

令和 2 年 5 月 11 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18797

研究課題名(和文)中性子回折による含水マグマの構造測定：水素位置の圧力依存性の解明

研究課題名(英文) Structure measurement of hydrous magma using neutron diffraction: Understanding of pressure dependences of hydrogen position

研究代表者

坂巻 竜也 (Sakamaki, Tatsuya)

東北大学・理学研究科・助教

研究者番号：30630769

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：地球内部を再現した高温高压条件下での含水マグマの構造をX線及び中性子回折実験によって決定した。重要な研究成果としては、含水マグマの持つネットワーク構造の周期性の特異な圧力依存性を発見したことが挙げられる。本研究によって、4GPaまでは圧力増加と共に周期性が伸びるが、それより高い圧力条件では周期性が縮むことを実験的に示した。つまり、マグマの構造は単調に変化するのではなく、圧力4GPa(深さ120km)に相当する条件下で不連続的に構造変化するため、その条件下でマグマの挙動も変化することが示唆される。地表のマグマとは異なる特徴を持つ地球内部のマグマの挙動を理解するために重要な知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マグマは、火山や中央海嶺から地表へ噴出するものに加え、地下数百～数千kmの地球深部に局所的に存在するということが、主に地球物理学的探査から示唆されてきた。このような地球深部マグマの挙動を、その構造を研究することで解明することに成功した。本研究成果は、我が国とも関わり合いの深い火成活動を中心としたマグマに関連する諸現象を理解するための新たな基礎的知見をもたらしたという重大な意義を持つ。

研究成果の概要(英文)：We succeeded in measuring the structure of hydrous magma at high pressure and temperature using X-ray and neutron diffraction techniques. One of the most important findings in this study is the pressure-induced anomalous change in the ordering of network structure: the periodicity of network structure of the hydrous magma extends up to 4 GPa and starts to shrink at much higher pressure. Since the structure of magma changes drastically around 4 GPa (120 km in depth), the behavior of the magma can be also varied. We can obtain a significant knowledge for understanding the magma behavior in the interior of the Earth.

研究分野：地球科学

キーワード：マグマ 水 水素 高压 高温

1. 研究開始当初の背景

マグマは地表へ噴出するだけでなく、地球内部にも多く滞留していることが地球物理的観測から示唆されている。そのような地球内部でのマグマの発生には、水が深く関わっており、生成されるのは含水マグマである(図1)。水(水素)の存在はマグマの低密度化や低粘度化を引き起こし、地球内部におけるマグマの駆動性や重力的安定性などを理解する上で欠かすことのできないパラメータの一つである。ただし、上述したマグマの物性へ及ぼす水の効果を正確に議論するためには、含水マグマの構造(水素位置の圧力依存性)解明が不可欠である。

マグマの構造を研究する上でX線回折がよく用いられているが、本研究で着目している水(水素)位置の特定は不可能である。そこで、本研究では中性子回折による含水マグマの構造測定を実施し、水素位置の圧力依存性の解明を目的としている。高温高压下での含水マグマの中性子その場観察実験は極めて挑戦的な内容であり、含水マグマの地球内部での挙動を理解する上で先導的な研究成果を挙げられることが期待される。

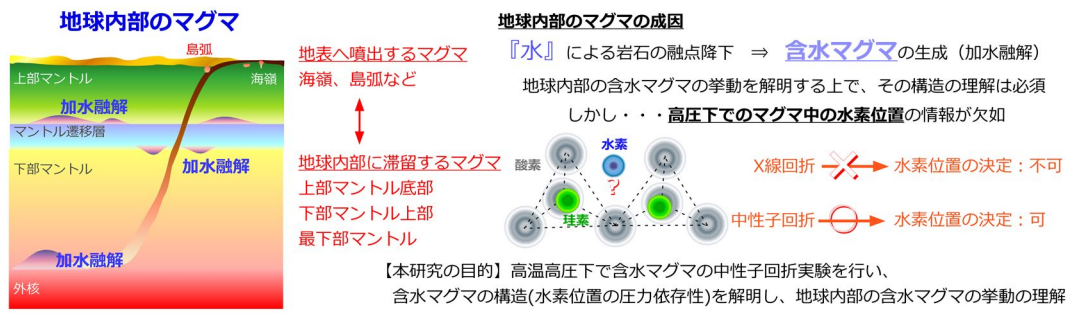


図1. 研究背景の概要図

既述した通り、地球内部では含水マグマが生成される。そこで応募者は含水マグマの密度測定を高温高压下で実施し、地球内部でのマグマの重力的安定性の議論を進めてきた(Sakamaki et al. 2006 Nature など)。加えて、マグマ中の水の部分モル体積の算出にも成功し、その圧縮曲線を求めた(図2)。水の部分モル体積は圧力と共に急激に収縮していくことが明らかになった。これは圧力起因の水素位置変化に対応している可能性がある。しかしながら、物性測定だけではマグマ中の水の高い圧縮性の原因・理由の解明は困難であり、マグマの構造解明が不可欠である。ただし、一般的なX線回折では着目している水(水素)位置の特定が不可能であるため、本研究では中性子回折に目を付けた。そこで本研究では、マグマ中の水の収縮メカニズムを理解すべく、中性子回折による含水マグマの構造測定を実施し、水素位置の圧力依存性の解明を目的としている。

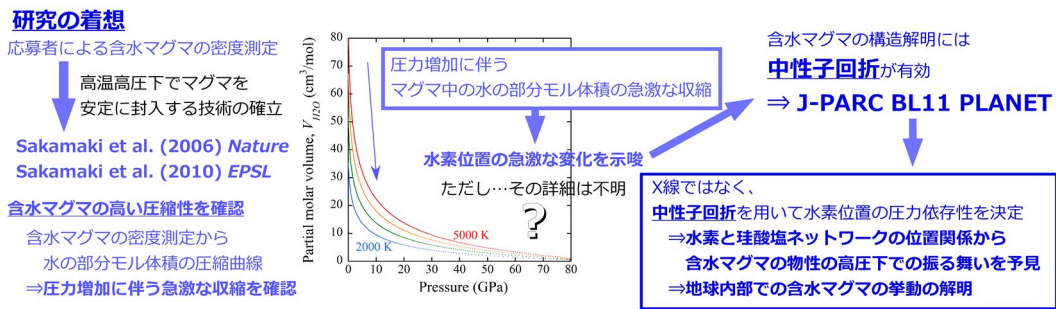


図2. 研究着想の概要図

2. 研究の目的

本研究の目的は、マグマ中の水素位置を決定し、その圧力依存性を明らかにすることである。そのために J-PARC の BL11 (PLANET) での高温高压条件下で中性子回折実験を実施する。

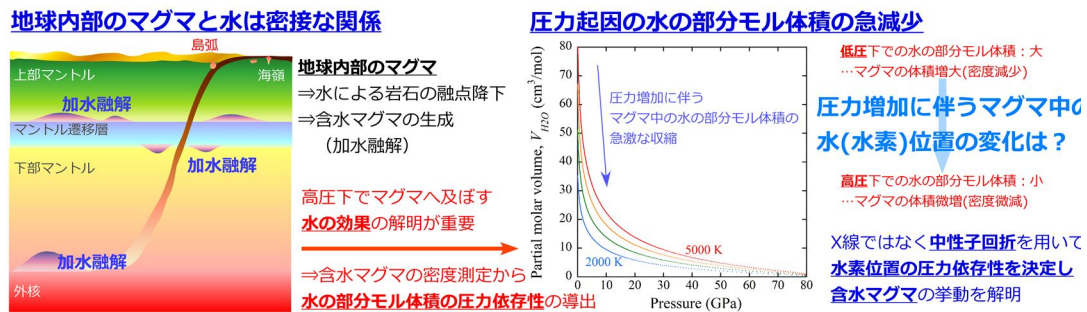


図 3. 研究目的の概要図

✓地球内部のマグマと水は密接な関係(図 3 左)

日本のような島弧で見られる多くの火山を含め、地球表面では様々な場所で火山活動が観察され、地下におけるマグマの存在を感じることができる。マグマは溶融した岩石であり、地球深部でのマグマ生成には岩石の融点降下を引き起こす水の存在が密接に関わっている。つまり、水を多く含む含水マグマが地球内部では生成される。このような融解現象は浅部だけでなく、より深部まで及んでいると考えられており、地震波観測などの地球物理的な探査により地殻から最下部マントルまでいろんな深さにおけるマグマの存在が示唆されている。

✓圧力起因の水の部分モル体積の急減少(図 3 右)

含水マグマの高圧下での物性はその挙動を理解する上で重要な研究対象である。特に含水マグマの密度に関する研究はいくつか報告されている。それらの成果によって、マグマ中の水が非常に圧縮されやすい性質であることが示されている。その性質は常圧から圧力 5 GPa までの条件下で顕著であり、急激な水の部分モル体積の収縮が確認されている。このような現象は、含水マグマの高密度化とも対応しており、地球深部での含水マグマの重力的安定性に繋がると考えられる。しかしながら、物性測定だけでは水の部分モル体積の急激な収縮の原因解明は困難であり、マグマの構造を解明する必要がある。しかし、一般的な X 線回折では水素位置の特定は困難であるため、本研究では中性子回折に目を付けた。そこで本研究では、マグマ中の水の収縮メカニズムを理解すべく、中性子回折による含水マグマの構造測定を実施し、水素位置の圧力依存性の解明を目的としている。

✓物性と水素位置の関連性の理解+地球内部での含水マグマの挙動解明

含水マグマ中の水素位置とその物性の間にある関連性を見つけ出す。そして、含水マグマの地球内部環境での挙動を理解し、マグマが滞留するための条件や場所の制約を行う。最終的には地球物理学的観測との比較から、現在の地球内部において含水マグマが存在している場所を特定し、地球内部の不均質構造の描像を目指す。

3. 研究の方法

出発試料である $\text{Na}_2\text{O} \cdot 8/3\text{SiO}_2$ は、 SiO_2 と Na_2CO_3 の混合粉末を溶融・急冷したガラス試料を用いた。含水試料は、ガラス試料を白金カプセルに封入し、5 wt% および 9 wt% の水を加えることによって調製した。X 線その場観察実験は、高エネルギー加速器研究機構の放射光施設 (PF-AR) の AR-NE5C ビームラインに設置のマルチアンビル装置 MAX80 を用いた。また、中性子その場観察実験は J-PARC MLF の BL11 ビームラインに設置の 6 軸プレス (圧姫) を用いて行った。圧力・温度条件はそれぞれ 1.4-7 GPa、900-1060 である。

4. 研究成果

X線・中性子その場観察実験によって得られた回折パターンにより、 $Q=25 \text{ \AA}^{-1}$ までの構造因子 $S(Q)$ を得た。 $S(Q)$ の第1ピーク (First Sharp Diffraction Peak: FSDP) についての圧力依存性を図4に示す。無水・含水メルト/ガラスにおける $S(Q)$ の FSDP は、圧力増加に従って高 Q 側へシフトするが、9 wt%の含水メルトの FSDP は低 Q 側へシフトし、4 GPa 付近で極小を示した。これは、9 wt%の含水メルトの中距離ネットワーク構造が、4 GPa よりも低圧側では拡大していくことを示唆している。

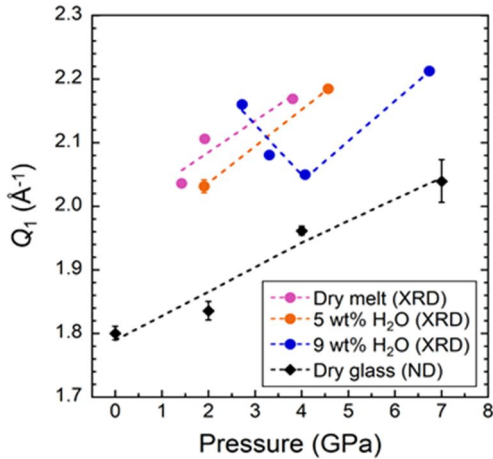


図4. 無水・含水 $\text{Na}_2\text{O}\cdot 8/3\text{SiO}_2$ メルト/ガラスにおける $S(Q)$ の FSDP の圧力依存性

また還元動径分布関数 $G(r)$ の解析から、9 wt%の含水メルトの Na-O 結合長は、4 GPa 付近で急激に伸長することがわかった (図5)。これは、-Na-O-Na-結合のドメイン構造が、水を含むことによって膨張していることを示唆している。一方、図2に示すように、無水メルト中の O-O、Si-Si 結合長は圧力増加に対して縮小していくのに対して、含水メルト中の O-O、Si-Si 結合長はほとんど一定であることがわかった。これは、無水メルトのような重合度の高いメルトでは、圧力増加に対して Si-O-Si 結合角が縮小していくメカニズムが支配的であるが、加水によってネットワーク構造が非重合化したメルトでは、網目修飾イオン (Na イオン) が圧縮に対する「クッション」の役割となって、Si-O-Si 結合角が縮み難い状態になっていると思われる。

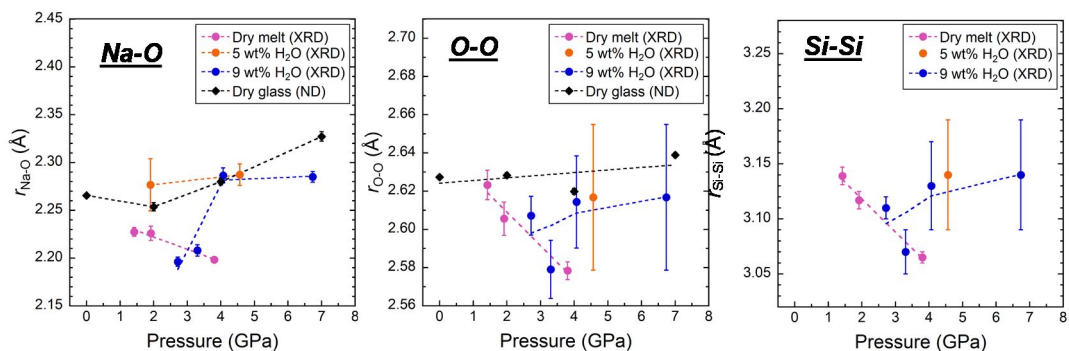


図5. 無水・含水 $\text{Na}_2\text{O}\cdot 8/3\text{SiO}_2$ メルト/ガラスにおける Na-O, O-O, Si-Si 結合長の圧力依存性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 22件）

1. 著者名 Ohashi, T., Sakamaki, T., Funakoshi, K., Suzuki, A.	4. 巻 113
2. 論文標題 Pressure-induced structural changes of basaltic glass	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 286-292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takahashi, S., Ohtani, E., Sakamaki, T., Kamada, S., Fukui, H., Tsutsui, S., Uchiyama, H., Ishikawa, D., Hirao, N., Ohishi, Y., Baron, A.Q.R.	4. 巻 -
2. 論文標題 Sound velocity of Fe3C at high pressure and high temperature determined by inelastic X-ray scattering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Comptes Rendus Geoscience	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) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 岸本俊八, 浦川啓, 寺崎英紀, 桑原荘馬, 西田圭佑, 坂巻竜也, 竹内晃久, 上杉健太郎	4. 巻 25
2. 論文標題 形成期の惑星内部における鉄合金メルトとケイ酸塩の分離過程	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SPring-8/SACLA利用研究成果集	6. 最初と最後の頁 208-211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 坂巻竜也, 大橋智典, 池田理, 後藤雅久, 肥後祐司, 鈴木昭夫	4. 巻 -
2. 論文標題 炭酸塩マグマの弾性波速度測定: プチスポット火山のマグマソースへの適応	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 大谷栄治、坂巻竜也、生田大穰、福井宏之、鎌田誠司、Yuan Liang、Baron Alfred	4. 巻 -
2. 論文標題 高圧下における鉄 - 軽元素合金の音速測定と密度の測定から見た核および核マントル境界の構造の解明	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SPring-9 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 奥村聡、坂巻竜也、後藤章夫	4. 巻 -
2. 論文標題 爆発的火山噴火の誘発要因であるマグマ粉碎メカニズムの解明：破壊のその場観察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SPring-10 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 大谷栄治、生田大穰、鎌田誠司、坂巻竜也、Yuan Liang、鈴木昭夫、Koemets Egor	4. 巻 -
2. 論文標題 放射光メスパウア分光とX線回折実験による鉄軽元素系の相平衡と物性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SPring-11 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 坂巻竜也、鈴木昭夫、大橋智典、池田理、後藤雅久、肥後祐司	4. 巻 -
2. 論文標題 部分溶融岩石の弾性波速度測定：上部マントル底部の地震波低速度異常への適用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 SPring-12 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 Sakamaki Tatsuya	4. 巻 475
2. 論文標題 Density of hydrous magma	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Geology	6. 最初と最後の頁 135 ~ 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemgeo.2017.11.012	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 SAKAMAKI Tatsuya	4. 巻 112
2. 論文標題 Density of jadeite melts under high pressure and high temperature conditions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 300 ~ 307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2465/jmps.170128	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 Sakairi Takanori, Sakamaki Tatsuya, Ohtani Eiji, Fukui Hiroshi, Kamada Seiji, Tsutsui Satoshi, Uchiyama Hiroshi, Baron Alfred Q.R.	4. 巻 103
2. 論文標題 Sound velocity measurements of hcp Fe-Si alloy at high pressure and high temperature by inelastic X-ray scattering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 85 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2138/am-2018-6072	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 坂巻竜也	4. 巻 46
2. 論文標題 高压下でのマグマ物性：地球深部でのマグマの挙動解明	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 岩石鉱物科学	6. 最初と最後の頁 30-34
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 Sakamaki, T., Ohtani, E., Fukui, H., Baron, A.Q.R.	4. 巻 -
2. 論文標題 Compressional sound velocity of hexagonal close-packed iron up to 163 GPa and 3000 K	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Research Frontiers 2016	6. 最初と最後の頁 92-93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 坂巻竜也	4. 巻 81
2. 論文標題 地球で一番深い場所 - 高圧実験から探る地球の中心核の化学組成 -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 まなびの杜	6. 最初と最後の頁 3-4
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 無
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 坂巻竜也	4. 巻 23
2. 論文標題 放射光X線で探る地球深部：地球の核組成の制約に向けて	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8/SACLA利用者情報	6. 最初と最後の頁 14-17
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 坂巻竜也、大谷栄治、福井宏之、鎌田誠司、田中遼介、生田大穰、アルフレッドバロン、五島賢一	4. 巻 -
2. 論文標題 X線非弾性散乱を利用した高温高圧条件下での鉄合金の音速測定と地球内核組成の制約への適用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 坂巻竜也、寺崎英紀、柴崎裕樹、鈴木昭夫、戸邊宙、肥後祐司、西田圭佑、大橋智典	4. 巻 -
2. 論文標題 20GPaまでの鉄 - 珪素合金の弾性波速度測定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 寺崎英紀、坂巻竜也、柴崎裕樹、西田圭佑、肥後祐司、下山裕太、神谷朝香、山田伊織、丹下義範	4. 巻 -
2. 論文標題 15 GPaまでのFe-Ni融体の音速と密度に与える硫黄の効果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 西田圭佑、寺崎英紀、肥後祐司、柴崎裕樹、坂巻竜也、下山裕太	4. 巻 -
2. 論文標題 20GPaまでの鉄メルトの音速測定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 大谷栄治、坂巻竜也、福井宏之、鎌田誠司、田中遼祐、寺崎英紀、生田大穰、アルフレッドバロン	4. 巻 -
2. 論文標題 高温高圧下における鉄・軽元素系化合物の相転移にともなう音速変化	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 坂巻竜也、大谷栄治、福井宏之、田中遼介、生田大穰、アルフレッドバロン、袁亮	4. 巻 -
2. 論文標題 高温高圧下での地球核物質の音速-密度同時決定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 坂巻竜也、柴崎裕樹、鈴木昭夫、大橋智典、肥後祐司、久野直毅	4. 巻 -
2. 論文標題 部分溶融メルトの弾性波速度測定と地震波低速度異常域への適用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 奥村聡、上杉健太郎、坂巻竜也	4. 巻 -
2. 論文標題 流紋岩マグマの破碎その場観察: 4Dトモグラフィーと構造解析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 柴崎裕樹、寺崎英紀、坂巻竜也、久野直毅、大橋智典	4. 巻 -
2. 論文標題 高温高圧下での超音波法によるfcc-Feの弾性波速度測定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 西田圭佑、寺崎英紀、肥後祐司、柴崎裕樹、山田伊織、坂巻竜也	4. 巻 -
2. 論文標題 20GPaまでのFe-Sメルトの音速に及ぼす硫黄の効果の解明	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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 大谷栄治、坂巻竜也、生田大穰、福井宏之、鎌田誠司、田中遼祐、寺崎英紀、生田大穰、袁亮、アルフレッドパロン、イゴールコーメツ	4. 巻 -
2. 論文標題 高温高圧下における鉄-軽元素合金の音速測定と内核の不均質性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SPring-8 Experimental Summary Report	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) なし	査読の有無 無
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47件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 35件)

1. 発表者名 Sakamaki, T.
2. 発表標題 Viscosity of magmas at high pressure
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sakamaki, T., Terasaki, H., Shibazaki, Y., Tobe, H., Shimoyama, Y., Higo, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Elastic wave velocity of Fe-Si alloy at high pressure
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakajima, A., Sakamaki, T., Kawazoe, T., Suzuki, A.
2. 発表標題 Melting phenomeon at the top of the lower mantle
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohashi, T., Sakamaki, T., Hisano, N., Higo, Y., Shibazaki, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Understanding of low velocity anomaly in the asthenosphere inferred from elastic wave velocity measurement of partially molten rocks
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hisano, N., Sakamaki, T., Ohashi, T., Funakoshi, K., Higo, Y., Shibazaki, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Correlation between structure and elastic wave velocity of pyrope glass at high pressure
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohashi, T., Sakamaki, T., Hattori, T., Sano, A., Funakoshi, K., Suzuki, A.
2. 発表標題 Structural investigations of basaltic glass under high pressure using X-ray and neutron diffraction techniques
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohtani, E., Sakairi, T., Sakamaki, T., Fukui, H., Kamada, S., Tsutsui, S., Uchiyama, H., Baron, A.Q.R.
2. 発表標題 Compressional velocity of hcp Fe-Si alloy by inelastic X-ray scattering and composition of the inner core
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamada, I., Terasaki, H., Kamiya, A., Nishida, K., Sakamaki, T., Higo, Y., Tange, Y., Kondo, T.
2. 発表標題 Sound velocity of liquid Fe-Ni-S-Si at mercury outer core condition
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Terasaki, H., Rivoldini, A., Shimoyama, Y., Nishida, K., Urakawa, S., Kurokawa, F., Takubo, Y., Shibazaki, Y., Sakamaki, T., Machida, A., Higo, Y., Tange, Y., Kondo, T.
2. 発表標題 Core composition of Mercury estimated from elastic properties of liquid Fe-Ni-alloy
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Maeda, F., Kamada, S., Miyajima, N., Petitgiard, S., Hirao, N., McCammon, C., Frost, D., Sakamaki, T., Suzuki, A.
2. 発表標題 Stability of MgCO ₃ in Fe-rich hydrous lower mantle
3. 学会等名 Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohashi, T., Sakamaki, T., Hattori, T., Sano, A., Funakoshi, K., Suzuki, A.
2. 発表標題 Structure of basaltic glass under high pressure by in-situ x-ray and neutron diffraction investigations
3. 学会等名 Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sakamaki, T.
2. 発表標題 Sound velocity Measurement of iron-nickel alloy: Implications for a unified Earth's inner core model consistent with geophysical and geochemical observations
3. 学会等名 Asia Oceania Geoscience Society 15th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Maeda, F., Kamada, S., Miyajima, N., Petitgiard, S., Hirao, N., Sakamaki, T., McCammon, C., Frost, D., Ohishi, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Reaction of MgCO ₃ high-pressure carbonate and metallic iron in the deep lower mantle
3. 学会等名 56th EHPRG meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakajima, A., Sakamaki, T., Kawazoe, T., Suzuki, A.
2. 発表標題 Water effect on the mantle melting at the top of the lower mantle
3. 学会等名 56th EHPRG meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohashi, T., Sakamaki, T., Funakoshi, K., Muranushi, M., Shito, C., Shibazaki, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Structures of hydrous sodium silicate melts under high pressure and high temperature
3. 学会等名 Joint symposium of Misasa 2019 & Core-Mantle Coevolution (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂巻竜也、河野義生、Wang Yanbin
2. 発表標題 月玄武岩の弾性波速度測定：月マントル底部で低速度異常への適用
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田理、坂巻竜也、大橋智典、後藤雅久、肥後祐司、鈴木昭夫
2. 発表標題 高压下での -FeOOH の弾性波速度測定
3. 学会等名 日本鉱物科学会2018年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田郁也、鎌田誠司、宮島延吉、平尾直久、河口沙織、Petitgirard Sylvain、McCammon Catherine、Frost Daniel、坂巻竜也、鈴木昭夫
2. 発表標題 H_2O とFeに富んだ下部マントル環境下における MgCO_3 の安定性
3. 学会等名 第59回高压討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大橋智典、坂巻竜也、舟越賢一、服部高典、佐野亜沙美、鈴木昭夫
2. 発表標題 X線・中性子回折による玄武岩質ガラスの圧力誘起構造変化
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 生田大穰、大谷栄治、坂巻竜也、福井宏之、石川大介、Baron Alfred
2. 発表標題 Sound velocity measurement of rhenium at extreme pressure conditions by inelastic X-ray scattering
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sakamaki, T., Fukui, H., Ohtani, E., Tanaka, R., Baron, A.Q.R.
2. 発表標題 Sound velocity of hcp-Fe at multi-megabar pressures
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tanaka, R., Sakamaki, T., Fukui, H., Ohtani, E., Kamada, S., Sato, S., Tsutsui, S., Uchiyama, H., Baron, A.Q.R., Suzuki, A.
2. 発表標題 The sound velocity measurements of FeO at high pressure and temperature: Implications for the low velocity anomaly around the core-mantle boundary
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tobe, H., Shibazaki, Y., Sakamaki, T., Hiroi, Y., Abe, R., Suzuki, A.
2. 発表標題 Phase relations in the Fe-FeSi system at 10 GPa : Implications for Mercury 's core
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Igarashi, M., Shibazaki, Y., Shiraishi, R., Sakamaki, T., Suzuki, A.
2. 発表標題 Experimental investigation into the cause of a high attenuation zone of the lunar seismic waves: A possible partialy molten layer at the lowest lunar mantle
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohtani, E., Sakairi, T., Sakamaki, T., Kamada, S., Tanaka, R., Fukui, H., Baron, A.Q.R.
2. 発表標題 Composition of the core: Geochemical and mineral physics constraints
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohtani, E., Igarashi, M., Sakamaki, T., Zhao, D.
2. 発表標題 The heterogeneities in Lunar interior: Role of High Titanium materials
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Maeda, F., Ohtani, E., Kamada, S., Sakamaki, T., Hirao, N., Ohishi, Y.
2. 発表標題 Phase relation in MgCO ₃ -SiO ₂ system up to the lowermost mantle
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Maeda, F., Kamada, S., Sakamaki, T., Hirao, N., Ohishi, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 High-pressure phase transitions of MgCO ₃ under the lower mantle conditions
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Terasaki, H., Shimoyama, Y., Maki, M., Kurokawa, F., Urakawa, S., Nishida, K., Saito, R., Takubo, Y., Shibasaki, Y., Sakamaki, T., Machida, A., Higo, Y., Kondo, T.
2. 発表標題 Interior structure of Mars estimated from elastic properties of liquid Fe-Ni-S
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sakamaki, T., Hattori, T., Sano-Furukawa, A.
2. 発表標題 Basaltic glass structure by time-of-flight neutron diffraction
3. 学会等名 Goldschmidt 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohtani, E., Sakamaki, T., Sakairi, T., Tanaka, R., Kamada, S., Fukui, H., Barao, A.Q.R.
2. 発表標題 Geochemical and mineral physics constraints on the composition of the inner core
3. 学会等名 Goldschmidt 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakajima, A., Sakamaki, T., Hisano, N., Horioka, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Densification of calcium-aluminum-silicate glass at the pressure of ~5.5 GPa
3. 学会等名 55th EHPRG Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Maeda, F., Kamada, S., Sakamaki, T., Miyajima, N., Hirao, N., Ohishi, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Phase relations of MgCO ₃ high-pressure carbonate under the lower mantle conditions
3. 学会等名 55th EHPRG Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sakamaki, T.
2. 発表標題 Structure measurement of basaltic glass using neutron diffraction
3. 学会等名 High-Pressure Mineral Physics Seminar (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohtani, E., Sakamaki, T., Kamada, S., Ikuta, D., Tanaka, R., Fukui, H., Baron, A.Q.R.
2. 発表標題 Sound velocity of iron-light element compounds and composition of the inner core
3. 学会等名 High-Pressure Mineral Physics Seminar (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Maeda, F., Kamada, S., Sakamaki, T., Hirao, N., Ohishi, Y., Suzuki, A.
2. 発表標題 Compressibility of MgCO ₃ phase II under the lowermost mantle conditions
3. 学会等名 High-Pressure Mineral Physics Seminar (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Terasaki, H., Maki, M., Shimoyama, Y., Nishida, K., Urakawa, S., Takubo, Y., Shibazaki, Y., Sakamaki, T., Higo, Y., Machida, A., Kondo, T.
2. 発表標題 Sound velocity and elastic properties of liquid Fe-Ni-Si at high pressure
3. 学会等名 High-Pressure Mineral Physics Seminar (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohashi, T., Sakamaki, T., Hattori, T., Sano-Furukawa, A., Funakoshi, K., Suzuki, A.
2. 発表標題 Structure measurements of basaltic glass at high pressure using X-ray and neutron diffraction techniques
3. 学会等名 The 5th Workshop for Extreme Materials Science "Silicate Melt/Glass" (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohashi, T., Sakamaki, T., Hattori, T., Sano-Furukawa, A., Funakoshi, K., Suzuki, A.
2. 発表標題 Structures of basaltic glass under high pressure by in-situ X-ray and neutron diffraction investigations
3. 学会等名 Interaction and Coevolution of the Core and Mantle Toward Integrated Deep Earth Science Internarional Symposium Annual General Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakajima, A., Sakamaki, T., Kawazoe, T., Suzuki, A.
2. 発表標題 Melting experiments of hydrous peridotite under the top of the lower mantle conditions
3. 学会等名 Interaction and Coevolution of the Core and Mantle Toward Integrated Deep Earth Science Internarional Symposium Annual General Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂巻竜也
2. 発表標題 放射光X線で探る地球深部：地球の核組成の制約に向けて
3. 学会等名 SPring-8シンポジウム2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂巻竜也、寺崎英紀、柴崎裕樹、戸邊宙、下山裕太、肥後祐司、鈴木昭夫
2. 発表標題 高温高圧下での鉄-珪素合金の弾性波速度測定
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 大谷栄治、坂巻竜也、生田大穰、田中遼介、福井宏之、パロンアルフレッド
2. 発表標題 音速測定と固液分配実験から測定する内核の組成
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 大橋智典、坂巻竜也、服部高典、佐野亜沙美、小澤信、舟越賢一、鈴木昭夫
2. 発表標題 圧力起因の玄武岩質ガラスの構造変化
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 坂巻竜也
2. 発表標題 高温高圧実験によるアノーサイトメルトの粘度と月玄武岩の弾性波速度の測定
3. 学会等名 第13回月地殻研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久野直毅、坂巻竜也、堀岡祥生、大橋智典、鈴木昭夫
2. 発表標題 パイロップガラスの圧力起因の構造変化
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺崎英紀、下山裕太、西田圭佑、坂巻竜也、柴崎裕樹、肥後祐司
2. 発表標題 川井型プレスを用いたX線イメージング吸収法による固体鉄の密度測定
3. 学会等名 第58回高圧討論会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Tatsuya Sakamaki	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 19
3. 書名 Structure and properties of silicate magmas	

〔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
---------	---------------------------	-----------------------	----