

キーノートセッション報告 -3

宇宙での生命と有機物探査：たんぼぼ計画とアストロバイオロジーの今後の展開

日時：11/25 (土) 10:30-12:30

会場：テレコムセンター 西棟8階 会議室A

企画提供：国際宇宙ステーション曝露部実験たんぼぼチーム
(東京薬科大学、JAXA、他)

〈登壇者〉

河口 優子 東京薬科大学 嘱託助教
三田 肇 福岡工業大学 教授
山岸 明彦 東京薬科大学 生命科学部 教授
矢野 創 JAXA宇宙科学研究所学際科学研究系 助教
田村 元秀 大学院理学系研究科 教授、自然科学研究機構
アストロバイオロジーセンター長

■概要

本セッションでは、たんぼぼ計画と太陽系内、系外での生命探査の最新情報を共有しながら、アストロバイオロジーが今後5年、10年先どのように展開されていくのか議論が行われました。たんぼぼ計画は、国際宇宙ステーション上で微生物や宇宙塵、有機物を採集するとともに、地球の微生物や有機物を宇宙空間に曝露して微生物の生存可能性や有機物の変性について調べる計画です。初めに、たんぼぼ計画の代表である東京薬科大学山岸明彦氏からセッションの趣旨の説明がありました。その後河口優子氏、三田肇氏からはたんぼぼ計画の進捗状況の報告と今後の予定、山岸氏は火星での、矢野創氏は太陽系内の氷衛星での生命探査について、田村元秀氏からは系外惑星の発見についてそれぞれその最前線と今後の展望について情報提供が行われました。

■内容

たんぼぼ計画微生物実験 (河口優子氏)

河口氏からは、たんぼぼ計画の目的と概要、微生物実験の結果と今後の予定が発表されました。紀元前510年、ギリシャ哲学者のアナクサゴラスによって地球生命の起源は宇宙からきた、と唱えられた「パンスペルミア仮説」、その問いに答えるべく始動したのがたんぼぼ計画であると説明されました。2015年5月から1年間宇宙ステーションの曝露部にて、放射線や乾燥に強い耐性を持つデノコッカス細菌を宇宙空間に晒し、生存調査した結果を発表しました。菌体の塊は異なる大きさ(厚さ)で晒した結果、その厚さが100 μ m



では菌は死滅しましたが、厚さが500 μ m以上のサンプルは地上とほぼ変わらない生存率を保ちました。表層の菌は紫外線で死んだと考えられる一方、それらに守られて内部の菌は生きていたことが分かったのです。これは、放射線や紫外線にさらされる宇宙空間でも、ある程度の大きさの塊であればある種の細菌は生存可能であることを示唆します。今後は、2年以上の期間でデノコッカス細菌の生存率がどう変化するか、菌が生存できる菌体の塊の大きさを調査する計画とのことです。参加者からは、「菌が死んだ理由」「宇宙空間では菌は増殖しないのか」といった質問が挙げられました。

たんぼぼ計画有機物探査 (三田肇氏)

たんぼぼ計画有機物探査 (三田肇氏)

宇宙を漂う塵「宇宙塵」には生命の元となる有機物は含まれているのか、また有機物は宇宙空間でどのように変質するのかを調査するプロジェクトについて、その手法と結果、今後の展望について報告しました。上空400kmを回る宇宙ステーションの曝露部に設置したエアロゲル



上に粒子が捕獲され、その取り出しにも成功。分析の結果、捕獲された粒子のいくつかは炭酸塩と、ガラスもしくは石英と考えられることが分かりましたが、起源については明らかになっていません。有機物はまだ見つかっておらず、今後他のサンプルの分析結果が待たれます。地球から持ち込んだ有機物の曝露実験では、グリシンなどのアミノ酸は、一部変質が見られたものの60%ほどは保持されたのに対し、ヒダントインなどのアミノ酸前駆物質は最高でも20%ほどの保持にとどまり、宇宙空間で変質しやすいことが明らかになりました。この結果は1年間曝露したサンプルの結果であり、2年、3年と曝露した結果どうなるかを今後分析する予定だということです。参加者からは「宇宙塵がどこから来たか、その方向を探る手法を開発してはどうか」という提案がされました。

火星の生命探査計画 (山岸明彦氏)

「火星には生命がいる可能性がある」という見方に変わりつつある火星研究の近況紹介から始まりました。その根拠として、30-40億年前には温暖で大量の水が存在し明らかに生命が存在できる環境であったこと、現在でも表面には水の氷が存在すること、生命のエネルギー源となりうる二酸化硫黄、硫化水素、メタンの存在が確認されて



いること、そして薄い大気にガンマ線や放射線が降り注ぐ、過酷に見える火星環境にも耐えうる生命（微生物）が実際に地球上に存在することが挙げられました。次に火星生命探査計画の道筋が示されました。まず探査する対象を明確にするために、生命体の定義を有機物であること、外界と隔離するための膜を有すること、代謝していることと定めます。探査方法はサンプルリターンではなく、サンプルを撮像しそのデータを地球で解析するというものです。具体的には、氷が存在すると考えられるクレータで岩石や土壌のサンプルに、生物や有機物を着色する色素を添加して、紫外線照射時の発光現象を捉える蛍光顕微鏡で撮像するというものです。参加者からは「火星が今の環境になったのはいつからか」「地球に-50℃でも生きられる微生物がいるというのは本当か」といった質問が挙がりました。

氷衛星でのサンプルリターン（矢野創氏）

矢野氏からは、太陽系内の氷衛星エンケラドスからのサンプルリターン計画について、その背景と計画の展望が話されました。生命が存在し得る環境「ハビタブルゾーン」は、水が天体表面に存在できる地球に似た環境だけでなく、ここ10年で、天体内部に海がある氷衛星（ディープハビタットとも呼ばれる）まで広がったという現在のアストロバイオロジーの考え方の紹介から始まりました。例えば木星の衛星「エウロパ」や土星の衛星「エンケラドス」は生命が存在するのではと有力視されている天体です。その理由は、厚い氷の下に海があり、惑星からの潮汐力などにより地熱を得ることで、地球の海底にある熱水噴出孔と似た環境があるかもしれないためです。計画は、エンケラドスの海水成分調査を目的とし、探査機をエンケラドスの上空数十km付近まで接近させ、プルームの粒子をエアロゲルで捕獲し地球に持ち帰るというものです。計画実現のためには、サンプルを採取したその場で分析する技術、サンプルの密閉技術、地球帰還後も開封せずに分析する技術などが必要ですが、たんぼぼ計画やはやぶさ計画の技術を応用することが可能だと強調しました。矢野氏は最後に計画実現に向けて、あと20年で答えを出せるかもしれないという自身の意気込みで締めくくりました。

太陽系外惑星の発見と今後（田村元秀氏）

田村氏からは、系外惑星探査の最新情報と今後の展望が話されました。初めに系外惑星探査の近況について、1995年に初めて太陽系外惑星が発見されてから望遠鏡の急速な発達により、主にNASAのケプラー宇宙望遠鏡によって現在までに4000個ほどの系外惑星が発見されていること、さらに、その中から

地球サイズで生命が存在する可能性のある（水が存在し得る）

「ハビタブル惑星」が既に20個発見されていることが述べられました。しかし、これらの星は何百光年と遠すぎるために、詳細な探査ができません。そこでもっと近場で第二の地球を探し、直接観測をするべく活躍しているのがすばる望遠鏡です。すばる望遠鏡では太陽系から数光年の距離で、数多く探しやすい赤色矮星系からハビタブル惑星を探し出すプロジェクトが行われていること、次の段階として、すばる望遠鏡や現在建設中の次世代超大型望遠鏡TMTで直接観測をして生命の兆候があるかどうかを調べる計画が紹介されました。目標として2025年頃までに近傍の地球型惑星を網羅し、その大気の観測、生命探査装置の開発、2030年頃までに生命を検出するというロードマップを示して締めくくりました。会場からは「なぜ赤色矮星系だと探しやすいのか」「太陽系外惑星を直接観測して有機物の検出をするのは現在の技術で可能なのか」といった質問が挙げられました。

■まとめ

本セッションでは、「我々はどこからきたのか」「地球以外に生命はいるのか」という問いに対する答えを探すべく地球上空400kmから太陽系外まで、さまざまなアプローチで進行するアストロバイオロジーの今を知ることができました。アストロバイオロジーの概念が誕生したのは1980年代、それから探査技術が発展し宇宙生命探しはごく最近始まったばかりという段階です。問いへの答えは未だ出ていません。しかし、太陽系内の惑星や衛星探査の最新情報から、宇宙に生命が存在する可能性は、かつて考えられていたよりも広がっていることが分かりました。このセッションでは各発表時間を短めに取り、参加者からの質問を積極的に受ける工夫がされたこともあって、活発な質疑応答や提案がなされました。

■ライターのひとつこと

矢野氏の発表の中で、偶然捕獲されたエンケラドスのプルーム成分の中にシリカが見つかり、どういうことかと悩んでいたところ、実は地球の海底にある熱水噴出孔でもシリカが噴出されることを他分野の研究者から聞き、エンケラドスにも同様の環境があるのではないかと推測に至ったというエピソードがありました。このことから、地球のことが分かると宇宙の理解につながるということ、アストロバイオロジーは天文学、生命科学、地球科学などさまざまな分野から成り立つ分野だからこそ分野間の協働が重要であると改めて感じました。

文責：田端萌子（サイエンスライター）

