

令和 6 年 5 月 23 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20938

研究課題名（和文）独立成分分析による構成粒子の化学組成決定法の開発

研究課題名（英文）Development of Independent Component Analysis to estimate chemical composition of each component in sedimentary rocks

研究代表者

小宮 剛（KOMIYA, TSUYOSHI）

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：30361786

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、堆積岩の化学組成から古海洋組成を推定する上で必須となる堆積岩中の各成分の分離を統計学的に行う手法（独立成分分析）の開発を行なった。近年、独立成分分析は地球科学において広く利用されているが、基本的には成分の特定のみで、各成分の化学組成を推定するには至っていない。本研究では、平均の取り方や組み合わせる堆積岩の種類を工夫することによって、各成分の化学組成を推定することを可能にした。さらに、本手法を初期地球の縞状鉄鉱層や炭酸塩岩に適用し、それらに含まれる鉄酸化物、炭酸塩鉱物、珪質粒子および碎屑物の分離を行い、それらの微量元素組成を推定することを可能にし、当時の海洋組成を推定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球は大きな海洋と多種多様な生命が存在する非常に活発な惑星である。その地球を理解するためには、進化を理解することが重要であるが、初期地球の情報は極めて乏しく、当時の海洋組成を推定することも困難とされる。一般に古海洋組成は堆積岩の化学組成から推定される。しかし、そのためには、様々な起源物質の混合物である堆積岩中の各成分を分離する必要があるが、実際には不可能である。そこで、本研究では統計的な手法（独立成分分析）を用いて、各成分を分離する手法の開発を行なった。これにより、様々な起源物質を含む堆積岩でも、海洋から晶出した成分の化学組成を決めることが可能となり、古海洋組成のより定量的な推定を可能とした。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a method (independent component analysis) to statistically separate each component in sedimentary rocks, which is essential for estimating paleo-oceanic composition from the chemical composition of sedimentary rocks. In recent years, independent component analysis has been widely used in the earth sciences, but it is basically only used to identify components, and not to estimate the chemical composition of each component. In this study, we were able to estimate the chemical composition of each component by devising the method of taking averages and combination of the sedimentary rock types. Furthermore, we applied this method to banded iron formations and carbonate rocks of the early Earth to estimate seawater composition at that time based on the trace element compositions of the separated components such as iron oxides, carbonate minerals, siliceous particles, and detrital material.

研究分野：地球科学、地質学、地球化学、堆積岩岩石学、地球史

キーワード：独立成分分析 初期地球 古海洋組成 生命進化 縞状鉄鉱層 炭酸塩岩 チャート 微量元素組成

1. 研究開始当初の背景

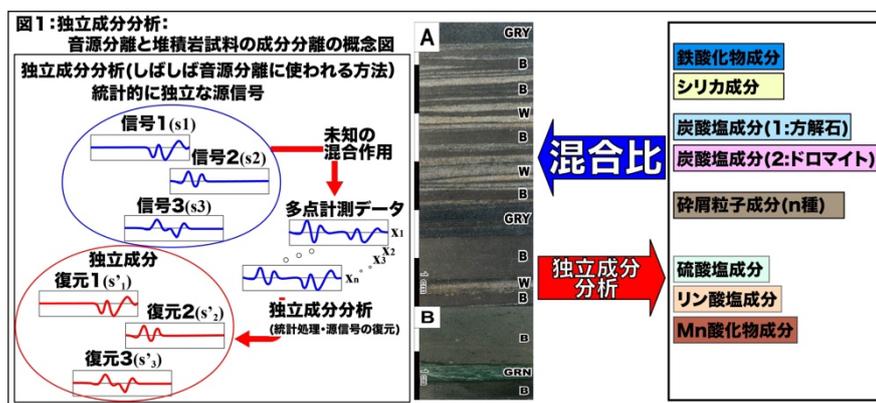
地球は広い海洋が存在し、多種多様な生命が生息する活発な惑星であり、広い宇宙においても稀有な存在である。そうした地球を理解するためには、現在の地球のみならず、海洋や生命の進化を明らかにする必要がある。海洋の化学組成の進化を推定する手法として、堆積岩の化学組成を用いた古海洋組成の推定の研究がこれまでも広く行われてきた。しかし、堆積岩は一般に様々な起源物質の混合物であるため、より定量的に古海洋組成を推定するには、それらの成分を分離し、成分ごとに議論をする必要がある。しかし、鉱物処理や化学処理による成分の分離は非常に困難で、それを行う有効な方法はないというのが現状である。そこで統計解析が有効な手段となることが期待される。独立成分分析は統計的な手法によって各成分を分離する統計解析法の一つである。そこで、独立成分分析を堆積岩に応用することによって、古海洋組成を定量的に推定することが可能となることが期待されるが、一般には独立成分分析によって各端成分の化学組成を推定することはできないとされているため、その応用には至っていないのが現状である。しかし、独立成分分析は1994年に開発された比較的新しい統計解析法で、一般に統計解析において広く用いられている主成分分析が1901年、因子分析が1904年に生まれたことを考えると、この解析法が地球科学において、どれほどのポテンシャルがあるのか、いまだ十分に理解されているとは言い難い。これまでに、独立成分分析を地球科学に応用した例は少なくはないが、その全てが構成成分の推定に留まっており、構成成分自体の化学組成を推定したものはない。そこで、独立成分分析を用いて、各成分の化学組成を推定する手法の開発が期待されている。

2. 研究の目的

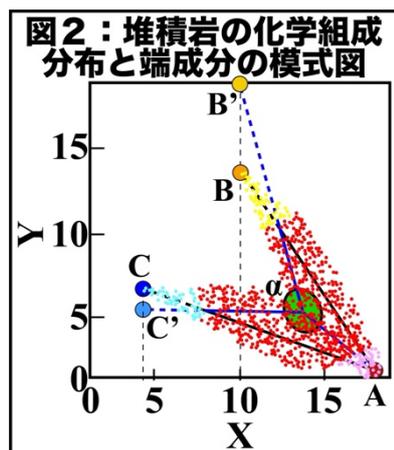
本研究の目的は、独立成分分析を太古代～原生代の堆積岩に適用し、それに含まれる鉄酸化物、炭酸塩鉱物や陸源性碎屑物の『生命必須元素や酸化還元に関連する微量元素組成』を推定する方法を開発することである。この方法が確立されると堆積岩の化学組成を用いた古海洋組成の推定をより定量的に行うことができるようになり、海洋組成の経年変化をより詳細に推定することが可能となる。それによって、地球科学と生命科学において長らく問題となっている『生命機能と地球表層環境の共進化』の解明につながることを期待される。加えて、この手法は、異なる化学組成を持つ成分の混合からなるあらゆる系に応用可能であるため、火成岩や隕石などの地球科学はもちろん、日本人のルーツなどの遺伝学や工学などその適用範囲は極めて広く、様々な分野に貢献するツールとなることが期待される。

3. 研究の方法

図1は堆積岩の化学組成から各成分の化学組成を独立成分分析を用いて推定する手法の概念図である。堆積岩は鉄酸化物、炭酸塩鉱物、シリカ鉱物および碎屑性物質などが含まれているのでそれらを分離する必要がある。



独立成分分析の基本プログラムは既に公表されているので、堆積岩に合わせた調整をして、それを用いる。図2は、独立成分分析を用いて、各端成分(A~C)の化学組成を推定する手法を模式的に示したものである。赤色の小点は岩石の化学組成を示し、ピンク色、黄色や水色の小点は実際には得ることのできない化学組成分布(より端成分A, B, Cに近い点)を示す。横軸は鉱物の主成分元素濃度(例えば、Si, Ca, Feなど)を示す。鉱物の主成分元素濃度は決まっているので、横軸の端成分の主成分元素濃度は、碎屑物質(混合物)を除き、基本的に既知である。一方、縦軸は本研究で推定する微量元素組成(希土類元素や遷移元素など)を示しており、それらは海洋組成などによって変化する。図2のような分布の場合、



標準化によって、平均値がα点（緑色楕円）となり、独立成分分析では、この平均値からのずれの向きが得られることになる（青線）。この場合、三つの端成分に向かう三つの方向（傾き）が得られるが、特に端成分に近いデータが乏しい端成分において真の値からのずれが大きくなってしまう（BとB'）。そこで、本研究では、標準化の際の平均値の取り方と組み合わせる堆積岩の種類を工夫し、この影響を取り除いた。一つ目は、微量成分元素組成においても、比較的既知な堆積岩データをコンパイルデータに多く含め、重みをつけるようにした。二つ目は、端成分の一つを微量成分（縦軸）において0になるようにした。具体的にはシリカ鉱物データをコンパイルデータに多く加えて、平均値をシリカ鉱物辺りになるようにして解析を行なった。一般に、シリカ鉱物はSiO₂以外の元素に乏しく、純粋であるため、その化学組成を決めやすいという利点があるので、シリカ鉱物を用いた。

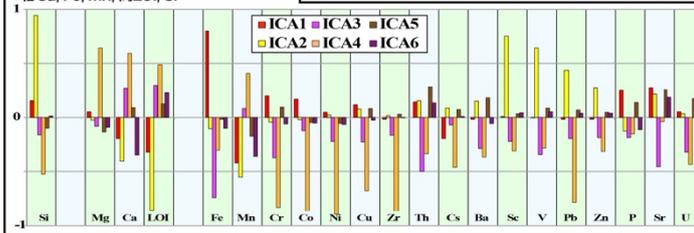
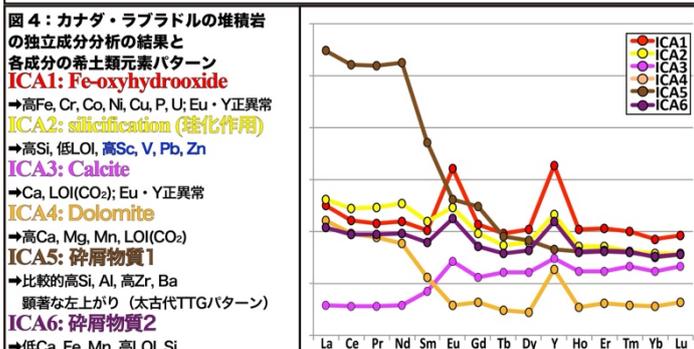
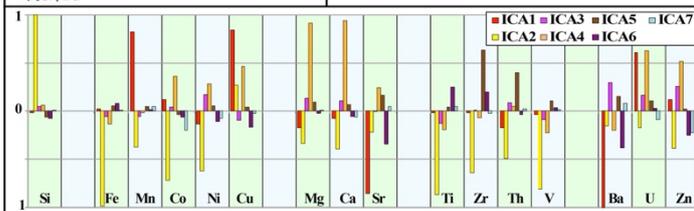
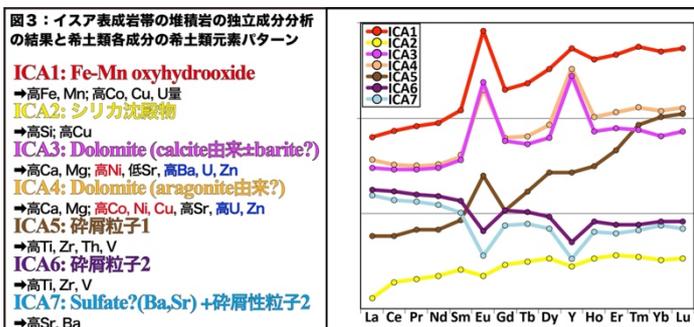
また、海洋組成の経年変化をより定量的に行うために、初期地球の堆積岩の分析データを増やした。具体的には、カナダ・ラブラドル（39.5億年前）の炭酸塩岩、縞状鉄鉱層および碎屑性堆積岩、イスラ表成岩帯（38億年前）の炭酸塩岩と縞状鉄鉱層、カナダ・ヌブアギツク表成岩帯（38億年前）の縞状鉄鉱層と珪質堆積岩の主成分元素と微量成分元素濃度をそれぞれXRFとICP-MSを用いて分析した。

4. 研究成果

図3はイスラ表成岩帯の堆積岩に適用した独立成分分析の結果を示す。イスラ表成岩帯では7つの独立成分に分けられた。主成分元素（Si, Fe, Mg, Ca）の特徴から、それぞれの独立成分の物質を推定すると、Feに富む成分（ICA1）は鉄酸化物、Siに富む成分（ICA2）はシリカ鉱物、CaやMgに富む成分（ICA3と4）は炭酸塩鉱物で、CaとMgの両方に富むので、ドロマイトであると考えられる。それらはSr量に違いが見られ、Srに乏しいICA3は方解石、Srに富むICA4はアラレ石に由来すると考えられる。Ti, ZrやThに富む成分（ICA5と6）は碎屑性物質であると思われる。ICA5は左下がりのパターンで、Mg, Fe, Caや遷移元素に富むので苦鉄質岩、一方ICA6は左上がりのパターンなので、陸源由来の碎屑性物質に由来すると思われる。ICA7はBaとSrに富み、ICA6と似た希土類元素パターンを持つので、硫酸塩鉱物を含む陸源碎屑物に由来するのかもしれない。

図4はカナダ・ラブラドル・ヌリアック表成岩類に適用した独立成分分析の結果を示す。ヌリアック表成岩類では6つの独立成分に分けられた。イスラ表成岩帯の場合と同様に、主成分元素（Si, Fe, Mg, Ca）の特徴から、Feに富む成分（ICA1）は鉄酸化物、Siに富む成分（ICA2）はシリカ鉱物、Caに富み、Mgに枯渇した成分（ICA3）は方解石、CaとMgの両方に富む成分はドロマイト、Zr, Thに富む成分（ICA5と6）は碎屑性物質であると思われる。特に、ICA5は顕著な左上がりのパターンを持つので、花崗岩などの陸源碎屑物質に由来すると考えられる。カナダ・ヌリアック表成岩類の独立成分分析から得られた鉄酸化物はCr, Co, Ni, Cu, Zn, Pに富む。このことは、当時の海洋がこれらの元素に富んでいたことを示唆する。

図5は、シリカ鉱物の組成が平均値になるように工夫した場合での、イスラ表成岩帯の堆積岩に独立成分分析を適用した結果を示す。この計算ではシリカ鉱物の組成は与えられたため、計算によって、シリカ鉱物の組成を推定することはできない。しかし、次に鉄酸化物を既知として計



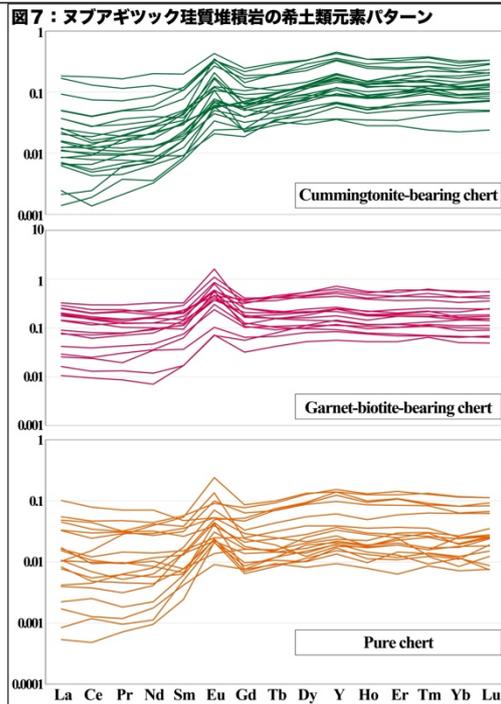
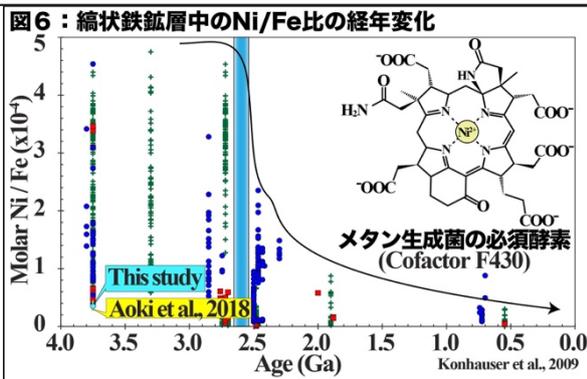
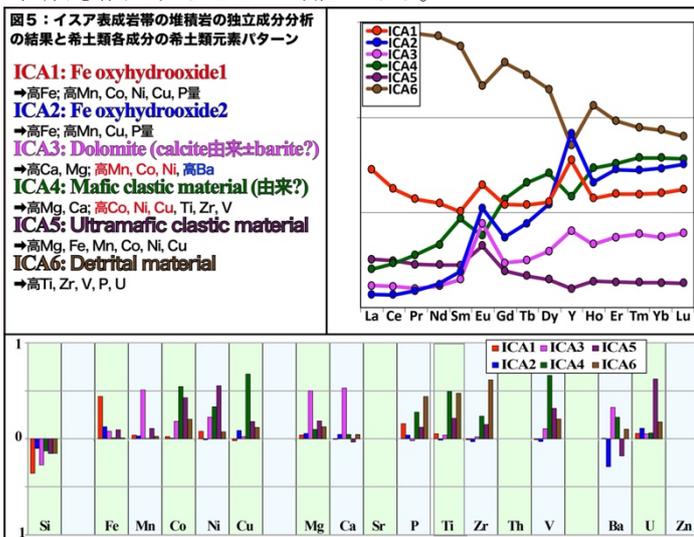
算をすることによって、シリカ鉱物の組成も推定することが可能である。

この計算では、鉄酸化物（2種）、ドロマイトと3種の碎屑性堆積物の端成分が得られた。また、鉄酸化物1のNi/Feモル比は 3.58×10^{-5} となった。鉄酸化物端成分はEuとYに明瞭な正異常が見られ、ドロマイト端成分にもEuとYの正異常が見られた。一般に、Y異常は海洋での鉄酸化物の晶出によって、Euの正異常は熱水に由来するとされるので、鉄酸化物とドロマイトの両方にこれらの異常が見られたことは、当時の海水は、全域において、熱水の影響を強く受けていたことを示す。また、3種の碎屑性成分が得られた。Aoki et al. (2018)は、縞状鉄鉱層の化学組成のばらつきの原因として、鉄酸化物とシリカ鉱物の混合に加えて、超塩基性岩、苦鉄質岩及び陸源性物質の混入を仮定した。本計算はそれを支持し、イスア表成岩帯の堆積岩のバリエーションの原因として超塩基性岩、苦鉄質岩及び陸源性物質の混入が重要な役割をしていることを示す。

図6は鉄堆積岩のNi/Fe比の経年変化を示す(Konhauser et al., 2009)。Konhauser et al. (2009)は、27億年前以前の鉄堆積岩はNi/Feが高いことから、当時の海洋が現在に比べてNiに富み、それがメタン生成菌の必須酵素であるNiを含むF430補酵素の生合成に有利に働き、メタン生成菌の活動を促進する一方で、酸素発生型光合成の活動を制限し、大気酸素の増加を抑制したとした。そして、24~23億年前に大酸化イベントが起きたのは、この時代にNi量が低下したからであるとした。一方、Aoki et al. (2018)ではイスア表成岩帯中の縞状鉄鉱層の高いNi/Fe比は碎屑性物質の混入のためで、純粋な鉄酸化物のNi/Feは低かったとした(図6の黄色棒)。本研究の結果は、Aoki et al. (2018)の推定を支持する。このように独立成分分析は、容易に構成鉱物の元素濃度比を決めるのに役立つ、海洋の微量元素濃度を推定するのに有効であることが示された。

図7は本研究で新たに分析されたヌブアギツク表成岩帯に産する珪質堆積岩(チャート)のPAAS(太古代以降に堆積したオーストラリアの頁岩の平均値)で規格化した希土類元素パターンである。チャートは石英以外の鉱物種によって、カミングトン閃石を含むタイプ、ガーネットと黒雲母を含むタイプおよびそれらを含まない石英のみのタイプの3つのグループに分類される。ばらつきは見られるものの全てに共通して、大きなEuの正異常と小さいYの正異常が存在する。カミングトン閃石を含むタイプと石英のみのタイプは比較的似た希土類元素パターンを持ち、それらの軽希土類元素と重希土類元素の濃度比は約1/100~1と、大きなバリエーションがある。一方、ガーネットと黒雲母タイプは比較的フラットな希土類元素パターンを持つ。ガーネットと黒雲母はチャート堆積場近傍の玄武岩質溶岩由来の碎屑物質に起源を持つと考えられるので、フラットな希土類元素パターンは碎屑物質の影響であると考えられる。一方、一部のカミングトン閃石を含むタイプや純粋なチャートに見られる軽希土類元素に枯渇したパターンは熱水由来成分であると考えられる。

本研究によって独立成分分析から端成分の化学組成を推定する方法が確立された。今後はこの手法を、さまざまな年代の堆積岩に応用する。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ardoin L., Broadley M.W., Almayrac M., Avice G., Byrne D.J., Tarantola A., Lepland A., Saito T., Komiya T., Shibuya T., Marty B.	4. 巻 20
2. 論文標題 The end of the isotopic evolution of atmospheric xenon	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geochemical Perspectives Letters	6. 最初と最後の頁 43 ~ 47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7185/geochemlet.2207	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 Liu Jian-Qiang, Chen Li-Hui, Wang Xiao-Jun, Zhang Xiao-Yu, Zeng Gang, Erdmann Saskia, Murphy David T., Collerson Kenneth D., Komiya Tsuyoshi, Krmicek Lukas	4. 巻 609
2. 論文標題 Magnesium and zinc isotopic evidence for the involvement of recycled carbonates in the petrogenesis of Gausberg lamproites, Antarctica	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Geology	6. 最初と最後の頁 121067 ~ 121067
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemgeo.2022.121067	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 Zhang Xiao-Yu, Chen Li-Hui, Wang Xiao-Jun, Hanyu Takeshi, Hofmann Albrecht W., Komiya Tsuyoshi, Nakamura Kentaro, Kato Yasuhiro, Zeng Gang, Gou Wen-Xian, Li Wei-Qiang	4. 巻 13
2. 論文標題 Zinc isotopic evidence for recycled carbonate in the deep mantle	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6085
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-33789-6	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 Yoshida Satoshi, Ishikawa Akira, Aoki Shogo, Komiya Tsuyoshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Occurrence and chemical composition of the Eoarchean carbonate rocks of the Nulliak supracrustal rocks in the Saglek Block of northeastern Labrador, Canada	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 2021;e12381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/IAR.12381	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 Kaiho Kunio, Shizuya Atena, Kikuchi Minoru, Komiya Tsuyoshi, Chen Zhong-Qiang, Tong Jinnan, Tian Li, Gorjan Paul, Takahashi Satoshi, Baud Aymon, Grasby Stephen E., Saito Ryosuke, Saltzman Matthew R.	4. 巻 233
2. 論文標題 Oxygen increase and the pacing of early animal evolution	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Global and Planetary Change	6. 最初と最後の頁 104364 ~ 104364
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gloplacha.2024.104364	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33件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Komiya, T., Namba, K., Sawaki, Y., Hirata, T., Ushikubo, T., Shimizu, K.
2. 発表標題 Combination of in-situ sulfur isotope and trace element analysis of pyrites: Quantitative estimate of chemistry and redox condition of seawater in the Ediacaran
3. 学会等名 Japan Earth and Planetary Science Join Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ishihara, Y., Tanaka, K., Miki, S., Yoshida, S., Sawaki, Y., Shirai, K., Sano, Y., Komiya,
2. 発表標題 Geology and geochemistry of siliceous rocks in the Eoarchean Nuvvuagittuq Supracrustal Belt: Estimation of their origin and evidence for life
3. 学会等名 GSA annual meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshida, S., Ishihara, Y., Sawaki, Y., Komiya, T.
2. 発表標題 Occurrence and chemical composition of amphibolite and carbonate rocks in the Nuvvuagittuq Supracrustal Belt, Quebec, Canada: Implications for the origin of Ca-poor amphibolite and its alteration history
3. 学会等名 GSA annual meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Komiya, T.
2. 発表標題 Secular change of atmospheric oxygen content through the Proterozoic and Crisis Evolution Hypothesis
3. 学会等名 5th IGS "Precambrian World 2023" (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nagao, R., Yoshida, S., Ishihara, Y., Sawaki, Y., Ijichi, y., Ohno, T., Ueno, Y., Hirata, T., Komiya, T.
2. 発表標題 In-situ analysis of carbonate-associated phosphate: Implications for secular change of seawater phosphate through the Precambrian
3. 学会等名 5th IGS "Precambrian World 2023" (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mihori, ryota Sawaki, Yusuke Kayama, Masahiro Ushikubo, Takayuki Shimizu, Kenji Komiya, Tsuyoshi
2. 発表標題 In situ sulfur isotope analysis of sulfide in >3.95 Ga metasedimentary rocks: Sulfur cycling and microbial activity in the Eoarchean
3. 学会等名 5th IGS "Precambrian World 2023" (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tanabe, H., Sawaki, Y., Kayama, M., Ishihara, Y., Komiya, T.
2. 発表標題 Evidence for early ecosystem preserved in banded iron formation of the Isua Supracrustal Belt
3. 学会等名 5th IGS "Precambrian World 2023" (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nagao, R., Yoshida, S., Sawaki, Y., Ohno, T., Ueno, Y., Komiya, T.
2. 発表標題 In-situ geochemical analysis of stromatolites in the Tumbiana Formation (2.7Ga), Western Australia: Reconstruction of phosphorus content of the late Archean shallow water
3. 学会等名 Japan Earth and Planetary Science Join Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小宮剛 難波恒太 澤木佑介 平田岳史 牛久保孝行 清水健二
2. 発表標題 硫化鉱物の局所イオウ同位体と微量元素分析による海洋中の硫酸と微量金属元素濃度の定量法の開発とエディアカラ紀海洋への応用
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長尾亮佑 吉田聡 澤木佑介 大野剛 上野雄一郎 小宮剛
2. 発表標題 西オーストラリア・タンピアナ累層(27億年前)のストロマトライトの堆積環境と後期太古代表層水のリン濃度
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊規須素子, 田中健太郎, 高畑直人, 小宮剛, 佐野有司, 高井研
2. 発表標題 カナダ・ラブラドル地域から産出した初期太古代堆積岩中のグラファイトの炭素同位体比分析の予察的結果
3. 学会等名 日本地質学会第 128 年学術大会(2021 名古屋大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮剛
2. 発表標題 大型研究マスタープラン2020『地球惑星研究資料のアーカイブ化とキュレーションシステムの構築』の申請内容と次期申請に向けて
3. 学会等名 日本地質学会第 128 年学術大会(2021 名古屋大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮剛
2. 発表標題 初期太古代の炭酸塩岩：その起源と炭酸塩岩から読む地球環境
3. 学会等名 日本地質学会第 128 年学術大会(2021 名古屋大会) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮剛, 石原湧樹, 吉田聡, 山本伸次
2. 発表標題 カナダ北東部、原大古代ヌブアギツク表成岩帯の地質学的研究: 苦鉄質岩や珪質岩の原岩の再検討
3. 学会等名 日本地球科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石原湧樹, 田中健太郎, 三木志緒乃, 澤木佑介, 吉田聡, 鹿山雅裕, 佐野有司, 小宮剛
2. 発表標題 Geology and Geochemistry of Siliceous Rocks in the Eoarchean Nuvvuagittuq Supracrustal Belt: Estimation of Their Origin and Evidence for Life
3. 学会等名 日本地球科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石川晃, 越田湊子, 鈴木勝彦, 横山哲也, 小宮剛
2. 発表標題 Highly siderophile elements in Earth's oldest rocks from Acasta Gniess Complex, Canada: an impact melt origin or not?
3. 学会等名 日本地球科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田聡, 澤木佑介, 小宮剛
2. 発表標題 初期太古代炭酸塩岩の地質学的産状と化学組成から解読する海洋中の生命と生命必須元素組成の共進化
3. 学会等名 日本地球科学連合2021年大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 瑛子, 澤木 佑介, 小宮 剛
2. 発表標題 西グリーンランド南部イスア表成岩帯に産する黒色頁岩の地質学的産状、鉱物組成と化学組成：初期地球の表層環境解読試料としての有用性について
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 聡, 澤木 佑介, 小宮 剛
2. 発表標題 カナダ・ヌブアギツック表成岩帯の炭酸塩岩の地質学的産状と化学組成を用いた初期太古代の熱水組成の推定
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Ocean oxidation and microbial activity just after the Marinoan Snowball Earth
2. 発表標題	小宮 剛、安西 みゆき、丸岡 照幸、松井 洋平、西澤 学、澤木 佑介
3. 学会等名	JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	須藤 克誉、鹿兒島 涉悟、高畑 直人、佐野 有司、澤木 佑介、小宮 剛、ベカート デビッド、ブロードレイ マイケル、マーティ ベルナード
2. 発表標題	カナダ・ラブラドル地方の堆積岩の年代測定
3. 学会等名	JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Battan, R., Nguyen, T.T., Chung, S.L., Komiya, T., Maruyama, S., Lin, A.T., Pang, K.-N., Lee, H.-Y., Iizuka, Y.
2. 発表標題	Subduction Polarity Reversal in the Solomon Island Arc, SW Pacific: Zircon U-Pb Age and Whole-Rock Sr-Nd-Hf Isotope Constraints from Magmatic Rocks
3. 学会等名	AGU2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名	Komiya, T.
2. 発表標題	Biological evolution related with decrease of atmospheric oxygen contents: Crisis evolution hypothesis
3. 学会等名	Japan Earth and Planetary Science Join Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 Komiya, T.
2. 発表標題 Biodiversity on the early Earth
3. 学会等名 Japan Earth and Planetary Science Join Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mihori, R., Sawaki, Y., Kayama, M., Komiya, T.
2. 発表標題 Mineralogical characteristics of sulfide minerals in the Nulliak supracrustal rocks (>3.9Ga) from the Saglek Block, Labrador, Canada
3. 学会等名 Japan Earth and Planetary Science Join Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nagao, R., Ishihara, Y., Yoshida, S., Niki, S., Ijichi, y., Sawaki, Y., Adachi, N., Ohno, T., Ueno, Y., Hirata, T., Komiya, T.
2. 発表標題 In-situ analyses of Carbonate-associated phosphates: Implications for secular changes in phosphate contents of seawater through Earth history
3. 学会等名 Japan Earth and Planetary Science Join Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Niki, S., Sawaki, Y., Komiya, T., Hirata, T.
2. 発表標題 Micron-resolution trace element imaging analysis utilising multiple-spot femtosecond laser ablation-ICP-mass spectrometry
3. 学会等名 Goldschmidt Conference 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sumino, H., Shimizu, K., Komiya, T.
2. 発表標題 Noble gas isotope and halogen analyses of Cr-spinels within beach sand from Gorgona Island to constrain the origin of volatiles in the youngest komatiite magmatism on the Earth
3. 学会等名 Goldschmidt Conference 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tanabe, H., Sawaki, Y., Kayama, M., Ishihara, Y., Komiya, T.
2. 発表標題 vidence for early ecosystem preserved in banded iron formation of the Isua Supracrustal Belt
3. 学会等名 Japan Earth and Planetary Science Join Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 oshiya, K., Yamamoto, S., Komiya, T., Takahashi, Y.
2. 発表標題 rigin of phosphorus minerals in early Archean spherule layers of the Barberton Greenstone Belt
3. 学会等名 AGU2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三堀遼太, 牛久保孝行, 清水健二, 澤木佑介, 小宮剛
2. 発表標題 カナダ、ラブラドルのヌリアック表成岩（約39億年前）の硫化鉱物に対する局所4種硫黄同位体分析：初期地球の大気化学と硫黄循環
3. 学会等名 日本地質学会第130年学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊規須素子, 田中健太郎, 高畑直人, 小宮剛, 佐野有司, 高井研
2. 発表標題 NanoSIMSを用いたカナダ・ラブラドル地域から産出した初期太古代堆積岩中のグラファイトの炭素同位体測定
3. 学会等名 日本地質学会第130年学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小宮剛
2. 発表標題 原生代の大气酸素濃度変動と生命進化：変動が駆動する真核生物の食作用生命進化
3. 学会等名 日本地質学会第130年学術大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

小宮研究室 地球生命環境進化史 https://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html
--

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