

(1) 実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文） ゆっくりすべりによる大地震発生確率の計算

（英文） Probability calculation of the occurrence of large earthquakes using slow slip events

(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

(2) 地震発生確率の時間更新予測

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

(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

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究

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

(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

(5) 本課題の5か年の到達目標：

高精度な測地データ（GNSS, 海底地殻変動）の変位時系列や地震活動からゆっくりすべりイベント（SSE）シグナルを半自動的かつ高精度に検出する手法を開発し、SSEが地震に先行して発生する事例と発生しない事例を多数収集する。それらの事例から、SSEの発生後に大地震が発生する確率を統計的経験則として明らかにする。また、SSEが大地震を誘発するメカニズムの検討や、大地震発生予測を念頭においたSSEの即時解析手法の構築も実施する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

本研究では、まず、測地データとCNNを用いた深層学習手法と、自動的・即時的に地震活動検出を行う解析システムを構築し、両者の組み合わせからSSEを高精度で推定・判定する解析手法を開発する。その手法は、複数の測位技術（陸域観測のGNSS、InSAR、海底観測のGNSS-A、海底圧力計）によって得られるデータすべてに対応し、また、プレート境界と陸域活断層のすべりの両方に適用できる汎用性のあるものを目指す。

解析手法構築後に、事例抽出、抽出事例の解析によるSSEが大地震を誘発するメカニズムの検討、短期的地震発生予測の社会実装を念頭に置いたSSEの即時解析手法の構築を行う。研究対象領域は、プレート境界については複数のSSE-大地震の事例が知られている東北日本の日本海溝沈み込み帯、陸域活断層についてはGNSSによる深部すべりが検出されている中央構造線（四国）などとする。

令和6年度においては、測地データと深層学習を用いたSSE検出手法の開発を行う。地震データについては、自動的・即時的に高精度の微小地震や微動の震源決定を行う解析システムを構築する。令和7年度においては、手法開発を継続するとともに、測地データによる解析と地震データによる解析の統合によるSSE検出の信頼度向上を検討する。また、実データへの試用を通じた検出精度のチェックをおこなう。令和8年度においては、検出手法について、即時的・逐次的なものに改良する。また、事例抽出に着手する。令和9年度においては、事例抽出を継続する。また、SSE事例のうち後発の地

震の有無ごとに事例を整理し、SSEが発生した後の地震発生確率についての試算を行う。さらに、抽出された事例をもとに、SSEによる大地震の誘発機構について検討する。令和10年度においては、これまでの結果を総合し、SSEが大地震を誘発する確率評価を行う。また、SSEによる大地震の誘発機構についても成果をまとめる。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、1) 測地データと深層学習を用いたSSE検出手法についての検討と、2) ゆっくりすべり(SSE) 検出における各種データの現状能力と今後の潜在力(利用可能なデータの期間・量・質、今後の見込み等)の整理を行った。SSE検出手法については、別プロジェクトと連携で開発中のCNN(畳み込みニューラルネットワーク)を用いた手法を検討した結果、検知能力、安定性、複数のデータ種類や解析領域に対する応用性などの観点でこの手法が適していることがわかった。各種データの現状能力と潜在力について検討した結果、当面はGNSS変位データを柱としてSSE検出手法を開発し、その後他種データを組み込むように拡張するのが妥当であるという結論を得た。

・「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

今後、開発するSSE検出手法を実データに適用し、SSEと地震発生の相関性をしらべることにより、観測SSEに基づいた地震予測に資する知見を得ることに貢献できると期待される。

(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

Matsumoto, R. and K. Yoshida, 2024, Quasi-real-time earthquake relocation and monitoring in the northeastern Noto Peninsula. Earth, Planets, and Space: EPS, 76, 1-14, <https://doi.org/10.1186/s40623-024-02079-4>, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

中川亮・福島洋・加納将行・矢野恵佑・平原和朗・田中優介・岡田悠太郎, 2024, 深層学習を利用したGNSS変位空間補間器の実装と非地震性断層すべり推定, 日本測地学会第142回講演会.

Nakagawa, R., Y. Fukushima, M. Kano, K. Yano, K. Hirahara, Y. Tanaka, and Y. Okada, 2024, Aseismic fault slip estimation from GNSS displacements using model-supervised deep neural interpolator, AGU Fall Meeting, S13B-3475.

(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：

南海トラフ沈み込み帯をテスト地域と設定し、GNSS変位データと深層学習を用いたSSE検出を試行する。この試行を通じ、過去にSSEが検出されていた事例との検出精度等の比較による開発手法の性能評価および、解析対象領域を変更する場合のモデル学習手法について検討する。また、他種データの組み込み方法、時系列データの事前処理(ステップノイズ除去等)方法、地震の自動的震源再決定方法も検討する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

福島洋(東北大学災害科学国際研究所), 富田史章(東北大学災害科学国際研究所)

他機関との共同研究の有無：有

日野亮太(東北大学大学院理学研究科), 太田雄策(東北大学大学院理学研究科), 内田直希(東北大学大学院理学研究科), 吉田圭佑(東北大学大学院理学研究科), 加納将行(東北大学大学院理学研究科),

矢野恵佑（統計数理研究所）,飯沼卓史（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：東北大学災害科学国際研究所

電話：

e-mail：

URL：<https://irides.tohoku.ac.jp/>

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：福島洋

所属：東北大学災害科学国際研究所