



## 神戸都市モデルの構築と 地震・津波シミュレーション

研究・開発機関 : 理化学研究所 計算科学研究機構  
 利用施設 : スーパーコンピュータ「京」  
 計算規模 : FX10の1,000ノードを12時間程度  
 利用ソフトウェア : 都市モデル構築、地震解析、津波解析

### Before

- 地震災害・被害予測は、過去の災害・被害データを基にした経験式が利用されます。精度は決して高くなく、特に被害予測に関しては数倍から10倍過大評価をすることがあります。
- 津波予測は、簡単な解析モデルを使った沖合での津波高さが対象で、津波の侵入や防潮堤の効果を正確に評価することはできませんでした。

### After

- 都市情報を利用することで地震用・津波用の高度な都市モデルを構築可能となりました。
- 大規模地震解析と都市モデルの活用で、想定された地震シナリオに基づく、詳細かつ正確な地震災害・被害の予測、および想定された津波シナリオに基づく、詳細かつ正確な津波侵入の予測が実現できました。

### 背景と目的

都市を襲う地震・津波に備える第一歩は、「どのような災害・被害が起こるか？」を予測することです。従来、都市全体に対して詳細な災害・被害予測をすることは難しく、過去の災害・被害データを基に作られた経験式を用いるという簡易な方法を使った予測がなされていました。しかし、簡易な方法であるため予測精度は決して高くなく、こと被害予測に関しては数倍から10倍を超える過大評価となることがありました。100kmを超えて伝播する津波予測に関しても、港湾の沖合での津波高さを予測することが主な目的であり、簡単な海洋の解析モデルを使った数値解析レベルで、「津波が都市内にどの範囲まで侵入するか？」や「防潮堤を設置したり嵩上げする効果はどの程度か？」という問いに答えることができませんでした。

高性能計算が利用できる今日、従来では不可能であった大規模かつ精緻な都市モデルを使って地震・津波のシミュレーションをすることで、より詳細かつ正確に地震災害・被害や津波を予測することが可能となります。このようなシミュレーションには、「京」のような並列計算機が利用できることを前提に、①都市モデル、②数値解析、の二つの要素技術が必要となります。

上記を背景に、本研究は二つの目的を設定しました。一つは、近年、爆発的に増加したデジタルの都市情報を使って精緻な都市モデルを構築するプログラムを開発することで、より多数・多種の都市情報を組み合わせ、より精緻な都市モデルを自動構築できるようにすることが重要です。もう一つは、高性能計算を利用できる、先端的な地震・津波の数値解析のプログラムを開発することです。

### 利用成果

先端的都市モデルを自動構築するプログラム、Data Processing Platform (DPP)、を開発しました。現在、市販の都市情報、研究機関や行政機関が有する公開可能な都市情報を使って、地盤、地上構造物（建築建物、交通施設）、地下構造物（ライフライン）のモデルが自動構築できます。また、将来の都市情報の整備を見越して DPP の拡張性を極めて高く設定しています。神戸市以外にも適用可能となっており、東京 23 区その他、仙台市・新潟市・甲府市・高松市・高知市・福岡市にも DPP を使った都市モデルが適用構築されています。

さらに、DPP は津波用の都市モデルの構築も可能です。この都市モデルは、大きく港湾部と都市部に分けられ、港湾部では海底の 3 次元モデルを、都市部では津波が間を遡上する建物群の 3 次元モデルを、地震用の都市モデルと同様に自動構築されます。

大規模地震解析と地震用の神戸市都市モデルを連携利用して、南海トラフ地震に対する地震災害・被害の予測を、従来の想定規模と最大限規模の二つのケースに対して行いました。これにより、現行よりも、より詳細に災害・被害の状況を予測することができると確認されました。特に、2017 年熊本地震で露見したように、複数の地震動を受けると被害は拡大します。都市モデルの地震解析では、1995 年の阪神淡路大震災の地震動を受けた構造物が、次の南海トラフ地震を受ける場合の被害の有無が判定できるようになります。

図 1 に、将来想定される南海トラフ地震が引き起こす神戸港への津波侵入の予測を行った事例を示します。

神戸港の防潮堤が嵩上げられた場合と嵩上げがない場合を比較しています。地震発生から 1 時間 41 分 20 秒後の計算結果ですが、「堤防なし」では、多くの地面が水没していることが分かり、嵩上げをすることで市内各所で津波侵入が防げることが理解できます。また、津波侵入の時間が遅れることも分かりました。

このように、詳細かつ正確な地震災害・被害の予測、津波侵入の予測などができるようになりました。

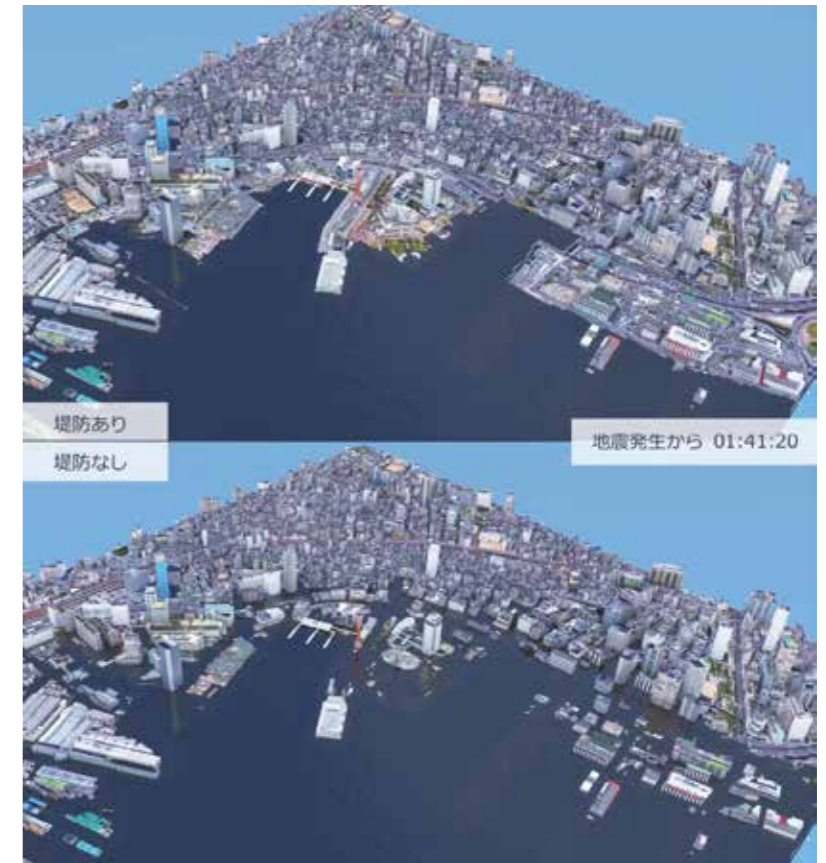


図 1 大規模地震解析と神戸都市モデルを連携させたシミュレーション事例