

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：82118

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K18813

研究課題名（和文）エックス線光子相関分光法によるケイ酸塩メルトの高圧下その場粘性測定

研究課題名（英文）In situ viscosity measurement of silicate melts under high pressure by X-ray photon correlation spectroscopy

研究代表者

船守 展正（FUNAMORI, NOBUMASA）

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授

研究者番号：70306851

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、水-ケイ酸塩系のダイナミクスに関して、以下の成果を得た。水ガラス（Na₂O-SiO₂-H₂O系）について、その構造を理解する鍵となる特徴的な低Q回折ピークの起源が、Na₂Oに富むクラスター内のNa-Naの相関であることを解明した。数万気圧までの加圧により、水ガラスの構造は均一化し、このピークは消失する。また、非晶質の相転移カインेटクスについて、エネルギー準位と活性化エネルギーの幅を定式化したモデルを提案し、SiO₂ガラスの永久高密度化現象に関する各種の実験データを再現することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マグマの振る舞いを理解する上で、水-ケイ酸塩系の混和-不混和の相転移は重要である。水ガラスに関する研究成果は、この相転移の際の構造変化に関する直接的な情報を与えるものである。また、マグマの振る舞いを理解する上で、液体の相転移ダイナミクスは重要である。非晶質の相転移カインेटクスに関する研究成果は、ガラスを対象としており、液体の相転移カインेटクスのモデルの検討に繋がるものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, we obtained the following results on the dynamics of the water-silicate system.

For water glasses (Na₂O-SiO₂-H₂O system), the origin of the characteristic low-Q diffraction peak, which is the key to understanding their structure, is the Na-Na correlation in Na₂O-rich clusters. Upon pressurization up to several tens of thousands of atmospheres, the structure of water glasses becomes homogeneous and the peak disappears. A model is proposed for the phase transition kinetics of amorphous materials, formulated in terms of energy levels and activation energy ranges, which successfully reproduces various experimental data on the phenomenon of permanent densification of SiO₂ glass.

研究分野：放射光地球科学

キーワード：SiO₂ガラス 水ガラス 非晶質 相転移カインेटクス

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高圧下におけるケイ酸塩メルトの構造相転移とそれに伴う密度および粘性率の変化の情報は、固体地球のダイナミクスの理解に極めて重要である。近年、幾つかの実験手法が開発され、相転移と密度変化については、多くが知られるようになってきた。しかし、粘性率については、1980年代～90年代に開発された落球法に依存しており、シリコンが6配位をとるような地球マントル深部に相当する超高压条件下での測定には見通しも立っていない状況にあった。

2. 研究の目的

次世代放射光施設が稼働してコヒーレント X 線の本格的な利用が可能になると期待される 2020 年代後半を見据え、X 線光子相関分光法 (XPCS) による高圧下その場粘性測定のための技術開発を行う。ケイ酸塩メルトの 4 配位⇌6 配位相転移に伴う粘性率の変化についてのファーストリザルトを得るとともに、高圧下における XPCS 粘性測定法の有用性を実証することを研究開始当初の目的とした。

しかしながら、研究代表者は、研究期間の途中で放射光施設 Photon Factory の施設長に着任して、その責任を負うようになり、さらに COVID-19 の拡大への対応に追われるなど、コヒーレント X 線の利用が可能な放射光施設 SPring-8 で XPCS 測定を実施することが困難になった。このため、Photon Factory で実施可能な範囲で、広義の研究目的である水-ケイ酸塩系のダイナミクスの解明を進めることとした。

3. 研究の方法

(1) 水ガラス ($\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ 系) を試料として、高圧下その場小角 X 線散乱・X 線回折を行い、構造の圧力変化に関するデータを取得した。そのデータを解釈するため、分子動力学計算シミュレーションを行った。これにより、水-ケイ酸塩系の混和-不混和の相転移の際の構造変化を捉えた。

(2) SiO_2 ガラスの永久高密度化現象に関する各種の実験データを再現することを試金石として、低圧および高圧の 2 つの非晶質相のエネルギー準位と活性化エネルギーの幅を定式化した。これにより、液体の相転移カイネティクスのモデル化の前段階として、非晶質の相転移カイネティクスのモデルを構築した。

4. 研究成果

(1) 水ガラスに対する 20 万気圧領域までの放射光実験により、通常の水ガラスは、第一ピークの低 Q 側 ($Q = 0.6 \text{ \AA}^{-1}$) に明瞭なプレピークを持つが、水で希釈した水ガラスは持たないこと、そして、プレピークの強度は圧力の増加とともに減少することが明らかになった。一方、分子動力学計算シミュレーションにより、水ガラスは、大気圧下において、水和したケイ酸アニオンに囲まれたナトリウムクラスターのコロイドであり、この

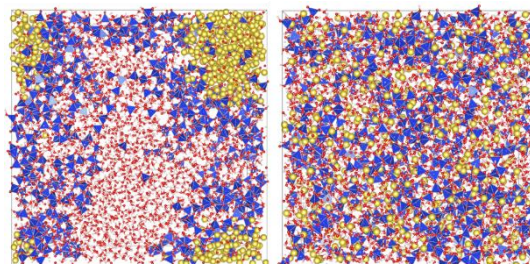


図1 水ガラスの構造変化 (左: 常圧、右: 高圧)

クラスターがプレピークの起源であることが明らかになった。さらに、このクラスターは圧力の増加とともに水に溶解し、プレピークの強度が急激に低下するとの描像が得られた (図 1)。実験と計算は整合的であり、水-ケイ酸塩系の混和-不混和の相転移の際の構造変化を捉えることに成功した。[Noritake et al., Journal of Noncrystalline Solids, 2022]

(2)非晶質の相転移は、結晶の相転移とは大きく異なる。非晶質の相転移を理解するため、結晶の相転移カイネティクスモデルの拡張を行った。具体的には、活性化エネルギーの分布と自由エネルギーの分布を定式化して(図2)、 SiO_2 ガラスの永久高密度化現象に適用した。このモデルは、固有の圧縮曲線を持つ「相」のように振る舞う中間状態が無限に存在すること、十分に高い温度でも相転移が完了する前に中間状態で停止することなど、永久高密度化に関する興味深い挙動を再現することに成功した。
 [Wakabayashi et al., Physical Review B, 2021]

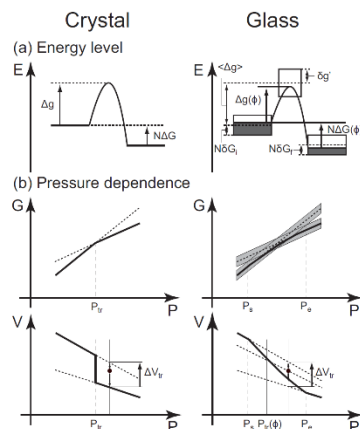


図2 結晶とガラスの相転移

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hirano Keiichi, Sugiyama Hiroshi, Nishimura Ryutarō, Wakabayashi Daisuke, Suzuki Yoshio, Igarashi Noriyuki, Funamori Nobumasa	4. 巻 29
2. 論文標題 X-ray zooming optics for analyzer-based multi-contrast computed tomography	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Synchrotron Radiation	6. 最初と最後の頁 787 ~ 793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1107/S1600577522001412	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 Noritake Fumiya, Sato Tomoko, Yamamoto Akane, Wakabayashi Daisuke, Urakawa Satoru, Funamori Nobumasa	4. 巻 579
2. 論文標題 Structure of sodium silicate water glass? X-ray scattering experiments and force-field molecular dynamics simulations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Non-Crystalline Solids	6. 最初と最後の頁 121370 ~ 121370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jnoncrysol.2021.121370	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 Wakabayashi Daisuke, Suzuki Yoshio, Shibazaki Yuki, Sugiyama Hiroshi, Hirano Keiichi, Nishimura Ryutarō, Hyodo Kazuyuki, Igarashi Noriyuki, Funamori Nobumasa	4. 巻 93
2. 論文標題 X-ray zooming microscopy with two Fresnel zone plates	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 033701 ~ 033701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0070720	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 Harada Kentaro, Funamori Nobumasa, Yamamoto Naoto, Shimosaki Yoshito, Shimada Miho, Miyajima Tsukasa, Umemori Kensei, Sakai Hiroshi, Nakamura Norio, Sakanaka Shogo, Kobayashi Yukinori, Honda Tohru, Nozawa Shunsuke, Nakao Hironori, Niwa Yasuhiro, Wakabayashi Daisuke, Amemiya Kenta, Igarashi Noriyuki	4. 巻 29
2. 論文標題 Conceptual design of the Hybrid Ring with superconducting linac	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Synchrotron Radiation	6. 最初と最後の頁 118 ~ 124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1107/S1600577521012753	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 Wakabayashi Daisuke, Funamori Nobumasa, Sato Tomoko	4. 巻 103
2. 論文標題 Kinetic model for phase transformation of noncrystalline solids: Application to permanent densification of SiO ₂ glass	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	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/PhysRevB.103.144104	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, Shibasaki 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 -
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 Takagi Sota, Kyono Atsushi, Nozawa Shunsuke, Kawai Nobuaki, Inukai Koji, Fukaya Ryo, Funamori Nobumasa, Adachi Shin ichi, Ichianagi Kouhei	4. 巻 47
2. 論文標題 In Situ Observation of the Phase Transition Behavior of Shocked Baddeleyite	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	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) 10.1029/2020GL089592	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 ₂ 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 Takagi Sota, Ichianagi Kouhei, Kyono Atsushi, Nozawa Shunsuke, Kawai Nobuaki, Fukaya Ryo, Funamori Nobumasa, Adachi Shin-ichi	4. 巻 27
2. 論文標題 Development of shock-dynamics study with synchrotron-based time-resolved X-ray diffraction using an Nd:glass laser system	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Synchrotron Radiation	6. 最初と最後の頁 371 ~ 377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1107/S1600577519016084	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 Sato Tomoko, Funamori Nobumasa, Wakabayashi Daisuke, Nishida Keisuke, Kikegawa Takumi	4. 巻 98
2. 論文標題 Coexistence of two states in optically homogeneous silica glass during the transformation in short-range order	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	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/PhysRevB.98.144111	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 Yoshimura Yukihiro, Takekiyo Takahiro, Koyama Yoshihiro, Takaku Mayumi, Yamamura Misaho, Kikuchi Natsumi, Wakabayashi Daisuke, Funamori Nobumasa, Matsuishi Kiyoto, Abe Hiroshi, Hamaya Nozomu	4. 巻 20
2. 論文標題 High-pressure glass formation of a series of 1-alkyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide homologues	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 199 ~ 205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CP06594A	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 Abe Hiroshi, Hamaya Nozomu, Koyama Yoshihiro, Kishimura Hiroaki, Takekiyo Takahiro, Yoshimura Yukihiro, Wakabayashi Daisuke, Funamori Nobumasa, Matsuishi Kiyoto	4. 巻 19
2. 論文標題 Long Periodic Structure of a Room-Temperature Ionic Liquid by High-Pressure Small-Angle X-Ray Scattering and Wide-Angle X-Ray Scattering: 1-Decyl-3-Methylimidazolium Chloride	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ChemPhysChem	6. 最初と最後の頁 1441 ~ 1447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cphc.201701273	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 Wakabayashi Daisuke, Funamori Nobumasa, Kikegawa Takumi, Watanabe Kazuki, Kohara Shinji, Nitani Hiroaki, Niwa Yasuhiro, Takeichi Yasuo, Abe Hitoshi, Kimura Masao	4. 巻 96
2. 論文標題 Nature of the transformation in liquid iodine at 4 GPa	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review B	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/PhysRevB.96.024105	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 佐藤友子、船守展正	4. 巻 52
2. 論文標題 放射光によるSiO ₂ ガラスの構造と物性の高圧下その場観察	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 セラミックス	6. 最初と最後の頁 352 ~ 356
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 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 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 船守展正、山田悠介
2. 発表標題 KEK-PFにおけるリモート実験
3. 学会等名 第35回日本放射光学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉山弘、平野馨一、若林大佑、鈴木芳生、五十嵐教之、船守展正
2. 発表標題 BL-20BにおけるChannel-cut型X線コンデンサ
3. 学会等名 第35回日本放射光学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 若林大佑、鈴木芳生、柴崎裕樹、杉山弘、平野馨一、西村龍太郎、兵藤一行、五十嵐教之、船守展正
2. 発表標題 2つのFZPを用いた結像型X線ズームング顕微鏡
3. 学会等名 第35回日本放射光学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林寿夫、池田修吾、神田智弘、河智史朗、柴崎裕樹、岸本俊二、船守展正
2. 発表標題 偏光特性を活用した核共鳴前方散乱法によるFe型化合物の軌道秩序とその揺らぎの観測
3. 学会等名 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平野馨一、若林大佑、杉山弘、柴崎裕樹、西村龍太郎、鈴木芳生、五十嵐教之、船守展正
2. 発表標題 3次元X線ズームング顕微鏡の開発
3. 学会等名 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉山弘、平野馨一、若林大佑、鈴木芳生、五十嵐教之、船守展正
2. 発表標題 BL-20BにおけるChannel-cut型X線コンデンサ
3. 学会等名 第35回日本放射光学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keiichi Hirano, Hiroshi Sugiyama, Ryutaro Nishimura, Daisuke Wakabayashi, Yoshio Suzuki, Noriyuki Igarashi, Nobumasa Funamori
2. 発表標題 Simplified x-ray zooming optics for analyzer-based multi-contrast imaging
3. 学会等名 SRI2021 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 丹羽正貴、大野圭太、林純一、葛谷俊博、関根ちひろ、武田圭生、濱中泰、若林大佑、佐藤友子、船守展正
2. 発表標題 CuInS2ナノ粒子の粒子間隔と光学特性II
3. 学会等名 第62回高圧討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴崎裕樹、船守展正
2. 発表標題 高空間分解能イメージングシステムの導入とPF AR-NE1Aの将来運用
3. 学会等名 第62回高圧討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本あかね、佐藤友子、船守展正、若林大佑、浦川啓、服部高典
2. 発表標題 地球内部における水ケイ酸塩流体の構造に関する研究 2
3. 学会等名 第61回高圧討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤友子、船守展正、柴崎裕樹
2. 発表標題 時分割 X 線回折による SiO ₂ ガラスの高密度化観察
3. 学会等名 第61回高圧討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本あかね、佐藤友子、船守展正、若林大佑、浦川啓
2. 発表標題 地球内部における水ケイ酸塩流体の構造に関する研究
3. 学会等名 第60回高圧討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野圭太、仲条一輝、林純一、葛谷俊博、関根ちひろ、武田圭生、濱中泰、若林大佑、佐藤友子、船守展正
2. 発表標題 AgInS ₂ ナノ粒子の高圧下発光特性と構造
3. 学会等名 第60回高圧討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲条一輝、大野圭太、林純一、葛谷俊博、関根ちひろ、武田圭生、濱中泰、若林大佑、佐藤友子、船守展正
2. 発表標題 CuInS ₂ ナノ粒子の高圧下発光特性と構造
3. 学会等名 第60回高圧討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高木壮大、一柳光平、川合伸明、深谷亮、野澤俊介、興野純、船守展正、足立伸一
2. 発表標題 3YTZPの静的・動的圧縮下での挙動のその場観察
3. 学会等名 第32回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高木壮大、一柳光平、川合伸明、深谷亮、野澤俊介、興野純、船守展正、足立伸一
2. 発表標題 ナノ秒時間分解XRDを用いた衝撃下における正方晶安定化ジルコニアの変態強化過程のその場観察
3. 学会等名 2018年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤友子、若林大佑、船守展正
2. 発表標題 高圧下におけるシリカガラス
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 D. Wakabayashi, N. Funamori, T. Kikegawa, K. Watanabe, S. Kohara, H. Nitani, Y. Niwa, Y. Takeichi, H. Abe, M. Kimura
2. 発表標題 High-pressure in-situ XAFS-XRD measurements with MAX80 at PF-AR NE5C
3. 学会等名 SRI 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 D. Wakabayashi, T. Sato, and N. Funamori
2. 発表標題 Seamless structural transformations of SiO ₂ glass under high pressure
3. 学会等名 ICG Annual Meeting 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高木壮大、一柳光平、川合伸明、野澤俊介、深谷亮、興野純、船守展正、足立伸一
2. 発表標題 イットリア添加正方晶ジルコニアの静的・動的圧縮下での挙動
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 若林大佑、渡邊一樹、亀卦川卓美、船守展正
2. 発表標題 PFにおける高圧下その場XAFS測定システムの開発
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 若林大佑、船守展正、佐藤友子
2. 発表標題 高圧下におけるSiO ₂ ガラスの相転移カイネティクス
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武田圭生、澤口健文、仲条一輝、林純一、葛谷俊博、関根ちひろ、濱中泰、若林大佑、佐藤友子、船守展正
2. 発表標題 圧下における半導体ナノ粒子MInS ₂ (M=Cu, Ag) の発光と構造
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田桃太郎、大西佑輝、有馬寛、若林大佑、舟越賢一、船守展正、大高理
2. 発表標題 ルビジウムジャーマネートガラスの圧力誘起局所構造変化
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高木壮大、一柳光平、深谷亮、野澤俊介、川合伸明、興野純、船守展正、足立伸一
2. 発表標題 衝撃実験から迫るAlCuFe準結晶鉱物の形成起源
3. 学会等名 2017年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 一柳光平、高木壮大、川合伸明、野澤俊介、深谷亮、福本恵紀、若林大佑、興野純、中村一隆、船守展正、足立伸一
2. 発表標題 高強度レーザー誘起衝撃圧縮下における構造・反応ダイナミクス
3. 学会等名 2017年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 若林大佑、亀卦川卓美、船守展正
2. 発表標題 フォトンファクトリーにおける鉱物科学の将来展望
3. 学会等名 日本鉱物科学会2017年会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 若林大佑、船守展正、下條冬樹
2. 発表標題 SiO ₂ ガラスの圧力誘起相転移の大規模分子動力学シミュレーション
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菊地なつみ、高久真由美、山村実早保、浜谷望、岸村浩明、阿部洋、若林大佑、船守展正、竹清貴浩、吉村幸浩
2. 発表標題 イミダゾリウム系イオン液体のlow-Qピークの圧力応答
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿部洋、浜谷望、小山良尋、岸村浩明、竹清貴浩、吉村幸浩、若林大佑、船守展正、松石清人
2. 発表標題 イオン液体の高圧誘起ハイブリッド層構造
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 若林大佑、亀卦川卓美、渡邊一樹、小原真司、仁谷浩明、丹羽尉博、武市泰男、阿部仁、木村正雄、船守展正
2. 発表標題 液体ヨウ素の圧力誘起構造変化：XAFS-XRDデータのRMC解析
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西田圭佑、柴崎裕樹、戸邊宙、寺崎英紀、肥後祐司、若林大佑、船守展正、鈴木昭夫
2. 発表標題 20GPaまでのFe-S系メルトの音速測定 II
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------