

### 3.4.5.4 相模トラフ沿いのアスペリティの解明

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

「震源断層モデル等の構築」のうち、相模トラフ沿いのプレート境界地震の地震発生場所の絞り込み、地殻やプレートを含む地下構造モデルの構築、さらには震源断層モデルの構築等を行う。

##### (b) 平成22年度業務目的

首都圏に脅威をもたらした相模トラフの過去の地震について、プレート形状や地震波伝播経路の地下構造による影響を考慮できるように計算手法を改良し解析を継続する。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
鹿児島大学大学院理工学研究科	准教授	小林 励司	
東京大学地震研究所	教授	瀬藤 一起	

#### (2) 平成22年度の成果

##### (a) 業務の要約

- 1) プレート境界での巨大地震である1923年関東地震と1703年元禄地震に対する、実際のプレート境界面に即した曲面状の断層面を用いた震源断層モデル推定手法の開発を継続して行った。
- 2) 1923年関東地震の測地学的データと地震学的データとを同時に使用した震源過程の推定を行った。

##### (b) 業務の成果

相模トラフ沿いでは、1703年元禄地震や1923年(大正)関東地震といった、海溝型プレート間地震が繰り返し起き、首都圏で壊滅的な被害が生じている。これらの地震のアスペリティ(ここでは地震時に断層面上で大きく滑った領域とする)をこれまで調べてきた。Kobayashi and Koketsu (2005)<sup>1)</sup>、Sato *et al.* (2005)<sup>2)</sup> では、断層面として平面を仮定してきた。しかし、実際のプレート境界面は曲面状である。また、これまでインバージョンで使用するグリーン関数は、地震波形に対しては層構造、測地データに対しては半無限媒質を仮定して求めてきた。この研究では、曲面状の断層面と3次元速度構造(測地では1次元または3次元構造)を用いて、より高度な震源断層モデルを構築する。

これまで、曲面状の断層面のモデルを作成し、それを用いた測地データに対する滑り分布推定手法を開発してきた。曲面状の断層面について、これまでの地震構造探査の結果を統合し形状を決め、それを三角形の小断層に分割した。各小断層に対して、測地データのためのグリーン関数を1次元速度構造で計算した。1次元速度構造でのグリーン関数の計算量は、1つ1つはそれほど時間がかからないが、小断層が56、観測点が471あるため、すべての組み合わせで計算するに

はかなり時間がかかる。しかし各小断層 - 観測点ペアでの計算は独立しているため、並列的に計算することができる。複数のコンピュータで並列的に計算させることにより、短い計算時間でグリーン関数を全て計算することが可能となった。今年度は、測地データに加え、さらに遠地の地震波形データと合わせてインバージョンできるようにインバージョン手法の改良を試みた。グリーン関数は、従来は断層面が平面であったために同じ震源メカニズム解で計算できたが、曲面状の断層では小断層の走向と傾斜角がすべて異なることから、それを考慮してすべて計算し直した。また破壊伝播速度一定の時の、各小断層での破壊し始める時間の見積もりについて、物理的に破壊は断層面上を伝播することから、各小断層面の重心と震源との直線距離ではなく、断層面に沿った距離を求める必要がある。平成 20 年度において、震源（破壊開始点）から小断層の重心までの距離をダイクストラ法によって求めた。その距離と、あらかじめ与える破壊伝播速度とから、その小断層での破壊し始める時間を計算した。

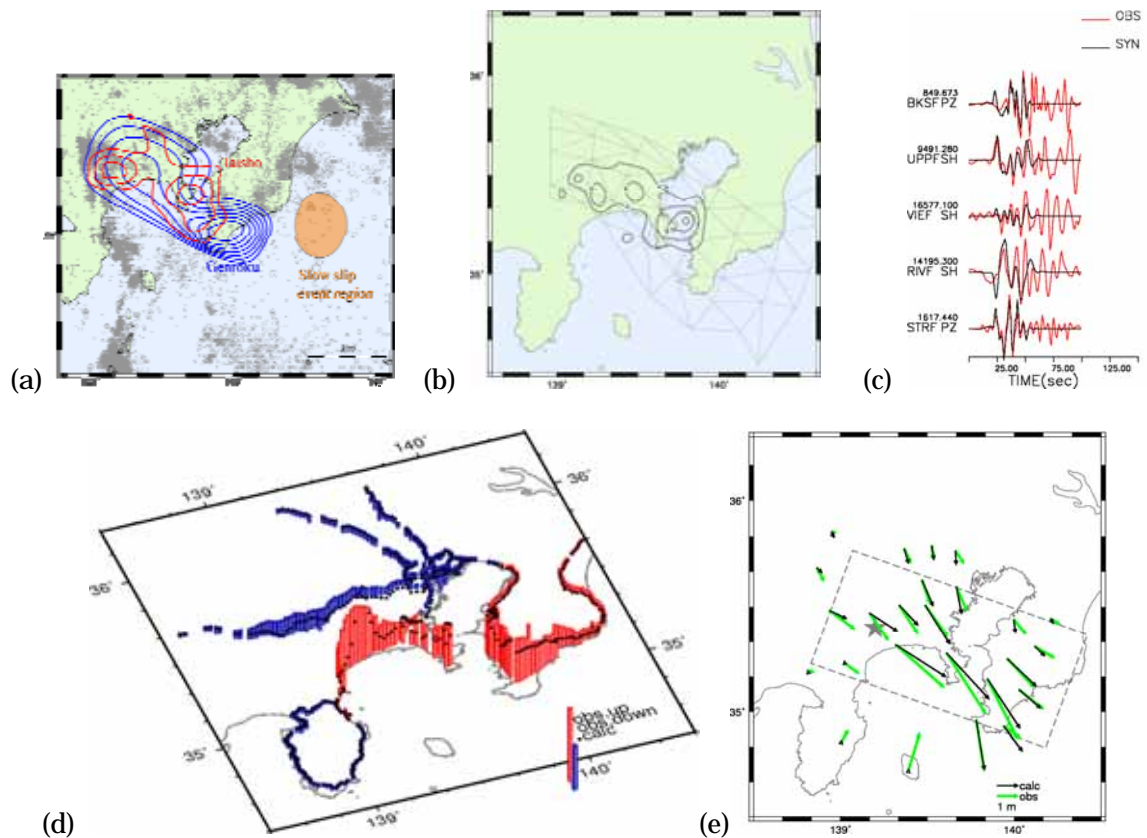


図 1 . (a) これまでの平面の断層面での 1923 年関東地震（赤）と 1703 年元禄地震（青）の滑り分布。コンターは 4 m 以上の滑りで、2 m 間隔。オレンジの楕円はスロー・スリッ・イベントの領域を示す。(b) 曲面状の断層面を考慮した 1923 年関東地震時の滑り分布。コンターは 4 m 以上の滑りで、2 m 間隔。遠地地震波形データと測地データとの同時インバージョン。細い線は設定した断層面の形状を示している。(c) 遠地波形データの観測値と計算値との比較。(d) 上下変動の観測値と計算値との比較。(e) 水平変動の観測値と計算値との比較。

以上のように開発した手法で、実際に 1923 年関東地震について測地データと遠地地震波形データを同時にインバージョンして地震時の滑り量を求めた。図 1 に結果を示す。図中の滑り分布のコンターはどちらも 4 m 以上の滑りを示している。平面の断層面の時と比較すると、滑り分布の大まかな特徴は変わっていない。これによって開発した手法の妥当性が示された。まだ測地データについては三浦半島から伊豆半島にかけての隆起量が良く合っていないため、小断層の分割をもう少し細かくする等の改良が必要である。

(c) 結論ならびに今後の課題

曲面状の断層面で、測地データと地震波形データを同時インバージョンできるように開発した手法によって、1923 年関東地震の震源過程を求めることができた。小断層の分割が粗いためか、計算値が観測値とあまり合っていない部分がある。小断層の分割を細かくする必要があると思われる。

(d) 引用文献

- 1) Kobayashi, R. and Koketsu, K.: Source process of the 1923 Kanto earthquake inferred from historical geodetic, teleseismic, and strong motion data, Earth, Planets and Space, Vol.57, pp.261-270, 2005.
- 2) Sato, H., Hirata, N., Koketsu, K., Okaya, D., Abe, S., Kobayashi, R., Matsubara, M., Iwasaki, T., Ito, T., Ikawa, T., Kawanaka, T., Kasahara, K. and Harder, S.: Earthquake source fault beneath Tokyo, Science, Vol.309, pp.462-464, 2005.
- 3) Tsumura, N., Komada, N., Sano, J., Kikuchi, S., Yamamoto, S., Ito, T., Sato, T., Miyauchi, T., Kawamura, T., Shishikura, M. Abe, S., Sato, H., Kawanaka, T., Suda, S., Higashinaka, M. and Ikawa, T. : A bump on the upper surface of the Philippine Sea plate beneath the Boso Peninsula, Japan inferred from seismic reflection surveys: A possible asperity of the 1703 Genroku earthquake, Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2008.05.009, 2009.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
曲面上の断層面を使った 1923 年関東地震のアスぺリティの推定（ポスター）	小林励司	日本地球惑星科学連合 2010 年大会	2010 年 5 月	国内
関東アスぺリティ・プロジェクト（口頭）	小林励司・山本由弦・佐藤利典・宍倉正展・伊藤久男・篠原雅尚・川村喜一郎	日本地球惑星科学連合 2010 年大会	2010 年 5 月	国内

関東アスペリティ・プロジェクト 背景と今後の展望 (口頭)	小林励司・山本由弦・佐藤利典・宍倉正展・伊藤久男・篠原雅尚・川村喜一郎	日本地球惑星科学連合 2010 年大会	2010 年 5 月	国内
関東アスペリティプロジェクト:新コンセプトと新プロポーザルの内容(口頭)	佐藤利典・小林励司・篠原雅尚・山本由弦・伊藤久男・川村喜一郎・宍倉正展	日本地球惑星科学連合 2010 年大会	2010 年 5 月	国内
マルチチャンネル反射法データによる房総沖深部構造イメージ(口頭)	三浦誠一・山下幹也・高橋成実・野崎謙治・野徹雄・小平秀一・小林励司	地球惑星科学連合 2010 年大会	2010 年 5 月	国内
Kanto Asperity Project (口頭)	Reiji Kobayashi, Yuzuru Yamamoto, Toshinori Sato, Masanobu Shishikura, Hisao Ito, Masanao Shinohara, Kiichiro Kawamura	2010 Western Pacific Geophysics Meeting	2010 年 6 月	国際
Kanto Asperity Project -A monitoring plan for assessment of earthquake generation model- (口頭)	Reiji Kobayashi, Yuzuru Yamamoto, Toshinori Sato,	2010 Western Pacific Geophysics Meeting	2010 年 6 月	国際

	Masanobu Shishikura, Hisao Ito, Masanao Shinohara, Kiichiro Kawamura			
関東アスペリティプロジェクト モニタリングが目指すもの（口頭）	佐藤利典・篠原雅尚・芝崎文一郎・山本由弦・斎藤実篤・小林励司・山野誠・伊藤久男・山田泰広・川村喜一郎	日本地震学会 2010 年秋季大会	2010年10月	国内
房総沖スロースリップ イベント周辺域での MCSイメージング(ポスター)	三浦誠一・山下幹也・藤江剛・高橋成実・野徹雄・小平秀一・小林励司	日本地震学会 2010 年秋季大会	2010年10月	国内
Great earthquakes and slow slip events along the Sagami trough and outline of the Kanto Asperity Project (口頭)	Reiji Kobayashi, Yuzuru Yamamoto, Toshinori Sato, Masanobu Shishikura, Hisao Ito, Masanao Shinohara, Kiichiro Kawamura, Bunichiro Shibasaki	AGU 2010 Fall Meeting	December 2010	国際

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

**(3) 平成 22 年度業務計画案**

小断層の分割をもう少し細かくすると同時に、断層面の形状モデルを改訂する。とくに Tsumura *et al.* (2009) <sup>3)</sup> は房総半島南部において、フィリピン海スラブ上面が隆起していることを示している。これは 1703 年元禄地震のアスペリティの場所に近いため、大きく影響を受ける可能性がある。さらに他の計画により房総半島の東方沖でマルチチャンネル地震探査が行われ、これまでその地域で不明だったフィリピン海スラブの形状が明らかになり、やはり部分的に隆起が見られることが明らかになった。この海域は津波の解析から 1703 年元禄地震で滑ったと考えられているが、スロー・スリップ・イベント発生領域でもある (図 1a)。そのため、スロー・スリップ・イベント領域が津波波源域になった可能性がある。この海域まで滑り分布が広がったとして、房総半島での地殻変動がうまく説明できるかどうかを調べる。

さらに近地の地震波形データも合わせて使うようにする。特に本郷のデータは 3 次元の速度構造を用いてグリーン関数を計算する。