

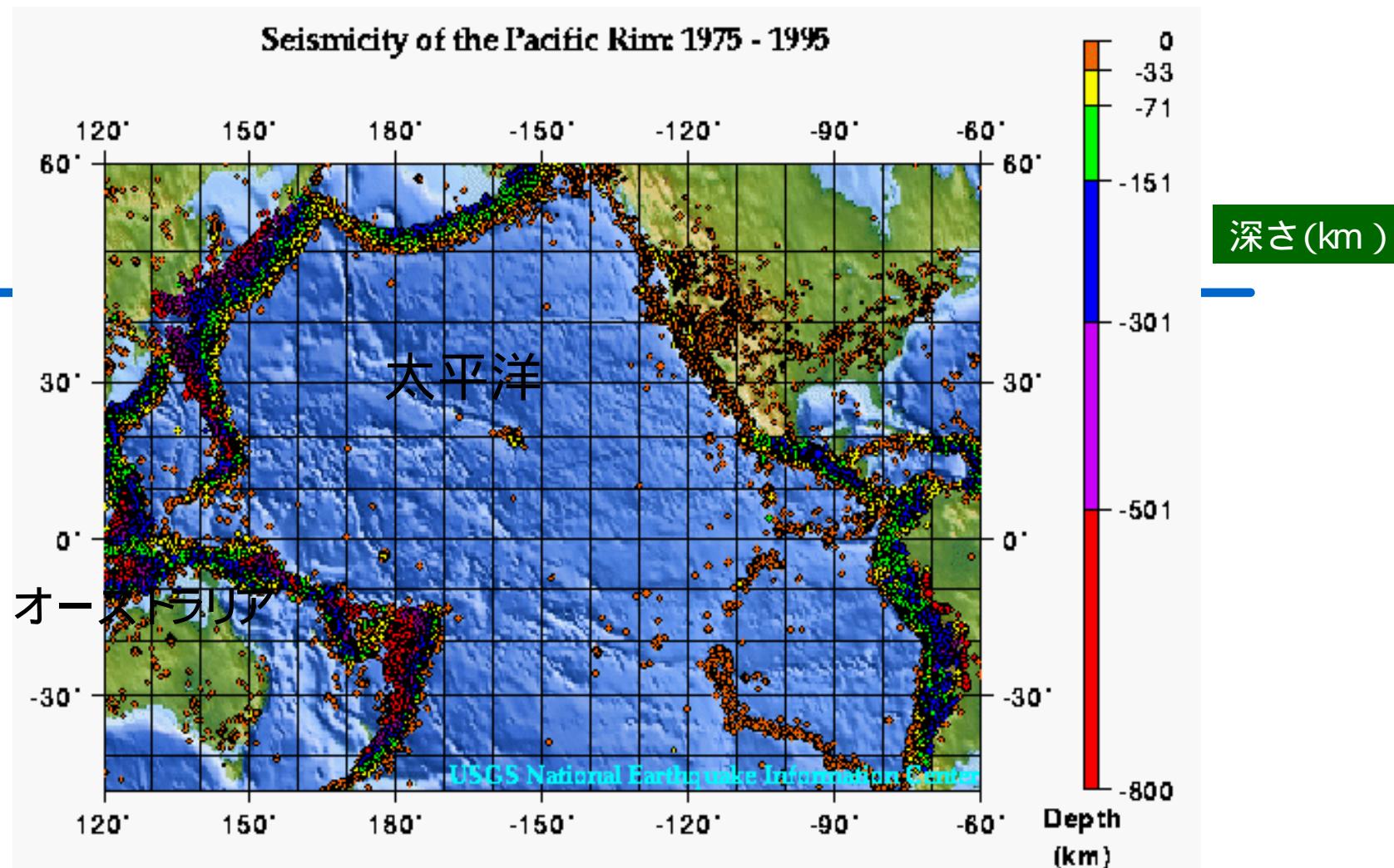
# 迫り来る地震にどう備えるか?

堀宗朗  
東京大学地震研究所

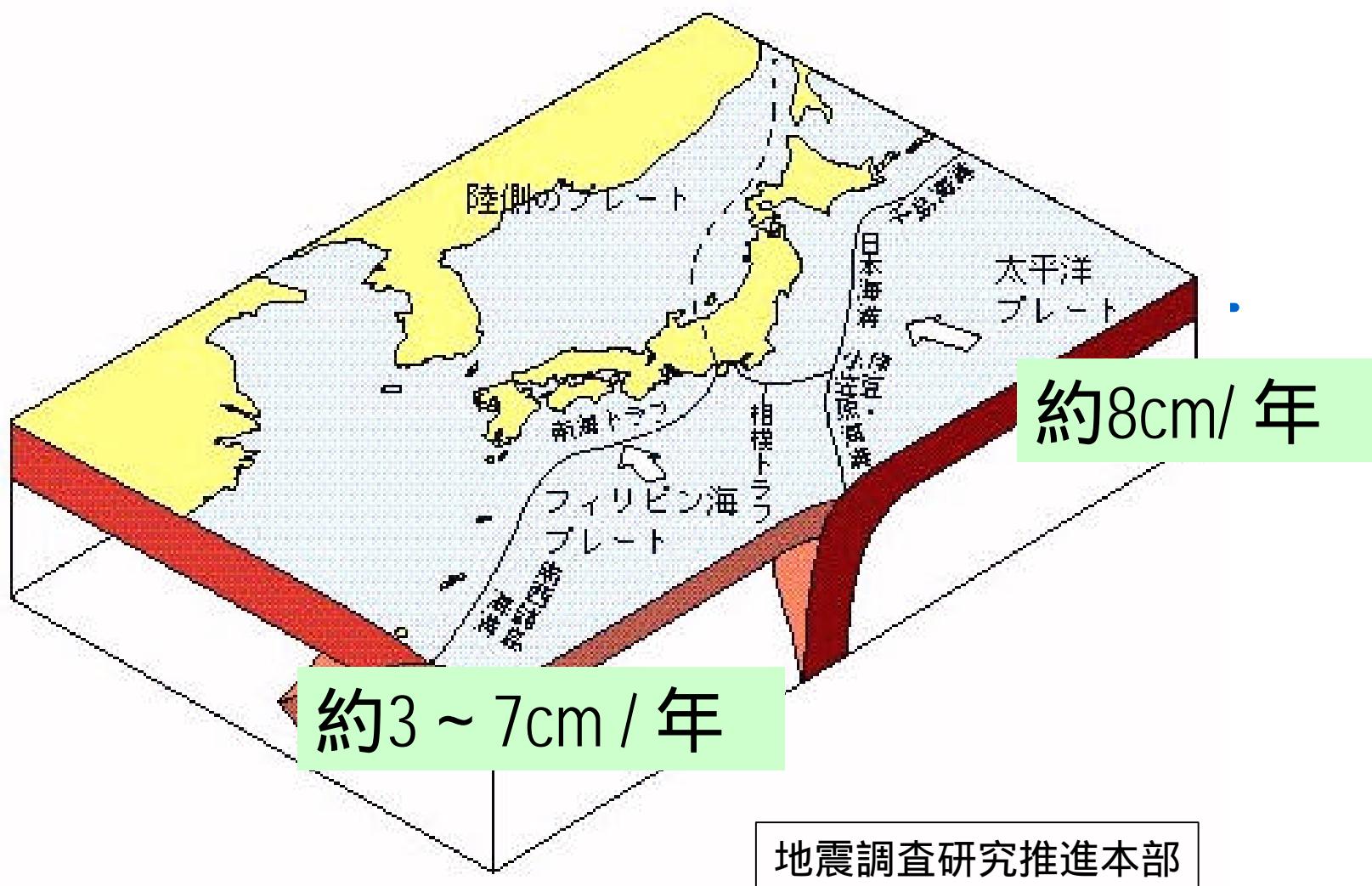
## 内容

- ◆ 地震と地震災害に関する正しい知識の必要性
- ◆ 社会環境の変化に伴う想定外の地震被害

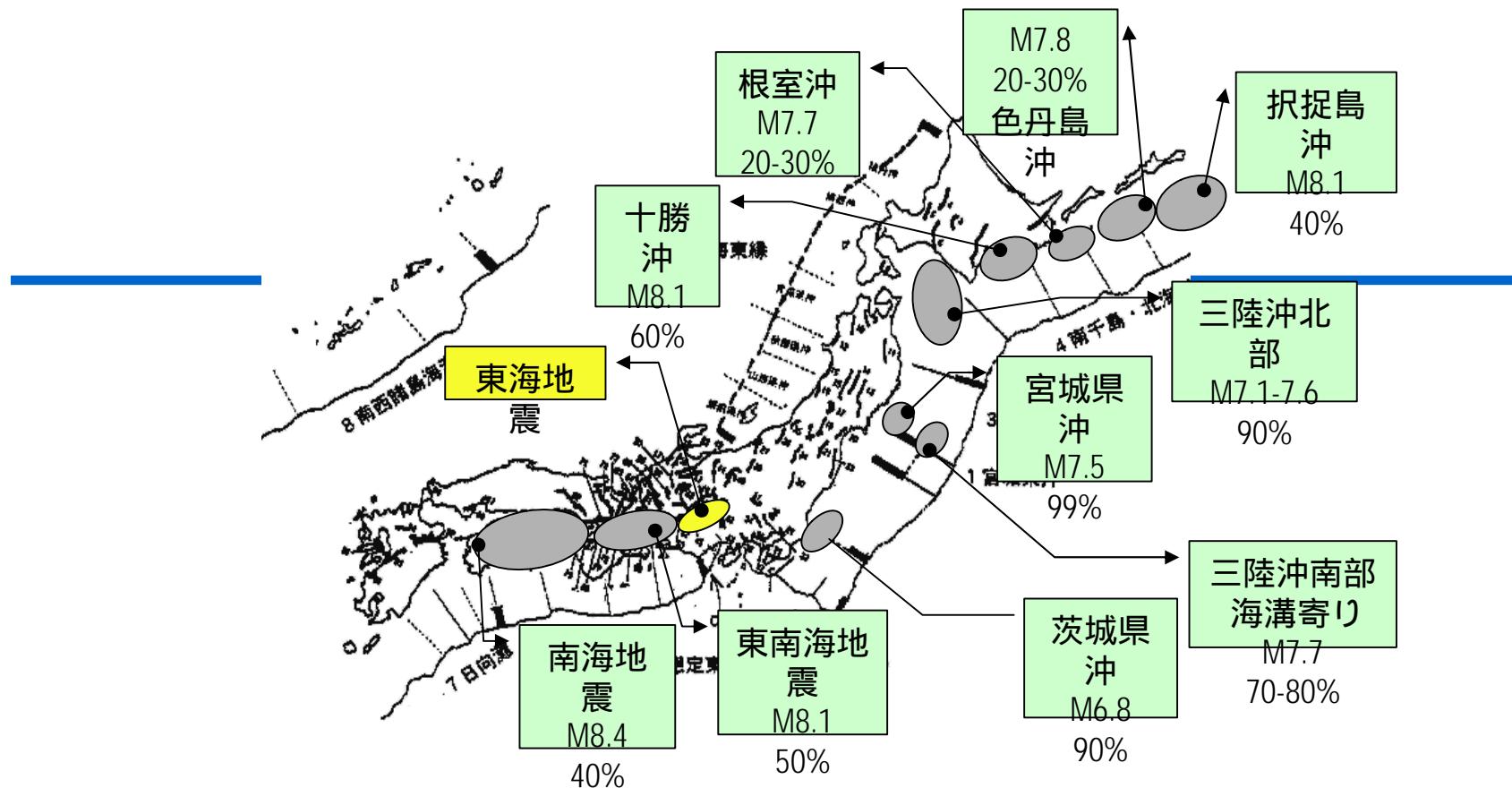
# 環太平洋の地震の分布 1975 ~ 1995



# 日本列島とその周辺のプレート

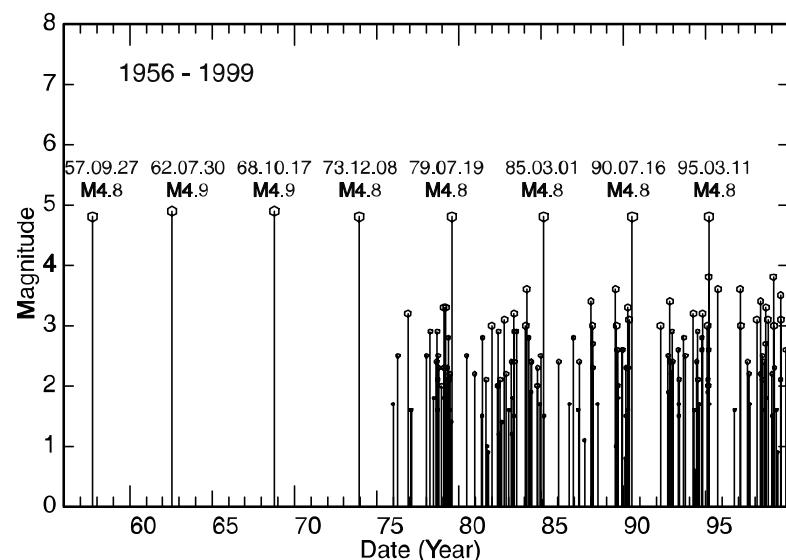
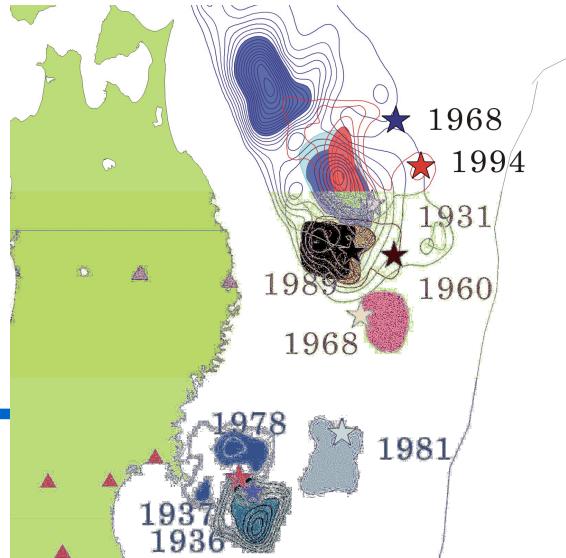


# 地震活動の長期評価



2030年までの地震発生確率 地震調査研究推進本部の報告から

# 巨大地震発生のメカニズム 釜石沖



◆ 固有地震解析から、2001年11月末までに99%の確率で $M4.8 \pm 0.1$ の地震が発生すると1999年に予測

◆ 予測どおり2001年11月13日にM4.7の地震発生

## 予測精度

場所	$\pm 1\text{km}$
マグニチュード	$\pm 0.1$
時期	$\pm 1.4\text{年}$

# 首都圏の地震防災の現状(1)

	揺れ	液状化	急傾斜地崩壊	火災	ブロック塀・等	合計
建物被害	約150,000	約33,000	約12,000	約650,000		約850,000
死者数	約3,100		約900	約6,200	約800	約11,000

- ◆ 想定された地震
  - 18の地震を想定
  - 重要性と蓋然性を考慮
  - 一つの地震シナリオ

- ◆ 構造物被害の予測
  - 過去の地震による被害のフラジリティカーブ  
阪神・淡路大震災の西宮市  
鳥取県西部地震における鳥取市  
芸予地震における吳市

- ◆ ライフライン被害
  - 供給支障と復旧を算定
- ◆ 経済被害
  - 直接経済被害 構造物被害から算定
  - 間接経済被害

# 首都圏の地震防災の現状(2)

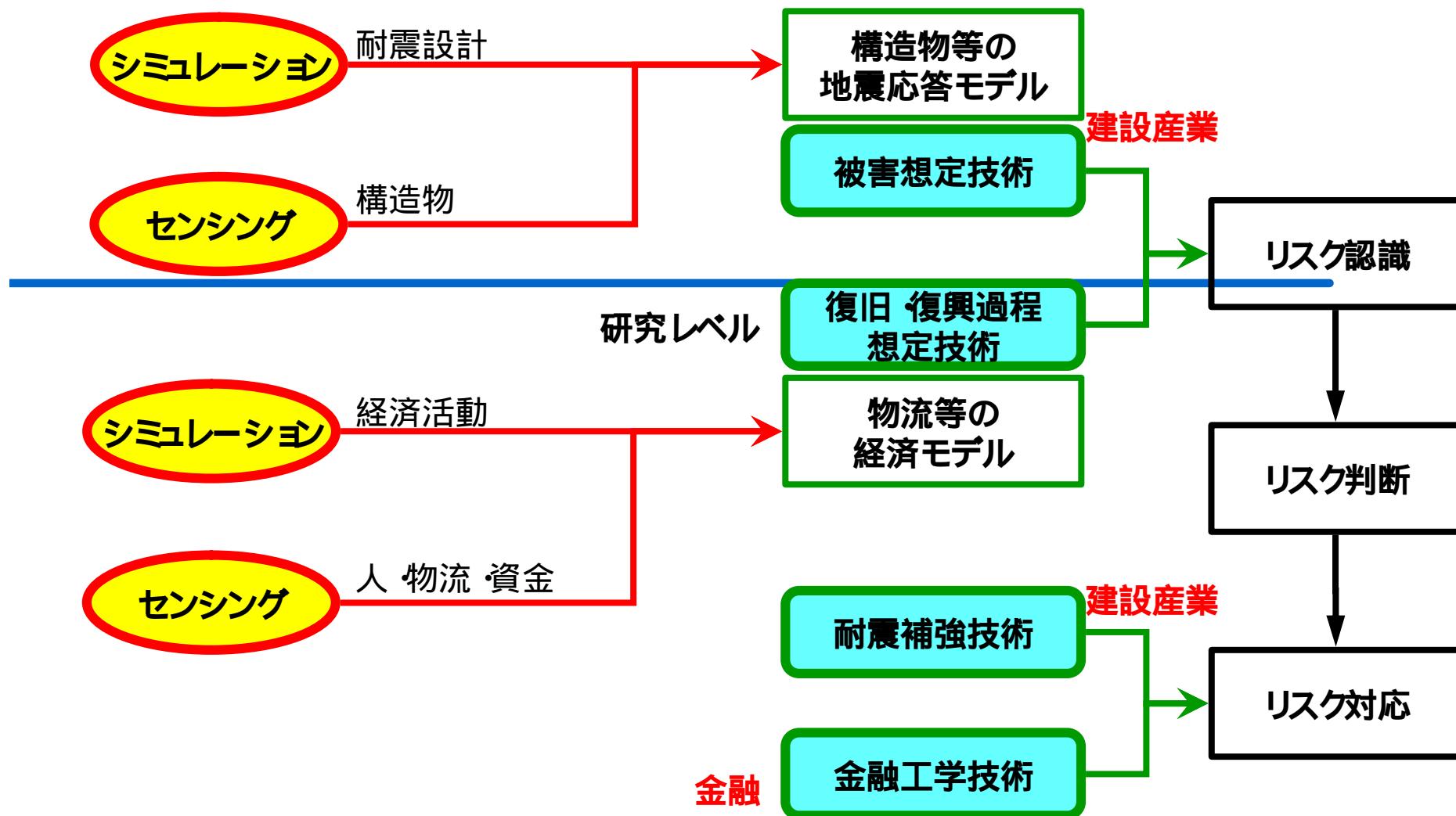
## ◆首都圏の中期・長期変化

- 政治 経済活動の拠点の維持  
日本の「中心」,アジアの「ハブ」としての機能
- 都市の「耐震性」には高いレベルが要求されることが予測  
極論 証券市場は巨大地震発生中にも取引継続?

## ◆危機管理体制

- 官 国(内閣府,国交省,防衛局),地方自治体
- 官/民 交通(鉄道,高速道路,港湾,空港),ライフライン企業
- 民 産業:相互依存が強く,事業継続は難  
個人:少子高齢化の中,危機管理は難

# 地震防災の高度化に必要な技術： 全体像



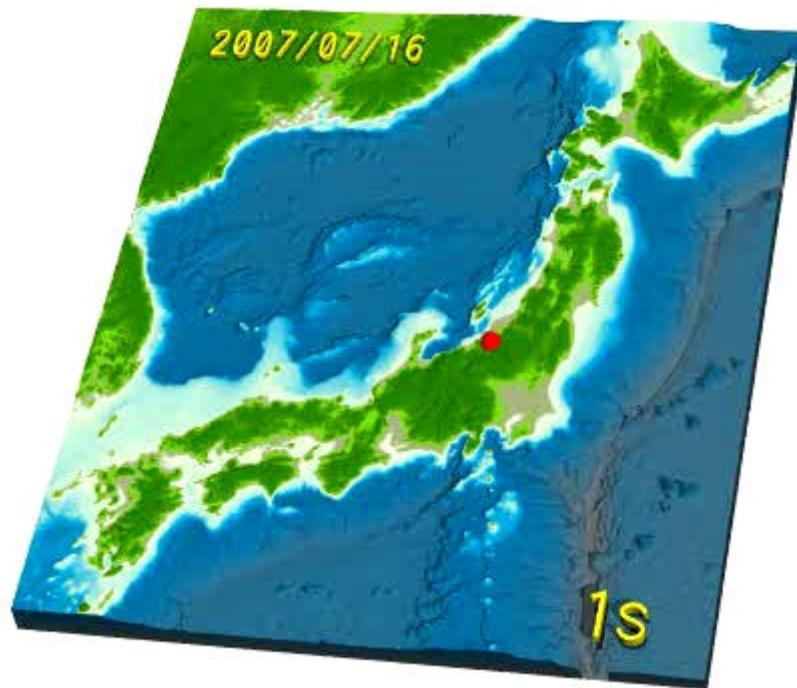
# 地震観測ネットワーク



気象庁  
大学  
防災科学技術研究所  
その他の機関  
(気象庁 )

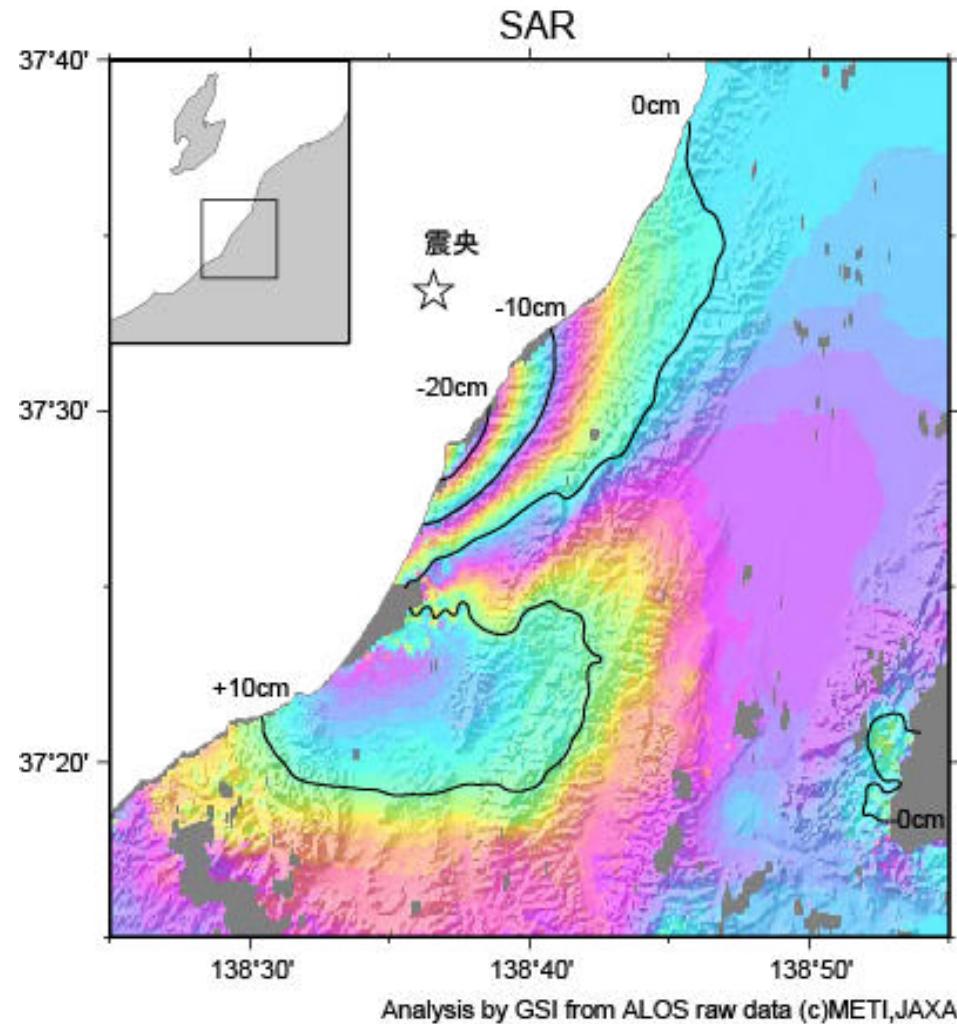
防災科学技術研究所  
強い地震の観測ネットワーク K-Net  
約1000点 ,25km間隔

# 中越沖地震の地震波の観測例

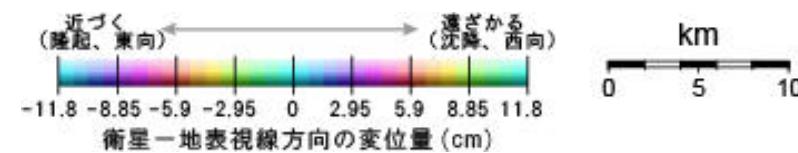


防災科学技術研究所のK-Net & KiK-netによって観測された地震観測記録から生成 . 使用された観測点は合計696 .  
(東京大学地震研究所 )

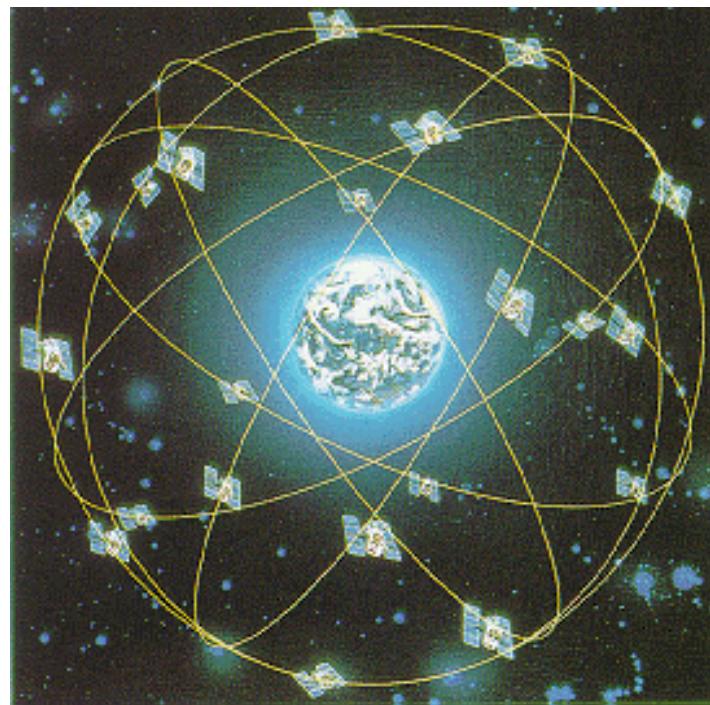
# 「だいち」が観測した地殻変動



「だいち」が観測した、2007年新潟県中越沖地震による地殻変動の分布。この地震によって、20cm以上も地面が沈んでいることがわかる。  
(国土地理院)



# GPS(観測地システム)

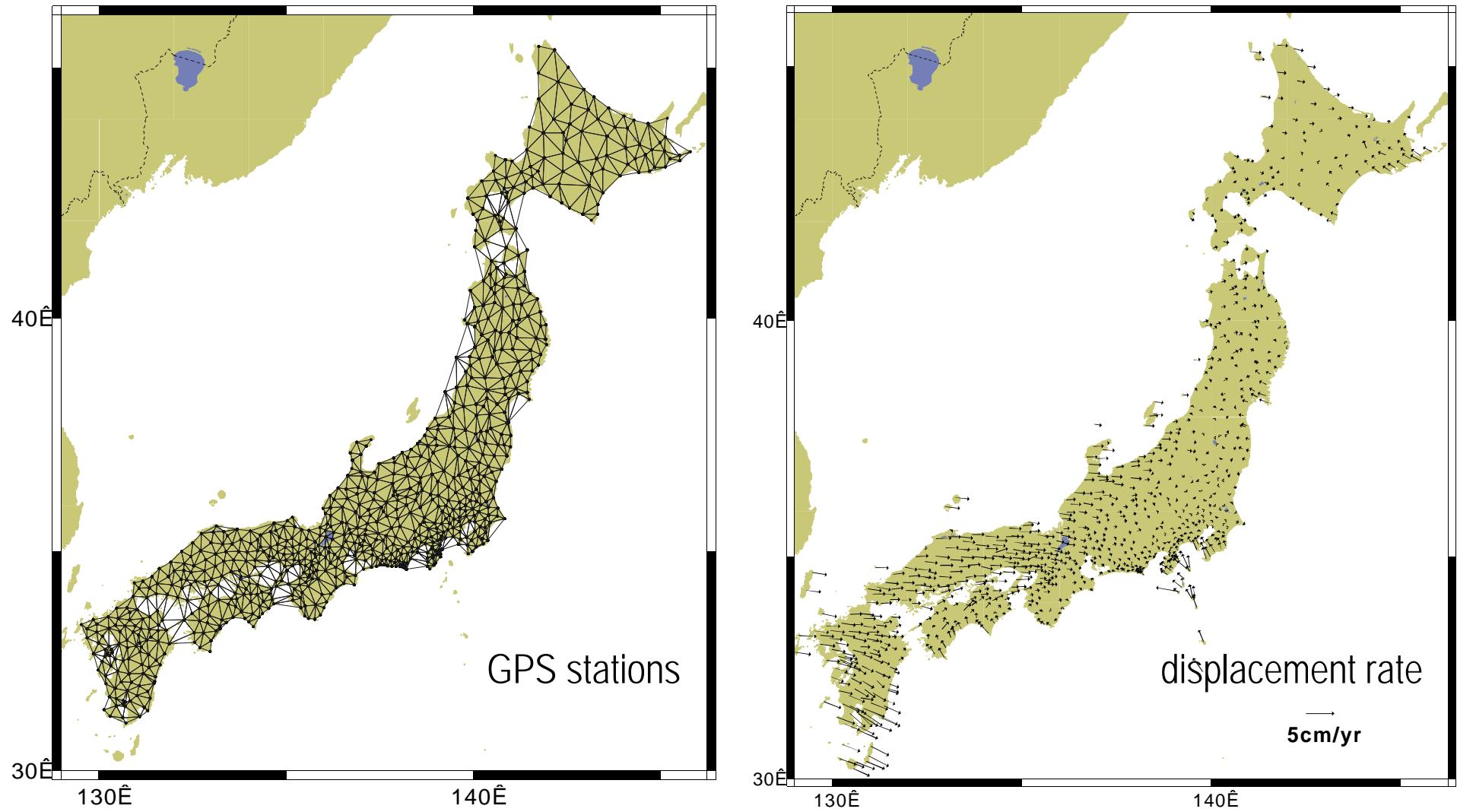


GPS衛星

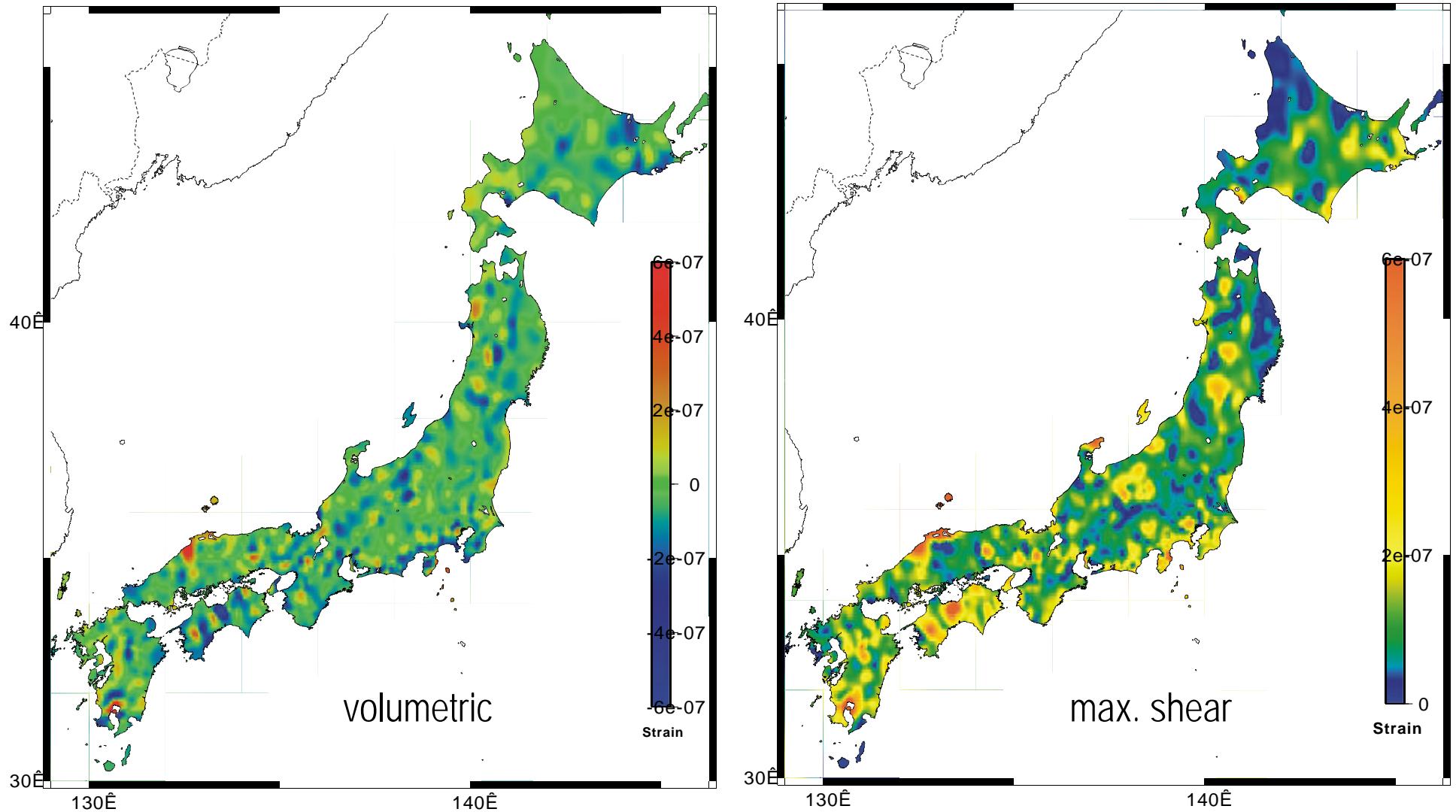


電子基準点

# GPS連続観測網と観測データ

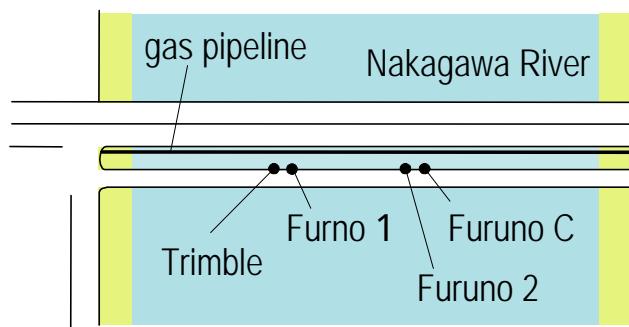


# ひずみのモニタリング

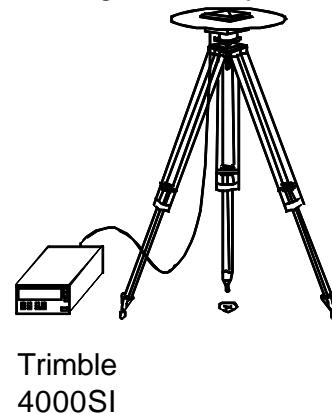


# 都市内での観測

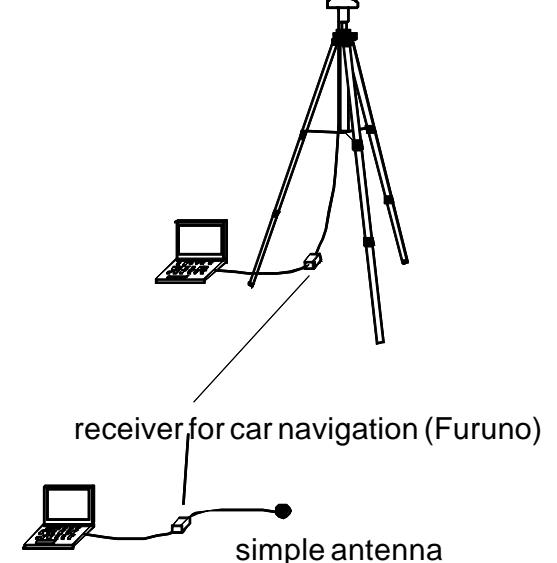
橋脚 1



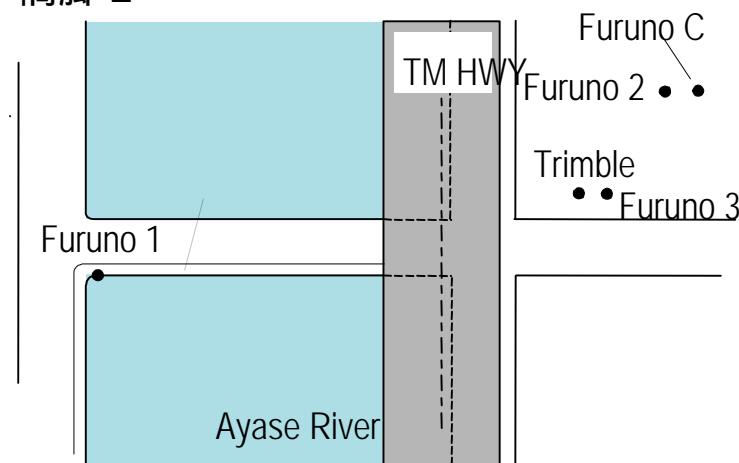
high accuracy survey antenna



survey antenna (Furuno)

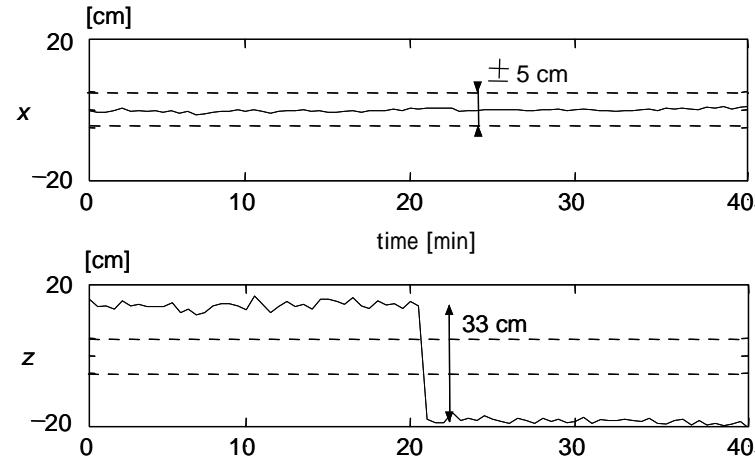


橋脚 2

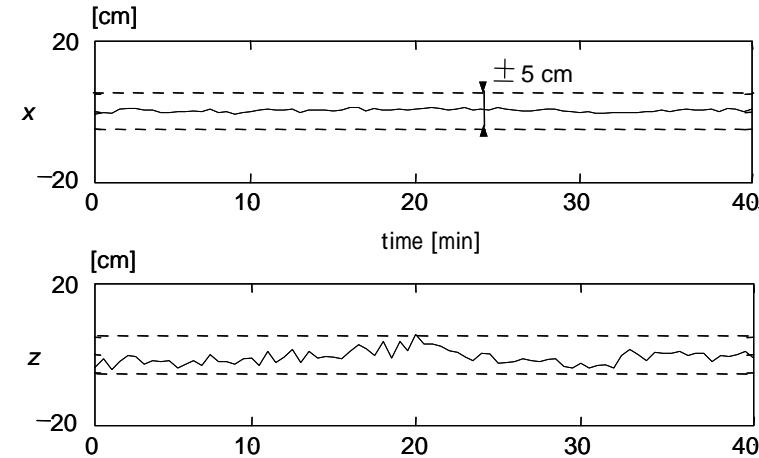


receiver	characteristics	sampling [sec]	height
Trimble	high accuracy, anti-MP	1.0	constant
Furuno	middle accuracy	1.0	
car navigation	low accuracy	1.0	constant

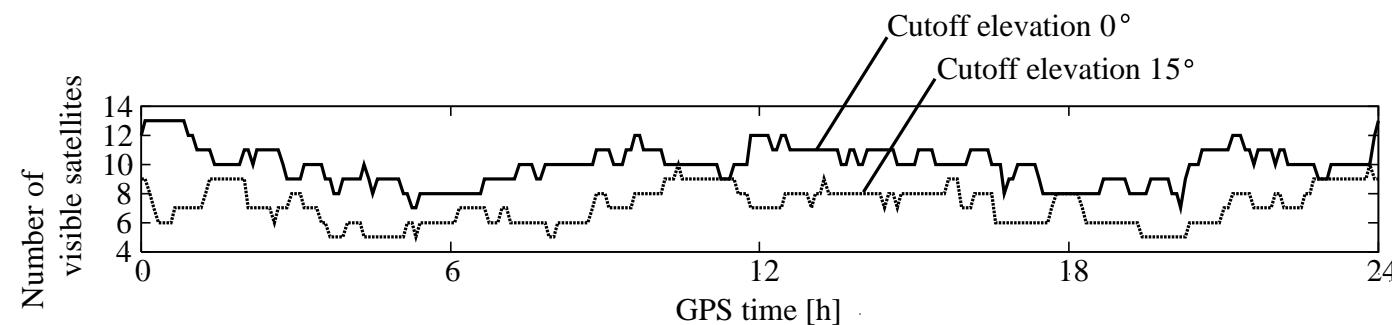
# 観測結果



Furuno 2

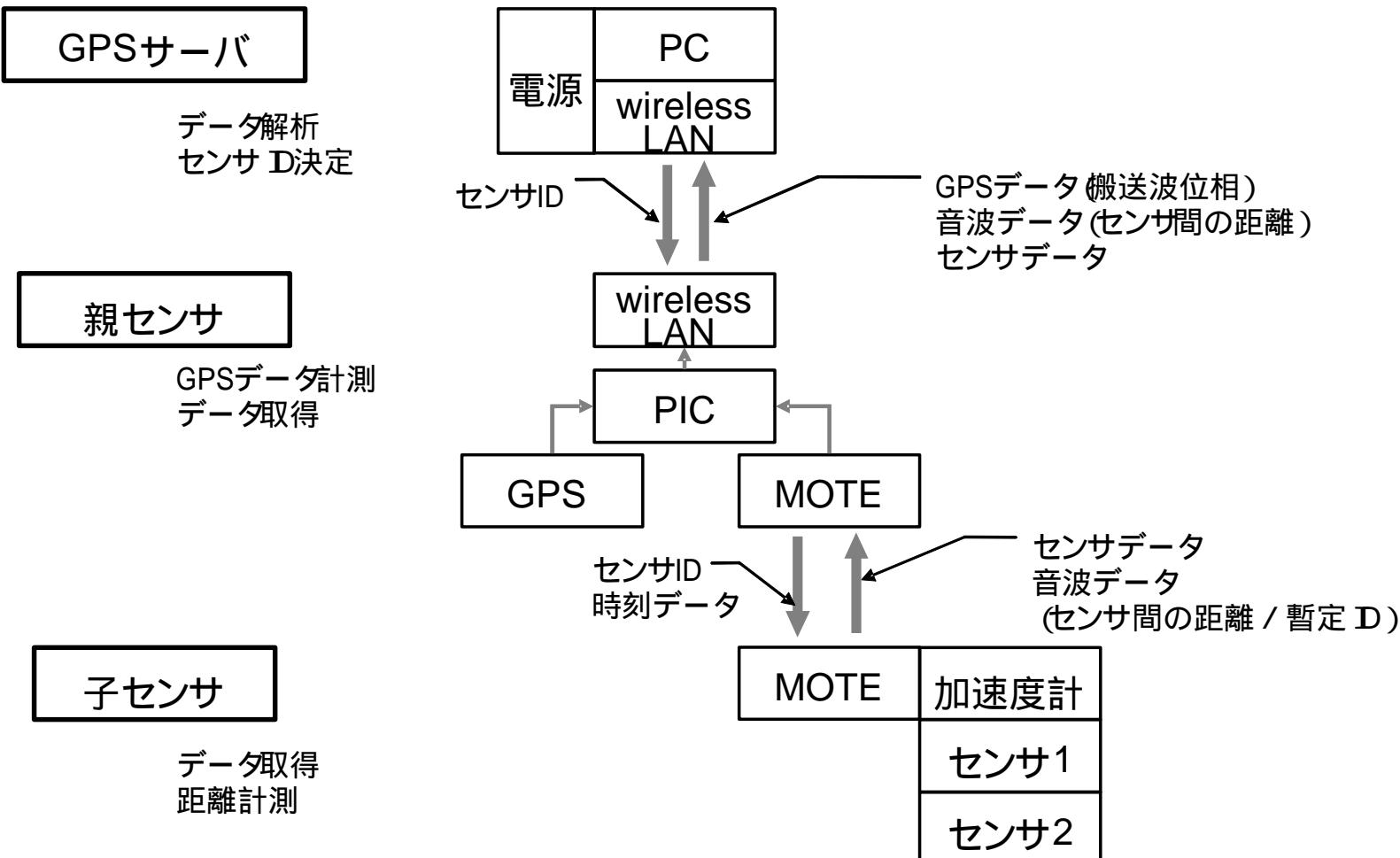


Furuno C



誤差の主原因是利用できる衛星の数

# GPSを利用した 階層型センサネットワークシステム



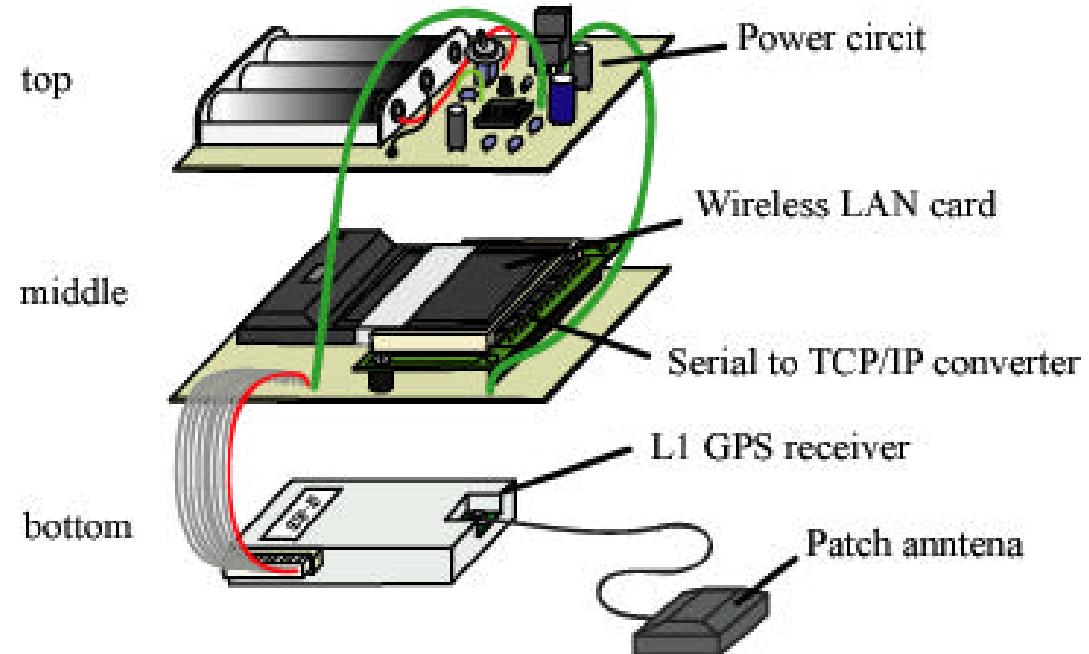
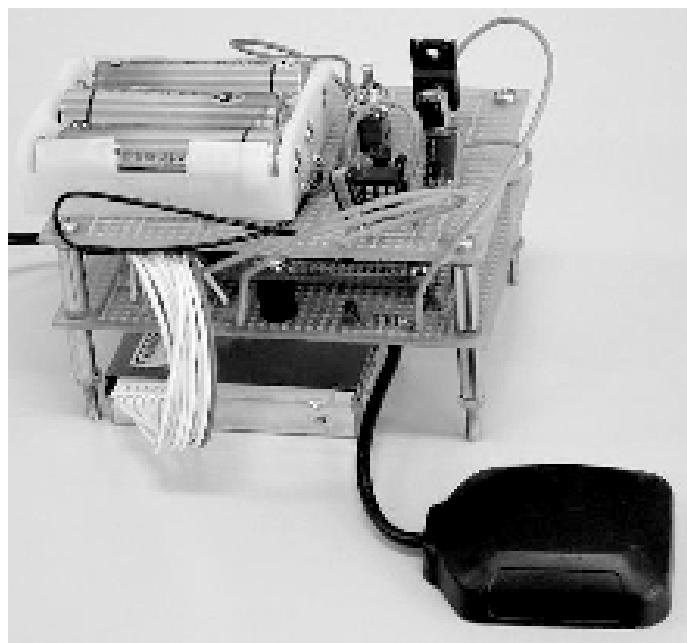
# 子機 MOTE + センサ

## ◆ MOTE

- 複数のセンサ
- 無線通信
- 1チップマイコン (AVR)にOS ,通信・計測を制御



# 親機 : GPS + TCP/IP 無線 LAN + 基地局



# E-DEFENSE

兵庫耐震工学研究センター

キーワード 実大・三次元・破壊

究極の目標 大地震から構造物被害軽減に  
如何に貢献するか



加振性能

大きさ

20m x 15m

最大積載質量

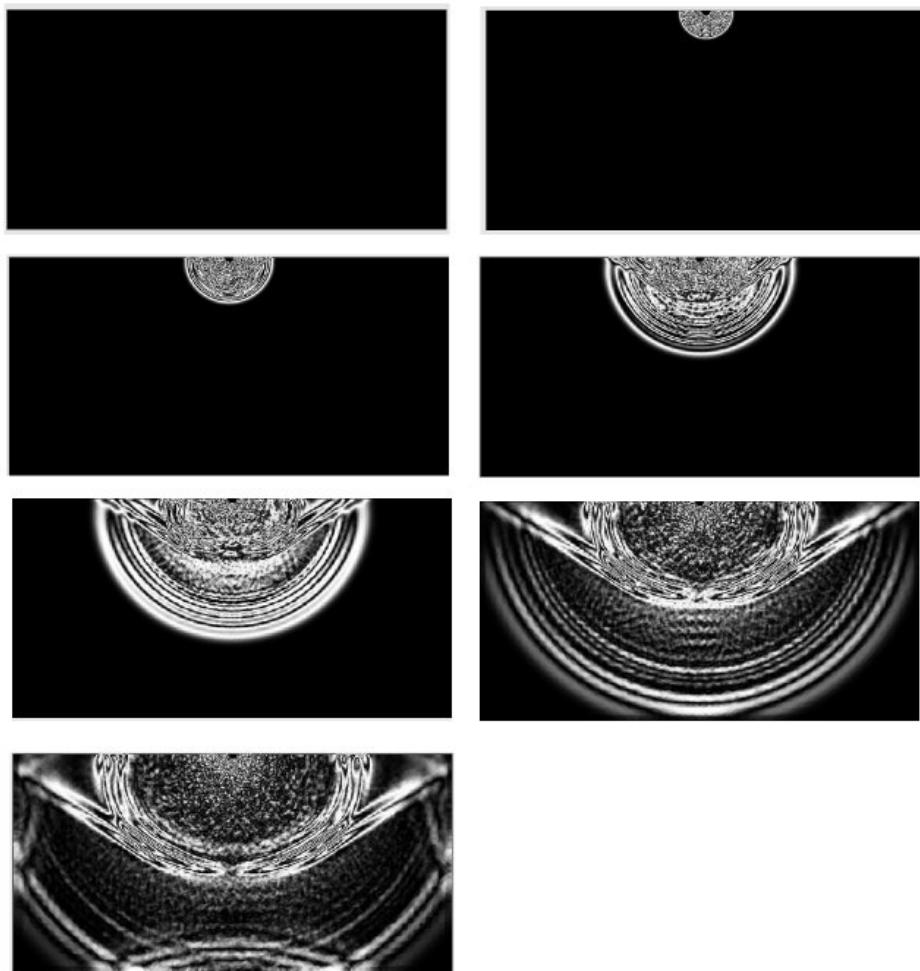
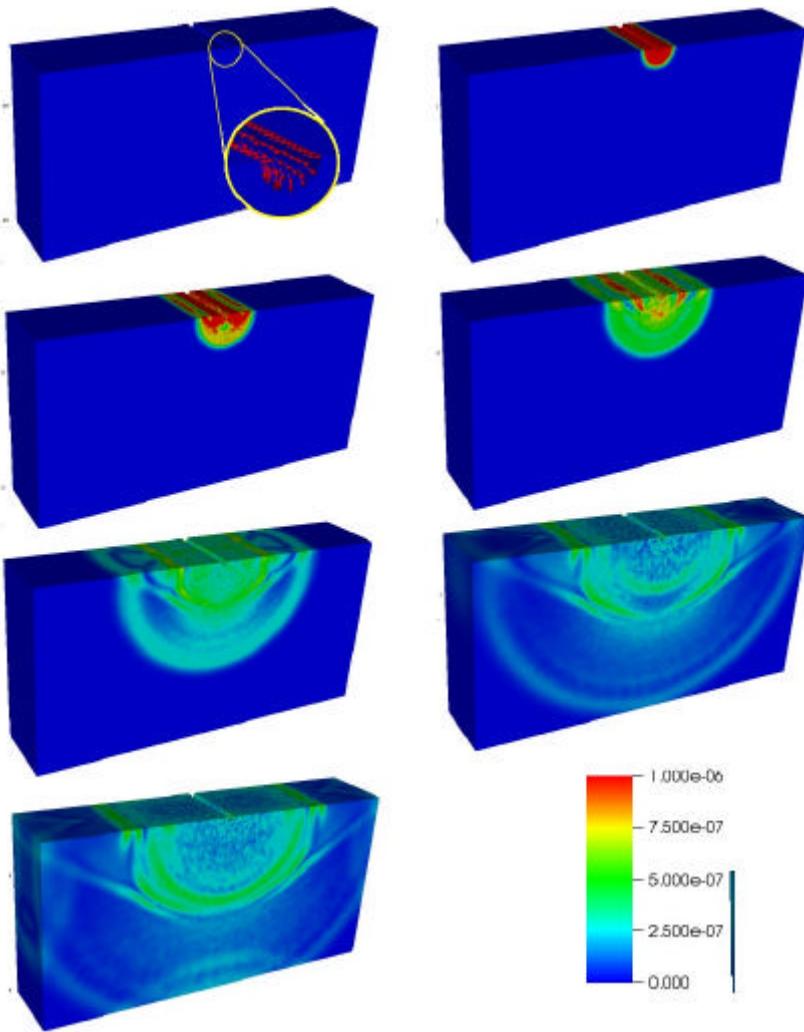
1200トン

地震動

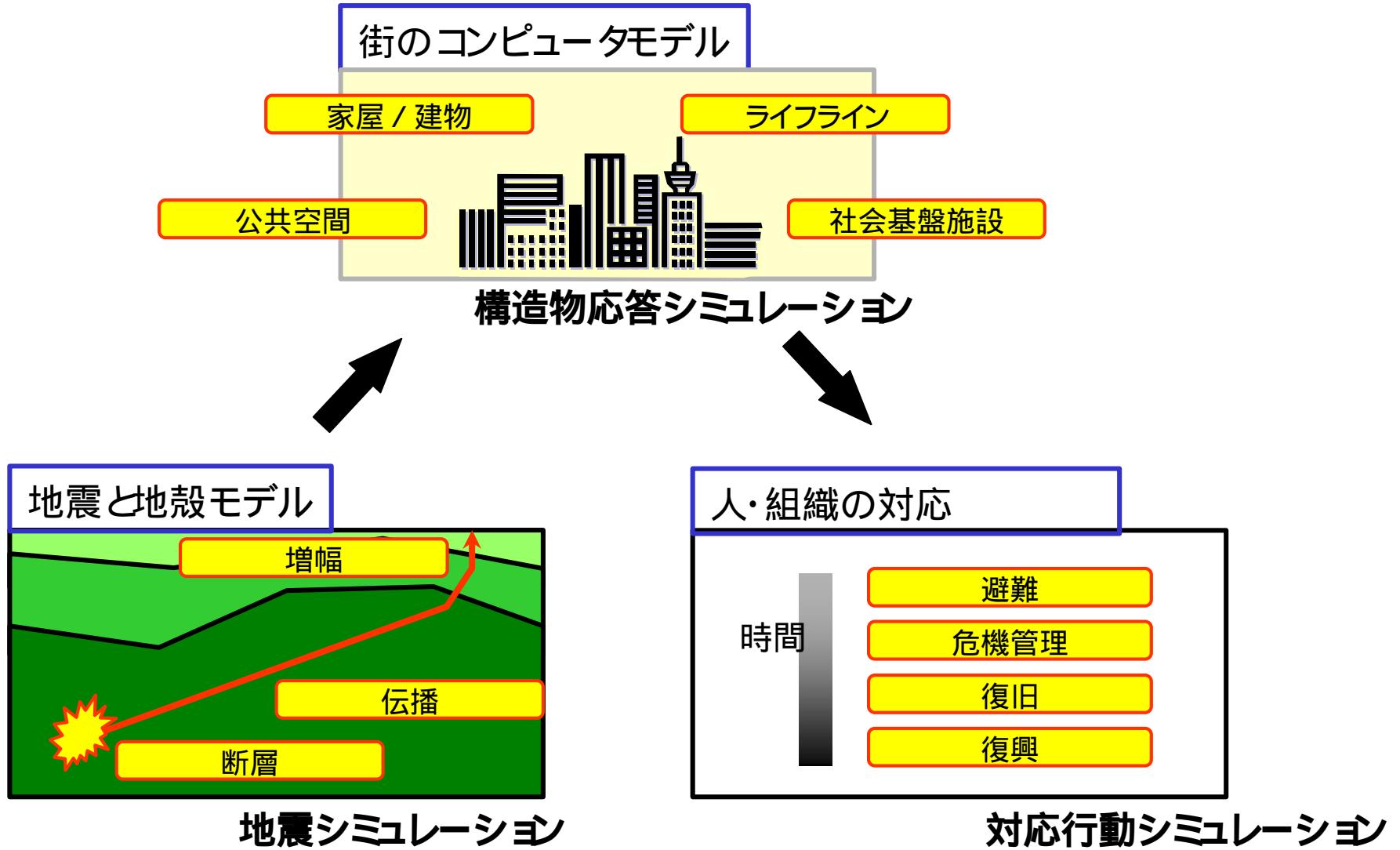
三次元地震動

阪神・淡路大震災クラス

# 光弾性実験との比較



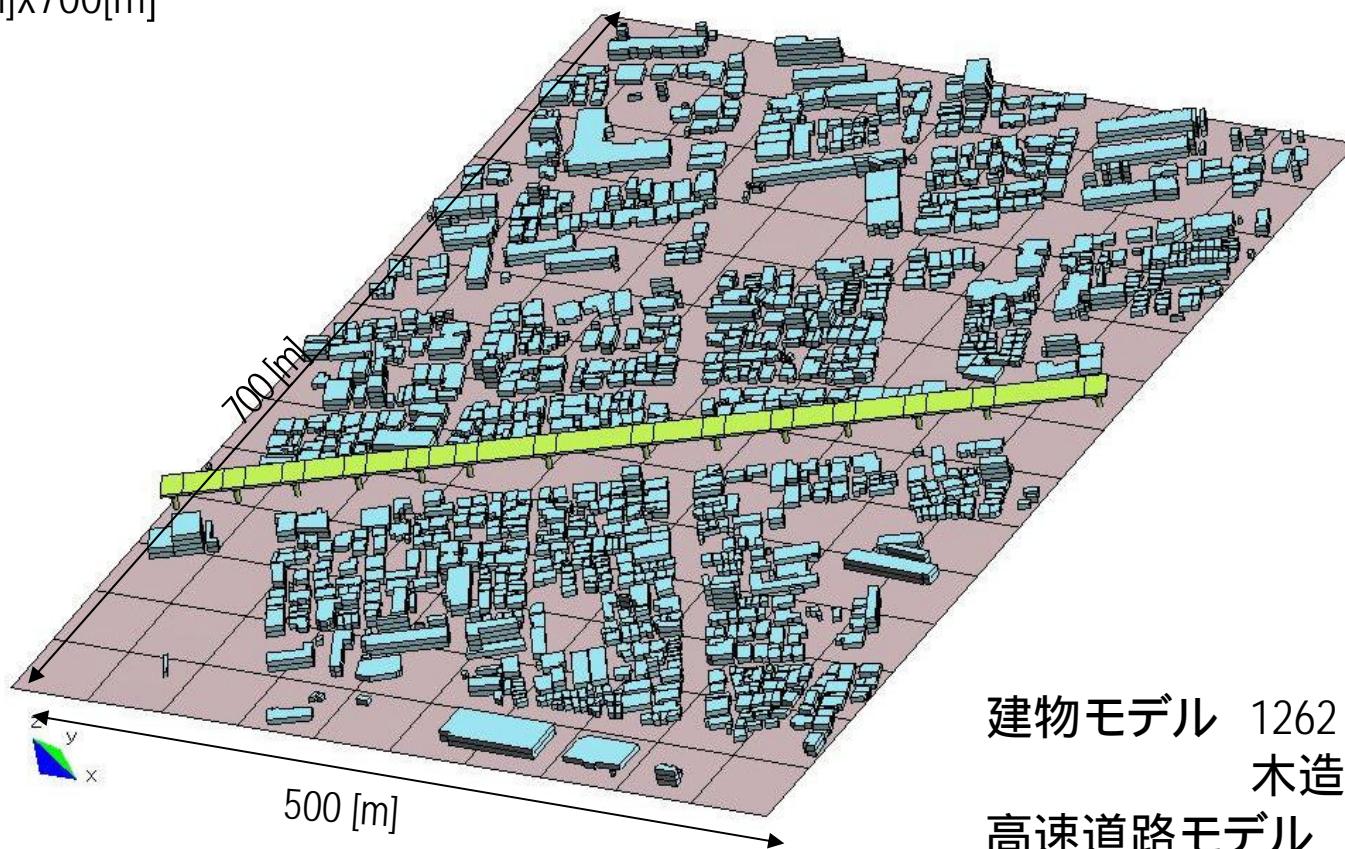
# 統合地震シミュレーションシステム



# 神戸はどう揺れたか(1)

神戸市 , 東灘区

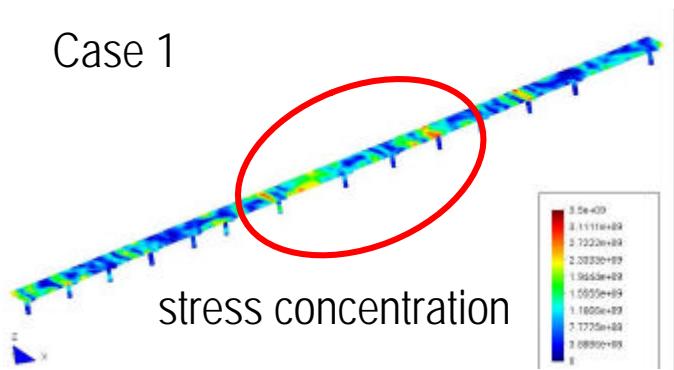
500[m]x700[m]



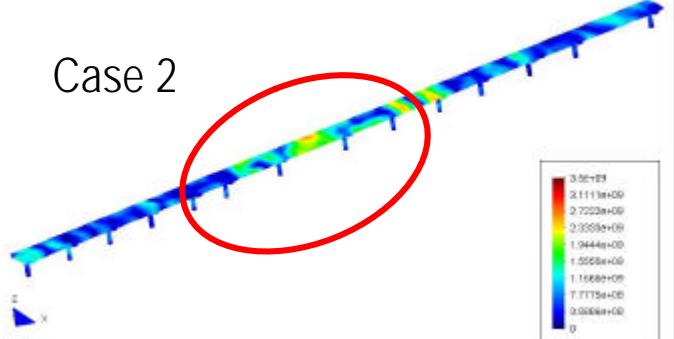
建物モデル 1262  
木造 鉄筋 / 鉄骨造  
高速道路モデル  
14のコンクリート橋脚

# 神戸の統合シミュレーション： 地震シナリオの違いによる被害の差

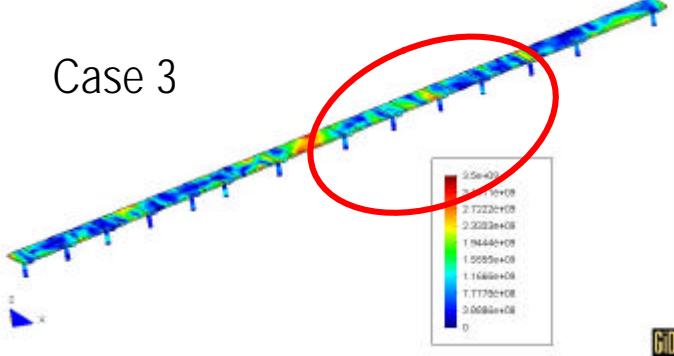
Case 1



Case 2



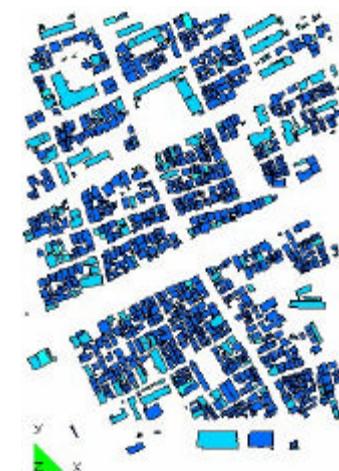
Case 3



Case 1



Case 2

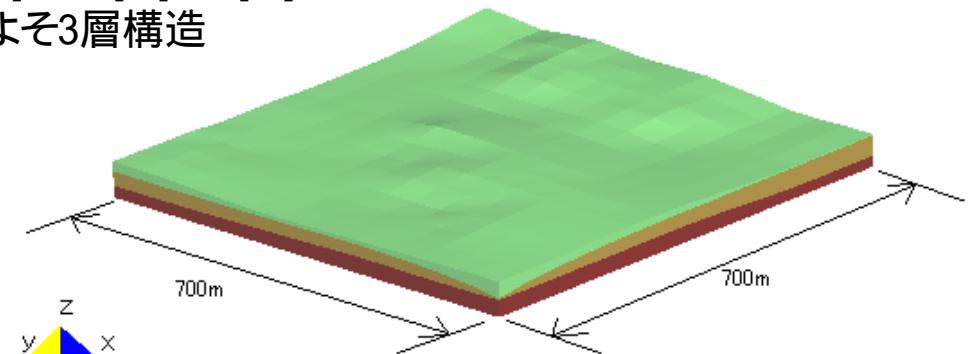
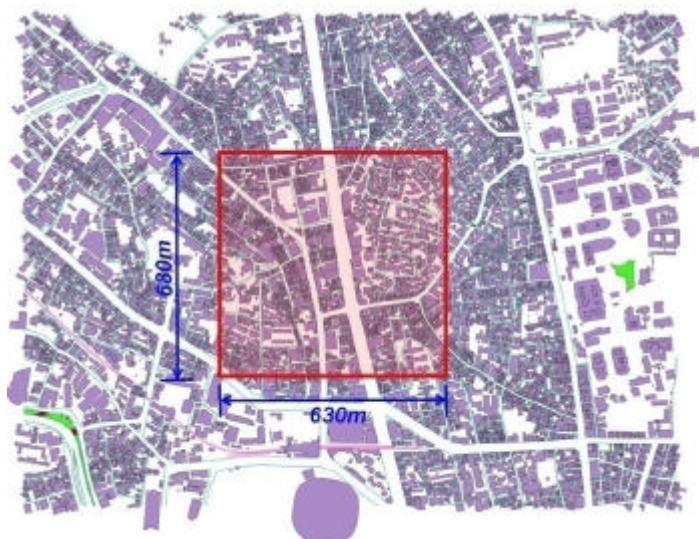


Case 3

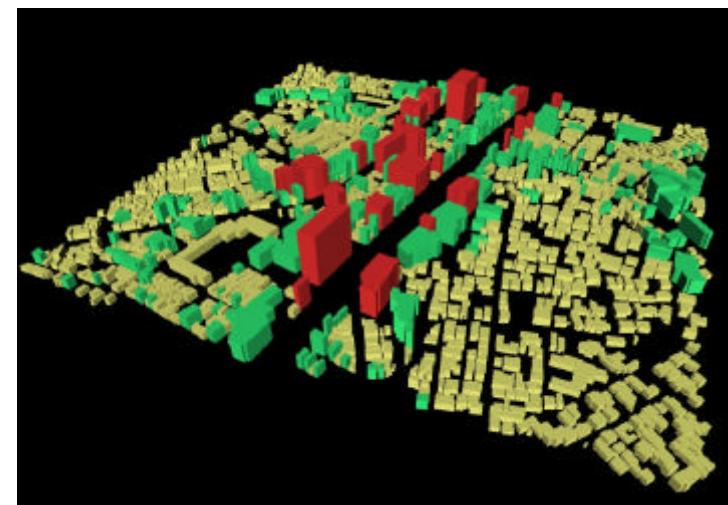


## 文京区はどう揺れるか(2) モデルの例

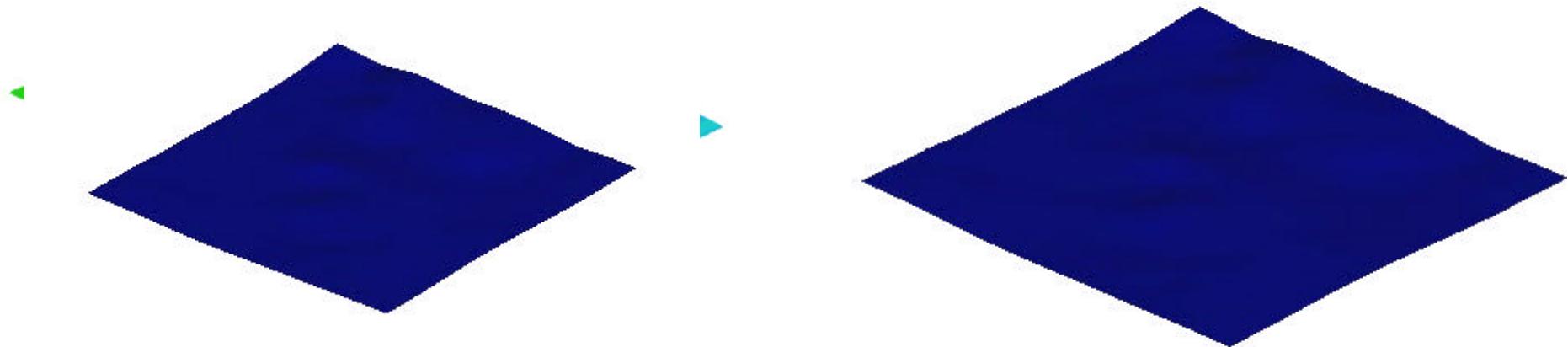
地盤モデル  
700[m] × 700[m] × 40[m]  
おおよそ3層構造



建物モデル  
約2000棟

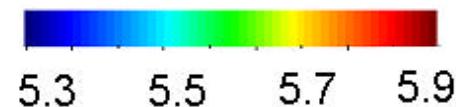
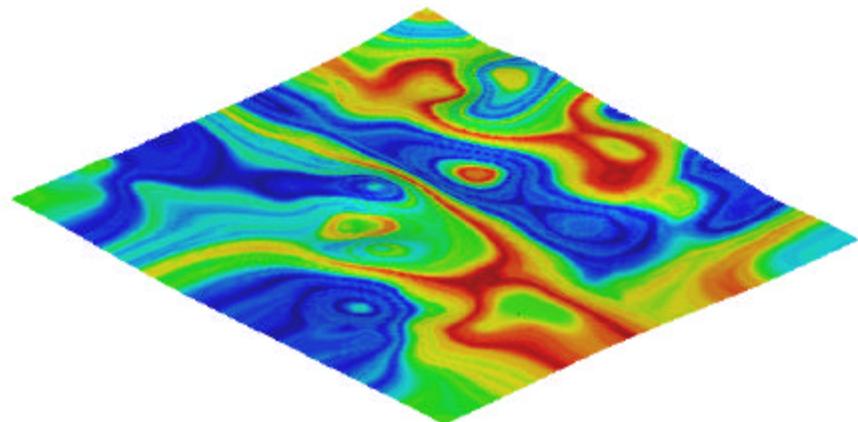


## 文京区はどう揺れるか(3) 震度の違い

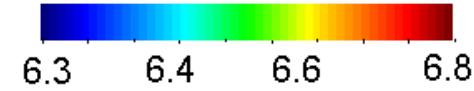
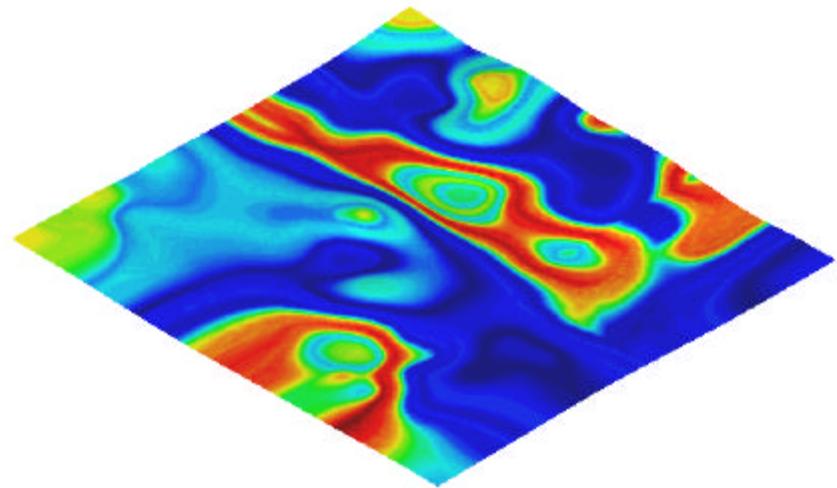


想定される地盤の揺れには幅がある。正確に予想することはできないが、対処することはできるのでは？ 交通事故にはいろいろな場合があるが、丈夫な車を買う、保険に入る、など我々は対応している。

## 文京区はどう揺れるか(3) 震度の違い



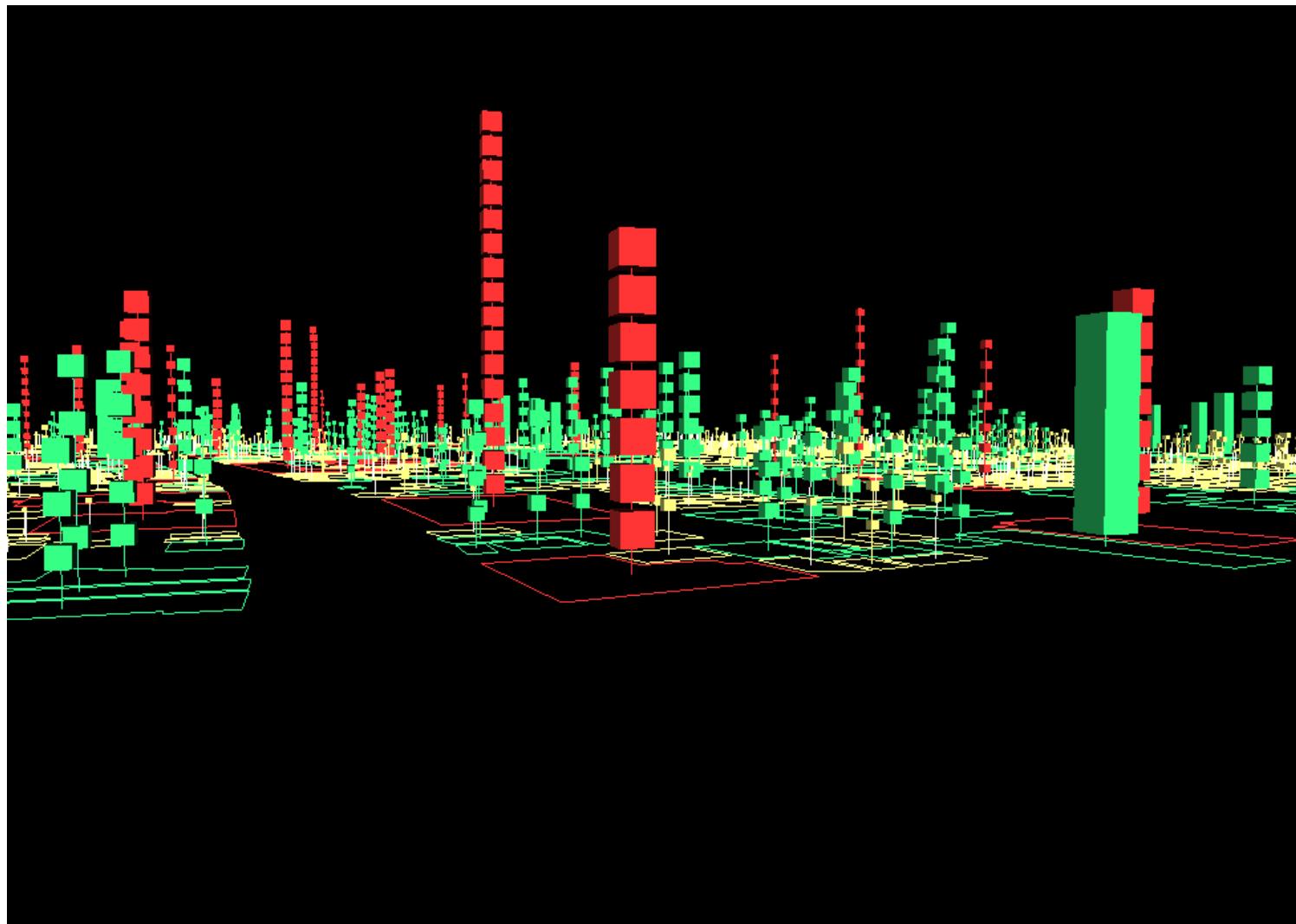
想定首都直下地震



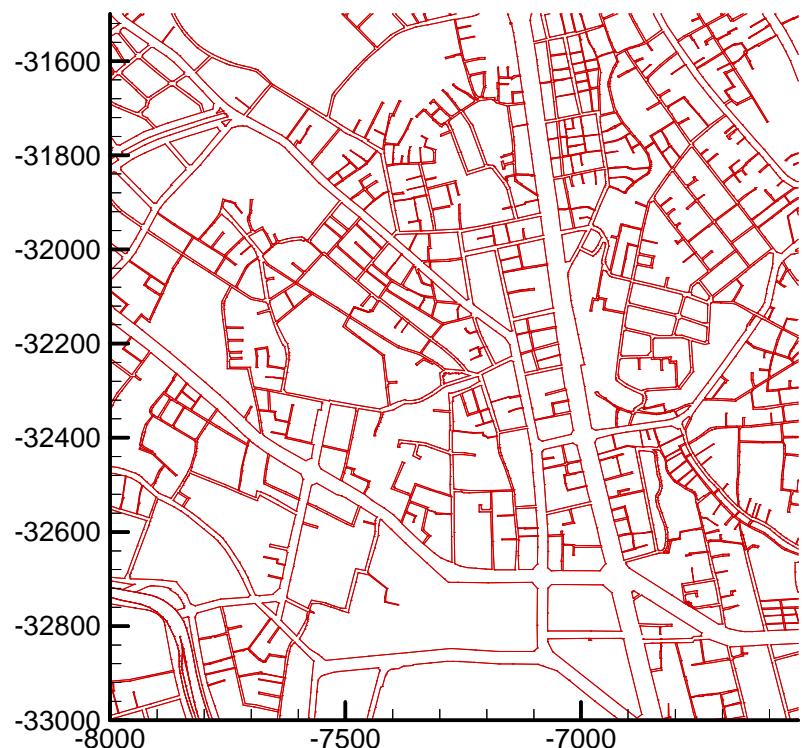
阪神淡路大震災

想定される地盤の揺れには幅がある。正確に予想することはできないが、対処することはできるのでは？ 交通事故にはいろいろな場合があるが、丈夫な車を買う、保険に入る、など我々は対応している。

# 文京区はどう揺れるか(4) 街のゆれ



# どう避難するか



昼間・夜間や、被害を受けた地区での  
避難シミュレーションが可能。



マルチエージェントシミュレーション