

ラヴワジエに消された男? : ジョーゼフ・プリーストリ再考

暁星学園 河野俊哉

「ダーウィンに消された男」と呼ばれる人物がいる。ダーウィンと同時期に自然選択による進化論を唱えながらも、歴史に名を残せなかったアルフレッド・ラッセル・ウォレス(1823-1913)のことを指している。ウォレスが生物学分野の人物であるのに対し、物理学の分野においても「ニュートンに消された男」と呼ばれる人物がいる。存命中こそニュートンをはるかに凌ぐ名声があったにもかかわらず、現在では法則に名を残す程度の扱いであるロバート・フック(1635-1703)のことである。事の真偽は、この両者を扱った関連の文献に任せることにするが、化学の分野においても同様の扱いを受けている人物として、ジョーゼフ・プリーストリ(1733-1804)を挙げることができるのではないだろうか。近代化学の確立者の一人をラヴワジエとするなら、「ラヴワジエに消された男」と呼ばれうる人物である。なぜならラヴワジエが、「近代化学の確立者」の一人、または「化学革命の遂行者」、はたまた「質量保存則の発見者」として歴史に名を残すのに対し、プリーストリはラヴワジエと並んで「酸素の発見者」として教科書巻末の化学史年表などにかろうじて名を残すものの、総じて旗色が悪いからである。ところが化学史研究の題材としての彼は、非常に興味深い点が多々ある。またプリーストリに関する化学史研究も近年大きく変化してきた。その一方で、教科書の扱いや一般書での扱いは十年一日のごとき感もある。そこで今回はプリーストリを題材に近年の化学史研究の成果も踏まえながら、旧来のプリーストリ像との違いを概観していくことにしよう。そしてそのことにより、理科教育における化学史のあり方にも新たな視点がもたらされれば幸いである。

さて、それでは旧来のプリーストリ像とはいかなるものであろうか。何冊かの古典的な

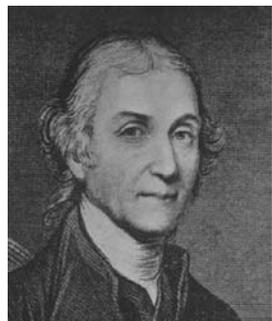


図1 プリーストリ

化学史通史を参照してみると、「頑迷固陋のプリーストリが誤った理論であるフロギストン説に固執するあまり化学革命の主役の座をラヴワジエに奪われた」といったような記述が判で押したように浮かび上がってくる。このような古典的な化学史通史の影響力は大きく、啓蒙的な化学史書、ひいては教育関連書の記述まで判で押したように同じような記述が、再生産されていくことになる。

それではこのような記述のどこに問題があるのであろうか。このような問題に最初に深く切り込んだ著作は、アーノルド・サックレーの『原子とカーニュートン主義物質理論と化学の発展』である⁽¹⁾。この著作は、ニュートン主義物質理論との対比によって、18世紀化学の変遷を描出しようとしたものである。ここで言うニュートン主義物質理論とは、物質の化学的性質や反応の説明を、原子およびその結合体である微粒子の及ぼす力から導き出そうとするものである。これはニュートンの『光学』の巻末に付した「疑問」をもとに追及された。簡潔に言えば、化学反応における力の定量化が目標となり、その目標を達成するために「親和力」の概念が導入され、その大小により化学反応を説明し、逆に化学反応からその大小を推定する試みが行われるようになる。しかし、実践的な化学の従事者にとっては、そのような理論からは何も得ることがなかったため、もっと実践的に、直接与えられる化学的性質をもとに考えを進めたのである。すなわちこの時点で、ボイルの機械論化学もニュートンに淵源する親和力理論も化学の実践的な側面においては何ら有効的な手立てとはならなかったことを意味している。それに対してシュタールのフロギストン説は、そのような試みの革新的な第一歩に位置づけられるものであった。すなわち、「質の科学としての化学」の始まりである。これはラヴワジエを経てドルトンによって化学の新体系にまとめあげられたのである。結局、反応をひき起こす力の大きさを重視するニュートン主義を断ち切ったところに、はじめて異なる元素の原子の重量測定を重視するドルトンの原子論が生まれ、それ

とともに「科学の一分野としての化学」も成立したとサックレーは結論づけるのである。驚くべきことに、古典的な通史において誤った理論と位置づけられていたフロギストン説を含むシュタール派の化学は、このような歴史オグラーフにおいては、むしろ「質の化学」における革新的なものとして積極的に評価されることになる。加えてラヴワジエは、18世紀化学史に不可欠な人物ではあるが、化学革命の英雄ではなく、その位置づけはフロギストン説に反旗を翻した反シュタール主義者ではなく、ニュートン主義物質理論に反発を示すシュタール主義者ということになる。そして化学革命は18世紀化学を語る際の中心概念ではなくなるのである。

以上のようなサックレーの研究により、フロギストン説、化学革命および化学革命におけるプリーストリやラヴワジエの位置づけなどは180度転換したと言ってよい。しかし、このことを理解するためには、「ホイッグ史観」や「勝利者史観」の克服といったものが前提となる。すなわち「ホイッグ史観」とは、現代化学を基準として過去の理論を裁断することであり、それをよりわかりやすく表現したのが「勝利者史観」というものである。ここで言えば、現在の酸素を中心とする燃焼理論を絶対に正しい大前提として置き、そこに向かって全ての歴史が流れ込んでくる、と考えるような歴史観を指している。つまりフロギストン説は、酸素を中心とする燃焼理論のために存在したことになる。フロギストン説を考案した人々が、現在の酸素を中心とした燃焼理論を知るはずもなく、またラヴワジエの酸素概念もその命名の誤りも含め、我々が知る酸素概念とは別物であることに注意しなければならない。

また、実際プリーストリが信奉していたフロギストン説とラヴワジエの提唱した酸素を中心とする燃焼理論の優劣をこの時点で決定するのは難しいものと思われる。フロギストンを負の酸素のように解釈すれば(フロギストンの放出を、酸素との結合といったように考えれば)ほとんどの反応はフロギストン説を使っても説明可能になると思われるし、またラヴワジエによる燃焼理論におけるカロリックという実際には存在しない物質の仮定や酸素(酸を生じる)という命名の誤りを考える時、その思いは一層強くなる。

またよく指摘されるような金属灰の重量増加がフ

ロギストンの放出との整合性を欠き、行き詰ったという解釈も、質量測定による質量保存則を前提にした現在の我々から眺めると行き詰っているように見えるだけで、当時においては必ずしも決定的な要因にはならなかったからである。俗にフロギストン説の欠陥と言われるこの質量増加の事実は、質量保存則を仮定し、さらに質量を持たない実体の存在を否定して初めて当の理論に不利なものとなる。現在ならいざ知らず、当時負の電気や負の温度が存在していた以上、負の質量を想定することは、当時としてはあながち間違いとはいえない発想であった。質量は無視できるが負の電気を持つものといった現在の電子のような位置づけで、当時では不可秤量物質という形でいくつかのものが想定されていた。

さてもう一つ過去を眺める時に犯しがちな「時代錯誤」について触れておきたい。現代に生きる我々は、18世紀のプリーストリを眺める時でさえ、現在の分類に彼をあてはめて論評しがちである。すなわち彼を、現在と同じ意味での「化学者」、あるいは「科学者」とみなしてしまうということである。当時「科学者(scientist)」という言葉自体存在していなかったし、「化学者(chemist)」という言葉は存在こそしていたが、プリーストリは自分のことを当初「化学者」だとは全く考えていなかった。そもそも彼の職業は、非国教派の牧師または非国教徒学校の教師であり、一番の関心事は神の御業の理解である。このような点をいち早く指摘したのが化学史家のマケヴォイであった⁽²⁾。彼のプリーストリ像は、神学から導かれた問題意識を、空気に関する実験的研究を通じて展開しようとした「空気哲学者」として描かれている。確かに古典的なプリーストリ研究においては、多くはプリーストリを何の疑問もなく「化学者」と位置づけたうえで考察を進めてきた。しかし、プリーストリの営為を化学という観点だけから眺めることには無理があった。例えば、このような観点からは、プリーストリは、ラヴワジエの酸素を中心にした燃焼理論の一手前までできておりながら、なぜそのような新理論を自ら打ち立てなかったのかといった疑問が即座に浮かんでしまう。しかし、このような疑問自体が、ホイッグ史観に他ならない。

彼の業績に対しても同様の指摘が可能である。古典的な著作において18世紀化学は、「相次ぐ新気体発見の時代」としてまとめられる。ブラックが「固定

空気(現在の二酸化炭素)を、キャヴェンディッシュが「可燃性空気(現在の水素)」を発見した。そして、これに続いて登場するのがプリーストリであり、「酸素(プリーストリは脱フロギストン空気と呼んでいた)の発見者」として、通常空気化学研究の頂点に立つ人物として記述される。しかし、プリーストリは「新気体を発見」しようとしていたのではない。燃焼によって「汚れた空気」を、燃焼や呼吸可能な「良い空気」に戻そうとする自然の摂理に注目し、それを読み解こうとしていた。そして、その途上で種々の気体を単離したに過ぎない。当時このような営為を行なう者は、「自然哲学者」と呼ばれていた。基本的には神の御業の理解を目的としていた人々で、現在の「化学者」や「科学者」とは似て非なるものだと言えよう。

近年では上述した問題点を克服するために、当時の文脈(コンテキスト)を重視して考察を進める「社会史的アプローチ」と呼ばれる考察手法による研究が台頭してきた。すなわち、プリーストリの主要著作だけに興味を寄せるのではなく、プリーストリが実際に活動したコミュニティや当時のコンテキストを重視して分析を進めるアプローチである。例えばプリーストリの気体研究は、「酸素の発見」を目的としたものではなかったが、当時の社会や研究者から注目されるような研究だったことは事実である。それではなぜそのように興味をもたれたのであろうか。その鍵を握るのは「空気的良好度」だと言う。近年特に注目されるのは、一酸化窒素を使用した硝空気テストによる空気的良好度測定であり、その際にはユージオメーターと呼ばれる実験器具が使用された。ユージオメーターとは、語源的には「良度量」、すなわち多少言葉を補うならば「空気的良好度測定器」という意味である。そもそも初期の空気的良好度測定は、やはりプリーストリにより、「ねずみ」を使用して行われた。しかし当然の事ながら個体差があり、定量化は難しい。そこで実験器具による定量化が望まれたのである。

プリーストリは、種々の金属(銅、銀など)を硝酸に溶かし、発生してくる無色の気体を水上に捕集して、硝空気(現在の一酸化窒素)と命名した。この気体の最も顕著な性質は、この気体を空気と混合すると発熱を伴いつつ赤褐色の気体に変化する事である。加えてこの赤褐色の気体は、硝空気とは異なる

り、水によく溶けた。したがって、硝空気を水上で大気と混合すると赤褐色に変化し、さらに水と接すると溶解することにより体積減少が起こることになる。この減少量から「空気的良好度」を測定するのである。これは現在でいうと酸素の含有量を測定していることになる。このようなユージオメーターと呼ばれる手法を使い、各所で「空気的良好度」が測定された。この手法は、ラヴワジエなどのフランスの化学者だけでなく、当時の先進国の関心事の一つでもあったが、その社会的背景としては、以下のようなことが考えられている。すなわち 18 世紀後半は、通常産業革命の時代とされており、とりわけ、その発祥の地イギリスは、化石燃料の燃焼により、地域によってはブラック・カントリーと呼ばれるほど環境問題が深刻化していた。その他、工場、監獄、伝染病に関連して公衆衛生の問題が徐々にクローズ・アップされつつあった。

また「悪い空気」を「良い空気」に変えること、すなわち「換気」の問題への関心が高まった。植民地政策が重要課題であったイギリスおよび関連諸国は、長期の航海による船内の換気の問題にも重要な関心を持っていた。当時の自然哲学者達の著作には、病気の発生を減少させる要因として換気について論じているものが多々見られる。空気と病気とは密接に結びついていたのである。そのような中で「空気的良好度」に注目が集まった訳である。参考までにいくつかのユージオメーターを概観してみよう⁽³⁾。

図 2 が、プリーストリの実験器具である。1770 年代末から 1780 年代初頭にかけて、プリーストリの器具を改良したものが多数出現した。その中で最良の結果を得たのがフォンタナのものであった(図 3)。フォンタナは実験の手順を詳細に記し、標準化に努め、一定の再現性をもたらした。

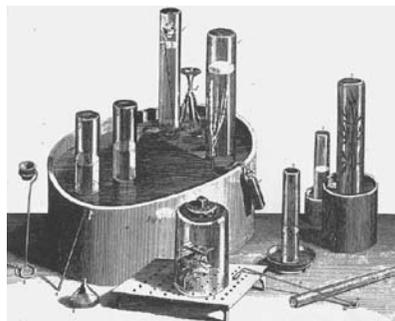


図 2 プリーストリのユージオメーター

キャヴェンディッシュは、最もシンプルで効率的な測定法を考案、気体の質量を決定した。キャヴェンディッシュは、スパーク・ユージオメーターも製作し、混合気体をスパークし化合するといった定量的な測定において成功を収めた。

1807 年までにユージオメーターにより、ガス分析が精密科学になった。しかし、「空気的良好度測定器」としての使用よりも、「混合気体を電気火花により化合させる実験器具」としての使用が主流となり現在に至っている。

フランス革命を期に、ラヴワジエは断頭台へと消え、プリーストリはアメリカ移住を余儀なくされる。ラヴワジエはプリーストリから実験に関する情報を得ることによって、近代化学に関する理論を構築した。理論面ではプリーストリは忘れ去られ、ラヴワジエは後世に名を残した。そういった経緯から言えば、プリーストリは、「ラヴワジエに消された男」なのかもしれない。しかし、プリーストリはアメリカ移住後、著名化学者第一号として敬意の念を持って迎えらる。また 1874 年に、アメリカの化学者達 77 名は、プリーストリの酸素の発見 100 周年を記念して彼の家に巡礼旅行を行ない、1876 年にアメリカ化学会を創設する。この学会で化学に対する顕著な功績を残したものに贈呈されるのがプリーストリ・メダルである。2003 年日本化学会創立 125 周年時に来日したロールド・ホフマン教授は、1981 年福井謙一氏と共にノーベル化学賞を受賞した世界的な理論化学者であるが、プリーストリ・メダルも受賞している。同様にプリーストリ・メダルを受賞したカール・ジェラッシュ教授と共にホフマンが 2001 年に出版したのが『オキシジェン(酸素)』である⁽⁴⁾。この作品は、その後アメリカをはじめ、イギリス、ドイツなどで上演されている。18 世紀の「酸素の発見」を中心に、同時発見者であるラヴワジエ、プリーストリ、シェーレの 3 人とその妻達を中心に、当時と現在の場面とを織り交ぜながら話が展開する中で、

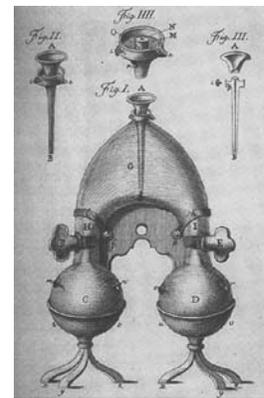


図 3 フォンタナのユージオメーター

「発見」や「最初」であることの意味の重要性を明らかにしていく物語である。日本でも先程述べた 125 周年記念事業の一環としてドラマ・リーディングという形で上演された。女優の井川遙がラヴワジエ夫人として花を添え、文学座の俳優達が安定感のある仕事をした。ホフマン教授も来日し、日本からノーベル化学賞を受賞した野依良治教授も観覧に訪れた。わかりやすく、きわめて興味深い形に演出が施されていたこともあり、好演であった。科学技術の功利的な側面が強調されがちな日本において、このような文化としての科学の側面の普及はきわめて貴重な取り組みだと言える。2005 年にはプリーストリ没後 200 年を記念して、アメリカ化学会の年会ではプリーストリに関するシンポジウムも開催された。ゆかりの地では記念事業が開催され、関連の書籍も出版されている。いずれにしてもプリーストリは、実際にはラヴワジエに消されず、現在も生き続けている。我々がもしプリーストリのことをよく知らないとすれば、それはラヴワジエによってその存在が消されたからではなく、我々の無知によってその存在が消されたからではなからうか。

巻末注

- (1) A. Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry* (Cambridge, Mass., 1970). 日本語で読めるサックレーについての解説としては、以下のようなものがある。大野誠「サックレー『原子と諸力』」, 村上陽一郎編『現代科学論の名著』(中央公論社, 1989 年)。
- (2) マケヴォイをはじめ、これ以降紹介する文献の概要については、以下の拙稿を参照。河野俊哉「プリーストリ研究の新潮流」『化学史研究』第 1 号 (2005), 45-60 頁。
- (3) ユージオメーターの変遷については、以下の文献を参照。Trevor H. Levere, "Measuring Gases and Measuring Goodness" in *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*, eds. Frederic L. Holmes and Trevor H. Levere (Cambridge, 2000), pp. 105-135. ユージオメーターに関する邦語文献としては、以下のようなものがある。リサ・ロバーツ著、橋本毅彦訳「ユージオメーター」, 橋本毅彦・梶雅範・廣野喜幸監訳『科学大博物館 - 装置・器具の歴史事典 -』(朝倉書店, 2005), 745-7 頁所収。
- (4) Carl Djerassi and R. Hoffmann, *Oxygen: a play in 2 acts* (New York, 2001).