様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成　21　年　6　月　30　日現在

研究種目：若手研究（B）
研究期間：2006　　～　2008
課題番号：18720009
研究課題名（和文）　近代初期における複数の幾何学的自然観に関する科学思想史的研究

研究課題名（英文）　A study on the plurality of《 the geometrization of the world 》in early modern

研究代表者　武田裕紀（　TAKEDA HIROKI　）
聖トマス大学人間文化共生学部・准教授
研究者番号：50351721

研究成果の概要：
本研究課題の最大の成果として『デカルトの運動論　数学・自然学・形而上学』を上梓することができた。この著作は、デカルトを主題としつつも、デカルトと対立する自然学者（パスカル、メルセンヌ、ガッサンディ）などを参照することによって、17 世紀前半という知的枠組みを設定し、そのなかでデカルトの幾何学的自然観の特徴を描き出すことができた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
2006 年度	800,000	0	800,000
2007 年度	500,000	0	500,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総　計	1,900,000	180,000	2,080,000

研究分野：人文学
科研費の分科・細目：哲学、哲学・倫理学
キーワード：デカルト、運動論、幾何学的自然観、ロベルヴァル、パスカル

１．研究開始当初の背景

（１）研究代表者はデカルト自然学研究から始めて、博士論文ではデカルトの運動論を扱ったのち、約５年間、パスカルを中心とする反デカルト陣営の自然哲学を研究してきた。こうした研究で明らかになったことは、「幾何学的自然観」という用語がデカルトと強く結びつられきわめて狭義で用いられたり、あるいはその逆に、17世紀の科学革命を特徴づける言葉としてきわめて広義に用いられているにもかかわらず、その内実はいくつかのタイプに類型化が可能であるということであった。

（２）ところで研究代表者の研究は上述の通り、17 世紀前半から中葉のフランス、とくにデカルトとパスカルを中心としているが、その周辺人物としてメルセンヌ、ガッサンディ、ロベルヴァルといった人物をこれまで論じてきた。じっさい国内外を問わず、多くの論文はこれらの人物をデカルトやパスカルとの関係において描き出してきた。しかし、こうした「周辺人物」を周辺としてではなく、デカルトないしパスカルの対等のライヴァルとして論じる必要性を感じた。

以上２点が、本研究課題開始当初の背景で

ある。

２．研究の目的

本研究は、これらの人物のうちガッサンディとロベルヴァルについて主題的な研究を行って、彼らの独自の幾何学的自然観のあり方を明らかにし、もってデカルトの幾何学的自然観の意義を、彼らから照射しつつ再構成しようというものである。

近代初期における幾何学的自然観を、便宜的に次の３通りに区別できるであろう。(A) デカルトによる、数学上の発想を厳格に自然学の方法全般に適用しようとする、最も厳密な意味での幾何学的自然観。(B) ガッサンディのように、枠組みとしては古代原子論を保持しながらも、自然現象の厳密な機械論的説明には限界を認め、例えば「力」などのいくつかの「隠れた形質」をも認める立場。(C) ロベルヴァルのように、実験を通して物質の性質を仮説的に把握し、それを基礎として地上の現象から宇宙論に至る、自然学の各論を解決していこうとする実験哲学。

こうした見取り図が検証されたならば、17世紀の自然哲学者の見解を理解する上で、有益な解読格子となる。たとえばパスカルのように、ある論者はデカルトとの、また別の論者はガッサンディとの、あるいはロベルヴァルとの親近性を指摘してきた思想家を、上記の３つの座標軸をもった座標系の上に、正確に位置づけることが可能になるだろう。

また、ガッサンディの自然哲学はチャールトンを経てイギリスで大きな影響を与えることが知られているし、ロベルヴァルの気体のアイデアは、同じくイギリスに伝わってボイルによる弾性流体の起源の一つになることが、文献的に跡づけうる。したがってこの見取り図は、フランスのみにとどまらず、イギリスを含む全ヨーロッパを射程に収める。

３．研究の方法

（１）研究の方法全般について

本研究課題は、テーマの性質上、科学史研究者との交流が不可欠である。研究代表者はこれまでも科学史プロパーと共同研究をおこなったり、日本科学史学会で成果報告をおこなってきたが、本研究課題においても引き続き、科学史研究者と常時情報の交換をおこなった。特にロベルヴァルについては、同様の関心をお持ちでボイルについて詳しい和光大学の内田正夫先生に、H16 年度以来共同研究を通じて助言を頂いているが、引き続き研究上の貴重な示唆を受けた。

もちろん哲学プロパーの中でも、自然哲学に強い関心を寄せている方々が多くおられる。とくに京都大学の小林道夫先生の主催されている京都哲学史研究会では、このような関心を共有する研究者が集っており、代表者はこれまでもここで発表の機会を与えられてきたが、本課題についても、この場で一回の発表の機会が与えられた。

（２）「重さ」、「弾性」、「空間」の概念史的研究

分析の基軸となる概念を上記３つに定め、それぞれ以下のような観点から調査を行なった。

①「重さ」の概念は、ニュートン力学の登場によっていったん整理されるまで、今日のわれわれから見るならば非常に独特の思惟枠の中で議論されていた。パスカルの流体静力学研究は、大気の圧力の問題だけでなく、同時に、空気の「重さ」が重要な課題となっているのだが、テクストの分析に入るに先立って、まず重さの概念の歴史的な変遷を、少なくとも中世末期から１７世紀中葉までたどってみる必要がある。

②同様に、空気の弾性概念についても、大気圧を解明するための重要な要因となっているのだが、アリストテレスから１７世紀中頃へ至る稀薄化と濃縮化の問題を、概念史的にたどる必要がある。

③空間概念については、一般的に、近代初期における原子論の重要性がカッシーラーの頃よりしばしば指摘されるのだが、さらにほかの思想的源泉（ストア派や幾何学的空間概念）の系譜も探ってみる必要がある。

これらの歴史的研究は、非常に込みいっているので、歴史的実情を十全に解明するのはほとんど不可能に近いが、そのときどきに選ばれた研究テーマに資するかぎりにおいて、検討することとした。

（３）H19－20 年度の２年計画は、愛知県立大学の小柳公代先生を研究代表者とする科学研究費研究「パスカルの自然学関連文書の多角的研究および一次資料からの翻訳」に研究分担者として参加することになった。

ここでは、本科研費研究ととくに関係の強いテーマとして、「科学概念に注目したパスカルのテクストの内的整合性」を重要な研究課題と設定し、本研究課題と密接な連携を保ちつつ、作業を進めることになった。作業の具体は、以下のような問題意識ないし方法によって進められた。

パスカルが最終的な見解を提示した『流体の平衡と大気の重さ』は『流体の平衡』と『大気の重さ』という２つの論文から構成されているが、この構成は、メナール教授が総括しているような、総合的・演繹的論証構造をもつものであると解されてきた。

たしかに、「流体の平衡」を証明するテクストとしてこの２つの論文を読むかぎりではこの指摘は正鵠を得ているが、しかし、そこで用いられている「重さ」などの根本的な概

念に注目するならば、さらに複雑な論証構造が浮かび上がってくる。
　このように、基軸概念の概念操作に注目するならば、パスカルが『パンセ』やその他の文書で表明している科学の方法の中に、「実験・観察に依拠する実験科学者」という従来の定説に収まりきらないメッセージをも読み取ることができると思われる。

４．研究成果
（１）「重さ」、「弾性」、「空間」の概念史的研究
①空気の弾性の概念史とロベルヴァル、パスカルの位置づけ
　空気の弾性の概念をめぐるパスカルとロベルヴァルの思考の相違を検討することで、パスカルの方法と思考の特徴を析出した。まず、空気の弾性というアイディアが、ロベルヴァルに先立って、トリチェッリの実験についてのトリチェッリ自身の考察（1644）の段階にすでに現れていることを指摘した。したがって、ロベルヴァルにとっての流体力学の研究は、この空気の弾性という性質を、物体の特性としていかに説得的に人々に示すか（とくに「鯉の浮き袋の実験」）、という点に特徴がある。
　他方パスカルについては、パスカルの『流体の平衡と大気の重さ』の執筆が定説どおりの 1654 年としたとき、そこに見られる大気圧の説明のためのモデル（『大気の重さ』第１章）は、すでに 1651 年にペケの著作のうちに見出される。パスカルは、ペケのモデルに依拠しつつも、ペケとは違って、空気の弾性という性質を実在的なものとしては扱わず、むしろ、形式的に操作できる一変数として処理する方法をとった。このことから、パスカルは、物質の性質という自然哲学にかかわる問題を避けて実証的に現象を記述しようとする近代的な科学者の嚆矢となったが、他方で、パスカルの研究を受けて、気体の性質を積極的に探求しようという道は拓かれなかった。
　本研究成果は、日本語とフランス語で公表され、フランス語版は、パスカル研究専門誌に掲載された（雑誌論文③）。

②重さの概念史
　古代から１７世紀に至るこの問題についての歴史的展開を、A 自然運動から重力質量へ、B 強制運動から慣性質量へ、C 質料から物質量へ、という３つの展開としてとらえ、とりわけパスカルに関しては、A および C の問題が重要であることを指摘した。とりわけ C の問題は、パスカルのテクストには表立って現れないが、この論点を考慮に入れることで、パスカルの自然学における原子論的側面を見いだすことができるとした。
　この研究は、パリのエコール・ノルマル・シュペリユールでの研究会で発表し、同じ問題を論じたクレルモン・フェラン大学のデコット教授と有意義な質疑を交わすことができた。

③真空（空間）概念の多様性およびパスカルとロベルヴァルの位置づけ
　パスカルは、当初トリチェッリの実験に現れた現象から、真空問題にコミットした。しかし、真空という問題が空間概念という形而上学的問題と深い関係を取り持っていることを自覚することで、より科学的な問題設定にふさわしい空間(真空)の定義を求めて、最終的には空間を規約的に捉えるように至った。空間概念を規約的に捉えるというこのパスカルの態度は、歴史的に見て、異例に早いものであること、また同時にこのことにより、パスカルが狭い意味での科学者や哲学者というレッテルに納まりきらないことを示した。
　なおこの研究の過程で、ガッサンディやロベルヴァル、さらには近世世界に復活したストア派などの空間概念を網羅的に検討した結果、パスカルの空間概念は、従来言われていたような、原子論的（つまりガッサンディ的）な傾向よりむしろ、ロベルヴァルのような幾何学的空間概念の自然学への適用という傾向が顕著であることを主張した。ただし、ロベルヴァルが創造神学に頼って、自然学におけるこうした空間概念を存在論的に基礎づけようとするのに対し、パスカルはむしろ、このような思考を積極的に排除し、言語（記号）の指示対象として位置づけようという意図が見受けられつことも、相違点として注目しなければならない。

（２）パスカルにおける科学の方法
　『パンセ』の一節の解読を通して、パスカルの自然学関連文書にあらわれた科学的方法について分析した。具体的には、『パンセ』における esprit de justesse（的確の精神）という、数多い『パンセ』研究においてもこれまでほとんど注目されてこなかった概念を主題に、パスカルにおける科学的精神の射程と、科学的論証構造を支える principes（原理）の意味を明らかにした。この研究から、実験を重視しつつも、それ以上に、古代以来厳密性のモデルとされてきた比例という方法を駆使し、適切な規模の論証モデルを構築して、有効な科学的言説を紡ぎだそうとする、パスカル自然学の論理主義的な傾向を指摘することができた。

（３）メルセンヌ・サークルという知的集団から見た場合の、幾何学的自然観の多様性
　日本科学史学会におけるシンポジウム「近

代における知とその方法–宮廷，サロン，コレクション–」の機会を得て、トリチェッリの実験を題材に、当時の知的サークルにおいて、ロベルヴァル、メルセンヌ、パスカル、デカルトのそれぞれのもっていた一般的な意味での幾何学的自然観が、その内実においてどれほど互いに隔たっていたのか、検証した。

トリチェッリのリッチ宛の書簡（1644）の中に、トリチェッリの実験の解釈に関わる３つの問題、すなわち真空問題、大気圧問題、空気の弾性問題が既に 萌芽的に含まれていることを指摘した上で、これらの３つの問題が、フランスでどのように展開したのかについて、①情報伝達の正確さと速度、②これらの問題を解釈するための自然哲学、の観点から分析を試みた。①については、アカデミーや学術誌といった制度が整う以前の、書簡を中心とした情報 伝達の危うさについて、②については自然哲学の多様性に由来する解釈の多様性について述べた。とくに、物質に能動性を認めるロベルヴァルと、全く認めないデカルト、物質論そのものを回避しようとするパスカルを、強く対比させた。

近世初期におけるフランスでの科学者集団のありように関する研究は、近年、世界的に大きな関心を引いているが、彼らが行なった（とされる）実験そのものよりも、その解釈に注目した。

（４）デカルトの運動論

本研究課題の最大の成果は、『デカルトの運動論　数学・自然学・形而上学』を公刊できたことである。これは、2000 年の博士論文 Du mouvement dans la physique cartésienne に「数学」に関する章を加え、またそのほかの章についても全面的に改稿したものである。これによって、デカルト哲学の根幹を成すと諸家によって等しく認められながらも、これまでまとまった研究がなかった運動概念についての、数学から形而上学へと至る全体像を描き出すことができた。

全体の構成は、第１章：数学における運動の導入、第２章：落体問題の数学的記述、第３、４章：力と運動、第５章：衝突問題と運動の伝達、第６章：力の存在論的身分、である。本研究に関連する箇所としては、第３、４章に上記（１）–②で得られた成果がふんだんに盛り込まれている。また衝突の法則について論じた第５章は、一方でガリレオやベークマンの衝突問題をも視野に入れ、他方でデカルトがラフレージュ時代に学びえたテクストも考慮に入れつつ、今回の研究成果を大幅に取り入れたものとなった。ここで明らかになったことは、デカルトの衝突の法則は自然哲学的には中枢的な役割を与えられているが、その中枢的役割ゆえに、デカルト哲学を支えるさまざまな道具立てが混入し、その結果、最終的に導かれることになる７つのパターンに分けられた衝突の規則は、ライプニッツの指摘するような連続性（一貫性）を欠いたものになってしまっていることである。

また最終章の「力の存在論的身分」の考察については、新たなる論文を発表した。ここでは、①デカルトにとって「力」という概念は一義的に定義できるような確固とした意味内容を備えた概念であったのだろうか、という文献学的な調査、②もしそのような概念が見出せるとするならば、それはデカルトの哲学体系とりわけその存在論においてしかるべき身分を保持することが可能であろうかという哲学的探求を課題とした。
①については、デカルトの自然学、それも動力学の問題群に限定するなら、そこに運動（当時の用語では瞬間速度）の量化としての「力」という概念が見出されることを指摘した。②については、「力」の概念が、「生成に従った原因」から見られるなら力は様態と呼べるものの、「存在に従った原因」から見られるならそれはその存在論的身分を適切に付与しがたいことを認めた。そして、その存在論的基礎付けの困難さを、デカルト哲学体系の部分的な破綻と見るよりも、力なる概念が、まさしく自然学の領域に固有の概念であることに起因していると結論づけた。

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計　５件）
①武田裕紀「パスカル『パンセ』における esprit de justesse」*GALLIA*（大阪大学フランス語フランス文学会編）、No. 48, 2009 年３月、pp. 1-10.（査読あり）
②武田裕紀「デカルトにおける力の存在論的身分」、『人間文化』: 聖トマス大学紀要, 第１１号、2008、pp. 23-47
③　TAKEDA, Hiroki, « Pascal, Roberval et l'élasticité de l'air », *Courrier du centre international de Blaise Pascal*, 2007, pp. 43-48.（査読あり）
④　武田裕紀「パスカルの科学史思想―パスカルにとって真空とはどういう問題だったのか―」『フランス哲学・思想研究』第 12 号, 2007, pp. 28-37.（依頼原稿）
⑤　武田裕紀「メルセンヌ・サークルとトリチェッリの実験」『科学史研究』No. 240. 2006 年冬号, pp. 255 – 258.（日本科学史学会 2006 年度年会シンポジウム「近代における知とその方法–宮廷，サロン，コレクション–」の報告。（依頼原稿）

〔学会発表〕（計　6 件）
① 武田裕紀「デカルトにおける力の存在論的身分」京都哲学史研究会、京大会館、2008 年 7 月 5 日
② 武田裕紀「パスカルにおける空気の弾性」第 135 回パスカル研究会、早稲田大学、2008 年 1 月 12 日
③ TAKEDA Hiroki, « Un commentaire sur la conclusion : *les éléments ne pèsent point dans eux-mêmes* », Table ronde pour la physique pascalienne, (Ecole normale supérieure d 'Ulm), le 24 septembre 2007.
④ 武田裕紀「パスカルの科学思想―パスカルにとって真空とはどういう問題だったのか」日仏哲学会シンポジウム「パスカルと現代」法政大学四谷キャンパス、2006 年 9 月 9 日
⑤ 武田裕紀「メルセンヌ・サークルとトリチェッリの実験」、日本科学史学会 2006 年度年会シンポジウム「近代における知とその方法−宮廷，サロン，コレクション−」、東洋大学、2006 年 5 月
⑥ TAKEDA Hiroki & KOYANAGI Kimiyo, Reconstitution des expériences du vide dans le vide, Université de Clermont-Ferrand II, le 7 mai 2006.

〔図書〕（計　4 件）
① 武田裕紀『デカルトの運動論　数学・自然学・形而上学』昭和堂、2009 年 5 月, x+204 p.
② 武田裕紀「物理概念形成における哲学的契機」pp. 32-44（松山壽一監修、加國尚志・平尾昌宏編『哲学の眺望』晃洋書房、2009 年 4 月、xii+216 p.）
③ 小林道夫責任編集、『哲学の歴史』第 5 巻「デカルト革命」中央公論新社、2007 年 12 月、766 p.うち、武田裕紀執筆：コラム 9「真空」 pp. 100-102.
④ 武田裕紀「パスカルとロベルヴァルおける空気の弾性」pp. 423-434（柏木隆雄教授退職記念論文集刊行会編『テクストの生理学 柏木隆雄教授退職記念論集』、2007 年 3 月、朝日出版社、ｖ＋572ｐ.）

６．研究組織
(1)研究代表者：
武田　裕紀（TAKEDA HIROKI）
聖トマス大学・人間文化共生学部・准教授
研究者番号：50351721