



13-NA29

竹中 博士 (岡山大学)

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

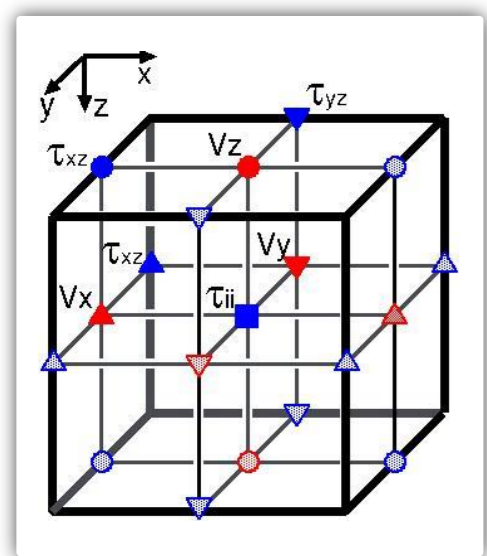
岡元太郎(東工大)・竹中博士(岡山大)・中村武史(海洋研究開発機構)・
藤岡 慧(九州大)・青木尊之(東工大)・Toshiro Tanimoto(UCSB)

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(マグニチュード9)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25年度は構造モデル改良手法の高度化(波動場に関する摂動カーネルの計算)、東北沖地震の破壊過程の推定、地震波・津波の統合計算という項目を主な目的として研究を行う。

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: 弾性波動・電磁波問題
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)

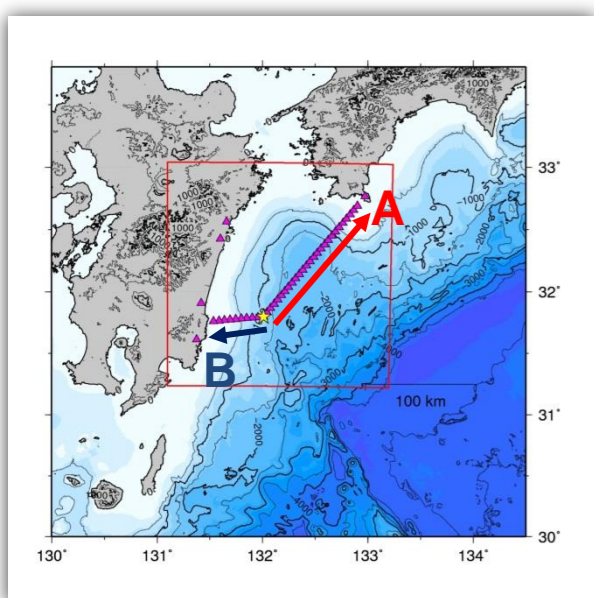
FX10(東京大学)



(東京大学 WEBより)

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

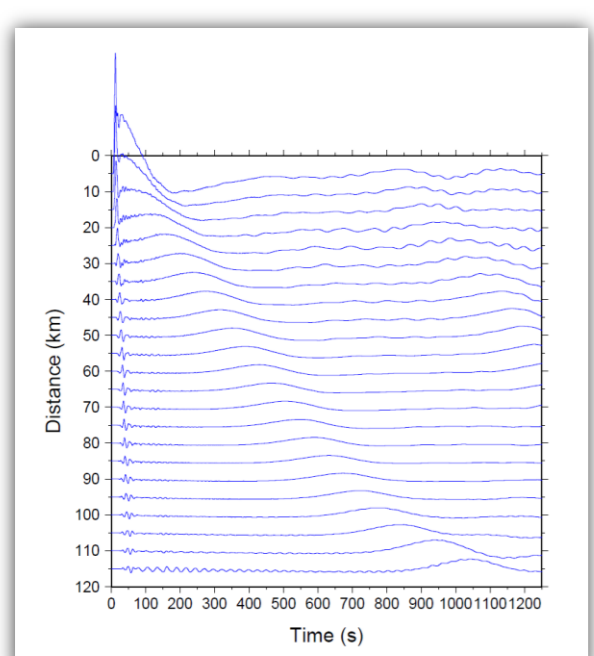
地震波・津波統合シミュレーション



- 重力項を導入した統合FDTDスキーム
– Takenaka et al., ACES (2012)

地震波・津波統合計算例

黄色の星印は震央であり、そこから宮崎方向、土佐清水方向の二方向に伸び、計36点の仮想観測点を配置した。赤い枠が計算領域を示す。



地震に伴う海面変動の計算例: 震央から5km離れた地点から始まり、土佐清水方向(図11の赤い矢印)に距離115kmの地点まで23点の観測点の海面変動のペーストアップ。上向きを正にとっている。震央から遠方に海面変動の長周期成分である津波が伝播している。

(藏本・他, JPGU 2013)

TSUBAME (東京工業大学)

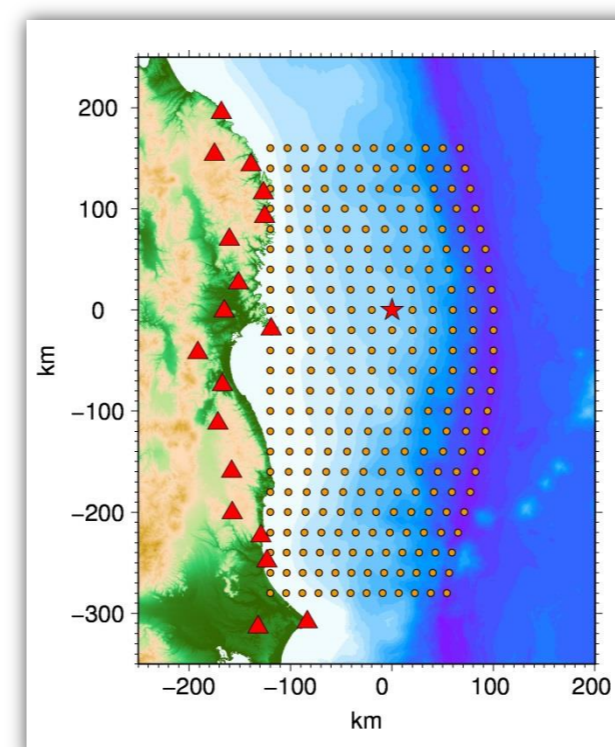


- 1442 Computation Nodes
 - Intel Xeon 5670 (6cores x 2)
 - Infiniband QDR x 2 (10GB/s)
- GPU (TSUBAME-2.0)
 - NVIDIA M2050 (3GPUs/node)
 - **4264 GPUs**

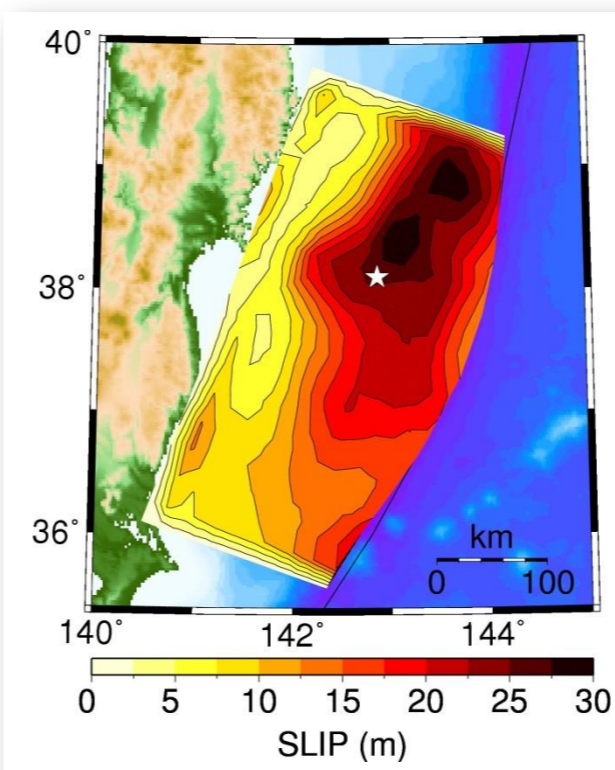
(東京工業大学WEBより)

- **TSUBAME-2.5: 最新型GPUへの更新** (25年度中)
メモリ量・帯域幅が約2倍
- **GPU版HOT-FDMプログラム**
最新型GPUへの移行・最適化
計算領域の拡大・計算周波数帯域の拡大

東北地方太平洋沖地震 (現在までの計算・解析例)

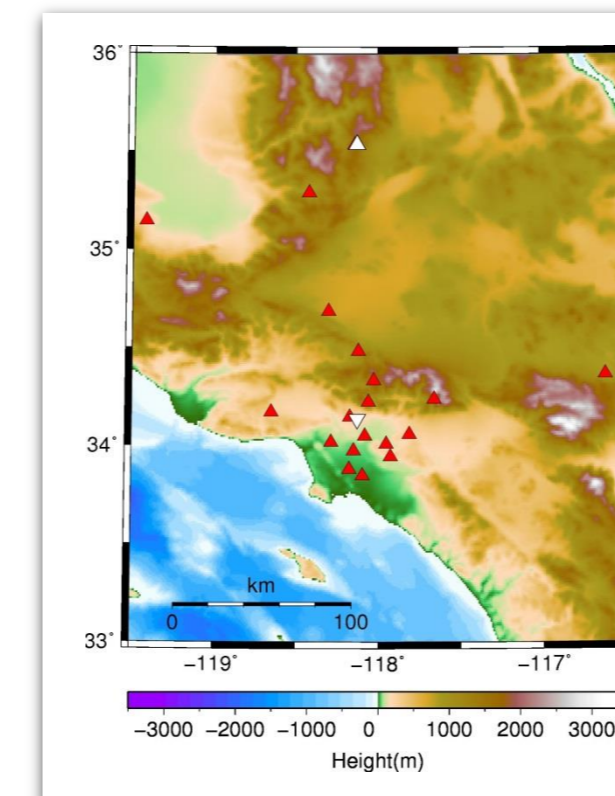


- 3次元グリーンテンソル波形
陸海統合3次元構造モデル
相反関係法(Okamoto 2002)
- 破壊過程の逆問題解析
マルチタイムウィンドウ法
276個の断層上ノード

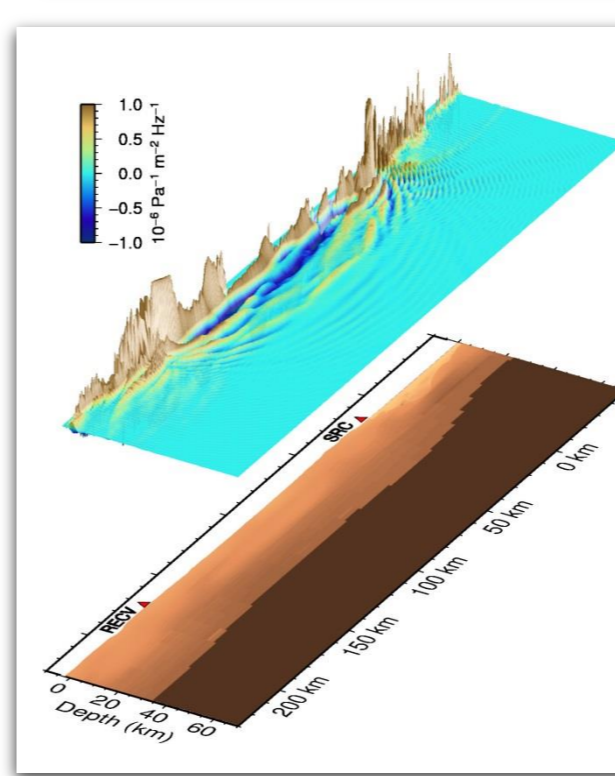


- **640GPU**
136 億格子点計算 × 32回(32波形)
- すべり量分布の暫定解
 - 強震動波形データ
 - 遠地実体波データ
 - 非線形インバージョン
Okamoto & Takenaka(2009)を拡張
- 主要な破壊: 北北東側へ伝播?
今年度に詳細な検討
(岡元・他, JPGU 2013)

構造モデル改良手法の高度化

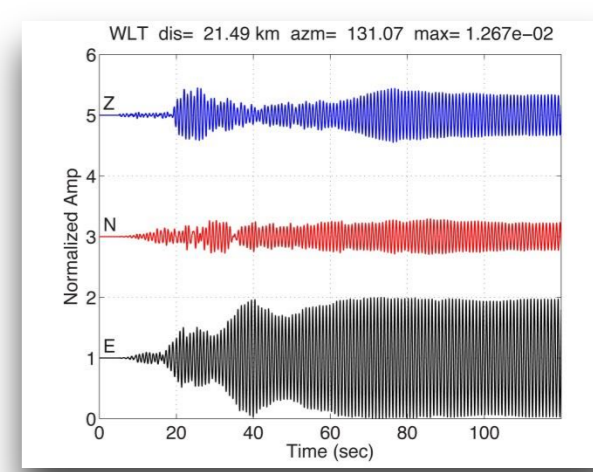


- 強震動の再現
⇒ 3次元構造モデルが必要
- 短周期地震波(>1Hz)の再現は困難
⇒ 散乱・減衰?
- 南カリフォルニアでの人工震源データ
⇒ 地震波減衰・散乱の研究



- 人工震源(▽)
ビルを揺らす
(1.11Hz ほか)

計算波形の例



- 感度カーネルによる考察(計算例)
 - 剛性率カーネルの断面図
剛性率摂動に対する波形の感度
SH波、1.11 Hz
- **520 GPU**(約111億格子点)

(Tanimoto & Okamoto, Wave Propagation WS, 2013)