

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 6 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K03806

研究課題名(和文) アジア大陸東縁における白亜紀カルデラ火山噴火とプレートのロールバック過程

研究課題名(英文) Cretaceous caldera eruption and rollback process in eastern margin of Asia continent

研究代表者

今岡 照喜 (Imaoka, Teruyoshi)

山口大学・その他部局等 ・名誉教授

研究者番号：30193668

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)：山口県長門地域にあらたに白亜紀のカルデラを見出し、長門 豊北カルデラと命名した。これは東部に屈折し、東西34km、南北14 km以上のグラベン・カルデラである。村上石については、1) その元素の分配がその結晶構造に強く支配されていること、2) リチウム同位体比からは、300 - 600 °C (熱水期) に岩石と流体の反応で形成されたこと、3) 結晶内のリチウム同位体の拡散あるいは沈み込み帯における低いリチウム同位体を有する流体との反応によって形成されたことを論じた。山口県の白亜紀鉱山とくに秋吉台周辺鉱山の鉛同位体比を明らかにし、ケーススタディとして長登鉱山と花の山プルトンの成因関係について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により白亜紀の新しい長門 豊北カルデラが発見された。これはアジア大陸東縁の白亜紀火成活動とテクトニクスの研究に寄与する。また地域の生い立ちを明らかにしたことで地域貢献にも繋がる。地元の文化財保護室がリニューアル後は、新たにジオのコーナーが設けられそこで紹介される予定である。

村上石の化学組成やリチウム同位体の研究によって新たな鉱物学的知識が積み重ねられ、その情報を世界に発信できた。情報は村上石の産地である愛媛県上島町の役場が公開している「かみじま事典」のホームページでも紹介されている。

山口県の白亜紀鉱山とくに秋吉台周辺鉱山の鉛同位体の研究は鉱山の成因を考える上で重要な貢献である。

研究成果の概要(英文)： In the Nagato area, Yamaguchi Prefecture, we found a Cretaceous caldera named the Nagato-Hohoku caldera, which is similar with graben caldera. The caldera shows an elongated shape in the E-W direction, and bends to the NNE at the eastern part, occurring within >34 km E-W by >14 km N-S.

As to the murakamiite, 1) the element partitioning of murakamiite during metasomatism to form albitite took place under a strong control of crystal structure, 2) Li isotopic values should have resulted from hydrothermal fluid-rock interactions at the temperatures of 300 - 600 °C (hydrothermal stage), and 3) intra-crystalline Li isotope diffusion, or involvement of deep-seated, Li-Na-enriched subduction-zone fluids with low Li isotopic values, were discussed. Lead isotopic ratios of the Cretaceous lead ores of Yamaguchi Prefecture, Japan, especially those of the Akiyoshi Plateau were measured. The genetic relationships of Naganobori mine and the Hanano-yama pluton were examined as a case study.

研究分野：地質学

キーワード：白亜紀 カルデラ 村上石 リチウム同位体 長門-豊北カルデラ 長登鉱山 鉛同位体

## 1. 研究開始当初の背景

- (1) 中国地方西部では主に 97 Ma から 85 Ma にかけてイグニンプライト・フレアアップとよばれるカルデラやグラーベンを形成するような大規模珪長質火砕流の噴出が行われ、地表下ではバソリス群が形成されたことを筆者らは明らかにしてきた。研究開始時には中国地方西部では、山口カルデラ、吉部カルデラ、佐々並カルデラ、白滝山カルデラ、匹見グラーベン・カルデラの存在が知られているだけであった。筆者らの予察的研究によって山口県長門峡地域および長門地域にカルデラがあるらしいことは分かっていたが、研究途上にあり、十分にその証拠も揃えられていなかった。とくに長門地域のカルデラがどのようなタイプのものであるかも分かっていた。
- (2) 瀬戸内地域には山陽帯および領家帯の花崗岩分布域に“閃長岩化作用”により生じた小規模な“閃長岩”の分布が知られている(村上, 1976 など)。先行研究で愛媛県岩城島からは Li や Na を主成分とする杉石や片山石の新鉱物が発見されてきた(Murakami et al., 1976, 1983)。その後、筆者らは新鉱物「村上石」を発見し(Imaoka et al., 2017)、国際鉱物連合の新鉱物・命名・分類委員会によって新鉱物と認定された。また、村上石の記載論文で従来使用されてきた“閃長岩”の名称はカリ長石を含む岩石名であるため不適切で、岩石名をアルビタイトと改称した。しかし村上石の詳細な鉱物学的性質やリチウム同位体は未検討で、岩城島の岩体において Li-Na 交代作用を引き起こした古流体の起源については不明であった。そこで村上石の詳細な鉱物学的記載やリチウム同位体測定を行い、Li-Na に富む古流体の起源の解明を目指す必要があった。
- (3) 山口県美祢市秋吉台周辺には奈良時代から採銅が行われたと伝えられている長登鉱山をはじめ北平鉱山、大和鉱山、福嶺鉱山、山上鉱山、青影銀山、大田鉱山など多くの金属鉱床が分布している。秋吉台は主に秋吉石灰岩層群と緑色岩によって構成されている。石灰岩中には白亜紀に貫入したと推定される火成岩が複数存在しており、これらの火成岩が鉱化作用をもたらしたものと考えられる(加藤, 1937; 美東町教育委員会, 1995 など)。秋吉台は日本列島で一番大きな石灰岩台地であり、白亜紀に活発なマグマ活動の行われた地域であるので、両者の接触部に形成された未発見の鉱床が存在する可能性もある。Nakano and Ishihara (2003) は秋吉石灰岩層群を構成する石灰岩中の酸素・炭素同位体比とそれらに含まれる微量元素の検討を行い、マグマ起源の流体の影響により酸素同位体比が小さい場所では Fe, Mn, Zn, および Pb が濃集する傾向があることを示した。さらに酸素同位体比による検討は、秋吉台の地下における火成岩の分布や潜在的な鉱床の探査に有効であることを示した。  
秋吉台の東方に位置する長登鉱山の鉱床や鉱物に関する研究が古くから行われているが、最近の分析機器を用いた研究は行われておらず、鉱床形成に寄与したと考えられる花の山プルトンに関しては、詳細な研究が行われていなかった。そこで花の山プルトンの岩石・鉱物記載、U - Pb 年代、帯磁率、全岩化学組成および流体包有物を検討し、これら火成岩の諸特徴と鉱化作用との関連について考察する必要があった。とくに鉛同位体は未検討で、山口県の白亜紀鉱山、とりわけ秋吉台周辺鉱山の同位体比を明らかにする必要があった。

## 2. 研究の目的

- (1) 白亜紀の火山フィールドで、大規模な火砕流の噴出に関連して形成されたカルデラ構造を認定する。とくに山口県長門峡地域および長門市から下関市豊北町に分布する火山岩の層群・構造の解明を目指す。さらにそれに伴う貫入岩類の産状を明らかにする。これらのデータと従来著者らによって提案されている「西中国地域の白亜紀カルデラ群」との比較研究を行う。さらにカルデラ構造と白亜紀のテクトニクスとの関連を解明する。
- (2) 愛媛県岩城島の花崗岩を例として野外の産状から 3 次元形態を明らかにする。また岩城島産の新鉱物「村上石」について、産状、化学組成や結晶構造、物理的性質、リチウム同位体比を明らかにすることによってそれを形成した古流体の起源解明を目指す。
- (3) 山口県に分布する鉱山、とくに秋吉台周辺鉱山の鉛同位体を明らかにし、その広域的特性について論じる。とくに、幅広い鉛同位体的特性を有する長登鉱山についてその地質学的意味を明らかにする。また花の山プルトンと長登鉱山の成因的關係、秋吉台に分布する緑色岩と長登鉱山の成因的關係について論じる。

## 3. 研究の方法

(1)白亜紀火山岩分布域の野外調査により、岩相層序区分や地質構造の検討を行う。とくに、山口県長門峡地域、長門市から下関市豊北町の野外調査を行い、火山岩類の岩相層序区分や地質構造の検討を行うとともに花崗岩や境界岩脈など貫入岩類の詳細な検討を行い、地質図・断面図を作成する。これにより火成活動史と陥没構造を明らかにする。

(2)愛媛県岩城島の詳細な野外調査を行い、花崗岩の三次元形態を明らかにする。また、アルビタイトについて顕微鏡観察および主成分や微量成分の分析を行うとともに、その構成鉱物についてジルコン U-Pb 年代や EPMA 分析を行い、その形成年代や形成メカニズムを明らかにする。また、アルビタイト中に発見された新鉱物「村上石」の化学組成やリチウム同位体比を明らかにする。

(3)秋吉台西部の花の山プルトンを例として、花崗岩マグマと鉱化作用の検討を行う。プルトンの詳細な野外調査、顕微鏡観察および主成分や微量成分の分析を行い、代表的な試料については、EPMA 分析や流体含有物の検討を行う。また、ジルコンの U-Pb 年代測定を行う。さらに山口県の白亜紀鉱山、とくに秋吉台周辺鉱山の鉛同位体を明らかにし、地理的变化について明らかにする。

#### 4. 研究成果

(1)山口県長門峡地域および長門-豊北地域の後期白亜紀カルデラの形成史解明のためにそれを構成する阿武層群の火山層序・構造・岩石記載・化学組成および関連貫入岩類の産状・貫入関係について記載した。長門峡地域の阿武層群は阿東層、生雲層に区分され、4 回の火砕流噴火があり、その休止期には湖成層が形成された。徳佐-地福断層で変位しているものの全体として、東西 14 km、南北 16 km の規模の生雲カルデラを形成しており、このカルデラは北側で深く陥没している。

長門地域の阿武層群は下位の豊北層と上位の長門層に区分される。豊北層は堆積岩優勢層で、下位から粟野礫岩砂岩部層、宝蔵山火山礫凝灰岩部層、大藤山凝灰岩部層および阿惣川頁岩凝灰岩部層に区分される。一方、長門層は乾陸上に噴火した流紋岩の火砕岩を主とし、下位から大坊川流紋岩質凝灰岩部層、熊野岳流紋岩凝灰岩部層、国広安山岩部層および船越流紋岩凝灰岩部層に区分される。火山岩類は基盤の関門層群との正断層や境界岩脈を隔てて接し、珪長岩・花崗岩類・閃緑岩類に貫かれる。豊北層と長門層は、東西方向に伸びた長さ 34 km、南北 14 km を超えるグラーベン・カルデラの可能性が高い(図 1; 今岡ほか、2022)。また両層のイグニブライトは沈み込み帯に関連した化学組成を有する。

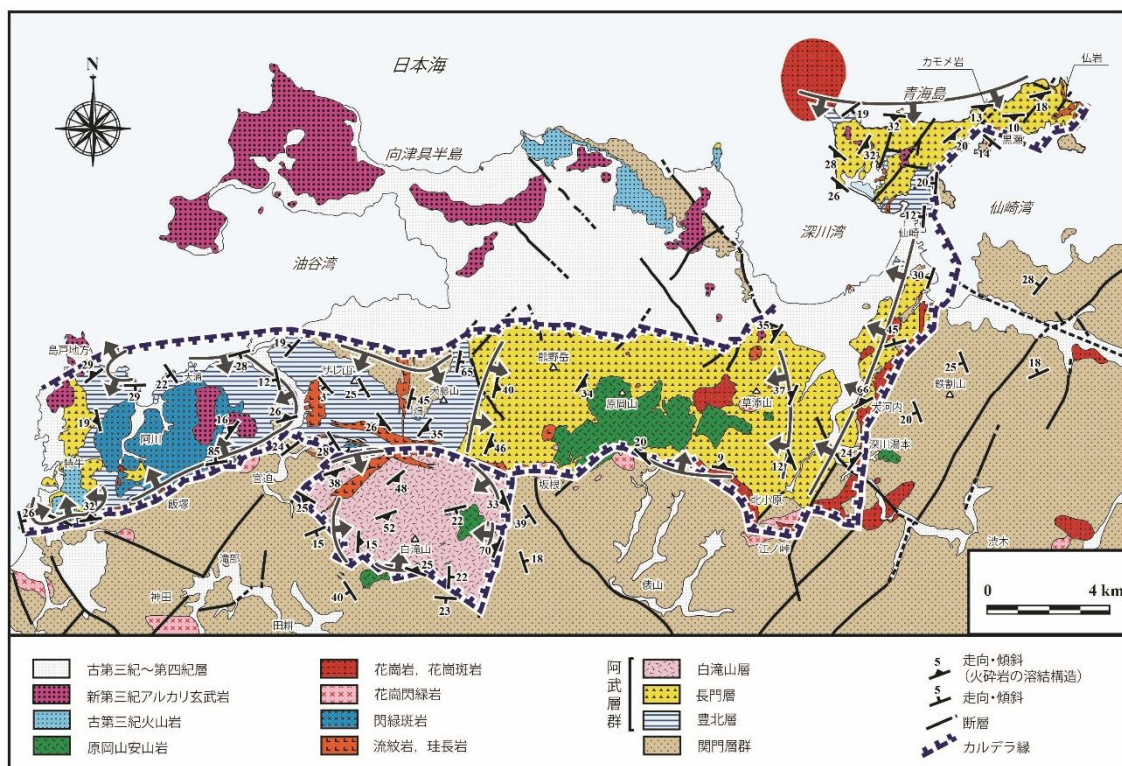


図 1. 長門 豊北カルデラの地質構造図 (今岡ほか、2022)

(2)愛媛県岩城島で発見された新鉱物「村上石」の化学組成やリチウム同位体について検討した。村上石はリチウムに富むペクトライトと固溶体をなし、 $Li \times 100 / (Li + Na)$  原子比は 44.2 から 60.1 まで変化し、結晶内の变化も認められる。母岩のアルビタイトで規格化したところ、同じ価数の元素で系統的な変化を示すことが分かった。すなわち、同じ価数の元素はイオン半径を

横軸に取った時に上に凸の放物線を描いて変化する。このことは村上石の交代作用時における元素分配が結晶構造に支配されていることを示す。村上石とリチウムに富むペクトライトのリチウム同位体比は-9.1 から +0.4‰ (平均 -2.9‰)で、リチウム含有量と相関を示さない。リチウム同位体比は 300-600 (熱水期)に岩石と流体の反応で形成された。-9.1‰もの低い値は、結晶内のリチウム同位体の拡散あるいは沈み込み帯におけるリチウムやナトリウムに富み、低いリチウム同位体を有する流体との反応による。また、総説論文では岩城島産の交代作用によって生成したと考えられる杉石、片山石、村上石に加えてデーライト、zektzerite、ソグド石についても、鉱物の分解・再沈殿が重要な役割を果たしていることを総括した。

(3)花の山プルトンの岩石記載、帯磁率、U-Pb年代、EPMAによる鉱物化学組成、主成分元素および微量元素の全岩化学組成の特性を明らかにした。このプルトンではハロゲン元素や希土類元素が最末期のメルトに濃集し、さらにメルトから分別した流体が沸騰することにより金属元素を運搬することのできる高塩濃度流体が形成された。また主に山口県内の山陽帯に分布する鉱山の鉛鉱石の鉛同位体比を測定した。その結果、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.375-18.488$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.594-15.668$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.473-38.774$ の値を示し、鉛同位体比には山口県内における顕著な空間変化は認められない。山陰帯に分布する新第三紀鉱山 第四紀のそれと比較すると、白亜紀の長登鉱山の鉛同位体比は、変化に富み組成変化幅は広いが、山陰帯のものは組成変化幅が狭い。長登鉱山における鉛同位体や構成鉱物の種類・組成の多様性の原因としては、鉱床に関係したマグマの多様性やそれらの定置深度の違い、付加体を構成する異地性岩石の多様性を反映したものと推定される。

#### <引用文献>

- 村上允英：本邦産交代性閃長岩質岩石中の鉱物共生。岩石鉱物鉱床学会誌特別号，no. 1，1976，261-281。
- Murakami, N., Kato, T., Miura, Y. and Hirowatari, F.: Sugilite, a new silicate mineral from Iwagi Islet, Southwest Japan. Mineralogical Journal, vol. 8, 1976, 110-121.
- Murakami, N., Kato, T. and Hirowatari, F.: Katayamalite, a new Ca-Li-Ti silicate mineral from Iwagi Islet, Southwest Japan. Mineralogical Journal, vol.11, 1983, 261-268.
- Imaoka, T., Nagashima, M., Kano, T., Kimura, J.-I., Chang, Q. and Fukuda, C.: Murakamiite,  $\text{LiCa}_2\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH})$ , a Li-analogue of pectolite, from the Iwagi Islet, southwest Japan. European Journal of Mineralogy, vol. 29, 2017, 1045-1053.
- 加藤武夫：新編鑛床地質學。富山房，1937，757p。
- 美東町教育委員会：日本最古の銅山 解説長登銅山跡。1995，16p。
- Nakano, T. and Ishihara, S.: Geochemical characteristics of the Akiyoshi limestones, Japan and their bearing on exploration for blind skarn deposits. Resource Geology, vol. 53, 2003, 29-36.
- 今岡照喜・馬場園 明・曾根原崇文・井川寿之・永松秀崇：山口県後期白亜紀長門 - 豊北カルデラの地質と岩石：グラーパーン・カルデラとの比較。地質学雑誌，128巻：2022（印刷中）。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 今岡照喜・馬場園 明・曾根原崇文・井川寿之・永松秀崇	4. 巻 128
2. 論文標題 山口県後期白亜紀長門 - 豊北カルデラの地質と岩石：グラーベン・カルデラとの比較	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 地質学雑誌	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） 10.5575/geosoc.2022.0004	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 今岡照喜・永島真理子	4. 巻 131
2. 論文標題 交代性アルピタイトに産するリチウム鉱物の産状・結晶化学・成因 岩城島産の村上石を中心として	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 地学雑誌	6. 最初と最後の頁 235-256
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5026/jgeography.131.235	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 Babazono, A., Imaoka, T., Sonehara, T., Yagi, K., and Ikawa, T.	4. 巻 127
2. 論文標題 Reexamination of the stratigraphic position of the Upper Cretaceous Haraokayama Andesite, northwestern Yamaguchi Prefecture, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of the Geological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 41-50
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5575/geosoc.2020.0047	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 Imaoka, T., Akita, S. and Nagashima, M.	4. 巻 130
2. 論文標題 Dalyite (K <sub>2</sub> ZrSi <sub>6</sub> O <sub>15</sub> ) and Zektzerite (LiNaZrSi <sub>6</sub> O <sub>15</sub> ) in Aegirine-bearing Albitite from Iwagi Islet, SW Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geography	6. 最初と最後の頁 369-378
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5026/jgeography.130.369	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 Imaoka, T., Kimura, J.-I., Chang, Q., Ishikawa, T., Nagashima, M. and Takeshita, N.	4. 巻 116
2. 論文標題 Chemical and lithium isotope characteristics of murakamiite and Li-rich pectolite from Iwagi Islet, Southwest Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 9-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.200721	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 Nagashima, M., Morishita, Y., Imoto, Y. and Imaoka, T.	4. 巻 116
2. 論文標題 Ore and skarn mineralogy of the Eboshi deposit of the Naganobori copper mine, Yamaguchi, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 26-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.200818	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 今岡照喜・齋藤 努・森福洋二・永島真理子・木村光佑・齋藤大輔・田中晋作・青島 啓	4. 巻 -
2. 論文標題 国史跡周防鑄銭司跡出土遺物のSEM観察、化学組成および鉛同位体比：長登鉱山との比較。	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山口大学山科学センター研究プロジェクト 古代テクノポリス山口 - その解明と地域資産創出を目指して - 研究報告書	6. 最初と最後の頁 5-26
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 -

1. 著者名 齋藤 努・今岡照喜・永島真理子・森福洋二・齋藤大輔・青島 啓・田中晋作	4. 巻 -
2. 論文標題 史跡周防鑄銭司跡出土資料の鉛同位体比分析結果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山口大学山科学センター研究プロジェクト 古代テクノポリス山口 - その解明と地域資産創出を目指して - 研究報告書	6. 最初と最後の頁 27-34
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中晋作・今岡照喜・森福洋二	4. 巻 -
2. 論文標題 史跡周防鑄銭司跡出土の鉛製錘について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山口大学山口学研究中心研究プロジェクト 古代テクノポリス山口 - その解明と地域資産創出を目指して - 研究報告書	6. 最初と最後の頁 153-170
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 -

1. 著者名 Nagashima, M., Fukuda, C., Matsumoto, T., Imaoka, T., Odicino, G. and Armellino G.	4. 巻 32
2. 論文標題 Aluminosugilite, KNa <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> Li <sub>3</sub> Si <sub>12</sub> O <sub>30</sub> , an Al analogue of sugilite, from the Cerchiara mine, Liguria, Italy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Mineralogy	6. 最初と最後の頁 57-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/ejm-32-57-2020	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 今岡照喜・井川寿之・岸 司・木村 元・大中翔平・西川裕輔・小室裕明	4. 巻 125
2. 論文標題 山口県中央部の後期白亜紀カルデラ群の地質：吉部，山口，生雲，佐々並カルデラ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 529-553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2019.0019	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 江島圭祐・大和田正明・今岡照喜・亀井淳志	4. 巻 125
2. 論文標題 北部九州，白亜紀牛斬山花崗閃緑岩牛斬山岩体(牛斬山花崗閃緑岩)のマグマ過程と成因	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 237-253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2018.0055	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 Kodama, S., Owada, M., Imaoka, T. and Kamei, A.	4. 巻 114
2. 論文標題 Sr-Nd isotopic compositions of the Susuma-Nagaho plutonic complex in the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Mineralogical and Petrological Sciences	6. 最初と最後の頁 99-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.181118b	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 今岡照喜・森 康・楮原京子・永嶋真理子	4. 巻 68
2. 論文標題 中世の滑石製石鍋分類の新たな指標：熱重量・示差熱分析とH2O含有量	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 山口大学教育学部論叢	6. 最初と最後の頁 39-45
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 -

1. 著者名 今岡照喜・安達浩平・曾根原崇文・永山伸一・伊藤信行・伊藤靖子	4. 巻 81
2. 論文標題 山口県阿武町遠岳山周辺の地質と岩石：萩ジオパーク・ジオサイト候補の1つとして	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 山口地学会誌	6. 最初と最後の頁 1-15
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 Imaoka, T., Nagashima, M., Kano, T., Kimura, J.-I., Chang, Q. and Fukuda, C.	4. 巻 29
2. 論文標題 Murakamiite, LiCa <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (OH), a Li-analogue of pectolite, from the Iwagi Islet, southwest Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Mineralogy	6. 最初と最後の頁 1045-1053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1127/ejm/2017/0029-2675	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 Nagashima, M., Imaoka, T., Fukuda C. and Pettke, T.	4. 巻 30
2. 論文標題 Relationship between cation substitution and hydrogen-bond system in hydrous pyroxenoids with three-periodic single-chain of SiO <sub>4</sub> tetrahedra: pectolite, murakamiite, marshallussmanite, serandite and tanohataite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Mineralogy	6. 最初と最後の頁 451-463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1127/ejm/2018/0030-2744	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

〔学会発表〕 計5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 今岡照喜・森 康・鈴木康之・楮原京子・横山成己
2. 発表標題 滑石製石鍋からみたアジア大陸東縁における中世の交易と流通：城久遺跡群と博多遺跡群出土石鍋の岩石記載と化学組成
3. 学会等名 日本文化財科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江島圭祐・大和田正明・今岡照喜・亀井淳志
2. 発表標題 北部九州，白亜紀尺岳閃緑岩体のマグマ過程
3. 学会等名 日本地質学会西日本支部第170回例会 長崎大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江島圭祐・大和田正明・今岡照喜・亀井淳志
2. 発表標題 北部九州，白亜紀牛斬山花崗閃緑岩のマグマ過程と活動様式
3. 学会等名 日本地質学会西日本支部第169回例会 広島大学東広島キャンパス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永島 真理子・森下 幸菜
2. 発表標題 山口県美祢市長登銅山烏帽子坑における鉍石鉍物とスカルン鉍物
3. 学会等名 日本鉍物科学会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nagashima, M., Imaoka, T., Fukuda, C., and Pettke, T.
2. 発表標題 Crystal chemistry of hydrous pyroxenoids with three-periodic single-chain of SiO <sub>4</sub> tetrahedra
3. 学会等名 IMA2018 Melbourne, Australia
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 西村 祐二郎、鈴木 盛久、今岡 照喜、高木秀雄、金折裕司、磯崎行雄	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 200
3. 書名 基礎地球科学	

〔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	永島 真理子  (Nagashima Mariko)  (80580274)	山口大学・大学院創成科学研究科・准教授   (15501)	

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	木村 純一  (Kimura Jun-Ichi)  (30241730)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・海域地震火山部門(火山・地球内部研究センター)・上席技術研究員(シニア)   (82706)	
研究分担者	谷 健一郎  (Tani Kenichiro)  (70359206)	独立行政法人国立科学博物館・地学研究部・研究主幹   (82617)	

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			
イタリア	Associazione Micro-mineralogica Italiana			
スイス	Institute of Geological Sciences	University of Bern		