害例。設計仕様では、  
天井内ブレース1か所/30㎡。

「非構造部材部材」

## 6. 天井の被害例(当社外):ラインシステム天井



千葉幕張震度5強、鉄骨造純ラーメン構造の最上階、ラインシステム天井、余震で全面崩壊

「非構造部材部材」

## 6. 天井の被害例(当社外):ラインシステム天井



千葉幕張震度5強、鉄骨造純ラーメン構造の最上階、ラインシステム天井、余震で全面崩壊

「非構造部材部材」

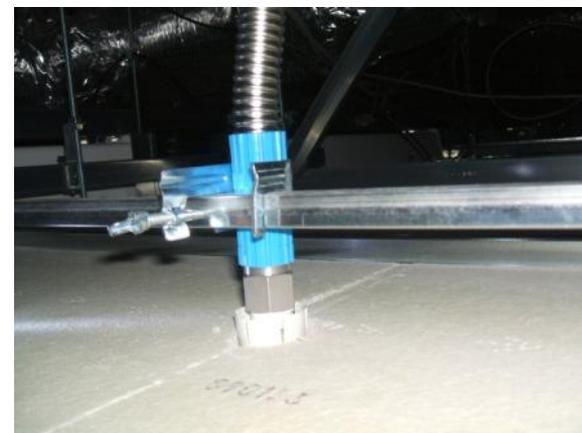
## 6. 天井の被害例(当社外):ラインシステム天井



千葉幕張震度5強、鉄骨造純ラーメン構造の最上階、ラインシステム天井、余震で全面崩壊

「非構造部材部材」

## 6. 天井の補強例：ラインシステム天井



「非構造部材部材」

## 6. 間仕切壁の被害例(当社外)



家具や壁面収納等の竣工後工事の耐震固定により、壁面自体が損傷を受けている。

「非構造部材部材」

## 6. 防災建具の被害例(当社外)



防火戸自体が支持部分から外れて脱落している。

常時開放型の防火戸が固定軸の変形により床にせって、閉鎖障害を起こしている。

防火シャッターのガイドレールが変形し、閉鎖障害を起こしている。

# 本日のテーマ

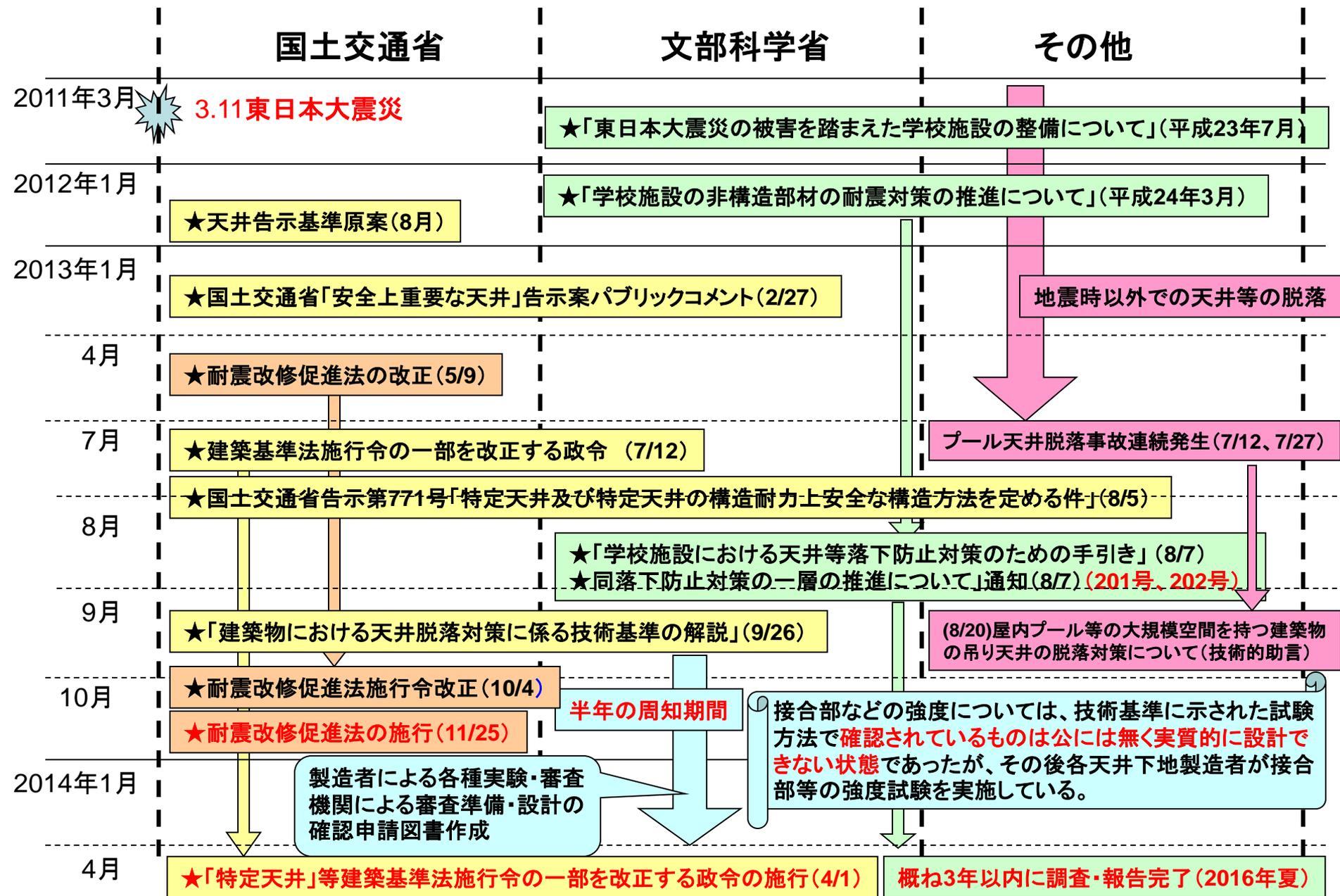
## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動

# 1. 3.11以降の法令関連 概要（特定天井告示公布まで）



# 「国交省告示」と「文科省手引」の比較

## • 国交省「特定天井」告示及び技術基準の解説

- 「特定天井」に対する新たな耐震基準として法令化。設計方法として仕様ルート、計算ルート、大臣認定ルートがある。
- 対象範囲は「特定天井」：①水平投影面積200㎡超、②高さ6m超、③重さ2kg/㎡超、④日常利用する場所にある、⑤吊り天井、の①～⑤を全て満たす部位。

## • 文部科学省「学校施設天井等脱落防止」手引

- 全ての学校施設において既存天井を耐震調査し、約20項目のチェック項目に一つでもNGがあれば、安全を最優先して原則天井の撤去を推進。国公立では概ね3年以内の対策の実施を要請。
- 対象範囲は国交省の特定天井より厳しい①水平投影面積200㎡超、②高さ6m超、の何れか。
- 対象か所は屋内運動場等。具体的には「屋内運動場」「武道場」「講堂」「屋内プール」。その他の部位も対策を推奨。

# 「国交省告示」と「文科省手引」の比較

項目	「国交省告示」	「文科省手引」
位置付け	法律(法令及び告示)	手引(ガイドライン扱い)
対象法令	建築基準法、耐震改修促進法、等	なし
適用範囲	国内すべての建築物	文科省が管轄する全ての学校施設等建築物
対象範囲	原則新築を対象	原則既存建築物を対象
特定天井範囲	水平投影面積200㎡超、 かつ、高さ6m超	水平投影面積200㎡超、 または、高さ6m超
対象主体	建築主	学校施設管理者
対象とする地震規模	中地震で無損傷とし、中地震の1.5倍でも余力で損傷を抑制する。	大地震時にも天井等は脱落させない。
既存建築への対応	耐震改修促進法によりフェールセーフ等の落下防止措置を実施	原則既存天井等の撤去
罰則	有り	省令等参照
運用の詳細	建築確認申請時に技術審査	手引チェックリストで運用
検討主体	建築士	指定アドバイザー等
期日	平成26年4月1日より施行	国公立は概ね3年以内

# 既存天井耐震対策の提案

新築では、特定天井に該当する場合は告示にて対応、特定天井に該当しない場合は設計条件として耐震クライテリアを合意し、設計する。

## 告示特定天井に該当する場合



- 1.そのまま継続使用する
- 2.可能な範囲で補強する
- 3.新基準に合わせて改修する

⇒既存不適格のまま(適法な状態)  
⇒程度問題の補強とならざるを得ない  
⇒下地共一旦撤去し、告示にて新築

## 告示特定天井には該当しないが、文教施設のガイドラインに該当する場合



- 1.そのまま継続使用する
- 2.可能な範囲で補強する
- 3.新基準に合わせて改修する

⇒ガイドラインを満足することを確認する  
⇒ガイドラインに沿って撤去または改修  
⇒下地まで一旦撤去し、告示にて新築

## 告示特定天井にも、文教施設のガイドラインにも該当しない場合



- 1.そのまま継続使用する
- 2.可能な範囲で補強する
- 3.新基準に合わせて改修する

⇒特段の問題なし  
⇒程度問題の補強とならざるを得ない  
⇒提案としては、あまり意味が無い

# 本日のテーマ

## 1 既存特定天井の脱落対策

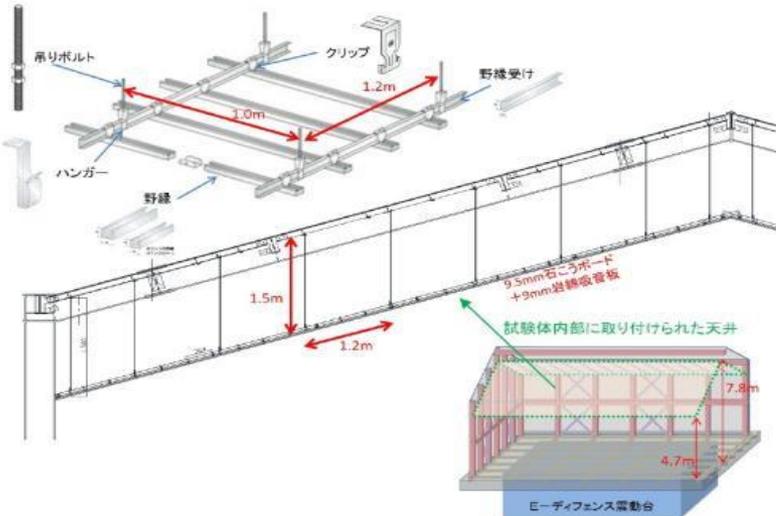
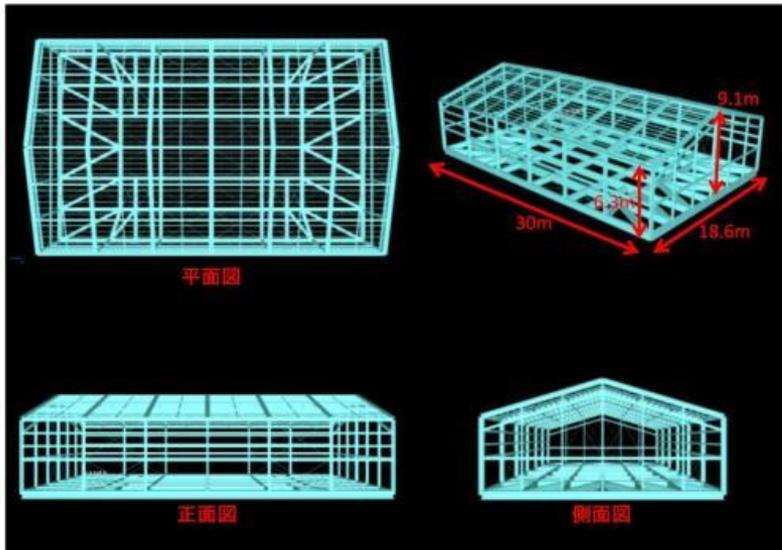
- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- **非構造部材の耐震基準**
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動

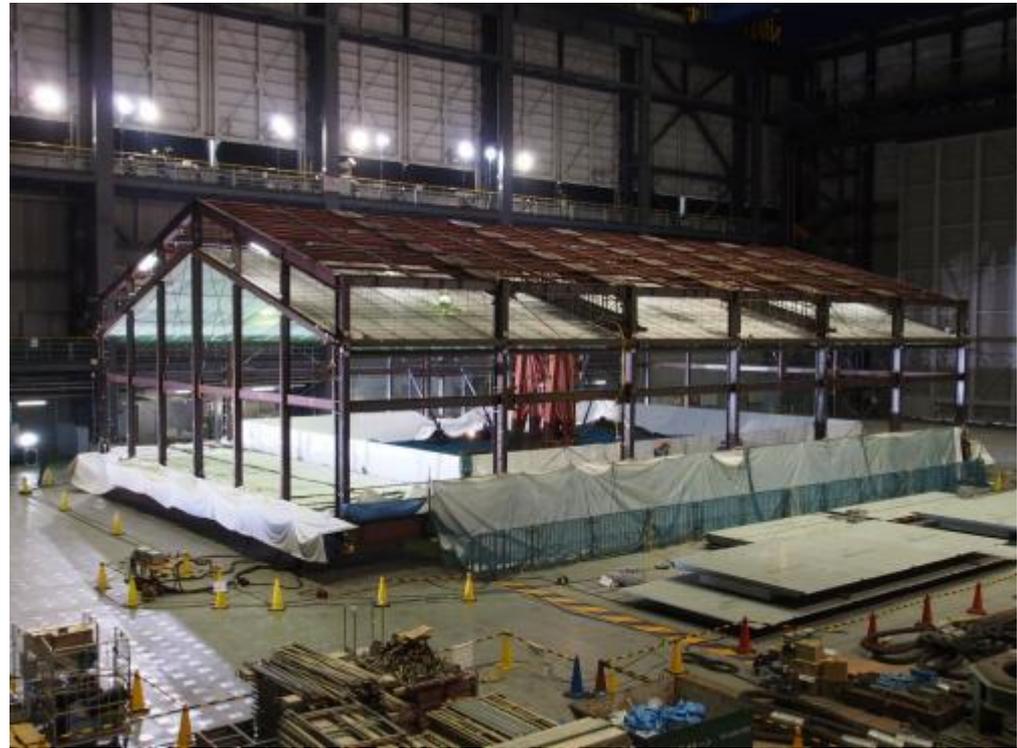
## 2. 防災科学研究所 実大実験

2014年1月28日 Eディフェンス



(写真: ケンプラッツ)

防災科学技術研究所が公開した実大振動実験で、2000年以前に一般的だった仕様の吊り天井が、大地震で崩落するメカニズムが再現された。



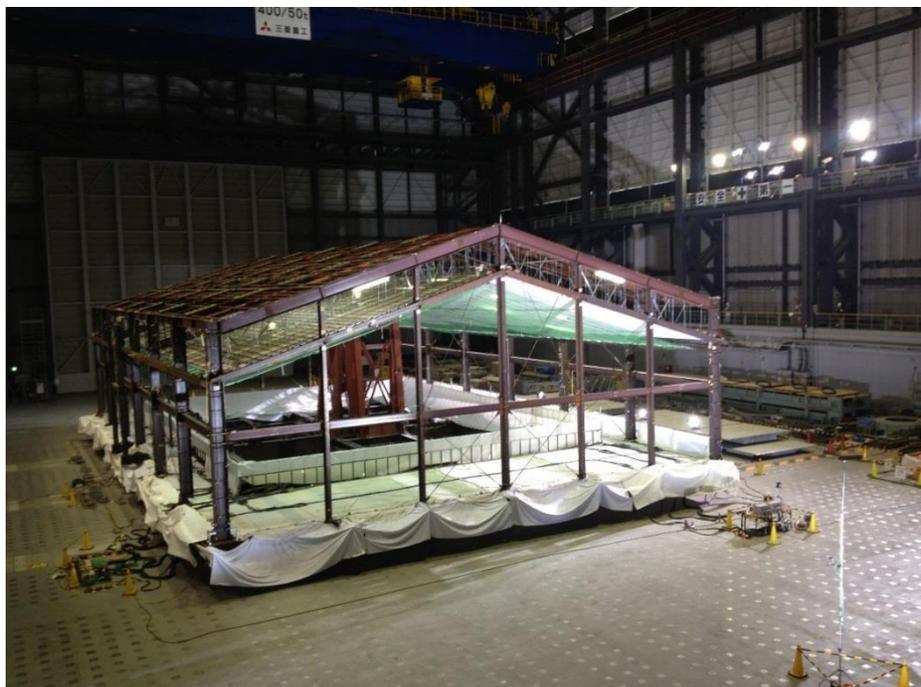
特集1: 大規模天井を壊す実験

<http://nkkp.jp/a/bn/20140212/651329/>

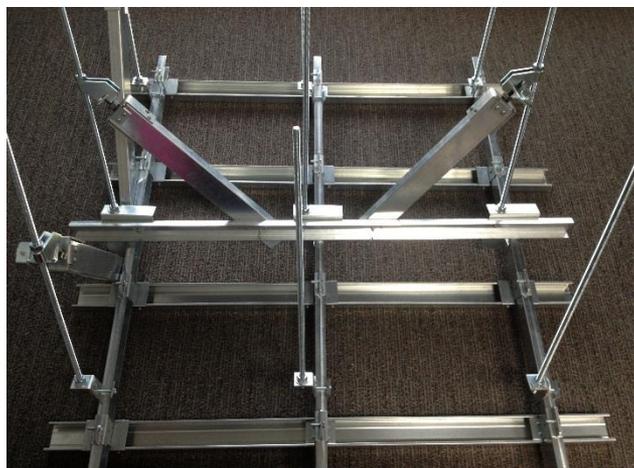
## 2014年2月28日 Eディフェンス

大規模空間に設置された耐震吊り天井の耐震余裕度検証実験が行われた。

試験は1.0G対応と2.2G対応の天井下地を再現し、徐々に加振を大きくし、破壊するまで行われた。



試験体全景



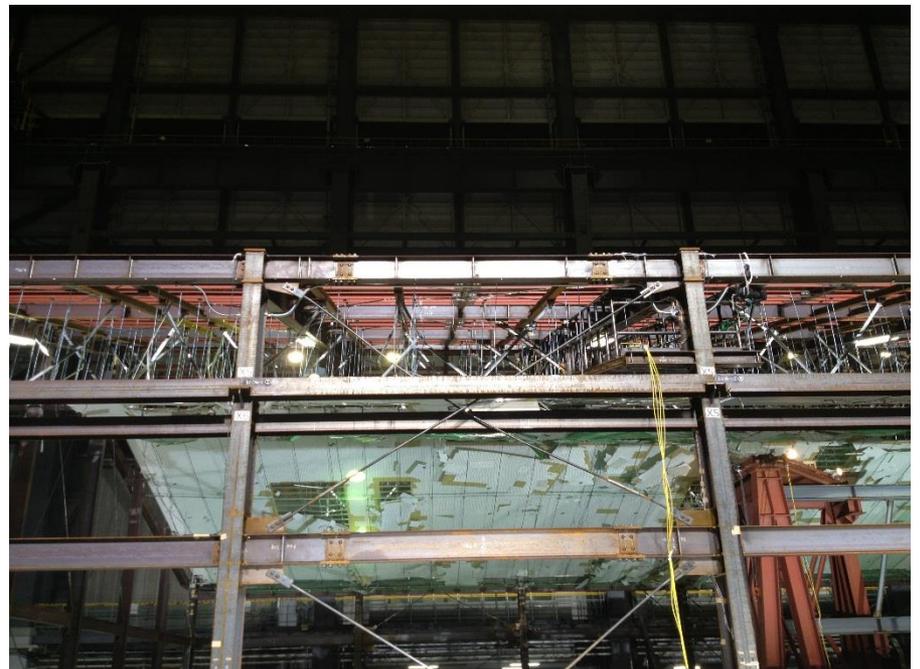
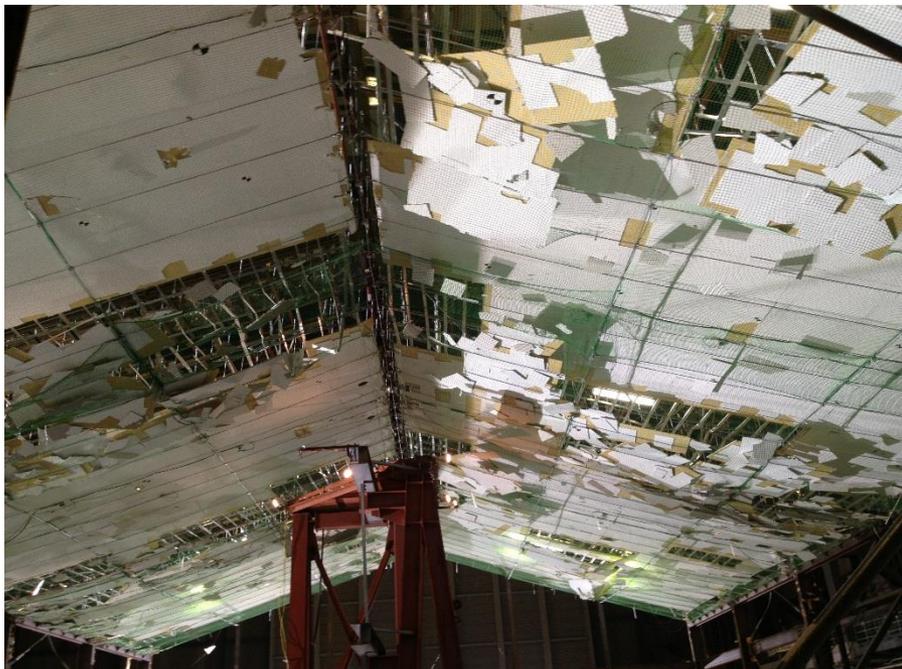
2.2G想定対応下地



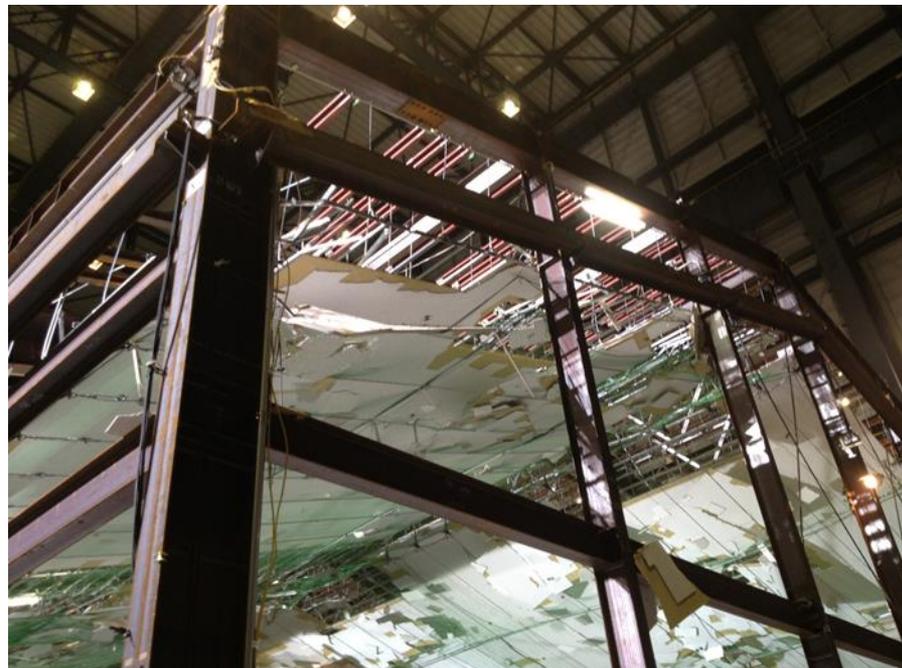
1.0G想定対応下地



従来の下地



- ① 東北地方太平洋沖地震K-NET80%  
震動台X:1214gal、Y:786gal、Z:232gal、屋根  
応答加速度3.8G
- ② 東北地方太平洋沖地震K-NET100%  
震動台X:1314gal、Y:818gal、Z:292ga、I屋根  
応答加速度3.8G
- ③ 兵庫県南部地震100%  
震動台X:805gal、Y:587gal、Z:336gal、屋根  
応答加速度3.4G
- ④ 兵庫県南部地震150%  
震動台X:1208gal、Y:880gal、Z:232gal、屋根  
応答加速度4.7G



# 天井脱落対策の対象となる天井と検証ルート (案)

参考資料1

## 新築建築物等

特定天井

## 既存建築物

### 安全上重要な天井

〔6m超の高さにある、面積200㎡超の吊り天井  
(※人に重大な危害を与えるおそれの低いものを除く)〕

【目標】中地震で天井が損傷しないこと。  
(これにより、中地震を超える一定の地震においても脱落の低減を図る。)

### 既存の天井

#### ※その他の天井

- 人に重大な危害を与えるおそれの低いもの。
  - ・高さ6m以下
  - ・面積200㎡以下
- 人に危害を与えるおそれがない場所に設置されているもの。
  - ・居室、廊下その他の人が日常利用する場所に設けられるもの以外の天井
- 軽いもの。
  - ・天井の質量が2kg/㎡以下

○以下のいずれかのルートを適用し検証。

大臣認定ルート

#### 仕様ルート

耐震性等を考慮した天井の仕様に適合することで検証  
(天井の質量  
2kg/㎡超  
20kg/㎡以下)

水平方向の地震力に対し斜め部材等を配置し、周辺にクリアランスを確保

#### 計算ルート

天井の耐震性等を計算で検証

#### 特殊検証ルート

複雑な天井等を、個々の建築物の特性に応じ時刻歴応答解析等で検証

その他の方法によるものについては、仕様ルート・計算ルートの追加(告示)により対応を検討。一定の設計ルール(仕様、計算方法)の認定(一般認定)を位置づけ。

○新築時の基準または  
落下防止措置

- 天井材が損傷しても落下しないような措置がなされているもの
  - ・ネットの設置
  - ・天井面構成材をワイヤー等で吊る構造

※耐震診断基準に位置づけ

(設計者の判断により安全を確保)

「特定天井および特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」等の  
法令改正 一覧 (内閣総理大臣 平成25年7月12日公布)

- 建築基準法**施行令**の一部を改正する政令 (平成25年7月12日 政令第217号)

第36条(構造方法に関する技術的基準)、第39条(屋根ふき材等)、第137条の2(構造耐力関係)、他

ポイント:「特定天井」の定義が明記され、腐食、腐朽、劣化防止措置材料の使用が義務付けられた。

ポイント:「特定天井」「エレベーター、エスカレーター等の構造」が、既存建築物に対する制限の緩和条項(施行令第137条の2)に盛り込まれ、増改築の対象範囲外の既存部分でも、一定の遡及の適用範囲に。

- 建築基準法**施行規則**及び建築基準法の基づく指定資格検定期間等に関する省令の一部を改訂する省令 (平成25年7月12日 国土交通省令第61号)

第1条(確認申請書の書式)、第3条(計画変更に係る確認を要しない軽微な変更)、他

ポイント:確認申請の書式関連は各所で変更されている。

「特定天井および特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」等の告示一覧（国土交通省 平成25年8月5日発）

・ 特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件（告示第771号）（新規）～

第1:「吊り天井」「天井材」「吊り材」「斜め部材」「吊り長さ」等の定義

第2:「特定天井」の定義と適用範囲

第3 第1項: 特定天井の構造方法（仕様ルート）

1. 単位面積重量は20kg以下とする。
2. 天井材は相互に緊結する。
3. 支持構造部は構造耐力上主要な部分に緊結する。
4. 吊り材はJIS基準同等以上の引張強度を持つ。
5. 吊り材および斜め部材は構造耐力上主要な部分に緊結する。
6. 吊り材は鉛直方向に支持し、1か所/m<sup>2</sup>以上を釣合い良く配置する。
7. 天井面には段差や地震時の応力集中箇所を設けない。
8. 吊り長さは3m以下とし、概ね均等とする。
9. 斜め部材はV字状を1組とし、階によって異なる算出式により算定した組数以上を、各方向にバランス良く配置する。
10. 端部は6cm以上のクリアランスを確保する。
11. 屋外では風圧力を考慮する。

第3 第2項: 天井の剛性や強度等を計算で確かめた場合（第1号: 水平震度法）及び応答スペクトル法による場合（第2号）は、第1項の規定（仕様ルート）は適用しない。

・ 超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件（告示第1461号）の一部を改正する件（告示第772号）

⇒ 特殊検証ルート関連の参照規定

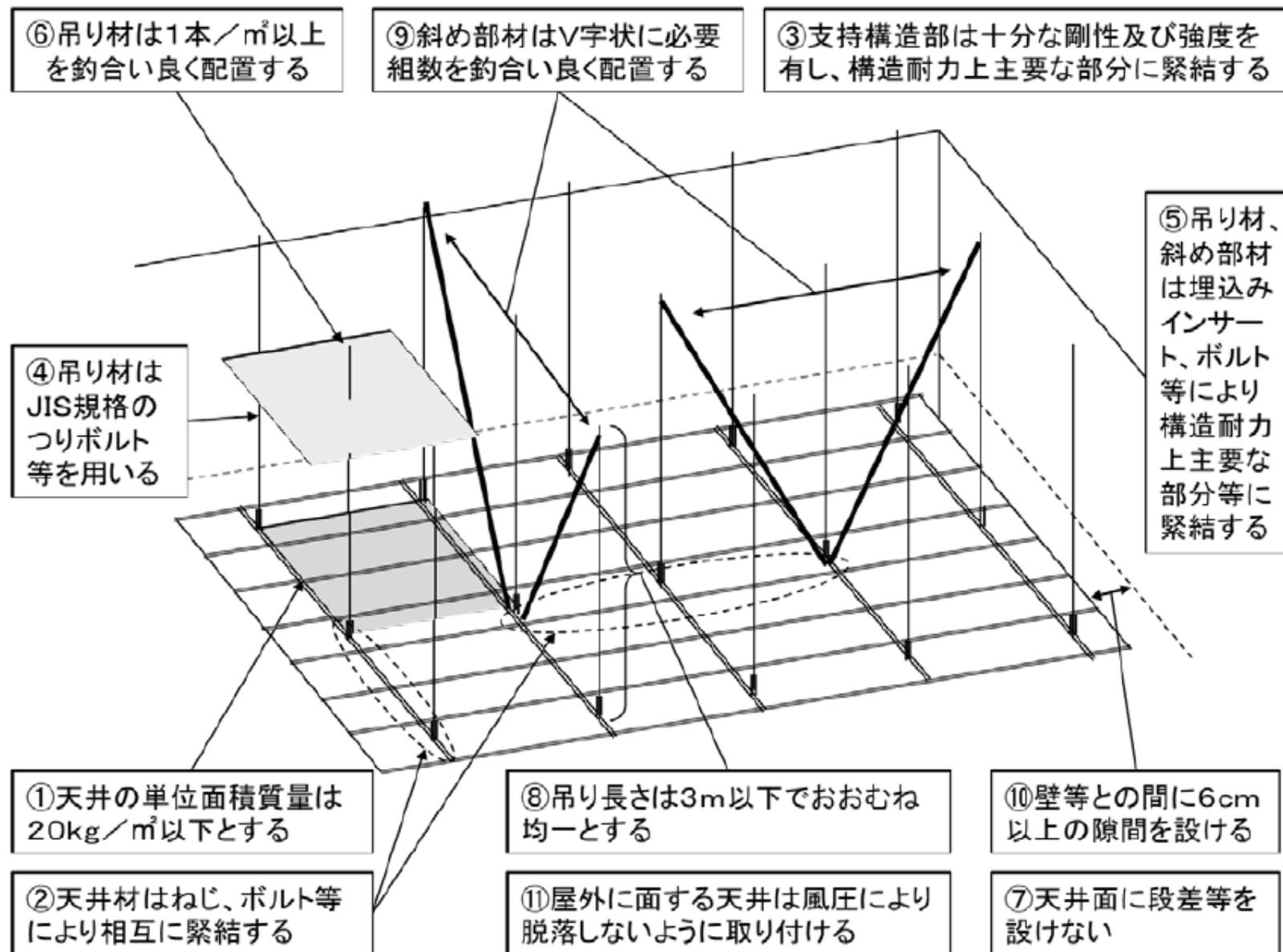


図 2.1 仕様ルートにおける技術基準の概要

# 天井落下防止基準新告示のポイント

構造躯体が大地震時にも倒壊しないことを目標とする構造設計に対し、中地震時における損傷を防止することにより、中地震時において天井が有する余力を以って、**中地震を超える一定の範囲の地震においても、天井の脱落の低減を図ること**、を基本的な考え方とする。

## ★「余力」の考え方⇒技術基準解説参照

天井を構成する部材が、許容耐力を超えて降伏耐力に至るまでの耐力と考える。

許容耐力は、部材の安全上の余裕を診て、**降伏耐力の2/3以内**に設定する。従って許容耐力の1.5倍を余力とみる。

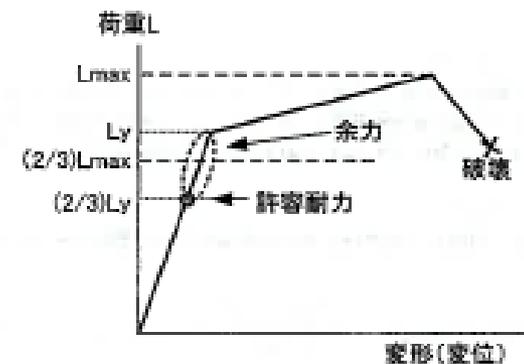


図1 最大耐力に達する前に非線形が生じる場合

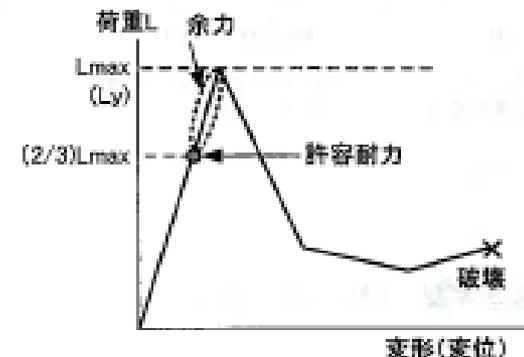


図2 (ほぼ)弾性剛性で最大耐力に達するがその後の劣化が急激な場合



# 本日のテーマ

## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動

# 天井の耐震改修事例集

- 発行日：平成28年3月
- 監修：国土交通局住宅局
- 発行：  
一般財団法人建築性能基準推進協会
- 編集協力：  
国土交通大臣指定耐震改修支援センター  
一般財団法人日本建築防災協会

[参考データ](#)



## 参考：日建設計の耐震関連製品（共同開発）

問題意識：3.11以降、非構造部材の耐震要求性能を設計図書に明記するも、「天井面水平2.2G」や「層間変形1/60」等を満足する製品が見当たらない。（こともある）

⇒設計者自らが新規に開発することも必要。

### 検討終了項目（160630現在）

1. 高耐震天井用X型ブレース ⇒ [K社カタログ](#)
2. 層間変形追従間仕切り ⇒ [I社カタログ2015](#)
3. 超軽量高耐震天井 ⇒ [M社カタログ](#)
4. 高耐震複合天井システム ⇒ [P社カタログ](#)

### 検討中、検討予定項目（160630現在）

1. 天井制振間仕切り ⇒ 実大実験完了、製品化検討中
2. 層間変形対応常時開放防火戸 ⇒ 実大実験継続中
3. 超軽量在来天井改修 ⇒ 実大実験継続中

他……。

# 本日のテーマ

## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

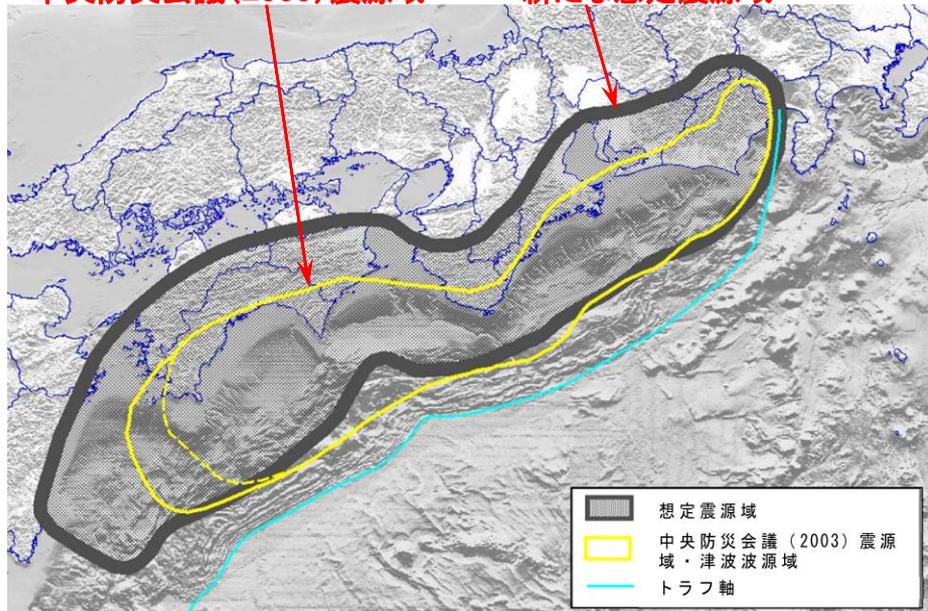
## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動

# ◆震源域・津波波源域の見直し（内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」2011.12.27資料）

中央防災会議(2003)震源域

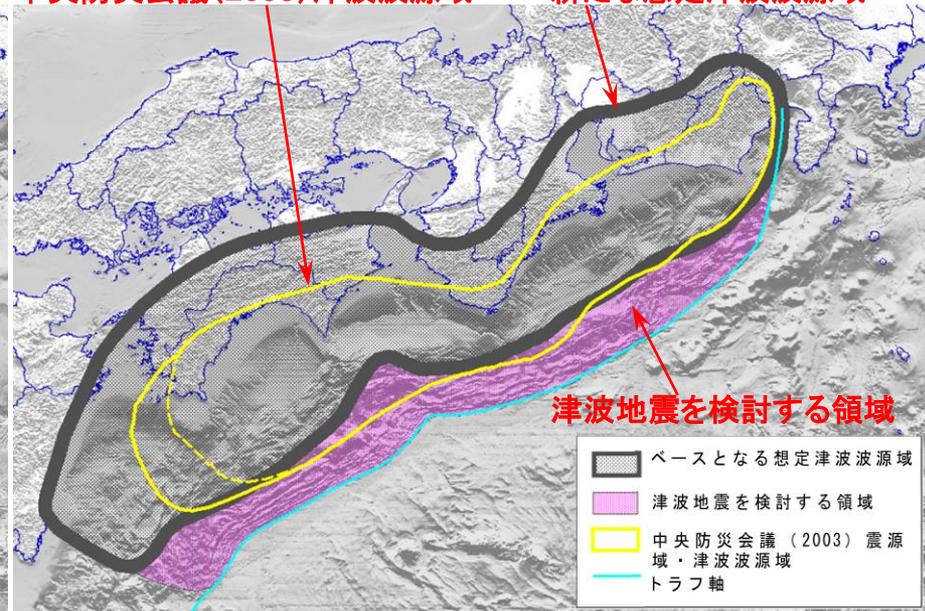
新たな想定震源域



新たな想定震源域

中央防災会議(2003)津波波源域

新たな想定津波波源域



新たな想定津波波源域

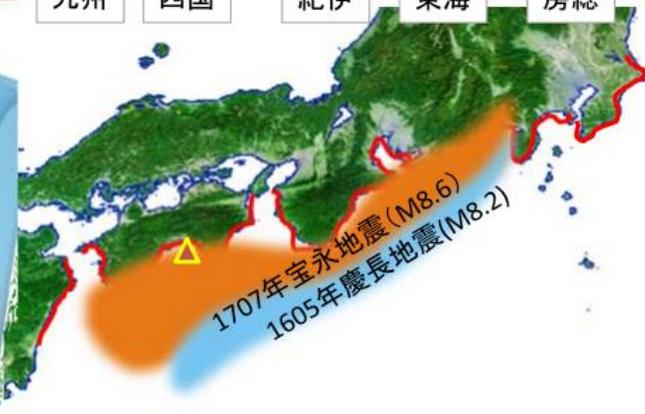
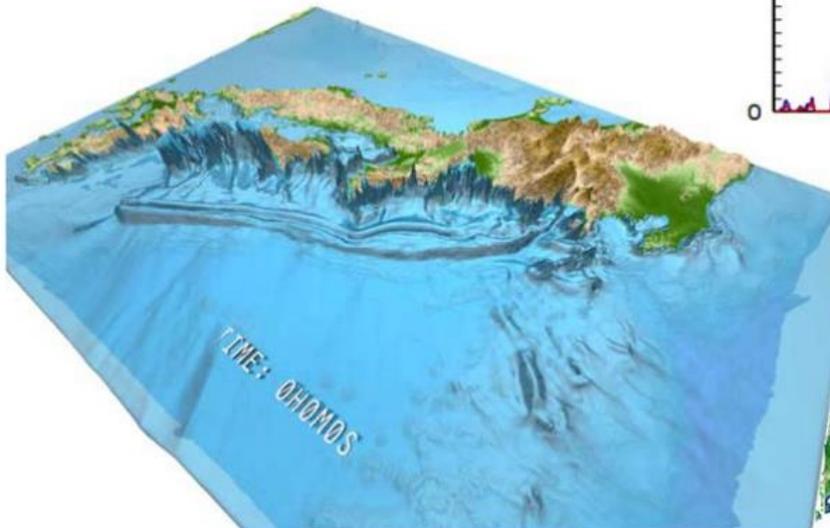
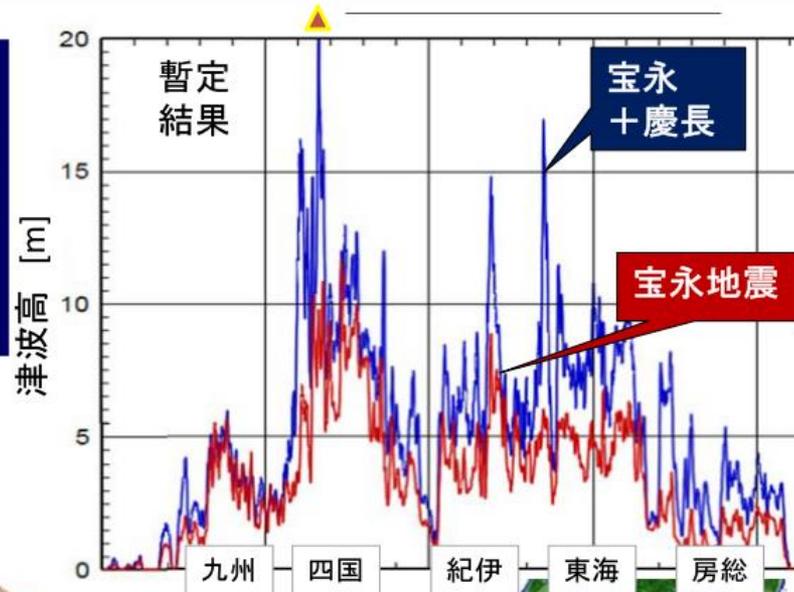
新たな想定震源域に対応する地震の規模(暫定値)の推定

	南海トラフの巨大地震(暫定値)	参考		
		2011年東北地方太平洋沖地震	2004年スマトラ島沖地震	2010年チリ中部地震
面積	約11万km <sup>2</sup> (暫定値)	約10万km <sup>2</sup> (約500km×約200km)	約18万km <sup>2</sup> (約1200km×約150km)	約6万km <sup>2</sup> (約400km×約140km)
地震モーメント M <sub>0</sub> (N・m)	4.5×10 <sup>22</sup> (暫定値)	4.22×10 <sup>22</sup> (気象庁)	6.5×10 <sup>22</sup> (Ammon et al., 2005)	1.48×10 <sup>22</sup> (Pulido et al., in press)
モーメント マグニチュード Mw	9.0(暫定値)	9.0(気象庁)	9.1(Ammon et al., 2005) [9.0(理科年表)]	8.7(Pulido et al., in press) [8.8(理科年表)]

東海・東南海・南海地震 国の見直しの動向（内閣府2011.12.27）

## 南海トラフ大連動による津波高： 宝永地震との比較

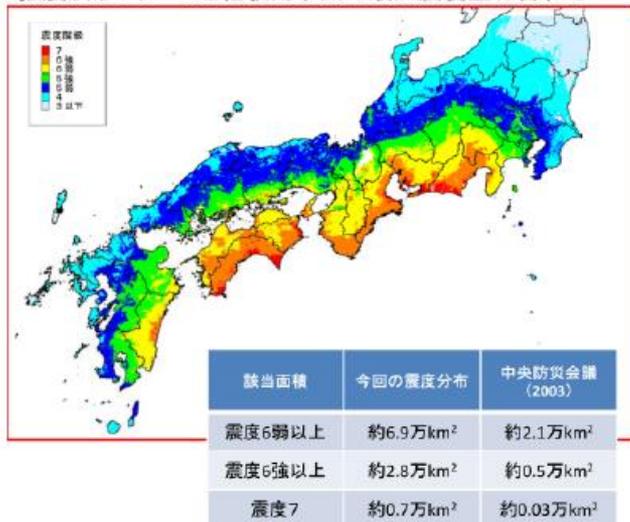
★大連動による沿岸津波  
4連動(M8.8)による沿岸(湾内  
は別途評価比喻用)津波高は、  
宝永地震(M8.6)の1.5~2倍、  
土佐湾で最大20m程度



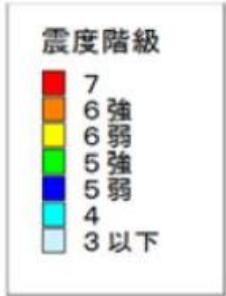
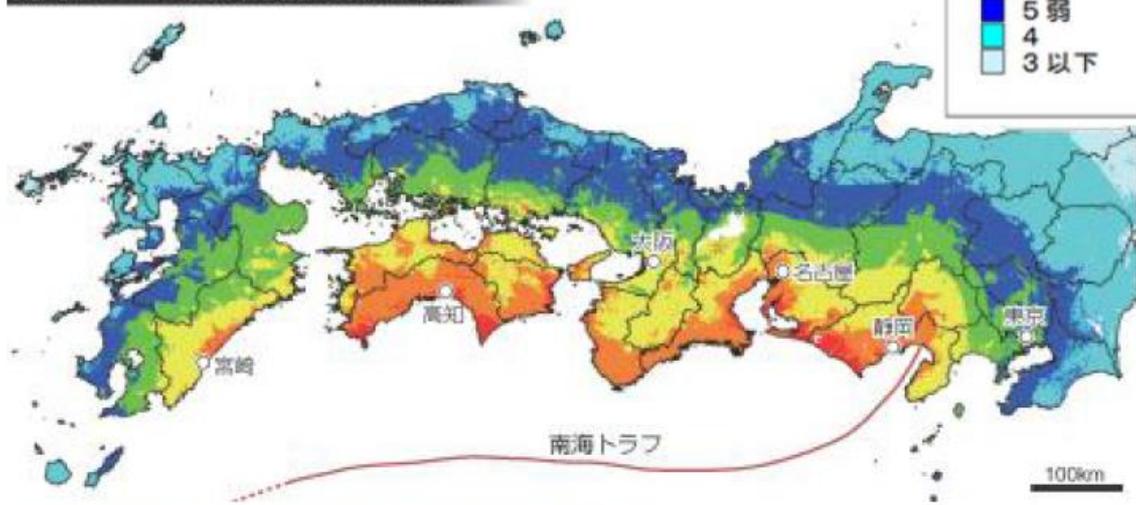
# ◆南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高 (内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」2012.3.31 第一次報告)

## 【最大クラスの震度分布】

強震波形4ケースと経験的手法の最大震度重ね合わせ

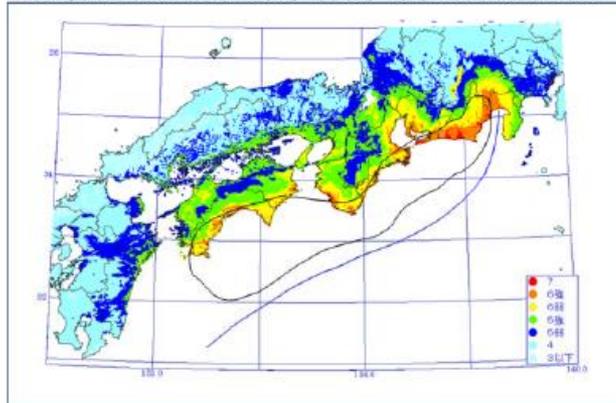


## 南海トラフの巨大地震の最大震度

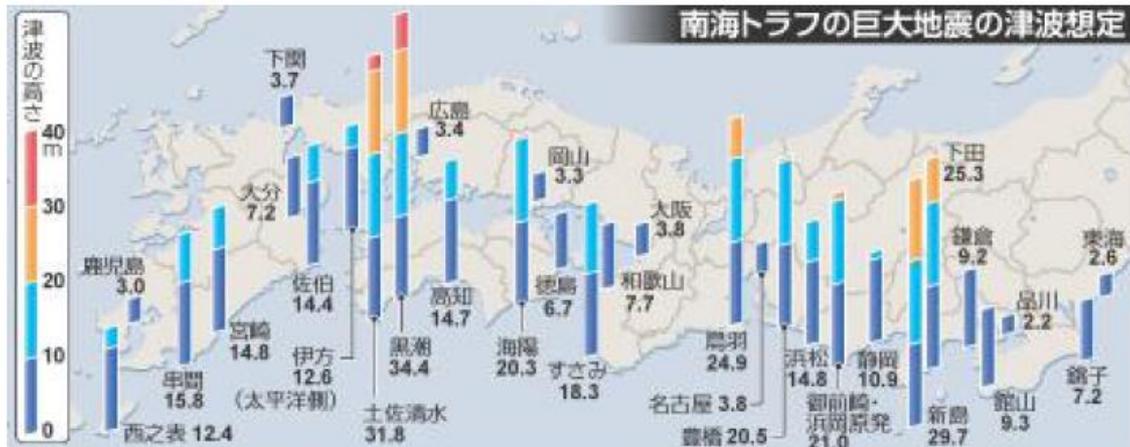


## 【参考】

中央防災会議(2003)の東海・東南海・南海地震の震度分布図



## 南海トラフの巨大地震の津波想定



土佐清水**31.8m**、高知**14.7m**、豊橋**20.5m**、名古屋・大阪**3.8m**

# 本日のテーマ

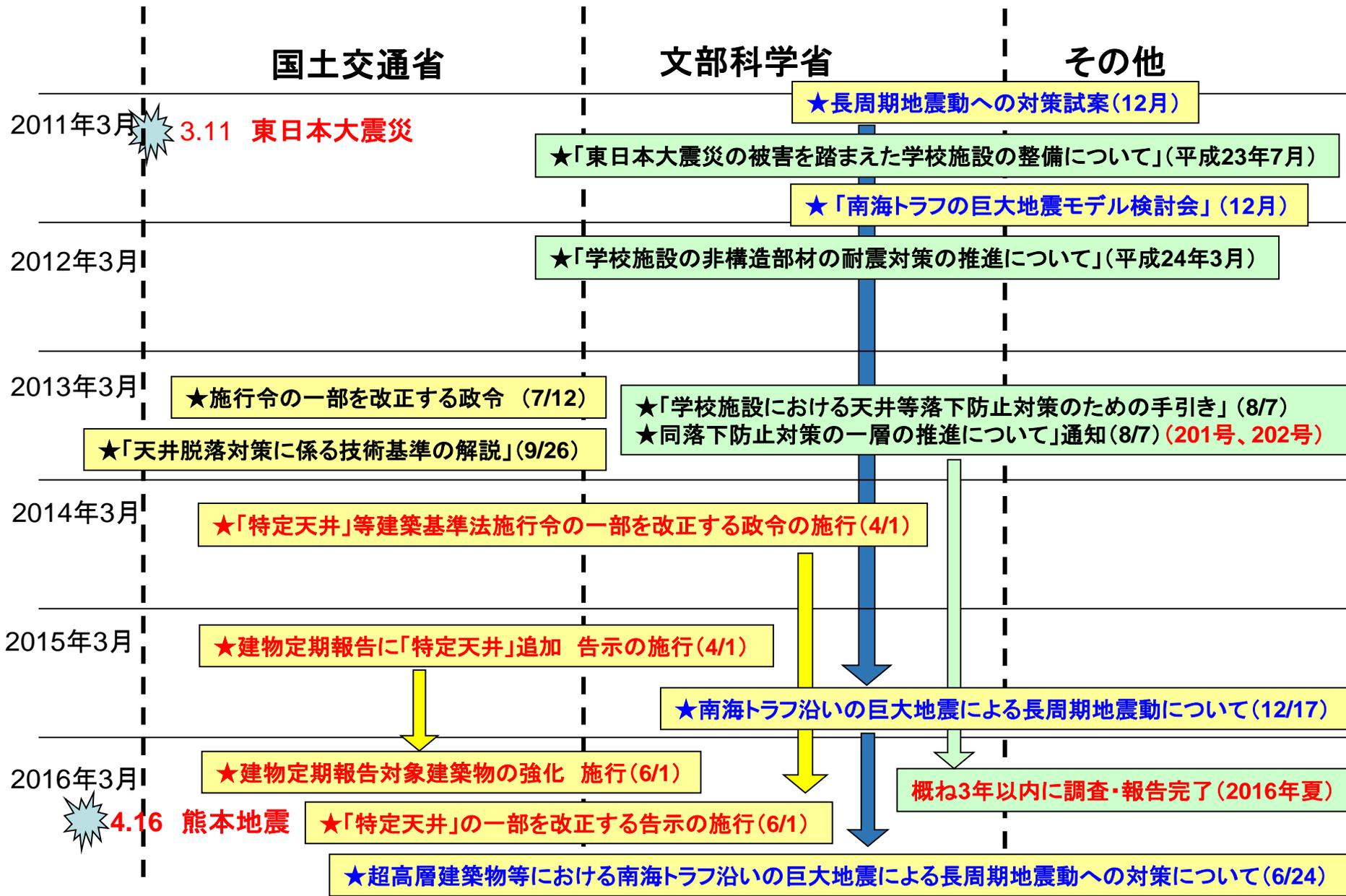
## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

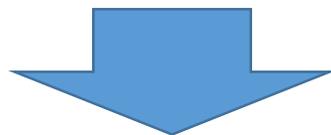
- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- **新たな基準化と対策、法令の新設**
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動

# 1. 新たな基準改正の流れ



## 2. 新たな規制等の追加(定期報告) 平成27年

- 建築物の定期調査報告に関する調査項目、調査の方法及び判定基準における天井に関する調査項目等についての一部改正(平成26年国土交通省告示第1073号、平成27年4月1日施行)
- 「特定天井の定期調査について(技術的助言)」(平成27年1月13日国住指第3740号)



- 対象項目:概ね500m<sup>2</sup>以上の空間の天井➡「特定天井」の天井材の劣化及び損傷の程度
- 調査方法:必要に応じて目視確認
- 判定基準:天井材に腐食、緩み、外れ、欠損、たわみ等があること。

## 2. 新たな規制等の追加（定期報告） 平成28年

- 建築基準法の一部を改正する法律（平成26年法律第54号）について第二弾にあたる建築基準法施行令ならびに施行規則改正および関係告示が平成28年6月1日で施行され、定期報告制度の強化された。
- 「建築基準法の一部を改正する法律の施行について（技術的助言）」（平成28年6月1日国住指第669号）



- 対象項目：特に安全性を確保する必要性が高い建築物等（下記）については一律に定期報告義務化
  - 「不特定多数の者が利用」
  - 「高齢者等の自力避難が困難な者が就寝利用」
- 昇降機、建築設備、防火設備、準用工作物等の定期報告が追加となっている。

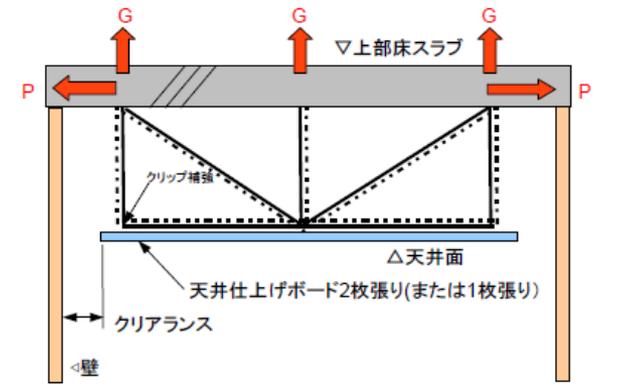
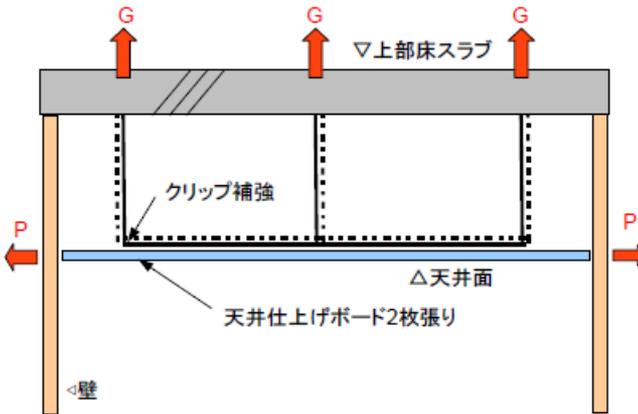
### 3. 新たな天井告示の追加 平成28年

- 建築基準法の一部を改正する法律（平成26年法律第54号）について第二弾にあたる建築基準法施行令ならびに施行規則改正および関係告示が平成28年6月1日で施行され、定期報告制度の強化された。
- 「建築基準法の一部を改正する法律の施行について（技術的助言）」（平成28年6月1日国住指第669号）



- 追加仕様規定：「地震時に天井面に加わる外力を、天井面構成部材及び周囲の壁等を介して構造躯体に伝達し、天井が層間変形による強制変形に対して追従できるものとする場合は、斜め部材や周囲とのクリアランスは不要」
- 天井面は水平面構成のみに限定。

# 地震時の水平力伝達経路の分類

<h2>伝達経路</h2> <p>(地震力の入力及び反力の伝達)</p>	<h2>工法の概略図</h2>
<h3>ブレース等を介して上部構造体へ(から)伝達</h3> <p>特にブレース周辺の天井剛性及び上部構造が強固であることが条件</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a frame with columns and a top slab. Three vertical arrows labeled 'G' represent gravity loads on the slab. Two horizontal arrows labeled 'P' represent seismic forces at the column tops. A diagonal brace is shown between the column and the slab. Labels include: '▽上部床スラブ' (Upper floor slab), 'クリップ補強' (Clip reinforcement), '△天井面' (Ceiling surface), '天井仕上げボード2枚張り(または1枚張り)' (2 sheets of ceiling finish board (or 1 sheet)), and 'クリアランス' (Clearance). A wall is indicated by a dashed line and labeled '壁'.</p>
<h3>天井面を介して周辺の壁面等へ(から)伝達</h3> <p>ブレースは設置しない。天井剛性及び周辺壁部が強固であることが条件</p>	 <p>The diagram shows a similar frame structure to the one above, but without the diagonal brace. Labels include: '▽上部床スラブ' (Upper floor slab), 'クリップ補強' (Clip reinforcement), '△天井面' (Ceiling surface), and '天井仕上げボード2枚張り' (2 sheets of ceiling finish board). A wall is indicated by a dashed line and labeled '壁'.</p>

# 本日のテーマ

## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- **長周期地震動への対策**
- 熊本地震の地震動

## 4.長周期地震動への対応

- 2003年9月の十勝沖地震で石油タンクが大きな被害を受けて以来、ゆっくりと長く揺れる長周期地震動に対しての検討が続けられ、**2010年12月**に国土交通省から対策試案などが示されたものの、東日本大震災によって再検討が余儀なくされていました。
- その後、内閣府(**2015年12月17日付**)より、「南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動について」<sup>1)</sup>が発表されました。
- 引き続き国土交通省からも「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策案」に関する意見募集(**2015年12月18日付**)が発表され
- 「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」が、**2016年6月24日**、国土交通省から**技術的助言**として公表された。
- **平成29年4月1日以降**に申請する性能評価に基づき、超高層建築物等を新築する際の大臣認定の運用が強化されます。



# 南海トラフ沿いの巨大地震により長周期地震動が発生すると…

## 2. 超高層建築物等では…

- 地震動の揺れによる建物の速度が、三大都市圏の広い範囲で概ね150cm/秒以下、一部地域で局所的に最大250cm/秒程度と推計されます。
  - これまでの実験結果(図表4)によれば、建物が倒壊するまでには強度的に一定の余裕があるのではないかと推察されます。
  - 超高層建築物を含む多くの建物で、間仕切り壁や天井材、スプリンクラーなどの非構造部材や設備機器に様々な被害が発生する可能性があります。
  - 上層階ほど揺れが大きく、多くの固定していない家具類等が転倒し、キャスター付きの家具類等が大きく移動することで、人的な被害が発生することが懸念されます。(平成27年12月 内閣府報告書)
  - ▶ 家具の転倒・移動等の対策については、「家具類の転倒・落下・移動防止対策ハンドブック」(東京消防庁\*)が参考になります。
- ※URL: <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-bousaika/kaguten/handbook/>

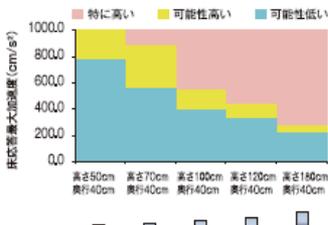
図表4 「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」による振動台実験(H26.5文部科学省情報書)

加振レベル	試験体の挙動
180cm/秒	履歴は安定している
300cm/秒	倒壊はしないが、建物の中にあることは適切ではない
420cm/秒(3回目)	梁端破断が広く進み、倒壊



1/3縮尺の高層ビルの振動実験で、今回の対策で想定する揺れに対しては、倒壊までは通常、一定の余裕があると確認されています。ただし、より古い時代の超高層建築物では、さらに小さな加振レベルで建物の損傷が進む可能性があります。

図表5 家具の形状別の転倒可能性(H27.12内閣府報告書)



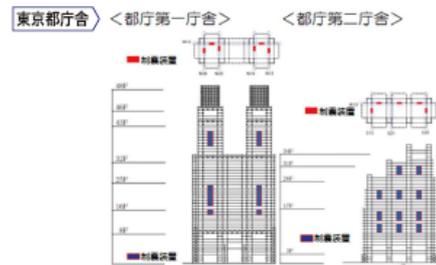
高層建築物の上層階では、三大都市圏の広い範囲で最大加速度が250cm/秒以上、一部地域で500cm/秒以上の強い揺れとなるため、家具の転倒・移動等を防止する必要があります。超高層建築物の固有周期は、建物の高さの1/50程度とされており、例えば、高さ100m程度の建物の固有周期は2秒程度となります。

\* 建物の固有周期による 地震動の揺れによる 家具の固有周期

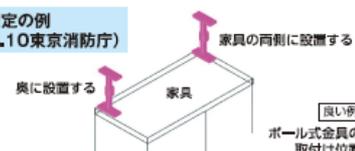
## 〈超高層建築物の制震改修計画事例〉

災害時に防災拠点となることが期待される施設等においては、地震時の揺れを低減させる装置(ダンパー)を設置するなど、自主的な取り組みが進められています。

図表7 東京都庁舎の制震改修事例(施工中)(H23.5東京都)



図表6 家具固定の例(H26.10東京消防庁)



# 超高層建築物等の所有者等の皆様へ

## 3. 南海トラフ沿いの巨大地震に備えて…

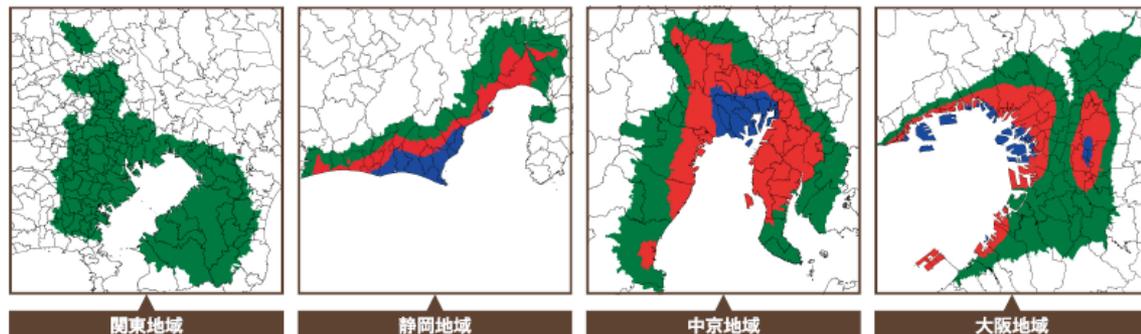
- 建設時の想定を上回る場合には、2.のとおり、様々な被害が発生する恐れがあることから、詳細な検証を行うことが望ましいと考えられます。
- 建設時の想定を上回るかどうかは、建物の設計者等の専門家にご相談下さい。

### 対象建物

- **超高層建築物**(高さ60mを超える建物)
  - **免震建築物**(免震装置が設置された地上4階建て以上の建築物)
- ※これらの建物は長周期地震動に共振して大きく揺れることが懸念されます。詳細な検証にあたっては、建物に時々刻々生じる力及び変形を算定する場合に、建設地で想定される長周期地震動を考慮することになります。詳しくは、専門家にご相談下さい。

図表8 長周期地震動対策の対象エリア

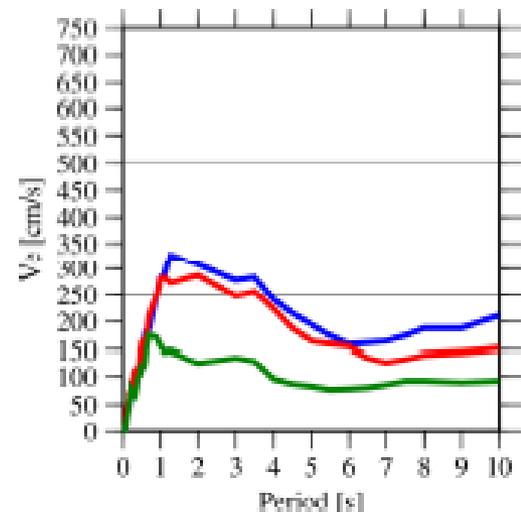
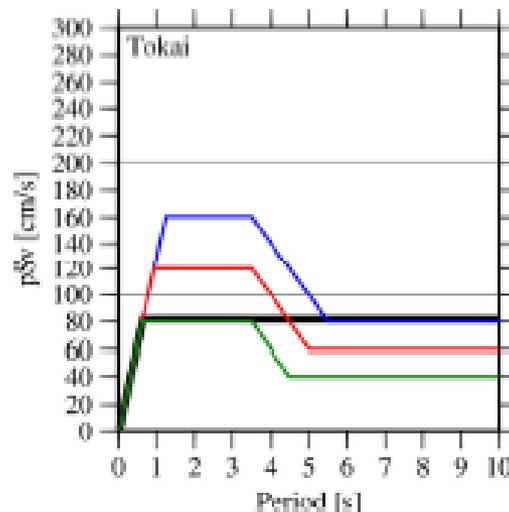
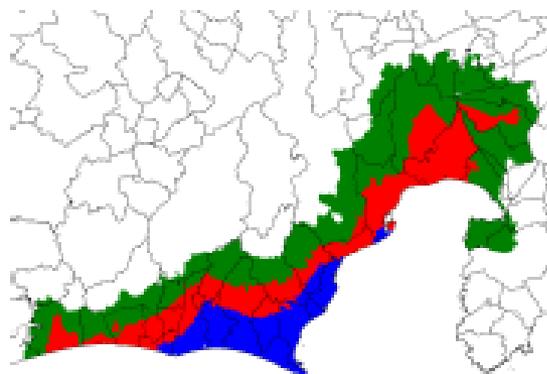
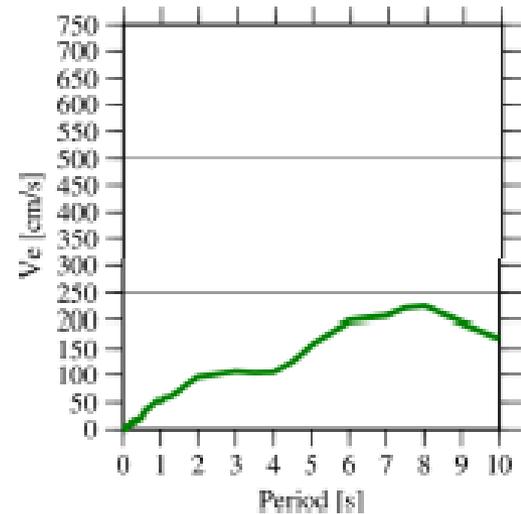
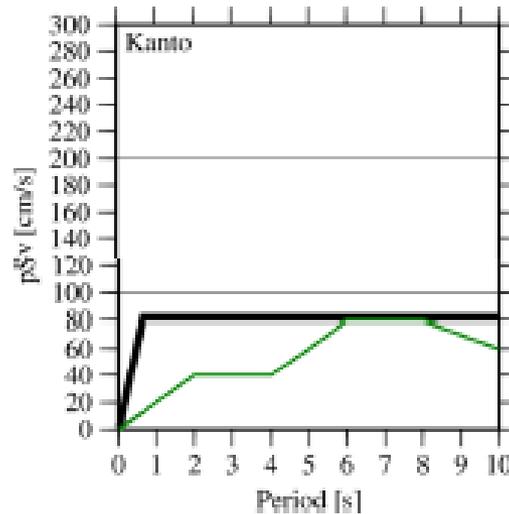
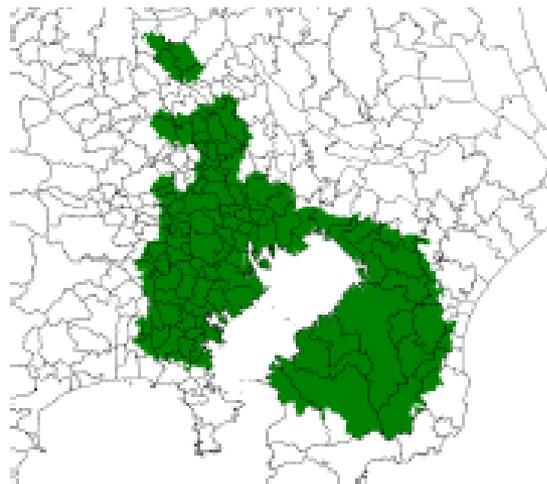
- 下の図の対象エリア内(特に図中、赤・青色の地域)の超高層建築物等については、今回の対策で求める長周期地震動の大きさが、建物の建設時に想定していた地震動の大きさを上回っている可能性があります。



- 建設時の想定を上回る可能性が非常に高い地域
- 建設時の想定を上回る可能性が高い地域
- 建設時の想定を上回る可能性がある地域 (建設時に告示波の検討を行っている場合は対象外)

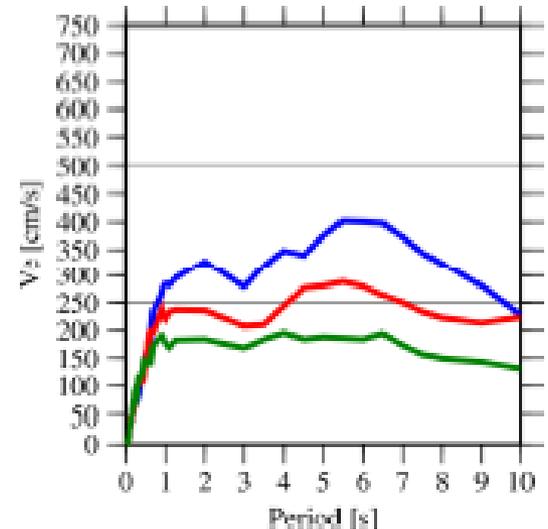
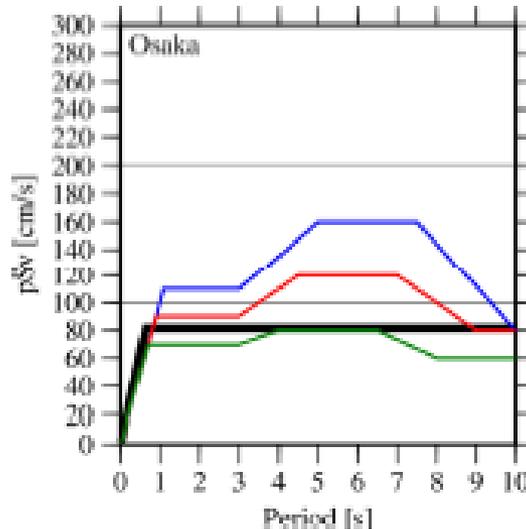
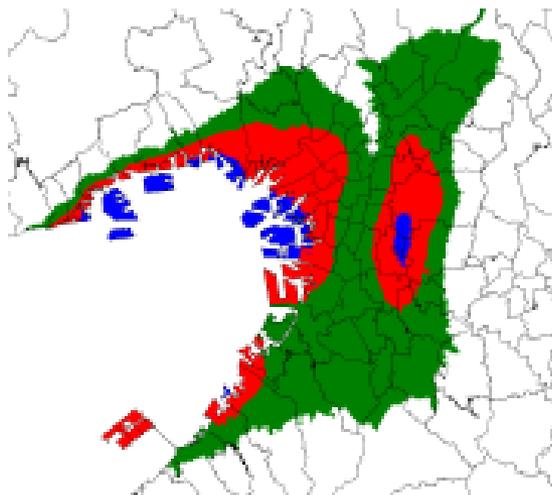
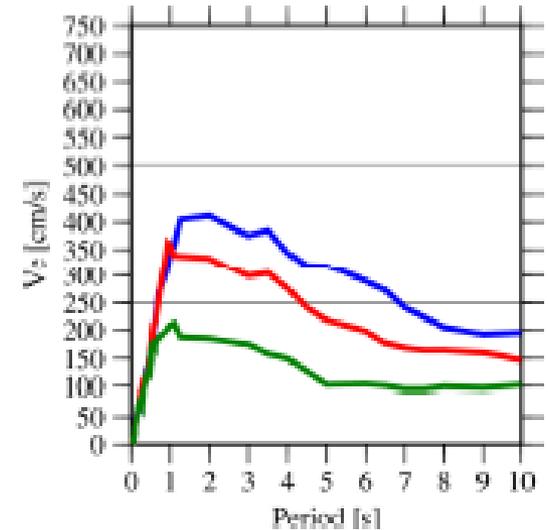
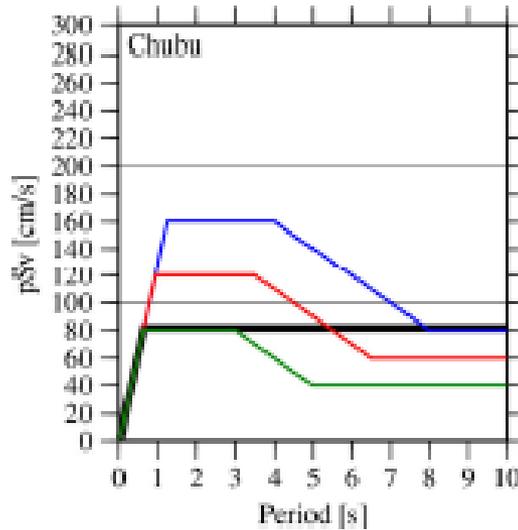
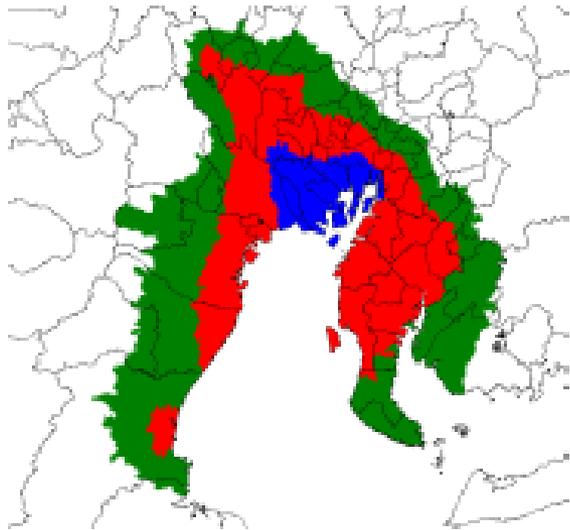
※関東地域への影響が懸念される相模トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動等についても、検討が始まっています。

# 4.長周期地震動への対応



- 建設時の想定を上回る可能性がある地域
- 建設時の想定を上回る可能性が高い地域
- 建設時の想定を上回る可能性が非常に高い地域

# 4.長周期地震動への対応



- 建設時の想定を上回る可能性がある地域
- 建設時の想定を上回る可能性が高い地域
- 建設時の想定を上回る可能性が非常に高い地域

## 4.長周期地震動への対応

超高層建築物等(4階以上の免震建築物含む)を**新築する場合**への対策

- 三大都市圏と静岡県内の対象区域における新築では、**大臣認定の際に、南海トラフ沿いの巨大地震を想定した設計用長周期地震動**(地震動の大きさのピークレベルは告示波の1.0、1.5、2.0倍)による**検証**が求められる。公開された各区域を代表する地震動以外に、提示した手法、あるいはこれと同等以上の適切な評価手法を用いて作成した地震動を利用することも可能。
- **家具等の転倒防止策**に対する設計上の措置について説明を求められる。(法として義務付けはしないが対策を要請する。)
- 鉄骨造の超高層建築物や免震建築物については、長時間の繰り返しによる**累積変形の影響を考慮**することが求められる。
- 相模トラフ沿いの巨大地震による影響が大きい関東地域などで新築する場合は、今回提示した対策に留まらず、**余裕のある設計**を行うことが望ましい。

## 4.長周期地震動への対応

### 既存の超高層建築物等への対策

- 対象区域内の既存超高層建築物等については、今回検証を求め  
る長周期地震動が設計時に考慮した地震動の大きさを上回る場  
合、新たな想定地震動の1波以上を適用した時刻歴応答解析に  
よって再検証し、新築の建築物に求める安全性の水準に満たない  
場合には必要な補強等を行うことが望ましい。
- マンションを含む区分所有建築物や庁舎等の公共建築物の詳細  
検証や改修等の事業について国の支援制度が利用できる。
- 本発表はあくまでも技術的助言であり、既に存在する建物が既存  
不適合とはならない。よって、厳格に適用されるものではないが、  
関係機関と調整が必要になる可能性はある。

# 本日のテーマ

## 1 既存特定天井の脱落対策

- 東日本大震災での非構造部材や天井被害
- 天井等の基準改正の流れ(国交省・文科省)
- 非構造部材の耐震基準
- 天井の耐震改修、具体的な対策事例

## 2 新たな技術基準等

- 巨大地震の新たな概念(震源域、津波高さ)
- 新たな基準化と対策、法令の新設
- 長周期地震動への対策
- 熊本地震の地震動

# 5.熊本地震について

報 道 発 表 資 料  
平 成 28 年 4 月 16 日 03 時 30 分  
気 象 庁

## 「平成28年(2016年)熊本地震」について(第7報)

### 地震の概要

検 知 時 刻 : 4月16日01時25分

(最初に地震を検知した時刻)

発 生 時 刻 : 4月16日01時25分

(地震が発生した時刻)

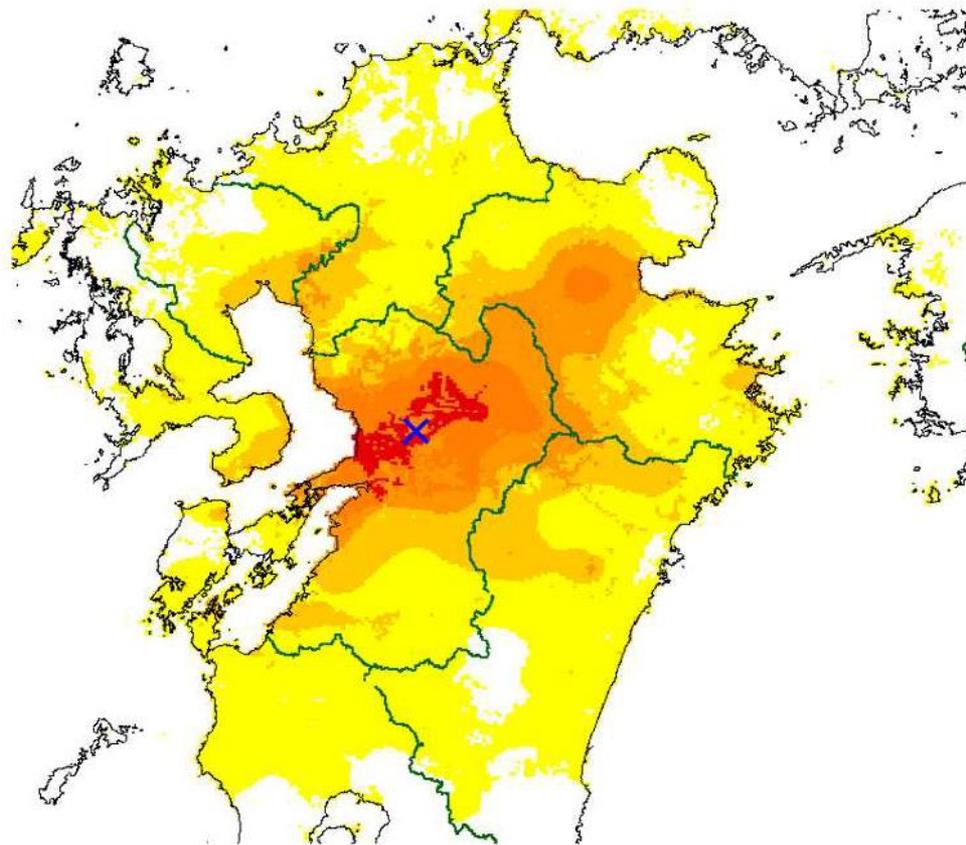
マグニチュード : 7.3(暫定値; 速報値7.1から更新)

場所および深さ : 熊本県熊本地方、深さ12km(暫定値; 速報値約10kmから更新)

発 震 機 構 : 北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型(速報)

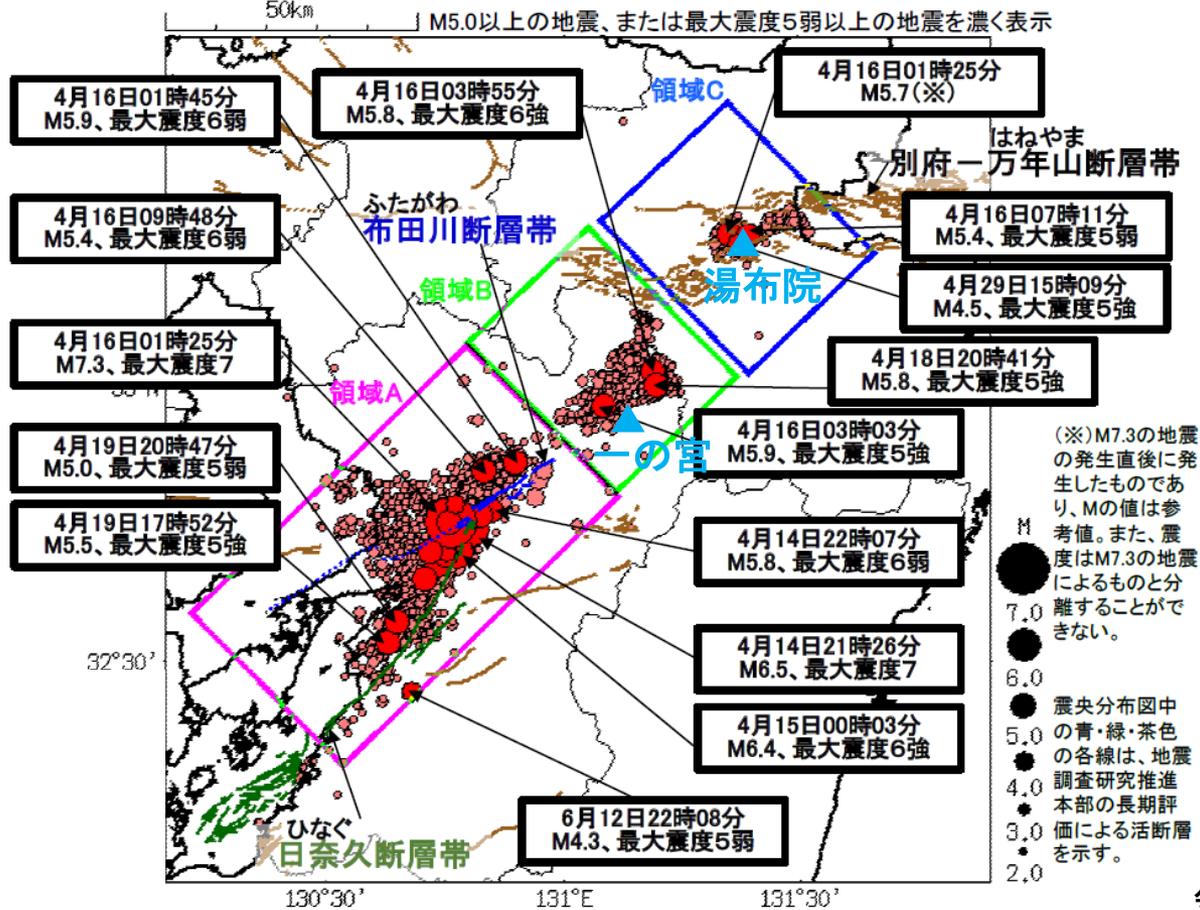
震 度 : 【最大震度6強】熊本県南阿蘇村(みなみあそむら)、菊池市(きくちし)、宇土市(うとし)、大津町(おおづまち)、嘉島町(かしままち)、宇城市(うきし)、合志市(こうしし)、熊本市(くまもとし)で震度6強を観測したほか、東北地方の一部から九州地方にかけて震度6弱~1を観測しました。

# 平成28年4月16日01時25分頃の熊本県熊本地方の地震

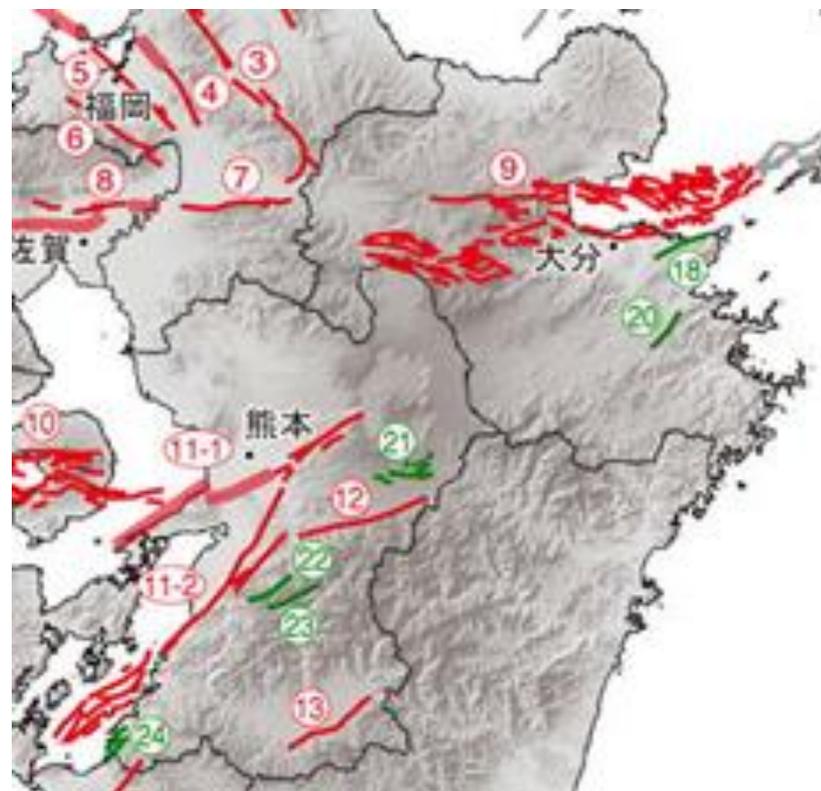
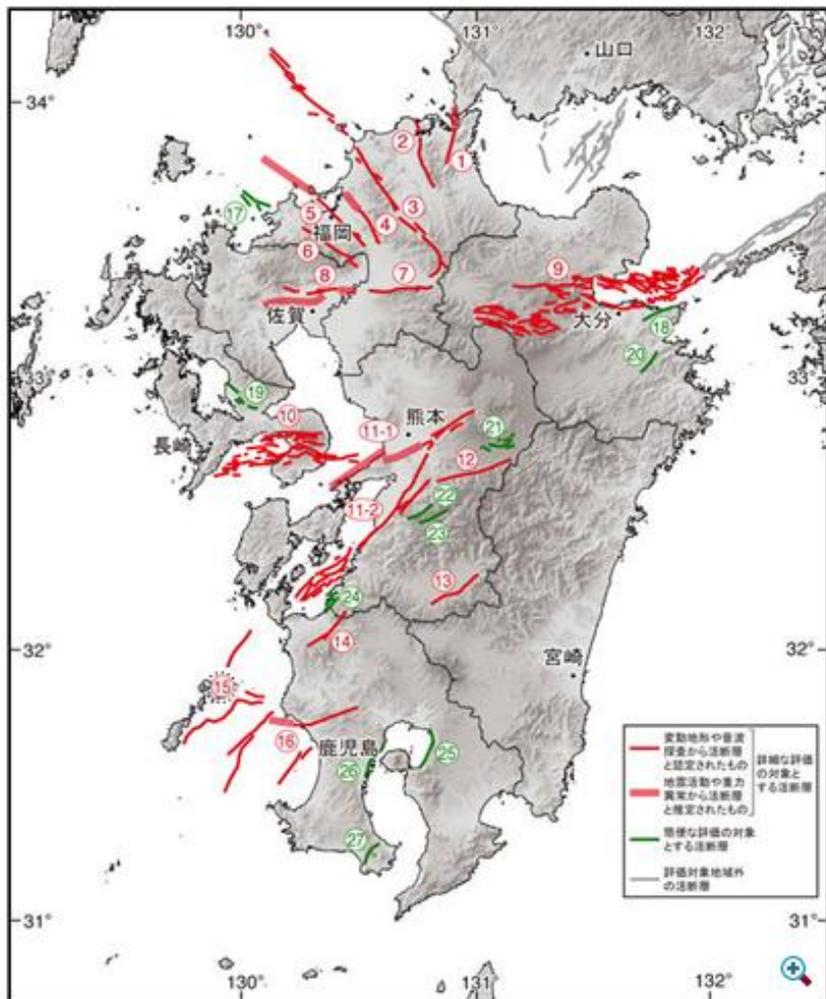


「平成28年（2016年）熊本地震」  
 熊本県から大分県にかけての地震活動の状況（6月24日13時30分現在）  
 震央分布図

（2016年4月14日21時00分～6月24日13時30分、マグニチュード2.0以上、深さ0～20km）

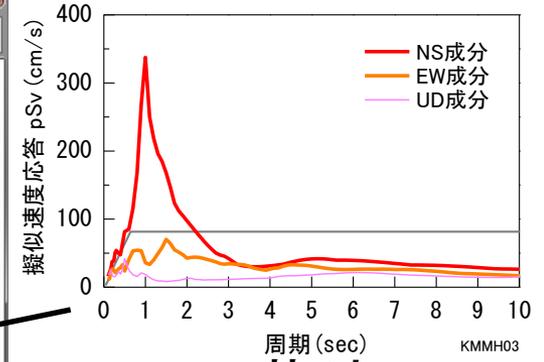
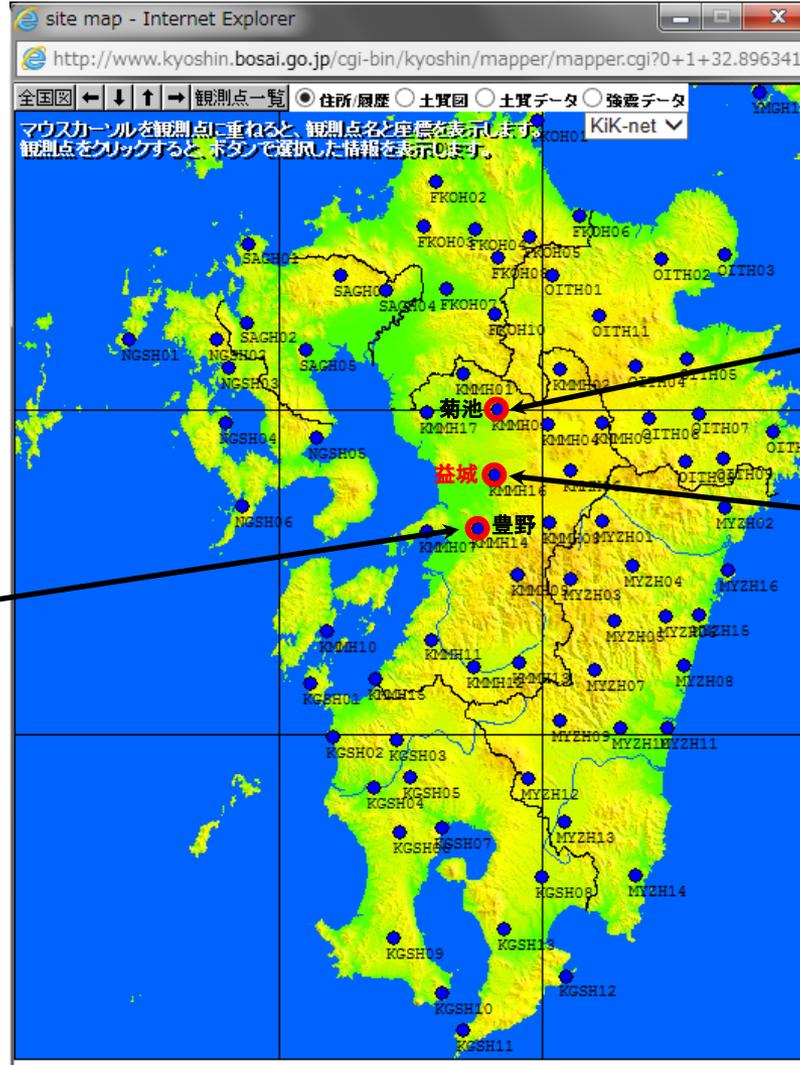


気象庁資料に加筆

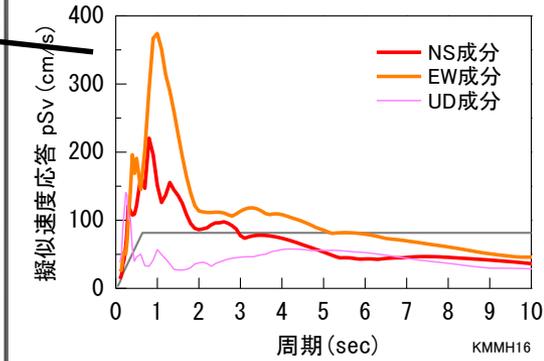


九州地域（評価対象地域）において評価対象とする活断層の分布

文科省地震調査研究推進本部資料に加筆

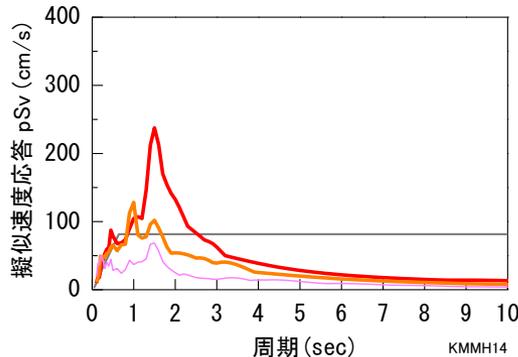


菊池

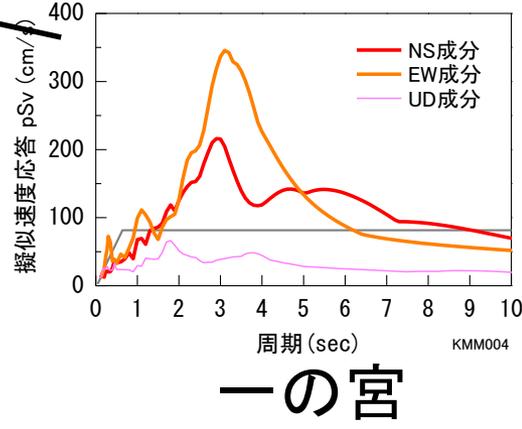
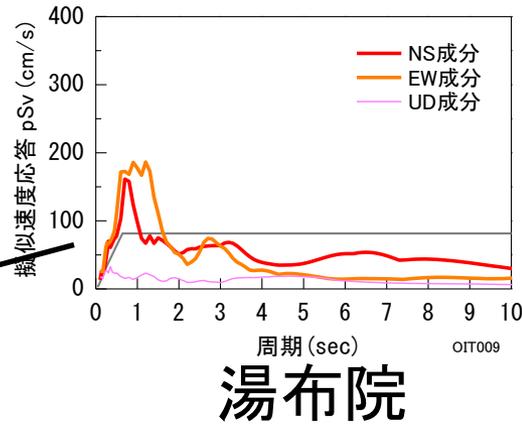
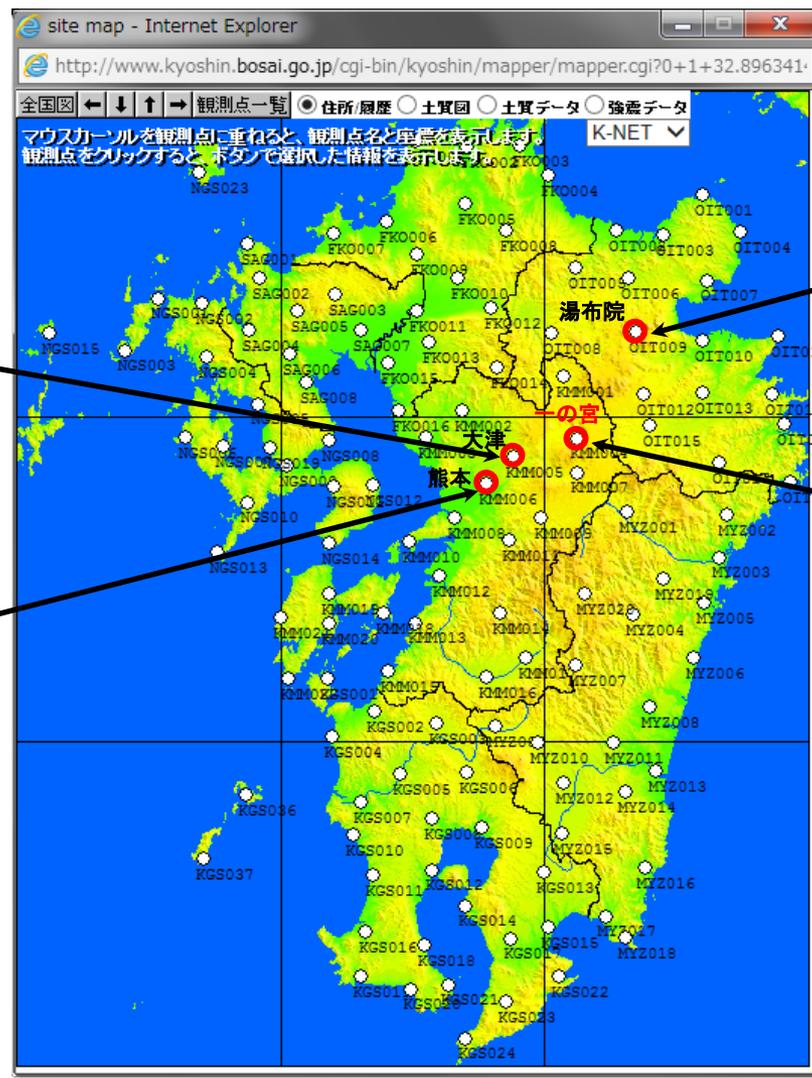
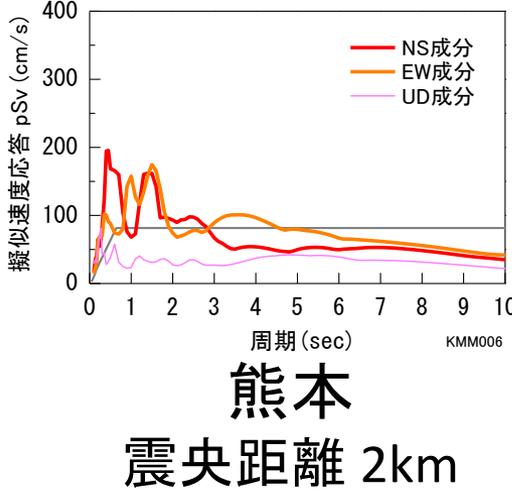
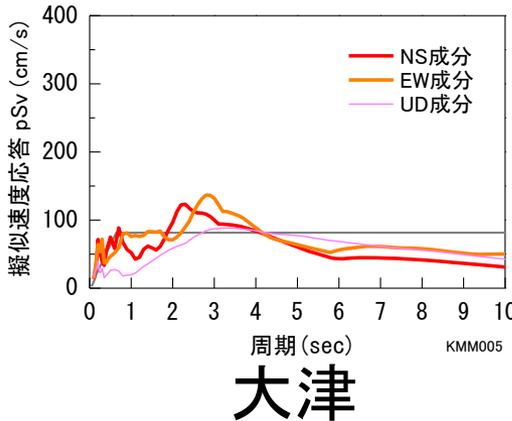


益城  
震央距離 2km

防災科研資料に加筆



豊野



防災科研資料に加筆

# 熊本地震：非構造部材（天井材）の被害



天井内の様子

繰り返しの地震動によって、下地のクリップが変形し外れかけている。余震や地震以外でも自重によって連鎖崩壊する可能性も有る。定期報告以外にも、繰り返し地震動等を受けた場合に損傷状況の点検が必要であり、今後何らかの基準強化の可能性もある。

# まとめ

## 組織設計事務所として、今後の課題と展望

1. 国交省関連の法令や告示改正、文科省関連の指針や指導に関する最新情報を、建築主の皆様へ正確に伝える。
2. 計画中、建設中、竣工済みの各段階で、複数の対策案を作成し、コンサルティングを行う。
3. 順次開発される関連製品を把握し検証する。設計技術的に必要な製品は、設計事務所の枠を超えて共同開発を行う。
4. 特定行政庁や民間確認審査機関の最新動向を把握し、情報を発信する。
5. 特定天井等の法令の範囲に縛られず、長周期地震動等に対しても安全で安心な建物を企画、計画、設計、監理する。

ご清聴、ありがとうございました。

早川 文雄