

生命の起源と進化　そして宇宙農業の展望

山下 雅道, 橋本 博文, 片山 直美, 佐々木 正己, 三橋 淳, 大島 泰郎, 武田 弘, 和田 秀徳, 宇宙農業サロ
ロン

Origin and Evolution of Life, and Scope for Space Agriculture

Masamichi Yamashita, Hirofumi Hashimoto, Naomi Katayama, Masami Sasaki, Jun Mitsuhashi,
Tairo Oshima, Hiroshi Takeda, Hidenori Wada, Space Agriculture Task Force

Abstract: Core research subjects of biological sciences in space can be summarized to 1) Missing link between chemical evolution in universe and origin of life on Earth, 2) Gravity and other planetary environment or epoch as selection pressure and driving force for evolution of living species, and 3) Scientific basis for space engineering to extend human activities in outer space and sustainable development of civilization. Short history since early planning phase of the International Space Station is discussed in terms of what was promised and scoped, and which part of them is still significant for science.

宇宙利用シンポジウムは、国際宇宙ステーション計画への日本の参加構想を研究者の間でひろく討論する場として、1984年に第一回シンポジウムが 故長友信人先生により組織され、以降毎年開催されてきた。ライフサイエンスについては、これに先だち小研究会が開催された。



1984年当時
に展望された
宇宙での生物

科学の課題、そして国際宇宙ステーションへの期待が、その後どう実現されあるいは変転してきたのかをふりかえってみよう。スペースシャトルが開発され軌道上での運用が開始された1980年ころから、つぎに建設すべき宇宙システムとして国際宇宙ステーション計画の検討が始められた。長友先生の小研究会でのコメントはつぎのようにまとめられる。ライフサイエンス分野での宇宙ステーション利用は、スペースシャトルでの最長2週間を超える実験観測時間や電力などその他の資源の制約をゆるめると期待された。同時に、国際宇宙ステーションはそのあとに続く本格的な宇宙活動の予備的な段階に藍か過ぎないだろうとも考えられていた。21世紀は火星への有人飛行が課題であり、そのシミュレーションや訓練の場として国際宇宙ステーションを使うと位置づけられた。このような予想のもとに1984年に立てられたライフサイエンスの課題は、乗員の食料、酸素、水を供給する閉鎖生態系の研究、および無重力から地上重力までのいろいろなレベルの重力でのヒトや他の生物への挙動であると考えられた。長友先生によるこの予測と計画は、27年経過して国際

宇宙ステーションの運用利用が軌道にのった現在、われわれが取り組んでいる研究課題をおどろくほど適確に予言したものとなった。

宇宙は現代の科学の主要命題に宇宙は深く関わっている。物質の成り立ちやその基本的な物理を解明するのに宇宙は格好の場所であり対象である。ビッグバン以来の宇宙の歴史、太陽系とその惑星の起源と形成史は、太陽系外惑星の発見もあってホットな議論がなされている。

起源といえば、太陽とその惑星の起源にあわせて、生命の起源を解明することは、生物学が生命の自然発生を否定するなかで、初めての生命がどのようにして生まれたのかを明らかにするのはアストロバイオロジーの重要な目的となっている。地球型の生命がすくなくともこれまでに調べられている限りにおいて単一の原理の生命であり、すべてが共通の祖先にたどることができる。地球型生命が恣意的にも見える洗濯をしていることを含めて、宇宙での生命探査は圏外での生命の発見にかかわらず、普遍的な生命の原理を宇宙という視点から検討する契機をあたえる。

地球の上での生命の起源と進化の歴史は、太陽系周辺の宇宙や惑星としての地球が生命にあたえる環境とその変転により大きく規定されている。地球の内部での運動はマントル層の大きな対流やそれに起因する地殻のうごきや火山活動、さらには核における流動がうみだす地磁気などが生命とその進化の歴史にどのように影響したかが解明されている。地球内部や表層の大きなイベントは生物の大絶滅もひきおこし、別の種類の生物にあらたなニッチをあたえて、進化を駆動したともいえる。惑星（環境）生物学は、地球と生物が相互に作用してすすめた進化の歴史をひもとくことは、生物学の根幹に迫るものである。生物学のもっとも重要な基本的な概念は進化と遺伝と学習である。生物体が大

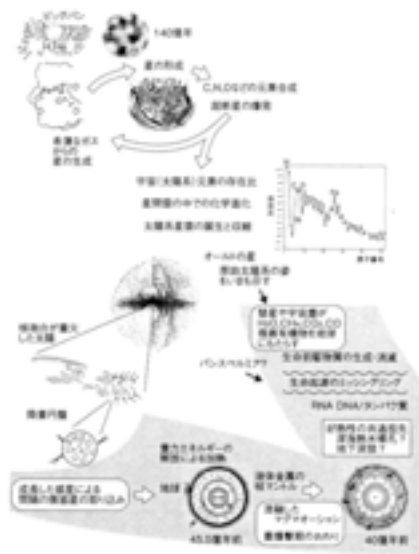
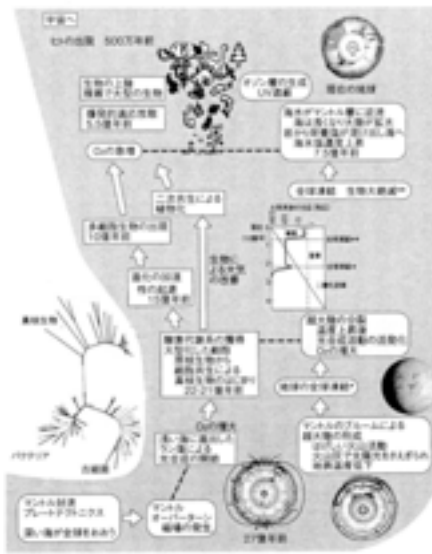


図0.3 宇宙の誕生と生命の誕生、そして生物体による生命の起源の探求 (山T作成)



生命の起源をさぐる
宇宙からよみとく生物進化 (東大出版
会、2010) より

型化し、真核細胞をつくり、多細胞化することで細胞の大きさからする生物体のサイズの制約をやぶり、水中から陸上へ、さらに空中への進出を地球の生物ははたしている。重力など惑星の環境が進化でいうところの適応度に影響をおよぼし、生物の基本的なはたらきがたくみに構成されていることを、遺伝子やそれによりつくられる機能分子というもっとも基層のレベルで理解することも可能になっている。宇宙での実験が作業仮説の検証に必須のことも多くある。

生命の起源とその進化の歴史の理解をはかるにも、宇宙への人類の進出は強く求められる。文明をつくり知能を発達させて、宇宙の物理や化学、そして生命の起源と進化を理解する門口にいたった人類の宇宙への進出は、生命進化のひとつの帰結かもしれない。

宇宙農業は、生物・生態系の働きにより、物質を再生循環利用して宇宙(火星)において生命を維持するエンジニアリングである。人類史において農業の発明は一人が一人以上の食料を安定に生産することを可能にし、その結果文明を発展させた。天文学をはじめとする学問をすすめるのが可能になり、分業が発達し、都市と農村が分化した。科学は産業革命をもたらし、それは近代農業の発展に帰結した。図は人類の歴史をこれらのエポックとその時代の推定される人口をプロットしたものである。農業の発達には宇宙活動を可能にし、さらに宇宙農業への道をひらいた。加速する技術革新は情報革命をへて2045年には技術的な特異点(Singularity)を迎えて、それ以降の予測は不可能にもなっている。

宇宙にむかう健全な好奇心は、人類文明がむかえるあたらしい局面で人間が人間であることを失わないでいることの例証になるかもしれない。宇宙農業は制約された資源のもとに、現地の惑星資源を最大限とりこみながら物質の再生循環利用をはかろうとしている。大規模、長期間の宇宙(火星・有人)ミッションで真価を発揮する宇宙農業ではあるが、地球のグローバルな問題を解決するエンジニアリングのテストベッドとして宇宙農業を活用することができる。宇宙農業は、持続発展可能な文明とそのライフスタイルを提案する。砂漠化や塩集積など地上農業が現在直面する課題のいくつかの解決について、宇宙農業は鮮烈な提案をしている。食料作物栽培と競合しない昆虫食など、日本・東アジアからする宇宙開発への優れた寄与が可能であると考えている。

