

何が生物学を独自のものにするのか(10)

What Makes Biology Unique? Ernst Mayr

第9章 トーマス・クーンのいう科学革命は起こっているのか？

トーマス・クーンの古典的なテーゼ (1962) によれば、科学は、長い「通常科学」の期間で区切られた時折起こる科学革命によって前進する。科学革命の間にまったく新しい「パラダイム」が採用され、それがその分野の次の通常科学の期間を支配する。科学革命に関するクーンの議論で鍵になる概念は、こうしたパラダイム転換の発生である。あるクーンの批判者は、クーンは彼の本の初版でパラダイムという用語を少なくとも 20 にものぼる異なる仕方で使用していると主張した。そのうちのもっとも重要なものについて、その後クーンは「専門母型」という用語を導入した。専門母型 (パラダイム) というものは新しい理論というのでは言い足りない。それは、クーンによれば信念と価値とシンボリックな一般化の体系である。したがって、クーンの専門母型と「研究伝統」といった他の哲学者の用語の間には、かなりの類似性がある。

革命 (パラダイム転換) と通常科学の時期の存在ということは、クーン理論の一部の側面に過ぎない。他に、古いパラダイムと新しいパラダイム間の通約不可能性の仮定がある。ホイニンゲン＝ヒューン (1993) はクーンの見解についての優れた分析を提供し、1962 年以降そこにはさまざまな変化があったことを示した。

科学哲学の歴史において、クーンの『科学革命の構造』ほど大きな波紋を呼び起こした出版物は他にほとんどない。多くの著述家が彼の結論を確証できたが、おそらく確証できなかった著述家の方が多かった。クーンのテーゼには多くのおおむね独立した側面があるが、それらは具体的な事例を見なければ有効な議論ができない。特定の科学の特定の時期を研究し、理論の変化がクーンの一般法則に従っているか否かを問うことが必要である。そこで、私は生物学における大きな理論変化のいくつかを分析した。

たとえば、マクロ分類学すなわち動植物の分類の科学において、われわれは本草学者（16世紀）からカール・リンネまでの初期分類学を区別することが可能である。そこでは、ほとんどの分類が論理的な区分によって組み立てられていた。一つの分類から別の分類への変化の本性は、分類された種の数とさまざまな種類の形質の重みづけに依存していた。このタイプの方法は「下向きの分類」downward classification と呼ばれる。やがて、この分類法は実は同定の方法であり、それは非常に異なる方法—「上向きの分類」upward classification—によって補足されることが分かった。この上向きの分類法は階層形式で近縁種を次々とグループ化する。（下向きの分類法は、分類学上の改定やモノグラフでの検索表において、また野外での分類同定ガイドにおいて使用され、並行して存在し続けた。）上向きの分類は最初本草学者たちによって使用され、その後ピエール・マグノー（1689）とミシェル・アダンソン（1772）によって使われた。この方法は18世紀の最後の四半世紀までは広く採用されることはなかった。つまり、1つのパラダイムから別のパラダイムへの革命的な交代はなく（Mayr 1982: 第5章）、両者は異なる目的とはいえ並存し続けた。

1859年のチャールズ・ダーウィンによる共通の由来説は分類学の大革命を引き起こしたと期待されるかもしれないが、これは下記の理由からそうはならなかった。上向きの分類では、集団は共有形質の数の多さに基づいて認知される。驚くまでもなく、こうして境界を画された分類群は通常、もっとも近縁の共通祖先の子孫から構成されていた。それ故にダーウィン説は上向きの分類法を正当とする根拠を与えたけれど、共通の由来説が分類学の科学革命に帰着することはなかったのだ。

さて、もう一つの分野、進化生物学を見てみよう。聖書の物語の簡単な叙述は、17世紀末までには信用を失い始めていた。18世紀には、地質学的・天文学的時間が長期であったことが十分認識され始め、世界のさまざまな地域の生物地理的な相違が発見され、数多くの化石が記載されるなどして（Mayr 1982）、繰り返しの創造を含むさまざまな新しいシナリオが提案されたが、それらはみな創造の新しい起源説をうまく使っていた。それらの説はすべて、いまだ大多数の人々が支持していた聖書の創造物語と共存していた。それらの見方を最初にひどく衰えさせたのはビュフォン（1749）であり、彼の思想の多くは彼の時代の本質主義的・創造論的世界像のまったく対極にあった（Roger 1997）。実際、ダニー・デイドロやJ.F. ブルーメンバッハやJ.G. ヘルダーやジャン・バチスト・ラマルク等々の進化的思考は、ビュフォンの思想から由来したものだ。1800年にラマルクが最初の真の漸進進化説を提出したときも、世界観の転換を引き起こすことはほとんどなかった。彼は科学革命を始動させることはなかった。また、エチエンヌ・ジョフロイやロバート・チェンバースなど進化論者として彼に続いた人たちは、多くの点でラマルクともお互いどうしでも大きな考えの相違を持っていた。つまり、ラマルクはまちがいでなく、1つのパラダイムを新しいものに置き換えることはなかった。

ダーウィンの『種の起原』（1859）が真の科学革命を引き起こしたことは、だれも否定できない。実に、それはしばしば、科学革命の中で最も重要なものと言われる。しかし、それはクーンの科学革命の規定には、まるで合致しないのだ。ダーウィン革命の分析は、ダーウィンのパラダイムが実際はいくつかの理論の集合、そのうちの5つがもっとも重要なのだが、から成っていたために（Mayr 1991: 第6章）、かなりの困難に出会う。ダーウィ

ンの第一科学革命と第二科学革命について述べると、事態はもっとずっと明確になる。第一革命は、共通の由来による進化の受容から成っていた。この理論は2つの点で革命的であった。第一に、それは、特殊創造の概念すなわち超自然的説明を、漸進的進化の概念すなわち自然的物質的説明で置き換えた。第二に、それは、初期の進化論者が採用した直線的進化モデルを、生命の起源がただ一回であることを要請する分岐的な由来モデルで置き換えた。これは最終的に、リンネ以来の（そしてリンネ以前の）多くの著述家が“自然的”体系を見出すために挑んだ問題に対する説得力のある解答になった。それはすべての超自然的説明を退けた。さらにそれは、人間からその無類の位置を奪い、動物の系列に配置することを伴った。共通の由来説はきわめて急速に採用され、おそらくダーウィン時代直後のもっとも成功した研究プログラムを形成した。その理由は、それが形態学と分類学の研究関心に非常にうまく適合し、リンネの分類階層やリチャード・オーエンとカール・エルンスト・フォン・ベアの原型といった以前に発見された経験的証拠に理論的説明を与えたことにある。しかし、そこにはどんな急激なパラダイム転換も伴っていなかった。また、もしジョルジュ・ルイ・ビュフォン（1749）から『種の起原』（1859）までの時期を通常科学とするならば、この時期に起きたかなりの数の小革命からその革命としての地位を剥奪しなければならないだろう。そこには、地球の長い年齢、生物の絶滅、形態型による「自然のはしご」scala naturaeの置き換え、生物地理区、種の具体性などの発見が含まれる。これらはすべてダーウィン理論にとって必須の前提条件であり、第一ダーウィン革命の構成要素として含めることが可能であって、ダーウィン革命の開始を1749年まで戻すことになる（Mayr 1972）。

第二ダーウィン革命（Mayr 1991）は自然選択説によって引き起こされた。1859年に提示され十分に説明されたとはいえ、それは5つの支配的なイデオロギーとの対立のため非常に強固な反対に出合い、1930-1940年代の進化的総合まで広く受け入れられることはなかった。フランスとドイツとその他いくつかの国では、今日でさえ、なおかなりの抵抗が存在する。この第二ダーウィン革命はいつ起きたのか？ 自然選択説が提示されたとき（1859年）か、それとも自然選択説が広く採用されたとき（1940年代）か？ 1859年から1940年代までの期間を通常科学の時期と考えることができるか？ 実際のところこの時期には、かなりの数の小さい科学革命が起こった。たとえば、獲得形質の遺伝に対する反論（Weismann 1883）、混合遺伝の否定（Mendel 1866）、生物学的種概念の発展（E. B. Poulton, K. Jordon, E. Mayr、その他）、遺伝的変異の源の発見（突然変異、遺伝的組み換え、倍数性）、進化における確率論的過程の重要性の評価（J. T. Gulick, Sewall Wright）、創始者原理（E. Mayr）、進化的帰結についてのおびただしい数の遺伝的プロセスの提案等々である。それらの多くは確かに進化論者の思考にかなり革命的な衝撃をもたらしたが、そこに科学革命のクーンの特性は何もない。

総合説が全面的に採用された後、1950年からずっと、総合のパラダイムのほとんどすべての側面の修正が提案され、そのうちのいくつかは採用された。とはいえ、1800年から現在まで、進化生物学には相対的に平穏な時期とかなり活発な変化と論争の時期が存在したということはほとんど疑いない。言い換えれば、輪郭のはっきりした短期間の革命と介在する長期間の通常科学というクーンの像も、ゆるやかで着実な前進を主張する彼のもつ

とも極端な反対者の像も、いずれも事実に合わせていない。

20世紀の生物学のもっとも革命的な発展はおそらく、分子生物学の興隆であった。それは、新しい科学者と新しい問題と新しい実験法と新しい雑誌と新しい教科書と新しい文化的ヒーローを伴った新しい領野になったが、ジョン・メイナード＝スミスが正しく述べたように、その新しい領野は概念的には1953年以前の遺伝学の発展のよどみない継続に他ならなかった。それまでの科学が否定される革命はなかった。通約不可能なパラダイムは存在しなかった。むしろそれは、きめの粗い分析のきめの細かい分析との入れ替えであり、まったく新しい方法の発展であった。分子生物学の興隆は革命的であったが、クーン的革命ではなかったのだ。

生物学の他のいろいろな分野の進展に目を向け、それらが革命としての資格をどの程度持っているか、それらが1つのパラダイムから別のパラダイムへの置き換えを引き起こしたかどうか、パラダイムの置き換えが完成するのにどのくらい時間がかかったかを調べるのは興味深いことだろうが、それはいまだになされていない。たとえば、エソロジー(Konrat Lorenz, Niko tinbergen)の始まりは科学革命であったのか？ 細胞説(Th. Schwann, M. J. Schleiden)の提案はいかなる点で科学革命であったのか？

同じ一つの新理論が、ある科学では別の科学におけるよりもずっと革命的であることがある。プレートテクトニクスが好例を提供する。この理論が地質学に革命的な、ほとんど激変的とも言える影響を持ったことは明らかである。しかし、生物学ではどうか？ 鳥類の分布に関する限り、プレートテクトニクス説以前に推論された歴史物語(Mayr 1946)はプレートテクトニクスの採用の結果ほとんど変えられる必要はなかった(第三紀初期の北大西洋の連結部は唯一の例外である)。確かにオーストラリア地域の鳥類の分布は、プレートテクトニクスによる復元とまったく一致しなかったのだが、その後の地質学の研究によって地質の復元がまちがっていたことが示され、修正された作図は生物学の仮定と非常にうまく合ったのだ。ペルム紀から三畳紀にパンゲア大陸が存在したにちがいないということは、古生物学者によってプレートテクトニクス説の提案よりもずっと前から仮定されていた。つまり、地球上の生命の歴史の解釈は、地質学ほどにはプレートテクトニクスによる影響を受けなかったのである。

生物学の理論変化にクーンのテーゼを適用しようとした著述家のほとんど誰もが、自分の分野では適用できないということに気付いた。上述の事例史で記述したいわゆる生物学の革命を見ると、この結論は当然である。かなり革命的な変化があった場合でさえ、それはどう見てもクーンが記述したような形では起こらなかった。そこには多くの著しい相違が存在する。まず第一に、革命と「通常科学」の間に明確なちがいが無い。そこに見出されるのは、小さい理論変化と大きい理論変化の間の完全な漸次的移行である。多くの小さな「革命」が、クーンが「通常科学」と呼ぶだろう期間のどこかででも起きている。こうしたことはある程度はクーンも認めているのだが(Hoyningen-Huene 1993)、クーンは革命と通常科学という彼の区分を捨て去ることはなかった。

新しいパラダイムの導入が、必ずしもいつも古いパラダイムとの即座の交代に至るとは限らない。その結果、新しい革命的理論が古い理論と併存し得る。実際、3、4つほどのパラダイムが共存することがある。たとえば、ダーウィンが進化のメカニズムとして自然

選択説を提示した後、つづく 80 年間跳躍説と定向進化説とラマルク説が選択説と競い合い (Bowler 1983)、1940 年代の進化的総合まで、それらの競合するパラダイムが信憑性を失うことはなかった。

クーンは、新しい発見によって引き起こされた理論変化と、まったく新しい概念の発展の結果である同様の理論変化を区別しない。新しい発見によって引き起こされた変化は、概念上の大変革よりもパラダイムへの衝撃が普通ずっと小さい。たとえば、DNA の二重らせん構造の発見による分子生物学の到来は、ほんの小さな概念上の帰結をもたらしたただけだった。メイナード＝スミスやその他の人たちが指摘したように、遺伝学から分子生物学への移行の間にパラダイムの変化は事実上なかったのである。

新しいパラダイムが及ぼす主たる影響は、その領域の研究を大きく促進することである。このことは特に、ダーウィンによる共通の由来説の提案以後の系統発生研究の爆発的増加によって十分例証される。古生物学はもちろん、比較解剖学においても、1860 年以降の研究の多くは種分類群、とりわけ原初的で変種的な種分類群の系統発生上の位置を求める研究に向けられた。他方、目覚ましい発見がその分野の理論構造に比較的小さな衝撃しか与えなかった多くの例がある。新しい細胞は核が細胞に転化することによってではなく、古い細胞の分裂によって生じるというマイエンとロベルト・レマークによる予想外の発見は、ごくわずかな衝撃しか持たなかった。遺伝理論に関しても同様に、遺伝物質がタンパク質ではなく核酸であるという発見は、パラダイム転換を引き起こさなかった。

新しい概念の発展では事態はいくらか異なる。ダーウィンの理論化により、人間が共通の由来の系統樹に含まれざるを得なくなったとき、それは実際イデオロギー的な革命を引き起こした。他方、ポパーが正しくも力説したように、メンデルによる遺伝学の新しいパラダイムはそんなことはなかった。概念の変化は新発見よりもはるかに大きな衝撃があるのだ。たとえば、本質主義思考から個体群思考への交代は、系統分類学と進化生物学の諸分野に、そして科学の外部に (政治に) さえ革命的な衝撃を与えた。この思考上の転換は、漸進説、種分化、大進化、自然選択、人種主義の解釈に深い影響を与えた。宇宙目的論や聖書の権威の排除は、進化と適応の解釈に等しく激烈な影響を及ぼした。

革命的な新概念や発見による支配的パラダイムへの衝撃は、非常にさまざまである。ダーウィンの自然選択説の場合は、前のパラダイムが本質主義や有神論、目的論、物理主義にイデオロギー的に深く関与していたため、これまでの新理論のうちでもっとも深い革命が避けがたかったばかりでなく、革命の達成にもっとも長い年月を要した (Mayr 1991)。

1859 年のダーウィンの『種の起原』の出版は、複合的な科学革命を表しているという点で独特であった。共通の由来説や自然選択説といったいくつかの革命的理論が同時に提案されたというたいへん特殊な例なのである。それらは本当は 2 つの独立した科学革命であり、どちらも他方なしで存在できる。1859 年以降 80 年間の共通の由来説の熱烈な受容と自然選択説の事実上の拒絶が、この 2 つの説の独立性を明確に示している。受容のされ方がちがった原因は、共通の由来説は当時の考え方にかなり容易に順応したが、自然選択説は順応しなかったというところにある。

生物学における理論変化の研究ではクーンのテーゼの裏付けが事実上見出されないため、何がクーンにこのテーゼを提案させることになったかが当然問われねばならない。物理学

の多くの説明は生物学にはない普遍法則の効能を論じるので、普遍法則を伴う説明がクーンの革命的革命に従うということは実際あり得ることだ。しかし、われわれはまた、クーンは物理学者であり、彼のテーゼは、少なくとも初期の著作で提示されているように、物理学者に広く受け入れられている本質主義的・跳躍論的思考を反映しているということを忘れてはならない。各パラダイムは、クーンにとってはその時代におけるプラトンのアイデアあるいは本質の属性を持つものであり、それは新しいアイデアによる置き換えを通してのみ変わり得た。漸進的な進化はこの概念枠組みでは考えられないだろう。アイデアの変化は、スコラの哲学者がそう呼んだように単なる“偶発事”であり、したがってパラダイム転換の間の変化は本質的には問題とされず、単に「通常科学」と表現される。クーンが1962年に描いた理論変化の描写は、物理主義者の本質主義的思考に合ったものであった。しかし、それはダーウィン主義者の漸進主義的思考とは折り合いが良くない。したがって、ダーウィン主義の認識論者が、生物学での理論変化に通例進化論的認識論と呼ばれるまったく異なる概念化を導入したことは驚くにあたらない。

ダーウィン主義の進化論的認識論の主要なテーゼは、現在受け入れられているその認識論に示されているように、生物の世界がダーウィンのプロセスを通して進歩するのとまったく同様に、科学も進歩するというものである。かくして、認識論的前進は変異と選択によって特徴づけられる。

おそらく、これらの観察から下記の結論を引き出すことができる。

- (1) 生物学の歴史には、確かに大きな革命と小さな革命がある。
- (2) しかし、大きな革命といえども、必ずしも突然の急激なパラダイム転換を示すわけではない。前のパラダイムと後のパラダイムが長期間共存することがあり得る。それらは必ずしも通訳不可能ではない。
- (3) 生物学の活発な分科は、「通常科学」の時期を経験することがないように見える。大きな革命の間に絶えず一連の小さな革命がある。このような革命のない時期は生物学の不活発な分科でしか見出されないが、こうした不活発な時期を「通常科学」と呼ぶことは適切でないように見える。
- (4) ダーウィン主義の進化論的認識論の叙述は、クーンの科学革命の叙述よりも生物学での理論変化に合っているように見える。生物学の活発な分野は新しい推測（ダーウィンの変異）を絶えず提案し、そのうちのいくつかは他のものよりもうまくいく。それらはさらに良いものによって取り換えられるまで“選択される”と言うことができる。
- (5) 支配的なパラダイムは、新しい発見よりも新しい概念によってより強く影響を受けるように思われる。