

Title	進化論を比喻から救うために
Sub Title	A step to save evolutionary theory from metaphors
Author	西脇, 与作(Nishiwaki, Yosaku)
Publisher	三田哲學會
Publication year	1990
Jtitle	哲學 No.91 (1990. 12) ,p.105- 124
JaLC DOI	
Abstract	<p>生物の本質を進化に求め,その進化のメカニズムを自然選択として把握するダーウィンの進化論は1859年の『種の起源』以来多くの野心的な生物学者によって盛んに議論されてきた。議論は多岐にわたり,その結果として生物学の多くの新分野を生み出すことになったが,一方では議論の收拾がますます着きにくくなったのも確かである。ダーウィン以来,進化論は生物研究の基本枠組を与える理論とその信奉者からは位置付けられながら,実際の研究者のなかで表立ってそれを表明するものは意外と少ない。理由は簡単で,進化論のないように対する信頼度が低いからである。私は進化論が生物研究の基礎理論に値すると思っている。(この点は生物学者の多くも内心ではそう思っているであろう。)この思いを素直に進化論の再構成に持っていくのが筋ではあるが,その下準備として,進化論の現状の歪みや捻れを變則的にだが指摘して,そこから基礎理論としてどのような特徴付けが可能なのかをスケッチしてみよう。以下の叙述は,したがって,進化論の偏向をまず際立たせ,それが現在の進化論の内容にどのような結果をもたらしているかを考えてみることにする。そして,進化論が生物研究の基礎理論となるべき条件を探ってみよう。</p> <p>Since the publication of On the Origin of Species in 1859, so many ambitious biologists and philosophers have joined in the discussions about Darwin's theory of natural selection, using various knowledge and arguments. These results have contributed to make many new biological theories and research fields. But Synthetic Theory of Evolution, which is the standard evolutionary theory following Darwin's original theory, still can not have its own position in contemporary biology, partly because of its obscure structure and poor content. To assure evolutionary theory its own proper position in biology, that is, I think, foundational position, I'd like to characterize again evolutionary theory by showing the dual aspects of singularity and generality of biological thoughts and knowledge. And then I sketch briefly my ideas of reconstruction based on the concepts such as information, program, game's rules, and so on.</p>
Notes	文学部創設百周年記念論文集I Treatise
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00150430-00000091-0105

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

進化論を比喩から救うために

西 脇 与 作*

A step to save Evolutionary Theory
from metaphors*Yosaku Nishiwaki*

Since the publication of *On the Origin of Species* in 1859, so many ambitious biologists and philosophers have joined in the discussions about Darwin's theory of natural selection, using various knowledge and arguments. These results have contributed to make many new biological theories and research fields. But Synthetic Theory of Evolution, which is the standard evolutionary theory following Darwin's original theory, still can not have its own position in contemporary biology, partly because of its obscure structure and poor content.

To assure evolutionary theory its own proper position in biology, that is, I think, foundational position, I'd like to characterize again evolutionary theory by showing the dual aspects of singularity and generality of biological thoughts and knowledge. And then I sketch briefly my ideas of reconstruction based on the concepts such as information, program, game's rules, and so on.

* 慶應義塾大学文学部助教授 (哲学)

進化論を比喩から救うために

生物の本質を進化に求め、その進化のメカニズムを自然選択として把握するダーウィンの進化論は 1859 年の『種の起源』以来多くの野心的な生物学者によって盛んに議論されてきた。議論は多岐にわたり、その結果として生物学の多くの新分野を生み出すことになったが、一方では議論の收拾がますます着きにくくなったのも確かである。ダーウィン以来、進化論は生物研究の基本枠組を与える理論とその信奉者からは位置付けられながら、実際の研究者のなかで表立ってそれを表明するものは意外と少ない。理由は簡単で、進化論の内容に対する信頼度が低いからである。私は進化論が生物研究の基礎理論に値すると思っている。(この点は生物学者の多くも内心ではそう思っているであろう。) この思いを素直に進化論の再構成に持っていくのが筋ではあるが、その下準備として、進化論の現状の歪みや捻れを変則的にだが指摘して、そこから基礎理論としてどのような特徴付けが可能なのかをスケッチしてみよう。

以下の叙述は、したがって、進化論の偏向をまず際立たせ、それが現在の進化論の内容にどのような結果をもたらしているかを考えてみることにする。そして、進化論が生物研究の基礎理論となるべき条件を探ってみよう。

1. 生物学の二面性あるいは陥穽

(1) 現代の生物像

現代の生物像を端的に述べることは決して簡単なことではない。統一的な生物像は 19 世紀より描きにくいのかもしれない。だが、それなしに議論を展開することは、現状を知らずに改革のみを考えるようなものである。そこで、現在の到達点を命題の形で列挙したうえで、この節の本題に入ることにしよう。

- (1) 自然界は、時空、物質、電荷、力、エネルギーの基本現象に支配され、物質は粒子からなり、4 つの力 (重力、電磁気力、強い相

相互作用、弱い相互作用)が働いている。

- (2) 化学反応は原子、イオン、分子の相互作用で、エネルギーが一様な分布になるような方向に進む(熱力学の第二法則)。
- (3) 生物の基本単位は細胞であり、その化学成分は DNA, RNA, タンパク質、膜、代謝産物である。
- (4) 生物進化は、DNA の塩基配列に生じた変異の自然選択によって起こる⁽¹⁾。

このように4つにまとめることは余りに乱暴であろうが、この要約からいくつかがことがわかる。まず、(1)は物理学の、(2)は化学の原則であり、(3)、(4)は生物学の原則である。(3)、(4)が一つにまとまるか否かで意見は分かれるだろう。(1)、(2)、(3)が比較的共通の言語で述べられるのに対し、(4)は大いに異なる言語を必要とするようにみえることから、(4)の独立性を主張するものもいよう。また、その異なる言語が単に比喩的な表現に過ぎないということから(4)の独立性を疑うものもいよう。このいずれも私には誤りに思われる。私には(4)そのものが他の原則に比べれば局所的に過ぎ、進化が実は生物特有のものではなく、他の物質にも当然適用されるべきものと思われる。生物についての知識が生物以外の知識によって深まったという今世紀の生物学の経緯を参考にするならば、生物進化の諸概念も例外ではなく、物質進化のなかで再吟味されねばならないであろう。そして、そのことによって物理・化学の枠組に宇宙論が割り込むことにもなる⁽²⁾。また一方では、現在の自然選択に基づく進化論が生物進化の特異性(これが何かかわかればすべては一挙に解決に向かうのだが)を擱んではいけないようにも思われる。それが証拠に、進化論が解決せねばならない問題(例えば、種分化の仕組み、性選択)にヒントを与えることすらできない⁽³⁾。私のこれら不満は一見矛盾するように見えるだろう。十分に普遍的でなく、かつ特異的でもないと主張しているのであるから。これを生物学の二面性と呼ぶとすれば、それを同時に満たすには比喩的な

進化論を比喩から救うために

表現に頼らざるをえないであろう⁽⁴⁾。だが、比喩は常に解釈に左右され、意味論に逃避する危うい道でもある。この辺の事情を具体例でみてみよう。以下の二例は単なる例ではなく、進化論が経験してきた二面性に共通する二面性を表わしているように思われる。

(2) シュレーディンガーとモノー

現代生物学の哲学的な本質を述べた著作のなかでも、とりわけ私に印象深いのはシュレーディンガーの『生命とは何か』と、モノーの『偶然と必然』⁽⁵⁾である。前者は分子生物学の出発点に、後者は到達点に位置しているという点で対照的でもある。さらに、上記の原則に照らしてみると、シュレーディンガーの著作は(2)から(3)への架橋として、モノーのそれは(3)から(4)への架橋として大きな役割を演じたということになっている。あるいは、シュレーディンガーが生命現象を物理・化学的に研究する青写真を述べ、その結果がモノーの著作となったと考えてもよいだろう。この理解の仕方が誤りという勇氣は私にはないが、正確でないことは両者の著作を詳しく読めばわかる。

では、どのような点が正確でないのか、それをまずシュレーディンガーから見てみよう。モーガンとそのグループによって物質としての遺伝子理解が広まるが、それを具体化してくれたのは人工的な突然変異であった。特に、マラーの X 線照射による突然変異は実験レベルでの研究を可能にしてくれた。この研究の理論レベルでの深化は、ボーアを総師とするコペンハーゲン学派に引き継がれた。ボーアは「光と生命」という 1932 年の講演で、生命現象への量子力学の適用を述べ、それがデルブリュックに物理学から生物学への転身を決意させることになった⁽⁶⁾。そして、彼は 1935 年に「遺伝子突然変異の構造と本質について」という共著の論文を著すがこれがシュレーディンガーの『生命とは何か』のもとになっている⁽⁷⁾。では、ティモフェエフ=レソフスキー、ツィンマーとの共同論文でのデルブリュックの主張は何であったのか。論文の第 3 節が彼によるもので、“突然変

異の原子物理学的モデル”と題されていた。デルブリュックが強調するのは、化学的分子としての遺伝子であった。(彼は化学的でない側面も決して忘れない。二面性の重視はボーアの相補性原理の精神である。)低い自然突然変異率から、遺伝子の安定性とその限界を原子の集合体の知識と矛盾しない形で扱った。彼は原子の集合体の不連続な自然遷移に注目し、それに対応する活性化エネルギーを調べる。次に X 線は平均で、1 回のイオン化あたり 30 eV の一部のエネルギーをどのようにして 2 次電子に与えるかを論じている。そこから計算して、突然変異の発生の確率が 1 になるには 1000 個の原子のなかで少なくとも 1 個のイオン化が必要である。(これは、遺伝子が 1000 個の原子からなることを意味しているが、デルブリュックは明確な結論を避けている。⁽⁸⁾) 彼は、突然変異が乱雑な熱的ゆらぎか、放射線のエネルギーを吸収するかのいずれかの原因で起こる量子遷移である、と結論した。1940 年にはポーリングとの論文で、ヨルダンを批判して、量子力学的に安定した相互作用は同一の構造をもった 2 分子よりは並列に並んだ相補的構造の 2 分子によっていると主張した。これは現在の複製構造を予見するものである。

さて、シュレーディンガーであるが、彼はボルツマンから強い影響を受けていた。ボルツマンの統計熱力学によれば、1 個の分子の振舞いは予測できず、多くの分子の振舞いだけが予測できる。したがって、遺伝子が分子であれば、遺伝学は物理学の確率論とは違った機構をもつことになる。これがシュレーディンガーの主要テーマである。彼の本の支柱である 2 章はデルブリュックの論文そのもので、遺伝子を非周期的な 1 次元結晶のようなもの(デルブリュックでは、同一の原子構造の繰り返しによってつくられる重合体)としている。そこから、生物は負のエントロピーを食べることによって、熱力学的平衡に到達することを回避するという結論に達す⁽⁹⁾る。

シュレーディンガーが本を書いた頃、生細胞中の化学エネルギーは

ATP で運搬され、ATP 内に蓄えられる自由エネルギーはエンタルピー的であることが知られていた。また、1944 年には、アベリーらにより遺伝子が DNA からなるという決定的な報告がなされていた。⁽¹⁰⁾ 生命と物理学の統計法則の間にある対立が「負のエントロピー」という用語を生み出し、物理学的な研究への関心を喚起することにはなったが、それを正確にしようとするればどうしてもシュレーディンガーが無視した化学に踏み込まざるをえない。(化学に踏み込むための発展は後にプリゴジーンを中心になされる。) 実際、彼が問題とした対立はデルブリュックによって、そして多くの分子生物学者によって、遺伝の分子生物学によって説明されることになる。生命の本性は、なぜアミノ酸残基が生物ごとに特定の配列をもつのか、なぜ遺伝子は再生能力をもち、タンパク質は決められた方向に合成されるのか、といった特異性にある。そして、それは外部からのエントロピーという普遍的なものでは十分でなく、あくまで細胞内にある生物に特有の何かなのである。では、このシュレーディンガーの方向をどう考えたらよいのか。彼は独創的でなかった、と結論することは簡単だが、私はそこに生物研究の二面性を見たいのである。それは、普遍性と特異性が共に充足されているかどうかである。シュレーディンガーの場合、特異性は追求され損なっている。その結果、生物学者以外(研究に就こうとする学生も含めて)には印象的な比喩と映ったが、生物学者には生物学的興味のない比喩に映ることになったのである。

モノーの『偶然と必然』では生物の本性が生物学的な特異性に基づいて化学の言葉で見事に描き出されている。モノーは酵素適応、つまり生物が環境に適応し、新しい酵素作用を示す現象が遺伝的に規定されていることを発見し、さらにオペロン説とアロステリック・タンパクの概念から、生物の「合目的性」の本性を明らかにする。彼は生物の特徴として、(1) 合目的性、(2) 自律的形態形成、(3) 複製の不変性を抽出する。そして、そのなかの最も根本的なものとして(3)に注目する。遺伝情報の複製能力こ

それが生物の根本的な特性である。自律的形態形成はその複製の具体的なメカニズムであり、メカニズムの働いた結果が合目的性である。これらはすべて必然的なものであり、機械的に忠実な複製、翻訳が確実に続行される。では、進化はどのように起こるのか。この保守的なシステムに変化をもたらすのは、複製における微視的なミスであり、それは全く偶然的なものである。特に、生命の発生は全くの偶然である。自然選択は突然変異という偶然の産物に対して作用することになるが、そこでは一切の偶然は排除され、生物のもつ目的実行のための統制条件によって規定されている。

以上のことから、なぜモノーが「偶然」と「必然」を対とするタイトルを採用したかがよくわかる。偶然に生命が発生し、複製の不変性が得られた。複製の不変性のもとでミスとしての変異が偶然に起こり、あとは選択という必然的な過程が目的維持のメカニズムとともに進行するのである。この偶然の挿入はモノーに実存主義的な世界観に向かわせることになったが、それはあくまでモノーの個人的な決断であり、変異と選択の相互作用についてはシュレーディンガーの場合と同様に、普遍性の想像力のほうが勝っているように思われる。熱力学やサイバネティックスという普遍的な主題に話がいく前に、生物集団の遺伝的、生態的な振舞いについての考察がなされれば、生物進化の特異性にもっと焦点が当てられたはずである。

モノーの本から4年後に出版されたアイゲン、ヴィンクラーの『自然と遊戯』では、モノーが偶然と片づけた部分がゲーム（遊戯）という概念によって詳細に検討されることになる⁽¹¹⁾。偶然のもつ効果、つまり、偶然がその後の系の振舞いをどのように方向づけるかが主題となる。彼らの追求が真に生物に固有の仕方ではないにしても、生物の特徴を描くのに適したゲームの理論や非平衡の熱力学がうまく使われている。モノーでは偶然であった生命発生も、そこに一部自然選択が働く形で考えられている。そして、平衡状態から離れた集団の特異的な振舞いが見事に比喩的に描き出されている。そして、この方向の研究は現在の流行にもなっている。

進化論を比喩から救うために

少々長々と二人について見てきたが、二人の本に共通するものとは何か。いずれも誤っているわけではないが、シュレーディンガーでは量子化学が、モノーでは（偶然と必然を結びつける）ゲームの理論が欠けていることから（欠けているので悪いというのではないが）、一挙に普遍的な原理へと飛躍し、その結果、生物学から逸脱してしまうのである。生物学以外の用語による生物学の特徴付けが悪いということは決してないが、その特徴付けがその後の生物学研究の目標となったとき、それは障害へと変身する危険性を常にもっている。両者ともその結論は、それまでの研究成果の意味論的な解釈と考えたほうがよいのであろう。それが証拠に「負のエントロピー」、「偶然」という比喩的な言い回しはそれまでの研究成果の省略表現である。それまでの成果のまとめとしての意味論的な表現は確かに印象的であるが、同時に新しい研究への見通しをも与えてしまう運命にある。それはそれまでのまとめとしてだけでなく、不可避的に発見的なヒントにもなってしまうのである。そして、いずれの場合も、その特徴付けは研究に対する統制的な原理（明示的な命題とはならず、研究対象として前面にはでないが、背後で方向をコントロールする）として働く。この働きは研究にとって必要なものであるが、一步誤ると無駄な研究を指導してしまうことになる。この統制的な原理が大きければ大きいほど、うまく研究に作用すると同時に、危険もまた拡大するのである。その意味で、「負のエントロピー」も「偶然」も普遍性と特異性という生物学上の二面性の他に、総括と見通しという認識上の二面性ももっているのである。

2. 二つのパラダイム転換とその実態

私には 19 世紀の目的論と個体概念もいままで見てきた 2 例と同じ二面性を持ち、しかもその規模がはるかに大きかったものと映るのである。その大きさ、影響力の強さゆえに、生物学でのパラダイム転換とも呼ばれてきた。それらパラダイム転換は、

(1) 生命過程の目的、機能連関の把握から、生命過程の因果連関の把握へ

(2) 生物個体の本質的把握から、生物集団の統計的把握へと表現できよう。⁽¹²⁾ いずれもその字面通りの理解の背後には、生物についての意味論的な一般化から逃れるのにいかに大変であったかという歴史が隠されている。そこで、この辺の事情をカントの生物理解と遺伝学を通じてみてみよう。

(1) 目的論の排除

カントの『判断力批判』は 19 世紀前半のドイツ生物学の指導書としての役割を果たしていた。⁽¹³⁾ そこではライプニッツ以来の調和的な自然が「合目的性」という概念によって捉え直され、生物理解のための目的論的な構図が示されている。カントは例のコペルニクスの転回によって物の形式ではなく、認識の形式によって知識を批判したが、目的概念についても同様であった。目的は物の背後にある自然の力ではなく、その自然を見る私たちの精神の働き方なのである。私たちが自然を見る見方には機械的、因果的な見方と、有機的、目的的な見方がある。無機的な自然が因果的な見方で扱いやすいのに対し、生命現象は目的的な見方のほうが適しているように見える。これは私たち自身の行動を考えてみれば明らかなことである。目的なしの行動は私たちにはむしろ例外的な行動である。(ゲーム、例えば、将棋はこのよい例である。駒の動かし方は決して勝ちにはつながらない。勝つという目的なしにはゲームは成立せず、そのためには戦略が必要となる。この戦略の考案と実行手続きがまさに判断力なのである。) だが、目的が自然のなかに存在するかどうかは明らかではない。カントは、機械が動力を持つだけであるのに対し、生物はその内部に形成力 (*bildende Kraft*) をもち、それが自然のなかに目的をつくりだすとアナロジカルに考える。だが、一方では、目的概念はあくまで統制的な概念であるという姿勢も崩さない。つまりは、あたかも自然は目的を持つかのように振舞う、

という立場である。

この曖昧なカントの主張は、その曖昧さゆえに 19 世紀前半の生物学の基本姿勢として採用され続けるのである。最初は生氣論的な理解によるカント的生物学は次第に機能主義の形をとっていく。カントの構図のもとで機能主義と経験的な観察が見事に総合された到達点の一つがフォン・ベアの形態発生学であろう。発生過程の研究は機能や目的の実現を追求するための具体的な方策であったが、発生のごく初期を除けばすべての動物に共通するプランなどは見出すことができなかった。(これがフォン・ベアが反復説ではなく分岐説をとった主な理由である。⁽¹⁴⁾) ダーウィンの出現まで、この目的論の構図は払拭されずに生き残るが、そのダーウィンにしても (1) のパラダイムの転換は容易なことではなかった。自然が秩序と目的をもつという了解、つまり、自然に対する意味論的理解はダーウィンのなかで最後まで残り、それが『種の起源』にあれだけ時間を要することにつながったのである。自然が調和しているという考えは、1844 年に偶然に左右される自然に変わり、自然選択に思い至っていたが、まだ適応が完全であるという考えは残っているのである。1859 年にはこれが相対的な適応に変わり、生存条件と形態学の統合を適応の遺伝と由来の一致の統合として捉えることになる。⁽¹⁵⁾ この統合は次の 3 原理によって進化の自然選択説として姿を現わす。⁽¹⁶⁾

1. 変異の存在
2. 遺伝の存在
3. 自然選択の存在

こうしてパラダイム転換 (1) は暫定的に達成されるのであるが、それが全くの見切り発車であったことは、3 原理の具体的研究が現在に至るまで精力的になされてきたことから明らかである。パラダイム転換 (2) はダーウィンではまだ登場しない。(2) はメンデルの研究とその後の発展で、生命研究の単位が生物個体からより下位 (あるいは上位) の単位に移ることである。単位の移行だけならば、細胞を生命の単位とする細胞説をまず挙げねばならないだろう。実際、細胞説は二つのパラダイム転換に関係して

いる。だが、ここでは進化論との関連から遺伝の単位を考えてみよう。

(2) 遺伝の単位

メンデルの研究はそれまでの遺伝研究とは随分と異なっており、またその結果がすぐに認められたわけでもなかった。その意味で「遺伝子」という遺伝の基本単位は 20 世紀のものである。ダーウィンが採用していた混合説 (blending theory) は 19 世紀後半の支配的な遺伝理論であった。ダーウィンの原理の一つである「遺伝の存在」は、したがって、誤った遺伝理論に支えられていたのである。パラダイム転換 (2) の生物集団の統計的把握は、進化論からみれば、メンデルの研究によってだけではなく、それが正しく認識された自然選択説と総合される段階 (1930 年) の 2 段階からなっているとみたほうがよいであろう。

遺伝の単位という点でメンデルはそれまでの常識と大きく異なっている。メンデル以前での遺伝についての研究ではノーダンとネーグリが有名である。⁽¹⁷⁾ 二人とも当時をリードする遺伝研究を行なったが、メンデルの考えとは根本的に違う。ノーダンは長年の植物交配実験から、受精における雌雄の役割は同等であり、雑種第一代目は全個体が同じ特徴を示すが、第二代目は不均一に特徴が出現することを観察した。混合遺伝にとって第二代目以降の不均一性は説明されねばならない現象である。ノーダンはこの不均一性を回帰の法則と無秩序変異の法則によって説明する。回帰の法則とは、代を重ねるごとに雌雄いずれかの親の特徴に似てきて、そこへ帰っていくという仮説である。無秩序変異は回帰せず、多様な個体が生じるという仮説である。これら仮説の背後には、生物種の本質が一つの独立の形質であり、分割できない全体性を備えているという考えがある。それゆえ、雑種は元の種の本質をモザイクのように含み、元の種に回帰しようとするのである。無秩序変異は本質がまだモザイクとして結合している状態である。種の形質が全体としてまとまって次の世代に遺伝するという考えはネーグリにも共通している。ネーグリは個々の形質が独立・分離して遺伝すると

進化論を比喩から救うために

はまったく考えていない。このことがネーグリ宛のメンデルの手紙が無視された理由であろう。つまり、二人とも遺伝する形質を生物個体とは独立した単位とは捉えておらず、個体全体を一つの全体、遺伝の単位と見なしているのである。そして、それが混合遺伝の本質なのである。

メンデルの遺伝説は 1900 年に再発見されるが、すぐに市民権を得ることはできなかった。その理由は、進化論の文脈ではダーウィンの自然選択についての漸進的、連続的な理解とメンデルの説が両立しないように見えたからである。ハクスリーやゴルトンは、選択が不連続な変異によって起こり、進化が不連続であることを主張したし、そこにド・フリースの突然変異説が追い打ちをかけることになった。この和解は 1930 年のフィッシャーの『自然選択の遺伝学的理論』によってようやく成立するが、これが集団遺伝学の成立であるとともに進化の総合説の出発点ともなるのである。⁽¹⁸⁾

私たちはここまで二つのパラダイム転換を見てきたが、それはあくまで指導的原理の発見であって、その原理で進化や遺伝の仕組みがすべて分かるというものでは決してない。二つともシュレーディンガーやモノーの場合と比べれば、はるかに強い原理である。原理に強くコミットすればするほど、誤りの危険度も高くなる。原理へのコミットは多くの場合、研究の単なる出発点としてではなく研究のゴールとしてあたかも強迫観念のように受け取られるからである。

3. 現在の進化論の偏向と実態

私は前節で二つのパラダイム転換に言及したが、それらが結合したのが現在の正統的な進化論といわれている総合説である。進化論が即二つのパラダイムの結合ということではないが、二つのパラダイムが進化論と同調したことは確かである。生物の目的論的な把握は自然選択という因果的なメカニズムによる把握へ、そして選択が働く前提条件としての遺伝はメン

デル遺伝学の集団的理解へと変わり、両者の総合が現在の進化論ということになる。この余りに図式的な表現にうさん臭さを感じる向きには、総合説ができあがる歴史的な背景を述べれば、説得力はますであろう。生物集団を基本とする集団遺伝学はフィッシャー、ホールデン、ライトによって理論的に完成され、それを基礎にドブジャンスキー、マイヤー、シンプソンらによって生物学の各分野の知見と自然選択を中心とする進化の要因が組み合わせられ、総合説が形成されていった過程はまだそれほど古いものではない。さらに、⁽¹⁹⁾ここに分子生物学の知見を加えることもできよう（例えば、⁽²⁰⁾ルイントン）。だが、それでも進化論への信頼は自民党への信頼に似て、政権は取るのだが、最善のものという信頼感には極めて乏しい。具体的な事実、実証的な証拠がないだけでなく、進化の仕組みがはたして総合説で十分に説明できるのかという不安に満ち、自然選択に新種をつくり出す力があるのかという疑いが付きまとして離れない。進化論批判はこの意味では極めて容易である。だが、ここでは批判ではなく、進化論がいかにか偏向しているかを考えてみよう。この偏向は、二つのパラダイム採用の際の遺伝学へのコミットのし過ぎに原因がありそうである。

総合説は集団遺伝学と自然選択説の総合であるといわれる。少なくとも誕生時にはそうであったろう。メンデル集団での遺伝子や遺伝子型の動態研究には遺伝子の分子生物学や複製の生化学的過程は直接必要ではない。また、遺伝子を具体化する表現型や生物個体の生態も普通は捨象される。少なくとも、計算には絡んでこない。そこから、理論的には見通しがついているとも言われてきた。生物学的要因はすべてパラメータとして扱われ、その具体的な値は実験や実測によって決定されるはずだ、という構図はテキストでお馴染みのスタイルである。これには遺伝子の算術が比較的簡単な構造であったこと以外に、二つの理由が絡み合っているように思われる。

一つは総合説成立の歴史的経緯である。目的論的な色彩の排除が自然科学の体制化とともに実行されたために、目的論の陣営に属すると見なされ

進化論を比喩から救うために

ていた、それまでの生物学の諸分野、なかでも発生学、形態学が意識的に無視・排除されることになった。その上、マクロなレベルでの発生や形態の研究は19世紀には最先端の科学であったが、目的論という理論的な足枷と実験上の障害から、今世紀に入るとその地位を保てなくなり、関心を失っていった。二番目は、進化論の理論的構成にある。それは遺伝の仕組みと自然選択だけで基本的な構図ができあがっている。その限りで、他の分野の知識を原則上は必要としないのである。これは理論の単純さのためには好都合だが、そのため、例えば、系統発生と個体発生の関係は進化論の枠組みだけでは語りえないものになってしまった。

これら二つの理由が絡み合って、遺伝子の生物学的特異性が分からなくとも、さらには選択の特異性が曖昧でも、進化の総合説は遺伝子集団の動態分析というスタイルでダーウィンの進化論の継承者になりえたのである。どのような知識もこだわりから生れ、それが偏向していることは事実であるし、それを否定するつもりは私にはない。総合説が遺伝学偏重であっても、それだけで総合説がおかしいわけではない。危ぶまれるのは、総合説の中心概念である自然選択に生物学的な特異性が見出せない点にある。それはまた、生物進化が二つのパラダイムによって遂行できるということへの疑問である。パラダイムの承認とは無関係に多くの問題が存在する。解決の困難な問題の二つをみてみよう。

自然選択と遺伝的浮動の区別という問題は哲学者によって進化論を揶揄するために指摘されてきた。ある形態なり現象なりが選択の結果か浮動の結果か区別できるかどうかという問題である。実際は、選択と浮動が協同して働くことによって進化が起こることから、両者の区別は余り問題にならない。だが、生物の世代交代を通じて進化がどのように起こるか、選択がどのようなものかを明らかにしようとするれば、選択の本性をどうしても見極めねばならない。そのための区別である。さらに、ここに最近のカオス的効果が加わると、集団の僅かな初期条件の違いで、集団の未来は全く

予測できなくなってしまう。選択係数の決定は、したがって事前には無理であり、そのことから浮動や非線形事象のゆらぎも分からなくなってしまう。これは選択が単なる確率過程のパラメータではなく、選択の生物学的特徴を生物学的に示さねばならないことを意味している⁽²¹⁾。選択に働く生物学的な制約を発生、集団、生態の面から明らかにする必要がある。現状ではそれはまだ端緒についたばかりである⁽²²⁾。したがって、結論めいたことを言えば、パラダイム転換 (1) の実行は相変らず青写真のままであり、目的論的な生物理解を因果的な理解に変えたいという希望の表明しか意味していないのである。選択は大部分比喩的にしか用いられておらず、貧弱なシンタックスを意味的に希釈した形で穴埋めしているに過ぎないのである。

次に個体概念を見てみよう。既に述べたように、確かに遺伝子の導入によってそれまでの生物個体は遺伝学の中心概念ではなくなった。だが、それが総合説のなかで徹底されたかといえばそうではない。総合説のなかでは相変らず中心は旧来の個体である。その理由は自然選択にある。選択は個体の表現型に対して働くといわれてきた。選択は生きている個体間の生存闘争であるというダーウィンの比喩的表現はそのまま現在の選択概念に引き継がれてきたのである。どうもこの原因はダーウィンにあるというより、ヴェイスマンの遺伝理論にありそうである⁽²³⁾。彼は、生殖細胞と体細胞を完全に分離し、獲得形質の遺伝を否定したが、この完全な分離が個体を選択の単位として固定したようである。個体概念は遺伝の計算理論には確かに登場しないが、しかしその結果の意味論的な特徴付けとしてきちんと補完されるのである。選択の単位が個体という理由は以上のこと以外にないとするれば、単位の多元論を主張することがパラダイム (2) の具体化につながるはずである。(階層概念を選択に導入することは最近やっと手がつけられだしている⁽²⁴⁾。) この多元論のもとでは、単位の還元のみでなく群選択や種選択という単位の拡大も考慮されねばならない。

選択の特異性の把握の不十分さ、個体概念の曖昧さは遺伝子の動態研究

だけでは解消できない面をもっている。ここで進化論の別の役割である進化の歴史を明らかにするという点が事態をさらに複雑にする。進化の要因とその働き方が明確でないところでは、歴史の同定は困難な作業となる。進化のシンタックスがその不足部分を比喻によって補完され、さらにそこに別の比喻を重ね合わせることで歴史が再構成されるのである。進化の総合説がいままでみてきたシュレーディンガーやモノー、二つのパラダイム転換の陥った危険な罠にはまっていることは、まさに二つのパラダイム転換の実現として総合説が考えられてきたことを認めるならば、それがさらに倍加されているということになる。つまり、総合説とは生物学的特異性を十分につかんでいない、不十分な普遍的理論であり、その正体は比喻でしかないということになる。

4. ヒントとしてのプログラムとゲーム

遺伝プログラム、発生プログラム、戦略ゲーム、生態システム、これらは私がいままで批判してきたどの用語より比喻的にみえる。実際、現在の使われ方は比喻的である。ここで私はかつてのドイツ観念論が自然、特に有機的自然について一種の普遍プログラムを構想したようなアイデアをあらためて持ち出す気はさらさら⁽²⁵⁾ない。

私は特異性にしばしば言及してきた。生物の研究は物理・化学とはどこが異なっているのか。それはものの特異な配置に注目する点で、より普遍的な配置を問題にする場合と異なっている。分子生物学は化学では問題にしない、化学からは特異な現象と映るものに注目する。その特異な現象が熱力学に反する生命現象である。平衡状態から離れたところで系を安定化する自然の方策は情報である。そして、複製は情報を維持する一手段である。すると、遺伝学は情報概念を無視できないし、発生学はその情報の発現のタイミングを問題にせざるをえ⁽²⁶⁾ない。その意味で生物学はもののみを扱ってはいない。そのような状況で登場するのがメカニズムという概念で

ある。生物学の対象が複合的なシステムであることから、そのシステムのメカニズムが多くの場合研究の関心と呼ぶのである。

ここで極めて紋切り型の反応や行動しかしない生物を考えてみよう。そのような生物にとっては、遺伝や発生のプログラムとメカニズムを区別する必要はないだろう。端的な例は時計のような機械である。設計時のプログラムはそのメカニズムそのものである。だが、機械でもコンピュータとなると話は違ってくる。同じメカニズムでありながら、多くの違ったプログラムを実行できる。私たちの目にする生物はこのようなもので、ほとんど同じメカニズムをもちながら、個体ごとに異なるプログラム、同じ個体でも状況に応じて違うプログラムをいとも容易に実行している。そこでは、メカニズムのシンタックスとプログラムのシンタックスは異なっていなければならない。

もしプログラムが重要な役割を果す生物進化を扱うとしたら、メカニズムよりはプログラムの作成と制約がどのようになされるかに関心が集まるだろう。そして一般的には、プログラムとメカニズムの相互の関連が研究の中心となろう。プログラムの自由度が大きいならば、プログラムを選択し、実行することが生存に不可欠となる。複数のプログラムを付与されることが、必然的にそのうちの一つを選択せねばならないことになるところに生物の特異性があるのかもしれない。生存するとはプログラムの選択の持続ということかもしれない。適応するためのコストのかからない方法は、複数のメカニズムをもたなくとも、複数のプログラムをもつことである。そして、あたかも複数のメカニズムをもつかのように反応・行動できることである。これは生物の特異性の一つではないだろうか。

集団内で異なるプログラムが同時に実行されれば、そこにはプログラム間の協同や競合が生じる。プログラムの複製を考慮するなら、既存のプログラム間には協同や競合の一定のパターンが生じてこよう。これがルールとなってある種のゲームがそこに存在するといってもよいだろう。⁽²⁷⁾ ゲーム

が成立している間は進化が起こるといふより、安定した平衡なり振動なりがゲームの行なわれているシステムに見られるだろう。新たなプログラムの導入は、たとえそれが僅かなルールの変更であっても、ゲームそのものを変え、別のゲームを生み出すかもしれない。そうだとすれば、ダーウィンの連続的な漸進的進化像とは大いに異なることになる。⁽²⁸⁾もし進化をプログラム間のゲームの変化とみるならば、進化論は法則追求ではなく、ゲームのパターンとプログラムの関係の追求ということになる。自然法則は普遍性の極に位置している。それに対し、プログラムやゲームは境界条件の範囲内での普遍性であり、外部から見れば特異性ということになる。

この節で述べたことは全くの比喻であり、ヒントに過ぎない。私は比喻を批判しながら比喻を使った。比喻の治療には比喻が最適だといった気の利いた理由からではなく、生物の特異性を的確に表現する言葉を知らないからである。

〈注〉

- (1) 現代の生物像には多くの文献があるが、例えば、A. Scott, *Vital Principles: The Molecular Mechanisms of Life*, Basil Blackwell, 1988. (『「生命のメカニズム」がわかる本』, 野中浩一訳, HBJ 出版局, 1989.)
- (2) 宇宙論と生物学の関係は意外に密接である。両者の関係については、J. D. Barrow, F. J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, Clarendon Press, 1986.
- (3) 進化論批判の本よりは正統的な本のほうが実はよくわかる。例えば、E. Mayr, W. B. Provine, *The Evolutionary Synthesis*, Harvard U. P., 1980.
- (4) 生物学的な特異性は、物理学からみれば特異性だが、生物学のなかでは普遍性である。物理学と生物学の関係は、この普遍性と特異性の相互関係であるといってもよい。また、この論文で使う「比喻」の意味は、生物学的な特異性が描き切れていない表現すべてを指している。
- (5) E. Schrödinger, *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*, Cambridge U. P., 1944. (『生命とは何か』, 岡, 鎮目訳, 岩波新書 G80, 1951.) J. Monod, *Le Hasard et la Nécessité*, Seuil, 1970. (『偶然と必然』渡辺, 村上訳, みすず書房, 1972.)

- (6) N. Bohr, *Nature* 132, 1933, 458-60.
- (7) N. W. Timoféeff-Ressovsky, K. G. Zimmer, M. Delbrück, *Nachrichten aus der Biologie der Gesellschaft der Wissenschaften Göttingen* 1, 1935, 189-245.
- (8), (9) C. W. Kilmister (ed.), Shrodinger, *Centenary Celebration of a Polymath*, Cambridge U. P., 1987 でのボーリング, ペルーツの論文参照.
- (10) O. T. Avery, C. M. McLeod, M. McCarty, *J. Exp. Med.* 79, 1944, 137-58.
- (11) M. Eigen, R. Winkler, *Das Spiel*, R. Piper, 1975. (『自然と遊戯』寺本, 伊勢ほか訳, 東京化学同人, 1981.)
- (12) 例えば, E. Mayr, *The Growth of Biological Thought*, The Belknap Press of Harvard U. P., 1982.
- (13) 目的論と生物学の関連についての科学史的研究は, T. Lenoir, *The Strategy of Life*, The Univ. of Chicago Press, 1982, カントの生物学については, C. Zumbach, *The Transcendent Science*, M. Nijhoff, 1984 を参照.
- (14) Lenoir の前掲書と S. J. Gould, *Ontogeny and Phylogeny*, The Belknap Press of Harvard U. P., 1977. (『個体発生と系統発生』仁木, 渡辺訳, 工作舎, 1987)
- (15) ダーウィンの進化論の初期の展開については, D. Ospovat, *The Development of Darwin's Theory*, Cambridge U. P., 1981.
- (16) 自然選択説の論理構成については多くの解釈があるが, この3原理はルイソンの解釈である.
- (17) 『遺伝学の歩みと現代生物学』中村禎里編, 培風館, 1986 の2章と3章にノーダンとネーゲリについての詳しい説明がある.
- (18) R. A. Fisher, *The Genetical Theory of Natural Selection*, Oxford U. P., 1930. また, 集団遺伝学の成立については, W. B. Provine, *Origins of Theoretical Population Genetics*, Chicago U. P., 1971.
- (19) 参考のために総合説をつくった5冊の本を以下に挙げておこう.
 T. Dobzhansky, *Genetics and the Origin of Species*, Columbia U. P., 1937.
 J. Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis*, Harper, 1942.
 E. Mayr, *Systematics and the Origin of Species*, Columbia U. P., 1942.
 G. Simpson, *Tempo and Mode in Evolution*, Columbia U. P., 1944.
 G. Stebbins, *Variation and Evolution in Plants*, Columbia U. P., 1950.
- (20) R. C. Lewontin, *The Genetic Basis of Evolutionary Change*, Columbia

進化論を比喩から救うために

U. P., 1974.

- (21) カオスと生物現象の関係についての手頃な理解は、『非線型の現象と解析』山口昌哉編, 数学セミナー増刊 入門現代の数学1, 日本評論社, 1979, 第1章参照.
- (22) 制約 (constraint) という観点からの研究は近年増加の傾向にある。例えば, J. Maynard Smith, G. Vida (eds.), *Organizational Constraints on the Dynamics of Evolution*, Manchester U. P., 1990.
- (23) L. W. Buss, *The Evolution of Individuality*, Princeton U. P., 1987.
- (24) 例えば, S. N. Salthe, *Evolving Hierarchical Systems*, Columbia U. P., 1985.
- (25) Barrow, Tipler の前掲書, 153-59.
- (26) 情報と進化については, B.-O. Küppers, *Der Ursprung biologischer Information*, R. Piper, 1986.
- (27) Eigen, Winkler の前掲書第一部第五章参照.
- (28) これは断続平衡説の考えに近いものである。この説については, S. J. Gould, N. Eldredge, *Punctuated Equilibria: The Tempo and Mode of Evolution reconsidered*, *Paleobiology* 3, 1977, 115-51.