タイトル	生命はどこから来たのか？
副題	アストロバイオロジー入門
著　　者	松井孝典（まつい　たかふみ）
出 版 社	文春新書
発 売 日	2013 年 8 月 20 日
ページ数	286 頁

SF の世界でのおとぎ話に過ぎないと思われていた地球外生命体、すなわち ET（Extra Terrestrial）は、今や科学の最先端にある重要な研究テーマの一つになっている。

著者は、爆発的に進展するこの分野の研究の現状をバランスよくまとめた本は少なく、そのすべてを網羅した解説本（例えば、地球外生命 9 の論点：講談社　ブルーバックス）はあるが、その場合、ほとんどが、多くの著者の共著によるもので、内容に一貫性が無いとして、一般読者向けに本書に取り組んだと述べている。

NASA が「生命はどこから来たのか？」を 21 世紀の宇宙探査のテーマとし、「アストロバイオロジー（Astrobiology）」と名付けた。「生命とは何か」、「生命はいかに地球に出現したか」、「我々は宇宙で孤独な存在なのか」―　この 3 つが生命起源論と呼ばれるものの根源的な問いであるとして、著者はその研究の最先端を紹介している。

なお、本書の特徴は、宇宙の専門家である「天文学者」や生命の専門家である「生物学者」が解説する内容を、内容に一貫性を持たせるために著者一人でまとめたところにある。

目次を見てみよう。

第１章　アストロバイオロジーとは
第２章　生命起源論の歴史的展開
第３章　宇宙と生命
第４章　生命とは何か　－　地球生物学の基礎
第５章　生命と環境との共進化
第６章　分子レベルで見る進化
第７章　極限環境の生物
第８章　ウイルスと生物進化

第９章　化学進化　－　生命の材料物質の合成
第 10 章　宇宙における生命探査
あとがき　－　スリランカの赤い雨

本書の章ごとの概要は以下の通りである。

第１章では、いま何故アストロバイオロジーなのか、この荒唐無稽な、夢みたいな学問に研究費を出してよいのか、から始まる。ここでは、アストロバイオロジーの背景をトピックス風に紹介している。

第２章では、生命起源論の歴史的展開を紹介している。すなわち、生命の起源というテーマがそれぞれの時代にどのように考えられてきたかを紹介している。

第３章では、宇宙は生命に満ち溢れているのか、それとも逆に、生命は極めて稀な存在なのかについて論じている。宇宙における生命の分布は、アストロバイオロジーの主たる研究テーマの１つで、この分野の発展が現代の生命起源論の中心であるという。そこで、本章では、宇宙論的な意味での生命に関する議論を取り上げている。

第４章では、地球生物学の基礎のおさらいです。地球生物は細胞からできており、「細胞とは何か」、「その中で何が行われているか」など、以降の章に出て来る概念や用語をまとめて紹介している。

第５章では、古生物学概論について述べている。古生物学とは、いわゆる化石の研究である。同時に、化石を含む地層の堆積学的な研究が進み、地球環境の変遷の詳細についても明らかにされつつあり、環境と生物の共進化という観点からの研究の話題についての解説がある。

第６章では、生命の起源と進化の研究に関する最近の大きな発展は、分子進化学という分野が誕生したことだという。さらに、生物の進化の研究とは、究極的には、生物の系統樹を作ることだという。

第７章では、極限環境の生物についての解説である。我々には馴染のない極限環境にいる生物の現状の紹介である。地球上とはいえ、極限環境に生命が存在するということは、地球以外の惑星、あるいは衛星でも生存できる可能性が十分あるということを意味し、地球以外に存在する生命を考えるとき、このような生命に関する知識が役に立つというわけである。

第８章では、ウイルスの話が出てくる。ウイルスというと一般には病気との関連で注目されるが、じつは、生物の進化にも重要な貢献をしていることを紹介している。すなわち、今まで意味不明であった部分がウイルス由来のものであったことが明らかにされ、遺伝子が親子という垂直方向だけでなく、種の間で水平に伝播する現象に関しても、新たな知見が得られつつあることを紹介している。

さらに、生物の炭素循環や太陽光の反射率を通じて、地球環境にも影響しているかも知れないという。

第９章では、化学進化に関する議論の紹介です。地球生物は、遺伝情報を司る物質とタンパク質から成り立っている。それらの材料物質である核酸塩基やアミノ酸が、地球上、あるいは宇宙環境などで無機的（炭素がつながらない）に合成される過程を化学進化というが、それについての研究の現状について紹介している。

第 10 章では、アストロバイオロジーの学問の中心テーマである宇宙における生命探査についての紹介である。太陽系で生命のいそうな、火星やタイタン、エウロパなどの天体の探査の紹介。加えて、最近は太陽系とは異なる惑星や惑星系の存在が知られるようになり、それらの惑星における生命の可能性を探る研究の現状の紹介である。

さて、面白かったところを少し紹介しよう。

まず、地球からの「パンスペルミア」（生命の源は宇宙から持ち込まれるという考え方）です。微生物の多くは、極限環境も含め地球のどんな環境でも生きていることが、明らかになりつつある。ということは、どんな惑星環境にあっても、地球の微生物がそこに配達されれば、生き延びている可能性があるわけです。すなわち、他の惑星や衛星に探査機を飛ばして、地表に着陸機を降ろせば、そこに付着していた微生物が運ばれ、その場で生き延びている可能性があるわけです。

このように太陽系天体における生命探査で何が難しいかといえば、そこで発見された生命が現地産か否かを判断することだという。

我々はすでに火星を地球生物で汚染してしまっている可能性が高いとして、将来、火星やタイタンなど、我々が探査機を降ろした天体で生命らしき兆候を何か見つけても、それが地球産の生命かも知れないという懸念を持つことが必要だと警告している。

次に面白かったのは８章のウイルスに関する話題である。ウイルスの研究では、ここ 10 年で毎年のように新発見があり、2008 年の新分類の提案、2010, 2011 年と続いた巨大ウイルスの発見、海にウイルスが大量に存在するというように毎年のように大変な進展があるという。

さて、極限環境の生物には、だいたいウイルスが寄生しているが、面白いことに、そのウイルスがまさに、極限環境への耐性を生み出していることが判ってきたという。

すなわち、地球上における生命の起源は極限環境下と考えられているので、ウイルスは生命の起源に直結していることになりそうだという。ウイルスに関する新発見は今後も続き、大変な勢いで知識が蓄積され、近いうちに全く新しいウイルス観が形成されるだろうと述べている。

ウイルスに感染すると、遺伝子レベルで様々な変化が引き起こされる。例えば、レトロウイルスは生物間を水平に移動し、これによって、縦方向ではなく、横方向にも遺伝子が伝播し得ることが判ったという。進化を考える上で、これは極めて重要なことだという。すなわち、状況証拠から、生物進化にとってウイルスは、その進化の鍵を握る重要なプレ

イヤーと考えられると述べている。

さらに最近、地球環境とウイルスも、深く関係しているのではないかと指摘されている。海の中には、プランクトンが多量に存在する。そのプランクトンに感染するウイルスも多量に存在し、プランクトンを死滅させることを通じて、生物の炭素循環に関係しているという。すなわち、地球の炭素循環の基本である二酸化炭素の放出や吸収に関っていると述べている。

雲の量は太陽の光をどの位反射するかに関係しており、これが気候に大きく影響しているかも知れないという。

いま、「メタゲノミクス」と呼ばれるプロジェクトが進んでいる。世界中に存在するウイルスを調べる試みで、あと 10 年もすれば、ウイルスと地球環境の関わりがさらに解明され、われわれが今知っている生物炭素循環プロセスとは、全く異なる像が描かれるかも知れないと期待を込めて述べている。

もう一つは、1 章に「宇宙に生命が満ち溢れ、知的生命体がいるのなら、もうすでに検出されているはずだ。それが見つかっていないのだからいないのだ」という考え方がある。ノーベル賞をもらった物理学者のフェルミがそういう命題を提起していて、「フェルミのパラドックス」と呼ばれている。

科学者たちに「はたして地球外生命は存在するか」という問いに対して、科学者たちが出した解答は以下のようであったという。

すなわち、「地球外生命はすでに地球に来ている」という答えは一般の人々には根強い人気がある。「地球外生命はまだ地球を訪問できていない」という答えは特に天文学者や物理学者に支持されているという。「地球外生命は存在しない」という答えは、生命というものの絶妙さと、人間のような知的生命体が出現することがいかに奇跡的なことかを良く知っている生物学者に多い考え方だという。

フェルミ推定について補足しておこう。これは実際に調査するのが難しいような捉えどころのない量を、いくつかの手がかりを元に論理的に推論し、評価する、いわゆる Oder　Estimate である。

フェルミ推定でとくに有名な「アメリカのシカゴには何人のピアノ調教師がいるか？」を紹介しよう。この問題は、フェルミ自身がシカゴ大学の学生に出題したものとされている。

さて、どのようにして概算するかを見てみよう。

まず以下のデータを仮定する。

1. シカゴの人口は 300 万人とする。
2. シカゴでは、平均 3 人/世帯　程度とする。
3. シカゴでは、1 台/10 世帯　の割合でピアノを所有しているものとする。

4.　ピアの１台の調律は１回/年　行うものとする。
5.　調律師が調律するピアノは３台/日　とする。
6.　調律師は 250 日/年　働くものとする。

これらもとにして、以下の計算を行う。
1.　シカゴの世帯数は、300 万/3＝100 万世帯　程度
2.　シカゴのピアノ総数は、100 万/10＝10 万台　程度
3.　したがって、ピアノの調律は、年間に 10 万件程度行われる。
4.　これに対し、ピアノ調律師は１年間に、250×3＝750 台　程度を調律する。
これらより、必要な調律師の人数は、10 万/750＝130 人　程度と推定される。
というふうにまとめられる。

フェルミ推定は、「東京都内にある電信柱の総数は？」、「東京都内にある郵便局の数は？」など、見当もつかないような量を推定する場合に用いられる。理系の大学や企業などでもよく利用されているので、知っておくと Order Estimate を行う場合に便利である。

本書は、前知識として 2012 年 6 月に出版された、豊富な図や写真で目にも訴える構成の「地球外生命９の論点：立花隆/佐藤勝彦ほか著　自然科学研究機構編：　講談社　BLUE BACKS」等を読んでいる人であれば比較的理解し易いはずですが、初めて読む人にとっては、出て来る絵や写真が非常に少ないので、想像を膨らませたとしても、少し難しいかも知れない。

地球は特殊な惑星なのではないかと悩む一方で、20 世紀の終わりごろから惑星探査が始まり、地球に似たような環境を持った惑星や、地球と同じように地表に物質循環のシステムをもつ衛星があることが明らかになってきた。このような状況に科学者たちが一喜一憂する様子が伝わってくる。

問いは同じでも、技術の進歩に応じて、答えが核心に近づいているのを感じさせてくれる筆の運びです。「生命とは何か」について興味を持っている人にはお薦めです。

2013．9．8