

12-NA16

田上大助 (九州大学)

災害影響評価のための 大規模マルチフィジックス・シミュレータの高度・高性能化



研究目的

我々は、数値シミュレーションによる自然災害の影響評価に基づいた防災・減災対策の推進に寄与する目的で、大規模マルチフィジックス・シミュレータの構築を目指している。平成23年度本公募研究課題“災害影響評価のための大規模マルチフィジックス・シミュレータの構築”で行った、高精度な流体力評価や高効率な並列化実装手法といった、大規模マルチフィジックス・シミュレータ構築のための基礎的検討を活かし、

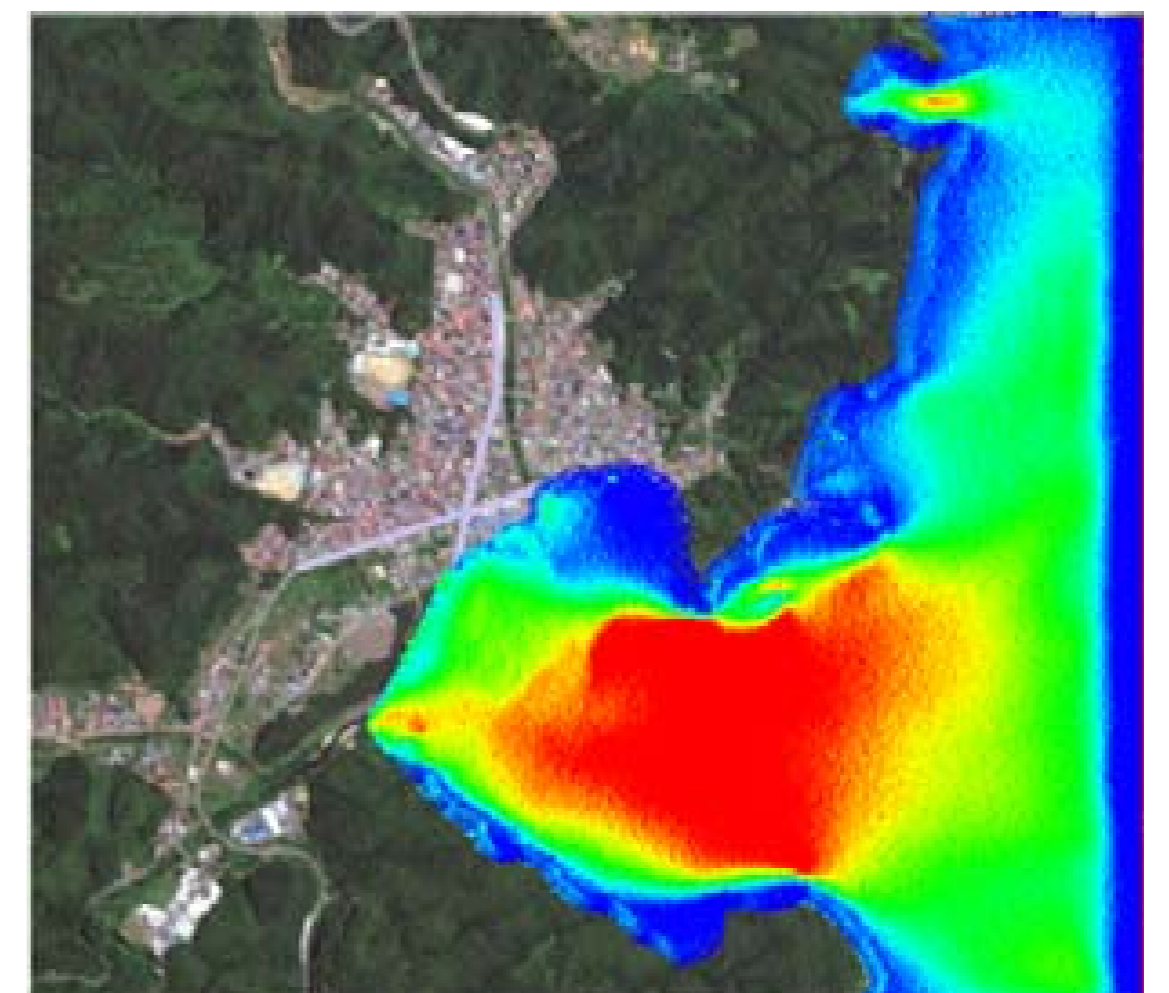
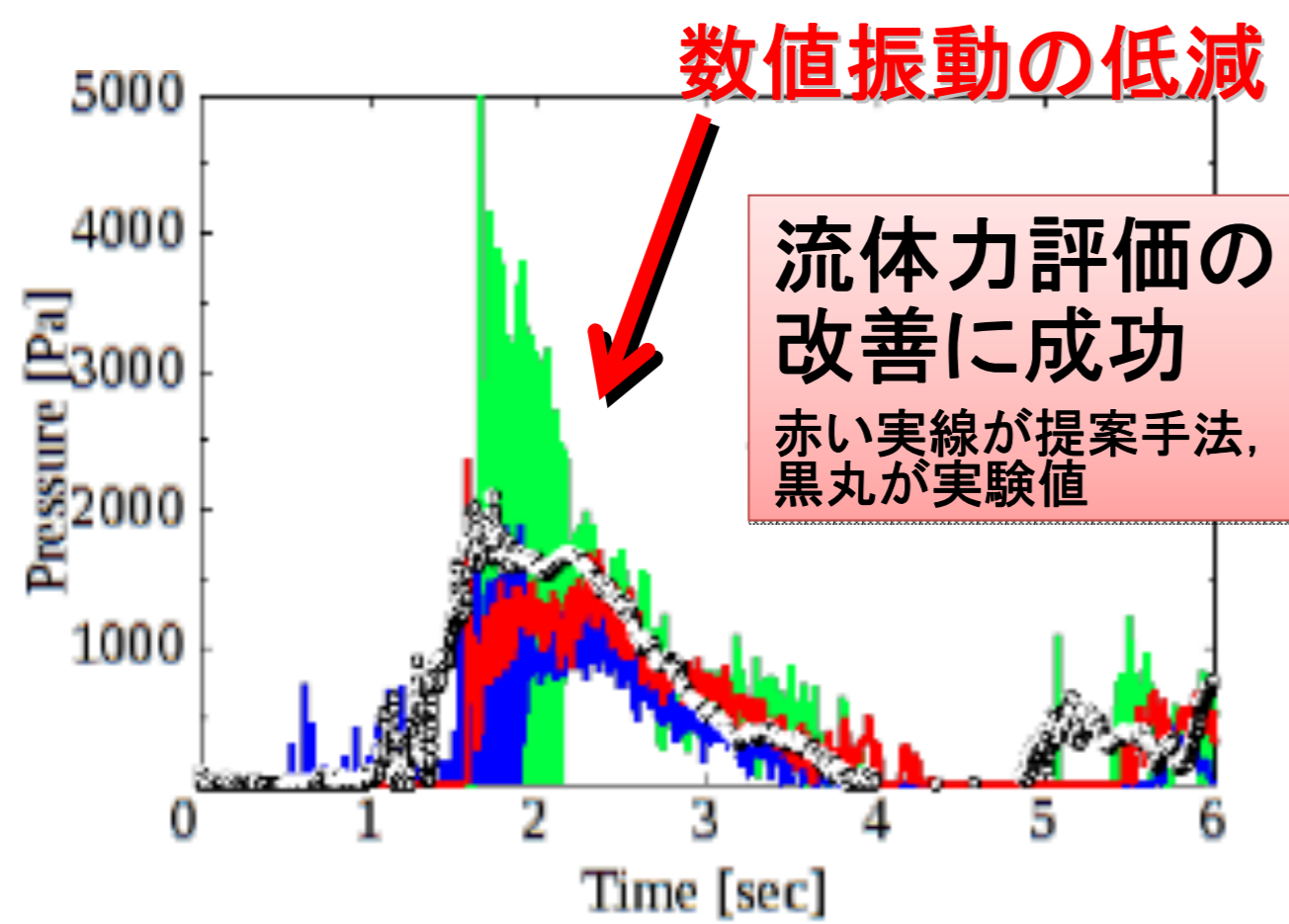
A: 流れ・固体破壊の連成現象に対する粒子法・有限要素法解析の有効性検証と高性能化

B: 次世代並列計算機アーキテクチャに適した階層型数値計算法の開発

の2点に重点を置いて、シミュレータ構築へ向けた機能追加や高性能化を目標に研究を進める。

流れ・固体破壊の連成現象に対する粒子法・有限要素法解析の有効性検証と高性能化

津波遡上などの自然災害がインフラに与える影響を評価するには、複数の物理現象（マルチフィジックス現象）からなる複雑な挙動を把握することが必要となる。本研究課題では、津波のように流体領域が激しく変化する流れ問題のシミュレーションに適した計算手法である粒子型解法として、緩和係数付き密度修正項とSmagorinsky渦粘性モデルを取り入れたISPH法を導入する。導入するISPH法を用いると、ある検証問題において得られた流体力の計算値が、数値的な圧力振動の低減などの効果により、他の手法を用いるよりも実験結果とより良く一致していることを既に示している。そこで本年度は、並列計算の導入などにより、提案した手法のさらなる高精度化と高効率化を図る。

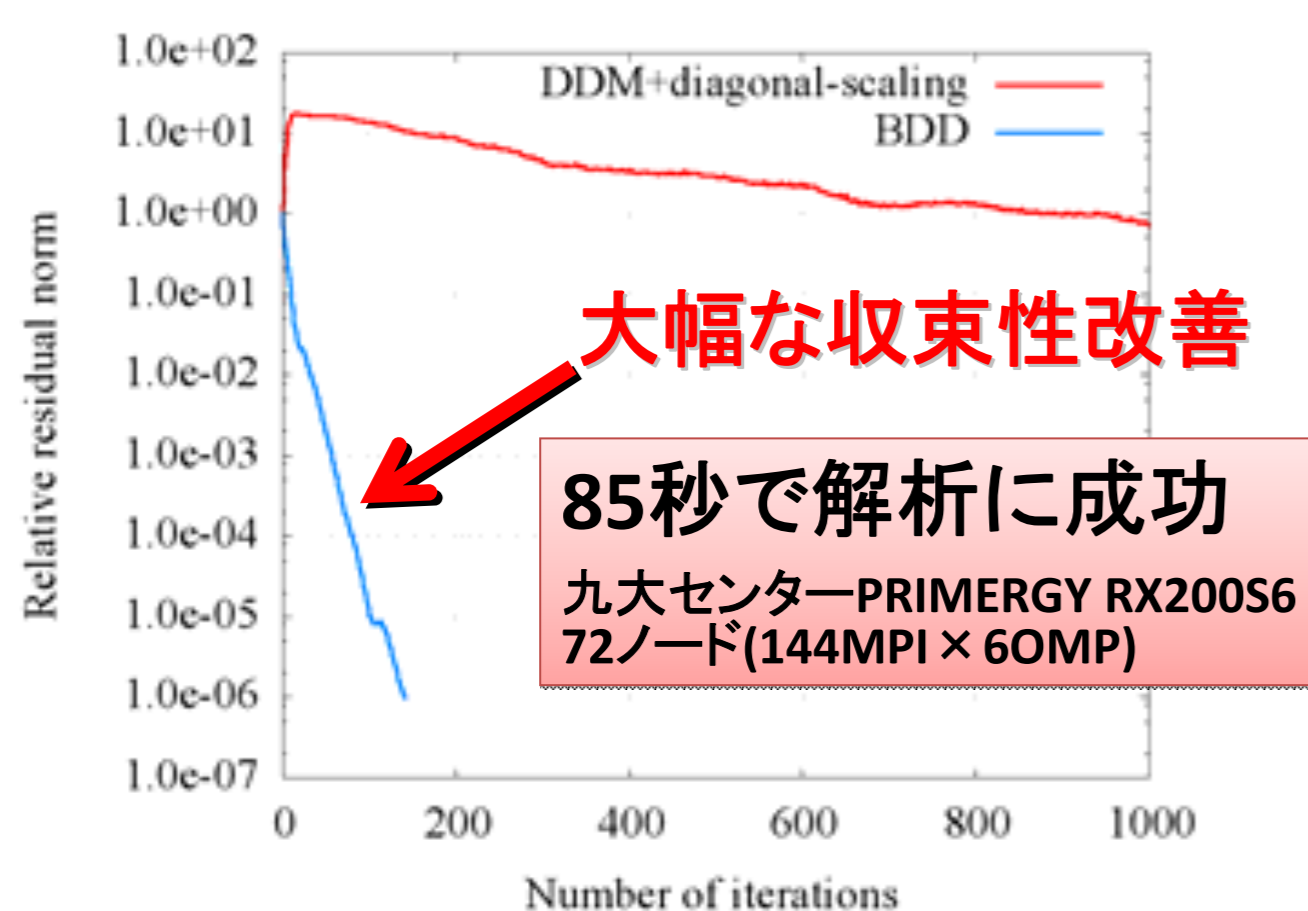


障害物における流体力の時間履歴

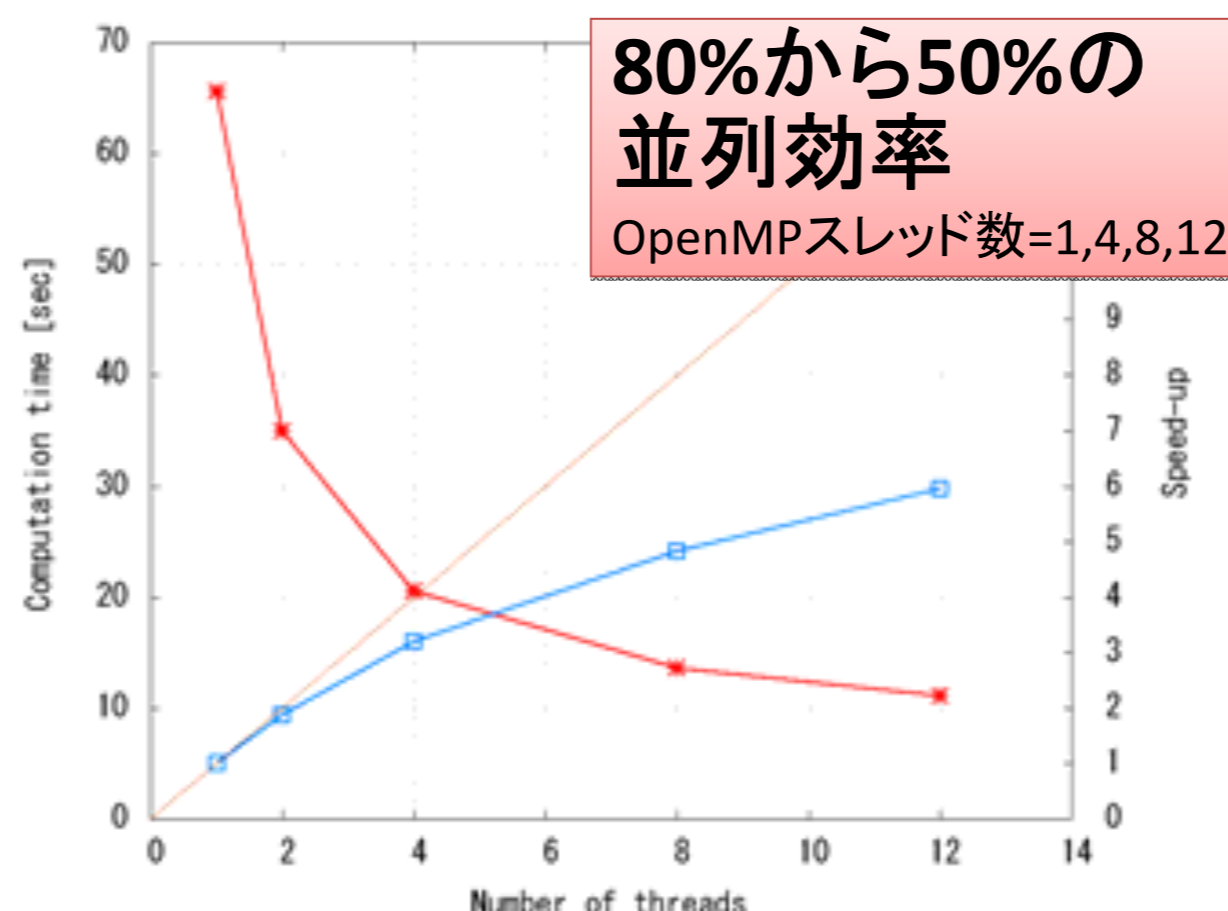
田老地区の被災状況と津波遡上計算

次世代並列計算機アーキテクチャに適した階層型数値計算法の開発

次世代並列計算機は、CPU内演算コア数の増加（メニーコア化）やGPGPUなど拡張演算装置の搭載（ヘテロジニアス化）が進んだ計算ノードをネットワーク接続した、分散メモリ型アーキテクチャになると予想される。そのような計算機上で高い並列・演算効率を得るためには、計算機アーキテクチャに適した並列数値解析アルゴリズムの開発が必要となる。本研究課題では、プロセッサやメモリの階層構造を活用した並列処理が可能であり、既に地球シミュレータやT2Kなどで高い並列効率を示してきた階層型領域分割法（HDDM）に基づき、CPU内演算コアの並列処理手法、超並列環境における並列前処理手法、超並列環境における分離反復型連成解析手法の並列実装などに関する研究を行っていく。本年度は、粒子法-FEM連成解析手法の開発へ向けた基礎的検討やFEM解析の階層型前処理法による計算時間短縮を中心に高性能化を行う。また、これらを連動させることで、5,000万粒子（流体・地盤）+ 5,000万要素（構造）の連成解析を将来的な目標とする。



構造解析におけるBDD前処理の効果



ストロングスケール性能の比較 (左: 100万自由度; 右: 1億自由度)

