

化学史研究会編集

化学史研究

1982年 第1号
(第18号)

論 文

- ハラタマと日本の化学 芝 哲夫 (1)

寄 書

- 透明純液体の可視部吸収帯の発見と高振動励起状態の化学 中垣 良一 (17)

教育シリーズ

- 反応速度の認識と反応速度論の形成
—— ヴィルヘルミを中心として —— 小塩 玄也 (20)

資 料

- 1980年代のわが国の技術政策について 亀山 哲也 (32)

広 場

- 個人廣告欄の設置 広田 鋼藏 (19)

紹 介

- 『アイシス』文献目録について 柏木 肇 (37)
レスター『化学と人間の歴史』 藤井 清久 (40)

- 「化学史研究」総目次 (No. 1 ~ No. 17) (43)

1982年1月

内田老鶴圃新社

会 報

化学史研究会1981年度総会は、広島の「せとうち苑」において10月17日に開催され、以下の事項についての報告、提案を審議し承認しました。

1. 会員数517(名譽会員1, 一般会員507, 団体会員2, 賛助会員6, 海外会員1).
1. 会誌、第15~17号を発行、第18号は年度内刊行予定.
1. 委員は前年度に同じ.
1. 日本化学会1982年春季年会(特定講演4件、一般講演).
1. 決算・予算.
1. 1982年度年・総会は東京の玉川大学(東京都町田市玉川学園6-1-1)で、
10月30日(土), 31日(日)開催の予定.

○年・総会の件

上記の次第で開催します。

○会費納入のお願い.

1982年度会費納入をお願いします。会費は前納制ですので、ぜひご協力下さい。
送金は本号同封の振替用紙でお願いします。1981年度会費未納の方も今年度とあわせてお送り下さい。

○ナンバー変更

本号(第18号)より、通年制に致します。従来ならば本号は第18号になりますが
これを1982年第1号というよ様式にあらためます。

会費は年度(4月より翌年3月)、会誌ナンバーは通年(1月より12月)で、喰
い違いが生じます。会誌の配布は会費に対応させますので、ご留意下さい。

1981年度の会費に対しては第16, 第17号、それに本号までが対応します。

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society for the History of Chemistry

1982, No. 1 (No.18)

Editor : Hazime KASIWAGI

Dr. K. W. Gratama and the Chemistry in Japan Tetsuo SHIBA (1)

The Discovery of Visible Absorption Bands for Colorless Organic
Liquids and the Chemistry of Highly vibrationally Excited States
..... Ryoichi NAKAGAKI (17)

Recognition of Reaction Rate and Formation of Chemical Kinetics
— Centering around the Work of Wilhelmy — Genya KOSHIO (20)

The Japanese Society for the History of Chemistry
C/O UCHIDA ROKAKUHO PUBLISHING CO., LTD.
1-2-1, Kudan-kita, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan 102

〔論文〕

ハラタマと日本の化学

芝 哲夫

(大阪大学理学部)

1. ハラタマの来日

慶応2(1866)年3月3日(陽曆4月17日)オランダの化学者ハラタマ Koenraad Wolter Gratama は上海から小型蒸気船で長崎に到着した。やっとの思いで目的地に到着しましたと、ハラタマは翌日オランダの兄ヤン宛に長路の旅を終えた後の日本の最初の印象を書き送った¹⁾。その日の午後ハラタマを待っていた分析究理所の生徒達が遠来の客のために歓迎の宴を開いた。ハラタマは当時独身であったが、日本到着後一週間目に35才の誕生日を長崎で迎えた。

ハラタマの来日を遡る43年前の文政6年にはシーポルト P.F. v. Siebold が同じように来日し、長崎の地に鳴滝塾を開いて、その頃産業革命を経て勃興しつつあった西欧の近代学術を日本の青年に親しく伝授したことはよく知られている。この時に欧洲において始まったばかりの近代化学も彼によって伝承されたと思われる。そのことはシーポルトに就いて学んだ高野長英の文政9年(1826)の次の書簡²⁾の一節にもうかがえる。

当時小生本朝未開シケイキュンデと申書、訳名分離術、此書翻訳仕度御買方之儀同人より松浦侯へ願出候

シケイキュンデ Scheikunde とはオランダ語の化学の意で、日本最初の化学書といわれる宇田川榕庵の「舍密開宗」が発刊されたのが天保8年(1837)であるから、もし長英が書簡に述べた通り翻訳を行い、そしてその訳書が現存しておれば日本の化学史も書きかえなければならなかつたが、この長英の翻訳書なるものは現在に伝わっていない。しかしそのようにシーポルトが日本人に植えつけようとした化学に対する関心はその後来日した長崎のオランダ医達によってひきつがれ高められて行った。

安政2年(1855)にはオランダ医ファン・デン・ブルク J.K. van den Broek に長崎の通詞品川藤兵衛ら6名が化学の伝習を受けている³⁾。さらに薩摩、筑前、佐賀、伊勢などの諸藩から長崎に派遣されてファン・デン・ブルクに就いて物理、化学などを習う者が出てきた。美麗な分析化学書「舍密便覧」を後に著わした筑前藩の河野

禎造もその一人であった。

ついで安政4年(1857)に来日したポンペ J.L.C. Pompe van Meedervoort は長崎奉行所西役所の海軍伝習所内で医学伝習の講義を始めたが、その中に物理学、化学もとり入れられていた。安政5年(1858)の講義時間割によると化学は週3回木水金曜日の午後に割り当てられていて、医学に対する基礎教育とはいえ、いかに化学教育が重視されていたかがうかがえる。この医学教育充実のために文久元年(1861)には海軍伝習と分離して、医学所と病院に当たる養生所が下長崎村小島郷に設けられた。現在の佐古小学校の地である。

ポンペの後任として長崎に着いた蘭医 ボードウイン A.F. Bauduin も化学教育に力を注いだことは平石義男氏所蔵「舍密学伝習見聞日記」⁴⁾によっても明らかである。これは時計師御幡栄三が文久3年(1863)にボードウインが養生所において行った化学講義の筆録覚書である。その冒頭に次の文が見える。

亥十一月廿五日より会所掛り定役小島銀之丞殿同道、養生所において蘭医ボードウインより金銀分離之伝習ニ付「シケイキュンデ」の伝習請候事

慶応元年(1865)4月養生所は精得館と改称されたが、この時ボードウインは幕府に建議して物理学、化学の教育を医学教育と分離独立させ、理化学の専門教師を招聘することを幕府に要請した。4月10日付服部左衛門佐から幕府への進達書に

長崎精得館内分理究理所教師手伝御雇之儀蘭医ボードウイン申立候義ニ付再応申上候書付

とある。当時の分理または分析は化学、究理は物理の意であつて、精得館内に物理、化学を専門とする部門の設置ならびに教師手伝の雇用が申し立てられている。同年6月長崎新大工町の藤井佐吉、大串屋長次郎、福井屋直助の3名が1768両で分析(理)究理所の建築工事を請負い、10月に至って完成した。幕府はボードウインに総額紅白5反を送つて褒賞とした⁵⁾。

この新設された分析究理所に理化学専門教師として招かれたのがハラタマであった。ハラタマは1831年4月25日にオランダのアッセンで生まれ、ユトレヒト大学に学

んで自然科学および医学の学位を得ていた。オランダにおける日本研究の中心地はライデンであるが、ポンベもボードウインもユトレヒト陸軍軍医学校卒業であることを思うと、ユトレヒトを中心としてこれらの人々とハラタマを結ぶある人脈があったことをうかがわせる。ハラタマは来日前にどれ程の日本に対する予備知識と関心を持っていたかは明らかでないが、日本到着1ヶ月後に兄ヤン宛てた手紙に「なかなか日本人のものの考え方方に慣れない。日本を紹介した書物の著者がどうしてこの民族を高く評価したのか私にはわからない」と感想を述べている⁶⁾。少くともハラタマは来日直後は知日家でも親日家でもなかったように思われる。

2. 分析究理所

ハラタマは長崎では出島の西北端に住居を与えられた⁷⁾。「寅四月中、外国人并支那人名前取調帳、居留場掛」⁸⁾によると、その地は出島8番のオランダ人イ・ファン・サーソレンの家であった。ハラタマは長崎在住中のこの住居を変えなかった。その建物の前はベランダになつていて、長崎湾の奥、稻佐の浜から飽の浦の辺りを見渡せた。ハラタマはその1階の居間と寝室に起居して、毎朝7時に起床、パンとバターと中国茶で朝食をすませた後、午前中はほとんど自室で読書、執筆などを行った⁹⁾。ハラタマは日本の最初の夏の高温多雨には閉口したらしく、白ズボン、チョッキなしの白上着にノーネクタイ、白の麻靴に麦わら帽、日本の日傘といういでたちで毎日約1.5キロの道のりを歩いて精得館のある小島の丘に登る。精得館の建物は3棟よりなり、最も大きい建物が病院の養生所で、次が40人の学生が住む学生寄宿舎、最も小さい新築の建物がハラタマの主宰する分析究理所であった。この建物は長方形、平屋で周囲にベランダがめぐらされ立派な外観であった¹⁰⁾。

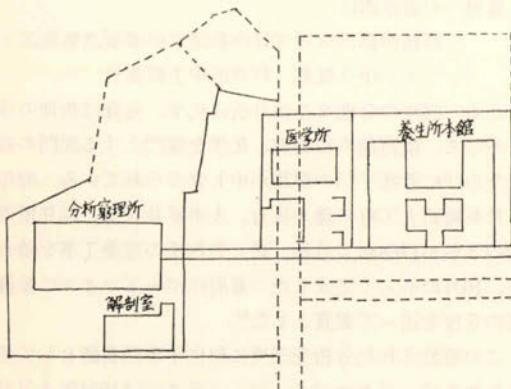


図 1 精得館時代の建物配置図

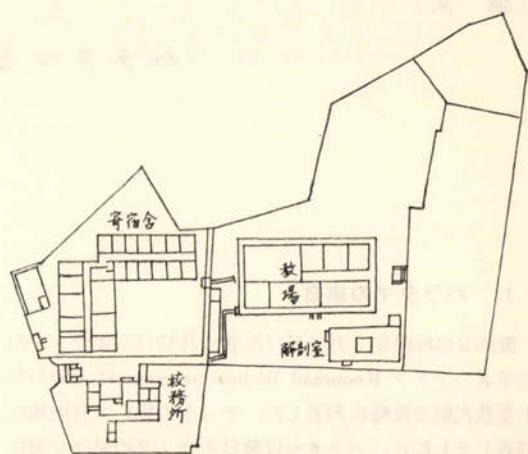


図 2 長崎医学校時代の建物配置図

分析究理所の位置は養生所と医学校の西側、現在の佐古小学校の校庭の場所に当る。中西啓氏が「長崎医学百年史」¹⁰⁾の中で示された配置図を転写して図1に掲げる。別に中西氏は「長崎医跡散歩」に明治11年以後の長崎医学校の建物配置図(図2)を掲載されている。この両図を重ね合わせると、図2の長崎医学校時代の「教場」が図1の「分析究理所」に当ることがわかる。このことは明治11年以後にもわが国最初の化学実験室であった分析究理所の建物が残っていたことを示している。

6	7	8	1
5	4	3	2

図 3 分析究理所の部屋割

前述のハラタマの書簡⁸⁾にはこの分析究理所の部屋割の略図(図3)が書いてある。それによると内部は廊下で距てられた8室よりなり、第3、4室は長崎湾の眺望にめぐまれ、他の部屋の外圍には石垣がめぐらされていた。第1室は測定室で本棚があり、ハラタマはこの部屋で安楽椅子にすわって休息をとった。第2室は細かい実験の研究室で、第3室は普通実験室、第4室は化学講義室、第5、6室は倉庫、第7室は医学および物理研究室、第8室は物理器具および鉱物標本の戸棚が置かれていた。2図と図3とを比較すると、明治11年には中央廊下は右側半分ではまだ残っているが、内部はかなり改装されていたことが推測される。

研究室には常に15~6人の学生がいて、その年齢は25才から40才と幅があり、ほとんどオランダ語を理解しな

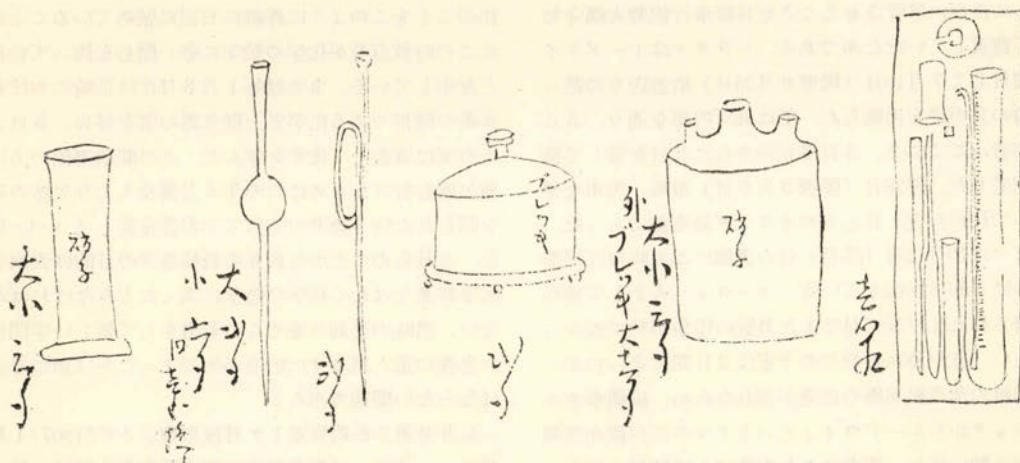


写真 1 分析道具品立帳の一部

かった。中にはオランダ語をよく読む者がいても彼等に会話はむづかしかったとハラタマはいう⁸⁾。この学生の中に後に述べる松本鉢太郎、三崎嘯輔、池田謙斎、戸塚静伯らがいたはずである。毎日ハラタマは第1室に入り、午後1時頃に下男がコーヒー、肉、パンなどを持って現われ昼食が始まる。その間も学生達はハラタマの指示に従って実験を行っていた。講義は第4室で午後3時半から始まり5時15分頃まで続くのが常であった。このハラタマの講義を学生の一人が通訳したというが、これは三崎嘯輔ではなかったかと推測する。

前述の平石家所蔵資料の中に別に「分析道具品立帳」という化学実験器具の図入目録がある。これには慶応二寅三月と添書があり、この月は陽曆でハラタマ到着の慶応2年4月に当る。すなわちこれはハラタマの分析究理所での講義ならびに実験開始に際して調査された実験器具の目録であると推定される⁴⁾。これには59種250点以上の化学実験器具が図解されている。この中にはボードウイン時代の器具も含まれているであろうが、ハラタマ来朝時に新たにオランダからとり寄せたものも入っている可能性がある。その一部を写真1に示すが、その他に薬瓶56箇、漏斗、坩堝、浮秤、各種ガラス管、ガラス器具など一応の化学実験器具がそろっている。ポンペやボードウインは医学専門であったから、化学講義を行ったとはいえ、組織的な化学実習を行ったとは思えない。したがって慶応2年にハラタマによって始められた長崎分析究理所における化学実験教育はわが国最初の化学の専門教育であったとみてよかろうと思われる。

分析究理所の学生の中に大阪の緒方洪庵の適塾を出て精得館に留学していた池田謙斎がいる。後に東京大学医学部の初代総理となった人である。池田の回想によれ

ば、ハラタマは実験教育に徹底していて、化学志望の者にはまず瓶に傷をつけて線香の火で割り、その切り口を砥石で磨くことを命じた。薬瓶には必ず内容物の名を記入したラベルをつけることをやかましくいい、それが1,2分遅れても厳しく注意した。いま水を入れて持ってきた瓶だと弁解しても聞き入れず、ラベルを貼っていないと直ちにそれを捨てさせるという厳格さであった。後に東京大学で鉱山学教授となった今井巖という当時15,6才の生徒がいた。体格も小柄だったので、小学生がすぐに専門学をやるようなものだとハラタマも驚いて、この小さい今井をからかってグレートラホイジュルという仇名をつけたという。グレートラホイジュルとは大化学者ラボアジェのことである。これは今井に限らず当時の学生が理化学の基礎知識なしに直ちに高等な化学専門教育を受けることをハラタマが揶揄したものであらうが、それが当時の日本の実情であった。

分析究理所において始められたハラタマの化学の講義には始めは珍らしさも手伝い聴講生の数も少なくなつたが、学生の多くはその厳格な教育に耐えられなくなつて、午後の理化学の専門講義の聴講生の数は次第に減つて行った。しかしその後、ハラタマは午前の時間に精得館の医学生向きの一般化学講義を開始し、これには精得館の寄宿生、市中の下宿生の多くが出席した。ハラタマは医学の学位も持っていたから、ボードウインの代理に養生所の回診も行った。ハラタマの長崎における給料は慶応2年3月より江戸へ移る翌年2月までの約1ヶ年に月額銀200枚すなわち155両であった。

慶應2年(1966)7月ボードウインが長崎より江戸に赴くことになった。それは江戸に軍医学校を開設することをボードウインが画策し、同時に分析究理所をハラタマ

とともに江戸に移管させることを長崎奉行能勢大隅守を通じて建言していたためである。ハラタマはボードウイン同行して7月16日(陽曆8月25日)精靈送りの終った長崎の夜の港を出帆した。船は瀬戸内海を通り、5日後兵庫着、ここに2、3日滞在後さらに2日を要して横浜に到着した。翌28日(陽曆9月6日)乗馬、馬車を乗り継いで江戸の芝、長応寺のオランダ領事館に入った。ハラタマは10月16日(陽曆)付の書簡にこの時の江戸滞在における知見を伝えている。ヨーロッパ人として始めて招待された江戸城で見学した外庭の印象が特に強かったらしい。江戸滞在の最初の予定は2日間であったが、横浜出帆の蒸気船兵庫の出発が遅れたため、副領事ボルスブルックからボードウインとハラタマの江戸滞在延期を老中に願い出た。幕府はこれを許可して結局ハラタマは8日間江戸に滞在したのであるが、その時のボルスブルックの願出書に「医師ガラタマは僅ニ二日以来当所に在て未だ其要用を達すること能はず且当処江再来之期も難計が故に」江戸滞在を延期されたいという文書が残っている¹⁰⁾。このことからハラタマの江戸行は単なる就任挨拶や見物ではなく、2日間では果たし得ない「要用」があったと推測される。それはおそらく上述の分析究理所とハラタマの江戸移管の内談であったであろう。事実これより3ヶ月後に幕府はハラタマの江戸招聘を決定している。この江戸旅行の後ハラタマは一旦長崎へ帰った。

後の日本薬学界の泰斗長井長義が22才の時徳島藩より選抜されて医学伝習のため長崎留学を命ぜられ、長崎に到着したのが慶応2年12月18日(陽曆1867年1月23日)であった。直ちに精得館に入門手続をとった。到着後10日目に徳島藩の藩役人からこの時長崎へ留学した5人の学生に対して報らせがあった。長井はこのことを日記、瓊浦日抄¹¹⁾に次のように書き残している。

然る処五人の内舍密専門之御方も在らせられ候へはと存候左之通趣を御通じ申上候ハルトマン儀は来春江戸表へ移申候に付御修行も御出来不被成かと奉存此趣己に武田氏より御国本へ通じ下され勤学の事故先少時遊學の上、江戸表へ罷出候様用達より病院へ之案内云々。

ハルトマンとはハラタマのことである。すなわちハラタマは来春江戸へ移ることにきまったので、この度の留学生5人の中に化学志望の者があれば、しばらくは長崎で勉学の後江戸へ出るようにとの達しである。幕府が江戸の開成所内に物理化学専門の学校の設立を決定したことをハラタマに報らされたのはその1カ月前の11月6日(陽曆12月11日)であった¹²⁾。長井がハラタマの江戸移

住のことをこのように詳細に日記に留めていることは既にこの時彼自身が化学の勉学に強い関心を持っていたことを示している。事実翌年1月3日には長崎における写真術の開祖である化学者上野彦馬の家を尋ね、5日よりその家に寄寓して化学を学んだ。その間精得館の方は長期欠席を続けたためにこの年6月藩役人より欠席の理由を問われた時「舍密の方にて不參罷在候」といい放った。これらのことから長井の長崎留学の目的は表向きの医学修業ではなく化学の勉学にあったとみなければならない。当時の徳島の地でこの若者をして新しい学問化学を生涯の道と選ばせた培地が何であったかは別に考えねばならない問題であろう。

長井長義の長崎到着1ヶ月後の慶応3年(1867)1月24日に、ハラタマは新設予定の開成所内理化学校へ赴くべく、三崎囁輔、佐藤道穎、戸塚静伯と同船して江戸へ出発した¹³⁾。結局ハラタマの長崎滞在は1年にも満たなかった。長井はさらに1年間長崎滞留の後、一旦徳島へ帰り、明治元年(1868)東京に出て、大学東校に入学、明治3年に明治政府からの第1回海外留学生として欧州ブロイセンに派遣され、ベルリンのホフマン A.W. Hofmann 研究室に入り化学者としての道を踏み出す。やや遅れて日本でハラタマの薰陶を受けた松本鉢太郎も同じ研究室に来た。長井がベルリンより父君琳章に宛てた手紙¹⁴⁾に次の文章が見える。

小生共専門の学科は舍密学植物学に決定仕り漸く
積年の宿志を遂げ大に相喜居申候(明治6年1月
9日付)

積年の宿志と述べているのであるから化学専攻の志は長崎遊学時代に発していたと考えねばならない。また
舍密学にては日本にて私共と学友松本鉢太郎の両人計にて外に舍密学を心得居候人は無之實に御蔭様にて日本國中にて屈指の人の中にカリ候。右学友松本と申す人は松本軍医の倅にて四年前より當府にて修業仕り互に相扶け且帰朝後も同心協力仕り日本に舍密学相開き候存志に御座候(明治9年
11月9日付)

といわしめている。このように見ると長井の長崎時代といふものは日本の化学にとっても大きい意味を持ってくるが、長井の師事した上野彦馬はポンペの厚遇を得たという記録はあるが、ハラタマとの交渉の資料が現在のところ見い出されない。

3. 江戸におけるハラタマ

幕府は嘉永6年(1853)のペルリ来航以来、外国情報を入手する目的で蕃書調所の設立を計画し、安政3年

(1856)九段下に開所した。蕃書調所はのちに洋書調所、開成所と改名されるが、万延元年(1860)にはその中に精練方(場)後に化学所(局)と呼ばれた化学専門教育機関が併設された。その教授陣には川本幸民、市川齐官、柳河春三、宇部宮三郎、肥後七左衛門、桂川甫策、辻新次らが任命されたが、慶応2年(1866)には教授以下の職員数が11名であるのに対して生徒数はわずかに4名であった。講義は時々教授川本幸民が「泰西化学の沿革大意」について口授するという程度で、特に実験教育は不備であった¹⁵⁾。

当時の化学所の状況について辻新次が後年追憶談で次のように述べている¹⁶⁾。化学所には特に講義室となく、新入の生徒にはまず桂川甫策の「元素通表」を与えて元素名と比重を暗記させ、次にオランダ原書または訳書で化学の大意を知らしめた後は生徒の希望に従って無機分析を行わせた。しかしそれも定性分析にとどまり定量分析には及ばなかった。実験を行うにも硫酸、硝酸、塩酸の酸類からつくらねばならず、そのためにはまずかまどを製し、貧乏德利を蒸留フラスコとして、冷却器には水を入れた兜鉢を用いた。天秤には厘ダメ、漏斗には底に穴を開けた茶碗、汎紙には美濃紙を用いるという有様で舶来の器具薬品はほとんど望めなかつた。

このように貧弱な状況の江戸開成所内化学所に対して長崎の分析究理所はハラタマを擁して設備も充実している。このハラタマと設備を江戸へ移して化学所を再建したいと考えられたのも当然であろう。しかし外交官以外の学者を江戸に定住させて幕府直轄の学校の正式教授としようとしたのは幕府にとっては異例の措置であつて、化学以外の分野でもその例を見ない。

慶応3年(1867)1月24日に長崎を発ったハラタマ達は6日後に横浜に到着、ハラタマは数日間横浜のオランダ領事ファン・デル・タク方に滞在してから江戸に入った。江戸での宿所は半年前の旅の時と同じオランダ公使館のある芝の長応寺であった¹⁷⁾。

幕府はこのハラタマのために開成所内に“壮大の学校”の造立を計画した¹⁸⁾。しかしその予定地はハラタマ書簡によると医学所の地というので、當時開成所のあった一つ橋護持院ヶ原ではなく下谷和泉橋通である可能性もあるが、その正確な位置の比定は後考にまつことにしたい¹⁹⁾。ハラタマは十数日間公使館内で待機させられた後、医学所頭取松本良順らに面会した。その時ハラタマは新しい学校の計画図を見せられ、日本酒とリキュールの饗応の後、新学校の成功を祝してシャンパンの乾杯があった。ハラタマは開成所の化学所の教授連とも当然会ったはずであるが、倉密伝習御用取扱に任命されたのは

医学所頭取松本良順と海軍奉行並服部筑前守であったことにやや奇異を感じる。そもそもハラタマの江戸招聘はボードワインの医学校の江戸移転とからんでいたので、形式的に医学所所轄とされたのか、あるいは松本良順などの医学者は既に長崎にあってオランダ語の会話が可能であったが、開成所化学所の教授はオランダ書は読めても会話ができなかつたという単純な理由によるのかとも推量される。しかし新学校は決して医学準備教育として計画されたものではなく「物理と化学およびそれに関連する学問それ自身のそしてそのための学校」であるとハラタマ自から述べている¹⁷⁾。

江戸におけるハラタマの契約期限は前年の慶応2年12月27日(陽曆1867年2月1日)から2年間で給料は初年度月額洋銀400枚、2年度500枚、3年度600枚であった。幕府はハラタマの宿舎であるオランダ公使館の長応寺から新学校予定地までの往復のために馬一頭を給与し、ハラタマの外出には騎馬護衛兵6人をつけるという物々しさであった。外国人襲撃事件が続発していたからである。オランダ公使館には当時ハラタマを含めて7人のオランダ人が居住していたが、ここも日夜幕府兵によって警戒され、その数は72人で、その半数が夜警に当つた¹⁷⁾。

この年4月24日に開成内の新学校建設予定地の一隅にハラタマの宿舎が完成した。ハラタマ書簡¹⁹⁾に書かれている略図を図4に示す。この一画は高い堀で囲まれ、門の外からさらに開成所正門までの石畳道が続いていた。窓はすべてヨーロッパ式ガラス窓で、庭は区割りを終つただけでまだ植樹されていなかつた。ポーチの方向に接して新学校が建設されることになつていた。ここでも幕府の護衛は厳重であった。ここではハラタマは馬の他に

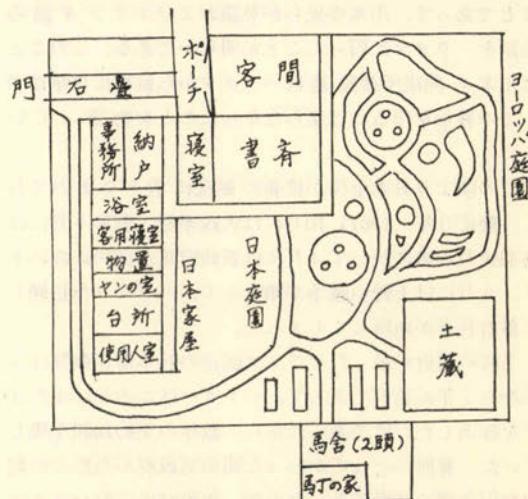


図4 開成所内のハラタマ宿舎見取図

車も与えられていた¹²⁾。

この新居に移ったハラタマは、かつて開揚丸に乗っていたヨーロッパ人ヤン・ホオーランスを雇って住まわせた。ここへ移転して数日後に、オランダへ帰るボードウインの訪問を受けた。また新学舎完成を待たずにこの住居を訪れる日本人が後を絶たず、あらゆる学問分野にわたって質問した。

開成所内の新理化学校の建築工事は開始直前に計画変更となり、ハラタマが新しい計画案を提出¹³⁾、これをもとに建築工事はこの年9月によく開始された²⁰⁾。そして翌慶応4年(1868)はじめには完成して開校式を挙げる予定であった^{18, 21)}。しかしハラタマは江戸に来てからの1年間は「ただの1時間も講義することなく」無為に過ごす結果となり、新しく始まる講義の準備のための読書や患者の診察の毎日を送るだけであった¹⁹⁾。時には将軍家がアメリカからはじめて輸入した3台のミシンの使用法がわからぬというので、ハラタマは頼まれて英文の使用書を読み開成所頭取に教授し、頭取はこれを大奥に伝授したことがあったという²²⁾。また日曜日には銃を持って雁の獵に出かけることもあった¹⁹⁾。

開成所時代のハラタマの活動を探る一つの材料にガラタマ先生口述「英蘭会話訳語」明治元年初秋、渡部氏藏梓と開成学館ガラタマ先生著「英吉利会話篇」明治四年江戸渡部氏刷行の出版がある。前者の序文に

余曾て蘭人「アンデルペール」の著せる英吉利会話篇を刷行す。然るに学兄川本内田の二子之を開成学館の教師ガラタマ先生に從て読み直しに我邦俗間の通語に訳出し以て之を余に贈れり云々と書かれている。開成学館は開成所、川本は川本幸民のことであって、川本幸民らが英語およびオランダ語の会話をハラタマに習ったことが明らかである。このことは川本ら開成所教授連はハラタマから直接に化学についての教示を得るには至らなかったことを物語っている。

この頃より日本全体が維新の動乱に巻きこまれて行く。慶応3年(1867)10月には大政奉還、翌年1月には鳥羽伏見の戦に続いて4月には新政府軍が江戸に攻め上り、5月には上野の戦が始まって、ハラタマを招聘した幕府自身が崩壊してしまった。

当時の幕府が雇ったオランダ医達の日本滞在期間は5年から7年が通例であって、ハラタマはこの年はまだ2年を経過しただけであったから、数年の契約期間を残していた。幕府にとってかわった明治新政府が当然この契約を引き継ぐ立場にあったので、新政府はこのハラタマの雇用問題の処置を迫られていたといえる。そういう状況で上野戦争が片付いた翌6月に新政府参与で外国副知事の小松帶刀が、同じく参与で当時大坂府知事に任せられていた後藤象二郎と謀り、理化「二学は富強の基を為す」からと右大臣三条実美に建言し、設立準備中であった開成所内理化学校を大阪に移すことになった¹⁸⁾。これが大坂倉密局であった。上野戦争の難を避けて横浜のオランダ領事館ファン・デル・タク宅に滞留していたハラタマ²³⁾は倉密局開設計画が出て間もなく、三崎囃輔、田中芳男および開成所の学生とともに大阪に入った。一行は船で来阪し、田中芳男のみは信州へ廻って遅れて大阪に到着したのが8月25日であった²⁴⁾。

況で上野戦争が片付いた翌6月に新政府参与で外国副知事の小松帶刀が、同じく参与で当時大坂府知事に任せられていた後藤象二郎と謀り、理化「二学は富強の基を為す」からと右大臣三条実美に建言し、設立準備中であった開成所内理化学校を大阪に移すことになった¹⁸⁾。これが大坂倉密局であった。上野戦争の難を避けて横浜のオランダ領事館ファン・デル・タク宅に滞留していたハラタマ²³⁾は倉密局開設計画が出て間もなく、三崎囃輔、田中芳男および開成所の学生とともに大阪に入った。一行は船で来阪し、田中芳男のみは信州へ廻って遅れて大阪に到着したのが8月25日であった²⁴⁾。

4. 倉密局の建設

大阪が倉密局²⁵⁾建設地として選ばれた理由を考察するに、まず鳥羽伏見の戦が終り幕府政権の崩壊が決定的となった慶応4年(1868)1月23日に大久保利通が大阪遷都論を唱えた。これを受け4月には明治天皇が京都から大阪に行幸され、この時大阪に病院取扱の御沙汰書を下された。これによって建設が計画された病院の御用掛が緒方洪庵の義弟緒方郁蔵であり、やがて校長として迎えられたのが洪庵の息惟準であって、外人教師として予定されたのが、緒方惟準の長崎での旧師であるボードウインであった。ボードウインは一旦オランダへ帰国後再来日して維新の戦乱を一時上海に避けていた。ボードウインはハラタマを日本へ呼んだその人であるから、このように見ると大阪に開かれようとする病院、医学校に併立の形でハラタマの理化学校も江戸より大阪へ移して、長崎における精得館、養生所、分析究理所の今でいう総合大学の形態を大阪で再現しようと考えられたと自然に推測される。

しかし病院建設よりも理化学校すなわち倉密局の設立計画が先行する。小松帶刀、後藤象二郎の協力を得て、ハラタマ、田中芳男らはまず土地を物色し、大阪城西側の大手通に面する旧京橋口御定番屋敷跡を倉密局建設地と決定した。なおこの位置は現在「倉密局址」の石碑の建っている本町通りより北へ約300メートルの場所であって、石碑の位置は正しくないことは既に詳論したのでここでは省略する^{26~28)}。

倉密局の建物の設計はハラタマが行ったが、その周辺の立地計画は御用掛田中芳男が立案した²⁹⁾。田中家所蔵の文書中に図5のような立地計画図が見い出された³⁰⁾。この図面の左が北、上が東に当り、中央の東西の道路が大手通、「二」の区域が現在の大坂府庁本館の位置で、「三」「四」「五」の区域は展観場に計画された。田中はこの前年パリで開催された万国博覧会に出品掛として出

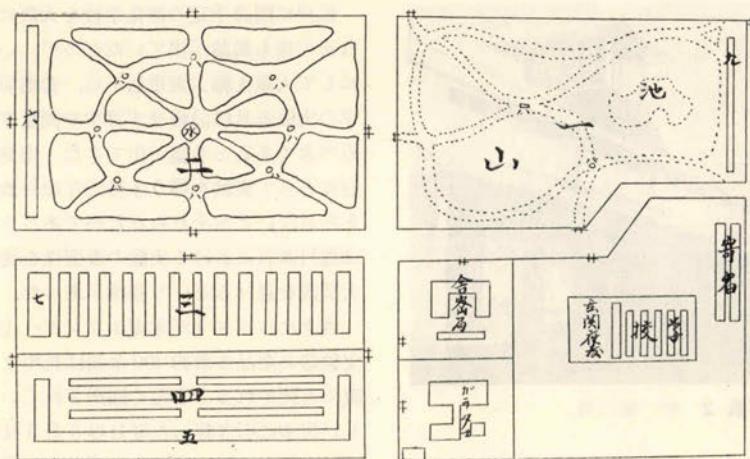


図 5 舍密局立地計画図

張している。立地計画図の「二」の区画の放射状道路の配置は当時のフランス人設計家の好んで用いる意匠で、田中にパリの街衢の印象が強かったと思われる。なおこのパリの万国博覧会では当時オランダに留学中の緒方惟準、松本鉢太郎も相会し、この3人は姻戚関係でも結ばれていたので、祖国における舍密局、医学校の総合建設の夢がこの時芽ばえたのではないかというのが緒方鉢太郎氏の推測である³¹⁾。

上の立地計画図（図5）のうち、計画通り建設が進められたのは舍密局本館とガラタマ（ハラタマ）居宅だけで「一」～「五」の回遊式庭園や展観場などの造営は夢に終った。建築工事は用地選定直後の10月4日に起工され、御用掛の田中と平田助左衛門がその工事を監督した。工事は順調に進み、11月18日に上棟式が終って、翌年1月完工予定であった¹⁸⁾。

大坂府は10月に次のような布告を出した。

御布告案

此度追手前に於て新大学御取建に相成、舍密術を初め英学、仏学、蘭医学、数学、法学等学術御開ニ相成候付、諸藩ニ而稽古望之者有之候はゞ、大坂府ニ可申出候。尤当時御普請ニ付、来三四月頃より稽古相始り可申候間、日限之儀者、追而御布告相成可申候。

この布告の末尾には次の二項も添えられていた。

一、大学校の外、病院も近々御取立に相成候間、医術修業致度候者も追々可申出候、日限之儀は是亦追而布告相成候事

辰十月

大坂府

しかし大阪における舍密局、病院の建設計画が開始された直後から日本の国内状勢は刻々変化していた。まず

7月には東京遷都の方針がきまり、10月には明治天皇は京都より東京に移られてしまった。維新政府は東京における新首都建設と維新の収束に忙殺され、大阪における学校建設は宙に浮き、12月には舍密局建築工事は中断され、寄宿寮新築は絶望となった。御用掛など当事者はきわめて困惑し、再三上京して窮状を訴えたが、ようやく翌明治2年(1869)2月25日に至って舍密局に関する諸事は大坂府管轄とするとの命令が下り、3月より毎月経費200両づつが下付されることになった。

これによって中断していた建築工事も再開され、毎日100人の職人が作業に従事し³²⁾、3月末には工事が完了し、舍密局本館とともにハラタマ居宅も出来上った。ハラタマは大阪に来てから医学校の仮病院のあった上本町の大福寺に住んでいて^{32), 33)}、ボードウインの来着までその代理として患者治療に当っていたが、この時から舍密局裏の新築住宅に移った。3月4日にこのハラタマ居宅において新築祝が行われ、酒肴を饗してハラタマの労をねぎらった。この宴に、大坂府権判事西園寺雪江、判事試補閔龍二、助教三崎、御用掛田中、平田の一同一が出席した。

開校当時の舍密局の建物については現在縮絵2枚と墨絵1枚が知られていて、写真は舍密局の後身時代の大坂中学校時代のものが1枚知えられているだけであった。筆者は1978年オランダにおいてハラタマの直孫 K. W. D. ハラタマ氏を見つけることができ、1980年の第2回目のオランダ調査旅行でそのハラタマ家一族のホフトマン氏がハラタマ自身オランダに持ち帰った日本の写真30葉を保存されていることを知った。この中に開校直後の舍密局本館の写真（写真2）ならびに数枚のハラタマ居宅の写真（写真3）を発見した。特にハラタマ居宅について



写真2 舎密局



写真3 舎密局におけるハラタマ居宅

は前述の立地計画図(図5)その他の資料から実在を疑うことができなかつたが、地上の姿は幻で全く手掛りがなかつた³⁴⁾。この度幸運にもこの建物写真が5枚も同時に現われたのである。これらの写真により居宅の位置も田中の立地計画図と正確に一致することが明らかとなつた。

ハラタマ書簡³⁵⁾によるとこのハラタマ居宅の建物は長さ26メートル、幅9メートル、天井の高さ4メートルと宏壮な建築で、その敷地は長さ72メートル、幅58mであった。庭の植木が育たずハラタマは苦労したようである。なおホフトマン氏の写真はこのほか長崎、大阪の風景写真を主としていて、江戸は全く写っていない。このことからこれらの写真はそれぞれの土地の日本人の写真専門家による撮影と推定されるが、長崎は上野彦馬、大阪は後に述べる中川親輔かまたは平野屋幸助であろうと推測する³⁶⁾。ホフトマン氏は筆者にこれらの写真を示された後、後世に保存のためライデンの民族学博物館に寄贈された。

江戸に開設予定の理化学校を大阪に移すことについてはその後も異論が出ていたが^{29,37)}。いよいよ開校を目前にして大蔵大輔大隈重信から、舎密局には当分の間理化学の実験器具は設備せず算学や測量学の講義にのみ止めるべきであるとの論が出てきた。出発後、日が浅い新政府にとって実験を伴う本格的な理科教育は財政負担に耐えられないとおそれられたのであろう。しかしハラタマは理科教育における実験の重要性を説いて止まず、遂に大隈説を退けるという経緯があった。

さきにハラタマが本国オランダへ注文していた理化学実験器具薬品多数約400余箱は長崎より江戸、そして大阪へと開かれることなく回送されていた。ハラタマは新しい居宅に引き移った翌日の3月5日から三崎とともにこれを開梱した。開けて見ると、磁製器具、薬品類の破損が甚だしく、鋼鉄器は腐蝕して、薬品もラベルが剥落するものが多かった。両人はこれら薬品を一々検定して名称を確定し、器具類は職人を呼んで修理し、毎日早朝から夜に及んで2ヶ月を要したという³⁸⁾。

5. 舎密局の開校

明治2年(1869)5月1日(陽曆6月10日)舎密局は開校の日を迎えた。午前10時、大坂府知事、弁事以下の役人、オランダはじめ各国領事が出席して、新装成した舎密局の講堂で教頭ハラタマは約200人の聴衆に対して開校講演を行つた。講演は三崎助教が通訳して聴衆に伝えた。その状況と講演内容が刊本「舎密局開講之説」として残された。

この講演内容を抄録すると、今この国において西欧の富饒広大のもとを知り、これを振起すれば必ず後世に益するところとなるであろう。西欧の學問は東洋の学と違って古人を崇信しすぎることがなく、後進に道を開くことを特徴としている。その西欧の学に自然万物の学すなわち博物学と理学すなわち物理、化学がある。化学は昔は分析を主としていたが、それはこの學問の一部であつて近時は化成(合成)の法が進んできた。しかしこのような理化二学の成果は決して考思(思索)のみの產物ではなく、すべて試験(実験)をもって証明しなければならないとハラタマは説く。さらにガリレイの振子、アルキメデスの比重、ワットの蒸気機関、ガルバニーの電機、ウールステットの電信機、スネルレウスの光学などの物理学の原理を説明した後、化学についてはラボアジエの大気成分の研究から説き起して、無機、有機の別を述べ、最近20年間の有機化学の進歩について特に強調する。すなわち動植物成分も合成によってつくることができるようになり、芥子油を大蒜油に変じ、高価なキニ-

ネに代えるに他の植物成分から導かれる類似品をもってすることが可能になったのも化学の力である。今この学校の開設に当り、理化二学があまねく日本国中にひろがることを渴望するものであると述べて講演を結んだ。

午後には開校祝賀の宴が開かれた。各国領事は開校を祝して、この国はまだ開港以来わずかに10数年、維新的戦争が終結して1年しか経っていない時に、このように理化二学を興した壮挙は国家の大利益であり、倉密局の開校は国家永久の良策、人民富足の基本であるとたたえた。この「倉密局開講之説」とは別に、化学の重要性を説き、ハラタマを迎えて聞くに至った倉密局の意義を述べた「倉密局を興すの記」の筆録原稿が三高資料ならびに田中家資料中に残っている。しかし幕末以来、軍事や殖産の目的に仕える技術としてしか扱われていなかったわが国の化学をこのように高い理想と深い思想から見直すことで眼を開かれる思いを持った日本人もいたであろうが、大方はどれ程その内容を理解し得たであろうか。

三高資料の中の日記断片に当日の主だった出席者の名が記されている。

知府事（大坂府知事） ³⁹⁾	○西四辻少将殿
弁事	西本五位殿
判事	○木場五位殿
権判府事	西園寺雪江殿
当局教頭	ハラタマ
病院教頭（大坂医学校）	蘭医ボードワイン
英國岡士（領事）	ゴウル
仏國岡士	レック
亜国代岡士（アメリカ領事代理）	ロビネット
蘭国副岡士	ピストリュース
索国副岡士（プロシヤ副領事）	イヨールソン
隣国岡士代（デンマーク領事代理）	エヲゲー
御典医	緒方玄蕃允（緒方惟準）
外国御用掛	宇都宮觀角



写真4 舍密局開校式記念写真

三崎 嘸輔
 m 田中 芳男
 l ハラタマ
 k 平田助左衛門
 i 西園寺雪江
 h 宇都宮駒負
 g ボードウイン
 f ビステリユース
 e 緒方 惟準
 d 西本 清介
 c 土肥真一郎
 b コーンシユール
 a ゴウル
 (英國領事)

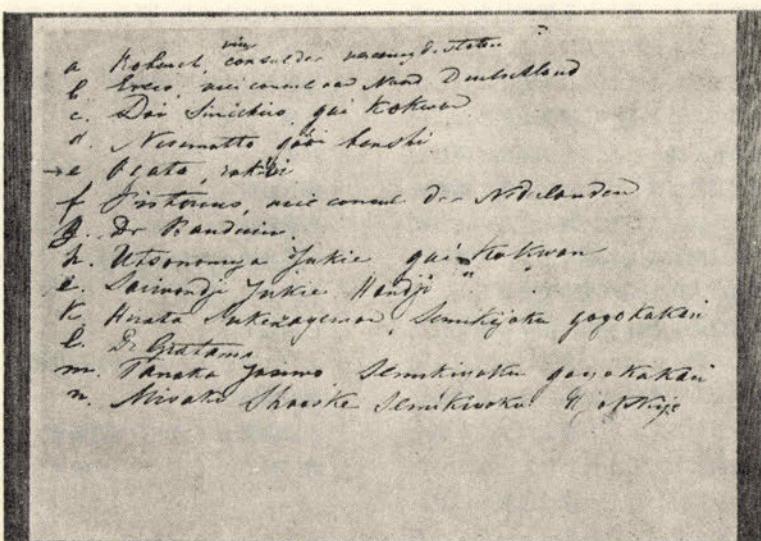
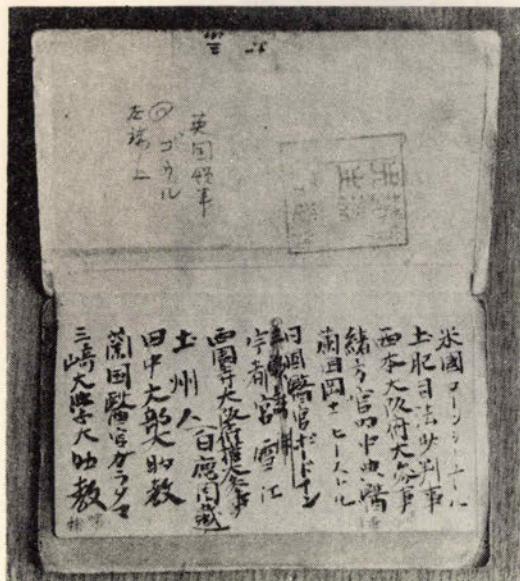


写真 5 舎密局開校式記念写真（写真4）についてのハラタマ自筆人物名



**写真 6 舎密局開校式記念写真（写真4）に対する
三瀬家資料の人名**

外国御用掛	土肥真一郎
一等訳官兼造幣局権判事	何礼之助
当局助教	三崎囂輔
当局御用掛	田中芳男
当局御用掛	平田助左衛門

但○印之分病氣又は他出等にて出席無之、尤知府事、権判府事には御料理等持遣候、何礼之助聽講

但○印之分病氣又は他出等にて出席無之、尤知府事、権判府事には御料理等持遣候、何礼之助聽講之後、他出致候に付御料理不被下候事

開校式の日のこれらの人々の記念写真が残っている。写真4の原物はオランダのハラタマ家と愛媛県大州市の三瀬諸淵家に伝わっていた。三瀬は大阪医学校に出仕しシーポルトの孫娘たかを娶った。三瀬家の写真は現在大州市立博物館に保存されている。これは横約15センチメートル、縦約10センチメートルの紙写し写真である。当時の日本ではガラス板写真が始まられてさほど年月は経っていないので、紙に焼きつけた写真是まだ珍らしかった。この写真是大阪の中川親輔が撮影したものである⁴¹⁾。この写真是背景のガラス戸より倉密局玄関で撮られたことがわかる。人物名の同定については多少混乱があったが⁴¹⁾⁻⁴⁴⁾、筆者はa, b 2人の外国領事を除いて写真4の下に記したように断定できると考えている。その理由は大阪大学紀要⁴⁰⁾に詳述したのでここでは重ねて述べない。ただ紀要に掲載しなかった三瀬家の写真裏面に墨書きされている人名（写真4とは左右が逆）を写真6に示す。写真5の横書き人物名はハラタマの自筆であるが、これと写真6の人物名との不一致は人物 a, b, k のみである。kは他の写真および前述の当日出席者名からも平田助左衛門と確定し得る。a, b 2外人についてはハラタマはボベンチ、エバースとしているが、この両名は当日の出席者名にはないので三瀬家の写真（写真6）の人物名ゴウル、コーンシーユールを一応採用しておく。ただしコーンシーユールはロビネットである可能性がある。

開校式のこの記念撮影を聞き伝えてか、当日出席できなかつた上記の○印を付した大坂府知事以下の諸役人が倉密局の見学を兼ねて5月23日に来校し、ふたたび中川



写真7 明治2年5月23日の舍密局記念写真

a 田中芳男	b 深瀬仲馬	c 三崎伸輔	d 木場傳内	e ハラタマ	f 松本鉢太郎	g 西園寺清介	h 平田助左衛門	i 舟瀬雪江	j (大坂府権判事)
(舍密局御用掛)	(大坂府判事)	(舍密局助教)	(大坂府判事)	(舍密局教頭)	(大坂府知事)	(舍密局弁教)	(大坂府助教)	(舍密局教頭)	(大坂府判事)

親輔が記念写真を撮った(写真7)。府の役人はいずれも衣冠束帯の礼装であるのはこの写真撮影を意識したためであろう。それに対して舍密局職員は前回の礼装に比べて袴も着していない。この写真で注目したいのは前回写っていなかった助教の松本鉢太郎が羽織に蝶ネクタイ、脇差しの姿で写っていることである。松本は幕府の奥医師、西洋医学所頭取松本良順の子で、既に長崎分析究理所でハラタマに学んだ後、慶応2年(1866)渡欧、オランダのユトレヒト大学に学んでいたが、維新で帰国、暫く横浜に滞在後舍密局開校に際して旧師ハラタマを助けるために大阪に赴任した。しかし開校当日には間に合わなかつたので、写真4には写っていないのである。なおこれらの集合写真的他に、開校式当日のハラタマの礼装の写真および、ハラタマ、田中、三崎、平田の舍密局

職員のみの写真が別に残っている⁴⁵⁾。

6. 舍密局の活動

舍密局開校当初の教科目および職員名は次の通りである。

理科学体並職員

- | | |
|------------------|---------|
| 一. 格致学化学実用講述 | 教頭ハラタマ |
| 兼地質金石学試験伝方 | 三崎大助教 |
| 一. 格致学化学講授記述 | 松本大助教 |
| 一. 化学地質金石学試験指示宣訣 | 何某 |
| 一. 度量学教授 | 仏哉独乙哉洋人 |
| 一. 動植物學教授 | 田中芳男 |
| 一. 右二學教導 | |
| 一. 復講訓導兼舍長 | 何某 |

一、 一科諸学翻訳校正	何某
兼築造学教授	何某
一、 同補助兼土木掛	保田東潛
一、 教場庶務	何某
御登庸相成度人員	
一、 度量学教授	前橋藩 金子健太郎
一、 復講訓導兼舍長	何某
一、 教場庶務	静岡藩 佐藤道頤
他に助教補1, 手伝4, 俗事1, 小使5または8, 門番2または4, 俗事役2, 用達1, 職人2名が実際に採用された。教科目は格致学(物理学)化学のみならず, 地質学, 金石学(鉱物学), 動物学, 植物学, 度量学に及び, フランス人またはドイツ人を外人教師として招聘しようとしていた。教頭ハラタマの月給は洋銀600枚という破格の高級で, 三崎, 松本, 田中は50両であった。御用掛平田の名が見えないのは開校後間もなく発病し, 6月に病死したためである。生徒の入学手続は保証人を書き添えて, 庄屋または町年寄から直接舍密局へ申し出ることになっていたが, 志願者は帶刀の者, 百姓, 町人を問わなかつた。しかし開校当日の生徒は阪優吉, 中村万次郎, 緒方十郎, 桂慶次郎, 中川信介のわずか5名であった ⁴⁶⁾ 。最後の中川信介は写真を撮影した中川親輔と同一人物か否か現在のところ不明である。	

5月8日午前10時からハラタマの理化総論の講義が始まった。三崎がこれを通訳して生徒に伝えた。生徒の学力も考慮して、この講義は聞き流しにせずに後日その筆録を出版することになった。ハラタマ氏述「理化新説」大坂舍密局、明治二年己巳、ならびに大坂理学校、明治三年庚午の4巻がそれである。第1巻は総論、第2巻は物理学各論、第3巻は化学各論、第4巻は化学元素論である。ハラタマは江戸で空費した時間を取り戻すかのように毎日午前8時半から午後5時まで終日研究室にこもり、さらに夜は翌日の講義の準備に多忙な日を送った。田中家資料中にこの時の講義ノートの断片が残っている。「明治2年5月10日第3回講義」とあるから5月8日から毎日講義を続けたようである。この10日の第3回講義では原子と分子、そして一転して尺度について、12日の第4回講義では前回に統いて度量学の話の後、物体の気孔性、圧力について述べ、15日には物質の3態すなわち気体、液体、固体と分子との関係を小論した。これで見ると基礎知識の伝授に急で系統的な講義とはいひ難い。

5月20日教頭ハラタマは礼服で御用掛平田助左衛門を同道し大坂府に出頭した。府知事は舍密局創業以来の功を謝してハラタマに大和錦帶地3本を贈った⁴⁷⁾。しかしハラタマは生徒数の少ないのであきたらず、講堂は100

人の収容能力があり4, 5人に教授するのも100人に伝習するのも実験器具を装置する労力は変わらないとして、語学志望の生徒を15名ばかり選んで助手として教育すれば1年を待たずに理化学教師として勤め得るよう指導したいと大坂府に申し出た。

この願に対する大坂府の回答は遅れて、9月29日に以下の助手が新たに任命された。

第一等助手	岸本一郎
第二等助手	阪 優吉
	辻岡精介
第三等助手	飯沼春蔵
	高橋頼介
	村橋次郎
助手試補	津山大助

開校後2ヶ月の明治2年7月からは毎日午後にハラタマによる化学試験(講義実験)が開始された。この講義録も刊行すべく、毎日午前午後2回の講義を筆録整理する三崎らは多忙をきわめた。9月4日より生徒の寄宿寮の新設工事が始まり、12月には完成した。翌明治3年正月からは化学試験伝習稽古(化学学生実験)が開始された。

舍密局は開校後1年間には生徒数も増加し、その南方鈴木町に開校された大坂医学校の生徒で舍密局のハラタマの講義を聴講する学生も多くなった。舍密局が理学校を経て理学所と改称された明治4年1月から5月の間に医学校から舍密局への聴講生の数は59名の多きにのぼっている。明治3年3月29日付の医学校より舍密局および洋学校宛の伺書に「加州藩 高峰謙吉 十七才 右者当校入寮生ニ候処、英通話伝習被致度旨申立候間差出申上云々」を見ている⁴⁸⁾。高峰はこの舍密局での講義が機縁になったのであろうか、明治6年には医学修業の志を変えて、東京大学工学部の前身である工部学校に入學して化学の道を歩み出すことになり、後アドレナリンおよびタカジアスターの発見、そして理化学研究所創設功労者として明治時代のわが国を代表する化学者となつた。また医学校の薬局主管兼看頭であった明石博高は舍密局の伝習生ついで助手となつた。明治3年10月には大阪を去って京都府に出仕し河原町二条下ルに京都舍密局を開設した⁴⁹⁾。

舍密局の総経費は明治2年3月より12月に至る10ヶ月間に對して次の予算が計上されている。

一、 金	5500両
内	2000両 諸入費
一、 金	6000元
二口合計	11550両

月200両の経常費では舍密局の運営は余程困難であつ

たと思われるが、しかも開校2ヶ月前に準備金として500両の前渡しを受けており、これを4月より8月の間に毎月100両づつ返済したというからそのやりくりは当事者の苦悩であった。そのような財政問題もあってか、舍密局では開校以来、外部からの分析鑑定依頼に応じることが多かった。舍密局に続く理学校時代の記録をたどると、明治4年1月3日、京都より石墨の鑑定、同年5月22日には同じく京都府より葛野群鳴滝村産煤炭の鑑定、7月15日には軍事病院より有馬温泉の成分分析依頼をそれぞれ受けている。このほか大坂大蔵省より1円銀貨など各種貨幣の分析、医学校より糖菓着色料中の有毒成分検査、滋賀県より蒲生郡日野山産出石炭の分析、同じく竹生島の鳥糞の分析などにも応じている。これの鑑定分析を通じて舍密局の財政補填がはかられたのであろう。また薬物の検査販売監督権を獲得することも企てられたがこれは実現しなかった。

舍密局では開校以来、当時のわが国の習俗にしたがう休日、すなわち正月、五節句、盆、八朔、歳暮、天皇誕生日以外に毎週日曜日を休日とした。これはまだ旧暦時代であった明治初年においては時代に先んじる措置であった。ハラタマは明治2年7月8日（陽曆8月15日）から24日（陽曆8月31日）までの2週間、欧洲の習慣にしたがって夏季休暇をとり、しかし表向きは造幣局御用ということで兵庫県生野銀山へ旅行した。御用掛田中芳男と生徒の阪優吉、津山大介が同道した。この旅行の様子は田中家資料中の「御用留 舍密局」⁴⁹⁾とハラタマ書簡⁵⁰⁾によって知ることができる。

従者を伴った一行8人は7月13日午前2時大阪湊橋を舟で出発し、明石、姫路と泊りを重ねて、16日生野に着いて念藏寺に投宿した。途中は時には護衛兵にまもられた物々しい行列となり、住民は土下座して迎えた。ハラタマが大阪大福寺に起居していた時の隣人のフランス人コニュエーツが生野の鉱山技師として勤務していたので、おそらくその誘いによってこの旅行が計画されたと推測されるが、そのコニュエーツがハラタマを鉱坑に案内した。ハラタマはこの生野でも病人の診察を行い、また植物や鉱物の採集を行った。帰途は石の宝殿を見学、神戸では医学校教頭ボードウインの弟を領事館に訪ねた。

ハラタマは舍密局での講義のかたわら、造幣局のために金銀貨幣の分析法の講義も行った。造幣局の創業は明治4年（1871）であるが、これに先立って既に慶応4年（1868）以来、内外の貨幣分析を行っていた。造幣局は舍密局から程遠くない現在地と同じ天満川崎の地にあった。この講義録は、和蘭ハラタマ氏口授、官版「金銀精

分」大坂開成学校明治五壬申仲春発児となって後に刊行された。また長崎、江戸、大阪と共にハラタマの傍を離れず講義の通訳に当っていた助教三崎艤輔はその経験から自から次の著書を刊行した。明治3年刊行の「試薬用法」2巻はプロシヤのフレゼニウス原著の翻訳であるが、ドイツ語原著の直訳か蘭語訳の重訳かは不明である。内容は溶媒、酸、塩基、塩、植物色素に分けて、それぞれの試薬の製法、試験法、用途を詳述したものである。次に明治4年刊の「薬品雑物試験表」1巻は全巻横3段の表で構成されていて、上段には薬品名、中段にはその薬品中に往々含まれる雑物（不純物）名を列記して、下段にそれら雑物の検出法を述べた実用的な書である。たとえば「アラビヤゴム」中の「澱粉」は「ヨード剤ニ由テ変藍ス」とか、「塩化亜鉛」中の「炭酸塩」は「酸ニ由テ沸騰ス」ことで検出されるといった具合である。これは上述の「試薬用法」の内容から抜粋し表に編集したものである。次に明治5年刊「化学器械図説」は三崎がハラタマの影響を受けて化学器具を熟知することの重要性を痛感し、種々の実験器具を図解、説明したものである。その序文にいう「皇国未だ化学試験（実験）の書を記述する者なし。故に人徒に化学書を読過すと雖ども其試験の術最も精切にして世に実効あるを識らず」と、完末に近く鏡鏡すなわちスペクトロスコープについて詳述し、太陽光線のプラウンホーフェル線と10種の元素の原子スペクトルの図を載せているのが注目される。この中にはブンゼン R.W.E. Bunsen が1860年に発見したセシウムも1861年発見のルビジウムも示されている。三崎の著書にはさらに「試験階梯」「定性試験升屋」があるというが筆者は未見である。

7. 舍密局の変遷

舍密局は幕府崩壊後まだ明治新政府の体制が固まらない以前に設立されたものであるから、開校後もこのような高度の理科専門教育を行う学校は大阪に置くべきでなく東京に移すべしとの議論が絶えなかった。明治2年、舍密局は大坂府管轄として出発したのであったが、早くも翌明治3年4月には後の文部省に当る大学管轄に変り、5月には理学校と校名が改められた。舍密とは化学の意であるから²⁵⁾、物理学、動植物学も教えている実情に適さないというのが改称の理由である。したがって校名は変っても内容的に理学校は舍密局の延長とみてよい。事実、理学校になってからも舍密局という通称が明治4年迄一般に使用されていたらしく、前記の明治4年7月15日の軍事病院からの分析依頼書の宛名も舍密局となっているし、同年4月18日付の大学南校からの書信で

さへ倉密局御中となっている。理学校時代の定額金は毎月350両と倉密局当時より増えている。

理学校は明治3年10月には、その前年9月に天満川崎に開校されていた洋学校と合併して大坂開成所となり、大学所轄のまま開成所分局理学所と呼ばれることになった。理学所には倉密局時代の建物がそのまま使用されたが、その南に接して開成所の諸建物の造営が開始された。この頃の理学所における記録によると午前8時より9時まで化学、11時より12時まで理学講義という時間割が残っているので、理科専門教育の方針は変わっていなかったことがわかる。しかしこの時点で御用掛田中芳男は大阪を去り、大学南校物産局へ移った。田中はわが国における博物学の普及に尽力し、内外の博覧会開催に貢献するとともに、大日本農会を設立し、大日本水産会、大日本山林会などにも寄与した。

ハラタマの雇傭契約期間は明治3年12月10日で切れ、倉密局開設以来の精励を謝してハラタマに600両の御国産品代が下賜された。間もなくハラタマは大阪を離れて、暫く横浜に滞在後、翌年5月に5年間の滞日を終えて帰国の途についた⁵¹⁾。このハラタマの辞任と同時に松本大助教も辞職、プロシヤ（ドイツ）への留学に旅立ち、先に述べた長井長義とともにベルリンのホフマン研究室に入るのである。松本はホフマン研究室滞在6年及び、プロトカテチュ酸に関する4報を Berichte 誌上に報告した⁵²⁾。しかし明治10年（1877）ベルリンで下肢脱疽にかかり、翌年帰国したが、4月16日東京早稲田の実家で死亡した。享年29才、谷中墓地に葬る。長井がその父君に書いたように日本の化学の先達と目された一人をここに失った。

もう一人の大助教三崎嘘輔もハラタマの辞任とともに理学所を退職、明治5年大学東校の大助教となった。この頃ドイツ語の私塾を開いて、後の政治家杉田定一がこの塾で三崎にドイツ語を学んだという。翌年5月11日福井に帰って結婚したが、直ちに離婚、そして同月15日福井で急死した。享年26才、福井足羽山麓安養寺に葬る⁵³⁾。

ハラタマの後任にはドイツ人リッテル Herman Ritter が理学所に招かれた。倉密局時代の助手、岸本一郎、飯沼春蔵、村橋次郎に加えて、市川盛三郎、市郷廣吉、藻寄中蔵、清武良策、中村謙四郎が理学教師として出仕した。リッテルは尿素合成で有名なウェーラー F. Wöhler の門下で学識豊かで人望があった。講義にはロスコーの化学書を用いて英語で行われ、その講義録は市川盛三郎訳「理化日記」8巻として刊行され、後に改訂されて「理学日記」と「化学日記」に分けて再刊された。理学所教師の中でこの市川と岸本は既に慶応2年菊池大麓らとともに

ともに英國へ留学していた。

大坂開成所は明治5年8月に第四大学第一番中学とまたまた改められ、その10月に次のような文部省達書が来た。

第四大学区第一番中学校

今般其校改称相成、正則中学校之規則相立候ニ付、理学校并ニ変則生教授之儀可致廢止候事

ここに大阪における倉密局以来の理科専門教育は終焉を告げ、普通高等教育の学校となつた。リッテルは明治6年3月に大阪を去って東京開成学校に移り、ここで鉛山学を教授したが、明治7年12月天然痘にかかり病歿した。享年47才、谷中天王寺に葬る。

岸本一郎もこの時辞任し、上京して大藏省印刷局に奉職した。印刷局では倉密局長として印肉の製造に関してアメリカ人トマス・アンチセルより製法を伝授された⁵³⁾。岸本は兵庫県有馬郡名塩村（現西宮市）出身で父方の叔母が緒方洪庵の妻八重であった。明治11年3月9日胸部疾患で病歿、享年30才、駒込高林寺に葬る。倉密局関係者がいざれも夭折で世を去ったのが惜しまれる。

村橋次郎も理学所閉鎖の後、大阪司薬場に移った。この理学所時代に、後に東京大学理学部教授となり味の素の発見で名を知られている池田菊苗に化学を始めて教えた。池田は村橋の指導で銅の原子量の測定などを行った⁵⁴⁾。村橋のすすめでこの後池田は東京大学へ入学した。旧倉密局の建物は明治9年4月に司薬場に移管され、明治13年まで使用されたが、この年10月に司薬場は中之島の現在の日本銀行大阪支店の場所に移転し、この時倉密局以来の建物（写真2）は取りこわされた。村橋は日本人では最初の大坂衛生試験所長を勤めた。

三高資料中に明治第六十二月調「化学用器械目録」および「旧理学所器械目録並諸省貸附器械目録」校務局なる2資料がある。両者の内容は大体軌を一にしていて理学所閉鎖に際して調査された倉密局以来の実験器具、薬品、書籍の目録である。後者について調べると、器械器具は合計950品目を数え、試薬類は元素および化合物1200墨余、酸類および化合物大瓶205瓶、書籍は独乙書140、仏書165、蘭書380、英書97冊と記録されている。当時としてはこれほど充実した理学器具薬品蔵書はわが国では他にはなかつたであろう。その目録の末尾に、

旧理学所御備理学器械及ヒ書籍試薬雜品トモ悉皆 東京開成学校エ御差送リ相成候。目録之通正ニ請取候也。

器械請求トシテ出張

長田銀造④

明治7年3月14日

開明学校 御中

とある。第一番中学は明治6年4月さらに大坂開明学校と校名を変えていたのである。すなわち倉密局以来の器具薬品書籍はごく一部を大坂開明学校に残して、他はほとんどすべて東京開成学校に移管された。現在それら器具の行方は知る由もない。

明治4年5月横浜を発ったハラタマは、帰国の途上、ジャワ、インドを観察し、帰国後結婚して、1873年（明治6年）フロニンヘンの衛生官、1886年（明治19年）ハーグの陸軍病院長となったが翌年退役した。陸軍病院長時代に友人の死に際して棺に官物を入れることを許可したという些細な事件が問題となり遂に退役させられたという⁵⁵⁾。そのため心労が重なり間もなく風邪から肺炎を併発して1888年（明治21年）1月19日に死亡した。享年56才。筆者の第1回オランダ調査旅行で見出したハラタマの著述に *Onderzoeken over Tinea Favosa*, 1866 (黄癖に関する調査), *Geschiedkundig Onderzoek naar de Kennis der Zwavelmetalen*, 1866 (硫黃金属(元素)についての歴史的考察)がある。いずれも来日前のユトレヒト時代の著作である。前者は Doctor in der Geneskunde (医学博士)、後者は Doctor in de Wis- en Natuurkunde (数学および自然科学博士) と肩書が使い分けてあるのが興味ある。もう一書は *De Waarheid Bij Mijne Phensioneering*, 1888 (私の退職年金についての真実)であり、退役にまつわる事件の真相を訴えたものである。ハラタマの晩年は不遇であったといわねばならない。

参考文献

- 1) ハラタマが日本滞在中にオランダの兄ヤン宛に送った書簡35通がハラタマの子孫に当るエギング家に保存されていることを1980年9月の筆者の2度目のオランダ調査旅行で知り得た。現在これらの書簡をライデン大学日本学研究室フォス教授夫人をわずらわして翻訳中である。以下これをハラタマ書簡という。ここではその第1信1866年4月18日付をいう。
- 2) 高野長運著『高野長英伝』187頁、岩波書店、昭和18年。
- 3) 古賀十二郎著『長崎洋学史 下巻』71頁、長崎文献社、昭和41年。
- 4) この資料は昭和49年、中西啓氏の厚意と援助を得て見い出しができた。芝哲夫『化学実験教育のはじまり—長崎分析究理所と大阪倉密局』化学と工業、29, 844 (1976)。
- 5) 「長崎医学百年史」長崎大学医学部: 中西啓『長崎医学の百年』118頁、昭和36年。
- 6) ハラタマ書簡1866年5月28日付。
- 7) 上掲『長崎医学百年史』124頁。
- 8) ハラタマ書簡1866年7月29日付。
- 9) 上掲『長崎医学百年史』153頁。
- 10) 同上126頁。
- 11) 金尾清造著『長井長義伝』日本薬学会21頁、昭和35年。
- 12) ハラタマ書簡1867年8月24日付。
- 13) 上掲『長井長義伝』27頁。
- 14) 同上99, 103頁。
- 15) 沼田次郎著「幕末洋学史」刀江文庫、75頁、昭和26年。
- 16) 辻新次、『吾邦化学之起源』東京化学会誌、3, 64 (明治15年)。
- 17) ハラタマ書簡1867年4月7日付。
- 18) 三高資料『倉密局創立の起源并爾來之記録』。
- 19) ハラタマ書簡1867年6月9日付。
- 20) 同上 1867年10月28日付。
- 21) 同上 1867年12月14日付。
- 22) 同上 1867年7月25日付。
- 23) 同上, 1868年5月29日付。
- 24) 大日本山林会編『田中芳男君七六展覧会記念誌』19頁、大正2年。
- 25) 倉密局(せいみきょく)のせいみとは化学の意味のフランス語由来のオランダ語 chemie の音訛である。
- 26) 芝哲夫『大阪倉密局の跡をもとめて』自然、6月号、1975年。
- 27) 菊池重郎『大阪倉密局の再発見』自然、2月号、1976年。
- 28) 宗田一「国立衛生試験所百年史の刊行に寄せて」薬事日報、昭和50年6月21日。
- 29) 大日本山林会編『田中芳男君七六展覧会記念誌』田中芳男君の経歴談、20頁、大正2年。
- 30) 菊池重郎『大阪城西諸施設に関する田中芳男文書について——特に倉密局の位置ならびに園圖計画——』蘭学資料研究会、第282号、1974年。
- 31) 緒方鈴次郎『倉密局に就いてのかずかず』関西医事第11卷上第434号、昭和14年。
- 32) ハラタマ書簡1868年12月3日付。
- 33) 同上 1869年11月15日付。
- 34) 菊池重郎『蘭人教師“ハラタマ”住宅の追跡』自然2月号1976年。
- 35) ハラタマ書簡1869年7月4日付。
- 36) 第三高等学校同窓会「稿本神陵史」第一巻27頁。
- 37) 同上 9頁。
- 38) 同上 10頁。
- 39) () は筆者注。
- 40) 芝哲夫『大阪倉密局史』大阪大学史紀要第1号、昭和56年。
- 41) 緒方鈴次郎『東洋文化史上貴重たる可き写真について説く』東京医事新誌、第3147号、昭和14年。
- 42) 『日本洋学史の研究Ⅳ』: 上田穠、「大阪倉密局についての二三の問題点」昭和53年。
- 43) 宗田一『大阪倉密局の開講——もう一枚の写真をめぐって——』薬事日報、第5249号、昭和50年。

- 44) 中野操著「大阪蘭学史話」228頁, 昭和54年.
- 45) 第三高等学校創立七十周年記念グラフ.
- 46) 第三高等学校同窓会『稿本神陵史』第一巻21頁.
- 47) 大坂医学校『職務進退届』三高資料.
- 48) 田中綠紅著「明治文化と明石博高翁」23, 24, 52頁, 昭和17年.
- 49) 肇方富雄『短命であった大阪倉密局 補遺——4つの手写資料の追加——』蘭學資料研究会, 第278号, 1974年.
- 50) ハラタマ書簡, 1869年9月7日付.
- 51) ハラタマの明治3年より帰国に至る期間の書簡が, オランダのフォス夫人より未着があるので, 現在この間のハラタマの事跡は不明である.
- 52) 芝哲夫『倉密局について』生産と技術9号, 1964年.
- 53) 大蔵省印刷局『岸本一郎氏の事蹟』昭和39年.
- 54) 鮫島ふき『池田菊苗博士追憶談』13頁昭和31年.
- 55) K. W. D ハラタマ氏談

Dr. K.W. Gratama and the Chemistry in Japan

Tetsuo SHIBA (Faculty of Science, Osaka University)

Dutsch chemist, Dr. K. W. Gratama came to Nagasaki, as the first teacher of chemistry in Japan in 1866. He started his lecture at the school of chemistry and physics called Bunseki Kyuri Sho there. Next year, he moved to Edo to found a new school of natural science. However, the plan collapsed because of happening of the revolution.

In 1868, he went to Osaka, where he could realize the school of chemistry, Seimi Kyoku. This is the first achievement of the specialized education of chem-

istry in Japan. His lectures were published as several books translated in Japanese. He particularly emphasized an importance of experimental work in learning chemistry.

Although a rapid change in educational system after the revolution in Japan forced a cease of the activity of Seimi Kyoku in 1870 when Dr. Gratama left Japan to go back to Holland, many influences remained in process of the development of chemistry at earlier stage of Meiji era in Japan.

〔寄書〕

透明純液体の可視部吸収帯の発見と高振動励起状態の化学

中垣良一

(分子科学研究所)

今から一世紀ほど以前のことである。1880年から1881年にかけて、相互に全く関連のない二つの研究が米国および英国において報告された。一つは、米国の電話の発明者 Bell (ベル) による光音響効果の発見であり¹⁾、もう一つは、英國の Russell (ラッセル) と Lapraik (ラブレイク) による透明純液体の可視部吸収帯の発見である²⁾。光音響効果 (photoacoustic or optoacoustic effect) とは、物質に光を照射したとき疎密波 (音波) の発生する現象である。Bell は光音響効果を利用して光電話 (photophone) を考案している。即ち、太陽光をセクターでチョップしながら試料に照射し発生する音を受話器を通して聴くという方法を詳しく検討している。Bell 自身は、光音響効果を photophonic effect と呼び、光→熱→音というエネルギーの変換に基づくものと認識している。当時 Bell の仕事にやや遅れて Tyndall (チンダル) Röntgen (レントゲン) も気体の光音響効果を研究しているが³⁾、気体・液体・固体のすべてにわたって光音響効果を研究したのは Bell とその協力者 Tainter (ティンター) だけである。Tyndall と Röntgen の両方が Bell の仕事を引用していることからみて光音響効果発見の優先権 (prioperty) は、Bell に帰せられるべきものである。

透明純液体の可視部吸収帯は、今日から見れば何の不思議もない現象で、X-H (X=C, N, O) 伸縮振動の高次倍音に帰属されるべきものである。一世紀以前には相互に無関係の研究が、今日おいては光音響効果による高次倍音吸収帯の検出という形で結びつけられているのは、大変興味深いことである。さてこれ以後 Russel と Lapraik の報文をやや詳しく紹介しよう。彼等は、はじめアルコール溶液中のコバルト錯塩の吸収帯に興味をもっていたところ、溶媒自身の吸収に気づき、純液体の吸収を測定するようになった。その測定方法を見てみよう。光源はスイス人 Argand (アルガン) の発明したアルガン・バーナーまたは石灰灯 (lime light) である。分散素子にはガラス・プリズムを用い、波長標準としてフランホーファー線 (A-E) を用いている。光路長 2-8 フィートのセルに純液体試料を充たし、480nm から 730nm の波長領域において暗部の生じる吸収帯の位置

を肉眼により観察している。検出方法として写真測光は用いられていない。

測定に用いられた透明純液体は、水・各種アルコール・アミン類・ベンゼンとその置換体など二十数種に及ぶ。驚異的にもナフタレンは溶融して測定に用いられている。これらの化合物は X-H (X=C, N, O) 結合を持ち、その伸縮振動の 5-7 倍音の遷移エネルギーは、可視光のエネルギーに相当するので、上記波長領域に吸収帯として出現する。このような高振動準位への遷移は、調和振動子近似 (ボテンシャルエネルギー曲面として 2 次項のみを考慮する近似) のもとでは禁制であって、非調和性を考慮にいれてはじめて高次倍音吸収帯の出現が理解される。以上のような事情から、長光路セルを用いなければ 5-7 倍音のような禁制帯の検出が不可能だったわけである。多原子分子の構造と吸収スペクトルの関係が明確に理解されていなかった当時においても、分子構造と可視部吸収帯の出現に関連のあることは、不明確ながら認識されていた。即ち彼等は CCl₄ または CS₂ のように C-H 結合を持たない化合物では、可視部にこの種の吸収帯の出現しないことを報告している。

彼等の実験報告後約 50 年間には、散発的にも透明純液体の分光学的研究が続けられた。1920 年代末には、米国の Ellis (エリス) が 0.7-6.5m のセルと三種の写真乾板を用いてベンゼンの C-H 伸縮振動の 8 倍音まで検出した⁴⁾。Ellis は可視部に高次倍音吸収が出現することを確認し、その遷移エネルギー (単位は cm⁻¹) が次式で与えられることを示した。

$$\nu^{(n)} = 25 + 3083n - 57.5n^2 \quad (\text{ここで } n \text{ は、今日でいう振動量子数である})$$

彼の総括的な実験報告以後、この種の測定は、飛躍的な進展をみることもなく、1970 年代においても、Ellis の実験結果が引用された。この間の事情は、1920 年代になんでもそれより約半世紀以前の Russell と Lapraik の論文が引用されていたことと若干似ている。

Ellis の実験より約半世紀を経た 1970 年代後半からは、レーザー技術の進歩と相まって光音響効果や熱レンズ効果などを駆使して高次倍音吸収帯の検出がなされるよう

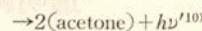
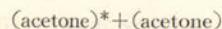
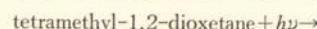
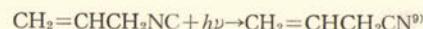
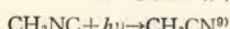
になった⁵⁾。たとえば、レーザーパルスを有機液体に照射して発生する音波を圧電素子やマイクロホンで検出して、高次倍音吸収スペクトルを測定する手法が確立している。こうして純液体の可視部吸収帯と光音響効果は、その発見より約一世紀を経て、互いに結びつけられるようになったのである。

熱レンズ効果とは光吸収により生じた音波もしくは熱のために媒質の屈折率変化が生じ、あたかも凹レンズが媒質中におかれたかのようになる現象である。実際の熱レンズ分光測定では、単一の横モードで発振している励起用のレーザー光と検出用のレーザー光とを同一光軸上に重ね合わせ、ピンホールを通して後者の強度を観測する。検出光強度の励起波長依存性が吸収スペクトルに対応する。このように光音響分光法も、熱レンズ分光法も光吸収により生じた音波または熱を検出するという点では一致している。前者では検出用にマイクロホンや圧電素子を用い、後者では検出光を投入してその強度を観測する。両者が高次倍音吸収のような禁制遷移の検出に適用された理由を考えてみよう。

X-H 伸縮の高次倍音の遷移強度は、X-H 結合の数によって決まっている。たとえばベンゼンの環CH 伸縮の $\Delta\nu_{\text{CH}}=5$ の遷移強度は、モル吸光係数に直すと $10^{-4} \text{ l/mol} \cdot \text{cm}$ のオーダーになる。 $\Delta\nu$ の数が 1 大きくなると、遷移強度は約 1/10 に減少する。直接吸収測定では、入射光強度 I_0 と透過光強度 I を正確に求めなければならぬので、 $\Delta\nu$ の大きな微弱吸収帯を観測する際には、光路長を長くする必要がある。吸光度が極めて小さな場合 ($I=I_0$ ので) 直接吸収スペクトルを測定するのに比べて、吸光量に比例する物理量の励起スペクトル (励起波長依存性) を測定して、吸収スペクトルに対応させる方が得策となる。まさにそのような目的にかなった手段として光音響分光法や熱レンズ分光法が登場してきたといえる⁶⁾。一方で直接吸収測定の高感度化も進行し、ベンゼンの $\Delta\nu_{\text{CH}}=9$ のような極端微弱遷移も光子計数法を用いる分光装置により測定されている⁷⁾。

以上の方針で測定された X-H 伸縮の高次倍音スペクトルの解釈には、従来基本音の解析に用いられた標準モード (normal mode) よりは、個々の X-H 非調和振動子が独立に運動するという局在モード (local mode) の方が、近似の出発点としてはすぐれている⁸⁾。

このような分子構造論的見地からの研究に加えて、有機分子中のCH伸縮の高次倍音準位 ($v=5$ または 6) へ直接光励起させて、反応をおこさせる研究もなされている。たとえば次の反応が報告されている。



いすれの場合も励起光源としては、レーザーが用いられ、 $\Delta\nu_{\text{CH}}=5$ または 6 の遷移に相当する光子エネルギーは熱反応のしきい値 (活性化エネルギー) を上まわっている。

以上は現在における高振動励起状態の研究の一端にすぎないが、今後思いがけない方向に発展する可能性も充分ある。光電子分光法が分子の電子状態の研究方法として定着したのは第2次大戦後のことであるが、その原理の発見は極めて古く、そのような温故知新ともいべき事情は、高振動励起状態の化学にも認められる。

(謝 辞) 古い文献の閲覧には、理化学研究所の図書館を利用させていただいた。理研の理論有機化学研究室の家坂寛氏には、文献複写に際して多大の便宜をはかっていただいた。ここで厚く感謝申し上げる。

参考文献

- 1) A.G. Bell, *Am. J. Sci.*, **20** 305 (1880); *Phil. Mag.*, **11** 510 (1881).
- 2) W.J. Russell and W. Lapraik, *Nature*, **22** 368 (1880); *J. Chem. Soc.*, **39** 168 (1881).
- 3) J. Tyndall, *Proc. Roy. Soc.*, **31** 307 (1881); W.C. Röntgen, *Phil. Mag.*, **11** 308 (1881).
- 4) J.W. Ellis, *Phys. Rev.*, **32** 906 (1928); *Trans. Faraday Soc.*, **25** 888 (1929).
- 5) 光音響効果による検出例としては、A.C. Tam and C.K.N. Patel, *Appl. Opt.*, **18** 3348 (1979); R.G. Bray and M.J. Berry, *J. Chem. Phys.*, **71** 4909 (1979)。などがある。熱レンズ効果によるものとしては、R.L. Swofford, M.E. Long, and A.C. Albrecht, *J. Chem. Phys.*, **65** 179 (1976) などがあげられる。
- 6) 光音響分光法 (PAS) と熱レンズ分光法 (TLS) に関する総説をあげておく。(PAS): W.R. Harsh barger and M.B. Robin, *Acc. Chem. Res.*, **6** 329 (1973); (TLS): D.S. Kliger, *Acc. Chem. Res.*, **13** 129 (1980).
- 7) N. Yamamoto, N. Matsuo, and H. Tsubomura, *Chem. Phys. Lett.*, **71** 463 (1980).
- 8) 局在モードの総説としては、B.R. Henry, *Acc. Chem. Res.*, **10** 207 (1977) が広く引用されている。
- 9) K.V. Reddy and M.J. Berry, *Faraday Disc. Chem. Soc.*, **67** 188 (1979); *Chem. Phys. Lett.*, **66** 223 (1979).
- 10) B.D. Cannon and F.F. Crim, *J. Chem. Phys.*, **73** 3013 (1980).

The Discovery of Visible Absorption Bands for Colourless Organic Liquids and the Chemistry of Highly vibrationally Excited States

Ryoichi NAKAGAKI

The discovery of visible absorption bands for colourless organic liquids in 1880 was introduced and discussed from the modern spectroscopic point of view. The discovery of "photophonic effect" by A.G. Bell in 1880 was also briefly discussed, and the recent applica-

tion of photoacoustic effect to overtone spectroscopy was pointed out. Recent works were introduced, which were concerned with the chemistry and spectroscopy of highly vibrationally excited states.

〔広 場〕

個人広告欄の設置

広田 鋼 藏*

本誌第16号、17号を眺めていると、裏表紙の広告欄や本文に可なり空白があるのに気付いた。これが編集委員会への、表題の提案の動機である。

化学史の研究をしていて判った問題点に、化学本来の研究ならば基礎データにあたる資料の入手難がある。一寸実験をするわけにいかず、いろいろ調べる必要が生ずる、といって容易には調べられない場合がある。そこで本誌の読者諸氏のお知恵を拝借したい意志表示を、というのが提案内容である。勿論、広告代を払うのは当然だが、100字で1,000~2,000円と廉価にして頂くこととして。

提案が認められたとして、早速つぎの広告を致したい。

* 無所属

筆者は昨年度の大会で、「味の素の発明について」講演した (cf. 本誌 No. 14, p. 18)。講演の準備中某氏から池田菊苗博士が個人助手として栗原氏を広島の鈴木教授から紹介されたのは、明治40年10月より何箇月以前に、助手募集の広告の結果、とうかがった。それがのったのは、東京化学雑誌(日化誌の前身)か工業化学雑誌(今なし)らしい。そこで明治40年と以前の両誌を調べてみた。だが、多くの図書館(室)では広告部分を削除して、雑誌を製本しているので、問題の広告を確認できない。どなたか、広告つきの上記の雑誌の所在を教えて頂けませんか。

広田鋼藏

この機会に、この広告をのせたい理由をしるす。うま味の本体の研究を博士が始めたのは、自身の財政的困難の打開するためというのが通説である。そんな博士の談話もあるという。だが、個人助手を補う余裕があったのは事実で、この点を検討する上に、この広告は資料となる、と感ぜられるからである。

編集委員会より

広田先生提案の「個人広告欄の設置」について検討した結果、広告の内容によっては「広場」欄に掲載が可能であり、内容が資料集めや、文献の調査、情報を求める

もの等であれば、大いにこの「広場」欄を活用して戴きたい。また、純粹に「個人広告」であれば、これに対する取扱いについて現在検討中である。

〔教育シリーズ〕

反応速度の認識と反応速度論の形成

——ヴィルヘルミを中心として——

小 塩 玄 也

(玉川大学農学部)

はじめに

本稿の目的は、化学反応の速度が認識され、反応速度論が成立して来た経過について、その一端を明らかにすることにある。

反応速度の重要性が多くの化学者によって認められ、反応速度論が化学の中に定着したのは19世紀末葉のことであり、その意味では反応速度論の歴史はこの時期、いわゆる物理化学の勃興と共に始まったと云うことができよう。しかしそれは、それ以前の埋もれた業績の再評価を含み、熱力学の援用もあって、当初からかなり高度な理論に達していたのである。したがって、そもそも化学反応が時間に伴ってある有限の速度で進行することに眼を向けて初めて以来の初步的段階を明らかにするためには、当然ながら、むしろその前史に注目する必要があろう。

そこで本稿では、本格的な反応速度研究の先駆とされる1850年のヴィルヘルミの論文を中心として、18世紀末から19世紀末に至るまでのいくつかの業績をとりあげて、反応速度概念と反応速度論の展開を跡づけてみたい。

1 19世紀前半までの反応速度認識

1. いくつかの実験的事例²⁾

この時代までの化学は、その主な関心が、諸物質の組成と分析、元素概念の確立、親和力、原子と原子量、化合物の構造とその関連などにあって、反応の速度にはあまり関心が払われなかつた。しかし、他の目的の実験に関連してこの問題に直面する機会は当然あり、また、実用化学の現場では反応にかかる時間についての配慮をする場合が多かつた。したがって、断片的ながら研究考察が行なわれていた。それらの例についてここに概観してみよう。

マルグラフ (A.S. Marggraf 1708—1782) は鉱物堆積物の生成に関する研究を通じて、「長い時間は しばしば

化学者の技術以上の働きをする」ことを確信した。このことは当時の人々にとって、要するに化学実験・製造における忍耐の必要を意味したのであって、現に自身、蔗糖製造の研究の際、結晶を晶出させるために植物根からの抽出濃縮液を実際に半年間放置したのである。

ケア (J.Keir 1735—1820) は、硫酸ソーダと炭酸石灰とから炭酸ソーダを製ろうと試みたが、彼は、溶液を充分希薄にして、且つ充分長い時間の力を借りれば通常の選択の原則を逆転し得ると考えていた。これは、ベルトレ (C.L. Berthollet 1748—1822) が、エジプトの天然炭酸ソーダの成因を、周囲に炭酸石灰と食塩とが多量に存在することに基づいて、平衡論的に説明し、これが彼の親和力理論の根拠になった³⁾ のと好一対をなす考え方と言えよう。

光化学は初めから時間に対して注意を払うことと共に始まった。即ち、セネビア (J.Senebier 1742—1808) は1782年、塩化銀に異った色の光を同一条件で当てるとき、色によって黒化するまでに要する時間が異なることを観察した。後に1839年になって、マラグチ (F.Malaguti 1802—1878) もやはり塩化銀を使い、種々の着色溶液の一定の厚さの層を通った光によって標準の黒化度に達するまでの時間を測定してそれらの着色効果を比較した。これはその後の組織的な分光化学の先駆をなすものである。

ブルースト (J.L. Proust 1754—1826) は 1810—1814 年の火薬の研究において、原料や配合を異にする火薬の性能を比較するための指標として燃焼速度に着目した。彼は試料を細い真鍮の管に填めて、その燃焼時間を秒振子によって測定した。これも、明確に反応速度に注意が向けられた特異な例であった。デイヴィ (H.Davy 1778—1829) が 1816—1817 年、「細管や絞りを通しての炎の伝播」について研究した際にも同様な手伝がとられた。金属製の絞りによって炎の伝播速度が著しく低下すると言う発見に基づいて後に「安全灯」が開発されたのである。

1811—1812 年、キルヒホフ (C.G.S. Kirchhoff 1746

—1833)は、アラビアゴム代替品としての糊精や蔗糖に代る甘味料としての葡萄糖を得る目的で、澱粉を硫酸で加水分解し、その反応過程を観察している。特に反応後硫酸が回収されていることから、最初の触媒反応とされている⁴⁾。

テナール (L.J. Thenard 1777—1857)⁵⁾ は1818年に発見した過酸化水素の性質の一部として、アルカリ性におけるその分解過程を観察している⁶⁾。また塩化エチルについても、やはりアルカリによる、加水分解速度に関して実験を行なった。

ヴィルヘルミの論文の二年前 1848 年に、リーピッヒ (J.F. von Liebig 1803—1873) は、「化合物生成における時間の作用について」という研究を発表した。蔥酸とエチルアルコールとを混合して放置すると数箇月でエステル（当時エーテルと呼ばれた）に変った。この反応は、しかし、酸の種類によって異り、例えば安息香酸とエチルアルコールでは数週間加熱しても変化がみられない。しかし、これに発煙塩酸の二三滴を加えると 1~2 週間で反応し終るのがみられた。後にリーピッヒは、「化学反応に時間の因子が必要だと言うことは、それが多くの反応の経起であるからに他ならない。それらがいかなる反応であるかは未だ明らかではない……」と述べている。

以上の諸例を通して、この頃までに化学反応と時間、化学反応の速度についてどのように考えられどの程度知られていたかを推知することが出来よう。

2. ヴェンツェル——反応速度と親和力⁷⁾

上述のように、化学の主な仕事が物質の組成の解明にあり、反応速度に対する関心があつても断片的なものでしかなかった時代、しかも早くも18世紀末に、反応速度についてはじめて組織的なアイデアを以て研究し、これを定式化したヴェンツェル (K.F. Wenzel 1740—1793) はヴィルヘルミの更に先駆者であったと言えよう。

ヴェンツェルは製本職人から身を起したこと、後のファラデーと並んで有名で、多くの放浪と職業遍歴を経て、マイセン (Meissen) 陶器工場の化学担当官となつた人物である。

ヴェンツェルは 1777 年に出版した著書『物質の親和力に関する説』(Lehre von der Verwandtschaft der Körper, Dresden 1777) において、物質間の化学親和力と反応とを、力学における力と運動とになぞらえて考察し、反応の推進力である親和力が大きいほど反応は速く進む筈であると考え、「共通の溶媒に対する諸物質の親和力は、それらの溶解時間の逆数である」と結論している。

ヴェンツェルのもう一つ重要な点は、この反応の推進力である親和力が、物質の量、したがって濃度、に依存すると考えたことである。

この、親和力が大きければ反応が速いという考え方には、互いに親和力が小さくて通常は反応が認められないような物質であっても、時間を充分かけさえすれば反応し得ることを意味する。上述のマルグラフやケアの例は、この意味で、親和力の壁を時間によって克服しようとしたものと言うことができる。

ヴェンツェルは、自己の理論を証明すべき反応速度の実験例として、金属に対する酸の作用をとりあげた。即ち、定面積の種々の金属の板を種々の濃度の酸の中に浸してその溶解時間を測り、溶解速度が表面積と酸の濃度とに比例することを認めた。彼は、「もしある酸が 1 時間で一定重量の亜鉛または銅を溶解するなら、その半分だけの強さの酸ならそれに 2 時間を要する。両者の場合、温度と表面積が等しいことが前提である」と述べている⁸⁾。

しかしこれらの実験は、その合理的で詳細な実験計画にもかかわらず、結果の詳細は全く残されていない。これに関して後にオストワルトはその著書の中で、自分の期待したような実験結果が得られなかつたので発表できなかつたのであろうと想像している。更に、当時未だよく知られていなかつた蔗糖の転化に関しても種々論じ、反応速度が濃度に比例すると述べているが、これについても実験結果は残されてない。酸と金属のような不均一系の反応では反応の進行に伴う表面状態の変化などの附随因子によって結果が不安定になる可能性があり、蔗糖については当時未だ旋光計のような簡便確実な測定法がなく、実験は困難であったと考えられる。やはり 70 年後のヴィルヘルミまで待たなければならなかつたと言えよう。

さて、フルクロワ (A.F. Fourcroy 1755—1809) は 1801 年「化学者たちは以前には、結合の速度は親和性の測度であると考えた。しかしこれは誤りと幻想の源であることが認識されて来た。結合に必要な時間は力を表わし得ない」と述べて、暗にヴェンツェルを指して批判したがこれは性急に過ぎ、明らかに行きすぎであった。

1803 年、親和力が反応物質の量に依存するとした化学者として著名なベルトレは、親和力が化学反応の推進力として反応速度に関与することは認める一方、反応物質は各々その素質としての反応の起り易さ——「化学反応の伝導度」とも言うべきもの——を持っていると考えて、たとえ親和力が大きくても、この「伝導度」が小さければこれに制約されて反応速度は小さくなり、したが

って反応速度を親和力だけに結びつけることは出来ない」と述べた。これはヴェンツェルに対する適確な批判であり修正であった。ベルトレは親和力を反応速度ではなく、時間の因子を除いた、化学平衡に結びつけたのである。

ベルトレの考え方のモデルになったのは、明らかに、下記のヴィルヘルミの項に述べるニュートン以来の熱伝達の理論であり、その熱伝導度であった。

ヴェンツェルは、物質の量が親和力を左右し反応に影響を及ぼす「質量の作用」と言う点ではベルトレと共通であり、ベルトレを通じて支持を拡げて行った。1801年頃には、反応物質の性質や温度と並んで、質量の作用が化学反応に役割を持つと言うことは殆んど疑いのないこととなっていた。

しかしこの考え方は「定比例の法則」や「原子論」が抬頭するに伴って、特にベルトレが誤って、質量の作用が反応生成物の組成をも左右するとしたことから、ブルースト、ドルトン、トムソンらの激しい批判に曝されることとなつた。そして、ベルトレがブルーストとの論争に敗れ、定比例の線に沿って化学の基礎固めが進むにつれて、ベルトレの「質量作用」の考え方自体まで不当に忘れられるようになったのは周知の通りである。ヴェンツェルの反応速度論もこの意味でベルトレと運命を共にしたのである。

2 ヴィルヘルミ——反応速度論の先駆

1. ヴィルヘルミの研究の背景⁹⁾

ヴィルヘルミ (L.F. Wilhelmy 1812—1864) はシュタルガルト (Stargart) に生まれ、同地で薬局を営んでいたが、ハイデルベルク大学の教授を志して1846年就職論文を提出した。それは熱と物質の凝集力との関係を扱ったものであった。ヴィルヘルミは熱理論とその数学的取扱い、特に微分方程式に熟達していた。反応速度の研究の直後にも「数理物理的熱理論の研究」(Versuch einer mathematisch-physikalischen Wärmetheorie, Heidelberg 1851) なる著書を出版している。反応速度の研究は私講師としてハイデルベルク大学にいた間になされたものであつて、このような熱学者の立場から当時物理学と化学の未だ新しい重要な問題であった旋光性に興味を持ち、熱理論の数学的方法を化学反応に向けた結果である。

ヴィルヘルミは教授にはなり得ず、5年ほど (1849—1854) でハイデルベルクを去り、ベルリンで在野の学者として生活した。しかし、当時有数な物理学者達との親交を持ち続け、青年物理学者のサークルにも属して活動を続けた。したがってヴィルヘルミの研究が注目されなか

った理由を彼の隠遁に求めるることは当らないであろう。

a 热理論、その数学的表现¹⁰⁾

ヴィルヘルミを始め、その後のすべての反応速度論の数学的表現の原型はニュートンの冷却法則まで遡ることができる。ニュートン (I. Newton 1642—1727) は1701年、熱い物体が周囲に熱を放散して冷えて行く際の速度に関する数学的法則を展開した。その後ランパート (J.H. Lambert 1728—1777) が与え、今日も使われる微分方程式で示せば、

$$\frac{du}{dt} = -au \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

但し、 u は周囲からの温度差、 t は時間、 a は物体の比熱、表面積、周囲の媒体などで決まる定数である。

速度が一定であると仮定し得る場合には、伝達される熱の量は時間に比例することになり、熱量を時間に置き換えて測ることが出来る。ブラック (J. Black 1728—1799) は1757—1762年ごろ、同量同温の水と氷とを同一条件で一定温度の室内に置き、同温度に達するまでの時間を測り、これに基づいて氷の融解の潜熱を求めた¹¹⁾。この場合速度が一定であると想定すべき理由は特になく、ブラックの天才的直観によるところが大きかった。

熱伝導の研究はまた、例えば、1817年、デューロン (P.I. Dulong 1785—1838) とブティ (A.T. Petit 1791—1820) によっても行なわれた。彼等は例えば、0分、1分、2分、3分…… t 分後における温度差を各々、 A, B, C, D, \dots, T とする時、

$B=Am, C=Bm=Am^2, D=Cm=Bm^2=Am^3$ になるとして、

$$T=Am^t, \frac{dT}{dt}=(\log m)T \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

を導き、更に温度差が大きい場合にも合うように修正して、

$$T=Am^{(\alpha t+\beta t^2)}, \frac{dT}{dt}=(\log m)T(\alpha+2\beta) \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

とした。

ここにみられる温度と時間との関係づけは化学反応と時間とを関係づけるための数学的なモデルとなり、手段を与えたものである。特にデューロンとブティで著しい点は、この定数 m を、物質毎に異なる個有の化学的因素として導入した点にあり、この考えが2年後の原子熱の法則の萌芽となったのである。

b 糖類の旋光性¹²⁾

旋光性研究の開拓者はビオ (J.B. Biot 1774—1862) である。ビオは1815年以来、水晶の旋光性、左水晶と右水晶との区別を発見する一方、テレピン油、樟脑、蔗糖

酒石酸などの有機化合物がそれらの結晶構造には関係なく物質自体で旋光性を持つことを見出し、これらについて広範な研究を行った。1833年以来ビオはこれを蔗糖溶液の濃度測定に応用していた。

その間1828年にはニコル (W.Nicol 1768-1851) によっていわゆるニコルプリズムが考案され、旋光性の研究に多大の便宜をもたらした。ミッチャエルリッヒ (E.E. Mitscherlich 1794-1863) が1847年に発表した実用的な旋光計はすぐに製糖工業に用いられ、今日の旋光計の原型となつた。つづいて1848年にはソレイユ (N.Soleil) によって左水晶と右水晶の薄板を用いた最初の半影装置が加えられて精度が飛躍的に向上した。

一方糖類の研究は、ナポレオンの大陸封鎖令（1805）による蔗糖欠乏に対する代替甘味資源の探索によって刺激され、例えば上述のキルヒホッフによる澱粉の酸分解をはじめとして、多くの天然物中に、またいくつかの糖類の分解物から、共通の糖として葡萄糖が得られることが明らかにされて来た。

ミッセルリッヒは1841年以降蔗糖の旋光性が酸の作用で逆転することについて研究し、また葡萄糖をその還元性に基づいて酸化第二銅によって検出している。ドゥブランフォー (A.P. Dubrunfaut 1797-1881) も蔗糖、麦芽糖、果糖はじめ種々の糖の旋光性に関して研究し、1846年、「転化」「転化糖」の語を導入した他、1847年に蔗糖の分解物から葡萄糖の他に果糖を得ている。

2. ヴィルヘルミの論文「酸が蔗糖に作用する際の法則について」¹³⁾

その溶液を通過する光の偏光面を右に旋回させる蔗糖は、酸の作用によって、左に旋回させる転化糖¹⁴⁾に変化することが知られている。一方、現在では旋光計の助けを借りて、とりわけソレイユの半影板の応用によって、この変化がどこまで進んだかを、大変軽便確實に一瞬のうちに読み取ることができる。これによって、今問題にしている過程の諸法則を追求し、あるいは更に、少くともこの特殊例に関して、化学反応なるものが如何にして進むかについて確定すると言う問題提起の可能性が与えられていると思われる……。

ヴィルヘルミは上述のような状況を受けて、その論文の冒頭にこう述べて、この研究例が同種の現象の代表例としての意義をもつべきことを主張している。それは、自然現象はすべてある共通な統一的法則にしたがうものであると言う確信に裏づけられている。

統いて実験器械、実験条件について詳細に述べている。ヴィルヘルミが用いた旋光計はアミチ (G.B. Amici 1786-1863) の設計によってソレイユが組み立てたもの

であるが、バーニアを備えていなかったため精密な読み取りには苦労したようである。測定管は温度計と攪拌器を備えたブリキ製の水槽に納められ、温度の保持は、これを加熱するアルコールランプを調節して熱の逃散とバランスさせるか、あるいはこれを同温の水を満した大きな木製の水槽に浸げることによって行っている。温度の僅かな変動で反応速度が大きく変るのでこの点には気を使ったと考えられる。

さて、はじめは蔗糖と酸とが共に変化することを考慮してその点を検討している¹⁵⁾。上記デューロンとブティと同様の考え方で、反応過程を単位時間毎に区切り、はじめの糖の量を Z 、減少速度を V 、係数を M 、酸について同じく S, v, N とすると、 n 番目の時間区間にに対して、次の関係を得る。

$$\text{糖, } V_n = MZ_{n-1}S_{n-1}, Z_n = Z_{n-1} - V_n$$

$$\text{酸, } v_n = NZ_{n-1}S_{n-1}, \quad S_n = S_{n-1} - v_n$$

これをまとめて積分し、時間 T における糖の減少量 V を表す式を出し、更に T が充分長い場合の近似式として、

を導いた。この式によれば、用いた酸の量が有限である以上、 $Z-V$ はゼロとはなり得ず、用いた酸の量毎に異なる値に落ちつく筈である。しかるに実験結果は表1のように、はじめの糖に対する酸の量を変えてても、充分の時間の後には同じ値に達する、即ち $Z-V$ はゼロになっているとして、酸の量は変化しないものと結論している¹⁶⁾。酸の量を滴定で確かめるなどの化学的手段は全く考慮していない。

第1表

Z	S	T	D
+23°, 25	盐酸 3 g	100 h	-7°, 5
"	" 2 g	"	-7°, 5
"	" 1 g	"	-7°, 5
+45°	" 2 g	144 h	-15°, 25
"	" 1 g	192 h	-14°, 75
"	" 0.5 g	"	-15°

(Dは時間Tの後の旋光度)

このあとこの式の導入は大変無難である。変化するものが糖だけであると決った以上、その時間との間の関係は熱伝導の類推通りになるであろうことは当然のことと思われたのであろう。

さて、この最終的想定のもとに、化学反応過程を表わす式を次のようにして導くことができる。上記で用

いた記号をそのまま使うとすれば、微小時間 dT の間の糖の減少量は dZ であり、それらの関係は次式によって決まるものと考えてよい。

$$-\frac{dZ}{dT} = MZS \dots\dots\dots (5)$$

これを積分すれば、

$$\ln Z = - \int_0^t M S dT \dots\dots\dots (6)$$

すでに明らかのように S は定数、また後に示すように M もまた T によらないから、

$$\ln Z = -MST + C \dots\dots\dots (7)$$

$T=0$ に対して $Z=Z_0$ とすれば

$$\ln Z_0 - \ln Z = MST, Z = Z_0 e^{-MST} \dots\dots\dots (8)$$

である。

ここで先ず、転化糖の旋光度の温度変化について確かめ、転化係数（転化過程の旋光度を $Z-X-\mu X$ と表す時の μ 値）即ち蔗糖の旋光度に対する転化糖の旋光度の比の絶対値の決定を行ない、その後、時間に対する旋光度変化の実験を行い、この式を検証している。

転化係数は酸毎に実験し（反応時間は 3～10 時間）その結果、硫酸 0.425、硝酸 0.399、塩酸 0.386 の値が算出され、これはビオによる値とよく一致した¹⁷⁾。

さて、経時的变化の実験は、糖液 10 g と比重 1.2042 の塩酸 2 g との混合液の一部を長さ 150 mm の測定管に入れて 1 日がかりで行なわれた。その結果は表 2 の通りである。 Z は $Z = Z_0 - (Z_0 - D)/(1 + \mu)$ から求められる。また下図はこれを筆者がグラフとしたものである。

$T = (\log Z_0 - \log Z)/MS$ の値（計算の便宜上常用対数が使われている）は、途中の温度上昇による乱れを除い

第 2 表

T 時 分	D 旋光度	$\log Z_0 - \log Z$ MS	t	MS
	+46°.75			
8 : 00	混 合			
8 : 15	43°.75		15°.5	
8 : 30	41°			0.0204467
8 : 45	38°.25			0.0197215
9 : 00	35°.75	0.0801671		0.0204460
9 : 15	33°.25			0.0195592
9 : 30	30°.75			0.0204748
9 : 45	28°.25			0.0214880
10 : 00	26°	0.1661271		0.0226069
10 : 30	22°			0.0213903
11 : 00	18°.25	0.2504867		0.0210030
11 : 30	15°			0.0202667
12 : 00	11°.5	0.3393678		0.0241737
12 : 30	8°.25			0.0240091
1 : 30	2°.75	0.4882238	18°	0.0252094
2 : 30	-1°.75	0.5859208	16°	0.0244242
3 : 30	-4°.5	0.6628879		0.0192418
4 : 30	-7°	0.7470561	15°	0.0210170
5 : 30	-8°.75	0.8173016		0.0175614
6 : 30	-10°	0.8752936	14°.5	0.0142906

て、良く T 自体に対して直線関係を示しており、これによって先に想定された式の正しいことが証明された。この式こそ最初の一次反応式であり、また反応速度の最初の数式表現である。

係数 M の値が蔗糖の量によらない定数であることはこのデータから算出された MS の値（表 2 の右端に筆者が書き加えた、原文では別掲）が温度変化を考慮すれば一定値であることから明らかであるが、更に、特に蔗糖量を変えた表 3 の実験によても M が一定であることが直接示されている。

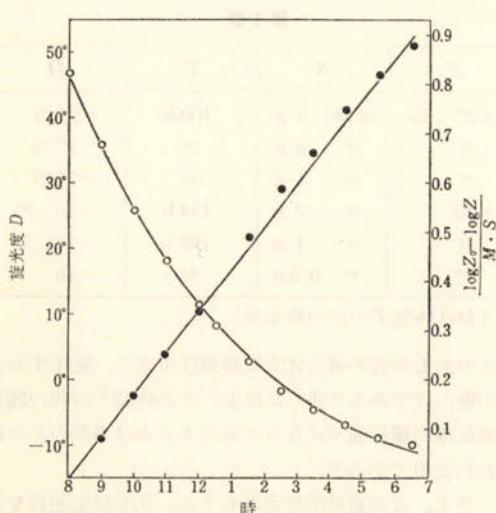
この論文の後半部においてヴィルヘルミは酸の量と温度との影響を取り上げ、多くの実験データに基づいて考察を加えている。

即ち、酸の量 S を増すと、 $(\ln Z_0 - \ln Z)/T = MS$ の値が S に比例する以上に速かに増大すること、また溶媒である水の量 w を減らして希釈度を下げると増大することを明らかにし、 M を $m/w a^{s/w}$ と修正し（ a は酸の種類毎の定数）、上記の式を

$$\ln Z_0 - \ln Z = \frac{m}{w} a^{s/w} ST \dots\dots\dots (9)$$

と書き直している。

また、反応速度がわずかの温度変化によって大きく変



第3表

Z_0	$\frac{S}{\text{無水 HNO}_3}$	W	T	D	M
45°	0.281 g	7.542 g	13 h	+4.25°	0.1240
36	"	"	"	+3	0.1267
27	"	"	"	+2	0.1290
18	"	"	"	+1.25	0.1301
9	"	"	"	+1	0.1201

動し、 m が t の増加関数であることは当初からわかつて
いたが、これについて改めて詳細に検討した結果、 m は
 $K(1-\alpha t)^{\beta t}$ の形で表わされるとして、最終的な式を、

$$\ln Z_0 - \ln Z = K(1-\alpha t) \beta^t a^{S/W} \frac{S}{W} T \dots \dots \dots \quad (10)$$

とまとめている。

これら二点は次の世代の化学者に対して重要な問題提起として遺されたのであって、このことは例えば下に述べるファントホッフやアレニウスの研究を見ても明らかなるところである。

ヴィルヘルミのこの研究は、当時化学者たちの注目を引かず、1884年になってオストヴルトがこれを取り上げて評価するまで忘れられていた。その理由の一つは、この時代になんでもなお、化学の主要な関心が個々の物質の研究にあり、化学現象全般に亘る一般理論に対する関心が薄かったことにあると言えよう¹⁸⁾。

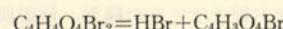
3 ファントホッフ——反応分子数、熱力学の導入

ファントホフ (J.H. van't Hoff 1852-1911) の反応速度に関する研究成果は主として、その著「化学動力学の研究」(*Études de dynamique chimique*, Amsterdam 1884) に収められている¹⁹⁾。この約 14 帖 (224 頁) に亘る著作は、その題名の示す反応速度論のみにとどまらず、化学平衡論に続き、更には化学親和力理論に至るまで詳細に論究された包括的な業績であって、化学に根本的な改革をもたらしたものと言うことが出来よう。

その後ファントホッフは、1894年ドイツ化学会における彼の講演会で次のように述べている。「……例えれば有機化合物において、その全体としての変化に対して酸素が及ぼす加速的な作用—— CH_4 の酸化は CH_3OH の酸化より遅いと言うような——についてどれほどわかっているだろうか。しかして、そこから重要な関係を摑み取るには反応の速度に関する充分な知識が必要である。反応速度の研究に進むべきである。そこにこそ私の *Études* の意義がある……」ファントホッフが反応速度論とこれ

に基づく反応機構の解明を重視していたことが窺われる

ファントホッフが反応速度の研究を始めるようになった動機は、彼がその回顧談を好んでし、本書のはじめにもやや滑稽的に述べているように、一つの失敗の結果であった。即ち、立体化学の研究の目的でジブロム琥珀酸のきれいな試料を調製したところ、この苦心の試料は予測した結果を示さなかった。ところが偶々この物質が、水溶液中100°で、追跡するのに手頃な速度で分解することがわかったので



これを使って反応速度の研究をやろうと言うことになったのである。しかも研究の結果この反応は単分子反応であることがわかり、これを基礎として実験、考察を進めて行くことができた。

単純な(单分子の)化学的変成において最も基本的に重要なことは、それが孤立した分子において起り得ること、即ち変成が起るのにいくつかの分子の相互作用が必要ではないと云うことである。

実際に、実験結果は、現在の瞬間に変成し得る量と既に変成した量²⁰⁾との間に比例関係があることを示している。この想定は代数式によって書き表わされる。

$$-\frac{dc}{dt} = kc$$

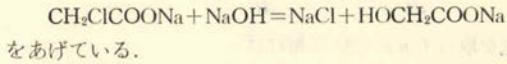
c = 濃度 (単位体積中の量) t = 時間, k = 定数.

反応が n 個の分子の間で起る時，“系の濃度”を C で表わすと式は

となる。

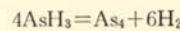
ヴィルヘルミが彼の式を導入したのと同じようなやり方でここでもとられていると言えよう。

このようにファントホッフは反応を、一分子反応、二分子反応、三分子反応……に分類した。二分子反応の例としては、弟子のシュヴァブ (L.C. von Schwab) と協力して研究したモノクロル酢酸のアルカリ加水分解

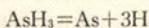


ファントホフは上記の(11)式に基いて、速度定数 k を決める一方、反応分子数 n を決定し反応過程の解明を進めた。

このためにとられた実験法の一つは、一つの反応系についてずっと経時に定量して追跡して行くやり方である。この方法で研究された最も著名な例は硝化水素の分解反応



である。この反応がこの化学方程式の字面通りに起るか、それとも他の仕方で進むかは興味ある問題であった。方程式通りなら四分子反応で、 n は4とならなければならない。実験は密閉容器に砒素水素を入れ、定容下で系の圧力変化を測定することによって行なわれた。その結果は、 n は4ではなくて1を示したのである。即ちこの反応は、



と書かれるべきであって、砒素分子と水素分子の形成は単原子に開裂した後に改めて行なわれることになる。このようにして、化学方程式は反応の輪郭、反応前後の収支関係を示すものであって、必ずしも反応過程の実態を表わすものではないことが示されたのである。

全体として見れば理論家であって、実験家としてはあまり目立つところのないファントホッフであるが、この実験に関しては実に天才的な腕前を示し、速度定数 k の値は終始良く一定値を示した。実はこの実験は k の値が変動しやすく、きれいな結果を得るのは大変困難である。後にコーヘン(E.Cohen)によって明らかにされたところによれば、その主な原因は器壁に沈着した砒素の影響にあり、良い結果を得るには、あらかじめ内面を砒素で覆った容器を使い、測定時間も2~3時間にとどめる必要があった。それを知らないでファントホッフが予期通りの好結果を収めることができたのは、彼の腕の冴えもさることながら、多分に幸運に依るものであった。

このように、反応経過を追跡して反応分子数を決定する方法は、反応を終始規則的に正常に続行させる必要があり、これが一たん搔き乱されると結果が著しく不確実になる欠点がある。

そこで第二の方法が用いられた。これは比較的多量の反応物質を用い、濃度を段階的に変えいくつかの反応系について短時間反応させて反応速度を決定するやり方である。今 n を決定すべき n 分子反応について二つの濃度、 C_1, C_2 を考えると、

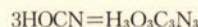
$$-\frac{dC_1}{dt} = kC_1^n, \quad -\frac{dC_2}{dt} = kC_2^n$$

対数を取って n について解けば

$$n = \frac{\ln\left(\frac{dC_1}{dt} / \frac{dC_2}{dt}\right)}{\ln(C_1/C_2)} \dots \quad (12)$$

となり、これから n を求めることができる。

この方法はライヘル(L.Th.von Reicher)の協力によって実験が進められ、実際に n 値が決定できることが明らかになった。例えば、シアン酸の重合によるシアヌル酸の生成



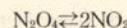
については n の値が2.9と3.2との間に落ちつくことがわかり、この反応は化学方程式から予想される通りの三分子反応であると結論することができた。

さて、反応速度に関するファントホッフの次の重要な仕事は、反応速度と温度との関係に関するものである。温度の上昇に伴って化学反応の速度が著しく増大することは、上述のように、ずっと昔から多くの化学者達によって日常の仕事の中で経験されてきたことであり、ヴィルヘルミもこの問題に取り組んでいた。しかし、其の後当時としてはこの問題についての定量的研究は殆ど見るべきものがなかった。

実験例としては、種々のアルカリによるエステルの加水分解がとり上げられ、ライヘルの協力のもとに進められた。ここでも反応を搔き乱なく正常に進行させる手際が要求されたが、それよりも、ここではファントホッフの理論家としての独創性が熱力学の導入と言う形で発揮されることになった。

ファントホッフは先ず、二つの系、例えば N_2O_4 と 2NO_2 とが互いに平衡の状態にある時、二つの互いに反対方向の反応が同時にこの平衡に関与していることを示した²¹⁾。

即ち、平衡



は



と言う二つの化学方程式で表わされる。なお、最初に化学平衡を二つの逆反応の結果として考えたのはバウンドラー(L.von Pfaundler)であるが、平衡の動的な性格を表示するために、今日も広く使われている二重矢印の記号を導入したのはファントホッフ自身である。一定温度において、この二つの反応の速度は各々ある定まった値の反応速度定数に対応する。即ち、反応(1)に対しては、 k_1 反応(2)に対しては k_2 である。

さて、「熱力学の原理に従って」 k_1 と k_2 及び絶対温度 T との間の関係は、

$$\frac{d\ln k_1}{dT} - \frac{d\ln k_2}{dT} = \frac{q}{2T^2} \dots \quad (13)$$

で与えられる。 q は定容反応熱であって、彼等の実験例では 92 Kcal であった。

この式の導入の仕方はいかにも唐突である。ファントホッフとしてはそれなりの必然性があったにせよ、僅かに脚註に、式、

$$\frac{d\ln K}{dT} = \frac{q}{2T^2} \dots \quad (14)$$

の K に k_1/k_2 を代入すれば上の式が得られる旨記しただけで、読者の知らない言葉を使ったことは、説得力を欠き読者を困惑させる結果となった。Études の初期の成功を妨げた理由の一つと考えられる。この式の詳しい根拠と誘導が公けにされたのは一年余り後、1886年のことである。

ファントホッフは、気液間平衡において蒸気圧の温度変化と蒸発熱との関係を示すクラウジウス (R.J.E. Clausius 1822—1888) とクラペイロン (B.P.E. Clapeyron 1799—1864) の式

$$\frac{dP}{dT} = \frac{Lv}{T(Vg - Vl)} \quad \dots \dots \dots (15)$$

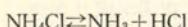
P =蒸気圧, Lv =蒸発熱, Vg =蒸气体積, Vl =液体体積

の意味を拡張して化学平衡に適用したのである。即ち、 Vg に対して Vl を省略し、蒸気を理想気体と見なして $Vg = RT/P$ とおけば、順次、

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dT} &= \frac{Lv}{TVg}, \quad \frac{dP}{dT} = \frac{LvP}{RT^2}, \quad \frac{I}{P} \frac{dP}{dT} = \frac{LvP}{RT^2} \\ \frac{d \ln P}{dT} &= \frac{Lv}{RT^2} \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (16)$$

となって、化学平衡に関する上の(14)式と同じ形の式に帰着する。蒸発における気液間平衡は広い意味での化学平衡の一種であって、蒸気圧はその平衡定数に相当し、むしろ、クラウジウス・クラペイロンの式はファントホッフの式の特殊例と見ることが出来る。

尤もこれ以前にホルストマン (A.F. Horstman 1842—1929) が塩化アンモニウムの昇華 (解離) 圧にクラウジウス・クラペイロンの式を適用し、(16)式の形も用いている。



これが化学反応に熱力学を適用した嚆矢である²²⁾。

さて次に、上記の(13)式を見るに、この式は k_1 と k_2 との関係を表わしているだけであって、ここで求めている、一つの反応速度定数 k 自身と温度との関係を直接表わしているわけではない。しかしこの式は、 k と T との間の関係が、

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{A}{T^2} + B, \quad \ln K = -\frac{A}{T} + BT + K \dots \dots \dots (17)$$

の形をとることを示していると言える。実際、温度を変えて行なわれた多くの実験結果はこの式と一致したのである。また大多数の場合 B はゼロに等しいことがわかり、したがって速度定数と温度との関係はしばしば

$$\ln k = -\frac{A}{T} + K \dots \dots \dots (18)$$

の形で表わされることになった。

「時間」が全く関与していない熱力学と、時間因子が重要な点で典型的である反応速度論とを結びつけたことは重要な飛躍であり、ファントホッフの洞察力がもたらした象徴的な出来事であった。

しかしながら、(13)式から(17)式を無条件に導いてよいか否かについては問題がないわけではなく、この点に関して、以下に述べるようにアレニウスによって、反応速度の温度変化の原因の考察と関連して再検討されることになる。

IV アレニウス——活性分子の仮定

アレニウス (S.A. Arrhenius 1859—1927) は 1889 年、ファントホッフの反応速度理論を引きついで、反応速度に対する温度の影響、非電解質や塩類の添加の影響について詳細に検討した論文を発表した²³⁾。アレニウスはこの中ではじめて「活性分子」のアイデアを導入して反応速度の温度に対する関係を説明し、今日のいわゆる「アレニウスの式」「活性化エネルギー」の概念の基をなしている。この論文は四部から成っている。

第一部においては先ず、上記ファントホッフの(17)式から導かれる、反応速度と温度との関係を示す式

$$\rho_t = \rho_0 e^{A(T_1 - T_0/T_1 T_0)} \dots \dots \dots (19)$$

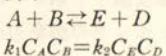
が掲げられ、既往の他の研究者の実験例に関してこの式が良く合うことを示し、この式が化学反応の物理的意味について正しい解釈を与えているとしている。実験例は低温で行なわれた 4 種 5 例と、ファントホッフとシェヴァップによって高温で行なわれた 3 例である。一例を除いて、実験精度の範囲で良く実測値と合い、各実験者が個別に立てた実験式よりよく合うほどである。一例として表 4 にファントホッフとシェヴァップによるジブロム琥珀酸の加水分解の例を示す。(Études 112 頁)

第 4 表

t	ρ 実測値	ρ 計算値 1	ρ 計算値 2
15 ?	4.2	3.6	3.9
40	37.5	36	42.2
50	108	(108)	109
60	284	309	287
70	734	809	734
80	2,000	2,060	1,880
89.4	4,540	(4,540)	4,580
101	13,800	11,800	13,800

計算値 1 は(19)式による。カッコは計算の起点として用いた実測値。(19)式の定数は $t_0 = 50$, $\rho_0 = 108$, $A = 11,110$ 。計算値 2 はファントホッフの実験式 $\log_{10}\rho = 0.0412 t - 6.02219$ によるもの。

ここでアレニウスはファントホップの *Etudes* の中から、平衡系



についての上述の(13)式から、同じく上述の、反応速度定数と温度の関係を示す(17)式の導出について引用し、そこに一つの問題を指摘している。即ち(13)式から(17)式を誘導し得るためには（逆に(17)式から(13)式に戻す時に B が消えるためには）、 B が定数であるかまたは両反応に対して温度の等しい関数でなければならない。しかしるにそのような証拠はなく、したがって両反応に対して異なる関数である可能性がある以上（この式が結果として実験値に合うにしても）事実を説明し得る何か新しい仮定を置かない限り、これ以上議論は進められない、と言うのである。

そこで、この新しい仮定を求めて反応速度の温度変化の原因と考えられる事項を一つ一つとりあげて検討している。温度による反応速度の変化は1度の上昇につき10～15%の増大で大変大きくしかも幾何級数的である。これに対して、分子の衝突回数の増加は1度で1/6%，溶液の内部摩擦の減少は1度当たり2%程度で何れも小さ過ぎ、また反応物質の主な物理的性質の変化は温度変化に対して直線的であり、何れも説明にならないことを指摘した後、アレニウスは言う。

……このような事実は、温度に伴う反応速度の変化が、反応物質の物理的性質の変化によって説明できないことを示唆している。同様な、特に大きい比反応速度(k)の変化の一例が他の分野で知られている。それは弱い塩基または酸による反応に、僅かな量の中性塩を添加した際に見られる反応速度の変化である。

(たとえば、NH₃による酢酸エチルの分解に対するNH₄Clの添加). この場合、たとえ活性な塩基(NH₃)または酸の量が中性塩(NH₄Cl)の添加により変化を受けないとしても、この添加によって、実際に反応に関与している遊離OHイオンの著しい減少が起こるという明らかな事実がある。反応速度(例えば蔗糖の転化)の増大は、有効な反応物質が温度によって著しく増加することに起因すると仮定できないであろうか。有効な反応物質の一つは使用された酸のHイオンである。このイオンの量は、(一定量の酸について)温度とともに極めて僅か変化する。強酸では、HCl(HNO₃あるいはHBr)のように温度上昇により若干(25°Cにおいて1度当たりおよそ0.05%)減少する。したがって、ここにも説明を見出だすことはできない。それゆえ、さらに考えを進めるには、蔗糖の量は

温度によって変化しないから、他の有効な反応物質は蔗糖ではなくてある仮想の物質であり、これが転化により消費されて行く端から再び蔗糖より生成すると仮定しなければならない。

“活性な蔗糖”と呼ぶこの仮想の物質は、温度の上昇とともに急速に（温度1度当たり約12%）同量の“不活性な”蔗糖の減少と引き換えに増加すべきである。したがってまた、この物質は、(q Kcal)の熱量を吸収して蔗糖から生成しなければならぬ。さらに、溶液中の蔗糖は、高温において低温と比べて、本質的に異なる他の性質を持つことはない。しかし、仮想の活性な蔗糖の絶対量が極端に増加した場合には事実となるかも知れない。したがって、その絶対量は（1度当たり12%増加するにせよ），“不活性な蔗糖”的量に比べれば極めて僅かであると仮定する。したがって、後者は温度に無関係であると見なすことが可能である。他方、一定温度において反応速度は蔗糖の量に対してほぼ比例する。このような状況（一定温度）のもとではしたがって、“活性な蔗糖”的量 M_a は不活性な蔗糖の量 M_i に（ほぼ）比例する。したがってこの活性化的平衡条件は次式のようになる。

$$Ma = k Mi$$

この式の形は、不活性な蔗糖1分子から、原子の転移、または水分子の附加のいずれかにより、“活性な蔗糖”1分子が生成することを示す。即ち、化学平衡式においてつねに両辺には、反応に寄与する物質の量（濃度）の積が現われる。水の量は一定であるから（蔗糖濃度は変化するか）、平衡式には現れずに実際に反応に関与することが可能である。さてここで、定数 k または M_a/M_i に対して次式が成り立つ。

またこの式を積分すると次の形になる.

$$k_1 = k_0 e^{q(T_1 - T_0)/2T_0 T_1} \dots \quad (21)$$

さらに、反応速度が反応に有効な物質の量のみに比例すると仮定すると、一定量の活性な酸が存在する場合についても反応速度 (ρ) は同様な式にしたがうであろう。

$$\rho_1 = \rho_0 e^{q(T_1 - T_0)/2T_0 T_1} \dots \quad (22)$$

この式は、先に示した(19)式と一致し、事実とも一致することが見出だされている ((19) 式の定数 A は $q/2$ に等しい). (以上、桑田訳に基づく)

このようにしてアレニウスは“活性分子”的仮定を導入し、その生成の平衡にファントホップの平衡定数の温度変化の式を適用することによって(19)式を導き、これ

を説明することに成功したのである。

現在アレニウスの式と言われているものは

で表わされている。この式を二つの温度 T_0 と T_1 に適用して、両者の比を取れば、

$$k_0 = A e^{-E_a/RT_0}, \quad k_1 = A e^{-E_a/RT_1}$$

$$\frac{k_1}{k_0} = \frac{Ae^{-E_a/RT_1}}{Ae^{-E_a/RT_0}} = e^{\frac{E_a}{R}\left(\frac{T_1 - T_0}{T_1 T_0}\right)}$$

$$k_1 = k_0 e^{Ea(T_1 - T_0) / RT_1 T_0}$$

上記(21)式が得られることがわかる。なお、 $Ea/R = q/2$ したがって活性化エネルギーは、 $Ea = Rq/2$ である。いわゆる頻度因子 A はアレニウスのこの論文では未だ現れていない。

第二部以下では蔗糖の酸による転化に関するアレニウス自身の実験結果を掲げ、反応系に非電解質(第二部)、中性塩(第三部)、および酸(第四部)を加えた場合の反応速度の増大について考察し、それらの結果はこれらの添加物が蔗糖分子の活性化の過程に影響するためであると説明している。特にその作用が著しく、また重要なのは水素イオンであって、このことから、水素イオン濃度の変化に対して反応速度が比例する以上に大きく変化することが説明される。即ち、水素イオンはその濃度に比例して活性蔗糖分子との反応に関与すると同時に蔗糖分子の活性化にも関与するからである。

アレニウスのこの“活性分子”と言う大胆な仮定は、考え及ぶ限りの様々な可能性を検討し尽し否定し尽した後のことであって、極めて必然的なものであるとともに一面、苦慮の末の最後の手段的印象さえ与える。

兎も角、このアレニウス自身の陳述の中に、今日教科書の説明にしばしば見られる語り口の原型を見る事ができる。しかし、アレニウスは“活性分子”として水和物ないしは互変異性体のようなものを想定しているのであって、「活性化は $qKcal$ のエネルギーを吸収して起る」としてはいるものの、現在考えられているように、同種分子間の活性と不活性との差をエネルギー含量の差として考えるには至っていない点には注意すべきであろう。また、この考え方では、蔗糖などの複雑な分子なら兎も角、構造変化の余地のない簡単な分子の場合をも含めて一般化しようとする時、著しく説得力を欠くことは明らかである。

アレニウスのこの提案が当時他の化学者たちの容認するところとならず、長年に亘って放置されることになった理由もここにあったと考えられる。“活性分子”が反応速度論の舞台の中心に再登場したのは、1918年、マックルイス(W.C. McC. Lewis)が、活性分子の衝突を分子

運動論的に扱ってからのことである。そこには、その間展開されて来た量子論に基づく基底状態と励起状態の概念から、活性化を同一分子種のエネルギー状態の変化として考え得るようになったことが背景となっている²⁴⁻²⁵⁾。

むすび

化学反応というものが明らかに時間に伴って進行する過程であることがわかるような機会は古くから無数に有り得たであろう。したがって、理論的には物理現象との対比・類推に基いて、実用的には化学装置の設計上の必要などから、反応速度論はもっと早くから注目され研究されてもよかったです。その発祥は著しく遅れたと言えよう。鉛室法による硫酸、ルブラン法によるソーダの製造がかなり大規模になっていたことだけから見ても、反応速度論は19世紀初頭には成立していてよかったですと考えられる²⁶⁾。

そこには、すでに記したものと含めてさまざまの理由が指摘されるが、また疑問も残る。ともあれこれは反応速度論の歴史の一つの特徴であると言えよう。

また、ヴェンツェルにおける力学、ヴィルヘルミの場合の熱伝導理論、ファントホッフの熱力学にみられるように、化学の内部からというよりも、常に物理学によって外側から触発されて形成されて来たという点もまた反応速度論史の特徴である。そして、上記の無関心と停滞の時期は、18世紀まで物理学と密接な関係にあった化学が化学革命以後物理学と離れて独立の科学として形成確立して来る時期であったと言えよう²⁷⁾。

このような反応速度論史の実態は、今日におけるその紹介・关心にもそのまま反映し、また、教育における反応速度論教材の導入や扱い方にも表れているように思われる。

以上の諸点は反応速度論の教育について示唆するところが極めて大きい。しかもそれは単なる“How to”にとどまらず、化学教育全体の中での反応速度論の位置づけ、他教科との関連をも含むより根本的な問題を提起するものと言えよう。

終りに、文献入手に関してお世話いただいた柏木肇先生、武藤伸先生、板垣良一氏の各位に深謝申し上げる。

註・文献

- 1) 従来一般の化学書や化学史書では反応速度に就いては19世紀末の物理化学成立期を中心に簡単に紹介されているのが普通で、より古い時代を含む詳細な記述はあまり見られない。例えば、植村琢・後藤泰一、『化学発達史』、教修社、昭和18年；奥野久輝・久保昌一・都築洋次郎・白井俊明、『化学

- の発明発見』、大日本図書、昭和39年；A.アイド『現代化学史』第2巻、鎌谷親善・藤井清久・藤田千枝訳、みすず書房、昭和54年；小塙玄也『化学史による新基礎化学』、開成出版、昭和53年；山岡望『化学史伝』、脚註版、内田老鶴園新社、昭和54年など。E.Farber, "Early studies concerning time in chemical reactions", *Chymia*, 7, (1961), 135-148は多くの古い事例や関連領域をも含む重要な論文である。F.ダンネマン『大自然科学史』第11巻、安田徳太郎訳編、三省堂、昭和53年は詳細で有用な多くの記載を含む。H.M.レスター『化学と人間の歴史』、大沼正則・肱岡義人・内田正夫訳、朝倉書店、昭和56年にもやや詳しい論述がみられる。
- 2) E.Farber, *op. cit.*, p.139-141.
 - 3) 島尾永康『物質理論の探求』、岩波書店、昭和51年, p.63.
 - 4) C.C. Gillespie (ed.) *Dictionary of Scientific Biography* (D.S.B.), Charles Scribner's Sons, New York, 1970-1980, 7, p. 378-9; H.M. レスター『上掲書』p. 213.
 - 5) D.S.B., 13, p. 309-14.
 - 6) 過酸化水素の分解は、酸素の発生量により直ちに追跡し得ることから、今日反応速度の実験としてしばしば行なわれ、多くの実験書にみられる。
 - 7) ヴェンツェルの経歴・業績に就いては次のものに記載がみられる。E. Farber, *op. cit.*, p. 138; E. Cohen, *op. cit.*, p. 183; ダンネマン・安田徳太郎『上掲書』, p. 385, p. 390-1; H.M. レスター, 『上掲書』, p. 211.
 - 8) 金属の溶解、水素ガスの発生共に可視的で理解し易く、今日反応速度の実験として多くの実験書に採られている。
 - 9) E. Farber, *op. cit.*, p. 141-3; ダンネマン・安田徳太郎『上掲書』, p. 391-2.
 - 10) E. Farber, *op. cit.*, p. 136-8.
 - 11) この考え方方は今日小中学校で潜伏の概念とその大きさを導入するのにしばしば使われている。
 - 12) W. Pigman, *The Carbohydrate*, Academic Press Inc., New York, 1957, p. 5-7; E. Farber, *op. cit.*, p. 144; ダンネマン・安田徳太郎『上掲書』, 359-63.
 - 13) Ludwig F. Wilhelmy, "Ueber das Gesetz, nach welchem die Einwirkung der Säuren auf den Rohrzucker stattfindet", *Ann. physik. Chemie* (Poggendorf), 81, 413-28, 499-526; なお、この論文の主要部分を翻訳、抄録、紹介したものとして次のものがある。H.M. Leicester and H.S. Klickstein (eds.), *A Source Book in Chemistry*, Cambridge Mass., 1963, p.396-400; ダンネマン・安田徳太郎『上掲書』, p.386-9; E. Farber, *op. cit.*, p.144-5; D.S.B., 14, p.359-60.
 - 14) 原文 Schleimzucker (直訳、粘液糖)、この語は他に殆ど用例がない。蔗糖の加水分解物たる葡萄糖と果糖の等モル混合物。なお、H.M. Leicester and H.S. Klickstein, (eds.), *op. cit.* 中これを fructose (果糖) としてあるのは誤りである。
 - 15) この現象が蔗糖の酸触媒による加水分解であることは当時すでにドゥブランフォーによって明らかにされていたが、ヴィルヘルミは必ずしもこれを認知していない。
 - 16) H.M. Leicester and H.S. Klickstein (eds.), *op. cit.*, p.397 に次のようにあるのは誤りである。Wilhelmy shows that variation in acid concentration do not affect the process and then goes to consider the case when the action is independent of acid concentration . . .
 - 17) この値は今日の比旋光度 $[\alpha]_D$ 値 (蔗糖+66.5° 葡萄糖+52.7°, 果糖-92.4°, 後二者は変旋光終極値) から得られる値 0.314 と一致しない。しかし 0.314 を第1表の Z に乘すると D 値の絶対値にはほぼ一致する。両実験の経過時間から見て、これは加水分解後の変旋光によるものと考えられる。この研究の成功は反応速度と変旋光速度との関係が好都合であった点に負うものと言い得る。
 - 18) E. Cohen, *op. cit.*, p. 184; E. Farber, *op. cit.*, p. 135
 - 19) Études に収められた van't Hoff の反応速度論に関する研究業績に就いては、Ernst von Cohen, Jacobus Henricus van't Hoff, sein Leben und Wirken, Leipzig, 1912, p. 182-95 に詳細な紹介がみられる。その他次にも紹介引用されている。D.S.B., 13, p. 577-9; E. Farber, *op. cit.*, p. 148.
 - 20) これは明らかに「現に存在する量」あるいは「既に変成した量をはじめの量から引いたもの」の誤りである。ファントホフ自身の誤記でなければ E. Farber の誤訳と思われる。
 - 21) 元来反応速度論と化学平衡論とは密接な関係にあるが、本稿では特に可及的反応速度固有の観点に局限し平衡論への深入りをさせた。平衡論とのこれ以上の関係については他の資料に依られたい。なお、本シリーズで化学平衡を扱っているものとして、川井雄、「質量作用の法則に関するグルベルグとヴォーゲの研究」『本誌』, 第17号, 33-40, (1981) がある。
 - 22) ダンネマン・安田徳太郎『上掲書』, p. 381; H.M. レスター『上掲書』, p. 217.
 - 23) Swante A. Arrhenius, Über die Reactionsgeschwindigkeit bei der Inversion von Rohrzucker durch Säuren", *Z. physik. Chemie*, 4, 226-48, (1889) [訳解説、桑田敬治, 「酸による蔗糖転化の反応速度について」, 日本化学会編『化学の原典』第5巻『反応速度論』, 東京大学出版会, 1975, p. 1-25]
 - 24) 小島頼男, 『反応速度論』の解説, 日本化学会編『上掲書』, p. 167-71.
 - 25) アレニウス以後の反応速度論の展開に関しては、日本化学会編『上掲書』および、日本化学会編『化学の原典』第6巻『化学反応論』, 東京大学出版会, 1976に原典翻訳と解説が集められている。
 - 26) E. Farber, *op. cit.*, p. 135-6.
 - 27) H.M. レスター『上掲書』, p. 180, 210.

Recognition of Reaction Rate and Formation of Chemical Kinetics —Centering around the Work of Wilhelmy—

Genya KOSHIO (Faculty of Agriculture, Tamagawa University)

History of recognition of reaction velocity and formation of chemical kinetics is surveyed from the end of 18th through the end of 19th century, especially centering around the Wilhelmy's work in 1850.

Even before 1850, there were several examples of experiments concerning reaction velocity or time dependence of reactions.

In the end of 18th century, Wenzel thought that chemical affinity could be measured by reaction velocity and depends upon mass of reactants, but he could not give enough experimental evidences.

Mathematical expression of reaction velocity was based upon the heat conduction theory since I. Newton.

In 1850, Wilhelmy pursued inversion reaction of cane sugar by means of rotatometry and succeeded to express the results with differential equation in analogy

of heat conduction. This was first mathematical formulation of reaction velocity.

Van't Hoff, in his book "Etudes" 1884, classified reactions according to number of reactant molecules and confirmed them experimentally. He also formulated the relation of reaction velocity with temperature by expansion of Clausius-Clapeyron's thermodynamical equation for vaporization equilibrium.

Arrhenius, in 1889, succeeded to explain temperature dependence of reaction velocity, complementing fault of van't Hoff's theory, by means of "active molecule" hypothesis. This is the threshold of today's activation theory.

Relations are suggested between history and education of chemical kinetics.

〔資料〕

1980年代のわが国の技術政策について

亀山 哲也

(化学技術研究所)

1. はじめに

近年、わが国において科学技術政策に関する論議が盛んになされている。その背景の第一には、科学技術がわれわれの社会においてますます重要度を増してきている反面、続発する原発事故や公害、さらには環境破壊に直面し、従来の科学技術のあり方に対する批判も強まってきていることがある。第二には、最近の石油資源の枯渇・高価格化により、エネルギー源のほとんどを海外の石油に依存しているわが国にとっては、新しいエネルギー源の開発を含め緊急にその対応策を国際的なレベルで立てなくてはならない時機にきているということがあげられる。

こうして、わが国の科学技術政策は、今大きな転換をせまられているといえよう。今後、わが国の科学技術、とくには技術政策がこのような状況にあってどのように展開されてゆくのかを最近の資料にもとづいて紹介したい。

2. 科学技術関係予算

最初に、わが国における昭和55年度の科学技術関係予算の内容をみてみよう。

科学技術関係予算は科学技術振興費及びエネルギー対策費中の研究関係費（5,222億円）と、それ以外の研究関係費（7,635億円）の二つの費目から成り立っている¹⁾。各費目の内訳については、前者は、エネルギー対策費としての原子力関係費（1,674億円のうち、日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団及び日本原子力船開発事業団に出資金・補助金としてそれぞれ、695億円、815億円、65億円が支払われる）と、原子力以外のエネルギー研究関係費（122億円のうち、104億円は通産省の新エネルギー及び省エネルギー技術研究開発費に使用される）、国立試験研究機関経費（1,391億円のうち、主なものは農林省の487億円、通産省の357億円、科技庁の124億円、厚生省の90億円、運輸省の74億円である）、助成費（946億円のうち、主なものは文部省の科研費等の

359億円、通産省の大プロ等の228億円、科技庁の204億円、厚生省の103億円）、宇宙関係費（905億円のうち、主なものは宇宙開発事業団への補助金・出資金としての837億円）それに行政費（184億円）からなる。後者は国立大学等経費（4,590億円）、私大への助成費等（2,644億円）、試験研究機関経費（352億円）、行政費等（49億円）からなる。

原子力や宇宙関係の予算が大きく、それらが特殊法人の研究機関によって費消されていることが特徴であるといえよう。

3. 科学技術行政機構²⁾

科学技術関連の行政機構は次のようになっている。

総理府には日本学術会議、科学技術会議、原子力委員会等があり、総理府科技庁には、航空・電子等審議会や6研究所8特殊法人（日本原子力研究所、宇宙開発事業団、動力炉・核燃料開発事業団、理化学研究所等）がある。総理府防衛庁には技術研究本部および5研究所がある。通産省には産業構造審議会、産業技術審議会、資源エネルギー庁、特許庁、それに工業技術院の16試験研究所（化学技術研究所、電子技術総合研究所、大阪工業技術試験所等）がある。

運輸省には運輸技術審議会、気象庁および5研究所があり、国鉄には鉄道技術研究所がある。郵政省には、電波技術審議会、電波研究所、それに日本電信電話公社やNHK等がある。文部省には学術審議会、大学および4研究所がある。農林省には、農林水産技術会議、林野庁、水産庁および19の試験研究所がある。

制度的には民間も含めた学識経験者で構成される科学技術会議や産業構造審議会あるいは産業技術審議会が科学技術や産業政策の大綱を、それぞれ内閣総理大臣や通産大臣に答申し、これを受けた行政部局が細部の計画をつめ、予算化、政策実施を行うという機構になっている。

昭和55年度の省庁別の科学技術振興費及びエネルギー対策費中の研究関係費をみると³⁾、科技庁の2,900億円、ついで通産省の715億円、農林省の530億円、文部省の524億円の順になっている。科技庁予算のはほとんどが原

予力関連であること、全産業に占める研究者数17万3千人のうち、94.6%が通産省所管の製造業で占められることから^⑨、わが国の技術政策を企画・実施しているのは通産省であることは容易に理解されよう。従って、ここでは通産省における技術政策を紹介することによってわが国の技術政策の紹介にかえることとする。

4. 科学技術会議の第6号答申^⑩

技術政策の策定にあたっては国内、および国際的な政治、経済、社会体制が反映されるが、その策定の基盤となつたものに、科学技術会議が諮問第6号「長期的展望に立った総合的科学技術政策の基本について」に対し、昭和52年5月25日、内閣総理大臣に答申した「資源有限時代の科学技術政策」(第6号答申)があげられる。

答申によれば

エネルギー、食糧資源のひっ迫、先進工業国環境問題、開発途上国を中心とする人口の増大等、今日の世界はかつてない大きな変化の時代を迎えようとしている。

我が国においても従来の高度成長から安定成長への移行、高齢化社会への推移等転換期にさしかかり、社会における人々の価値観、生活様式も今後ますます多様化するものと考えられている。このような状況のもとにおいて、社会的要請を的確には握しつつ、我が国の長期にわたる安定的発展基盤を確保し、国民の「生活の質」の向上を図っていくためには、長期的な見通しのもとに、時宜に適した弾力的な政策運営を図っていくことが要請される。

とりわけ資源に恵まれない我が国においては科学技術の果たす役割は特に大きく、今後、科学技術政策を運営していくためには長期的な将来展望の上に立って、科学技術政策の目標を掲げ、この目標を達成するための基本施策を提示することが必要である。

との情勢分析にもとづき、科学技術政策の具体的目標として、

- (1) 資源の安定的供給の確保と節約の推進、(2) 環境・安全問題の解決など望ましい生活環境の整備、(3) 保健医療の向上など健康の維持・増進、(4) 先導的・基盤的科学技術の振興、(5) 國際協調に資するとともに国際競争力を確保し得る技術力の培養、(6) 基礎科学の振興

をあげている。技術政策関連の課題をもう少し詳細にみると、(1)に関しては、2000年には電力の相当部分を原子力に依存させるために核燃料サイクルを確立し、新型炉

の実用化、核融合の実用化をめざすこと、また石炭のガス化・液化技術を確立し、太陽や地熱エネルギーの有効利用技術の開発をめざすこと、そして、複合サイクル発電技術の普及、重化学工業部門の工業プロセスの合理化等によりエネルギー節減量の増大をはかることとしている。(4)について、宇宙開発では大型静止衛星用大型ロケットを1985年までに開発すること、航空では、世界的水準の旅客機の製造技術を確立すること、ライフサイエンスでは、抗ウイルス剤、制ガン剤の開発、バイオリアクター等の工業的利用をはかること、その他、機能性材料、情報処理技術、オプトエレクトロニクスの研究、超LSIの実用化、次世代のコンピューターの開発等をあげている。(5)に関しては、電子機器、情報処理、航空機、原子力発電等の技術の高度化をはかり、産業分野にエレクトロニクスを活用して省力化・合理化を進め、自主技術の開発をめざすこととしている。

これらの政策目標達成のためには、国の科学技術行政機構の計画・調整機能の強化をはかり、官・学・民の有機的連携を強化して研究開発を進め、民間の活力を積極的に利用するため、税制上の優遇措置や委託開発制度の拡充をはからなければならないとしている。

その後、答申にもらられた科学技術政策を積極的に推進してゆくことを目的として、科学技術関係閣僚連絡会議(総理府、大蔵、農水、通産、文部、経企、科技)が昭和55年10月に発足した。12月には「科学技術政策のあり方について」^⑪という報告書を作成し、研究開発投資の充実と効率化、科学技術会議の総合調査機能の強化、自主技術の開発の推進等によって科学技術の振興をはかることが必要であることを首相に要望した。この結果、通産相、農相、総務長官を新たに加えて組織的に拡大された科学技術会議が、昭和56年度から「科学技術振興調整費」として33億5千万円(特別研究促進調整費の12億円と創造科学技術推進費の7億円を含む)を得て、わが国の科学技術振興政策をまとめる実質的な機関となつた。当面は科学技術振興調整費の配分を検討し、大型プロジェクトを推進していく方針にあるが、将来は各種研究施設の統廃合も協議していくこととしている。

5. 1980年代の通産政策ビジョンと技術立国

国の科学技術政策が6号答申で示されるのと相前後して、通産省でも80年代の通産政策のビジョンの検討がはじめられた。

昭和50年8月には「今後の産業技術政策の進め方について」として、産業技術審議会(鉱業及び工業の科学技術に関する重要事項を調査審議する通産省の付属機関)

から中間答申が発表された⁷⁾。これは、昭和48年8月、通産大臣の諮問「社会経済の要請に対応し、国民福祉の向上及び国際協調の推進に資するための産業技術のあり方及び技術開発の進め方はいかにあるべきか」特に、環境保全及び将来予想されるエネルギー危機の回避に資するエネルギー技術の開発をいかに進めるべきか」に答えたものである。答申によれば、今後の産業技術政策を進めるうえで、「①安定的経済成長を与える、さらに潜在成長力を高めるための技術、②国民生活の質的向上のための技術、③未来のニーズに応え、次世代の資産となる革新的な技術」を開発することが必要であるとし、そのための基本的な政策として、国自らがリスクの高い大型の革新的技術開発を先導的に実施し、民間の技術開発の活発化をはかるとともに、国際協力を進め、基礎的先導的研究を充実させ、特に、資源エネルギー分野での技術開発を強力に進めなければならないとしている。そして同年12月には「新エネルギー技術開発の進め方について」と題する答申を行い、「新エネルギー技術研究開発計画」を発足させるべきであるとした。この結果、昭和49年1月には石油の価格が4倍以上にはねあがるという「石油ショック」を受けたこともあって、注目されるなかで昭和49年7月から新エネルギー技術研究として「サンシャイン計画」がスタートしたのである。

エネルギー危機を経るなかで、今後のわが国の産業政策全体のあり方を検討する必要から、昭和53年7月21日に通産省内に「80年代通産政策ビジョン準備作業委員会」が発足した。10月13日に「1980年代通産政策ビジョンの検討の視点と課題」としてまとめられ、10月26日に通産省内に設置された「80年代通産政策研究会」において、7分科会（総合、国際問題、経済・産業、資源エネルギー、技術開発、中小企業、地域・社会開発）に分かれて全省あげての検討が行われ、昭和54年8月24日に「80年代通産政策研究会報告書」としてまとめられた。これは同日ただちに通産大臣の諮問機関である産業構造審議会（産業構造に関する重要事項を調査審議する通産省の付属機関）に「80年代の通産政策のあり方いかん」という諮問に対する答申の参考資料として提出された。同審議会では総合部会の下に80年代政策特別小委員会を設けて検討を開始した。技術の開発分野に関しては、昭和54年9月に同審議会の技術開発分科会から出された「創造的技術立国をめざして」⁸⁾という報告書も参考にされ、昭和55年3月17日に「80年代の通産政策ビジョン」⁹⁾として通産大臣に答申された。

「80年代の通産政策ビジョン」によれば、

1980年代は世界的には石油とともに代替エネルギー

の各種類を投入する「多様エネルギー時代」の入口であり、軍事的には米ソ二極構造が続くが、政治経済面で一層多極化・不安定化の様相を強め、日本については、明治以来、欧米先進諸国水準へのキャッチ・アップをめざして近代化と産業社会の形成にまい進してきた。そして50年代は基幹産業の充実による復興の時代、60年代は重化学工業による発展の時代、70年代は知識集約化による変化への適応の時代であり、技術水準も総じて欧米なみとなり、技術導入型から自主技術開発へ転換すべき時機にきていく。また、経済活動も世界の中の「割りき」になってきている

との分析をふまえ、1980年代の通産政策は、

(1)「経済大国」の国際的貢献（信頼される国家イメージの確立）、(2)「資源小国」の制約の克服（最重要課題として積極的に取り組む）、(3)「活力」と「ゆとり」の両立、

という三つの長期目標をたてて日本の進路を確立していくこととしている。(1)については、先進国間では自由貿易体制を維持し、発展途上国に対してはブーメラン効果やカントリーリスク等に留意しつつ海外直接投資を増大してゆく、(2)については、脱石油構造を確立するために石油代替エネルギー技術を開発し、技術輸出力を増すためにも創造的自主技術の開発を推進してゆく、(3)については、テクノポリス構想等により、地域社会の振興をはかるとともに生活の質の向上につとめることとしている。ビジョンの趣旨は、総合安保の中心を占める経済安保の確立のためには「国際化」と「技術開発」を進めて「エネルギー」を確保することが重要であり、わが国における科学技術の発展が前述の三つの課題をとく主要なカギであるということからなり「技術立国」というスローガンをかかるまでに至っている。

具体的に技術政策を進めるにあたり、わが国の技術水準は60年代後半には欧米に比しかなり劣っていたが、70年代後半にはフランス、イギリスより上位になり、西独ともほぼ肩を並べてきているとの分析にたち¹⁰⁾、今後は自主技術の開発が必要であるとし、図にみられるように、R&D費の対 GNPを現在の1.7%から欧米なみの2~3%に引きあげるべきであるとしている¹¹⁾。また、技術の開発主体としては、欧米における研究費の政府負担割合が4~5割（1割5分前後の国防費を含む）に対し、わが国は3割弱、更に産業部門における政府の負担割合も欧米の2~4割に対し、1.7%と非常に少ないことから¹²⁾今後、民間への政府負担割合を増加させて、民間の活力に大きく依存していく方針にある。

総合安全保障関連指標の各国別比較

項目		R & D 費 (億円, %)	軍事費 (億円, %)	経済協力費 (億ドル, %)	合計
国名					
日本	絶対額	32,335	16,906	55	
	対GNP比	1.69(77)	0.9(76)	0.81(77)	3.40
アメリカ	絶対額	115,192	313,010	119	
	対GNP比	2.27(77)	6.0(76)	0.63(77)	8.90
西ドイツ	絶対額	31,607*	45,988	58	
	対GNP比	2.29*(77)	3.6(76)	1.12(77)	7.01
イギリス	絶対額	14,104	31,063	59	
	対GNP比	2.05(75)	5.1(76)	2.42(77)	9.57
フランス	絶対額	18,471	38,060	52	
	対GNP比	1.82(76)	3.7(76)	1.37(77)	6.89

(注) *は推定値である。経済協力費の()は歴年である。

出典: 科学技術白書、防衛白書、経済協力の現状と問題点。

このような体制のもとで技術立国が実現されれば、日本のバーゲニングパワーは強化され、1990年代には新エネルギー技術の開発によって、エネルギー源の50%を石油代替エネルギー¹³⁾（内訳：石炭17.6%，原子力10.9%，LNG 10.4%，新エネルギー6.5%，水力4.6%）でまかなうことによってエネルギー問題は解決され、生活の質的向上及び地域社会の拡充（ローカルエネルギー、医療システム技術）につながり、次世代技術革新の準備（ライフサイエンス、核融合等）も進むものと予想されている。

6. 次世代産業基盤技術研究開発制度と創造科学技術推進事業

通産政策ビジョンを受けて、通産省の技術開発担当部局である工技院は、昭和56年度から新エネルギー技術発の加速的推進をはかり、その実用化をめざして新エネルギー総合開発機構も昭和55年10月に創設されている。もう一つ特徴としてあげられるのは、「次世代産業基盤技術研究開発制度」が昭和56年から工技院に発足したことである。これは「80年代通産政策ビジョン」の主要課題である「技術立国」の実現をはかるための具体策にあたる。発足にあたり、各国の技術水準の比較から¹⁴⁾、わが国は1990年代において航空機、原子力機器、電子機器、情報処理、ファインセラミックス、バイオテクノロジー等の分野において国際的、特に米国の技術水準に追いつくことが必要であるとしている。工技院長の私的諮問機関である産業技術開発長期計画策定研究会の中間

答申¹⁵⁾を受けて具体化され、10年間、約1,200億円の規模で本制度が運営されていくことになっている。56年度は次世代産業の開発に不可欠な要素技術である新材料、新機能素子、バイオテクノロジーの3部門に27億円の予算が認められた。25億円は民間への委託費、2億円が工技院の試験研究機関の開発費である。本制度の特徴は、大量の国家資金を投入し、民間の活力を活用することにあり、並行開発方式で実施されることになっている。

これに似た内容のもので、科学の方面にもう少し重点をおいた制度に、科技庁の「創造科学技術推進事業」¹⁶⁾がある。これは科学技術会議の6号答申の具体策にあたるものであり、本制度を「厳しい国際環境の中で技術革新の源泉ともいべき創造科学技術の推進は、科学技術の発展をもたらすのみならず、経済、社会、文化、外交等を通じてわが国全体の発展に大きく寄与するものである」と評価している。昭和56年度は7億円の予算を得て「超微粒子」、「特殊構造物質」、「ファインポリマー」及び「完全結晶素子」の4つの開発プロジェクトが、既存の組織のわくをこえた官・学・民の流動研究システムによって、優れた研究者を5か年契約で1か所に集めて遂行されることになっている。

7. 学術会議の科学技術政策

科学技術会議の6号答申を基本とする国科学技術政策に対し、学術会議は「資源・エネルギー問題は科学・産業・国民生活・軍事・政治と深くかかわっており、自

然科学的な側面と社会学的側面の総合化をはかりつつ解決してゆくことが必要である」という科学技術政策に関する基本姿勢を打ち出している¹⁷⁾。具体的には省エネルギー、省資源の促進をとなえ、国内エネルギー資源の再開発の重要性をのべ、化石燃料の長期的な安定確保のために等距離外交で臨み、新エネルギー技術の開発にはエネルギー工学研究所の設置が必要であるとしている。

その後、(1)科学の創造的発展と独創性、先見性の尊重(2)人間の尊嚴と科学者の社会的責任、(3)国際的視野の重視と発展途上国との学術協力の3点に重点を置いた政策を打ち出し、先見性のある科学・技術政策を実施していくための諸方策も検討している¹⁸⁾。当面の科学・技術の重要な問題として、エネルギー問題、核兵器、核不拡散などの原子力問題、組換えDNA問題、食糧問題、地震災害問題、発展途上国との学術交流等をあげている。

8. まとめにかえて

わが国の技術政策から次のような問題点があげられよう。

エネルギー対策費の7割が原子力関連であるように、今後わが国のエネルギー源の主力に原子力がおかれるようとしているが、1979年の米国のスリーマイル島の原発事故や1981年の敦賀原発事故に代表されるように、重大な事故が起きやすく、放射性廃棄物処理技術が確立されていないことからも明らかなように原発技術は未発達であり、しかも失敗が許されないという、今までの技術体系とは全く異なるシステムであるのみならず、最近のように原子力発電所新設のための「公開ヒアリング」が、機動隊に守られてしか開催することができないような事態をひきおこす原発の開発体制は、きわめて問題が多いといわざるを得ない。一方では「ソフト・エネルギー・パス」に代表される原子力に依存しないエネルギー供給システムも提案され¹⁹⁾、具体的に多くの試みがなされはじめていることは興味のあるところである。いざれにしろ、今までのエネルギー多消費型の産業構造の転換や、生活形態さらには価値観の変換もせまられているといつても過言ではない。

次に、自主技術開発のために民間への援助がますます増大する傾向にあるが、それだけに効率よく使われ、成果が国民に充分還元されるように留意する必要がある。また「エネルギー危機」であるがゆえ、ふたたび、ある程度の公害はやむを得ないという風潮が生じないように、市民レベルでチェックしてゆくことも依然必要であろう。

最近、組換えDNA技術に関する安全性も含めた諸々

の問題がだされており、筑波の町議会では「住宅の近くで、安全性に問題がある」との理由から、P4レベルの遺伝子組換え施設の設置が全議員の反対によって認められないという状況が生じている。組換えDNA技術の利用にあたっては、安全性の問題、さらには人類の未来に対する危惧も表明されてきており、今後、国、研究所、一般市民との間で対等の立場にたって充分検討されなければならない課題であろう。

今年度の防衛費の伸び率が福祉関係予算を上回ったことにみられるように、今後この傾向が強まる可能性がある。財界のなかにも軍事技術の開発はおおいにやるべきであるという声もある。このような状況にあっては、わが国における先端技術の開発も含めて軍事技術の開発が産・官・軍複合体で進められる可能性が強い。一方、技術開発の観点から見た場合、軍事化はメリットとはなり得ず、わが国としては、図にみられるR&D費と経済協力費の合計が欧米みなればよいとの見方もある。

今、「技術立国」をめざして諸制度や機構の改革が行われつつある。これらが、長い歴史をかけて欧米で発展してきた近代科学技術体系の延長線上に、日本の土壤のなかで革新的科学・技術を生みだしてゆくことにつながるのかどうか、大いに注目されているといえよう。

文 献

- 1) 科技庁計画局編『科学技術要覧、昭和55年度版』、大蔵省印刷局、p. 82~93 (1980).
- 2) 同上、p. 180~185.
- 3) 科技庁編『科学技術白書、昭和56年版』、大蔵省印刷局、p. 232 (1981).
- 4) 同上、p. 156.
- 5) 科学技術会議・科技庁編『資源有限時代の科学技術政策—科学技術10カ年基本計画』、大蔵省印刷局、(1977).
- 6) 科学技術関係閣僚連絡会議「科学技術政策のあり方について」同会議、(1980).
- 7) 産業技術審議会、『今後の産業技術政策の進め方について—中間答申一』、同会(1975).
- 8) 産業構造審議会、『創造的技術立国をめざして、技術開発分科会報告書案』同会(1979).
- 9) 産業構造審議会、『80年代の通産政策ビジョン』、通産調査会(1980).
- 10) 同上、p. 277.
- 11) 前掲8). p. 135.
- 12) 前掲8). p. 52.
- 13) 前掲9). p. 257.
- 14) 前掲9). p. 279~281.
- 15) 産業技術開発長期計画策定研究会、『産業技術開発長期計画策定研究会中間報告—我が国の基盤技術の強化について—』同会(1980).
- 16) 科技庁、『創造科学技術の推進一流動研究システム』

- ムによる革新技術の創出をめざして一』同上(1980).
- 17) 日本学術会議編,『転換期の科学・技術一科学・技術政策の基盤と展開一』,大蔵省印刷局(1978).
- 18) 日本学術会議編,『先見性のある科学・技術政策確立のために』,大蔵省印刷局(1981).
- 19) エイモリー・ロビンス著,『室田泰弘・榎屋治紀訳,『ソフト・エネルギー・バス』,時事通信社(1979).

〔紹介〕

『アイシス』文献目録について

科学史研究を遂行するには、その各段階できわめて多種類にのぼる文献(references)や史料(sources)が要求され、研究の成果は入手した史料とその活用によって左右されると言っても過言ではない。これらの史料を如何に検索・探求するかは、課題の性格により、また研究者の個人的体験、研究条件によっても様々であるが、幾つかの基本的検索方法がある。『アイシス』文献目録を調査することは、これらの常道のひとつであり、研究者に少からぬ便宜を与える重要な手段である。

周知のとおり『アイシス』はジョージ・サートン(George Sarton, 1884-1956)が1913年ベルギーで刊行を開始し、1924年アメリカに科学史学会(History of Science Society)が設立されたとともに、その公的な機関誌となった、もっとも権威あり普及度の高い国際的な科学史の専門誌である。『アイシス』文献目録には、『アイシス項目別文献目録』(Isis Critical Bibliography, CBと略称)および『アイシス累積文献目録』(Isis Cumulative Bibliography, Cum. Bと略称)の2種類がある。前者は『アイシス』創刊以来1952年までの約40年間サートンによって作成され、それ以後も逐次刊行される『アイシス』本誌の中で発行されてきた関係から *Isis CB* の名称がある。Cum. B もこの CB を素材として構成されているから、同様に「アイシス」の名称を冠しているが、この雑誌の一部ではない。以下これら2種の文献目録の概略について解説しよう。

1. CB

CB ははじめ不定期に発行されていたが、『アイシス』の第42巻(1951)から、発行は各巻ごとに(年)、1回定期的に行われている。ただし *Isis*, 45 (1954) には含まれていない。各 CB には発行の順番を示す序数がついており、*Isis*, 42 (1951) の CB は CB 77, *Isis*, 71 (1980) 中のものは CB 105 と表わされる。

各 CB には、その年度の1月までに発行された科学史

とこれに関連するとみなされる分野で出版された書籍、論文が収録され項目(entries)としてコード化されている。書籍では著者、表題、頁数、発行標示(場所、出版者、発行年)のほか、時に、きわめて簡略な内容の解説記事を含む場合がある。論文では掲載誌の発行年、巻数、所在頁が示されており、その他は書籍の場合に準ずる。これらが採用されコード化されるには一定の基準があり、Critical(以前は Analytical と呼ばれた)とは、このことを意味する。書評(Book Reviews)は別枠におさめられ、対象著作・論文と評者および掲載誌名と所在頁が記されているが、コード化はされていない。

例 CB 105 (1980), 129 には

SZABADVARY, FERENC. Antoine Laurent Lavoisier: The investigator and his times, 1741-1794. Authorized translation from the German text by Ralph E. Oesper. xii+188 pp., illus., bibl., index. Cincinnati, Ohio: Univ. Cincinnati Press, 1977.

1827

全項目は一定の分類方式にしたがって配列されている。その方式は1953年科学史学会評議会が任命した委員会によって、従来のものを改訂し、新しく提案されたものである¹⁾。概略は次のとおりである。

A. 通史的な科学史著作、書誌、目録、修史法(historiography)、歴史の方法、伝記集成、百科辞典等が含まれ、HS 1, HS 2……のように区分される。

B. 科学とその歴史を特殊な観点から考察したもの: 科学哲学、方法論、科学の諸機関(institutions, 学会、その他の団体、研究所、大学、博物館、図書館等)、機械・器具、科学教育、科学と社会、科学と宗教・美術・文芸等の humanities との関連。HS 10, HS 11, HS 12, ……等。

C. 主として個別科学史。この中で化学は物理学とともに物理学 HS 22 に分類される(小分類として天文学 HS 22, 1, 物理学 HS 22, 2, 化学 HS 22, 3 を用いる場合もある)。なお哲学は HS 20, 数学は HS 21, 技術は HS 27 等の記号が当てられる。

D. 年代区分。前史・原始社会(HS 30)から現代科学(HS 38)までの9区分がある。ただし、この中には

「1600年頃までの極東(HS 34)」という年代に特殊な地域の意味を加えた区分が挿入されている。

これらのうちA, BおよびCは内容による分類項で、Dは内容とはまったく無関係である。一例として前記CB 98および105について、各分類項に配置された項目数を比較すれば、表のようになる。

CB	年 次	項 目 数		
		総 数	A, B および C	D
98	1973	2,666	648	2,018
105	1980	3,585	919	2,666

表から明らかであるように、CBにおける分類の基本的趣旨は年代区分Dにあり、内容による分類、すなわち個別科学史的観点、思想史、社会史、技術史などへの分類は、むしろ補助的であることがわかる。1953年新分類方式を提案した委員会の見解によれば、研究者は内容区分と時代区分のいずれにより大きな関心を寄せるかによって、それぞれ‘mainly scientific’および‘mainly historical’な傾向を有するとされ、分類法改訂の要点は、旧方式とほぼ合致する前者を残しながら、その比重を小さくした点にあると言ふ。したがってCBから文献を探索する場合、明らかに化学者の伝記に関するものであり、純粹に化学史として取扱われるべき研究であっても、必ずDを検索し、その後にA, HS 4, C, HS 22などの項を調査すべきである（同一項目の重複記載はない）。また、科学を文化史の中で位置づけようとする壮大なサートンの遺志は保存しながらも、純粹に哲学、文学、美術、宗教、教育などの歴史にかかる項目は、徐々にCBの項目から外すことが意図されている。これらの研究は、それぞれ固有の領域で検索することが可能だからである。なお各項目について、著者、著作権行使する学会などの機関名、あるいは著作、論文にとりあげられている主要人物の名が既知である場合には、前記の分類とは無関係に各CBの巻末に記載されているindexによって検索することができる。

先に引用したSzavadváryのLavoisier伝について言えば、HS 37すなわち「17および18世紀」の項に記載されており、巻末indexのLavoisier, 1827とSzavadváry, 1827の2ヶ所から検索することができる。イタリックのコード番号は歴史記述の対象人物、ローマン体の数字は著者であることを示す。

2. Cum. B

CBに収集され、コード化された書籍と論文掲載誌は

基だ多数にのぼる。ことに雑誌は国際的に著名なものから、科学史に关心を有する者、特に日本の読者の多数にとっては未知のもの、馴染みのうすい言語で記述されているものをも含み、科学史および関連する分野の業績をすべてとは言わないまでも、マクロ的にはそれに近い厖大なコレクション、まことにCBは20世紀科学史研究を集成した文献目録である。それゆえ1913年以降のCBから科学史文献を網羅的に検索しようとすれば、1981年末には106集に達するすべてのCBを通覧しなければならない。日本の科学史学界においても、おそらく『アイシス』はもっとも普及度の高い外国の科学史雑誌であるが、そのバックナンバーを完全に揃え、したがってこれだけのCBをそなえている機関は必ずしも多くはない。たとえ、これらを閲覧する条件に恵まれている読者でも、それを実行することはきわめて煩雑であり、時間的にもまことに不経済である。『アイシス累積文献目録』すなわちCum. Bは、研究者にCBを一举に検索し得るという便宜を与えるreference workの一大金字塔であり、科学史の『バイルシュタイン』²⁾と呼ばれるだけの価値がある書物である。すなわちCum. BはCBに基づいて構成されたものであるが、これによって、欲するならばふたたびCBに還らず、直接原著に迫ることができ、現在の『バイルシュタイン』には、もはやその機能が失われたが、往時、ZentralblattやChem. Rev.に還らなくても、『バイルシュタイン』から直接に原論文を探索できたのと同様である。Cum. Bは次に掲げるフルタイトルから構成の骨子をおよそ推定することができる。

ISIS Cumulative Bibliography

A Bibliography of the History of Science
formed from ISIS Critical Bibliographies 1-90
1913-65

Edited by Magda Whitrow

Volume 1 Part I: Personalities A-J

Volume 2 Part I: Personalities K-Z

Part II: Institutions

Volume 3 Subjects

Volume 4 Period

History of Science Society and Mansell Information/
Pub. Vols. 1 and 2, 1971; Vol. 3, 1976; Vol. 4, to
be published.

目録作成者はホイットロウ女史、その労苦は筆舌に尽しづく、その業績は不朽である。第1巻および第2巻の大部分は人名別（研究対象となり、あるいはその中で重要な役割を果たした人物で、著書、論文の著者ではない）目録、第2巻の第2部は、学会、研究所、大学、図書館、

博物館その他科学に関する諸機関別の目録、科学史が人物や機関の研究で尽くされるものでないことは言うまでもないから、第3巻として後述のように区分される事項別目録が1976年に刊行されたが、第4巻は未刊である。すでに刊行された3巻に収録されている項目の分類形式は実例で示すことにする。

最初に人名目録からファラディについて検索する。見出し語は FARADAY, Michael(1791-1867), 第1巻, pp. 406-9 に記載、項目数総計 (101)。このように項目数が20を超える場合には、各項目は、人物にかかわる項目であることを示す記号 d に、項目の内容区分を表わす記号を組合わせた合成記号によって分類される。

書誌または文献目録（項目数4）、記号 db、たとえば、この区分に記述されている次の項目は、現在ではやや古くなったが、独立したファラディ文献目録としては、もっとも纏まったものである。

JEFFREYS, Alan E. Michael Faraday: a list of his lectures and publishing writings. xxviii, 86 p., pl., front. London: Chapman & Hall (for the Royal Institution), 1960. Reviewed by N.H. de Heathcote, *Ann. Sci.*, 1960, 16:269.; by M.D., *Doc. Hist. Tech.*, 1926, 2:87-8; by Bern Dibner, *Pap. Bibliogr. Soc. Amer.*, 1962, 56: 135-7.

伝記類、長篇. dc(bm) (14). 主として雑誌に掲載された短篇は dc(bn) (31)。ファラディ文書 dg と原典 dj, あわせて (7)。この区分には、たとえば、伝記類に、しばしばその手稿図版が掲載されているので、きわめて有名になった彼の実験日誌『ファラディの日記』が含まれる。これを指示するのに *Faraday's Diary*, ed. T. Martin, 1932-6程度の記述では、その書誌的事項についてほとんど知ることができない。決定的なファラディ伝と評価されている L. Pearce Williams, *Michael Faraday. A Biography* (London, 1965) もこの点は明確にしていない。Cum. B には次のように記載され、書評も明示されているので、当面の疑問は解決する。

FARADAY, Michael. *Faraday's diary. Being the various philosophical notes of experimental investigation made by Michael Faraday, D.C.L., F.R.S. during the years 1820-1862 and bequeathed by him to the Royal Institution of Great Britain. Now, by order of the Managers, printed and published for the first time, under the editorial supervision of Thomas Martin.* 7 vol. London: Bell, 1932-36.

Vols. 1 and 2 reviewed by A. Ferguson, *Nature*, 1932, 130:828-30; vol. 1-5 by George Sarton, *Isis*,

1934, 20: 472-4; 1936, 22: 252-3; 1937, 23: 509. 物理学、化学、生物科学、技術等あるいはこの分野にかかわる実験、事実、研究などに対する彼の個人的見解に関する項目は、それぞれ drC(16), drD(10), drJ(3), drT(3) に分類される。括弧内は項目数、C, D, J, T などは分野または個別科学の記号 (D は化学)。彼に後続する人々またはその影響下に行われた活動は ds(4)。それに対して先行者、当該人物に対する影響に関する項目は dd で示されるがファラディの場合、これは含まれていない。

第3巻の「事項別索引」は次のように分類されている。先ず科学 A, 観念史 AD, 哲学 AF, 数学 B, 医学 N, 技術 Tなどの大分類項が定義され、さらに、それぞれの個別分野も大分類項として前者に併置される。たとえば特定の分野にかかわらない一般的科学史 A に物理学 BZ, 地球科学 FZ, 古生物学 HU, 自然誌 HY, 生物学 J, 人間科学 M (社会科学 MP はこの中に配置される) などの歴史に関する大分類項があるように、医学および技術にも、それらの分野別大分類項 (たとえば解剖学、生理学、臨床医学……、土木、機械工学、軍事技術……) が対応する。化学 D は物理学 C および天文学 F とともに BZ の物理科学に属しながら、やはり大分類項として取扱われる。こうして大分類項は総計81種にのぼる。

大分類項 D で示される化学の場合も、A の科学に準じて一般的な化学史と個別化学史の種類に大別され、前者は化学を示す D に内容の区分記号 (小文字アルファベット) を組合せ、後者は同じく分野の区分記号 (大文字アルファベット) を組合せて記号化される。これらの記号のすべてを列挙するのは煩雑であるから、若干の実例について解説する。

アイドやパーティントンの『化学史』は通史 (Dc) であり大冊 (ないしは長篇 bm) であるから Dc-bm と記号化され、REDEL, Charles. *L'avénement de la chimie moderne. Rev. Hist. Sci.*, 1951, 4: 324-33 (『近代化学の成立』) は化学の一般的問題 (Dc) を論じた短篇の論文 (bn) であるから Dc-bn で示される。BLOCH, Ernst. *Die Fortschritte des chemisch-historischen Unterrichts in Oesterreich. Isis*, 1913, 1: 478-9; TAYLOR, J.N. *A half-century in chemical education. A chronological record of the scientific contributions of Charles Edward Munroe. Gen. Sci. Quart.*, March and May 1962. [CB 20/172] これらはともに教育を取扱っているが、前者は歴史教育 (g), 後者は化学という事項それ自身の教育 (o) に関するものであるから、それぞれ Dg (化学史教

育) および Do (化学教育) と区別して記号化される。なお前者は見方によれば特定の地域または国家の歴史であるから、東欧を示す wh を採用し Dwh という記号を用いることもできるが、項目の重複を避けるという原則から、検索には両方の観点に留意する必要がある。なお後者の最後、括弧内に記されているのは、CB 20 の p. 172 にこの項目について簡単な記事があることを意味する。さらに次の 2 例は化学の個別領域に関する項目の実例である。HILDEBRAND, Joel H. Fifty years of physical chemistry in Berkeley. *Annu. Rev. Phys. Chem.*, 1963, 14: 1-4; RHEINBOLDT, Heinrich. Fifty years of the Grignard reaction. *J. Chem. Educ.*, 1950, 27: 476-88, 17 ill. 前者はアメリカ (wb) の大学 (制度, o) における物理化学 (DD) の研究 (または教育, o) の歴史であるから DDwb-oq, 後者は有機化学 (DU) 反応 (DF) のうち特定の反応として指示される (n) のものについての心理的側面 (j) を有する歴史として, DUyDFnj で表わされる。なお y はふたつの同格の記号を合成するためのシンボルである。

3. 結び

以上『アイシス』に関連する 2 種の文献目録について略説した。Cum. B は、1965 年までの文献を渉猟した目録として、発刊当時はそれなりにアップ・ツー・データ

の意義を有していたがが、以来 10 年を経過した現在では、両大戦間の時代を含む今世紀の初期半世紀にわたる科学史研究の成果を集録した目録として、それ自身歴史的な存在に転化しつつある。1960 年代の後半、独立した学問としての科学史は、サートン、デュエムの創設期からコイレ流の科学史を経て、学界で科学のヒストリオグラフィーに対する反省が生まれ、70 年代の初期にかけて、これにかかわる幾多の論争で賑わった。したがって、その後の科学史は Cum. B に収録された業績とくらべて面目を一新しており、現在、科学史に携わる者は、この新生科学史が流動するさなかに身をおいていることになる。この時代には、ひき続き多くの原典が複刻され、著作、論文は質、量ともに革わりつつあり、これが科学史学界の知的水準を形成しているから、研究者は第一義的には、年毎に発行される CB に注目すべきであるが、Cum. B における先人の遺産もまた尊しとしなければならないであろう。

- 1) 委員会のメンバーのひとりゲアラックの趣旨説明がある。Henry Guerlac, 'A Proposed Revision of the *Isis* Critical Bibliography', *Isis*, 44 (Sept. 1953), 226-231.
- 2) W.H. Brock, *Brit. J. Hist. Sci.*, 6 (1973), 433.

(柏木 肇)

〔紹介〕

レスター『化学と人間の歴史』

大沼正則監訳、肱岡義人・内田正夫訳、朝倉書店、1981年、270頁(3,500円)

本書の原題は、『化学の歴史的背景』(*The Historical Background of Chemistry*, 1956) である。著者のレスター (Henry M. Leicester) は、スタンフォード大学で学位を得た後、サンフランシスコの太平洋大学医学部、ついで歯学部の生化学教授となった化学史研究者であり、主要な研究には、生化学史に関するもの¹⁾、ロシア化学史、とくに、ロモノーソフに関するもの²⁾、ブートレロフに関するもの³⁾などがある。とりわけレスターの編集した 2 卷の『化学原典集』(*A Source Book in Chemistry, 1400-1900* [H.S. Klickstein と共に編], *Source Book in Chemistry, 1900-1950*) は、化学史研究者によく知られている。またレスターは、かつて出版されて

いた化学史研究誌『キミア』(*Chymia*) の編集者でもあった。

本書の内容を詳細に紹介することは、まずもって不可能であるから、ひとつの目安として目次だけを以下に掲げる。

- 第1章 はじめに
- 第2章 実地の化学のはじまり
- 第3章 古代世界の科学思想
- 第4章 ギリシアの科学
- 第5章 ヘレニズム文化と鍊金術の発生
- 第6章 中国の鍊金術
- 第7章 アラビアの鍊金術
- 第8章 西欧への化学の伝播
- 第9章 14世紀と15世紀
- 第10章 16世紀—化学技術と医化学の時代
- 第11章 17世紀前半における実地の化学と理論
- 第12章 原子論の普及
- 第13章 18世紀の化学理論—フロギ斯顿と親和力

- 第14章 18世紀の実験室における発見一気体の化学
 第15章 ラヴォワジエと近代化学の建設
 第16章 原子論と化学結合の法則
 第17章 電気化学と化学親和力
 第18章 有機化学の発展—基の説と全一性の説
 第19章 有機化学—型の説から構造理論へ
 第20章 無機化学の体系化
 第21章 19世紀の物理化学
 第22章 19世紀における化学の専門化
 第23章 放射能と原子構造
 第24章 生化学

かりに内容を知らなくとも、目次をざっと見ただけでも気付くことは、古代・中世・近代前期までの化学史に、著者がかなりの力点を置いていることである。このことは、本書と同程度の体裁をもった他の化学史書とを比較してみれば、なおさらはっきりするであろう。たとえばパーティントン (J. P. Partington) の『化学小史』(*A Short History of Chemistry*) と本書とを比較してみると、ボイル以前の時代（古代より17世紀前期まで）の取り扱いは、本書が全11章、原著で241頁中109頁、パーティントンの著作で全4章、385頁中64頁である。この比較から、レスターがいかにこの時代に強調点を置いているかが推測されるであろう。

レスターが、本書の約45%の分量をこの時代に費したこととは、他の類書と比較して、かなり異色的であるといわなければならないが、その理由は、「まえがき」を読むことでかなりの納得がゆく。レスターによれば、本書の主眼点は、「化学の諸概念の発展とそれらの相互作用」にある。そのために著者は、「化学の諸概念の相互関係を跡づけるにあたって、化学がまだ独立した科学として認められていなかつた初期の時代」に少なからぬ注意を払わずにはいられなかった。

そのことと同時に、著者が近代以前の化学史に大きな比重を置いたことには、別な理由もあるようと思われる。それは、理論と技術の相互関連についての、著者の関心から生まれたのではないか。著者レスターは、化学の進歩について、「化学はいつも実地あるいは技術的な部分と、理論的な部分との二つからできており、あるときは一方が主になったり、またあるときは他方が主になったりした。重要な時代には両方がともに盛んになった。こういう条件が整ったときに偉大な進歩があった」(第1章)と述べている。そうであるとすれば、理論と技術との関係は、両者の相互関連がとくに密接な、近代以前の鍊金術、冶金術、薬剤術などにおいて、とくにいちじるしかったにちがいない。そう考えれば、近代

以前の時代に著者がかなりの力を注いだことも合点がいく。

このように、近代以前にかなりの頁をさき、かつ、中國やアラビアの鍊金術、中世の化学技術など、興味ある主題をていねいに扱っているのが、本書の特色のひとつである。しかしそのため、近代以降の取り扱いが、比較的簡単になっていることは、やむを得ないとはいえ、きわめて残念である。たとえば、理論と技術との相互関連は、分業体制の発展によって表面上は定かではなくなっているとしても、産業の発達にもなっています密接、かつ、複雑になってきているはずであるから、著者のこのような視点は、近代の化学史においてもぜひ十分に發揮して貰いたかった。もっとも著者レスター自身も、化学の発展を語るためにには、科学者をとりまく社会的・経済的条件、科学者の接する思想・哲学などの要因を考慮する重要性を十分に認めた上で、これらの要因については、詳しく述べていて、「まえがき」。それゆえ、近代以降の化学史が手薄となったことは、著者にとっても心残りであったかもしれない。

あるいは、近代化学史においてレスターの問題意識が十分な成果を生み出していないことは、この種の問題をきわめて複雑なことを物語るのかもしれない。そうだとすれば、その解決は今後の研究に待つべきものであろう。レスターの問題意識は、きわめて正当なものだが、それがよく生かされているのは、近代以前の化学史であって、そのことは随所に感じられる。たとえば、アレクサンドリアの技術者ヘロンが、蒸気機関の研究のなかで、気体分子運動論を予見していたというような興味ある指摘がある。もっとも、あまりにも技術との関連だけで化学の発展を考察するとすれば、ヘルメス哲学としての鍊金術を無視するような、いわゆるホイッグ的解釈に陥る危険性がある。ホイッグ的解釈によれば、ヘルメス哲学のような魔術的思想は、科学・技術の進歩にとっては負の要因であり、科学・技術の発展は、このような負の要因を切り捨て、克服してゆく過程として、とらえられることになろう。

比較的以前の科学史書には、この種のホイッグ的歴史解釈がありがちであったが、レスターの本書における鍊金術の取り扱いにも、このような観点がないとはいえない。もっとも、歴史解釈に対するこのような反省も、ひとつの歴史的産物であることにはちがいない。その意味で、原著第1版(1956年)におけるレスターの歴史観と本訳書に寄稿された序文「日本の読者」における著者のそれとの間には、微妙な意識の差異があるようと思われ

ることは、きわめて興味深い。すなはち、1956年のレスターにとって、「革命的な理論でさえも長期間のゆっくりした発展の結果」であり、「さまざまな場所で生れた基礎的な着想がしだいに結びつき、修正され、補足されそしてついに新しい概念へと生まれ変わる」(「まえがき」)のであった。しかし、1981年のレスターにとって、われわれの自然理解は「まっすぐな道筋を通ってきた」わけではなく、進歩は連続的ではあったが、途中でわき道にそれることも多く、また誤りも数多くあったし、また「ときにはかえってそれらの誤りが誤りゆえに主流に立ち戻ること」もあった(「日本の読者へ」)。1981年におけるレスターの言葉には、25年以前におけるような、歴史の比較的直線的な進歩を前提とする楽観的な歴史解釈に対する、ひとつの反省が含まれているように感じられるのは、思いすごしあろうか。

このような時代感覚の微妙な変化から考えると、わずか25年であっても、1956年という時点で書かれた本書は、何といっても一時代以前の化学史書という感が拭いきれない。たしかに、中国やアラビアの鍊金術を、歴史上で正当な位置づけをした点など、西洋的視点からだけ書かれた化学史書に比較すれば、当時としてはきわめてすぐれた化学史書であったにちがいない。しかし、いかにすぐれた著作であっても、時代と共に色あせてくることは避けられない。とくに、本書における近代以降の記述は、現在の化学史研究の水準から考えれば、いかにも古典的である。たとえば、現在ではほとんど常識ともいえる、化学に与えたニュートンの物質理論の影響につい

ては、ほとんど何も触られていない。このことは、1950年代の化学史書であれば、あたり前であって、とくに本書だけが例外というわけではない。したがって、かりに現在の時点で化学史の概論書が書かれるとすれば、本書とはかなり異なったものになることは、想像に難くない。

最後に翻訳について述べれば、訳文はていねいできわめて読み易い。ただ、原著にある引用文献注を、すべて削除してしまったことは、いかがなものであろうか。出版上の都合があったのかもしれないが、無理をしても文献目録は、残して貰いたかった。その方が、『化学原典集』を編集した、著者の精神を活かしたことになると思うのだが。

注

- 1) *Development of Biochemical Concepts from Ancient to Modern Times*, Harvard Univ. Pr., 1974, など。
- 2) "The Electrical Theories of M.V. Lomonosov", *Ann. Sci.*, **31**, 213-226 (1974).
"The Geochemical Ideas of Mikhail Lomonosov", *Ann. Sci.*, **33**, 341-350 (1976).
Mikhail Vasil'evich Lomonosov on the Corpuscular Theory, Harvard Univ. Pr., 1970, など。
- 3) "Contribution of Butlerov to the Development of Structural Theory", *J. Chem. Educ.*, **36**, 328-329 (1959).
"Kekulé, Butlerov, Markovnikov: Controversies on Chemical Structure from 1860 to 1870", *Kekulé Centennial*, American Chemical Society, 1966, pp. 13-23,

(藤井清久)

〔編集後記〕

☆会員の皆様もそれぞれ大いなる抱負と希望をもって1982年の新しい年を迎えたことと思います。遅くなりましたが、1982年第1号(第18号)をお届け致します。これまで本誌は通し番号で表示してまいりましたけれども、本号より、1982年第1号という様式(通年制)に改め、定期刊行化(年4回の発刊)を目指しておりますので、論文、寄書、資料などの投稿を今後も積極的にお願い致します。

☆1980年9月現在の会員名簿を基に調査したところ、小、中、高の先生(県の教育センター勤務も含めて)は、会員全体の40%を占めていることがわかりました。純粹に化学史を研究されている方も多いでしょうが、授業の中で化学の歴史的事例を取りあげ、少しでも化学に興味を持たせ、化学嫌いにならないよう若心されている先生方も多いと思います。「教育シリーズ」は、これら

計 報

本会の世話人で上智大学理工学部教授野村昭之助先生は、1982年1月4日逝去されました。ここに本会は謹んで哀悼の意を表し、ご冥福をお祈り申し上げます。

の先生の要望に答えるべく、化学の分野における重要な概念、原理、法則についての歴史的理解を深めるための解説を主眼として企画されました。本誌にはシリーズNo.3として小塩玄也氏による「反応速度の認識と反応速度論の形成」—ヴィルヘルミを中心として—が掲載されています。授業への活用はいかがでしょうか。この「教育シリーズ」だけでなく、化学史研究全般の内容やあり方について会員の積極的なご意見、ご提案をいただければ幸いです。また、会員相互の情報や意見の交換の場として「広場」欄の活用もお願い致します。

(大井手)

化学史研究 総目次 (第1号～第17号)

第1号 (1974年3月)

創刊に際して	(玉虫文一) 1
論文 化学史, By Whom, For Whom —そのHistoriographyに関する一考察— (柏木 肇) 2	
日本における硫酸工業のはじまり —造幣寮硫酸製造所— (鎌谷親善) 11	
樋田竜太郎研究 (I) —新簡易原子価論をめぐって— (塚原徳道) 23	
化学的結論における物理学的方法と化学的方法について—LewisとBohrを中心に— (大沼正則) 31	

寄書 日本における原子論的な中等化学教育の始まり (三井澄雄) 38	
---------------------------------------	--

原典翻訳 A.L.Parson磁子説による原子構造論 —解説とPart Iの訳— (藤崎千代子) 42	
紹介 C.A.Russel(introd): <i>Essai sur la théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité by Jöns Jakob Berzelius.</i> (柏木 肇) 50	

広場 科学史国際会議(第14回)化学史分科会について (田中 実) 10	
---	--

化学史研究会への不調和感 (肱岡義人) 53	
日本科学史学会化学史分科会1973年度プログラム 55	

第2号 (1974年8月)

化学史研究の健やかな発展を望んで (仁田 勇) 1	
論文 量子化学への動きはじめについて (田辺振太郎) 3	

久原躬弦のベックマン転移の研究 (藤井清久) 11	
斥力、空気、蒸気 —ニュートン、ヘルズ、デザグリエー (吉田 忠) 16	

William Higginsと原子論 (肱岡義人) 24	
原典翻訳 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— (斎藤茂樹) 40	

紹介 Arnold Thackray, <i>Jahn Dalton: Critical Assessments of His Life and Science</i> (藤井清久) 51	
---	--

雑報 第14回科学史国際会議(XIV CIHS)化学史分科会(田中実):化学史分科会の講演者と題目一覧 54	
---	--

第3号 (1975年8月)

分子科学(構造化学)の始まった頃 (水島三一郎) 1	
----------------------------	--

論文 化学史のHistoriographyと構造主義 (田辺振太郎) 4	
フインチの雇入れをめぐって —造幣寮硫酸工場との関連で— (鎌谷親善) 11	
文献解題 Ambix 最近の11年 (柏木 肇) 18	
紹介 T.H.Levere, <i>Affinity and Matter; Elements of Chemical Philosophy 1800-1865</i> (藤井清久) 47	

会員名簿 50	
1974年度化学史研究会総会プログラム 56	

第4号 (1975年11月)

桜井先生と長井先生 (小竹無二雄) 1	
論文 明治前期における原子論 (藤井清久) 5	
寄書 同志社波理須理化学校—明治中期一化学系私立学校の歩み— (中村馨) 16	
解説 上野彦馬の『舍密局必携』 (大岩正芳) 20	
原典翻訳 A.L.ラヴォアジエ:一般に燃焼を論ず —解説と訳— (武藤伸) 29	
A.L.Parson: 磁子説による原子構造論 —Part II・IIIの訳— (藤崎千代子) 34	
雑報 「Ambix 最近の11年」追記 (柏木 肇) 48	

第5号 (1976年12月)

研究回顧—トロポノイド化学のおいたち— (野副鉄男) 1	
論文 プトレロフ—西欧との接触— (柏木 肇) 12	
樋田竜太郎研究(2)—新簡易原子価論と電子対反発則— (塚原徳道) 29	
解説 物理化学の研究から見た日本化学の成長 (広田鋼藏) 36	
寄書 第4号掲載論文によせて (宗田一) 44	
紹介 奥野久輝:『希ガスの発見と研究』(「化学の原典」第9巻) (吉野論吉) 47	

第6号 (1977年6月)

ハフニウムの発見とX線分光分析の創始 (木村健二郎) 1	
論文 アメリカの化学史運動の一側面 —Edgar Fahs Smithをめぐって— (河原林泰雄) 6	
R.W.アトキンソン—生涯と彼による上水水質分析について— (塩川久男) 20	
寄書 Markownikoff則—その背景と趣意— (竹林松二) 25	
リッテルの墓をたずねて—付 マイヨの墓— (塚原徳道) 27	

解説 量子化学50年の進歩

—有機電子説の発展への寄与— (東 健一) 29

原典翻訳 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— (斎藤茂樹) 33

紹介 科学教育と科学原典—小島穎男編『反応速度論—化学の原典5—』 (榎 友彦) 40

奥野久輝編『元素の周期系—化学の原典8—』

(奥田典夫) 42

島村 修編『有機電子説—化学の原典12—』

(高橋 訽) 43

新入会員名簿(付勤務先・連絡先変更) 45

第7号 (1978年6月)

我国における分子線による研究の発展

(小寺熊三郎) 1

論文 コントの実証哲学における化学 (藤井清久) 9

明治前半期における上水水質分析について

(塙川久男) 20

寄書 藍(青藍)—インジゴの研究を通して見た構造化學史の一断片 (大作勝・福宣田久男) 27

有機化学者 Cannizzaro とその時代
(竹林松二) 32解説 小竹無二雄先生の業績リストと経歴
(久保田尚志) 34John Dalton (1766—1844) 研究の展望
(肱岡義人・内田正夫・徳元琴代・小峯としえ) 46

新入会員名簿 53

第8号 (1978年10月)

界面化学への道

一片山正夫教授誕100年にちなんで— (玉虫文一) 1

Chemistry in Britain at the End of the Nineteenth Century (D.M. KNIGHT) 7

KNIGHT 論文の解説 (柏木肇) 13

化学史関係の蔵書目録を作つて配りましょう
(山岡 望) 18山岡 望先生を悼む
(奥野久輝・井本 稔・水渡英二・渡辺 熙) 19

リービッヒと私 (山岡 望) 23

山岡 望先生経歴・著作目録 26

1978年度総会プログラム 29

課題講演

明治初期における日本の化学—西欧との対応—

1. 英国における科学の制度化 (成定 薫) 30

2. 明治期における原子論

—西欧との対応において— (藤井清久) 32

3. 明治初期のお雇い外人教師たち—グリフィス、クラーク、ダイバース、アトキンソンのばあい— (塙川久男) 34

一般講演

1. 工業試験所の設立について (鎌谷親善) 36

2. 臨時窒素研究所について—日本最初の大型プロジェクトはいかにして完成されたか— (亀山哲也・鎌谷親善) 37

3. わが国における高分子化学に関する初期の研究について (相馬順一) 38

4. PLATON の物質理論 (熊谷陽一) 39

5. ブリューゲルの『鍊金術師』について (大沢真澄) 40

6. ロパート・プロット、その自然誌における化学の役割 (柏木肇) 41

7. Scheele の実験を再現して—化学史でたどる化学実験— (日吉芳朗) 42

8. 近代化学の成立における気体装置の発展 (肱岡義人) 43

9. 19世紀初期のイギリス農芸化学—H.Davyの場合— (斎藤茂樹) 44

10. C. Friedel と有機合成—その歴史的背景— (竹林松二) 45

11. 原子価電子論の形成および化学構造の概念—加成性および光学性と磁性— (藤崎千代子) 46

12. 初期のアメリカ化学会化学教育部会の組織と活動 (河原林泰雄) 47

第9号 (1979年2月)

論文 初期のアメリカ化学会化学教育部会の組織と活動(I) (河原林泰雄) 1

大正前期の工業分析化学—いわゆる鉄鉄一千万円訴訟事件について— (古谷圭一) 9

寄書 科学史資料としての美術材料 (杉下龍一郎) 19

解説 鮫島実三郎の業績目録とその解説 第1部 研究業績 (立花太郎) 23

追悼 田中 実先生を悼む (東健一・奥田典夫・内田正夫) 37

資料 山岡先生に答えて 一私の蔵書の一部— (奥野久輝) 39

アレンピック・クラブ・リプリントの目録 (柏木肇) 40

紹介 山岡 望『化学史概』 (武藤伸) 41
スプロンセン『周期系の歴史』 (鎌谷親善) 42

新入会員名簿 44

第10号 (1979年6月)

Urbain と Perrin —フランス留学の思い出—

論文 ル・シャトリエの原理の成立過程 —化学における類推的想像力— (藤井清久) 5	10. ドイツ19世紀前半の科学 (板垣良一) 38
臨時窒素研究所—設立の背景— (龜山哲也・鎌谷親善) 15	11. 光のコスモロジー—ハンフリー・デーヴィの処女論文について— (柏木肇) 39
初期のアメリカ化学会化学教育部会の組織と活動(II) (河原林泰雄) 27	12. Royal InstitutionにおけるH. Davy (大野誠) 40
解説 鮎島実三郎の業績とその解説 第2部 学会活動 著書 教育 (立花太郎) 39	13. 化学革命の修正?—ディヴィのラヴォワジエ理論への反応 (松尾幸禿) 41
紹介 メンデレーエフ『化学の原論』上・下 (田辺振太郎) 48	紹介 D.M. Knight, <i>The Transcendental Part of Chemistry</i> (大野誠) 42
ゲイ・リュサック討論会 (柏木肇) 4	Clioは化学と離婚すべきか —Brushの化学教育論について— (梅田淳) 46
イギリスの化学史シンポジウム (柏木肇) 14	『化学史研究』総目次 (No. 1-No. 10) 49
第11号 (1979年10月)	
化学史研究会1979年度年・総会プログラム 1	
招待講演	
桜井錠二博士とその関係資料について	
加賀藩における火薬の歴史 (阪上正信) 3	
金沢における幕末から明治初期の科学書について —とくに化学書を中心にして— (寺畠喜朔) 18	
シンポジウム「化学史と化学教育」	
1. 高校理科における科学史の意義と実際 (高橋哲郎) 22	
2. 生徒は化学の歴史に対してどのような興味と関心を示すか (中塚五郎) 23	
3. 成長期の子供の理科教育と化学史 (米田昭二郎) 24	
4. 化学とは何か—その歴史的展開— (大沢真澄) 26	
5. 歴史的な方法で化学の基礎を教える教科書『化学史による新基礎化学』について (小塩玄也) 27	
6. 一般教育における科学史 (紫藤貞昭) 28	
一般講演	
1. プルシャン・ブルーの源流をたずねて —動物油のなぞ— (日吉芳朗) 29	
2. 電子計算機の歴史と結晶化学 (関崎正夫) 30	
3. 化学史と関連づけた有機化学実験 (竹林松二) 31	
4. 無機化合物の有機溶媒への抽出の歴史 (本淨高治) 32	
5. L. Paulingの化学結合論とG.N. Lewis (阿部裕子) 33	
6. 国立化学系試験研究機関と国家政策 (鎌谷親善) 34	
7. 黒色火薬の起源 (岡田登) 35	
8. 舍密便覧について (千野光芳) 36	
9. ジャン・レイと「定量化」の問題 —般焼の際の重量増加の証明の背景— (松尾幸禿) 37	
第12号 (1980年3月)	
放射性アイソトープの発見と研究 (奥野久輝) 1	
論文 Pauling化学結合論の形成について (阿部裕子) 10	
解説 久原躬弦の経歴と業績 (I) (後藤良造) 20	
資料 「物庵」とは誰の雅号か —故田中実先輩にお答えする (廣田鋼藏) 31	
山岡先生をしのんで—先生のある書簡 (H.O.) 34	
<i>Chymia</i> の巻別目次と事項索引 (藤井清久) 36	
化学史及び周辺分野の出版物 (1978) (武藤伸) 44	
化学史研究会金沢大会を顧みて (玉虫文一) 47	
会報 総会決議・高校化学教育における化学史について 43・49	
新入会員名簿 48	
第13号 (1980年7月)	
池田菊苗先生の講義 (林太郎) 1	
解説 久原躬弦の経歴と業績 (II) (後藤良造) 14	
論文 The Chemistry of Organic and the Inorganic: a Study in the Dynamic Interaction of Concepts (J.H. BROOKE) 37	
J.H. ブルック博士論文の解説 (柏木肇) 56	
紹介 A.J. Rocke, The Reception of Chemical Atomism in Germany (大野誠) 36	
新入会員名簿 61	
第14号 (1980年10月)	
化学史研究会1980年度年・総会プログラム 1	
シンポジウム「化学史教材と化学教育」	
1. 科学教育の場面における科学史 (村上陽一郎) 3	
2. 中学校における化学史教材における化学史教材の取扱いについて (鳥山由子) 5	
3. 化学教育確立期における化学教育	

論文	「ドイツ・イギリスの場合」(寺川智祐)	7
4.	アメリカの化学教育の初期の状況—Lavoisierの「化 学命名法」の導入と受容と定着—(丸石照機)	9
5.	空気の化学史とその活用について(宮田光男)	10
6.	化学史上の実験—天然との取り組み— (日吉芳朗)	12
7.	ウランの歴史—一般教育における化学史導入の一例— (大沢真澄)	14
一般講演		
1.	吉雄常三著『粉砕』—江戸時代化学実験書として— (千野光芳)	15
2.	幕末から明治初期における化学実験器の製作につ いて(森正由)	16
3.	『化学訓蒙』について(力丸光雄)	17
4.	「味の素」の発明について(廣田鋼藏・山口達明)	18
5.	近代上水道誕生小誌函館のはあいー(塩川久男)	19
6.	筒状(管形)火器の起源と発展(岡田登)	20
7.	ゲーテと化学(立入明)	21
8.	「化学現象の生成に与える諸力」J.F.ダニエルの 『化学哲学研究入門』の戦略(松尾幸季)	22
9.	19世紀前半の農芸化学—H.DavyとJ.A.Chaptalとの 関係を中心として—(齊藤茂樹)	23
10.	遊離基概念の発展(竹林松二)	24
11.	無機化合物の分離分析に用いられる有機試薬の歴 史(本淨高治)	25
12.	Bohrのスペクトル理論とDrudeの分散理論 (藤崎千代子)	26
13.	ヨーロッパ留学期のPauling(阿部裕子)	27
新入会員		28
化学史研究会会員名簿		31

第15号 (1981年3月)

論文	地球化学概念の内包と外延(菅原健)	1
論文	Spinach as an Alchemical Antidote to Heavy Metal Poisoning(O.T.Benfey)	8
セオドア・ベンフィ紹介(中山茂)		12
第一次世界大戦と工業技術の振興策 (鎌谷親善)		13
原典翻訳 L.バストゥール:フランス科学についての 省察(成定薰)		29
雑報 1980年度化学史研究会年会を顧みて (竹林松二)		44
資料 化学史及び周辺分野の出版物(1979)		46
論文抄録(大谷隆祐, 藤井清久, 小松真理子)		41

第16号 (1981年7月)

論文	互変異性に関する概念の発展(竹林松二)	1
論文	造幣局硫酸製造所における事業の展開 —明治8~18年—(鎌谷親善)	8
寄書	無機化合物の有機溶媒への抽出の歴史 —1842~1941—(本淨高治)	22
教育シリーズ シリーズ「化学教育における化学史」を 始めるに当たって(林良重)	28	
原予量と原子構造—プラウトの仮説の誕生・没落・ 復活—(藤井清久)	29	
雑報 独自の風格を備えた化学史の大著—山岡先生の 『化学史傳』に関する私的考察—(廖正衡)	39	
書評 ブラウン運動の発見を巡って —教育に対する化学史の有用性—(廣田鋼藏)	42	
書評 モーリス・クロスランド著『ガイ・リュサック— 科学者とブルジョワ』(1978)の紹介 (榎友彦)	44	
資料 化学史及び周辺分野の新刊書(1980)	48	
第17号 (1981年9月)		
化学史研究会1981年度年・総会プログラム		1
特別講演 たらら製鉄の歴史について(潮見浩)	3	
シンポジウム 「19世紀中葉における科学・社会・思想 ——化学を中心として」		
1. 実証主義とフランス化学—ベルトゥロー・ヴュルツ論 争をめぐって—(藤井清久)	4	
2. ドイツ化学の形成(柏木肇)	5	
3. 19世紀アメリカ化学の専門職業化について (河原林泰雄)	7	
4. BAASと化学(松尾幸季)	9	
課題講演「化学と諸科学—学問の分化と総合化」		
1. 総合科学部の目指す研究・教育(武森重樹)	10	
2. 学際的研究者としてのピアジー(山本多喜司)		
一般講演		
1-1 光音響効果と透明純液体の可視部吸収の発見 (中垣良一)	11	
1-2 有機金属化合物の発見(竹林松二)	12	
1-3 環境放射能発見のいきさつ —ElsterとGeitelのあゆみ—(阪上正信)	13	
1-4 分析化学において用いられている人名実験器具 の歴史(本淨高治)	14	
2-1 一般教育と史的視点(糸山東一)	15	
2-2 愛媛県における理化教育のおこり—明治初期— (村上喜一)	16	
2-3 「遠西医方名物考補遺」卷7, 8(元素編第一, 第二)の原本の一つについて(菅原国香)	17	

- | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|------------|
| 2-4 小森愚堂の化学知識—「薬名早引」「氣海觀潤記聞」にみる | (千野光芳) 18 | ンの役割 | (松尾幸季) 23 |
| 2-5 地質調査所とコルシェルト | (鎌谷親善) 19 | 論文 John Daltonと倍数比例の法則 | |
| 2-6 臨時窒素研究所におけるアンモニア合成研究の展開 | (亀山哲也・鎌谷親善) 20 | —その発見をめぐって— | (井山弘幸) 24 |
| 2-7 大河内正敏と科学主義工業の誕生 | (松尾重樹) 21 | 教育シリーズ 質量作用の法則に関するグルベルグと
ヴォーゲの研究 | (川井雄) 33 |
| 2-8 フロジストン理論と決定的実験 (横山輝雄) 22 | | 紹介 奥野久輝「江戸の化学」 | (小塩玄也) 41 |
| 2-9 18世紀第4・四半世紀の科学界におけるカーワ | | 「バストウール」 | (山口達明) 42 |
| | | 論文抄録 | (小松真理子) 43 |

新 入 会 員

住 所 変 更

『化学史研究』投稿規定（1981年4月18日改正）

本誌に投稿するときは以下の規定による。

1. 投稿原稿につきのいづれかを著者が指定するものとする。ただし、編集委員会で変更することもある。
——論文・寄書・総説・解説・原典翻訳・紹介・資料・雑報・広場——
2. 原稿はすべての400字詰原稿用紙を用い、完全原稿とする。水溶性のインクやHより硬い鉛筆は使用しないこと。原稿については、原本とその写しの各一通を提出すること。他にあらかじめ写しを作成し、手許に保管しておき、校正はこの写しを用いて著者校正とする。
3. 投稿原稿には原稿第1枚目に著者の所属機関名および題名の英訳と著者名のローマ字書きを添えること。また論文・寄書・総説などには、欧文要旨（ダブルスペースでタイプ用紙1枚程度、約200語）をつけること。
4. 論文は40枚をもって、一応の限度とする。他の投稿原稿もこれに準ずる。
5. 原稿は横書き、現代仮名づかいによる。
6. 句点はコンマ（，），終止点はピリオド（。）を用い、文中の引用は「」の中に入れること。
7. 欧語は、タイプまたは活字体で記すこと。
8. 外国人名や外国地名は、次のように表記する。A. 原綴を用いる場合は初出の個所に（）内にカタカナによる表示をつける。B. カタカナを用いる場合は、初出の個所に（）内にその原綴またはローマ字転写

を示す。C. よく知られたものはこの限りではない。

9. 元号その他西暦以外の記年法によるときは、必要に応じて（）に西暦年をそえる。
10. 単行本および雑誌の題名は、和漢語の場合には『』の中に入れ、欧語の場合にはイタリック体（原稿では該当する部分に下線をつけて指定）を用いてあらわすこと。
11. 論文の題名は、和漢語の場合には「」の中に欧語の場合には“”の中に入れること。
12. 単行本または論文中の特定の章または節の題名、および諸種の編纂物中に含まれる文書名は、和漢語の場合には「」の中に入れ、欧語の場合には“”の中に入れること。
13. 引用文が長いときは、行を改め本文より2字下げて記入すること。
14. 図はそのまま製版できるように墨または黒インクで仕上げ、挿入個所を指定すること。
15. 文献と注は通し番号(1), (2), ……を用いて、本文の最後に一括してまとめる。
16. 投稿先 〒112 東京都文京区白山5-28-20 東洋大学 経営学部鎌谷親善記付『化学史研究』編集委員会。
17. 掲載された論文などは、抜刷を希望する著者には必要部数を実費で配布する。
18. 本誌に掲載された論文などは、編集委員会の承諾によって、他に転載することができる。

山岡 望 著作の化学史

化学史塵

『化学史伝』を総論『化学史談』を特論とすれば本書は各論ともいえる。これにより化学史三部作が完成。前記の著作に漏れたさまざまの史記を拾い集めたもの。 ¥ 4,800

化学史伝 (脚註版)

脚注欄に独立記事として史論、年表、解説、挿話、小伝、隨想および100余の写真挿図を配す。¥ 5,300

化学史談

(全8巻・別冊1)

I	ペーター・グリースの生涯	¥ 1,500
II	ギーセンの化学教室	¥ 2,000
III	ブンゼンの88年	¥ 1,500
IV	ブンゼンの88夜	¥ 2,000
V	ベンゼン祭	¥ 1,500
VI	化学者の旅行日記	¥ 1,500
VII, VIII	リービッヒー往復書簡	¥ 2,000 ¥ 2,500
別冊	総索引と増補	¥ 3,500

化学史窓 続化学史窓

ヨーロッパ旅行のアルバム
リービッヒーのアルバム
40年ぶりに欧州諸国を旅行して写した風物の中から化学史に関する250点を選び解説。続いてリービッヒーの思い出をたどる目的で再度渡欧して彼の生涯と業績をまとめた。 各¥ 2,500

化学史および学校化学に関する25編を集録

化学史筆

¥ 3,800

旧制六高75周年記念出版

六稜史筆

¥ 3,500

35星霜にわたる化学教室の思い出を集録

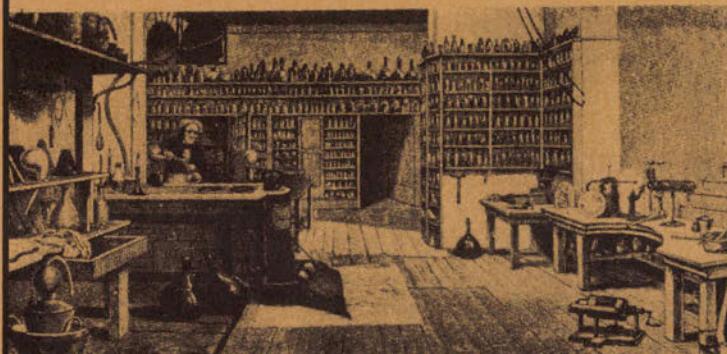
陽極、陰極、イオンの名を生み
生涯を実験に終始したファラデー!!

(上) 電磁誘導と電気化学の誕生を描く

A5 / 312頁 / 3200円

(下) 電気分解の法則が確立される

A5 / 356頁 / 3800円



王立研究所におけるファラデー

古典化学シリーズ 10 電気実験

(上)
(下)

ファラデー 矢島祐利・稻沼瑞穂共訳

古典化学シリーズ 10 田中豊助監修

化学史研究 1982年 第1号(第18号) 1982年1月31日発行
編集・発行 ©化学史研究会 編集代表者 柏木 肇
〒102 東京都千代田区九段北1-2-1 (株)内田老舗圖新社内
振替口座・東京8-175468 電話03(265)3636

発売 (株)内田老舗圖新社 電話03(262)2889
印刷 K.K. 大和印刷
本会入会ならびに本誌購入の申込みは
東京都千代田区九段北1-2-1(株)内田老舗圖新社内 化学史研究会