

ニュートン『光学』

図書館長・教授（色彩学担当） 北 畠 耀

私の勝手な思い込みかもしれないが、是非とも原典を目にしたい、と長く思いを寄せていた本の一つがアイザック・ニュートン（Newton, Isaac 1642~1727）の『光学』である。

この書は光学と名付けられているが、色彩学と呼び変えてもよいほどの内容である。何しろあまたの色彩概説書は、彼が明らかにした太陽光の分解によるスペクトル（簡単にいえば虹が起こる仕組み）を絵付きで説き始めるのが常である。

ニュートンは近代自然科学を成立させた最大の功績者である。光の成分の分析、万有引力の法則、微積分の着想、が三大発明といわれる。

だがニュートンを少し詳しく調べると、伝えられる人物像とは違った意外な顔が隠されている。

それは科学者というより哲学者としての姿である。

* * * * *

まず、ニュートンの生涯を紹介しておこう。

ニュートンは北イングランドの農家の長男として1642年に生まれた。彼は知的好奇心が旺盛で農夫には向かなかった。子供の頃、鼠を動力に水車小屋の模型を作った、というエピソードが伝えられている。幸いその才覚を評価する人に恵まれ、ケンブリッジ大学（トリニティカレッジ）に入学、数学や光学を研究し、22才で学士号を得る。

だがその頃ペストが大流行し、1年半ほど大学が閉鎖になる。故郷で待機したこの間が幸いし、彼の創造力は最高度に発揮された。リンゴが落ちる話で知られる万有引力の法則等を着想し、また

プリズムを使って光を分解する実験が精力的に進められた。大学が再開された後、26才で教授に就任、光学を講義した。（この名誉ある講座は著名な学者で引き継がれ、現在は宇宙論研究で知られる車椅子のノーキング博士がその地位にある。）続いて反射式望遠鏡の考案により王立協会会員に推挙される。

1687年に『プリンキピア』（Principia『自然哲学の数学的原理』と訳される）を刊行、その後の一時期、激しい精神障害に

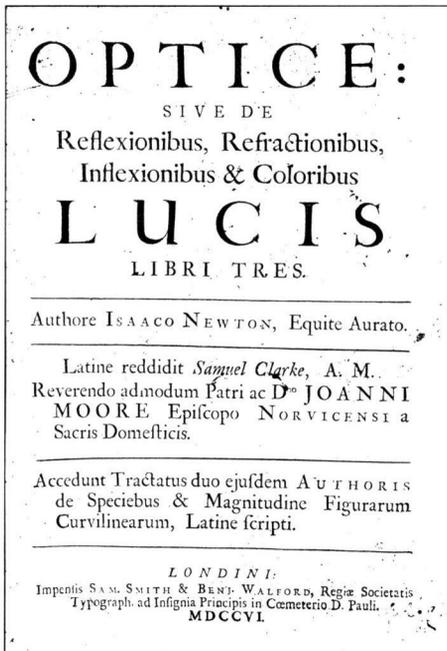


図1 1706年ラテン語版初版表題

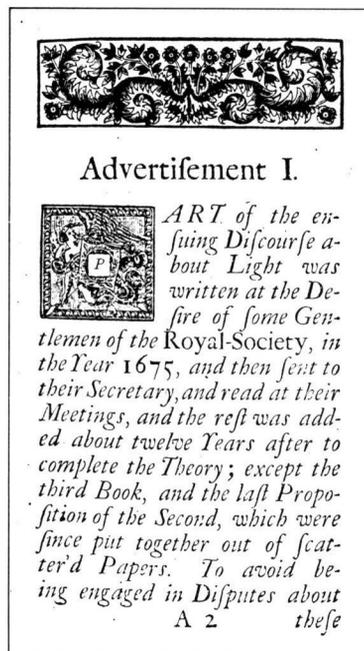


図2 1730年英語版第4版序文

悩まされたことが知られている。彼は1696年にロンドンへ転出、造幣局監事を経て3年後その長官となった。1703年に王立協会総裁に選ばれ、1704年に『光学』を刊行、1705年にはナイトの爵位が授けられている。

彼は一生独身のまま、1727年にロンドン郊外で84才の生涯を閉じた。美貌で注目を浴びた姪のキャサリン・バートンに最期をみとられ、ウエストミンスター寺院に葬られた。

* * * * *

光に関する学問は、ギリシア時代から中世にかけて、常に神と宗教に関わる問題でもあった。

だが16世紀半ば、コペルニクスが地動説を唱えて神が支配するそれまでの世界像は大きく揺らいだ。その後ガリレイ、ケプラーによる天文学研究に続き、ニュートンが確立した理論で宇宙の太陽中心説は決定的となった。ここに近代科学の幕が切って落とされた。

ニュートンの代表的な著作は2種ある。『プリンキピア』初版は当時の学術書の例にならいうラテン語で出版された。『光学』初版は英語で1704年に発行され、2年後にラテン語版が出された。

当館が所蔵するのは『光学』〔K425-N〕の1706年発行ラテン語版初版、および1730年に刊行された英語による第4版〔K425-N〕である。『光学』が翻訳される際に用いられる原典は、この英語版の第4版が多い。〈図1、2〉

* * * * *

『光学』の題名は正確には『光学、すなわち光の反射、屈折、回折および色の論考』であり、英語では『Opticks: or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light』である。

『光学』が刊行されたのはニュートンが功なり名をとげた61才になってからである。20代で行われた実験による光と色の新理論が第一篇に登場するが、このように出版が遅れた理由を彼は序文で「論争に巻き込まれるのを避けるため」と説明している。しかし『プリンキピア』のような数学的

体系化を光学では十分に果たせない思いがあったためとも考えられる。彼は「納得のいくまで実験を繰り返していないものがある」とも記している。

『光学』は全体が三篇で構成されている。

第一篇は、光の諸属性に関する定義・公理を述べ、精密な実験の繰り返しに基づいた考察がなされる。良く知られたプリズムの図版の多くはここに登場する。〈図3〉

第二篇は、透明な物体が薄膜となったときの光と色についての観測と考察である。凸レンズによって色が帯状に現れる、いわゆるニュートンリングについてであるが、これは長年の論敵であったロバート・フックを意識して書いたものである。

第三篇は、光の進行方向が変化する回折性についての観測を論じ、色と光に関する31の疑問（再版によって追加されていった）がこれに続く。

なお、図版類はすべて銅版画で刷られ、不思議な暖かさがある。ラテン語版はことに美しく、当書の価値を高めている。

* * * * *

内容の詳細は全訳・抄訳とも多くの書があるため、それらを参照して頂くとし、私に関心を持つ部分だけに少し解説を加えてみたい。

なお私は『科学の名著6 ニュートン』（田中一郎訳、渡辺正雄解説 朝日出版社1981）を座右の書としている。本稿の引用文も同書を利用して頂いた。色彩学の立場からは、分かりやすく要点を説いたものに金子隆芳著『色彩の科学』（岩波新書1988）があり、お薦めしておく。

* * * * *

『光学』の中で私にとって特に興味深いのは、音楽の調和から類推して色彩の調和を語っている部分である。

第三篇で彼は問題提起を行っている。

疑問14「色の調和および不調和は、音の調和および不調和が空気の振動の比から生ずるように、視神経の繊維を通して脳髄に伝達される振動の比から生ずるのではないか。（以下略）」

この仮説には当然ながら多数の反響が起き、否

定論者には、ベゾルド、ルード、ビレン、ポーブ等、色彩史の名だたる研究者が並ぶ。これらをめぐっては福田邦夫著『色彩調和の成立事情』（青娥書房1985）に詳しく、一読をお薦めする。

色と音の関係を波長の原理でもって否定することが正しい答え方であろうか、と私は思う。両者は、物理的であれ生理的であれ、同列で比較しないことは今では明らかである。しかし色彩と音楽は人のイメージーションの中で結ばれやすい、という素朴な実感を切り捨てた論議は不毛である。音楽家になるか画家になるかに迷ったクレーの絵からファンは音律を感じ取り、ドビュッシーの音楽からは色合いを感じとる。カール・ゲルストナーは『色と形』（阿部公正訳、朝倉書店1989）の中で次のようなエピソードを紹介している。

「フランツ・リストは、リハーサルのさいに楽団のメンバーたちに向かって“もつとばら色に”あるいは“うすいばら色で、もつとすみれ色で”とか、あるいは“あまり黒すぎる”とか、“もつと青く、皆さん、このキーの求めているのはこれなんです”と要求したが、メンバーはすぐにそれを理解したのだった。」

音と色の共感覚について、新しい発見が将来ないとも限らない。うまく言えないのだが、私は科学は宗教や芸術から離れて存立しうるのか、というわだかまりを持っている。両者は螺旋的な姿で、究極はどこかで合一するのではないかと、この思いがある。私がニュートンに、あるいはニュートンの時代に魅力を感じる理由の一つである。

音楽史の書物によれば¹⁾、ルネッサンス以後の西欧の学校では音楽教育が重んじられた。音楽は教会と深く関わっており、音楽の才能がない教師は資格がないとされたこともある、という。17世紀も同じで、大学の基礎教科目で音楽は数学・幾何学・天文学と並んでいた。それは音楽の調和は天体の秩序を象徴する、と考えられていたことによる。この価値観はギリシア時代のピュタゴラス派まで遡ることができる。ピュタゴラスは音階を構成する完全協和音（4度、5度、8度）が数理

的關係にあることを解明した。ニュートンが影響を受けた天文学者のケプラー（1571～1630）の場合は、惑星の楕円軌道を、音程と対応させた数比でもって説明をしている。

ニュートンが音楽に深い関心と知識を持っていたことは『光学』からうかがえる。当時は音楽史ではバロック時代に当たるが、イギリスの高名な音楽家としてはパーセル（1659～1695）がいる。ヘンデル（1685～1759）はバッハと同年生まれのドイツ人であったが、1711年のオペラがロンドンで大成功をおさめ、1717年にはテムズ川の音楽会のために『水上の音楽』を作曲、彼はついにはイギリスに帰化をする。ニュートンは、パーセルはもちろん晩年にはヘンデルの曲も耳にしたに違いない、と私は思う。

さて、ニュートンはスペクトルの観察を繰り返し行い、単色光の幅を紙に写しとるうちに、虹の7色：赤橙黄緑青藍堇は、弦楽器で用いる弦の長さを調節して音階に分割する時の幅と同じであることに気が付いた。色に対応する音程の比率については、第一篇第二章の命題IIIに詳しく述べられている。その説明が〈図4〉である。いささかの強弁を感じなくもないが、科学を美的に思弁する姿勢が見える。

なお、彼が用いた旋法はDorian modeと呼ばれる教会施法で、音階はレ・ミ・ファ・ソ・ラ・シ・ド・レで構成される。音楽に使われる音階は時代や地域によって多くの種類がある。ニュートンの表記は現代と異なるため、ヘファ・ソ・ラをド・レ・ミに置き換えないと理解ができない。

続く第二章の命題VIIにおいて有名なニュートンの色相環が現れる。〈図5〉

ニュートンの色相環には、紫～赤紫がスペクトルに含まれていないため欠落している。これは混色原理を求めた結果でもある。しかしこの色相環は光の観察に基づいているから、今日用いられる色度図の最も原初的な表現となっている。

彼はここでも7つの音程と7つの色幅とを対応させようと工夫した。色彩を音楽に整合させつつ

数学的に解こうとした顔がここにもある。

ニュートンと微積分の着想時期で長期に争ったドイツの哲学者・数学者のライプニッツは次のように言う。「音楽は、数えることを意識しない精神のひそかな計算行為である」と。音楽理論は、思えば当の音楽家よりも、哲学者や天文学者の研究対象として引き継がれてきた、とも言えよう。

* * * * *

私がニュートンにいささか取り憑かれているのにはもう一つの理由がある。これに触れなければ虚像の賛美に終わりがかねない、とすら思う。

「ニュートン生誕300年祭」がケンブリッジで行われた1946年、このとき研究者が仰天するような発表があった。

ニュートンは、未発表の膨大な手稿（ポーツマス文書と呼ばれる）を残していた。「プリンキピア」の執筆と並行して、彼は秘かに神学と錬金術の研究にも没頭していたのである。このことは助手にも明かさなかった。それが1936年に至って突然サザビーズで競売に付され、経済学で著名なJ. M. ケインズがその半ば以上を取得した。

ケインズは「数学と天文学とは彼の仕事のほんの一部にすぎず、おそらく最も興味をひいたものでもなかった。」と呟いた、という²⁾。そして「ニュートンは、理性の時代に属する最初の人 (the

first of the age of reason) ではなく、彼は最後の魔術師 (the last of magician) である」「片足は中世におき、片足は近代科学への道を踏んでいる」と書いた。

この手稿はまだ十分に解かれていない。そのため今後は各種の研究報告が発表されるであろう。1980年ころニュートンの遺髪を分析した研究者の発表では、錬金術実験の必需品である水銀の濃度が異常に高く、一時期を襲った精神障害の原因ではないか、と指摘された。

科学史研究家の下村寅太郎によれば、科学が意味を持つのは19世紀後半以後のことで、それ以前ではNatural Knowledgeと呼ばれていたそうである。そして17世紀の科学者は一般に自己を哲学者と考えていたという³⁾。

ニュートンが発見し発表した科学上の成果はより大きな普遍的原理を求める哲学的課題に立つたことであり、研究は道半ばにすぎなかった、と言えるであろう。

参考文献（本文中で紹介したものは省略する）

- 注1) 『図解音楽事典』U. ミヒェルス著(白水社1989)
- 2) 『ニュートンの秘密の箱』小山慶太著(丸善1988)
- 3) 『科学の名著6』付録リーフレット(朝日出版社1981)

