

形態学の方法(その2)

— それは古典的な方法か? —

友 田 淑 郎*

ゲーテの形態学と現代

前回は、生物世界を研究する上で、形態学的アプローチがどれほど有効かを示すため、その一つの典型とも言えるヴァスネツォフの、とくに彼の初期の研究を紹介した。

ヨーロッパにせよ、アメリカにせよ、今日の近代国家の動物学では形態学的アプローチは基本的な方法とみなされ、動物学の教育体系の中の基礎学科として取扱われている。それは、これらの近代国家がその発達過程の中で深く体験を積んですすめることができた産業革命と不可分な関係にある、自然をよく理解せずには自国の資源をフルに活用することができないという、厳しい現実から生じてきたからに他ならない。このようにみれば、この時代に隣国との競争にさらされることなく、明治以降は先輩国のパテントを買って成り上った我が国で形態学が重視されなかったのは当然のなりゆきであった。

ここで、第二次世界大戦後日本の生物学の統一のとれた発展に、民科生物部会が大きな役割を果たしたことを改めて記しておく必要がある。とくに京都大学を中心としてダーウィニズムの普及がすすめられたことを掲げておきたい¹⁾。ところが、そこでは残念ながら上に述べたような形態学の復権の問題は積極的に取り上げられることがなかったのである²⁾。

次に、「形態学」とは何かという問題を考えてみよう。それは衆知のことだから、いまさら論じるまでもないと、その道の専門家からお叱りを受けることは十分承知の上である。まず、この言葉をはじめて用いたとき、ゲーテは次のように述べたという³⁾。

『……学者たちもまた、いつの時代にあっても

抑えがたい衝動を感じてきた。それは、生命ある形成物そのものをあるがままに認識し、眼にみえ手で触れられるその外なる部分部分を不可分のまとまりとして把握し、この外なる諸部分を内なるものの反映として受けとめ、こうしてこの全体を幾分なりと直観 Anschauen においてわがものとしよう、という衝動である。このような学問的要求が芸術的衝動や模倣衝動と非常に密接な関係をもっていることは、ことこまかに述べるまでもない。したがってこれまでも芸術や学問や科学は、ひとつの学問領域をうちたて、完成させようとする試みをいくたびとなく繰り返してきたといえるが、われわれとしてはこのような学問を、形態学 **Morphologie** と名づけたいと思う。』

なお、今日の代表的な形態学者であるポルトマン教授 (A. Portmann) が生物学者としてのゲーテを評価しながら、彼自身の専門分野である高

1) 友田淑郎(1977), ダーウィニズムの評価。ミチューリン生物学研究, Vol. 13, No. 2.

2) 徳田御稔(1968), 「二つの遺伝学, 3」(理論社)には、ニコルスキー「魚類生態学」(1961)を引用して「生物学は形態学, 系統分類学, 生理学, 生態学の四つの科目の統一として成りたつと書いてあり、私はそれに教えられて次のように考えるに至った」と述べられていて、これら四科目は「近代生物学を支える四つの柱である。その柱がどのような順序で歴史的に打ち建てられたかを知ることにより、また四つの柱の上にかぶさる屋根は何であるかを明確にすることにより、現代生物学の統一像はできあがるのではないか」と指摘されているが、大学に於ける教育の実践としては、形態学への配慮が余りにも少なかった。

3) 前田富士男(1971), ゲーテ「形態学論集」序説・理想, No. 495, p. 1-9.

*国立科学博物館動物研究部

等脊椎動物の視覚による優れた認知機構を手がかりとして、形態学についての見解を述べているので、次に紹介しよう⁴⁾。

『原形質の動態にかんする根本的な規則の探究』は現代の生命研究の一方の極であり、生きものどうしの遭遇する世界つまり感覚の世界はそれと同時に重要なもう一方の極である。物質的なものの因果的分析が速やかな勝利の行進をつづけ、高等な形態の完全な理解にみちびくであろうという考えは、この2、30年のあいだに退いてしまって、2つの研究様式の方法的な独自性がふたたびわれわれの眼前にはっきりあらわれてきている。

高等な形態の世界が特殊な研究のしかたを必要とするという認識は、しかし、これまでに述べた形態学的研究の領域をさらにこえて、構造における機能的要素、外的条件にたいする適応様式、行動の一要因としての形態標徴といったものの探究に、進ませる。

われわれは、いまのべたすべての道を進むことによって、機能的分析や行動研究の基準をもってしては理解されない形態形成の認識に、到達するであろう。たとえばわれわれはある模様、形態標徴、または音声構造などの信号的性格を証明することができるが、しかし、それで説明できるのは、そのような形態要素の存続、せいぜいその維持価値だけであって、これら特殊形態が個々になぜそうなっているかは説明できない。ここで正当に比較研究がなされることになり、理解の新たな要素を寄与することになる。形態学者はいろいろの機能的説明をこえて、生物の形態形成における未知の内的な諸過程に依存して存在し多くの場合一般に視覚的選択のはたらしきの前提になるような、形態構成の問題にみちびかれる。それは前提であり——つまり結果ではなく、そしてまたわれわれがさしあたって巨大分子的現象までさかのぼって追跡することができない条件でもある。この限界は、自立的形態学の研究領域をあらわしている。巨大分子的過程の探究によっていつの日か橋をかけられるであろうと期待することは、形態研究は独自の分野であって必須の、そして原形質分析と相補的な課題も有するという事実を、なんら変更させ

るものではない。

広く解された形態研究のこの領域のなかに、ゲーテの形態学的見解を位置づけることができる。かれは、生物の形態形成の機能的意義、ならびにその形態形成と環境条件とのいまなお秘密に充ちた関係について考えた。かれは、見る器官にたいし見られるもの、つまりその器官と並列的なものとしてだけ意味をもつような、形態要素について考えた。だが、かれはまた、生物の現象の全体は、この部分的な合目的性を超越するものであると考えた。

——中略——形態学者は一般に認められたその研究の場で、ゲーテの時代に当時の〈比較解剖学〉によってとくに強力に発展させられた方法をもって、研究している。19世紀はこの研究に大きな注目をはらい、形態比較の科学をつくりあげ、その成果はごく最近の進化研究によって確実な基礎として採用されることができた。もしも、だれでもこのような研究の価値について考えようと思うなら、その人は、チャールズ・ダーウィンがきわめて自明なことのように比較発生学と形態学の研究結果を、かれの新たな理論的考察の基礎として利用することができたということを、想起せねばならない。——中略——

生命物質は、謎にみちた統一を形成する2つの現象の姿において、われわれの前にあらわれる。現代においては、基本的なことがらに突き進んでいくことが注目を浴びているが、他の研究前線にも動きがある。「現象」の謎をわれわれのとらえるすべての面で探究していく形態研究が、成りたちつつあるところである。ゲーテの形態学上の仕事はこのような研究のうちいつまでもその地位を占めるであろう。』

ここでは Morphologie のもともとの意義が述べられている。あるいはゲーテのイデーがまず表出されている。「どうして、どうして、私は19世紀にいないのではない」とあなたは言われるかも知れないが、ここで十分考えていただきたいのは、今日の形態学の背景をなす思想の中にこれがなお生きていることである。そこには、単純な機械論の時代にも消えうせることなく、なお今日まで残った自然哲学（ドイツの古典哲学）の臭いが、よきにつけ悪しきにつけ漂っているのである。筆者はここで形態学史を展開する気はないから、アリストテレスが何をやったとか、ヴェッサリウスや

4) A. Portmann 著、八杉竜一訳(1976)、『生命あるものについて。生物の科学と人間』、紀国屋書店。

ハーヴェイの役割については触れない。しかし、前にポルトマン教授の解説にもでてきた「原形質の動態」に関して最近の主流をなしてきた「分子生物学」についてはややくわしい説明をしておきたい。

佐藤七郎氏(1969)は「現代科学と唯物論」⁵⁾の冒頭に「重要な生命現象の基本過程が分子レベルで解明されるとともに、生物学と物理学とが融合してきた……現在ほど、生物科学を新しく見直すことが必要な時はない」という渡辺格氏(1963)の見解を紹介している。佐藤氏のこの論文では、武谷三男氏が物理学的自然の認識段階として提案した三段階論⁶⁾を生物学に適用しようという試みが重要な部分を占めているが、要するに生命現象の研究では「遺伝の実態がDNAであることが確定」したワトソン、クリックのモデルによって本質論的段階に入ったという主張なのである。さらに「大腸菌でいえることが象でもおけるといえるだろうか」という問題については、象では遺伝情報発現の媒介が「大腸菌にはみられない複雑な構造を細胞内に形成しながら、さらに約100種の細胞種を秩序だった順序で作ってゆくことであり、この場合には本質的な法則は細胞レベル、組織レベル、器官レベルと三段階のレベルにおいて偶然的な要素が入りこんで現象する」と述べられていて、「本質的な法則がわかったということは、その理解にとってほとんど何もわかっていないに近い」と付記している。しかし、この著者がここで挙げている本質という言葉から、「それは今後の研究を待つ問題だが、根本的には共通の法則に規定されているのだ」という確信が読みとれるのである。

ところが、この分子生物学について、発生動物学の研究者からなされている評価はこれとはかなりニュアンスが異なっている⁷⁾。

『発生における細胞分化の解明、いいかえれば遺伝子にこめられた情報を差次的に発現していく機構の解明に、分子生物学的アプローチがどのように有効になり得るだろうか。——中略——これは大きく分けて二つにまとめられる。第一点は、分子生物学は、一つの細胞についての化学(one cell chemistry)、言い換えれば均一な細胞集団についての化学であると言えよう。百万個の細胞よりなる集団についての解析の結果は、それを構成する任意の一個の細胞についての知識と同一であ

るという基本的な考えのもとに実験がなされる。大腸菌やフェージの集団に対して、このようなアプローチが当然のものとして成り立つことは容易に理解できるが、細胞が多様化する発生途上の胚や、ヘテロに分化した細胞群より成り立つ動物個体に対して、はたしてこのような方法論で分析のメスを入れることが可能だろうか。——中略——分子生物学の方法論のもう一つの特徴は、解体再構成である。生体内のできごとを分析して素過程に分け、あるいは生体内の構造体をその構成成分に分けて同一の現象あるいは構造体を試験管内で再構成し、それにかかわる各要素とその役割とを明らかにしていくものである。』

この後には引続いて多くの具体的例題が出ていて、著者グループはそれぞれの問題についての研究の現状を簡潔に述べているが、文末には次のように述べられている。

『たくさんの基本的な問題が、さだかなアプローチさえ不明のまま残されていることを充分に認めたい。一つだけはっきりしていることがある。大腸菌あるいはフェージとの相似、類推の上にならって発生系を論じ、方法論を探究し、また実験計画を組むといった時代は遠く去ったということである。あるいは、株化された細胞の培養系をバクテリアと発生系の中つぎ段階として不可欠な系とみなし、胞細胞の性格を推量する時代もすでに過去のものであるということである。』

素人である筆者には十分わからないが、ただここに述べられていることが、前に挙げた佐藤氏の論調に比べて、きわめて具体的な現象の実践を反映しているという印象を受ける。

なお、分子生物学に関連して、「遺伝的性格はDNA(RNAウイルスではRNA)のヌクレオチド配列で規定される」と、しばしば言われたり、また書かれたりしているが、どうも信じられないという、根本的疑問が江上不二夫氏(1978)から提出されていることを最後に記しておこう⁸⁾。

5) 「Na 3, 現代科学と唯物論, IV 生物学の方法」, 青木書店。

6) 「辯証法の諸問題」(1947), 理学社。

7) 三菱化成生命科学研究所(1977), 「発生生物学の展望, 追加解説」, 平凡社。

8) 逆はかならずしも真ならず。常識を疑う。生物学, Vol.30, No.4: p. 178。

形態学的認識と研究対象のとらえ方

ここですっかり話題を変えて、自然科学の他の分野で、形態学に相当するものは何か、という問題について考えてみよう。

最初に、生物学とはかなり異質な分野である物理学の場合について考えてみたい。動物学で、たとえばイヌを形態学的に研究するとは、その胴や足の長さを測ったり、体重を調べたりする。また解剖をはじめ、やがて骨格標本にして研究する。これに相当する物理学的研究では地球を物理学的に研究する場合を挙げられよう。地球物理学者は動物学者と同様に直径を測ったり、質量を測定したりするし、地震波を使って内部を調べ、海洋や海底を調べ、また地球観測年を設けて、地球全体に継時的に起る宇宙線の変化を同時観測したりする。犬の解剖ではなくて、中学校の授業でのカエルの研究といった小規模の例を敢えて求めれば、工学的な実習の一例として、一隻のボートの構造の検査——使われている材の強度、目方、計測などの物理学的調査を例に挙げられる。ただし、ボートを川に浮かして、流れに対する抵抗とか、圧力を加えて破壊強度を調べる場合は、これは動物学での生理学的研究に相当し、材質の化学などもそうだがこれらはもはや形態学の範囲を超えてしまう。

このようなことを長々と述べたのは、物理学における認識と言うと、前に引合いに出したように、すぐ武谷氏の三段階論が持ち出されたりするためだ。物理学ではルネッサンス以降17世紀にかけて、最前線にあった研究対象は天体の運動であった。ここでは、ルネッサンスの先見的な科学者コペルニクスによって古い数学的な世界像に最初の、しかも根本的な疑いが表わされたが、ティコ、ケプラーへと進んだ正確な、新しい観測データによって、古い観念的な世界像はもはや成り立たないことが明かになっていった。そして、この世界像を決定的に破壊したのはガリレイであった。彼は自然観察および当時の技術的進歩を力学に高めて活用し、地上に働く力と運動をあらゆる方面にわたって正確に認識し、そして自ら開発した天体の観察結果についてこれら地上の運動から得た力学法則を適用しようと努めた。

これらが最終的にニュートンによって新しい世界像にまとめ上げられたことはよく知られているが、武谷氏(1952)⁹⁾はもっとも生き生きと、こ

の新しい世界像¹⁰⁾の成立過程を描きだしている。それを以下に引用しよう。

『ニュートンは天体間に働く引力の原因を考えるより先に、まずこの力がいかなる形の法則をもっているか¹¹⁾を知ろうとした(傍点、著者)。しかしニュートンは決して遠隔作用が万有引力の本質だとは考えなかったのである。隔っている物体間に引力が働いているが、これらの物体は空間を隔てて、直接引き合っているのではなく、何か或る物が空間に充満し、この作用によって力を及ぼしあっていると考えた。そしておそらく光の現象に関連をもつエーテルと同一のものと考えた。——中略——

ニュートンの体系によって空間に存在している質量の分布がわかれば、それら各質量に働いている万有引力を求めることができる。そうすればこれらの物体がいかなる作用の下に運動しているかがわかるので、ある時刻の各質量の速度が与えられれば、ニュートンの方程式によって、運動が完全に決定されることになる(傍点、筆者)。

ここには、ニュートンによる、いわゆる古典的力学の「世界像」が基本的に完成したことが述べられているが、さらに「ニュートンにおける力学概念の完成の特徴を示すものは摂動論が可能となったことである」(傍点、筆者)と述べ、その具体的な実践が、実はさらに後に至ってアダムスとルヴェリエによって進められたとして、海王星の発見の過程が紹介されている。そこではエンゲルスが「われわれが自然事象に関するわれわれの理解の正しいことを証明する場合に、右の自然事象そのものをわれわれの手で作り出すことができ、そのものの諸条件によってそれを発生させ、剩えそれをわれわれの目的に役立たしむるとき方法をもってすることができれば、捉えどころのないカントの〈物自体〉なるものは即座に片がついてしまう……」と指摘した「フォイエルバッハ論」の言葉が引用されている。そして、ニュートンの力学

9) 「物理学入門」, 岩波新書。

10) 岩崎允胤・宮原将平(1976), 「科学的認識の理論」(大月書店)では、世界観という言葉とニュアンスの異なるこの表現が用いられた。

11) 武谷氏は重要なのは力の現われ方であり、ここで本質的なのはそこにあって、まだ何もわかっていない本質(理念)ではないとした。

的世界像の完成が実はニュートン自身ではまだ不十分であって、三体問題がはじめて実践的にすすめられた海王星の発見により彼の形而上学的神秘性が最終的に打ち破られたことの哲学的意味が記されている。

なお、上に傍点を付して引用した「ニュートンの方程式によって運動が完全に決定される」という問題は、武谷氏が試みた量子物理学的なすぐれた世界像の確立において用いられた波動方程式のもつ意義¹²⁾と同じである。

なお、物理学以外の分野でいつも不完全な理解を受け、ときに混乱をまねいた、彼の三段階論の提出の由来について説明しておく必要がありそうだ。彼ははじめ田辺哲学の量子論的世界像に悩まされていた。彼は「現代物理学をもっと深く知るに及んで、田辺哲学の現代物理学に関したものは全くの誤りである事、また実際の物理学に全然役立たない議論であることを知った」が、そこでは(1)量子力学の諸概念は、これまでのあらゆる哲学あらゆる認識論の力を超えるようなものであり、また、(2)当時の物理学は原子核、宇宙線の諸現象に於いて救うべからざる多くの矛盾に遭遇し全く混沌としており、また当時中性子と陽電子の発見があったが、これも当時一般に考えられていた認識論的観念を完全に裏切るものであった、という二つに問題点が絞られ、「この二つの困難を解決するに役立たないような観点、哲学は無意味であった」としている。そして、

『この第二の点について、俗流認識論が物理学の認識は経験から法則を抽象し数学的に記述することであると言っていることは全くの無意味であることを知った。私は昭和9年卒業論文において、物理学の認識はその発展に於いて一つの重要な注目すべき段階、すなわち何がそこにあるか、いかなる構造になっているかという事を知る段階を経、これをふみ台にしなければならないこと、原子核物理学の当時の状態は正にこのような段階にあり、素粒子の発見と原子核構造の解明の時期であり矛盾はこの方向に吸収されることを指摘したのである。』

以上に引用した問題は、我々の生物学の現状に照してみると、きわめて多くの点で反省を強いものである。それらについては、本文を読んで下さった読者が、自ら当面している生物学の問題の深さがちがうことであろう。もし何の役にも立

たない、他の世界の問題だと考えるのであれば、もう学問などやる資格がないだろう。筆者ははじめに地球物理学の研究、そこでまず取り扱われている形態学的研究のことを述べた¹³⁾。次に挙げた天体を対象とする世界像では、各天体の配置、軌跡や、天体の一部である太陽の黒点や自転、地球の形態と重力分布、潮汐といった、形態学的研究が挙げられるわけである。ただし繁雑を避けるため、前にはいきなり、この研究分野における世界像について説明したのである。さらに量子物理学の分野では、研究方法の一部に問題を限定し、その他の問題をみな捨象してしまって、そこにおける世界像へのアプローチの態度について一言触れただけである。筆者はここに於ても波動方程式によって粒子や粒子群の状態が完全に記されるようになるまでに、多くの世界像が描かれてきたこと、新しいミクロの世界での法則が十分その姿を現わさない前に、部分的に観測され、記載された形態学的資料の山（一例としてボーアの原子模型）について述べ、現在得られている、物性論の場合と対比した方が実感があつたかも知れないと反省している。われわれ生物学者がいま置かれているのは、まさにそういう状態だからである。

しかし、ここでこのような物理学の二つの発展段階と、そこでそれぞれ対象となった世界を描いてみせた筆者のもう一つの目的は、前に引用した、分子生物学の旗手たちが好んで用いる、三段階論や、新しい粒子の導入などという借りものの議論が、その根拠となった物理学の探究過程で、決してきれいごとでできたもの、借りものなどではなかったことを示したかったからである。われわれもまた、現在の動物学の世界像の中の根本的な矛盾をはっきり挙げて、そこから我々の進路を決定すべきであろう。

なお、世界像と形態学についての説明では、物理学のことに集中して述べてきたが、他の分野についても、同様な解説を加える必要がある。しかし、地質学については井尻正二氏があらゆる角度から懇切に説明しておられるので、いままら筆者が付加することはないと考えた。ここで、生物学

12) 「辯証法の諸問題」(1947)、前出。

13) 現在この分野ではまだ全面的な世界像を打ち立てる段階にきていないが、不十分な資料に基づいてマントル対流などの世界像がだされている。

