

生物学における機能説明

大塚 淳

機能による説明は、生物科学特有の説明方法である。物理学者や化学者に、ある惑星の軌道や原子同士の化学結合が「何のため」のものであるかとたずねれば、怪訝な顔をされるだろう。しかし生物学者は、ある動物が示すふるまいや、細胞中の特定のタンパク質が持つ機能を盛んに論じている。ところがこうした説明の妥当性については、多くの疑念が呈されてきた⁽¹⁾。たしかに一見したところ、「ミツバチは蜜の在処を示すためにダンスをする（＝ダンスは蜜の在処の指示という機能をもつ）」という表現には、ミツバチの擬人視や目的因、生氣論といった胡散臭い概念が含まれているようにも思われる。こうした疑念を払拭し、機能言明を生物学における適切な説明として解釈することは可能だろうか。ここに、機能説明が生物学の哲学で論じられるべき理由があるのである。

1970年代から現在に至る機能説明についての解釈は、起源説 (Etiological theory)、傾向性説 (Propensity theory)、因果的役割説 (Causal role theory) に大別することができる。本稿ではこれらの立場を順にまとめつつ、各説に対して提出された反例・反論を検討する(第1章～3章)。第4章では、これらの諸説をまとめる統一的理解の有無を検討したのち、機能説明で焦点となっている問題について若干のコメントを加えたい。

1. 起源説

1.1. Wright による定式化

80年代以降の生物学的機能解釈の主流派ともいえる起源説は、一般的にはWright(1973)に端を発するとされる⁽²⁾。機能言明とは何かを分析するにあたり、Wrightは、そもそもあるものに機能を付与するということが、それ自体としてすでに説明的であるということに注目した⁽³⁾。案山子の機能——鳥に警告を与え追い払うこと——は、なぜそんな人形が畑の中に立っているのかということの説明する。一般にあるものの機能を指摘することは、「それがなぜ(そこに)存在するのか」というwhyクエスションへの解答を与えることに他ならない。そしてこの解答は、そのものがそこに存在するに至った経緯を、それが行う何らかの作用に言及しつつ示すことによって与えられる。したがってこうした起源説の解釈によれば、機能とはそれを行うもの自体の由来・起源を明らかにしてくれるような、も

の作用である。Wrightはこの機能の必要十分条件を次のように示す：

あるもの X は、機能 Z を有する iff

(i) Z は、X がそこにあることの帰結である

(ii) X がそこにあるのは、それが Z を行うからである

電話を例にとってみよう。電話は通話を可能にするだけでなく、様々なことを「行う」音を鳴らすことも、電力を消費することも、同じく設置された電話がもたらす「帰結」である(i)。しかし我々が電話を設置するのは、電話が通話を可能にするからであって、それが面白い音を鳴らすからではない(ii)。したがって電話の存在理由、つまりそれが設置された経緯を説明するのはその通話能力であり、それが電話の機能である。心臓などの自然物にも、同様のことがいえる。血液の循環は、心臓が体内に収まっていることの結果である(i)。また我々が心臓を持つのは、過去において心臓が血液を循環させることによって、心臓を有する生物種の生存と繁殖を維持してきたからである(ii)。したがって血液の循環は心臓の機能である。他方、心臓は心音を発することもできる。この場合、たしかに心音の発生は心臓が鼓動することの結果ではあるが、心音発生が心臓の存在理由であるとは考えにくい。よって条件(ii)を満たさず、心音は心臓の機能とはされないのである。

1.2. Millikan の「直接的な固有の機能」

このようなWrightの分析は、自然物および人工物の機能説明に対して統一的な図式を与えるという点で、比較的満足のいくものである。しかしながら、この図式は直観的には機能とは思われないものに機能を認めてしまうという反例が報告されてきた (Boorse, 1976)⁽⁴⁾。これは主に、「Zを行うためにXがそこにある」という条件(ii)の曖昧さに起因している。「(Xが) Zを行う」とはどういうことか。そしてそのことがXの存在の理由になるのはなぜか。Wright以降の起源説論者 (Millikan, Neander, Mitchell, Kitcher, Griffiths, Godfrey-Smith) は、この点を自然選択に代表される選択機構によって補うことで、機能を必要十分に規定することができると考えた。Millikan(1984)の「直接的な固有の機能(direct proper function)」は、こうした立場を代表するものである⁽⁵⁾。ただ彼女の議論は様々な概念装置を必要とする込み入ったものであるため、ここではその概略を紹介するにとどめよう。

Millikan の議論において重要なのは、機能はあるカテゴリーに属するメンバーに一樣に付与されるということである。このカテゴリーは複製族(reproductively established family)と呼ばれる。直観的にいえば、同一複製族は同じものからのコピーによって構成される。例えば繰り返しコピーされた書類や、各人の DNA において任意のタンパク質の発現を指定している構造遺伝子トークンなどは、それぞれあるモデルからの複製によって生じた、同一

複製族のメンバーである。さらに複製族には、このように各々のメンバー自身が複製関係によって結びついている一階のものに加えて、単一複製族のメンバーから生み出された同類のアイテムの集合によって形成される、高階の複製族を考えることができる。例えば私の心臓は、私の親の心臓からの直接的なコピーによって作られたものではないため、両者は一階の複製族のメンバーとは認められない。しかしそれは、親の遺伝子からコピーされた私の遺伝子によって生み出されたものであるため、両者は単一複製族のメンバー（心臓をコードする私と親それぞれの遺伝子）から生み出された同類のアイテムの集合、すなわち高階の複製族に属する。この上で Millikan は機能を次のように定義する：

メンバー m の機能は F である iff

- i) m は複製族 T のメンバーである
- ii) 過去、 T のメンバーによって F が遂行された
- iii) 前項の事実（過去の T のメンバーの F 遂行）が、現在 m が存在していることを説明する⁽⁶⁾

自然選択によって生じた形質は、こうした定式に合致する。私が心臓 m を持つのは、先祖個体において、 m と同じ高階複製族 T に属するある心臓 m' が血液循環を行うことで、自然選択によって T が優遇され広まってきたからである。こうして Millikan の定式は、自然選択説と組み合わされることによって、なぜあるものが行う作用がものの存在理由を説明するのかという、Wright の定義では曖昧にされていた点を明らかにするのである。

以上から、固有の機能は次のような特徴を有する： 自然選択説と密接に関わる⁽⁷⁾。ものの傾向性（それが行いうること）ではなく、歴史（それがいかにして生じてきたか）から決定される。形質がおかれている環境に依存することなく、一意的に定まる⁽⁸⁾。さらに機能がものの傾向性や環境ではなく、歴史によって決まるということは、形質について機能不全（malfunction）を客観的な仕方でも語ることができる、ということの意味する。実際 Millikan の定義に従えば、ある心臓トークン m'' は構造的欠陥あるいは環境の不備により全く血液循環を行うことができなくても、その因果的な起源（etiology）により心臓カテゴリー T に属する限り、血液循環という機能を持ちうる。我々はこのとき、 m'' はその本来の機能を果たしていない、と判断するだろう⁽⁹⁾。

1.3. 反例と反論

しかしこのように改善された起源説に対しても、様々な反例や問題が指摘されてきた。それには、機能双子、痕跡器官、外適応、トートロジー、自然選択説の誤解などがある。

機能双子の議論は、起源説が形質に機能を付与するに際し歴史を重視しすぎている、とい

う批判である。あなたの心臓は血液循環という機能をもつ。しかしここに突然、驚異的な偶然の重なりから、空気中の分子が並び替わってあなたそっくりの有機体が生まれてきたと考えてみよう。その有機体の「心臓」は機能を持つだろうか。起源説によれば答えはノーである。というも、たとえ実際の構造やふるまいにおいて寸分違わなくとも、その分身の心臓がいかなる選択過程も経ていない以上、それに機能を付与することはできないからである⁽¹⁰⁾。しかしそれは、我々の直観に反するのではないだろうか。こうした批判は、もし起源説が我々の使用する機能概念の分析を目指したものであるなら、たしかに問題となるかもしれない。しかしMillikanが再三注意するように、固有の機能はある種の理論的定義、すなわち生物学的「機能」という専門的タームを、生物学で使用される限りにおいて定義することを目指したものである。もしそうした態度を貫くことができるのであれば、我々の直観との相違は固有の機能にとって致命的な問題とはならないであろう⁽¹¹⁾。

これに対し痕跡器官および外適応は、まさに生物学的な問題である。痕跡器官 (vestigial) とは、過去の進化によって定着したが現在は全くその役割を果たしていないような生物形質である。しかし上述の固有の機能の定義にそのまま従えば、そうした痕跡器官、たとえば人間の盲腸も、過去のある時期にそれが持つ結果によって選択されてきたという事実のみから、その結果すなわちセルロースの分解という機能を持つことになってしまうだろう。一方の外適応 (exaptation) も、同様に自然選択が働く時期に関わる。Gould & Vrba(1982)によって提案されたこの概念は、形質の獲得理由と現在の維持理由が異なるケースを指す。例えば鳥の羽ははじめ体温調節機構として広まったと考えられているが、現在のその主な役割は飛翔能力にある。我々はこのとき、どれを現在の羽の機能としてカウントするべきだろうか。これらの問題に対し、起源説論者は上述の固有の機能の定義にそれぞれ適切な時間規定を付け加えることで対処する。例えばMillikan(1989c)、Godfrey-Smith(1994)、Griffiths(1993)は現在の維持理由を重視する一方⁽¹²⁾、Kitcher(1993)は過去の獲得・現在の維持の両方で選択が働いていることが必要だと主張している。

これ以外の、トートロジー問題および自然選択説の誤解という批判は、それぞれ起源説に対立する他の見方、すなわち傾向性説と因果役割説の立論に密接に関わっている。よって以下では、これらの反論を手がかりに、その背後にある各説の主張内容を見ていこう⁽¹³⁾。

2. 傾向性説

2.1. トートロジーという嫌疑

Bigelow & Pargetter(1987)ら傾向性説論者による、起源説に対するトートロジー批判は、適

応度解釈を巡る生物学の哲学の議論から基本的なアイデアを得ている。自然選択説は、高い適応度を有する個体がより良く生存・繁殖すると主張する。しかし適応度とは何であろうか。もしその値が現在の生存・繁殖率、すなわち個体群における遺伝子頻度の増減の観察から決定されるのであれば、ある形質を持つ生物が高い適応度を持っているという事実から、その形質が個体群において広まったということを説明することはできないだろう。というのもその場合、高い適応度を与える形質の遺伝子が次世代の個体群で増えるということは定義から真となり、上記の説明はトートロジーに陥るからである。起源説の機能定義はこれと同様の欠点を有している。つまりもし形質の機能を、「その形質を広める原因となった作用」として定義するのであれば、ある形質が現在広まっているという事実を、その機能への言及によって説明することはできないだろう。つまり起源説の想定に反して、機能付与はその形質の現存についての説明力を全く持たなくなるのである。

2.2 適応度への寄与としての機能

トートロジーを避けるためには、適応度は現在以降の選択圧において当該の生物個体に見込まれる、生存および繁殖の期待値として考えられなければならない(Beatty & Mills, 1979)。こうした確率的な値が、傾向性(propensity)として各生物個体に割り当てられるのである⁽¹⁴⁾。形質の持つ機能も、これと同じような仕方では定義されるべきである。つまりある形質から生じる一定の結果が、その形質を有する個体の生存と繁殖に寄与し、適応度を上げるという恒常的性質を持つとき、その結果は当該形質の機能として認められるのである。

傾向性説の特徴は起源説との比較からより良く理解される。起源説は、個物の持つ能力およびそれが属する環境によらず、ただ進化的な歴史によって一意的に対象に機能を付与するのであった。傾向性説においても、適応度が問題になっている以上、自然選択説に関係する。しかしながら、ある形質に機能が認められるか否かは、その形質が保有個体の生存・繁殖に寄与するような働きを実際に果たせるかどうか、すなわち当該形質の傾向性に密接に関わる⁽¹⁵⁾。さらに一定のふるまいがそれを行う個体の適応度に寄与するかどうかは、その時々周囲環境に依存するため、機能は環境に対して相対的である。形質の機能は、将来の当該形質タイプの広まりについての予測を可能にするが、しかし現在まさにその機能を有している形質トークンがなぜそこにあるのか、という歴史的な由来を明らかにするものではない。

このような見方からすれば、ある形質が自然選択によってどのように形作られてきたかという歴史的な問いと、その形質が現在の生態的環境でどのような機能を持つかという問いは独立したものである。例えば動物行動学では、一般にこの二つは別々の問題として扱

われている⁽¹⁶⁾。また古生物学においても、形質に関する進化史の再構成なしに、それが果たしたであろう役割の推定から機能が付与されることが普通である（これは化石形質の進化史を追うことがきわめて困難だという、古生物学の方法論的な制約にも由来している）。傾向性説は、これらの分野における事情により良く対応するものだといえるだろう。

2.3 傾向性説への反論

その発表当初から、傾向性説は起源説サイドから多くの批判を受けてきた。第一のものは、傾向性説の元々の動機たるトートロジー批判がそもそもの外れであり、起源説はトートロジーとは無縁であるという反論である(Neander, 1991a, Godfrey-Smith, 1994)。たしかに起源説の枠組みにおいては、ある形質、例えばミツバチの針はそれが何らかの機能を持つから選択されたという主張は空虚である。しかしながら、それがミツバチを守るから選択されたという主張は十分に説明力を有する。生物学者が「ミツバチの針はミツバチを守るという機能のために選択された」というとき、彼らが説明項としているのは「針が何らかの機能を持つ」ということではなく、「針がミツバチ個体を保護する」ということなのであり、そのように選択された効果を機能と呼び表しているのである。したがって起源説の機能解釈によって形質の広がりの説明したとしても、トートロジーにはならない。

第二の批判は、傾向説のうちに含まれる、反事実条件文にまつわる問題を指摘する(Millikan, 1989, Godfrey-Smith, 1994)。適応度概念は、相対的である。つまり傾向説論者が機能を「適応度（繁殖の成功チャンス）を高める形質」として定義する際、彼らは「その種の現在の個体群において、それを持つことが持たないよりもより適応度の高い個体を形成するであろうような形質」を意味している。つまりもしある鳥個体が持つ単婚という性質の適応度寄与を知りたい場合、我々は単婚でない同一種の鳥個体の存在を仮定し、さらにそうした個体と単婚個体との比較を考えなければならない。しかし端的に「単婚でない」という形質は存在しないため、我々はそうした比較個体に対し、何らかの生殖形態を反事実的に想定する必要がある。ではその仮想個体は無性生殖か？複婚か？また複婚であるとしたら一夫多妻か、多夫一妻か？傾向性説に含まれる反事実的条件へのコミットは、このように際限ない可能性の考察を強いることで、形質の適応度への寄与を実質上算定不可能にしてしまう、と批判されるのである⁽¹⁷⁾。

3. 因果役割説

3.1. 起源説における自然選択概念の誤解

起源説では、機能はそれを行う形質の存在を説明する作用として同定された。しかし Cummins(1975, 2002)によれば、こうした考え方は自然選択説の誤解に基づくものである。自然選択は、実際に生じた変異体を取捨選択するプロセスなのであって、それはいかなる意味でも何らかの形質を生み出す原因とは見なされえない。したがって形質の機能によってその形質の広まりを説明することはできない。

この点を例で詳しく見てみよう。ある鳥が現在有する翼の進化的由来を知りたいとする。翼は飛ぶことを可能にする。ではこの翼はその能力を持つという事実から選択され維持されてきたのであろうか。そんなことはありえない。というのも、大きな突然変異によって一世代の間に形成されたものでもないかぎり、現在の翼は競合する変異体間に見られた微妙な差異の帰結であり、そうした変異体はすべて飛ぶことが可能だったと考えられるからである。通常、自然選択による進化とはこうした微小な差異の蓄積であり、そこで選択される各形質の結果の種類にはばらつきは存在しない。したがって現在の鳥の翼の進化的由来を説明するのは、祖先の翼トークンがどのような種類の作用を行ったか（それが飛ぶことを可能にしたか否か）ではなく、ある特定種類の作用をどれだけうまく行えたか（どれだけ効率よく飛ぶことを可能にしたか）である。したがって起源説の枠組みに従うかぎり、飛ぶということは、現在の翼が持つ機能としては認められないことになる。もしその定義に厳密に従うとしたら、その機能は「(他の平均個体より)より良く飛ぶ」あるいは「 \sim km/h で飛ぶ」というようなものになるだろう。しかしこれらは明らかに翼の機能ではない。こうしたことから、起源説による機能付与の条件は、自然選択説の曲解に基づく誤りだと主張されるのである。

3.2. システム内での役割としての機能

Cummins(2002)は、こうした誤りの原因は、機能説明とは問題とされる事物の存在理由の説明であるとする Hempel(1965)あるいは Wright(1973)以来のスタンスを、自然選択説にむりやり適用しようとした結果にあると考える。しかし、必ずしもそうしたスタンスを前提する必要はないだろう。Cummins(1975)は機能説明の別の捉え方を提案する。「心臓の機能は血液循環である」というとき、我々は何を意図しているのか。それは部分としての心臓が、血液を循環させることにより、それを含む一つの全体的システムである循環器系の能力の一つ（体組織に必要な物を送り届けること）に対して、ある一定の因果的な役割を果たしている、ということである。つまりものの機能は、そのものを含み込むシステムの一定の能力に対して、それがどのように寄与しているかによって決定される。このような機能はしばしば分析的に同定される。つまり我々はまず一定のシステム（循環器系）と、それ

が有する能力（栄養分配）を問題にする。この能力は、循環器系の各部分（心臓、肺、腎臓、血管など）が果たしている役割へと分析される。このとき、問題となっていた栄養分配能力が、心臓の血液循環能力に言及することで適切に説明されるのであれば、心臓はその機能を有するといわれるのである。

こうした Cummins の機能分析は、今まで扱ってきた諸説とは対照的に、自然選択に依存しない。上の説明からも明らかなように、何が機能と見なされるかは、どのようなシステムおよび能力を分析の出発点に据えるかによって変わってくる。つまり機能付与は我々の説明関心に相対的である。さらに、Hempel-Wright の前提を放棄している以上、機能はそれを持つものの存在理由とは無関係になる。機能が説明するのは、ものの歴史的由来ではなく、むしろそれを含むシステム全体との関係なのである。

起源説や傾向性説の機能定義が進化論を強く意識したものであったのに対し、Cummins 的な機能分析は、分子生物学や神経科学における機能概念の使用により適ったものである。そうしたフィールドにおいては、ある特定の生物学的・神経科学的な事象、例えば細胞の形質発現という現象が、DNA、RNA ポリメラーゼ、プロモーター、mRNA、リボソームなどといった諸要素と、その相互作用からなるメカニズムの提示によって説明される (Machamer, Darden, & Craver, 2000)。そうしたメカニズムにおいて、各要素、たとえばプロモーターは、RNA 合成の開始点を RNA ポリメラーゼに対して指示するという機能を持っている。しかしだからといって、分子生物学者はそのプロモーター部位の進化的由来や、それを持つことによる適応上の利点について考察しているわけではない。むしろ要素の機能は、そうした進化的考察とは独立に、ただそれがメカニズム全体の中でどのような位置を担っているかということに応じて決定される。つまりこのとき分子生物学者は、Cummins 的な機能を問題にしているのである。

3.3. 因果役割説の困難

因果役割説による機能解釈に対して第一になされる反論は、その相対性である。特徴でも述べたように、機能は常に我々の説明関心に依りて定まる。これは逆にいえば、対象となるもののいかなる側面に対しても、機能を付与することが原理的に可能であるということである。したがって Cummins の説では、何が機能であり何がそうでないかという、客観的な基準・条件を示すことができないのである。

またもう一つの主要な反論は、因果役割説の定義する機能からは規範性が出てこない、というものである (Millikan, 1989a)。実際、Cummins(1975)でも明言されているように、あるものが機能を有するのであれば、それはシステムの能力に対して実際に寄与するのだけ

ればならない。すなわちFすることがそのものの機能なら、それはFできるのでなければならぬ。したがって彼の解釈では、機能不全（それが本来持つべき機能を、現実には行うことができない）を適切に評価することが不可能になってしまうのである⁽¹⁸⁾。

4. 機能論争の現在とその行方

4.1. 統一か、多元主義か

以上で我々は、機能説明に関する、現代の生物学の哲学における主要な立場と、それについての反論を概観してきた。これら主要な解釈の登場を受けて、90年代以降の機能論争は、諸解釈の統合の可能性へとその焦点を移してきた。それぞれ異なった特徴を有したこれらの解釈は、やがて一つの機能概念へと統合されるのであろうか、それとも複数の機能概念の共存を受け容れるべきなのであろうか。

Kitcher(1993)は、デザインへの対処という観点から、Cummins 的機能と固有の機能の統合を提案する。自然環境は、そのうちで暮らす生物に様々な適応問題を投げかける。生物の機能は、こうした問題への生物による対処として包括的に捉えることができる。つまり、ある形質がそうした問題を解決するようふるまうことで進化してきた場合、それはその形質の固有の機能として認められるだろうし、生物形質のある部分が個体のそうした解決行動に寄与している場合、その部分は Cummins 的な機能を付与されることになるだろう。Griffiths(1993)の統一案も、基本的にこれと同様の路線をとる。つまりまず起源説的な仕方では固有の機能が確定され、次にその形質が当該生物においてどのように実現しているかを分析することで、各部分に Cummins 的な機能が付与されるのである。

一方で、こうした統合に反対する多元論者もいる。たとえば Millikan(1989c, 2002)や Mitchell(1995)によれば、固有の機能と Cummins 的な機能は、全く異なった機能説明を構成する。すでに見たように、固有の機能は形質の歴史を、Cummins の機能は形質の役割を扱う。つまりそれらは別々の説明プロジェクトなのであり、仮にそれら二つの機能が多くの生物的事例において一致しているという事実があったとしても、両者は概念的に区別されるべきなのである。そして Godfrey-Smith(1993)や Wouters(2003)が指摘するように、そうした概念的差異はしばしば機能説明のフィールド(集団遺伝学・動物行動学・神経科学・分子生物学など)間における差異を反映している。これらのフィールドで採られている説明関心・方式が異なる以上、そこで使用されている機能説明を、むりやり一つの機能概念へと押し込む必要はないのである。

4.2. 機能論争の行方

以上で示してきたように、生物学的機能の解釈については、未だ統一的な見解がないどころか、そのような統一の可能性自体についても活発な議論が交わされている。しかし、機能双子、トートロジー、反事実条件文へのコミット、規範性の問題などといった諸反論に見られるように、議論が深まるにつれ、しだいに概念分析的・哲学的な動機が色濃くなり、結果として実際の生物学諸分野における機能言明の分析という、本来の目的からの乖離が生じてきているようにも見受けられる。

どの解釈に与するにせよ、機能説明に共通する大きな特徴は、それがただその考察対象となっているもののふるまいだけでなく、そのものが属する全体との関係を問題にするという点であろう。こうした全体性は、起源説においては複製族というカテゴリー、傾向性説においては個体の適応度、因果役割説においては当該部分を含むシステムという仕方で、それぞれ現れ出てきている。各説の相違は、そうした全体性を何に求めるか、また全体と部分との関係をどのように捉えるか、という点に存する⁽¹⁹⁾。ここでいう全体は、機能説明を用いる当の理論において想定されている存在物の種類(種・社会体・個体・遺伝子・分子)に関わり、両者をつなぐ関係は、その理論において使用されている説明方式とその妥当性(自然選択・適応度分析・生理的あるいは分子的メカニズム)に関わっている。したがって各解釈を評価するためには、概念的な水準の議論だけではなく、各々が依拠している経験的な生物学的理論を含めた検討が必要となってくる。主要な解釈が出揃ったと考えられる今、機能についての哲学的議論には、実際の生物学に立脚した考察が求められているといえるだろう。

註

- (1) 例えば Hempel(1965)。また Mayr(1988)では、生物学的機能概念への懸念が複数検討されている。
- (2) しかし実際には、Wimsatt(1972)において、すでに同様の機能解釈がより精密な仕方で定式化されている。
- (3) この洞察は Hempel(1965)の分析から来ている。しかし DN モデルを念頭におく Hempel が機能付与を非妥当な説明だと思なしたのに対し、事物の因果関係に注目する Wright (この点において Wright は Salmon 的な見方をとっている) においては機能説明は正当な説明として認められる。
- (4) 例えば次の例を考えてみよう。ある科学者が実験中にガスホースの傷からガスが漏れているのを発見した。彼はそれを直そうとしたが、すでに遅く室内に漏れ出たガスの中毒で失神してしまった。このとき(i) 室内にガスが漏れているのは、ガスホースの傷の帰結であり、(ii)ガスホースの傷は、室内にガスが漏れた(そして科学者を失神させた)ために、そこにある(修繕されずに残っている)。したがって Wright の図式に従えば、ガスホースの傷はガスを漏らす機能を持っているということになってしまう。
- (5) しかし彼女は、Wright の立場と自らの見解との違いを強調している(Millikan, 1989c)。Wright の条件(ii)における「X が Z を行うために」という表現は、X の傾向性一般を意味し、X が実際過去に Z を行ったのか否かは問題視されない。一方 Millikan の立場では選択が働くためには祖先個体は実際にそれを行ったのでなければならない。その意味で Wright の立場は真に etiological (形質の実際の歴史におけるふるまいを

問題にする) であるとはいえない。

(6) 実際は機能を付与されるのは、アイテムそのもの(例えば心臓)ではなくその形質(心臓の鼓動)である(そうでないと単一アイテムが複数の機能を持つ、ということの説明できない)。したがって本来の Millikan の定義はそうした形質についての言及を含むが、ここでは煩瑣になるため割愛した。

(7) しかし選択メカニズムは自然選択に制限される必要はない。例えば人為選択や心理的な選択プロセスであっても、十分にこの役割を果たしうる。

(8) これが「固有の proper」という形容の意味である。つまり機能は環境と相対的に定まるのではなく、形質そのものに内的に帰される。この点は後述する他の解釈にはない、起源説の利点である。

(9) Millikan のもともとの目論見は、固有の機能のこうした規範的な性質を、志向性や表象の自然化に適用することであった。表象の特徴は、それが真理条件を持つ(真または偽でありうる)ことにある。

Millikan(1984, 1989b)や Papineau(1993)らは、こうした真理条件の充足/非充足を、機能の遂行/不全と類比的に位置づけることで、生物学的機能に基づく意味論(biosemantics)の構築を試みている。

(10) 同じ理由から、起源説では突然変異によって生じた第一世代が持つ有益な形質に対しても、機能を付与することができない。

(11) しかし Neander(1991a)は、概念分析と切り離された理論的定義は不可能であるとして、固有の機能は生物学者の使用する機能概念の適切な概念分析であるとの立場を維持しながら、この反例を退ける可能性を論じている。

(12) その一方 Millikan(2002)は、「派生的な固有の機能」という自らの概念を用いれば、外適応とされる実際のケースは極端に少なくなると論じ、外適応という概念そのものの曖昧さを攻撃することで、Gould & Vrba(1982)の適応主義批判に対し異議を申し立てている。

(13) ここで扱った問題以外にも、Millikan の定義は自己複製的に形成される結晶構造や、分離歪曲遺伝子(SD 遺伝子)に機能を与えてしまうという指摘がなされている(Bedau, 1991, 1992, Godfrey-Smith, 1994)。これらの事例は、機能を有することができるシステムの条件は何かという問題に関わり、非常に興味深いものではあるが、本稿で詳しく立ち入ることはできない。

(14) つまり両者の違いは、確率の頻度解釈と傾向性解釈にちょうど対応している。

(15) この点から、傾向性説は先見的(forward-looking)であるといわれる。一方、形質の歴史的由来に関わる起源説は回顧的(backward-looking)と形容される。現在の傾向性の重視によって、起源説への反例としてあげられた機能双子や第一世代の変異体などが、ここでは問題とならず適切に機能が付与されるという点に注意されたい。

(16) 動物行動学者 Tinbergen(1963)は、4つの説明プロジェクトを区別した。すなわち、(1)心理学的メカニズム、(2)行動が現在持つ機能、(3)行動の進化的歴史、(4)動物個体の成長に伴う行動の発生・発達である。この区分に従えば、起源説は(3)、傾向性説は(2)に焦点を当てていることになる。

(17) しかしながら Wouters(2003)は、反事実条件文へのコミットだけでは、適応度に依拠する傾向性説が不当であるということの証左にはならない、と反論する。実際、動物行動学の標準的な理論では、こうした反事実条件的な説明が多用されているのであり、そうした説明を適切に理解するためには、反事実条件文へのコミットは機能概念の分析にとってむしろ必須であると彼は主張している。

(18) Godfrey-Smith(1993), Craver(2001)は、ある形質トークン x がタイプ X をどれだけ良く例化しているか、すなわちそれが一般的に X によってなされる作用をどの程度行っているかに応じて、機能不全を考えることが可能であると主張する。しかし Millikan(1989a)が指摘するように、機能不全(規範性)と例化は全く独立の問題である(壊れた缶切りは真正正銘の缶切りトークンではあるが、その機能を果たさない)。

(19) Bedau(1992), McLaughlin(2001)はこうした点から、機能説明は還元不可能な価値判断(形質の「良さ」)を含むと主張する。しかし全体性の規定と価値の想定は独立の問題であり、必ずしも前者が後者を要請するわけではないであろう。

文献

- Allen, C., Bekoff, M., & Lauder, G. (Eds.) (1998), *Nature's purposes: Analyses of function and design in biology*, Massachusetts Institute of Technology.
- Ariew, A. (2002). 'Platonic and Aristotelian Roots of Teleological Arguments', in Ariew, Cummins, & Perlman (Eds.), *Functions: New essays in the philosophy of psychology and biology* (pp. 7-32), Oxford University

Press.

- Beatty, J., & Mills, S. (1979). 'The propensity interpretation of fitness', *Philosophy of Science*, 46, 263-288.
- Bedau, M. (1992). 'Can Biological Teleology be Naturalized?', *The Journal of Philosophy*, 88, 647-655.
- (1992). 'Where's the Good in Teleology?', *Philosophy and Phenomenological Research*, 52, 781-806.
- Begelow, J., & Pargetter, R. (1987). 'Functions', *The Journal of Philosophy*, 84, 181-196.
- Boorse, C. (1976). 'Wright on Functions', *Philosophical Review*, 85, 70-86.
- Buller, D. J. (Ed.) (1999). *Function, Selection, and Design*, State University of New York Press.
- Craver, C. F. (2001). 'Role functions, mechanisms, and hierarchy', *Philosophy of Science*, 68, 53-74.
- Cummins, R. (1975). 'Functional Analysis', *The Journal of Philosophy*, 72, 741-765.
- (2002). 'Neo-Teleology', in Ariew, Cummins, & Perlman (Eds.), *Functions: New essays in the philosophy of psychology and biology* (pp.157-172), Oxford University Press.
- Godfrey-Smith, P. (1993). 'Functions: Consensus Without Unity', *Pacific Philosophical Quarterly*, 74, 196-208.
- (1994). 'A Modern History Theory of Functions', *Noûs*, 28, 344-362.
- Gould, S. J., & Vrba, E. S. (1982). 'Exaptation - a missing term in the science of form', *Paleobiology*, 8(1), 4-15.
- Griffiths, P. E. (1993). 'Functional Analysis and Proper Function', *British Journal for the Philosophy of Science*, 44, 409-422.
- Hempel, C. G. (1965). *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, Free Press.
- Kitcher, P. (1993). 'Function and Design', *Midwest Studies in Philosophy*, 18, 379-397.
- Machamer, P., Darden, L., & Craver, C. F. (2000). 'Thinking about mechanisms', *Philosophy of Science*, 67, 1-25.
- Mayr, E. (1988). *Toward a new philosophy of biology: observations of an evolutionist*, Harvard University Press. (1994, 八杉貞雄・新妻昭夫訳, 『進化論と生物哲学：一進化学者の思索』, 東京化学同人.)
- McLaughlin, P. (2001). *What functions explain: functional explanation and self-reproducing systems*, Cambridge University Press.
- Millikan, R. G. (1984). *Language, Thought, and Other Biological Categories: New Foundations for Realism*, MIT Press.
- (1989a). 'In Defense of Proper Functions', *Philosophy of Science*, 56, 288-302.
- (1989b). 'Biosemantics', *The Journal of Philosophy*, 86, 281-297.
- (1989c). 'An Ambiguity in the Notion "Function"', *Biology and Philosophy*, 4, 172-176.
- (2002). 'Biofunctions: Two Paradigms', in Ariew, Cummins, & Perlman (Eds.), *Functions: New essays in the philosophy of psychology and biology* (pp.113-143), Oxford University Press.
- Mitchell, S. D. (1995). 'Function, Fitness, and Disposition', *Biology and Philosophy*, 10, 39-54.
- Mundale, J. & Bechtel, W. (1996). 'Integrating Neuroscience, Psychology, and Evolutionary Biology through a Teleological Conception of Function', *Minds and Machines*, 6, 481-505.
- Nagel, E. (1977). 'Teleology Revisited', *The Journal of Philosophy*, 76, 261-301.
- Neander, K. (1991a). 'Functions as Selected Effects: The Conceptual Analyst's Defense', *Philosophy of Science*, 58, 168-184.
- (1991b). 'The Teleological Notion of Function', *Australasian Journal of Philosophy*, 69, 454-468.
- Papineau, D. (1993). *Philosophical Naturalism*, Blackwell publishing.
- Perlman, M. (2004). 'The modern philosophical resurrection of teleology', *The Monist*, 87-1, 3-51.
- Sober, E. (1984). *The nature of selection*, The University of Chicago Press.
- (2000). *The philosophy of biology*, Westview Press.
- Sterelny, K. & Griffiths, P. E. (1999). *Sex and Death*, The University of Chicago Press.
- Tinbergen, N. (1963). 'On the aims and Methods of Ethology', *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 20, 410-433.
- Wimsatt, W. G. (1972). 'Teleology and the logical structure of function statements', *Studies in History and Philosophy of Science*, 3, 1-80.
- Wright, L. (1973). 'Functions', *Philosophical Review*, 82, 139-168.
- Wouters, A. G. (2003). 'Four notions of biological function', *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 34, 633-668.