



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は、強い地震動と巨大な津波によって東日本地域に計り知れないほどの地震災害・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、巨大地震発生に至った過程や強震動・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。さらに、得られた破壊過程モデルによる広域的な観測地震動の再現性も検討すべき課題である。これらは他の海溝型巨大地震(海洋プレート沈み込み帯の巨大地震)による強震動や津波を評価・予測するうえでの基盤ともなる。我々はこのような課題に取り組むために、時間領域差分法(Finite-Difference Time Domain)による大規模地震波・津波伝播シミュレーション手法の開発と応用を進めてきた。

平成28年度には、大規模地震動及び地震波・津波統合シミュレーション手法を利用して、東日本地域の地球内部構造モデルを系統的に改良する理論と手法の検討や、南西諸島全域を含む3次元改良構造モデルの検討などの研究を進める。

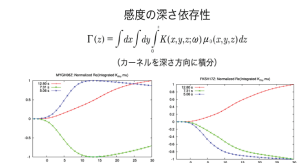
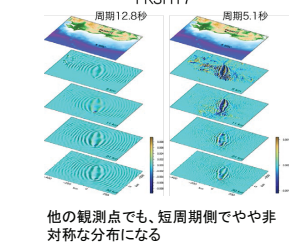
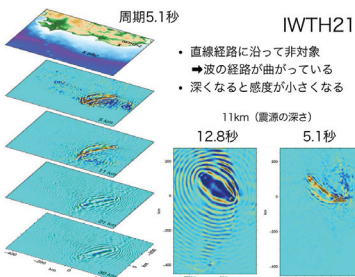
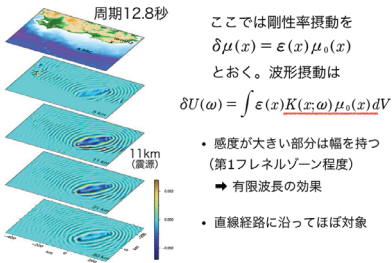
構造モデル改良の系統的な手法の検討

計画① 振動カーネルを用いた構造パラメータ改良の検討(序報)

2つの波の掛け合わせ
δU(ω) = ∫ K(x; ω) δμ(x) dV
観測点 震源
構造パラメータの振動

TSUBAME-2.5(東工大)による大規模計算

振動カーネルの例(剛性率) : IWTH21



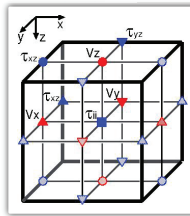
短周期側では浅いところで感度が飽和
振動カーネル: 序報のまとめ
● 周期12秒
① 直線経路に関して対象な感度分布
② 深くまで感度が伸びる(〜30 km)
● 周期5秒
① 破線経路の曲がり角が顕著
② 感度が大きいのは浅い部分(〜10 km)
→ 構造モデルの設定で考慮する必要がある

今年度の計画

- 計画① 振動カーネルを用いた構造パラメータ改良の検討
・パラメータ変化量を系統的に求めるために、振動カーネルを用いることを試行する。
計画② 改良構造モデルによるフォワード計算
・上記で試行的に得られる改良構造モデルについて大規模地震波フォワード計算を行い、逆問題に利用していない地点を含めた大域的な特徴を検討する。

地震波シミュレーションの手法

HOT-FDM: 時間領域差分法



食い違い格子の単位セル

Heterogeneity, Ocean layer, Topography

- 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)
● 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

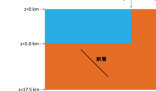
陸海津波統合FDTDスキーム

弾性波: HOT-FDM(上欄)を利用
津波: 重力項を導入 (Takenaka et al., ACES 2012)
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

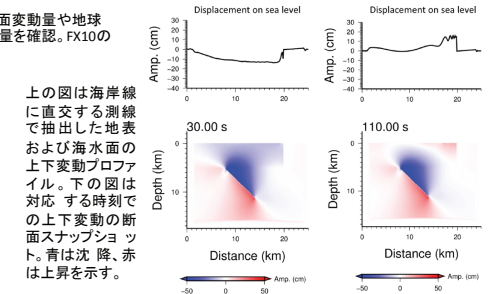
FX10(東京大学)による大規模計算

(1) 地震波・津波統合計算のテスト例

テスト用の構造モデルで、海面変動量や地球内部(地震断層近傍)の変位量を確認。FX10の50ノードを利用。

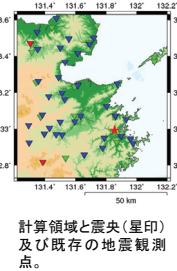


構造モデルの断面図。2次元的なステップ形状を持つ単純化した深さ5 kmの海水層(剛性率はゼロ)と固体層(剛性率9.5 GPa)からなる。計算は3次元で行う。

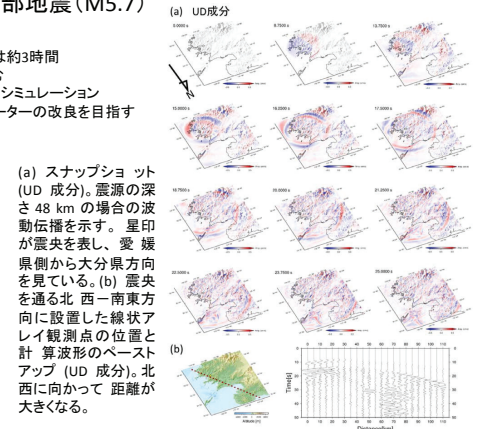


(2) 地震波の大規模計算のテスト例: 2015年大分県南部地震(M5.7)

- FX10の216ノードを利用
● 20000ステップ、計算時間は約3時間
● 構造モデルは海水層を含む
● 震源深さを変えた複数回のシミュレーション
波形再現性・震源パラメータの改良を目指す



計算領域と震央(星印)及び既存の地震観測点



今年度の計画

- 計画① 南西諸島における地球内部3次元地震波減衰構造の推定などを進め、構造モデルを改良する。
計画② 地震波・津波統合計算に準デカルト座標系スキームを導入することについて検討を始める。

謝辞

本研究では強震動波形データ(防災科学技術研究所)、遠地実体波波形データ(IRIS)、深部地盤モデル(防災科学技術研究所)、地殻・プレートモデル(Baba et al 2006; Nakamura et al 2010)、地形モデル(Kisimoto 2000)を利用させていただきました。記して感謝します。