

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13642

研究課題名(和文) Re-Os年代測定法を用いた前期原生代地質層序の確立

研究課題名(英文) Re-Os geochronological constraint to the Paleoproterozoic strata

研究代表者

藤崎 渉 (FUJISAKI, Wataru)

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号：80815192

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：前期原生代の地層、特に中央アフリカ・ガボン共和国に産する前期原生代地層からは、最古の真核生物と考えられる形状化石(ガボン化石)が報告されており、その地層の年代決定を行うことは真核生物出現時期を制約することと同義であり、非常に重要な研究課題となっている。本研究では、4つに細分されるガボン共和国前期原生代堆積盆地のうち、昨年度に調整したラストユールヴィル地域に産する黒色頁岩試料のRe、Os濃度測定からRe-Os年代決定を行った。得られた年代結果を先行研究と比較することで、真核生物出現時期に関する新たな知見が得られ、現在学術論文としてその成果をまとめている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

前期原生代の地層からは真核生物に由来と推察されている形状化石の産出が複数報告されている。特に中央アフリカ・ガボン共和国に産する前期原生代地層(約21億年前)からは、最古の真核生物と考えられる形状化石(ガボン化石)が報告されている。本研究では有機物に富んだ黒色頁岩の年代及び硫化鉱物の生成年代の決定に最適なRe-Os年代測定法を用い、ガボン化石が産出する黒色頁岩の層準に加え、硫化鉱物で充填されているガボン化石に直接的に絶対年代を加えることで、地球生命史の中でも極めて重要なイベントの一つである、真核生物誕生時の古海洋環境変動を読み解く基盤の構築が期待される。

研究成果の概要(英文)：The Paleoproterozoic is one of the most significant periods in the Earth's history, especially in terms of emergence of eukaryote. Despite the importance, the exact timing of emergence of eukaryote has not been fully constrained. This is attributed to scarcity of chronological constraints on individual Paleoproterozoic strata. This study for the first time constrained the depositional age of Paleoproterozoic strata in the Republic of Gabon by utilizing Rhenium-Osmium geochronology. I summarize the newly obtained dataset and prepare to be publication in an International journal.

研究分野：固体地球科学

キーワード：前期原生代 黒色頁岩 Re-Os年代系 ガボン共和国 大型化石

## 1. 研究開始当初の背景

46億年の地球史において、大気・海洋の大酸化イベント(Great Oxidation Event; GOE)が起こった前期原生代(25-16億年前)は最大のターニングポイントとして位置付けられている(図1)。GOEに伴い、海洋が還元的环境から酸化的环境への移行した事で、鉄(Fe)やマンガン(Mn)といった元素が酸化物として沈降し海洋から除去される一方、銅(Cu)や亜鉛(Zn)といった酸化的环境下では溶解態として存在する元素が前期原生代の海洋に多く溶け出すようになった。さらに、こういった海洋の遷移金属元素濃度の変化が、生命史における最大イベントの一つである真核生物誕生を導いた可能性が指摘されている。今まで最古の真核生物は、約19億年前のカナダ前期原生代地層から産するグリパニア化石だと考えられていた。しかし近年、約21億年前のガボン前期原生代地層よりその形状・大きさ(最大17cm)から真核生物と考えられる大型生物化石が発見され、最古の真核生物の出現時期は約2億年更新された。このように真核生物が誕生した前期原生代は生命と地球の歴史をひも解く上で極めて重要な時代であり、当時の古海洋環境の復元が渴望されている。

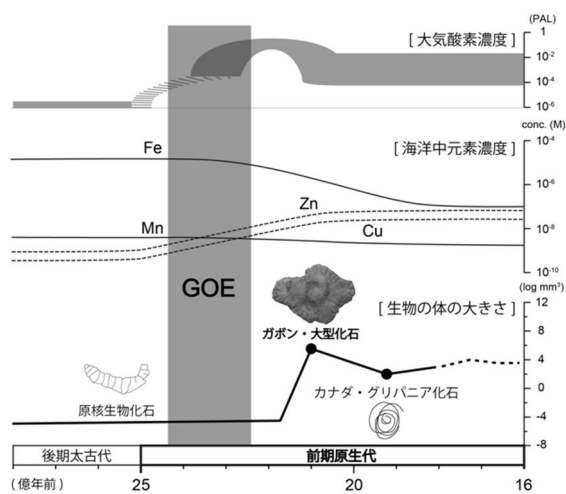


図1. 前期原生代における大気海洋の酸化還元状態遷と化石記録

## 2. 研究の目的

前期原生代地層はその保存状態などから、古海洋環境復元において最も重要な岩石の堆積年代制約が十分になされていないという大きな問題が残されている。そこで本研究では、古海洋環境復元に有用な黒色頁岩、炭酸塩岩類及びFe-Mn 鉱石が露出し、なおかつ最古の真核生物化石が産出する前期原生代地層が良好に保存されているガボンにて地質調査・岩石採取を行い、絶対年代測定による正確な地質層序確立を通じて、前期原生代における古海洋環境復元への基盤構築を目的とした。

## 3. 研究の方法

地質学の古海洋環境復元に関する研究は、堆積年代に基づいた正確な地質構造を基軸として、化石・化学指標(元素濃度・同位体比)の結果を用いて展開される。また、全球的な環境変動を読み取るためには、他の地質層序との比較が必要不可欠である。つまり地層の年代制約が行われな限り古海洋環境復元に関する研究の進展はありえない。ガボン前期原生代地層(層厚約1-2 km; 2-3億年間に相当; FA-FEに区分)では、現在4層準のみでしか年代が得られていない。その4層準のうち2層準は火成岩貫入年代であり、貫入された岩帯の堆積年代の上限を制約するに留まっている。一方で、FD層の黒色頁岩に挟まれた凝灰岩から抽出されたジルコンの大半は、メタミクト化に伴う放射性起源鉛(Pb)の欠損が深刻であり、ウラン-鉛(U-Pb)年代の信頼性に欠ける。そのためジルコン U-Pb 年代分析だけでなく、他の年代測定法を用いた堆積岩の絶対年代制約が急務となっている。

本研究では黒色頁岩から抽出されたレニウム(Re)とオスミウム(Os)の濃度・同位体比分析を行い、地層に絶対年代制約を加えた。ReやOsは親鉄・親銅元素であるため、有機物や硫化物に富む黒色頁岩には高濃度で含まれる。ガボン前期原生代地層は有機物に富んだ黒色頁岩が多産し、Re-Os年代測定には最適である。またRe-Os放射改変系は半減期が416億年と地球史よりも長いため、前期原生代の古い岩石試料に関しても0.3~1.0%程度の精度で年代決定が可能である。この手法により可能な限り地層に年代目盛りを組み込んでいく。

最古の真核生物と考えられる大型化石が、ガボン前期原生代地層のFB層から産出する。そのガボン大型化石は生物死骸(有機物)として堆積した後、硫酸還元菌の働きにより現在は硫化鉱物で充填されている。硫化物生成年代は従来の方法では制約が困難であるが、Re-Os年代測定法を用いれば直接的に求める事が可能である。そこで本研究では、Re-Os年代測定法の有用性に着目し、同方法を用いてガボン大型化石の形成年代を決定する。先カンブリア時代に産出する化石の形成年代を”化石そのもの”から決定するのは世界で初めての試みであり、最古の真核生物誕生時期を岩石の形成年代から”間接的に”推測するのではなく、化石そのものから”直接的

に” 制約できる。

#### 4 . 研究成果

本研究では、これまで一例も報告されていなかったガボン前期原生代地層から初めて Re-0s 年代の制約に成功した。現在はこれら新たに得られた年代データを取りまとめ、国際雑誌への投稿準備を進めている。

## 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 0件）

1. 著者名 Fujisaki Wataru, Fukami Yusuke, Matsui Yohei, Sato Tomoki, Sawaki Yusuke, Suzuki Katsuhiko	4. 巻 204
2. 論文標題 Redox conditions and nitrogen cycling during the Triassic-Jurassic transition: A new perspective from the mid-Panthalassa	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth-Science Reviews	6. 最初と最後の頁 103173 ~ 103173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.earscirev.2020.103173	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 Fujisaki Wataru, Sawaki Yusuke, Matsui Yohei, Yamamoto Shinji, Isozaki Yukio, Maruyama Shigenori	4. 巻 172
2. 論文標題 Redox condition and nitrogen cycle in the Permian deep mid-ocean: A possible contrast between Panthalassa and Tethys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Global and Planetary Change	6. 最初と最後の頁 179 ~ 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gloplacha.2018.09.015	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 Fujisaki Wataru, Matsui Yohei, Asanuma Hisashi, Sawaki Yusuke, Suzuki Katsuhiko, Maruyama Shigenori	4. 巻 500
2. 論文標題 Global perturbations of carbon cycle during the Triassic-Jurassic transition recorded in the mid-Panthalassa	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 105 ~ 116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2018.07.026	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 澤木佑介、佐藤友彦、藤崎渉、上田修裕、浅沼尚、丸山茂徳	4. 巻 128
2. 論文標題 天然原子炉周囲の地質と真核生物誕生場	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地学雑誌	6. 最初と最後の頁 549 ~ 569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5026/jgeography.128.549	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4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 藤崎渉、澤木佑介、松井洋平、丸山茂徳
2. 発表標題 Global perturbations of carbon cycle in the mid-Panthalassa during the Triassic-Jurassic transition
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤崎渉、松井洋平
2. 発表標題 Carbon-cycle perturbations in the deep Iapetus during the Great Ordovician Biodiversification Event
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤崎渉、澤木佑介、松井洋平、山本伸次、磯崎行雄、丸山茂徳
2. 発表標題 G-LB絶滅前後におけるパンサラッサ海深海域の酸化還元状態及び窒素循環の制約
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujisaki Wataru, Matsui Yohei, Asanuma Hisashi, Sawaki Yusuke, Suzuki Katsuhiko, Maruyama Shigenori
2. 発表標題 Global perturbations of carbon cycle during the Triassic-Jurassic transition recorded in the mid-Panthalassa
3. 学会等名 The Geological Society of America 130th Annual Meeting (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
--	---------------------------	-----------------------	----

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