

個体発生と系統発生の並行性とピアジェ、フロイト

関口 昌秀

はじめに

ピアジェを少しかじった者なら、個体発生と系統発生の並行性が彼の研究にどのような影響を与えたのか気になったことがあるのではないだろうか。「個体発生は系統発生を繰り返す」という有名なヘッケルの命題は魅力的で、わたしも高校の生物の授業で、人間の胚発生と脊椎動物の胚発生の絵を並べて示されたことを覚えている。調べてみると、ヘッケルのテーゼの方は高校生が考えるほど単純なものではないらしいが、研究の駆動力として大きな力をもっていたことは間違いないようである。

古生物学者のグールドは、大著『個体発生と系統発生』のなかで、個体発生と系統発生の並行性が与えた影響の一つとして、ピアジェの発達研究とフロイトの研究を挙げている。本稿では、第1章で個体発生と系統発生の並行性についてのグールドの主張を紹介し、第2章でピアジェ、第3章でフロイトに対するその影響をみる。本稿全体を貫く細い糸は個体発生と系統発生の並行性だが、その糸は余りにも細い。だから、各章の独立性は高い。

第1章のグールドの主張は『個体発生と系統発生』に基づいたものである。第2章のピアジェでは彼の発生的認識論の考え方について考えてみたい。それに対して、第3章のフロイトはグールドの紹介するままである。第1章、第2章に比べ第3章は短い。にもかかわらず、フロイトを入れたのは、ピアジェと並んでフロイトが教育心理学上重要な位置を占めており、その二人が共に個体発生と系統発生の並行性の影響を受けていると、グールドが紹介しているので、フロイトについても紹介したくなったからである。

このように本稿は、個体発生と系統発生の並行性というごく細い糸はあるものの、各章の独立性は強く、第3章は付足的なものとなり、構成的にはやや無理のある不格好なものになってしまった。そして、全体を通した結論というものもない。

第1章 個体発生と系統発生の並行性に関するグールドの主張

1-1 個体発生と系統発生の並行性

個体発生と系統発生を対比する考えは古代ギリシャからある。後世に影響を与えたアリストテレスの『動物発生論』は、動物を(1)哺乳類、(2)卵胎生のサメ類、(3)鳥類と爬虫類、(4)魚類と頭足類と甲殻類、(5)昆虫類の5つに分類した。この序列は個体発生にもとづいたものであり、それは発生における完成度の増大を基準にしている。

「わたしたちは、自然がいかに発生を整然と順序正しく段階を踏んで配置しているかを見なければならない。完成度が高く、熱い動物ほど、完全な状態の子どもを産む。……第3のグループは、完全な子どもではなく卵を産むが、その卵は〔大きさが増加しないという意味で〕完全である。それらよりも本性が冷たい〔グループの〕動物も卵を産むが、それは不完全な卵で、体外に出してから完全になる」(『動物発生論』733b)。

そして、個体発生は複雑さを増す方向へと進行する。

「未受精の胚を靈魂がないもの、あらゆる意味で生命を欠如したものとみなす人はいない。……それらが栄養的靈魂をもつことは明白である。そして発生が進むにつれて、動物が動物たりうる感覺的靈魂を獲得するのである」(736a)。

アリストテレスは、個体発生の過程を、栄養的靈魂、感覺的靈魂、理性的靈魂という、より高次の靈魂がヒトの胚に順次宿っていく過程として描写した。この三段階からなる靈魂の発達を生物の成体と対比させている。栄養的段階を植物に対比し、感覺的段階を動物に対比し、理性的段階をヒトに対比した。このようにして見ればわかるように、アリストテレスは、個体発生は系統発生を繰り返すという反復説の始祖に位置づくことになる、グールドはいう。(グールド、42-43頁)

反復説をもう少し厳密に定義すれば、子孫の胚発生の段階（あるいは幼若段階）において、祖先の成体段階が繰り返されることである。象徴的なのは、鰓裂(エラ)をもつヒトの胎児を魚に結びつけることである。これが、多くの人に興味を持たせるものである。

1-2 反復のメカニズム

1-2-1 終端付加の原理と圧縮の原理

個体発生は系統発生を繰り返すという、その反復のメカニズムはどのようなものか。それは基本的に次の二つの原理からなる。「終端付加の原理」と「圧縮の原理」である。

第1の「終端付加の原理」というのは、個体発生の終端に新しい形質が付加されて、それが子孫の特徴的な形質となって進化が生じると考えるのである。図1-1のAで、縦軸は系統発生を示し、下から上に向かって1→2→3→4→5→6と系統発生が進む。これが進化の方向である。それに対して、横軸は個体発生である。たとえば、第2番の種から第6番の種までには「—」という形質がある。第2番より進化した第3番には、第2番の終端である「—」という形質に「△」という新しい形質が付け足されて、「・」→「—」→「△」という順番で個体発生が進む。第2番の種の終端の形質「—」に新しい「△」という形質が付加されて、新しい第3番の種が発生した。

これが、個体発生の終端に新しい形質が付加されて系統発生が生じる、ということである。第3番から第4番への進化で見れば、新しい形質「□」が付加される。第4番から第5番への進化では新しい形質「☆」が付加され、第5番から第6番への進化では新しい形質「◎」が付加されている。それぞれの個体発生の終端に新しい形質が付加されて、新しい種が発生している。このように考えるのが終端付加の原理である。

第2の「圧縮の原理」というのは、個体発生の期間をどうにかして限定させる機構が働かなければならないと考えるのである。なぜなら、現実の個体発生はある一定の期間だけ行われるものであり、無限の時間があるわけではないからである。現実の形質には実にさまざまなものがある。A図モデルでは、個体発生の終端に「新しい形質」がどこまでも付加される。これでは、個体発生の期間が際限なくどこまでも伸びてしまう。これは現実には合わない。何とかして個体発生の期間の長さを限定する必要がある。

そのとき、限定の仕方に大きく二つのやり方が考えられる。一つは、B図のような「促進による限定」である。新しい形質が出来上がるスピードが促進され、そのことによって形質が作られる期間が短くなる。結果として、全体としての個体発生の期間が短くなり、それが限界の中に収まると考えるのである。もう一つは、C図のように、個体発生途中の形質が「削除」され、その結果として個体発生の期間が限界の中に収まると考えるのである。

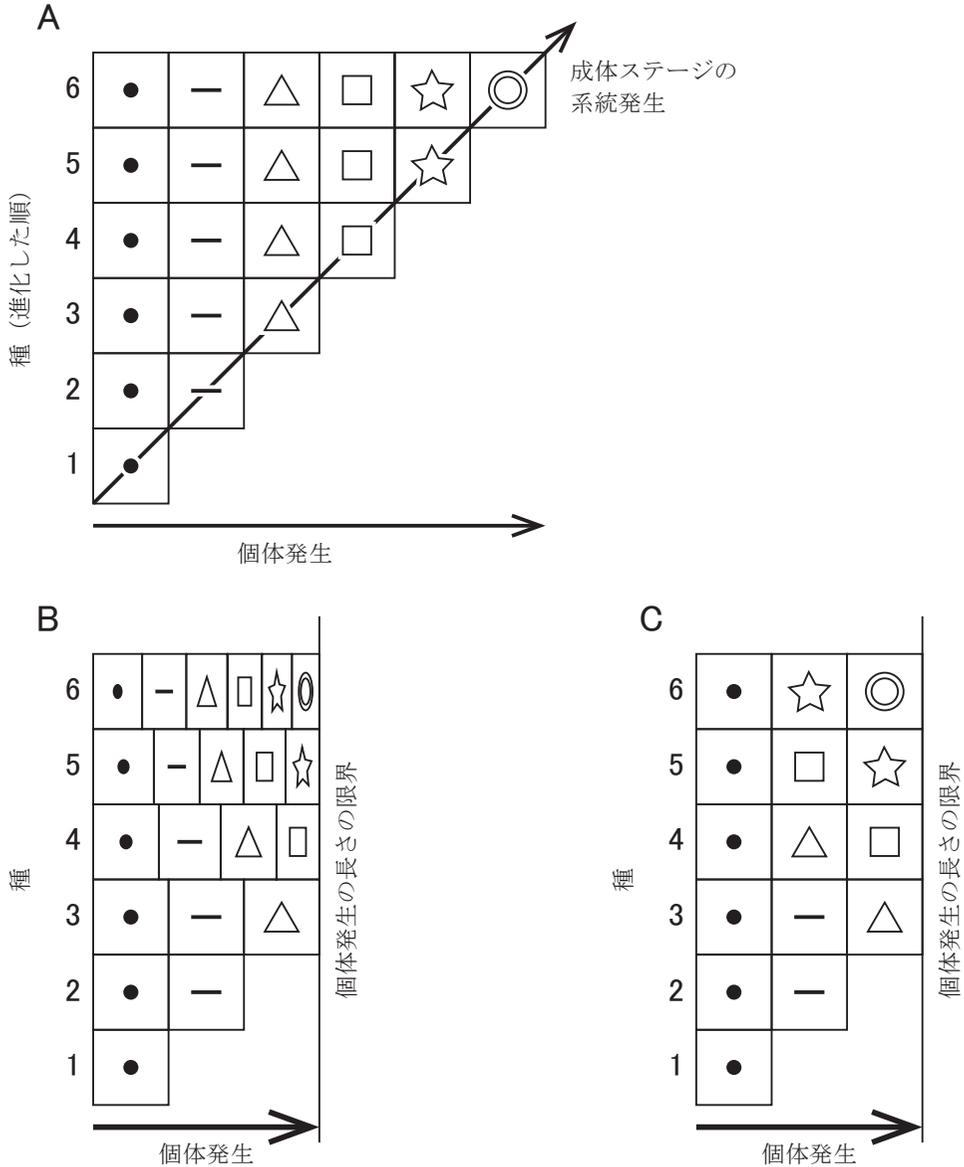


図1-1 反復のメカニズムとその2つの原理。(A) 終端付加の原理：新しい形質は進化に際して祖先の個体発生の終端に付加される：成体段階の系統発生は、もっとも進んだ子孫（種6）の個体発生と並行する。(B) (促進による) 圧縮の原理：個体発生の長さは限られており、終端に新しい形質を付加するための余地をつくるために発生段階は短縮(促進)される。(C) (削除による) 圧縮の原理：新しい形質のための余地をつくるために個体発生の発生段階は削除される。

[出典：グールド, 124頁]

このように、「終端付加の原理」と「圧縮の原理」を合わせることによって、反復のメカニズムが成り立っていると説明される。グールドによれば、第1原理については、ヘッ

ケルと同時代の生物学者はほぼ意見が一致していたが、第2の原理を巡って多くの論争があったという（グールド、123-125頁）。わたしたちはその論争の細部には興味がない。ここで重要なのは、今日の生物学から見れば、この考え方には大きな誤りがあるということである。ここでいう「形質」は生物の形態的特徴という一般的な意味であるが、わたしたちが習っているように、メンデルの法則によれば「形質」はそのまま遺伝するわけではない。そこを考え直す必要が出てくる。それについては次項以降で述べることとし、ここではメンデルの実験について確認しておこう。

1-2-2 形質の遺伝を否定したメンデルの実験

メンデルが実験したエンドウ豆はさまざまな対立形質をもっている。たとえば丸い形の豆としわしわの形の豆である。丸形としわしわと形態的特徴はちがっても、同じ品種のエンドウ豆になるということで、「形質」というもののとらえ方が変わっている。

メンデルの実験が画期的成功を収めたのは、エンドウ豆で自家受粉が可能だということである。この特徴があったればこそ、その後の表現型（形質）と遺伝子型の区別と関連が明瞭にできたと思われる。たとえてみれば、父親と母親が同じ遺伝子をもっている、そういう受精ができたということである。この喩えにはよくない点がある。父と母では性別が異なるから、ヒトあるいは動物では同じ遺伝子をもつということとはあり得ない。しかし、人間に馴染みの動物にたとえれば、そういうのがいちばんわかりやすい。動物ではありえないのだが、同じ遺伝子をもったもの同士が受精することができるということである。エンドウ豆では、同じ遺伝子をもったおしべとめしべで受粉し受精することができる。このような性質をもっていることにより、エンドウ豆では「純系」というものが作り出せる。自家受粉を続けていけば、丸い形だけを生み出すエンドウ豆ができあがるのである。このようにして、遺伝子型も形質（表現型）も丸形のエンドウ豆ができあがる。同様に、しわしわの形だけを作る「純系」のエンドウ豆、すなわち遺伝子型も形質（表現型）もしわしわの形のエンドウ豆ができあがる。

このようにして作りあげた純系の丸いエンドウ豆と純系のしわしわのエンドウ豆を、メンデルは今度掛け合わせた。すると何が得られるだろうか。形態的特徴である形質は丸形としわしわ形の二つであった。結果はどうなったか。結果はすべて丸い形のエンドウ豆ができた。これが一つの驚きである。これでわかるように、形質そのものは遺伝しない。次にメンデルは、掛け合わせて得られたこの丸い形のエンドウ豆（第一世代の豆）を自家受

粉してみた。すると、できあがった第二世代の豆は、丸形としわしわ形の二つの形質が共にできあがり、丸形としわしわ形の豆の比率はどの株でも3:1という一定の規則的な割合になった。これが第二の驚きである。学校で「優性の法則」とか「分離の法則」と習ったものである。

以上からわかるように、形態的特徴としての形質のもつ性質は、そう単純でなく複雑なことがわかる。まず簡単なこととしては、形質は直接に遺伝しない。むしろ形質は対立形質として、対になっていて、それらが絡み合って遺伝を決めている。対立形質には「優性の形質」と「劣性の形質」がある。エンドウ豆では、丸い形が優性でしわしわの形が劣勢である。結局のところ、遺伝するのは「遺伝子」であるということ、しかもその遺伝子は対としてあり、その対のあり方が形質を決める。子は、母方と父方からそれぞれ、遺伝子の対の一方だけを受け取り、それらから新しい対の遺伝子を作り、それが子の遺伝子となる、ということがわかってくる。それに合うように、反復のメカニズムの考え方を修正しないとけないわけである。

1-3 ド・ビアの異時性カテゴリーとその問題点

メンデルの実験は1900年に再発見され、それ以後急速にヘッケルの影響がなくなった。メンデル以後、注目すべきものとしてあるのは、ド・ビアの異時性カテゴリーであるとグールドはいう(グールド, 318頁)。ただし、そこにはある誤りが含まれており、それを修正する必要があるという。ここでは、ド・ビアの異時性カテゴリーというものがどういうものであるかを説明し、グールドが指摘するその問題点について説明していくことにする。

1-3-1 ド・ビアによる異時性の8カテゴリー

個体発生と系統発生の関係について、ド・ビア (de Beer, G. R.) は、8つのタイプに分類した。図1-2は、ド・ビアの1940年の本『胚と祖先』からグールドが引用したものである。

図1-2では、縦軸と横軸の関係が図1-1とは逆になっている。図1-2の縦軸は個体発生であり、横軸の方が系統発生である。タイプAは、変形発生である。祖先動物の幼若段階において存在した形質が、子孫動物の幼若段階だけに出現して、適応的変形をなすが、系統発生には影響しない。

タイプBは、成体変異である。祖先動物の成体段階において存在した形質が、子孫動物の成体段階に出現し、変異を起して、変種や品種などを形成する。

タイプCは、偏向である。祖先動物の幼若段階において存在した形質が、子孫動物の幼若段階と成体段階に出現するが、成体段階に近づくにつれて変形される。変形というのは新しい形質を導入することである。その結果として、子孫動物は祖先動物から漸進的に偏向する。

タイプDは、遅滞である。祖先動物の成体段階において存在した形質が、子孫動物の成体後期段階に出現するため痕跡的となる。

タイプEは、ネオテニー（幼形成熟）と幼生生殖である。祖先動物の幼若段階において存在しないし出現した形質のうち、生殖器官に比して体の発達が相対的に遅滞するため、子孫動物は祖先動物の幼形を保有しながら成体になる。

タイプFは、過形成である。祖先動物の成体段階において存在した形質が、子孫動物でも同じ時期に出現するが、新しい成体段階が相対的に遅れるため「踏み越え」が行われて、子孫動物には祖先動物の成体段階に続く新しい形質が追加される。

タイプGは、減退である。祖先動物の幼若段階と成体段階において存在していた形質が、子孫動物の幼若段階のみに出現し、その形質を痕跡的な形質へと減退させる。

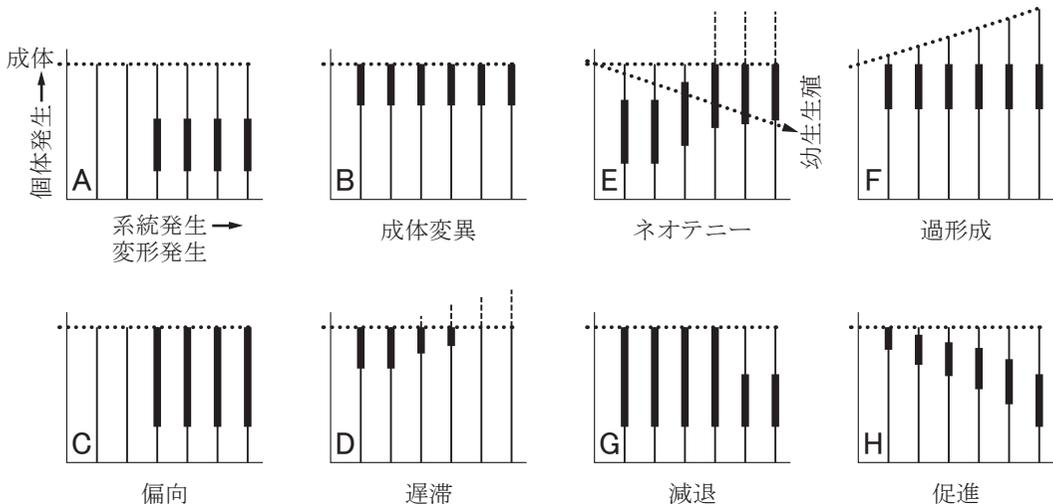


図1-2 ド・ピアによる<異時性>の8つのカテゴリー。解釈と批判については本文を参照のこと。4つだけが実際に異時性の様式であり、それらは促進（幼生生殖＝プロジェネシス、促進）と遅滞（ネオテニー、遅滞、過形成）という2つの過程に帰される。（ド・ピア 1940より）

[出典：グルード、321頁]

タイプHは、促進である。祖先動物の成体段階において存在した形質が、子孫動物では幼若段階に現れ、祖先形質の早熟な出現という「促進」をする。

以上がド・ビアによる異時性の8カテゴリーだが、なかなかわかり易いものだとは言いがたいところがある。叙述は、グールドの図(図1-2)のアルファベット順に従った。これは、ド・ビアの本から直接取ったものである。

岩波の生物学事典¹の説明の方がわかりやすい。岩波生物学事典では、図の並べ方がグールドのものとは違っている。岩波生物学事典の図の順番は、2行4列を、上の行の左から右へ、そして下の行の左から右へと、図1-2の番号でいうと、A→C→E→G→B→D→F→Hの順となっている。このうち、最初の「A→C→E」は、祖先動物の幼若段階に存在した形質が、子孫動物ではどの段階で出現するかの区分である。その次の「G」は、祖先動物の幼若段階と成体段階に存在した形質が、子孫動物では幼若段階のみに出現するという区分である。最後の「B→D→F→H」は、祖先動物の成体段階に存在した形質が、子孫動物ではどの段階で出現するかの区分である。

1-3-2 ド・ビアによるカテゴリー区分の問題点

岩波生物学事典の説明では、問題とする形質が祖先動物のどの段階に存在したか、すなわち幼若段階に存在したか、あるいは幼若段階から成体段階まで存在したか、それとも成体段階だけに存在したかで3区分して、その順番で説明してある。その分だけわかりやすい説明となっている。しかし、それでもすっきりとした説明というわけにはいかない。

その理由は、ド・ビアのカテゴリー区分に問題があるからである。図1-2はド・ビアの1940年の『胚と祖先』からの引用だが、それは図が表れたというだけにすぎない。ド・ビアのカテゴリー自体は1930年の『胚と進化』から始まっている。1940年の『胚と祖先』は1930年の『胚と進化』を増補改訂したものである。1940年の本にこの図が初めて登場した。しかし、説明は変わっていない。

『胚と進化』の位置づけについて言えば、それは、「ヘッケルの反復説を現代の進化論に矛盾するものとして批判し、発生学をまだ発展途上ではあるものの正説の位置に押し上げ」、「英語圏における個体発生と系統発生の関係についての考え方を支配しつつけている」ものである。しかし、その考え方にはいくつかの欠陥がある。(1)、カテゴリーを区分するに当たり、2つの基準の混同が見られる。(2)、結果に的を絞ったために、基本的な過程、プロセスをぼかしてしまった。(3)、ド・ビアの異時性カテゴリーは、一つの過程

の二つの側面、促進と遅滞に還元される。グールドはこのように主張する。(グールド、318-319頁)

ド・ピアのカテゴリーは、さきほど見たように、祖先動物で問題とする形質の出現段階で区分すれば、幼若段階、幼若段階から成体段階まで、あるいは成体段階の3つとなる。これを、祖先動物と子孫動物で考えれば、その組合せは 3×3 で9通りとなる。しかし、系統発生での変化を見るのだから、祖先動物と子孫動物で同じ段階に出現するものを除くと考えるならば、 3×2 で、6通りとなる。ところが、ド・ピアの区分は総数8である。これは、このように出現段階を基準と見ることが適切でないことによる。

1-3-3 グールドによるド・ピアのカテゴリーの整理

グールドが論題としたいのは、発生プロセスのメカニズムであり、出現段階という結果ではない。グールドの主張によれば、ド・ピアの基準の一つを形質の出現段階と捉えることが問題である。ド・ピアの基準は、「異時性 (ヘテロクロニー)」と「新しい形質の付加」である。ド・ピアはこの2つの基準を混同している、というのがグールドの主張である。

異時性というのは、子孫動物の個体発生で形質の発現する時期と順番が変化することである。それは「促進と遅滞」によって生じる。グールドの立場は、異時性という一つの基準で個体発生を考えるべきだということである。「新しい形質の付加」は結果であり、考えるべきことは、このような結果がどのような発生のメカニズムによって産み出されるのかということである。これが、発生のプロセスを問題とすべきだとするグールドの立場である。

以下、この異時性の観点から、タイプAからHまでのド・ピアの分類をもう一度批判的に見てみよう。

タイプAの変形発生は、問題とするに値しない。異時性はない。図を見ればわかるように、子孫動物の個体発生は何も変わっていない。これでは、個体発生と系統発生の並行性も生じない。

タイプBの成体変異も子孫動物の個体発生が何も変わっておらず、個体発生と系統発生の並行性を生み出さない。ここにも、異時性はない。

タイプCの偏向も子孫動物の個体発生に変更はなく、個体発生と系統発生の並行性を生じない。ここにあるのは、新しい形質の導入であって、異時性ではない。

タイプDの遅滞は、もちろん異時性である。発生速度が遅くなるというのがまず考えら

れることだ。ただし、このタイプDは次のタイプEの「ネオテニー」（幼形成熟）の別の側面を提示しているだけで、基本は同じである。幼若形質が遅滞させられると、それまでは成体形質だったものが徐々に個体発生の終着点を離れて排除されてしまうことになる。ド・ビア自身、「遅滞による構造の痕跡化は、ネオテニーという現象によって提示される図式の反面である」と述べている。

タイプEのネオテニーは異時性の典型だが、重要なことは、このタイプEのプロセスには区別されるべき二つの過程が重なっていることである。Eでは、祖先動物の幼若形質が子孫動物の成体形質になるという幼形進化が表れる。幼形進化とは、「生殖器官に比して体の発達が相対的に遅滞する」ことである。注意しなくてはならないことは、この「相対的な遅滞」は、体細胞の発生が遅滞して生じることもあれば、反対に生殖器官の発生が促進されたために「体の発達が相対的に遅滞する」こともある、ということである。前者の場合は「遅滞」だが、後者の場合は「促進」である。異時性は異なる。この二つのプロセスを区別しなければならない。ド・ビア自身、「身体部の発生速度は一定なままで生殖腺が促進させられると、このような結果〔幼生生殖—これは「幼形進化」と同じことである。引用者注一〕が生み出されるであろう」と述べている。

タイプFの過形成は、「成体段階が相対的に遅れ、成体段階に続いて新しい形質が追加される」ことだが、この「成体段階の相対的な遅れ」は基本的に「成熟の遅滞」である。ここにも異時性はある。ド・ビア自身、「この付加的な発生ともいべき過形成は、生殖腺の発生速度が、身体部の形質の発生速度に比べて遅滞している場合に生じると予想できるかもしれない」と述べている。つまりタイプFの「成熟の遅滞」は、メカニズムとしては、タイプEの中に含まれているのである。

タイプGの減退に異時性はない。タイプGは、「幼若段階と成体段階において存在していた形質が、子孫動物の幼若段階のみに出現して形質を痕跡的にする」ことだが、「成体の形質が幼若の形質になる」ということを裏から言えば、子孫動物の成体に新たな形質が付加されることに他ならない。つまり、これはタイプCの偏向と基本的に同じなのである。図1-2において図Cと図Gはジグソーパズルのようにぴたりと合う。「減退は偏向と全く同一の過程であって、異時性ではない。ド・ビアはこれを認めて、『この〔減退の〕事例は偏向によって描かれる図式と全く表裏一体のものである』と書いている」とグールドは述べている。（グールド、322頁）

タイプHの促進は、古典的な異時性のカテゴリーである。祖先動物の成体段階におい

て存在した形質が、子孫動物では幼若段階に現れる。祖先形質の早熟な出現である。メカニズム的には体の成長が「促進」され、子孫では幼若段階で出現することとなる。図Hを見ればわかるように、このタイプこそ、個体発生における系統発生の反復が見られるものである。

1-4 グールドの異時性概念

以上のような、批判を展開して、グールドは表1-1のようにまとめ直した「異時性のカテゴリー」を提示する。

表1-1 異時性のカテゴリー

タイミング		ド・ピアの体系での名称	形態的な結果
体細胞的特徴	生殖器官		
促進される	—	促進	反復 (促進による)
—	促進される	幼生生殖 (=プロジェネシス)	幼形進化 (打切りによる)
遅滞される	—	ネオテニー	幼形進化 (遅滞による)
—	遅滞される	過形成	反復 (延長による)

[出典：グールド, 327頁]

表1-1を見ればわかるように、グールドの異時性概念は、体細胞と生殖細胞でそれぞれ促進と遅滞を考える。これが個体発生におけるタイミングである。体細胞発生の促進、または生殖細胞発生の遅滞によって、反復説が説明される。それとは逆に、体細胞発生の遅滞、または生殖細胞発生の促進によって、幼形進化が説明される。

グールドが重視するのは、結果として発現する形態的特徴ではなく、むしろそれを支えるプロセスである。プロセスが促進されるか、それとも遅滞させられるかが、メカニズムとして重要なのである。

1-5 グールドの時計モデル

1-5-1 時計モデルの作成

そして、グールドは、異時性を表わす「時計モデル」を提案する。図1-3がグールドによる異時性モデルの概要である。

これは、異時性モデルをどのように作成するか、という観点で叙述されている。たとえばアンモナイト類であると多くの化石があり、時代的にも長期間に亘って残っている。それらの資料から、統計的な処理をして、このモデルが作られる。図1-3の下にあるのは、アンモナイトの月齢や年齢を示すものであり、資料の個体に対して月齢年齢を測り、それと同時に形態とサイズも測るわけである。それを具体的にどうするかは、あまりに専門的すぎる。ここではそのようにして、たとえばアンモナイト類に関する異時性モデルが作成可能だということを取り敢えず理解しておこう。

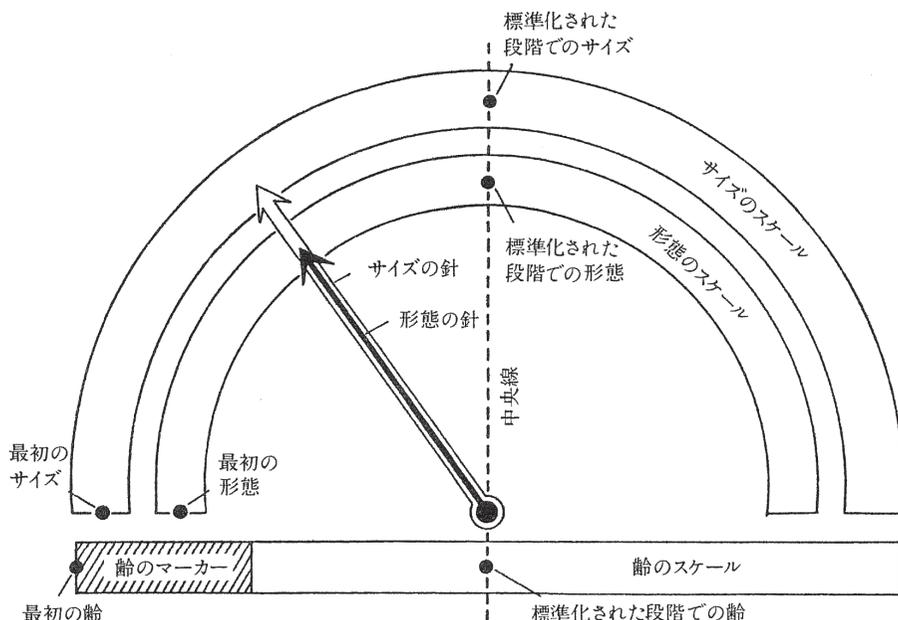


図1-3 サイズ、形態、齢のスケールを示す、異時性の時計モデルの概要。

[出典：グルード, 354頁]

ここでは、図1-3についての説明はこれくらいにして、このようにして作成したモデルをどのように使うかを述べていこう。図1-4を見てほしい。いま述べたように、図1-4でも、下の横棒は月齢や年齢などを示す。外側の半円がサイズ(大きさ)を示す。右側が大形化、左側が小形化とあるが、これは下の月齢年齢の基準から見て右側か左側かを考える。内側の半円は形態のあり方を示す。月齢年齢の基準から見て、右側が反復を示し、左側が幼形進化的であることを示す。これだけではちょっとわかりにくいだろうが、すぐ後で具体例の図を示す。

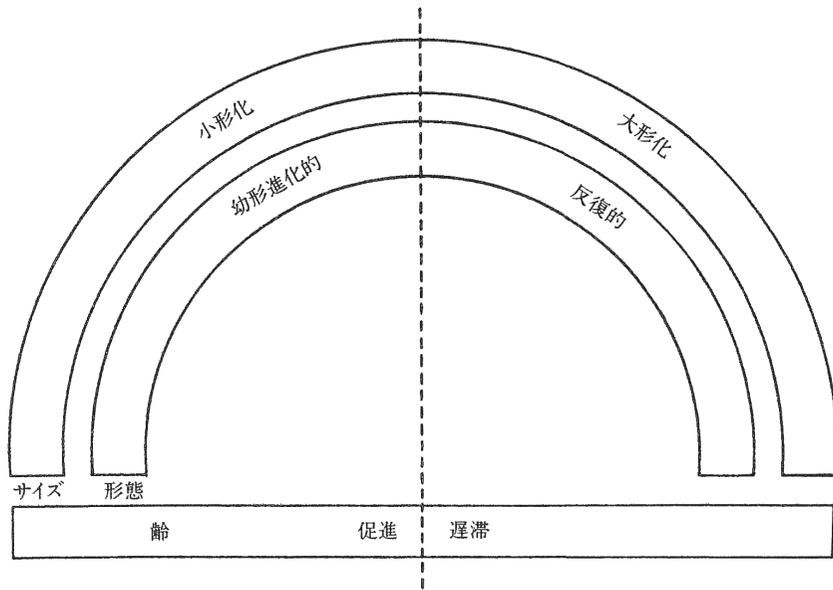


図1-4 異時性の領域。年齢のスケール上では促進され、遅滞されている。形態のスケール上では幼形進化的で反復的である。サイズのスケール上では大形化するか小形化する。

[出典：グルード，358頁]

1-5-2 アンモナイトに対する時計モデルの適用

次の図1-5は、いま述べたことを、具体例に即して示したものである。アンモナイトの一種であるグリファエア属についての仮想的な説明である。標準的な発育段階で見ると、形態を示す短針が反復的領域にあり、サイズを示す長針が大形化の領域にあることを示している。そして重要なことは、形態とサイズを比べた場合、形態がサイズに対して遅滞している。それでも、反復の位置に来ることがあるということをこのモデルは示しているのである。

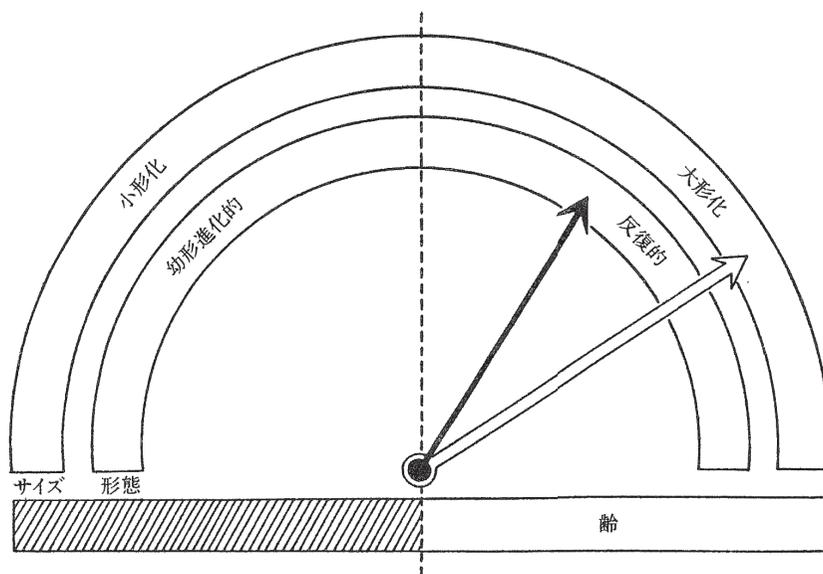


図1-5 グリファエア属 (*Gryphaea*) で遅滞の過程と幼形進化の結果とは必ずしも一致している必要はないことを示すための仮想的な反復。形態はサイズに関して遅滞しているが、系統的に体が大形化することによって、標準的な発育段階で見ると反復の領域にあることになる。

[出典：グルード, 362頁]

サイズというのは、何の説明がなくても、それなりに理解可能だろうが、形態の方は具体的な説明がないとわからないだろう。そこで、アンモナイトについてのグルードの説明を見てみよう。

図1-6は、グリファエアのサイズと形態に関する説明である。サイズは図の r 、「平らな殻片の長さ」である。アンモナイトでの形態とは「巻き」のことである。「巻き」とは、「平らな殻片の長さ (r)」に対する「巻いた殻片の長さ (p)」の「比 ($p \div r$)」のことである。1個1個の化石について r と p を測定していけば、多くの資料が得られる。そういうことをするわけである。

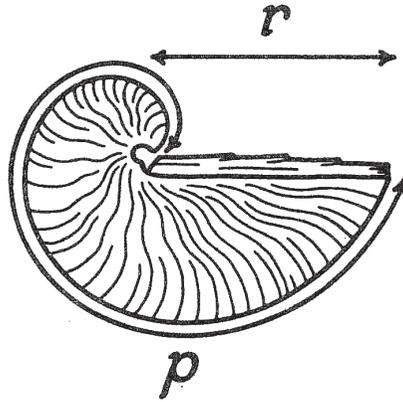


図1-6 イギリスのジュラ紀下部の岩から出土するグリファエア・インキュルヴァ (*Gryphaea incurva*) 巻き—平らな殻片の長さ (r) に対する巻いた殻片の長さ (p) の比—の測定法を示す。
〔出典：グールド, 347頁〕

表1-2は、アンモナイト類について、上のような測定をグールドが行って、アンモナイト類のサイズと形態の関係に関して作成した表である。

表1-2 祖先種であるグリファエア・アンギュラータ (*Gryphaea angulata*) におけるサイズ (平らな殻片の長さ) と形態 (殻片の長さの比で表われた巻き) との関係。(グールド 1972, 式18, p.102より)

サイズ	形態
2.03 (巻きが始まる平均サイズ)	0.41
5	0.81
10	1.38
15	1.89
20	2.35
30 (祖先種の成体の平均サイズ)	3.21
38 (祖先種の最大サイズ)	3.84
40	4.00
46 (子孫種の最大サイズ)	4.45

〔出典：グールド, 355頁〕

この表から、アンモナイトに関する異時性の時計モデルが作成される。それが図1-7である。

図の説明に「目盛りを調整した」とあるが、それは「標準化」することを指している。ここがきわめて専門的なところである。異時性の研究では、サイズ、月齢年齢、発生段階をどのように標準化するかという点で、曖昧さがつきまどってきた。時計モデルは、「それらすべてを一組の枠組の中に描き出すことができる」。そこが優れた点であると、グールドは主張している。(グールド, 352頁)

この図の場合では、成体のサイズの標準は、「祖先種の成体の平均サイズ」を取っている。成体の形態の標準は、そのときの形態の値「比 ($p \div r$)」を取っている。この資料 (表1-2) では、成体の月齢年齢に関する標準は未知のままである。

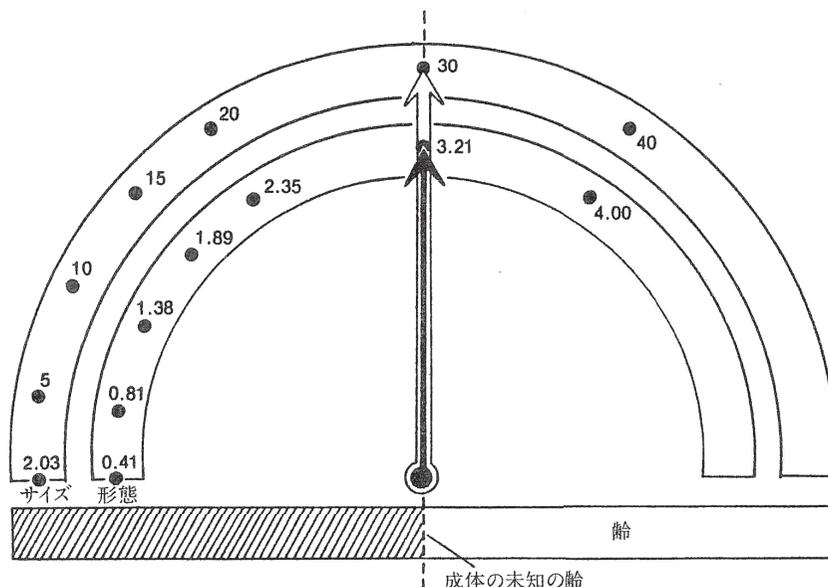


図1-7 表1-2のグリファエア属 (*Gryphaea*) の問題のために目盛りを調整した時計モデルのスケール。中央線の値が示す標準化された段階には成体段階が選ばれている。祖先のすべてのマーカーは祖先の成体に関する中央線上にのっている。 [出典：グルード, 354頁]

図1-8は、祖先種で作成した時計モデル図1-7の上に、子孫種の標準値を載せたものである。グルードは、この本『個体発生と系統発生』の中では、子孫種のサイズと形態に関する表 (祖先種の表1-2に対応する表) は、紹介していない。図1-8から読み取れるように、子孫種の成体のサイズの標準は35.2であり、形態の標準は祖先種と同じということである。成体段階に達したことを、この場合は「巻き」=形態で見るのが合理的であり、祖先種と同じ「巻き」の値3.21に対応するサイズを子孫種で測定したところ、サイズ35.2となったということである。

すると、ここからわかることは、子孫種ではサイズが増加していることである。この例では、サイズの増加が系統発生で見られるということになる。ここでの進化はサイズの増加をもたらしているわけである。

具体的には、このように、祖先種で時計モデルを作成し、その時計の上に、子孫種の数値を入れて、系統発生のあり方を見るわけである。

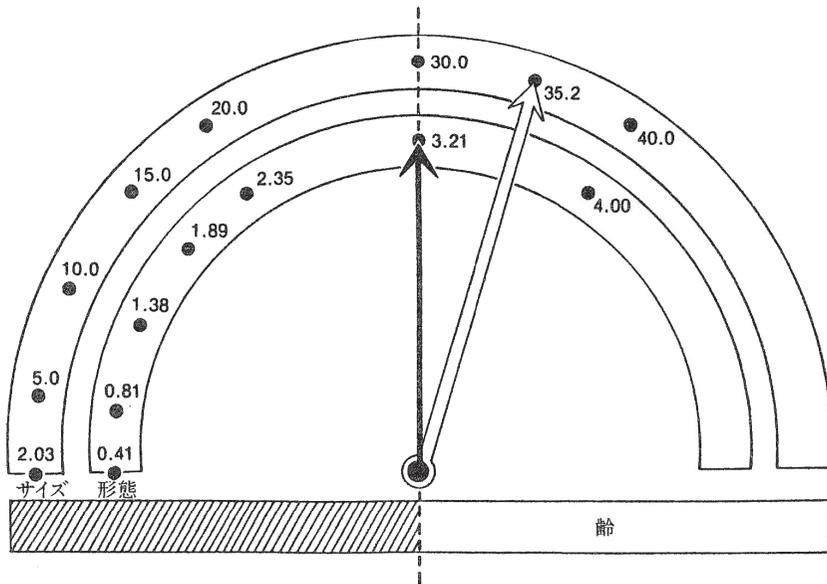


図1-8 祖先種に合わせたスケール（表1-2を参照）上でのグリファエア属 (*Gryphaea*) の子孫種のマーカー。異時性の本質は今や明らかである。皮肉なことに、サイズは増加しているが形態は変わっていないのだ。サイズと形態の解離は、巻きの相似性はそのまま、系統的なサイズの増加をもたらす。 [出典：グルード, 359頁]

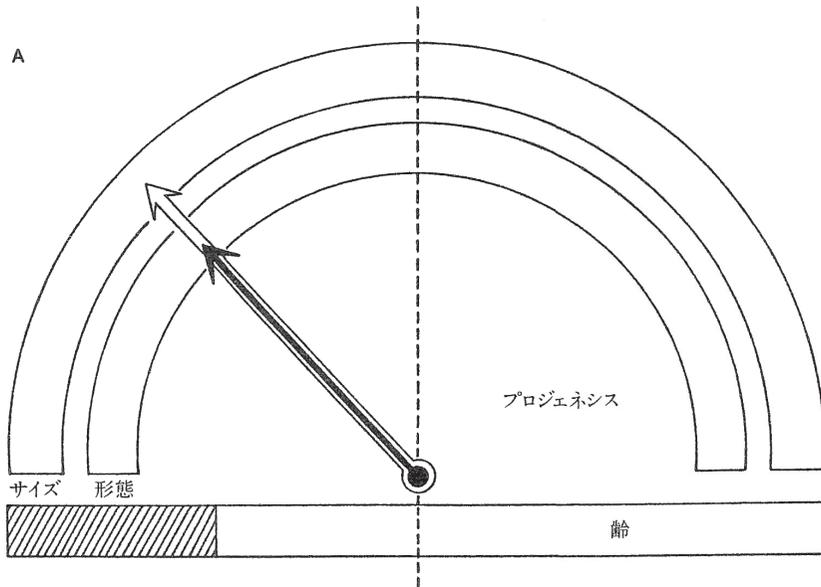
1-6 時計モデル上における異時性のタイプ

すでに1-4節で示した表1-1の異時性カテゴリーには、異時性のタイプが純粋な形で載せてある。そのタイプを時計モデルで示すと図1-9のA~Fとなる。

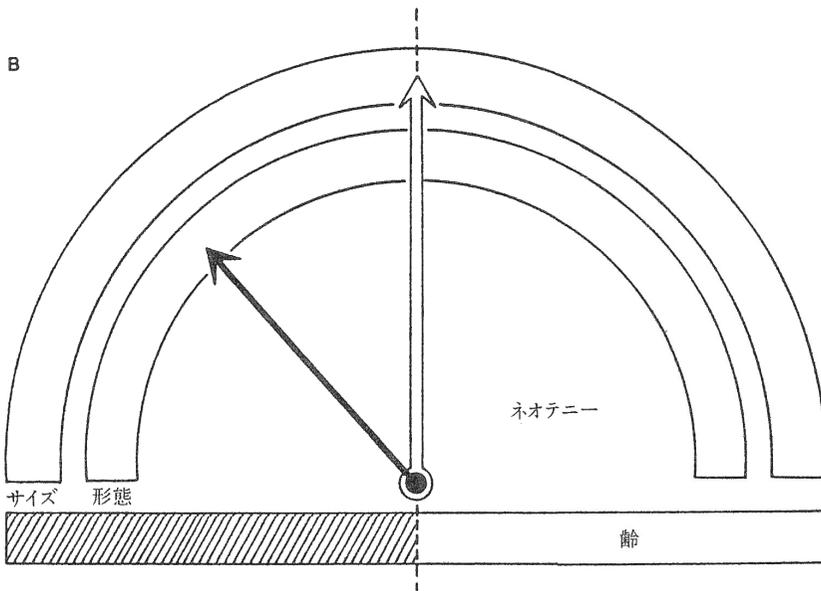
図1-9のAは、プロジェネシスによる幼形進化である。生殖器官の発生が促進されることによって幼形進化が生じる。幼形進化であるから、当然形態を示す短針は、左側の領域にある。生殖器官の発生が促進されるのだから、成体となる月齢や年齢は祖先種より早まることになる。したがって、子孫種の成熟の月齢年齢を示す下の棒の部分は、左側の領域となる。サイズを決める発生は祖先種と同じと想定することになるので、サイズを示す長針は月齢年齢に合わせて取ることになる。つまり、サイズは小形化する。結果として、プロジェネシスによる幼形進化は、性的に成熟した幼体なのである。

図1-9のBは、ネオテニーである。体細胞的特徴である形態の発生速度が遅滞することによる幼形進化である。形態の発生速度は遅滞するが、生殖器官の発生速度は祖先種と同じだから、成体となる月齢年齢は標準値となる。月齢年齢が標準値のとき、形態の発生速度が遅滞しているから、短針は左側の領域にあることになる。つまり、Aと同様に、幼形

進化である。月齢年齢が標準値をとるから、サイズを示す長針は標準値を取ることになる。ネオテニーは、サイズは小形化せず、形態が幼若的特徴を維持するのである。



(A) 早い性成熟を伴う個体発生の打ち切りによるプロジェネシス

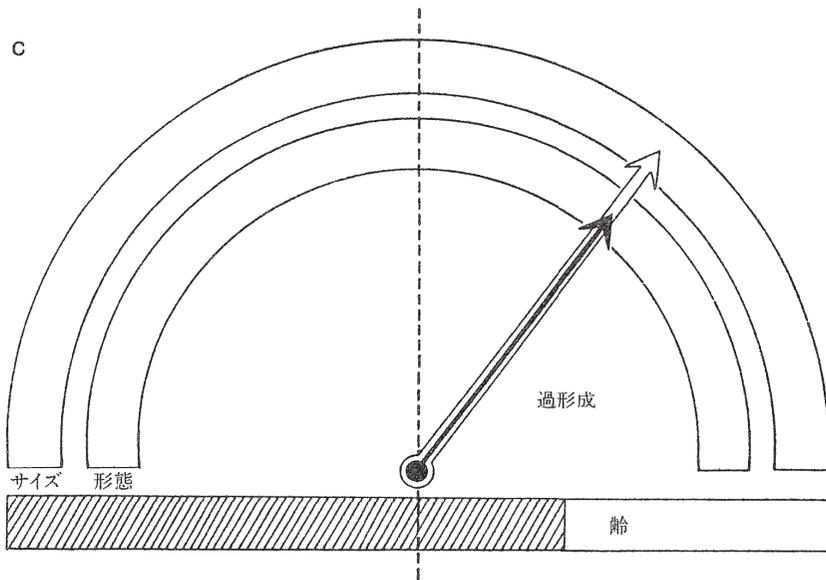


(B) 体細胞的な発育における遅滞によるネオテニー

図1-9 「純粋」な種類における異時性のタイプ。

[出典：グルード, 363～365頁]

図1-9のCは、過形成による反復である。これは、生殖器官の発生速度の遅滞によって生じるのだから、成体となる月齢年齢は右側の領域に来る。サイズは祖先種と同じ発生速度と想定されるから、成体となるときのサイズは大形化し、長針は右側の領域に来る。形態を示す短針も、月齢年齢にしたがって右側の領域に来る。これは、成熟が遅らされているために、個体発生が引き延ばされているのである。祖先種の成体形態を取る月齢年齢時点でのサイズは同じとなるが、この時点での子孫種はまだ幼若段階にあり、幼体なのである。

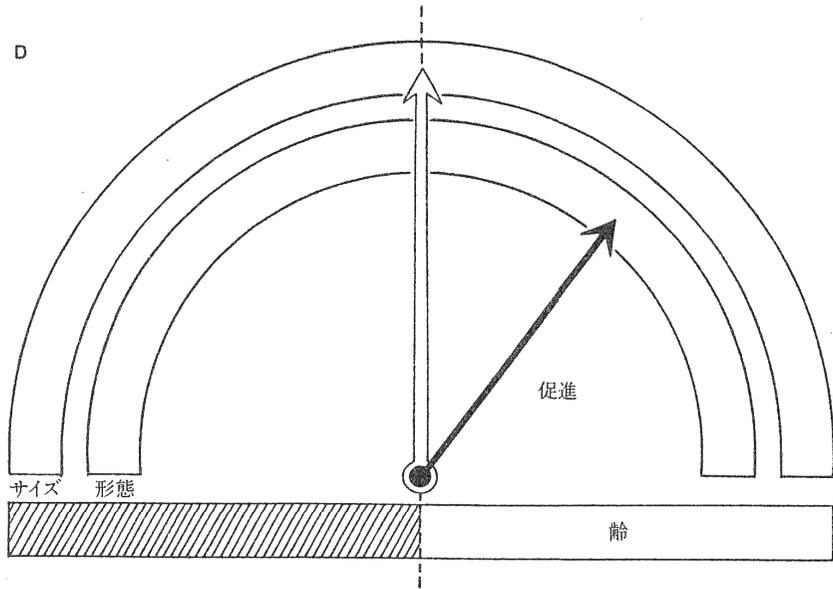


(C) 成熟の遅れと成長の単純な延長による過形成

図1-9(続き(1)) 「純粋」な種類における異時性のタイプ。 [出典: グルード, 363 ~ 365頁]

図1-9のDは、促進による反復である。これは、体細胞的特徴である形態の発生速度が促進されることによる。生殖器官の発生速度は祖先種と同じと想定されるから、成体となる月齢年齢は祖先種と同じ標準のままであり、成体となるサイズも祖先種と同じとなる。長針は標準となる。しかし、形態の発生速度が促進されているので、形態を示す短針は右側の領域に来ることになり、反復的となる。

このDが、「個体発生は系統発生を繰り返す」という古典的な形での反復となる。図1-9Dが、メンデル以前の形質の遺伝で考えられたモデル(図1-1B)を表わすことはわかるだろう。



(D) 体細胞的な発育のスピードアップによる促進

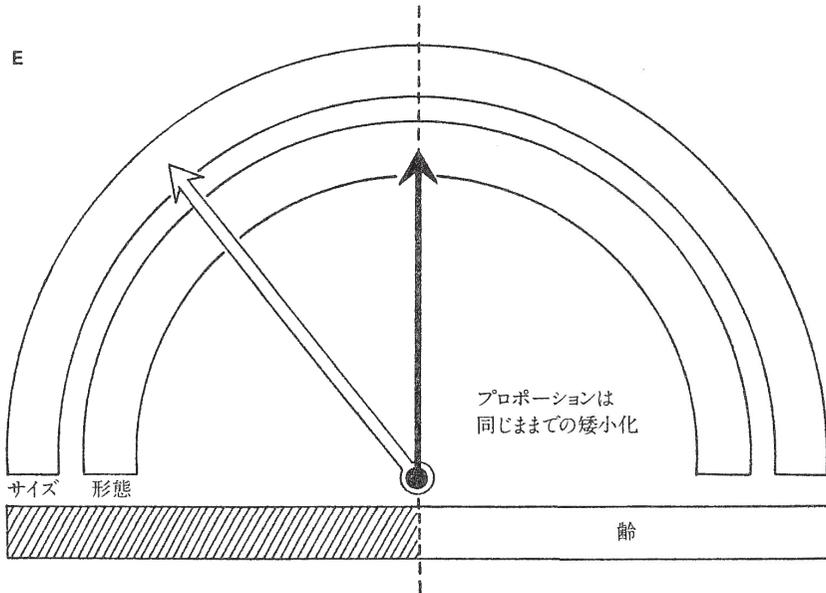
図1-9 (続き (2)) 「純粹」な種類における異時性のタイプ。 [出典: グールド, 363 ~ 365頁]

以上のモデルの説明からわかるように、サイズだけを変更しても、進化における異時性は生じない。異時性のタイプとしては、以上の4タイプにつきる。

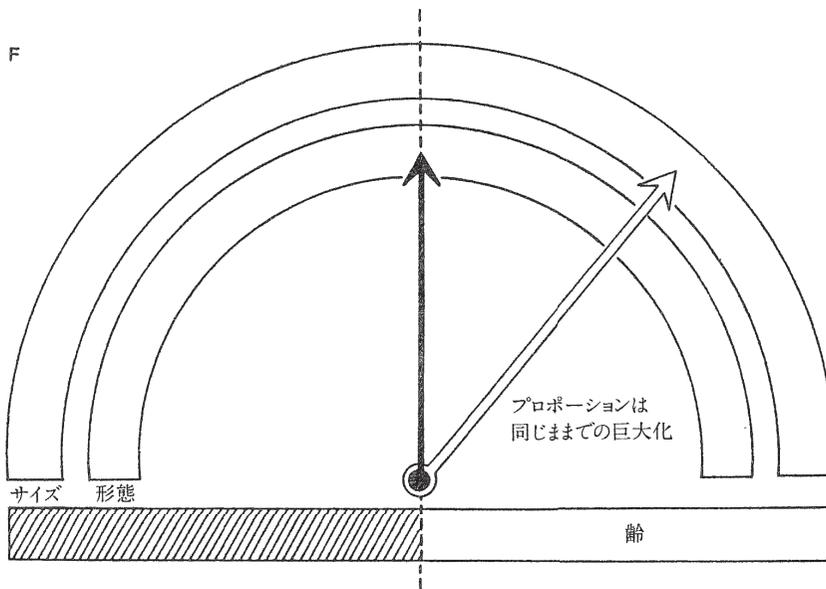
しかし、時計モデルは、これ以外に、サイズの増加速度の変更を表せるので、ここにまとめておくのが便利である。

図1-9のEは、サイズの増加速度が遅滞している場合である。その場合、祖先種と同じ形態の、つまり形態が相似するがサイズの小さい矮小種を生む。

図1-9のFは、サイズの増加速度が促進されている場合である。この場合は、祖先種と同じで、形態が相似するが、今度は逆にサイズが大きい巨大種を生むことになる。



(E) 成長速度は一定のまま成長が遅くなることによるプロポーションは同じままでの矮小化



(F) 成長を速めることによるプロポーションは同じままでの巨大化

図1-9 (続き (3)) 「純粋」な種類における異時性のタイプ。 [出典: グルード, 363 ~ 365 頁]

1-7 ヒトにおけるネオテニー

図1-10は、ヒトにおけるネオテニーを定性的に説明するものである。この例では、形態は頭蓋に対する顔面長の比で表わされる。サイズは体重を取る。比較のために選ばれた発生段階は性成熟である。すべての指標ベクトルが祖先の位置から変更されている。性成熟は遅い年齢となり、大きなサイズで達成されるが、形態は遅滞して幼形進化している。これから具体的に示すように、成人の頭骨は、多くの点で、大部分の霊長類の標準的な幼若状態に類似している。

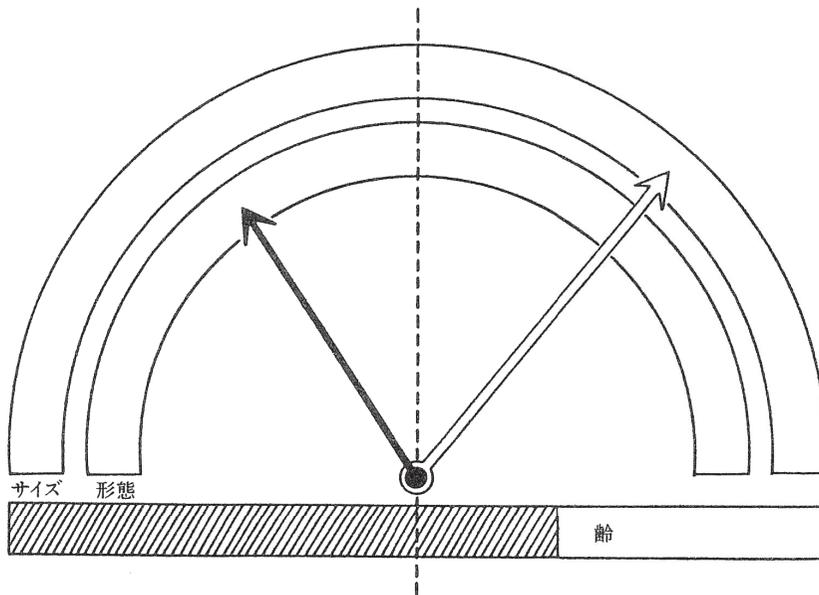


図1-10 ヒトのネオテニーの質的な説明。成熟は遅滞され、サイズは増加し、形態は祖先の幼若個体の領域にあるままである。 [出典：グルード, 366頁]

ヒトの遅滞についてはさまざまな研究からほぼ確定している。ヒト含めた霊長類全体が他の哺乳類と比べて発育が遅滞しているという事実がある。霊長類は、同程度の体のサイズをした他の哺乳類より、寿命が長く、ゆっくりと成熟する。ヒトは最終的に到達する体重の60%に達した段階で成熟期に達し、チンパンジーは60%弱で成熟期に達する。ほとんどの実験動物や家畜は、最終到達体重の30%程度で成熟期に達する。

ヒトの発育では、遅滞は初期に始まるが、胚発生が進むにつれてますます遅滞は強まる。マウスと比較すると、発育順序はほぼ同じだが、胚発生初期ではマウスの1日はヒトの4日に相当するのに対し、ヒトの発育速度はしだいに低下するため、最終的にはマウスの1日がヒトの14日に相当するまでになる。

この遅滞パターンは、霊長類の進化においても継続される。類人猿は、サル類や原猿類よりも一般に大形でゆっくりと成熟し、長命である。他のすべての霊長類と比べて、ヒトの発育速度が全体的に低下している。表1-3は、ヒトの発育における時間的な遅滞に関するデータをまとめたものである。

表1-3 ヒトにおける遅滞（アビー 1958 より、ただし最後の欄はレイノルズ 1967 より）

霊長類	妊娠期間 (週)	完全に毛に おおわれる時期	出生時における 手根骨の骨化中心	乳歯の萌出 (月)	永久歯の萌出 (年)	成長期 (年)	寿命 (年)	雌の性成熟 (年)
マカク	24	妊娠中	全域	0.6～5.9	1.6～6.8	7	25	—
ヒヒ	30	妊娠中に始まり 出生後に完了する	2～3	1.2～?	2～8.5	9	33	—
オラウータン	39		2～3	4.0～13.0	3.5～9.8	11	30	—
チンパンジー	34		2	2.7～12.3	2.9～10.2	11	35	9
ゴリラ	37		—	3.0～13.0	3.0～10.5	11	35	6～7
ヒト	40	完了しない	0	6.0～24.0	6.0～20.0	20	70	13

[出典：グールド, 507頁]

例外となるのは、ヒトの妊娠期間の長さである。ヒトの妊娠期間は大形類人猿よりもわずかに長いだけであり、ヒトの他の局面の発育における遅滞とつり合わない。この点については、有名なアドルフ・ポルトマンの「生理的早産説」²がある。ヒトの出産は1年近く早い。本来なら、ヒトは21ヶ月の妊娠期間をもつべきであると、ポルトマンは主張した。

グールドはこの考えを支持し、ヒトの妊娠期間が促進された理由を、ヒトでは胚発生初期の急速な成長速度が他の霊長類では停止してしまう時期を過ぎてもそのまま続き、そのことによって出生時の体重が異常に重くなってしまふことに求めている。

ヒトの赤ん坊の脳は胎児の成長曲線にそって成長し続ける。歯の萌出は遅れ、成熟は延期される。体の発育は他の霊長類よりも長く続き、老化と死もずっと後になって起こる。つまり、ヒトはネオテニー的というか、長く発育を続ける動物である。ヒトでは、全生涯の30%近くが発育にさかれる。アウストラロピテクス・アフリカヌスとアウストラロピテクス・ロブストゥスについて推定した生存曲線は、ホモ・サピエンスの都市化していない集団とほとんど同じになる。このことは、ヒトの遅滞パターンがきわめて古い起源をもつことを示す。

ほとんどの哺乳類の脳は、妊娠期間の終わりに完全に形成される。霊長類の脳の発育は、出生後の個体発生初期まで延長する。アカゲザルでは、出生時までに最終的な頭蓋容量の65%に達し、チンパンジーでは40.5%だが、ヒトではわずかに23%である。チンパンジーとゴリラは生後1年目で最終頭蓋容量の70%に達するが、ヒトでは生後3年目にならない

とこの値に達しない。チンパンジーでは生後35日で胸囲が頭周を上まわるが、ヒトでは生後2年目にならないとそうならない。このように、ヒトの形態的な成長は遅滞している。

図1-11は、哺乳類の「体重に対する脳重」を調べたものだが、ヒト、チンパンジー、マカク、セムノピテクスの4種の霊長類では、同一の出生前の脳-体重曲線をしている。これは驚くべき事実だが、より注目すべきは、ヒトは、霊長類に「普遍的な」この曲線の出生前の急勾配を、出生後まで延長していることである。急勾配からの離脱が起こるのは、ラングール類では出生前、マカク類では妊娠150日目、チンパンジーでは出生直後である。それに対して、ヒトは出生後2年となる。

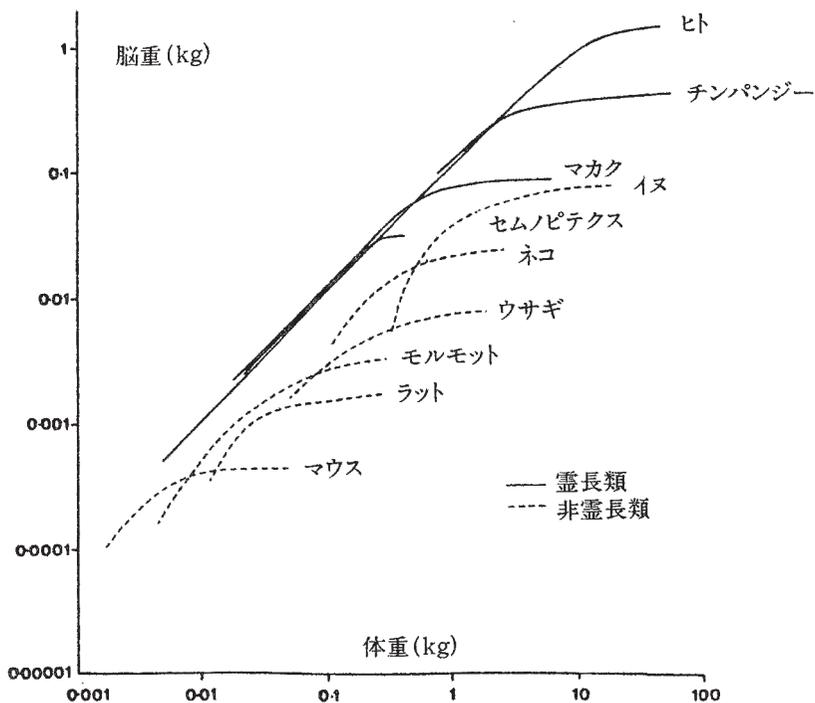


図1-11 哺乳類の個体発生における脳-体重曲線。霊長類の4種は同一の曲線にしたがうが、ヒトだけは出生前の急勾配期を出生後の個体発生にまで延長することで、高度の大脳化を達成する。(ホルトら 1975より) [出典: グールド, 512頁]

図1-12は、「出生前」の曲線がヒトとマカクで同一であること、それにもかかわらず、ヒトでは成長部分が延長されていることを示している。

胎児の脳の成長速度が速い期間が延長され長く続くことは、頭骨の形成全般が遅滞することの一つの側面にすぎない。グールドは、発育における全般的な遅滞がヒトの幼形進化

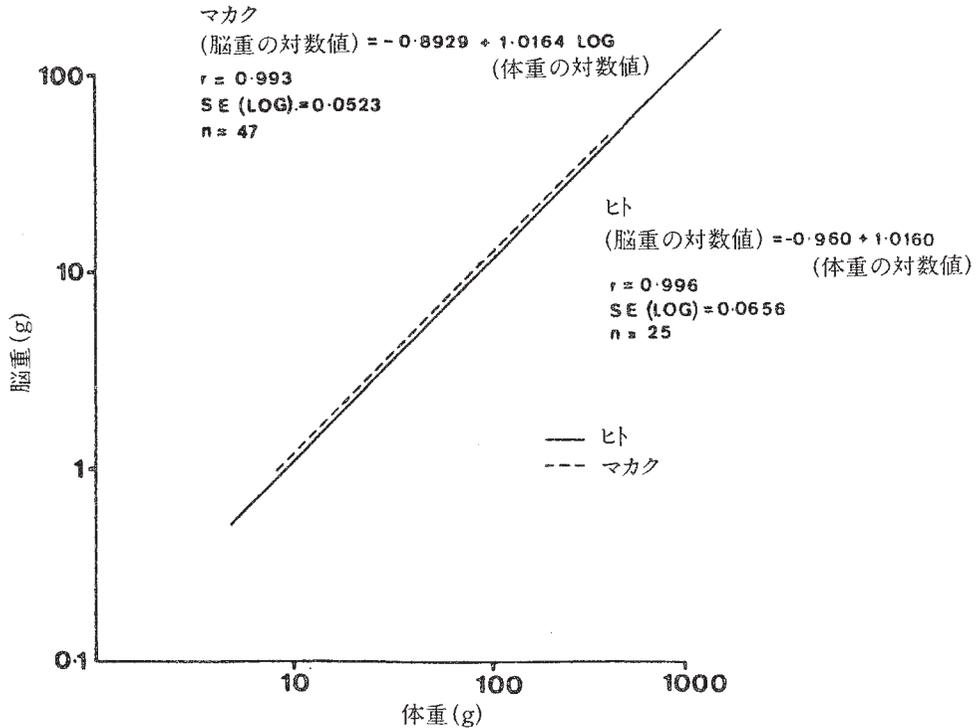


図1-12 ヒトとマカク類の出生前の脳—体重曲線は傾きも位置も同一である。ただしヒトは、その曲線を出生後の個体発生まで延長する。(ホルトら 1975 より) [出典：グールド, 513 頁]

を可能にしてきた、と考えている。(グールド, 516 頁)

第2章 個体発生と系統発生の並行性とピアジェによる発生的認識論という考え方

2-1 ピアジェにおける個体発生と系統発生の並行性の影響

グールドは、ヘッケルの学説についてどう考えるかと、ピアジェに書簡を送って質問した。これに対するピアジェの返事は、「個体発生と系統発生との関連で心理学の研究を行ったことはほとんどありません。というのも、心理学的には、子どもが大人を説明するのであって、その逆はほとんどないからです。」というものであった。(グールド, 218 頁)

この返事をどう受け取るかは微妙である。グールドは、「ピアジェは、子どもにおける思考の発達は、ヒトという種における意識の進化と密接な並行関係をなしていると信じている」(グールド, 31 頁) と基本的に考えている。ピアジェは、ヘッケル流の反復説の絶頂期に古生物学者としての訓練を受け、フランスで出土したジュラ紀の腹足類について学

位論文を書いた。ピアジェの返事は、自分はヘッケルの学説を信じてはいない、という内容だったのかもしれない。古生物学者として研究者の道をはじめたピアジェにとっては、個体発生と系統発生の並行関係一般とヘッケルの学説が別物であることはわかっていた。「ピアジェは、個体発生と系統発生の並行関係は信じてはいたが、そのメカニズムがヘッケル流の反復説であることは否定している」と、グールドは見ている。(グールド, 216頁)ピアジェはその並行関係の重要性を次のように述べている。

「発生的認識論の基本的仮説は、認識の論理的で合理的な構造化という進歩と、それに対応する発達心理学的な過程との間に、並行関係が存在するというものである。この仮説をもって研究する最も実り多く、また誰にも明白な分野は、人間の歴史、すなわち先史時代の人類における人間的思考の歴史の再構成であろう。残念ながら、原始人の心理に関する情報は十分でないが、わたしたちの周りには子どもたちがいる。論理的認識、数学的認識、物理学的認識などの発達を研究する最良の機会は、子どもを研究することにある。」(グールド, 216-217頁。Piaget, 1969, p.4)³

この文の最後から窺われるように、ピアジェは、古典的な反復説の「原始人＝子ども」論と受け取られかねない主張をたびたび行ってきた。たとえば、外界の現実性とあらゆる対象への自己存在の押しつけとの両方を、一度に信じる子どもの二面性について、次のように言っている。

「一方では現実主義が見られるかと思えば、もう一方では主観的な執着が見られるというように、至るところに二面性がある。……こういう状況は、未開人の精神活動に……きわめて類似している。……そのため、わたしたちは、思考力のごく一般的な特徴を目前にしているような気になるだろう。」(Piaget, 1960, pp.781-782)

また子どもが、論理的一貫性のないまま、目前の対象と親密な関係を結ぶことについて、次のように言う。

「わたしたち大人と比べると、子どもというものは、目前の対象と親密であると同時に、現実から遠くかけ離れた存在でもある。このボートは軽いから浮くといい、あつちのは重いから浮くのだという具合に、子どもは目に映るままの不完全な形の現実を心に受け入れて満足していることが多い。このように、現実在即している場合には、論理的な一貫性は完全に犠牲にされる。こういった現象論がもたらす因果性は、未開人で見られるはずのものとはそう違わない。」(Piaget, 1960, p.253)

ピアジェは、子どもにおける論理・数学的認識の獲得と西欧の科学の歴史との間にある

並行関係を好んで引く。

「この限定された方法によって到達した心理学の法則が、科学史の分析によって到達した認識論の法則へと拡張できるというのは、もっともなことである。实在論、実体論、力動説などの排除、相対主義の発展等々、これらすべては、子どもの発達にも科学思想の発展にも共通するように思われる進化法則なのである。」(Piaget, 1960, p.240)

たとえば、子どもは、最初は対象をきちっとしたカテゴリーに分類する傾向があり、その後で初めて、いろいろな相対主義を発達させる。このような継起を、ピアジェは、リンネ流の種の不変説から連続性を認める現代的な進化概念への移行に比べている (p.298)。おはじきはなぜ地面に落ちるのかと問われて、8歳の子どもは、それは本来あるべきところへと向かっているのだという、アリストテレスばりの答えをしたという (ゲールド, 218頁)。子どもは、中世のインペトゥス説に似た力学理論を自発的に発展させる。ユークリッドの幾何学は一つの図形内の関係として考えるが、小さな子どもに家の上の煙突を描くように言うと、子どもは屋根の傾斜に対して直角となるように煙突を描く。「外界」である地面との関係は考えず、家と接する部分との関係しか考えないからである。

しかし、ピアジェは、現代の子どもの「アリストテレス流」物理学がアリストテレスから遺伝的に受け継いだものだなどと考えているわけではない。明白な理由を添えて、そうではないと主張している (Piaget, 1971, p.84)。だから、ピアジェは、並行関係に関するヘッケルの因果的説明を正しくないと考えているはずである。でも、一般的命題としての生物発生原則には理解を示してもいる (Piaget, 1971, p.83)。ただし、その場合は、人間の心理学と生物発生原則との関連を比べているにすぎない。

子どもの知的発達に関するピアジェの理論は、対極をなす二つの理論の中間に位置づく。一つは、人間の知的能力には論理形式的なメカニズムが生得的に授けられている (ただし、知能の内容である知識は個体発生の中に徐々に獲得される) と主張するチョムスキー流の新前成説である。もう一つは、精神は生まれた時点では白紙の状態であると主張する、古くからある経験論である。ピアジェによれば、判断力を構成する生得的な成分が存在するが、それは静的なものではなく、子どもが自分の内部構造に外界の現実を同化するにつれて、発展していくものだという。「要するに、真実は経験論と先見論の中間にある。知能の発達には、精神と環境双方の貢献が必要である。この組合せは、個体発生の初期には混乱の様相を呈しているが、時が経つにつれて精神は自らを外界に順応させ、外界は精

神に順応できるような形に変容していく」(Piaget, 1960, p.258)。

因果性について、小さな子どもは、大人とはまるっきり異なる考え方をする。子どもは、自己を外界や他人と混同する。そして、自我が、経験的真實と形式的真實の両方を曖昧にぼかしてしまう(Piaget, 1960, pp.301-302)。子どもは、魔法、アニミズム、目的因論、力動説といった概念に同意する(Piaget, 1960, p.272)。しかし、そのような「自己中心的な執着」は、個体発生が進み、子どもが「自らの自己中心性に気づくようになる」につれて消え去る(Piaget, 1960, p.246)。自分自身の思考の存在とそのメカニズムに気づき、記号とその記号が意味するものとを区別し、名前が対象に属するという信念を捨て、夢に出てくる対象の影響に起因して夢があるわけではないことを認識するようになる。

このような段階は、人間の基本的な能力を授けられた精神が、外界との前意識的な結合状態から、論理的な判断をすればわかる類の識別ができる状態へと移行すれば、いつでも生じる。すべての子どもが、その成長の過程でこの移行を行う。しかし、他の動物と同様に、人類も、継時的に成人を並べた系統発生の歴史の中で、その移行を行ったわけではない。個体発生と系統発生の系列は並行に進行しているが、一方が他方の原因というわけではない。

「皮肉なことに、個体発生と系統発生の並行性に関するピアジェの説明は、もっとも初期の理論、19世紀初頭の自然哲学と思弁的形態学のメッケル＝セルの法則に遡る。自然哲学派は、並行性を、ヘッケルのようにある系列と他の系列との間の相互作用とはせず、2つの独立な系列に別々に働く共通の制約—全ての発展に許された唯一の方向—のせいだとした。それから百年後、ヘルトヴィヒは、個体発生と系統発生の並行性は認めつつも、ヘッケルの生物発生原則は否定する別の一致説を提唱した。ヘルトヴィヒは、物理学と化学の法則を共通の外的制約と見た。ちっぽけで単純な構造の出発点(系統発生でいえばアメーバ、個体発生でいえば接合子)を与えられた自然は、限られた仕方で複雑なものを構築できるだけである。ピアジェも、内容こそ異なるが、同じスタイルの論法を用いている。並行関係は現実に存在するが、系統発生が個体発生の原因ではない。2つの独立の系列が、共通の制約—人間の構造それ自体—の影響下で、似たような経路をたどるといっているのである。」(グールド, 219-220頁)

グールドは、個体発生と系統発生の並行性のピアジェに対する影響を、以上のように捉えている。

2-2 発生的認識論の考え方とそこにおける課題解決方法の問題点

前節(2-1)で見たように、個体発生と系統発生の並行性に関連して、ピアジェは、「発生的認識論」という考え方を提起した。「認識の論理的で合理的な構造化という進歩と、それに対応する発達心理学的な過程との間に、並行関係が存在する」と考えることが、「発生的認識論」の基本的仮説である。簡単に言えば、科学史における認識の発展と個人の科学的認識の発展との間に並行関係を認めようとする発想である。

2-2-1 構造的観点とその問題点

ピアジェの発生的認識論の特徴として追加しておくべきことは、そこにおける構造的な考え方である。ピアジェは、認知発達の段階を、感覚運動期、前操作期、具体的操作期、形式的操作期に分け、その特徴を構造的観点から把握しようとする。⁴

たとえば、具体的操作期の子ども(7歳～11歳頃)では、系列化の操作や分類の操作などができるようになる。系列化の操作というのは、少しずつ長さの違う10本ほどの棒を用意し、長さの順に棒を並べさせる。前操作期の子どもは、2本1組とか、3本1組とかで長さの順に並べるだけで、全体を長さの順に並べることはできない。それが、具体的操作期になると、全部の棒を長さの順に並べられるようになる。この系列化の課題は、数学における順序の構造に対応すると、ピアジェは捉える。順序の構造というのは、系列化の課題でわかるように、大小関係のことである。したがって、これについて説明する必要はないだろう。(ピアジェ, 1953, 33-34頁。1970a, 35-37頁。1970b, 45-46頁)

分類の操作というのは、「すべての雀に雀でない他のすべての鳥を加えると、すべての鳥の類となる」、「すべての鳥に鳥でない他のすべての動物を加えると、すべての動物の類となる」などの、課題を与えて、子どもの理解を確かめるのである。具体的操作期になると、これができるようになる。この問題は類の包含関係を確かめているのである。例に挙げたのは、「雀(A) ⊂ 鳥(B) ⊂ 動物(C) ⊂ 生物(D)」という類の包含関係である。これをピアジェは、「群性体(群括, grouping)」と名づけ、「疑似代数的(algebra-like)な構造」であるという。(ピアジェ, 1953, 33頁。1970a, 33-35頁)

図2-1が群性体を表わしたものである。生物学の分類の系統樹に似たところがある。図のAを雀とし、Bを鳥、Cを動物、Dを生物とすればよい。図中のスラッシュがあるもの、A'は「雀でない他のすべての鳥」、B'は「鳥でない他のすべての動物」、C'は「動物でない他のすべての生物」のことである。そのように理解すれば、生物の系統樹に近くなる。

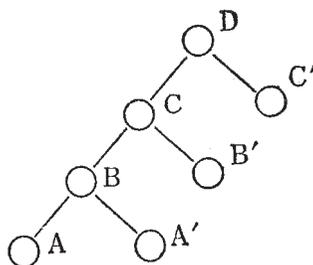


図2-1 群性体を表わす図 これは、数学的には半束（セミ・ラティス）と考えられる、とW.メイズは述べている。 [出典：ピアジェ, 1953, 14頁]

ただし、ここに次のような演算的な操作が成立する。疑似代数的構造といわれるゆえんでもある。

- (1) $A + A' = B; B + B' = C$; など。
- (2) $B - A' = A; C - B = B'$; など。
- (3) $A + 0 = A$.
- (4) $A + A = A$, したがって $A + B = B$; など。
- (5) $(A + A') + B' = A + (A' + B')$ 。しかし, $(A + A) - A \neq A + (A - A)$ 。

なぜなら, $A - A = 0$ だから。(ピアジェ, 1970b, 55-56頁)

このような演算が成立するものとして、群性体は特徴づけられる。ふつうの数式と違うのは、(4)である。 $A + A$ というのは、「雀と雀を集めたもの」という意味である。たしかに、雀と雀を集めても、雀にしかならないから、 $A + A = A$ が成立する。 $A + B = B$ というのは、「雀と鳥を集めたら、鳥になる」ということである。「+」を加法と理解すべきなら、 $A + A = A$ は、「雀の集合に雀の集合を加えたら、雀の集合が得られる」ということであり、 $A + B = B$ は、「雀の集合に鳥の集合を加えたら、鳥の集合が得られる」と表現すればよい。

ただ、集合という言葉を用いて表現すると、この演算が、どこか変な感じがするだろう。「雀の集合」は「鳥の集合」の部分集合である。タイプ理論（型の理論、階数の理論、theory of types）⁵ で考えると、「雀の集合」を1階の対象とすると、「鳥の集合」は2階の対象となり、階数（型）が異なる。異なる階数の対象同士の間には演算関係は考えない。ふつう、このようにする。もし演算を考える場合でも、(1)での加法「+」と(4)の加法「+」とは意味が異なる。(1)は同じ1階の対象同士の加法演算である。これに対し、(4)は階数を異にする疑似加法演算である。このように、実は、演算の種類が異なるので、こ

れを同じ記号で表示するのはおかしいのである。ここに群性体なる概念のおかしさがある。だから、不思議さを感じてもおかしくはないのである。

とは言え、いま述べたのは、タイプ理論に基づいた議論である。ピアジェが主張するのは、タイプ理論ではない。そう理解すれば、ピアジェの(4)以下の式も「公理」として成立しないわけではない。そういう公理体系があってもよいわけである。先に述べたように、 $A + A = A$ を、「雀の集合に雀の集合を加えたら、雀の集合が得られる」と理解すればよいのである。ただし、日常語で同じ「集める」という言葉を使っている、厳密に理解すれば、対象のタイプが異なるのだから、演算の記号は区別してほしいのである。

2-2-2 物理学的認識のとらえ方の問題点

科学史における認識の発展と個人の科学的認識の間に並行関係があるという点に関して、全般的な議論はできないので、ここでは物理学的認識の議論中、疑問を感じる点を述べたい。

2-2-2-1 運動方程式 $f = ma$ は認知発達の対象となるか

ピアジェは、認知発達の後期、10歳以後のこととして、運動方程式 $f = ma$ についての認識を論じている(1970b, 59頁, 119-120頁)。しかし、運動方程式 $f = ma$ を認知発達の内容として考えること自体、無理があるのではないか。運動方程式 $f = ma$ は、学校教育の中で教授され、そしてはじめて理解できるものであって、発達過程の中で自然に理解できるようになるものではない。

現実では、これを理解すること自体が、青年期以後における職業的分化を含めた広い意味での専門的分化への出発点の位置にある。現在の教育課程では、運動方程式 $f = ma$ は高等学校の物理の中にあり、必修の扱いを受けていない。したがって、それは、理科系進学の中の一つの選択肢として、専門課程への出発点に位置づくものとなっている。

このように、すべての人間が理解するのではなく、一部の人間だけが理解する内容を、認知発達研究の対象と考えることは不適當ではなからうか。

教育課程上は、運動方程式 $f = ma$ の内容を全員必修扱いにすることも可能だが、これは机上の空論というほかないだろう。運動方程式 $f = ma$ の内容自体高度であり、それを10歳以後の発達＝個体発生において達成すると考えることは、現実性がない。教授されれば10歳以後、あるいは形式操作期の子どもは運動方程式 $f = ma$ の内容を理解できるよ

うになる、というようにピアジェの議論を捉えるならば、それは発達研究の論題になり得るともいえる。しかし、その場合、認知発達研究の対象とすべきものは、運動方程式 $f = ma$ ではなく、それを理解する能力の方であろう。決して、運動方程式 $f = ma$ の内容が研究対象になるわけではない。

これを科学史的方面から見れば、次のようなことになる。運動方程式 $f = ma$ が科学的真理となったのは、ガリレオやニュートン以後、いわゆる科学革命以後である。物体を運動させるには力を加え続けなければならいとするアリストテレスや中世のインペトゥス理論は、今日の科学の立場から見れば、明らかな誤りである。しかし、わたしたちがそう判断するのは、今日の科学的知見を教えられたからであって、その科学的知見自体をわたしたち一人ひとりが教育を受けることなく認識していくわけではない。

ピアジェの議論を見ていると、18世紀に行われた古代近代論争、古代人と近代人のどちらが優秀かについての論争で、近代派に与した議論をしているように見えるところがある。科学的知見は非常に増えたが、わたしたちがアリストテレス以上に優秀になったなどということはない。わたしたちは古代ギリシャ人と個体発生レベルでの能力は同じである。

2-2-2-2 量子力学における観測問題を認知発達の対象としてよいか

1968年のコロンビア大学での講義をまとめた『発生的認識論』(ピアジェ, 1970a)の冒頭で、科学的知識の日進月歩の増大と科学的思考の変遷との並行性に触れ、この後者、ピアジェいうところの「科学的思考の再構造化の過程」の例として、ド・ブロイがニールス・ボーアの非決定論の立場から決定論へと立場を変更したことが、科学的思考における進歩であるかのように取り上げられている。(1970a, 4-5頁)

これは大学で習う量子力学の話になるが、結論的に言えば、量子力学は非決定論の立場で成り立っている。原子やそれを作っている電子や陽子、中性子の世界、これをひっくり返して量子の世界というが、量子の世界は私たちが生きている日常の世界とは異なった振る舞いをする。たとえば、不確定性原理を認めなければならない。不確定性原理とは、位置と運動量の両方が確定した値をもつことはない、ということである。運動量というのは速度のことだと思ってもらえばよい。わたしたちの日常世界では、野球のボールはある瞬間にどの位置にあって、どのくらいの速度になっているか確定している。それを測定することは容易だ。しかし、量子の世界では、その測定にはある幅があり、原理的に一つの値に確定することができない。たとえば、電子の位置をある場所に固定したとすると、その速

度の値を知ることが原理的にできないということである。

日常世界から見れば、不思議な世界である。しかし、そういうものとして、量子の世界は成立している。その上に、私たちの日常世界があるということになる。量子の世界と日常の世界を繋ぐのが、非決定論ということになる。非決定論というのは、確率的に見ることだと考えればよい。

どうするかというと、波動関数 Ψ （「ファイ」と読む。ギリシャ文字である。ふつうこれを使うので、そうしたままでローマ字の a でもよい。）というものを考える。そうすると、 $|\Psi|^2$ が確率を与える。この Ψ をどうつくるかは、専門的になるので、量子力学の教科書をみてほしい。確率的に考えるというのは、こういうことだ。

ではなぜ、こう考えることが問題になるのかというと、それは「観測問題」といわれる純粋理論上の問題があるからである。観測問題に触れる量子力学の教科書はほとんどないのだが、例外的に触れている教科書からそこを抜き出してみよう。「シュレーディンガーの猫」と呼ばれる事例である。

「一匹の猫が鉄の箱の中に入れてある。その中に、仕掛けがしてある。ガイガー計数管があり、その中にきわめて少量の放射性物質が入っている。この放射性物質は、1時間で1個の原子が崩壊する確率が1/2というほど微量とする。もし1個の原子が崩壊して放射線を出すと、計数管が働き、それと連動して槌が動いて青酸カリの入れ物を割り、猫が死ぬようになっている。いま、この装置を1時間放置したとする。その間に原子が崩壊する確率は1/2で、原子が崩壊すれば猫は毒殺される。したがって、1時間後のこの装置の波動関数 Ψ は、猫が生きている状態と猫が死んでいる状態とを同じ割合で含むものとなる。」⁶

これはパラドックスだ。猫が生きているか死んでいるかは、わたしたち（日常世界の間）から見れば、どちらかに決まっている。猫の生死は決定論だ。しかし、量子力学的な考え方では、上の引用にあるように、この装置の状態を表わす波動関数は1/2という確率を与えることになる。そこがおかしいだろうという批判を、シュレーディンガーは述べたのである。ちなみに、シュレーディンガーは波動関数の生みの親でもある。

このパラドックスについて、教科書の著者小出昭一郎は、次のようにコメントしている。

「この類いのパラドックスは他の何人かの人たちによっても提出され、量子力学の基本的な考え方に対する疑問として、今でも解けたような解けないような状態になっている。これらは、量子力学における観測の問題—不確定性が測定操作と密接に関連し

ているので、どこまでを観測装置とみなし、どこからを観測される力学系と考えるべきか、というような問題—と関係した意地の悪い疑問なので、とてもここでは論じ尽くせないが、興味あるエピソードとして紹介した。」⁷

ド・ブロイが決定論になったというのは、シュレーディンガーと同様の道を辿ったということである。この問題は、今見たように、「問題が未解決」という意味では理論上の最先端の問題と言ってもよいが、量子の世界についての科学は、この「意地の悪い疑問」を脇に置いて、非決定論の立場から進められている。そういう現状から見れば、それほど意味がないとも言える。少なくとも、科学の進歩がこの線にあったのではないことは確かである。ピアジェの判断は拙速であり、それ以上に重要なことは、科学の最先端の事柄を、発生的認識論に含めるということが不適當なのではないか。

2-3 発生的認識論のイデオロギー性

ピアジェは、ド・ブロイの次に、フランスの数学者集団ブルバキが、代数的構造、順序の構造、位相的構造の三つを「数学における基本的な構造」として取り出したことを、同じように数学的認識上の進歩と位置づけている（ピアジェ, 1970a, 5-6頁）。数学について私は詳しく知るところではないが、これにも上と似た疑問が出る可能性も大きいのではないかという疑いも出てきてしまう。

『発生的認識論序説』を翻訳した田辺振太郎が、ピアジェの発生的認識論のイデオロギー性について、次のように述べていることは、この文脈の中で触れておかなければならないだろう。

「ピアジェは、『発生的認識論序説 第Ⅱ巻』において、物理学理論における数理が因果関係の内容をあたかも予知して先取りしているかのような形となっていることを、認識論上の問題として提出したが、この問題は第Ⅱ巻だけでは完結されておらず、完結は第Ⅲ巻に期待されていた。〔しかし、〕この問題に関してピアジェが第Ⅲ巻で実際に行ったことは、実質上は解答を完結させることの回避でしかなかった。それにもかかわらず、ピアジェは、その正しい解答に不可欠な重要な事実を、その認識論的意義を十全に看取することなしに叙述している（例えば第Ⅲ巻369-370頁）。この点は、ピアジェの認識論の方法の射程を示すとともに、ピアジェの発生的認識論が認識の科学としてイデオロギーとは独立に構築されるべきだとする（第Ⅲ巻419頁）ピアジェ自身の願望にもかかわらず、却ってこの願望とは裏腹に、……この結果と自己の思想

との内的関連についてピアジェ自身には十分意識されていなかったかもしれないが、ピアジェの発生的認識論のこの作品自体が一定のイデオロギーのもとに構築されたことは否定されるべくもなく、こうして、科学の構築とてもイデオロギーから完全に独立に行うことはできないのだ、ということを端的に示す一事例を提出した結果ともなっているのである。」(ピアジェ, 1950c, ii - iii 頁)

第3章 フロイトにおける個体発生と系統発生の並行性の影響

以下、この章では、個体発生と系統発生の並行性がフロイトに与えた影響を、グールドの議論(グールド, 231-245 頁)から見ていこう。

フロイトには、ヘッケルの学説に好意を寄せる強い理由が二つあった。第一に、ヘッケルの学説が支配的だった時代に生物学者としての訓練を受けたこと。第二に、フロイトが熱烈なラマルク主義者であり、一生その立場を守ったことである。最後の著書『モーセと一神教』でも、「獲得された資質が子孫に受け継がれるという考えを否定する現在の生物科学の態度によって、現状はますます困難なものになっている。しかし、この要因を考慮に入れずに、生物学の今後の発展があるとは私には思えない。」と述べている。

フロイトは、熱烈な反復論者であり、それを折に触れて表明していた。「個々人は、人類の全発達を短縮した形で反復する」(『精神分析入門』)。「個体発生は、系統発生がごく最近の経験によって変更されない限りは、系統発生の反復とみなせるかもしれない。系統発生の傾向が個体発生の過程の背後で働いているのが見て取れる」(『性欲論三編』)。

このような発言は、これまでもフロイトの確信の証拠として引用されてきたが、グールドが見るところでは、反復説はフロイトの全体系の中で中心的な役割を果たしてきたのだという。(グールド, 232 頁)

1897年のフリース宛ての手紙で、フロイトは次のように述べている。

「私は、何か系統的なことが抑圧において一役かっているのではないかと考えてきました。かねがね貴方には、以前の性感帯に対して取る姿勢が問題なのだと述べてきました。……嗅覚作用が演じる役割の変化と関連づけました。つまり、直立姿勢が取られることで鼻の位置が地面から離れ、それと同時に、それまで大地と結びついて興奮をかき立てていたものの多くが不快なものとなったのです。」

後に、フロイトは、幼児の口唇性欲と肛門性欲を、嗅覚と味覚への依存が薄れ視覚優位

となる以前の、祖先の四足獣に結びつけた。1905年の『性欲論三編』で、フロイトは、口唇期と肛門期は「ほとんどまるで、初期の動物の生活形態に遡っているかのように見える」と書いている。さらにその後、これをリビドーと自我の個体発生と関連づけて、「そのどちらも、本当は、全人類が古代から長い年月を経て通過してきた、発達の短縮された反復という遺産なのだ」(『精神分析入門』)と書いている。

グールドによれば、フロイトは、自分が考える観念と行動の精神的反復と、ヘッケル流の祖先の形態の肉体的反復との、本質的な違いを認識していた。この違いが、神経症に関する彼の理論の主要な論拠となった。肉体的な反復は過渡的で、その後それに続く形態に取って替わる。しかし、精神的なものは消え去ることはない。精神の中にのみ、初期のすべての段階が、最終形態と一緒に保存されるのである。(グールド, 234頁)

神経症と精神分析に関するフロイトの一般理論は、この精神の反復という考え方によっている。性的エネルギー(リビドー)には量的な限界があり、それは幼児期に受けた心的外傷によって、成熟前の発達段階に強迫的に固定されてしまうことがある。「生まれてから最初の5年間の経験が、わたしたちの人生に決定的な影響を及ぼし、それ以後の出来事はそれに及ぶべくもない。」(『モーセと一神教』)

神経症とは、ふつう大人では抑圧され解消されている、子ども特有の性的エネルギーの表れである。その唯一の原因は、初期の精神段階が大人になっても生き残っていることである。神経症は、子ども特有の発達段階の異常な保持でもあるが、祖先的な性癖の表れでもある。つまり、「進化の前進主義的解釈では忌み嫌われる先祖返りでもあるのだ」(グールド, 234頁)。

フロイトは、神経症を系統発生の順に配列できるともいう。1915年のフリース宛て書簡には次のようにある。

「不安ヒステリー → 転換ヒステリー → 強迫神経症 → 早発痴呆 → パラノイア → メランコリー → 躁病 ……。この系列は、歴史的起源を系統発生的に繰り返しているように思えます。現在の神経症なるものは、かつての一時期においては人間らしい状態だったのです。」

症例シュレーパーに関する報告を結ぶ風変わりな一文において、フロイトは、正統的反復説の四重の並行関係を再発見している。子ども、現代の未開人、人類の原始的祖先、大人の神経症患者、これらは、それぞれ真の祖先としての原始人、現代の生存者としての未開人、ヘッケル流の意味で反復した祖先の大人としての子ども、固着された子ども(=原始

人)としての神経症患者という、系統発生の段階に相当するという。(グールド, 235頁)

「私は、精神分析学者たちが長らく真理であると認めてきた原理を拡張させ、これまでは単に個人や個体発生にしか適用してこなかったものを、人類学および系統発生的に考えてそれに対応するものを付加することによって完成させるべき機が、まもなく熟するだろうと考えている。その原理によれば、「夢や神経症において、わたしたちは、<子ども時代>とその思考様式や情緒的生活を特徴づける特異性にもう一度出会う。」「そして<未開人>にも出会う。」以上のことから、わたしたちは、「考古学や民族学の研究において明らかにされている通りに、<原始人>について」の考えを、完成できるのである。」(『三つの症例の歴史』)

このような確信から、フロイトは、子どもの発達と神経症患者に関する心理学的データから、人類の歴史を再構成しようという野心的な計画に着手した。フロイトは、再三、個人におけるリビドーの全般的発達は、文明史の発達段階を反復する、と論じている。そして、幼児のナルシズムをアニミズムに対比し、エディプス・コンプレックスを一神教の発達に対比し、成熟に伴う現実原則の支配を近代文明の科学時代に対比させている。

「未開人に見られる全能思考をナルシズムのよい証拠とみなすことができるなら、人類の宇宙観の発達段階を個人におけるリビドーの発達段階に比較してみようという気になる。アニミズム段階は、年代的にも内容の上からもナルシズム段階に対応するだろう。宗教段階は、子どもが両親に愛着を抱くのを特徴とする対象選択段階に対応するだろう。また、科学段階は、個人が成熟し、快樂原則を放棄して自分自身を現実に合わせて、欲望の対象を求めて外界に目を転ずる段階と正確に対応する。」(『トーテムとタブー』)

『トーテムとタブー』には、「未開人の精神生活と神経症患者におけるいくつかの一致点」という副題がつけられている。「少年が最初に行う愛情の対象選択は、近親相姦的であり、その対象は禁じられた相手」すなわち母や姉である。正常な少年は成長するにしたがい、自然にそういった願望から自らを解放するが、「心的幼児性」をひきずる神経症患者はそうではない。フロイトは、神経症患者のそのような行動を、「未開人」の正常な行動パターンに対比させた。正常な「未開人」の成人男子には、近親相姦を避けるためのタブーが確立されなければならないほど、その願望が強く残っているという。

今日において、未開人は生きている原始人であり、わたしたちの祖先が行動していたように行動しているはずである。「彼らの精神生活に、わたしたち自身の発達の初期段階が

よく保存されている姿を見ることができる」。そういうわけで、未開人の中での近親相姦禁止とそれに関連したトーテミズムの教義内容から、そして文明人の子どものエディプス・コンプレックスにトーテミズムとタブーが再度出現することから、人類の歴史について推論ができる。フロイトは、『トーテムとタブー』の序文で、その目的を、「トーテミズムの本来の意味を、幼児期に残っているその痕跡から、すなわち子どもの成長過程に現れるその手がかりから推測する」ことだと述べている。

「トーテム動物が父親だとすれば、トーテミズムの二つの重要な定め、すなわちトーテムを殺すべからず、同じトーテムの女性と性的関係を持つべからずというトーテミズムの根幹をなすタブーの内容は、子どもの根源的な二つの願望であり、おそらくすべての神経症の中核をなす不適切な抑圧や再覚醒と一致する。そして、父を殺し母と結婚したエディプスの二つの罪とも一致する。」(『トーテムとタブー』)

フロイトの最後の著書『モーセと一神教』は、同じシナリオをさらに特定して描いたものに他ならない(グールド, 238頁)。モーセは、ユダヤ人と運命を共にし、同胞を虜囚の身から解放しようとしたエジプト人である。しかし、モーセは、決定的な罪の意識をもちつつ、彼を唯一全能の神の予言者とし、現在のユダヤ=キリスト教文明を突き動かしている高度な倫理感を創造した、彼が選んだ民によって反乱の中で殺された。

観察することのできない過去が反復説によって再発見できるなら、それは未来を予言する指針にできる。『文明への不満』で、フロイトは、個人の成熟と複雑化していく現代社会における人間の状態との間の、悲観的なアナロジーを述べる。「文明の発達は個人の正常な成熟に比較できる特別な過程である」。だから、成熟した人間が、初期の攻撃衝動と支配欲を昇華しなければならないように、社会の全構成員は、都市化していく現代社会で協調して暮らすために、どんどん膨れ上がっていく基本的な生物的本能を抑制しなければならない。「文明の発達と個人の発達との間にはそのように広範囲にわたる類似性があり、両者が同じ方法を採用しているなら、文化的な推進力の影響の下で、一部の文明の時代のあるいは全ての人類が、<神経症>になってしまったという診断に到達しても正当化されるのではないだろうか」。

グールドは、このように、反復説に対するフロイトの信念を紹介した後、初期にフロイトと共に行動し後に別れた精神分析理論家たちの例として、ユングとフェレンツイを取り上げ、彼らもフロイトと同じように反復説を支持したこと、しかしその適用においてフロイトと異なっていたことを紹介していく。(グールド, 239-243頁)

それはそれとして魅力的なことだが、ここではその紹介は止めておこう。グールドは、19世紀後半の科学にヘッケルの反復学説が与えた広大な影響を論じた章を閉じるにあたって、とくに生物学以外の分野における反復説の使い方には緊張関係をもった二通りの使い方があったという。

一つは、古くからの拘束からの個人のより大きな自由と解放という名の下における反復説の引用である。子どもは人類の過去を繰り返さざるを得ないのだから、教育は子どもの本性に合わせなければならないし、規律や倫理に関する大人の基準を未開人たる子どもに押しつけてはならない。しかし、もう一方では、ある個人を生物学的に劣った犯罪者や「下等」人種に振り分けて自由を否定するために、反復説が使われる。

ここに共通するのは、生物学的な決定論だという。つまり、遺伝の役割である。(グールド, 243-245頁)

別の言葉でいえば、「遺伝と環境の問題」である。現在では、遺伝決定論といえども、それほど単純なものではない。どこまでが遺伝でどこからが環境の影響か、それは簡単に決定できない。遺伝のメカニズムが未知のものだったメンデル以前の時代、ヘッケルの反復説が大きな影響を与えた時代におけるように、環境の影響から遺伝を区別して取り出して一見哲学的な考察を加えようとすることは、すでに非科学的なものとなっている。遺伝と環境は複雑に絡み合っているのである。その点に関して、神経科学者ジョセフ・ルドウの次の言葉を引用しておこう。

「遺伝子の仕事はタンパク質をつくることで、タンパク質は脳の発達の多くの側面を制御する。タンパク質の中には化学反応の引き金となる酵素もあれば、他の遺伝子の発現を促して、他のタンパク質をつくらせるものもある。……発達の早い段階においてさえ、遺伝子は完全に外界から独立して働くわけではない。胚の化学的環境は、……母体の化学的環境と直接に接触している。胚は脳と身体の発達に必要なタンパク質を形成するアミノ酸を、自分自身でつくるができないから、母体からもらわなければならないのである。」⁸

[引用文献]

- Gould, S. J. 1977. *Ontogeny and Phylogeny*. S.J. グールド (仁木帝都, 渡辺政隆 訳) 『個体発生と系統発生』 工作舎, 1987年。
- Piaget, J. 1940. Le développement mental de l'enfant. in *Six étude de psychologie*, 1964. ピアジェ「子どもの精神発達」(滝沢武久訳『思考の心理学—発達心理学の6研究』みすず書房, 1968年, 所収, 同書の第1章)。
- Piaget, J. 1950a. *Introduction à l'épistémologie génétique, tome 1, La pensée mathématique*. ピアジェ (田辺振太郎, 島尾元訳) 『発生的認識論序説 第I巻 物理学思想』三省堂, 1975年。
- Piaget, J. 1950b. *Introduction à l'épistémologie génétique, tome 2, La pensée physique*. ピアジェ (田辺振太郎, 島尾元訳) 『発生的認識論序説 第II巻 数学思想』三省堂, 1976年。
- Piaget, J. 1950c. *Introduction à l'épistémologie génétique, tome 3, La pensée biologique, la pensée psychologique et la pensée sociologique*. ピアジェ (田辺振太郎, 島尾元訳) 『発生的認識論序説 第III巻 生物学思想, 心理学思想, および社会学思想』三省堂, 1980年。
- Piaget, J. 1953. *Logic and Psychology*. ピアジェ (芳賀純訳) 『論理学と心理学』評論社, 1966年。
- Piaget, J. 1960. *The Child's Conception of Physical Causality*. ピアジェ (岸田秀訳) 『子どもの因果関係の認識』明治図書, 1971年。ちなみに仏語版は1927年である。
- Piaget, J. 1969. Genetic Epistemology. in *Columbia Forum 12:4-11*. これは入手していない。1968年にコロンビア大学で行った4つの講義であろう。グールドの引用部分を1970aの日本語訳と比較すると、記述の流れの基本は同じだが、本での記述より雑誌論文の方が端的で論旨明解になっている。2-1の注3参照。
- Piaget, J. 1970a. *Genetic Epistemology*. ピアジェ (芳賀純訳) 『発生的認識論—科学的知識の発達心理学』評論社, 1972年。1969と同名であるが、これも1968年のコロンビア大学講義をまとめたものである。1969との全体的な内容の異動は不明だが、日本語訳で見る限り文章上の表現が少し異なる。1969が雑誌論文であるのに対して、こちらは短い(日本語訳で109ページ)にしても一冊の本であるので、内容的に異な

る可能性はある。2-1の注3参照。

- Piaget, J. 1970b. *L'épistémologie génétique*. translated by Mays, W. *The Principles of Genetic Epistemology*. 1972. ピアジェ (滝沢武久訳)『発生的認識論』白水社, 1972年。1970aと同名であるが, 構成が全く違っている。1968年から1970年まで, ピアジェが大いに考え直していたことはまちがいない。そして, これらすべてはある意味未完と言ってよい。意地悪な見方をすれば, ピアジェは自分自身の発生的認識論がその方法論において破綻している (たとえ哲学的な問題設定においては妥当であったとしても, その問題を解決する方法において現実性のない) ことを感じていたのではないだろうか。
- Piaget, J. 1970c. Piaget's Theory. in *Carmichael's Manual of Child Psychology (3rd ed): Vol.1*. ピアジェ (中垣啓訳)『ピアジェに学ぶ認知発達の科学』北大路書房, 2007年。
- Piaget, J. 1971. *Biology and Knowledge*.

引用の注意

日本語訳からの引用は(12頁)などと表記し, 英語版あるいは仏語版からの引用は(p.10)などと表記する。英仏の別を表記する場合は(仏p.10, 英p.12)などとする。

【注】

- 1 『岩波 生物学事典 第2版』1977年。1225頁。「幼形進化」の項にある記述。
- 2 生理的早産説については、ポルトマン『人間はどこまで動物か』岩波新書、参照。
- 3 この引用は、グールドからの重引である。ピアジェの原典は、1969年の雑誌 *Columbia Forum* の論文 ‘Genetic Epistemology’ である。ほとんど同じ記述が1970aの日本語訳17-18頁にある。日本語訳での比較であるが、この引用の方が論旨明解である。1970aの本の記述は冗長で、論旨も不明確になっている箇所がある。
- 4 ピアジェの認知発達の特徴については、拙稿「認知発達」(古屋喜美代・関口昌秀・荻野佳代子編『児童生徒理解のための教育心理学』ナカニシヤ出版, 2013年, 第2章, 所収)で簡単に紹介した。
- 5 前原昭二『数学基礎論入門』朝倉書店, 1977年, 2頁。
- 6 小出昭一郎『量子力学 (I) 改訂版』裳華房, 1990年, 19-20頁。
- 7 同上, 20頁。
- 8 ルドゥー (森憲作監修, 谷垣暁美訳) 『シナプスが人格をつくる』みすず書房, 2004年, 98-99頁。