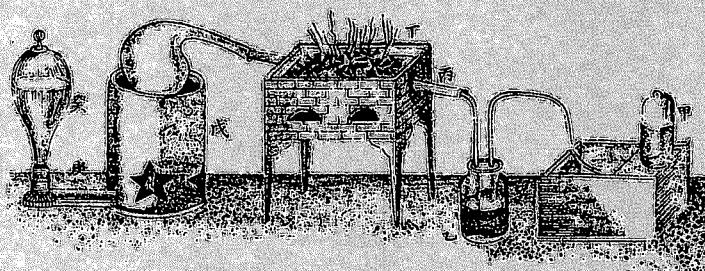


化学史研究

第24卷 第4号 1997年

(通巻第81号)

論 文	デュ・シャトレ夫人とヴォルテールの「化学」研究:「火の本性と伝播についての論考」	川島慶子	261 (1)
特 集	技術史シリーズ 第20回		
	ヨウ素生産の歴史	砂川 茂	281 (21)
	日本の化学者 第6回		
	小川正孝の栄光と挫折	吉原 賢二	295 (35)
広 場	絵を残した科学者たち	原田 馨	306 (46)
	福井謙一先生を偲んで	米澤貞次郎	314 (54)
原典翻訳	レオポルド・グメリンによる赤血塩の発見	串達慎一・田吉芳朗	316 (56)
資 料	化学史および周辺分野の新刊書 (1996)		329 (69)



化 学 史 学 会

「蘭学者 川本幸民とその軌跡」展と講演会

主催 三田市立図書館

後援 化学史学会

1. 展 覧 会

場 所：三田市立図書館1階 特別展示室
兵庫県三田市南が丘2-11-57（電話 0795-62-7300）

期 間：平成10年10月11日（日）～11月1日（日）

開 館：水曜日～日曜日 10時～17時

月曜日 10時～12時

ただし火曜日および10月31日（土）は休館

展示内容：川本幸民に関する年表、写真、図、著作等資料

交 通：JR福知山線三田駅乗換え、神戸電鉄三田線横山駅下車すぐ。

2. 講 演 会

場 所：三田市立図書館2階 コミュニティホール

目 時：平成10年10月18日（日） 15時～17時

演題と演者：

川本幸民と江戸時代の蘭学 芝 哲夫（化学史学会会長）

川本幸民の諸著作について 八耳俊文（青山学院女子短大）

化学新書とその源流の西欧事情 阪上正信（金沢大学名誉教授）

交 通：化学史学会年会参加者で講演会に出席される方は10月18日（日）12時津山駅発のJRバスに乗車され、中国自動車道長尾バス停14時着で下車されますと、バス停から三田市立図書館までの送迎の便をはかります。

連絡先

1998年度化学史研究発表会（年会）のお知らせ

開催場所 津山国際ホテル 鶴山の間（岡山県津山市山下98-2）

開催日程 10月16日（金）午前 一般講演

午後 シンポジウム「宇田川榕菴研究の新潮流」

総会、懇親会

17日（土）午前 シンポジウム「ラジウム発見100周年」

午後 シンポジウム「岡山の洋学」

18日（日）午前 津山史跡・博物館ツアー（オプション）

論 文

デュ・シャトレ夫人とヴォルテールの「化学」研究： 「火の本性と伝播についての論考」

川 島 慶 子*

はじめに

1736年4月号の*Mercure de France*誌（以下*Mercure*誌と略す）は、王立科学アカデミー（以下アカデミーと略す）が「火の本性と伝播」について懸賞論文を募集することを告示した¹⁾。締切は翌年の9月1日、発表は1738年の復活祭後初の公開会議の席上。今回の審査委員長は、アカデミーの幹事長を何度も務めたベテラン会員レオミユール（René-Antoine Ferchault de Réaumur：1683-1757）であった。

この懸賞論文とそれにまつわる出来事は化学史上きわめて興味あるものである。というのもまず、応募論文の内容を見ることで、18世紀前半のフランスにおいて「火」「光」「熱」「燃焼」等といった事柄がどのようにとらえられていたのか、またどのような説がアカデミーによって正統と見なされたのかを知ることができる。次にここでの応募者の顔ぶれは、当時の科学研究の現場の学際的雰囲気をも我々に教えてくれるであろう。さらにこの懸賞に関しては「応募者の顔ぶれ」を調べるためにたって、「ジェンダーと科学」という視点を持つことがきわめて効果のあるアプローチとなりうる。なぜなら、わかっている限りにおいて最低一人の女性がこの懸賞に応募し、その女性の論文は次点としてアカデミーの雑誌に載ることが決定されたからである。これはアカデミー史上初めてのことであった。従ってこの「火」についての懸賞論文

の経過を追うことは、男性応募者しかいない（あるいは男性応募者しか雑誌に採用されなかった）通常の懸賞論文の経過研究では絶対に見えてこない、当時の科学界が「女性」に課した状況というものを浮き彫りにすることが可能となるからである。

本論では、アカデミーの雑誌に掲載された5論文の内容と、そのうちの一つを書いた女性応募者であるデュ・シャトレ侯爵夫人（Gabrielle-Émilie le Tonnerier de Breteuil, Marquise du Châtelet：1706-1749）の論文執筆開始からアカデミーの雑誌掲載に至る経過を注意深くたどることによって、「火」についての当時の認識の実際と共に、哲学的サロン華やかなりし18世紀前半のフランスにおける科学界を、より幅広い視点から浮き彫りにすることを目的としている。これによって我々は、後にラヴワジエとその仲間たちが明らかにしてゆく現象や、彼らが変革してゆく化学研究形態の、『百科全書』以前のフランスにおける実情の一端を知ることができるであろう。

1 王立科学アカデミーの懸賞論文

先の*Mercure*誌の記事によると、アカデミーの懸賞論文という制度を思いついたのはパリ高等法院判事のルイエ・ド・メスレーという人物で、この人物が「学問の進歩と公衆がそこから引きだせる有用性に貢献²⁾」するような事柄にアカデミーが賞を与えられるようその財産を遺送したことが懸賞論文の始まりだと述べている。そのとき受賞者には2000から2500リーブルという相当な金額の賞金が与えられたことから、この懸賞は

1997年10月29日受理

* 名古屋工業大学 人間社会科学講座

連絡先：〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町

受賞者にとって名誉であるとともに、金額において人々の注目を集める事柄であったと言つてよいだろう。例えば後のことになるが、ラヴワジエのようにこれに応募して金メダルをもらい、その3年後にアカデミー入りした者もいる³⁾。アカデミーの名声と権威が増すにつれ、懸賞の重みも増していくのである。

さて、問題の1738年の懸賞論文⁴⁾はどのような経緯をたどり、デュ・シャトレ夫人はいかにしてそれに応募して印刷されることになったのであろうか。

「火の本性と伝播」という当時としては定説のなかったテーマに関して、約30人の有名、無名の知識人が応募したことがやはり同じ*Mercure*誌の1739年の記事よりわかっている⁵⁾。この1736年の募集要綱通りに審査が行われたのなら、アカデミーは実に公平だといえよう。というのもアカデミーは、応募者に対して論文に直接名前を書かずに入稿紙に書いて提出することを要求している。つまり審査が終わるまでは審査員に作者の名前を知られないためである。ここでは応募者の国籍は問われないが、使用言語は基本的にはフランス語かラテン語である。だが、これは厳密なものではない。それよりも「絶対に読める字で」書いてほしいという注意事項は、手書きしか方法のなかつた当時の情景を髣髴とさせるものがある⁶⁾。

但しデュ・シャトレ夫人はこの募集要綱を見て応募する気になったのではない。彼女が火についての論文を出そうと思い立ったのは恋人であったヴォルテール (Voltaire: 1694-1778) がこの懸賞に応募するべく論文を書いていたのがきっかけである。*Mercure*誌が1736年に募集廣告を出した頃、ニュートン自然学を含めたイギリスの思想や社会制度を紹介した『哲学書簡』(1734) という「爆弾⁷⁾」をフランス社会に投げつけたヴォルテールは、ふたたびイギリスと関係する次の作品を計画していた。ニュートンの光学と万有引力を一般

人向けに解説した『ニュートン哲学要綱』(1738) がそれである。この時期がヴォルテールの科学熱のピークで、この挑発的フィロソーフは、デカルト自然学を支持していたアカデミーに対して、いわゆる「数学的科学」の分野のみならず、彼が実験的科学と考えた「火」のような分野にもニュートンの理論が応用できることを証明しようと立ち上ったのである。

彼は当時、たいていは政府の迫害を恐れて国境近くのシレー城に住んでいたのだが、このデュ・シャトレ侯爵領の城に実験装置を買い込み、自ら様々な実験を行って「火」の正体を見極めようとした。デュ・シャトレ夫人は『ニュートン哲学要綱』の時と同じように彼の仕事を手伝っていた。こうして恋人の実験や論文執筆を手伝っているうちに、自分の考えも発表してみたいという気持ちが起きた夫人は、ヴォルテールに内緒で論文を書き、応募したのである。

審査結果は締切の半年後に発表された。アカデミーはこの、数学化することがきわめて難しい「火の本性と伝播」という主題に対して、完全に問題を解決したと見なせるものこそなかつたが、「アカデミーが最良とみなした、完全に異なる3つの仮説に基づいた3つの作品に賞を与えることに決定した⁸⁾」旨を告示した。その3人とは、後にこのアカデミーの外国人会員にもなる、1738年当時はペテルスブルグ科学アカデミー会員であった著名な數学者⁹⁾オイラー (Leonhard Euler: 1707-1783) と、このような懸賞に何度も応募した経験のあるマルブランシュ主義者でイエズス会のコレージュの教授でもあるフェスク師 (Père Louis-Antoine Lozeran de Fiesc: 1691-1755)、デカルト主義者で名門の貴族であるクレキ伯爵 (Jean-Antoine de Créquy: 生没年不詳¹⁰⁾) であった。つまりデュ・シャトレ夫人もヴォルテールも落選したのである。

この時点になってはじめて、デュ・シャトレ夫

人はヴォルテールに自分も懸賞に応募していたことを打ち明けた。これを見たヴォルテールは、この審査を担当したアカデミー会員たちと接触をとり始める。審査委員のひとり、モーペルテュイ (Pierre-Louis Moreau de Maupertuis : 1698-1759) は同じニュートン支持者として当時彼とは親しい友人であった。審査委員長レオミュールをもじえての交渉の末、なんとヴォルテールは自分の作品とデュ・シャトレ夫人の作品を上の受賞3作品に次ぐもの、つまり次点作品としてアカデミーの雑誌に掲載するという異例の許可をとりつけたのであった。

かくしてアカデミーは、この懸賞に関しては5人の作品を雑誌に載せたのである。そこには次点のこの二人の作品の前に、これらを載せることになった経緯を簡単に説明してある。それによると、この2論文の作者たちがアカデミーに対して自分たちの作品を印刷してほしいと表明し、アカデミーはそれを入れることにしたと記されている。なぜこのような例外的措置をとったかというと、これらは自然科学のすぐれた作品に対する知識が十分であり、表現もたくみで、興味深い見解を含んでいて、「懸賞の審査委員たちは、これらの論文のそれぞれで提案された火の本性に関する考え方方に同意はできなかったが、しかし応募作品の中ではすぐれたものと判断された¹¹⁾」からであるというのがアカデミー側の公式理由である。雑誌にのつた順番は、先の3人の受賞者の掲載順序同様、応募先着順である。したがって先に出したデュ・シャトレ夫人の作品が提出番号6、雑誌では4つ目の論文として掲載されている。

落選した他の約25人の応募者のことについてはほとんど解っていないが、グランダンという名の人物が自分の落選論文を20頁の小冊子としてパリで出版したことが解っている。1739年の*Journal des savants* にこれの書評がとりあげられている¹²⁾。ちなみにこの人物の職業は、パリ大学

の神学士をもつたコレージュ・ド・ナヴァールの哲学教授である。

ここまで、少なくとも（上位5人を含む）応募者6人の内、自然科学の分野でオリジナルな業績をあげた「科学者¹³⁾」と我々が呼びたくなるような人物はオイラーただ一人であるという事実は注目に値する。あの5人は、知識人でこそあるがどこかの科学アカデミーの会員というわけではない¹⁴⁾。聖職関係が2人、貴族が2人、ブルジョアの詩人が1人、というわけだ。しかも、このただ一人の大家であるオイラーは「化学」の分野で知られていた学者ではない。彼はどちらかというと、今でいう数学や物理学といった分野で活躍した人物である。この懸賞に関しては「火」を扱っているということで、従来は化学史の枠内で語られることが常であった。18世紀研究家としてヴォルテール全集の編纂にも関わっているWaltersも、これは化学の範疇の問題であり、アカデミーもそのつもりで課題にしたのだと解釈している¹⁵⁾。ところが現実には「科学者」という言葉は存在しないが、「化学者」という言葉はあったこの時代に、なんと「火」という対象に関して、化学者が一人も賞を獲得していないのである。

結局、これらの顔ぶれが語っていることは、この懸賞論文の主題である「火の本性とその伝播」という問は、個々の応募者自身の意識はどうあれ、我々の目から見ればひとり化学の問題としてではなく、むしろ自然哲学全体の問題であったことがよくわかる。18世紀前半という時代を考えれば当然といえば当然だが、「燃焼実験を行なったヴォルテール」という話が強調されたので、「化学」という範疇にくくられ、現在あるいは化学革命時の化学理論と比べられることが多かったのである。しかし実際は「火」の伝播が、「火」のあらわれの一つである光の伝播とからんで語られる以上、当時応用数学のひとつと見なされていた光学の知識無くしてはこの問題には答えられない。また「火の

本性」の解明にこだわれば、これは何よりもまず哲学的問題である。そうなると応募できる人物の可能性はむしろ増えるのである。このことが次節で詳しく述べる、火の論文の内容の多様性を生じさせた理由でもあるし、今の我々にはラヴワジエなどの発見に今一步に見える化学的実験結果を、著者達がそれとは全然違う結論を擁護したり批判したりする材料に使っている理由なのである。

次節では、以上のこと前提にしてこれら 6 論文の内容について分析し、18世紀前半の「火」のとらえられたと「実験」のもつ意味について考える。

2 「火」とは何か：印刷された 5 本の論文

2.1 3人の受賞者——「デカルト主義者」か

この懸賞論文の内容に関しては、著者の知る限り 1967 年の Walters の論文¹⁶⁾以来、長期間印刷された学術的な研究はなかったが¹⁷⁾、近年になってフランス等で相次いでこの 5 論文についての研究が発表され、新たにオイラーの論文に仏訳を追加した全論文のオリジナル版つきの解説書も出版された¹⁸⁾。これらの先行研究によれば、この 5 論文が、17世紀の巨人たちの様々な説のみならず、いかにアリストテレス以来の 4 元素の伝統や鍊金術の概念などの影響も受けつつ、自説を展開しているかがよくわかる。また、これらの研究ではとりあげられていないが、落選したグランダンの論文も同じような伝統の上にあることは、先の *Journal des savants* 誌の記事の内容より明らかである。ヴォルテールとデュ・シャトレ夫人は自分たち二人が落選して上位 3 人が賞を取ったのは、彼らがデカルト主義者だからと思っていたのだが¹⁹⁾、一口にデカルト主義者と言っても、そこにはどの多様性があるのかは、その 3 人の見解の差が雄弁に物語っている。実に、この 3 人の「火」のモデルは全然違っているのである。

まず、オイラーのモデルだが、機械論と反「隠

れた質」を強調している点ではデカルト的と言えるが、ここで彼が「火の粒子」としているものはデカルトが『宇宙論』で展開した火の粒子とは違っている。オイラーは渦動はとらない。彼は火の粒子を「圧縮された微細物質」と考え、可燃性の物質の内にこれら燃焼を司る粒子が含まれていると考える。いわゆる燃焼状態は、この微細物質が圧縮から解き放たれて破裂し、それが近くの火の粒子にも自分の運動を伝え、これらの運動によって火の粒子を含む物質本来の構成粒子が互いに引き離され、燃焼は物質を破壊することになる。また、燃焼より生じる炎は火の微細物質で満ちている空間で、この振動を伝えるのがエーテルであり、かくして光はエーテルにより波として伝わることになる²⁰⁾。つまりオイラーは、火の粒子は設定するが、ニュートンの光粒子説には反対しているのである。

もしオイラーの話がここまであつたら、べつにオリジナルでもなんでもないのだが、この論文には、これ以降の科学研究全体のモデルになるような部分が最後にあることが重要である。それは、ある濃度や弾性の媒質を伝わる波の早さの定式を利用して、光を伝えるエーテルの濃度や弾性を測ろうとする試みである²¹⁾。つまり、機械論的に火の伝わる仕組を説明して「火の伝播」という質問に対する答えとするのではなく、数学的議論をもりこみ、観測や過去のデータより得た具体的な数値から求める数値を提示することが、科学論文の役目であることを示したことこそ彼のオリジナリティであり、アカデミーの評価した所以であろう²²⁾。もちろんこのような数学化は機械学や天文学の分野ではすでに常識であったが、「火の本性と伝播」という形の設問では、オイラーのように数学を取り入れるという発想はまったく革新的であった。それが証拠に、他の 4 人にはそんな発想は全くない。

次にイエズス会士のフェスク師であるが、これ

は我々の目から見ると、デカルト理論とは言い難い部分が多い。師は完全に「質」を問題にしていて、4元素、3原質論的発想がその話の根底にある。ただし、「火」を独立の元素とはみなさず、化合物とみなしている。その組成は揮発性の塩、イオウ、空気、エーテル的物質、である²³⁾。このように、彼の理論は全然機械論ではないのだが、ところが「渦動」は採用するのである。ヴォルテールはここをもって師をデカルト主義としたのであろう。なぜ渦動が必要かと言うと、上のような化合物としての「火」が炎や光、熱といった現実の「火」になるためには「火の魂」が必要であるというのである。渦動こそがこれら火の物質の各部分に運動を与えて、現実の火をもたらすのだ²⁴⁾。水や土を炎にかけて消せるのは、それらが火の物質の運動をさまたげるからである。古代人の間違いは「火」を元素、つまり単体とみなしたことにあるというのが彼の言い分である²⁵⁾。彼がオイラーと決定的に違うのは、このテーマは化学の領域という意識ははっきりしていることである²⁶⁾。従って彼にとっては当然のこととして数学化という発想はない。

クレキ伯爵はフェスク師とは対照的に徹底的に機械論にこだわり、運動と延長（物質）のみで火について考えようとしており、そういう意味では3者のなかでデカルトの精神に最も忠実であると言つていい²⁷⁾。ところが、彼の論文にはなんと不可分の原子(atom)という言葉が登場する。ただし、いわゆる原子論とは違い、真空は認めない。それに原子自身は運動しない。このままではあらゆる物質は粉みたいにばらばらになってしまふので、原子どうしを繋ぐものが必要となる。もちろん万有引力ではない。ここでは空間を満たすふたつの「流れ」が存在し、その圧力で原子はくついたり、はなれたりするのだと説明している。伯爵によれば、それはあたかも磁石の中にある磁性流体のようなものである²⁸⁾。で、クレキ伯爵の話にはなかなか肝心の「火」が登場しない。彼は延々と物質

とは何かを語るのである。とにかく全てを原子の(2つの流れに由来する)運動で説明するのが彼の目的なので、元素や要素などという発想はもっての他なのである²⁹⁾。

彼にとって「火」は、可燃性物体の崩壊と云う運動であり、炎とは液体の表面から出ようとする原子と空気の激しい運動にすぎない³⁰⁾。この5人の内で伯爵だけが「火物質」のようなものを想定していない。また、光については音と同様に波と規定しており、媒体である二つの流れの位置は移動しないとしている。

このように、それがどこかしらデカルト理論の流れを汲むとは言え、とてもひとくくりにはできないほどの多様性があり、ましてやスコラ哲学のあきらかな継承もあり、これだけみても、当時「火」というテーマについて、いかに統一した理論がなかったのかということがここより明らかである。

2.2 「火」と万有引力——実験は有効か

上の様な受賞論文と比べて、ヴォルテールとデュ・シャトレ夫人の論文はどこがどう違うのであろうか。ヴォルテールは手紙の中で、夫人の作品は賞を取る値打ちがあると豪語しているし³¹⁾、後に述べるが、雑誌の記事でも夫人を絶賛している。自分の事ははっきり書いていないが、この時期は熱心に科学を学んでいた時期だけに、やはり自分の論文に関してもかなりの自負をもっていたことは間違ひ無い。でなければ、デュ・シャトレ夫人の論文と一緒に、自分の作品も載せてくれるよう頼むはずがないからである。

ヴォルテールもデュ・シャトレ夫人も、当時の共通認識である、「火」を「特定の群のすべての要素に共通に付着しその知覚可能な型を規定している類的性質として捉らえている³²⁾」点では共通しているが、それ以外は多くの点で異なっている。ヴォルテールの論旨の主なる点は、なんといつてもニュートンの世界観を「火」という主題にも適

用することであった。つまり、ミクロには原子と真空よりなる世界、その原子間をつらぬく万有引力がまた、マクロの世界にも応用できる一元的な世界観であった。「火」もまた原子の様な物質粒子より構成され、万有引力の支配を受けなければならぬという信念の下に彼は論文を開始したのである³³⁾。万有引力の公式は周知の通りに、力は物体間の重さの積に比例し、距離の二乗に反比例するというものである。これの支配を受け得るものには「重さ」がなければならない。でなければ式の分子がゼロになってしまふからである。詩人は、「火」にも重さがあると仮定したのである。

この「火の重さ」を証明するために彼は実験を開始する。金属の融解と冷却固化実験を繰り返し、「火の重さ」を探すそうとするが、いくら暖めても金属の重量は増加しなかった。にもかかわらず、ヴォルテールは「火には重さがあることが確からしい³⁴⁾」と強引に結論している。さらに、実は後に化学革命で問題のテーマとなる金属の灰化実験も行っているのである。灰化した鉛が重量増加するのは以前から知られていたことであり、ここから「火」の重さを決めたいと思っても当然であった。しかし、金属を灰化するこの実験でも、ヴォルテールは自分に有利な結果を出すことができなかつた³⁵⁾。こういった態度は彼以外の誰が見ても、「仮説を作らず、実験を重視する³⁶⁾」ということになっていたニュートン主義者の態度ではなかった。

ところがヴォルテールと同じ実験をしていたはずのデュ・シャトレ夫人の「火」の定義は全く違っていた。オランダに行ってブルハーウェ(Hermann Boerhaave : 1668-1738) らの名声に直接に触れたのは詩人の方であったが、オランダのニュートン主義者らの説に忠実であったのはむしろ侯爵夫人の方であった。彼女はこれらオランダ人に習って、万有引力とつりあって、世界を一方的な凝縮から防ぐ力としての斥力の原因を「火」に求めている。従って「火」には重さはない。も

しも重さがあったら万有引力を受けることになってしまうからだ。そしてヴォルテールと共に行動した「実験」はむしろ彼女の正しさを証明しているではないか³⁷⁾。この、重さの無い、しかしあらゆる物質の中に存在している「火」によって世界には均衡が保たれているというわけだ。だから「火」を測る尺度は温度ではなく体積の増加である。斥力の大小がそのまま「火」の量につながるのである。ただし、これは4元素の「火」とは違う。「火」は粒子より構成され、重さも不可透入性ももたない。だから太陽がいくら「火」を宇宙空間に送りだしても、太陽自体の重さが減ることはないし、消滅することもあるのである³⁸⁾。

また運動と「火」の関係も、後にラムフォード(Benjamin Thompson, comte de Rumford : 1753-1814) が提唱する熱運動論と全く反対の説をとる。つまり、運動が「火」を生みだすのではなく、「火」が運動を生みだすというのである³⁹⁾。

以上の様に、この二人は共に同じ本を読み、討論を重ね、共同実験をしていたにもかかわらず、全く違う結論に至ったのである。さらに、共に「万有引力」をその論旨の重要な要素にしてはいるが、その使い方は同じではなく、結局デカルト主義と同様、ニュートン主義者間でも「火」は統一されてはおらず、多様な理論を許す土壤が存在していたのであり、この二人の説の違いは、その多様性のほんの一例にすぎないのである。そして誰の場合でも、実験は強調されたほどの役割を果たしておらず、「始めに理論ありき」という姿勢がここで見られるのである。

そしてなによりも注目すべきは、これから40年ほど後にラヴワジエによって始められる新化学キャンペーンで大敵とされた、まさにこの「火」の性質を持っているフロギストン理論が5論文には全然でてこないことである。我々はラヴワジエの伝記などであたかも、彼の酸素理論が登場する前は、18世紀のヨーロッパの燃焼理論はフロギスト

ン一色であったかのような錯覚を抱きがちであるが、それは完全な誤解であることがこれら懸賞論文からも明白である。シュタール (Georg Ernst Stahl: 1660-1734) がドイツ地方で『イオウについての論考』を発表したのは 1718 年であるが、それがフランス語になるにはドルバック (Paul Henri Tiry, baron d'Holbach: 1723-1789) による 1766 年の翻訳を待たねばならなかつた⁴⁰⁾。

3 デュ・シャトレ夫人の葛藤 ——ジェンダーと科学

3.1 ヴォルテールの翼とデュ・シャトレ夫人の鎖

以上 5 遍の論文の内容を見てきたが、その執筆者の一人で、アカデミー史上始めての女性掲載論文執筆者であるデュ・シャトレ夫人は、どのような経緯でこの懸賞に参加し、論文を掲載されることになったのであろうか。そしてこれがジェンダーと科学の問題にどのように関わるのであろうか。1 節で見たことがらを再び詳しく見てゆこう。

ヴォルテールは『哲学書簡』でも『ニュートン哲学要綱』でも、いわゆる化学実験が必要な話題はとりあげてはいない。また、デュ・シャトレ夫人も火の論文以外にはこのテーマにかかわったものはない。すでに見たようにデュ・シャトレ夫人にこれを書く気をおこさせたのはヴォルテールの参加である。ではヴォルテールに、この、彼にとっては未知の分野の懸賞に参加する決意をさせたのは何なのか。これはヴォルテールの人生につきものだった一連の国外追放事件と関係がある。

ヴォルテールはすでに若き日に、貴族との決闘未遂事件でバスティーユに入れられており、それが有名なイギリス追放遊学のきっかけになった事は有名である。この日々が彼をして『哲学書簡』を書かしめた。そして今度もまた、この詩人の辛辣な才気が引き起こした事件が彼をフランスから追放する。1736 年 11 月、彼の書いた風刺詩 *Le*

Mondain が流布され、これは教会への挑戦として司法大臣をはじめとする信仰者の憤激を招き、ヴォルテールはオランダへの逃亡を余儀なくされたのだった。ところがこの追放はふたたびヴォルテールとニュートン自然学との結びつきを強める結果となる。ライデン大学のニュートン主義者たちが彼を快く迎えたからである。ブルハーウェ、ス・グラーフェサンデ (Willem Jakob 's Gravesande: 1688-1742) は当時押しも押されぬニュートン主義の大家として有名であり、ヨーロッパ中からこれら巨匠に会おうと人々がライデンに集まっていた。ただしブルハーウェに関しては、かつてのイギリス滞在時のニュートンとの関係と良く似た結果となる。つまりヴォルテールがオランダに着いた時はすでにこの老学者は病の床にあり、それから 2 年足らずで世を去ってしまう。したがってヴォルテールは個人的には彼と親しく付きあうことはなかった。反対にス・グラーフェサンデとは親しくなり、ライデンでの彼の講義に出たりして、ニュートン自然学について様々な意見を聞く事ができた⁴¹⁾。

ちょうどこのころ、書きためていた『ニュートン哲学要綱』が同じオランダにあるアムステルダムの出版社よりヴォルテールの校閲をへずして出版されるという事件が起きる。これには作者の校閲がないだけでなく、最終の 2 章を別の人物が勝手に追加しているという、ヴォルテールにとっては心外な本になってしまったのだが⁴²⁾、彼がこの国で出版を企画していたということは、この新教国はガリレオやデカルトにとってと同じ様に、ヴォルテールにとってもカトリック教会を心配せずに振る舞える自由の地であったということを意味している。従って、亡命とはいえヴォルテールはオランダ滞在を大いに活用して楽しむことができたのである。

ところでこの間デュ・シャトレ夫人はどうしていたのであろうか。安全の為にシレー城にかくま

ったはずの恋人が再び危険に会うのを目の当たりにして、始め夫人は狂乱状態に陥った。ヴォルテールの去ったシレーは不毛の田舎に逆戻りしたようだった。そもそもパリから遠く離れた不便なシレーが社交の地になりえたのはヴォルテールの才気と財力によるところが大きい。だからデュ・シャトレ夫人はあらゆる意味で孤独になった。さらに当の詩人がオランダで危険もなく、彼女抜きに哲学的自由を謳歌しているのを知ると、当初の不安と悲しみは嫉妬と怒りにとってかわった。侯爵夫人としての義務をないがしろにはできない彼女にとって、今ヴォルテールが味わっている異邦人の自由は、彼女が羨望しながらも決して手に入れられない自由だったからである⁴³⁾。

結局ヴォルテールは夫人の懇願に負けて翌1737年の2月になってやっとシレーに帰ってくる。この後、理由はどうあれヴォルテールの自由とデュ・シャトレ夫人の不自由な立場は明白になってくる。結局、広く信じられている「自分の目で世界を見たいと思う人々の往来を戦争でさえ部分的にしか妨害出来ない」はずの「大旅行時代⁴⁴⁾」としての18世紀ヨーロッパというイメージは、人類の半分を無視した定義でしかないということがよくわかる。たとえ貴族や大ブルジョアの女性であっても、旅行の自由はきわめて限られていたのだ。

ともあれオランダで著名なニュートン主義者らと接触したヴォルテールは、彼らの本を本格的に読み始める。これらの読書がまず彼の論文の基礎となった。つぎに重要なのは「実験」である。ロックの形而上学とニュートンの自然学の結合を最ももの考えていたこのフィロゾーフにとって、「仮定」を捨て、理論のみならず「経験」に基づく「火」の定義をすることが必要だったからである。このころヴォルテールが頼んだ実験器具の注文書が残っている⁴⁵⁾。もともとヴォルテールよりもはるかに数学や自然学に通じていたデュ・シャトレ

夫人は、『ニュートン哲学要綱』の執筆に際して彼を助けた様に、この時もヴォルテールの協力者になって共にピールハーウェラの本を読み、彼の実験に立ち合った。

先にも書いたが、この協力がきっかけとなって夫人の中に懸賞応募の決心が芽生えてくる。夫人はその経緯について後にモーペルティイに次の様に書き送っている。

私がアカデミーのために論文を書くほどの大胆さをもっていたというので貴方がとても驚かれたことだと思います。私は匿名ということに守られて試してみたかったのです。といいますのも、私はそのことを決して知られたくなかったからです。私はシャトレ氏だけにこのことを打ち明けいてました。あの人はとてもよく秘密を守ってくれ、パリで貴方たちにその事について何一つ言わなかつたのです。私はヴォルテール氏には秘密のままでしたので、全然実験というものができませんでした。さもなければこの人には隠し切れなかつたでしょう。私が応募を思つたとき、すでに提出までに一月しかありませんでした。私は夜しかこの仕事ができず、その上この手の事柄には全然経験がありませんでした。私が自分の作品を始める前にほとんど終わっていたヴォルテール氏の論文は、私に色々なアイデアを思いつかせ、私もこの人と同じ道をたどつてみたいと思ったのです。私は自分でも論文を送るかどうかわからないまま仕事にとりかかりました。そしてヴォルテール氏にはそのことを一言も言わなかつたのです。なぜなら、この人の目の前で、この人が気に入らないかもしれない恐れのある企てをしていることがうしろめたかったからです。その上、私は自分の作品の中でこの人の考え方のほとんど全てに反対していました。雑誌が2人とも落選したことを告げた時にはじめてこの人に打ち明けた

のです。この人は自分と私が共に落選を分かちあったことを名誉だと考えているみたいです。私たちの論文が賞を競いあう線までいった作品の内に数えられたことを知って以来、そして貴方がたしかに私のをお読みになったに違いないと思うと、私は勇気づけられるのです⁴⁶⁾。

この手紙は1738年の懸賞を扱った先行研究では、科学史、文学史を問わず必ずといっていいほど引用される史料であるが、そのくせこれを「ジェンダーと科学」の視点で詳しく考察しているものは、筆者の知る限りでは存在しない。本稿ではこの有名な手紙を改めてこの視点から検証してみたい。

ここでは注意しなければならないことが2点ある。まず第一に「秘密執筆」という事態である。上の夫人自身による自己分析でも解るように、こっそり書いたりするのはこのような科学論文の場合、本人にとって害にはなっても益にはならない。彼女の曰くの自分の「実験ができない」し、また自分の見解について他人の客観的な批判を受けることもできない¹⁷⁾。誰の目から見ても危険な反宗教的、反政府的文書や個人批判のある告白的文書ならいざしらず、アカデミーの懸賞論文という、何の危険も無いはずの作品において堂々と取り組めないのは明らかに不自然な「引け目」を背景にしており、その遠慮した姿勢がすでに勝負を半分投げていると言つていい。さらに夫人は印刷が決まった後、それを匿名にすることに固執した⁴⁸⁾。従って雑誌では作者の名前はふせられていて、ただ「身分の高い若い女性⁴⁹⁾」とだけ記されている。番号7のヴォルテールの方も匿名で、作者については「我等が第一級の詩人のひとり⁵⁰⁾」と形容されている。

ではデュ・シャトレ夫人は何故このような「控え目な」行動をとったのか。彼女の性格のせいではないことは明らかである。彼女はどちらかとい

と当時の平均からいえば「用心深くない」ことで有名な女性であり、むしろ「大胆不敵で、自分の能力をひけらしたがる女性」というのが一般的評価であった⁵¹⁾。にもかかわらずこの作品だけではなく、後に書くことになる代表作『物理学教程』(1740)でも同じこと——秘密執筆と匿名出版——をしているのだ。しかも、ここでも当初は公開の意図はなかったと繰り返し述べているのである⁵²⁾。

この話の特異さは論文が内容的に「いかなる政治的、宗教的危険もないのに」公開をためらったという点にとどまらない。夫人の「火の論文」は実に100ページもの長さであり、印刷された5人の中でもきわだって長い論文なのである。そんな長いものを書いておきながら、やはりモーベルテュイあの別の手紙で「誓って、私は賞なんて全然求めていなかったのです⁵³⁾」と書き送っている。これは明らかに結果を見てから恋人に打ち明けたという先の手紙の内容と矛盾している。ちょっと考えてみれば明らかだが、モーベルテュイやオイラーといった「男」学者が、賞も望まず、提出する意思もなく、こんな大論文を書くなどということが考えられるだろうか。いや、学者に限る必要はない。彼女より自然科学の知識も素養もなかった「男」フィルゾーフ、ヴォルテールでさえ賞を狙っていたのである。そう考えてみるとデュ・シャトレ夫人の「秘密」及び「無欲」執筆、「匿名」発表固執ということがらの特異さがますます明らかになってくる。結局のところ、これらの「異常」行動はこの時代の性規範、つまり「ジェンダー」の観点を考慮に入れないと全然理解できない。近年、ナタリー・ディヴィスをはじめとして多くのフェミニスト歴史家がこの時代の「執筆する女」の置かれるアンビヴァレンスな状況について多角的に分析しているが、そこで結論は、この時代に女性がこういった知的な作品を書き、公刊すること自体が異例の事であり、多大な勇気を必要とした

というものである⁵⁴⁾。従って、これらの先行研究をここでの問題にあてはめるなら、侯爵夫人も他の「ものを書きたい」知的女性同様、《女らしさ》と自分の欲望との間で自分の気持ちを整理できずにはちこちに矛盾する証言を残したと見てよいだろう。

こう考えると、「自分の力を公的に試したい」という夫人の希望は現在では一見当然の様に思われるが、それは男性にとってのみ「当然」で、実は当時の女性としてはきわめて大胆な希望であった。であるから『ニュートン哲学要綱』でのヴォルテールの主張の様に、「女神が語り、私が書いた⁵⁵⁾」という、制作過程は認められ、称賛されても、女神自らそれを表明してはならないし、ましてや自ら書くのというのは一般には認めがたい行為であった。

しかもすでに見てきたように、夫人の主張はヴォルテールのそれと対立する内容になっている。これが「自分の名で書きたい」気になった理由とはいえ、自分の考のままに論文を書いてしまえば、恋人との見解の相違を公表することになってしまう。つまり問題は単に「知的な作品を書く」ことにとどまらない。このことが第二の注意点である

男性であるヴォルテールにとっては事前に公言するメリットはデメリットよりはるかに多いが、女性であるデュ・シャトレ夫人にとって事はそう単純にはいかないわけである。シレーにこもっているならいざしらず、パリの社交界との付き合いもある中で、科学アカデミーの懸賞といった当時の性規範からすれば「男の領域」で「恋人と競う」ことが事前に知られたら、予期せぬ邪魔が入る危険はおおいにありうる。ここで「女による知的作品の執筆と公表」に「男との競争」というさらなる《女役割からの逸脱》が加わることになる。実際、手紙からもわかるように、誰よりも夫人自身がこのことで強い心理的葛藤を抱えており、それ

ゆえ公言した執筆に自分が耐えうるかという内面的問題も生じてくる。さらには付け加えるならば結果に関する不安もある。はじめの手紙で明らかのように、自分が通ってヴォルテールが落ちたら彼のプライドを傷つけるのではという危惧がある。逆もまた自分の見解が否定されることになるので夫人には辛い結果である。実際問題、このように考え出すと身動きがとれなくなる。結局、ここでは両方落ちた時点でやっと彼女は精神の平衡を保つことができ、彼に打ち明けたことは明らかである。これはボーヴォワールが述べているジェンダーの不均衡がもたらす、女性特有の心理にぴったりと当てはまる⁵⁶⁾。つまり「敵」はこの時代の性規範を内面化してしまっている夫人自身の内にもあるということだ。結果的にはヴォルテールは夫人の行動を賛美したし、モーベルテュイなども彼女の論文を高く評価し⁵⁷⁾、彼らの助力によりアカデミーによる印刷にまでこぎつけたのだから、夫人の心配は杞憂だったとも言えるが、それほどまでに夫人を用心深くしていた18世紀ヨーロッパにおけるジェンダー問題を忘れてはならないのである。

事実、《科学（自然学）における競争》と《女役割》の組み合わせの困難さを何よりも雄弁に物語っているのがこの事件に関するヴォルテールの一連の文書である。まず彼が *Mercure* 誌に書いた、夫人の論文の書評の書き出しを見てみよう。

公衆は本年、学芸にとって最も名誉ある事件に出会った。それは、王立科学アカデミーが1738年度に割り当てた懸賞の為に、ヨーロッパの最上級の学者達によって書かれた約30もの論文の中で、5つの論文が賞を競いあい、この5つの中の一つは一人の女性の手になるものであったということである。しかも彼女の高い身分はなんらこれに有利に働いたわけではない。

アカデミーはこの作品を印刷するだけの価値

ありと判断し、賞をとった作品と一緒に出版したところである⁵⁸⁾。

続けて彼は、女性がアカデミー関係の懸賞で賞をとったのは前世紀のスキュデリー嬢 (Madeleine de Scudéry : 1607-1701) の栄光についての論考以来であるし、これは雄弁に対する賞であって、自然学に関してはデュ・シャトレ夫人が初めてで、「真の知識は語りの技術の上をゆくものである⁵⁹⁾」として、事実上デュ・シャトレ夫人の作品の方を上位に置いている。さらに記事の最後でもう一度「この論文は、これらの研究にだけ没頭している男性の学者によって書かれたにしてもきわめて素晴らしいと評価できるだろう。しかし事実は、これは一人の女性——家の努めがあり、家庭をとりしきり、雑用に追われている一人の女性がなした仕事なのだ。私は、この世紀、自分たちが生きているこの啓蒙の時代とて、これほどに輝かしい事柄を知らない⁶⁰⁾」とまで主張しているのである。

ここでヴォルテールは一人の《女性》がこのような学問的な論文を書いたということを大々的に宣伝し、そのことを絶賛している。たとえ恋人の主張が自分のそれと同じでなくとも、その論文のレベルの高さを強調し、彼女が方法論を高く評価している⁶¹⁾。この態度は一見ジェンダーにとらわれていないように見えるが、その実「家政をとりしきるもの」としての《女役割》と「自然学の研究」は対照的なものであるという前提から出発している。だからこそ彼はなんとかこれらを総合しようとさまざまな修辞をこらしているのである。したがってヴォルテールは《女役割》の概念そのものを変えようとしているわけではない。そういう意味では詩人のこの努力と、次に述べるプロシア王子の批判は同じ土俵の上での言説である。

ヴォルテールは私信でも「科学する女」である「高い身分の」恋人の立場を擁護しようと努力しつ

づけた。たとえば後のフリードリッヒ大王 (Friedrich II : 1712-1786, 当時は王子) に対しても、侯爵夫人の論文を絶賛し⁶²⁾、王子から嫌味のこもった返事をもらう破目になっている⁶³⁾。デカルト主義者の知人には夫人が賞をのがしたのはデカルト主義にのっとっていなかったせいで、実力は入選作と比べてまったく遜色ないとまで主張している⁶⁴⁾。事実2節で検討したように、我々から見れば侯爵夫人の論文がフェスク師やクレキ伯爵のものに比べて格段劣っているとは思えない。従ってヴォルテールのこの主張は大きさとは考えられない。ただ、フリードリッヒの反応に見られるように、詩人のこの作戦が常に好意的に受け入れられたわけではないし、そもそもデュ・シャトレ夫人の実力があるかないかは、《女役割》と《男役割》に固執する人々にとっては意味のないことであった。否、実力があることはむしろ不自然なことであり、認めがたいことであったのだ。フリードリッヒが同性愛者であり、ヴォルテールに興味を抱いているゆえにデュ・シャトレ夫人に嫉妬していた、という特殊事情を考慮しても、プロシア王子の皮肉は一般的な父権論者の典型的心理を雄弁に物語っている。

実際夫人はやりすぎです。夫人は我々男性から、我々の性に特権として与えられている凡ゆる利点を奪おうと望んでいます。私はもし夫人が軍隊を率いることに夢中になったら、コンデ侯やテュレンヌ殿 [有名な軍人] といった人々の遺灰を赤面させるだろうと、震えてしまいます⁶⁵⁾。

つまり、デュ・シャトレ夫人の研究が本物であればあるほど、自分たち男の側の特権を冒したことになるというのである。これではヴォルテールやモーベルティエらの「女らしさを持つつ同時に科学アカデミーの学者に匹敵する学識をそなえ

ていた女性」という主旨の賞賛はむしろ逆効果になってしまう。実際王子はヴォルテールに、自分たち男の利益を守るために彼女の暴走を止めるようさえ示唆してさえいるのである。王子の意見は決して特殊なものではなく、この時代を代表するひとつの世論である。だからこそ、はた目からは「大胆不敵」という目で見られていたデュ・シャトレ夫人ですら、本音では公的な名声を望みつつも、秘密執筆と匿名出版とに固執したのである⁶⁶⁾。

3.2 アカデミーとの摩擦

ジェンダーに関わるデュ・シャトレ夫人の葛藤が引き起こした「奇妙な行動」はこれだけに止まらなかった。実は結果の発表後にアカデミーともめごとを起こしたのである。それは後にメラン(Jean-Jacques Dortous de Mairan: 1678-1771)との活力論争を引き起こすきっかけになる、活力に関わる正誤表の挿入事件である。この事件は「いつ侯爵夫人が運動量派から活力派になったか」を知るメルクマールになるので、デュ・シャトレ夫人とライプニッツ思想に関する先行研究などではかならず取り上げられるが、その実正誤表の具体的な内容についての解説がないのが常なので、ここではジェンダーについての解説と共に正誤表の具体的な内容についても見てゆくこととする。

アカデミーの雑誌に印刷されることになってデュ・シャトレ夫人は当初その名誉に狂喜したのだが⁶⁷⁾、印刷に当たって二つの注文をつけたのである。ひとつは先に検討した匿名出版で、もう一つは弱冠の加筆修正であった。始めの方は問題はなかったが、後の方は重大問題であった。アカデミーは審査した時の形で掲載するのが当然だとしてこれを拒絶する⁶⁸⁾。しかし侯爵夫人はあきらめず、レオミュールに何度も抗議する。彼女の言い分は、今とあの時とは意見がだったので、前の説で載せられるのはいやだというものである。変更場所は些細なものも含めて多々あったが、焦点は運動す

る物体の力の測定方法だった⁶⁹⁾。デュ・シャトレ夫人は、論文の中で「火」に重さがあると仮定すればたとえば太陽光線の運動量は巨大になり、ともに我々は平氣でいられないで、ここからも「火」には重さがないと結論している⁷⁰⁾。彼女はこれを書いた1737年には運動する物体の力として $m \times v$ つまり運動量を考えていたのだが、何と出版が問題になる1738年の春ごろには活力派に転向していたのであった。

問題箇所は上の太陽の話の脚注である。デュ・シャトレ夫人はここで運動する物体の力にも触れて、「もし、メラン氏がその反対を証明した素晴らしい手際の論文が無ければ、未だに我々が信じているであろうような⁷¹⁾」物体の重量と速さの二乗、つまり活力であつただろうとしている。これでは今はみんな活力を信じていないことになってしまった。しかし彼女は今や活力こそが正しい答えだと信じているので、このまま載せられたくないと思ったのである。

アカデミーとの何度かの話し合いでもめた後、本文には手を入れず正誤表を最後に挿入することで決着がつく。これは懸賞では異例の事で、アカデミーは正誤表の前に、「アカデミーは懸賞の為に送られた作品にいかなる変更も認めるべきではないと考えた⁷²⁾」と、彼女の要求がいかに不本意であったかをはつきり述べている。

では上の脚注はどのように書き換えられたのか。夫人の言い分はこうである。

メラン氏が1728年の素晴らしい手際の論文でその反対を証明したにもかかわらず、かなり多くの人々が未だに信じているような⁷³⁾ [.]

つまり、メランの論文は効果が無かったという、本文と全く違う結論になる。もちろん、メランの論文が間違っているとか、活力が正しいとかは一言も書いていないが、ともかく初めのものよりメ

ランの評価が下がっている。大体、ここまで話はアカデミーとパリ社交界という狭いサークルの中の出来事なので、どんなにこれが中立的に見える文章でも、見る人が見れば、デュ・シャトレ夫人がメランを見捨てたということは明らかであつた。アカデミーにとっては皮肉な話だが、正誤表をつけた方が訂正してしまうよりその差がはっきりしてしまう。その上詩人もデュ・シャトレ夫人もメランを審査員の一人だと考えていたのにこのような要求をしたという経緯も人目を引いた⁷⁴⁾。これは、アカデミーのベテランで高い名声を誇っていたメランにとっては愉快な話ではない⁷⁵⁾。しかもその1728年の論文と云うのは、れっきとしたアカデミーの紀要に載った論文である⁷⁶⁾。そして上の文章だけでは解らないが、この1738年から1739年にかけて、私信の中でデュ・シャトレ夫人はかなり辛辣にメランの論文を批判しているので⁷⁷⁾、この噂が伝わったりもしてメランとの関係がどんどんこじれていったのである。夫人は実際にメランとこの問題で手紙のやりとりも行なっており⁷⁸⁾、そのことで論争になったと活力派のヨハン・ペルヌイ (Johann II Bernoulli : 1710-1790) に書き送っている⁷⁹⁾。最後にはメランの他にレオミュールとフォントネル (Bernard Le Bovier de Fontenelle : 1657-1757) を交えて、アカデミーは夫人と直接対決的食事会まで設定することになり、ここでは双方が社交的に振る舞ったのでもめ事にはならなかつたが⁸⁰⁾、心の底ではメランはこの屈辱を忘れるではなく、後の活力論争での礼を失すると非難された態度を引き起こす遠因となつて残るのである⁸¹⁾。

一体なぜこんなに夫人は論文の訂正にこだわつたのであろうか。普通に考えるなら、アカデミーの言い分である、アカデミーがよしと判断した審査時のままの形で出すのが当然であり、どうしても変更したいなら自分でパンフレットでも出して正すべきだろう⁸²⁾。何が彼女をこうまで依怙地に

させたのであろうか。

ここで先程同様ジェンダーの視点を導入してみよう。アカデミーについてジェンダーの立場から考える時、忘れてはならないのがアカデミーの会員資格のことである。デュ・シャトレ夫人はたとえどんな科学上的大発見をしても、会員になれない。つまり、女性はアカデミー会員になれないものである⁸³⁾。この規則はなんと、アカデミーが学士院と変ってからも続き、この組織がノーベル賞科学者のマリー・キュリー (Marie Curie : 1867-1934) の入会すら「女である」という理由で否決した話は有名である。従つて夫人のアカデミーへの憧れと嫉妬は、マラー (Jean-Paul Marat : 1743-1793) など入会できなかつた「男性」非会員がアカデミーに抱いていた屈折などとは比べものにならない。強いていえば、ヴォルテールがフリードリッヒなどの王族に抱いていた気持ちに近いであろう。つまり、解決は「男」あるいは「王族」に生まれるしかないのであって、それは不可能であるから、矛盾はより深く屈折した形で現われる。たとえそこがデカルト主義の巣であると批判してはいても、やはり科学の権威であるアカデミーで認めてもらひ、印刷されるのは名誉であった。事実女にとって、アカデミーの雑誌に乗るチャンスはまず、懸賞しかない。本当なら落選なのだから、このたびの印刷は大幸運としか言いようがないだろう。多分この先こんな機会はないであろう。それなら自分が完璧と思う形で論文を出したいと夫人が力みすぎたとしても何の不思議があるだろう。それはまた論文がどんどん乗るようなオイラーや、会員の学者などの立場とは訳が違うのである。この文脈で考えてこそ、次の手紙の意味が理解できる。ここで夫人は自分が何故、正誤表にこだわつたかをモーベルテュイに説明ししている。

おわかりでしょうか、アカデミーに印刷される栄誉を得て、私は自分が切望していたものを

全て手に入れたのです。 [...] 私は貴方が〔火の論文について〕私に言ってくださろうと思っていること全てを有難く思うのです。そして貴方に読んで頂けることは、私が望んでいたはずのものより素晴らしい賞なのです。 [...] 私はレオミュール氏に正誤表を入れてくれる様に頼みました。私には、自分が論文に入る訂正是アカデミーに捧げる私の崇拝であり、[印刷という]アカデミーの判断に対する私の敬意の証だと思っているのです⁸⁴⁾。

これはデュ・シャトレ夫人のアカデミーに対する最高の賛辞であり、そのアカデミーに選ばれた誇りをよく表している部分である。彼女が訂正、あるいは正誤表にこだわるのは、自分の主觀としてはアカデミーを困らせようとしているのではない。むしろこの栄誉に自分なりに報いたいと思っての事である。つまり、訂正は自分自身の為でなく、アカデミーの為だと夫人が主張するとき、それは戦略でもなんでもなく心からそう思っていたのである。モーペルテュイの感想がアカデミーのくれる栄誉より素晴らしいと書いている部分は、一見アカデミーを重視していないように見えるが、実はそうではない。彼女は相変わらずモーペルテュイに「女として」多少未練があったので、彼に対する自分の気持ちの真摯さを表現してこの学者の気を惹くために、アカデミーと彼とを比べたのである。言い換えれば、アカデミーはそれほどに夫人にとって重要な存在であったことの証拠である。

しかしアカデミーの男性会員に、夫人のこんな気持ちが解るはずはない。なぜアカデミーが評価した元の形ではいけないのかといぶかるだけである。この、ジェンダーのもたらす男女の間の立場の差が誤解を生み、結果としてアカデミーの有名会員をけなす結果をも生じさせた彼女の行動は、まわりの人々をして、「デュ・シャトレ夫人=強引

な女」という印象を持たせるだけに終わってしまったのであった。夫人は後にメランとの活力論争で、「疑いもなく、アカデミーの書記と争ったというのは私の名誉です⁸⁵⁾」とヨハン・ペルヌイに書き送るだろう。デュ・シャトレ夫人は一生アカデミーに憧れ続けた。この組織や会員に対する彼女の激しい批判と手放しの評価という両極端な態度こそ、18世紀のフランス社会が「彼女の性⁸⁶⁾」に課した役割とエミリー・デュ・シャトレというひとりの啓蒙知識人との乖離の大きさを雄弁に物語っているのである。

おわりに

以上の様に、1738年度のアカデミー懸賞論文と、その制作、出版過程が我々に示しているのは、当時のフランス科学界に於ける「火」の位置の多様性とジェンダーと科学の微妙な問題であることがわかる。

「火」は光、熱、運動、エーテル、波など多岐にわたるテーマをその中に含んでおり、いわゆる「化学」に代表される実験的分野の扱う部分と、哲学全般にわたる部分が混在している。「光」と「熱」に限っても、18世紀のアカデミーに評価された説は、四元素の伝統を含むものから、完全な機械論で通そうとするものまでと幅広い。この分野に関しては、スコラ学や鍊金術は完全に消滅したとは言い難く、デカルト、ニュートンの説もここでは相当幅広い解釈を許すものであった。また、実験は「火の本性」といった問に対してもあまり活用されなかつたし、数学化はほんの僅かしか行なわれていなかつた。そしてフロギストン説は、のちに化学革命を起こすフランスでは未だ広く知られてはいなかつたのである。こういった状況の中で、「火」の論文を書くことのできる人間の幅は必然的に広くなり、この懸賞に登場する顔ぶれは18世紀を象徴するように学際的であった。

その学際性を際立たせる存在として、17世紀の

femme savanteあるいはprécieuseの伝統の上にいる貴族の女性、デュ・シャトレ侯爵夫人がいる。しかし彼女の論文作成と審査の結果、印刷の過程から見えてくることは、アカデミーの大きな権威と一見平等で開かれた組織に見えながらそこに存在するフランス人の半分に対する閉鎖性である。懸賞は会員になることを阻まれた女性にとって唯一のアカデミーへの「対等参加」の機会であった⁸⁷⁾。他の男たちには不可解でしかない夫人の「秘密執筆」や「匿名」、「正誤表」へのこだわりも、ジェンダーという視点抜きには理解できない。男性と同じ条件で科学に参加できない女性は矛盾した態度を余儀なくされ、誤解されるか参加しないかの二者択一を迫られたのであった。

1738年のアカデミーの懸賞募集研究は、啓蒙の時代における科学の世界の知識人への開放性とともに、そこに参加する女性へ課した「ジェンダーの鎖」という、現代にも通じる科学の世界の二つの側面を雄弁に知らしめてくれるものなのである。

文献と注

- 1) "Prix proposé par l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1738" (以下 "Prix proposé" と略す), *Mercure de France avril* (1736) : 764-766.
- 2) *Ibid.*, p. 764.
- 3) ラヴワジエは22歳で1765年度の懸賞論文「大都市の街路の夜間証明のための明るさと経済性と容易さを備えた最良の方法」に応募し、入賞は逸したが優秀と評価され金メダルを授与された。
- 4) これは、著者がアカデミーの雑誌 (*Recueil des pièces qui ont remporté les prix de l'Académie Royale des Sciences I-IV* (1752) : 以下 *Prix de l'Académie* と略す) で調べたかぎりにおいては、1720年の第一回より数えて16回目の懸賞にあたる。懸賞は基本的には毎年行なわれることになってはいるのだが、途中中断されたり、受賞の該当者なしの年があり、その場合の締め切りは翌年にもちこされたりしており、正確に何年の懸賞が何回目かということは特定しにくい。従ってここでの16回目というのはテーマの回数に当たる。
- 5) Voltaire, "Extrait de la Dissertation de Mad. L. M. D. C. Sur la Nature du Feu" (以下 "Extrait de la Dissertation" と略す) *Mercure de France juin* (1739) : 1320-1328, p. 1320.
- 6) "Prix proposé", *op.cit.*, pp. 765-766.
- 7) 『哲学書簡』の最初の本格的研究者であるランソンはこの著作を「アンシャン・レジームに投げつけられた最初の爆弾」と形容した。N. Cronk, "Lettres philosophiques", *Dictionnaire Voltairien*, Jacques Lemaire et al. éd. (Paris : Hachette, 1994), p. 124.
- 8) *Prix de l'Académie IV*, p. 1.
- 9) アカデミーのリスト分類で、オイラーはMathématicienとされているので、ここでは「数学者」と形容する。
- 10) クレキ伯爵についてはフランスのどの人名辞典にも正確な記載がない。デカルト派の文筆家であったことが解っているのみである。Hubert Saget & Paolo Casini commenté, *« De la nature et de la propagation du Feu » 5 Mémoires pour l'Académie des Sciences 1738* (Wassy : ASPM, 1994), p. 71.
- 11) "Avertissement", *Prix de l'Académie IV*, *op. cit.*, p. 85.
- 12) "De la nature de feu, et de sa propagation : Discours présenté à l'Académie Royale des Sciences pour le prix de l'Année 1738", *Journal des savants janvier* (1739) : 46-50. グランダン以外の落選者については、本国フランスの研究者を中心にこれを探す試みもなされているが、今のところ発見されていない。筆者がグランダンを発見したのは全く偶然であるが、この記事についてはJolyも言及している。Bernard Joly, "Les théories du feu de Voltaire et madame du Châtelet", communication au colloque international "Ciray dans l'histoire intellectuelle : la réception de Newton en France", organisé à Joinville (F.) du 22 au 24 juin 1995 (Actes 中

- の論文として印刷中) .
- 13)もちろんこの時代に「科学者」という言葉はないので、今風の職業的科学者を意味しているわけではない。
 - 14)ただし、懸賞には科学アカデミーのフランス人会員の参加は認められていなかった。P. Casini, "Le problème « De Igne » et le prix de 1738", Saget & Casini, *op. cit.*, p. 193.
 - 15) Robert L. Walters, "Chemistry at Ciray", *Studies on Voltaire* 58 (1967) : 1807-1827, p. 1812. もちろん Walters は狭い意味での化学を想定しているわけではないが、同じ Chemistry という言葉を使うので、読者の方は今の化学に直接つながるものと勘違いするケースが多かった。
 - 16) *Ibid.*
 - 17) ただし、未発表原稿、アメリカの Ph. D. 論文でこれを研究したものは存在する。Deirdre Laporte, "Theories of Fire and Heat in the First Half of the Eighteenth Century" (Ph. D. Dissertation of Harvard University, 1970); Linda Gardiner, "Emilie du Châtelet", (Unpublished manuscript, 1984) など。
 - 18) W. A. Smeaton & R. L. Walters, introduction of the *Essai sur le feu* of Voltaire, *The Complete works of Voltaire*, vol. 17 (Oxford: Voltaire Foundation, 1991) : 3-27, Bernard Joly, "Voltaire chimiste: l'influence des théories de Boerhaave sur sa doctrine du feu", *Revue du Nord* 312 oct-déc. (1995) : 817-843; "Les théories", *op. cit.*, Saget & Casini, *op. cit.*
 - 19) Lettre 127, 132, *Lettres de la marquise du Châtelet*, introduction et notes de Théodore Besterman (Genève: Portrait, 1958) (以下、手紙番号のみを Lettre * と記載する)。
 - 20) "Dissertatio de Igne, in qua ejus natura et proprietates explicantur" à D. Leonardo Euler, *Prix de l'Académie IV* : 5-21, pp. 14-19.
 - 21) *Ibid.*, pp. 19-21. オイラーはここで、エーテルは空気より 4 億 9 千万倍も希薄であるという結論に達している。
 - 22) Saget & Casini, *op. cit.*, p. 21.
 - 23) "Discours sur la propagation du feu" par le Pere Lozeran de Fiesc, *Prix de l'Académie IV* : 25-56, p. 28. イオウが入っているところは医化学派的だが、この組合せ自体は、彼のオリジナルである。B. Joly "Les théories", *op. cit.*
 - 24) *Père Fiesc*, *op. cit.*, p. 32.
 - 25) *Ibid.*, p. 55.
 - 26) フェスク師は「化学者はこうした」とか「化学ではこう考える」という書き方をしており、「化学者 (Chymiste)」「化学 (Chymie)」という用語がこの論文には頻出する。
 - 27) "Explication de la nature de feu et de sa propagation" par M. le Comte de Créquy, *Prix de l'Académie IV* : 59-82.
 - 28) *Ibid.*, pp. 60-71.
 - 29) *Ibid.*, p. 75.
 - 30) *Ibid.*, p. 78.
 - 31) Best.1506, *Voltaire's Correspondance*, ed. by Théodore Besterman (Genève: Institut et Musée Voltaire, 1953-1965) (以下 Best. * として手紙番号のみを記載する)。
 - 32) Ernst Cassirer, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*; カッシーラ『実体概念と関数概念』山本義隆訳 (みすず書房, 1979), p. 234.
 - 33) 「火は物質の中に含まれるあらゆる既知の第一義的性質を兼ね備えている ("Essai sur la nature du feu et sur sa propagation" par M. de Voltaire, *Prix de l'Académie IV* : 171-219, pp. 182-183.)」として、ヴォルテールは火もその重さと速さによって作用すると (*ibid.*, p. 198.) 運動量の法則をここにあてはめている。
 - 34) *Ibid.*, p. 181.
 - 35) Smeaton & Walters, *op. cit.*, pp. 8-9. プールハウゼ自身は他の金属では重量増加が観察できないので「火」の重さはないと結論している。
 - 36) 実験に関しては、ヴォルテールは、重さ以外のところでも「実験こそが我々に、火が様々な物体を破壊する割合を知らしめる (Voltaire, "Essai", *op. cit.*, p. 208)」などと言って、その重要性を強調はしている。しかし科学のプロは存在しないこの時代であるにせよ、実験に関してはペテランと

- 素人の違いは大きく、化学実験がはじめての詩人には、どんな高価な器具を使っても後のラヴワジエらのような結果は出せなかつた。
- 37) "Dissertation sur la nature et la propagation du feu" par M. L. M. Du Chastelet, *Prix de l'Académie IV* : 87-170, pp. 105-106.
- 38) *Ibid.*, p. 166. ブールハーウェの火理論については Hélène Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris: Blanchard, 1930), pp. 209-228 を参考にした。
- 39) Mme du Châtelet, "Dissertation", *op. cit.*, p. 96.
- 40) 確かに 1723 年の匿名の書によってシュタールはフランスに紹介されたが、実はフロギストン理論が理論的発展をするのは 1760 年代以降のことである。これに関しては柴田和子「ラヴワジエと近代化学誕生」『ラヴワジエ』科学の名著、II 期、第 4 卷(朝日出版社、1988) : vi-cxxxix, pp.lxxii-lxxix 参照。
- 41) この経緯については、B. Joly, "Voltaire, chimiste", *op. cit.* が一番詳しい。本稿では、ヴォルテールのオランダ滞在前後の行動に関しては、この論文の論述に沿っている。
- 42) もちろんヴォルテールは翌年すぐに訂正版をイギリスその他で出版させているし、デュ・シャトレ夫人もこれに弁護する書評を *Journal des savants* に書いている。『ニュートン哲学要綱』とデュ・シャトレ夫人については拙稿「野心の誕生——デュ・シャトレ夫人『物理学教程』の起源(1)」『名古屋工業大学紀要』48 (1996) : 195-209 参照。
- 43) 事実デュ・シャトレ夫人は、ヴォルテールやモーペルティエ、アルガロッティらと知りあってから、彼らが訪れ、またニュートンを生んだ国でもあるイギリスに留学したいと切望していた。また後にフリードリッヒ大王の即位のためにプロシアに行きたいとも希望している。しかし妻が夫を離れてひとり外国に行くことはできないという当時の慣例からどの望みもかなはず、彼女が行くことのできた外国はデュ・シャトレ家の訴訟の為に「侯爵夫人」として行かざるを得なかつたベルギーだけであった。これに関しては K. Kawashima, "Les idées scientifiques de Madame du Châtelet dans ses *Institutions de physique*", 2 ème partie, *Historia Scientiarum* 3-2 (1993) : 137-155, pp. 140-141 参照。
- 44) J. H. Brumfitt, *The French Enlightenment* (London: The Macmillan Press, 1972); ブラムフィット『フランス啓蒙思想入門』清水幾太郎訳(白水社、1985), p. 27.
- 45) Best. 1277.
- 46) Lettre 129. 強調は筆者。
- 47) 事実、侯爵夫人の論文は冗長で、本人も認めているが、他の論文、特に上位 3 遍に比べるとまとまりに欠ける。十分時間がなく、落ち着いて推敲が出来ず、また他者の客観的な忠告がなかったことは明白である。
- 48) Lettre 132, 134. 当初、アカデミーは "Me la M. du Chastellet" と夫人の名をはっきり印刷するつもりだった。Smeaton & Walters, *op. cit.*, p. 15.
- 49) *Ibid.*, p. 85.
- 50) *Ibid.*, p. 86.
- 51) これに関してはデュ・シャトレ夫人の死後、ヴォルテールの庇護者の一人であったデュ・デファン夫人による、あつかましく、うぬぼれ屋としての「デュ・シャトレ夫人批判」のすさまじい手紙が有名であるが、これはヴォルテールの庇護権を巡っての嫉妬がからんでいるので極端な見解であるが、誉めるけなすの判定はともかく、少なくとも彼女が「おとなしく控え目な」人柄であったという証言が皆無であるのは確かである。これに関しては Elisabeth Badinter, *Émilie Émilie ou l'ambition féminine au XVIIIe siècle* (Paris: Flammarion, 1983), pp. 80-91, 467.
- 52) 拙稿「野心の誕生」, *op. cit.*, pp. 201-202.
- 53) Lettre 152.
- 54) Patricia H. Labalme, *Beyond Their Sex—Learned Women of the European Past* (New York & London: New York Univ. Press, 1980); Claude Dulong, "De la conversation à la création", *Histoire des femmes—XVIe-XVIIIe siècles*, éd. par Natalie Zemon Davis et Arlette Farge (Paris: Plon, 1991), pp. 403-

- 425；クロード・デュロン「会話から創作へ」G. デュビー, M. ペロー監修, N. ゼモン=ディヴス, A. フアルジュ『女の歴史III-2——16-18世紀』杉村和子・志賀亮一監訳(藤原書店, 1995), pp. 588-631；拙稿「野心の誕生」, *op. cit.* など参照。
- 55) Best. 1235.
- 56) Simone de Beauvoir, "La femme et la création"; シモーヌ・ド・ボーヴォワール『女性と知的創造』朝吹登水子, 朝吹三吉訳(人文書院, 1967), p. 46.
- 57) Best. 1568. モーペルティイはヨハン・ペルヌイに対して, デュ・シャトレ夫人の知性を賞賛し, 夫人がアカデミーの懸賞に応募して賞を狙ったと報告している。
- 58) Voltaire, "Extrait de la Dissertation", *op. cit.*, p. 1320.
- 59) *Ibid.*, p. 1321.
- 60) *Ibid.*, pp. 1327-1328. また記事の最後で, ヴォルテールは夫人の実名を Madame la Marquise du Chastelet と明記している(記事の題では Mad. L. M. D. C. と記しているが)。強調は筆者。
- 61) ただし, 記事の内容自体は後に夫人の『物理学教程』に対する書評記事同様, 夫人の論文を紹介しつつ, その実夫人の意図を遙かに超えたニュートン賛美とデカルト批判が中心となっている。つまりヴォルテールはデュ・シャトレ夫人の作品の書評という形はとったものの, ここでも『哲学書簡』以来の方針であるニュートン科学啓蒙キャンペーンをしているのである。i. e., Voltaire, "Exposition de livre des Institutions physiques", *Mercure de France juin* (1741) : 1274-1310.
- 62) Best. 1601. ここでヴォルテールはフリードリッヒに, もしアカデミーがデカルト主義に毒されていなかつたら, 絶対にデュ・シャトレ夫人は賞を取り, それは女性とアカデミー双方にとって名誉になったろうにと書いている。
- 63) Best. 1841.
- 64) Best. 1846.
- 65) Best. 1841. 強調は筆者。
- 66) 夫人は王子をはじめ多くの友人, 知人に自分の論文の抜き刷りを送っており(Lettre 185, 200, 208, 211), 表向きは匿名にこだわりつつ, 本音では公的な名声を望んでいたのは明らかである。さらに夫人は『物理学教程』の時もまったく同じことを繰り返すのである。『物理学教程』の時の同様の経緯については拙稿「野心の誕生」, *op. cit.* 参照。
- 67) Lettre 132, 152, 161, 198 など。
- 68) Lettre 148. もちろんこんな要求をしたのはデュ・シャトレ夫人ただ一人である。
- 69) Lettre 151. 印刷された実際の正誤表は2ページにわたるのだが, デュ・シャトレ夫人自身は, 本文に手を加えたいと言っているのではなく, 活力と関係する脚注だけを変更したいのだとこの手紙でモーペルティイに自己弁護している。
- 70) Mme du Châtelet, "Dissertation", *op. cit.*, pp. 107-108.
- 71) *Ibid.*, p. 107. 強調は筆者。
- 72) *Prix de l'Académie IV*, s. p. この正誤表はヴォルテールの論文の最終ページである 219 ページの直後に 2 ページにわたって印刷されている。しかしページ数は印刷されていない。
- 73) *Ibid.*, s. p. 強調は筆者。
- 74) Smeaton & Walters, *op. cit.*, p. 13.
- 75) メランの 18 世紀における国際的な名声と研究については, Ellen McNiven Hine, *Jean-Jacques Dortous de Mairan and the Geneva connection: scientific networking in the eighteenth century, Study on Voltaire and the eighteenth century 340* (Oxford: Voltaire Foundation, 1996).
- 76) Jean-Jacques Dortous de Mairan, "Dissertation sur l'estimation & la mesure des forces motrices des corps", *Mémoire de l'Académie Royale des Sciences* 1728 : 1-49.
- 77) Lettre 139, 146, 148.
- 78) Lettre 143.
- 79) Lettre 211.
- 80) Lettre 221. 手紙ではもめたが, ここでは両者共に「力」を話題にすることなく, この食事会はまったくの社交行事に終わった。

- 81) 活力論争時の二人の対立については K. Kawashima, "Madame du Châtelet dans le journalisme", *LLULL* 18 (1995) : 471-491 参照。
- 82) 事実デュ・シャトレ夫人は 1744 年にこの論文を完全に活力派の立場で修正して自分で出版している。Mme du Catelet, *Dissertation sur la nature et la propagation du feu* (Paris: Plault, 1744)。ただし、これも匿名出版である。
- 83) これはアカデミーによって規則が異なり、芸術アカデミーには著名な女流画家会員がいる。
- 84) Lettre 152.
- 85) Lettre 268.
- 86) ヴォルテールはデュ・シャトレ夫人の学識を評価する時、彼女の名誉は「彼女の性」にとっても名誉であると表現するのが常であった。
- 87)もちろん、アカデミーの公開講座のようなものは女性も参加できる。しかしこれは聴衆としてであって、アカデミーと対等な立場ではない。

Researches in “chemistry” by Madame du Châtelet and Voltaire: “*Dissertaion sur la nature et la propagation du Feu*”

Keiko KAWASHIMA

Nagoya Institute of Technology

“La nature et la propagation du feu” was the subject of the Paris *Académie des Sciences* competition for 1738. Its result is very curious when we consider the scientific activities in the early XVIIIth century Europe—notably the relation between gender and science of the period. Because at least one woman participated in it and her dissertation was printed by the *Académie*, although she did not win a prize. This brilliant woman is the marquise du Châtelet, future translator of Newton’s *Principia* and famous lover of Voltaire—a *philosophe* representing the age of Enlightenment.

In 1736, the *Mercure de France* announced that the subject of this prize competition. At that time, Émilie du Châtelet and Voltaire were already famous for intelligent couple in the Republic of Letters. At first, it is Voltaire who

declared a challenge in this “race” in order to demonstrate a efficient application of Newtonianism—especially his theory of universal attraction—to the theory of fire. He drew Mme du Châtelet into working with him on the project from the start. During their collaboration, she had come to very different conclusion and she also wanted to write her own dissertation. But she did it in secret to Voltaire, and confessed to him about her project only after the competition had been judged—neither she nor Voltaire won. In April 1739, the *Académie* announced the judgment that a famous scholar and two cartesians won the prize: Leonard Euler, the count of Créquy and Father Fiesc. Voltaire, who had found her papers excellent, tried to negotiate with the *Académie* and succeeded in having their papers

published with the three winners'. In fact, it was for the first time since the foundation of prize competition, that woman's name appeared in the gazette.

However, there are some strange troubles : a dispute on errata between the marquise and the *Académie* and her insistence on anonymity in its journal. This is not all. In spite of the success, Mme du Châtelet ceremonially disparage her own work in several letters to *savants*. And, in the first place, why should she write her dissertation unknown to Voltaire? She actually thought that her knowledge in this question was not inferior to Voltaire's and other rivals'. In fact, she frankly showed her pleasure of the publication of her dissertaion by the *Académie*, and distributed its copies to her friends and

famous scholars in Europe.

Throughout the analyse of these points a gender question appears ; because though we have a lot of intelligent women, this sort of hesitation or writing in secret was quite typical among them. The fact is that as it was a revolutional thought for a woman to manifest her personal independence in science, Mme du Châtelet's challenge of this kind was regarded audacious. She was always criticized because of her "invasion to men's territory." So she would not able to find a path to manifest her real feeling on her scientific activities. Then Mme du Châtelet's hesitation, modesty and aggressiveness during the competiton must not be taken as signs of her personal character, but as a political question.

ヨウ素生産の歴史

砂川 茂*

1. はじめに

石油、天然ガスなど資源の大半を輸入に依存しているわが国にあって、千葉県、特に茂原市を中心とする九十九里地域は、世界的に有望なヨウ素資源地域となっている。天然ガス付随水としてヨウ素を含む地下かん水を地上に汲み上げ、このかん水中のヨウ素分を濃縮、精製してヨウ素を生産している。現在、日本の生産量は世界の約45%を占める。

ヨウ素は人工的に造ることの出来ない貴重な元素で、また人類が生活していく上に欠くことの出来ない元素でもある。

このヨウ素生産の歴史を千葉県を通して探ってみることにする。

2. ヨウ素 (I_2) について

ヨウ素は日常あまりなじみのない元素である。しかし、ヨウ素は人類及び動植物の生存には必要な元素で、海洋国の日本では食習慣から海藻、魚介類から多く摂取しているが、世界には容易に摂取することができない国、地域が多く存在する。このような国、地域ではヨウ素化合物を食卓塩などに添加してヨウ素不足から国民の健康を守っている。人体に不可欠な栄養素であるヨウ素不足の影響は、人体形成の初期ほど深刻である。母体にヨウ素が不足すると、クレチン症の原因となり、生まれた子供に知能低下、発育不全、神経障害な

どを引き起こす。しかも、重症になると甲状腺ホルモンをいくら投与しても知能低下などを治療することは不可能となる。成長期の乳幼児の場合、体の発達の遅れや障害もあるが、むしろ、脳や中枢神経系の発育に重大な影響を受ける。成人になって不足してきた場合は主に甲状腺肥大の原因になる。このようにヨウ素は非常に重要な物質であることがわかってきてている。

ヨウ素は塩素、臭素などと化学的に同じ種類のハロゲン族に属する元素で、常温において暗紫色の金属光沢をもつ鱗片状結晶である。比重4.9、融点113.6°Cで水に僅かに溶解する。常温で昇華し、その蒸気は紫色を呈し、特異な臭気を持っている。

3. ヨウ素の発見

ヨウ素が発見されたのはフランスでナポレオンの大陸封鎖令時代であった。硝酸カリ製造を国内でまかなう必要性があったため、カリ原料を海藻から求めたことがきっかけで1811年フランスのクルートアによって発見された。

その後、クレマンおよびドフォルムにより研究され、その性質を窮めて、クレマンは、その結果を1813年11月にパリにおいて公表した。これに続いて、同年12月、ゲーリュサックによりこの新物質が塩素と類似性を有することが解明され、その蒸気が紫色を呈することからヨードと命名された。

4. ヨウ素の所在

ヨウ素産出地域は広く存在するが、その量は極めて少ない。ヨウ素は天然遊離のものがなく、ヨ

1998年2月1日受理

* 合同資源産業株式会社

連絡先 〒299-43 千葉県長生郡長生村七井土 1365

ヨウ素の塩類の形で存在する。

ヨウ素の工業的資源としてはヨウ素生産初期の頃は海藻であったが、現在はチリ硝石と天然ガス及び石油に付随するかん水が主で、日本、チリ、アメリカ合衆国に偏在している。

海水には約 0.04~0.05 ppm のヨウ素濃度が含まれるので、多量のヨウ素が海域に存在することになる。

5. 世界のヨウ素生産の歴史

ヨウ素はその発見の後、ほどなく生産されるようになった。ヨウ素の発見者であるクルートアはヨウ素発見の頃パリで硝石の製造に従事し、その原料は専ら欧洲大陸で調達して、ほどほどに利益があったが、欧洲大陸封鎖が終わり、フランスの諸港が再び開放され、海外の市場より多量の硝石が輸入されると、この海外硝石との競争に勝つことが出来ず、ついに硝石製造を休業することとなり、財産をはたいて建設した工場もほとんど価値なきものとなった。そこで、この損失を償うために、新たなヨウ素製造の業を起こして立て直そうと努力したが当時ヨウ素の需要は少なく、且つ、製造の方法も不完全であったために、製品のヨウ素は非常に高価となり、これもまた成功を見ずして止めた。これが工業的にヨウ素が造られた最初と考えられる（1814 年頃）。

1824 年にクレマン、ドフォルムの門弟であるチシェーがシェルブルールに第一のヨウ素製造所を建設した。その後、1827 年にクーチュリエが第二のヨウ素製造所を建設した。

1829 年には第一製造所と第二製造所が合併し、クルネリ父子会社の所有となった。1830 年にチシェーはコンケに第三のヨウ素製造所を起こし、1845 年以後は、フランスの 9 カ所のヨウ素製造所の中で最も盛大なものであった。

フランスのヨウ素生産量は 1839 年には年間 4 トン程度であったが、1860~66 年には年間 50~60

トンとなり、そして 1892 年（明治 25 年）には 137 トンを生産したとされている。

1845 年スコットランドのグラスゴーでバッテルソンがヨウ素製造所を建設、ついでアイルランドのドネガルでホウイットローがヨウ素製造所を建設した。特にバッテルソンのヨウ素製造所は非常に大きく他に匹敵するものなく、生産量の大きいことは勿論、製品の品質においてもフランス品を上回っていた。この頃のヨウ素製造法は全て灰化法であった（図 1）。

1867 年で比較すると、英国は約 78 トンで、フランスは約 56 トンであった。

しかし、チリ硝石からのヨウ素が台頭してくる

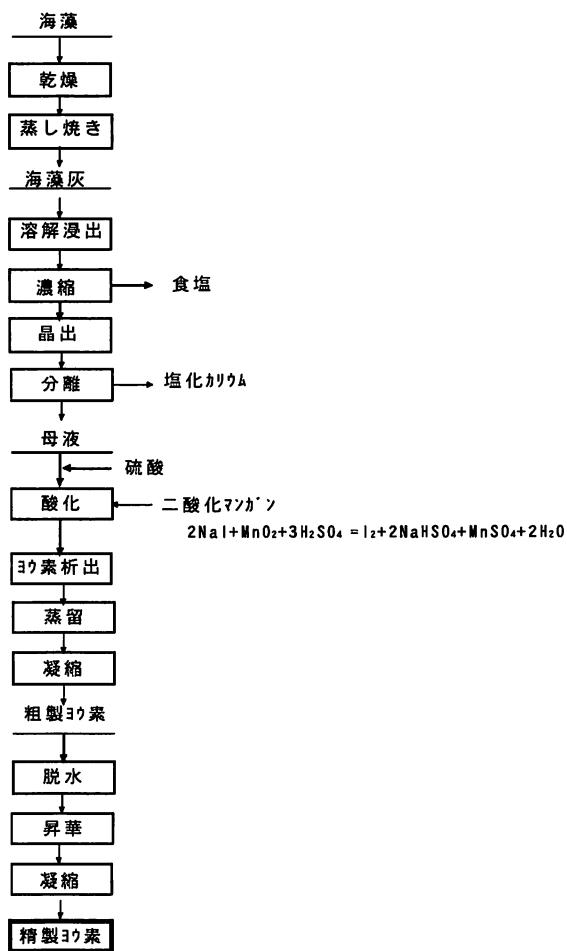


図 1 灰化法によるヨウ素の製造工程

とヨーロッパの海藻からのヨウ素工業は衰退していった。それでも1930年頃まで生産が続けられたが、かん水からのヨウ素生産が各地に起こるにつれ、海藻からのヨウ素生産はほとんど行われなくなった。

チリ硝石中にヨウ素を含有することは、硝酸製造の時に紫色の蒸気を発生することがあったので、以前より注目されていた。クラフトは粗製チリ硝石中にヨウ素0.059%を発見、ライヒャルトは硝石製造後の母液にヨウ素0.28%を定量分析した。そして、チリ硝石中のヨウ素の多くはヨウ素酸ナトリウムの形で存在することが解明された。

1854年、フォーレは英国で硝石の母液よりヨウ素製造の特許を取得した。これによってチリ硝石の廃液からヨウ素の回収に成功し、チリでは1866年に工業生産に入ろうとしていた。

1867～68年頃に、年間15トン程度を生産して

ようやくその緒につき、これより硝石の増産と相まって生産を拡大していった。そして、1873年レイノゾは硝石製造の母液からさらに効率よくヨウ素を製造する英國特許第799号を取得した。1874年(明治7年)には年間33トンを生産し、1892～93年になると年間500～600トンを生産するようになった。

その後、更に改良されて、硝石製造後の母液を亜硫酸ガス法で還元し、ヨウ素を回収する。そして、ヨウ素回収後の廃液中のヨウ素をケロシン法で抽出回収し、母液に混合する方法となった(図2)。チリ硝石からヨウ素酸塩を溶出する方法は1980年頃まではバットリーチングのみであった。1980年代よりヒープリーチングが発達し、鉱石を遠方の工場に運搬しないで、鉱石採取場近くでヨウ素を回収する方法ができるようになった。それにそれまで国営であったヨウ素生産も民営化が進んだことと相まって、ヨウ素生産量は急激に増加

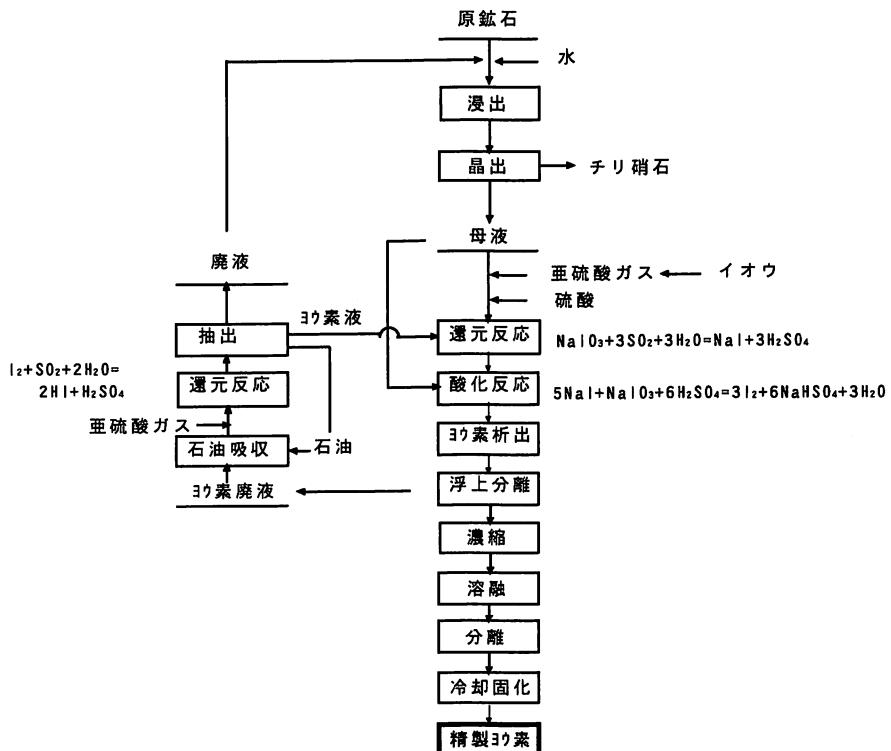


図2 チリ硝石からのヨウ素の製造工程

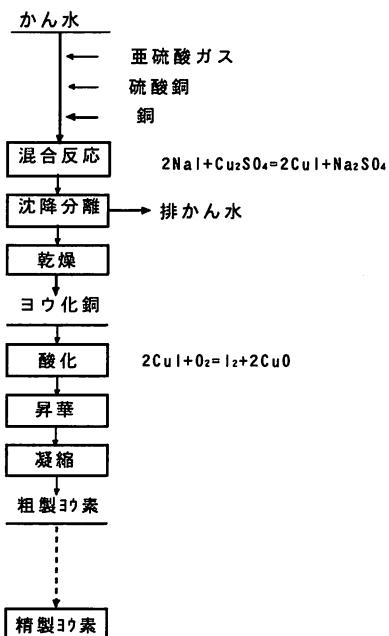


図 3 ジャワ銅法によるヨウ素の製造工程

していった。

現在、チリでは 3 企業 12 工場程度存在し、その生産量は 7,000 トン以上となってきた。

生産方法も硝石母液の処理に亜硫酸ガスを使用し、廃液の処理はケロシン法、ブローアウト法及び 2 方法を併用する方法等に変化してきている。

1862 年インドネシアのジャワ島、スラバヤにあるモロン鉱井水に多量にヨウ素が存在することが発見された。その初期には原水、または濃縮脱塩後の母液をヨーロッパに輸送した。しかし、これからヨウ素を生産するようになったのは 1911 年(明治 44 年)のことである。ヨウ化銅にして輸出するようになった(ジャワ銅法、図 3)。

第一次世界大戦後には、スラバヤ、サマランに数工場が建設されて本格的な生産に入り、1932 年

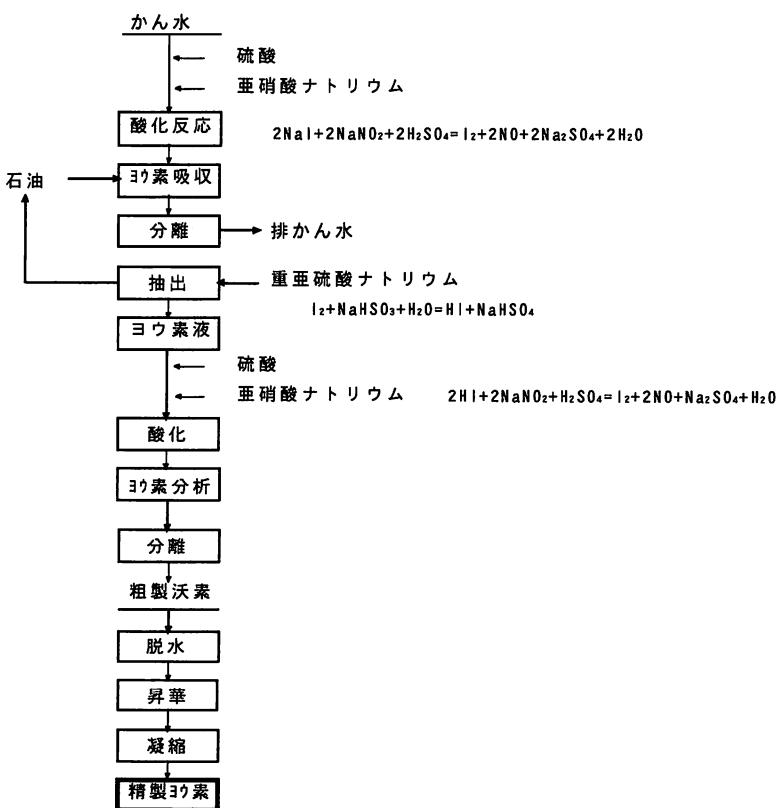


図 4 石油(ケロシン)法によるヨウ素の製造工程

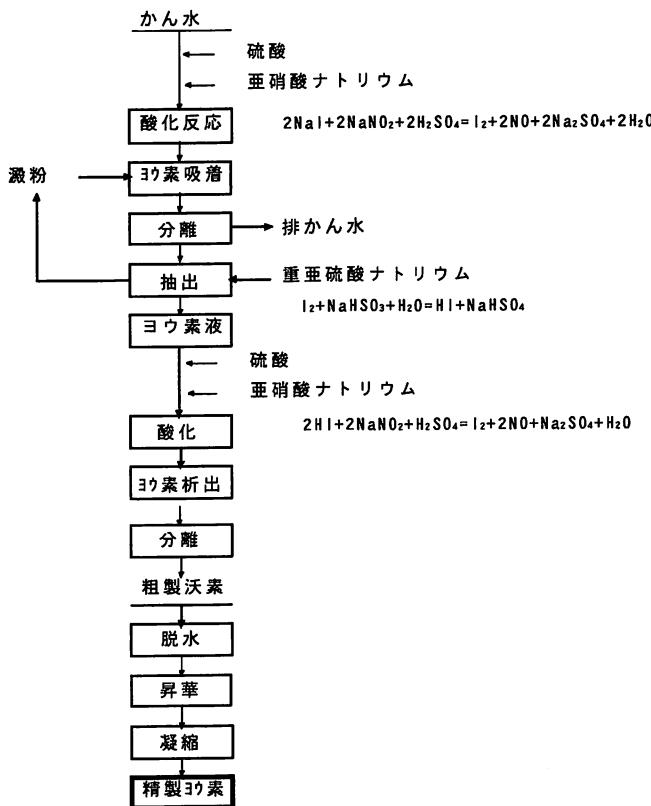


図 5 澱粉法によるヨウ素の製造工程

(昭和 7 年) にはヨウ素換算で約 109 トンを生産し、最盛期を迎えた。現在は少量ながら活性炭法でヨウ素を生産している。

イタリアでヨウ素の生産を開始したのは 1927 年(昭和 2 年) サルソマジオルの鉱泉水から、石油法(図 4)を採用して、ヨウ素の生産を開始し、1932 年(昭和 7 年)には、年間約 30 トンを生産したが、国内需要を賄う程度にとどまり、大きく発展することはなかった。現在、ヨウ素生産は行われていない。

ソ連では 1924 年(大正 13 年)にバクー油田から産出するかん水を利用して澱粉法(図 5)による工場を建設したのを初めとして、1927 年にはコーカサス地方に、1932 年(昭和 7 年)にはカスピ海沿岸のチャルケン島油田地帯に活性炭法(図 6)による工場を建設し、さらに 1934 年(昭和 9 年)に

はデルベート付近に石油法による工場を建設した。海藻ヨウ素にも着目して生産を開始して、1936 年(昭和 11 年)には年間 163 トンの生産量に達した。現在、旧ソ連地域で数百トン程度の沃素生産が行われている。

アメリカで、最初にヨウ素を生産したのは 1916 年(大正 5 年)で、海藻を発酵、又は乾留して試験生産をする方法であったが、双方共に操業には至らなかった。1927 年(昭和 2 年)に同国の化学者ジョンズがロングビーチ付近の油田かん水にヨウ素分が含有されていることを発見した。

これに注目したダウケミカル社は活性炭法によるヨウ素製造の研究を行い、翌 1928 年(昭和 3 年)にリュジアナに米国最初のヨウ素工場を建設した。1929 年(昭和 4 年)にはジェネラルソルト社がカリフォルニアに活性炭法による工場を建設し

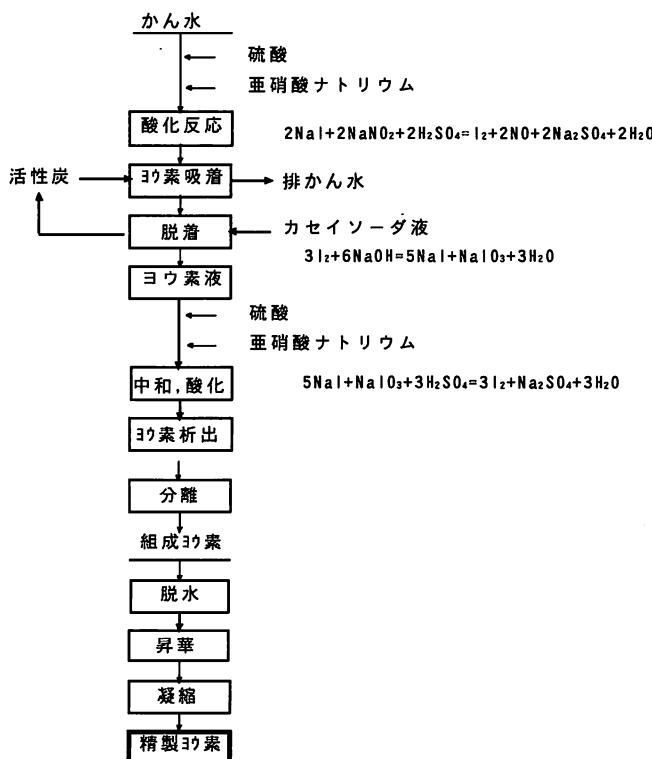


図 6 活性炭法によるヨウ素の製造工程

た。1931年(昭和6年)にはディープウォーター社がカリフォルニア州のドミニガル油田に銀法(図7)による工場を建設した。

さらに1932(昭和7)には、ダウケミカル社が初期のブローアウト法(追い出し法)を開発して、1935年にカリフォルニアに工場を建設した。米国のヨウ素生産は1933年には200トン台に達し、チリに次ぐヨウ素生産国となった。1961年にダウケミカル社がミシガン州ミッドランドのかん水からヨウ素生産を開始した。

1977年にオクラホマ州ウッドワードでヨウ素濃度300ppmの天然ガスかん水からブローアウト法でヨウ素の生産が開始された。続いて、1981年オ克拉ホマ州キングフィシャーで、ヨウ素濃度700ppmの石油かん水から活性炭法でヨウ素

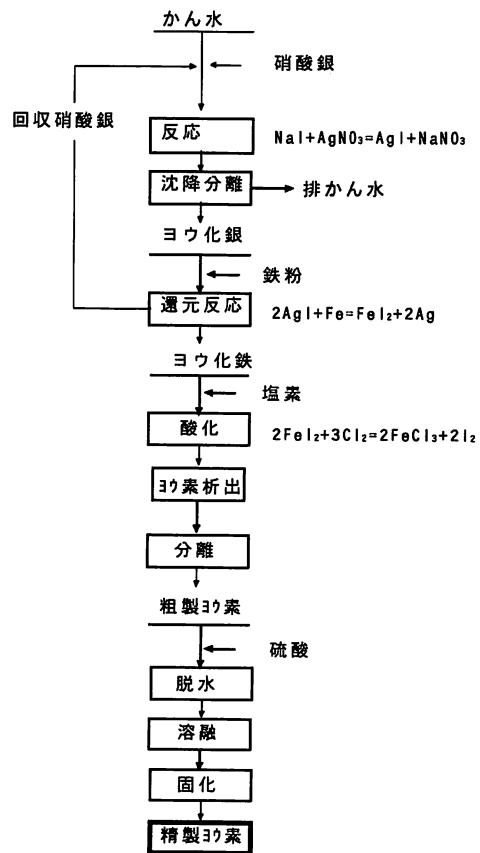


図 7 銀法によるヨウ素の製造工程

の生産が開始された。

現在、アメリカ合衆国でのヨウ素生産はオクラホマ州のみに集中し、3企業4工場(3工場がブローアウト法、1工場が活性炭法)で生産が行われ、1500トン程度の生産量となっている。また、ここではほとんど日系企業が活躍している状況である。

現在、かん水からヨウ素を製造する方法は、かん水中のヨウ化物イオンを塩素で酸化してヨウ素にする。これをブローアウト法、イオン交換樹脂法などで回収するのが一般的である。

世界のヨウ素工業は1814年フランスに勃興してから、190年の長きに渡って激しい興亡の歴史を展開してきた。そして、特に日本のヨウ素工業が千葉県の天然ガスかん水を原料に見いだして、

世界最大のヨウ素生産国、輸出国に成長し、世界の市場に大きな影響を及ぼすようになる。しかも、その主役に九十九里産ガス地帯が登場することになる。

6. 日本の沃素生産の歴史

(1) 海藻からのヨウ素生産

日本で初めて海藻灰からヨウ素を製出したのは鳴立甫（1808-1873）で1846年3月のことである。写真の感光剤に活用された。

そして、明治6年（1873）に東京の鹿島万平が北海道の昆布を利用して製造を始めたが、採算に合わず成功しなかった。故に、沃度の生産が本格的に事業化されたのは明治20年代になってからであった。

すなわち、明治20年（1887）に加瀬忠次郎が東京市深川区で海藻からヨウ素を生産したのを皮切りに、同22年（1889）には千葉県館山に合資会社安房沃度製造所が鈴木三郎助によって設立され（海藻からヨウ素、塩化カリを生産し、後に、鈴木製薬所館山工場となった）、翌23年（1890）には、神奈川県三浦郡葉山町に鈴木製薬所、また同年、大阪では武田長兵衛、田辺五兵衛、塩野義三郎の3製薬会社の共同出資によって広業舎が、それぞれ設立されて、海藻ヨウ素の生産に乗り出したのである。さらに、明治26年（1893）になると、棚橋寅五郎が独自の技術によって東京深川に工場を建設するなど、わが国のヨウ素工業は小規模ながらようやくその緒についた。

そして明治30年（1897）には、原料的に最も恵まれ、立地的に最も適した千葉県の館山・興津・勝浦等の房総地方に生産が集中し、やがて、この地方の海藻ヨウ素生産が日本のヨウ素工業発展の原動力となっていった。

明治33年（1900）頃には、わが国はヨウ素の輸入国から自給国に転じ、さらには輸出の域に達し、また英國、チリ、ドイツなどによって結成されて

いたシンジケートのダンピングにも対抗し得るまでに成長した。これには房総のヨウ素が大きく影響していた。

このように、わが国のヨウ素工業が急成長を遂げた直接的な要因は、明治27年（1894）の日清、明治37年（1904）の日露の両戦役にあった。この両戦役によって軍需品は急増し、ヨウ素もまた増産を促され、同38年（1905）には年産50トンに達した。

しかし、日露戦争後日本経済は不況に陥り、ヨウ素企業も極度の経営難になり、ひとしく苦境にあえいだ。この間、ヨウ素業界はいろいろ手を尽くして苦境の打開に努めたが、功を奏するに至らなかった。

大正3年（1914）に第一次世界大戦が勃発すると、日本経済は再び活況を取り戻し、ヨウ素業界にも以前にまさる好況が訪れた。すなわち、国内需要はもとより、輸出面でも著しい増加を示し、海藻工業につながる製品は、非常に品不足をきたし、価格は暴騰し、これによって業界は増産に拍車をかけ、大正5年（1916）には、その生産量は年間294トンに達した。

その間に生産を始めた企業は、明治40年代に入ると、当時のヨウ素工業の三大勢力といわれた鈴木三郎助、加瀬忠次郎、棚橋寅五郎が提携し、設立した日本化学工業株式会社（明治40年）、ついで、総房水産株式会社（明治41年）、房南沃度合資会社（不詳）、三重沃度製造株式会社（明治45年）などの企業が起った。

大正年代には日本沃度株式会社（大正15年）が設立された。そして昭和年代に入って、樺太沃度合資会社（昭和2年）、伊勢沃度工場（昭和2年）、朝鮮沃度株式会社（昭和3年）などが設立された。

海藻にその原料を依存したころのヨウ素の生産は、地域的には、北は北海道から南は九州に至るまで、きわめて広い範囲で行われていた。その中でも千葉県が原料海藻に恵まれて最も安定した生

産基盤を有していた。

ヨウ素各企業の業績は驚異的な伸びを示し、房総地方に生産の本拠をもつてヨウ素、塩化カリを製造していた総房水産株式会社は、大正5年の決算で136%という高率配当を行ったという。

しかし、大正7年(1918)に大戦が終わると、ヨウ素業界は再び不況に襲われ、業界の苦境はとうてい以前の比ではなかった。

こうして大戦後の不況は泥沼のように続いて回復の兆しあえみせず、日本のヨウ素工業も経営難のどん底にあえいでいた。その上にチリの執拗なまでの圧迫を受け、苦悩の時代が長く続いたのであった。日華事変の勃発した昭和12年(1937)、日本とチリ間にヨウ素協定が締結され、輸出市場の安定化を思わせたが、協定の内容が厳しいものであったため、飛躍的発展は見られなかつた。

昭和16年(1941)、太平洋戦争が勃発し、国をあげて生産力拡充が叫ばれ、増産に専念したが、ヨウ素の生産量は昭和18年(1943)の146トンにとどまつた。その後、ヨウ素工業は衰退していく、昭和25年には海藻からのヨウ素生産は中止された。それに代わって、天然ガスかん水からのヨウ素生産が台頭してきた。

次に日本の海藻ヨウ素工業の発展に足跡を残した人たちに少し触れてみることにする。

明治19年5月、米穀肥料及び昆布等を商っていた加瀬忠次郎は昆布等を積載して、清国の上海に渡つた。そこで昆布等を販売し、肥料を輸入する計画であったが清国の貿易が非常に厳しく断念せざるをえなかつた。その帰途、北京によつた際に淋病を患い非常に困つてゐた。その時、同宿の英人夫婦がその病気を診断して、「ヨヂムポッタース」という薬をつけてくれた。英人が重ねて説明するにはこの薬はヨーロッパに無くてはならないものであつて、この薬品の原料は海藻であつて、日本には海藻がたくさんあると聞いており、これから、日本に渡つてこの薬品を製造したいことを

話した。これを聞いた加瀬忠次郎は同年8月に帰国し、英人に先んじてその薬品を製造しようと、翻訳の製薬書を勉強していた。明治20年10月東京蛎殻町に試験的ではあるがヨウ素を製造している者(瀧本、山崎等)があると聞いて、さっそく彼らを雇つて、深川区入船町四番地に製造場を建設し、同年12月に完成させ、明治21年1月より製造を開始した。同年に1127ポンドのヨウ素を製造した。純度も低い粗製品であったようであるが、これが日本でヨウ素が工業的に製造された最初であると考えられる。

鈴木製薬所は、明治23年(1890)に味の素の創始者鈴木三郎助によって創設された企業で、同年、神奈川県三浦郡葉山町にヨウ素工場を建設し、海藻灰からヨウ素と共に塩化カリを生産した。塩化カリはこれにチリ硝石を作用させて硝酸カリとし、火薬の原料とした。明治37年(1904)の日露戦争時代には著しい増産を成し遂げた。同工場のヨウ素生産は、既存の安房沃度製造所館山工場と鈴木製薬所の原動力となり、明治40年(1907)に合資会社鈴木製薬所となる。このヨウ素事業は後に新事業「味の素」を成功させる強力な礎となつたようであった。

明治41年(1908)12月、森蘆杞が房総地方の群小メーカー(主として海藻灰メーカー)を合同して設立したのが総房水産株式会社であった。森家はもともと千葉県夷隅郡清海(現在の勝浦市守谷)の網元であったが、森蘆杞の父為吉は明治30年(1897)、カジメ焼きに着手し、やがて加瀬忠次郎のヨウ素工場の有力な原料ルートとなつた。その後、粗製ヨウ素工場を建設し、明治30年代末には房総のヨウ素業界の中核的存在となつた。

明治42年(1909)に清海沃度工場を修補再開し、ヨウ素、塩化カリ、食塩等を製造した。明治44年(1911)には房南沃度合資会社を買収して、これを乙浜工場とした。同年、安房沃度製造所を合併して、これを館山工場とした。こうして清海、館山

の両工場を主力に房総地方はもとより関東地方の有力なヨウ素企業に成長し、業界勢力を鈴木氏と二分するに至った。しばらくの間、両氏の激しい抗争が続いたが、安房沃度製造所が同社に合併されたのを契機に和解が成り、事業提携が見られるようになった。大正4年(1915)、第一次世界大戦の好況期を迎えて、既設工場の生産倍増を図るとともに、大正5年(1916)には福岡に九州工場を新設した。同社が年率136%という高率配当を行ったのもこの頃である。この時、日本のヨウ素生産量は294トンに達し、世界のヨウ素生産量の10%を占めるに至った。

大正6年(1917)には事業の拡張を図ったが、世界大戦終結とともに不況にみまわれ、大正8年(1919)には東信電気株式会社に買収された。ヨウ素事業は同社の新設した水産部に属し、大正11年(1922)に九州工場を廃止、館山工場は休止し、ヨウ素、塩化カリの生産は清海に集約された。しかし、大正15年(1926)、清海、館山の両工場は、森矗昶が設立した日本沃度株式会社(昭和電工株式会社の前身)の手に再び移された。その後、同社は昭和14年まで年間5~10トンのヨウ素を生産し、太平洋戦争の中頃には年間18トンのヨウ素を生産したこともあったが、以後、年々減産し、戦後には年産1~2トン程度となり、昭和25年(1950)には、ヨウ素の生産を完全に中止した。

この間にかん水からのヨウ素生産も増産されてきたために、海藻を原料とするヨウ素生産は漸次後退し、昭和25年に国の育成政策も廃止され、房総半島を中心に行われてきた日本の海藻ヨウ素工業も競争力を失い、明治中期から続いた海藻ヨウ素の歴史は終わりを告げた。これ以降、ヨウ素は地下かん水を原料とする生産に移り変わっていく。しかしこの時代に培われた海藻ヨウ素生産の技術は大いにその後に台頭してくるかん水からのヨウ素生産を容易に発展させる要因とも成っていた。

(2) かん水からのヨウ素生産の歴史

昭和7年(1932)、日本の油田かん水の研究論文が発表されたのが端緒となって、同9年(1934)、相生工業株式会社(現合同資源産業株式会社)が千葉県夷隅郡大多喜町に上巣工場を建設し、天然ガスかん水(かん水とは油田及び天然ガス井から石油、天然ガスとともに産出する、海水に似た組成をもつ塩水である)を原料として同社の開発した銅法(図8)によって昭和10年(1935)にヨウ素の生産を開始したことである。この時の生産量は約8トンであった。翌11年(1936)には24トンを生産してかん水からのヨウ素事業を確立していった。同社の銅法は昭和49年まで操業されたが工場排水規制で銅の排出濃度規準が3ppmとなつたこと等の理由でヨウ素の製造法はブローアウト法(追い出し法)に切り替わり、銅法は終わりを告げた。

この後、海藻からのヨウ素生産は漸次後退していき、かん水からのヨウ素生産がこれに取って代わるようになり、ヨウ素は原料転換によって、千葉県の特産的事業となって定着することとなった。

昭和12年、天然瓦斯化学工業株式会社(大多喜天然瓦斯株式会社の子会社)が長生郡茂原町に設立され、翌13年(1938)に工場を建設して濾粉吸着法を採用してかん水からのヨウ素生産を開始したが昭和19年(1944)に操業を中止した。その後、昭和28年(1953)に大多喜天然瓦斯株式会社(昭和32年に社名を関東天然瓦斯開発株式会社に変更)が独自で考案したブローアウト法で小規模ながら工業生産を開始し、翌29年(1954)からは活性炭法も併用して、昭和32年(1957)まで生産した。その後は活性炭法のみになり昭和36年(1969)まで生産を続け、中止した。そして昭和44年(1969)にイオン交換樹脂法を採用してヨウ素生産を再開し、現在に至っている。

昭和14年夷隅郡大多喜町で日宝興発株式会社

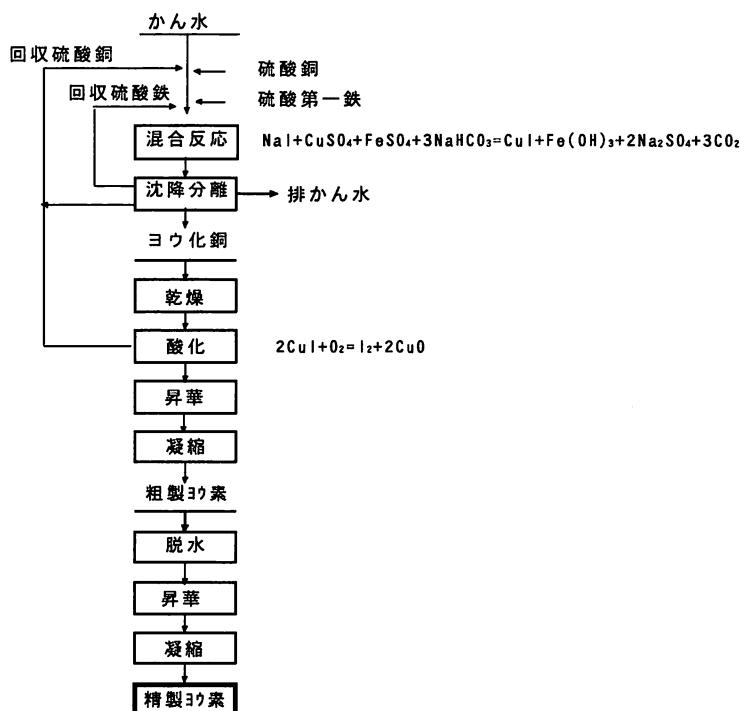


図 8 銅法によるヨウ素の製造工程

(日宝化学株式会社の前身)が日本で最初の活性炭法による小規模のヨウ素製造を始め、昭和23年(1948)に千町村松丸に国吉工場を建設し、本格的にヨウ素製造を開始した。昭和46年(1971)にブローイングアウト法に切り替わって現在に至っている。

昭和15年、日本鹹水工業研究所は二硫化炭素を使用する溶剤抽出法(図9)でヨウ素生産を始めた。昭和19年、日本天然瓦斯興業株式会社(昭和15年設立)が同社を合併し、後に活性炭法に変更して生産を行った。昭和38年(1963)に世界で最初のイオン交換樹脂法(図10)による沃素生産を開始し、全ての工場を同法に転換していった。

その他にも、乾化学工業株式会社、大洋化学工業株式会社、昭和19年(1944)に千葉沃度株式会社などが設立された。

昭和2年に設立の伊勢沃度工場(海藻ヨウ素生産)は、昭和23年に伊勢化学工業株式会社と改名

し、昭和25年に千葉県茂原に進出して八積工場を建設し、かん水からのヨウ素生産(活性炭法)を開始した。昭和36年にブローイングアウト法(追い出し法、図11)に製法を切り替えた。昭和46年に新潟県に新潟工場を建設したが平成6年に生産を中止した。昭和50年には宮崎県に宮崎工場を建設し、ヨウ素生産を開始した。

新潟県では昭和41年、日本ハロゲン株式会社が設立され、中条地区のかん水からヨウ素生産を開始した。しかし、ヨウ素市況が悪化した平成6年(1994)に生産を中止した。それに代わって、平成7年(1995)ジャパンエナジー石油株式会社がヨウ素生産を再開した。同年、東邦天然ガス株式会社も中止していた新潟県黒崎でヨウ素生産を再開した。

日本の生産量は昭和39年(1964)に2千トンに達し、チリと肩を並べるようになった。昭和47年(1972)には7500トンになり、世界の生産量の70

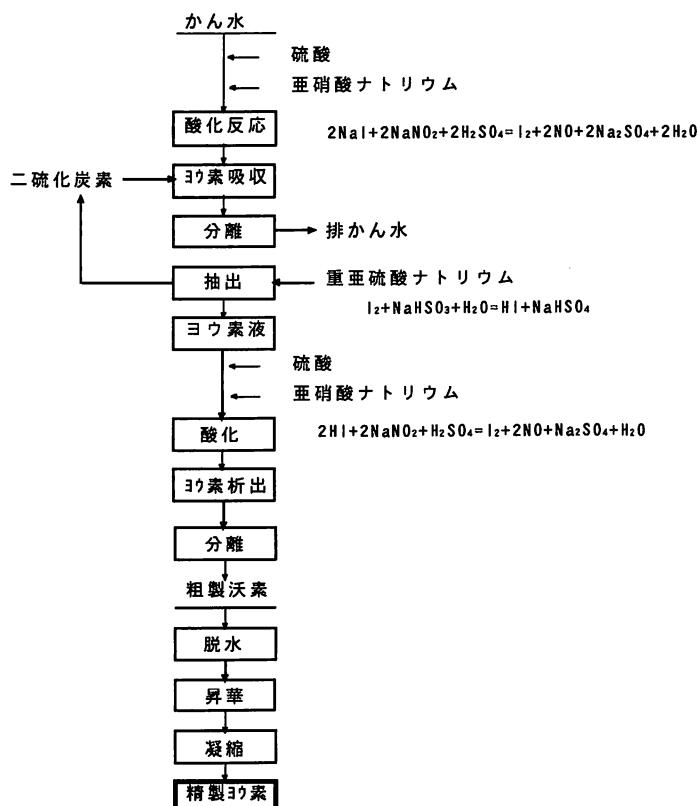


図 9 二硫化炭素法によるヨウ素の製造工程

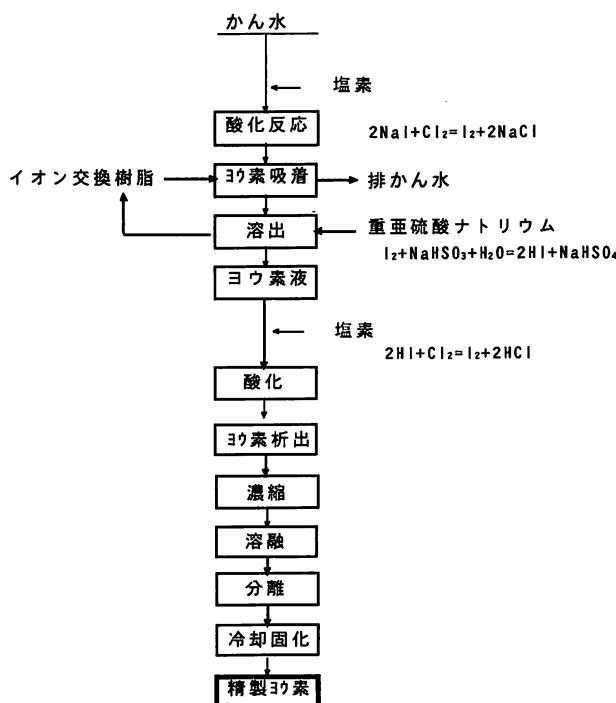


図 10 イオン交換樹脂法によるヨウ素の製造工程

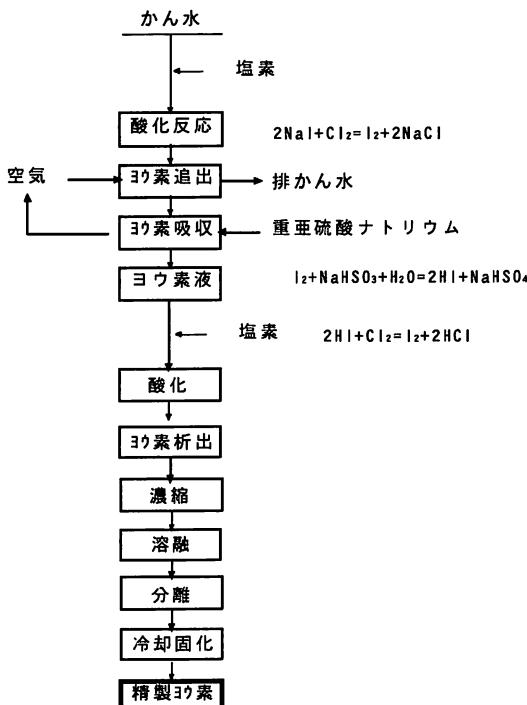


図 11 ブローイングアウト法（追い出し法）によるヨウ素の製造工程

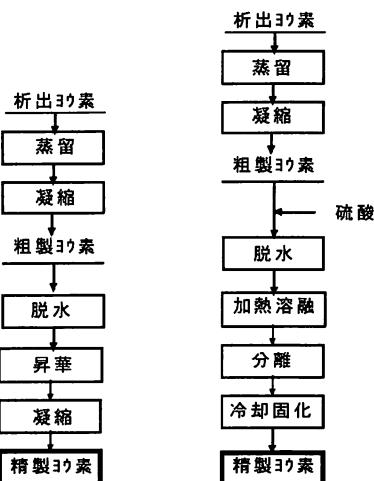


図 12 昇華法による精製工程

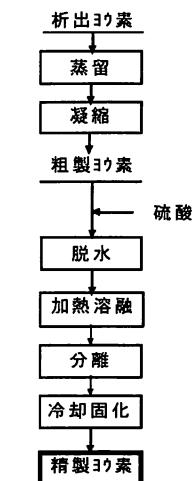


図 13 ギルピン法による精製工程

%を占めた。しかし、昭和48年(1973)に千葉県と交わされた地盤沈下防止協定により、井戸の大規模な削減計画がスタートし、この年をピークにしてヨウ素の原料であるかん水の生産量は漸次減少

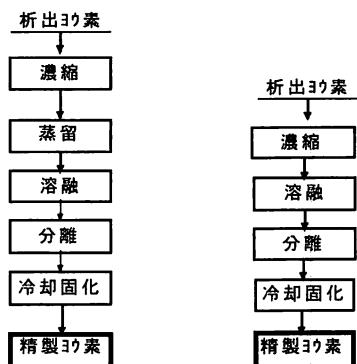


図 14 蒸留法による精製工程

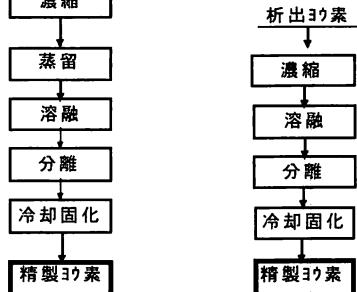


図 15 溶融法による精製工程

していった。その後、日本の生産量は約7千トンで一定の水準に落ち着いてきた。しかし、チリの生産量が著しく増加したために、平成8年(1996)には世界に占める日本の生産量の割合は45%程度となった。

このようにヨウ素工業も目まぐるしく栄枯盛衰を繰り返して成長していった。ヨウ素の製造法はブローアウト法とイオン交換樹脂法の2方法のみとなつたが非常に合理化され、採取効率も大きく改善されて、世界に誇れる技術を持つようになった。現在もその中心を担っているのが千葉県の九十九里地域であるといえる。

ヨウ素の精製法も昇華法(図12)からギルピン法(図13)へと変化し、最近は蒸留法(図14)、溶融法(図15)が主流となっている。これによって、沃素の純度も向上し、品質も大きく向上してきた。

7. ヨウ素の生産及び需要

表1に示すように、世界のヨウ素生産量の約90%は日本及びチリの二カ国で生産されている。

表2に示すようにヨウ素は医薬、診断薬、殺菌防黴剤、飼料添加剤など、非常に人間生活にかかる部分に多く使用されている。

表 1 世界のヨウ素生産量（1996年）

国名	トン	比率%
日本	6,800	42.5
チリ	7,200	45.0
アメリカ	1,500	9.4
その他 ⁽¹⁾	500	3.1
合計	16,000	100.0

(1) は推定値

表 2 世界の用途別需要量（1995年）

用途別	トン	比率%
造影剤	3,400	24.3
殺菌防黴剤	1,500	10.7
医薬品	2,000	14.3
反応媒体	2,800	20.0
写真葉	300	2.2
飼料添加剤	2,000	14.3
除草剤	1,000	7.1
その他	1,000	7.1
合計	14,000	100.0

7. おわりに

ヨウ素生産の歴史を振り返ってみるとやはりヨウ素とは非常に貴重な元素であることを再認識する。目立たない存在ではあるが、ヨウ素の資源国としての責任を持ち、世界に貢献する歴史を造っていくかなければと痛感する。

日本のヨウ素生産の技術は進んでいると言える。しかし、ヨウ素の利用の面では非常に遅れをとっている。日本で生産するヨウ素の80%以上を輸出し、ヨウ素の誘導体を輸入しているのが現状である。やはり、日本でヨウ素の利用を促進し、付加価値をもった有用な形で世界に貢献することを望

んでいる。

今回、ヨウ素の歴史をご紹介する機会を与えて頂き感謝すると同時に、この機会に日本のヨウ素について、少しでも興味をもって頂くことを願うものである。

また、ここに御協力いただきました関東天然瓦斯開発株式会社の佐久間昭氏ならびにヨウ素製造各社に謝意を表する。

参考資料

- 1) 高松豊吉、丹波敬三、田原良純『化学工業全書第一冊』丸善書店、南江堂書店大正14年第6版発行
- 2) 野崎弘、藤代光雄『ヨウ素とその工業』東京電気大学出版部、昭和37年発行
- 3) 松岡敬一郎『ヨウ素総説』霞ヶ関出版株式会社昭和49年発行
- 4) 柴田雄次『無機化学全書IIIハロゲン新版』丸善株式会社昭和33年発行
- 5) 原 徹『製造工程図全集I』株式会社化学工業社、昭和43年発行
- 6) 関東天然瓦斯開発株式会社、大多喜天然瓦斯株式会社『五十年の歩み』昭和56年発行
- 7) 合同資源産業株式会社『社史』平成2年発行
- 8) 林 良重「日本のヨウ素発見者」『化学史研究』24巻第I号、1997、70頁
- 9) B. S. ヘッツェ『ヨード欠乏症』山本智英訳、入江 實監修、発行、1995年
- 10) 昭和電工株式会社『昭和電工50年史』昭和52年発行
- 11) 遠藤宣哉『千葉県工業歴史資料調査報告書-抜刷、ヨウ素生産、精製技術の歴史』1996年

History of Iodine Production

Shigeru SUNAGAWA

(Godo Shigen Sangyo Co., Ltd.)

Japan must import most natural resources such as oil, natural gas and steel. However, the Kuwyukuri area, centered around Mabora city in Chiba prefecture, has significant iodine resources. Brine water containing iodide is drawn up with natural gas that is recovered from the ground. Iodine is then removed from the brine water and is refined. Japan currently

produces 45 % of the iodine in the world.

Iodine is a precious element that can not be made artificially and is indispensable for human life.

The history of iodine production will be presented from the point of view of Chiba prefecture.

〈会員の出版物〉

- | |
|---|
| 調佐志・川崎勝 (編著)
『科学技術時代への処方箋』
北樹出版, 206 頁, 1997 年, 2200 円. |
| L・J・シェパード (小川眞里子・服部範子・小田敦子訳)
『ヴェールをとる科学』
誠信書房, 393 頁, 1997 年, 3900 円. |
| P・J・ボウラー (横山輝雄訳)
『チャールズ・ダーウィン——生涯・学説・その影響——』
朝日選書, 1997 年, 1700 円. |
| 梶 雅範 『メンデレーフの周期律発見』
北海道大学図書刊行会, 1997 年, 393 頁, 7000 円. |
| 中島秀人 『ロバート・フック』
朝倉書店, 1997 年, 291 頁, 4700 円. |
| 斎藤 憲 『ユーリッド「原論」の成立——古代の伝承と現代の神話——』
東京大学出版会, 1997 年, 244 頁, 4400 円. |
| 西尾成子 『こうして始まった 20 世紀の物理学』
裳華房, 1997 年, 125 頁, 1400 円. |
| 井山弘幸 『鏡の中のAINシュタイン——つくられる科学のイメージ——』
化学同人, 250 頁, 1998 年, 2000 円. |
| 吉田 忠・李廷粧 (編)
『科学技術 日中文化交流史叢書 8』
大修館書店, 1998 年, 522 頁, 3000 円. |
| Yasu Furukawa
<i>Inveneting Polymer Science : Staudinger, Carothers, and the Emergence of Macromolecular Chemistry.</i>
Philadelphia : University of Pennsylvania Press,
1998. 310 pp. \$ 49.95. |

小川正孝の栄光と挫折

吉原 賢二*

1. はしがき

小川正孝は明治日本を代表する無機化学の先達の一人で、その名はニッポニウムの発見によって有名になったが、のちにその報告が誤りであることがわかり¹⁾、栄光は暗転した。

しかし最近の再検討によって、ニッポニウム研究の意義が再評価され、少なくともかれの研究の全部が誤りではなかったことが論ぜられている^{2,3)}。

のちに述べるように、かれは東北大学の創立当初からの教授、理科学院長、第4代総長として東北大学の重責を担う立場にあった人であり、「研究第一主義」を旗印にかかげた東北大学の徹底した研究傾向を体現した人であった。ニッポニウムの不成功にもかかわらず、かれが同僚、後輩から、実験の鬼——一部の人からは研究に生涯をかけた聖者のようにまで持ち上げられたことも、大いに理由のあることであった^{4,5,6)}。

2. 小川正孝のひとと経歴

小川正孝は父小川弘正が伊予松山藩の江戸詰めの武士だったので、慶應元年(1865)1月26日江戸(東京)で生まれた。明治維新になって一家は郷里松山に戻った。その数年後に父が亡くなり、かれは長男としての重責を感じながら育った様子が見受けられる。生涯母親思いであったといわれる。松山中学校に学んだが、俳人正岡子規の少し

先輩であり、かれ自身なかなかの文学青年であつたらしい。学友の俳人内藤鳴雪とはのちのちまでつき合いがあった。

松山中学校卒業後、松山藩主の奨学金を得て東京に遊学した。一度は選考にもれたのだが、長い長い建白書を書いて、それが認められたのだという。青雲の志を抱いて、必死で東京に出たいと願った努力家のかれの姿がしのばれる。帝国大学(現在の東京大学)では化学を学び、第1回の卒業生だった。同級生は味の素で有名な池田菊苗ひとりであった。この才人の同級生は早くから頭角をあらわし、東京高師教授、東大助教授、東大教授となり、明治32年(1899)には早々と英独留学の途についた。それに対して小川は大学卒業後1年間外人教師 Divers のもとで大学院生として研究したのち、静岡中学校の教師となり、不遇の数年を送った。発奮して東大に戻り、無給の副手として研究を続け、明治32年(1899)ようやく第一高等学校教授の職につくことができた。池田が当時の東大の実力者桜井錠二の妹を妻にした幸運に比べ、自分は桜井にうとまれていたかのように感じたこと也有ったらしい。後輩までが小川に先んじて留学する状況だったが、これは静岡に居たブランクもあったことなので、やむを得ないことだったろう。その代わり、小川は人並はずれて努力をし、寸暇を惜しんで実験にはげんだ。のちに東北大教授になる真島利行が、東大に戻ったころの小川の勤勉ぶりに驚いている⁷⁾。一高に居ること数年、明治37年(1904)、小川にも留学の機会がめぐって来た。

小川は当時希ガスの発見で有名だった英國ロン

1997年11月25日受理

* 東北大学名誉教授

ドン大学の Ramsay のもとに 2 年間留学することになった。ロンドンでは東大時代に世話をなった Divers のところに下宿したといわれる。Ramsay は当時のセイロン島(スリランカ)から発見された方トリウム鉱 thorianite の中に新元素がありそうだと考え、その分析を小川に担当させた。

当時の Ramsay の研究室がどんな様子であったかは、O. Hahn の自伝 “Mein Leben”⁸⁾ に書いてあり、その中に 2 個所小川の名前があげられている。のちに核分裂の発見をやって世界を驚かせ、ノーベル賞をもらうことになる若い Hahn は小川に少し遅れて Ramsay の研究室にやって来ましたが、早々と新しい放射性同位元素のラジオトリウム ($RdTh$) を発見した。そして翌年にはさらに深く放射能研究をやるために、モントリオールの Rutherford の研究室へと去了。Ramsay の研究室は大へん活気にみちていて、1904 年には Ramsay は希ガスの発見と周期表におけるその位置の決定の功績によりノーベル化学賞を受けた。Ramsay は向う見ずと思われるくらいに大胆で、前向きの人だったと Hahn が言っているが、天才的なところのある人だったことは疑いない。かれは希ガスの発見をおこなったばかりでなく、放射壊変にも深い関心を持ち、Soddyとともにヘリウムが放射壊生成物として生成することを明らかにし、元素変換説の基礎を固めた。

2 年の留学期間で小川は 40 歳を越えてしまっていた。留学生としては年齢の高い方だった。當時「40 歳を越えてからの留学はつらい」と言っていたようだが、それにもかかわらず、小川は方トリウム鉱の中に「新元素」を発見した。Ramsay は小川の仕事を高く評価して、かれ自身英國の化学会で小川の発見が十分信用できるものであることを語った。かれは小川に論文の発表を強くすすめた。しかし小川は当初いささかためらいがあったらしく、慎重な態度だった。もう少し確かめてからと思ったのであろう。1906 年に帰国するとき

に小川は 10 ポンド (4.5 kg) の方トリウム鉱を自腹を切って買った。帰国後も研究を続けるつもりだった。

英国から帰って間もなく、小川は第一高等学校から東京高等師範学校教授となった。ニッポニウムの研究は母国でも話題となつた。意外なところにニッポニウムを豊富に含む日本産の鉱物が見つかった。それは輝水鉛鉱 molybdenite であった。小川によれば 400 グラムの輝水鉛鉱中に 7 グラムのニッポニウム化合物が含まれていたという。これは方トリウム鉱に比べ格段に多い含量であった。方トリウム鉱の場合と同じく 488.2 nm のところにスペクトルの輝線を示した。ここで自信を持った小川は、英國の雑誌 Chemical News に 2 篇^{9,10)}、東京帝国大学紀要に 2 篇^{11,12)} 英文で発表 (1908)，さらに東京化学会誌に 1 篇日本文で発表し¹³⁾、ニッポニウムの発見を報じた。小川の名はヨーロッパにひろまり、小川自身は日本の理学博士になったのについて、第 1 回の桜井褒賞を受賞した。これは日本化学会賞に相当するものであった。ただし、これらの論文は予報 (Preliminary note) となっていて、完結した論文のスタイルではない。完結した論文はその後ついに現れなかった。

1911 年に東北帝国大学の理科大学が開講し、小川は初代の無機化学講座の教授、理科大学長となつた。小川が年長だったから管理職をやらされたのだという。初代東北帝国大学総長は沢柳政太郎で、やり手の文部官僚であった。小川は教授会を代弁する立場であり、大学行政的には副総長的な立場で総長の相談にも与つたようである。

小川は大正 6 年 (1917) 総長事務取扱をやり、その後大正 8 年 (1919) には第 4 代東北帝国大学総長となつた。文部官僚出身でないはじめての公選の総長であった。総長在任期間は 9 年間で、その間鉄鋼研究所 (現在の金属材料研究所) の創設、工学部、法文学部の新設、その他教室、講座等の新增設に関わり、大学の発展のために尽力した。



写真 1 小川正孝の肖像画（末松筆）

小川の風格のある姿を肖像画にしたものを写真に示す。かれは正直で一本気な性格だったから、かけ引きなしの交渉を文部省とやり、かえって信用されたという。自分は総長に向いていないからいつでもやめるつもりで、好きな研究に打ちこみたいと言っていたが、それは許されなかった。総長になってからでも実験室に入って実験し、夜更けに及ぶこともしばしばだった。家に帰ったら鍵がかかっていたので、大学に戻ってそのまま徹夜で仕事をすることもあった。総長として日常フロックコートを着ていたが、その姿のまま実験室に行き、実験するので、なぜ実験着に着替えないかと学生に問われ、逆に「君たちはなぜ着るのか」と反問し、「服が汚れるからです」と答えがあると、「そうだろう。君達はこぼすことを前提として実験しているのだろう」と言ったという。実験には大変な自信を持っていた小川の面目があらわれている¹⁴⁾。

小川は昭和3年(1928)に63歳で大学を定年退職になったが、実際は定年後も実験室に入りして研究にはげんだ。白金属の研究をやっていた。ニッポニウムは7族の43番元素と考えていたので、白金属の鉱物に含まれるとも考えていたふしがあり、白金属元素の化合物の研究はそれと関連しているかも知れない。

かれは昭和5年(1930)7月3日実験室で身体の不調を訴え、7月8日東北大学病院に入院、7月11日に死去、65歳であった。

3. 小川正孝の化学的業績

小川の研究論文は少ない。有名になったニッポニウム関係の論文でも実質的には2篇の論文があるのみである^{9,10)}。それ以外には亜硫酸の化合物に関する論文が数報とセレン化合物に関する論文がいくらかあるが、とり立てていうほどのものではない。

ニッポニウムの発見の報告はいろいろ問題があったにせよ、当時の日本の学界に与えたインパクトは非常に大きなものだったので、そのことを無視するわけにはいかない。

ここで小川のニッポニウムの研究が、世界的に見て、化学史上どのような位置でなされたかを振り返ってみることは意義のことではあるまい。図1は元素発見の歴史を示し縦軸に1/4世紀ごとに発見された元素の数を示してある。元素発見の歴史にはいくつかの高揚期と停滞期があったことは事実である。19世紀の末の1/4世紀は元素発見の最盛期であり、この時期までに天然に存在する大方の元素は出揃ったので、20世紀初期——すなわち小川の新元素ニッポニウム研究のころは、前世紀末の余波は心理的に残っていたが、實際上は落穂拾いの停滞期となっていたことがわかる。小川は大変困難な時期に東洋人化学者として唯一、元素発見の壯舉に取り組んでいたのであつた¹⁵⁾。そのあとの時期はすべて放射性元素——と

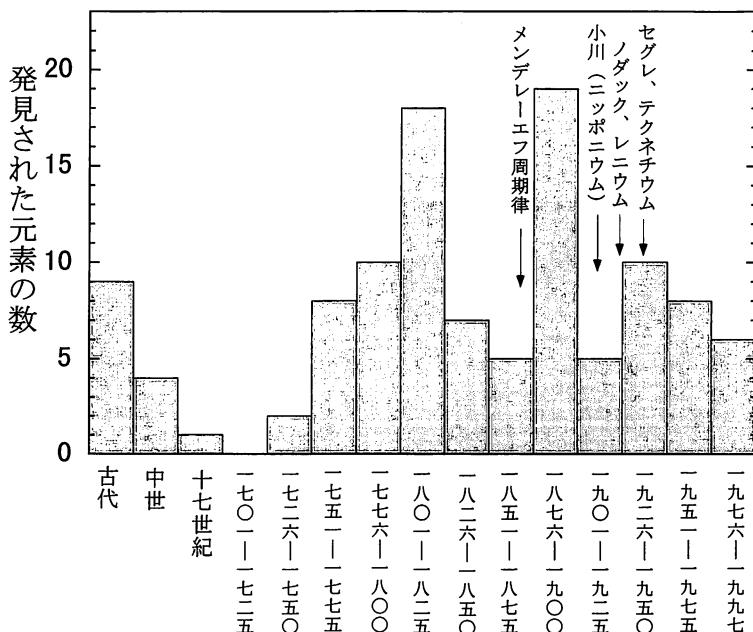


図 1 元素発見数の歴史的経過

くに人工元素の研究になり、20世紀の第2四半紀にピークを示している。

ただし停滞期でむずかしいものしか残っていない状況といつても、小川が化学界の巨人 Ramsay の指導のもとに研究を続けたことは、元素発見に関するいえば非常に成功の可能性の高い有利な場所にいたといえる。Ramsay の研究室は分光学的方法によって元素を同定すること得意としており、それは旧来の化学から見れば、すぐれて進歩した手法をふんだんに、かつ有効に使った研究室であった。Ramsay その人が Glasgow の大学を出たあと、分光研究の大家である Heidelberg の Bunsen のもとで学んだ。Bunsen はこの方法によってセリウム、ルビジウムを発見し、Ramsay は同じ手法でアルゴン、クリプトン、ネオン、キセノンを発見し、ヘリウムを確認した¹⁶⁾。もともとヘリウムは天文学者が太陽のスペクトル中に新しい輝線を発見したのがはじまりで、30年も経ってから、地球の岩石の中に含まれる気体の中にヘリウムが入っていることをスペクトルで確認したので

ある。

論文^{9,10)}の中でも主張しており、また帰国後も生涯にわたって小川がニッポニウム発見にこだわったのも、新しいスペクトル線が見出されたからである。小川はそれを自分の目で見たからである。従来の小川の仕事に対する評価は、この視点が欠けているか、弱いかであり、それに対しては小川にも言分があったであろうと思われる。

さて小川のニッポニウムの仕事は方トリウム鉱 thorianite に関する第一報⁹⁾と輝水鉛鉱 molybdenite に関する第二報¹⁰⁾に分けて発表され、前者はロンドン留学中の仕事、後者は日本に帰国後の仕事である。

方トリウム鉱については古典的な化学分離・分析の手法を採用している。現在から見るとまことに厄介な系統分析に見えるが、多量の原鉱石の主成分元素（トリウム・ウラン等）を硝酸で処理して取り除き、無関係な既知元素を一步一步取り除いてゆくステップを重ねるのである。こうして最終的なフラクションに到達して、その水溶液に 90

% エタノールとアンモニアを加え、ニッポニウムの水酸化物が得られた。これを加熱して酸化物に変え、水素気流中で加熱還元すると金属になると小川は観察した。金属は塩素化すると発煙性の塩化物になり、定量的な仕事ができない。そこでかれはふたたび酸化物に戻って、これを塩素化し(CCl_4 存在)、塩化物を得たと考えた。この塩化物と考えたのが大いに問題であるが、つぎの節で述べる。この塩化物を硝酸酸性溶液に溶かし、アンモニアで沈殿、灼熱して酸化物に戻した。酸化物 → 塩化物 → 酸化物のサイクルでの重量変化を調べ、当量を決定した。50.3 の当量が得られたので、小川はこの金属を 2 倍と考え(これも疑問点だが、つぎの節で述べる)、原子量として 100 を与えた。それはモリブデン(42 番)とルテニウム(44 番)の間にくるので、周期表で 7 族のマンガンの下にある元素としたのである。スペクトル線は $4882 \pm 10 \text{ \AA}$ で従来観測されたことのないものであった。この仕事は最初は 1 kg、のちに 250 kg の原鉱石の処理物を加えて、ようやく分析できる程度の物質を得たのである。

この結果は Ramsay を喜ばせた。かれが小川に新元素(ニッポニウム Np)の発表をすすめたのは前節で述べたとおりである。

第二論文¹⁰⁾は輝水鉛鉱 molybdenite (MoS_2) を扱ったものである。この論文は第一論文と似た手法を使い、日本産輝水鉛鉱中に多量のニッポニウムが含まれていることを示したことが注意をひく。またニッポニウムとモリブデンとの複塩のような化合物が得られるといい、ニッポニウムには高い原子価状態と低い原子価状態があつて、ここでは高い原子価状態(6 価)と考えるのが適当であるとし、当量として 16.7 を得、原子量は約 100 で、第一論文の場合とほぼ一致した。論文中のこれらの観察は示唆に富むものであるが、原子量の決定のさいに最後まで多少の迷いがあったことを示している。

この研究は、いわば Ramsay のお墨付きがあつたから、欧米ではじめ受け入れられ、1909 年の Loring の周期表¹⁷⁾にニッポニウムは Np という記号で採用されている。日露戦争に勝つて日本国民の意氣が上っていた頃だから、国威宣揚のために役立ったというような大げさとも見える評価がなされた(学位記)こともあったが、問題はこの「新元素」が追試によって証明されるかどうかであった。

実際、小川の研究は東北大学の小川の共同研究者が追試をしても再現できなかった。小川の研究室で大学院生であった小野平八郎はつぎのように言った⁴⁾。

「捕えたと思えば逃げ、逃げたと思えば又痕跡らしいものが突如表れる……若い学生にはそれが堪え難い苦難の実験であった。やってもやつても出来上がらぬ、業績を思う時、青年の心は滅入って終うばかりだ。実験室に日が暮れて、今日も駄目だったと断念して帰る……(その時の淋しい心、誰が知ってくれるか) ……窓を開いて覗くと、小川先生の研究室から灯がチラチラと映って、先生は永遠の研究を尚続けて居られるその姿が見えるではないか。六十を越しても尚撓まず研究せらるる先生のお姿、それは實に事の成否を超越した或るものであった。吾々の光りであった。」

上のような結果になったのは、現在から見ればニッポニウムの含有量が分析に使った方トリウム鉱の中では、とても問題にならないほどの微量であったためだろうと見られる³⁾。小川がロンドンから自腹を切って買って来た量(4.5 kg)程度では検出できるか、できないかの限界か、それ以下ではなかったか。のちに小川は原子番号を直接的に決定できる特性 X 線分析法を使おうとしたらしいが、その結果がどうなかったか、公表されていない。また金属材料研究所に入った新鋭の質量分析器を使って直接質量ピークを検出する実験を計

画し、このことが報道されて全国の注目を集めたが、「なお濃縮の必要あり」という中途半端な結果に終った¹⁴⁾。

欧米でも小川のニッポニウムは次第に疑問視されて来た。1925年にドイツの Noddack 夫妻ら¹⁸⁾が特性 X 線を使って 43 番元素マスリウム（ニッポニウムの周期表上の位置に対応する）と 75 番元素レニウムを columbite などの鉱石中に見つけたと発表した。レニウムはその後 molybdenite の中から濃縮され確認されたが、43 番元素の方はついに濃縮できず、確認されなかった。43 番元素は 1937 年、イタリーの Perrier と Segrè¹⁹⁾ がモリブデンの重陽子反応で人工的に作り、これがマンガンやレニウムに似た 7 族元素としての化学的性質を持っていることを明らかにした。のちには原子炉で照射したモリブデンから 43 番元素が可秤量作られ、またさらに多くの量がウランの核分裂生成物として得られた。こうして 43 番元素の存在は疑いのないものとなり、これにテクネチウムの名前が付けられた。テクネチウムはすべてが放射性で、一番長い半減期の同位体でも地球の年齢を生きのびることはできない。

周期表で 43 番元素の位置は 7 族のマンガンの下であり、小川のニッポニウムはついに居場所を失つたことになる。こうして小川の報告は誤報とされ、かえりみる人はほとんどいなくなった。従来元素発見には誤報も多いから、小川の仕事も誤報のひとつとしてリストに載るというような扱いになってしまったのは大変残念なことに見える。

4. ニッポニウム再評価

小川の 43 番元素発見が誤りとすれば、一体小川が発見したと信じたニッポニウムは何ものだったのか。一時は幻の元素とも考えられ、永遠に証明できないと思われたことがある。しかし小川があれだけ本気で研究し、Ramsay も認めたものなので、実体がまったくないとするのもおかしな話で

ある。

ニッポニウムが 43 番元素でなかったということは前節で述べた通りであるが、何であったかという考察は從来十分なされていない。しかし、調べてみると、何人かの人が説を立てている。

(1) ハフニウム説

ニッポニウムは実はハフニウムであったかも知れないという説は Hevesy²⁰⁾ が示唆し、van Spronsen がそれを採用している²¹⁾。方トリウム鉱の珪酸塩部分には実際にハフニウムがジルコニウムとともに 2% くらい含まれているというのである。この説は一見説得力があるよう見えるので、ロシアの化学史家の Trifonov らもそれに従った記述をしている¹⁶⁾。しかし光学スペクトルは説明できないし、化学性も違ったところが多いから、この説は適当とはいえない。

(2) レニウム説

地球化学者として有名な Goldschmidt はその名著 “Geochemistry” の中で「昔ニッポニウムとして報告された新元素はレニウムとモリブデン酸化物の混合物であったか知れない」と言っている²²⁾。しかし詳しい根拠は示していない。

その後筑波大の大西²³⁾は「ニッポニウムはレニウムか」と題してレニウムの可能性を示唆した。ただし、短い記述のため詳しいことは省かれており、レニウムらしいが断定できないと結論している。

(3) その他の

小川は白金属元素を誤認したのではないかとか、希土類元素を誤認したのではないかなど憶測しているものがあるが、根拠薄弱である。

筆者は 1996 年ベルギーで開かれた国際シンポジウム “Discovery of Elements” に招待された機会に、小川のニッポニウムの正体をつきとめるべく種々の検討をおこない、その結果をつぎのようにまとめた。

1) 小川の報告するニッポニウムのスペクトル

線は 488.2 ± 1.0 nm で、現在のレニウムの値 488.9 nm と誤差の範囲で一致する。

- 2) 小川の化学操作そのものはよいとしても、反応生成物の解釈に問題があり、原子量を計算し直すことが必要で、再計算の結果は 185.2 となり、現在のレニウムの 186.2 とほとんど一致する。
- 3) 小川が a new rich source of nipponium と呼んだ¹⁰⁾ 日本産輝水鉛鉱 molybdenite はレニウムを濃縮する性質のある鉱物で、のちに Noddack ら²³⁾ もレニウムをこの鉱物から 2 mg ほど取り出した。寺田ら²⁴⁾ は放射化分析で日本各地の輝水鉛鉱のレニウム含量を決定し、含量の多い火山性昇華物は小川の分析値に近い存在量を示している。

以上のような理由で、ニッポニウムはレニウムと同一のものと見られることを報告した²⁾。一番目の理由がもっとも強力な光学的証拠であるが、2) の理由も重要である。前の節で述べたように、小川はニッポニウム酸化物を塩素化すると 2 倍の金属の塩化物になると考えた。しかしならニッポニウムをレニウムと置き換えると、 ReCl_2 は不安定であり、できるはずがない。生成物は現代の化学的知識からは



のようにオキソ塩化物を考えるのが妥当である。そうすると原子量は上述のように訂正され、ニッポニウムを 43 番、すなわちマンガンのすぐ下ではなく、もうひとつ下の 75 番の周期表の空欄(1908 年当時)に入れればよかったのである。しかし当時は現在のように 75 番元素の性質がわかっていない時代であったから、そこまで考えにくかったのも無理はないかも知れない。

3) の理由として、日本でレニウム含量の多いものはほとんど輝水鉛鉱に限られており、他の鉱石ではふつうお話にならないほど含量が低い。小川は論文^{9,10)} の中でレイナイト reinite (αFeWO_4) の

中にもニッポニウムが存在すると述べたが、タンゲステン鉱はモリブデン鉱に随伴することがあり、モリブデン-タンゲステン型の輝水鉛鉱にも含量はずっと少なくなるがレニウムが存在することがわかっている²⁵⁾。小川がこのような混合型の鉱石とレイナイトを混同した可能性もなくはない。

小川の試料が残されていればニッポニウムの正体が何であるか、現在の手法によって立ち所にわかる²⁶⁾。しかしその試料が残されていなくても、かれが残した実験データから上のように論証することができます。小川がニッポニウムの名でレニウムを見つけていたことはほとんど疑う余地がない。繰返して言うが、スペクトルのデータは強い証拠である。気の遠くなるような時空を隔てた天体あるいは天体間物質の、原子種、分子種、あるいはイオン種でさえスペクトルで同定できる時代である。90 年昔の明治の化学者の取扱った試料が放った光を同定できないはずはなかろうと、筆者は考えている。

もちろん筆者の独断を押し通すつもりは毛頭なく、化学史上の元素発見のさいの判断の常識に従っている^{16,21)}。国際シンポジウムの反響も非常に好意的であり、主催者の Van Assche 教授をはじめ、多くの方々から高い評価を受けたことは事実であり、このことは故人となった小川正孝のためになったのではないかと考えている。

それにつけても、小川はまことに惜しいことをしたものである。小川が論文を発表した 1908 年当時はレニウムも未発見であり、小川の論文の中にはレニウムの化学そのものが書いてあるからである。

付け加えて言うと、小川とその共同実験者が苦しんだのは、希少金属元素の中でも希少なレニウムの存在量のためであったろう。方トリウム鉱では小川の記述した 250 kg よりも多い原鉱石が分析のために必要であったかも知れない。このような大量の原鉱石の分析は想像をこえる労力を必要

とし、ふつうの人間は悲鳴をあげる。小川が日本に帰って来て、ニッポニウム（レニウム）の豊富に含まれた輝水鉛鉱を見つけたのはまさに幸運であった。輝水鉛鉱は主成分のモリブデンと、レニウムのイオン半径が似ているため、ここにレニウムが濃縮されるのである。小川の第二論文¹⁰⁾では輝水鉛鉱をうまく分析しているように見えるが、そこでは分離・精製の問題が十分に解決されていなかったようだ。かれは複塩ができ、ニッポニウムとモリブデンが共存する化合物を得たと記述しているが、完全にモリブデンを除去しなければ正確な原子量は出て来ない。第二論文で出した原子量はモリブデンの原子量に近く、レニウムが少し含まれているので、その分だけやや高い値になったようだ。輝水鉛鉱中の主成分の MoS_2 をレニウムから徹底的に除くことが必要だったのである。この分離操作さえ確立できれば、小川は確実にレニウムの発見者となつたであろう。それにもかかわらず、小川は輝水鉛鉱の研究を放棄し、別の鉱物に興味を移してしまったらしい。何故なのだろう。理由はよくわからないが、日本で孤立した研究をし、外国の同業者と十分議論できなかつた社会的環境も、小川には不利に働いたといえよう。

レニウムは希少金属として、この世の中でもっとも存在度が少ないが、現在はフィラメント材料として大事な用途がある。小川がニッポニウムを発見したことが何の役に立つかと当時の東北大沢柳総長が尋ねたことがある。小川の答えは「総長と同じで、煮ても焼いても食えないものですな」とのことだった。基礎化学者の心意気を示したものであろう。

5. おわりに

以上ニッポニウム発見をめぐる小川正孝の栄光と挫折について記した。本稿は成功物語というよりは「残念」物語に重点がかけられたのはやむを

得ないが、そのことにも大切な意義はあるだろう。うつろいやすい栄達や成功よりは、かりに失敗があつてもスケールの大きい方がひとのためになることもある。とくに草創期の日本の化学を背負つた先人の誇りと苦悩は、後輩たちへのはげましであり、戒めでもあると思われる。

小川はすでに述べたようにきわめて熱心な研究者で、仕事中毒の人と取られるほどの超人的な働きぶりだったが、家庭では意外に優しい父としての面が今に語られている。晩年の小川の家族とともにとった写真を示すが、角がとれていかにも好々爺ふうになっている。二男英次郎は九大工学部教授、四男四郎は東北大金研教授だった。長男新太郎は化学を学んだが病氣のため療養の身となり、三男三郎は文科系に進み、北海道教育大学の教授をした。末娘（四女）の繁子は九大農学部教授だった青峰重範夫人である。立派な学者一家である。

小川が亡くなったあと、真島利行ら東北帝国大学教授の有志らが相計って、東北大学片平キャンパスの一角に小さな庭園——小川記念園を作つた。東北大学に対するかれの貢献をほめたたえたものである。通称三角公園といわれ、丈の低い灌木がきれいに配置され、顕彰碑文の三角天井の壁の背後はメタセコイアの大木がガードするかのように囲んでいる。東北大学の名所のひとつなのだが、最近はその由来を知る人も少なく、心ない人たちがバイクや自転車の一時駐車場として利用する。碑文には小川の化学者としての業績に何もふれていないのが奇異に感じられる。東北大学はやがて創立百年を迎えることでもあり、庭園を整備し、初期からの功労者の小川に対する顕彰の言葉にわかりやすい化学の業績再評価が記されてもよいのではないかと思われてならない。大学は市民に親しまれる所であった方がよい。

本稿を草するに当り、小川四郎東北大学名誉教授をはじめ、ご家族の方々にお世話をなつたこと



写真2 小川正孝の家族 (1926年)

右より長男新太郎、妻組緒、三男三郎、四女繁子、正孝、二男英次郎、四男四郎、三女秀子

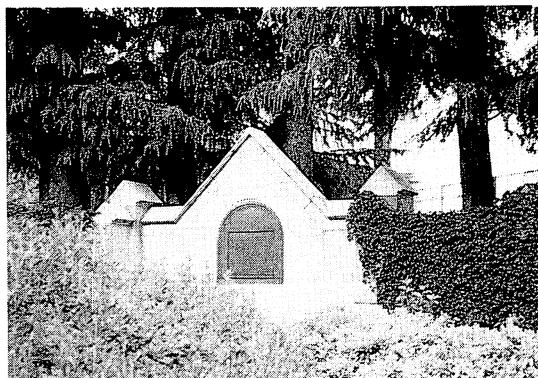


写真3 小川記念園

に感謝する。またいろいろご教示をいただいた阪上正信金沢大学名誉教授、米国アーカンソー大学名誉教授 P. K. Kuroda 氏および中原弘道東京都立大学教授に感謝する。元地質調査所地球化学室長の安藤厚氏にはレニウム分析データを教えてい

ただいたほか、前島根大学教授の島田昱郎氏には貴重な試料のご提供をいただいた。謝意を表する。

文 献

- 1) 日本化学会編；日本の百年史 p. 113 (1978).
- 2) H. K. Yoshihara, Rodiochim. Acta. 77, 9 (1997).
- 3) 吉原賢二, 現代化学 No. 6, 16 (1997).
- 4) 小野平八郎, 東北化学同窓会報 No. 8, 17 (1930).
- 5) 坐隱子, 現代化学 No. 10, 58 (1973).
- 6) 萩野博, 東北化学同窓会報(化学教室創立八十周年記念号), 54 (1992).
- 7) 真島利行, 東北化学同窓会報 No. 8, 1 (1930).
- 8) O. Hahn, "Mein Leben" F. Bruckmann KG, München, 1968. (山崎和夫訳, 『オットー・ハーン自伝』みすず書房, 1977).
- 9) M. Ogawa, Chem. News, 98, 249 (1908).

- 10) M. Ogawa, Chem. News, 98, 216 (1908).
- 11) M. Ogawa, J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo XXV, Art. No. 15 (1908).
- 12) M. Ogawa, J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo XXV, Art. No. 16 (1908).
- 13) 小川正孝, 東京化学会誌 30, 1277 (1909).
- 14) 加藤多喜雄, 東北大学広報 138, 2 (1990).
- 15) 吉原賢二, 学士会会報, No. 817, 21 (1997).
- 16) D. N. Trifonov, V. D. Trifonov, "Chemical Elements" Mir Publishers, Moscow (1982). (阪上正信, 日吉芳朗訳, 『化学元素発見のみち』内田老鶴圃, 東京, 1994).
- 17) F. H. Loring, Chem. News, 100, 281 (1909).
- 18) W. Noddack, I. Tacke, O. Berg, Naturw. 13, 567 (1925).
- 19) E. Perrier, E. Segrè, J. Chem. Phys. 5, 712 (1937).
- 20) G. von Hevesy, Kgl. Danske Videnskab. Selskab Mat.-Fys. Medd., 6, No. 7 (1925).
- 21) J. W. van Spronsen, "The Periodic System of Chemical Elements" Elsevier, Amsterdam, 1969.
- 22) V. M. Goldschmidt, "Geochemistry" Clarendon Press, Oxford, 1954.
- 23) 大西寛, 化学と工業, 43, 1717 (1990).
- 24) K. Terada, S. Osaki, S. Ishihara, T. Kiba, Geochem. J. 4, 123 (1971).
- 25) 島田昱郎, 山陰地域研究(自然環境) No. 3, 143 (1987).
- 26) 吉原賢二, 東北大学広報, No. 153, 22 (1992).

Glory and Collapse of the Work on Nipponium by Masataka Ogawa

Kenji YOSHIHARA

(Professoer Emeritus of Tohoku University)

Professor Masataka Ogawa (1865-1930) was one of the representative inorganic chemists in the Meiji Era in Japan. He went to London to study inorganic chemistry under the supervision of Prof. W. Ramsay who was a Nobel Prize laureate in 1904. Prof. Ogawa tried to find a new element in thorianite by laborious systematic analysis. He believed that he had found an element belonging to the 7th group in the periodic table, and put it just under the position of manganese in 1908.

This element, nipponium ($z=43$), was strongly supported by Ramsay and accepted in the Loring's periodic table in 1909. However, the presence of nipponium, could not be confirmed by other chemists later. The element

with $z=43$ was finally discovered by Perrier and Segrè in 1937 as a radioactive material (technetium). It was revealed that this element was unstable and the half-life of the longest-living isotope of technetium could not survive the age of the earth. Therefore Ogawa's nipponium should not be found in nature except for the case of spontaneous fission of uranium. Thus Ogawa's work was judged to be a mistake.

The present author recently reviewed the nipponium work precisely, and found that nipponium could be ascribed to the element $z=75$ (rhenium) instead of $z=43$ by the following reasons. (1) The spectral line of 488.2 nm in his report agreed with the present value (488.9

nm) of rhenium, (2) recalculation of the atomic weight of the element supported the value of 185.2 which is very close to the present value of rhenium, and (3) rhenium is actually contained in Japanese molybdenite which he regarded as a rich source of nipponium.

Therefore it is necessary to reevaluate Ogawa's work on nipponium in a correct manner from the modern chemical viewpoint. Actually he found a spectral line of rhenium, but his

assignment of the atomic number $z=43$ was evidently wrong. It is regrettable that he could not recognize oxychloride formation of the new element when its oxide was chlorinated. If he understood this chemical process he could obtain more reasonable atomic weight of the element leading to the discovery of rhenium.

In this paper Ogawa's contribution to Tohoku University was also described.

新入会員 (1998年4月~)

住所・勤務先変更・訂正

会員訃報

本会会員三浦豊彦氏は平成9年12月31日、逝去されました。享年84歳。
本会は謹んで哀悼の意を表し、御冥福を祈ります。

絵を残した科学者たち

原 田 馨*

はじめに

科学研究において大きな業績をあげた人々の中には、驚くほど多才な人がいる。本稿では絵を残した科学者たちについて述べることにする。ある人は少年時代にのみその画才を示し、また他の人は老年になるまで絵筆をとった。彼らの描いた絵が残っている数人の科学者を紹介する。本稿の目的は、彼らが絵を画いたこと、またその絵を分析することにより、画家（科学者）の内面を探る一つの方法とすることである。ここに取り上げる科学者はパストゥール、ヴェーラー、ケクレ、ヘッケル及びオストワルトである。ゲーテも科学者ということができるが、彼の画才についてはすでによく知られているので、ここでは省略する。

L. パストゥール

パストゥール (Louis Pasteur, 1822-1895) は『パストウリゼイション』といわれる低温殺菌法、『パストゥール効果』といわれる糖の発酵（代謝）過程に及ぼす酸素の効果でその名が広く一般に知られている。パストゥールは化学、生化学、微生物学及び医学の領域で驚くべき多彩な成果をあげた大科学者であった。彼の研究には分子不斉、発酵、自然発生、ブドウ酒の研究、蚕病、ビールの研究、伝染病の研究、ワクチン及び狂犬病の研究などがある。これらについて多くの解説がある。本稿ではパストゥールを理解する一つの契機となるかも知れない絵を描く若きパストゥールに先ず注目したい。

パストゥールは若い頃から絵を描く特技を持っていました。13歳(1835)頃から描きはじめた父母の肖像画は人々に注目されていた。図1、2(文献1)に示す父母の肖像画は15歳の頃(1837)に描かれたパステル画であり、専門

の画家も評価しているように、その技術は年齢の点から考えレベルの高いものであった。パストゥールは子供の頃画家になりたいと思っていたようである。若いパストゥールは家族をはじめ、近隣の人びと、82歳の修道女、町の名士たちの肖像を次々と描いた。その中にはバルボアの町長パロー氏の礼服姿の肖像も含まれていた。ところが19歳が過ぎ、パリの高等師範学校に合格するとピタリと絵を描くことを止め、その後再び絵筆をとることはなかった。

ここにパストゥールの内面を探る一つの鍵がある。突然絵を止めた理由をいろいろ想像することができるが、その最大のものは絵を描くことと学問のそれぞれの奥深さを知り、両者を両立させることは不可能であると考えたからであろう。青年パストゥールはデュマの講義を聞き、バラールと接することにより、科学研究を目指すこと



図1 L. パストゥールの父ジャン・ジョゼフ・パストゥールの肖像、パストゥール15才の頃の作品、パステル画(文献1)。

1998年1月25日受理

* 連絡先

とを決心し、決断を迫られ、身を切られる思いで絵を放棄したと思われる。その後再び絵筆をとらなかつたことは、その二者択一の決断が彼にとって極めて苦しいものであったことを示唆している。パストゥールの絵は一見したところ想像力が飛躍しているような絵ではない。彼が肖像画のみを描き続けたのは、人間に興味があったのである。おそらく父のような実直な心を持った人々の肖像を描きたかったのであろう。それらは落ち着いた、静かな、しかし内面に秘めるところのある肖像画であった。微笑のないほほ、引き締まった口もと、そして画家を見据える静かな目は、その人の意志のようなものを感じさせる。パストゥールの心には実直な父母の精神的影響が大きく影を落としていたのだろう。これらの肖像画は彼自身の精神の投影であったと思われる。19歳が終り20歳になり、パリに出たパストゥールは絵を放棄し、父母の精神的影響を脱し、心残りなく学問の道をまっしづらに進むことになったのであろう。

パストゥールが幼少の頃から絵を描き続けていたことは、形あるものに対する感性を高め、このことが彼の最初の分子不斉の研究に役立ったのではなかろうか。右手、左手構造の結晶の存在を発見することは容易なことではない。彼は絵を放棄したが、少年時代に自ら培った図形認識能力により、ミッケルリッヒのような大家でも見



図 2 L. パストゥールの母ジャーヌ・エチエネット（旧姓ロキー）の肖像、パストゥール15才の頃の作品、パステル画（文献1）。

過ごしていたラセミ混合物（コングロメラート）の二種類の結晶の存在を発見したのである。

F. ヴェーラー

ヴェーラー (Friedrich Wöhler, 1800-1882) はフランクフルト・アム・マイン近郊のエッシェルスハイム（現在在フランクフルト市）で獣医の子として生まれた。マルブルク、ハイデルベルクで医学を学んだが、L. グメリン (Leopold Gmelin, 1788-1853) の助言により化学に転じ、ベルツエリウス (J. J. Berzelius, 1779-1848) のもとに留学 (1823-1824) した後、ベルリンとカッセルの実業学校で教えた。F. シュトロマイヤー (F. Stromeyer, 1776-1835) の退職後、彼はそのあとを継ぎゲッティンゲン大学化学教授となった (1836)。ヴェーラーは温厚な人柄の人であり、多くの人々と交わり、よき教師として総計8000人の学生が彼の講義に参加したとい

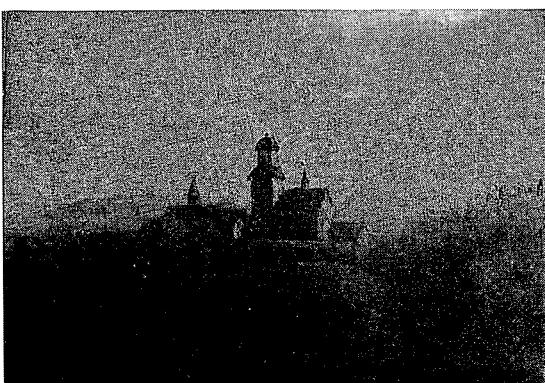


図 3 ヴェーラーが14~15才の頃に画いた風景画（油絵）、大きさは約1号、（ゲッティンゲン大学化学博物館）。

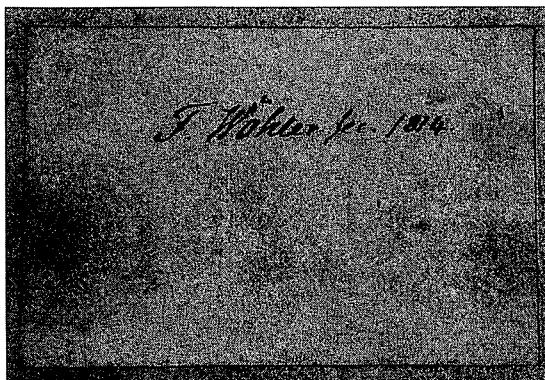


図 4 裏には F. Wöhler fec. 1914 とある。fec. は作を意味する、（ゲッティンゲン大学化学博物館）。

う。

シアノ酸アンモニウムが加熱により容易にその異性体である尿素に変換される事実の発見は当時としては驚くべきことであった。この発見により、有機物が生物の持つ特別な力により生成すると云う『生命力説』が次第に否定されるようになった。リービッヒとの協同研究によるベンゾイル基の発見、アミグダリン、苦偏桃油などの研究はよく知られている。ヴェーラーの研究領域は更に無機化学にわたっており、カルシウムカーバイトをつくり、またアルミニウム(1827)、ベリリウムの発見(1828)すると共に多くの鉱物及び隕石の元素分析を行った。ついでながら、札幌農学校で有名なクラーク(William S. Clark)はヴェーラーのもとで鉄隕石の分析を行い学位を得た。クラークはもと化学者、鉱物学者であり、次で植物生理学から農学研究に入った人である。

少年時代のヴェーラーは化学少年であった。色々の化学実験を行うと共に、独学で化学的知識を獲得した。また種々の鉱物を蒐集することが彼の趣味であった。後年の化学者ヴェーラーの鉱物、隕石の元素分析の研究は彼の少年時代の興味の持続と考えられる。少年ヴェーラーのもう一つの趣味は絵を画くことであった。ゲッティンゲン大学化学教室の『化学博物館』にヴェーラーが14~15歳の頃に画いた小さな風景画(油絵)とエッチングがある。図3がその精密画の油絵であり、博物館の許可を得てここに紹介する。これは長い間の保存で汚れて、暗くなっているのでクリーニングが必要であるが、この教会の塔のある風景画は落ち着いた絵で、細かく描き込まれて

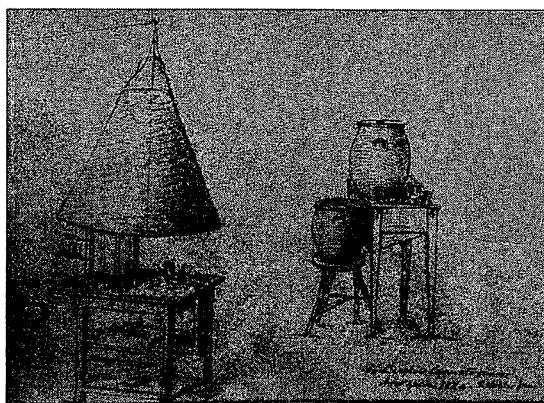


図 5 ヴェーラーがベルツエリウスの研究室時代に画いた装置のスケッチ(鉛筆画), 右下に年号(1824)とヴェーラーのサインがある, (ヴェルツエリウス博物館)。



図 6 スケッチに描かれた壺は現存しない, (ヴェルツエリウス博物館)。

いる。この小さな絵(約1号)の裏にヴェーラーの署名と年代が記されている(図4)。エッティングも風景画の小品であるが、これは最近発見された未発表のものであり、ここに紹介することはできない。これも14歳の頃の作品である。

以前ストックホルムのベルツエリウス博物館を訪ねた時、ヴェーラーの画いた装置の鉛筆によるスケッチが額にいれて展示(図5)されていた。この絵に描かれた壺は現存しており(図6)、スケッチのそばに展示されていた。絵は馴れた鉛筆さばきで美しく表現されていた。この絵を見るとヴェーラーは絵や鉱物の好きな化学少年のまま成長して化学者ヴェーラーになったことがわかる。

A. ケクレ

ケクレ(August Kekulé, 1829-1896)はヘッセン・ダルムシュタット大公国の高官の息子としてダルムシュタットに生まれた。このことは同じ町出身の化学者J.リービッヒ(Justus Liebig, 1803-1873)が職人層の出であったと対照的である。ケクレも少年の頃絵が上手であったので、家人の薦めによりギーセンの大学で建築学を学んだが、リービッヒの化学の講義に魅力を感じて化学に転向した。大学を終えた後、フランス、イギリスに学び、海外に多くの知己を得た。当時の化学界では原子価、原

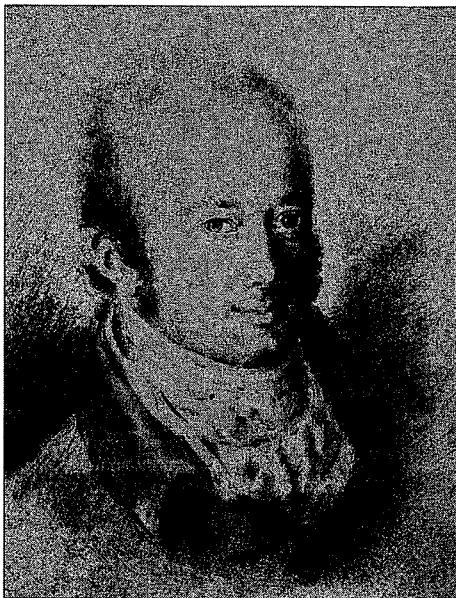


図 7 A. ケクレの父ルートヴィッヒ・ケクレ (Ludwig Karl Emil Lekule) の肖像。制作年代不明、鉛筆画 (ケクレ記念室, ダルムシュタット)。

子量が最終的に確定しておらず、それ故に分子式は不確かであり、また分子の構造については全く不明な状態にあった。1858年ベルギーのガン大学教授であったケクレは、炭素は4価であることを提唱し、分子を表わすのにロールパンのような形をした炭素原子を考案した。同じ頃スコットランド人のA. S. クーパーは原子価を棒線または点線で表わす方法を提唱したことにより分子構造の表現が容易となり、化学理論の発展に貢献した。異性体は分子構造の違いとして表わすことができるようになった。分子の構造が明らかになると、新しい分子構造の有機化合物の合成が化学者の目標となり、有機化合物は炭素化合物の別名となり、次第に生命現象とは無縁の学問となつていった。ケクレのもう一つの大きな貢献は、ベンゼンの環状構造を指摘したことである。彼は1860年頃以降急速に発達したタール工業が生み出す芳香族化合物の化学に学問的指針を与えた。ケクレはこのように有機構造化学の基礎を築いた化学者の一人であった。

筆者は以前ダルムシュタット工科大学のケクレ記念室 (Kekulé Sammlung), で彼が描いた二枚の人物像と三枚の風景画のオリジナルを見る機会があった。そのうちの2枚を図7, 8に示す。

図7はケクレの父親ルードヴィッヒ・ケクレ (Ludwig Karl Emil Kekulé) の肖像画である。制作年代はわ



図 8 A. ケクレの描いた風景画、ケクレ 14才、1943、風景画、(ケクレ記念室、ダルムシュタット)。

からないが、おそらく図7と同じ頃の作品と思われる。肖像画の人物の目が美しく、微笑している口もとに魅力がある。この絵はケクレの作品の中でも傑作の一つであろう。その他石膏像の模写と二枚の風景画があったが、何れも彼の絵の才能を示すものであった。当時は写実的であることが絵画の重要な要素であったのだろう。絵の細部まで丁寧に、しかし全体としてバランスよく描かれている。

図8は1843年に描かれたものであるのでケクレが13~14歳の頃の絵である。これは町はずれの風景であり、建物の前の曲がった道路のそばで一組の男女が話をし、遠くから一人の女性がこちらに向かって歩いている。古い建物と荒々しい道は当時のダルムシュタットの郊外の風景であろう。絵の構図と共に描写の技術は、13か14歳の少年の作品とは思えない。一見して『うまい』と思うような絵である。

このようにケクレもまた10歳台の前半で絵の才能を示した。絵を描くトレーニングは物を正確に見る目を養つたに違いない。建築学を学んでいた頃三次元の建造物を二次元の図面に表現することは、おそらく得意であつただろう。彼はロールパンのような炭素原子により、炭素化合物を表現したが、炭素原子を含む分子を単に元素組成ではなく、構造として表現したことはクーパーと共にケクレが最初であった。ケクレは分子構造を図によって表現したのである。強いていえば、彼の絵画的に物を見る目が彼を有機構造論の先駆者一人にしたのではないだろうか？

E. ヘッケル

ヘッケル (Ernst Haeckel, 1834-1919) は 19 世紀の後半に活躍したドイツの動物学者であり、当時の科学思想にも大きな影響を与えた。彼は弁護士の息子としてボッダムに生まれ、ベルリン、ヴュルツブルクおよびイーザンの大学で医学、生物学を学んだ。ベルリン大学では J. ミューラー、R. フィルヒョーの講義にも列し、その後一年あまり、イタリアのメッシナで放散虫を研究し、多くの新種を発見した。1860 年にダーウィン (Charles R. Darwin, 1809-1882) の『種の起源』を読み感銘を受けた。1862 年にはイエナ大学の主任講師となり、ダーウィンの進化論を講義した。1865 年イエナ大学教授となり、多くの領域で独自の研究業績をあげ、1906 年に引退するまでのその職に留まった。

ヘッケルはドイツにおける進化論の草わけであった。『個体発生は系統発生を繰り返す』という、いわゆるヘッケルの反復説はダーウィンの進化論と結びつき大きな影響を与えた。この説は個体発生を生物進化と結びつける一つの証拠と見なされた。ヘッケルのもう一つの生物学における貢献は、生物進化を表現する系統樹である。生物進化を示すこの図による表現は視覚的であり、現在更

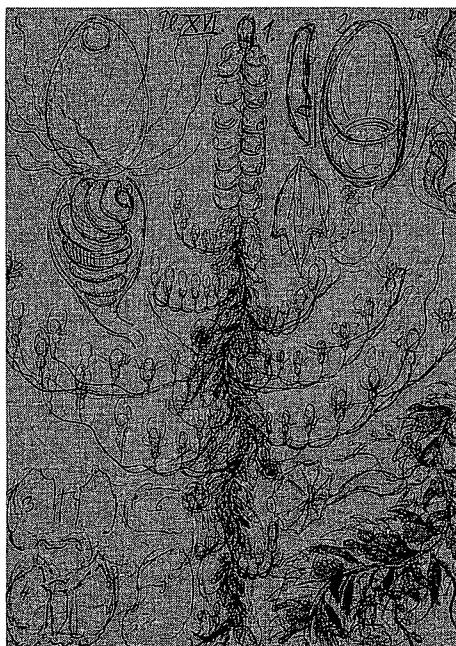


図 9 E. ヘッケルの描いた採集試料のスケッチ、年代不明、(文献 2)。

に時間概念がこの系統樹に付け加えられた。系統樹の概念は現在分子レベルにまで拡張されている。彼の青年時代以降の研究は主として海生の下等動物であったが、生物界における他の種々相にも関心を寄せ、ヘッケルは『生態学』という言葉を創造し、生物界における共存とバランスに关心を寄せた。更にもう一つの貢献は地球上の生命の起源に関する彼の唯物論的哲学である。20 世紀後半になり、生命の起源に関する物質的基礎が明らかになります、彼の哲学的な生命の起源説は、新しい科学の光のもとに再検討する必要がある。

以上ヘッケルの、1) 進化論、2) 系統樹、3) 反復説、4) 生態学および、5) 生命の起源説などの諸領域における一連の貢献は、多方面にわたる関心と共に彼が多歳な科学者であったことを示している。これらの貢献の多くが形態的であり図像が関連している。彼は若い時代における

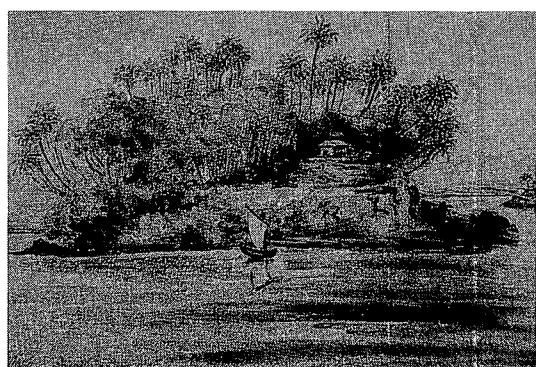


図 10 E. ヘッケルの風景画、セイロン、ヘッケルの最初の熱帯地方旅行の際に描いたもの、1881、水彩画、(文献 2)。



図 11 E. ヘッケルの風景画、ジャヴァ、ヘッケルの第 2 回熱帯地方旅行の際に描いたもの、1901、水彩画、(文献 2)。



図 12 E. ヘッケルの風景画、ジャヴァ、1901、水彩画、(文献 2)。

放散虫の研究に見られるようにミクロの対象の詳細な観察家であると共に、巨視的な全体像を把握することもできる理論家であった。時にはその議論が抽象に走りすぎることがあるが、彼はユニークな科学者であり、科学哲学者であった。

ヘッケルは彼の研究において対象を観察し、これを精密な図として描き保存した。彼が描いたオリジナルの海生の下等動物の絵がある(図 9)。現在ならば、これらの資料はカラースライドとして保存されるものである。ヘッケルの時代には研究者自らが発見した新種の生物を立派に描けることが研究者の一つの条件であった。おそらく彼は絵を描くことに喜びを見いだしたのだろう。世界各地への研究旅行に出かけたが、それらの地で多くの雄大な自然を描いている(図 10, 11, 12)。それらは樹木があり、山があり、川があり、海と青空のある大自然の絵であった。このことは自然を愛し、生態学という言葉をつくったヘッケルにふさわしい絵である。筆者の見た絵は生物学の標本画以外すべて風景画であり、肖像画は一枚もなかった。これら多くの風景画は彼が研究したイエナ大学の研究棟に保存されている。この建物はイエナ大学の『エルンスト・ヘッケル・ハウス』(Ernst-Haeckel-Haus)といわれる。この建物はまた『ヴィラ・メデュサ』(Villa Medusa)ともいわれる。この建物は現在ヘッケルの記念館であると共にイエナ大学の『医学、自然科学史研究所』でもあり、専門の職員が働いている。この建物にはヘッケルの多くの貢献を示す記念物と共に、彼の絵を含む個人的な種々の品物の数々が保存され、展示されている。ヘッケルの居室はそのまま保存されており、その入口の左側の壁には有名なガブリエル・マックス (Gabriel · Max, 1840-1919) のピテカントロップスの油絵のオリジナルが掲げられている。この絵は彼の 60 歳のお祝いに贈られたものである、自然観察を好み、自然を愛したヘッケルにとって自然研究は彼の仕事であると共に趣味でもあった。

W. オストワルト

オストワルト (Wilhelm Ostwald, 1853-1932) は現在のバルト三国の一つ、ラトビアの首都リガでドイツ人を両親として生まれた。当時のラトビアはロシア帝国領であった。『オストワルト』の文字通りの意味は、『東の森』である。中世末期からはじまるドイツ人の東方植民と関係する名であろう。しかしオストワルト家は祖父の代にベルリンから移ってきたということである。

両親は職人層（親方）の出であり、手を動かして働くことを誇りに思う人達であった。このことは後にオストワルトの巧みな実験技術と装置の考案に引き継がれた。彼は充実した高等学校（レアル・ギムナジウム）生活を終えたが、この間、化学、特に花火と絵を描くことに興味を持ち続けた。1872 年ドルパート（タルトウ）大学に入学し、二人の教師と巡り会った。一人は化学者のシュ

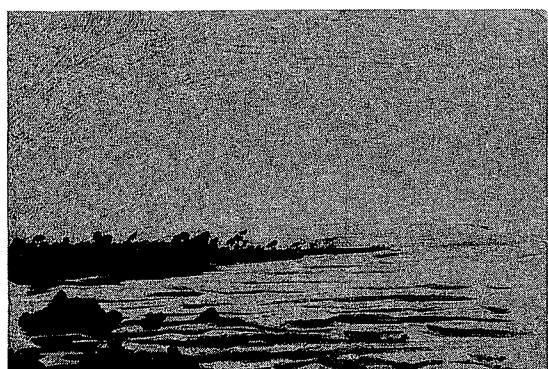


図 13 W. オストワルトが描いた太平洋の日没、アメリカ旅行の際に、1903、油絵、(文献 3)。



図 14 W. オストワルトが描いたナイアガラの瀑布、アメリカ旅行の際に、1904、油絵、(文献 3)。

ミット (Carl Schmidt) であり、他は物理学者のフォン・エッティンゲン (Arther von Oettingen) であった。このことが後に化学現象を物理的に考察する新しい学問である『物理化学』を創造する一因となった。後年オストワルトが出版した新しい化学、物理化学、についての大著『一般化学教科書』(Lehrbuch der Algemeinen Chemie, 全二巻, 1885, 1887) は上記の二人に捧げられている。1875 年から 7 年間ドルパード大学の物理学の助手を勤めたのち、1882 年から 1887 年にはリガの工業大学教授となり、独自の物理化学の研究を遂行した。1887 年オストワルトはライプツィヒ大学の新しい物理化学の教授として招へいされ、ここで約 20 年間物理化学の発展に貢献した。1906 年に自ら辞職し、ライプツィヒ郊外のグロスボーデン (Grossbothen) に隠棲し、思索と著述、発想と実験の毎日を続けると共に彼の色彩論を発展させた。彼が隠棲した建物は『ハウス・エネルギー』(Haus Energie) といわれ、現在記念館として多くの資料と共に雄大な自然を描いた彼の絵が保存されている。8 年前筆者がグロスボーデンの『ハウス・エネルギー』を訪問し内部の展示の説明を受けると共に、敷地内にあるオストワルトの墓に献花することができた。W. オストワルトの二人の息子の名はヴォルフガング (Wolfgang) とヴァルター (Walther) であり、何れも父と同じ W. オストワルトであるので区別するのに困るといったところ、ヴィルヘルムの孫にあたるブラウワ夫人 (Frau G. Brauer) から祖父はヴィー (Wi), その息子達はヴォー (Wo) とヴァー (Wa) と呼んで区別するのだと教えられた。ヴォー (Wo) もまた高名なコロイド化学者であった。

オストワルトは S. アレニウス (Svante Arrhenius,

1859-1927), J. H. ファント・ホフ (Jacobus Henricus van't Hoff, 1852-1911) と共に物理化学の創設者の一人であった。三人の化学者は互いに助け合いながら物理化学の発展に寄与し、共同して『物理化学雑誌』(Zeitschrift für Physikalische Chemie) を刊行した。オストワルトは希釈の法則を発見し、化学反応速度とエネルギー、化学平衡、触媒の問題など化学の基本的問題を解明した。彼はアンモニアと空気から硝酸を生成する触媒反応を発見したが、これは後に大規模な化学工業となった。オストワルトは 1909 年、触媒の研究によりノーベル化学賞を受けた。

並外れた化学者オストワルトの特徴とでもいうべきものを列記すると、次のようになるだろう。1) 彼は手仕事を厭わぬ実験家であり、種々の装置を創作し、楽器を奏し、絵を描くことを愛する人であった(図 13, 14)。2) 一方彼は数理的な理論家であり、物事の全体的把握を得意とする人であった。すなわち彼の性格の一面は絵画を描く人であり、一方反対の極がエネルギー元論を唱える哲学者であった。これは一見矛盾するように見える。彼がアレニウスの電離説を承認したことは原子論を承認したことになると思われるが、後になってエネルギー元論者として原子の実在を疑問視した。彼は科学における実験家であったが、社会生活においてはむしろ理論家であった。世界語に対する思い入れや、科学史についての関心がそのことを示している。『化学の学校』に見られるように彼は教育についても一家言を持つ化学者であった。グロスボーデンの『ハウス・エネルギー』に飾られたオストワルトの自然を描いた雄大な絵は、彼の多方面の知的関心的一面を示すものである。

おわりに

パスツール、ヴェーラー、ケクレ及びオストワルトは 14~15 歳で素晴らしい絵を画いている。ヘッケルの少年時代について私は知らないが、彼は老人になるまで絵を画き続けた。これらの優れた科学者の学問的業績と絵を画くことはどのような関係にあるのだろうか? これは単なる偶然ではないだろう。一般的に表現すれば、彼らは優れた実験家でありながら、全体を見ることのできる理論家であり、哲学者であった。また実験家でありながらロマンティカーであった。偉大な科学者個人の理解には発表された学問業績のみではなく、全く別の方法があり得る筈である。彼らの絵を見ることにより、当時彼らが

どのようなことに関心があったかを想像することが出来る。科学者達の絵の図像学的（イコノグラフィカル）解釈により画家の内面を理解することは、今後一つの興味あるアプローチであろう。それらについては筆者の意見を差し控えすべて読者にゆだねたいと思う。

謝 辞

本稿の作成にあたりお世話になった以下の方々に深く感謝します。

Dr. G. Beer (Universität Göttingen), Frau G. Brauer (Haus Energie, Grossbothen), Prof. H. D. Jakubke (Universität Leipzig), Prof. F. W. Lichtenthaler (Technische Hochschule Darmstadt), Ms. B. Lundberg (Royal Swedish Academy of Sciences).

参考文献

- 1) 『ルイ・パストゥール』ヴァレリー・ラド著、桶谷繁雄訳、富山房（1941）。

- 2) Museum, Ernst-Haeckel-Haus der Universität Jena.
- 3) *Wilhelm-Ostwald, Chemiker Wissenschaftstheoretiker Organisator* J.-P. Domschke, P. Lewandowski, Urania-Verlag, Leipzig, (1982).
- 4) *Biographien Bedeutender Biologen, Ein Sammlung von Biographien*, W. Plesse, D. Rux, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, (1977).
- 5) *Biographien Bedeutender Chemiker, Ein Sammlung von Biographien*, K. Heinig, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, (1983).
- 6) *Lexikon Bedeutender Chemiker*, W. R. Potsch et al., Velag Harri Deutsch, Thun. Frankfurt (M), (1989).
- 7) *Larousse Dictionary of Scientists*, H. Muir ed., Larousse, (1994).
- 8) *Collins Biographical Dictionary of Scientists*, T. Williams ed., Harper Collins Publishers, (1994).

〔第14回化学会館化学史資料展示〕

理研、化学者の群像

——片山正夫研究室の人々——

企 画 日本化学会
協 力 化学史学会

片山正夫とその門下の化学者に関する著書、論文、写真などを展示中です。

展示期間：1998年3月～8月14日（土日祝祭日は休館）

展示場所：日本化学会 化学会館3階 化学図書・情報センター
東京都千代田区神田駿河台1-5 電話 03-3292-6171

福井謙一先生を偲んで

米澤貞次郎*

かつて燃料化学教室の同窓会誌に、先生には「為すべきが故になしあたう」という言葉こそがもっともふさわしいと書いたことがある。基礎重視の伝統を継承し、恵まれた天分を發揮し、「化学反応の理論的解明」に関する研究で、1981年に日本ではじめてノーベル化学賞を受賞された先生は、1998年1月9日早朝死去された。

福井研究室で共に学び、「量子化学入門」の刊行に苦労をわかちあつた永田親義、加藤博史、諸熊奎治、今村詮らの諸氏と筆者らは、フロンティア軌道理論が提唱され、その理論が構築され、その発展の過程を具さに知る機会を与えられた。

それだけに先生の残された大きな遺産を次の世代に伝える役割の重さを痛感している。

フロンティア軌道理論の背景などの科学史的判断には、さらに時間をおく必要があと思われる。しかし、福井先生が量子力学にその夢を託し、「数学が好きなら化学をやれ」とのアドバイスに感應して、京大工学部工業化学科に進まれたことは感銘深い。

ここに片山泰久氏の著書（量子力学の世界、ブルーバックス（1967））にある量子力学を中心とした年表を参照して、その主な事項を書き並べてみると、右表のごとくなる。

この表に日本の年の年号と、フロンティア軌道理論に重要な関連をもつ事項を重ね合わせてみる（右欄）。明治元年が1868年で、元素の周期表が提唱された一年前、日本で二番目の京都帝国大学が創設されたのが1897年で、電子の発見の翌年にあたる。年号が大正となった翌年にはボアによって前期量子論が出されている。そして後になって燃料化学科を創設された喜多源逸先生が、京大工学部の工業化学科に着任されたのが、大正10年、昭和元年はハイゼンベルクによるマトリックス力学一狭義の量子力学一と、シュレーディンガーの波動力学の提唱で

ある。

昭和2年は、また量子化学の元年とも考えられ、ハイトラーとロンドンによって水素分子の共有結合が説明された。この一年後には、フンドとマリケンによって水素分子の電子状態を分子軌道理論が示されている。

分子軌道法では、水素分子の二つの電子が、それぞれ二個の原子核と他の電子の影響を受けながら運動していると考え、それぞれの電子の状態をあらわす一電子波動関数（分子軌道）を求めるところに特徴がある。

この分子軌道法から生まれた二つの大きな成果として、ヘルツベルグ、マリケンらによる分子分光学への応用と、福井先生、ホフマン教授によるフロンティア軌道理論、およびwoodward-Hoffmann則をあげることが

1869年	元素の周期表（メンデレーフ）	1868年 明治元年
1884年	水素のバルマー系列（バルマー）	
1896年	電子の発見（トムソン）	1897年 京都帝国大学創設
1900年	量子仮説（プランク）	
1904年	原子模型（トムソン、長岡）	
1905年	光量子仮説（アイシュタイン）	
1913年	前期量子論（ボア）	1912年 大正元年
1923年	物質波（ド・ブロイ）	1921年 喜多源逸先生（工業化学科）
1926年	マトリックス力学（ハイゼンベルク） 波動力学（シュレーディンガー）	1926年 昭和元年
1927年	H ₂ のVB法（ハイトラー・ロンドン） 不確定性原理（ハイゼンベルク）	
1928年	H ₂ の分子軌道法（フンド、マリケン）	
1931年	ヒュッケル法（ヒュックル）	1938年 児玉信次郎先生
1952年	フロンティア軌道理論第1報（福井ら）	1951年 福井謙一先生

1998年2月27日受理

* 京都大学名誉教授

できよう。

ここで上記の表について考えてみると、次の三つの問題を考えることができる。それらは

- (1) 科学史の立場からみた日本の科学
- (2) フロンティア軌道理論の背景となった燃料化学教室の伝統
- (3) すぐれた創造的研究者の資質

(1) について論じるのは筆者の能力の及ぶところではない。ここでは、吉田光邦氏（日本科学史、講談社学術文庫(1987)）の著書の意見の一部を紹介するにとどめる。

「私達が現在もっている科学は、すべて西欧の風土と精神の上に成長したものであるから、現在の科学が移し植えられた明治以前については零であるといってよいかもしだれぬ。しかし日本の人々がみつめていたのも、やはり自然であったし、西欧の人々が対象としたのも自然であったが、一つは現代科学を生み、一つは全く不毛であった」とあり、現在の我国の科学・技術の本質が問われている。

同じ書のあとがきに、筑波常治氏は「西洋科学の導入にさきだち、日本にはそれなりの自然観、自然解釈の体系が成立しており、それなしにその後の近代化は考えられないとする立場がある」、そして「日本に存在した伝統が水面下において融合をおこし、いくつかの点で「日本化」させながら、この国の思想風土のなかにとけこんだのではないかとする立場」があると述べられている。私にとっては盲点でもあったこのことについては、今後の課題とし、ここでは私の個人的見解を後に述べるとどめる。

上に列挙した第2の問題、燃料化学教室の伝統について述べる。福井謙一先生の偉大な業績を培い、育てた燃料化学教室は昭和14年(1939)に喜多源逸先生によって創業された。

喜多先生の包容力の大きさ、すぐれた先見性については、今も語りつがれている。児玉信次郎先生が、いつも口にされ、率先して実践された基礎重視の基本方針は、喜多先生が強調して止まれなかったものであった。1930年から1932年の2年間、ドイツのカイザーウィルヘルム研究所で、M. ポラニー教授のところで、提唱されて間もない量子力学と学ばれたのも喜多先生の計らいでもある。理論物理学者 荒木源太郎教授を工業化学科教授に迎えられ、昭和19年に入学したわれわれに量子力学の本格的な講義を聴く機会が与えられた。

素粒子論（湯川秀樹、岩波書店(1948)）に記載されているディラックの相対論的波動方程式を理解するために、自ら相対性理論を講じられた児玉先生の気迫は、今も私の胸をうつものがある。

上記の量子力学の展開の流れに、それが化学に果すべき役割を予見されていた福井先生は、教室の伝統に大きな成果をもたらされた。

フロンティア軌道理論は、すぐれた創造的研究者のもつ先見性と、洞察型数学センスと、そして鋭い科学的観の複合所産とも考えられる。

フロンティア軌道理論の原点となったナフタレン($C_{10}H_8$)のニトロ化反応(求電子的置換反応)は、 α 位にのみ反応がおこる。この事実を説明するために、10個の π 電子(二重結合に関与する電子)の電子状態が、もっとも簡単な分子軌道法(ヒュッケル法)を用いて計算された。10個の π 電子のうち、もっともエネルギーの高い軌道(最高被占軌道:HOMO)を占める電子の電子密度の大、小が、化学反応性に関連をもつことが見出された。

さらにディールスーアルダー反応において、分子軌道の対称性が、化学反応の選択則を定める役割を果すことが示された。

第三の問題に関する福井謙一先生の先見性、科学的直観などについては、自身が書かれた著書などの参考文献を参照していただきたい。

澤鴻教授によれば「直観によって存在そのものに触れることが、芸術における美の発見と同じ様に、科学的認識にも必要である」ことが指摘されている。

上に述べた科学史に関する問題、日本の科学の近代化と「日本化」に大きな役割を果したものは、四季折々の美しい日本の国に住む人々によって磨き上げられ、受けつがれた繊細な美意識であり、それが福井謙一の科学的直観の基盤となり、フロンティア軌道理論の提唱につながったと考えられないだろうか。

参照文献

- 1) 福井謙一, 学問の創造, 校正出版社(1984)
- 2) 山辺時雄編, ノーベル賞科学者 福井謙一, 化学と私, 化学同人(1982)
- 3) 福井謙一, 梅原 猛, 哲学の創造, PHP研究所(1996)
- 4) 米澤貞次郎, 福井謙一先生を悼む. 化学, 53, NO 3, 38 (1998); 現代化学, NO 3, 34 (1998)

レオポルト・グメリンによる赤血塩の発見 —Discovery of Red Prussiate of Potash by Leopold Gmelin—

中辻慎一*, 日吉芳朗**

1. はじめに

1822年のレオポルト・グメリン (Leopold Gmelin, 1788-1853 以下でグメリンとする)による赤血塩の発見は¹⁾, 錯塩化学の研究史上画期的な出来事の一つとされており²⁾, さきにその再現実験とあわせて論文の概要を紹介しておいた³⁾. そのときその全訳と解説の必要性を指摘しておいたが, それはこの中にその当時の化学研究的一面とグメリンの研究スタイルがよくあらわれていること, さらにそこに示されているきわめて精緻な実験とその結果の綿密な検討は, 現代人の目にも十分耐えるとともに, 模範とみなされる部分をも含むからである.

また本論文の日本での入手が困難なことも全訳を有意義にするとと思われるし, グメリンの名前は彼の著名なハンドブックの前に冠されてはいるものの, 人物そのものが今日忘れられようとしていることから, 今一度彼の生涯を振りかえってみることも価値あることと考え, 解説の中にやや多いスペースをとった.

2. 解説

歴史上最初に見出された錯塩は何かとなると異論もあるが⁴⁾, その一つに 1704 年, ドイツの染料業者のディースバッハ (Diesbach) により偶然発見されたブルシアンブルー Prussian blue をあげることができる^{5,6)}. それはこの物質はたとえば $KCN \cdot Fe(CN)_2 \cdot Fe(CN)_3$ のような三重塩として表すことができるからである⁷⁾. そしてこの物質の発見からほぼ 40 年をへた 1752 年, 黄血塩 $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ ($4KCN \cdot Fe(CN)_2 \cdot 3H_2O$) がつくられ, さらに 70 年後の 1822 年, この黄血塩から赤血塩 $K_3[Fe(CN)_6]$ ($3KCN \cdot Fe(CN)_3$) が合成されることにな

る. 一方, ブルシアンブルーはまたシアノの化学の源流ともみなされる物質である. 1782 年, シェーレ (C. W. Scheele, 1742-1786) がこの物質の青色の元として取り出したのがシアノ化水素であり, 翌年そのカリウム塩を人工合成した. その後シアノ化合物の研究が盛んとなり, 赤血塩の合成もこの研究の一つの流れの中にあることに注意すべきである⁸⁾.

赤血塩が合成された当時, 錯塩と考えられる物質はその色あるいは発見者の名にちなんで命名されていた. そのため赤血塩はグメリン塩ともよばれた. ところでこれが赤血塩とよばれるのは赤色血滷塩 Blutlaugensalz の略語のため, その原料であった黄血塩が, 当時, 動物の内臓や血液, 滷汁(灰汁で炭酸カリウムを含む), 鉄屑を焼いてつくられたブルシアンブルーと一緒に生成し, その黄血塩に類似した物質のためである^{9,10)}. そのようなことによって赤血塩は黄血塩とペアのように扱われることもあり, 日本の高校生にも最もよく知られた錯塩の一つとなっている. しかし後述するように当時は錯塩の数はきわめて限られており, 赤血塩も黄血塩も孤立した存在であった.

以下に 1820 年代までに発見された錯塩を概観することにする.

錯イオンの認識という観点からみれば, まず最初にあげべきはテトラアンミン銅 (II) イオン $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ であろう. 1597 年, ドイツの医者であり鍊金術師であったリバヴィウス (A. Libavius, 1540 ? - 1616) は, 塩化アンモニウムを含む石灰水中に真鍮(銅と亜鉛の合金)を入れて放置しておいたところ, 溶液が藍色を呈することを観察した¹¹⁾. そして文献¹²⁾によると, それからほぼ 100 年後の 1693 年, スティッサー (J. A. Stisser) がテトラアンミン銅 (II) 硫酸塩 $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$ ($4NH_3 \cdot CuO \cdot SO_3 \cdot H_2O$) を単離したとあるが, 詳細は不明である.

その後, 前述のブルシアンブルーと 1752 年のマケ (P.

1998 年 1 月 28 日受理

* 姫路工業大学 ** 石川県立輪島高等学校

J. Macquer, 1718-1784) による黄血塩の発見がある。彼はブルシアンブルーに水酸化カリウム溶液を作用させてこの物質を得たが、黄血塩を組織的に研究したのは彼がはじめてである。そして 1778 年、ギトン・ド・モルヴォー (L. B. Guyton de Morveau, 1737-1816) がはじめてそれを結晶として得た¹³⁾。

一方、錯塩化学の研究に重要な役割をはたしてきたコバルト錯塩であるが、1798 年、タサエール (B. M. Tassaert) は塩化コバルトや硝酸コバルトの溶液に過剰のアンモニア水を加えたところ、いったん生じた沈殿が溶けて、空気にさらすと溶液が褐色をおびたマホガニ色を呈することを認めた^{14), 15)}。これはヘキサンミンコバルト (III) イオン $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ の最初の観察といわれているが、タサエール自身はこれ以上の追求をすることはなかった。多くの著書¹⁶⁾に記されているようにこれをもつてルテオ塩、ヘキサンミンコバルト (III) 塩化物 $[Co(NH_3)_6]Cl_3(6NH_3 \cdot CoCl_3)$ を単離したとするのは誤りであろう。本物質の単離は 1851 年のゲンス (F. A. Genth, 1820-1893) やフレミ (E. Fremy) の研究を待たねばならない¹⁷⁾。

1813 年、ヴォークラン (N. L. Vauquelin, 1763-1829) はピンク色のパラジウム化合物を合成したが、それは彼の名にちなんでヴォークラン塩とよばれた。それは $[Pd(NH_3)_4][PdCl_4](4NH_3 \cdot 2PdCl_2)$ の組成をもち、その陽イオンと陰イオン中にそれぞれ 1 個のパラジウム原子を含んでいる。後述するマグヌス塩の先駆をなすもので、マグヌス塩はパラジウム原子を白金原子で置き換えたものである。

1822 年の 1 年間にグメリンは多数の錯塩を彼のハンドブックの第 2 版と Schweigger の Journal 誌上に発表した。それはヘキサンミンコバルト (III) シュウ酸塩 $[Co(NH_3)_6]_2(C_2O_4)_3 \cdot 4H_2O(12NH_3 \cdot Co_2O_3 \cdot 3C_2O_4 \cdot 4H_2O)$ 、前述した赤血塩、コバルトの赤血塩ともみなされるが、実際は淡黄色のヘキシアノコバルト (III) 酸カリウム $K_3[Co(CN)_6](3KCN \cdot Co(CN)_3)$ 、テトラシアノ白金 (II) 酸カリウム $K_2[Pt(CN)_4] \cdot 3H_2O(2KCN \cdot Pt(CN)_2 \cdot 3H_2O)$ などである。しかし彼はなぜかその後においてこれらシアノ錯塩の研究をさらに発展させることはなかった。

1827 年、デンマークのツァイゼ (W. C. Zeise, 1789-1847) は $K[PtCl_3(C_2H_4)] \cdot H_2O(KCl \cdot PtCl_2 \cdot C_2H_4 \cdot H_2O)$ の組成をもつ錯塩を合成した^{18), 19)}。これは不飽和炭化水

素を含む最初の錯塩であり、有機金属化合物としても最初のものである。なおまた発見からその構造が決定されるまで約 130 年間を要するとともに、その特異な結合のため化学結合論の発展に大いに寄与した。それはまた現代のフェロセンの研究にもつながるものである。1828 年、マグヌス (H. G. Magnus, 1802-1870) は緑色の白金錯塩を合成した^{19), 20)}。 $[Pt(NH_3)_4][PtCl_4](4NH_3 \cdot 2PtCl_2)$ の組成をもち、組成上では前述のヴォークラン塩と類似しているが、その後の研究から多数の異性体が発見された。マグヌス塩とよばれ白金錯塩を合成するさいの中間体や試薬として重要である。その緑色は陰陽両イオン中の白金原子が直接相互作用するためのもので、近年、異方性半導体や光電導体としても注目されている。

以上の錯塩の他に文献²¹⁾にはシェーレが発見したとされる $Na_2[SiF_6](2NaF \cdot SiF_4, 1771$ 年)、ペルセーリウス (J. J. Berzelius, 1779-1848) による $K_2[PtCl_4](2KCl \cdot PtCl_4, 1812$ 年)、マグヌスによる $K_2[PtCl_4](2KCl \cdot PtCl_2, 1828$ 年) が記されている。

グメリンが研究した錯塩についてややくわしくみるとする。

まず $[Co(NH_3)_6]_2(C_2O_4)_3 \cdot 4H_2O$ であるが、本報告は彼のハンドブック第 2 版にあらわれたという²²⁾。しかし筆者らは手をつくしたにもかかわらずそのコピーを得ることができなかつた。そのハンドブックの第 8 版には第 4 版に記されているものとして以下の記述がある²³⁾。「シュウ酸コバルトの濃アンモニア溶液に、二酸化炭素を含まない空気を吹きこんで酸化することにより得られ、炭酸アンモニウム溶液から再結晶する。」

ところで彼は「コバルト酸について」という報告²⁴⁾を出しているが、その一部を引用すると、

酸化コバルトは酸と結合し、それから同じ酸と結合しているアンモニアと結びつき、その結果、たとえば炭酸コバルトアンモニアや硝酸コバルトアンモニアなどを生ずる。

あるいは酸化コバルトとアンモニアを同時に飽和させるのに酸の割合が十分でないとき、たとえば中性のコバルト塩をアンモニアで過飽和にしたとき、このような三重塩はほとんどできず、酸化コバルトが青色の薄片として多量に沈殿し、それは酸素ガスを通して消えることがない。しかし酸素ガスを通して振りませるとすみやかに吸収し、青色の薄片は緑色となり、いつも完全に溶けて褐色の溶液となる。

これはヘキサアンミンコバルト（III）イオンを認識していることは明らかであり、タサエールがその色を単に記したよりはるかに具体的である。しかし彼はその炭酸塩や硝酸塩を単離していない。

赤血塩の発見は本文の主題であるが、その要点を以下に記す。

グメリンははじめ黄血塩の粉末に直接塩素を作用させたが、不十分とみて、その溶液に塩化第二鉄を加えてもペルリン青を生じなくなるまで塩素を通し、この溶液から水を蒸発させて赤色の結晶を得た。その結晶について面角などを測定して形状をくわしく記述している。またその性質をも記しているが、その溶液を味わってもいる。次いで組成を決定するためカリウム、鉄、シアンについての定量分析を行い、 $K_3Fe_2(CN)_6$ の式を与えることができた。ここで Fe_2 としているのは彼は当量 ($Fe=28$) を用いていたためで、正しくは Fe とすべきところである。彼はさらに別法で赤血塩を合成しようとしたが成功しなかった。またシアン化第一鉄と 18 種の重金属塩との反応を記し、最後に赤血塩や黄血塩の第一鉄塩および第二鉄塩との反応を述べ、ターンブル青とペルリン青を同一物質とみなし、その組成に言及している。

グメリンのハンドブックの第 2 版に記されているものとして、グメリンとヴェーラー (F. Wöhler, 1800-1882) が進めていたシアン化合物についての研究が、Schweigger の Journal の「ノート」に掲載されている²⁵⁾。そこには、白金、パラジウム、水銀、亜鉛、コバルト、マンガン、ニッケルのシアノ錯塩の合成法が記されている。その中でもとくにくわしいのが白金錯塩で、そこには彼らの研究方法がよくあらわれているので、その一部を以下に引用する。

青酸第一白金カリ：同量の海綿状白金と青酸第一鉄カリの混合物をガラス製容器かルツボの中でほとんど赤熱するまで熱し（熱が弱すぎるとシアン化鉄カリは分解されずに残り、強すぎると白金化合物が分解される）、水に溶かし、ろ過して、ゆっくり蒸発させ、あたたかい液体を分解されずにそのまま残った青酸第一鉄カリから注ぎ出し、冷やすとそこから白金塩が結晶する。それから残りの青酸第一鉄カリと同時に单一の青酸カリを析出させ、くりかえし結晶化させて分離し、精製する。針状形をとるが、しばしば非常に長いひずんだ四辺形の四面をもつ柱状となる。 83° と 97° の面角をもち、底面は 112° の角度で四つの側面と組み合わさ

っている。結晶軸を横切る透過光では黄色、軸方向の透過光では濃い青色。

そして定量分析よりその化学式として $KPt_2(CN)_2 \cdot 5HO$ あるいは $KPt(CN)_2 \cdot HO$ を与えている。ここでグメリンは水を HO と記しているのは当量を用いているからであり、本物質の現在の式はテトラシアノ白金（II）酸カリウムで $K_2[Pt(CN)_4] \cdot 3H_2O$ である。そしていくつかのその物理的性質と酸や金属塩との反応を記している。

続いて類似の方法で得た青酸第二パラジウムカリ（シアン化パラジウムカリウム）、シアン化水銀カリウム、シアン化亜鉛カリウム、シアン化コバルトカリウム、青酸第一マンガンカリ（シアン化マンガンカリウム）、ヴェーラーが発見したとある青酸第二ニッケルカリの製法と性質を記している。しかしいずれも定量分析を行っていない。これらはそれぞれ $K_2[Pd(CN)_4] \cdot 3H_2O$ 、 $K_2[Hg(CN)_4]$ 、 $K_2[Zn(CN)_4]$ 、 $K_3[Co(CN)_6]$ 、 $K_4[Mn(CN)_6] \cdot 3H_2O$ 、 $K_2[Ni(CN)_4] \cdot H_2O$ の式をもつと考えられるが、パラジウムについては若干の疑惑があるという²⁶⁾。 $K_2[Ni(CN)_4] \cdot H_2O$ についてはさらにナトリウム、カルシウム、アンモニウム塩をもついている。

これらの錯塩については文献 27) には「すでに記述されていた複合鉄シアン化物」と記しているが、少なくともグメリンのハンドブックの初版本²⁸⁾には記されておらず、その後 1822 年までの間に合成されていたとの記述を筆者らはこれまでみていない。カウフマン (G. B. Kauffman) はこのうち白金とコバルトの錯塩をグメリンの発見として認めているが、なぜか他の錯塩についても取り上げていない²⁹⁾。しかしいずれにしてもこれらの錯塩は最も初期に合成された錯塩であることに変わりはない。

グメリンは黄血塩の酸化に塩素を用いたが、その後、酸化剤として酸化鉛（IV）、過マンガン酸カリウム、過酸化水素、硝酸、臭素などが有効であることがわかった。また電解酸化も行われ、これは後に工業的製法の基礎となつた。それはアルカリ性で陽極においてフェロシアン化物イオンをフェリシアン化物イオンに酸化するものである。しかし鉄（III）塩とシアン化物からの直接合成は行われていない。現在カリウム塩以外にアルカリ金属 M^I と、アルカリ土類金属 M^{II} を組み合わせた $M^I M^{II} [Fe(CN)_6]$ や希土類金属 M^{III} との $M^{III} [Fe(CN)_6]$ など多数のフェリシアン化物が知られている。

赤血塩²⁹⁻³³⁾は暗赤色（粉末では橙色）の单斜晶系柱状晶で、常磁性を示し、日光には不安定で、熱すると融解せずに分解する。通常は無水塩であるが、热水溶液に塩酸を加えると一水塩として析出する（緑黄色針状晶で β 型といわれ、無水塩を α 型ということもある）。冷飽和水溶液に濃塩酸を加えると緑褐色のフェリシアン酸H₃[Fe(CN)₆]が得られる。これは有機塩基と結晶性化合物をつくりやすい。水に易溶、アセトンに可溶、エタノールには不溶で、水溶液はアルカリ性では強い酸化作用を示すが、不安定であり、有毒である（黄血塩は無毒）。鉄(II) 塩溶液を加えるといわゆるターンブルブルーの青色沈殿を生ずるが、このものは近年の研究でブルシアンブルーと同一物質であることが明らかにされた。硝酸とはK₂[Fe(CN)₆CNO]となり、濃硫酸とでは一酸化炭素を、希硫酸とではシアン化水素を発生する。

その構造は正八面体6配位で、鉄(III)イオンにシアン化物イオンの炭素原子が配位結合をしている。その常磁性をポーリング（L. Pauling, 1901-1994）は鉄原子が1個の不対電子をもち配位子とd²sp³混成軌道をつくるものとして説明し、その結合を共有結合と考えた。一方、配位子場理論によるとシアン化物イオンの強い場による低スピントクボルト体であり、鉄(III)イオンの電子は一部がシアン化物イオンの空のπ*軌道へ逆供与されているという。赤血塩水溶液の橙色は電荷移動吸収帯によるものである（黄血塩水溶液の淡黄色は配位子場吸収帯の一部が可視部にかかることによる）。

赤血塩は現在、その用途として青写真の感光剤の製造、青色顔料の製造、インジゴ染料などの酸化剤、鉄(II)イオンや銅(II)イオンなどの定性分析用実験試薬、触媒などに用いられている。

レオポルト・グメリンは³⁴⁻⁴¹⁾、1788年、ゲッティンゲンに生まれた。父のヨハン・フリードリヒ・グメリン（Johann Friedrich Gmelin, 1748-1804）はゲッティンゲン大学教授で、その3番目の息子（末子）であり、祖父も曾祖父もチュービンゲン大学教授であった。グメリン家は16世紀のはじめから、医者、大臣、教師、科学者、薬剤師を輩出した名門である。

1804年の夏、父の講義を聞き、同年の秋、家族の伝統である薬局経営を修業するためにチュービンゲンへ行き、そこで大学の講義にも出席した。1805-1809年、ゲッティンゲン大学で医学と化学（父の後継者のシュトロマイヤー（F. Stromeyer, 1776-1835）に）を学び、次いでウ

ィーン大学で「雄牛と雌牛の眼の黒色色素の化学的研究」を完成させ、1812年、ゲッティンゲン大学から医学の学位を得た。同年、イタリアを旅行して、鉱物学と地質学の研究を行い、その後、再びゲッティンゲンへ帰り、鉱物アウイン（藍方石）Haüyniteの分析を行い、1813年、ハイデルベルクの講師に（さきのイタリアでの研究が講師資格論文のもとになった）、翌年、助教授に任命された。その後、従兄弟のクリスティアン・ゴットロープ・グメリン（Christian Gottlob Gmelin, 1792-1860）とともにパリに遊学した。このようにしてグメリンは当時の習慣によりその若き日に各地を遍歴し、学問や風物にひとりつつ修行を行ったのである。1817年、ハイデルベルク大学の化学と医学の教授となり、終生この大学にとどまり、1853年、亡くなった。

グメリンの実験研究は化学研究が非常な発展をみせた1814年から1843年にかけて行われた。最初の研究は当時の分析法の状況について洞察を与えたもので、無機化学の分野、とりわけ鉱物分析においてはすぐれたものであり、定量的にも満足なものであった。我々はグメリンが後述する無機化学のハンドブックの創始者であることから無機化学者であると考えがちであるが、その研究業績からみるとむしろ有機化学の手法を駆使した生理学者であった。グメリンの研究は大別すると次の5つのグループに分類され、その研究論文の数は最後のものを除いてほぼ同じである。1. 有機生理学的研究 2. 有機化学的研究 3. 無機化学的研究 4. 鉱物学的分析学的研究 5. 理論体系的研究

生理学的研究は、まず同じ大学の解剖学と生理学の教授であったティーデマン（F. Tiedemann, 1781-1861）との共同研究として行われた。1820年、「物質が消化管から血液に入る過程についての研究」としてあらわれたが、この研究は両者を消化過程の探求に対する広範囲な実験へと導いた。1823年、フランスアカデミーが「消化活動の間に消化器管で起こる現象の解明について」の懸賞問題を出した。彼らはためらうことなく哺乳動物、鳥、魚、両棲類の消化という当時としてはきわめて困難な研究に取り組み、2年間にわたりデータを集め、そのときまで未知の有機物質だけでなく、消化器管内に起こっている事柄に関する暗黒部分に光明を与えた。しかしフランスアカデミーは匿名であったこの研究を受賞させず推賞しただけで、より不完全な研究と同等とみなした。しかし彼らの研究は化学と医学の専門家に大きな興味を引き起こ

させ、熱狂的な賛同を得た。この研究により彼らは生理化学の創始者とみなされるようになった。この研究の中で、胆汁色素の反応（「グメリン反応」⁴²⁾を見出すとともに、一連の有機物質を発見したが、とりわけ胆汁酸（彼らは没食子酸と区別するためコール酸とよんだ）、雄牛の胆汁中のタウリン、血液中のヘマチンとパンクレアチンがある。さらに彼らははじめて人間の唾液中にロダンカリの存在を証明した。

1820年代においては、有機物質の生成に必要とされた「生命力」はもはや絶対的とは考えない人たちがあらわれていた。それにもかかわらず有機物質は生物により生じ、人工的に純粋な無機物質からつくられることはないとされていた。1825年、グメリンはブルンナー（C. E. Brunner, 1796-1867）の方法により純粋なカリウムを得るために炭酸カリウムを炭素と鉄製レトルト中で熱した。彼はサフラン色のためクロコン酸とよんだ遊離の酸を得た。もしクロコン酸が動植物中に存在しており、当時からよく知られていた物質であったなら、そして今日でも重要な物質であったなら、有機物質の人工合成はグメリンの名と結びつけられていたかもしれない。1828年、ヴェーラーがシアン酸アンモニウムを熱して尿素を得た。しかし両人とも有機物質の合成は生命力が存在しなくとも可能であるとの結論を引き出すことができなかった。

グメリンの無機化学的研究は他人の実験の追試や他人によってすでに発見された物質の研究が多いが、その中で独自のきわだった研究がすでに述べた赤血塩をはじめとするシアノ錯塩の研究である。鉱物学的研究はとくに価値あるものはないとされている。

グメリンはまた化学理論の建設に意欲をもやしたが、これには成功しなかった。それは卓越した洞察力と創造的な直観力を欠いていたからといわれる。しかし彼の名を今なお不朽にしている『理論化学のハンドブック』（Handbuch der theoretischen Chemie）の著述がある。グメリンがどのようにしていつこの大著の執筆を始めようとしたのかは定かではない。当時、ベルセーリウスの数巻の教科書があったが、それは化学全体を含む体系的な紹介ではなかった。しかしグメリンのハンドブックは、すべての元素と化合物に関するあらゆる事実を体系的に配列し、これを簡潔にして正確に記すこと、そして文献に対する適切な引用を与えることであった。それは1817年から1819年にかけて3巻が刊行されたが、最初の2巻は総論（化学理論）と無機化学に、3巻は有機化学

にあてられていた。そして当時知られていた48元素が3グループ、すなわち非金属、軽金属、重金属に分けられていた。彼がこの書を出版したときは29歳の若さであったこと、さらに第4版までただ1人で執筆したことは驚くべきことである。そして第4版では55元素を扱っているが、その後の有機化合物の増加で、無機化学が3巻、有機化学が6巻となった。グメリンは初版以来、原子、分子、当量の概念が確立されていないことを理由に原子量を否定して「当量」、すなわち「化合重量」⁴³⁾を用いた。このことはその後の原子論の発展に大きなさまたげとなつたが、ついに第4版にいたり原子説を認めて原子量を導入した。彼はまた有機化合物の分類にローラン（A. Laurent, 1807-1853）の「核の理論」を採用した⁴⁴⁾。彼は初版からドイツの教科書でははじめて「有機化学」の語を用いたし、新しい語をつくりだした。たとえば、ブドウ酸、エステル、ケトンなどである。第5版（1852年）から有機化学の部分がなくなり、その名も『無機化学のハンドブック』（Handbuch der anorganischen Chemie）にあらためられた⁴⁵⁾。そして現在、第8版が刊行されつつあるが、その数もほぼ600巻となり、1982年以来、英語で出版されることもあるようになった。

教師としてのグメリンであるが、奇妙なことに講義のときは初心者のように当惑し、口ごもりつつ急いで話をしたといわれる。しかし一方では19世紀を代表する化学者の一人であるヴェーラーをはじめ多数の化学者を育てた。グメリンは医学生であったヴェーラーの才能を認め、化学に身をささげるよう忠告してベルセーリウスのもとに送った。エーテルの合成研究で知られるウィリアムソン（A. W. Williamson, 1824-1904）もグメリンの門下生であり、彼は日本との関係が深い人物である。イギリスへ渡った伊藤博文（1841-1909）らの面倒をみるとともに、彼の研究室へ日本化学の草分けとされる桜井鋭二⁴⁶⁾（1858-1939）が留学した。また明治の初期に日本の化学教育に偉大な貢献をしたアトキンソン（R. W. Atkinson, 1850-1929）やダイバース（E. Divers, 1837-1912）らも彼の推薦によるものである。分析化学のモール（K. F. Mohr, 1806-1879），「フェーリング溶液」のフェーリング（H. von Fehling, 1812-1885），物理化学の先駆者とされるコップ（H. Kopp, 1817-1892）らもグメリンの教えを受けた。

1988年、世界各地でグメリンの生誕200年が祝われた。当時の西ドイツでは彼の切手が発行され、彼の生涯

についての展示会も催された。そして生誕記念日にはドイツ化学会がハイデルベルクにあるグメリンの墓に献花した。

文献と注

- 1) L. Gmelin, "Ueber ein besonderes Cyaneisenkalium, und über eine neue Reihe von blausauren Eisensalzen", *Schweiggers J. Chem. Phys.*, **34** (1822) : 325-346.
- 2) G. B. Kauffman, *Inorganic Coordination Compounds* (Heyden & Son Ltd., 1981), p. 171.
- 3) 日吉芳朗, 中辻慎一「赤血塩の発見をめぐって」『本誌』**1988**, 112-118頁.
- 4) たとえば, 文献 2) pp. 56-57.
- 5) 奥野久輝, 中原勝儀「錯塩化学入門 歴史と展望」『化学教育』**14** (1966), 259-262頁, 260頁.
- 6) F. Basolo, R. Johnson 著, 山田祥一郎訳『配位化学(金属錯体の化学)』(化学同人, 1964), 4頁.
- 7) 本文の式は可溶性ブルシアンブルー $KFe[Fe(CN)_6]$ に対して与えられた式である。不溶性ブルシアンブルー $Fe_4[Fe(CN)_6]_{3+x}H_2O$ は $3Fe(CN)_2 \cdot 4Fe(CN)_3 \cdot xH_2O$ となる ($x=14-16$)。
- 8) 日吉芳朗「ブルシアンブルーの化学」『本誌』**23** (1996), 54-67頁.
- 9) 中原勝儀「フェロシアン化カリウム($K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$)」『化学教育』**16** (1968), 53-57頁, 53頁.
- 10) 中原勝儀「フェリシアン化カリウム($K_3[Fe(CN)_6]$)」『化学教育』**16** (1968), 57-59頁, 57頁.
- 11) 文献 2), p. 57.
- 12) *Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie*, 8 Aufl. Kupfer B (Deutschen Chemischen Gesellschaft, 1958), p. 563.
- 13) J. R. Partington, *A History of Chemistry*, Vol. 3 (Macmillan and Co. Ltd., 1962), p. 88.
- 14) 文献 2), pp. 58-59.
- 15) J. R. Partington, *A History of Chemistry*, Vol. 4 (Macmillan and Co. Ltd., 1964), p. 920.
- 16) たとえば, 文献 6).
- 17) 文献 12), Kobalt B (1930), p. 1, 46.
- 18) G. B. Kauffman, *Classics in Coordination Chemistry Part II* (Dover Publ. Inc., 1976), pp. 7-37.
- 19) 日吉芳朗「発見時の方法による Magnus 塩と Zeise 塩の合成—教材化と Zeise 塩の発見における疑問点一」『本誌』**16** (1989), 97-103頁.
- 20) 文献 18), pp. 7-16.
- 21) 新村陽一『配位立体化学, 改訂版』(培風館, 1981), 3頁.
- 22) 文献 2), p. 182.
- 23) 文献 17), p. 64.
- 24) L. Gmelin, "Über Kobältsäure", *Schweiggers J. Chem. Phys.*, **36** (1822) : 235-237.
- 25) L. Gmelin, Wöhler, "Neue Cyanverbindungen", *Schweiggers J. Chem. Phys.*, **36** (1822) : 230-235.
- 26) 中原勝儀博士からの私信.
- 27) E. Pietsch, E. Beyer, "Leopold Gmelin—der Mensch, sein Werk und seine Zeit", *Ber.*, **72A** (1939) : 5-33, p. 25.
- 28) L. Gmelin, *Handbuch der theoretischen Chemie Bd. 1, 2 (Werkgetreuer Nachdruck der ersten Auflage von 1817)* (Springer-Verlag, 1988). 本書にはブルシアンブルー, 黄血塩ならびにそのカリウム塩以外の金属塩についてくわしく記されている。またテトラアンミン銅(II)イオン, ヘキサアンミンコバルト(III)イオンの記述がみられる。
- 29) 中原勝儀「無機化学・錯体辞典」(講談社, 1997).
- 30) 『化学大辞典』(東京化学同人, 1989).
- 31) E. Cartmell, G. W. A. Fowles 著, 久保昌二, 木下達彦訳『原子価と分子構造』(丸善, 1958).
- 32) R. B. Heslop, K. Jones 著, 斎藤喜彦訳『無機化学(下)』(東京化学同人, 1978).
- 33) 新村陽一, 『無機化学』(朝倉書店, 1984).
- 34) 文献 15), pp. 180-182.
- 35) 文献 27), pp. 5-33.
- 36) P. Walden, "The Gmelin Chemical Dynasty", *J. Chem. Educ.*, **31** (1954) : 534-541.
- 37) E. Farber, *Great Chemists*, (Interscience Publishers, 1961), pp. 455-463.
- 38) C. C. Gillispie, (C. K. Deischer), *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. 5 (Charles Scribner's Sons, 1972), pp. 429-432.
- 39) F. A. Schröder, C. Weber 「Leopold Gmelin and His Handbook of Inorganic Chemistry (グメリン生誕200年祭)」『シュプリンガー・サイエンス』**3**, No. 2, (1988), 15-18頁.

- 40) 坐隱子「Leopold Gmelin」『現代化学』No. 51 (1975), 52-59 頁.
- 41) 坐隱子「グメリンのハンドブック」『現代化学』No. 52 (1975), 46-53 頁.
- 42) グメリン試薬(発煙硝酸:希硝酸=1:9)に胆汁色素を含む尿を静かに加えると、その境界面の最上層が緑色を呈する反応。
- 43) 原綴りは「Mischungsgewicht」であるが、文献 41)にはその意味からして「混合重量」ではなく「化合重量」としている。
- 44) バイルシュタイン(F. Beilstein, 1838-1906)もまた彼の『有機化学のハンドブック』(Beilsteins Handbuch der organischen Chemie)の中で有機化合物を配列するのに採用した。
- 45) 現在は『グメリンの無機化学のハンドブック』(Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie)である。
- 46) 阪上正信「西洋近代科学の移植・育成者: 桜井錠二」『本誌』24 (1997), 157-168 頁。

謝辞 本稿を記すにあたり立教大学中原勝儀名誉教授からは終始多大な御教示をいただいた。また東京学芸大学教育学部二宮修治教授、三共株式会社医薬開発部大島武史博士、金沢大学大学院生吉田弥生氏には文献の収集に御協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

3. 特別なシアン化鉄と青酸の鉄塩の 新しい系列について

Leopold Gmelin, "Ueber ein besonderes Cyaneisenkalium, und über eine neue Reihe von blausauren Eisensalzen", *Schweiggers Journal für Chemie und Physik*, 34 (1822) : 325-346.

(1822年2月2日、ハイデルベルクの自然科学および医学協会にて講演)

これまでに青酸やシアンの各種の化合物が発見されてきたが、我々の知見からまだ多数がかくされているように思われる。青酸は硫黄、セレン、第一鉄¹⁾と、また銅、銀、金²⁾などの酸化物と結合することによって種々の形態をとるだけでなく、また一定の条件下で第二鉄³⁾と結合して、この形式で特徴的な三重塩や金属シアン化物を生成することもできる。

このような化合物の可能性は、それを直接合成することができなかつたので、今まで疑問とされていた。しかし私は間接的な方法で、この新しい事実を見出すことに成功した。

すなわち、硫黄やセレンなどの多くの物質は、通常のシアン化鉄カリウムと混合させることによって特異的な反応を起こすので、私は塩素で同様な実験を行った。そのため私は粉末にした青酸第一鉄カリを長時間沸騰水浴上におき、大部分をシアン化鉄カリウムに変換したもの⁴⁾に、塩素ガスを吸収が続くかぎり導入した。吸収されたガスの量はわずかであり、弱い青酸臭が発生して、白っぽい塩は黄色となった。それは水に溶けると少量のペルリン青が分離して緑がかかった色を呈するが、溶液にはなおかなりの量の青酸第一鉄カリが含まれていることを示した。そこで私はさらに研究を進めて、この塩を分解させるのには、水溶液中で塩素ガスを通じ、第一鉄塩をまったく含んでいない第二鉄塩を加えてもペルリン青を生じなくなるまでにすればはるかにうまくいくことを確かめた。またここで生成した青酸第二鉄カリ⁵⁾は、過剰の塩素により分解するので、塩素ガスも長く通し過ぎないようにする方がよい。また、塩酸が混入すると多量のペルリン青や塩酸カリを生ずるので、塩素ガスは始めに水を通過させておくのがよい。この緑褐色の液体をくり返し蒸発し、分離してくるペルリン青をろ別して冷所におき、あるいはできるだけゆっくりと蒸発させて結晶を析出させる。第一晶は針状であり、圧縮して母液をしぼり、多数回くり返し溶かし、結晶化させることにより精製しなければならない。

この各回の結晶化にさいして得られる母液をくり返し蒸発させると、常に新たなペルリン青が分離し、同時に激しい青酸臭を生ずる。そしてその分離してくる化合物の結晶がさらにいくつか生じ、最後にいくつかの塩化カリウムの立方体晶が生ずる。

上述の方法で得られた結晶は、我々が以下でみるように、特別なシアン化鉄カリウムであって、それをこれまでに既知の白色のものと区別するために赤色シアン化鉄カリウムと命名したいが、それは次のような性質を示す。形状は約80°および100°の面角をなす斜方柱状結晶である。しかしながら取り出した粗いままでの柱状晶の側面は、常にいくつかカーブをえがいて波うっている。そのため角度は正確には測定できない。そこで最も単純な場合として、斜方柱の2本の対角線を2:√3にとれば、柱

の面角は $81^{\circ}48'$ と $98^{\circ}12'$ となる。二つの角のうちより鋭角をなす側面の稜は一つの面で切られて平坦化しており、それが幅広ければ広いほど結晶をより美しくしているが、一方、不純な溶液から生成した結晶では、それほど著しいものではない。最後に、四角柱の先は尖っていて、 137° の角度で基平面の上にのっている。ときに、 100° の面角をなす稜上に起き上がっている尖った稜も、また丸くなったりぎざぎざになっており、短い方の対角線によって双晶となっていると思われる⁶⁾。

粉末にすると橙黄色となるが、結晶は濃い朝焼け色で強く輝き、透明である。また酸性でもアルカリ性でも反応せず、弱い収斂性があって、やや食塩様の味がする。

この結晶の組成を見出すために、次のような実験を行った。

A. この結晶 2.974 g を水浴上で 2 時間加熱した。これによる重量損失は 0.005 g にすぎず、しかも結晶はその間変化せず、前と同じく光沢があり、透明であって固体のままであることから、この重量損失は単に包含されている水にすぎないと思われる。

B. $1/2$ インチの長さの首をもった小ガラス球に 0.36 g の結晶を入れ、球の大部分を占めるようにする。この球にはそれをできるだけ加熱しないように、直径のごく細い管を融着し、大気をできるだけしめ出すようにした。加熱すると、その塩は激しく音をたてて壊れて褐色の粉末になり、まだ赤熱しないうちにガスを発生した。このガスを水銀上に集めると、水 4.4 g の体積を占め、バリタ水によって褐色になり、シアンガスの特性を示しながら完全に 0.4 cm^3 (大気下) まで吸収される。酒精ランプをそのまま作用させておくと、シアンガスを発生した後、球の中まで水銀が入った。これをさらに強く加熱すると、それが追い出されたとき、わずか 0.5 cm^3 のガスが発生しただけであったが、それはシアンガスとしての半量しかヒ素によって吸収されず、他の半量は窒素ガスと思われる。さらに赤熱を続けても、もはやガスは発生しなかった。

ガラス球中の残渣は灰黒色、多孔性で、融解付着した。それは磁石とは作用しなかった。熱水でくり返し抽出すると、部分的にまたゆっくり溶けて、ろ紙を通りにくく褐色透明な液体となり、それは冷却すると柔らかな黒褐色りん片状固体を沈殿した。この褐色りん片状固体を分離した液体を蒸発させると、少量の母液の他に、多量の青酸第一鉄カリの結晶が得られ、この母液には炭酸カリ

と単一な青酸カリが含まれていた。炭酸カリ自身は疑いもなく蒸発するときに始めて後者の塩から生成したものである。冷却した液体より大部分が分離してきた先に述べた褐色粉末は、疑いもなくシアンの別の分解によって生成した炭化窒素⁷⁾そのものであって、熱水には褐色となって完全に溶け、冷却すると再びほとんど全部分離してくるので、炭素の一種ではなくて、窒化炭素⁸⁾とみなすことができる。赤熱したシアン化鉄カリウムの沸騰水に不溶の部分は、緑褐色であり、炭化鉄とごく微量のペルリン青の混合物らしく思われる。

C. 1.368 g の結晶をすりつぶして粉末にし、白金るつぼに入れ、きっちりとしまるふたをつけただけでなく。さらに炭を詰めた別のるつぼに入れ、空気の混入ができるだけ防ぐようにした。実験 B で述べたよりも激しく 30 分間赤熱すると、るつぼは 0.189 g の重量減を示した。内容物は融解し、表面は褐色に、内部は黒色になっていた。水に溶解すると強い青酸臭が発生した。ろ過した溶液はクルクマ⁹⁾を強く赤色とし、水のように透明で少量の青酸第一鉄カリの他に、多量の単一な青酸カリを含んでいた。水に不溶の部分は、1)は、溶解するさい粉末として分離してきた金属白金、すなわち溶解するときに金属シアン化物として溶け出したもの、2)は、黒色粉末で空気中で加熱するとくすぶり酸化鉄を残す、すなわち炭化鉄である。

D. 結晶 1.725 g を 8.6 g の純粋な酸化水銀と水浴上で長時間加熱すると、徐々に赤色粉末として酸化鉄が分離してきた。ろ紙上においた酸化鉄は赤熱後ろ紙灰を差し引くと 0.445 g となつたが、それは結晶 100 量に対して酸化鉄 25.79 あるいは金属鉄 17.59 に相当する。

ろ液を蒸発させ、白金るつぼ中でゆるやかに赤熱すると 1.170 g の塩化カリウム¹⁰⁾を与えたが、これは塩素 35.4 に対しカリウム 39.2 より成つておらず、そこで結晶 100 量に対してカリウム 35.64 あるいはカリ 42.91 ということになる。

この実験を再度 1.104 g の新化合物と 4.5 g の酸化水銀で行った。 0.232 g の酸化鉄を得たが、それは 100 量に対して酸化鉄 26.08 あるいは金属鉄 18.07 にあたる。さらに 0.744 g の塩化カリウムを得たが、それは 100 量に対してカリウム 35.41 あるいはカリ 42.64 であることを示す。

この両方の実験は非常によく一致するものの、化学量論的見地からすれば、鉄の量がいく分か多く見出されず。

ぎていると考えざるを得ないし、また、さらにこの新化合物の水溶液から酸化水銀の作用によって、酸化鉄が水和物状態ではなくて、赤色りん片状に沈殿したのが目についたので、この赤色沈殿が純粹な酸化鉄でなく、多量の酸化鉄とごく少量の青酸およびごく少量のカリの三重の化合物であることがありうると考えた。後の実験で得られた赤熱酸化鉄を水で湿らせたものは、リトマス紙を赤変しなかった。しかしそれを塩酸に溶かし、次いでアンモニアで沈殿させ、残った液を蒸発、赤熱したところ、非常に少量の残渣が得られたが、それは水に溶けて銀溶液を沈殿させた。

それから、酸化鉄中に含まれるカリ量を正確に決めるために D のところで最初に述べた実験によって得られた酸化鉄を同様な方法で処理して、0.022 g の塩化カリウムを得たが、その溶液は銀溶液だけでなく白金溶液でも多量の沈殿を生じた。新化合物 1.225 g^{11} より得られたこの 0.022 g の塩化カリウムは、炭酸カリで 1.18%，カリウムで 0.66% を示す。得られた数字を最初の酸化鉄から引くと酸化鉄 24.61% = 金属鉄 17.04% が残る。そして後で得られた数字を先のカリウムに加えると、全体で 36.30% となる^{*1)}。

E. 結晶 1.070 g を多量の水に溶かし、ペルリン青の沈殿が現われる限りは、硫酸第一鉄を混合させた。この溶液は、今度は硫酸第一鉄でも塩酸第二鉄でも沈殿を生じなかった。完全に不溶のペルリン青をろ紙上で水洗し、塩基性鉄塩を除くためにいく分希釈した塩酸で洗った。水浴上で 1 日乾燥したこのものは、水浴上で同様に乾燥したろ紙を差し引くと、1.233 g の重さがあった。最後に、このペルリン青を燃焼し、残った鉄に硝酸を加えて最高にまで酸化した。得られた酸化物はろ紙灰分を差し引くと 0.630 g であり、これは結晶 100 量に対して 58.88 に、また金属鉄 40.76 にあたる。ペルリン青をろ別した液体から鉄を塩素で最高まで酸化した後、アンモニアで沈殿させた。この酸化鉄を除いた液体を蒸発、赤熱したところ全部で 0.858 g の中性硫酸カリが得られた。この塩が硫酸 40 に対するカリ 47.2 から成るとすると、結晶は 100 量にカリウム 35.21 またはカリ 42.39 が含まれている。

F. 白金るつぼ中で結晶 0.569 g に硫酸を加え赤熱するまで徐々に加熱した。結晶はただちに淡黄色に着色し、この色は硫酸に移った。多分ここで硫酸と結晶の固体化合物が生成し、それから一部が過剰の硫酸に溶けたので

ある。加熱によってこの塊はすぐに青みがかった白色となり、(空気に触るとペルリン青になる白色シアノ化鉄か？)，粘稠になり、かなりふくれあがって、青い炎をあげて燃え、弾力のある液体となった。赤熱した褐色残渣を塩酸に溶かし、アンモニアで沈殿させると、結晶 100 量に対して 25.13 の酸化鉄あるいは 17.40 の金属鉄に相当する 0.140 g の酸化鉄と、さらに結晶 100 量に対して 36.11 のカリウムあるいは 45.48 のカリに相当する 0.457 g の赤熱硫酸カリが得られた。

G. 結晶を分析するもう一つの方法は、その困難さのために成功しなかった。すなわち、結晶の粉末を硝酸アンモニアの 3 倍量と混ぜ、赤熱しているるつぼ中に少しずつ入れたところ、そのたびに活発に破裂した。このことから塊の一部が飛散して、結果は不十分であった。

H. くり返して何回か赤色シアノ化鉄カリウムの 0.050 g から 0.070 g を 20 倍量の酸化銅と混ぜ、5 インチの長さの銅の層でおおってガラス管中で分解した。銅層を赤熱してから管の端を熱すると、混合物はただちに激しく赤熱して分解し、急速にガスが発生するがすぐにおさまった。管をガスとともに冷却し、そこから発生した気体として相当量のガスを回収するようにした。

得られたガスはカリにより 2/3 まで、完全には吸収されなかつたが、これは一部は空気の混合によるものであり、一部はカリ中の炭酸が管中にもどつたためである。0.100 g のシアノ化鉄カリウムをとった最も正確な実験では、得られたガス量は 0°、大気圧 0.76 m で 55.5 cm^3 であった。これより、この化合物中に含まれるシアノ量は次のようにして求められる。

Berzeliusによれば炭酸カリは酸化銅と加熱すると炭酸の一部を発生し、このさい 1 結合量の酸化銅カリと、多分 3 結合量の炭酸カリより成る化合物が生成する。この比率を正しいものと見積もると、4 結合量のカリに 3 の炭酸が含まれ、カリウムの結合量を 39.2、炭酸のそれを 22 とすると、赤色シアノ化鉄カリウムの 0.100 g に含まれる 0.036 g のカリウムは 0.01515 g の炭酸をとらえることになる ($4 \times 39.2 : 36 = 3 \times 22 : 15.15$)。大気の比重を 1.0 とすると、炭酸の比重は 1.5174 であり、1 l の大気は 0°、0.76 m 大気圧では 1.2991 g の重さであり、したがって 1 l の炭酸は、1.9712 g となる。1.9712 g の炭酸が 1000 cm^3 を占めるとすると、カリに結合している 0.01515 g は 7.7 cm^3 とはかられる。

このカリに結合している 7.7 cm^3 の炭酸を集められた

55.5 cm³ のガスに加えると全部で 63.2 となる。この 63.2 cm³ のガスは、炭酸 2/3 と窒素 1/3 の混合物とみなされるが、それらのガスは発生源のシアンガスの 3 倍の体積を有するわけで、したがってシアンガスは 21.1 cm³ となる。シアンガスの比重を 1.7932 とすると、その 1/l は 2.3295 g の重さであり、したがって 21.1 cm³ は 0.049 g の重さである。

この実験によりシアンの含量は 49% であることがわかる。この結果は明らかに大きすぎるが、それは化学量論的考察からだけではなく、すでに得られた約 36% のカリウムと約 17% の鉄とからすれば合計で 2% の過剰がみられるからである。多分これは、炭酸カリウムが酸化銅による赤熱によって、上で見積もったほど多量の炭酸をとどめていないことにもとづいている。少なくとも 55.5 cm³ 以下のガスを得たことはなく、二、三の実験では 56.5 とか 56.8 となった。この酸化銅とシアン化鉄カリウムの混合物を銅粉の代わりに鉄粉でおおい、シアン化鉄カリウムを同様に水浴上で乾燥して、酸化銅と鉄粉も同様に赤熱した場合には、はっきりとしたガスの量の増加は認められず¹²⁾、したがってこの物質には青酸も酸化ニッケルも含まれていないことがわかった¹²⁾。

以上述べた実験から、赤色シアン化鉄カリウムは次のような組成になっていることが結論される。

		実験			
100 量中の結合量：		D	E	F	H
カリウム	3	117.6	35.89	36.30	35.21
鉄	2	54.0	16.49	17.04	—
シアン	6	156.0	47.62	—	—
					49

赤色シアン化 鉄カリウム 1 327.6 100.00

3 結合量のシアンは 3 結合量のカリウムに属し、また 3 シアンは 2 鉄に属している。この物質は 2 結合量の単一シアン化カリウムと 2 結合量のセスキシアン化鉄の化合物であるとみなされる。それは水に青酸第二鉄カリとして溶け、そこでは 6 シアンが 6 水素をとりこみ、3 カリウムが 5 酸素¹³⁾ を、2 鉄が 3 酸素をなう。

赤色シアン化鉄カリウムのそれ自身および対応する青酸第二鉄カリがどのように成り立っているかの組成に関する知見を得るために、白色シアン化鉄カリウムの水溶液に塩素ガスを作用させることによって、次のように考えることができる。後者の化合物は、2 カリウム、1 鉄、3 シアンを含んでいる。あるいは 2 倍に考えて、4 カリウム、2 鉄、6 シアンである。1 カリウムを奪うのに必要な量の

塩素を作用させると、3 カリウム、2 鉄および 6 シアンが残り、これが新しい化合物の関係である。この見解を確認するために、2 結合量 (210 部) の結晶青酸鉄カリの溶液に、1 結合量 (44 部) の結晶二酸化マンガンと塩酸を加熱して発生する量の塩素を通じた。ともかく 2 倍量の二酸化マンガンを使って、ここで必要とするより多量の塩素を通じたが、この量の塩素だけではすべての青酸第一鉄カリを分解するには不十分であった。この実験は、二酸化マンガンが想定量の酸素を含んでいなかったこと、また発生した塩素は一部吸収されずにもれたこと、あるいは不均一に、また部分的には過剰に分解して作用したことから、はるかに少くなり、多分不十分に終わったものである。

この青酸第一鉄カリの分解で目立ったことは、多量に分離したペルリン青と、母液をくり返し蒸発したさいに生じた青酸臭であった。これらの現象は疑いもなく一部は塩素ガスから変化し、一部は過剰の塩素から、光の作用によって、また多分青酸の作用によって生成したいくつかの塩酸に由来するものである。なぜなら水を通過させた塩素ガスの使用のさいに、塩素の作用を均一にするようにこまめに振ると、生成するペルリン青の量はずつと少なくなるからである。

赤色シアン化鉄カリウムを他の方法で合成しようとする種々の実験は実りのないものであった。たとえば、青酸第一鉄カリ水溶液を過剰のヨウ素と加熱すると暗褐色の液体が生成し、これから冷却によって少量のペルリン青のほかにヨウ素の一部が分離するが、常に塩酸第二鉄を青く沈殿する。さらにヨウ化水素酸カリのほかに青酸第二鉄カリが生成するが、塩酸第二鉄の添加によって、第二鉄の酸素がヨウ化水素酸の水素によって奪われ、それによってペルリン青が生成したものと考えができる。

青酸第一鉄カリの水溶液にシアンガスを通じると、実際にある程度の量は吸収されるが、液は濃い黄色とはならず、塩酸第二鉄を沈殿させる力を保っている。ごく少量の塩酸を加えた後でも期待したような結果は得られなかつた。この液に、また少量の水酸化鉄を加え、おだやかに加熱したとき、きわめて濃い青色液が得られたが、これをろ過すると透明青色となり、ろ紙上には少量の緑がかった青白色粉末が残り、これは塩酸によって濃青色となつた。時間がたつにつれてその青いろ紙上には類似の粉末がより多く分離してくるが、そのさいみかけは緑

色に変色した。この現象は Berzelius が認めた可溶性ペルリン青を思い起こさせるが、さしあたりこれを説明することはできなかった。

カリ水溶液と新たに沈殿させた水酸化第二鉄に青酸を加えると、第二鉄の大部分は溶けずに残るが、少量が青酸によって第一鉄に変わって溶け、したがって、この溶液は少量の青酸第一鉄カリに加えて、多量の単一な青酸カリのみを含んでいる。私はまたここで Illner の、水酸化第二鉄が青酸としばらく接触しているとペルリン青に変わるという事実を確認した。

さてここで赤色シアノ化鉄カリウムと青酸第二鉄カリの分解と化合について記すことがまだ残っている。

塩素の作用によってこの化合物が生成すると、その過剰量によってそれ自身完全に分解される。水溶液中に塩素ガスを通じておだやかに加熱すると、クロルシアノの刺激臭が発生し、クロルシアノ化鉄が濃緑色粉末として沈殿して、水には塩酸カリだけがなお溶けている。赤色シアノ化鉄カリウム 1 結合量の分解には多分 9 結合量の塩素が必要であり、そのうちの 3 量がカリウムに入り、6 量が 6 シアノに入る。生成したクロルシアノは部分的には 2 結合量の鉄と化合して沈殿し、部分的には遊離して発生する。

赤色シアノ化鉄カリウムの結晶をかなり強い硝酸に加えると、冷たいところでもすでに暗褐色に着色し、硝石を分離しながら徐々に溶解する。この分解は、すでに Döbereiner が結晶青酸第一鉄カリを硝酸に溶解したさいに認めたことと一致する。

透明な濃塩酸中では、赤色結晶は黄色粉末となり、少量しか溶けない。加熱するとペルリン青を生成する。希塩酸に溶解すると、蒸発させるとときだけペルリン青が分離する。

青酸第二鉄カリ水溶液を青酸第一鉄カリと混ぜると淡黄色透明な液体となる。これは塩酸によって緑色となり、加熱して蒸発すると多量のペルリン青が分離する。

青酸第二鉄カリ水溶液に硫化水素を通じると、溶液の色は薄くなり、硫黄と、すぐ青色となる青酸第一鉄が分離し、加熱によって少量の青酸が発生して、そのときに通常の青酸第一鉄カリそのものが含まれる。

赤色塩の水溶液を沸騰するまで長時間加熱するときは、青酸第一鉄カリに変わるのはごく少量しかない。

赤色シアノ化鉄カリウムは 7°C で 3.8 量の水に溶けて褐色になり、希釀することによって純粹な黄色になり、

さらに大きく希釀してもなお色がわかるほどである。熱水はさらに多量に溶かすようにはたらく。この溶液を水浴上でおだやかに加温し、徐々に冷やしてゆっくり蒸発させるとときわめて美しい結晶が得られる。これは風解しやすいので、平らな磁製のシャーレのかわりに高い壁のガラスの容器を選んだ。

通常の 56°B の酒精には少量が淡黄色となって溶ける。無水のアルコールには痕跡も溶けない。

いわゆる青酸鉄あるいは三重青酸第一鉄が、カリ以外にも多くの他の塩基と化合物をつくることができるよう、青酸第二鉄カリに取り込まれる三重青酸第二鉄も同様な挙動を示す。難溶性のアルカリ類との化合物は、青酸第二鉄カリが、バリタ水、ストロンチア水および石灰水によっても、また塩酸バリタや塩酸石灰によっても沈殿を生じないので、すべて易溶性であるようにみえる。

これに対して重金属塩は青酸第一鉄に対して次のように挙動する。

- (鉄含有の) 硫酸チタンでは: 緑色をおびた褐黄色沈殿。
- 塩酸第一クロムとは: しばらくして少量の暗緑色りん片状沈殿。
- 塩酸第二ウランとは: 強い赤褐色沈殿。
- 硫酸第一マンガンとは: 強い灰褐色のこまかいりん片状沈殿。
- 塩酸第二コバルトとは: 暗褐赤色の大きな塊。
- 硫酸ニッケルカリとは: 褐黄色塊。
- 硫酸第二銅とは: きたない褐黄色塊。
- 塩酸第二金とは: 少量の暗褐赤色沈殿。上澄液は暗褐色に着色しているようにみえる。
- 塩酸第二白金とは: 热水に可溶の黄色沈殿(すなわち、塩酸第二白金カリ)。
- 硝酸銀とは: 橙黄色塊。
- 塩化第二水銀とは: 反応せず。
- 硝酸第二水銀とは: 黄色塊。
- 硝酸第一水銀とは: レモン黄色塊。
- 塩酸第一スズとは: 白色塊。ペルリン青によりいく分青みがかる。
- 塩酸第二スズとは: 反応せず。
- 硫酸亜鉛とは: 褐色がかかった橙黄色塊。
- 硫酸第二ビスマスとは: 濃いくすんだ黄褐色沈殿。
- 吐酒石とは: 反応せず。
- 青酸第一鉄を硝酸第二鉛と混ぜると弱い混濁が起る

だけであるが、すぐにガラス壁に多量の暗褐赤色結晶が析出した。この結晶は、より多量の褐色液をおだやかに加温した状態で混ぜ、その混合物をゆっくり冷却させたときに、よりきれいに得られた。しかしながらその結晶は、とさか状に固まって、そのため形態を定かには決められなかった。その水溶液はやや強く加熱するときわめてたやすく分解して青白色沈殿を分離するが、これは多分通常の青酸第一鉄第二鉛とペルリン青の混合物である。

この鉛化合物から、新しい青酸鉄もしくは三重青酸第二鉄その物を分離する実験を行った。この目的のために鉛化合物を希硫酸とともにすりつぶし、その液体の時間変化を観察し、鉛化合物または硫酸を加えて得られた液体が、塩酸バリタによって非常に弱くしか濁らず、そして硫化水素によって赤色がかかった褐色沈殿がもはや生じなくなるまでにする。この液体は傾瀉すると青酸第二鉄カリ溶液のように濃度が濃ければ褐色がかり薄ければ黄色にみえて、大量の水さえあざやかな黄色に染めた。加熱すると、また長時間放置すると、一部結晶状の外觀を有する淡青色のペルリン青を分離した。この溶液に浸した紙はペルリン青を生成して緑色に染まるが、これは太陽光のもとでは暗所の場合よりもあざやかである。この液体は鉄塩に対しても、青酸第二鉄カリがその塩酸第二鉄塩へはただ褐色の、また第一鉄塩に対しては強い青色沈殿を与えたのと同じように挙動する。同様に、それは多くの他の重金属溶液に対し、青酸第二鉄カリと同じく沈殿した。それはリトマスを強く赤変し（それはごく微量の混入硫酸に由来するものではない）、酸っぽく辛い味がする。きわめて注意深く蒸発させると、褐黄色の針状結晶が得られたが、少量のためこれ以上の決定はできなかつた。いく分より強く加熱して乾固するまで蒸発させ、乾燥した黒緑色塊に水を注ぐと、ぱちぱちといつてはねる。この塊はふくらんで暗褐色粉末となり、水には少量しか溶けない。

最後に青酸第二鉄カリの鉄塩に対する関係を考察してみる。

青酸第二鉄カリ水溶液を第一鉄塩を含まない塩酸第二鉄と混ぜると、暗褐色透明の溶液を生成し、ペルリン青はまったく生じない。多分ここでは塩酸カリと、水に褐色となって溶ける单一なセスキ青酸第二鉄を生成する。この褐色液体をそのまま濃厚な状態で放置すると、すぐにペルリン青のひだの多い皮膜でおおわれる。このペル

リン青の生成はおだやかに加温するとずっと速く起こり、青酸第二鉄カリが過剰のときはシアンガスの発生と、塩酸第二鉄が過剰のときは塩素ガスの発生とながつてくるが、これは完全にペルリン青の組成の理論が要求するとおりである。最後にこの青酸第二鉄カリと塩酸第二鉄より成るこのような褐色混合物に硫化水素、亜硫酸および類似の脱酸素剤を加えると、ただちにペルリン青が生成する。

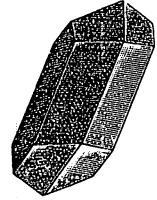
容易に予想されるように、青酸第二鉄カリを第一鉄塩と混ぜてもただちにペルリン青が生成する。したがつて、この新しい塩は鉄塩に対して青酸第一鉄カリと逆の関係を示し、第一鉄塩に対しては、青酸第一鉄カリが第二鉄塩に対するのと同じように鋭敏である。そこで青酸第二鉄カリは、一方では鉄鉱泉その他のような溶液中に第一鉄として溶けている鉄を、あらかじめ酸化せずに検出するのにきわめて有用な試薬として推奨されるし、鉄塩で酸の大過剰によってもペルリン青が生成すればするほど、またしたがつて青酸第一鉄アルカリの場合のように、青酸塩からの過剰の酸によってのみペルリン青が生成するという気づかいをすることはないので、また一方では、この新しい試薬はいかなる第二鉄塩（たとえば塩酸第二鉄塩中に）にあっても、痕跡の第一鉄塩がただちに青く呈色するので、その存在を一目で見分けるのに非常に便利に使うことができる。

Eの節では、計算から鉄 16.5 を含む赤色シアン化鉄カリウム 100 を水に溶かし、過剰の硫酸第一鉄と混ぜると、金属鉄 40.76 を含む量のペルリン青を与えるという実験を述べておいた。したがつて赤色シアン化鉄カリウム中の鉄と、それから生成したペルリン青中の鉄の比は約 2:5 である。青酸第二鉄カリはカリ 3 結合量、第二鉄 2 および青酸 6 を含むので、この塩は硫酸によってカリが除かれ、それに対して 3 結合量の第一鉄を受け入れたものと考えてよいであろう。この場合ここで沈殿したペルリン青は第二鉄 2、第一鉄 3 および青酸 6 を含み、2 結合量のセスキ青酸第二鉄と 2 結合量の单一青酸第一鉄の化合物であるとみなすことができる。この推定はとくに多すぎる青酸含量のため Berzelius の研究と一致しない。しかし合成方法によって 3 構成要素の比が異なる種々のペルリン青が生成し、とりわけ青酸第一鉄カリと第二鉄塩の混合によって得られたペルリン青は、第二鉄含量が大きいことによって、普通にみられるペルリン青とは違う可能性がある¹⁴⁾。

原 注

- *1) 青酸第一鉄から酸化水銀により沈殿した酸化鉄がいく分かの青酸やカリを含んでいることをさらに確認するために、次の実験を行った。1) 上のように青酸第二鉄カリを5倍量の酸化水銀で分解し、ろ紙上の沈殿を二、三日熱水で洗い、次いでそれに塩酸を注ぐと、いく分かの青酸が発生した。2) この青酸は酸化水銀に属する可能性があったので、赤色シアン化鉄カリ1量に対して酸化水銀1量だけを加えると、酸化水銀はすべて溶けるはずである。この赤色沈殿を熱水で手早く洗い、塩酸を加えると非常に少量の青酸が発生した。水銀をまったく含まない塩酸溶液をアンモニアで沈殿させ、以下同様にしたところ、痕跡の塩化カリウムしか得られなかった。3) 結晶化した青酸第一鉄カリを同量の酸化水銀とともに煮沸することによって分解したさい、より多量の褐赤色沈殿を得たが、それは塩酸でカロメルを残し、いく分か多目の青酸を発生して溶け、またそれはアンモニアで分解すると、これもいく分か多目の塩化カリウムを生じた。
- *2) 私は、鉄粉による部分が有機化合物の水素含有量決定に使用することができないかという研究を行うことを考えている。たとえば、ある有機化合物をそのまま酸化銅とともに赤熱し、得られた炭酸ガスおよび窒素ガス量を決定する。次いで赤熱した鉄粉の長いベッドをつけて、酸化銅とともに赤熱する。ここで増加したガス量は水素ガスとして計算する。それは一酸化炭素ガス中の炭素は、炭酸ガス中の炭素と同じ容積を占めるからである。

訳 注

- 1) Eisenoxydul.
- 2) いずれも oxyd の接尾語がついて記されている。
- 3) Eisenoxyd.
- 4) ここでグメリンは青酸第一鉄カリとシアン化鉄カリウムを別のものとして記しているが、同一のフェリシアン化カリウムで、後者は無水塩としたものか。
- 5) フェリシアン化カリウム。
- 6) 右図のような稜柱状結晶の記述である。以下の書より引用。下山順一郎著、近藤平三郎増訂『製薬化学上巻 改訂14版』(株涅書院、1917), 357頁。
- 7) Stickkohlenstoff.
- 8) Stickstoffkohle.
- 9) 鉄 (III) イオンの検出に用いられる。
- 10) 記されていないが塩酸との作用で得られたものであろう。
- 11) 1.725 g の誤りと思われる。
- 12) ここでのシアンの割合の算出法の基礎を現在の化学式で書くと次のようになる。

$$(CN)_2 + 2 O_2 \longrightarrow 2 CO_2 + N_2$$

$$2 K_3[Fe(CN)_6] + 15 O_2 \longrightarrow$$

$$3 K_2O + Fe_2O_3 + 12 CO_2 + 6 N_2$$
- 13) 1.5 酸素の誤りと思われる。
- 14) 現在では同一物として理解されている。以下の文献を参照。
D. E. Fluck, W. Kerler, W. Neuwirth, "The Mössbauer Effect and its Significance in Chemistry", *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **2** (1963) : 277-287, pp. 283-284.

資料

化学史および周辺分野の新刊書 (1996)

定価は消費税 3% 時の税込価格

編・著 者	書 名	判・ ページ数	定価(円)	出 版 社
大槻真一郎編著	記号・図説鍊金術事典	A 5・279	4,635	同 学 社
C. ジルクリスト著, 桃井緑 美子訳	鍊金術	B 6・142	980	河 出 書 房 新 社
E. J. ホームヤード著, 大沼 正則監訳	鍊金術の歴史	A 5・264	4,635	朝 倉 書 店
山崎幹夫	歴史の中の化合物：くすりと医療の歩みをたどる	B 6・205	1,400	東 京 化 学 同 人
松岡敬一郎・藤村みつ子	化学の形成：哲学的原子論から量子化学まで	A 5・159	2,500	霞ヶ関 出 版
ケンネ・ファン著, 服部 まこと訳	アルフレッド・ノーベル伝	A 5・597	5,974	新 評 論
ルネ・ロングレン著, 松崎 早苗訳	化学物資管理の国際的取り組み：歴史と展望	A 5・482	8,000	S t e p
小泉武夫	銘酒誕生（講談社現代新書）	B 40・220	670	講 談 社
石黒敬章	幕末・明治のおもしろ写真（コロナ・ブックス）	A 5・157	1,600	平 凡 社
飯島孝	技術の默示録	A 5・324	3,914	技 術 と 人 間
紀学仁主編, 村田忠蘂訳	日本軍の化学戦	B 6・393	3,800	大 月 書 店
七三一部隊国際シンポジウム実行委員会編	日本軍の細菌戦・毒ガス戦	B 6・362	2,800	明 石 書 店
高曉燕著, 山辺悠喜子・宮 崎教四郎訳	日本軍の遺棄毒ガス兵器	B 6・243	2,266	明 石 書 店
ロバート・ハリス, ジェレ ミー・パックスマン著, 大 島紘二訳	化学兵器	B 6・315	1,800	近 代 文 芸 社
川名英之	ドキュメント日本の公害 第13巻	B 6・354	3,296	緑 風 出 版
草の根出版会編	日本の公害1~6：写真・絵画集成	A 4・6 冊	58,710	日本図書センター
黒田隆幸	産業公害の終着駅・産業廃棄物	B 6・485	2,500	同 友 館
黒田隆幸	関一と中馬馨の大坂都市経営	B 6・277	2,000	同 友 館
黒田隆幸	都市産業公害の原点・西淀川	B 6・317	2,000	同 友 館
斎藤恒	新潟水俣病	B 6・413	3,500	毎 日 新 聞 社
水俣病研究会編	水俣病事件資料集 上下	B 5・1850	64,890	草 書 房
中村友太郎ほか編著	環境倫理	A 5・215	2,400	北 樹 出 版
宮崎一郎	環境・公害教育に生きる	A 5・262	2,575	高 文 研
安藤正人・青山英幸編著	記録史料の管理と文書館	A 5・585	8,858	北海道大学図書刊 行会
川成洋編	世界の古書店3（丸善ライブラリー）	B 40・226	700	丸 善
クリフ・ペーフィット著, 立石信子・日本書票協会訳	黄金期の西洋蔵書票	A 4・119	6,180	日本古書通信社
菊池文誠編	近代科学の源流を探る	A 5・136	2,266	東 海 大 学 出 版 会

編・著 者	書 名	判・ ページ数	定価(円)	出 版 社
石田純郎	ヨーロッパ医科学史散歩	A 5・246	3,500	考 古 堂 書 店
高野義郎	古代ギリシア科学史の旅	B 6・222	1,800	丸 善
松居竜五ほか	達人たちの大英博物館（講談社選書メチエ）	B 6・308	1,600	講 談 社
塙ちと	旅先で寄る奇想博物館	A 5・128	1,500	小 学 館
経済広報センター編	企業の文化スポットマップ〈全国版〉	A 5・182	1,300	学 阳 書 房
小林康夫・船曳建夫編	知のモラル	A 5・298	1,545	東京大学出版会
芦津丈夫ほか編	文化における〈自然〉：哲学と科学のあいだ	B 6・249	2,884	人 文 書 院
スタンレー・J. タンバイ ア著, 多和田裕司訳	呪術・科学・宗教	A 5・314	4,120	思 文 閣 出 版
小林道夫	科学哲学	A 5・206	2,472	産 業 図 書
田山一石編	科学と哲学	A 5・236	1,600	実 践 社
佐々木力	科学論入門（岩波新書）	B 40・228	650	岩 波 書 店
中村孔治	科学技術の発展と人のこころ	B 6・161	1,200	コ ロ ナ 社
池田清彦	科学教の迷信	B 6・220	1,900	洋 泉 社
安斎育郎ほか	理科離れの真相	B 40・187	680	朝 日 新 聞 社
安斎育郎	人はなぜ騙されるのか	B 6・221	1,500	朝 日 新 聞 社
ノルベルト・エリアス著, 井本响二・青木誠之訳	時間について	B 6・234	2,575	法政大学出版局
熊田陽一郎	プラトニズムの水脈	A 5・307	4,994	世 界 書 院
W. D. ロス著, 田島孝・新 海邦治訳	プラトンのイデア論	B 6・388	3,605	哲 書 房
塙田富治	ペイコン	B 6・250	2,369	研 究 社 出 版
浜林正夫	ロック	B 6・260	2,369	研 究 社 出 版
小林道夫	デカルトの自然哲学	B 6・226	2,400	岩 波 書 店
ルネ・ブーヴレス著, 橋本 由美子訳	ライプニッツ（文庫クセジュ）	B 40・134	980	白 水 社
R. フィンスター, G. ファ ン・デン・ホイフェル著, 向井久ほか訳	ライプニッツ	B 6・293	2,980	シュプリングー・ フェアラーク東京
金森修	バシュラール（現代思想の冒険者たち）	B 6・321	2,600	講 談 社
渡辺公三	レヴィ=ストロース（現代思想の冒険者たち）	B 6・341	2,600	講 論 社
鈴村和成	バルト（現代思想の冒険者たち）	B 6・349	2,600	講 論 社
桜井哲夫	フーコー（現代思想の冒険者たち）	B 6・341	2,600	講 論 社
ジョン・ヒートン, ジュディ ・グローヴス著, 左久梓 訳	ヴィトゲンシュタイン（コミック版）	A 5・175	1,300	心 交 社
大須賀節雄ほか編	知識科学の展開	A 5・278	3,900	オ 一 ム 社
ジャン=ビエール・ラン タン著, 丸岡高弘訳	われ思う, 故に, われ間違う	B 6・346	2,678	産 業 図 書
吉永良正	「複雑系」とは何か	B 40・249	660	講 論 社
D. ボーム著, 井上忠ほか 訳	全体性と内蔵秩序	B 6・367	2,800	青 土 社

編・著 者	書 名	判・ ページ数	定価(円)	出 版 社
ジョン・L. カスティ著, 佐々木光俊訳	複雑性とパラドックス	B 6・423	3,605	白 揚 社
M. ミッセル・ワールド ロップ著, 田中三彦・遠山 峻訳	複雑系	B 6・524	3,400	新 潮 社
ジョゼフ・キャンベル著, 飛田茂雄訳	時を超える神話 (キャンベル選集1)	B 6・305	2,000	角 川 書 店
ジョゼフ・キャンベル著, 飛田茂雄ほか訳	生きるよすがとしての神話 (キャンベル選集 2)	B 6・307	2,000	角 川 書 店
ジョゼフ・キャンベル著, 武倉るみ訳	野に雁の飛ぶとき (キャンベル選集 3)	B 6・291	2,000	角 川 書 店
アンリ・アトラン著, 寺田 光徳訳	正も否も縦横に:科学と神話の相互批判	B 6・625	6,901	法政大学出版局
間瀬啓允	エコロジーと宗教	B 6・204	1,545	岩 波 書 店
松本三和夫責任編集	年報 科学・技術・社会 第5巻	B 5・163	2,000	科学・技術と社 会の会
望月太郎	技術の知と哲学の知	B 6・244	1,950	世 界 思 想 社
村田充八	技術社会と社会倫理:キリスト教技術社会論 序説	A 5・276	3,400	晃 洋 書 房
辻良夫	科学技術神話の崩壊:巨大地震と核戦略をめ ぐって	B 6・206	1,000	出 版 文 化 社
九州産業大学公開講座委員 会編	転換期の経営と技術	B 6・318	2,000	九州大学出版会 会
尾身幸次	科学技術立国論:科学技術基本法解説	B 6・285	1,400	読 売 新 聞 社
小山田了三	日本人の創造力	B 6・242	2,678	東京電機大学出版 局
牧野文夫	招かれたプロメテウス:近代日本の技術発展	A 5・311	5,000	風 行 社
塙原修一・小林信一	日本の研究者養成	A 5・346	6,695	玉川大学出版部
佐々木享編	技術教育・職業教育の諸相	A 5・457	8,000	大 空 社
ピーター・パーク編, 谷川 稔ほか訳	ニュー・ヒストリーの現在	A 5・352	3,996	人 文 書 院
神奈川大学評論編集専門委 員会編	社会史の魅力	A 5・208	2,575	御 茶 の 水 書 房
岡崎勝世	聖書 VS. 世界史 (講談社現代新書)	B 40・254	650	講 談 社
梅原猛ほか編	講座・文明と環境 2, 4, 5, 9, 11, 13, 14, 15	A 5・216 +325 +286 +259 +198 +200 +219 +228	2,605 ~4,738	朝 倉 書 店
日外アソシエーツ編集部編	世界史人物生没年表	A 5・620	7,828	日外アソシエーツ
日外アソシエーツ編集部編	世界の偉人 (読書案内・伝記編)	A 5・450	5,400	日外アソシエーツ
J. グッドマン著, 和田光弘 ほか訳	タバコの世界史	A 5・356	4,120	平 凡 社
K. ヴィルヘルム・ヴェー バー著, 野田倬訳	アッティカの大気汚染:古代ギリシア・ロ ーマの環境破壊	A 5・256	2,200	鳥 影 社

編・著 者	書 名	判・ ページ数	定価(円)	出 版 社
フィリップ・レクリヴァ ン著, 垂水洋子訳	イエズス会	B 40・186	1,400	創元社
高橋哲雄	イギリス歴史の旅(朝日選書)	B 6・275	1,300	朝日新聞社
ロイ・ポーター著, 目羅公和訳	イングランド18世紀の社会	B 6・610	6,901	法政大学出版局
東田雅博	大英帝国のアジア・イメージ	A 5・266	3,605	ミネルヴァ書房
小倉孝誠	19世紀フランス光と闇の空間	A 5・270	3,090	人文書院
米山正信	子どもと一緒に楽しむ科学者たちのエピソード20	B 6・189	1,442	黎明書房
L. D. レイノルズ, N. G. ウィルソン著, 西村賀子・古武純夫訳	古典の継承者たち	B 6・475	4,738	国文社
沢井繁男	ルネサンス文化と科学(世界史リブレット)	A 5・90	750	山川出版社
G. デッラ・ポルタ著, 沢井繁男訳	自然魔術 人体篇	B 6・270	2,400	青土社
F. A. イエイツ著, 高田勇訳	十六世紀フランスのアカデミー	A 5・645	7,800	平凡社
S. G. ギンディキン著, 三浦伸夫訳	ガリレイの17世紀	B 6・168	1,580	シュプリング・フェアラーク東京
J. フォーベル編, 平野葉一ほか訳	ニュートン復活	A 5・454	3,296	現代数学社
中島秀人	ロバート・フック(朝日選書)	B 6・316	1,500	朝日新聞社
板倉聖宣	フランクリン	B 6・279	1,957	仮説社
浜田和幸	快人エジソン	A 6・226	1,600	日本経済新聞社
T. P. ヒューズ著, 市場泰男訳	電力の歴史	A 5・724	7,800	平凡社
小野清美	テクノクラートの世界とナチズム	A 5・452	4,944	ミネルヴァ書房
ジョジアンヌ・オルフ=ナータン編, 宇京頼三訳	第三帝国下の科学	B 6・417	4,429	法政大学出版局
シャロン・バーチュ・マグレイン著, 中村友子訳	お母さん, ノーベル賞をもらう	B 6・524	2,884	工作舎
U. フェルシング著, 田沢仁・松本友孝訳	ノーベル・フラウエン: 素顔の女性科学者	B 6・275	2,500	学会出版センター
市川浩	科学技術大国ソ連の興亡	A 5・208	3,811	勁草書房
栗田直躬	中国思想における自然と人間	A 5・381	7,416	岩波書店
墨子著, 薮内清訳注	墨子(東洋文庫)	B 40・394	2,987	平凡社
坂出祥伸	「気」と道教・方術の世界(角川選書)	B 6・304	1,600	角川書店
川原秀城	中国の科学思想	B 6・323	2,575	創文社
堀池信夫	中国哲学とヨーロッパの哲学者 上	A 5・472	11,000	明治書院
ジャック・ジェルネ著, 鎌田博夫訳	中国とキリスト教	B 6・387	4,429	法政大学出版局
岡本さえ	清代禁書の研究	A 5・773	28,840	東京大学出版会
日本出版学会・出版教育研究所共編	日本出版史料2	A 5・216	1,854	日本エディタースクール出版部
住友史料館編	住友史料叢書 [10]	A 5・366	9,785	思文閣出版

編・著者	書名	判・ ページ数	定価(円)	出版社	
内山淳一	江戸の好奇心：美術と科学の出会い	A 5・245	3,200	講談社	
石山洋ほか編	江戸文人辞典：国学者・漢学書・洋学書	A 5・419	9,785	東京堂出版	
前田勉	近世日本の儒学と兵学	A 5・492	5,820	ペリカン社	
洋学史学会編	洋学4	A 5・190	4,500	八坂書房	
ヨーゼフ・クライナー編	ケンペルのみた日本(NHKブックス)	B 6・252	950	日本放送出版協会	
杉本つとむ	西洋文明事始め十講	B 6・318	2,000	スリーエーネットワーク	
岩崎克己	前野蘭化1, 2	B 40・323 +324	@2781	平凡社	
高階秀爾監修	江戸のなかの近代：秋田蘭画と『解体新書』	B 6・293	2,987	筑摩書房	
大槻玄沢著, 杉本つとむ編集	大槻玄沢集4, 5	B 5・473 +490	@30,000	早稲田大学出版局	
緒方洪庵著, 緒方富雄編	緒方洪庵のてがみ4, 5	A 4・324 +316	@20,600	菜根出版	
柴田収蔵著, 田中圭一編注	柴田収蔵日記1, 2(東洋文庫)	B 40・371 +364	@2781	平凡社	
福島義一	高良斎とその時代	A 5・260	3,914	思文閣出版	
石井研堂	増補改訂明治事物起原(復刻版)上下	A 5・1555	35,000	春陽堂書店	
湯本豪一	図説明治事物起源事典	B 5・465	9,888	柏書房	
老川慶喜	鉄道(日本史小百科近代)	A 5・376	2,678	東京堂出版	
常石敬一ほか	日本科学者伝	B 6・317	1,700	小学館	
都河明子・嘉ノ海暁子	拓く：日本の女性科学者の軌跡	B 6・220	1,957	ドメス出版	
相田洋	電子立国日本の自叙伝4~7	A 6・324 +336+280 +336	1,000 ~1,100	日本放送出版協会	
A. I. ボロディーン, A. S. ブガーアイ編, 千田健吾・山崎昇訳	世界数学者人名事典	A 5・659	8,240	大竹出版	
高木貞治	近世数学史談・数学雑談(復刻版)	B 6・274	2,678	共立出版	
佐藤健一編著	要説数学史読本	A 5・201	1,957	東洋書店	
船山良三	身近な数学の歴史 続	B 6・289	1,680	東洋書店	
中村義作	どこまで解ける西洋の算法(ブルーバックス)	B 40・236	760	講談社	
山川偉也	ゼノン4つの逆理	B 6・302	2,500	講談社	
中村幸四郎ほか訳	ユークリッド原論(縮刷版)	A 5・560	5,605	共立出版	
山下純一	アーベルとガロアの森	B 6・213	2,060	日本評論社	
S. G. ギンディキン著, 三浦伸夫訳	ガウスが切り開いた道	B 6・134	1,380	シュプリングラー・フェアラーク東京	
C. パリク著, 矢野環・正木玲子訳	数学者ザリスキの生涯	A 5・223	2,980	シュプリングラー・フェアラーク東京	
ジョージ・G. ジョーゼフ著, 垣田高夫・大町比佐栄訳	非ヨーロッパ起源の数学(ブルーバックス)	B 40・493	1,200	講談社	
佐藤健一編	江戸の寺子屋入門：算術を中心として	B 6・154	1,545	研成社	
ミッセル・セール著, 豊田彰訳	ルクレティウスのテキストにおける物理学の誕生	B 6・313	3,502	法政大学出版局	

編・著 者	書 名	判・ ページ数	定価(円)		出 版 社
			丸	講 論	
霜田光一	歴史をかえた物理実験	B 6・239	1,648	丸	善
西條敏美	物理定数とは何か (ブルーバックス)	B 40・279	780	講 論	社
金子務	AINSHUTAIN劇場	B 6・393	2,600	青 土	社
フランソワーズ・バリバ ール著, 南条郁子訳	Aインシュタインの世界	B 40・158	1,400	創 元	社
藤永茂	ロバート・オッペンハイマー (朝日選書)	B 6・367	1,600	朝 日 新 聞	社
山田克哉	原子爆弾: その理論と歴史 (ブルーバックス)	B 40・472	1,000	講 論	社
奥住喜重・工藤洋三訳	原爆投下の経緯	A 5・320	6,180	東 方 出 版	
ロビン・ハーマン著, 見角 銳二訳	核融合の政治史	B 6・398	2,600	朝 日 新 聞	社
樋口健二撮影	原発: 1973年~1995年	A 4・158	4,300	三 一 書 房	
藤田裕幸	知られざる原発被曝労働(岩波ブックレット)	A 5・63	400	岩 波 書 店	
佐藤ニナ・松浦千秋	総被曝者の時代	B 6・158	1,545	海 鳴 社	
シェルダン・L. グラショウ 著, 藤井昭彦訳	クオークはチャーミング: ノーベル賞学者グラショウ自伝	B 6・491	2,800	紀伊國屋書店	
ジャニス・ハントリー著, 小林等訳	西洋占星術	B 6・170	980	河 出 書 房 新 社	
ジャン・カレルズ著, 阿部 秀典訳	占星術大全	A 5・342	4,800	青 土 社	
平勢隆郎	中国古代紀年の研究: 天文と暦の検討から	A 5・472	12,000	汲 古 書 院	
杉本つとむ編	天文暦学書集 1	B 5・499	30,000	早稲田大学出版部	
大東文化大学東洋研究所編	年代学 (天文・暦・陰陽道) の研究	A 5・446	14,420	大東文化大学東洋 研究所	
横浜地方気象台編	神奈川の気象百年	A 4・215	3,914	日本気象協会横浜 支部	
米内金治	鳥を釣った話: 父島・南鳥島気象観測所長 の思い出	A 5・132	1,500	翰 林 書 房	
海野一隆	地図の文化史	A 5・214	3,708	八 坂 書 房	
山岡光治	訪れてみたい地図測量史跡	B 5・147	2,575	古 今 書 院	
清水大吉郎	古典にみる地学の歴史	B 5・152	4,635	東海大学出版会	
ナウマン著, 山下昇訳	日本地質の探求: ナウマン論文集	B 5・403	19,570	東海大学出版会	
荻慎一郎	近世鉱山社会史の研究	A 5・651	13,184	思 文 閣 出 版	
三木健	沖縄・西表炭坑史	B 6・224	2,266	日本経済評論社	
エヴァリン・F. ケラー著, 広 井良典訳	生命とフェミニズム	B 6・207	2,369	勁 草 書 房	
エヴァリン・フォックス・ ケラー著, 長野敬訳	機械の身体	B 6・250	2,400	青 土 社	
ロンド・シーピンガー著, 小川真里子・財部香枝訳	女性を弄ぶ博物学	A 5・276	3,296	工 作 舍	
H. W. ベイツ著, 長沢純 夫・大曾根静香訳	アマゾン河の博物学者 (完訳)	A 5・542	5,000	平 凡 社	
松永俊男	ダーウィンの時代	B 6・406	3,914	名古屋大学出版会	
内井惣七	進化論と倫理	B 6・235	1,950	世 界 思 想 社	

編・著者	書名	判・ ページ数	定価(円)	出版社
ロバート・オルビー著, 道家達訳ほか	二重らせんへの道 下	A 5・356	4,500	紀伊國屋書店
フランク・スペンサー著, 山口敏訳	ピルトダウン	A 5・470	7,416	みすず書房
ゲインズ・カンチュー著, リュウ著, 羽田節子訳	中国のセミ考	A 5・185	2,678	博品社
長谷川恩	ネズミと日本人	A 5・218	2,100	三一書房
大場秀章編	日本植物研究の歴史	規外・187	3,090	東京大学総合研究博物館
杉本つとむ編	西洋本草書集	B 5・497	30,000	早稲田大学出版部
安田健編	江戸後期諸国産物帳集成 第1巻	B 5・1082	51,500	科学書院
上田穂編	幕末本草家交信録:畔田翠山・山本沈三郎文書	A 5・294	8,857	清文堂出版
P. F. B. フォン・シーボルト著, 濑倉正克訳	シーボルト日本の植物	A 5・303	3,708	八坂書房
H. v. シーボルト著原田信男訳注	小シーボルト蝦夷見聞記(東洋文庫)	B 40・299	2,678	平凡社
小山鉄夫編著	黒船が持ち帰った植物たち	B 5・98	1,500	アボック社出版局
ドナルド・ウォスター著, 小倉武一訳	自然の摺理:エコロジーの歴史	A 5・138	2,800	食料・農業政策研究センター
鬼頭秀一	自然保護を問い合わせなおす(ちくま新書)	B 40・254	680	筑摩書房
井上孝夫	白神山地と青秋林道	A 5・223	3,296	東信堂
環境社会学編集委員会	環境社会学研究2	B 5・187	2,000	新曜社
ミシェル・ヴォヴェル著, 富樫理子訳	死の歴史	B 40・174	1,400	創元社
小松美彦	死は共鳴する	B 6・314	3,090	勁草書房
土山秀夫ほか編著	カントと生命倫理	A 5・262	2,800	晃洋書房
アントニー・ジンマーマン著, 成相明人訳	生命問題に関するカトリックの教え	B 6・243	2,987	エンデルレ書店
江原由美子編	生殖技術とジェンダー	B 6・429	3,708	勁草書房
前嶋信次	アラビアの医術	A 6・248	900	平凡社
ディーター・ジェッター著, 山本俊一訳	西洋医学史ハンドブック	A 5・458	9,064	朝倉書店
R. コールダー著, 佐久間昭訳	物語人間の医学史	B 6・366	2,900	平凡社
フレデリック・F. カート著, 倉俣トーマス・旭・小林武夫訳	歴史を変えた病	B 6・288	2,987	法政大学出版局
バーバラ・エーレンライク, デイアドリー・イングリッシュ著, 長瀬久子訳	魔女・産婆・看護婦	B 6・200	2,266	法政大学出版局
藤野豊編	歴史のなかの「癩者」	A 5・270	2,800	ゆみる出版
クロード・ケテル著, 寺田光徳訳	梅毒の歴史	A 5・472	5,974	藤原書店
ジョン=シャルル・スー著, ルニア・仲沢紀雄訳	ペストからエイズまで	B 6・326	3,090	国士社

編・著 者	書 名	判・ ページ数	定価(円)	出 版 社
ジャン=シャルル・スー ルニア著, 星野徹・江島宏 隆訳	アルコール中毒の歴史	B 6・436	3,914	法政大学出版局
ルネ・デュボス著, 長木 大三ほか訳	パストゥール	B 6・222	2,500	学会出版センター
ジャン・ピアジェ, ロラン ド・ガルシア著, 藤野邦 夫・松原望訳	精神発生と科学史	A 5・429	4,944	新評論
山本徳子	古典医書ダイジェスト	A 5・218	2,800	医道の日本社
小曾戸洋	中国医学古典と日本	A 5・706	12,360	壇書房
丹波康頼撰, 槙左知子全訳 精解	医心方 卷5, 29	A 5・636 +463	20,600 18,000	筑摩書房
養老孟司	日本人の身体観の歴史	B 6・318	2,200	法藏館
石島弘	水戸藩医学史	A 5・959	18,540	ペリカン社
三浦義彰	医学者たちの一五〇年:名門医家四代の記	A 5・235	1,800	平凡社
松本明知編	日本麻酔科学史資料9	A 5・224	3,090	克誠堂出版
札幌市教育委員会文化資料 室編	札幌医療物語	B 6・316	1,480	北海道新聞社
佐藤辰弥	東村山の医史	A 5・341	2,000	佐藤辰弥
知念広真	明治時代とことば:コレラ流行をめぐって	B 6・174	2,060	リーベル出版
浦野シマ編著	石橋ハヤ女史の軌跡:明治・大正・昭和を 駆け抜けたナイチンゲール	A 6・95	1,600	牧野出版
真宗大谷派宗務所	ハンセン病と真実(増補版)	A 5・96	400	真宗大谷派宗務所 出版部
荒井英子	ハンセン病とキリスト教	B 6・217	2,060	岩波書店
大谷藤郎	らい予防法廃止の歴史	B 6・504	4,326	勁草書房
犀川一夫	ハンセン病医療ひとすじ	B 6・203	1,600	岩波書店
成田稔	「らい予防法」四十四年の道のり	A 5・88	824	皓星社
藤田真一編著	証言・日本人の過ち:ハンセン病を生きて	B 6・416	2,200	人間と歴史社
二至村青	エキリ物語(中公新書)	B 40・281	760	中央公論社
ジャン・ド・マレッシ著, 橋本到・片桐祐訳	毒の歴史	A 5・488	4,944	新評論
浅見恵・安田健訳編	採薬志2	B 5・862	51,500	科学書院
本の友社編	ロンドン万国博覧会(1851年)新聞・雑誌記 事集成 第1~3巻	規外・3冊	129,780	本の友社
ロザリンド・H. ウィリアムズ著, 吉田典子・田村真理訳	夢の消費革命:パリ万博と大衆消費の興隆	A 5・413	4,944	工作舎
森果	アメリカ職人の仕事史(中公新書)	B 40・281	820	中央公論社
経営史学会編	日本会社史研究総覧	A 5・553	8,000	文真堂
沢田平	和時計	A 5・173	1,800	淡交社
ニック・ジョルガノ著, 原 紳介訳	アメリカ車の100年	規外・288	9,476	二玄社
樋口健治	自動車技術史の事典	B 5・512	18,540	朝倉書店

編・著者	書名	判・ ページ数	定価(円)	出版社
伊予田康弘ほか	テレビ史ハンドブック	B 5・270	2,884	自由国民社
寺谷武明	近代日本の造船と海軍	A 5・218	2,800	成山堂書店
所荘吉	図解古銃事典	A 5・282	6,000	雄山閣書店
湯次行孝	国友鉄砲の歴史	B 6・212	1,500	サンライズ印刷出版部
C. M. チボラ著、大谷隆和 訳	大砲と帆船	B 6・281	2,800	平凡社
岡本幸雄編	明治期紡績関係史料	A 5・395	8,755	九州大学出版会
石井一郎	日本の土木遺産	A 5・210	2,575	森北出版
渡辺栄	郷土に歴史的土木事業を訪ねる	B 6・209	2,266	山海堂
伊藤好一	江戸上水道の歴史	B 6・208	2,266	吉川弘文館
建設省監修	国土建設の50年	A 4・101	1,600	朝日新聞社
総合研究開発機構編	戦後国土政策の検証 上下	B 5・263 +423	@2,000	総合研究開発機構
ライナルド・ペルジー二 著、伊藤博明・伊藤和行訳	哲学的建築	A 5・150	3,090	ありな書房
ペルナール・ストロフ著、 多木浩二・的場昭弘訳	建築家ルドゥー	A 5・231	2,600	青土社
上野邦一・片木篤編	建築史の想像力	A 5・270	3,399	学芸出版社
永松栄	ドイツ中世の都市造形	B 6・227	2,400	彰国社
江口敏彦	洋風木造建築：明治の様式と鑑賞	A 5・284	2,884	理工学社
益田重華	建設産業近代化への側面史	A 5・336	4,500	大成出版社
諫訪春雄、川村湊編	アジア稻作文化と日本	B 6・237	2,266	雄山閣出版
吉田元校注・執筆	日本農書全集 51：農産加工 2	A 5・253	5,000	農山漁村文化協会
松尾信一ほか校注・執筆	日本農書全集 60：畜産・獣医	A 5・532	7,000	農山漁村文化協会
江藤彰彦ほか校注・執筆	日本農書全集 68：本草・救荒	A 5・456	6,500	農山漁村文化協会
徳永光俊校注・執筆	日本農書全集 69：学者の農書 1	A 5・419	6,500	農山漁村文化協会
内田和義ほか校注・執筆	日本農書全集 70：学者の農書 2	A 5・469	6,800	農山漁村文化協会
佐藤常雄ほか校注・執筆	日本農書全集 71：絵農書	A 5・209	6,500	農山漁村文化協会
市川孝正	日本農村工業史研究：桐生・足利織物業の分析	A 5・391	6,695	文真堂
野添憲治	開拓農民の記録（現代教養文庫）	A 6・278	680	社会思想社
井野隆一	戦後日本農業史	A 5・472	5,000	新日本出版社
増田精一	日本馬事文化の源流	A 6・291	2,500	芙蓉書房出版
小林章	果樹園芸の世界史	A 5・205	3,090	養賢堂
ヴォルフガング・タイヒ エルト著、岩田行一訳	象徴としての庭園	B 6・270	2,600	青土社

編集後記

- ・会員の皆様には、ずいぶんご心配をおかけしたようですが、第24巻の最終号をやっとお届けできることとなりました。ご心配をおかけした方々には、お詫びすると同時に、苦境にある当誌の編集状況を勘案して、できるだけ多くの原稿をお寄せいただけますよう、くり返し、心よりお願ひ申しあげます。
- ・お陰様をもちまして、当会が創立20周年記念事業として企画した【化学古典叢書】第1期の『川本幸民著作』全5巻は、その高価さにもかかわらず、順調な出足だそうです。第3号の裏表紙の裏側に、ご案内を掲載していますので、会員の皆様、よろしくお願ひ致します。
- ・最近、『化学史研究』投稿規程をご覧になれないまま、投稿される方がおられます。何卒、投稿規程をよくお読みの上、御投稿いただけますよう、お願ひ致します。
- ・かなりの割合の方がフロッピー入稿にご協力下さるようになりました。今後とも当会の財政状況を慮って、フロッピー入稿にご協力いただけますようお願ひ致します。 (Y)

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、著作権者から複写権の委託をうけている次の団体から許諾を受けて下さい。

学協会著作権協議会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41

社団法人 日本工学会内

Tel.: 03-3475-4621 Fax: 03-3403-1738

各種問合わせ先

○入会その他 → 化学史学会事務局

郵便: 〒101-8457 東京都千代田区神田錦町2-2
東京電機大学工学部人文社会系列
古川研究室
(下線部を必ず明記してください)

振替口座: 東京8-175468

電話: 03-5280-1288 (Fax兼用)

事務連絡はなるべくFaxでお願いします。

○新投稿先 → 「化学史研究」編集委員会

〒114-8580 東京都北区西ヶ原4-51-21
東京外国语大学外国语学部
吉本秀之(気付)

○別刷・広告扱い→中央印刷(奥付参照)

○定期購読・バックナンバー→(書店経由) 内田老鶴園

編集委員

委員長: 鎌谷 親善 顧問: 柏木 肇
飯島 孝 大野 誠 亀山哲也
川崎 勝 小塙 玄也 田中浩朗
塚原東吾 橋本毅彦 林 良重
藤井清久 古川 安 武藤 伸
八耳俊文 吉本 秀之

維持会員

旭化成工業(株)	第一製薬(株)
味の素(株)	ダイセル化学工業(株)
出光興産(株)	(株)ナード研究所
(株)荏原製作所	日揮(株)
鐘淵化学工業(株)	(社)日本化学工業協会
参天製薬(株)	三井化学(株)
塩野香料(株)	三菱化学(株)
住友化学工業(株)	三菱ガス化学(株)

賛助会員

(株)内田老鶴園	(財)武田科学振興財団
三共(株)	(株)東京教学社
三共出版(株)	(財)肥料科学研究所
(株)第一学習社	和光純薬工業(株)
(財)日本分析センター	金沢工業大学ライラリーセンター

(1997年11月1日現在)

化学史研究 第24巻 第4号(通巻81号)

1998年2月28日発行

KAGAKUSHI Vol. 24, No. 4. (1997)

年4回発行 定価2,625円(本体2,500円)

編集・発行 © 化学史学会 (JSHC)

The Japanese Society for the History of Chemistry
会長: 芝 哲夫

President: Tetsuo SHIBA

編集代表者: 鎌谷 親善

Editor in Chief: Chikayoshi KAMATANI

学会事務局 Office

東京電機大学工学部人文社会系列古川研究室

96 Yasu FURUKAWA, Tokyo Denki University, 2-2

Kanda-Nishiki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8457, Japan

Phone & Fax 03-5280-1288

印刷 中央印刷(株)

〒162-0814 東京都新宿区新小川町4-24

Tel. 03-3269-0221(代) Fax 03-3267-3051

発売 (書店扱い) (株)内田老鶴園

〒112-0012 文京区大塚3-34-3

Tel. 03-3945-6781(代)

Overseas Distributor: Maruzen Co., Ltd.

P.O. Box 5050, Tokyo International, 100-3199 Japan

Phone 03-3272-7211; Telex J-26517.

昭和52年3月24日 郵政省学術刊行物指定

化学史研究 第24巻(1997年) 総目次

【論 文】

- 東北大学附置金属材料研究所 鎌谷親善 (1)
伝染病研究所—最初の帝国大学附置研究所— 鎌谷親善 (105)
デュ・シャトレ夫人とヴォルテールの「化学」研究：
「火の本性と伝播についての論考」 川島慶子 (261)

【科学史研究の新潮流】

- アラビア鍊金術史の研究動向 三浦伸夫 (193)

【特 集】

- 技術史シリーズ 第19回
旭硝子イオン交換膜法食塩電解技術の開発 佐藤公彦 (148)
技術史シリーズ 第20回
ヨウ素生産の歴史 砂川 茂 (281)
日本の化学者 第4回
西洋近代科学の移植・育成者：桜井錠二 阪上正信 (157)

- 日本の化学者 第5回
繊維・高分子化学における桜田一郎先生の
業績点描 辻和一郎 (205)
日本の化学者 第6回
小川正孝の栄光と挫折 吉原賢二 (295)
1997年度化学史研究発表会講演要旨 (67)
1997年度化学史シンポジウム講演要旨 (180)
1997年度化学史秋の学校講演要旨 (187)

【寄 書】

- 塩化ビニリデン技術の2つの系譜 佐藤正弥 (33)
【広 場】
ゲーテとパストゥールを結ぶ 原田 馨 (42)
わが国におけるナイロンの化学構造の決定について
岩倉義男 (218)
宇田川榕菴訳『舎密開宗』の題名についての考察
荒木恒夫・廣田鋼藏 (220)
デスマスクを残した科学者たち 原田 馨 (226)

絵を残した科学者たち

原田 馨 (306)

【資 料】

- ヴィルヘルム・オストヴァルト遺稿に含まれる
日本人化学者関連資料 菊池好行 (232)
化学史および周辺分野の新刊書 (1996) (329)

【原典翻訳】

- レオポルド・グメリンによる赤血塩の発見
中辻慎一・日吉芳朗 (316)

【紹 介】

- 渡辺徳二他『生産力構造転換のダイナミズム』
岡本拓司 (57)
J.P.Poirier, Lavoisier; E.Grison et al., A Scientific
Correspondence 川島慶子 (60)
M.Hunter, The Royal Society and its Fellows
大野 誠 (63)
S.G.セミューノヴァ, A.G.ガーチェヴァ編著
『ロシアの宇宙精神』 鴻野わか菜 (65)
小林道夫『デカルトの自然学』 吉田健太郎 (169)
バーバラ・エーレンライク他『魔女・産婆・看護
婦』；ジーン・アクターバーク『癒しの女性史』
小松真理子 (171)

- Annibale Fantoli, Galileo per il Copernicanesimo
e per la Ciesa.他 川田 勝 (173)
F. スペンサー『ピルトダウン』 三浦伸夫 (249)
エヴリン・F・ケラー『生命とフェミニズム』
斎藤 憲 (251)

- 新着科学史書 大野 誠 (175)
新着科学史書から 渡辺慶昭・大野 誠 (254)

【会 報】

- 1997年総会報告 編集部 (178)
【雑 報】
『ボイル著作集・書簡集』の予約購入注文書について
大野 誠 (258)
福井謙一先生を偲んで 米澤貞次郎 (314)

会員の皆様へ 投稿規程の一部改訂のお知らせ（再掲）

1997年3月1日に開かれた理事会で、次の『化学史研究』執筆要項改定案が了承されました。

会誌制作費削減のため、できるだけ、フロッピー入稿に移行したい、というのがその趣旨です。ですが、ワープロまたはパソコンをお使いでない方が、まだ、ある割合でいらっしゃるので、可能な限りフロッピー入稿をお願いしつつ、当面は、旧来の執筆要項と新しいワープロによる執筆要項の2本建てでゆくこととした次第です。

会員の皆様のご理解と御協力をお願いいたします。

当面の移行措置として、次の2本建てでゆきます。

I. 手書き原稿については、これまでの執筆要項に従う。

ただし、ワープロに関わる部分は削除する。

II. ワープロ原稿については、次の要項に従う。

ただし、明記していない項目は I (手書き原稿の場合) に準ずる。

1. ワープロ原稿とは、ワープロ専用機、パソコンのワープロソフトを使用した原稿のすべてを指す。
ワープロ原稿で提出する場合、表紙に書式(1頁=○○字×○○行、総字数○○字=400字詰め換算○枚)を明示すること。
2. 投稿原稿の第1頁目に、①投稿区分、②題名とその英訳、③著者名(ローマ字表記を必ず付記すること)、④所属、⑤校正等送付先(住所、電話番号、あればE-mail Address)、⑥総字数または400字詰め原稿用紙換算枚数、⑦原稿作成に用いたワープロの機種名、あるいはパソコンの機種名ならびにワープロソフト名とそのバージョンを明記すること。

投稿方法追加事項：計3部を別に定める投稿先に書留便にて郵送する。なお、編集委員から「掲載可」の通知が届いた後は、直ちに、完成稿2部ならびに書き込み禁止処理(フロッピー裏側右下の爪を下げる)を加えたフロッピーを1枚、投稿先に郵送すること。フロッピーはできるだけ、テキストファイルで送ること。テキストファイル以外の場合には、フロッピーに、原稿執筆に使用したワープロ機種名、あるいはパソコンの機種名ならびにワープロソフト名とそのバージョンを明記すること。

なお、化学式、グラフ、表、写真に関しては、打ち出した原稿に挿入箇所を赤で指定すること。

説明：化学式、グラフ、表、写真は、印刷所でやり直します。投稿原稿全体をテキストファイルで作成した上、化学式、グラフ、表、写真の挿入箇所を打ち出した原稿中に赤で指定してください。注も、脚注や後注の自動作成できるワープロソフトではなく、テキストファイルのまま作成し、上付き、下付き等も、打ち出した原稿に赤字で指定してください。

『化学史研究』投稿規程 (1997年3月1日改訂)

化学史学会編集委員会

1. 投稿資格 著者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 つきのいずれかを著者が選択して指定すること。但し、編集委員会で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二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。
2. 投稿原稿の第1枚目に、①投稿区分、②題名、③著者名(ローマ字書きを添える)、④所属、および⑤校正等送付先(住所と電話番号)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()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字下げで記す。
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自紙上に仕上げ、それぞれ挿入個所(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' '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' 'を入れる。
16. 文献と注は通り番号1), 2)……を用い、本文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) 仁岡 勇「化学史周辺雑感」「本誌」1983, 123-126頁。
- 2) 齊木満丸「猪飼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) 日本化学会論「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 ☎ 114-8580

東京都北区西ヶ原4-51-21

東京外国语大学外国语学部 吉本秀之(気付)

『化学史研究』編集委員会

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society
for the History of Chemistry

Volume 24 Number 4 1997
(Number 81)

CONTENTS

ARTICLE

- Keiko KAWASHIMA: Researches in "Chemistry" by Madame du Châtelet and Voltaire: "Dissertation sur la nature et la propagation du Feu" 261 (1)

THE HISTORY OF CHEMICAL TECHNOLOGY SERIES 20

- Shigeru SUNAGAWA: History of Iodine Production 281 (21)

JAPANESE CHEMIST SERIES 6

- Kenji YOSHIHARA: Glory and Collapse of the Work on Nipponium by Masataka OGAWA 295 (35)

FORUM

- Kaoru HARADA: Some Scientists' Paintings and Drawings 306 (46)

OBITUARY

- Teijiro YONEZAWA: Dr Ken-ichi FUKUI 314 (54)

TRANSLATION

- Shin-ichi NAKATSUJI and Yoshiro HIYOSHI : The Discovery of Red Prussicate of Potash by Leopold Gmelin 316 (56)

SOURCE

- LIST OF NEW BOOKS (1996) 329 (69)

Edited and Published by

The Japanese Society for the History of Chemistry

C/o Yasu Furukawa, Tokyo Denki University

2-2 Kanda-Nishiki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8457, Japan

Overseas Distributor: Maruzen Co. Ltd.,

P.O. Box 5050, Tokyo International, Tokyo 100-3199, Japan