

「アーリーアース・ケミストリー (Early Earth Chemistry)」の プロローグ

古川 善博^{1,*}, 高野 淑 識^{2,3,*}

(2016年7月19日受付, 2016年7月20日受理)

Preface to the special issue of “Early Earth Chemistry”

Yoshihiro FURUKAWA^{1,*} and Yoshinori TAKANO^{2,3,*}

- ¹ Department of Earth Science, Tohoku University
6-3 Aramaki Aza, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8578, Japan
- ² Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)
2-15 Natsushima, Yokosuka, Kanagawa 237-0061, Japan
- ³ Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science,
University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan
- * Correspondence authors: furukawa@m.tohoku.ac.jp; takano@jamstec.go.jp

Through the history of the Earth, surface environments had changed most dramatically on the early Earth, characterized by the formation of ocean, continents, and life. Large amounts of unclear points remained on the origin of life. Thus, this research area has large amounts of open questions to be achieved in the future. Geochemistry is one of the most powerful tool to answer the questions related to the origins of life. This special issue “Early Earth Chemistry” brings six review articles, in which the authors introduced unique aspects and recent progresses from the view of individual expertise. The contents cover the formation of oceans, formation of continents, impact events, prebiotic chemistry, and potential geological records of early life. We hope that you'll make the best from those overview contents and that this issue works to spread further novel research frameworks.

Key words: Early Earth, Formation of ocean and continent, Prebiotic chemistry, Impact reactions, Geological records of life

1. はじめに

初期地球 (Early Earth) では、海洋の形成、大陸の形成、物質の進化、生命の誕生など重大なイベントが次々と起きており、科学者らを魅了してやまない。生命の誕生に関しては、マクロな視点でみた場合、初期地球で起きたであろう、化学進化における諸反応や物質の濃集過程は、まさに地球が起こした化学反応と表現することもできる。地球科学に根ざした化学進化過程を解明していくうえで、生命誕生期の地球表層環

境にアプローチするフィールド調査や調査で得られた知見を基にした室内実験による地球化学的アプローチは、これから益々、重要な研究要素になるといえる。

一方、新たな手法を用いた初期生命に迫る合成生物学的アプローチ (例えば, Blain and Szostak, 2014) や分子系統樹の新たな発見 (Forterre, 2015; Spang *et al.*, 2015) は、記載できない領域が存在する分だけ、新しいサイエンスの萌芽が期待されている。本特集号「アーリーアース・ケミストリー (Early Earth Chemistry)」は、このような地球化学的アプローチによる初期地球の表層環境と初生的な生命の描像について、総説6編をまとめたものである。本号では、主著者らの開拓された最新の知見に基づいて、さまざまな視点から論じられており、将来への展望も述べられている。

¹ 東北大学理学研究科地球学専攻
〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3

² 国立研究開発法人海洋研究開発機構
〒237-0061 横須賀市夏島町2-15

³ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
〒113-0033 文京区本郷7-3-1

2. 本特集号の構成

飯塚 (2016) では、初期地球での海洋と大陸の形成過程およびその時期について、著者らの記載を含む既報の研究をもとに丁寧に解説している。この時代の記録を残す地質試料は限られているが、新たな露頭の開拓や精力的な分析により表層環境に関する知見は着実に増加している。これらの知見は生命前駆物質の集積や化学進化、初期生命の活動を知るうえで不可欠な前提条件となる。

黒澤 (2016) では、初期地球への天体衝突とそれによって引き起こされる物理的な現象および化学反応について、著者らの最新の研究を含む多くの研究について紹介している。初期地球への頻繁な天体衝突は現在と異なる地球表層環境の一つでありその影響について詳しくまとめられている。

北台ら (2016) では、代謝の起源について古典的な化学進化研究で得られている知見とその問題点を紹介するとともに、近年注目されつつある熱水噴出孔の電気化学による代謝関連有機物の生成について紹介している。著者らを含む ELSI の研究グループも今後、この研究に参入していくようだ。

大友 (2016) では、著者らの研究を含む最古の生命の痕跡に関する議論について解説している。時代を遡るごとに痕跡から取り出し得る情報と痕跡を残す試料の量が限られる中で、複数の証拠から生命の痕跡と判断する根拠や当時の環境について再評価し、解説している。

伊規須 (2016) では、始生代および原生代の微化石研究について、詳細に解説している。微化石は、化石様の形態が残存しているものの、その形成プロセスについて、多くの議論が行われてきた。本解説ではこれまでの論争の要点とそれを踏まえた新たなアプローチについて紹介している。大友 (2016) と併せて、いわゆる “Fossil Molecules” の描像 (Gaines *et al.*, 2009) について、再考する契機となるだろう。

赤沼 (2016) では、初期生命の耐熱性について微生物学的なアプローチで地球化学的な制約の側面を解説している。微生物学的な基本手法ではあるが、関連分野の研究者にも広く理解いただけるようにまとめた。コモノートの耐熱性に関する著者らの研究を含むこれまでの議論や、コモノートと最初の生命の違いについて詳しく解説している。

また、これまで本誌上のアーリーアースに関連した

総説も参考にして頂きたい (中村・高井, 2011; 大原, 2011; 大竹・渡辺, 2011; 杉谷, 2011; 古川, 2016)。

3. おわりに

前号「アストロケミストリー (Astrochemistry)」 (古川・高野, 2016) に引き続き、本号は、査読を快くお引き受け頂いた各分野のエキスパートによる建設的な意見や進言を数多く頂き、より良く精選された。ゲストエディター (古川) および担当エディター (高野) は、原稿を執筆下さった著者の方々、査読者の方々の鋭意に深く感謝する。本号が、広く読者らの理解にとって有用であり、境界領域のブレイクスルーの潜在性を高め、何らかの新しいヒントを生むようなものになることを願っている。

特集号「アーリーアース・ケミストリー (Early Earth Chemistry)」の総説一覧

- [1] 飯塚毅 (東京大学) 地球における海洋と大陸の形成
- [2] 黒澤耕介 (千葉工業大学) 衝突誘起化学反応：冥王代地球表層環境の理解に向けた実験的取り組み
- [3] 北台紀夫・青野真士・大野克嗣 (東京工業大学 ELSI; イリノイ大学) 代謝の起源：ひとつの展望
- [4] 大友陽子 (北海道大学) 初期地球生命圏研究の近年の動向について
- [5] 伊規須素子 (JAMSTEC) 局所分析法による先カンブリア時代微化石および炭質物の化学分析
- [6] 赤沼哲史 (早稲田大学) ゲノムの比較から明らかになった初期生命の好熱性

引用文献

- Blain, J. C. and Szostak, J. W. (2014) Progress toward synthetic cells. *Annual Review of Biochemistry*, **83**, 615-640.
- Gaines, S. M., Eglinton, G. and Rullkötter, J. (2009) *Echoes of Life: What Fossil Molecules Reveal about Earth History*. Oxford University Press. 355 pp.
- Forterre, P. (2015) The universal tree of life: An update. *Frontiers in Microbiology*, **6**, 717, doi: 10.3389/fmicb.2015.00717.
- 古川善博 (2016) 初期地球における隕石衝突によるアミノ酸および核酸塩基の生成に関する研究. *地球化学*, **50**, 1-9.
- 古川善博・高野淑識 (2016) 「アストロケミストリー (Astrochemistry)」のプロローグ. *地球化学*, **50**, 29-31.
- 中村謙太郎・高井研 (2011) 海底熱水系の生物地球化学：海底熱水の化学的多様性は熱水生態系を規定するか? *地球化学*, **45**, 281-301.
- 大原祥平 (2011) 化学進化に果たした硫化鉱物の役割. *地球*

- 化学, **45**, 239-250.
- 大竹翼・渡辺由美子 (2011) 硫黄同位体から読み取る太古代地球の表層環境：現状とその問題点. 地球化学, **45**, 251-264.
- Spang, A., Saw, J. H., Jørgensen, S. L., Zaremba-Niedzwiedzka, K., Martijn, J., Lind, A. E., van Eijk, R., Schleper, C., Guy, L. and Ettema, T. J. (2015) Complex archaea that bridge the gap between prokaryotes and eukaryotes. *Nature*, **521**, 173-179.
- 杉谷健一郎 (2011) 西オーストラリア・ピルバラ地塊における前～中期太古代微化石記録とその生物進化史における意義. 地球化学, **45**, 265-279.