

みんなのポジトリ

国立民族学博物館学術情報リポジトリ National Museum of Ethnology

細胞概念の展開：
科学史研究における比較の事例として

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2012-01-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 林, 真理 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15021/00001064

細胞概念の展開 —— 科学史研究における比較の事例として ——

林 真理
工学院大学工学部

本稿は、主に概念史の手法に則って、細胞概念を巡る比較科学史を扱ったものである。細胞説は科学的理論であり、したがって客観的知識に強固な基盤をもっている。しかし、細胞という概念の意味は必ずしも一通りではなかった。もちろん歴史的に見た場合、科学的知識の展開に伴って細胞概念も変化していくことになるが、それだけでなく細胞という概念に込められた意味にも多様性を見いだすことができる。そういった細胞概念の含意について、本稿は(1)生命の単位体、(2)生命と非生命の違い、(3)生物学の原理、(4)自然の階層性のメタファーという4点にまとめ、これらの各点に着目しながら細胞概念を比較することを試みた。

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 はじめに | 6 生物学の原理としての細胞 |
| 2 細胞概念の由来 | 7 自然の階層性の象徴としての細胞 |
| 3 細胞概念の展開 | 8 本稿における比較の意味との限界 |
| 4 生命の単位体としての細胞 | 9 おわりに |
| 5 生命と非生命の違いを巡る細胞 | |

* キーワード：細胞，生命，階層性

1 はじめに

比較を主たる関心とする科学史研究業績は多数存在している¹⁾。ところが、その場合の比較の意味は必ずしも一通りではない。そもそも、科学史研究における比較とは何だろうか。ここでは、そういった関心も考慮に入れながら、「比較科学史」とあえて称する場合に見られるような比較に限定せず、むしろあらゆる科学史は比較科学史であるという観点から考えてみたい。

すべての歴史研究は、それが特定の時代、地域、人物、団体に的を絞った場合であっても、歴史研究である限りにおいて、何らかの意味での比較を行うものであることは間違いない。あるできごとや言説を歴史上に位置づける際には、全体と部分を相互依存的に定義することになるという例の循環問題が常に生じることになる。そのこと自体がまさに、歴史研究そのものが比較であることの証明に他ならないであろう。こういった意味での比較というものは、歴史研究において一般的に行われていると言って良い。

ある時代・地域の文化全体の中のある要素を、別の時代・地域の文化全体の中のある要素と比較する場合、比較されるべき対象を確定するためには、何らかの同一性の基準が必要となる。まったく異質なものの同士は互いに比較される対象とはならず、ある視点から見た場合に何らかの等価性を持つものの同士が比較の対象となるからである。つまり、通常最初に何らかの同一性の基準を設けて、その視点から同じカテゴリーに属するとされる対象をそれぞれの文化から抽出し、それらの対象について合わせて論じることによって、比較というものが成立するのである。もちろん実際には、一旦比較が終了したその結果を受けて、さらに別の同一性の基準が求められ、また新たな比較が行われるという、ダイナミックな比較活動というものがあるだろう。また基準や対象が必ずしも最初から確定しているわけではなく、探索的研究の中で比較の基準と対象とが同時に成立していくといったことも十分にありうることである。しかしながら、いずれの場合であっても、その都度その都度における対象と基準は何らかの意味で固定されたものでなければならない。

そういった場合の同一性の基準とはいったいどのようなものだろうか。様々な観点から分類が可能であると考えられるが、ここでは少なくとも、対象、概念、研究活動の3通りがあると考えて論じたい。

自然科学は、自然現象という普遍的であり、認識主体の外側に存在する対象を相手にしていると考えられているため、その研究対象を客観的に同定できるという考え方が、おそらく社会科学や人文科学の場合よりもより有力に主張されうる²⁾。そのため、同一の対象について語られている言説、同一の対象を巡って行われている研究とされるものが比較の対象となりうる。植物学の比較、発生現象の科学（発生学）の比較、霊長類研究の比較といった場合には、対象に規定される側面が強いと考えられる。

他方で、自然科学は対象としての自然現象を記述、操作するにとどまらず、現象を概念化、理論化して把握する試みでもあるため、科学的概念あるいは科学理論に着目し、それらの概念的内容や理論の枠組み、有効範囲の違いなどの観点から比較が行われるということがありうる。例えば、遺伝子概念の比較、進化論の比較といったものはこういった側面が強いと考えられる。

さらに、研究活動を実践的あるいは行為論的観点から見た場合には、社会的レベルでの同一性と差異性に着目することが可能である。東洋医学と西洋医学の比較といった場合には、診断や治療という実践をめぐる比較になるであろうし、植民地科学という観点は様々な学問領域における科学研究活動をその社会的意味によって並置したものとと言えるだろう。

以上、ここまで科学史研究における比較を、その同一性の基準に目をつけて分類してみた。しかし、もちろんあらゆる比較がこの3通りに分けられるというわけではない。むしろ以上のような分類は理念的な枠組みに過ぎず、それぞれの比較には固有の方法が

あるに違いない。ここでは、上記の3つの分類で言えば、2つ目にあたる方法の典型的なものである概念史の手法³⁾にしたがって、細胞説・細胞概念の歴史について言われてきた⁴⁾ ことにも適宜言及しながら、細胞概念の歴史を追いつつ、科学史における比較の一例を紹介したい。

2 細胞概念の由来

生物学的な意味での細胞を初めて観察したのはロバート・フック (Robert Hooke) であった、と言われることは多い。こういった遡及は、初期に細胞説を広く伝えた書物において、既に見られる伝統的なものである (例えば Strasburger 1910)。しかし、英語における細胞 (cell) の語それ自体は、生物に関する学問上の術語として用いられる前から流通していた。たしかに、当時発明されたばかりであった顕微鏡による観察結果を描いたその著書『ミクログラフィア』(Hooke 1665) においてコルクの切片が観察対象の一つとされ、コルクの切片を描いた図版に細胞壁が描かれ、またこの細胞壁に囲まれた部分のことをフックが孔 (pore)、小箱 (little box)、洞 (cavern)、泡 (bubble) などの呼び方とともに細胞 (cell) とも呼んでいる。対象と言葉を対応させたというその重要な一点はまさにフックに遡るとされるがゆえに、生物学上の細胞の概念はフックから始まったとされることが多いのもわからないではない。

しかし、フックは後で述べる細胞説におけるような意味で、細胞という言葉を用いたわけではなかった。それどころか、孔、小箱、洞、泡といった単語とまったく対等な使用法をしているのであり、術語として用いているという意識すらなかったに違いないと考えられる。対象に着目すると、確かにフックは細胞 (壁) をわかりやすく描いた初期の人物の一人である。ところが、概念の点から見れば、その言葉が十分に術語になりきってはいないという意味で、細胞概念の先駆者とは言いにくい。

他方で、今から見ると細胞にあたるものを顕微鏡で観察し、その結果を図版として残したという点に関して言えば、フック以外の多数の顕微鏡学者 (microscopist) たち⁵⁾ もまた、最初の細胞研究者の列に数え入れることができるであろう。有機体は、それが「被造物」と見なされたこともあって、キリスト教的な背景のもとで研究を行っていた科学革命期の顕微鏡学者による主な研究対象の一部となっていた。また、初期の顕微鏡研究に用いられた顕微鏡の倍率は、せいぜい百倍強程度であり、これは (もちろん細胞の大きさは様々であるのだが一般的に言って) 細胞の存在を確認するにはちょうどよい程度でもあった。こういった顕微鏡学者たちの観察対象にはいわゆる単細胞生物も存在している。こういった意味で、顕微鏡学者たちは明らかに細胞を (それと知らずに) 観察し、その有様を言葉と絵で残しているのである。かれらもまた、最初に細胞を観察した人々の中に入れて良いし、その意味では細胞研究の歴史的一幕を形作る。

そもそも、光学顕微鏡の発明⁶⁾によって初めて、人類は細胞現象の観察に到達しうる観察装置を入手した。細胞の概念の登場に最も貢献があったのは、実質的な意味では顕微鏡の発明者であると言っても良いかもしれないくらいである。

このように顕微鏡のおかげで、細胞観察は17世紀にスタートを切った。その後さらに顕微鏡が発達し、普及するに伴って実際に多数の細胞観察が進行する一方で、細胞という言葉の使用は限定的なものにとどまることになる。細胞とは植物（あるいは動物）において、特定の組織を構成する小胞状の要素のことを指す言葉とされた。すなわち現在細胞とされるものの一部（そして時にはおそらく現代では細胞と見なされないようなもの）が特に細胞という名称で呼ばれたのである。そして「細胞」によって構成される特定の組織を指す表現として、細胞組織（cellular tissue, tissu cellulaire）といった言葉が使われた。このような語用法（すなわち特殊な細胞だけを細胞と呼ぶ今から見れば誤った使用法）は、18世紀には比較的広く行き渡っていた（Willson 1944; Baker 1949）。したがって、この時代において、その後の細胞にあたるような概念を探そうとするならば、むしろ細胞という言葉は避けなければならないということになる。では、フック以後細胞説が登場するまでのあいだのこの時代に、細胞という言葉に代わる比較対象となる同等物を示す概念を探そうとすれば、いったい何になるだろうか。

後で述べるように、生命論的な観点から見た細胞概念における最も重要な含意の一つには生命の単位という考え方があるのだが、18世紀においてはこの生命の単位というアイデアが様々な形で提唱されていた。例えば、有名な生理学者のハラー（Albrecht von Haller）は、有機体が「繊維」から成っていると考えた。また小球体を生命の単位とする考え方があった（河本 1982）。

あるいは原植物（Urpflanze）、原動物（Urtier）といった、いわゆる原型の考え方に細胞の考え方の由来を見ることが出来る⁷⁾。それぞれの動植物種において、それらの固有の機能を取り除いて考えるようにして、基本的な機能だけを残す単純な有機体を想定したとき、それは植物あるいは動物のアイデアにあたるようなものになるはずであり、それが原植物、原動物と呼ばれたのであった。これは、生命の基本形という観点で、細胞の概念に類似していると言える。

以上に挙げたことが、細胞説に関連して、細胞説に先行するすべてであるわけではない。しかし、細胞概念が19世紀において意味上の真空の中に突然現れたわけではなかったことについて、十分に明らかになったと思う。多数の先駆観察と、様々な先駆概念を持ちつつも、一般的にそれと考えられている細胞概念は、それらを越えたところに、いわゆる細胞説（すべての生物は細胞からなるという説）の登場を待って成立する。それが19世紀の中頃のことであった。細胞の概念の成立とその変容を見的过程中で、細胞を起点にして生命の見方が広がっていく様子を次に見ることにしたい。

3 細胞概念の展開

細胞説は、1838年にシュライデン(Matthias Jakob Schleiden)が植物について(Schleiden 1838)、1839年にシュヴァン(Theodor Schwann)がそれに加えて動物について(Schwann 1839)、すべてが細胞から成り立っていると述べたことによって始まったとされている。このような記述は多数の科学史、生物学史、細胞学等の文献に見られる(例えば、八杉 1984)⁸⁾。実際ここで、細胞の概念はかなりの程度確定し、また何を細胞とするかという外延もかなりはっきりとしてくる。ある概念が確立した時点というものを歴史上のある時点に求めるということは、その時点でその概念が私たちの知っているそれに極めて接近してきたということの意味していると考えて差し支えないだろう。したがって、細胞概念が私たちのそれに相当するものになったのは、この細胞説の成立を待ってであるといえることができる。しかしながら、このことは細胞という概念が不動のものになったことをも、一意的なものになったことをも決して意味してはいない。シュライデンあるいはシュヴァンの細胞概念が、今から見ればまったく不十分なものであったことについては、細胞の増殖の原理について細胞分裂を挙げていないという一点からもちろにわかることである。細胞概念の形成というできごとは、他の生物学的概念あるいは生物学以外の概念との相互作用の中で、様々な概念的揺らぎを持ちつつ進んでいった。

このような事態であるため、細胞説登場から百年を数える20世紀半ばの時期においても、俯瞰的な観点から記述を行う論者はいくつかの命題を束ねて細胞説と呼ぶより他なかった。例えば、細胞学者であったベーカーは、細胞説を構成する命題を、(1)生物が細胞からなる、(2)細胞は決まった構造をもつ、(3)細胞は細胞から分裂によって生じる、(4)細胞は物質合成の場、(5)個体としての特徴をもつ、(6)多細胞生物の細胞一つ一つが原生生物の全体に対応、(7)多細胞生物は原生生物が集合して誕生した、という七つであるとする(Baker 1949 105-106)。このベーカーの分析は大変詳細である。いわゆる細胞説は、このうちの(1)のみを指すであろうが、それだけでは十分でないものとして細胞説を描いている。しかし、それでもまだ細胞説とその当時呼ばれていた考え方の内容を十分に尽くしているとは言えない。たとえば、(4)については多様な意味を考えることができるであろう。また現代の知識に基づけば、(6)や(7)は首をかしげざるを得ないであろうし、当時としても異論をはさむ余地があったに違いない。そして、このベーカーの定義に見られる不確定性の理由の一つは、生命そのものについて私たちがいまだに十分な理解に到達していないことであると考えられるが、もしそうであるならば決して今に至っても細胞の定義の問題は解決されているとは言えず様々な新しい見方(例えばBaluska (2004))が登場することにもなる。

以下ではこういった概念の広がりについて見ながら、様々な細胞概念、細胞説を比較する。中でも、日本に導入された細胞説の内容が「本来の細胞説」(というべきであるか

どうかは微妙であるが)とどのように同じか、異なっているかに着目する。そして、そういった作業を通じ科学史における比較とは何かを考える。

ただし、本稿では、とりわけ生命論(生命とはどのようなものであるかについての議論)の側面から細胞について考える。細胞概念は、単なる一学説にとどまらず、20世紀には細胞学という分野を形成するに至る。また、遺伝学、分類学と関連し、後に生化学、分子生物学へと至る道筋をつけるのが細胞概念である。このように生物学史内部で大きな影響力をもっているが、この点についてはここでは十分に扱うことはできない。こういった個別具体的な影響の背景に存在している、生命に対する一般的、普遍的な観点を中心として扱う。このような観点から見た場合、細胞概念は少なくとも以下に示すような四つの側面を持つと言える。これらを順に扱う。これらの側面は、個々に切り離される別のものではなく、むしろ互いに重なり合うところもある。しかし、そういった関係性とそれが生み出す帰結についてはまた別の機会の課題にしたい。

4 生命の単位体としての細胞

第一の側面として、細胞概念は生命の世界における単位体の存在の考え方と結びつけて強く関連していることを挙げることができる。もちろん、生命の単位体という発想はしばしば登場し、またその内容は多様であり、細胞説登場以前の18世紀に多数のバリエーションが存在していたことは既に見たとおりである。しかし、そういった他の説の存在が霞んでしまうほどに、細胞説にとって最も重要な側面として常に強調され、注目されてきた側面でもある。こういった強調は、細胞説の始祖とされるシュライデン、シュヴァンにまで一応遡ることができる。

シュヴァンは、細胞のことを何度も「要素的部分 (Elementalteile)」と呼んでおり (Schwann 1839)、細胞が有機体全体の部分であることをはっきりと示している。それに対して、シュライデンは「すべての細胞は二重の生活を営んでいる」 (Schleiden 1838: 138) と述べており、細胞の要素性以上に全体性を重く見るところがある。この違いは、両者の研究対象が、シュライデンは植物、シュヴァンは動物と違っていることとの関連で理解可能である。しかし、このようにニュアンスの差はあったとしても、シュライデン、シュヴァンに由来する細胞説が、単位体の説として始まったということは間違いのないことである。

ただ、先に「一応遡ることができる」と書いたのは、このシュライデンとシュヴァンによる細胞説の提唱が、決してこの単位体という側面を全面的に強調したものではなかったからである。両者とも (シュヴァンについては、3つめの側面のところで具体的に見る) 生物の形態が形成される際にしたがう発生あるいは増殖の法則を求めており、したがって構造ではなく機能と関連づけて細胞を理解していた。構成要素としての単位体

という見方は、必ずしも重要な位置を占めていないのである。

ところが、この単位体という見方は、両者の説を引き継いだ論者によって、少しずつ強調されるようになっていく。たとえば、シュライデン、シュヴァン以降、細胞が分裂によって増えるという学説が確立していく中で「細胞はすべての細胞から (Omnis cellula e cellula)」というフレーズを主張して、細胞説をまとめあげると同時にそれを生理学および病理学に応用したことで知られているウィルヒョウ (Rudolf Virchow) は、講演をまとめた記念碑的著作である『細胞病理学』において、植物細胞についての記述の後に次のように述べている。

まったく同じことが動物の形態についてもいえます。いかなる動物も、生命単位の総和に他ならず、その単位はそれぞれが生命の完全な特質をそなえています。(Virchow 1858: 12)

生命の単位体としての生物という見方が、ここではいっそう明確に、つまりシュライデン、シュヴァン以上に現れている。

また、ウィルヒョウの弟子でもあったドイツの生物学者でダーウィン主義者のヘッケル (Ernst Haeckel) は、1904年に初版が出た後、何度も再版されて読み続けられた啓蒙的な著作『生命の不可思議』⁹⁾ における「細胞の概念」と記した項目において次のように述べている。

細胞説の真の確立者であるシュライデンの大きな功績は、植物の様々な組織が本来そういった細胞から成り立っているということを証明したところにある (1838年)。その後すぐにテオドル・シュヴァンは、動物の組織に関して同じことを証明した (1839年)。彼は、『動物と植物の構造ならびに成長における一致に関する顕微鏡的研究』によって細胞説を有機体の全領域に拡張したのである。両者は、細胞とは、その本質において、しっかりした膜が流動体を包含し、その中にしっかりした小体すなわち1833年にブラウンによって発見された細胞核が存在するような小胞であると見なした。(Haeckel 1904)

ウィルヒョウの理解を受け、さらに一般向けの著作という場で行われたヘッケルの理解は、ますます単位体としての細胞という側面を強める。単位体という見方が持つわかりやすさは、細胞説の一般的な受容についても大きな役割を演じたことが予想される。細胞と言えば生命の単位体という見方は、このように専門家のあいだで広がっていくと同時に、一般にも流通する言説として形を為していったのである。

こういったヘッケルやウィルヒョウ理解は、江戸末期の開国と1868年の明治維新を通じて、積極的に欧州の科学を吸収するよう努めるに至った日本にも伝わっていくことになる。明治期における代表的な動物学研究者の一人であり、日本に日本語で進化論を紹介し、動物学の基本的な教科書や啓蒙書を多数書いた石川千代松は、たとえば次のよう

にすべての生物を「細胞の群衆」と述べている。これは、日本において細胞説（つまり近代的な生物学が、ということでもあるのだが）が紹介された際の典型的な記述である。

吾人ガ今日知ル所ノ最下等ノ生物ハ動物モ植物モ共ニ皆一個ノ細胞タルニ過キスシテ、高等ナルモノニ至リテハ細胞ノ群集ヨリ成立スルモノナリ
(石川他 1894)

生物学における細胞は、化学における「原子」に喩える表現となって現れることもあった。東京帝国大学の植物学教授であった三好は、次のように述べている。

細胞ハ植物体ノ原子ニシテ、其連続、聚合ニ由リテ、導管ト為リ、繊維ト為リ、組織ト為リ、以テ根、莖、枝、葉ヨリ、花、實、種子ニ至ルマデ、複雑ナル植物体ヲ構成ス（三好 1890：14）

有機体の単位体としての細胞の理解は、細胞概念の根幹として強固に根付いていった。そして、遅れて細胞説を輸入した明治期の日本ではとりわけそうであった。

5 生命と非生命の違いを巡る細胞

こういった理解に対して、生命と非生命の違いという観点から、またそれとは正反対の方向性をもつものになるのだが生命と非生命の同一性という観点から細胞概念を捉える見方がある。これが第二の見方である。こういった見方は植物細胞に限定した議論を行っていたシュライデンには見られない一方で、動物を中心としつつも生物界全体を念頭に置いていたシュヴァンにおいてはきわめて明確に表現されている。ここではシュヴァンにおいてこの両面が明確に現れているを見たい。

まず、すぐに気づかされるのはシュヴァンの著作のタイトル「動植物の構造ならびに成長における一致」がこの点を内容として含んでいることである。これは具体的には次のような言葉で表現されている。

すべての有機的な生産物には、ひとつの普遍的な形成原理があり、そしてその形成原理とは細胞形成である、という命題の発展、ならびにこの命題から出てくる結論に、広い意味での細胞説という名を与えてもよいであろう。
(Schwann 1839: 197)

ここで「すべての有機的な生産物」と言われているところに、まず着目したい。西洋自然誌の伝統には、自然の中を鉱物界、植物界、動物界の3つの領域に区別し、それらを自然の三界と呼ぶ考え方があった。それに対して、これらのうち動物界と植物界を合わせて有機的な世界と考える発想がこの言葉に現れている。もちろんそういった発想は

シュヴァンが最初というわけではないし、必ずしも細胞説という形をとって表明されるわけではなかった¹⁰⁾ のだが、著書のタイトルにもあるように、この点が細胞説における重要なポイントであったことをシュヴァン自身が強く意識していたことは確かである。この意味で、細胞は生物の世界という一つの世界の存在を示す重要な鍵概念にあった。

この動物と植物の共通性の理解という観点は、19世紀になる頃には一般的な理解として成立しつつあった。例えば、生物学という単語が、植物学と動物学を合わせたような意味でフランス語 (biologie) およびドイツ語 (Biologie) で登場したのは、それぞれ同じ1802年と言われている。そういった中で、細胞説は動物と植物の共通性を基礎づけるものであった。

ところが、シュヴァンはこのような潮流の中にいた一方で、別の側面も持っていた。例えば、同じ1839年の著作の中で、細胞を有機体 (生物) にとって本質的なものとしながら、それが結晶の形成と同じように物理的な力によって形成されるとしている。

生物体の要素的部分の形成は、膨潤することのできる物質の結晶形成に他ならず、生物体とは、膨潤できるこのような結晶の集合体以外の何ものでもない。 (Schwann 1839: 254)

結晶とは、物質の種類ごとに決まった形をしており、また周期的に繰り返される配置を特徴とするものである。したがって各個体、部分が固有性をもつ生命という存在と結晶とは、相容れない存在であるように思える。このような観点からすれば、シュヴァンは動物と植物のあいだにあった壁を取り去ったのみならず、生命の世界と非生命の世界のあいだの壁をもまた崩そうとしているように見える。生命は細胞の集合体に他ならず、細胞は物質の集合体に他ならないのなら、生命と非生命との相違はその存在を否定されるか、あっても本質的なものではないということになりかねないからである。このように生命と非生命の違いを乗り越えるその境界領域に置かれたものが細胞であった。

アリストテレスに由来するとも主張される生氣論 (生きているものは持っており、生きていないものは持っていないような何らかの実体を想定する考え方) の発想は、こういった細胞の見方によって否定的に捉えられることになり、その逆の機械論あるいは物理 (化学) 還元主義的な発想が細胞と結びつく。簡単に言うならば、機械論とは、有機体も (複雑な機械がそうであるように) 物質の集合体に他ならないという見方であり、物理 (化学) 還元主義とは、生命現象に固有の法則性は存在せず、生命現象は物理学 (あるいは化学) の言語で記述可能であり、生命の理解は物理学および化学によって可能であるという見方である。

機械論は、「魂を持つ人間」という見方を否定し、「自由意思の存在」の考え方に挑戦する決定論的世界観にもつながりうる。そういった意味で、シュヴァンのこの主張は非常に重要な意味を持つ。機械論自体は、特にこの時代に典型的なものというわけではな

く、広くとればいつの時代にも存在してきたものといえる。特徴的なことは、シュヴァンにおいては細胞がその根拠とされたということである。細胞は、生命と非生命の橋渡しの機能を果たす概念であったと言えるだろう¹¹⁾。

細胞説の登場に対して2世紀も先行する17世紀において、既に機械論や物理（化学）還元主義といった見方自体は既に広く見られる。例えばデカルトが生命を機械に喩えたことはよく知られている。しかし、生命現象の詳細な仕組み自体が未解明であった17世紀的な機械論は、その後生命現象の複雑さが明らかになるにつれてその挑戦を受けることにもなった。時計や人形やからくりになぞらえる安易な機械の比喻では理解できないほど生命現象が複雑で精巧であることが明らかになるからである。しかし、18世紀において化学的知識が充実していくことによって、機械論は新たな戦略をとることができるようになる。生命現象が、生命以外の場面において見いだされる化学反応と同じ法則に従って起こっていることを示すことが可能になったのである。シュヴァンの位置はまさにこのようなところにある。結晶形成という化学的な知識を用いて細胞形成を理解しようとしたことは、まさに同時代の機械論の上ののった態度であると言える。生命は（生氣論の言うような）固有性をもつと同時に、（機械論の言うような）物質的基礎を持っている。このような理解を細胞という概念で基礎付けようとしたのが、シュヴァンであった。

なお、日本には必ずしも自然の三界という考え方は根付いておらず、また機械論と生氣論を巡る論争からも無縁であったため、シュヴァンのような議論はそもそも入り込む土壌を持っていなかった。したがって、この第二の点は日本における細胞説の中でほとんど位置を占めていないように見える。

6 生物学の原理としての細胞

さらに次に、この見方に加えて、第三の見方すなわち細胞という一つの基盤ができることで、生命の世界が統一的に捉えられるという見方が存在したことに着目したい。第一の見方は、細胞を単なる構成物としての単位として見るものに過ぎない。ところが、細胞研究（20世紀前半にはしばしば「細胞学」と呼ばれた）は、細胞を研究すれば生物のことがわかる、という前提があってこそ重要な研究と見なされる。そういった研究の前提となるのが、この第三の考え方であった。

この考え方は、例えばウィルヒヨウの細胞病理学に現れている。腫瘍細胞など様々な病理学的な細胞研究を通じてウィルヒヨウが到達した考え方は、すべての病理現象は細胞の現象として把握されなければならないというものであった。ここでは、細胞という概念は、生命体を理解する基礎と見なされている。例えば先の引用の続きでは次のように述べられている。

生命の特質、生命の単位は、高次の体制におけるいずれかある場所、例えば人間の脳ではなく、個々の要素、すなわち、体内の至るところに恒常的に出現する一定の構造にのみ求められるべきものです。
(Virchow 1858: 12)

また、体液病理学説とそれに対抗する固体病理学説の両方を批判しながら、次のように述べる。

いま、私たちが公正であろうとするならば、体の大部分を構成する成分に正当な認知を与え、神経を全体としてのまとまり、あるいは関連しあう単一の装置とみなしたり、血液を、単に液性の素材として足れりとする、こういう単純な見方をやめ、血液も神経系も、その内容はじつは活動的な小さな中心の集団であることを認めるべきであります。

(Virchow 1858: 16-17)

細胞について、あらゆる生物に通底し、それを研究することで生命についての理解が進む基本構造という見解が強く示されていることがわかる。現実には生命は多様であり、植物細胞と動物細胞、あるいは動物細胞であっても動物の種類によって、また構成する組織によって細胞の形態が大きく異なっているということは明白である。しかし、そういった差異を超越し、細胞という単位体が共通した何かをもっているはずであるという見方、どんな生物でもそれが生物である限りは細胞から成っているはずだという見方、逆に言えば細胞からできていないならばそれは生命とは言えないというほどの見方がここに現れている。こういった確信は、観察経験からの帰納的帰結というよりは、むしろ主観の側にある原理的な見解と言って良いであろう。

他方で、この考え方は、生物学の専門家の領域を越えて、その外にまで広がりを見せていた。生物学者以外でこういった観点を明確にしている人物の一人に、エンゲルス(Friedrich Engels)がいる。

ところが、同じころ経験的自然科学が非常に大きな躍進をとげてじつに輝かしい成果をあげたので、これによって18世紀の機械論的一面性を完全に克服することが可能になったばかりでなく、自然科学自身も、自然そのもののなかに存在している、さまざまな研究領域(力学・物理学・化学・生物学など)の諸連関を立証することによって、経験的学問から理論的学問に変わり、また、既得の成果を総括することによって、唯物論的自然認識の体系に変わった。(中略) 決定的に重要であったのは、しかし、三つの偉大な発見であった。

(中略)

第2の発見——時代から言えばこちらのほうが早い——は、シュヴァンとシュライデンとによる生物細胞の、最下等の生物を除くすべての生物がその増殖と分化とによって発生し成長する単位としての細胞の、発見である。この発見によってはじめて、生きた有機的な自然産物の研究——比較解剖学および比較生理学ならびに発生学——は、しっかりした土台を獲

得した。生物の発生と成長と構造とから秘密は一掃された。これまで不可解な驚異であったものは、解消されて、すべての多細胞生物にとって本質的には同一な或る法則に従って行われている一過程になったのである。
(エンゲルス 1999 : 341-342)

この第三の見方は、生命観のみならず自然観全般に関わる問題でもあり、したがって生物学の領域を越えて広がっていくのも無理もないことである。

また、日本においては、大正期になると見られるようになる。明治期の細胞説は、単位体としての細胞を重視する紹介が中心であった (Hayashi 1998) が、アメリカ留学から帰ってきて東京大学の動物学教室に勤めることになった谷津直秀は、そういった状況を打破しようとして次のように述べている。

細胞学 (Cytology) とは云ふまでもなく細胞 (cell) の學問なれど、是れを單に解剖學及び組織學と同様な形態學的系統の學科と考ふるは誤りにて、細胞學とは其より意味廣く生理・發生・遺傳乃性の問題即ち細胞に關係したる諸項にわたりて研究するものにて、cellular biology と云う方或はよからん。
(谷津 1912 : 14)

谷津において日本の生物学は、実験科学化されたとと言われることがよくある (福井 2001 : 31)。また谷津は、科学としての動物学という意識、科学方法論的関心をもっていた、それまでとは異なるタイプの研究者でもあった (Hayashi 1998)。第三の観点はこのように、幅広い関心を伴って現れてくるものである。他方で、谷津以前においては、こういった観点を見ることはほとんどない。

7 自然の階層性の象徴としての細胞

最後に、自然の階層性の一つのレベルとしての細胞という考え方を取り上げる。細胞はそれ自体が個体的な要素を持つと同時に、より上位のレベルの有機体 (細胞の場合は「個体」など) の構成物という側面をも持っている。このように考えると、階層構造のレベルとしての細胞という観点が明らかになる。先に述べたように、シュライデンは「二重の生活」という表現をしており、既にこの側面を明確に意識していた。しかし、こういった細胞の性質は単に細胞自身に現れているそれとして理解されるだけにととまらず、別の何かにおいて再発見され、細胞という言葉がメタファーとして用いられるようになっていく。最もよく知られているのは、有機体における細胞と、国家あるいは社会における人間とを重ね合わせる見方である。

たとえば、ウィルヒョウは次のように述べている。ここで「要素」と言われているのは、当然有機体においては細胞のことを指している。

これによって明らかなように、ある規模をもった体というものは、けっきょくのところ、つねに一種の社会的体制、社会という性格を帯びた体制に帰するものであり、個々の存在は互いに依存しあう——しかも各要素はそれ自体として独自の働きをもち、たとえその働きが他の要素に由来する刺激に触発されるときも、なおかつその固有の機能は自発のものとして発揮されるのであります。
(Virchow pp.12-13)

これが、いわゆるウィルヒョウの「細胞国家 (Zellstaat, cell state)」論とされたものである。こういったウィルヒョウの記述は、たしかに一面では、生命を理解する際に社会のアナロジーを用いたものと考えることができる。しかし、自律しつつ互いに影響し合い全体として体制を作り上げるというこの細胞の見方は、社会運動家でもあり、後に国会議員を務めたウィルヒョウに固有の社会意識の投影されたものと考えの方が理解しやすい。そうすると、単に社会を描写したものというより、社会のあるべき姿を述べたものということもでき、またそういった姿を細胞に投影して、細胞のあり方を根拠に社会のあるべき姿を述べることができるとしたものと見るのが可能である。

さらにこういったウィルヒョウのメタファーを別の方向に延長しようとしたのが、またしてもヘッケルであった。

高等な動植物の身体をその箇々の器官に分解することにより、比較解剖学者等は、すでに簡単な有機体と複合した有機体を区別したが、次いで十九世紀の後半において、細胞説のさらに発達するにおよんで、吾人は、細胞をもってあらゆる生物に共通な解剖学的基礎だと認めるに至った。この細胞をもって「基本有機体」だとする見解は、さらに吾人自身の人体もまた、すべての高等動植物の身体と等しく、元来一個の「細胞国」で、顕微鏡的の国民である箇々の細胞の幾千万から集成され、これらの細胞は、多少独立して作業し、全国家の共同の目的のために戮力するものであるとの見解を導き至った。現代細胞説におけるこの根本思想は、殊にルードルフ・ウィルヒョーによって、病中の人体に應用されて最大の効果を奏し、その『細胞病理学』は、医学上に最も重要なる改革をなした。
(Häckel 1923: 163-4)

ただし、この引用からもわかるように、ウィルヒョウと比べて細胞の自発性、独立性をあまり重んじていないところにヘッケルの細胞観の特徴がある。また、それと関連して、国家主義的な響きをもった社会観があらさまに見える。この点もまた、自由主義運動家であったウィルヒョウには見られないところである。しかし、それにもかかわらずヘッケルは、ウィルヒョウの細胞国家説を継承したつもりであり、その連続性を明言している。

このような細胞理解は、単なる一般向けのアナロジーとすべきであろうか。たしかに、そういった側面はある。しかし、国家と国民という喩えによって曖昧に表現された細胞のあり方こそが、生命科学の他分野（生理学、発生学、遺伝学その他）に同じ概念が同時に導入されるさいにむしろ意味のあることであったという評価もできる (Reynolds

2007, 2008)。科学におけるアナロジー、メタファーの機能は決して学説否定的、前進阻害的なものばかりではないし、科学にとってアナロジーやメタファーが本質的なものでないとも限らない (Hesse 1963)。したがって、科学にとって内的、外的双方で意味のあった捉え方が、この階層性の一つのレベルとしての細胞という見方であったと言って良いであろう。

このような見方は日本にも輸入されることになった。例えば、日本における動物学上の文献から、以下のような記述を発見することができる。

之ヲ生理上細胞ノ分業ト謂フ、乃チ高等動物ト下等動物トノ別ハ稍、此分業ノ度ニ歸スルモノニシテ、之ヲ人間社會ニ比較スルトキハ、其理の愈々然ルコトヲ視ルベシ

(岩川・佐々木 1885 : 8-9)

人間の體は社會である計りでなく、分業の大層進んだ社會であつて、此の社會を構成して居る一つ一つの細胞は此の社會が要する仕事の一部づゝをするものであります。

(石川 1935 : 134)

いずれも一般向けの教科書的記述であり、多細胞生物の理解を進めるための比喩としての役割を果たしている。「分業」といった表現がいずれも見られるが、こういった理解は日本では大変典型的なものである。

日本の科学者たちは、ウィルヒョウのような政治的背景を必ずしももっておらず、したがってさほど深い思い入れの入った表現として用いられているわけではなかった。また、進化論が生物学の議論というよりは社会学の議論として日本に導入されたことに対応するような、科学の領域を超えて進んでいく側面 (齋藤 (2003), 上野 (2003)) もそれほど強くなかった。そういう側面が決してないとはいえないが、あくまでも喩え話でとどまっているのが日本的な細胞の階層性の議論であると言える。

むしろ、細胞を個体に喩えるのではなく、個人を細胞に、社会を有機体に喩えるという逆の比喩の方が日本では頻繁に用いられている。ここでは、喩えるものと喩えられるものの逆転が起こっている。これは、「工場細胞」「経営細胞」といった語用法として現れる。既に第3の側面に関して触れたように、日本ではむしろ細胞自身の方が、客観的存在物とされ自明のものと見なされていた。シュライデン、シュヴァンにおいてとりわけそうであったが、細胞は対象の側というより、見方の側に関わる概念であった。ウィルヒョウにとってもそうであった。ところが、その後、とりわけ日本においてははっきりしているのだが、細胞は発案されるべき学説ではなく、発見されるべき客体となっていた。そのことを考えれば、細胞が解かれるべき謎ではなく、むしろ別のものを理解する助けとされる何かと考えられたのも理解できることである¹²⁾。

8 本稿における比較の意味との限界

ここまで、細胞という対象と概念のそれぞれにこだわって、細胞に関する自然科学研究を追いかけて、科学史における比較の事例を見てきた。細胞概念は一通りではなく、様々な含意を持っていることを、その含意の内容を4つに分類することで明らかにしてきた。

以上からわかるように、概念史における比較とは、意味の同一性を見いだすのに重要な貢献をすることができる。シュライデン、シュヴァンから始まった細胞説が、ウィルヒョウやヘッケルにおいて、また日本の生物学者たちの中で、どのように変化していくかということについて、4つの軸にそって見ることができた。

また、細胞概念の多面性を見ることによって、細胞概念が他の概念とどのようにつながっているかと言うことを明らかにすることができた。たとえば、機械論的な生命理解や、社会思想の問題とのつながりを一部に見ることができた。諸概念のネットワークについて、一結節点を中心にしなが見えたものということができるだろう。

他方で、こういった軸をはずれる部分について、十分に解説することができていないとも言えることができる。とりわけ、西洋に登場した19世紀の細胞説の中から主要な論点を抽出しているため、日本における固有性をこれらの軸と異なったところに見いだすということではできていない。これが一つの限界と言えるであろう。

さらに、こういった系譜を追うタイプの概念史の手法は、まったく新しい概念の登場を描写するのに向いていないということも言えるであろう。変化や非連続性というよりはむしろ同一性、連続性を追う手法だからである。

9 おわりに

現在、人工細胞という考え方が登場している¹³⁾。これまで、対象としての細胞は、「自ずから成った」それに限定されるものとして考察を進めてきた。つまり、自然界における「被造物」としての生命体における細胞に限定した議論を進めてきた。ここで「被造物」と述べているのは、造物主の技によるという積極的な意味においてではなく、むしろ人間が意識的に創造したわけではないという消極的な意味においてである。

ところが、構成生物学の発展は、細胞様の構成物を比較的単純な物質を材料にしながから人工的に造り出すことを可能にしつつある。仮にそれは言い過ぎであるとしても、それを長期的な目標の一つとして研究が進められつつある。もちろん、人工物があくまでも自然の模倣の範疇にとどまるならば、細胞の意味の拡張は起こらないであろう。しかし、意図するかしないかにかかわらず、人間の行為は自然を超えて進むであろう。そのとき、どのような新しい細胞説が生まれるだろうか。また歴史的に見た細胞概念の意味がどのように変化していくだろうか。今生じつつある歴史もまた、歴史に関心があるも

のにとって極めて興味深いものである。

注

- 1) 日本では、伊東・村上編(1989)他。また比較科学史研究自体を論じたものとして、Pyenson (2002)がある。
- 2) もちろん絶対的な「客体」という考え方をとる必要はない。一群のものとされる現象のまとまりが存在していれば、それらが十分に「対象」の同一性を形成する。
- 3) ここで用いる概念史の手法は、Lovejoy (1936)によって確立された科学思想史における一つの歴史の描き方である。フランスのいわゆる科学認識論 epistemologie もある意味で類似した方法を用いていると見ることができる。
- 4) 細胞に関する歴史記述については、Sachs (1875)以降様々なものがある。詳細は林 (1999) 参照。
- 5) オランダのレーウエンフック (Antonie van Leeuwenhoek)、イタリアのマルピギー (Marcello Malpighi) ら、初期に顕微鏡観察をした研究者たちについて、このようにまとめて呼ばれることがある。これは、研究方法あるいはもっと言えば初歩的な光学顕微鏡という研究手段の同一性によって包括される概念である。
- 6) 顕微鏡はいわゆる中世アラビア科学に遡るとも言われるが、実際に科学革命期の研究に影響を与えた顕微鏡はオランダ由来の顕微鏡であり、16世紀末にヤンセン親子による制作の記録、顕微鏡に関する特許を巡る争いが存在したことが知られている。
- 7) こういった概念を提唱したことで知られる一人が、文学者として著名なゲーテである。ゲーテの原植物概念については、日本では高橋義人 (1988) らの研究がある。資料としては、Goethe (1982) を参照。
- 8) 他方でももちろんシュライデン、シュヴァンの貢献をあまり高く見積もらない評価も存在している (Aschoff et al. 1938; Gerould 1922)。詳細は林 (1999)。
- 9) 日本語訳のタイトルがこうなっている。後藤格次訳の他に、大日本文明協会からも翻訳の出ている著名な科学啓蒙書である。
- 10) このような観点に立てば、細胞説の先駆概念として単位体説などとはまったく異なった考え方を挙げることができる。例えば、非有機的な世界においては作用せず、有機的な世界のみで作用する生命力 (Lebenskraft) という概念が18世紀末から19世紀初頭において提唱されていたが、こういった概念に着目することが可能である (林 1990)。
- 11) ただし、シュヴァン自身は敬虔なキリスト教徒であったということもあり、このあたりの事情は簡単ではない。
- 12) もちろん欧語にもこのような用法は存在する。原田 (2004) による NSBO (National-sozialistische Betriebszellenorganisation) の例を参照。
- 13) 詳細は、「細胞を創る」研究会のウェブページ <http://www.jscsr.org/> 等を参照のこと。

文 献

- Aschoff, L., E. Küster and W. J. Schmidt.
1938 *Hundert Jahre Zellforschung*, Berlin: Gebruder Borntraeger.
- Baker, John R.
1949 The Cell-Theory: a Restatement, History, and Critique, Part I, *Quarterly Journal Microscopical Science*, 90(1): 103-125.
- Baluska, F. Volkmann, D. and Barlow, P. W.
2004 “Eukaryotic Cells and their Cell Bodies: Cell Theory Revised”, *Annals of Botany*. 94 (1): 9-32.
- Engels, Friedrich
1985 *Dialektik der Natur*, *Karl Marx Friedrich Engels Gesamtausgabe*, Erste Abteilung, Band 26, Berlin: Dietz. (邦訳は, 1999『自然の弁証法』フリードリヒ・エンゲルス著, 秋間実, 渋谷一夫訳, 東京: 新日本出版社。)
- 福井由理子
2001 「谷津直秀『動物分類表 (1914)』について」『生物学史研究』日本科学史学会生物学史分科会 68: 31-44.
- Gerould, H.
1922 The Dawn of the Cell Theory, *The Scientific Monthly*, 14: 268-277.
- Goethe, Johann Wolfgang von
1982 『自然と象徴——自然科学論集』高橋義人, 前田富士男訳, 東京: 富山房。
- Haeckel, Ernst.
1904 *Die Lebenswunder: Gemeinverständliche Studien über die biologische Philosophie*, Leipzig: Alfred Knöner Verlag. (邦訳は, 1928『生命の不可思議 (上巻)』後藤各次訳, 東京: 岩波書店。)
- 原田昌博
2004 『ナチズムと労働者——ワイマル共和国時代のナチス経営細胞組織』東京: 勁草書房。
- 林真理
1989 「生命力と生命の学——ブルーメンバッハ, キールマイアー, ライル, トレヴィラヌス——」『生物学史研究』日本科学史学会生物学史分科会 51: 1-12.
- Hayashi, Makoto
1998 Cell Theory in its Development and Inheritance in Meiji Era Japan, *Historia Scientiarum*, 8(2): 115-132.
- 林真理
1999 「細胞概念の非本質主義的歴史試論」『生物学史研究』日本科学史学会生物学史分科会 63: 17-25.
- Hesse, Mary B.
1963 *Models and Analogies in Science*, London: Sheed and Ward. (邦訳は, 1986『科学・モデル・アナロジー』高田紀代志訳, 東京: 培風館。)
- Hooke, Robert
1665 *Micrographia: or, Some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses*. London: J. Martyn and J. Allestry.

石川千代松

1935 「第三篇 動物社会」『石川千代松全集 第1巻』東京：興文社（初出は1903年）。

石川千代松他

1894 『高等学術講義 理科 第3冊 動物学 植物学』東京：高等学術研究会。

伊東俊太郎，村上陽一郎編

1989 『比較科学史の地平（講座科学史）』東京：培風館。

岩川友太郎，佐々木忠次郎編

1885 『動物通解』東京：文部省編輯局。

Jahn, Ilse ed.

1897 *Klassische Schriften der Zellenlehre*, Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.

河本英夫

1982 「十九世紀生物学の流れ」『20世紀自然科学史 6 生物学 上』東京：三省堂。

Lovejoy, Arthur O.

1936 *The Great Chain of Being: a Study of the History of an Idea*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. (邦訳は，1975『存在の大いなる連鎖』内藤健二訳，東京：晶文社。)

三好学

1890 『植物学教科書』東京：敬業社。

Schleiden, Matthias Jakob

1838 Beiträge zur Phytogenesis, *Archive für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, 5: 137-174. reprinted in Jahn (1987)

Schwann, Theodor

1839 *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen*, Berlin: Sander.

Pyenson, Lewis

2002 Comparative History of Science, *History of Science*, 40(1): 1-33.

Reynolds, Andrew

2007 The Theory of the Cell State and the Question of Cell Autonomy in Nineteenth and Early Twentieth-Century Biology, *Science in Context*, 20(1): 71-95.

Reynolds, Andrew

2008 Ernst Haeckel and the theory of the cell state: remarks on the history of a biopolitical metaphor, *History of Science*, 46: 123-152.

Sachs, Julius von

1875 *Geschichte der Botanik von 16 Jahrhundert bis 1860*, Munchen: R. Oldenbourg.

斎藤光

2003 「個体としての生物，個体としての社会——石川千代松における進化と人間社会」『変異するダーウィニズム 進化論と社会』pp.360-408，京都：京都大学学術出版会。

Strasburger, Eduard

1910 *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*, Jena: Gustav Fischer. (邦訳は，1913『植物学 上巻 第一冊 形態学』三宅驥一，草野俊助訳，隆文館。)

高橋義人

1988 『形態と象徴——ゲーテと「緑の自然科学」』東京：岩波書店。

上野成利

- 2003 「群体としての社会——丘浅次郎における「社会」の発見をめぐって」『変異するダーウィニズム 進化論と社会』pp.318-359, 京都：京都大学学術出版会。

Virchow, Rudolf

- 1858 *Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre*. Berlin: Hirschwald. (邦訳所収は, 1988『科学の名著 第Ⅱ期 第2巻 ウィルヒョウ』東京, 朝日出版社。)

Wilson, J.Walter

- 1944 Cellular Tissue and the Dawn of the Cell Theory, *ISIS*, 35: 168-173.

八杉竜一

- 1984 『生物学の歴史 (下)』東京：日本放送出版協会。

谷津直秀

- 1912 「細胞学講話 (一)」『動物学雑誌』24(282)：14-16.