

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：62611

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03790

研究課題名(和文) アダカイト質マグマの成因論の再検討：特に変成した層状斑れい岩の重要性

研究課題名(英文) Reexamination of the genesis of adakitic magma: with special reference to the significance of metamorphosed layered gabbros

研究代表者

本吉 洋一 (Motoyoshi, Yoichi)

国立極地研究所・その他部局等・名誉教授

研究者番号：90211606

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：初期地球における大陸地殻の形成プロセスは、アダカイト質マグマが大きく関わっているのではないかとの発想に基づき、海洋地殻の主要な構成要素であるとされる三波川帯の変成を受けた層状斑れい岩について、詳細な岩石記載、全岩や鉱物の希土類を含む化学分析を行うとともに、変成層状斑れい岩を出発物質とする高温高压実験の結果を統合し、アダカイト質マグマの成因を究明した。その結果、アダカイト質マグマは、海洋プレートの沈み込みにより、従来提唱されていたMORBだけではなく、その下位の層状斑れい岩のマントル内での部分溶融によっても形成され、マグマの多様性の一因であることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的は、アダカイト質マグマの成因として従来有力であったMORBの部分溶融に加え、海洋地殻の主要部分である層状斑れい岩の部分溶融が主要な要因ではないかとの発想から、その可能性を記載岩石学的、鉱物学的、実験岩石学的に検証することであった。そのために、典型的な層状斑れい岩である四国三波川帯の藍晶石-ゾイサイト岩を海溝の奥部で変成した海洋地殻の一部とみなし、それを高温高压実験によって部分溶融させ、生成したメルトと溶け残り物質を詳細に記載するとともに、微量元素を含む化学分析から部分溶融過程ならびにその生成物の科学的特徴、多様性を明らかにすることであった。

研究成果の概要(英文)：Based on the idea that the formation process of the continental crust on the early stage of Earth was closely related to the genesis of adakitic magma, we investigated the detailed petrological and mineralogical studies on metamorphosed layered gabbro from the Sambagawa metamorphic belt, which are supposed to be the main components of the oceanic crust. Chemical analysis of whole rock and minerals including rare earth elements was conducted, and the origin of adakitic magma was investigated by integrating the results of high-temperature and high-pressure experiments using a metamorphosed layered gabbro as the starting material. As a result, we confirmed that adakitic magma can be formed not only by the conventionally proposed MORB melting, but also by partial melting of layered gabbros beneath it along the subduction in the mantle.

研究分野：岩石学・鉱物学

キーワード：アダカイト 海洋地殻 層状斑れい岩 高压変成作用 大陸地殻 三波川変成帯 高温高压実験

1. 研究開始当初の背景

太陽系の惑星の中で、大陸地殻を有するのは地球のみである。なぜ地球に大陸地殻が存在するのか、その理由については十分に解明されていない。地球初期に形成された大陸地殻の構成要素は花崗岩質岩、とりわけ TTG (Tonalite-Trondjemite-Granodiorite) と呼ばれるグループであり、その成因を解明することが鍵となっている。

TTG の形成には、アダカイト質マグマが関わっているのではないかと、という説が最近注目を集めている。アダカイト質マグマは、海洋地殻のスラブメルトによる沈み込み帯での発生説が有力であるが、その前提として海洋地殻層序上部の玄武岩が高压下で変成を受け、それらが部分溶融することで発生する、というモデルがこれまで提唱されてきた。

しかし、一口にアダカイトといっても、その種類や化学組成は多様であり、シンプルなスラブメルトモデルでは説明できない場合も見られるようになった。

そこで本研究では、アダカイト質マグマの形成をより具体的に検証するために、海洋地殻層序で主要な構成要素である斑れい岩に注目し、それらが沈み込み帯で高压下で変成された後、部分溶融によりアダカイト質マグマを形成したという想定に基づき、そのプロセスを具体的に明らかにすることを旨とした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、アダカイト質マグマの成因として従来有力であった MORB の部分溶融に加え、海洋地殻の主要部分である層状斑れい岩の部分溶融が主要な要因ではないかとの発想から、その可能性を記載岩石学的、鉱物学的、実験岩石学的に検証することにある。そのために、典型的な層状斑れい岩である四国三波川帯の藍晶石-ゾイサイト岩を海溝の奥部で変成した海洋地殻の一部とみなし、それを高温高压実験によって部分溶融させ、生成したメルトと溶け残り物質を詳細に記載するとともに、微量元素を含む化学分析から部分溶融過程ならびにその生成物の科学的特徴、多様性を明らかにすることであった。

3. 研究の方法

3.1 サンプルング

高温高压実験に使用する出発物質として、四国三波川変成帯の変成層状斑れい岩をサンプルングした。サンプル採集地点は、愛媛県新居浜市足谷川流域であり、2018年11月27日に、研究代表者本吉、研究分担者廣井、ならびに同川寄により実施した。サンプル (Sp. YH18112701X) について、詳細な岩石記載を行うとともに鉱物化学分析を行い、実験に供した。

3.2 岩石記載

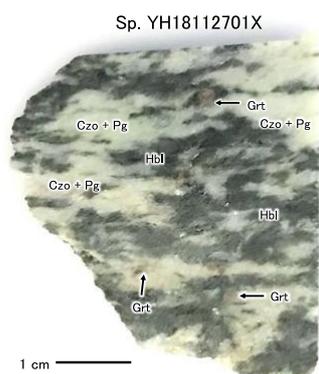


図 1. Sp. YH18112701X のスラブ写真。Czo: クリノゾイサイト、Grt: ざくろ石、Hbl: 角閃石、Pg: パラゴナイト。

実験に供するサンプルについて、詳細な岩石記載を行なった。Sp. YH18112701X は、角閃石から成る有色部と、クリノゾイサイト、パラゴナイトからなる白色部が顕著な層状～斑状を呈する。鏡下観察の結果、構成鉱物は、クリノゾイサイト、ざくろ石、角閃石、藍晶石、石英、パラゴナイトから成り、いわゆる変成を受けた斑れい岩である (図 1)。本サンプルと類似の岩石は、坂野他 (1976)、Banno et al. (1976) によって報告された五良津東部岩体の「ゾイサイト岩」と同類と思われ、元々の斑れい岩の灰長石に富む部分が加水分解し、ゾイサイト+藍晶石+石英という鉱物共生を形成したと考えられている。

三波川変成帯は、ジュラ紀の付加体の沈み込みにより形成された高压変成岩として現在露出しており、本研究で使用するサンプルも、海洋地殻層序の主要部分を占める斑れい岩 (斜長岩) のメンバーであったものが、グラニューライト相で変成作用を受け、さらに三波川変成作用を受けて現在観察される鉱物の大部分を形成したと考えられる。

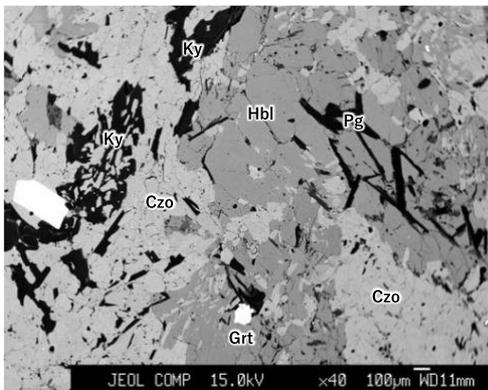
3.3 全岩化学分析

Sp. YH18112701X の化学的特徴を明らかにする目的で、全岩化学分析を行なった。分析は島根大学ならびに九州大学の XRF を用いた。その結果、SiO₂ 44.5wt%、Al₂O₃ 27.0wt%、Fe₂O₃ 3.5wt%、MgO 5.1wt%、CaO 15.2wt%、Na₂O 1.5wt% となった。CIPW norm は、ab 9.12、an 65.69、ne 1.61、

di 9.61、ol 9.82 に相当し、サンプルの原岩は斑れい岩であることを示唆している。また、微量元素については、Cr 75ppm、Ni 52ppm、Sr 680ppm 含有されていることがわかった。

3. 4 鉱物化学分析

対象サンプルについて、国立極地研究所および九州大学の EPMA (電子線マイクロアナライザ) を用いて鉱物化学分析を行なった。代表的な分析結果を以下に示す。なお、ざくろ石については、顕著な異帯構造 (特に Fe, Mg 成分) が確認された。



Sp. 18112701-X garnet

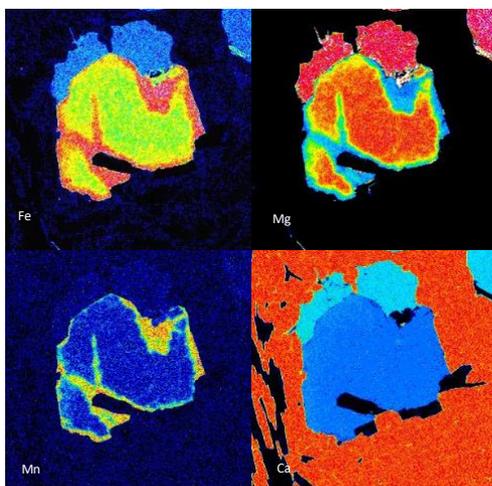


図 2. Sp.YH18112701X の反射電子像 (上)ならびにざくろ石の元素マッピング像(下)。

表 1. Sp.YH18112701X 中の鉱物化学分析値。

No.	Grt-8	Grt-9	Czo-37	Hbl-16	Pg-51
SiO ₂	39.54	41.77	39.56	51.55	46.56
TiO ₂	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06
Al ₂ O ₃	22.22	23.65	32.50	10.09	40.23
Cr ₂ O ₃	0.06	0.03	-	-	-
FeO	22.70	13.32	1.64	5.95	0.23
MnO	1.36	0.14	0.03	0.08	0.00
MgO	7.41	15.55	0.05	17.08	0.11
CaO	7.70	6.86	24.39	10.45	0.72
Na ₂ O	-	-	0.01	1.94	7.32
K ₂ O	-	-	0.01	0.10	0.41
Total	101.00	101.35	98.22	97.29	95.65
O	12	12	12.5	23	11
Si	3.006	2.998	2.998	7.201	2.964
Ti	0.001	0.002	0.002	0.005	0.003
Al	1.991	2.000	2.903	1.661	3.018
Cr	0.004	0.002	-	-	-
Fe ³⁺	-	-	0.104	-	-
Fe ²⁺	1.443	0.799	-	0.695	0.012
Mn	0.088	0.009	0.002	0.009	0.000
Mg	0.840	1.664	0.005	3.557	0.010
Ca	0.627	0.527	1.980	1.564	0.049
Na	-	-	0.001	0.525	0.904
K	-	-	0.000	0.018	0.033
XMg	0.368	0.675	-	0.837	-
almandine	48.14	26.66	-	-	-
pyrope	28.01	55.47	-	-	-
grossular	20.92	17.59	-	-	-
spessartine	2.92	0.28	-	-	-

3. 5 高温高压溶融実験

山口大学のピストンシリンダー装置を用いて、高温高压溶融実験を行なった。実験は、研究分担者である川寄が実施した。粉碎したサンプルをプラチナカプセルに充填し、18 kbar、900°Cの条件下で 240 時間継続した。実験終了後カプセルを急冷し、実験生成物 (Sp. 190618A) について電子顕微鏡観察および鉱物化学分析を行なった。図 3 に実験生成物の反射電子像・元素マッピング像を、図 4 に分析ポイントを、表 2 にメルト (ガラス) および実験生成物中の鉱物の分析結果を示す。以下に所見を記す。

- 実験生成物として、メルト、ざくろ石、斜長石、藍晶石、少量の単斜輝石に加え、コランダムと石英も確認された。ただし組織はかなり不均質であり、とくに鉱物やメルトの分布は一樣ではなく、ドメイン毎に鉱物共生が異なる。たとえば、コランダムと石英は直接せず別々のドメインに存在する。おそらく、SiO₂と Al₂O₃の飽和度に同じカプセル内でも違いが存在するためであろう。あるいはメルト中で、鉱物の分別作用がおきた可能性もある。
- 実験生成物は、当初の予測では、CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O 系での実験 (Boettcher, 1969) から過剰な水があれば、18kbar、900°Cの条件下ではゾイサイトは他の鉱物と反応してメルト、ざくろ石、コランダムは生成するが、斜長石は生成されないと予測された。しかし、本実験結果を見ると、ゾイサイトとパラゴナイトは完全に消失したものの、メルトとざくろ石、コランダムに加え、斜長石、藍晶石、石英も生成された。これは、出発物質に角閃石とパラゴナイトの成分である MgO、FeO、Na₂O 成分が含まれていたことと、過剰の水がないために、斜長石とざくろ石+藍晶石+石英の組み合わせ双方の安定領域が拡大したものと考えられる。

- ・実験出発サンプルにあったゾイサイト、パラゴナイト、角閃石は実験生成物中には見られず、完全に消滅したと思われる。代わって Ca を含む相としては斜長石 (An ~74)、ざくろ石 (Pyr ~45、Gross ~35)、単斜輝石 ($X_{Mg} \sim 0.87$) が実験生成物中に認められた。
- ・ざくろ石について出発物質と実験生成物双方に存在するが、実験生成物ではざくろ石の量比が増大しており、またグロシュラー成分が増加していることがわかった。
- ・メルトの分析値を見ると、トータル値が 80wt%以下となっているが、これは吸着水の影響と思われる。トータルを 100wt%に換算すると、メルトの SiO_2 量は 50wt%となり、TTG の組成に比べかなり低い。
- ・アダカイトの一般的な化学的性質とされる Sr に富み (>400ppm)、Y や HREE に乏しく ($Y < 18ppm$, $Yb < 1.8ppm$) また $La/Yb > 10$ といった基準は満たすものの、 SiO_2 量や正の Eu 異常など、通常のアダカイトの組成とは異なることがわかった。

Sp. 18112701-X Run. 190618A@18kbar, 900°C, 240hrs

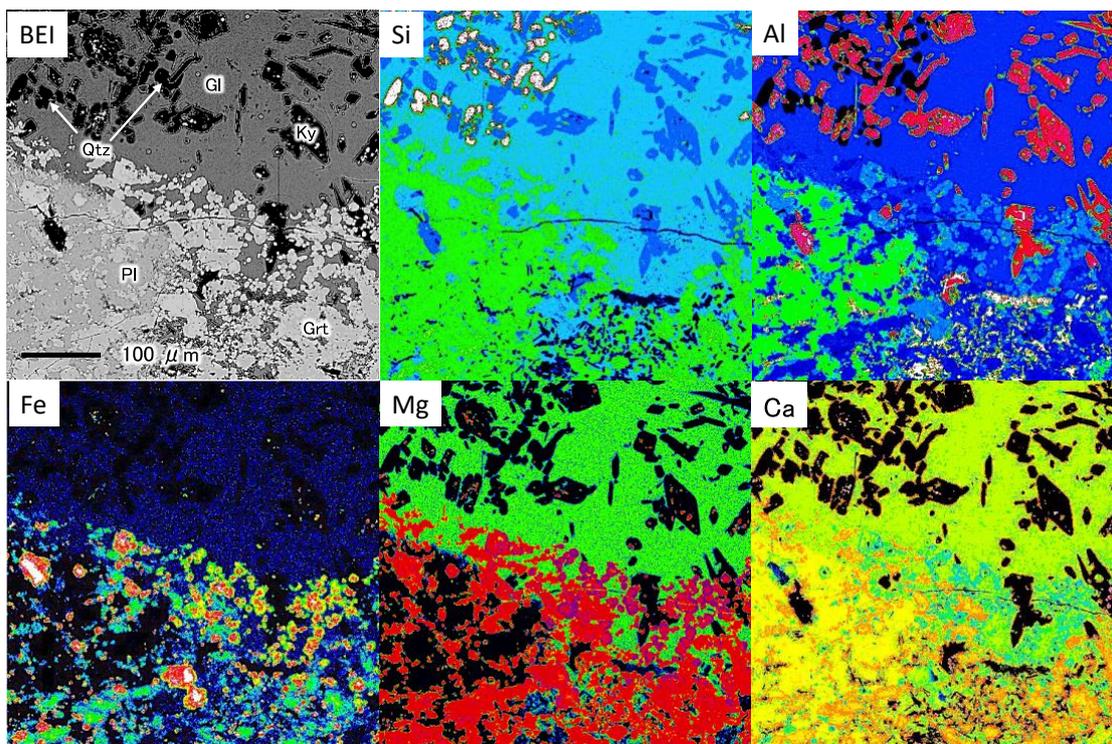


図 3. 実験生成物 (Run.190618A) の反射電子像ならびに元素マッピング像。

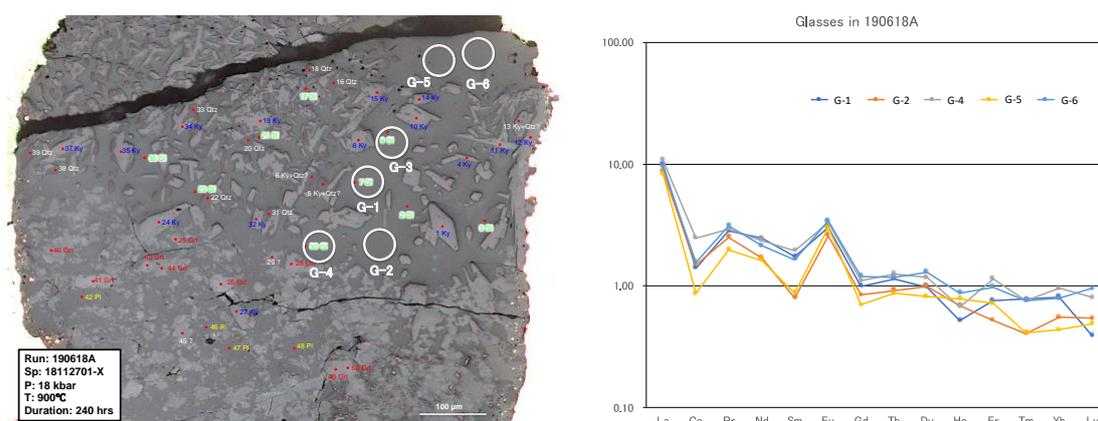


図 4. (左) 実験生成物の分析ポイント。白丸はメルトの分析ポイントを示す。(右) メルト(ガラス)のコンドライトで規格化した REE パターン。

表 2. 実験生成物 Run. 190618A 中のメルト(ガラス)および鉱物の化学分析値。主要元素分析は九州大学の電子線マイクロアナライザ、希土類元素の分析には、九州大学の ICP-MS を用いた。

No.	G-1	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6	Grt-4	Pl-7	Cpx-5	Crn-8
SiO ₂	39.23	40.57	39.25	40.49	39.31	39.10	41.48	49.09	49.41	0.56
TiO ₂	0.01	0.08	0.00	0.04	0.05	0.01	0.05	-	0.05	0.08
Al ₂ O ₃	18.46	18.71	18.52	18.79	18.78	18.62	23.57	32.64	13.18	100.57
Cr ₂ O ₃	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	-	-	-	0.08
FeO	1.05	1.09	1.01	1.11	1.01	0.97	10.03	0.14	3.21	0.28
MnO	0.02	0.08	0.04	0.02	0.04	0.06	0.24	-	0.08	-
MgO	3.71	3.77	3.69	3.71	3.69	3.57	12.12	0.05	11.85	0.11
CaO	13.70	13.48	13.81	13.56	13.67	13.70	13.28	15.13	21.59	0.30
Na ₂ O	1.12	1.17	1.16	1.13	1.16	1.12	0.07	2.88	1.43	-
K ₂ O	0.18	0.20	0.16	0.17	0.14	0.13	-	0.12	0.02	0.01
Total	77.49	79.17	77.64	79.01	77.90	77.28	100.82	100.05	100.81	101.97
XMg	-	-	-	-	-	-	0.68	-	0.87	-
XAn	-	-	-	-	-	-	-	0.74	-	-
REE in ppm										
Sr	986.39	776.78	n.a.	1085.65	724.66	1127.97	39.54	618.36	n.a.	n.a.
Y	1.49	1.13	n.a.	1.93	1.2	1.98	1.48	1.27	n.a.	n.a.
La	3.19	2.79	n.a.	3.47	2.67	3.05	0.133	0.72	n.a.	n.a.
Ce	1.15	1.21	n.a.	2.02	0.71	1.28	0.183	0.34	n.a.	n.a.
Pr	0.34	0.304	n.a.	0.355	0.24	0.377	0.077	0.138	n.a.	n.a.
Nd	1.50	1.04	n.a.	1.45	0.99	1.31	0.70	0.88	n.a.	n.a.
Sm	0.346	0.159	n.a.	0.389	0.175	0.327	0.43	-	n.a.	n.a.
Eu	0.23	0.197	n.a.	0.253	0.229	0.26	0.249	0.169	n.a.	n.a.
Gd	0.265	0.225	n.a.	0.294	0.185	0.319	-	-	n.a.	n.a.
Tb	0.0564	0.0451	n.a.	0.0617	0.0427	0.0577	-	0.038	n.a.	n.a.
Dy	0.321	0.326	n.a.	0.386	0.268	0.428	-	0.394	n.a.	n.a.
Ho	0.0391	0.0521	n.a.	0.0505	0.059	0.066	-	0.104	n.a.	n.a.
Er	0.162	0.112	n.a.	0.246	0.155	0.211	-	0.195	n.a.	n.a.
Tm	0.0256	0.0133	n.a.	0.0248	0.0135	0.0248	0.122	0.036	n.a.	n.a.
Yb	0.178	0.121	n.a.	0.211	0.096	0.174	-	0.187	n.a.	n.a.
Lu	0.0128	0.0179	n.a.	0.0264	0.0161	0.0315	0.127	-	n.a.	n.a.
La/Yb	17.92	23.06	-	16.45	27.81	17.53	-	3.85	-	-
Sr/Y	662.01	687.42	-	562.51	603.88	569.68	26.72	486.90	-	-

4. 研究成果

本研究は、海洋地殻の主要部分を占める層状斑れい岩が沈み込み帯で部分溶融しアダカイト質マグマを形成するのではないかと発想に基づき、既存の変成層状斑れい岩を溶融させることでアダカイト質マグマ発生のメカニズムを解明することを目指した。実際に、斜長岩質の変成層状斑れい岩が部分溶融することにより、ざくろ石、斜長石に加えて藍晶石も生成されることは実証できた。一方で、溶融実験の結果発生したメルトは、アダカイト質ではなかった。おそらく天然においては、本研究で実施したようなシンプルな様式ではなく、層状斑れい岩の様々な部分で発生したメルトが相互に混合してマグマとなってアダカイト質岩が形成されるものと推定されるが、さらなる実験と検討が必要である。

文 献

- 坂野昇平、横山一己、岩田 修、寺島進世意 (1976) : 四国中央部三波川帯の緑れん石角閃岩体の成因。地質学雑誌、82 巻、199-210。
- Banno, S., Yokoyama, K., Enami, M., Iwata, O., Nakamura, K. and Kasashima, S. (1976) : Petrography of the peridotite-metagabbro complex in the vicinity of Mt. Higashi-akaishi, Central Shikoku. Part I. Megascopic textures of the Iratsu and Tonaru epidote amphibolite masses. The Science Reports of Kanazawa University, Vol. 21, 139-159.
- Boettcher, A.L. (1969) : The system CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O at high pressures and temperatures. Journal of Petrology, Vol. 11, 337-379.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Ippei Kitano, Tomokazu Hokada, Sotaro Baba, Atsushi Kamei, Yoichi Motoyoshi, Prayath Nantasin, Nugroho I. Setiawan, Davaa-ochir Dashbaatar, Tsuyoshi Toyoshima, Masahiro Ishikawa, Takuma Katori, Nobuhiko Nakano, Yasuhito Osanai	4. 巻 118
2. 論文標題 Zircon geochronology of high-grade metamorphic rocks from outcrops along the Prince Olav Coast, East Antarctica: Implications for multi-thermal events and regional correlations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences (accepted for publication)	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) 10.2465/jmps.221220	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 Hiroi, Y., Hokada, T., Adachi, T., Kamei, A., Shiraishi, K., Motoyoshi, Y.	4. 巻 118
2. 論文標題 Multiple metasomatism in large-ion lithophile element-rich mafic granulite from Austhovde, Lutzow-Holm Complex, East Antarctica	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences (accepted for publication)	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 BABA Sotaro, NANTASIN Prayath, KAMEI Atsushi, KITANO Ippei, MOTOYOSHI Yoichi, SETIAWAN Nugroho I., DASHBAATAR Davaa-ochir, HOKADA Tomokazu	4. 巻 118
2. 論文標題 Counter-clockwise P-T history deduced from kyanite-bearing pelitic gneiss in Tenmondai Rock, Lutzow-Holm Complex, East Antarctica	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological 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) 10.2465/jmps.221202	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 Hiroi, Y., Hokada, T., Adachi, T., Shiraishi, K., Motoyoshi, Y., Grew, E.S.	4. 巻 118
2. 論文標題 Nanogranitoid inclusions with grandierite in mafic granulite from Austhovde, Lutzow-Holm Complex, East Antarctica	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological 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) 10.2465/jmps.221209	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 Sotaro Baba, Kenji Horie, Tomokazu Hokada, Mami Takehara, Atsushi Kamei, Ippei Kitano, Yoichi Motoyoshi, Prayath Nantasin, Nugroho I. Setiawan, Davaa-ochir Dashbaatar	4. 巻 105
2. 論文標題 Newly found Tonian metamorphism in Akebono Rock, eastern Dronning Maud Land, East Antarctica	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Gondwana Research	6. 最初と最後の頁 243-261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gr.2021.09.009	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 Hiroi Yoshikuni, Hokada Tomokazu, Kayama Masahiro, Miyake Akira, Adachi Tatsuro, Prame Bernard, Perera Keerthi, Satish Kumar Madhusoodhan, Osanai Yasuhito, Motoyoshi Yoichi, Ellis David J., Shiraishi Kazuyuki	4. 巻 29
2. 論文標題 Zoned quartz phenocrysts in supercooled melt inclusions in granulites from continental collision orogens	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Island Arc	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) 10.1111/iar.12374	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 Dunkley Daniel J., Hokada Tomokazu, Shiraishi Kazuyuki, Hiroi Yoshikuni, Nogi Yoshifumi, Motoyoshi Yoichi	4. 巻 26
2. 論文標題 Geological subdivision of the Lutzow-Holm Complex in East Antarctica: From the Neoproterozoic to the Neoproterozoic	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polar Science	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) 10.1016/j.polar.2020.100606	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 Baba Sotaro, Hokada Tomokazu, Kamei Atsushi, Kitano Ippei, Motoyoshi Yoichi, Nantasin Prayath, Setiawan Nugroho Imam, Dashbaatar Davaa-Ochir	4. 巻 33
2. 論文標題 Tectono-metamorphic evolution and significance of shear-zone lithologies in Akebono Rock, Lutzow-Holm Complex, East Antarctica	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Antarctic Science	6. 最初と最後の頁 52-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0954102020000450	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 Kawasaki, T., Adachi, T., Ofuji, H., Osanai, Y.	4. 巻 114
2. 論文標題 FeAlO ₃ under ultrahigh-temperature metamorphic conditions: Experimental evidence from the sillimanite - Fe ₂ O ₃ and sillimanite - Fe ₃ O ₄ systems.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 238-254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.190509	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 Yoshikuni Hiroi, Tomokazu Hokada, Mutsumi Kato, Ayahiko Yanagi, Tatsuro Adachi, Yasuhito Osanai, Yoichi Motoyoshi, Kazuyuki Shiraishi	4. 巻 114
2. 論文標題 Felsite-nanogranite inclusions and three Al ₂ SiO ₅ polymorphs in the same garnet in ultrahigh-temperature granulites from Rundvagshetta, Lutzow-Holm Complex, East Antarctica	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 60-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.181118	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17件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 吉岡 拓郎、金川 久一、廣井 美邦、平島 崇男、スフォイッカ マルティン、外田 智千、本吉 洋一、ウォリス サイモン、永治 方敬
2. 発表標題 変形に起因する藍晶石から紅柱石への相転移: ボヘミア地塊南部Gfohlグラニュライトの例
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroi Yoshikuni, Hokada Tomokazu, Adachi Tatsuro, Kamei Atsushi, Shiraishi Kazuyuki, Motoyoshi Yoichi
2. 発表標題 Infiltration of K-Cl-rich fluid in mafic granulite from Austhovde
3. 学会等名 The 13th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 Ippei Kitano, Tomokazu Hokada, Sotaro Baba, Atsushi Kamei, Yoichi Motoyoshi, Tsuyoshi Toyoshima, Masahiro Ishikawa, Takuma Katori, Nobuhiko Nakano, Yasuhito Osanai
2 . 発表標題 U-Pb zircon geochronology of high-grade metamorphic rocks from outcrops along the Prince Olav Coast, East Antarctica
3 . 学会等名 The 12th Symposium on Polar Science (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Baba. S., Oshiro, S., Hokada, T., Kamei, A., Kitano, I. and Motoyoshi, Y.
2 . 発表標題 Cordierite megacrysts in felsic gneiss from Botunnuten in southern Lutzow-Holm Complex, East Antarctica
3 . 学会等名 The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Hokada, T., Baba, S., Kamei, A., Kitano, I. and Motoyoshi, Y.
2 . 発表標題 Geologic nature and evolution of Western Rayner Complex, with reference to Point Windows charnockite and its localized hydration process
3 . 学会等名 The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Kitano, I., Hokada, T., Baba, S., Kamei, A. and Motoyoshi, Y.
2 . 発表標題 The petrographu of staurolite-bearing garnet-gedrite-biotite-chlorite gneiss from the northeastern part of Akebono Rock in the Lutzow-Holm Complex, East Antarctica
3 . 学会等名 The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 Kamei, A., Awata, H., Hokada, T., Baba, S., Kitano, I. and Motoyoshi, Y.
2. 発表標題 Geochemical study on charnockite in Rundvagshetta, Lutzow-Holm complex
3. 学会等名 The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Motoyoshi, Y.
2. 発表標題 Letters from Deep Crust - What we received from Antarctica and Gondwana
3. 学会等名 XIII International Symposium on Antarctic Earth Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kawasaki, T., Adachi, T., Nakano, N., Osanai, Y.
2. 発表標題 Metamorphic P-T path of West Ongul Island, Lutzow-Holm Complex, East Antarctica inferred from inclusions within magnetite - ilmenite megacryst in microcline pegmatite dyke.
3. 学会等名 2019 IAGR Annual Convention & 16th International Conference on Gondwana to Asia. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Owada, M., Kawasaki, T., Kamei, A.
2. 発表標題 Adakitic granodiorite derived from normal thickened crust inactive continental margin, Shikanoshima Island, Kyushu, southwest Japan.
3. 学会等名 2019 IAGR Annual Convention & 16th International Conference on Gondwana to Asia. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hokada, T., Horie, K., Baba, S., Kamei, A., Kitano, I., Motoyoshi, Y., Hiroi, Y., Takehara, M., Shiraishi, K.
2. 発表標題 Geologic connection between Drowning Maud Land and Enderby Land
3. 学会等名 The 10th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiraishi, K., Hokada, T., Hiroi, Y., Nogi, Y., Motoyoshi, Y.
2. 発表標題 Geology of the eastern Drowning Maud Land, East Antarctica: Missing link to Sri Lanka
3. 学会等名 The 10th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 馬場壯太郎、外田智千、亀井淳志、北野一平、本吉洋一
2. 発表標題 東南極プリンスオラフ海岸に分布する泥質片麻岩の变成条件
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東野文子・廣井美邦・本吉洋一・石川正弘・小林記之・本多聡子・プレーム・バーナード・青木一勝・青木翔吾
2. 発表標題 スリランカ・ハイランド岩体に産する高温变成岩中のザクロ石・ジルコン希土類元素組成
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白石和行、外田智千、廣井美邦、野木義史、本吉洋一
2. 発表標題 東南極ドロンイングモードランド東部の地質：スリランカとのリンク
3. 学会等名 日本鉱物科学会2019年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土谷信高
2. 発表標題 花崗岩岩石学から見た日本列島大陸地殻成長史
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術総会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshikuni Hiroi, Tomokazu Hokada, Kazuyuki Shiraishi, Yoichi Motoyoshi, Edward S. Grew
2. 発表標題 Evidence of partial melting and melt extraction in mafic granulates
3. 学会等名 第9回極域科学シンポジウム（国際学会）
4. 発表年 2018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
研究分担者	廣井 美邦 (Hiroi Yoshikuni) (40019427)	国立極地研究所・研究教育系・外来研究員 (62611)	

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	白石 和行 (Shiraishi Kazuyuki) (90132711)	国立極地研究所・その他部局等・特別客員研究員 (62611)	
研究分担者	川崎 智佑 (Kawasaki Toshisuke) (50136363)	愛媛大学・理学部・研究員 (16301)	
研究分担者	土谷 信高 (Tsuchiya Nobutaka) (50192646)	株式会社蒜山地質年代学研究所（地質技術センター）・地質技術センター・研究員 (95302)	

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