

書評

福岡伸一を読む

『生物と無生物のあいだ』(講談社現代新書)、『もう牛を食べても安心か』(文春新書)

盛田 常夫

たまたま茂木健一郎のトーク番組を見た。気鋭の分子生物学者、福岡伸一がゲストで、彼の持論に惹かれた。「生命とは動的均衡にある流れ」。急いでアマゾンで著作を調べ、とりあえず2冊を日本から取り寄せた。

一般に理工系の方は文章がうまくない。それには理由がある。理工系の論文には文系のような冗長な言い回しや文学的な修飾語など不要だから、自然と文章は定型論理になり、文章力を鍛える機会がない。もちろん、文系学者の文章がうまいとは一概に言えない。読むに耐えない文章を書く人も多いが、一般論として理学系あるいは工学系の学者の文章は読めないことが多い。

しかし、福岡伸一は例外中の例外。これほど筆の立つ理系の学者を知らない。とくに、『生物と無生物とのあいだ』は、短編小説を読んでいるような錯覚に陥る。2006年の科学ジャーナリスト賞を受賞したのも頷ける。

三つの生命観

DNAの発見と解明によって、生物学は大転換を遂げた。我々が中学生時代は生物学と言えば、動物解剖と植物観察だった。ところが、「DNAの二重らせん」の解明によって、生物学は分子生物学の時代へ突入した。これによって、宗教的な生命観とは明確に区別される科学的な生命観が打ち立てられた。「二重らせん」の解明によって、遺伝子が複製される仕組みが明らかになり、「生命とは自己を複製するもの」という新しい生命観が科学の世界に生まれた。

しかし、福岡はこの生命規定は十分でないという。福岡が着目したのは、忘れられた生科学者シェーンハイマーである。「生命とは動的均衡の流れ」という規定は、シェーンハイマーの研究にもとづくものだ。「二重らせん」の解明は1950年代初めだが、生命観のコペルニクス的転換とも言える「動的均衡の流れ」という概念は1930年代に、シェーンハイマーによって打ち立てられた。

もう一つ、興味深い生命観がある。「二重らせん」構造を解明したワトソンとクリックが生物の研究に駆り立てたと記している著作である。量子力学の創始者の1人で物理学者シュレーディンガーが、隠遁生活に入って記した『生命とは何か』である。彼はこの著作で、「生物が食べることの意味」を解明しようとした。「人は何故、食べ続けなければならないのか」。この問いにたいする回答が、負のエントロピーという概念である。「生物は絶えずエントロピーを増大させつつあるが、そのまま増大し続ければ、死の状態を迎える(乱雑さが拡散・均一化するエントロピー最大の状態)。それを避けるために、食べることによって負のエン

トロピー（秩序）を取り入れるのである」。

これら三つの生命観は生命活動の本質的な部分を解明しており、相互に排他的なものではないが、総体的規定として一つを選択すれば、シェーンハイマーの規定がもっとも良く生命活動を表現しているというのが、福岡の持論である。

動的均衡の発見

機械と動物を区別するものは何か。ともにエネルギーが必要だが、エネルギーだけが必要ならば、炭素、水素、酸素があれば良い。これらは糖や脂肪に含まれている。ところが、動物はタンパク質を摂取しないと生きていけない。人間のみならず、すべての動物は植物あるいは動物のタンパク質を摂り続けることによって、生命を持続することができる。ではそのタンパク質とは何か。

タンパク質は20種類のアミノ酸から構成される。タンパク質を摂ることはアミノ酸を吸収することだが、このアミノ酸には糖や脂肪に含まれない元素が入っている。それが窒素である。つまり、機械には不要だが、動物に不可欠なものが窒素なのだ。

そこで、シェーンハイマーは体外から摂取された窒素がどのように体内で吸収されるのかを調べた。窒素の同位元素（重窒素）をアミノ酸の窒素原子として挿入し、その同位元素がどのように体内に分布されるのかを調べたのである。この種の同位元素を標識（マーカ）として、その行方を探る追跡法は、1930年代に分子生物学の研究手法として確立された。

さて、この研究から非常に興味深いことが分かった。体内に取り込まれた重窒素の一部は尿として体外へ排出されるが、その半分以上は体内のタンパク質の中に取り込まれることが分かった。現在の分子生物学は、タンパク質や脂質だけでなく、人間の体を構成している組織・臓器のあらゆる構成分子が、絶え間なく代謝回転していることを明らかにしている。こうして、人間を含む動物の体では非常に速い速度で構成分子・原子の代謝が行われていて、1年も経ると、すっかり原子・分子の交換が行われるというのだ。原子の世界から見ると、「1年後の私はもう1年前の私ではない」ということになる。

まさに、生命は途切れることのない分子・原子の流れによって支えられている。そういう動的な流れの中で同型的な形状を保持するから、「動的均衡の流れ」と規定できる。しかし、絶え間ない変化の中で、どうして同一的な形状が維持できるのだろうか。その答えは著書の中にあるが、もちろん現在の分子生物学ですべてが解明されている訳ではない。

二重らせん

DNAが高分子の細長い紐状物質で、らせん系の二つの紐が絡み合った形状であることを示したのが、クリックとワトソンである。これで彼らはノーベル賞に輝いた。福岡はこのような科学史の発見に、必ず先行する研究や研究者がおり、それらの人々の名は歴史の中に埋もれることが多いことを丁寧に描いている。

そもそも、DNAが遺伝子情報を保有していることに最初に気づいた人は誰なのだろう。野口英世がロックフェラー医学研究所に勤務していた頃、オズワルド・エイブリーもこの研究所で仕事を始めた。彼は肺炎双球菌の研究から、菌の性質を変える遺伝子を追跡し、それが核酸（DNA）であることを突き止めたのである。これはまさに世界的な発見だった。

そこから、DNAの構造解明がノーベル賞ものの研究になった。そして、1962年、この構造解明に成功したワトソン、クリックと並んで、ウィルキンズがノーベル生理学賞を受賞したが、実は、その解明成功へ導いた決定的な先行研究があった。

1950年、ケンブリッジ大学出身のロザリンド・フランクリンはロンドン大学キングスカレッジに職を得た。そこで彼女はDNAのX線結晶学に従事した。当時、ここにはDNAの研究を専門とするウィルキンズがいたが、この二人は常に衝突していた。ワトソンとクリックはケンブリッジ大学に在籍し、ロンドン大学との競争関係にあったが、ウィルキンズはこの二人と交友関係があり、一緒に食事するほどの仲だった。

ある日、ロンドン大学を訪問したワトソンが、フランクリンが撮影した「DNAの三次元形態を示すX線写真」をウィルキンズから見せられた。そこには「らせん」構造から生じる黒い影が写っていたのである。撮影者のフランクリンに無断で、これをワトソンに見せたのである。この事実はワトソンの著書にも記されていて、そのため、後にウィルキンズが「データ盗用」で批判されることになる。さらに「らせん」理論を確定する上で決定的に重要な「盗用」があった。

フランクリンは1952年に、英国医学研究機構に研究報告を提出した。公的資金を受けた研究の成果を提出したのである。そして、研究資金決定の権限をもつ委員会の専門委員の中に、ケンブリッジ大学でクリックの上司にあたるマックス・ペルーツがいた。彼はフランクリンの研究報告書をクリックとワトソンに見せた。これは明らかにルール違反である。非公開の他人の研究成果をこっそりと、部下の研究者に見せたのだ。その報告書には実験の詳細データが付されていたほか、最後に重要な結論が記されていた。「DNAの結晶構造はC2空間群である」。C2空間とは数学的な概念で、相互に点対称にある二つの構成単位が相互に逆方向に配置されている位相空間である。まさに、理論的究明の最後の謎が解けたのである。ワトソンとクリックが、「DNAを構成する2本の紐は、相互に逆方向に対称的に絡み合っている」と結論づけるのに時間はかからなかった。

1962年のノーベル賞は、前述の3名に加え、マックス・ペルーツにも（タンパク質の構造分析による化学賞）授与された。すでにフランクリンがこの世を去って4年の時間が過ぎていた。「共犯者たちの揃い踏み」（福岡）が1962年のノーベル賞授賞式だった。

科学研究の発見の歴史には、このような裏話が尽きない。歴史に名が残るのは最終的な発見者だが、その発見者以上に大きな貢献をした人々が、歴史の中に埋もれているのだ。

人の体は何故大きい、何故食べ続けなければならないのか

シュレーディンガーは、「原子は何故それほど小さい」という問いにたいして、逆に「原子の大きさに比して、生物体はどうしてそんなに大きいのか」という問いを発する。何故、生物体はそれほど大きくなければならないか。この問いへの回答にこそ、生命の謎を解く鍵があるという。

生命を構成する原子はランダムに動く（ブラウン運動）。つまり、原子は秩序なく運動する。他方、膨大な原子が集まって運動する場合には、そこに「平均」的な振る舞いが顕在化し、秩序が生まれる。原子の数が多くなればなるほど、この平均的な振る舞いが法則化される。一般に、平均から離れて例外的な攪乱運動をする原子の数は、平方根の法則に従う。100万個の原子があれば、その平方根は1000である。つまり、100万個にたいして、1000個の例外的な振る舞いが観察される。生命体はこの何億倍もの原子から構成されているから、例外的な振る舞い率は限りなく小さくなる。だから、生物体は秩序を維持するために、原子に比べて、途方もなく大きくなければならないのだ。これが物理学者シュレーディンガーの分析である。

さらに、生物体は何故、動的均衡、つまり絶え間ない変化の中で秩序を保持できるのか。既述したようにシュレーディンガーは、熱力学のエントロピーの法則から、これを理解しようとした。増大するエントロピーを減らすために、負のエントロピーを吸収する。それが、物理学的に解釈した「食べる」ということなのだ。

牛を食べても大丈夫か

人は生きるために食べ続けなければならないし、タンパク質を摂り続けなければならない。動物性であっても植物性であっても構わないが、とにかくタンパク質を作るアミノ酸を構成する原子・分子の摂取が不可欠なのだ。

狂牛病の症状が何によってもたらされるのかは分かっている。タンパク質が変形し、脳細胞が海綿状になると、いわゆる狂牛病の症状が現れ死に至る。人間の発症例としては、乾燥硬膜の移植による発症やニューギニアの食人種族（死人の脳を食べる習慣）における発症例が知られている。牛における発症も、狂牛病に感染した廃棄牛の肉骨粉の飼料が原因だということも分かっている。

しかし、今になっても、感染のメカニズムがまったく解明されていない。異常タンパク質が増殖することから発生することは分かっているが、何を媒体として、どのようなメカニズムで感染し、増殖するのかがまだ解明できないのだ。この伝染病原体（タンパク質性病原体）をプリオンと命名したものの、病原体そのものの解明も、それが動物から人間へどのような媒体とメカニズムで感染するのも、未解明のままである。プリオンという言葉だけが一人歩きしている状態だ。

福岡の言う「動的均衡」に従えば、生命体を構成するタンパク質は常に創造と破壊が繰り返されている。あらゆるタンパク質にはそれと相互的に作用する相補性をもつタンパク

質があり、それがくっついたり離れたりしながら、傷ついたタンパク質を取り除き、それを新しいタンパク質で置き換える営みが絶え間なく繰り返されている。そのメカニズムが効かなくなり、異常タンパクが正常タンパクに結合して蓄積していけば、エントロピーが危機的な状況になる。

狂牛病のメカニズムは未解明だが、生体に取り込まれた異常タンパクは、分解されて消化器から血液に入り、体全体をめぐることになる。それが脳に滞留し、増殖するとしても、それ以外の部位が異常タンパクに汚染されていないという保証はない。だから、「危険部位だけを除去すれば安全」という判断には、何の科学根拠もない。あくまで便宜的な判断なのだ。

草食動物に仲間の肉骨を食わせる、死人の脳を食らうという自然の摂理に反した人為的操作が、新しい病を発症させている。遺伝子操作も、自然の摂理に反することになれば、新しい病を発症させる可能性がある。それを知る上でも、異常プリオンの感染メカニズムの解明が待たれるところである。