平成１５年度採択分
平成２０年３月３１日現在

全地球史解読　Part II
Decoding the history of the Earth, Part II

丸山 茂徳（Maruyama Shigenori）
東京工業大学・大学院理工学研究科・教授

研究の概要
生命と地球の歴史を不連続的に決定付けた時代（地球史の特異点、42 億年、27 億年、23 億年、8－6 億年、2.5 億年）の全地球規模の大変動の詳細が明らかになった。これらの時期に固体地球、表層環境、生命進化が連動して起きた。その原因は冷却する地球がこうむる物理的必然であるが、銀河内部で起きたスターバーストとも関係するらしい。

研　究　分　野：数物系科学
科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学
キ　ー　ワ　ー　ド：地球史、生命進化、大量絶滅、全球凍結、カンブリア紀の生物大進化

１．研究開始当初の背景・動機

生命と地球の歴史の解読研究は、①全体の概要の把握と世界標準モデルの構築の時代（旧文部省重点研究、全地球史解読、1995－1997）を経て、②横軸 46 億年研究、及び③特異点研究の時代になった。本申請計画者等は新時代の研究を推進すべく、1991 年以来現在までに世界 25 カ国 35 研究機関と共同研究を通じて、記載、保管してきた地球史解読試料 16,000 個を中心に新しい分析装置を導入し、③を中心とした研究を推進する。

２．研究の目的

本研究計画では地球史を決定付けた特異点である、（A）39－30 億年前、（B）27－20 億年前、（C）8－5 億年前、（D）2.5 億年前の大規模地球変動記録を従来よりも格段に精度を上げて解読する。更に（E）それぞれの結果を固体地球変動、表層環境変動、及び生命進化との関係として捉え、総合的なモデルを構築する。

３．研究の方法

平田によるレーザーＩＣＰ－ＭＳと吉田グループの同位体研究装置をベースに、磯崎による古生物学研究、中嶋による化石同定の為の新たな指標作り、更に圦本によるＳＩＭＳを使った化石の炭素同位体スポット分析を駆使して、特異点の高精度解読を推進した。
新規の設備購入はなく、消耗品を中心とした。

４．研究の主な成果

当初の計画通り研究は進み、丸山は本計画に関係した論文（英文、査読あり）を３２、英文著書１（３論文）、磯崎は９、中嶋８、圦本８を公表した。主な成果は以下の通り。

(A)39ー30 億年前
●３５億年前の西オーストラリアの地質体が付加体であることを実証した。
●３５．６億年前の世界最古の微化石を発見、生息環境は浅海、貧弱だが光合成を開始していた可能性がある。
●中央海嶺熱水変成作用の流体中のＸCO_2の見積もり、初期生命は硫黄還元細菌。
●原生代末期の酸素濃度の推定：硫黄同位体の非質量依存性とＣｅの酸化度から推定した。
●３０、３５億年前の微化石の発見とＳＩＭＳスポット炭素同位体分析（磯崎、圦本、上野）。
●シアノバクテリアの化石化実験とＦＴ－ＩＲ他による解析から、古細菌か真性細菌かの判別図を提唱した。それを利用して３０億年前の化石を分析した（中嶋ほか）。

(B)27ー20 億年前
●西オーストラリア地域の精密地質調査結果の論文の印刷、炭素同位体の異常を発見し、その精密解析を推進中（修

士；吉屋)。
●27億年前に全球規模の洪水玄武岩火山活動が起きたことを解明した。論文準備中。

(C)8〜5億年前
●南中国；地質調査を３年間継続し、掘削地点を決定し、７本の連続試料の同位体層序（Ｐ，ＲＥＥ，酸素濃度；Ce^{3+}，$\delta^{13}Ccarb$，$\delta^{18}Ocarb$，$Sr^{87}/Sr^{86}carb$，$\delta Sr^{88}carb$)を確立すべく解析中。既に３論文が印刷中。
●ロシア；化石の記載、Ｓｒ同位体論文が印刷中。
●スコットランド；地質調査を終了し、半遠洋性堆積物中から氷河起源の巨礫を発見記載。原生代末期の造山帯の一次記載を完了した。

(D)2.5億年前の大規模地球変動記録
●中国(浅海大陸棚)と日本の付加体(深海起源堆積物)の精密解析から環境変動と生命記録を解読した（磯崎)。

(E)固体地球変動（大規模火山活動）と表層環境変動、及びそれらが与えた生命進化との因果関係
●地球史を通じた固体地球変動と表層環境変動への影響を総合化したモデルを提唱した（丸山)。
●Ｐ／Ｔ境界の変動をまとめ、固体地球変動と生命の不連続進化モデルを構築した（磯崎)。
●全球凍結と直後の生命の爆発的進化のモデルを銀河内での宇宙システム変動として統一的に説明できるモデルを構築した（丸山、投稿準備中)。

５．得られた成果の世界・日本における位置づけとインパクト

●得られた成果は次の通り。
①一連の記載研究と精密分析（論文数；丸山３２、磯崎９、中嶋８、圦本８）

②総合化（丸山：Dynamics of plumes and superplumes through time, in Superplumes; Beyond Plate Tectonics, Springer, 441-502, 2007、磯崎：Plume Winter Scenario for Biosphere Catastrophe, ibid, 409-439, Springer)

③P/T境界の精密解析（磯崎：掘削試料;6)と化石（太古代1、原生代末1、古生代末5）の記載。

④35.6 億年前(世界最古生命化石)のSIMSスポット分析（$\delta^{13}C$）と化石の認定基準(圦本、発表準備中)

⑤化石認定の新しい指標の開発と応用(中嶋；１、実験結果と認定の新基準（古細菌か真性細菌か)の提案図については投稿準備中)

以上の成果は、これまでの地球史標準モデルを更に精密化し、誕生後徐々に冷却してきた地球システムが起こす物理的必然として説明しうるが、新たな原因として、銀河内部で起きた３回のスターバーストとの緊密な関係が浮かび上がってきた。これらは日本のみならず世界最前線の研究を更にリードするものである。

６．主な発表論文
（研究代表者は太字､研究分担者には下線）

1. **Maruyama, S**., Santosh, M., and Zhao, D. (2007). Superplume, supercontinent, and post-perovskite: Mantle dynamics and anti-plate tectonics on the Core–Mantle Boundary. *Gondwana Research* 11, 7-37.

2. Maruyama, S., Yuen, D., and Windley, B. (2007). Dynamics of plumes and superplumes through time. *In* "Superplume; Beyond Plate Tectonics" (D. Yuen, S. Maruyama, S. Karato and B. Windley, eds.), pp. 441-502. Springer.

3. <u>Isozaki, Y.</u> (2007). Plume Winter Scenario for Biosphere Catastrophe: Permo-Triassic Boundary Case, *In* "Superplume; Beyond Plate Tectonics" (D. Yuen, S. **Maruyama, S**. Karato and B. Windley, eds.). pp.409-439. Springer.

4. Ueno, Y., Yamada, K., Yoshida, N., **Maruyama, S**., and <u>Isozaki, Y</u>. (2006). Evidence from fluid inclusions for microbial methanogenesis in the early Archaean era. *Nature* 440, 516-519.

5. **Maruyama, S**., and Liou, J. G. (2005). From Snowball to Phanerozoic Earth. *Inter. Geol. Rev.* 47, 775-791.

ホームページ等
http://www.geo.titech.ac.jp/lab/maruyama/