

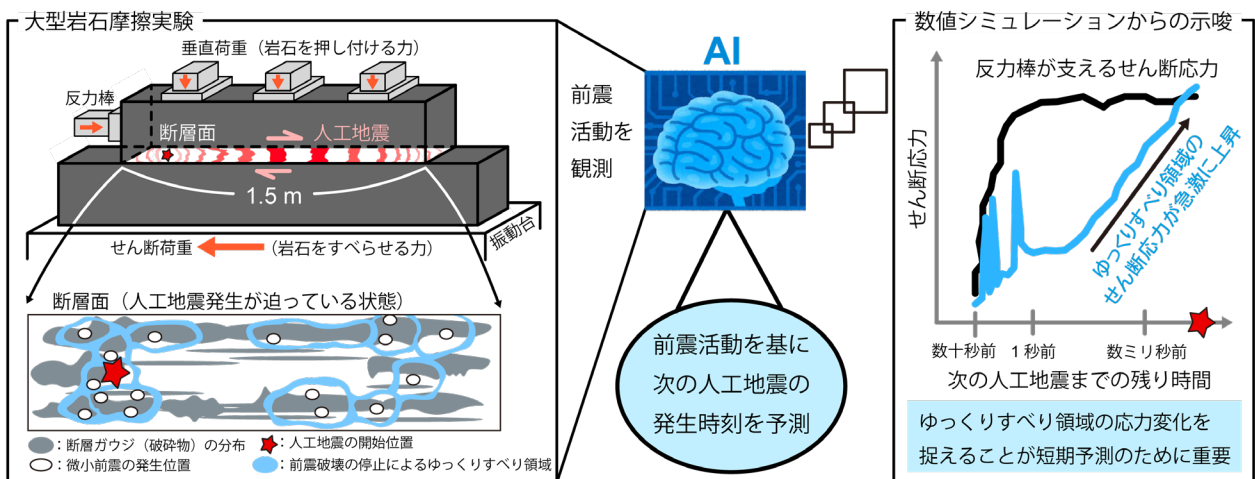
AI が大型岩石実験で起こる人工地震の発生を予測 ～断層のわずかな動きから発生予測へ～

概要

近年、人工知能（AI）の一分野である機械学習を活用し、岩石摩擦実験で発生する「人工地震（ラボ地震）」の発生を予測する研究が注目されています。これまでの研究では主に数センチメートル規模の小型実験で行われてきましたが、実際の地震に近いメートルスケールの大型実験では、時間や空間のスケールが大きく異なるため、予測の有効性は明らかではありませんでした。

京都大学大学院理学研究科の乗杉玲壽修士課程学生、同・金子善宏准教授、京都大学防災研究所のベルトラン・ルエドゥ特定助教の研究グループは、AI を用いて、メートルスケールの大型岩石摩擦実験で発生した人工地震データを解析しました。その結果、本震の数十秒から数ミリ秒前に、多数の微小なすべりイベントが加速的に増加する「前震活動」の特徴を AI が正確に捉え、それに基づいて人工地震の発生時刻を高精度に予測できることを示しました。これは、自然の大地震に換算すると、数十年から数週間前の予兆をとらえることに相当します。さらに数値シミュレーションとの比較から、断層の「ゆっくりすべり」域で生じる応力変化を前震活動から間接的に追跡することが、予測の鍵となることを明らかにしました。この成果は、将来の地震短期予測の実現に向けた重要な一歩となります。

本研究成果は、2025 年 10 月 30 日に、国際学術誌「*Nature Communications*」にオンライン掲載されました。



1. 背景

地震の発生を正確に予測することは、地震学における最も大きな課題の一つです。地震は断層のすべりによって起こりますが、発生前に前震（微小地震）やスロースリップ（ゆっくりすべり）と呼ばれる現象を伴うことがしばしば観測されています。しかし、地球内部の断層の動きは直接観測が難しいため、この前兆過程の実態は十分にわかっておらず、地震予測にどのように活用できるかも明らかではありません。近年、人工知能（AI）を用いて岩石摩擦実験中に発生する微小な断層すべりを解析し、人工的に再現した地震（人工地震）の発生時期を予測する研究が進んでいます。ただし、これまでの研究は数センチメートル規模の小型試料を対象としており、より大きなスケールの断層への応用可能性は、これまで明らかになっていませんでした。

2. 研究手法・成果

本研究では、メートル規模の岩石摩擦実験データを用いて、AIによる地震発生予測の可能性を検証しました。この実験では、断層内部にガウジ（粉碎された細粒の岩石破砕物）が不均質に分布し、地震前には小さな「前震」が次第に増える複雑な活動が観測されます。研究チームは、このようなデータをもとにAIを訓練し、断層面での応力の変化と人工地震の発生時刻を高精度に予測することに成功しました。特に、本震の数十秒から数ミリ秒前の段階で、前震の活動範囲が拡大し、断層の一部で応力が急速に高まる様子をAIが検知できることを示しました。これは、自然界で発生する大地震に換算すると数十年から数週間前の予兆に相当します。さらに、数値シミュレーションとの比較から、断層の中でゆっくりすべる「クリープ領域」の応力変化が、地震発生直前の「引き金」となることを突き止めました。これらの結果は、AIが地震の発生を予測できる物理的な理由を明らかにするとともに、将来的な短期地震予測への応用可能性を示す重要な成果です。

3. 波及効果、今後の予定

本研究は、人工知能（AI）、実験で得られた人工地震データ、そして数値シミュレーションを組み合わせることで、地震発生の物理過程を理解する新しい手法を示したものであり、将来的な地震短期予測の可能性を拓く成果です。一方で、自然の地震が発生する断層は、実験で再現される条件よりもはるかに複雑で、高温・高圧の環境下にあります。今後は、こうした要因を考慮したより現実的な実験や解析を進めることで、AIによる地震発生予測の精度向上と自然地震への応用を目指します。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は科研費による研究プロジェクト「Slow-to-Fast 地震学」（21H05206）の一環として実施されました。

<論文タイトルと著者>

タイトル：Machine learning predicts meter-scale laboratory earthquakes（機械学習がメートル規模の人工地震を予測）

著者：Reiju Norisugi, Yoshihiro Kaneko, Bertrand Rouet-Leduc

掲載誌：Nature Communications

DOI：10.1038/s41467-025-64542-4