

Title	生命を自然的に捉える
Sub Title	Naturalistic understanding of life
Author	西脇, 与作(Nishiwaki, Yosaku)
Publisher	三田哲學會
Publication year	2002
Jtitle	哲學 No.108 (2002. 2) ,p.1- 44
JaLC DOI	
Abstract	If objects that are alive could be reduced to (or be explained as) objects that are made of matter, then in principle there would be no problem to understand life. But neither logical nor physical analysis didn't work well for reducing the living phenomena until C. Darwin. The theory of natural selection successfully rejected the non-physicalist theories of life, which depend on the explanans like an elan vital or an entelechy. However, different from the reductions among the physical theories, this naturalistic program is not so simple. Naturalistic explanation of biological phenomena has to overcome several problems. For instance, the two characteristics of life, the end and the vital force, have to be reduced to the results of evolutionary changes by natural selection just as Newton did in physics. On the other hand, the direct results of natural selection, that is, adaptations, have to be interpreted historically. Here we have additional new characters of scientific explanation. The evolutionary explanation is causal, but at the same time it is historical and adaptive. Organisms have adaptive properties as well as physical properties. Phenomenal properties, a subclass of the class of adaptive properties, are also explained as dispositional properties. Here adaptive properties are real, even though there are no objects except physical ones. To understand living things as the historical products, we have to use several concepts such as supervenience, multiple realizability and particularly information. And in fact during the last half of the 20th century and even now, many philosophers of biology, corroborating with biologists, have been clarifying the evolutionary properties of life by using these concepts.
Notes	投稿論文
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00150430-00000108-0001

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.

— 投 稿 論 文 —

生命を自然的に捉える

— 西 脇 与 作* —

Naturalistic Understanding of Life

Yosaku Nishiwaki

If objects that are alive could be reduced to (or be explained as) objects that are made of matter, then in principle there would be no problem to understand life. But neither logical nor physical analysis didn't work well for reducing the living phenomena until C. Darwin. The theory of natural selection successfully rejected the non-physicalist theories of life, which depend on the *explanans* like an *élan vital* or an *entelechy*.

However, different from the reductions among the physical theories, this naturalistic program is not so simple. Naturalistic explanation of biological phenomena has to overcome several problems. For instance, the two characteristics of life, the end and the vital force, have to be reduced to the results of evolutionary changes by natural selection just as Newton did in physics. On the other hand, the direct results of natural selection, that is, adaptations, have to be interpreted historically. Here we have additional new characters of scientific explanation. The evolutionary explanation is causal, but at the same time it is historical and adaptive.

Organisms have adaptive properties as well as physical properties. Phenomenal properties, a subclass of the class of adaptive properties, are also explained as dispositional properties. Here adaptive properties are real, even though there are no ob-

* 慶應義塾大学文学部教授（哲学）

jects except physical ones.

To understand living things as the historical products, we have to use several concepts such as supervenience, multiple realizability and particularly information. And in fact during the last half of the 20th century and even now, many philosophers of biology, corroborating with biologists, have been clarifying the evolutionary properties of life by using these concepts.

1. 生命論はどんな境遇にあったか

生物は生存し、繁殖することによって生命を実現するが、それらを基本にした生命論がしっかり展開されたことがあったろうか。人間を特徴づける「理性的な」動物も、「思考」という実体も生存や繁殖とはどこかかけ離れている。「もの」と「心」の伝統的な実体区別のどこに生命が入り込めるのか。どこにもその余地はないように見える。眼の仕組みや性的な行動は物理世界にはない目的概念を使って理解されてきたが、目的自体は外在的、内在的いずれであれ、はっきりしないまま議論の前提として奉られてきた。

生命概念の軽視によってものと心の乖離は一層助長された。そのような中で直観や常識に基づく心や生命についての見解が生み出されることがあったとはいえ、そのような場合に仮定される「生命力」という原理は他の物理的な力と適切な関係がつかないだけでなく、相性も悪かった。心の理性的側面以外の特徴も軽視されてきたが、理性的側面がほとんど見えない生命に関してはなおさらであった。生氣論はほとんど常に理性的でない、盲目的な生命力や生存能力によって生命現象を独自に説明しようとしてきた。

生命論軽視の伝統的傾向は20世紀にさらに加速される。20世紀前半の物理学、後半の生物学、それぞれの進展は、伝統に基づく自然観、生命観、精神観と科学的知見の対立を余儀なくさせるものだった。そして、これらに対する20世紀の哲学の対応は次のような基本姿勢に基づいてい

た。

- (1) 物理的自然は対称的な物理法則によって説明され、生命現象は物理現象に還元することによって理解できる。生物学の研究は物理学への還元によってなされる。
- (2) 論理実証主義、分析哲学は科学に関しては数学、物理学偏重の知識と言語分析を軸に展開された。言語分析的な仕方では科学知識の分析を行ない、生命は物理的なものの一つとして区別されない。

伝統的には（数学に代表される）非時制的な知識が真理の基本型式であり、経験的知識にも不変性、普遍性が求められてきた。基礎付け主義的な知識観は、過去の知識と現在の知識との違いを、過去の知識の誤りとして処理したため、時代と共に変わる人文・社会の理論は単なる見解、実用的信念に過ぎないものになっていた。さらに、物理学の基礎に横たわる対称性によって過去、現在、未来という常識的な時制は知識の領域から締め出され、無時制的な知識が求められた。その結果、歴史は科学から除外され、歴史的な生命理解の欠如が残された。

このような基本姿勢に対する反省が、言論的転回から自然主義的転回へという 20 世紀後半の哲学の動向変化を生み出す。そして、物理主義的な言語分析、概念分析では扱いにくかった生命現象を歴史的に扱う動きが出てくる。

生存と繁殖という生物の特徴は生命の機能的理解、つまり、適応としての生命という考えを基本にしているが、それは進化論の登場まで真の主役になることはなかった¹。還元的な研究の中から、非対称的、現象的なもの

¹ 適応としての生命がはっきり意識され、その説明方法が哲学的に議論されるのは Williams [1] からである。この時期に進化論の思想的な部分の議論だけでなく、哲学的な分析が始まった。

のを扱う特殊科学，特に生物学，心理学が物理学に直接還元できないものを含み，それが機能的なものであることを認識することから生命現象，遅れて心理現象の哲学的な分析がスタートする．機能としての生命現象の自律性は最初からではなく，研究の過程で認識されていった．

2. 自然化あるいは歴史化

生命現象を目的論の枠内で捉えることは物理的自然を理解する際には障害に見える．物理現象が因果的な枠内で捉えられるのに対し，それとは異なる枠組というのは生命論を擁護する側を孤立化させるものだった．この閉塞的な状況の打開は，目的論的な生命概念への反省とその自然化の模索から始まる．

自然化は活動であり，その到達点や根拠があらかじめ与えられているわけではない．自然化は，自然が因果的ゆえ反目的論的，活動ゆえに反基礎付け主義的である．科学は自然を相手とする活動であるから，自然化は科学化と重なっている．生命過程の物理・化学的な自然化と並んで，目的をもつ生命現象の自然化は進化論の中で実行される²．

目的論の因果論化，つまり，目的の歴史化と生命力の適応度による表現，この二点が進化論における生命現象の自然化の要点だった．だが，因果的，歴史的枠組みの中での適応度を使った表現では重力の法則のような法則は見出せない．この結果主義的な特徴は自然化による悪しき結末に見えるが，そこにこそ特殊科学としての進化論の特性が滲んでいる．（後述参照）

歴史化は自然化が物理学への還元だけではないことを示している．Darwin が考えた目的の自然化は目的の歴史化，つまり，目的の歴史的な形成と進化にあった．そして，自然化の模範は（歴史的ではないが，因果

² 自然化には二つの仕方がある．因果化をシステム論的に行なう場合と進化論的に行なう場合，その展開は異なってくる．

的な) 力学にあった。力学と同じような構図・論証の仕方を使い、生命現象の歴史的な把握が行われた³。

熱現象の力学への実質的な還元は気体粒子の確率・統計的な扱いによってなされたが、生命現象の方法的な還元も最終的に生物集団の形質に関する自然選択や浮動の確率・統計的な扱いによってなされた⁴。

2.1 目的論の歴史化

生命現象を理解するのに使われてきたのは目的論という枠組だった。この枠組は Paley のデザイン論証に見事に示されている。Kant や彼に影響を受けた 19 世紀のドイツ生物学は目的論を基本にした生命現象の理解を目指した。生命の目的論的な枠組は現在でも発生過程の理解に生き残り、デザイン、機能、性能といった概念は情報概念と結びついて、現在も様々な場面で使われている。

問題はデザインや機能が目的的な構図でしか理解できない点である。だが、物理学では目的は仮定されていない。したがって、目的やデザインを仮定すれば説明できる事柄がそれらの仮定なしに説明できるかどうかの問題となってくる。目的を使った論証をアナロジーや帰納で解釈することにも無理があった⁵。Paley のデザイン論証や目的論的構図の真偽は論証の仕方の問題ではなく、生命現象をどのように捉えるかの問題だったからである。

³ 歴史は長い因果的過程で、境界条件の変化や対象の起源を含むものである。小進化の蓄積が大進化であるという考えは歴史が長い因果的变化であることを前提しているが、起源は曖昧なままである。

⁴ Darwin の当初の目論見は力学的であったが、集団遺伝学と自然選択説を合わせた総合説では統計力学と同じように確率・統計的なモデルがつくられた。

⁵ Paley の論証への Hume の批判はアナロジー、帰納と解釈する点にあった。いずれもデザイン論証の正しい解釈には見えない。Paley の論証はアブダクションである。それゆえ、仮定されるデザイナー＝神をどのように自然化するかが問題となってくる。また、Paley の目的論は外在的だったが、Kant とその後の目的論は内在的である。

目的論の自然化は目的の否定では決してない。むしろ、目的の存在を素直に認め、それを自然主義的に編成し直し、説明するところに自然化の活動の真意がある。

2.2 生命力の適応度への転換

生命力 (Vital Force) は通常有機体内部に仮定される。かつては外在的だった生命力は有機体内部に取り入れられたが、そこで追究は行き詰まってしまった。因果的な過程は物理的な力だけによって記述でき、生命力の働く余地がないという意味でそれを因果的に無力なものにしてしまった。随伴現象としての心と同じ運命が待っていたのである。だが、生命現象を理解する上で、目的はどうしても必要と考えられてきた。これも心の場合と同じである。

研究上の前提として目的を認める自然化された生命現象の研究は、19世紀の生物学では生理学や解剖学の分野で大きな効果を上げる。実際、19世紀後半の顕微鏡を駆使した生物学は当時の先端科学であった。この半ば自然化された研究は、

生命現象は自然的

研究方法は実証的

生命力は目的的

という考えに基づいていた⁶。目的論そのものが最初から誤りというのではなく、その具体的展開、細部の仕組みが不明であり、因果的枠組との折り合いがつかないことに問題があった。(後に、進化論では目的やデザイ

⁶ von Baer の目的を認める実証主義はこの典型である。彼と Haeckel との違いは印象的である。生理過程の記述と説明を分ければ、発生・生理過程についての科学的記述として彼の成果は見事である。

ンはプログラム、適応として因果的な解釈が与えられることになる。)だが、実際の研究では目的論という仮定はほとんど無害であった。因果的に無力であることが幸いしたという理由以外に、目的論が誤っていることは、世界が因果的で、それ以外の形式をもたないということが証明されない限り主張できないからである。因果関係にすべてが還元できない限り、目的論の誤りは示すことができない。目的論の枠組で因果的解釈の追究が進行する中、生命がどこまで因果的に説明でき、目的論がどこに残るかの解答が Darwin によってもたらされた⁷。

2.3 自然化の杞憂

自然化に伴う杞憂（説明というレベルでの杞憂）はよく哲学の話題になる。代表的な杞憂の排除を以下に述べておこう。

(1) 命題的態度

生命への直観も科学的理解もいずれも単なる見方に過ぎないという意見をよく聞く。これは正しいだろうか。無根拠で、それ以上遡及できない生命への直観、共感に比べ、科学の開放性、終わりのない追究は見方を常に更新するという点で単なる見方ではない。特定の見方、信念と科学的知識は異なっている。単なる見方の変化では説明できない、仮定されるものの吟味、敵対する理論の検討、検証等が科学を支えている。

生命論展開の際の、内的な直観による仮説や前提は命題的態度の表明と考えることができ、そこから、例えば、「生命と物質は異なると直観する」と思っても、「…と直観する」はその直観の内容が正しいことを保証しな

⁷ 複雑な対象の場合、その対象がもつ構造や性質は内在的である。情報処理モデルの仕組みは内部のモデルであり、外力は入力でしかない。あるいは行動主義の図式、刺激－反応でも同じである。刺激は内部で処理される。内部構造や内部の規則は入力や刺激を積極的に選び出せない。この意味では法則－状態の対ほどは公平になっていない。内的な力に対する外力の優位が物理学や進化論のモデルの特徴である。法則は状態をつくりだすことはできない。状態は法則によって特徴づけられるが、法則によって生み出されるのではない。

いし、それ以上遡ることもできない。これはデカルトのものと心が異なるという議論にも見られる。思い込みの存在化と言ってもよい。

(2) 自然主義的誤謬

物理現象と生命現象は最初から異なるカテゴリーに属するので、両者を一緒に説明するのはカテゴリーミステイクである。このような主張もよく耳にする。道德や倫理を自然的と考えない人はいるが、生命現象を自然現象でないと考える人はいない。物理現象も生命現象も自然現象であり、どのように自然化するかを追究する過程では、最初からカテゴリーの違いと即断することこそ誤謬である。

(3) 遺伝的誤謬

歴史的説明が遺伝的誤謬に陥るのはどのような場合か。進化論的説明は遺伝的誤謬か。物理学の説明が遺伝的誤謬でないのと同じように即誤謬ではない。だが、進化論が遺伝的誤謬を侵していないことを保証するには制約がつく。遺伝的誤謬なしに進化論的に説明できるものと、そうでないものを区別することが必要となる。

自然選択による説明が遺伝的誤謬でないのは説明されるものが由来であり、内容ではないからである。内容である構造や機能の進化論的説明は遺伝的誤謬の可能性をもっている⁸。

数学は公理と論理的な規則からなっている。いずれも非時制的ゆえ、得られる定理は普遍的である。その内容も当然時制的ではない。科学法則も推論規則も数学の場合に似て、その内容に時制は含まれず、したがって、内容の由来は内容の理解とは独立している。(1+3=4 がいつどこで誰が教えたかは、それが正しいことに何の関係ももっていない。) 一方、個人の行為の説明では行為に至る動機や経過が重視される。これは歴史的な事

⁸ 経験的な命題と数学的な命題の区別は遺伝的誤謬によって区別できる。経験が歴史に依存すれば、その内容の説明は遺伝的誤謬ではなくなる。だが、数学の命題を因果的に説明することは典型的な遺伝的誤謬である。

件や出来事の場合も同じである。説明に一般的な法則は登場せず、推論も少なくなる。様々な要因に基づく因果系列は結果の内容より、結果の起こり方のほうがより重要となってくる。

自然選択が感受性をもつのは「どうして起こったか」について、その原因を与えることに対してであり、「何か」、「どのようにか」に対しては感受性をもっていない。これは表象の過程を問うことと、表象内容を問うことが異なっていることとよく似ている⁹。

歴史的な説明は由来、経緯を使ったシミュレーション（理論やモデル以外の方法）に近いものである。時制への巧みな対処としてのシミュレーションは由来や経緯の再現や模写には有利であるが、内容の説明には役立たない。だから、内容に対してシミュレーションが科学の方法として十分認められてこなかったことは、遺伝的誤謬を避けるためであった。と同時に、それは時制の扱いと歴史が十分に認めてこられなかったことも示している。

自然選択を使った説明は自然選択が法則的であり、普遍的ゆえ、時制的ではない、と主張したくなるが、選択が働く集団の状態は普遍的でないため、結果は極めて時制的、つまり、歴史的となる。力学法則が状態までもほとんどコントロールできるのに対し、選択はほとんど状態をコントロールできない。実際、始終突然変異や移住が起こっている。法則は不変でも、それが適用される状態が無秩序では、その結果はその無秩序を引きずることになる。

⁹ ここから選択による説明が因果的、歴史的であることがわかる。「眼はなぜ存在するか」に対する答え方は眼の機能や構造からではなく、眼の由来からである。だが、眼の由来だけからではなく、出発点の仮定に眼の原始的機能が含まれるゆえに、機能と由来が混じったものになっている。原始的機能は選択によっては説明できない。

3. 進化論の中での目的と生命力

自然化された生命論が進化論であるという主張の評価は進化論がどのように生命現象を捉え、説明することができるかに懸かっている。特に、目的と生命力が進化論でどのように自然化されるか確認する必要がある。その際、進化論的な説明がどこまで物理学的な説明と一致し、どこから異なるかが重要になってくる。異なる点こそが生命現象の物理学への還元が難しい、独特な部分なのである¹⁰。

自然化の幾つかのパターン

原因 → 結果

- (1) 初期状態(初期条件) → 力学法則(運動方程式) → 終期状態(解)
- (2) 変異 → 自然選択 → 適応
- (3) 正常 → 干渉による異常 → 選択による排除 → 正常への復帰
- (4) 内的力 → 干渉による獲得形質 → 進化

(1) は Newton の運動の(数学的な)説明の図式。(2) は Darwin の自然選択の原理で、(1) とよく似ていることに注意してほしい。(3) はアリストテレスの正常モデルの図式で、選択は劣ったものの排除として働く。(4) は Lamarck の進化論の図式で、アリストテレスに似ていることに注意してほしい。Lamarck はアリストテレスと違って、排除を進化に転換した。

上の図式の(1)は孤立系、他は相互作用のある開放系に当てはまる。(1)とそれ以外のものの間での違いが Newton モデルと生命現象のモデルを分けている。また、進化論ではシステムのある時点での状態を端的に指定するのではなく、形質の適応度の違いとして差異を指定する。これが(1)、(3)、(4)の正常モデルと(2)の変異モデルの違いである¹¹。

¹⁰ 還元できないことは自然化できないことを意味しているのか。ここでの非還元性は現在の物理学へのそれであって、通常の文献では還元できると呼ばれている場合が多い。生物学には還元できるが、物理学への還元の仕方がわからないという意味で「非還元的」が使われている。

¹¹ 正常モデルと変異モデルの違いは Sober 参照。

3.1 進化論的説明

以下の進化論的説明の叙述は自然選択説とメンデル遺伝学の総合とその後の進展を経た進化生物学に基づいたものである。Mendel の遺伝説と自然選択説の総合は物理学での異なる理論の統合とは違って、両立する主張の総合であった。集団、変異、選択、浮動、適応が進化論のキーワードである。これらをつなぎ合わせると、集団の各有機体について、その形質の変異は適応度の違いとして表現され、それが選択されて、適応がつくられ、進化が起こる、あるいは、適応度の違いがなければ、浮動によって進化が起こる、という仕組みができあがる。これが進化論の基本的な説明形式である。集団に存在する（例えば、突然変異によってもたらされた）変異は適応度の違いをもち、その違いが選択の働きを可能にする。選択や浮動が働いた結果はバイアスのあるサンプリング結果と同じであり、それが長期間集団に対して働くことによって形質の頻度が変化する。この頻度変化の結果が適応であり、目的やデザインを使って理解されてきた形態や行動が適応として因果的に説明される。以上が行動や形態の進化であり、生命現象は進化するものとして、因果的、歴史的に理解されることになる。

力学的説明との共通点は何か。力学は慣性の法則をもとに外から加わる力が因果的にどのような結果を生み出すかを運動の法則を使って説明する。加わる力とその結果の相関が基本であり、そこには内在的な力は仮定されていない。生命力は有機体の内部の目的や力として捉えられる場合がほとんどだが、Darwin は力学的な説明図式を使って生命現象、特に有機体の形態と行動を Newton と同じように捉えようとした。慣性の法則に対応するのが集団遺伝学の Hardy-Weinberg の法則である。その結果、内在的な目的やデザインは説明する側から説明される側にまわり、生命現象は適応度の違いをもつ変異に対する選択結果の蓄積として、因果的＝歴

史的に説明されることになる¹²。

だが、すべてが力学と同じではない。力学と異なるのは説明項が変異からなっている点である。一つの初期状態と複数の変異という違いを出発点として力学と進化論の説明の違いが導き出されてくる。説明にあらかじめ与えられる前提は変異、つまり差異だけである。変異モデルの採用が選択による因果的説明を可能にしている一方で、変異モデルは因果的だが、法則的な説明ではなく、時間発展的に過程の記述・説明もできないという結果をもたらす。このモデルでは集団の平均的な変化が描かれ、特定対象の軌跡は描くことができない。集団の統計的な動態だけが描かれる。個体の変化ではなく、集団の変化が描かれるが、それは軌跡としては描けない。例えば、平均値の変化は実際の現象レベルで生じる変化ではない。このような結果は変異を出発点に置いたことにある。変異は相対的な適応度の差であるから、一つの現象を追跡したのではわからず、多くの現象の比較・枚挙によって現れてくる。それは集団の頻度変化であり、確率概念を使って表現される。両者の違いは平均に代表される統計量と力学的な物理量との違いである¹³。

知覚経験は個別的で、現象に張り付いている。私たちはこのような知覚経験以外に現象を掴む方法をもっている。その方法はしばしば知覚経験とは矛盾するような結果を生む。相対論や量子論は常識的な経験と合致しないものを含むゆえに多くの哲学的な議論を生んできた。同じように進化論

¹² 力が働く有機体は力学での質点と同じように、その内部構造については形質以外問われない。Lamarck が考えたような内的な力を仮定しても、それに対して選択が感受性をもたないなら、説明上は構わない。

¹³ 力学と選択の違いは微妙である。特定できる初期状態に外力が働き、特定できる終期状態になる、外力が働いている間に起こる変化はすべて外的なものに起因する、というのが力学での変化である。一方、選択の場合は、ある形質に関する相対的に評価された初期状態の集団に選択が働き、その形質に関する相対的に評価された終期状態の集団になる、選択が働いている間に起こる変化は外的なものだけでなく、一部は内的なもの（例えば、年齢）にも起因する、というのが進化論での変化である。

も常識的な経験と合致しないように見える結果をもっている。その理由の一つは進化論が集団概念を基本におくことにある。私たちの生命体験は個別的で、生き生きした生命現象をリアルに体験できるが、生命現象の集団を直接に体験することはできない。それは推論するしかない。この推論結果がしばしば体験に反するよう見えるのである。

集団こそが生命現象の把握の基本であり、その集団の記述と説明は知覚経験ではできない。実証レベルでは知覚経験はその力を発揮するが、記述や説明のレベルでは確率・統計を使った推論しかない。確率・統計は集団現象の記述・説明には不可欠 (indispensable) である¹⁴。

3.2 選択と遺伝的浮動：いずれからも帰結しない決定性と確率革命の意味

選択の本性は変異と結果主義にある。適応度の違いから導き出される選択の結果は、有機体の構造や機能の差異をそのまま反映しているわけではない。これは変異の内容が問題なのではなく、適応度の違いが問題であり、その違いは生存と生殖の結果である子孫の数の違いに過ぎないからである。適応度の違いに基づく Mendel の遺伝法則の適用は確率的な主張となるが、初期状態がすべて把握できれば、遺伝的な結果は一意的に定まるように見える。同じように、浮動も通常は有限の交配集団に必ずつきまとうサンプリングエラーとされるが、十分な知識があれば浮動は存在しないように見える。そこから、選択、浮動から出てくる非予測性は初期状態の正確な決定ができないことからの帰結であって、同じ初期状態から終期状態が二つ以上予測できるという意味での非決定性ではないと主張できる。そして、進化論の見かけの非決定性は量子力学の非決定性とは異なり、単に初期状態の正確な知識の欠如に過ぎず、選択や浮動から出てくる非決定

¹⁴ 数学の物理学における役割が不可避免的な使用によって説明されるのと同じことである。

性は見かけに過ぎないと結論できる¹⁵。この一連の主張は正しいだろうか。選択も浮動も上の主張はいずれもモデルで成立することである。Mendel 法則が成立するのは特定の形質以外は区別がつかないというモデルで、浮動の存在は有限のモデルで、それぞれ言えることである。それらの検証は確定的にではなく、統計的にしかできない。では、正確な初期状態の測定はできるのか。マクロな世界での正確な測定は数学的な理想に過ぎない。また、たとえ決定できると仮定しても、多くの相互作用する対象についての正確な予測はできない。正確な測定、相互作用のない対象という理想化のもとでしか決定性は主張できない。つまり、マクロな世界ではあり得ない仮定を置かない限り決定性は主張できないのである。それゆえ、選択や浮動の非決定性を否定する十分な根拠はないのである。

確率・統計の使用は、たとえ個々の過程が決定論的であっても、それとは独立に個々の過程を見ていただけではわからないことを明らかにしてくれる。コイン投げはマクロな決定論的過程として描けるが、だからといって、誰もコイン投げの確率モデルが意味をもたないとは言わない。頻度や分布、平均や分散は個々の過程からは出てこない性質である。これら統計的性質を使った全体的な説明こそが確率革命のもたらした意義であり、進化論での説明はその具体的な成果なのである。

3.3 物理学との幾つかの比較

物理法則に匹敵するような法則が生物学にあるか。自然選択以外にその候補は見当たらないというのが大方の意見である。このような場合、法則と状態の二つを基本にした説明は崩れ、状態が優位を占めるようになる。状態が優位を占めると、状況、文脈に大きく依存するということが出てくる。こうして、法則に従う物理的説明と状態に従う進化論的説明という違

¹⁵ 浮動に関するこのような解釈は Rosenberg によって主張された。本文では選択についても同様に述べてあるが、彼の主張の拡張である。

いが出てくる。さらには、法則がない場合の説明、確率的な因果関係、原因が特定できない場合の説明等、説明概念そのものの再考を迫る問題が出てくる。

一種類の力に対して一つの理論という物理学の常識とは違って、進化論では複数の力が仮定されている。(選択や浮動が物理学での力と同じかどうかは議論の余地がある。) それらの異なる力の間にどのような関係があるかは定かではない。

有機体が原子や分子と違うのは、多くの階層的な要素からなっている点である。細胞、組織、器官、さらには家族、群、種へと広がっていく階層は、生命現象の変化がどこを単位にして起こるかを複雑にしている。その典型が選択の単位であり、多くの単位が候補として挙げられる。遺伝子、有機体、群等のいずれかを X とすると、単位は次のように定義できるだろう。

X は系統 L において形質 T の進化における選択の単位である

$\Leftrightarrow T$ は X の利益に寄与したために L において進化した。

それをもっていたことで遺伝子、有機体、群に利益を与え、そのために進化した形質がそれぞれ遺伝子、有機体、群の適応である。したがって、どのような種類の適応が自然に見出せるかを決定する問題が選択の単位の問題である。これら定義の二つの論理的な特徴に触れておかなければならない。第一に、選択の単位という問題は現在の有用性ではなく、進化の歴史に係わっている。群が現在ある性質をもち、それが群を絶滅から救っているとしても、その性質が絶滅から救うという効果をもつゆえに進化したかどうかは異なる問題である。その性質が別の理由で進化したのであれば、それは偶然にその群に利益を与えているのであり、群適応ではない。第二に、異なる性質は異なる理由で進化し、単一の性質はさまざまな理由で進化したかもしれない。ある性質は有機体適応で、別の性質は群適応という

ことがある。進化すべてにわたって単一の選択の単位を考えるというのは誤っている。(後述の適応の定義と比較すると、選択の単位と適応の表裏的な関係がわかる。)

歴史的結果としての生命現象という特徴づけは物理学での基礎付け主義的な考えとは異なっている。生命原理に基づく生命現象の解明は古い生命論の基礎付け主義を表している。したがって、歴史の中では規範、正常性はすべて変化し、暫定的でしかない。規範や正常性は一定の範囲で有効であることが示されると同時に、一定の範囲でしか有効でないことも示される。変異モデルは反基礎付け主義的なモデルである。

3.4 選択結果である適応の諸相

目的論では説明原理であった目的が進化論では選択の結果、つまり、適応として説明されることになる。これが端的に目的の自然化と呼ばれるものである。目的は自然選択による進化を通じてつくられた形態や行動の機能的な性質として自然化される。では、この機能的性質は進化論でどのように説明されるのか。

適応度は残す子孫の数から決められるが、それだけでは適応度が高い、つまり、有利だから多くの子孫を残すのか、多くの子孫を残すから有利なのかかわからない。これがトートロジー問題である。適応度と子孫の数の間にある必然的な関係を見出さなければ、二つの間の関係は単なる偶然か、同語反復にすぎなくなってしまう。この関係を見出すことは多くの子孫を残す原因を見出すことである。

有利さの内容は由来からだけではわからない。確かに、由来から子孫の数が得られるため、次の世代での形質の有利さはその数を用いることによって計算できるように見える。しかし、問題は出発点の有利さの内容である。結果主義に頼らないためにはこの内容を見定めなければならない。実際にモデル上で適応度を決めるには最初に見込みを立てなければならな

い。

眼の対象を見る機能は二つの仕方で考えることができる。「なぜ眼はそのような機能をもったか」、「眼の機能はどのような仕組みになっているか」という二つの問いはいずれも機能についての問いだが、明らかに異なっている。その違いは、起源、由来と構造、仕組み（歴史と工学）の違いである。進化論的説明は起源、由来による説明であり、「なぜ性は存在するか」、「なぜ性比は1:1か」といった問いに答えるものである。これら問いは、「減数分裂はどのように進行するか」、「鳥の骨の構造はどのようなになっているか」という問いとは明らかに異なっている。進化論的に説明できない機能の側面はその工学的側面である。だが、適応は機能、目的、デザインを含んでおり、起源と構造の二つの側面を含んでいる。起源や由来は進化論的に説明できるが、その構造や仕組みは進化論的でない説明を必要とする。適応的説明は進化論では説明できない工学的側面を補うことによって成り立っている。

ある形質が「適応」であると言うとき、それは現在の有用性ではなく、その歴史に言及している。適応は歴史的概念であり、現在の有用性と同じではない。哺乳類の心臓が血液を循環させるための適応であると言うのは、哺乳類の先祖が心臓をもつことで適応度を上げたために現在心臓をもっているということである。心臓をもつための選択があったゆえに心臓が選択された。そして、心臓は血液を循環させるゆえに選択された。心臓は音を出すか、音を出すための適応ではない。心臓は音を出すゆえに進化したのではない。むしろ、音を出すという性質は副産物として進化した。音を出すことを選択はあったが、音を出すための選択はなかった。より一般的に、次のように適応概念を定義できる¹⁶。

形質 c は集団において仕事 t をするための適応である

¹⁶ Sober の selection for と selection of の区別である。

↔ 形質 c のための選択が祖先に存在し、それが仕事 t を実行するゆえに適応度を高めたために、集団のメンバーが現在 c をもっている。

それが進化した理由でなくとも、ある仕事 t を実行するゆえに有用であるような形質は存在する。私たちの指はピアノを演奏するのに使われる。この点で指は有用である。しかし、私たちの指はピアノを演奏するための適応ではない。私たちの指はピアノが発明される遥か以前からあったからである。

適応が今では有用性がなくなってしまった場合もある。ある系統で翼が飛翔に有用であるゆえに進化すると仮定してみよう。これは翼が飛ぶための適応であることを意味している。そこで環境が変化し、飛ぶことがかえって危険であるようになるなら、翼は適応であるが、飛ぶことは有機体の適応度を下げることになる。

「機能」という概念についての哲学者の意見は二つに分かれる。Wrightのように、今まで適応について述べてきたのと同じように生物学的な機能を扱うのが一つのグループである。ある装置が機能をもっていると言うのは、それが現存する理由についての主張をすることである。人工的なものがある機能をもつと言うとき、私たちはなぜその人工物がつくられ、使われているかを述べている。これが機能の起源論的見解 (etiological view of function) である。機能を付与することは起源についての仮説である。

別の哲学者のグループは機能と適応を同じように見ることに反対する。例えば、Cummins は、ある装置に機能を付与することはその装置がなぜ現存するかについての主張ではないと考える。私たちの指にはピアノを演奏できるという機能があり、それが指をもつことの理由でなくとも構わない。Cummins にとって、指は有機体のより大きな能力に寄与するゆえにその機能をもっているのである。

起源論的な見解に反対する一つの理由は、過去の生物学者が進化論など

知らずに、それとは無関係にさまざまな器官に機能を巧みに付与してきたことである。17世紀の Harvey は心臓の機能は血液を循環させることであると知っていた。Harvey は心臓が何をするかについて主張していたのであり、私たちがなぜ心臓をもつかについて主張していたのではないというのが反対派の考えである。起源論への別の批判は、それが奇妙な結論を導くというものである。肥満のゆえに運動しない人を考えてみよう。運動をしないゆえに太り過ぎは解消されない。ここで、彼の肥満の機能は運動防止であるというのは奇妙である。ある形質が現存する理由についての説明が機能の主張と同じとすることが誤っていることをこれは示している。

他方、Cummins の理論は機能をもつことに寛容過ぎることで批判されている。心臓は重さをもっている。しかし、心臓のもつ重さがその機能であるというのはおかしい。機能と単なる効果の区別が Cummins の理論には欠けている点が問題なのである。もし、ある器官を全体として考え、その効果を扱うことになると、その器官のもつすべての効果がその機能と考えられてしまうのである。

この論争は機能の内容がどれだけ由来から説明できるか、あるいはできないか、にある。起源論が工学的な機能を必要とする、そして、無視する可能性があることを確認しておこう。選択が働く仕組みは次の1と2の両方で理解される。だが、その結論は微妙に異なっている。

- 1 変異の説明のための仮定として機能の内容は有利さ、不利さをもとに仮定される。

* それゆえ、機能の内容は選択の場合も必要である。

- 2 選択が働くのは適応度を通じてであり、機能の内容は入らなくても構わない。

(同程度の適応度をもつが、異なる内容・機能・デザインをもつことが可能。つまり、選択の機能・デザインへの感受性のなさが存在する。)

+それゆえ、機能の内容を由来だけからは説明できない。

実際の説明では、機能の内容を前提にすることでモデルがつくられる。選択だけでは不十分で、適応度の決定には変異の内容がわかっていなければならない。したがって、100% 由来だけの説明も、100% 内容だけの説明も進化論的説明にはない。

由来と内容は説明に関してどのように異なっているのか。力学の力による説明は対象の変化をそれだけで描く。対象それ自体が外力以外の理由で変わる場合、その変化は別に説明されなければならない。論理システムも数学システムも外力から独立している。物理的な力は論理や数学を変える力はない。だが、世界は因果的な出来事からなっている。いつでもという出来事の由来と、何かという出来事の内容とが世界をつくっている。眼の由来と機能はそのような一例である。眼の由来だけでは眼をもつことの効果は説明できない。因果的な変化に意味を与えるのは、その変化の中で循環的なシステムが維持されていることを見出すことにある。

$$A \rightarrow B \rightarrow C \dots \rightarrow B \rightarrow C \dots \rightarrow X$$

この因果的系列には戻りの系列（例えば、世代交代、心臓の動き等）がある。なぜ戻るか、循環するかにはそのメカニズムが必要である。可逆的な過程を生み出すメカニズムが説明されてこそ系列全体の説明ができることになる。つまり、由来に組み込まれた機能が循環の存在とその変異によって説明できることになる。

システム内の因果的な変化の結果はその原因をそのシステム外の何かに遡ることができるが、システム内の機能的変化の結果はシステム内のメカニズムから出てくる。因果的な変化の中にあるシステムの機能は因果離れによって理解できる。

発生の説明は由来と機能が混合されている。遺伝情報が機能の内容を、

環境がその由来を分担している。それは次のようにも表現できる。組み込まれた内的情報が機能の形成を、環境からの外的情報はその由来の形成を分担し、外から加わる情報だけが起こす変化（情報の系統発生）が貯蔵された情報の展開（情報の個体発）に影響を与えている¹⁷。

機能という概念が何を意味しているかの哲学的説明の興味深い特徴は、それらが自然主義的であることである。さまざまな説はみなその主張が異なるとはいえ、機能の説明は現在の生物学と両立可能である点で一致している。目的志向型のシステムが生物学的でない、自然的でないものを含んでいるということを一切要求していない¹⁸。

¹⁷ 対象 O と条件 S について、 S の変化が O の変化を引き起こすことを (S, O)

と表してみよう。すると、この表現が意味をもつとは、 O は由来に感受性をもっていることであり、意味をもたないならば、感受性をもっていない。感受性をもつ場合が由来による説明で、そうでない場合が機能的説明で理解される。

一回しか起こらない出来事の説明は由来だけで、繰り返しがいつまでも可能な出来事の説明は内容だけでできる。後者について由来を使って説明しようとするのは明らかな遺伝的誤謬である。通常の出来事は繰り返しが可能だが、実際には一回しか起こらないという常識のもとで、由来と内容が混合されて説明に用いられている。私たちは説明における由来の部分と内容の部分を巧みに見分けて説明を理解している。

¹⁸ 生命現象について適応を前面に押し出して説明する際の考え方として適応主義がしばしば主張される。私たちはある集団 X の個体がある形質 T をなぜもつかを説明するのに自然選択が果たす関連性について次の空白をもつ文で考えてみよう。

自然選択は X に至る系統の中で T の進化に「 」を演じてきた。

「 」にそれぞれ、ある役割、重要な役割、唯一の役割を代入してみよう。それぞれの文の論理的な関係は明らかであろう。適応主義の主張は「唯一の役割」を代入した文に近い。自然選択に焦点を当て、他の要因を無視するモデルが十分な説明になっていると考えるのが適応主義である。

適応主義者は通常彼らのテーゼを表現型の特徴に限定し、次のようにその主張をまとめる。

集団の大半の表現型レベルの形質は、自然選択によって説明でき、非選択的な過程を無視したモデルによって説明できる。

今まで話してきた目的は進化の結果として遺伝されるものであり、有機体が心理的にもつ目的ではない。進化的な目的と心理的な目的は区別されなければならない。心理的な目的についても進化論の説明構図に入れ、その進化を考えることはできる。（これは進化心理学の研究対象である。）デザインや機能と並んで、個体の心理に対する自然選択の感受性は極めて間接的である。

4. (非) 還元性：情報，実現，付随

ここでは前節から導き出される進化論的自然化の特徴と問題点を考えてみよう。変異モデルから描き出される生命現象の特徴、問題点は何なのか。

まず、既述の選択の単位についての還元の問題がある。進化論のイギリスとアメリカの伝統的対立は浮動の扱いにあった。有機体に働く選択という Darwin の考えは次第に拡張され、Williams や Dawkins によって遺伝子が選択の単位と考えられるようになった。また、浮動の小集団での重要さから群を単位とする群選択も再度認識されるようになっている¹⁹。そして、今では選択の単位の複数性が指摘され、単位の多元論が認められ出している。この傾向は還元主義というより非還元主義である。このような進化論内部の還元から物理学への還元へ眼を転じてみよう。

4.1 還元的一般像

科学は自然が階層的であることを認め、それを経験的に明らかにしてきたが、それに伴い説明に関しては上のレベルのものを下のレベルのものを

¹⁹ 近年の群選択の見直しに関する議論は Sober and Wilson を参照。分子生物学の成果から不都合は何も出てこないように見えるかもしれない。しかし、「遺伝子」という概念一つ取り上げても、DNA のような生化学的概念とは違って、機能的、歴史的意味が含まれている。実際、遺伝子概念は分子レベルの研究が進むにつれ、その外延は曖昧になってきた。

使って説明することが追求されてきた。還元と説明は異なりながらも密接に結びついている。説明は認識レベルや理論レベルで、還元は存在レベルで使われるという違いはあるが、実際には還元に成功することは説明ができたことであると受け取られてきた。科学的説明は因果的説明であると同時に、還元的説明であることも認められてきた。

哲学での還元の議論は理論の還元や心身関係の還元を主に扱ってきた。しかし、例えば、確率のそうでないものへの還元はほとんど問題になっていない。確率が主観的な使われ方をするなら、還元は問題にさえならないからである。これは意味が主観的なもので、それを何かに還元することが必要ないというのによく似ている。確率の還元と意味の還元はどのような共通点を持ち、どこが異なるのか。そして、通常の還元とそれらがどのように異なっているのか。意味と確率はいずれも主観的なものに見える。それらは外部の対象とは一線を画するものである。全体の部分への還元が問題になるとき、そのような還元に入ってこないものである。意味も確率も部分や全体を構成する対象ではない。それらは世界を物質的に構成するものではなく、世界を考える装置、道具である。世界の構成要因は還元の対象になるが、装置や道具は還元の対象にはならない。意味や確率の内部での還元や構成は考えることができるが、意味のないものから意味がどのように生成されるか、確率的でないものからどのように確率が生成されるかは謎に包まれている。これは脳においてどのように意識が生成されるかという問題に類似している。

話を戻して、現在考えられている還元はどのようなものなのだろうか。より基本的と見なされているものへの還元には次のような種類がある。

(1) 存在するものの中での還元

ギリシャ時代以来の原子論が還元の典型例である。原子の存在が観測され、実証されるのは20世紀に入ってからであるが、その存在は長い間仮

定されて、還元的説明の代表となってきた。生命現象を物理現象に還元することは20世紀の成果であった。心と身体の間での還元は今世紀の目標となっている。このように、存在するものの間での還元は最もわかりやすい、しかし、科学の一貫した研究方向となってきた。

(2) 理論間での還元

二つの異なる理論の間での還元で、通常は一方を他方に還元する形で行われる。例えば、熱力学の統計力学への還元、メンデル遺伝学の分子遺伝学への還元がその代表例である。その結果、今の私たちは温度が気体の平均運動エネルギーだと知っているし、表現型は遺伝子型の発現であり、遺伝子はDNAの一部であることも知っている。だが、二つの理論の間での還元が実際にあったのか、あるいは可能なのかは意見の分かれるところである。

(3) 理論と観察

経験科学は実験や観察をもとにしていることから、理論的概念を経験的なものに還元できるかどうかは問題となってきた。理論的なものと経験的なものは異なるどころか対立するものとさえ考えられている。実際、数学と個人的経験は誰もが異質で、相容れないものとする。そこで、実証主義的な見方を取るなら、理論的概念は最終的に経験的なものに還元されるべきものとされてきた。

(4) 言語的な還元、翻訳

数学言語とそうでない言語の間での還元がその一例である。数学での還元はどのような歴史と内容をもっているだろうか。さまざまな数のシステムの間での関係、幾何学のシステム間での関係、集合論やカテゴリー論と他の数学理論との関係等が考えられる。抽象化と埋め込み、公理化や形式化と理論間での関係、理論の系統化と分類はどのようなになっているかが盛んに議論されてきた。

自然言語の形式言語への翻訳、記号化も盛んに議論され、20世紀の言

語哲学の相当の部分を占めてきた。推論も形式的に書き直されることによって、コンピュータを通じての自動化が探られてきた。

4.2 還元を困難にしているもの

前節では還元的一般像を見たが、実際に生命現象を物理学に還元しようとするとう困難がすぐに出てくる。それらを典型的に列挙してみよう。

1 選択を認めることからの非還元性（選択の結果としての機能、目的の非還元性）

その結果は他の法則から説明できないという意味で非還元的

2 確率を装置として認める非還元性

確率がマクロな世界で客観的でないという意味で非還元的

3 現象的性質を認める非還元性

それら性質を扱うには物理・化学の手法では不十分

4 情報を対象としてみとめる非還元性

情報が100%物理・化学的でないという意味で非還元的

3は他の項目に比べ馴染みがないと思われるので、現象的性質について以後考えてみよう。色や形は進化によって生物が獲得、利用してきたものである。つまり、進化によって生み出されてきた性質である。だが、特定の有機体が生み出したものではない。まして人間が見ることで作り出したのではない。人間は単にそのような性質の存在と利用を受け継いだけである。現象的性質の遠い原因は特定できないにしても、原因があったことは否定できない。酸素がつくられたように、現象的性質もつくられた。酸素が空気中に増えていったように、現象的性質も増えていった。酸素をつくった材料があるように、現象的性質がつくられた材料もある。それらはいずれも物理的なものである。したがって、現象的性質には起源がある。

生命を自然的に捉える

物質にも起源があるのであるから、性質にも起源があると考えるのは当然であるが、物質とは違って、起源が重要な役割を果たしている。起源があるだけでなく、現象的性質は維持される性質でもある。現象的性質が維持されるためには理由が必要である。単に「ある」ことは生物の世界では許されない。性質を認知することは維持されなければならない。隠れていた性質が明示されたなら、その明示は維持されなければ、その性質はまた隠れてしまう。性質は進化しないが性質の認知や知識は進化する。

同じように、機能や目的も歴史的につくられ、だからこそ、維持され、改善されて、進化のゲームの中で戦う駒となっている。機能の仕組み、目的の実現手続きはその内容とは独立に、他の機能や目的と戦わなければならない。因果的情報と意味情報の区別はこのような戦いの歴史と共に始まる。

還元について、次の問いを考えてみよう。

(問い) 生命現象の物理現象への還元が自然化の目標なら、生物学の独自性はどうなるか。あるいは、生命現象を物理現象と異なるものとして特徴づけることはできないのではないか。

この問いに対する模範的な答えの候補は次のようなものだろう。

- 1 自然化は活動であり、物理学が常に更新されるのであるなら、自然化も同じように常に更新され続ける。
- 2 仮定つき（あるいは、条件つき）の基礎づけ主義が科学における基礎づけ主義であり、無根拠の哲学的基礎づけ主義とは異なる。（結局、仮定つきの基礎づけ主義は基礎づけ主義ではない。）
- 3 還元の方向と、還元できないように見えるものの仮定は両立する。段階的な還元途上の仮定は非還元的だけで、反還元的ではない。

さらに、類似の問いを投げかけることができる。

起源のあるものはどのように還元できるのか。生物には起源があるから、そこからの歴史があり、現在に至っている。これを起源のない物理学にどのように還元できるのか。あるいは、つくられたものは「つくる」ことのない物理現象にどのように還元できるのか。材料は還元できるが、そのプラン、性質、方法は還元できないように見える。

発現したことは確かであるが、一回だけで再現ができないものは還元できるか。再現できるなら、還元できると言えるが、確かにこの地球上でつくられたが誰にも再現できないもの、例えば、生命はどのように還元できるのか。

心にはそれが占める場所がない。空間的な物理的なものにどのように還元できるのか。心は空間化を拒んできた。だが、科学は空間化することによって現象を理解してきた。心の科学化は心を空間化することだが、どのようにその場所を与えられるのか。

生物以外にコピーをつくるものはあるが、遺伝子を使うコピーの仕方は他にない。この独特な仕方をその独特さを保ったままで還元できるのか。

これらの候補はいずれも還元が不可能と言うには何か欠けている。状況的に困難、技術的に困難、概念上困難ではあるが論理的に不可能というものではない。

物理学にない歴史を導入して、生物の本性を因果的に描くことは自然化の一步進んだ活動である。再現できないものをコンピュータの中で再現すると言うのも自然化の前進である。多くのコピーの仕方がある中で、遺伝

生命を自然的に捉える

子によるコピーの特性を考えるのも自然化の展開である。

還元も活動であり，完成された還元など僅かしかない．還元見込みの中で仕事をし，議論することを禁止したら哲学はできなくなる．

4.3 還元をスムーズに実行するための付随性

還元の困難さを救う手立ての一つが付随性概念の活用である．直接の還元が困難に見えるものを直接にではなく，より弱い形で考えようというのが，付随性活用の真意である．そこで，付随性を使った議論を見てみよう．

（付随性テーゼ）

心的な性質は物理的性質に付随する．

このテーゼは次の三つの特徴をもっている．

- (1) どんな二つの対象も，その物理的な性質が同じならば，その心的性質も同じである．
- (2) 一つの対象がその物理的性質を変えることなく，心的な性質を変えることはできない．
- (3) ある時刻 t に一つの対象が心的性質の異なる部分クラスを二つもっていたら，その対象は物理的性質の異なる二つのクラスをもっている．

付随性テーゼをただ一つの世界にだけ適用する場合と，すべての可能世界に適用する場合で，弱い付随性，強い付随性が考えられる．また，付随性を適用する対象の範囲を変えることで，局所的な付随性，大域的な付随性が考えられる．

付随性は二つの異なる側面をもっている．一つは自然主義の拡張の裏付

けとして、他は還元に代わる関係としてである。それらを順次見てみよう。

心の能力、人間の行為の理由、倫理や道德を考慮したとき、かなりの人はそれらが自然化できるものではない、あるいは自然化されるべきではないと思う。あるいは、科学は実在する世界の記述や説明を与えてくれるのではなく、歴史や文化に相対的なものであり、私たちの世界観に依存したものであるから、心をそのような世界観のもとに考えることは単なる一つの立場に過ぎないと考える哲学者も多い。ほとんどの自然主義批判は次の自然（物理）主義の主張に対しての批判である。

（十分な説明のテーゼ）

心的状態の説明は物理的状态の説明によってなされる。

このテーゼから心的状態は物理的状态であるという結論が導き出される。例えば、痛みは最終的に物理学によって記述・説明される。その意味で痛みは物理的である。例えば、ある哲学者は伝統的な哲学が消え、哲学の役割の一部は科学が引き継ぐと考えるが、経験的な結果が哲学の問題にいつも答えてくれるわけではなく、科学以外のものが場合によっては問題に適切に答えてくれると主張する。また、ある哲学者は科学が真理の唯一の供給者であることを否定し、科学的な合理性は相対的なものに過ぎないと考える。物理学が十分な説明を与える点に関して、例えば、別の哲学者は心的なものは物理的なものであると考えるが、私たちには心的なものと物理的なものの間の関係を理解することができないと主張する。これらの哲学的な批判の他に、心を自然主義的に理解することへの宗教的、倫理的な批判も数多く存在する。

このような批判に対して、物理主義や自然主義を柔軟に理解する術はないのだろうか。以下にそのような一例を考えてみよう。生物が環境にどの

程度適応しているかを示す適応度という性質や私たちの心の様々な性質は物理的なものではないように見える。しかし、一方で適応度や心的な性質や状態は物理的なもの（生物や環境、脳）がないならば存在しないように思われる。物理的なものを必要とするが、それ自体は物理的とは呼べないようなものは私たちの周りに溢れている。その適例が情報である。とりわけ、心の状態や性質は情報とも関係して、そのような代表例である。では、すべての対象は物理的なものであるという物理主義は情報、そして適応度や心の性質に関して成立しないのであろうか。

対象の性質の集合 Q がその対象の別の性質の集合 P を決定し、逆は成立しないとき、 P は Q に付随する。つまり、 P が Q に付随すれば、 P と Q の間には 1 対多の関係がある。例えば、同じ部屋の多くの温度計が室温 20 度を示しているとき、それら温度計は同じ情報をもっている。しかし、ものとしての温度計はみな異なっている。室温 20 度は異なる温度計によって表示されているにもかかわらず、同じ情報を表している。これと同じように、適応度はその生物と環境の物理的な性質に付随し、心のある性質は脳の物理的な性質に付随することになる。これをさらに一般化すれば、物理学以外の科学で扱われるすべての性質は物理的な性質に付随することになる。この付随性を使って物理主義、さらには唯物論の主張を明確にしてみよう。「すべての対象は物理的な対象である」という主張は何を意味しているのか。ある対象が物理的であるとはその対象のある性質が物理的というのではない。その対象が魂や生命力をもっている、その対象は他に質量や温度をもつことができる。また、その対象のすべての性質が物理的な性質というのでもない。実際、適応度や心の性質は物理的ではない。このような状況を損なうことなく、物理主義と物理的でない性質を整合的に扱う際に付随性は役に立つ。「ある対象は物理的である」は、付随性を使って言い直すと、「ある対象が物理的であるとは、その対象のすべての性質について、それが物理的でなければ、その対象の物理的な性

質に付随する」ということになる。

付随する性質を研究するのは科学であり、したがって、科学は物理的でない性質を研究できることになる。このような拡張は付随する性質はどのような性質かについての哲学的議論を巻き起こすことになる。実際、付随する性質は因果的な原因にはなれない。因果的な効力をもたない性質は科学では何の役割ももっていないのだろうか。そのようなことはない。因果的に無力であっても、説明に関しては効力をもっている。情報、適応度、心的性質といった付随的な性質は科学的な説明では物理的な性質と同程度の効力をもっている。科学的な説明は因果的な過程の記述以外のものも含んでいる。

次は、還元と付随性の関係を考えてみよう。ここで付随性に対する批判的な考察をしておこう。次のような例から考えてみよう。

1 a は b の上にある。 2 a は b のとなりにある。 3 a は b に頼っている。

1 について、 a は b の上にあると同時に、 b が a の上にあることはできないという意味で、「の上にある」という関係は非対称的である。しかし、時点 t で a が b の上にあり、時点 t' では b が a の上にあることは可能である。これに対して2の対称性はいつでも成立する。その理由は「となり」という関係の定義からである。3は1と2に比べると微妙である。 a が b に頼っていることは b が a に頼っていることを排除しない。実際に頼っていないかもしれないが、少なくとも排除はしていない。つまり、対称的か非対称的かの判定が3だけを見たのでは言えないのである。「頼っている」の内容がどのようなものに依存するとはいえ、3が付随性の関係に近いものである。

上の例を通じて、基本的な付随性を考えるとどうなるか。

「状態 a が状態 b にある時点で付随する」

これが最も単純な付随的な関係である。「心の状態はいつの時点でも脳の状態に付随し、脳の状態はいつの時点でも心の状態に依存する」という表現は心脳の相互付随関係論ということになるが、このような関係は成立していそうもない。あるいは、「心の状態はいつの時点でも脳の状態に付随する」という表現は心の随伴現象論 (epiphenomenalism) の主張であると考えられがちであるが、これは上の付随性の説明から、脳が心が付随することを排除していないため、誤っている。また、付随関係の代わりに相互作用を想定するなら、心身の相互作用論が最初の表現から得られるが、これもありそうにない。状態 a や状態 b の定義される領域は異なっており、したがって、それら領域の扱いは時点に関しても一様にはいかないからである。これは次のような具体的な場面を考えれば明らかであろう。

「ある時点」をある瞬間と考えたとき、瞬間の心の状態と脳の状態と、それらの対応とはそもそもどのような状態や対応なのか。瞬間的な付随性は物理的にはほとんど意味をもたない付随性である。逆に、「 $2+3=5$ 」の計算の心的状態を考えたとき、そこでは時間的な経過や区間は考慮されていない。すると、それが付随する脳の状態はどのように定めたらよいのであろうか。どのような時間的な範囲を想定したらよいのか。実際のところ、私たちには定めようがない。このような考察から明らかのように、付随性の関係は瞬間化しようとしてもうまくいかず、また区間化しようとしてもうまくいかない。したがって、付随性の使用は心脳の関係について決定的な結論を導き出さないばかりか、その使用の際には時間に関する文脈に対して十分な配慮が求められる。この結論は付随性概念が階層的に異なる領域の対象を扱う際に用いられる概念としてはそれほど信頼できるものではないことを強く示唆している。

今まで述べてきた付随性の二つの側面は矛盾しているように思われるか

もしれない。最初の場合の話は付随性が説明のための概念として考えられており、二番目は還元に代わる記述概念として用いられている。対象を記述するには十分ではないが、説明するのは十分であるという特徴を付随性概念はもっている。さらに、付随性と実現可能性の関係について触れておこう。

付随するが、実現しないものがある。コイン投げの確率モデルの場合、公平なコインの裏、表それぞれの確率は50%であるが、これを実現するのは大数の法則を待たねばならない。概念は物理的なものに付随しないが、実現される場合もあれば、何もトークンをもたない場合もある。内容は付随するが、それがいつも実現するとは限らないことから、物理レベルと生命レベルの間に非還元的な関係を見出すことができる。この非還元的関係は確率を使う場合に必ず登場する。

統計力学や集団遺伝学のモデルは付随するようにつくられるが、モデルの実現は世界にはない。(モデルでは実現するが、物理世界では実現しない。これは数学的なもの、例えば、ユークリッド幾何学のモデルが現実の世界にはどこにもないというのと同じである。)ほとんど実現しているが、実際に実現はできない。この近似的あるいは擬似的な実現はモデルをつくる際に無視されるものと結びついている。すべての形質を組み込んだモデルはないことから、*Ceteris Paribus* 法則が不可避的になる。さらに、脳に付随するが、実現しない概念だけの存在も多数ある。概念内容は脳過程に付随するが、実在する必要はない。

したがって、付随するが実現しないという点で、生命、心は物理世界に対して似た関係をもっている。付随性からモデルを通じて言えることは、還元可能性(Reducibility)であって、還元(Reduction)そのものではない。現実には実現できないが、モデル内でならば実現できる、これを還元と見なすのは解釈である。自然化の活動で実際の状態と哲学の議論のズレはこのようなところから生まれる。モデルでの実在と世界での実在の違い

に敏感になるなら、このズレは還元的自然主義と還元可能的自然主義と呼べるものである。モデルでの実現を可能的と考えれば、理想化された還元として考えられてきたのは可能的な還元である。

4.4 情報はなぜ還元できないか

情報概念を使わずに遺伝学の内容を述べることは不可能に近い。分子レベルの化学的でない変化や仕組みは情報概念を使わないと説明できない。これは遺伝の研究の初期からの話で、情報の維持、伝達として遺伝現象が捉えられてきたことを示している。遺伝情報、翻訳、転写、といった代表的な遺伝に関する用語は「情報」が単に比喩的に使われているだけでは説明できない、深い関わりを暗示している。

情報には二種類ある。因果的情報と志向的（意味）情報である。因果的情報は因果過程の部分的表現であり、真偽は情報には入っていない。否定的な事実が過程の表現に使われないのがその主な理由である。通信上の情報の扱いは因果的な情報概念で済むが、遺伝学での情報概念には意味情報が不可避免的に含まれている。物理・化学法則が不変のままでの生命過程や現象の変化は情報が因果的だけでは表現できないからである。遺伝子に情報を集中させ、管理させることで、遺伝子を情報そのものとする傾向は Williams や Dawkins によって加速されていった。このような情報の遺伝子への集中化は遺伝子決定論、遺伝子選択説を生み出すことになった。

問題は意味情報の自然化である。生命現象の意味情報は機能と深く結びついている。機能的説明には意味情報が不可欠である。因果的説明に原因、結果が必要であるように、機能的説明には意味情報が必要である。情報をこのように見ると、機能主義が抱えた問題と同じ問題をもつことになる。それはかつて Block が機能主義の複数実現性の困難として指摘した

ものである²⁰。機能と同じように情報もそれが実現するものの範囲は広

²⁰ 機能主義の特徴の一つは複数実現可能性によって心の性質を捉えたところにあった。心が何からできているかではなく、どのような働きをするかが心を理解する要である。神経細胞だけでなく、シリコンチップの集まりでも心の機能は実現できるという点に機能主義の特徴があった。しかし、この考えは以下のような議論で逆に機能主義の誤り、不十分さを指摘するのに使うことができる。

機能主義はコンピュータを使って説明される。その内部状態が F インデックス i で、入力が I インデックス i ならば、出力が O インデックス i であることを表すチューリングマシン T が完全に記述されたと想像してみよう。すると、このシステム T は $M = T(F_1, \dots; I_1, \dots; O_1, \dots)$ の形の文で記述できる。この文は各内部状態 F インデックス i 、入力 I インデックス i 、それに対応する出力 O インデックス i の指令の集合を表現している。 M を機械記述と呼んでおこう。すると、次のように機械記述を一般化することによって可能な入力、出力に関するシステム内部の機能的体制の抽象的な記述が得られる。

$T(F_1, \dots; I_1, \dots; O_1, \dots)$ であるような内部状態 F_1, \dots の集合が存在する。

これは元の機械記述 M のラムジー文 (Ramsey sentence) と呼ばれるものである。それは抽象的な意味で T の状態についての内部の機能的体制が入力と出力の間の中間にあることを示している。機能主義は、私たちの心の仕組みに関して正しい機能的な記述 M が存在し、その記述 M に対して M のラムジー文が内部状態 F_1, \dots のある系列に対して真であるどんなシステムも私たちと同じ心をもつと主張する。さらに、 F_{17} が私たちの痛みの機能的役割を演じる状態であるとする、「痛み」は私たちの機能的な体制から次のように定義されることになる。

システム S は痛い状態にある $\Leftrightarrow T(F_1, \dots; I_1, \dots; O_1, \dots)$ が S の機械記述で、 S は状態 F_{17} にあるような内部状態 F_1, \dots の集合が存在する。

Block によれば、上のように特徴づけられた機能主義は余りに広すぎるか、あるいは余りに狭すぎるかのいずれかになってしまう。彼の議論は上の機械記述の入力と出力の曖昧な定め方に基づいている。もし入力と出力が観察可能な周囲の環境と行動としてできるだけ詳しく記述されるなら、機能主義は余りに広すぎる主張になる。例えば、あるロボットがあなたの心的生活の機能的体制をすべて模倣するようにデザインされたとする。ロボットはあなたと同じように見えるし、行動もする。しかし、あなたの脳が内部の神経細胞によって作られる機能的な体制であるのとは違って、ロボットの機能的体制は中国の人口すべてから作られ、各中国人があなたの内部状態 F インデックス i の役割を演じるようにすることができる。そして、人々は機械記述 M で定義された内部構造を模倣するように相互に行動し、中国の人口の状態に機能的に同型な状態にあなたがあられるなら生み出されるのと同じ出力 O を生み出す。機能主義によれば、中国の人口からなるシステムとロボットはあなたと同じ心的生活をもつことになるだろう。これは奇妙である。機能主義はこの奇妙な結論を説明できない。

く、特定できない。情報の実現は的を絞った形で考えなければならない。実現材料に頼れないとすれば、的を絞るための候補は起源あるいは初期状態であろう。起源の状態を見定めることによって、情報の担い手が特定できるだろう。

意味情報をもつさらに厄介な問題は情報内容である。情報の担い手と内容の関係は温度計の温度表示と室温のように表示（表象）関係になっている。この表示関係を介して、情報の正しさや間違いが判定されることになる。

情報はその内容を考えると、内容が対象として前面に出てくる。その形式を考えると、形成や処理の過程が前面に出てくる。この二面性を同時に扱うことができない。この意味でネッカー立体の場合に似ている。

5. 二面関係論（還元されない生物的性質の存在論のために：適応と物理的存在）

選択結果の適応的性質が還元できるか否かが重要になるのは、それらを実証的な研究対象とすることができるか否かというより重要な課題があるからである。付随すると言われた適応的性質、現象的性質についてこの課題を満たすかどうか考えてみよう。

原子に代表される物理的な対象も二面性をもつ場合がある。例えば、光と色である。波と音でもよい²¹。色や音は光や波と違って感覚的なものである。アリストテレスの属性と偶性、ロックの第一性質と第二性質と呼ばれてきたものが二面性を示すものに一部対応している。光の物理的側面と感覚的側面という二面性は光の物理的性質と現象的性質とに区別できる。色という現象的性質は確かに感覚経験や感覚質に深く結びついている。

光と色のように二面性を示すものは私たちの周りには数多くある。例えば、

²¹ 夜行性や昼行性は色や光と密接に結びついた適応的性質である。

意味と指示の二面性

出来事とその内容の二面性

記号とその指示対象の二面性

等がすぐに挙げられる。

階層的に世界を考えるという科学的な世界観では、階層間の関係が重要になる。それは付随的、あるいは創発的と色々考えられてきた。そして、上のレベルの対象や現象をそのレベルの文法を使った言葉で表現するだけでなく、それより下のレベルのものを使って還元的に説明することが追究されてきた。進化論の還元もその一つである。ものと心の関係も還元を軸に考えられてきた。

物理的なものと生物的なものの間で直接の翻訳ができないものは幾つかある。

- (1) 個体としての有機体
- (2) 個体の性質
- (3) 生死

だが、これらはいずれも部分的には翻訳に成功している。成功部分だけを考えれば還元可能である。そして、部分的に還元できないものが付随することになる。

付随的なものの中で還元が困難とみなされてきたものは二面性をもつものの場合である。一面を他面に還元することはほとんど不可能に見えるからである。このような二面性は情報概念とも深いつながりをもっている。このつながりは次のような表現から窺える。

対象とそれがもつ情報

生命を自然的に捉える

情報とそれを表現する媒体

対象間の関係とそれらがもつ情報間の関係

そして、これら二面性は記号が本来もつ二面性、つまり、記号自体の特徴とその記号の表象内容の二面性から派生している。記号自体は文字であっても、それが表現する内容は文字ではない。

(記号のもつ二面性から見た関係)

付随的な進化論的性質を次のような三つの分類を使って整理してみよう。

- 1 物理的性質 (進化的な性質を生み出す材料)
- 2 適応的な性質 (形態や行動)
- 3 現象的性質 (感覚質や風景)

現象的性質とは選択を十分に述べる際に不可欠のもので、当該の生物に知覚、認知される性質である。2の適応的な性質は適応の由来、3の現象的性質は適応の内容を構成する。両者が組み合わされることによって選択の説明が成立する。適応の由来は記号自体に、適応の内容は記号の指示内容に対応している。由来と内容の関係は志向的になっている。

記号自体は物理的対象であり、その生起による歴史が適応の由来となっている。生起は物理的であり、その形式は歴史的に説明される。記号の意味内容は適応の仕組みや内容であり、それは適応度を決める際に不可欠のものである。このような記号の二つの役割分担はその記号が志向的であることから、適応の由来と内容は志向的な関係になっているのである。そして、物理的性質を使って、適応的性質、現象的性質は歴史的につくられ、遺伝によってつながっている。生物は材料である物理的性質に付随する、あるいはそれを利用することによって志向的な関係を歴史的に作り上げてきたのである。情報はこのような適応の一つであり、生物情報は志向的な

意味情報を含んでいる。こうして、志向的なものが進化の対象になることがわかる。

「赤」について上の区別を例示してみよう。それぞれの性質は、

表面反射率という物理的性質

赤色の皮膚という適応的性質

赤色の皮膚への反応における現象的性質

となるだろう。物理的性質の解明には「赤」の経験は必ずしも必要ないが、適応的性質としての「赤」は現象的性質として経験されることが必要である。実際はその経験が想定されるだけで、どのような経験かは問わない。コウモリの経験がどのようなものか知らなくとも、コウモリが経験をもっていると想定して行動の研究がなされる。

現象的性質のもつ特徴は物理的性質と比べると極めて傾向的 (dispositional) である。通常それは隠れており、感覚器官が反応した場合にだけ現れる。例えば、

森で木が倒れる音

初めて経験する味

について、誰もそれを経験していないとき、私たちはその音や味についてどう考えるだろうか。誰かが経験しないと存在しないと独我論的に考えたのでは研究対象としては全く不安定になってしまう。現象的性質は主観的につくりだされる性質ではなく、傾向的性質である。

現象的性質は物理的な性質とどのような関係にあるのか。選択の働き方は二つの性質が無関係であることを示している。生存競争は現象的性質を巡っての競争であり、その性質の科学的な知識を巡ってのものではない。

現象的性質は物理的性質が原因である、あるいは物理的性質によって説明できる。だが、生存競争ではこの知識は使われてこなかった。むしろ、現象的性質を引き起こしている原因である物理的性質に無知であることが選択というメカニズムを支えてきたのである。この意味で現象的性質は物理的性質と無関係なのである²²。

このような現象的性質は適応的性質の一つであり、現象的でない適応的性質は客観的、現象的な適応的性質は主観的と区別する理由はない。というのも、現象的性質を表象することも適応の一つであり、歴史的につくられたものだからである。それは選択が働く際の重要な要素になっている。以下では付随的といわれる適応的性質が変化を生み出す主人公の役割を十分に演じることができることを論じてみよう。

(1) 歴史

適応的性質は歴史をもつ。起源をもつ性質は初期状態が法則と並んで如何に重要であるかを示してくれる。さらに、歴史には時制があることから、時制をもった存在論が進化論の背後には横たわっている。次の例文を比べてみよう。

(1) 「A だった」は真である

(2) 「A である」は真だった

通常存在論では(1)は、A だったと同じであり、(2)は解釈が認識論的にしかできない。つまり、(2)はかつての私たちの判断であり、それは今では誤っているかもしれないことを意味している。(2)を徹底的に存在論的に理解する、つまり、「A である」はかつて正しく、今はそうでないこと

²² 人為選択や遺伝子工学では現象的性質だけでなく、物理的性質も選択の競争に参加する。

が成立するような存在論が求められている。これが時制的存在論である。

歴史を真剣に扱うためには歴史の存在論が必要である。時制的な真理が扱える存在論がないことには歴史は歴史でなくなってしまう。残念ながら、今の私たちはそのような存在論をもっているとは言えない。

付随するものとそれを支えるものの二面的な関係は、ある性質の由来と内容に関して志向的な関係にある。これは志向的關係の歴史化によって明らかになる。由来の時間経過を射影すると対象そのもの、内容の射影は蓄積された性質となり、時間を考慮しない場合の対象の二面的性格が凝縮されて出てくる。逆に、時間的に伸ばしたのが由来と内容の経緯ということになる。

(2) 情報

情報は変化をコントロールできる。これは全体の部分へのコントロール以上に融通無碍に行われる。このコントロールは因果過程を目的的な過程として再構成するに十分な可塑性を与えてくれる。

情報を実現するシンボルの二面性と二面的な結果が独立であることが言えれば、意味情報の存在が言える。目的と手段の関係は、手段としての過程や材料を呼び起こし、二面論は因果過程を目的—手段の過程として解釈することを可能にする。意味情報は目的概念の回復を二面関係の一つとして回復させることができる。目的的な過程は説明の過程として因果的過程に付随することができる。この付随性を可能にしてくれるのが二面関係論である。これは次のような図式が成立することを意味している。

意味情報—目的と因果の両立—付随的な両立—表現型での目的、遺伝子型での情報、分子レベルでの因果が両立

歴史と情報についての上の考察から、付随関係を対等に見ることが可能に

生命を自然的に捉える

なる。つまり、

選択は表現型のレベルで起こり、結果として遺伝子が選択される。選択は付随する性質を通じてしか働かない。選択の働くレベルで主導権をもつのは付随する適応的性質であり、それは現象的性質として実現している。選択は遺伝子こそが付随する結果に過ぎないことを表している。付随するものを主人公にしているのが選択（浮動）である、

と主張できるだろう。こうして、

情報と歴史が非還元的なものの核にあり、非還元的なものは歴史的な所産である。目的は歴史的につくられ、機能は情報に基づいている。

という結論が得られる。

以上のことから、歴史と意味情報が付随的な性質を考える際に際立った役割を演じることが明らかになった。適応が歴史的であり、適応的な性質が起源をもち、その初期状態が法則にコントロールされたものではないことから、歴史的な対象の存在の仕方が問題になってくる。すると、法則—状態の対は場合によっては記号的でしかなく、物理的ではない可能性も出てくる。この命題はどのような意味で正しいのか²³。このような問いに答えるには歴史的な存在論、認識論が必要となってくる。さらには、変化をもたらす原因についても、遠い原因と近い原因の区別が必要になる。進化論では遠い原因が適応内容を、近い原因がその生起を説明することになっているが、両者の関係は発生と進化の間関係に見られるように決して明らかではない。

意味情報は生物学の哲学の範囲を遥かに超える主題である。だが、関連

²³ パラダイム説は時間的な非還元論である。

する事柄に関して以下のようなことは言えるだろう。表象と情報の密接な関係は歴史的表象（記憶）によってさらに深まる。時制的表象こそ非還元的部分の代表である。意味情報には生命が作り出す一面と物理的一面が共に含まれている。だから、意味的情報そのものの進化も考えなければならない。

6. 最 後 に

「経験」という言葉は哲学にはよく登場する。生きることと生きることの経験、これらの関係は哲学者が好んで議論するものである。見ることと見ることの経験、気づくことの有無といった類似の問題を密かに組み込んでいるのが前節の二面関係論で、経験や気づきをシンボルの二面性が遠隔的に表現されている。このような組み込み体制を考慮すると、適応的性質や現象的性質が社会生物学、進化心理学の主要な研究対象としてだけでなく、生命現象を考える上で不可欠のものであることがわかる。

意味情報が扱えると適応の中に規範性を数えることができ、そこから倫理や道徳が生物学的見地から考察できることになる。既にこのような考察は目新しいことではないが、前節までの説明からその基盤が適応から自然に与えられることがわかる。法則や規則は生命現象の場合は常に局所的である。状況や状態がそれら規則にコントロールされにくい面をもっている。法則と状態の二元論が崩れるところに選択の特異性があつた。

自然化の活動のゴールは「生命」の理解にある。そのためにはさまざまな途がある。伝統的な科学的習慣に従うならば、普遍的な法則に基づく普遍的生物学の構築ということになるだろう。生命現象のより一般的な仕組みを見出そうという試みは、伝統的な方法を超えて追究されてきた。その一例が人工生命研究であり、そこで使われるシミュレーションという主要な方法はそれまでの研究では補足的なものでしかなかった。進化論で残さ

れた課題は Darwin の『種の起源』の「起源」である。Kauffman は起源の普遍的発生過程について大胆なモデルを提唱している。

生命の機能的理解＝適応としての生命を自然化された形で理解する幾つかの問題点とその解決を考えてきた。経験情報の内容＝現象的性質＝付随的な性質が自然化の最後の問題であった。

参考文献

- Block, N. (1975) 'Troubles with Functionalism', in W. Savage (ed.), *Perception and Cognition*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, 9, University of Minnesota Press.
- Cummins, R. (1975) 'Functional Analysis', *Journal of Philosophy* 72, 741-764.
- Kauffman, S. A. (1993) *Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press.
- Lenoir, T. (1982) *The Strategy of Life: Teleology and Mechanics in Nineteenth-Century German Biology*, University of Chicago Press.
- McGinn, C. (1989) 'Can We Solve the Mind-Body Problem', *Mind* 98, 349-66.
- Maynard Smith, J. (2000) 'The Concept of Information in Biology', *Philosophy of Science* 67, 177-194.
- Putnam, H. (1981) *Reason, Truth and History*, Cambridge University Press.
- Rosenberg, A. (1994) *Instrumental Biology or the Disunity of Science*, University of Chicago Press.
- Sober, E. (1984) *The Nature of Selection*, MIT Press.
- Sober, E. and D. S. Wilson (1998) *Unto Others: The Evolution of Altruism*, Harvard University Press.
- Sterelny, K. and P. Griffiths (1999) *Sex and Death: An Introduction to Philosophy of Biology*, University of Chicago Press.
- Williams, G. C. [1] (1966) *Adaptation and Natural Selection*, Princeton University Press.
- Williams, G. C. [2] (1992) *Natural Selection: Domains, Levels, and Challenges*, Oxford University Press.
- Wright, L. (1976) 'Functions', *Philosophical Review* 85, 70-86.