

沈み込み帯の巨大地震を対象とした大規模並列地震波・津波伝播シミュレーション

竹中博士(岡山大)・岡元太郎(東工大)・中村武史(海洋研究開発機構)・

小松正直(岡山大)・青木尊之(東工大)・Toshiro Tanimoto(UCSB)

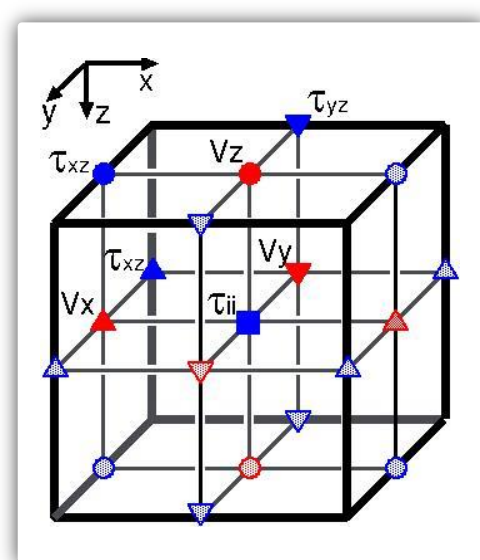
JHPCN

研究目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(M9)は甚大な地震災害・津波災害をもたらした。そのため、この地震の詳細な断層破壊過程を明らかにして強震動・津波の生成メカニズムを考察することが重要な研究課題となっている。このことは、同様の海溝型巨大地震による強震動や津波による強震動や津波の規模を評価する基盤的な知見となる。我々はこのような課題に取り組むために大規模地震波・津波伝播シミュレーション手法(時間領域差分法FDTD: Finite-Difference Time Domain)の開発を進めてきた。平成26年度には東北沖地震の破壊過程の推定や地震波・津波統合シミュレーションの研究を進展させるとともに、演算能力やメモリが増強されたTSUBAME-2.5を利用することによってこれまでよりも短波長(短周期)の現象の再現性について研究を進める。

HOT-FDM: 時間領域差分法

Heterogeneity, Ocean layer, Topography



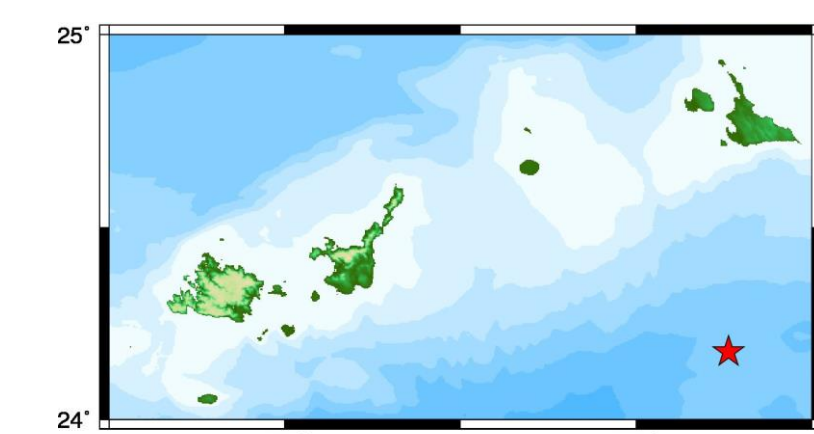
食い違い格子の単位セル

- 食い違い格子空間: 4次精度・時間2次精度
- 固体・流体境界(陸上地形・海底地形)
岡元・竹中(2005), Takenaka et al. (2009), 中村・他(2011)
- 不均質構造
- 非弾性減衰(メモリ変数) Blanch et al. (1995)
- GPU版: Okamoto et al. (2010; 2013)
- CPU版: Nakamura et al. (2011; 2012)

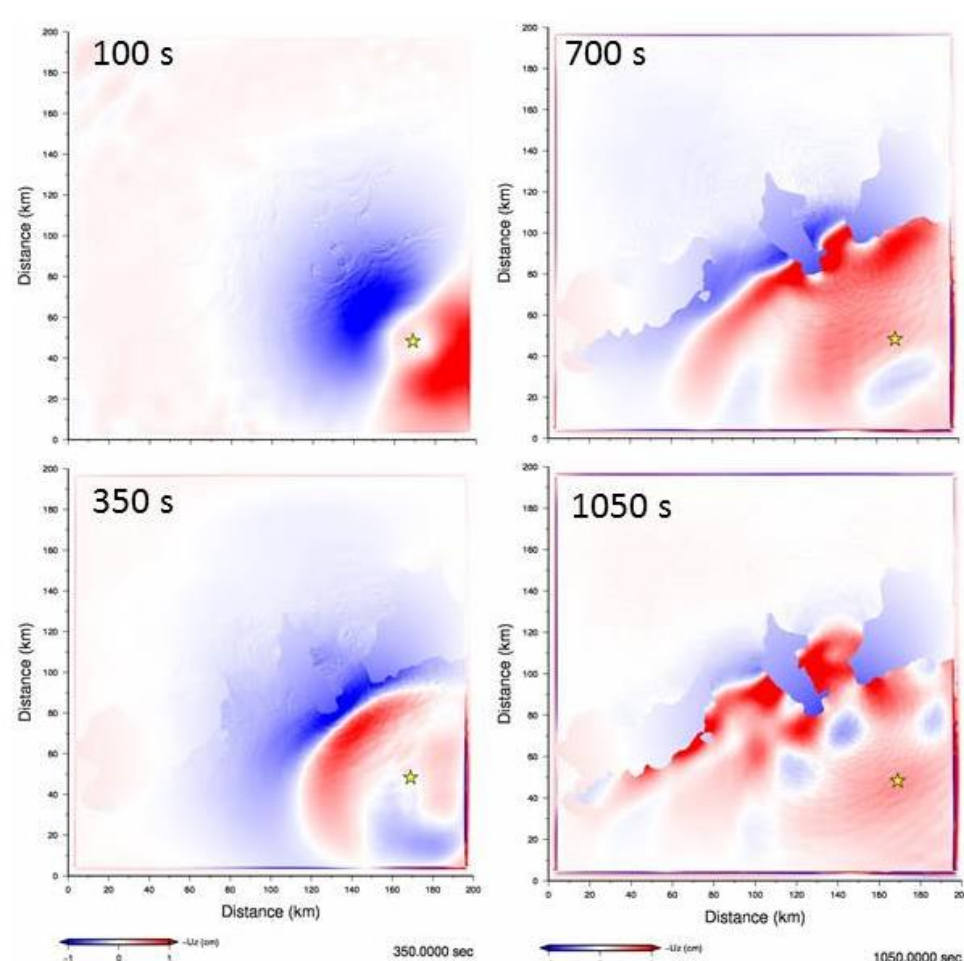
地震波・津波統合シミュレーション

陸海津波統合FDTDスキーム

- 重力項の導入
 - 自己重力のもとでの天体の弾性振動の方程式をもとにして方程式系を導出 (Takenaka et al., ACES 2012)
- 島嶼地域(特に南西諸島)の地震動・津波の評価
 - 課題: 海岸付近の地形の表現(格子間隔と水深の関係)



南西諸島での計算例: 先島諸島沖の地震(2009/8/5, M6.5)についての地震波・津波統合計算による海面変動のスナップショット。(藤岡、修士論文、2014)



FX10(東京大学)



利用予定システム
(東京大WEBより)

- 4800 Computation Nodes
 - SPARC64 IXfx (16cores x 1)
 - Tofu Interconnect

短波長地震波の再現性研究

GPUプログラムの改良

TSUBAME-2.5: 最新型 GPU K20X へ更新

メモリ量・帯域幅がこれまでの約2倍



- 1408 Computation Nodes
 - Intel Xeon 5670 (6cores x 2)
 - Infiniband QDR x 2 (10GB/s)
- GPU (TSUBAME-2.5)
 - NVIDIA K20X (3GPUs/node)
 - **4224 GPUs**

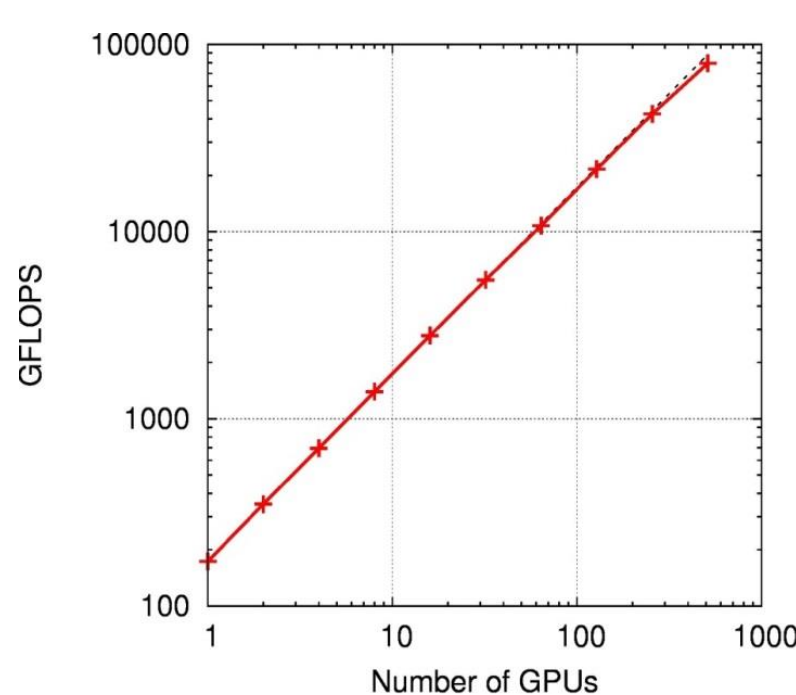
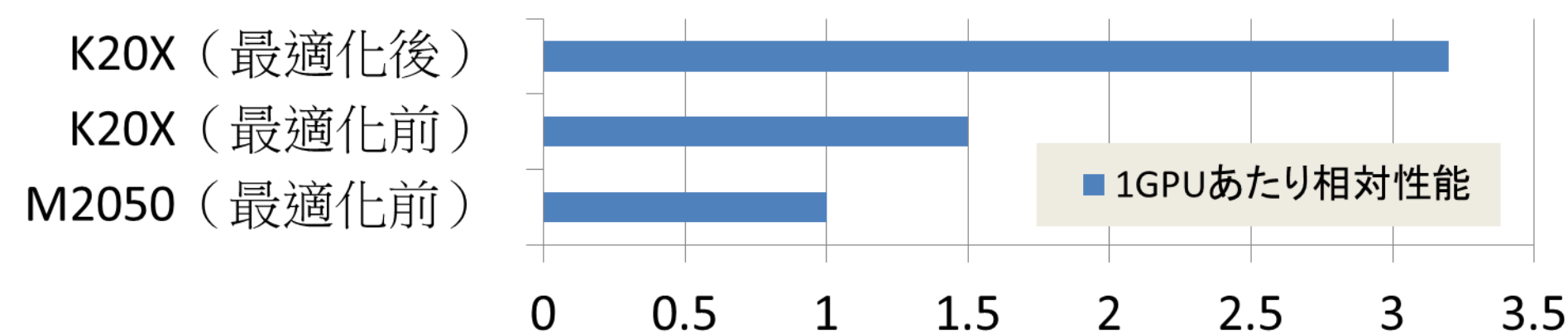
(東京工業大学WEBより)

GPU 版 HOT-FDM プログラム

- 最新型GPUへの最適化についての検討を進める
- 増強された計算パワーを利用して、計算領域の拡大と計算周波数帯域の拡大を検討する

これまでに行った最適化の効果の例

(配列構造、ループヒュージョン、ブロックサイズ、レジスタ数など)



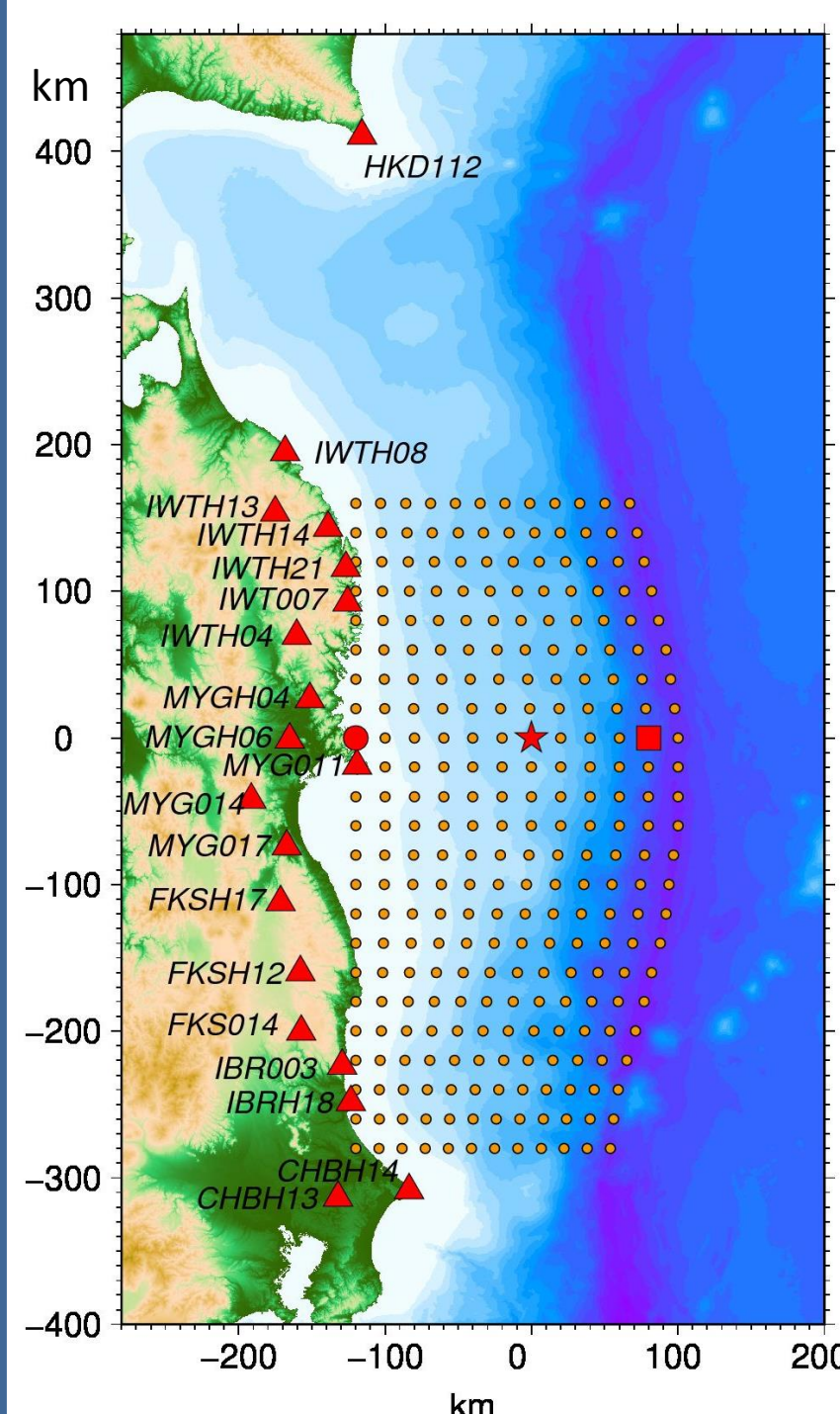
TSUBAME-2.5 (K20X) による並列演算性能の例

副領域サイズ(320×320×160)を固定した弱スケーリング(単精度)

1-GPU 性能: 175.3 GFlops

512-GPU 性能: 79.24 TFlops

東北地方太平洋沖地震



強震動観測点(▲)と、断層モデルを構成する格子点(●)。

1. 破壊過程の逆問題解析

● 地震波シミュレーション

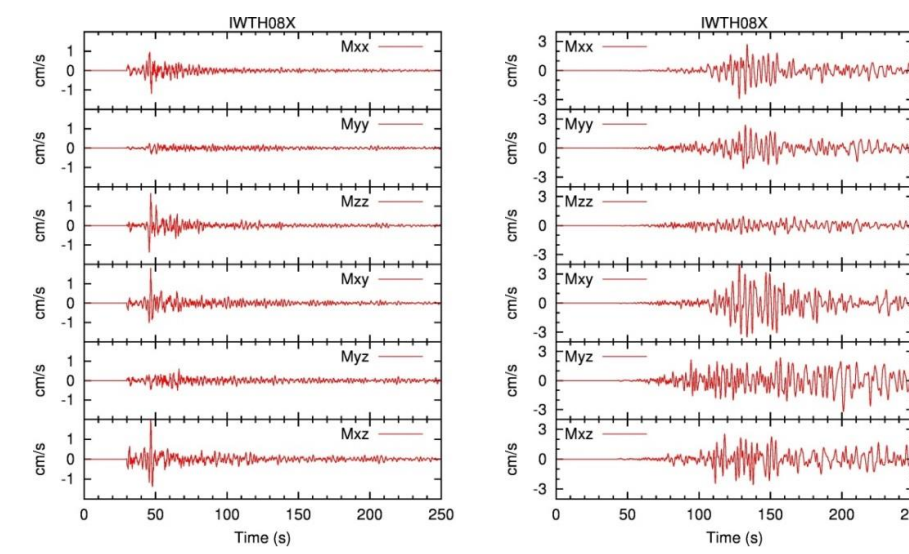
→グリーンテンソル波形

- 昨年度よりも増加

(32波形→53波形)

- 北海道襟裳岬も追加

● グリーンテンソル波形例



● の震源

■ の震源

2. 短波長地震波の検討

解析で得られた震源モデルに

よる短波長地震波再現性の検討