

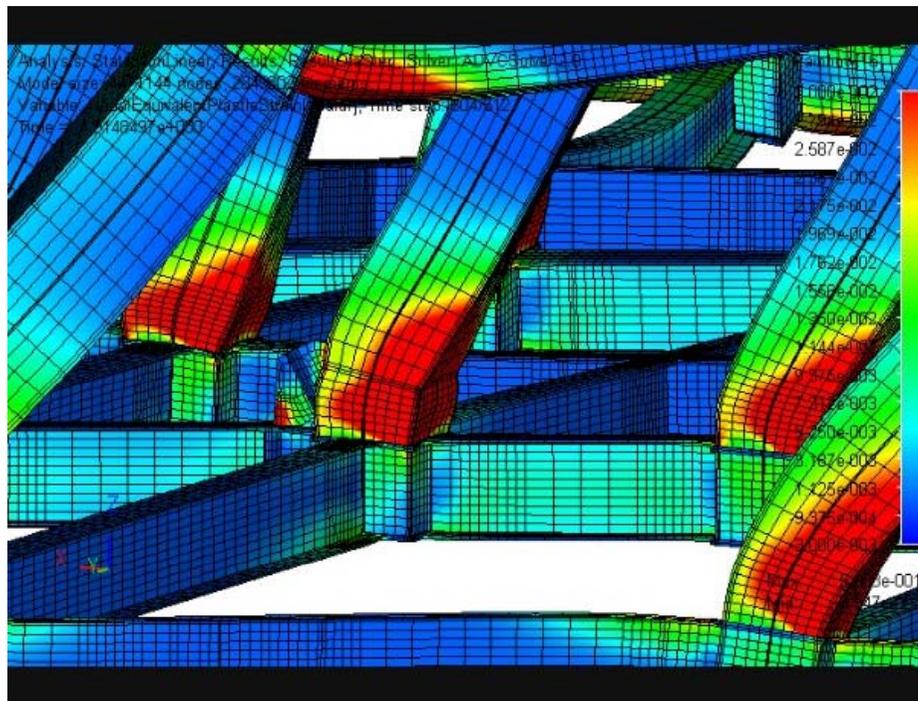
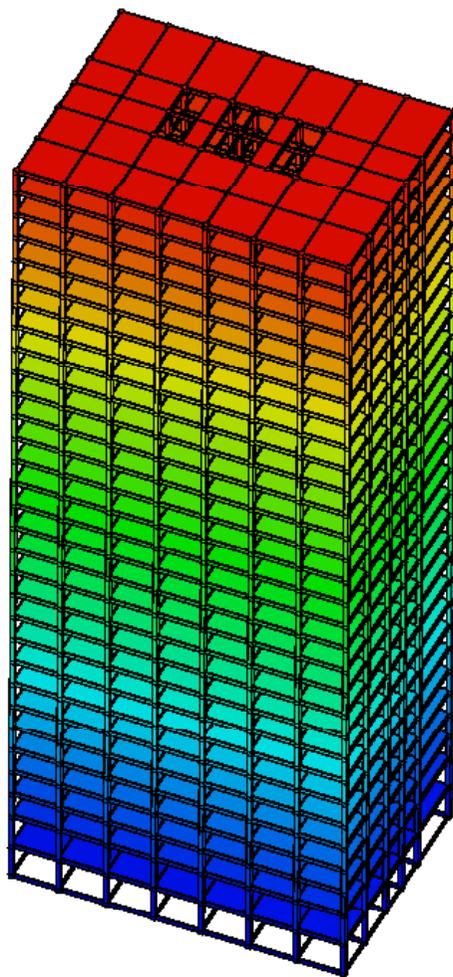
# 地震工学

## — 建物をまるっと計算する —

---

堀宗朗  
東京大学地震研究所

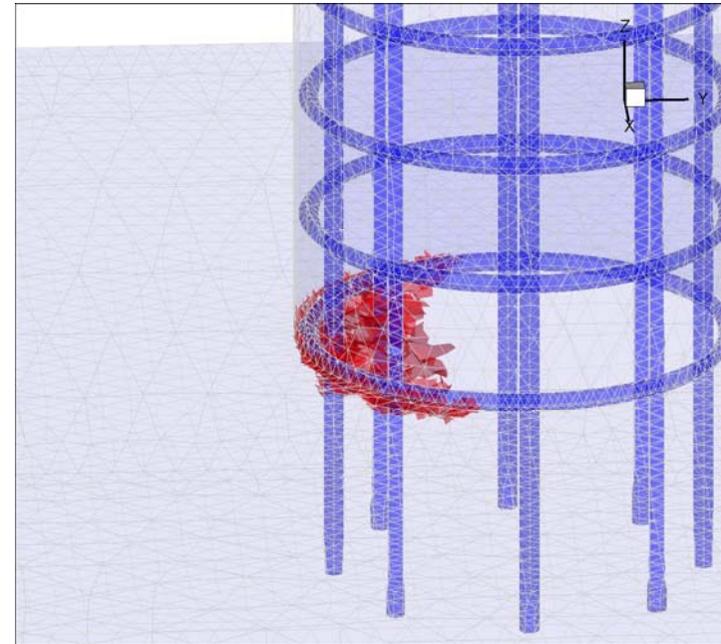
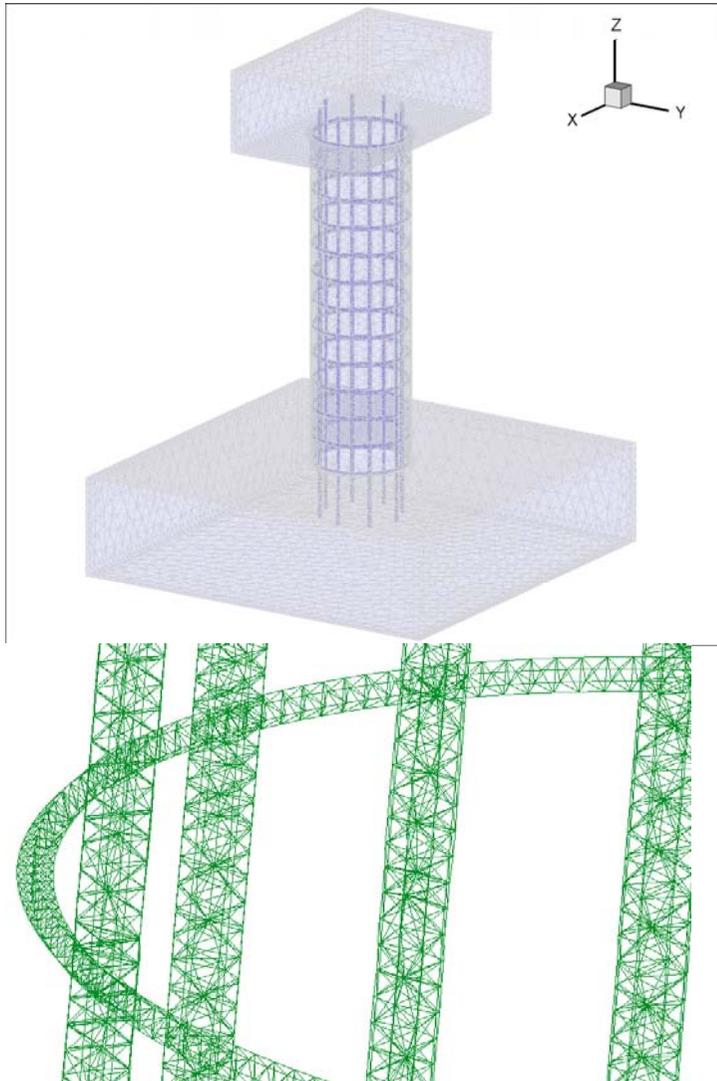
# 現状：超高層ビル



## ◆ 超高層ビル

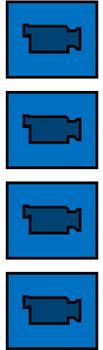
- 大規模構造物に対する、部材レベルまでの詳細なモデル化
- 塑性変形と局部座屈を再現する、崩壊までの大規模数値解析

# 現状：鉄筋コンクリート橋脚



## ◆ 鉄筋コンクリート橋脚

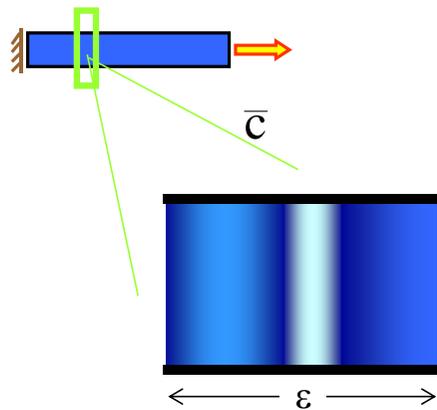
- 鉄筋やコンクリート内の骨材を対象とした詳細なモデル化
- 亀裂進展とそのばらつきを考慮した、崩壊までの大規模数値解析



# 高度な解析理論

## 特異摂動に基づくマルチスケール解析

HIGH HETEROGENEITY



SINGULAR PERTURBATION

fast variable  $y = \frac{1}{\varepsilon} x$

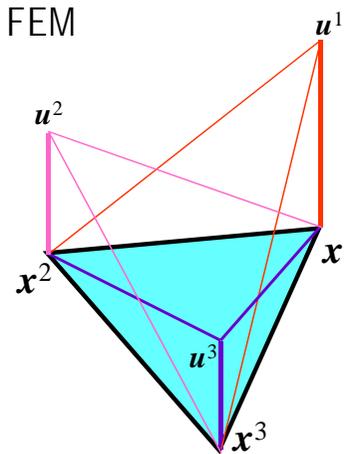
$c \rightarrow c(y), \quad u \rightarrow u_0(x) + \varepsilon u_1(x, y)$



$$Cu''_0 = 0, \quad u_1(x, y) = \chi(y)u'_0(x)$$

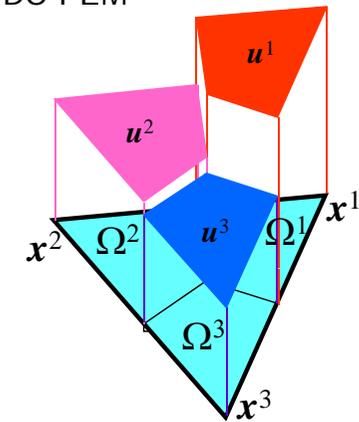
## 新しい離散化に基づく亀裂進展解析

FEM



continuous basis functions

PDS-FEM



discontinuous basis functions

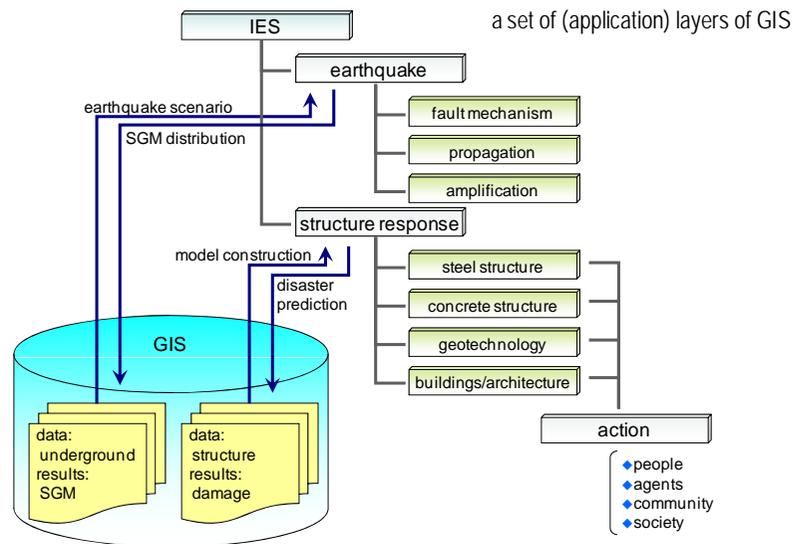
PARTICLE DISCRETIZATION SCHEME

$$f(\mathbf{x}) : f^d(\mathbf{x}) = \sum_{\alpha} f^{\alpha} \varphi^{\alpha}(\mathbf{x})$$

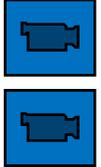
$$f_i(\mathbf{x}) : g_i^d(\mathbf{x}) = \sum_{\beta} g_i^{\beta} \psi^{\beta}(\mathbf{x})$$

applicable to differential equations by means of *dual discretization* for function and its derivative, even though discontinuous basis functions are employed

# 現状：都市地震シミュレーション



- ◆ 地理情報システムを使う都市モデル
  - 構造物一棟一棟のモデル化
- ◆ 統合地震シミュレーション
  - 地震動
  - 構造物応答
  - 地震被害対応



# 将来構想：構造解析

- ◆ E-DEFENSEと連動した数値震動台の開発
  - 地盤－構造物連成を考慮した各種構造物の地震応答崩壊解析
  - 重要設備を含む建築建物内の非構造部材解析



鉄筋コンクリート橋脚の損傷

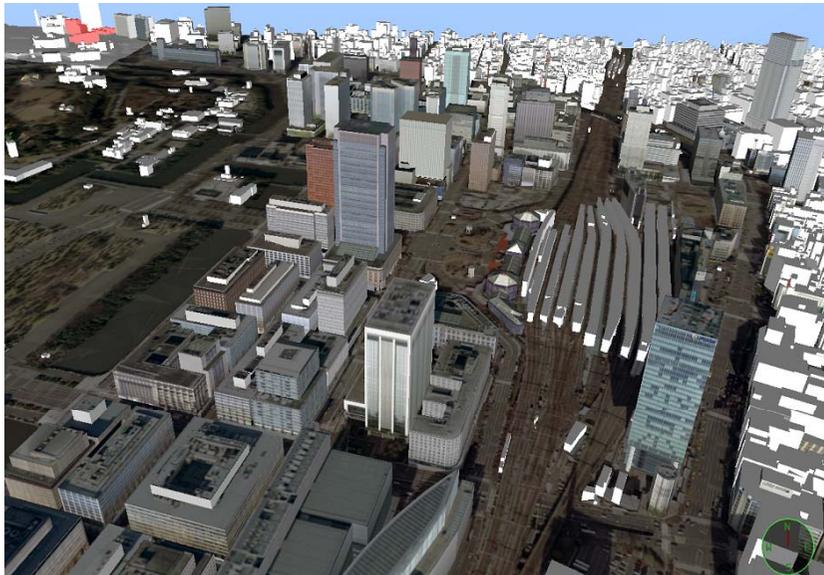


建築構造物とその耐震補強

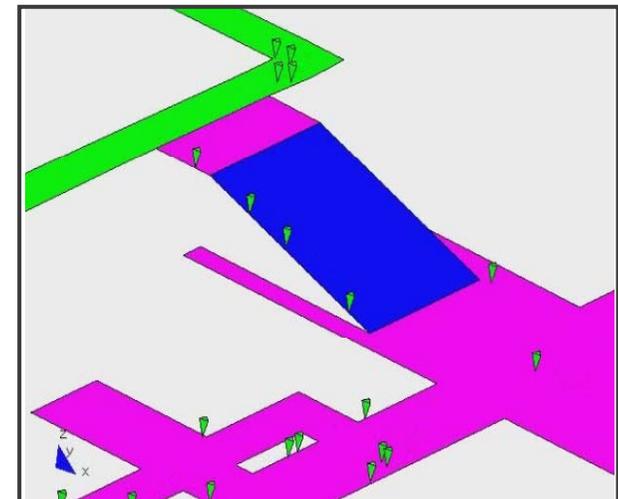
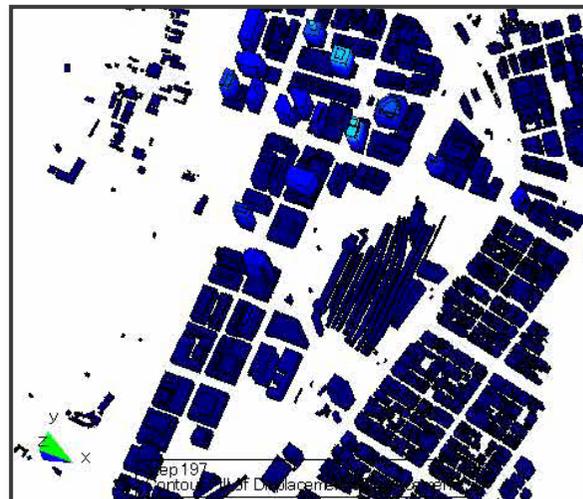
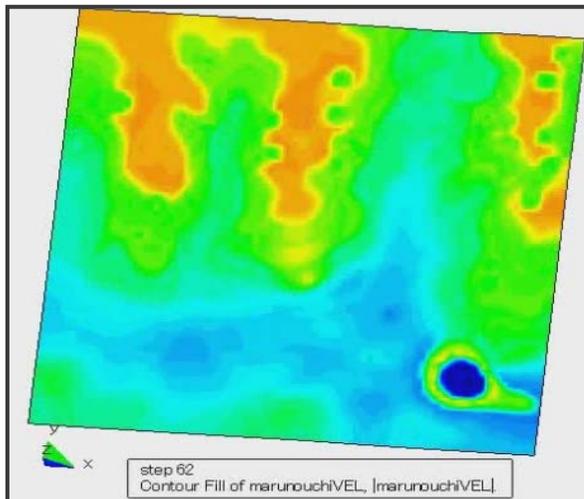


地震動を受ける建物内での  
医療設備の挙動予測

# 将来構想：都市地震シミュレーション



- ◆ 日本・世界への地震災害情報の発信
  - リアルタイムハザードマップ
- ◆ 統合地震シミュレーションの完成
  - 地震動
  - 構造物応答
  - 地震被害対応



# おわりに

---

## ◆ 建物をまるっと計算する

- 耐震性の高度化

## ◆ 都市をまるっと計算する

- リアルタイムハザードマップの構築

## ◆ 世界をまるっと計算する

- データとシミュレーションが作る地震情報