

序

「生命とは何か」という疑問に関し、様々な現象に関わる生体分子を探し当て、その機能を解析・制御することにより、生命科学は飛躍的な発展を遂げてきた。なかでも複数の関連分子を試験管内で反応させることにより、複製・転写・翻訳など特定の細胞内現象の部分的な再構築がすでに成功している。このような構成的なアプローチは、生体分子が高次機能を生じる仕組みについて理解するうえで様々な知見をもたらしてきた。2000年前後に相次いで様々なゲノムが解読され始めてから約10年以上が経過したが、ゲノムという分子のカタログ情報が手に入った結果、従来の個別現象の解析を踏まえて生命の基本単位である細胞の設計図を捉えようとする動きが加速している。これらの延長線上に「細胞の再構成・設計」を試みることを通じて、生命の本質に迫ろうとする機運が、国内外で高まっている。この萌芽的な潮流は、科学・技術のフロンティアであるばかりでなく、文化的にも社会的にも大きな広がりをもつ。そこで本誌では『細胞を創る・生命システムを創る』と題して、分子の設計から個体の再現まで多岐にわたる構成的アプローチによって生命の理解を目指す生命科学の新潮流「合成生物学」を取り上げることにした。

構成的アプローチは、生体分子が織りなす分子ネットワークの定量的な理解や、分子ネットワークが機能するための十分条件の確定に真価を発揮する。またデータ収集に重点をおいた記述的アプローチから、生命システムの動的な振る舞いに関する定量的な予測とその検証に重きをおいたアプローチへの転換をもたらし、理論と実験のテンポのよいサイクルを推し進める。さらに現象の特性を定式化・定量的に表現することが求められ、それを実験的に検証することにより、対象としている生命機能と私たちの知識や理論との齟齬を明らかにする。その齟齬は新たな解析的・構成的な研究の種となり、対象となる現象の本質を深く問い、理解するための有効な手がかりとなる。

最近では、このような構成的アプローチを統合した大きなテーマとして「細胞の再構成・設計」の実現性に関して若手研究者を中心に国内外で真剣に議論されている。このような試みは「何をもって細胞を創ったとみなすのか」という問題を常に意識することになるため、とりもなおさず「細胞とは何か」「生命とは何か」という生命に関する根本問題を不断に考える営みでもある。そのため構成的アプローチは、自然科学的観点においてだけでなく、社会や文化との関わりにおいても注目すべき広がりをもっている。そのため本誌では、社会科学や人文科学的な取り組みについても取り上げた。

一説によると、合成可能なDNAの長さは指数関数的に増大しており、これまでに遺伝子サイズやウイルスサイズのDNAが完全合成され、昨年の2010年には細菌のゲノム合成が現実となった。このままのペースで行くと2015～2020年には、ヒトのゲノムが合成されることになる。そのときに実現する生命科学とはどのようなものなのだろうか。本誌で取り上げた多様な試みを通じて『創る』生命科学の創造に立ち会っていただければ幸いである。

2011年3月

上田泰己, 竹内昌治