

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料  
〔令和3（2021）年度 中間評価用〕

令和元年度採択分  
令和3年3月31日現在

巨大地震の裏側～巨大化させないメカニズム

Head and Tail of massive earthquakes:

Mechanism arresting growth of interplate earthquakes

課題番号：19H05596

日野 亮太 (HINO Ryota)

東北大学・大学院理学研究科・教授



研究の概要（4行以内）

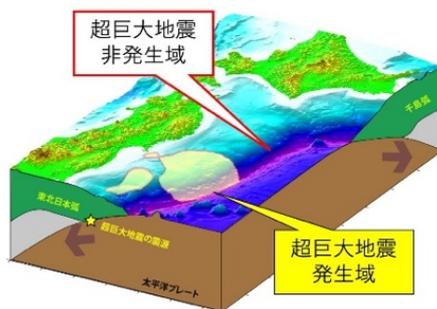
地震が巨大化できない場が有する特徴は何か？本研究では、2011年東北沖地震の震源域に隣接しながらも過去に巨大地震発生の痕跡が見つかっていない日本海溝北部に注目し、そこで数年という短い周期で発生するゆっくりすべりによってプレート境界でのすべり欠損が消費されることにより、100年以上の発生間隔もつ大規模地震の巨大化が妨げられていることを検証する。

研究分野：地球惑星科学 固体地球惑星物理学 地質学

キーワード：地震現象、地殻変動・海底変動、テクトニクス、地震災害・予測、地層

1. 研究開始当初の背景

2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)では、大規模な高速すべりが起こりえないと信じられてきたプレート境界最浅部にまで地震の破壊が及んだ。プレート境界浅部のすべりがこの地震の巨大化に重要な役割を果たしたと考えられるが、その過去の発生履歴から、2011年の主すべり域となった日本海溝中部でのみ繰り返し発生していることが明らかとなった。2011年の大すべり域に隣接する北部と南部で発生する浅部すべりはなぜ巨大化しないのだろうか？南部では、ゆっくりすべりの卓越が原因と考えられるが、北部でのすべりが巨大化しない原因は謎のままである。



2. 研究の目的

日本海溝北部では、1896年明治三陸沖地震を典型とする顕著な浅部すべりイベントの発生が知られる一方で、数年間隔で小規模なゆっくりすべりが繰り返し発生している。ゆっくりすべりが、プレート境界浅部でのすべり欠損を消費するために、まれに浅部すべり

イベントが発生しても、その規模は中部で発生するイベントほど大きくならないと考えた。この仮説を検証するために、

①プレート境界浅部におけるすべり欠損蓄積過程の解明、②日本海溝での浅部すべりイベント発生履歴の解明、③日本海溝地震発生サイクルモデルの構築、の3つの目標を掲げて研究を進めている。この研究を通して、高頻度で発生するゆっくりすべりが地震の巨大化を抑制するメカニズムの理解を目指す。

3. 研究の方法

① 高頻度ゆっくりすべりの観測

ゆっくりすべりの発生域直近の海底で地震・地殻変動観測を行い、すべり量分布を明らかにし、その発生時に消費されるプレート境界浅部でのすべり欠損を定量する。

② 浅部すべりの痕跡の調査

海溝近傍の深海底の堆積物には、過去の浅部すべり発生時に再堆積して形成された地層が含まれる。この地層の堆積年代と分布範囲を調べることにより、浅部すべりの発生履歴を明らかにする。

③ 地震発生サイクルモデルの構築

高頻度ゆっくりすべりとときおり発生する浅部すべりが共存する、日本海溝北部の地震発生サイクルモデルを、①と②の知見を踏まえて構築する。さらに、中部―南部で構築したモデルと統合し、日本海溝全域での地震発生サイクルを再現する。

4. これまでの成果

① 高頻度ゆっくりすべりの観測

高頻度ゆっくりすべり発生時の地殻変動量は小さいため、これを正確に捉えるには、海底地殻変動観測頻度の向上が必須である。本研究では、無人機を観測に導入することでこれを実現できた (Iinuma+, 2021)。2020年度に計画していたすべての海底観測装置の展開が完了し、次のゆっくりすべりの発生を待ち構えている。

### ② 浅部すべりの痕跡の調査

浅部すべりイベントの典型である 1896 年明治三陸沖地震の痕跡が、海溝軸とその近傍の深海底で得られた堆積物コア試料から検出された (Ikeharat+, 2020)。すべりイベントの発生履歴復元に必要な高時間分解能での堆積年代の測定には、コア試料の磁性プロファイルと既知の古地磁気永年変化との相関を用いる方法が有効であることが実証された。1700 年から 2011 年の間に 2～3 層の古地震痕跡が検出された。

### ③ 地震発生サイクルモデルの構築

高頻度ゆっくりすべりと低頻度浅部すべりから構成される地震サイクルモデルのプロトタイプが完成した。日本海溝全域の地震発生サイクルモデルの構築のため、海溝沿いでの断層すべり現象・海底地質構造・過去の大地震発生履歴に関する情報のコンパイルをすすめ、北部・中部・南部で大きく異なる地震発生様式を示すことと、そうしたセグメント構造に対応した地質構造変化があることが明らかとなった (Kodairat+, 2020; Nakamurat+ 2020)。地質構造の変化をシミュレーションに取り入れることで、日本海溝南部と中部における地震発生サイクルの再現モデルの構築に成功した (Nakata+, 2021)。

## 5. 今後の計画

### ① 高頻度ゆっくりすべりの観測

構築された海底地震・地殻変動観測態勢を 2023 年度まで維持する。海陸の観測網で得られたデータの解析を進め、ゆっくりすべりが発生していない定常状態における断層の挙動の詳細を記述する。これにより、今後発生するゆっくりすべりについて、そのすべり範囲とすべり量の分布を正確に推定できる。

### ② 浅部すべりの痕跡の調査

リファレンスとなる明治三陸沖地震の痕跡とともに、それと同様の特徴を有する痕跡を浅部すべりイベントによるものの候補として、それらの分布範囲を明らかにする。候補となる痕跡には、浅部すべりイベント以外の要因のものが含まれる可能性があることから、リファレンスとの詳細な比較により、明治三陸沖地震以前の浅部すべりイベントの特定と発生時期の特定を行う。

### ③ 地震発生サイクルモデルの構築

日本海溝北部のプロトタイプモデルを基に、①と②で得られる観測事実を再現する。

一方で、日本海溝の中部／北部境界域の地質構造変化を詳細に明らかにし、中部と北部での浅部すべりが連動しない原因を探る。これらの成果と、すでに完成した南部～中部のモデルと統合し、中部のみで浅部すべりが巨大化する地震サイクルを再現することを通して、地震の巨大化を抑制する機構を解明する。

## 6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

Nakata, R., T. Hori, S. Miura, and R. Hino.

Presence of interplate channel layer controls of slip during and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake through the frictional characteristics, , Scientific Reports, doi: 10.1038/s41598-021-86020-9 (2021).

Iinuma, T., M. Kido, Y. Ohta, T. Fukuda, F.

Tomita, and I. Ueki, GNSS-Acoustic Observations of Seafloor Crustal Deformation Using a Wave Glider, *Frontiers in Earth Science*, 9, 87, 10.3389/feart.2021.600946, 2021.

Uchida, N., J. Nakajima, K. Wang, R. Takagi, K.

Yoshida, T. Nakayama, R. Hino, T. Okada, and Y. Asano, Stagnant forearc mantle wedge inferred from mapping of shear-wave anisotropy using S-net seafloor seismometers, *Nature Comm.*, 10.1038/s41467-020-19541-y (2020).

K. Ikehara, K. Usami and T. Kanamatsu,

Repeated occurrence of surface-sediment remobilization along the landward slope of the Japan Trench by great earthquakes, *Earth Planets Space*, 72, 114, 10.1186/s40623-020-01241-y (2020).

Kodaira, S., T. Fujiwara, G. Fujie, Y. Nakamura,

T. Kanamatsu, Large Coseismic Slip to the Trench During the 2011 Tohoku-Oki Earthquake, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 10.1146/annurev-earth-071719-055216, (2020).

Nakamura, Y., T. Fujiwara, S. Kodaira, S. Miura,

K. Obana, Correlation of frontal prism structures and slope failures near the trench axis with shallow megathrust slip at the Japan Trench, *Scientific Reports*, 10.1038/s41598-020-68449-6 (2020).

Kubota, T., R. Hino, D. Inazu, S. Suzuki, Fault

model of the 2012 doublet earthquake near the up-dip end of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, based on a near-field tsunami: implication for intraplate stress state, *Prog. in Earth Planet. Sci.*, 6, 67, 10.1186/s40645-019-0313-y (2019) (2020 年度地震学会論文賞).

## 7. ホームページ等

<http://www.jdash.org>