

# 3次元不均質場での波動伝播と強震動のシミュレーション

## 波動伝播・強震動シミュレーショングループ

- 古村孝志・小谷 明 (東大・地震研究所)
- 馬場俊孝・金田義行 (IFREE, JAMSTEC)
- 青井 真 (防災科学技術研究所)

## 強震動シミュレーショングループ

- 堀 宗郎 (東大・地震研究所)
- 市村 強 (東北大・工学部)

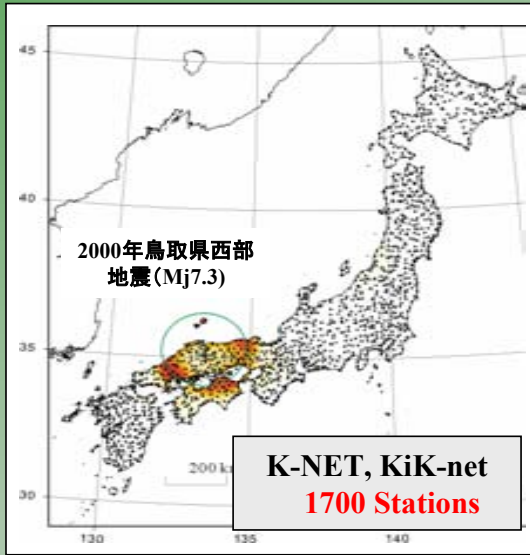
## 不均質モデルシミュレーショングループ

- 笠原順三・P.M. Peyman 望月公廣
- ・瀬瀬一起・田中康久 (東大・地震研究所)

# 波動伝播と強震動の数値シミュレーション

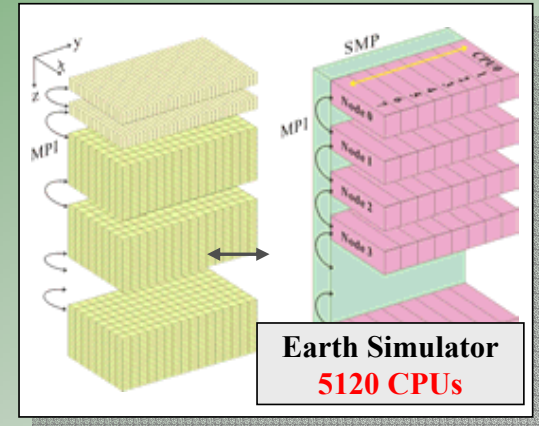
- 目的: 1. 不均質構造における地震波伝播特性の理解  
2. 大規模シミュレーションによる強震動予測

## 高密度 地震観測

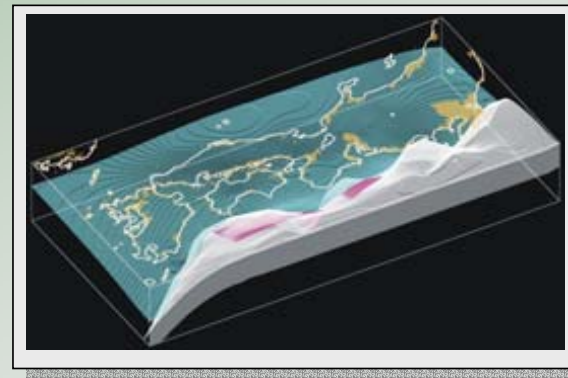


統合研究

## 大規模 シミュレーション



## 高精度 地下構造モデル



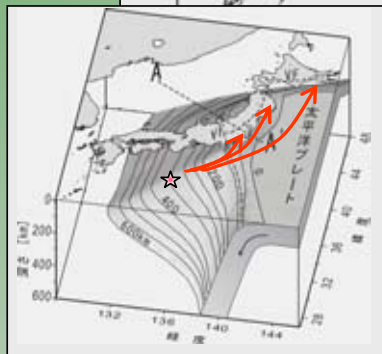
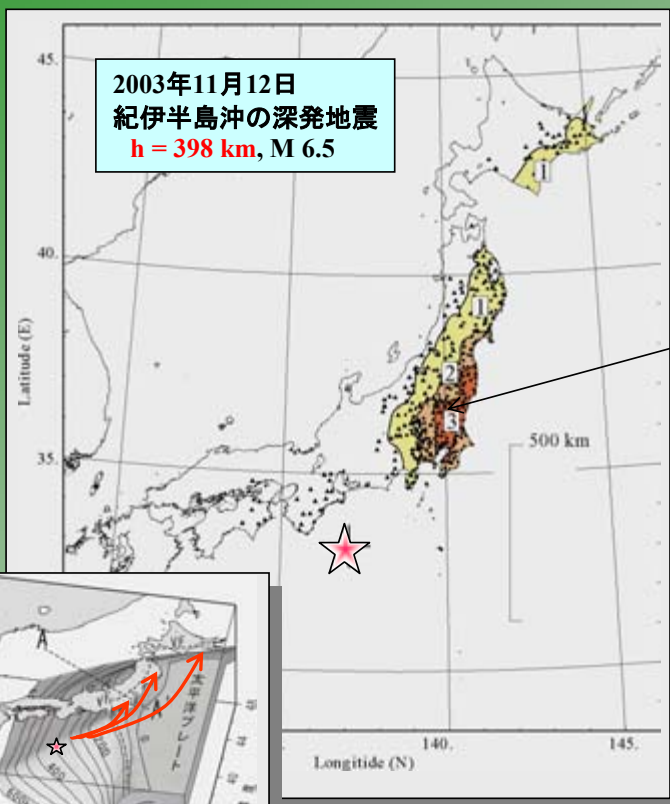
# 波動伝播と強震動の数値シミュレーション

## H15年度 共同プロジェクトの成果

1. プレート内不均質と「異常震域」の生成
2. 安政江戸地震の震源の推定
3. 想定東海(東南海)地震と長周期地震動

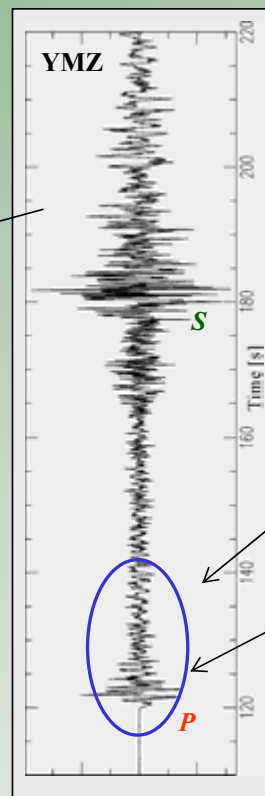
## H15年度の成果(1):

### 異常震域生成メカニズムの新解釈 —不均質プレートモデル—



### 「異常震域」を生成するプレートモデル

1. 地震波の減衰が小さい(High-Q)
2. 高周波( $f > 2\text{Hz}$ )をよく伝える **NEW**



「異常震域」波の  
重要な特徴

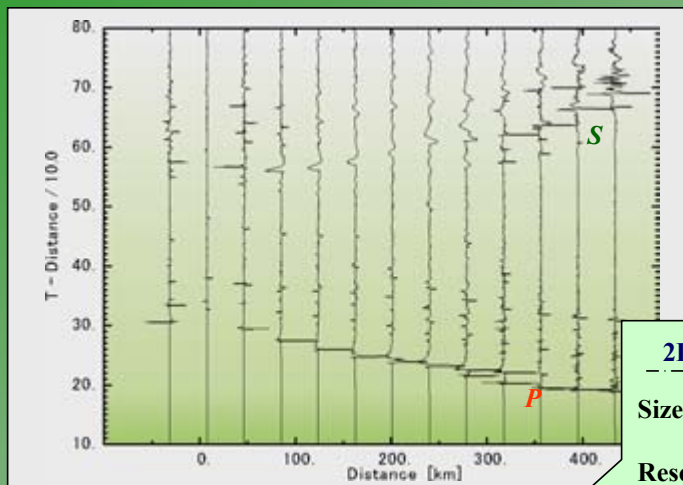
b. 長い後続相

a. 高周波後続相の  
到着遅れ

FREESIA  
広帯域地震波形記録

# プレート地震の高周波シミュレーション (1)

(a) 古典プレートモデル  
(高速、低減衰)



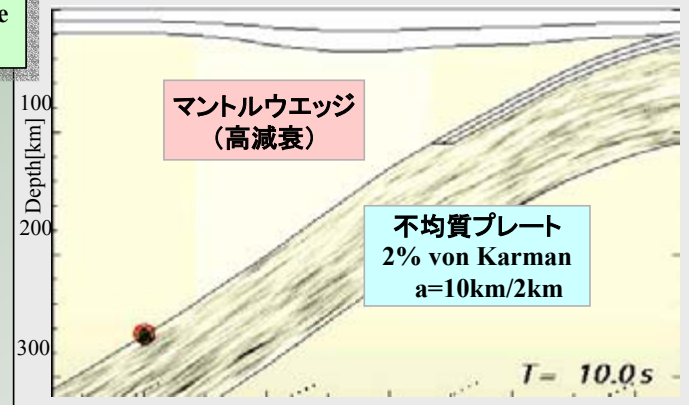
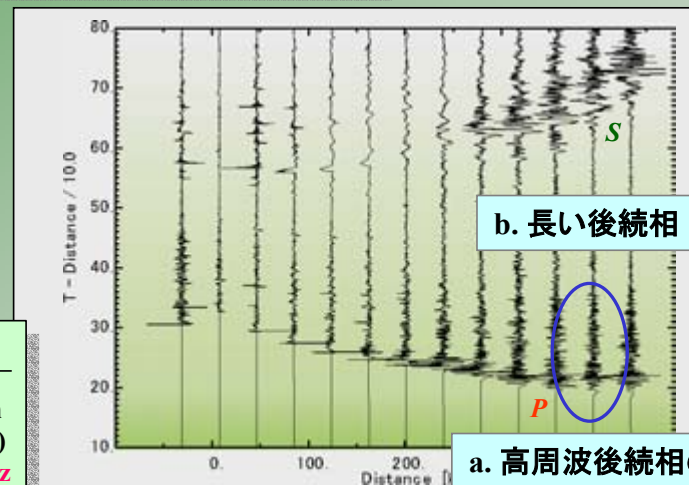
2D-FDM 計算

Size: 520\*350km  
(250m\*125m)  
Resolution:  $f < 10\text{Hz}$   
CPU: 16 node  
Time: 10 min

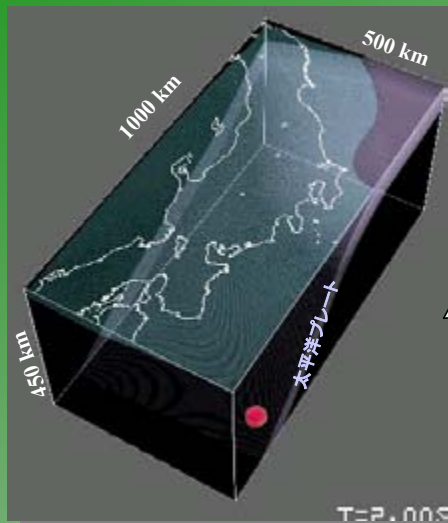


(b) 不均質プレートモデル  
(物性値ランダム揺らぎ)

= 観測波形をよく説明



## プレート地震の高周波シミュレーション (2)



### 3D -FDM 計算

Size: 1000\*500\*450km  
(0.4\*0.4\*0.2km)

Resolution:  $f < 3\text{Hz}$

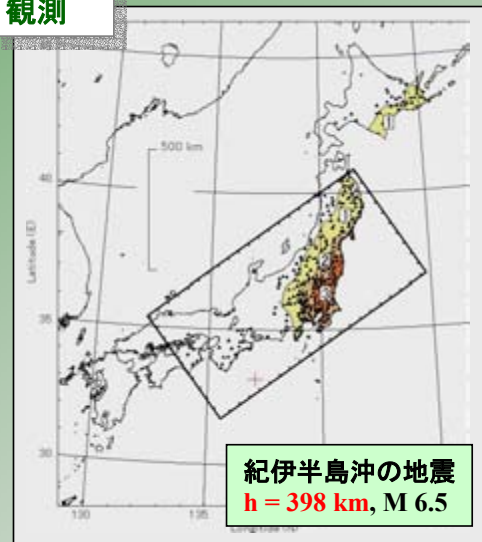
Memory: 0.4TB

CPU: 176 node

Time: 1 hour

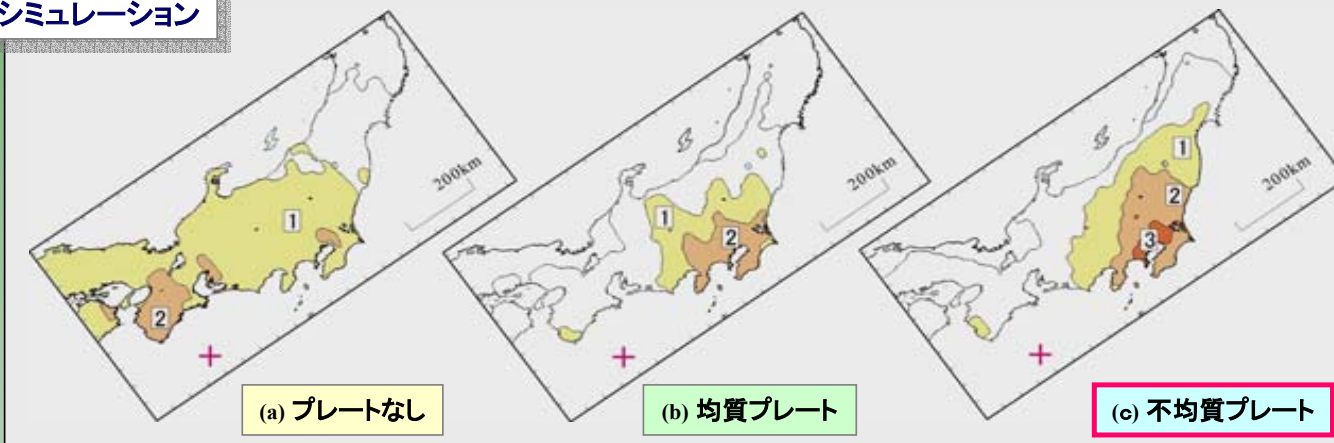
可視化: GeoFEM / PVR  
(ES On Memory Volume Rendering)

### 観測



紀伊半島沖の地震  
 $h = 398\text{ km}$ ,  $M 6.5$

### シミュレーション



(a) プレートなし

(b) 均質プレート

(c) 不均質プレート

# H15年度の成果(2): 古地震の震源を探る

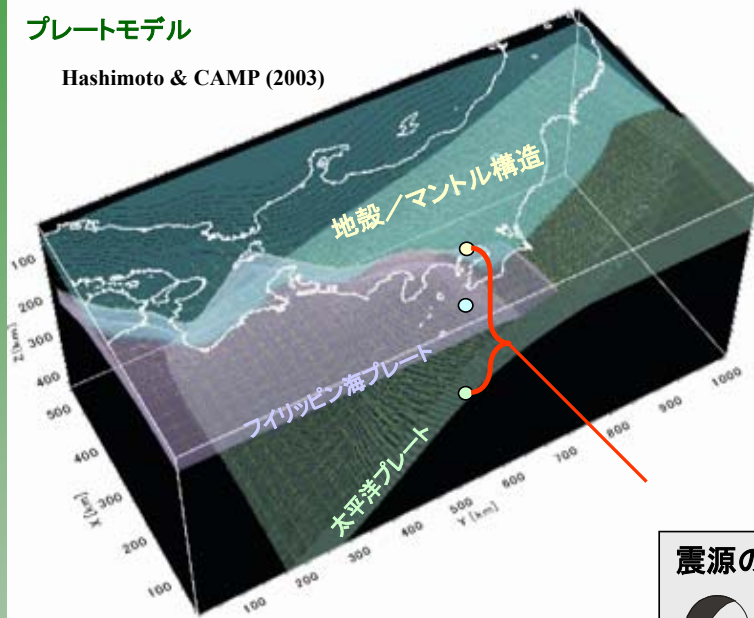
## 関東の3大被害地震:

- ・1923年 関東地震(M7.9)
- ・1703年 元禄地震(M8)
- ・1855年 安政江戸地震(M7)

被害: 震度6強、死者1万人  
震央: 隅田川 河口付近  
深さ: ???

### プレートモデル

Hashimoto & CAMP (2003)

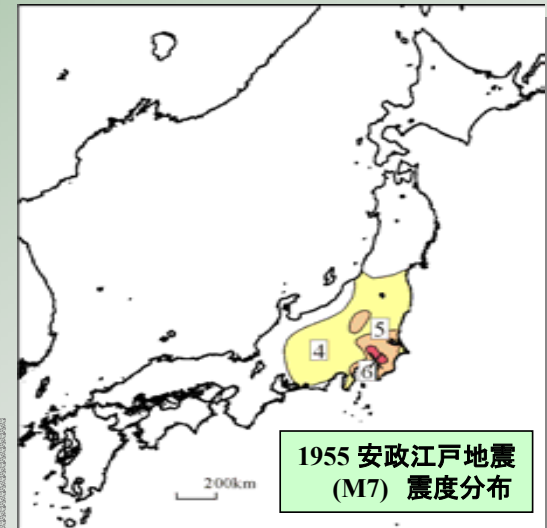


震源の深さ:



$h=8, 35, 75\text{km}$

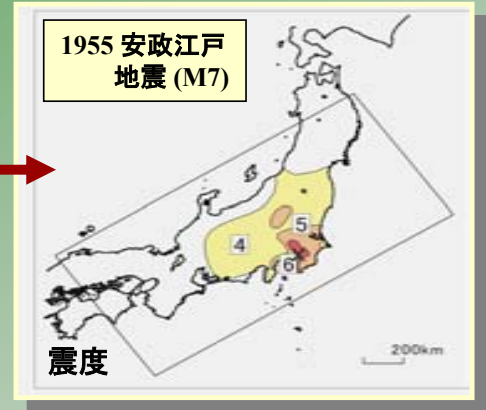
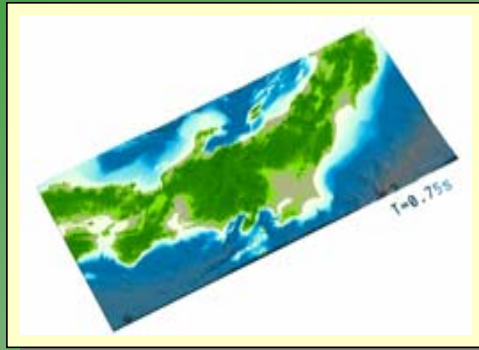
Mw7.0



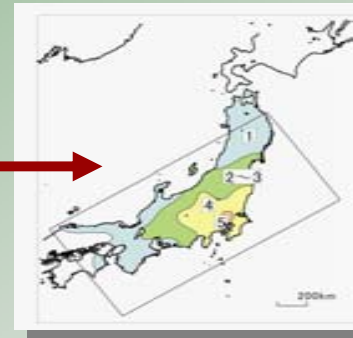
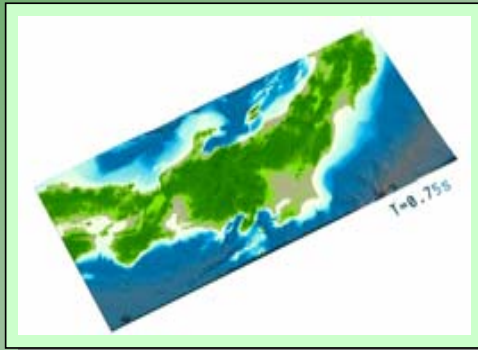
1855 安政江戸地震  
(M7) 震度分布

# 安政江戸地震: 震源の深さと 震度分布

(a) 地殻内地震  
(h=8km)

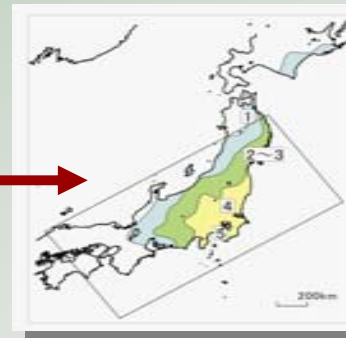
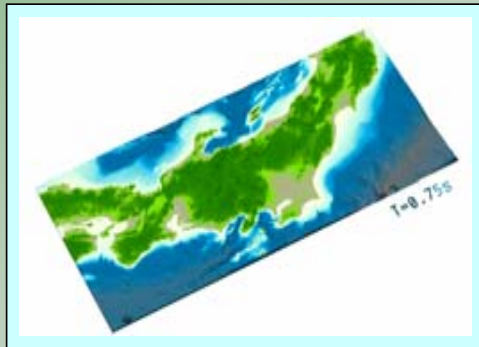


(b) フィリピン海プレート  
(h=35km)



1984 明治東京地震  
(M7.0)

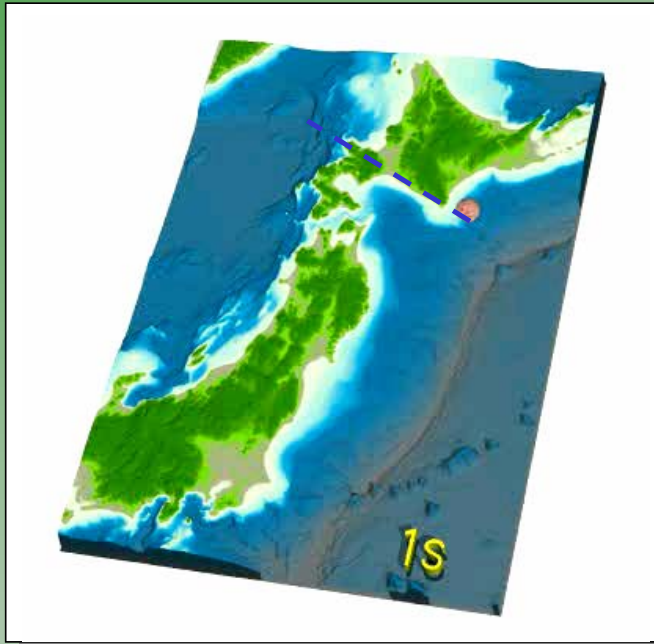
(c) 太平洋プレート  
(h=85km)



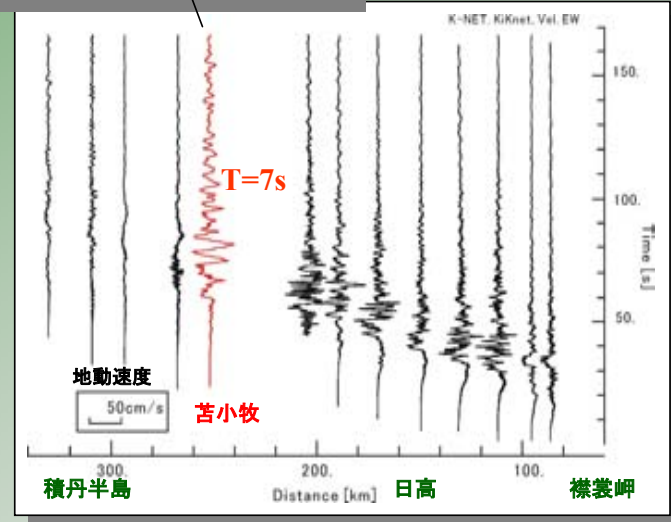
1984明治東京地震  
の余震(M6.7)?

# H15年度の成果(3): 巨大(M8)地震と長周期地震動

2003年十勝沖地震 (M8.0):  
揺れの伝わり方(観測)



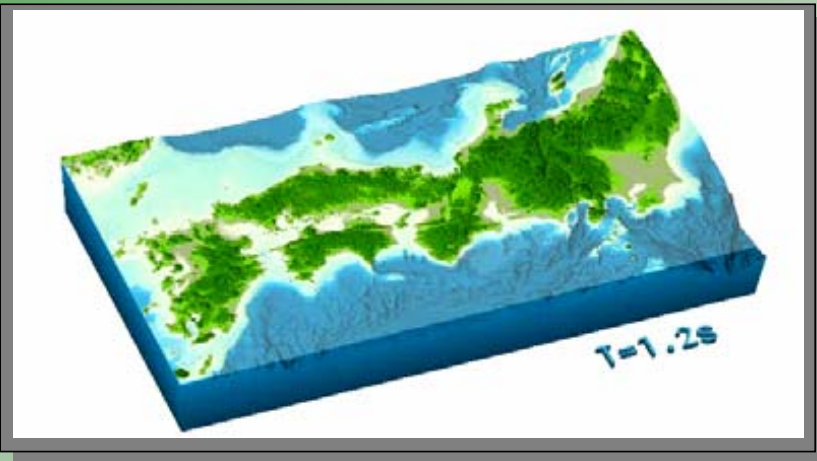
高密度強震観測網(K-NET, KiK-net)



- 堆積平野: 1. 長周期(～数秒)地震動  
の強い増幅  
2. 大型建造物の共振現象

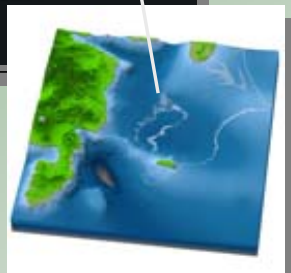
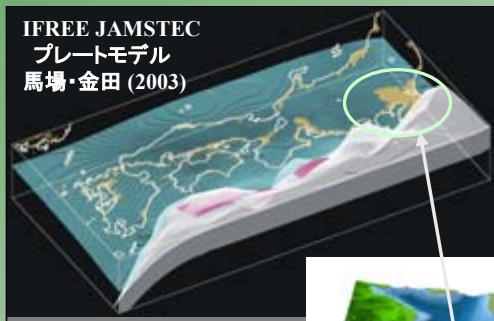
# 想定南海トラフ巨大地震の強震動シミュレーション(2)

H14 モデル

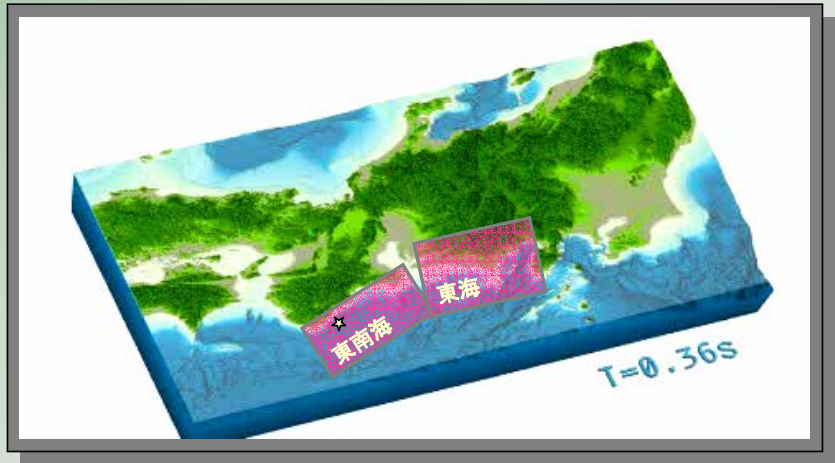


震源モデル:  
東南海: Kikuchi et al.(2002)  
東海地震: 中央防災会議(2001)

H15 詳細モデル



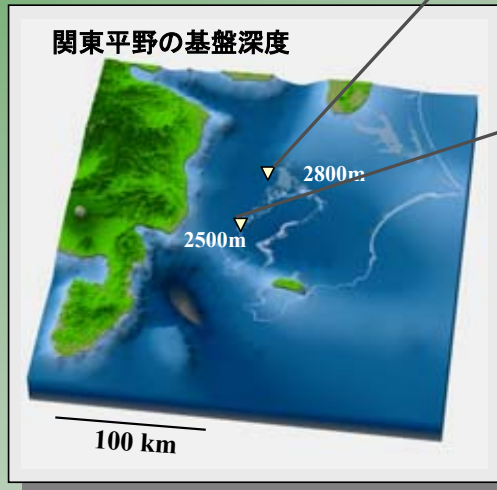
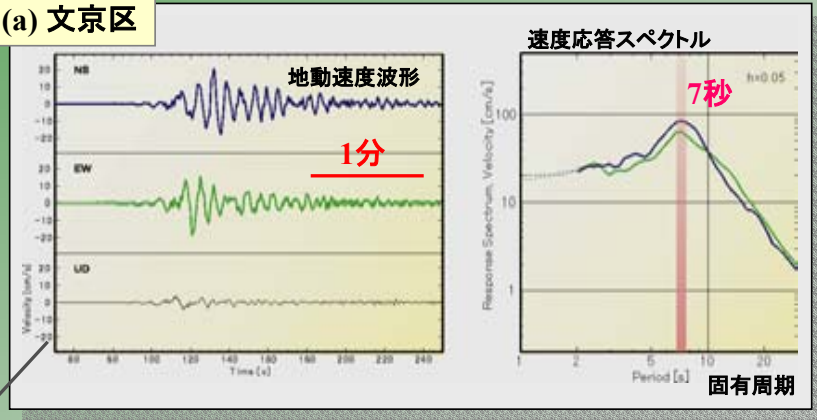
関東平野 基盤モデル  
山中・山田 (2002)



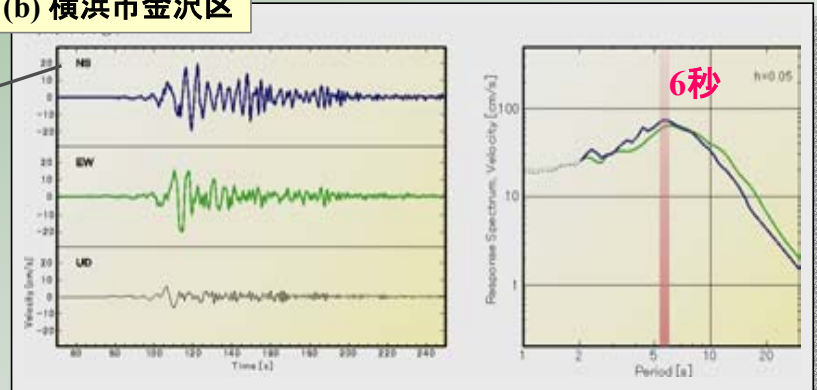
# 関東平野の強震動特性： 想定東南海+東海地震



(a) 文京区



(b) 横浜市金沢区



# 今後の計画:

## H14年度中

### 1. 可視化技法の高度化

- ・オンメモリVolume Renderingの効率化(ベクトル化)
- ・3次元(ベクトル)波動場の効果的な表現法

### 2. 並列計算効率の向上

- ・フルノード(512ノード)計算の実現

### 3. 高精度地震波動伝播シミュレーション

- ・2003年宮城沖の地震、宮城県北部の地震、十勝沖地震.....

## H14年(以降)

### I. 強震動統合シミュレーション

- ・統合シミュレーション(地震発生→波動伝播→構造物応答)モデル

### II. 高精度強震動シミュレーション

- ・1995年兵庫県南部地震の再評価
- ・南海トラフ地震の高精度シミュレーション