

# 科学史入門

## —史料へのアプローチ—

**本書の構成** 本書は第1章から終章まで、原著の翻訳に編者が注釈を加えて構成した全8章と編者の付記および索引からなっている。原著はわが国とは文化的背景の異なるイギリスの学者が執筆したもので、彼我の常識の相違などから、われわれには直ちに理解しえない部分がきわめて多い。それゆえ注釈では、これらの点について解説するとともに、原著に記載されている、あるいは記載もれの重要な史料および原著出版後に刊行された新しい文献を選択し、これらの意義と書誌を略説した。

終章の後に添えた編者の付記「科学史および関連領域の雑誌」は、本文の補いとして、科学史学の創設をめざした伝統ある雑誌、著者を育てたイギリス科学史学の推移を背景として、イギリスで発刊された雑誌について解説し、さらに現在刊行されている主要な雑誌に簡単な書誌を添え、読者の便宜に資するように配慮した。索引は人名・図書索引を綿密に構成し、史料、文献およびその著(訳、編)者を種々の角度から検索しうるように工夫し、これに事項索引を配して検索の万全を期したものである。

**【内容主目】** 第1章 科学史 第2章 科学史書 第3章 マニュスクリプト  
(M.S. 手稿、手書き史料) 第4章 雑誌(ジャーナル等) 第5章 科学書 第  
6章 非科学書 第7章 残存物件 終章 付記 科学史および関連領域の雑誌  
索引(人名・書名索引 事項・地名索引)

## 古典化学シリーズ

田中豊助監修

### 最新刊

#### 12. 立体化学・火について

田中豊助・石橋裕・原田紀子 共訳

#### 1. ベルトウロ著 錬金術の起源

(改訂版) 定価4800円

#### 4. ラボアジエ著 化学のはじめ

(増補訂正版) 定価4500円

#### 5. ラボアジエ著 物理と化学

定価2500円

有機立体化学の礎をさずいたといわれるファント・ホップの LA CHIMIE DANS L'ESPACE (1875) と化学に造詣深い哲学者カントの DE L'IGNE (1775) の邦訳。  
定価3500円

#### 6. ラボアジエ著 化学命名法

定価4200円

#### 9. メンデレーエフ著 化学の原論

定価上3200円・下2800円

#### 10. フラターリ著 電気実験

定価上3200円・下3800円

### 新・墨談

#### 西洋美術史

#### 世界医療史

#### 医学史概説

#### 生物学史展望

#### 実験物理の歴史

#### 化学史塵

#### 化学史筆

#### 既刊好評の史書

三八〇〇円

二八〇〇円

三八〇〇円

三八〇〇円

四八〇〇円

三二〇〇円

三五〇〇円

四八〇〇円

五三〇〇円

三八〇〇円

四八〇〇円

五三〇〇円

八〇〇〇円

昭和五十二年三月二十四日 郵政省学術刊行物指定

東京都千代田区九段北1丁目2-1

内田老鶴園

03(265)3636 振替東京3-6371

# 化学史研究

## KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society for the History of Chemistry

1985 No. 1

基礎科学として重要な化学史研究 ..... 岡村誠三 (1)

「化学史研究会」10周年記念シンポジウム特集 ..... (2)

シンポジウムⅠ 公開座談会「化学史研究会10年の歩み」 ..... (3)

シンポジウムⅡ 課題講演「最近の化学史研究の動向」 ..... (7)

シンポジウムⅢ パネル討論「化学史の研究に何を求めるか」 ..... (15)

論文 アミノトリアジン化合物の構造化学 ..... 中島三喜雄 (31)

解説 非化学量論化合物 ..... 川井 雄 (47)

紹介 最近の中国化学史研究から ..... 島尾永康 (57)

Th. Thomson, *The History of Chemistry* (1830) ..... 井山弘幸 (68)

広場 Divers の墓を訪ねて ..... 藤井清久 (70)

The 10th Anniversary Symposium ..... (2)

I. The 10-Years of JSHC ..... (3)

II. Recent Studies of the History of Chemistry ..... (7)

III. What Is Asked for the Future Studies of the History of Chemistry? ..... (15)

History of Structural Chemistry on Aminotriazine Compounds ..... Mikio NAKAJIMA (31)

Non-stoichiometric Compounds

—Mainly on the Principle of Controlled Valency— ..... Takeshi KAWAI (47)

## 会 告

### 1985年度 年・総会のご案内

- 本年度の化学史学会の年・総会を下記の要領で開催いたします。
- 会期 1985年10月26日(土), 27日(日)…変更があるかも知れません。
  - 会場 同志社大学(京都市上京区今出川通烏丸)
  - 日程(予定)

第1日	一般講演	10:00~12:00
	シンポジウム「日本の化学・中国の化学」	13:00~16:00
	特別講演(交渉中)	16:00~17:00
	総会	17:00~17:30
	懇親会	18:00~20:00
第2日	一般講演	10:00~12:00
	一般講演	13:00~16:00

#### 4. 一般講演の申し込み

- 希望者はハガキに講演題目、氏名、所属機関名、希望時間(20分+5分または、30分+5分のいずれか)、連絡先(住所および電話番号)を記入して6月15日までに下記宛にお申し込み下さい。
- 講演申し込み者は1,500字以内の講演要旨を7月15日までに提出して下さい。(期日までにご提出なき場合は本誌No.3年会特集号に掲載できません)。
- 講演時間帯および順序の調整はプログラム編成の都合上、準備委員会にお任せ下さい。
- 講演申し込み先

〒602 京都市上京区今出川通烏丸 同志社大学工学部 島尾永康 電話 075-251-3911

#### 事務局移転のお知らせ

本会の事を委託していた方の転進に伴い、本会の事務局もここ数年の間に何回も移動し、会員の皆様にはいろいろと御迷惑をおかけしましたが、4月1日より同氏の手から離れて千葉工業大学の方へ移ることとなりましたのでお知らせ申し上げます。行き届かない点もあるうかと思いますが、今後ともよろしく御協力の程をお願い致します。所在地および連絡方法は下記のとおりです。

所在地：習志野市津田沼 千葉工業大学工業化学科 山口達明 気付

連絡方法：(いずれも宛先は化学史学会)

{ 電話 0474(73)3075 (直通)

郵便 〒133 東京小岩郵便局私書箱46号

1

## 基礎科学として重要な化学史研究

岡村誠三\*

物理化学や分析化学は他の分野の基礎となる科学であり、化学史研究もこの意味で、重要さを認識すべきではあるまい。

#### 1) 化学史研究が何故いま必要か?

総ての研究者にとって研究の方向を見定める意味で哲学が必要であるといわれている。そのためには豊富な経験の蓄積が必要であり、その手段として先人の業績を歴史的に学ぶ化学史研究が重要性を増している。参考に3つの文献を紹介する。

a) Peter Mitchell; *Science as a Pursuit of Humanity*, 1984.10.9. (第2回次世代産業技術講演会での特別講演)。教授は研究方向を決めるには思考過程の中の直観部分が重要であるが、それは研究者個人の体験(人生観)の集積によって決まると言く。

b) Richard Feynman; *The Character of Physical Law*; (江沢訳・ダイヤモンド社)。研究には哲学が必要であるが、哲学とは「結果を手早く貯えるための特別なしまい方だ」という。これも個人的な実体験の集積で出来上る。

c) 水原舜爾教授(岡山大)、泉・寛田編『科学技術の発達と人間の不安』(1984.11.10. 化学同人刊)の中の第7章「不安の原因とその対策」で、頭の中の有効な体験の整然たる蓄積を妨害する大脳中の「エゴの配線」を適度に抑制することが大切である。このために成功の歴史ばかりではなく、失敗史も研究する必要がある。

#### 2) 化学史研究の何処を、如何に読みとるか?

総ての研究者にとっての基礎として、化学史研究の何処を、どのようにして Receptor として擱え、選択吸収するか。ここでは、化学史研究によって何が本物か、本物の認識、真贋の鑑定に役立てたらどうかと考える。今日、実験中心の化学でさえ本物に触れる機会が減っているのは残念である。自分の頭の中で思い出されるのは次の3点である。

a) 筆者、『化学』, 38, 430, (1983). 「化学における本物と質物」。本物を見分けるのは個人の体験と合理的思考の繰り返しが必要。

b) 1970年の大阪万博の時、直径1mのタイム・カプセルに2,068点の実物を収納して5,000年後の人類への贈物として残した。何を代表物として残し、どうして保存するかの研究は2年間続けられた〔The Official Record of the Capsule Expo '70, pp. 272〕。この研究の恒久化の意味もあり、その跡地に国立民族学博物館が創設された。実物に即した歴史学の研究博物館がその後佐倉に設立された。何れも人文系の研究博物館機構である。

c) 自然科学研究博物館創設の提案。現存の40余の国立共同研究所群と緩く結合しながら、科学万博つくば'85の跡地に実物研究を主体とする自然科学系研究博物館を創設することは、科学史研究の中心ともなり、博覧会の恒久化ともなり、更には青少年の科学教育のセンターとしても有効に作動するものと期待される。博物館の組織としては展示部、科学史研究部、展示学研究部より成り、後者の2部が存在することに従来の博物館との本質的な相違がみられる。化学史研究に熱心な諸兄に化学研究博物館の構想を具体的に考えていただけると幸である。

\* 京大名誉教授 連絡先 生産開発科学研究所

## 「化学史研究会」10周年記念年会シンポジウム特集

昨秋成蹊大学で開催された年会では、本会創立10周年を記念するということで初日（10月13日）には「化学史研究会の10年を振り返って」と題するシンポジウムが組まれました。そこで発表されたことを記録にとどめ、さらに、当日参加されなかった会員の方々に本会の雰囲気を少しでもお伝えしようと、本号にその特集をすることにいたしました。

シンポジウムⅠは、「化学史研究会10年の歩み」と題する公開座談会ということで、鎌谷、藤井両氏に、本会成立の事情、その後の動向、問題点について語り合っていただき、会場からの質問にも答えていただきました。本号には両氏の発言の要旨をまとめたものを掲載しました。

シンポジウムⅡでは、課題講演「最近の化学史研究の動向」として、柏木、鎌谷両氏にそれぞれ海外、国内の事情をお話し願いましたが、ここでは、当日の内容をもとに改めてまとめてご執筆いただきました。

さらに、シンポジウムⅢパネル討論「化学史研究になにを求めるか」では、4人のパネラーの方々にそれぞれ異なった立場からご意見をいただき、それに対する討論が約2時間にわたって活潑に行われました。紙数の関係から残念ながら半分ほどに割愛しなければなりませんでしたが、当日の録音をもとに原稿化しました。

最後に、年会当日参加者に書いていただいたご意見などを「会員の声」として載せました。

\*年会後に開催された総会で本会の名称を「化学史学会」に変更することが決議されました。



## シンポジウムⅠ

### 公開座談会「化学史研究会10年の歩み」（発言要旨）

鎌 谷 親 善（東洋大学）

藤 井 清 久（東京工業大学）

司 会 大 沢 真 澄（東京学芸大学）

大沢 化学史研究会もここに発足以来10年を数えることになり、会誌『化学史研究』も28号に達しました。10年といえば一昔ですが、それは長いようでもあり、また短いようでもあります。しかし、この期間も将来本会の歴史を考える場合には、貴重な最初の数頁を形成するものとなりましょう。このような観点から、とくに最初の1頁即ち本会の創立時の諸々の事情について、当初から参画され、さらに会の運営、会誌の刊行に御尽力下さった鎌谷・藤井両氏からその当時のことをお話しいただきたいと計画した次第です。

ところで本会の現況は会員数が約450人であり、その構成をみると化学史を職業（専門）としている所謂プロと、他に実験領域を足場としているか、あるいは中学校・高校などの教育の現場で、化学教育・理科教育との関連から化学史に関心を有しているアマチュアとに大別されると思われます。勿論例外もあり、両者間の移動もあります。しかし、プロが少ないという本会の現実は他の学会に比べて大きく異なる特色であり、このことは本会の創立事情とも深く関係しているものと考えられます。さらに日本科学史学会との関係も問題となるところでしょう。

10年間の歩みとしては、年会のたびに特定テーマのシンポジウムが催され、また会員の構成を反映した教育シリーズ（会誌）や化学史と化学教育の諸問題もいろいろと取り上げられてきました。さらに記念論文集（化学原典の翻訳）の出版も現在進行中であります。専門的研究と啓蒙活動、外

国の化学史研究との関連、今までに果してきた役割や成果の評価、将来の展望など、10年を区切りに考えるべきことは沢山あると思われます。

鎌谷 1973年12月1日（土）、国立科学博物館階段講義室で創立総会を催してから、ここに早くも10周年を迎えたことは誠に感無量であります。本会の創立期の事情を語るのもっとも相応しい先生がた、それは発足以来の苦しい時期をお世話して下さった初代会長（1973～81年）玉蟲文一先生、第2代会長（1981～83年）奥野先生、さらには田中実先生でしょう。また、創立総会において特別講演をして下さったのをはじめ学問的に多大の御指導を賜わったうえ、事務局を内田老鶴園にご斡旋下さるなど雑務についてまでも御配慮を頂いた山岡望先生も忘れることができません。ここ数年の間に相いついで御逝去されました諸先生がたに対して、本会が10周年を迎えるにあたって、改めて感謝と哀悼の意を表したいと思います。

本会設立の経緯については、『化学史研究』第1号（1974年3月）に蟲虫先生の「創刊に際して」および「会報」（執筆者鎌谷）に詳しいので参照して頂ければ幸です（さらに個人的には「5年目になる化学史研究会」、『自然』（1977年3月号）でも簡単に触れた）。そこで今回は発足当時の日本における科学史に関する研究状況から見た背景を述べたいと思います。

科学史の個別分野をみると、物理学の分野、それは研究者層がもっとも厚いといってよいかも知れませんが、そこでは日本物理学会物理学史分

科会・日本科学史学会物理学史分科会として、両学会で研究発表の場をもち、会誌『物理学史研究』(タイプ印刷、最盛期は年4回刊)を発行していました。生物学の分野でも早くから『生物学史ノート』を刊行し、年1回の独自の研究大会を催していました。医学史や建築史などについても、専門別学会ないし研究会の活動がみられた。これらに比べたとき、化学史のまとめは悪いし、専門集団としての研究活動は立ち遅れていたといえましょう。

このような状況のなかで、化学史研究の同好者の集まりをもととする動きは、翌1974年8月に日本で開催が予定された科学史国際会議も一つの刺戟になったといえましょう。そのさい、玉蟲先生や奥野先生など、いわば長老の先生がたの間でも、このような計画があったかに洩れ承っています。具体化については玉蟲先生が「創刊に際して」のなかで書き遺されていますように、日本科学史学会の中に分科会を設けて準備を進めたが、同学会会員以外にも化学史愛好者の輪を拡げ、より多くの方がたの参加と協力を求めるため、独立した会としたほうが適当と考えられ、「化学史研究会」の名称で発足した次第です。

同時に科学史国際会議の開催を前にして、科学史に対する関心の高揚のなかで、山岡先生の特別講演はこれをいつそう刺戟するものでした。さらに大学紛争と表裏一体というべき余燐がなお収まらないとき、伝統的科学史や既成の権威、それに依拠した啓蒙主義史観、さらには科学至上主義に対する批判もまた厳しいものがあった。この国際的な風潮は、柏木先生の講演「化学史、By whom, For whom」(会誌1号に収録)において簡潔に紹介され、鋭い問題提起であったことも忘れられない。玉蟲先生の「化学史愛好者の集い」とは、ここに示されたような伝統的権威、それに依拠した啓蒙主義からの離脱による、極めて自由な化学史の研究を目指す同人の集まりにはかならなかったといえましょう。言葉をかえれば、一次史料をもとにした精緻な考察による化学史の再構築をめざすものであったと思われます。このような意図が多くの方に受け入れら

れ、創立時の会員140~150名、そして創立総会の参加者は100名と、予想を上回る盛会で、国立科学博物館の階段講義室は熱氣であふれていたといえます。

意義深い創立総会を催すことができたのは、多くの先生方の御尽力に加え、会場を提供して下さった国立科学博物館の関係各位の御好意によるものであります。さらにこの創立総会の開催および会誌刊行のために、少なくない財政援助を賜わった東洋大学にも感謝したいと思います。この援助により、創立総会の講演を中心とした投稿論文で『化学史研究』第1号と第2号を相ついで刊行することができました。しかし、国際的オイル・ショックによる諸物価の騰貴は、印刷費や紙代の値上がりとなり、会の財政に大きな圧迫を加えたこともあります。言及しておく必要があります。

会の事務局は、発足当初は印刷、製作を担当して頂いた汲古書院(1974~77年)です。会誌の発送や会費の徴収などの一部業務は若い会員の皆様の無償奉仕によって行われました。これらの方がたの御尽力によって会の運営が軌道にのっていったことを、改めて感謝申しあげます。他方、玉蟲先生、奥野先生、竹林先生等の諸先生がたが会財政のために広告掲載のために払われた多くの労にも感謝申しあげなければなりません。

以上のように数多くの会員各位の御協力によって本会は創立10周年を迎えたのであります。創立にあたって冒頭に述べましたように多くの先生方の御企画や御配慮がありました。中心になられた先生がたの少なくない方がお亡くなりになりましたので、これらの先生がたから当時の事情をお聴きの方は、ぜひその話を教えて下さい。それによって創立期の事情をいっそう正確で、詳しいものにしたいと存じます。

また、本会発足にさいして、理学系や教育系の人たちが中心であったと思います。これが会員の構成にこんなにまで影響をあたえており、工学系の人たちが少ないという結果を招いています。今後本会のいっそうの発展のために、関係学協会といっそう緊密な関係をつくりあげるとともに、も

っと幅広く各分野から会員として参加しやすいものにしたいと、強く希望する次第です。

藤井 「化学史研究会」の10年間の歩みを回顧してみれば、吹けば飛ぶような小さな学会であっても、記録に残すべきことは山ほどあります。しかし学会である以上、評価されるべき中心点は、やはり「学会」誌に現れた会員の研究成果ということになります。そこで、ここでは、「会誌」に掲載された「論文・寄書」の動向と、「シンポジウム」の歩みについて、簡単に素描いてみることにしました。

本学会の会誌『化学史研究』には、第1号(1974)より第28号(1984)にいたるまで、論文・寄書は約51編が寄稿されてきました(厳密に言えば、初期の「号」に、現在では「寄書」と見なされない論考の若干が、寄書に分類されていたので、それは削除してある)。その内容を、時代・分野・対

象国別に分類してみた(表I)。但し、この分類も、あまり厳密ではない(例えば、時代が18~19世紀にわたる場合、領域が有機化学から無機化学にわたる場合などがあり、それらはいさか人為的に、どちらかに分類した)。以下に、表Iから目につく傾向を、総括的にまとめてみました。

1. 分野別では、欧米中国関係(中国化学史は古代化学史が一編のみ)に関する限り、理論・物理化学史が多く、日本関係では、化学技術史・化学の社会・制度史が多い。他の傾向では、欧米関係では、有機・生物化学史(薬学史・農芸化学史を含む)、無機・分析化学史の順となる。日本関係は、とくに顕著な傾向はない。分野別で気が付くことは、本学会員には、初等・中等教育の関係者が多いにもかかわらず、「化学教育史」の論文が少ないと、欧米中国に関する「化学技術史」が、皆無に近い

表I 論文・寄書の動向(『化学史研究』、第1号(1974)~第28号(1984))

対象国	時代	領域				化学教育 社会制度	文化	小計	計	化学史 方法論
		理 論 物 理 化 学	無 機 分 析 化 学	有 機 生 物 化 学						
欧	古 代	2						1	3	26
	中 世	1							1	
	17世紀									
	18世紀	2		1					3	
	19世紀	2		1					3	
		2	2	4		1		9		
米 中	20世紀	4	1	1	1				7	22
	古 代									
	中 世									
	江 戸					1	1		2	
	明 治	2	3	2	1	6		14		
		1				1			2	
本	大 正		1				2		3	22
	昭 和	1							1	
	小 計	17	7	9	4	10	1	48	51 (執筆者32名)	

ことである。

2. 時代別では、欧米中国関係では、19世紀後半より20世紀にかけての化学史が多い。このことは、現役の化学者が本会員に比較的多いことを反映していると思われる。その意味では、20世紀化学史がもっと書かれてよいのではなかろうか。日本化学史では、明治初期をテーマとするものが多い、これは、日本の化学が、欧米化学よりの移植から発展したことを考えれば、この点に関心が集中することは当然であろう。それにもかかわらず、大正・昭和期の化学史研究が、もう少し盛んになってよいのではなかろうか。
3. 論文数51編に対して、執筆者数は32名である。このことは、執筆者の層にかなり偏りがあることを示している。

年会の際に開催されてきた「シンポジウム」（「課題講演」を含む）の動向は、表Ⅱに示した。シンポジウムは、1977年の武蔵大学における「日本における近代化学のあけぼの」を第一回として、9回にわたり毎年開催されてきた（1981年の広島大学においては2回）。シンポジウムのテーマは、よく見ると比較的同種のものが重なっています。これまで多くとり上げられたテーマは、幕末から明治初期にかけての「西洋化学の受容」に関するものである。

表Ⅱ シンポジウムの動向

1	1973：ナシ（科学博物館）
2	1974：ナシ（立教大）
3	1975：ナシ（上智大）
4	1976：ナシ（奈良女子大）
5	1977：「日本における近代化学のあけぼの」（武蔵大学）
6	1978：「明治初期における日本の化学—西欧との対応」（名古屋大）
7	1979：「化学史と化学教育」（金沢大）
8	1980：「化学史教材と化学教育」（お茶の水女子大）
9	1981：「19世紀中葉における科学・社会・思想—化学を中心として」、「化学と諸科学学問の分化と総合化」（広島大）
10	1982：「化学史資料の収集と利用」（玉川大）
11	1983：「幕末明治初期の西洋科学の受容について」（大阪大）
12	1984：「化学史研究会の10年を振り返って」（成蹊大）

するものであって、過去に3回〔1977年（武蔵大）、1978年（名古屋大）、1983年（大阪大）〕この種のシンポジウムが開催されている。このことは、この関係のテーマに関する会員の関心が、きわめて高いことを反映していると思われる。次に多いテーマが、「化学史と化学教育との関係」に関するもので、この種のシンポジウムが2回開催されている〔1979年（金沢大）、1980年（お茶の水女子大）〕。このことも、会員に教育者が多いことから当然であり、このテーマが重要となってくることもうなづけるでしょう。シンポジウムというものは、唯一回で何らかの結論が出るといった性格のものではないから、会員の多くが関心をもつテーマは、これからも繰り返して論じられることでしょう。ただ今までのシンポジウムを振り返ってみれば、欧米化学史のテーマが唯一度しかとり上げられていないこと、また、「化学技術史」関係のテーマが、全くないことも、寂しい限りです。今後は、多種多様な「シンポジウム」がもたれることが望まれますが、日本においては化学史研究者の層が薄いので、にわかに実現はできないかも知れません。しかし将来的には、分野別・時代別・国別に、さまざまな角度から「シンポジウム」で議論の花が咲くことを期待しております。

## シンポジウムⅡ

### 課題講演「最近の化学史研究の動向」

#### 海外における化学史研究の動向

柏木 肇（南山大学）

環境問題など種々の条項に幅広く配慮、言及している点で類書に見られない特徴を具えています。卷末には本文に関連する各種の文献が挿入されており、化学教育には利用価値の高い著作あります。

さらに第3の例に、1961-70年に刊行されたジェイムズ・R・パーティントン（James R. Partington, 1886~1965）の『化学の歴史』全4巻（第1巻は一部未完）があります。これはアイドの著作と較べると取材の意図は狭く、とくに20世紀に関する記述は貧弱であるが、19世紀末までの化学の実験事実の集積や理論発展の過程を詳述し、第一級の化学者だけでなく、二流三流の化学者の業績をも丹念に追跡しています。こうして本書は史料のエンサイクロペディアの観を呈し、化学の理論や発見を研究する上できわめて有益であり、言わば化学の通史の決定版ともいえる著作でしょう。

#### 1. 通史著作の終焉

化学には、学問の歴史的発展をふりかえり、現在の学問をこの流れの中に如何に位置づけるかに大きな関心を寄せてきたという長い伝統があり、この点は物理学や生物学など他の科学には見られない顕著な特色であります。その記述は化学書や化学の講義の序論（導入部）に挿入されて、同時代の化学をこれと関連させたり、化学の通史として刊行するという形で連綿として書き継がれてきました。18世紀末以来のこの経過を叙述したものに、ヨースト・ワイヤーの『化学史著作の歴史』があり、ここには各通史著作につき、書誌およびそれらが化学を如何なる視点から考察しているか（ヒストリオグラフィ）が詳述されており、化学における通史著作の全貌を明らかにしています。

ここに記載されている著作の中から、二三の例をひくならば、古典的なものではまず1843-7年に4巻本として刊行されたヘルマン・コップ（Hermann Kopp, 1817~92）の『化学史』を挙げることができます。これを史料として分類するならば、いわゆる「旧式な二次史料」に属し大方書き換えられていますが、個々の化合物に関する知見の集積とその変遷の記述に独特な手法を採用しており、現在なお学ぶべき特質があって無下に過去のものとして捨て去ることはできません。また比較的最近の通史には、たとえば1964年刊のA.J.アイド（Ihde）『近代化学の発展』（邦訳表題『現代化学史』）があります。これは19世紀末と20世紀前半における化学の発展にとくに力を注ぎ、しかも学界の動向、化学教育さらには化学にかかわる

けれどもここで注目されるのは、パーティントンの著作を最後として化学の通史は1970~80年代にはもはや書かれなくなったということです。この傾向は化学史に限らず一般の科学史著作にも見られます。化学史に表れたこの変化はきわめて顕著なできごとです。前掲3種の通史の著者について言えば、彼らはすべてともと化学者であり、後に化学史の専門家になった人々です。そして彼らの著作は、主として化学者や化学の学生を読者として予想した books written by chemists for chemists であると言えます。この点は從来ややもすれば見過ごされてきたことですが、考えてみれば、実に通史著作のこ

の特質にこそ化学史の動向を占う重大な意味が含まれていたのです。ではこの種の著作がもはや書かれなくなつたのは何故でしょうか。

## 2. 「壁の花」

このことを理解するには現代の化学が身をおいっている状況に少しく立ちいって考察してみる必要があります。現在の化学はそれ自身独立している自律的な科学であります。すなわち知識の内容を拡大深化させ、あるいは普及、伝承するために、自前の論理とこれらを組みこんだ体系を具えている学問です。化学は物理学、生物学等々とたがいに姉妹関係にあり、これらとともに科学あるいは自然科学の各分野として位置づけられながら進歩し、不斷に細分化の道を辿っています。このことから科学についての認識も、過去の時代のそれと較べると大きな変化が生じています。いまや科学という概念はこれら個別科学の諸特性に基づいて理解されるようになりました。

かつて科学は、哲学、歴史、文学、芸術あるいは倫理、神学などとともに、人間の知的活動の一環とみなされ、これらとの関連を無視しては理解されませんでした。現在、状況は一変し、科学という用語は個別科学の総称としてこれを一般的に議論する場合以外はまったく形骸化し、それ自身で具体的なイメージを与えることはできなくなりました。それは科学が先に挙げた種々の知的要素から分離し、既成文化から離脱した段階で、その意義をこれら要素との関連から論ずるまでもなく、社会とその進歩にとって独自の価値を有する、きわめて有益な知識であることが一般から承認された結果です。こうして独立をかち得た科学は、その進歩を促進させるのに、もっぱら科学（個別科学の総体）の内部の言葉で語れば十分であるような状況が生まれました。このような社会による科学の承認は、個別科学の進歩によって自然にもたらされたのではなく、科学がさまざまなかつて自己主張をくりひろげ、一種の文化革命を達成したからであり、進歩はむしろそれに伴つた必然的結果とみるべきでしょう。

先に例示した化学の通史著作あるいはそれに連

なる学説史その他の化学史書は、科学におけるこのような状況変化を背景にして書かれた著作です。もっとも化学史著作の場合には、これが科学の自己主張の過程またはその結果成立したのであると説明しきるには聊か問題があります。化学には鍊金術や、採鉱・冶金技術あるいは製薬や医学と関連した職人のギルド組織の中に保存された化学知識があり、これらを集成記述してきた古くからの伝統を無視することができないからです。

では化学者の立場で書かれたこのような通史や化学史書は、現在化学教育や研究の現場でどのように見られているでしょうか。現場の研究者の中でもきわめて少数ではあるが、これらに対する関心層が存在することは確かです。とくに教育者の中には、化学史を事例研究（case studies）や自己形成の方法（heuristic method）に対する有力な手段として認識し、これを教育の現場に採用することに熱意を抱いている人もかなりおります。しかし大部分の研究者は学生がすでに廃棄された科学（obsolete science）に関心を示し、その背景や理論の形成、転換の説明に心を奪われてしまつては、彼らにおける現代科学へのアプローチが著しく阻害されると考えるでしょう。むしろ科学に対する社会の信頼や承認を挺子として、化学の体系的基礎を技術知に組み替えて、これを可能な限り能率よく学生、生徒に教授することを目指すとしても無理からぬことです。

化学の現場におけるこの傾向は比較的最近のもので、変化の萌しが表れたのは1960年代のことです。この変化は化学史の側から言えば、それまでせいぜい暗黙の承認か好意的な無視という形で現場の化学者から若干の支持をとりつけているとったのに、にわかに梯子を外されてしまったようなものです。その典型的な例は化学史雑誌『キミア』（Chymia）が辿った運命に見ることができます。『キミア』はかつてイギリスの『アンビクス』（Ambix）とともに、数少ない化学史専門誌の双璧をなし、アメリカ化学会（ACS）会長の要職を占めながらアメリカ化学史の先達として献身したエドガ・F・スミス（1854～1928）の遺志を実現

して、1948年に創刊され、爾来年1回刊行されてきました。当初この雑誌は ACS 内部の化学史愛好家の関心を着実にひきつけましたが、60年代にはその傾向に翳りが表れ、1967年第12巻を刊行した後、遂に廃刊の止むなきに至りました。それはひとつには『キミア』が現場の化学者や教師の化学史に対する関心の低落傾向に歯止めをかけられなかつたことによると思われますが、彼ら、とくに教師の関心は ACS の機関誌『ジャーナル・オブ・ケミカル・エデュケイション』（J. Chem. Educ.）が掲載する化学史関連の記事で満足していました。

『キミア』の廃刊後、アメリカの化学史学界は分極化し、科学史アカデミズムおよびその周辺で活動する人々と、J. Chem. Educ. に拠る化学史関心層とに分かれ、両者の間での交流は閉ざされました。一方の側で書かれた論文が、相手方のそれを引用することは、もはやほとんど見られなくなりました。しかしそれは必ずしも感情的な確執に基づくのではなく、両者のヒストリオグラフィの間に根本的な相違が横たわっており、相互に交流する必然性がなくなってしまったからだと見るべきでしょう。『キミア』が不幸な結末に見舞われた後、それを継承する形で、1969年『ヒストリカル・スタディーズ・イン・ザ・フィジカル・サイエンシズ』（Historical Studies in the Physical Sciences）が発刊されました。初代の編集者ラスル・マコーマック（Russel MacCor-mach）は、発刊の辞の中で、新しい雑誌が ACS 会員の関心とは無関係な独自の科学史研究誌として再生する道を選んだことを宣言しています。しかし後述するようにアーノルド・サクリ（Arnold Thackray）の奔走で ACS とペンシルヴェニア大学の化学史専門家との間の協力が実を結び、1982年化学史センター（Center for History of Chemistry, CHOC と略称）が発足しましたが、これは両者の間の亀裂を填めようとする努力の表れです。化学会と化学史家との協力関係はイギリスにも見られます。交流のチャンネルとして、それはまだ細く狭いのが実状です。

上述化学史の例にみるように母胎科学から疎外された科学史に対して、イギリスの科学史家ディヴィッド・ナイト（David M. Knight）は「壁の花」（Wallflower）という比喩をあてています。「壁の花」とは舞踏会で踊りの仲間に加わるために、誰かがパートナーとなって自分に手をさしのべてくれるのを待ちながら、美しく粧って壁際に並んでいる女性を言います。科学の現場から離脱した科学史は「壁の花」のように、その学問的意義が如何なる領域で發揮されるかを模索することになったと言うわけです。

## 2. ヒストリオグラフィ論争

ここで今20世紀の初期、科学史学が創設された頃の状況を回顧することにしましょう。現在、科学史雑誌として世界最大の発行部数を誇っているアメリカの「科学史学会」（History of Science Society）の機関誌『アイシス』（Isis）は、この頃、すなわち1913年ジョージ・サートン（George Sarton, 1884-1956）によって創刊されました。後に『国際科学史アルシーヴ』（Archives internationales d'histoire des sciences）として1950-60年代に盛名を馳せた雑誌の前身が発刊されたのも1919年に遡ります。この雑誌は、現在でこそ『アイシス』の盛運には比ぶべくもないが、1929年パリで第1回の国際科学史会議の開催にこぎつけた「国際科学史アカデミー」の機関誌として、科学史初期の発展のために顕著な役割を果たしました。こうしてこれらの雑誌の発足は科学史学の創設を象徴しています。

雑誌を支えた初期の科学史を考察すると、そこに西欧的教養の伝統が色濃く投影されていることがわかります。この伝統は19世紀末から20世紀の発端にかけて活躍した、初期のノーベル賞受賞者を含む多数の科学者にも浸透していたとみることができます。彼らの科学史の目標は、ギリシャ・ローマ期、時にはさらにこれに先立つ時代の古典の集積から古代科学の姿を復元することにあり、その思想や方法は多分に19世紀哲学アカデミズムに由来するものでした。

このような化学史の動向に変化が表れたのは

1930年代で、その頃研究の対象が古代中世から近代科学に移行しました。これを雑誌の創刊という形でもっとも端的に示したのは、イギリスの雑誌『アナルズ・オブ・サイエンス』(Annals of Science)です。創刊に際しては重要な役割を果たしたのはダグラス・マキ(Douglas McKie, 1896-1967)、彼も化学者で、ロンドンのユニヴァシティ・カレッジに所属していましたが、雑誌が創刊された1936年に、同大学に新設された科学史・科学哲学科に転じ、1957年その初代教授に就任しました。彼を含む3名の編集者たちの意図は、この雑誌が近代科学の成立に関する知的活動の哲学的分析に重点をおくことにあったのです。

この領域で遂行されたアレクサンドル・コイレ(Alexandre Koyré), エーレヌ・メツガー(Hélène Metzger), チャールズ・ギリスピ(Charles C. Gillispie), ハーバート・バタフィールド(Herbert Butterfield), アーサ・ラヴジョイ(Artur O. Lovejoy)らの名と結びつく研究の流れは、爾来1960年代末頃まで科学史研究の主流を形成し、いわゆる「科学革命」は当時の科学史家にとって最大のテーマとなりました。その間イギリスやアメリカで、科学史は若干の大学で哲学あるいは科学哲学と結びついて制度化されました。

化学史ではメツガーとその後を受けてマリー・ボアズ(Marie Boas)らが発表した17および18世紀化学に関する研究もこの流れの中で遂行されました。とくに第2次大戦後においてはラヴワジエの「化学革命」に焦点が合わされ、近代化学の出発点としてのラヴワジエ化学の方法論の分析に問題意識が集中しました。これがドールトン研究を伴ったことは言うまでもありません。近代科学の哲学的分析は、それによって諸科学の分化を普遍的に説明し、理論の成立や変換における観念の合理性と連続性を追求することであり、この方法が科学史の盛運を築くことになりました。こうして科学史という「壁の花」はまさしく哲学をパートナーに選んで大きな成果を挙げたのです。

けれども歴史は他面からみれば、きわめて錯雜として矛盾にみちており、偶然的な要因に支配さ

れているようにも考えられるので、あくまでも観念の合理性を追求することによって歴史を解釈する方法には疑問があることが理解されはじめました。科学と哲学との結合による観念史はまた内部史(internal history)と呼ばれ、それに対して、この立場からみれば偶然的とみなされる外部要因によって科学史を記述するのは外部史(external history)であり、両者の間に対立が生じたのは必然の勢いでした。こうして1960年代末から70年代の発端にかけて内部史対外部史の激しい論争がくり抜けられました。この論争がもたらした重要な意義は、これまで科学史研究に対する評価基準が必ずしも明確ではなく、その視点も概ね流行に左右されてきたのですが、この論争を契機として科学史がはじめてヒストリオグラフィに対する真剣な反省を迫られたことでした。そしてこれが、科学史も広い意味での歴史学の一部にはかならないとする認識に到達する上で、きわめて重要な一石を投ずることになったのです。

このことがあって以来、これまで科学史の主流を占めてきた観念史あるいは知の歴史は急速に衰運に向かいました。その原因是観念史の方法において、史料の意義が如何に評価されるかにかかっていると思われます。ここでは詳論を省きますが、観念史の流れは明らかに史料とヒストリオグラフィを車の両輪とみなす歴史学としての科学史の観点から批判される多くの問題を孕んでいます。

はじめに述べた伝統的な化学史が典型的な内部史であることは言うまでもありません。したがって化学史においても、それぞれの時代や社会で営まれた化学の意義を問い合わせ、あるいはすでに研究された歴史上の諸課題を再評価するには、これらをどのような観点から考察したらよいかがさまざまな形で検討されるようになりました。化学史を含めて科学史学界にこのような趨勢が進む一方で、アメリカの化学史に例を見るように、化学教育に資し、その啓蒙普及に役立てるために、化学史は大いに活用されるべきだとする見解がなお強く存在しています。こうして現在の化学史は、一旦自ら「壁の花」であることを自覚し、絶えずヒスト

リオグラフィを模索しながら歴史学の道を歩もうとする化学史と、現代化学に視点をおき、過去の化学をそれとの関連で評価、考察するホイッグ主義と呼ばれる「啓蒙的」化学史とに分化しているように思われます。

#### 4. アーノルド・サクリの研究

ここで化学史が歴史学に脱皮した実例を示すために、ひとりの化学史家が辿った研究の軌跡をふりかえってみることにします。その化学史家とはすでに言及したアーノルド・サクリであります。彼もイギリスのプリストル大学で化学を学んだ典型的な chemist-historian のひとりです。1966年イギリスのケインブリッジで科学史の学位(Ph D)を取得、帰国して今度はマサチューセッツ、ケインブリッジ(ハーヴァード大学)を経て、1968年ベンシルヴェニア大学に移り、そこに科学史・科学社会学科(Department of History and Sociology of Science)を創設すべく尽力し、現在はその教授として、また1979年以降は科学史学会の機関誌『アイシス』の編集者(Editor)の務をこなしています。次に表示したのは、彼の主要な研究業績を年代順に列挙したもので、ここから彼のヒストリオグラフィの変遷が明瞭に看取されます。

1. 1966. 「歴史の化学」(論評).
2. 1966. 「ドールトンの化学的原子論の起源、ドールトン問題に関する再検討」.
3. 1968. 「胡桃の殻の中の資料、ニュートンの『光学』と18世紀化学」.
4. 1968. 「量で示される化学、ニュートン主義者の夢」.
5. 1970. ロスコー、ハーデン『ドールトン原子論の起源に関する新見解』の復刻.
6. 1970. 『原子と諸力、18世紀におけるニュートン主義物質理論の展開』.
7. 1972. 『ジョン・ドールトンの生涯と科学、その評価』.
8. 1974. 「科学史研究法としてのプロソポグラフィ: 1700-1900年におけるイギリス科学共同体」(S. シャピンとの共著).
9. 1974. 「産業革命と科学のイメージ」.

10. 1974. 「自然知の文化的背景: マンチェスター・モデル」.

11. 1978. 『科学の計量的評価をめざして、サイエンス・インディケーターズの導入』(Y. エルカーナ, R.K. マートンらとの共著).

12. 1981. 『科学のジェントルメン』(J.B. モレルとの共著).

志を科学史研究に向けたサクリは、先ず観念史ないし知の歴史の伝統の洗礼を受け、それに大きな関心を寄せました。ケインブリッジでの学位論文「ニュートン主義の伝統と18世紀の化学」は化学史家としての出発点をこの伝統の中に定めた研究でした。同時にそこには化学史を、観念の連續的な流れの追求によって再構成し、ホイッグ主義的であった従来の化学史を書きかえようという意図も含まれていました。先に化学史における通史著作の終焉について語りましたが、このことを事実として認め、この種の著作あるいは「化学者により化学者のために」書かれた化学史書の根底をなすヒストリオグラフィからの断固たる袂別を自ら宣言したのは、ほかならぬサクリであります。それは、アイドの『現代化学史』およびパーティントンの『化学の歴史』に対する書評として書かれた上記、論評(1)の中の、激越な言辞を連ねた文章として表現されています。

初期の研究(2-7)をみると、サクリはドールトンやその原子説の研究者として登場したように思われます。確かに彼はチャールズ・ヘンリ( W. Charles Henry, 1804-92)以来、いまも跡を絶たないドールトン研究者の系譜の中で重要な地位を占めていますが、彼の研究は、これを18世紀ニュートン主義物質理論(matter theory)と結びつけて論じた点に大きな特色、斬新さがありました。彼が18世紀物質理論に注目したのは、バタフィールドの、化学における「延滞革命論」や、もっぱら18世紀空気化学と燃焼理論だけを抜き出し、これらとの対比によってラヴワジエ化学の近代性を強調してきた、これまでの化学史のホイッグ主義を批判する意図があったからです。

サクリはニュートンの『光学』の末尾に記載さ

れている「疑問、31」の重要性に注意を喚起し、18世紀の化学をニュートン主義の展開という見地から理解しようとしました。こうしてラヴワジエ化学に対する解釈や評価を革めた試みは多数の化学史家にきわめて新鮮な印象を与えました。もちろん、それとともに、この側面でのサクリやスコウフィールド(Robert E. Schofield,『機械論と物在論』の著者)らの見解には種々の反論が表されました。しかしこれらの反論とて、サクリらの研究に刺激されて科学史研究が深められ、18世紀科学に新しい解釈を迫るヒストリオグラフィが模索された結果であることは言うまでもありません。

『原子と諸力』(文献6)はこの意味におけるサクリの研究の集大成であり、現在でも頻繁に引用あるいは典拠として記載される著作で、化学史の古典的名著として永く生き残るだろうと思われます。

### 5. プロソボグラフィ

しかし『原子と諸力』は著者サクリにとって、新たな歴史への旅立ちを決意しながら書かれた過去の科学史に対する墓碑銘でもありました。すなはち彼は、この書が、自ら欧米科学史の主流に棹さしつづ書きあげた最後の著作であることを宣言し、本書を契機として彼は知の歴史からの離脱をはかったのです。文献(8)以下を、それ以前の研究と比較してみればその差は歴然としています。少なくともここに列挙した文献の表題を見る限り、それまでの化学史家としてのイメージは言うまでもなく、ニュートンやドールトンあるいはラヴワジエら科学者自身の思想や研究にこだわりを示した、かつての彼の姿はもはや見当たりません。

これらの中で文献(8)には、わが国の科学史学界では比較的馴染みの薄い「プロソボグラフィ」(prosopography)という用語が目につきます。歐米でも、これが科学史文献に表れたのは漸く1973年、マグワイア(J.E. McGuire)の論文「ニュートンと魔の怒り」(『ヒストリ・オブ・サイエンス』誌所収)をもって嚆矢としますから、サクリはその頃すでにこの用語が持つ意味の重要性を早く理解していたように思われます。そして文献

(8)以下は(1)を除き、すべてプロソボグラフィに関連した研究です。すなはち(8)と(9)はプロソボグラフィについての提言、(10)と(11)はこれを用いて作りあげた長篇の論文または大著です。

すでに述べたように、科学史は個別科学や特定の理論、領域での研究の発展を回顧、追跡するのではなく、歴史学の一部として、他の種々の分野の歴史と緊密な連関を持つようになりました。そこでは特定の時代や社会に営まれていた科学の正体(nature of science)を理解するために、それがかかわりをもつあらゆる側面が研究の対象となります。

いま、これから派生する各種の問題の性格について論ずる余裕はありませんが、その研究が従来の科学史と著しく相違する特質として次のような点が挙げられます。先ずこれまで主として論じられてきた不世出の科学者英雄、例外的な人物より、むしろその時代や社会に生きた多数の平均的な、並の科学者に注目を払うとともに、革新的な思想や理論より、社会一般に通用して人々の思考を支配した科学の規範を明らかにすることに重点がおかれるようになりました。したがって理論の革新性を分析し、理論の発展過程を追跡するためには、多数の原論文を涉猟して関連部分をつなぎ合わせ、時には詳細な引用を付して、あたかも科学の論文と見紛うばかりの、hard scienceを駆使して記述される「科学史」論文の姿を消しつつあります。

さてプロソボグラフィは、科学史における以上のようなヒストリオグラフィの大きな変革に際し、きわめて有効であることが再認識されて浮上してきた歴史の手法、テクニックであります。この手法ではある集団に属するメンバーの生涯が注目されます。先ずメンバーの全員または適当な人員を揃え、彼らの経歴の重要な節目に関する共通の条項、たとえば家系、出生、婚姻、死亡から宗教、学歴、職歴など、さらにこの集団への加入、退会の動機、集団の中で占めた役職、会議への出席状況、その他の活動を記録して、いわゆる集団的伝記(collective biography)を構成します。そし

### 課題講演「最近の化学史研究の動向」

てこれを分析することによって主要なメンバーが抽出され、彼らを中心とする集団の活動とその意図、イデオロギー、地域社会とのかかわりなど、この集団の底流にひそむ特質の判断に到達します。集団としてプロソボグラフィの対象となるのは、通常、学会、大学、その他の研究機関ですが、歴史家がある地域で活動した特定の年代層に属する不特定多数の人々を抜き出して、この手法を適用する場合もあります。これを実行するには、それを可能にする史料が存在し、それらを発掘することが前提となります。ここではこの問題には立ち入らないことにします。

サクリの論文「(1)「自然の文化的背景:マンチェスター・モデル」は産業革命以来、都市化の波にさらされて急成長を遂げたマンチェスターを舞台に創設され活動したマンチェスター文学・哲学協会(M.L.-P.と略記)に関する研究で、その構成員を3代にわたってプロソボグラフィを適用して調査しています。その結果、M.L.-P.は少なくとも創設の初期(18世紀末から19世紀の20~30年代まで)においては、マンチェスターの旦那衆として活動し、歴史に前例をみなかったような新興都市の秩序の創出に重要な役割を果たし、そのための手段として、会の名称とは一見無関係にみえる科学を重視した組織であることが明らかにされたのです。また産業革命における科学の役割では、これまで主としてそこで達成された技術革新との関係から追求してきた観点がきわめて短絡的であることを示したのも、この研究の成果のひとつです。さらに従来ドールトン伝記の背景として語られてきたにすぎないM.L.-P.。それ自体の研究は、ドールトン評価についても新しい側面を浮彫りにし、彼の原子説もM.L.-P.したがってマンチェスター文化の特質とおそらく無縁でないことが示唆されました。

ジャック・モレルとの共著『科学のジェントルメン』もイギリス学術振興協会(BAASと略記)の創設とその初期の活動に関する同工の労作です。BAASはヴィクトリア時代における科学の変貌を証言するもっとも重要な学術団体です。1831

年ヨークに設立され、年ごとに開催地をかえて行われたBAASの年次大会での各種報告を抜きにしては、ヴィクトリア科学、したがってその間ににおける科学の変貌はもちろん有名無名の科学者の行動や研究の規範とその意義を理解することはできません。それは地方の文化主張を弁し、科学の社会的効用を説得する形で科学の進路に影響力を及ぼし、科学に関連する幾多の圧力団体の形成に直接、間接力をかしてきました。

プロソボグラフィを適用した化学史関係の研究例には、サクリのそれ以外にも、ロンドンのロイヤル・インスティテューション、ロイヤル・カレッジ・オブ・ケミストリー、ロイヤル・インスティテュート・オブ・ケミストリーなどの検討があります。それらは化学の社会的効用、それへの期待や、その設立に与った各種運動体のイデオロギー、それらの機関で研究に従事した化学者の行動規範などを次々と明らかにし、従来の研究を一新しました。サクリの研究を含めて、これらの成果は知の歴史ではないのと同様に、制度史、産業史、技術史その他の社会史が目指すものとも一線を劃しながら、しかもこれら両極を含む科学についての総合的でソフトな視点の賜であります。

しかし、いまやサクリの関心は、アメリカの精神的宗主国であるイギリスはじめ西欧が建設した科学の追求から離れ、アメリカン・デモクラシーとその旗のもとで進歩の観念を信奉して新世界の建設に協力したアメリカ科学に注がれています。エドガ・F.スミスゆかりの地にCHOCを創設した彼は、スミスが念願したアメリカ化学史の研究に道を開き、その後裔として先達の遺志を実現しようと決意しているかにみえます。共著(1)の主題「サイエンス・インディケーターズ」は直接的には政府の対科学技術投資などこの分野での政策立案に関する諸問題を解明するための定量的指標となるのですが、より一般的には科学の変貌というきわめて複雑な課題を計量化する上で有効な指標を創出することが意図されています。この試みは過去のアメリカ化学の実態を分析する上で役立つかもしれません。けれども『アイシス』の編集

者として、しばしば同誌に開陳される彼の発言には、高度先端技術を媒介する基礎科学の推進によってもたらされるアメリカ社会の変貌と帰趨を直視し、これに鮮烈な感性を対置させる科学史家としての使命感が窺われます。

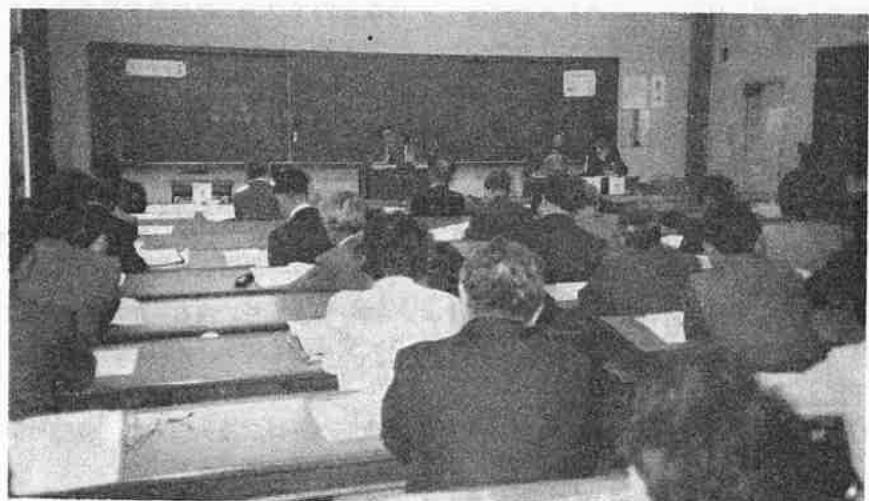
以上、幾多のヒストリオグラフィを遍歴したひとりの化学史家サクリの研究軌跡を粗上に、一般論を加えて最近の化学史の動向を報告しました。この動向に表れた変化の節目はヒストリオグラフィの革新によってもたらされています。これに柔軟な省察の眼を向ける態度が不可欠であることを強調する所以です。

以上は年会シンポジウムでの報告をテープの記録に基づいて修正し補足を加えたものですが、紙幅の都合で言及した文献の書誌や事項の説明を一切省略したことをお詫びします。また、この報告では最近の論文・著作などをなるべく多数列挙

し、それらの中で若干の重要な文献を解説して化学史の拡がりを明らかにすべきだったかもしれません。これも割愛したので、そのためのガイド・ブックとして、たとえばP.コーチおよびP.ワインドリング編『科学史・医学史の情報史料』中ウイリアム・ブロックがまとめている「化学史」の章（下記）が便利であることを申し添えておきます。

W.H. Brock, 'History of Chemistry', in P. Corsi and P. Weindling (eds.), *Information Sources in the History of Science and Medicine* (London etc.: Butterworth Scientific, 1983), pp. 317-346.

終りに臨みシンポジウムを企画し、テープ記録の採取など、この報告のために御尽力下さった成蹊大学島原健三教授および千葉工業大学山口達明助教授に心から謝意を表します。



### シンポジウムⅢ

#### パネル討論「化学史の研究に何を求めるか」

パネラー 飯島 孝 (日揮KK)

岩本 振武 (東大教養)

川井 雄 (明治学院東村山中高)

横山輝雄 (南山大文)

司会 林 良重 (富山大)

山口 達明 (千葉工大)

るんじゃないかということです。技術者には、それが役に立つか立たないかは別にしまして、先が見通せることが大事なのです。2番目としまして、これは史実に合うかどうかの問題です。私アマチュアなもんですから、ついついそちらの方に目を向けないできました。先を見通せるかということから言いますと、今、化学工業なり技術については、非常に混迷の状態で、何をすればいいかわからない。であればこそ、化学工業史なり技術史について目を向けなきゃ駄目だ、ということをわれわれは考えているわけです。つまり、方法論を持たなければ駄目である。それじゃ化学史がほんとに役に立つかどうか、という点ですね。私などは化学史というのはほんとによく分からぬといえれば分からぬ、あまり役に立っていないという結論を先に申し述べるとおかしいわけです。それじゃどこで技術史と化学史の接点があるかということを、第2の問題として取りあげたいわけです。そこで、この会の名簿を見ますと、技術に関係する人は少ないんじゃないかと思うんで、口幅ったいようですが、化学技術について少々述べたいと思います。

化学技術というのは、まあいたって簡単な話であります。化学反応を利用するということがありますけれど、取りあえずどんな原料を使いまし

て、なぜ私が技術史や技術論をやっているかというと……、その目的は第1にやはり先が見通せ

てどんな製品を作るかということ、そしてどんな装置を作つて、そこにどんなふうに人間が働いて、どんなことをしているかということについて、それは非常に具体的な話で、具体的な話のなかに個々の技術があるわけです。抽象的に申しますと、化学技術は、やはり装置があり、それからその原料・製品があり、それから労働の対応といいましょうか、技術者がどんなふうに働いて、労働者がどんなふうに配置して、化学者がどう噛み合っているか、ということですね、これが技術を見るひとつの目ではないかと、わたしは考へているわけです。先ほど幾つか構成要素を挙げましたけれど、それを結合するといいますか、一体づけるものは、やはり化学工程ではないかと思っています。簡単に言いますと、これは製造法と言つてもいいと思います。もうちょっと経済学的といいますか、むずかしく言いますと、労働過程と言つていんじやないかと思うわけです。やはり実際の現場でいちばん大事なのは *chemical process*、化学工程の設計であると思うんです。それをどう見るかによりまして、その技術の特長なり何なりを擱むことができると思うんです。社史を見るにしましても、カタログを見るにしましても、化学工程がどんなふうになっているかというのが非常に大事だと思っております。ところでその化学工程ですけど、原料がありまして何か製品を作る、原料のなかにいろんな不純物がある、それがわりと普通の純粋な *chemist* の方は分からぬ。当り前な話なんですが、不純物がかならずあるんです。そして、物がまちまちで、形状、形態が違うんです。じゃあ、そういう形状、形態が違う物をですね、一定の目的のものに使うとしたらどんなことがあるか。そうなりますと、粉碎なり、液化しまして加熱したり何だかする、というところの物理的な操作が、先ほどの化学反応操作にかならず付いておりますし、それがないとできないんだ、ということです。となりますと、化学工程と私言つてることは、つまり、ある目的の化学製品を作るために、幾つかの化学反応操作以外の物理操作が、ある系列をもつてつながつてい

る。ごらんのように、プロセス・フローシートとありましたらいろいろな操作がある、プラントがあるとしたらいろいろな装置がある。具体的に言つて、そういうことでありますと、まあ繰り返して言つて、そういう化学工程というものをですね、一つ念頭に置かなければ駄目じゃないか。その化学工程はそれぞれ時代区分ができると私は考へてゐるわけです。

それはそれとしまして、今の化学工程はどんな特徴をもつてゐるかと申しあげますと、まず石油化学工業では原料・製品や副製品が効率よく総合利用されています。簡単にいふとコンビナートといふことであります。2番目としては、この操作が多量のものを扱うようになっていますし、高温高圧でもつてゐる。アンモニア合成のときよりは、より高温のものを使つてます。より高圧のものを使つてゐる。それからまあ、重合にしましても、粘度の高いものを使つて、それから腐蝕性物質を使う、というような操作が一連の系統をなしてゐる。3番目としましては、そういう系列がどうなつてゆくか、連続化し系統化しています。例えば石炭液化にしましても、かつては *process system* という考え方ほんとになかった。つまり、そういう *process system* が作れるような時代、つまりそういうものがつながつて制御できますような時代、ということが今日の特徴じゃないでしょうか。

で、そういうなかで装置は一体どういうものかと言つて、装置は大きな装置でありますし、そして自動化されている。そして、かつ集積されての形づくりで、労働の対応はどうなつてゐるかと言つて、単なる監視労働じゃなくて、管理された労働である。そういうような形のなかで、技術がどうなるか、ということである。

で、話はですね、先ほどの、化学史研究と化学技術史研究とどう結びつくか、になります。纏めて言つて、それは、化学史研究は先ほどの化学工程のうちの反応操作と結びつくだろうと思います。2つ目は、そこで働いているところの、それを設計なり、それを動かすところの、その技術

者のなかに、どう化学知識として実践に結ばれてゐるか、どういうことになる。じゃあ、そこを見ていけば、化学技術史の内部発展がよくわかつてくるんではないかと思うわけです。そして、私自身、この言葉を反覆していながら、つまりいま私言いましたように、化学技術史のなかで、誰がどんなふうにしてどんなものを作る、こんな大きなこんなもの、というようなことを踏まえて考えていくとしまして、言葉がまた繰り返しになりますけど、化学工程と技術者をからめたところの化学史研究が求められるんではないか、と思うのです。じゃあ、そういうことはできるかといふと、これは、言つてはやさしくて難しいんじゃないでしょうか。(中略)

結論としまして、化学史研究に何を求めるか、をテーマにしまして、問題提起なり何なり申しますと、化学史研究が何か新しい展開をするといつたら、化学技術史とどっかで結びついて考えてゆくのが、一つの方法じゃないかと、思つてゐるわけです。私は化学史といふのは分からぬんで、化学技術史も分かりませんけど、化学技術史にわりと興味をもつてゐるという立場から言ひますと、そういうふうになります。

山口 どうもありがとうございました。すぐにでもご質問したい方がいらっしゃるかと思ひますが、最後にまとめてお願ひすることにいたします。それでは引き続きまして、東京大学の教養学部の岩本先生にお話を伺いたいと思います。岩本先生のご専門は無機化学だそうでございますが、最近はとくに包接化合物について国際的に研究活動をされておられまして、そのほか日本化学会における活動、それから著書、訳本その他でお名前を存じあげてる方は多いと思いますが、本日は化学研究、先生は非常に幅広い研究をされておられますので、化学研究といふことと化学史といふことをどのように結びつけるかと、いうようなことをお話し伺えればと思っております。

岩本 まず、私、森羅万象なににでも興味を持つという習性がございますので、もちろん化学の *history* にも興味がございますし、化学教育とい

うのは、またこれは、仕方がなく、というか、お給料を頂戴しておりますので、国民の血税を頂戴し国家の付託に応えて、若い人達を教育しなければいけないという義務感でやっています。實際には、やはり理学部の出身でございますので、自分のやりたいようなことをなるべくやれればこんな幸運なことはないという、非常に何といいますか、むちゃくちゃなあいでございまして、化学史につきましても、とくに深く自分で考えたことがございません。非常にいい加減なことを申しあげまして恐縮でございますが、私、現在、ただ今ご紹介頂きましたように東京大学の教養学部というところにおるんでございますが、これは、言ってみれば、新制大学の一つでございまして、けつして旧制帝国大学ではございません。

今回このお話をございまして、化学史の研究に何を求めるかと……もし自分が化学史の研究者であればどういうふうなことを考へるか、ということから、お話を始めたい……。それはまったく架空のできごとでございますので、無責任でございますが……。

化学史、*history of chemistry* といふのは、一体社会科学なのか、あるいは自然科学の一部であるか、ということについて、まず自分ならば考へると思います。(中略)

そういうところで、化学史の研究といふのは……われわれ、化学史研究会の存在はもちろん存じあげておりましたし、私の先輩にどういうわけですか、そちのご出身の方のアクセントで言ひますとロッコウとおっしゃるんですが、ロッコウの六高でございますが、岡山の旧制第六高等学校の出身の方がわりと周りにおられまして、そんなようなことで、化学史といふのは、実は大変ひどい話でございますが、山岡先生のことだと思っておりました……(笑)。で、そういうような色眼鏡で見るわけでございましょうか、化学史の研究と申しますと、われわれが最初に受けるイメージといふのはやっぱり、偉人伝記といいますか、非常に悪口をここで敢て言わせて頂きますと、化学史の研究といふよりは、あれは伝記文学じゃないだ

うかと、いうように感じられないこともないような、程度の認識を持っておりました（聴衆の笑い），ということでございます。そういうことで、実際に私、ここに頂きました「化学史研究」の84年第3号を拝見いたしましたが、どちらかというと、やはりある人の業績、あるいはある人の人となり、というのを取りあげられている……。

もちろん歴史でございますから、人間が動かしているわけで、人間がキーのポジションに来なければいけないわけでございますけれども、どうも、それで果していいのか、あるいはまだまだ歴史が浅いので、なかなかそこまで段階が行かないのか、という気もするんです。実際に自分である一つのテーマに取り組んで、自分の扱っております研究の歴史などを振り返ってみると、いわゆる研究史というか、例えば具体的には、私どものやっております包接化合物というものがございます。そういうものの歴史ってものを振り返ってみると、この程度のものだと自分で振り返って、文献を漁ってみると、いわゆる化学の研究というのは、化学の技術と申しますか、あるいは周辺の技術と、非常に深い関係があることに思いました。

したがって、化学の研究の歴史、ある非常に、あとで大きなインパクトを与えたような一つの研究分野の流れ、例えばございますね、赤外分光法というのがどういういきさつで、どういうふうに発展してきたか、とか、あるいは核磁気共鳴法はどうだったか、それはまあ、日本でいうとどうだったかということもありますし、世界でどうだったということもあると思います。あるいは新聞に‘ガリウムヒ素’などというのが出ますと、ああいったようなものの研究の発展段階に化学者がどのように関与して、それに技術がどう絡んでいったかということが、化学の歴史の上で非常に面白いことではないかと、あるいは、そちらの方の方向に化学史の発展というのがあってもいいのではないかと、いう気がいたします。

先ほど、技術史と化学史に若干違うというようなお話もございましたけど、私は非常に密接に関

連していると思ってます。まあ、不即不離の関係にあると思っております。例えば、非常に卑近な例でございますと、ただ今のヒ化ガリウムでもそうでございますが、戦後でございますね、これは日本の特殊な事情でございまして、無機化学、私は無機化学の出身でございますが、無機化学というものは化学の系統でははなはだ劣勢であったわけでございます。まあ非常に新しい、あるいは非常に面白い、とくに固相の固体になりますと、日本国内ですでにそうだったんですが、電子材料屋さんにならぬ。東芝とか、日立とか、最近は京都セラミックスなどという会社もございますが、エレクトロニクス関係のところで、要するに物理屋、あるいはいわゆる応物屋という連中が……、応物屋がやるからガリウムヒ素などとへんな命名するんですけども、化学屋がやればちゃんとヒ化ガリウムと言うはずでございます。そういうところで、どういう技術的な要請で、彼ら自身が基礎化学としての無機化学を、彼ら自身がやらなければならなかったかという、社会的な情勢と技術的な要請との関係、あるいは、エレクトロニクス材料というのが、素子になるところに無機化合物の重要なものがございますが、実際にはああいったようなものができるためには高分子材料ってものの発達がなければなりませんし、最終的な製品にもならないわけでございます。化学の関与する学問と技術の歴史的発展というのは、きわめて密接な関係があって、発展してきているんではないか。ただし、原理的な面では、化学技術との違いっていうのは、まあ大学で研究している連中っていうのは経済性に対する認識っていうのはまったく欠落しているということでございまして、目的と、それから方法論の具体的な面では若干差があると思うんでございますけども、化学技術史というものを追及する、それは化学プロセスだというただ今のお話でございましたけれども、それは、実際どういう材料を持ってきて、どういう人力をインプットして、実際にどういう配列をして、仕事を進めてゆくかってことは、基礎化学の研究とまったく、その点のストラテジーと申し

ますか、戦略は同じでなければならないわけなんです。で、不幸にしてそういうことに対する認識が欠けている研究者がいるとすれば、そういう人たちはやはり歴史に学ばなければならぬ。そのためには、歴史をやっている人たちがそういう人たちにフィードバックできるような、研究を手がけて頂けると、それは、とどのつまりが人類の福祉に貢献すると、いうことでございます。で、私がイメージに描いております、現代的な化学的事象、ことがらの研究、歴史の研究でございますが、それは例えあるテーマについて、どういう方法論でいうものが採用されたか、で、採用されたような背景はどうであったか、そのとき日本で、例えば日本が舞台であれば、国産でそういうようなものを作れる、例えば計測器なら計測器を作れるメーカーがあったか、その計測器を作る能力がなかったとしたら、それはなぜか、それからどういったような material、材料を使った物質を使ったか、ということでございます。

そういう材料、化学物質について、今までどういう報告があったかということについてもですね、わりとその研究、……ある時にわざと外部の影響を大きく受けた研究の発展というのは、その歴史的な背景というのを見落しがちなんです。これは日本の特殊事情じゃないかと、私は考えております。で、それから、そういう時にですね、どういう研究グループが結成されてどういう人がリーダーシップをとって、どうであったか、と、……そういうような人脈、ある教室からどういう人間が出て、なぜその人があとでそういうようなルートを辿るようになったか、というようなことも、人脈関係の歴史としては非常に面白いんじゃないかな。

もう一つは、研究開発には偶然と運がつきまといます。これは、成功した人はみんな最初から考えて、論理的に構築されてこうなったというようなことを、演繹されるんでございますけど、どうもそうじゃないんで、実際にとくに合成実験なんかやってらっしゃる方は、あるいは測定実験でもそうですけれど、実際に仕事をしてみて、これは

儲けた、というのは大体偶然と運でございます。もちろん、そういう偶然とか運でいうのが生まれる前には、それ相応のバック・グラウンドがあるわけでございますけども、偶然とか運とか帰属できるような出来事っていうのか、あとから見ると非常に整然と構成された研究のなかにあるのではないか。これはちょっと週刊誌的興味でございますが、しかし実際に見てますと、いろいろな点で本当に偶然に得られている、それがあとで非常に面白い研究の発展につながっている例っていうのは、あるようございます。

その次のファクターとして考えてみたいのは、資金、研究資金の流れでございます。それと同時に、研究者の評価、これは非常に難しい問題でございますが、これは資料としてわれわれが利用できるのは、報文であるとか報告書であるとか学会の要旨とかいう、文献だけが実は信頼できる資料でございますが、そのなかに例え研究費と補助金の配分等、学術月報のたびに出ておりますが、そのあの報告書というのもございます。そういうようなものを利用して、現代化学、現在の実際の化学研究に直接つながる一時代前の、化学研究史の発展というのを、化学史の研究で取りあげて頂けると、私どもには非常にヴィヴィッドな、面白いものになるのではないかと、ひそかにご期待申しあげております。よろしくお願ひいたします。

山口 ありがとうございました。先生がご専門の研究ばかりでなく、化学史にもなみなみならぬご興味をお持ちだということは、楽しく拝聴いたしました。先生は未入会でございますけど、これを機会にぜひ……(笑)。

それでは引き続きまして、明治学院東村山中学校高等学校の川井先生にお願いしたいと思います。先生は「化学史研究」のなかの「教育シリーズ」の部分に何度も寄稿して頂いておりますので、お名前を存じあげてる方も多いと思います。今日は化学教育、とくに高校レベルの化学教育と化学史といったような、化学教育に化学史をどのように関連づけてゆくか、というようなことにつ

いてお話し頂ければと思っております。どうぞよろしくお願ひします。

川井 私は実は化学史の方を始めたのはほんの数年前のことですが、それまで化学史とはノータッチであります。実は今から5~6年前ぐらいに、明治学院のほかに亜細亞大から非常勤講師として「自然科学概論」を持ってもらえないかということがありまして、それにはどうしても化学史……、一般にサイエンスの方ですがね、科学史がどうしても必要になってきました、それで初めて科学史の方に少し首を突っこんだだいです。それもまだ十分、もちろん研究も何もやっておりませんので、今日ははたしてパネラーとしてどの程度お役に立つかどうか、甚だ私自身に自信がないというのが本音かと存じますが、その点どうぞご指摘願えればと思います。今、司会者からお話をありましたように、中、高、一部大学も教えておりますが、そういう教育の方に一応たずさわっておりますので、ふだん考えていることをお話しして、問題提起になったらな、と思うしだいでございますが……。

実は、私の勤めております明治学院東村山中学高校といいますのは、男子校ですが、理科系を希望する生徒はほとんどおりません。文科系ということで、物理とか化学に対しては、生徒はまったくアレルギーを感じるというのが現状なんですね。化学と聞いただけで、もうとたんにシンマシンになってしまふとかですね、気分が悪くなるとか、先生の顔を見ただけで、化学の先生を見ただけでもう厭だとか、いう生徒が大多数だというが現状なんでございます。授業中も大変な態度で、授業を聞いているのはほんの前の数名だけで、40名おりますけど、あの30何名というのは、ほとんどが授業中ペちゃペちゃしゃべっているとか、あるいは自動車雑誌を読んでるとか、あるいは漫画を読んでいると、いろいろ注意していたら、こちらも完全にからだが参ってしまいますので、最近では少しちちらも観念いたしましたです。そういうような学校で授業を持っているということを、ご承知おき願えればと思います

すが、ただそんなに化学が嫌い……、なぜ嫌いかというと、ほとんどの生徒が、化学式とか、モルの計算とか、ああいうのを見ただけでぞっとするというんですね。モルなんかちっともわからない、中和の当量とか、そういう考え方だとか、実験やってもよく分からないし、およそ興味がないというんです。ところが、比較的、そういう生徒でもですね、比較的興味をもって聞いてくれるのが、意外にも、化学史の分野であるということを、私は発見いたしました。これは、ほんの2~3年前に、初めて経験したことからなんでございますが、そういうことから、化学史を通して化学に興味なり、関心なりを持ってもらえれば、というのが私の切なる願いなんですが、それがどの程度実現できるか、まだこれから問題かとは存じます。今回は、このパネル・ディスカッションで、どういうことを話そうか、大分迷ったしだいなんでございますが、断片的でありますが、ふだん感じていることを、時間の許す範囲で2~3取りあげて、ここでお話ししたいと思っております。

まず、高校の教科書、あるいは中学の教科書にもかならず載っておりますが、定比例の法則というのがあります。これは、前ほどはあまり強調されなくなりましたけれど、化学の教科書を開くと、質量保存の法則と、それから定比例の法則と、倍数比例の法則というのが、最初に載っておりました。ところが最近は、定比例の法則と倍数比例の法則は、比較的影が薄くなっているように思います。でもやはり、高校の教科書にも中学の教科書にも、定比例も倍数比例も一応載っておりますですね。その取り扱い方について私ふだん考えてることを、ここでお話ししたいと思います。定比例の法則としましては、純粋な物質は常に一定の化学組成をもっているという内容で書かれております。これが本によってはすべての物質に当てはまる、普遍的な法則であるかのような書き方をしているのが、見受けられるしだいです。これは確かに、気体とか、水とかベンゼンのような液体、あるいは有機化合物全般には当てはまります。しかし、無機の、とくに遷移金属の酸化物や

硫化物においてはこの法則は当てはまらない。ペルトライド化合物といいまして、かならずしも化学量論比になってない物質が多くありますですね。そのことは、かなり触れなくちゃならない点かとも存じますけども、実際には、あまりそういうことは触れておりません。ただ中学の教科書では、そういうことは触れておりませんんですけど、定比例ということについて、実験でも扱っておりまし、プルーストの名前も載っております。しかし、それに対しては反論したベルトレの名前は載っておりませんし、まあ、こういう重要な法則のあるということが書いてあります。私自身、ちょっと疑問に思いますのは、例えば中学の教科書に学校図書という所から出ている教科書がありますが、定比例の法則の実験例として、酸化マグネシウムと、酸化銅、 $CuO$ とを挙げてですね、前者はマグネシウムと酸素の組成がつねに一定であるということを実験でやっているのがあります。銅もう一つは酸化ですね、 $Cu$ と $O$ との組成がですね、銅や酸素の量が変わっても、比は常に一定であるということを実験のテーマとして与えているわけです。ま、前者はよろしいんですが、後者の $CuO$ は確かに定比化合物、ドルトナイト化合物ではありますけれど、これとよく似た $Cu_2O$ は実は定比化合物ではございませんで、化学量論からずれた化合物でございます。一般に、遷移金属の化合物、酸化物とか硫化物は定比化合物じゃありませんから、はたして $CuO$ というものを、定比化合物の例として取りあげて適當かどうかということを、前から疑問に思っておりました。この点はあとで皆さまのお教えを願えれば大変ありがたいと思っております。確かに $CuO$ は定比化合物の例としていいんですが、これと類似した $Cu_2O$ をはじめ、 $Fe_2O_3$ だと、あるいは硫化物だと、こういったものは一般には定比化合物じゃありませんし、むしろ不定比性なるがゆえにまたおもしろい性質を持っておりますから、セラミックの材料などに使われておりますし、それぞれの用途がありますので、それなりの重要性をもっておりますけれど、これがはたして、 $CuO$ を定比と

して取り扱って、はたして適當なのか、またこういうことを、あまり定比例の法則を一般化して、いいものかどうかということに対してですね、もしろこういう歴史的なことを教えて、実は定比化合物もあるけれど、この物はペルトライド化合物といって、化学量論比にピタッと当てはまらない物質もたくさんあるんだということですね、教えた方があるいはいいかなとも思いますが、場合によっては、生徒が混乱する原因になりますけれど、しかし大事なことであって、避けてはならない一つの例ではないかと、思います。（中略）

それからあと感じることは、飲島先生が工業界のことを言われたのとダブるかもしれませんですが、やはり化学と応用面との結びつきということも、非常に大事だと思いますですね。何年か前、化学というのはまるで公害の元祖、一番の悪いもとであるような印象がありましたですね、それ以来化学を専攻する学生の質が下ったとか、あまり化学の人気がなくなったという時代が来ましたですけど、一部マスコミの悪宣伝というか、化学はすなわち公害のもとであるという、変な宣伝がありましたようすけれど、はたして全部それがそうであろうかと、いうこともやはり、中高生といいますか、青少年に教えていかなくちゃならない。化学というのはやはり人類の福祉に非常に役だっているんだと、いうことも、やはり教えていかなくちゃならないんじゃないかと、私、思います。とくに工業化学を通して、化学の発展は人類の福祉に役だっているんだと、……。(以下略)

山口 ありがとうございました。教育の現場における先生のご苦心を興味ぶかく拝聴いたしました。それでは最後になりましたが、南山大学の文学部の横山先生にお話を伺いたいと思います。先生はご専門が科学哲学でございまして、ここにおられる方は理科系の人が多いかと思いますが、いわゆる人文系の方から見た化学史、化学史研究ということについてのお話が頂ければ、と思っております。

横山 私は名古屋にあります文科系の大学に勤めておりまして、その一般教育科目で「科学概論

」という科目を担当しております。私自身は科学哲学ということを専攻しておりますが、多少名前なんかご存知の方もいらっしゃるかと思いますけども、カール・ポパーであるとか、トマス・クーンであるとか、そういった人達と、同じような仕事を専攻しているわけです。そういった立場で、いわば外から、今までの方々とは違った視角からの発言になるかと思います。

まず、哲学というような方面から見ますと、化学者というのは一般に哲学が嫌いなのではないか、というイメージがあるわけです。これは多少誤解があるのかもしれませんけども、そのことを少し言わせて頂きますと……。じゃ、実際問題としては、物理学者、生物学者にしてもですね、そういう哲学的発言をする人はごくわずかだと思いますけども、それにしても、一般に何かそういうイメージがあるわけです。といいますのは、例えば自然学者と哲学者が座談会とか対談をやることになりますと、だいたい出てくるのは物理学者なんです。あるいは、よく哲学とか科学哲学を専攻したいというので、理系から変わってくる人がいるわけですが、だいたい多いのが物理学ですね。たまたま生物学者がおります。生物学の場合だと、物理・化学とは違った、学問としての生物学があるんじゃないかというようなことから、最近はとくに生物学が注目を集めてまして、そういう方面的の関心もあるんですけども、どうも化学者というのはその中間にありますと、哲学への関心がうすい。

それから歴史的に見ましても、例えばボアンカレにしても、AINSHUTAINにましてもハイゼンベルクにしましても、まあ専門哲学者からみていろいろ問題はあるでしょうけども、いろんな発言があるわけです。ところが、オストワルドなんかは多少例外的には言ってますけども、どうも全般的に少ないのでないかと、そういう感じを受けています。そういうことが反映しておりますのか従来の化学史で、化学史の書物の叙述であります。この従来の化学史といいますのは、先程柏木先生がおっしゃった通史の時代、パーテ

ィントン、アイドに至るまでの時代ですけども、こういう化学史の通史を見ますと、ほかの分野の通史に比べてですね、そういった関連の叙述が非常に少ない。これは恐らく、かなり化学史が昔からあって自己完結的に叙述が可能であるということが、恐らく作用しているのだと思うわけです。

で、そういうふうな化学史の印象があるわけですがけれども、先程柏木先生もお話になりましたけれども、とくにアメリカ、イギリスなどの化学史の研究者のなかには、従来の伝統的な通史のスタイル、あるいは学説史のスタイル、というもののが批判されてきて、通史著作が書かれなくなると、いうようなことがあるわけです。そういう伝統的なスタイルの化学史というものが、少なくともアメリカやイギリスの化学史家のなかでは書かれないと、いう傾向があります。それからもう一つ、私なんかが、どういうとこから化学史あるいは科学史に関心を持つかと言いますと、従来科学論とか科学哲学とかいいますと、非常に抽象的にですね、科学とはこういうものだ、というような規定を、論理的に、演繹的に与えると、いうようなことが多かったのですけども、どうも実際の科学のあり方とかなりかけ離れているのではないかと、いうような自己批判があります。従来の科学哲学者といいますのは、もっぱら記号論理学の道具を駆使しまして、最新の科学理論ですね、例えば量子論であるとか、そういうものを論理的に摂取しようと、いうようなことをやっていましたけれども、ここ10年か20年ぐらいのあいだ関心が変わりまして、そういう科学哲学者が、科学史について議論することも、比較的多くなってきたわけです。

で、そういうふうな背景から、化学史研究になにを期待するか、というようなことに合わせて、私の考えを述べさせて頂きますと、まず、伝統的な化学史あるいは学説史の意義は、なくなったのかどうなのか、という問題がよく議論されるわけです。例えば、アメリカの国際的な化学史の雑誌であります *Isis* が出版している、化学史論文の検索索引で例えばプリーストリであるとか、ラヴォアジエであるとかいう人に関する論文を検索して

みますと、案外こんにちでも、古いスタイルのものが多いわけですね。これは一つは啓蒙的解説的なものが……、専門論文と並んでいってくる。とくに *Journal of Chemical Education* では、今でもそういう記事論文がわりかし出しているわけです。で、それを見ますと、伝統的な通史のスタイルのもの的一部分に関して、従来のパーティントンのここが誤りであるとか、いうような記事も結構出ているわけです。だいたい通史の書物というのは、19世紀の後半から今世紀の初めくらいまでしか書かれておりませんので、そのあとの展開になりますと、通史そのものができているかどうかがあやしいわけですね、当然そういうところに関しても、書物という形ではないにしても、いろいろな論文といったものが出て来る。そういうところの意義がゼロになってしまふとか、例えればパーティントンですね、記述の誤りがあるということであれば、当然正さなければならないわけですから、あるいは現在になりますとそもそも通史じたいがない。そういうところの基礎作業をする必要がある、というようなところから、こういったものの意義がゼロになるということはないと考えられるわけです。しかしながら、先程柏木先生も言われたような、化学史研究を行っていく方の関心がですね、どうもズレてきているということもありまして、つまり従来まですると、まず、化学の教科書の序文とか、あるいは論文の冒頭に自分の専攻業績を整理するといったもの、これを心理的には発展させていくべきであります。もちろんパーティントンの仕事とか、17世紀、18世紀になりますと、少なくとも専門の化学の研究とはほとんど関係が事実上はないわけですね。しかし、恐らく心理的な動機、あるいは読む方の受け入れとしましても、何か連絡的にそれはつながっているんだと、従来の化学史はそういう立場から書かれていたと思うわけです。しかしながら、先ほど言われたような歴史的な文脈、とくに古い時代になりますと、化学のおかれた状況というのはかなり違っていると、いうようなことに関心を向けてみると、従来のスタイルの化学史、とくに

学説史や通史といったようなスタイルのものからかなりズレてくる、という問題があるわけです。

とくに、科学哲学というようなほうの関心からどういうふうな問題があるか、といいますと、ひとつは、さきほど多少教育の場面でも問題になるということが言われましたけども、ある仮説なり理論なりがどういう形で発展していくのか、そこそこをもう少し理論的に分析する必要があるんじゃないいか。つまり従来の通史の本では簡単に、かなり内在的に決着がついたように書いていいわけですけども、どうもいろんな要因がからんでいるんじゃないいか。ただし科学哲学としましては、いろんな要因がからんでいるにしても、少なくとも化学に化学である以上、なんらかの合理的な論理があるんじゃないいかと、そういうものといわれる external な要因というものが、どうからんでどう発展していくのかということを、いろんな場合について調べてみたらどうかと、いうことが言わされているわけです。実際そういうような関心から、chemical revolution とか、アヴォガドロの問題とか、そういうことに関して、研究がいくつかなされていることがあります。そういったことがこれから先も、まあ期待されるようなことではないかと思うわけです。ただしこれは基本的に、伝統的な、通史型の叙述に沿った枠で問題が立てられておりまして、どうもこういうのを取りあげて、いろんな哲学的な議論を行なうというのに対しては、新しい化学史家たちからかなり批判もあるわけです。

他方もうひとつ、歴史的な文脈のなかにおける化学、これはもう少しマクロにみてですね、社会とか、ほかの社会、経済とか政治、あるいは宗教とかいったなかですね、科学あるいは化学がどういう位置を持っているのかと、こういうことをむしろ化学史としてやる必要があるんじゃないいか、そういうようなことから、歴史的な文脈における化学の位置づけ、といった研究が、今後進むことを期待しているわけです。これは従来のものと、かなり素材とか傾向とかが違っておりますと、素材的にも新しい傾向になってくるのでは

ないか、つまり18世紀の化学といいましても、ラヴォアジェといったものが、必ずしも大きな位置を占めない、というようなことになってくるわけです。こういうふうな化学史になりますと、教科書の序文のようなものを延長していって、少なくとも心理的に延長線上にできるような化学史とは、かなりズレてくるもの、ではないかと想定されるわけです。

しかし、もう少し長期的に考えてみると、従来の教科書を、高校から大学の初等くらいの教科書といいうものじたいが、一般の教育のレベルで考えますと、どうもああいう教科書でいいのかどうか、逆に序文にあたるような化学史の方も、もう少し検討が必要ではないかと……。現にイギリスなんかですと、社会的文脈のなかの科学といいうような教育プログラムが、実際に作られている。一つは中高に関してやってるわけです。とくにもう一つ重要なのは、大学の教育の改革プログラムを持ってまして、そういうところでも行われているわけです。ただ日本の場合、そういうのが比較的弱くて、どうしても科学者養成を基本と据えたものを拡張する、という発想が非常に強いわけです。ただしこれがどうも、化学のなかにありますとそれはごく当たり前なんんですけども、ところが文科系の人から見ますと、それはむしろ特殊でありますて、大多数の人は高校まで授業は受けてるわけですから、大学へ進学する段階から、最初から文科系でありますと、大体生物なんかを取って適当にごま化す……。ところがですね、何となくそれでも、化学とか何かに関するイメージは、なんらかの形で形成されるわけですね。それは先ほど言わされましたけれども、公害に対する新聞の報道であるとか、ほかの文科系の知識人の書く書物といったものから、イメージが大体、定着するわけです。それに対して、どうも自然科学者の方の発言があまりない。これは日本の傾向なのかどうか、ちょっと分かりませんけども、長期的に見ると、どうもこういうのはマイナスになってくるんじゃないかなと思います。それは先程、学生の質問がどうのこうのという話がありましたけども、な

にも学生じゃなくても、学生時代の意識というのには、社会人になって投票権をもってもそんなに大きく変わらないわけとして、それがまた役人になってある種の権限をもった人になっても、ジャーナリストになったとしても、それほど大きく変わらない。としますと、こういう歴史的文脈における化学、というようなことを強調するのは、一見しますと、化学史の従来のスタイルとかなり違つて説明するのが非常に難しいのですけども、もう少しその辺のところを今後やっていくことは、意義があるのではないかと考えるわけです。

林 討論の方の司会は、林が担当させて頂きます。ただ今の4人の先生方のどなたからでもいいですから、まずご質問がございましたら、どうぞ遠慮なくお願いいたします。……それから、4人の先生方の時間を非常に制限しましたので、思うようにお話できなかったという面もあるやに思いますので、もし、これだけはどうしてもきょう言っとかないと、寝覚めが悪いというようなことがありましたらどうぞ。

藤井清久 岩本先生にお尋ねします。

普通の場合ですと失敗した実験例というのは、活字にならないんです。それでもやっぱり正しいと思って発表して結局間違ってるというようなこともありますんで、そういう文献を徹底的に研究するようなことをですね、もし自分が研究者だったらやってみたいな、と思ってんですけども……。先生なんかの感じで、例えば学生がそういうアプローチを、修士なら修士の2年間の最初の3カ月くらいそういう過去の文献を徹底的に分析して、そっから何か新しいヒントを見い出すとか、そういうような方法が、実際にやってみて有効ではないかと、僕は思うんですが、先生のお考えはどうなんでしょうか。

岩本 これは非常に生臭くて現実にさし障りがある問題でございますが、確かに朝から晩まで、実験室に椅子を置かないという教室が昔ございました、そのかわり朝から晩まで24時間戸があいていて、学生はただ、それも学部学生でございますが、ただひたすら実験している。医学部薬学科時

代の東大の薬学の実験室がそうだ、と承っております。最近はちゃんと夜になると戸が閉まるんだそうですけども……。私、無機化学ですから有機の悪口言うんですが、有機化学の研究室というのは何だか、ありやあ朝から晩まで実験しないとどうも、あの種類の学問はどうもああやらないといけないらしいんでございまして、私ちょっと理解できないんでございます。一つにはその私、さきほど現代にかかる歴史のなかの研究史のなかで、人脈関係というのが取り上げると面白いと、思っていたのはそのことでございます。悪口言いますと、一将功成って万骨枯るとか、いろいろ言えるんでございますけど、確かに私自身は、もともと文科的な考え方をしてた人間でございますので、何かやるときにやっぱりちょっと前をあたってみないと、気になってしまふがないでございますね。ですからやみくもに実験だけやればいいってもんじゃないだろうと、化学ってのはそんな、なんていうんですか単純な、物理学みたいな単純な学問じゃないと、思うんでございます。実は例えば大学院のカリキュラムみたいなものを考えたときですね、ある程度そういう化学史、研究の発展史のようなものがあった方がいいと思います。それから、ごく普通に自分で一つのテーマを持って研究するときには、どこでもそうだと実は私そう思っていたのですが、必ずその一つ前はどうであって、バックグラウンドの、その分野のほんの僅かなものでも、かならず歴史的な歴史をしなければ、論文が書けないんじゃないかな、と思うんであります。なかには、学生は実験だけして論文は指導者が書くという、そういう立場をとっておられるところもあるようです。それから、私自身の経験で申しますと、私は自分の分野のものは一応、徹底的というほどではないんで、若干落ちもございましたが調べております、それで仕事を進めてる。で、長年一緒にやっている若い人は、それを飲み込んでござりますねえ、なにも言わない。ですから、新らしく大学院に来たような人々も、飲み込んでるもんだとこっちは思っておりましたら、そういうことで、先生、こんな文献が

ありました、てんで持ってくる。それはわれわれはあまり高く評価しない、これインチキな論文だと、はっきり申しあげて、という論文なんだけれども、ちゃんとドイツの論文である。横文字の論文で、先生、こういうのを見ておかないのでいかんじないか、ということを言われてきました、これはいけない、来たときに、新人にはひと通り、なぜ自分たちはこういうことをやっているかということを詳しく、繰り返して説明しなければいけなかつたなあ、というようなこともござりますので、私自身は、それは重要視しております。藤井 他の化学者に説得できるぐらいの価値はあるというふうに、やっぱりお考えでしょうか。それはもうすこし広げるべきだというような感じですねえ。

岩本 そういうのは、困ったことに、指導者のお考えでございまして、やはり、朝から晩までからだを動かして、ある時期文献読まないで、徹底的にからだで化学を覚えるっていうことも、悪いことではないと、それなりの評価もできるし、それはやっぱり分野によるんでございましょう。私、それが実は、有機化学をそれで嫌いになりました、有機じゃないところへ行こうと思ったもんでございますから……(笑)。なんとも言えないんでございますが……。

亀山哲也 岩本先生にお伺いしたいんですが……。先程、独創的な研究に関連して資金のことをおっしゃられましたが、それはどういうことなんでしょうか。たくさんお金があればですね、新しい研究の生まれる可能性が大きくなるのか。あるいは資金とはあまり関係ない、貧しくても出てくるのか。科学技術政策を進めてゆく上で、重要なところはとにかくお金を使わなければ、成果が出てくるんじゃないかなというようなことを、行政官の方は考へているわけですけれども、そこらへんはどのように考えられますか。

岩本 私は、お金を使ったということについて、やはり責任がある、と考えております。ですから、実際にどういう政策立案によって研究投資が行われて、その結果がどうなったかということに

についての批判がないっていうのは、おかしいと思っているんでございます。ですから、お金を、ある研究にこれだけの研究投資があったから、この研究はこういううまいに発展したと、そういうメトリックス的な、判断もできると思うんです。そういう側面からの扱いもできるんですが、もう一つの側面はですね、とにかく誰かはその評価をしているはずなんです。現実の日本の研究社会で、そうしなければ、その次の政策の立案ができないはずでございますから、別にこれはchemistryだけに関係あるわけではございませんが、一般に、その日本の学者の世界に、そういう批判がないんじゃないかな。それを取りあげるためにね、今批判するのはちょっとさしつかがありますので、歴史に名を借りましてね、ちょっと一時代前に行くと、実は案外そういう批判が容易にできて、その結果が現在に直接フィードバックできるんじゃないかな。そういうことを、ただ思いつきで申しあげた程度でございます。

林 川井先生は中高の方で、横山先生は文科系の大学で、苦心をなさっておるんですが、いわばノン・サイエンスの学生たち、あるいは生徒達でありますね、化学者の後進者を育てるような化学教育ではいけないんじゃないかなというようなご発言でしたか、締めくくりのようなことでちょっとお話を頂きたいのですが……。

川井 私はやっぱり、アンモニア合成みたいのが、例として挙げられるんじゃないかなと思いますけどね。やっぱり化学というのはいろんなこういう、人類に益する面もあれば悪い面もあるということを知ることも大事だし、こんにちの生活にも化学が深い係りをもっているということを、とくに最近では、エレクトロニクスの方に至るまで、化学なしにはあり得ない時代ですからね。そういう点で、文科系であっても絶対にこれは軽視してはならないと、たんに受験に必要ないから、化学を勉強しないとかいうんじゃないですね、あるいは化学は公害の元祖だから、化学なんて嫌いだといふんじゃないなくて、やはりもっと化学に対する、感謝する心構えというんですかねえ、と同時に

先人のなしてきた大きな努力だと、人間の智慧とかですね、そういったものを感謝する気持ちを、生徒に植えつけたいなという気がするんです。それがあつて初めて私たちのこんにちの生活とか、こんにちがあるわけですから、やはり幾多の偉大な化学者の業績に対してもっともっと私たちは兼虚な気持ちで、感謝する心構えが大事なんじゃないかということを、ぜひ私はもっとPRしたいわけなんです。

横山 とくに具体的には今ないんですけども、やはり内側だけ見るんじゃなくて、周りのことを、とくに化学者の方あるいは化学史を推進される方は考えて頂きたい。その場合は、直接自分達の研究にそういうふうに役立つというのでは、必ずしもなくて、もっと広い視点から、内と外の間をどう見るかということをもう少し配慮された方が、いいのではないかという感じがしているわけです。具体的には、歴史的な文脈における化学の位置づけといったものは、直接現代化学の研究にどう役立つかということはわかりませんけども、少なくとも化学はどういうものかというイメージを一般人とのあいだにコミュニケーションづけるというさいには、むしろ必要なんじゃないかという感じがするわけです。

広田 鋼藏 先程ちょっと川井さんの話で出ましたけど、定比例の法則と倍数比例の法則を現在なぜ中学校や高等学校で教えるかという疑問を持っているんです。いま原子というものが、分子がないという人はいはずですね。私ども大正時代はまだ怪しかったんですね。だから、あれをやって、どうしてもこういうわけだから原子があるんですよ、という。それで説得されて、それから原子を考えた。そういう時代は必要だった。どうしても、あれがないと駄目だったんですね。今は原子なんて「鉄腕アトム」を小さい時から知っているわけですからね、今さらもういっぺん……(笑)。だってそうでしょう、知らないわけですよ。原子分子があればね、整数比で化合するにきまつてんじゃないかな。だからね、当然そんなもんはいらぬんですね。そういうのは無駄をしているんじ

ゃないかと……。だから私が言いたいことは、化学史の成果を考えて、化学教育になぜ取り入れないかって、むしろそういうことをいいたい。例えばエネルギーでもね。現在あることが分かってんだから、エネルギーを初めから持つてくればいい。エネルギーってあるんだ、それでいいんじゃないかなって私は考える。そういう意味で、逆に、化学史の成果をおおいに、そちらの方に取り入れて頂きたいと思います。

飯島 つまり、そういうのはですね、実際の会社といいましょうか、現場では、ほとんど使われてないんではないでしょうか。そんなこと知らないても、というより初めて、ああそうだ、俺は30年か40年前にそういうことやったちゅう……(笑)。

大沢 真澄 広田先生のご意見でございますけど、これは確かに現場での教育の場合の考え方の大きな問題になると思いますけども、現在の科学教育、まあ自然科学教育でございますが、それは結局現在の知識を大前提として、やってるわけでございますから、それですから、原子分子の実在を認めて、全部問題なく片づくわけでございます。しかし歴史的に少しづつ発展しているということがございまして、時代時代で輪切りにしていきますと、その時代ではある考え方があって、それが順々に発展してきたこともあるわけでございますから、現在の知識が必ずしも絶対ではない。将来変わることがあるというようなことも含めますと、歴史的な、こういうふうな物の考えが進んできたんだということも、認めてよろしいんじゃないかなと、そういう見方も含めてよろしいんじゃないかなと、私は思っております。

広田 私はね、いま申したのは、中学校、高等学校において、と言ったんです。だから大学の、化学をやる、化学に近いことをやる人を教える、大学の教養においては、歴史的であることは賛成なんです。それをどうぞお間違えなく。ですから、その意味とおなじなことは、パスカルですね、気圧の、あれを盛んに使えと日本化学会も言ってんだけど、あれは中学、高等学校にはあまりやんない方がいい……。現在、やっとバールに馴

れたのにね、それをまたパスカルにしたらどうなるかと思ってね。化学やる奴は、教養になったら教えていいと……。なにも中学のうちから、高等学校のうちから、一生懸命パスカルを教えてね。パスカルを測る装置はだいたい無いんじゃないかなあ。結局皆さん、日本化学会で論文書いてるとね、実際水銀柱で測って、それを14ナントカで割って、それでまた書いてる。また読む人は、またじっさい実験やるときは水銀柱を使う、また直してんですよ。ああいうことを世界的の学者が、偉い学者が集って、なぜきめたかとね。だから、教育と研究といっしょくたにしてんだと……。いや話は飛びましたけど、中学、高等学校は原子があるんだと言っていいんだと……。ちょうど法律でもずいぶん矛盾もあるんだけど、飲み込ましておいて、あとから実はこういう例外があんだと教えるのとおなじようにね、教育ということと、研究といっしょくたにしているのはいけないんじゃないかなと、私はそう思うんです。

大沢 やはり中学高校でもですね、ことに文科系ということがだいぶ出ましたんですけども、将来大学で自然科学を専門にしない人もたくさんいるわけです。それですから、原子分子があるということはもちろん大事なんでございますけども、いま申しましたのは結局、過去にこういうふうに考え方方が進歩してきた、というような発展過程を教えると、それで、現在の知識がかならずしも唯一絶対ではないと、いうようなことも含むというようなことで申しあげましたんです。

鎌谷 親善 先生の考えというのは平均的な、化学者の考えではないのではないかと思うんですね。夢とか、自分の専門以外のこととしての化学史をやる余裕みたいなものがおありになるからではないでしょうか。もっと現実の化学の、あるいは化学技術の社会というのは、経済の人なんかは化学装置を知らないてもいい。これは当然です。企業自身は利潤を追求したりするんであれば、別に装置はただ単なる手段になっちゃうわけですから。そういうことから言うならば、化学会社にいる企業人にとって化学を見た場合、それは外側

から化学の装置を見たのであって、飯島先生が今お話しになったのは、なか側から技術者として見た装置の話である。このあいだの話の行き違いですね。岩本先生の場合であれば、同じように化学者としての、あくまでなかから見ておられた非常にこう、学生時代のロマンに溢れた……（笑）を現実の研究生活になると、ものすごくリアルな雰囲気になりますから、そのなかで、かつてあったロマンのなかに秘められておった実り豊かな、非常に多面的なアイディアだと、あるいはまた、philosophicalなものまで含めて、そういうものが全部切り捨てられて、いく過程というんですか、そういうものが、こちらから見ると感じられるわけなんですね。それに対して、専門分化された化学というものに、改めてそれに携わる研究者としての、人間回復といったような意味での一つの問題と、もう一つは、物理屋に比べた場合、化学屋の方が philosophy が欠けている、アイディアがない、という批判が社会的にも出ている。ほかの学会でわりに歴史づいてるわけなんですね。それに対して化学の方は、あまり歴史づかない。そのあたりの何か関係もあるんじやないか。内部からごらんになって、いかがなもんでしょうか。

岩本 確かにそうなんです。ただ、私化学史というのを対象とする、ときに、そいつをやはり、社会科学的なものとするか自然科学的なものとするかについて、やっぱり私いまでもちょっと分からぬ。もし自然科学的として、われわれの日常的な化学の研究をやっていく上の戦略から、化学史に挑戦するとなれば、こういうやり方があるかなあ、ということで、多分に現実ばなれしているというご批判はもう甘んじて受けなければいけないんです。もう一つですね、化学者が哲学嫌いってのは大へんな褒め言葉で、こんなありがたいことはない。化学者っていうのは、自然学者の中で、一番世の中に分かることを言ってるんだっていう、気がするんでございますね（聴衆の笑）。あの私、実は物理、化学、生物、地学といくにしたがって、自然科学としては非常に難しくなっていくんだと思います。物理っていうのは一番学問の方

法論としては容易であって、その次に化学、生物になるとだいぶ大変で、地学になつたらもう自然科学といつてもいいのかどうかわからない領域まで行っているんじゃないかと思うんです。そのなかで、化学を飛び越して、物理と生物だけが哲学的なことを言っているのは、その領域の人達の思っているのか、現実から遊離しているんだっていう、感じがするんでございますねえ。生物学は、現実に即して生物学をやつたら到底できないし、物理ってのは現実に即したら、やっぱりこれもできないんですねえ、学問の性質からいきまして、化学がいちばん現実の、物を対象とした場合、物の動きに対してもっといろいろ現実的な対応をしているので、そういう点で哲学っていうのは、ぼくはあまり……。化学者に哲学がないとはけっして思つません。それぞれ化学の仕事をしてらっしゃる方は、皆なそれぞれ個人的に立派な哲学をお持ちじゃなければ、要するに philosophy がなければ、そういう仕事はできない。それを、ただ表現する言葉を知らないだけだと、いうふうに思つております……。

飯島 実際の現場といいましょうか、会社のなか、まあ化学工業界ですね、歴史的なことについて半分お遊びで半分本当にやっているのか、というふうにもとれるし、実際にそれは本当の話なのかということになりますけれど、歴史的な考えを持たなき駄目だというのは、歴史的といいますか、史的な方法論がないとですね、今後どうするかってのがなかなか見通せない。具体的な話は、どの会社がどう動かすか、どんな技術がっていう話は出ますけども、やはり見通しとしましては、くどいようですけど、歴史的なですね、観点ちゅうもんじやないかと、いうふうに考えてます。

林 はい、どうもありがとうございました。時間がだいぶ過ぎておりますので、これで閉じたいと思います。パネラーにおなり頂きました4人の先生方、どうもありがとうございました。（拍手）司会がまずうございまして延長しましたが、先生方のご協力で無事終りましたことを、厚く御礼申しあげます。

## 会員の声

## 樋浦 純一

化学史学会にはじめて参加して、その家族的雰囲気に驚きます。私の学生時代の終に、汲古書店のパンフレットが届いたことを記憶しています。あれが学会発足当時の情況の一端でした。当時は物理に移行できないかと考える一方、実際には終日哲学宗教書を読みふける毎日、あまり氣にもとめないでいました。多分私の学生時代を通して心配されていた奥野先生の配慮で誘われたのではないかと思います。最近になり化学史の勉強をしたり出席しました。奥野先生の自作の化学史について、私ができたら受け継いでみたいと思いますが非力なので皆様の助力を願わなければなりません。

江戸の化学といつても、事実あった通りの調査、解説の問題哲学の問題がある。貝原益軒の養生訓で自然が易の論理で理解されているのがわかる。朱子学であるが、深く入れば朱に染まる。これは現代人の思想と別方向であり、大規模だ。こうなると事実の問題と思想の問題が切り離せないけれど、別々に論ぜざるを得ない。ヨーロッパでもヘーゲル哲学にベルセリウスが寄与している反面、無神論論争などからキリスト教が自由をとりもどし、マルクス主義が公然となるころ、これらを基礎とする周期律が見出されるなど思想と無縁であり得ない。ところが思想を論ずる際、いかに客觀的になり得るだろうか。中途半端は許されない。

つまりは現代をいかによく見通す眼があるか、これが化学史にもとめているのではないか。たった今、眼の前にあるなま臭さから眼をそらさないことが歴史の眼ではあるまい。

## 今村 寿明

現在、将来に化学を専門としない自然系、文科系の学生に化学の初步の手ほどきをしていますが、いきなり現象、性状を教えると大抵の学生が拒否反応をして、出席しなくなるか居ねむりを始

めます。化学(A)は、まず周期律の成り立ちから始めますが、L.マイヤー、メンデレエフの思考の推移を前置に加えるとよく聞いてくれます。また、自然系でも天文、地学に興味のある学生は、ビッグバンによる元素の生成や放射化学の元素崩壊はよく聞いてくれますので、G.ガモフやキュリー夫人、シーボードなどの話をすると、そんな内容まで化学なのですかと少しひっくりしながら勉強する様です。更に私自身、上記のガモフの不思議の国のトムキンスなどを読んで、原子、量子に親しみを持ったものですが、本のカバーなどにある著者の写真がより親しみを増した様に思い、テキストに写真を入れることにしています。昔の人々は写真がなかったり、あっても印刷にきれいに出なかったりして苦心しますが、幾分でも化学を無味乾燥を思っている学生の心を緩和する効果がある様に思います。以上は歴史が多少とも役に立っている話ですが、以下は少しばれた話です。英語を専攻する学生には、化学は一種の語学で、世界共通語なのだと話し、その文法をおぼえることは命名法をおぼえることであり、語尾変化（例えば-rate, riteなど）をおぼえると酸化還元がわかると話すと興味を持ってくれ、テストに案外良い成績を取る様です。すでに御体験とは思いますが、思った事を書き連ねました。

## 藤崎 千代子

1. こん親会の席上でも言及しましたが、「化学史学会」（昨日までは研究会）のような小さなgroupで構成員の関心も多様なところでは、prosopography的手法を使う新styleの化学史も、伝統的styleの化学史も共存しうる様なゆるやかな結合が要求されると思います。私はprosopographyが通用される時代と領域は、学説史的通史が確立したところだと思います。ゆるやかな結合の化学史学会の出現を願っております。
2. 化学論文の条件のFormatを示して下さい。
3. 化学会などにも呼びかけ、若い人々や、関心ある人々を集めて夏の学校のような勉強会を開

催すとよいと思います。

### 廣田 鋼藏

不況のどん底の昭和初め、腹をきめて理学部へ進んだ私には、果して卒業後2年間定職がなかった。同クラスの半分以上が似た身分となった。それでも真理を学ぶ楽しさはあり、広く他の分野を学ぶ心の余裕があった。これに反し、現在の理科系大学生、院生でも研究においまくられ、科学とは何か、何のために研究しているか考える人は少ないようだ。

こんな状況下なので、喜寿をすぎた私にとり、正統な学会よりも化学史学会の場は、まことに楽しい。だが今年の年会では、やはり私にとり意外な問題もあることを知った。この会を楽しみの場と考える人のある反面、ここに本職の悩み解決策をば求める人もいるからである。

講演のテーマは、古代と現代、科学と技術研究と教育、日本と海外……ときわめて種類にとんでもいる。何でも知ろうという人間には、大変好都合な場を与えてくれる。だが、これをマイナスと考える参加者もあろう。

最後に、問題点をあげれば、本会の構成会員が全国的にみて、偏っている点地域的に、学校別に、これが、会員数が500にみたぬ原因であろう。どうすれば、この欠点がなおるかは、私には解らない。

### 島原 健三

年会のお世話を引き受けながら力量不足で充分なことができず、ご迷惑をお掛けしたのではないかとおそれています。そのような者が発言するのはおこがましいのですが、裏方として気がついたことをいくつか書かせていただきます。

(1) プログラムを「化学と工業」と「化学教育」に載せてもらったところ、10名あまりの方から照会がありました。半数くらいは会の活動状況や入会申込みについての問い合わせで、これらの方は本会の存在そのものをはじめて知った様子でした。それで、本会の存在を知れば入会するはずの潜在会員(?)もかなりいるのではないかと感じた次第です。会員数が減りぎみの折から、会の存在じたいをPRすることがます必要なようで、今後は年会の前にプログラムのポスターを作り、大学、高校など、しかるべき所に配布したら、と思いました。

(2) 両日とも終了が予定より延び、しかも質疑を中途半端のまま打ち切らざるをえない個所もあって、議長および参加者各位にご迷惑をおかけしました。シンポジウムではテーマを拡げすぎた準備委員に責任があったと思います。また、一般講演では20分+5分(希望者は30分+5分)という従来からの持ち時間の長さにも問題があるようで、今後は一律30分+10分くらいにした方がよいのではないかでしょうか。また、発表は「1人1題目にかぎる」としましたが、申込み件数の少ない現状からみて、この制限はなくもがなだったと反省しました。

### 〔論文〕

## アミノトリアジン化合物の構造化学

中島 三喜男\*

Liebig が、それに刺激されたのは当然であった。1829年に手なれた雷酸銀とアンモニウム塩を反応させて、尿素の生成を期待したが成功しなかった<sup>1)</sup>。

Liebig は1834年にチオシアノ酸カリと塩化アンモニウムの乾留から、何か新物質の合成天然物の人工的合成を意図したと著者は推定している一を期待して反応を行っている<sup>2)</sup>。その結果、彼は NH<sub>3</sub>, CS<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S の他に新物質を得たのであった。この新化合物をメラム(Melam)と命名した。次いでこのメラムを苛性カリと煮沸して新物質を得、メラミン(Melamin)と命名した。

彼はメラミンの性質を調べ、それが塩基性を有し、種々の変化において酸素を含む化合物になることに注目している。そして植物性塩基(天然物)のナルコチン、ソラニンなどが塩基性は弱いが多量の酸素を含んでいることと、メラミンを対比していることを考えると、Wöhler の尿素合成に対する抗して天然物の人工的合成を意図していたのではないかと考えられるのである。

また、硫化シアノの乾留により、S, CS<sub>2</sub> の他に新化合物メロン(Melon)<sup>3)</sup>を得た。さらに Liebig は、メラムを苛性カリ溶液中で溶解すると、メラミンと新化合物アンメリリン(Ammelin)を生成することを報じ、アンメリリンを硫酸中に溶解してアンメリド(Ammelid)を、さらにシアヌル酸を生成することも報告している。

これらの化合物の組成<sup>4)</sup>については、次のような式を与えている。

(Liebig の式) (現在の式)

メラミン	C <sub>3</sub> N <sub>12</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> N <sub>6</sub>
アンメリリン	C <sub>6</sub> N <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> N <sub>5</sub> O

同じシアノ化合物に魅力をもって研究していた

1984年11月21日受理 \* (株)三和ケミカル  
連絡先

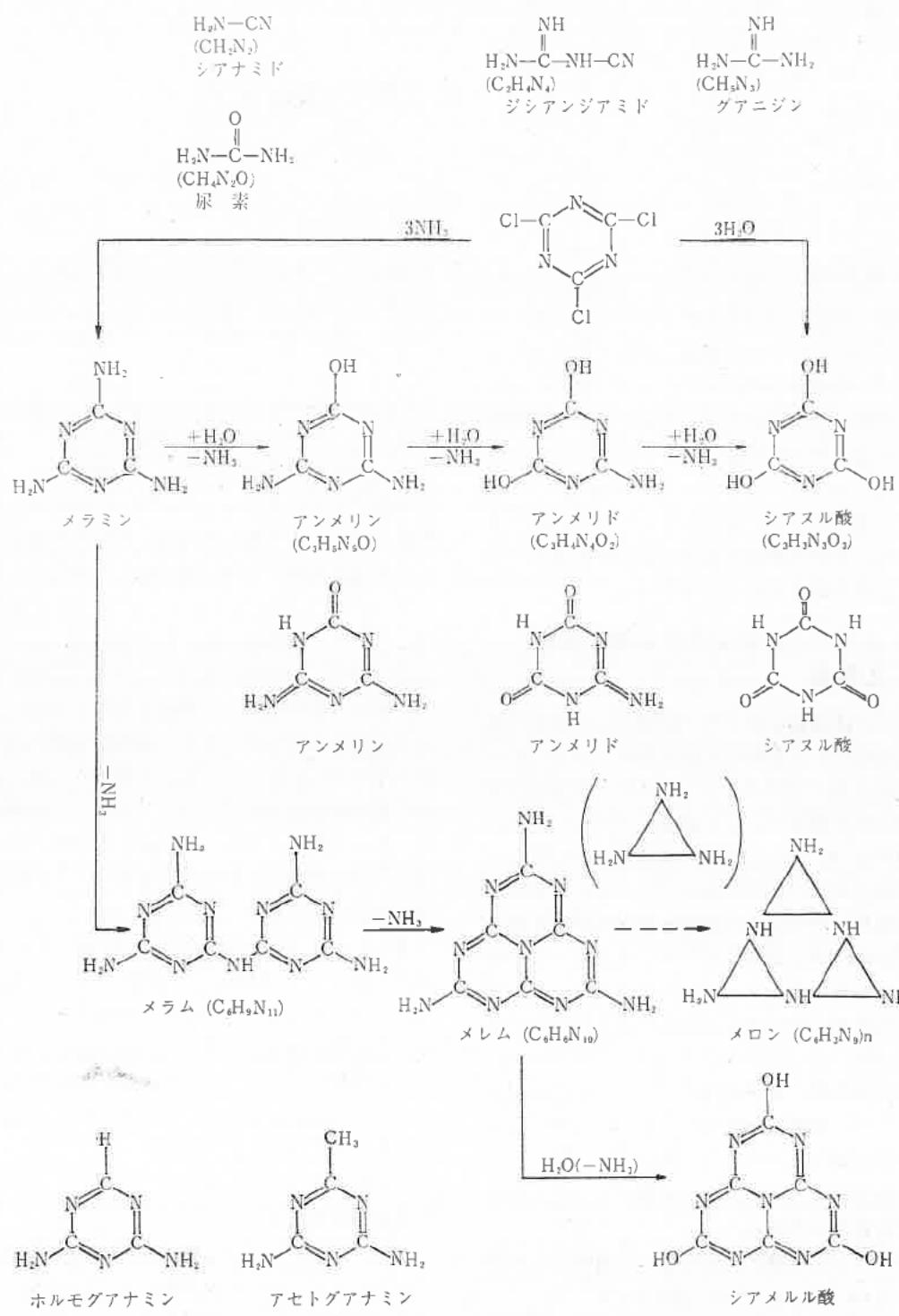


図 1 [高分子学会編:『高分子工学講座8』, 地人書館(1965)]

アンメリド	$C_6N_9H_9O_3$	$C_3H_4N_4O_2$
シアヌル酸	$C_3N_3H_3O_3$	$C_3H_3N_3O_3$
メラム	$C_6N_{11}H_9$	$C_6H_9N_{11}$
メロン	$C_6N_8$	$C_{18}H_{19}N_{27}$

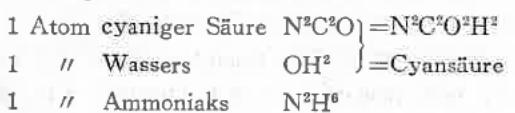
1830年代には、まだ化学者間に原子量についての合意は得られておらず、分子概念が確定していない時代に、元素分析のみでこれだけの組成を決定していることは感服に値する。Liebig自身ですら、クロルシアンからシアヌル酸の生成は謎のようだと述べており、クロルシアンが $CyCl$ ,  $Cy_2Cl_2$ ,  $Cy_3Cl_3$  のいずれかを決定する根拠を持たぬと音っている<sup>4)</sup>時代なのである。

### 3. シアヌル酸とメラミン 近縁化合物の関連

Wöhler と Liebig の書簡<sup>5)</sup>によれば、Wöhler は尿素の合成に成功した翌年(1829年)に、尿素や尿酸を加熱して焦性尿酸(現シアヌル酸)を得た。彼はこれが G.S. Sérullas(セルラス, 1774-1832)が1828年にクロルシアン<sup>6)</sup>と水の作用で得たもの—Sérullas の酸—と同じ組成<sup>7)</sup>であることを知っていたようである(1830)。

Wöhler と Liebig の初期の共同研究のテーマの中に、シアヌル酸に関するものがある。

1830年の報告<sup>10)</sup>によれば、Sérullas の "Cyan-säure" の分析を行うために、彼らは尿素の乾留によって粗 Cyansäure(現シアヌル酸)を得たのち、精製して酸化銀とカリの化合物に誘導し、"Atomgewicht"<sup>11)</sup>を定量している。無水の Cyan-säure は  $N^3C^9O^3H^3$  であり、或は cyanige Säure(シアヌル酸)と水からなる独特的の化合物( $N^3C^9O^3H^3 + O^1H^1$ )と考えられるとしている。したがって、尿素から Cyan-säure の生成のメカニズムを次のように推定している。すなわち、尿素の乾留によって  $NH_3$  が遊離し cyanige Säure と水が化合して Cyan-säure になるとした。



しかし、彼らは Cyan-säure の中の水の成分が、

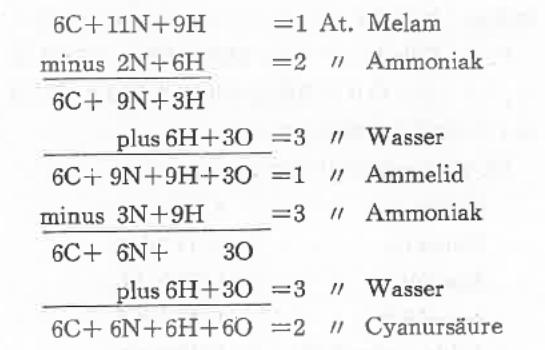
水として含まれているのか、HとOとして含まれているのか、或は水を含む cyanige Säure なのか、またNを含む有機酸( $N^3C^9O^3H^3$ )なのかを決めかねている。

この化合物の命名については、シアヌル酸と関係し、尿の構成成分からの生成を暗示するように、Cyanursäure(シアヌル酸)を提案している。

1834年、Liebig はメラムからメラミンの生成を報告すると共に、メラムを濃硝酸と煮沸してシアヌル酸の生成することを述べ<sup>8)</sup>、その過程は  $NH_3$  の脱離と  $H_2O$  の付加によるとしている。

F. L. Knapp(クナップ、1814-1904)は、1837年にメラムからシアヌル酸に至る過程を明らかにするために、さらに詳細に検討を行っている<sup>12)</sup>。

彼はシアヌル酸に至るまでの間体を得るために、硝酸中での煮沸や強熱を避けてメラムを分解し、中間体としてアンメリンを得た。また分解の条件を変えてアンメリドを中間体とするシアヌル酸生成の過程を次のように説明している。



メラミンからシアヌル酸への過程も、「メラミン→アンメリン→アンメリド→シアヌル酸」

のように説明している。

当時の化学者にとって、シアヌル酸とメラミン・アンメリン・アンメリドなどの関係は興味ある問題であったと思われる。

1837年の Liebig と Wöhler の書簡<sup>13)</sup>によれば、Liebig は有機酸はすべて水素酸であるという思い切った意見をもつて至った。シアヌル酸は、「 $Cy_2O_2 + 2H$ 」と表され、シアヌル酸は、「 $Cy_2O_2 + 6H$ 」となる。

クロルシアンからシアヌル酸の生成に関しては、Liebig は次のように考えた(1842年)。

クロルシアンには二種類あり、第一のものは液体であり、第二のものは同体積中にシアンも塩素も3倍含まれている結晶である。後者を水と煮沸すると、シアヌル酸と塩酸を生成する。この酸素化合物も初めのクロル化合物と同様な構造を有しているだろうと述べている。

以上のように、各化合物間の関係は明らかにされつつあったが、構造化学は未だれい明期であって、Berzelius(ペルセリウス、1779-1848)の二元論(1819)にはじまり、ベンゾイル根の発見(Liebig, Wöhler, 1832)などがあったが、1840年代にあっては、まだ組成式の域を出ていない。

#### 4. トリアジン化合物他の化学式

Liebig がメラミンなどのトリアジン化合物を発見してから、これらを研究対象にとりあげた化学者も多い。彼らが用いた化学式は、その時代時代の構造論に影響されていることがわかるのである。

F. A. Kekulé(ケクレ、1829-1896)が1865年に、ベンゼンの6員環構造を提出する頃までに書かれた化学式を列記しておく。

M. C. Gerhardt<sup>14)</sup>(1844)

Mellon	$C^3N^4$
Mélamine	$C^3H^6N^6$
Amméline	$C^3H^5N^5O$
Ammélide	$C^3H^4N^4O^2$
Acide cyanurique	$C^3H^3N^3O^3$

J. Liebig<sup>15)</sup>(1846) <M=N+H>

Melamin	$Cy_6M_6H_6$
Ammelin	$Cy_6M_4O_2H_6$
Ammelid	$Cy_6M_3O_3H_6$
Cyanursäure	$Cy_6O_3O_3H_6$

A. Laurent, C. Gerhardt<sup>16)</sup>(1846)

Mellon  $C^3H^3Az^3$

J. Liebig, F. Wöhler<sup>17)</sup>(1846)

Cyanursäure  $C^6N^3H^3O^6$

Cyansäure  $C^2N^2O$

Wasser  $H_2O$

W. Henneberg <sup>18)</sup> (1850)	
Cyamelursäure <sup>18)</sup>	$3HO, C_{12}N_7HO_3$
Kalisalz	$KO$
	$2HO \quad C_{12}N_7HO_3$
F. Cloëz, S. Cannizzaro <sup>19)</sup> (1851)	
Cyanamid	$Cy, NH_2$
"	$(H_2)N$
"	$C_2H_2N_2$
J. Liebig <sup>20)</sup> (1855)	
Melam $C_{12}N_{11}H_9$	$3NH_3 + C_{12}N_8$
Melamin $C_{12}N_{12}H_{12}$	$4NH_3 + C_{12}N_8$
Ammelid $C_{12}N_9H_9O_6$	$6HO + NH_3 + C_{12}N_8$
Ammelin $C_6N_5H_5O_3$	$2HO + NH_3 + C_6N_4$
Chlorcyanamid $C_6N_5H_4Cl$	$ClH + NH_3 + C_6N_4$
Harnstoff	$N_2 \left[ \begin{array}{c} CO \\ H_2 \\ H_2 \\ CNHO \end{array} \right]$
Cyansäure	$\overset{\text{C}^3\text{N}^3}{\text{C}} \left  \begin{array}{c} O \\ H^2 \quad N \\ H^3 \quad N \\ H^3 \end{array} \right  O^1$
C. Weltzien <sup>22)</sup> (1864)	Cyanursaurer Harnstoff

#### 5. トリアジン環構造の構造式の出現

Kekulé<sup>23)</sup>がベンゼンの構造に6員環を提案したのは<sup>24, 25)</sup>既述のよう1865年であった。有機化合物の構造に環構造が存在することを示したこのアイデアは、画期的なものであった。

原子価の概念は既にFrankland(フランクランド、1825-1899)によって導入(1852年)され、炭素の原子価が4であることもKekuléによっ

て報告(1858年)されていた。原子量・分子量の考え方も、1860年のカルルスルーエ会議を期として、明確にされつつあった。化学構造論にとっては、その土壤は醸し出されていた。

しかしながら、直ちにトリアジン環構造の構造式が書かれたわけではない。もう少し、トリアジン化合物を主体に、1866年以降の論文に現れた化学式を追って見よう。

A. W. Hofmann<sup>26)</sup>(1869)

Melamin	$C_3H_6N_6$
Triäthylmelamin	$C_3H_9(C_2H_5)_3N_6$
Ammelid	$C_3H_5N_5O$
Triäthylammelid	$C_3H_9(C_2H_5)_3N_5O$
F. Hallwachs <sup>27)</sup> (1870)	

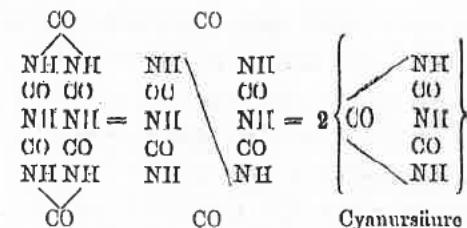
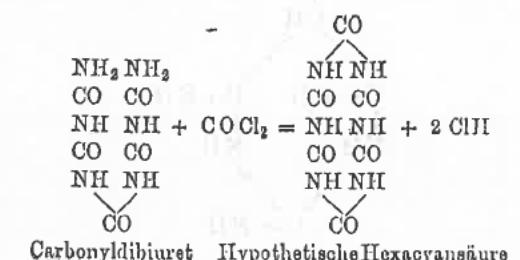
Dicyandiamid	$NH=C\left( \begin{array}{c} NH \\   \\ NH \end{array} \right)C=NH$
Cyanamid	$NH=C=NH$
Cyansäure	$O=C=NH$

A. W. Hofmann, O. Olshausen<sup>28)</sup>(1870)

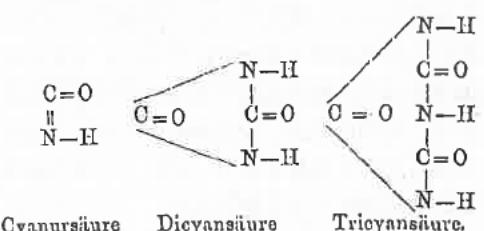
Triamid der Cyanursäure	$C_3N_3 \left[ \begin{array}{c} H_2N \\   \\ H_2N \\   \\ H_2N \end{array} \right]$
-------------------------	---

化学式の中で、原子価が線で表されるようになるのは、1858年に、Couper(クーパー、1831-1892)がそれを短い点線で示したのが最初であろう。その後直線や破線などで表されており、現在のような化学式に統一されてくるのは、1880年代になってからと思われる。

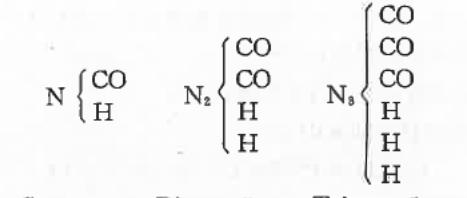
1872年、E. Schmidt(シュミット、1845-1921)の論文<sup>29)</sup>に至って、シアヌル酸の構造に6員環の形が認められるようになる。すなわち、彼はカルボニルジビウレットとホスゲンから、シアヌル酸が生成するメカニズムを次のように説明した。



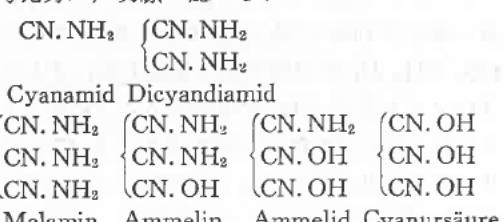
また、カルボニルジ尿素とホスゲンからジシアヌル酸を生成することから、シアヌル酸、ジシアヌル酸、トリシアヌル酸の構造を次のように推定した。



なお、次のような式にも書きうるとしている。



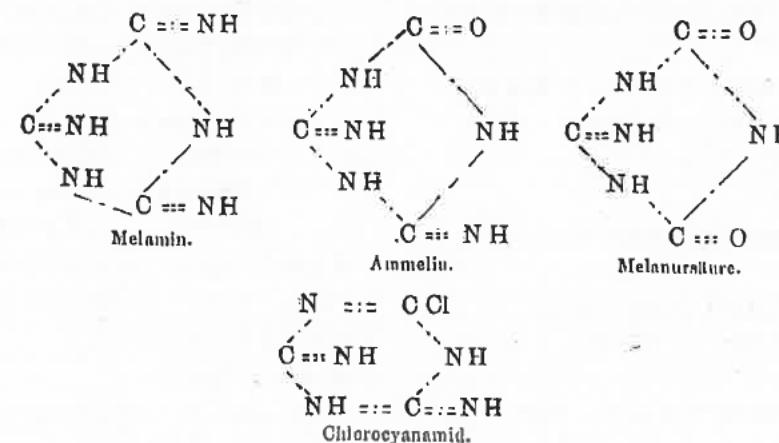
E. Drechsel<sup>30)</sup>(ドレックセル、1843-1897)は、1875年の論文の中で、Gerhardtの「新しい型の説」に準じた記述の方法を用い、メラミンなどを次のように示した。例えば、アンメリンにみられるように、水酸基がアミノ基の水素と置換している考え方方が、明瞭に認められる。



#### 6. グアナミン類の構造

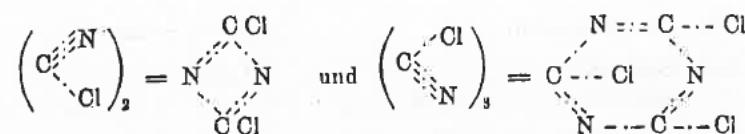
アミノトリアジン系化合物の構造に興味をもつて研究を行っていたグループの一つに、M. Nen-



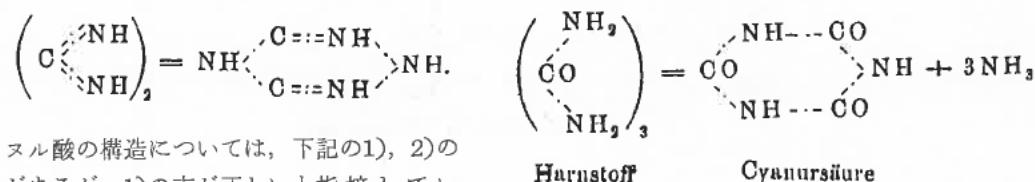
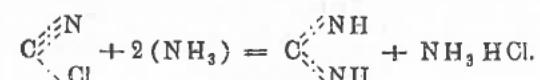


上記の構造式のうち、例えばメラミンについてみれば、これはイミド型メラミン（イソメラミン）を正しく表し、S-トリアジン環が形成されている。明瞭な形でトリアジン構造をもつメラミンの記述された最初ではないかと思う。

Nenckiはさらに、ガス状のクロルシアンが、液体又は固体に変化する場合は、次式のように分子中の原子の転移に基づいていると推察している。



なお、クロルシアンと  $\text{NH}_3$  によるシアナミドの生成、シアナミドからジシアンジアミドの生成を、次式のように示しているが、現在の見方からすれば必ずしも正しくはない。



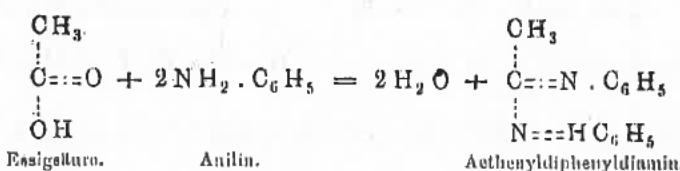
## 7. Nencki のゲアナミンの構造に対する Weith の批判

W. Weith(ヴァイト, 1846-1881)は、Nenckiがグアナミン生成のメカニズムとして提出した仮

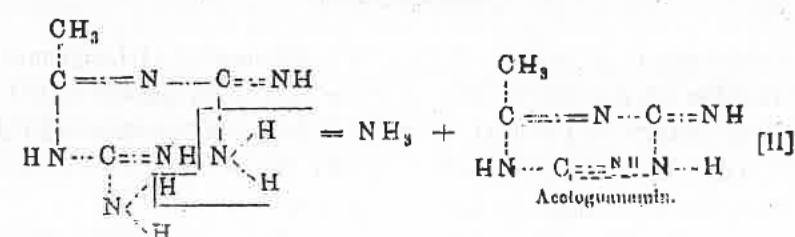
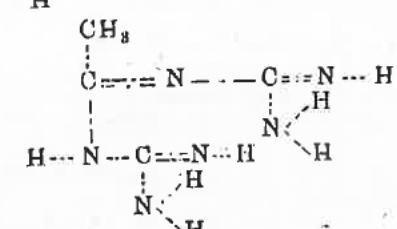
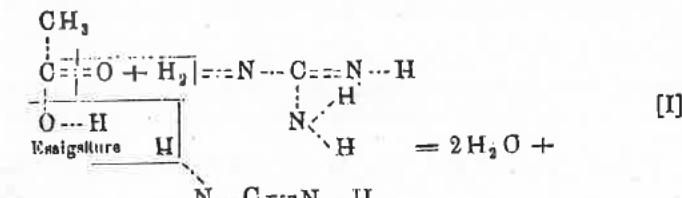
39

<sup>37)</sup> 定に対して、別の機構を考えた（1876）。

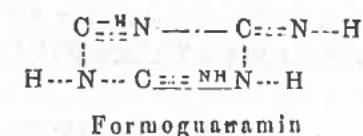
先ずグアナミンは、Hofmann の発見になる塩基（1865）に対応するものと考える。例えば、酢酸とアニリンの反応は次のようになる。



上式から類推して、酢酸とグアニジンの反応でアセトグアナミンを生成する過程を次のように説明した。



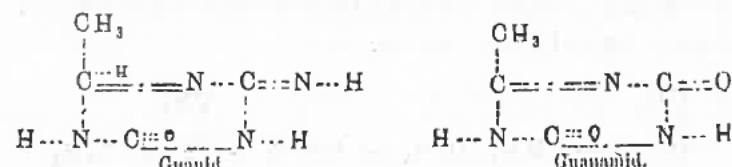
ホルモグアナミンの場合は、アセトグアナミンの  
 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{C}=\equiv \\ | \end{array}$  の代りに  $\begin{array}{c} \text{C}-\text{H} \\ || \\ \text{C} \end{array}$  の入ったものであ  
 り、ギ酸とアニリンの反応に対応して、ギ酸とグ  
 アニジンの反応によって生成するものである。



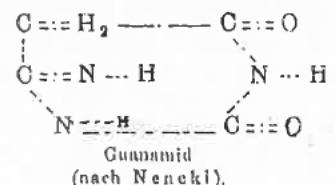
Weithは、ホルモグアミンとアセトグアミンが同族であると Nencki は認めながらも、その構造式（既出）が同族になっていないことを批判するのである。

グアナミンは、KOH の作用でグアニドを、また濃硫酸の作用でグアナミドを生成するが、この過程は Nencki が仮定したように、C に結合した NH 残基の O による置換に基づいていると考えるのが妥当としている。

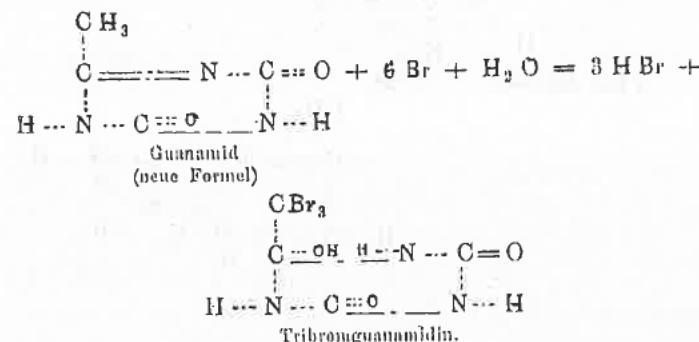
アセトグアナミンについて示せば、次の構造となる。



グアナミドは酸化されてシアヌル酸になるが、Nencki の構造式<sup>38)</sup>よりも Weith の構造式の方が、簡単にその説明ができると主張している。

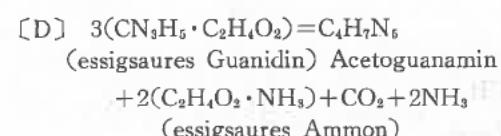
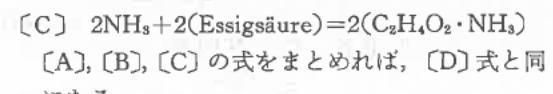
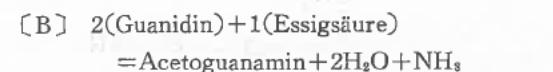
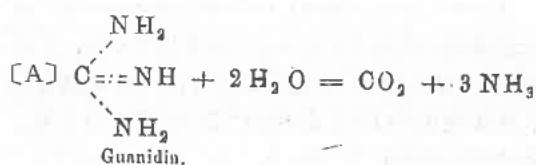


また、グアナミドに対する Br の作用からも、Weith の構造式の妥当性が支持されるとしている。



すなわち、上式にみられるように Br によって、 $\text{CH}_3$ -基の三つの H が置換されるのであり、全く普通の方法で進行する。同時に一分子の  $\text{H}_2\text{O}$  が付加し、その成分の OH と H が二重結合の C=N の C と N に結合すると考えると、Nencki の式の場合のような無理がない。

ところで、酢酸グアニンの加熱によるアセトグアナミンの生成については Nencki の与えた反応式 [D] と完全に一致するが、Weith はその過程を次のように考えた。



Nencki の考え方との根本的な相違は、Nencki が副生成物として分離される CO<sub>2</sub> を酢酸が分解して生成したものとしたが、Weith はグアニンへの水の作用に起因する ([A] 式参照) としたことである。

ホルモグアナミンの場合の副生成物としての

CO の存在については、次のように考えれば説明できるとしている。



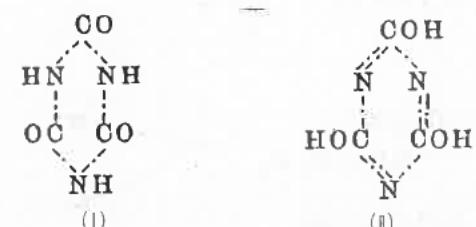
Weith はグアナミンの生成機構を上述のように考えれば、脱水剤の存在がその反応に有利であると指摘した。

### 7. Nencki の提出した構造式に対する Claus の批判

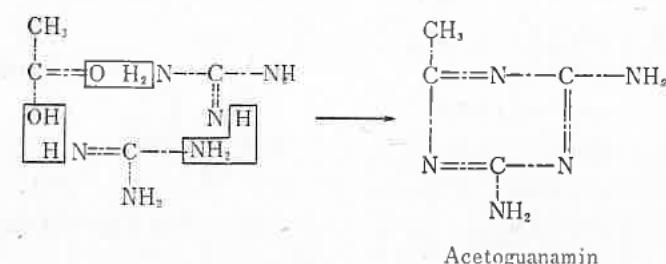
1876年はトリアジン系化合物の構造化学にとって、実り多き年であったと思う。

Ad. Claus<sup>39)</sup> (クラウス、1840-1900) は、Nencki の提出したシアヌル酸の構造(I)に対し、それがイミドの性質を示す証拠が見出されないことが

ら、(I)の構造が正しいと主張した。これは、ノルマル型のシアヌル酸の構造を提出した最初ではないかと思われる。



アセトグアナミンの生成に関しても、その機構は Weith の考え方とほぼ同じであるが、次のようなアミノトリアジン化合物であるとした。



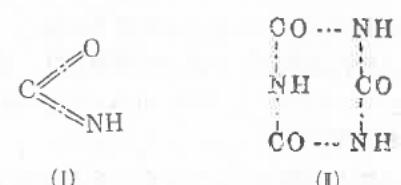
また、メラミンはシアヌルトリアミンであって、このアミド基の一つがメチル基に置換したものが、アセトグアナミンであると指摘した。これは、グアナミンをアミノトリアジン化合物と考えた最初と思われる。メラミンをシアヌル酸のトリアミドと考えたのは、既述のように Hofmann (1870) であった。

Claus はグアニド、グアナミド、シアヌル酸への誘導が、モノ-, ジ-, トリ-ヒドロキシ化合物と考えることによって素直に説明できると述べている。

### 8. Nencki の反論

Nencki は、彼がグアナミンの構造を最初に論じて<sup>38)</sup>以来、多くの討論の対象になったことを誇

らしげに述べたのち、彼の見解を示している<sup>40)</sup>。彼はシアノ酸が容易に CO<sub>2</sub> と NH<sub>3</sub> に分解すること、その他の事実から、その構造を(I)であるとする仮定から出発する。したがってシアヌル酸が、トリカルビミド(II)であるという結論に達した。

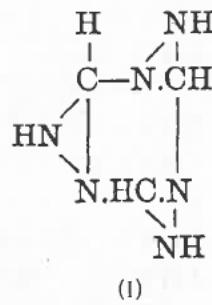


また、グアナミンとその誘導体は、カルビミド体であるという仮定から出発している。実際にシアノ酸化合物が、分子内での原子の移動が容易なため、対応するカルビミド化合物に変化し易い事

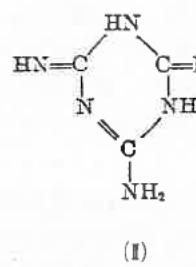


Methyläther	$(C\equiv N)_3(SCH_3)_3$	Melamin	$(C\equiv N)_3(NH_2)_3$
Monamidobaso	$(C\equiv N)_3(SCH_3)_2 NH_2$	Ammelin	$(C\equiv N)_3(NH_2)_2(OII)$
Diamidobaso	$(C\equiv N)_3(SCH_3)_2(NH_2)_2$	Ammelid	$(C\equiv N)_3(NH_2)(OII)_2$
Melamin	$(C\equiv N)_3(NH_2)_3$	Cyanursäure	$(C\equiv N)_3(OII)_3$
		Cyanursäure	$(C\equiv N)_3(OH)_3$
		Cyanurchlorid	$(C\equiv N)_3Cl_3$
		Sulfocyanursäure	$(C\equiv N)_3(SII)_3$
		Methyläther	$(C\equiv N)_3(SCH_3)_3$

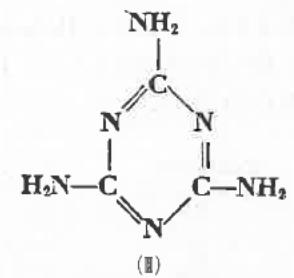
シアヌル酸は、酸性溶液中ではケト型で存在<sup>63)</sup>し、UV 吸収を示さないが、強アルカリ溶液中では、ほとんどエノール型で存在する<sup>64)</sup>ことが明らかにされている。結晶状態では iso 型で存在していることが、X線的研究によって明瞭にされた<sup>65)</sup>。



(I)



(II)



(III)

Liebig によるメラミンの発見から、その構造の確定まで、約 100 年を要したのである。

謝 辞 文献調査に際し、種々ご高配をいただきました東京大学稻本直樹教授並びに東京大学理学部化学教室図書室に感謝致します。

#### 文献と注

- 1) 最近、小枝が『高分子加工』、32, 280 (1983) の中で「メラミンの発見」と題し、Liebig のメラミン発見の動機などを推察している。
- 2) F. Wöhler: *Ann. Physik*, 12, 253-256 (1828).
- 3) 田中実:『化学者リービッヒ』, p. 96, 岩波(1977).
- 4) J. Liebig: *Ann.*, 10, 1-48 (1834).
- 5) Liebig は、Berzelius が *Schwefelcyanquecksilber* の蒸留で得たものと同じ物質であると認めている。
- 6) 当時 Liebig は原子量として、H=1, C=6, O=8 を採用していた。因みに Berzelius は H=1, C=12, O=16 を採用。
- 7) 山岡望:『化学史談』Ⅶ、内田老鶴画(1979).
- 8) クロルシアンを、Sérvulas は 1827 年に発見した。
- 9) Liebig は、はじめこれに疑いをもっていた(文献 7)参照)。
- 10) J. Liebig, F. Wöhler: *Ann. Physik*, 20, 369-
- 400 (1830).
- 11) まだ分子量の表現になっていない。分子量の概念が確立されるのは、カルルスルーエ会議(1860 年)以後である。
- 12) F. Knapp: *Ann.*, 21, 241-257 (1837).
- 13) 前出 7) 参照。
- 14) M. C. Gerhardt: *Compt. rend.*, 18, 158-161 (1844).
- 15) J. Liebig: *Ann.*, 58, 227-264 (1846).
- 16) A. Laurent, C. Gerhardt: *Compt. rend.*, 22, 453-461 (1846).
- 17) J. Liebig, F. Wöhler: *Ann.*, 59, 291-300 (1846).
- 18) W. Henneberg: *Ann.*, 73, 228-255 (1850). Cyanamelursäure は、Henneberg により命名された。
- 19) F. Cloëz, S. Cannizarro: *Ann.*, 78, 228-234 (1851).
- 20) J. Liebig: *Ann.*, 95, 257-282 (1855).
- 21) Th. Poensgen: *Ann.*, 128, 339-351 (1863).
- 22) C. Weltzien: *Ann.*, 132, 215-226 (1864).
- 23) Kekulé が構造論を手掛けるようになったのは、Liebig から雷酸銀とシアノ酸銀の相連について相談を受けた時からと言われる。[戸倉仁一郎:『化学のあけぼの』, p. 143, 共立(1982).]
- 24) A. Kekulé: *Bull. Soc. chim.*, 3, 98-110 (1865).

#### アミノトリアジン化合物の構造化学(中島)

- 25) A. Kekulé: *Ann.*, 137, 129-196 (1866).
- 26) A. W. Hofmann: *Ber.*, 2, 600-607 (1869).
- 27) F. Hallwachs: *Ann.*, 153, 293-310 (1870).
- 28) A. W. Hofmann, O. Olshausen: *Ber.*, 3, 269-276 (1870).
- 29) E. Schmidt: *J. prakt. Chem.*, 5, 35-66 (1872).
- 30) E. Drechsel: *ibid.*, 11, 284-353 (1875).
- 31) 山岡望:『化学史傳』、内田老鶴画(1979).
- 32) M. Nencki: *Ber.*, 7, 775-779 (1874).
- 33) M. Nencki: *Ber.*, 7, 1584-1593 (1874).
- 34) E. Bandrowski: *Ber.*, 9, 240-244 (1876).
- 35) M. Nencki: *Ber.*, 9, 232-239 (1876).
- 36) M. Nencki: *Ber.*, 9, 244-250 (1876).
- 37) W. Weith: *Ber.*, 9, 454-463 (1876).
- 38) M. Nencki: *Ber.*, 9, 246 (1876).
- 39) Ad. Claus: *Ber.*, 9, 721-724 (1876).
- 40) M. Nencki: *Ber.*, 9, 1008-1013 (1876).
- 41) M. Nencki: *J. prakt. Chem.*, 17, 235-239 (1878).
- 42) M. Nencki: *Ber.*, 18, 1856-1869 (1878).
- 43) M. Nencki: *Ber.*, 18, 691-702 (1899).
- 44) F. D. Chattaway, J. M. Wadmore: *J. Chem. Soc.*, 81, 191-203 (1902).
- 45) I. Klotz, T. Askonis: *J. Am. Chem. Soc.*, 69, 801-3 (1947).
- 46) E. Agallidis, H. Fromherz, A. Hartmann: *Ber.*, 71B, 1391-8 (1938).
- 47) E. Huges: *J. Am. Chem. Soc.*, 63, 1737-52 (1941).
- 48) C. E. Barnett: *J. Phys. Chem.*, 34, 1497-1504 (1930).
- 49) A. Ostrogovich: *Gazz. chim. ital.*, 65, 566-88 (1934).
- 50) H. H. Fries: *Ber.*, 19, 242-244 (1886).
- 51) P. Klason: *J. prakt. Chem.*, 33, 116-132 (1886). この論文の中で  $C_6H_{10}N_6$  の化合物に Melem と命名している。
- 52) P. Klason: *ibid.*, 33, 285-300 (1886).
- 53) M. Striegler: *ibid.*, 33, 161-180 (1886).
- 54) B. Rathke: *Ber.*, 20, 1065-1074 (1887).
- 55) B. Rathke: *Ber.*, 21, 867-873 (1888).
- 56) A. Smolka, A. Friedreich: *Monatsh.*, 9, 701-707 (1888).
- 57) A. Smolka, A. Friedreich: *ibid.*, 10, 86-100 (1889).
- 58) A. Smolka, A. Friedreich: *ibid.*, 11, 1-14 (1890).
- 59) A. Smolka, A. Friedreich: *ibid.*, 11, 42-60 (1890).
- 60) E. Bamberger: *Ber.*, 23, 1856-1869 (1890).
- 61) O. Diels: *Ber.*, 32, 691-702 (1899).
- 62) F. D. Chattaway, J. M. Wadmore: *J. Chem. Soc.*, 81, 191-203 (1902).
- 63) I. Klotz, T. Askonis: *J. Am. Chem. Soc.*, 69, 801-3 (1947).
- 64) E. Agallidis, H. Fromherz, A. Hartmann: *Ber.*, 71B, 1391-8 (1938).
- 65) E. Huges: *J. Am. Chem. Soc.*, 63, 1737-52 (1941).
- 66) C. E. Barnett: *J. Phys. Chem.*, 34, 1497-1504 (1930).
- 67) A. Ostrogovich: *Gazz. chim. ital.*, 65, 566-88 (1934).
- 68) I. E. Knaggs, K. Lonsdale: *Proc. Roy. Soc., A*, 177, 140-4 (1940).

## History of Structural Chemistry on Aminotriazine Compounds

Mikio NAKAJIMA

(Sanwa Chemical Co., Ltd.)

Aminotriazine compounds—melam, melamine, ammeline, ammelide, etc.—were first obtained in 1834 by Liebig.

The constitution of these compounds had been described in the rational formula before the ring structure of benzene was proposed by Kekulé in 1865.

The formation of guanamine from guanidine salt was originally observed in 1874 by Nencki. His interpretation of the mechanisms of this reaction was not correct at first; therefore the closed chain formula of guanamine given by Nencki was not correct.

In 1876, Weith and Claus proposed mechanisms for the guanamine formation; the former

preferring the imino structure containing the s-triazine ring and the latter the amino formulation (also for melamine).

About ten years later, Hofmann reported from the results of his experiment that melamine has the triamino s-triazine structure and cyanuric acid, the tri-enol structure.

Since the early 1900's, physical methods for analysis of aminotriazine compounds have been remarkably developed.

From the results of the X-ray·UV·IR investigations, it is considered today that crystalline melamine has the triamino structure and crystalline cyanuric acid, the tri-keto structure.

### 新 入 会 員

### 〔退 会 者〕

### 〔解 説〕

## 非化学量論化合物の展開

——原子価制御理論を中心に——

川 井 雄\*

が合成されたり、分析が行われるようになって、それとともない分析法、分析技術、精製法なども上達した。その結果二酸化炭素、アンモニア、メタンなどの気体はすべて定比組成の化合物であることが明らかになった。そればかりでなく、水、エタノール、ベンゼンなどの液体から固体も含めた有機化合物に至る、こんにちでいう分子性化合物すべてにたいして定比例の法則が厳密にあてはまることが明らかになり、プルストの説の正しさが実証されるに至った。そして一時は定比例の法則はあらゆる化合物にあてはまる普遍的な法則であると考えられるようにさえなった。

ところが1914年にクルナコフ(N. S. Kurnakov, 1860-1941)は多くの金属間化合物をはじめ固体化合物を調べて、それらが化学量論組成からわざかずれた成分比をもつ化合物であることを確認した<sup>2)</sup>。そこでクルナコフはこれらの化合物にたいしてベルトレに因んでベルトライド化合物<sup>3)</sup>と名づけた。この名称はこんにち広く用いられているほか、不定比化合物、非化学量論化合物<sup>4)</sup>ともいわれるが、本文では非化学量論化合物ということばを用いることにする。

その後、分析技術の上達により非化学量論化合物がつぎつぎに見出されるようになった。たとえば磁硫鉄鉱の化学式は正確には FeS ではなく、 $Fe_7S_8$  ないしは  $Fe_6S_7$  に近い組成をもっていることがX線で解明された。しかもそれは整数ではなく、 $Fe_{1-x}S$  ( $x > 0$ ) で表されるべきものであって、そこには Fe の空格子点の存在が確認されている<sup>5)</sup>。この他天然の鉱物にも非化学量論化合物が多種類見つかったばかりでなく、一般に遷移金

### 1. はじめに

ラヴォアージュ(A. L. Lavoisier, 1743-94)は近代元素観を確立し、1789年に刊行された『化学教科書』には全部で33の元素が表にのせられている。そして元素以外の物質はすべて化合物であり、その化合物とは少なくとも2種の元素の組み合わせによってできていると考えた。

その後化合物の元素組成について2つの相対する考えが生まれた。1つはプルスト(J. L. Proust, 1754-1826)の説で、化合物を構成する元素の組成はつねに一定でしかもかんたんな整数比から成っているというので、定比例の法則として有名である。もう1つはベルトレ(C. L. Berthollet, 1748-1822)の説で、化合物の製造条件などによって元素の組成は連続的に変化し、定比からは成っていないという考えに立っていた<sup>1)</sup>。そして1803年から1811年までの8年間にわたって2人の間に激論が展開されたことは世にあまねく知られている事柄である。

結局はドールトン(J. Dalton, 1766-1844)の原子説によってプルストの主張に軍配が上がり、ベルトレの主張は斥けられることになった。さらにはゲーリュサック(J. L. Gay-Lussac, 1778-1850)の気体体積の法則、ベルセーリウス(J. J. Berzelius, 1779-1848)の結合比に関する研究などによってプルストの説は一層確固たるものになってしまった。

19世紀が進んでいくにつれ、いろいろな化合物

1984年5月30日受理 \* 明治学院東村山中学高等学校連絡先

属の酸化物や硫化物およびそれらの複合酸化物などは非化学量論組成から成っているのが普通であることがわかつて来た<sup>9)</sup>。極端な例としては、TiOは周囲の酸素圧によって  $TiO_{0.60}$  から  $TiO_{1.35}$  まで連続的に組成が変化しうることが判明した。また長らく化学量論化合物と考えられていた  $NaCl$ ,  $KCl$  なども、これらの金属蒸気中で加熱して処理した結晶は化学量論組成からずれ、陰イオン空孔にもとづく F 中心が生じることが明らかになつた<sup>10)</sup>。このようにしてベルトレの説が部分的ではあるが復活するようになった。

非化学量論化合物には数々の興味ある性質や現象があることがわかつて来た。そのことが材料科学の基礎的見地からも応用的見地からも重要性をもつていて、最近になっていちじるしい発展が見られている。たとえば  $CdS$ ,  $ZnO$  などに見られる光伝導性、 $CdS$ ,  $ZnS$ , ハロリン酸カルシウムなどに見られるけい光性、 $SnO_2$ ,  $ZnO$  などのもつ吸着気体の違いによる電気伝導度の変化など、これらの性質を利用したいわゆる機能性材料として非化学量論化合物がきわめて多方面に用いられているのが現状であり、今後ますます利用価値が高まっていくものと思われる。しかし、ここでは非化学量論化合物に見られる重要な性質の 1 つであり、しかも比較的古くから研究されてきた原子価制御理論について述べていきたいと思う。

## 2. 原子価制御理論の確立に至るまで

20世紀に入って物質の化学構造についていちじるしい進展が見られるようになった。そのかけには X 線の発見が大きな原動力になり、それを結晶に応用した X 線結晶学の成果を見逃すことができない。X 線回折像がさまざまな固体について調べられ、それにより金属の単体や多くの無機化合物などは規則正しい結晶構造から成っていることが明らかになった。しかしこのような物質をさらにくわしく調べていくと、それらの物質は完全な規則正しい原子配列をしているのではなく、空格子点や格子間位置などが存在するさまざまな欠陥構造から成っていて<sup>11)</sup>、これがまた非化学量論性と

関連づけられることもわかつて来た。

このような欠陥構造を有する非化学量論無機化合物は半導体としての性質を有していて、整流作用があることがすでに 19 世紀はじめにわかつていた<sup>12)</sup>。これを応用した研究も進み、1923 年にはセレン整流器が、1926 年には亜酸化銅整流器が発明され<sup>13)</sup>、半導体の実用化へ一步を踏み出した。一方のセレン整流器はシリコン整流器が実用化されるまでは整流器の王座を占めていたが、亜酸化銅整流器は初期の鉱石ラジオの検波器に利用された程度にとどまった。整流器に用いられる金属酸化物や硫化物の物理的性質、たとえば電気伝導度の値や整流性が再現性に乏しく、とりわけ製造条件によってそのような性質が大きく変動するため、真空管が出現するに及んで鉱石検波器はほとんど姿を消した。

これらの物質の結晶構造の細目や非化学量論性などは 20 世紀のはじめにかなりわかりはじめて来たが、なぜそれらが半導体の性質を示すかについては十分解明されないままであった。ついに 1925 年に量子力学が登場して事態は一変した。1928 年にはこれを用いてブロッホ (F. Bloch, 1905-83) が固体の帶理論を発表した<sup>14)</sup>。そして 1931 年にはウィルソン (H. A. Wilson, 1874-1964) は帶理論による半導体模型<sup>15)</sup>を確立し、金属のような良導体、絶縁体、半導体の相違が明らかになった。1930 年代から 1940 年代にかけて固体量子論が発展し、これを用いて固体の中の電子状態がつぎつぎに解明されるようになっていった。

このような半導体の理論の確立・発展はまもなく応用面にもいちじるしい影響を与えた。そこでとりわけ特筆すべきものとしては、いうまでもなく 1948 年にベル電話研究所のショックレー (W. B. Shockley, 1910-)、ブラッティン (W. H. Brattain, 1902-)、バーディーン (J. Bardeen, 1908-) によるゲルマニウムを用いたトランジスターの発明がある。

一方、古くから半導体として知られていた金属酸化物や硫化物についてはトランジスターのような劇的な発明や応用はなく、理論的研究に関して

もやや遅れたきらいがあった。しかしこれもしだいに解明されていくようになり、これらの物質のもつ半導体としての性質は、非化学量論性に起因して存在する陰イオン空格子点や陽イオン空格子点でできる電子や正孔によることもわかつて来た。さらにはホール係数や熱起電力の測定から、半導体が p 型であるか n 型であるかも判定できるようになった。一般に化学量論比から金属過剰型または酸素不足型の酸化物は n 型半導体、酸素過剰型または金属不足型の酸化物は p 型半導体として振舞うことがわかった。

金属酸化物半導体のいちじるしい性質の 1 つとして、周囲の酸素圧によって電気伝導度が大幅に変動することがヴァークナー (C. Wagner, 1901-) 一派によって確かめられた<sup>16)</sup>。たとえば  $Cu_2O$ ,  $NiO$  などの p 型半導体は酸素圧が増すと伝導度が増加し、逆に酸素圧が減ると伝導度が減少し、一方  $ZnO$  のような n 型半導体では酸素圧が増すと伝導度は減り、酸素圧が減少すると伝導度が増すことがわかった。そればかりでなく、この種の酸化物半導体は製造条件、たとえば温度や酸素圧によって電気伝導度が数桁も変化するという調査も行われ<sup>17)</sup>、そこにはいちじるしい構造敏感性を有することが明らかになった。

それにたいして、周囲の雰囲気や外部条件が一定であっても少量のある種の不純物を添加することによって酸化物の電気伝導度がいちじるしく変化することが 1940 年代の後半に発見された。元素半導体 ( $Ge$ ,  $Si$ ) についてはアメリカ、パデュー (Purdue) 大学のラーク・ホロヴィツ (K. Lark-Horovitz) とジョンソン (V. A. Johnson, 1912-) により、またベル電話研究所のバーディーンとピアソン (G. L. Pearson, 1905-) ら<sup>18)</sup>によって手広く研究が行われた。これがトランジスターへ応用されていることは余りにも有名である。

化合物半導体に関しては 1937 年にコッホ (E. Koch) とヴァークナーが  $AgCl$  に  $PbCl_2$  または  $CdCl_2$  を少量加えた固溶体の電気伝導度が  $AgCl$  だけの値よりいちじるしく増大していることを報告したが<sup>19)</sup>、より広範囲にしかも系統的にくわしく

研究を行った人は、1948 年～1950 年にオランダのフェルウェイ (E. J. W. Verwey) 一派<sup>18, 19)</sup> と、ほぼ同じ頃のドイツのハウフ (K. Hauffe, 1913-) 一派<sup>20)</sup> である。前者は  $NiO$ ,  $CoO$  に  $Li_2O$  を、 $Fe_2O_3$  に  $TiO_2$  を、 $SrTiO_3$ ,  $CaTiO_3$ ,  $BaTiO_3$  に  $La_2O_3$  をそれぞれ添加した系について調査を行い、後者は  $NiO$  に  $Li_2O$  または  $Cr_2O_3$  を、 $ZnO$  に  $Al_2O_3$  または  $Cr_2O_3$  を添加した系について調査および理論的考察を行った。すなわちいずれも酸化物半導体に原子価の異なる不純物を加えて固溶体をつくり、電気伝導度 (または比抵抗) の変化を調べた<sup>21)</sup>。その結果少量の不純物を添加することにより電気伝導度は、母体物質にくらべて不純物の種類により、数桁増加したり減少したりするという事実が明らかになった。

一般に、母体物質の原子またはイオンと異なる原子価の原子または異なった荷電数のイオンを添加して置換型固溶体をつくることにより電気伝導度が大幅に変化することを原子価制御といふ。

原子価制御の実際上の創始者であるフェルウェイ一派は、この理論を発表するのに先立って当時知られている非金属中の最良導体の 1 つである  $Fe_3O_4$  について調べた<sup>22)</sup>。そして、1947 年には  $Fe_3O_4$  と、 $ZnFe_2O_4$ ,  $Zn_2TiO_4$  のような非伝導性スピネルとの固溶体をつくり、これらの含有量によって電気伝導度を制御しうることを発表した<sup>23)</sup>。しかし、これは純然たる原子価制御ではなく、原子価制御と希釈原理とが組み合わさった性質のものである。

いざれにしろ原子価制御理論が誕生したきっかけにこのような物質が取り上げられたのは、フェルウェイらが所属していたフィリップス社の研究所で 1934 年以来研究しつづけて来たフェライトと密接なかかわりがあったといえそうである<sup>24)</sup>。すなわちこのフェライトは高周波でも渦電流によるジュール熱損失の少ない磁性材料として、たとえば、高周波トランジスター、コンピューターの記憶素子などに用いられているものであるが、その際高抵抗であるということが不可欠であり、そのための手段として原子価制御の必要性がとうぜん考えら

れることである。この他、当時盛んに用いられた整流器、検波器や半導体化した種々の抵抗器の製造などの必要性から、この理論が生まれたことは明らかであろう。

フェルウェイらは1950年の文献<sup>19)</sup>で、金属の酸化物、硫化物、塩化物などから成る非化学量論化合物は、いずれも母体物質を構成するイオン種の1つの一部が異なった原子価状態で存在していて、これが半導性の起因になっていると説明している。そして、それらの物質の化学量論比からのずれは多くはショトキ型格子欠陥によって空格子点が形成されることを明らかにしている。しかし、この種の非化学量論酸化物半導体の利用という面については、かなりきびしい制約があると次のように述べている。

非化学量論化合物の半導体としての利用は、基礎的面でも実用的面でもかなりきびしい制約がある。すなわち再現性のある比抵抗値をもった均一でしかも安定な半導体をつくることは通常きわめてむずかしいか、場合によつては实际上不可能であるという状況によるからである。もう1つの理由は、実現できるような単純な化学量論比からのずれはほとんどの場合どちらかといえば小さく、その結果、比抵抗値の変動の可能性は限定される。その理由は明らかに、関与する格子欠陥の安定性が限られているからである。

このような困難を克服するためには、過剰電荷または不足電荷とつり合わすために外来イオンを導入した原子価制御を行うことにより、応用に関して新たな可能性が生み出されると期待して、フェルウェイらはこの方法に取り組んでいた。

ここでは紙面の都合上p型半導体<sup>25)</sup>のNiOを母体とした系と、n型半導体のZnOを母体とした系だけに限定して述べていきたいと思う。

### 3. 原子価制御系

#### NiO-Li<sub>2</sub>O系

この系の実験、測定はフェルウェイら<sup>19)</sup>が行い、考察はハウフェラ<sup>20)</sup>が行っている。母体物質

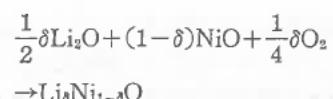
NiOのNi原子価はほとんどが2価でわずかに3価も含まれているが、これに外来イオンとしてLi<sup>+</sup><sup>26)</sup>を添加して原子価制御を行っている。

一般に原子価制御系としてふさわしい条件は、母体物質の金属イオンとしてはいろいろな原子価（酸化数）をとりうること、外来イオンについてもそのイオン半径が母体物質のそれに近い値をもつことと、1種の原子価状態しかとれないことなどである。これらの点から外来イオンとしてはLi<sup>+</sup>が好都合である<sup>27)</sup>。

ここでNiO-Li<sub>2</sub>O系に関する製造その他のあらましについてフェルウェイはつぎのように記している<sup>19)</sup>。

ある量のLi<sub>2</sub>OをNiOに混ぜ合わせ（親和性を有する両者の炭酸塩混合物から出発すると便利である）、その混合酸化物を空气中、1,200°Cで加熱するという、酸化雰囲気中で処理すると比抵抗の小さい黒色の酸化物が得られる<sup>28)</sup>。これはLi<sub>2</sub>Ni<sub>1-δ</sub>O<sub>2</sub>とある組成の均一な結晶の塊と思われる。分析の結果、Li<sup>+</sup>含量のある範囲内では、Ni<sup>3+</sup>含量は系に加えたLi<sup>+</sup>の量と当量であることがわかる。X線研究から、この物質はもとのNiOと同じ構造の均質結晶ではあるが単位胞はやや小さいことが明らかになった。したがってそのような製造条件のもとではその系は大気から相当量の酸素を吸収し、また同時にNiOの格子は相当量のLi<sub>2</sub>Oを溶解して、その結果最終生成物は最小限可能な量の格子欠陥を有する酸化物があたたびできることになる。

このようにして得られたNiO-Li<sub>2</sub>O系固溶体のLi含量を変えた試料の比抵抗のグラフは第1図(a), (b)のようになる。（系の温度は室温）式で表すと

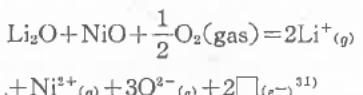


ここでδ=0の純NiOの比抵抗値が約10<sup>8</sup>Ωcmであるのにたいし<sup>29)</sup>、約10原子%のLi<sup>+</sup>を添加し

て1個のNi<sup>2+</sup>-空格子点にたいして2個の電子欠損位置<sup>20)</sup>がなくてはならない。これはNi<sup>3+</sup>の形であって、Ni<sup>2+</sup>のかわりに格子位置に存在している。Ni<sup>2+</sup>-空格子点を□<sub>(Ni<sup>3+</sup>)</sub>、電子欠損位置を□<sub>(e<sup>-</sup>)</sub>で表せば、両者の間には平衡状態が生じ、一定酸素分圧では質量作用の決則を適用してつぎの式が成立する。ただし $x$ は濃度を表す。

$$x_{\square_{(Ni^{3+})}} \cdot x^3_{\square_{(e^{-})}} = K$$

NiOはp型半導体であるから、その伝導機構は□<sub>(e<sup>-</sup>)</sub>、すなわち正孔によるものである。Li<sub>2</sub>Oを添加したときの系の全体の変化は、



となり、□<sub>(e<sup>-</sup>)</sub>がふえて電気伝導度が増大することになる。

電荷中性原理により

$$x_{\square_{(e^{-})}} = 2x_{\square_{(Ni^{3+})}} + x_{\text{Li}^+}$$

また $x_{\text{Li}_2\text{O}} \gg x^{\circ}_{\square_{(e^{-})}}$ <sup>32)</sup>と考えて、混合酸化物相の電気伝導度 $\kappa$ と純NiO相の電気伝導度 $\kappa^\circ$ の比は

$$\frac{\kappa}{\kappa^\circ} \approx \frac{x_{\text{Li}_2\text{O}}}{2x^{\circ}_{\square_{(e^{-})}}} \gg 1$$

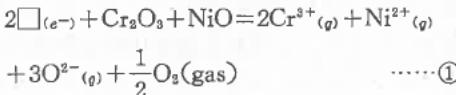
そこで $\frac{1}{2}x_{\text{Li}_2\text{O}}$ にたいして $\kappa/\kappa^\circ$ をグラフに示せば第2図のようになり、フェルウェイらの行った結果は驚くべき正確さで直線にのっていることがわかる。

#### NiO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系

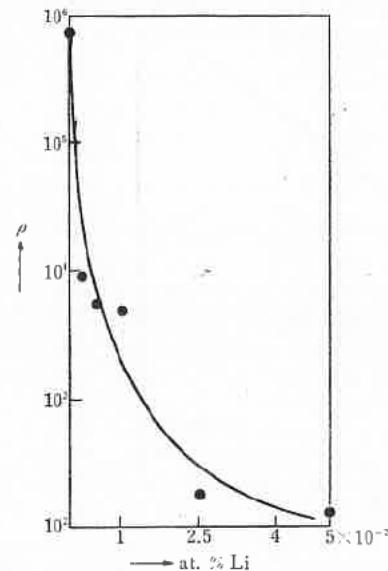
これ以下の系についてもハウフェラ<sup>20)</sup>によるものである。

NiOにCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を添加すると、Li<sub>2</sub>Oとは逆に電気伝導度が減少する。たとえばNiOにたいしてCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0.5モル%添加することにより電気伝導度はNiOの約1/10<sup>3</sup>倍になる（ただし実験に使用した系の温度は400°C、酸素分圧は1/5気圧）。

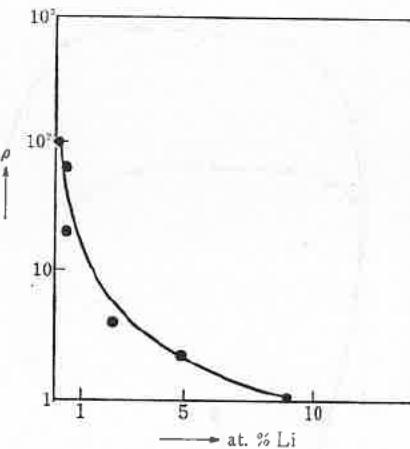
このときの系全体の変化は



となり、電子欠損位置□<sub>(e<sup>-</sup>)</sub>が減って、電気伝



第1図(a) Li含量(Li 0~0.05at.%)に対する $\text{Li}_{\delta}\text{Ni}_{1-\delta}\text{O}$ の比抵抗



第1図(b) Li含量(Li 0.05~9at.%)に対する $\text{Li}_{\delta}\text{Ni}_{1-\delta}\text{O}$ の比抵抗

たとき、すなわち $\delta=0.1$ のときの比抵抗値は約1Ωcmまで低下し、その違いは実に8桁にも及んでいる。

NiOにLi<sub>2</sub>Oを添加することによる抵抗値の急激な低下について、ハウフェラはつぎのような考察を行っている<sup>20)</sup>。それによるとNiOは元来金属不足型の酸化物であつてつねにNi<sup>2+</sup>-空格子点が存在している。したがって電荷中性原理にしたが



た<sup>38)</sup>.

一方水素などの電子供与性気体が関与する反応では、n型半導体の方が活性が大で、たとえばH<sub>2</sub>-D<sub>2</sub>交換反応ではZnOが有効であるが、これにAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を少量添加すれば触媒活性がさらに増大し、Li<sub>2</sub>Oを添加すると逆に減少する<sup>39)</sup>。この点も触媒活性とn型半導性とが一致している。このように触媒物質の原子価制御を行うことによって触媒活性をも制御することが可能なはずである。

しかし触媒の半導性と触媒活性とは必ずしも関連性はなく、とくにCOの酸化反応にたいしてシユヴァーブらの得たのと正反対の結果も報告されている<sup>40)</sup>。このことについてはこれらの酸化物半導体の伝導はホッピング機構によるものであって、SiやGeのドリフト機構による思想を安易に適用してはならないとの戒めもある<sup>41)</sup>。この点についてはなお今後に残された問題であろう。

先にも述べたように非化学量論化合物は機能性材料としての広い用途があるが、その中で原子価制御を用いたもっともいちじるしい応用例は、半導体の温度による抵抗変化を利用したサーミスターであろう。サーミスターにはNTC<sup>42)</sup>とPTC<sup>43)</sup>とがあり、前者はMn, Co, Niなどの遷移金属酸化物を主成分とし、これに導電性を与えるためLi<sub>2</sub>Oなどを少量添加したもののが用いられ、温度測定、温度補償、タイムスイッチなどに使用されている。後者はBaTiO<sub>3</sub>を主成分とし、これにBa<sup>2+</sup>とイオン半径が割合に近いLa<sup>3+</sup><sup>44)</sup>などを加えて半導体化したもので、温度測定用のほかに電子ジャーなどの保温材料、ドライヤーなどにも最近広く使用されるようになっている<sup>45)</sup>。この種のサーミスター材料については、すでに早くからフィリップス社などで研究<sup>46)</sup>を行っていたとフェルウェイラが述べている<sup>19)</sup>。

原子価制御法はこれ以外にもセンサー、ある種のコンデンサー材料、導電性とは逆の絶縁性の向上を目的とした圧電材料など、ファインセラミックスとしてのさまざまな利用がある。

しかしながら単体であるシリコンを母体としたn型、p型半導体がダイオード、トランジスタ

ー、IC、LSIなどの能動素子として派手に脚光を浴び、エレクトロニクスの分野で中心的役割を果して世の中を大きく変革しているのとは異なり、原子価制御型半導体の用途はずっとせばめられてくる。

それにはいろいろな理由があるが、1つには原子価制御法は数%以下の外來イオンの導入により比抵抗が何桁も変化するが、一方シリコンなどははるか少量のppmのオーダーのⅢ族またはⅤ族元素のドープにより比抵抗が数桁も低下することとくらべて、構造敏感性がはるかに劣っていることによる。そのほかシリコンについては精製法が確立されていて、テンナイン以上の超高純度のものが比較的容易に得られる上に欠陥濃度も制御できて、現在ほとんど欠陥のない材料まで得ることができるようにになったが、原子価制御型半導体にはこれらの方法がまだ確立されていないためもある。すなわち母体物質である酸化物自体が非化学量論組成であるため高純度の材料を得ることが不可能な上、組成を制御する技術がまだ確立されていない。ましてや空格子点などの欠陥濃度を制御することに至っては、それが一層困難なのが現状である。これらの点は将来に待たなければならぬが、もしも可能になった暁には、原子価制御を応用した方法はファインセラミックス材料としての幅広い利用、発展が大いに期待されるところである。

### 文献と注

- 1) ベルトレも化合物は全部が非化学量論組成のものばかりではなく、中には、たとえばアルカリ金属やアルカリ土金属の塩類などは化学量組成をもつてゐるものもあることを認めていた。
- 2) N. S. Kurnakov, *Z. anorg. Chem.*, 88, 109(1914).
- 3) それにたいして定比組成の化合物をドールトンに因んでドロトナイト化合物または化学量論化合物(stoichiometric compound)という。
- 4) non-stoichiometric compound.
- 5) G. Hagg, I. Sucksdorff, *Z. phys. Chem.*, B22, 444 (1933).
- 6) 遷移金属化合物の化学量論組成からのずれの大きさは一般に硫化物>酸化物>塩化物の順になっている。
- 7) E. Mollwo, *Z. Physik*, 85, 56, 62(1933); J. H. de Boer, *Rec. trav. chim.*, 56, 301 (1937); R. W. Gurney, N. F. Mott, *Trans. Faraday Soc.*, 34, 506 (1938); F. Seitz, *Rev. Modern Phys.*, 18, 384 (1946); *ibid.*, 26, 7 (1954).
- 8) W. Schottky, C. Wagner, *Z. phys. Chem.*, B11, 163 (1930).
- 9) 山田圭一著『現代化学技術史』, p. 17, コロナ社, 昭和43年。
- 10) 柳井久義、伴野正美共編『半導体の物性工学』, p. 3, オーム社, 昭和44年。
- 11) F. Bloch, *Z. Physik*, 52, 555 (1928).
- 12) H. A. Wilson, *Proc. Roy. Soc.*, A133, 458 (1931); A134, 277 (1932).
- 13) H. H. v. Baumbach, C. Wagner, *Z. phys. Chem.*, B22, 199 (1933); J. Gundermann, K. Hauffe, C. Wagner, *ibid.*, B33, 148 (1937).
- 14) E. Friedrich, *Z. Physik*, 31, 813 (1925); B. Gudden, *Erg. exakt. Naturw.*, 13, 223 (1934).
- 15) K. Lark-Horovitz, *Elect. Engang.*, 68, 1047 (1949); K. Lark-Horovitz, V. A. Johnson, *Phys. Rev.*, 69, 258 (1946).
- 16) G. L. Pearson, J. Bardeen, *ibid.*, 75, 865 (1949).
- 17) E. Koch, C. Wagner, *Z. phys. Chem.*, B38, 295 (1937).
- 18) E. J. W. Verwey, P. W. Haaijman, F. C. Romeijn, *Chem. Weekblad*, 44, 705 (1948). 原子価制御といふことはここではじめて用いられている。
- 19) E. J. W. Verwey, P. W. Haaijman, F. C. Romeijn, G. W. van Oosterhout, *Philips Res. Rep.*, 5, 173 (1950).
- 20) K. Hauffe, A. L. Vierk, *Z. phys. Chem.*, 196, 160 (1950); K. Hauffe, *Ann. Physik*, 8, 201 (1950).
- 21) フェルウェイラの文献19)では比抵抗の値が、ハウフェラの文献20)では電気伝導度の値が示されている。
- 22) E. J. W. Verwey, J. H. de Boer, *Rec. trav. chim.*, 55, 531 (1936).
- 23) E. J. W. Verwey, P. W. Haaijman, F. C. Romeijn, *J. Chem. Phys.*, 15, 181 (1947).
- 24) フィリップス社では1952年にフェロックススキュー<sup>47)</sup>という商品名の一連のフェライトの開発に成功した。J. J. Went, E. W. Gorter, *Philips Tech. Rev.*, 13, 181 (1952); J. J. Went, G. W. Rathenau, E. W. Gorter, G. W. Oosterhout, *ibid.*, 13, 194 (1952).
- 25) 文献19)では正孔導体(hole conductor)という用語も用いられている。
- 26) 文献19)にはLi<sup>+</sup>, Ni<sup>3+</sup>, Ni<sup>4+</sup>, …などの記号で示されているが、ハウフェラの文献20)と統一するため、Li<sup>+</sup>などで表すこととする。以下同様。
- 27) 文献19)ではNi<sup>2+</sup>もLi<sup>+</sup>もイオン半径はゴールドショミットの値を用いて0.78Åになっている。しかし比較的新しい資料である柳田博明編著『セラミックスの化学』, p. 14, 丸善, 昭和57年によると、Li<sup>+</sup>のイオン半径は0.68Å, Ni<sup>2+</sup>のそれは0.69Åである。
- 28) 純NiOは緑色である。
- 29) 化学量論組成のNiOの比抵抗は10<sup>15</sup>Ω cm以上といわれている。津田惟雄編著『電気伝導性酸化物』, p. 242, 製華房, 昭和58年による。
- 30) 正孔。
- 31) 添字のgはGitterplatz(格子点)の頭文字。
- 32)  $x^{\circ}\square_{(e)}$ はLi<sup>+</sup>を添加しないときのNiO中の電子欠損位置濃度。
- 33) フレンケル欠陥。
- 34) ここでは金属内の自由電子ほど自由ではないので、ハウフェラは準自由電子(quasifreies Elektron)と名づけた。
- 35) 添字のzはZwischengitterplatz(格子間位置)の頭文字。
- 36) p型半導体。
- 37) n型半導体。
- 38) G-M. Schwab, J. Block, *Z. phys. Chem.*, [NF], 1, 42 (1954).
- 39) E. Molinari, G. Parravano, *J. Am. Chem. Soc.*, 75, 5233 (1953).
- 40) G. Parravano, M. Boudart, *Advances in Catalysis*, VII, p. 50, Academic Press, New York (1955). ヴァークナーは触媒能と電気伝導度との関係を調べた。ZnOにGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を1%混入すると電気伝導度は50倍も増加するが、同じようにN<sub>2</sub>Oの分解速度を調べたらわずかしか増加しなかった。この例からもわかるように、電気伝導度と触媒活性は決して比例関係にはならない。文献38), 39)と文献40)とでは結果が逆になっているのは、律速段階などの反応機構をはじめ、反応温度や焼成条件などさまざまな条件が異なっていて、これらの間に複雑な因子がからまっていることによる。
- 41) 牧島象二『マテリアルサイエンス(下)』, p. 432, 脚注, 化学同人, 昭和40年。なおフェルウェイラによると、NiOなどの伝導機構はホッピング機構によるとされているが、これを否定する考え方もある。津田惟雄編著『電気伝導性酸化物』, p. 236~p. 255, 製華房, 昭和58年。
- 42) negative temperature coefficientの略で、抵抗の温度係数が負の正常な振舞いをする半導体。
- 43) positive temperature coefficientの略で、抵抗の温度係数が正の異常な振舞いをする半導体。
- 44) BaTiO<sub>3</sub>にLa<sup>3+</sup>を添加すると、Ba<sup>2+</sup>位置にLa<sup>3+</sup>が置き換わる、イオン半径の大きさはBa<sup>2+</sup>は1.36Å, La<sup>3+</sup>は1.14Åで、NTC半導体のときほど近くない。なおこのイオン半径の値は柳田博明編著『セラミックスの化学』, p. 16~p. 17, 丸善, 昭和57年による。

45) たとえば柳田博明、高田雅介著『電子材料セラミックス』技報堂、1983年。

46) E, J, W, Verwey, P, W, Haaijman, F, C, Romeijn, *Philips tech. Rev.*, 9, 239 (1947).

## Non-stoichiometric Compounds

### —Mainly on the Principle of Controlled Valency—

Takeshi KAWAI

(Meiji Gakuin Higashimurayama Senior High School)

In 1797 Proust established the law of constant proportions which has been taken for granted to be one of essential laws in chemistry. However, such a lot of non-stoichiometric ionic compounds as metallic oxides, sulfides, and chlorides have been found later. Electrical conductivity of these compounds has varied widely with introduction of ions of higher or lower valencies to them, which fact has been explained by the principle of controlled valency. The principle of controlled valency has been explained as follows;

- When a fraction of cations of lower

valency is introduced to p-type oxides, electrical conductivity of them increases. When a fraction of cations of higher valency is introduced to them, it decreases.

2. When a fraction of cations of lower valency is introduced to n-type oxides, electrical conductivity of them decreases. When a fraction of cations of higher valency is introduced to them, it increases.

Application of the principle of controlled valency to the development of thermistors has been tried.

### 会員の移動

## 〔紹介〕

## 最近の中国化学史研究から

島尾永康\*

については名称が逆になっているので注意を要する。

膨大な典籍と出土文物とを有する中国ではつねに初出が問題となる。含砒物質の初出としては、殷(BC18-BC12世紀)の銅戈に4.72%の砒素が検出されているが、これは意識的利用であろうといふ。また陝西省宝鸡の西周(BC11-BC8世紀)の墓から出土した綢緞物に雌黃が黄色顔料として用いられているのも早い例となる。戦国時代(BC5-BC3世紀)の『周礼・考工記』の顔料としての記載や、同じ時代の『山海經』や西漢(BC206-8)の『淮南子』の礪石の毒性の記載は、文献上の初出例ということになる。

含砒物質の毒性の認識と、医薬としての歴史をまず略述する。『周礼・考工記』に礪石による腫瘍の治療が記載されており、毒を以て毒を攻める療法の濫觴といふ。長沙馬王堆出土の「五十二病方」(BC3世紀)は中国最古の医方とされているが、礪石で疥癬、腫瘍、狂犬病を治す四方があり、雄黃を用いる三方がある。『淮南萬畢術』(BC2世紀)では、雄黃を殺虫剤として用いている。『神農本草經』(BC1世紀からAD1世紀の間に成立)には、雄黃、雌黃を中品とし、礪石を下品としている。寒熱(マラリア?)の治療をも記載している。魏晉(3-5世紀)に流行した内服薬、五石散には礪石が含まれていた。服用者に中毒するものが多かったので、中唐(8世紀)に礪石と名づけられた。猛獸を意味する貔貅の貔をとて、その毒性の警告としたのである。この文字がのちに簡略化されて砒石となつた。17世紀西洋の鍊金術師が毒蛇を含砒物質の象徴としたのに対応するが、毒性の認識においては中国がはるかに

早い。唐初の孫思邈は、世界で初めて砒霜をマラリアの治療に有効であるとした。英人 Fowler が1786年にキニーネの代用に砒霜を用いたのに比べて千年は早い。明末の陳司成は、砒石を含む梅毒薬、「生生乳」を用いた。1907年のEhrlich に先んずること260年である。『天工開物』(1637)には、砒霜を量産して農薬とした記事がある。江西、河南、湖南のそれぞれの一地方で年産30万斤という規模に達していた。

次に含砒物質が煉丹術でも重視された歴史を略述する。薬金（人造の金）や薬銀（人造の銀）は、実際は雄黃を用いて作った黄色または銀白色の銅砒合金である。葛洪（4世紀）の『抱朴子・黃白篇』の黄色銅砒合金の製法は、この種の製法の最古のものといわれる。梁（502-557）の陶弘景の『名医別錄』にも雄黃を用いた偽の金の製法がある。銅砒合金では、砒素の含有量が少ないと黄色になり、10%を超えると銀白色になる。銀白色の銅砒合金は宋元以後、量産され、銅ニッケル合金と同じく「白銅」とよばれ、明清以後は中国の名産として輸出された。

砒素と水銀のアルガムの製法は、唐、五代（10世紀）の『丹房鏡源』に記載されている。錫と鉛はすでに商代（BC18-BC12世紀）に出現しているが、錫砒合金、鉛砒合金も煉丹家によって合成された。

このように見ると、中国における含砒物質の知識と利用の古さ、したがって使用年代の長さ、用途の広さ、典籍の豊富さは、Mellor や Weeks によって記述されている西洋における含砒物質の歴史を圧倒する。

このような豊富で悠久な歴史をもつにもかかわらず、現代中国語で砒素を「砷」（音はshen）とよんでいるのは、西洋の arsenicum の音訳であることを、この著者は遺憾としており、むしろ日本の方が中国で千年以上の歴史のある「砒」という文字を使っていると述べている。

さてこの著者がオリジナリティを主張しているのは次の点である。それは葛洪（283-363）が、『抱朴子内篇』の第11章「仙藥」で、雄黃の6種の処

理法を記載しているが、その模擬実験をおこなってみると、生成物はそれぞれ酸化砒素( $As_2O_3$ )と砒素単体(As)であった。したがって、4世紀の中国で砒素単体が遊離されていたという主張である。

雄黃の6種の処理法と生成物の記述は、わずか51文字で表現された簡潔きわまりないもので、それを現代化学的に解釈した読解力は大したものである。ここにでてくる反応物質は、雄黃、硝石、豚脂、松脂で、雄黃を後の三者と別々に組み合わせて加熱すると、硝石で酸化される場合は酸化砒素を生じ、豚脂、松脂で還元される場合は砒素単体を生じるという。生成物の描写としては、 $As_2O_3$ については、「引之如布，白如冰」とある。これは気化点以下の酸化砒素は無色透明、粘性のある無定形物で、空中にさらすと白色結晶に変化することを表現している。しかし砒素元素の金属光沢の描写はない。

1962年に米国の Sivin (現ペンシルヴェニア大学教授)が、唐の孫思邈の「造赤雪流朱丹法」の模擬実験を行って砒素単体が生じたことを示した。これは Albertus Magnus が砒素単体を生成したのより約六百年早いことになる。これに対して王奎克は葛洪こそすでに4世紀前半に砒素単体を作りえた。Magnus に先んずること九百年と主張する。

第2の論点は、雄黃、硝石、松脂、豚脂の四者を混合して加熱すると、初期の火薬と同じものになり、模擬実験でも爆発することが証明された。したがって火薬の起源も、従来よりは約三百年は遡れるというのである。

2. 鄭同、袁書玉、「單質砷煉製史的実験研究」(砒素単体煉製史の実験的研究), 『自然科学史研究』, 1982, 127-130.

上述の王奎克論文の『抱朴子』の解釈に従って模擬実験をおこない、松脂と雄黃の場合は、97.92%の As, 豚脂と雄黃の場合は98.72%の As が得られたことを報告している。

3. 趙匡華、駱萌、「關於我国古代取得單質砷的進一步確証実験研究」(我国が古代に砒

素単体を得たことをさらに確証するための実験的研究), 『自然科学史研究』, 1984, 105-112.

王奎克の先述の二つの主張、すなわち、4世紀前半に葛洪が砒素単体を作った可能性があること、また火薬の起源もそのころまで遡らせることが、砒素の歴史という題名の論文の中に挿入して発表されたために、折角の主張の効果を弱めたきらいがある。趙匡華氏(北京大学化学系副教授)のこの論文は、膨大な文献史料を駆使するとともに、7通りの模擬実験をおこなって、4世紀から7世紀までの間に、中国の煉丹家がたしかに砒素単体を遊離したことを証明する。

とくに注目されるのは、中国古代に砒素単体が作られた可能性があることを、最も早く提唱したのは米国の Sivin であると高く評価しながらも、孫思邈の『太清丹經要訣』中の、「造赤雪流朱丹法」についての Sivin の検証実験(1962)を、きっぱりと否定していることである。Sivin は、造赤雪流朱丹法によって得られる生成物は、砒素単体であることを実験によって証明したと称し、燐然たる金属光沢を発する生成物の写真を *Chinese Alchemy*, Harvard U.P. (1968) に載せており、いわばこの書物の目玉となっているが、趙匡華によれば、孫思邈は Sivin が考えたように鉄製の反応釜を使ったのではなくて、六一泥を釜の内外一面に塗布した泥釜を使ったのであり、鉄と雄黃は反応しやすいので、その接触を避けたという。したがって生成物は、銀灰色の砒素単体ではなくて、赤色糸状の雄黃であり、その方が「造赤雪流朱丹法」の原文の“煥然輝赤，并作垂珠，色絲之狀”という描写とも合い、赤雪流朱の名にぴったりだという。Sivin は鉄よりも耐腐蝕性の大きいニッケル・ルツボを使ったが、この場合でも  $As_2S_2$  の S と Ni とが反応して As が遊離したものと趙匡華は断定している。孫思邈の赤雪流朱丹は絶対に砒素単体ではないが、孫は別の論文、「伏雄雌二黃用錫法」で砒素単体を得たとも述べている。この著者は実験室の化学者であるとともに、中国煉丹術の集大成ともいべき膨大

な『道藏』にも精通しているようである。

4. 趙匡華、阮慎康、駱萌「我国金丹術中砷白銅的源流与驗証」(我国の金丹術中の砒素白銅の源流と実験的証明), 『自然科学史研究』, 1983, 24-31.

砒素白銅は中国金丹術(煉丹術)の重要な達成であり、黃白術(煉丹術の黄金作り)の重要な部分である。この白銅とよばれるものには、古来ニッケル白銅と砒素白銅の2種類があって、しばしば混同されてきた。したがって砒素白銅の源流を解明し、模擬実験によって検証することがこの論文の目的である。

例によって文献上の初出の考証であるが、春秋(BC8-BC5世紀)の『詩經・秦風・小戎』の「鎔」という文字が白銅を指すのではないかと論議的になっている。東漢(1-3世紀)の『說文解字』ではこれを白金(銀)としている。したがって鎔の文字からその出現年代を判定することはできない。

ニッケル白銅も古くから存在し、西方にも伝わり、ペルシア語では白銅を「中国の石」という。白銅の生産は古くから雲南地方に集中しており、現存最古の雲南の白銅の記載は東晋(4世紀)の『華陽國志』にある。これはニッケル白銅であり、そのあるものは Ni 16%を含むニッケル合金である。雲南で生産されたニッケル白銅と煉丹家が作った砒素白銅とは全く別種のものである。

中国における砒素白銅の製造と金丹術の興隆とは時を同じうしており、西漢初年(BC3世紀)である。『淮南子』にその記述が見える。南北朝(5-6世紀)以後、方士たちは砒霜で銅を処理する方が、三黃(雄黃、雌黃、砒黃〔不純な天然酸化砒素の鉱石〕)よりも、白銅を作りやすいことを発見した。これは砒素白銅煉製史上の重大な進歩であった。

著者たちは、唐の金陵子の『龍虎還丹訣』(8世紀)の方法を模擬実験し、As 9.92%の砒素銅合金を得ている。最後に、この種の白銅はニッケル白銅ほど安定性がないという知見を述べている。

5. 趙匡華, 「我国古代“抽砂煉汞”的演進及其化学成就」(我国古代の“抽砂煉汞”的進化とその化学的成就), 『自然科学史研究』, 1984, 11-23.

中国ではBC7世紀(春秋時代)に水銀を利用し始め、BC3世紀(西漢時代)にはすでにかなり広く応用されていた。帝王の墓、たとえば始皇帝陵には、信じられないほど大量の水銀池をしつらえてあったという。

鎏金術(水銀を用いた金メッキ技術)はすでに先秦時代に現れているが、現存最古の文献は葛洪(4世紀)である。最古の医方「五十二病方」(BC3世紀)にも水銀を用いる四方がある。

ではこのような古代にいかにして水銀を取得したか。天然の水銀も産出したが、その量はきわめてわずかであった。広く用いられた水銀はすべて丹砂(HgS)を昇煉して得たものである。その丹砂の利用は水銀よりはるかに古い。甘肃省から出土した石器時代の墓には丹砂が発見されており、殷墟出土の甲骨文には丹砂で書かれたものがある。では丹砂から水銀を昇煉し始めたのはいつからか。中国の煉丹術は秦代(BC3世紀)に興っており、すでに九転神丹なるものを作っているから、このとき丹砂を水銀にすることを知っていたはずである。

秦代から明末までの二千年の間に、抽砂煉汞(丹砂から水銀を抽出する方法)は、たえず進歩してきた。著者はこの進化を4段階に分ける。

1. 低温焙燒。空気中で丹砂を低温焙燒したので、産出量は少なく、また水銀の蒸発による損失のみならず、操作者の中毒もおこりやすかった。漢代以前はこのような方法が採用されていたとみられる。

2. 下火上凝法。鉄製または土製の上下釜の下の釜に丹砂を入れ、密閉して下方を加熱する。東漢末(3世紀前半)の有力な煉丹家狐剛子の『五金粉図訣』にこの方法の最古の記載が見える。唐代まで用いられた。その欠点は、上の釜の壁に凝結した水銀が下の釜に落ちることであった。

3. 上火下凝法。装置の上部に入れた丹砂を加

熱して、生成した水銀を下に溜める方法である。簡単な竹筒式から、石榴罐式、未済式へと進化した。石榴罐式とは、ざくろ型の磁製容器に丹砂をつめて、るっぽ上に倒置した装置である。未済とは「火は上にあり、水は下にある」の意で、六十四卦から由来する。宋の『丹房須知』には未済炉の図があるが、水銀抽出に使用したという説明はない。この説明の最古のものは、北宋の『図經本草』にある。

4. 蒸留法。南宋(12世紀)にいたってついに本格的な水銀蒸留器が現れる。これは社会の水銀に対する需要が増すにつれて、小規模な未済式では対応できなくなったのである。明末の宋應星が、『天工開物』(1637)を書くに当って調査したとき、すでに未済炉は見当らなかったという。

水銀生成に関連した化学的成就としては、3世紀の狐剛子が、黄礬[KFe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O]を丹砂に混入したのは、丹砂の分解に有効だったことを、この著者は化学熱力学的計算によって裏付けている。また石榴罐法で丹砂に赤銅珠を混ぜたことが、HgSの分解を促進したことでも熱力学的に計算している。また未済式法や蒸留法では、土釜を避け、鉄釜を用いたが、これは鉄が丹砂の分解を促進したことを意識的に利用したと論じている。宋代になると丹砂に炭を混合したが、これも現代の理論にかなうとしている。

6. 趙匡華、吳琅宇、「關於中國煉丹術和醫藥化學中輕粉、粉霜諸方的實驗研究」(中國煉丹術と醫藥化學中の甘汞と昇汞の製造法についての実験的研究), 『自然科学史研究』, 1983, 204-212.

中国煉丹術の化学で、水銀の化学が最も突出した地位を占めており、水銀とその化合物の利用は古い。とくに塩化水銀の合成は最も大きな貢献といえる。昇汞(HgCl<sub>2</sub>)と甘汞(Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)とは、いずれも白色結晶で外見は似ているが、前者は可溶性で劇毒であり、後者は難溶性で無毒である。この両者は古代ではつねに混同された。

古名としては一般に粉霜(昇汞)と輕粉(甘汞)が用いられ、それぞれ十数種の別名、隠名が

ある。粉霜の名称の方が輕粉より早く現れているが、宋以前では両者の識別は不可能だったらしく、名称が先に現れたからといって、合成も早かったとは断定できない。

著者は東漢に成立した『太清金液神丹經』を始めとし、西晋、東晋、隋、唐、宋、元、明、現代の21の处方について、24通りの模擬実験をおこない、次の結論を得ている。

1. 甘汞は東漢時代にすでに合成されており、霜雪の名称が最も古い。昇汞は隋代(6世紀)に合成されており、良雪、朱砂霜の名称が最も古い。

2. 東漢から宋代までの煉丹家たちは、次第に胆礬[CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O]、綠礬の酸化生成物[Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O]が昇汞の生成を促進することを知るようになった。すなわち、CuOとFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の触媒作用に気づいたのであり、これは高く評価されなければならない。

3. 古代の丹方中の粉霜がつねに HgCl<sub>2</sub> であり、輕粉がつねに Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> であると、きめてかかるのは妥当でないことが、模擬実験によって明らかになった。

7. 趙匡華、「狐剛子及其對中國古代化學的卓越貢獻」(狐剛子とその中国の化學への卓越した貢献), 『自然科学史研究』, 1984, 224-235.

狐剛子なる人物はかつて正史に記載されたこともなければ、その完全な著述も伝わっておらず、したがって從来ほとんど研究されなかつたが、東漢末(3世紀初期)の偉大な煉丹家であったことを、その業績によって論証した論文である。『道藏』中の最大の丹經である『黃帝九鼎神丹經訣』全20巻の中6巻は狐剛子の論著の紹介であるといふ。また唐代の最も重要な黃白術書である『太古土經』と『龍虎還丹訣』も、狐剛子の理論と実践であるといふ。著者は狐剛子の貢献として次のものを挙げる。

1. 金銀地質学と冶金学の先駆者である。狐剛子の著述で今は散佚した『出金鉱圖錄』は、金銀の地質分布の規則を述べたものであり、また貴金

屬を治煉する灰吹法の原始的形式を案出した。金、銀は鉛と合金を作りやすいので、金銀の鉱粉と鉛を共熱すると、低融点の鉛塊になる。これをこんろの灰の中に入れると、鉛は PbO となり、黃金は灰中に浸入する。

2. 金銀粉の製作法。金を水銀アマルガムとし、塩とともに研ぎ、塩粉の表面に付着させ、水銀を熱によって蒸発させ、塩粉を水で溶かすと金粉になる。狐剛子のこの方法は明末まで用いられた。

3. 乾留法による硫酸製造の世界最古の記録。狐剛子は金銀鉱の研究中に、石胆[胆礬](CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O)を乾留し、その乾留液をとり出しているが、実質的にこれは硫酸であった。これはかれの『出金鉱法』中の「煉石胆取精華法」に記されているという。8世紀のJabir や13世紀のAlbertus Magnus が硫酸を得たのよりはるかに早い。

4. 水銀抽出の項(上述5)で述べたように、密閉した上下釜の中で下火上凝法による水銀の昇華を最初におこなったのは狐剛子である。中国の水銀製煉史上的一大革新であった。狐剛子は収率の定量的研究さえもしており、HgS からえられた Hg の収率は 87% だったという。

5. 九転鉛丹法。鉛から鉛丹(Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)を作り、これを還元して金属鉛とし、再び丹とする。このような可逆反応を9回おこなってえたものを九転鉛丹とよんだ。狐剛子の『五金粉図訣』にあり、鉛化学上の最大の成就である。

6. 古代合金学への貢献。狐剛子は含砒合金についても詳しい記述をのこしているが、五金(鉄、錫、銅、銀、金)の相互の合金形成の難易度や、それらの合金の物性の変化も記述した。

8. 孟乃昌、呂跃成、李小紅、「中国煉丹術伏硫黃、硝石、礦砂諸法的實驗的研究」(中国煉丹術の伏硫黃、伏硝石、伏礦砂の諸法の実験的研究), 『自然科学史研究』, 1984, 113-127.

中国煉丹術では“伏”は、“伏火”とか“伏煉”とか“伏砒霜法”とかしばしば使われる重要な用語であるが、意味は必ずしも明確でない。Needham

は次のような解釈をつけている。to extract; to separate out; to purify; esp. to prevent or delay the process of volatilisation, sublimation or distillation (i. e., fixation); to inhibit the potency of some other substance. [Science and Civilisation in China, Vol. 5, Pt. IV, p. 5, (1980)].

孟乃昌氏（太原工学院化学工程学系副教授）らは、『諸家神品丹法』、『庚道集』、『証類本草』などの記載に従って、伏硫黄法、伏硝石法、伏礦砂法の模擬実験をそれぞれ十数通り以上行って、「伏」がそれぞれの場合いかなる意味をもったかを確認した。

伏硫黄法は、硫黄と柔枝その他漢方薬で用いられる植物の灰との反応で、水法（水溶液反応）と火法（加熱溶融反応）との2種があるが、生成物は多硫化カリウムであり、西洋の煉丹術の“硫肝”に対応するのではないかとのべている。（たしかに liver of sulfur という名称がある。）

伏硝石法は、硝石と甘草またはさいかちなどの加熱反応であるから、硝酸カリウムと炭素との反応となる。これは硝石を炭酸塩に変えて酸化力を失わせる効果がある。

伏礦砂法は、塩化アンモニウムと炭酸カルシウムを260~360°Cで加熱して、純粋の塩化アンモニウムを生成物として得る方法で、唐宋時代に、塩化アンモニウムとその溶液を精製する方法を掌握していたことを示すという。

#### 9. 趙匡華、「中国煉丹術の丹葉觀と薬性論」 (中国煉丹術の丹葉觀と薬性論), 『化学通報』, 1983, 52-56.

中国煉丹術でいう丹とは、外物を借りて自らを堅固にしようとする思想にもとづいている。たとえば、黄金や雲母を服用すると、その抗蝕性によって人体の長生が得られるとされた。水銀や丹砂の服用も延寿につながると信じられた。雄黄、雌黄の二黄は簡単に黄金を作りうるとされたゆえに、また邪毒を消し避け得るとされたがゆえに重視された。鉛丹と密陀僧も鮮かな色彩のゆえに玄黄と名づけられて、万病を癒すものとされた。し

かし究極的には、これらの服用は中毒死をもたらしきそそれ、延命はありえぬことが明らかになり、煉丹術は放棄された。

中国煉丹術の一派で、硫化水銀を大丹とするものがいたが、それは陰陽説にもとづく薬性論からいえば、太陽之精である硫黄と、太陰之精である水銀とを合したものであるからであった。

陰陽説には19世紀ヨーロッパの電気二元説に似たふしもなくはない。可燃性のもの、色が赤黄色のもの、熱によって蒸発しやすいもの、昇華しやすいものは陽性に属し、これらの反対の性質のものは陰性とされた。硫黄、丹砂、雄黄などはすべて陽性に属し、黒鉛、消石（硝石）、馬牙硝（朴消）、北庭砂（礦砂）などはすべて陰性に属する。

中国煉丹術には、天然の金石は時間の推移とともに自然に自己を完成し、高級なものになってゆくという一種の金石自然進化論というべき見解があった。（西洋の鍊金術にも地中での金属の生長という思想があるが、その源流は中国かも知れない。）煉丹家は丹鼎（反応器）中でこの進化過程を加速できると信じた。したがって丹鼎は一個の小宇宙であった。

中国煉丹術には創造的発見も少なくなかったが、創造はあっても進歩改良がなかった。この点こそ考査すべきであると著者は結んでいる。

#### 10. 趙匡華、「中国古代的金銀分離術与黃金鑑定」(中国古代の金銀分離術と黄金鑑定), 『中国科学史国際討論会論文』, 1984, 14pp.

中国が三千年以前から黄金を使用していたことは、出土した多くの金箔や金器から証明できる。したがって黄金に関する多くの化学知識が蓄積されたが、中にもこの著者が最も称賛に値すると考えるのは金と銀の化学的分離術である。しかもそれには中国の民族的特色があるといふ。ここには(1)黄礬樹脂法、(2)礬塩法、(3)硫黄法、(4)礬硝法と礬塩法、(5)硼砂法の5通りの方法がのべられており、最後に黄金鑑定の歴史を論じている。

(1)はこの著者が検索した最古の方法で、東漢末の煉丹家狐剛子（先述7）の『出金鉱図録』に見える。金銀は往々にして一緒に産出するので、

#### 最近の中国化学史研究から（島尾）

砂石の成分を取り除いた後の金銀分離の手続きだけを述べると、銀を含む金を打て箔となし、ついて黄礬（硫酸塩）と胡桐律（胡楊の分泌する樹脂）とを等量に混合して泥状にし、これを金箔に塗り、炭火でこれを赤熱する。黄礬を加熱したとき乾留によって生じる硫酸と樹脂の反応によって硫黄を生じ、これが高温下で銀と作用して、黒色の脆い硫化銀となって金箔上に剥離していく。(2)は先述した灰吹法であるので省略する。AD 60年ごろギリシア人ブリニウスもほぼ同じ方法を提起しているのは、東西期せずして一致しているのは興深いとしている。

中国にヨーロッパ人宣教師によって、強水（硝酸）製法が伝えられたのは17世紀初であるが、それ以前に漢代から宋代に至る長い期間に、すでに硝酸を金銀分離に間接的に利用していたとするのが(4)である。これは礬類（硫酸塩）と硝石の混合物を加熱して、実質的に硝酸を生じさせていたとするものである。(5)の硼砂法の最も整った記載は『天工開物』にある。中国は試金石の利用の歴史においても西洋人に遅れをとっていない。西洋では16世紀に試金法を創始しているが、中国では南宋（12世紀）にこれを完成していた。

#### 11. 趙匡華、「中国古代的礬化學」(中国古代の礬化學), 『化学通報』, 1983, 55-58.

礬類は医薬、黄白術、染色業などで重要な地位を占め、戦国時代（BC 3世紀）にすでに染色に利用されていた。中国古代で用いられた種々の礬を現代化学の見地から分類すると、次のものがあった。(1)白礬または明礬 $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 、(2)緑礬 $[FeSO_4 \cdot 7H_2O]$ 、(3)黄礬 $[KFe(SO_4)_2 \cdot (OH)_6]$ 、(4)胆礬、初めは石胆とよばれた。 $[CuSO_4 \cdot 5H_2O]$ 。このうち最も早く使用されたのは緑礬と明礬で、いずれも礬石を焙焼して得られたものである。礬は初め焚と書かれていた。したがって礬とは燔であり、燔である。現代中国では礬を研と略している。

中国古代の礬化學の成果としては、(1)化学的鑑定法を知っていたこと。たとえば、胆礬は焼くと白くなる。これは  $CuSO_4$  の白さである。(2)胆水

浸銅。これは金属鉄の存在下に硫酸銅の水溶液から金属銅を沈殿させるもので、世界的にも中国が最も早くこれを产业化した。(3)染色業では緑礬が最も重要であった。また明礬の加水分解によって生じる  $Al(OH)_3$  の膜は製紙業に用いられた。(4)礬を煅焼すると  $SO_2$  を生じるので、早くも東漢末の狐剛子が石胆から無水硫酸を得ている。唐代以前にすでに礬を分解して、実質的に硫酸を得ていたとみられる。惜しまらくは煉丹家は、この“精華”的性質を詳述していない。

#### 12. 趙匡華、郭正諱、「台灣土法煉硫考証」(台湾の土法硫黄製造法の考証), 『中国科技史料』, 1984, 58-62.

硫黄は漢代以来、中国の医薬学と煉丹術の主要薬物であり、唐代に火薬が発明され、宋代には大量生産され始めた。古くは礬石（黄鐵鉱）を焙焼して硫黄を取った。その工程は『天工開物』に詳述されている。

台湾は鉱産物が豊富で、とくに硫黄は質が良いことで知られ、宋元時代から採取されているが、台湾の硫黄採取についての資料は稀である。ここに著者が取り上げるのは、仁和（現在の杭州）の人、郁永河が康熙35年（1696）に台湾へ硫黄採取に出かけたときの『採硫日記』（1697）であり、硫黄を含んだ土から油を用いて採取するという方法は、中国の歴史上未聞であり、おそらく台湾の鷄籠（現在の基隆）高山族の創案にかかる土法であろう。日記の作者はその油が石油か植物油かを明記していないが、著者は菜子油を用いて、80%の硫黄を含む硫土から硫黄を採取する模擬実験をおこなっている。著者によれば、中国煉硫史の論文や著書には、台湾の土法にふれたものではなく、中国の科学技術史上の重要な一頁であるとしている。

以上で趙匡華の9篇の論文を要約紹介したが、これらはすべて1983年、84年に発表されており、きわめて生産性の高い研究者といわねばならない。しかもその扱うところはすべて煉丹術の主要問題に関連しており、古典籍の該博な検索と模擬実験とを兼備している。現代中国に煉丹家はなお

健在であるという観がある。かれらの目的はもはや不老不死の薬の探求ではなく、古典籍に隠された古代中国の化学的達成を、現代化学の視点から合理化し、世界化学史上に位置づけようということにある。

13. 楊根、周和平、「關於寶雞西周陶磁碎片的初步探討」(宝鸡の西周陶磁碎片の第一段階の探究),『自然科學史研究』, 1984, 8-10.

楊根氏(清華大学化工系副教授)らが陝西省博物館の依頼により、宝鸡の西周(BC11~BC8世紀)の二つの墓から出土した、それぞれの陶磁碎片を顕微鏡とX線で鑑定したものである。その結果判明したことは、資料の一つは、焼成温度も低く、まだ磁化していない陶片だったが、他のものは西周のものとしては珍しく内外両面に緑褐色のきわめて薄い釉層があり、玻璃光沢があった。釉は初期の石灰釉であった。高温釉は陶から磁への過渡期の重要な技術的要素の一つであり、東漢末(3世紀)に中国最古の磁器が出現するが、それは重要な発展段階だった。無釉から有釉への移行も、陶磁製造史上の技術的飛躍であり、釉層の厚さの増大も重要である。今回の資料の一つは、原始的磁器に属し、陶から磁への過渡期の産物と判定された。

14. 楊根、高蘇、王若昭、槐強、「古代建築琉璃釉色考略」(古代建築の琉璃釉の色),『中國科學史國際討論會論文』, 1984, 10pp.

北京を訪れるものは故宫の金色瓦や天壇の藍色瓦、あるいは北海の九龍壁の琉璃瓦に魅せられるが、この論文は中国の古建築の琉璃釉に関するものである。琉璃は一種の不透明または半透明の低温色釉で、これを陶質の瓦に施して焼成したものが琉璃瓦である。古名は琉璃で『漢書・西域伝』に最も早く見える。

著者らはスペクトル分析と化学分析によって、各種の歴史的建造物の琉璃釉の成分を明らかにした。たとえば、山西省の北魏(4~6世紀)の永固陵の灰白色釉である。また宋代(11世紀)の重要な琉璃文物である開封の鐵塔の鉄錫色の褐色琉璃瓦を分析して、黄色釉は主として鉄と鉛、黒色

釉は酸化鉄であり、マンガンの検出は褐色にかかわるとしている。また山西省永楽の元代の緑色琉璃は、藍色と緑色はCu, Feの呈色であり、酸化鉛を溶剤としていることを明らかにした。

中国の琉璃瓦の歴史は長く、色彩は黄、緑、藍、紫が主であり、着色剤は鉄、銅、コバルト、マンガンの酸化物である。これらは中国磁器の釉色の主要な系統でもある。建築用琉璃は彩色磁器と密接な関係があるので、明清時代に成熟の域に達した。

15. 李亞東、「秦俑彩繪顏料及秦代顏料史考」(秦の兵馬俑を彩った顔料および秦代顔料史考),『考古与文物』, 1983, 62-65.

1974年に出土した陝西省の秦始皇陵の兵馬俑は世界中を驚かしたが、本来これらの陶俑は見事に彩色されていた。著者はその顔料の残片を科学的に鑑定して、あわせて秦代の顔料史を論じている。兵馬俑に見られる顔料は、赤、緑、藍、黄、紫、褐、白、黒の8色である。赤は辰砂、鉛丹、赭石、緑は孔雀石、藍は藍銅鉱、紫は鉛丹と藍銅鉱、褐は褐鉄鉱、白は鉛白、高嶺土、黒は炭であることが明らかにされた。黄は採取できなかったが、古来陝西省は雌黄の産地なので、雌黄を使ったと考えられている。

鉛白と鉛丹は人造顔料として最古のものである。その製法は『計倪子』(BC4世紀)に見えるものが最古であるが、これを裏付ける文物がなかった。したがってBC3世紀の秦俑に鉛白が含まれていることは、新たな有力な証拠となった。鉛丹の製法の初出は『淮南子』(BC2世紀)だが、秦俑に鉛丹が用いられていることから百年前に遡らせることになった。

兵馬俑には大量の辰砂(丹砂)が用いられている。中国はBC20世紀にすでに辰砂を顔料にしており、世界最古であろう。ただ秦代に水銀と硫黄から辰砂を合成していたかどうかは問題である。天然辰砂と合成辰砂の鑑別は可能でないという。

兵馬俑は塗装技術の点からも興味がある。陶俑は釉を施さない素陶であって、顔料の乗りが悪

い。そこで陶俑を焼成後、膠と明礬の混合液で表面処理をしていることが分った。膠の使用はきわめて古く、『周礼』に6種の動物の膠の記載がある。

顔料の加工精製技術も重要である。これに選、研、漂、配の四つの主要な処理がある。兵馬俑の顔料の光沢と顆粒から、選、研、配の三つの処理はたしかになされているが、漂については肯定できないという。研も漂も粒度決定の重要な手段である。

16. 李亞東、「古代巴蜀的油漆技術」(古代巴蜀の油漆技術),『大自然探索』, 1983, 116-124.

中国の漆器の歴史は悠久であり、七千年前の新石器時代の出土品に油漆技術の萌芽がある。巴蜀は四川省の古名である。気候温暖湿润で、野生の漆樹や油桐に富み、漆に用いる顔料の鉱物資源も多い。したがって古代巴蜀は中国の油漆技術の発祥地である。BC316年に秦が巴蜀を滅して以来、大規模な国営工場を作り、13種の分業も確立していた。この論文は最近の出土文物に基づいて、金属防腐のために漆が用いられたこと、乾性油として桐油を二千年前から利用していたこと、金粉顔料の利用、薄い木胎の破損を防ぎ、美觀をそえるための金属の縁取りの発明、乾漆像の製法などが戦国時代に出現していたこと、漆のかぶれに対して蜀椒という野生芳香性植物が二千年前に用いられていたこと、そして最後に、中国の他の地域および国外への技術伝播を論じている。

17. 潘吉星、「阿格里柯拉の『鉱冶全書』及其在明代中国的流傳」(アグリコラの『デ・レ・メタリカ』とその明代中国での伝播),『自然科學史研究』, 1983, 32-44.

Agricolaの『デ・レ・メタリカ』(1556)(漢名、鉱冶全書)が、ヨーロッパでもてはやされていったころ、それは明代天啓元年(1621)に遠く中国まで伝わり、漢文に訳され、当時の識者に称賛され、崇禎皇帝の命によって各省に配布された。

訳業を推進したのは李天經で、湯若望(Adam Schall von Bell)が翻訳し、楊之華が図を担当し

た。1556年版のラテン語原著にもとづいて、1638年から2年間で全巻が訳され、『坤輿格致』と題された。潘吉星氏(北京中国科学院自然科学史研究所副教授)は、翻訳に使用された原著に、湯若望の書き込みを発見しているが、奇妙なことに肝心の訳書、『坤輿格致』は、今にいたるまでどこにも発見されていない。こうなるとはたして刊本になったかどうかとも問題となるが、著者は1643年までに刊行されたと主張する。明の滅亡(1644)の兵火の中で散失したとみられる。李天經らの翻訳が始まる直前、宋応星の『天工開物』(1637)が刊行された。内容は『デ・レ・メタリカ』よりはるかに広汎なもので、採鉱、冶金の技術は勿論含まれている。採鉱、冶金にかかわる東西の名著が、時を同じうして中国に現れたわけで、李約瑟(Needham)は、宋応星を中国のアグリコラと称している。

18. 潘吉星、「我国明清時期關於無機酸記載」(我国の明清時代の無機酸に関する記載),『大自然探索』, 1983, 134-140.

中国は古代から硝石や礬を煅焼していたから、無意識的に無機酸を作っていた可能性はある。しかしこの論文は明清二代に限っている。李時珍の大著、『本草綱目』(1596)には無機酸についての明確な記載はない。百科全書的な宋応星の『天工開物』(1637)にも無機酸の記載はない。徐光啓(1562-1633)の『徐光啓手迹』(1610-20年に執筆され、1962年刊)で始めて「造強水法」という手稿が現れる。著者は徐光啓の手稿に従って模擬実験をおこない、生成物が希硝酸であることを確認している。徐光啓はこの知識を湯若望(Adam Schall), 鄧玉函(J. Terrenz), 熊三拔(Sabbasthin de Ursis)ライエスス会士との討論から得たものとみられる。前二者はとくに化学知識が豊富だったといわれる。Libaviusの『Alchemia』やAgricolaの『De re metallica』を中国にもたらしたのは1621年、金尼閣(Nicolas Trigault)である。先述のようにAgricolaの著作は漢訳されて『坤輿格致』と題されたが、勿論その中には各種無機酸の製造法があった。明末清初の学者、方以智(1611-73)

の『物理小識』(1643)にも無機酸の記述があるが、製法は徐光啓ほど明確ではない。しかし明代に、硝酸、塩酸、王水、硫酸など代表的無機酸の記載が出そろった。清代では18世紀の趙學敏の『本草綱目拾遺』が「強水」という項目を立てている。丁守存(1812年生)も1845年ごろに硝酸を作ったことが知られている。19世紀後半に出現した多くの化学の訳書についても論じられているが、ここには省略する。

19. 潘吉星、「康熙帝与西洋科学」(康熙帝と西洋科学),『自然科学史研究』, 1984, 177-188.

康熙帝(1654-1722)が、イエズス会士からユーリッド幾何学、バルトリン解剖学の進講を受け、これらを翻訳させたこと、あるいは中国全土を測量させたことなどはよく知られているので、ここには白晋(Bouvet)に命じて宮廷内に化学実験室を設立させ、西洋の医薬を作らせ、フランスの王室薬典を翻訳させたこと、また自らマラリアにかかったとき、西洋薬キニーネによって救われたことなどに注目するにとどめたい。著者は、康熙帝が西洋科学には熱心であったが、採鉱、冶金、機械などの技術には関心が薄かったこと、社会の革新力となりうる科学を学びながらも、古い礼教と思想の束縛から脱しえなかつた封建的皇帝の限界を指摘している。

20. 張子高、楊根、「從《化学初階》和《化学鑑原》看我国早期翻訳的化学書籍和化学名詞」(『化学初階』と『化学鑑原』から見た、我国の初期に翻訳された化学書と化学用語),『自然科学史研究』, 1982, 349-355.

まず張子高(1886-1976)について略述しておきたい。湖北省出身、1909年に、北京清華学堂の前身である米国留学予備校の第1回遣米学生47名の1人に選ばれて、マサチューセッツ工科大学で化学を専攻した。中国留学生で化学を学んだ先駆者の1人である。A. A. Noyesに師事して、化学熱力学と希元素の分離の研究に従事した。清華学堂(1911年創立)は、1928年に国立清華大学になったが、張子高は1929年に清華大学化学系教授とな

り、爾来50年の歳月を清華園(康熙年間につくられた清朝皇室の別荘で、現在は清華大学のキャンパスとなっている。)で送った。30年代には当時の新興科学だった化学熱力学を講じ、1962年に76歳で副学長に就任した。

1962年に長老教授として1年の休暇が与えられると、これをを利用して『中国化学史稿(古代之部)』(科学出版社、1964)を著した。40年以上にわたる著者の化学史研究をふまえた名著である。20世紀における中国化学史を論じた続編(近代之部)の遺稿があるよし、その刊行が待たれる。先述の楊根、趙匡華の両氏は清華大学での教え子である。ちなみに清華大学は中国における理工系の最高学府であるが、創立時にあった文、法の学部はすべて隣接する北京大学に移され、現在は完全に理工系のみの大学となっている。かつて詩人にして古典文学者、聞一多のような人材を出しているだけに、人文系を失ったことが惜しまれる。

さてこの論文は張子高の没後、門下生楊根との共著として発表されたので、張子高の名前は枠で囲まれている。ここでは系統的な西洋化学書として中国で最も早く出版された『化学初階』(1870)と、影響の最も大きかった『化学鑑原』(1872)とを比較している。前者は米国人医師J. G. Kerrが口述し、何了然が筆述して広州博濟医院から出版され、後者は英国人J. Fryerが口訳、徐寿が筆述して上海江南製造局から出版され、それぞれ広州と上海の訳書の特色があるといふ。両書は同じ原著の訳書であるにもかかわらず、『初階』の方がやや簡略であり、章節の分け方も用語も異なる部分が多い。この論文には、この両書の他に『博物新編』(1855)、『格物入門』(1868)、『化学指南』(1877)および現行用語の元素名の比較表、『初階』と『鑑原』の分子式の表現法の比較表、両書の化学用語の比較表をつけている。

21. 張子高、楊根、「徐壽父子年譜」,『中国科技史料』, 1981, 第4期, 55-62.  
22. 楊根、「我国近代化学先駆者徐壽的生平及主要貢献」(我国の近代化学の先駆者徐壽の生涯と主要な貢献),『化学通報』, 1984,

23. 白広美、楊根、「徐壽与“黃鵠”号輪船」(徐壽と蒸気船“黃鵠”号),『自然科学史研究』, 1984, 284-290.

徐壽(1818-84)は無錫の人である。無錫が太平天国の政権下に入ったために、科舉の受験をあきらめ、西洋の科学技術へと向った。英國人宣教師合信(Hobson)が上海で出版した『博物新編』(1855)から大きな影響をうけ、とくに蒸気機関に興味をもち、清朝政府の命をうけて、1865年に載重25トン、長さ55華尺の中国最初の国産蒸気船“黃鵠号”を建造した。翌年、兵器工場である江南製造局が上海に設立されると、そこへ移り、子の建寅とともに7隻の蒸気船をつぎつぎに建造し、造船に10年を費した。このため江南製造局に翻訳部門が成立したとき、徐壽が最初に訳出したのは蒸気機関に関する『汽機發明』(1873)であった。その後、科学技術書の翻訳に長い年月をかけ、13部の訳書を出版したが、化学関係が最も多く、中国における近代化学紹介の第一人者となつた。最も影響力のあったのは先述のFryerとの共訳、『化学鑑原』(1872)であり、科学技術の訳書中の出色のものと評されている。化学用語の制定に苦心したのはいうまでもなく、『化学材料中西名目表』などを編んだ。

格致書院という科学技術の教育機関が、英國領事Medherstによって1874年に上海に創設されると、徐壽と徐建寅はその8人の理事の中に入り、科学教育に従事した。この学校は約40年続いた。格致書院の創立と同時に、『格致彙編』と題される中国最初の科学技術の月刊誌を、徐壽とFryerとが創刊し、これは7年続いた。

徐壽には徐建寅と徐華封という二人の男子があり、いずれも化学を学んで父を助けた。建寅は1901年武漢で火薬の実験中爆死した。生涯、顧官厚祿を求めず、布衣として終始し、中国の近代化学の先駆者となった徐壽の没後百年を記念して、本年(1984年)出身地の無錫で徐壽を偲ぶ化学家の集いが催されたという。

以上23篇の論文を、おおまかに年代順に、また分野ごと、著者ごとに並べてみると、きわめて短い中国化学史になった。勿論ここで扱わなかった多くの重要なテーマがあるが、中国文明は化学知識にかけては異常に豊富な文明だといえよう。化学史を世界史的に考察するとき、この文明を無視することはできないであろう。われわれは直接、間接に、多くのものをそこから受け継いできたのである。

## 〔紹介〕

Thomas Thomson, *The History of Chemistry*, 2 vols. in one, rept. of the 1830-31 ed., Arno Press, 1975.

今から 150 年以上昔に書かれた化学史書の復刻本である。入手が可能であることから、この著作のもつ、史料としての価値と同時に通史著作としての独自な筆法についてここで触れておきたい。

まず、著者自身について若干述べておく。Thomas Thomson は、1773 年生れ、丁度青年時代に化学革命を実見している勘定になる。グラスゴーで化学教授として講壇に立ちながら、*Annals of Philosophy* など、時の科学雑誌に多く寄稿し、19世紀初頭に周囲の耳目を聳動させたプラウトの仮定を積極的に擁護し、一冊の書物をものした (*Attempt to Establish the First Principles of Chemistry*, 2 vols., 1825) ことで知られる。マンチェスターに John Dalton を 1804 年 8 月に訪ねたことは、Dalton と Thomson の交誼の実態をこえて、化学史上の一事件として名高い。当時、独特な理論であった Dalton の原子の相対重量の算定方法を、彼はグラスゴーへ持り帰り弘めることに一役を買い、更には、グラスゴー、エディンバラ講演への Dalton 招聘に尽力したことでも彼の存在は無視しえぬものとなっている。1852 年没。自ら新しい科学理論を引っさげて学壇に登場したわけでも、目ざましい実験により化学に新境地を拓くようなことをしたわけでもなかったが、他をよく理解し、脇役として果したその貢献度は測り知れないと言えよう。市井三郎氏が『歴史を創るもの』で掲げている key person という概念をこの Thomson に援用するならば、Thomson は、いさか quixotic な Dalton を時代の寵児たらしめた Sancho Panza 的 key person であった。

さて、本題に入る。一般に、19世紀は「歴史の時代」と言われ、Ranke や Michelet などの歴史家が輩出したことは言うまでもないのだが、Thomson の著作意図は、やはりこの 19 世紀という時

## 紹介

代の所産というよりはむしろ、現今巷間に掃いで捨てるほどある啓蒙科学家に通有のものとなっている。古代の化学は Plinius の『博物誌』を殆んど唯一の典拠としており、Plinius の技術的知識の欠如を指摘することを忘れていないし、アラビアの化学は、専ら、Galenos を引き合いに出し、彼の著作をもって近代化学者の嚆矢となしている。ルネサンスから 17 世紀にかけての記述の中心は、Paracelsus と Van Helmont にあり、彼らの思想の難解な部分は、ものの見事に看過され、今までこそ論議の対象となる、ヘルメティシズムやカバラ、新プラトン主義といった概念も形をとどめていないのは、Thomson の素養からして当然のことかもしれない。興味深いのは、18 世紀の記述である。化学革命が終って日が浅いことからも察せられるが、旧理論を迷妄と非難することなく、Stahl の理論が化学における体系化の糸口となつたことを評価している点など、後の歴史家よりは実際の事情に通じているといえる。これは、18 世紀のところにきて初めて史眼が澄みわたり、ホイック的近視眼から脱け出しができた、ということを意味しているわけではない。そうではなくて、1830 年に書かれたこの大著の頁の五割強の部分を占める 18 世紀以降の化学の歩みは、Thomson にとっては同時代と見做され、先輩や師から聞き伝わった情報をも交えた回顧録となっているため、フロギストン理論のように説得力の大きい体系は、それが学界を支配していたときの雰囲気を知っているもののみが伝えうる確実堅牢な知の営みとして書かれて当然だからである。

第二巻（一巻とともにまとめて一巻本として復刻されている。総頁数は 612 頁）は、英國及び仏国の化学の現状で、19 世紀後半から抬頭してくる独逸化学は一顧だにされていないのは仕方がないかもしれない。統いて、分析化学の進歩、電気化学について、原子論について、化学の現状について、といった章が連なっている。科学史家にとってみれば、この第二巻は、むしろ一次資料として活用できるといって過言ではない。以下の記述などは歴史家としてではなく時代の生き証人として貴重な情報をわれわれに提供してくれていると言うことができる。

「1804 年 8 月 26 日、私はマンチェスターにて一日乃至二日過し、多くの時間を Dalton 氏とともに過ごした。その会見で彼は私に、物体の構成に関する彼の考え方を聞かせてくれた。私はそのとき氏の意見を書きとめた。以下の説明は、当日の日付で私が投稿した雑誌から一字一句違えずに書き写したものである。……」(Ibid., p. 289 (vol. 2))

このあと有名な原子論の記述と、Dalton 独自の記号体系とが書き添えられてある。科学史家が自らの見聞をその通史の中に収めている希有な事例であるし、8 月 26 日というこの日付は、原子論という一つの科学理論の伝播を考える際、重要なことはいうまでもないであろう。矛盾を起さない原子量の体系が果して完成しうるのかどうか、Thomson にとって一抹の不安があつてあろうことは、文中、多くの場所で感じとができるが、科学史が科学とは一味違った学の分野である

ことが意識されていないこの時代にあって、学的進歩が未だ成就していない化学を考察するにあたり、歴史的回顧を試みるに至った老教育家の心情を汲みとることは、あながち無益ではなかろうと思う。Thomson は心中慮する所多く、化学の学的完成の端緒として、その歴史の整理と伝播が火急の課題と見てとったのではないであろうか。Lavoisier が遺した探究の合理化というプログラムを受け継いだ化学者にとって、新たな伝統を打ち建てることが当面の課題であり、歴史の再構成は、言ってみれば新政権樹立後の歴史編さんに似た、一種の通過儀礼のようなものであったかもしれない。そして、21 世紀を迎える私たちが、Thomson の化学史をその執筆動機にまで遡って考察することの意義は、まさに、歴史を書くということの意義に包含されるであろう。秘めたる目的なくして、資料を渉猟し浩瀚な書物を長の年月を重ねて書くなどいうことは考えられないからである。

(井山弘幸)

〔広 場〕

## 日本における近代化学の父 E. ダイヴァーズの墓を訪ねて

藤井 清久\*

いささか旧聞に属するが、筆者は一昨年から昨年にかけて英国に滞在する機会を得た折、明治期に来日して我国の化学を育てた英国人化学者ダイヴァーズ(E. Divers)の墓を訪ねた。そこで、今後もダイヴァーズの墓に詣でる人もあると思うので、そのさいの便宜のために、この小文を記す次第である。

ダイヴァーズは、周知のように、明治6(1873)年に来日して、工部大学校、東京帝国大学理科大学で、26年間にわたり、化学教授として、学生の指導および化学研究に、ほとんど一生を捧げた、いわば日本の近代化学を育てた大恩人である。ダイヴァーズは、もともと幼年時代に患った眼疾のために視力が不自由であったが、在日中に、実験事故のため右眼の視力をほとんど失うという災難に遭った。しかしながら、このような不幸にもかかわらず、彼は在日中の研究成果のために、王立協会の会員に選ばれていた。ダイヴァーズは、明治32(1899)年に帰英した後、ロンドン化学会副会長、英國科学振興協会化学部会長、工業化学会会長等に選ばれ、1912年4月8日にロンドンにおいて没した。ダイヴァーズの遺骨は、ロンドン西南部ブルックウッド墓地に葬られた。

雑誌『ネーチュア』(Nature)の死亡記事によれば<sup>1)</sup>、当日は折悪しくイースター休暇の最中であり、ダイヴァーズの友人の多くはロンドンに不在であったが、王立協会、ロンドン化学会、工業化学会、工業化学研究所(Istitute of Chemical Industry)、醸造研究所(Istitute of Brewing)等が代表者を葬儀に派遣した。葬儀の参列者には、

家族の他に、ティルデン(Wm. Tilden)、レノルズ(E. Reynolds)、ガウランド(Gowland)、モンディ(Mondy)、ホジキンソン(Hodgkinson)等の化学者がいた。

ダイヴァーズの訃報は、4月11日に我国にも伝えられ、4月16日の東京化学会の常会において会員に報告せられ、一同起立して哀悼の意を表した。なお、東京化学会は、4月18日に、会長桜井銳二の名前により、遺族に弔詞を送った。さらに5月10日には、池田菊苗、併和為昌、近重真澄等15名の発起により、工部大学校、東京帝国大学理科大学時代における友人、同僚、門弟等66名が参じ、ダイヴァーズの石膏胸像<sup>2)</sup>と写真を囲み、追悼会が挙行された。この席上で、ダイヴァーズの後継者併和為昌は、「ダイヴァーズ先生の伝<sup>3)</sup>」なる追悼演説を行い、菊池大麓、浜尾新、小川正孝、近重真澄等が、追憶談を語った<sup>4)</sup>。

その後、大正15年(昭和元年)7月に、東京帝国大学有機化学教授の松原行一が、英國工業化学会年会に参加した折、ダイヴァーズの墓を訪れ、「ダイヴァーズ先生の墓に詣づるの記」を、写真と共に、東京帝国大学理学部会誌第五号(昭和2年3月)に発表した<sup>5)</sup>。ごく最近では、富山大学の林良重氏が、昭和53年にダイヴァーズの墓を訪ねておられる<sup>6)</sup>。近年では、海外旅行が盛んになっているので、この外にも、墓に詣でた人がまだいるものと思われる。

さて、私がお墓を訪ねたのは、昭和58(1983)年2月末のことである。墓地のあるブルックウッド(Brookwood)駅に行くには、ロンドンのウォータールー(Waterloo)駅より列車に乗らなくてはならないのだが、この駅からは、各方面に行く

日本における近代化学の父 E. ダイヴァーズの墓を訪ねて(藤井)

71

列車が出発するので、必ず駅の案内板(駅の入口の数ヶ所に、めくって見るよう、柱にとりつけられている)で、ブルックウッドを通る列車を、確認してから乗る必要がある。切符は、「ディ・リターン」(day return)という日帰り往復切符を買うと割安である(当時£3.20)。列車に乗ると、列車はロンドンの住宅街を通り抜け、小さな駅に停車しながら、次第にロンドン郊外へと進む。そのうち、景色はイギリス特有な小さな木立と草地へと変わり、途中ゴルフ・コースなどがあり、約30分で比較的大きな駅ウォーキング(Woking)に着く。目指すブルックウッドは、ウォーキング駅の次である。ウォーキングからは、森の木立が続いて、ロンドンからの所要時間約40分で、ブルックウッド駅に着く。ブルックウッド駅は、田舎のさびれた駅という感じで、当日もここで降りた客は、筆者一人であった。降車側には、改札口も駅員室もなく、すぐ墓地に続いている(切符の発売所は、反対側にあるが、そちら側も駅前には、喫茶店らしき店が一軒あるだけで、きわめて閑散としている)。

実は、あらかじめ墓地の管理事務所に手紙で、墓の所在をたずねておいたのだが、教えてくれたのは‘Grave No. 169949. Plot 124, R. C. Ring’ということだけであり、「旧いカトリック教会の傍にある」と傍書きがしてあったが、もちろんこれだけでは全く分らない。そこで、まず第一に、管理事務所を訪れることが先決であるが、日本式に事務所は入口付近にある、と勝手な想像をしたことが、失敗の始まりで、駅の周辺を歩いてみたのだが、建物は何もない、どこかにあるだろうと歩き出したのだが、これまた失敗で、たちまち広大きわまる墓地の中で道に迷ってしまった。無人の墓地をたった一人で歩きまわるのもあまり気持ちのよいものではないが、単調な景色のために、完全に前後左右の感覚を失ってしまった。心細くなってきた所で、ようやく、墓参りの中年男性にめぐり会った。そこで、管理事務所の所在を聞いたのだが、どうやら正反対の方向であった。だが、この男性は、親切にも筆者を車に乗せて、事

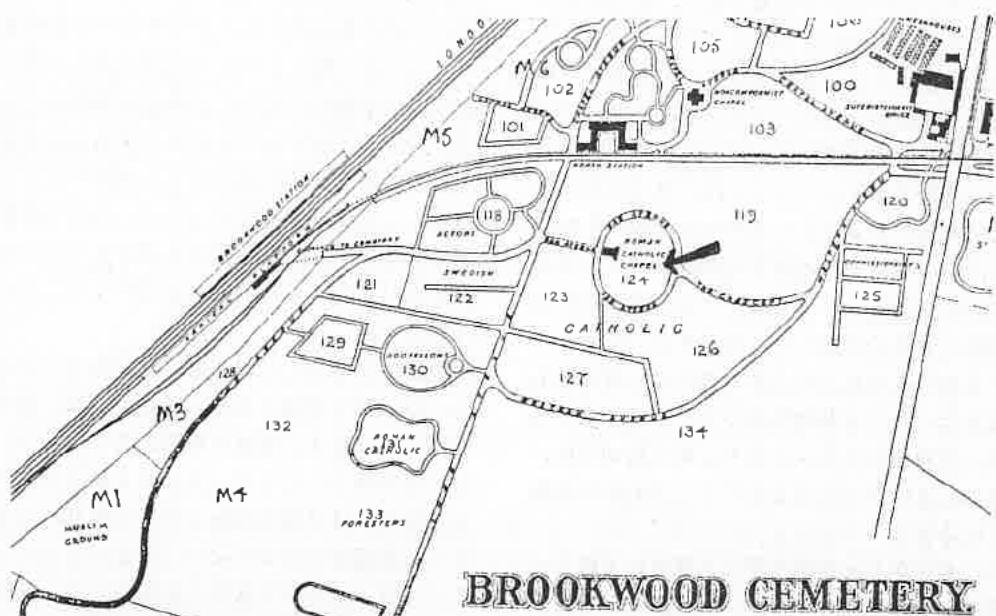
務所まで連んでくれた。途中話を交わしてみたら、朝鮮戦争の折、日本に立ち寄ったことがある、と言っていたが、なにしろひどいロンドン訛りで、きわめて理解し難い英語であった。余談になるが、日本人が学校で習う英語は、英國の知識人が話す英語で、庶民の話す英語は、場所それぞれに訛りがあり、全く発音が違うのである。例えば、筆者の滞在していたイングランド東北部の街ダラムでは、町の人の話す英語は訛りがあり、外国人には理解しにくい。(宿舎に掃除にくるおばさんの中で、とても分りやすい英語を話す人がいたので、「あなたの英語はとてもきれいで」とほめると、これは筆者と話すときは、わざと標準の英語で話すので、普段日常の英語はこういうのだと実演をしてみてくれたが、全く異なる言語のように思えた)。

余談はともかく、親切な男性(大ていの英国人は、きわめて親切である)のおかげで、管理事務所にたどり着き、墓地の地図を貰うことができた。事務所で、ダイヴァーズの子孫について尋ねてみたら、自分たちの知っている限り、墓を訪ねてくる家族は一人もいない、と言っていた。ここでダイヴァーズの家族のことについて述べてみると、彼には三人の子供がいた。長男のフレデリック(Frederick)は、中国で税関吏として勤めていたが、1891年に廈門で夭逝した。長女のイーディス(Edith)は、東京フランス公使館付武官であった伯爵ラブリ(Labry)と、次女のエラ(Ella)は、神戸に居住していたアメリカ人ティルデン(E.W. Tilden)と、いずれも日本で結婚した。また、前述の併和が書いたダイヴァーズの伝記によれば、ダイヴァーズは11~12歳になる孫を一人この世に遺したという。この孫が、誰の子供なのか、よく分らない。そういうえば、前述の東京化学会が遺族に送った弔詞の宛先は、‘Countess de Labry, Mrs. Tilden and Miss Moylan’である。前二人は、長女と次女であるが、三人目のMiss Moylanというのは、誰なのであろうか。この女性が、併和の言う孫なのであろうか。いずれにしても、現在では、縁者が絶えているようである。なお、ダ

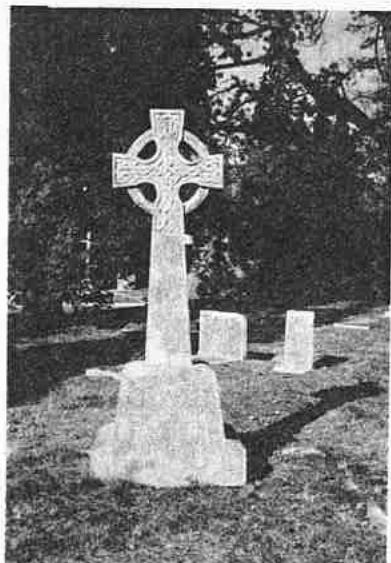
イヴァーズの妻マーグリート・テレサ (Marguerite Theresa) は、明治30(1897)年に東京で没している。

さて、事務所で貰った地図によると、意外にも目指すカトリック墓地は、駅から歩いて5分ばかりのすぐ近くにあった（なお管理事務所は、駅か

らはるかに離れた所にある。帰り道で気がついたのだが、事務所への道を示す小さな案内板が駅のそばにあった）。カトリック墓地は赤レンガ造りの荒れはてた、小さな山小屋風の教会が中心に建っていて、教会を回んで墓が放射状に並んでいる。ダイヴァーズの墓は、教会の後方東側に立つ



BROOKWOOD CEMETERY



ダイヴァーズのお墓



カトリック教会

#### 日本における近代化学の父 E. ダイヴァーズの墓を訪ねて（藤井）

ていた。カトリック墓地の墓は、地上に横たわる型が多いが、写真で見ると分るように、ダイヴァーズの墓は、十字架に円形をあしらった石塔で、近隣の墓に比べても、ひときわ目立つ、堂々たる美しい墓であった。

墓には、正面と左侧面に墓碑銘が刻んであった。正面は、ダイヴァーズと東京で没した彼の妻テレサの生没年であり、左侧面は、天逝した長男フレデリクと、エレンなる女性の生没年であった。エレンは、テレサの生家フィツ杰ラルド家の者であり、生年から判断すると、テレサの姉のように思われる。しかし、なぜフィツ杰ラルド家の女性が、ここに葬られたのであろうか。

筆者は、遠い異国において、その国における化

#### (正 面)

IN LOVING MEMORY OF			
EDWARD DIVERS, M.D.F.R.S.			
BORN	NOV <sup>R</sup>	27th	1837
DIED	APRIL	8th	1912

R.I.P.			
MARGUERITE THERESA			
FITZGERALD DIVERS			
BORN	MAY	10th	1842
DIED	DEC <sup>R</sup>	9th	1897

#### (左側面)

FREDERICK JAMES DIVERS			
BORN	JUNE	6th	1866
DIED	FEB <sup>Y</sup>	15th	1891

R.I.P.			
ELLEN FRANCES FITZGERALD			
BORN	AUG	18th	1840
DIED	JUNE	19th	1914

学の教育と研究に、生涯の大半を捧げた化学者の墓に合掌し、この化学者が播いた一粒の化学の種がすくすくと成長し、ノーベル賞受賞者が出現するまでに育ったことを墓前に報告した。しかし、帰路の途中で考えたのだが、このような立派な墓を建てたのは、誰だったのだろうか。墓の様子から考えると、かなり裕福な者であるに違いない。そう考えると、施主は、フランスの伯爵と結婚した長女イーディスであったように思われる。だが Miss Moylan とは、そもそも何者なのであろうか。依然として謎は残る。現在、ダイヴァーズの血筋が生存しているとすれば、フランスやアメリカにいると思われる、長女や次女の孫達であるが、彼らは母方のイングランド人の祖父については、もはや忘れてしまったのだろうか。

筆者は、ダイヴァーズが、ローマ・カトリック教徒であったことに、興味をそそられた。なぜならば、歴史的に考えて、16世紀のイングランド国教会の成立以後、カトリック教徒はイングランドにおいて追害された少数派であったからである。そのことが、ダイヴァーズ来日の契機の一つではないかと考えることもできる。ダラムに帰った後に、ナイト博士にこのことを尋ねてみたら、カトリック教徒への差別は、19世紀にはすでになくなっていた。オックスフォード大学やケンブリッジ大学にもカトリック教徒の教授が在任したから、まず問題はなかったのではないか、とのことであった。

#### 注

- 1) *Nature*, 89, 170 (1912).
- 2) ダイヴァーズの胸像は、彼が帰英した翌年に、門下生により造られた。現在、東京大学理学部化学科の中庭にある。
- 3) 『東京化学会誌』、第33號、会員伝記、1-26頁、明治45年。
- 4) 『前掲誌』、539-541頁。
- 5) 松原先生古稀祝賀会編『イチ子雑集』、河出書房、昭和16年、186-196頁。
- 6) 林良重「ダイヴァース先生の墓探し」、『蟻塔』、25、No. 3、16-18 (昭和54年)。

## 会 報

化学史学会発足以後の活動を次のとおり御報告いたします。

1984年度第1回理事会 1984年12月1日(土)14時より  
東洋大学1号館経営研究所事務室で開催。出席者11名。

報告 各担当理事より所管事項の報告があった。

議事 1. 理事の任務分担の件。次回理事会で決定することとした。2. 会費徴収方法の変更(送料学会負担とする)の件、承認。3. 会誌に10周年記念年会特集を編集する件、承認。4. フェムテックよりの事務依託費値上げ要求の件、議論された。5. 学術會議推薦人1名(化学)を柏木会長とする件、承認。

1985年度第1回理事会 1985年1月19日(土)14時より  
東洋大学甫水会館第一会議室で開催。出席者13名。

報告 各担当理事より所管事項の報告があった。

議事 1. 日本化学会春季年会、特別講演座長決定の件、承認。2. 古い領収書整理の件。3. 会誌バックナンバー各5部永久保存の件、承認。4. 新入会員に会則、細則、投稿規程送付の件および別刷100部をつくる件、承認。5. 理事任務分担、会の事務内容の件、承認。

1985年度第2回理事会 1985年2月23日(土)14時より  
お茶の水女子大学化学演習室で開催。出席者13名。

報告 各担当理事より所管事項の報告があった。

議事 1. 学術會議候補者の件、推薦しないことにした。2. フェムテックより事務依託費値上げ申し入れの件、現在の経済状態では無理であるとして、移転を検討することになった。3. 会誌販売価格変更の件、承認。4. 広告を委員が直接交渉する件、承認。5. 日本化学会年会での化学史部門、化学教育部門での参加費不平等の件、来年度改めて交渉することに決定。6. “化学史研究春の学校”を化学史学会後援とする件、承認。7. 別刷代請求、計算の件、100部以上の代金計算法は編集委員会に任せることを承認。

1985年度第3回理事会 1985年3月30日(土)14時より  
東洋大学甫水会館第一会議室で開催。出席者14名。

報告 各担当理事より所管事項の報告があった。

議事 1. 事務局を千葉工大山口研究室に移転する件、承認。2. 事務局移転に伴い、山口理事の作成した組織図にしたがって事務を遂行する件、承認。3. 会誌年会特集号非会員その他への販売の件、承認。4. 別刷を上製と並製とし、料金を改定する件、承認。5. 1985年度年会

準備委員の件、承認。

第11回編集委員会 1984年10月12日(金)、東洋大学甫水会館第一会議室、つぎの事項について報告および審議を行った。

1) 1984年第4号の編集作業の進行状況、2) 投稿原稿の審査報告と处置、3) 年会講演者への投稿勧誘策、4) 投稿規程の改訂。

1984年度第1回編集委員会 1984年11月10日(土)、喫茶店「ルノワール(高島屋前店)」、出席者8名。つぎの事項について報告および審議を行った。

1) 1984年第4号内容の最終決定、2) 1985年第1号に掲載すべき原稿の検討、特にシンポジウム特集の具体化、3) 新規投稿原稿の審査依頼、4) 学会新発足を機会に機関誌の見直し(i)本文の文字を大きく、(ii)表紙のデザイン変更、(iii)新分野(例えば技術史)の開拓。

第2回編集委員会 1984年12月1日(土)、東洋大学経営学部会議室、出席者8名。つぎの事項について報告および審議を行った。

1) 投稿原稿審査結果の報告と处置、2) 新投稿論文(2編)の審査依頼、3) No.1号特集記事(シンポジウム“化学史研究会の10年を振り返って”)の編集方針、等。

1985年度第1回編集委員会 1985年1月19日(土)、東洋大学甫水会館第一会議室、出席者7名。つぎの事項について報告および審議を行った。

1) 投稿原稿審査結果の報告と处置、2) 新投稿原稿(2編)の審査依頼、3) No.1号からの本文印刷形式(活字の大きさおよび行数)の変更、等。

第2回編集委員会 1985年2月23日(土)、お茶の水女子大学化学演習室、出席者8名。つぎの事項について報告および審議を行った。

1) 投稿原稿審査結果の報告と处置、2) 新投稿原稿(1編)の審査依頼、No.1(通算No.30)号原稿の最終決定、等。

第3回編集委員会 1985年3月30日(土)、東洋大学甫水会館第一会議室、出席者7名(ほかに書記1名)。つぎの事項について報告および審議を行った。

1) 投稿原稿の審査結果の報告と处置、2) 新投稿原稿(1編)の審査依頼、3) 表紙デザインおよび誌面レイアウトの変更、等。

## お 知 ら せ

日本化学会では、今年秋の合同大会について、次のように講演を募集しておりますので、お知らせします。

日本化学会第51秋季年会(含連合討論会)・

化学関係学協会連合協議会研究発表会 合同大会

主催 日本化学会・化学関係学協会連合協議会  
一般研究発表およびシンポジウム応募講演の講演申込要項

標記合同大会は下記により開催を予定しておりますので、講演希望者は下記要項をご参照のうえお申し込み下さい。

会期 10月4日(金)～7日(月)

会場 金沢大学城内キャンパス(金沢市丸の内1-1)  
およびその周辺

講演申込締切 5月31日(金) 17時[必着]

予稿原稿締切 7月31日(木) 17時[必着]

申込方法 講演申込希望者は、所定の講演申込予稿集用原稿をご利用のうえ、それぞれの締切日までにお送り下さい。なお、講演申込用紙などご希望の方は、下記あてお申し込み下さい。

講演申込先・講演申込用紙請求先

〒101 東京都千代田区神田駿河台1-5

日本化学会第51秋季年会係(電話 03-292-6169)

## 1. 一般研究発表

1. 講演内容は未発表のものに限る。

2. 講演時間は1件10分(講演7分、討論3分)の予定。

3. 予稿原稿は、オフセット原稿用紙1枚。(1,390字)

4. 講演はOHPを使用のこと。スライドプロジェクターは使用できません。

5. 申込講演の採択およびプログラム編成は、第51秋季年会実行委員会に一任のこと。

6. 申込講演の内容により、シンポジウム講演に移行する場合があるのでご了承下さい。

## 7. 講演申込分類

1. 化学教育・化学史、2. 物理化学・構造、3. 物理化学・物性、4. 物理化学・反応、5. 無機化学、6. 錯体・有機金属(①錯体、②有機金属)、7. 有機化学(①、構造と物性、②反応機構)、8. 有機化学・反応と合成(①、脂肪族・脂環式化合物、②芳香族化合物、③複素環化合物、④ヘテロ原子化合物、⑤有機金属化合物、⑥有機光化学、⑦有機電気化学、⑧その他)、9. 天然物化学(構造、合成、生合成など)、10. 生物無機化学、11. 生物有機化学、12. 生体関連化学、13. 分析化学、14. 高分子、15. コロイ

ド・界面化学、16材料、17機能物質、18資源、19エネルギー、20環境・安全化学、21. 化学情報・計算機化学

## 2. シンポジウム

1. 講演内容は既発表の部分を含んでも差し支えないが、下記の主題に沿って討論できるものとする。

2. 講演時間は1件20分(講演15分、討論5分)の予定。

3. 予稿原稿は、オフセット原稿用紙1枚。(1,390字)

4. 講演は原則としてOHPを使用のこと。

5. 申込講演の採択およびプログラム編成は、第51秋季年会実行委員会に一任のこと。

6. 主題(趣旨)、招待講演、依頼講演、パネル討論

## 【A】講演を公募するシンポジウム

1. 化学教育の明日を考える—化学教育の過去・現在そして未来—

日本に化学が伝えられて以来約一世紀半を経た。この間に、日本の化学は世界に学び、追いつき、そして今や世界のトップレベルに立つに至った。しかし、一方においては、生徒・学生の物質離れが目立ち、教育界をはじめ化学の各分野の後継者育成をめぐって、将来に暗雲がないわけではない。この時期に、21世紀に向けての化学教育の展望を幅広く探る。

## 招待講演

## ○化学の教育と化学史—隔世遺伝の思考—

(金沢大理) 阪上 正信

○津田 栄先生の教育化学(富山大教育) 林 良重

○発想・失敗・成功と工業化(神戸大工) 松本 恒隆

○化学史における元素観と原子論

(同志社大工) 島尾 永康

パネル討論 パネリスト(北大理) 藤本 昌利

(埼玉大理) 下沢 隆

(神戸学院大) 加藤 俊二

## 応募講演

例えば下記のテーマに関する講演の応募をお待ちします。

○化学史・化学技術史(化学史、化学史の教材化など)

○学校内教育(指導法・教材の開発、実践例、コンピューターの利用、新素材を用いた教育法、クラブ活動など)

○学校外教育(企業内教育、社会人教育、現職教育など)

○試験と評価(学内試験、入学試験、入社試験の問題と評価)

○その他(企業の求める人材、化学教育への提言など)

### 編集後記

本号を手にした会員の方々には、表紙などの体裁が変り、頁数も厚くなっていることにお気づきでしょう。これは本会創立10周年を機に本誌をより充実させ、国際的にも発展させるために手を加えたからです。この最終ページには、従来表紙3にあった奥付を英文混りにして移動し、会員の便宜のため各種問合わせ先を一覧できるようにし、さらに、賛助企業に謝意をこめてその名前を載せることにいたしました。本文の方では、引用ミスをなくすために、各号毎のノンブルを止め、年間通しページのみに改良しました。また、読者が筆者に連絡をとりやすいように連絡先を欄外に記してあります。それから、本文活字を従前より1ポイント上げて9点にいたしました。かなり読みやすくなっていると思いますが、いかがでしょうか。

10周年記念特集を組んだ関係で本号は通常よりかなり厚くなってしまいました。これは、昨年総会において会費相当期間を年度制から各年毎に切りかえたことのうめ合わせとお考え下さい。ともかく本特集によって化学史研究の現状と意義に会員のご理解が得られ、本誌にも積極的にご投稿頂き、本誌がますます順調に発展していくことを、この機会に改めて祈念している次第です。

そのような折、たまたま岡村誠三先生から化学史研究の重要性を説かれる一文が広場としてご寄稿頂きました。むしろ本号の巻頭を飾るにふさわしい内容と編集委員会では判断しました。時宜を得た玉籞に一同大変よろこんでおります。(山口)

### 編集委員

(委員長) 柏木 肇	
井山 弘幸	藤井 清久
小塙 玄也	古川 安
龜山 哲也	武藤 伸
島原 健三	山口 遼明

### 賛助会員名簿(50音順)

三共網  
三共出版網  
塩野義製薬網  
鶴賀生産研究所  
積水化成品工業網  
武田科学振興財團  
田辺製薬網有機化学研究所  
鶴屋書店  
肥料科学研究所

### 各種問合わせ先

- 入会その他 → 化学史学会連絡事務局
  - 郵便: 〒133 東京小岩郵便局私書箱46号
  - 振替口座: 東京 8-175468
  - 電話: 0474 (73) 3075 (直通)
- 投稿先 → 『化学史研究』編集委員会
  - 〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1
  - 東京工業大学工学部教育方法研究室 藤井清久 氏付
- 別刷・広告取扱い → 大和印刷(奥付参照)
- 定期購読・バックナンバー → (書店経由)内田老舗圖

化学史研究 1985年第1号(通巻30号)  
1985年3月30日発行

KAGAKUSHI 1985, No. 1. [定価 2,000円]

編集・発行 ④化学史学会 (JSHC)

The Japanese Society for the History of Chemistry  
編集代表者 柏木 肇  
President & Editor in Chief: Hazime KASIWAGI  
習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学工業化学科内  
c/o T. YAMAGUCHI, Chiba Institute of Technology, Narashino, Chiba 275, Japan  
Phone 0474 (73) 3075

### 印刷 大和印刷

〒173 東京都板橋区栄町25-16  
TEL 03 (963) 8011 (代)  
発売 (書店扱い) 櫻内田老舗圖  
〒102 東京都千代田区九段北1-2-1  
TEL 03 (262) 2889 (代)  
Overseas Distributor: Maruzen Co. Ltd.  
P.O. Box 5050, Tokyo International, 100-31 Japan.  
Phone 03 (272) 7211; Telex, J-26517.

## 会告

### 会費納入について

昨年12月に1985年分(過年度未納者にはその分も)の会費納入について郵便振替用紙(料金加入者負担の用紙)をお送りいたしましたが、未だ払込を済まされていない方がおられます。本号発行時点において未着の方には封筒の宛名シールに赤で会費未納のスタンプが押してあります。二つ以上押してある方は2年分以上滞納という意味です。お確かめのうえ必ず郵便振替(東京 8-175468 化学史学会)でお納め下さい。84, 85年は5,000円、それ以前は4,000円です。行き違いの節にはどうぞお赦し下さい。ご不審の場合は、事務上のミスということもありますので遠慮なく新しい事務局の方へお問い合わせ下さい。

なお、会員カードも同時にお送りいたしておりますが、まだの方は記入して返送して下さい。

### 本誌バックナンバー販売について

本誌のバックナンバーは、お蔭様で残部が少なくなりましたが、第2号(1974年)以外はまだ余裕がありお頒けできる状態です。内田老舗圖発売『化学史研究』〇〇年の号と御指定のうえなるべくお取引きの書店を通じて御注文下さい。頒価は一部2,000円です。

会員の方でお急ぎの折には事務局の方へお申し込み頂ければお送りします。なお、通巻第1号(1974)から第25号(1983年第3号)までの総目次は、1984年第1号巻末にまとめてありますので参考にして下さい。

### 本誌別刷の形式および料金の改訂について

1985年第2号分より別刷料金を下記のように改訂させて頂きたくお知らせ申し上げます。今回の大きな改正点は、上製・並製の二本立てにしたことです。

上製は従来通り各個に表紙を印刷、他人の部分は白ページにし、のり付製本したもので、最低部数を50部とします。並製は価格を抑えるために新たに設けた簡易型で、本誌の表紙をそのまま薄紙に印刷した表紙を用い、印刷の都合上本文前後に他の部分がそのまま入ることがあり、製本せずに裁断した状態のままのものを表紙と共にお送りしてご自分でホッチキス等で留めて頂く形式のもので、申し込み最低部数を30部といたします。上製・並製ともに最低部数以上10部単位でお申し込み下さい。

著者校正の際に申し込み用紙をお送りしますので校正と一緒に印刷所へ返送して下さい。料金は、トレス代などと共に別刷と一緒に印刷所の方から請求書が参りますから一括してお支払い頂くことになります。

### 『化学史研究』別刷料金(1985年4月改訂、送料別)

	5頁まで	6~10頁	11頁以上
上製	50部(最低)	10,000円	12,000円
	10部増每	1,500円	2,000円
並製	30部(最低)	4,000円	5,000円
	10部増每	1,000円	1,500円