

地震津波研究における スパコン利用の実例

H24.4.18

独立行政法人海洋研究開発機構
地震津波・防災研究プロジェクト

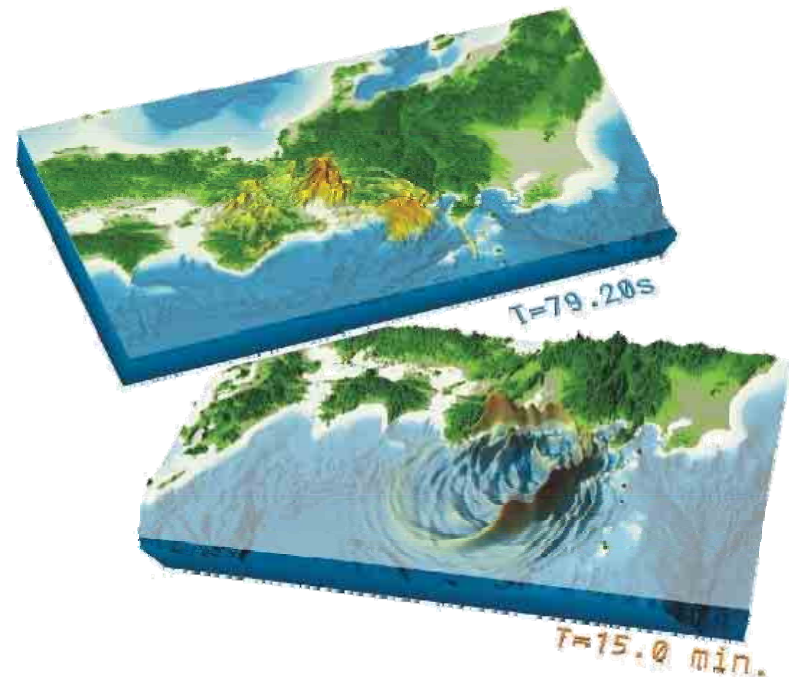
金田 義行

地震津波研究において

これまでシミュレーションがどのように利用されてきたか。

- ・地震動、津波予測
- ・構造物応答計算 (E-simulator)
- ・地震発生サイクルシミュレーション
- ・地下・地殻構造データ解析
- ・観測データ解析
- ・応力蓄積解析
- ・地震波等の可視化による理解増進 Etc...

→ ハザードマップ作成
被害予測



地震波・津波伝搬シミュレーション(古村, 東大)

(スパコンがどのようなところで、どのように使われているか。その必要性、意義、重要性等)

利用例1:地震動予測シミュレーション



東京大学 古村孝志教授資料より(地震課題)

利用例2:津波予測シミュレーション

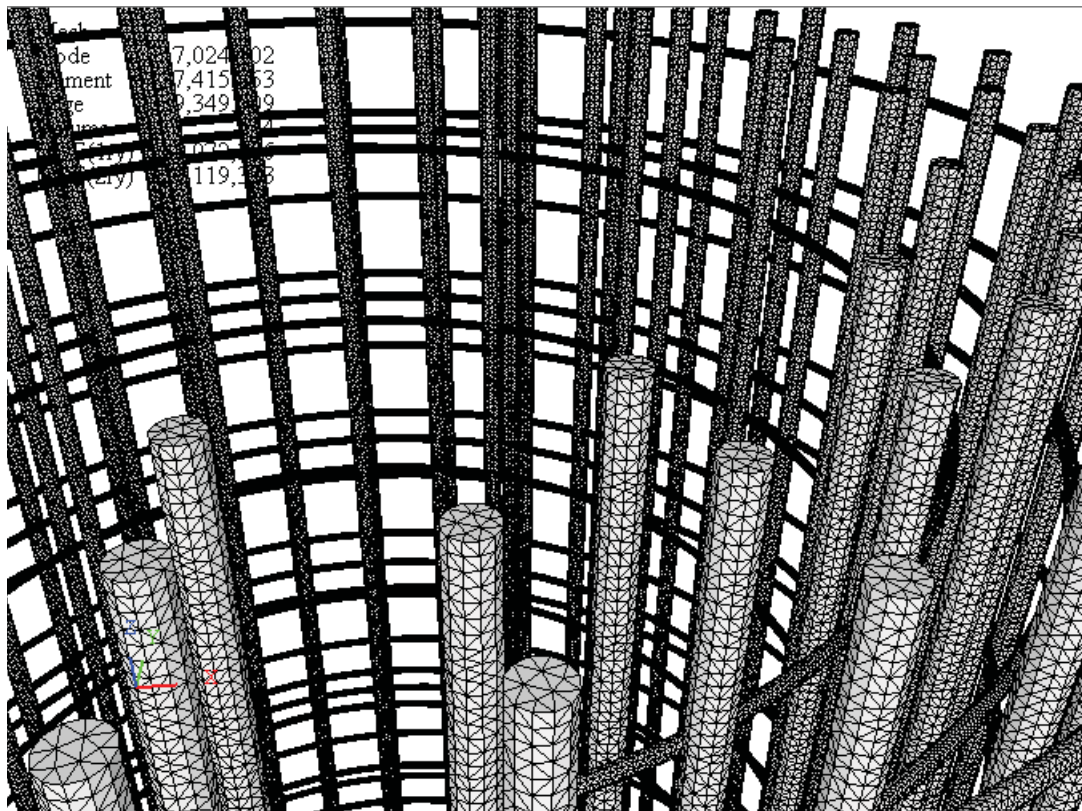


東北大学 今村教授資料より

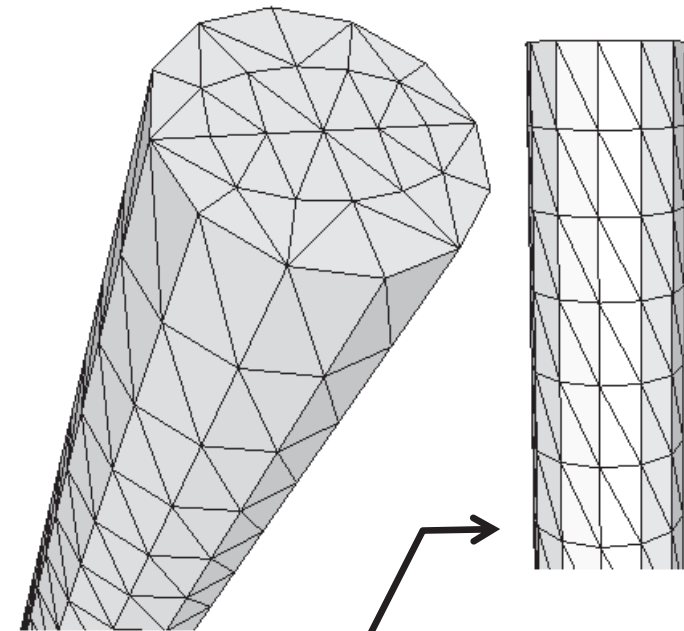
利用例3: 構造物の応答・破壊シミュレーション

RC橋脚の破壊シミュレーション

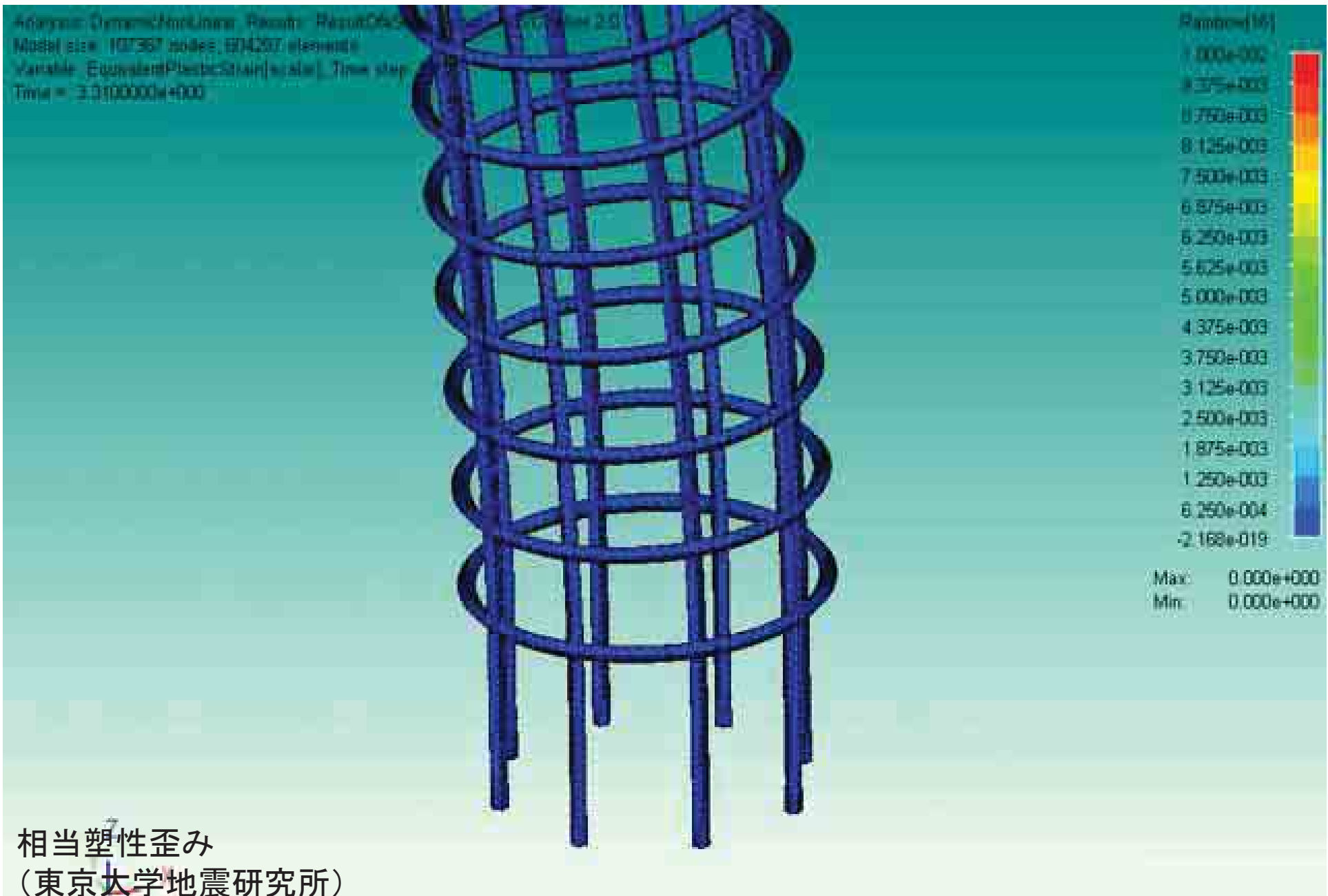
- ・鉄筋やコンクリート内の骨材を対象とした詳細なモデル化
- ・亀裂進展とそのばらつきを考慮した、崩壊までの大規模数値解析を実施



steel bar embedded in pier



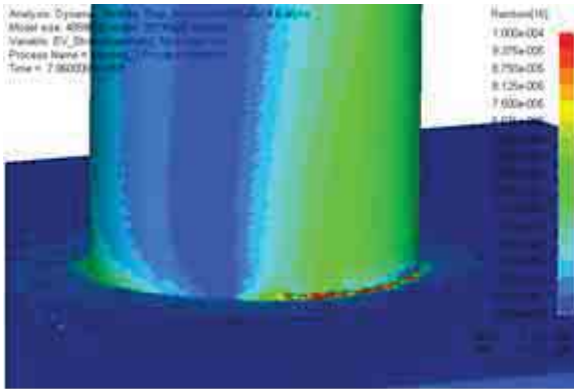
surface covered by
rectangular of 15 x 7.4 mm



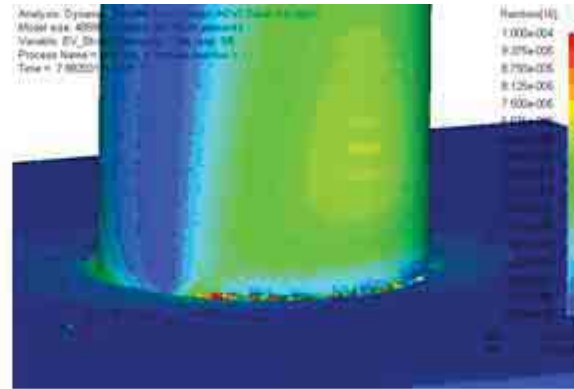
利用例3: 構造物の応答・破壊シミュレーション

亀裂による破壊の過程

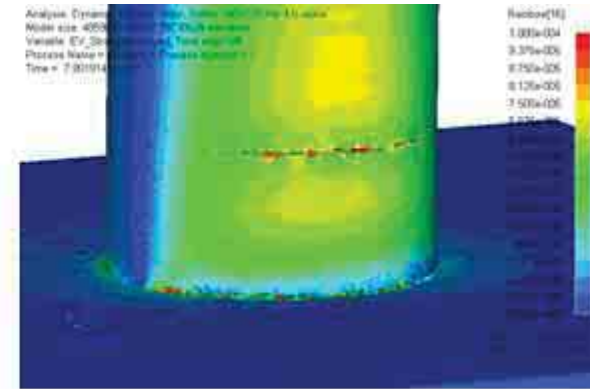
0.86 [s]



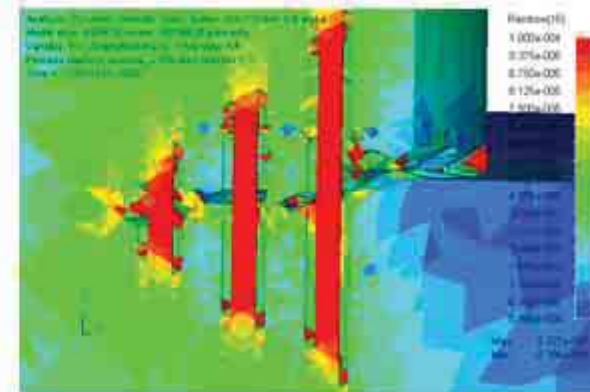
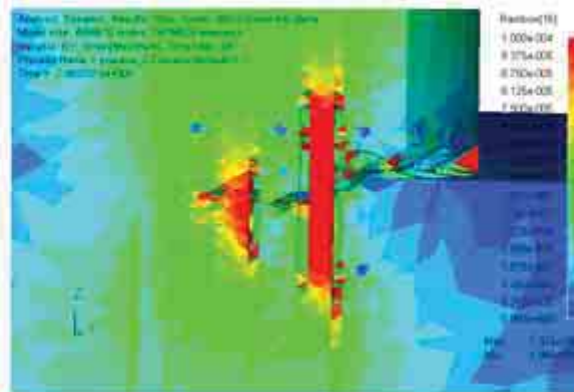
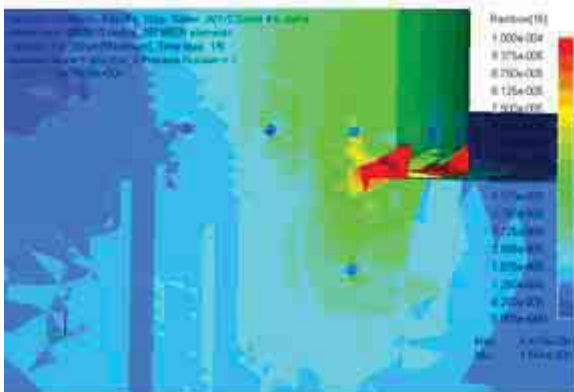
0.88 [s]



0.90 [s]



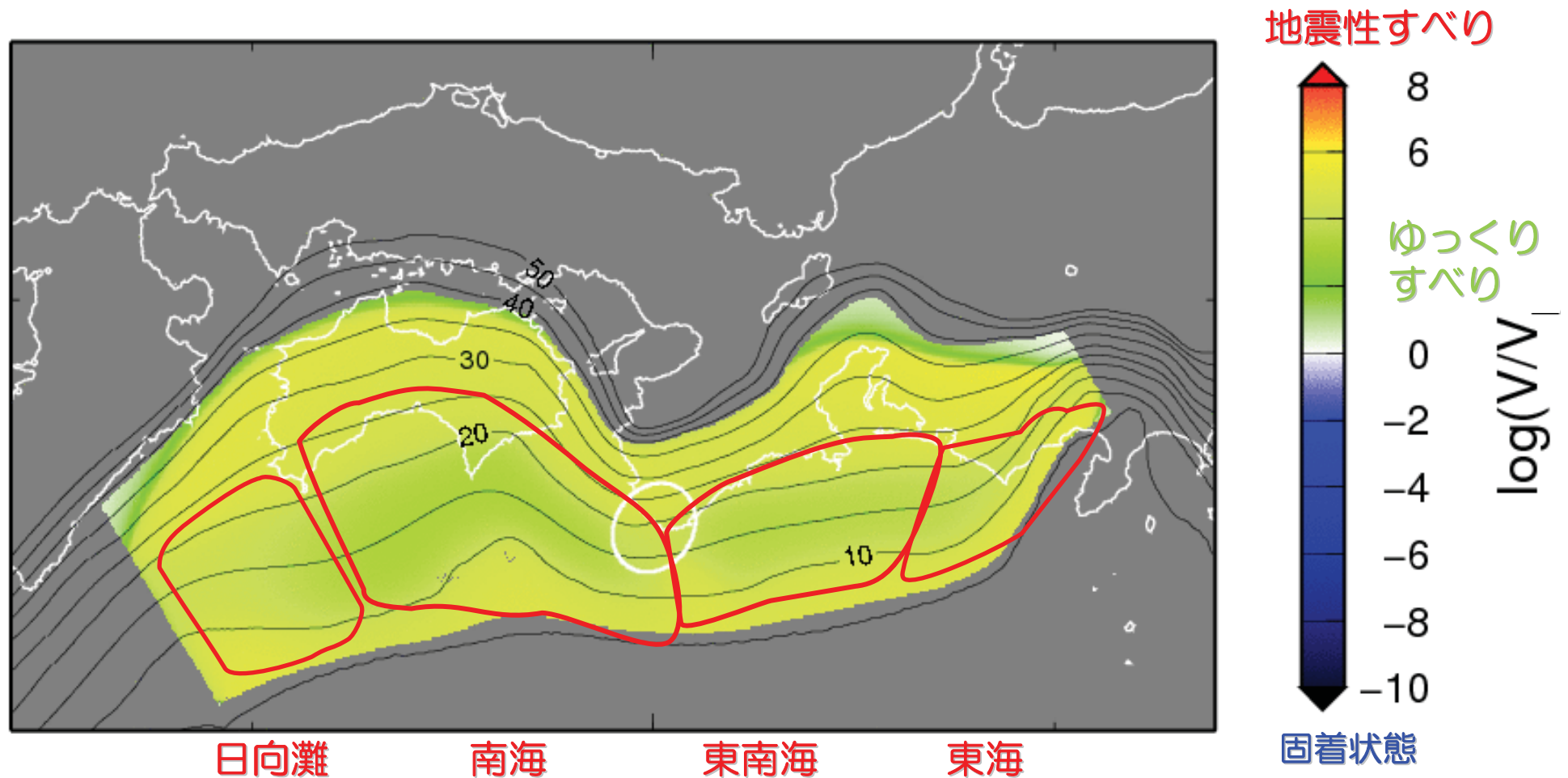
a) surface



b) stress distribution inside of column

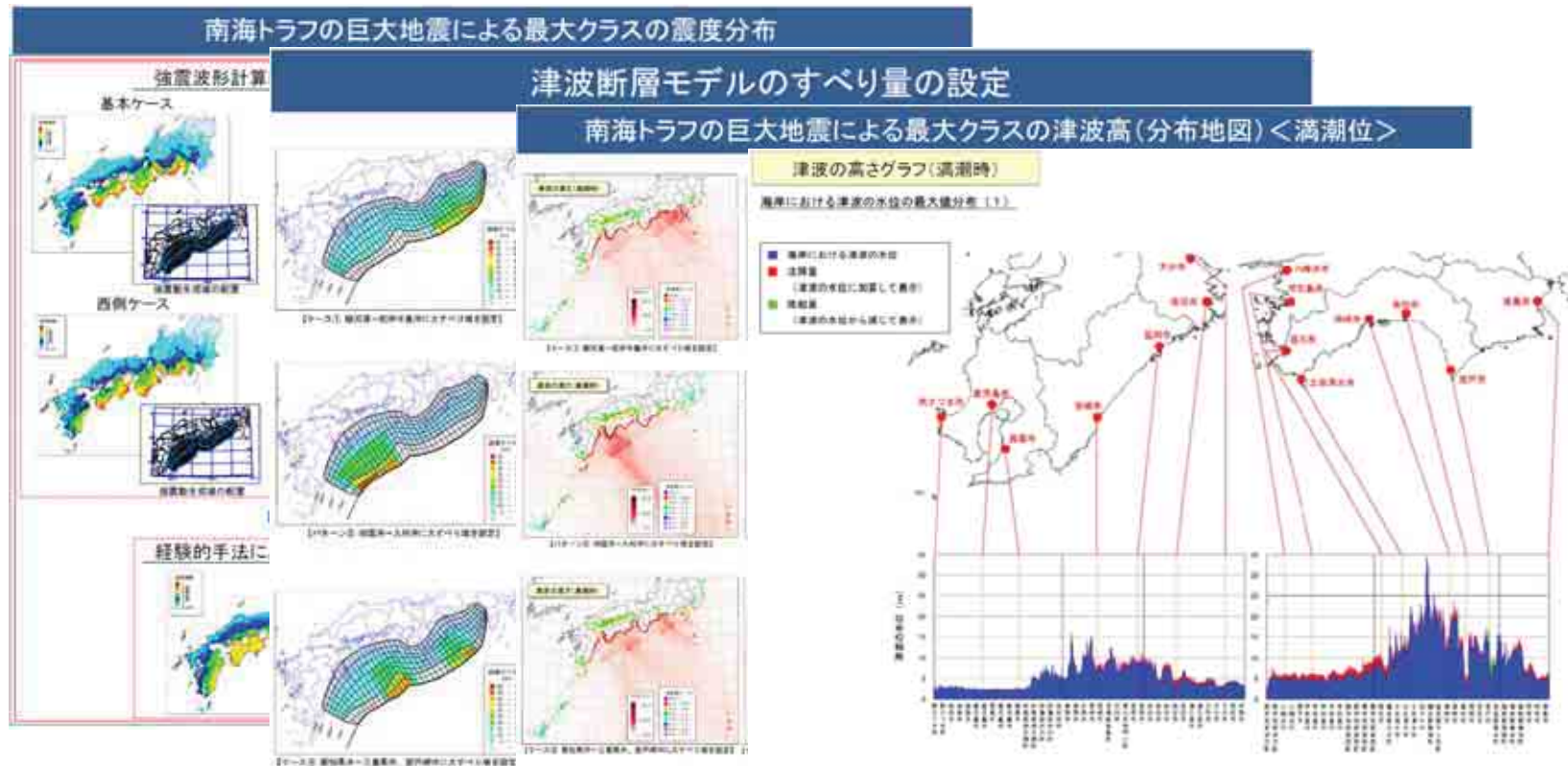
利用例4:地震発生サイクルシミュレーション

01150y_351d_10h_01m_25s



計算結果の活用例：南海トラフの巨大地震モデル検討会

2012/3/31 南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高についての第1次報告を公表
⇒最大クラスの震度分布・津波高の推計結果を公表



様々なシミュレーション結果が内閣府の被害想定へ貢献

地震津波分野において今後必要なシミュレーション技術

広域複合災害の予測技術

東日本大震災では倒壊物、漂流物による被害の拡大など、地震・津波の直接被害以外にも、多くの**複合災害**が発生

国土地理院

国土地理院

国土地理院

津波

液状化

地盤沈降

地震動

倒壊

津波火災

漂流物

共同通信・読売新聞

読売新聞

巨大地震
⇒ 広域複合災害への備えは不可欠

複合災害シミュレーションへの取り組み①

地震動津波同時シミュレーション

(K-Computer)
D=0.25 km, 10min?



(ES)
D=1.0 km, 2hour

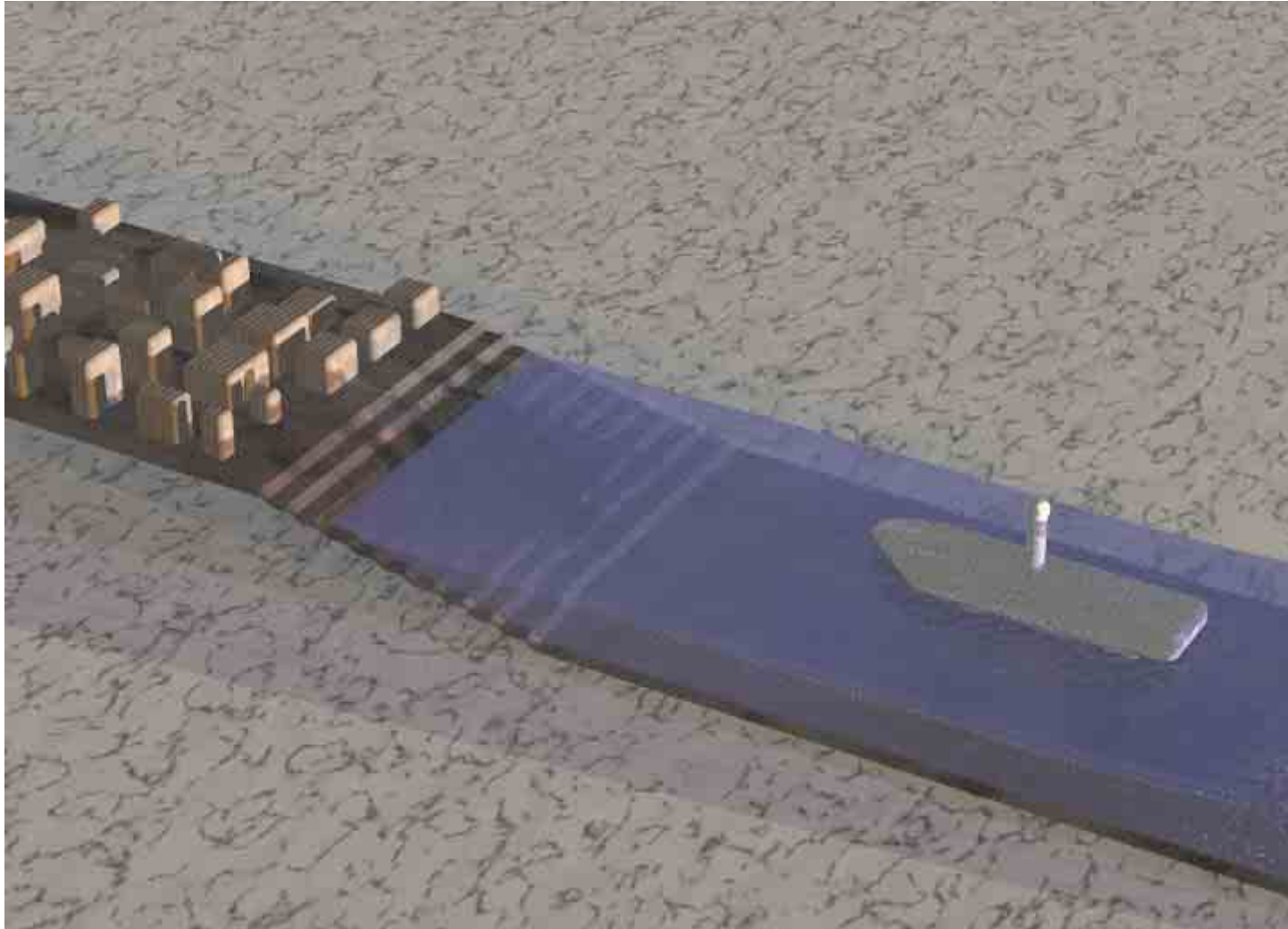


Maeda and Furumura (2011)

複合災害シミュレーションへの取り組み②

流体と固体の連成計算

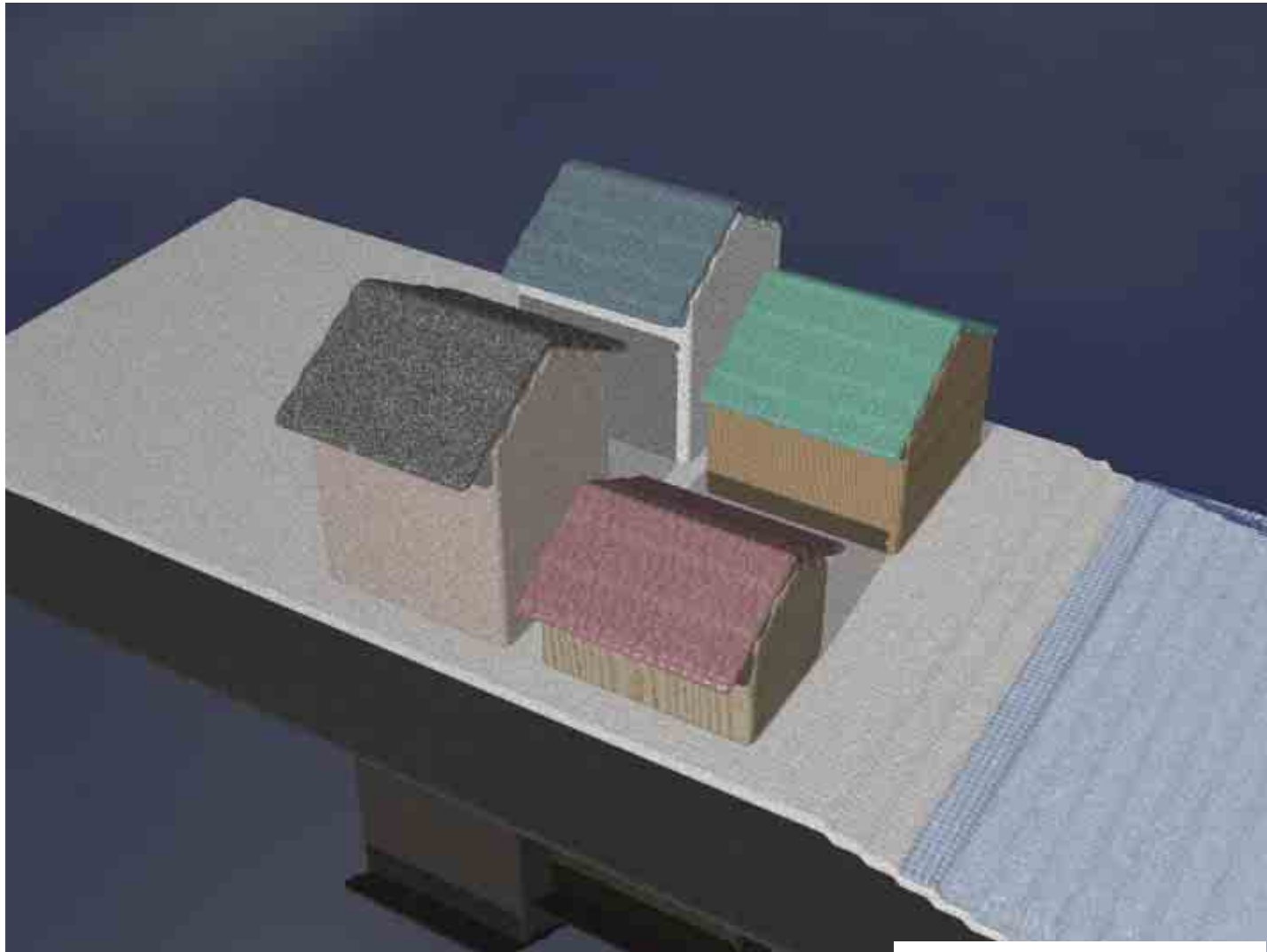
津波高さ10m: 船舶は変形破壊あり・地上構造物は剛体



複合災害シミュレーションへの取り組み②

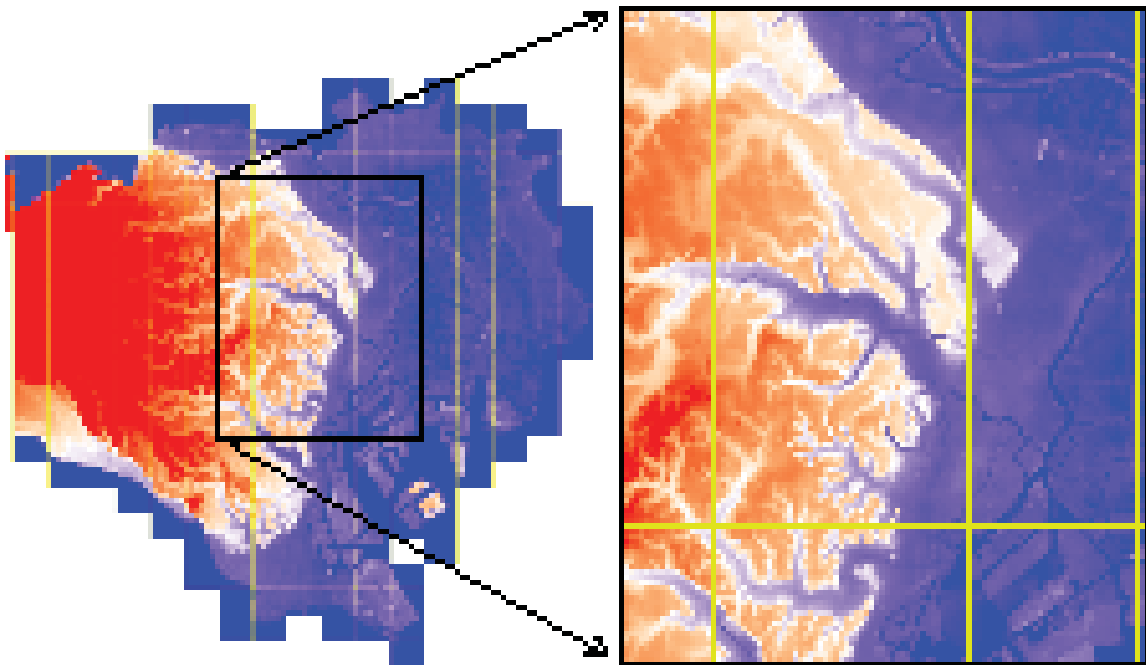
流体と固体の連成計算

津波高さ2m: 住宅は空洞構造



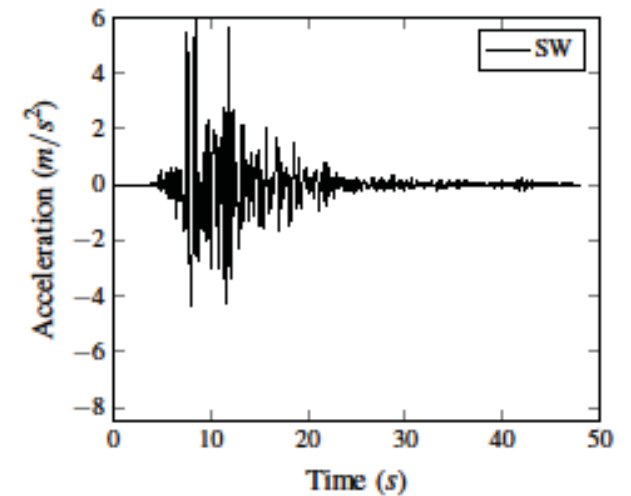
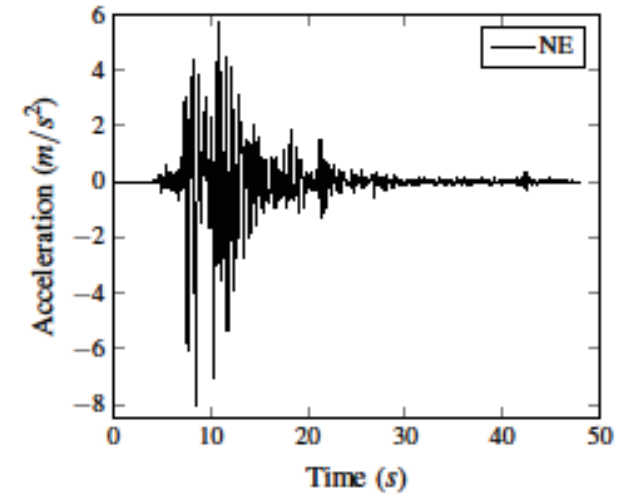
複合災害シミュレーションへの取り組み③

都市丸ごとシミュレーション



tile of available GIS

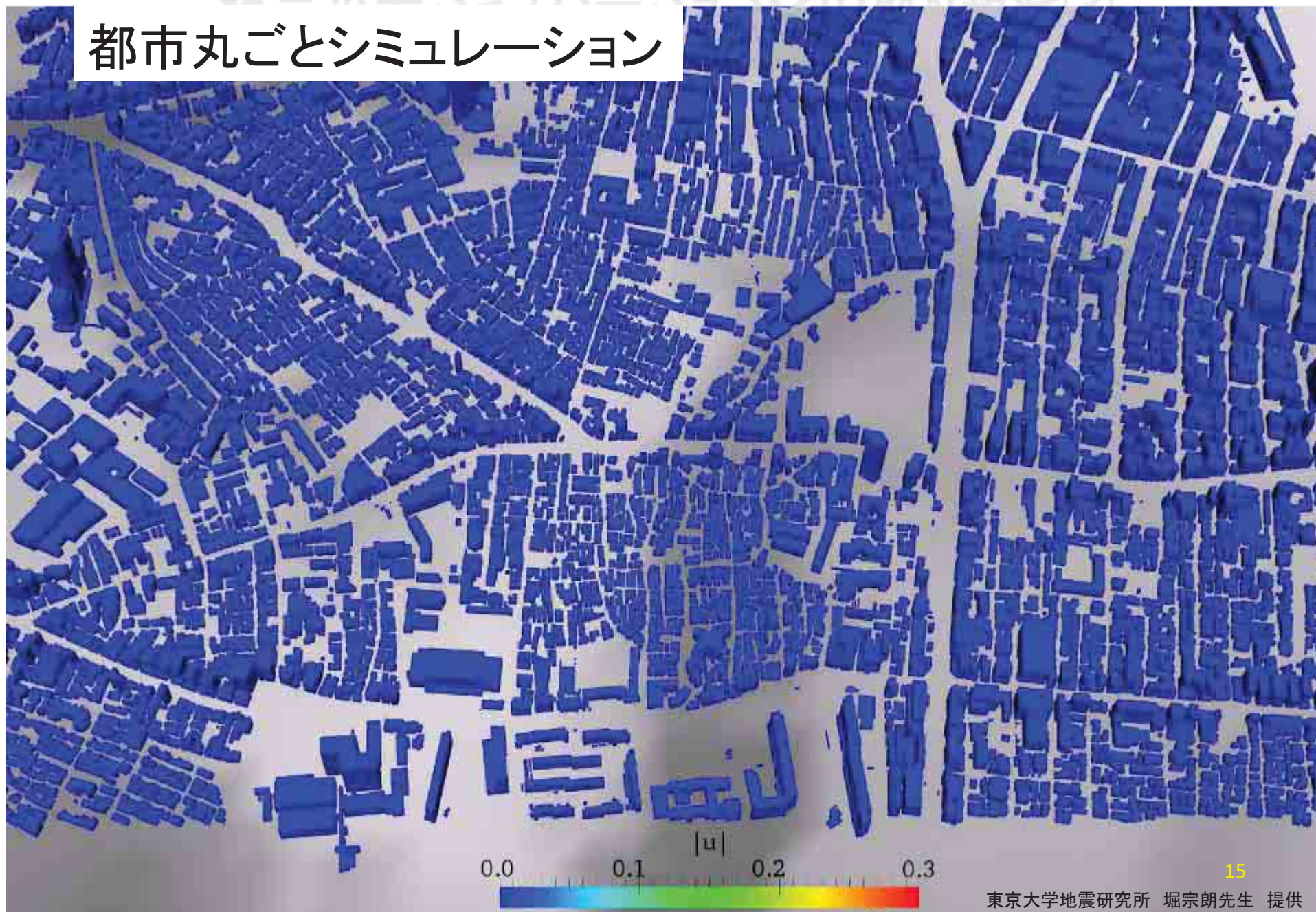
Tokyo Metropolis



input earthquake

複合災害シミュレーションへの取り組み③

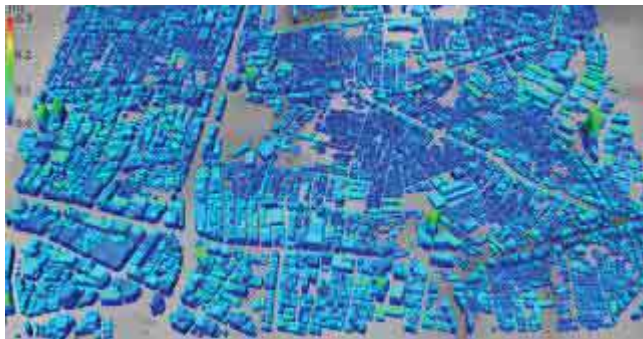
都市丸ごとシミュレーション



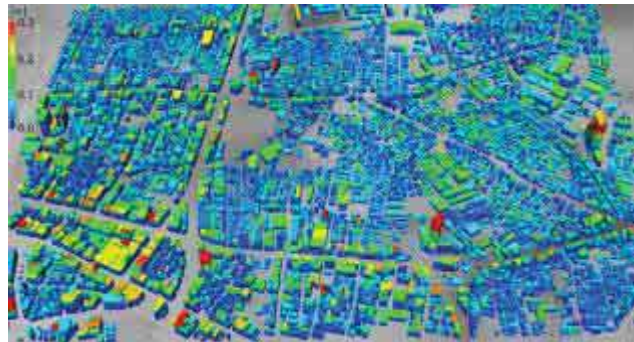
複合災害シミュレーションへの取り組み③

都市丸ごとシミュレーション

374



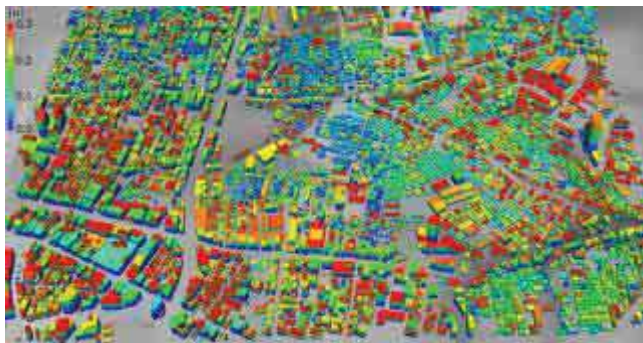
605



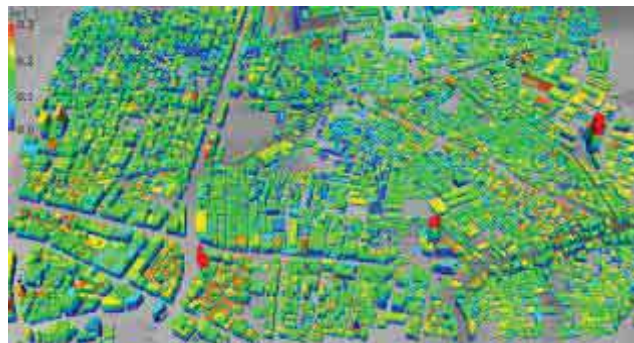
disp. [m]



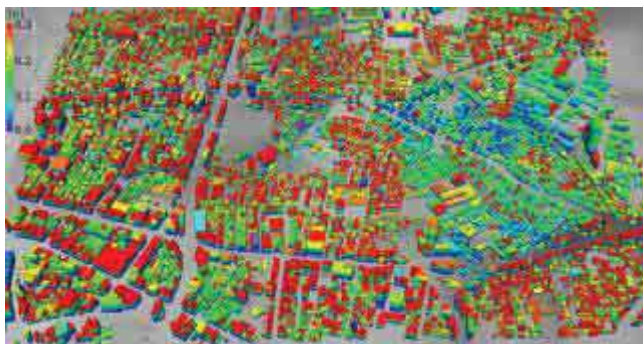
394



666



432

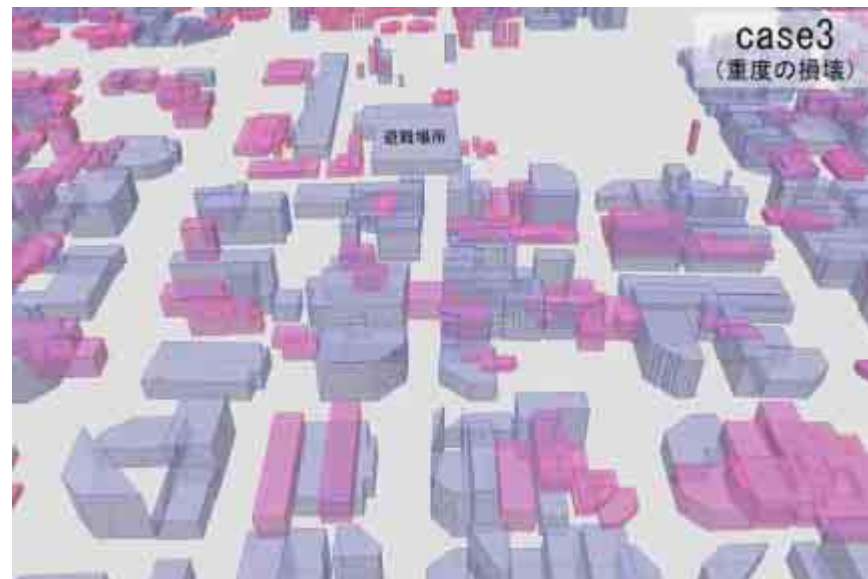
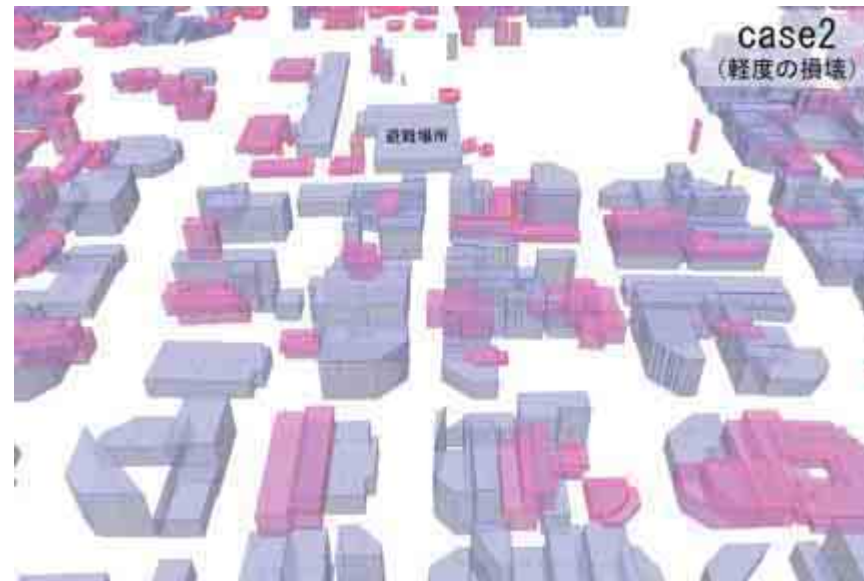
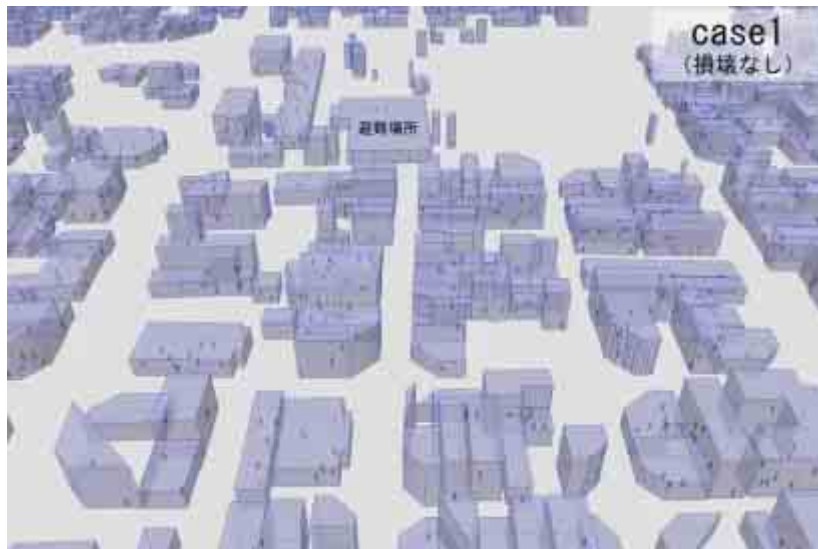


1840



複合災害シミュレーションへの取り組み④

避難シミュレーション



さらにもう一步：災害発生時のリアルタイム予測の実現

観測データを同化し、複合災害をリアルタイムで予測し、避難経路等を携帯端末等へ伝達。

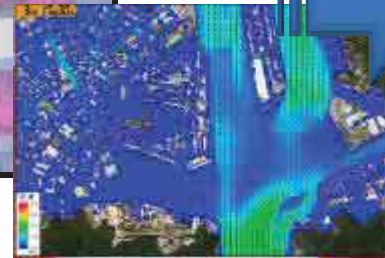
複合災害予測
シミュレータ



避難経路の検索

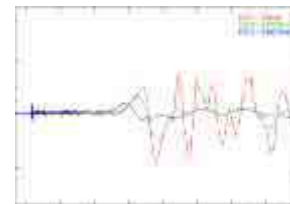


東京大学地震研究所
堀宗朗教授資料より



東北大学 今村教授資料より

スマートフォン
等で伝達



JAMSTEC 馬場俊孝資料

リアルタイム
観測データ



さらにもう一步：災害発生時のリアルタイム予測の実現

現在、リアルタイムデータ同化・シミュレーション予測に関する基礎的な研究が進められている段階。

人や車の位置を把握しつつ的確に避難誘導するためのリアルタイムシミュレーションは減災に向けた1つの可能性

例：地震発生後に津波襲来まで10分の猶予、10万人の避難のエクサレベルでの計算を想定

全携帯の通信に計5分、10万人のエージェントシミュレーションに対し、実時間の半分で計算を終わらせる必要。現行(1000人のシミュレーションに対して実時間の10倍程度)の2000倍の高速計算であれば実時間計算が可能。(ただしエージェントの複雑さとエージェント間の情報交換の質・量次第で数値は変わる)

津波による浸水がどこまで広がったか予測するためのリアルタイムシミュレーションの精緻化

例：遡上計算で現行の1000倍の高速化が実現すれば、2kmx2kmx25mを1m程度の分解能(1億メッシュ)で数秒以内に計算可能

地震津波研究において必要となる計算機の特長や 計算資源は？

- 主な計算手法は差分、有限要素法、境界要素法等の連続体およびDEM、SPHなど粒子系
- 大容量メモリを要求かつ相対的に演算量が少ない
 - 日本全域(50m幅10兆メッシュ)で高周波(6Hz)地震動で総メモリ2.5PB
 - 差分や境界要素法では1~数B/Fのメモリバンド幅が必要
- 粒子系では大容量共有メモリが必要
 - 複合災害計算(港湾や都市への津波): 数百億~1兆粒子
 - 数~数10TB/ノード
- アレイジョブの必要性
 - 観測データに応じた分解能で、誤差分布や曖昧さを含んだ多数のシナリオをアンサンブルで表現
 - 南海トラフ(1kmメッシュ)地震発生サイクル計算を省メモリ高速コードで数~10ノードで実現し、数100以上のアンサンブルを計算

**地震津波被害の減災のために、
シミュレーション研究は必要不可欠です。**