

化学史研究

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society for the History of Chemistry

Vol. 16 No. 2 1989

寄 書	定量的科学におけるあいまいさについての考察……………唐木田健一 (49)
解 説	非国教徒学校における化学教育……………藤井清久 (55)
特 集	ラヴワジェ研究入門
	第6回 ラヴワジェの酸理論……………鶴田治之・大野 誠 (72)
討 論	分子概念の形成に関するもう一つの論考……………山口達明 (84)
広 場	88年度年会に出席して……………井山弘幸 (87)
紹 介	鎌谷親善『技術大国百年の計』……………亀山哲也 (88)
	日本化学会編『化学史・常識を見直す
	教科書の誤りはなぜ生まれたか?』……………立花太郎 (90)
	化学史学会編『原子論・分子論の原点』……………島尾永康 (92)

Ambiguity in Quantitative Scientific Research…………… Ken-ichi KARAKIDA (49)
The Chemical Education in Dissenting Academies…………… Kiyohisa FUJII (55)
New Light on Lavoisier: The Research of the Last Twenty Years
6 Lavoisier's Theory of Acidity
…………… Haruyuki TSURUTA and Makoto OHNO (72)
DISCUSSION …………… Tatsuaki YAMAGUCHI (84)
FORUM …………… (87)
BOOK REVIEWS …………… (88)

化学史学会

会 告

化学史学会夏期討論集会（夏のサロン '89）

1930年代わが国の化学技術

——日本窒素肥料㈱を軸にして——

主 催 化学史学会

日 時 1989年8月24日（木） 14時～18時

会 場 東洋大学浦水会館（都営地下鉄三田線白山駅より徒歩5分）

内 容

1. 1930年代の日本窒素肥料㈱の技術—アセトアルデヒド製造プロセスを中心に—

飯 島 孝（岐阜経済大）

1930年代の我が国の化学工業で、日窒は企業形態、技術の面で先端に位置していた。その技術を紹介し、特にカーバイド→アセチレン→アセトアルデヒド→酢酸合成の技術を軸に、日本合成化学工業、昭和合成化学工業等の他社の技術を比較し、水俣病との関連を述べる。

2. 合成化学労働者の出現—民衆史の立場—

岡 本 達 明（チ ッ ソ）

日窒でアンモニア、酢酸合成に成功した頃、工場ではそれまでと違った化学労働になった。合成化学労働者の出現である。聞き書きを基にその状態を述べる。

3. 水俣病研究の現状

有 馬 澄 男（水俣病研究者）

アルデヒド製造プロセスで、有機水銀はどんなメカニズムで生じたのか。プロセスの違い、触媒の違いはどう影響したか。工場からの廃水がどのように生態に影響し、人体に及んだのか。どこがわかり、どこが不明か、広い範囲に亘る研究の現状を述べる。

（この間、適宜にコーヒー・ブレイクを入れる）

司 会：亀 山 哲 也（化学技研）

参 加 費 1,000円（資料代とお茶代）。

懇 親 会 18時～（会費 2,000円程度）

受 付 当日会場にて。会員外の方も大歓迎です。

連 絡 先 〒275 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学内

化学史学会 山 口 達 明

（電話 0474-78-0420）

1989年度化学史研究発表会のプログラム等の予告をp. 95に掲載しましたので御覧下さい。

〔寄 書〕

定量的科学におけるあいまいさについての考察

唐木田 健一*

1. はじめに

科学は「客観的」(objective), 「無私」(disinterested) かつ「普遍的」(universal) な真理探究の営みであるとする「科学の真理探究モデル」(Scientist-as-truth-seeker Model)¹⁾ はすでにその影響力を失いつつある。以前の我々の調査における印象では、日本では特に1970年代以降その傾向が顕著であるように思われる²⁾。一方、現在においては、「科学の真理探究モデル」に対する一種の反動として、あるいはそのモデルが未だ社会的に根強く残っているという状況を背景として、科学の「主観的」あるいは「非合理的」側面を強調する議論が目につくようになってきている³⁾。しかしながら、この論議を基礎づけているのは逆に科学における《合理性》の過剰なのであって、すなわち対立する二つの理論の双方において、それぞれの《科学的合理性》を見出し得るということなのである⁴⁾。この事情を理解するための一つの手がかりとして我々が着目したのは、「厳密な学問としての科学」におけるあいまいさである。本稿では、物理量間の一致をめぐる考察において、その一つの例を示したいと考える。

2. 測定値間の一致の問題

二つの測定値間の一致・不一致を考察する場合には、その測定値に付随する誤差の評価が本質的に重要である。例えば、

Case I : 測定値 α 0.1542 ± 0.0003 nm
測定値 β 0.1539 ± 0.0002 nm

であれば二つの測定値は一致するということができるし、また

Case II : 測定値 α 0.1548 ± 0.0001 nm
測定値 β 0.1533 ± 0.0002 nm

であれば両者は一致しないと結論することができよう。一部の人々には、誤差に関する議論は測定が精密でない場合に必要となるように考えられるかも知れないが、事情はむしろ逆であって、測定が精密になればなるほど誤差とその評価は重要となるのである。言い換えれば、誤差の評価がなされていない測定値は事実上意味を持たぬのである。

ところで、ある理論から二つの測定値 α と β は一致することが期待されていたとしよう。そしてその場合に上記 Case II の結果が出たとしたら、その理論は実験により反証されたということができるであろうか？ もちろん、そうであると答えることができる。しかしながらその理論の擁護者は、それら測定値の少なくともどちらか一方が誤っていると主張することもできる。それは、誤差評価には本質的なあいまいさが伴うからである。

誤差は、よく知られているように、偶発誤差と系統誤差に分類することができる。これらのうち、前者については統計的手法が適用でき、測定者間共通の評価がある程度は可能である。しかしながら、この場合、測定値間の一致・不一致といってもそれは統計的な意味においてであって物理的意味においてではないことに留意しなければならない。また、系統誤差のほうはもっと事情が複雑である。

系統誤差は、装置・手順・環境(温度、湿度、圧力、……)等を源とし、極論すれば測定者以外

1989年4月12日受理

* 連絡先:

には立ち入ることはできない。もちろん測定者は気の付く限り系統誤差源のチェックを行うわけであるが、それは文字通り気の付く限りに限定される。従って、測定者は、自己の測定値が未知の誤差源によってバイアスを受けている危険に絶えずさらされていることになる。例えば、サンプリング誤差が実質的に無視できる（すなわち事実上同一の）試料の化学成分を複数の機関が分析した結果、それぞれの機関が与えた測定誤差を越えて不一致が観察されるなどということは決してめずらしいことではないのである⁹⁾。系統誤差に関わるこのあいまいさは、次のウィルソンの表現⁹⁾からも読み取ることができる。すなわち、(系統誤差は)「……それぞれの方法についての知識や経験を基礎にしてのみ求めるものであるから、特定の信頼水準をもつ信頼区間という項によって誤差限界を表現するのは通常不可能である。発表されている限界値は、いかにも真値を含んでいそうであると実験者が判断した領域をあらわしている。」(傍点引用者) 逆に、我々がある測定値とその信頼限界を引用する場合には、どこの研究グループの誰による数値かということがその信頼性評価の大きな要因の一つとなっているのが実状である。科学の特徴の一つとして「普遍性」という性質があげられ、その内容は、同じ条件下では誰でも・どこでも・いつでも同じ結果が得られることだと説明されることがあるが、現実の問題としては、その言明に対していくつもの留保条件が必要なのである。

系統誤差源としては、上述した装置・手順・環境などのほかに、測定の基づく理論をあげることができる。上記 Case II の場合、二つの測定値がそれぞれ異なった原理に基づく手段によって得られたものであり、かつそれらの間の不一致が測定の理論の不備に基づくものであるならば、測定自体に関わる要因をいくらチェックしても測定値間の一致は得られない。この場合、逆説的な表現をすれば、一致すべき二つの測定値は一般には一致しないほうが正しい。一例をあげよう。分子構造決定の精度が向上するにつれて「同じ」原子間距離に着目しても二つの独立な測定手段であるスペ

クトル法と回折法の与えるデータの不一致が「誤差の範囲」を超えることがしばしば見出された。各手段の詳細な検討の結果、その不一致は測定理論の不備によることがわかった。すなわち、原子間距離といってもそれは固定したものではなく、分子内振動によって絶えず変化している。そして、測定によって得られる原子間距離は、何らかの意味でのその平均値を表現する。従って、測定手段が異なれば、「同じ」原子間距離であってもその平均のされかたが異なり、「有意差」を生ずるという事情である。言い換えれば、「同じ」原子間距離であっても測定手段によってその物理的意味は異なる⁷⁾。そして、その物理的意味を与えているのは測定の理論なのである。スペクトル法と回折法という独立な手段によって得られた測定値は、それぞれのデータに分子内振動の寄与に基づく補正項を加えることによってその物理的意味を一致させなければならない。そうして初めて、両者は比較対照できるものとなるわけである⁸⁾。

以上は、二つの測定値の間の一致が期待されていたとき実験的に不一致が示された場合(上記 Case II)の考察である。逆に、二つの測定値の間の差(不一致)が期待されているときに上記の Case I のような結果が出た場合はどうであろうか。我々は次のような疑問をもつことができる。すなわち、二つの測定値は確かに誤差の範囲で一致しているが、これは測定誤差が大きいためであって、測定の精度および確度をもっと向上すれば差は検出できるのではないか? もちろん、そのようなことはあり得るであろう。しかしそれは、測定者にとっては抽象的な疑問でしかない。従って、測定者に可能な対応は、「二つの測定値は矛盾なく両立(一致)する」という表現を「二種の測定値間の差は検出できない」と変えることができるのみである。

これまでの議論は、測定値間の一致についてのみならず、理論値と測定値、あるいは理論値と理論値の間の一致に関しても基本的に成立する。純粋な非経験的物理量といっても、それは測定値である基本物理量(例えば、分子系の量子力学においては、電子や原子核の静止質量、荷電、等)を

含む。そして、それらは誤差をもつ。さらに、その非経験的物理量を生みだした方程式が「かたより」をもつこともあり得る。あるいは、その方程式は正しいものであっても、それを解くために導入した仮定により誤差を生ずる場合がある。これらの誤差はすべて、物理量間の一致の考察において本質的関与をする。

3. 理論形成と一致

ここでは前節での議論を背景として、理論形成における物理量間の一致の役割について考察してみたい。

まず、例として、ボーリングの共有結合半径の理論⁹⁾を概観してみよう。この理論は、各原子が一定の半径をもった球で近似できること、そして各共有結合距離はそれを構成する二つの原子球の半径の和で表現できること、という二つの前提からなる。この前提が成立するならば、特定の原子対の結合距離はいかなる分子中であっても一定の値を示さなければならない。ボーリングはダイヤモンドを始めとする8種の分子中の炭素-炭素間(一重)結合距離の測定値をかかげ、それらが0.152~0.155nmの間にあることを示す。各測定値の誤差は ± 0.001 nmのオーダーであるから、それらの距離は互いに誤差の範囲で一致しているといえることができる。[これを「特定結合距離における一致」と呼ぶことにしよう。]

つぎに問題となるのは、結合距離の加成性である。これはボーリングにより次のように例示されている。ダイヤモンドの炭素-炭素間距離は0.1542nmである。これを炭素-炭素間距離の代表値とみなそう。すると、炭素原子の共有結合半径はその半分の0.0771nmである。一方、塩素分子中の塩素-塩素間距離は0.1988nmと実測されている。従って、塩素原子の共有結合半径は0.0994nmとなる。そこで、炭素の共有結合半径と塩素の共有結合半径の和を計算すると、 $0.0771 + 0.0994 = 0.1765$ nm；これは、四塩化炭素分子中の炭素-塩素間距離 0.1766 ± 0.0003 nmと誤差の範囲で一致する！[これを「加成性における一致」と呼ぶことにしよう。]かくして、各原子に

についての共有結合半径の値を定めることができることになる。

さて、この例をもとに、少し一般的な議論を展開してみたい。まず、理論をつくりあげるにあたっての跳躍台となる一致がある。これを、「理論形成のヒントとしての一致」と呼ぶことにしよう。共有結合半径理論の「特定結合距離における一致」はおそらくヒントとしての一致であると思われる。[ただし、この推測の通りかどうかは科学史上の一事実の問題であって、いまの我々の関心事ではない。] もう一つ、「理論から読み取られた一致」と呼ばれるものがある。「加成性における一致」は、共有結合半径理論(あるいは、それと同等の発想)があって初めて見出されるものである；すなわち、理論から読み取られた一致である。ひとたび理論が形成されてしまえば、「ヒントとしての一致」は理論に組み込まれてしまい、「読み取られた一致」に化する。従って、両者は独立なものではなく、前者は後者に含まれる。二種の一致の区別は機能的なものである。

「ヒントとしての一致」においては、一致は正確であればある程跳躍台としての役割は堅固となる。すなわち、一致がその時代において与えられる最高の測定精度および確度と矛盾しないことである。一方、「読み取られた一致」においては、誤差はほとんど二義的な役割しか果たさないことがある。上に引用された例に限れば、共有結合半径の理論と実測値との一致は誤差と矛盾しない。しかしながら、ボーリング自身、理論と必ずしも一致しない例をいくつかあげている。それらは、結合の特殊性(たとえば、環状化合物における結合の「曲がり」)あるいは、他の結合様式(イオン結合性や共鳴による多重結合性など)の寄与によって解釈されるものとなる。

「読み取られた一致」に関する興味深い一例として、ドルトンと倍数比例の法則をあげることができる。これはすでに原によって議論されている¹⁰⁾。倍数比例の法則は、「二種の元素から成る化合物が二種以上あるとき、一つの元素の一定量と化合する他の元素の量は簡単な整数比を成す」

と表現できる。一酸化窒素 (NO) と二酸化窒素 (NO_2) という二つの化合物における窒素に対する酸素の化合比は、それぞれ、(1.15, 1.26, 1.36) [デイヴィー] および (2.38, 2.57, 2.95) [キャヴェンディッシュ] と与えられている。かっこ内の数字は、繰り返し測定の結果のバラツキである¹¹⁾。この二種の化合比が簡単な整数比の関係になるというのが倍数比例の法則の主張である。そして、ここでそれは、1.75~2.56 の範囲にバラツいている。これをドルトンは整数比 2 とみなした；彼にとってこれは原子仮説から読み取られた一致だったわけである。

同様のことは、たとえば、メンデル¹²⁾ にもあてはめることができる。彼は、雑種初代に関する 7 つの実験結果を示したあと、「すべての実験の結果をとりまとめると、優性形質をもつ個体の数と劣性の形質をもつ個体の数との間には 2.98 : 1 または 3 : 1 といってもよい平均比が生ずる。」と書いている。ドルトンの場合は余りに誤差の大きい数値から整数値を読み取ったことで後世の人々をおどろかせるが、メンデルの場合は、逆に、実験結果のバラツキが余りに小さいこと（など）で以前から幾人かの人々の疑惑の対象となっている¹³⁾。いずれにせよ、いかに正確なものであっても、一般に測定によってのみある物理量が整数であることを「証明」することはできない。それは何らかの発想（理論、法則、あるいは先入観）によって読み取られねばならない。

「理論形成のヒントとしての一致」の典型例としては、一般相対性理論¹⁴⁾ をあげることができよう。この理論は、慣性質量と重力質量の一致（もっと正確に表現すると、慣性質量と重力質量の比は物体の種類に関わらず一定であること——等価仮説）を前提とするものである。エートヴェッシュ (R. v. Eötvös, 1848–1919) の測定結果が極めて高い精度 ($\sim 10^{-7}$) をもつことはアインシュタインによって引用されている。しかし、測定結果のみでは、せいぜいこの一致が「極めて確からしい」、あるいは、「極めて高い真実性をもつものと思われる」にすぎない。しかし、この一致はアインシュタインに対し、「常に厳密に成立する一つ

の自然法則であり、これは理論物理学の基礎として当然、公式化されるべきものであるという確信」をいだかせた。これにより一般相対論が定式化され、また逆に、それによって二種の質量が本質的に一致することが「証明」されたわけである。

プランクが黒体輻射の理論に導入した h とアインシュタインの光子論における¹⁵⁾ $R\beta/N$ の一致はもう一つの例である。これがその後の量子論の展開にいかにか深く寄与したかはすでによく知られている通りである。

4. 一致における先入観の役割

前節では、物理量間の一致は理論形成のヒントとなるが、結局のところ、それは理論によって読み取られなければならないことが議論された。すなわち、物理量間の一致は理論によりけん証されなければならない。そしてこのことは、データ（物理量）による理論のけん証という事態と一体をなしている。ここでいう理論とは、より広義には、主体の関わる思考の枠組のことである。思考の枠組は、しばしば否定的に評価され、先入観と呼ばれることもある。

一般に測定値には誤差が付随し、それは我々がデータから何事か（すなわちシグナル）を読み取ろうとする場合にノイズとして作用する。先入観の役割は、ノイズを背景としてシグナルをひろい出すことにある。先入観を排除しデータをありのままに見なければならないということはしばしば指摘される。しかし、現実には、我々の思考は常に完全には対象化しきれない枠組に条件づけられているのであり、それに基づいて我々のあらゆる創造活動が展開されるのである。問題は先入観の排除ではなく、むしろデータに対する鑑識眼や理論形成にあたっての首尾一貫性がいかに先入観と均衡が保たれているかということのように思われる。そのことは、正多面体による宇宙の調和というすさまじい《先入観》から出発してニュートン体系の基礎となる諸法則にたどりついたケプラーの軌跡によくあらわれているように思われる¹⁶⁾。

5. 結 語

本稿では科学的探究の最も実証的な場面を取り出し、そこにおけるあいまいさについて考察した。序で述べたように、これが複数の互いに矛盾する立場にそれぞれの合理性を許すのである。あいまいであるということは（少なくともそれ自体は）いささかも非合理的、あるいは神秘的事態を意味しない。一方、あいまいさと主体との関わりは重要である。ここにおいて各データはそれぞれの意味づけがなされるのであるし、また同時にそれを通し我々はその主体がいかなる人物であるかを定義づけることが可能となるのである¹⁷⁾。

文 献 と 注

- 1) W. A. Blanpied, 'Subjective Impressions Regarding Contemporary Concerns and Trends', *Newsletter of the Program on Public Conceptions of Science*, Jefferson Physical Laboratory, Harvard University, No. 8 (1974), pp. 136-156.
- 2) K. Karakida, Y. Ishihara, T. Sato, and K. Nakamura, 'Bibliography of Important Works on Science and Ethics in Japan', *ibid.*, No. 16 (1976), pp. 38-51.
- 3) その契機となったのは次の文献であるように思われる: T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (1962); 中山茂訳, 『科学革命の構造』(みすず書房, 1971). また、次の文献も参照せよ: P. K. Feyerabend, *Against Method* (1975); 村上陽一郎・渡辺博訳, 『方法への挑戦』(新曜社, 1981).
- 4) そこで、どちらの理論を選ぶかは各人の《主観的》好みによるということになる。この辺については次の文献を参照せよ: 唐木田健一, 「我々にとってアヴォガドロとは何か?」, 『本誌』, 1985, 186.
- 5) たとえば、次の文献をみよ: 浜口博, 『現代化学』, 1974年2月号, p. 17.
- 6) E. B. Wilson, *An Introduction to Scientific Research* (1952); 福山美知子訳, 『科学研究の計画と進め方』(技報堂, 1971), p. 271.
- 7) これは原子間距離に限らず他の物理量においてもよく観察されることである。
- 8) この事情について記述した比較的にわかりやすい文献は、森野米三・坪井正道, 『分子の構造』(東京化学同人, 1966), 第9章.
- 9) L. Pauling, *The Nature of the Chemical Bond*, 3rd ed. (1960); 小泉正夫訳, 『化学結合論』(共立出版, 1962), 7. 1節.
- 10) 原光雄, 『化学入門』(1953, 岩波書店), pp. 128-131.
- 11) このバラツキと定比例の法則との関連も「一致」の観点からは興味深いものであるが、これは別の議論としよう.
- 12) G. Mendel, *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn*, 4, 3(1866). 本文での引用は次の文献の山下孝介の訳に基づく; 湯川秀樹・井上健編, 『現代の科学 I』(中央公論社, 1973).
- 13) たとえば, R. A. Fischer, *Annals of Science*, 1, 115 (1936). これは次の文献に引用されている; J. F. Box, *R. A. Fischer - The Life of a Scientist* (John Wiley & Sons, 1978), p. 295. なお、本稿では、データの《非公式な加工》(捏造)の問題には立ち入らない.
- 14) A. Einstein, *Z. Math. Phys.*, 62, 225 (1914). 本文での引用は次の文献に基づく; 湯川秀樹監・内山龍雄訳編, 『アインシュタイン選集 2』(共立出版, 1970).
- 15) A. Einstein, *Ann. Phys.*, 17, 132 (1905).
- 16) A. Koestler, *The Watershed: A Biography of Johannes Kepler* (1960); 小林信弥・木村博訳, 『ヨハネス・ケプラー: 近代宇宙観の夜明け』(河出書房新社, 1971).
- 17) 唐木田健一, 「科学史におけるのりこえの視点」, 『本誌』, 1988, 185. また、注4における文献も参照せよ.

Ambiguity in Quantitative Scientific Research

Ken-ichi KARAKIDA

This essay discusses ambiguity in scientific research in its most quantitative aspect. Even an "exact" science has ambiguity due to the presence of experimental uncertainties, and it often permits co-existence of two theories which contradict each other. So-called irrational appearances of science are understood "rationally" in terms of ambiguity where scientific creativity works. Ambiguity also plays an important role in estimation

of consistency between experimental physical quantities. Such consistency in some cases leads to a new theory as the "coincidence" between inertial and gravitational masses led Einstein to General Relativity. At the same time, it should be noted that consistency between quantities is proved *only* by a theory. This is another side of the popular statement that a theory should be proved by experimental data.

〔解 説〕

非国教徒学校における化学教育

藤 井 清 久*

1. はじめに

本稿の目的は、18世紀における非国教徒学校における化学教育について、その輪郭を描くことにある。まず第2節においてはその準備として、非国教徒学校がそもそも開設された社会的背景、および非国教徒学校の分類と教育上の特色とを概括する。第3節では、非国教徒学校の中でもとくに化学教育を施した学校について、その設立年代と設立主体、各学校で教えた化学教師について論述し、最後の第4節においては産業革命期の代表的産業都市マンチェスターにおける非国教徒学校の化学教育思想について述べることにする。

本題に進む前に、非国教徒学校と化学教育という主題について、それを取り上げた意味について述べる必要があるであろう。本来的に教育とは、ある集団がその共有する価値観にしたがって、自分たちの子弟の人間形成を図る行為であるから、化学が非国教徒学校の教科として取り上げられたということは、非国教徒にとって化学がなんらかの価値を持っていなくてはならない。そこで本論の主題は、非国教徒にとって化学とは何かというさらに大きな主題に必然的に発展する。しかしながらこの問題に答えるためには、単に教育の問題にとどまらず、非国教徒の宗教倫理、あるいは彼らを取りまいた社会的政治的状况なども射程にいられて考慮する必要がある。そうであるとすれば、ドイツの社会学者マックス・ヴェーバーの手法に示唆を得たアメリカの社会学者マートンが行った、17世紀における禁欲的プロテスタントの宗教倫理

と近代科学の勃興との相関関係の考察のような社会学的な論考が当然必要となろう。もちろん本論では、そこまで主題を発展させることは不可能であるが、少なくともこのような視点を予め考慮に入れておくことは必要だと思われる。実はこのことは、なぜ化学をここで取り上げなければならないかという問題にも関連しているのである。

そもそも化学は、17世紀前半期のいわゆるピューリタン改革者が、きわめて重要視した学問の一つなのである。たとえば、ピューリタンの教育改革者ハートリブ (S. Hartlib, ?-ca. 1670) を中心とする改革者グループの一人ジョン・デュアリ (John Dury) の書いた『改革的学校』(*The Reformed School*, 1650) の中では、14~15歳から19~20歳の青少年に教育すべき科目として、「自然哲学の諸原理、蒸留や他の化学操作の機器を用いた医学の基礎、および薬剤学」が挙げられている¹⁾。またハートリブ・グループが出版した小冊子『学問の進歩に向けての若干の提案』(*Some Proposals towards the Advancement of Learning*, 1653. 筆者はおそらくデュアリ) の中でも、人間の健康と肉体の増強に関する学問として医学の他に、自然哲学・薬剤学・外科学とならんで、化学者の技芸が数えられている²⁾。このことから考えると、ハートリブ・グループにおいて化学は、医学との関連でその重要性が認められていたらしい。もちろん化学が、産業の面からも重要性が認識されていたことも確かであろう。例えばピューリタン色が強かったグresham・カレッジにおいて、産業化学の教授職を設けることが検討されたと伝えられている³⁾。実用的な面以外で化学を評価したのは、ピューリタンの心情を持っていた自由主義的国教主義者ボイル (R. Boyle, 1627-1691)

1989年1月28日受理

* 東京工業大学工学部教育方法研究室
連絡先:

であろう。彼は一時ハートリブ・グループと接触があったが、このグループが持つ神秘的・錬金術的要素から化学を解放して、化学を自然哲学の一分野とすることに貢献した。ピューリタンが化学の重要性を認識したことは、彼らが大学の改革を叫んださいにも現れた。たとえばクロムウェルの従軍牧師ジョン・ウェブスター (John Webster) は、若者が「炉の中に手を入れて化学の不思議に親しむ」ことで空理空論に陥らないように、実験室を大学に設置することを要求した⁴⁾。またハートリブ・グループの一人ジョン・ホール (John Hall) は、「自然を解く鍵を、哲学の他の教派から危うく救い出した」化学を、大学の教科課程 (カリキュラム) の中に入れるように提案した⁵⁾。

このように17世紀のピューリタンが、社会と学問の改革における重要な柱の一つとみなした化学が、約1世紀後の彼らの後裔である非国教徒にとって、いかなるものであったのかという問が、我々の関心と呼ぶことになる。しかしながら今すぐに、このような問題に解答を出すことができないことはもちろんである。それゆえここでは、18世紀イングランドにおける化学の社会や文化に対する関係を考察するための序説として、非国教徒学校において化学がいかに教育されたかという問題を取り上げてゆきたいと思う。

2. 非国教徒学校が設立されるまでの社会的背景⁶⁾と非国教徒学校の性格

ヘンリ8世の離婚問題に端を発したイングランドとローマ・カトリック教会との対立から、イングランド議会は1534年に「国王至上法」(Acts of Supremacy)を制定し、ここに国王を教会の首長とする国家教会、つまりイングランド国教会(アングリカン・チャーチ)が成立した。ヘンリ8世の国教会は、ローマ教会における教会政治制度の根幹であった主教制度を存続させ、この制度をもって国王の絶対王政を支える支柱とした。1547年にエドワード6世が即位すると、改革派のクランマー大主教を中心に国教会の教義や礼拝様式のプロテスタント化が急速に推進された。夭折したエドワードの後を継いだカトリック教徒のメ

アリ1世は、スペインのフェリペと結婚し、イングランドに流血の嵐が吹き荒れ、プロテスタントの多くが殉教の死をとげた。メアリの没後国王となったエリザベス1世は、1559年に「国王至上法」を再発布すると同時に、教区教会への出席を国民に義務づけた「礼拝統一法」を制定した。さらにエリザベスは、中道的なプロテスタント主義路線の上に立って1563年に「三十九箇条」の信仰条例を制定した。エリザベスの死後1603年にスコットランド王ジェイムズ6世が、イングランド王ジェイムズ1世として即位し、ステュアート朝が成立した。ジェイムズは王権神授説を唱え、不文法(コモン・ロウ)が国王にも議会にも優越することを主張した議会と対立した。ジェイムズ治世の末期において、アルミニウス主義者がカルヴァン主義者を抑えて国教会の中で台頭したが、アルミニウス主義者は王権神授説を支持した。

1625年に即位したジェイムズの子チャールズ1世は、王権神授説を信奉し、カトリック教徒であるフランスの王女と結婚して、議会側の反感を買った。一方、国教会内部では、アルミニウス主義の指導者ロードが1628年にロンドン主教に就任し、アルミニウス主義者の勢力が拡大した⁷⁾。チャールズは、長老制をとるスコットランド教会に主教制度を強制し、その結果スコットランドとの戦争が起こった。戦費調達のために招集した議会は、1642年に議会の主権を要求して「十九箇条提案」を要求したが、チャールズはこれを拒否し、国王派(騎士派)と議会派(円頂派)との間に戦端が開かれ、イングランドは内乱に突入した。議会派内部には、議会の多数派であった長老派と少数派の独立教会派との対立があったが、やがて独立教会派のクロムウェルが軍事指導権を握り、1645年にロード大主教が、1649年にチャールズは処刑され、いわゆるピューリタン革命が頂点に達した。クロムウェルは、議会内の長老派および議会派軍内部の急進的平等派との内部抗争に勝利して、護国卿の地位に就いたが、彼の死後有能な指導者が現れず、1660年にチャールズ2世が再び国王の座に就き、王政復古の時代を迎えた。

王政復古後の国教会の主導権を握ったのは、革

命中に騎士派の庇護の下に隠退ないしは亡命していたロード派であった。復活したロード派は、非国教徒ピューリタンに対し不寛容政策をもって臨み、騎士派が多数を占めた議会は「クラレンドン法典」という名で知られる四つの弾圧立法を制定した。自治体の役職に就くものに国教会で聖餐を受けることを命じた「自治体法」(Corporation Act, 1661)、1662年に改訂した「祈禱書」の使用を聖職者と教職者に義務づけた「礼拝統一法」(1662)、家族を除く5人以上の非国教徒による礼拝集会を禁止した「秘密集会法」(Conventicle Act, 1664)、非国教派の聖職者が、都市あるいは以前司牧した場所の5マイル以内に立ち入ることを禁止した「5マイル法」(Five Mile Act, 1665)が制定され、さらに1673年に全ての官職保持者に、国王に対する忠誠の宣誓と国教会の聖餐拝受および「化体説」(Transubstantiation, ローマ・カトリック教の教理で、聖体祭儀のときに、パンとぶどう酒の実質をキリストの肉と血にかえること)の否定を義務づけた「審査法」(Test Act)が発布された。これらの法律は、国教会からピューリタンを、そして教育機関を含む社会の諸機関からカトリック教徒を含む非国教徒を効果的に締め出した。

非国教徒は、これらの法律およびこれらに準じた大学法規により、ケイムブリジ、オクスフォード両大学への入学や学位取得を阻まれたのみならず、在籍も困難となった。例えばオクスフォード大学では入学に際して、国教会の信仰箇条「三十九箇条」に同意の署名をすること、国王の至上権を認める宣誓をすることが要求されるとともに、入学後も国教会の教義に反対する団体と交渉を持つこと、主教の認めるもの以外の礼拝に出席することが禁止された⁹⁾。ケイムブリジ大学においては、入学は自由であったが、学位を取る場合には国教会の一員であることを自ら宣言しなければならなかった⁹⁾。

かくして両大学から追放された非国教徒の学者や聖職者は、大学への道を閉ざされた非国教徒の子弟のために学校を設立した。非国教徒学校に関する先駆的研究者である I. パーカーによれば、

当時非国教徒学校に入学した学生の年齢は、15～17歳であり、それゆえ非国教徒学校は大学に匹敵する学校であった¹⁰⁾。初期のアカデミーは、個人を基盤とする私学校の色彩が強いので、実質的に大学に伍する内容であったかどうか疑問は残るが、パーカーによれば、非国教徒学校の教師にはきわめて優れた人材（その多くは大学より追放された聖職者・学者であった）に富んでいた¹¹⁾。またアカデミーの修学期間は通常4年間以上であり、入学には古典学の一般知識を持つことが前提とされていた¹²⁾ので、非国教徒学校はいわゆる高等教育機関と考えてよいと思われる。

非国教徒学校は、17世紀後半期に設立され、18世紀を通じてしだいに数を増し、規模も内容も拡大整備されて行くが、この学校についての研究者たちは、いくつかの方法で分類することが可能であることを指摘している。前述のパーカーは、非国教徒学校を時代的に次の3段階に分けて考察している¹³⁾。(1) 1663年から1690年頃までの創設期に属する学校で、追放された聖職者が設立した。ここでは通常一人の教師が教えた。(2) 1691～1750年に設立された学校で、数人の教師がいた。このような学校は、以前のそれに比較して「(国教徒の子弟を含む) 全ての人に公開されていた」。(3) もっと後の時期、つまり1750年以降に開設された学校で、ここでは優れた教養教育 (liberal education) を授けると共に、実務に就く若者に職業訓練を施した。

パーカーより後の研究者である H. マクラクランは、非国教徒学校の設立主体に注目して、次のように別な分類をしている¹⁴⁾。(1) 初期に個人が開設した学校で、創立者個人の財産により設立されたもの。創立者の死により、閉校ないし移動することが多かった。従ってこのような学校に関する資料は乏しい。(2) やや後期に設立された学校で、主として教派別の財団により設立、後援、運営されたもの。このような財団の例を挙げれば、「長老派財団」(Presbyterian Fund, 1689設立)、「会衆派財団評議会」(Congregational Fund Board, 1695)、カルヴァン主義の「キングス・ヘッド・ソサエティ」(King's Head Society, 1730)、

「全バプティスト教育協会」(General Baptist Education Society, 1794)等がある。このような財団のうち特に初期のものは、教育以外の事業にも関与していたが、比較的后期の財団は、非国教派の聖職者を養成するために設立された。従ってこのような財団が運営した学校は、教派の聖職者を養成することが第一目標であった。この種の学校に関する資料は、財団によって保存されている。(3) 寄付者による資金提供に基づき、理事が設立運営する学校。教派から比較的独立している。理事会の報告書が存在するために、資料が豊富に存在する。

パーカーやマクラ克蘭の分類の他に、例えば目的別(聖職者の養成・法律家や高級官僚など学問的職業に就く者の養成・商工業者の養成等)の区別も可能であるが、ここではさしあたりこの二つの分類を手がかりに考察することで十分であろう。非国教徒学校における教育の特性については、多くの研究者がほぼ一致して以下の点を指摘している。すなわち、近代的な教科課程(カリキュラム)を持っており、科学がその中に含まれていること。例えば教育史家のジャーマンは、「非国教徒は、新しい思想を比較的たやすく受け入れ、彼らの学校では近代的教科が歓迎された」¹⁵⁾と書き、歴史家のワトソンは「イングランド非国教徒社会は、自分自身の学校を設立し、その教科課程は、より幅広く近代的であった」¹⁶⁾と述べ、歴史家のウィリアムズは、「非国教徒の教育体系は、活力にあふれた思索と教義の発展とを促す傾向を著しく助長し、この傾向は国教会の聖職者や信徒の多くにみられた宗教的、知的無感動と鋭い対照をなした。とりわけ科学が多くの非国教徒学校の教科課程にとり入れられた」¹⁷⁾と記述した。「近代的」というウィッグの用語に注意すると、ともかくも非国教徒学校では科学が重視されたと思われる。しかしながら科学を重視したことが、非国教徒学校に独自なことであったかどうかについては、研究者の意見は必ずしも一致していない。

教育史家のハンスによれば、科学を重視したのは非国教徒学校だけではなく、古いグラマー・スクールやケイムブリジ、オクスフォード両大学も比

較的科学中心の教科課程を取り入れた教養教育を志向した。ハンスは、グラマー・スクールの「クライストス・ホスピタル学校」(Christ's Hospital School)が、数学と航海術の教育に力を入れたこと、および「マンチェスター・グラマー・スクール」(Manchester Grammar School)が、数学や科学を教科課程に取り入れ幾人かの著名な科学者を世に送り出したことを指摘した¹⁸⁾。さらにハンスは、オクスフォード大学で、1618年に自然哲学の教授職が、1619年に天文学と幾何学の教授職が、そして順次に自然科学系の教授職が設けられたこと(化学の場合準教授[リーダー]職が1781年に設けられた)、かつまた、ケイムブリジ大学では1704年に天文学兼自然哲学の、1703年には化学の教授職の、そして他の科学教授職も次第に設けられたことも指摘した。

しかしながら教育史家のサイモンは、ハンスとは異なる見解を述べている。すなわち彼によれば、伝統的な教育課程を数学と科学におけるいくつかの教科で補っていたにせよ、一般的に言ってケイムブリジとオクスフォードの両大学も科学あるいは教育の進歩にとって実質上何等の貢献もしなかった。しかし非国教徒学校の場合、初期の学校では宗教的信念の深化が主要な関心事となり、聖職者の養成が教育の中心であったとはいえ、1750年以降に創設されたウォリントン・アカデミーやマンチェスター・アカデミーなどの非国教徒学校は、科学的探求に好意的で、新しい時代の必要性を受け入れる「偏見のない」非国教派の見解を體現していた¹⁹⁾。ハンスとサイモンの意見に見られるように、科学教育に対する非国教徒学校の寄与が独自であるかどうかについては意見が分かれるとしても、非国教徒学校で自然科学系の教科(自然哲学、化学等)が、他の古典的教養科目と共に教育され、しかも重視されたことは確かであると思われる。

3. 非国教徒学校と化学教育

3.1 設立年代と設立主体

非国教徒学校の研究者マクラ克蘭は、自分の著作の中で記録を手にすることができる非国教徒

学校72校について述べているが、彼の研究によれば明らかになっている限りで、「自然哲学」を教えた学校は25校、「数学」を教えた学校は24校であるが、「化学」を教えたのは僅か7校である。以下に設立年代順にその学校名と存立期間を示す。

- 1 ホマトン・アカデミー (Homerton Academy, 1730-1820)
- 2 ダヴントリ・アカデミー (Daventry Academy, 1752-89)
- 3 ウォリントン・アカデミー (Warrington Academy, 1757-86)
- 4 ハックニ・カレッジ (Hackney College, 1786-96)
- 5 マンチェスター・アカデミー (Manchester Academy, 1786-1803)
- 6 ロズラム・アカデミー (Rotherham Academy 1795-1820)
- 7 ウィモンドリ・アカデミー (Wymondley Academy, 1799-1819)

一見して分かるように、化学を教えた非国教徒学校は、ホマトン校がパーカーの分類による第2期に属するだけで、他のすべては後期の第3期に設立された。このことは化学が、非国教徒学校に導入された際の特異性を物語ると思われる(後述)。次にこの7校について、マクラ克蘭の分類基準に基づき、その設立主体に関して考察してみたい。

ホマトン校は、正統的カルヴァン主義の財団「キングス・ヘッド・ソサエティ」により、ホマトンに(後にマイル・エンドに移転)設立された。マクラ克蘭によれば、ホマトン校が設立された動機は、「会衆派財団理事会」が経営する学校が、古典教育(古典語・古典文芸の教育)を終えた学生にのみ入学を限定したことへの不満であった²⁰⁾。そこでホマトン校の場合は、最初の2年間に教養教育を受け、次の4年間で古典教育と神学教育とを施した。ホマトン校は、カルヴァン主義に立脚していたので、学生は10箇条よりなるカルヴァン主義の信仰信条に定期的に署名しなければならなかった²¹⁾。非国教徒の聖職者で科学者でもあった

プリーストリ (Joseph Priestley, 1733-1804) の伯母や親類が、青年時代の彼を入学させたいと望んだのが、この学校であった。プリーストリは、当時アルミニウス主義者であったから入学を断固として拒絶したと、自伝の中で書いている²²⁾。

プリーストリが教育を受けたことで知られているダヴントリ校は、神学博士で聖職者のフィリップ・ドドリッジ (Philip Doddridge, 1702-51) が創立したノーサンプトン・アカデミー (Northampton Academy, 1729-51) が、ドドリッジの死後ダヴントリに移動して開設された学校である。ダヴントリ校は、独立教会派の聖職者と信徒とが構成するカワッド理事会 (Coward Trustees, 名前は理事会でも事実上は教派の財団) により運営された。校長は、ドドリッジの後継者である聖職者ケイレブ・アシュワース (Caleb Ashworth, 1722-75) であった²³⁾。

ウォリントン校は、ケンドル・アカデミー (Kendal Academy, 1733-53) でケイレブ・ロズラム (Caleb Rotheram, 1694-1758) 博士に学び、グラスゴウ大学を卒業した聖職者ジョン・セドゥン (John Seddon, 1724-70) の献身的努力によってウォリントンに開設された学校であるが、組織としては理事会が運営した。理事には、バーミンガム、リヴァプール、チェスター、マンチェスター、ウォリントン等における支持者を代表する25人の理事により運営された。セドゥンは書記に任命された。校長には名誉職的な意味で当時王立協会副会長であった貴族が選ばれた²⁴⁾。ウォリントン校の支持者は、長老派が多かったが、特定な教派にとらわれない非国教派の合同的学校であった。その意味でウォリントン校は、教派によって統制される学校というよりもむしろ、地域社会つまりランカシャー州の産業都市の利益を反映する初めての学校といってもよいかも知れない。

ハックニ・カレッジ(この時期になると、アカデミーではなく、カレッジという名称が用いられることがあった)は、トマス・ロジャース (Thomas Rogers) が基金を集めて設立した。学校は、支持者の中から選出された委員会によって運営された。この学校も、ウォリントン校と同様に特定の

教派に属するものではなく、プロテスタント非国教徒一般のための学校であった²⁵⁾。

マンチェスター校 (1798年には、「ニュー・カレッジ」と改名した。後にヨーク、マンチェスター、ロンドン、オクスフォードに移転を繰り返した) の設立を推進したのは、神学博士トマス・バーンズ (Thomas Barnes, 1747-1810)、薬剤師で事業家のトマス・ヘンリ (Thomas Henry, 1734-1816)、医学博士トマス・パーシヴル (Thomas Percival, 1740-1804) など「マンチェスター文学哲学協会」(Manchester Literary and Philosophical Society) の中心人物達であった。彼らは皆、宗教上はユニテリアンだった。しかしこの学校は、特定の教派に結び付いたものではなく、ウォリントン校と同様に、地域に密着していた²⁶⁾。

ロズラム校は、カルヴァン主義的独立協会派により設立された²⁷⁾。

ウィモンドリ校は、ダヴントリ校と同じくカワッド理事会により経営される同系列の学校であり、ホマトン校の卒業生で会衆派の聖職者ウィリアム・ペリ (William Parry, 1754-1819) が校長を勤めた²⁸⁾。

従ってまとめてみると、特定教派の財団が運営する学校は4校 (ホマトン、ダヴントリ、ロズラム、ウィモンドリ)、超教派的理事会が運営する学校は3校 (ウォリントン、ハックニ、マンチェスター) となる。さまざまな面で共通点があるこの3校が、共に超教派的理事会による運営であったことは注目してよいことだと思われる。

3.2 各学校における化学教育と化学教師 (テューター) たち

非国教徒学校で化学²⁹⁾を教えた教師には、プリーストリやドールトン等よく知られている人物もいるが、多くは歴史に名をとどめていない。彼らの出身は、なんと言っても聖職者が多い。他は薬剤師、外科医、専門の教師である。

3.2.1 ホマトン校

ホマトン校で教えたパイ・スミス (Pye Smith, 1774-1851) は、ロズラム・アカデミーの卒業生で、古典学や言語学に造詣が深い聖職者であった。この学校において彼は、神学・論理学・歴史・

哲学の他に、自然哲学・天文学・化学・自然誌・数学を教えた³⁰⁾。

3.2.2 ダヴントリ校

ケイレブ・アシュワースが校長であったダヴントリ校では、ノーサンプトン校におけるドドリッジの教育方法を継承していた。ドドリッジの教育は、教育課程の中で化学に重要な位置を与え、しかも実験を科学教育の要とした³¹⁾。彼はまた、英語を用いて教育した (このことは当時かなり希なことであった。例えば彼が卒業したキプワース・アカデミーでは、ラテン語が教育に用いられていた)。さらに特長あるドドリッジの教育方法は、神学や他の教科に関して、論争的な対立点をことさらに取り上げ、両面の立場から講義をしたことである³²⁾。ダヴントリ校でも、ドドリッジの教育方法が継承されたことは次のようなプリーストリの証言から明かである。プリーストリは『自伝』の中で、「我々の勉学における一般的やり方は、ドドリッジ博士が出版した講義録から分かるように、あらゆる問題に関して対立する双方の立場に注意を払い、両者の立場を説明することを要求された。このようなやり方は、自由な探求にきわめて適していた」³³⁾と回想している。アシュワースは、ドドリッジの教育を踏襲して、自然哲学や実験哲学 (現在の実験科学) に力を入れた。同校の卒業生である聖職者ティモシ・ケンリック (Timothy Kenrick, 1759-1804) は、1779-84年にわたり母校で、数学・自然哲学および化学を教えた。彼に学んだベンジャミン・ペンという学生が残した、元素の性質、元素の分類、元素間の関係を記した化学ノートが現存するらしいが³⁴⁾、残念ながら詳細は不明である。

3.2.3 ウォリントン校

1760年におけるウォリントン校の「教育計画」によれば、第3学年生が取るべき教科の中に、「自然哲学、および基礎的の化学の主要な実験のいくつか」(教師名は不詳) が挙げられている³⁵⁾。ウォリントン校で初めて化学を専門に教えたのは、1763-65年に在職したマッシュウ・ターナー (Mathew Turner, ?-1788) であった。ターナーは、リヴァプール出身の外科医で、解剖学や実用

的化学にも通じていた。ジョサイア・ウェジウッド(Josiah Wedgwood)は彼の患者の一人であり、プリーストリも彼の友人であった。ターナーは、ウェジウッドにトマス・ベントリ(Thomas Bentley)を紹介し、この二人は後に共同事業を営んだ。ベントリは、リヴァプールにおけるウォリントン校の有力な支持者であった。ターナーは、両者と化学上の事柄について文通し、助言を与えた。ターナーは、ジェイムズ・ワットの共同事業者として知られるマシュー・ボウルトン(Mathew Boulton)に、漆塗りの際に用いるニスについて助言³⁶⁾、ニス・ラッカー・青銅粉・化学装置をウェジウッドに提供し³⁷⁾、硫酸エーテルの商業的製法を最初に発明した³⁸⁾。ターナーは、ウォリントン校で、実用化学と商業化学とを担当した。彼は政治的には、アメリカの独立に同情する共和主義者であり、宗教的には無神論者であった。彼はウィリアム・ハモンなる偽名で『哲学的不信仰者に対するプリーストリ博士の手紙への回答』(*An Answer to Dr. Priestley's Letter to a Philosophical Unbeliever*)を1782年に出版し、その中で友人であるプリーストリが説いた神の設計に関する議論を批判した(この著作は、リチャード・カーライルにより再版された)。プリーストリは、再び反論して『哲学的不信仰者に対する補足的手紙』(*Additional Letters to a Philosophical Unbeliever*)を同じ年に書いた³⁹⁾。しかしながら、プリーストリの化学に対する関心を喚起したのは、ターナーの講義であった(後述)。

ターナーの後をついで化学を教えたのは、ジョン・エイキン(John Aikin, 1757-1822)であった。彼はウォリントン校における同名の神学教師の息子で、同校を卒業後エディンバラ大学に入学、次いでライデン大学で医学博士の学位を得た。エイキンは、ウォリントン校に1770-83年にわたり在職し、医学志望の学生のために、解剖学・生理学および化学を教えた。彼は授業に用いる教科書として『化学の要点』(*Heads of Chemistry*)と、『動物解剖学概要』(*Sketch of Animal Anatomy*)とを1782年に出版した。彼はさらに1778年に、ボーメ(Antoine Baumé)の『化学概

論』(*Manual de Chymie*)を翻訳して出版した。そのほか彼は、フォン・ハラー(Von Haller, 1708-77)の著作を基にした生理学書、プリニウス(Gaius Plinius Secundus, 23-79)の『博物誌』(*Naturalis historia*)を父親と共同で抜粋訳した博物学書、および医者への伝記集を書いた⁴⁰⁾。彼はまたマンチェスター付近の産業に関心を抱き、『マンチェスターより30マイルから40マイルの地域についての記述』(*A Description of the County from 30 to 40 Miles round Manchester*)を1795年に出版した。

エイキンは、ウォリントン校を辞職後、ヤーマス(Yarmoth)で開業したが、その地で「自治体法」や「審査法」に反対する小冊子を書いたために、政治的な迫害を受け、ロンドンに移住した。ロンドンにおいて彼は、文学に力を注いだ。もともと彼と彼の妹アンナ(後にバーボード夫人[Mrs. Barbauld]として知られる)とは、文学の世界で名を知られていた。エイキンは、『詩歌の書き方について』(*Essays in Song Writing*, 1772)を始めとする多数の文学に関する著述を残した。

ウォリントン校で、1770-83年にわたり文学・自然哲学・数学を教えた教師に、ウィリアム・エンフィールド(William Enfield, 1741-97)がいる。彼は、ダヴントリ校の卒業生であった。彼は1781年にロシニョル(Jean Joseph Rossignol, 1726-1807)の『幾何学原論』を英訳し、授業に用いた。さらに1785年に講義録『理論的・実用的自然哲学教科書』(*Institutes of Natural Philosophy, Theoretical and Practical*)を出版し、この本をプリーストリに捧げた。この教科書では、力学・静水力学・気体学・光学・天文学・磁気学・電気学の他に、化学の基本原則が扱われていた。この著作の特長は、数学的取扱が強調されたこと、実験による証明が多くなされていることであった⁴¹⁾。この教科書は評判が良かったとみえ、1799年に第2版がロンドンで、アメリカ版が1832年に出版され、第5版を数えるに至った。

ウォリントン校には、化学ときわめて関係の深い人物プリーストリ(Joseph Priestley, 1733-

1804) が1761-67年にわたって在職した。彼は初め数学と自然哲学とを数えることを希望したが、すでに他の教師がいたため、結局のところ言語学・文学および歴史を教えることとなった。プリーストリは、前述のダヴントリ校において、聖職者となるための教育を受けたが、数学・哲学・医学に強い関心を抱き、ロック、ニュートン、ハートリ、シュタールを読み、ブルハーヴェの『化学原論』(*Elementa Chemiae*, 1724) を英訳本で学んだ⁴²⁾。プリーストリは、ダヴントリ校を卒業後1758-61年にわたりチェシャー州の商業都市ナントウィチ(Nantwich)で聖職に就きながら学校を開設し、空気ポンプや電気実験装置を買い込み科学の実験に打ち込んだ⁴³⁾。しかしながらこの時点におけるプリーストリの化学に関する知識はきわめて乏しいものであった。彼が本格的に化学を学んだのは、ウォリントン校でマッシュウ・ターナーの講義に出席した時であった。ターナーの講義に出席した彼は、硝石精(Spirit of Nitre, 現在の硝酸)の製造を手伝った⁴⁴⁾。ちなみに彼が空気に関する最初の著作『固定空気の水を満たすための心得』(*Directions for impregnating Water with Fixed Air*)を書いたのは、1772年である。ウォリントン校時代に彼が最も関心を持ったものは、電気学であった。プリーストリの『自伝』によると、彼が電気学に傾倒するようになった契機は、セドゥンの紹介により、ロンドンの科学者グループ(プライス、カントン、ワトソン)およびアメリカの科学者フランクリンに出会い、彼らと親交を持つようになったことである。彼は、この時期以後ますます実験哲学に関心が向くようになったと述べている⁴⁵⁾。

この時期におけるプリーストリの化学に対する関心の程度については、ロンドンの自然哲学者で王立協会会長であったジョン・カントン(John Canton, 1718-72)に宛てた1766年の手紙から窺い知ることができる。彼はカントンが研究していた燐光を発する物質(カントンのリン、カルシウム硫化物)を自分も製造したこと、そして透明石膏土類(selenitic earth)を煅焼すると同様な性質を示すことがノイマン(Neuman)の化学

書に書いてあるから一読するようにと、カントンに書き送った。さらにプリーストリは、有毒空気(mephitic air, 炭酸ガス)が電気の良伝導体であることを示す実験についても手紙に書いた⁴⁶⁾。

なおウォリントン校とは直接に関係はないが、同校の創立に貢献した長老派の聖職者フィリップ・ホランド(Philip Holland, 1721-89)は、自分の学校において化学と自然哲学の教科を設けた。ホランドの学校からは、ウィリアム・ターナー(William Turner, ニューカッスル文学哲学協会の設立者)やバーンズ(マンチェスター校校長)等が出た⁴⁷⁾。

3.2.4 ハックニ校

バーミンガムにおける暴徒の焼討ちに追われたプリーストリは、アメリカへの移住を決意する直前の1791-94年にわたり、ハックニ校において実験哲学と化学および歴史を自発的に無報酬で教えた。彼は、ハックニ校における講義録を『特に化学を含む実験哲学教程に関する講義要目』(*Heads of Lectures on a Course of Experimental Philosophy, particularly including Chemistry*, 1794)として出版した⁴⁸⁾。

3.2.5 マンチェスター校

マンチェスター校で、化学を専門に教えた教師は、トマス・ヘンリ(Thomas Henry, 1734-1816)であった⁴⁹⁾。彼は北ウエールズのレクサム(Wrexham)に生まれ、グラマー・スクールを卒業後、レクサムとチェシャー州ナッツフォード(Knutsford)で、そして最後にはオクスフォードで薬剤師の徒弟となった。徒弟時代のヘンリは、ブルハーヴェの『化学原論』で化学を独学したのみならず、オクスフォードではさまざまな大学人と交際し、大学の解剖学の講義にも出席した。徒弟時代を終了したヘンリは、初めナッツフォードで、ついで1759年にマンチェスターで薬局を開業し、後にはマンチェスターでマグネシア製造工場を経営して成功した。ヘンリは徒弟時代より化学に関する興味を持ち続け、1771年には自分の事業に関連する主題である「マグネシア・アルバ製造方法の改良について」を書いて、ロンドンの王立医学

カレッジ (Royal College of Physicians) の『紀要』に投稿した。ヘンリは論文をまとめた小冊子『実験と観察』(*Experiments and Observations*) を1773年に出版した。おそらくこの著作が評価されて彼は、プリーストリ、王立協会会長ジョン・プリングル (John Pringle)、ベンジャミン・フランクリンの推薦により、1775年に王立協会会員に選ばれた。ヘンリは、ラヴワジエの『自然学および化学小論文集』(*Opuscules physiques et chimiques*, 1774) を1776年に英訳したことで知られている。

ヘンリは、パーシヴル、バーンズらとともに「マンチェスター文学哲学協会」を設立した。バーンズは、「マンチェスターにおける教養教育の向上と拡大」のために、学校の設立を「文学哲学協会」に提案し、1783年に「科学技術カレッジ」(*College of Arts and Science*) が創設された。科学技術カレッジの教科課程において、自然哲学には光学・気体学・静水力学・天文学・電気学および各種の実験が含まれ、化学は自然哲学の諸教科とは独立して扱われた。ヘンリは、このカレッジにおいて化学の授業を担当した。ヘンリの講義「技術と製造業とに関連した化学」は、漂白・染色およびキャラコ捺染等の実用面が強調された⁵⁰⁾。

科学技術カレッジが開設されてから3年後の1786年に、「文学哲学協会」の同じ人々によってマンチェスター・アカデミーが設立された。マンチェスター校は、いわゆる普通の非国教徒学校であって、神学教育と並んで、専門職業教育および市民生活や商業活動に必要な教育が授けられた（後述）。ヘンリは1794年までの学校において、科学技術カレッジと同様な講義を行った。彼の講義には、同名の息子トマスが助手を勤めた。ヘンリの講義は、多くの実験と、実際の鉱石を用いて例証するというやり方であった⁵¹⁾。

マンチェスター校でクウェイカー教徒のジョン・ドールトン (John Dalton, 1766-1844) は、1793-1800年にわたり数学と化学を含む自然哲学を教えた。ドールトンは、1781年15歳の折りに生まれ故郷のイーグルスフィールド (Eaglesfield) からケンドゥル (Kendal) に出て、従兄弟のジョー

ジ・ビューリ (George Bewley) が経営するクウェイカー派の学校の教師となった。この学校にはドールトンの兄ジョナサンがすでに教師として働いていた。ビューリの引退により、1785年に学校の経営はドールトン兄弟に任された。この学校でドールトンは、12年間教師として、機械学・光学・気体学・天文学を含む自然哲学を教えた。彼はケンドゥル在職中気象学の研究を続け、その結果を『気象学上の観察と小論』(*Meteorological Observations and Essays*) に書き、この著作はマンチェスターに移住後の1793年に出版された。ドールトンはケンドゥルにおいて、盲目の学者ジョン・ガフ (John Gough) の知遇を得て数学・気象学・植物学について教えを受けた。ガフは当時、数学や自然哲学の分野で数多くの論文を発表し、その才能は広く認められていた。ドールトンは、気象学の研究を通じて気体の研究に関心を持ち、後に混合気体の理論を提出した。気体の研究は、この地方の学者イライヒュー・ロビンソン (Elihu Robinson)、ピーター・クロスウェイト (Peter Crothwaite)、ガフによって盛んに研究されていた主題であった⁵²⁾。

ケンドゥル時代のドールトンの興味は、数学・気象学・自然哲学など広い範囲に及んでいるが、化学についての関心は、ビューリに宛てた1790年の手紙から知ることができる。ドールトンは次のように書いている。「化学に関しては、時折ずっとブールハーヴェの著作を熟読しています。この本は書かれた時代を考慮すれば、素晴らしいものです。またランダフ (Llandaff) の現主教 [リチャード・ワトスン] がお書きになった小論⁵³⁾も熟読しました。この本は優れた入門書です。同じくボイルの化学論文も読みました。——」⁵⁴⁾。1787年よりドールトンは、ケンドゥルにおいて公開講座を開いた。1787年の講演要旨には、化学に関する題目は見あたらないが、1791年の要旨には化学に関する題目がいくつか見られる。講義 I & II (機械学 [力学]) では、物質とその諸性質、および電気的・化学的そして磁気的な引力・斥力が論じられている。講義 III & IV は光学に、講義 V & VI は、静水力学と気体学とについてであった。この講義

の中でドールトンは、人工的空気 (fictitious air) および呼吸・腐敗・燃焼によって損なわれた普通空気に関する諸発見について解説した⁵⁵⁾。これらのことは、ドールトンの化学に対する知識が、ケンドゥル時代に培われたことを示している。実際ドールトンがケンドゥル時代に書いた『気象学』には、プリーストリ、カーワン、クロウフォードへの言及がある⁵⁶⁾。

1793年にドールトンは、ガフの推薦によってマンチェスター校に職を得て、数学・自然哲学および化学を教えた。彼は授業において、ラヴワジエの『化学原論』(おそらくカー [Robert Kerr] の翻訳による英語版 *Element of Chemistry*, 1790) とシャプタル (J. A. C. Chaptal, 1756-1832) の著作⁵⁷⁾ を教科書として用いた⁵⁸⁾。1796年にドールトン、ハロウギット (Harrogate) のトマス・ガーニット (Thomas Garnett, 1766-1802) がマンチェスターで行った講演会に出席した。ガーニットの講義は、自然哲学に関する12項目の講義と、化学に関する30項目の講義から成っていた。4ヵ月後にドールトン、化学に関する6項目の講義と、他の6項目からなる講演をその年の夏にケンドゥルで行う計画を兄に手紙で語った⁵⁹⁾。なおドールトン、1800年に辞職し、以後は個人的に生徒を教えて生活した。

3.2.6 ロズラム校

1817年の学校報告によれば、神学・古典学・教会史・聖書学の他に、数学・自然哲学と少しばかりの化学が、この学校で教えられた。1820年の報告でも、講義科目の中に天文学・地理学・数学と並んで化学の名前がある(教師名は不詳)。興味深いことにこの報告の中で、化学は現代において今や一般的に教育されている知識の一分野であると述べられている⁶⁰⁾。

3.2.7 ウィモンドリ校

記録によればこの学校では、自然哲学と化学とが第3学年において教授された。校長のペリは、自然哲学と実験哲学とを、前述のウォリントン校の教師エンフィールドが書いた教科書を用いて教えた。彼の講義は、簡明で専門用語を用いないという点に特色があった⁶¹⁾。

3.3 蔵書と教育用科学機器

非国教徒学校は、前述したように創設者の死にともない、しばしば廃校ないし移転の憂き目を見た。このような場合、蔵書や教育用科学機器は他の学校へ譲り渡されるのが通常であった。例えばウォリントン校の科学機器(太陽系儀や空気ポンプを含む)は、ロズラムのケンドゥル校より買い受けたものであった。ロズラムは、数学と実験とを交えて自然哲学を講義した。この科学機器は、元来モーベスとニューカッスルの非国教徒学校で自然哲学を講義した王立協会会員ジョン・ホーズリ (John Horsley, 1754-1827) の所有物であった。この機器は後にロンドンのハックニ校に譲り渡された⁶²⁾。ウォリントン校が所蔵した化学書には、マケー (Pierre Joseph Macquer, 1718-84) の化学書、ボイルの著作、ルウィスの商業化学書 (*Lewis's Commercial Chemistry*) 等があった。同校の蔵書は、後にマンチェスター校が買い取った⁶³⁾。

4. マンチェスターにおける教養教育と化学

マンチェスターの製造業者で化学者のトマス・ヘンリは、「マンチェスター文学哲学協会」の『紀要』(*Manchester Memoirs*) の第1巻に、自分の教育論を発表した⁶⁴⁾。彼はこの論文(「文学および哲学一般の利点について、特に文学的哲学的研究と商業とが両立することについて」、1789)の中において、まず文学哲学協会の存在理由を弁明した後で、商工業者の子弟にとって「教養教育」が必要なことを力説し、広い教養を持つことは「ジェントルマン」にとってもだけでなく、商人や製造業者にとっても重要であると論じた。ヘンリは、商業に携わる人間には商売上の知識だけで十分であるとする常識論を退け、シェークスピア、ミルトン、ボウブ等の英文学の古典に親しむことは、「一日の疲労を癒す魅力ある糧となるであろう」と、さらに自然誌や植物の研究は如何に時間を要するものであろうとも、「自然のあらゆる箇所働く偉大なる普遍的原因を理解する」ことに役立つであろうと主張した。次に彼は、とりわけ

製造業者にとって必要なものは、機械学と化学であると指摘する。製造業者は、機械力と密接な関係を持たなければ、一日とても生活してゆけない。機械力によって彼らの仕事は容易になり、彼らの製造技術はますます完成に近づくのである。ヘンリは言う。「この市の製造業者の向上と発展とは、如何に機械力のおかげを受けていることであろうか」と。

しかしながら機械学に劣らぬほど製造業者に密接な関係を持っている学問が化学である。ヘンリによれば、化学は諸技術の礎石と呼ばれてしかるべきものであった。諸技術は化学によって支えられ、化学に依存して存在する。自然科学の諸分野でさえも、化学がそれらに用具用材(instrument)を提供する。例えば鉱石から金属を分離することも、ガラスを製造することも、天文学のレンズを製造することも、数学用機器、空気ポンプ、電氣的・水力学的機器もすべて、化学上の発明から可能となる。そして何よりもマンチェスターの製造業者と化学者との深い結び付きをもたらすものは、漂白・染色・捺染に用いられる化学である。然るに「不幸なことには、化学者である染色業者も、染色業者である化学者もほとんど存在しない。きわめて有益な発見をするためには、實際的知識が理論と結び付かなければならない」とヘンリは力説した。

ヘンリと同じく「文学哲学協会」の一員であった神学博士のバーンズは、「同協会」の『紀要』の同じ号に論文を寄せた。この論文（「諸技術間に存在する類縁性について、および製造業者が主として依存する技術を奨励することにより、製造業を振興発展させる計画」, 1789)⁶⁵⁾の中においてバーンズは、ヘンリに呼応して同様な主張を繰り返した上で、「製造業者が依存する技術（つまり化学と機械学）を改良することによって、彼らを向上させる」目的のために、紡績・漂白・染色・捺染のための機械やこれらの過程を展示し、かつこれらの技術について講義もする、公共的博物館の設立を提案した。バーンズはさらに続けて『同紀要』の第2巻に、「マンチェスターにおける教養教育の改善と拡大に関する計画」(1789)を発

表した⁶⁶⁾。バーンズはこの計画の中で、今度は博物館ではなく、学校の設立を提案した。バーンズの計画によると、この学校の教育目標は、ジェントルマンの礼儀作法と学識に、商人の事業を結び付けること、つまり教養的学問(liberal science)と商業的事業(commercial industry)との融合であった。このような目標に到達するために特に重要な教科は、自然哲学とヘンリが強調したような機械学と化学であった。他の教養科目としては、歴史・商業・法学・批評・倫理・文学・言語学および数学であるとバーンズは述べた。

バーンズの計画は、1783年4月23日に「文学哲学協会」に提案されて承認され、同年6月6日に「科学技術カレッジ」(College of Arts and Science)が設立された。校長には、医学博士トマス・パーシヴルが、理事にはバーンズ、ヘンリ、チャールズ・ホワイト(Charles White)、アリグザンダー・イースン(Alexander Eason)等8名が指名された。このカレッジにおける自然哲学系科目には、光学・気体学・静水力学・天文学・電気学があり、顕微鏡・望遠鏡・空気ポンプ・消防ポンプ・太陽系儀・電気機械を用いた実験が付随していた。化学は、自然哲学の教科とは独立して扱われ、染色・漂白技術に関連した火・空気・酸の理論などの物質理論が含まれていた⁶⁷⁾。前述したようにヘンリはこのカレッジで、漂白・染色・捺染に関連した化学を講義した。理論面では、ヘンリがラヴワジエの翻訳者であったにも関わらずブルハーヴェの教科書が使用された。興味深いことにこのカレッジの講義は、夕方より開講され、若い職人には無料の聴講券が配られた。前述したように科学技術カレッジより3年遅れて開設されたマンチェスター・アカデミーのカリキュラムは、科学技術カレッジのそれと類似している。特に自然科学系の講義は、同カレッジと共通していたらしい。他の科目は、神学や伝統的教養科目である3科目および数学諸科目の他に、古典語・フランス語・イタリア語・法学・歴史などであった。特に眼につく教科は、商業・簿記そして化学である⁶⁸⁾。

マンチェスターにおいて、強調された「ジェントルマン」の「教養教育」というスローガンは、

実はプリーストリが彼の教育論の中で力説した概念なのである（プリーストリの教育論については、本論の続編として稿を改めて述べることにする）。そしてここにおける「ジェントルマン」の中には、古典的ジェントルマンの内でもとくにプリーストリが「活動的生活を送る人」と定義した社会的上昇志向を持つ大土地所有者、法律家、軍人と「疑似ジェントルマン」とでも呼ぶべき新たに勃興しつつある商業実業家階級が含まれるのである⁶⁹⁾。それゆえ、プリーストリが語った商工業者の教育を意識した教育理念は、マンチェスター校において最終的に実現したと考えられるのである。事実、バーンズが述べたマンチェスター校設立の目的を読むと、プリーストリの教育理念との一致に驚かされるのである。すなわちバーンズによればその目的は、「聖職を目指す学生のための十分で組織的な教育課程をもうけるとともに、他の学問ある職業および市民生活や商業的生活のための予備教育を授けること」⁷⁰⁾であった。そして事実、1798年に至るまでマンチェスター校を卒業した学生は総計137名で、そのうち89名が商工業の分野に進んだ⁷¹⁾。この段階で非国教徒学校は、聖職者の養成よりも商業人の養成に比重がかかってきたように思われる。このことは、ランカシャー州の有数な産業都市ウォリントンやマンチェスターにおいては、もはや特定の教派の必要性によって学校が設立されるのではなく、産業都市自体が持つ必要性により教育機関が設立されたことを物語っているのであろう。

5. む す び

化学は確かにウォリントン校やマンチェスター校で重視されたことは間違いない。しかしながら非国教徒学校全体として考えてみるに、化学が教育されることは少なかったし、また教育された場合でも18世紀後半期に限られていた。このことから考えると、パーカーが「中産階級に対する『近代的』教科の教育は、17世紀前半期のピューリタンが主張し、非国教徒学校の教師達が実現した」と想定したように、17世紀のピューリタンと非国教徒学校との直接的関連を主張することは、無理

であるように思われる。関連があるとするならば、ピューリタンがその重要性を強調した化学が、なぜ非国教徒学校で教育されることが少なかったのかを説明しなければならない。18世紀においては、17世紀前期にピューリタンが主張した改革的理念の熱は冷めており、非国教徒学校の成立は政治的な迫害によるものと理解したほうが正しいように思われる。したがって初期の教師たちは、改革的ではあっても、大学における伝統的な教育理念の影響をいぜんとして強く保持していたと思われる。それゆえ化学が、重要視されなかった理由は、大学において化学が高い位置を占めていなかったことと共通しているはずである。つまりまずはっきりしていることは、化学は本来的にジェントルマンの教育科目にふさわしくないと見なされていたことである。すなわち化学は、伝統的な教養7科目の中にも入っていなかったし、中世以来の自然哲学にも属していなかった。たしかにジェントルマン教育の牙城であったオクスブリジでも化学の講義は存在したことは事実である。しかしながらオクスブリジの化学教育史を調べてみると、オクスフォード大学では、1705年から1781年に至るまで化学には教授はおろかりーダー（準教授）すらいなかった。その間に化学を講義したのは、もっぱら解剖学の教授であった。同大学で初めて専門に化学を教授したのは、1781年にリーダーに任命されたマーティン・ウォール（Martin Wall, 1747-1824）であった。ケイムブリジ大学では1703年にジョン・フランシス・ヴィガーニ（John Francis Vigani, 1640-1713）が初代の化学教授となったが、第5代の化学教授リチャード・ワトスン（Richard Watson, 1737-1816）は、1769年に教授として任命されたとき、化学に関する書物は1冊も読んだことがなく、実験は一度も見ることがなかった⁷²⁾。このような逸話は、化学に対する大学人の評価を示す証拠であろう。つまり化学は、バラケルススの時代以来、医学の補助学問（化学の教師のたいていは、医学者であった）以上の意味は持っていなかった。エディンバラ大学においては、化学はイングランドにおいてよりも高く評価されたように思われるが、それはカレンやブラッ

クの時代であって、1713年に初代化学教授となったジェイムズ・クロフオド (James Crauford) および第2代教授アンドゥルー・プラマー (Andrew Plummer, ?-1756) は、ブールハーヴェに学んだ医学者であり、彼らの講義は医学部学生のためのものであった。特にクロフオドは、大学から給料をもらえず学生の受講料で生活した。要するに大学における化学は、ジェントルマンの受ける教育ではなく、医学の一課程という面が強かった。

それゆえ化学が教養科目として教育のなかで市民権を得るためには、まず伝統的なジェントルマンの観念が変わる必要があった。ジェントルマンの概念が変わり始めたのは、18世紀後期の頃、すなわち産業革命が進行しつつある時代である。この時代には、単なる商人から脱皮して、商工業者へとの上昇がいった人々がいたことは、プリーストリの教育論の中で例証することができる。このような産業革命期の活動生活を送りつつあるジェントルマン、特に商業に従事するジェントルマンあるいはジェントルマン志向階層にとって、化学は学問と事業とを結ぶ教科として重要になって来るのである⁷³⁾。その典型が、化学産業が盛んとなったマンチェスターにおける化学教育であった。

化学が活動的生活を送るジェントルマンの学べき教科として評価されたのは、ウォリントン校、ハックニ校、マンチェスター校など非国教徒学校においてであると思われる。したがって、大学よりも非国教徒学校の方がいち早く化学の重要性を認識し、教科課程の中にそれを取り入れたということは、本当であると思われる。そしてその理由は、上述したように、18世紀初期に小説家のダニエル・ディフォウ (Daniel Defoe, 1660?-1731) が『イングランドの商人』(English Tradesman, 1732)の中で「金持ちの商人は、他の商人をけ落としてジェントルマンになった」と述べていたような、産業革命を背景にジェントルマンに上昇した、あるいはジェントルマンを志向しつつあった商工業階層が存在したことである。この階層の存在は、プリーストリが認識したように、もはや誰の眼にも明らかになっていたはずである。

注 と 文 献

- 1) J. Dury, 'The Reformed School', reproduced in C. Webster (ed.), *Samuel Hartlib and the Advancement of Learning*, Cambridge Univ. Press, 1970, pp. 139-165, 特に p. 164.
- 2) Anon., 'Some Proposals towards the Advancement of Learning', Webster(ed.), *ibid*, pp. 165-192, 特に p. 180.
- 3) Anon., 'Hartlib Papers, XLVII 18. Document on Gresham College', reproduced in C. Webster, *The Great Instauration*, London, Duckworth, 1975, pp. 548-551, 特に p. 551. なおピューリタン改革者達が化学に対して抱いた熱狂的関心については、本書384-402頁に詳しい記述がある。
- 4) J. Webster, *Academiarum Examen*, London, 1651, p. 106; R. ホーイカース『宗教と近代科学の勃興』(*Religion and the Rise of Modern Science*), 拙訳, すぐ書房, 1989, 118頁に引用。
- 5) J. Hall, *An Humble Motion to the Parliament of England Concerning the Advancement of Learning: And Reformation of the University*, London, 1649; R. ホーイカース他『理性と信仰』(OU 科学史Ⅱ), 拙訳, 創元社, 昭和58年, 29頁に引用。
- 6) 一般的なイングランド史が適当な参考書となる。例えば G. M. トレヴェリアン『イギリス史』(*History of England*, 1926), 大野真弓監訳, 全3巻, みすず書房, 1973-75, 特に第2巻; トレヴェリアン『イギリス社会史』(*English Social History*, 1944), 藤原浩・松原高嶺訳, 全2巻, みすず書房, 1971-83, 特に第1巻。日本人の著作では、村岡健次・川北稔編著『イギリス近代史』, ミネルバ書房, 1986, が特に役に立つ。
- 7) この時期に関しては、いわゆる「マートン命題」と呼ばれているアメリカの社会学者マートンの所論が問題となる。マートンは、ピューリタン主義の倫理が近代資本主義の発生に好都合な背景となったというドイツの社会学者ヴェーバーの説に刺激を受け、ピューリタン主義の倫理が近代科学発生の背景となったことを主張した。「マートン命題」は、その後賛否両論的となったが、本論の脈絡

- の中で考えてみると、ロバート・ボイルやジョン・ウィルキンズなど後に「王立協会」の創始者となった科学者が、いずれも国教会に属していたという事実はきわめて示唆に富んでいる。イングランドの科学史家シャピロは、ウィルキンズらを「自由主義的国教主義者（ラティトゥーディナリアン）」と呼び、17世紀の科学運動と自由主義的国教主義との関連を示唆した（B. J. Shapiro, 'Latitudinarianism and Science in Seventeenth-century', in C. Webster (ed.), *The Intellectual Revolution of the Seventeenth Century*, London, Routledge & Kegan Paul, 1974, pp. 286-316）。仮に当時の国教会においては、アルミニウス主義が支配的であったとすれば、近代科学と人文主義的なこの思想との関連は、ピューリタン主義との関連よりも考え易い。そうであるとすれば、国教主義と近代科学との関連を論じたマリガンの説（L. Mulligan, 'Civil War Politics, Religion and the Royal Society', Webster (ed.), *ibid.*, pp. 317-346）やジェイコブ夫妻の説（J. R. Jacob & M. C. Jacob, 'The Anglican Origin of Modern Science: The Metaphysical Foundations of the Whig Consitution', *Isis*, 71 (1980): 251-67）も、きわめて有力となる（この問題全体については拙論「近代科学と宗教（研究展望）」、ホーイカース他『前掲書』（5）、293-334頁を参照されたい）。
- 8) H. McLachlan, *English Education under the Test Acts, being the History of the Nonconformist Academies, 1662-1820*, Manchester Univ. Press, 1931, p. 1.
 - 9) McLachlan, *ibid.*, p. 1.
 - 10) I. Parker, *Dissenting Academies in England*, Cambridge Univ. Press, 1914, reprinted by Octagon Books, New York, 1969, p. 51.
 - 11) Parker, *ibid.*, p. 48.
 - 12) Parker, *ibid.*, p. 54.
 - 13) Parker, *ibid.*, pp. 57-58.
 - 14) McLachlan, *op. cit.* (8), pp. 2-4.
 - 15) T. L. Jarman, *Landmarks in the History of Education*, John Murray, 1951; ホーイカース他『前掲書』（5）、p. 137に引用。
 - 16) J. S. Watson, *The Reign of George III*, Oxford Univ. Press, 1960; ホーイカース他『前掲書』（5）、p. 137に引用。
 - 17) B. Williams, *The Whig Supremacy*, Oxford Univ. Press, 1939; ホーイカース他『前掲書』（5）、p. 137に引用。
 - 18) N. Hans, *New Trend in Education in the Eighteenth Century*, Routledge and Kegan Paul, 1951, pp. 37-54.
 - 19) B. サイモン『イギリス教育史』（*Studies in the History of Education 1780-1870*, 1960）、成田克矢訳、全3巻、亜紀書房、1977、第1巻、16-18頁。
 - 20) McLachlan, *op. cit.* (8), p. 175.
 - 21) McLachlan, *op. cit.* (8), p. 175.
 - 22) J. Priestley, *Autobiography of Joseph Priestley*, Cranbury, Associated Univ. Press, 1970, p. 75.
 - 23) McLachlan, *op. cit.* (8), p. 152.
 - 24) McLachlan, *Warrington Academy: Its History and Influence*, Manchester, The Chetham Society, 1943, pp. 13-4.
 - 25) McLachlan, *op. cit.* (8), p. 246.
 - 26) McLachlan, *op. cit.* (8), pp. 255-6; *op. cit.* (24), pp. 128-37. ついでに言えばマンチェスターには、1679-1713年に第一次アカデミーが設立されているので、正確にはここでの話は第二次アカデミーについてである。
 - 27) McLachlan, *op. cit.* (8), p. 199.
 - 28) McLachlan, *op. cit.* (8), p. 170.
 - 29) 厳密に言うならばここで、我々が今日「化学」（chemistry）と呼んでいるものが、当時如何なるものであったかを明らかにすべきであるかも知れない。なぜならば、18世紀において 'chemistry' と呼ばれていたものが、現代の我々が理解しているものとは異なっているかも知れないからである。そのためには、非国教徒学校、大学、薬屋、製造工場などさまざまな場所で、如何なる内容のことが chemistry と称して行われ教育されていたかを知る必要がある。恐らく当時の chemistry の内容は、理論的学説を指す場合も、単なる薬物・材料の製造法に過ぎない場合もあったであろう。このことは例えば1771年発行の *Encyclopaedia Britannica* の 'chemistry' の項を読むと推測できる。すなわちこの内容は第1部「化学理論」、第2部「化学の実際」の2部に分かれ、第1部に

- は「物体の原質」, 「親和力理論」, 「化学分解」, 「化学で用いられる容器および炉の製造理論」が述べられ, 第2部はおびただしい物質の製造法で埋め尽くされている。またこの時代の著作によっては, 化学の理論として電気・熱・光などの理論が加えられている場合がある。従って 'chemistry' と呼ばれたものについて, 当時共通の理解があったのかどうか, あるいは大学, 非国教徒学校, 薬屋, 製造工場などで異なっていたのか, そうだとすればどのようなことを意味したのかを知る必要があるが, 筆者は今そのことを審かにすることができない。
- 30) McLachlan, *op. cit.* (8), pp. 181-3.
 - 31) J. W. Ashley Smith, *The Birth of Modern Education; the Contribution of the Dissenting Academies 1660-1800*, London, Independent Press, 1954, pp. 134-5.
 - 32) Smith, *ibid.*, p. 140.
 - 33) Priestley, *op. cit.* (22), p. 76.
 - 34) McLachlan, *op. cit.* (8), pp. 295-6.
 - 35) McLachlan, *op. cit.* (24), p. 40.
 - 36) A. E. Musson & E. Robinson, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester Univ. Press, 1969, p. 90.
 - 37) *Dictionary of National Biography* (D. N. B.), Vol. 9, p. 1277.
 - 38) R. E. Schofield, 'Introduction', in Schofield (ed.), *A Scientific Autobiography of Joseph Priestley*, M. I. T. Press, 1966, p. 9.
 - 39) D. N. B., *op. cit.* (37), p. 1277.
 - 40) McLachlan, *op. cit.* (24), pp. 75-7.
 - 41) McLachlan, *op. cit.* (24), pp. 72.
 - 42) F. W. Gibbs, *Joseph Priestley, Adventurer in Science and Champion of Truth*, London, Thomas Nelson and Sons, 1965, p. 7.
 - 43) Priestley, *op. cit.* (22), p. 85.
 - 44) Priestley, *Philosophical Empiricism*, London, 1775, cited by Schofield, 'Introduction', Schofield (ed.), *op. cit.* (38), p. 10.
 - 45) Priestley, *op. cit.* (22), p. 89.
 - 46) Priestley, 'A Letter to John Canton' (Feb. 14, 1766), in Schofield (ed.), *op. cit.* (38), pp. 16, 25. プリーストリの化学に関する関心は, ウォリントン校を退職してリーズ (Leeds) において聖職についてから活発になった (Schofield, 'The Scientific Background of Joseph Priestley', *Annals of Science*, 13 (1957): 148-163, とくに p. 157).
 - 47) McLachlan, *op. cit.* (24), p. 17.
 - 48) Gibbs, *op. cit.* (42), p. 220.
 - 49) トマス・ヘンリの伝記については, 以下の二つの論文が詳しい。William Henry, 'A Tribute to the Memory of the Late Thomas Henry F. R. S., President of the Literary and Philosophical Society of Manchester', *Annals of Philosophy*, 14 (1819): 161-76. W. V. Farrar, K. R. Farrar and E. L. Scott, 'The Henrys of Manchester, Part II: Thomas Henry (1734-1816)', *Ambix*, 20 (1973): 183-208.
 - 50) Farrar *et al.*, *ibid.*, p. 193.
 - 51) Farrar *et al.*, *ibid.*, p. 195.
 - 52) E. C. Patterson, *John Dalton and the Atomic Theory*, New York, Doubleday & Co., 1970, p. 30.
 - 53) R. Watson, *Essay on the Subjects of Chemistry*, Cambridge, 1771, あるいは, *Chemical Essays*, London, 1781, を指すと思われる。
 - 54) J. Dalton, 'A Letter to Bewley' (25 April, 1790), in F. Greenaway, *John Dalton and the Atom*, New York, Cornell Univ. Press, 1966, pp. 67-8.
 - 55) W. W. H. Gee, 'John Dalton's Lecture and Lecture Illustrations', *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester (Manchester Memoirs)*, 59, No. 12 (1915), pl. 1.
 - 56) Greenaway, *op. cit.* (54), pp. 86-7.
 - 57) J. A. C. Chaptal, *Elements of Chemistry*, tr. by W. Nicholson, 3 vols, London, 1791, と思われる。
 - 58) Patterson, *op. cit.* (44), p. 68.
 - 59) W. C. Henry, *Memoirs of the Life and Scientific Researches of John Dalton*, London, The Cavendish Society, 1854, p. 47.
 - 60) McLachlan, *op. cit.* (8), pp. 205-8.
 - 61) D. N. B., Vol. 15, p. 390.
 - 62) McLachlan, *op. cit.* (8), pp. 228-9.

- 63) Schofield, *op. cit.* (38), pp. 152-3.
- 64) T. Henry, 'On the Advantages of Literature and Philosophy in general, and especially on the Consistency of Literary and Philosophical with Commercial Pursuits', *Manchester Memoirs*, 1 (1789): 7-29.
- 65) T. Barnes, 'On the Affinity subsisting between the Arts, with a Plan for promoting and extending Manufacturers, by encouraging those Arts, on which Manufacturers principally depend', *Manchester Memoirs*, 1 (1789): 72-89.
- 66) Barnes, 'A Plan for the Improvement and Extension of Liberal Education in Manchester', *Manchester Memoirs*, 2 (1789): 16-41.
- 67) 'Constitutions and Reports of the College of Arts and Sciences', *Manchester Memoirs*, 2 (1789): 42-46.
- 68) McLachlan, *op. cit.* (8), pp. 260-1.
- 69) Priestley, 'An Essay on a Course of Liberal Education for Civil and Active Life', in *The Theological and Miscellaneous Works of Joseph Priestley*, Vol. 24, 1836, reprinted by Kraus Reprint, 1972, pp. 7-27.
- 70) McLachlan, *op. cit.* (8), p. 255.
- 71) A. E. Musson & E. Robinson, *op. cit.* (36), pp. 95-6.
- 72) L. J. M. Coleby, 'Richard Watson, Professor of Chemistry in the University of Cambridge, 1764-71', *Annals of Science*, 9 (1953): 101-123, p. 102.
- 73) アメリカの科学史家アーノルド・サックリは、「マンチェスター文学哲学協会」の会員に関する研究の中で、科学は「同協会」に集まったジェントルマン達にとって「上品な嗜み」(polite knowledge) にすぎなかったと論じているが、(A. Thackray, 'Natural Knowledge in Cultural Context: The Manchester Model', *American Historical Review*, 79, (1974): 672-709), 化学も科学の中に含まれるとすれば、少なくともトマス・ヘンリや化学者で漂白工場を経営したトマス・クーパー (Thomas Cooper) にとっては、化学は実業と直結した学問であったはずである。

The Chemical Education in Dissenting Academies

Kiyohisa FUJII

(Tokyo Institute of Technology)

After the Act of Uniformity in 1662, and the Test Acts in 1673, the nonconformist ministers and tutors ejected from the Universities took to teaching the sons of dissenters deprived of university education. The early academies were usually conducted by only one tutor, and were frequently dissolved or migrated on the death of their founders. The later academies were founded, or supported, and largely controlled by outside nonconformist Funds. Their main object was to educate nonconformist ministers. Last-

ly after the middle of the eighteenth century, the institutional type of academy, with its own trustees and subscribers, was established. They gave practical knowledge as well as good liberal education to all the youth including conformists. It was in this type of academies that the importance of chemistry education was insisted.

It seems that in these Dissenting Academies, along with traditional subject matters, scientific subjects enjoyed main position in their curricula. Chemistry seems, however, to

have been not so popular among nonconformist tutors as mathematics or natural philosophy. Relatively few academies have taught it during the later eighteenth century. At Daventry Academy, where Joseph Priestley had been educated, Timothy Kenrick taught mathematics, natural philosophy, and chemistry from 1779 to 1784. According to the notebook of Benjamin Penn, one of its graduates, Kenrick lectured the nature of elements, the classification of elements, and the relations among elements. At Warrington academy, chemistry was taught first by Mathew Turner from 1763 to 1765, who had practised surgery in Liverpool, and John Aikin, M. D. of Edinburgh, succeeded Turner from 1770-1783. William Enfield also lectured from 1774 to 1783 mathematics and natural philosophy, including the elementary principles of chemistry. He published a textbook, which William Parry later used at Wymondley Academy. Priestley learned chemistry here for the first time by Turner. At Hackney College in London, Priestley taught chemistry and experimental philosophy from 1791 to 1794 before going

to America. At Manchester Academy, Thomas Henry, one of the founders of the Manchester Literary and Philosophical Society, an apothecary and chemical manufacturer, lectured chemistry from 1786 to 1794. He asserted that the importance of chemistry and mechanics as well as the liberal education in the education of young merchants and manufacturers. John Dalton succeeded Henry, teaching chemistry from 1793 to 1800 probably on the basis of Lavoisier and Chaptal. Warrington and Manchester were the earlier industrial cities in Lancashire. So chemistry must have come to the attention of industry-oriented dissenters. John Pye Smith taught chemistry, together with theology, history, natural philosophy, and mathematics, etc. at Homerton Academy, one of the older academies.

The object of education at Manchester Academy seems to reflect Priestley's ideal of liberal education. He stressed the importance of the liberal education of young gentlemen who were designed to fill the principal stations of "active life".

〔特集：ラヴワジエ研究入門〕

第6回 ラヴワジエの酸理論

鶴田 治之*・大野 誠**

はじめに

現代化学の立場から考えると、酸性の起源を酸素元素の存在によって説明する、ラヴワジエの酸理論の誤りを指摘することはたいへん易しい。第一に、酸としての理論だけに限定しても、反証例を数多く挙げることができる。たとえば、水に溶けて顕著な酸性を示す塩化水素のなかに酸素は含まれていないし、逆に水や水酸化ナトリウムなどは酸素を含むにもかかわらず酸性を示さない。第二に、ラヴワジエの理論では「酸性」と「酸化」の区別がはっきりしていない。このため、伝統的な化学史はラヴワジエの酸理論を彼の「最も重要な誤り」の一つとみなし、否定的に論じてきたのである¹⁾。

しかし、こうした否定的な評価を下すがゆえに、伝統的な化学史にとっては一つの重要な事実が当惑すべき出来事として残らざるをえないであろう。というのも、「誤った」フロギストン説に取って代わるラヴワジエの「正しい」燃焼理論において主役を演じたのは、燃焼現象の新しい担い手を意味する物質ではなく、「酸の形成者」たる「酸素」であったからである。つまり、燃焼理論では「正しい」役割を果たす酸素が、その由来をたどると「誤った」酸理論に帰着してしまうのである。このような自己撞着の原因は、すでに本特集の第1回で指摘した伝統的な化学史の〈現在主義〉にあることはいうまでもない²⁾。

では〈現在主義〉を離れて、当時の枠組のなか

で検討したとき、ラヴワジエの酸理論はどのような意義をもつと考えればよいのか。本稿ではこの問題を正面から論じたクロスランドの論文を紹介したい³⁾。これに関しては別にル・グランでも論じているが⁴⁾、筆者たちがなぜクロスランドの論文を選択したのか、その理由を手短に述べておきたい。

両論文はほぼ同じ時期に公表されており、ラヴワジエの酸理論を積極的に評価するという基本姿勢や、酸理論の貢献を化学組成論に見出すという結論もほぼ同じである。もちろん、個々の解釈や強調点は多少異なっているが、それらも対立的というより相補的である。したがって、筆者たちも一時は両論文を統合しようかとも考えたが、そうするとかえってそれぞれの論文の持味がなくなってしまうおそれがある。本特集の趣旨を勘案し、伝統的なラヴワジエ像との対比がより鮮明に打ち出され、かつ重要な指摘を多く含むクロスランドの論文を選ぶことにした。なお、本稿の叙述にあたっては、小見出しを付け加えたほか、論述の順序などを変更した。

以下ではクロスランドにしたがって、まず、ラヴワジエが本格的に酸理論を構想するようになるまでの思想史的背景について略述したい。いわば、ラヴワジエの「新」理論が出現する以前の「旧」理論（正確に言えば酸概念）の様子や、1770年代の状況を見ておこうというわけである。第2節では、ラヴワジエがどのようにして彼独自の酸理論にたどりついたのか、その過程を追跡する。この第2節が〈発見の文脈〉を扱うのに対して、第3節は〈正当化の文脈〉を問題にする。つまり、ラヴワジエはどのような論拠に基づいて酸理論を提起したのかである。また、この理論がラヴワジエ

1989年6月24日受理

* 愛知県立旭丘高等学校

** 名古屋大学文学部大学院西洋史博士課程

連絡先：

(大野)

の化学の体系化にどのような役割を果たしたのかも明らかにしたい。

1. 酸理論成立の背景

ここでは、ラヴワジェの酸理論形成にとって背景となる幾つかの事柄について見ておくことにする。まずはラヴワジェ以前の酸の概念から始めたい。

1) ラヴワジェ以前の酸概念

18世紀の化学者にとって「酸」とは、「植物性青」(vegetable blues)を赤色に変え、ぴりっとする、もしくはすっぱい味のある、アルカリを中和する物質のことであったが⁵⁾、クロスランドによれば、これを取り上げる理論的立場には、大別すると次のような二つがあった。

第一は、機械論哲学の流れをくむ立場である。酸・アルカリは17世紀後半でもかなり注目を集めていた物質であったが、機械論哲学が隆盛を誇ったこの時代にあって、酸の性質を粒子の形、具体的には「刺のある粒子」(spiked corpuscle)で説明することは珍しいことではなかった。実際、ボイルもこれに近い考えをとっていたし、はっきりとそれを述べたのはレムリ(Nicholas Lémery, 1644(5)-1715)であった。彼は、18世紀中頃まで多くの読者を獲得することになる『化学教程』(*Cours de chimie*, 1675)において、酸が物質をよく溶かすのは、粒子の形(刺のある)が関係することを強調していた。しかし、こうした考え方のなかからは、酸の化学組成を問題にしようという動きは生じるはずもなかった。

一方機械論哲学は、ニュートンが粒子間力の概念を提起することによって新たな段階を迎えることになるが、いわばこれに伴って酸の理解も変わった。ニュートンによれば、酸は大きな引力をもつ物質とみなされたので、酸性は粒子の形ではなく粒子間力で把握されるようになった⁶⁾。これ以降、ニュートン主義者は酸性を化学親和力論のなかで扱うことになる。たとえば、ラヴワジェが登場する直前のフランス化学を代表するマケ(Pierre Joseph Macquer, 1718-84)は、『化学辞典』(*Dictionnaire de Chimie*, 1766)において、項

目<酸>のところでは何ら理論的なことを述べていなかったが、酸と深くに関わる<苛性(causticity)>の項目では苛性の究極的な原因を引力に帰し、明らかにニュートン主義的な用語で説明していた。さらに、ラヴワジェと同じ時代を生きたギトン・ドゥ・モルヴォー(Louis Bernard Guyton de Morveau, 1737-1816)も1777年の著作において酸を引力で定義していた。

しかし、ラヴワジェが依拠したのは、これとは立場を異にする18世紀化学のもう一つの伝統であった。それは、機械論の還元主義を拒みつつ、化学的な性質を物質それ自身のなかに求め、したがって物質の反応性よりも組成に関心を寄せる立場であった。たとえば、この立場をとるシュタールは、硫酸を「普遍酸」とみなし、他のすべての酸をその派生物とする見解を示していた。もっとも、シュタール自身は酸に特別な関心を寄せていたわけではなかったので、この概念をさらに展開することはなかった。しかし、1754年にブラック(Joseph Black, 1728-1799)が発見した固定空気(今日の二酸化炭素)は、「普遍酸」の概念の発展に新たな可能性を与えるものであった。ベリマン(Torbern Bergman, 1735-84)はこの固定空気を「空気酸」(aerial acid)と呼び、これが自然界に豊富に存在することから、「普遍酸」と考えるのにふさわしいとの見解をとっていた。1770年代になっても「普遍酸」の概念は広く採用されていた⁷⁾。

初期の、つまり独自の酸理論を提起する以前のラヴワジェが採用していたのは、この「普遍酸」概念の一形態ともいえるマイア(Johann Friedrich Meyer, 1705-1765)の「油性酸」(acidum pingue)の考えであった。実際、1773年にラヴワジェは、マイアの著作を読んだのち、金属カ焼の際の重量増加を火からの「油性酸」の吸収による、と解釈していたのである。マイアによれば、この「油性酸」は、創造の際につくられた唯一の酸であり、他の酸はのちにこれから派生したと考えられるものであった。したがって、「油性酸」は「普遍酸」であるとともに「始源酸」でもあった。ラヴワジェに止まらず、この概念は温和アルカリと苛性アルカリの違いをめぐる論争が

生じたとき(1773)、固定空気の有無で説明するブラックの解釈に対して、それとは異なる解釈を与えるものであった。ラヴワジエは、1775年にはこの概念を退けるが、それまでの数年間、ブラック説ではなくこの「油性酸」説を採用していた。

2) 1770年代の酸をめぐる状況

クロスランドは、なぜラヴワジエが1770年代という時期に酸理論を構想するようになったかを問題とし、この時期にからむ要因として3つのことを挙げている。それらを順次、考察することしよう。

第一は、固定空気に関する議論である。これまでに述べてきたことからすると、固定空気に関する議論は、何ら酸理論の形成に関与しなかったように考えられるが、必ずしもそうではない。それは直接的ではなかったにせよ、ラヴワジエの思想に重要な役割を果たしていたのである。というのも、ラヴワジエの酸理論のめざましい点は、従来の酸理論のように酸性をある種の酸物質の存在から説明するのではなく、酸性の起源をある種の空気(最終的には「酸素」)の存在に求めたことにあるので、この点から言って、イギリスの気体化学の成果を無視することはできない。ここでとりわけ重要となるのが、固定空気であった。ラヴワジエは1772年から73年にかけて、ブリーストリ(Joseph Priestley, 1733-1804)の著作や、ようやくフランス語に翻訳されたブラックの固定空気に関する論文を通じて、固定空気が水に溶けると酸性になること、したがって固定空気が酸性の気体であるという事実を学んだのであった。

第二は、1770年代から80年代にかけて、新しい酸が続々と発見されたことである。70年にシェーレ(Carl Wilhelm Scheele, 1742-86)が酒石から酒石酸を、ガーン(Johan Gottlieb Gahn, 1745-1818)が骨から燐酸を取り出したのを皮切りに、シェーレらによって様々な有機酸、たとえば焦性酒石酸(pyrotartaric acid, 1774)、蓚酸(1776)、乳酸、粘液酸(mucic acid)、尿酸(1780)、靑酸(1782-88)、くえん酸(1784)、りんご酸(1785)などが発見された。またマケがその存在を示唆し

ていた砒素の酸は、75年にシェーレによって単離され、78年にはモリブデン酸、81年にはタングステン酸が発見されている。こうして、酸の数が急激に増えたため、これらを系統的に分類することが必要であると考えられるようになった。ラヴワジエも実際にそう考えた一人であることは、『化学原論』の記述から十分に窺い知ることができる。

第三は、以上の二点とも相互に関連しているが、「苛性」概念の発展である。かつてレムリは生石灰の性質を火の粒子で説明していたが、1760年代になると、上述したようなマイアの「油性酸」説がこれに取って代わるようになっていたし、ブラックは固定空気の存在で「苛性」を論じていた。酸とアルカリはこの当時であっても対で考えられていたので、1760年代までのこのようなアルカリへの関心は、70年代の多数の酸物質の発見と相俟って、酸・アルカリに関する新たな理論を促す土壌となったと考えられよう。

2. 酸理論の形成

では、ラヴワジエはどのようにして独自の酸理論を築きあげたのであろうか。この問題についてクロスランドは、ラヴワジエの思想発展を次のような3段階に整理する。

- 1) 幾つかの酸にはかなりの量の「空気」が含まれている、という認識。

これから数年後、ラヴワジエは気体状態の酸に関心を持つようになるが、この関心の結果から生まれたものとして、

- 2) 「硝石空気」(nitrous air, 今日の一酸化窒素)⁹⁾を酸性にするためにはこれに「空気中のあるもの」をくわえなければならない、という認識。

- 3) すべての酸は「空気中の最も純粋な部分」つまり、酸素を含む、という一般化。

以下では、これに沿って順次、詳しく述べてゆくことにしよう。

1) 初期の考え

ラヴワジエの空気への関心は、1772年8月の覚え書きに表れている。そこには、多くの物質中に

空気が含まれていると記されていたが、同じ時期の別の手稿では、鉍物酸や植物酸には空気がほとんど含まれていないとし、酸を除外していた。また、酸とアルカリや酸と金属の反応の際に見られる発泡も、酸ではなく、アルカリや金属に含まれている空気によると考えられていた。

しかし、これに続く二ヶ月間に行った磷に関する実験で、すぐに考え方を変えている。9月10日のノートを見るかぎり、ラヴワジェは磷の反応性が高いという以外、これにさしたる熱意を示していないが、10月20日の論文の草稿では一転して、注意深く定量的な実験を行ったことを記している。この論文のなかには、磷の燃焼をフロギストンで解釈した記述があるが、「注目すべき現象」として燃焼により生じた磷酸はもとの磷よりも重いと述べ、その原因を空気の固定によるものとした。その後、さらに硫黄の燃焼に対しても定量的な実験を行い、これらの結果をまとめたものがパリの科学アカデミーへ提出された有名な「封印ノート」である。ここでは、硫黄と磷の燃焼の際の重量増加が述べられており、その原因は燃焼中に固定された莫大な量の空気にあると考えられていた。

この後ラヴワジェは、直ちに金属の力焼に関する系統的な実験を開始した。一方、酸への関心も失わず、1773年ごろと推定されている草稿には、次のような記述が見られる。

空気の吸収は、硫酸、磷酸の生成に特有な現象ではなく、すべての酸に共通するものである⁹⁾。

クロスランドによれば、これこそラヴワジェが酸について行った初めての一般化であった。もっとも、このような一般化に際して新たに用いた証拠は、ロジエ (Jean-Baptiste François Rozier, 1734-93) 神父が明らかにした空気による酒精の酸性化のみであった。しかしラヴワジェは、この実験に関するロジエの見解から空気と酸性化の関係を考えるようになった。

1773年4月末には『物理学と化学の小論文集』 (*Opuscules physiques et chimiques*, 1774) の準備のために、固定空気に関するこれまでの研究に目を通して、酸の問題はわきにおかれること

になるが、空気に関する知識は急速に蓄積される。ブリーストリの研究にも精通し、1774年10月にはパリを訪れたブリーストリと会談した。ブリーストリはこの頃すでに海塩酸 (muriatic acid, 今日の塩酸)¹⁰⁾ から得た「酸空気」(acid air) に関して論文を発表していたが、ラヴワジェはブリーストリとのこの個人的な接触を通じて、初めてこれに注目するようになった。会談後の1774年10月28日付けの実験ノートには、次のような記述がある。

海塩酸は、水に海塩空気 (marine air) が飽和したものに他ならない。大雑把に言えば、硝石空気の場合も同じである。

ちょうど海塩空気や硝石空気と同様に、固定空気が気体状態の酸に他ならないということは大いにありうることだ¹¹⁾。

2) 転機となる硝酸の研究

この頃、ラヴワジェは酸を物質の状態変化と関連づけて研究しており、1775年3月18日のノートに、次のように記している。

ほとんどすべての鉍物酸や植物酸は、十分に濃縮された状態で何も添加せずに、適当な方法で処理すれば、冷却によって再び凝縮することのない一定の蒸気に変化する¹²⁾。

もちろん、これは酸の組成を扱ったものではないが、最初の言葉を「すべての酸」ではなく、「ほとんどすべての酸」としていることには重要な意味があった。ラヴワジェは単なる用心のためにこの表現を用いたのではなく、ある一つの重要な例外が存在するためにそうせざるを得なかったのである。実験室で酸をつくる場合、ほとんどは対応する気体に水を加えればよいのだが、例外が「硝石空気」であった。ラヴワジェは、硝石空気を酸性にするためには空気中の何かが不足していると考えたが、それは次のような根拠からであった。

硝石空気と空気を混ぜると、空気の体積はかなり減少し、残った空気はもはや純粋でないことから、空気中の何かと硝石空気との化合がこのような「酸性化という」変化を生じさせたことは明らかである¹³⁾。

1775年6月には政府の火薬監督官に任命されたこともあり、硝酸研究には一層拍車がかかった。

1776年4月20日にはアカデミーで硝酸の組成について研究報告¹⁰⁾を行っているが、これは分解と合成の両方法を用いている点で注目すべきものである。ラヴワジエは、水銀を硝酸に溶かし、その溶液を蒸発させて得られた残渣を強熱し、発生した気体を別々に補集した後、それらを混ぜて硝酸が再合成されることを示したのである。この硝酸の組成に関する研究は、ラヴワジエの酸理論形成にとって決定的なものとなった。というのも、以前は漠然と「空気」と述べられていたものが、これ以降その中の特定成分を問題とするようになったからである。この報告のなかでラヴワジエは、次のように述べている。

私は今やはっきりと、こう申し上げたい。空気そのものではなく、空気の最も純粋な部分¹¹⁾が、例外なくあらゆる酸に含まれており、この物質こそが酸性を生じさせているのである。この年の後半には、鳥や小動物に対する酸素の影響を研究し、翌年の1777年3月21日にはその結果をアカデミーで報告した。このなかでラヴワジエは、酸素気体を「呼吸にきわめて適する空気」と表現した。この報告はこのように生理学的な性格のものであったが、酸への関心が失われたわけではなかった。それどころか実をいえば、この報告の主題は磷酸であり、自分がかつて行った研究の再検討を意図していたのである。ここでラヴワジエは、硫酸や磷酸が重さにして半分以上もの「呼吸に適した空気」を含むと主張した。

この後、ラヴワジエは『物理学と化学の小論文集』第二巻の準備——結局、出版されなかったが——におわれていたが、1779年には再び、酸の組成の問題に戻った。クロスランドはそのきっかけが、前年12月の『オブセルヴァション』誌(*Observations sur la physique*)の増刊号に掲載されたベリマンの親和力研究の論文にあると推測する。この論文には綴込みの親和力表があり、50項目のうち18が酸に関するものであった。そこにはベリマンの弟子が発見したばかりの「砂糖の酸」(今日の蔞酸)も含まれており、本文にはこの

物質の製法と反応が記載されていた。ラヴワジエはこれにヒントを得て、1779年2月16日にはアカデミーで硝酸と砂糖を扱った実験について報告した。ここでラヴワジエは、硝酸の役割が酸素を砂糖に移すことにあり、したがって、「砂糖の酸」は砂糖と酸性化原質、すなわち酸素が化合したものに他ならないことを明らかにした。この報告が最終的には、論文「酸の本性についての考察」になるが、そこでは特に多くのページを割いて「砂糖の酸」に関する実験が述べられていた。

3) 酸性酸素説にむけて

以上のように、ラヴワジエの酸理論の形成によって硝酸の研究は重要な位置を占めたが、理論的な一般化は、硫酸の再検討から行われた。ラヴワジエは優先権を確保するために、すでに1777年9月5日に幾つかの論文をアカデミーへ提出していたが、その一つは水銀に対する硫酸の作用を扱ったものであった。ラヴワジエは再びこの実験を取り上げ、さらに発展させて、それを1779年6月9日には完了した。その結果は、ちょうど硝酸塩が強熱にさらされて、金属、「硝石空気」、「呼吸に適する空気」へと分解されるように、硫酸塩からも「揮発性の亜硫酸」と「呼吸に適する空気」が発生するというものであった。自分がかつて行った研究を整理しなおし、ラヴワジエはこう論じた。

かなりの量の「呼吸に適する空気」と化合しないかぎり、硫黄と磷が酸性を示すことはない¹⁵⁾。

ここでラヴワジエは、2年前の論文草稿「酸の本性についての考察」を書きなおし、最終的に次のような宣言を盛り込んだ。

よって私は、化合もしくは固定された状態にある脱フロギストン化空気、あるいは呼吸に適する空気を、酸性化原質(acidifying principle: principe acidifiant)と呼ぶ。同じ意味のギリシャ語を用いるならば、oxygen principle (principe oxygine)である¹⁶⁾。

3. 酸理論の論証

ここでは、ラヴワジェがどのように自分の酸理論を正当化していったかを検討する。まず、この理論が提起された時点での実験的基礎について検討しておこう。

1) 酸理論の実験的基礎

現代化学の眼からみると、ラヴワジェの酸理論は多くの誤りを含むため、ラヴワジェは実験事実を無視して性急な一般化を行ったと考えがちであるが、クロスランドによれば、これは全く事実に反する。というのも、ラヴワジェが酸理論を提起する際に分解したすべての酸は、実際に酸素を含んでいたからである。1779年の「酸の本性に関する考察」のなかで述べられている実験的証拠は、硝酸、硫酸、磷酸、炭酸であるが、これらの物質のなかに酸素が存在することは分解と合成の両面から確認していたのである。さらに、証拠は鉍物界に限られていたわけでもなかった。ラヴワジェは酸に関心を持ち始めた頃から、空気もしくはその一部がワインを酸に変えることを知っていたし、『化学原論』の時期までには、酢酸のなかに酸素が存在することを次のように論じていた。

第一に、われわれは酸素を含む空気と接触させずにワインを酢に変えることはできない。

第二に、この過程には空気の体積の減少が伴うが、それは空気中の酸素の吸収により生ずる。第三に、ワインは他のどんな方法を用いて酸素化 (oxygenation) しても酢に変わる¹⁷⁾。

以上の他に、ラヴワジェが酸理論の正当性を論じる際に用いた論拠のなかで特に強力なものは、もし酸から酸素を取り去ってしまえば、その物質はもはや酸性ではなくなるということであった。これに加えて、ラヴワジェは量的に見て、酸のなかに酸素がかなり多く含まれていることにも注目していた。この量の問題は、酸素の存在が酸性の原因であることを主張する際の補足的な論拠でもあった。一方ラヴワジェは、酸性を生じさせるのは、酸化ではなく、燃焼であるという反論をあら

かじめ予想し、1780年3月には燃焼からではなく、磷に硝酸を加えて磷酸をつくった。

2) 酸化の4段階説

酸に関するどのような体系であれ、酸一般を扱う理論にとって不可欠なことは酸に共通する性質とそれぞれの酸に固有な性質を同時に説明することであろう。ラヴワジェの場合、それは酸の組成を二元論で理解するものであった。つまり酸を、酸性の原因となる〈酸素〉と、それぞれの酸の固有な性質を担う〈基〉の化合物と考えるのであった。

確かにこの二元論によれば、組成の全く異なる酸を扱うが、では、たとえば亜硫酸と硫酸のように、構成元素が同じでも違った性質を示す酸はどのように説明されるのか。クロスランドによれば、まさにこのような似たものどうしの酸が存在することを示し、かつそれを統一的に説明したのがラヴワジェの酸理論であった。そしてこの理論は、実をいえば、酸化の4段階説とでもいうべき体系の一部をなすものであった。この体系は新しい化学命名法の基礎に据えられていたし、『化学原論』では次のように述べられている。(クロスランドにしたがって、以下では英語の表記を用いる。)

物質は酸化の第一段階、すなわち最も低い酸化段階で酸化物 (oxyd) になる。酸化がさらに進んだ第二段階の物質は nitrous acid (亜硝酸) や sulphurous acid (亜硫酸) のように、その名前の語尾が ous で表される酸 [日本語では名前の前に「亜」のついた酸] である。酸化の第三段階ではこれらの物質が nitric acid (硝酸) や sulphuric acid のように語尾が ic で表される酸になる。最後に酸化の第四段階、つまり酸化の最も高い段階の物質には oxygenated muriatic acid (酸化海塩酸) の場合ですで見たとように、第三段階の酸の名前の前に oxygenated という語を加える¹⁸⁾。

つまり、酸素の含有量によって異なる同種の酸が存在することを示したのである。この引用からわかるように、似たものどうしの酸は4段階の途中に位置する。たとえば、亜硫酸と硫酸に関してラ

ヴワジエはこう述べている。「硫黄は、酸化の段階が低いと、揮発性の気体酸に変わるが、酸化の段階が高くなると、ずっと強い酸性を示す酸になる」¹⁹⁾。また、窒素は少なくとも二つの酸をつくるが、「硝石ガス〔現在の一酸化窒素〕は酸素と化合し、赤褐色の気体となる。このように酸素が加わることによって硝石ガスは、水との間に強い親和力を示し、それ自身幾つかの酸化段階をとる強い酸に変わる」²⁰⁾。

3) 酸素の役割

以上の例からすると、酸化の4段階説は非金属元素の酸化物だけを対象としており、酸化しても酸を生ずることのない金属酸化物を無視していると考えられるかもしれない。ここで注意しておかねばならないのが、酸素の役割である。ラヴワジエは、酸素を酸性化の原質としたが、酸素が存在すればいつでも酸性が生じると考えていたわけではなかった。つまり、ある酸素の化合物が実際に酸性を示すかどうかは、酸素の存在とともに、もう一方の元素にも依存すると考えたのである。したがって、酸素の存在は、酸性にとっての必要条件ではあるが、十分条件ではなかったし、酸素はその意味で潜在的な酸性化の原質であった。一般に、酸素の含有量が最小の化合物は酸ではない。たとえば、「硝石ガス」は明らかに中性であった。金属酸化物に話を戻すと、ラヴワジエは通常、金属が金属灰、つまり酸化物しかつくりだすことを認めていたが、砒素のような幾つかの金属が酸化によって酸に変わるという事実を重く見ていた。同じ元素でも酸化段階の異なる酸があり、またこの当時、一体どのくらいの物質が酸素と反応するのか明らかでなかったのが、ラヴワジエは条件によっては金属ももっと酸化され、酸になると考えたのである。

4) 『化学原論』の注目すべき表

以上の考察からクロスランドが注意を喚起しているのは、『化学原論』に掲載されている、酸素を含む二元化合物の表である。実際、これまでの歴史家はこの表の意義について何も論じてこなかっ

が、この表こそ、ラヴワジエの酸性酸素説の包括性を明確に示すものといえる。ここでは、内容の理解にかかわらぬ事項（主に物質の旧名称）を省略して訳出しておいた（p. 79の表）²¹⁾。

表は一応、非金属元素と金属元素に分けられているが、前者が酸を生じ、後者がそうでないといった区別はない。両者の差異は、基本的には程度の問題である。しかし注意深く見てみると、次のような違いがある。

- 1) 非金属は酸化の第二段階で酸となるが、金属はまだ酸化物のままである。
- 2) 非金属のほとんどは、少なくとも第三段階まで酸化することができるが、金属では第四段階にいたるのが、砒素、モリブデン、タングステンだけであって、これらはその時、酸となっている。

この表に関して疑問が生ずるとすれば、それは海塩酸、フルオール酸（今日のフッ化水素酸）など当時まだ分解されていなかった酸であろう。とりわけ海塩酸は、この当時でもよく使われた代表的な酸の一つだが、明らかに酸素を含まない酸なので、ラヴワジエの酸性酸素説にとって最大の弱点になったのではないか。確かにラヴワジエは、これが酸素を含むという直接的な証拠がないことを認める一方で、他の酸からの類推で酸素の存在を論じていた。しかし、続々と発見された新しい酸のなかにはいずれも酸素が含まれていたため、ラヴワジエの理論を支持する傾向は強まっていたし、そもそも、酸素の不在を証明することはたいへん困難なことであった。実際、18世紀においてこの不在証明を行ったものはいなかった。むしろ逆に、酸素が含まれていることを確かめたものもいなかったが、したがって、ラヴワジエが酸理論を提起した時点において、海塩酸の組成は明らかな反証例ではなかったのである。ラヴワジエにとって二・三の酸が未分解であることは、歴史的な偶然であるに過ぎなかった。

では、表には掲げられていないアルカリ金属・アルカリ土類金属元素の扱いはどうなっているか。これらの酸化物は、今日塩基性酸化物とみなされるので、ラヴワジエ理論の明らかな反証例になる

表 酸素と種々の単体による二元化合物

	単体名	酸化の第一段階	酸化の第二段階	酸化の第三段階	酸化の第四段階
酸素と非金属単体との化合物	カロリック	酸素気体			
	水素	水*			
	窒素	窒素の酸化物 ^{訳注1)}	亜硝酸	硝酸	酸化硝酸
	炭素	炭素の酸化物	亜炭酸	炭酸	酸化炭酸
	硫黄	硫黄の酸化物	亜硫酸	硫酸	酸化硫酸
	磷	磷の酸化物	亜磷酸	磷酸	酸化磷酸
	海塩酸の基	海塩の酸化物 ^{訳注2)}	亜海塩酸	海塩酸	酸化海塩酸
	フルオール	フルオールの酸化物 ^{訳注2)}	亜フルオール酸	フルオール酸	
酸素と金属単体の化合物	硼酸の基	硼の酸化物 ^{訳注2)}	亜硼酸	硼酸	
	アンチモン	アンチモンの灰色酸化物	アンチモンの白色酸化物	アンチモン酸	
	銀	銀の酸化物		銀酸	酸化砒酸
	砒素	砒素の灰色酸化物	砒素の白色酸化物	砒酸	
	ビスマス	ビスマスの灰色酸化物	ビスマスの白色酸化物	ビスマス酸	
	コバルト	コバルトの灰色酸化物		コバルト酸	
	銅	銅の褐色酸化物	銅の青緑色酸化物	銅酸	
	錫	錫の灰色酸化物	錫の白色酸化物	錫酸	
	鉄	鉄の黒色酸化物	鉄の黄赤色酸化物	鉄酸	
	マンガン	マンガンの黒色酸化物	マンガンの白色酸化物	マンガン酸	
	水銀	水銀の黒色酸化物	水銀の黄赤色酸化物	水銀酸	
	モリブデン	モリブデンの酸化物		モリブデン酸	
	ニッケル	ニッケルの酸化物		ニッケル酸	
	金	金の黄色酸化物	金の赤色酸化物	金酸	酸化タングステン酸
	白金	白金の黄色酸化物		白金酸	
	鉛	鉛の灰色酸化物	鉛の黄赤色酸化物	鉛酸	
	タングステン	タングステンの酸化物		タングステン酸	
	亜鉛	亜鉛の灰色酸化物	亜鉛の白色酸化物	亜鉛酸	

* 水素の酸化に関しては、これまでのところ一つの段階のものしか知られていない。(ラヴワジェ)

訳注 1) 英訳語では nitrous oxyd, or base of nitrous gas となっている。酸化の4段階説の内容に則してこのように意識しておいた。

訳注 2) 英訳語は、それぞれ muriatic oxyd, fluoric oxyd, boracic oxyd である。当時、これらのもとになる酸は分解されていなかったもので、たとえば fluoric oxyd を「フッ素の酸化物」と訳すことはできない。表には暫定的な訳語を掲げておいた。

と考えられないか。これに対して、クロスランドは「ラヴワジェが20年後のディヴィの研究成果を予測したと考えるのは、時代錯誤である」と答える。当時これらの物質の組成はまだ確立していなかったのである。ラヴワジェは、石灰などのアルカリ土類金属の化合物を、これらがまだ分解されていないことから単体表に掲げていたが、金属の酸化物であると推測していた。それは他の金属とその酸化物を酸に溶かしたときに見られる挙動の違いから類推されることであった。金属を酸に溶かすと発泡が見られるが、その金属の酸化物の場合は、酸に溶けるものの発泡は見られない。石灰やバリタなどは酸に溶けるが発泡を伴わないので、酸素と金属が強い親和力で結びついた金属酸化物と予想したのである。

5) アルカリ理論構想の挫折

ところで、なぜラヴワジェはアルカリの理論をつくらなかったのか。かなり以前から酸とアルカリはいつも対で取り扱われてきたので、酸の理論があるならばアルカリの理論があってもよいはずである。実際、ラヴワジェは一時期、アルカリの理論を構想したことがあった。酸性化の原質が酸素であるなら、アメリキ性化の原質の候補は窒素であった。窒素は酸素とともに大気を構成するので自然界に豊富に存在し、酸素と正反対の性質（たとえば、両者の呼吸に及ぼす作用を想起されたい）を示すからであった。ペルトレが「揮発性アルカリ」（アンモニア）の構成元素の一つが窒素であることを証明したとき、ラヴワジェは「窒素があらゆるアルカリの構成元素であることは類推できる」²²⁾とし、窒素を「アルカリ素気体」（alkaligen gas）と命名しようかとさえ考えたのである。しかし、実際には次の二つの理由でそうしなかった。第一に、窒素が他のアルカリ物質の構成元素であるのはっきりとした証拠がなかったこと。第二に、窒素は強い酸性を示す硝酸の構成元素であったこと。

6) 酸素命名に対してのラヴワジェの躊躇

以上のことからすれば、ラヴワジェは酸性化の

原質を意味する酸素という命名に何ら疑念を抱かなかったと想像されるかもしれないが、そうではなかった。1784年にアカデミーで二酸化炭素について報告し、酸性化原質の正当性を話題にしたとき、正確でありさえすれば名前の選択はそれほど重要ではないと述べていたのである。たとえば、『化学原論』の序文に見られるように、ラヴワジェが用語の正確さを重要視していたことを考えると、このことは驚くべきことで、むしろラヴワジェの後退と受け取れよう。クロスランドは、これには水の組成の研究が関与しているとみる。1783年にラヴワジェは水の合成に成功し、84年3月には水の分解から重量比で、水素がほぼ1/7、酸素が6/7という暫定的な結果を得ていた。中性であることが明らかな水に酸素が含まれていること自体に悩むことはなかったが、問題は、酸素の割合がかなり多いことであった。このことは、理論を反駁するまでには至らなかったものの、明らかに理論の正当性を弱めることになったと考えられよう。

7) フロギストン論者の反応

最後に、フロギストン論者たちの対応について触れておこう。フロギストン論者は酸理論に反発したと予想されるかもしれないが、クロスランドによれば、彼らは酸理論に対して概ね好意的であった。これに対してフロギストン論者がどうしても捨てようとしなかったのは、フロギストン説の中心を占める可燃性原質という概念であった。たとえば、ギトン・ドゥ・モルヴォーはラヴワジェの燃焼理論を受け入れる一年前に百科事典で酸について執筆していたが、酸のなかに酸素が存在することの証拠の多さに圧倒されていた。また、フロギストン論者としてよく知られていたリチャード・カーワン（Richard Kirwan, 1733-1812）は「酸の組成に関するこの[ラヴワジェの]学説は、最も有能なフロギストン擁護論者のうち何人かが認めているものだ」²³⁾と述べていた。さらに、ラヴワジェの敵対者ドゥ・ラ・メトリ（Jean Claude De La Metherie, 1743-1817）は、すべての酸が酸素を含むことに同意はしていたが、彼自身は火

を酸性の活性原質とする考えに傾いていた。多分、ラヴワジェと同じ時代を生きた人物のなかで最も厳しい批判をなしたものは、ベルトレであったと思われるが、彼はラヴワジェの理論に矛盾する新しい事実を無視することはなかったが、ラヴワジェの理論を正面から批判することを差し控えていた。ベルトレは、酸素が普遍的な酸性化原質であることに同意しなかったが、酸素が多くの物質に酸性を付与することを認めたのである。

おわりに

以上のように、クロスランドは〈現在主義〉によるこれまでの理解に対して、徹頭徹尾ラヴワジェの立場にたって彼の酸理論を「擁護」する。たとえ後の時代になって反駁されたとしても、当時の文脈に照らして考えれば、ラヴワジェは酸の組成に関して根拠のある結論を引き出したのであって、極く少数の事実から性急な一般化を行ったとは考えられないのである。今日からみて反証例と思える事実はいずれも、当時においてせいぜい未確定といえるものばかりであった。したがって、「誤った」理論を提唱したがゆえに、ラヴワジェも「やはり時代の子」であったという理解²⁰⁾は、余りにも非歴史的で安直な解釈といわざるをえない。ラヴワジェの酸理論の時代性は、むしろ彼が酸理論を構想し、その正当性を主張しえた状況にこそ見出すべきだと、筆者たちは考える。

なお、誤解を生じぬように付け加えるならば、以上のように理解することは、ラヴワジェを徹底した経験主義者（むしろ実験主義者というべきか）と捉えたり、酸理論を実験事実の帰納主義的な産物であると把握するものではない。むしろ逆に、実証性という点でいえば、確かにラヴワジェの理論には、実験により直接に実証できないものが含まれていた。クロスランドが指摘しているように、それは他ならぬ酸素であった。というのも、酸素は単独で存在できるものではなかったからである。酸化物や酸のなかでは他の元素と化合していたし、酸素気体中では、ラヴワジェが元素と考えた、カロリックと結びついていた。つまり、酸素気体＝酸素原質＋カロリックである。（この点について

は、訳出した二元化合物の表を参照されたい）。ラヴワジェは「形而上学的な」フロギストンを、実験室で実際に処理できる実体（つまり、酸素気体）で置き換えたと考えていたようであるが、実はこの酸素気体こそ、フロギストンと同様に「形而上学的な」二つの実体（酸素原質とカロリック）から構成されていたのである。

ところで、クロスランドの論文が貴重なのは、何も先に述べたような〈現在主義〉批判だけにあるのではない。クロスランドはこれまで全く注目されなかったラヴワジェ理論の一部に光を当てている。酸化の4段階説がそれである。クロスランドのこの成果を敷衍してみよう。結論を先に示してしまえば、この酸化の4段階説が重要なのは、酸性の統一的な把握に止まらず、新しい化学組成論としての役割を果たしていたことにあると、筆者たちは考える。酸化の4段階説によれば、同じ元素でも酸化の程度によって性質の違う化合物ができるわけだが、酸化の程度は、明らかに化合する酸素の量に依存している。重要なのはこの「酸素の量」という考え方である。この量は、むしろドルトンの原子量ほど明確な概念ではない。しかし、このようにして、化合物の組成が元素の種類だけではなく、その量をも含めて考えられていたことは注目に値する。酸化の4段階説、あるいはこの学説が基礎となってつくられた化学命名法を受け入れると、なかば必然的に元素の量を考慮した化学組成の視座までも同時に受け入れることになる。おそらく、ラヴワジェの有機化合物組成論はその延長線上にあると思われる。

文献と注

- 1) たとえば、H. M. レスター著（大沼正則監訳、脇岡義人、内田正夫訳）、『化学と人間の歴史』（朝倉書店、1981）、156頁。
- 2) 大野 誠、「伝統的なラヴワジェ像とその問題点」、『本誌』、1988、37頁。
- 3) M. Crosland, 'Lavoisier's Theory of Acidity', *Isis*, 64(1973): 306-325.
- 4) H. E. Le Grand, 'Lavoisier's Oxygen Theory of Acidity', *Annals of Science*, 29

- (1972): 1-18. この論文でル・グランが強調していることは、ラヴワジエが酸理論の形成の際に、原質概念を一貫して用いていたこと、また彼の酸理論は、伝統的な「酸+塩基=塩」のシェーマに合理的な基準を与え、化学組成に新しい秩序をもたらしたといえること、である。クロスランドと比較すると、燃焼研究と酸理論形成の関係、酸素の存在が酸性の発現にとってどのような条件か(必要条件か必要十分条件かなど)といった点については詳しい。
- 5) この酸の定義はル・グランの前掲論文の注3) (p. 2) に記されていたものである。
- 6) クロスランドは原史料しか示していないがニュートンの酸概念については、次の著作を参照されたい。Arnold Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry* (1970), pp. 24-26.
- 7) 普遍酸の概念に関しては、次の論文も参照されたい。H. E. Le Grand, 'A Note on Fixed Air: The Universal Acid', *Ambix*, **20** (1973): 88-94.
- 8) 本稿では、nitrous acid を「硝石空気」と訳した。この語がいつごろから使われるようになったのかは不明だが、1755年に出版された Samuel Johnson の *A Dictionary of the English Language* によれば、nitrous は nitre (硝石) の形容詞形であり、「硝石で満ちた」とか「硝石からなる」の意味をもつからである。
- 9) この引用は、クロスランドの英訳からの重訳である。以下の引用も同様。原史料は次のとおり。A. L. Lavoisier, 'Sur une nouvelle théorie de la calcination et de la réduction des substances métalliques, sur la cause de l'augmentation de poids qu'elles acquièrent au feu et sur différens phénomènes qui appartiennent à l'air fixe', in René Fric, 'Contribution à l'étude de l'évolution des idées de Lavoisier sur la nature de l'air et sur la calcination des métaux', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, **12** (1959): 137-168 の pp. 166-167.
- 10) muriatic acid を海塩酸と訳すことについて。8) と同様に Johnson の辞典によれば、muriatick とは brine (塩水、海水) の性質をもつこととある。
- 11) M. Berthelot, *La Révolution Chimique*, (Paris, 1890), p. 259.
- 12) Lavoisier, *Oeuvres, Correspondance*, ed. René Fric, Fasc. II (Paris, 1957), p. 471.
- 13) Berthelot, *op. cit.*, p. 262.
- 14) この報告は、「硝酸中の空気の存在について」('Mémoire sur l'existence de l'air dans l'acid nitreux') という表題で *Oeuvres*, Vol. II, pp. 129-138 に再録されている。引用部は p. 130 にある。
- 15) Lavoisier, *Oeuvres*, Vol. II, p. 196.
- 16) *Ibid.*, p. 249.
- 17) A. L. Lavoisier, *Elements of Chemistry*, trans. Robert Kerr, (Edinburgh, 1790), p. 146.
- 18) *Ibid.*, p. 80.
- 19) *Ibid.*, p. 72.
- 20) *Ibid.*, p. 76.
- 21) Kerr の英訳書では、この表にページ数は打たれていない。掲載箇所は *Ibid.*, p. 185 の反対側のページである。
- 22) *Ibid.*, p. 52.
- 23) Richard Kirwan, *An Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids*, (London 1787), pp. 21-22.
- 24) H. M. レスター, 前掲書, 155頁。

New Light on Lavoisier: The Research of the Last Twenty Years

6. Lavoisier's Theory of Acidity

Haruyuki TSURUTA* and Makoto OHNO**

(* Asahigaoka High School; ** Nagoya University)

Lavoisier explained acidity in terms of the presence of oxygen. Traditionally many historians have regarded this concept of Lavoisier as a "major mistake" from the modern point of view, and even refused to think it as a contribution to eighteenth century chemistry. Against this Whiggish interpretation, Maurice Crosland (*Isis*, **64** (1973): 306-325) and H. E. Le Grand (*Ann. Sci.*, **29** (1972): 1-18) have shown that Lavoisier's theory of acidity, on the contrary, played a significant role in his new system of chemistry and brought a new insight into the study of chemical composition.

The present article reviews Crosland's paper in particular, since his account forms a marked contrast to the traditional interpretation. In this paper, Crosland examines early theories of acidity, the development of Lavoisier's own theory of acidity, and his evidence.

According to Crosland, Lavoisier's conclusion on acidity was by no means an over-hasty generalization based on scanty evidence but a fully justifiable, coherent theory in its own light.

The reviewers agree with this new perspective, and consider the following interpretation by Crosland as particularly important: Lavoisier's oxygen theory of acidification was a hierarchical one, a scheme which he incorporated into his new chemical nomenclature. Lavoisier's scheme implied that in determining chemical composition, chemists should study not only the kind of elements, but also the "quantity" of elements. Although the idea of quantity is not explicit in his theory, it may well be argued that it brought a new approach in the study of chemical composition which was likely to lead to the emergence of the Daltonian concept of atomic weight.

〔討 論〕

分子概念の形成に関するもう一つの論考

山 口 達 明*

1988年度化学史研究発表会において「近代科学と原子論分子論」というテーマでシンポジウムが開催された。化学史学会編集の「分子論・原子論の原典」が学会出版センターから刊行されようとしているとき、時機にかなった企画で、6件の報告があった。その直前に行われた井口洋夫氏の特別講演「分子科学研究の歩み」で語られた現代最先端の分子像との対比はなかなか興味深いものがあった。しかし、筆者もその発表者の一人ではあるが、時間の関係から討論に意を尽くせず全体的にまとまりに欠けた印象はぬぐえなかったのは残念であった。このテーマは科学史上でも最重要課題の一つであるので、今後上記の原典集刊行に当たってきちんと整理しておくことが期待される。

筆者は、とくに四番目に発表された大野誠氏の「分子概念はいつ、どのようにして形成されたのか」と題する報告¹⁾に対して当日多少の疑問を感じた。しかし、その場では考えがまとまらず、折角ながら質問のチャンスを逃してしまったのが大変残念であった。そこで、ここに改めて筆者の意見を述べさせて頂くことにした。

大野氏の所論は、1985年本誌に発表された論文²⁾に始まり、アボガドロを分子論の提唱者とする従来の教科書などの見方は、週及主義的理解であることを同論文を詳細に検討して結論づけたものであった。(なお、この結論に対してはアボガドロ擁護の立場からの唐木田氏の反論が本誌に掲載されている³⁾)。さらに、大野氏は、分子概念は1840-50年代に有機化学における構造概念が発展していく過程で成立したのであろうと推論して

いる^{4), 5)}。今回の同氏の発表は、豊富な原典資料を開陳して、1833年のゴーダンの論文で定義された原子と分子の区別が、有機物の構造論とともに定着していったことを主張したものであった。

そこで、筆者の感じた率直な疑問は、まず分子概念の形成時期を議論するにあたって、なにをもって「分子概念」とし、なにをもって「形成」とするのかということであった。まず、その、形成を大方の化学者に共通の認識の成立としてみるならば、当日大野氏が配布された資料の1860年カールスルーエ国際化学者会議録に示されているように、同会議の第一議題が分子と原子という用語の区別を明確にすることであったのだから、厳密にいえばこのときまでは共通認識ができていなかったということになる。

ついでながら、この国際会議におけるアボガドロ1811年論文の意義は、単体分子の仮定(つまり単体にも分子が存在するというアボガドロの第二仮定)であり、新たに分子説つまり分子の存在を提起したことではなかったはずであることを指摘しておきたい。同会議録中でウルツらが問題提起しているというエチレン(C_2)や酸素(O_2)のような同一2原子分子の定義のためにアボガドロ論文が引っ張りだされたというのが事実であったのだろう。この問題が解明されてなかったために、このときまでも原子と分子の区別が実証的に確定されていなかったと解釈される。ゴーダンの1833年論文が引用されてもよかったのかも知れないが、どうしてこれまで無視されていたのか大野氏の解明を期待したい。

次に、分子概念形成時期の問題に戻って、それを最初に定義付けたときとした場合について考察してみる。分子の定義を考えると、これを単な

1989年1月28日受理

* 千葉工業大学工業化学科

連絡先:

る原子集団としてとらえるのではなく、「それ以上分割するとその物質の特性が失われてしまう最小単位」としての認識が肝心である。その実体をどのようにとらえるかは時代によって異なるのは当然であるが、現代の眼からすると、ある時は粒子であり、また無機塩であり、また原子と重複して考えられていた時期があった。しかし、分子(molecule)という語を化学者が使用するにあたって、上述の尺度による共通認識はかわらなかったに違いない。というのは、実験的に与えられる物性の差異によって物質を認識するのが化学であり、その物性を示す最小単位としての分子の存在を確信するのは、化学者にとって観念的な元素や原子の存在にくらべてはるかに容易なことだからである。その時点において実験的に他の物質に分割できないと考えられた最小単位を「原子」と呼び、そのような原子が複数個集まって一定の特性をもつ物質を形成した場合、その最小単位を「分子」と呼んでいるのである。

このような発想は、頭書シンポジウムで筆者が紹介したマケ『化学事典』(1766)⁶⁾の中でのAGGRÉGATIONの項目に明確に述べられているのである。彼の定義を改めて説明すると以下ようになる。すなわち、物質の凝集について化学者が明確な概念を形成するためには物理学者が物体のParties constituantesとParties intégrantesとをそれぞれ命名した違いがどのようなものであるかに注目すべきであるとして、例えば食塩(sel commun)のparties constituantesは酸とアルカリであり、それゆえ食塩は化合物(composé)である、としている。そして、これに対して、物体のparties intégrantesとはその物体を分解(décomposé)することなしに小さくした最小の分子として理解すべきである。食塩のような中性塩をそれを形成している酸とアルカリに分離しないようにして小さく小さく分割していったとすると、その分子はどんなに小さくとも食塩であり、食塩の基本的特性をすべて兼備しているはずである。そして、その分子が最小の限界にまで分割されたとすると、それはただ一個の酸の原子(d'un seul atôme d'acide)とただ一個のア

ルカリの原子(d'un seul atôme d'alkali)の集合体のはずであり、酸とアルカリに分離する以外にはもう分割できないはずである。このようにしてその分解なしには分割できない最後の分子のことをマケはMolécules primitives intégrantesと名付けている。

酸やアルカリの原子、食塩の分子などと現代では間違いとされる認識をしてはいるが、マケは明確に原子と分子を区別しており、それらの概念は現代のものとなんら変わりがないと考えられる。限定語をつけて呼称している最後の分子が現代の分子に相当する。したがって、現代の分子概念の定義づけは既にこの時代になされていたとみるべきであろう。

しかし、これに対して、現代われわれが抱いている分子概念と実体が一致した時期をもって「形成」とする第3の立場をとり、その起源を歴史のなかに求めるなら大野氏の所説のとおり有機化学の誕生を待つことになるわけである。

最後に、moléculeの訳語について筆者の意見を述べておきたい。大野氏は現代的分子概念の起源を前述のようにゴードン論文に求め、17世紀のガッサンディの文献を初出とするそれまでのmoléculeという語は、particleと同意語として使用されているから分子とするよりも「微粒子」と和訳することを主張している。Daltonないしは19世紀中頃以前の化学書にあらわれるmoléculeの訳語については既に議論があり、坂口正男氏が「粒子」⁷⁾と、原光雄氏が「原子」⁸⁾と意識することをそれぞれ提唱している。moléculeという語はたしかに「物体の粒子」と定義づけられていたかも知れないが、particuleという語があるにもかかわらず当時のフランス化学界でより多く使われていたのには、それなりの理由があったと考えられる。さきに述べたparties intégrantesという認識にその因をもとめられるのかも知れない。「粒子」あるいは「微粒子」と意識したのではあまりにも普通名詞風でその辺のニュアンスが表れてこないような感じがする。当時moléculeという語にまだなじみの薄かったイギリスの化学者が、前記マケの書などを英訳するとき molecule or

particle (分子すなわち粒子)と説明をつけ加えているからといって、両者を同義語とみなすわけにはいかないと思われる。化合物と違って単体(元素)においては当時はまだ原子と分子は同じ実体だったわけである。しかし、それについてラボワジエが *molécule* を用い、ドルトンが *atom* を用いているのは、前者が経験的、後者が観念的視点に立っている違いであろう。ラボワジエが原子の存在を信じていたにもかかわらず、*atôme* でなく *molécule* と表現していたのは、このような視点の違いによるもので、意識して使い分けていたと思われる。ラボワジエの *molécule* を「原子」と意識すると、そのような意識が伝わらなくなってしまうから、そのまま「分子」として読者に奇異感を与えた方が意味があると思われる。

一般に歴史上の化学書を読むときは、その当時の化学の状況を知るためであって、明らかに現代とは違うという認識のもとに読むわけであるから、あえて現代的につじつまの合うように意識する必要はないはずである。そもそも原子が不可分でなくなった現在、当時の *atom* を意識するなら「素粒子」ということになるわけである。

引用文献

- 1) 大野誠, 「分子概念はいつ, どのようにして形成されたのか」, 『本誌』, 1988, 141.
- 2) 大野誠, 「アボガドロの1811年論文の検討」, 『本誌』, 1985, 95-107.
- 3) 唐木田健一, 「我々にとってアボガドロとは何か?」, 『本誌』, 1985, 186-192.
- 4) 大野誠, 「アボガドロは分子概念を提起したか」, 『化学と教育』, 35, 142-147 (1987).
- 5) 日本化学会編, 『化学史・常識を見直す』, 講談社 1988, p. 87.
- 6) P. J. Macquer, *Dictionnaire de chymie*, (Paris, 1766) 1, p. 55-56.
本書検索にご協力頂きました BCLV (メルボルン) の今井隆氏に感謝いたします。
- 7) 坂口正男, 「Dalton 以前の化学書に顕れる *molécule* の訳語について」, 『科学史研究』, 10, 64-65 (1971).
- 8) 原光雄, 「19世紀中頃以前の *molécule* という語について」, 『科学史研究』, 11, 25-28 (1972).

〔広 場〕

88年度年会に出席して

井 山 弘 幸

化学史学会1988年度研究発表会は、10月15日－16日の期間、東京都小金井市にある東京学芸大学で開催された。天気にも恵まれ、都会の喧騒から距離を置いた静かな環境で、この度もまた幾多の重要で興味深い発表がなされた。参加者は決して多くはないものの、Invisible Collegeを思わせる化学史学会の性格を反映して、各地から人が集まった。

一日目のプログラムでは、工部大学校における「応用化学科」・「化学科」の名称に関する制度史上興味深い発表が菅原氏により、分子分光学者Heurlingerについての発表が藤崎氏により、19世紀末のフランス化学に関するものが斎藤・松尾両氏により、江戸期における化学に関わる二つの発表がそれぞれ千野氏と鎌谷氏により、明治期の化学者長井長義についての発表が安江氏によりなされた。この日の最後に二つの特別講演のうち一つが、今年の年会の開催の功労者大沢氏の司会によりなされ、文化財科学の歴史と現状が説明され

た。懇親会は大学内の食堂で行われたようだが、筆者は出席できなかった。次回は出たいと思う。

二日目のプログラムでは、ノーベル賞における分析科学研究の状況が本浄氏により、メンデレーエフの興味深い手紙について大作氏により、Vernadskyと日本科学との関連などについて阪上氏により、エチレン系化合物の命名法に関して竹林氏により、それぞれ貴重で重要な発表が行われた。午後からは、もう一つの特別講演が中原氏の司会により、分子科学の研究史を中心に行われた。最後のプログラムはシンポジウムで、テーマは「近代科学と原子論・分子論」で、藤井氏の司会により古川・山口・大野・川合智・川合章子・筆者の各氏が、それぞれのテーマで活発な議論を展開した。尚、この全体のテーマは学会出版センターより刊行中である、『原子論・分子論の原典』の成果の一部を学会員に問う形でなされたものである。最後に、会長柏木氏より全体の総括と研究会の成功の確認がなされた。

[紹介]

鎌谷親善著

技術大国百年の計—日本の近代化と国立研究機関—, 平凡社・自然叢書9, 1988年11月24日発行, 定価2,600円

明治維新後100年を経た現在, 日本の技術大国ぶりには目を見はるものがある。明治以降, 欧米の技術導入を積極的にはかることによって日本の近代化を推し進めてきた技術政策が功を奏した結果であると言っても過言ではない。ここ数年来, 日本製工業品の欧米への洪水といわんばかりの輸出は, 日本の基礎研究タダのりという欧米からの批判さえひきおこすまでになっている。欧米で発見された基礎的な研究成果を輸入し, これを一挙に製品化し, 欧米にハイテク製品として大量に輸出するという日本の政策に対抗するため, 米国を中心に, 基礎的な研究・技術成果の日本への輸出を制限しようという動きが最近, 強まっている。このため, わが国としても, 基礎的, かつ独創的な研究を積極的に進めてゆく必要にせまられ, 具体的な実施機関としての国立研究機関に対する期待も一層増している。

このような時に, わが国の科学技術史の第一人者である著者により, わが国の近代化に多大の貢献をした国立研究機関の役割が, 膨大な一次資料をもとに明らかにされたことは, 歴史書として貴重であるばかりか, 今後, わが国の技術政策を立案してゆく上でも, 大いに示唆に富んだ情報を与えてくれるものであると思う。以下に本書の特徴を紹介しよう。本書は, I. はじめに, II. 殖産興業と国立試験機関, III. 産業国家への途, IV. 戦時動員と研究体制の拡充, V. おわりに, から構成されている。

本書の主眼点はI章に述べられている。わが国の科学技術の歴史に関しては, 今まで一次史料に充分基づくことなく, 研究所史とか通史のような二次史料を参考にし, 西欧技術の導入によって日本の近代化がはかられてきたという一元的な考

え方が支配的であった。これに対し, 筆者は膨大な量の一次史料に基づき, 明治以降の産業技術の近代化は国立試験研究機関が中心となって, 西欧技術の導入, 普及をはかると共に, 従来の伝統技術の改良も同時に進めるという, 二つの施策によって達成されてきたこと, そしてそのような施策を答申したのが化学工業調査会であることを明らかにしようとしている。今までにない新しい視点であると言える。読者も豊富な史料を読みながら, その実証に参加するという興奮を味わうことができるのではない。

II章では, 近代国家の建設のため, 最初は伝統技術の改良から始めたが, これを進めたのが地質調査所であったことを, 「地質調査所沿革及び事業」などの史料を多数引用して記述している。また, 地質調査所が単なる地質調査から, 農・工業改良のための試験研究機関に転化していく様子も具体的に明らかにしている。

III章では, 明治の中頃, 欧米で発達した近代工業の移植による機械制大工業の育成と, 固有工業(在来産業)の振興という二つの産業政策が対立・拮抗していたが, 筆者は前田正名を中心に作成された『興業意見』に着目し, 農商務省は後者を重視し, 施策の具体化のために工業試験所(現在の化学技術研究所)を設置したと分析している。わが国の近代化が単純な欧米の技術導入によってのみはかられたものではないことがここからもわかる。

このような国家の科学技術政策を立案し, 答申として提出したのが明治29年に設置された農商工高等会議であるが, その役割を史料に基づいて詳細に検討している。現在も, ほぼ同様の体制がとられているが, その原型がすでにこの時期に定まっていたというのも驚きである。答申の一つに, 「欧米では試験研究機関を設けて, 工業の改良・拡張をはかっており, わが国でも同様の機関が必要である」という認識のもとでの「中央工業試験所の設置の件」がある。明治33年(1900)に設置された工業試験所は, 国家が産業政策を進めてゆく上で欠くことのできない機関であった。設立に至るまでの過程を詳細に調べ, 社会史の面から

のみならず、研究内容にまで踏み込み、研究体制の面からも検討を加えて、総合的に工業試験所の役割を明らかにしようとした筆者の意気込みがうかがえる。

農商務省の産業政策の重点課題は、輸出額が最高の生糸の輸出振興をはかることであり、その増大のために生糸検査所を、また、国家の重要な税収源である酒造業の改良のために醸造試験所を設置したと述べている。一方、物理工学系の試験研究機関としては、電気試験所（明治6年、現在の電子技術総合研究所）、中央度量衡器検定所（明治36年、現在の計量研究所）を挙げてはいるが、充分には検討されていない。今後、この分野の検討が加えられ、国の研究機関の全貌が明らかにされるものと思う。

農商務省は、地域産業の育成のために明治34年、府県郡市工業試験場及び府県郡工業講習所規程を制定して、大阪府工業試験場や京都市陶磁試験場に対する国庫補助を始めた。府立工業試験場では依頼分析数は増加し、明治40年代には2000件／年以上と、工業試験所の件数を上回るほどになった。明治44年、これに対処するため、化学工業調査会は国立への移管を答申した。当初、地方の試験場は中央の工業試験所に対して補完的な関係にあったが、産業の著しい進展により、それらを国立に移管して試験研究体制の拡充をはかる必要が生じてきたことが手にとるようにわかるのは、一次史料等を入念に調べた筆者の労力によるものである。

明治末期、官営事業や政府の重点的保護政策は限られた成果しかあげることができず、化学工業においては外国製品に市場を制圧されたり、外国資本の進出や導入がみられるなど、近代工業の形成にはほど遠い状態にあった。学界の有力者たちはこのような状況を打破するため、欧米の研究所と同様の、学術的研究を担う大規模な研究機関の設置が不可欠であると主張していた。彼等は欧米が国富を増すことができたのは、大規模な研究所が独創的な研究成果をあげ、工業の勃興・発達をはかったからであると考えていた。これが国民科学研究所創設の機運を惹き起こし、基礎的な研究

を行う理化学研究所の設置へとつながっていった。筆者はこの背景として、農商務省の試験研究機関は行政からの要請に応じて試験研究の題目が選定されていたこともあり、それ自身が基礎的研究機関に転化していくには制約条件があまりに大きすぎたのではないかと分析している。通産省の研究機関に籍を置く者にとっては、うなずける解釈ではある。一方、理化学研究所が独創的かつ基礎的な研究を行うという使命をもって発足したものの、現在、依然として当時と同じような状況、あるいはそれ以上に、わが国における独創的研究の促進の必要性が唱えられるようになってきているのはどうしてであろうか。今後、この点も視野に入れた、理化学研究所の再検討が筆者によってなされることを切に望む。

IV章においては、第一次大戦前後から化学分野の産業・技術政策の促進に重要な役割を演じていた化学工業調査会に焦点をあて、「化学工業調査会録事」を丹念に読み、その役割を本書で初めて明確にしたことは大変意義あることと思う。大正3年、日本はドイツに宣戦を布告し、第一次大戦に参戦するが、その直後、ドイツに多くを依存していた医薬品や化学工業原料の輸入途絶に対処するため、農商務省は化学工業調査会を発足させている。委員は、帝大教授、高等工業学校教授、国立試験機関技師で構成され、現役の会社技師は入っていない。これは、当時はまだ、化学工業界が未熟であったことも一因であると筆者は分析している。現在では、政府主催の委員会には必ず産業界の代表も入り、中心的な役割りを演じていることからすると、当時の民間の技術がいかに立ち遅れていたかを如実に示しているものといえよう。

化学工業調査会が果たした数多くの役割のうち、特に重要なものは、理化学研究所の創設につながる化学研究所の設置を答申したことである。国際的な趨勢にならい、独創的な発明を生みだすための基礎的研究機関の設立に官界、産業界、学界が強い関心を示し、大正3年には、政府支出500万円、民間寄付500万円からなる公益法人 化学研究所を具体化しようとしていたが、第一次大戦に参戦したため一時中断した。大正4年農商務省商工

局長の岡実、議会に研究所建設案を提出して賛同を得るためには、化学のみならず理学も入れた理化学研究所ではどうかという問題提起を化学工業調査会に出した。これを受け、急速に理化学研究所設置に向けた運動が展開され、大正6年に理化学研究所が発足した。既設工業試験所との役割分担、化学研究所だけでは大規模な研究所にはなり得ないなどの判断が岡実には働いたのではないかと推察される。すぐれた行政官の典型を見る思いがする。このような歴史のダイナミズムを彷彿させるのも、一次史料を充分に読みこんだ筆者ならではなのだろう。

全体を通して感じられることは、本書は膨大な一次史料に基づいてまとめられたものであり、科学技術史を専門に研究している人々には説得力に富むものであると確信する。また、本書は一般読書向けにも書かれたものである。一次史料がやや多いのではないと思われる方もおられるかも知れないが、一方で、このような史料もあわせて読むことによって、歴史のダイナミズムを感じとられる読者も多いのではないと思う。ところで、本書では人物が生き生きとした形で登場しているとは言い難い。この点に関して物足りなさを感じられる方もおられよう。そのような方々は、是非、ここに収集された一次史料などを時代考証に利用され、生き生きとした人物を描き出される試みをされては如何か。筆者はそうように利用されることも望んでおられるのではないか。

(亀山哲也)

日本化学会編『化学史・常識を見直す。教科書の誤りはなぜ生まれたか?』、講談社、1988

1. この本の趣旨は「化学史上の事実として世間に流布しているもののなかには、誤りや、誤りとはいえないまでも不正確なものが少なくない。その、いわば「常識のウソ」について考えよう」というのである。序文の執筆者、島原健三氏によれば「常識のウソ」は、それを生み出した土台に、ある先入観があり、それをもとにすると次の四つ

に分類される。

第一 化学はたえまなく段階的に進歩する、というウソ。

第二 化学の法則はつねに実験から帰納的に導かれるというウソ。

第三 法則の発見者は自分の発見の内容を後代の人が理解すると同じ形で理解している、というウソ。

第四 化学史とは天才たちの逸話の集積である、というウソ。

本書のおもな中味は、八個の事例について、それぞれに明るい執筆者が上記の「常識のウソ」を検討する形式で構成されている。「常識のウソ」の材料に使われたのは主として日本の高校教科書であるのは、ちょっと痛ましい（外国の場合も知りたいところである）。

2. 八個の事例検討を通して、問題の核心は前記第二の「ウソ」にあることが明らかにされている。その「ウソ」のもとになっている先入観を井山弘幸氏の言葉(p. 63)をかりていえば、帰納主義科学観ということになる。このような先入観の源泉は19世紀初期の化学者の科学観にあるとして、井山氏は次のDavyの文章(1812)を引用している。

化学の基礎は観察・実験・類推である。……化学知識の向上の中で、観察は類推によって導かれて実験に至り、実験によって確証された類推は科学的真理となるのである。(p. 62)。

これはまさしく理論なき時代の化学、混迷をきわめた19世紀前半の時期の化学方法論の解説である。この時代の方法論ないし化学観が現行の化学教科書に採用されているのには、この時代の化学と現代の(特に日本の)高校理科教育界の化学とに共通した状況があることを示唆している。それを比較してみると、両者に共通しているのは化学が物理と離れて別個の分野として扱われている点であることに気づく。

重量や熱量の測定によって化学を定量的に研究する道を拓いたLavoisierやその後継者にあたる

Berthollet の化学は物理と深く結びついていた。しかし19世紀前半の約50年間、化学は物理と遠く離れて独自の世界を形成していた。その時代の化学者の方法論は経験論にもとづく帰納主義にたよらざるを得なかった。Dalton の原子説も物理の理論として仕上げられなかった時代には化学の理論にもなり得なかったのである。

一方、化学教育界は化学を物理と切り離し、両者を別の学問であるかの如き取り扱いをしている。両者の教科書は題材を分担区別したあと、何の交流もない記述をしている。こうして、物理なき化学を一つの科目に仕立てた以上、教育用化学の方法論は経験論を背景にした帰納主義にたよるしかない。

さらに高校化学の教育界では、初歩の化学は基礎化学であり、基礎化学は19世紀の古典化学であるという錯誤に陥っているのではなかろうか。本書の「常識のウソ」にとりあげられた事例が、原子構造論を除き、すべて古典化学から引用されているのもそのためであろう。現代化学者の認識している物質の粒子はDalton-Avogadro の原子・分子そのものではなく、質量分光によって個々の粒子の質量が測られる原子・分子であり、原子・分子間を移動して化学反応や固体物性を司っている電子である。

3. 化学の中でも有機化学は19世紀前半の〈物理なき化学〉の時代の姿をいまに残している分野である。極言すれば熱力学も量子力学も出現しなかったとしても、有機化学はほぼ現状に近い段階に発展していたであろう。

有機化学は19世紀以来、今日まで(1)たえずなく段階的に進歩発展しており、(2)その法則はつねに実験から帰納的に導かれている、(3)前世紀につくられた有機化学の諸概念は今日でもなおそのまま通用しており、(4)有機化学の歴史は天才たちの逸話の集積である(山岡 望『化学史伝』はその典型である)。

それゆえ、高校教科書の四つの「常識」は有機化学に関しては「ウソ」ではなく、「ホント」である。これも有機化学が物理なき(正しくは理論なき、というべきか)化学として今日まで発展し

てきたからである。有機化学が誕生し、展開した背景にある19世紀前半の化学についてBerryの化学史書『From Classical to Modern Chemistry』(1954)の中には次のような記述がみられる。

19世紀前半の化学理論の大きな混乱にもかかわらず、化学は実験の面では大きな進歩を示した。したがってBunsenを含む大多数の化学者は理論に対して一種の嫌悪感をもった。彼等は数学的に洗練された理論を物理学者に一任して満足していた。原子価説がFranklandとKekuléによって据えられた後でさえ、化学の進歩の大部分は長い間、最小の理論で得られた。かくして物理と化学の遊離は明瞭であった。(同書, p. 3).

両者が再び接近するのはAvogadroの仮説が普及し、熱力学と気体分子運動論が古典的に完成される19世紀後期になってからである。

化学の入門を古典化学から始めようとする、どうしても現代の立場から19世紀化学を解釈しようとする事になりかねない。問題はここでも起こりやすい。

4. 高校の教科書が「化学史常識のウソ」の形で批判の材料にされた背景を以上のように解説してくると、現行の高校の化学教育の問題点、あるいは改革の方向が、おのずと見えてくる。

さきに引用したBerryはその著書の序文の中で次のように記している。

著者の意見では、化学史の大部分、特に最も興味ある部分は、それに対応する物理学史に注意を拂わなければ正しく読みこむことができない。

過去を語ったBerryの言葉は、反転して現代から未来への展望につながる。化学の通史を書いたIhdeは20世紀を“電子の世紀”とよんだ(『アイド、現代化学史』による)。そういえば有機化学は電子状態論によって理論化(物理化)への道を歩み続けており、その実験技術はエレクトロニク

スによってますます高度化しつつある。

有機化学が19世紀化学から脱皮して物理科学に変貌したとき、有機化学者は科学の世界で“何か”を起こす主役になるであろう。物理学者と物理化学者が分子生物学の誕生を促した前例はなお記憶に新しい。

このような20世紀科学の特徴を一口で言えば、科学の諸分野が物理学を中心に互いに深く噛みあって進歩しているという状況である。そのことが今日の先端技術を生み出したのである。高校の理科教育でも、いま望まれることは物理、化学、生物、地学の“有機的”連繋である。またモデルを導入して数理的研究を行う現代科学の手法の特徴を指摘することも重要である。そうならば高校化学が19世紀化学の迷路をさまようこともなく、したがって帰納主義科学観の虜（とりこ）となる恐れもない。

（立花 太郎）

化学史学会編『原子論・分子論の原典』

その任にあらずと思いつつも、書評の御依頼をお受けすることになった。この第1巻は、17世紀のガサンディ^(一)、ボイルから19世紀初めのデーヴィまでであるから、まだ分子論は現れず、原子論・元素論である。本書の第1章は、粒子論哲学からニュートン原子論へーキリスト教的原子論の系譜、第2章は、ボスコヴィチの原子論、第3章は近代的元素観の確立をめぐる、となっている。

この時期の文献は興深くはあるが、難解でもある。とくにボイルの英語は前近代的な冗長さで定評がある。欧米の研究者に比べて、語学上のハンディがあるのみならず、貴重な資料が容易に見られないという難点もある。ここまで仕上げられた御苦労を多としたい。

内容は原典の訳文と訳注（相当に詳しいものもある）を10とすれば、解説（といって礼を失するとすれば研究といい直すべきかもしれない）と注が、6という大きな比重を占めるから、単なる原典集とはいえない。原典と解説（研究）の中間をねらったものといえようか。

第1章の藤井清久氏の解説（ないし研究）は、とくに詳細をきわめる。明治初期、科学とキリスト教とはまだ結びついていて自然神学的著作も多かったが、日本はキリスト教を切り離して科学技術だけの導入に努めた。今日、理工系だけの科目を修めた学生が、この書物を見ると、原子論がいかにキリスト教や新プラトン主義などの神秘思想とかかわっていたかに驚くことであろう。

われわれにとっては原子論が無神論思想であるとか、これを神の創造とすることによってキリスト教化したとは、頭で理解できても実感することは難しい。いわんや新プラトン主義者が非物質的存在が原子論の本質だといっても、現代人の理解を超える。ニュートンにおける科学と神学の深いかかわりも、われわれの容易に窺い知りえぬ深遠な問題である。しかし、近代科学の誕生にはこのような超理性的様相があったことは否定できない。このようなことを考えさせてくれるのが第1章の解説である。

次に原典の意味を考えてみたい。漢和辞典によれば、典とはたつとい書物、つまりクラシックである。それはかつて公表されたことがあり、よく読まれ、よく引用されたものでなければならない。この意味からいえば、原典の冒頭に掲げられているボイルの論文は、原資料ではあっても原典とはいえない。最近発見された草稿にすぎないからである。原子論という語の使用を避けたボイルが、原子論と題しているのであるから珍しい。この原典の編集者にとっては、魅力的な資料だったのであろう。

同様に、ニュートンの学生時代と卒業直後のノート・ブックも公表されたものでないから原典とはいえない。これらは解説で扱われるもので、原典としては晩年の円熟したニュートンの、公表された原子論、たとえば『光学』の中の階層的物質構造などを採るべきであろう。

逆に、原子論をキリスト教化したガサンディは、ヨーロッパ原子論の転回点であり、ニュートンもこれを読み、チャールトンの著作もここから出たのであるから、正に原典に値する。これはぜひ原典に入れてほしかった。しかし、原典の意味を厳

密にとらず、原資料という程度にとるのが編集方針だったといわれれば、それまでである。

化学におけるイギリスの粒子論の影響として、ブールハーヴェの instrument としての溶媒論が原典に入って入っている。instrument とは、物質内部に運動をおこして変化を生じ、それ自体は変化しないものである。これを「用材」と訳すのは、建築用材など材料としての意味がつよく出るので、適切な訳語とは思われない。

第2章は、ボスコヴィチ原子論を扱っている。本来、不連続であるべき原子論に、ライブニッツの連続性の概念を結びつけた点で実にユニークな原子論である。ボスコヴィチ原子論と化学のかかわりあいについては、今なお不明瞭な点が多いので、このような機会に紹介されるのはよろこばしい。

デーヴィはボスコヴィチを支持した著名な化学者ということになっているが、デーヴィはラヴォワジエ化学、とくに元素論の検討をし始めてから、5年後に早くも王立研究所の化学教授となった人である。ラヴォワジエ化学に対する批判的な仕事と、新興の農業化学、電気化学に手を染めたが、きわめて早く研究生活から隠退してしまった。かれがボスコヴィチ原子論の化学への有用性を、どの程度に確信していたかは、わずかなデーヴィの言及からは知ることができない。ドールトンへの対抗意識もあったかと思われる。

18世紀の文献を読むと、element を元素でなく、原子の意味に使っているのによく出会う。このデーヴィの化学元素 (p. 121) もそういう意味である。

ボスコヴィチと共鳴する思弁は、ファラデーにおいてははるかに深い展開をみせた。ファラデーも地位においては、王立研究所化学教授だったが、ボスコヴィチ的に解釈したのは電気、磁気現象だった。化学者ブリストリのボスコヴィチへの共感も、化学の応用でなく、むしろ形而上学としてであったろう。ということでボスコヴィチ原子論の化学への有用性には疑いが残る。

第3章は、近代元素観の確立の問題である。原典としては、シュタール、マケール（本書での表示はマケ）、デーヴィの3篇のみが挙げられる。

ラヴォワジエ（本書での表示はラウワジエ）は原典ではなくて解説で扱われている。ここへ来て本書の性格は、題名の示すように原典が主なのか、あるいは解説（ないし研究）が主なのかが一層不明瞭になる。ラヴォワジエが入っていないからには、原典は付録にすぎないのであろうか。

ラヴォワジエはシュタール化学の延長にあると論じられているが、ブールハーヴェの影響もある。ラヴォワジエの著書（1789）の元素定義と全く同じ定義は、50年前のブールハーヴェの著書（1732）にもすでに出ていることを想起してほしい。また近代元素観念確立には、気体を元素と確認した気体化学が突破口になったが、これが言及されていないのは、紙幅の関係もあるだろうが、シュタール化学の強調のみが目につく。

人名・地名のカナ表記について

日本人の人名でも当人にきかないと読み方が分からないことがよくある。外国人となるとなおさらである。前の米大統領は、綴りからはそう読めないが、当人がレーガンといったから皆もそれに従った。化学史で悩まされるのはフランス人のカナ表記である。

Macquer はフランス人にきくと、マケールと読むのが正しいという。スイス系でマケと読む人がいるが、きわめて稀であるという。18世紀の『化学辞典』の有名な著者は、数代前にスコットランドから来た。だから Mac なのであろうが、マケールというのがよいようである。

大阪府立大学の仏文学者天羽均教授と筆者の共訳になる、ドーマ原著『ラヴォワジエ』（東京図書、1978年）の p. 82 にマケールと表記し、そのダイヤモンド実験の記述がある。この『原典』の執筆者はこれを見ていないのであろう。この訳書は本誌の創刊後の出版であるが、これまで言及されたことがないので、この訳書の内容を知らない方もあろう。

筆者がこれを訳出したのは二つの理由による。一つは1959年冬にパリのサン・マルタン通りにある国立技術博物館に、キュレーターだったドーマ氏に会いにいったことを機縁としている。今一つは、日本でのラヴォワジエ研究がほとんど米英の

研究にもとづいており（米にゲルラックのような優れた学者がいたことは事実であるが）、グリモアの抄訳本以来、フランスの学者のラヴォワジエ研究が紹介されなかったことによる。

今日、パリ国立技術博物館の玄関正面の晴れの間に、ラヴォワジエの豪華な実験機器群を配置したのはドームであった。ドームは、ラヴォワジエ全集と書簡集に精通しているのみならず、実験記録、手稿、同時代人の回想記、当時の学術雑誌、新聞などに依拠してこれを書いた。今から丁度200年前のフランス革命期のフランス化学界の状況を、これほど生き生きと描いた文献はない。

この『原典』でLavoisierを「ラヴワジエ」と表記しているのは、フランス固有名詞辞典の発音に忠実になろうとしているのかもしれない。しかし、カナの「ラ」はRaとLaを区別しえず、「ヴ」はすでにウ音を含み、純粋にvではない。カナ表記はしょせん厳密に忠実ではありえない。それよりも、はるかに大事なことは同形同音のフランス語のカナ表記との統一を保持することである。前記訳書、『ラヴォワジエ』の第3章は、大ブルジョワとしてのラヴォワジエ家を描いてあり、章名は「大ブルジョワの誕生」となっている。すでに日本語として熟しているブルジョワに合わせてラヴォワジエと表記しないわけにいかないのである。

仮に『原典』の「ラヴォワジエ」の表記の原則を他に及ぼすとすれば、化学者フルクロワはフルクルワ、モワッサンはムワッサン、ジョフロワはジョフルワ、数学者ガロワはガルワ、物理学者ボワッソンはプワッソン、生理学者デュ・ボワ・レイモンはデュ・ブワ・レイモンとなるのだがそれでもよいのであろうか。ブルジョワの表記も変え

なければならないであろう。クロワッサンはクルワッサンになるであろう。

またもしそのような統一的な表記の変換を考えるつもりはなく、ただラヴォワジエだけを切り離して表記を変えるというのであれば、一体その理由は何なのか。化学史家だけが、ラヴワジエと突走ってみても、数学史家や物理学史家が、ガルワやプワッサンとはいわないであろう。ガロワ、ボワッサンは日本語として熟しているからである。近視眼的にラヴォワジエだけに注目して表記をかえればよいのでなく、他の自然科学、人文文学、社会科学のすべてに目配りして、日本語として熟しているものに合わせて表記を定めるべきである。

日本語としてすでに熟していると考えられるブルジョワまたはブルジョアに合わせて、ラヴォワジエ、モワッサン、ガロワ、デュ・ボワ・レイモン、もしくはラヴォアジエ、モアッサン、ガロア、デュ・ボア・レイモンとするのが妥当ではないだろうか。

好みの問題にもなるが、ケイムブリジより、日本語として熟しているケンブリジの方が無難であろう。カヴェンディッシュよりも、キャヴェンディッシュの方が日本語として熟しており、オクスフォード辞典でもそうなっている。

その他、ホンベルクはオンベルク、デマキーはデマシーであろう。わずらわしいのでこれ以上は省く。カナ表記はしょせん厳密ではありえない。この『原典』がなるべく広く読まれることを期待するなら、日本語として熟している穏当な表記を採り入れる配慮が望ましいと思う。

（島尾 永康）

1989年度化学史研究発表会プログラム

主催 化学史学会
協賛 日本化学会東海支部

日 時 1989年10月14日(土)・15日(日)
会 場 南山大学(名古屋市昭和区山里町18)

第1日 10月14日(土) 10時20分より

開 会 の 辞 (南山大) 横山 輝雄

一般講演 10:30~12:00

1. C. W. Scheele にかかわる7つの疑問 (輪島高) 日吉 芳朗
2. 初期液体論の歴史的役割—1900~1930年代前半における研究の位置づけ— (三菱化成) 川合 智
3. 酸アジドのクルチウス転位—その発見と解明の経過— 竹林 松二

シンポジウム 1 13:30~15:40

『アレニウスをめぐる』

1. アレニウスと電離説—その成果と限界— (玉川大) 小塩 玄也
2. 反応速度学発展史上におけるアレニウスの占める位置 (千葉工大) 山口 達明
3. アレニウスと生命宇宙起源説 (南山大) 横山 輝雄
4. アレニウスとノーベル賞 (広島大) 成定 薫

特別講演 1 16:00~17:00

近代科学とキリスト教

(国際基督教大) 渡辺 正雄

化学史学会1989年総会 17:00~18:00

懇 親 会 18:00~20:00 (南山大第二食堂)

第2日 10月15日(日) 9時30分より

一般講演 9:30~11:00

4. 化学者とエネルギー保存則
—1840年代前半の不可秤量流体の問題との関連において— (同志社大) 松尾 幸季
5. 朝比奈泰彦先生の有機化学的業績とその意義 安江 政一
6. 日本陶磁器業における近代化と技術 (東洋大) 鎌谷 親善

特別講演 2 11:00~12:00

イギリス重商主義帝国と植物園

(神戸外大) 河島 昭夫

シンポジウム 2 13:30~16:30

「ラヴワジェ『化学原論』200年」

1. フランス・シュタール主義とラヴワジェ (東大大学院) 川崎 勝
2. 『化学原論』成立の過程 (明治大) 吉田 晃
3. 伝統的ラヴワジェ像に残された疑問点に答えて (岡山大) 柴田 和子
4. ラヴワジェ, カーワン, ドゥ・ラ・メトリ
—「新化学」のフランスにおける受容の問題の再検討: 1787~1789年— (同志社大) 松尾 幸季
5. 「二重革命」(「化学革命」とフランス革命)への対抗—R. Harringtonの
『フランス化学理論への死刑執行令状』(1804)を中心に (名大大学院) 大野 誠

閉 会 の 辞 (会長) 柏木 肇

編 集 後 記

難産の末やっと第16巻第2号の発行に漕ぎ付けた。今号にも論文を掲載できなかったことは論文誌として大変残念なことである。化学史という分野ではなかなか独創的な論文を書きにくいということもあろうが、ぜひ積極的に投稿して下さいを期待している。

会告にあるとおり、今年度の“夏のサロン”は東洋大学雨水会館で、年会と総会は名古屋市南山大学で開催されるが、ぜひ多数の方々に参加していただきたい。そしてこの発表の中から多数の論文が生まれることを願っている。

前号で会報を表紙裏に載せ、目次ではp. 49としたが、ページ数に入れないことにした。

[訂 正]

本誌前号の表紙の記載に誤りがありましたので、お詫びして訂正します。大野誠氏による紹介で、石田純郎氏の著書名が『蘭学の系譜』となっているのは、『蘭学の背景』の誤りです。両氏に深くお詫び申し上げます。

編 集 委 員

(委員長) 柏 木 肇

飯 島 孝	井 山 弘 幸
藤 井 清 久	古 川 安
亀 山 哲 也	川 崎 勝
小 塩 玄 也	武 藤 伸
島 原 健 三	吉 本 秀 之

賛助会員名簿 (50音順)

内田老鶴圃
勝田化工(株)
協和純薬(株)
三共(株)
三共出版(株)
塩野義製薬(株)
白鳥製薬(株)
武田科学振興財団
田辺製薬(株)有機化学研究所
東レリサーチセンター
(株)培風館
肥料科学研究所

各種問合わせ先

○入会その他 → 化学史学会連絡事務局

郵便: 〒133 東京小岩郵便局私書箱 46 号
振替口座: 東 京 8-175468
電話: 0474(78)0420 (FAX. 兼用),
0474(73)3075 (留守番兼用)

○投稿先 → 『化学史研究』編集委員会

〒133 小岩郵便局私書箱46号 化学史学会

○別刷・広告扱い → 大和印刷 (奥付参照)

○定期購読・バックナンバー → (書店経由) 内田老鶴圃

化学史研究 第16巻 第2号 (通巻47号)

1989年7月31日発行

KAGAKUSHI Vol. 16, No. 2. (1989)

[定価 2,000円]

編集・発行 © 化学史学会 (JSHC)

The Japanese Society for the History of Chemistry
編集代表者 柏木 肇

President & Editor in Chief: Hazime KASIWAGI
千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学内
C/o Tatsuki YAMAGUCHI, Chiba Institute
of Technology, Narashino, Chiba 275, Japan
Phone 0474 (73) 3075

印刷 (株)大和印刷

〒173 東京都板橋区栄町 25-16
TEL. 03(963)8011 (代) FAX. 03(963)8260

発売 (書店扱い) (株)内田老鶴圃

〒112 文京区大塚 3-34-3
TEL 03 (945) 6781 (代)

Overseas Distributor: Maruzen Co., Ltd.

P.O.Box 5050, Tokyo International, 100-31 Japan
Phone 03 (272) 7211; Telex, J-26517.

「化学史学会」創立10周年記念出版

原子論・分子論の原典 (全3巻)

〈第1巻〉発売中

化学史学会 編

A 5判・各180~240頁・定価各3,600円(税込)学会出版センター 刊
会員特別頒布価: 全3巻 9,300円・送料共(定価 10,800円)

◎申込先 (財)日本学会事務センター事業部

〒113 東京都文京区本郷6-16-3 幸伸ビル2階 Tel. 03-817-5811

形・生命・創造 科学と宗教を超える「体験の宇宙」

L.L. ホワイト著/木村雄吉 訳 四六判/244頁/2060円(税込)
科学的知識は人間性の理解につながるものでなくてはならない。不完全な科学は人を誤らせる。自然と人間とを貫く包括的な統一性原理こそが、地図もコンパスもなく、あてもなくさまよう「現代人」に、正しい科学と生き方への指針を与える。本書は、「形」と「生命」と「秩序」の新世界観を提唱したL.L. ホワイトの絶筆であり、遺言である。

チトクロムと細胞呼吸 (上・下)

電子伝達系確立への道

D. ケイリン 著/山中健生・奥貫一男 訳 A 5判/(上)3000円・(下) 3000円
呼吸が細胞内に存在するチトクロムを軸とする電子伝達系を介した生体エネルギーの獲得と結びついていることを明らかにしたケイリン。自ら語るその道筋はそのままだ現代生化学の歴史である。

進化学 新しい総合

現代動物学の課題 7

日本動物学会・日高敏隆 編 菊判/520頁/5650円(税込)
自然選択と進化、社会性進化の過程、地理的変異の解析法、生物系統学の諸問題と新しい視点など、永遠のテーマである「進化と適応」に関する還元主義と全体主義などの種々の立場からの諸説を批判しつつ解説し、総合的な立場で論じる。

分子生理学の先駆者

ヴィルヘルム・ペッフアー

E. ビュニング/田沢仁・増田芳雄・松本友孝・高橋明 訳 四六判/220頁/2000円
新生気論、観念論の形態学が残存し、その反動として極端は還元主義が台頭する19世紀末に、浸透圧、原形質膜、生体リズム、刺激-受容-誘発の生理学など、現代においても重要な課題であるこれらの数々の研究を実験生理学的手法で切り拓き、その複雑な事象を物理化学的法則で理解しようと試みた分子生理学の先駆者像を、ザックス、ダーウィン等々、当時の自然科学者との交流や激論を通して描き出す。

形態学の復権 分子生物を超えて

吉村不二夫 著 四六判/220頁/2000円
科学研究の歴史には、二つの系譜、還元主義と全体主義、の長い論争があり、対立をつづけている。形態学はこの二つの系譜を統一する架け橋となり得るという認識から、生物学・医学の基盤をなす形態学の歴史的流れと現状を解析し、新しい方向を具体的事例で示して、総合的な生物科学像を提唱する。

三崎臨海実験所を去来した人々たち

磯野直秀 著 四六判/240頁/2000円
明治19年(1886)、三崎半島の突端近くに三崎臨海実験所が創設された。眼前に広がる相模湾は世界有数の海産動物の宝庫、その宝庫からもたらされるガラス海綿、オトヒメノハナガサ、クラゲムシ、メンダコ、深海性ナマコ等々の探究は欧米の学界を驚嘆させ、日本の動物学が自立する礎となった。それから100年、その三崎臨海実験所に去来した人々と、真の主役である海の生きものたちとのかわりを通して、本邦動物学の歩みをたどる。

化学の原典 日本化学会編

〈第I期〉 全12巻

- 1 化学結合論 I 小島頼男・東健一編 2800円
- 2 化学結合論 II 小島頼男・東健一編 1600円
- 3 構造化学 I 東健一・朽津耕造編 1600円
- 4 構造化学 II 東健一・朽津耕造編 1600円
- 5 反応速度論 小島頼男編 1600円
- 6 化学反応論 田丸謙二編 2800円
- 7 界面化学 立花太郎編 3000円
- 8 元素の周期系 奥野久輝編 2400円
- 9 希ガスの発見と研究 奥野久輝編 3000円
- 10 有機化学構造論 島村修編 1600円
- 11 有機立体化学 畑一光編 1600円
- 12 有機電子説 島村修編 1600円

〈第II期〉 全6巻

- 1 錯体化学 山崎一雄編 3800円
- 2 電解質の溶液化学 大瀧仁志編 3800円
- 3 化学熱力学 妹尾 学編 3800円
- 4 光化学 徳丸克己編 3800円
- 5 地球化学 藤原銀男編 3800円
- 6 分析化学 藤原銀男編 3800円

○「税込」表示のないものは「税抜」の価格○

学会出版センター

113 東京都文京区本郷6-2-10 電話 03(814)2001

『化学史研究』投稿規程 (1985年12月7日改訂)

化学史学会編集委員会

1. 投稿資格 著者のうち少なくとも一人は本会会員であること。但し、編集委員会が認めた場合あるいは依頼した原稿についてはこの限りではない。

2. 投稿期日 本誌は年4回(原則として3月、6月、9月、12月)発行するので、余裕をみて投稿すること。但し、査読を要するものは、さらに最低1ヶ月の査読期間を見込むこと。

3. 原稿区分 つぎのいずれかを著者が選択して指定すること。但し、編集委員会が変更することがある。

——論文・寄書・総説・解説・原典翻訳・紹介・資料・雑報・広場・討論——

なお、新しい知見をまとめ一定の結論に導いたものを論文、断片的ではあるが新しい知見を含むものを寄書と区分する。

4. 原稿の審査 論文・寄書については編集委員会あるいはその依頼する者が査読を行い、その結果によって編集委員会が採否を決定する。その他のものについても訂正を求める場合がある。

5. 校正 著者校正を一回行う。そのための原稿の写しは著者の手許に保管しておくこと。それに基づいて再校以降を編集委員会が行うので、校正刷はなるべく速やかに返送すること。

6. 別刷 掲載された論文などの別刷を希望する場合は、著者校正の際に必要な部数を申し込み、別に定める料金を支払うこと。

7. 著作権および転載 掲載された記事等の著作権は本会に所属するが、編集委員会の承認を得れば他に転載することができる。

8. 投稿方法 原本およびその写し一通を別に定める投稿先に書留便にて郵送する。

なお投稿先は変更される場合があるので、最近号の会告に注意すること。

執筆要項

1. 原稿はなるべく400字詰原稿用紙を用い、完全原稿とする。水性のインクやHより硬い鉛筆はなるべく避けること。

2. 投稿原稿の第1枚目に、①投稿区分、②題名、③著者名、④所属、および⑤校正等送付先(電話番号)を記すこと。

3. 論文・寄書・総説・解説には、欧文で題名、著者名、所属および要旨を別紙添付すること。欧文要旨は約200語(ダブルスペースでタイプ用紙1枚程度)とし、なるべくタイプする。

4. 論文は400字詰原稿用紙40枚をもって一応の限度とする。

5. 原稿は横書き、現代かなづかいによる。

6. 読点はコンマ(、)、句点はピリオド(。)を用い、文中の引用は「」の中に入れる。

7. 元号その他西暦以外の紀年法によるときは、必要に

応じて()内に西暦年をそろえる。

8. 外国人名や地名は、次のいずれかの方法に統一する。(a)原綴を用いる場合は初出の個所に()内にカタカナによる表示をつける。(b)カタカナを用いる場合は、初出の個所に()内にその原綴またはローマ字転写を示す。(c)よく知られたものについてはこの限りではない。

9. 欧語は、タイプまたは活字体で記すこと。

10. 引用文が長いときは、行を改め本文より2字下げて記す。

11. 図および構造式などはそのまま製版できるように墨または黒インクで白紙上に仕上げ、それぞれ挿入箇所(必要に応じて大きさも)を赤字で原稿の右側に指定すること。なお、粗書き原稿で希望する場合には本会でトレースさせ、別途代金を請求する場合がある。

12. 写真等はなるべく原本を添付し、返却希望の場合はその旨を明記すること。

13. 単行本および雑誌名は、和漢語の場合には『』の中に入れ、欧語の場合にはイタリック体(下線を付す)を用いて表す。

14. 論文の題名は、和漢語の場合には「」の中に、欧語の場合には' 'の中に入れること。

15. 単行本などの中の特定の章または節の題名、および編纂物等に含まれる文書名も、和漢語の場合には「」に入れ、欧語の場合には' 'に入れる。

16. 文献と注は通し番号1), 2)……を用い、本分中の相当個所に肩つきで番号を示し、本文の最後に一括して記すこと。

17. イタリック体は下線_____, ゴチック体は波線~~~~~を付け、それぞれ赤字で原稿中に指定する。

18. 引用文献の書き方は、以下に示す実例に準ずる。

例

〈論文〉

1) 仁田 勇, 「化学史周辺雑感」, 『本誌』, 1983, 123-126頁。

2) 辻本満丸, 「姥鰯肝油中の新炭化水素について」, 『日本化学会誌』(以下『日化』と略す), 55 (1934), 702。

3) Wallace H. Carothers, 'Polymerization', *Chemical Reviews* (以下 *Chem. Rev.* と略す), 8 (1931): 353-426, p. 355。

〈書籍〉

4) 日本化学会編, 『日本の化学百年史——化学と化学工業のあゆみ』(東京化学同人, 1978), 580-597頁。

5) Arnold Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry* (Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1970), pp. 14-18。

投稿先 〒133 東京都小岩郵便局私書箱46号

化学史学会連絡事務局

『化学史研究』編集委員会