



## 都市地震災害の大規模シミュレーション —地震で都市はどのような被害をうけるのか?—

研究・開発機関 : 東京大学、理化学研究所  
 利用施設 : スーパーコンピュータ「京」  
 計算規模 : 1330 億自由度の非線形波動場 1 時間ステップを「京」全体 (82,944 計算ノード) を用いて 2.03 秒で解く  
 利用ソフトウェア : 地盤震動アプリケーション GAMERA

### Before

●地震やそれに伴う建物などの揺れを詳しく把握するためには、コンピュータ上に地盤と一棟一棟の建物を再現した詳細な都市のモデルを構築し、大規模な数値計算を行う必要があります。  
 しかし、従来のコンピュータの演算能力ではこの規模の計算は不可能でした。

### After

○建物を支える地盤と多数の建物からなる都市モデルを計算機上に作り、スーパーコンピュータ「京」を活用した大規模計算を行うことで、周囲の地盤と個々の構造物の特性を踏まえた建物被害の計算が可能になりました。  
 ○東京山手線内ほぼ全域を対象に、建物の被害や住民の避難の状況がシミュレーションできるようになりました。

### 背景と目的

東日本大震災では地震・津波の直接被害以外にも多くの複合災害が発生しました。この教訓から、南海トラフ巨大地震をはじめとする地震やそれに伴う津波により起きる可能性のある広域複合災害への備えは、日本が直面する地震や津波に関する最重要課題です。

地震被害は、地震波が地殻の中を伝わったのち、都市の建物が揺れることで起こります。そこで、被害の予測には地盤と都市の建物がどのように地震に反応するか正確に解析することが重要となります。ところが、従来は計算資源の制限上、地殻中の地震波の伝播の部分だけが地震シミュレーションの対象でした。計算規模の大きい都市の解析を実現することで、より正確な地震被害の見積もりが可能になると期待されています。

そこでスーパーコンピュータ「京」の計算能力を活用し、都市の解析を含んだ新しい地震被害予測システムを開発してきました。

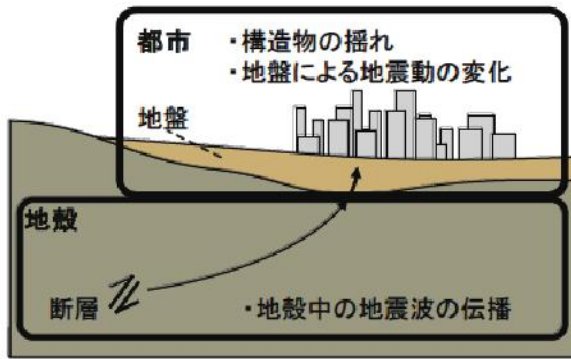


図1. 地震シミュレーションの対象

### 利用成果

都市地震災害のシミュレーションでは、建物と周囲の地盤を詳細に表現した都市モデルを使うことで、地盤や建物の特性の違いを踏まえた建物被害を推定します。(図2)

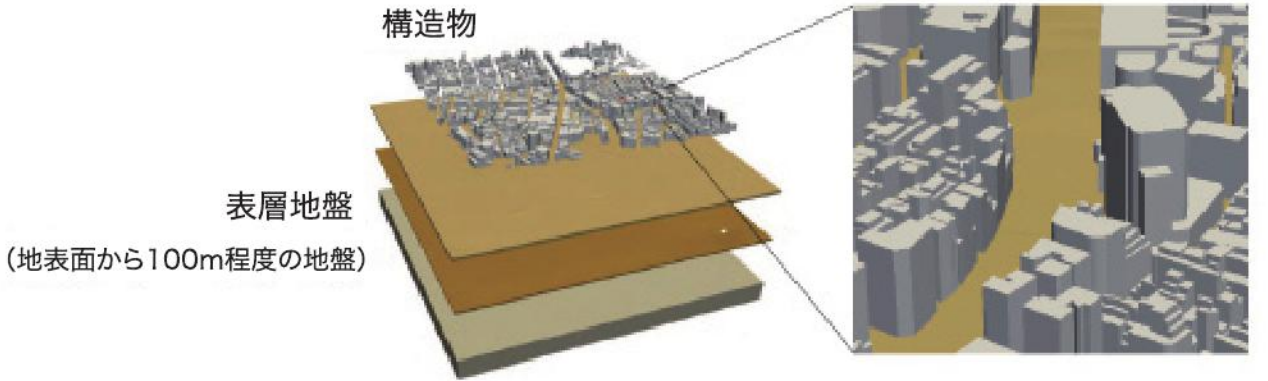


図2. 地盤と建物を詳細に表現した都市モデルのイメージ (新宿の2km x 2kmの領域)

広域かつ詳細な解析の計算コストは巨大となりますが、スーパーコンピュータ「京」の計算性能を活用することにより東京山手線内ほぼ全域 (10.25km x 9.25km) を対象とした地震災害・被害の大規模シミュレーションを実現しました(図3)。この成果は地球科学・地震工学の分野だけでなく、計算科学の分野など各方面から高い評価を受け、HPC(高性能計算技術)に関する国際会議SC15にてゴードン・ベル賞\*にノミネートされました。

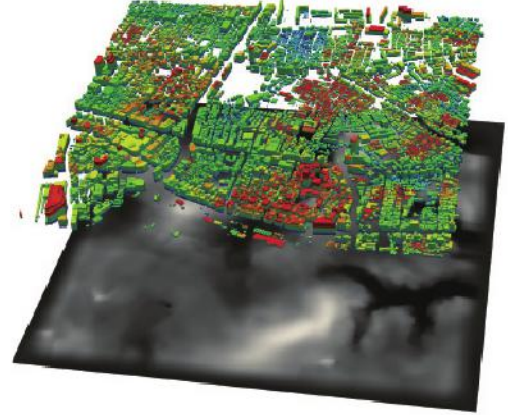


図3. 建物一棟一棟のシミュレーション結果 (色は揺れの大きさを示している。)

さらに、都市地震シミュレーションの利用方法の一例として、人間の避難行動シミュレーションを行いました(図4)。ここでは住民が地震によって損傷を受けた建物を避けながら最寄りの安全サイトに避難する状況を、住民一人一人を想定した「エージェント」という高度な解析モデルによりシミュレーションしました。このように都市地震災害のシミュレーションは建物被害の見積もりだけでなく、災害対応にも役立つ可能性があります。

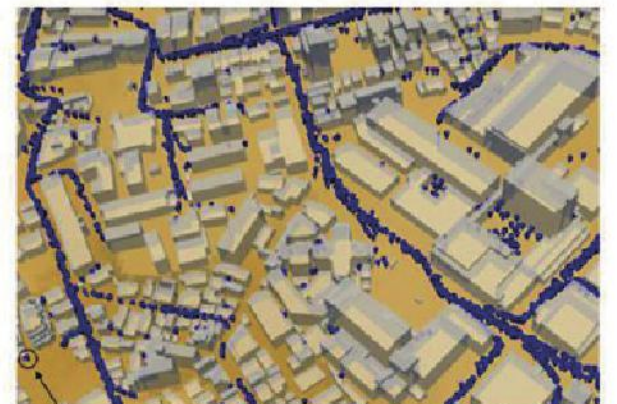


図4. 人間の避難行動シミュレーション (青点は、最寄りの安全サイトに避難するエージェントを示している。)

今後は本研究を発展させ、国・自治体等での活用を視野に地震・津波被害予測システムを開発していくことが計画されています。

ゴードン・ベル賞\*: HPC 分野におけるアプリケーションの実性能と計算科学の成果に対し授与される賞  
 出典: 2016年1月29日(よみうり大手町ホール) スパコン「京」がひらく社会と科学 シンポジウム「スーパーコンピュータの今とこれから」講演資料