数理の窓

生命の機構は偶然か必然か

DNAは、ACGTの4つの核酸塩基配列でできているが、人工的に2つ追加し6つの塩基配列を持つ細胞が作られ、複製に成功している。

なぜ自然界は、塩基数6でなく4を選んだのだろうか？　DNAはACGTから3つ並べた4×4×4＝64種類の暗号で、20種類の天然アミノ酸に対応している（コドン表）。6つに増やすと6×6＝36のため、2つ並べるだけで20種類には対応できるはずだ。しかし、6の場合は、DNA複製時に結合する相方を見つけるのが難しくなり、翻訳エラーが増大する。4は情報を持ちつつ、エラー率の点でも最適な数字だったといえる。また、コドン表は、冗長性（暗号64に対して20種類）があるが、似た暗号記号は同じアミノ酸に対応[1]するなど、これもエラーに対する頑健性という説が有力だ。

合成生物学は、複製、自他の境界、代謝、進化と生命の定義をすべてもつ人工生命の創造を目指している。そこでは、化学的・数学上の組み合わせから別の機構の可能性も模索されている。例えば、生命は炭素型でなくケイ素型も考えられるし、10万種類のたんぱく質は生命内でつくられる20種類のアミノ酸でできているが、別のアミノ酸群を元にできる可能性もある。さらに、セントラルドグマ以外の複製機構の検討は大きなチャレンジだ。

進化の歴史上、無数の試作から現生命の機構が生き残ったのだが、その中で、物理学や情報の法則からの必然な部分と、多様な可能性のなかで偶然生き残った部分とに分かれるはずだ。この理解は宇宙での生命の意義を考える上でも重要だ。

そして、偶然か必然かは、最初の生命誕生の確率計算に影響を与える。今まで、この確率は、バラバラに分解した時計の部品を、箱の中で揺らすと時計が完成するくらいとも言われていた。もし、現在の宇宙の広さと時間の中では到底起こりえないほどの低い確率だとすると、まだ知りえない“隠された設計と意思”があるのかも知れない。

最初の生命が、環境との相互作用が不可欠なため、化学反応のバリュエーションが多い炭素型の有機物の形態をとったのは必然だったろう。ところが、知性は、この形態の限界も分かってきた。他の惑星に移り住むには、環境を含めた複製が必要だし、宇宙空間は限界寿命に比べると広すぎるからだ。すると次の形態は無機物か、コンピューター上の意識などの選択肢になる。

生命が己の機構を理解し、新たな形態の生命を作り出すことも、進化のプロセスに組み込まれたものなのか？　数十億年前の宇宙に、生命の設計者がいたのだとしたら聞いてみたい。　（外園 康智）

1）GCU、GCC、GCA、GCGは3つ目だけが異なるが、すべてアミノ酸のアラニンに対応する。

野村総合研究所　金融イノベーション研究部　©2020 Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.