

# 迫り来る地震にどう備えるか？

---

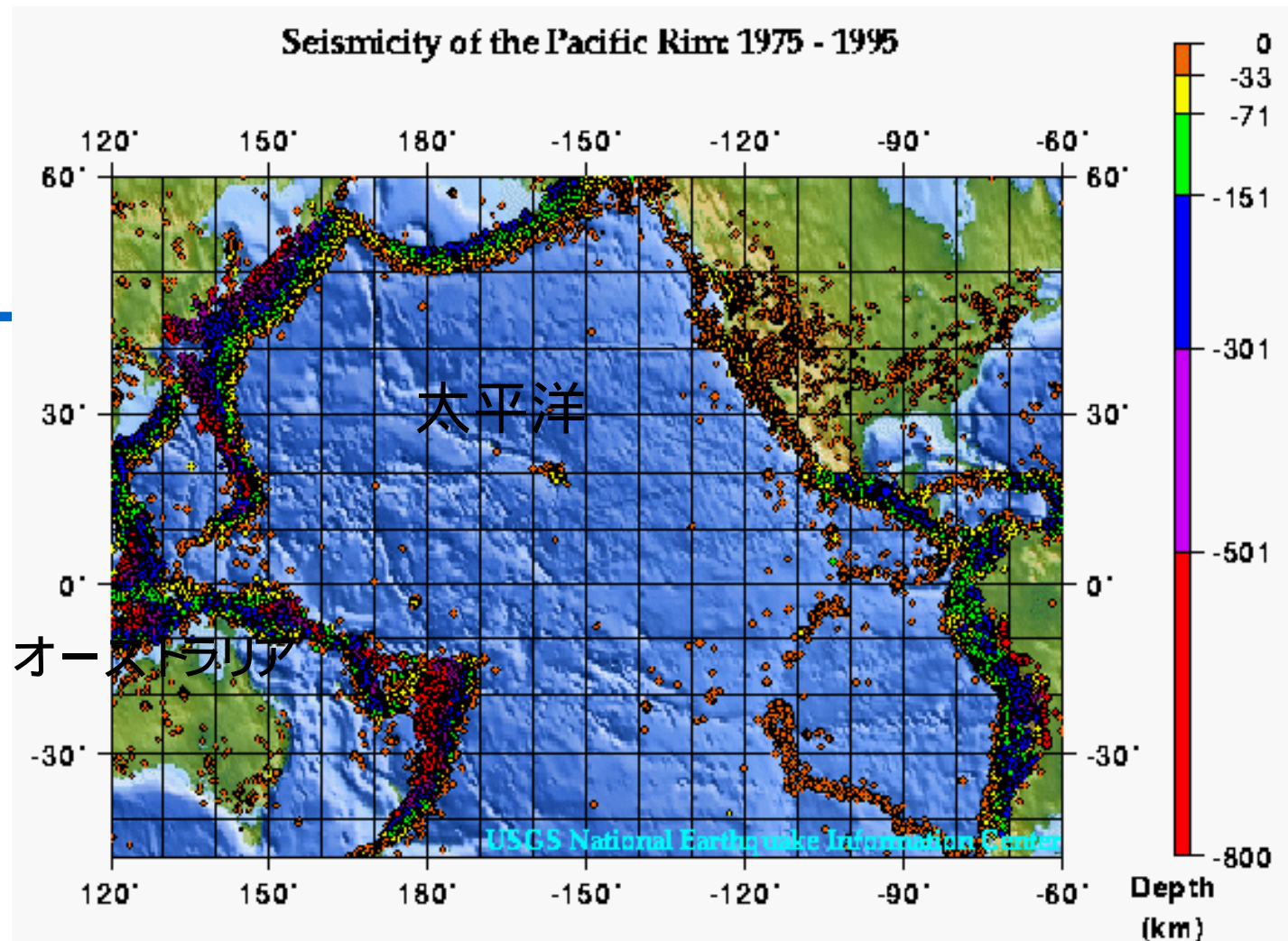
堀宗朗

東京大学地震研究所

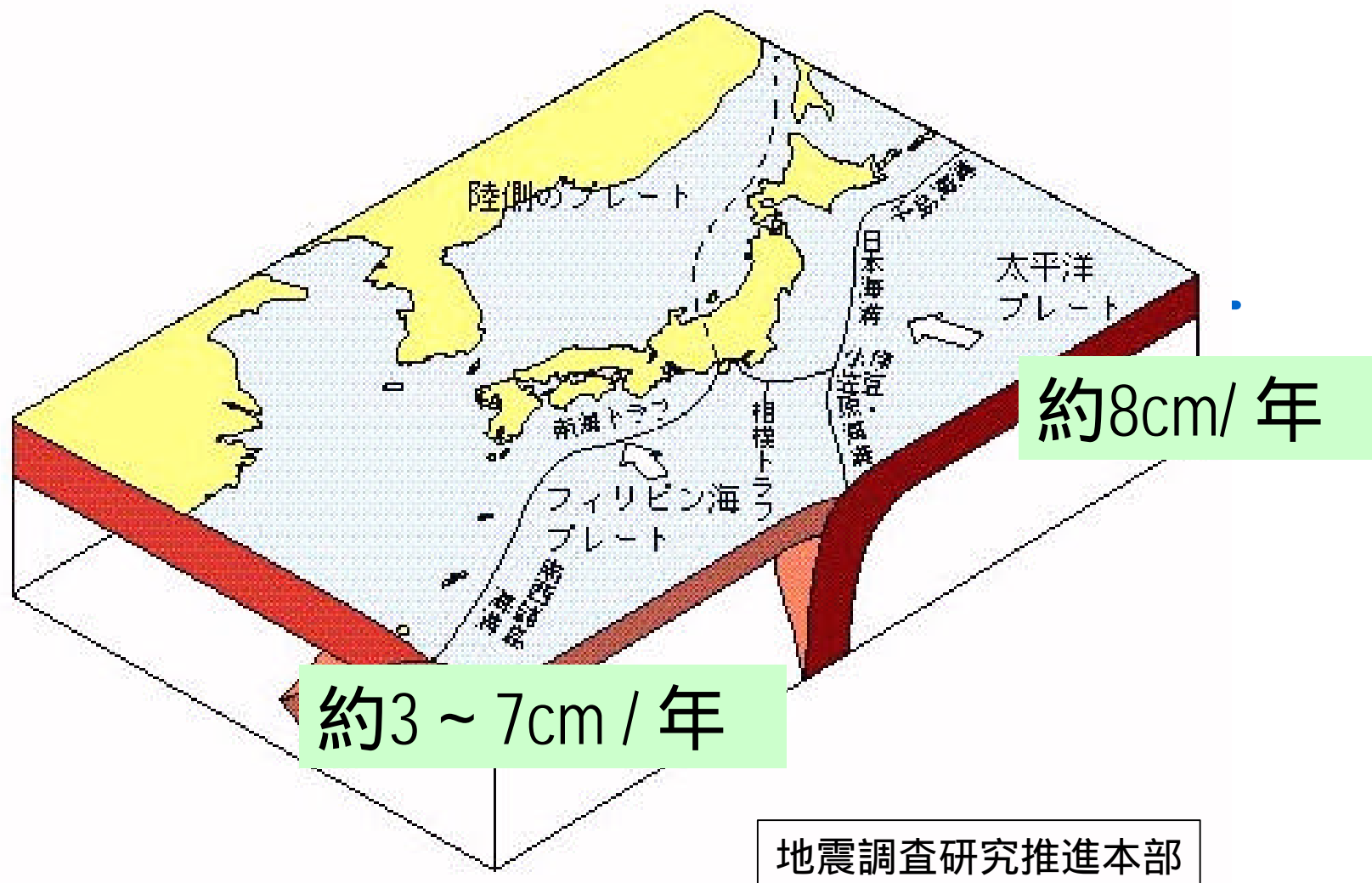
内容

- ◆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

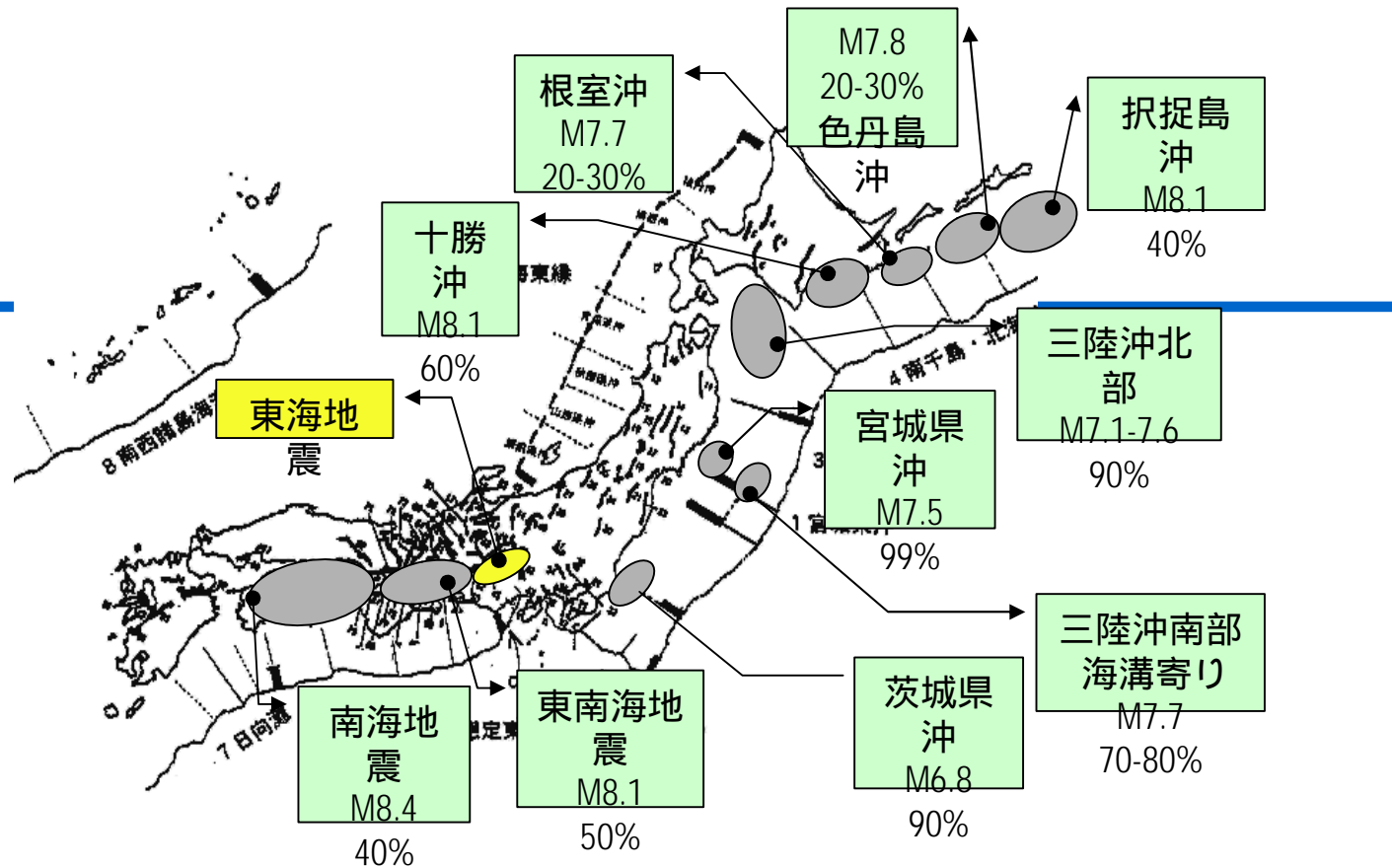
# 環太平洋の地震の分布 1975 ~ 1995



# 日本列島とその周辺のプレート

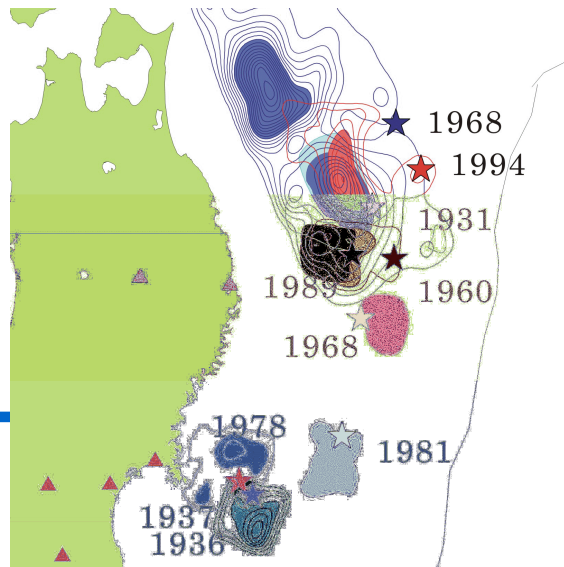


# 地震活動の長期評価



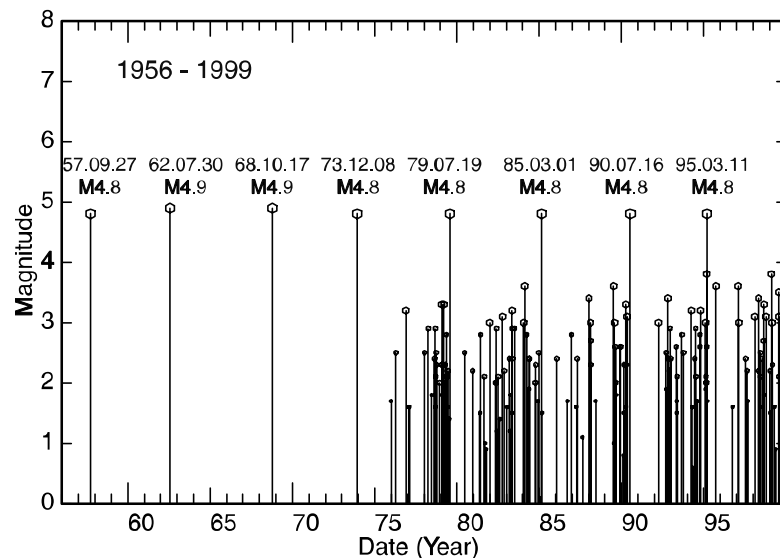
2030年までの地震発生確率 地震調査研究推進本部の報告から

# 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  
芸予地震における呉市

## ◆ 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
- 直接経済被害

# 首都圏の地震防災の現状 (2)

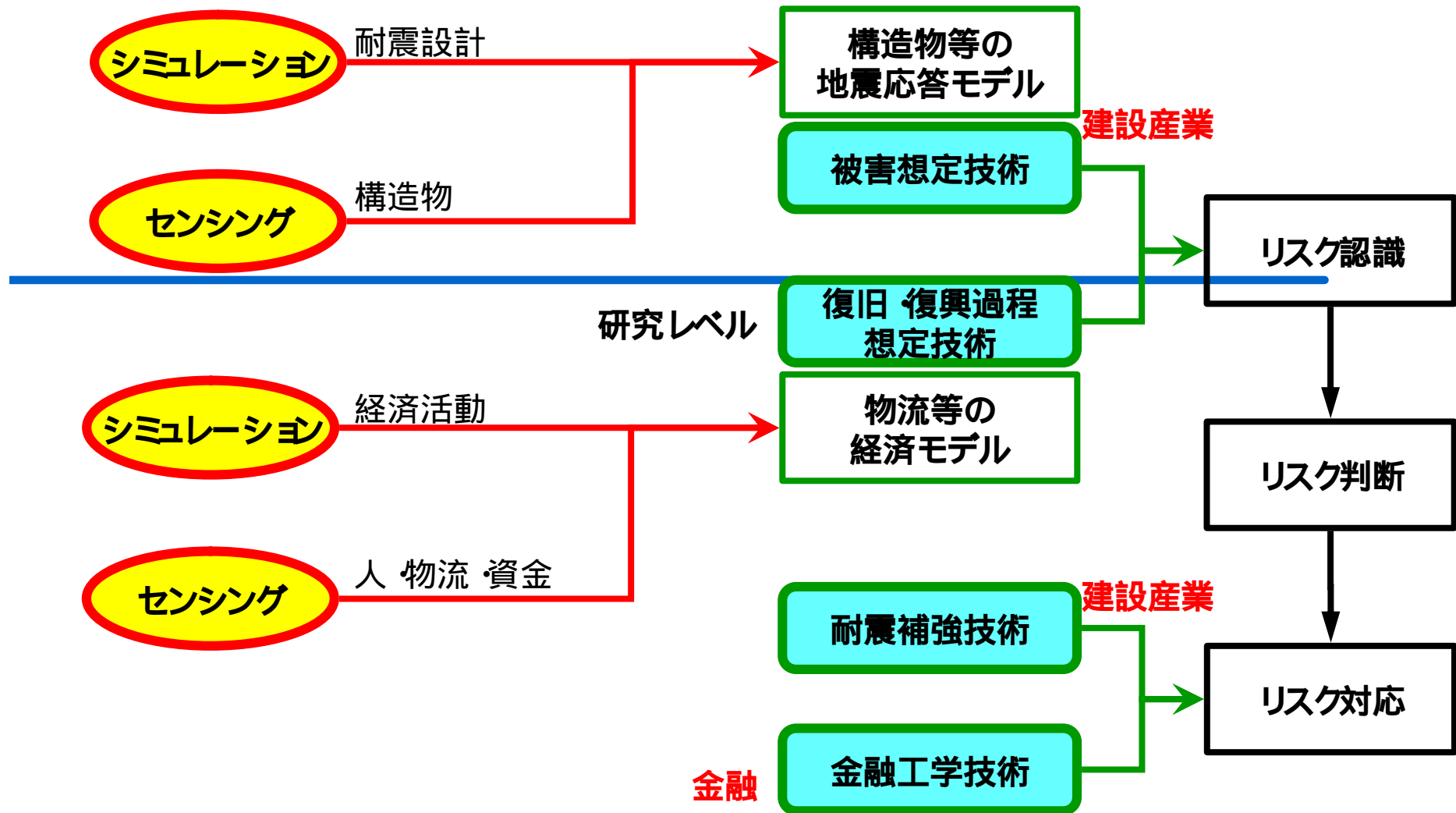
## ◆首都圏の中期・長期変化

- 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

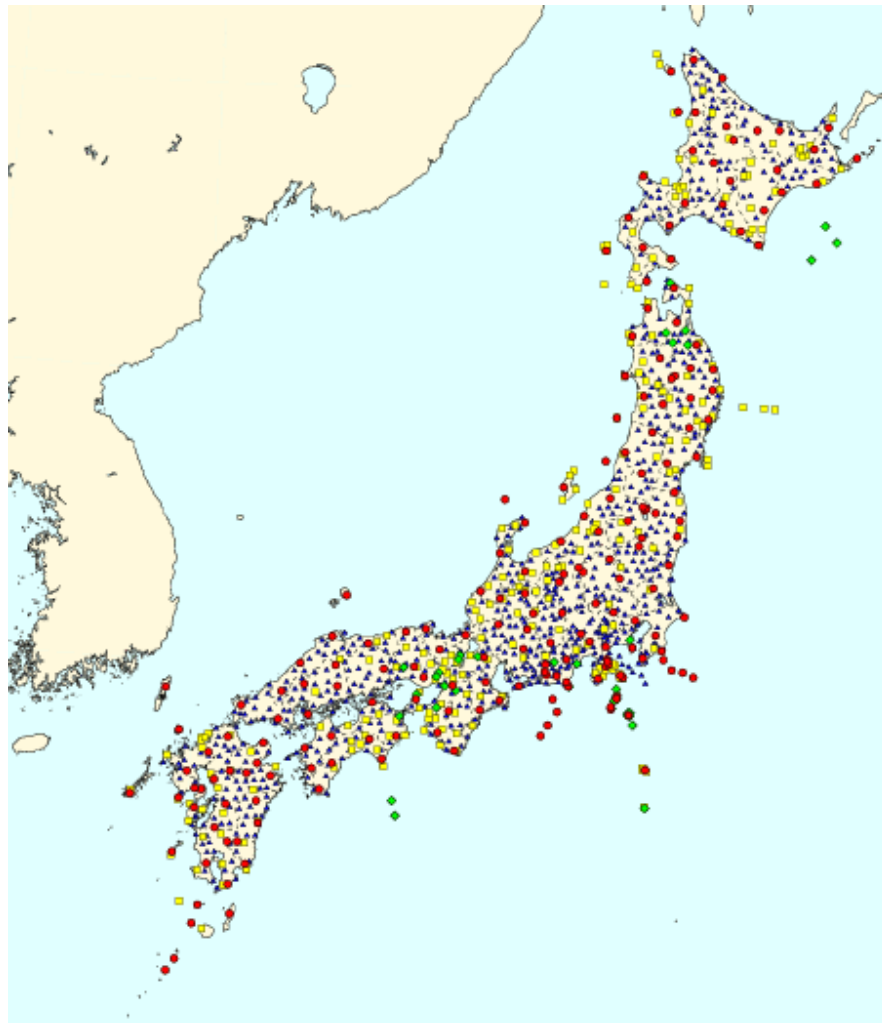
# 地震防災の高度化に必要な技術： 全体像





# 地震観測ネットワーク

---

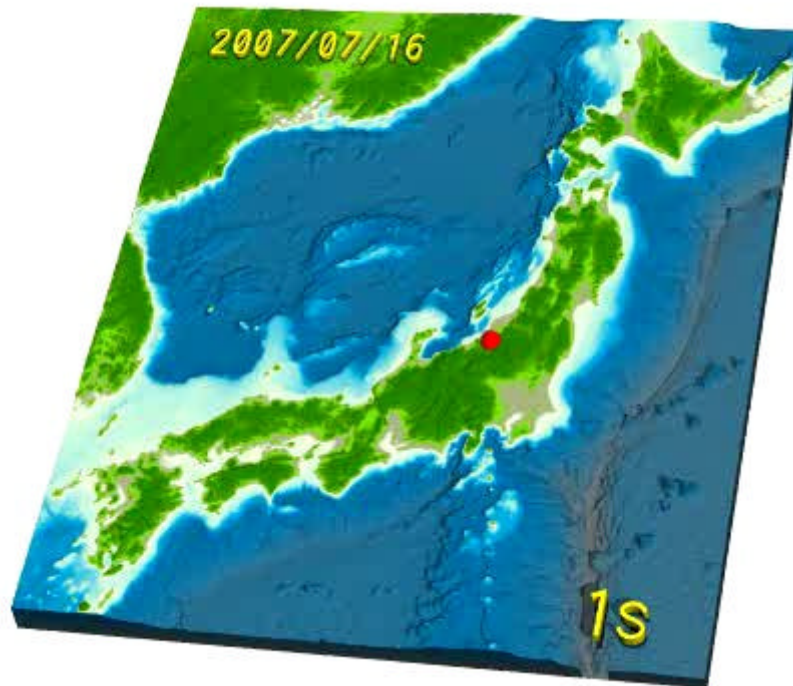


気象庁  
大学  
防災科学技術研究所  
その他の機関  
(気象庁)

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

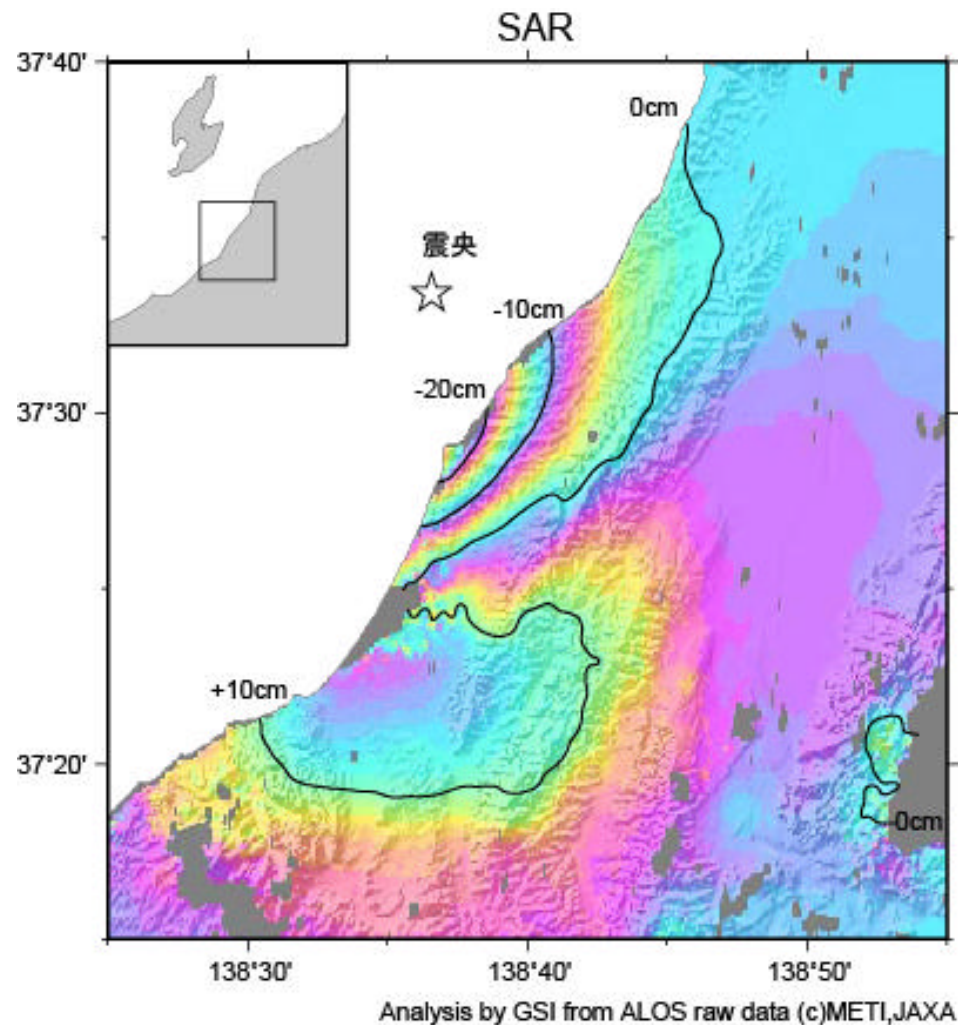
---



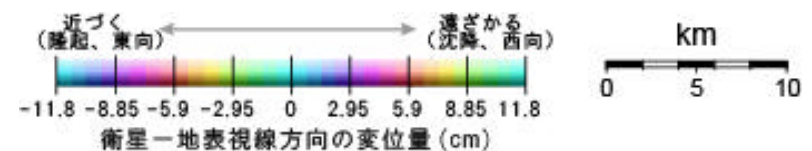
防災科学技術研究所のK-Net & KiK-netによって観測された地震観測記録から生成 .使用された観測点は合計696 .

(東京大学地震研究所)

# 「だいち」が観測した地殻変動

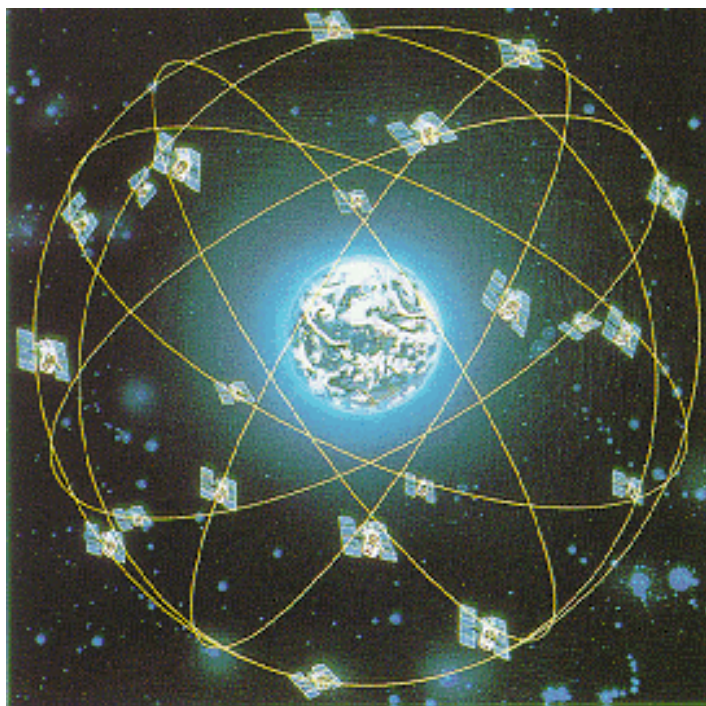


「だいち」が観測した,2007年新潟県中越沖地震による地殻変動の分布.この地震によって,20cm以上も地面が沈んでいることがわかる.  
(国土地理院)



# GPS (汎測地システム)

---



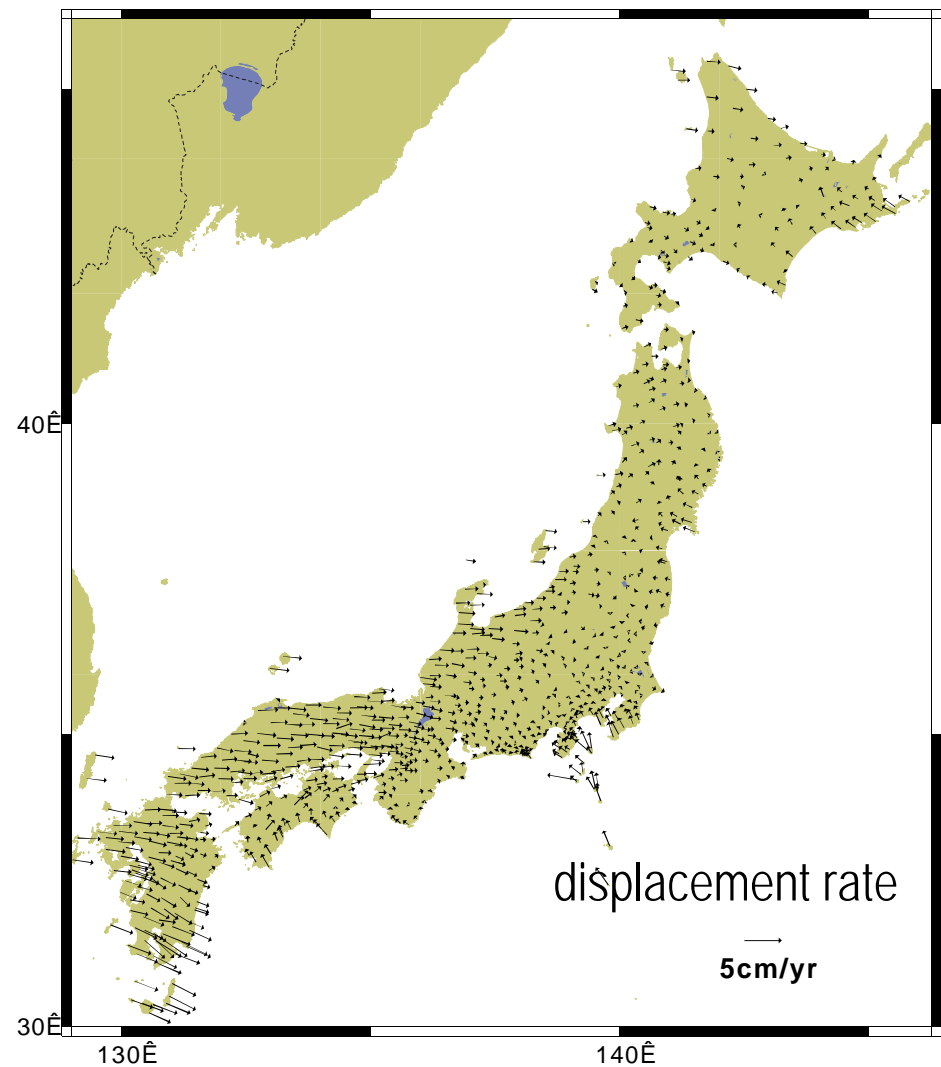
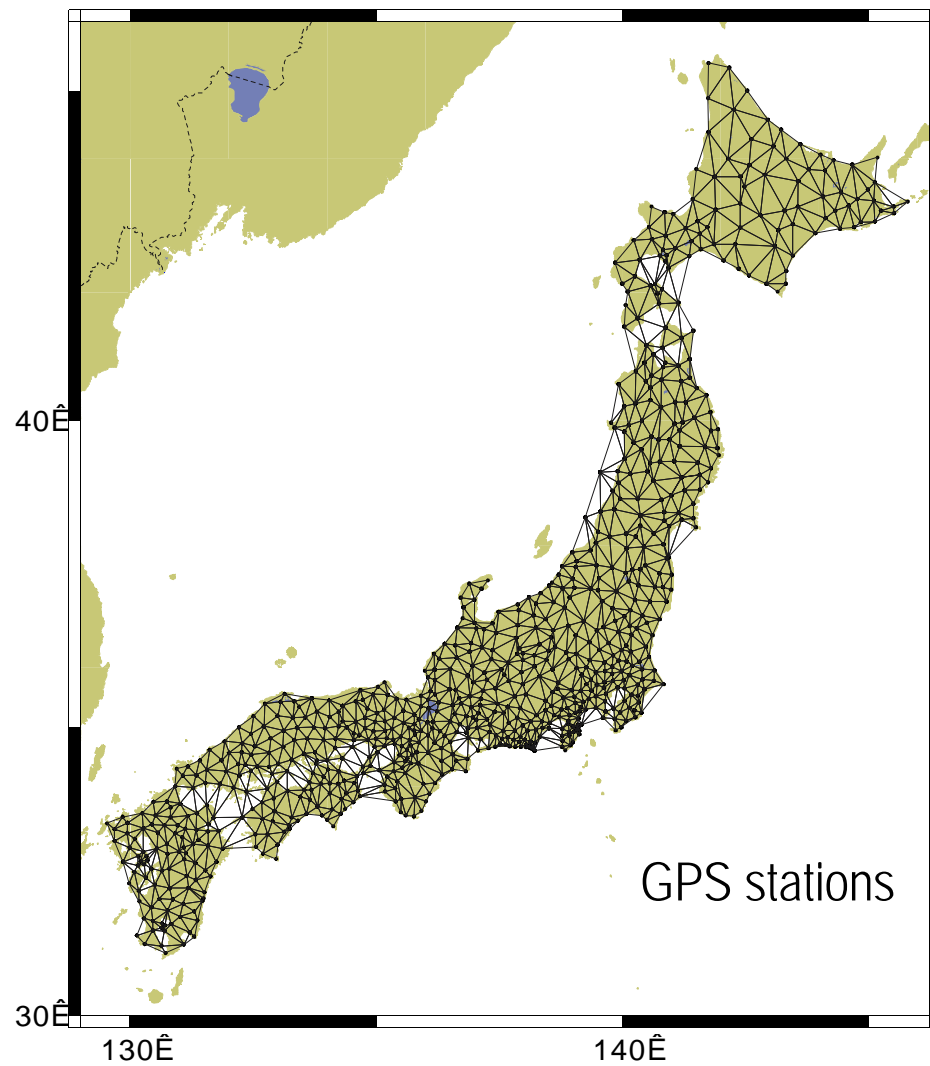
GPS衛星



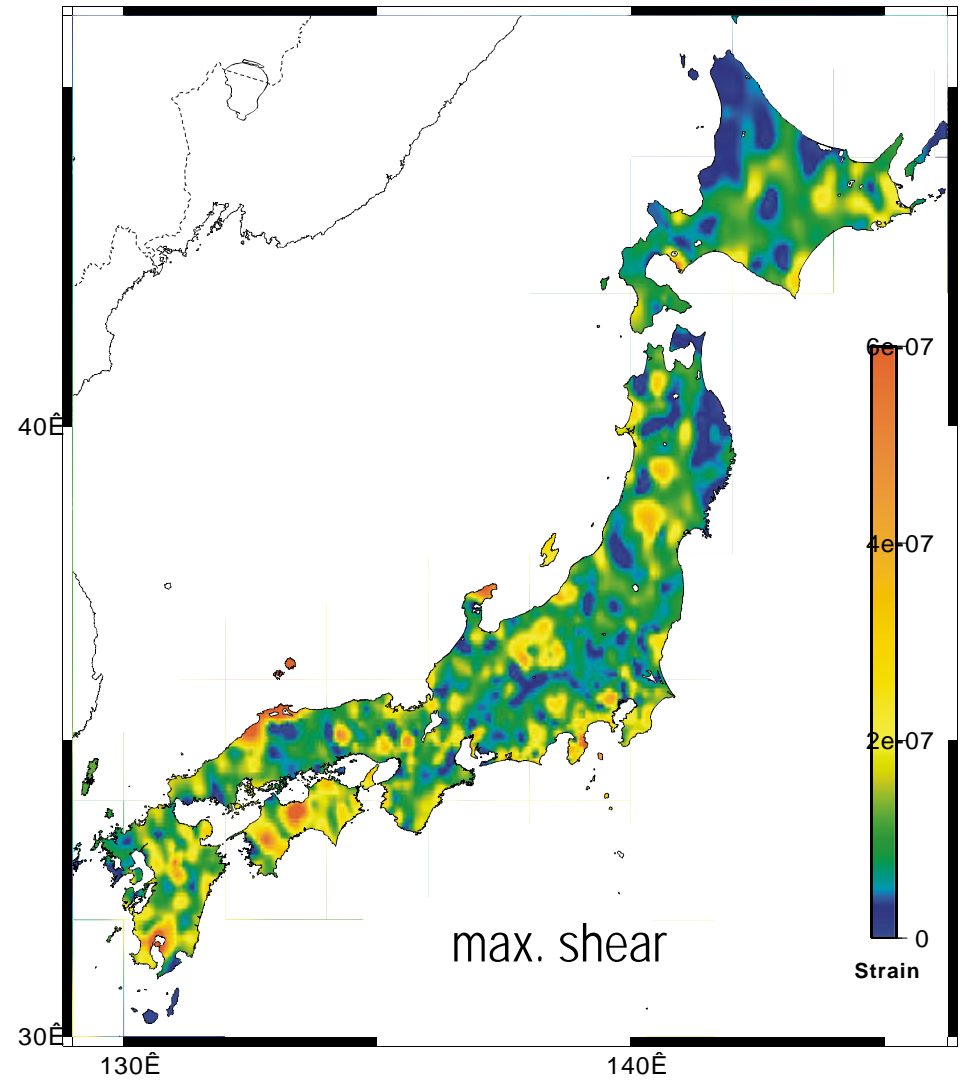
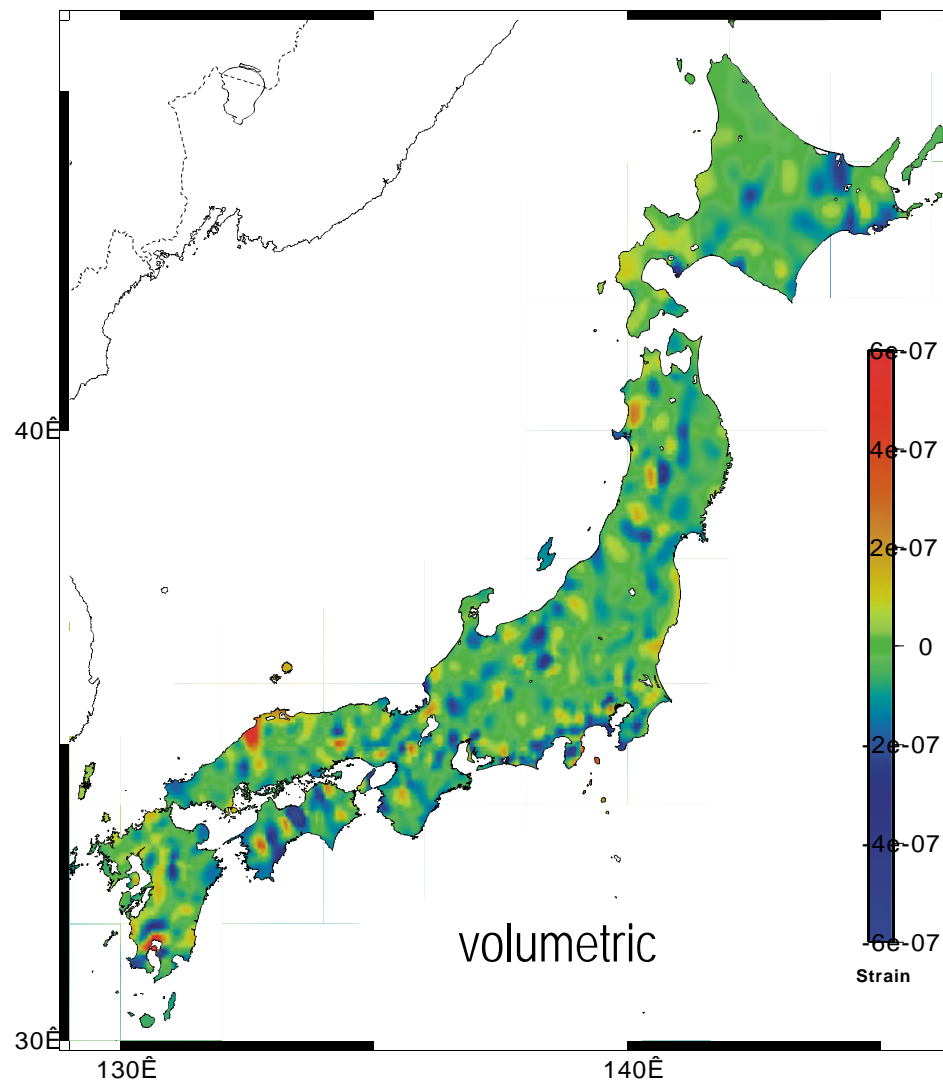
電子基準点



# GPS連続観測網と観測データ

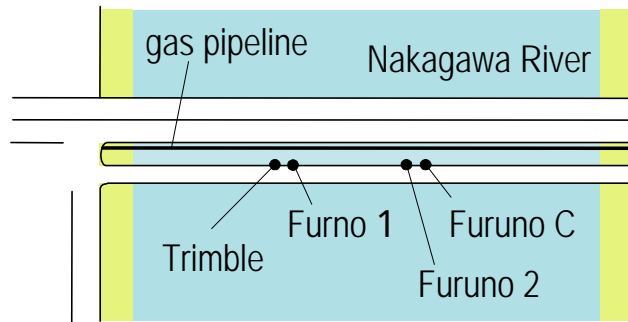


# ひずみのモニタリング

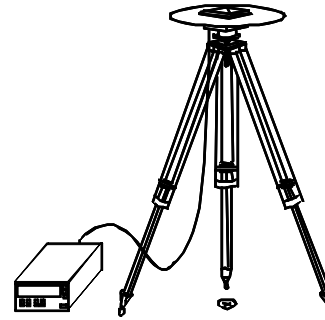


# 都市内での観測

橋脚 1



high accuracy survey antenna



Trimble  
4000SI

survey antenna (Furuno)

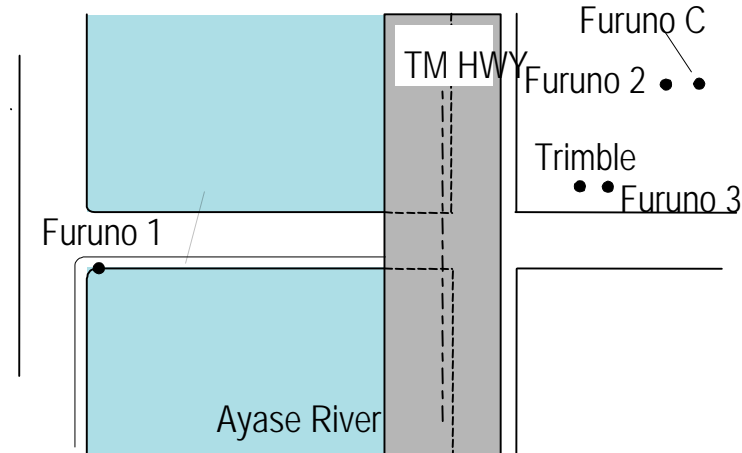


receiver for car navigation (Furuno)



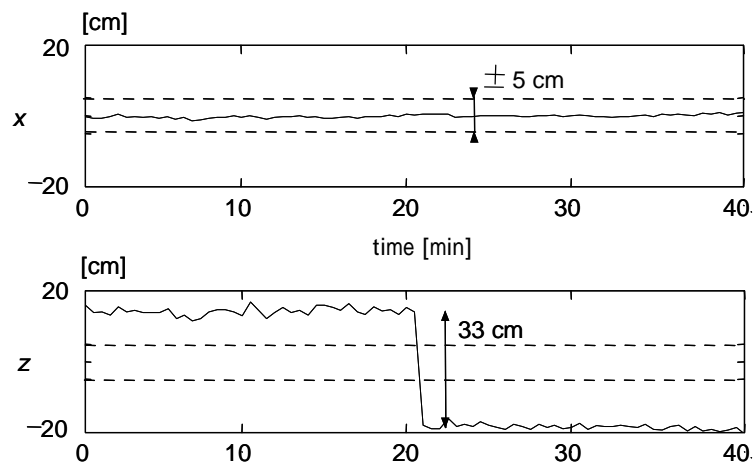
simple antenna

橋脚 2

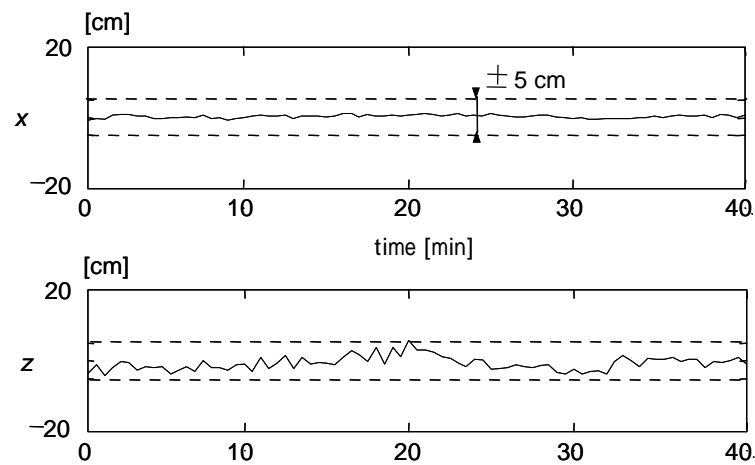


| receiver       | characteristics        | sampling [sec] | height   |
|----------------|------------------------|----------------|----------|
| Trimble        | high accuracy, anti-MP | 1.0            | constant |
| Furuno         | middle accuracy        | 1.0            | constant |
|           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

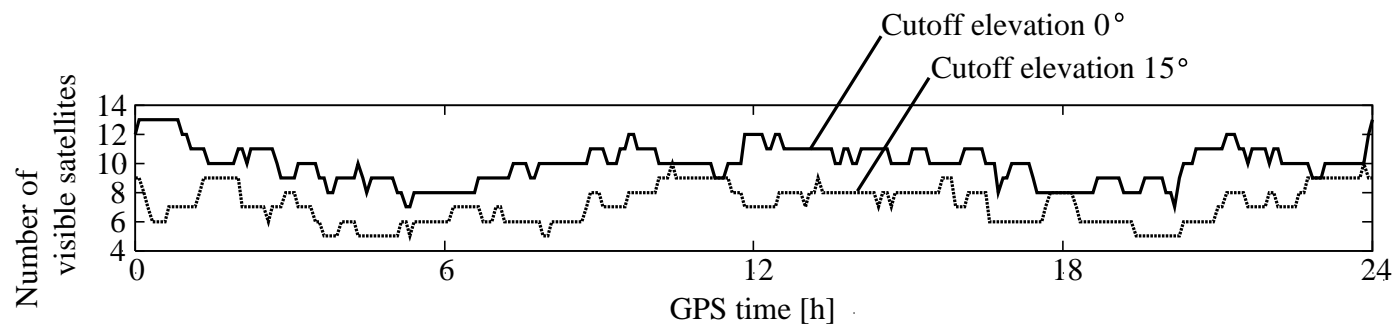
# 観測結果



Furuno 2



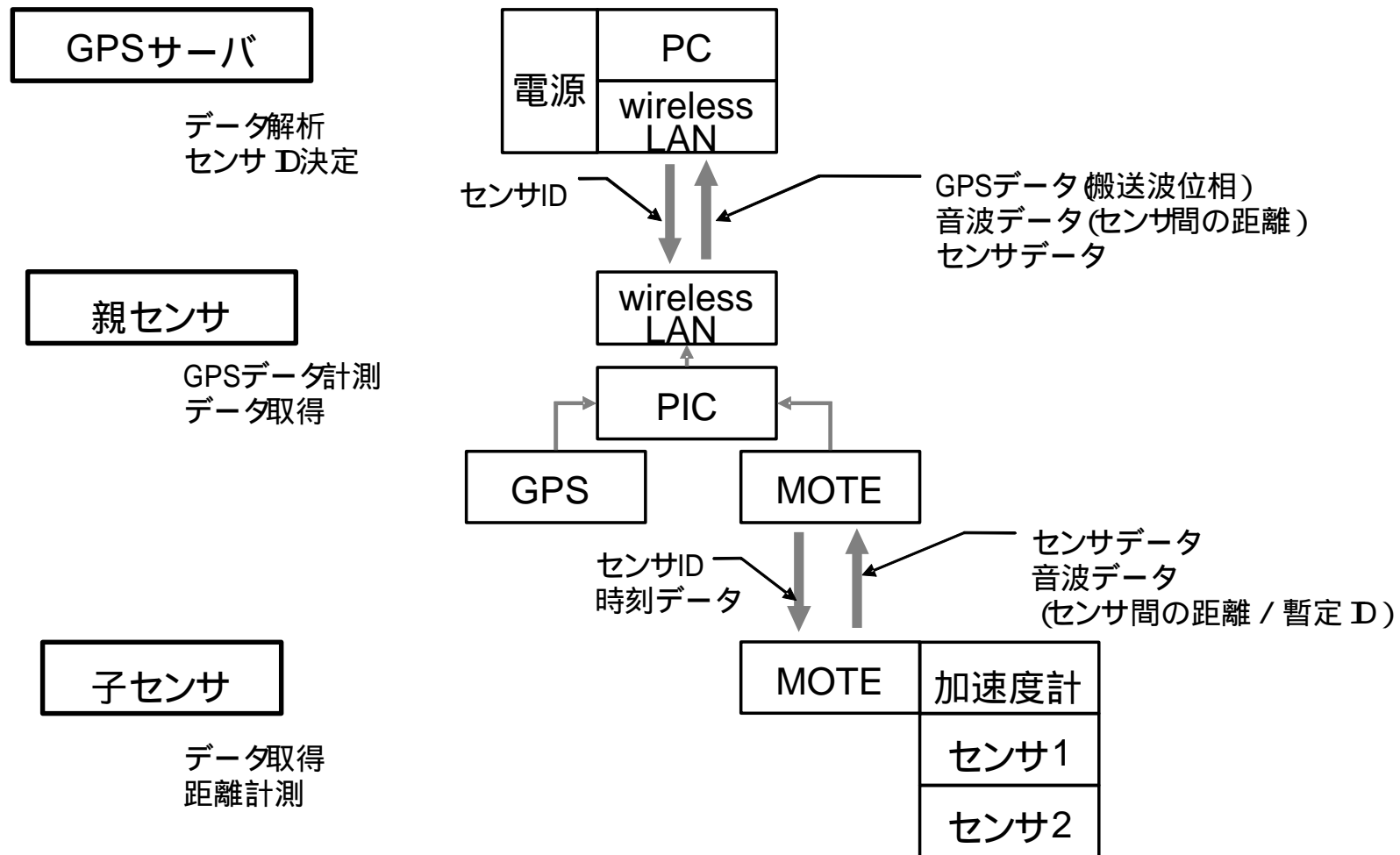
Furuno C



誤差の主原因は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

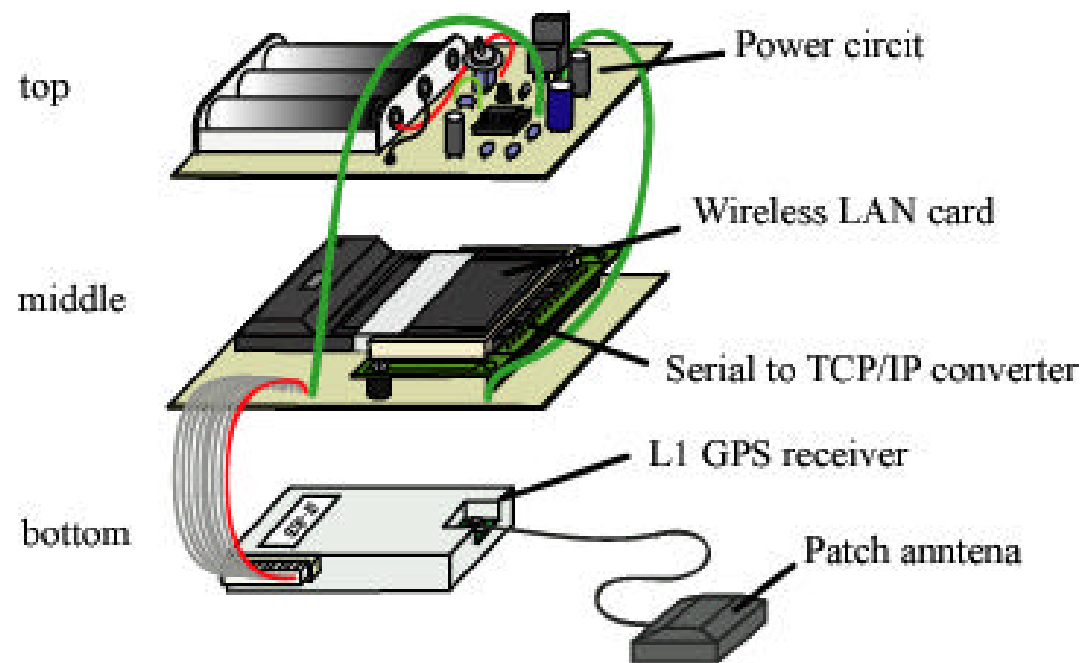
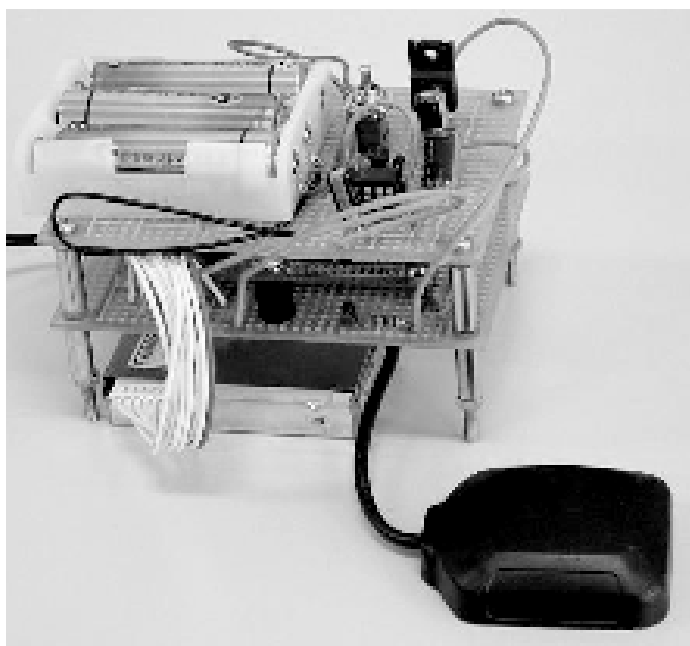
---

## ◆ 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

最大積載質量

地震動

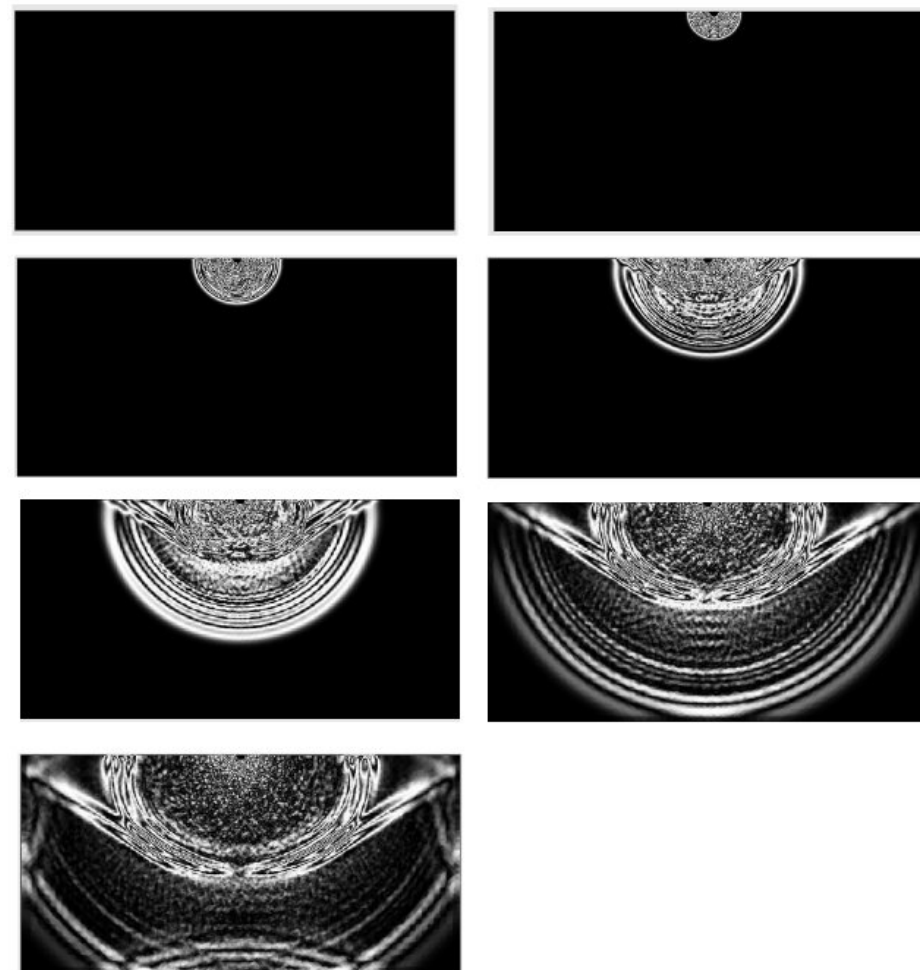
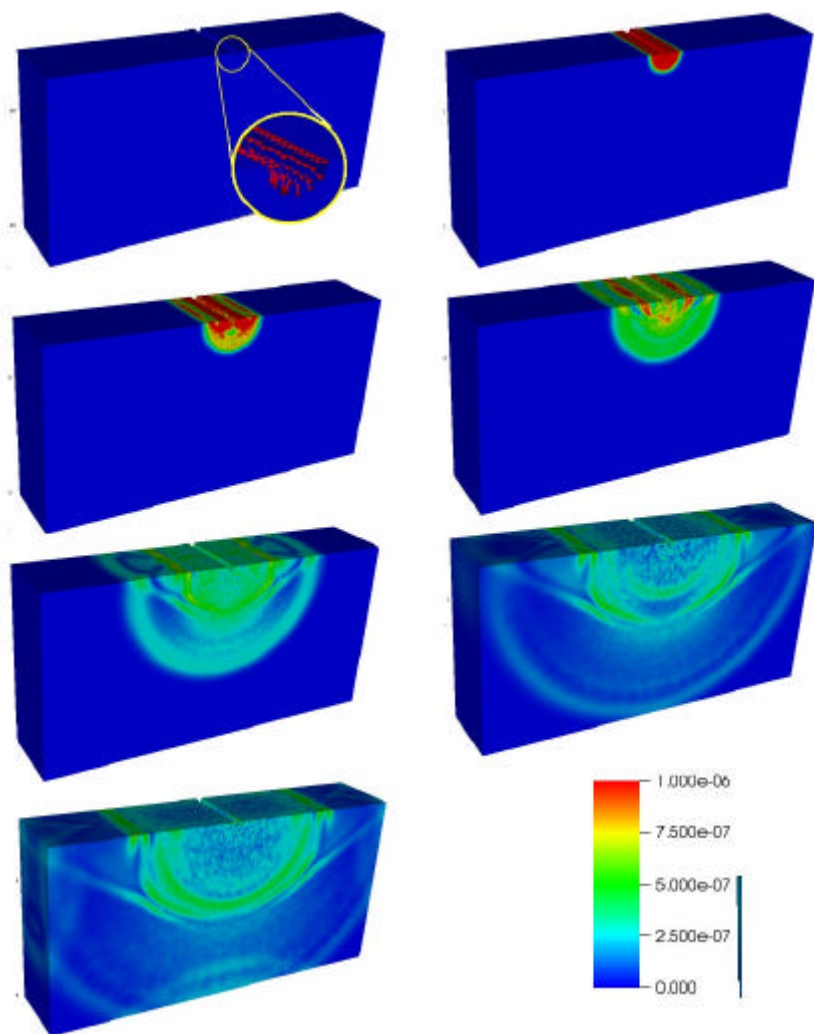
20m x 15m

1200トン

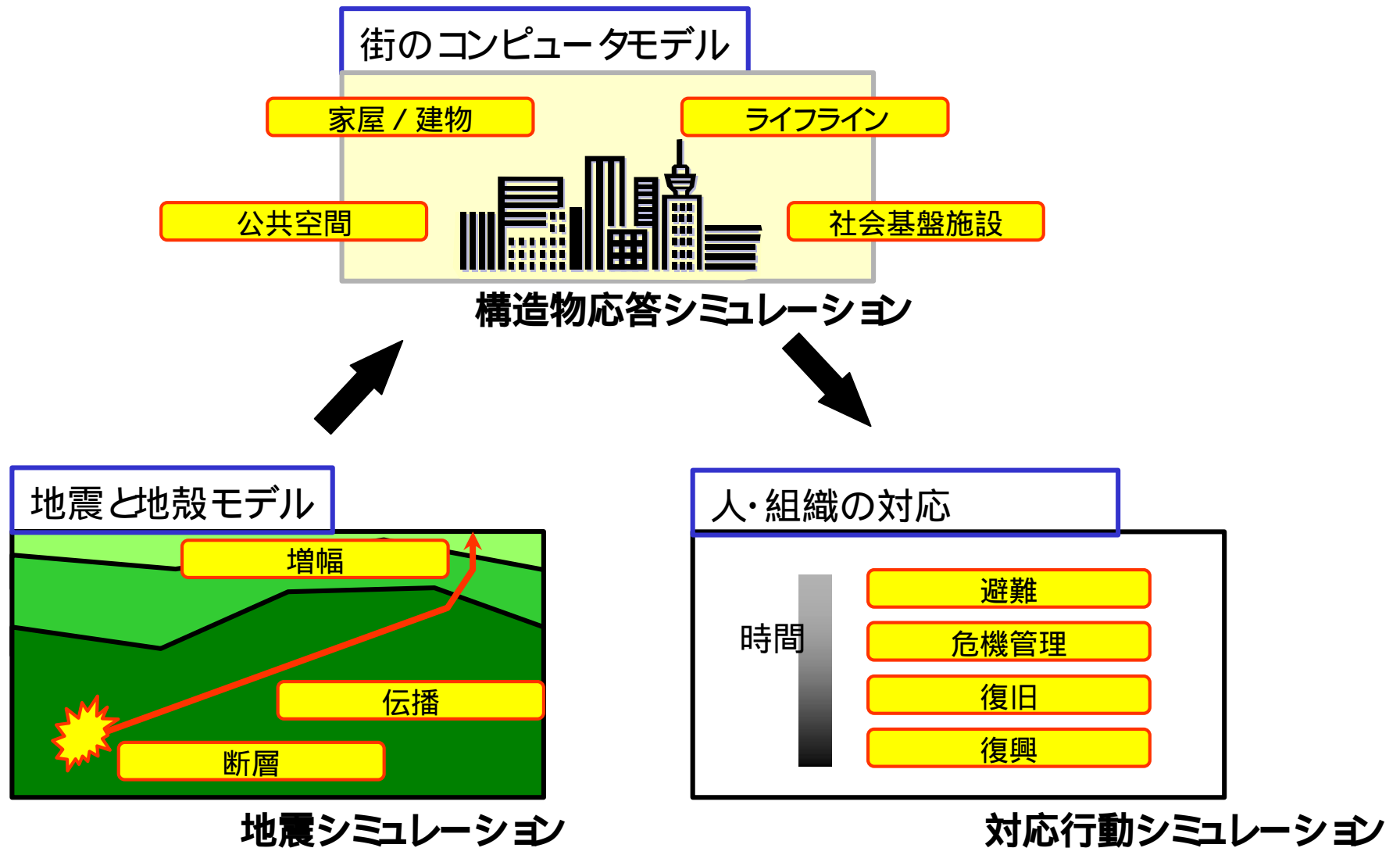
三次元地震動

阪神・淡路大震災クラス

# 光弾性実験との比較

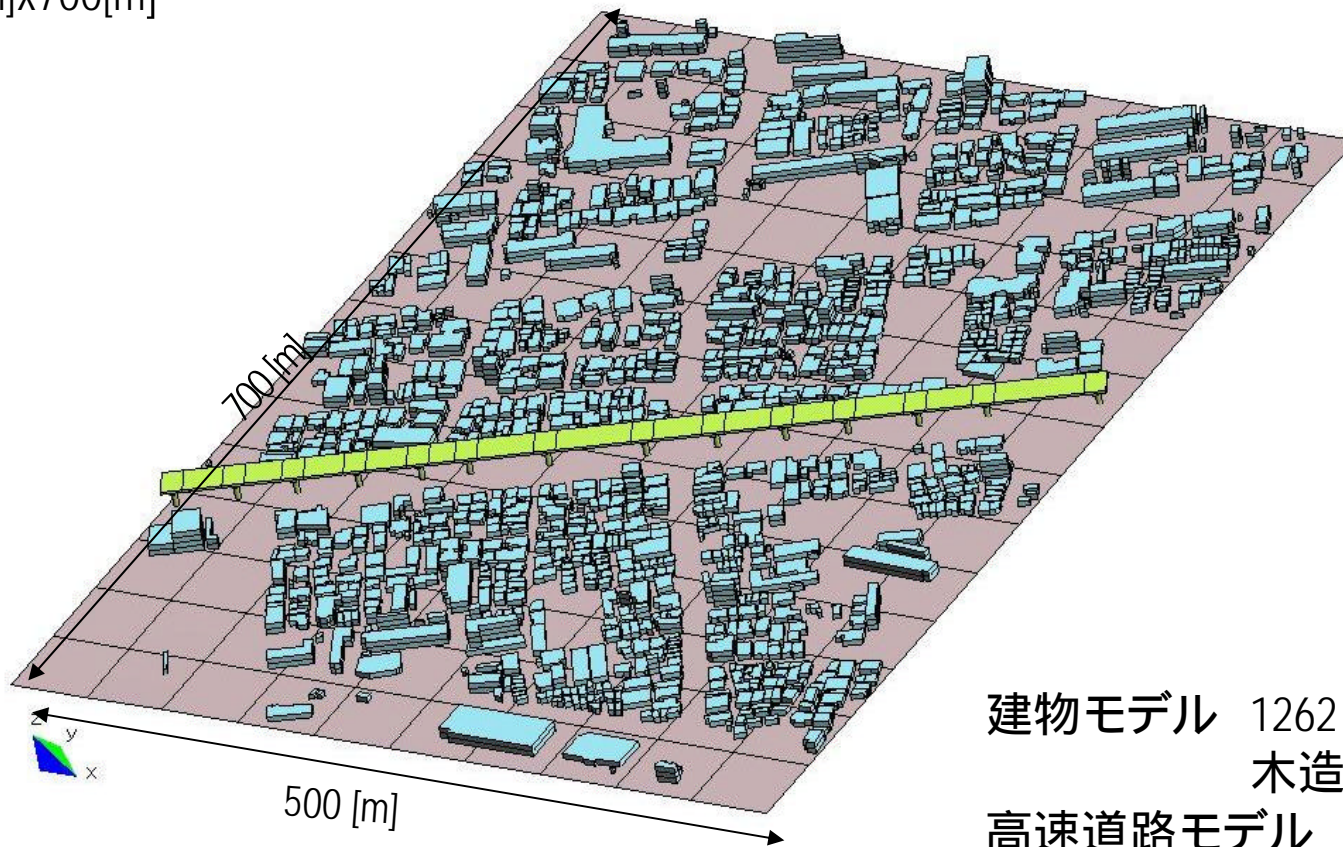


# 統合地震シミュレーションシステム



# 神戸はどう揺れたか (1)

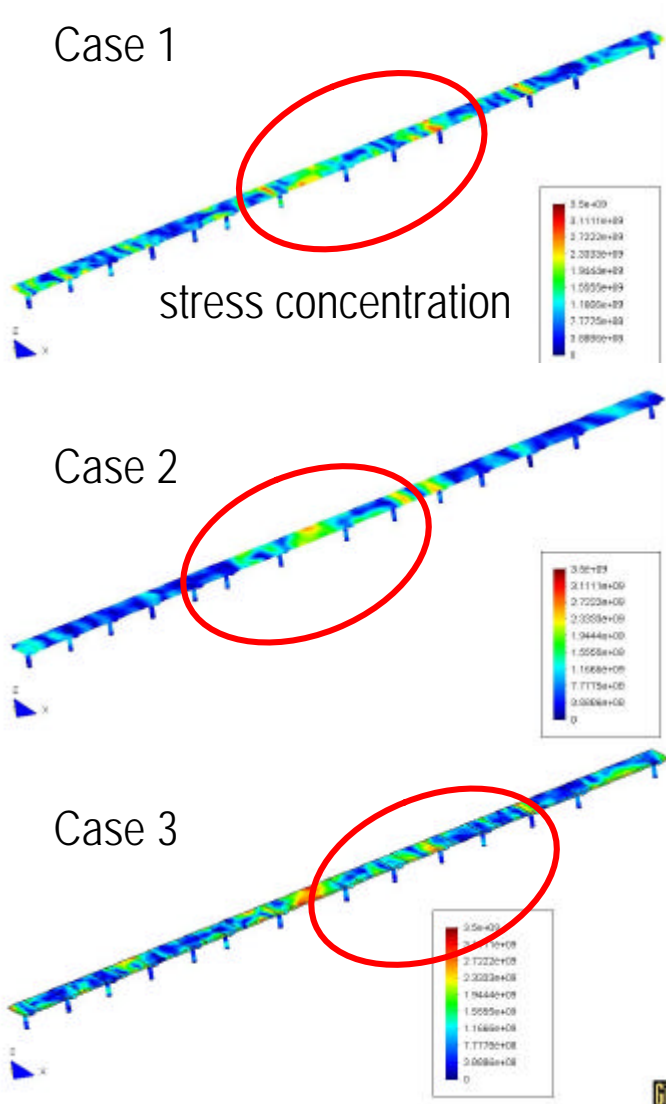
神戸市, 東灘区  
500[m]x700[m]



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



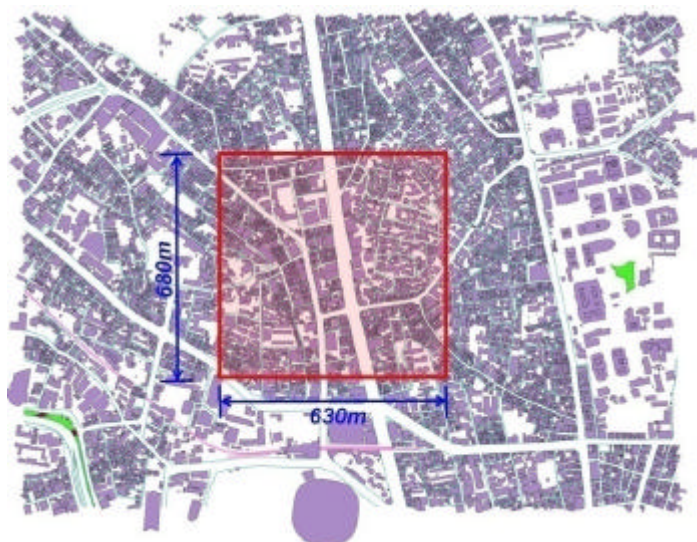
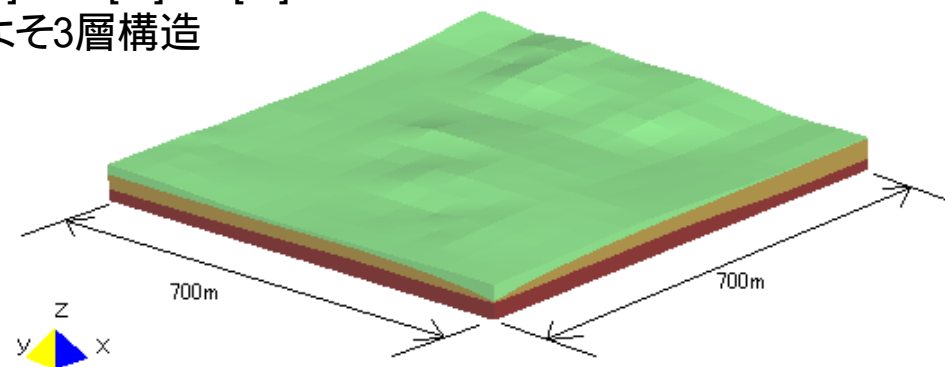


# 文京区はどう揺れるか (2) モデルの例

地盤モデル

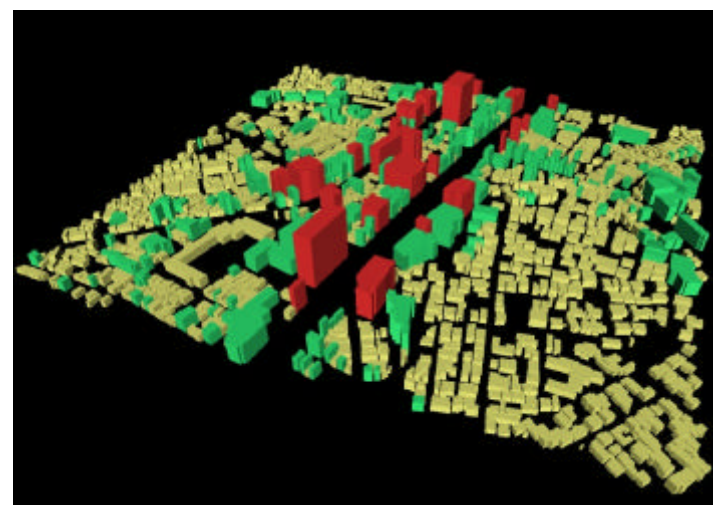
700[m] x 700[m] x 40[m]

おおよそ3層構造

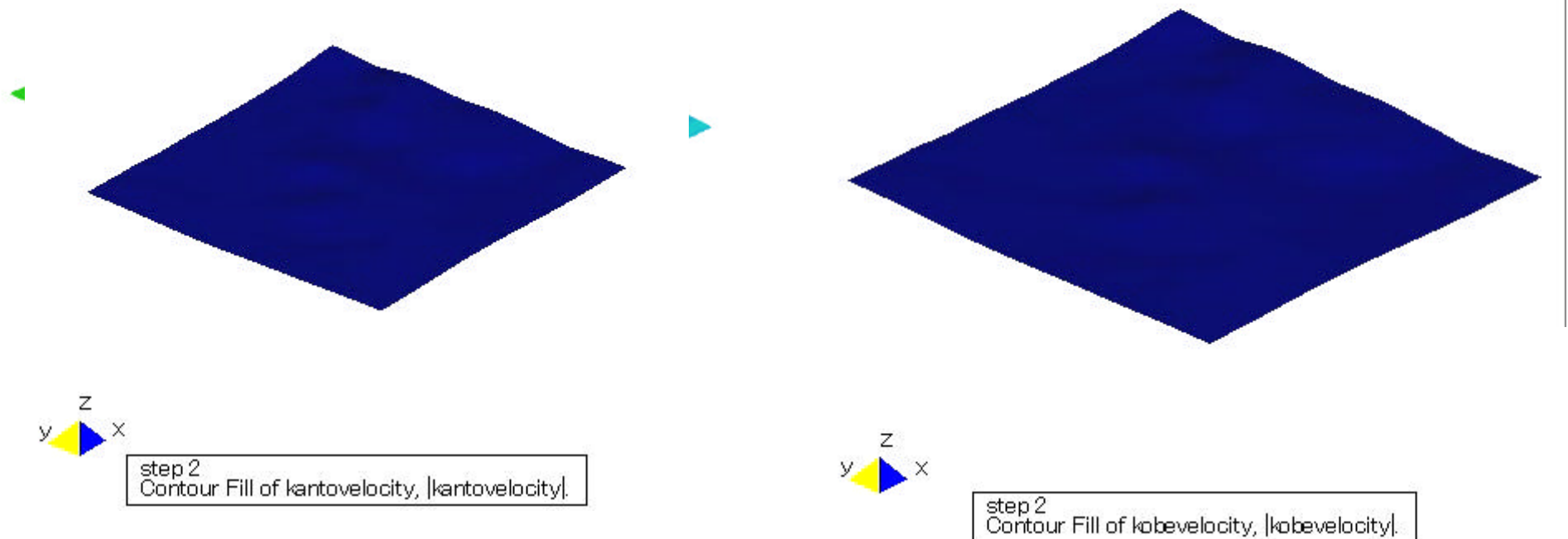


建物モデル

約2000棟



## 文京区はどう揺れるか (3) 震度の違い

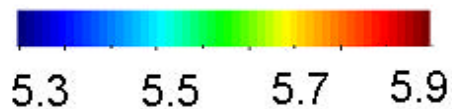
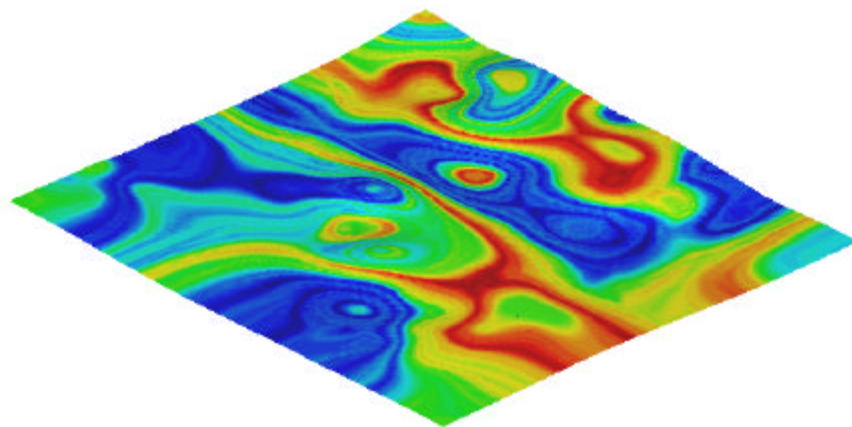


想定首都直下地震

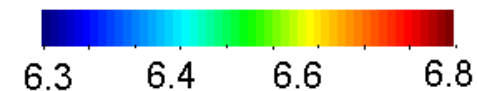
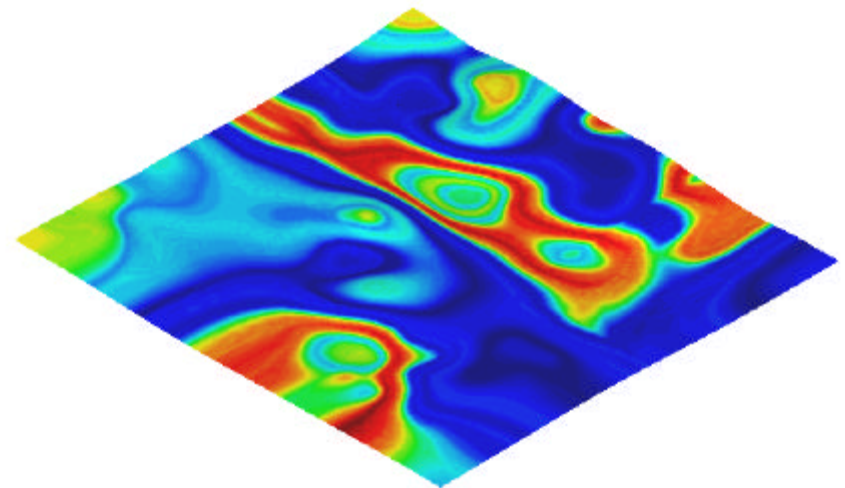
阪神淡路大震災

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 (3) 震度の違い



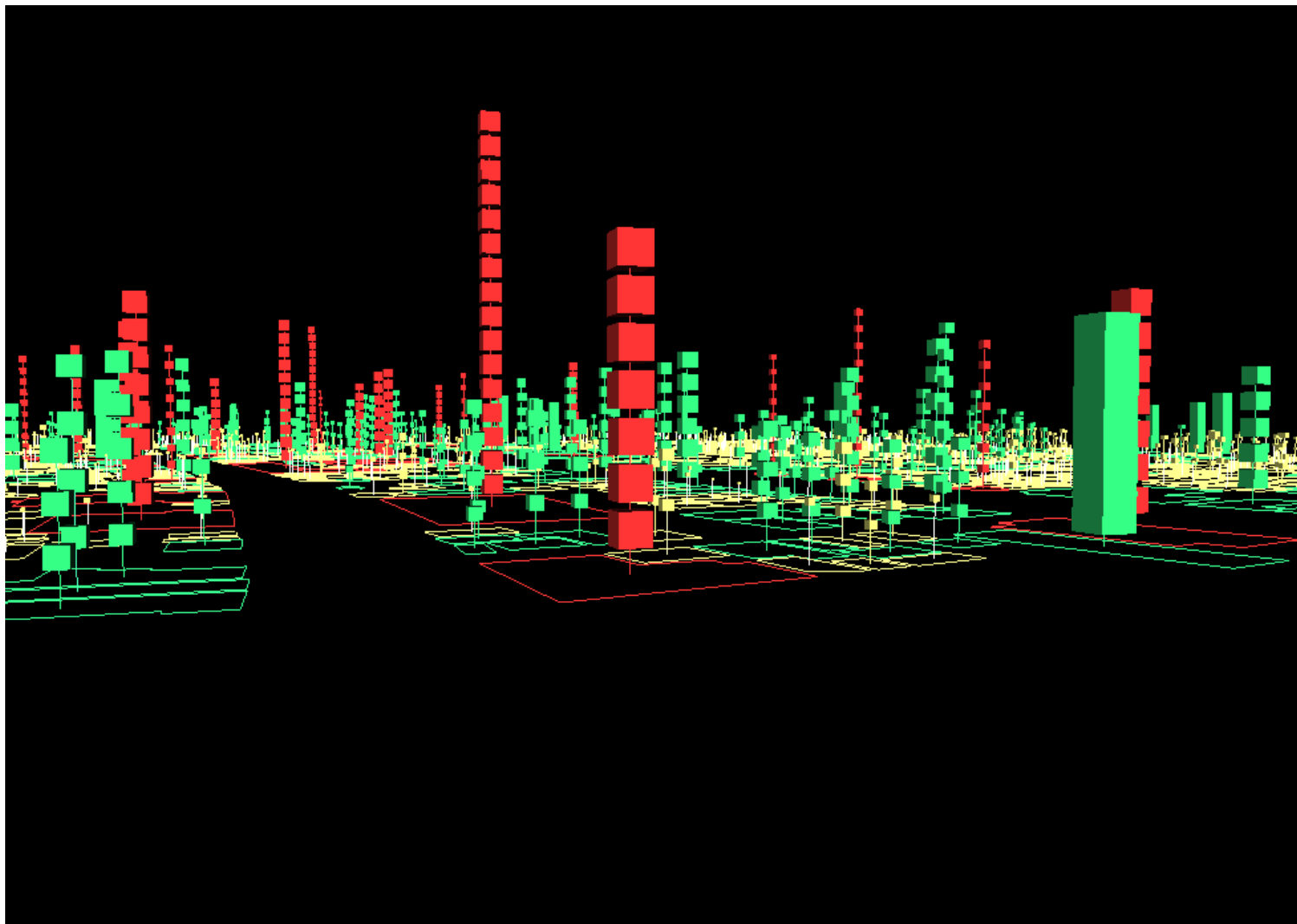
想定首都直下地震



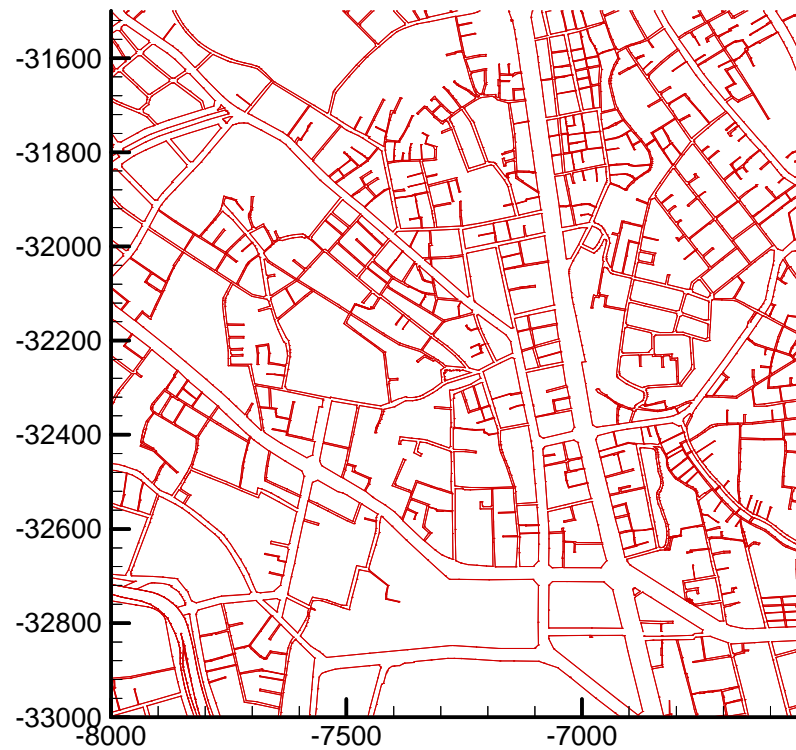
阪神淡路大震災

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



道路モデル

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