



生命はどこから来たか？

—— 地球で誕生？それとも宇宙から？

「自分たちの祖先はどこから来たか」という疑問を何度も何度も問い続けていくと、最後には「生命はどこから来たのか」という疑問にぶつかります。地球上で誕生したという説もありますし、宇宙から来たという説もあります。科学者たちは、さまざまな知識や証拠、それに経験や実験などを通して、本当のことを知りたいと努力してきました。

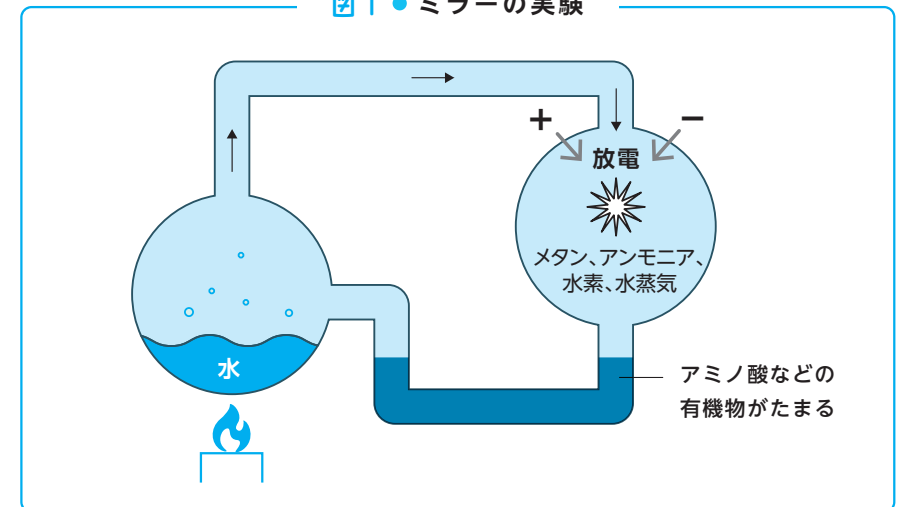
生命の起源に関しては、大きく分けて3つの考え方があります。**第一に神がつくったという考え**、**第二に地球上で単純な化学物質が長い年月をかけて複雑な物質に変化していき、生命が誕生した**というもの、**第三に地球外からやってきた**という考え方です。第一の考え方は科学の領域を超えてしまうので、ここでは議論するのをやめ、第二と第三の考え方についてお話ししたいと思います。

私たち生物は、主に炭素や酸素、水素や窒素を含む化合物からできています。これらの元素は空気や水に含まれていますから、これらの物質が複雑な過程を経て、生命が誕生したという考え方があります。18世紀には、生物に含まれる物質を生物にしか合成できない特別な物質と考え、**鉱物**と区別するために、前者を**有機物**、後者を**無機物**とよんでいました。しかしその後、**アミノ酸**

のような**単純な有機物は生物の働きがなくても合成できることがわかったため、有機物は特別な物質ではなくなりました**。現在では、有機物は炭素を含む化合物のうち、二酸化炭素や炭酸ナトリウムのような単純な物質を除いたものと定義されています。

このように、有機物が人工的に合成できるなら、自然界でも簡単な有機物は合成できると考えた科学者がいました。アメリカのノーベル賞化学者ハロルド・ユーリーは、「原始地球の大気は、水、メタン、アンモニア、水素が含まれる還元的（分子状の酸素がほとんど存在しない状態のこと）な環境にあった」と考えていました。1953年に、当時シカゴ大学の大学院生だったスタンリー・ミラーは、ユーリーの指導のもと、実験を行なって、**実際に簡単な有機化合物が人工的に合成できることを証明しました**。すなわち、フラスコ内にこれらの気体と水を入れておき、下からバーナーで加熱して水分を蒸発させます。それからつながった別のフラスコ内で落雷を模した放電を行ない、その先の管で冷却しても

図1 ● ミラーの実験



とのフラスコに戻します。それを連続して繰り返し、1週間ほど続けたところ、フラスコ内の溶液はしだいに茶色っぽくなってきました。そこで、この溶液に含まれる成分を調べたところ、タンパク質の部品となるアミノ酸が何種類もできていたのです。その後、このような実験によって、アミノ酸だけでなく、核酸の成分であるプリンやピリミジン、ATP（アデノシン三リン酸、本書3-7節参照）の要素でもあるアデニンの合成も確認されました。

その後、地球物理学の進展により、原始地球の大気はミラーの実験で行なわれた還元的な環境ではなく、二酸化炭素などの多い酸化的環境にあったことがわかりました。しかし、現在の深海にある熱水噴出孔^{ねっすいぶんしゅつこう}では、ミラーの実験と似たような環境があり、有機物が合成される可能性があることがわかってきました。ミラーの実験は、生命にとって重要な有機化合物が、生物の力を借りなくても合成できることがわかり、その後の研究の方向性を大きく変えていったのです。

一方、アミノ酸などの有機化合物は、宇宙から飛来した隕石からも検出されることから、生命の起源は宇宙にあるのではないかと考える研究者もいます。

実際、1969年にオーストラリアに飛来したマーチソン隕石の内部から何種類ものアミノ酸が発見されたのです。さまざまな分析の結果、これらのアミノ酸は地上の生物由来ではなく、宇宙から来たことが証明されました。その後、炭素を含む隕石から次々とアミノ酸が検出されており、アミノ酸のような簡単な有機化合物は、地球上で誕生した可能性と宇宙から飛来した可能性の両方が考えられるようになりました。

1-2



最初の生命はどのようなものだったか？

—— 外界と内部を仕切ることから生命は始まった

多くの科学者たちは、原始生命が地球上で誕生したと仮定した場合、どのようなシナリオが考えられるか、いろいろな説を考え出してきました。

ここでは、生物のもつ特徴について考えてみましょう。①生物はまず、外界と内部の間が「細胞膜」で仕切られています。つまり、外界と内部をへだてるしきりがあることにより、細胞の中の環境は周りの環境に影響されずに、一定の状態におけることができます。次に、②外界から物質をとり入れて、細胞内でその物質を別の物質に変化させます（それを代謝^{たいたしや}といいます。6-1参照）。そして化学変化によって生じるエネルギーを使って、細胞内のさまざまな生命活動に利用しています。一方、細胞内で不要になった物質は外界に放出します。そして、③生物のもつ特徴として何よりも重要なのが、同じ個体をつくることのできるシステムをもっていることです。生物はすべてDNAやRNAなどの遺伝物質をもち、自分と同じ姿、形を子孫に残すことができます（詳しくは、3-4をご覧ください）。

生物を外界から仕切る「細胞膜」は、どのような生物でも脂質

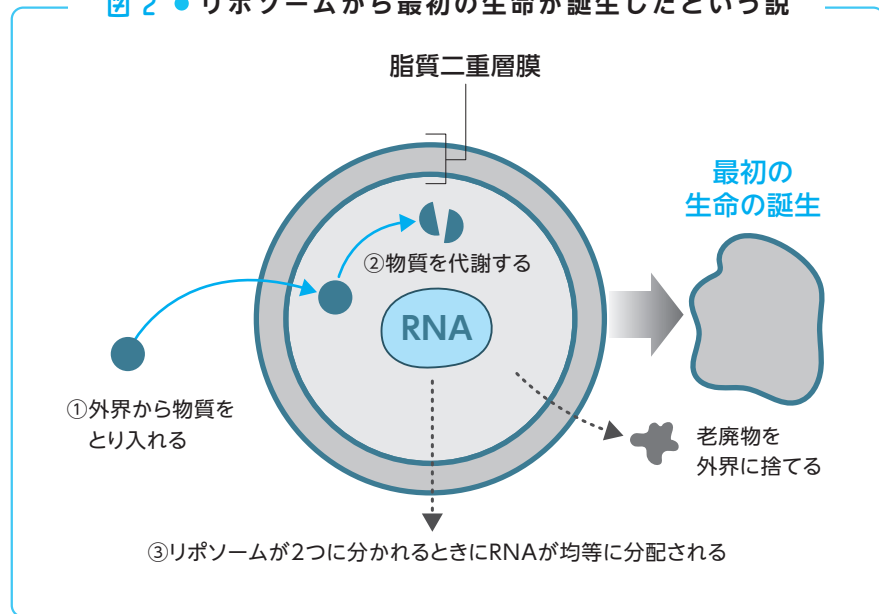


二重層膜という共通する構造をもっています。この構造は生物でなくても簡単につくることができます。すなわち、脂質などの有機物を水に加えると、リポソームとよばれる、内部に水を含んだ球状の構造をつくることのできるのです。

このリポソームのような構造に核酸の一種 RNA が組み込まれ、原始生命が生まれたのではないかという説が提唱されています。

この説によると、まず最初に、脂質と水が混ざって、リポソームができ、それが長い年月の間に、①外界から生命活動に必要な物質をとり入れ、②物質を代謝し、③それが2つに分かれるときに、RNA を均等に分配することができるようになって、最初の生命が誕生したというのです。

図2 ● リポソームから最初の生命が誕生したという説



1-3



猛毒の酸素を薬に変えた生物の生存戦略とは？

——好気性細菌とミトコンドリアのはなし

私たちはいつも、酸素を吸って二酸化炭素を吐き出す「酸素呼吸」をしています。これは当たり前のことだと思われるかもしれませんが、地球上に最初に現れた生物にとって、酸素は猛毒な物質だったのです。じつは、酸素は、あらゆる物質の中でも反応性がきわめて高く、いろいろな化学物質を酸化する性質があります。このような酸素のもつ激しい性質のため、気体状の酸素は、最初に地球上に現れた生物にとって、あらゆる生体分子を酸化するきわめて有毒な物質だったのです。

地球が誕生したのは今から約 46 億年前といわれていますが、最古の生命が誕生したのは、地球上に海が誕生してから間もない約 40 億年前だったと推測されています。しかし、この頃の地球にはオゾン層がなく、太陽から容赦なく紫外線が降り注いでいました。そのため、太陽光が届く地表や海面付近では、生物は生存できなかったと考えられています。すなわち、最初の生命は太陽光の届かない深海で誕生した可能性が高いといわれているのです。

さまざまな細菌の遺伝子解析から、もっとも原始的な細菌は好熱性の性質を示すものが多く、しかも深海の熱水噴出孔から発見

