

A Study of the Conversion into Modern Science through "Dialogue on the Great World Systems" and "On the Origin of Species"

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-05-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大室, 文之 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/501

「二大世界体系についての対話」(天文対話)と 「自然淘汰における種の起源」(種の起源)から探る 科学的概念の転換に関する考察

A Study of the Conversion into Modern Science through
“Dialogue on the Great World Systems” and “On the Origin of Species”

大 室 文 之^{*}
OMURO Fumiyuki

はじめに

理科教育で扱う指導事項は、正当な科学的概念に裏付けられた内容を扱っている。しかし、過去の科学的概念は人類の歴史に伴って転換されてきた。今日では、「物理学と生物学で、大きくカルチャーが違うのだなと実感しました」¹⁾ p64 などと言われることもあり、自然科学も領域によっては探究の方法も異なるようになった。そこで、科学的概念の転換例として天文と進化の分野を取り上げ、異なる分野での科学的概念の転換における特徴や共通点について、その契機となった出版物を中心に調査研究を行った。

2009年に「種の起源」(チャールズ・ダーウィン、以下「ダーウィン」)の新訳が光文社古典新訳文庫として出版され話題となった。原題は「On the origin of species」であり、1859年にロンドンにおいて初版が出ている。19世紀半ばには、生物の多様性について、すでに様々な議論がなされるようになってきたが、今日の科学的方法を用いて展開された出版物には、ダーウィンを待たねばならなかった。この状況には既視感があり、ガリレオ・ガリレイ(以下、「ガリレオ」)により、「Dialogue on the great world systems」(我が国では「天文対話」と通称)が出版された1632年当時を想起させる。物理学者のホーキングは、現代物理学にいたるまでに功績の大きかったとする人物としてアインシュタイン、ガリレオ、ニュートンの3人を挙げているが、「ガリレオは、近代科学の誕生に他の誰よりも貢献した」²⁾ p179 と述べている。

1 科学的概念の転換過程

科学的概念の転換には、さまざまな場面が考えられるが、まず、今日、広く定着した科学的概念がどのような経緯の下で形成されてきたかを振り返る。概念の転換が起こるときは、身近な現

^{*}武蔵野大学教育学部

象を合理的に説明や解釈できなくなるのが1つの契機となる。

具体的には、まず、最初の概念形成の際には、日常の体験に基づいて自然の事象を説明したり解釈できる概念が構築され、その概念に基づいた説明や解釈が進められることにより、概念そのものが強化、拡張される。そして、あらゆる事象をその概念に基づいて説明したり解釈したりしようとする。しかし、新たな事象を、あるいはそれまで見られたのと同じ事象でも、より詳しく観察できるようになると、既成の概念では説明や解釈に矛盾を生じ、そのままでは矛盾は拡大する。このとき、より合理的な概念が新たに示されれば概念の転換が進む機会となる。天文の分野では惑星の運行に関わる、また、進化の分野では生物の起源に関わる概念形成と転換の例がこれに当たる。歴史的経過を見れば、自然の事象に関する概念形成は、いわゆるアリストテレス哲学及び関連理論が、キリスト教と結び付く形で発達し、かつ、強固なものとなった。こうして築かれた概念の転換には教会の教義との整合性を克服しなければならなかった。

つまり、それまでの概念では事象もしくは観察または実験の結果をうまく説明できない、というだけでは、科学的概念の転換にはいたらない。概念転換が起こるためには、様々な手法によって示される多くの客観的事実を積み重ねることが必要だった。こうした状況の中で、ガリレオとダーウィンは実証的な研究を積み重ね、それぞれ「天文対話」と「種の起源」を出版し、惑星現象を説明する概念や多様な種の創造に関する概念の転換を招く起点となった。そこで、ガリレオとダーウィンの主たる著書、及びその実証を担った著書などを表1にまとめた。

表1 比較の観点と内容

分野	天文	進化
対象	惑星現象を「天動説」で説明しきれるか	多様な種を「個別創造」で説明できるか
先駆者	コペルニクス	ラマルク
著書	天体の回転について	動物哲学
創設者	ガリレオ	ダーウィン
実証著書	星界の報告	ビーグル号航海記
主著書	天文対話	種の起源

なお、ガリレオとダーウィンの出現まで、既成の概念に対する新たな学説が示されなかった訳ではなく、それぞれに先駆者がいる。天文においてはコペルニクスが挙げられる。進化ではラマルクを先駆者とするのが妥当である。それは、進化説にかかわる考えは古代ギリシャ時代から存在したが、進化を学説として提唱し、それを最初にまとめたのはラマルクに他ならないからである。

ガリレオとダーウィンは生没年だけを比べてもそれぞれ約240年離れており、個別に比較したのでは、対象に対する概念の転換点に関わる共通点を探すのは難しい。そこで、表2のように、ガリレオとダーウィンの主著書の発行年を起点とする年数に基づいて関係事項を配置し、観察の手法についても触れた。

科学的概念の転換における技術の進歩が果たした役割については、技術がなければ観察も実験も限定的なものに留まらざるを得ない。その意味で、天文と進化の両分野での共通性を探ると、

表2 主著書の出版年を起点とした関連事項

経過年数	西暦	ガリレオ関連事項	手法	西暦	ダーウィン関連事項	手法
-90	1543	コペルニクス、「天球の回転について」出版	肉眼による観察			「観念」上の思潮
-80						
-70	1564	ガリレオ、生まれる				
-60						
-50				1809	ダーウィン、生まれる ラマルク、「動物哲学」出版	
-40						
-30						
-20	1610	ガリレオ、「星界の報告」出版	望遠鏡による観察	1839	ダーウィン、「ビーグル号航海記」出版	顕微鏡観察の裏付
-10						
0	1632	ガリレオ、「天文対話」出版		1859	ダーウィン、「種の起源」出版	
10	1642	ガリレオ、死去				
20						
30				1882	ダーウィン、死去	

重要な働きをしたのがレンズである。レンズは古代から偶然に使用されたことはあったであろう。しかし、それを組み合わせて対象に向けることは、それぞれ望遠鏡、顕微鏡の発明と使用を待たなければならなかった。これにより肉眼のみの観察に比べて解析力は飛躍的に向上した。顕微鏡はオランダのヤンセンによって1590年に、望遠鏡はオランダのリッペハイ等によって1608年に、それぞれ発明された^{5) p170, 564}。ダーウィンはビーグル号による航海の際も顕微鏡を帯同している。ダーウィンがフジツボの種の研究に用いた顕微鏡は、今日の光学顕微鏡の形態とは異なるようであるが、顕微鏡は実証的な進化の研究には不可欠だった。

また、科学的概念の転換が行われるためには、経済活動の活性化も重要である。ガリレオの活躍したところの北部・中部イタリアは、毛織物産業などの最盛期の余韻が残るヨーロッパの先進地域であった。また、ダーウィンのころのイギリスは、日が沈むときはないと言われた大英帝国の絶頂期で世界的規模での貿易も盛んになっていた。世界を一周する軍艦に乗船し観察活動を行うことは、当時はイギリスでなければなかなか難しかったであろう。

2 惑星現象を「天動説」で説明しきれるか

(1) 「星界の報告」の出版まで

ガリレオが学究生活に入る前には、まだ望遠鏡はなかった。肉眼のみによる観察としては、レオナルド・ダ・ビンチにより、1513年ころに描かれた「アトランティコ手稿554v」^{6) p81}と呼ばれる天体のスケッチ(図1)が残されている。これは、地球を中心とした太陽と月の軌道の手稿であり、2016年に公開され、筆者はこの手稿を直接見る機会を得たが、用紙全体が薄茶色に変

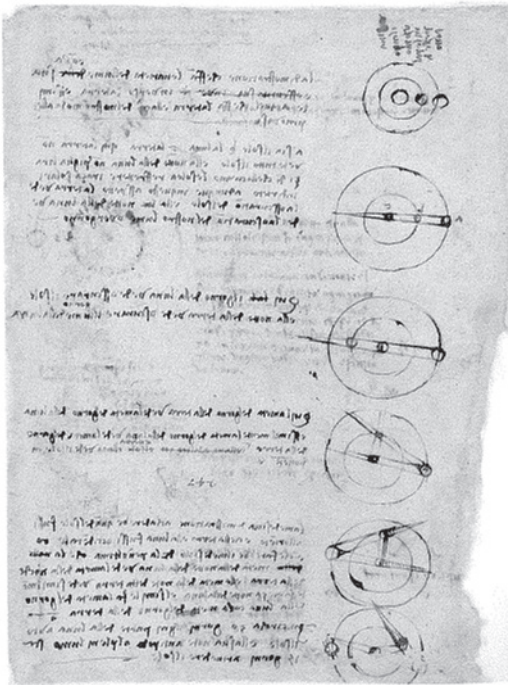


図1 アトランティコ手稿 554v

色し、右下部分が一部破損しているものの、6つの図をそれぞれ明瞭に見極めることができた。上から2番目と3番目の図は、地球と月が互に対向する位置に入った場合を示すとされている。有史以前から多くの天体が人類の目に入っていたであろうが、天体の動きを説明する体系としては、いわゆるプトレマイオスの宇宙論（天動説）としてまとめられ、長くこの宇宙観が続いた。

ダビンチが「手稿」を描いた約30年後にコペルニクスは、1543年出版の「天体の回転について」において、いわゆる地動説を示し、惑星の見かけの逆行と留、そして、明るさの変化を天動説に比べて容易に説明できることを示した。そこで示された天球図では、外側から同心円状に、恒星球、土星、木星、火星、地球及び月、金星、水星、そして、中央に太陽が置かれている。この配置は、いわゆるプトレマイオスの天球図とは根本的に異なっ

ている。ところで、コペルニクスの説が、一般に地動説と呼ばれる所以であるが、図2において、地球Eは O_E を中心とする円を描き、その O_E はOの周りをゆっくり回転し、Oは太陽Sを中心とする円上を回っている^{4) p266}、とするものである。

それまで、導円や周転円を増やすことなどでプトレマイオスの天球図を改良する試みがなされてきたが、太陽をその中心に置くという根本的な改革はコペルニクスによって初めてなされた。もっとも、その後の歴史を踏まえれば、コペルニクスによるこの改革の影響は、天文分野に限定されるものではなく、地球を中心にして宇宙を考える天動説からの離反は、コペルニクス自身の考えにかかわらず、人心を揺るがしかねない思潮の核となっていた。例えば、ゲーテはコペルニクスの「天体の回転について」に接し、「色彩論」（1810年）において、宇宙の中心から放り出されることで人間が自由に考える力に気が付いたこと、人間の内面に尊厳を発見することこそ本当に大事だと気付いたと語ったと言われている。

ガリレオの出生は1564年だが、ガリレオ以前にも、すでに、天体観測は継続的にしかも相当精密になされていた。しかし、決定的な何かが足りなかった。それは、人間が識別できる大きさで、観測対象を見ることができるようにするということができた。ガリレオ8歳の1572年には超新星が現れ、1577年には彗星が数か月にわたって輝き、肉眼でもはっきり見える天文現象が続き人々の話題にも上った。1597年には、ガリ

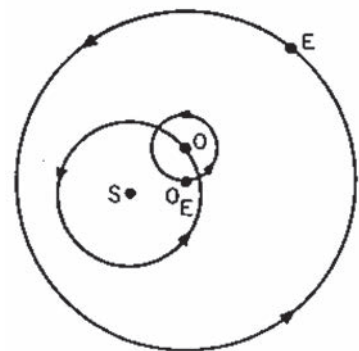


図2 地球の運動の説明

レオは、ケプラーに、ケプラーの著作「宇宙の神秘」を贈られたことへの礼状を出し地動説への賛意を示している。これに対して、ケプラーは、地動説についての両人の一致を喜ぶ内容の返書をしたためている。さらに、ガリレオが40歳となる1604年にも超新星が現れている。しかしながら、当時の超新星や彗星をめぐる議論は、こうした天文現象が起こった場所が月よりも高い位置か低い位置か、などということにとどまっていた。

ガリレオは、発明されて間もない望遠鏡を、自らも工夫して製作し、これを月に向けた。ガリレオは1610年1月7日から同年3月2日まで、望遠鏡を使って月や木星及び恒星などの観察を行っている。月については、「上弦になるまえや下弦にあるとき、月の北側、すなわち、上部をしめる斑点の上と下とに、とくに大きな突堤がのびている。それは写生図に示した」⁷⁾ p23とある。写生図の一例を図3に示す⁷⁾ p21。また、太陽からの光を受けていないとき、月の部分が明るく見えることについて、「月は地球の反射光をうける。その結果、太陽光線をあびていない月の下半球が、この反射のためにかなり明るくなる」⁷⁾ p35と述べている。木星についても記録があり、「木星が従えている、小さいけれどもきわめて明るい三つの小さな星をみつけた。当初、わたしは恒星だと信じていたが、黄道に平行な直線にそって並んでおり、等級もほかの恒星より明るいという事実に、かるい驚きを覚えた」⁷⁾ p42,43と表している。衛星の個数も詳しく観察し、

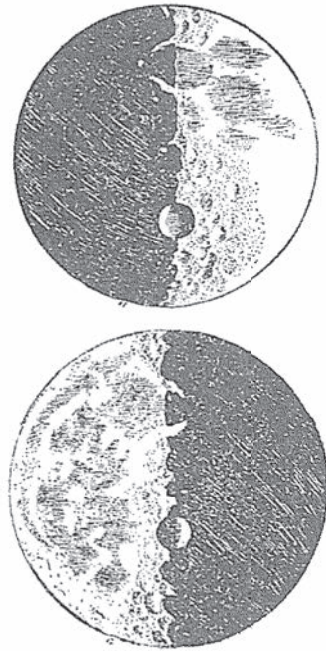


図3 月の写生図

1月7日の観測では衛星は3個であったが1月13日の観測ではこれが4個であったと記録している。ガリレオは、これらの結果を「星界の報告」として同年3月12日に出版した。

天体観測の精度の飛躍的向上は、望遠鏡によるところが大きい。望遠鏡がなかった時代の天体観測は、ダビンチをしても図1の精度でのスケッチが限度であった。しかし、ガリレオは望遠鏡を用いて、図4のように、月よりはるかに遠い木星についてさえ、視角まで付けてメディチ星と名付けた衛星のスケッチ⁶⁾ p86を残している。このように、「星界の報告」は、望遠鏡を用いることによる実証的な観測結果を提供し、「天文対話」に対する実証著書の役割を果たした。

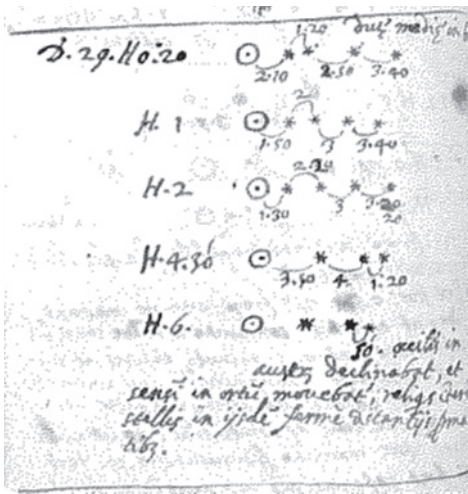


図4 ガリレオ手稿 49 (部分)

(2) 「星界の報告」から「天文対話」の出版まで

1610年3月に「星界の報告」を出版した後、トスカナ大公付き首席数学者兼哲学者に就任したガリレオは、同年12月にフィレンツェで、「金星が月と同じように満ち欠けすることに気づいた」⁸⁾ p40。そして、金星が満ちるにつれて小さくなり、欠けるにつれて大きくなることを記録している。また、同年、ケプラーは「星界の使者との対話」においてガリレオの成果を称えている。ガリレオは、この時期に木星の衛星、月表面の凹凸、金星の満ち欠け、土星の観測、太陽黒点の存在などを根拠として、コペルニクスの宇宙観を確信したようである。ここに、観測結果という科学的事実に基づき、理論を構築する近代科学の方法が具現化された。ここまで実証が進むと天文に関する概念の転換はすぐにでも起こりそうであるが、事態は逆に進む。

1612年11月になると、ドミニコ会の神父が、コペルニクスの地動説は聖書の記述に反していると主張した。ガリレオはイエズス会士に太陽の黒点を見せたりするなど自らの主張を裏付ける啓発活動を多岐にわたって行ったが、黒点は太陽を回る星の影だとの非難を受け、1613年3月に「太陽黒点論」を出版して応えている。1614年12月には、フィレンツェにおいて、ガリレオ等は聖書と矛盾することを信じていると批判され、1615年2月には、先の神父が、ガリレオは異端思想を抱いていると告発する事態となった。1616年2月には、教皇がガリレオの召喚と自説の放棄を命令している。

このような状況の下で、膨大な準備作業を経て、ガリレオは、1632年に「天文対話」を出版した。図5はその初版原本の扉⁹⁾であり、実際に確認したところ、右下のMDCXXXIIは、1632年と判読できた。やや厚手の紙に印刷された印字は、380年以上たった今でも明瞭だった。「天文対話」の正式名称は、「ピサ大学特別数学者、トスカナ大公付き哲学者兼首席数学者、リンチェイ・アカデミー会員、ガリレオ・ガリレイの対話、そこでは四日間の会合においてプトレマイオスとコペルニクスとの二大世界体系について論じられる」である。

本書は、4日間にわたる3人の人物による対話形式で進められている。第1日にアリストテレス哲学を批判し、第2日で地上の物理現象から地球の自転を示唆し、第3日には地球の公転について述ベコペルニクスの地動説の必然性を展開する。そして、第4日ではガリレオ自らの潮汐論を展開している。以上のように、「天文対話」が理詰め天文における概念転換を迫っていることが分かるが、それ故に、この出版が著者であるガリレオを窮地に追い込むことになった。

ところで、この「天文対話」の原本には、本文中、図は32点あるが、邦訳では31点となっている。この差異は、斜面に沿った落下運動と垂直に落下する運動を巡る議論に用いられている図が、原本ではp15とp16の双方に掲載されているのに対して、邦訳では「第IV図」のみとなっていることによる。なお、英訳では、邦訳の「第IV図」が「Fig1」とされ、原本及び邦訳の「第I図」、「第II図」及び「第III図」に相当する図は掲載されていない。また、



図5 「天文対話」の扉

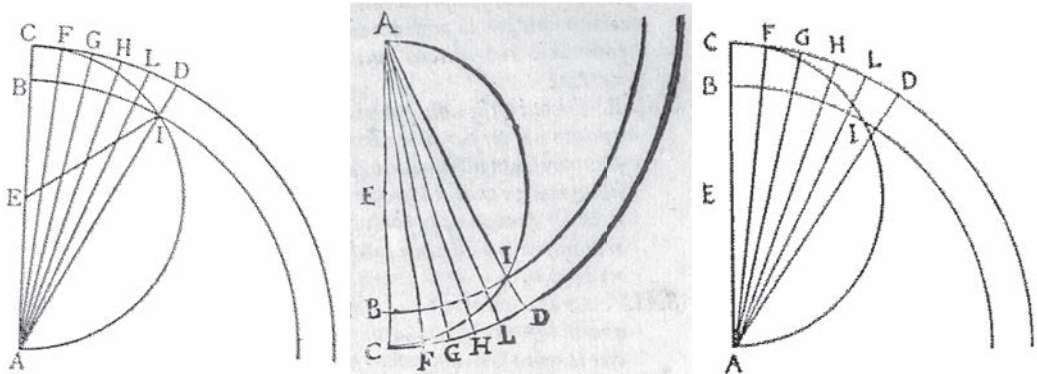


図6 塔から落下させた物体の軌跡 (左から、邦訳、原本、英訳)

英訳には、「天文対話」に特徴的で原本及び邦訳にはある「欄外の見出し」がない。こうした点から考えると、邦訳の方が英訳よりも原本に忠実な訳本ということができようか。また、原本ではp159に掲載されている自由落下に関する説明に添えられている図は、邦訳では「第Ⅷ図」¹⁰⁾ p251に、英訳では「Fig5」¹¹⁾ p179として掲載されているが、図6に示すようにいずれも原本とは上下反転している。原本では、図が地球を示す円弧の「南極」の位置から描かれているのに対して、邦訳、英訳では「北極」の位置から落下が始まるように描かれている。ガリレオがなぜこのような図としたのかは不明である。

「天文対話」の初版は1,000部出版されたが、そのうちの1冊がここにあるのかと思うと印刷技術の重要性を思わずにはいられない。ガリレオの一連の著書も、そして、コペルニクスの説やケプラーの考えが広がり後世に正確に伝えられたのも、大量印刷を可能とする技術によるところが大きい。天文学の大きな発展のきっかけとなったのは直接的には望遠鏡であるが、印刷技術の発達も見逃すことができない。

(3) 「天文対話」以降

「天文対話」が出版された後、1610年代以上にガリレオを取り巻く環境は厳しくなった。1632年9月には、教皇はガリレオの本を調査する特別委員会の設置をトスカナ大使に伝達し、同月23日には検邪聖省総集会において、この特別委員会の報告書に基づいて、ガリレオをローマの異端審問所に召喚することが決議された。そして、1633年4月に、ガリレオに対して、問題は「天文対話」が1616年の「地動説を論じてはならない」という禁止命令に違反しているということであると伝えられ、2か月後の6月に、投獄刑と「天文対話」の禁止が決定された。その後、ガリレオは異端聖絶を行い、1636年に「新科学対話」を出版し、1642年に死去している。この1642年には、イギリスにおいてニュートンが生まれており、新しい科学の発展へと繋がっていく。

ところで、後年、ガリレオ有罪の宣告が取り消され、教皇が地動説思想を認知した。20世紀になって、1979年に、教皇による「ガリレオの偉大さはすべての人の知るところ」との講演があり、1992年には、講演「信仰と理性の調和」が行われた。ここで、ようやくキリスト教会が、天文における概念転換との最終的な整合性をとったのである。

3 多様な種を「個別創造」で説明できるか

(1) 「ビーグル号航海記」の出版まで

ダーウィンの先駆者たるラマルクの考えを、1809年に出版された「動物哲学」から見てみよう。くしくも1809年は、ダーウィンが生まれた年でもある。本研究を通じて、幸運にもラマルクの「動物哲学」の初版原本を手にすることができたが、原本は、2冊で構成され、それぞれ縦20.5cm×横13.5cm×厚さ3cmほどの大きさに第1冊（428ページ）と第2冊（475ページ）は、それぞれt1とt2と識別されている。原本¹²⁾ t1p268、邦訳¹³⁾ p224、¹⁴⁾ p146、英訳¹⁵⁾ p127から、ラマルクは「動物の体や器官が、習性と生活様式を決めるのではなく、動物の習性、生活様式、そして、環境から影響を受けるすべてのことが、時間の経過とともに、体や器官を形成したのである。さらに、新しい形態とともに新しい能力も獲得し、自然は少しずつ、今日見られるような姿の動物を作ること成功したのである」と主張していることが分かる。ラマルクのこの考え方は多様な生物の種の存在を、合理的に説明できるものである。また、「動物哲学」では、上から下への分岐による系統樹¹²⁾ t2p463を作成（図7）している。この系統樹では、生物群のつながりを示すために「線」ではなく、合計33個の「点」を用いている。ラマルクの系統樹は、邦訳では「線」¹³⁾ p331、¹⁴⁾ p463で、英訳では「点線」¹⁵⁾ p179で結ばれた図となっている。

さらに、「陸生哺乳類は初め我々が両生類と呼んでいる水生哺乳類の或ものから生じたものと考えて差支えないと信じている」¹³⁾ p328と述べている。系統樹全体では、いくつかの名称などは、現在行われている内容と異なっているものもあるが、系統立てて生物を位置付けた意義は大きい。また、「もし四手類のなかの種族、とくにもっとも完成されたものが、環境の必要あるいは他のなんらかの原因によって、木によじのぼって、枝を手でつかむように足でつかんで懸垂するという習性を失うなら、そしてもしこの種族の個体が、何世代かひき続いて、足を歩行のためにだけもちいることを強いられ、手を足のように使用しなくなるなら……疑いなく、これらの四手類は、ついには、二手類に変化するであろう」¹⁴⁾ p208とも述べており、ヒトを生物全体の中であらえ、その起源にも思いを巡らしていたことが分かる。

しかし、これを進化論として唱えるため

TABLEAU
Servant à montrer l'origine des différens animaux.

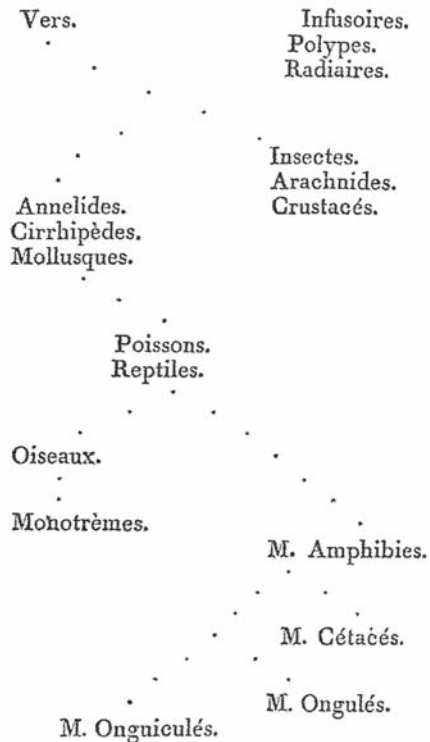


図7 ラマルクの系統樹

表3 ガラバゴス産の植物についての種の種類

島の名称	ジェームス島	アルベマール島	チャタム島	チャールズ島
種の総数	71	46	32	68
ガラバゴス群島以外の地にも見られる種の数	33	18	16	39
ガラバゴス群島に限って産する種の数	38	26	16	29
群島内の1島に限って産する種の数	30	22	12	21
群島内の2島以上に見られる種の数	8	4	4	8

「種の起源」に対する実証的な内容をもつ著書として位置付けることができる。

(2) 「ビーグル号航海記」から「種の起源」の出版まで

1839年に「ビーグル号航海記」を出版してから、1842年から44年にかけて、ダーウィンは進化に関する自説を草稿にしたり、進化に関する試論をまとめていた。1844年には、チェンバースが、地球の形成から人類の登場までの歴史を記述した「創造の自然史の痕跡」を出版したが、進化の証拠が欠けているとの理由で評判は良くなかった。

天文における望遠鏡が果たした役割を、学説を支える技術という点から進化に求めると、それは顕微鏡であるということをも前述したが、ダーウィンは、その主著書「種の起源」を出版する過程ではどのように利用したのであろうか。一見すると「種の起源」には、顕微鏡の使用について直接的に言及された部分は少ないが、その成立には顕微鏡による観察が大きな役割を果たしている。

ダーウィンは、ビーグル号による航海の後、1846年10月から蔓脚類についての研究を始め、1851年に「イギリス産化石えぼしがい科すなわち肉茎を有する蔓脚類の研究」及び「蔓脚亜綱の研究その他」を出版するとともに、1854年には、「ふじつぼ科（すなわち無柄の蔓脚類）ヴェルカ科（蔓脚目、完胸亜目）その他」及び「イギリス産化石ふじつぼ科、及びヴェルカ科研究」をそれぞれ出版した。この間、「世界中から続々と届くフジツボを次から次へと丹念に調べあげ、現生のフジツボは細かい解剖を行い、各部分ごとに顕微鏡スライド標本を作成して」¹⁷⁾ p1336 いる。また、航海中から「ビーグル号の船底からフジツボを採取したり、変わったフジツボを発見して船内の顕微鏡で観察したりしている」¹⁷⁾ p1335 と顕微鏡の使用について述べている。また、「ダーウィン家の子供は、顕微鏡の前で連日フジツボ解剖に没頭する父を見て育った」¹⁷⁾ p1336 ので、他家の父親はどこでフジツボの観察をするのかといふかきかたというエピソードもある。そして、このように顕微鏡を駆使して行った「フジツボこそ自然淘汰に対する理解を深めてくれた」¹⁷⁾ p1337 としている。さらに、ダーウィンは、「蔓脚類についての私の仕事には、相当の価値があると思う」¹⁸⁾ p106 とし、「蔓脚類は、高度に変異的で分類するのがむずかしい種の群である。私のこの仕事は、私が『種の起源』の中で自然分類の原理を論じなければならなかったときに、かなり役立った」¹⁸⁾ p107 と述べている。このように、ダーウィンの主著書「種の起源」の完成には、顕微鏡が大きく貢献していることが分かる。

1858年7月に、ダーウィンとウォレスが、自然淘汰による進化に関する論文をリンネ学会で発表した。そこでは「あらゆる種のそれぞれの個体はその地位を保持しているのは、通常は、卵か

らはじまる生涯のどこかの時期における、栄養を獲得するための自分自身の闘争と能力、あるいは両親の、同種または異種他個体との闘争によってである」¹⁹⁾ p12と述べており、翌年に迫った「種の起源」の出版を予想させるものがある。ダーウィンは、ウォレスとの連名で学会発表を行うことで、発表後に予想される様々な事態に予め備えていたことがうかがえる。そして、1859年11月に「種の起源」は出版された。発行部数は1,250部で、その正式名称は「自然淘汰による種の起源—生存闘争における有利な品種の保存—」となっている。本書の出版によって、生物の「個別創造」説は限界を迎え、進化に関する概念が転換する大きな契機となった。

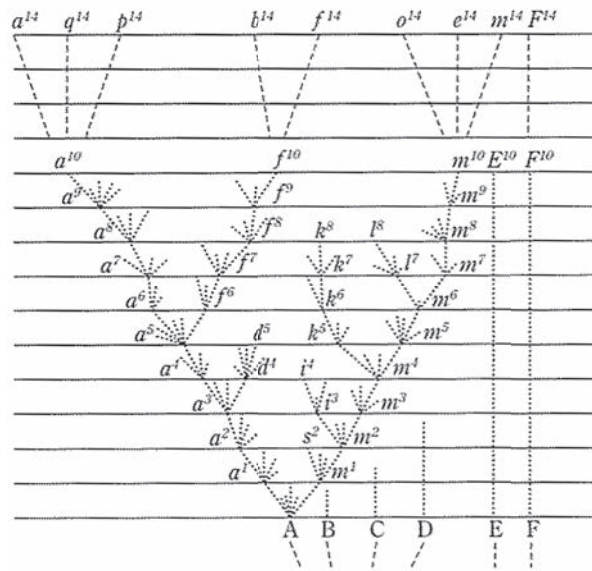


図10 ダーウィンの系統樹 (部分)

「種の起源」では、ただ1か所だけ図が用いられているが、それが図10に示す系統樹¹⁹⁾ p73である。ラマルクによる系統樹(図7)と比較すると、種の分岐と変遷について、類型化したうえで下から上への時間的な流れに基づいて作成されていることが分かる。なお、「種の起源」は、学術書ではなく一般書として出版され、一般への普及という面からも進化に関する概念転換を促した。

(3) 「種の起源」以降

1859年の「種の起源」出版の翌年、1860年、ウォレスは「種の起源」を高く評価した。しかし、1860年に大英学会が主催した大討論会において、司教のウィルバーフォースは、後の1863年に「自然における人間の位置」を出版するハックスリに対して「サル先祖の入っているというのは、一体君のおじいさんのほうなのか、おばあさんのほうなのか」³⁾ p72と質問している。これに対して、ハックスリは「人間はじぶんたちの祖先がサルであったことを、恥ずかしがる理由を、一つもっていない……恥ずかしいと思うような祖先があったとしますなら……定見もない弁舌だけで、問題をごまかして……宗教的ひがみに訴える……聴衆の注意を論争の中心からそらそうとする人間」³⁾ p73である、と応えている。「種の起源」ではヒトの進化について直接的な言及はないが、ハックスリは、図11のように、左からギボン(テナガザルの英名で、図は2倍大)、オラン(オランウータン)、チンパンジー、ゴリラ、ヒトの骨格図を示している²⁰⁾ 前付。骨格を比べると、それらの生物相互の共通点が見出しやすくなる。この初版原本の骨格図は表紙を開くとすぐ現れ、その大きさは縦8cm×横15cmほどで当時の人々に大きな衝撃を与えたであろう。また、さらに、象徴的な図も掲載されており、以下に図12として示す²⁰⁾ p63,66。邦訳では、図12の左図は「ごく幼



図11 ギボン、オラン、チンパンジー、ゴリラ、ヒトの骨格

いイヌ」²¹⁾ p84 の、そして、右図は極めて早期のヒトの胚胎が「更に進んだ状態」²¹⁾ p89 と記されている。図12に引用するにあたって、胚胎の大きさが両者ほぼ同一になるように縮尺を調整したが、発生の初期においては、すべての生物が本質的には同じではないかという考えを示唆している。なお、22) p254によれば、このヒトの胚胎スケッチは、受精後、約31日目に相当すると推察できる。

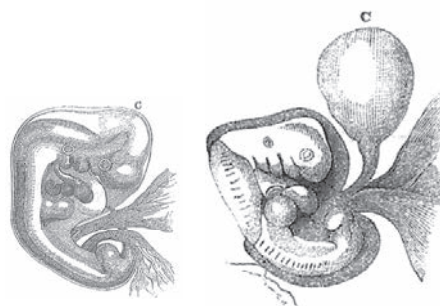


図12 イヌ(左)とヒト(右)の胚胎

ダーウィンは、1871年に「人間の由来」、1872年に「人間と動物の感情表現」、1881年に「ミミズによる腐植土の形成について」を立て続けに出版し、1882年に死去している。ダーウィンとガリレオは、それぞれ進化と天文の分野において創設者となったが、ガリレオは裁判にかけられ有罪となったのに対して、ダーウィンは、学会等で批判は受けたにしても裁判にかけられることはなかった。時代の流れ、時の変化ということを感じざるを得ない。

4 研究の成果と今後の課題

本研究の成果は、以下の、その1からその3にまとめることができる。

その1 科学的概念の転換に際しては、創設者の研究、出版に先立って、他の人物による先駆的な著書を見出すことができる。しかし、創設者が、先駆者による先行研究を肯定していたとは限らない。

その2 創設者は、主著書の前に、科学的概念の転換を可能とする実証著書を出版している。天文と進化の分野では、その期間はどちらの場合も約20年間であった。この20年があって、主著書が生まれた。

その3 科学的概念の転換となる研究が行われるためには、その理論を実証的に支える技術の発達が必要である。天文と進化についてならば、印刷技術並びに望遠鏡や顕微鏡の制作技術及び

レンズ加工の技術向上は欠くことはできない。

本研究では、天文と進化の分野を例に、科学的概念の転換における特徴や共通点について、17世紀から19世紀までを中心に考察した。アインシュタインの特殊相対性理論の発表は、ダーウィンによる「種の起源」の出版からわずか46年後のことである。ガリレオとダーウィンによる科学的概念の転換に共通して見られた傾向は、その後も続いたのだろうか。他の分野や時代について、科学的概念の転換に関わる過程を構造的に研究することが、今後の課題である。

また、今回の研究を通じて既に公開されている関係論文の中で課題と思われる記述が2つほど見付かった。

1つは、ガリレオの手紙に関して、「『大公母宛の手紙』に書き上げた(1615年6月頃)。」^{23) p46}とされている論文がある。しかし、この手紙が書かれたのは、他の資料にもある通り、1616年6月のことではないだろうか。1615年とすると、ベラルミーノが、フォスカリーニあてに出した手紙(1616年4月)より早い時期となってしまふ。このことは、ガリレオが、ベラルミーノからフォスカリーニあての手紙を読んでから、『大公母宛の手紙』を書いたとされることと矛盾する。

2つは、ダーウィンの著作発表の時期について、「『フジツボ蔓脚類有柄目』(化石・現生)2巻(1851 - 52年)、『フジツボ蔓脚類無柄目』(化石・現生)2巻(1854 - 55年)」^{24) p29}とされている論文がある。しかし、他の資料にもあるとおり、前者はともに1851年11月、後者はそれぞれ1854年7月、9月の出版ではないだろうか。ダーウィンは、これらを出版した後、1854年9月から種の研究を再開していることから同論文の記述では矛盾が生じる。

謝辞

本研究を進めるに当たって、国立国会図書館の方々にはたいへんお世話になった。記してお礼を申し上げる。

引用文献

- 1) 佐藤勝彦・横山広美「物理法則の美しさを求めて」“現代思想”，青土社，vol.44-12，2016，p64.
- 2) Stephen W.Hawking “A Brief History of Time”，Bantam Press, London, 1988, p179.
- 3) ダンネマン/安田徳太郎 訳・編 “大自然科学史 11”，三省堂，1979，p72, 73.
- 4) トーマス・クーン/常石敬一 訳 “コペルニクス革命”，講談社学術文庫，1993，p266.
- 5) 国立天文台 編 “理科年表 平成28年”，丸善出版，2015，p170, 564.
- 6) 椿 玲子 等 編 “宇宙と芸術”，森美術館，2016，p81, 86.
- 7) ガリレオ/山田慶児・谷 泰 訳 “星界の報告”，岩波文庫，2014，p21, 23, 35, 42, 43.
- 8) 田中一郎 “ガリレオ裁判”，岩波新書，2015，p40.
- 9) Galileo Galilei “Dialogo di Galileo Galilei Linceo matematico sopraordinario dello studio di Pisa. E filosofo, e matematico primato del serenissimo gr. dvca di Toscana. Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo Tolemaico, e Copernicano; proponendo indeterminatamente le ragioni filosofiche, e naturali anto per l'vna, quanto per l'altra parte.” Firenze, Per Gio: Batista Landini, 1632. 扉，p15, 16, 159.
- 10) ガリレオ/青木靖三 訳 “天文対話 (上)”，岩波文庫，1988，p251.
- 11) Galileo Galilei “Dialogue on the Great World Systems”，The University of Chicago Press, 1953, p179.
- 12) J.B.P.A. Lamarck “Philosophie Zoologique”，Dentu, Paris, 1809, t1p268, t2p463.

- 13) ラマルク/小泉 丹・山田吉彦 訳 “動物哲学”, 岩波文庫, 2008, p224, 328, 331, 338.
- 14) ラマルク/高橋達明 訳「動物哲学」, “科学の名著 第Ⅱ期 5(15)”, 朝日出版社, 1988, p146, 208, 463.
- 15) J.B. Lamarck “Zoological Philosophy”, Macmillan and Co., Limited, London, 1914, p127, 179.
- 16) ダーウィン/島地威雄 訳 “ビーグル号航海記 (下)”, 岩波文庫, 1989, p9, 18, 19, 42.
- 17) 倉谷うらら「ダーウィンのフジツボ時代」 “科学”, 岩波書店, Vol.78-12, 2008, p1335-1337.
- 18) ノラ・バーロウ 編/八杉龍一・江上生子 訳 “ダーウィン自伝”, 筑摩叢書 197, 1984, p106, 107.
- 19) ダーウィン/新妻昭夫 等 訳「ダーウィン」 “現代思想”, 青土社, vol.37-5, 2009, p12, 73.
- 20) Thomas Henry Huxley “Evidence As To Man’s Place in Nature”, Williams and Norgate, London, 1863, 前付け, p63, 66.
- 21) T・ハックスリ/八杉龍一・小野寺好之 訳 “自然に於ける人間の位置”, 日本評論社, 世界古典文庫 119, 1949, p84, 89.
- 22) www.lib.kobe-u.ac.jp/products/jintai2/T01.pdf, p254. (閲覧 2016.10.31.)
- 23) 大貫義久「科学の原点を求めて: ガリレオ・ガリレイに見る哲学的問題」 “明治学院大学教養研究センター紀要カルチュラル”, Vol.6-1, 2012, p46.
- 24) 小川眞里子「ダーウィンの生物学」 “学術の動向”, 日本学術協力財団, Vol.15-3, 2010, p29.

参考文献

- 25) ガリレオ/青木靖三 訳 “天文対話 (下)”, 岩波文庫, 1988.
- 26) ガリレオ/今野武雄・日田節次 訳 “新科学対話 (上)”, 岩波文庫, 1995.
- 27) ガリレオ/今野武雄・日田節次 訳 “新科学対話 (下)”, 岩波文庫, 1995.
- 28) ホワイト/森島恒雄 訳 “科学と宗教との闘争”, 岩波新書, 1971.
- 29) 青木靖三 “ガリレオ・ガリレイ”, 岩波新書, 1965.
- 30) コペルニクス/矢島祐利 訳 “天体の回転について”, 岩波文庫, 1982.
- 31) トーマス・デ・パドヴァ/藤川芳朗 訳 “ケプラーとガリレイ”, 白水社, 2014.
- 32) KEPLER “Kepler’s Conversation with Galileo’s Sidereal Messenger”, TRANSLATED AND EDITED BY EDWARD ROSEN, CITY UNIVERSITY OF NEW YORK, 1965.
- 33) ダンネマン/安田徳太郎 訳・編 “大自然科学史 3”, 三省堂, 1978.
- 34) 田中 純 等「特集=ガリレオ」 “現代思想”, 青土社, vol.37-12, 2009, p51-204.
- 35) J.D. バナール/鎮目恭夫・林 一 訳 “人間の拡張”, みすず書房, 1976.
- 36) 大塚頼三「Galileo Galilei (Letter and Comment)」 “日本物理学会誌”, Vol.56-4, 2004.
- 37) 若松謙一「ガリレオ裁判 359年4カ月」 “岐阜大学工学部研究報告”, Vol.50, 2000.
- 38) 鈴木輝美「ガリレオ著『天文対話』」 “国会図書館月報”, No236, 1980.
- 39) ダーウィン/渡辺政隆 訳 “種の起源 (上)”, 光文社古典新訳文庫, 2016.
- 40) ダーウィン/渡辺政隆 訳 “種の起源 (下)”, 光文社古典新訳文庫, 2015.
- 41) デイヴィッド・N・レズニック/垂水雄二 訳 “21世紀に読む「種の起源」”, みすず書房, 2015.
- 42) Charles Darwin “On the Origin of Species A facsimile of the First Edition”, Harvard University Press, 1994.
- 43) ダーウィン/島地威雄 訳 “ビーグル号航海記 (上)”, 岩波文庫, 1988.
- 44) ダーウィン/島地威雄 訳 “ビーグル号航海記 (中)”, 岩波文庫, 1988.
- 45) ダーウィン/荒俣 宏 訳 “新訳 ビーグル号航海記 下”, 平凡社, 2013.
- 46) ダーウィン/三石 巖 訳「ビーグル号航海記」 “世界の名著 23”, ポプラ社, 1968.
- 47) ダーウィン/内山賢次 訳 “ビーグル号航海記 (下巻)”, 改造社, 改造文庫, 1941.
- 48) 木村資生 “生物進化を考える”, 岩波新書, 2015.