

非構造格子有限体積法による「京」コンピュータを用いた高解像度津波浸水計算 High resolution tsunami inundation simulation using an unstructured mesh finite volume method and the K computer

大石 裕介^{1*}, Stephen G Roberts², 今村文彦³, 菅原 大助³, 馬場 俊孝⁴, Michael Li¹

Yusuke Oishi^{1*}, Stephen G Roberts², Fumihiko Imamura³, Daisuke Sugawara³, Toshitaka Baba⁴, Michael Li¹

¹ 欧州富士通研究所, ² オーストラリア国立大学, ³ 東北大学災害科学国際研究所, ⁴ 海洋研究開発機構

¹Fujitsu Laboratories of Europe, ²Australian National University, ³IRIDeS, Tohoku University, ⁴JAMSTEC

津波防災において数値シミュレーションは重要な役割を果たしている。例えば、都市部での浸水域を示すハザードマップの作成においては津波の浸水計算が必要になる。従来、津波シミュレーションは Leap-Frog 差分法を長波方程式に適用するのが一般的で、震源域から海岸線に向けて段階的に格子が細くなるネスティングされた直交格子が用いられる。ネスティングされる格子間の解像度の比率は 1/3 などに保たれる。また一般に、これらのシミュレーションはワークステーション等の比較的小規模な計算機を用いて実施される。

本研究では、高速計算機を用いることによる津波シミュレーション技術の高度化についての検討を行う。例えば、近年配備が進む海底水圧計や GPS 津波計による沖合津波観測に基づいて、即時的に高分解能の津波波源分布解析を行う研究が進んでいる。即時的に解析された津波波源に基づき、高速計算により浸水計算を実時間よりも十分に短く実施できれば信頼度の高い浸水情報を津波の襲来前に得ることが考えられる。また高速計算によりこれまでよりも高解像度な計算が現実的な時間内に実施できるようになる。広範囲の海岸線を高解像度にモデル化することにより、2011 年東北地方太平洋沖地震の際に見られたような、繰り返し来襲する海岸線からの反射波まで含めた高精度の評価が可能になる。さらに近年整備が進む高解像度地形データを組み込んだ高解像度モデルにより、都市部への浸水過程をより高精度に予測することが期待される。

高速計算機による計算の高速化・高精度化をより効率的に行うために本研究では非構造格子有限体積法を採用する。計算コードとして、オーストラリア国立大学と Geoscience Australia により開発されている ANUGA を用いる。従来の直交格子による方法では、ネスティングされた各格子領域は基本的には矩形である必要がある。そのため、伝播する津波の波長が長く高解像度が不必要な深海部に高解像度格子が及びタイムステップに強い制約がかかる、あるいは波が届かない標高の高い場所に格子が及び無駄な処理が必要になるなどの非効率が生じ得る。非構造格子を用いて、地形に合わせて計算格子の解像度を調整することにより、これらの非効率を回避できる。また、ネスティング格子においては、高解像度格子で発生した津波の短波長成分が低解像度格子の領域に伝播せずに境界で反射してしまうという問題が起こりうるが、より滑らかに解像度を変えられる非構造格子によりこの問題も回避できる。

本発表においては、非構造格子有限体積法による大規模津波計算を 2011 年東北地方太平洋沖地震に適用し従来の Leap-Frog 差分法による計算結果と比較を行った結果や、スーパーコンピュータ「京」上での計算性能について報告する。