

(1) 実施機関名：

東北大学理学研究科

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）日本海溝沿いの海溝型地震発生の長期評価の高度化に向けた研究

（英文）Research for the advancement of long-term evaluation of occurrence of large interplate and intraslab earthquakes along the Japan Trench

(3) 関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）

ア. プレート境界巨大地震の長期予測

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

(5) 本課題の5か年の到達目標：

地震調査研究推進本部（地震本部）が行っている「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」の高度化を目標として、地震発生履歴と近代観測による地震活動及び地殻変動の時空間変化を再現する地震発生サイクルモデルを構築し、これに基づいて2011年東北地方太平洋沖地震を起点として100年程度の間日本海溝沿いで発生しうるプレート境界型大地震の発生時期と規模の予測を試行する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

1) 地震サイクルシミュレーションモデルの構築

日本海溝沿いで発生するプレート境界型地震のうち、現行の地震本部による長期評価の対象地震の中で繰り返し発生が認められBPT分布を仮定して地震発生確率が求められている「青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震」及び「宮城県沖地震」の地震発生サイクルを包括して記述するシミュレーションモデルを構築する。

2024年度 先行するシミュレーション研究で用いたモデルを元にプロトタイプ構築

2025年度 プレート境界深部固着によるstress shadowを考慮したモデルの開発に着手

2026年度 モデル開発を継続

2) シミュレーションによる固着すべり時空間変化の再現の試行

1) のモデルにより、東北地方太平洋沖地震型の超巨大地震を含め、地震本部の長期評価にまとめられている大地震の発生履歴と、東北沖地震前後におけるプレート間固着の時空間分布の推定結果の再現も試みる。東北沖地震の余効変動下にある現在の固着すべり状態の推定には「海底測地観測の拡充と測地・繰り返し地震データの統合解析によるプレート境界すべりモニタリング」（東北大学・他）の成果を参照する。

再現性の向上は、断層面上の摩擦パラメタの空間分布を試行錯誤的に調整することにより行うが、その際には海域地下構造のモデルも参照する。なお、超巨大地震の発生を含む広域長期の地震発生サイクルをモデル化する上では、適切な粘弾性構造を仮定したシミュレーションを実施するべきであるが、本研究では弾性媒質モデルを用いて行うこととし、粘弾性緩和の影響下にある東北沖地震後の余効変動の観測との比較により、弾性モデルに基づく予測の限界を考察する。

2025年度 日本海溝北部から宮城県沖を対象としたシミュレーションに着手

2026年度～ 再現性向上のためのモデル改良を継続して行う

3) 地震サイクルシミュレーションによる大地震発生の長期評価

シミュレーションにもとづく地震発生の長期予測の対象は2011年東北沖地震発生後の100年程度の期間における「青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震」及び「宮城県沖地震」とする。これら対象地震の規模や発生間隔の平均的描像と、それが超巨大地震の発生の影響をうけて変動するかに着目する。予測は一つのシナリオで行うのではなく、2)での試行錯誤により絞り込まれた範囲内での多様なモデルに基づく複数のシナリオをもとに行うことで、予測の不確からしさを評価することも試みる。

現行の長期評価で「ひとまわり小さい」地震として扱われているものの活動度に超巨大地震の発生が及ぼす影響についても、シミュレーションで再現される滑りの時空間変化によるプレート境界上や太平洋スラブ内でのCFFの時間ゆらぎを通して定量化することを検討する。

2026年度～ 2)のシミュレーションの改良と並行して評価実験を行う

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題は、地震調査研究推進本部（地震本部）が行っている「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」の高度化に向けて、地震サイクルシミュレーションに基づく地震活動の予測を施行しようとするものである。

課題担当者らによるこれまでのシミュレーション研究で用いたモデルを元にプロトタイプの構築を進めた。日本海溝沿いの地震活動の特性は海溝の走向方向に大きく変化することが知られており、地震本部の長期評価でも複数の領域に区分したうえで、それぞれの領域について個別に評価が行われている。本研究でもこの基本的な考え方は踏襲するが、地震本部の領域設定は、最近の地震・地殻変動観測の成果にみられる空間変化の様態と必ずしも一致しないため、領域分割の再設定を行った。過去の大地震の震源分布に加え、プレート境界上のスロー地震活動の指標となる小繰り返し地震やテクトニック微動などの分布と活動度時間変化、海底地殻変動や津波波形の解析に基づく2011年東北沖地震の地震時すべりおよび応力降下量の分布、地震探査や重力異常に基づく海底下構造の空間変化なども考慮した結果、対象となる範囲を9つ（海溝走向方向に3×直交方向に3）の領域に分割することが適当と判断した（図1）。このようにして定義した9領域について、すでに構築済みであったモデル（初期モデル）による地震サイクルシミュレーションにより得られたすべり速度の履歴と、各領域を特徴づけるすべり挙動とを定性的に比較した結果、これまでの研究で地震活動の再現を目指してきた宮城県沖や福島県沖では比較的良い再現性が見られる一方で、北部（岩手県・青森県沖）では不十分で、今後、再現性向上にむけた検討を進める必要があることが確認された。これに加えて、「ひとまわり小さい」地震の評価手法の検討の一環として、2011年東北沖地震が太平洋スラブ内地震の活動に及ぼした影響に関する研究も行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

現行の「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」と同様に、対象海域における多様性を複数の領域に分割するが、多くの観測結果から共通して認められる空間変化パターンを考慮した領域設定ができた。シミュレーションモデル構築のための検討作業ではあったが、地震本部でいずれ行われるであろう長期評価の見直しの際にも、本課題で整理した結果は貢献するものと考えられる。

(8) 令和6年度の成果に関連の深いもので、令和6年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

Tomita, F., T. Sun, T. Iinuma, M. Kido, Y. Ohta, N. Uchida, R. Hino, K. Wang, 2024, Postseismic deformation following the 2011 Tohoku earthquake revealed by onshore geodetic, offshore geodetic, and small repeating earthquake observations, 2024 AGU Annual Meeting, G23B-3585.

Osawa, R., R. Hino, K. Yoshida, 2024, Spatio-temporal variation of the aftershock activity following the 2021 and 2022 intraslab earthquakes in off-Fukushima prefecture, 2024 AGU Annual Meeting, V31D-3059.

富田史章・Sun Tianhaozhe・飯沼卓史・木戸元之・太田雄策・内田直希・日野亮太・Wang Kelin, 2024, GNSS・GNSS音響・小繰り返し地震観測によって捉えられた2011年東北沖地震に伴う余効変動の全体像, 日本地震学会2024年度秋季大会, S03P-03.

Nakata, R., T. Hori, Hideo A., S. Ide, 2024, Occurrence of Large Earthquake using Multiscale Circular Patch Model in Quasi-Dynamic Numerical Simulation of Earthquake Generation Cycle, 2024 AGU Fall Meeting, S31D-3262.

Kubota, T., H. Kubo, T. Saito, 2024, Reliable estimation of dynamic and static source parameters of the 2011 Tohoku earthquake combinedly using teleseismic waveforms and slip distribution model from tsunami and geodetic Data. , 2024 AGU Fall Meeting, S33A-3287.

(9) 令和6年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和7年度実施計画の概要：

令和6年度に行った領域設定作業の結果、南部・中部・北部の3領域のそれぞれにおいて、プレート境界でのすべり特性が深さ依存して変化しており、大局的には深部・中深部・浅部に分割して特徴を整理できることがわかった。一方で、深さ依存性の様相が南部・中部・北部で大きく異なっており、これを説明・再現することが全領域を対象とした地震サイクルシミュレーションモデルの最初の目標となる。令和7年度は、深さ依存性の違いを規定する要因を特定するために、南・中・北のそれぞれを代表する単純な2次元的なモデルによる数値実験を実施する。さらに、力学的な固着によるstress shadowを考慮したモデルの開発に着手する。令和6年度に検討した領域設定では、2011年東北沖地震時に応力降下最大となった領域が日本海溝中部・中深部に対応することから、中深部に力学的固着をおく前提でモデル開発を進める。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

日野亮太（東北大学大学院理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

中田令子（東京大学大学院理学系研究科）,久保田達矢（防災科学技術研究所）,堀高峰（海洋研究開発機構）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地震・噴火予知研究観測センター

電話：022251950

e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：日野亮太

所属：東北大学大学院理学研究科

領域設定の見直し

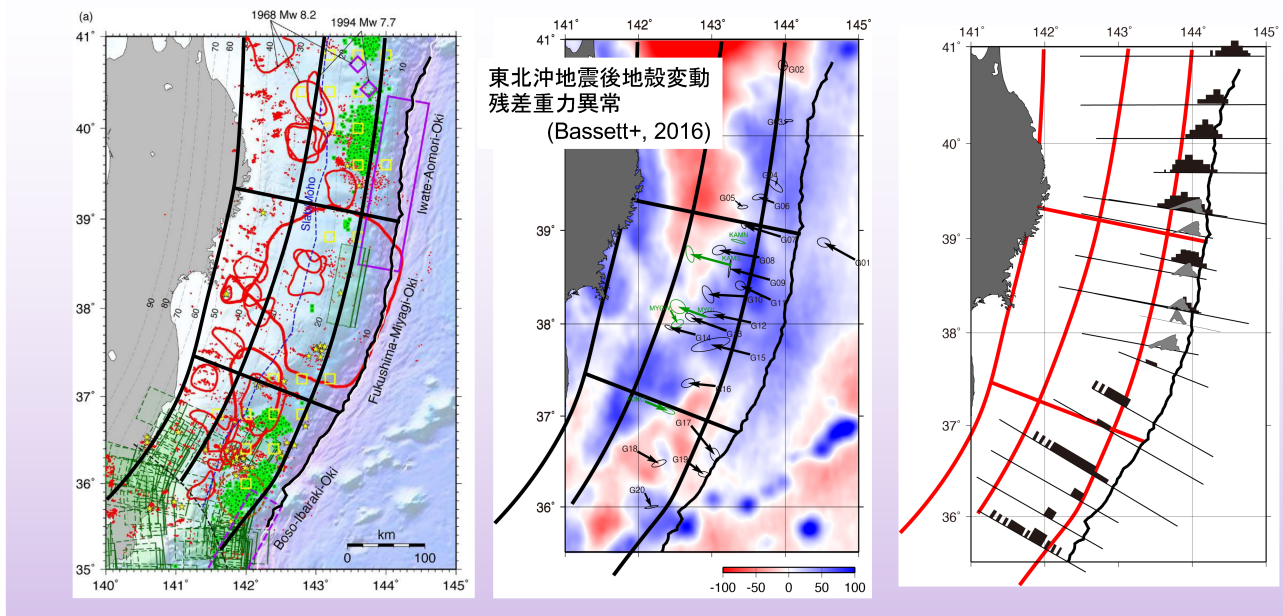


図1 日本海溝沿いの地震活動長期評価のためのシミュレーションモデル構築にむけて検討した領域分割. 左) Nishikawa et al. (2022)が整理した地震活動の空間変化との比較. 中) 2011年東北沖地震後の地殻変動および残差重力異常分布との比較. 右) 地震探査による海溝軸近傍の堆積物分布との比較.