

## 論文内容の要旨

論文題目            ファラデーの電磁気学研究における力・力能・粒子  
                         Forces, Powers and Particles in Faraday's Researches in Electromagnetism  
氏 名                夏 目 賢 一

本論文は、19 世紀イギリスの自然哲学者マイケル・ファラデーの電磁気学研究を対象とした歴史研究である。具体的には、ファラデーがおこなった「誘導」現象を中心とする電磁気学研究について、その目的や方法、実際の過程、あるいは彼が導入した「力線」や「場」といった概念について、「力 (force)」「力能 (power)」「粒子 (particle)」に象徴されるいくつかの論点から歴史的な分析を進めた。

これまで先行研究の多くは、遠隔作用を批判するファラデーを近接作用説の代表者として位置づけることで「力線」や「場」といった彼の特徴的な概念の分析を進めてきた。ただし、それらの研究の多くはファラデーの独自性を強調しがちであり、彼の概念形成の歴史的要因については十分な説明ができていなかった。ボスコヴィッチ原子論やドイツ自然哲学、キリスト教・サンデマン派の影響を分析した研究もあるが、いずれも概念形成についての説明に関しては十分な歴史的事実や具体性を与えられていない。

本論文では、この課題に取り組むべく、電磁気現象を研究する上で生じていた本質的な問題点をあらためて分析し、そこに新しい論点を求めた。そして、研究対象としての粒子と力（物質と力）の関係、研究で求められた「表現」と「説明」についての方針の違い、およびそれらの方法と当時の学問分類との関係などに注目することで分析と考察を進めた。

第 1 章では、電磁気学の歴史を踏まえて近接作用説と遠隔作用説の問題点について論じた。まず、作用の原因が可感ではないという、近接作用説における物質的な説明の限界を示した。そして、その限界についての分析を進めるために、物質の性質と可感性との関係について論じ、そこから力を本質とみなす物質観が支持されるようになった経緯を示した。

さらに、電磁気現象は可感な運動と可感ではない運動に分けられ、それぞれ力学と化学の研究対象として位置づけられていたことを指摘した。そして、遠隔作用説はニュートンの万有引力の法則を応用する力学的・数学的な表現方法であったことを示すとともに、近接作用説と遠隔作用説にはそれぞれの限界が存在し、電磁気現象の研究を進めるためにはそれらの限界を何らかの方法で克服する必要があったことを明らかにした。

第2章では、19世紀前半における研究方法の変化と当時の学問分類について論じた。実証主義では、可感ではない原因を知ることはできないとして、科学の目的は因果関係における作用のあり方を表現・記述することであるとされた。こうして、実証主義は「説明」のあり方に対する認識の変更を迫った。この変化が力学を相対化するとともに、方法としてのアナロジーの重要性を高めることになった。さらにこの章では、電磁気学の研究方法を考察するために、当時の学問分類をとくに力学との関係において分析した。

第3章では、ファラデーが化学を基礎として研究活動を始めた経緯を論じた。そして、ファラデーの電磁気理論との関連性について論じていくために、イギリス経験論における物質観や学問分類における力学的な方法との関係に注目し、さらに力と粒子についてのデーヴィーの理論の特徴を示した。その中でもとくに、デーヴィーが化学親和力を「粒子」に対する選択的作用であると考えており、「粒子」に働く力と「質量／かたまり (mass)」に働く力を区別していたことを指摘した。

第4章と第5章では、電磁気の誘導現象について、ファラデーがその作用を粒子に帰着させて説明していく過程を論じた。そして、力と粒子についての彼の理解が変化していく過程についての分析を進めることで、電気や磁気的作用を引き起こす「緊張の線」は作用を表現する方法に過ぎず、その根拠を物質的な粒子に求めていたことを示すとともに、その理論化にあたっては電気分解の研究が重要な基礎になったことを明らかにした。また、その理論形成におけるモソッティの分子論の影響も指摘した。一方、ファラデーは遠隔作用説を棄却して近接粒子の理論を導入したが、その理論では可感ではない距離での遠隔作用が暗黙的に仮定されており、真空に近づくと結局は可感な距離でも遠隔作用を許すことになるという問題を含んでいた。本論文では、この本質的な問題点がファラデーの物質観に起因していたことを示すとともに、ファラデーに関しては、遠隔作用は近接作用を否定するものではないし、近接作用も遠隔作用を否定するものではなかったと考えられることを明らかにした。そして、遠隔作用説は作用の原因と対象の間の力を直線作用に帰する数学的な表現方法であり、近接作用説は作用の原因として物質を仮定する説明方法であるという理解を得た。

ファラデーは、力線という考え方を展開することによって、この遠隔作用／近接作用の図式から脱却しようとした。第6章では、まず、力線という表現を物質的に説明するためのファラデーの原子論について論じた。ファラデーは、物質を「力」で一元的に説明することで、物質と力の区別を排除しようとしたのである。このファラデーの考え方は、コモン・センス学派の物質観と共通性があり、ボスコヴィッチやモソッティについてはあくま

で場合に応じて言及していたことを示した。さらに、光磁気効果や磁性についてのファラデーの考察を分析し、力線は物質に帰属する線であり物質の力能の空間的な作用を表現するものであって、空間そのものの性質を表現するものではないことを示した。そして、ファラデーにおいて「場」とは力線の補助的・便宜的な表現方法であり、その概念が導入されたのは、反磁性体の研究を通じて新しい表現方法が必要になった 1845 年のことであったという結論を得た。

第 7 章と第 8 章では、ファラデーの力線を数学・力学研究を通じて評価・応用していったトムソンとマクスウェルの研究について、第 2 章で論じた実証主義と学問分類の議論と関連づけながら論じた。トムソンやマクスウェルは物質的原因を問わないという実証主義的な立場から研究を進め、それを補うためにアナロジーやモデルという方法を導入していった。ただし、トムソンの力学的方法では電磁気現象についての十分な表現と体系的な理論を与えることができず、それらはアナロジーやモデルを最終的に放棄したマクスウェルによって与えられることになった。その一方で、ファラデーは、研究において現象の物質的原因を求めており、これがファラデーの電磁気学研究の限界になったことを指摘した。

第 9 章では、以上で得られた分析結果を踏まえながら、ファラデーの電磁気学研究における力と粒子の関係について論じた。そして、「場」や「力の保存」、「力の変換可能性」といったファラデーに特徴的な概念の包括的な説明を与えるとともに、ファラデーが「力」の特徴を次の 4 点として理解していたことを明らかにした。(1) 自然界の諸力は共通する起源を持っており、その形式の違いにおいて区別される。(2) 力は創造されることも破壊されることもない。(3) 力は力能として物質に帰属している。(4) 力は緊張状態であり、線としてはたらく。さらにこれらの点に加えて、粒子とは化学において物質の構造を説明するための基本要素であり、質量とは力学において物質の運動を説明するための基本要素であると位置づけられていたことを示し、ファラデーの力と粒子の概念は、力能を本質的な問題とする化学的な理解を基礎として展開されていたという結論を得た。

ファラデーの電磁気学研究は、力学と化学という二つの学問分野の中間領域において化学を基礎として展開されたものであった。ファラデーは、電磁気現象を「力(力能)」と「粒子」の関係として理論化しようと試みており、この「力」と「力能・粒子」という研究テーマは、それぞれ「力学」と「化学」という既存の学問分野と結びついていた。そして、ファラデーの学問的な貢献とは、この中間領域において、電磁気学という新しい学問分野そのものの形成に必要となる方法を開拓したことにあると言える。このように本論文では、複数の論点から歴史的要因についての分析を進めることで、ファラデーの電磁気学研究における概念形成とその展開についての包括的な説明を与えた。