

(1) 実施機関名：

産業技術総合研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質調査と実験に基づく震源断層物理モデルの提供

（英文）Construction of a seismic source fault model based on geological and experimental studies

(3) 関連の深い建議の項目：

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

(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

(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

イ. 内陸地震

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）

イ. 内陸地震の長期予測

(2) 地震発生確率の時間更新予測

ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

(5) 本課題の5か年の到達目標：

内陸断層の深部、脆性-塑性遷移付近における応力・歪といった変形の不均質を削剥断層の地質調査により明らかにする。また、内部構造形成・発展と力学的挙動の関係を岩石変形実験により明らかにする。両者の成果を統合し、断層深部の変形不均質が破壊や摩擦といった断層挙動に及ぼす影響を明らかにする。これらの成果により震源断層の物理モデルの基礎を提供する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

2024-2026年度：(1) 断層の走向方向の、変形条件・変形機構、運動像の三次元分布の解明。それに基づく三次元地質モデル構築し、断層面全体の不安定化と延性破壊との関係性を明らかにする。(2) 岩石、及びアナログ物質を用いた変形実験による構造形成と発展の解析。岩石については、変形の支配要因となる構成鉱物の粒径の発展について解明する。

2027-2028年度：三次元地質モデルに岩石変形実験による構造形成と発展の解析結果を組み込むことで、震源断層の物理モデルの基礎を提供する。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

①地質調査に基づく成果

第2次計画の研究では、強い塑性変形に伴うキャビテーションと、それによる延性破壊が内陸断層の脆性-塑性遷移付近で生じたことを、nm~mmオーダーの観察から見出している。令和6年度は、この現象の発生範囲を明らかにするための地質調査、及び露頭産状と微細構造の比較を実施した。キャビテーションや破壊面は、断層中心部に発達するウルトラマイロナイトに密に伴われ、これらが断層の走向

方向に最低30 m連続することを確認した。さらにキャビテーションを伴うウルトラマイロナイトのうち最大のものは、走向方向に 1.2 km 以上連続することを確認した。これらの結果を組み込んだ三次元地質モデルの構築に向け、地質データのデジタル化を進めた。

地震後の断層の固着過程を明らかにするため、鳥取県西部地域において、固結した脆性断層の露頭調査と微細構造観察、物質解析を行った。その結果、地震性断層破壊と方解石の沈殿（シーリング）が繰り返し生じていることを明らかにした。

②実験に基づく成果

アナログ物質による変形実験では、放射光 X 線を用い塑性変形から破壊に至る過程をその場観察することを目指す。令和6年度は、このための変形試験機の設計を行った。また変形の支配要因となる構成鉱物の粒径の発展については、第2次計画の研究で開発した斜長石の研究を進展させ、より広い温度範囲、化学組成範囲での粒径の発展の解明を目指している。この中で第2次計画で問題になった結晶内部歪や、化学組成範囲を広げたことによる不純物の影響など、いくつかの問題の解決に向けて取り組んだ。

・「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

第2次計画の研究により見出された、多くの内陸地震が発生する地震発生層最深部における強い塑性変形に伴う、キャビテーションとそれによる延性破壊について、その空間的な広がりが km 以上のスケールに広がることを明らかにした。このことは塑性変形→キャビテーション→破壊の発展が、地震発生層最深部における断層の固着状態を支配している可能性が示唆される。今後、この現象による断層固着状態の発展を検討することにより、地震に至る断層の状態の記述や、この現象が発する観測可能な信号のモデル化が可能となり、地震予測精度の向上につながり、建議の「1 地震・火山現象の解明のための研究、(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」にも大きく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

Manami Kitamura , Miki Takahashi, Norio Shigematsu, 2024, Slow failure during faulting and formation of a porous framework under hydrothermal conditions: Role of feldspar sintering in granitoids. *Geothermics*, 120, 102995, doi:10. 1016/j.geothermics.2024.102995., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Thomas Yeo・重松紀生・Simon Richard Wallis・住田達哉・宮川歩夢・香取拓馬・氏家恒太郎・小林慶太, Chunjie Zhang, 2024, The role of ductile fractures in continental crustal faults from micro to macro scale, JpGU2024年大会, S-CG40-P32.

大橋聖和, 2024, 2000年鳥取県西部地震余震域の断層岩に記録された地震性すべりと方解石シーリングの繰り返し, 日本地質学会第131年学術大会, T10-O-2.

(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：

(1) 三次元地質モデルに向けた地質データのデジタル化では、令和6年度は1.2 kmの範囲に限られていたのを、より広範囲でデジタル化を進めるとともに、情報が不足する部分の調査を行う。これらの成果に基づき断層面全体の不安定化と延性破壊との関係性を検討する。また、キャビテーションとそれによる延性破壊による力学挙動の検討に向け損傷力学による枠組み作りを試みる。(2) 地震後の断層の固着過程に関しては、化学分析や年代測定を実施し、方解石を沈殿させた流体の起源や時期を特定する。また微細構造観察を行い、次の破壊に至るプロセスを解明する。(3) アナログ物質による変形実験では、放射光 X 線を用いたその場観察実験を実施する。斜長石について結晶内部歪や不純物の影響

の問題を解決し、断層深部延長の岩石変形の支配要因となる構成鉱物の粒径の発展について解明する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

重松紀生（活断層・火山研究部門）,高橋美紀（活断層・火山研究部門）,大橋聖和（活断層・火山研究部門）,宮川歩夢（地質情報研究部門）,住田達哉（地質情報研究部門）

他機関との共同研究の有無：無

(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：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門

電話：050-3521-1287

e-mail：n.shigematsu@aist.go.jp

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：重松紀生

所属：活断層・火山研究部門