

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2014～2018

課題番号：26109005

研究課題名(和文) 岩石変形実験による地殻の力学物性の解明：流体の影響

研究課題名(英文) Exploring the mechanical properties of crustal materials through rock deformation experiments: Influence of geofluids

研究代表者

清水 以知子(Shimizu, Ichiko)

京都大学・理学研究科・准教授

研究者番号：40211966

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 153,400,000円

研究成果の概要(和文)：島弧-海溝系における地殻応力を規定する断層摩擦強度の物質・環境依存性、特に地震発生帯での流体の役割を室内実験等により明らかにした。流体存在下の粘土鉱物生成による断層弱化過程を定量的に評価した。地殻における帯水層形成過程を岩石-水相互作用から検証した。地殻中部や沈み込みプレート境界深部に相当する高温高压・高間隙水圧下で地殻・マントル物質の摩擦試験を行ない、流体の関与する反応が断層すべりに大きく影響することを示した。石英組織と流動則から脆性-延性遷移領域の差応力を推定した。下部地殻を構成する長石の高温クリープにおける塑性変形への水の効果を明らかにした。新たな熱水式回転摩擦試験機的设计開発も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は新学術研究領域「地殻ダイナミクス - 東北沖地震後の内陸変動の統一的理解 -」の計画研究のひとつであり、島弧-海溝系をなす日本列島にかかる応力場と、その結果として生じる変形場・歪速度場を理解するために必須となる岩石物性についての基礎的なデータが得られた。本研究そのものは基礎研究であるが、領域全体としての日本列島の地殻変動の理解を通じて、地震発生長期予測など、社会的に重要な課題にも貢献している。

研究成果の概要(英文)：We performed laboratory experiments to quantify the frictional strengths of fault rocks that constrain the stress states in the upper crust, and to determine appropriate viscous flow parameters for rheology models of the arc-trench systems. Focusing on the role of fluids in seismogenic zones, we investigated the mechanical and chemical effects of water on frictional sliding, brittle failure, and viscous flow. The research project clarified the followings. (1) The weakening processes of fault zones in the brittle upper crust: e.g., formation of clay minerals in the presence of aqueous fluids. (2) Influence of hydrous minerals on frictional sliding in the middle crust and the deep regions of subduction zone megathrusts. (3) Differential stress in the brittle-ductile transition zone that constrained by quartz rheology. (4) Hydraulic weakening in high-temperature creep of feldspar in the lower crust. A new hydrothermal rotary shear apparatus was developed in this project.

研究分野：岩石レオロジー, 構造地質学

キーワード：高温高压変形実験 摩擦 断層 地殻流体 岩石レオロジー 高温クリープ 応力 地殻強度

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

2011年、「想定外」の東北地方太平洋沖地震が発生したが、巨大地震の発生メカニズムやその後の余効変動の解釈をめぐる様々な仮説や、ときに相反するモデルが出されていた。その背景には、地殻内部における岩石の応力状態と、これを規定する断層強度、そして地殻・マントルの非弾性変形について、未知の部分が多いということがあげられる。岩石レオロジーの分野では、地殻中部の脆性-延性遷移領域において最も強度が高くなり、地殻応力はこの付近で支えているというモデルが標準的に用いられていたが、米国のサンアンドレアス断層では、断層が室内実験から推定される値よりはるかに弱いという議論が起こり、長い間の論争となっていた。日本でも東北沖地震後の応力変化から、絶対応力が小さいという解釈が出され、「地殻応力問題」が注目されるようになった。この地殻応力のパラドックスを考える上で重要な要因と考えられるのが地殻内部の「水」の影響である。地殻の H_2O 流体は間隙圧による物理的效果のみならず、溶解沈殿反応や含水鉱物の生成、結晶内部の「水」欠陥などの化学的效果を通して、岩石強度を劇的に変化させることが知られている。しかし、地殻深部条件を再現した実験の難しさから、地殻強度や変形物性に対する H_2O 流体の効果については大きな不確実性が残っていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、島弧-海溝系の応力-歪場を統一的に理解するために不可欠な岩石変形物性（降伏応力・摩擦係数・粘性係数など）を高温高压実験から明らかにすることにある。内陸地殻の断層帯や沈み込みプレート境界衝上断層の強度は、地殻の絶対応力を規定すると考えられる。そこで本課題では、断層帯の不均質性と H_2O 流体の物理化学的效果を考慮しつつ、断層強度を温度・岩圧・間隙水圧・すべり速度などの関数として求める。また熱水条件下の岩石-水相互作用から断層帯の水理学的構造をモデル化する。これらの知見を総合して、地殻浅部の脆性領域から下部地殻の延性領域に至る断層帯・剪断帯の強度断面モデルを作成する。さらに、プレート境界断層深部における摩擦構成則や下部地殻・マントルウェッジにおける媒質の粘弾性挙動を調べ、2011年東北沖地震後の余効変動の再現・予測モデルに必要なパラメータを提供する。

3. 研究の方法

(1) 断層帯の摩擦強度の不均質性と弱化過程

上部地殻の強度は既存の弱面である断層によって規定される。現実の断層帯には様々な割合で雲母・粘土鉱物などの含水鉱物が生じ、母岩とは異なる摩擦物性をもつと考えられる。そこでB01(構造班)が野外調査で記載した断層試料を用いて、断層物質が生成された温度圧力条件を再現した摩擦試験を行ない、浅部から地殻中部までの、より現実的な断層モデルを構築する。また人工ガウジを用いた実験で個々の粘土鉱物などの摩擦挙動や組織発達過程を定量化する。

(2) 地殻中部における流体の実体と貯留過程

地殻中部の地震発生帯では間隙流体圧の変化が重要と考えられ、帯水層形成には鉱物沈殿による割れ目の充填が関連すると予想される。そこで高温高压下の鉱物-水反応実験により溶解度を測定し、鉱物沈殿が起こる条件を明らかにする。

(3) プレート境界断層深部における摩擦物性

プレート境界断層では海洋地殻の変成作用やマントル岩の加水反応により様々な含水鉱物が生じる。これらの鉱物が摩擦挙動に与える影響を定量化するため、高温高压・含水条件下で実験を行い、摩擦構成則の温度・岩圧・間隙水圧・すべり速度依存性を求める。

(4) プレート境界断層深部における流動応力

沈み込み帯深部の延性領域の応力は、地殻の主要鉱物の中でもっとも柔らかい石英の塑性強度によって規定されていると考えられる。そこで石英の転位クリープ流動則を精密化するとともに、高压変成岩中の石英の再結晶粒径差応力計を用いて流動応力を推定する。

(5) 下部地殻・マントルのレオロジー物性

下部地殻やマントルウェッジの粘性パラメータを高温高压変形実験で求める。またマントル岩の脆性-延性遷移温度を天然試料の観察・分析で制約する。

(6) 島弧-海溝系の強度断面と歪場の統合モデル

上記の知見を総合し、地殻および沈み込みプレート境界の断層帯・剪断帯の強度断面モデルを作成する。また上・下部地殻およびマントルの非弾性変形のモデリングに領域の他班と共同して取り組む。

上記の(1), (3), (4), (5)の変形試験・摩擦実験には現有のガス圧式3軸試験機や固体圧式変形試験機などのほか、国際活動支援班における連携拠点であるユトレヒト大学(オランダ)の熱水式回転摩擦試験機を用いる。(2)には内燃式ガス圧装置(HIP)を用いる。実験と並行して、ガス圧試験機におけるヒーター改良やねじり変形機構の導入、固体圧試験機における差応力精

度の検証や試料アセンブリ改良を行なう。さらに、圧力 500 MPa の地殻中部条件を再現できる新たな熱水式回転摩擦試験機の設計開発を行なう。

4. 研究成果

本課題では島弧-海溝系の応力-歪場の理解に不可欠な岩石変形物性を明らかにするために、断層物質や地殻・マントル物質の高温高压変形実験、断層帯・沈み込み帯岩石の解析、レオロジー理論モデルの構築や、東北沖地震後の内陸変動モデリングを行った。

(1) 断層帯の摩擦強度の不均質性と弱化過程

- ① 成熟した断層である中央構造線について、B01 (構造) 班が調査した紀伊半島の2地域の露頭から採取されたガウジや断層岩試料を用いて、それぞれの断層物質から推定された形成温度・圧力に近い条件で摩擦試験を行った。比較的新しい滑り面を構成する浅所の断層ガウジは低温条件 (約 100°C) で形成され、膨潤粘土 (スメクタイト) により著しく低い摩擦係数 (0.1~0.15) を示す。温度条件 150~250°C では粘土鉱物の種類や量比に応じて摩擦係数が 0.25~0.5 程度まで変化した。一方、地殻中部の 300°C 前後で形成されたカタクレアサイトを粉砕した試料では、緑泥石や白雲母に富む試料でも母岩と同程度の摩擦係数 (0.6~0.7) を示し、すべり弱化~中立の摩擦挙動を示した。これらの実験結果と天然の変形組織観察から得られた情報を総合すると、地殻断層の浅部は膨潤粘土により著しく弱化していたが、地殻中部の脆性-延性遷移帯では高い差応力を支持していたと推定される。
- ② 鳥取県西部地域に分布する断層ガウジを用いた、深さ 1~3 km 条件における摩擦実験では、全ての実験において低い摩擦係数 (0.2 程度) が得られた。
- ③ 室内実験に基づいて断層の組織発達パラメータを定義し、天然断層における摩擦強度の変遷過程を推定した。ガウジ組成の変化や微細組織の発達、加水軟化等によって断層の剪断強度は数 10 MPa まで低下し得る (大橋・竹下・平内, 2020)。

(2) 地殻中部における流体の実体と貯留過程

これまで熱水条件下の溶解度を記述するために用いられてきた HKF 理論は基本的に純水溶媒にしか適用出来ない。そこで、塩水に対する鉱物の溶解度を様々な温度・圧力条件で実験的に求め、熱力学的パラメータを見積もった。一般的な地殻流体である H₂O-NaCl 系溶媒に理論を拡張した。岩石-流体相互作用モデルから、B03 (流体) 班の観測などで推定されている地殻中部の帯水層形成に高塩濃度流体が関与していることが示唆された。

(3) プレート境界断層深部における摩擦物性

- ① カンラン岩ガウジの熱水変形実験を温度 500°C、封圧 1 GPa の含水条件で行った結果、剪断強度が滑石生成反応の進行により著しく低下することを見出した (Hirauchi et al., 2016)。高压変成帯 (フランシスカン帯) の断層岩を用いた摩擦実験では、泥質岩と蛇紋岩の間に起こった Si と Ca の交代作用により、著しい強度低下と速度強化挙動が見られた (Hirauchi et al., 2020)。
- ② 沈み込んだ海洋地殻に含まれる主要な変成鉱物のひとつである緑泥石について、高压・熱水条件下で大変位摩擦試験を行ない、室温から 250°C までの広い温度圧力条件下で低い摩擦係数 (~0.3) と安定滑り挙動を示すことを明らかにした (Okamoto et al., 2019)。

(4) プレート境界断層深部における流動応力

実験室で報告されている石英の転位クリープ流動則はそのまま天然の変形条件に外挿できないため、転位論に基づき半経験的流動則を導出した (Fukuda and Shimizu, 2017)。沈み込み帯プレート境界深部で流動変形したと考えられる三波川変成帯の石英片岩に動的再結晶粒径理論を適用すると、変成温度が低いところで差応力は 100 MPa 以上に達する。

(5) 下部地殻・マントルのレオロジー物性

- ① 下部地殻の主要構成鉱物である長石について、下部地殻に相当する温度圧力下で変形実験を行った。実験中、水が非平衡に試料に浸透し、従来の実験で報告されていた流動則による推定よりも著しく低いレベルまで応力が低下した。このような差応力下の加水過程により、下部地殻の剪断帯が軟化している可能性が示唆される。
- ② 天然の超塩基性岩に発達するシュードタキライトなどの断層岩の発達過程と、鉱物組成による温度圧力履歴の解析から、マントル岩における脆性-延性遷移温度を約 700°C と推定した (Ueda et al., 2020)。

(6) 島弧-海溝系の強度断面と歪場の統合モデル

- ① 室内の摩擦実験の結果から、島弧地殻の脆性領域の断層強度は流体との反応で生じた含水鉱物により大きく依存することがわかった。特に断層浅部では膨潤粘土により摩擦係数は 0.2 以下に減少し、安定すべり挙動を示すと考えられる。しかし、膨潤粘土が消滅する地殻中部では雲母粘土鉱物の影響は限定的で、中央構造線のような成熟した断層でも大きな

摩擦強度の低下はなかったと推定される。この結界は延性領域における石英の転位クリープからの流動応力の見積もりと調和的であり、地殻中部の 300°C 付近の脆性-延性遷移領域で 100 MPa 以上の差応力が支えられていたと考えられる。A01 (応力) 班などの観測で地震発生帯の絶対応力が低く見積られている点に関しては、非定常な間隙水圧の上昇が考えられる。岩石-水相互作用のモデルからは、割れ目(クラック)への鉱物沈殿による目詰まりで高間隙水圧が発生する環境として、地殻流体が塩水であることが示唆された。下部地殻の剪断帯では水の浸透により、従来の長石の流動則で考えられているよりも流動応力が低下していると推測される。

- ②沈み込みプレート境界断層においても含水鉱物の影響が考えられ、緑泥石に富む塩基性変成岩が断層を構成していたり、ウェッジマントルと海洋地殻の反応で滑石が生じている場合、著しい摩擦強度の低下が起こりうる。石英の流動則や再結晶粒径応力計による解析から、沈み込み帯深部における差応力は、石英の脆性-延性遷移温度である 300°C 付近で 100 MPa を超えると推定された。
- ③歪速度パラドックスの解決を目的に、測地的に明らかにされた中部日本の歪集中帯において A02 (変形) 班と連携して広域的な地質調査を行ない、活断層から遠く離れた地域においても、現在の応力場で活動し得る小~中規模の断層帯が多数存在することを見出した。これらの小断層が上部地殻の非弾性変形を最大 50% 担っている可能性がある (Tamura et al., 2020)。
- ④東北沖地震後の余効変動について、C01 (モデル) 班や B03 (流体) 班と連携してモデリングを行ない、余効すべりと粘弾性緩和のカップリング効果を検証した (Muto et al., 2016, 2019)。非線形レオロジー(幂乗流動則および速度状態依存摩擦構成則)をもちいた数値シミュレーションの結果から、地震後 6 年が経過した現在の太平洋沿岸部の活発な隆起は震源域深部での余効すべりによって引き起こされていると推定した。

以上のように、本課題では様々な室内実験によって、上部地殻の断層帯や下部地殻の剪断帯および沈み込み帯プレート境界における、岩石-水反応を伴う弱化過程が実証的に明らかにされた。内陸の大地震の震源域となる地殻中部の断層強度と絶対応力の関係については、なお理解が不十分な問題が残されているが、地殻中部条件をリアルに再現した高温高圧摩擦実験と天然変形組織との比較によって、新たな知見が得られつつある。研究を進めていく過程で、熱水式回転摩擦試験機的设计製作などの技術開発も行った。研究期間の中では十分に活用するには至らなかったが、今後のこの研究領域の発展のための礎としたい。

<引用文献>

- Fukuda, J. and Shimizu, I., 2017, Theoretical estimation of quartz dislocation creep: Comparison with experimental creep data and extrapolation of flow laws with water fugacity correction to natural conditions, *Journal of Geophysical Research : Solid Earth*, **122**, 5956–5971. doi:10.1002/2016JB013798.
- Hirauchi K., Fukushima K., Kido M., Muto J., Okamoto A., 2016, Reaction-induced rheological weakening enables oceanic plate subduction, *Nature Communications*, **7**, 12550–12550. doi: 10.1038/ncomms12550
- Hirauchi, K., Yamamoto, Y., den Hartog, S.A.M., Niemeijer, A.R., 2020, The role of metasomatic alteration on frictional properties of subduction thrusts: An example from a serpentinite body in the Franciscan Complex, California, *Earth and Planetary Science Letters*, **531**, 115967.
- Muto, J., Shibasaki, B., Iinuma T., Ito Y., Ohta Y., Miura S., Nakai Y., 2016, Heterogeneous rheology controlled postseismic deformation of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Geophysical Research Letters*, **43**, 12550–12550. 10.1002/2016GL068113.
- Muto, J., Moore, J.D.P., Barbot, S., Iinuma, T., Ohta, Y., Iwamori, H., 2019, Coupled afterslip and transient mantle flow after the 2011 Tohoku earthquake, *Science Advances*, **5**, eaaw1164. doi: 10.1126/sciadv.aaw1164.
- Okamoto, A.S., Verberne, B.A., Niemeijer, A.R., Takahashi, M., Shimizu, I., Ueda, T., and Spier, C.J., 2019, Frictional properties of simulated chlorite gouge at hydrothermal conditions: Implications for subduction megathrusts, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **124**, 4545–4565. doi:10.1029/2018JB017205
- 大橋聖和・竹下 徹・平内健一, 2020, 断層帯と断層レオロジーの進化, 地学雑誌, 印刷中.
- Tamura T., Oohashi K., Otsubo M., Miyakawa A., Niwa M., 2020, Contribution to crustal strain accumulation of minor faults: a case study across the Niigata–Kobe Tectonic Zone, Japan, *Earth, Planets and Space*, **72**, doi: 10.1186/s40623-020-1132-5.
- Ueda, T., Obata, M., Ozawa, K., Shimizu, I., 2020, The Ductile-to-brittle transition recorded in the Balmuccia peridotite body, Italy: Ambient temperature for the onset of seismic rupture in mantle rocks, *Journal of Geophysical Research : Solid Earth*, **125**, e2019JB017385. doi:10.1029/2019JB017385

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計40件（うち査読付論文 39件／うち国際共著 9件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Hirauchi Ken-ichi, Yamamoto Yuzuru, den Hartog Sabine A.M., Niemeijer Andr? R.	4. 巻 531
2. 論文標題 The role of metasomatic alteration on frictional properties of subduction thrusts: An example from a serpentinite body in the Franciscan Complex, California	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 115967 ~ 115967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2019.115967	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Tamura Tomonori, Oohashi Kiyokazu, Otsubo Makoto, Miyakawa Ayumu, Niwa Masakazu	4. 巻 72
2. 論文標題 Contribution to crustal strain accumulation of minor faults: a case study across the Niigata-Kobe Tectonic Zone, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-020-1132-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ueda Tadamasa, Obata Masaaki, Ozawa Kazuhito, Shimizu Ichiko	4. 巻 125
2. 論文標題 The Ductile to Brittle Transition Recorded in the Balmuccia Peridotite Body, Italy: Ambient Temperature for the Onset of Seismic Rupture in Mantle Rocks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 e2019JB01738
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1029/2019JB017385	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Okamoto Ayumi S., Verberne Berend A., Niemeijer Andrre R., Takahashi Miki, Shimizu Ichiko, Ueda Tadamasa, Spiers Christopher J.	4. 巻 124
2. 論文標題 Frictional Properties of Simulated Chlorite Gouge at Hydrothermal Conditions: Implications for Subduction Megathrusts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 4545 ~ 4565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1029/2018JB017205	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jayawickrama Eranga Gayanath, Tamai Hayata, Muto Jun, Nagahama Hiroyuki	4. 巻 84
2. 論文標題 Pressure dependence of elastic deformation at multiple contacts and estimation of contact state of thin cracks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GEOPHYSICS	6. 最初と最後の頁 WA153 ~ WA160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1190/GE02018-0501.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fukuda Jun-ichi, Shimizu Ichiko	4. 巻 71
2. 論文標題 Water distribution in quartz schists of the Sanbagawa Metamorphic Belt, Japan: infrared spectroscopic mapping and comparison of the calibrations proposed for determining water contents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1186/s40623-019-1117-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Junya, Naoi Makoto, Nakatani Masao, Moriya Hirokazu, Igarashi Toshihiro, Murakami Osamu, Yabe Yasuo, Durrheim Raymond, Ogasawara Hiroshi	4. 巻 747-748
2. 論文標題 Emergence and disappearance of very small repeating earthquakes on a geological fault in a gold mine in South Africa	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 318 ~ 326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tecto.2018.10.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kameda Jun, Hirauchi Ken-ichi	4. 巻 403
2. 論文標題 Rheological properties of composite serpentine-brucite suspensions: Implications for mudflow behavior on forearc seamounts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Marine Geology	6. 最初と最後の頁 191 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.margeo.2018.06.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高橋 美紀、廣瀬文洋、飯尾能久	4. 巻 124
2. 論文標題 断層の強度に関する論争と学際的アプローチの必要性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 725 ~ 739
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2018.0015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naemura Kosuke, Hirajima Takao, Svojtka Martin, Shimizu Ichiko, Iizuka Tsuyosi	4. 巻 8
2. 論文標題 Fossilized Melts in Mantle Wedge Peridotites	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 10116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-28264-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fukuda Jun-ichi, Shimizu Ichiko	4. 巻 122
2. 論文標題 Theoretical derivation of flow laws for quartz dislocation creep: Comparisons with experimental creep data and extrapolation to natural conditions using water fugacity corrections	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 5956 ~ 5971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016JB013798	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Oohashi, K., Lin, W., Wu, H. Y., Yamaguchi, A., and Yamamoto, Y.	4. 巻 18
2. 論文標題 Stress state in the Kumano Basin and in slope sediment determined from anelastic strain recovery: Results from IODP Expedition 338 to the Nankai Trough	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 3608_3616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GC007137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mizutani, T., Hirauchi, K., Lin, W., and Sawai, M.	4. 巻 44
2. 論文標題 Depth dependence of the frictional behavior of montmorillonite fault gouge: Implications for seismicity along a d_collement zone	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 5383_5390
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL073465	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mitchell, T. M., Cembrano, J. M., Fujita, K., Hoshino, K., Faulkner, D. R., Perez-Flores, P. Arancibia, G., Rampe, M. and Gomila, R.	4. 巻 277
2. 論文標題 Fluid inclusion evidence of coseismic fluid flow induced by dynamic rupture	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophysical Monograph	6. 最初と最後の頁 37-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Okamoto, A., Shimizu, H., Fukuda, J., Muto, J., Okudaira, T.	4. 巻 172
2. 論文標題 Reaction-induced grain boundary cracking and anisotropic fluid flow during prograde devolatilization reactions within subduction zones.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Contributions to Mineralogy and Petrology	6. 最初と最後の頁 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00410-017-1393-6.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukuda, J., Muto, J. and Nagahama H.	4. 巻 70
2. 論文標題 Strain localization and fabric development in polycrystalline anorthite + melt by water diffusion in an axial deformation experiment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1月15日
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0776-2.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kouketsu Yui, Shimizu Ichiko, Wang Yu, Yao Lu, Ma Shengli, Shimamoto Toshihiko	4. 巻 699
2. 論文標題 Raman spectra of carbonaceous materials in a fault zone in the Longmenshan thrust belt, China; comparisons with those of sedimentary and metamorphic rocks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 129 ~ 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tecto.2017.01.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takahashi M., van den Ende M. P. A., Niemeijer A. R., Spiers C. J.	4. 巻 18
2. 論文標題 Shear localization in a mature mylonitic rock analog during fast slip	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geochem. Geophys. Geosys.	6. 最初と最後の頁 513 ~ 530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016GC006687	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hirauchi Ken-ichi, Fukushima Kumi, Kido Masanori, Muto Jun, Okamoto Atsushi	4. 巻 7
2. 論文標題 Reaction-induced rheological weakening enables oceanic plate subduction	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 12550 ~ 12550
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncomms12550	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muto Jun, Shibazaki Bunichiro, Iinuma Takeshi, Ito Yoshihiro, Ohta Yusaku, Miura Satoshi, Nakai Yoshihiko	4. 巻 43
2. 論文標題 Heterogeneous rheology controlled postseismic deformation of the 2011 Tohoku-Oki earthquake	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 4971 ~ 4978
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016GL068113	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shibazaki Bunichiro, Okada Tomomi, Muto Jun, Matsumoto Takumi, Yoshida Takeyoshi, Yoshida Keisuke	4. 巻 121
2. 論文標題 Heterogeneous stress state of island arc crust in northeastern Japan affected by hot mantle fingers	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res. Solid Earth	6. 最初と最後の頁 3099 ~ 3117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2015JB012664	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muto, J., Nakatani, T., Nishikawa, O., Nagahama H.	4. 巻 42
2. 論文標題 Fractal particle size distribution of pulverized fault rocks as a function of distance from the fault core.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Geophys. Res. Lett.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1007/1345_2015_135	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kido, M., Jun Muto, J., Nagahama, H.	4. 巻 672-673
2. 論文標題 Method for correction of differential stress calculations from experiments using the solid salt assembly in a Griggs-type deformation apparatus	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 doi: 10.1016/j.tecto.201602.011	6. 最初と最後の頁 170-176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.tecto.201602.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Liang, Y and Hoshino, K.	4. 巻 52
2. 論文標題 Thermodynamic calculations of AuxAg1x - fluid equilibria and their applications for ore-forming conditions.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Applied Geochemistry	6. 最初と最後の頁 109-117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1016/j.apgeochem.2014.11.019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 平内健一, 片山郁夫	4. 巻 124
2. 論文標題 蛇紋岩の力学的性質とそのテクトニックな意義	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 地学雑誌	6. 最初と最後の頁 371-396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.5026/jgeography.124.371.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirata, M., Muto, J., and Nagahama, H.	4. 巻 37
2. 論文標題 Experimental analysis on Rowe's stress-dilatancy relation and frictional instability of fault gouges	5. 発行年 2014年
3. 雑誌名 Episodes	6. 最初と最後の頁 304-308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hirauchi, K. and Muto, J.	4. 巻 67
2. 論文標題 Effect of stress state on slow rupture propagation in synthetic fault gouges	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1186/s40623-015-0199-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Michibayashi, K., Harigane, Y., Ohara, Y., Muto, J., and Okamoto, A.	4. 巻 408
2. 論文標題 Rheological properties of the detachment shear zone of an oceanic core complex inferred by plagioclase flow law: Godzilla Megamullion, Parece Vela back-arc basin, Philippine Sea	5. 発行年 2014年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 16-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1016/j.epsl.2014.10.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oohashi, K., Han, R., Hirose, T., Shimamoto, T., Omura, K., and Matsuda, T.	4. 巻 42
2. 論文標題 Carbon-forming reactions under a reducing atmosphere during seismic fault slip	5. 発行年 2014年
3. 雑誌名 Geology	6. 最初と最後の頁 787-790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1130/g35703.1.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kameda, J., Shimizu, M., Ujiie, K., Hirose, T., Ikari, M., Mori, J., Oohashi, K., and Kimura, G.	4. 巻 43
2. 論文標題 Pelagic smectite as an important factor in tsunamigenic slip along the Japan Trench	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Geology	6. 最初と最後の頁 155-158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1130/g35948.1.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oohashi, K., Hirose, T., Takahashi, M., and Tanikawa, W.	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic weakening of smectite-bearing faults at intermediate velocities: Implications for subduction zone earthquakes	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1002/2015jb011881.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahashi, M., Azuma, S., Ito, H., Kanagawa, K., and Inoue, A.	4. 巻 66
2. 論文標題 Frictional properties of the shallow Nankai Trough accretionary sediments dependent on the content of clay minerals	5. 発行年 2014年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1186/1880-5981-66-75	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計91件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 34件）

1. 発表者名 清水以知子, 岡本あゆみ, A.R. Niemeijer, 荒井 駿, 上田匡将, 竹下 徹, C J. Spiers
2. 発表標題 成熟した断層の脆性 - 延性遷移領域における強度
3. 学会等名 日本地質学会第126回大会 (2019年 山口大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋美紀
2. 発表標題 高温・高圧の地下深部の再現と地震時の高速摩擦の再現 ー地下深部の断層岩の強度を知るためにー
3. 学会等名 岩盤力学に関するシンポジウム「岩の力学連合会オーガナイズドセッション/新しい岩盤科学技術の創生」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平内健一
2. 発表標題 アウターライズ断層の強度に対する岩石・水相互作用の影響
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仙場真紀・平内健一・大内智博・道林克禎
2. 発表標題 High-pressure deformation experiments on peridotite gouges under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白鬚里彩子・多々良祈里・平内健一・竹村貴人
2. 発表標題 石英ガウジの摩擦特性に対する滑石含有量の影響
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 角野 愛美・上原 真一・高橋 美紀・北村 真奈美
2. 発表標題 Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金川 久一・杉田 明日郁・高橋 美紀・澤井 みち代
2. 発表標題 石英質岩石の中速摩擦強度の支配要因
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北村真奈美・高橋美紀
2. 発表標題 Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋美紀
2. 発表標題 Spontaneous Slow Slip and Runaway Slip in Laboratory
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nahyeon Kim · Miki Takahashi · Jin-Han Ree · Haemyeong Jung
2. 発表標題 Heterogeneous deformation and intragranular recrystallization in experimentally deformed fossil-bearing limestone
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shimizu, I., B02 and Utrecht Groups
2. 発表標題 Crustal strength across the frictional to plastic zones: laboratory data, theories, and extrapolation to nature
3. 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Oohashi, K., Takeshita, T. and Hirauchi, K.
2. 発表標題 The evolution of fault-zone rheology
3. 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kido, M., Muto, J. and Koizumi, S.
2 . 発表標題 Rheological weakening of the lower crustal rocks promoted by anomalous diffusion of water
3 . 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Muto, J.
2 . 発表標題 Persistent deep afterslip driven by nonlinear transient mantle flow and recovery of coastal subsidence after the 2011 Tohoku earthquake
3 . 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Takahashi, M., Inaori, C., Kameda, J. and Shigematsu, N.
2 . 発表標題 Strength profile of The Median Tectonic Line fault zone determined by high-pressure and -temperature Experiments
3 . 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hirauchi, K., Yamamoto, Y., den Hartog, S. and Niemeiher, A.
2 . 発表標題 The role of metasomatic alteration on frictional behavior of subduction thrust faults at seismogenic depths
3 . 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Arai, S., Muto, J. and Kido, M.
2. 発表標題 Microstructural development and strain partitioning in experimentally-sheared granitic rocks at brittle ductile transition zone
3. 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueda, T. and Shimizu, I.
2. 発表標題 Dynamically recrystallized microstructures of quartz in the Sanbagawa metamorphic belt, Shikoku, Japan
3. 学会等名 International Symposium on Crustal Dynamics 2 (ISCD-2), Uji (Kyoto) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北村真奈美・高橋美紀
2. 発表標題 超臨界条件下における花崗岩の変形挙動
3. 学会等名 日本地質学会第125回大会 (2018年 つくば特別大会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋美紀・北村真奈美
2. 発表標題 花崗岩試料中に生成された亀裂の連結性とバルク物性の関係
3. 学会等名 日本地質学会第125回大会 (2018年 つくば特別大会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tamura, T., Oohashi, K., Otsubo, M., Miyakawa, A. and Niwa, M.
2. 発表標題 The Role of Active Minor Faults in the Tectonic Deformation Budget of the Inland High-strain Rate Zone, Central Japan
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Oohashi, K.
2. 発表標題 Transient Behavior of the Earthquake Cycle Associated with Change of Slip Direction and Fault Strength
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八代 正和、武藤 潤、長濱 裕幸
2. 発表標題 マスターカーブ法によるかんらん石の粘弾性解析
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 来夢、長濱 裕幸、武藤 潤
2. 発表標題 石英多結晶体の粒界古ひずみ速度計の改良
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武藤 潤・JDP. Moore, S. Barbot, 飯沼卓史、太田雄策・岩森光
2. 発表標題 2011年東北沖地震の余効変動における粘弾性緩和と深部余効すべりの非線形相互作用
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北村真奈美・高橋美紀
2. 発表標題 超臨界条件下における亀裂を含む花崗岩の力学的・水理学的特性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋美紀・稲生千咲・亀田純・佐久間博・重松紀生
2. 発表標題 Experimentally determined strength profile of the Median Tectonic Line fault zone
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白石彩華・星野健一
2. 発表標題 延岡衝上断層下盤に発達する鉱物脈形成流体の温度・圧力の見積もり
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野健一
2. 発表標題 塩水の急激な減圧による鉱物の沈殿 / 溶解の数値シミュレーション
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本あゆみ・清水以知子・Niemeijer, A.R.・Spiers, C. J.・荒井 駿・竹下 徹・上田匡将
2. 発表標題 中央構造線近傍の断層岩の摩擦特性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清水 以知子・上田 匡将
2. 発表標題 四国中央部汗見川流域における石英再結晶粒径から推定する三波川変成帯 の古応力断面
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清水 以知子
2. 発表標題 沈み込み帯における石英の転位クリープ流動応力
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清水 以知子・竹内 昭洋・中谷 正生
2. 発表標題 熱水式回転摩擦試験機のための压力容器の耐圧性能
3. 学会等名 日本地質学会第124年学術大会(愛媛)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ueda, T. and Shimizu, I.
2. 発表標題 Quartz microstructures and paleostress estimates in the Sanbagawa metamorphic belt, Central Shikoku, Japan
3. 学会等名 JpGU-AGU(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shimizu, I., Fykuda, J. and Ueda, T.
2. 発表標題 Stress in the Sanbagawa metamorphic belt estimated from flow laws of quartz: influence of water fugacity
3. 学会等名 JpGU-AGU(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋 美紀、稲生 千咲、亀田 純、重松 紀生
2. 発表標題 Frictional properties of the Median Tectonic Line fault zone
3. 学会等名 JpGU-AGU(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北村 真奈美、高橋 美紀、高木 健太、平野 伸夫、土屋 範芳
2. 発表標題 三軸変形実験ならびに急減圧実験にみる超臨界高温岩体（花崗岩）の物理特性
3. 学会等名 JpGU-AGU
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北村 真奈美、高橋 美紀、高木 健太、平野 伸夫、土屋 範芳
2. 発表標題 Laboratory experiments for understanding mechanical properties of fractured granite under supercritical conditions
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2017 (New Orleans, USA) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大橋聖和, 小林健太, 大坪誠
2. 発表標題 2016年熊本地震を引き起こした地質学的背景
3. 学会等名 第3回 防災学術連携シンポジウム「熊本地震・1周年報告会」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kiyokazu Oohashi, Tomonori Tamura, Marika Tozawa
2. 発表標題 Active tectonics of the Futagawa fault zone over the last 300 ka
3. 学会等名 JpGU-AGU (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 戸澤茉莉花, 大橋聖和
2. 発表標題 布田川断層帯の過去の運動像と周辺域の古応力解析
3. 学会等名 日本地質学会第124年学術大会(愛媛)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kiyokazu Oohashi, Koji Akasegawa, Noriko Hasebe, Kazumasa Miura, Yuki Minomo
2. 発表標題 Experimental investigations of OSL signal changes of quartz gouge during low- to high-velocity friction
3. 学会等名 American Geoscience Union Fall Meeting 2017(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 星野健一・盛田唯花
2. 発表標題 高圧・高温における塩水の見かけの誘電率：予報
3. 学会等名 JpGU-AGU
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Muto
2. 発表標題 Heterogeneous rheology controlled postseismic deformation of the 2011 Tohoku-Oki earthquake
3. 学会等名 Workshop on Faulting and Earthquake Dynamics, China Earthquake Administration, Beijing(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 J. Muto
2. 発表標題 Heterogeneous rheology controlled post-seismic deformation of the 2011 Tohoku-oki earthquake
3. 学会等名 EOS Seminar Series, Earth Observatory of Singapore, Singapore (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Muto, T. Nakatani, O. Nishikawa, H. Nagahama
2. 発表標題 Fractal particle size distribution of pulverized fault rocks in active strike-slip fault zones
3. 学会等名 AOGS 2016 Beijing (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 J. Muto, B. Shibasaki, T. Iinuma, Y. Ito, Y. Ohta, Y. Nakai
2. 発表標題 Afterslip estimate by heterogeneous rheology in post-seismic deformation of the 2011 Tohoku-oki earthquake
3. 学会等名 AOGS 2016 Beijing (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 平内健一・福島久美・木戸正紀・武藤潤・岡本敦
2. 発表標題 Rheological weakening via hydration reactions in a mantle shear zone: Implications for the initiation of oceanic plate subduction
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 岡本汐理・Gomila Rodrigo・星野健一
2. 発表標題 チリ北部Atacama断層系Bolfin断層南端の流体移動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合連合大会2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大橋聖和, 大坪誠, 宮川歩夢, 丹羽正和
2. 発表標題 歪み集中帯に分布する小規模断層の産状とその重要性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合連合大会2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大橋聖和, 田村友識
2. 発表標題 布田川断層における地震断層露頭の予察的調査結果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合連合大会2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 上田匡将・清水以知子
2. 発表標題 電子線後方散乱回折 (EBSD) によって測定した三波川変成帯の石英粒径分布
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合連合大会2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 清水以知子・上田匡将
2. 発表標題 動的再結晶粒径と転位クリープから見積もった沈み込み帯逆断層深部の応力状態
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合連合大会2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高橋美紀・稲生千咲・亀田純・重松紀生
2. 発表標題 露頭観察に基づく中央構造線断層の摩擦特性
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大橋聖和, 向吉秀樹, 小林健太
2. 発表標題 2016年熊本地震の地質学的背景と断層調査報告
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大橋聖和, 大坪誠, 宮川歩夢, 丹羽正和, 田村友識
2. 発表標題 跡津川断層系周辺におけるひずみ集中帯の地形および構造地質学的特徴; 小規模断層群の分布とその産状
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 上田匡将・清水以知子
2. 発表標題 三波川変成帯石英片岩の石英粒径分布測定と改訂された動的再結晶粒径モデルにもとづく粒径差応力計の適用
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 清水 以知子・上田 匡将・福田 惇一
2. 発表標題 三波川変成帯における古応力場：石英の流動則と再結晶粒径からの推定
3. 学会等名 日本地質学会第123年学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tadamasa Ueda and Ichiko Shimizu
2. 発表標題 Paleostress Estimates in the Sanbagawa Metamorphic Belt, Shikoku Island, Japan: Extension of Piezometric Relations to Natural Conditions
3. 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shimizu, I. and Ueda, T.
2. 発表標題 Rheological constraints on the strength of subduction zone megathrusts
3. 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 Ken-ichi Hirauchi, Yoshiaki Yoshida Yasuo Yabe, Jun Muto
2 . 発表標題 Stick-slip behavior of halite gouge in the brittle and semi-brittle regimes: Implications for generation mechanisms of slow earthquakes
3 . 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Momoko Hirata, Jun Muto, Hiroyuki Nagahama
2 . 発表標題 Energetica analysis of critical slip displacement on slip instability
3 . 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Miki Takahashi, Chisaki Inaori, Jun Kameda, Norio Shigematsu
2 . 発表標題 Frictional properties of the Median Tectonic Line fault zone
3 . 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Michiyo Sawai, Miki Takahashi
2 . 発表標題 Effects of pore pressure on frictional behavior of rocks
3 . 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 Eranga Jayawickrama, Hayata Tamai Jun Muto, Hiroyuki Nagahama
2. 発表標題 Contact state of microcracks inferred by elastic wave velocity through cracked media
3. 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ayaka Shiraichi, Kenichi Hoshino
2. 発表標題 Correlations between the apparent interlayer spacings d002 and the Raman R2 parameters of carbonaceous matters in metamorphic rocks
3. 学会等名 Crustal Dynamics 2016, Takayama, Japan (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 清水 以知子
2. 発表標題 沈み込み帯における蛇紋岩の脆性 - 延性転移：間隙水圧の役割
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会 (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Shimizu, I. and Ueda, T.
2. 発表標題 Stress states in subduction zones: Extrapolation of flow laws and piezometric relations of quartz to high-P/low-T metamorphic conditions.
3. 学会等名 Americal Geophysical Union, Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Ueda, T. and Shimizu, I.
2. 発表標題 Palaostress in the Sanbagawa metamorphic belt inferred from dynamically recrystallized grain size of quartz
3. 学会等名 Metamorphic rocks and Metamorphism: Future Perspectives (MMFP2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ohashi, K. Hirose, T., Takahashi M., and Tanikawa, W.
2. 発表標題 Dynamic weakening of smectite-bearing faults at subseismic slip rates
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 平内 健一・吉田 佳明・矢部 康男・武藤 潤
2. 発表標題 岩塩ガウジのスティック・スリップ挙動に対する塑性の効果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 平田 萌々子・武藤 潤・長濱 裕幸
2. 発表標題 Roweの法則を基にした摩擦の不安定性に関する統一的理解
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 武藤 潤・芝崎 文一郎・飯沼 卓史・西村 卓也
2. 発表標題 地震間-地震後の東北日本弧における垂直変動のモデル化：レオロジー不均質の効果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 木戸 正紀・武藤 潤・長濱 裕幸
2. 発表標題 Griggs型高温高压変形試験機の応力測定値の較正
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 福島 久美・平内 健一・木戸 正紀・武藤 潤
2. 発表標題 熱水条件下におけるかんらん岩の高压変形実験：リソスフェアの強度弱化における含水反応の効果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 高橋美紀, Martijn van den Ende, Andre Niemeijer, Chris Spiers
2. 発表標題 Thin shear localization in matured mylonitic rock.
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Hitara, M. Muto, J., Nagahama, H.
2. 発表標題 The Energetic Assessment of Frictional Instability Based on Rowe ' s Theory
3. 学会等名 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 高橋 美紀、北島 弘子
2. 発表標題 Illitization during coseismic slip
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 大橋聖和, 廣瀬丈洋, 高橋美紀, 谷川亘
2. 発表標題 準高速すべりに伴うスメクタイト質断層の動的強度弱化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 大橋聖和
2. 発表標題 長期的な物質・組織変化による断層強度変遷
3. 学会等名 地質学会
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 Kido, M., Muto, J., and Nagahama, H.
2. 発表標題 Development of Calibration Law for Measured Differential Stresses Using Griggs-type Solid Medium Apparatus
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 Muto, J., Fukuda, J., Kido, M., Nagahama, H.
2. 発表標題 Experimental study on strain localization of lower crustal rocks caused by water
3. 学会等名 12th International workshop on Water dynamics (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 福島久美・平内健一・木戸正紀・武藤潤
2. 発表標題 熱水条件下におけるかんらん岩の高圧変形実験：リソスフェアの強度弱化における含水反応の効果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Shimizu, I.
2. 発表標題 Rheological profile across the NE Japan interplate megathrust in the source region of the 2011 Mw 9.0 Tohoku-oki earthquake
3. 学会等名 Rock Deformation Gordon Research Conference
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 清水 以知子
2. 発表標題 東北日本沈み込みプレート境界断層深部のレオロジー
3. 学会等名 日本地質学会
4. 発表年 2014年

〔図書〕 計1件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新学術領域「地殻ダイナミクス」ホームページ https://www1.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/~nishimura/crustal_dynamics/en/index.html

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	中谷 正生 (Nakatani Masao) (90345174)	東京大学・地震研究所・准教授 (12601)	
研究分担者	高橋 美紀 (Takahashi Miki) (40470033)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員 (82626)	
研究分担者	武藤 潤 (Muto Jun) (40545787)	東北大学・理学研究科・准教授 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大橋 聖和 (Oohashi Masakazu) (70615525)	山口大学・大学院創成科学研究科・講師 (15501)	
研究分担者	星野 健一 (Hoshino Kenichi) (80190198)	広島大学・理学研究科・准教授 (15401)	
研究分担者	平内 健一 (Hirauchi Kenichi) (10633290)	静岡大学・理学部・講師 (13801)	
研究協力者	上田 匡将 (Ueda Tadamasa)	京都大学・理学研究科・研究員 (14301)	
連携研究者	廣瀬 文洋 (Hirose Takehiro) (40470124)	独立行政法人海洋研究開発機構・高知コア研究所・主任研究員 (82706)	
連携研究者	土屋 範芳 (Tsuchiya Noriyoshi) (40207410)	東北大学・環境科学研究科・教授 (11301)	