

第3章

生命科学と社会(3)

生物の理解への道 細胞・遺伝・進化学概説

長谷川 真理子 生命共生体進化学専攻

1. 近代科学の成立とは別の道を歩んだ生物学

今回は、細胞や遺伝、進化学などのテーマを中心に話したいと思います。その前に、前回までの講義の内容を簡単に振り返っておきたいと思います。

近代科学の勃興、特に、物理学、天文学を中心した近代化の進展とともに、物理主義が隆盛し、機械論的自然観で世界を理解しようという動きが活発になりました。その結果、それまでのような神秘的 세계観や錬金術的発想、アニミズムを払拭しました。しかし、生命を記述するには、当時の物理学の知識はあまりにも浅いものでしかなく、その反動として、アニミズムではないかたちで、生氣論が登場してきました。

デカルトは近代科学を樹立した思想的柱の1人ですが、彼が機械論的生命観で世界の説明体系を考えた際、物心二元論、すなわち人間の精神だけは保留して、それ以外はすべて機械のアナロジーでとらえようとなりました。それが動物機械論と呼ばれる考え方です。前回も、この考え方は感覚的には理解しがたいと指摘しましたが、機械論的にすべての自然を解こうとすると、動物機械論的な考え方は合理的には正しいのだと思います。ただし、この考え方では生命については解けないので、17世紀には生物学はまったく近代化されませんでした。17世紀は一般的には科学の近代化が始まった時代ととらえられています

が、生物学にはまったくあてはまりません。したがって、生物学についての哲学や生物学史は、物理や化学を中心とする科学哲学や科学史とは別のアプローチで洗い直す必要があるでしょう。これは私自身の考え方でもあるし、先に紹介した、エルンスト・マイヤーの著作でもそのように指摘されています。

長い間、生物は細胞でできているという理解がされていませんでしたが、当時の機械論的世界観は、ことさらに、生物は細胞でできているという理解を阻んだと思います。機械論のイメージは、ゼンマイ時計やからくり人形などで、物体は動力源で動くという認識でした。したがって、エネルギー、力など物理的な質量が説明の用語になるわけです。しかし、生物はそうではなく、細胞の1つ1つがすべて生きていて、それぞれの細胞が分裂して、それぞれに情報と代謝装置があるのですが、機械論的イメージからは、その認識は生まれてきません。そのため生氣論では、自然界には独特の「第三の力」があると考えました。その結論自体はまちがっていましたが、単純な機械論ですべてが説明できるとした当時の考え方に対して、非常に鋭い問題提起をしたわけです。

2. 細胞の理解に至る長い道のり

顕微鏡の発明は画期的かつ革命的なことでした。これ以後、人間の目では見えない微細な構造を顕微鏡で観察する方法はどんどん進みましたが、なかなか細胞という概念には至りませんでした。ロバート・フック（1635～1703年）は、顕微鏡でいろいろなものを観察して『ミクログラフィア』（1667年）というデッサン集を出版し、コルクの画像を見てセル（cell）と名づけたのは有名な話ですが、細胞の本質を見抜けず、栄養を送る導管の残骸と考えたのです。

ロバート・フックは風変わりな人物だったようで、彼の人となりを紹介した、興味深い小説があります。イアン・ピアス（Iain Pears）というウェールズ人の書いた“An Instance of The Fingerpost”と

いうタイトルで、「その指し示すもの」というニュアンスですが、これは17世紀、フックが生きていた時代のケンブリッジを舞台に起こった殺人事件について、4人が4つの角度から分析し、それぞれ各章を書く構成になっています。そして、最後に4人の立場を統合的に見ると全体像が分かるようになっています。

ここで、4つの視角は、フランシスコ・ベーコンの4つのイドラのそれぞれを象徴しています。ご存じのように、実証主義を提唱したベーコンはデカルトと並ぶ近代科学の父の1人ですが、彼は、人がものを観察する際、4つのバイアスがかかると主張しています。たとえば、権威のある人のことを受け入れる、噂話にひきずられるなどで、だから近代科学の観察の方法として、人間の認識のバイアスを排除して見る重要性を強調しました。

“An Instance of The Fingerpost”では、4人がそれぞれベーコンの4つの認識のバイアスに添って描かれているのですが、その一人がフックなのです。そこでは、彼がケンブリッジのカレッジで暮らしている様子として、人の食べ残しを食べている不潔な人物だが、数学がとともよくできるなど、人間的な面がよく描かれています。この本はそういう意味でもおもしろいのですが、近代科学の方法論を取り込んだ小説としても、ぜひ一読していただきたい1冊です。

ともあれフックは、顕微鏡を通じて非常に多くのものを見ているのですが、生命が細胞でできていることまでは思いつきませんでした。このように細胞の理解には至る道はかなり長く、同時代のマルピーギやグルーなども顕微鏡で非常に多くの像を見ながら、生き物の構造を観察して描写するにとどまっていました。

たとえば、マルピーギ(1628~1694年)は、マルピーギ管の発見で有名ですが、【図1】のように、植物の切片が互いに密着した小体からできていることを認識していましたが、まだ細胞という結論には至りませんでした。また、ネヘミア・グルー(1641~1712年)は、【図2】のように、松の枝の切片を拡大して、細かい部屋の構造について理解し、導管の働きについてもかなり正確に記述しているにもかかわらず、

生物が細胞からできており、1つ1つの細胞が生きていて、その中に生気論者が言うところのエラン・ヴィタルのようなものがつまっているという認識には至っていません。それほど細胞の理解は難しいことだったのだと思います。

【図1】マルピーギの観察（1675年） 【図2】グルーの観察（1682年）

さらにレーウエンフックは自作の顕微鏡で、微生物はおろか、驚くことにバクテリアまで観察していたようです。また、今で言うところの単細胞生物をたくさん観察しましたし、【図3】のようにノミの生態まで観察しました。しかし彼は体系的な仕事をしたわけではなく、顕微鏡による観察を楽しんでいたようです。

【図3】レーウエンフックの観察（1693年）

余談ですが、オランダの画家フェルメールは、緻密に計算された光の画家として知られていますが、彼は工学的な光の演出に非常に興味があつたと思われまゝ。死後の遺言執行人はレーウエンフックで、その意味では、当時は、科学と芸術と哲学などが結びついている側面があります。

その後、多くの人が顕微鏡で大量の切片を作つて観察したにもかかわらず、約100年間、細胞という認識にはたどりつけなかつたのですが、カントの弟子の自然哲学者ローレンツ・オーケン(1779~1851年)が、1805年に書いた『生殖』という本の中で初めて、「すべての生物体は、小さな粒、または細胞から生まれ、また、それで成り立っている」と明確に記述して、細胞説に貢献しました。オーケンは非常に意欲的な人物で、初の生物学雑誌「イシス」を創刊したり、科学者の年次総会の形式を確立させたりしました。ダーウィンの論敵のウィルバーフォース大司教とトーマス・ヘンリー・ハックスレーが進化論をめぐつて論争したのも、イギリスのBritish Associationの年次総会だとされていますのが、科学者が集まって会議する総会のような形式を創設したのもオーケンだったのです。

その他、F. J. F. マイエン(1804~1840年)は植物の細胞について認識し、細胞が分裂によって増えることを発見しましたし、ロバート・ブラウン(1773~1858年)は、1831年に細胞に核があることを発見しました。こういうことが分かるようになって初めて、生物はすべて細胞できていて、その中に根源的なものがあるので、分裂すると根源的なものも分裂し、何万個もある細胞のすべてに根源的なものが存在して生存できるということが分かってきました。その意味で、細胞の認識はきわめて重要でした。

そして、M. J. シュライデンは、1838年に新しい細胞は核の成長によって生じ、植物は細胞のみから構成されていると主張しました。また翌年1839年には、ドイツの生物学者、テオドル・シュワン(1810~1882年)が、動物も細胞から構成されていると主張しました。これによって、生物に対する機械論的発想は終焉します。

3. 生物理解を革命的に変化させた細胞説

われわれはすでに細胞説で育っているので、生物はすべて細胞からできているという説は容易に納得できますが、そういうことがまったく分からず、動くものと言えば機械のイメージしかない時代に、すべての単位が動力などを備えているという発想はできないと思います。ですから、細胞説は革命的な考え方だったと言えるでしょう。また細胞にはいろいろなかたちがありますが、どんなにかたちが違っていても、すべて細胞であるという認識も遅れます。そういうことがすべて分かるのも、1838、39年の時代です。人間はいまだに、自らの中にすべての情報源があり、それが時間軸に沿って分裂しながら最終的な組織や器官になる、生物のような装置は設計できていません。ですから、そういう知識がない時代に細胞説のような解釈を思いつくのは大変なことだったと思います。

人間の想像力は、かなり日常生活によって規定されます。だから、機械が大量に生産されて日常に浸透してきたとき、そのアナロジーとして自然を考えるのは容易でしょう。しかし、自分たちがつくったことのないものや見たことがないものが自然界に存在するとき、それを直接イメージするのは困難です。

同じことが起こったのは、脳についてでしょう。最初は、脳の中はあまりにも複雑でよく分からないので、脳のアナロジーはブラックボックスでした。つまり、重要な働きをしていることは分かっていたのですが、その具体的機能については問わないままになっていました。その発想で研究を進めたのが行動主義心理学で、脳の機能は問わず、そのアウトプットである行動だけをとらえて記述し、人間や動物を理解しようとする脳のブラックボックス的立場です。また、骨相学も同様の発想です。脳のかたちの凹凸のそれぞれが違う働きをしているととらえ、頭蓋骨の形態の差異によって分類していくという考え方ですが、これは比較的イメージしやすいでしょう（実は大きな間違いだったわけですが……）。

次に登場した脳のアナロジーのモデルはコンピュータです。コンピュータには大量の素子があり、その素子にインプットすることによって、大量かつ高速の計算が可能になりました。そこで脳もコンピュータと同様にとらえる認識がブームになります。それによって脳
の理解はかなり進みますが、これもまちがいです。脳は生物なので、当初から汎用型装置として作られた機械ではありません。脳は生物学的進化の過程で問題解決に必要なもの、必要でないものに対して適応してきました。ですから、コンピュータはプログラムの指示どおりに機能しますが、いくつかの選択肢がある中で自ら決定することはありません。しかし、脳は自ら意思決定します。

そういう意味で、コンピュータ・モデルも間違っているのですが、このように、人間の想像力では、脳のような複雑なものを直接理解することは難しいので、自分がよく知っている日常的な装置や機械のアナロジーで考えざるをえないのでしょう。それは、科学を進める反面、科学の進歩を阻むことにもなるのです。もし人間が日常的な想像力を超えて考えることができれば、科学はもっと進むかもしれません。細胞や脳についても、そのように考えればよかったのかもしれませんが、なかなか現実はそうはいかなかったのです。

4. 物理主義と生氣論の折衷から生まれた人造人間の夢

ここで、余談ではありますが、非常におもしろいSF小説を紹介しましょう。それは、メアリ・シェリーの『フランケンシュタインの怪物』(1818年)です。よく知られているように、フランケンシュタイン博士は人造人間を作った人物ですが、興味深いのはその製造方法です。死体の部品をつぎはぎして、最後に雷によって生き返る設定ですが、このアイデアはどこから来たのでしょうか。この本が出版されたのは1818年ですか、彼女が実際に執筆したのは、その2年前でわずか19歳のときでした。

当時は、細胞説などはまったく登場しておらず、物理主義と生氣論

の論争が始まった時代でした。死体の部品をつぎはぎし、最後に雷によって命が吹き込まれるというところは生氣論的ですが、その源泉が雷という電気エネルギーであるところは機械論的で、いわば折衷的な方法です。これが書かれた時代背景を考えると、なぜこのような人造人間の製造方法に着眼したかが非常にすっきり理解できます。

ところが、雷が電気であるとか、電気が動物と関連するという事実も、この少し前に明らかになったことだったのです。ガルヴァーニ(1737~1798年)はイタリアの解剖学者ですが、1780年、カエルの解剖中に、異なる金属のメスを2本カエルの脚に入れると、脚がピクンと動くことを発見しました。そこで動物には電気があると考え、カエルの脚を鉄柵にかけ、雷が落ちるのを待っていると、実際にピクンと動いたわけです(ちなみに、雷が電気であることは、その少し前にフランクリンによって発見されていました)。しかし、カエルの脚が鉄柵に触れた状態で脊髄に刺した真鍮の鉤を鉄柵に押し付ければ、雷なしでもピクンと動くことが分かりました。それからたくさんの試行錯誤を経て、一般に、2種類の異なる金属を接合した鉤を神経と筋肉に触れさせるとピクンと動くことを発見しました。そこで、彼は動物から電気が出てくるのだと考えて、1791年に『筋肉運動に対する電気作用について』を著わしました。

同時代のイタリアの科学者アレサンドロ・ヴォルタ(1745~1827年)は電池の発明で有名ですが、銅と亜鉛の薄片にボール紙をはさみ、それらを交互に積み上げて酸の中に入れると火花が出るので、そこで銅線をつなぐと電流が流れることを発見し、そこから電池の発明に至ります。一般にはこれで電池が発明されたとして知られていますが、私が疑問だったのは、そもそもどうしてこのような実験をしようと考えたか、です。電気のことを調べようとしても、すぐに銅と亜鉛は思いつかないでしょう。その前段階に何を考えていたのか、当時どのような状況だったかを調べていくと、ガルヴァーニにつながったのです。

すなわち、ヴォルタはガルヴァーニの解釈に批判的で、それを実証するための実験を試みたわけです。ヴォルタは、カエルの脚がピクン

と動くのは電気を発しているわけではなく、検出器になっているからだと考えました。そこで、2種類の金属の重要性に気づき、それらを接触させると電位差によって電流が流れることに思い至ります。それを実証するために試行錯誤を重ね、最終的に銅と亜鉛に行きつくわけです。その結果、1799年に、銅と亜鉛の円盤の間に湿った布をはさんで積み重ねるともっとも効率がよいことを発見し、電池の発明に至ります。その過程で彼は、動物の身体が電気を発しているのではなく、身体の中に電気に作用する物質があるので、検出器として機能すると考え、筋肉運動には電氣的現象が入っていることを明らかにしていきます。

このように当時は、電気の理解が進むとともに、電磁気学も始まり、動物の神経や筋肉運動に電気が関係しているも解明されてきていました。すなわち神経活動が物理主義的に説明できるようになっていたわけです。これが18世紀末のことですから、1816年に、シェリーが人造人間のアイデアを考えた頃は、生氣論者の言う、エンテレヒーとかエラン・ウィタルが電気に関係があるのではないかと考えられていた時代だったのです。電気は物理論的に解釈できるので、つまり、生氣論的な発想ではありますが、物理論的に解決しようというアイデアでもあったと思います。

5. フランケンシュタインの読み方

さらに余談になりますが、フランケンシュタインは実におもしろい読み方ができます。そもそも、フランケンシュタインの話がどのようにして書かれることになったのかについては、とてもロマンティックなエピソードがあります。

1816年の夏、ジュネーブ湖のほとりの別荘Villa Diodatiで5人の文人たちが一夏を過ごしました。メアリ・シェリー (19歳)、パーシー・ビッシュ・シェリー (24歳、既婚)、バイロン卿 (28歳)、クレア・クレアumont (18歳)、ジョン・ポリドリ (21歳) がその5人ですが、

彼らはそれぞれ複雑な人生模様の中に生き、その後数奇な運命をたどります。パーシー・ビッシー・シェリーはイギリスの有名な詩人で、当時妻帯者でしたが、妻を捨て、メアリ・シェリーと駆け落ち同然に暮らしていました。バイロンは詩人で、かつハンサムな“女たらし”としても有名でした。クレア・クレアモントは、メアリ・シェリーの父の後妻の連れ子で、メアリとは非常に仲が悪く、それも一因でメアリは家を出て、シェリーと駆け落ち状態になっていました。その仲の悪いクレアがなぜ一緒に過ごしているかと言えば、バイロンが妊娠させたからでした。ジョン・ポリドリはバイロンの主治医でしたが、自らも小説を書いていました。

この5人は若くて血気さかんで野心に燃え、しかもそれぞれ恋愛関係にありましたが、バイロン以外は経済的に困窮していたので、バイロンの別荘に転がり込んで一夏を過ごしていたわけです。この年は毎日雨が続き、湖で遊べないので、毎晩1人ずつ、おそろしい話を書いてしゃべることになり、それで書いたのが、メアリのフランケンシュタインだったわけです。シェリーは大したものを書かず、バイロンは途中まで書いて破棄し、クレアは文才がなく何も書いていません。ポリドリはバイロンを主人公にして吸血鬼の話を書き、その後、バイロンの名で世に出ますが、バイロン自身が否定して、ポリドリの作と認められました。これは、イギリスの吸血鬼小説の元祖となりました。つまり、メアリのフランケンシュタインとポリドリの吸血鬼が、後世まで残る作品となったわけです。その後、彼らのたどった運命を見ると、【図4】のように、女性はほぼ天寿を全うし、男性はいずれもその後しばらくして、次々に、溺死、戦死、自殺などで亡くなります。

彼らは、毎晩雨に降りこめられた湖畔の別荘で、生氣論と物理主義の議論をします。当時、細胞説はまだまったくなく、近代科学が物理学的に世界を描こうとする新しさに惹かれていました。ただ、生命はそのような世界観では描けないことも分かっていた、だから、生氣論と物理主義の議論が文人たちをも魅了したのだと思います。このように生命をどう解釈するかは、当時の大きな謎だったのです。

【図4】1816年の夏をともに過ごした5人の文人たち

| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| メアリ・シェリー (19歳) →54歳で没 | シェリー (24歳、既婚) →29歳(溺死) | バイロン卿 (28歳) →36歳(戦死) | クレア・クレアモント (18歳) →80歳で没 | ジョン・ポリドリ (21歳) →26歳(自殺) |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

フランケンシュタインの話は、科学者の社会的責任を考える上でも意味があります。フランケンシュタインは人造人間の名前ではなく、それを製造した科学者の名前です。彼は、生命の秘密を探るために人造人間を作ろうとして、たくさんの死体を集めて、そのつぎはぎから作ることを思いつきますが、大きい方が扱いやすいという理由だけで巨人を作ろうとします。それで生命の神秘を解いたことのみで熱狂し、後先は考えず作ってしまいますが、いざ「怪物」が命を得ると吃驚仰天し、醜い巨体に嫌悪感もあらわに逃げ出してしまいます。人造人間は追いかけてきて、何とかしてほしいと懇願しますが、ただただ拒否して放置してしまいます。そこで人造人間は、人を殺すなどの被害をもたらし、結局、北極に行ってしまいます。

19歳の若いメアリ・シェリーがどこまでこの問題を深く考えていたかは分かりませんが、科学者の社会的責任、特に原爆を作った科学者たちの社会的責任に関するきわめて象徴的なテーマを提供しています。物理学の核心を知りたいという関心から量子力学を追求することはきわめて知的な好奇心を刺激する探求であり、科学者はそれに没頭しました。しかし、いざ原爆ができると周章狼狽し、ルーズベルト大統領に使用しないように嘆願書を提出したりしています。メアリの意図はともかくとして、フランケンシュタインと原爆の例は、科学者の愚かさにも共通点があるという意味で、よく引き合いに出されます。

それから、1920年に書かれたチェコの作家、カレル・チャペックの『ロボット』は、ロボットの語源となった小説として知られていますが、

これもまだ遺伝子、細胞、発生などのアイデアはなく、肉の塊を工場でつなげてロボットを作るという設定になっています。このように、生物は細胞からできているという理解は長らく妨げられていました。

6. 個体を越えたレベルの解明が遅れている生命科学

ここで、およそ100年間にわたって続いた物理主義対生氣論の論争について再度まとめておきたいと思います。生氣論の良き着眼点は、生命は、エネルギー、力など当時の物理学的・力学的観点からの理解だけでは無理だと見抜いたところにあります。現代では、生氣論者の言う「生氣」を「遺伝プログラム」に置き換えればかなりいい線を行っています。細胞と核の理解から、遺伝と発生についての理解、さらには生理的プロセスへの理解につながり、その結果、19世紀後半から生物学は進みました。その意味で私は、19世紀後半を1つの区切りと考えています。

生物学は、細胞や核のように、より小さいレベルに還元主義的に探究を進めることによって進歩したのはたしかです。もちろん、生物学だけではなく、他の多くの学問でも同様に、還元主義的な探求を進めることによって発展していきますが、生物学は特にその傾向が顕著だと思います。一般的に生物の根源的なユニットは個体で、その下に、器官、細胞、たんぱく質、諸分子、遺伝子……などの階層性があります。同時に、生物は多くの場合、個体だけで生存しているわけではなく、個体群、群集……という関係の中で生存しています。しかし生物学の場合、下への理解は非常に進みますが、上のレベル、つまり、生態学、動物行動学などは遅れています。その1つの理由は、科学の本質としての還元主義的な探求です。特に、細胞についての理解が重要で、個体を丸ごと見ても理解できなかった生命が、還元主義的に遺伝子まで探求することによって理解できるという認識が進み、20世紀はそれが至上命令のように、微細なもの、微小なものへの追求が進んできました。

もう1つの理由として、人間は顕微鏡などで自分より小さいものを観察したり記述したりするテクノロジーは急速に発達させましたが、複雑なエコシステムや動物個体群の相互交渉などを瞬時に解析するテクノロジーは現在もないことがあげられます。このようにして、個体より小さなレベルでの探求は非常に発達した結果、多くの生物学者たちは、大きいレベルの話は基本的に“ないことにしている”のだと思います。もちろん、個体以下の微細なレベルで生命現象は理解できます。しかし、エコシステムなど上のレベルがどうなっているかは分かりません。そういう意味で、上のレベルの生命科学が非常に遅れていますし、現在でも、それらを解析するテクノロジーを緊急に開発しなければならないという研究のモチベーションもありません。下のレベルは創薬産業などバイオ的な産業化が期待できるのでスポンサーもつきやすいのですが、上のレベルは経済的にメリットがないので、産業化のめどもなく、スポンサーもつきません。ですから、いまだに生態学者は、自らの体力を武器に、各地でデータを集めざるをえません。ですから、テクノロジー的な意味で、なんらかのブレイクスルーがなければ、下のレベルに太刀打ちできないし、画期的な発見もないと思います。最近では、データロガーやGPSなどを活用し、国際的な連携のもとに動物調査なども進み、大がかりな生態学的データが集まるようになりましたが、下のレベルの膨大な発見に比べて、まだ氷山の一角しか分かっていません。

しかし遺伝子レベルが解析されても、上のレベルではそれとは違う現象が生じているように、階層が上に上がるにしたがって、階層に固有の現象が創発的に生まれてきます。それは決して下のレベルの現象に相反してはいませんし、下のレベルを知ることは必要条件ではありますが、それだけでは十分条件とは言えないのです。したがって、下のレベルを知るだけでは上のレベルを知ったことにならないわけで、それが生物がもつ多層性の困難さでもあるのです。自然界はすべて同様に多層的になっていて、上のレベルのまともりは、下のレベルのまともりからは直接的には導き出せないという特質がありますが、生物

は創発的な性質の塊だと言えます。これだけの複雑さがあるために、17世紀には他の科学と異なり近代化できなかったのだと思います。

〈質疑応答〉

—— 物理主義では創発性は説明できないわけですね。

長谷川 現在の物理主義による生命理解は、当時の物理主義に戻ったわけではありません。当時の物理主義は、生物の階層性は考えていなかったのです。エネルギーと質量という単純な力学的発想の物理学で、生物について記述しようとしたのはまちがいでした。物理学、化学だけでも生物について記述できないわけではありませんが、生物のそれぞれの階層の創発性を説明できません。

—— 生氣論は、当時の物理学では説明できない階層性を埋める意味で「生氣」を考えたのでしょうか。

長谷川 いいえ、当時の生氣論は多層性や創発性までは考えていませんでした。要するに、力学の言葉で生命について書けないことは明らかだったし、今後もできるはずがないと確信していたので、物理学の言葉ですべて記述できるはずだと考えていた物理主義者と論争していたわけです。生氣論者は、物理学の言葉に代わるものとして「生氣」とだけ表現しましたが、それは、まだ発生と遺伝の仕組みについては分かっていたからです。

—— アニミズムでは無条件に神秘的なものを信じますが、生氣論はそうではなかったのですか。

長谷川 生氣論者が「生氣」の説明を求められた際、万有引力と同じように、生物には「生氣力」があるという言い方をしました。ルネッサンス以前の神秘主義やアニミズムは、そもそも科学

の体裁になっていないから、根源的な説明の要素を組み立てて説明の論理体系を構築する方法はとれないので、よく分からない自然現象をすべて命に関わる言葉で説明しようとしたわけです。たとえば自然界全体に宿っている生氣やアニマなどで、それは科学の言葉になっていませんが、漠然とした世界をとらえるための描写の言葉だったのです。日本もそうですが、多神教のように、山にも川にも靈が宿るというようなことです。当時の科学と思われる言葉で描写しようとしたけれど、本質はアニミズム的なアイデアで、それは科学の体系にはなっていませんでした。

それに対して近代科学の成立後は、要素の組み立てによって論理的に体系化をはかっていきます。物理学が最初にそれに成功し、ガリレオによる落下の法則の数学的記述とケプラーによる天体の運行の法則の発見が別々に存在していたものを、ニュートンが万有引力の法則を通じて、短い数式ですべてを説明することに成功したわけです。そこで、生物も万有引力のような法則ですべて記述できると考えたのが物理主義です。それに対して、生氣論は近代科学の枠の中には入っているので、物理の法則などもすべて理解したうえで、力学の言葉だけではすべては記述できないとして、万有引力や電磁気力の他に「生氣力」を想定し、それがなければ生命は解けないとしたのです。ですから、単なるアニミズム回帰ではないのです。

—— では、考え方としては物理主義に似ていますが、それだけでは解けないので「生氣力」を考えたわけですか。

長谷川 そうです。私も長い間、この点を誤解して、19世紀の時代に古めかしいことを言っていると思ったのですが、そうではないのですね。ただし、万有引力の法則が正しいことは認めるとしても、「では、万有引力とは何ですか。つかんでみてください」と言われても、無理でしょう。ニュートン自身

も、万有引力はオカルトの力と同じではないかとクリスチャン・ホイヘンスに反論された際、「私は答えない。万有引力の法則ですべて書けるから、それでいい。万有引力はなぜ存在するかとか、どこから出てきたかと聞かれても、私は仮説はつくらない」と答えています。万有引力の法則の正しさは、いろいろな事象の積み重ねでゆるぎないものになっていますが、万有引力とは何かについては、まだ完全には答えられていません。それと同様に、生氣力とは何かについては答えられないけれども、生氣力を想定しなければ生物は解けないと考えたわけで、実際には、それが遺伝、発生、進化だったのです。

—— 動物機械論では細胞説はイメージしにくかったわけですが、それでは細胞説の研究者たちは生氣論よりだったのでしょうか。

長谷川 細胞説をとった研究者たちが生氣論者だったかどうかは、人によって違いますが、顕微鏡が発明されて、動植物のさまざまな切片をのぞいて細かいものが見えるようになると、いろいろな核が見え、しかも核が分裂することも分かってきました。たとえ物理主義者でも、構造をきわめようという探求はあるでしょう。だから、いろいろな立場の研究者はいるでしょうが、構造を明らかにしていく過程で、細胞という基本単位があり、しかも同じ情報をもって分裂していくことが分かってきます。だから、物理主義でも生氣論でも、生物は基本的に細胞から構成されているという結論には至ると思います。そこから先はいろいろ見解が分かれて、細胞が駆動するには生氣が必要だという立場もあれば、生氣がなくても説明できるという立場もあるでしょう。生氣論は決して一枚岩ではないので、さまざまな立場がありました。シュライデンなどが特に生氣論に偏っていたかどうかはよく分かりませんが、対立が一番激しかったのは、発生学です。発生学者

は生気論よりの人が多かったですね。構造を調べていく過程で、染色技術と顕微鏡の光学技術の発達により、核がはっきり見え、機能が分かってきたのがカギだと思います。