都28-1-6

(1) b. プレート構造・変形過程と 地震発生過程の解明

東京大学地震研究所

平成28年度 業務計画

 ● 首都圏地震観測網(MeSO-net)で得られた自然地震の後続 波を用いて、首都圏下のプレート境界面などのマッピングを 行い、構造モデルを更新する。本プロジェクトで得られた資 料を総括し、首都圏下の断層モデルを更新する。地殻変動 解析や構成岩石モデル(b2)等より得られた現実的な粘性 構造を三次元有限要素モデルに取り込み、今後数10年間の 断層面上でのクーロン応力変化を求める。

MeSO-netデータによる後続波を用いた関東下のプレート構造の解析



Philippine Sea slab depths from ERI (MeSO-net group).

<u>イベントギャザーの例: フィリピン海スラブ内の反射波</u>



<u>観測波形と波動伝搬コードによって求めた計算波形との比較</u>

M4.1, depth 41.1 km, 2010.10.19 22:24

Synthetics

-60 -40 -20 0 20 40 60 80

130

139.5

140

3500 4750

6000

-20

-40



今後の予定

これまで解析した地震は、2010年10月から12月の3ヶ月間 MeSO-net下の地震数は170、この中の5%が地殻内地震 今後、対象地震数を増やして、検討する。

(1) 震源断層モデル 関東平野に伏在する活断層: 北関東測線の例



深部構造探査断面と周辺の地質・深井戸を対比 することにより、伏在断層の分布や構造が明ら かになってきた



武蔵野台地東縁 高分解能反射法地震探查

首都圏の断層モデルの高度化のため、武蔵野台地北東縁で反射法地震探査を実施、 データ取得および解析





測線中央部に西傾斜の向斜軸(赤矢印)をもつ単斜構造が認められ、北関東測線と類似の構造を 示す

統合処理(深度断面 暫定版)解釈図 縦横比2:1



測線中央部に中新世に形成された半地溝構造(ハーフ・グラーベン)と、その直上に西傾斜の向斜 軸をもつ単斜構造が認められ、半地溝構造の再活動により形成されたと考えられる

大大特・北関東測線との比較



武蔵野測線に認められる構造は、北関東測線と類似の構造(中新世の半地溝構造の反転によって 形成された単斜構造)を示す

武蔵野台地北東縁部の段丘に見られる変位地形



反射断面で認められた半地溝の反転構造の直上では、武蔵野面(6-8万年前に形成された扇状地 性の河成段丘面)上に、北東側低下の崖地形が断続的に存在する→最近の活動を示す変位地形 の可能性

H27年度 御殿場地域の反射法地震探査



国府津松田重点での断層モデル(佐藤ほか、2011) 黄色は深部構造探査測線



H23年度小山測線(石山ほか、2011)(国府津松田重点)

- 目的: H23小山測線(国府津松田重点)で見られた
 断層の南東延長での構造を明らかにする
- 測線長約6 km(御殿場市原里から同滝ヶ原)
- ・ 震源 中型バイブレータ、収録器 GSR(独立型レ コーダー)
- 観測期間 2016/2/14~2/23 H28年度中にデー
 タ処理

平成27年度 御殿場反射法地震探查(暫定深度断面)



・測線中央部に緩い東向きの撓曲構造が存在する可能性

・今後処理を進め、構造解釈を行い、断層モデルに取り込む

震源断層モデルの改訂 (中間結果)



金子台測線



箱根ヶ崎測線



近年の構造探査の成果を取り入れて、震源断層モデルを改訂

2011年東北沖地震後の地震活動について





地殻変動データを用いた応力モデリング



地震後3年間の余効変動

(Freed et al., 2016)



海底観測点の西向き変位は余効すべりのみでは説明できない→ <mark>粘弾性の</mark>寄与(Watababe et al., 2014; Sun et al., 2014)

既往研究のモデリング

粘弾性緩和 or 余効すべり?



・2つのメカニズムによる地表変位の水平変位 パターンはあまり変わらないが、上下成分は 正負のパターンが変わるので重要

・地下の粘性構造はわかっていない

(b) (a) Model -----Model ----100 cm 20 cm 40°N 40°N 38°N 38°N 30 36"N 36"N 100 km 100 km 144°E 144°E 140°E 142°E 140°E 142°E

GPS-

Hu et al. (2016)によるモデル計算

既往のモデルでは上下変動 は説明できていない!



本研究では水平上下両方の変位を満たす粘弾性緩和+余効 すべりモデルを求める

GPS -

地殻変動計算のための有限要素モデル (FEM)

(Freed et al., 2016)



粘性構造の試行錯誤的探索

ー様モデルから、先見的知識(e.g., Hirth & Kohlstedt, 2003)をもとに構造の効果を 逐次的に取り入れ、変位残差を最小にするモデルを選択





粘弾性緩和による変位



余効すべりインバージョン

残差ベクトル(観測-粘弾性性変位)

残差ベクトルを説明する 余効すべり



粘弾性緩和と余効すべりによる水平変位

(Freed et al., 2016)



粘弾性緩和

余効すべり

粘弾性緩和+余効すべり

残差

粘弾性緩和と余効すべりの寄与は同程度で 相補的な空間パターンを示す

粘弾性緩和と余効すべりによる上下変位

(Freed et al., 2016)



粘弾性緩和 余効すべり 粘弾性緩和+余効すべり 残差

このモデルで観測データを水平・上下成分ともに説明できた!

東北沖地震後の応力計算

求めた粘性構造と余効すべり分布は3年間の累積変位に対するもの





地震直後の応力場 東北日本の応カパターン 関東周辺の断層にかかるクーロン応カ









分

余効すべり分布を反映



広域応力場

40年後



東北から粘弾性的な応力 が広がってくる

関東地方の応力場 ^{粘弾性緩和が支配的}

余効すべりが支配的

5年後

20年後

40年後







Von Mises & Coulomb stress

応力は伏在断層に対しては抑制方向、PHSプレート境界に対しては促進方向に働く

応力計算:今後の課題

- 実効粘性率の時間変化(本プロジェクト期間内では扱わない)
- 余効すべりの時間変化
 短いタイムステップ毎に残差インバージョンによりすべり 分布を求める。すべりの空間パターンの変化が見られる かどうか確認
- 断層における応力変化
 - 伏在断層の活動を促進/抑制するかどうか、余効変動・ すべりの持続期間はどのくらいか、などを周囲の地震活 動変化と合わせて議論