

特集「太陽系におけるアストロバイオロジー」 「太陽系におけるアストロバイオロジー」 特集にあたって

山岸 明彦¹, 小林 憲正²

アストロバイオロジーとは、宇宙における生物学の意味である。この単語はNASAによって考案された。NASAはAstrobiologyという分野を「宇宙における生命の起原、進化、伝搬および未来」と定義している。また同名の雑誌Astrobiologyでは、この多分野領域を以下の研究分野を含むとしている。すなわちそれらは、astrophysics, astropaleontology, bioastronomy, cosmochemistry, ecogenomics, exobiology, extremophiles, geomicrobiology, gravitational biology, life detection technology, meteoritics, origins of life, planetary geoscience, planetary protection, prebiotic chemistry, space exploration technology and terraformingである。アストロバイオロジーという分野は、宇宙的観点と生命を意識する点では共通しているものの、極めて多岐にわたる分野を含んでいる。本特集では、アストロバイオロジー分野の中で、太陽系に関わるトピックを選んで執筆を依頼すると共に、投稿原稿を募集した。

「タイタンのアストロバイオロジー探査」では、横浜国立大学的小林憲正が土星の衛星タイタンにおけるアストロバイオロジー探査に関して解説する。土星最大の衛星のタイタンは、窒素・メタンなどからなる濃厚な大気を有し、紫外線、土星磁気圏に捕捉された電子、宇宙線などのエネルギーにより多様な有機物ともやの生成が観測されている。カッシーニ=ホイヘンス探査により、タイタン表面に液体メタン・エタンなどからなる湖沼の存在が明らかとなり、また地下にアンモニア水が存在することが示唆された。種々の地上模擬実験が行われ、模擬タイタン大気から炭化水素、ニトリル等の有機物や、高分子態有機物「ソーリン」が

生成すること、ソーリンの加水分解によりアミノ酸の生成が報告されている。これらの有機物と、液体メタン・エタンもしくはアンモニア水との相互作用により生命の誕生の可能性も議論されている。次期の土星系探査におけるタイタンの有機物・生命探査の可能性についても紹介されている。

「地球とエウロパの海底熱水噴出孔」では、広島大学の長沼毅博士が地球における海底熱水地帯の最近の発見と、エウロパでの熱水地帯の可能性に関して解説する。海底熱水噴出孔は、天体内部からの放熱場であるとともに水-岩石相互作用の場でもある。地球においては、熱水噴出孔は母岩相によって異なる還元物質を供給することで酸化的な海水との境界で多様な酸化還元勾配をつくり、多彩で豊かな生物群集を形成し維持している。一方、木星の氷衛星であるエウロパにおいては、熱水噴出孔は潮汐加熱の放熱場として表面を覆う氷の底を融かす物理的な作用によって形成されているのではないかと推定されている。それによって生じる水-岩石相互作用からの物質供給が内部海の形成と維持に寄与すると考えられる。ただし、エウロパでは酸化力源の供給は必ずしも潤沢ではなく、むしろ、想定し得る生命活動や生物量に対して制限的であると指摘している。

「火星での生命探査計画」では、東京薬科大学の山岸明彦が火星での生命の存在可能性と探査方法に関して解説する。火星の環境は過酷であるが、地球の微生物の中には火星環境で生存可能な物も存在する。火星での大気中メタンの発見は、火星においてメタンを酸化する菌の存在可能性を検討課題として提起してきた。著者ら(MELOS生命探査サブグループ)はメタン発生地域やその近傍では、火星表面下数cmで微生物が現在も存在しているのではないかと可能性を提起し

1. 東京薬科大学生命科学部

2. 横浜国立大学大学院工学研究院
yamagish@toyaku.ac.jp

ている。著者らは蛍光顕微鏡とアミノ酸分析による火星生命探査を提案している。蛍光顕微鏡を用いることによって、DNAやRNAを持たない生物の細胞を極めて高感度で検出できる。アミノ酸の種類と鏡像異性(DL)を解析することによって、その生物の由来に関する情報を得ることができるという可能性も提起している。

「たんばぼ計画：有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集」では東京薬科大学の山岸明彦が、国際宇宙ステーション曝露部に計画している同名の研究計画に関して解説する。「たんばぼ計画」では国際宇宙ステーション(ISS)曝露部で微生物を採集することによって、この高度での微生物の存在可能性を検討する。また、微生物が宇宙空間で、どの程度の時間生存できるのかを、微生物を宇宙環境に曝露する事によって調べる。生命の起原以前に、宇宙空間で合成された有機物が宇宙塵とともに地球に飛来した可能性がある。そこで、ISS上で宇宙塵の採集を行い、有機物を解析する。地球周辺には、スペースデブリが多量に蓄積している。本計画ではそのモニターも行う。研究グループでは、これらの実験のために $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ という超低密度のエアロゲルを開発した。これは今後の宇宙における様々な微粒子採集に利用可能である。

「極限環境下での植物利用のアストロバイオロジー」では、宇宙科学研究所の橋本博文博士が火星での農業の可能性に関して議論する。アストロバイオロジーの応用分野として宇宙におけるテラフォーミングや宇宙農業がある。将来、火星環境で農業を行おうとした場合にどのような点が問題となるのか。低圧下での植物栽培を追求した結果、与圧温室ドームではなく火星の大気圧下での農作物のハウス栽培の可能性が見えてきた。また本稿では、放射性物質に汚染された土壌の浄化に植物を用いる方法の有効性も紹介されている。

本特集は、常任の編集委員田中秀和博士の呼びかけによって企画がはじまり、山岸と小林が特集の編集を担当することとなった。両名が3つの原稿を執筆すると共に、長沼博士に原稿を依頼した。広く投稿を募集したところ橋本博士から「火星農業」に関する投稿を得た。こうして、太陽系におけるアストロバイオロジーに関する重要ないくつかのトピックを含む特集として完成した。

アストロバイオロジーの分野は、最初に述べた様

に本特集で取り上げた以外に多くの分野を含んでいる。国際的には、国際天文学会、国際生命の起原学会、地学関連学会等多くの学会でアストロバイオロジーあるいは、関連した名称のセッションが行われている。欧州ではEANA(European Astrobiology Network Association)が会合をもっている。NASAはNASA Astrobiology Institute等いくつかの組織を運営している。あまりにも多くの分野を含むことから現在、国際学会は設立されていないが、International Astrobiology Newsletterを発行して(<http://ian.arc.nasa.gov/>)情報を交換している。

日本においても、様々な研究機関と学会でアストロバイオロジーの研究が行われている。とりわけ、日本地球惑星科学連合では毎年同名のシンポジウムが開催されている。また、2008年に日本アストロバイオロジー・ネットワークが結成され(<http://www.ls.toyaku.ac.jp/astrobiology-japan/index.html>)、情報の交換とワークショップの開催を行っている。この分野に興味を持つ読者には国際、国内のネットワークへの加入をお勧めする。最後に、この特集を企画する機会を与えてくれた、「遊星人」編集委員田中秀和博士、編集委員会各位に感謝する。