

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月12日現在

機関番号：23901

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2012

課題番号：21500979

研究課題名（和文） ニュートンの『光学』と錬金術

研究課題名（英文） Newton's *Opticks* and Alchemy

研究代表者

大野 誠 (Ohno Makoto)

愛知県立大学・外国語学部・教授

研究者番号：60233227

研究成果の概要（和文）：ニュートンの錬金術研究の痕跡は彼の『光学』（1704年）に残されている。それはこの著作の付録「疑問 31」に留まらず、本論の第2篇第3章命題7と命題10などに見いだせる。ニュートンは物体の色彩から粒子の大きさを見積もろうとしており、彼の中で光学研究と錬金術・化学研究は密接な関係にあった。『光学』の本論は1670年代の「光学講義」などに基づいているので、ニュートンにおける光学と錬金術の関係は1660年代末には始まっていた。ニュートンの手稿史料 Add.MS. 3975 を検討した結果、この頃、ニュートンの錬金術・化学実験に圧倒的な影響を及ぼしていたのはロバート・ボイルであることが分かった。

研究成果の概要（英文）：The trace of Newton's alchemical research remains in his *Opticks* (1704). It can be found not only the Book III, Part I, Quarry 31 often quoted, but also the Book II, Part III, Propositions 7 and 10. These show that Newton was trying to estimate the sizes of particles from the color of bodies, his optical research connected closely with his alchemical one. Since the Book I and Book II of *Opticks* were based on his "Optical lecture" and some articles in the 1670s, the relationship between the optics and the alchemy of Newton had started in late 1660s. As a result of examining Newton's Add.MS.3975, it turned out that Robert Boyle had had overwhelming influence on the Newton's alchemical experiments.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	200,000	60,000	260,000
2011年度	200,000	60,000	260,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学社会学・科学技術史、科学社会学・科学技術史

キーワード：ニュートン『光学』、ニュートンの錬金術、光学と錬金術、粒子の大きさと色彩、

1. 研究開始当初の背景

第二次世界大戦直後に経済学者のケインズが発した有名な言葉、すなわち「ニュートンは理性の時代を幕開けした最初の人物ではなく、最後の魔術師であった」は、確かに、

新しいニュートン研究の出発点になった。この言葉にある「魔術」とは、実質的には錬金術のことを指しているが、ウェストフォール、ドップズ、ニューマンらの研究によって、ニュートンの錬金術研究の実像が明らかにな

りつつある。大まかにいえば、その要点は次の通りである。

(A) 学究として最も充実した時期の活動

ニュートンの錬金術研究は、ケンブリッジ大学の数学教授に就任した 1670 年頃から始まり、ロンドンに定住し、ロイヤル・ソサエティの会長に就任する 1700 年代初期まで続けられた。ニュートンの錬金術に対する関心は、一時的な好奇心や気紛れからのものでも、隠居した学者の余技のようなものでもなく、むしろこれらとは逆に、学究として最も充実した時期に持続的に行われた活動であった。

(B) 実験を伴った研究

ニュートンはトリニティ・カレッジの自室の一部を錬金術・化学の実験室にあて、たとえば、この当時の錬金術ではよく使われていたアンチモンを試料としたり、各種の酸と金属を反応させたりするなど、多数の実験を行っていた。したがって、彼の錬金術への関心は、文書を読むという段階をはるかに越え、実践的なものであった。また、残された自筆の手稿の中には、手控えとして用いられた錬金術用語集があるほか、錬金術師の間でだけ流通していたと思われる手書き文書も存在する。

(C) 錬金術的真理観

上で述べた実験は、当時の化学実験と考えられるものを含むため、ニュートンが行っていたのは一種の化学実験であり、また物質観としても機械論の立場をとっており、錬金術のような魔術とは無関係だとする研究者もいるが、「プリスカ・サピエンティア」（古代の叡智）を重視する態度、錬金術で発見された真理を公表しないとす姿勢、また生長や生命、あるいは光に関するニュートンの考えは、錬金術のなかに見られる思想と連続性がある。

以上を総合すれば、ニュートンが錬金術研究を行っていたことは歴史的事実といえる。

2. 研究の目的

しかし、ニュートンが正真正銘の錬金術師であったとすると、彼が公刊した著作は一体何であったかという疑問が生じる。というのも、錬金術師は一般に「隠秘の術」の考えに見られるように、何か真理を発見してもそれを公表せず、仮にそれを伝えるにしてもごく限られた達意の者だけに、象徴や暗号等を用いて示し、俗人に真理が知られないようにしていたからである。しかし、ニュートンは生涯の間に『プリンキピア』（1687 年）や『光学』（1704 年）、それに数編の論文を刊行・公表していた。ここで同時に指摘しておかねばならないのは、刊行された著作は、彼の研究全体からみれば、量的には氷山の一角に過ぎない点である。そのことは、数学史家のホワイトサイドが 1967 年から編集・刊行したニュー

トンの数学手稿集全 8 巻を見れば明らかである。長い間未刊行のままであったこの大量の数学手稿は、ニュートンにとっても、現代のわれわれからみても、価値のないものでは決してなく、少なくとも数学史上、刊行に値するかなり重要な研究成果なのである。

では、ニュートンにとって著作はどのような位置にあったか。大量の未刊行論文の頂点に位置していたものか、その逆に、未刊行論文よりも劣るものだったか。私は、このいずれでもなく、これらと同等の価値をもつものであったが、ある特殊な要因が働いて刊行されたと推測する。「ある特殊な要因」とは、『プリンキピア』の場合ならば、フックとの論争である。また、死後直後に出版された『古代王国年代記』もこれに近い状況があった。というのも、ニュートンの許可なく、他人によって未完成な本が刊行され、ニュートンは最晩年を改訂版の完成のために使うことを強いられたからである。このように考えると、『光学』の刊行を改めて問題にしないでならない。

(1) 『光学』はどのようにして刊行されたのか。とりわけ、刊行を強えられる要因が何かあったか。

(2) 『光学』の刊行時期はニュートンの錬金術研究の最終局面と重なるが、『光学』と錬金術研究の関係はどのようなものであったか。

3. 研究の方法

初年度の科学研究費補助金の全部を使って、ニュートンの手稿史料のマイクロフィルム（全 43 リール）を購入し、以下のような手順で研究を進めた。

① ニュートンの錬金術手稿について研究状況を調査した。その際、手稿史料を扱う時に注意しておかねばならない点も明らかにした。

② ニュートンの『光学』の成立状況及び、これと錬金術の関係を解明した。

③ ②の背景となる手稿史料を検討し、新しい検討課題を提起した。

なお、当初の計画では 1690 年代に焦点を合わせて史料を検討するはずであったが、以下で示すように、実験が含まれている手稿史料の検討により、別の重要な検討課題が明らかになったので、計画の一部を変更した。

4. 研究成果

① ニュートン錬金術手稿の研究現状

（2010 年度化学史学会年会で報告した後、『化学史研究』No. 136（2011 年）：143-153 に掲載）

ニュートンの錬金術手稿全般に関わる情報として手稿史料の来歴などを明らかにした後、50 点余りの錬金術手稿それぞれについ

て、推定されている執筆時期、原稿の区分（「写し」、「抜粋」、「実験ノート」、「自作」の区別）、研究状況（全部で20点くらいになる研究文献を明記）、また「備考」欄で特徴を、一覧表にして示した。

ニュートン錬金術手稿の研究状況についていえば、科学史研究全般と同様に、1970年前後が境となっている。1970年以前は、有力な科学史研究者の中に錬金術否定派（ニュートンが行っていたのはあくまで化学研究であり、魔術的な錬金術ではないとする立場）がいたため、肯定派は錬金術の証拠集めに精力を注ぎざるを得ず、今から見ると彼らの成果は、ニュートン錬金術の全容解明へと向かうことなく、単発的な作品で終わった。一方、1970年以降の研究は総じて、ニュートン錬金術手稿の相互の連関を重視し、ニュートンによる錬金術研究自体の発展、もしくは変遷を語るようになった。

手稿史料の検討状況に関しては、これまでの研究でほとんどの史料は取り上げられてきたが、量的にも半数近くを占める1690年代以降の史料については、今後もっと研究を進める必要がある。

なお、今後、ニュートンの手稿史料を取り上げる際に、あらかじめ留意しておくべきことがある。それは、手稿の性格の判定（端的に言えば、それがオリジナルなものであるか否か）を慎重に行わなければならないということである。2000年近くまでニュートン錬金術研究の世界の第一線にたったドブズは、ニュートン錬金術研究の初期段階を扱った著作において幾つもの重要な点を指摘し、この方面の研究を大いに前進させたが、一つの重大なミスをした。それは、「鍵」と題されているニュートン自筆の原稿を、ニュートン自身のオリジナルな作品と見なして著作の結論を導いたことである。この「鍵」は、ニュートン自筆の原稿ではあっても、実はロバート・ボイルの文書に典拠があり、作者はボイルと親交のあったアメリカの錬金術師ジョージ・スターキであったことが、ニューマンによって明らかにされたのである。

ドブズほどの研究者でもこのようなミスを犯すということは、手稿史料の扱いの困難さを示している。ニュートンのどの手稿であっても、それをニュートンのオリジナルと結論するためには十分な根拠が示されねばならない。

② 『光学』の成立と錬金術

（化学史学会2011年度年会報告、発表要旨：「ニュートン『光学』の成立について」『化学史研究』No. 135(2011年)、p. 104）

『プリンキピア』の場合と比較すると、ニュートンのもう一冊の名著『光学』の成立状況はよくわかっていないとされる。この研究

状況は今でも基本的に変っていない。『光学』の刊行に関わる新たな史料が最近発見されたということは無いからである。しかし、たとえそうであるとしても、視点をかえて事態を見直すことはできる。具体的には、従来の「光学史」からではなく、錬金術の視点から『光学』の成立状況を再検討してみるのである。ニュートン自身のなかで光学研究と錬金術研究がどのような関係にあったかについてはまだほとんど解明されていないと思われるが、『光学』の一部、たとえば付録の「疑問31」には錬金術・化学研究成果が明らかに盛り込まれているし、『光学』の刊行自体に錬金術研究が関与している可能性も考えられる。というのも、ニュートン研究の第一人者であるウェストフォールによれば、『プリンキピア』刊行直後から数年間にニュートンの錬金術研究は絶頂期を迎えており、この時期はまさに『光学』刊行直前の1690年代だからである。

ニュートンの『光学』の成立について、これまでに分かっていることは次の点である。

(A) 『光学』も『プリンキピア』と同様に、ニュートンが自発的に刊行を計画したわけではなく、フック、ライブニッツ、ホイヘンスらに対して自説の優先権を確保しようとして、また友人たちの強い勧めがあり、いわば外部との関係からやむを得ずに出版した作品であった。これに関わるのは、刊行がフックの死の翌年まで延ばされたこと、加えて、第2版以降では光学と関係しないという理由で削除されたが、初版では曲線の求積法など2編の数学論文が付録として掲載されていたことである。

(B) 『光学』の内容について執筆時期を検討してみると、付録の一連の「疑問」は1690年代以降に書かれた新しいものだが、本論の方は1670年代のケンブリッジ大学での「光学講義」と同時期の複数の論文に基礎をおくため、新しいものではなかった。

では、『光学』と錬金術はどのような関係にあったか。すでに述べたように、付録の特に「疑問31」には、物質の階層構造論、また今日からすると金属のイオン化傾向を指摘したように見える実験結果、あるいはアンチモンの反応など、当時の錬金術・化学を基礎とする事項をいくつも発見することができるが、本論の方はどうであろうか。物質の階層構造論については本論でも述べられていることは、これまでに気づかれていた。だがそれだけではなかった。『光学』の本論を錬金術の視点から読んでみると、光学と錬金術のつながりを感じさせる箇所が存在していたのである。それは、第2篇第3章命題7「自然物の構成要素の大きさはその色から推測されうる」とその説明である。現代では誤った理論と考えられているためか、これまで真

剣に検討されてこなかったが、どうやらニュートンは物質の色彩から粒子の大きさを見積もろうとしていた。これ以外にも、第2篇第3章命題10の記述も、光学と錬金術がつながりを持っていたことをうかがわせる。こうして、『光学』の付録だけでなく、本論にも錬金術研究の痕跡が認められるのである。

これまでにほとんど指摘されてこなかったこの新しい知見が意味することは実に大きい。ニュートンの光学研究と錬金術研究は、『光学』の本論が書かれた1670年代からつながりをもっているものであり、われわれは特にその実験的基盤についてまず解明すべきなのである。ウェストフォールがニュートン錬金術の絶頂期と理解した1690年代については、1670年代の解明が進んでからにせざるを得ない。

③ ニュートン手稿史料の検討

(化学史学会 2012 年度年会報告、発表要旨：「ニュートン化学実験ノートの研究(1)：ボイルの寄与」『化学史研究』No. 139(2012 年)、p. 108)

上記のように、ニュートンのなかで光学と錬金術が研究の初期段階から、つまり1660年代末以降、密接な関係にあったとするならば、詳細にその様子を知るためには二つの方法が考えられる。一つはニュートンの「実験ノート」とされる手稿史料を分析することである。もう一つはニュートンの「光学講義」(手稿)を検討することである。後者については、現在詳細な研究がシャピロによって進められており、活字に移された原稿が刊行されつつあるので、その成果をしばらく待つことにしたい。本研究では、前者のうちでよく知られている、ポーツマス・コレクションの Add. MS. 3975 を取り上げる。

この史料はニュートンの「実験ノート」としてこれまでに知られてきたものだが、今日の科学者が記しているような実験日誌をイメージしてはならない。年月日が記載されているところもあるが、むしろそうでない方が多いし、古い方から順に記載されているわけでもない。また、実験の記録もあるが、ニュートンが読んだ文献の抜き書きも含まれている。体裁は、皮革の表紙をもつ自由記載の本といったものであるため、それぞれの文書を今日のルーズリーフのようにバラバラにすることはできない。こうしたことから、この史料は実験記録を含む「備忘録」と考えた方がよい。

この史料の前半の三分の一くらいまでの内容は次の通りである。最初は宝石の色と硬さを扱った他人の論文の抜き書きから始まり、「色彩について」と題されたプリズムを用いた実験の記録があり、その後「冷と熱について」などと題して、20枚以上にわたって

ロバート・ボイルの1660年代の3冊の著作からの抜き書きが続く。この後に、化学史家ドブズの見るところでは、ニュートン自身による「最初の」化学実験の記録がある。しかし、他人の論文からの抜き書きとニュートン自身による実験結果とを明確に区別できる判定基準を筆者は現時点で提起できないので、この点についての判断は保留したい。この問題はニュートンの特に実験手稿全体に関わるため、すでに述べたドブズミスと同じ轍を踏まないように、解答は今後の検討課題とする。

したがってここでは、以上の分析からみえてくるもう一つの検討課題を明らかにしたい。それは、若きニュートンに対するロバート・ボイルの影響である。科学史研究者ならば、同じ国の先輩研究者であるボイルがニュートンに影響を与えたのは、機械論という新しい自然観であったことを知っている。もちろん、この機械論はやがてニュートンによって別のもの(「新機械論」と称する研究者もいる)に変えられていく。これまでの研究者は、機械論という包括的な表現で済ませてきたが、上記の史料から浮かび上がってくるのは、ボイルが機械論の意義の論じながら示していた化学物質などの変化をニュートンはノートに書き留めていたという点である。1660年代のボイルの著作を通してニュートンは、機械論とともに化学実験の世界にも引き込まれていったのである。ボイルの著作の中には光と色彩を扱った作品もあるため、ニュートンの光学研究の起源もボイルに求めることができるかもしれない。今後、ボイルの初期ニュートン(1660年代後半～1670年代)への影響について、全面的な検討が必要である。

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2件)

大野誠、ニュートン錬金術手稿の研究現状、『化学史研究』、査読有、第38巻、2011、143-153

大野誠、プロソポグラフィ考、『化学史研究』、査読有、第40巻、2013、34-41

[学会発表] (計3件)

① 大野誠、ニュートン錬金術の手稿史料について：研究の現状、化学史学会、2010年7月4日、明治大学。

② 大野誠、ニュートン『光学』の成立について、化学史学会、2011年7月3日、弘前大学。

③ 大野誠、ニュートン化学実験ノートの研究(1)：ボイルの寄与、化学史学会、2012年7月14日、ホテルサンルート徳山。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大野 誠 (Ohno Makoto)

愛知県立大学・外国語学部・教授

研究者番号：6 0 2 3 3 2 2 7