

まえがき

この百年の間に見られる自然科学の発展は著しく、その進歩は単に研究者のみならず、一般社会の人々にも大きな影響を与えてきた。その中で、自然科学は数学、物理、化学、生物へと細分化され、それぞれが大きな学問領域を形成するまでになった。しかし一方で、学問があまりに細分化されたため、一つの専門分野では解明できない課題が浮かび上がってきている。その一つに、生命とは何かという問いがある。東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻では、かねてから、生命システムの本質を自然科学の各分野を融合することで解明しようという気運が盛り上がっていた。このような研究の流れを飛躍的に推進させることを目指し、平成14年度～18年度には文部科学省・日本学術振興会による21世紀 COE プログラムに採用されるに至った。そのプロジェクトが「融合科学創成ステーション」である。この本は、「融合科学創成ステーション」で研究されてきた成果をもとに、自然科学に興味のある大学に入学したばかりの1～2年生や一般の人々にも、融合科学による生命システムの研究の面白さを知ってもらいたいと考え、編纂したものである。

自然科学の歴史を紐解くと、デカルトは1637年に著した『方法序説』で、世界を機械に喩え、「部品を一つずつ個別に分析した上で、最後に全体の大きな構成を見れば、世界をも理解できる」と述べた。つまり、物ごとの複雑な性質や振る舞いも、それを構成する要素に分解し、それらを深く理解することですべて理解できるはずだ、とするのが「還元主義」である。この考え方は、物質に係わる現象を対象とする物理学や化学においては、大変有効であった。特に、17～20世紀にかけての、物理学や化学の急激な発展に大きく寄与し、分子、原子、さらには素粒子の発見へとつながった。これらの粒子の振る舞いを詳しく調べることで、自然界の深い理解がもたらされたのは、周知の事実である。

では、生命システムの振る舞いも、還元主義で解き明かされるだろうか？——答えは否である。社会から個体へ、細胞へ、さらには細胞内小器官へ、生体高分子へと細かく要素を分けていっても、「生命とは何か？」という問いに答えることはできないだろう。むしろ、要素間の関係に注目し、複数の要素を統合することで、上位の階層が示す「生命らしさ」を理解する手がかりが得られるのではないか。たとえば、膜分子の自己組織化を利用して中空の袋状の会合体（膜胞：ベシクル）を創り出し、その膜胞が自己複製するのを目の当たりにする瞬間、そこに「生命らしさ」が浮かび上がってくる。もう一つ例をあげよう。レーザーと光ピンセットを使ったマイクロファブリケーション技術により1細胞培養系の観測が可能となった。そこでは心臓細胞が個々に自ら末端を伸ばして連結し、ネットワークができ上がっている。繋がったすべての細胞の拍動が同調した瞬間、細胞集団から組織という上位の階層へと、階層を貫く原理が働いていることを実感できる。このように、下位の要素を組み合わせることで、上位の階層で「生命らしさ」を創発（エマージェンス）させるアプローチを、全体論（holism）という。——まさに、要素還元主義に対する正反対の思考である。

私たちの21世紀 COE プログラム『融合科学創成ステーション』では、数理・物理・化学・生物学といった自然科学の諸分野を連携・融合し、「創って、測って、モデルで理解する」という方法論を駆使することで、生命の謎に迫ってきた。融合科学は新しい科学であり、21世紀に相応しい挑戦的な学問である。融合科学を発展させてきた5年間の面白さを、この本の中から汲み取ってもらえれば幸いである。

2007年3月

『融合科学創成ステーション』を代表して

浅島 誠