

最初の生命誕生の確率は極めて低いと考えられている。天文学者のフレッド・ホイルは、生命に必要なタンパク質が形成される確率を10の40000乗分の1と試算した。これは、竜巻が通過した後に廃材置き場のガラタからボーイング747を組み上げる確率に例えられる。この奇跡の生命誕生には、宇宙の“非エルゴード性”があると考えられる。

エルゴード性とは、大変端折って言うと、物理系が“ある程度長い時間”を経ると、すべての可能状態を平均的に実現することをいう。例えば、摩擦のないビリ

ほんの一部だ。100個のアミノ酸が並ぶタンパク質の組み合わせ総数は20の100乗になるため、これは宇宙全体の粒子数を超えるため、どんなに時間をかけても、すべての組み合わせは実現しない。この点でも、たんぱく質はエルゴード性からかなり遠い。

たんぱく質は生命の内と外の両方で合成されるが、生命内が圧倒的に多い。生命システムは、複製や自己組織化、境界維持などを有し、相互に連結した閉じたサイクルを持つ。そこでは、触媒作用などで化学反応が特定の方向に誘導され、結果、生命の機能に適した配列だけが

数 | 理 | の | 窓

生命を誕生させた 宇宙の偏り



ヤード台では、ボールは転がり続け、最終的に台のすべての位置を均等に訪れる。ボールの位置平均は、台全体の平均と一致する。ここでビリヤード台の各隅にポケットや中央に壁を置くと、ボールは均等には動けず、ボールの平均位置は台平均からずれるため、非エルゴードとなる。観測データや統計値のみから、物理系のメカニズムと初期状態をつきとめることを逆問題と呼ぶが、エルゴードから遠い物理系ではより難しくなる。もし解ければ非常に面白い。

生命の構成要素のタンパク質の世界を考えてみよう。タンパク質は20種類のアミノ酸が特定の配列で連なった分子であり、ヒトの体内だけで10万種以上、自然界全体では100億種あると言われている。しかし、これは

実現される。生命起源の探索は、現在のタンパク質の種類の偏在状態を観測し、“奇跡的な仕掛け”と初期状態をつきとめる逆問題とも捉えられる。

ビッグバン直後、宇宙は一様な状態だった。そこから、微小な揺らぎが重力によって増幅され、銀河や恒星、惑星といった構造が形成された。この非エルゴード的な偏りによって、生命に適した環境が生まれた。ここから、はるか遠い未来は、宇宙はエントロピー増大則により均一熱的死を迎えると予想される。現在は、特異な秩序が生じた稀有な瞬間である。エルゴードと非エルゴードの境界にいる私たちが、この宇宙の一部として、生命の謎を解くシナリオは用意されているのだろうか。。

(外園 康智)