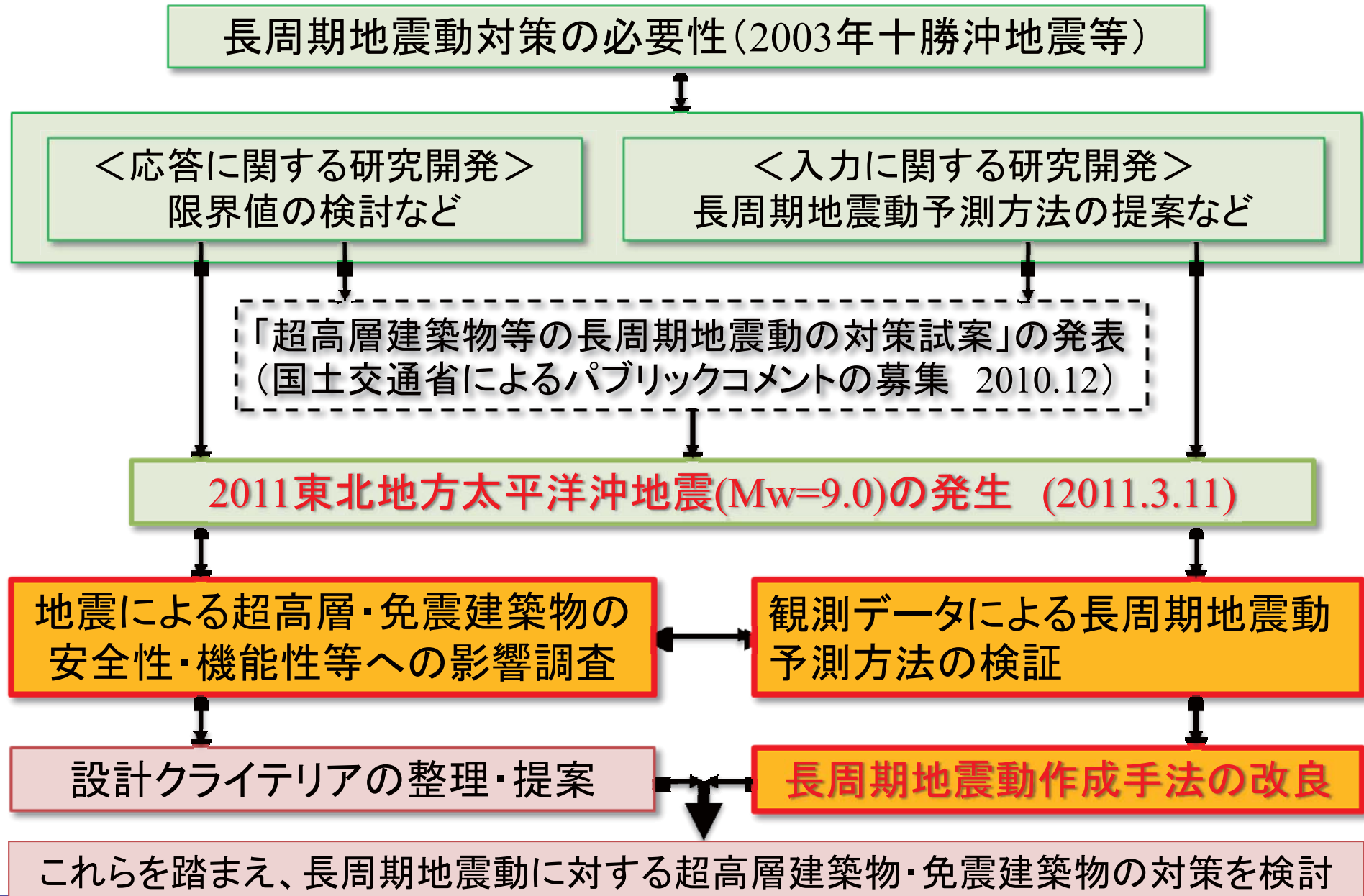


東日本大震災最終報告を踏まえて  
③長周期地震動の評価について

(問合わせ)  
構造研究グループ 大川 出  
Tel 029-879-0673  
E-mail okawa@kenken.go.jp

# 長周期地震動に対する超高層建築物・免震建築物の耐震対策



# 東北地方太平洋沖地震での長周期地震動の特徴

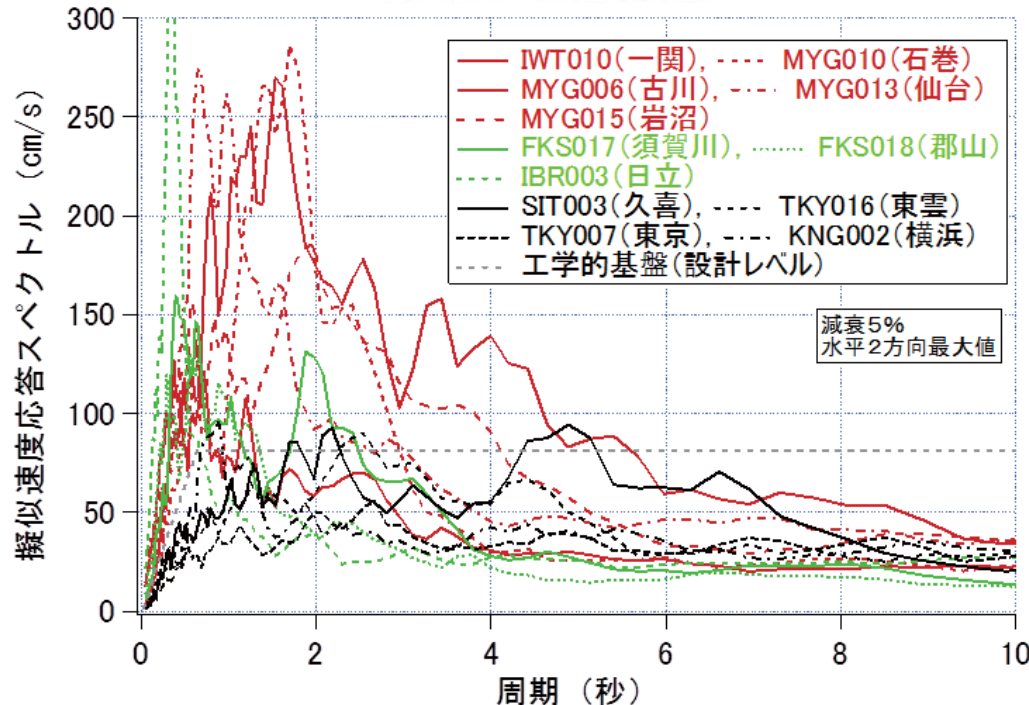
東北から北関東においては周期約2秒以下では地震動レベル(応答スペクトル※)の大きい地点がある。ただし、周期3~4秒より長い周期ではそのレベルは小さい。

(※応答スペクトルは、ある地震動に対する、建物毎の揺れやすさを表す指標である。)

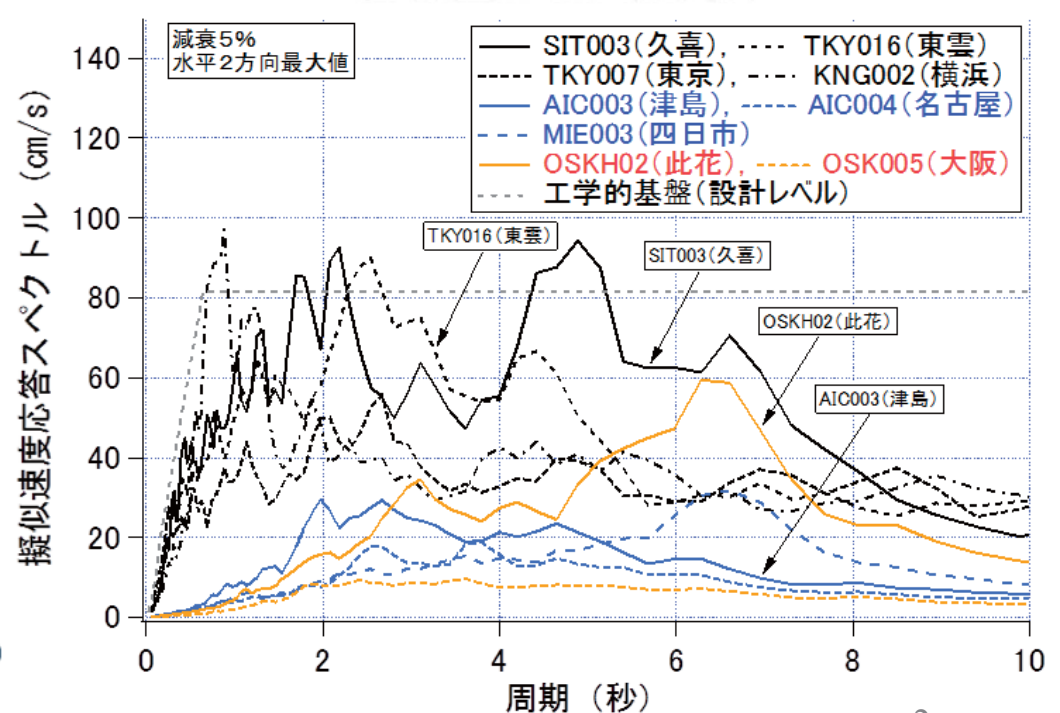
首都圏での長周期地震動のレベルは、大きい場合でも、建築基準法の工学的基盤での設計地震動レベル(ごく稀)程度である。

東海から大阪湾岸では震源から遠く、地震動レベルはそれほど大きくなり、設計地震動レベルには達していない。また、継続時間が長く、観測地点によっては、地盤増幅により特定の長周期成分が卓越し、繰り返し回数の多い地震動が生じた。

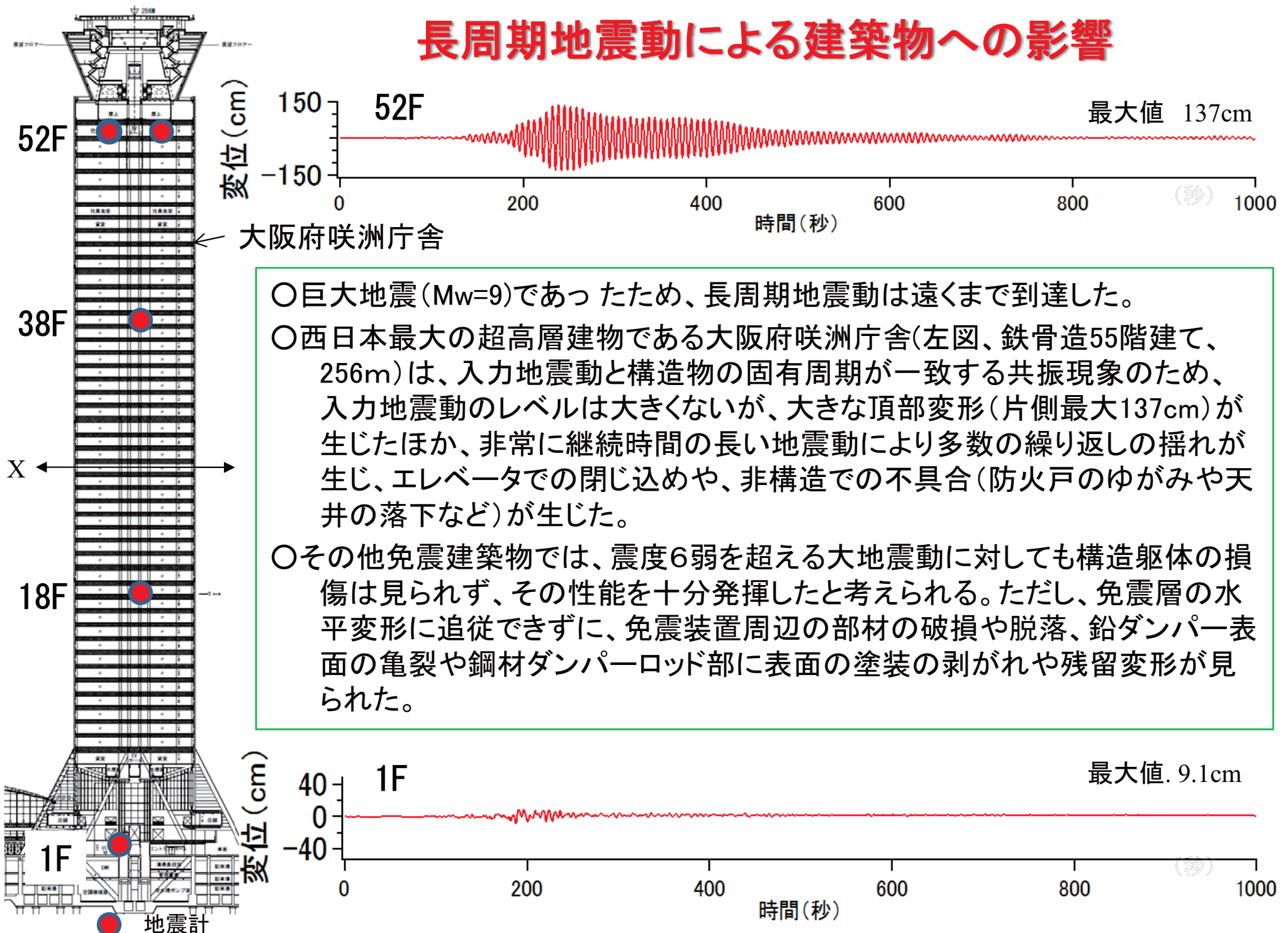
東北から首都圏



首都圏から大阪湾岸



# 長周期地震動による建築物への影響



- 巨大地震 ( $M_w=9$ )であったため、長周期地震動は遠くまで到達した。
- 西日本最大の超高層建物である大阪府咲洲庁舎(左図、鉄骨造55階建て、256m)は、入力地震動と構造物の固有周期が一致する共振現象のため、入力地震動のレベルは大きくないが、大きな頂部変形(片側最大137cm)が生じたほか、非常に継続時間の長い地震動により多数の繰り返しの揺れが生じ、エレベータでの閉じ込めや、非構造での不具合(防火戸のゆがみや天井の落下など)が生じた。
- その他免震建築物では、震度6弱を超える大地震動に対しても構造躯体の損傷は見られず、その性能を十分発揮したと考えられる。ただし、免震層の水平変形に追従できずに、免震装置周辺の部材の破損や脱落、鉛ダンパー表面の亀裂や鋼材ダンパーロッド部に表面の塗装の剥がれや残留変形が見られた。



# 長周期地震動の予測式の改良

(国交省基準整備促進事業 事業体・大崎総合研究所との共同研究として実施)

先に提案した長周期地震動の予測式を、今回の地震に適用

首都圏での予測値が観測値よりも大きくなる傾向

震源位置、伝播経路の影響を含む予測式の作成を試みた。

## 長周期地震動特性

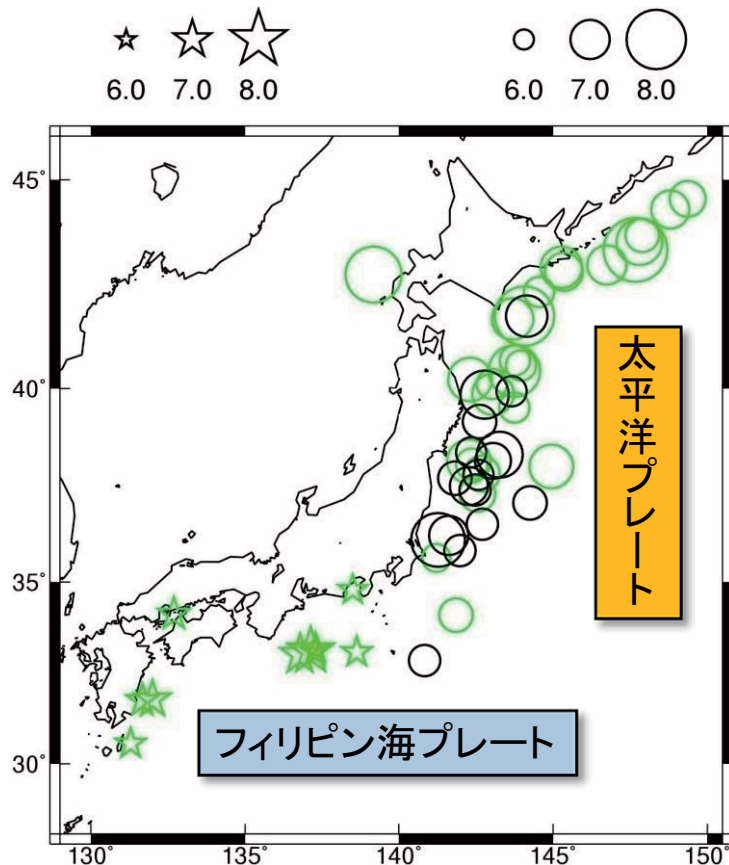
- ・地震動に含まれる強い周期成分とその大きさ
- ・周期毎の揺れの時間長さ(継続時間)

- ・地震規模(マグニチュード)
- ・距離
- ・サイト係数

(要因の追加)

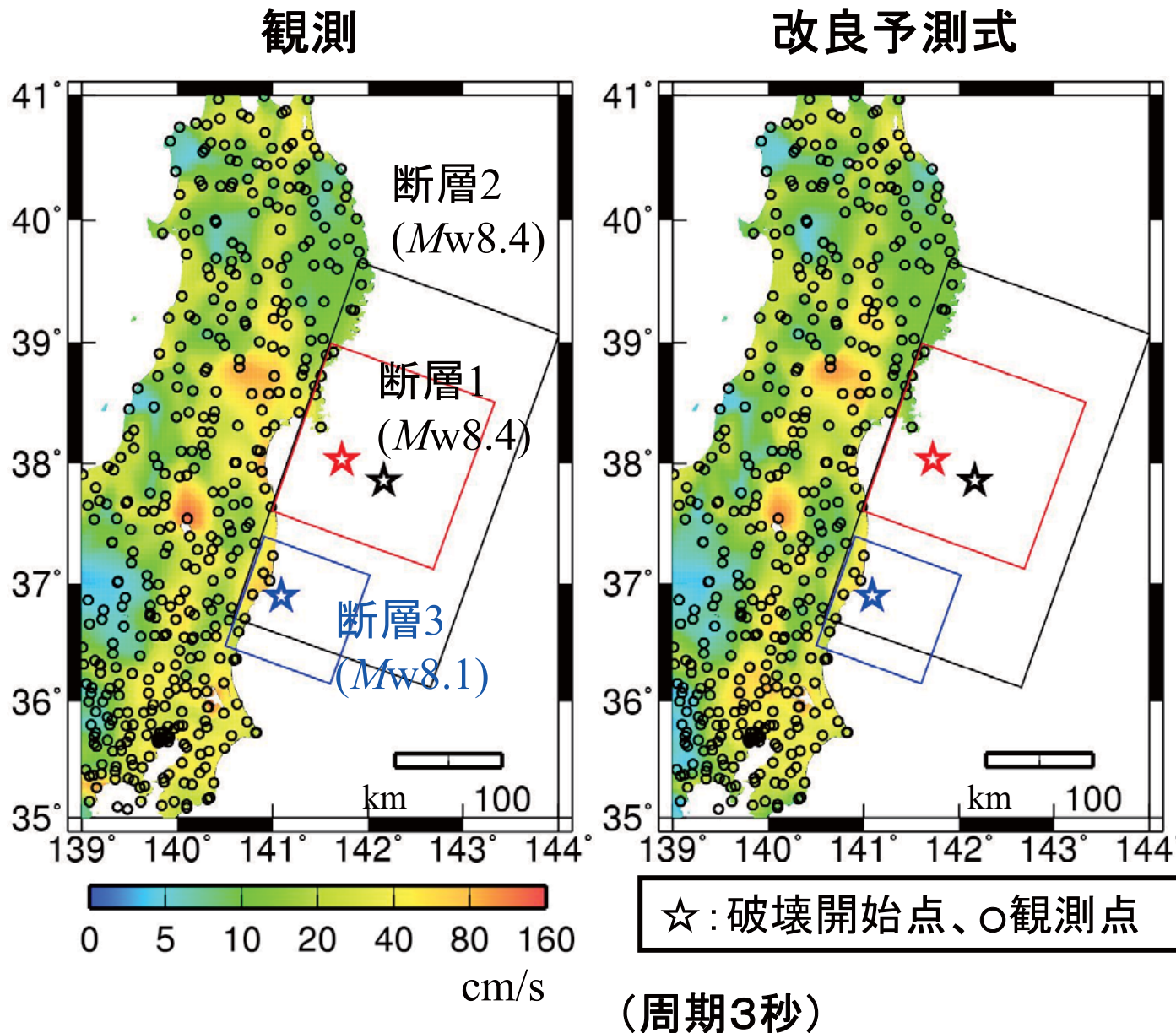
震源位置  
伝播経路

改良予測式の提案



検討に用いた地震

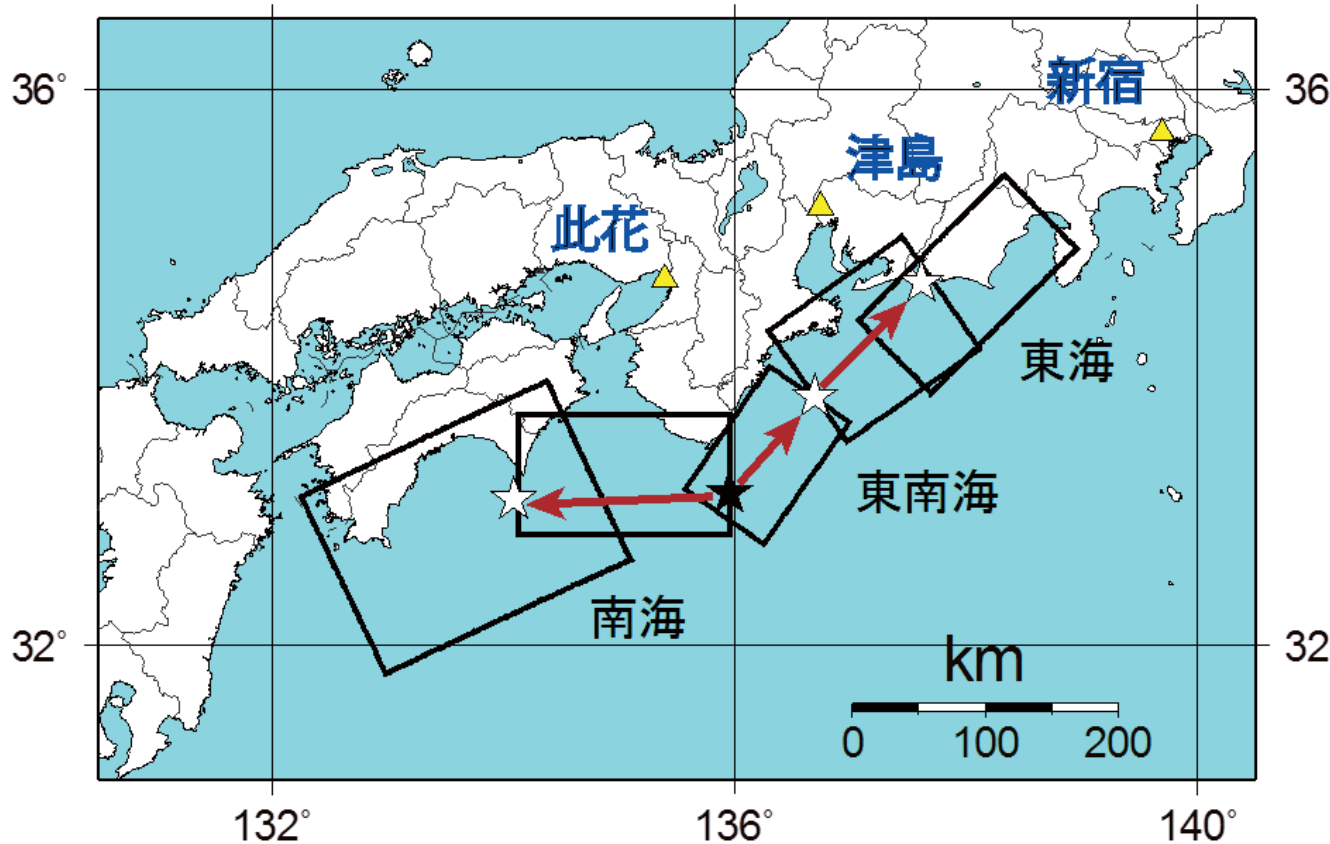
# 改良評価式による東北地方太平洋沖地震の観測値の再現(周期3秒)



本震を、左図断層1～3による3連動の震源モデルとして表現し、改良予測式による各地点の地震動算定結果が、観測結果を良く再現していることを確認した。

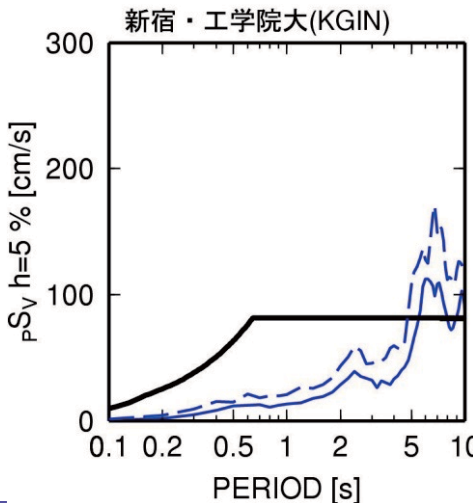
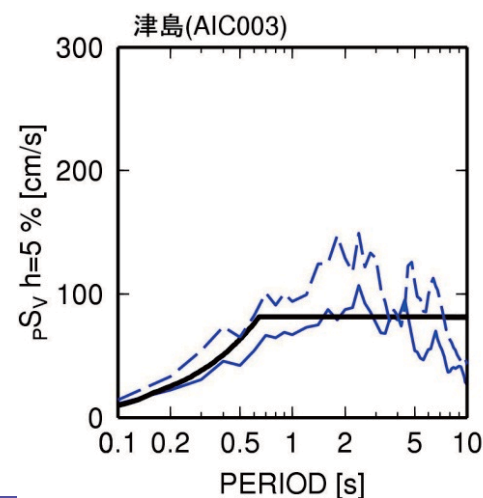
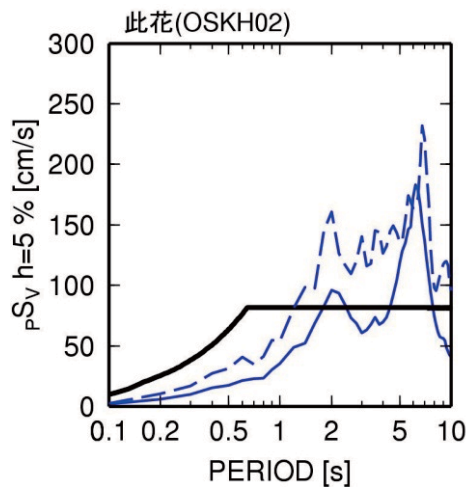
改良予測式は、単独震源の地震動のみならず連動型の多重震源についても各震源破壊の時間差を考慮することによって、その時刻歴の作成が可能であり、将来の超巨大地震に対しても利用可能である。

# 改良評価式による3連動地震のシミュレーション



- 矩形: 断層面
- ★: 第1破壊開始点
- ☆: 第2~4破壊開始点
- : 破壊伝播方向
- △: 計算地点

大阪平野、濃尾平野、関東平野における主要観測地点での地表における長周期地震動を、改良評価式を用いて試作



→ 平均的な波と、観測データのばらつきを上乗せした波形を用いて応答解析を実施

- 告示スペクトル
- - - 平均+標準偏差に近い予測波
- 平均に近い予測波



# 地震による超高層・免震建築物の安全性・機能性等への影響調査(超高層建物の応答に関して)

さまざまな構造特性の超高層建築物を対象として、3連動地震による主要観測地点の長周期地震動による地震応答値レベルを試算した。

## 検討超高層建築物モデル

S造6棟:高さ80~250m, 固有周期:1.8~6.5秒

RC造7棟:高さ90~240m, 固有周期:1.9~5.4秒

超高層建築物のレベル2(ごく稀)地震動に対する現行設計クライテリアは、層間変形角(層間変形/層高さ)1/100以下、層塑性率2.0以下となっている。

超高層建物モデルの応答値は、各地点の地震動レベルと継続時間や地盤特性を反映した地震動の卓越周期, さらに各モデル建物の固有周期などによりさまざまであるが、上記現行設計クライテリアを超える場合があることがわかった。

設計クライテリアについては、建築基準整備促進事業において現在行っている限界値や応答制御に関する検討において技術資料が整理される予定。その結果と、長周期地震動予測式を使った検証用長周期地震動作成手法の提案を踏まえ、国交省において長周期地震動対策を検討。