

生物学における目的論的説明*

—植物のトゲの機能を例に—

北川 尚史**

(生物学教室)

1. はじめに

事物の存在および生起が目的によって規制されると見なす目的論 (teleology) はアリストテレス以来の長い歴史をもつが、近代科学の発展とともに、合理主義になじまない観念として否定され、タブー視されてきた。目的論は創造主 (神) の存在を前提としている、目的論は対象に “ 意識 ” を導入しておりアニミズムと同列である、目的論は機械論に対立し、その論理構造は因果律に背反している、などの批判を浴び、目的論的であるということは非科学的であるということの烙印となった。そのため、自然科学者や哲学者は目的論的であるという批判を恐れて自らの言明に対してきわめて用心深くなった。目的論への激しい批判は、“ 目的論恐怖症 (teleophobia) ” と名づけられた、認識論における一種のノイローゼ症状を起したのである (Allan 1952)。

生物が合目的的 (zweckmäßig) な存在であることは疑うべくもない事実である。生物学における目的論は、その明白な合目的性の観点から生物を認識するのであり、ほんとうは多くの生物学者の思考の根底に存在するのであるが、表立って語られることは少ない。生物学の研究において、作業仮説をたて、また実験結果を解析する場合に、目的論がどんなに有効な指導原理であるか、またそれがいかに発見的価値 (heuristic value) が高いものであるかを自覚しながら、非科学的であるとの指弾を回避するために、自らの思考の中に存在する目的論を隠蔽するのである。そして、現象をできるだけ機械論的に記述し、その “ 目的 ” については触れようとしない。生物の現象に関する説明は、その目的に集約して、はじめて完結した体系をなすのであるが、その最も肝要の部分は表明されないのである。

生物の構造や行動の目的は何か、つまりその生物の生存にとってどのような意義があるのかという疑問に対する解答こそ生物学の課題でなければならない。反目的論者が忌避する “ 何のために ” という疑問 (what-for-question) ” に対する解答こそ生物学の精華である。実際、ダーウィニズムの勃興とともに、一時代、目的論は適応という概念と結びついて浮上したが、その時代の生物学は実に生きいきとしていた。そして、その後の目的論の退潮とともに生物学は精彩を失った。物理学や化学と同様に、数式やグラフの学問になった。説明の多くは数式やグラフのために費やされ、生物自体はその背後にかすんでしまった。分析的な手法が重用され、

* Teleological Explanation in Biology with Special Reference to the Function of Plant Spines

** Naofumi Kitagawa (Biological Laboratory, Nara University of Education, Nara)

生物をトータルな実体として捉えることがおろそかになった。そして、生物学はひどく退屈な学問になった。

目的論は生物学にとってけっして禁断の果実ではない。目的論はその批判を克服して再評価されなければならない。この小論が目的論の復権に多少とも資するならばさいわいである。

2. 生物の合目的性

生物が合目的な存在であることは敢然たる事実である。実際、合目的性こそ生物の最も重要な属性であり、生物を無生物から区別する基準であると従来しばしば指摘されている。田辺（1918）¹⁾は、「合目的性なるものは生物現象を構成する範疇である。之を無視すれば生物現象を特に一般の物質現象の中から区別すべき理由はなくなる。其故生物が目的に従って行動するという事は経験の結果発見せられた帰納的法則というよりも、生物現象を生物現象たらしむる先験的原理というべきである」と述べている。しかし、我々は生物の合目的性は敢然たる事実であるとか、先験的原理であるといった言明に満足しない。問題はなぜ生物は合目的であるのかである。なぜ生物は、生存という目的に適合して、かくまで普遍的に、かくまで精妙に仕組まれているのかについて考えなければならない。かつての科学は、生物の合目的性が何に由来するのかというこの疑問に対して説明すべき合理的な理論をもたなかった。そして、それを“神”に帰属せしめた。神はすべてを説明する。神が生物をかくあるべく創造したので、かくあるのである、とさえ説明すればよいのである。しかし、この説明は神の存在を主張しているだけで、生物については何も説明していない。すべてを説明するものは何ものをも説明しないのである。

実際、目的論はかつて神の存在に対する信仰と結びついていた。自然は単純な原理に従って美しく体系づけられているというヨーロッパの伝統的な科学思想は、神の存在証明と見なされた。ライブニッツは神が世界を神自身の設計図に従ってデザインしたと信じた。神の意図は世界に遍在し、すべての存在は神から与えられた役割りを担っており、その役割りの究極の目的は完全な調和と整然たる秩序をもった世界をつくることにあると考えた。この思想に立つとき世界のあらゆる存在が——生物に限らず全宇宙が——神の設計図に従っているという意味で合目的なのである。そして、あらゆる存在をその目的によって解釈しようとしたのがかつての目的論である。

現代の科学はもちろん神の存在を前提とするこのタイプの目的論を容認しない。我々の目的論は神と無縁でなければならない。生物の合目的性がいかに普遍的であろうと、いかに精妙かわまるものでであろうと、その由来を神に求めてはならない。そして、我々はもはや神の存在を

1) 田辺は生物の合目的性を認め、生物の現象は因果法（律）のみによって完全に認識することはできない、また、目的論は因果律を包含するものであり、目的論と因果律は矛盾しないと指摘している。しかし、目的論は価値という概念を含み、生物を意志する主観、すなわち精神として考えているという理由で、生物学における目的論を否定している。

必要としな。ダーウィニズムという、生物の合目的性を科学的に説明することのできる、きわめて堅固な理論をもっているからである。Ayala (1970) はダーウィンを評価して次のように述べている。「ダーウィンの最も偉大な業績の一つは自然の目的的な特性を科学の領域にもたらしたことである。彼は神学的目的論を科学的目的論に置き換えた。自然の目的性は創造主に頼ることなく、少くとも原理的には、自然法則の結果として説明できるようになった。この時点で生物学は成熟するに至った。」ダーウィンの出現によって、生物学は神の呪縛から解放された。生物を特徴づける合目的性は神のデザインによるのではなく、自然淘汰によってもたらされた、進化の所産であることが明らかになった。

現代の遺伝学は、遺伝子の突然変異やその組換えが何らの方向性をもたないことを実証している。つまり、進化の原動力となる遺伝性をもつ変異はランダムに起るのであり、生じた変異の大部分はその生物の生存にとって有害であるか中立であり、ごくわずかの部分だけが有利であることが期待されるのである。ランダムに起る変異の単なる累積は混沌（カオス）をもたらすのであり、また、生物の進化を、小さな確率で起る有利な変異の偶然の累積に帰することは、Dobzhansky (1974) によれば、パルテノンの神殿の建設を大理石の破片の偶然の堆積に帰するようなものである。ダーウィニズの正統派は、ランダムに起る変異を拘束して進化に方向性を与える唯一の要因は自然淘汰であると主張する。再び Dobzhansky の言を借りるならば、「自然淘汰は非人格的な、それ自体は目的をもたないプロセスであるが、にもかかわらずそのプロセスは一般に生物の内在的な合目的性の方向を指向する」のであり、「進化はおそらく意図と先見を欠いたプロセスであるが、しかもなお創造的である」のであり、「何十億年という光陰を通じて見れば、進化は明白に進歩という名に価する結果をもたらした（進歩という名にアレルギーを起す人には同じことを意味する別の名を与えればよい）」のである。

生体を構成する各部分はその個体の生存という目的を指向する。そして、個体の生存は生殖（種の生存）をもたらす。しかし、生殖にとって価値のある形質は常に個体の生存にとって価値があるとは限らない。例えば、クジャクの雄の美しい羽根は雌をひきつけるので生殖に関しては価値をもつが、同時に捕食者をもひきつけるので個体の生存をおびやかす形質である。このように、個体の生存とその生殖が矛盾する場合、自然淘汰は当然、前者を犠牲にして後者を活かす方向に働く。個体は、それが属す種の生存にとって価値がある限りにおいて保存されるのである。したがって、生物の合目的性の“目的”は究極的には生殖の生存（種の生存）でなければならない。

3. 植物のトゲの機能

サボテンのトゲやクリのイガのように、植物には鋭い針のようなトゲをもつものが多い。このトゲ²⁾は植

2) 植物の刺状の構造は、茎針 (thorn)、葉針 (leaf spine)、刺状突起体 (prickle) などに区別されるが、本報ではそれらを一括してトゲ (spine) と呼ぶ。また、トゲはマクロからミクロに至る種々のレベルの構造に見られるが、ここでは哺乳類に痛みを与える程度の大きさのトゲを指すことにする。

物が動物による攻撃から身を守るための構造であると解釈されている。しかし、そのような解釈はまさに目的論的であるという理由で批判される。熊沢（1979）はトゲ（葉針）の機能について、「動物に対する防衛や（水分の）過度の発散の抑制のための適応と信ずるのは、人間の合目的概念から出た推測にすぎない」と述べている。この記述の「人間の合目的概念」の意味があいまいであるが、おそらく、生物を合目的な存在であると見なす（人間の）考え方という意味であろう。その意味の「人間の合目的概念」を不当であると批判するのは、先に述べた理由によって、生物に対する認識に誤りがあると断ぜざるを得ない。また、「合目的概念」そのものは肯定するが、「推測にすぎない」という理由で、トゲの機能についての解釈を否定しているのであれば、自然環境の中で実際に生活している植物を十分に理解していないと言わざるを得ない。植物のトゲのような顕著な構造が何の目的もなく存在するとはどうい考えられず、実際、その目的を示す幾多の明白な証拠を野外で観察することができるのである。

私は1982年にニューカレドニアで野外調査を行い、6週間にわたって山中で野生植物を観察することができた。そして、彼地の植物の生態や形態について若干の興味深い事実気づいたが、その一つは植物のトゲに関するものであった。植物のトゲが古くから指摘されているように、哺乳類によるむしり喰い（grazing）やかじり喰い（browsing）に対する防衛のために発達したものであるという目的論的な解釈に確信を得たのである。

ニューカレドニアは面積約1,900km²（日本の四国とほぼ同じ）で、最寄りの大陸オーストラリアから約1,150km離れた、南太平洋上に浮かぶ海洋島である。大陸から遠く隔離された環境下で、この島の植物はきわめて特異な分化を遂げた。この島には156科、680属、2,750種の自生の顕花植物が産するが、その固有率は異常に高く、属の16%、種の80%がこの島に固有である（Schmid 1981）。ニューカレドニアの植物相は、非常に高い固有率とともに、その内容の偏りにも特徴がある。すなわち、裸子植物（15属44種）、シキミモドキ科（8属、42種）、フトモモ科（約20属200種）など、原始的な木本性の植物群が多い反面、草本性の植物が極端に少なく、例えば他地域では一般に高度に分化しているキク科がわずかに1属1種、イネ科が2属6種にすぎない。個々の植物の形態についてもいくつかの特徴が認められた。その一つは葉の形態に関するものであり、双子葉植物のどの科においても、葉はおおむね厚くて革質、全縁で鈍頭である——複葉性のもの、切れこんだもの、明瞭な鋸歯をもつもの、先端が尾状に突出して、いわゆる雨滴尖（Träufelspitze）をもつものが稀である——という事実である。また、葉針、茎針、刺状突起体などのトゲをもつ植物が少ないことも際立った特徴であり、私の観察した限りでは、自生の植物の中にはトゲをもつものが皆無であった。

ニューカレドニアにトゲをもつ植物が欠けているという事実³⁾は、その特異な動物相と関連

3) ニューカレドニアは、18世紀末以来、ヨーロッパなどからの人や物資の流入が続いており、また、ニッケル鉱石などの搬出のために世界各地からの船舶の出入りが激しい。それに伴って多くの外来の植物が入りこんで帰化植物として定着しているが、その中にはトゲをもつものがかなり存在する。例えば、鋭いトゲをもつナス属（*Solanum*）の数種（灌木状の大型の種を含む）は放牧地の周辺などに多い。日本にも帰化しているハリビユはニューカレドニアでも市街地とその周辺に生育している。山中にはヨーロッパキイチゴ（*Rubus idaeus*）や *R. rosaefolius* など、トゲをもつ外来のキイチゴ属の数種が林道沿いなどに生育している。

している。すなわち、ニューカレドニアには翼手類（コウモリ）を除く一切の自生の哺乳類が存在しないという事実⁴⁾、つまり、植物にとって哺乳類による食害を蒙る危険がなかったという歴史的な事実に対応している。そして、哺乳類の多い大陸部の植物がしばしば鋭いトゲをもつという事実と顕著な対照を示している——私はのべ9か月にわたって、タイおよびマレーシア（マレー半島）において野外調査に従事した体験から、ゾウをはじめ幾多の草食性の哺乳類を擁するこの地域の被子植物にしばしば鋭いトゲが発達していることを知っている。

ニューカレドニアには17属約30種のヤシ科の自生の植物が産し、そのすべてが固有（属レベルで固有）であるが、私の見た限りでは、そのいずれにもトゲは存在しなかった。しかし、タイやマレーシアで見たヤシ科の多くにはきわめて鋭利なトゲがあった。特にトウ属（*Calamus*）のトゲはすさまじく、葉鞘部や葉柄部にはキリのように長くて鋭いトゲが密生し、茎頂部はそのような葉の基部によって嚴重に保護されている。茎の分枝をほとんど行わないヤシ科の植物にとって、茎頂部の破壊は致命的であり、その十全な保護は生存のために欠かせないのである。また、トウ属では葉の先端部は鞭状に下垂し、その部分は釣針のように屈曲した鋭いトゲを備えている。この属の植物はつる性で、他の植物の直立した樹幹に絡んで上昇し、林内では高い樹冠部を横走するが、林縁などではしばしば地面に近い所に多数の“釣針”を垂らしており、そこを通る動物にとってはなほ危険である。サイやゾウの皮膚は一見、過剰と思われるほど厚いが、Corner（1966）は、その厚い皮膚がこのヤシ科の鋭いトゲによる危険から免がれることを、少くとも一つの目的として発達したのであろうと述べている。

タイでしばしば見かけたタケの1種（*Bambusa arundinacea*）は直径20cm前後に達する太い稈の下部から、下向きに生長する多数の枝を出す。その枝は多くの鋭いトゲを備え、あたかも有刺鉄線である。このタケは日本のモウソウチクなどと異なり、多数の稈が叢生する（一個所にかたまって生える）。そして、密集する稈のそれぞれから出た“有刺鉄線”は互に絡みあって幾重もの“鉄条網”をなして、叢生した一群の稈の下部を嚴重に囲繞している。大型の動物の接近を拒絶する、この大規模で念入りな仕掛けは何を目的としているのであろうか。その目的は“鉄条網”の内側に出る巨大なタケノコの保護であるに違いない。タケにとっての泣きどころは、柔らかい組織からなり、動物の恰好の餌となるタケノコであり、それに対する防衛の機構は種の存続のために必須である。タケノコは地下という安全圏に存在する間に1本の稈のひな型を完成する。そして、地上に出た後は、節ごとの節間生長の累積によって急速に伸長し、その後、急速に組織を硬化することによって、危険な状態の期間をできるだけ短縮して

4) 他地域から人為的に導入された哺乳類は多い。牧畜が盛んで、非常に多数のウシやウマが飼育されている。平地の大部分は牧場として開発されており、山地のかかなりの高所まで放牧地として利用されている地域も多い。また、山中には多数のシカが生息している。これは1870年に導入され、囲いの中で飼われていた6つがいのジャワ原産のシカが逃げ出して野生化したものの子孫である。第二次世界大戦前にはその数は20万頭に達していたが、大戦中にアメリカ兵によるハンティングの結果、大幅に減少したという。

いるのである。また、タケノコが幾重にも頑丈な皮（葉鞘部の発達した葉）を被り、その表面に脱落しやすい不快な毛を密布しているのも、動物から身を守るために違いない。上記のタケ（タイに限らず熱帯地域に広く分布する）が、タケに一般的に見られるこれらの防衛機構に加えて、トゲによるきわめて効果的な機構を発達させているのは、その地域にゾウなど、強力な破壊力をもつ大型の哺乳類が存在していることと関連しているであろう——私は現地の人からゾウがこのタケノコを好んで食べるということを知っている。

奈良公園には現在 1,000 頭を超えるシカが生息しており、植生に対して甚大な影響を及ぼしている。周辺部にごく普通に生えているノゲシヤカラスノエンドウなどの多くの雑草が公園に欠けているが、これはもちろんシカによる摂食や踏みつけによって排除されるためである。他方、周辺部に稀なイラクサが奈良公園には多いが、これはイラクサの茎や葉が多数の刺毛を備えているからに他ならない。この刺毛は実に精妙な構造をもち、微小な注射針を思わせる。“注射針”の先端の穴は注射液の入ったアンプルのように丸く閉じている（閉じていなければ、中の毒液が無益に出てしまうであろう）。そして、先端のその丸い部分のごく軽微な接触で折れて、針が容易に皮膚に刺さり、蟻酸（蛋白質の 1 種であるという説もある）を含んだ細胞液が注入され、ハチに刺されたような疼痛が起る。このように、きわめて有効な防衛の手段をもつイラクサにとって、シカの存在は、競合する他の植物を排除してくれるという意味で、むしろ好都合である。

ススキの葉縁には微細な鋸歯があるが、それを顕微鏡で見ると、珪酸質の歯の一つ一つに鋭い“目立て”がほどこされていることがわかる。ススキの葉縁は草食性の動物の鼻や口の柔らかい皮膚を切るための“ノコギリ”である（実際に手の皮膚が切れることは経験的に多くの人知っている）。ススキやイトススキは、この巧緻な構造を備えているために、シカによる摂食を免がれて、奈良公園や若草山に生育しているのである。

植物が開発した、動物による食害に対する防衛の手段はもちろんトゲだけではない（例えば有毒物質による防衛も被子植物の世界に広く行きわたっている）。また、植物のトゲの目的は常に防衛であるとは限らない。カナムグラやイシミカワなど、つる性の植物はしばしば茎や葉にトゲをもっているが、そのトゲは比較的短く、後方に曲って、いわゆる逆刺をなしている。これは、自らだけでは直立できず、他物に寄りかかって上方に向かって生長するつる性の植物が、“ひっかかり”のために必要とする構造である（動物の摂食に対しても役立っている場合もあるであろう）。先にあげたトウ属の葉身部の屈曲したトゲも同様な機能を果している。

4. 目的論的説明

植物のトゲについて、私はことさら露骨に目的論的な説明を試みた。目的論を否定する立場の人にとって禁句である「～のために」という表現をあえて頻繁に意識的に用いた。そして、目的論にしばしば相伴し、目的論と同様に否定される擬人化をあえて辞さず、むしろ積極的に採用した。したがって、反目的論の観点からは、上記のトゲに関する説明は、非科学的な、悪い見本として排斥されるであろう。

Bernatowicz (1958) は科学教育における目的論の弊害を強調した。自然科学における目的論は“悪”であり、科学の教科書を記述する場合や、教師が学生に対して講義を行う場合、目的論的な思考や表現を極力、排除しなければならないと多くの具体例をあげて説明している。彼の主張はきわめて厳格であり、表現の細部にまで及んでいる。自然科学では、“purpose”や“goal”などの目的を意味する単語を含む表現を用いてはならないことはもちろん、動詞の不定詞の使用にまで十分の吟味が必要であるという。例えば、“Cells divide to form a tissue.”という表現は、“Hydrogen and oxygen combine to form water.”という表現が不適切であるのと同様に不適切であるという。この文脈における“to”は“in order to”の省略形であり、目的を表わす不定詞であると見なされるからである（結果を表わす不定詞であるという弁解はできないようである）。この文章を非目的論的に表現するためには単に“to”を“and”に換える、つまり、“Cells divide and form a tissue.”とすればよい。

Bernatowicz はまた、生物学で用いられる若干の用語について、それが明らかな目的論的な観念を内包するという理由で批判している。例えば、store（貯蔵する）とその派生語は生物学でよく用いられる単語である。しかし、“貯蔵する”は“将来のための備え”という意味を含み、目的を指向しているので、その用語は擬似学術用語であるという。そして、目的論を払拭するためには、store の代わりに accumulate（蓄積する）を使うべきであると指摘している。

科学的な記述から目的論的表現を完全に排除するためには、言回しや単語をきわめて厳重にチェックすることが必要となる。Woodfield (1976) が述べているように、action（作用）、force（力）、energy（エネルギー）、work（仕事）など、物理学における最も基本的な概念ですら、その背後に目的論的な憶測が隠されているのである。上記の簡単な言い換えはむしろ例外的に好運なケースであり、多くの場合、既成の単語を使って、ある現象を純粋に非目的論的に説明することは、ほとんど不可能であるに違いない。Bernatowicz に忠実に従うならば、我々は現象を前にして、それを説明すべき言葉をもたないという事態になるであろう。

“Cells divide to form a tissue.”と“Cells divide and form a tissue.”とは表現上はわずかの違いであるが、その背景の思想には大きな懸隔がある。私は前者の方が生物学の表現として適切であると思う。生体は階層的なシステムをなしており、低次のシステムはより高次のシステムのために存在するという認識に立ち、部分を全体から切りはなして表現すべきではないと考えるからである。生物を生物たらしめている合目的性の観点から、生体の部分と全体を総合的に把えようとするのである。したがって、非生物的自然現象にまで目的論を適用すべきであると主張しているのではない。“Hydrogen and oxygen combine to form water.”の“to”が“in order to”を意味するならば、この表現は妥当ではない。非生物的自然現象は純粋に通常の因果律に則って説明すべきである。「地震が起きたために家が倒れた」のであり、「家を倒すために地震が起きた」のではないことは明白である。

5. 機械論的説明への言い換え

生物の形態や行動の目的を説明してはならないということは、その機能を説明してはならないということの意味する。なぜなら、いつでも“目的”を“機能”に置き換えることができるからである。例えば、「植物のトゲの目的は動物に対する防衛である」は「植物のトゲの機能は動物に対する防衛である」と言い換えることができ、前者の表現を否定すれば、自動的に後者の表現をも否定することになる。実際、機能は必ず目的を内包しているため、反目的論者は機能の説明についても否定する。

Canfield (1964) は、生物の事象の機能を、“機能”という用語を用いなくて、機械論的に説明する方法を提案している。いま、その論理の図式を「ある系(S)のある項目(I)の機能はあること(C)を行うことである」と一般化する。「ネズミ(S)の心臓(I)の機能は血液の循環(C)を行う(血液を循環させる)ことである」がその具象例である。まず、この一般式から“機能”を消去するために「Iの機能はCを行うことである」を「IはCを行う」と言い換えることができるかどうかを吟味する。「心臓の機能は血液の循環を行うことである」は「心臓は血液の循環を行う」と言い換えることができる。しかし、「心臓の機能は心音を発することである」という命題は偽であり、「心臓は心音を発する」という命題は真である。したがって、「Iの機能はCを行うことである」と「IはCを行う」とは常に整合するとは限らない。この矛盾を解消するためには、「(Sにおける)Iの機能はCを行うことである」は「IはCを行い、行われたCはSにとって有益(useful)である」と言い換えなければならない。「ネズミの心臓は血液の循環を行い、血液の循環を行うことはネズミにとって有益である」となるのである。ところで「有益である」には価値的な判断が入り、この表現はまだ目的論を脱していないので、次にそれを消去しなければならない。「有益である」とは、その生物の個体の生存にとって役に立つということと、その個体が属す種の生存(繁殖)にとって役に立つということの意味しており⁵⁾、それを確率で表現する。Sという種に属し、Cを行う個体を S_1 とし、Cを行わない個体を S_2 とする。そして、 S_1 が生き続ける(ある期間生存する)確率を $P(S_1, \text{sur})$ とし、 S_2 のそれを $P(S_2, \text{sur})$ とする。Cを行うか行わないかということ以外はすべて同一の条件であり、 $P(S_1, \text{sur}) > P(S_2, \text{sur})$ であれば、Cが行われることはSにとって有益である。同様に S_1 が子孫を残す(繁殖する)確率を $P(S_1, \text{des})$ とし、 S_2 のそれを $P(S_2, \text{des})$ とする。そして、他の条件が同一であり、 $P(S_1, \text{des}) > P(S_2, \text{des})$ であれば、Cが行われることはSにとって有益である。

以上の手続きによって、「SにおけるIの機能はCを行うことである」は「IはCを行い、Cが行われる場合のSが生存し、繁殖する確率は、他の条件が同一で、Cが行われない場合のSが生存し、繁殖する確率よりも大きい」と言い換えることができる。これを具象例に適用す

5) Canfield は“有益である”を個体の生存と種の生存の両方に役に立つという形で定義しているが、先述の通り、両者は矛盾する場合がある。したがって、“有益である”は種の生存に役に立つというただ一つの意味に解釈しなければならない。

れば、「ネズミの心臓の機能は血液の循環を行うことである」は「ネズミの心臓は血液の循環を行い、血液の循環を行うネズミが生存し、繁殖する確率は、他の条件が同一で、血液の循環を行わないネズミが生存し、繁殖する確率よりも大きい」となる。

以上、Canfieldに従って、生物の事象に関する目的論的説明を機械論的説明に転換する方法を示した——他の研究者によっても様々な言い換えの方法が提唱されている（Woodfield 1976）。上記の例が示すように、目的論的説明を機械論的説明に言い換えると、その表現はきわめて迂遠となるが、ともかくも前者はいつでも後者に翻訳することができるのである。したがって、生物学における目的論的説明は、それに対応する機械論的説明が実証されない場合に限って否定されるべきであり、目的論的説明自体がアプリアリに否定されるべきではない。再び上記の具象例に適用すれば、「血液の循環を行うネズミの方が行わないネズミよりも生存し、繁殖する確率が大きい」ことが実証される（自明である）ので、「ネズミの心臓の機能（目的）は血液の循環を行うことである」と言明できるのである。このように、目的論的説明の論理は、未来に位置づけられている「目的」を実証したうえで、現在に戻って、その実証された目的の観点から現在を説明するという形式をとっている。つまり、未来を見てきた上で現在に戻り、その見てきた未来をとりこんだ形で現在を説明しているのであり、未来を見ないで未来をとりこんでいるのではない。「未来を見る」という表現が妥当性を欠くならば、時間の座標を平行移動して、「現在を見た上で過去に戻り、現在をとりこんだ形で過去を説明する」と考えればよい。この「過去に戻る」の「過去」はもちろん現象の過去であって、説明者の過去ではないので、説明のために説明者がタイムトラベルを行って過去に戻る必要はない。

このように、目的論的説明は機械論的説明に対立するものではなく、また因果律に背反するものでもない。生物学では二つの説明はむしろ相補的な関係にあるといえよう。Ayala (1970)も、目的論的説明と因果論的説明との相違は、それが言明する内容の違いではなく、説明のどの部分を強調するかの違いであると述べている。そして、生体は生殖適合（reproductive fitness）を指向して組織された系であり——生体を構成する部分は特定の目的を果すべく組織化されており、その特定の目的は生殖的生存（reproductive survival）という究極の目的に貢献する——、その点を強調する目的論的説明は生物学において許容されるばかりでなく、むしろ不可欠であると指摘している。

6. おわりに

植物のトゲの存在がそれを摂食する動物（哺乳類）の存在と照応していることは明白である——後者が存在しなければ前者も存在しないことはニューカレドニアの生物相が証明している。植物は動物による食害から身を守るために、様々な手段を開発したが、その一つがトゲであった。そして、それは長い進化の過程で洗練され、特殊化し、きわめて高度な合目的性を獲得した。そのトゲの目的を否定することは、目的論が非科学的であるという誤った先入観に把われて、経験的な事実から目をそむけ、生物の実体を見きわめようとしめない態度であるというべきである。目的論が悪であるという観念に惑わされて、例えば、先述のタケやイラクサのトゲの

目的を否定することは、鉄条網や注射針が何らの使用目的もなく製造されたものであると強弁することに等しい。

生物学における現代の目的論⁶⁾は神の存在を容認するものではなく、機械論に対立するものでもない。それはダーウィニズムがもたらす生物に対する確固たる認識に立脚している。つまり、現在生存しているすべての生物は30億年以上の歴史を背負い、自然淘汰によって選りぬかれて徹底的に洗練され、きわめて高度な合目的性を具えた存在である——そうでなければ現在、存在していないはずである——という認識に基づいている。生物を生物たらしめているこの合目的性に照準を合わせる目的論こそ、まさに生物学を生物学たらしめるのではなからうか。ダーウィンが生物学から神を追放した後、今世紀のはじめまで一時的に目的論が復活したが、その時代の生物学は、上記の意味でまさに生物学的であった。例えば、Haberland (1884)の植物解剖学の著作は、植物の組織をその機能の面から扱い、明確な目的論に貫ぬかれている。ちょうど100年前に出版されたこの著作には、もちろん、現在の知識から判断すれば明らかな間違いや、こじつけとしか考えられないような解釈も多い。しかし、その説明は明快で理解しやすく、示唆に富み、新しい知識や技術によって検証すべき多くの興味深い問題を抱えている。

目的論は生物学の研究にとって発見的価値が高い。生物が示すある事象について研究する場合、その事象が目的をもっている、つまり、究極的にその生物の生存にとって役立っているに違いないという予測は、研究に指針を与え、問題の解決への捷径を指し示すことが多い。逆に、目的論による思考の裏付けのない研究は、きわめて無駄の多い、試行錯誤の世界に迷いこむことになりやすい。目的論をもたない生物学は羅針盤をもたない航海に似ているのである。最近の生態学は、適応戦略 (adaptive strategy) や繁殖戦略 (reproductive strategy) など、戦略という新しい概念を導入して、着実な成果をあげている。この分野においても目的論が表立って示されることは少ないが、この“戦略”という概念は明らかに目的論を指向している (生態学における他の多く概念も同様に目的論を指向している)。そして、方法論の根底に存在する目的論が、この分野の学問の発展に大きく貢献していると考えられる。

目的論的説明は理解しやすいという利点がある。目的論によって、生物の多様で複雑な現象を統一的に、すっきりと分りやすく説明できるのである。目的論的説明が我々の思考になじみやすいのは、おそらく、我々自身が生物の一員として合目的的な存在であり、また日常の行動様式が常に目的的であるからであろう。生物学における目的論の教育的意義は、その発見的価値の高さにも、理解の平易さにある。説明はできるだけ平易でなければならない。説明の目的は相手の理解を得ることであり、理解を得られない説明は存在しないに等しい。科学の分野

6) この新しい目的論を teleonomy という。この用語は 1958 年に Pittendrigh によって、生物の本質的な特性を明確に表現し、形而上的な観念との混同を避けるために、teleology に代わるものとして考案された。しかし、この用語はその後、種々の形に定義し直され、拡大解釈されている (Wuketits 1980)。teleonomy の日本語訳は多分まだない。

においても、平易であることは低俗であるという偏見が強く、ことさら難解に説明しようとする傾向があるが、一つの現象を様々な方法で説明できる場合、その中から最も理解を得やすい方法を選択すべきである。したがって、生物学は、目的論的説明をさらに効果的にする擬人論（anthropomorphism）も拒むべきではない。我々は他の生物よりも我々自身（人間）を最もよく知っているのであり、もし、他の生物と人間との間にアナロジーが認められるならば、理解を得やすくするために、それを利用すべきである。擬人化は理解をたすけるための修辭上の工夫であって、対象に人格や意識を認めているのではない。

とはいえ、目的論は安易な途をたどる危険を伴っている。生物のある現象について十分な検証を経ないで、性急にその目的を論じるということになりやすい。目的論は“空想”に陥りやすいのである。オジギソウなどの感覚植物の葉は急速な接触運動を起す（物に触れると葉が急速にたたんで下へ垂れる）。古い時代にドイツの Neger という植物学者は、この接触運動が動物からの食害に対する防衛のためのものである——動物が気味悪がって食べない——と説明した。この説明は信じがたいが、それが誤りであると断定することも難しい。目的論の世界は理解しやすいために誰でも参加し発言することができるが、その発言の内容が間違いであることを証明しがたい場合が多い。その結果、各種各様の目的論的解釈が野放しになりがちである。目的論が非科学的であると弾劾される実質的な理由がここにあり、因果律に背反するなどはいわば建て前上の理由である。先述の通り、我々は建て前上の理由に基づく批判を克服することができる。しかし、実質的な理由に基づく批判は個々の研究者の態度に関わるものであり、我々は堅実な研究によってその批判に応えなければならない。目的論は生物学の有力な武器であるが、その使用に際しては十分に慎重でなければならないのである。

本稿に関して貴重な示唆をいただいた奈良教育大学哲学教室の兩宮民雄助教授に感謝の意を表したい。

引用文献

- Allan, D. M. (1952). Towards a natural teleology. *Journal of Philosophy* 49:449-459.
- Ayala, F. J. (1970). Teleological explanation in evolutionary biology. *British Journal for the Philosophy of Science* 14:285-295.
- Bernatowicz, A. J. (1958). Teleology in science teaching. *Science* 128:1402-1405.
- Canfield, J. (1964). Teleological explanation in biology. *British Journal for the Philosophy of Science* 14:285-295.
- Corner, E. J. H. (1966). *The Natural History of Palms*. University of California Press, Berkeley.
- Dobzhansky, T. (1974). Chance and creativity in evolution. In F. J. Ayala & T. Dobzhansky (eds.): *Studies in Philosophy of Biology*. University of California Press, Berkeley.

- Haberlandt , G. (1884). Physiologische Pflanzenanatomie , Leipzig [English-translated
Editon : Physiological Plant Anatomy. Macmillan and Company , London , 1914].**
熊沢正夫 (1979). 植物器官学. 裳華房 , 東京.
- Schmid , M. (1981). Fleurs et Plantes de Nouvelle-Calédonie. Societé Nouvelle des
Éditions du Pacifique , Papeete.**
- 田辺 元 (1918). 科学概論. 岩波書店 , 東京.
- Woodfield , A. (1976). Teleology. Cambridge University Press , Cambridge.**
- Wuketits , F. M. (1980). On the notion of teleology in contemporary life science.
Dialectica 34 : 270 - 290.**