

## 『サイエンスカフェ』 in 文部科学省情報ひろば

主 催 : 日本学術会議、文部科学省  
日 時 : 平成26年11月28日(金) 19:00~20:30  
場 所 : 文部科学省情報ひろばラウンジ(旧庁舎1階)  
テ ー マ : 「宇宙での生命探査」  
講 師 : 山岸明彦さん(日本学術会議連携会員、東京薬科大学生命科学部教授)  
ファシリテーター : 須藤靖さん(日本学術会議会員、東京大学大学院理学系研究科教授)  
参加人数 : 32名

宇宙では、太陽以外の星の周辺には3,000個以上の惑星が見つかっています。それらの大部分は地球よりもはるかに大きな惑星で、太陽に近すぎたり、遠すぎたりして生命体はいそにありません。しかし、10個ほどの惑星は、その惑星の太陽(中心星)からの距離が適当に離れていて、熱すぎず寒すぎず、液体の水(海)があっても良さそうな惑星です。そこには生命体はいないのでしょうか?



生命体とはそもそもなんのでしょうか。どのようなどころで、どのように誕生するのでしょうか。私たちが生きている太陽系のなかには地球以外には生命を宿す惑星や衛星はないのでしょうか。どのような星で、どのような所で、どのように探せば良いのでしょうか? 太陽系内で生命体がいる可能性のある惑星や衛星、現在計画中の探査を紹介して、どのような場所を探せば良いか、どのように探せば良いかを参加者皆さんにも考えてもらえるようなサイエンスカフェのテーマを企画しました。

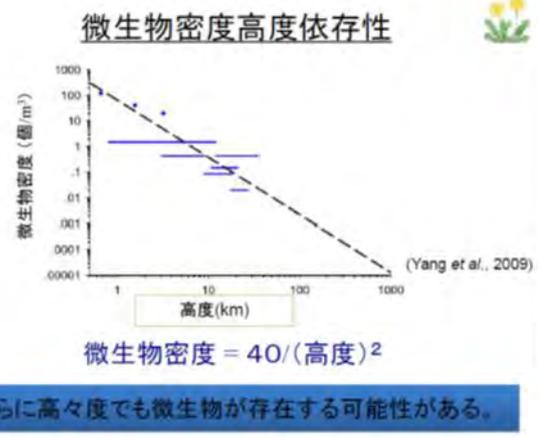
### 話題提供の主な事項

#### □地球大気圏微生物

・航空機を用いた微生物採集の実験(対流圏上層付近)をしたところ5つのサンプルが回収されて、遺伝子分析によってそれらの菌の種類が特定できた(放射線や紫外線に強い菌だった)。

・さらに上空で微生物の存在を確かめるために、大きな気球を岩手県の沿岸から太平洋沖上空に飛ばして採集実験を行った。そこでも微生物が回収された。

・微生物が上空で発見された背景としては、観測ロケット・大気球・飛行機・シャトルの打ち上げなどの人間活動や、雷・嵐・火山の噴火・巨大隕石の衝突などの自然現象などで地上の微生物が上空へ到達したことが考えられる。



□地球低軌道の微生物

・宇宙塵・微生物の捕集（たんぽぽ計画：2015年打ち上げ予定）と有機物・微生物の宇宙曝露（地上から運び出した微生物等の宇宙での生存実験）・・・国際宇宙ステーション（ISS）に設置された日本の実験棟「きぼう」で行われた実験

・宇宙ステーションは秒速8キロメートル（ピストルの弾丸の速さの約10倍）という猛スピードで移動しているため、取り付けた捕集器表面に有機物や微生物が捉えられたとしても、通常の材質では捕捉時（衝突時）の衝撃が強すぎて蒸発してしまう。それを防ぐための「超低密度エアロゲル」などが開発された。

□火星での生命探査



2013年NASAの探査車MSL: Curiosityが生命に必要な元素(C, H, O, N, S)発見  
有機物があるかもしれないという結果を発表  
還元型の物質(硫化水素、二酸化硫黄)を発見

火星の初期は地球と同じ。生命誕生の可能性  
火星表面の環境は地球生物でも生存可能  
微生物の餌(硫化水素、有機物、メタン)が発見され、  
あるいは存在の可能性がある。  
液体の水がある  
現在も微生物が生きている可能性がある

・蛍光顕微鏡を用いた、火星における生命探査実験（火星の表面と似た環境である南米チリのアタカマ砂漠でシミュレーションを実施済み）の提案

火星での生存可能性

重力	地球の38%	○
温度	-50°C (-140~+20°C)	○
大気圧	0.0075気圧 不明(生存は大丈夫)	○
大気組成	CO <sub>2</sub> 95%、N <sub>2</sub> 2.7%、O <sub>2</sub> 0.13%	○
ガンマ線	150mGy/年	○
紫外線	結構強い ~ 20 W m <sup>-2</sup>	×

・蛍光顕微鏡で検出可能な特徴

特徴	分子種	蛍光色素
遺伝情報	核酸	SYBRGreen I AND II、SYBRGold、Acridine orange・・・
代謝	酵素反応	CFDA、CFDA-AM、SFDA・・・
細胞膜	脂質膜	ANS、FM1-43、FM4-64・・・
非生物的合成等	アミノ酸	Fluorescamine・・・

・火星での生命探査→H2Aロケットで探査機を打ち上げ、約1年後に火星に到着。火星表面に着陸して、探査車で移動。シャベルで土壌を採集するとともに、自動的に蛍光顕微鏡観察を実施。画像処理した顕微鏡画像を地球に転送。

□その他の太陽系天体

- ・土星の衛星“エンセラダス”の観測でわかったこと→噴出プルーム（衛星の内部に水（湖）があると推定できる）
- ・有機物の存在は確認されている（探査機：カッシーニからの情報）。微生物が存在する可能性がある。
- ・同じく土星の衛星“タイタン”に生命を探る。（カッシーニ・ホイヘンス計画）

参加者の皆さんとの質疑応答・意見交換の一部を紹介します

(◆-参加者、

○-講師、ファシリテーター)

◆-飛行機や大気球で上空にある微生物を捉えることができたということですが、そこでは微生物は繁殖しているのでしょうか。

○-明確には答えられませんが、マイナス60℃という環境であることを考えると繁殖はしていないと思われます。地上の菌が何らかの理由でそのような上空にまでたどり着き、死滅していないものが発見捕集されたものではないでしょうか。



◆-なぜ、紫外線に強い菌が存在しているのでしょうか。

○-紫外線が強い場所で発見された菌というのは、ゲノムのコピー数が8~16個のものです。このようにたくさんの遺伝子セット(ゲノム)を持っているため、紫外線で遺伝子連鎖が傷つけられて切断されてもまだ被害を受けていない遺伝子対が速やかに修復するために過酷な環境でも生きることができると考えられます。

◆-国際宇宙ステーションでの実験ですが、捕集器に地上の微生物が付着したまま持ち出されて、“回収”されて地上の実験室で再確認される、という事態は想定されないでしょうか。

○-エアロゲルの捕集器具ですが、完全無菌状態で宇宙空間まで持っていくことは断念しました。説明した通り宇宙空間では猛スピードで捕集器に微生物などが捕集されるため、エアロゲルの中までそれがめり込んだ状態になります。ですので、ゲルの表面近くで見つかったような微生物は地上からあるいは宇宙船内で付着したものと見なし、穴をあけたものは高速で宇宙からやってきた微生物と考えることにしています。



◆-同じく国際宇宙ステーションでの実験についてですが、(曝露実験のために)地上から宇宙にはどんな微生物を持っていくのでしょうか。その理由と合わせて教えてください。

○-航空機での採集実験でも回収された菌だと説明しましたが、“Deinococcus”という菌をこの曝露実験でも使用します。それは、この菌が放射線・紫外線に強い耐性を持っていると共に乾燥にも強いからです。

◆-微生物密度高度依存性のグラフをもとに考慮すると、国際宇宙ステーションのあたりではどれぐらいの微生物がいると考えられますか？

○ー国際宇宙ステーションの高度でも、1万～10万個の微生物が存在すると考えられます。  
(それは火星からやってきたものと考えられますか、との更問に対して)  
地球と火星との距離を見ると国際宇宙ステーションはほぼ地球のそばに浮いている  
と考えていいと思います。御質問のような火星由来の微生物を捕まえるよりは、  
地球からの微生物を捕集する方がずっと確率が高いといえます。

◆ー航空機での採取実験で紹介されたような、培養装置を火星にも持って行って微生物  
探査の感度を高めるような方法はとらないのですか。

○ー培養装置を持っていくことによって、地球の微生物などを火星に持ち込んでしま  
うリスクが高まります。火星では地球の微生物が増殖する確率も高いと考えられ  
ています。惑星検疫または惑星防護という、出来るだけ地球由来の微生物は地球  
外惑星に持って行かないようにしようという考え方にに基づき探査実験は進められ  
ています。

◆ー生きている微生物と死んでいるものとは蛍光染色で違いが判るということでした  
が、それはどのような仕組み、例えば代謝ということを応用したのでしょうか。

○ー生きているか死滅してしまったかとい  
うのは、機会を改めてサイエンスカフェ  
で説明議論しなければならないような  
大きいテーマですね。いま言えることは、  
細胞膜の透過性の状況の違いに着目し  
て生きているか死んでしまったか判定  
ができる、ということです。生きている  
ものであれば膜がしっかりとっていて、  
外部からの侵入を許さない機構が働い  
ているのですが、死滅してしまえば膜が  
壊れてその機構が働かず、外から侵入  
できたりあるいは内部組織が漏れだすこ  
とになります。そういったことから説明  
できます。



#### ファシリテーターから \*\*\*\*\*

本日のサイエンスカフェを企画実施した日本学術会議という組織は、学術に関する  
将来について議論を行い、政府や一般社会に対して提言などを行うところです。その  
なかにある、広報・科学力増進分科会という委員会がサイエンスカフェを支援をして  
います。

サイエンスカフェは様々な所で開催されていますが、ここでは専門的なあるいは最新  
の科学の話に参加者が聞いて帰るだけではなく、みなさんとの双方向的な議論や質  
疑応答を通じて、科学者も参加者からのフィードバックを受けて社会のを知ると  
いう側面を持っていると思います。

今日のテーマは「宇宙での生命探査」というものです。科学技術の進歩のおかげで、  
様々な調査分析ができるようになり、単なる想像の域を超えて真剣に科学的な議論が  
できるテーマです。初めて参加された方もたくさんいらっしゃるようですが、眉間に  
しわを寄せて難しい話を聞くということではなく、話題提供や質疑応答によって科学  
の楽しさや驚きを皆さんと共有できればと思っています。

\*\*\*\*\*