

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02981

研究課題名(和文)プレート収束境界における岩石組織形成と流体発生プロセスの解明

研究課題名(英文)Development of rock texture and fluid generation processes within convergent plate boundary

研究代表者

岡本 敦(Atsushi, Okamoto)

東北大学・環境科学研究科・教授

研究者番号：40422092

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：沈み込み帯における流体発生と反応プロセスは、変成岩や蛇紋岩の鉱物組織として記録されている。本研究では、高圧変成帯のエクロジャイトに含まれるざくろ石の結晶サイズ分布と組成累帯構造を調べ、結晶成長がサイズ依存すること、成長量(流体発生量)はレイヤーによって変化することを明らかにした。また、マントルウェッジ起源の蛇紋岩が炭質物を起源とするCO<sub>2</sub>流体によって炭酸塩化が引き起こされ、固相体積の減少、脱水による高間隙水圧、マグネシウムの移動によって自己促進的に進行することを示した。さらに、水熱実験や地化学モデリングを通じて、pHが沈み込み帯に沿って変化し、岩石-流体反応に影響を与えることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

エクロジャイト中のざくろ石、蛇紋岩の炭酸塩化、玄武岩の熱水変質など様々な組織についての解析を行い、モデリン、溶液化学の解析、水熱実験を合わせて新たな方法論を構築した。特に、蛇紋岩体の炭酸塩化作用の研究を通じて、溶液化学をベースとして、物質移動、体積変化による破壊を含めた動的なモデルを示したことは固体地球を解析するの新たなアプローチとなるとともに、沈み込み帯の地震と反応プロセスの理解にも貢献できる。

研究成果の概要(英文)：Fluid generation and reaction processes in subduction zones are left as microstructures of minerals in metamorphic rocks and serpentinites. In this study, we examined the crystal size distribution and compositional zoning of garnet in eclogite of high-pressure metamorphic belt and found that crystal growth is size-dependent and that the distribution, or fluid generation rate, varies from layer to layer in the same rock. We also found that carbonation of mantle wedge-derived serpentinites is caused by the inflow of CO<sub>2</sub> fluids originating from carboniferous materials, and that it proceeded in self-promoting ways induced by the decrease in solid volume, high pore pressure, and magnesium mobility. Furthermore, through hydrothermal experiments and geochemical modeling, it was shown that solution pH varies along the subduction zone and has a significant effect on the reaction and volume change.

研究分野：岩石学

キーワード：沈み込み帯 岩石-流体相互作用 脱水反応 エクロジャイト 蛇紋岩 炭酸塩化作用 ざくろ石 組織発達

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、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、地震波速度や電気伝導度の観測により、沈み込み帯における流体の分布が明らかにされつつあり(Kodaira et al. 2004), 変成作用や地震発生との関係性が高い関心を集めている(Hacker et al., 2003). しかし、現時点での、観測や相平衡計算から得られる流体分布は“静的”かつ“粗い”ものであり、プレート境界において、実際に流体がどのように発生し、移動するのかというダイナミックな描像を得るためには、プレート境界深部に存在した高圧変成岩そのものから脱水・加水反応過程を解読することが不可欠である。岩石の組織からダイナミクスを抽出する方法論は確立していないのが現状である。

### 2. 研究の目的

(1) 高圧変成岩(エクロジャイトなど)と蛇紋岩の組織に着目して、沈み込みに伴う脱水の反応メカニズムと流体の発生・物質移動との関係を明らかにする。また、水熱反応実験により、岩石反応に伴う流体組成の関係を溶液科学的視点から明らかにする。本研究の目的は、変成作用のカイネティクスと沈み込みに伴う流体発生過程を明らかにすること、また、反応組織や溶液化学に基づいた新しい動的な岩石学の創出することである。

### 3. 研究の方法

(1) 本研究は大きく3つのアプローチで進める。1つ目は、典型的な高圧変成帯である三波川帯のざくろ石を用いた流体発生プロセスの研究である。ざくろ石の結晶サイズ分布と組成累帯構造を解析することで、結晶成長の様式を推定する。また、脱水による破壊現象について離散要素法を用いたモデリングを行う。

(2) 2つ目は、三波川帯の蛇紋岩の炭酸塩化作用に伴う脱水プロセスである。基本的な産状の調査及び岩石学的な解析の上に、物質移動解析、同位体分析、地化学モデリングと離散用双方モデリングを組み合わせ、そのダイナミックな現象を考察する。

(3) 3つ目は、玄武岩の水熱反応実験による岩石-流体相互作用と溶液組成の関係を検討する。

### 4. 研究成果

(1) 三波川帯のざくろ石の結晶サイズ分布

鉱物の結晶サイズ分布を作り出すカイネティクスには大きく分けて2つのモデルがある。1つ目は、時間とともに成長速度が変化するというモデル、もう1つは成長速度が結晶サイズに依存するものである。三波川変成帯の高越地域のエクロジャイトのざくろ石は、その組成累帯構造からコアトリムの2段階の成長が観察される。このざくろ石をX線CTを用いてサイズ分布を解析し(図1a, b)、また、代表的なサイズのざくろ石を真のコアを切るように面を出して組成プロファイルを測定した。その結果、コアの組成はそれほど大きくサイズによって変化しないこと、また、コアのサイズが大きい粒子ほど、リムの成長が大きいということを示すことができた(図1c, d)。このことは、ざくろ石の結晶成長がサイズに依存する成長であること、また、それは界面成長律速であることを示している。

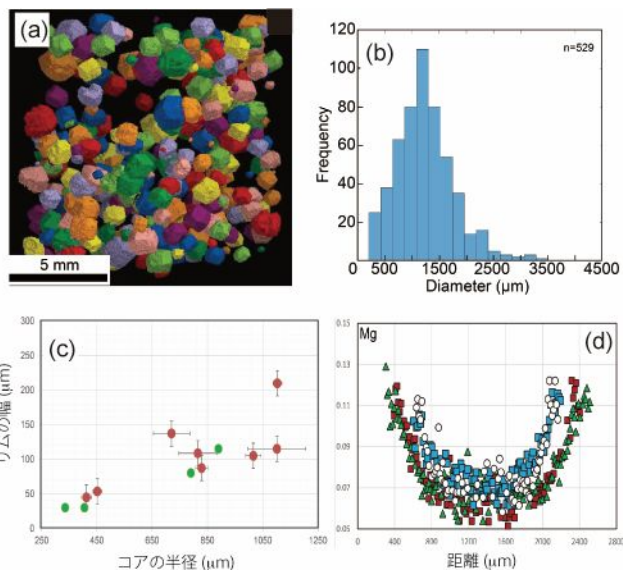


図1 三波川変成帯のエクロジャイト中のざくろ石。(a) X線CTによるざくろ石の形状。(b) 結晶サイズ分布、(c) コアとリムの成長の関係、(d) 組成累帯構造(Mg)の組成依存性

ざくろ石のサイズ分布を再現する単純なフォワードモデルを作成したが、これをもとに時間と共に変化する脱水量のインバージョンを行うのは今後の課題として残されている。興味深いのは同じ試料でもレイヤーによって大きくサイズが異なることであり、これは岩石の場所によって流体発生量の不均質がざくろ石形成のカイネティクスに依存して発生していることを示唆している。

(2) 蛇紋岩の炭酸塩化に伴う脱水過程

マントルかんらん岩は、水を吸収して蛇紋岩を作ると同時に、CO<sub>2</sub>を吸収して炭酸塩化する。し

しかし、マントルウェッジ条件での炭酸塩化についてこれまでによくわかっていない。三波川変成帯の関東山地長瀬の樋口蛇紋岩体は、ランダムに配列した高温型蛇紋石（アンチゴライト）からなっているが、著しい炭酸塩脈が発達している（図 2a）。細かいマグネサイト+滑石脈、最も顕著なドロマイト+滑石脈、最も太い方解石+ドロマイト脈である。方解石-ドロマイト温度計で推定すると 380-400 °C であり、この地域の最高温度とほぼ同じである。また、クロムスピネルの組成などから、この岩体はマントルウェッジのコーナーに位置していたと考えられる。また、酸素と炭素の安定同位体から、CO<sub>2</sub> 流体の起源は、沈み込む泥質片岩などに含まれる炭質物が分解したものであることを示唆している（図 2b）。境界においては、泥質片岩が緑泥石に置き換わっており、また蛇紋岩側にアクチノ閃石-緑泥石片岩が形成しており、CO<sub>2</sub>, Si, Ca が蛇紋岩側に流入し、H<sub>2</sub>O, Mg などが泥質片岩側に放出されていることがわかった。

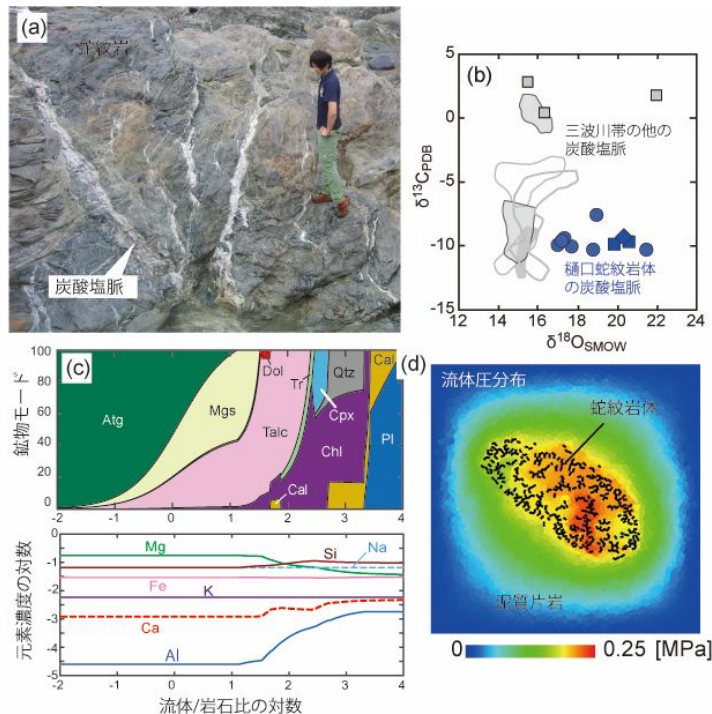


図2 三波川変成帯の炭酸塩化した蛇紋岩体の解析 (Okamoto et al., 2021 一部修正)。(a) 蛇紋岩に発達した炭酸塩脈の露頭写真。(b) 炭酸塩の炭素、酸素の安定同位体組成。(c) 炭酸塩化の地化学計算。岩石-流体比に伴った鉱物モードの変化(上)と溶液中の元素濃度の変化(下)。(d) 炭酸塩化による破壊現象の離散要素法のモデリング。

このような反応システムを理解するために、地化学モデリングを行った（図 2c）。その結果、炭酸塩化に伴って脱水が起こること、また興味深いことに、固体の体積は減少し、一方で流体を含めたトータルの体積は増加する、すなわち、流体圧システムに対して、これまでに開発してきた離散要素法を元素の拡散も入れる形で改良してシミュレーションを行った結果、体積収縮によって亀裂が蛇紋岩体の内側に進展し、炭酸塩化が自己加速的に進行することを明らかにした（図 2d）。このようなプロセスは、マントルウェッジでの CO<sub>2</sub> 固定、H<sub>2</sub>O 流体発生プロセスを支配している可能性があり、スロー地震にも関係している可能性がある。本成果については、Communications Earth and Environment 誌に掲載され、大きな注目を集めた (Okamoto et al., 2021)。

### (3) 玄武岩の水熱反応実験

変成岩を人工的に生成し、そのプロセスや組織形成と流体組成の影響を明らかにするために、400 °C, 40 MPa での流通式水熱反応実験を行った。出発物質としてはアイスランド産の玄武岩を用いて、溶液としては、蒸留水、無水石膏を沈澱させた人工海水、NaCl (3wt%) 水溶液、NaCl (3wt%) - MgCl<sub>2</sub> (0.3wt%) 水溶液を用いた。蒸留水を用いた実験では、玄武岩に含まれるガラスと斜長石から Na の溶脱が起こり、上流では Ca ざくろ石、また流路全体の斜長石に置いて灰長石が生成した（図 3a）。NaCl 溶液でも同様であった。一方、人工海水や NaCl-MgCl<sub>2</sub> 水溶液の実験では、長石や輝石を置換しながら大量の緑泥石が析出した（図 3b）。蒸留水と NaCl 溶液では pH が上昇するのに対して、MgCl<sub>2</sub> を入れた系では pH が酸性側にシフト

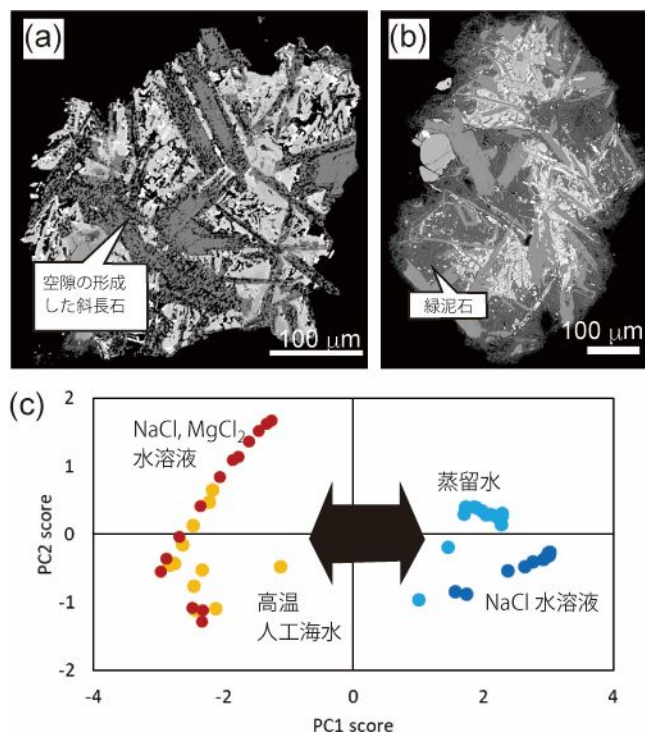


図3 玄武岩の流通式水熱反応実験の結果。(a) 蒸留水を流通させた実験後の玄武岩の電子顕微鏡写真。溶解した斜長石に空隙が形成。(b) 高温の人工海水（無水石膏の析出後）を流通させた実験後の玄武岩の電子顕微鏡写真。緑泥石が生成。(c) 溶液組成の主成分分析。Mgの有無が特徴を大きく変化させる。

蒸留水と NaCl 溶液では pH が上昇するのに対して、MgCl<sub>2</sub> を入れた系では pH が酸性側にシフト

することがわかった。この大きな溶液の違いは主成分分析の結果などにおいても示される(図3c)。すなわち、海洋底の熱水変質・変成作用を支配しているのはNaClなどではなく、Mgであることを示している。同様に、沈み込み帯においても、岩石-流体相互作用によってpHが変化し、それが錯体の安定性を変化させて、元素の移動度を大きく変化させると考えられる。

(4) 一連の本研究を通じて、変成岩組織の形成過程と、流体組成や元素の移動、また体積変化や破壊現象を結びつけて反応プロセスの理解を進めることができた。

#### 引用文献

- Kodaira, S., Iidaka, T., Kato, A., Park, J-O., Iwasaki, T., Kaneda, Y. (2004) High pore fluid pressure may cause silent slip in the Nankai Trough. *Science*, 304, 1295-1298.
- Hacker, BR, Peacock, SM, Abers, GA, Holloway, SD (2003) Subduction tectonics 2. Are intermediate-depth earthquakes in subducting slabs linked to metamorphic dehydration reactions? *Journal of Geophysical Research*, 108, B1, 2030, doi:10.1029/2001JB001129.
- Okamoto, A., Oyanagi, R., Yoshida, K., Uno, M., Shimizu, H., Satish-Kumar, M., 2021. Rupture of wet mantle by self-promoting carbonation. *Communications earth & environment*, 2, 151. doi.org/10.1038/s43247-021-00224-5

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計31件（うち査読付論文 29件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Dandar, O., Okamoto, A., Uno M., Oyanagi, R., Nagaya, T., Brenjargal, U., Miyamoto, T., Tsuchiya, N.	4. 巻 174
2. 論文標題 Formation of secondary olivine after orthopyroxene during hydration of mantle wedge: Evidence from the Khantashir Ophiolite, western Mongolia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Contributions to Mineralogy and Petrology	6. 最初と最後の頁 no. 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00410-019-1623-1	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 Wang Jiajie, Watanabe Noriaki, Okamoto Atsushi, Nakamura Kengo, Komai Takeshi	4. 巻 44
2. 論文標題 Pyroxene control of H <sub>2</sub> production and carbon storage during water-peridotite-CO <sub>2</sub> hydrothermal reactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Hydrogen Energy	6. 最初と最後の頁 26835 ~ 26847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijhydene.2019.08.161	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 Kyosuke, Asanuma Hiroshi, Ishibashi Takuya, Yamaya Yusuke, Saishu Hanae, Yanagisawa Norio, Mogi Toru, Tsuchiya Noriyoshi, Okamoto Atsushi, Naganawa Shigemi, Ogawa Yasuo, Ishitsuka Kazuya, Fujimitsu Yasuhiro, Kitamura Keigo, Kajiwaru Tatsuya, Horimoto Seiki, Shimada Kuniaki	4. 巻 82
2. 論文標題 Geological and engineering features of developing ultra-high-temperature geothermal systems in the world	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geothermics	6. 最初と最後の頁 267 ~ 281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geothermics.2019.07.002	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 Wang Jiajie, Watanabe Noriaki, Okamoto Atsushi, Nakamura Kengo, Komai Takeshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Enhanced hydrogen production with carbon storage by olivine alteration in CO <sub>2</sub> -rich hydrothermal environments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of CO <sub>2</sub> Utilization	6. 最初と最後の頁 205 ~ 213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcou.2019.02.008	査読の有無 無
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 Wang Jiajie, Watanabe Noriaki, Okamoto Atsushi, Nakamura Kengo, Komai Takeshi	4. 巻 44
2. 論文標題 Acceleration of hydrogen production during water-olivine-CO2 reactions via high-temperature-facilitated Fe(II) release	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Hydrogen Energy	6. 最初と最後の頁 11514 ~ 11524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijhydene.2019.03.119	査読の有無 無
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 Amagai Takashi, Okamoto Atsushi, Niibe Takamasa, Hirano Nobuo, Motomiya Kenichi, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Silica nanoparticles produced by explosive flash vaporization during earthquakes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 no. 9738
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-46320-7	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 Atsushi, Fuse Kazumasa, Shimizu Hiroyuki, Ito Takatoshi	4. 巻 774
2. 論文標題 Impact of fluid pressure on failure mode in shear zones: Numerical simulation of en-echelon tensile fracturing and transition to shear	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 228277 ~ 228277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tecto.2019.228277	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 Nagaya Takayoshi, Okamoto Atsushi, Oyanagi Ryosuke, Suto Yusuke, Miyake Akira, Uno Masaoki, Muto Jun, Wallis R Simon	4. 巻 105
2. 論文標題 Talc CPO determined by improved EBSD procedure for sheet silicates: Implications for anisotropy at the slab?mantle interface due to Si-metasomatism	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2020-7006	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 Ueki Kenta, Kuwatani Tatsu, Okamoto Atsushi, Akaho Shotaro, Iwamori Hikaru	4. 巻 300
2. 論文標題 Thermodynamic modeling of hydrous-melt?olivine equilibrium using exhaustive variable selection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics of the Earth and Planetary Interiors	6. 最初と最後の頁 106430 ~ 106430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pepi.2020.106430	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 Wang Jiajie, Watanabe Noriaki, Okamoto Atsushi, Nakamura Kengo, Komai Takeshi	4. 巻 in press
2. 論文標題 Characteristics of hydrogen production with carbon storage by CO2-rich hydrothermal alteration of olivine in the presence of Mg?Al spinel	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Hydrogen Energy	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijhydene.2020.03.032	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 Oyanagi Ryosuke, Okamoto Atsushi, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 270
2. 論文標題 Silica controls on hydration kinetics during serpentinization of olivine: Insights from hydrothermal experiments and a reactive transport model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 21 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2019.11.017	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 Oyanagi Ryosuke, Okamoto Atsushi, Harigane Yumiko, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 59
2. 論文標題 Al-Zoning of Serpentine Aggregates in Mesh Texture Induced by Metasomatic Replacement Reactions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Petrology	6. 最初と最後の頁 613 ~ 634
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/petrology/egy039	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 Kuwatani Tatsu, Nagao Hiromichi, Ito Shin-ichi, Okamoto Atsushi, Yoshida Kenta, Okudaira Takamoto	4. 巻 98
2. 論文標題 Recovering the past history of natural recording media by Bayesian inversion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review E	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) 10.1103/PhysRevE.98.043311	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 Masuda Toshiaki, Omori Yasutomo, Sakurai Ryoko, Miyake Tomoya, Yamanouchi Mirai, Harigane Yumiko, Okamoto Atsushi, Michibayashi Katsuyoshi	4. 巻 117
2. 論文標題 Loop energy: A useful indicator of the hardness of minerals from depth-sensing indentation tests	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Structural Geology	6. 最初と最後の頁 96 ~ 104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsg.2018.09.004	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 Oyanagi Ryosuke, Okamoto Atsushi, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 8
2. 論文標題 Multiple Kinetic Parameterization in a Reactive Transport Model Using the Exchange Monte Carlo Method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 579 ~ 579
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min8120579	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 Dandar Otgonbayar, Okamoto Atsushi, Uno Masaoki, Batsaikhan Undarmaa, Ulziiburen Burenjargal, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Drone brings new advance of geological mapping in Mongolia: Opportunities and challenges	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mongolian Geoscientist	6. 最初と最後の頁 53 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5564/mgs.v0i47.1063	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 Wang Jiajie, Watanabe Noriaki, Okamoto Atsushi, Nakamura Kengo, Komai Takeshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Enhanced hydrogen production with carbon storage by olivine alteration in CO2-rich hydrothermal environments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of CO2 Utilization	6. 最初と最後の頁 205 ~ 213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcou.2019.02.008	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 Wang Jiajie, Watanabe Noriaki, Okamoto Atsushi, Nakamura Kengo, Komai Takeshi	4. 巻 44
2. 論文標題 Acceleration of hydrogen production during water-olivine-CO2 reactions via high-temperature-facilitated Fe(II) release	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Hydrogen Energy	6. 最初と最後の頁 11514-11524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijhydene.2019.03.119	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 Uno, M., Okamoto, A., Tsuchiya, N.	4. 巻 84-285
2. 論文標題 Excess water generation during reaction-inducing intrusion of granitic melts into ultramafic rocks at crustal P-T conditions in the Sor Rondane Mountains of East Antarctica	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Lithos	6. 最初と最後の頁 625-641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.lithos.2017.04.016	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, A., Shimizu, H., Fukuda, J., Muto, J., Okudaira, T.	4. 巻 182
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/s0041	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 岡本 敦, 桑谷 立	4. 巻 123
2. 論文標題 変成岩組織と鉱物組成累帯構造からの情報抽出	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 733-745
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2017.0034	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 Saishu, H., Okamoto, A., Otsubo, M.	4. 巻 7
2. 論文標題 Silica precipitation potentially controls earthquake recurrence in seismogenic zones	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-13597-5	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 Okamoto, A., Tanaka, H., Watanabe, N., Saishu, H., Tsuchiya, N.	4. 巻 44
2. 論文標題 Fluid pocket generation in response to heterogeneous reactivity of a rock fracture under hydrothermal conditions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 10306-10315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL075476	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 Atsushi, Ishii Hajime, Oyanagi Ryosuke, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 94
2. 論文標題 Albite?K-feldspar?quartz equilibria in hydrothermal fluids at 400, 420 °C and 20?35 MPa: Experimental measurements and thermodynamic calculations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geothermics	6. 最初と最後の頁 102109 ~ 102109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geothermics.2021.102109	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 DANDAR Otgonbayar, OKAMOTO Atsushi, UNO Masaoki, TSUCHIYA Noriyoshi	4. 巻 116
2. 論文標題 Redistribution of magnetite during multi-stage serpentinization: Evidence from the Taishir Massif, Khantaishir ophiolite, western Mongolia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 176 ~ 181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.201130a	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 Atsushi, Oyanagi Ryosuke, Yoshida Kazuki, Uno Masaoki, Shimizu Hiroyuki, Satish-Kumar Madhusoodhan	4. 巻 2
2. 論文標題 Rupture of wet mantle wedge by self-promoting carbonation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Earth & Environment	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) 10.1038/s43247-021-00224-5	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 Busch Benjamin, Okamoto Atsushi, Garbev Krassimir, Hilgers Christoph	4. 巻 153
2. 論文標題 Experimental fracture sealing in reservoir sandstones and its relation to rock texture	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Structural Geology	6. 最初と最後の頁 104447 ~ 104447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsg.2021.104447	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 Kameda J., Okamoto A.	4. 巻 -
2. 論文標題 Generation of oxidising fluids by comminution of fault rocks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geochemical Perspectives Letters	6. 最初と最後の頁 32 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7185/geochemlet.2131	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 Ken-ichi, Nagata Yurina, Kataoka Kengo, Oyanagi Ryosuke, Okamoto Atsushi, Michibayashi Katsuyoshi	4. 巻 576
2. 論文標題 Cataclastic and crystal-plastic deformation in shallow mantle-wedge serpentinite controlled by cyclic changes in pore fluid pressures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 117232 ~ 117232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2021.117232	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 Uno Masaaki, Koyanagawa Kodai, Kasahara Hisamu, Okamoto Atsushi, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 119
2. 論文標題 Volatile-consuming reactions fracture rocks and self-accelerate fluid flow in the lithosphere	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	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) 10.1073/pnas.2110776118	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 Bayarbold Manzshir, Okamoto Atsushi, Dandar Otgonbayar, Uno Masaaki, Tsuchiya Noriyoshi	4. 巻 229
2. 論文標題 Continental arc-derived eclogite in the Zavkhan Terrane, western Mongolia: Implications for the suture zone in the northern part of the Central Asian Orogenic Belt	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 105150 ~ 105150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jseaes.2022.105150	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 -

〔学会発表〕 計125件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 29件)

1. 発表者名 Atsushi Okamoto
2. 発表標題 Formation of silica particles from supercritical fluids and its impacts on the hydrological properties in the crust
3. 学会等名 European Geoscience Union (EGU) General Assembly 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Wang, N. Watanabe, A. Okamoto, K. Nakamura, T. Komai
2. 発表標題 NaHCO <sub>3</sub> -promoted H <sub>2</sub> Production during Water-Olivine Reactions under High-temperature conditions
3. 学会等名 17th International Conference on Carbon Dioxide Utilization,
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Wang, N. Watanabe, A. Okamoto, K. Nakamura, T. Komai
2. 発表標題 Pyroxene control of peridotite alteration pathways and kinetics under CO <sub>2</sub> -rich hydrothermal conditions
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Hydration and Ca-metasomatism in Mantle Wedge: An evidence from the Alag Khadny Accretionary Wedge, Western Mongolia
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本 敦, 大柳 良介, 吉田 一貴, サティシュ クマール, 宇野 正起
2. 発表標題 Hydration and development of fracture network within oceanic lower crust: an evidence from CM1A of Oman Drilling
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇野 正起, 笠原 久夢, 岡本 敦, 土屋 範芳
2. 発表標題 反応誘起応力による地殻応力発生と浸透率発展: MgO-H <sub>2</sub> O系での測定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田 一貴, 清水 浩之, 土屋 範芳, 岡本 敦, Oman Drilling Project Phase 2 Science Party
2. 発表標題 層状はんれい岩の加水反応に起因したき裂形成に関する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 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠原久夢, 宇野正起, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 Development of reaction-induced stress and permeability in MgO-H <sub>2</sub> O system
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 根津勇介, 岡本敦, 平野伸夫, 宇野正起, 土屋範芳
2. 発表標題 Evolution of fluid chemistry during basalt-water and basalt-seawater interactions revealed by hydrothermal flow-through experiments
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Nurdiana, A. Okamoto, M. Uno, K. Yoshida, N. Tsuchiya
2. 発表標題 Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Diana Mindaleva, Masaaki Uno, Fumiko Higashino, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Short fluid infiltration events in the low permeable metamorphic rocks triggered by crustal fracturing at amphibolite-granulite facies conditions
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ゲリアグロリ, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 Transport and Explosive Event of Supercritical Geofluid Revealed by Poprhyry Copper Deposit
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平野 伸夫, 大島 悠太, 岡本 敦, 土屋 範芳
2. 発表標題 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本敦, 石井肇, 大柳良介, 土屋範芳
2. 発表標題 超臨界岩石 水相互作用のための溶存種の熱力学データ: 溶解実験と密度を用いた外挿
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Geri Agroli, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Transport and Explosive Event of Supercritical Geofluid Revealed by Poprhyry Copper Deposit
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Diana Mindaleva, Masaoki Uno, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 CRUSTAL PERMEABILITY REVEALED BY METAMORPHIC PROCESSES AND RAPID INFILTRATION OF GEOFLUIDS
3. 学会等名 Geothermal Volcanology Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠原久夢, 宇野正起, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 MgO - H <sub>2</sub> O 系 における反応誘起破壊と透水率の時間発展
3. 学会等名 日本鉱物科学会 (JAMS) 2019年年会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 根津勇介, 岡本敦, 平野伸夫, 宇野正起, 土屋範芳
2. 発表標題 超臨界流通式水熱実験による玄武岩 - 海水系における元素の選択的溶脱に伴う変質過程
3. 学会等名 日本鉱物科学会 (JAMS) 2019年年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Diana Mindaleva, Masaaki Uno, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Geological evidences of short fluid activity at crustal P-T conditions in the low permeable metamorphic rocks triggered by crustal fracturing
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow Earthquakes
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田一貫, 清水浩之, 岡本 敦, 土屋範芳
2. 発表標題 海洋リソスフェアの蛇紋岩化作用に伴うき裂ネットワーク: 数値モデリングと特徴量抽出
3. 学会等名 日本地質学会 (JGS) 第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新部貴理, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 断層面におけるシリカ粒子の形成と運搬による流体圧変動に関する実験的検討
3. 学会等名 日本地質学会 (JGS) 第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本 敦, 大柳 良介, 吉田 一貴, サティシュ クマール, 宇野 正起
2. 発表標題 蛇紋岩体中のドロマイト-滑石脈の形成と泥質片岩境界との反応帯: 三波川帯関東山地長瀬の例
3. 学会等名 日本地質学会 (JGS) 第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永治 方敬, 岡本 敦, 木戸 正紀, 武藤 潤, ウォリス サイモン
2. 発表標題 沈み込み帯マントルウェッジにおける分布不均一なブルース石のアンチゴライトとの脱水分解過程における空隙ネットワークの発生と発達
3. 学会等名 日本地質学会 (JGS) 第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Diana Mindaleva, Masaoki Uno, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Crustal permeability and timescales estimated from metamorphic fluid-rock reaction zones.
3. 学会等名 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Geri Agroli, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Indication of fluid injection by overpressurized-supercritical fluid revealed in the porphyry copper system
3. 学会等名 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石井肇, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 超臨界条件への溶存種の熱力学データの拡張と実験的検証
3. 学会等名 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本 敦, 新部貴理, 天谷宇志, 平野伸夫, 土屋範芳
2. 発表標題 超臨界地熱流体のフラッシングによるシリカナノ粒子の形成
3. 学会等名 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田一貴, 岡本敦, 清水浩之, 土屋範芳
2. 発表標題 オマーンオフィオライトの層状斑れい岩の加水反応とき裂形成シミュレーション
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所共同研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuki Yoshida, Atsushi Okamoto, Ryosuke Oyanagi, Hiroyuki Shimizu, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Formation of fracture network and permeability enhancement during olivine hydration within oceanic lower crust
3. 学会等名 International Conference on Ophiolites and the Oceanic Lithosphere
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Atsushi Okamoto, Toshiaki Omori, Masao Kimura, Katsuyoshi Michibayashi Oman Drilling Project Phase 2 Science Party
2. 発表標題 Super-resolution of X-ray CT images of rock core samples by sparse representation : methodology and applications to serpetinized peridotite from CM1A
3. 学会等名 International Conference on Ophiolites and the Oceanic Lithosphere
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松村 太郎次郎, 岡本 敦, 増田 俊明
2. 発表標題 マイクロブーディン応力計を用いた方位別岩石応力解析による主偏差応力の推定
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Kengo Nakamura, Atsushi Okamoto, Takeshi Komai
2. 発表標題 CO2リッチ水熱環境における橄欖石の加速風化を用いた水素生成と炭素固定
3. 学会等名 日本地熱学会平成30年学術講演会（東京大会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮澤美幸, 鈴木杏奈, 岡本敦, 清水浩之, 大林一平, 平岡裕章, 伊藤高敏
2. 発表標題 数値シミュレーションと組み合わせた構造解析による蛇紋岩の形成メカニズム推定
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会（2018つくば特別大会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木杏奈, 宮澤美幸, 岡本敦, 清水浩之, 平岡裕章, 大林一平, 伊藤高敏
2. 発表標題 パーシステントホモロジーを用いた岩石き裂構造解析
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 新部 貴理, 岡本 敦, 天谷 宇志, 土屋 範芳
2. 発表標題 アモルファスシリカの亜臨界・超臨界環境における相変化の速度論的検討
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 斎藤 耕平・渡邊 則昭・岡本 敦・土屋 範芳・駒井 武・石橋 琢也・最首 花恵・渡邊 教弘
2. 発表標題 高温延性花崗岩き裂における圧力溶解・自由表面溶解による透水性変化
3. 学会等名 日本地熱学会 平成30年東京大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 斎藤 耕平, 渡邊 則昭, 岡本 敦, 土屋 範芳, 駒井 武, 石橋 琢也, 最首 花恵
2. 発表標題 超臨界地熱環境下における水-岩石反応にともなう花崗岩き裂の透水性変化
3. 学会等名 資源素材学会東北支部 平成30年度春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大柳 良介、岡本 敦、土屋 範芳
2. 発表標題 交換モンテカルロ法を用いた蛇紋岩化作用におけるSi交代作用メカニズムの解明
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 Diana Mindaleva、Masaoki Uno、Fumiko Higashino、Takayoshi Nagaya、Ryosuke Oyanagi、Atsushi Okamoto、Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Time scales of Cl-bearing fluid infiltration and permeability estimated by reactive transport modelling for granulite/amphibolite-hosted reaction zones, So; r Rondane Mountains, East Antarctica
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 大柳 良介、岡本 敦、土屋 範芳
2. 発表標題 海洋底蛇紋岩作用におけるSi交代作用の律速過程
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永治 方敬、岡本 敦、大柳 良介、瀬戸雄介、三宅亮、宇野正起、武藤潤、ウォリス サイモン
2. 発表標題 沈み込み帯スラブマントル境界における強い $\text{CaO}$ の形成
3. 学会等名 変成岩などシンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本 敦、根津 勇介、天谷 宇志、土屋 範芳
2. 発表標題 地熱地帯の超臨界条件下の岩石 - 水相互作用と熱水变成作用の理解に向けて
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会（口頭）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本 敦、天谷 宇志、大柳 良介、Astin Nurdiana, 土屋 範芳
2. 発表標題 超臨界条件の岩石 水相互作用と斜長石の溶解・析出
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会（2018つくば特別大会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本 敦、大柳 良介、天谷 宇志、Astin Nurdiana, 土屋 範芳
2. 発表標題 超臨界条件の水 岩石相互作用の理解のための熱力学データ構築の試み
3. 学会等名 日本地熱学会 平成30年東京大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本 敦
2. 発表標題 シリカ粒子と流体圧振動
3. 学会等名 变成岩などシンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Ca-metasomatism of the Mantle: an example from the Khantaishir ophiolite in the chandman area, western Mongolia
3. 学会等名 Japan Association of mineralogical Science (JAMS) meeting 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Takayoshi Nagaya, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Crystal Preferred Orientation of Secondary Olivine Formed after Orthopyroxene in Mantle Wedge during Serpentinization from the Khantaishir Ophiolite, Western Mongolia
3. 学会等名 Japan Geoscience Union (JpGU) meeting 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Mantle Wedge Metasomatic Hydration; Evidence from the Khantaishir Ophiolite, Western Mongolia
3. 学会等名 Japan Geoscience Union (JpGU) meeting 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Nurdiana, A. Okamoto, M. Uno, N. Tsuchiya
2. 発表標題 Fluids transport and High temperature metamorphism related to Granitic Pegmatite Complex in Kinka-san Island, NE Japan
3. 学会等名 Japan Geoscience Union (JpGU) meeting 2018
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 A. Nurdiana, A. Okamoto, M. Uno, N. Tsuchiya
2. 発表標題 Fluids transport and magma-driven metamorphism related to Granitic Pegmatite Complex in Kinka-san Island, NE Japan Earth
3. 学会等名 Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Nurdiana, A. Okamoto, M. Uno, N. Tsuchiya
2. 発表標題 Pore throat network by feldspar replacement with potassium-rich fluids on the top of granitic magma during supercritical fluid processes
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 根津勇介、岡本敦、平野伸夫、宇野正起、土屋範芳
2. 発表標題 超臨界における玄武岩の熱水変成反応プロセスと物質移動
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠原 久夢, 宇野 正起, 岡本 敦, 土屋 範芳
2. 発表標題 吸水反応における反応誘起応力の反応速度・変形速度依存性: MgO- H <sub>2</sub> O系における実験的研究
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉沢 直樹, 東野 文子, 宇野 正起, 岡本 敦, 土屋 範芳
2. 発表標題 350-450 水熱反応によるアパタイト中のハロゲン置換反応実験
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ミンダリョワ ディアナ, 宇野 正起, 東野 文子, 岡本 敦, 土屋 範芳, 東南極セールロンダーネ山地
2. 発表標題 グラニュライト・角閃岩相反応帯における多元微量元素解析による含Cl流体の浸透の時間スケール
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天谷 宇志, 岡本 敦, 平野 伸夫, 最首 花恵, 土屋 範芳
2. 発表標題 Silica precipitation and formation of mineralized vein induced by flash vaporization of sub- to supercritical fluids
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 根津 勇介, 岡本 敦, 宇野 正起, 平野 伸夫, 大柳 良介, 土屋 範芳
2. 発表標題 玄武岩-水系における熱水変成作用によるザクロ石の合成
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 宇野 正起、笠原 久夢、岡本 敦、土屋 範芳
2. 発表標題 吸水反応による反応誘起応力の温度依存性とその支配プロセス：MgO-H <sub>2</sub> O系からの制約
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 Diana Mindaleva, Masaoki Uno, Fumiko Higashino, Takayoshi Nagaya, Ryosuke Oyanagi, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Time scales of Cl-bearing fluid infiltration and permeability estimated by reactive transport modelling for granulite/amphibolite-hosted reaction zones, Sor Rondane Mountains, East Antarctica
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 Jiajie Wang, Kengo Nakamura, Noriaki Watanabe, Atsushi Okamoto, Takeshi Komai
2. 発表標題 NaHCO <sub>3</sub> -promoted olivine weathering with H <sub>2</sub> generation and CO <sub>2</sub> sequestration in alkaline hydrothermal system
3. 学会等名 9th International Conference on Future Environment and Energy (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Miyazawa, A. Suzuki, A. Okamoto, H. Shimizu, I. Obayashi, and T. Ito
2. 発表標題 Analysis of rock fracture pattern and fluid flow by persistent homology
3. 学会等名 The 15th International Conference of Flow Dynamics, Sendai (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 A. Suzuki, M. Miyazawa, A. Okamoto, H. Shimizu, Y. Hiraoka, I. Obayashi, and T. Ito
2 . 発表標題 Application of persistent homology to fracture characterization
3 . 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting, Honolulu ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Takamasa Niibe, Atsushi Okamoto, Takashi Amagai, Noriyoshi Tsuchiya
2 . 発表標題 Comparing silica precipitation via flash vaporization and fluid flow under sub- and supercritical conditions
3 . 学会等名 16th International Symposium on Water Dynamics ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Koki Hattori, Noriaki Watanabe, Atsushi Okamoto, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Tetsuya Tamagawa
2 . 発表標題 Experimental Investigation on Changes in Mechanical Properties of Volcanic Sandstones Under CO <sub>2</sub> Geological Storage Conditions
3 . 学会等名 10th Asian Rock Mechanics Symposium, 29 October to 03 November, 2018, Singapore ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Oyanagi, R., A. Okamoto, and N. Tsuchiya
2 . 発表標題 Hydrothermal experiments on olivine-quartz-seawater system at 300 ° C: implication for the progress of silica-metasomatism during serpentinization at the crust-mantle boundary in the oceanic lithosphere.
3 . 学会等名 American Geophysics Union Fall Meeting Abstracts. 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名	Gretchen L. Fruh-Green, Marta Grabowska, Ryosuke Oyanagi, Kosuke Kimura, Frieder Klein, Atsushi Okamoto, Tomoaki Morishita, Nehal Warsi, Akihiro Tamura, Damon A. H. Teagle, Eichi Takazawa, Jude Ann Coogan, Peter B. Kelemen, Jurg M. Matter and the OmanDP Phase 2 Science Party
2. 発表標題	Hydrothermal Alteration of the Crust-Mantle Transition and Upper Mantle in the Samail Ophiolite: Insights from Holes CM1A and CM2B of the Oman Drilling Project
3. 学会等名	American Geophysics Union Fall Meeting Abstracts. 2018 (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Atsushi Okamoto
2. 発表標題	Hydrothermal experiments on supercritical water-rock interaction: thermodynamic data and silica
3. 学会等名	16th international symposium on Water Dynamics, March 12, Sendai (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題	Formation of secondary olivine after orthopyroxene induced by highly oxidizing fluid in the mantle wedge: An evidence from the Khantaishir Ophiolite, western Mongolia, JSPS-DST Japan-India Forum for Advanced Study
3. 学会等名	JSPS-DST Japan-India Forum for Advanced Study (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題	Formation of Pseudomorphs after Orthopyroxene during serpentinization and Ca-metasomatism of mantle wedge (the Alag Khadny accretionary wedge, the Chandman area, western Mongolia)
3. 学会等名	16th International Workshop on Water Dynamics (国際学会)
4. 発表年	2019年

1 . 発表者名 A. Nurdiana, A. Okamoto, M. Uno, N. Tsuchiya
2 . 発表標題 Pore network of feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion,
3 . 学会等名 16th International Workshop on Water Dynamics ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Nurdiana, A. Okamoto, M. Uno, N. Tsuchiya
2 . 発表標題 Pore network of feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion
3 . 学会等名 JSPS-DST Japan-India Forum for Advanced Study ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Jiajie Wang, Kengo Nakamura, Noriaki Watanabe, Atsushi Okamoto, Takeshi Komai
2 . 発表標題 Simultaneous H <sub>2</sub> production with carbon storage by enhanced olivine weathering in laboratory-scale: An investigation of CO <sub>2</sub> effect
3 . 学会等名 The Second International Conference on Materials Chemistry and Environmental Protection ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Atsushi Okamoto, Takashi Amagai, Nobuo Hirano, Hanae Saishu, Noriyoshi Tsuchiy
2 . 発表標題 Silica nanoparticles produced by flash vaporization and their rapid diagenesis in hydrothermal fluids
3 . 学会等名 European Geoscience Union 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsushi Okamoto
2. 発表標題 Some unsolved problems on supercritical water-rock interaction
3. 学会等名 15th International Workshop on WATER DYNAMICS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryosuke Oyanagi, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Model selection on chemical kinetics during water-rock interaction using exchange Monte Carlo method
3. 学会等名 International Meeting on "High-Dimensional Data-Driven Science" (HD3-2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Simon Wallis, Takayoshi Nagaya, Atsushi Okamoto, Seiichiro Uehara, Katsuyoshi Michibayashi, Aya Nishii
2. 発表標題 Grain boundary sliding as an antigorite CPO formation mechanism
3. 学会等名 Joint Workshop on Slow Earthquakes
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miyuki Miyazawa, Anna Suzuki, Hiroyuki Shimizu, Atsushi Okamoto, Yasuaki Hiraoka, Ippei Obayashi, Takashi Tsuji, Takatoshi Ito
2. 発表標題 Fracture network created by 3D printer and its validation using CT images
3. 学会等名 2017 AGU Fall Meeting, New Orleans (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Anna Suzuki, Miyuki Miyazawa, Atsushi Okamoto, Hiroyuki Shimizu, Yasuaki Hiraoka, Ippei Obayashi, Takatoshi Ito
2. 発表標題 Applications of Persistent Homology to Fracture Characterization
3. 学会等名 AOGS 15th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本 敦・田中 寛人・渡邊 則昭
2. 発表標題 花崗岩亀裂におけるシリカの溶解・析出と深部地熱貯留層の間隙変化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡本 敦
2. 発表標題 シリカ析出と流体流動 石英とアモルファスと鉱物脈
3. 学会等名 日本地質学会第 124 年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 アイスランド IDDP-2 サイトの地質学的特徴
3. 学会等名 日本地熱学会
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 岡本 敦・田中 寛人・渡邊 則昭・最首 花恵・土屋 範芳
2. 発表標題 水熱条件下の花崗岩亀裂の不均質な反応性に起因した流体だまりの形成
3. 学会等名 日本地熱学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡本敦, 大柳良介, 針金由美子, 土屋範芳
2. 発表標題 海洋底の蛇紋岩化に伴う物質移動とメッシュ組織
3. 学会等名 Inter-Ridge-Japan 研究集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大柳良介, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 Unraveling the oceanic serpentinization reaction from aluminum-zoning in mesh textures
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大柳良介, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 交換モンテカルロ法によるかんらん石の熱水変質速度の最適化
3. 学会等名 日本鉱物科学会 2017年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永治 方敬, 岡本 敦, 木戸 正紀, 武藤 潤, ウォリス サイモン, 宇野 正起, 大柳 良介
2. 発表標題 実験前後での微細組織の直接的な比較観察 ~ブルース石+アンチゴライト かんらん石の脱水分解反応~
3. 学会等名 日本地質学会第 124 年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Takayoshi Nagaya, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Mass Transfer during Formation of Secondary Olivine within Subduction Zone: Example from the Khantaishir Ophiolite, Western Mongolia
3. 学会等名 日本地質学会第 124 年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木 杏奈, 宮澤 美幸, 岡本 敦, 清水 浩之, 平岡 裕章, 大林 一平, 伊藤 高敏
2. 発表標題 パーシステントホモロジーを用いた岩石き裂構造解析
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 岡本敦、根津祐介、天谷宇志、土屋範芳
2. 発表標題 地熱地帯の超臨界条件下の岩石 - 水相互作用と熱水変成作用の理解に向けて
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 岡本敦、桑谷 立、土屋範芳
2. 発表標題 岩石 - 水反応の理解に向けた水熱実験とデータ駆動型アプローチ
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 布施和正、岡本敦、伊藤高敏、清水博之
2. 発表標題 個別要素法シミュレーションによるせん断帯き裂構造に及ぼす応力状態の影響の解析
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 Otgonbayar DANDAR, Atsushi OKAMOTO, Masaaki UNO, Noriyoshi TSUCHIYA
2. 発表標題 Mantle Wedge Metasomatic Hydration: Evidence from the Khantaishir Ophiolite, Western Mongolia
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 Atsushi Okamoto, Tatsu Kuwatani, Kenta Ueki, Toshiaki Omori, Koji Hukushima
2. 発表標題 Optimization of non-ideal parameters of amphibole solid solution using exchange Monte Carlo Method
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Astin Nurdiana, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno and Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Release and transport of supercritical fluids from intrusive body: an example of granitic pegmatite dike in Kinkasan Island, NE Japan
3. 学会等名 日本地熱学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永治 方敬, ウォリス サイモン, 岡本 敦, 上原 誠一郎, 道林 克禎, 西井 彩
2. 発表標題 浅部ウェッジマントルにおけるアンチゴライト CPO 形成メカニズム ~ 四国中央部三波川変成帯 別子・白髪山地域の例 ~
3. 学会等名 日本地質学会第 124 年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永治 方敬, 岡本 敦, ウォリス サイモン, 大柳 良介, 武藤 潤, 宇野 正起
2. 発表標題 沈み込み帯プレート境界におけるSi流体交代作用によるTalc CPOの形成
3. 学会等名 日本鉱物科学会 2017年年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Metamorphic Olivine Formed after Orthopyroxene in Mantle Wedge during Serpentinization from the Khantaishir Ophiolite, West Mongolia
3. 学会等名 Japan Geoscience Union (JpGU) and American Geophysical Union (AGU) joint meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nurdiana, A. Okamoto, A., Uno, M., Tsuchiya, N.
2. 発表標題 Fluids transport and High temperature metamorphism related to Granitic Pegmatite Complex in Kinka-san Island, NE Japan
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 Otgonbayar DANDAR, Atsushi OKAMOTO, Takayoshi NAGAYA, Masaaki UNO, Noriyoshi TSUCHIYA
2. 発表標題 Crystal Preferred Orientation of Secondary Olivine Formed after Orthopyroxene in Mantle Wedge during Serpentinization from the Khantaishir Ophiolite, Western Mongolia
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 宇野正起, 笠原久夢, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 吸水反応による反応誘起応力の温度依存性とその支配プロセス: MgO-H <sub>2</sub> O系からの制約
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 笠原久夢, 宇野正起, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 MgO-H <sub>2</sub> O系における反応誘起応力の直接測定
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	Diana Mindaleva, Masaaki Uno, Fumiko Higashino, Takayoshi Nagaya, Ryosuke Oyanagi, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題	Time scales of Cl-bearing fluid infiltration and permeability estimated by reactive transport modelling for granulite/amphibolite-hosted reaction zones, Sor Rondane Mountains, East Antarctica
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	Diana Mindaleva, Masaaki Uno, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題	Multiply hydration events of pyroxenite and amphibolite in the middle crustal conditions, Sor Rondane Mountains, East Antarctica
3. 学会等名	日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	宇野正起, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題	岩石-水反応に伴う反応誘起応力・歪の支配要因とそのモデル化: CaSO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O系における実験的研究
3. 学会等名	日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Diana Mindaleva, Masaaki Uno, Atsushi Okamoto, Takayoshi Nagaya, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題	Investigation of Mass Transport and Reactive Mechanism by Cl Bearing Fluid Infiltration during Multiple Hydration Events, Sor Rondane Mountains, East Antarctica.
3. 学会等名	第8回極域科学シンポジウム
4. 発表年	2017年

1. 発表者名 渡邊 則昭, 沼倉 達矢, 坂口 清敏, 最首 花恵, 岡本 敦, Steven E. Ingebritsen, 土屋 範芳
2. 発表標題 延性地殻における透水性と超臨界地熱資源の形成可能性
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斎藤 耕平, 渡邊 則昭, 岡本 敦
2. 発表標題 高温き裂性花崗岩の弾性および塑性条件下における水 - 岩石反応にともなう透水性変化
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kohei Saito, Noriaki Watanabe, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya, Takuya Ishibashi, Hanae Saishu
2. 発表標題 Pressure solution and permeability evolution in fractured granite at elastic and plastic deformation regimes
3. 学会等名 Geothermal Resources Council 2017 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Atsushi Okamoto, Takashi Amagai, Nobuo Hirano, and Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Silica nanoparticles produced by flash vaporization and their rapid diagenesis in hydrothermal fluids
3. 学会等名 EGU General Assembly 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuki Yoshida, Atsushi Okamoto, Ryosuke Oyanagi, Hiroyuki Shimizu, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Formation of fracture network and permeability enhancement during olivine hydration within oceanic lower crust
3. 学会等名 International Conference on Ophiolites and the Oceanic Lithosphere (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Atsushi Okamoto, Toshiaki Omori, Masao Kimura, Katsuyoshi Michibayashi Oman Drilling Project Phase 2 Science Party
2. 発表標題 Super-resolution of X-ray CT images of rock core samples by sparse representation : methodology and applications to serpetinized peridotite from CM1A
3. 学会等名 International Conference on Ophiolites and the Oceanic Lithosphere (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Astin Nurdiana, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Simultaneous replacement of plagioclase by albite and K-feldspar: natural evidence and hydrothermal experiments
3. 学会等名 European Geoscience Union General Assembly 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masaaki Uno, Diana Mindaleva, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Crustal fluid pressure gradients and permeability evolutions estimated from metamorphic fluid-rock reaction zones (Sor Rondane Mountains, East Antarctica)
3. 学会等名 European Geoscience Union General Assembly 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Otgonbayar DANDAR, Atsushi OKAMOTO, Masaaki UNO, Noriyoshi TSUCHIYA
2. 発表標題 Magnetite redistribution during multi-stage serpentinization: Evidence from the Taishir massif, Khantaishir ophiolite, western Mongolia
3. 学会等名 European Geoscience Union General Assembly 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Geri Agroli, Tatsuya Takemori, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Episodic fluid explosion in shallow and middle crust revealed by hydrothermal brecciation
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno
2. 発表標題 Crystal size distribution of garnet formed by two-stage growth in the Kotsu eclogite, Sanbagawa belt
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Bayarbold Manzshir, Atsushi Okamoto, Otgonbayar Dandar, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 Newly discovered eclogite in the Khungui zone, Zavkhan Terrane, Western Mongolia: P-T evolution and tectonic implication
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Astin Nurdiana, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
2. 発表標題 The effect of fluid compositions on pore formation during plagioclase replacement under supercritical conditions
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Okamoto, Kazuki Yoshida, Ryosuke Oyanagi, Yasuhiro Niwa, Yasuo Takeichi, Masao Kimura
2. 発表標題 Serpentinization and Fe(III) distribution along the crust-mantle section of the oceanic lithosphere: insights from the Oman Drilling CM1A site
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宇野正起, 岡本敦, 土屋範芳
2. 発表標題 体積膨張反応によるリソスフェアの破壊と流体移動の自己加速化：MgO-H <sub>2</sub> O実験系からの制約
3. 学会等名 日本地質学会2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田一貴, 岡本 敦, 大柳良介, 木村正雄
2. 発表標題 オマーンオフィオライト地殻 マントル遷移帯 におけるアンチゴライト脈形成と流体流動
3. 学会等名 日本地質学会2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 バヤボルド・マンズシル、岡本 敦、ダングル・オトゴンバヤル、宇野正起、土屋範芳
2. 発表標題 Formation of garnet aggregate of the Khungui eclogite in the Zavkhan Terrane, Western Mongolia
3. 学会等名 日本地質学会2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Okamoto, Ryosuke Oyanagi, Kazuki Yoshida, Masaaki Uno, Hiroyuki Shimizu, Madhusoodhan Satish-Kumar
2. 発表標題 Rupture of serpentinitized mantle wedge induced by self-promoting carbonation
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<a href="http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/index.php/achievement/">http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/index.php/achievement/</a> Tscuhiya Lab. - Geomaterial and Energy Science <a href="http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/">http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/</a>
--

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	宇野 正起  (Uno Masaaki)  (50748150)	東北大学・環境科学研究科・助教    (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	清水 浩之  (Shimizu Hiroyuki)  (60610178)	東北大学・流体科学研究所・助教    (11301)	削除：平成30年4月16日

	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 協力者	大柳 良介  (Oyanagi Ryosuke)		
連携 研究者	桑谷 立  (Kuwatani Tatsu)  (60646785)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球内部物質循環研究 分野・研究員   (82706)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関