

「生命の起源」の科学論

山田 久就[†]

Scientific theory of “Origin of life”

Hisanari Yamada

1. 序論

科学者間で視点も具体性も異なる「生命の起源」の各研究について、科学論一般の各先行研究を見直した上で、それらを「生命の起源」各仮説へ適用して既存研究の検証をおこなう。

1.1 研究の目的

本研究の目的は、「『生命の起源』各研究の総体（全体像）」を、科学論として俯瞰的に捉えることである。

物理学者、生物学者、遺伝学者、哲学者、生化学者、地質学者、天文学者などが、これまでに論じてきている「生命の起源」は、研究者の立場によって、多種多様であり、視点も具体性も異なっている。

これらの異なる「生命の起源」各研究を、それらの相互関連性も併せてみてみることで、総体的に把握することを試みる。そして、全体像を再提示するものである。

1.2 科学論一般の各先行研究

各立場の違いを超えた研究間の繋ぎとして、共通の土台や尺度基準になることを期待できるものとして、科学論がある。

まずは、「生命の起源」各研究に限定されない科学論一般の各先行研究を以下に記す。

パラダイムは、科学者間で共有される理論模範である。1962年に、トーマス・サミュエル・クーンが「科学革命の構造」において物理学を中心題材として著したものである。パラダイム説は、パラダイムの転換を科学革命と捉えた断続突発的進歩の科学観である。（クーン1962 [1]）

そして、都城秋穂は、パラダイム説が物理学の領域を越えて各研究分野の理論を理解する手段になると示している。（都城秋穂1998 [2]）

全ての研究成果は、今までと異なる何らかの新たな発見である。小さくても発見という喜びや一部の認識の改めなどは、「小さな科学革命」と表現できる。多くの人々が関わるような「大きな科学革命」を「パラダイムの転換」と

呼べるといえる。

ある科学革命とその後の理論は、その科学革命前の観察、実験、理論等によっても支えられている。都城秋穂は、これを「異なる理論を比較できる共通枠」と捉えた（都城秋穂1998 [3]）。つまり、科学革命前後を、理解不可能な断絶の状態と見るのではなく、「科学革命前後を貫く連続性」のある状態と認識できる。

人々の発見、納得などは、突然起きるように見えても、それまでのその人の感情、知識、経験などで裏打ちされているといえる。新たな理論は、人々が理解できてはじめて、それらの人々に受け入れられる。

すなわち、大きな科学革命（パラダイムの転換）は、人々の理解と支持無くして成し得ないことも意味する。

イムレ・ラカトシュは、1978年に著した「科学的研究プログラムの方法論」にて、防御帯で守られた不変化の中核理論を見出した。（ラカトシュ1978 [4]）

更に、都城秋穂は、この「ラカトシュの科学的研究プログラム」を、「クーンのパラダイム説で現れる通常科学の仕事のメカニズム（クーン1962 [5]）」と捉えた（都城秋穂1998 [6]）。

また、ウルリッヒ・ベックは、サブ政治化する専門能を題材に、各人が専門性を理解し始めると、総体の課題を見逃し、個別課題のみの解決で「良し」とする視野狭窄を指摘した。（ベック1998 [7]）

つまり、パラダイムを形成する主要な理論が守られて直接検証されない「不可侵の中核理論」となり、他の研究との連携も疎かになり、「周辺理論のみでの独自深化」で特化する個別研究の姿を示している。仮に周辺理論が崩壊しても、中核理論は保持され、周辺理論のみが破棄されるが、周辺理論の精度が上がると中核理論の成果とも見做される。

これらの状況は、パラダイムの主要理論が「不可侵の中核理論」に追いやられて、その周りを構成する補助理論や付属仮説などで「周辺理論のみでの独自深化」を遂げていることを示している。更に、その「周辺理論のみでの独自深化」の過程は、「科学革命前後を貫く連続性」に担保さ

[†]2022年度修了（自然環境科学プログラム）

れた「小さな科学革命」の繰返しとなっている。(図1)

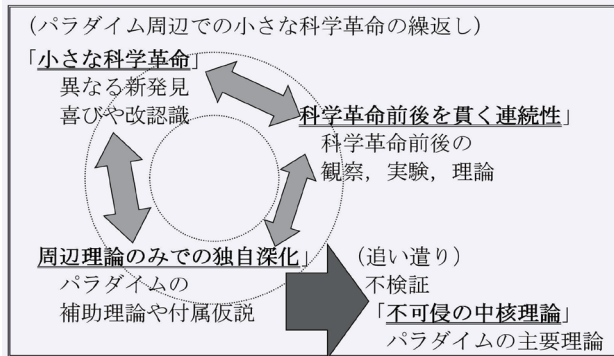


図1 患者と医師の関係性 [19]

1.3 「『生命の起源』の研究史」に関する先行研究

レイ・パスツールは、1861年の著書「大気中に存在する有機体性微粒子に関する報告書。自然発生説の検討」の第一章に「自然発生説の歴史」を置いた。

パスツールは、一部の者が「自然発生説の容認」へ傾いたとした。それは、顕微鏡による微生物の発見がなされるも、微生物の個体発生の起源を観察によって説明できない人々である。また、顕微鏡下で発見した諸成果を空想によって拡大の上、見えぬ存在をも信じて、「自然発生説の容認」を反対する者も現れたとした。パスツールは、これら双方初期の見解根拠を、検討に耐えぬものと評した。そして、検討に値する根拠を示そうとする「その後の実験」の経緯を、「ニーダム対スパンツァーニの論争」、「『ニーダム及びビュフォンの思想』と『シャルル・ボネの説』の対立」などとして記述する。(パスツール1861 [8])

同著を邦訳した山口清三郎は、その解説において、アリストテレスが自然発生に公然の承認を与え、更に、アリストテレスの後継者たちの放縦な空想によって、自然発生リストが増補され、膨大な量に達したとする。やがて時を経て、「自然発生説の容認」の反対者が、賛成者の根拠とする「実験」の欠陥を暴露することに専念していたが、反証実験に苦慮していたとする。[9]

そして、山口清三郎は、パスツールの独創的な実験方法を、暴露の域を超えた「完璧な論理的構成」を持つものとして位置づけて、プーシェとパスツールとの論争を、「博物学対近代実験生物学の抗争」でもあったと記述している(「大気中の塵埃の中に、繁殖力を持つ微生物の萌芽が実際に存在し、『煮沸された有機性の液が空気に接触して発生する全ての生物』は、空中の萌芽に起源をもつ」ことを示したとする)。[10]

パスツールや山口清三郎は、自然発生に対する認識の変遷を、賛否両派の対立の視点で捉えてきているといえる(後述する本研究の主眼は、対立外の視点を取り扱う)。

米本昌平は、「生命科学が系統的懐疑という科学の品質管理の手続きをせずにきて、科学史の研究主体となるものが見当たらない。」とするとともに、理想と考える科学史

研究を、「遠くない将来の科学革命を信じ、それに向けた予備的な編集作業であったことが、事後的に明らかになるような型の研究である。」と記した。(米本昌平ら2020 [11])

科学革命前の世界を現に生きる研究者が、自らの世界を認知することの難しさを示唆するが、科学革命前の編集作業(研究)を科学革命後に理解できるとも読み取れる。

2. 方法

本研究の方法は、「生命の起源」に関連するとされる(観察、実験などの)各先行研究の文献を、レビューすることによっておこなうものとする。

特に、最初の生物が無から有へ生じた(発生した)とする自然発生に対する人々の視点を取り上げて、「生命の起源」研究へ連なるとされるその前史から検証する。

3. 結果

方法に従って行った作業結果である各文献(観察、実験などの先行研究)レビューを、順次示していくものとする。

つまり、「自然発生を中心とした『生命の起源』研究の始まりに至るまで」及び「現代の『生命の起源』研究」のそれぞれの各先行研究の検証結果である。

3.1 自然発生を中心として「生命の起源」研究の始まりに至るまでの各先行研究

アルマン・マリー・ルロワは、紀元前4世紀ころのアリストテレスの同時代人であるテオプラストスの言葉として、紀元前5世紀のアナクサゴラスや紀元前4世紀ころのディオゲネスをはじめとした古代ギリシアの多くの自然哲学者たちにとって、自然発生が真実であるとする「ありふれた論」であったと示した。(ルロワ2019 [12])

アリストテレスは、観察にもとづき有性生殖の発生を詳細に記述し、ある動物がその動物にふさわしい同類から生まれるとしたが、有性生殖器官の観察ができなかったものは、例外として、その動物にふさわしい環境から生まれるとし、例示として、ウナギ(鰻)、カキ(蠣)などを、ときとして補助証拠や間接証拠も含めて、示した。自然発生は、有性生殖である個体発生の例外説明である。(ルロワ2019 [13]) (アリストテレス、動物の発生について 日本語訳今井正浩、濱岡剛2020 [14])

やがて、航海術の発達、顕微鏡の発明等によって、有性生殖の例外とされた動物の幼生や生殖器などが次々と発見され、19世紀までには、ほとんどの動物が自然発生リストから外された。(ルロワ2019 [15])

自然発生は、有性生殖である個体発生の例外説明であって、「生命の起源」の説明でない。同類生物が発生し続ける説明である。生物の原則認識に、両親と同じものであるとすることがあったと推測できる。また、自然発生説の認識

は、古代ギリシアにおいて、アリストテレスの時代よりも前に、既に始まっていた。

長編叙事詩イリアス19巻に、蠅（はえ）と蛆（うじ）の関連の件（くだり）をみつけたフランチェスコ・レディは、蓋（ふた）の有無比較実験において、蠅の触れる瓶内（びんない）で蛆が湧き、触れない瓶内で湧かないことを、1668年に示した。（ルロワ2019 [16]）（レディ1668 [17]）

蛆の個体発生の例外を解消した実験である。

志賀潔は、アントニー・レーウエンフックが顕微鏡で覗き見た動く微小体を、小動物又は動物と呼んでいた逸話をはじめ、1723年に91歳で死去する間際まで、250台の顕微鏡で観察を続け、論文発表をしていたことを記している。（志賀潔1939 [18]）

レーウエンフックが微生物を動物と認識して、詳細な観察結果を発表し続けていたことが、世の中において、微生物を非生物と考える流れを生まなかったと推測できる。

また、志賀潔は、ラザロ・スパンツァーニが、1時間煮沸した後に密閉した容器の中で、幾日も、腐敗もせず、小動物も発生しなかった「栄養源スープ」の実験にもとづき、「総ての生物が生物から生ずる」としたとする（これに先立って、ジョン・ニーダムが煮沸した「栄養源スープ」中に小動物の動きを見つけて「死物より生物が発生した」としたが、これを密閉も煮沸もしていなかったためであるとスパンツァーニは捉えていたとする）。（志賀潔1939 [19]）

「総ての生物が生物から生ずる」とした結論は、なされた実験から導けず、密閉が個体発生を阻害したらしいと推測できるに過ぎない（個体発生に密閉しないことが必要であるらしいと導ける。また、密閉しないことが必要又は必要であるらしいとの認識があったので、スパンツァーニが密閉実験を（、また、ニーダムが密閉しない実験を）おこなったといえる）。

1853年に、フェリックス・アルシメード・プーシェは、発酵や腐敗による化学作用が、微生物の発生原因である旨を「Hétérogénie（異種異系）」に著した。（F. A. Pouchet 1853 [20]）（坂口治子2000 [21]）

パスツールは、プーシェが唱えた原因と結果を逆（反対）と認識し、すなわち、発酵や腐敗が微生物による化学作用と唱え、更に、スパンツァーニの密閉実験に対する「煮すぎで『栄養源スープ側の生命の素』が壊れたために、また、密封で『栄養源スープ』と『空気中にある生命の素』が接しなかったために、自然発生ができなくなった」とする批判論を考慮して、アントワヌ・ジェローム・バラールの発案に従って、「栄養源スープ側の生命の素」を壊さないために、加熱を押しさえるとともに、「栄養源スープ」と「空気中に在る生命の素」が接するものとし、ないもの場合分けした比較実験を、1861年に、公開したところ、接したもので腐敗し、接しなかったもので腐敗しなかった（パスツールが、「微生物」を「生命の素」と認識していたか、区別していたかは、定かでないが、「有

機体性生成物の起源を大気中に浮遊している微粒子」としている）。（パスツール1861 [22]）

つまり、何らかの「生命の素」が存在する認識を、スパンツァーニもパスツールも（、ニーダムも、）持っていて、各人とも「条件が揃わないと（頒布がないと）自然に個体発生しない。」ことを説明した。

発酵腐敗と微生物の因果関係は、パスツールの認識が現代における常識であるが、プーシェが化学作用による個体発生の認識を示したことは、後のジョン・バードン・サンダーソン・ホールデンやアレクサンドル・イヴァノヴィッチ・オパーリンらの化学進化の考えへもつながる。

加熱殺菌後の密閉環境で微生物が自然発生しないことを示したスパンツァーニの同時代人であるソシュール（ドサウスユル。de Saussure）は、微生物が二分裂で増殖することを想定した（志賀潔1939 [23]）（志賀潔は、スイスのde Saussureとのみ記述しているが、年代からみてジオロジーの用語を使用したHorace-Bénédict de Saussure（オラス＝ベネディクト・ド・ソシュール）でないかと推測できる）。

生物の原則認識を両親と同じものであるとするならば、二分裂は、これに反するが、「両親」を「同一形態生物」と置き換えると、同一形態生物の累代移転と説明できる。「『生物』は『生物（両親）』から生じる」との原則から「『（両親）』を抜く」修正をして、「『生物』は『生物』から生じる」を新たな原則とすれば、それまでの「一部の動物は、それに相応しい環境から生まれる」とする例外認識の「一部」の部分の割合を、減少させられる。

1905年に、スヴァンテ・アウグスト・アレニウスは、「『生命の素』の頒布」をギリシャ語由来のパンスペルミアと命名し、「生命の素」の移手段と広がり範囲を、宇宙に拡張して、計算した（長沼毅2010 [24]）。「生命の素」による個体発生概念で、パンスペルミアとして「生命の起源」を説明した。

これら「個体発生の認識」における「原則と例外」の変遷を、表1に示すものとする。個体発生の例外が徐々に解消されていくとともに、同一形態生物が累代移転する考えも取り込まれていった。そして、アレニウスが「（個体発生である）自然発生の条件」を「生命の素」として宇宙へ拡張するなかで「生命の起源」の考えに拡大していったといえる。（表1）

その後、ホールデンは、「生命の素」の概念を用いないで化学進化による「生命の起源」を示した。（海部宣男ら2015 [25]）。

表1 「個体発生の認識」における「原則と例外」の変遷

親と子は、同じ形態 原則 有性生殖 例外 環境から誕生 (「生命の素」に よる自然発生)	アナクサゴラス アリストテレス ディオゲネス テオプラストス 紀元前5世紀 紀元前4世紀
例外一部の解消 蠅と蛆 (比較する実験)	レディ 1668年
例外一部の解消 蠍の幼生, 卵等の発見	レーウエンフック 1695年
微生物の発見 動物の認識	レーウエンフック 1723年に至るまで
自然発生の条件 加熱殺菌と密封	スパンツァーニ 1765年
原則の変更 微生物分裂増殖 同一形態生物の累代移転	ソシュール
自然発生の条件 加熱殺菌と密封	ニーダム 1750年 1765年
例外の一部解消 鰻の卵巣の発見	モンディーニ 1777年
例外の一部解消 フジツボの幼生の発見	トンプソン 1826年
例外の一部解消 ウニの幼生の発見	ミューラー 1846年
化学作用が微生物の発生原因	プーシェ 1853年
自然発生の条件 大気内物質 (比較実験助言)	バラール 1861年
自然発生の条件 浮遊微粒子 (「『生命の素』 のない自然発生」の否定)	パスツール 1861年
自然発生の条件 宇宙に拡大 (生命起源に拡大)	アレニウス 1905年

出典「アルマン・マリー・ルロワ (日本語訳森夏樹) 2019年, アリストテレス生物学の創造 みすず書房」ほかをもとに著者が作成

3.2 現代における「生命の起源」の研究例

現代において、化学進化の一部にあたる例えば、アミノ酸の複合、核酸増幅、細胞小器官組み入れなどの各研究は、実験成功やその成功率向上の蓄積を成してきている。本田真也は、10個のアミノ酸でなるシニョリンと名づけた最小のタンパク質をつくりあげた (本田真也2004 [26])。市橋伯一は、RNA長鎖が30分で1万倍へ増幅することに成功している (市橋伯一2020 [27])。車兪徹は、ATP、DNA、酵素などと共に、人工葉緑体を入れ込んだ人工細胞を作り上げて、その人工細胞で光エネルギーを用いたタンパク質を合成させた (車兪徹2021 [28])。

4. 議論

「科学論一般での各先行研究」や「方法に従って得た結

果である文献レビュー(「生命の起源」関連の各先行研究)」を踏まえて、議論(考察)をおこなう。

すべての研究は、今までと異なる何らかの新たな発見や再確認であるから(パラダイムの転換を伴う大きな科学革命でなくても)そこになんらかの科学革命が起きているといえる。再確認であっても、再認識を得られた喜びは、研究という性質上、その研究者にとって、少なくとも小さな科学革命が起きていたといえる。研究は、全て科学革命を伴うものである。

研究(科学革命)は、「科学革命前後を貫く連続性」に担保されているため、その担保する以外のものを抜きにしても成り立つことができる。それゆえに、「周辺理論のみでの独自深化」と「追いやられた『不可侵の中核理論』」が存在する可能性を常に内在させているといえる。

「方法に従って得た結果である文献レビュー(「生命の起源」関連の各先行研究)」が、パラダイムの転換を伴う大きな科学革命であったのか、そもそもパラダイムが形成されていたのかを検討することによって、「生命の起源」又はその関連とされる各研究の科学史上の位置づけが見えてくるといえる。

4.1 科学論を用いて俯瞰的に捉える意義

4.1.1 「科学論の知見」と「『生命の起源』仮説の実現可能性」の比較

「科学論の知見」と「『生命の起源』仮説の実現可能性」を比較する。

科学論は、認知者の視点によって認識され、知見もその前提に存立しているが、実証実験可能性や論理的合理性を必要としていない。一方、「生命の起源」各仮説の実証実験における結果は、認知者の視点、主観等にとらわれずに、得られるものといえるが、実証実験の設定の確かさを保障する基準を持ち合わせていない。(表2)

表2 「科学論の知見」と「『生命の起源』仮説の実現可能性」の比較

想定要素	認知者の視点	実証実験可能性 又は論理的合理性
科学論一般 としての知見	必要	不必要
「生命の起源」仮説 の実現可能性	不必要	必要

4.1.2 科学論を用いた「生命の起源」研究の俯瞰的な捉え

改めて、科学論を用いて「生命の起源」各仮説をみてみることを考える。

科学論を用いて俯瞰的に捉える意義は、「『生命の起源』仮説(化学進化仮説)の検証であるところの「無機物から高分子有機物を経て、細胞への段階を追った道筋を示す」精度を、洗練させて上げる方向に働かせるところにあり、

すなわち、研究の立場や認識などを越えて、「生命の起源」を明らかにする可能性が高まることに繋がる。例えば、各分野で認識している細胞形成過程に少なからず、ミッシングリングが存在するが、各分野を重ねる中で、あるミッシングリング部分を、他の分野で説明できると、全体のミッシングリングは少なくなり、全体の構成の精度、つまり、明らかなさ、再現可能性などは、高まるといえる。また、異なる分野を合わせることによる俯瞰的な見方によって、個々の分野の説明を補完し、全体理論を強化する働きを持つといえる（例えば、重水素と水素の比率から地球の水の起源を炭素質コンドライトと導くも、水深400キロメートルの海洋となる計算と現実との矛盾を、かつて持っていたが、隕石学者が地球上部マントルの白金高濃度の説明のために提唱したジャイアントインパクト後の固化地球への大量の隕爆撃を援用することで、100分の1以下の海水量である説明に一致できた（丸山茂徳ら2016 [29]）が、これは、両説を相互に補完し、強化したといえる。（表3）

表3 科学論を用いた「生命の起源」研究の俯瞰的な捉え

想定する要素	認知者の視点	実証実験可能性 又は論理的合理性
科学論を用いて「生命の起源」研究を俯瞰的に捉える	必要	改めて必要とは言わないが、「生命の起源」研究段階で、仮説実現可能性を既に満たしていると考えられる。

4.2 「生命の起源」関連各研究のパラダイム

4.2.1 化学進化及び自然発生

3.2（現代における「生命の起源」の研究例）において、例えとして挙げて既述したアミノ酸の複合、核酸増幅、細胞小器官組み入れなどをはじめとした複数の各研究は、化学進化を中核理論に置き、自らを周辺理論として独自の実験や理論展開などをおこなっている。

科学者間で共有される理論模範がパラダイムであるならば、共有ゆえに、周辺理論とされる独自理論が複数存在することは、その複数、つまり、1つだけでないことのみをもって、周辺理論らと対をなす中核理論のパラダイムが形成されているといえる。よって、化学進化の理論は、これを中核理論とするパラダイムを形成している。

さらに、化学進化の理論にいたる科学史上での自然発生は、各時代での様態や見方は異なるが、（例えば、「環境から生まれたとする古代ギリシアの自然哲学者たち」と「微粒子なくして発生しないとしたパスツール」では相異なる自然発生であるが、）自然発生という共通枠を持っている。

複数理論を抱え込む共通枠を持つ自然発生は、自然発生自体を中核理論とするパラダイムといえる。

これはまた、パラダイムが同一時代のみが存在する周辺理論に支えられるだけでなく、複数の時代の周辺理論によ

っても支えられる存在であることを認められる。

そして、複数の時代に、時代上の断絶が生じていなければ、パラダイムの転換は起きていないと推測できる。

自然発生を完全否定する理論が生じていないゆえに、自然発生のパラダイム転換は起きていないといえる。そもそも、既述のとおり、自然発生を中核理論とする周辺理論のひとつが化学進化である。

また、見方を変えれば、化学進化の理論は、その理念的な創始を自然発生に求めているともいえる。

4.2.2 「個体発生」の認識上にある「生命の起源」研究

「生命の起源」研究は、「個体発生」の認識の上に成り立っている。

古代ギリシアにおいて、「動物は、生命の素によって存在し、同一形態が累代移転する」と考えていたとみられる。これら「生命の素の存在」と「同一形態の累代移転」を、それぞれ主要理論でもあり、もう一方の付随理論でもある二つのパラダイムが重複形成していたといえる。

ちなみに、これらは「生命の起源」の研究パラダイムでなくて、「個体の発生」の認識パラダイムである。

「生命の素の存在」は、はじめ必要性の有無を検証されることもなく当然視されて、続いて否定の俎上に挙がることもなく、やがて、細胞構成単位物質をその本質の如くみる置換えとなっていった。当然視と不否定は、「生命の素の存在」を「不可侵の中核理論」状態にした。置換えは、「生命の素」の具体的な中身の特定を試みる「小さな科学革命」が起きたが、「生命の素」の存在そのものが「科学革命前後を貫く連続性」を担保して、革命を支えた。かつての「生命の素」の存在そのものを検証することなくおこなわれた置換えも、「生命の素の存在」を「不可侵の中核理論」状態にしていた。また、重複形成していた「同一形態の累代移転」パラダイムと関わりなく、独自に深化したといえる。「周辺理論のみでの独自深化」となっていた。

「生命の素」は、言葉や意味などを重ね合わせて用いられた。置換え後に探究された「生命の素」は、細胞構成単位物質であるが、初期の科学革命を支えた「生命の素」は、化学反応を考慮しない物質（又は非物質）である。そして、この置換えも、同時期に区別されぬ状況の曖昧なまま進められてきた。

「同一形態の累代移転」は、原則が「両親からの子の誕生」であるが、これが確認できない場合に、例外として、環境に適した動物が「頒布された『生命の素』によって」湧くとする説明がなされた。例外説明は、例外相当部分での発見、観察、実験、理論構築などが続き、例外が徐々に解消されたが、「同一形態の累代移転」の考えを変えなかった。そもそも、古代ギリシアでの例外設定が「同一形態の累代移転」の考えを守るための手段であった。

何故守らなければならないのかは、不明である。つまり、「同一形態の累代移転」の考えは、検証されていない「不可侵の中核理論」状況になっていた。

一方、例外の解消、例外の理屈付けなどで「小さな科学革命」がみられる。その数々の実験や過程に、「同一形態の累代移転」を暗黙の前提とした「科学革命前後を貫く連続性」を確認できる。また、発見、観察等に支えられた「小さな科学革命」を、例外解消の中心にして積み重ねて「周辺理論のみでの独自深化」を成している。

現代における「生命の起源」研究の多くは、「同一形態の累代移転」を遡り、「最初の個体発生」を自然発生と重ねている。古代ギリシア人の個体発生の考えは、例外の自然発生であるが、「生命の素」を前提とした。「生命の素」、「細胞構成単位」、「化学進化」などの境目が曖昧なゆえに、パンスペルミア仮説も、化学進化仮説も、提唱時から人々に受入れられたといえる。この境目のなさが「不可侵の中核理論」となり、パラダイムの転換を引き起こさなかったといえる。

今日に至るまでにおいて、パラダイム周辺での小さな科学革命の繰り返し（図1）を徐々に重ねる中で、「個体発生」の認識を「生命の起源」研究に拡張して「細胞は、化学物質によって組成し、同一形態が累代移転する」との認識に至ったといえる。（図2）

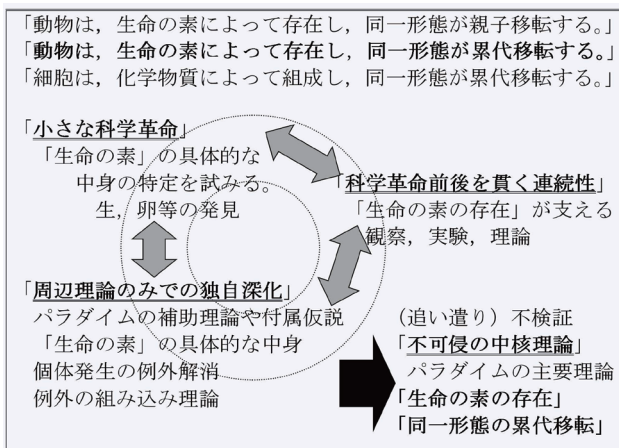


図2 「曖昧な『個体発生』」から「生命の起源」へ

4.2.3 問い「生命に始まりがあったか。」

「生命に始まりがあった。」とする論を一つのパラダイムとすると、対をなすのは、その存否の不特定である（「生命に始まりがなかった。」ではない）。科学の範疇を越えることもある「存否不特定」の視点を持てると、科学内での最大のパラダイムを認識しやすくなるといえる（「存否不特定」の認識をもってはじめて「始まりがあったのか。」との立論が可能ともなる）。

かつて、「宇宙に始まりを置かない考えの『定常宇宙論』」が存在した（定常宇宙論は、銀河数をはじめ宇宙の基本構造を不変と捉えているが、不変ゆえに、始期を想定していない）。始まりを置かないので、その有無を議論できないことになっていた。

「生命の起源」研究も、例えば、ウナギ（鰻）、カキ（蠣）、ウジ（蛆）などのように、それらが毎年又は常時、

自然発生すると捉えていたときは、初期起源研究の対象に挙げなかったといえる。起源（始まり）があったとすることによって議論可能となる。

現代に於ける宇宙論（「宇宙の起源」研究）は、ビッグバン理論に基づき「宇宙に始まりがあった。」とする。ビッグバン理論は、宇宙を複雑な構造へと変化していくものとして捉えている。その論証にアインシュタイン方程式と膨張宇宙の発見などが挙げられる。

現代に於ける「生命の起源」研究は、3.2（現代における「生命の起源」の研究例）のように、単純な分子構造が複雑化したとする化学進化を前提に置いている。この化学進化を実証することによって、「生命の起源」、すなわち、「生命に始まりがあった」ことを示せるとも考えられる。

現代に於ける「生命の起源」研究は、「どのように初期生命が誕生したか」の問いの答えと共に、そもそも「生命に始まりがあったのか」との問いの答えを求める研究ともいえる。

4.2.2（「個体発生」の認識上にある「生命の起源」研究）において、現代における「生命の起源」研究を述べたが、それらが化学進化仮説の周辺理論となり、中核理論たる化学進化仮説の成果とも見做され、「生命に始まりがあったのか。」との問いに対して「始まりがあった。」との答えになっているともいえる。

4.3 「生命の起源」の科学論としてのまとめ

4.3.1 「生命の起源」の研究状況

「生命の起源」に関する科学的理論の「最初の提唱者」とされるホールデンは、「単純な有機物が複雑進化して、生命の誕生に至った。」とする化学進化も提唱し、後の研究者もこれに従ってきている（海部宣男ら2015 [33]）。生命に始まりがあったとする化学進化仮説が、自然科学の範疇にて、「生命の起源」仮説の「最大級のパラダイム」となっている。

淘汰は、環境と直接触れる個体の表現形式が選択によって種の集団から欠落することであり、適者生存は、同じく、種の集団内にある個体群集の割合が増すことである。チャールズ・ロバート・ダーウィンが、1859年に、「選択されたもの」や、又は「選択された子孫」が残ることを示した（ダーウィン1859 [30]）。表現に影響を表す個体内の遺伝子その他の因子の変化は、外環境と直接触れないので、内的要因に起因するが、これを木村資生は、遺伝子の変化が自然淘汰に対して有利でも不利でもないとし、太田朋子は、特に、小集団よりも大集団の方がその自己集団の影響を受けづらいつとする（太田朋子1968 [31]）。既に変化を終えた個体の集団内で占める割合が集団内で高まった後の集団（、即ち、種）の表現変化の原因を説明している。

ところが、少なからぬ人々は、個体変化を進化本体と理解しているといえる。例えば、都城秋穂が引用したジョン・グリーンのように、「生物の種が変化する」、つまり、

「生物の種（、即ち、集団）が変化する」と表記しながらも、この変化を進化と捉えて「動的な生物観」として、進化しないと「静的な生物観」と対比させる（都城秋穂1998[32]）。「動的と静的」の違いを「個体変化」によるごとく読み取れる。ダーウインも自然選択が変化性を誘起するものと想像する人々の存在を懸念していた（ダーウイン1859 [33]）。化学進化仮説の付属各仮説も、進化の概念を、生物種又はその内部構成要素或いはそれに類するそのものが、「やがて進化する。」「そして進化した。」などと著し（、例えば、丸山茂徳の「全地球史アトラス（丸山茂徳2014 [34]）」、海部宣男らの「宇宙生命論（海部宣男ら2015 [35]）」、丸山茂徳らの「地球史を読み解く（丸山茂徳ら2016 [36]）」、山岸明彦の「生命の起源に関してわかっていること（山岸明彦2021 [37]）」などにあるが）、当然視して検証していない。

4.3.2 「生命の起源」研究のもろさ

「生命の起源」の科学論として、「化学進化仮説が一つの大きなパラダイム（最大級のパラダイム）を形成し、その付属仮説は、大きなパラダイムを成さずに、化学進化仮説とも、他研究とも、連携せずに、独自理論の探究を続けている。」ことがみられる。これが本論文の一つのまとめであるが、更に再考察すると「周辺理論のみでの独自深化」を論拠に「化学進化仮説に科学革命が起きても、付属理論は、化学進化仮説から独立し、科学革命の影響を受けない。」ことも予測できる。（図3）

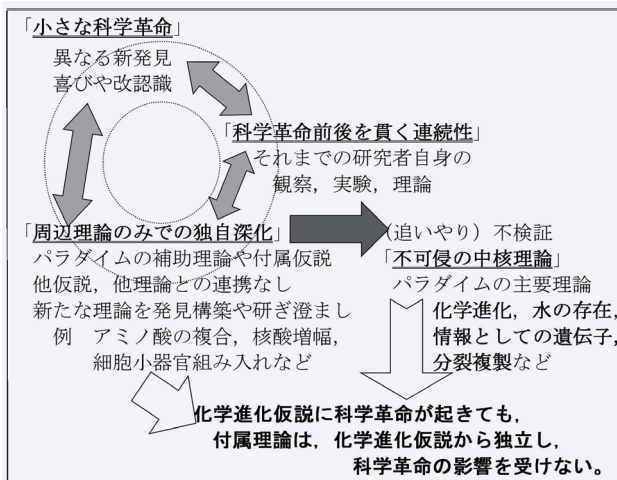


図3 個別各理論を研ぎ澄ます「周辺理論での独自深化」

そして、科学としての論拠の乏しさゆえに、「不可侵の中核理論」が容易に破棄されやすいことも推測できる。

科学内で、最大級クラスのパラダイムといえる化学進化仮説が検証され続けていないことによる成立根拠の乏しさは、「生命の起源」研究のもろさを示しているといえる。

4.3.3 補足

4.2.1（化学進化及び自然発生）において、科学者間で共

有される理論模範の複数性ゆえに、パラダイムの形成を論拠づけた。現行多くの研究が独りで発表できないことを考えれば、また、その規模や範囲などを問わなければ、パラダイムを形成しない研究は、存在しないといえる。

クーンは、パラダイムやパラダイム転換を、一層構造にして断続突発的転換を想定していたともみられるが、それは、本研究で述べた「大きな科学革命」のみを「パラダイムの転換（科学革命）」と捉えていたためであると考えられる。本研究では、クーンの先行研究に依りながらも、科学革命を、全ての科学研究で起こり得ると読み込んでいった。この読み込みは、当然の帰結として、多層構造にして複数並立のパラダイムやパラダイム転換が有り得ることを認めることになる。

「大きなパラダイム」及び「小さなパラダイム」並びに「大きな科学革命」及び「小さな科学革命」は、相対的な表現である。検証されないパラダイムが「大きなパラダイム」であり、検証されるパラダイムが「小さなパラダイム」ともいえるが、検証の有無を大小の言葉のみに見出すことは難しいといえる。より適切な言葉の選定を試みたい。

また、化学進化仮説は、「生命に始まりがあったのか。」との問いに、直接の検証をして答えていない（既述のように、見做しによる間接疎明のみである）。このことも「生命の起源」研究のもろさを示すといえる。

謝辞

本研究は、大森聡一教授のご指導によって成し得た。この場を借りて改めて感謝の意を表するものである。

文献

- [1] Thomas Samuel Kuhn (1962) The Structure of Scientific Revolution, The University of Chicago Press, 1962 (トーマス・サミュエル・クーン 科学革命の構造 みすず書房 翻訳 中山茂 1971年 p277)
- [2] 都城秋穂 (1998) 科学革命とは何か 岩波書店 1998年 p167
- [3] 都城秋穂 (1998) 同人前掲書[2] p180
- [4] Lakatos Imre (1978) The methodology of scientific research programmes: Philosophical papers Volume 1. Cambridge, UK: Cambridge University Press. (イムレ・ラカトシュ 日本語訳村上陽一郎、井山弘幸、小林傳司、横山輝雄 (1986) 方法論の擁護—科学的研究プログラムの方法論— 新曜社 1986年 p71)
- [5] Thomas Samuel Kuhn (1962) 同人前掲書[1]同訳 p198
- [6] 都城秋穂 (1998) 同人前掲書[2] p189
- [7] Ulrich Beck (1986) Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne (ウルリッヒ・ベック (1986) 危険社会 新しい近代への道 日本語訳 東

- 廉, 伊藤美登里 法政大学出版局 1998年 p 304)
- [8] Louis Pasteur (1861) (パスツール1861, 大気中に存在する有機体性微粒子に関する報告書。自然発生説の検討 邦訳山口清三郎 1970岩波書店p16,p17及びp22)
- [9] Louis Pasteur (1861) 同人前掲書[8]山口清三郎解説 p215
- [10] Louis Pasteur (1861) 同人前掲書[8]山口清三郎解説 p219
- [11] 米本昌平,鈴木善次,小川眞里子,奥村大介,川端美季,河本英夫,菊地原洋平,古俣めぐみ,小松美彦,小宮山陽子,斎藤光,下坂英,住田朋久,高橋さきの, 田中丹史,田野尻哲郎,中尾麻伊香,花岡龍毅,廣野喜幸,福井由理子,藤本大士,保明綾,溝口元,矢島道子,横山尊,横山輝雄 (2020) 特集100号発刊を記念して生物学史研究2020年100巻p. 53-132 https://www.jstage.jst.go.jp/article/seibutsugaku/100/0/100_53/_pdf/-char/ja (令和4年8月11日)
- [12] アルマン・マリー・ルロワ (2019) (アルマン・マリー・ルロワ アリストテレス生物学の創造下 みすず書房 2019 日本語訳森夏樹 2019年 p 335)
- [13] ルロワ (2019) 同人前掲書[12]同訳 p 327, p 324
- [14] Aristoteles. (アリストテレス, アリストテレス全集 11動物の発生について 岩波書店 日本語訳今井正浩, 濱岡剛2020年)
- [15] ルロワ (2019) 同人前掲書[12]同訳 p 331
- [16] ルロワ (2019) 同人前掲書[12]同訳 p 329
- [17] Francisci Redi (1668) フランチェスコ・レディ 昆虫の発生に関する実験 (Experimenta circa Generationem Insectorum) <https://www.biodiversitylibrary.org/page/36855037> (令和4年10月22日)
- [18] 志賀潔 (1939) 細菌及免疫学綱要 南山堂1939年 p 2及び p 3 (細菌及免疫学綱要-国立国会図書館デジタルコレクション<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1047146> (令和4年11月13日))
- [19] 志賀潔 (1939) 同人前掲書[18] p 3
- [20] Félix Archimède Pouchet (1853) Hétérogénie ou Traité de la génération spontanée, J. B. Ballière, 1853年p10. https://www.stage.jst.go.jp/article/ellf/77/0/77_KJ00002501458/_pdf/-char/ja (令和4年10月22日)
- [21] 坂口治子 (2000) ミシュレの詩的想像力における自然発生説の影響 フランス語フランス文学研究 2000年 77巻13-22 https://www.jstage.jst.go.jp/article/ellf/77/0/77_KJ00002501458/_pdf/-char/ja (令和4年10月22日)
- [22] Louis Pasteur (1861) 同人前掲書[8]同訳p104
- [23] 志賀潔 (1939) 同人前掲書[18] p 3及び p 4
- [24] 長沼毅 (2010) 生命の起源を宇宙に求めて—パンスペルミアの方舟 化学同人 p 74, p 84及び p 85
- [25] 海部宣男, 星元紀, 丸山茂徳 (2015) 宇宙生命論 一般財団法人京大学出版会 2015年 p 3
- [26] 本田真也 (2004) 最小のタンパク質を創る AIST Today (国立研究開発法人産業技術総合研究所) 2004.11 2004年p19 https://www.aist.go.jp/Portals/0/resource_images/aist_j/aistinfo/aist_today/vol04_11/vol04_11_p19.pdf (令和3年6月27日)
- [27] 市橋伯一 (2020) 原始生命の細胞構造を探る 地学雑誌 2020年 129巻6号 p 871から p 880まで 2020年 p 878
- [28] 車兪澈 (2021) 光を化学エネルギーに変換する人工細胞の創出 生物物理61巻5号 p 303からP307まで 2021年 p 303-P307 https://www.jstage.jst.go.jp/article/biophys/61/5/61_303/_pdf/-char/ja (令和3年12月26日)
- [29] 丸山茂徳, 磯崎行雄, 大森聡一 (2016) 地球史を読み解く 放送大学教育振興会 2016年 p 93
- [30] Charles Robert Darwin (1859) On the Origin of Species (ダーウィンの種の起源 日本語訳 澤泰二事業之日本社 1925年 p 40及び p 41 国立国会図書館デジタルコレクション <https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1018524/13> (令和4年11月14日))
- [31] 太田朋子 (2009) 分子進化のほぼ中立説 偶然と淘汰の進化モデル 講談社 2009年 p 28, p 46
- [32] 都城秋穂 (1998) 同人前掲書[2] p 202から p 204まで
- [33] Charles Robert Darwin (1859) 同人前掲書[30]同訳 p 41
- [34] 丸山茂徳 (2014) 全地球史アトラス <https://www.bing.com/th?id=OVP.urt8tMT9F0zplB3IUblu6QHgFo&w=606&h=340&c=7&rs=2&qlt=90&o=6&dpr=1.38&pid=1.7> (令和4年11月15日)
- [35] 海部宣男, 星元紀, 丸山茂徳 (2015) 前掲書[25] p 53及び p 54
- [36] 丸山茂徳, 磯崎行雄, 大森聡一 (2016) 前掲書[29] p 125
- [37] 山岸明彦 (2021) 生命の起源に関してわかっていること Viva Origino 2021 49 6 2021年 p 8