

- (1) 実施機関名：東北大学大学院理学研究科
- (2) 研究課題（または観測項目）名：プレート境界型地震の発生機構の解明
- (3) 最も関連の深い建議の項目：1. (2) ア. プレート境界における歪・応力集中機構
- (4) その他関連する建議の項目：1. (2) エ. 地震発生サイクル
1. (3) ア. 断層面上の不均質性
- (5) 本課題の平成16年度からの5カ年の到達目標と、それに対する平成16年度実施計画の位置付け：

5ヶ年の到達目標は、主として日本海溝沈み込み帯におけるプレート境界地震のアスペリティと準静的すべりの状況を把握し、プレート境界型地震の発生過程を詳細に解明することにある。今年度は、アスペリティに特徴的な地震学的構造の解明をめざし、1978年宮城県沖地震の震源域周辺において海陸共同の地震探査を実施する。一方、準静的すべりの時空間分布推定の高度化をめざして、海陸での測地観測の充実を図るとともに、微小繰り返し地震（相似地震）から推定されるすべり量の精度向上のために、相似地震のスケーリング則についての解析をすすめる。

- (6) 平成16年度実施計画の概要：

1978年宮城県沖地震の震源域周辺において海陸共同の人工地震探査を、現在文部科学省によってすすめられている「宮城県沖地震パイロット的重点調査観測」と連携して、東京大学地震研究所をはじめとする国内他研究機関との共同研究として実施する。

陸上におけるGPS観測網の増強整備は平成15年度に行っており、これらのデータと従来の観測点およびGEONETのデータとの併合解析をすすめる。また、宮城県沖海域に「パイロット的重点調査観測」によって設置された海底測地観測のための音響ベンチマークでの観測を行う（2(2)エの課題「宮城県沖地震の発生過程の解明」と共通）。

GPS観測データと相似地震観測データから得られた準静的すべりから期待される内陸の歪を比較し、さらにマグニチュード別相似地震の積算すべりを比較することにより、現在の相似地震のスケーリング則の検証を行う。

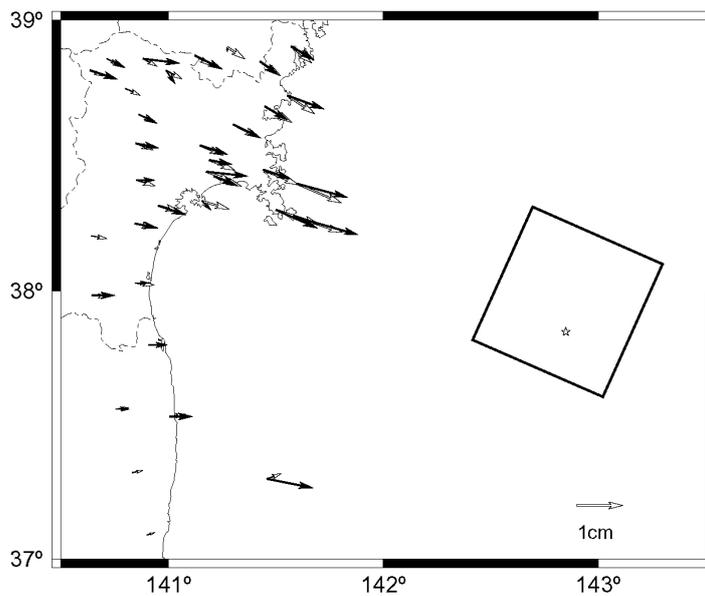
さらに、他大学と共同して、日向灘や2003年十勝沖地震の震源域といった、日本海溝以外の沈み込み帯において微小地震観測および人工地震探査を実施し、日本海溝における研究結果との比較検討をすすめ、「アスペリティモデル」の一般化・高度化に資する。

- (7) 平成16年度成果の概要：

2003年10月31日にMj6.8の地震が福島県沖で発生した。この地震では、最大震度4を記録し、鮎川で最大30cmの津波が観測された（気象庁、2004）他、釜石沖の海底津波計でも1.5cmの微小津波が観測されている（東北大学理学研究科、2004）。山中(2003)により推定されたこの地震のモーメント解放量分布をみると、アスペリティが3つに分かれている。余震活動は、最初は本震の近くに集中していたが、本震の約14時間後からは、南側の37.5°N、142.9°E付近にも拡大した。その後、本震の東側で11月1日と2日にM5以上の地震が3個発生したが、余震活動はしだいに減衰していった。この地震後にもいくつかの観測点で余効変動が観測されている。東北大学およびGEONETのGPS連

続観測点で観測された余効変動を含む水平変動を図1に示す。観測された変動に基づいて断層モデルの推定を行った。推定された断層パラメーターは、断層の大きさを60km×60kmの矩形断層とすると、0.25mのすべりとなる。モーメント解放量は、Mw6.9に相当するが、この量は山中(2003)による推定値とほぼ一致する。モーメント解放量だけからは、顕著な余効すべりはなかったことになるが、内田(2003)によると、相似地震解析から推定された当該地域の準静的すべりの時系列にもこの地震後に加速傾向が見られたことから、小規模な余効すべりがあったものと考えられる。

図1. 2003年10月31日の地震発生前後にGPSにより観測された水平変動(黒矢印)。観測された水平変動を説明するため、プレート境界上の断層運動を仮定して推定されたモデル断層の位置を矩形領域で示す。モデル断層の長さ・幅をともに60kmとすると、変位量は約0.25mと推定され、モーメントマグニチュードはMw6.9に相当する。この断層モデルから計算された各観測点での変位を白矢印で示す。



を説明するため、プレート境界上の断層運動を仮定して推定されたモデル断層の位置を矩形領域で示す。モデル断層の長さ・幅をともに60kmとすると、変位量は約0.25mと推定され、モーメントマグニチュードはMw6.9に相当する。この断層モデルから計算された各観測点での変位を白矢印で示す。

日本海溝および千島海溝沿いにおける1993年7月～2005年2月の相似地震活動から準静的すべりの時空間変化を推定した(図2)。2003年十勝沖地震(M8.0)前の約10年間については、日本海溝沿いの

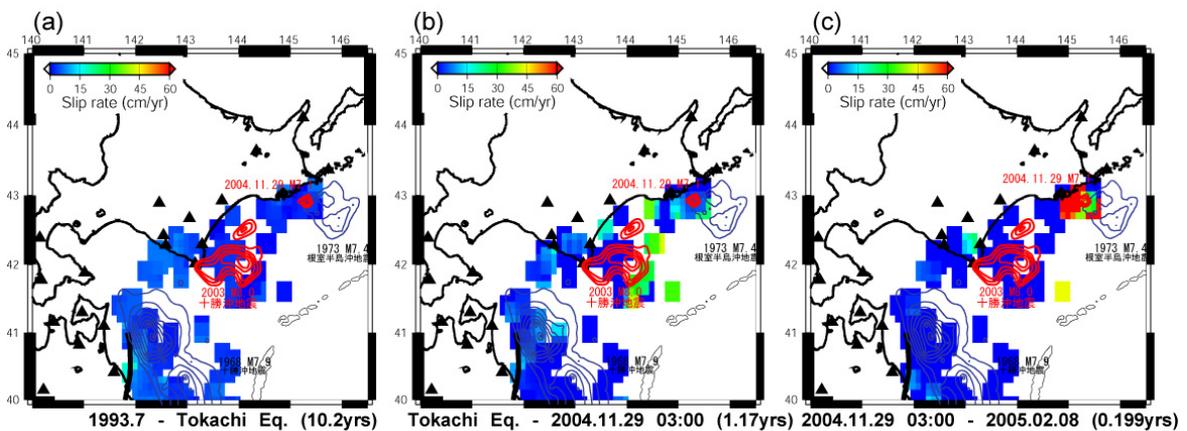


図2. 相似地震解析によって得られた北海道南東沖プレート境界の準静的すべり。(a) 1993年7月～2003年十勝沖地震発生前まで。(b) 2003年十勝沖地震発生後～2004年11月29日のM7.1の地震発生前まで。(c) 2004年11月29日の地震発生から2005年2月8日まで。コンターは大地震のすべり量分布(山中・菊地, 2002; Yamanaka and Kikuchi, 2003, 2004; 山中, 2005)

深部(深さ50km程度)に存在する相似地震グループからは、比較的速いすべりレート(10cm/year程度)が推定されたのに対し、2003年十勝沖地震の震源域を含む千島海溝沿いでは、全域で比較的低いすべりレート(5cm/year以下)が得られた。2003年十勝沖地震の震源域近くにおいては、本震後相似地震活動が活発化し、準静的すべり(余効すべり)が

推定された。そのすべり量は本震アスペリティの海溝側や東側で比較的大きい。2003年十勝沖地震後の準静的すべりの加速は、2004年11月29日にM7.1の地震が発生した根室半島沖付近まで達しており、準静的すべりの加速がこの地震の発生時期に影響を与えた可能性も考えられる。十勝沖地震発生後の余効すべりは、陸域のGPS観測網によっても明瞭に捉えられており、GPSと相似地震解析によって独立に推定された準静的すべりの時間発展を直接比較することにより、現在採用されている相似地震のスケーリング則の検証ができるようになるものと考えられる。

宮城県沖においては、「宮城県沖地震パイロット的重点調査観測」との連携の下、エアガン・発破を人工震源として用いた人工地震探査を、東大・北大・千葉大・九大・海洋研究開発機構と共同して実施した。また、九州大学および北海道大学が中心となって実施した、日向灘での微小地震観測、2003年十勝沖地震の震源域における人工地震探査に参加した。これらの観測データはそれぞれの共同研究の幹事をつとめる機関において処理解析が進められている。

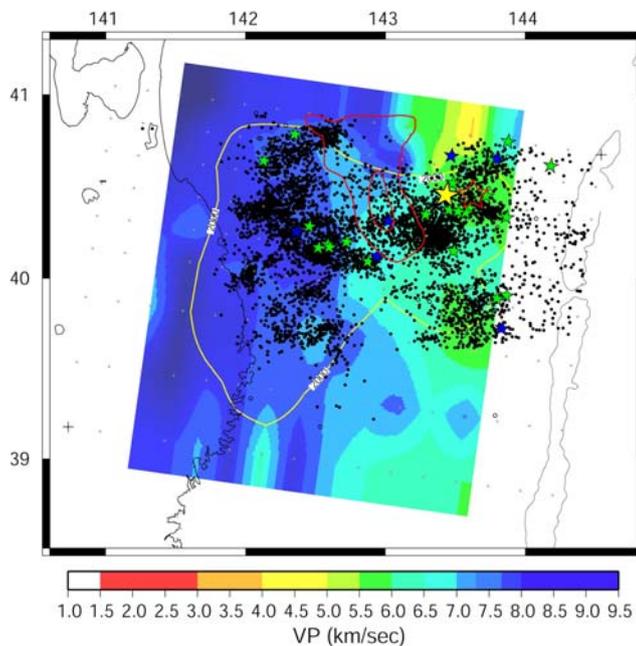


図3. 三陸はるか沖地震震源域におけるプレート境界直上のP波速度分布と本震時すべりの分布(永井・他, 2001) 黒丸および星印はあらたに再決定された1994年1月～1995年12月の震央分布。黄色星印は、1994年12月28日に発生した本震(M7.7)の破壊開始点で、気象庁によるもの(赤星印)より西側に再決定された

以上のような海域観測を進める一方で、三陸沖地域において過去約10年間に行ってきた海底地震観測のデータのコンパイル・再解析を行うことにより、この海域における広域の地震波速度構造に関する研究を行った(図3)。その結果、従来の研究で指摘されてきたような、非地震すべりの卓越域とアスペリティの棲み分けと対応する地震波速度構造が明らかとなった。特に、1989年および1994年三陸沖はるか沖地震のアスペリティ(Yanamaka and Kikuchi, 2004)の広がり、プレート境界において沈み込む海洋性地殻と島弧下部地殻が接している部分と良い一致を示す。さらに、海底地震計により高精度で

震源決定された地震を基準として用いる再解析により、海底観測が行われていない期間の震源分布の精度向上を果たした。1994年の三陸はるか沖地震発生前後の活動にこの手法を適用すると、本震の破壊開始点は気象庁や東北大学によって従来決定されていたものより、およそ20km西側に再決定されるが、この位置は最近の地震探査によってプレート境界の折れ曲がり指摘された位置(Ito et al., 2004)と良い一致を示す。

(8) 平成16年度の成果に関連の深いもので、平成16年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：

日野亮太・西野実・望月公廣・篠原雅尚・笠原順三・植平賢司・佐藤利典, 1981年宮城県

沖地震 (M6.8) 震源域周辺における海陸プレート境界の地震波反射イメージ, S053-P015, 地球惑星科学関連学会合同大会, 2004

桑野亜佐子, 日野亮太, 長谷川昭, 藤本博巳, 1994年三陸はるか沖地震破壊開始点周辺の地震活動の時空間変化, S045-009, 地球惑星科学関連学会合同大会, 2004

桑野亜佐子, 日野亮太, 長谷川昭, 藤本博巳, 三陸沖海陸プレート境界における微小地震活動 -OBS震源を用いた相対震源決定による-, A79, 日本地震学会秋季大会, 2004

桑野亜佐子, 三陸沖海陸プレート境界における地震学的構造に関する研究, 東北大学博士論文, pp125, 2004.

Miura, S., Y. Suwa and A. Hasegawa, The 2003 M8.0 Tokachi-Oki earthquake - How much has the great event paid back slip debts?, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L05613, doi:10.1029/2003GL019021, 2004.

Nishimura, T., T. Hirasawa, S. Miyazaki, T. Sagiya, T. Tada, S. Miura, and K. Tanaka, Temporal change of interplate coupling in northeastern Japan during 1995-2002 estimated from continuous GPS observations, *Geophys. J. Int.*, 157, 901 - 916, 2004.

諏訪謡子・三浦 哲・長谷川 昭・佐藤俊也・立花憲司, 東北日本沈み込み帯におけるプレート境界の固着状況, *地震*, 第2輯, 56, 471-484, 2004.

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

藤本博巳・長谷川昭・松澤暢・三浦哲・日野亮太・西野実

他機関との共同研究の有無 : 有

北大・東大・千葉大・九大・海洋研究開発機構・海上保安庁 約40名

(10) 問い合わせ先 :

部署等名 : 理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

電話 : 022-225-1950

e-mail : zisin-yoti (アットマーク) aob.geophys.tohoku.ac.jp

(注 : スпам対策をしています. zisin-yoti@aob... の意味です.)

URL : <http://www.aob.geophys.tohoku.ac.jp>