

生命体の中心は炭素 —ミニ講座「生物化学工学入門」を聴いて—

田村ゆう子

「原発と自然エネルギー」の問題をもっと広い視野から見る必要もあるのではないかとということで、部会メンバーで高分子科学が専門の齋藤安史さんに 11/12、12/10 の 2 回にわたり、ビッグバンから人類までの進化についてのお話を聞いた。理科が専門でない私にとって、新鮮で興味をそそられる内容であった。生命はどのように誕生したのか？偶然の結果であるのか？宇宙の必然の結果であるのか？

(1) 生物進化 —原核生物から人類まで—

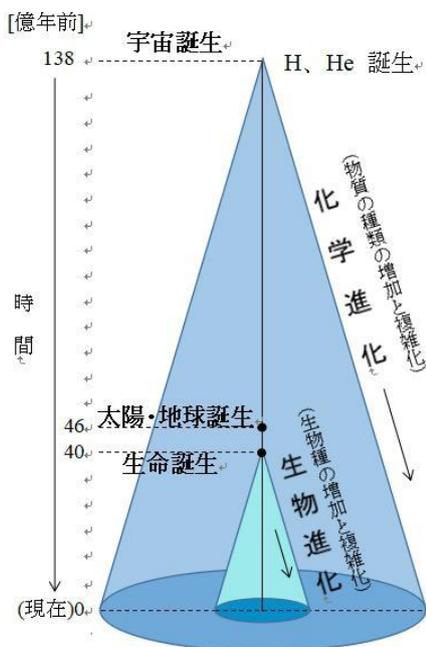
たった 1 個の細胞から成る原核生物（バクテリアなど）から数十兆個もの細胞を持つ人類まで、すべての生物は同じ特徴を持つ細胞からできているという。同じ分子構造のブロックを用い、タンパク質の合成、世代間の情報の伝達、エネルギーの生産、貯蔵、消費などを同一の基本メカニズムで行っている。この生命の単一性は、原核生物から真核生物、そして真核生物の多細胞化を経て人類までがひとつながりであること、約 40 億年という長い時間をかけて複雑化し、サイズが大きくなっていったことを示している。

(2) 化学進化

—元素の誕生から有機化合物まで—

約 138 億年前、ビッグバンと呼ぶ爆発によって、

私たちの知る宇宙が始まった。このとき、水素とヘリウムの原子核が合成された。その後、恒星の原子核合成によって残りの元素が合成された。現在も水素は宇宙にある元素の 95% 以上を占めている。



化学進化と生物進化の関係性のイメージ図。
※この図はミニ講座に基づいて描いたもの。

生物の細胞

を作っている主な元素は、水素(H)、炭素(C)、酸

素(O)、窒素(N)である。これらは地球上に豊富に存在している。水素は、炭素、酸素、窒素と結合し、メタン(CH₄)、水(H₂O)、アンモニア(NH₃)を作り、それらが強い外的刺激のもとでまた化学結合をして、アミノ酸、糖、脂肪酸、核酸塩基になり、またまた結合して複雑、多様化して、生命を作るタンパク質、多糖、脂質、核酸になる。その分子構成で際立って重要であるのは、大量に宇宙に存在する水素ではなくて炭素である。炭素が水素、酸素、窒素や微量の元素と多数結合したものを有機化合物と言うが、それは、もともと生きている生物によってのみ合成されると考えられたから名付けられたという。

炭素が重要なのはなぜか？それは、周期表で原子番号 6 の炭素原子の性質にあった。炭素原子には、結合の手が 4 本あり、いろいろな原子とほぼ同じ結合力で結合することができる。またそれ以上に重要なことが、多数の炭素原子が連続して結合できるという性質があることである。炭素-炭素、酸素、窒素などとの結合は無限と言ってもよいほどの種類の有機化合物を産み出したのである。

(3) 生命の条件 —有機化合物と原核生物の間を繋ぐミッシングリンク—

細胞が多様な有機化合物からできていることはわかっている。実験室でも、無機化合物からタンパク質や脂質や糖や核酸を再現できる。しかし、有機化合物が集まって細胞となるメカニズムはまだ解明されていないのである。

全ての細胞は、複製の手段を持ち、情報をひとつの世代から次の世代へ伝達する。ウイルスが生物ではないと言われているのは、自己増殖ができ

ないからである。

1924年、ロシアの生化学者オパーリンは、生命の起源について、「原始の地球で、大気中の成分から合成された非生物的な有機物がいくつも集まり、海中で『液滴』と呼ばれる形態になる。膜はないが袋状の構造を持つ液滴がその後生命を得て細胞になる」という説を発表した。しかし、液滴が細胞に至るまで、どのように成長、分裂、増殖の過程を経たのかは長い間誰も説明できなかった。

2016年12月、物理学の国際学術誌「ネイチャー・フィジクス」に、ドイツのデヴィッド・ツヴィカーと共同研究者による論文が載った。その紹介記事によると、「液滴が細胞の大きさまで成長した後、まるで細胞のように分裂する傾向があった。」という。「興味深いが、細胞分裂で見られる多段階で複雑な過程とかけ離れており、生命の起源との関連はまだわからない」という研究者もいる。いずれにしても、デヴィッド・ツヴィカーと共同研究者の新発見のように、生命の起源は想像以上にシンプルかもしれないし、非生物から生命が誕生した現実的な道筋が、近い将来はつきり見えてくるに違いないという。

(4) 最後に

有機物がかなりの数集まって細胞になる道筋は未知であるが、有機物の進化と生物の進化が生命の発現で繋がっていくということは、面白かった。生命には水が欠かせないが、生命体の中心は炭素であることがわかった。(気候危機で、「脱炭素」が叫ばれて悪者扱いにされているのに！)

ここでは触れられなかったが、有機化合物の生成から生命の誕生、生物の進化という過程では、太陽の放出するエネルギーや地球内部から湧き出すエネルギーが常にかかわっている。化学反応を引き起こすエネルギーとして、いったいそれらはどうかかわっているのだろうか？

自然界で普通に起こっている化学反応と生命体の内部で起こっている化学反応とは何が違うのか？新しい疑問が湧いてきた。

そして、今こうして宇宙の始まりから生命の進化の歴史を理解しようとしている人類(私)までどうして進化できたのかを知りたくなった。

—「原発文庫」の本—

2022年1月現在、福島第一原子力発電所事故に関する本を中心に323冊の蔵書があります。

**A：福島原発事故 B：原発の歴史と原発事故
C：原発の科学 D：放射線障害 E：核開発
F：原爆被害(広島、長崎、ビキニ)
G：自然エネルギー**

の7つに分類しています。

今回は、Gの分野から1冊紹介します。

*** * *** * *** * ***

No.100

「大学生がえがく脱原発の未来マニュアル 検証！自然エネルギーのチカラ」

フェリス女学院大学エコキャンパス研究会編
東京新聞 2012年発行 125ページ

フェリス女学院大学では「将来、次世代の生命をはぐくむ女性にこそ環境問題を考えてほしい」と2001年から

様々な活動に取り組んでいる。その学生たちにとって、原発事故が起こってしまった今、原発ゼロのくらしとそれを支える自然エネルギーは当然の選択であり、それ以外の未来へのマニュアルはありえないという。この本は、学生たちが専門家に取材しまとめたもので、とてもわかりやすく読みやすい。

聞きなれない海洋温度差発電、振動力発電までも紹介されている。自然エネルギーが原子力や化石燃料火力と比べ、製造・運転・廃棄に要するエネルギー量まで入れると格段にエネルギー的に優位であることや「原子力が止まると電力不足になる」というのは根拠がないことなど、納得した。問題は技術ではなく、社会のルールだったということに同感である。

エネルギーや環境問題の授業をしたいというときに役立つ参考書になるのではないかと思う。

