

(1) 実施機関名：

(独) 産業技術総合研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

極微小地震と深部低周波微動を用いたプレート境界の応力場推定

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ア．アスペリティの実体

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ．東海・東南海・南海地域

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

イ．非地震性滑りの時空間変化とアスペリティの相互作用

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

東海・東南海・南海地域のプレート境界近傍で発生している極微小地震と深部低周波微動の発震機構解から、プレート境界における応力場の時空間分布を推定する。さらに、数値シミュレーションと組み合わせて、プレート境界の固着状態や応力集中域の推定を試みる。深部低周波微動の発震機構解については、東南海・南海地震域に設置した鉛直ボアホール地震計アレイを用いた手法開発に取り組む。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21-22 年度においては、紀伊半島周辺をターゲットにし、プレート境界近傍で発生している極微小地震の発震機構解を大量に決定する。また、深部低周波微動の発震機構解決定法の開発にも取り組む。

平成 23 年度においては、紀伊半島周辺で推定された応力場の時空間分布と数値シミュレーションを組み合わせて、プレート境界の固着状態や応力集中域の推定を試みる。

平成 24-25 年度においては、他の地域において同様の解析を実施し、東海・東南海・南海の全域にわたるプレート境界の固着状態や応力集中域を明らかにする。

(7) 計画期間中(平成 21 年度～25 年度)の成果の概要：

本計画では、S 波の振動方向を用いて深部低周波微動の発震機構解を推定する手法開発に取り組んだ。微動は SN 比が悪いことから振動方向の推定は困難と予想していたが、意外に安定して推定でき

ることがわかった。これは、微動はその発生場所を急には変えないで連続的に波を出し続けているという性質を持つことと無関係ではない。つまり、ある程度の時間長（1分程度で十分）のデータを使うことで振動方向のスタック処理を行っていることとなり、SN比が悪くても安定した振動方向を推定できるわけである。鉛直ボアホール地震計アレイがある観測点では、各深度の振動方向をさらにスタックすることで、より安定した推定値を得ることができることを確認した。実際の発震機構解推定ではS波異方性による影響を補正した振動方向を使う必要があるが、同じ理由により、SN比が悪い微動データであっても通常のS波異方性解析を適用できることがわかった。発震機構解の推定に際しては、複数観測点におけるS波の振動方向を最も良く説明できる解をグリッドサーチした。この方法を紀伊半島で発生している微動に適用したところ、北西側が低角で南東側が高角の節面を持つ解が多く確認できた。振動方向に180度の曖昧性があるため本手法のみではP軸とT軸を決めることができないという制約があるが、周辺で起こっている超低周波地震の結果（Ito et al., 2007）等を考慮すると、低角逆断層型とみなすのが妥当と判断した。また、推定誤差を考慮しても横ずれ成分を多く持つ微動も起こっていることが明らかとなった。

また、応力集中に対応した応力場の空間変化が実際に検出できるのかを確かめるため、2011年東北地方太平洋沖地震発生前の応力場と本震の断層滑りとの関係について調べた。この際、データセットの作り方に注意を払った。つまり、プレート境界面で発生している地震ばかりがデータセットの場合、真の応力場がどうであれ、最大主圧縮軸が断層面に対して45度の角度に推定される傾向があるからである（Hardebeck & Hauksson, 2001）。そこでプレート境界面で発生している地震を除外した上で上盤側の応力場推定を行ったところ、プレート境界の固着や応力集中の度合いに応じた応力場の空間変化を検出できることが確認できた。

H25年度では引き続きS波振動方向を用いた深部低周波微動の発震機構解推定に取り組んだが、特に、発震機構解推定に先立って行うS波異方性解析の結果に着目した。紀伊半島において推定された早いS波の振動方向（LSPD）はプレートの沈み込み方向にほぼ直交するものと平行するものの2パターンが卓越しており、それぞれ明瞭な空間分布を示すことがわかった。これらの結果は通常地震を用いた既存研究（例えば、Saiga et al., 2011）とも調和的である。Saiga et al.（2011）はLSPDが S_{Hmax} の方向を示していると解釈し、LSPDの空間パターンからプレート境界の固着率を議論できる可能性を示唆した。深部低周波微動は一旦活動するとしばらく継続して発生するので、通常地震よりも短時間に多くの異方性解析の結果が得られる利点がある。深部低周波微動の活動は定期的に発生することから、固着率の時間変化の検出にも有効であるといえる。また、東北地方太平洋沖地震に関しては、本震前に発生した約1500個の小地震の応力降下量を推定した。深い地震ほど大きくなる傾向や水平方向の不均質も見えてきており、応力降下量の空間分布と地震発生様式の地域性、さらに、本震の破壊過程との関連などについて議論できる情報を得ることができた。

東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、この地震から得られる知見を得ることが本課題にとって重要と判断し、当初計画に入っていなかった研究も追加した。その結果、数値シミュレーションと組み合わせるプレート境界の固着状態や応力集中域の推定を試みるという目標は達成できなかった。

- (8) 平成25年度の成果に関連の深いもので、平成25年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
Uchide, T. and P. M. Shearer, 2013, Source properties of medium earthquakes in the Tohoku-oki region, Japan and implications for the 2011 Tohoku-oki earthquake, Abstract S43A-2489 presented at 2013 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 9-13 Dec.

- (9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：
活断層・地震研究センター地震発生機構研究チーム，地震地下水研究チーム
他機関との共同研究の有無：無

- (10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：活断層・地震研究センター 地震発生機構研究チーム

電話：029-861-3836

e-mail：seisprocess-all@m.aist.go.jp

URL：http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/seisprocess/index.html

(11) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名：今西和俊

所属：活断層・地震研究センター 地震発生機構研究チーム