

# ポスト・ゲノム時代における生命の認識

山口裕之

## はじめに

ヒトゲノム計画が一応の終了を見た現在、ゲノムの解読は実は人間（一般化すれば生命）についての理解の第一歩に過ぎないということが明白となった。まず第一の問題は、塩基配列だけからは、それがいかなる「機能」を担っているか分からないということである。「ゲノムDNAの解読がほぼ終えたといっても、塩基の並び方がわかったというだけで、そこに書いてある情報の意味までわかったわけではない。遺伝子がどこにあって、それがどんな機能を持つのかを突き止める研究は、ゲノム解読と同時並行で進んでいて、これがまさに解読後の次の競争の場となっている。医療ビジネスにつながることもあって、すでに大手製薬会社、ベンチャー企業が動き始めている」<sup>1)</sup>。

また、より根本的な問題として、遺伝子は通常言われるような「生命の設計図」ではない、ということがある。すなわち、「遺伝子は生物体のすみずみの形まで直接指示するのではなく形の作り方を規定しているだけではないか」という仮説<sup>2)</sup>が有力となっており、「生物物理学」、「システム生物学」といった、遺伝子（物質的にはDNA分子）を中心とする諸分子の振る舞いを具体的に明らかにして行く研究が成果を上げつつある。

本論文では、こうした近年における生物学の動向を念頭に置きつつ、生物という、自ら輪郭を形成していき、さらにはそれぞれの主観性をも持っているかに思える対象を、「科学的に」、つまりは客観的な（あるいはその生物に対して外在的な）立場から認識しようとするのがはらむ諸問題を検討することを目標とする。そうした問題意識を念頭に置きつつ、以下ではまず遺伝子の「機能」という概念について検討し、次いで、生物学における「モデル」

(生命を何だと考えるかという理解枠組み) について考える。

## 1. 遺伝子の機能

### 1.1. 遺伝子という概念の登場

遺伝子の機能を特定することが、現在の生物学における大きな研究テーマとなっていることは先に述べたとおりである。そこでまずは、遺伝子の担うという「機能」という概念について考えることにする。

現代的な意味における遺伝子の概念が登場するのは、メンデルにおいてである<sup>3)</sup>。ただし、メンデルの研究は発表当時全く反響を呼ばず忘れ去られ、ド・フリース、コレンス、チェルマクによってそれぞれ独自に再発見されるのは1900年のことであった。メンデルの言う「遺伝的因子Anlage」に対応する用語として、ヨハンセンが「遺伝子gene」という用語を導入するのが1909年のことである。

メンデルの言う「遺伝的因子」とは、例えばエンドウマメにおける豆の色やシワの有無などといった、生物の形質を生み出すものであり、「親の体細胞中に存在する対立遺伝子が生殖細胞形成の際に分離し、他の対立遺伝子の一方と機会的に組みあわせられ、生殖細胞の受精にともない、再び子の体細胞で同じ対立遺伝子の相手方と結合する」<sup>4)</sup>ものと推定された。メンデル自身の言葉を参照するなら、「私が調べたところでは、形質が不変の子孫は、胚細胞と花粉細胞が1種類である場合、すなわち純系の種の場合と同様に、両親がともに同じ形質をもった個体を生み出す遺伝的因子を持っている場合に限って形成されるものなのである。…形質が不変の型が、一つの株にはもちろん、一つの花にもできるのだから、雑種の子房の中には、不変の形質の組み合わせが可能なだけ多種類の胚細胞が形成され、葯の中にもそれ相当の種類の花粉細胞が形成され、それらの胚細胞と花粉細胞は、その内的構成上の性質において、個々の型に一致しているものであると推定することができるのである」<sup>5)</sup>。

周知のとおり、メンデルがこうした遺伝的因子(遺伝子)の概念を確立したのは、色やシワの有無などの形質が異なるエンドウマメを交配し、その子孫におけるそれら形質の出現比率を観察したことによる。つまり、遺伝子の概念は、外的に観察可能な「形質」を出発点として、その原因として(直接

は観察不可能な「内的構成上の性質」として) 想定されたのである。かくして、「遺伝子」とはそもそも、それに対応する形質を必ず伴って成立する概念なのである。そして、その「機能」について言えば、いかなる形質を発現させるかということが、その遺伝子の「機能」だと、差し当たりは押さえることができる。

## 1.2. 分子生物学における遺伝子概念の展開

ところが、メンデルの再発見以降の生物学の発展の中で、メンデルにおいては、形質の原因(「生み出す遺伝的因子」と想定されたものが、形質の情報を担うものと読み替えられることになる。すなわち分子生物学草創期における「情報学派」の台頭である。情報学派とは、ボーアやデルブリュックといった物理学者たちの生命論の影響を受けて、特にシュレーディンガーの『生命とは何か』<sup>6)</sup>という著作の影響を受けて成立した学派である。彼らは、遺伝という現象を、情報の複製と伝達の問題と解釈し、遺伝子は情報を担うものと考えた。こうした解釈枠組みにおいて、遺伝子は「暗号(コード)」と呼ばれることになる。シュレーディンガーの表現を引用するなら、「これらの[受精卵の]染色体の中に、あるいは、おそらく顕微鏡の下で染色体として実際に目にみえるものの背骨をなしている繊維の中だけに、その個体の将来の発展と成熟したときの体の動きの方の全部が、一種の暗号文の形で含まれているのです」<sup>7)</sup>。

遺伝子の「機能」に関するこうした読み替えは、生物学における研究パラダイムを変換させるものであったと思われる。遺伝子のある形質の原因と考えるか情報と考えるかによって、何が主要な研究課題となるかが変わってくるからである。ポイントは、情報概念においては、情報を担うものと担われた情報の間の具体的な因果関係のプロセスを考えなくてよい点にある。例えば、ある遺伝子がシワの「原因」であるとするなら、遺伝子からシワに至る具体的な因果関係のプロセスが問題になる。しかし、遺伝子がシワの「情報」を持つとするなら、そうしたプロセスを考えなくてすむ。その代わりに、情報を記録する媒体や伝達方式、暗号の形式を特定し、さらにはそうした暗号を解読することが主要な問題となるのである。

実際のところ、メンデルの法則が再発見されてしばらくの間、主要な問題

は、遺伝子が特定の形質を発現させる具体的な因果関係のプロセス、すなわち生化学的過程についてであった。しかし、遺伝子を情報と見なす見方が導入されると、初期の情報学派の研究者たちは、「1940年代初期にみのりある結果をみせはじめた生化学的遺伝学の研究を無視した」<sup>8)</sup>。その後、情報学派の研究者であったハーシーとチェイズは、遺伝子の物質的実体（遺伝情報の媒体）がDNAであることを明らかにしたが（1952年）、その分子の具体的な構造や振る舞いを具体的に検討するためには、生化学的手法が必要であった。すなわちそれ以降、生化学は、DNA分子のいかなる構造が情報を保存し、それがいかにして読み取られるか、すなわち暗号装置としてのDNAの仕組みと働きを明らかにするという目的意識の下で利用されることになる。DNAの複製、mRNAへの転写、タンパク質の合成などのプロセスが明らかになったのはそうした問題意識に基づく研究によってであった<sup>9)</sup>。

こうした展開を踏まえて、遺伝子の機能について再び考えるならば、分子生物学において遺伝子の機能は、ある情報を担うことであると言えよう。モノーらの研究により明らかとなったその情報の内容は、タンパク質のアミノ酸配列に加え、情報解読のために必要な情報、情報発現の制御に必要な情報であり、それらが、「暗号」ないし「記号列」と見なされたDNAの塩基配列によって保存されているのである。ここで、遺伝子の単位は、DNAの塩基配列のうちで、一つのmRNAに転写される部分、すなわち一つのタンパク質の発現を支配している部分（シストロン）であると考えられる<sup>10)</sup>。冒頭で述べたとおり、現在の生物学の主要な関心はそうした遺伝子の「機能」を明らかにすること、つまりは、情報を読み取ることであり、具体的に言うなら、いかなるタンパク質がいつ発現するのかを明らかにすることにある。

しかし、冒頭の引用文にも述べられていたとおり、こうした情報の読み取りは、医療ビジネスに役立てようという目的意識にかなり強い動機づけを得ているのであった。そして、そうした目的で探し求められている情報とは、単にいついかなるタンパク質が作られるかということだけではない。病気ないし症状という、外的に観察された形質と何らかの関連を持つタンパク質が求められているのである。タンパク質それ自身もまた、形質に関わる何らかの機能を担うと考えられている。遺伝子はここで再び、観察された形質と結び付けられようとしているのである。

メンデルの場合には、遺伝因子と形質とは一対一に対応すると考えられていた。彼の研究した、豆の色やシワの有無といった形質は、世代を重ねてもその中間型を生じることなく安定して出現した。そうした不変の形質に対応する不変の原因として、そもそも遺伝子は想定されたのであった。今や遺伝子の働きはDNAを中心とする「暗号装置」として理解され、その限りでの仕組みは明らかになった。しかしそうした研究枠組みにおいて、遺伝子から形質へとつながる因果関係の解明は大部分、脇によけられてきた。そして問題は、こうした分子生物学的な遺伝子は形質の情報をも担うものであるか、つまりメンデルの遺伝因子と同様に、形質と対応するものかどうかということである。

形質と遺伝子との対応関係の問題を考えるために、分子生物学と平行して発展した、遺伝子に関わる他の生物学の分野、すなわち進化論における遺伝子の概念について検討しよう。進化論においても遺伝子は物質的実体としてはDNAであり、情報を担うものであることは受け入れられているが、そこで考えられている「情報」とは、分子生物学とは異なり、外的に観察可能な形質なのである。

### 1.3. 進化論における遺伝子概念の展開

一般に、現代的な進化論を提出したのはダーウィンであると考えられている。確かに彼は、自然選択理論を提出した点において現代的な進化論を準備したが<sup>11)</sup>、少なくとも『種の起源』<sup>12)</sup>の段階では遺伝の仕組みなどについては主眼的に論じていない<sup>13)</sup>。また彼は、自然選択については定性的な説明にとどまっている。それゆえ、真の意味で現代的な進化論が成立するためには、メンデルに由来する遺伝学との総合がなされねばならなかった。すなわち、メンデル遺伝学における数理的側面を発展させたいわゆる集団遺伝学との総合が必要だったのである。集団遺伝学では、生物集団を遺伝子の集合、すなわち「遺伝子プール」と見なす。ダーウィンの自然選択理論は、遺伝子プールの中での遺伝子の頻度の世代間における変化を数理的・定量的に扱う集団遺伝学の中に組み込まれることで、単なる定性的な説明から脱却することができた。

さて、ここで考えられている「遺伝子」の単位はいかなるものであり、い

かなる機能を果たすものであろうか。現代進化論の旗手の一人であるドーキンスの説明を見てみよう。「この本『利己的な遺伝子』の題名につかった遺伝子という言葉は、単一のシストロンをさすのではなくて、もっと微妙ななにかをさしている。……私がかいたと思うのは、G.C.ウィリアムズの定義である。彼によれば、遺伝子は、自然淘汰の単位として役立つだけの長い世代にわたって続くうる染色体物質の一部と定義される」<sup>14)</sup>。

ところで、自然淘汰はDNA分子であるところの遺伝子に直接働くわけではなく、個体に現れた形質（表現型）に対して働くのであるから、「自然淘汰の単位」とは、外的に観察可能な形質に当たるにほかならない。すなわち、進化論・集団遺伝学における遺伝子の機能、ないしそれが伝える情報とは、外的に観察可能な形質である。

遺伝学において、こうした形質及びそれに対応する遺伝子は、「突然変異」の出現に対応して設定される。つまり、同じ種に属する個体の間に何らかの差異が見いだされたときに、その差異の原因として「遺伝子」が設定されるのである。そして、ドーキンスが言うには、「遺伝学者たちがいつも表現型の差異にかかわりあっているという事実からすれば、限りなく複雑な表現型効果をもつ遺伝子や著しく複雑な発生条件においてのみ表現型効果をもつ遺伝子を仮定しても、何も恐れる必要はないというのは当然のことである」<sup>15)</sup>。

しかし、二つの個体間の間に差異は設定しようと思えば無限に設定できることは言うまでもない。そうした無限の差異の中からどれを取り上げるべきかということはそれほど自明ではない。それは結局のところ観察者の関心によって設定されているのが現状であると思う。例えば、ドーキンスが挙げる「読むための遺伝子」の例を見てみよう。「読むための遺伝子の存在を確証するために必要なことは、読まないための遺伝子、言ってみれば、特殊な失読症の原因となる脳障害を誘導する遺伝子を発見することに尽きる。…有史前の環境では、それは、検出できる効果をもっていなかったかもしれないし、洞窟住まいの遺伝学者には、たとえば動物の足跡を読めない遺伝子として知られていたかもしれない。われわれの教育環境では、それは失読症のための遺伝子と適切に呼ばれるわけだが、それは失読症がそのもっとも顕著な帰結だからである」<sup>16)</sup>。こうした説明から見て取れることは、遺伝子の「機能」すなわちそれに対応する形質は、それを設定する観察者のおかれて

いる状況や観点によって変わりうるということであり、つまりはソシユールの意味において恣意的に分節されているということである。

それゆえ当然のことながら、観察者にとって一つの形質だと思われるものに対応する「遺伝子」は必ずしも、一体的に振る舞う（一まとまりの単位として次世代に伝達される）とは限らない。実際、メンデル遺伝学が再発見された当初すでに、一般に形質は、互いに独立して振る舞う明確な輪郭を持った単位であるかどうかの問題となっていた。メンデル自身、エンドウマメの実験の後で行ったミヤマコーゾリナによる実験では、雑種第一代で両親の中間の形質が現われることを確認している<sup>17)</sup>。我々の日常的な経験でも、多くの形質は、独立して遺伝するよりは混ざり合い、中間的な形で現れる。例えば、子どもの顔立ちは、両親の双方にそれなりに似ているという形で遺伝する。それゆえにこそ、先のウィリアムズの遺伝子の定義では用心深く「長い世代にわたって続くような染色体物質の一部」と述べられており、また遺伝学者は問題の形質がメンデルの法則に従って遺伝するかどうか（それが「単位形質」であるか否か）を調べるのである<sup>18)</sup>。

結論を言えば、進化論において「遺伝子」は、「一つの形質に対応する単位」と考えられている。それは、メンデルの法則に従って遺伝するかを調べることで検証されるとは言え、基本的に、外的に観察した形質の原因となる実体を仮定したものにほかならない。そして、形質と遺伝子との具体的な因果関係について言えば、分子生物学の場合と同様、ここでも不問に付されている。進化論においては遺伝子の適応度が主要な問題だからである。ドーキンスが言うには、「当然にして表現型がいかんにつくられるかを知ることが素晴らしいに決まっているが、発生学者がそれを発見しようと躍起になっているあいだ、残りのわれわれは発生過程をブラックボックスとして扱いつつ、知られている遺伝学的事実によってネオ・ダーウィン主義者であり続ける資格はある」<sup>19)</sup>。

#### 1.4. 遺伝子の「機能」の二義性

以上の議論を踏まえて、遺伝子の機能についてまとめておこう。現在、一口に「遺伝子」と言われるものが、何らかの「情報」を担うという機能を果たすものであるという点、その物質的実体はDNAであるという点に関しては

生物学者の大勢は一致しているにせよ、遺伝子の情報の内容及びその一単位については、分子生物学由来の考え方と、進化論・遺伝学由来の考え方の二つがあると言わねばならない。すなわち、その情報内容を基本的に「一つのタンパク質」であると考え、その単位を一つのタンパク質を発現させる単位であると考えられる場合と、その情報内容を外的に観察された形質であり、その単位を一つの形質に対応するものと考えられる場合とである。

ところが、医学的関心からの遺伝子の「機能」の探求においては、これら二つの用法がしばしば重ね合わされて用いられているのであった。すなわち、分子生物学的な意味での遺伝子を、外的に観察された形質と結び付けようとしている。DNAの情報モデルが分子生物学において非常にうまく行ったために、形質についても、それを遺伝子が持つ「情報」であると見なす、というのがそうした研究の基本的発想であろう。

しかしながら、形質は、医学に役立つ情報ではあれ、遺伝子そのものが持つ情報と考えることには無理があると思われる。このことについて、遺伝子と形質が一对一に対応するように思える場合（メンデル遺伝をする単位形質である場合）の例として鎌形赤血球貧血症を取り上げて考えてみる。鎌形赤血球貧血症の患者は、ヘモグロビンのアミノ酸配列を指定する遺伝子の一カ所が変異を起こしている結果、 $\beta$ 鎖の6番目のグルタミン酸がバリンに置換されており、ヘモグロビンSと呼ばれるものになっている。「ヘモグロビンSの溶解度は還元型の状態でヘモグロビンA [正常なヘモグロビン] の約1/50に低下していて、そのために血球内で不溶性の集合体を形成する。このために赤血球が変形し、鎌状となり、溶血による貧血・黄疸・脾腫や血管閉塞による疼痛発作などの症状を呈する」<sup>20)</sup>。この病気では、病気という形質に対応する遺伝子はDNAの単位（シストロン）と一致しており、完全にメンデルの法則に従って遺伝する。このとき、このシストロンは、貧血症の原因であることは間違いない。しかしそれは、果たして貧血症の情報を担う遺伝子であるのか。

分子生物学的に言って、このシストロンはヘモグロビンSのアミノ酸配列の情報を担っている。このことに差し当たり大きな違和感はない。このシストロンの暗号から、ヘモグロビンSのアミノ酸配列が完全に読み取れるからである。しかし、その暗号から、「溶血による貧血・黄疸・脾腫や血管閉塞

による疼痛発作などの症状」は決して読み取れないだろう。そしてそもそも「貧血症」という病気の内実はこれらの症状の総体につけられた名前にはかならないのであるから、遺伝子は「貧血症の情報を担う」とは言えない。

いや、シストロンの塩基配列から、それがいかなる形質を担うかが予想できる、との反論があるかもしれない。確かに、未知の遺伝子の機能を、それと類似した暗号のパターンを持った遺伝子の機能から推定することは、現在さかんになされている遺伝子の機能推定作業における主要なヒューリスティクスではある。しかし、こうした方法の有効性は言うまでもなく限定的なものであり、シストロンの暗号から形質を読み取るために必要な、暗号と形質を対応づける厳密な規則を作り上げることは不可能であろう。その理由の一つには、先に述べたように形質の選択が恣意的だからであるが、ここでの議論に関して言うべきは、暗号から生じる結果は、「溶血による貧血・黄疸・脾腫や血管閉塞による疼痛発作」など多様だからである。おそらく、ヘモグロビンの変異は、ここに列挙されたもののほかにも、ほとんど気づかないような無数の結果を生じさせることであろう<sup>21)</sup>。そうした無数のスペシフィックな結果の一つ一つについて、暗号パターンの類似性との相関度を計算することはできない。

結局のところ、遺伝子は形質の情報を担うとは言えないのであって、遺伝子の担う情報を形質であると見なすのは、観察者の側からの読み込みであると言うべきだろう。無論、病気などの形質を遺伝子と結び付けることは、医学的には意味がある。医学は、病気の治療という要請にこたえることが第一義であるが、そもそも病気の認識は、生物学的な問題であるよりはむしろ、日常生活の関心からなされるものである。すなわち医学では生命を研究するに当たってそもそも外在的な観点を出発点としているのである。

しかしながら、生命とは何かを理解しようという純粋に生物学的な観点からは、今後は、生命の仕組みを、それ自体に即して、つまり外在的な読み込みをできるだけ少なくしつつ理解することが必要であろう。そうした観点からは、遺伝子から生物個体の形成へと至る具体的な因果関係を明らかにするという、今までは分子生物学においても進化論においても脇によけられてきた問題こそが、重要な課題となってくる。

では、そうした研究を遂行することで、生命の認識において、外在的な読

み込みを排除することができるのだろうか。まずは今述べた「因果関係を明らかにする」という点について、次いで「生命についてのモデルを構築する」という点について検討する。これらは、生命の科学的理解において不可避な二つの営みである。

## 2. 生命の分析

### 2.1. 因果関係の設定の恣意性

「遺伝子から生物個体の形成へと至る具体的な因果関係を明らかにすることが課題となってくる」と述べた。遺伝学においては、遺伝子からの因果関係を調べるためにいくつかの手法が用いられているが、そこでの主要な手法は、遺伝子から生物個体の形成への因果関係を調べるものではなく、遺伝子と形質の間の相関関係を調べる手法である。すなわち、ある形質を持つ個体と持たない個体の間で染色体を比較することで、その遺伝子の原因と見なされる遺伝子を探すことが行われている。ある形質を持つ諸個体には共有されているが、その形質を持たない諸個体には見られないDNA断片が存在するならば、そのDNA断片がその形質の原因遺伝子だと推定するのである。こうした手法では、その遺伝子と形質との相関関係は測れるが、因果関係は直接には言えない。

それに対して、DNA操作技術の進歩を背景に、遺伝子と形質の因果関係を調べる実験もさかんに行われるようになってきた。いわゆる「逆遺伝学」であり、遺伝子进行操作して、その結果生じる形質を観察する。具体的には、遺伝子を破壊してその結果を観察することと、本来はその細胞で発現しないはずの遺伝子を強制発現させてその結果を観察することが行われている。これは操作を伴った、真の意味での実験であると言ってよい。

一般的に言って、自然科学においては、操作的な実験によって因果関係は画定されるとはいえ、因果関係の設定は問題関心の持ち方によって任意となりうる。原因と結果の輪郭づけ、すなわち、何と何をそれぞれ原因と結果の項に立てるかという点に恣意性が入り込みうるのである。ある現象の因果関係の分解は、その現象の構成要素への分解にはほかならないが、そうした構成要素は恣意的に設定されうるということである。従来の遺伝学の手法のように、形質から出発して遺伝子を推定する場合、研究される形質の選択が恣意

的である点については既に述べた。逆遺伝学の場合のように、遺伝子から出発して形質の変化を観察する場合、何を形質として観察するかが恣意的となりうる<sup>22)</sup>。

## 2.2. 生命の分析に対するカンギレムの批判

生物学の研究において、実験手続きによって生物体から任意の要素を取り出してくることに關しては、カンギレムによる古典的な批判がある。生物学における実験が直面するいくつかの困難を指摘しつつカンギレムが言うことには、「資料採取のどんな試みもそれ自体として変質させてしまうある全体に対してひとは操作するがゆえに、ある現象を切り離すことによってその現象の決定性がどのようなものであるかを分析することはいったい可能であろうか。ある有機体が、器官（卵巣、胃、腎臓）の切除の後でも、一器官を減じた同じ有機体であるかということは確かではない。それどころか反対に、以後ひとが関わっているのは、非操作有機体に部分的にさえ重ね合わせることがむずかしいまったく別の有機体である、と信じる理由がおおいにある。その理由は、有機体において同じ器官がほとんどいつも多価的なものだからであり、……他方ではすべての現象が統合されているからである」<sup>23)</sup>。彼の主張を先の逆遺伝学的な実験に当てはめるならば、ある遺伝子が破壊されたり、過剰に発現させられたりすることで、その生物が全体的な変容を被り、もはやそこから一形質を取り出して、そうした操作を行われていない個体の一形質と比較することには意味がないかもしれない、ということになる。

カンギレムは、生物学的研究のあるべき姿として、例えば「栄養摂取についての生物学的な研究は、ただある収支バランスを確立することにあるのではなく、しかしかの他の栄養物…を排除して、これこれの種類あるいは本質の栄養物を摂取するために、有機体が自分の環境において自由な状態で行なう選択の意味を、有機体それ自体の中に探求することである」などと述べている<sup>24)</sup>。彼はまた、生物学的研究を、「有機体にとっては自らの固有の生である経験について知的に理解する」とも述べる<sup>25)</sup>。

カンギレムの言うことはもっともらしいが、一つ指摘しておきたいことは、ここで述べられている「有機体それ自体」ないし「自らの固有の生」ということの含意である。彼は、これらの概念と、先の引用の中で述べられていた

ような有機体の全体性という概念とを、明確に区別していないように思われる。彼は生物を「一つの全体として生きていることよってのみ一つの生体であるような存在」<sup>26)</sup>とすることで、全体性と生とを重ね合わせている。しかし、生物にはそれぞれ主観があり、独自の生を営んでいるということと、有機体は諸部分が相互にからまりあった不可分の統一体であるということとは、別のことであると言わねばならない。例えば、ある動物個体が何を考えてある種の餌を選択したかということと、その個体の内分泌系がお互いに制御しあいながら作動していることとはまったく別である。そして、他者の主観を客観的に認識することはどのようにしてもできないが、生物が分割不可能な統一体であるということの認識については、諸部分間の関係を全体的に、システム的に捉えることで可能であるように思える。無論、その場合の諸部分の設定は、そのシステム自身にとって有意義な形でなされねばならない。以下では、そのように生命を全体的に捉えることで、生命について外在的な読み込みを排除した認識を達成することができるのか、という問題意識で論を展開する。

### 2.3. 現代生物学における、生命の最終的な構成要素は分子である

今までの議論では、生命の構成要素を、観察者ないし実験者の観点から恣意的に設定することに関して繰り返し論難してきた。その際に、形質の設定が恣意的であると繰り返し述べたが、遺伝子については、その設定が恣意的であるとは述べなかった。その理由は、遺伝子の物質的実体と見なされたDNAが分子だからである。

分子生物学においては、その名のとおり、因果関係の担い手となる単位は各種の分子である。そして、遺伝子から生物個体の形成へと至る具体的な因果関係を明らかにするために行われている「生物物理学」、「システム生物学」といった研究においても、諸分子間の因果関係が追跡されている。生命が物質によって構成されていることを認めるならば（神秘的な生命力を認めない限り、認めざるをえないことであるが）、その単位である分子は、任意ならざる輪郭を持つと考えても差し支えない<sup>27)</sup>。このように、生命を、単に分子の運動の総体と見て、生命を構成するすべての分子の運動を記述することができれば、それは生命についての可能な限り外在的な意味づけを取り去った

記述であると言ってよいように思える。本当にそうだろうか。

### 3. 生命の機械論モデル

現代の生物学では、分子を構成要素として生命を説明しようとしていることを述べた。こうした研究は、デカルトに由来する、生命についての古典的な見方である「機械論」<sup>28)</sup>の流れに位置すると見てよい。機械論は、生命を「科学的に」理解するときの根本的なモデルである。生命の機械論モデルについては、カンギレムが、論文「機械と有機体」において興味深い議論を展開している。そこでの彼のテーマは、「有機体を機械と同一視することの意味、メカニズム（機械装置）と合目的性の関係、機械と有機体との伝統的な関係の転倒、およびそうした転倒の哲学的帰結」<sup>29)</sup>であるが、ここでは私の関心に即して彼の議論を参照しつつ、生命の機械論モデルについて検討したい。

通常、機械論とは、「目的論の反対。もっぱら自然的、必然的な因果関係をもって世界の事象の生成変化を説明する説」<sup>30)</sup>であると考えられている。しかしカンギレムは、有機体に対する機械論的説明は、一見目的論を排除するが、その実、合目的性を前提とする、と主張する。「オルガニズム（有機体）の代わりにメカニズムを置き換えることによって、デカルトは生命の目的論を消滅させたが、彼は目的論をことごとく出発点で取り戻しているがゆえに、彼が目的論を消滅させたのはただ見かけだけのことでしかない、と言うことができる。……実のところ、メカニズムと合目的性を対立させることはできないように思われるし、機械論と擬人主義を対立させることはできないのであって、なぜなら、その動きが純然たる因果性の諸関連によって説明されるとしても、機械の製作は合目的性なしでも人間なしでも理解されないからである。機械は、生産すべき結果として獲得すべき何らかの目的をめざして、人間によって人間のために作られるのである」<sup>31)</sup>。かくして、有機体は、それ自身に対して外在的な目的のために作られた機械だと見なされることになる。デカルトにとって、人間の身体は、その靈魂のために（神によって）作られた機械なのであり、靈魂を持たないと見なされた動物は、人間の道具として使っても構わないということになるのである。

現代生物学において神は追放されてしまっているとはいえ、生命を機械に

類比することは一般的に行われている。カンギレムの言う機械とは、「その本質的な機能が諸メカニズムに依存しているような、人間の作品である人工的な製作物として、機械を定義することができる。あるメカニズムは、その運動がその配置形態を変えないような、運動している諸固体の配置形態である。それゆえメカニズムとは、部分間の同じ関係を周期的に回復する可変的な諸部分の連結組み合わせのことである」<sup>32)</sup>。今日の生物学が、分子レベルのサイズで見いだすところのものは、まさしくこうした「機械」であり、時にそれは「分子機械」と呼ばれる<sup>33)</sup>。また、「システム生物学」を標榜する北野は、「ナイーブである」ことを認めつつ、生命システムを理解することを、航空機という機械を理解することとの類比において語っている<sup>34)</sup>。

なお付言すれば、神なき後、「生命機械」の目的を担保しているのは、進化論である。進化論において生命は、自己複製ないし増殖を最終的な目的とすると考えられる。かくして生物個体は、「遺伝子の生存を目的とした機械」と見なされることになる。例えば人間の身体は、遺伝子という、我々自身でないものの増殖のために存在すると見なされるのである。進化論を持ち込むことで、生命についての合目的性に基づく理解が成立する。それも、その生命そのものに対して外在的な目的を持ち込むことで成立するのである。

ところで、生命の理解において、なぜ機械論モデルが持ち込まれるのか。それは、純粹に物質の運動として考えるのならば、生命がいかなるものであるのかが分からなくなってしまうからである。それが何であるのかを理解するために、機械論モデルが役立つ。「われわれは、ある異様なメカニズムを前にして、問題になっているのがまさに一つのメカニズム、すなわち諸作用の必然的な連続的系列であるということを検証するために、いかなる効果がそれから期待されるのか、すなわち目指されている目的はどのようなものなのかを、知ろうと努めざるをえない。われわれが装置の形態と構造とにしたがってその用途が何であるかを判定することができるのは、その機械あるいは類似した機械類の用途をすでに識っている場合だけである」<sup>35)</sup>。確かに、先に見た分子生物学の場合でも、情報モデル（ここでの関心に即して言えば、遺伝子の働きを「情報機械」と見る見方）が先にあって、それに即してDNAを中心とする諸分子の運動が理解されたのであった。生命を分子の運動として記述するにせよ、それを理解できるものにするためには、モデルを持ち込

むことが必要になるのである。

しかし、カンギレムが言うには、こうした機械論モデルには限界がある。「生物を自動的な機械に比較すればするほど、その機能はますますよく理解されるように思われるが、その発生はますます理解されなくなる」<sup>36)</sup>。この点において、有機体は機械に還元されることが不可能なのである。彼がカントを参照しつつ述べることには、「機械ではそれぞれの部分は他の部分のために存在しているが、他の部分によってではない。いかなる部品も他の部品によって産出されず、いかなる部品も全体によって産出されないし、いかなる全体も同種の他の全体によって産出されない。時計を作る時計はない。…それゆえ、機械は動かす力を所有しているが、外部の物質に自らを伝えて増殖することのできる形成的エネルギーを所有していない」<sup>37)</sup>。

しかし、言うまでもなく、現代の生物学は、発生や増殖についても、分子の運動に基づく機械論モデルで理解しようとしている。生命は、そのような「自己増殖する機械」として理解することができるだろうか。

## 4. 自己増殖する機械

### 4.1. 情報に基づいて増殖するように見える化学反応系

分子生物学の草創期における「情報学派」以来、現代の生物学では生命を「情報モデル」で理解しようとする。遺伝子の持つ情報を発現し、またそれを複製していく機械として生命を理解しようとする見方である。カンギレムに即して考えるなら、こうした見方は現象を理解するために持ち込まれた一つの読み込みであるということになるが、そうしたモデルでの理解がうまくいくような仕方では、一連の生化学反応が進行しているということもまた事実である。以下では、人間が対象を理解するプロセスを考察することで、生命の認識の成立について考えていきたい。

まずは、どのように振る舞う化学反応系は、情報に基づいて生成、増殖する系として理解できるのか、あるいはそうした系だと見えてしまうのか、という点に関して、情報モデルの発生過程についての郡司の議論を参照する<sup>38)</sup>。

「分子を同定し、分子構造を同定しない者にとって、DNAも、それを元に生成するアミノ酸やタンパク質も、単にそのつど集合、離散を繰り返す物質にすぎない。複雑な物質がうごめき合うのみだ」<sup>39)</sup>。しかし、離合集散する

物質過程が循環をなしているとき、その循環の中で常に存在し続ける物質Zが存在するなら、そうした過程において「物質間に認められるのは、おしなべて定量化可能な崩壊速度、寿命のみである。しかし、この状況において、我々は、Zをプログラムと考えるのではないか？」<sup>40)</sup>

とは言え、モデルの導入には、観察者の側がなす、ある種の飛躍が必要である。「プログラム概念を導入したとたん、DNAとタンパク質の間には、プログラムとプログラムが操作・生成するデータといった論理的ステータスの違いが出現してしまう」<sup>41)</sup>。「片やプログラム概念もたかだか安定性の高い物質にすぎない。片や、Zをプログラムと一度言おうものなら、そこに、プログラムとその翻訳表現といった、動かしがたい論理的ステータスの差異が現れる。安定性の高い物質Zの出現、これ自体は、プログラムではない。プログラムは、Zをプログラムと呼ぶ観察者抜きにして決して現れ得ない。…我々はZの一部と観察された循環する物質の反応の、個別な対応関係を見、これが一般化できるとの信念において言語やプログラムを見いだすのである」<sup>42)</sup>。

このように郡司は、個別的な現象において一般性を見いだすという点に、モデルの形成のポイントを見ている。こうした一般性への飛躍をはらんだ仕方でのモデルの構成は、「観察者の観察過程を含んだ形式で物質の相互作用を構成すること」であり、「疑似的解決」に過ぎないが、「<単なる安定性の高い物質>が我々において<プログラム>を含意するそのステータスを、Zにおいてのみ構成できることで、我々は、プログラムの起源に関する含意を、単なる絵合わせとしてではなく、構成できるのである」<sup>43)</sup>。

情報モデルもまた、古典的な機械論モデルと同様に、生命を構成する諸要素の運動を理解するために観察者が設定する枠組みであると言うべきであろう。そうした枠組みの設定は、一つの飛躍として、あるいは創造としてなされるのである。

## 4.2. 機械と有機体との関係の転倒

しかし、モデルの設定ないし創造はいかにしてなされるのか。ここで、先のカングレムの議論を思い出すなら、「われわれが装置の形態と構造とにしたがってその用途が何であるかを判定することができるのは、その機械ある

いは類似した機械類の用途をすでに識っている場合だけである」。すなわち、生物を機械論によって理解するためには、既に機械が発明されていなくてはならないのである。理解枠組みの設定という創造は、既知の機械とのアナロジーという仕方ではなされる。「デカルトが機械のなかに有機体の説明のための類比を求めるとき、彼はばね仕掛けの自動機械や水力自動機械に訴える。したがって彼は、その知的なあり方について言えば、当時の技術の諸形態に依存しており、柱時計や懐中時計、水車、人工噴水、パイプオルガン、等々の存在に依存している」<sup>44)</sup>。そして現代の我々が、生命を情報機械として易々と理解することができるのも、第二次大戦中に暗号解読機械として始まったコンピュータの発明があるからである<sup>45)、46)</sup>。

そして、機械を発明すること、すなわち新たなものを創造することこそが、実のところ有機体の働きである。ここにおいてカンギレムは、機械と有機体の関係を逆転させる。「技術をもはやただ人間の知的な操作としてではなく、普遍的な生物学的な現象として考察することによって、一方ではわれわれは、どんな認識…にたいしても、技術工芸の創造的な自律性を主張するように導かれ、またしたがって他方では、機械的なものを有機的なものの中に組み入れるように導かれる」。かくして、「技術を介しての生命との連続性において人間を明らかにする」ことができる。そして、こうしたパースペクティブからは、「いかなる理由で…デカルト的な意見が生まれることができたのか」が逆に問題となるのである<sup>47)</sup>。

我々が通常、知的な認識であると考えるところの科学的認識は、生命的な、そして創造的な営みとしての技術に多くを負っているのである。そして、客観的で無垢であるかのごとくイメージされる科学的認識の発生論こそを問題にしなくてはならない。こうした結論は妥当なものであると思われる。しかし、カンギレムが言うところの創造性とは何か。

#### 4.3. 生物学的な現象としての創造性とは何か

先に、「理解枠組みの設定という創造は、既知の機械とのアナロジーという仕方ではなされる」と述べた。アナロジーは創造の一つの方法である。しかし、類比することで、人は一体何をしているのか。

私は、科学や技術において創造することとは、理解したい対象において、

操作すべき単位を設定し輪郭づけることであると思う。未知の現象と既知の機械とのアナロジーは、未知の現象を既知の機械の部品に対応するような仕方です。分節化することでその理解を図るという営みなのである。また、機械を作るという技術について言うならば、求められた機能を果たすべき機械を構成するのに適切な部品という単位を考え出し、それを組み合わせることで新たな機械を作り出すことである。

創造についてこのように理解することで、生命が創造として立ち現れてくるように思えること（創発すること）も理解できると思われる。また、そうした仕方での創造とは、典型的にはまさしく科学や技術という人間的な現象であることから、「生命との連続性において人間を明らかにする」というカンギレムの見方がいかなる理由で生まれることができたのか、ということをも問うことができるだろう。そうした議論を展開する私自身のパースペクティブについて言えば、私は、物心ついて以来の有限な時間を人間として生きている「私」における知識の成立秩序を考え、そしてそれが他者と共有できる条件は何かと考えることで、「認識の普遍的な根拠」を探し求めないようなスタイルの認識論を構成したいと思っている。そうした枠組みの中で、生命の認識の成り立ちを理解したい。

話を生命の認識に戻そう。先に参照したとおり、郡司は、プログラムに見えるような化学反応系を論じていた。ここで、創造とは輪郭づけであるという観点を取り込んで、生命の輪郭はどのようにして見いだされるのか、という点について考えてみたい。先の郡司の議論は、プログラムに見えるような系についてであったから、生命の輪郭については論じておらず、おそらくは無造作に「循環」と述べていたことが、生命の輪郭に対応するものであろう。しかし、生命を輪郭づけるためには、単に循環というだけでは不十分である。生命現象は確かに循環ではあるが、循環的な反応がすべて生命であるわけではない。では、生命の輪郭を与えるように見える化学反応系はいかなるものであるか。それは、ある限定された範囲内で、それも具体的には膜に囲まれた範囲内で循環的な反応が起こっており、しかもその反応系自身が境界としての膜をも作り出すような反応系であろう。そして、そうした反応が継続するためには、膜の外からながしかの物質を取り込み、またながしかの物質を排出し続ける必要があることは言うまでもない。こうした反応系は、生

命なき通常物質であるところの分子によってできているにも関わらず、その振る舞いは、全体として生命に見えるのではないか。

ここでまず言うべきことは、生命に見える系は、その構成要素の機能の総和以上の機能を創発させるように見えるということである。生体分子も、命なき通常物質と同様、酸素、炭素、窒素、水素などの原子を構成要素としてその組み合わせによって作られている。かくして作られた分子を単位として、生命的な反応系が、自らを輪郭づけるような仕方では出現してくるのである。

こうした描像は無論、細胞を念頭に置いてのものである。そこで、話を多細胞生物に拡張すると、かくして出現した輪郭が新たな単位として組み合わせられることで、それぞれの細胞の機能の総和以上の機能が出現してくる。細胞は分化しつつ器官を形成し、器官は個体全体を構成する。脳のような器官は、意識や理性といった人間的な精神を生み出しさえする。新たに輪郭づけられた単位同士の相互作用が、新たなレベルの機能を生み出すのである。

こうした生命における創発現象は、既存の素材を組み合わせる新たな部品を作り、それを組み合わせる新たな機械を作るという、技術的な発明と同じようなものだと思う。例えば、コンピュータは電子の物理学的な法則に従って作動し、またさまざまな物質的素材を組み合わせるで作られていることは確かだが、物理法則からも、またそれら素材の性質からも、コンピュータの設計図は直接出てきしはしない。まさしくそれは創造として作り出されたのであった。カンギレムは、「技術をもはやただ人間の知的な操作としてではなく、普遍的な生物学的な現象として考察する」と述べていたのであったが、生命における創発を技術における創造と類比させることこそが、技術が生物学的現象だと思えることの根本的理由ではないか。

#### 4.4. 創発の順序を逆転する

ところで、先に述べたような、自ら膜によって輪郭を再生産して行くように見える系の、その「輪郭」は、どうして認識されるのか。膜内部での反応が継続するためには膜を越えての物質のやり取りが必要なのであるから、輪郭は完全に閉じられているわけではない。しかも、膜自身も安定したものでなく反応系に含まれ、再構築され続けるのである。純粋に分子の運動とし

で考えるなら、膜の内と外も、膜自身も、すべてがつながっていて、切れ目などありはしない。

ここで言うべきことは、我々がそこに輪郭を見だし、それを生命と見るのは、我々が細胞としての生命の姿をあらかじめ知っているからである。そして細胞は、我々が日常的に知っているさまざまな巨視的な生物（動物や植物）を分析することで見いだされたにはかならない。すなわち、生命とは何かを研究する歴史の中で、すべての生物が細胞から構成されており、細胞から発生することが見いだされたのである。また、それに先だって、顕微鏡の発明により、細胞一つで生きているように見える生物（原生動物、細菌類）が発見されていたということもある<sup>48)</sup>。かくして細胞説を確立したシュヴァンは「生物体を、分割できない生命単位である細胞へと分割できるものと見ている」<sup>49)</sup>。つまり、細胞説において細胞は生命の最小「単位」であり、「細胞は生命のすべての特徴を担う生命の基本要素」<sup>50)</sup>と見なされることになったのである。先に、「生命に見える化学反応系はいかなるものであるか」と述べた。実を言うとそれは逆である。膜の中での化学反応系というのは、生命としての細胞を物質の言葉で語るとこうなる、という描像なのであった。

つまり、知識の発見の順序としては、最初に日常的な知識として、生命を持つものとしての動物や植物があり、それが細胞に分解できることが知られ、さらにその細胞は、生命なき通常物質であるところの分子によってできているということが知られた、ということである。こうした過程は一つの分解過程であり、生命はその構成要素へと分解されるときに、より普遍的な単位が見いだされる代わりに、もともと持っていたスペシフィックな能力をはぎとられることになる。

そして、こうした発見の順序＝分解の順序を逆転し、分子から細胞が、細胞から動植物が、さらには意識と理性を持った人間が生成してくる、と考えたときに、生命において、その諸部分の働きの総和以上の機能が出現しているように見える。すなわち、生命が、技術的発明と類比的な創造を成し遂げたように思える。そしてこの「創造の過程」は、進化論によって正当化され、生命の歴史は創造の歴史であったとイメージされることになる。ところがそうしたイメージが成立する以前に、科学の歴史において、生命の単位が細胞であり、生物は単純なものから進化してきた、という説自身が、一つの創造

として発明されたことを見逃すわけにはいかないのである。

このように人間は、人間や動植物についての知識を出発点として生命一般を理解し、ひるがえって、人間が生命の一つであることから、生命を出発点として人間を理解しようとしてきたのである。「生命との連続性において人間を明らかにする」というカンギレムの見方は、その半面を捉えるものであろう。私としては、人間のなすそうした理解の営みの全体像を素描したつもりである。

#### 注釈

- 1) 詫摩雅子「ヒトゲノム解読をめぐる競争」日経サイエンス、2000年9月号、p.20.
- 2) 本多久夫「袋で行われる自己構築」、『生物の形づくりの数理と物理』共立出版、2000、p.2. もう少し具体的に言うなら、「遺伝子は生物体系性の材料をタイミングよく供給し、材料はひとりでに、原子や分子が集まって結晶ができるように、形を作るのではないか」(ibid.)という仮説である。
- 3) メンデル『雑種植物の研究』岩槻邦男・須原準平訳、岩波文庫、1999、原著は1865.
- 4) 中村禎里『生物学を作った人々』みすず書房、2000、p.147. ここで「対立遺伝子」と言われているのは、説明の便宜のため、後世の用語を用いたものである。
- 5) メンデル、p.41.
- 6) シュレーディンガー『生命とは何か』岡小天・鎮目恭夫訳、岩波書店、1951、原著は1945.
- 7) ibid., p.31.
- 8) アレン『20世紀の生命科学』長野敬・鈴木伝次・鈴木善次訳、サイエンス社、1983、原著は1975、下巻p.328.
- 9) モノー『偶然と必然』(みすず書房、渡辺格・村上光彦訳、1972、原著は1970)において、その一つの達成がある。
- 10) マウスゲノムについての研究から、タンパク質の合成に使われないmRNAが約3分の1もあることが示唆されている (The FANTOM Consortium and the RIKEN Genome Exploration Research Group Phase I & II Team,

"Analysis of the mouse transcriptome based on functional annotation of 60770 full-length cDNAs", *Nature* 420, 2002, pp.563-573)。そうしたmRNAの遺伝子がいかなる「機能」を果たしているのかということは今後の課題となるだろう。

- 11) 進化論の成立についての哲学的考察としては、拙論「進化論思想の成立とその構造」(東京大学哲学研究室紀要『論集』17, 1999, pp.112-124)を参照されたい。
- 12) ダーウィン『種の起源』八杉龍一訳、岩波書店、1990、原著は1859。
- 13) 『家畜・栽培植物の変異』(永野為武・篠遠嘉人訳、白揚社、1938、原著は1868)において、「ジェミュール」による説明を提出している。「この仮説によれば、生物体を構成する細胞には、形質を規定する粒子、ジェミュールが含まれている。ある器官を使用するとその器官の形質を規定するジェミュールはさかんに増え、体内を移動して生殖細胞に入る。次代の個体の性質は、両親の生殖細胞から来たジェミュールによってきまる」(中村、p.142)。この説は、現在は否定された獲得形質の遺伝を含意している。
- 14) ドーキンス『利己的な遺伝子』日高敏隆・岸由二・羽田節子・垂水雄二訳、紀伊国屋書店、1991、原著は1976、p.51。
- 15) ドーキンス『延長された表現型』日高敏隆・遠藤彰・遠藤知二訳、紀伊国屋書店、1987、原著は1982、p.55。
- 16) *ibid.*, p.56。
- 17) 「その後メンデルは、植物交雑の研究から、しだいに遠ざかってゆく。…実験結果の不統一によって自信を失ったのも、その一因であったかもしれない」(中村、p.155)。
- 18) 集団遺伝学においては、「ポリジーン」を仮定することで、中間型が現れる場合(量的形質)についても扱うが、ここでは進化論・遺伝学において遺伝子が形質と対応づけられていることを押さえることが目的であるから、そうした方法を詳論する必要はない。
- 19) *ibid.*, p.55。
- 20) 『生物学辞典』岩波書店、1996年第4版、「鎌形赤血球貧血」の項、p.237。
- 21) そうした結果のうちの一つはマラリアに感染しにくいということであり、そのゆえにこの遺伝子は淘汰されなかったとされる。
- 22) この点に関しては拙論「『生物学的決定論』と人間の自由」(『科学哲学』34-2, 2001, pp.89-100)を参照されたい。
- 23) カングレム「動物生物学における実験」、『生命の認識』所収、杉山吉弘

- 訳、法政大学出版局、2002、原著は1965、p.28.
- 24) カンギレム「思考と生体」前掲書所収、p.8.
  - 25) 「動物生物学における実験」、p.40.
  - 26) *ibid.*, p.24.
  - 27) 無論、原子や分子と言えども物理学研究における実験の手続きによって設定された単位であるという議論も可能であるが、ここでは原子や分子はある物質がその性質を失わない最小の単位であるということを認めておく。
  - 28) 「申し分ない鮮明さと突発的な激しさをさえともなって、生物学的な現象の機械論的解釈がデカルトにおいて出現した……」(カンギレム「機械と有機体」前掲書所収、p.121)。
  - 29) *ibid.*, p.115.
  - 30) 『哲学事典』平凡社、1971、「機械論」の項、p.293.
  - 31) 「機械と有機体」、p.129-130.
  - 32) *ibid.*, p.116.
  - 33) カンギレムの念頭にあった有機体において見いだされる「機械」とは例えば、アリストテレスが既に例として挙げた、「投石機に類比される腕」のような素朴なものであただろうが、現在我々は、分子レベルにおいて、そうしたテコ仕掛けの機械のみならず、巨視的レベルでは決して見られない、細菌の鞭毛モーターのような回転運動をする「モーター」すら知っている。
  - 34) 北野宏明『システムバイオロジー』秀潤社、2001、p.14.
  - 35) カンギレム「機械と有機体」、p.132-3.
  - 36) *ibid.*, p.136.
  - 37) *ibid.*, p.139.
  - 38) 郡司自身は、「プログラムの起源問題」と呼ぶ。郡司ベギオ幸夫「適応能と内部観測：含意という時間」、『内部観測』青土社、1997、p.168.
  - 39) *ibid.*, p.169.
  - 40) *ibid.*, p.173.
  - 41) *ibid.*, p.169.
  - 42) *ibid.*, p.176-7.
  - 43) *ibid.*, p.178.
  - 44) カンギレム「機械と有機体」、p.120.
  - 45) コンピュータ発明の中心人物の一人であるチューリングが生命の情報モデルの理論化にも寄与したことはよく知られた事実であろう。
  - 46) ただし、コンピュータは情報を扱う機械であるが、それ自身が複製され

増殖するのではなく、複製され増殖するのは情報である。そこで生命について、それを機械と見るのではなく、情報そのものと見なす見方が登場することになる。コンピュータ・シミュレーションによる「人工生命」-いわば身体なき生命-の研究はそうした見方に基づいている。

47) *ibid.*, p.145.

48) 無論、細胞説の歴史の実情は、ここで述べたような単線的で単純なものではない。カンギレム「細胞理論」(前掲書所収)のほか、ホール『生命と物質』(長野敬訳、平凡社、1992、原著は1969)、「第六部 組織、細胞、分子」などを参照されたい。

49) ホール、p.186.

50) カンギレム「細胞理論」、p.74.

(やまぐち・ひろゆき 研究拠点形成特任研究員・成城大学非常勤講師)

---

# “The Cognition of Life in the Post-Genome Age”

Hiroyuki Yamaguchi

---

The Human-Genome-Project has been finished, and the next challenge of biology is to make the function of each gene clear. But I must point out that the concept of gene function has two meanings, that is, on the one hand, to produce a protein, and, on the other hand, to produce a trait that can be observed from an external viewpoint. Since the traits are classified according to the interests of the observer, we must examine life as a system constructed by molecules, which are not divided arbitrarily, in order to understand what life is.

However, we can not understand what life is if we only describe the movements of the molecules. To understand it, we must apply a model to such movements as an interpretation from the observer's viewpoint.

Georges Canguilhem pointed out that it was necessary for machines to have been invented in advance to apply the “mechanism” model to life. He said that technology is a biological phenomenon because it is a creation. Then he concluded that humans can be placed in the continuity of life because technology was a manifestation of life's creativity.

But, contrarily, I think that the reason we believe life has creativity is that it is analogous with human created technology as it makes new functions emerge.

However, what does the emergence mean? Certainly, life seems to make new functions emerge, which are more than the sum of their elements' functions. For example, a cell emerges from molecules, and a individual from cells, and so on.

But, in order of discovery, we discovered the cell first as the element of the

individual, and then the molecule as the element of the cell. People believe that life gives rise to or creates new functions because they reverse the order of discovery and believe the reverse order is the order of life's development.

The cognition of life is achieved in this way.