

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03740

研究課題名（和文）下部マントルへの水の運搬とその貯蔵能力の解明

研究課題名（英文）Water transport to the lower mantle and its storage capacity

研究代表者

井上 徹（Inoue, Toru）

広島大学・先進理工系科学研究科（理）・教授

研究者番号：00291500

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は最先端の高圧実験、放射光X線回折、中性子回折技術、及び分析技術を駆使して、下部マントルの水の解明に挑んだ。特に「含水ブリッジマナイト」の研究を軸とし、広く地球深部で安定な高圧含水相の研究を行うことにより、下部マントルへの水の運搬やその貯蔵能力を明らかにした。結果、地球深部鉱物中へのAlの固溶の重要性を明らかにしたとともに、その固溶様式は強く地球深部鉱物の結晶構造（配位数）に依存することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球は水の惑星である。水は生命にとって重要であるばかりでなく、固体地球にとっても重要な役割を果たしている。水がなければ地球内部の流動やマグマ活動は抑制され、死んだ（活動が停止した）星と化してしまう。ところで、高温高圧の世界である地球深部に水は存在しているのだろうか？その知的好奇心に答えるべく、今回の研究を行った。結果、地球深部の下部マントルまで水がもたらされ、地球深部の活動・進化に多大な影響を及ぼしていることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：This study took on the challenge of elucidating water in the lower mantle using state-of-the-art high-pressure experiments, synchrotron radiation X-ray diffraction, neutron diffraction techniques, and analytical techniques. In particular, we focused on the study of "hydrous bridgmanite," a stable high-pressure hydrous phase widely existed in the Earth's deep interior, to elucidate the transport of water into the lower mantle and its storage capacity. As a result, the importance of substitution of Al in deep Earth minerals was clarified, and the substitution mechanism strongly depends on the crystal structure (coordination number) of deep Earth minerals.

研究分野：高圧地球科学、地球内部物理学、高圧鉱物学。高圧実験を駆使した地球深部の状態・進化の解明。

キーワード：地球深部 水 下部マントル 高圧含水鉱物 アルミニウム 置換 高圧実験 ブリッジマナイト

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。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地球は水の惑星である。その水が地球深部の状態・進化に多大な影響を及ぼしている事について異議を唱える研究者は少ない。この地球深部における水の影響の研究は研究代表者の下記の3つの重要な先駆的研究成果を発端として、世界的に活発になっていた。1) 水はマントル鉱物の融点を著しく下げ、生成されるマグマの組成は無水条件下とは大きく異なる(超塩基性のマグマが生成される)(Inoue and Sawamoto, 1992; Inoue, 1994)、2) マントル遷移層に存在するカンラン石の高圧相 wadsleyite, ringwoodite 中には最大約 3 wt% もの H<sub>2</sub>O が結晶構造中に含まれる(Inoue et al., 1995, 1998)、3) これら鉱物中に含まれる H<sub>2</sub>O はその熱弾性的性質を変化させる(Inoue et al., 1998, 2004, Yusa and Inoue, 1997)。

一方、ダイヤモンド包有物中に約 1.5 wt% の水を含む ringwoodite が世界で初めて発見された話題となっていた(Pearson et al., 2014)。この事は、少なくとも局所的にはマントル遷移層は含水化しているという非常に重要な事実を提示しており、研究代表者らの実験的研究の信憑性と重要性が天然試料によって明確に証明されたことになる。

本研究が対象とするケイ酸塩ペロブスカイトは下部マントルの主要構成鉱物であり、最近隕石中に発見され鉱物名「bridgmanite(ブリッジマナイト)」と命名された(Tschauner et al., 2014)。このブリッジマナイトには従来あまり水が含まれないと考えられてきたが、研究代表者らは Al<sup>3+</sup> と H<sup>+</sup> のカップリング置換により、~0.8 wt% の水を結晶構造中に含むうことを高圧実験によって発見した。現時点では、H の定量も含めた精密化学組成分析と結晶構造解析により、~0.8 wt% の水を含むブリッジマナイトは 6 配位の Si サイトが鍵となり存在しうることを明らかにしつつあった。すなわち、6 配位の Si サイトにはイオン半径の少し大きな Al<sup>3+</sup> が Si<sup>4+</sup> と置換でき、その際チャージバランスを補償するために H<sup>+</sup> をカップリングし取り込むという解釈である。下部マントルには Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成分が存在する。例えばパイロライトマントルを仮定した場合には Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成分は約 4 wt% 程度もある。したがって研究代表者らが考えている含水ブリッジマナイトの水の貯蔵能力は、全下部マントルを仮定するとその総含水量は海水の 14 倍にも及ぶ。また含水ブリッジマナイトの存在は、下部マントルの弾性特性(地震波伝播特性)や塑性変形(流動)特性、更には融解現象など非常に多くの現象に影響を与える。従って、地球内部の構造やダイナミクスを明らかにする上で含水ブリッジマナイトの各種特性を早急に明らかにする必要がある。

### 2. 研究の目的

ダイヤモンド包有物中に約 1.5 wt% の水を含む ringwoodite が発見された。この発見は、少なくとも局所的にはマントル遷移層は含水化していることを示しており、にわかに地球深部の水の研究がホットな話題となった。本研究は「含水ブリッジマナイト」の研究を軸とした「下部マントル中の水」の解明を目的としており、多くの地球深部科学の研究者が注目するテーマである。本研究課題から導かれる結果は、地球深部での水の役割を理解する上での極めて重要な、且つ基礎的な情報を与えることになる。

本研究は、「含水ブリッジマナイト」の 1) 含水量の温度圧力依存性、2) 弾性波速度、3) 状態方程式、4) 結晶構造解析、5) Fe の影響等の解明に加え、地球深部で安定な高圧含水相の研究を拡張して行うことにより、下部マントルへの水の運搬やその貯蔵能力を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究では最先端の高圧実験技術と分析方法を駆使した実験的研究を遂行した。

高圧合成実験は、広島大学設置の超高压発生装置 MAPLE600、及び愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター設置の Orange3000 を使用して行った。回収試料は、走査型電子顕微鏡 (SEM)

による組織観察、電子線プローブマイクロアナライザー（EPMA）による化学組成分析、及び微小部 X 線回折装置（micro-XRD）により相の同定を行った。また含水量測定は北海道大学設置の二次イオン質量分析計（SIMS）を用いて行った。

高温高压下での弾性波速度及び状態方程式の決定は、SPring-8 において放射光 X 線その場観察実験を行うことにより決定した。また、良質な単結晶が得られた際には、放射光 X 線を利用した単結晶構造解析を行った。さらに良質試料の大量合成を試みることにより、大型パルス中性子施設 J-PARC の高压ビームライン”PLANET”を用いた中性子回折実験を行い、X 線では検出が困難な水素原子の位置の情報を検出することを試みた。

本研究ではこのように最先端の高压実験、放射光 X 線回折、中性子回折技術、及び分析技術を駆使して、下部マントルの水の解明に挑んだ。また常日頃から高压実験技術開発を押し進めることにより、より高度な実験が可能となるように工夫した。その工夫は、コンピュータ制御によるセルパーツ加工の高精度化から、レーザー加工機の導入、及び出発試料の選択及び加工の工夫等、多岐に渡る。この工夫により、従来困難であった実験を可能とした。

#### 4 . 研究成果

当初の目的に設定した課題は一通り遂行することができた。全期間を通じて、大型高压発生装置を用いた高压合成実験を精力的に遂行した。加えて、SPring-8 の高压ビームライン BL04B1 における放射光 X 線その場観察実験、及び大型パルス中性子施設 J-PARC の高压ビームライン”PLANET”を用いた中性子散乱実験を行った。また PF において単結晶構造解析を行った。

まずは、含水ブリッジマナイト、及び superhydrous phase B の化学組成及びその置換様式、結晶構造、水素の存在位置、弾性的性質などの解明に関する研究を行った。特に我々の研究の示すところは、Si サイトへの Al の顕著な置換であり、その固溶限界や弾性的性質に及ぼす影響を明らかにすることができた。

次に、地球深部で安定な高压含水相中への Al の影響の研究を行った。この研究では Al の影響で高压含水鉱物の安定性が高温領域まで拡張することが明らかとなった。このことは沈み込むプレートが高温の場合でも、Al の固溶により容易に地球深部に水が運搬可能であることを示している。さらにこれらの高压含水鉱物中への Fe の影響や弾性波速度測定も遂行した。

ところで、研究の過程で比較対象としての無水ブリッジマナイトの重要性が増してきた。理由は過去の研究をコンパイルする過程で、我々の知識から見ると、どう考えても無水とは考えられない多くの投稿論文を見出し、今までに本当の意味での無水条件下実験が行われてきたのか疑問を感じたからである。したがって本研究において、今までにない無水条件レベルでの合成実験を可能にするための技術開発を行った。そして、その焼結体合成技術を確立した。この試料の焼結性は素晴らしく、弾性波速度測定等、各種物性実験に最適であった。

これらの実験技術開発の基、無水ブリッジマナイトの化学組成及びその置換様式、その安定領域、弾性的性質などの解明に関する研究を行った。さらに、弾性波速度測定実験を通してその補正法の改善の必要性に気づき、その補正法開発も行った。

これらの研究成果は、主に国内学会（日本地球惑星科学連合会大会(JpGU)、日本鉱物科学学会年会、高压討論会（日本高压力学会年会）等）で毎年のように発表し続けてきたとともに、投稿論文として出版した。まだ投稿準備中の論文も多々あるが、投稿論文の詳細は、以下の「5 . 主な発表論文等」を参照いただきたい。

また、本研究テーマが軸となり各種共同研究が進行してきており、国際共同研究や二国間研究へと発展してきている。このような成果の中、研究代表者は、第 20 回（令和 3 年度）広島大学長表彰者に選出されるとともに、2021 年 10 月 29 日付けでアメリカ鉱物学会（Mineralogical Society of America, MSA）のフェローに選出されたことは特筆に値する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計52件（うち査読付論文 52件／うち国際共著 21件／うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Xu Chaowen, Inoue Toru, Gao Jing, Noda Masamichi, Kakizawa Sho	4. 巻 107
2. 論文標題 Melting phase relation of Fe-bearing Phase D up to the uppermost lower mantle	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 343 ~ 349
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2021-7907	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 Chen Xueqian, Wang Meili, Inoue Toru, Liu Qiong, Zhang Lifei, Bader Thomas	4. 巻 177
2. 論文標題 Melting of carbonated pelite at 5.5~15.5 GPa: implications for the origin of alkali-rich carbonatites and the deep water and carbon cycles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Contributions to Mineralogy and Petrology	6. 最初と最後の頁 Article No. 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00410-021-01867-5	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 Xu Chaowen, Kakizawa Sho, Greaux Steeve, Inoue Toru, Li Ying, Gao Jing	4. 巻 48
2. 論文標題 Al partitioning between phase D and bridgmanite at the uppermost lower mantle pressure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics and Chemistry of Minerals	6. 最初と最後の頁 Article No. 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00269-021-01163-5	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 Xu Chaowen, Inoue Toru, Kakizawa Sho, Noda Masamichi, Gao Jing	4. 巻 48
2. 論文標題 Effect of Al on the stability of dense hydrous magnesium silicate phases to the uppermost lower mantle: implications for water transportation into the deep mantle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics and Chemistry of Minerals	6. 最初と最後の頁 Article No. 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00269-021-01156-4	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 Cai Nao, Qi Xintong, Chen Ting, Wang Siheng, Yu Tony, Wang Yanbin, Inoue Toru, Wang DuoJun, Li Baosheng	4. 巻 48
2. 論文標題 Enhanced Visibility of Subduction Slabs by the Formation of Dense Hydrous Phase A	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL09548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL095487	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 Xu Chaowen, Li Ying, Inoue Toru, Greaux Steeve, Li Qingze, Gao Jing, Sun Fengxia, Fang Leiming	4. 巻 41
2. 論文標題 Elastic properties of Mg-phase D at high pressure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 High Pressure Research	6. 最初と最後の頁 233 ~ 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08957959.2021.1954177	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 Kakizawa Sho, Inoue Toru, Kuribayashi Takahiro	4. 巻 48
2. 論文標題 Single-crystal X-ray structure refinement of Al-bearing superhydrous phase B	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics and Chemistry of Minerals	6. 最初と最後の頁 Article No. 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00269-021-01152-8	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 Yang Cuiping, Inoue Toru, Kikegawa Takumi	4. 巻 106
2. 論文標題 P-V-T equation of state of hydrous phase A up to 10.5 GPa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2020-7132	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 Xu Chaowen, Greaux Steeve, Inoue Toru, Noda Masamichi, Sun Wei, Kuwahara Hideharu, Higo Yuji	4. 巻 47
2. 論文標題 Sound Velocities of Al Bearing Phase D up to 22 GPa and 1300 K	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2020GL088877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL088877	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 Fukuyama Ko, Kagi Hiroyuki, Inoue Toru, Kakizawa Sho, Shinmei Toru, Hishita Shunichi, Takahata Naoto, Sano Yuji	4. 巻 10
2. 論文標題 High nitrogen solubility in stishovite (SiO <sub>2</sub> ) under lower mantle conditions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 10897
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-67621-2	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 -

1. 著者名 DAS Kaushik, ANDO Jun-ichi, INOUE Toru	4. 巻 115
2. 論文標題 Preface of the special issue on 'Indian continent' Tracking plate tectonics and related events in the Indian continent from Archean to recent times	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 67 ~ 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.200326	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 Urakawa Satoru, Inoue Toru, Hattori Takanori, Sano-Furukawa Asami, Kohara Shinji, Wakabayashi Daisuke, Sato Tomoko, Funamori Nobumasa, Funakoshi Ken-ichi	4. 巻 10
2. 論文標題 X-ray and Neutron Study on the Structure of Hydrrous SiO <sub>2</sub> Glass up to 10 GPa	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 84 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min10010084	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 SANO-FURUKAWA Asami, ITOH Shoichi, SUZUMURA Akimasa, UENO Yuichiro, YAGI Hikaru, INOUE Toru, KAWAZOE Takaaki	4. 巻 30
2. 論文標題 Pressure Effect on Isotope Fractionation Factor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Review of High Pressure Science and Technology	6. 最初と最後の頁 85 ~ 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4131/jshpreview.30.85	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 Nishida Keisuke, Shibazaki Yuki, Terasaki Hidenori, Higo Yuji, Suzuki Akio, Funamori Nobumasa, Hirose Kei	4. 巻 11
2. 論文標題 Effect of sulfur on sound velocity of liquid iron under Martian core conditions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1954
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-15755-2	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 -

1. 著者名 Ohuchi T., Lei X., Higo Y., Tange Y., Sakai T.	4. 巻 175
2. 論文標題 Correction to: Switching from seismic faulting to silent slips in harzburgite induced by H2O fluid at upper mantle pressures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Contributions to Mineralogy and Petrology	6. 最初と最後の頁 83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00410-020-01727-8	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 Ohuchi T., Lei X., Higo Y., Tange Y., Sakai T.	4. 巻 175
2. 論文標題 Switching from seismic faulting to silent slips in harzburgite induced by H2O fluid at upper mantle pressures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Contributions to Mineralogy and Petrology	6. 最初と最後の頁 79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00410-020-01716-x	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 Xie Longjian, Yoneda Akira, Xu Fang, Higo Yuji, Wang Chao, Tange Yoshinori, King Andrew, Antonangeli Daniele, Morard Guillaume, Guignot Nicolas	4. 巻 91
2. 論文標題 Boron-MgO composite as an X-ray transparent pressure medium in the multi-anvil apparatus	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 043903 ~ 043903
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5137740	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 Momma Koichi, Ikeda Takuji, Nagase Toshiro, Kuribayashi Takahiro, Honma Chibune, Nishikubo Katsumi, Takahashi Naoki, Takada Masayuki, Matsushita Yoshitaka, Miyawaki Ritsuro, Matsubara Satoshi	4. 巻 84
2. 論文標題 Bosoite, a new silica clathrate mineral from Chiba Prefecture, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mineralogical Magazine	6. 最初と最後の頁 941 ~ 948
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1180/mgm.2020.91	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 栗林貴弘	4. 巻 64
2. 論文標題 「日立鉱」の承認まで 日本最古の鉱床から発見された茨城県初産の新鉱物	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CROSS T&T	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
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 -

1. 著者名 Xu Chaowen, Nishi Masayuki, Inoue Toru	4. 巻 104
2. 論文標題 Solubility behavior of $\text{-AlOOH}$ and $\text{-FeOOH}$ at high pressures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 1416 ~ 1420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2019-7064	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 Xu Chaowen, Inoue Toru	4. 巻 20
2. 論文標題 Melting of Al Rich Phase D up to the Uppermost Lower Mantle and Transportation of H <sub>2</sub> O to the Deep Earth	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 4382 ~ 4389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GC008476	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 Xu Chaowen, Inoue Toru	4. 巻 9
2. 論文標題 Phase Relations in MAFSH System up to 21 GPa: Implications for Water Cycles in Martian Interior	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 559
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min9090559	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 Urakawa Satoru, Inoue Toru, Hattori Takanori, Sano-Furukawa Asami, Kohara Shinji, Wakabayashi Daisuke, Sato Tomoko, Funamori Nobumasa, Funakoshi Ken-ichi	4. 巻 10
2. 論文標題 X-ray and Neutron Study on the Structure of Hydrrous SiO <sub>2</sub> Glass up to 10 GPa	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min10010084	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 Kuribayashi Takahiro, Nagase Toshiro, Nozaki Tatsuo, Ishibashi Junichiro, Shimada Kazuhiko, Shimizu Masaaki, Momma Koichi	4. 巻 83
2. 論文標題 Hitachiite, Pb <sub>5</sub> Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> S <sub>6</sub> , a new mineral from the Hitachi mine, Ibaraki Prefecture, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mineralogical Magazine	6. 最初と最後の頁 733 ~ 739
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1180/mgm.2019.45	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 Shito Chikara, Okamoto Keitaro, Sato Yuki, Watanabe Ryuji, Ohashi Tomonori, Fuchizaki Kazuhiro, Kuribayashi Takahiro, Suzuki Akio	4. 巻 39
2. 論文標題 In-situ X-ray diffraction study on $\text{-CrOOH}$ at high pressure and high-temperature	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 High Pressure Research	6. 最初と最後の頁 499 ~ 508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08957959.2019.1642884	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 Tsujino Noriyoshi, Yoshino Takashi, Yamazaki Daisuke, Sakurai Moe, Sun Wei, Xu Fang, Tange Yoshinori, Higo Yuji	4. 巻 104
2. 論文標題 Phase transition of wadsleyite-ringwoodite in the $\text{Mg}_2\text{SiO}_4\text{-Fe}_2\text{SiO}_4$ system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 588 ~ 594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2019-6823	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 Terasaki Hidenori, Rivoldini Attilio, Shimoyama Yuta, Nishida Keisuke, Urakawa Satoru, Maki Mayumi, Kurokawa Fuyuka, Takubo Yusaku, Shibazaki Yuki, Sakamaki Tatsuya, Machida Akihiko, Higo Yuji, Uesugi Kentaro, Takeuchi Akihisa, Watanuki Tetsu, Kondo Tadashi	4. 巻 124
2. 論文標題 Pressure and Composition Effects on Sound Velocity and Density of Core Forming Liquids: Implication to Core Compositions of Terrestrial Planets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Planets	6. 最初と最後の頁 2272 ~ 2293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JE005936	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 Nishi M., Tsuchiya J., Kuwayama Y., Arimoto T., Tange Y., Higo Y., Hatakeyama T., Irifune T.	4. 巻 124
2. 論文標題 Solid Solution and Compression Behavior of Hydroxides in the Lower Mantle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 10231 ~ 10239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JB018146	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 Ishii Takayuki, Huang Rong, Myhill Robert, Fei Hongzhan, Koemets Iuliia, Liu Zhaodong, Maeda Fumiya, Yuan Liang, Wang Lin, Druzhbin Dmitry, Yamamoto Takafumi, Bhat Shrikant, Farla Robert, Kawazoe Takaaki, Tsujino Noriyoshi, Kulik Eleonora, Higo Yuji, Tange Yoshinori, Katsura Tomoo	4. 巻 12
2. 論文標題 Sharp 660-km discontinuity controlled by extremely narrow binary post-spinel transition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Geoscience	6. 最初と最後の頁 869 ~ 872
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41561-019-0452-1	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 Nishihara Yu, Doi Shunta, Kakizawa Sho, Higo Yuji, Tange Yoshinori	4. 巻 298
2. 論文標題 Effect of pressure on temperature measurements using WRe thermocouple and its geophysical impact	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 106348 ~ 106348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pepi.2019.106348	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 Kakizawa Sho, Inoue Toru, Nakano Hideto, Kuroda Minami, Sakamoto Naoya, Yurimoto Hisayoshi	4. 巻 103
2. 論文標題 Stability of Al-bearing superhydrous phase B at the mantle transition zone and the uppermost lower mantle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 1221 ~ 1227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2018-6499	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 Cai Nao, Kikegawa Takumi, Inoue Toru	4. 巻 283
2. 論文標題 Compressibility of the 23 phase under high pressure and high temperature	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physics of the Earth and Planetary Interiors	6. 最初と最後の頁 1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pepi.2018.07.006	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 Cai Nao, Inoue Toru	4. 巻 351
2. 論文標題 High-pressure and high-temperature stability of chlorite and 23- phase in the natural chlorite and synthetic MASH system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Comptes Rendus Geoscience	6. 最初と最後の頁 104 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.crte.2018.09.010	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 Cai Nao, Chen Ting, Qi Xintong, Inoue Toru, Li Baosheng	4. 巻 288
2. 論文標題 Sound velocities of the 23 phase at high pressure and implications for seismic velocities in subducted slabs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of the Earth and Planetary Interiors	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pepi.2019.01.006	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 KURIBAYASHI Takahiro, AOKI Satoshi, NAGASE Toshiro	4. 巻 113
2. 論文標題 Thermal behavior of modulated hauyne from Eifel, Germany: In situ high-temperature single-crystal X-ray diffraction study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 51 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.161114d	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 Sorai Masao, Sasaki Munetake, Kuribayashi Takahiro	4. 巻 2018
2. 論文標題 Field Reaction Experiments of Carbonate Minerals in Spring Waters: Natural Analogue of Geologic CO2 Storage	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geofluids	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2018/2141878	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 Igami Yohei, Kuribayashi Takahiro, Miyake Akira	4. 巻 103
2. 論文標題 Determination of Al/Si order in sillimanite by high angular resolution electron channeling X-ray spectroscopy, and implications for determining peak temperatures of sillimanite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 944 ~ 951
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2018-6351	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 Zhou Y., Irifune T., Ohfuji H., Kuribayashi T.	4. 巻 45
2. 論文標題 New High Pressure Forms of Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 8167 ~ 8172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL078960	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 NAGASE Toshiro, ISHIKAWA Shiori, KURIBAYASHI Takahiro	4. 巻 47
2. 論文標題 Texture and formation process of jasper, 'Nishiki-ishi' from Tsugaru region, Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Magazine of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 127 ~ 140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/gkk.171018	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 Niwase Keisuke, Terasawa Mititaka, Honda Shin-ichi, Niibe Masahito, Hisakuni Tomohiko, Iwata Tadao, Higo Yuji, Hirai Takeshi, Shinmei Toru, Ohfuji Hiroaki, Irifune Tetsuo	4. 巻 123
2. 論文標題 Quenchable compressed graphite synthesized from neutron-irradiated highly oriented pyrolytic graphite in high pressure treatment at 1500 °C	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 161577 ~ 161577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5011209	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 Chanyshiev Artem D., Litasov Konstantin D., Rashchenko Sergey V., Sano-Furukawa Asami, Kagi Hiroyuki, Hattori Takanori, Shatskiy Anton F., Dymshits Anna M., Sharygin Igor S., Higo Yuji	4. 巻 18
2. 論文標題 High-Pressure-High-Temperature Study of Benzene: Refined Crystal Structure and New Phase Diagram up to 8 GPa and 923 K	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 3016 ~ 3026
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.8b00125	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 Nishihara Yu, Ohuchi Tomohiro, Kawazoe Takaaki, Seto Yusuke, Maruyama Genta, Higo Yuji, Funakoshi Ken-ichi, Tange Yoshinori, Irifune Tetsuo	4. 巻 490
2. 論文標題 Deformation-induced crystallographic-preferred orientation of hcp-iron: An experimental study using a deformation-DIA apparatus	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 151 ~ 160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2018.03.029	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 Nishi Masayuki, Tsuchiya Jun, Arimoto Takeshi, Kakizawa Sho, Kunimoto Takehiro, Tange Yoshinori, Higo Yuji, Irifune Tetsuo	4. 巻 45
2. 論文標題 Thermal equation of state of MgSiO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> phase H determined by in situ X-ray diffraction and a multianvil apparatus	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physics and Chemistry of Minerals	6. 最初と最後の頁 995 ~ 1001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00269-018-0980-z	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 Ono Shigeaki, Kikegawa Takumi, Higo Yuji	4. 巻 103
2. 論文標題 Decomposition boundary from high-pressure clinoenstatite to wadsleyite + stishovite in MgSiO <sub>3</sub>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 1512 ~ 1515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2018-6313CCBY	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 Ohuchi Tomohiro, Lei Xinglin, Higo Yuji, Tange Yoshinori, Sakai Takeshi, Fujino Kiyoshi	4. 巻 173
2. 論文標題 Semi-brittle behavior of wet olivine aggregates: the role of aqueous fluid in faulting at upper mantle pressures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Contributions to Mineralogy and Petrology	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) 10.1007/s00410-018-1515-9	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 Yamada A., Harada M., Masuno A., Yamanaka K., Higo Y., Yoshida S., Ohta T., Matsuoka J.	4. 巻 499
2. 論文標題 In-situ observation of the structural change in MgO-B2O3-SiO2 glass at high pressure and the permanent structural change	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Non-Crystalline Solids	6. 最初と最後の頁 25 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jnoncrysol.2018.07.002	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 Rosales Sosa Gustavo A., Masuno Atsunobu, Higo Yuji, Watanabe Yasuhiro, Inoue Hiroyuki	4. 巻 101
2. 論文標題 Effect of rare earth ion size on elasticity and crack initiation in rare earth aluminate glasses	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the American Ceramic Society	6. 最初と最後の頁 5030 ~ 5036
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jace.15760	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 Li Xi, Dippenaar Rian, Shiro Ayumi, Shobu Takahisa, Higo Yuji, Reid Mark, Suzuki Hiroshi, Akita Koichi, Funakoshi Ken-Ichi, Liss Klaus-Dieter	4. 巻 102
2. 論文標題 Lattice parameter evolution during heating of Ti-45Al-7.5Nb-0.25/0.5C alloys under atmospheric and high pressures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Intermetallics	6. 最初と最後の頁 120 ~ 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.intermet.2018.08.011	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 Ishii Takayuki, Huang Rong, Fei Hongzhan, Koemets Iuliia, Liu Zhaodong, Maeda Fumiya, Yuan Liang, Wang Lin, Druzhbin Dmitry, Yamamoto Takafumi, Bhat Shrikant, Farla Robert, Kawazoe Takaaki, Tsujino Noriyoshi, Kulik Eleonora, Higo Yuji, Tange Yoshinori, Katsura Tomoo	4. 巻 8
2. 論文標題 Complete agreement of the post-spinel transition with the 660-km seismic discontinuity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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/s41598-018-24832-y	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 Nishiyama Norimasa, Fujii Kotaro, Kulik Eleonora, Shiraiwa Masahiro, Gaida Nico A., Higo Yuji, Tange Yoshinori, Holzheid Astrid, Yashima Masatomo, Wakai Fumihiro	4. 巻 39
2. 論文標題 Thermal expansion and P-V-T equation of state of cubic silicon nitride	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the European Ceramic Society	6. 最初と最後の頁 3627 ~ 3633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jeurceramsoc.2019.05.003	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 Greaux Steeve, Irifune Tetsuo, Higo Yuji, Tange Yoshinori, Arimoto Takeshi, Liu Zhaodong, Yamada Akihiro	4. 巻 565
2. 論文標題 Sound velocity of CaSiO <sub>3</sub> perovskite suggests the presence of basaltic crust in the Earth's lower mantle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 218 ~ 221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-018-0816-5	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 Terasaki Hidenori, Nishida Keisuke, Urakawa Satoru, Takubo Yusaku, Kuwabara Soma, Shimoyama Yuta, Uesugi Kentaro, Kono Yoshio, Takeuchi Akihisa, Suzuki Yoshio, Higo Yuji, Kondo Tadashi	4. 巻 351
2. 論文標題 Sound velocity and density of liquid Ni <sub>68</sub> S <sub>32</sub> under pressure using ultrasonic and X-ray absorption with tomography methods	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Comptes Rendus Geoscience	6. 最初と最後の頁 163 ~ 170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.crte.2018.04.005	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77件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 27件）

1. 発表者名 Ohta, A., Inoue, T., Noda, M., Shinmei, T., Irifune, T., Sakamoto, N., Yurimoto, H.
2. 発表標題 Effect of Al on high pressure hydrous minerals stable under mantle transition zone P-T condition
3. 学会等名 4th International Seminar "High-Pressure Mineralogy: Theory and Experiment" (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Fukuyama K., Kagi H., Inoue T., Kakizawa S., Shinmei T., Sano Y., Takahata N., Hishita S., Deligny C., Furi E.
2. 発表標題 Increase of nitrogen solubility with increasing iron concentration in lower-mantle minerals: formation of deep nitrogen reservoir through solidification of magma ocean
3. 学会等名 4th International Seminar "High-Pressure Mineralogy: Theory and Experiment" (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福山 鴻、鍵 裕之、井上 徹、柿澤 翔、新名 亨、菱田 俊一、高畑 直人、佐野 有司、Cecile Deligny、Evelyn Furi
2. 発表標題 stishovite及び下部マントル主要鉱物への窒素溶解度：大気-マントル共進化過程への考察
3. 学会等名 2021年地球化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村晃太、井上徹、柿澤翔、野田昌道、川添貴章、佐藤友子、新名亨、入船徹男
2. 発表標題 下部マントル最上部におけるマグマ中の含水量の温度・圧力依存性の解明
3. 学会等名 2021鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野田昌道、井上徹、柿澤翔、川添貴章、新名亨、入船徹男、尾原幸治
2. 発表標題 下部マントル最上部条件におけるAlを含む無水ブリッジマナイトの存在可能領域
3. 学会等名 2021鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上野恭史、井上徹、野田昌道、柿澤翔、川添貴章、佐藤友子、新名亨、入船徹男、尾原幸治
2. 発表標題 輝石 - ザクロ石系の高圧相転移における水の影響
3. 学会等名 2021鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 篠田由梨、井上徹、柿澤翔、野田昌道、川添貴章、佐藤友子、新名亨、入船徹男
2. 発表標題 (Mg,Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> 系ポストスピネル相転移における水の影響
3. 学会等名 2021鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梶谷浩、井上徹、野田昌道、赤荻正樹
2. 発表標題 Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> ワズレアイトのエンタルピーの再決定
3. 学会等名 2021鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田明緒、井上徹、野田昌道、柿澤翔、川添貴章、佐藤友子、新名亨、入船徹男、坂本直哉、垠本尚義
2. 発表標題 マントル遷移層～下部マントル条件下で安定な高压含水鉱物におけるAlの影響
3. 学会等名 2021鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口和貴、川添貴章、井上徹
2. 発表標題 ウォズリアイトの熔融温度に及ぼす高酸素分圧の影響
3. 学会等名 2021鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutaka Yamaguchi, Takaaki Kawazoe, Toru Inoue
2. 発表標題 Influence of high oxygen fugacity on melting temperature of wadsleyite
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会 (JpGU2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ko Fukuyama, Hiroyuki Kagi, Toru Inoue, Sho Kakizawa, Toru Shinmei, Yuji Sano, Naoto Takahata, Shunichi Hishita, Cecile Deligny, Evelyn Furi
2. 発表標題 Increase of nitrogen solubility in ferropericlasite and bridgmanite by iron incorporation under lower-mantle conditions
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会 (JpGU2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masamichi Noda, Toru Inoue, Taku Tsuchiya, Yuji Higo
2. 発表標題 Reassessment of bond correction for in situ ultrasonic interferometry on elastic wave velocity measurement under high pressure and high temperature
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会 (JpGU2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sho Kakizawa, Toru Inoue, Hiroto Nakano, Minami Kuroda, Takahiro Kuribayashi, Naoya Sakamoto, Hisayoshi Yurimoto
2. 発表標題 Effect of Al on stability and crystal structure of superhydrous phase B
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会 (JpGU2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toru INOUE, Chaowen XU, Steeve GREAU, Masamichi NODA, Wei SUN, Hideharu KUWAHARA, Yuji HIGO
2. 発表標題 Ultrasonic velocity measurement of deep Earth hydrous phase (Al-bearing phase D) under high pressure and high temperature
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会 (JpGU2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ko Fukuyama, Hiroyuki Kagi, Toru Inoue, Sho Kakizawa, Toru Shinmei, Yuji Sano, Cecile Deligny, Evelyn Furi
2. 発表標題 Temperature dependence on nitrogen solubility in bridgmanite under lower mantle conditions: its role in formation of deep nitrogen reservoir through solidification of magma ocean
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会 (JpGU2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masamichi NODA, Toru INOUE, Steeve GREAUX, Yuji HIGO
2. 発表標題 Elastic wave velocity of Al-bearing anhydrous bridgmanites under high pressure and high temperature
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会 ( JpGU2020 ) ( 国際学会 )
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福山 鴻、鍵 裕之、井上 徹、柿澤 翔、新名 亨、菱田 俊一、高畑 直人、佐野 有司、Cecile Deligny、Evelyn Furi
2. 発表標題 高温高圧実験とSIMS分析から求めたbridgmanite (MgSiO <sub>3</sub> )およびpericlase (MgO)への窒素溶解度：マグマオーシャンの固化過程における窒素貯蔵庫形成
3. 学会等名 2020地球化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田明緒、井上徹、野田昌道
2. 発表標題 マントル遷移層条件下で安定な高圧含水鉱物 におけるAlの影響
3. 学会等名 2020鉱物科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福山 鴻、鍵 裕之、井上 徹、柿澤 翔、新名 亨、三河内 岳、佐野 有司、Cecile Deligny、Evelyn Furi
2. 発表標題 下部マントル条件下におけるbridgmanite (MgSiO <sub>3</sub> )中の窒素取り込み量への温度依存性および鉄固溶量の影響
3. 学会等名 2020鉱物科学会 ( 国際学会 )
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Fukuyama, H. Kagi, T. Inoue, S. Kakizawa, T. Shinmei, Y. Sano, C. Deligny, E. Furi
2. 発表標題 Nitrogen solubility in bridgmanite under lower-mantle conditions
3. 学会等名 Goldschmidt2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 肥後祐司・丹下慶範
2. 発表標題 SPring-8/BL04B1 の現状と将来計画
3. 学会等名 第61回高圧討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 椋谷浩, 野田昌道, 井上徹, 赤荻正樹
2. 発表標題 MgSiO <sub>3</sub> メジャーライトの落下溶解エンタルピー測定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上徹, 野田昌道, 柿澤翔
2. 発表標題 Alに富んだ無水ブリッジマナイトの存在可能組成領域
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐野亜沙美, 伊藤正一, 井上徹, 野田昌道
2. 発表標題 DH partitioning experiment among high-pressure polymorph of olivine
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柿澤翔, 井上徹, 阿部綾太郎, 黒田みなみ, 坂本直哉, 坂本尚義
2. 発表標題 Maximum water solubility of bridgmanite under the Earth's lower mantle conditions
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福山鴻, 鍵裕之, 井上徹, 新名亨, 柿澤翔, 菱田俊一, 佐野有司, 高畑直人
2. 発表標題 The role of stishovite as a deep nitrogen carrier indicated from high-pressure and high-temperature experiments
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fukuyama, K., Kagi, H., Inoue, T., Shinmei, T., Kakizawa, S., Hishita, S., Takahata, N. and Sano, Y.
2. 発表標題 Nitrogen solubility in stishovite under high P-T: formation of "hidden" nitrogen reservoir in the deep mantle via subducting slabs
3. 学会等名 Goldschmidt2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永井隆哉, 大黒正貴, 高倉直樹, 井上徹, 新名亨
2. 発表標題 CaTiO <sub>3</sub> ペロブスカイトへのGa <sup>3+</sup> の固溶について
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗林貴弘、周佑黙、大藤弘明、入船徹男
2. 発表標題 15.5 GPa, 2473 Kで合成された新規Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 相の放射光単結晶X線回折実験
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本啓太郎、栗林貴弘、長瀬敏郎
2. 発表標題 異極鉱高圧相における超周期構造のその場観察
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻戸俊一郎、栗林貴弘、長瀬敏郎
2. 発表標題 単結晶X線回折実験によるアウインの結晶構造解析
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 吉見桃子、長瀬敏郎、栗林貴弘、今井裕之、岡田敏朗
2. 発表標題 CL法を用いた水晶の晶癖に対する重力効果の検討
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗田充喜、長瀬敏郎、栗林貴弘、今井裕之
2. 発表標題 クトナホラ石の形態変化の結晶学的解析
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大森敬太、長瀬敏郎、野崎達生、栗林貴弘
2. 発表標題 沖縄トラフ海水熱水サイトの初期生成過程に関する鉱物学的解析
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊東義章、池田理、窪田平海、坂巻竜也、栗林貴弘、鈴木昭夫
2. 発表標題 高圧力下におけるSc <sub>2</sub> O <sub>3</sub> の相転移
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年年会・総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xu, C., Greaux, S., 井上徹,野田昌道,Wei,S., 桑原秀治,肥後祐司
2. 発表標題 Sound velocity of Al-bearing phase D to 22 GPa and 1300 K
3. 学会等名 第60回高圧討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田昌道,井上徹,Greaux, S., 肥後祐司
2. 発表標題 Alに富んだチェルマック置換型ブリッジマナイトの高温高圧下での弾性波速度測定
3. 学会等名 第60回高圧討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川添貴章,白石圭,井上徹,福岡宏,丹下慶範
2. 発表標題 1273Kにおけるカンラン石 - ウォズリアイトーリングウッドイト関係の再検討
3. 学会等名 第60回高圧討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永井隆哉,大黒正貴,高倉直樹,井上徹,新名亨
2. 発表標題 高圧下におけるCaTiO <sub>3</sub> - CaM <sub>3</sub> +0.5系ペロブスカイトの固溶について
3. 学会等名 第60回高圧討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗林貴弘、周佑黙、大藤弘明、入船徹男
2. 発表標題 新規高压合成相Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> の結晶構造解析
3. 学会等名 第60回高压討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福山鴻、鍵裕之、井上徹、新名亨、柿澤翔、高畑直人、佐野有司
2. 発表標題 Incorporation of nitrogen into the lower-mantle minerals under high pressure and high temperature -Transportation and storage of nitrogen in the deep earth-
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 ( JpGU2018 ) ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chaowen Xu、Toru Inoue
2. 発表標題 Melting phase relation of Fe-bearing PhD up to the uppermost lower mantle and transportation of H <sub>2</sub> O to the deep Earth
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 ( JpGU2018 ) ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梶谷浩、野田昌道、井上徹、赤荻正樹
2. 発表標題 MgSiO <sub>3</sub> メジャライトの低温熱容量測定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 ( JpGU2018 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田昌道、井上徹、柿澤翔
2. 発表標題 低Al量での無水ブリッジマナイトのAl置換様式
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 ( JpGU2018 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿澤翔、井上徹、中野泰斗、坂本直哉、冨本尚義
2. 発表標題 Alに富むsuperhydrou phase Bの安定性及び置換様式
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 ( JpGU2018 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inoue, T., Kakizawa, S., Kuribayashi, T., Nagase, T., Greaux, S., Noda, M., Higo, Y., Sakamoto, N. and Yurimoto, H.
2. 発表標題 Hydrous bridgmanite: Water in the Earth 's lower mantle.
3. 学会等名 International Mineralogical Association 2018 ( IMA2018 ) ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xu, C., Kakizawa, S. and Inoue, T.
2. 発表標題 Al partitioning between phase D and bridgmanite up to 31 GPa: implications for discontinuity around 780 km and water.
3. 学会等名 International Mineralogical Association 2018 ( IMA2018 ) ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kakizawa, S., Inoue, T., Kadobayashi, H., Nakano, S. and Hirai, H.
2. 発表標題 Effect of water on compressibility of Al-bearing hydrous bridgmanite.
3. 学会等名 International Mineralogical Association 2018 (IMA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noda, M., Kakizawa, S. and Inoue, T.
2. 発表標題 Al substitution mechanism in anhydrous bridgmanite as a function of Al content.
3. 学会等名 International Mineralogical Association 2018 (IMA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fukuyama, K., Kagi, H., Inoue, T., Shinmei, T., Kakizawa, S., Takahata, N. and Sano, Y.
2. 発表標題 Incorporation of nitrogen into the lower-mantle minerals under high pressure and high temperature -Transportation and storage of nitrogen in the deep earth-.
3. 学会等名 International Mineralogical Association 2018 (IMA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fukuyama, K., Kagi, H., Inoue, T., Shinmei, T., Kakizawa, S., Takahata, N. and Sano, Y.
2. 発表標題 Incorporation of nitrogen into the lower-mantle minerals under high pressure and high temperature.
3. 学会等名 Goldschmidt2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inoue, T., Kakizawa, S., Kuribayashi, T., Noda, M., Sakamoto, N., Yurimoto, H., Sano-Furukawa, A. and Hattori, T.
2. 発表標題 Existence of water in the lower mantle.
3. 学会等名 The 35th International Conference on Magmatism of the Earth and Related Strategic Metal Deposits (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noda, M., Kakizawa, S. and Inoue, T.
2. 発表標題 Al substitution mechanism in anhydrous bridgmanite as a function of Al content.
3. 学会等名 The 35th International Conference on Magmatism of the Earth and Related Strategic Metal Deposits (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fukuyama, K., Kagi, H., Inoue, T., Shinmei, T., Kakizawa, S., Takahata, N. and Sano, Y.
2. 発表標題 Incorporation of nitrogen into lower-mantle minerals from high P-T experiments under controlled Fe-FeO buffer.
3. 学会等名 The 35th International Conference on Magmatism of the Earth and Related Strategic Metal Deposits (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡本啓太郎、柿澤翔、井上徹、栗林貴弘、長瀬敏郎
2. 発表標題 合成ローソン石の単純直方格子への圧力誘起相転移.
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿澤翔, 井上徹, 栗林貴弘, 服部高典, 佐野亜沙美
2. 発表標題 Alに富む含水bridgmaniteの高圧中性子回折
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 糺谷浩, 野田昌道, 井上徹, 赤荻正樹
2. 発表標題 MgSiO <sub>3</sub> メージャライトの熱容量測定
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福山鴻, 鍵裕之, 井上徹, 柿澤翔, 新名亨, 高畑直人, 佐野有司
2. 発表標題 高温高圧実験による下部マントル鉱物への窒素の取り込みの検討
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗林 貴弘, 周佑黙, 入船徹男, 大藤弘明
2. 発表標題 新規Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> 高圧相の結晶構造の決定
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zhou, Y., Irifune, T., Ohfuji, H., and Kuribayashi, T.
2. 発表標題 New high-pressure forms of Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> (kyanite II and III): Phase relations.
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉見 桃子、栗林 貴弘、長瀬 敏郎
2. 発表標題 岩手県玉山鉱山産水晶の晶相・晶癖変化の解析
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 海野 智洋、栗林 貴弘、長瀬 敏郎
2. 発表標題 低対称を示すトラピッチェ・エメラルドの単結晶構造解析
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市東 力、岡本 啓太郎、佐藤 勇輝、渡邊 隆二、大橋 智典、淵崎 員弘、栗林 貴弘、鈴木 昭夫
2. 発表標題 合成guyaniteのP-V-T状態方程式
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 長瀬 敏郎、門馬 綱一、石橋 隆、浜根 大輔、栗林 貴弘
2. 発表標題 シリカ鉱物の仮像組織
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会・総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梶谷浩、野田昌道、井上徹、赤荻正樹
2. 発表標題 MgSiO <sub>3</sub> メージャライトの定圧熱容量測定
3. 学会等名 第54回熱測定討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿澤翔、井上徹、阿部綾太郎、黒田みなみ、坂本直哉、坂本尚義
2. 発表標題 Bridgmaniteの含水量におけるFeの影響
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梶谷浩、野田昌道、井上徹、赤荻正樹
2. 発表標題 MgSiO <sub>3</sub> メージャライトの高温熱容量測定
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永井隆哉, 松本洋輔, 井上徹, 新名亨
2. 発表標題 高压下におけるCaTiO <sub>3</sub> ペロブスカイトへのCaAl <sub>0.5</sub> 成分の固溶量
3. 学会等名 第59回高压討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川添貴章, 柿澤翔, 井上徹
2. 発表標題 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻におけるマルチアンビル装置用実験準備室の立ち上げ
3. 学会等名 第59回高压討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西原遊・土居峻太・肥後祐司・丹下慶範
2. 発表標題 R型熱電対の起電力への圧力効果
3. 学会等名 第59回高压討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 肥後祐司・入船徹男
2. 発表標題 MgSiO <sub>3</sub> Bridgmaniteの高温高压下での弾性定数
3. 学会等名 第59回高压討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坪川祐美子・大内智博・肥後祐司・丹下慶範・入船徹男
2. 発表標題 上部マントル条件下における斜方輝石の変形実験
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関根ちひろ・金澤昌俊・平井伸治・肥後祐司・新名亨・入船徹男
2. 発表標題 重希土類三二硫化物Ln <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (Ln=Yb, Lu)の高圧合成
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大内智博・LEI Xinglin・肥後祐司・丹下慶範・境毅
2. 発表標題 ハルツバーガイトの半脆性流動と破壊における水の効果
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池原舞・久保友明・岩里拓弥・肥後祐司・今村公裕・丹下慶範
2. 発表標題 アンチゴライト オリビン二相系の高圧せん断変形場における変形の局所化とせん断不安定性
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿澤翔, 井上徹, 西真之, 有本岳史, 門林宏和, 丹下慶範, 肥後祐司, 中野智志, 平井寿子
2. 発表標題 放射光X線を用いた閉鎖系におけるAIに富む含水ブリッジマナイトの状態方程式の決定
3. 学会等名 東北大学金属材料研究所共同利用ワークショップ放射光物質構造科学の新展開：高圧物質科学と地球惑星科学
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 編集委員：土山明・松原聰・宮脇律郎・井上徹・小山内康人・赤い純治・山田裕久（日本鉱物科学会）、 宮田雄史・林政彦（宝石学会（日本））、執筆：井上徹他157名	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 664
3. 書名 鉱物・宝石の科学事典（執筆：002, 015, 016, 031, 035, 036, 041）	

1. 著者名 編集者：鳥海光弘他10名、執筆：井上徹他99名	4. 発行年 2018年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 248
3. 書名 図説地球科学の事典（執筆：11章 含水鉱物と地球深部水の循環, p236-237）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>広島大学 プレート収束域の物質科学研究拠点  <a href="http://hiper.hiroshima-u.ac.jp/">http://hiper.hiroshima-u.ac.jp/</a>          広島大学 理学部 地球惑星システム学科  <a href="http://depss.hiroshima-u.ac.jp/gs/index.html">http://depss.hiroshima-u.ac.jp/gs/index.html</a></p>
---

## 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	肥後 祐司 (Higo Yuji) (10423435)	公益財団法人高輝度光科学研究センター・回折・散乱推進室・主幹研究員  (84502)	
研究分担者	栗林 貴弘 (Kuribayashi Takahiro) (20302086)	東北大学・理学研究科・准教授  (11301)	

## 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			
中国	中国地震局	中国科学院大学	北京大学	
ドイツ	パイロイト大学			
フランス	ソルボンヌ大学			
米国	ストニーブルク大学	デラウェア州立大学		
ロシア連邦	モスクワ州立大学			