

田上 大助 (九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所)

災害影響評価のための
大規模マルチフィジックス・シミュレータの性能・機能強化



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, 24年度本公募型共同研究で行った、高精度かつ高効率な流体力評価や高効率な弾性解析の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・破壊の連成現象に対する粒子法・有限要素法計算の高性能化と実問題での検証
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高性能化
の2点に重点を置いて、シミュレータ構築へ向けた計算手法の性能や機能のさらなる強化を目標に研究を進める。

流れ・弾塑性の連成解析に対して有効な数理モデル・計算手法の抽出と有効性の検証

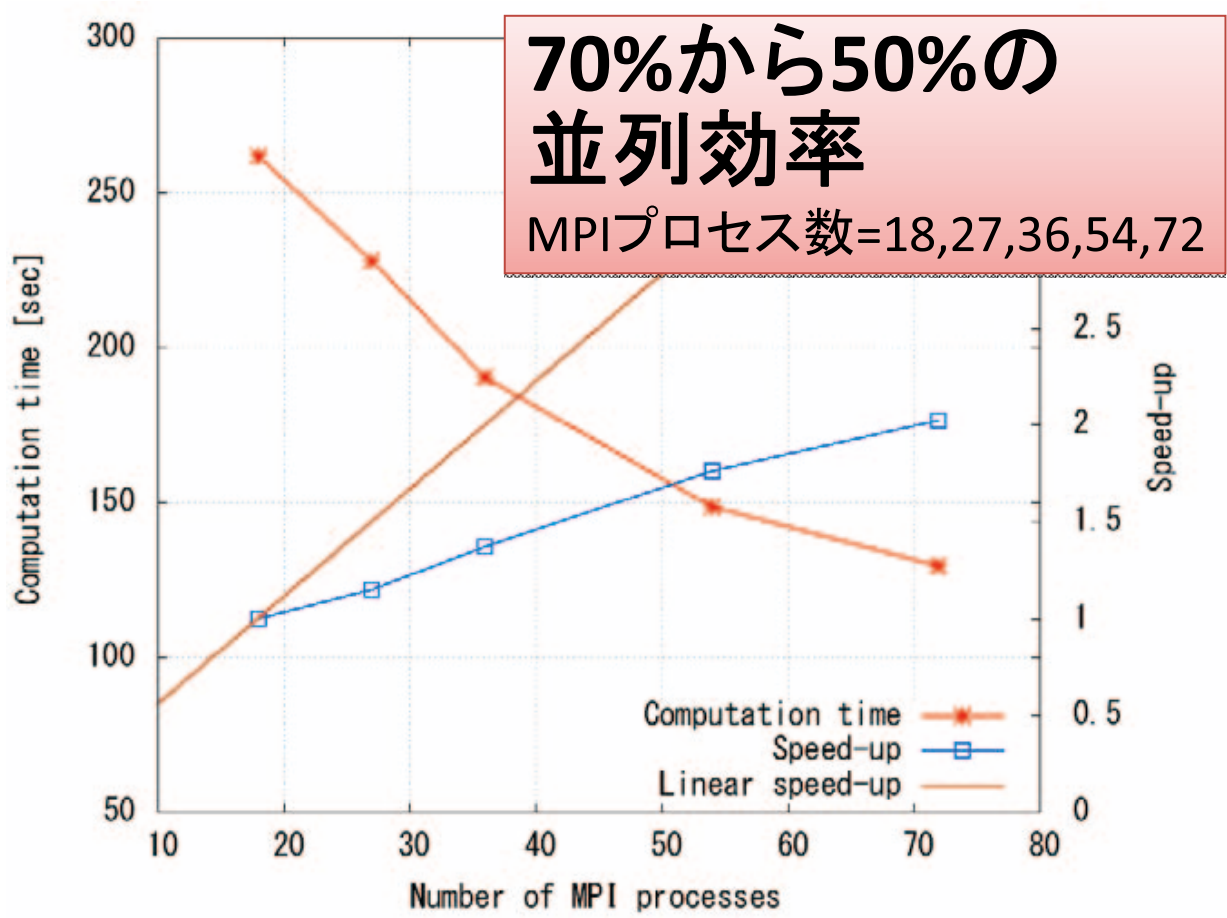
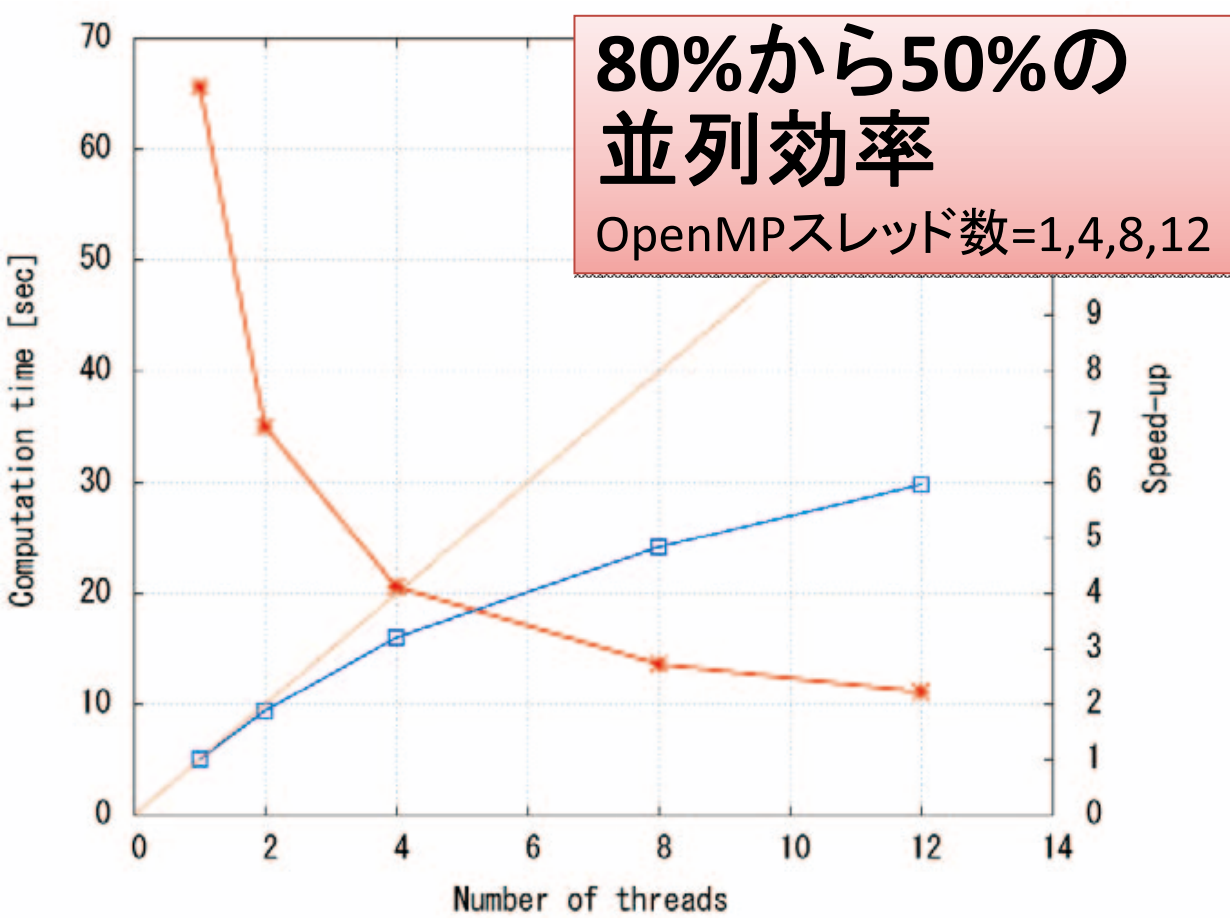
津波遡上などの自然災害がインフラに与える影響を評価するには、複数の物理現象（マルチフィジックス現象）からなる複雑な挙動を把握することが必要となる。我々は昨年度までの本公募型共同研究で、津波のように流体領域が激しく変化する流れ問題のシミュレーションに適した計算手法である粒子型解法として、緩和係数付き密度修正項とSmagorinsky渦粘性モデルを取り入れたISPH法を用いてきた。我々が用いたISPH法は、ある検証問題において得られた流体力の計算値が数値的な圧力振動の低減などの効果により実験結果とより良く一致していること、ある津波遡上シミュレーションにおいて実測データと遡上領域が良く一致していること、等を既に示している。そこで本年度は、並列計算の際に近傍粒子探索に用いるLink-List検索法の高効率化、次世代スパコンを睨んだ新規導入システム上でのISPH法の性能評価、階層型のデータ構造を持つ弾性解析との連成解析の導入、等により、提案した手法のさらなる高精度化と高効率化を図る。



田老地区の被災状況(左), 津波遡上計算(中), 津波遡上実測データ(右)

次世代計算機アーキテクチャにおいて高性能な階層型数値計算法の開発と性能の評価

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ている、次世代計算機上で高い並列・演算効率を得るためには、用いられるアーキテクチャに適応した並列化アルゴリズムが必要となる。そのために、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我々が従来のスーパーコンピュータ上で既に高い並列効率を示してきた階層型領域分割法に基づき、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等の検討を進めていく。本年度は流れと構造に対する連成解析手法を開発するための基礎的検討や、構造解析に対する階層型前処理法を用いた計算時間短縮等による性能強化を行う。



スケジューリング手法の違い
による計算時間の比較

Model [DOFs]	10 ⁶	10 ⁷
Static	15.4587	7.9067
Dynamic	15.1912	7.8055
Overlapped	15.1480	7.8067
(Dynamic w/o critical)	(15.1664)	(7.7993)

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)