

## 言語としての生物学的階層

伊藤 希

筑波大学生命環境科学研究科  
構造生物科学専攻・遺伝子実験センター

我々を含む多細胞生物個体は、機能により器官に、また構造により組織にわけられる。器官にせよ組織にせよ、その構成単位はリン脂質二重層に囲まれた細胞と呼ばれる領域である。単細胞生物の場合、細胞自体で独立した生物個体をなす。真核細胞の場合は、細胞内に細胞核や、ミトコンドリアなどの細胞小器官が発達している。やはり脂質二重層に囲まれたこれら細胞小器官は、細胞同士の共生によって生じたと考えられている。脂質二重層には膜タンパクが埋め込まれて分子集合体をなしており、膜を介した物質交換などに寄与している。膜系の内側には水を媒質として様々な核酸をはじめとする生体高分子が、あるいは単一で、あるいは分子集合体として存在している。個々の生体高分子は単分子の重合したものであり、個々の分子は原子より構成される。これよりも小さい空間領域では物理化学的な系と何ら変わるところはない。相互作用という面から見ると、原子から単分子ないし生体高分子を構成する結合は電子を媒介とした共有結合によるものが主であり、エネルギーレベルとしては 10 eV 程度である。生体高分子はそれぞれに固有の形態を有しその機能を発揮しているが、この分子形態の形成にはプロトンを媒介とする水素結合が大きく寄与している。脂質二重層の形成はいわゆる疎水性相互作用によるが、これとて水があるが故の相互作用であり、その意味では間接的に水素結合によるものである。細胞を構成するのは生体分子集合体を構成している相互作用であるから、そのエネルギーレベルは概ね水素結合のエネルギーレベル、細胞が置かれている熱浴のエネルギーレベル約 0.1 eV の数倍から数十倍といったオーダーである。多細胞生物の場合は、さらに細胞間の結合がある。細胞間の直接的結合によるにせよ、細胞壁や骨格系といった細胞外構造によるにせよ、上記相互作用と現象的に異なる点はない。以上の様に、生物個体以下のスケールでは、生物は基本的に物理化学的現象と同様の階層構造を有している。強いて相違を挙げれば熱浴に比べわずかに高いレベルで進行する巧妙な過程によることと、結晶に代表される重ね合わせの原理の結果として量子レベルの現象がマクロにあらわれている線形系ではなく、非線形性によって遺伝子発現に代表される一分子での現象が生物個体全体に影響を及ぼしているということがあるが、非線形性はなにも生物固有の性質というわけでもない。せいぜい、巧妙な過程が進化の結果である、ということが生物固有であるといえる程度であろう。生物個体以下の階層性は、その階層を成立せしめている相互作用レベルよりも高いエネルギーレベルの擾乱を外部から与え、階層に応じたスケールのフィルタリングを行うことで下位の階層に操作的に分解可能である。その意味で、生物個体以下の階層は存在するとは言えるが、それが生物固有の階層性であるかどうかというのは前述の通りである。

生物個体を構成要素とする階層に目を転じよう。相互作用という着眼点からすれば、生物個体間の相互作用は、その様態により、生殖、共生、捕食-被捕食関係に代表される資源

競争関係に大別できる。共生のなかには、前述した細胞小器官の共生関係をはじめ、地衣類や珊瑚にみられるような増殖に不可欠のものもあり、その意味で生殖に準じた位置づけとできるものも少なくない。その一方で資源競争関係も結局は生殖・増殖の前提たる生存に結びつくものであるから、こうした分類はある意味で程度問題であるともいえる。これら相互作用のうち階層性に結びつくのは、捕食・被捕食関係の生態学的な連鎖に対応する資源競争関係である。しかし実際には食物連鎖は複雑なネットワークを構成しており、階層としてとらえるのは個体数やエネルギー効率など特定の尺度を強調するための便法としての側面否定できない。この他にも生物個体集団の空間的広がりに対応した区分や集団構造に関連した区分があるが、いずれも離散的ではなく、階層性というよりはむしろ順序関係に留まっている。

この他に、生物分類学で用いられる階層がある。生物個体は生殖を同値基準として「種」と呼ばれるグループにまとめられ、種は属に、属は科に、科は目に、目は綱に、といった具合に、階級づけられた階層にまとめて扱われている。階級付けは人為的であるとしてこれを排除し、系統関係によって分類を再構築しようとする動きもあるが、階級づけられた階層構造は、我々が生物を認識する上で便利な区分であるのもまた事実である。物理学が対象とする素粒子の種類は百のオーダー、そうした素粒子のうち「我々の」時空間スケールで安定なものの組み合わせでできる元素の種類もやはり百のオーダーである。一方、地球上に生物種がどれくらい存在するのかは未だに明らかになっていないが、リンネ以降記載命名された記載種の数も180万程度であろうと考えられている。多様性におけるこの4桁の違いは、とても元素の周期律の様に整理できるものではなく、我々が生物種を把握する上でこうした階層構造を導入することは、たとえそれが人為的なものであったとしても、不可欠であろう。生物種がこれだけ多様なのは基本的に前述した非線形性の結果であり、非線形性によって物理化学的な階層性を飛び越えて顕現した多様性こそが生物学的であるにとらえるならば、生物分類学的階層こそが生物学的階層であるとも言える。生物分類学とは、我々が生物の多様性を認識する方法の基礎を与えるものであり、生物に関する言語を与えるものである。その意味で、この分類学的階層構造は、言語としての階層構造であるといえよう。