

化学史研究

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society for the History of Chemistry

1985 No. 2

近代の考古学的発見とその科学的研究による製紙の起源について……………	潘 吉 星 (77)
寄 書 L. Gattermann と有機合成 ——その発見をめぐる——	
……………	竹林松二 (81)
解 説 吉田彦六郎と彼の研究……………	木下圭三・後藤良造 (86)
教育シリーズ アヴォガドロの1811年論文の検討……………	大野 誠 (95)
技術資料 化学技術研究所の歴史的記念物……………	亀山哲也 (108)
広 場 化学史研究第1回「春の学校」を終えて……………	大野 誠 (111)
紹 介 高宮信夫・山口達明著『化学の方法』……………	小塩玄也 (119)
……………	柏木 肇・柏木美重編著『科学史入門』……………鎌谷親善 (120)
資 料 化学史および周辺分野の新刊書(1984)……………	編集部 (122)

On the Origin of Papermaking in the Light of Scientific Research on Recent Archaeological Discoveries……………	PAN Jixing (77)
L. Gattermann and Organic Syntheses —— The Circumstances of His Discoveries——……………	Matsuji TAKEBAYASHI (81)
Hikorokuro Yoshida and His Research……………	Keizo KINOSHITA and Ryoza Goto (86)
Avogadro's 1811 Paper Reconsidered……………	Makoto OHNO (95)

化学史学会

会 告

1985年度年・総会の御案内

本年度の年会は、10月26日(土)・27日(日)の両日にわたって同志社大学(京都市上京区)において行われます。26日夕方には総会、懇親会が開催され、27日午後には見学会が催される予定です。今回のシンポジウムのテーマは「日本の化学・中国の化学」ということで、中国自然科学院の潘吉星教授の特別講演が予定されております。プログラムの詳細および各講演要旨は、第3号(9月中旬刊行予定)でお知らせいたします。

「化学史サロン……夏の集い」

日 時：1985年8月28日(水) 午後1時開場

会 場：東洋大学2号館3階会議室(東京都文京区白山5-28-20)

都営地下鉄三田線白山下車5分または都バス東洋大学前

プログラム：

13時30分～18時00分

1. 明治前期の化学と舎密学論争……………廣田 鋼蔵
2. 江戸から明治への化学……………大沢 真澄
3. 国際科学史会議のトピックス……………古川 安

コーヒー・ブレイクはこの間に適宜に入れる。

18時～夕食会

参加費：500円程度(夕食会費2,000円程度)

本年3月に名古屋で開催された『春の学校』に触発されて、何人かの有志が話し合う中に浮かんで来た企画です。

あまり形式にこだわらずに、化学史をめぐる知的会話を楽しむことを主な目的の一つに置きました。そのため、特に“サロン”と名付け、話題提起に40分～50分、それをもとにしての意見の交換にも40～50分(合計一つの話題あたり1時間30分)と、ゆっくりと時間をかける計画にしてみました。

夏の昼下がりの半日余りを、楽しく、有意義に過ごすことができることと信じ、多数の方々の御参加が得られるものと期待しております。

勿論、化学史学会の会員が主ではありますが、会員以外の方々の参加も歓迎します。

世話人：鎌谷 親善、永松 一夫、古川 安、武藤 伸。

連絡先：永松 一夫(〒177 東京都石神井局私書箱第39号)

◎ 出張扱いにするために必要な方には「夏期特別研究会出席要請書」といったような書類を学会から発行致しますので、学会事務局までお申し出下さい。

会員番号制新設と会費納入状況について

本号をお送りした封筒の宛名シールをご覧下さい。お名前の右側にあるのが貴殿の会員番号です。事務処理の都合上、今回より新たに会員番号制を採用することに致しましたので、お問い合わせ・住所変更・会費納入の際などに氏名に併記して頂くようお願い申し上げます。最初のカタカナは名簿上の分類、次の数字2ケタは入会年次です。学生会員にはSがついています。

次に、お名前の下にあるのが会費納入状況です。例えば、FEE 84 というのは1984年分まで納入されているという意味で、85年分について「会費未納」の赤いスタンプが一つついているはずです。宛名シールと同じデータを会費納入台帳として管理致しますので、会員の方には毎号納入状況がチェックできることになります。未納の方は本号にとじ込んである振替用紙を利用して納入して下さい。

近年の考古学的発見とその科学的 研究による製紙の起源について

潘 吉 星*

(大沢眞澄・塚原東吾共訳)

製紙、羅針盤、火薬、印刷術は古代中国の四大発明である。製紙の発明は書写材料に変革をもたらし、人類の文化の発達に大きな役割を演じてきた。歴史家范曄(395—445)の記録によれば、紙は紀元105年に宦官の蔡倫(61—121)によって発明されたものである。しかし8世紀から12世紀にかけての他の研究者たちは、東漢時代(2世紀)以前から紙はあったと考えた。蔡倫の貢献は植物繊維から改良した紙を作ったという点にあった。

蔡倫以前では紙を作るためにどのような原料が使われていたのであろうか。そして誰が製紙の発明者なのであろうか。これらの問題については、長い間中国の内外で論議されてきた。初期の製紙技術に関しては、従来その研究を進めてきた研究者は少なかった。この問題は1940年代まで解決されなかったのである。それ以前の多くの人々が紙は蔡倫によって発明されたと信じていたのは、伝統的な考えに反駁するのに十分な証拠がなかったためであった。幸いにも今世紀になって中国では近代的な考古学的発掘がすすみ、製紙の起源に関する問題を解く多くの貴重な実物資料が得られてきた。

いろいろな地域における近年の考古学的調査と、発見された紙についての結果を列挙してみよう。著名な中国の考古学者故黄文弼博士は1933年に新疆のロブノールで紀元前2世紀ののろし台の近くから、薄黄色の紙の小片を初めて発見した¹⁾。

* 中国北京市 中国科学院自然科学史研究所

それは紀元前49年よりも後で作られたものではなく、すなわち紀元105年よりは少なくとも154年は早い時期である。この重要な発見から、蔡倫以前にも麻の繊維から作られた紙が実際にあったということが証明された。しかし、この紙片は1937年に戦火で損なわれた。

しかしながら1957年に、別の紙片が陝西省西安市の近く灊橋の建築現場で古い墳墓から発見された²⁾。それは紀元前87年より後に作られたものではない。科学的研究の結果、これは生糸質の繊維で作られていると考えられ、植物繊維による紙はやはり蔡倫によって発明されたとされていた。しかし我々が1964年と1980年に行った顕微鏡分析の結果、それは生糸質ではなく麻の繊維で作られていたことが判明した³⁾。さらに検討した結果、その紙片が植物繊維を用いて作られた最も古い紙であることを確認した。紙が2千年前の西漢時代(紀元前2世紀から紀元前1世紀)の工人によって実際に発明されたという事実を、物質的な証拠から明らかにすることができたことに大きなよろこびを感じている。

その時以来、古代の紙の発掘は考古学者によって、より注目されることになった。紀元前に作られた初期の紙の資料が様々な地域で徐々に見つられ、素晴らしい発見が一つ一つなされてきた。1973年に北西甘粛地方の考古学の専門家たちは、長城の西端に近いエチナ河の堤の軍駐屯地、金関で紀元前52年と紀元前6年の別々の2片の麻の紙

を発見した⁴⁾。それから5年を経た1978年の12月に、考古学者たちは陝西省扶風県中顔村で、紀元前2世紀から紀元前1世紀の陶製のつぼの中に、いろいろなものの塊りがあるのを発見した。彼らはつぼの中の物を順に取り出し、その出土品の中から2片の紙を発見した⁵⁾。1980年、分析により、我々はそれが麻の紙であると認めた。それは宣帝の治世期(紀元前73年—紀元前49年)に属する。

最新のものは1979年に発見された。甘粛省の考古学専門家たちは、8片の麻紙を含む多くの木簡を、シルクロード沿いの敦煌県の北西部馬圈湾にある、西漢時代ののろし台の廃墟で発見した。それらは紀元前1世紀から紀元後の非常に早い時期に作られたものである。我々は1980年に顕微鏡分析を行い、それら全てが麻の繊維で作られていることを証明した。

つまり紀元前のものと決められた麻でできた植物繊維紙は、中国の諸地域で1933年、1957年、1973年、1978年、1979年の5回にわたり発掘されている。それらの年代は報告書にみられるとおり専門家により全て決定されている。発掘された紙のうち4種は、著者や他の研究者によって数回、実験室での顕微鏡分析と化学分析がなされている⁷⁻⁹⁾。1980年に行われた我々の総合的な研究の結果を一覧表に示す。

我々の顕微鏡分析によれば、紀元前に作られた全ての紙は、麻(*Cannabis sativa* L. 日本名はアサ、漢名は大麻)とカラムシ(*Boehmeria nivea* Gaud. 漢名は苧麻)でできている。どの一つも生

糸質の繊維からはできていない。各々の紙の繊維の長さの平均は1—2.2mmで、幅の平均は19—21 μ (1 μ は千分の1mm)である。生の麻とカラムシの繊維の大部分の長さは、各々12—25mm、120—180mmである。これより麻の繊維は生ではなく処理されていることが判明する。繊維は全て叩解されて、様々な長さになっているが、最も初期の灋橋紙のみは後代の繊維の様には叩解されていない。発掘された古代の紙は、0.28—0.33 g/cm³の密度を持っており、これはふつうの手製の紙の範囲内にある。全ての古代の紙は、主に叩解により、様々な方向に織り混ざった単繊維や、ばらばらになった繊維からできている。

薄黄色をした灋橋紙を除くと、金関紙、中顔紙、馬圈湾紙—Vは全て40%以上の輝度を持っている。塩化亜鉛試薬とヨウ素溶液を用いて(ZnICl)処理すると、紙の繊維はワインレッド色に変わる。これは紙を作る原料が塩基性溶液で蒸煮されたことを示している。古代では塩基性の溶液を作るために、アカザ(*Chenopodium album*)の灰が使われた。なぜなら、それは炭酸カリウム(K₂CO₃)、つまり弱酸(炭酸; H₂CO₃)と強塩基(水酸化カリウム; KOH)からなる塩を含有するからである。そのため溶液はアルカリの性質を示す。中顔紙と馬圈湾紙の表面には、“織り型”と呼ばれる形式のかすかな簾の文様を見ることが出来る。一連の観察と技術的なデータから、以下の結論に達した。

1. 紙は紀元前2世紀から紀元前1世紀の西漢

発掘された紙の顕微鏡分析の結果(紀元前および後代に作られたもの)

番号	紙の名称	製造年代	発掘年代	大きさ cm	原料	厚さ mm	重さ g/m ²	輝度 %	密度 g/cm ³	繊維の長さ (平均) mm	繊維の幅 (平均) μ
1	灋橋紙	140—87 B C	1957	10×10	麻	0.10	29.2	25	0.29	0.88	20.55
2	金関紙—I	52 B C	1973	9×21	〃	0.22	61.7	40	0.28	2.19	18.73
3	中顔紙	73—49 B C	1978	6.8×7.2	〃	0.22	61.9	43	0.28	2.12	20.26
4	馬圈湾紙—V	8—23 A D	1979	17.5×18.5	〃	0.29	95.1	42	0.33	1.93	18.18
5	漢紙(模造品)	1965		24×36	〃	0.14	38.9	42	0.28	2.84	22.10
6	現代紙	1980			〃	0.10	38.5	45	0.45	1.56	20.89



中国漢代製紙工程図 (潘吉星『中国製紙技術史』邦訳版)

時代に発明された。従ってその発明者は蔡倫ではなく、無名の工人たちであった。

2. 紀元前と年代が確定された紙は、後の時代に作られたものと全く同じように全て麻かカラムシからできている。生糸質繊維で作られた紙は未だ見出されていない。
3. 初期の紙の原料、性状、表面の形状を決めることができた。また野外での模造品を作る実験によっても、初期の紙を作るための技術的な過程と道具について、はっきりした理解を得ることができた³⁾。

次に模造品を作る実験に基づいて、西漢時代の製紙の流れ図を示す。最初に原料(ぼろ、使い古した魚網、すり切れたロープの切れはし等)を水に漬け、鉄の斧で細かく切る。足か木の棒を用いて原料を川で注意深く洗った後、塩基性の溶液で処理する。熟練工は何種類かの植物(アカザが最もよい)を燃やし、植物灰を水と混ぜる。汙別して蒸煮用の溶液を得る。溶液は鉄の鍋に入れる。その上には木の桶があり、間には鉄の格子がある。原料は桶に入れ、いくらかの塩基性溶液をそれに注ぎ、桶にふたをする。原料は20時間以上蒸煮され、桶に入れ一晩おく。

蒸煮の後、原料を桶から取り出し、川で洗い、石臼に入れ、紙パルプを作る。当時は二種類の臼があった。パルプを再度洗い、それを石か木の槽に入れ、きれいな水と混ぜ、パルプを連続的にかき交ぜる。熟練した製紙職人は一枚の紙を作るために、槽の中に紙すき用枠を入れ、次いで槽から引き上げ、外におく。乾かした後、その紙すき用枠から紙をはずし、四隅をそろえて切るために何枚も重ねる。このようにして同じ大きさのたくさんの白い紙ができる。

以上に述べたことから、製紙の起源に関する問題は初期の紙の標本の科学研究により解決された。実践のみが真理を検証する判断基準であるから、伝統的な考えを支持する必要はない。我々は将来、古代の紙の新しい発見があることを固く信じるものである。新しい視点は中国や日本の友人も含む外国のすぐれた研究者たちによって支えられてきている。ここで我々は彼らへの感謝の意を表したいと思う。しかしながら、蔡倫の果たした貢献と役割は全く否定されてしまったのであろうか。我々の回答は否である。

蔡倫は今でも彼の果たした貢献によって認められるべきである。彼は彼の先駆者たちの麻紙を作る技術的経験を総合し、書写のための高品位の紙の生産を組織した。その結果彼は麻紙作りの技術を進歩させ、普及させた。第二に、彼は工人にカジノキ(*Broussonetia papyrifera* Vent. 漢名は楮)の繊維から樹皮紙を作ることを指導し、製紙の原料となる資源を拡張した。樹皮紙はまさに技術革新の賜物であった。つまり、彼は過去と未来をつなぐために尽くした技術革新者なのであった。

製紙は他の古代の技術と同様に、一人の人間の偶然の発見によるものではなくて、史的な進化の間になされてきたものにちがいない。製紙に関する我々の経験が教えるのは、個人では製紙の工程を完成することはできず、それは協同作業であるということである。歴史の記録によれば、中国の筆は秦朝の將軍であった蒙恬(紀元前3世紀)によって発明された。しかし考古学の調査結果は、

人々は商王朝(紀元前16世紀—紀元前12世紀)か、それよりも早くから筆を使い始めていたことを証明した。これも歴史の記録を事実がくつがえしたという別の例である。これ以上蔡倫が紙を発明したという説を続ける理由はない。

参 考 文 献

- 1) 黄文弼,『羅布淖爾考古記』,北平,1948, p. 168.
- 2) 程学華,「陝西省灊橋発現西漢の紙」,『文物参考資料』,1957, No. 7, pp. 78-81.
- 3) 潘吉星,「世界上最早的植物纖維紙」,『文物』,1964, No. 11, pp. 48-49;『化学通報』,1974, No. 5, pp. 45-47;『中国製紙技術史』(佐藤武敏訳),東京,平凡社,1980, pp. 30-92.
- 4) 初仕賓,任步雲,「居延漢代遺址的発掘和新出土的簡冊文物」,『文物』,1978, No. 1, p. 6.
- 5) 羅西章,「陝西扶風中顔村発現西漢窖藏銅器和古紙」,『文物』,1979, No. 9, pp. 17-20.
- 6) 岳邦湖,呉初驤,「敦煌馬圈湾漢代烽燧遺址 発掘簡報」,『文物』,1981, No. 10, pp. 1-8.
- 7) 潘吉星,苗俊英,張金英,馮文辛,林銘寬,胡玉熹,「对新中国四次出土西漢紙的綜合分析化驗報告」,1981年3月(待発表).
- 8) 劉仁慶,胡玉熹,「中国古紙の初步研究」,『文物』

1976, No. 5, p. 74.

9) 許鳴岐,「考古発現否定了蔡倫造紙説」,『光明日報』,1980年12月3日.

〔著者紹介〕

本論文の著者^{ペンジ-シン}潘吉星教授は、中国科学院自然科学研究所主任研究員(ケンブリジ大学ロビンソン・カレッジ・フェロー、ペンシルヴェニア大学客員教授)で、日本の化学史研究者には、著書『中国製紙技術史』(佐藤武敏訳,平凡社,1980)で知られており、その他に著作『革命化学者ショーレンマー』(北京,1978)や多数の論文がある。潘教授の論文を含む、最近の中国化学史家の論文が、島尾永康教授によって、本誌の前号(1985, pp. 57-67)に紹介されている。本論文は、本誌のために、特別に御寄稿下さったものである。原論文は、英文であったが、読者のために、大沢眞澄・塚原東吾両氏に翻訳をお願いした。(編集委員会)

On the Origin of Papermaking in the Light of Scientific Research on Recent Archaeological Discoveries

PAN Jixing

(Institute for History of Science, Academia Sinica, China)

From the archaeological discoveries and technological data we reached the following conclusions:

1. Paper was invented in the Western Han dynasty, during the 2nd to the 1st century BC. Its inventor, therefore, was not Cai Lun, but craftsmen whose names are unknown.
2. Paper dated before Christ was all made of hemp or ramie fibers, just like that

made in the later periods. Paper made of silk fibers has not been found so far.

3. We have been able to determine the raw materials, characteristics and outward forms of early paper. With the help of imitative field experiments we also could gain a clear idea of the technical processes and apparatus employed in making early paper.

〔寄 書〕

L. Gattermann と 有 機 合 成

——その発見をめぐって——

竹 林 松 二*

はじめに

『有機化学実験書』(*Die Praxis des organischen Chemikers*)の著者として著名なガッターマン(Ludwig Gattermann, 1860—1920)は彼の名を冠するいくつかの反応でも知られる合成化学者である。ここで彼が開発した合成反応の発見の経緯を通して、彼の研究態度に触れてみようと思う。

1. ガッターマンの研究活動

ガッターマン¹⁾は1860年4月20日、北ドイツの Goslar (Goslar) に生まれた。はじめハイデルベルク大学でブンゼン(Robert Wilhelm Bunsen, 1811-1899)のもとで化学を学んだが、間もなく1882年ベルリンの商工科大学(Gewerbe Akademie, 後の工科大学 Technische Hochschule)に入って、有機化学者リーベルマン(Carl Theodor Liebermann, 1842—1914)の研究室で有機合成の指導を受けた。当時は有機実験の指導書がなかったので、学生は手元にある実験法の記載によって練習したのであった。この経験は後年彼が『有機化学実験書』を著す動機となったにちがいない。

翌1883年ガッターマンは「対称型のトリブロモアニリンの塩形成について」(*Ueber die Salzbildung des symmetrischen Tribromanilins*)²⁾と題する彼の最初の論文を発表したが、この大学の方針が化学技術者の養成に向けられていたので僅か

1学期で、この大学を去って、彼の生地近くの大学に転じた。彼の目的がアカデミックな研究にあったからである。

ガッターマンの有機合成に関する研究活動は、次の3期に分けられる。

(1) ゲッチンゲン時代(1883—1889)

1883年ガッターマンはゲッチンゲン大学のヒューブナー(Hans Hübner, 1837—1884)の研究室に入って講義助手をつとめ、1885年「*m*-ニトロ-*p*-トルイジンの二三の誘導体について」(*Ueber einige Derivate des m-Nitro-p-toluidins*)と題する研究で学位を得たが、ヒューブナーの死後、1885年に講義助手のザントマイヤー(Traugott Sandmeyer, 1854—1922)を伴ってチューリッヒの工科大学から着任したビクトル・マイヤー(Victor Meyer, 1848—1897)のもとで働き、ザントマイヤーが1学期でチューリッヒへ帰った後はマイヤーの講義助手を勤めた。

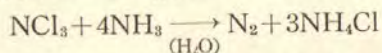
ゲッチンゲンでガッターマンが行った主要な研究として、

AlCl_3 を用いる芳香族カルボン酸の合成
(1887)³⁾

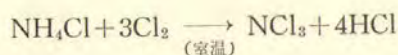
染料に関する合成反応(1888—1889)⁴⁾

などが挙げられるが、彼がマイヤーの片腕として働いていた当時話題になったのは「塩化窒素の分析」である。1887~1888年にわたってマイヤーは塩化窒素(NCl_3)の爆発性^{注1)}を示す講義実験のやり方について工夫していたが⁵⁾、当時は塩化窒素の組成が一定していなかった。そこでガッターマ

ンはこの危険な液体物質を注意して水洗、乾燥後、その少量(0.05~0.1 g)をアンモニア水で分解し、



生成する塩化物イオンを塩化銀に変えて定量し、その組成を明らかにするとともに、塩化アンモニウムの飽和溶液に塩素を十分に作用させてこそ NCl_3 に相当する生成物が得られることを示した⁶⁾。



このことがイギリスの新聞に載り、彼は“a hero of science”と称えられたという¹⁾。この事実は彼の実験態度を示す一例であろう。

(2) ハイデルベルク時代 (1889—1900)

1889年、マイヤーがブンゼンの後任としてハイデルベルク大学へ移ると、ガッターマンも同行した。ここでも彼は講義助手として働いたが、1892年以降は員外教授 (Extra-ordinarius) の資格で研究と教育に専念し、マイヤーの死後、1898年にクルチウス (Theodor Curtius, 1857—1928) が後任として着任するまでは、化学教室主任をも勤めた。ハイデルベルクの11年間はガッターマンの研究活動の最も活発な時代であって、

Gattermann 反応 (1890)⁹⁾

(ジアゾニウム置換)

Gattermann-Koch 反応 (1897)¹¹⁾

(アルデヒド合成, CO法)

Gattermann のアルデヒド合成 (1898)¹⁴⁾

(HCN 法)

など、彼の名を冠する合成反応を開発し、さらに芳香族ニトロ化合物の電解還元(1893—1896)¹⁶⁾にも成果をあげた。

『有機化学実験書』(*Die Praxis des organischen Chemikers*, Berlin, 1894)の出版もこの時代である。このほか無機化学の分野でもケイ素化合物の合成 (1894—1899)¹⁷⁾などがある。

(3) フライブルク時代 (1900—1920)

1900年ガッターマンはフライブルク大学の化学教室主任に迎えられた。ここでは

Gattermann-Skita 反応 (1916)¹⁹⁾

(ピリジン誘導体の合成)

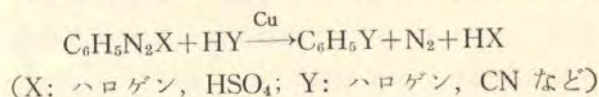
が挙げられるが、研究の多くはこれまで彼が開発した仕事の拡張であった。

次にガッターマンの名を冠する合成反応について述べる。

2. Gattermann 反応

芳香族ジアゾニウム塩 (当時はジアゾ化合物と呼ばれた) は1860年グリース (Johann Peter Griess, 1829—1888) によって見出されたが⁷⁾、1884年ザントマイヤーはチューリッヒの工科大学でマイヤーのもとでジアゾニウム塩 (ArN_2X) の酸性溶液に第一銅塩を作用させて、そのジアゾ基をハロゲンその他の基で置換する反応 (Sandmeyer 反応) を開発した⁸⁾。

1890年ガッターマンはフェノールエーテル ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OR}$) を得る目的で、まずアニリンを硫酸中でジアゾ化して、これにエタノールと銅粉を加えて反応させたが、得られたものはビフェニル ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_5$) であった。そこで彼はアルコールが存在しなくてもビフェニルは生成するものと考えて、0°Cにおいてベンゼンジアゾニウムクロリド ($\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}$) の塩酸酸性溶液と銅粉との反応を試み、クロロベンゼン ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$) が生成することを見出した⁹⁾。さらにアニリンを硫酸溶液中でジアゾ化し、シアン化カリウムの濃溶液を加えてから銅粉を作用させてベンゾニトリル ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CN}$) を得た⁹⁾。これが Gattermann 反応であって、Sandmeyer 反応とともにベンゼン環の置換体を合成する反応として広く用いられるようになった (Scheme 1)。



Scheme 1

3. Gattermann-Koch 反応 (一酸化炭素法)

1877年フリーデル (Charles Friedel, 1832—1899) とクラフツ (James Mason Crafts, 1839—1917) は無水 AlCl_3 の存在で芳香族炭化水素に酸

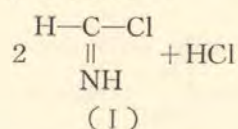
塩化物を作用させて、芳香族ケトンを合成する反応 (Friedel-Crafts 反応) を見出した¹⁰⁾. この際、酸塩化物としてホルミルクロリド (HCOCI, ギ酸の酸塩化物) を用いれば芳香族アルデヒドが得られるはずであるが、ホルミルクロリドは不安定で CO と HCl に分解するため、Friedel-Crafts 反応によって芳香族炭化水素を直接アルデヒドに変える方法は当時知られていなかった.

ガッターマンは適当な触媒を用いれば、CO が HCl と結合できると予想して、1897年コッホ (J. A. Koch) とともに、CuCl と AlCl₃ の存在でトルエンに CO と HCl の混合ガスを通じて *p*-トリルアルデヒド (CH₃C₆H₄CHO) を得た^{11) 注2)}.

さらに、この方法を拡張してキシリルアルデヒド、メジチルアルデヒドなども合成した¹²⁾.

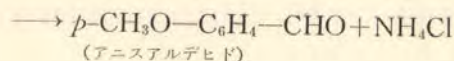
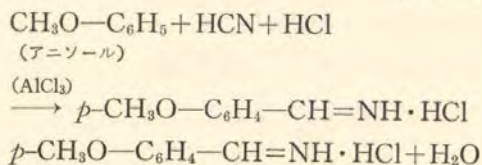
4. Gattermann のアルデヒド合成 (シアン化水素法)

しかし、上記の方法ではフェノールやフェノールエーテルはアルデヒドになり難い. これより先、1883年クライゼン (Reiner Ludwig Claisen, 1851—1930) とマシウス (F. Matthews) は低温においてシアン化水素と塩化水素から (2HCN+3HCl) に相当する組成の固体物質 (Cyanwasserstoffsesquichlorhydrat と名付けられた) を得て、次の化学式 (I) を与えた¹³⁾.



ガッターマンは HCN と HCl とから、まずイミノホルミルクロリド (HC (=NH) Cl) が生成すると考え、1898年 AlCl₃ の存在でフェノール類に HCN と HCl を作用させてアルドイミン化合物となし、次にこれを塩酸で加水分解してフェノール系のアルデヒドを得る方法を見出した^{14) 注3)}.

(Scheme 2)



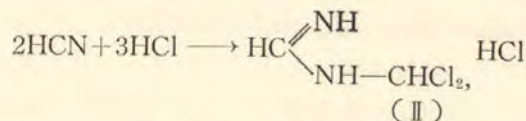
Scheme 2

同様に、彼はフェノール、クレソール、レゾルシンなどから、それぞれ対応する *p*-オキシアルデヒドを得たのである¹⁵⁾.

このシアン化水素を用いる合成反応に当たって、ガッターマンは反応装置からのガスもれに殊のほか注意を払った. 彼はシアン化水素を取り扱う実験中タバコを吸うことを勧めている. それは、ごく僅かでも、この気体がもれているとタバコの味が変わるから、すぐにわかるというのである. そして友人のザントマイヤーに宛てて自信をもって次のように書いている¹⁾. 「……この物質 (シアン化水素) の取扱いに慣れたら、アルコールよりも危険ではありません……」と.

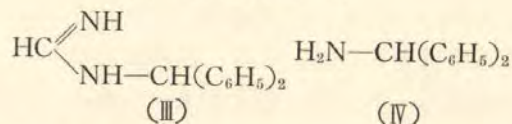
5. Gattermann-Skita 反応

前節に述べたように、クライゼンとマシウスはシアン化水素と塩化水素から生成する固体物質に化学式 (I) を与えたが、1898年ガッターマンとシュニツシュパーン (K. Schnitzspahn) はこの物質の構造を調べて、これをジクロロメチルホルムアミジンの塩酸塩とみなし、化学式 (II) で示した¹⁸⁾. (Scheme 3)



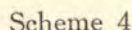
Scheme 3

この物質 (II) は AlCl₃ の存在でベンゼンと反応してベンズヒドリルホルムアミジン (III) になり、さらにアルカリの作用で最終的にベンズヒドリルアミン (IV) を生成する¹⁸⁾.



この事実からガッターマンはシアン化水素と塩化水素から得られる固体物質 (II) はアルカリ性になるとイミノホルミル基 (HC (=NH)) を容易に失うので、ジクロロメチルアミン (H₂N-CHCl₂)

1916年ガッターマンとスキタ (A. Skita) は、低温においてエタノール中、2モルのマロン酸ジエチルのナトリウム塩に対して1モルのⅡの粉末を作用させて、予想どおり3,5-ジエトキシカルボニル-2,6-ジオキシピリジン (彼らはジオキシ・ジニコチン酸エステルと呼んだ) を得て、この反応を次式のように表した¹⁹⁾ (Scheme 4). ただし、生成物はケト型で表されている.



ピリジンの誘導体は既に1882年ドイツのハンチ (Arthur Hantzsch, 1857—1935) によって2モルのアセト酢酸エチルと1モルのアセトアルデヒドとアンモニアから合成されているが²⁰⁾, Gattermann-Koch 反応は上述のように独自の見解に基づくものと考えてよいであろう。

以上の諸反応の発見はガッターマンがゲッチンゲンからハイデルベルク時代にわたってマイヤーのもとで研究した間に修得した経験と洞察によるものであろうが、彼が危険を伴う実験にも注意深く、しかも大胆に取り組んだことは注目すべきことと思われる。

1) P. Jacobson, *Ber.*, **54**, A115 (1921); R. E. Oesper,

- 2) L. Gattermann, *Ber.*, **16**, 634 (1883).
- 3) L. Gattermann and G. Schmidt, *Ber.*, **20**, 858 (1887).
- 4) L. Gattermann and G. Wichmann, *Ber.*, **21**, 1633 (1888); **22**, 227 (1889) など.
- 5) V. Meyer, *Ber.*, **21**, 26 (1888).
- 6) L. Gattermann, *Ber.*, **21**, 751 (1888).
- 7) P. Griess, *Ann.*, **113**, 207 (1860).
- 8) T. Sandmeyer, *Ber.*, **17**, 1633 (1884); 竹林松二, 『本誌』, **1984**, 17.
- 9) L. Gattermann, *Ber.*, **23**, 1218 (1890). なお L. Gattermann and A. Cantzler, *ibid.*, **25**, 1086 (1892) 参照.
- 10) C. Friedel and J. M. Crafts, *Compt. Rend.*, **84**, 1392, 1450 (1877); 竹林松二, 『化学教育』, **30**, 118 (1982).
- 11) L. Gattermann and J. A. Koch, *Ber.*, **30**, 1622 (1897).
- 12) L. Gattermann, *Ann.*, **347**, 347 (1906).
- 13) L. Claisen and F. Matthews, *Ber.*, **16**, 308 (1883).
- 14) L. Gattermann, *Ber.*, **31**, 1149 (1898); L. Gattermann and W. Berchemann, *ibid.*, **31**, 1765 (1898).
- 15) L. Gattermann, *Ann.*, **357**, 313 (1907).
- 16) L. Gattermann, *Ber.*, **26**, 1844, 2810 (1893); **27**, 1927 (1894); **29**, 3034, 3037, 3040 (1896).
- 17) L. Gattermann and K. Weinlig, *Ber.*, **27**, 1943 (1894); L. Gattermann and E. Ellery, *ibid.*, **32**, 1114 (1899).
- 18) L. Gattermann and K. Schnitzspahn, *Ber.*, **31**, 1770 (1898).
- 19) L. Gattermann and A. Skita, *Ber.*, **49**, 494 (1916).
- 20) A. Hantzsch, *Ann.*, **215**, 1, 72 (1882).

CCOC(=O)c1cc(O)c(O)c(C(=O)OC)c1N

L. Gattermann and Organic Syntheses The Circumstances of His Discoveries

Matsuji TAKEBAYASHI
(Prof. Emer., Osaka University)

The name of Ludwig Gattermann (1860-1920) has been familiar to us for his "*Die Praxis des organischen Chemikers*". He studied under H. Hübner and V. Meyer and discovered the following synthetic reactions which bear his name.

The Gattermann reaction (diazonium substitution)

The Gattermann-Koch reaction (aldehyde

synthesis, I. the carbon monoxide method)

The Gattermann aldehyde synthesis (II. the hydrogen cyanide method)

The Gattermann-Skita reaction (pyridine synthesis)

In this review, the circumstances of his discoveries have been described, suggesting his boldness and his great insight into synthetic methods.

会 報

第4回編集委員会 1985年5月18日(土), 東洋大学2号館第3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) 投稿原稿の審査結果の報告と処置, 2) 新投稿原稿(2編)の審査依頼, 3) 書評図書の選定(3編)と原稿の依頼, 等.

第5回編集委員会 1985年6月22日(土), 東洋大学浦水会館第一会議室. 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) 投稿原稿の審査結果の報告と処置, 2) 新投稿原稿(2編)の審査依頼, 3) No.2(通算No.31)号原稿の最終決定, 4) No.3(通算No.32)号の編集方針, 等.

新入会員ご紹介のお願い

本会では会員の増加を積極的に行っております. お知り合いの方で少しでも化学史に興味のある方がおられましたら, ぜひとも入会をお勧め下さいますようお願い申し上げます.

入会申込書・会則・案内などは下記事務局に御一報下されば, さっそくお送り致しますし, 本誌にとじ込んである振替用紙で直接申し込んで頂いても結構です.

〒133 小岩郵便局私書箱46号 化学史学会
TEL 0474 (73) 3075

〔解 説〕

吉田彦六郎と彼の研究

木下圭三*・後藤良造*

1. 吉田彦六郎の経歴概要

吉田彦六郎は、1882年（明治15年）以降漆や樟脳油などについて海外にも広く知られた研究を行い、1892年（明治25年）以降は学習院教授、第三高等学校教授、京都帝国大学理工科大学教授などを歴任した。

京都帝国大学で直接吉田から授業を受けた小松茂¹⁾及び、中村恒²⁾の2人は、1930年（昭和5年）京都化学学士会会報（同窓会誌）に吉田に対する詳細な追悼文を載せている。この中で、小松は「化学者吉田の姿とその研究」を、中村は個人的にも親しかった「人間吉田の全貌」を述べているが、吉田に関するまとまった記述はこれ等の追悼文の外にはほとんど見ることができない。

次に彼の経歴^{3,4,5,6,7)}を掲げる。

経 歴

1859年2月25日（安政6年1月23日）。当時の備後・福山・阿部藩の家老吉田豊辰の4男として、福山・西町（現在の広島県福山市）に生まれる。

1871年（明治4年）。東京大学南校を経て開成学校に入学。

1877年（同10年）。東京大学理学部化学科に入学。

1878年（同11年）。化学会（翌年東京化学会と改称、さらに日本化学会と改称、現在に至る）の創立者の1人³⁾となる。この頃よりロンドン化学会会員、英国工業化学会会員。

1880年（同13年）7月。同大学卒業。その後同大学で研究。

1881年（同14年）。農商務省御用掛（後に「属」となる）同省地質調査所分析係勤務。

1886年（同19年）。帝国大学理科大学助教授。

この間、師範中等教員学力検定委員兼任。大蔵省印刷局漆業教授及び、大蔵省印刷局製紙製肉用薬科事業嘱託、内国勸業博覧会審査員。大阪水道事業に関係。

1889年（同22年）。東京石油会社主任研究員。

1891年（同24年）8月24日。帝国大学評議会推薦による理学博士（明治20年勅令第13号学位令第3条）。

1892年（同25年）。学習院教授兼東京美術学校応用化学教授。

1892年（同25年）。兄吉田豊文の家から分家。

1896年（同29年）。第三高等学校教授。

この間、大蔵省印刷局、震災予防調査会、大阪造兵廠、東京石油会社などで研究指導。

1898年（同31年）6月28日。化学研究のため、2ヶ年間ドイツ国に留学を命ぜられる。

1898年（同31年）8月1日（留学中）。京都帝国大学理工科大学教授に任ぜられ、化学第三講座を担当。

1912年（大正元年）11月。同化学第四講座分担。

1913年（同2年）8月5日。依願免本官。

その後、専売局中央研究所及び、大蔵省印刷局などで研究嘱託。

1929年（昭和4年）3月3日。東京市本郷区西片町122番地の自宅で死去³⁾。

彼の人物について、1898年(明治31年)7月発行の『京都府教育雑誌⁷⁾』は「在京知名教育家略伝(四)」に「君は身体強健にして博覧強記、加うるに確固たる意力を有し、一旦企図したることは遂行せざるなく、また、自信強くして、自己の定見はあえてこれをまげず、眼中、貴顕、高官なし。君、また、活用の天才を有し、かつ、多年官民の活事業に従事せしをもって、学理、実験二つながら俊逸、その従がって学ぶ者、皆、悦んでその講座に入るといふ」と評している。

また、小松 茂¹⁾は「……教育に関し先生は一見識を有せるは、京都帝国大学に理工科大学を設立せることでも考え得られる。箱根の旅舎に病める久原先生を訪問して京都帝国大学創立に参加せんことを勧誘せられたる吉田先生の胸中には、久原先生と教育に意見の一致を認めたものがあつたのみか、当時我邦の化学がややもすれば紙上の空論に傾き実験を軽んぜんとする風潮あるを觀、これを遺憾とし、実験家の久原先生の立つて大学に新学風を興さしめんとしたものであろう」と記している。

一方、小松 茂¹⁾は最初に会った吉田に、大学の先生というよりも会社の重役の方がにあらうようなハイカラさを感じたと追想している。

2. 研究業績の目録

A 研究論文

A1) 'On Peppermint Camphor (Menthol) and some of its Derivatives', *Journal of the Chemical Society, London* (以下*J. Chem. Soc.*と略す), 41 (1882), p.49-56 (R. W. Atkinsonと共著).

A2) 'Chemistry of Lacquer (Urushi)' Part I, *J. Chem. Soc.*, 43 (1883), p.472-486.

A3) 「漆ノ化学的研究ノ報告」, 『地質調査所明治十六年報第壹号』, 1884, 219-305頁(オ・コルセルトと共著).

A4) 「漆ノ化学的研究」, 『東京化学会誌』(以下『東化』と略す), 5 (1884), No.3, 1-47頁. No. 9, 91-137頁.



写真1 吉田彦六郎(1897年前後)
(小松 茂の追悼文¹⁾より)

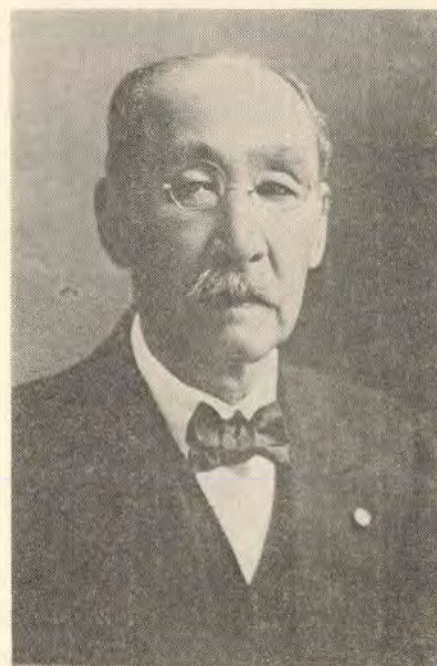


写真2 吉田彦六郎(1928年3月)
(小松 茂の追悼文¹⁾より)

A5) 'The Chemistry of Japanese Lacquer', *Transactions of Asiatic Society of Japan*, 12 (1885), p.182-220 (O. Korscheltと共著).

A6) 「漆の化学的研究報告, 漆汁成分及漆酸

塩分析表」, 佐賀県立図書館, 鍋島文庫所蔵(オ・コルセルトと共著).

A7) 'On the Chemistry of Japanese Lacquer', *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Session 1884-85*, 13 (1885), p.176-191.

A8) 「樟脳油成分化学的研究」, 『東化』, 6, (1885), No.9, 128-162頁, No.12, 163-182頁.

A9) 'Examination of the Constituents of Camphor Oil', *J. Chem. Soc.*, 47(1885), p.779-800.

A10) 「秋田県下羽後国由利郡小国村所産の土瀝青分析」, 『東化』, 6 (1885), 抄録3-6頁.

A11) 'On Aluminium in the Ashes of Flowering Plants', *Journal of College of Science Imperial University of Tokyo*, 1(1887), p.363-367.

A12) 'On Aluminium in the Ashes of Flowering Plants', *J. Chem. Soc.*, 51 (1887), p. 748-750.

A13) 'Note on Camphoroginol', *Journal of the Society of Chemical Industry* (以下 *J. Soc. Chem. Ind.* と略す), 7 (1888), p.424.

A14) 「吉田博士の漆液談」『工業化学雑誌』(以下『工化』と略す), 1 (1898), 749-750頁.

B 特許

B1) 「フェノール化合物より製したチオ染料」(No.14658, 1908年), 『日本化学総覧』第壹集(Ⅱ), (日本化学研究会, 1952), 490頁.

B2) 「さなぎ油より製するなめし皮仕上用脂肪質の製造法」(No.30748, 1917年), 『同上誌』第壹集(Ⅳ), (日本化学研究会, 1952), 480頁.

B3) 「諸種のさなぎ類の油より蠟物質を製造する方法」(No.31274, 1917年), 『同上誌』第壹集, (Ⅳ), (日本化学研究会, 1952), 481頁.

C 著書

C1) 『化学教科書』上巻, 下巻, (金港堂書籍会社, 1893: 中等学校用の教科書).

C2) 『新選化学教科書』, (合資会社富山房, 1893: 中等学校用の教科書).

C3) 『最新無機化学』(本文1176頁, 付録33頁, 索引22頁), (金港堂書籍会社, 1909), (足立震太郎と共著).

C4) 『最新有機化学』上(本文1132頁, 付録24頁, 索引28頁), (金港堂書籍会社, 1914), (足立震太郎と共著).

C5) 『最新有機化学』下(本文1106頁, 索引28頁), (金港堂書籍会社, 1916), (足立震太郎と共著).

D 東京化学会通常会における講演題目

D1) 'Homology of some of the spectra of the element', 『東化』, 2 (1888), 本会記事5頁.

D2) 「軽石分析表」, 『東化』, 3 (1882), 本会記事1頁.

D3) 「薄荷精の試験」, 『東化』, 3 (1882), 本会記事1頁(実演), 2頁(講演).

D4) 「殺生石の分析」, 『東化』, 3 (1882), 本会記事2頁.

D5) 「呉州の説」, 『東化』, 4 (1883), 本会記事9頁.

D6) 「新発見の Titanite 及び Fluorapatite の分析結果」, 『東化』, 4 (1883), 本会記事12頁.

D7) 「発光粉分析の報告」(Ca: 55.66, S: 22.22, O: 22.18), 『東化』, 4 (1883), 本会記事20頁.

D8) 「漆液分析の結果, その主成分なる漆酸の性質及び分支部」, 『東化』, 4 (1883), 本会記事13頁.

D9) 「漆灰の報告」, 『東化』, 5 (1884), 本会記事18頁.

D10) 「羽後国産アスファルトの試験」, 『東化』, 6 (1885), 本会記事8頁.

D11) 「北海道硫鉱山巡回記」, 『東化』, 7 (1886), 本会記事13頁.

D12) 「2, 3の脂肪体及びテルペン類の specific volumes」, 『東化』, 8 (1887), 記事41頁.

3. 研究業績の概要

3.1 メントールとその誘導体の研究

吉田の最初の研究^{A1)}はメントールとその誘導

体に関する彼の卒業論文で、彼が指導を受けた R. W. Atkinson との共著で英文で発表されている。この論文で、吉田は、1881年に守屋物四郎⁸⁾によって合成され、光学不活性であると報告されていたメントンが、右旋性 ($[\alpha]_D^{20} = +21.16^\circ$) であることを初めて報告した。さらに彼は、この論文で、メントンを金属ナトリウムで還元して得られるメントールの比旋光度が天然のメントールに比べて小さい ($[\alpha]_D^{20} = -39^\circ$) ことを明らかにした。また、彼はメントールを無水塩化亜鉛を用いて脱水して $[\alpha]_D^{20} = +13.25^\circ$ 、沸点 167.4°C のメンテンを得て、その沸点が既知のものより高いことを述べている。

このメントール誘導体の研究の一部は1902年発行の Meyer-Jacobson⁹⁾ の大著に引用されている。

3.2 漆に関する研究

明治初年、日本政府は、フランス博覧会 (1878年: 明治11年) のために『工芸志料¹⁰⁾』を編集させ、その中で漆工芸に関して多くのページを与えるなど、漆工芸の海外宣伝に大きな努力を払っていた。しかし、吉田に先だつ漆の化学的研究としては、石松 決 (平賀義美)¹¹⁾ の研究が見られるにすぎない。石松は、漆汁の採集法、漆樹の栽培法について述べたのち、漆の主成分は、水に不溶であるが無水エタノールには可溶で、 $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}_2$ の分子式を持ち、硫化水素によって分解できない鉛塩を造る化合物であること、漆汁中の水に可溶な部分にゴム質 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ の存在することなどを述べている。

吉田の漆に関する研究は、漆の学術上の研究の結果を、実地の漆工場で漆工と共に反復試験をして、日本で重要なこの物産の工業に改良を施すことを目的としていた。彼の漆の論文は6編^{A2, A3, A4, A5, A6, A7)}あり、その中の3編^{A3, A5, A6)}は、当時の地質調査所の分析係長であった O. Korschelt との連名で発表されている。これ等の論文の中では彼が勤務していた地質調査所の「明治十六年報」の中の論文^{A3)}が基礎であろう。また、佐賀県立図書館の鍋島文庫に所蔵されている和装肉筆本^{A6)}

は、その一部に紙を貼って訂正した所もあり、その内容は前者と同じであるから、これがその原文であろう。アジア日本協会誌^{A5)}に掲載された論文は、その脚注に、この論文の一部が東京化学会誌^{A4)}に掲載されているとあるので、これ^{A5)}が英文の基礎論文であり、単独名の3報はこれ等に基づくものであろう。これ等の論文の内容は非常に良く似ているので一括して述べる。

吉田は、吉野 (奈良県) 産の漆が最良で、会津地方 (福島県) のものも良質であると記している。漆の樹は北緯33—37度に成育するが、樹齢5—25年の漆の樹が漆の採集に最適であり、その幹の内外皮の間に傷をつけてそこから出る液を集めたものを「生漆 (きうるし)」といい、最良質のものである。会津地方の例では、平均、上等700g、中等430g及び、下等240gが得られた。「セシメ漆」は漆の枝を数ヶ月水に浸した後僅かに加熱して得たもので其の質はやや劣る。「木液 (もくえき)」は最下等なものである。

こうして得られた漆汁は、まず、綿布でろ過し、次に吉野紙でろ過した後、日光にさらして良くかきまぜて製品とする。この時、水分が蒸発するため容積が減るが、当時の漆工は、過度に水分が蒸発すると漆の硬化が遅くなることを経験上知っていた。

吉田は、加熱した漆汁を無水エタノールで抽出するか、漆汁を、加熱した無水エタノールで処理するかして、水に不溶で無水エタノールに可溶な漆の主成分 (60—80%) を抽出した。

彼はこの漆の主成分が、エタノール中で鉛塩、銀塩、金塩、白金塩、アルカリ塩、さらには黒漆の製造に関連する鉄塩などを生成することを認め、それ等の金属塩の性質を報告している。また、彼はこの漆の主成分が、青色のリトマス試験紙を赤く変色させることも述べている。

彼は、これらの事実から、漆の主成分は一種の酸であると考えて、これに漆酸の名を与え、漆酸及び、その金属塩についての元素分析の結果から、漆酸の分子式は $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_2$ 、その鉛塩の分子式は $(\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{O}_2)_2\text{Pb}$ であり、この鉛塩は漆酸の正塩

であると述べている。

また、彼は漆酸を硝酸で酸化して、その分子式が $C_9H_{18}(COOH)_4$ であると考えられる化合物を得て、その銀塩、バリウム塩の元素分析を行っている。

一方、彼は、水溶性の成分として、たん白質に似た含窒素化合物($C_{72}H_{110}N_6O_{24}$)と、ゴム質($C_{12}H_{22}O_{11}$: アラビアゴムに似てはいるがそれと異なる)との存在を見出した。

吉田の行った漆汁の分析結果の数例を次に掲げる。

表 1 漆汁の分析結果 (%)

	吉 野	八 王 子
漆 酸	85.15	80.00
ゴ ム 質	3.14	4.69
含窒素化合物	2.28	3.31
油	未定	未定
水 分	9.42	12.00

吉田は、次に、漆の硬化機構について研究し、漆汁中に存在し、水に可溶で無水エタノールに不溶の成分である「たん白質に似た含窒素化合物」が、酸素と共に漆の硬化に必須のものであることを確かめた。

彼は、漆汁の硬化が20—27°Cの温度範囲で最も顕著に進行すること、温度が0°Cあるいはそれ以下では漆の硬化は進まないが、これを20—27°C付近に暖めれば再び硬化が正常に進むこと、漆汁の処理温度が30°Cを越せば硬化の速度が減少し、この「含窒素化合物が変化する温度」である60°C以上では漆の硬化が進まぬこと、漆酸に「100°Cに加熱した含窒素化合物水溶液」を加えても硬化が起らないこと、さらに、漆汁にヘキサシアノ鉄酸塩など酵母の作用を妨げる金属塩を加えると漆の硬化が妨げられることなどを明らかにした。これ等の結果は、この「含窒素化合物」の性質が酵母に似ていることを示すが、彼は酵母やジアスターゼには漆酸を硬化させる作用がないことも明らかにしている。

これ等の論述は、漆汁中に酸化酵素が存在する

ことと、漆の硬化はこの酸化酵素による漆酸の空気酸化であることとを、世界で最初に強く示唆したもので、彼のこの論文は極めて重要なものである。

さらに、彼は漆の硬化に関して、ゴム質は水に溶けて乳化剤の役目をはたし、水溶液中の「含窒素化合物」と漆酸及び、空気との接触を良くすることで漆酸の空気酸化を促進することを明らかにして、水及びゴム質の必要性を示している。しかし、ゴム質は生成した漆の膜を弱くする性質も持っている。

吉田の漆の研究について、1884年(明治17年)の東京化学会年会の席上で、会長の桜井錠二¹²⁾は「……就中、吉田君の研究に関する漆液の試験、並びに河喜多君の雷薬構造説の如きは実に貴重と言うべきなり……」と賞賛し、田中 実¹³⁾は『日本の化学百年史』にその全文を引用している。また、小松 茂¹⁾は、E. Duclaux (1899年)¹⁴⁾、及び J.R. Green (1901年)¹⁵⁾の著書に吉田の酸化酵素が評価されていることを記して、当時すでに海外でもこの研究の評価が高かったことを述べている。

道家達将¹⁶⁾は「……吉田のこの研究は漆の化学分析にとどまらず、漆の硬化の機構を追及し、それが酵素の作用によるものであることを見抜き、これを実験によって確かめるという、当時としては卓越したものであった」と評価した後に「J.B. Sumner (1946年ノーベル化学賞受賞)ら¹⁷⁾は、その著書(1947年)中で、吉田彦六郎を酵素ラッカーゼ(Laccase)の発見者であると認めている。ラッカーゼはフランスの Bertrand¹⁸⁾が吉田のこの研究より10年後の1894年安南漆から分離・抽出した酸化酵素に与えた名前である…」と述べている。さらに、久保田尚志¹⁹⁾は「吉田の漆の研究は100年を経た今日でも高く評価される」と記している。

一方、三山喜三郎²⁰⁾は、1907年に漆酸の名をウルシオール(Urushiol)と改め、真島利行²¹⁾は、1914年にウルシオールの分子式を $C_{21}H_{32}O_2$ と改めた。ウルシオールの構造は真島²²⁾によって決定

され、その集大成は1924年に発行された。

吉田の漆の研究は、1885年にイギリスで開かれた万国森林博覧会に日本政府から出品され、彼は同会から銀賞牌等を得ている。この時の題名は「日本産漆採取法、化学的成分、効用、及び工業上の用途（‘An Essay on Lacquer’）」であった。また、彼はその後京都における漆器博覧会でも金賞を得ている。

吉田は1898年（明治31年）に、清国に渡航して同国の漆液の調査を行った。彼^{A14)}が大阪商品陳列所で行った談話の中で、輸入漆の量は急増しているが、品質が次第に悪化していることを述べ、その対策として、輸入品に対して適切な値段を払い、必要な費用を惜しまないこと、国内での漆の生産を増強すべきであることを強調している。

3.3 顕花植物中にアルミニウムが存在することの確認

吉田^{A3)}は漆汁に含まれるゴム質の灰分を分析して、表2のようになんかの量の酸化アルミニウムが存在することを見出した。これは顕花植物中にアルミニウムが存在することを世界で初めて報告した論文である。

表2 漆汁に含まれるゴム質の灰分（%）

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
0.42	7.58	44.77	5.79	13.68	1.33

しかし、1880年頃の通説では、顕花植物の中にアルミニウムは存在しないと考えられていたもので、その後も、これに関する研究は少なく、1887年に、L. L'Hôte²³⁾がブドウ液及び、ブドウ酒の中に少量のアルミニウムが存在することを報告した例があるに過ぎなかった。

吉田^{A11, A12)}は、マメ科及びイネ科植物について慎重に実験を行い、それ等の灰分中に酸化アルミニウムの存することを確かめた。これ等の研究は、当時の定説を訂正しただけでなく、イネ科植物中にもアルミニウムが存在することを初めて明らかにした重要なものである。

3.4 樟脳油の成分の研究

明治初年、土佐式製脳法^{24, 25)}（1860年頃に発明

表3 顕花植物中の灰分（%）と灰分中に含まれた酸化アルミニウム（%）

	灰 分	Al ₂ O ₃
ソラマメ(全部)		
ソラマメ(さや)	4.31	0.268
アズキ	2.60	0.096
陸 稲	0.87	0.161
水 稲	0.56	0.189
小 麦	2.67	0.106
大 麦	1.09	0.140
ア ヲ	1.68	0.272
ヒ エ	0.94	0.185
ソ バ	1.72	0.113

された水蒸気蒸留法）の普及につれて樟脳油の生産量は増加したが、吉田以前には、1876年にG. H. Beckett ら²⁶⁾が昇華法によって製造した樟脳から分離した油の分析を行った例と、1883年に大石保吉²⁷⁾が彼の東京帝国大学の卒業研究として郷里の産物である樟脳油の分析を行った例があるだけで、ともに見るべき結果を得てはいない。また、樟脳油の用途の開発も、その当時は、まだその初期段階²⁵⁾にあった。

吉田^{A8, A9)}は1885年（明治18年）に樟脳油の成分に関する論文2編を発表した。これ等の内容は非常に良く似ているので一括して述べる。

吉田は樟脳油に空気を通じると過酸化物が生成し、ヨウ化カリウム・デンプン紙をアイ色にすることや、樟脳油に濃硫酸を作用させればシメンが生成し、一方、濃硝酸と反応させれば樟脳酸が生成することを認めた。

彼は、当時の不完全な蒸留法を用いながらも、65回の蒸留を重ねて、樟脳油の成分として次の結果を得た。

表4 樟脳油の成分

沸点（℃）	名 称	収 率（%）
～145	最軽油	0.2
155-156	テレペンチーン*	7.0
172-173	サイトリীন**	20.0
205	樟脳	22.8
212-213.5	カンフォロジノール	50.0

*α-ピネン

**リモネン

この中で、金属ナトリウムを用いて精製蒸留したテレペンチーンは $[L]_D = -76.1^\circ$ の比旋光度を示し、分子式は $C_{10}H_{16}$ であった。この化合物は、冷却下に容易に塩化水素と反応して塩化水素付加物($C_{10}H_{16} \cdot HCl$; 融点 $130-131^\circ C$)を生成し、また、容易に二塩酸リモネン($C_{10}H_{16} \cdot 2HCl$; 融点 $48-49^\circ C$)、塩化ニトロソピネン($C_{10}H_{16}NOCl$)、ニトロソピネン($C_{10}H_{16}NO$; 融点 $130^\circ C$)などを生成した(彼は塩素の定量にはCarius法を用い、窒素の定量にはDumas法を用いている)。これ等の誘導体の性質はフランス産の α -ピネンのそれと同一であった。

次に、サイトリーンは、金属ナトリウムを用いて精製蒸留すれば $[L]_D = -68.3^\circ$ の比旋光度を示し、分子式は $C_{10}H_{16}$ であり、その中にはシメンは含まれていなかった。しかし、これから得られた二塩酸リモネンの融点は α -ピネンから得られたものよりも約 $10^\circ C$ 高い値を示した。また、彼はサイトリーンの四臭化物を造り、それを加熱してシメンを得ている。これ等はオレンジの中に含まれているリモネンと近似した性質を示している。

吉田が樟脳油成分の研究を発表したのと同年に、O. Wallach²⁸⁾が樟脳油中からリモネンを初めて単離したと発表した。吉田のこの研究は、それと並んで、テルペン化学の初期に世界にさきがけた研究として重要なものである。

吉田の樟脳油の研究について、1886年(明治19年)の東京化学会年会の席上、会長の桜井錠二²⁹⁾は、前一年間の事業報告の中で「……なかなしく清水鉄吉氏の研究に係わるもの、ならびに、吉田彦六郎氏の樟脳油成分の研究のごときは実に貴重と言ふべき論説にして、欧米の学者社会においても、もっとも良き評判を得たるものなり」と述べている。

一方、カンフォロデノールについて、吉田は、これを冷却しても樟脳が析出しないが、加熱すれば樟脳が得られることから、これを樟脳の前駆物質と考えた。C. T. Kingzett³⁰⁾は、まず、過酸化物の可能性を示唆し、これを吉田^{A13)}が反論した後、次の論文³¹⁾で、カンフォロデノールは「樟脳

が樟脳油に溶解したもの」であろうと述べた。また、1901年に河合勇³²⁾は彼の論文の中にカンフォロデノールは「樟脳とテルピネオールとの混合物」であるとするSchimmel会社の報告を引用している。

吉田は京都帝国大学を去った後も樟脳の前駆物質に興味を持っていた。小松 茂¹⁾は、吉田の死後発見された彼の実験ノートから「吉田は樟脳油中からカンフォロデノンとよぶ化合物を分離して、これが樟脳の前駆物質ではないかと考え、その構造を推定していた」と述べているが、これは未発表のままに終り、すでに忘却のかなたに消え去っている。

4. む す び

これ等吉田の研究を見れば、彼が日本の化学の初期に、日本国産で、工業的に価値があり、しかも、過去に研究されたことの少ない物質を研究対象として定量的な見地から研究を進め、その漆液の研究、及び樟脳油の研究は、それぞれの年度における優秀な研究として東京化学会年会で賞賛されるなど、当時の第一級の成果を得ていたことがわかる。

彼¹⁾は、「我輩は先人未踏の地に進入するを愉快とする」と語っていたとのことであるが、彼の研究を見ればその意図が強く感じられる。反面、彼のその抱負が、当時の実験技術では取り扱いの困難なものでも、あえて研究対象に選ばせたのではないかと、とも考えられる。彼の研究の一部には後に訂正された部分もあるが、彼の独創的で、しかも先見的な研究は、それが早くから英文誌に掲載されていたことも与って海外でも高く評価され、開拓期の日本の化学に寄与するところが多大であった。

この研究を行うにあたって、文献を教示された故立教大学名誉教授奥野久輝先生、東洋大学教授鎌谷親善先生、京都大学教養部藤田英夫氏に厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 1) 小松 茂, 「化学者としての吉田彦六郎先生」, 『京

- 都化学学会会報, 19 (1930), 1-19頁.
- 2) 中村 恒, 「吉田先生を憶ふ」, 『同誌』, 19(1930) 102-107頁.
 - 3) 『日本化学会誌』(以下『日化』と略す), 50(1929) 220頁.
 - 4) 内田直二, 『人事興信録』第四版, (人事興信所, 1911), 564頁.
 - 5) 石川安次郎, 『フース・フウ・イン・ジャパン』第五版, (警醒社, 1916), 879-890頁.
 - 6) 『地質調査所報告』, 第三号, (農商務省, 1907), 76頁.
 - 7) 「在京知名教育家略伝(四)第三高等学校理学博士吉田彦六郎君」, 『京都府教育雑誌』, 75 (1897), 21-22頁.
 - 8) 守屋物四郎, 「薄荷精試験説」, 『東化』, 2 (1881), 105-124頁.
 - 9) Meyer-Jacobson, *Lehrbuch der organischen Chemie*, II-I, 1902, p. 891.
 - 10) 黒川真頼著, 前川泰次校注, 『増訂工芸志料』, (平凡社・東洋文庫, 1974), 313-388頁.
 - 11) Sadama Ishimatsu, 'On a Chemical Investigation of Japan Laquer or Urushi', *Memories and Proceedings of Manchester Literary and Philosophical Society*, 3 (1882), p. 249-261. (石松 決).
 - 12) 「桜井錠二の事業報告」, 『東化』, 5(1884), 本会記事, 5頁.
 - 13) 田中 実, 「わが国化学の草創期」, 日本化学会編, 『日本の化学百年史-化学と化学工業のあゆみ』, (東京化学同人, 1978), 104-105頁.
 - 14) E. Duclaux, *Traité de Microbiologie II*, 1899, p. 571.
 - 15) J. R. Green, *The soluble ferments & fermentation*, 1901, p. 309.
 - 16) 道家達将, 「吉田彦六郎の先駆的研究」, 上代皓三編, 『近世の生化学』, (化学同人, 1968), 16-18頁.
 - 17) J. B. Sumner et al., *Chemistry and Methods of Enzymes*, 1947, p. 239, p. 242.
 - 18) G. Bertrand, 'Sur le latex de l'arbre à laque', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences, Paris* (以下 *Compt. rend.* と略す), 118 (1894), p. 1215-1218.
 - 19) 久保田尚志, 「天然有機化合物」, 日本化学会編, 『日本の化学百年史-化学と化学工業のあゆみ』, (東京化学同人, 1978), 466頁.
 - 20) 三山喜三郎, 「漆汁主成分及漆汁品質検査法研究報告」, 『工化』, 10 (1907), 107-124頁.
 - 21) 真島利行, 中村郁哉, 「漆汁の主成分たるウルシオールの研究報告」(第三報), 『東化』, 35 (1914), 113-135頁.
 - 22) Riko Majima, *Untersuchungen über den Japanlack mit drei Tafeln*, (岩田植物生理化学研究所, 1924)
 - 23) L. L'Hôte, 'Sur la recherche et le dosage de l'alumine dans le vin et le raisin', *Compt. rend.*, 106 (1887), p. 853-855.
 - 24) 山田憲太郎, 『香料』, (法政大学出版局, 1978), 146-169頁.
 - 25) 岡田太郎太編, 『再製樟脳縁起』, (再製樟脳株式会社, 1940), 1-28頁.
 - 26) G. H. Beckett and C. R. Alder Wright, 'Isomeric Terpenes and Their Derivatives' (Part V), *J. Chem. Soc.*, 36 (1876), p. 7.
 - 27) H. Oishi, 'On Japanese Camphor Oil', *Chemical News*, 50 (1884), p. 275-278. (大石保吉).
 - 28) O. Wallach, 'Zur Kenntnis der Terpene und der aetherischen Oele', *Annalen der Chemie, Justus Liebig's.*, 227 (1885), p. 296-303.
 - 29) 「桜井錠二の事業報告」, 『東化』, 7 (1886), No.6, 本会記事, 12頁.
 - 30) C. T. Kingzett, 'The Oxidation of Essential Oils', *J. Soc. Chem. Ind.*, 7 (1888), p. 67-69.
 - 31) C. T. Kingzett, 'So-Called Camphoroginol', *ibid.*, 7 (1888), p. 549.
 - 32) 河合 勇, 「樟脳油より樟脳の簡易製造法」, 『工化』, 4 (1901), 1617-1630頁. : 1627頁にカンフォロデノールに関する Schimmel 社の報告が引用されている.

Hikorokuro Yoshida and His Research

Keizo KINOSHITA and Ryoza GOTO

(Prof. Emer., Kyoto University)

Hikorokuro Yoshida was one of the world-famous chemists and a creative pioneer at the early stage of chemistry in the Meiji era. He studied native natural products with a view to utilize them in chemical industries, which had not been studied by other investigators up to that time. He obtained the following novel and excellent results.

Menthone was pointed out to be dextrorotatory. Menthol was reproduced from menthone and it was found to be less levorotatory than natural menthol. He detected α -pinene and limonene in camphor oil. In the investigation

of Urushi juice, he found out the facts that the hardening of Urushi was due to the oxidation of urushinic acid, which was effected by the aid of the nitrogen compounds when oxygen and moisture were present. These results strongly suggested existence of oxidative enzyme in Urushi juice. These suggestions were accepted by many authorities on chemistry. Furthermore, he confirmed aluminum oxide in flowering plants, which corrected the dictum that aluminum was not evident in flowering plants.

(p. 123より続く)

奈 倉 文 二	日本鉄鋼業史の研究	A 5・674	11,000	近 藤 出 版 社
朝 岡 康 二	鍛冶の民俗技術(考古民俗叢書20)	A 5・368	6,000	慶 友 社
L. F. ハーバー = 佐藤 北村	世界巨大化学企業形成史	A 5・733	20,000	日 本 評 論 社
石 声 漢 = 渡 部 武	中国農書が語る2100年	B 6・203	1,600	思 索 社
松 原 弘 道	日本農薬学史年表	A 5・266	3,500	学会出版センター

新入会員ご紹介のお願い

本会では会員の増加を積極的に行っております。お知り合いの方で少しでも化学史に興味のある方がおられましたら、ぜひとも入会をお勧め下さいますようお願い申し上げます。

入会申込書・会則・案内などは下記事務所に御一報下されば、さっそくお送り致しますし、本誌にとじ込んである振替用紙で直接申し込んで頂いても結構です。

〒133 小岩郵便局私書箱46号 化学史学会

TEL 0474 (73) 3075

〔教育シリーズ〕

アヴォガドロの1811年論文の再検討*

大野 誠**

1. はじめに

アヴォガドロ(Amedeo Avogadro, 1776-1856)の分子説に関する歴史的な理解には、大別すると2つの問題点が存在する。

第1の点は、当時の歴史的な文脈に即してアヴォガドロの理論を理解しようとしたとき、アヴォガドロは今日想定されているような分子概念を提案した、と果して言えるのかという問題である。この点は、現在でも広く流布している伝統的解釈の妥当性に大きな疑問を投げかけるものである。伝統的解釈によれば、アヴォガドロが歴史にその名を留めたのは、彼がドルトン原子論の立場では矛盾の生じる気体の結合容積比の事実を、複数の原子から構成される分子という新概念によって見事に説明したからであった。つまり、アヴォガドロの歴史上の意義は、今日受け入れているような内容の分子概念を初めて提案したことにある。

この解釈において見落とされてならないのは、伝統的解釈が歴史的経過の順に従って、ドルトン(John Dalton, 1766-1844)による原子論の提案(1802年)→ゲイ・リュサック(Joseph Louis Gay-Lussac, 1778-1850)による気体の結合容積比の発見(1808年)→両者の矛盾を解消したアヴォガドロの分子説の提案(1811年)、という図式を描いていることである。このことは、伝統的解釈がアヴォガドロの分子説を、基本的にはドルトン原子

論の延長線上に位置づけて理解していることを意味している¹⁾。

しかし、最近の研究者は伝統的解釈の根底に潜む上述の図式を批判するようになってきただけでなく、ボナー(John K. Bonner)によるアヴォガドロ研究の成果を受け入れて、アヴォガドロの理論がドルトン原子論とは異なる立場に立つベルトレ(Claude Louis Berthollet, 1748-1822)の理論の影響下にあったと見做すようになった²⁾。この新しい理解では、アヴォガドロの基本的立場を原子論に求めないため、原子論の困難を救う分子説という解釈は、当然、成り立たないことになる。では、アヴォガドロが分子説を提案したとされる1811年論文をどのように理解すればよいのであろうか。

第2の点は、アヴォガドロの分子説の受容に関するもので、何故、アヴォガドロの分子説は50年間もの間当時の科学界から無視されてきたのかという問題である。この問題に対して、「正しい」分子説を無視したとして当時の大多数の科学者を非難する立場³⁾は、論外である。

分子説が受容されなかったことの要因としては、たとえば、次のようなものが考えられている。①アヴォガドロが地理的に孤立していたこと⁴⁾、②当時の化学界の関心がアヴォガドロの理論とは別のところにあったこと。

①は、アヴォガドロが当時の科学の中心地(たとえば、パリ、ロンドン)から遠くはなれたイタリアで孤立して研究に従事していたため、彼の考え方がなかなか広まらなかったと考えるものである。この要因は、確かに1820年以降のアヴォガド

* 化学史学会 1984年年会において一部発表 1985年2月20日受理 **名古屋大学文学研究科西洋史博士課程在籍

ロの科学研究についてはある程度考慮されなくてはならないものである⁵⁾。しかし、ここで問題としている分子説に関する限り、この要因は分子説が無視されたこととは全く無関係である。何故なら、分子説を述べたものとされる1811年論文は、当時の有力な化学雑誌 *Journal de Physique* にフランス語で掲載されたていたからである⁶⁾。つまり、アヴォガドロの論文は多くの科学者から注目を集めてよい環境の中で発表されていた。

③については、「化学にこの種の思想〔アヴォガドロの分子説のこと、筆者〕を受け入れる準備がなかったから⁷⁾」と言いかえても同じである。要するに、アヴォガドロの論文の意図するところのものが、当時の大多数の科学者の関心からずれていたということである。では、当時の科学者の関心事とは何かと言えば、それは原子量決定の問題である。当時、原子量の値については科学者の間で、どの元素を基準にとるのか、また、基準値をいくらにするのかなどについて合意がなかったばかりでなく、原子量の値そのものについても、さらには原子量という考え方についても一致した見解がなかった。そのため、分子概念よりも原子量の基礎づけに科学者の関心が向けられ、その結果、アヴォガドロの理論は無視されたというわけである。

したがって、この立場に立つと、アヴォガドロの分子説は理論的には十分なものであったが、その提案時期が早すぎたということになる。しかし、1811年の論文の表題「物質の元素粒子の相対的質量、および元素粒子が化合物をつくるときの化合比の決定方法についての試論」(‘Essai d’une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons’)から察せられるように、アヴォガドロは1811年論文において元素粒子の相対的質量の決定方法を述べている。この元素粒子の相対的質量は、原子論者にとって原子量を意味したはずであるから、原子量決定に関心を抱いた当時の科学者は、当然、何らかの形でアヴォガドロの1811年論文に言及してよいはずである。しかし、実際

にはそうしたことは稀であった。

こうして考えてくると、分子説が無視されてきたことの第一義的な要因は、1811年論文を取り巻く環境や状況にあったというよりは、1811年論文の内容そのものにあったとは考えられないか。

以上のような2つの問題点を念頭に置きつつ、本稿では、1811年論文を詳細に検討することにした。この論文はよく言及される割には、意外な程十分な分析が成されていないからである。

まず、分析作業の準備として、1811年論文の構成を見ておくことにする。この論文は8節から成り、それぞれの主な内容は次のとおりである⁸⁾。

I. 同数仮説の提案

II. 粒子分割仮説の提案

III ~ VII. 元素粒子の相対的質量および化合比の算出

III. ドルトンの原子量値の検討

IV. 無水硫酸、リン酸、炭酸など

V. 酸化海酸

VI. 酸化銀、酸化鉄などの金属酸化物

VII. 塩

VIII. 結語

なお、ここでの同数仮説、粒子分割仮説はそれぞれ、今日のアヴォガドロの法則、アヴォガドロの分子説に相当するものであるが、1811年論文の主旨に沿うようにこうした名称で扱うことにする。

本稿では、最初にVIIIの検討から始める。それは、1811年論文の意図を理解するのに役立つと思うからである。そして、ここでは、ペルトレ化学との関係が重要なテーマとなる。次に、1811年論文の核心部分であるIおよびIIの分析を行う。ここでは、同数仮説、粒子分割仮説がどのようにして導出され、その理論的基礎が何であるのか、また、両仮説の役割はどのようなものであり、両仮説がいかなる関係にあるのか、といった点について、順次検討を加えてゆく。最後に、これらの分析に基づいて、1811年論文が無視されてきた事態について考察する。なお、1811年論文のVIIには「酸度」(oxigénécité)の概念が用いられているが、この概念はアヴォガドロの物質観を理解する

上で欠かせないにしても、1811年論文においては主要な構成要素となっていないので、本論からは割愛することにし、注9)で概説しておく。

2. 1811年論文の意図

1811年論文の結語に相当するⅧで、アヴォガドロは次のように述べている。

この論文を読むと、一般的には我々の個々の結果とドルトンの結果との間に多くの一致点があることがわかるであろう。しかし、我々が一般的原理から出発しているのに対し、ドルトンは個別的な考察のみに従っている。一致点は、我々の仮説に有利な論拠となるものである。我々の仮説は、実際にはただ、ドルトンの体系に、それが正確になるような新しい方法を加えたものであり、この新しい方法とは、ドルトンの体系とゲイ・リュサックが確立した一般的事実との間に、我々が見出した関係から得られたものである。ドルトンの体系は、化合物が一般に一定の比で生じることを仮定しているが、このことは、比較的安定な化合物や化学者にとって最も興味深い化合物に関して実験が示していることなのである。気体の間ではこの種の結合だけが生じ得ると思われる。それは、粒子の分割にもかかわらず、そして、この分割は多分、狭い範囲に限定されているだろうが、割に大きな数で表される比を考慮すると、粒子が法外な大きさを持っているためであろう。我々の予想では、固体と液体において、粒子の接近は全体粒子(molécule intégrante)の間でも元素粒子(molécule élémentaire)と同じ程度の距離しか可能でないが、もっと複雑な比やあらゆる割合での結合さえも生じさせることがありうる。しかし、この結合は、我々が取り扱ってきた化合物とは、いわば違ったタイプのものである。そして、この区別は化合物に関するペルトレ氏の考えと定比例の理論とを和解させるのに役立つであろう¹⁰⁾。

この引用文には、次の3点に関するアヴォガド

ロの見解が示されている。1. 「ドルトンの体系」の評価、2. ペルトレ理論に対する立場、3. 論文の意図。これらは、相互に密接に関係しているが、1. から順次検討を加えていく。

「ドルトンの体系」に対するアヴォガドロの評価がいかなるものかという点については、誰しも引用文中にある「我々の仮説は、実際にはただ、ドルトンの体系に、それが正確になるような新しい方法を加えたものであり」という記述に注目するであろう。この記述こそ、アヴォガドロはドルトン原子論を基礎にして分子説を提案したとする伝統的解釈の論拠となるものであった。その際、伝統的解釈が暗黙の前提としていることは、アヴォガドロが「ドルトンの体系」と呼んでいるものを、ドルトンの原子論と理解している点にある。しかし、この前提そのものが誤っているのである。何故なら、この記述の少し後に、「ドルトンの体系は、化合物が一般に一定の比で生じることを仮定している」とあることからわかるように、アヴォガドロが「ドルトンの体系」と呼んで受け入れたものは、化合物における定比例則の成立という事実だけであって、この事実を説明する原子論までも含んでいないのである。実際、アヴォガドロは1821年になっても化学的原子という考え方を受け入れることを明確に拒否していた¹¹⁾。

ドルトン原子論の考え方に慣れ親しんでいる今日の我々から見ると、定比例則の成立は、当然、ドルトン原子論によって説明されるべきものであるが、この当時においては決してそうではなかった。確かに、ドルトン原子論の立場に立てば定比例則の成立は説明できるし、また、デーヴィ(Humphry Davy, 1778—1829)が晩年に回想しているように¹²⁾、ドルトン原子論の公表は、当時の科学者が定比例則を受容することにかかなりの影響力を及ぼすものであったが、定比例則の成立を認めることとドルトン原子論の立場に立つことは決して同じことではなかった。さらに、このこと以上にもっと重要なのは、この当時、化合比に関する別の考え方があったという点である。この考え方とは、ペルトレの理論によるものであった。本節

での検討項目2とも関係しているので、以下ではしばらくの間、化合比に関するベルトレの理論を見てゆくことにする。

化合物について論じる際、ベルトレに特徴的であったのは、彼が化合物それ自体ではなく、化合物が形成される過程、つまり、化学反応に注目していたという点である。そして、彼は、化学反応を特徴づける2大要因として化学親和力と物質の量を挙げ、実際、これら両者の積で定義される「化学質量 (masse chimique)」という概念を提案した¹³⁾。こうした試みは、18世紀を通じて幾多の成果を収めてきたニュートン力学を規範として、化学の体系化を計るという意図によって成されたものであった。ニュートン力学における「力」と「質量」はそれぞれ、類比により化学における化学親和力と物質の量に相当すると考えられたからである¹⁴⁾。

ところで、化学親和力を重視することによってベルトレは、化学反応の典型を溶液反応に求めている。それには、次のような事情があった。ベルトレによれば、化学反応は一般に、凝集力とカロリック (これは凝集力と対立し、物質の膨張の原因となる)、および、2つの対立する化学親和力の合計4つの力から構成される動力的なプロセスである。これらの4つの力の均衡は連続的に変化しうるものであるが、固体状態では凝集力が、気体状態ではカロリックが支配的であるのに対し、液体状態では凝集力とカロリックとが共に減少する結果、2つの対立する化学親和力の効果が顕著に現れる。化学反応の究極的原因は2つの対立する化学親和力にあるので、その効果が顕著な溶液反応こそ、化学反応の典型と見做せるというわけである¹⁵⁾。

この考え方は、化学反応を特徴づけるもう一方の要因、つまり物質の量にも反映される。ベルトレは、化学反応中の物質の量的関係について、これが最小飽和点と真の飽和点という2つの点の間で連続的に変化すると考えていた。ここで、最小飽和点とは、化学反応における最初の状態のことであり、飽和能 (これは、実質上、化学親和力にな

る) は最大だが物質の量は最小である点を、真の飽和点とは、反応の最終段階で飽和能は最小だが物質の量は最大である点を意味している¹⁶⁾。

以上のことを踏まえれば、ベルトレにとって化合比がどのように捉えられていたのかは明らかであろう。ベルトレは化合比と溶解量とを同一視していたのである。あるいは、ベルトレの弟子であるゲイ・リュサックの表現を借りれば、「ベルトレ氏は……化合物と溶液をつくり出す力の同一性を主張していた」¹⁷⁾ということになる。こうしたベルトレの考え方は、化合が原子どうしの間で起こり、化合比が常に一定になるというドルトン原子論による定比例則の解釈と相違する。何故なら、ベルトレ理論において化合比は一般に、ある範囲内で連続的に変化することになるからである。しかし、同時にここで見落としてはならないのは、ベルトレ理論が定比例則の成立を一切否定しているのではないという点である。ベルトレは、ちょうど溶解量にも限度が存在するように、ある特定条件下では化合比が一定になることを認めていたからである¹⁸⁾。

化合比に関するベルトレ理論のこの立場はドルトン原子論が公表されるに及んで、一層はっきりとした形で表明されることになった。このことは、ゲイ・リュサックの1809年論文の記述から看取することができる。この論文は、気体の結合容積比が一定になるという事実を報告したものであったが、ドルトン原子論の立場でも説明しうるこの事実を、ゲイ・リュサックは次のように解釈した。すなわち、結合容積比が一定になるのは、「粒子間引力が完全に消失しているため物質が単純で整然とした法則」¹⁹⁾に従う気体物質で成り立つことであり、固体・液体物質で化合比は連続的に変化するのである、と。そして、ゲイ・リュサックはこの考え方により、ドルトンの説とベルトレの理論とを「和解」させることができると述べている²⁰⁾。このことは、粒子間引力の考察に基づいて気体状態にある物質を特殊な条件下にあるものと見做し、これに関しては化合比が一定になることを承認する一方、一般的にはベルトレ理論が成

立することを意味している。したがって、ゲイ・リュサックの述べた「和解」とは文字どおりの和解ではなく、実際にはベルトレ理論の立場からそれを「補完」²¹⁾することを意図して持ち出されたものである。

アヴォガドロの立場もこのゲイ・リュサックの立場と基本的に同じである。それは、先に示した引用文の後半に述べられているように、特別な事情があるため気体物質では化合比が一定になるが、固体・液体では「もっと複雑な比やあらゆる割合での結合を生じさせることができる」と解釈されていることや、化合比のあり方をこのように区別することは「化合物に関するベルトレ氏の考えと定比例の理論とを和解させるのに役立つ」という記述から明らかである。なお、ここでの「和解」もゲイ・リュサックの述べた「和解」と同じ機能を果していることは言うまでもない。

このようにして、1811年論文のⅧは、伝統的に解釈されてきたようにアヴォガドロの理論がドルトン原子論の延長線に位置することを証拠立てているわけでは決してなく、アヴォガドロがベルトレ理論の影響下にあることを端的に示したものである。

さらにこの箇所でもアヴォガドロが主張していることは、自説のドルトンに対する方法論上の優位性である。それは、先に示した引用文の前半の記述から明らかとなる。そこでのアヴォガドロの論理は、こうである。ドルトンが仮定している定比例則の成立は、実験が示していることであって、これは承認する。しかし、化合比などの具体的結果については、一致点があるにせよ、ドルトンが個別的な考察に頼っているのに対し、自分は「一般的原理」から出発しているため、方法論上の優位性は自分の方にある、と。1811年論文の意図はまさにこの点にあった。つまり、アヴォガドロは「一般的原理」に基づく新しい方法によって、元素粒子の相対的質量および化合比が決定できることを示そうとしたのである。では、この「一般的原理」とは何か。これが以下で検討する同数仮説であった。

3. 同数仮説の検討

1811年の論文は、次のような文章で始まっている。なお、引用文中の(i)~(iii)の番号は以下での便宜を考え、筆者が書き加えたものである。

(i)ゲイ・リュサック氏は興味深い論文(アルクイエ学会論集、第2巻)の中で次のことを明らかにした。すなわち、気体は常に非常に簡単な体積比で結合し、また、結合の結果気体を得られるときにはその体積も同様にその成分気体の体積と非常に簡単な比を成す。(ii)しかし、化合物中の物質の量的割合は、結合する粒子(molécule)の相対的個数と、結合の結果得られる化合粒子(molécule composée)の相対的な個数にのみ依存しているように思われる。(iii)それゆえ、気体物質の体積とそれらをつくっている単体粒子(molécule simple)、あるいは化合粒子の個数の間にも非常に簡単な比が成り立つことを認めなければならない。この関係について、直ちにしかも唯一つの認めうるように思われる仮説は、いかなる気体においても全体粒子(molécule intégrante)の個数が等体積中では常に等しいか、あるいはその体積に常に比例すると仮定することである²²⁾。

この引用文から明らかなように、(iii)の後半で同数仮説が提案されている。この仮説の導出は(i)と(ii)を基礎とし、論文の記述内容を損わないように今日的な表現によって表すと、その過程は次のようになっていると考えられる。

(i) 気体A + 気体B → 気体C

$$x : y : z \quad (\text{体積比})$$

(ii) 気体Aの量 : 気体Cの量

$$= \text{Aの粒子数} : \text{Cの粒子数}$$

気体の体積は気体の量を表すものであるので、

(i)と(ii)より、

(iii) 気体Aの体積 : 気体Cの体積

$$= \text{Aの粒子数} : \text{Cの粒子数}$$

この(iii)の関係が「等体積中の全体粒子の個数は常に等しいか、体積に比例する」という同数仮説

である。

さて、この仮説の理論的基礎を考えてみよう。重要なのは、この仮説が無条件で成立するものではないという点である。上で示した引用文のすぐ後でアヴォガドロ自身が述べているように、この仮説の成立を保証するのは「気体の種類によらず」という条件である。この条件についてのアヴォガドロの考え方を要約すると、次のようになる。

気体粒子どうしは互いの引力が働かないくらいの離れた距離にあるので、カロリックに対する気体粒子の引力が異なるにせよ、それは粒子の極く近くだけに限られており、全体として考えれば気体粒子とそれを取り囲むカロリック大気の大きさは気体の種類によって異なることはない。したがって、気体粒子間の距離は気体の種類が異なっても同じになり、その結果、すべての気体についてその一定体積中の粒子数は同じである。

この説明からわかるように「気体の種類によらず」という条件は、当時のカロリック説と密接な関係があった。通史的レベルの科学史においては熱の本性に関する立場を、熱運動説とカロリック説とに大別するが、カロリック説にも幾つかの異なる考え方があったことを見落とすべきではない²³⁾。では、アヴォガドロの立場と異なるカロリック説を採用すると、「気体の種類によらず」という条件はどのようなことになるであろうか。この点を明らかにしてくれたのがドルトンであった。アヴォガドロが1811年論文において自説と対比して紹介しているように、ドルトンは、気体状態であればいかなる物体粒子に対してもカロリック量が常に同じであり、気体粒子の種類が異なるとカロリックに対する引力が異なるため、気体粒子とそれを取り囲むカロリック大気の大きさも相違し、気体粒子間の距離が同じにならない、と考えていた。つまり、ドルトンのカロリック説では、気体の種類が異なると、等体積中の粒子数は異なってくるのである²⁴⁾。一方、アヴォガドロが採用したカロリック説および気体論はベルトレ理論に基づいており²⁵⁾、結局、同数仮説そのものがベルトレ理論の影響を強く受けて成立していたことになる。

さて、同数仮説はいかなる役割を果たすものであろうか。この点についてアヴォガドロは次のように述べている。

この仮説から、気体状態で得られる物質粒子の相対的質量と、化合物中の粒子の相対的個数とを、非常に容易に決定する方法が導けることがわかる。なぜならば、粒子の質量比は等温・等圧に存在する種々の気体の密度比に等しく、また、1つの化合物中の粒子の相対的個数はその化合物を構成する気体の体積比から直接得られるからである。たとえば、空気の密度を1とした場合、酸素気体と水素気体の密度は、それぞれ1.10359 および0.07321という値で表され、したがって、2つの値の比は等体積の2つの気体の質量比を示すので、この比は我々の仮説に従えば、2つの気体粒子の質量比を表すことになるだろう。そこで、酸素粒子の質量は水素粒子の質量の約15倍になるであろう。……一方、水をつくる際の水素と酸素の体積比は2対1になることがわかっているから、水は酸素1粒子ごとに水素2粒子が結合してできていることになる²⁶⁾。

このように、同数仮説が成立すると仮定したとき、気体の密度のデータを用いて粒子の相対的質量が、気体の結合容積比のデータを用いて化合比が、決定できることになる。念のため、これらの決定に際して同数仮説がどのように関与しているのかを、引用文中の例を使って次に示しておく。

$$\frac{\text{酸素気体の密度}}{\text{水素気体の密度}} = \frac{\text{酸素気体の質量}}{\text{水素気体の質量}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{ともに} \\ \text{等体積} \end{array} \right)$$

$$= \frac{\text{酸素粒子の質量}}{\text{水素粒子の質量}} = \frac{1.10359}{0.07321} = \frac{15.074}{1}$$

↑
—同数仮説

$$\frac{\text{酸素気体の体積}}{\text{水素気体の体積}} = \frac{\text{酸素粒子の個数}}{\text{水素粒子の個数}} = \frac{1}{2}$$

↑
—同数仮説

ここで強調しておきたいことは、同数仮説の役割についてである。同数仮説は粒子の相対的質量および化合比の決定に際して気体の密度および気体の結合容積比のデータが使えるということを保

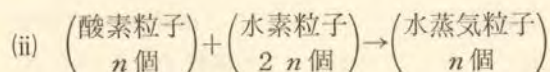
証するためのものであって、それ自身が決定方法であるわけではない。

4. 粒子分割仮説の検討

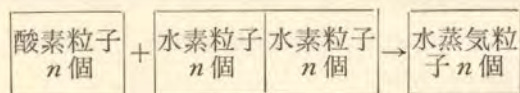
以上のような同数仮説を提案した後、すぐにアヴォガドロはこの仮説だけでは実際の現象を説明できない場合が出てくることを、1811年論文のⅡに冒頭から次のようにして論じ始める。なお、引用文中の(i)~(iv)の番号は筆者が挿入したものである。

化合物については、一見したところ、我々の仮説を容認しないような考え方がありうるに思われる。(i) 2つ以上の元素粒子(*molécule élémentaire*)から成る〔化合〕粒子の質量は、これらの元素粒子の質量の和に等しくならなければならないし、(ii) また、特に化合物において、ある物体の粒子1個が他の物体の2個以上の粒子と結合する場合、化合粒子の個数は最初の物体の粒子数と同じはずであると考えられる。(iii) そうだとすれば、我々の仮説では、ある気体が2倍以上の体積の気体と結合するとき、生成する化合物が気体であれば、最初の気体の体積と等しい体積を占めるはずである。(iv) しかし、実際には一般的に言うてこうはならない。たとえば、ゲイ・リュサック氏が明らかにしたように、気体状の水の体積はその成分である酸素気体の体積の2倍である²⁷⁾。

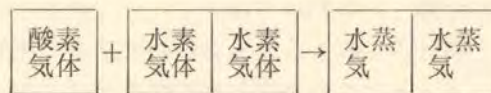
ここで、(i)はもちろん、化学反応の際に質量保存の法則が成立することを述べたものである。(ii)~(iv)については、酸素気体と水素気体から水蒸気が生ずる反応を例として、記述内容に即して今日風に書き改めると、次のようになる。



(iii) 同数仮説が成立し、生成物が気体であるなら、(以下で $\square$ は気体の1体積を表す)



(iv) しかし、ゲイ・リュサックが水蒸気の生成について明らかにしたことは、



つまり、(iii)が正しいのであれば、生成した水蒸気の体積は酸素気体の体積と等しいはずであるが、実際の結果は(iv)のようになる。換言すれば、(iii)の本質を成す同数仮説と気体の結合容積比のデータとの間に矛盾が生じてきてしまうのである。

では、この矛盾はどのようにして解消されるであろうか。前の引用文に引き続いて、アヴォガドロはこう述べている。

しかしながら、この種の事実を我々の仮説に従って説明する方法が極めて自然に見出せる。すなわち、次のように仮定するのである。ある単体の気体の構成粒子(*molécule constituante*)、つまり、互いに影響を及ぼし合わないような距離にあってその気体を構成する粒子は、唯1つの元素粒子から成るものではなく、引力によって1つに結合している一定数の粒子から構成されており、また、他の物質の粒子がこの粒子と結合して化合粒子をつくる場合、その際に生ずるはずの全体粒子は2つ以上の部分の全体粒子に分かれている。つまり、これらの全体粒子は、最初の物質の構成粒子を形成している元素粒子の $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 等々と、この粒子全体と結合すべき他の物質の構成粒子数の $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 等々が結合したものである。…その結果、化合物の全体粒子の数は、この分裂が起こらなかった場合の2倍、4倍等々になり、また、生成気体の体積を満足させるにはそうならなければならない²⁸⁾。

この引用文からわかるように、アヴォガドロは単体気体の場合、その構成粒子が反応の際に分割されると仮定すれば、先程指摘した矛盾が解消できると考えたのである。この仮定が粒子分割仮説に他ならない。

さて、この引用文で注目しておきたいのは、単体気体に限定しても、今日通俗的に理解されている

ように1分子が2原子に分割されると、アヴォガドロは述べていない点である。1粒子は一義的に2つに分割されるわけではなく、4つあるいはそれ以上に分割されることもあるのである。実際、アヴォガドロはこの論文の別の箇所では「他の場合には分割が4つ、8つ等々で行われることもある」²⁹⁾と述べている。

では、アヴォガドロは具体的にはどのようにして粒子の分割数を決定したのであろうか。この点に関して言えば、アヴォガドロは1811年論文のどこにも理論的根拠を示していない。では、分割数は全く任意に選ばれたものであろうか。いや、そうではない。この引用の最後の文が示唆しているように、分割数は気体の結合容積比のデータと一致するように決定されたのである。

このことは、粒子分割仮説が果たす役割について重要な手掛りを与えることになる。既に述べたように、粒子分割仮説は同数仮説と気体の結合容積比のデータとが矛盾したとき、その矛盾を解消するために持ち出されるものであった。その際、矛盾を解消するための方法としては、同数仮説を変更したり、あるいは、ドルトンが実際に行ったように結合容積比のデータを否定したりすることも可能であった。しかし、アヴォガドロはこのいずれの方法も採用せず、あくまで同数仮説を保持し、かつまた、気体の結合容積比のデータを受け入れた。つまり、粒子分割仮説は、アヴォガドロにとって最も根本的であった同数仮説を守り、気体の結合容積比という現象を救うために設定されたアドホックな補助仮説である³⁰⁾。したがって、理論としての一般性は同数仮説にあるので、これが気体の結合容積比との間に矛盾を生じなければ粒子分割仮説は用いなくてもよいのである。こうした粒子分割仮説の機能が理解できれば、粒子の分割数についてアヴォガドロが理論的根拠を何も示していないのも当然であろう。

ところで、伝統的解釈の立場は、この粒子分割仮説を分子説と見做している。しかし、この解釈は妥当なものではない。何故なら、アヴォガドロは1811年論文において「分子」という概念を提唱し

ていないからである。確かに、アヴォガドロはこの論文で *molécule* という語を用いている。しかし、このことを根拠に、アヴォガドロが分子説を提唱したと考えるなら、それは時代錯誤と言わざるを得ない。*molécule* という語は、アヴォガドロが1811年論文において初めて用いた彼独自の用語であったわけではなく、17世紀以降のフランスでは伝統的に用いられてきたものである。そして、この語は英語の *particle* に相当し、物質を構成する単位といった程度の意味しか持っていないからである³¹⁾。アヴォガドロが提唱したことは、同数仮説と気体の結合容積比のデータとが矛盾する場合に限って、粒子分割が生じるということであって、分割前の粒子と分割後の粒子とを区別するのは、単に分割の度合の相違であるにすぎない。このことは、分子を一定数の原子から構成される原子集団と定義したゴードン (M.A.A. Gaudin, 1804—1880) の態度とは明確に異なっている³²⁾。つまり、ブルック (J.H. Brooke) が指摘しているように、アヴォガドロは存在論的に原子と分子とを区別していないのである³³⁾。

ここで、1811年論文の中に登場する *molécule* の関与した用語について触れておこう。アヴォガドロは *molécule* という語に *élémentaire*, *intégrante* など幾つかの形容詞をつけて用いているが、これらの用法は次のとおりである。単体粒子 (*molécule simple*) と化合粒子 (*molécule composée*) は、今日の「単体」と「化合物」と同じ用法である。つまり、その区別は化学的な基準に基づく。次に、全体粒子 (*molécule intégrante*) であるが、これは物理的に分割したときの単位粒子を指す。反応の際に粒子分割が起こってこの全体粒子が生成されたとき、生成した全体粒子を構成する反応物質の粒子が元素粒子 (*molécule élémentaire*) である。つまり、「元素粒子」という語は、粒子分割仮説が適用される場合にしか使われない仮想的な構成単位である。構成粒子 (*molécule constituante*) も物理的に分割した際の単位粒子のことであるが、特に反応前の粒子であることが強調される³⁴⁾。

5. 結びにかえて

最後に述べておかねばならぬことは、以上で検討してきたことを踏まえると、アヴォガドロ「分子説」の無視といった事態はどう説明されるかである。この問題は、19世紀前半の化学理論の変容という大問題と密接に関わっており、その詳細について論ずることは現在の筆者の力量を越えているので、ここでは今後の研究にとって重要であると思われる幾つかの視点を提示するに止めたい。

冒頭で述べたように、従来から行われてきたこの問題に対する解釈は、無視の要因をすべてアヴォガドロの論文の外に求めるというものであった。しかし、こうした解釈はもはや成立しない。無視という事態を招いた第一義的な要因は、アヴォガドロの論文そのものにあるからである。

まず、伝統的立場の人々によって「分子説」と称されてきた粒子分割仮説について考えてみると、この仮説は、同数仮説が困難に陥ったときのみ持ち出されるアドホックな補助仮説として機能するものであった。つまり、特別な場合にしか必要とされない仮説であって、従来からの物質観に大きな変更を迫るような性格を持っているわけではない。さらに、たとえ、原子論者が分割された粒子を原子と、分割前の粒子を分子と置き換えて理解することがあったとしても、粒子分割仮説の有効性は極めて疑わしいものである。それは、粒子の分割数の決定法に何ら理論的根拠が示されておらず、ただ、気体の結合容積比のデータとの一致という基準があるにすぎないからであり、また、粒子分割仮説はそれ自身が原子量や化合比の決定方法を与えるものではなかったからである。

次に、1811年論文の根幹を成す同数仮説についてはどうかと言えば、この仮説は、当時において独創的な考え方を示したものではなかった。いわば、容易に考えつく仮説であった。このことは、たとえば、『化学哲学の新体系』(*New System of Chemical Philosophy*)の第1巻(1808年)におけるドルトンの記述から十分に窺い知ることができる。ドルトンは既に見たとおり、アヴォガドロ

とは異なる立場のカロリック説を採用し、その結果、同数仮説の成立を否定することになったが、この著作では、それに至るまでの自分の思想の軌跡をふり取り、こう述べているのである。

当時多くの人がそうだったと思うが、種々の弾性流体の粒子はすべて同じ大きさをもつという混乱した考えを抱き、一定体積の酸素気体は同じ体積の水素気体とちょうど同数の粒子を含むと考えていた³⁵⁾。

つまり、ドルトンのこの記述を信用すれば、ドルトンを含めた当時の多くの人々が同数仮説的な考え方を抱いていたことになる。実際、アヴォガドロほどははっきりとその内容を述べているかどうかは別にしても、ベルトレの気体論に立てば同数仮説を導くことは難しくはなかったし、現に、19世紀中葉には同数仮説がベルトレ派のゲイ・リュサックに起源するという見方も存在したのである³⁶⁾。

さらに、同数仮説自体の当時における妥当性はどうかと言えば、この仮説はまだ検証不可能な仮説であり、これを採用するか否かは研究者の立場に依存していた。また、原子量決定に対するこの仮説の有効性については、この仮説が果たした役割を想起すればよい。つまり、この仮説は、原子量の算出法を理論的に保証するものであって、それ自身が算出法であるわけではない。一方、この仮説を承認し、気体の密度のデータを使って粒子の相対質量を算出したとしても、この方法は気体物質にしか適用できない——もっとも、アヴォガドロは1811年論文で固体の酸化物についても適用し、自ら、逸脱したが——ので、原子量を決定できる物質の数はごく限られたものである。

こうして考えてくると、同時代人達がアヴォガドロの1811年論文にほとんど言及しなかったのも当然のことであったと言える。何故なら、この論文には、注目すべき独創的な観点が何も示されていないからである。むしろ、同時代人にとっては、この論文がベルトレ・パラダイムに沿って行われた通常科学研究の所産と映ったであろう。そのことは、この論文のⅧに記された化合比の考え

方からはっきりと看取できたにちがいないからである。

ところで、以上のようにしてアヴォガドロの「分子説」が無視されたのも当然であったと理解されると、逆に一つの問題が生じてくる。この問題とは、従来から繰り返し述べられてきているカニッツァーロ (Stanislao Cannizzaro, 1826—1910) によるアヴォガドロ「分子説」の「復活」という事態がどのように解釈されるかである。つまり、伝統的立場は、アヴォガドロの仮説が注目を集めてしかるべきものであったことを、「復活」という事態が生じたことで正当化してきたが、新しい解釈の立場では無視されても当然であったと理解されるので、かつてのものが再び息を吹き返すといった「復活」などあり得ないことになるからである。この問題については、こう答えられよう。カニッツァーロがアヴォガドロの仮説を大きく取り上げたという事実は、1859年までに化学界では「分子説」を必要とする新しい状況が生じていたことを物語るものであると。つまり、カニッツァーロの発言は「復活」ではなく、化学理論全体の「変容」の証拠と見做されるべきものである。1811年と1858年の時点では歴史的文脈が大きく異なっており、カニッツァーロの見解は1811年当時とは異なった立場からアヴォガドロの仮説を再定義したものと受け取られよう³⁷⁾。実際、フィッシャー (N. Fisher) が明らかにしたように、カニッツァーロの発言は、当時の化学教育改革論争と密接に関連していた。カニッツァーロは化学教育の中では思弁的な原子説を避けるべきだとする従来からの見解に対し、これを避けるのはかえってよくないと主張し、化学教育改革の必要性を唱えていたからである³⁸⁾。アヴォガドロへの言及はこうした状況下でなされたものであった。その詳細についてはともかくとしても、カニッツァーロの見解に基づいて、アヴォガドロ自身の考え方を逆に規定することは歴史解釈として許されるわけではない。

ここで示唆した19世紀中葉の化学理論全体の変容については、今後の研究に委ねる他はないが、

有機化学の発展が大きな影響を与えたことは論をまたない³⁹⁾。「分子」概念の形成に限定しても、「型」の理論なり「根」の理論なりが置換反応の解釈をめぐる原子集団およびその内部における原子の配置を問題にしていくことが大きな要因となったと考えられる。いずれにせよ、19世紀中葉に化学が大きく変容したという認識は今後の研究にとって、大切な視点であると思われるし、アヴォガドロを分子説の提唱者と見做すことは今日ではもはや許されない。敢えてアヴォガドロを分子説の提唱者と見做す立場は、今後、遡及主義⁴⁰⁾の烙印を押されることを覚悟しなければならないであろう。

文献と注

- 1) 以下の2)に示す以外のほとんどの化学史書の解釈は、ここでの伝統的解釈に属するものである。たとえば、アイト『現代化学史』第1巻(鎌谷親善・藤井清久・藤田千枝訳、みすず書房、1972)、122-125頁。大野陽朗監修『近代科学の源流—物理学編I』(北海道大学図書刊行会、1974)、206頁、269頁。
- 2) John K. Bonner, *Amedeo Avogadro: A reassessment of his research and its place in early nineteenth century science*, (John Hopkins University Ph. D. dissertation, 1974). この著作に関しては同志社大学の松尾幸季氏の御厚意を得た。この場を借りて松尾氏に対して謝意を表しておきたい。John H. Brooke, 'Avogadro's hypothesis and its fate; A case-study in the failure of case-studies', *History of Science* (以下 *Hist. Sci.* と略す), **19** (1981), pp. 235-273, Nicholas Fisher, 'Avogadro, The Chemists, and Historians of Chemistry', *Hist. Sci.*, **20** (1982), pp. 77-102, pp. 212-231.
- 3) レスター『化学と人間の歴史』(大沼正則監訳、脇岡義人、内田正夫訳、朝倉書店、1981)、168頁。
- 4) Brooke は注2)の論文で実に18項目にわたる要因を列挙しているが、Aの要因はそのうちの1つである。また、Crosland も次の文献の中で6つの要因を挙げ、Aもその中に含めている。Maurice P. Crosland, 'Avogadro, Amedeo', *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. 1, pp. 343-350 のp. 347.
- 5) 以下で論ずるように、アヴォガドロはベルトレ理論の影響を強く受けていたが、ベルトレ・パラダイムはフランスにおいて1815年以降、急速にその影響力を失っていった。しかし、アヴォガドロは、地理的に孤立していたためその影響を受けず、相変らずベルトレ理論の枠に従って研究を続けていたと考えられるからである。1815年以降のベルトレ・パラダイム

- の没落については、次の文献を参照されたい。R. Fox, 'The rise and fall of Laplacian physics', *Historical Studies in the Physical Sciences*, 4 (1975), pp.89-136.
- 6) アヴォガドロの論文が掲載された時期のこの雑誌の正式な表題は、*Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle* である。なお、この雑誌を含めた当時の雑誌については、次の文献を参照のこと。D.M. ナイト、柏木肇・柏木美重 編著『科学史入門—史料へのアプローチ』(内田老鶴圃, 昭和59年), 16, 17頁。
- 7) 注1)のアイドの著作中の125頁。
- 8) A.A. Avogadro, 'Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons', *Journal de Physique, de Chimie*, 73 (1811), pp.58-76. この論文の全訳および解説は、斎藤茂樹「A. Avogadro: “物体の元素粒子の相対的質量とそれらの化合比の決定方法についての試論”——その解説と日本語訳」、『本誌』, 第2号 (1974年8月), 40頁-50頁。この解説はアヴォガドロの仮説をドルトン原子論の延長線上に位置づけようとするなど、伝統的解釈の立場で書かれたものである。1811年論文のアレンビック・クラブ・リプリント (Alembic Club Reprint) 版 (英訳) からの部分訳については、注1)『近代科学の源流—物理学篇I』269頁-278頁。この解説も先に見た通り、典型的な伝統的解釈である。アレンビック・クラブ・リプリント版の英訳は、*Foundations of the Molecular Theory, Papers and Extracts by John Dalton, Joseph Louis Gay-Lussac, Amedeo Avogadro (1808-1811)*, Alembic Club reprint, No. 4. re-issue edition (Edinburgh, 1969), pp.28-51. また、本学会創立10周年記念事業として出版が予定されている『原子・分子論の諸断面』(仮題), (内田老鶴圃, 近刊)に1811年論文の新たな全訳が掲載されることになっている。なお、本文で引用した箇所の翻訳の責任は、すべて筆者にある。1811年論文については、その草稿が発見されている。これについては、次の文献を参照されたい。Mario A. Morselli, 'The Manuscript of Avogadro's "Essai d'une manière de déterminer les masses relatives de molécules élémentaires"', *Ambix*, 27 (1980), pp.147-172.
- 9) アヴォガドロは酸-塩基の反応性を予測し、説明するために、酸-塩基の相対的な強弱を考慮したスケールを提案した。このスケールは、酸素含有量を1つの基準として、縦軸方向にいろいろな物質を配置したもので、高位の物質ほど酸性が強く、低位の物質ほど塩基性が強いと考えられた。また、酸素の単体は、多くの物質に対し強い親和性を示すので、最上位に配置された。このスケールの位置関係を表すものが「酸度」である。つまり、酸度の大きい物質ほど酸性が強いことになる。この酸度スケールの考え方は、ペルトレの『化学静力学』(*Essai de Statique Chimique*, 1803, 2vols)に起源し、アヴォガドロが1809年の論文 'Idées sur l'acidité et l'alcalinité', (*Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle et des arts*, 69 (1809), pp.142-148) でそれに「酸度」という明確な表現を与えた。この論文でアヴォガドロはペルトレに従って、酸-塩基反応を対立する2つの化学親和力のプロトタイプと見做し、酸-塩基性を関係論的 (relational) に捉えるべきことを主張した。すなわち、物質の酸-塩基性は他の一方が同時に与えられたときにはじめて論じうるものであり、これらが物質固有の性質ではないとした。アヴォガドロにとって酸度は、物質の相対的な反応性を表すものであったので、酸度の決定は、結局、化学親和力の定量化をめざすものであった。1809年の論文においてアヴォガドロは酸度スケールを電気化学的な知見によって決定しようとし、1813年の論文でも再びそれを取り上げたが、最終的にはこの企てを放棄した。しかし、酸度スケールという考え方はその後も保持され、次は比熱測定にその手掛りが求められることになった。こうした試みはすべて、ペルトレ理論がかなり長期にわたってアヴォガドロに影響を及ぼしていたことを物語るものである。
- これらの点の詳細については、注2)のボナー(J.K. Bonner)論文中のpp.130-153を参照のこと。また、アヴォガドロの比熱研究については、次の文献も参照されたい。N.G. Coley, 'The Physico-Chemical Studies of Amedeo Avogadro', *Annals of Science* (以下, *Ann. Sci.* と略す), 20 (1964), pp.195-210.
- 10) A. Avogadro, *op. cit.*, (注8)), p. 76.
- 11) N. Fisher, *op. cit.* (注2)), p. 84.
- 12) H. Davy, 'Discourse delivered the Royal Society at their anniversary meetings, on the Award of the Royal and Copley Medals; Discourse of the President, Anniversary, 1826', in John Davy (ed.), *The Collected Works of Sir Humphry Davy*, (Johnson Reprint Corporation, The Sources of Science, No.114 1972), Vol. 7, pp.92-99中のp. 96
- 13) C.L. Berthollet, *An Essay on Chemical Statics* (translated by B. Lambert), Vol. 1 (1804), p. xxiv. ペルトレ化学については、次のような文献がある。S.C. Kapoor, 'Berthollet, Proust, and Proportions', *Chymia*, 10(1965), pp.53-110. A. Thackray, *Atoms and Powers; An Essay and Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*, (Harvard U.P., 1970), pp.230-233. T.H. Levere, *Affinity and Matter; Elements of Chemical Philosophy 1800-1865*, (Clarendon Press, 1971), pp.196-200. B. Bonner, *op. cit.* (注2)), pp.58-129. H.E. Le Grand, 'Berthollet's Essai de Statique Chimique and acidity', *Isis*, 67 (1976), pp.229-238. ペルトレの伝

- 記として最近のものは, Michelle Sadoun-Goupil, *Le Chimiste Claude-Louis Berthollet (1748-1822)*, (Librairie Philosophique J. Urin, 1977). ベルトレが主宰者の1人であったアルクイユ学会の活動については, Maurice Crosland, *The Society of Arcueil; a view of French Science at the time of Napoleon I*, (Heinemann, 1967).
- 14) C. L. Berthollet, *op. cit.*, (注13)), pp. vii~viii
 - 15) C. L. Berthollet, *op. cit.*, (注13)), p. 33.
 - 16) C. L. Berthollet, *op. cit.*, (注13)), p. 92.
 - 17) J. L. Gay-Lussac, 'Memoir on the Combination of Gaseous Substances with Each Other', in *Foundations of the Molecular Theory* (Alembic Club Reprints, No.4, 1969), p. 23.
 - 18) C. L. Berthollet, *op. cit.*, (注13)), p. 37, pp. 391-392.
 - 19) J. L. Gay-Lussac, *op. cit.*, (注17)), p. 8.
 - 20) J. L. Gay-Lussac, *op. cit.*, (注17)), p. 24. ゲイ・リュサックのこの論文とベルトレ化学との関係については, 次の論文を参照のこと, M. P. Crosland, 'The Origins of Gay-Lussac's Law of Combining Volumes of Gases', *Ann. Sci.*, **17** (1961), pp. 1-26.
 - 21) 「補完」という位置づけに関しては, 1984年化学史学会年会における筆者の発表に対する質疑の中で, 藤井清久氏から御指摘をいただいたものである。
 - 22) A. Avogadro, *op. cit.*, (注8)), p. 58.
 - 23) 当時のカロリック説については, 次の文献を参照のこと. Robert Fox, *The Caloric Theory of Gases from Lavoisier to Regnault*, (Clarendon Press, 1971).
 - 24) ドルトンのカロリック説については, 上記の著作の他に次の文献も参照のこと. Robert Fox, 'Dalton's Caloric Theory' in D. S. L. Cardwell (ed.), *John Dalton and the Progress of Science*, (New York; Barnes and Noole, 1968), pp. 187-202.
 - 25) C. L. Berthollet, *op. cit.*, (注13)), pp. 116-117.
 - 26) A. Avogadro, *op. cit.*, (注8)), p. 59.
 - 27) A. Avogadro, *op. cit.*, (注8)), p. 60.
 - 28) A. Avogadro, *op. cit.*, (注8)), pp. 60-61.
 - 29) A. Avogadro, *op. cit.*, (注8)), p. 61. 分割数が必ずしも2でない点については, 次の文献が既に指摘している. B. W. Mundy, 'Avogadro on the Degree of Submolecularity of Molecules', *Chymia*, **12** (1967), pp. 151-156.
 - 30) 粒子分割仮説が同数仮説に対するアドホックな仮説として機能することは, 次の文献でも指摘されている. J. K. Bonner, *op. cit.*, (注2)), p. 221. Martin Frické, 'The rejection of Avogadro's hypotheses', in Colin Howson (ed.), *Method and appraisal in the physical sciences; The critical background to modern science, 1800-1905*. (Cambridge U.P., 1976) pp. 277-307, の特に p. 278. ただし, Frické は同数仮説もドルトン原子論に対するアドホック仮説として機能すると解釈している. この論文は, ラカトシュ派の科学哲学の方法論を歴史解釈に適用しようとした意欲的な研究であるが, アヴォガドロをドルトン原子論の系譜に位置づけるなど問題点も多く, 批判にさらされている. Frické 論文への批判については, J. Brooke の論文(注2))を参照されたい.
 - 31) atom, particle, molecule などの用語の意味は物質観によって, 当然, 変化する. 18世紀を通じての物質観の変遷については, 次の文献を参照されたい. A. Thackray, *op. cit.* (注13)). Marie Boas Hall, 'Structure of Matter and Chemical Theory in the Seventeenth and Eighteenth Centuries', in Marshall Claggett (ed.), *Critical Problems in the History of Science*, (The University of Wisconsin Press, 1969), pp. 369-441. Marie Boas Hall, 'The History of the Concept of Element', in D. S. L. Cardwell (ed.), *John Dalton and the Progress of Science*, (Manchester U.P., 1968). Maurice Crosland, 'The Development of Chemistry in the eighteenth century', *Studies on Voltaire and the Eighteenth Century*, **24** (1963), pp. 369-441.
 - 32) M. A. A. Gaudin, 'Recherches sur la Structure intime des Corps inorganiques définis, et Considérations générales sur le rôle que jouent leurs dernières particules dans les principaux phénomènes de la nature tels que la conductibilité de l'électricité et de la chaleur, le magnétisme, la réfraction (simple ou double) et la polarisation de la lumière', *Annales de Chimie et de Physique*, **52** (1833), pp. 113-133 中の p. 115. この論文の翻訳(全訳)は, 斎藤茂樹「M. A. A. Gaudin: 限られた無機物体の内部構造の探究, および電気・熱の伝導度……—その解説と日本語訳一」, 『本誌』, 第6号(1977年6月), 34頁-38頁. 現在, 新しい翻訳が準備されており, 本学会創立10周年記念事業『原子・分子論の諸断面』(仮題), (内田老鶴圃, 近刊)の中に収められることになっている.
- なお, ゴーダンは原子と分子とを明確に区別したが, そのことによってゴーダンを分子説の形成者と思ふことはできないであろう. 「分子説」の形成は有機化学の発展と密接にかかわっており, ゴーダンは無機物質しか対象としていなかったからである. なお, ゴーダンに関する研究論文については, 斎藤茂樹氏の解説に挙げられている.
- 33) J. Brooke, *op. cit.* (注2)), p. 243.
 - 34) アヴォガドロが用いた *molécule* に関わる語については, 次の文献を参照されたい. J. K. Bonner, *op. cit.* (注2)), pp. 187-214.
 - 35) John Dalton, *A New System of Chemical Philosophy*, (Part 1, 1808), p. 188. なお, 引用文の翻訳は, 次の文献による. 広重徹訳「ドルトン化学の新

- 体系」, 湯川秀樹, 井上健編『世界の名著—現代の科学 I』(中央公論社, 昭和48年), 142頁.
- 36) 同数仮説をゲイ・リュサック および アンペールに起源すると考えた人物は, ゴーダンである. M. A. A. Gaudin, *op. cit.* (注32)), p. 116.
- 37) ここで述べた観点をさらに精緻にした叙述が「メンデル法則の再発見」に関する次のような研究で既に明らかにされている. A. プラニガン, (村上陽一郎・大谷隆利訳)『科学的発見の現象学』(紀伊国屋書店, 1984年), 第6章.
- 38) N. Fisher, *op. cit.* (注2)), pp. 217-219.
- 39) 有機化学の展開の詳細については, 既に次のようなすぐれた成果がある. 柏木肇『『有機化学構造論』の解説』, 日本化学会編『化学の原典10 有機化学構造論』(東京大学出版会, 1976年), 157頁-264頁.
- 40) 「週及主義」という用語は村上陽一郎氏によって発案されたものである. 次の著作を参照されたい. 村上陽一郎『科学史の逆遠近法—ルネサンスの再評価』(中央公論, 昭和57年), 36頁-38頁.
- (付記) 本稿脱稿後に, アヴォガドロに関する次のような研究書を入手したが, 時間的な制約によりその内容を十分に検討することができなかった. この著作については, いずれ本誌で紹介させていただくつもりであるので, ここでは, 書誌的情報について記しておくに止めたい. Mario Morselli, *Amedeo Avogadro; A Scientific Biography*, (D. Reidel Pub. Co., 1984), xi+375pp.

Avogadro's 1811 Paper Reconsidered

Makoto OHNO

(Postgraduate of Nagoya Univ.)

Many historians have interpreted that Amedeo Avogadro (1776-1856) proposed his molecular hypothesis in his 1811 paper in order to remove the difficulty of Dalton's atomism. But this traditional interpretation about Avogadro's 1811 paper has proved invalid. Avogadro proposed the equal number and the division hypotheses in order to demonstrate his theoretical superiority over Dalton. The equal number hypothesis gave a theoretical warrant to the method of calculating the relative masses and the ratios of the elements in compounds, and

was formed under the influence of Berthollet's caloric theory. The division hypothesis functioned as an *ad hoc* hypothesis to the former, and was called for in case that his equal number hypothesis contradicted the data of the combining volumes of gases.

Avogadro's hypotheses of 1811 were disregarded at the time, because his equal number hypothesis had ceased to be novel in those days and his division hypothesis was supplementary. His work could not go beyond the traditional framework of Berthollet as Gay-lussac's was.

〔技術資料〕

化学技術研究所の歴史的記念物

——わが国化学工業の近代化のあけぼのを物語る——

亀山 哲也*

化学技術研究所は、1900年（明治33年）に東京・越中島に創立された工業試験所にはじまり、1918年（大正7年）に東京都渋谷区に移転し東京工業試験所と改称し、同年設置された臨時窒素研究所を10年後に吸収し、1979年（昭和54年）に茨城県筑波に移転するとともに現在の名称に改められた。

ここには、化学技術のあけぼのを伝える数々の貴重な装置や史料類が保存されており、わが国化学工業の勃興期の緊張感にふれることができる。これらの歴史的記念物は、第一次大戦前後欧米で発展しつつあった近代化学工業をわが国でも振興、発展させるという目的で、臨時窒素研究所においてハーバー法によるアンモニア合成、オストワルト法による硝酸合成、さらにはメタノールの合成をはじめとする化学技術の開発で活躍したものが多く、わが国の化学工業の基礎を作ったという意味できわめて貴重なものばかりである。

以下に、わが国化学工業技術の歴史の一こまをしのばせる化学技術研究所の歴史的記念物を、当時使用されていた状況を通して紹介しよう。

臨時窒素研究所におけるハーバー法によるアンモニア合成研究では、高压装置の製作と運転および触媒の開発が重要であったが、当時の「わが国において100~200気圧を使用する高压合成工業を実現せんとするは無謀もはなはだしい」という状況下であって、わが国初のプロジェクトの遂行は

きわめて困難であった。BASF 社の特許やハーバーの論文を頼りに図面を作って町工場に見せて高压装置の試作を繰り返すことから始めた。不慣れたため圧力計の破損事故やコンプレッサーのガス洩れ事故を頻繁に起こしていたが、1921年（大正10年）には小規模実験用のアンモニア合成装置を完成するに至った。続いて、中規模用の大型装置の購入を始めたが、当時であってほとんどが外国製であった。

窒素製造装置一式は大正11年にドイツのリンデ

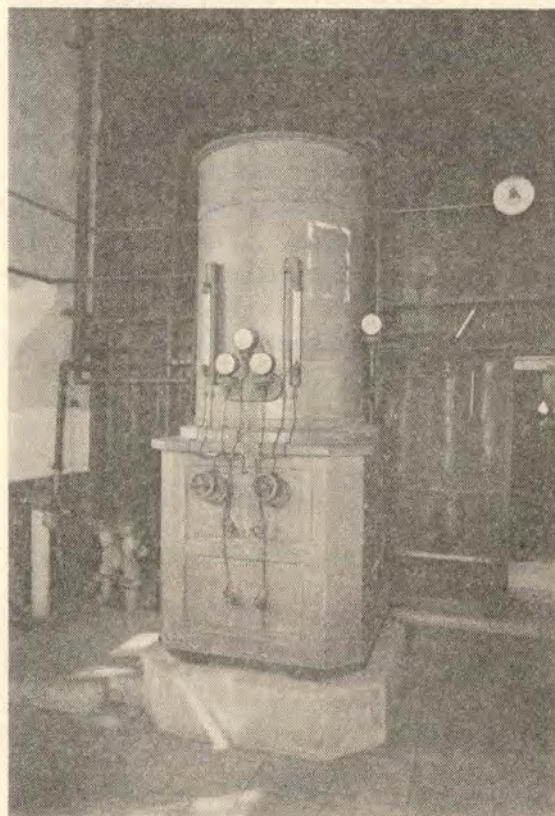


写真1

*化学技術研究所

連絡先 〒305 茨城県筑波郡谷田部東1-1
化学技術研究所エネルギー化学部

社から輸入している。写真1は高さ1.5m、外径1mの空気液化分溜器であり、他に1時間あたり、110m³の空気を4段圧縮により200気圧にまで圧縮するコンプレッサー、炭酸ガス除去器、空気乾燥器等からなり、純度99.5%の窒素を1時間当たり40m³製造する能力を有していた。この空気液化分溜器は、アンモニア合成の目的で使用されたものとしてはわが国最古の装置である。また、本装置を日本の技術者のみで運転するのも初めてであり、高圧装置の運転および取り扱いについて数多くの貴重なノウハウが蓄積され、昭和の初めにはこれらの輸入品を手本にして、国産機が製造されるまでになり、わが国における高圧化学工業の発展を生み出したのである。

水素製造装置については、合成アンモニアの価格のうち原料ガスの価格が約6割を占め、しかもその大部分を水素ガスが占めることから、水素をいかに廉価に製造するかが重要な問題で、慎重に

検討され、その結果、パマーグ社の水素製造装置（水性ガス方式と鉄-水蒸気方式の併用）が1922年（大正11年）に、さらに1924年（大正13年）には、余剰電力の利用、純粋な水素が得られる等の利点からアメリカのエレクトロラボ社のレビン式電解水素製造装置（写真2）一式も輸入されている。これは密閉タンク型単極電解槽（60cm×14cm×75cm）で、一槽あたり250A、2.2Vの条件で0.1m³/時の水素が発生し、購入した100槽全体では11m³/時の能力があった。アンモニア合成用の原料水素はほとんどパマーグ社の方式で製造したが、一部は電解水素を当てていた。この水電解装置は昭和43年まで稼動していた。

中規模試験で最も重要な課題は優秀な工業用触媒の開発であった。アメリカの窒素研究所の触媒にヒントを得て、八幡製鉄所のスケールにK₂O、Al₂O₃の少量をまぜて溶融し、細かく砕いてふるいわけした安くて優秀な“東工試法”溶融鉄触媒を開発した（写真3）。500℃、200気圧、空間速度

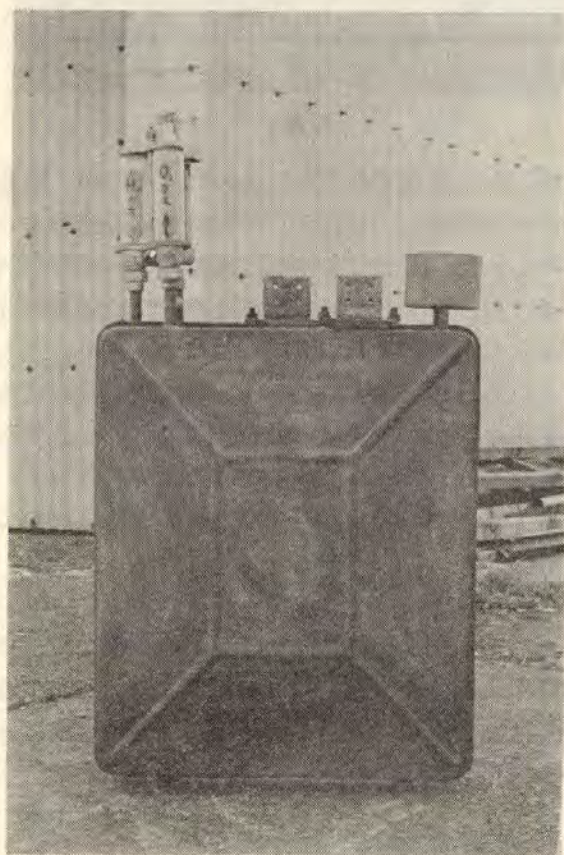


写真2

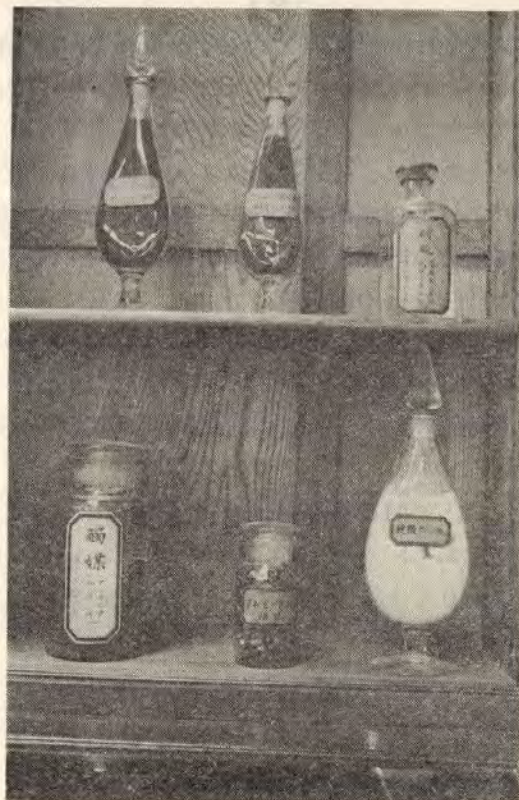


写真3

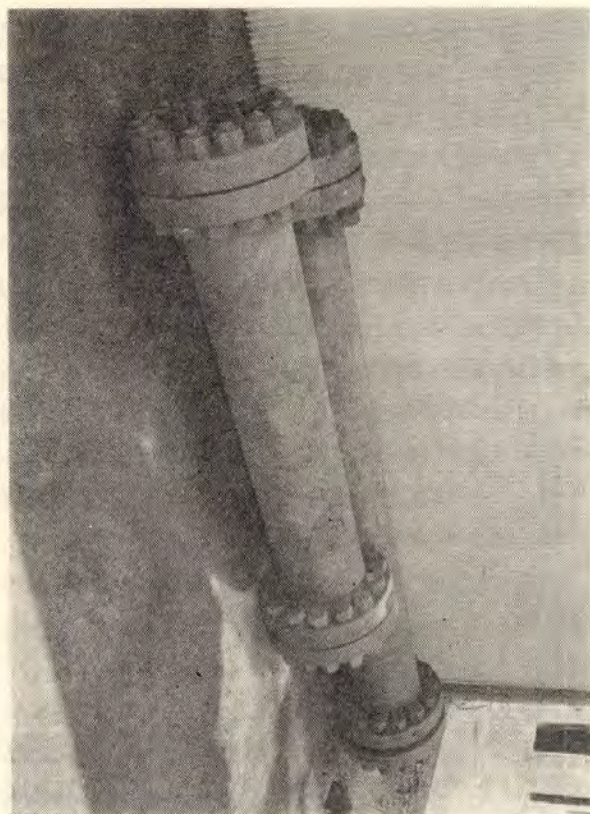


写真4

30,000の条件で13%のアンモニアの合成が可能になった。この触媒をアンモニア合成管の触媒室に充填してアンモニア合成の中規模実験を行った。このアンモニア合成管(写真4)は1922年(大正11年)に日本製鋼所から購入したものである。装置類では唯一の国産品で、長さは1~3m、外径38cm、内径24cmの同一管径であり、材質はニッケルクロム鋼(Ni: 3.61%, Cr: 0.42%)で300気圧、500°C用の規格であった。実験に際しては、万一の破裂に備えて、この合成管は屋外の小屋に穴を掘ってつり下げ、小屋と本屋の間には土のうを築いた。当時の高圧実験の緊張感が伝わってくるようである。こうして、1926年(大正15年)には1日約0.7トンのアンモニアの合成に成功したのである。

1929年(昭和4年)、昭和肥料(現昭和電工)は臨時窒素研究所で開発した方法(いわゆる東工

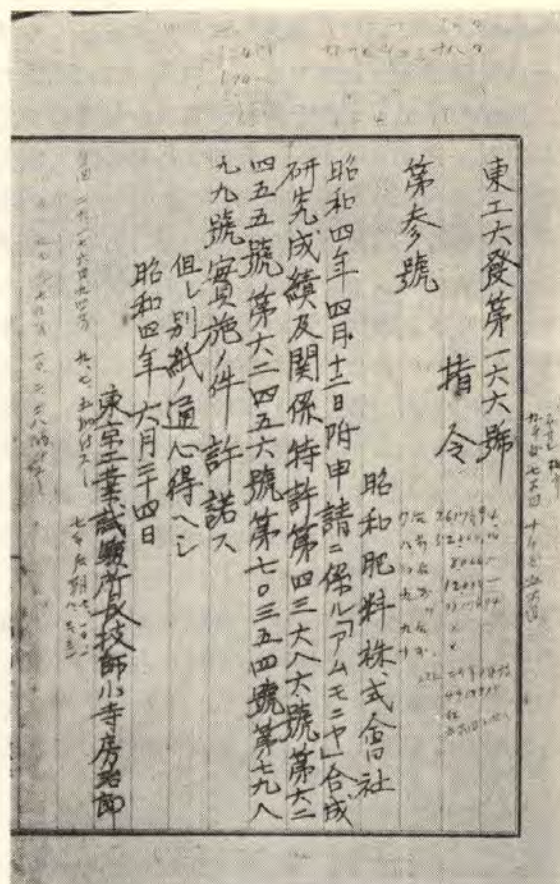


写真5

試法)を企業化することに決めた。その際、関連特許の許諾指令(写真5)が臨時窒素研究所より発せられた。許諾の条件は、臨時窒素研究所で成し遂げられたアンモニア合成技術並びに関連特許をほとんど無料で昭和肥料に譲渡しようというものである。1931年(昭和6年)には「国産の技術でアンモニアができたなら首をやる」という、外国技術を導入していた他社の批判のなかにあって、日産120トンのアンモニアの製造に成功したのである。

わが国化学工業の近代化に多大の貢献をした化学技術研究所の歴史を物語る記念物は、前述のものも含め装置類ならびに史料類が、多数筑波において保存されている。

〔広 場〕

化学史研究第1回「春の学校」を終えて

大 野 誠*

1. はじめに

本誌第29号で案内させていただいたとおり、本年3月23日・24日の両日にわたって、名古屋の南山大学において化学史研究第1回「春の学校」を開催した。この研究会は、一応、本学会の活動とは独立に企画されたものであるが、運営メンバーの構成、会の目的や活動内容などを考えたとき、実質的には本学会の下部組織とも言える性格を有しており、また、当日発表され、討議されたことの中には、今後の化学史研究にとって示唆を与える内容も含まれていたもので、ここで紙面を拝借して当日の様子について報告させていただくことにする。なお、本年2月の理事会において、本学会がこの会合を後援することが決定された。

2. 会の規模

参加者数は総勢32名にものぼり、当初の予想を大幅に上まわった。地域的には半数近くが東海地方からであったが、福岡、広島、大阪、神奈川、東京、新潟、埼玉などからも参加を得、本学会の年会ほどではないにしろ、全国的規模の会合となった。本学会の年会と比較して特徴的であった点は、参加者の顔ぶれが年会とは随分異なっていたことである。前会長の立花太郎氏、現会長の柏木肇氏、竹林松二氏、山崎一雄氏、河原林泰雄氏、永松一夫氏、小塩玄也氏など年会の常連メンバーにも加わっていただいたが、年会に参加されたこ

とのない会員、あるいは非会員の方々が半数近くを占めた。また、大学院の学生（東大科学史、名大西洋史、理学部）も参加していた。こうしたことは、「春の学校」と銘打って勉強会としての性格を明確にしたため、特に初学者の参加が容易になったことを反映していよう。

3. 発表と討議の概要

以下では、どのような内容の発表がなされ、また、討議の中で問題とされたのは何であったかについて、その概要を紹介する。事柄の性格からして、以下での記述内容には筆者個人の評価や感想が入り混じることを、あらかじめ御容赦いただきたい。記述にあたっては当日配布したレジュメを参考にした。

なお、それぞれの発表についての所要時間は、1時間程度を一応の目安にさせていただいたが、年会のときのように時間で区切ることはせず、発表者の自由裁量に委ねるという方式を採用した。このため、発表者によっては2時間近くも話された方がいた。この方式を採用することにしたのは、年会では時間不足のため十分に話が伺えず、討論できないという状況が往々にして生じていることを反省し、また、「春の学校」の基本的性格があくまで勉強会であることを重視して、重要な問題については十分に時間をかけ、理解を深めるようにしたかったからである。もっとも、幾つかの発表においては、どうしても時間的制約を無視できず、止むを得ず、質疑の時間を短縮させていただいたものもあった。

* 1985年5月27日受理 名古屋大学文学研究科西洋史博士課程在籍

3月23日(土)午後2時—6時

シンポジウム「近代原子論と化学」

1. ドルトン問題の研究史

(東工大) 藤井清久氏

2. John Dalton の原子論形成過程について

(新潟大) 井山弘幸氏

3. ドル原子論への批判的対応——

19世紀前半のイギリスについて——

(平安高) 梅田 淳氏

このシンポジウムと次の日の一部の発表は、本学会創立10周年記念事業の一つとして企画されている『原典史料集——原子・分子論の諸断面——』

(仮題、内田老鶴圃)の出版に関連させて決定されたものである。「春の学校」の開催は、今回が初めてであるため、発表者に過度の負担をかけたくない判断し、上記の出版物で解説を執筆されることになっている方々には、担当箇所のテーマに合わせて、今回の発表を行っていただくことにした。

藤井氏の発表は、ドルトンがいかなる契機で原子論を形成したのかという問題(この問題は化学史において、通常、ドルトン問題 Daltonian doubts と呼ばれる)に対して、A. Thackray の研究書 *John Dalton. Critical Assessments of His Life and Science* (1972) を一つの手掛りとして、研究動向を整理されたものである。氏は、この問題に対する科学史家の立場が物理的契機を中心に考える立場と、化学的契機を重視する立場の二つに大別できることを明らかにされ、それぞれについて詳細に報告された。物理的契機を中心に考える立場は、ドルトンの混合気体の第1・第2理論あるいは気体の溶解度に関する見解などをその根拠としており、化学的契機を重視する立場は、化学結合の規則、炭化水素・酸化窒素の実験、リヒターの当量表との関連などに注目しているが、現時点ではいずれの側にも軍配を上げるまでには至っていないとのことであった。藤井氏自身は、酸化窒素の実験を重視されていた。

討論の方は、藤井氏の発表が詳細かつ丹念に行われたこともあってか、発表内容それ自身に関す

るものではなく、ドルトンの独創性をいかに評価するのかという点をめぐってのものであった。その口火を切られたのは立花氏で、氏は、物理的、化学的契機のいずれを重視するにせよ、ドルトン原子論にとって重要なことは、ドルトンがニュートンの『光学』の物質観を受け継いでいる点に求められるのではないかと述べられた。これに対し、柏木氏は、ドルトン原子論の意義がニュートン物質論からの逸脱にあり、この逸脱はドルトンの知的環境が Royal Society 及び Oxbridge といった当時のイギリスの主流から見れば異端に属していたことと深い関わりがある、と指摘された。一方、筆者は、ドルトン原子論の意義は、複数の異種原子の存在という物質観上の点にあるのではなく、化学結合の規則性を原子重量によって把握できることを示した点にあると述べた。

三者の発言は、論点をつめるというよりは、言いがなしの状態が終わったが、藤井氏の発表とその後の討論を受ける形でなされたのが、井山氏の発表であった。氏は、科学哲学の立場から、いわば原点に戻る形でドルトン問題それ自体の妥当性を問題にされた。つまり、「ドルトンはいかにして化学的原子論に到達したのか」という問が、そもそも、何故問題として認められうるのかというのである。井山氏は、ドルトン問題が以下に示すような前提を、意識的ではないにしろ含んでいるとされ、それぞれについて問題点を指摘された。

(1) John Dalton が化学的原子論に到達したことは事実である。

(2) その事実は歴史的重要性を持つ。

(3) 化学的原子論は到達されうる概念である。

(4) 上記の3つの前提がすべて妥当なものだったとして、Dalton の化学的原子論は何らかの記述可能な方法に基づいて着想されたものである。

氏が指摘した問題点のうちで、特に注目されたのは、次のようなものであった。我々は、ドルトン原子論を発想することが困難だと仮定しているが、果してそうであろうか。また、上記の(2)について、科学史家は、新しさとか現代化学の祖型と

いう暗黙の規準を前提としているが、これらの基準は正当化しうるものか。科学史家がドルトンのオリジナリティーを問題にする際、そのオリジナリティーの決定は、ドルトン以後の科学者の業績からの引き算の形でなされるが、こうした操作は妥当なものか。また、Dalton原子論の提起によって、それ以前の原子論が問題としてきたこと(例えば、酸性と粒子形との関係)が除去されてしまったことを忘れてはいないか。さらに、上記(4)について、ドルトン原子論の形成は、しばしば、刺激-反応図式(例えば、リヒターの当量表という刺激が原因になって化学的原子論が形成される)を用いて論じられるが、この図式自体に問題はないのか。別の考え方としては、ケストラーのマトリックス理論もあるが。

このように問題提起された後、井山氏は、今後のドルトン原子論研究にとって重要なことは、Post-Daltonianの動向であるとしめくくられた。

討論の方は、井山氏の問題提起のユニークさやその結論の妥当性を認めつつも、氏の問題提起がどのようにしてその結論を正当化するのかという点をめぐってのものであった。

井山氏のしめくくりを受けつぐ形になったのが、梅田氏の発表であった。梅田氏は、Wollaston, Bostock, Whewellらを例にとり、19世紀前半のイギリスにおけるドルトン原子論への批判的対応について検討された。その概要は次のとおりである(レジュメより)。「ドルトン原子論は、伝統的な原子論とは異質であったせいもあり、実験的基礎の欠如等を批判された。多くの人々は、ドルトンの原子論を「当量」の同義語としてのみ承認し、原子に関する思弁は従来どおり続けられた。」

梅田氏が挙げた批判の具体例としては、ドルトンの「最単純性の原則」の恣意性、及び絶え間ない修正を重ねた原子量表の信頼性、説明原理としての原子論のあり方(例えば、説明のレベルを後退させただけで何ら得るところがないといった批判)などである。また、ドルトンの原子論を当量の同義語としてのみ承認したという点については、「普通、原子論と呼ばれている定比例則という

化学法則」と受け取ったDavyの見解などが紹介され、原子に関する思弁の例としては、ブラウト仮説、19世紀のボスコヴィッチ理論が挙げられ、ドルトン原子の実在性や不可分割性が否定された状況が報告された。

この後、梅田氏は、自身で入手されたM.L. Phillipsの著作 *Manchester New College Introductory Lecture*(1840)に「原子」という語が見られないことを明らかにされ、マンチェスターとドルトンとの深いつながりを考えたとき、このことをどう解釈したらよいのかと問題提起された。

(この著者については、経歴等が不明であるため、何らかの情報をお持ちの方は、梅田氏へ御連絡いただけたら幸いである。)

討論の方は、当時の当量概念がどのようなものであったのかという点に集中した。筆者は、当量主義者も実際には化学的原子で考えていたというA.J. Rockeの見解('Atoms and Equivalents; The Early Development of the Chemical Atomic Theory', *Hist. Stud. Phys. Sci.*, 9(1978), pp. 225-263)を踏まえて、原子量と当量とは当時どのように区別されていたのかと問い、野中靖臣氏(福岡女学院短大)からは、当量概念の起源及びドルトン以前の当量と親和力との関係が質問された。梅田氏からは、これらについては今後の検討課題としたい、との回答があった。

以上が第1日目の様子であった。この後、6時半より南山大学の職員食堂で懇親会が行われた。18名が参加し、立花太郎氏の乾杯の音頭を皮切りに、各自の自己紹介に移り、なごやかに歓談のひとつきが持たれた。なお、その中で、立花氏は、夏目漱石の科学的知識の源泉に関する研究を行っている旨を明らかにされ、一同の注目を集めた。

3月24日(日)午前9時半—12時半

1. 科学史における忘却仮説問題
(南山大) 横山輝雄氏
2. ボスコヴィッチ原子論の研究
(横浜商大) 古川 安氏
3. アストン、ボーア、ラングミュア来日当

時の写真 (名大) 山崎一雄氏

横山氏の発表テーマにある「忘却仮説」とは、氏によると「一旦ある仮説(理論)が提唱されながら、その当時及びその後に見えないうし忘れ去られ、その結果、人々がそうした仮説がかつて唱えられていたことを全く知らなくなってしまうもの」であり、「もっとも、そのまま完全に忘れ去られてしまえば今日の我々にもその存在が知らなくなってしまうので、通常は、しばらく時期をへだてて、再発見、復活が起こる」というものである。横山氏は、こうしたものの最も有名な事例としてメンデル法則の再発見を挙げられ、化学史においてもこの種の事例を見出せることを指摘された。例えば、カニッツァーロによるアヴォガドロ仮説の再発見がそれに近い例と言えるし、あるいは、プラウト仮説やドルトン原子論自体に対しても同様の扱いができることとされた。横山氏は、さらに、メンデル法則の再発見に関する最近の科学哲学的・科学社会学的研究の成果(例えば、ブランガン『科学的発見の現象学』(紀伊国屋書店, 1984))を受けて、「再発見とは、実は一つの個別的発見が当時の文脈とは違ったところで別の意味をもって再構成されたものではないか」という解釈を提示され、こうした解釈がカニッツァーロの場合に妥当するか否を検討することは、化学史研究にとっての研究課題になりうる、と論じられた。

この発表に対し、成定薫氏からは「科学史上で再発見の事例と言えるものは、一体どのくらいあるのか」という質問が出され、横山氏は「どれを再発見の事例と認定するのかについては、幾つかの問題点があり、それほど容易なことではない」と答えられた。また、筆者は「アヴォガドロは、そもそも「分子説」なるものを提起しておらず、したがって「再発見」などということはないし、カールスルーエ会議でのカニッツァーロの発言は、有機化学が発展した結果、分子概念の必要性がここで初めて認識されたことを表したものだ」と主張した。これに対し、横山氏は「そうした解釈が成り立つにしても、カニッツァーロがどのような形でアヴォガドロを取り上げたのかを確

定しておくことが必要だ」と指摘された。

古川氏の発表は、ボスコヴィッチの原子論の起源、展開、および影響について、近年の重要な研究成果を踏まえて概観することを目的とされ、それを次のように整理された。

(1) ボスコヴィッチ原子論の特徴

- (i) 物質の「第一元素」は拡がりを持たない点
- (ii) 点原子は慣性を持つ。
- (iii) 各点原子から距離に応じた引力・斥力が作用
- (iv) すべての物質は、点原子が様々な結合した階層構造をもつ。

(2) 起源と歴史的立場づけ

- (i) ニュートン主義
- (ii) ライブニッツ主義
- (iii) アリストテレス主義

(3) ボスコヴィッチ原子論の化学への適用

(4) 18—19世紀物質理論への影響

- プリーストリー (神学, フロギストン説)
- デーヴィ (物質構造)
- ファラデー (場の理論)

以上の中で特に注目されるのは、(2)の(iii)であり、筆者の知る限り、この点を指摘されたのは古川氏だけである。古川氏は、このことをボスコヴィッチの聖職者としての地位及びその教育背景に着目されて考えられたようである。その具体的な点は、ボスコヴィッチの著作に見られるスコラスタイル、物質と精神の二元論、空間論にみられるとされた。

この発表に対し、吉本秀之氏(東大院生)は、ボスコヴィッチの第一元素を点原子と解釈することに疑念を表明された。吉本氏は、ボイルを中心に17世紀の自然哲学について研究されているが、その立場から考えると、「第一元素」という用語と「原子」という用語は、それぞれ全く異なった思想上の系譜に位置づけられ、両者を同一視するのは大変奇異に思えるというのであった。時代が異なるにせよ、この点は検討の余地あろう。また筆者は西欧の科学史家が、これまであまり注目さ

れてこなかったボスコヴィッチの意義を強調する
余り、彼の思想の影響を強く言い過ぎていと指摘した。例えば、Priestley や Davy の著作には
確かにボスコヴィッチへの言及はあるものの、その物質論を基礎として彼らの化学体系が組み立てられているわけではないからである。この点に関しては、古川氏も同様の見解を示された。

山崎氏の発表は、表題にある科学者達が来日した際の写真をスライドで紹介されながら、当時の様子を述べられたものである。1934年11月に電気学会の岩垂基金の招待によって来日した Langmuir の写真は、同年11月28日に鮫島研究室で山崎氏御自身が撮影されたものであった。また、日蝕観測のストラットンに同行して突然来日し、1936年6月12日に東大理学部2号館で講演した Aston の写真(撮影場所は、理学部化学教室の玄関)もやはり、御自身で撮影されたものである。この写真には Aston の他に、長岡半太郎、西川正治、木内政蔵、片山正夫、水島三一郎、赤松秀雄(当時は大学院生)の各氏が写っていた。Bohr の写真は、彼が1937年4月に、次男の Hans と妻を伴って来日したとき、東大正門前の写真館が旧前田侯邸の懷徳館の玄関で撮影したもので、これには当時の東大総長長与又郎のほか、長岡半太郎、寺沢寛一、高嶺俊夫、石本巳四雄、仁科芳雄、西川正治、木内政蔵、田中潔、柴田雄次、片山正夫、木村健二郎、鮫島実三郎、久保田勉之助らの各氏の顔が見えた。こうした貴重な写真を拝見させていただき、参加者一同にとっても大いに参考になったと思われる。

3月24日(日)午後1時45分—4時半

5. 前期量子化学形成史をめぐる諸問題

(新潟大) 藤崎千代子氏

6. ヴィクトリア・イングランドにおける科学の自己主張

(化学史学会会長) 柏木 肇氏

藤崎氏の発表は「学説史は終っていない」という、やや挑発的とも言える前置きから始まり、前期量子化学に関する文献探索の方法や現在の研究状

況の概観について述べられたのち、このテーマに関する御自身の研究成果を報告された。この分野は、現存の史料が豊富に存在する割には研究者が少なく、通説と言えるものさえまだ確立していない。そのため、藤崎氏の研究戦略は、まずは、学説史を完成させるというところにあるようである。そして、その手始めとして藤崎氏が提案された文献探索の方法は、この分野に関連した史料文献を闇雲にあたるのではなく、*Science Abstract* のような要約を通覧し、大まかな方向を押さえるというものであった。この方法は、これからこの分野の研究を始めようとする人にとって貴重な助言となろう。こうした方法により、藤崎氏は Thomson → Rutherford → Bohr → Sommerfeld へと至る前期量子論の系譜とは別に、Drude → Einstein → Heur-linger という系統のあることを説明された。

この発表に対する質疑として主なものは、柏木氏からのものであった。藤崎氏は1900—1930年までを前期量子化学の時代として時徴づけられたが、この時代に果して「量子化学」と言える実体が存在していたのか、あるいは、当時の科学者達は「量子化学」を標榜して研究を行っていたのか、科学者達が量子化学を主張し始めたのはもう少し後のことで、この時期について「量子化学」と特徴づけるのはアナクロニズムに陥ることにならないか、というものであった。その後の討論において両氏の見解は必ずしもかみ合ったものではなかったが、藤崎氏が量子力学の化学への適用という常識的な理解に反対され、この時代の化学の独自の様相を見ようとされている点を認めるにしても、柏木氏からの批判はこの時代を理解する上で重要な視座を提供するものと思われる。

今回の「春の学校」における締めくくりとなった柏木氏の発表では、主に18世紀後半から19世紀後半に至るまでのイングランドの科学と社会の関係に関する最近の諸研究が概観されたのち、これらの研究が明らかにした歴史像を相互に関連づけるヒストリオグラフィーの必要性や、研究方法としてのプロソポグラフィーの意義が論じられた。氏が特に問題とされたのは、ヴィクトリア中期(1850

—1870年代)の科学のあり方についてであった。通俗的な理解によると、この時代において既に社会的なステイタスを確立した科学は、言わば自動的に量的・質的に増殖・進化をとげた、とされるが、氏はこうした理解を批判され、「そこには科学の側において自己主張を目指した科学運動とその動機が存在し、これが果たした積極的な役割を考察しなければならない」と論じられた。氏は、この科学運動の例としてXクラブの運動を挙げられ、Ruth Barton がペンシルバニア大へ提出した Ph. D. 論文 *The X Club; Science, Religion and Social Change in Victorian England* のヒストリオグラフィーを検討された。このXクラブとは、John Tyndall, Herbert Spencer, T.H. Huxley らをメンバーとしたインフォーマルな団体で、「構成員の知名度、権威、および活力によって」イングランドの社会に対して「もっとも顕著な役割を果たした運動体」であり、科学者運動と規定してよい性格をもつものであった。

この発表に対する質疑は、残念ながら時間上の制約のため、ほとんど行われなかった。

4. アンケートの結果

ともかくも今回の「春の学校」は初めての企画であり、テーマの選択や運営などに不備な点も多いと予想し、第2日目にアンケートを取らせていただいた。今回の企画を参加者の側から評価していただいたものである。その結果をここで紹介したい。なお、アンケートは無記名で、各項目に対して複数の回答を認めることにした。回答者数は18名である。(ただし、この中には世話人の筆者と横山氏は含まれていない。)また、アンケートの方式は、選択式(項目はこちらで作成)と記入式を併用した。カッコ内の数字は回答数を示す。

(1) 今回の企画についての全体としての感想

大いに満足した。(7)

何かしら得るところがあった。(12)

こんなものだろう。(2)

自分の関心と違っていた。(1)

レベルが低すぎる。(0)

少し専門的すぎる。(2)

全く役に立たなかった。(0)

その他(具体的に)おもしろかった。(2)

(2) 取り上げたテーマのうち参考になったもの
(この項目はテーマ選定の是非を主目的としたもので、発表内容の是非を直接問題としたものではない。なお、第2日目の午後の部には欠席された方もいたので、18名全員が全部の発表を聞いていたわけではない。)

シンポジウム(12), 忘却仮設問題(10), ポスコヴィッチ原子論(10), 科学の自己主張(6) ボーアの来日(4), 前期量子化学(4)

(3) 会の運営に関する改善点(記入式)

無回答(11)

• 発表時間を1時間以内にする。(2)

• 参加者に名札をつけたり、参加者名簿を配布してもらいたい。(初参加者には何かと便利なため)

• 最終的な解散時刻を明確にする。

• 他分野の科学史研究者を呼ぶことを考えてもらいたい。

• 土曜2時開会、日曜夕刻終了というプログラムは都合よく、出席しやすい。

• 概ねよく運営されていた。(2)

(4) 次回の「春の学校」の開催について

(A) 時期

今回とほぼ同じ(15), 夏休み(3), その他(具体的に)内容、担当者次第(1)

(B) 場所

名古屋(11) [半数近くの人々は「学校」が定着するまでという条件付き], 東京(4), 観光地(賛成(2), 反対(1)), どこでもよい(5) [各地の持ち回り(2)]

(C) 取り上げてもらいたいテーマ(記入式)

無回答(12), 原子論関係(2), 熱力学史, プロソポグラフィーの具体例, オストワルド, ファラデー, 忘却仮設問題をさらに掘り下げたもの, われらの時代に起こったこと(懐古談ではなく、歴史に参画した方々の記録作成)

(D) 発表のスタイル

今回と同様(13), 研究動向紹介(4), 史料講読(2), 論文報告(2), その他(具体的に)

- 当分は「今回と同様」で数回やってみる
- 主報告者とコメントをつける人を分ける
- 討論時間は多いほどよい.
- 固定せず, 変化に富ませる.

(5) その他お気づきの点

- 勉強会としての雰囲気尊重したい.
- 純粋な化学史の他に chemist-historian による内的化学史の話題(各界専門家の回顧なども含めて)も取り上げる.
- 化学史ゆかりの史跡, 資料博物館の見学などを組み合わせることも考えてもよい.
- セミナーハウス等適当な場所があれば合宿形式で行って, 夕食をちゃんと普通に頂いた後, それぞれのペースでアルコールを入れて, お好みによっては夜を徹しても討論できるような会は非常によい成果が得られる.
- 世話人, 御苦勞様(5)

5. 次回にむけて

参加者数やアンケート項目(1)の結果から判断すれば, 今回の企画は成功と言ってよいであろう. 具体的に幾つかの改善点も指摘されているため(項目(3)), 今後の「学校」開催に当っては是非とも改善するようにしたい.

ところで, 次回の「学校」についてであるが, 時期は今回と同様にしたいと考えている. 場所に関しては, アンケートの結果によれば名古屋を希望する方々が多いことがわかるが, 可能ならば, (つまり, 会場などの手配を積極的にして下さる方がみえるならば) 各地を回す方がよいと思われる. 筆者としては, 次回も世話人を引き受ける覚悟であるが, 広くいろいろな方々に参加していた

だけるようになるためには, 開催地を固定すべきではないと考えるからである. この件については, 各方面と協議・検討させていただきこととし, 当面, 決定は保留しておきたい.

アンケート結果をみて世話人として残念であったのは「次回にとり上げてもらいたいテーマ」に無回答が多かったことである. このことは, 消極的な参加者, いわば, 聞き役に留まろうとする人が多いことを示している. この「学校」はあくまで相互の研修を目的とした勉強の場であるので, 次回からは, 初学者(筆者自身もそうであるが)が積極的に発表・報告などに参加することを期待したい.

これも決定されたことではないが, 世話人から提案したいことがある. 次回の「春の学校」では, 以下に示すような著作, 研究書の紹介を中心に据えた勉強会としてはどうであろうか. 今回のテーマ及びその報告者の選定は, 世話人が独断で行ったため, 特にこれから研究を始めようとする方々の参加に門戸を閉ざす形になってしまった. しかし, 以下に示すような著作のうちのいずれかを読み, それを整理して報告していただくという方式にすれば, 誰にでも発表者の役を担っていただけるのではないであろうか. しかも, これらの著作はいずれも本誌の書評欄で取り上げてしかるべきものであるので, 勉強になることはまちがいない. 希望される方は, どの本を担当されたいのかを明記して, 是非とも筆者宛てに御一報いただきたい.

<次回の「春の学校」で取り上げたい著作の候補(案)>

Alan J. Rocke, *Chemical Atomism in the Nineteenth Century; From Dalton to Cannizzaro*, (Columbus; Ohio State U.P., 1984), xv+386pp. ISBN 0-8142-0360-4.

※ドルトン以降の化学的原子論の動向を扱った最も新しい研究書

Colin Russell, *Science and Social Change 1700-1900*, (The Macmillan Press Ltd., 1983),

xvii+307pp. ISBN 0-333-29272-3 (hard c.), ISBN 0-333-29273-1 (paper back).

※科学の社会的なあり方, 特にイングランドのそれに関心のある人にとっては必読書. 科学の社会史に関する入門書でもある.

Karl Hufbauer, *The formation of the German Chemical Community (1720-1795)*, (University of California Press, 1982), viii+312pp. ISBN 0-520-04318-9, ISBN 0-520-04415-0 (paper back),

※18世紀後半のドイツ化学については, ほとんど研究がなく, この著作の内容は今後この分野に関する定説となるであろう. 学説史, 社会史, 科学社会学が融合した書.

John Graham Smith, *The Origins and Early Development of The Heavy Chemical Industry in France*, (Oxford U.P., 1979), ix+369pp. ISBN 0-19-858136-X.

※扱われているテーマは「硫酸製造業の成長」, 「塩素漂白の発展」, 「ルブラン・ソーダ工業の開始」. 化学工業史に関心のある人にとっては必読の書.

Dorothy A. Stansfield, *Thomas Beddoes M. D. 1760-1808; Chemist, Physician, Democrat*, (D. Reidel Pub. Co. 1984), xi+306pp., ISBN 90-277-1686-2.

※Beddoesは気体医学研究所の設立者, 政治的急進主義者として知られているが, 本書は, この人物に関しての初めての伝記. この人物の活動を通して, 18世紀後半の科学がどのような次元と関連していたのかが理解できよう.

Mary Jo Nye (ed.), *The Question of the Atom: From The Karlsruhe Congress to the First Solvay Conference 1860-1911*, (Los Angeles: Tomash Publishers, 1984), xxxi+654pp. ISBN 0-938228-07-2.

※この著作は副題に示された時期に提出された原子論に関する文献の史料集. カールスルーエ会議の報告書, ケルヴィン, マッハ, ロッキアー, マックスウェル, ヘルムホルツ, マリニャック, ベルトゥロー, アーレニウス, メンデレーエフ, オストワルドなどの論文を収録.

Robert E. Kohler, *From medical chemistry to biochemistry: The making of a biomedical discipline*, (Cambridge U. P., 1982), ix+399pp. ISBN 0-521-24312-2.

※1840年—1900年のドイツにおける Physiological Chemistry の検討から始まり, 1930年代に至るまでの生化学の形成史. アメリカ及びイギリスでの展開が中心的に論じられている.

Evan M. Melhado, *Jacob Berzelius: The Emergence of his chemical system*, (Univ. of Wisconsin Press, 1981), 357pp. ISBN 0-299-08970-3.

※19世紀前半の化学を語るには, Berzelius を欠かすことができないにもかかわらず, これまで十分な研究はなかった. この研究書は, この空隙を埋めると共に, Berzelius 以前の化学の状況を理解するにも役立つものである.

今回の「春の学校」については, 詳細を決定した上でその開催要項を本誌の次号でお知らせするつもりである.

謝 辞

今回の「春の学校」を開催するに当っては, 会場を提供していただいた南山大学の御協力を得た. この場を拝借して御礼申し上げたい. また, 横山輝雄氏には会場設定の労をとっていただいただけでなく, 会の運営に関して数々の御助言をいただいた. 同氏に対して心よりの感謝の意を表しておきたい.

〔紹介〕

高宮信夫・山口達明共著

『化学の方法』

A5, 248頁, 1984, ¥2,200, 三共出版

現代化学の領域別にその歴史的発展を辿り、一種の事例史の集合の形をとった、大学化学教科書である。

そもそも大学教育の要諦は学問研究の方法論を身につけることにあり、したがって教養課程の化学の目標もまた、文科系理科系を問わず、化学を題材として自然科学の方法を理解することにあるという著者らの認識に基づいており、教科書としては異例な書名もここに由来している。

さらに著者らは、化学には記憶すべき知識が多いことも事実であるが、無理な詰め込みは結局無意味であり、考え方の理解に伴う自然な記憶が大切である。また、現代化学の成果の単なる羅列では、特に文科系など化学を直接必要としない学生たちには、高校化学の焼き直しとして敬遠されるが、人間の営みの結果としての化学の発展や、現代の人間生活と化学との関わりには関心を持たざるを得ないし、これは他の学問分野にも必ず役に立つであろうと述べている。本書はこれらの切実な教授経験や考察から生まれたものである。

その内容は目次によって次のように概観される。

第Ⅰ編 化学の領域

1. 近代化学のなりたち (9頁)
2. 化学とエネルギー (11頁)
3. 分析化学 (14頁)
4. 有機化学 (19頁)
5. 化学熱力学と化学平衡論 (17頁)
6. 分子運動理論 (9頁)
7. 反応速度論 (9頁)
8. 溶液理論 (12頁)
9. 元素の周期律と原子構造論 (15頁)
10. 量子化学と化学結合論 (13頁)
11. 錯体化学 (9頁)

12. 結晶化学 (11頁)
13. コロイド及び界面化学 (8頁)
14. 高分子化学 (12頁)
15. 生物化学 (18頁)

第Ⅱ編 現代社会と化学

16. 資源・エネルギー問題と化学 (12頁)
17. 農業と化学 (13頁)
18. ニューマテリアル (10頁)
19. 環境公害問題と化学 (11頁)

化学の全分野は14項目という多数の分野に分割され、したがってそれだけ詳細に扱われていることが窺われる。時代についても、19世紀以後、特に19世紀後半から20世紀に亘る新しいところに重点がおかれている、それまでの古いところを概観したのが第1章で、化学史の本にさらに歴史の序章がついた形となっている。

新しいところに重点があるだけに、各章の叙述はおおむね現代化学の立場を中心として見た直線的な発展史の色彩が濃く、第Ⅱ編は別として、“人間の営み”は殆ど顔を出さず、むしろ化学者による内的化学史として徹底しているように見える。

これらから窺われるように、内容のレベルは相当高いものとなっており、はしがきでは文科系にも触れてはいるものの、実際上は理科系それも後に化学を専攻する理工系学生向きのものと言えるであろう。

いくつかの章を通読してみると、歴史的叙述の程度は各領域自体の性格や本書中での位置によって必ずしも一様ではないが、理論の成り立ちと意味とが、歴史の流れとして見ることによって、立体的に納得されるという感触が随所に感得される。しかしその一方で、歴史的叙述、理論自体の解説共に、著者が独り善がりで駆け足していて読者を取り残され、もう一つしっくり来ないという傾向もまた散見される。しかし、これは豊富な内容と紙数とから見て無理からぬこととも考えられ、また教科書としては、講義の留意点や勉学の課題であると言えよう。現に各章末の設問がそれを物語っている。

特筆すべきものは年表である。本文の章別に対

応する14領域に分類された事項を、17世紀から20世紀前半までの共通の時間軸（新しい時代ほど長く、19世紀は前半と後半に分けられている）に対して割りつけた二次元の年表が前後の見返しに半分ずつ掲げられている。これによって化学全領域の並進的な発展を一目で鳥瞰することができる。あらゆる種類の事項を一行に、しかも時間の間隔を無視して順序だけで追いつめた従来の一次元の年表に飽き足らなかった筆者としては全く溜飲を下げる思いである。領域の分け方やとり上げる事項については本文同様勿論異論はあるであろうが、心ある多くの人達が脳裡に描きながらもなし得なかったものの実現として、今後この種の年表の原型をなすものと思われる。

さて、従来歴史的に書かれた化学教科書はすべて文科系向きあるいはそうでなくても初級の教養

向きのものであった。その点本書は化学専攻向きの高レベルのものとして最初のものである。「専攻学生には何が何でも現代化学の一応の体系的知識を叩き込んで置かなくては……。歴史だ、考え方だとのんびりしたことは言っていられない。」というのが専攻化学担当者の大方の気持であったと言えよう。そこを、「専攻学生といえども何もかも詰め込むのは無理、詰め込むだけでは無意味、やはり化学の方法、考え方だ……。それには発展の歴史……。」とリアルに反省し問い詰めて、しかもその具体化に踏み切った、そこに本書の意義があると言えよう。

本書によって化学史による化学教科書も新しい段階に入ったと言うことができよう。

（小塩 玄也）

〔紹介〕

柏木 肇・柏木美重編著、D. M. ナイト原著『科学史入門—史料へのアプローチ』内田老鶴圃、1984年12月、527+190+xiv 頁、12,000円

本書は、編著者自身が序文で述べているように、David M. Knight, *Sources for the History of Science 1600-1914*, The Sources of History Ltd., London, 1975, pp. 223 を底本として訳出し、適宜修正・補筆したうえで、注釈を施し、科学史の読者や研究を志す人々のために編まれた解説書である。著者の D. M. Knight に関しては、『本誌』第8号（1978年10月）に同氏の論文‘Chemistry in Britain at the End of the Nineteenth Century’が掲載されたとき、編著者の一人である柏木 肇が詳しく紹介しているので、すでにご存知のことと思う。

本原本は Knight が科学史の研究において、どのようにして史料を探索・発掘し、いかに使用するかを、かれの豊富な経験と知見とをもとに、多

くの実例をあげて解説した簡潔な手引き書である。ところが、本書を利用するには、当然のことながら、科学史に関する一定の基礎知識をもっていること、ないしは教育を受けていることが前提条件といえるし、少なくない専門知識も要求される。とくに、言語に加えて風土の相違は、編著者も指摘しているように、各種の事情や個別の科学知識についての理解を困難なものにしている。

このような原書のもつ限界、さらにイギリス人の著作であるという制約を取り払い、日本人に利用しやすい解説書にするためには、たんなる翻訳をこえて、原本を再構成し、多くの図版を挿入し、さらに関連する文献（原本刊行後の新規文献を含めて）を補強し、用語に解説を加えるなどの作業を施す必要がある。書けばきわめて簡単なようであるが、編著者が行ったこの読者のための労苦に満ちた作業には敬意を表さなければならない。この結果、できあがった日本語版は原本とは大いに異なる、まったくの新しい著作といってよい。しかも、その頁数については3倍を越えるものとして、編著者の意図に沿ったものとなっていて、柏木 肇・柏木美重を翻訳者でなく編著者としたの

は当然といえよう。

さて、本編書は、つぎのように8章および付記と索引とから構成されている。

- 第1章 科学史
- 第2章 科学史書
- 第3章 マニュスクリプト
- 第4章 雑誌
- 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

冒頭の第1章はもっとも重要で、著者の本書執筆の意図を知ることができる章である。すなわち、こんにちの科学史の研究において主流をなすのは、現在を基準として重要視されている概念に関して、その歴史的展開を追跡し、正当化することであり、このような視点に立つならば「ホイッグ的歴史観」ないしは科学の「不断の勝利」を基準にして、歴史を裁断する危険性があることを、まず指摘している。

これに対置するものとして、過去のそれぞれの時代にあって、科学とみなされたものを明らかにし、この問題にかかわった科学者の活動を問うという、歴史学の各分野においてすでに常識となっている方法を、科学史家もまた採るべきことを主張しているのである。この一般の歴史家のもつ視座に立つことこそが科学史研究の出発点であることは、科学史もまた歴史の範疇に属することからして、当然といわなければならない。

科学史家としてきわめて自然なこの立場が、日本の少なくとも科学史家において欠落しているのではなかろうか。このような視座の欠落はまた、本書の第2章以降において詳論されている史料の

取り扱いにも反映され、とくに基本的な一次史料に関して積極的な姿勢を欠くばかりか、その利用法についての配慮が十分でないことにも、強い内省を迫っているといえよう。

このような本書の主張の具体化は、とくに第3章におけるマニュスクリプトに関する諸注意や利用法においてみられる。そして、すでに述べた歴史家としての立場を再検討したうえで、一次史料の探索とその活用を第一義的に尊重する姿勢こそは、マニュスクリプトはもとより、雑誌、科学書、非科学書、残存物件などについて、歴史家としての鋭い洞察力と鑑識眼のもとに利用せねばならないことを、第4～7章を通して、詳細に説いていくのである。

Knight のこのような主張や解説は、編著者の手によって、いっそう理解されやすいものになっていることは、すでに述べたおりである。とくに、日本語版における「科学史および関連領域の雑誌」、および原本でわずか3頁にすぎない索引が146頁と詳細になっていることなどで、きわめて利用しやすいものともなっている。

本書の刊行によって、とくに日本語の既刊の科学史書については新たな視点からの理解を可能にし、研究にあたってはきわめて常識的、なしかも精緻な接近法を準備したといつてよからう。とくに一次史料に関する探索を怠ったり、特定のイデオロギーによる科学史の裁断を拒否すべきことはいうまでもないし、外国人の研究成果の間隙を縫うかのような姑息な科学史研究から脱却することが、緊要な課題であることを示唆している。

以上のようなことを考慮するとき、科学史に関心をもち、あるいは研究に取り組もうとする人たちには、本書を座右において精読されることをお勧めしたい。

(鎌谷親善)

〔資 料〕

化学史および周辺分野の新刊書 (1984)

E. H. アッカーネヒト = 館野之男他	ウィルヒョウの生涯 (ライブラリー科学史 5)	B 6・348	2,500	サイエンス社
A. C. ブラックマン = 羽田・新妻	ダーウィンに消された男	B 6・370	2,500	朝日新聞社
梅 溪 昇	緒方洪庵と適塾生「日間瑣事備忘」にみえる	B 6・234	2,500	思文閣出版
岡 本 清 纓	歯界遍歴60年岡本清纓自叙伝	A 5・658	6,000	医歯薬出版
奈良原 美 作	荻野吟子 日本の女医第一号	B 6・229	1,800	国書刊行会
S. ドレイク = 田中一郎	ガリレオの生涯 1 ピサの斜塔と自由落下	A 5・230	2,500	共立出版
F. ジルー = 山口昌子	マリー・キュリー	B 6・335	1,900	新潮社
加 藤 八 千 代	朝永振一郎博士 人とことば	B 6・247	1,500	共立出版
E. ハイゼンベルク = 山崎和夫	ハイゼンベルクの追憶 非政治的人間の政治的生涯	B 6・194	1,800	みすず書房
村 田 晃	ライナス・ポーリングの八十二年	B 6・306	2,000	共立出版
桑 原 武 夫 他編	湯川秀樹	B 6・345	1,800	日本放送出版協会
A. プラニガン = 村上・大谷	科学的発見の現象学	B 6・446	3,800	紀伊国屋書店
城 阪 俊 吉	エレクトロニクスを中心とした年代別科学技術史 (Ⅱ 版)	B 5・273	3,300	日刊工業新聞社
坂 本 賢 三	科学思想史 (岩波全書)	B 6・340	2,000	岩波書店
佐 藤 任	逆説の旅	B 6・356	1,800	平河出版社
紫 藤 貞 昭 編	科学史の展開 (大学教養選書)	A 5・278	2,500	北樹出版
杉田 玄白 = 緒方 富雄	現代文蘭学事始	B 6・256	2,000	岩波書店
惣 郷 正 明	洋学の系譜 江戸から明治へ	A 5・330	2,500	研究社出版
D. M. ナイト・柏木肇・柏木美重	科学史入門 史料へのアプローチ	A 5・742	12,000	内田老鶴圃
中 山 茂 編	幕末の洋学	A 5・326	4,000	ミネルヴァ書房
中 山 茂 編著	パラダイム再考	B 6・334	2,000	〃
J. ニーダム = 牛山輝代	中国科学の流れ	B 6・205	1,800	思索社
日 蘭 学 会 編	洋学史事典	B 5・806	19,500	雄松堂出版
O. ノイゲバウアー = 矢野・斎藤	古代の精密科学 (科学史選書)	A 5・252	3,200	恒星社厚生閣
R. ハレ = 小出昭一郎 他	世界を変えた20の科学実験	B 5・248	2,500	産業図書
J. H. ブルック他 = 鈴木・里深	OU科学史 3 創造と進化	A 5・342	2,800	創元社
湯 浅 光 朝	日本の科学技術100年史 下 (自然選書)	B 6・290	1,600	中央公論社
吉 仲 正 和	科学者の発想	B 6・237	1,800	玉川大学出版部
van der ウェルデン = 村田・佐藤	数学の黎明 オリエンタからギリシャ	A 5・432	5,000	みすず書房
小 堀 憲	物語数学史 (新潮選書)	B 6・272	850	新潮社
編 集 委 員 会	日本の数学100年史 下	A 5・404	5,300	岩波書店
ブルバキ = 村田・清水	ブルバキ数学史	A 5・314	2,800	東京図書

ポイヤール=加賀美・浦野	数学の歴史 2・3・4	A 5・238, 198, 177	2,900 2,500 2,500	朝倉書店
三上義夫・平山諦 他	文化史上より見たる日本の数学	A 5・300	5,800	恒星社厚生閣
村上陽一郎	ハイゼンベルク (20世紀思想家文庫14)	B 6・284	1,500	岩波書店
高宮信夫・山口達明	化学の方法	A 5・256	2,200	三共出版
日本化学会編	化学の原典Ⅱ-2 電解質の溶液化学	A 5・226	3,800	学会出版センター
"	" Ⅱ-3 化学熱力学	A 5・259	3,800	"
P. ベルトゥロー=田中・牧野	錬金術の起源 改稿版 (古典化学シリーズ1)	A 5・355	4,800	内田老鶴園
中山茂	天の科学史 (朝日選書263)	B 6・237	880	朝日新聞社
N. セビン=中山・牛山	中国のコペルニクス	B 6・216	1,800	思索社
上野益三	博物学史論集	A 5・630	15,000	八坂書房
八杉龍一	生物学の歴史 上下 (NHKブックス 468, 469)	B 6・250, 224	@ 750	日本放送出版協会
京都新聞社	赤ひげ先生の系譜 京の医学史	B 6・267	1,500	京都新聞社
M. サンドライユ他=中川・村上	病の文化史 上・下	A 5・238, 187	@2,800	リポレポート
杉立義一	京の医史跡探訪	A 5・366	2,800	思文閣出版
立川昭二	病いと人間の文化史 (新潮選書)	B 6・239	780	新潮社
田中助一	防長医学史	A 5・589	15,800	聚海書林社
伴忠康	医学のあゆみ 日本の医学教育に寄せて	A 5・234	1,800	創元社
藤野恒三郎	医学史話 杉田玄白から福沢諭吉	A 5・495	3,800	菜根出版
J. H. Comroe = 諏訪	医学を変えた発見の物語	A 5・424	2,800	中外医学社
川喜多愛郎 他編	ノーベル賞講演 生理学・医学 1	A 5・268	4,300	講談社
"	" 4, 6	A 5・236, 208	@3,800	"
神谷昭典	日本近代医学の定立 私立医学校済生舎の興廃	A 5・308	3,500	医療図書出版
大塚敬節・矢数道明編	近世漢方医学書集成 102~105 名古屋玄医 1~4	B 6・600内外	@7,900	名著出版
"	" 106 賀川玄悦 賀川玄迪	B 6・432	7,900	"
"	" 112 中川修亭	B 6・334	7,900	"
"	" 113 古矢知白	B 6・843	7,900	"
"	" 116 本間棗軒	B 6・453	7,900	"
藤野恒三郎	藤野・日本細菌学史	A 5・704	16,000	近代出版
矢部一郎	江戸の本草 薬物学と博物学 (ライブラリー科学史6)	B 6・253	2,500	サイエンス社
飯田賢一	風土と技術と文化	B 6・199	1,500	そしえて
日刊工業新聞社編	技術史を拓いた人々 1,2	B 6・318, 294	@1,200	日刊工業新聞社
刊行委員会編	日本鉱業史料集 第5期近世編	B 5・3冊	20,000	白亜書房
"	" 第5期明治編	B 5・3冊	20,000	"
"	" 第6期明治編	B 5・3冊	20,000	"
新日鉄広報企画室	鉄の文化史 五千年の謎とロマンを追って	B 6・226	1,500	東洋経済新報社

(以下p. 94へ続く)

編 集 後 記

1985年第2号をお届けする、中国における製紙の起源について興味深い論考を寄せられた潘吉星氏は中国科学院自然科学史研究所に属し、本誌前号の島尾永康氏の紹介にも最近の論文が3編取り上げられており、現代中国を代表する最も活動的な科学史家の一人である。本年秋の京都における本学会の年会では特別講演をお願いしてあり、本号の論考をさらに敷衍してお話し下さる予定で、今から大いに楽しみである。

本号から新シリーズとして「技術資料」が始まったが、我が国の技術の発展に貢献した研究や事業を跡づける記念物や史・資料を紹介していただくもので、今後も随時掲載する予定であるから、読者諸賢からもぜひ適当な題目や情報を寄せていただきたい。

今号では昨年の年会で発表された研究から3編を原稿にまとめていただき、大変有難かった。これからも年会での発表などを積極的に投稿していただきたく、切にお願い申し上げる。

今春初めて開かれた「春の学校」の詳細な報告が大野誠氏から寄せられた。極めて充実した勉強会で、非常に有意義なものであった。来年の開催も着々と準備されており、大いに期待される所である。これとは少し趣きを変えて、もっと雑談的に話し合おうではないかということで、「化学史サロン・夏の集い」を開いてみることになった。こちらの方へも多数参加して下さることを望んでいる。(武藤)

編 集 委 員

(委員長) 柏 木 肇

井 山 弘 幸	藤 井 清 久
亀 山 哲 也	古 川 安
小 塩 玄 也	武 藤 伸
島 原 健 三	山 口 達 明

賛助会員名簿 (50音順)

三共(株)
三共出版(株)
塩野義製薬(株)
(株)資生堂研究所
積水化成成品工業(株)
武田科学振興財団
田辺製薬(株)有機化学研究所
(株)培風館
肥料科学研究所

各種問合わせ先

- 入会その他→化学史学会連絡事務局
 - 郵便：〒133 東京小岩郵便局私書箱46号
 - 振替口座：東京 8-175468
 - 電話：0474 (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 気付
- 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)内田老鶴園

化学史研究 1985年第2号 (通巻31号)
1985年6月30日発行

KAGAKUSHI 1985, No. 2. [定価 2,000円]

編集・発行 ©化学史学会 (JSHC)

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

印刷 (株)大和印刷

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

発売 (書店扱い) (株)内田老鶴園
〒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.



三共出版

101 東京・神田神保町3-2
電話 03・264・5711 振替東京 1・1065

身近な生物間の化学的交渉

——化学生態学入門——

広島大総合科学部 古前 恒・林 七雄著

四六判・232頁 ￥1700

有機化学organic chemistryは生物organismが生産する有機物を対象とし、その化学構造を解明して人工的合成を目標としてきた。本書は、有機化学の新分野である化学生態学を紹介し、植物-植物間、植物-動物間、動物-動物間の生態現象の化学的交渉を平易に解説。また生態関連物質の研究法と有機化合物の分類・命名・異性体等および二次代謝生産物による自然史説明のアプローチを付した注目の書!

危険化学物質の取扱いと安全管理

米国科学研究審議会編

村上悠紀雄・今宮俊一郎・川西康博・川西幸子訳

A5・280頁 ￥4500

国立科学研究審議会が総括したナショナル・アカデミープレス版の完訳。劇毒物/引火性爆発性物質/高圧ガスの使用と加圧・減圧/実験室薬品個々の危険性と注意事項/保護衣・安全装備・緊急措置/実験室の電気器具の使用と設計/換気/化学薬品の調達・貯蔵・配分・廃棄処理/生命科学実験室の薬品処理/化学者の疫学的研究/ACGIHのTLV値ほか

化学の方法

A5判 256頁 定価 2200円

早稲田大学教授 高宮信夫 共著
千葉工大助教授 山口達明

好評発売中

物理学の一大エンサイクロペディア登場。

物理学辞典

定価 32,000 円

編集委員長：西川哲治（高エネルギー物理学研究所所長）

編集副委員長：中嶋貞雄（元東京大学物性研究所所長）

執筆陣：760 余名

B5判・2538頁・本文8ボ組、26字×57行×2段

総布クロス装・箱入

〈特色〉

- ・隣接諸領域を含めた13,000項目
- ・綿密な項目の選択
- ・項目間の有機的関連をはかる
- ・豊富な図表と平易な解説
- ・歴史的展開にも触れた解説
- ・便利な英・独・仏・露語索引
- ・日常役立つ付録

化学の話シリーズ

大木道則編集

1 元素の話

斎藤一夫著 B6・188頁 定価 980円

2 金属の話

井口洋夫著 B6・160頁・定価 880円

3 火の科学＝燃焼と爆発の話

足田 強著 B6・190頁 定価 980円

4 気体の話

谷崎義衛著 B6・172頁 定価 980円

5 化学反応の話

妹尾 学著 B6・168頁 定価 980円

6 水の話

伊勢村寿三著 B6・160頁 定価 980円

7 結晶の話

斎藤喜彦、伊藤正時共著 B6・136頁 定価 980円

8 コロイドの話

北原文雄著 B6・144頁 定価 980円

9 色の科学

中原勝儼著 B6・136頁 定価 980円

〒102 東京都千代田区九段南4-3-12

培風館

TEL (03)262-5256 振替東京4-44725



●科学と信仰—コペルニクスから
ダーウィンまで

OU科学史 全3巻

科学と信仰というテーマに則して、科学
に対する宗教の役割を積極的に評価し、
新しい科学史へのイメージを打ち立てる

A5判360頁 各定価2800円＋300

OUとは、英国のOpen University (公開大
学)のことで、本書はそのテキストである

創元社

〒530 大阪市北区西天満1-4-2 ☎06-363-2531
東京支店 新宿区山吹町7-7番 ☎03-269-1051



OU科学史Ⅰ

宇宙の秩序 渡辺正雄監訳 成定薫・大谷隆利訳

宇宙観の変革 I 科学史へのさまざまなアプローチ、II コペルニ
クスの転回が与えた衝撃、III ガリレオとカトリック教会、機械論
哲学に向かってIV デカルト哲学における神と自然、V ニュートン
と機械論的宇宙、科学史への視点を考え直す第I章と宇宙論の進展

OU科学史Ⅱ

理性と信仰 藤井清久訳

科学の進歩と非国教主義 I ヒューリタン主義と科学、II 啓蒙運
動：理論者と「理性主義者」、III 非国教主義と技術の発展、神学
と自然科学 V ボイルからベイリまでのイギリスの自然神学

OU科学史Ⅲ

創造と進化 鈴木善次・里深文彦訳

進化の危機 I ダーウィンの先駆者たち、II ダーウィン、III 宗教
上の思考と進化の概念、新しい科学観、IV 自然と歴史、V 一つの
時代の終わり

新刊

科学史入門

—史料へのアプローチ—

D.M. ナイト 原著／柏木 肇・柏木 美重 訳編
A5判・750頁・定価12,000円

本書は、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、われわれには直ちに理解
しえない部分が多い。この点を注釈で解説すると
ともに、重要な史料および原著出版後に刊行され
た文献を適宜選択し、それらの意義と書誌を略説
した。付記「科学史および関連領域の雑誌」は、
本文の補いとし、伝統ある雑誌や現在刊行されて
いる主要な雑誌に簡単な書誌を添えた。索引は人
名・図書索引を綿密に構成し、史料、文献および
著(訳、編)者を種々の角度から検索できるように
工夫し、これに事項索引を配し読者の便に資する
よう万全を期したものである。

第1章 科学史、第2章 科学史書、第3章 マニ
スクリプト(MS、手稿、手書き史料)、第4章 雑誌
(ジャーナル等)、第5章 非科学書、第6章 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/事項・地名—

—近刊ご案内—

山岡望伝

—ある旧制高校教師の生涯—

山岡望伝編集委員会編

A5判 予約特価4800円(定価6600円)

本書は、旧制高校の教師として、教育に生涯を
捧げた山岡望の人間の魅力の根源を浮彫にした。

〔内容主目〕

I. 序章 新時代への胎動 生いたちと少年時代
学生時代 II. 操山のふもと 六高の化学教室
(創成期) 一年間の在外研究—西欧とエジプト—
六高の化学教室(円熟期) 六校科学会 六高基督
教青年会 運動部とのふれ合い 空襲、灰燼、そ
して復興 学制改革と旧制高校の終焉 III. 東京
の28年 再び化学教師として 化学史談と化学史
伝 内外の旅路ふれあいと栄光の日々 別れの曲
IV. 化学史、ゴルドン將軍 化学史家としての山
岡望 ゴルドン將軍と山岡望 V. 第一回化学教
育賞受賞講演 VI. NHK全国放送「教える」

内田老鶴圃

東京都千代田区九段北1-2-1
電話(03)265-3636 振替東京3-6371