

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

2023 年 4 月 25 日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 大学院工学研究科 社会基盤工学専攻

職 名 助教

氏 名 吉光 奈奈

助 成 の 種 類	令和4年度 ・ 研究活動推進助成			
申請時の科研費 研究 課 題 名	実験室と自然環境の微小地震特性を用いた比較から明らかにする断層成長			
上記以外で助成金 を 充 当 した 研 究 内 容				
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名) 立命館大学・教授・川方裕則			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) [1] 吉光奈奈, 川方裕則, 岩石圧縮試験を通じた異なる深さにおける地震活動特性の評価, 日本地震学会2022年秋季大会, S09-23 (Oral), 2022.10.25. [2] Yoshimitsu, N., H. Kawakata, Seismic activity under the different confining pressure conditions, AGU Fall Meeting 2022, S45A-08, Dec. 15, Chicago.			
成 果 の 概 要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)			
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,000,000	円	
	使用した助成金額	1,000,000	円	
	返納すべき助成金額	0	円	
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		岩石試料	49,500円	
		AGU Fall Meeting 2022参加費	100,788円	
		圧電セラミック振動子	42,900円	
		研究打ち合わせ(国内出張)	119,000円	
データストレージ		54,120円		
試料保存用防湿庫	7,980円			
CT撮影(日帰り主張旅費)	4,180円			
当財団の助成に つ い て	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 科研費に落ちて4月時点では使える研究費が殆どなかったことから、採択していただいて本当に助かった。特に、私が取り組んでいる実験研究では必要な機器が多いが、着任したばかりでモノが何もない私にとっては本当にありがたい研究費であった。審査がスピーディーであることが非常にありがたかった。いただいた支援を無駄にしないよう、今後も論文出版などを通して成果を社会に還元できるよう、真摯に研究に取り組んでいきたい。			

実験室と自然環境の微小地震特性を用いた比較から明らかにする断層成長過程

【本研究の目的】

応募者はこれまで岩石を圧縮破壊して地震を模擬する実験を通じて、地震が発生する過程において断層周辺の地殻内で起こっている中長期的な変化について調べ、地震発生メカニズムに関する理解を深めようとしてきた。応募者らが過去に開発した広帯域・高速収録技術や近年の計測システムの発展により、岩石試料を圧縮した際に発生する Acoustic Emission (AE) と呼ばれる微小破壊の高精度計測が実現しつつある。AE の震源特性の時間変化を観察することで、大破壊に至る周辺地殻の応力状態等を間接的に推定できる可能性がある。しかし、自然地震と岩石実験には大きなスケールのギャップがあり、直接的な比較が難しかった。そこで本研究では、微小地震の発生パターンや特性の比較を通して岩石試料と自然地震断層というスケールの異なる破壊現象を結び付け、地震が発生する地殻環境の統一的な把握を目指す。

【本年度の成果】

今年度はまず、異なる深さ、つまり異なる応力環境において発生した地震が、どのような共通点や相違点を持つかについて検討した。近年は地震10km以浅でも人間の工業活動の影響による地殻浅部における誘発地震の発生も増加しており、その活動特性の評価が重要となっている。異なる封圧下における岩石の三軸圧縮破壊試験中に発生した微小破壊活動を比較することで、異なる深さにおける地震活動を観察する。

直径 50 mm、高さ 100 mm の Westerly 花崗岩を三体準備し、10 MPa、50 MPa、100 MPa の三パターンの封圧下における三軸圧縮試験を実施した。目的封圧達成後に軸応力制御で強度の 6 割程度まで載荷した後、周変位制御による圧縮を数時間かけて実施し、破壊強度を迎えたのちにわずかに軸応力が低下したところで除荷した。実験中、試料側面に貼った 8 点 (100 MPa の場合のみ 7 点) の広帯域センサ (富士セラミックス社製、100-2000 kHz) で AE 波形を 20 Msps で連続収録した。得られた連続記録から AIC により次数選択した AR モデルを用いて初動の立ち上がりと同定し、AE 波形を切り出した。最小二乗法による震源決定を実施したところ、決定されたイベントは、10 MPa において 6794、50 MPa において約 65000、100 MPa にお

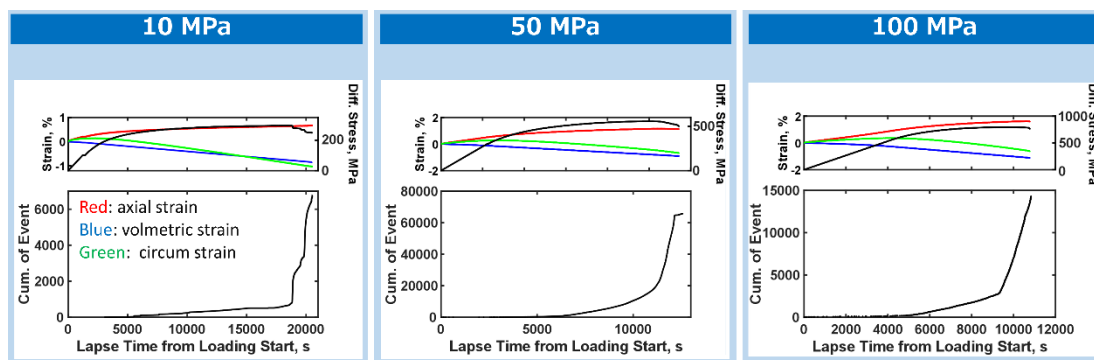


図. AE の積算値とひずみ・差応力の時間変化

いて約 70000 であった。解析の一部には Yoshimitsu et al. (2014) および Yoneda et al. (2017) の成果を含む。

イベント活動はすべてのケースにおいて圧縮開始直後には低調であり、AE はほとんど発生しなかった。その後、強度の 80% 程度まで圧縮が進むと地震活動は徐々に活発になり、最大強度を超えた後に急激にイベントの数が増えた。AE 活動の規模別頻度分布から推定した Gutenberg-Richter 則における b 値は 2 程度の値を示した。これは一般的な自然地震活動から得られる 1 程度の b 値に比べると大きく、群発地震や火山性地震で観察される値に近い。10 MPa, 50 MPa の両ケースにおいて、 b 値は最大強度に近づくと 0.3 程度減少した。

これらより、**3 つの異なる封圧下において AE の発生数に違いはあるものの、その活動パターンは非常によく似ていることがわかった。**実験試料内の AE は自然環境における前震に相当するものであり、最大強度に近づくまでほとんど活動が見られないという結果は、自然地震において本震のはるか前には活発な前震活動があまり見られないことが多いことと調和的である。いくつかの自然地震においては本研究で見られたのと同様の前震の活発化も見られているが (e.g., Jones and Molnar, 1979), 载荷レートが実験とは異なる可能性があり、直接的な比較には注意が必要である。本研究で取り扱った封圧 10-100 MPa という圧力環境は、深さ 1-3 km 程度の地殻に相当する。したがって、本研究の結果は、**浅部地殻において周辺岩盤の圧力は地震活動パターンに大きな影響を与えない可能性を示した。**

【今後の見通し】

今年度の研究は震源分布という観点から実験室 AE と自然地震の特性を比較した。今後は、広帯域収録されている AE 記録の利点を活かし、震源特性を表す地震パラメタの推定を行うとともに、さらに詳細な時空間変化について自然地震との比較をおこなう予定である。