

廣池千九郎の遺伝学研究の特色

立木 教夫

「世界はいかにあるか」という問題と、「世界をいかに生きるか」という課題は決して無関係ではない。

(伊東俊太郎著『人類史の精神革命』三一〇ページ)

はじめに

立木教夫(たちきのりお)と申します。どうぞよろしくお願
いいたします。冒頭に、故伊東俊太郎先生の一文を掲げまし
た。この文章は今回の私の発表の背後にある大きな問題、つま
り、「科学」と「道徳」の間に存在する折合いの悪さを指摘し、
それを越え出る道を探究された伊東先生の結論的洞察であるの
で、引用させていただきました。議論の詳細につきましては、
ぜひ『人類史の精神革命』をお読みいただければと思います。

それでは、発表に入らせていただきます。

廣池千九郎博士(以下、廣池)は、道徳科学基礎論を、進化
論、遺伝学、心理学、脳科学、人類学等々の自然諸科学の知見
を取り入れて構築されました。今回の発表では、廣池の「遺伝
の研究」、特に「獲得形質の遺伝の研究」を中心的に取り上げ
ることにします。

発表の全体像を概観していただくために、「目次」を示しま
す。

目次

はじめに

一 基本的用語の説明

二 『論文』第三章における「獲得形質の遺伝」の研究



立木教夫客員教授

一では、廣池の遺伝学的議論を理解する上で重要な基本的用語の説明を行います。

二では、『道徳科学の論文』（以下、『論文』）第三章で体系的に構築された廣池の「遺伝」の議論をレビューし、「研究の目的」と「立論の構造と特色」を明らかにしたいと思っています。

三では、『論文』第三章において「遺伝」と「獲得形質の遺伝」を論じたことの意義と、「廣池が得た結論」を明らかにします。

四では、廣池の議論を、『論文』初版出版時点（一九二八年）以前の遺伝学の状況の中で捉え直すために、「遺伝学の歴史」を概観し、廣池に利用可能であった「遺伝学的知識」を確認し

三 『論文』第三章における「獲得形質の遺伝」の意義

四 『論文』初版出版年の前後における遺伝学関連の重要事項

五 現代的視点から廣池の結論を検討する

むすび

た上で、「獲得形質の遺伝」と関係する、「ラマルク進化論」、「生殖質説」、「エピジェネティクス」を取り上げて、詳しく説明します。

五では、廣池が示した「獲得形質の遺伝」に関する結論は、現代遺伝学の観点からどのように評価されるのかということについて、考察します。

むすびでは、本発表の結論を述べます。

一 基本的用語の説明

廣池の遺伝学研究における特色は、「獲得形質の遺伝」について詳しく論じたことにあります。廣池の議論を理解するための基本的用語として、「形質」、「獲得形質」、「獲得形質の遺伝」、また、『論文』の中で使われた「獲得形質の分類」といったことを取り上げて説明いたします。

「形質」とは、生物の持つ様々な形と性質のことです。それらは、「遺伝子で決まる遺伝的形質と、外界の影響または器官の不用で獲得される獲得形質にわかれる」と¹とされています。

「形質」に「獲得」という語がついた「獲得形質」とは、「個体がその一生の間に外界の影響、または個体において出生後に生じた体細胞突然変異などの変化によって獲得した形質」と²と説明されます。

廣池が注目したのは、「獲得形質の遺伝」ということです。その背景には、生物個体が獲得した「形質」は遺伝するの、か、という問題意識があります。

この「獲得形質の遺伝」に関する理論としては、ラマルク (Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck, 1744-1829) の「用不用説」が有名で、ダーウィン (Charles Robert Darwin, 1809-1882) やヘッケル (Ernst Heinrich Haeckel, 1834-1919) といった人たちもこれを認めていました。ところがドイツの進化生物学者・動物学者のワイスマン (August Weismann, 1834-1914) が登場して、「生殖質説」を唱え、「獲得形質の遺伝」を決定的に否定してしまいました。

十九世紀の末から一九二〇年代にかけて、ちょうど廣池が『論文』を執筆していた頃ですが、この問題を巡る論争が再び盛んになりました。この時期に提出された、「獲得形質の遺伝」の実証とされるものは、現在のところ、実験の誤りであるか、あるいは他の説明が可能であることが、一般的に承認されています。

最後に、『論文』で用いられた「獲得形質の分類」を取り上げます。廣池は、グラスゴーがん病院の研究所長で動物学者であったチャールズ・ウォーカー (Charles Edward Walker) が、『遺伝的形質とその伝達方法』 (Hereditary Characters and Their Modes of Transmissions, 1910) で示した分類を採用しています。

ウォーカーは、獲得形質を「身体的な獲得形質」と「精神的な獲得形質」とに分け、両者ともに、他からの刺激なしに生じる生まれつきの形質と、潜勢力に刺激が加えられることによって生じる獲得形質があるとしています⁴⁾。ウォーカーが、「身体的な獲得形質」だけでなく、「精神的な獲得形質」も含めて論じていたことは興味深く、廣池はこれを踏まえて、生物学的な議論だけでなく精神的な領域に踏み込んで、「獲得形質の遺伝」を考察することにしたのだと思われます。

二 『論文』第三章における「獲得形質の遺伝」の研究

『論文』第三章における「獲得形質の遺伝」の議論について、「研究の目的」と「立論の構造と特色」について述べていきます。

(一) 「研究の目的」

目的を探るための問い

廣池が、「獲得形質の遺伝」について研究した「目的」を探るために、はじめに問いを掲げてみたいと思います。

『論文』における「遺伝」の議論は、いかなる目的の下に行われたのであろうか？

「遺伝」の中でも「獲得形質の遺伝」の議論はいかなる意義を持つのか？

「獲得形質の遺伝」は最高道徳論とどのように関係するのだろうか？

といった問いです。

『論文』第三章における「遺伝」の位置づけ

「遺伝」の議論は『論文』第三章第六項で展開されていますので、第三章内における「遺伝」の議論の位置づけをしておく必要があります。そのためには、第三章の内容を詳しく辿る必要がありますが、ここでは廣池の議論の展開を要約し、第三章における「遺伝」の位置を確認することに止めておきます。

われわれ人類は、宇宙の深い歴史を背景に持ち、太陽系の第三惑星地球でスタートした生命進化、動物進化、霊長類進化、人類進化の延長線上に登場した存在であり、生命の連絡の中に埋め込まれている（第二項、第三項）。人類は、自然の影響を受け（第四項）、また、社会の影響を受けて（第五項）、今日に至っている。この生命の進化は、「遺伝」によって媒介されている（第六項）。

第三章における「遺伝」の議論の位置づけは、このように確認することができます。

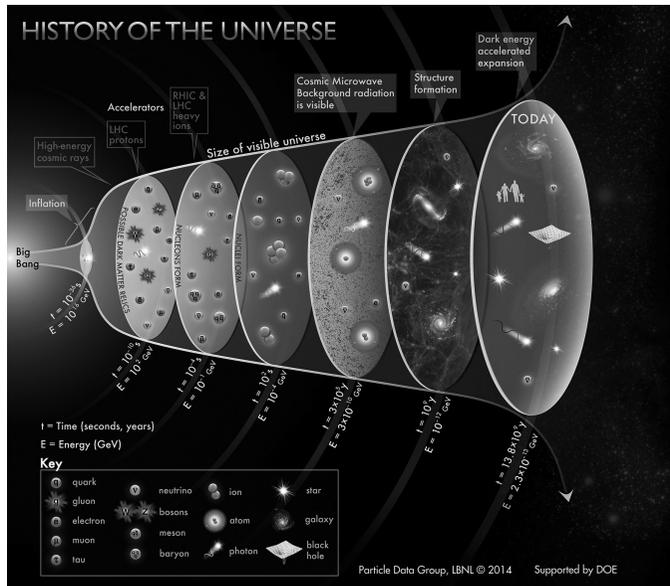
廣池の議論の特色

廣池の議論の特色を指摘しておきます。アメリカの遺伝学者テオドシウス・ドブジャンスキー（Theodosius Grygorovich Dobzhansky, 1900-1975）が「進化の新総合説」を打ち立て、「進化論」と「遺伝学」を統合したのが一九三七年（昭和十二年）のことですが、廣池は、それに先立って「進化論」と「遺伝学」を統合する視点を持っていたこと、また、今日の「ビッグヒストリー」的パースペクティブを持っていたことを、指摘することができるとでしょう。

この絵を見ていただきますと分かりますように、われわれはここ——一番右の切断面——にいます。このところにいます。これは宇宙のビッグバンから始まった全ての関係性を背景として、ここに登場してきたのだということを表しています。これがビッグヒストリーの見方です。

「階級」という言葉

ここで「階級」という言葉を取り上げます。なぜなら、廣池は「遺伝」を、『論文』第三章「人類階級の先天的原因」というタイトルの下で検討しているからです。廣池は「階級」とい



https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=msmOxEML&id=05016D76022FCF83EDFAC1B2B48430765B4EF193&thid=OIPmsmOxEMLJGFikJL_qW6ESQHaGa&mediurl=https%3A%2F%2Fi.pinimg.com%2Foriginals%2F4e%2F56%2F40%2F4e5640755fe6aed82f7e9317a794d893.jpg&exp=1560&expw=1800&q=%e3%83%93%e3%83%83%e3%82%b0%e3%83%90%e3%83%b3%e5%ae%87%e5%ae%99&simid=608005170252114852&form=IRPRST&ck=B61769A53C96FE3B8CC20A877F683794&selectedindex=0&itb=0&ajaxhist=0&ajaxserp=0&vt=0&sim=11

言葉にどのような意味を込めていたのでしょうか。このことを明らかにしておく必要があります。

廣池は、「私の申します人類の階級とは、ただ上下・貧富の階級というような狭い範囲のものでなくして、人間の賢愚の階級・健康不健康の階級・長命短命の階級・幸不幸の階級等、あらゆる人間の先天的及び後天的における運命を指したものです」と述べています。この説明により、「階級」は「運命」と関係していることが分かります。

更に廣池は、「人間各自の階級はその各個人の運命により、その各個人の運命はその各個人の祖先以来の徳の累積の結果による」というように、「階級」、「運命」、「徳の累積」ということとの関係性を指摘しています。これにより、廣池は、「徳の累積」の結果として「階級」が生じると捉えていることがわかります。

「徳の累積」・「進化」・「遺伝」・「獲得形質の遺伝」

「徳の累積」は、世代を超えて祖先以来累積されてきたものですから、これはまさに「進化」的過程であり、代々「遺伝」を通じて累積されてきたといえます。ここに重大な問題が絡んできます。つまり、われわれは、われわれが一代の間に獲得した「徳」を次世代に継承することができるのかという問題です。これを「遺伝」の問題として考えようとすると、

「獲得形質の遺伝」ということになるでしょう。

われわれが一代の間に獲得した形質を次の世代に伝達することができるとすれば、子孫の「階級」もしくは「運命」に影響を与える可能性が開けてきます。廣池は、このような「徳の累積」の可能性を支えるものとして、「獲得形質の遺伝」に注目したと思われる。『獲得形質の遺伝』を通して「徳の累積」ができるのであれば、道徳実行の効果に対する確かな根拠が与えられることになるでしょう。私は、このような形で、『論文』基礎論の「遺伝」の議論は最高道徳実行論と連結していると考えられています。

これで、最初に示した三つの問いに対する答えが得られましたので、次に、『論文』第三章における廣池の「遺伝」と「獲得形質の遺伝」に関する「立論の構造と特色」を取り上げることとしたいと思います。

(二) 「立論の構造と特色」

遺伝学の基礎知識

廣池は「遺伝」を論ずるにあたって、はじめに、遺伝学を理解するうえで必要な基礎的知識を、欧米の遺伝学書からの引用を配列することによって説明しています。それらは、〈遺伝の定義〉、〈遺伝と進化の関係〉、〈遺伝の原理〉、〈遺伝の伝達機構を担う決定子〉、〈決定子の物質的基盤とその振舞い〉、〈親子

は類似しているが微妙に異なる理由（獲得形質による）〉、〈親子が類似する理由（生殖質説による）〉といったものです。これらを解説した後に、更に「細胞分裂」と「染色体」に関しては、専門書による必要があるとして、〈染色質と核糸〉、それから当時における最先端知識であった、モーガン (Thomas Hunt Morgan, 1852-1936) らの〈遺伝の染色体説〉を取り上げています。

この中で、〈遺伝の原理〉というところに注目しておきたいと思えます。

廣池は、カースル (William Ernest Castle, 1867-1962) 、ダヴェンポート (Charles Benedict Davenport, 1866-1944) らの『遺伝と人種改良学』 (*Heredity and Eugenics, a Course of Lectures Summarizing Recent Advances in Knowledge in Variation, Heredity, and Evolution and Its Relation to Plant, Animal, ... Improvement and Welfare*) という本からの引用により、〈遺伝の原理〉は、(1) 「諸形質は大部分それぞれ独立に伝えられる」という「単位形質」の原理、(2) 「単位形質の遺伝は生殖細胞中の決定子を通じて行われる」という原理、(3) 「生殖質の連続性」の原理からなるという考え方を示しています。²⁷ この「単位形質」はメンデル遺伝学の成果であり、「決定子」と「生殖質の連続性」はワイスマンの生殖質説の成果です。

廣池が『論文』を執筆していた当時、「獲得形質の遺伝」を

認めるネオ・ラマルキストの主張と、「獲得形質の遺伝」を否定するワイスマンの主張が、競合していました。興味深いことに、廣池は「獲得形質の遺伝」を否定するワイスマンの立場に立った主張を〈遺伝の原理〉として取り上げていることです。このあと、廣池は詳しく「獲得形質の遺伝」に関する議論を検討し、自身の見解を明らかにして、ワイスマンの〈遺伝の原理〉を緩和する主張を行っています⁸⁾。

「変異」

「変異」は進化の原動力と言われ、「変異」が生じなければ進化は起こらないとされてきました。廣池は「変異」に関する説明を取り上げた後で、その影響を洞察し、「そこで人間もこの連続的変異もしくは不連続的変異を起こす原因をよく悟って、自己の退化・滅亡を防ぎ進化・繁栄を来たすようにせねばならぬことになるのです⁹⁾」と、コメントを述べています。「遺伝」は宿命と理解されていた時代にあつて、「変異」の重要性に着目し、「変異」を自己の「階級」や「運命」を変化させ得る手がかりとして捉えていたことが窺えます。

「精神遺伝」

廣池は、「遺伝はただ肉体的方面のみにとどまらず、その精神的方面もまた遺伝する」ということが、近時科学的に研究せら

れ、且つその確実なことがしだいに証明せらるるようになったようです¹⁰⁾として、生物学の範囲を超えた議論に踏み込んでいきます。ここでは、〈精神遺伝の存在〉、〈精神遺伝の大半は獲得形質〉、〈精神的形質の遺伝〉、〈精神的形質には訓練よりも遺伝が大きく関わる〉、〈知的・情緒的・道德的遺伝は生殖細胞經由で遺伝する〉といった事柄が検討されています。

「獲得形質の遺伝」

これらの議論を踏まえた上で、「獲得形質の遺伝」が取り上げられます。廣池は、「獲得形質は遺伝しないと断定する説」と、「獲得形質は遺伝しないとしても絶対的ではないとする説」を取り上げて、両者の主張内容を、歴史も含めた形で、比較しています。

「獲得形質は遺伝しないと断定する説」としては、〈ワイスマンの説〉と〈ウォレス (Alfred Russel Wallace, 1823-1913) の説〉を示しています。また、「獲得形質は遺伝しないとしても絶対的ではないとする説」としては、〈ゴールトン (Sir Francis Galton, 1822-1911) の説〉〈トムスン (Sir John Arthur Thomson, 1861-1933) の説〉〈アイマー (Gustav Heinrich Theodor Eimer, 1843-1898) の説〉〈ウォーカーの説〉を示しています。ここでは、「獲得形質の遺伝」についてどのような議論が蓄積されてきたのかを提示し、比較するに止めていま

す。

次に廣池は、哲学、社会学、歴史学にまで考察の範囲を広げて、「獲得形質も遺伝するという学説」を検討します。最初にアメリカの教育者で哲学者のハーマン・ホーン (Herman Harrell Horne, 1874-1946) の説を取り上げ、次に具体的な事例として、「個体発生及び系統発生の上より見たる獲得形質遺伝の証明」、「歴史的統計より観たる遺伝の事実」、「家系上に現れたる遺伝の事実」、「欧州の王族における遺伝の事実」を取り上げています。これらの「証明」や「事実」を検討した上で、廣池は、「一代獲得形質中、遺伝するものとせぬものとの区別はおおよそ上記の諸説によりて明らかとなりました¹¹⁾」と述べている。

更に、廣池は、「それが生殖質に影響してついに遺伝の事実となるに至るといふ心理的方法はどうであるかという問題」があることを指摘して、それは、「いまだ遺伝学の書物では分らないのです¹²⁾」と述べています。

そして、廣池は、この問題の展望を得るために、生物学から心理学に探索領域を拡大し、「獲得形質遺伝の生理学的心理学上の説明」という項目を設定し、ドイツの生理学者・哲学者・心理学者のヴィルヘルム・ヴント (Wilhelm Maximilian Wundt, 1832-1920) の〈練習による新たな中枢の結合は遺伝するといふ説〉により、ホーンの『教育における理想主義』

(*Idealism in Education*) で示された「一代の獲得形質でももし両親の神経系統をアンダーマイン (undermine 侵害) するに至れる場合にはそれが遺伝するという¹³⁾」説を補強することで、心理学的に決着をつけることができました。廣池は、「これにて大いに確実な説明が得られたように思われます¹⁴⁾」と述べています。

ここまで、相当な分量を費やして検討してきた肉体経由の「獲得形質の遺伝」の有無に関する廣池の結論は、非常に明確で、「たとい一代の獲得形質でも、深刻に人間の重要な根本部分に食い込んだならば、それは遺伝する¹⁵⁾」というものです。

「社会遺伝」

廣池は、「有機遺伝」に加えて「社会遺伝」に注目し、アメリカの細菌学者・教育者のハーバート・コン (Herbert William Conn, 1859-1917) と、同じくアメリカの生物学者・動物学者のエドウィン・コンクリン (Edwin Grant Conklin, 1863-1952) の議論を取り上げています。

コンは、〈遺伝概念が生殖質遺伝だけでなく社会遺伝にまで拡大されること〉、また、〈社会遺伝によって獲得形質の獲得・発達・改良・伝達が可能であること〉を述べ、コンクリンは、〈人間の発達における「遺伝と環境」の問題〉を論じています。これらの議論の特徴は、「有機遺伝」と「社会遺伝」の二つの

遺伝経路が存在するものの、それらは互いに独立しており、相互の影響関係はないとしたことです。

三 『論文』第三章における「獲得形質の遺伝」の意義

廣池は、「遺伝」に関する学説を検討した上で、「獲得形質の遺伝」については、「生殖質遺伝（有機遺伝）」と「社会遺伝」の二つの経路を認めています。そして、前者に関しては、伝達され得ても極めて稀¹⁶れだが、ホーンやヴントが述べたように、「一代の獲得形質でももし両親の神経系統をアンダーマイン（undermine 侵害）するに至れる場合にはそれが遺伝する」とし、また、後者に関しては、「直接に肉体に関係せず社会的に伝染して文明の制度及び施設が伝達されていく一種の遺伝がある」ということが発見された¹⁷」として、これによる「獲得形質の遺伝」を認めています。

では、「遺伝」を議論した第三章全体における「獲得形質の遺伝」の意義はどのようなものでしょうか。廣池は、第三章の結論ともいべき「第八項 宿命説及び意思自由説」において、これまでの検討を通じて、「人間の階級は先天的に決定されておる」という「古来哲学上の宿命説」は、「科学的に立証された」とした上で、「しかしこれもまた絶対的のものにはあ

らず」と述べています。それは、獲得形質が生殖質経路と社会経路で「遺伝」し得ることを見極めたことにより、「階級」「運命」「宿命」といわれてきたものに変更をもたらすことが可能となったことを受けた結論です。そして、その変更の手掛かりは人間の「自由意思」にあるとし、第四章で「自由意思」の科学的証明を説明すると述べて、第三章を結んでいます¹⁸。

四 『論文』初版出版年の前後における遺伝学関連の重要事項

『論文』第三章における廣池の「遺伝」と「獲得形質の遺伝」に関する議論の背景にある当時の遺伝学の状況を、『論文』初版出版年（一九二八年）を含む一九五三年までの範囲で、見ていくことにします。この時期、遺伝学では、顕微鏡の改良や染色技術の発明などの技術的進歩と相俟って、重要な発見が続出しました。

イギリスの進化生物学者・数理生物学者のジョン・メイナード・スミス（John Maynard-Smith, 1920-2004）は、遺伝学の主要な四つの発展段階を、「ワイスマンによる生殖質と体質の独立の概念。一九〇〇年のメンデル法則再発見にもとづく遺伝における原子説の確立。主としてT・H・モーガンらのシヨウジョウバエの研究に基づく染色体理論、そして一九五三年のワ

トソンとクリックによるDNAの構造決定に始まる分子遺伝学の成長⁽¹⁹⁾と、指摘しています。次に、遺伝学の発展を、「進化論」、「細胞生物学」、「化学物質」、「生命論」、「遺伝学」の項目に分け、年表により概観したいと思います。

(一) 遺伝学関連の重要事項の年表⁽²⁰⁾

進化論

- 一八〇一年(享和元年) ～ 一八三二年(文政五年) ラマルクが「進化論」と「獲得形質の遺伝」を論じた。
- 一八五八年(安政五年) ダーウィンとウォレスが「自然選択」に基づく「進化論」を共同発表。
- 一八五九年(安政六年) ダーウィンが『種の起原』を出版。
- 一八七一年(明治四年) ダーウィンが『人間の由来と性淘汰』を出版。
- 一八七六年(明治九年) ウォレスが『動物の地理的分布』を出版。
- 一九一二年(明治四十五年/大正元年) ウェゲナーが「大陸移動説」を提示。
- 一九三二年(昭和七年) 「自然淘汰説」と「メンデル遺伝

細胞生物学

- 一八二七年(文政十年) ヒトの「卵子」の正確な記述がなされた。
- 一八三一年(天保二年) 蘭で「細胞核」を発見。
- 一八三八年(天保九年) ～ 一八三九年(天保十年) シュライデンとシュヴァンの「細胞説」。
- 一八四一年(天保十二年) 「精子」が「性細胞」であり、「卵割」が「細胞分裂」であることが解明された。
- 一八五五年(安政元年・二年) フィルヒョウにより「細胞説」は、「すべての細胞は細胞から」と定式化された。
- 一八七三年(明治六年) 「有糸分裂」を初めて記述。
- 一八七五年(明治八年) ヘルトヴィヒにより、「受精」は雌雄の親由来の二つの「核」が物理的に結合したものであるとの結論

学」が矛盾なくつながることが示されて「進化生物学」の基本が確立。

一九三七年(昭和十二年) ドブジャンスキーによって「進化の新総合説」がつけられた。

が得られた。

遺伝学

一八七九年（明治十二年）

「核分裂」は「染色体」の「縦分裂」と、生じた「娘染色体」の

一八六五年（慶応元年）

メンデルが「遺伝の根本法則」を
発見。

「娘核への移動」とからなることを
発見。

一八六九年（明治二年）

ゴールトンがヒトの「知能」に遺
伝的基礎があると結論。

一八九六年（明治二十九年）

ウィルソンが「細胞学」に関
する情報の精華をまとめた『発生
と遺伝における細胞』を出版。

一八六九年（明治二年）

ゴールトンが「遺伝と環境」の問
題に関して「双生児研究」の重要
性を指摘。

化学物質

一八三九年（天保九年）

化学論文で「タンパク質 (protein)」
という語が初めて使われた。

一八八二年（明治十五年）

「有糸分裂 (mitosis)」という術
語がつけられた。

一八七一年（明治四年）

ミーシャーが「ヌクレイン
(nuclein)」（核酸とタンパク質の
混合物）を発見。

一八八三年（明治十六年）

「減数分裂」が解明された。
ワイスマンが「生殖質」という
概念に基づく遺伝学説を提唱し、
「生殖質の連続性」を主張し、「獲
得形質の遺伝」を否定した。

一八七六年（明治九年）

「トリプシン」発見により「酵素
(enzyme)」という語がつけられた。

一八八五年（明治十八年）

ウニの受精で「卵」と「精子」
の「核」が融合することが観察さ
れた。

生命論

一八六一年（万延元・二年、文久元年）

パストゥールが実
験的に「生命の自然発生」を否定。

一八八七年（明治二十年）

ベネデンとボヴェリが「配偶子
細胞」における「染色体減数」を

観察した。

一八八八年(明治二十一年) フォン・ヴァルダイアーが「染色体(chromosome)」という術語を導入した。

一八八九年(明治二十二年) ワイスマンが『遺伝に関する論文集』を出版。

一八八九年(明治二十二年) ゴールトンが「生物測定学」と「変異の統計学的研究」の基礎をつくった。

一八八九年(明治二十二年) ド・フリースが『細胞内パンゲネシス』を出版。

一八九二年(明治二十五年) ワイスマンが『生殖質説、一つの遺伝理論』を出版。

一九〇〇年(明治三十三年) メンデルの法則の「再」発見。

一九〇一年(明治三十四年) ド・フリースが「突然変異説」を発表。

一九〇一年(明治三十四年) 「減数分裂」では母方の染色体は父方の染色体とのみ「対合」することを発見。

一九〇二年(明治三十五年) ギヤロッドが「メンデル遺伝学」は「人間」にも適用できることを示した。

一九〇二年(明治三十五年) ベイトソンが「単位形質」[E, F₁, F₂, F₃]という言葉と記号を導入した。

一九〇二年(明治三十五年) ボヴェリが「正常な発生に必要なのは染色体の本数ではなく、正しい組み合わせの染色体である」と述べた。

一九〇二年～一九〇三年(明治三十五年～三十六年) サットンが「減数分裂」を完全に記述し、「ボヴェリの染色体分離」と「メンデルの法則」との関係を確認し、メンデルリズムに「細胞学的基礎」を与えた。

一九〇五年(明治三十八年) ベイトソンが「エピスタシス」を発見。

一九〇五年(明治三十八年) ベイトソンが「遺伝学(genetics)」という語をつくった。

一九〇五年(明治三十八年) ベイトソンが「遺伝学」を発見。

一九〇六年(明治三十九年) 「連鎖」を発見。

一九〇六年(明治三十九年) 「遺伝学(genetics)」という新しい学問が公式に誕生。

一九〇八年(明治四十一年) 「集団遺伝学」における「ハー

デー・ワインベルクの法則」の

発見。

一九〇九年（明治四十二年） ヨハンセンが『精密遺伝学原

理』を出版。「Gen（遺伝子、英語の gene）」、「表現型 (phenotype)」、「遺伝子型 (genotype)」などの術語をつくった。

一九〇九年（明治四十二年） 「非メンデル遺伝」を発見。

一九一〇年（明治四十三年） モーガンが「伴性遺伝」を発見。

一九一一年（明治四十四年） モーガンらが「染色体」上に

「遺伝子」が局在するという「遺伝の染色体説」を確定。

一九一三年（大正二年） スタートヴァントが初めて「遺伝

地図」を作製。

一九一五年（大正四年） ブリッジズが最初の「ホメオテイ

ク変異体」の事例を発見。

一九二七年（昭和二年） マラーが「X線」で人為的に「遺

伝子突然変異」を誘発できることを証明。

一九四二年（昭和十七年） ウォーデントンが「エピジェネ

ティクス (epigenetics)」という語をつくった。

一九四四年（昭和十九年） エーヴリーが「遺伝子の実体が

DNA」であることを発見。

一九五三年（昭和二十八年） ワトソンとクリックにより、

「DNAの二重らせん構造」が発見され、これにより「遺伝を担うDNAの構造」が解明されただけでなく、「遺伝の仕組み」まで同時に解明された。「分子生物学」の誕生。

(二)「獲得形質の遺伝」に関連する年表中の重要事項

次に、この年表の中から「獲得形質の遺伝」に関連する重要項目を三つ取り出して、説明を加えていきます。

「ラマルク進化論」

一番目は、一八〇一年から一八二二年にかけて「ラマルク進化論」が形成されてきたことです。フランスの博物学者・進化論者ジャン＝バティスト・ラマルクが、『無脊椎動物の体系』（一八〇一）で進化を論じ、『動物哲学』（二巻）（一八〇九）で、「適応形質の不断の強化と完成によって種は徐々に新しい種へと変化する」と、また獲得形質が子孫に伝えられることを提唱²¹⁾し、『無脊椎動物誌』（七巻）（一八一五—一八二二）

で、進化論を詳述しました。

そして、十九世紀における進化論の確立以降、ラマルクの学説を發展させた「ネオ・ラマルキズム」の有力な流派がフランスとアメリカに成立し、「定向進化説」などが論じられました。遺伝学者であり、科学史の専門家でもあるジャン・ドゥーシュ(Jean Deutsch) は、フランスでは、大部分のフランス人は、二十世紀中頃まで「ネオ・ラマルキスト」であつたと述べています。⁽²²⁾

ワイスマンの「生殖質説」

二番目は、「生殖質説」です。これは、一八八三年から一八九二年にかけてワイスマンが発表した遺伝理論です。「生殖質(germplasm、独 Keimplasma)」とは、生物の遺伝と生殖に關与する生物体の要素、つまり、「遺伝物質」であり、これは生殖細胞の核にある染色質に含まれ、個体発生と受精を通じて次の世代へと順次受けつがれていくと考えられていました。これを「生殖質の連続性(独 Kontinuität des Keimplasmas)」と言います。⁽²³⁾

これはつまり、「遺伝情報は精子と卵子の細胞だけに含まれており、獲得形質が精子や卵子に伝わる直接的なメカニズムはない」という説です。⁽²⁴⁾

ワイスマンは、「生殖質」は階層構造をもっていると考えて

いました。第一の階層は、同化・代謝・成長・分裂増殖を営む「ビオフィォア(biophore)」と呼ばれる「仮想的粒子」です。第二の階層は、「ビオフィォア」が集合して特定の順序に並んで、生物の遺伝・発生を支配する「デターミニナント(determinant決定子)」、第三の階層は、「デターミニナント」が複合した、「遺伝子」に相当する「イド(id)」⁽²⁵⁾、そして、第四の階層は、「イド」が集合した、「染色体」に相当する「イダン(idants)」⁽²⁶⁾です。この全体が「生殖質」を構成していましたが。⁽²⁵⁾

「受精」により、両親由来の「生殖質」が結合します。「卵割」において、核内で一定の配列をしている「デターミニナント」は、「体細胞系列では遺伝的不等分裂(独 *erfungleiche Teilung*)」をして、次第に特定の細胞にふりわけられ、配分されたデターミニナントに応じてそれぞれの細胞特性が決定する」とし、また、「生殖細胞系列では、初めの生殖質の一部はそのままの形で、分解されずに細胞から娘細胞に受けつがれ、新個体の生殖細胞の核を形成する(遺伝的等分裂)」⁽²⁶⁾としました。

「個体発生」で生殖細胞の形成に導く細胞系列は、「生殖系列(germ track, germ line 独 Keimbahn, 胚道 胚軌)」⁽²⁷⁾と呼ばれます。

「生殖質」は、世代を重ねて伝えられ、不変です。生物の内的「変異」は、両親の「生殖質」の「混合」(アンフィミクス *amphimixis*)⁽²⁸⁾によってのみ起こるとされました。

このワイスマンの「生殖質説」は、メンデル遺伝学が再発見される以前に、また、減数分裂が完全に記述される以前に、理論化されたものですが、しかし、先に指摘しましたように、メイナード・スミスは、遺伝学の発展における四つの主要な段階の第一段階を構成した理論であると評価しています。

「生殖質説」以前は、チャールズ・ダーウィンが『飼育動物の変異』(*The Variation of Animals and Plants Under Domestication*, 1868)の中で仮説として述べた「パンゲン説(pangenesis)」がパラダイムでした。⁽²⁸⁾これは、「動植物の体の各部の細胞には自己増殖性の粒子である「ジェミュール(gemmule)」が含まれており、これは血管や道管を通じて生殖細胞に集まり、それによって子孫に伝えられ、子孫でまた体の各器官に分散していつて親の特徴を伝えるという説」であり、「環境の影響がジェミュールにとりこまれて子孫に伝えられるというように、「獲得形質の遺伝」を認め「る」説」でありました。⁽³⁰⁾

ワイスマンが行った、マウスの尻尾を切除し、その後には交配する作業を何世代にもわたって行い、尻尾のないマウスが生まれてくるかどうかを確認した実験は、ダーウィンの「パンゲン説」を打ち砕く目的で行われたものでした。「パンゲン説」からするならば、尻尾のないマウスが生まれるはずでしたが、そのような兆候はまったく見られませんでした。これにより、「ジェ

ミール」による「獲得形質の遺伝」を認める「パンゲン説」の主張は、否定されることとなりました。⁽³¹⁾

「エピジェネティクス」

三番目は、「エピジェネティクス」です。はじめに「エピジェネシス(epigenesis 後生説)」という語について申し上げます。この語は、卵細胞や精子の中に予め小さく出来上がった子孫が含まれているとする「前生説(preformation)」に対するものとして、十七世紀にイギリスの生理学者・医師ウィリアム・ハーヴェイ(William Harvey, 1578-1657)によってつくられたもので、その意味するところは、「雌の体内で既存のものに介在なしに胚が新規に形成される」ということでした。⁽³²⁾

その後、イギリスの遺伝学者・動物学者コンラッド・ウォーデントン(Conrad Hal Waddington, 1905-1975)が、「エピジェネティック・ランドスケープ(地形)」⁽³³⁾という考え方を導入して、「遺伝子とその表現型をもたらす遺伝子産物との間の因果的相互作用」の研究を切り拓き、その学問分野を表す言葉として、「エピジェネティクス(epigenetics; epigenesis+genetics)」という語をつくり出しました。⁽³⁴⁾

ウォーデントンの「エピジェネティック・ランドスケープ(地形)」により、遺伝子が直接的に表現型を規定するという従来の考え方は改められることになりました。⁽³⁵⁾

一九八〇年代以降、「クロマチン（染色質）構造」の制御に対する理解が進み、「エピジェネティクス」は、有糸分裂（まれには減数分裂も）の過程を通じて、「DNA配列の変化を伴わない情報伝達」を研究する新たな遺伝学の一分野として、発展を続けています。³⁶⁾

五 現代的視点から廣池の結論を検討する

現代的視点から廣池の結論を検討することになります。『論文』初版出版から九十五年後の現在（二〇二三年）、「生殖質遺伝」と「社会遺伝」という二つの経路に分けて「獲得形質の遺伝」の可能性を論じた廣池の結論は、どのように評価できるのでしょうか。ぜひ、この点に触れておかなければなりません。「生殖質遺伝」に関しては、「エピジェネティクス」の知見により、また、「社会遺伝」に関しては、「遺伝子文化共進化」の知見により、廣池の結論の今日的評価を探ってみることにしたいと思います。

(一) 生殖質經由の獲得形質の遺伝

「遺伝子DNA」經由では？

「遺伝子DNA」を介する「獲得形質の遺伝」は否定されています。分子生物学の「セントラルドグマ」により、遺伝情報

は、「DNA⇄RNA」⇄タンパク質というように、核酸からタンパク質へと伝達されますが、ひとたび情報がタンパク質に写されてしまうと、その情報がタンパク質から核酸へ、あるいはタンパク質からタンパク質へ伝達されることはないといわれています。³⁷⁾

今回は遺伝学の発展を一九五三年までの範囲で見ましたが、その後の分子遺伝学の発展は目覚ましく、近年では「ゲノム編集」技術を使った形質獲得が実現しています。ヒトでは倫理的問題があり、他の動物で行われているようなゲノム編集は行えませんが、「獲得形質の遺伝」の議論は、現実に新たなレベルでの展開が始まっています。

「エピジェネティック修飾」經由では？

次は、「エピジェネティック修飾」を介する「獲得形質の遺伝」は、どうかという問題です。「エピジェネティクス」の発展の中で、DNAの「メチル化」やヒストンに対する「エピジェネティック修飾」によって、「環境」と「遺伝」の分子レベルでのつながりが明らかにされ、化学物質、栄養、感染・炎症、天候・気候、親のケア、生活習慣などが、エピジェネティックに遺伝子の発現を変化させることが分かっています。³⁸⁾

「植物」における「獲得形質の遺伝」については、「外部の影響

響でDNAのメチル化状態が変化し、これが子孫に伝わるともに個体の形質を変える可能性がある」と、明確に述べられています。

では、「動物」ではどうでしょうか。

「スウェーデンの三世代にわたる疫学研究 (Overkalix study) により、祖父が思春期までに過食すると、孫の糖尿病による死亡率が高くなることが示されている。高脂肪食を与えられた雄ラットの仔では、インスリンの分泌低下と耐糖能異常が認められ、低タンパク質食を与えられた雄マウスの仔の肝臓では、脂質やコレステロール生合成に關与する遺伝子の発現が上昇し、DNAメチル化も対象群と異なっていたという報告がある。これらは精子を介してエピジェネティックな情報が伝わった結果である可能性がある」と

といった事例とともに、

「哺乳類のエピジェネティックな情報の世代間伝承は、一般的ではないものの、実際に存在する可能性がある」

と述べられています。⁽⁴⁰⁾

もう一つ、事例を取り上げておきましょう。

二〇一四年に、ディアスとレスラーは、『ネイチャー・ニューロサイエンス』誌に、「親の嗅覚経験は後の世代の行動と神経構造に影響を与える」と題する論文を発表しました。⁽⁴¹⁾

彼らは、嗅覚の分子特異性を利用して、雄マウスにアセトフェノンの匂いを嗅がせると同時に電気ショックを与え、匂いだけで恐怖を感じるように条件付けを行いました (「トラウマ的暴露 (traumatic exposure))。この匂いによる条件付けは、子世代そして孫世代に受け継がれました。エピジェネティックな情報は、精子を介して伝達されたと推定されています。では、体細胞で感知された情報はいかにして精子に伝えられたのでしょうか。この点に関連してエクソソームが注目されています。エクソソームは、直径五〇〜一五〇nmほどの顆粒状小胞で、内部にmRNAやマイクロRNA等を含み、細胞間の情報伝達に關与している可能性がある」とされています。「全身の細胞から何かの「情報」を得て、それを粒子の中に詰め込み、血液を通して精子や卵子のような生殖細胞へと伝えていく。そういった物理的経路が、実際に哺乳類に存在するかも知れない。その可能性が提示された」と述べられています。⁽⁴²⁾

この研究は、「たとい一代の獲得形質でも、深刻に人間の重要な根本部分に食い込んだならば、それは遺伝する」とした廣池の結論をサポートする内容となっています。

(二)「社会遺伝」經由の「獲得形質の遺伝」

「社会遺伝」經由の「獲得形質の遺伝」です。廣池が、コンやコンクリンの議論を踏まえて、「獲得形質の遺伝」を「生殖質遺伝」と「社会遺伝」に分けて論じた時、両者間の相互作用は存在しないと考えていました。しかし、近年、「進化心理学」において重視されている「遺伝子-文化共進化 (gene-culture coevolution)」では、これらのシステムが相互に影響し合うことが示されています。

カナダの進化心理学者デニス・クレブズ (Dennis L. Krebs) は、「脳」、「遺伝子」、「文化」を取りあげて、いかにして、「生物学的進化」と「文化的進化」の間で「共進化的絡み合い」が生じるのかを、次のように述べています。

「人間は、自分たちが作り出した新たな文化に負荷的 (culture-laden) な社会的世界へうまく適応するように誘導する脳メカニズムを持っているが、そのような脳メカニズムの発達を導くのは遺伝子である。そのような特性を備えた遺伝子を受け継いだ初期人類集団のメンバーは、これらの脳メカニズムを進化させることによって、それらを受け継がなかった者よりも、社会的世界へよりうまく適応することができただろう。このように、生物学的進化 (例えば、社会的学習メカニズムの淘汰) が文化的進化を導いた

だけでなく、文化的進化 (例えば、道具、武器、死刑やだまし屋の追放を規定する規範) もまた生物学的進化を導き、これら二つのプロセスの相互作用は、相互支持的に拡大する仕方でも生じたであろう。文化の適応価は、文化の創出・伝播を可能にする心的メカニズムの適応価を増大させ、これはまた文化量を増大させ、それはさらにその脳メカニズムの適応価を増大させたであろう⁽⁴⁾。

ここには、「生物学的進化」が「文化的進化」を導いただけでなく、「文化的進化」もまた「生物学的進化」を導いたと述べられています。また「生物学的進化」は世代間での遺伝子の継承を含み、「文化的進化」は世代間での文化の継承を含んでおり、それらの継承は、「遺伝 (heredity, inheritance)」に外なりませんから、この記述は、「生殖質遺伝」と「社会遺伝」の間の相互作用を述べたものであると理解することができます。

むすび

「生殖質」經由の「獲得形質の遺伝」については、ラマルクによつて提唱され、ダーウィンもヘッケルも認めていましたが、ワイスマンの「生殖質説」により否定され、更に後に、分子生物学の「セントラルドグマ」により否定されました。しかし、

近年の「エビジェネティクス」の発展により、新たな観点から「獲得形質の遺伝」に光が当てられるようになってきました。

廣池は、当時の科学的成果を精査した上で、心理学、社会学、歴史学、哲学にまで視野を広げて考察し、「獲得形質の遺伝」の可能性と不可能性を見極め、可能性を残す方向で『論文』の議論を構築しました。今日から見ると、廣池が得た「獲得形質の遺伝」に関する結論は、相当長い間、科学的に否定された状態にありましたが、科学が発展する中で、その結論の正しさが支持されるようになってきました。

廣池は、「獲得形質の遺伝」可能性の延長線上に、「徳」の累積、「階級」・「運命」の変更といった道德的目的を位置づけていました。今日、科学はますます精密化の度合いを押し進めており、廣池が示した道德的目的と分子レベルの遺伝学研究成果との間の溝は途方もなく拡大し、容易にその間に橋を架けることはできないように思われますが、私は、科学研究の進展を通して、徐々に両者を架橋する確かな経路が見いだされることになるものと、期待しています。

現時点で確認できることは、廣池が「獲得形質の遺伝」に関して示した結論は、誤りではなかったということです。この「誤りではなかった」という確認は重要です。なぜなら、われわれは、この確認ができたことで、廣池が切り拓いた「道德の科学研究」を着実に継承・発展させていくことができる、確

かな基盤を得たことになるからです。

以上で私の発表を終わりにさせていただきます。お聴き取り頂き、ありがとうございました。

注

- (1) 岩佐庸・倉谷滋・斎藤成也・塚谷裕一編集『岩波 生物学辞典 第五版』三八七ページ(以下、数字のみ示す)。
- (2) 前掲書、二〇六。
- (3) 前掲書、二〇六―二〇七。
- (4) 前掲書、一五九―一六〇。
- (5) 前掲書、一〇五。
- (6) 廣池千九郎著『新版 論文9』二五八。
- (7) 廣池千九郎著『新版 論文1』一五三―一五四。
- (8) 前掲書、二二七、参照。
- (9) 前掲書、一六五。
- (10) 前掲書、一六九。
- (11) 前掲書、二二二。
- (12) 前掲書、二二二。
- (13) 前掲書、二二三。
- (14) 前掲書、二二三。
- (15) 前掲書、二二七―二二八。
- (16) 前掲書、一八六。
- (17) 前掲書、二二九。
- (18) 前掲書、二五〇―二五一。
- (19) ジョン・メイナード・スミス著・木村武二訳『生物学のすず

め」二一六。

- (20) 本年表作成において、次の文献および情報を参照した。King & Stansfield, *A Dictionary of Genetics*. Oxford University Press の年表。なお、本書第五版の年表は、国立遺伝学研究所の遺伝学電子博物館の「遺伝学年表」(https://www.nig.ac.jp/museum/history/13_ahml) に訳出されており、第六版は、西郷薫・布山喜章・佐野弓子訳『遺伝学用語辞典』として日本語訳が出版されている。さらにまた、二〇一三年に第八版が出版されたので、記述に変更のある場合は、第八版の記述によった。その他に参照した文献は、『岩波生物学辞典 第五版』、ジャン・ドゥーシユ著・佐藤直樹訳『進化する遺伝子概念』、伊東俊太郎・坂本賢三・山田慶児・村上陽一郎編『科学史技術史事典』、John C. Avise, *Conceptual Breakthroughs in Evolutionary Genetics: A Brief History of Shifting Paradigms* 等である。
- (21) <https://www.nig.ac.jp/museum/history13.html>
- (22) ジャン・ドゥーシユ著・佐藤直樹訳『進化する遺伝子概念』四八。
- (23) 『岩波 生物学辞典 第五版』七五七。
- (24) シッタール・ムカジー著・仲野徹監修・田中文訳『遺伝子—親密なる人類史(上)』九一。
- (25) ジャン・ドゥーシユ、五一—五三。
- (26) 『岩波 生物学辞典 第五版』七五七。
- (27) 前掲書、七五七。
- (28) 前掲書、七五七。
- (29) John C. Avise, *Conceptual Breakthroughs in Evolutionary Genetics: A Brief History of Shifting Paradigms*, 15-16.

- (30) 『岩波 生物学辞典 第五版』一一一九。
- (31) シッタール・ムカジー、九一。
- (32) ジャン・ドゥーシユ、一九八。
- (33) 前掲書、一九八。
- (34) John C. Avise, 47-48.
- (35) John C. Avise, 47-48.
- (36) ジャン・ドゥーシユ、二〇二。
- (37) 『岩波 生物学辞典 第五版』八一六。
- (38) 鶴木元香・佐々木裕之著『もつとよくわかる！ エピジェネティクス 環境に応じて細胞の個性を生むプログラム』二一—二二。
- (39) 『岩波 生物学辞典 第五版』二〇六—二〇七。
- (40) 鶴木元香・佐々木裕之、一一一—一一三。
- (41) Brian G. Dias, Kerry J. Ressler, Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations, *Nature Neuroscience*, 2014 Jan; 17 (1): pp. 89-96.
- (42) 中屋敷均著『遺伝子とは何か？—現代生命科学の新たな謎—』一九四—一九八ページを参照し、一部引用した。

参考文献

- 伊東俊太郎著『人類史の精神革命』中央公論新社、二〇二二年。
- 伊東俊太郎・坂本賢三・山田慶児・村上陽一郎編『科学史技術史事典』弘文堂、一九八三年。
- 岩佐庸・倉谷滋・斎藤成也・塚谷裕二編集『岩波 生物学辞典 第五版』岩波書店、二〇一三年。
- 鶴木元香・佐々木裕之著『もつとよくわかる！ エピジェネティクス

環境に応じて細胞の個性を生むプログラム』羊土社、二〇二〇年。
 西郷薫・布山喜章・佐野弓子訳『遺伝学用語辞典』化学同人社、二〇〇五年。

シッタール・ムカジー著・仲野徹監修・田中文訳『遺伝子―親密なる人類史(上)』早川書房、二〇一八年。

ジャン・ドゥーシユ著・佐藤直樹訳『進化する遺伝子概念』みすず書房、二〇一五年。

ジョン・メイナード・スミス著・木村武二訳『生物学のすすめ』筑摩書房、二〇一六年。

中屋敷均著『遺伝子とは何か?―現代生命科学の新たな謎―』講談社ブルーバックス、二〇二二年。

廣池千九郎著『新版 道德科学の論文1』広池学園出版部、昭和六一(一九八六)年。

廣池千九郎著『新版 道德科学の論文9』広池学園出版部、昭和六一(一九八六)年。

John C. Avise, *Conceptual Breakthroughs in Evolutionary Genetics: A Brief History of Shifting Paradigms*, Academic Press, 2014

King & Stansfield, *A Dictionary of Genetics*, The 8th Ed, Oxford University Press, 2013.

Dennis L. Krebs, *Survival of the Virtuous: How We Became a Moral Animal*, Oxford University Press, 2022.

* このたび、「廣池千九郎の遺伝学研究の特色」(令和五「二〇二三年度オンライン道德科学研究フォーラム②」/『道德科学の論文』を現代的視点からとらえる(1) 人間・生命・精神の進化』公益財団法人モラロジー道德教育財団・道德科学研究所、令和六

(二〇二四)年二月一四日発行)を『モラロジー研究』(第91号)に収録するに際して、加筆・修正を行った。

