東北大学
TOHOKU UNIVERSITY

Press Release

2026 年 11 月 27 日

報道機関　各位

国立大学法人東北大学

岩石の結晶方位から粒子境界まで、顕微鏡動画で一括解析
—高価な分析装置に頼らない新しい岩石組織解析法—

【発表のポイント】

- 一般的な偏光顕微鏡（注 1）とカメラを使い、岩石中の鉱物の結晶方位を簡便かつ高速に解析する新たな手法を開発しました。
- 従来は電子後方散乱回折（Electron Backscatter Diffraction、以下、EBSD）（注 2）などの専用装置を用いて取得していた情報の一部を、通常の岩石薄片（注 3）と顕微鏡動画から取得できます。
- 結晶方位（注 4）の違いから鉱物の粒界（注 5）を半自動的に検出し、粒径や形状、配列、結晶方位などの情報を単一のソフトウェアで迅速に定量化できるようになりました。

【概要】

近年の地球科学分野では、膨大な分析データを活用するデータ駆動型の研究が急速に発展しています。その一方、岩石を構成する鉱物の大きさや形、結晶の向きといった組織情報は、データ取得に要する時間とコストの大きさが課題でした。

東北大学大学院理学研究科の古川 旦 講師と辻森 樹 教授は、一般的な偏光顕微鏡とカメラを用いて、岩石組織を簡便に定量解析する手法を開発しました。岩石薄片を回転させながら撮影した動画から結晶方位を推定し、その違いを利用して粒子境界を検出することで、粒径や形状も半自動的に、迅速に測定することができるようになりました。

本成果は、高価な専用装置に頼らず岩石組織を効率的に数値データ化するものであり、データ駆動型地球科学への応用が期待されます。

本研究成果は、2026 年 11 月 25 日に国際学術誌『Journal of Petrology』に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

岩石中の結晶の向きや粒径・形状は、地下で岩石がどのように変形したかを示す重要な記録です。例えば、結晶が同じ方向にそろうことや、粒子が引き伸ばされることから、変形の方向や過程を読み解くことができます。これらを調べる代表的な手法が EBSD です。EBSD は各測定点で結晶方位を求め、その違いから粒界を識別できますが、専用の電子顕微鏡や高度な試料研磨が必要で、多くの薄片を広い範囲で調べるには時間と費用がかかります。

一方、偏光顕微鏡は一般的な岩石観察装置であり、薄片を回転すると鉱物の向きに応じて明るさや色が変化します。この光学的な性質を利用する方位解析には長い歴史がありますが、従来の方法は撮像や解析に手間がかかり、粒界や形状の解析と一体化していませんでした。研究チームは、この変化を動画として記録し、結晶方位の推定から粒界・形状解析までを一つの手順で行う方法を検討しました。

今回の取り組み

開発した手法では、偏光顕微鏡のステージを 360 度回転させながら薄片を動画撮影します（図 1）。明るさが最も弱くなる消光の角度などを画素ごとに解析し、隣り合う領域の光学的な方位の違いから粒界を抽出します。これは、EBSD で方位差を利用して粒界を認識する考え方を、偏光顕微鏡から得られる情報に応用したものです。粒界を検出できれば、粒子の面積・粒径・形状・伸長方向を測定できます。

石英など光学的条件が適した鉱物では、鋭敏色検板（λ 板）を使った撮影と試料の小さな傾斜を組み合わせ、三次元的な c 軸方位を推定できます。このための傾斜ステージは 3D プリンターで製作できます。各処理はソフトウェア NicoNavi に統合され、撮影した動画から粒子ごとの情報を対応づけて表示できます。石英の c 軸方位解析は、撮影から約 10 分で実施可能です。

タンザニア産石英岩などについて EBSD の結果と比較したところ、厚さ約 20〜35 マイクロメートルの薄片では、粒界や粒径・形状の統計情報、c 軸方位分布がおおむね整合しました（図 1）。ただし、隣接粒子の光学的な違いが小さい場合や薄片が厚い場合、粒界が正しく検出されないことがあります。このため、EBSD のすべての機能を置き換える手法ではありません。

今後の展開

本手法により、従来は主に観察・記載に使われていた岩石薄片から、結晶方位・粒径・形状・鉱物種を対応づけたデータを効率よく取得することが可能になりました。大量の薄片について粒子の特徴を統計的に比較できれば、地殻やマントルの変形の地域差や岩体内部の不均一性を定量化する研究が進む可能性があります。また、高度な分析設備を持たない研究・教育現場での活用も期待されます。

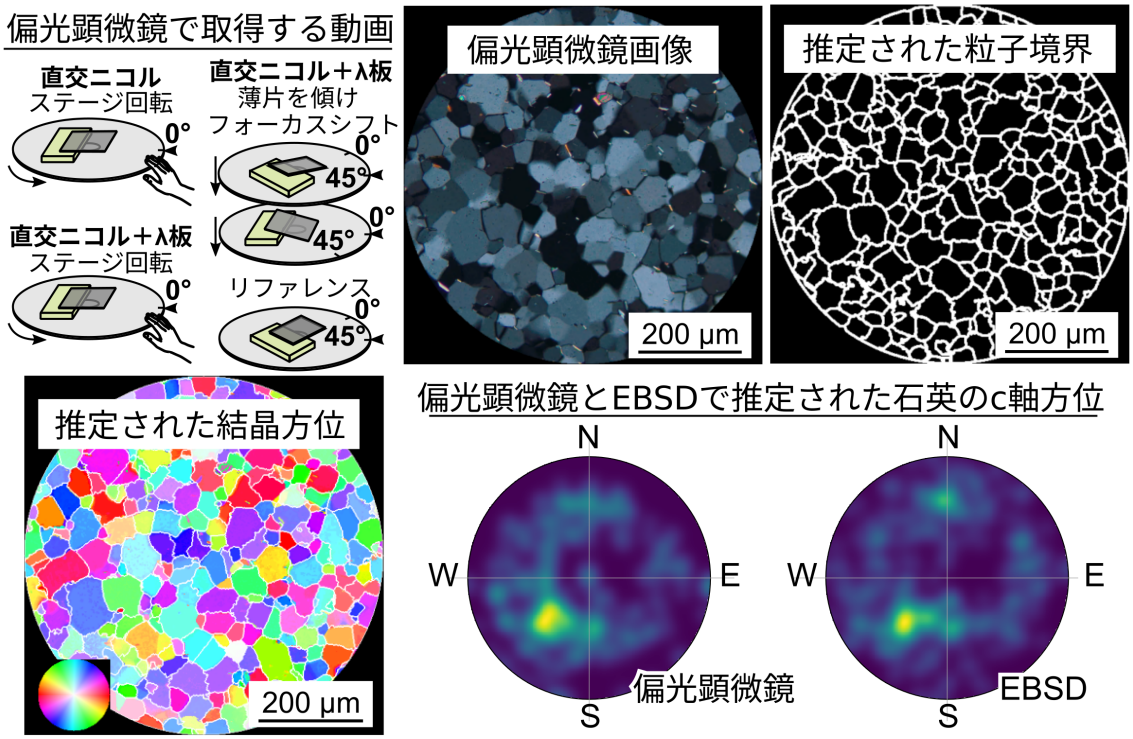


図 1. 偏光顕微鏡動画を用いた岩石組織の定量解析。回転・傾斜観察から粒界と結晶方位を推定し、石英の c 軸方位分布を EBSD の結果と比較した。

【謝辞】

本研究は東京大学地震研究所共同利用・共同研究プログラム（ERI JURP 2024-B-01）の支援を受けました。また、古川 旦 講師は東北大学高等大学院 LEAP プログラムの支援を受けました。また本論文は『東北大学 2025 年度オープンアクセス推進のための APC 支援事業』の支援を受け、オープンアクセスとなっています。

【用語説明】

注1.　偏光顕微鏡：偏光を利用して、鉱物の明るさや干渉色などの光学的性質を観察する顕微鏡。岩石薄片の観察に広く用いられる。

注2.　電子後方散乱回折（Electron Backscatter Diffraction、EBSD）：走査型電子顕微鏡で得られる回折パターンから結晶方位を求める分析手法。粒界や結晶方位の定量分析に用いられる。

注3.　結晶方位・c 軸：結晶を構成する原子の規則的な並びの向き。c 軸は結晶軸の一つで、石英ではその方向の分布から岩石の変形の手がかりが得られる。

注4.　岩石薄片：岩石を光が透過する程度まで薄く研磨した試料。通常の厚さは約 30 マイクロメートル。

注5.　粒界：隣り合う結晶粒の境界。粒界の位置が分かると、結晶粒の大きさや形状などを測定できる。

【論文情報】

タイトル： Quantitative Petrography from Thin-Section Videos: A Unified Optical Workflow for Grain-Scale Microstructure Analysis
著者： Tan Furukawa, Tatsuki Tsujimori（古川 旦、辻森 樹）
*責任著者：
東北大学大学院理学研究科 講師 古川 旦
（研究開始時：東北大学大学院理学研究科地学専攻 大学院生）
掲載誌： Journal of Petrology
DOI：10.1093/petrology/egag099
URL：https://doi.org/10.1093/petrology/egag099

【問い合わせ先】
（研究に関すること）
東北大学大学院理学研究科地学専攻
講師　古川 旦（ふるかわ たん）
Email：tan.furukawa.b4［at］tohoku.ac.jp

東北大学大学院理学研究科地学専攻
教授　辻森 樹（つじもり たつき）
Email：tatsukix［at］tohoku.ac.jp

（報道に関すること）
東北大学大学院理学研究科
広報・アウトリーチ支援室
TEL：022-795-6708
Email：sci-pr［at］mail.sci.tohoku.ac.jp
＊[at]を@に置き換えてください