

生命進化における不確実性と情報

愛媛大学理工学研究科

中島敏幸

nakajima@sci.ehime-u.ac.jp

生命科学は、生命とは何か、その起源と進化についての問いを通して、従来の物理学や化学等の自然科学が扱ってこなかった物質系に潜むなぞに挑戦するものである。与えられた構成要素が相互作用によって現象が展開するシステムではなく、新たな構成要素が出現し、既存のものや新しいものが入れ換わりながらシステムが発展し進化していくところに生命科学の対象がもつ特徴がある。また、要素間の相互作用においては、一つの要素の挙動は特異的に他の要素の状態にリンクし、局所から非局所への状態の相関のネットワークが創出され、全体として諸要素が一定の相関を持ちながら変遷していく。ここに、システムの内部、内部と外部との間に情報の処理過程が見られる。

細胞や個体を例にとった場合、これらのシステムの内部では構成要素間の情報のやりとりがあり、また、システム外部からも情報をうけとり適切に行為して外界との関係を好ましいように保つことによってシステムの内的秩序を維持している。しかし、この説明は一見わかりよいが、「情報」の意味が不明である限り何も説明していないに等しい。

情報概念は情報工学という実際的なニーズに支えられ飛躍的に発展してきたが、情報の「量」の理論に対し、その「意味」の側面が未だに不明瞭である。生命は、細胞であれ個体であれ、物質やエネルギーを通したコミュニケーション様の相互作用を行っている。現代の生物学には、擬人化ともとれるコミュニケーションに関する様々な用語が使われている。例えば、DNAは言語になぞらえられ、細胞外から内へ連鎖した分子過程はシグナル伝達と呼ばれ、個体レベルの行動ではさらに多くの関連用語が用いられている。しかし、言わずもがな我々人間は生物個体であるから、この擬人化には生命過程の本質的な特徴が潜んでいる可能性が高い。ここに、「情報とは何か」「意味とは何か」という問題を生物学の問題として据え置いて問い直す必要がある。生命過程に見られる情報概念、とりわけ、定量化の難しい情報の意味に光を当て、不確かな外側とやりとりしながら展開する生命過程に関する科学の基礎論の構築は生命科学のみならず、生命である我々の営みである科学というものの理解にとっても重要な課題である。この課題の解決にとって、「情報」は説明項ではなく被説明項である。

情報の定義は、研究者によってまちまちであるが、多くは何らかの認識者が対象の有様を知ること、というような意味で用いられている。自然科学においては、「物質やエネルギーの状態やパターンの差異」を「認識者（研究者あるいは問題とする物質自身）」が「知る（とらえる）こと」、として使われることが多い。ここでは、認識者が対象の有様についての様々な可能性の中から一つを選択する、あるいはその可能性を狭めることが、情報を得ることである。情報がないとは、その認識者にとって対象の状態やパターン等の有様についての様々な可能性を狭めることができないことである。このような定義は、情報の受容者（認識者）が人間や知的動物であれば納得できる。しかし、原子、分子や細胞といったものが何かを「知る」とはいったいどういうことであろうか。「知る」という言葉は直接、原子や分子に対しては使えない。ある遺伝子のDNAの塩基配列の特定が生物情報学の研究者にとっての情報であるということと、細胞内でその配列と相互作用するタンパク質がその配列から受ける情報（あるいは作用）とは、それぞれ意味が異なるということはいうまでもない。タンパク質が特定の塩基配列を知るということは物質過程の用語で語らなければならない。生命過程における情報の概念を単なる擬人的比喩から原子や分子にまで拡張するには、情報あるいは情報過程を「物質間の相互作用の過程」の言葉で定義し、定式化することによって、生命過程をさらに深く解析し理解することが可能になる。

情報過程を物質過程の言葉でモデル化する試みとして、演者は、認知体システムモデルを考えた。この認知体とは、神経系の発達した生物の認知・認識に限定するものではなく、「主体と環境の状態に依存した主体の状態変化をする主体（もの）」を指し、原子や分子における動きから高等生物の認識活動までの生命システムの様々な階層において適用するものとして考えた。

この講演では、このモデルの定式といくつかの基礎概念に基づいて、不確実性と情報を再定義し、生命システムという主体が不確実な環境の中で相互作用をしながら動いて（変化して・行為して）いく物質過程をモデル化し、生命の進化を論じる。特に、生物学では、情報概念と密接な関係のある確率概念が生物の適応度の概念的基盤になっていること、しかし、事象の確率が何を意味するかについては混迷しており、それゆえ、適応度概念が意味するところも混迷していることを指摘する。この問題に対する演者の一つの答えを提案したい。具体的には、「系内の個々の構成要素が自らの動き（行為）の結果として経験する事象の多様性」を事象の不確実性として捉え、「今それが存在する局所から非局所につながる状態相関のネットワーク」を情報として捉え、「このネットワークに依存した次の動き（変化・行為）の選択」を情報の受容（認識）として捉える。これらの概念的ツールと理論的モデルに基づいて生命の進化を議論し、この議論が基づく不確実性、情報、意味等の基礎概念を再検討したい。