

「アストロバイオロジー」に寄せて

藪田 ひかる*

(2011年11月8日受付, 2011年11月14日受理)

Preface to “Astrobiology”

Hikaru YABUTA*

* Department of Earth and Space Science, Osaka University
1-1 Machikaneyama, Toyonaka, Osaka 560-0043, Japan

The outstanding characteristic of Astrobiology is its interdisciplinary approach, which is absolutely essential for raveling our fundamental goals (as set by NASA Astrobiology Program); how life begins and evolves, whether life exists elsewhere in the Universe, and what the future of life on Earth and beyond is. This special issue *Astrobiology* specifically demonstrates the direction which this study area is going take by putting together remarkable review articles from the perspectives of space exploration, astronomy, geophysics, astrochemistry, abiotic chemistry, isotope geochemistry, and biogeochemistry. All these science are linked each other in terms of the energy balance concept for habitability.

Key words: Astrobiology, Interdisciplinary research, Origin and evolution of life, Habitability, space exploration, Planet formation, Interstellar medium, Early solar system, Early Earth, Earth interior, Chemical evolution, Evolution of atmosphere, Micro-fossils, Seafloor hydrothermal system, Bio-available energy

「アストロバイオロジー」という言葉を聞いて、多くの研究者は、最初に、どのような科学をイメージするだろうか。宇宙における生命の起源と進化と存在を解明するための科学、それはわかっている。その本質を本当に理解している研究者達も確かに増えてきているが、具体的に何をやっているのかいまいち見えてこないのだけれども最近よく聞く分野、程度の印象を持つ研究者達が、いまだに多いようである。地球化学やその関連領域に限らず科学の世界を見渡すと、宇宙と生命を結ぶことをあやしいと感じる研究者もいるらしい。

なぜ、そのような実状であるのか、というと、あやしいと感じる側だけに原因を置く前に、アストロバイオロジーの側が、その目指している方向性や研究手法を周囲に「伝える」やり方が、まだ、十分に熟して

いないからであるように思われる。

編集者は、宇宙の有機物を研究しているが、“宇宙にある特定の有機物が見つかる、生命の起源が解明される”という捉えられ方には、ひっかかるものを長年感じてきた。宇宙有機物が生命の起源に重要な関わりを持った可能性には編集者も注目しているのだが、前者の説明はやや短絡的で、編集者の考える重要な関わりと異なる。“試験管の中で初期地球環境を再現したら生体関連有機物が合成されたので、生命の起源はこの化学反応でもたらされた”，これもなにか足りない気がする。生命としての機能性を持たない材料物質の段階では、生命として始まってないではないか。……「生命の起源」はどこを指すのか。人々は、それを本当に理解してその語を使っているのだろうか。生命の起源や存在可能性の解明に挑むアストロバイオロジーが、上述したような安易な説明の仕方ですべて片づけられてしまうのは、とても残念なのである。

しかし、このような霽が、晴れるような出来事が、

* 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町1-1

昨年の本誌特集号「有機物・微生物・生態系の地球化学」に投稿された高井研氏（JAMSTEC）の総説論文「地球化学と微生物学から迫る非生命圏と生命圏の境界」を読んだ時に訪れた。編集者は、前号の編集を務められた高野淑識氏（JAMSTEC）から、この原稿の査読を勧められた。高井氏の論文では、生物学的な視点から、非生命圏と生命圏の境界について「生命活動が失われてもその機能が持続する領域、言い換えると biological energy quantum (BEQ), maintenance energy (ME) のエネルギー論を満たすこと」（高井, 2010）と定義されていた。これを読んだ編集者は大変に共鳴を覚え、その考え方の時間軸を逆にすれば、生命の起源を正しく定義づける上で応用できるのではと思いついた。その時の意見交換がきっかけで、本特集を組むことになったのである。それゆえに、高井氏と高野氏にはこのようなめぐり合わせを与えていただき、特集号実現のために心強いサポートをいただいたこと、本誌編集長の高橋嘉夫氏（広島大）にはこの特集の趣旨を御理解いただいたことに、この場をお借りしてあらためて深くお礼申し上げたい。

本特集号の目的は、アストロバイオロジーの目指す方向を、読者に正しく示すことである。以下に紹介する個々の論文が各々の方向という意味ではなく、**本特集号まるごとが**、アストロバイオロジーの目指す方向、である。すなわち、アストロバイオロジーに分野の壁はない、分野を総合して考えなければ生命の起源や存在可能性を解明できない、ということの意味している。

特集号「アストロバイオロジー」

杉田精司：火星のアストロバイオロジー探査はどこまで進んだか

深川美里：天体観測で探る惑星形成の初期条件

大場康弘, 渡部直樹, 香内 晃, 羽馬哲也, ピロネロ・バレリオ：星間分子雲における二酸化炭素生成に関する実験的研究

駒林鉄也：地球深部物質学から見たアストロバイオロジー

大原祥平：化学進化に果たした硫化鉱物の役割

大竹 翼, 渡辺由美子：硫黄同位体から読み取る太古地球の表層環境：現状とその問題点

杉谷健一郎：西オーストラリア・ピルバラ地塊における前～中期太古化石記録とその生物進化

史における意義

中村謙太郎, 高井 研：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？

杉田氏の論文では、これまでの火星探査から得られた気候学的・物質科学的課題を踏まえて、今後の火星生命探査についての展望がまとめられている。惑星探査は異分野の融合からなる総合科学が必要不可欠であり、アストロバイオロジー概念の究極の形といってもよいであろう。深川氏の論文では、惑星系がどのようにして形成されたのかについて、系外惑星観測の成果に基づきまとめられている。地球（宇宙）化学では惑星材料物質の化学組成を研究するのに対し、この論文では材料物質の物理に着眼しているところが、我々にとって新たに学ぶ価値の高い点である。駒林氏の論文では、地球に液体の水が存在する理由と固体地球内部ダイナミクスとの関係性がまとめられている。生命の誕生に必要な物質進化は、それを起こすための巨視的な場の存在なくしては始まらなかったはずである。地球の海の起源解明にもつながる興味深い総説となっている。上の3名の総説は、惑星気候学、天文学、地球物理といった、地球化学とは異なる視点から構成されている。これらは、先の高井（2010）で述べられているエネルギー論に重大な影響を及ぼす要素でもある。続く5つの論文は、アストロバイオロジーにおける地球化学の重要性が明示されている。大場氏の論文では、光の届きにくい高密度分子雲内部で近年観測された二酸化炭素が、光反応なしにどのように生成したのかを実験的手法により実証した研究成果がまとめられている。天文学からも注目を浴びているトピックである。大原氏の論文では、初期地球における化学進化における硫化鉱物の役割について述べられている。海底熱水環境に普遍に分布し、微生物の生化学反応中心にも表れる硫化鉱物は、生命の起源への関わりにおいて今日揺るぎ無い位置を築きつつある。大竹氏の論文では、初期地球の大気進化と生命進化を解明する上で欠かせない硫黄同位体地球化学を著している。太古代の硫黄同位体比異常はどのイベントが引き金となったのか、世界的に活発な議論が繰り広げられている未解決テーマの、次なる展開が待ち遠しくなる内容である。杉谷氏の論文では、太古代大型微化石群を、初期生命進化研究における新たな指標として提案している。微化石の形態・サイズ・化学組成に母岩の地球化学的特

徴を合わせ、太古代生態系の多様性を考察した著者の集大成に迫力を受ける。中村氏の論文では、海底熱水系を岩石-水-生命相互作用の場ととらえ、微生物生態系の多様性と熱水化学との関係が議論されている。生命活動をエネルギーという切り口から探る研究方法が、地球での生命存在可能性の理解にとどまらず、宇宙生命探査へ繋がりつつある今後の展開に大いに期待したい。また、各論文の査読を依頼した方々には、本特集号の趣旨をご理解いただき、専門分野で有無しに関わらず、丁寧かつ建設的な査読をしていただいた。ここに感謝の意を表したい。

今回、有機物を中心とした研究論文の掲載は、あえて積極的には考慮しなかった。極端で申し訳ないが、もし、アストロバイオロジーは有機物研究のものというやや偏ったイメージが定着してしまっているのだとしたら、本特集号がその誤認識を改めるきっかけとなれば、と考えたためである。これから次のページをめくろうとしている、あらゆる研究者の結集が必要な科学が、アストロバイオロジーである。素晴らしいことに、上に紹介した殆どの論文の結びで、異なる研究方法を一つに包含して科学を遂行することの重要性が記されている。本特集号を全部読み終わった後、各論文がさまざまに互いに繋がり、「私達はどこから来た

か」という問いに向かって、大きな1つのうねりが伸びていくような図が、見えてくるのではないだろうか。本特集号はその繋がり方の一例を示したわけだが、実際には何通りもの組み合わせがあることで、一層こぶしの効いたものになるだろう。その際にはもちろん、有機物研究も共に含まれるべきである。隕石有機物研究を築いた研究者の何人かは生化学者であったことを思い出していただきたい。先駆者達は40年以上も前に、生命化学的な手法を使って宇宙を渡るといふ、勇敢な旅立ちをやったのけた。今日の有機物研究は、生命起源研究において主軸の存在にあり続けてきた伝統にあぐらをかかず、アストロバイオロジーの概念をいち早く身につけた誇りをもって、丹念なやり方で、分野横断を先導する立場でありたい。

今年は、「私達はどこへ行くのか」という出口の見えない問題に、日本人一人一人が向き合うことになった年でもあった。ひとつひとつの命へ敬意を払い、この世に生を受けたことに感謝する中で、編集者は、うまく言えないが、アストロバイオロジーに出会えて良かったと思っている。

引用文献

高井研 (2010) 地球化学と微生物学から迫る非生命圏と生命圏の境界. 地球化学, 44, 103-114.