

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：82706

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2020

課題番号：19K23458

研究課題名（和文）太古代苦鉄質岩ジルコン・バデレイイトの3種局所分析による初期マントル進化解明

研究課題名（英文）Triple in-situ analyses of zircon and baddeleyite in Archean mafic rocks to reveal early mantle evolution

研究代表者

沢田 輝（Sawada, Hikaru）

国立研究開発法人海洋研究開発機構・超先鋭研究開発部門（超先鋭研究プログラム）・Young Research Fellow

研究者番号：10845100

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：苦鉄質岩に含まれるジルコンなどの重鉱物の分離とそれらの分析をした。特注の分液ロートの作成、双眼実体顕微鏡やその付属機器、重鉱物を埋設した樹脂マウントの研磨機材を揃えたことによって効率的に微細な重鉱物の観察、分離ができるようになった。レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法によるジルコンのウラン鉛年代測定、希土類元素、ニオブ、タンタル、スカンジウムなどの微量元素組成およびハフニウム同位体比の局所分析の立ち上げを行った。実際にこれらを用いて、国内外の岩石試料からジルコンを分離し分析データを得た。一部のデータについてはすでに論文として出版されている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球は45億年前の誕生時から火成活動が続き、プレート沈み込みと共に大陸地殻生産の起きている太陽系でも特異に活動的な水-岩石惑星である。地球史初期のマントル組成進化と地殻生産量は、地球形成直後の内部構造やテクトニクスを解き明かす大きな手がかりであり、固体地球科学のみならず惑星形成論などの広い範囲に波及するが、地質記録に基づいた具体的な制約は難しく未だ研究途上である。本研究で着眼した苦鉄質岩中のジルコンの分析は、今後この課題解決のキーとなる可能性が高く、これまでの成果はその第1歩となるだろう。

研究成果の概要（英文）：Investments in facilities and equipment were made for the separation of zircon from the mafic rocks and its analysis. A custom-made aliquot was made for efficient heavy mineral separation. A binocular stereomicroscope and its accompanying equipment were purchased to enable efficient observation and separation of fine heavy minerals. Equipment and consumables necessary for making resin mounts of the separated zircon and polishing them were also purchased. Uranium-lead dating, trace element composition, and hafnium isotope ratios of the zircons by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry were started up. Using these new equipment and methods, we separated zircons from rock samples in Japan and overseas and obtained analytical data. Some of the data have already been published as papers on peer-reviewed international journals.

研究分野：地球科学

キーワード：ジルコン

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45億年前の誕生時から火成活動が続き、プレート沈み込みと共に大陸地殻生産の起きている太陽系でも特異に活動的な水-岩石惑星である。しかし、地球史初期の火成活動の様式や地殻生産量は未だ議論が続いている。地球誕生時にはほぼ均質であった固体地球岩石圏(未分化マントル)は、地球史を通じた火成活動により液相濃集元素に富む大陸地殻と枯渇マントルに分化してきたと考えられている。しかし、地球史初期のマントル組成について、太古代苦鉄質岩の全岩微量元素組成は枯渇マントルの存在を示さない(Condie, 2005; Pearce, 2008)が、花崗岩類起源ジルコンの Hf 同位体比は地球史最初期から枯渇マントルが存在し続けたことを示す(Belousova et al., 2010)という大きな矛盾がある。前者は地球史初期の地殻生産が限定的であることを示唆し、後者は活発であったことを示す。

2. 研究の目的

本研究の目的は太古代苦鉄質岩中ジルコン($ZrSiO_4$)・バデレアイト(ZrO_2)のウラン-鉛(U-Pb)年代・ハフニウム(Hf)同位体比・微量元素組成の3種の局所分析から、地球史初期における地殻-マントルの分化を具体的に制約することである。

3. 研究の方法

各々の先行研究の問題点を解決し、太古代マントルにおける液相濃集元素の枯渇度合いを正確に明らかにすることを目的とする。その手段として、太古代苦鉄質岩中のジルコン・バデレアイトに注目する。これら Zr を主成分とする鉱物は苦鉄質岩中にごく微量ながら含まれ、1粒毎に U-Pb 年代・Hf 同位体比・微量元素組成のすべてをレーザー焼灼誘導結合プラズマ質量分析器(LA-ICPMS)による高精度かつ迅速な局所分析が可能である。

4. 研究成果

微細かつ微量の苦鉄質岩に含まれるジルコン分離とその分析のために、設備や機器への投資を行った。重鉱物分離の効率的な作業のために、特注の分液ロートを作成した。双眼実体顕微鏡やその付属機器を購入したことによって効率的に微細な重鉱物の観察、分離を行うことができるようになった。分離したジルコンの樹脂包摂や研磨に必要な機材や消耗品についても揃えた。レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法によるジルコンのウラン鉛年代測定、微量元素組成およびハフニウム同位体比の局所分析手法について検討し、それらの立ち上げを行った。実際にこれらの設備を用いて、国内外でこれまでに採集してきた岩石試料からジルコンを分離、取得し、それらの一部について分析データを得ている状況にある。また、論文化できるような分析には至らなかったものの、多数の岩石試料を処理していく中で、ジルコンを含まない苦鉄質岩の傾向についての理解が進み、今後の研究の糧となる知見が得られた。一方で、新型コロナウイルス蔓延によって計画していた海外でのフィールドワークの多くが不可能になり、新規サンプルの取得が極めて難しい状況にある。また、ウラン鉛年代などの一部のデータについては下記の通り、すでに論文として出版された。これまでの研究結果から、Hf 同位体比は地球史最初期からかなり枯渇していたことが示唆されている。一方で、分析を通じて、これまで考えられてきた地殻形成とマントルの分化による同位体比の変化以外にも、熱水変質など様々な活動によって同位体比変化が起こっている可能性が考えられるようになってきた。これについては、未だ検討中の課題であり、引き続き研究を進めていく予定である。

<文献リスト>

- [1] Sawada, H., Sawaki, Y., Sakata, S., Ishikawa, A., Muteta, B., Isozaki, Y., & Maruyama, S. (2021). New geochronological constraints on the middle Archean Shurugwi greenstone belt toward an understanding of the crustal evolution of the Zimbabwe Craton. *Journal of African Earth Sciences*, 173, 104021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.104021>
- [2] Sawada, H. (2020). Estimation of secular change in the size of continents for understanding early crustal development. *Frontiers in Earth Science*, 8, 505. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2020.541094>

[3]

沢田 輝, 磯崎 行雄, 坂田 周平. (2020). 東京都産古生代前期造山帯の断片：関東山地東部，黒瀬川帯高压型変斑れい岩および花崗岩類のジルコン U-Pb 年代. 地質学雑誌, 126, 551-561. DOI: <https://doi.org/10.5575/geosoc.2020.0026>

[4] Yamada, R., Sawada, H., Aoyama, S., Ouchi, W., Niki, S., Nagata, M., Takahashi, T., and Hirata, T. (2021). Zircon U-Pb ages and whole-rock geochemistry from the Hida granites: implications for the geotectonic history and the origin of Mesozoic granites in the Hida belt, Japan. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*. 116(1), 61-66. DOI: <https://doi.org/10.2465/jmps.201125>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Sawada Hikaru	4. 巻 8
2. 論文標題 Estimation of Secular Change in the Size of Continents for Understanding Early Crustal Development	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 505
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/feart.2020.541094	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 Sawada Hikaru, Isozaki Yukio, Sakata Shuhei	4. 巻 126
2. 論文標題 Fragments of the early Paleozoic orogenic belt from Tokyo Metropolis, Japan:	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of the Geological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 551 ~ 561
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5575/geosoc.2020.0026	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 YAMADA Raiki, SAWADA Hikaru, AOYAMA Shinnosuke, OUCHI Wataru, NIKI Sota, NAGATA Mitsuhiro, TAKAHASHI Toshiro, HIRATA Takafumi	4. 巻 116
2. 論文標題 Zircon U-Pb ages and whole rock geochemistry from the Hida granites: implications for the geotectonic history and the origin of Mesozoic granites in the Hida belt, 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 61 ~ 66
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2465/jmps.201125	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 Sawada Hikaru, Sawaki Yusuke, Sakata Shuhei, Ishikawa Akira, Muteta Brian, Isozaki Yukio, Maruyama Shigenori	4. 巻 173
2. 論文標題 New geochronological constraints on the middle Archean Shurugwi greenstone belt toward an understanding of the crustal evolution of the Zimbabwe Craton	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of African Earth 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） 10.1016/j.jafrearsci.2020.104021	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 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 沢田 輝、磯崎 行雄、青木 翔吾、坂田 周平、長谷川 遼、中村 保夫
2. 発表標題 御荷銻緑色岩類源岩のジュラ紀火成活動 - ジルコンU-Pb年代と微量元素組成から
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019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
---------	---------