

## 特集「アストロバイオロジー」

Astrobiology : 宇宙における生命の  
起源・進化・分布と未来小林 憲正<sup>1, 2</sup>1. 火星隕石ALH84001中の  
生命の痕跡

1996年8月, NASAのJohnson Space CenterのDavid McKayらのグループは, 南極で収拾された火星隕石ALH84001を分析し, そこに「生命活動の痕跡」が認められるとの論文をScience誌に発表した[1]. この論文に関して, NASAが大々的に記者会見をしたことから, 火星生命をめぐる大騒動が起きた.

McKayらは, 45億年前に結晶化したこの隕石中に以下のような事実が観察されたとしている.

- 1) 液体(水)が侵入し, 二次的な鉱物生成(炭酸塩)が認められた.
- 2) 炭酸塩の粒子は, 火成岩よりも新しい.
- 3) 炭酸塩粒子の表面に地球微生物に似た粒子が存在した.
- 4) 生体鉱物として知られる磁鉄鉱や硫化鉄粒子が存在した.
- 5) 炭酸塩粒子の表面に有機物(多環芳香族炭化水素)が検出された.

McKayらは, 以上の個々の現象からは, 生命の痕跡は結論できないが, これらすべてを総合すると「初期火星の原始的な生命の証拠」となる, と結論している.

この発表は, 賛否両方の大激論が巻き起こした. McKay陣営は, Nakhla隕石などの他の火星隕石中にも生命痕跡が存在する[3], などの発表を行い, 反対陣営は, McKayたちの得た「証拠」を非生物起源で説明しようとする. 火星隕石の分析のみから火星

生命の存否を議論するのは, 結局, 隔靴搔痒であり, やはり直接火星へ行って生命探査をするしかない, というのが得られた結論と考えられる. これらの経緯については, 1997年の遊星人[2]に特集されているので, 詳細はそちらを参照していただきたい.

ただ, 火星生命に関しては, それまで, 1976年のNASAのViking計画による生命探査が唯一のもので, かつ, その結果はネガティブであった[4]. このため, 火星の生命探査の議論は約20年間にわたりタブー視されてきた. McKayらのこの状況を打破した功績は評価できる.

2. Astrobiology, Exobiology  
とCosmobiology

地球外生命の存否と地球生命の起源の問題は密接な関連を有する. 1960年, J. Lederbergはこれらの問題, すなわち, 宇宙における生命の起源・進化・分布を扱う学問分野を, Exobiology(圏外生物学)と名付けた[5]. NASAやESAにおける惑星探査や基礎研究プログラムで, このテーマに関するものはExobiology Programとよばれてきた.

火星隕石騒動後, NASAは新たな宇宙開発のテーマとして, 宇宙・太陽系・地球・生命の起源をターゲットとしたthe Origins Programを発表する. さらに, 新たな試みとして, 1997年10月, NASA Astrobiology Institute(NAI)の創設を発表した.

ここではじめてAstrobiologyという用語が用いられる. Astrobiologyは, 地球および地球外における

1 横浜国立大学大学院工学研究院

2 宇宙科学研究所

生命の起源・進化・分布と未来を研究する学問領域と定義されている[6]。極めて Exobiology に近いものであるが、敢えて違いを探せば、最後の「未来 (destiny = 宿命?)」を加えた点であろうか。Exobiology といった場合、微小重力生物学・放射線生物学・宇宙医学などとならぶ宇宙生命科学の一分野ということになるが、Astrobiology は人類の宇宙への進出の問題も扱うため、微小重力生物学などの一部もその範疇に取り込むことになる。ただ、圏外生物学の外枠も厳密に決まったものではなく、拡大解釈により Astrobiology と同様の内容を盛り込むことは可能であり、Astrobiology という新語の使用は NASA の政治的なものと考えられる。

なお、ヨーロッパでは Exobiology という用語への愛着が強かったが、最近では次第に Astrobiology が使われ出しており、近年は、Exo/Astrobiology という折衷語もよく見られる。一方、1998 年、東京で日米欧の圏外生物学研究者が集まる機会があり、この折りに用語に関する議論と投票を行ったところ、両者を差し置いて Cosmobiology が一位になったことを付記しておく。ただし、本稿では、以後、便宜上、Astrobiology の語を用いることにする。

### 3. NASA Astrobiology Institute (NAI; <http://nai.arc.nasa.gov/>)

NAI は建物のない新方式の「バーチャル研究所」として計画された。NASA の公募に対して、米国内外から 53 のプロポーザルが集まり、その中から 11 の研究グループ (すべて米国内) が採択された。さらに、2001 年には 4 つの機関 (すべて米国) が追加され現在は、15 の研究グループ体制となり (図 1)、プロジェクトも当初の 4 倍にふくれている。研究テーマは、宇宙および地球での化学進化、生物進化、極限環境生物、原始地球や惑星環境、太陽系外惑星系など、多岐にのぼっている [7]。

NAI は米国内の組織ではあるが、1999 年以降、海

外の機関との連携も始まった。現在は、スペインの Centro de Astrobiologia が海外協力メンバーとして、さらにフランスの Groupement de Recherche en Exobiologie, イギリスの UK Astrobiology Forum and Network, オーストラリアの Australian Centre for Astrobiology が海外連携メンバーとして参加した。さらに、2001 年にヨーロッパ 12 カ国が参加する The European Exo/Astrobiology Network Association が設立され、2002 年より NAI 海外連携メンバーとなった。つまり、ほとんどのヨーロッパの諸国とオーストラリアが NAI と連携していることになる。

## 4. 日本と Astrobiology

欧米では、従来から NASA や ESA を中心に Exobiology の看板をもつ部門・研究所などが存在し、NAI を核とした連携が容易にできた。では、日本の場合はどうかというと、Exo(Astro)biology を看板にもつ大学の研究室や研究所は皆無である。いわんや、公式の Astrobiology 機関は存在せず、NAI との連携の目途は全くたっていない。

欧米に遅れないように日本でも、ということ、また欧米の後追いかといわれそうであるが、Astrobiology の場合はそうではないことを強調しておきたい。日本にはすでに Astrobiology 関連テーマの研究者は少なくなく、特に主要テーマである生命の起源に関しては、欧米にはない生命の起源の国内学会「生命の起原および進化学会 (SSOEL-Japan)」（会員は 200 余名を数える）を有する。国際生命の起源学会 (ISSOL) は 1973 年に創設されたが、その第 2 回大会は 1977 年に日本 (京都) で開催され、また、初代会長の Oparin のあとを受け、江上不二夫が第 2 代の会長を務めている。現在の会員数も米国について第 2 位であり、質的にも数々のユニークな実験結果や説を発表してきた。欧米とは違い宗教の制約が少ない日本は、ある意味では最も自由に Astrobiology に取り組める国といえるかもしれない。

火星の生命探査は前述したようにヴァイキング計画以来、火星隕石騒動まで、表だった議論がなされなかった。その間の1994年4月、日本の研究者主導でまず、日露間で火星生命探査の話し合いが始まった。この議論は、その後、イタリアで1994年9月および1995年9月に開催された「生命の起源に関するトリエステ会議」において"Return-to-Mars-Together"計画へとふくらんでいった[8]。このグループには日米欧露の主要な圏外生物学者約50名が参加した。ただ、この計画も火星隕石騒動後、米欧の独自の探査がスタートしたため、開店休業状態が続いている。

以上のようなこれまでの日本でのAstrobiology研究が欧米と異なる点は、欧米でのNASAやESAによるような公的サポートがほとんどない状況下で、研究者個人レベルの活動に頼っている点であろう。

日本でも公的な動きが出かかった時期がある。それは例の火星隕石騒動の直後である。1997年1月、NASAはW. Huntless 局長を団長とするチームを日本に派遣し、火星探査と宇宙の起源探査に関する日米科学者会議が開催された。そして、日米のこの分野での協力がうたわれた。また、日本惑星科学会の将来計画委員会で、宇宙物質科学推進のための分析センターの議論がなされた。しかし、その後、事態が動いた形跡はない。さらに、松井らはAstrobiologyを看板とする科学技術振興調整費を申請したが、ピュアサイエンスであることを理由に不採択となる[7]など、なかなか突破口が開けない状況が続いている。

Astrobiology 研究を盛り上げていくには、国際協力が必要な今日、個人レベルの努力では限界があるのは明らかである。本年秋の宇宙機関の統合による新しい組織や、日本惑星科学会・日本宇宙生物科学会・生命の起源および進化学会などの学会の力を結集して対策を練っていく必要があるだろう。

## 5. 本特集について

Astobiologyは非常に幅広い領域であるので、そのすべてをカバーすることは、本特集のスペースでは不可能である。そこで、今回は主として「宇宙における生命の分布」に重点をおいたものとなった。他の主要な柱である「宇宙における生命の起源」に関しては、これまでの遊星人の特集[2,9]を参照していただくことにして、ここでは最近のトピックスをひとつ紹介するのに留める。

地球上の生命の起源を巡る謎のひとつがアミノ酸などの生体分子の不斉の起源である。偶然説をはじめ、多くの仮説が提案されているが、炭素質コンドライト中のアミノ酸に不斉が見つかるなど、宇宙起源説が注目を浴びている。宇宙起源説の中でも中性子星からの円偏光による不斉創生に関する研究が多く、アミノ酸に円偏光を照射して、一方のアミノ酸を選択的に分解する試みが多々なされている[10]。ただ、これまでの実験は、アミノ酸の水溶液や薄膜に円偏光を照射するものがほとんどであった。しかし、模擬実験の結果や彗星や隕石中の有機物の解析結果などから、このようないわゆる遊離型アミノ酸が宇宙環境に安定に存在するとは考えにくい。そこで、われわれは、一酸化炭素・アンモニア・水という星間雲中に存在する分子に陽子線照射して、複雑な「アミノ酸前駆体」をまず作り、これにシンクロtronからの円偏光を照射した。照射生成物を加水分解後に分析すると、右円偏光を照射した場合にはD-アラニンが、左円偏光を照射した場合にはL-アラニンが、他方よりも過剰に生成した[11]。その差は1%未満であるが、そのような寡少な差を拡大するようなメカニズムも提案、実証されている。この結果は、星間雲中でのアミノ酸前駆体の生成→円偏光による不斉創生→彗星による地球への供給→原始海洋中での生命の誕生、というシナリオを強く支持するものである。

また、これまでの化学進化実験は、主として遊離アミノ酸などのきれいな分子を材料に行われること

が多かった。宇宙における複雑な有機物の存在は、「きれいな分子」ではない、「がらくた分子」こそが、生命の起源の鍵を握ることを強く示唆している [12].

## 参考文献

- [1] McKay, D. S., Gibson, E. K., Jr., Thomas-Keppta, et al., 1996: Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001. *Science* 273, 924-930.
- [2] 村江達士ほか, 1997: 特集「火星生命存在の可能性」. *遊星人*, 6, 19-82.
- [3] McKay, D.S., Wentworth, S. J., Wetall, F., et al., 2000, *Origins Life Evol. Biosphere* 30, 394-395,
- [4] Soffen, G. A., 1976: Scientific Results of the Viking Missions. *Science* 194, 1274-1276.
- [5] Lederberg, J., 1960: *Exobiology: Approaches to Life Beyond the Earth*. *Science* 132, 393-400.
- [6] Soffen, G. A., 1999: *Astrobiology*. *Adv. Space Res.* 23, 283-288.
- [7] 松井孝典, 浦辺徹郎, 2001: アストロバイオロジーとは? *科学* 71, 1469-1474.
- [8] Saito, T., 1996: Search for Life on Mars: Return-to-Mars-Together. *Viva Origino* 24, 243-255.
- [9] 小林憲正ほか, 1992: 特集「惑星科学と生命の起源」. *遊星人*, 2, 98-126; 村江達士, 小林憲正ほか, 1994: 特集「地球外有機物」. *遊星人*, 3, 83-109, 170-202.
- [10] 高野淑識, 小林憲正, 2001: 星間塵環境における有機物生成. *静電気学会誌* 25, 32-35.
- [11] 高野淑識, 金子竹男, 小林憲正ほか, 2002: 星間塵型複雑有機物からのアミノ酸前駆体の絶対光不斉合成. 2002年度日本惑星科学会秋季講演会, 水沢.
- [12] 小林憲正, 2000: 宇宙の「がらくた」分子から生命へ. *パリテイ*, 15(10), 6-10.

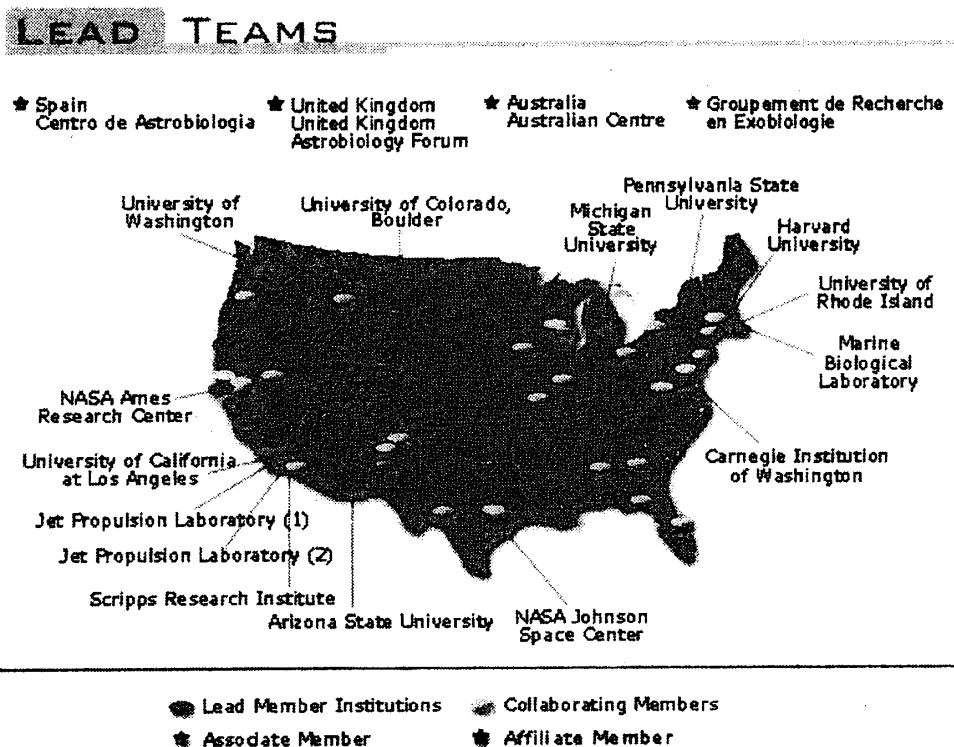


図1 NASA Astrobiology Instituteの参加チーム (2003年1月現在) [http://nai.arc.nasa.gov/institute/lead\\_team\\_map.cfm](http://nai.arc.nasa.gov/institute/lead_team_map.cfm)