

会 告

1977年度化学史研究会年・総会のご案内

化学史研究会の第5回年・総会ならびにシンポジウムを下記の要領で武藏大学で開催致します。お誘いあわせのうえ、多数の方がたがご参加下さるようご案内申しあげます。

1. 会場 武藏大学(東京都練馬区豊玉上1-26、西武池袋線江古田駅下車、徒歩約10分、案内図参照)

1. 日時 1977年11月12日(土)

シンポジウム pm2:00~5:30
懇親会 pm6:00~8:00

1977年11月13日(日)

特別講演・一般講演
am9:00~pm5:00
総会 pm5:00~5:30

1. 特別講演：名譽所長 玉虫文一：界面化学への道一片山正夫教授生誕100年にちなんで—(仮題)

第1日のシンポジウムは本研究会・日本化学会と共同で企画し『化学と工業』誌に18回にわたり連載した「日本の近代化学のあけぼの」が完結したので、日本にとって近代化学の受容がこんにちの化学会の状況にとってどんなかわりあいないし意味をもつか、化学研究はもとより教育や社会とのかかわりについての将来はどうなのかといった諸問題をテーマにして企画中です。

ご意見を企画責任者の野村昭之助(東京都千代田区紀尾井町7 上智大学理工学部)あてお寄せ下さい。

第2日は例年通りの化学史研究会の年・総会で、多数の方がたの一般講演をお待ちしています。一般講演の申込みは8月31日までに、講演者氏名(所属機関)・講演題名をハガキに記入のうえ、下記宛にお願いします。

東京都千代田区飯田橋2-5-4 汲古書院内 化学史研究会 年総会準備委員会
なお、シンポジウムおよび年総会のプログラムは、10月初旬に『会報』でご案内申しあげます。

会費納入のお願いと会計年度の変更について

会計年度を変更し、本年度は過渡的に1976年9月1日~1977年12月31日とします。すでに1977年9月~1978年8月(会報No.7・8号分)をご納入頂いた方の分は1978年1月1日~78年12月31日の新年度分として処理させて頂きます。1978年度分について、未納の方はできる限り早くご納入下さい(会報を参照下さい)。

日本化学会編 化学の原典 全12巻完結

教科書に一行で書かれている簡単自明な知識も、それを探りあてるのに、先人がいかに努力し、あるいは誤り、迷いつぶんだか。そのありのままの過程を学びとることから、多彩な示唆と教示を汲みとることができよう。近づきにくい「原典」を身近に引きよせて味読していただくことを願って、とくに「解説」に力を注いである。各巻、各論文の解説はそれぞれ個性にあふれ、それ単独でも見事に化学の原点を書き出している。

巻別構成

菊判・平均200頁・各巻1600円

1 化学結合論 I	編集=小島顕男 東 健一	7 界面化学	編集=立花太郎
2 化学結合論 II	編集=小島顕男 東 健一	8 元素の周期系	編集=奥野久輝
3 構造化学 I	編集=東 健一 朽津耕三	9 希ガスの発見と研究	編集=奥野久輝
4 構造化学 II	編集=東 健一 朽津耕三	10 有機化学構造論	編集=島村 修
5 反応速度論	編集=小島顕男	11 有機立体化学	編集=畠 一夫
6 化学反応論	編集=田丸謙二	12 有機電子説	編集=島村 修

東京大学出版社

113 東京都文京区本郷7-3-1 (東大構内) 振替東京6-59964 総目録

ハフニウムの発見とX線分光分析の創始

木村 健二郎
(日本学士院会員)

1923年1月2日のNature⁽¹⁾にG. HevesyとD. Costerは第72番元素ハフニウムの発見を報じ、また同年8月3日のChemical News⁽²⁾にCosterはハフニウムの定量に関連してX線スペクトルによる定量化学分析法を発表した。

Hevesyはハンガリアの化学者、またCosterはオランダの物理学者であるが、ともに当時はNiels Bohrが所長であったコペンハーゲン大学理論物理学研究所(現在のニールス・ボア研究所)に滞留し、これらの成果は同研究所においてあげたものである。

私は1925年3月から1927年4月まで、許されて同研究所に滞在し、ハフニウムやX線分光学に関する研究に従事した。私の研究所に到着したときには、Costerはすでに故国オランダに帰り、Hevesyは1925年7月招かれてフライブルクの大学に移り、研究所の化学関係の助手、V. Berglund, T. Jantzen, E. Madsenらも順次退所し、研究所におけるハウニウムの研究は一応縮小されつつあった。

しかし、私は同研究所に滞在中にハフニウムやX線分光分析に関するこぼれ話を聞く機会もあったから、それを織りましてハフニウムやX線分光分析に関する昔話を書きとめておくことにした。

1. ハフニウムの発見

Bohrは1921年から1922年にわたって発展させたその原子構造論により、希土類元素は第71番元素で終り、当時未知の第72番元素は希土類ではなく、チタンやジルコニウムの仲間である第4族元素であるとの結論に達した。

しかし、当時化学者のうちには第72番元素は希土類と考えていた人が多く、中でもフランスのG. Urbain⁽³⁾はすでに1911年にガドリン石から得たイッテルビウムの硝酸塩による分別結晶を試み、最後に母液に残る部分のアーツペクトルを調べて第72番の新元素の存在を信じ、これにセルチウムの名を与えた。

1914年H. G. J. MoseleyはUrbainの依頼によりそのセルチウム試料についてX線スペクトルを調べたが、第72番元素に相当する線は認められなかったとい

う。しかし、1922年になってA. Dauvillier⁽⁴⁾はふたたびUrbainのセルチウム試料についてX線スペクトルを撮影し、第72番元素に相当する“極めて弱い線”を認めたと発表した⁽⁵⁾。もしうなならば、セルチウムの強いアーツペクトルを認めた試料で第72番元素の極めて弱いX線スペクトルしか認められなかつことになり、はなはだ奇異の感を与える。

しばらくこの矛盾に目をつむって、第72番元素が希土類に属するセウチウムであるとするならば、Bohrの原子構造論は不利な立場に置かれる。Bohrの化学上の顧問格であったHevesyはもしBohrの説が正しいならば、未知の第72番元素はジルコニウムの鉱物中に存在する可能性あることを予想し、この考えに基づいてCosterがジルコニウムの鉱物ジルコンなどを試料としてX線スペクトルを撮影したところ、第72番元素のL系列X線スペクトルがはっきりと認められた⁽⁶⁾。

Hevesyらはこれに力を得て鉱物からジルコニウムの部分を分離し、これから六フッ化ジルコニウムカリウムをつくり、その分別結晶によって第72番元素を濃縮分離することを試みた。

あたかもその時、1922年のノーベル物理賞はBohrが受けることになり、Bohrは12月10日授賞式に出席、翌11日に授賞記念講演を行なう予定でストックホルムへ出発することになった。Bohrははなはだ慎重で、出発直前まで授賞講演において自分の理論に基づいて第72番元素が発見されたことに言及すべきか否かをかねていた。

一方、コペンハーゲンの研究所では、Bohrの出発後も第72番元素の濃縮が精力的に続けられ、濃縮が進むと第72番元素に相当するX線の強度はそれに応じて増大し、もはや第72番元素の発見は疑もないことになつた⁽⁷⁾。このことは直ちにストックホルム滞在中のBohrへ電報で報告された。これによつて慎重であったBohrも発表の決心をし、第72番元素が自分の理論によって発見され、それが希土類ではなくジルコニウムに性質の似た第4族元素である旨を述べて授賞記念講演を終り、聴衆に深い感銘を与えた。この元素はコペンハーゲンの



古名にちなみ、ハフニウムと命名された⁽⁸⁾。

Hevesy らと Urbain らとの間に当然論争があったけれど、H. M. Hansen と S. Werner⁽⁹⁾ はハフニウムのアーツペクトル線を発表し、その中に Urbain の発表したセルチウムの線と一致するものないことを明らかにした。また Hansen と Werner はさきに Auer von Welsbach がカシオペイウムと命名した第71番元素の試料のアーツペクトルを Urbain の発表したセルチウムの線と比較した。その結果、Urbain のセルチウムは濃度大なる第71番元素で、さきに Urbain が第71番元素として発表したルテシウム⁽¹⁰⁾ は恐らく不純な第71番元素であると推定された⁽¹¹⁾。このようにしてこの論争は終止符を打った。

ここで、ひとつの余談を申し述べたい。私が Bohr の研究所在留中に、Curie 夫人が研究所を訪ねられたことがある。Bohr 自ら夫人を案内して研究所内をまわられた。化学実験室にはハフニウム関係の資料を陳列し、もし質問があれば受けるために私がひとりで控えていた。従ってつぎの光景の目撃者は私ひとりである。

さて、この室で Curie 夫人は Bohr に“新元素の発見はそれを多量に分離したかどうかではなく、微量でもその存在を最初に見つけた人が発見者であると思う”と述べられた。夫人は別に Urbain とかセルチウムとかという名を持ち出していくわれたのではないから、一般論としては夫人の仰せのとおりであろう。Bohr も聞き流しておられた。しかし、仮にもし夫人のこのお言葉が Urbain のセルチウムを擁護するおつもりであるとすれば、それは誤りである⁽¹²⁾。もしその意味ならば夫人は恐らく上述の論争の詳しい内容をご存知なくてご発言になったものと思う⁽¹³⁾。

1966年、Ruth Moore 女史の書いた Bohr の伝記が出版された⁽¹⁴⁾。この本の和訳は藤岡由夫博士によって行なわれ、1968年に出版されている⁽¹⁵⁾。この本はたいへん興味のあるまた有益な本であるが、つぎの記事だけは事実と相違している。

“ヘヴェシとその協力者たちがハフニウムの発見について発表し、一般がかなり興奮するやいなや、アイルランドの老学者のスコットという人が、この72番元素は、1913年に自分が発見したと称し、72番の元素のはいった管を示した。彼はそれを、アイルランドの名誉のためにセルティウムと名付けていた。ヘヴェシ、ボーアなどは当惑した。”(藤岡訳による)

これは明らかに間違いであって、セルチウムの発見者はアイルランドの無名の老学者ではなく、フランスの高名の化学者 Urbain である。Moore がその本の中で

Urbain について一言も触れず、第72番元素に関する Hevesy と Urbain の論争についてまったく書いていないのは不思議である。

第72番元素の発見については Urbain のほかにスコットという名かどうかさえも忘れたけれど、イギリスからも文句をいった人のあったことは記憶にある。しかし、その人が第72番元素と称した試料はまったくほかのものであることが直ちに判明し、この人の件については Hevesy は多少迷惑を感じたかも知れないが、そんなに“当惑”したとは思われない。Moore はその人と Urbain とを混同したらしい。

訳者の藤岡博士のご生前に私はこの点を同博士に申上げた。しかし、博士はすでにご病中で、それが原著者に伝わったかどうかは定かでない。

ハフニウムはジルコニウムの鉱物に相当多量に含有されているにもかかわらず、その発見のおくれたのはジルコニウムとハフニウムの性質が酷似しているためであることはもちろんである。しかし、このほかに、長い間第72番元素が希土類元素と信じられ、第72番元素の搜索がもっぱら希土類元素に向けられていたためである点も見逃がされないだろう。

バリウムの原子番号は56番、タンタルの原子番号は73番であることはすでに知っていたから、その間に16個の元素が存在することになる。しかし、その16個の元素が全部希土類元素であるかどうかは Bohr 以前には決定されていなかった。そのため、希土類元素が分別法によって順次発見されてゆく過程から化学者の受けた誘惑は、第72番元素が希土類元素分別の最終のフラクションに存在するという考え方である。

また、ランタンのつぎに位するセリウムは三価のみならず四価の安定な化合物をつくる。従って、セリウムを第4族の位置に入れて一応ここを満たしプラセオジムから第72番元素までを“宿なしの希土類元素”と見做せばそれですむとも考えやすい。

化学者にとって不幸なことに、Bohr が指摘するまで長い間、これらの事情に支配されて第72番元素を第4族と考えず、その搜索をもっぱら希土類の分別に向けてしまった。

2. X線分光分析の創始

ハフニウムの発見は Bohr の原子構造論の証明となつたはなはだ興味ある“ニュース”を伴つたが、もうひとつ、ハフニウムの発見がもたらした大きな“副産物”に X線分光分析の発展がある。

X線分光分析の発端は遠く H. G. J. Moseley⁽¹⁶⁾ に

ハフニウムの発見とX線分光分析の創始(木村)

さかのぼる。1913年 Moseley はフェロシアン化カリウムの劈開面を反射面として Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu の9元素および黄銅（黄銅は Zn の代りに使用）のK系列X線の第3次スペクトルの写真を撮影発表した。この10枚のスペクトル写真は同じ反射角が同じ縦の直線にならぶように配列して示めされ、そのち多くの教科書や参考書に転載されて著名である。

ここで注目すべきは、この写真の中に不純物の線の認められることである。たとえば、コバルトの写真には不純物のニッケルの α が相当強く、また弱くではあるが鉄の α も認められる。ニッケルの写真にはマンガンの第二次の α がかすかに認められる。これらはX線分光法が化学分析に有効に用いられることを示めしており、Moseley 自身つぎのように述べている。

“不純物による線がよく現われることは、この方法が化学分析の方法として有力であることを示すといつていいであろう。このX線法がふつうの分光的方法より優る点は、スペクトルが簡単なこと、一成分が他成分からのX線をマスクすることがないことである。さらに、元素の特性X線の位置を予測できるのであるから、この方法によって未発見元素の発見がもたらされることも期待できる。”(奥野訳)

そして、Moseley のこの期待のごとく第72番元素の発見にX線分光法が大きな役割を演じた。

Moseley⁽¹⁷⁾ は続いて30種以上の元素のX線スペクトルの撮影に成功した。そのうちには希土類元素も入っているが、希土類の試料は純粋なものが得難く、たとえば、使用した酸化プラセオジムのごときはX線スペクトルによってほぼ50%のランタン、35%のセリウム、15%のプラセオジムから成ることを示めした⁽¹⁸⁾。

このことから、Moseley はX線分光法を化学的に分離識別することの困難な希土類の分析に利用する意図を抱き、Hevesy に協力を求めたことがあった由で、私はその話を Hevesy から聞いたことがある。しかし、そのうちに第一次世界大戦となり、1915年 Moseley は戦死し、この話は一頃挫を来たし、そののち数年の間、X線分光分析は特に実際に応用されることなく経過した。

X線分光分析の開始のおくれた理由には、希土類元素の分析に意欲的であった Moseley の戦死を含めて第一次世界大戦による各種の事情もあったろうが、そのほかに化学者とX線分光学者との協力の機会がなかった点もあると思う。当時はX線分光装置は市販のものがなかったから自分で組立てなければならなかった。また、その分光器の取扱いも今日と異なり、はなはだめんどうであった。それゆえ、X線分光学の専門家の協力を必要とし

たが、そのような機会にはなかなか恵まれなかつたのであろう。

1922年になってスウェーデンの Lund の大学の A. Hadding⁽¹⁹⁾ という鉱物学者が鉱物の分析にX線スペクトルを応用することを試みた。

Hadding はX線分光学の大家 M. Siegbahn の研究室においてX線分光法に習熟する機会に恵まれ、試料として彼の専門である鉱物を選び、特に化学的分離の困難な希土類元素の識別に重点を置いた。

Hadding の試みた分析のうちで、特に興味をひいたのはスウェーデンの Österby 産のフルオセル石のX線スペクトログラム中に当時未知の第61番元素の $L\alpha_1$ 線を認めたと報告されたことである。のち 1925 年 Hadding⁽²⁰⁾ は “On the structure of X-ray analysis-spectrograms” を書いてX線分光分析を行なう際の諸注意を述べている。彼はその上で、分析スペクトログラム中のスペクトル線の誤った解釈の実例として、自分がかって第61番元素の $L\alpha_1$ 線と思ったものは実はセリウムの $L\beta_6$ 線で、当時用いた小さな分光器では両者の識別はできなかつたと書いている。

また、彼は多数の元素について分析に用い得べき $K\alpha_{1,2}$, $K\beta_1$, La_1 , $L\beta_1$ の諸線と、それらの線に波長が接近し、分析の際に誤解を生ずる恐れのある諸線を示した表を作成している。

Hadding の最初の発表のあった 1922 年、Copenhagen では Hevesy と Coster は第72番元素搜索の努力をしており、その確証にはX線スペクトルが用いられた。また、これに関連してX線分光法が定性分析のみならず定量分析においても役に立つことが実証された。

すでに述べたように、1922年から1923年にかけて Hevesy らはジルコニウムの鉱物から六フツ化ジルコニウムカリウムあるいは六フツ化ジルコニウムアンモニウム⁽²¹⁾ をつくり、その分別結晶によってその中に存在するハフニウムを母液に濃縮することを試みたが、その濃縮過程においていちいち X 線分光法によるチェックが行なわれ、濃縮の進行をハフニウムの $L\alpha_1$ 線の強度の増大によって知ることができた。

このようにしてX線分光法は初期には定性的または半定量的な役目を有効に果したが、さらに進んでハフニウムの定量に応用されることになった。すでに述べたように、ジルコニウムとハフニウムは天然に相伴って産出し、この両元素は性質酷似してこれを化学的に分離することは困難であったから、Coster, Hevesy らはハフニウムの定量にX線分光法を応用することを研究した。その最初に用いた方法は1923年 Coster⁽²²⁾ により発表され

ている。この定量法の要旨はつぎのとおりである。

定量すべき元素に原子番号が隣り合っている元素の既知量を比較のため試料に加え、よく混合したのち Siegbahn 型真空X線分光器⁽²²⁾の銅板製対陰極に置き、これに陰極線をあててX線を発生させ、スペクトル写真を撮影する。両元素の対応する二線、たとえば両元素の $L\alpha_1$ 線の強さを比較する。両元素の量が等しいときは対応する両線の強さも等しいものとして加えた元素の分量から目的の元素の量を算出する。

Coster はこの方法をためすために原子番号50番のスズと51番のアンチモンについて実験し、両元素の $L\alpha_1$ 線の強さを比較して大体満足すべき結果を得た。そこで第72番のハフニウムの定量のために第73番のタンタルを比較に用いることとし、ハフニウムの $L\alpha_1$ 線とタンタルの $L\alpha_1$ 線の強さを比較し、両線の強さが等しいときにはハフニウムの量は加えたタンタルの量に等しいものとしてハフニウムの量を算出した。

この方法は初期の各種試料のハフニウム定量に用いられた。しかし、各種の原因⁽²³⁾によってこの方法が常に正確な値を与えるとは云い難く、たとえば濃縮の過程が進行しているのにハフニウムの線がさまで強くならぬ場合も時として生じ、検討する必要にせられた。

この時、Coster はすでに故国オランダへ帰ったために、仁科芳雄⁽²⁴⁾がこの解決にあたることとなった。1925年仁科は比較する両線の波長が離れていることが誤差を生ずるひとつの原因と考え、比較のために加える元素としては目的の元素の線に波長の接近した線を与える元素を選んだ。比較のために加える元素は原子番号の近いものの方が望ましいが、必ずしも隣り合っている必要はない、相当強い線が目的の元素の線に接近してならんと撮影できるようになればよいのである。

ハフニウムの場合に仁科はカシオペイウム⁽²⁵⁾を比較のために加える元素とし、ハフニウムの $L\beta_1$ 線の強さをカシオペイウムの $L\beta_1$ 線の強さと比較することにした。この両線は波長差は4 X Uで、両線は乾板上に接近して現われるから前のハフニウムの $L\alpha_1$ 線とタンタルの $L\alpha_1$ 線を比較した場合にくらべて両線が異なる影響を受けることははるかに少ないと考えられる。また、他の元素の影響を避けるために試料はジルコニウムとハフニウムの混合酸化物とし、これに酸化カシオペイウムの既知量を加えて混合したものを対陰極に付けて線スペクトル写真を撮影した。

実験によれば、ある条件のもとに

$$Cp_2O_8 : HfO_2 = 2.5(5)$$

のときに上記両線の強さが等しくなることを知った。そ

れゆえ、両線の強さが等しくなったときの Cp_2O_8 の量を2.5(5)で割れば所要の HfO_2 の量が求められる⁽²⁶⁾。

このように、定量すべき元素の線の近くに比較すべき線を与える元素の既知量を加える仁科の手法はのちに光スペクトルによる定量の場合にも用いられるようになった。

私⁽²⁷⁾はそのち仁科の方法を検討し、この方法が試料中の酸化ハフニウムの含量0.5%から99.5%の広い範囲に適用できることを明らかにし、また混在する他の元素の影響を除くこと、酸化物以外の試料を用いることなどを実験した。

今日ではX線分光分析は専ら螢光X線法によって行なわれ、この目的に適した便利な装置も市販され、日常の分析に容易に応用されるようになった。実に隔世の感がある。もし何かのご参考になれば幸いと思って、X線分光分析の創始時代にコペンハーゲンで行なわれていた昔の方法について記した⁽²⁸⁾。

注と文献

- (1) Coster and Hevesy, *Nature*, 111, 79 (1923).
- (2) Coster, *Chem. News*, 127, 65 (1923).
- (3) Urbain, *Compt. Rend.*, 152, 141 (1911).
- (4) Dauvillier, *Compt. Rend.*, 174, 1347 (1922).
- (5) この線の正体については、疑問もあるように伝えられている。
- (6) 第72番元素の $L\alpha_1$ 線の近くには、ジルコニウムの $K\alpha_1$ の二次スペクトル線が存在する恐れがある。この線およびその他の紛らわしい線については十分検討し、得た線が第72番元素の線であることを確かめている。
- (7) 北国の暮れの早い十二月に分別結晶を急いで研究所の化学の助手たちから私は親しくこのときの感激の様子を聞いた。
- (8) この命名は Coster 夫人の提案という噂であるが、私はそのことを確かめていない。正式にはもちろん Hevesy と Coster の命名である。
- (9) Hansen and Werner, *Kgl. Danske Vid. Selskab Math.-fysiske Medd.* V, 8 (1923).
- (10) 現在の用語はルテチウム。
- (11) このゆえにドイツの原子量表が第71番元素の名称にルテシウムを探らず、カシオペイウム Cp を用いた時代がある。私の滞在していたころの Bohr の研究所でも第71番元素はカシオペイウムと呼んでいた。
- (12) そのころ一部では Urbain のセルチウム試料の中に微量の第72番元素があり、従って Urbain が第72番元素の発見者であり、Hevesy らはこれを多量に分離することに成功したのだと信じていた人びとがあったらしい。しかし、Urbain のセルチウム試料中に第72番元素の存在しないことは本文に述べたとおり彼の発表したセルチウムのアーチスペクトルの検討からも明らかである。
- (13) 柴田雄次先生はお若いときに Urbain の門に学ばれた方であるが、すでに1923年私にこれは Urbain の誤りであるといわれた。私は先生の公正な態度に深き感銘を受けた。
- (14) Moore, "Niels Bohr". Published by Alfred A. Knopf Inc., New York (1966).
- (15) 藤岡由夫訳『ニールス・ボーア』河出書房発行(1968).
- (16) Moseley, *Phil. Mag.* 26, 1024 (1973). この原文の奥野久輝博士による和訳は日本化学会編『化学の原典. 8. 元素の周期系』77, (1976) に掲載されている。
- (17) Moseley, *Phil. Mag.* 27, 703 (1914). 奥野久輝博士による和訳は(16)の書, p. 89
- (18) 当時の市販の希土類ははなはだ不純のものが多く、研究に適せぬもの多かった。このため研究に際しては事情を述べて希土類の専門化学者から分けてもらわなければならなかった。Moseley も Sir William Crookes よりいただいた酸化エルビウムはほとんど純粋であったが、市販のものは Er 50%とほかの元素50%を含むものであったと述べている。コペンハーゲンの研究所でそのころ使用した希土類は Auer von Welsbach より贈られた彼自身調製したものであった。
- (19) Hadding, *Z. anorg. u. allgem. Chem.* 122, 195 (1922).
- (20) Hadding, *Lunds Universitets Årsskrift*, N. F. Aved. 2, Bd 20, Nr. 8 (1925).
- (21) 始め六フッ化ジルコニウムカリウムが使用されたがのちにその使用をやめて六フッ化ジルコニウムアンモニウムが用いられた。Hevesy and Jantzen, *Chem. News*, 127, 353 (1923).
- (22) 『X線工業分析』第4集, 14 (1968) 参照。
- (23) 原因として考えられるのは比較する両線が離れているため異なる影響を受けやすいこと、他の元素の存在による影響、対陰極の両元素の組成が撮影中に変化することなどである。
- (24) Coster and Nishina, *Chem. News*, 130, 149 (1925).
- (25) カシオペイウム=ルテチウム。注(11)参照。
- (26) 線の強さの測定には光度計も使用したが、日常はつぎの方法によった。両線の強さ(乾板の黒さ)が肉眼で等しく見えるまで加える酸化カシオペイウムの量を変えて写真を撮影する。肉眼で両線の黒さの比を定めることは困難であるが、両線の黒さがほぼ等しいと見定めることは容易である。両線の乾板上の黒さが等しくなったときの加えた酸化カシオペイウムの量を2.5(5)で割って酸化ハフニウムの量とする。
- (27) Kimura, *Z. phys. Chem.*, 128, 394 (1927).
- (28) その他の研究所で行なわれた古い時代のX線分析法の一端については下記を参照されたい。

木村健二郎, 『X線工業分析』第4集, 17 (1968).

ハフニウムの発見とX線分光分析の創始(木村)

化 学 史 研 究 会 会 則 (1976年11月6日一部改正)

1. 本会を化学史研究会と呼び、会員相互の協力によって、化学史研究をすすめることを目的とする。
2. 化学史に関心をもつ者、その研究をおこなうとする者は会員になることができる。会員は個人会員、団体会員、賛助会員とする。
3. 本会には会長1名をおき、ほかに世話人会、編集委員会、事務局をもって運営する。
4. 本会は年一回総会を開き、運営方針及び会長、世話人、編集委員、事務局責任者を選出する。
5. 本会は次の事業をおこなう。

- (1) 少くとも年1回会誌『化学史研究』を刊行する。
- (2) 適時研究会をひらき、会員相互の親睦と研究の交流をはかる。研究会は地方で開催することもある。
- (3) その他

6. 会員は研究会に出席し、研究報告をおこない、会誌『化学史研究』に投稿することができる。
- 本会に入会しようとする者は入会金を前納する。会員は会費を納入し、会誌『化学史研究』を受取る。入会金および会費はつぎの通りとする。

	入会金	年会費
個人会員	1,000円	3,000円
団体会員	—	5,000
賛助会員(1口)	—	10,000

〔論文〕

アメリカの化学史運動の一侧面

—Edgar Fahs Smith をめぐって—

河原林 泰雄

(名古屋大学教養部)

アメリカの化学教育雑誌 *Journal of Chemical Education* に化学史の記事が多く載り、教育の雑誌でありながら、化学史の資料として、専門誌とならぶ高い評価を受けている⁽¹⁾。筆者はたまたま、同誌の創刊号から1975年までに掲載された化学史関係の記事をリストアップする作業を行なってみて、50年間に約900篇に及ぶ膨大さと多様性に驚かされ、以前から漠然と感じていた、教育の雑誌にどうしてこのように多くの化学史の論文が載るのか、という疑問を改めて強く感じた。初期のこれらの論文を散見しているうちに、この疑問は解けていったが、同時に1921年1922年にアメリカ化学会(ACS)の会長であった Edgar Fahs Smith の、アメリカの化学教育運動と化学史運動のなかで果した大きな役割について、眼を開かせられることになった。彼は ACS のなかに化学史部会(Division of History of Chemistry)を設置するのに、その発端から終始尽力した人であり、またほぼ同時に発足した化学教育部会(Division of Chemical Education)の設置についてもよき理解者であり後援者であった。

小論では、まず筆者のもった疑問の解明に関連して、ACS の上記 2 つの部会設立の事情、*J. Chem. Educ.* の創刊当時のことを述べる。つぎにこの ACS の中の動きに会長として中心的役割を果した E. F. Smith の略歴と人物を素描し、ついで彼の化学史家としての活動と思想に触れる。おわりに、Smith によって最初に *J. Chem. Educ.* 誌上にとりあげられた化学史の教育なし教育と化学史の問題が、その後 50 年間にどのように誌上で取り上げられてきたかをたどってみることにする。

I 2 つの部会と 2 つの雑誌

1921年のACS総会のなかで、4月に化学史セクションが、9月に化学教育セクションが、それぞれ第1回の集会を開いた。個々のセクション発足の事情に触れる前に、この出来事をアメリカ化学会の活動の面からみておくことにしよう。

アメリカの化学者の全国組織である ACS は1876年に設立されたが、最初の15年はニューヨーク市を中心とし

アメリカの化学史運動の一侧面(河原林)

がはじめてであった。その席上化学教育委員会はその報告の中で、つぎのことを勧告している。化学教育セクションの集会と、そこで読まれる論文を確保することに責任を持ち、化学教育に関する情報を集め、この分野の活動への学会の関心を高めるのに必要と思われる報告を評議会に寄せる、そのような化学教育委員会を会長が任命すること。このような意欲にもとづいて、1908年末に化学教育セクションの集会がはじめて開かれ、かなりの関心と熱意とが寄せられ、学会のこの分野の将来は明るく、ついに化学教育は学会内に定着したかにみえた。ところがその後、1909年のボストン集会、1910年のミネアポリス集会でのセクションの集会は開かれたが、1911年以降は10年間全然開かれた形跡がない。1920年までの状況はおおむねこのようであった。一方 ACS の会員の増加にともない化学教師の化学教育セクションへの要求は高まっていたものと思われる。実際、部会の第3代議長、Wilhelm Segerblom は、1919年に Edgar F. Smith 博士に、何故 ACS は教師の関心をひくことを少しもやらないのか、何か化学教師のための実際的な計画をやるべきだ、と申入れた教師のあったことを報告している⁽²⁾。

化学教育セクション設置の運動の直接の引金になったのは、1921年4月の ACS ロチエスター集会の、物理化学部会の集会で発表された、Edward Ellery の「学部学生の研究」に関する報告であった。これに強い刺戟を受けた Neil E. Gordon は、このような教育に関する論文がもっと多く発表されるのが望ましいが、それには物理化学部会ではなくそれ自身の部会が必要だと考えて、ACS書記の C. L. Parsons を訪ねこの件について相談した。Parsons は最初、教師のセクションが長続きするとは思わない、と悲観的な見方をしていたが、結局このことに関心のある15人のメンバーがみつかれば、その人たちがつぎの集会で化学教育セクションを結成すればよい、といい、手続きを指示した。Gordon はそれに従って、15名のリストを作成し、Parsons を経て ACS 会長 E. F. Smith に提出してセクションの認可を求めた。Smith は全面的に賛成し、セクションの議長を引き受け、Gordon が書記となって秋のニューヨーク集会のプログラム作成を準備するようにすすめた。

このようにして1911年以来途絶えていた化学教育セクションが召集され、1921年9月8日にその第1回集会が開かれた。Smith は最初の講演者として、化学教育セクションの理念と諸目標、将来の計画、教師の組織などについて語った。集会の参加者は予想以上に多数で、会場を大きい部屋に変更することになった。こうして好調のスタートをきった化学教育セクションは、Gordon の

精力的な活動と、それに協力して手弁当で熱心に良心的にはたらく人々の努力によって、1922年、1923年ときわめて充実した集会運営の実績を示して、1924年4月から正式に化学教育部会となつた⁽⁴⁾。

2. 化学史部会

化学史の教育と研究を促進するための組織を ACS のなかにもつということは、1921年 E. F. Smith が会長になったとき、みずから ACS 会員に呼びかけ発足するまでは、まったく考えられもしなかった。Smith については後に触ることにして、まず彼の化学史セクション設置の意図、その運動の始まりを Charles A. Browne の「化学史部会の過去と未来」によってみておこう⁽⁵⁾。

Smith 教授は、約20年の教科書や実験書の著作のうち、1890年代後半から、のちにその分野での権威となったアメリカの化学者の短い伝記を書くことに注意を向けはじめた。1914年出版の彼の最初の歴史書『アメリカの化学—合衆国の化学史からの数章』(Chemistry in America—Chapters from the History of the Science in the United States) は、彼が総長をしていたペンシルベニア大学の大学院学生のために行なった、合衆国における化学の発展をとり扱った講義の産物であった。この著書はその副題の示すように、包括的な研究を意図したものではなく、主として彼が歴史的研究として特別の関心を示した、彼の生れた州の化学の発達に重点がおかれていた。彼はこの限界をこえて全国的に均衡のとれた扱いをしたこの本の新版の刊行を構想していた。……彼の望みは、ボストン、ニューヨーク、ボルチモア、ピッツバーグ、ニューオーリンズ、シカゴ、サンフランシスコ、その他の合衆国の諸都市の化学者たちが、彼がフィラデルフィアでやったように、それぞれの地方での化学の始まりを研究することであった。このような研究を刺戟することが、アメリカ化学会の集会の一部に、化学史のセクションを組織することの彼の主目的のひとつであつた。』⁽⁶⁾

セクションの発端について Browne は自分の日記を引用してこう書いている⁽⁷⁾。

「1920年9月7日 アメリカ化学会集会
於 イリノイ州エバンストン
エバンストンでわれわれは午後3時にノースウェスタン大学体育館に集まつた。たまたま出逢つた Parsons 博士その他の人たちから、E. F. Smith 博士(ペンシルベニア大学総長)が私に会いたがっていることを知らされ、まもなく体育館で彼を見つけた。彼

は有名な化学者の自筆の手紙や肖像などの私の収集について聞いていて、自分も化学史に大いに興味をもっているので、私と話したいのだといった。私たちはしばらく体育館で講演を聞きながら坐っていたが大変暑かったので、とうとう外へ出て湖畔の木蔭に腰かけて1時間以上も快適な会話を交した。⁽⁸⁾ 会話は Browne が Smith に、 Priestley の蔵書票(bookplate) の写真を進呈したことから、 Smith 所持の Priestley の本の蔵書票には美術的装飾がなくて名前だけのものがあること、 Browne 所持の本がバーミングム暴動後の財産目録に載っているかどうか調べてみたいと思っていること、ノーサンバ蘭の Priestley の古い家の移築計画のこと、 Smith 所持の Priestley の古い天秤のこと、等々尽きることなく2人は同じ趣味の話に時間を忘れた。終りに「Smith 教授はセクションをつくるのに十分な、化学史に興味を持っている ACS 会員がいると思うか、とたずねた。私は、誘われさえすれば集まる人はいると思うと答え、何人かの人の名前を挙げた。私は化学史のセクションをつくるという考えについて、心からの賛意を表した。」

以後2人は緊密に連絡をとり、他の化学者の反応を見て、最終的に運動を発進させるのに十分な支持があると判断した。こうして1921年4月27日ACSロヂエスター集会で化学史セクションの集会が会長 Smith により召集され、約30名の化学者が集まった。集会は Smith の、ミシガン湖畔の2人の集会が楽しかったことから、他の化学者にも同じ楽しみに参加してもらう今回の集会が企画されたとの主旨説明で始まり、ついで彼は、古いラテン語の鍊金術書、化学者の自筆の手紙を回覧したり、蔵書票に使われた Priestley の家紋の写真を配布したりしたあとで、アメリカの古い化学書について話した。つぎに Browne が、 Smith の近著 *Priestley in America* の中に述べられている「この国の化学の発展を振りかえるのに、そもそも始まりからすべてが研究と反省の対象とされるべきときが来た」という言葉をひいて、アメリカの化学史について語り、収集品の展示を行なった。

2人の講演のあと参会者から、このセクションの活動にはメキシコもふくまれるか、という質問があり、 Smith は、西半球を覆うべきだと答えている。また、化学史セクションは他のACSのセクションや部会と同じ基準で組織するのが望ましいかどうか、という質問に対して、 Smith はこう答えている。「運動は無理をせず、自由に自然に展開するのがよい。興味のある人が集まって意見を交換し、面白いものを持っている人はそれをもってきてみせる、その方が発表論文のスケジュール

を決めておくより面白いものになるだろう」⁽⁹⁾

1921年9月のニューヨーク集会のプログラムにはつきの事項が告示にふくまれていた。

「化学の歴史——E. F. Smith と同好の士は9月9日火曜日午後 Mines 301号室でその趣味(hobby)について話し合うため集まる予定」

この集会には約100名が集まり Smith, Browne と L. C. Newell によって論文が読まれ、コレクションの展示が行なわれたあと、化学史のためだけに開かれる定期的集会をもつことについて討議が行なわれ、直ちに公式の化学史セクションを組織する手続きがとられ、議長に Browne、書記に Newell がえらばれた。ついでアラバマ州バーミングムでの1922年4月の集会も多数の参加を得て、化学教育部会よりも3年おくれたが、1927年9月に正式に化学史部会が成立した⁽¹⁰⁾。

3. 2つの雑誌

このようにしてアメリカ化学会の中にできた2つのセクションにとって、集会で読まれた論文をどこに発表するか、ということがさせまった問題となってきた。そして結局は、化学教育の雑誌は発刊されたが、化学史の雑誌はついに日の目をみない、という結末になるのだが、その経過をたどってみよう。

N. E. Gordon は最初、化学教育の論文を ACS の2つの雑誌 *J. Ind. Eng. Chem.* と *J. A. C. S.* に載せることを交渉したが、掲載に不適として断られた。 *Science* と *School Science and Mathematics* の2誌から講読者増加のため一定の紙面を提供するとの申し出があったが、それでは多数の論文は消化しきれなかった。

結局独立の雑誌を発刊する以外に道はないと考えた Gordon は、セクション関係者750名にアンケートをとり、56%の賛成を得て、直ちに発刊の準備にとりかかった。ACSからセクションへの資金援助はないことがわかつて彼の考えたことは広告料の収入であった。この考え方に対して、相談に乗っていた ACS 書記 Persons は反対はしなかったが、次のように言った。「石壁に頭をぶつけてもよいというのなら進みたまえ。もし雑誌ができたとしても、300人以上の講読者ができたら、君の食べられるいちばん豪勢なディナーを賭けようじゃないか」こんなことをいわれながらも、ボルチモアからニューヨークへ出かけ、2日の滞在で2000ドルの広告の契約をとることに成功し、また講読者数拡大の見通しも得て、彼は1923年9月のセクションの化学教育委員会に雑誌発刊の提案ができるよう準備にとりかかった⁽¹¹⁾。

一方、化学史セクションの方はどうであったか。1922

アメリカの化学史運動の一侧面(河原林)

年4月3日バーミングム ACS 集会の Browne のメモはこう伝える。

「Smith 教授は ACS 会員の中に化学史のための雑誌を維持してゆくのに十分な人数がいると思うかとたずねた。私は会員の1パーセント以上が化学の歴史的な面に興味を持っているとは思わない、たかだか150人くらいと思う、と答えた。……彼は化学史セクションの論文を発表するためにも、化学史への興味を刺戟するためにも、このような雑誌が必要なのだ、と言った。彼は化学史に興味を持つ化学者がほんのわずかであることは認めていた。……」⁽¹²⁾

1年後の1923年4月4日ニューヘブン集会のメモでは「Smith 教授は、W. H. Nichols に雑誌を発刊するための10万ドルの資金援助を頼んである、きっとこれはうまくいくだろう。……もしこの計画がうまくゆけば、純粹に化学史だけを目的とした世界で唯ひとつのが生まれることになるのだが、といった。」と伝えられる⁽¹³⁾。 W. H. Nichols というのは、1876年ACS創立当時からの会員で、Smith の2期前の ACS 会長をつとめ、当時 Allied Chemical and Dye Corporation の会長だった人である⁽¹⁴⁾。このように Smith は希望をもち、化学会の有力なメンバーに提出するために、彼の考えを述べた声明文の原稿に目を通しててくれるよう、 Browne に頼んだりしている。1927年4月のリッチモンド集会のときも、 Smith は「このような雑誌の初号が手に載せられたら、何よりの願いがかなうことになるのだが」といつていたが、事情は相変わらずであった。彼の「化学の偉大な文化的価値を強調し、現在の過度の物質的傾向に抵抗するための最も有効な手段である」と考えていた化学史の雑誌は、こうしてついに彼の生前には実現しなかった。アメリカに化学史の専門誌 *Chymia* があらわれるのは、彼の没後20年のことであるが、これについては後に触れる。

化学教育雑誌の方は順調で、1923年9月のミルウォーキー集会で、その発刊を議題に予定していたが、その前に Gordon はセクションの議長である Smith を訪ね、雑誌の編集を依頼している。 Smith は目鼻のつきかかっている計画があり、化学教育の雑誌を積極的に推進する役割を果す気はない旨を述べて断った。さらに Gordon が化学史の論文を *J. Chem. Educ.* に載せる話を持ちだしたところ、 Smith は断乎として「否」といった。彼はもしそうすれば、化学史は背景に退き、多少影がうぐくなると感じており、化学史を目立たせたいという彼の目的にはあわなかったのだ、と Gordon は説明している。このように最初はまったくその気のなかった Smith

も少しあとで、 *J. Chem. Educ.* に化学史の論文を載せることに同意し、 Newell を歴史部門担当の編集者として推している⁽¹⁵⁾。

結局 *J. Chem. Educ.* の編集は Smith にすすめられて Gordon が引受け、その発刊はセクションの委員会で決定され、1924年1月に第1号を刊行した。 Smith は第2年目に化学史教育に関する論文を寄稿して、他の人がそれにならうようにすすめた。このような次第で以後 *J. Chem. Educ.* 誌上に、化学史部会で読まれたものを中心に、化学史関係の論文が続々と載せられることになった。

II Edgar Fahs Smith について

1. 略歴と人物

E. F. Smith は化学史部会が正式に成立した年の翌年、1928年4月のACSセントルイス集会に出席し、部会の集会で「化学史の一教師としての経験」と題する講演を行ない、フィラデルフィアに帰った直後に風邪から肺炎を併発して、1928年5月3日夜ペンシルベニア大学病院でその生涯を終えた。享年74歳。*J. Chem. Educ.* は6月号に C. A. Browne の弔詞を載せて彼の死を悼み⁽¹⁶⁾、1932年4月号を E. F. Smith 記念号とし⁽¹⁷⁾、前年バッファロー集会の化学史、化学教育両部会の合同集会で読まれた、アメリカの化学教育の歴史に関する論文とともに、彼とともに親しかった人たちの追憶文を載せている。これらによって、彼の略歴と人物を素描してみよう。



Edgar Fahs Smith

Smith は 1854 年 5 月 23 日ペンシルベニア州ヨーク郡に生まれ、初期の教育をヨーク郡アカデミーで受けた。1872年にゲーツバーグのペンシルベニア・カレッジに進み、そこで 1874 年に B. S. の称号を受けた。彼の父は商人で息子が実業に入ることを望んでいたが、彼自身は最初医学を志望していた。カレッジ在学中に自然科学、特に化学と鉱物学とに興味を持つようになり、彼の化学の教授 Samuel P. Sadler の奨めもあって、ドイツに留学することになった。彼は Wöhler のまだ健在であったゲッティンゲン大学に入り、そこで Wöhler と Hübner に化学を、von Walther Hausen に鉱物学を学びながら 2 年を過ごした。1876 年に Wöhler の下で Ph.D. の学位を得て帰国した⁽¹⁸⁾。

修学時代の彼について 2 つの挿話を記しておこう。Smith の少年時代について、彼の弟 Allen J. Smith (1863-1926) はつぎのように語っている。彼の靴はいつも光っており、本には覆いがしてあって、よく使うのにしみひとつなく、腰をおろすときポーチに必ず白いハンケチを敷いた。彼はそういうきれい好きの几帳面なよい子だった。しかしまれには罰を受けることもあり、そんなとき彼はじたばたせず割切った態度でこれを受けた。「要するに、彼は若死にするほど良い子ではなく、ちょうどよい加減に良い子だった。」彼の母は毎晩古風なランプの下で彼に勉強させ、翌日の課業を全部暗誦させ、絶対に半解を許さなかった。この母の訓練のおかげで、物事を徹底してやりぬくことを学び、生れつきの分析力、記憶力を鍛錬することができた⁽¹⁹⁾。

このことはゲッティンゲン時代の Smith に大きな利益をもたらした。彼が学位論文を提出し、Ph. D. の最終試験の 2 日前、街を歩いていると、実験室で顔を見たことはあるが話したことのないドイツ人学生から挨拶された。彼は Smith の試験の日時を知っており、その日試験を受けた彼に Wöhler 先生は、白金族の金属はどうして分離するか、と試問したことを伝え、そのことを勉強しておくようにすすめた。Smith は下宿に帰ると早速 Wöhler の書いた鉱物分析の本の勉強を始めたが、あまり進まず時間もせまっているので、そのことの書いてある章 12 ページを丸暗記することにした。そして試験の 1 時間前には完全に暗誦できるようになった。試験で Wöhler は果してこの問い合わせを出した。「私は少々困った風をし、困惑を示すため白手袋の端をひっぱったりしながら、始めはつかえつかえ、進むに従って滑かに Wöhler の本の 12 ページを暗誦はじめた。」こうして上首尾で化学の試験は終った。つぎに、Ph.D. の試験のとき提出するラテン語の自伝 “Vita” を、ふつうは 10 ドル

出して翻訳を頼むところを自分で書いて提出したことから、ラテン語の老教授の質問を受けたが、タキツス、ホラチウスをすらすらと暗誦することができた。少年時代に形成されたものによって、彼は大いに面目を施すことができたわけである。なおこのあと、試験後の正式訪問のとき、Smith は一切を白状して Wöhler を大笑いさせている⁽²⁰⁾。

さて、1876 年帰国した Smith はペンシルベニア大学の F. A. Genth 教授の分析化学の助手に任命され 5 年を過ごしたのち、1881 年にムーレンバーグ・カレッジの化学教授職に就任、2 年後 1883 年にウィッテンバーグ・カレッジの化学教授に就任した。1888 年に Genth 退任後空席となった分析化学教授職を受けるためペンシルベニア大学に戻った。4 年後 1892 年に大学の化学部長であった旧師 S. P. Sadler の退任に伴ない部長となった。ペンシルベニア大学復帰後の 20 年間は研究者としての彼の活動の最盛期にあたり、弟子たちとともに精力的に研究を行い、統々と論文を発表した。彼の研究の分野は、主として電解分析法、原子量の決定、希有金属の化合物および種々の無機酸の錯塩などであり、その他のものをふくめて総数 169 篇の論文がある。彼の電解分析法に関する著書は 6 版を重ね 4 ケ国語に翻訳された。なお彼は教科書、実験書の翻訳や著作も多数出版している。

彼の管理者、教育者としての能力もとに認められ、1898 年に大学の副総長、続いて 1911 年には総長に選ばれ、1920 年に引退するまで有能な管理者として手腕を發揮した。彼の管理下の 10 年間に、学生数と教員数は倍増し、いくつかの施設が増設され、教育の質の向上と教授の待遇改善、教育制度の全面的な再編成など多くの改革が行なわれ、大学は空前の繁栄を迎えた。

彼は若いときから化学史に興味を持っていたが、この時期以後、著作の重点は化学史に向かわれる。アメリカ化学史に関する最初の著書 *Chemistry in America* (1914) について、Robert Hare—An American Chemist (1917), James Woodhouse (1918), *Chemistry in Old Philadelphia* (1918), James Cutbush (1919), Priestley in America (1920), および *Old Chemistries* (1927) などがある。このほか J. C. Booth, Franklin Bache, S. L. Mitchell, M. Carey Lea, John Griscom, J. B. Rogers その他のアメリカの化学者の生涯を描いた小論文約 20 篇、化学史、化学教育に関する小論文約 20 篇がある。

Smith は多くの要職に任せられ栄誉を受けたが、その主なものは、1902 年から 1906 年までのアメリカ哲学会会長、1895 年、1921 年、1922 年のアメリカ化学会会長、

1928 年のアメリカ科学史学会会長があり、また彼はアメリカ科学アカデミーの会員であり、フランスのレジョンドヌール勲章を受けた。また彼は、ウィスター協会会長、カーネギー財團理事、シカゴ万国博審査員のほか、ペンシルベニア州州法改正委員会、合衆国分析委員会の各委員をつとめ、国際的にも軍縮会議技術顧問になるなど多くの公職について奉仕した⁽²¹⁾。

以上が Smith の簡単な経歴である。つぎに彼がどんな人物であったか、何人かの人たちの言葉を引用してみることにしよう。

彼の大学の同僚の化学教授 W. T. Taggart は彼の死の数年前、彼についてこう書いている。

「……教師、管理者、著述家、化学者 Edgar Fahs Smith 博士は、人間的な、寛容な誰からも愛される人柄で、しっかりした暖かく心のこもった握手をし、静かな微笑が直ちに人をくつろがせる。彼は誰よりも親しみ易く、世界中いたるところに友をつくり、友を持っている。彼はひよわな楽天主義からではなく、剛健な強さと堅実な判断に立って心から人間の本性について考える。…… Smith 博士の、人物や施策に対する鋭く正確な評価、彼の集中力と迅速的確な実行力、努力の持続性などの資質が、彼を目立った人間とし、大学や州や国は化学と縁のない仕事をまで彼に押しつけることになった。…… Smith 博士の経歴は、その長さと豊かさにおいて、アメリカのカレッジ教育の歴史のなかで、ほとんど匹敵するものないものだった」と総括されよう。情熱的な、鼓舞的な教師、有能な管理者である彼が、『同年代のもっとも愛されるカレッジ総長』の呼称を得たのも当然である。…… Smith 博士は、居ても一生立っても一生という信条の確固たる信奉者で、彼のたゆまぬ勤勉と愉快な気質は、さながら仕事の喜びの生きた実例である。⁽²²⁾

教師としての Smith について、彼の弟子のうちに同僚になった人たちの言を聞いてみよう。「彼は理想的な教師であった。化学を熟知し、化学を愛し、学生を愛し、学生の幸福に心を配った。彼はひとりひとりの学生を知っていた。それぞれが個人であり、単なるクラスの一員ではなかった。」「彼の実験室での訓練は長く厳しかったが、学生たちはその執拗さ頑固さに参りながらも、ひとりとして訓練教官の親切な配慮を感じ知らないものはなかった。」「教師としての彼はどんな難しいことでもおとぎ話のようにする才能を持っていた。同僚として……彼の親切な示唆と激励は人生を生きるに値するものとし、私たちはみな、ほかの理由はなくとも、Smith 博士のために成功せねばならぬと感じた。」「彼の教育方法

をまねようとして失敗した人がいた。それをみて私たちには、教師 E. F. Smith の成功は人間 E. F. Smith の成功なのだ、という結論に達した。」⁽²³⁾

Smith の人格の影響力について、彼の後を襲って大学の総長になった、J. H. Penniman はこういっている。「どんな点で Smith 博士が真にもっと偉大であるかをいうことは困難である、というのは、人々に働きかけた彼の人格の力は、彼等の人生における正義の遂行の支えとなり、彼の仲間へのやさしい愛は、罪と不幸によって涸れ果てたようにみえる泉から涙を湧き出させ、人々の人生の問題や誘惑への彼の真実で寛大な同情は、さもなくば、自己の弱さを悟り、單なる人間的な強さの無力さに、絶望し打ちのめされてしまうことになったはずの何百人の人たちを彼のもとへ引き寄せてきたのだから。」⁽²⁴⁾

Penniman の言葉はもっとも深く彼の人間性に触れているようである。ほかに彼が深く宗教的であって、大学のチャペルで多年学生のために礼拝を受持ったともいわれている⁽²⁵⁾。彼はクリスチヤンとして深い信仰をもっていたのであろう。たゆまぬ勤勉と愉快な気質といわれたものもその信仰に支えられたものであったかも知れない。いずれにせよ彼の溢れる愛は多くの隣人に注がれ、人々もまた彼を愛し友と呼んだ。学生を愛し、同僚を愛した彼は、忘れられた過去の化学者をも愛した。この愛が彼に化学のなかに人間を求めさせ、彼の化学史への関心の源泉になっていた、といえないだろうか。大学のキャンパスにある彼の銅像の台座には、「教師・研究者・友」と彫られている⁽²⁶⁾。

2. 化学史家 Smith

E. F. Smith がアメリカの化学史の研究を促進することを主目的として化学史部会を設立したこと、その方面の彼の著作についてはすでに述べた。つぎに化学史家としての彼の経歴と思想について、彼がはじめて *J. Chem. Educ.* に寄稿した論文「化学史教育所見」(“Observations on Teaching the History of Chemistry”) (1925) を中心に検討してみよう⁽²⁷⁾。

この論文は、はじめに「多くの人から質問を受けたので、学問的尊嚴をあまり乱すことがなければ、個人的な経験を述べてもよさそうに思われた。」⁽²⁸⁾といい、終りに「この論文のなかに発表された経験をある程度実行する労をとる教師は、その努力がむくいられるであろう。」⁽²⁹⁾といっているように、化学史の勉強の発端からはじめて、その教育と研究に関する自らの体験を述べ、より多くの教師がこの道にたずさわってくれることを期

待して書かれたものである。

(1) Smith は先ず、化学史とのかかわりの始まりから、満足すべき化学史の講義コースのでき上るまでのことを述べる。

助手時代には全く関心のなかった化学史の勉強を始めたのは、教授の卵として化学についてもっと知りたいという欲求が起って、まず Hermann Kopp の *Geschichte der Chemie* を読みはじめたときだ、という。これは 1881 年に就任したムーレンバーグ・カレッジ教授職のことである。Kopp と格斗すること数年、化学史の知識が充満するにつれ、これを学生に伝えたいという願望が起り、主として Kopp を種本にして「化学史」と題する講義を始めた。「学生の反応はどうであったか。彼等は講義を尊敬といくらかの興味をもって受けた。しかし感激は喚び起されなかつた。」これに不満であった彼は何年かの模索のうちに、興味を起こさせるには個人的要素が不可欠であると悟るに至り、この要素をとり入れた新しい講義の準備にとりかかった。まず、恩師 Wöhler の生涯のあらゆる侧面を彼の実験的寄与と織りなして、生き生きと彼の人間が描かれているような講義を用意した。これは成功であった。「学生たちは、臨場感に溢れ、今しもその人の所作をまのあたりにしているかのように振舞つた。」つぎに、1700 年から 1850 年まで 50 年刻みに区分した各時代から、ヨーロッパ各国の、傑出した人物を選択し、Wöhler と同型の講義を用意し、新しい講義のセットをつくったところ、「それらは、化学の過去をもっと知りたいという欲求にかりたてるような感動と熱意を生み出した。」

以後この講義は、個人的要素をかなりとり入れた、故に正しい方向への 1 歩がふみ出されたものとして、規則的に授業に採用されることになった⁽³⁰⁾。

(2) つぎに Smith は種々の収集物が歴史を教える助けになることについて述べる。

ひとりの化学者を論ずるのに、もしその肖像、自筆の手紙、原本の刊行物を展示することができれば非常に望ましい個人的要素がえられることがわかつた。このことから、肖像と手紙の探索が始まり、これらのカタログ読みの時代が始まった。後にはそれに古い化学書を求めて古本屋のカタログの勉強が加わった。肖像、自筆の手紙、古い化学書などの収集はこうして開始されたのである。これらの収集物は講義を明快にするのに、また化学的な事物に対する生き生きした印象を学生に与えるのに有効な補助手段であって、改訂された講義にこれらをどう組入れるかの検討も真剣に行なわれた⁽³¹⁾。

Smith は個人的要素と収集物が歴史を教えるのに重要なことを強調しているが、これらは彼にとってもっと深い意味をもっていたように思われる。Browne はこう伝える。「彼は歴史家の肩書きを拒否し、理論の発展、工業の起源、日付の確定は彼にとって、この科学の発達を促した化学者の個性ほどには興味はない、といった。古い装置や自筆の手紙は、それらの中に含まれている新しい原理や理論によってというよりは、そのガラスなり紙面に、かつて Priestley とか Lavoisier の手が置かれたという事実によって彼をひきつけた。」⁽³²⁾ また Smith 自身、ふつうの化学史書で重視されていない過去の 16 人の化学者を紹介した論文「忘却された化学者」("Forgotten Chemists") の中で、こういう。「筆者は自分が化学者であることを喜ぶとともに、断乎として次のように言おう、『私は化学者だ、そして化学者に関する事なら何でも、私の胸に無縁のものはありえない。』と。だからこそ、大いに楽しみながら過去のつぎの化学者たちの肖像を集め、書いたものを調べた、他の人が同じ方面の研究をするなら、こんなうれしいことはない。」⁽³³⁾ そして「趣味としての収集」をすすめてこういっている。「人はこのような収集をなすべきである。友人からときに変人とか単なる収集家とか呼ばれたからとて気にすることはない。仕事をしながら老いてゆくにつれて、この愛称をほほえみをもって受け入れることになるだろう。なぜなら一見了解し難いようにみえる事實を、わかり易く魅惑的に、まことその思想とはさこそありなんと思わせるくらい魅惑的に説明してくれる物語りのなかに、どんなに手紙や肖像が深くくいこんでいるかを知りつくしていようから。結局、教える目的は思想を喚び起すことにより、それは興味を喚び起すことによつて可能になるのだ。」⁽³⁴⁾

Smith にとって化学は化学者個人を離れてあるものではなく、過去の化学者を仲間として愛し、その肖像や手紙によって、彼等とより親しくなることこそなにより大事なことであったのであろう。

ここで世にスミス・コレクションといわれるものについて触れておこう。彼のコレクションは、1894 年にペンシルベニア大学 Harrison 化学研究所が建てられたときに、Smith が自分の事務室として選んだ 2 室に収蔵され、収集物が増えるにつれてこの 2 室は化学博物館の様相を呈するに至り、その価値が広く知られるに従つて、化学史学徒のメックとなつていった。手紙や手稿約 500 点、肖像等約 1000 点、古い化学書約 1000 点よりなるコレクションは、彼の死後未亡人によって大学に寄贈され、大学は Edgar Fahs Smith Memorial Collection in

the History of Chemistry を設立して、これを大学の施設として運営することにした。1931 年 3 月以降一般に公開され、化学史研究家に計り知れぬ便宜を提供して今日に至っている⁽³⁵⁾。1946 年に C. A. Browne を長とする顧問委員会によって、この施設の後援で大学より化学史の年刊誌を発刊することが決められた。1948 年に創刊された *Chymia* がそれである⁽³⁶⁾。Smith の夢みた化学史の専門誌はこのような形で実現することになった。

(3) つぎに Smith は歴史家として種々の示唆を与え化学史の研究を呼びかけている。

まず彼は、歴史書のなかに一面的な偏った記述が往々みられることに触れ、原典に帰ることの意義、個人の置かれた環境の重要さを説く。Priestley について彼の空気に関する実験の論文を読むだけでなく、その時代のイギリスの政治情勢、産業の条件、社会的条件、諸外国のそれらの条件、彼の交友関係、彼が政治、宗教上の論争に関わった事情を考慮し、彼の宗教や芸術に関する著作に親しんではじめて、彼についての描写はより完全になり、彼の科学的活動の正しい評価も可能になるという。

ついで、歴史コースの講義を行なおうとする者に、その素材をどこに求めればよいか、具体的に資料を挙げて探索の方法を示し、とくに、最初期の化学教科書に登場する、ふつうの化学史書では著名な化学者の蔭にかくれてあまり重視されていない、「日暮の化学者」(overshadowed chemists) の化学への貢献を再認識する必要がある、と研究テーマの示唆を与えていた。

また史料の研究を進めてゆくと広大な領域がひらけてくるが、その膨大さに怖気づいてはならない、歴史はこれととりくもうとする研究者を呼び求めていた、といって化学史の研究を勵まし、なぜ博士論文が化学史の分野で許されていけないのか、と問うている。そして、このような研究のひとつの結果は、化学の尊厳と、化学がたどってきた闘争と変革を認識させ、さらに科学の意味に対してより鋭く充実した評価を導くにあるといい、研究テーマの例として、化学親和力のような学説の史的発展、化学装置の歴史、化学工業の歴史などを挙げ説明を加えている⁽³⁷⁾。

(4) ついで Smith は、化学史の研究に従つた道程の最後に、祖国で化学への営みがどのようにして開始されたかという問い合わせに到達したと告白し、つぎのようにいう。大抵の化学の教師は、化学史といえばヨーロッパのことでアメリカにそもそも化学の歴史があるなどとは思っていないけれども、「資料は他の教師に关心をもってもらいたいと思うくらい価値のあるものであることがわかつてきただ。……そして研究が、この国における最初

期の記録を求めるに及んだとき、アメリカはその版図の中に化学史の対象となりうる多くの事実を提供しているという確信を抱くに至った⁽³⁸⁾。」

Smith は、アメリカに多勢いた鍊金家や、アメリカ初期の化学工業、および先駆的なアメリカの化学者の研究を開始すべきことを呼びかけ、自分の著書に触れたのち、こういっている。「学校で行なわれる化学史の講義のどのコースも、アメリカにおける化学の起源と発展についてかなり大きな分量を割いて説明することが必要不可欠である。」そしてアメリカ化学史の資料について、植民地時代の古い文献、昔の新聞、文芸雑誌、大陸会議(Continental Congress)の記録、初期の学会の会報、議事録、講演、古い化学教科書などを挙げ説明を加えている⁽³⁹⁾。

アメリカ化学史の研究はロチェスターの最初の集会以来、化学史セクションの基本方針であり、J. A. C. S. の ACS 創立 50 周年記念号として、"A Half Century of Chemistry in America 1876—1926" (1926) を刊行したのをはじめとして、部会のメンバーによる、アメリカの化学者の伝記、鉄・船具・砂糖・塩などの工業の起源、化学教育の歴史、アメリカの初期の化学装置の歴史、分析実験室の起源、初期のアメリカの教科書の書誌など、多くのこの方面的研究が行なわれた⁽⁴⁰⁾。

(5) つぎに Smith は、化学の教育に役立つ歴史的素材としていくつかの興味ある事例を挙げている。George Washington が Thomas Paine と川底から発生する沼氷について実験した話とか、クロロホルムがアメリカの発見であること、また学生たちが現に実行している実験が、いつ、だれの手によって初めて行なわれたかを知ることは、化学に人間的要素を加え、化学に親近感をもたせることになると述べている⁽⁴¹⁾。

(6) 最後に Smith は、外国の資料とアメリカの化学史家のことについて述べている。

「われわれの講義で望まれるものは化学史の哲学であると感じられるかも知れない。それは到来する。もし人が、時代を、時代の人々を、彼等の自然的社会的環境を、資源・政治・経済等の彼等の国の条件を研究するならば、それは現われはじめ、育つてゆく。」⁽⁴²⁾

この言葉は、化学史の意義、そのもっとも根本的な意義は化学の歴史の研究それ自体のうちにある、というふうに解釈してよいのではなかろうか。それでよいとして、歴史の研究それ自体というのは何であろうか。Smith はそれをレクリエーションかも知れないという。Smith のすすめることを実行しようとすると、あまり

に時間がかかり他のことができなくなる、という読者の声を予想して、彼はこういっている。「しかし、以上の文章に示唆された一切のことは、半端の、暇な、ときになされうる。すべてのこれらの仕事はレクリエーションかも知れない。緊迫した強制的な義務に疲れて、人は休息とレクリエーションを望んで化学史にむかうのかも知れない。」⁽⁴³⁾

この言葉は管理職の激務にあって化学史にむかうた彼の実感であったろうが、本来歴史は生への復原力の源泉なるが故に、人は生命の充実を求めて歴史へむかう、ということであろうか。

III Smith 以後の化学史教育論

J. Chem. Educ. には前章で紹介した Smith の論稿を最初として、化学史教育に関連した論文が、以後断続的に載せられることになる。見落しがあるかも知れないが、筆者の数えたその総数は50年間に16篇で意外と少なく、また論文がとりあげている主題の範囲と性格は、年代によってある程度明確な特徴を看取することができるようと思われる。これは当然のことなのかも知れない。なぜなら、Browne が、アメリカの化学史運動はカレッジや大学の化学教育の始まりにまでさかのぼる、昔の講義要綱や学生のノートを調べてみると、初期の化学のコースではヨーロッパの伝統を受けついで、一定量の化学史の教育が行なわれていたことがわかる、と述べているように⁽⁴⁴⁾、化学教育に化学史教育がふくまれるのは当然のことであって、特にとりたてて論ずるほどのことなく、何か特別の問題を生じたときにのみ論議されるものと思われるからである。

以下全体を4つの時期に区分し、はじめに年代順に論文の著者名と表題を列記し、ついで各論文の内容を簡単に説明し、各時期の特徴を考察することにする。それはまた Smith によって基礎を据えられたアメリカの化学史運動のその後の展開をうかがうことにもなろう。

1. 1925年ころ

- (1) 1925 E. F. Smith:
"Observations on Teaching of the History of Chemistry"
- (2) 1926 L. C. Newell:
"A Tested Method of Teaching the History of Chemistry"
- (3) 1926 W. A. Noyes:
"The Teaching of the History of Chemistry"

Smith の論文に統いて、同じく大学の化学史コース

の講義の経験を述べた2つの短い論文が載る。

L. C. Newell は25年にわたる化学史教育の経験から、学生は歴史の素養に乏しく、化学の断片的知識しか持たないので、連続した専門的な化学史のコースには興味を示さないが、化学者個人には強い関心を示し、すすんで与えられた資料を読みレポートも書くことがわかつて来た、として、有名な化学者の伝記を中心として構成した化学史のコースが効果的であることを述べている⁽⁴⁵⁾。W. A. Noyes も同じ結論であるが、化学史の勉強は語学の勉強と同じで、一通り文法をやればあとは多く読むのが語学の上達法であるように、一通りの大略の通史をやればあとは伝記を多く読むのがよい、と論じている⁽⁴⁶⁾。

この2人の論文はともに化学史部会の集会で読まれたものであり、化学史コースの講義の方法について、部会で議論が行なわれたことをうかがわせる。後出の論文で A. J. Ihde は、1910年か1920年のカレッジのカタログをみれば、今日(1971年)よりも多くの化学史のコースを見出すことができるであろうが、それらの初期のコースは、逸話的、過去志向的でしばしば不適切なものであった、と述べている⁽⁴⁷⁾。しかし、当時化学史部会に集まつた Smith や彼に共鳴したカレッジの教師たちにとって、化学者の個人的要素を中心に据えた歴史構成の方法は、教室で肖像や手紙を展示したりすることをふくめて、テストズミの最良の方法とされていたのであろう。

2. 1935年ころ

- (4) 1935 J. O. Frank and L. Lundsted:
"Historical Materials in High School Chemistry Texts"
- (5) 1936 Greta Oppe:
"The Use of Chemical History in the High School"
- (6) 1938 R. Dumber:
"Historical Materials in College General Chemistry Text Books"
- (7) 1938 B. Jaffe:
"The History of Chemistry and its Place in the Teaching of High School Chemistry"
- (8) 1943 G. L. Flaser:
"Selected References to Biographical Sketches of 100 Well Known Chemists"

Noyes から後、編集者 Gordon が巻頭言で、「歴史的アプローチ」が化学を人間化し、化学への興味を促進するほかに、ふつうの歴史教育を補い、科学の方法の理

アメリカの化学運動の一側面(河原林)

解を与える、などの点で大きな教育的価値を持つことを論じているが⁽⁴⁸⁾、しばらく空白があり、1935年に Frank および Lundsted の共著論文「高校化学教科書における歴史的素材」が載る⁽⁴⁹⁾。

Frank 等の論文は、いまや化学教育における化学史の重要性は広く一般に認められている、高校でしか化学を学ぶ機会のない大多数の青年のための高校教科書では、特に化学の歴史的侧面の適切な扱いが必要であるという考えに基づいて、最もよく使われている20種の教科書を対象に、化学史関係の事項の取扱いを調べた結果の報告である。目的は高校化学教科書にふくまれるべき歴史的素材の量と、それの提示方法の、教科書著者間の一致の程度を知ることであったが、結果をまとめれば化学を興味あるものにしたいと願う教師や、未来の教科書著者に役立つ一般的結論が得られるこも期待されていた。

調査の結果、古代から現代までの化学の発展の叙述に使われた語数は、最低132語、最高4030語、平均1147語で、1930年以後出版の10種の教科書は、平均それ以前の10種の約2倍の語数であること、人物としては、20種全體で336の人名が挙げられ、うち258は5種以下の、169はただ1種の教科書にしか出て来ず、20種全部に出てくるのは4つだけであったこと、酸素の発見やラジウムの発見などの化学史事項、人物の伝記、肖像や古い装置のカットなどの取り上げ方は大変まちまちであること、などがわかった。結論は、歴史的素材の重要性は認められているにかかわらず、著者間に、素材の種類、量、提示方法についての一致がなく、また全体としてその扱いは不十分である、ということであった。

つぎに Greta Oppe は「高校における化学史の利用」と題する論文で⁽⁵⁰⁾、著者間に一致がない上に、教師間

にも一致がなく、それ故に化学史の意義や重要性が見過ごされるのだ、と付け加えるべきだ、として、自分の試みた化学史の単元について報告し、これが他の教師の参考として役立つことを期待している。単元の目的は、1) 過去の知識、考え方とその価値を教える、2) 化学の人間的侧面に気付き、科学者への共感の態度が生ずるくらいにまで、科学者のことをよく知らせる、3) 現在われわれの恩恵をこうむっている科学は過去に起源があったことを示す、ことである。単元の内容は、古代の化学、鍊金術時代、フロジストン時代、酸素の発見と近代化学の起源、今日の化学、アメリカの化学、よりなり、アメリカの化学史について、*J. Chem. Educ.* その他に載った資料を紹介し、生徒の研究課題を指定するなど、重点的に扱っており、Smith の影響がみられる。なお、この単元に關係する挿絵や記事を、生徒に新聞や雑誌から

集めさせ、展示板をつくったり、石けん、木材、石膏などで人形や実験台を作り、立体ジョラマを作製させる、生徒と教師が共同で新聞、雑誌の切り抜きを集め化学史資料のスクラップブックを作る、など指導法に工夫を凝らし印象を深める努力をしている。生徒たちは卒業後も、「こういうのを見付けました。」と挿絵や記事を手紙に同封して送ってくれる、ということである。

つぎの Dumber の論文は、カレッジの教科書について、Frank と全く同じやり方で調査したものである⁽⁵¹⁾。

Jaffe の論文は⁽⁵²⁾、過去の高校化学教科書における化学史の取扱いから説き起している。19世紀後半半ばの教理問答書のような教科書ではほとんど全く化学の発展には触れられず、Priestley や Lavoisier の名前すら出て来なかった。つぎに現れた実験を重視した教科書は厳密に論理的な料理の本のような形をとり、カレッジの要求を高校に押しつけることとなり、高校独自の教育を阻害した。しかし、最近10ないし20年の間に、中等化学教育の目的の再評価、方法の再検討が進歩的な科学教育家によって行われるようになった。このように述べて、Jaffe はこの方向に沿って最近行なわれた ACS 化学教育委員会の勧告に触れ、そこで強調されている人間的アプローチが失敗したのは、一般論ばかりで、このアプローチをカリキュラムのなかに、教えるべき一定のトピックと対応させ、これをふくめることに失敗したからだ、と断定している。また、ニューヨーク州のシラバスに、金属の酸化とアルゴンの発見の2項目しか、化学史の教材としてふくまれていない、他のシラバスも同様である、と述べている。さらに、最新の教科書も決して望ましい状態にないことを Frank の論文を引用して示している。

このような認識にたって、つぎに彼は、高校レベルの化学は伝記だけでは目的を果すことができないだけでなく、高校では在來の化学史コースは不適当であるとして、化学の初步コースにふくまれるべき、人間化要素のミニマムエッセンシャルズを模索した結果を提示する。すなわち、(1) 古代の化学の始まりを簡単に扱う。(4) Priestley による酸素の発見、(13) Arrhenius によるイオン説の起源と発展と、物質の電子理論との関係、など20項目よりなる。この素材を指導要領に織り込んで、科学者の活動をふくんだ化学のカリキュラムを再構成する、というプランである。

素材の用い方には2つの方法があり、第1は伝記的な方法で、つぎのような例を挙げる。

「(1) 科学者の人間性への義務は、(a) Davy が安全灯のパテントをとるのを拒否したことば、『いいや、友

よ、私はそんなことは考えたことがない、私の唯一の目的は人間性のために働くことだ、成功すればその喜ばしい思い出だけで十分酬いられている。』、(b) X線についての Röntgen のことば、『発見は私に属しない、人類に属する』などによって描かれる』⁽⁵⁸⁾その他、(2) 科学者の忍耐、疲れを知らぬ努力と勤勉の例には Curie 夫妻を、(3) 科学者の内面にみたされる充実感の例としては Boyle を、といった具合である。

もう 1 つの素材の用い方は、先駆的化学者の研究に直接触れさせることで、つぎのような例を挙げる。(A) 完全な精確なデータを集めることの例として、Cavendish, Ramsay, Rayleigh によるアルゴン発見の過程を、(B) 暫定的な理論を検証するための実験が試みられている間、判断を保留することの例として Moseley を、(C) 新しい事実に直面してすんで自説を撤回した例として、Proust に従った Berthollet を、等。

最後の Fraser の論文は⁽⁵⁴⁾、100 名の化学者の伝記の概説の文献の所在のリストで、高校化学教師の探索の便宜を計ったものである。

以上見てきたように、この時期の論文は、多数の高校化学教師が化学を教えるのに化学史を利用するという、カレッジの化学史教育にはなかった状況が生れてきたことに対応して、教科書、カリキュラム、指導法など教育の実際上の問題を検討している。しかし、これらの化学者教師の歴史の方法自体に対する批判的評価が試みられた形跡はない。

3. 1950 年前後

- (9) 1947 G. Wakeham:
"The Use of History in Teaching Chemistry"
- (10) 1949 Clara de Milt:
"The Value of the Historical Approach in the Teaching of General Chemistry"
- (11) 1951 L. K. Nash:
"An Historical Approach to the Teaching of Science"
- (12) 1952 Clara de Milt:
"The Value of the History and Philosophy of Science in Training of Graduate Students in Chemistry"
- (13) 1955 B. Jaffe:
"Using the History of Chemistry in Our Teaching"

第 2 次世界大戦後のこの 5 つの論文の内容は多彩であるが、そのどれにも J. B. Conant の名前が出てくると

いう共通点をもっている。それで最初に彼の協力者であった L. K. Nash の論文からみてゆくことにする⁽⁵⁵⁾。

Nash は、世論や政策が科学の進路を左右している現在、一般世人の科学に対する正しい理解が重要な問題になってきたことを指摘し、従来ややもすれば科学および科学者に対する誤解が生まれ、ときには積極的な反感さら招来しかねなかったのは、われわれが科学を教えるのに採用した方法の苦い反映なのだ、反省する。そして従来の方法に勝るなんらかの斬新なアプローチの可能性が探られたが、そのひとつの試みがハーバード・カレッジの一般教育のコースである、として、これをつぎのように説明する。このコースの総会的なフィロソフィーは Conant の *On Understanding Science* に開陳されており、科学は人間的な営みとして、その進歩の動力学、その基礎、その可能性と限界、その技術・経済・哲学との関係、それの社会に与える影響、社会から影響されるしかた、が検討されている。このコースの狙いは、科学の理解を与えるために個々の事実や理論を教えるというアプローチと、抽象的な「科学的方法」を教えこもうとする哲学的アプローチとでもいべきもの、との間にある。結局、事実や理論のそれほど多くの素養を前提しなくとも理解され、しかも科学の全体構造の形成にもっとも重要な役割を果した、若干の歴史的なキー・エピソードをとりあげて科学の理解に導くというやり方である。

ついで Nash は、今日までの科学教育は科学史の豊かな遺産を無視し、単純化し、あるいは故意に誤読してきた、「科学的方法」はその大部分が勝手な知的創作である、という。また、科学史の無視の結果、科学の理解に真に重要な素材の無視が起り、歴史の誤読は科学について、不毛なだけならまだしも誤った観念を生みだしてきた、と述べ、Galileo のピサの斜塔の実験の通説を例として挙げる。

化学史の例として、Lavoisier が分析天秤を使った最初の人で、燃焼の酸素説の基礎になる精確な重量データを最初に得た、という通説を挙げ、これを批判し、事実の発見という点からみれば燃焼の酸素説はもっと早く現れてもよかったのに、遅れたのは何故かと問い合わせる。それを解釈する理論的重要性を強調する。また、この遅れを促した因子は現在の科学の進歩を遅らせるようはたらいている影響と密接な関係があるので、これらの因子についての考察は、科学非専攻の学生の科学コースで特に重要である、という。最後に彼は Conant 監修の *Harvard Case Histories in the Experimental Sciences* の叢書に触れ、これが科学非専攻の学生の科学教育に役立つであろうという期待を表明している。

最初の Wakeham の論文は⁽⁵⁶⁾、化学の教師の多くが学生の理解力を超えた論理的系統的な授業をするので、結局不消化な教育に終わってしまう、多くの学生にとって歴史的アプローチの方が理解し易い、として Conant の趣旨に賛成し、Berthollet から Guldberg と Waage までの歴史を学ぼせる方が、電解質溶液の電導度の実験から入るよりも、質量作用の法則の理解が容易である、などの例を挙げたものである。

Clara de Milt の 1949 年の論文は⁽⁵⁷⁾、カレッジの化学のコースは、物理的科学の基礎を与えることのほかに、1) コース全体として「科学」ということばが何を意味するかを明示すること、2) 化学ないし科学はダイナミックな性質をもつことを知らせること、3) 科学と技術の区別を与えること、4) 演繹的に思考することを学ぶ機会を与えること、の 4 つの目標がある、それを達成する方法として歴史的アプローチが有効である、と述べる。そして、ニューカム・カレッジで実施している、気体法則の発見とアボガドロの理論についての 6 回の講義を説明し、他に定比例の法則、電離説の例も挙げている。

de Milt の 1952 年の論文は、化学専攻の大学院学生が、科学史と科学哲学を学ぶことの意義を論じたものである、まず科学、および科学哲学の定義からはじめ、一般科学史および科学哲学の由来について論じ、科学史と科学哲学は分ち難く、実際にひとつの主題であることを強調する。そして、最新の合成法は知っているが、有機化学の基礎を築いた偉大な実験家の貢献や方法について全く知らない学生が、今日の理論を評価するのに不可欠の素養を与える化学史を学ぶことの必要を説く。さらに、原爆が発明され、ソ連との緊張という問題に直面しているとき、化学者がその専門の研究のことだけでなく、科学の哲学的基礎、その西欧文明との関係を考えざるをえなくなっていると述べ、近代科学は思想の自由の所産であり、それを生み出した西欧文明の伝統を担う責任のある化学専攻の大学院学生は、科学の歴史と哲学について、固有の見識をもつべきであると主張している。

Jaffe の 1955 年の論文は、30 年間の高校化学教師の生活を回想し、化学の授業に歴史的素材を取り入れることによって、生徒に興味を持たせ、学習の動機づけを与え、生徒の生き方に鼓舞の刺戟を与えることができたこと、科学的思考の理解を与え、科学者の態度について、その謙虚さ、偏見からの自己解放、自説を固執しないこと、問題と取組む勇気、慎重な判断、などの例証を与えることができて、教師としての幸福を味わったことを述べ、さらにつぎのことを付け加えている。

科学は、文学、美術、音楽などと全く対等な文化であることを科学史を通じ理解させることができる。技術関係の職場ではたらくことになるかも知れない若者たちに、科学の方法や精神を教えることができる。納税者として科学の財政を負担している以上は、一般市民は科学そのものをより深く理解している必要があるが、その要請に応えることができる。歴史的アプローチにより化学を興味深く学んだ若者の中から、化学教師の志望者が増える。

終りに、Jaffe は、歴史的アプローチを取り入れた新しい教科書が出版され好評を得ていること、いくつかのカレッジで科学史の学位を与えるようになり、17 のカレッジや大学で科学史のためよりよく訓練された教師への要求に応ずる態勢をとっていること、を挙げて、今後の化学史教育に明るい見通しがあると述べ、ハーバード・ケースヒストリーにも期待を表明している。

この時期の論文では、第 2 次大戦後の科学と社会の相互の影響がより直接的なものとなってきた状況に対応して、一方では一般市民が科学を正しく理解する必要が論ぜられ、そのための一般教育の方法として、具体的に歴史的アプローチの実例が挙げられている。他方、科学の専門教育の問題として、科学者の社会的責任の自覚を促す上で、科学史、科学哲学を学ぶことの意義が論ぜられている。全体として、科学の一般教育における科学史の意義が、種々のレベルで検討されている。

4. 1970 年後

- (14) 1971 D. M. Knight:
"Teaching the History of Chemistry to Nonchemists"
- (15) 1971 A. J. Ihde:
"Let's teach History of Chemistry to Chemists!"
- (16) 1975 H. Goldwhite:
"Clis and Chemistry: A Divorce Has Been Arranged"

Jaffe の論文以後 15 年、化学史教育に関する論文は、*J. Chem. Educ.* に載らない。この時期はスパートニクの打上げに続いて、CBA や CHEMS などの化学教育の現代化の運動が起り、カレッジや大学の教室での化学も大きく変容したときである。初級化学コースの内容について、理論か記述かの古くからの論争もほとんど消えて、理論的内容が主となり、複雑な機器の使用から、シェーディング方程式まで、多くの要素が初級コースへ降りてきた。*J. Chem. Educ.* の編集もこれらの変化に対応するのに多忙であった⁽⁶⁰⁾。1971 年になって 2

人の化学史家の論文が相いついで載る。

D. Knight の論文⁽⁶¹⁾の要点は、化学史家は現代化学にとらわれないで、一般精神史 (intellectual history) の一部門として、歴史の他の側面との関係において、化学史を教えよ、ということである。こうしてとらえられる概観は、いくらか現代化学を知っているものにとっても新しいものであり、細部の省略によって、科学の発展の大体の姿が明らかとなり、また、化学の歴史を単純な進歩の路線としてみる見方が改まるという利点がある。過去の研究の内容はまったく現在の教科書や報文に包括されており、100年後の18歳の物理学の学生はニュートンよりも物理学をよく知っている、ということになれば、そんな科学は非人間的で、人間の根元的な興味を保証しうるものでなく、その歴史などおよそ無意味なものになる。幸いにして事実はそうではなく、どんな知識も個人的でないものはないのである。このように述べて、彼は Priestley のユニテリアン的唯物論、Davy の研究の意義、Davy と Coleridge およびドイツロマン主義との関係などを内容とする19世紀初期の化学の宇宙論的、形而上学的側面を取り扱った講義の説明をし、この講義は受講者が非化学系学生である場合、現在の化学にどれだけ似ているかなど気にせず、当時の見方に同化し易いので素直に受け入れられ易い、という。結局、過去の一般人の興味をひきつけた化学の諸側面は、化学史を学ぶ非化学系学生の興味をひくようだ、と述べている。なお、限られた時間すべてを教えるわけにはいかぬから、教師と学生に最も意義のあることに集中した方がよい、科学哲学の一般的問題を例証するのに化学からの事例研究を用いることも有効である、と示唆している。

A. J. Ihde は「化学者に化学史を教えよう」と題する論文の中で⁽⁶²⁾、いまや化学史は何の防衛、弁護を要せず、それ自身の権利において重要な課題であると主張している。化学史を全然教えなくても化学の技術者は訓練することができることは確かだが、化学史なしに化学者を教育することはできないことも確かである、というのがその趣旨である。また良い化学史コースの条件として、(1) 伝統的な化学の諸分野を緊密に全体に統合し、(2) 化学が静的でなく動的な主題であることを如実に描き、(3) 化学を人間の活動としてみる、の3点を挙げている。

つぎに化学史コースを試みようとする人へ、化学史を教えるのに決まったやり方はないことを強調し、やり方として内容のバランスを考えて一通り概観するよりも、重点的に話題をえらんだ方がよい、自分の強いところで勝負するのがよいと、奨めている。

終りに、化学のカリキュラムの中に化学史をふくむべきこと、化学の一一分科として化学史専門のスタッフを置き、施設を充実すべきことに触れ、しっかりした科学史家をつくるために大学院の研究をもっと発展させることが必要だ、「化学史はもはや引退した教授や、興味をもった化学者の週末の仕事にまかせておくことができないくらい重要だ」と述べている。これは Smith のことばと一見対照的であるが、Ihde の見解は、化学教育とともに始まったアメリカの化学史運動の歴史を経て、科学史はもはや科学や教育に奉仕するものでなく、それ自身を目的とした学問であるとするアメリカ科学史学の現状に対する自負から発せられたものと考えられる。

最後の論文は⁽⁶³⁾、*J. Chem. Educ.* に1967年から設けられ、刺戟的な、論争の種になるような意見を開陳する場となっている、Provocative Opinion という欄に載ったものである。

表題の「Clio (歴史の女神) と化学：離婚準備完了」は、この論文の結論を示しており、これは、化学史の教育には、歴史的素材を化学を教えようとするコースのあちこちにばらまくやり方と、真正の化学史のコースを化学のコースと別に与えるやり方があるとして、前者の不適切なことを論ずることから導かれる。

化学を教えるコースの第一の目標は、有用かつ生産的な謎解きの技術を学生に教えこむこと、Thomas Kuhn 流にいえば、通常化学のドグマを教えこむことにありとすると、化学の古典は現代化学と無関係なものとなる。そのとき古典の別の使い方として、科学者の信条や活動原理を説明するための、道徳的または技術的模範として使うことはできる。しかし、偏見なしに研究を遂行する、結果を公表し批判を受ける、自説を固執しない、排他的にならない、事実と意見を峻別する、など科学者のるべき態度とされているものに違反する例は大化学者の中に多く見出され、したがって伝統的な化学史の扱い方は非常に危険である。筆者はこのように述べて、Lavoisier が酸素の発見、酸水素反応について優先権を主張したこと、歴史的記録に手を加えたこと、また、Dalton が実験値を理論値に合うよう操作したり、Gay-Lussac の実験を頑固にみとめようとしなかったこと、など数多くの例を挙げ、さらに化学の進歩を一直線の勝利の行進として描く傾向のある危険についても例を挙げて反省を促し、最後に、こういっている。「もし化学者が、化学のコースで歴史を使いたいなら、そのコースの化学の部分で文献調査をするのと同じだけの配慮と注意をもって歴史の調査をするのならよい。1000人に1人の教師がそうするかどうか怪しいものである。しかしもしも

アメリカの化学史運動の一侧面 (河原林)

- (18) Browne, *ibid.*, 656.
- (19) Ref. (17), 621.
- (20) *J. Chem. Educ.*, 5, 1555 (1928).
- (21) Browne, *ibid.*, 657~661.
- (22) Ref. (17), 607.
- (23) *ibid.*, 622~627.
- (24) Browne, *ibid.*, 663.
- (25) Ref. (17), 618.
- (26) Browne, *ibid.*, 663.
- (27) Smith, E. F., *J. Chem. Educ.*, 2, 533~555 (1925).
- (28) Smith, *ibid.*, 533.
- (29) Smith, *ibid.*, 555.
- (30) Smith, *ibid.*, 533~536.
- (31) Smith, *ibid.*, 536.
- (32) Browne, *ibid.*, 659.
- (33) Smith, E. F., *J. Chem. Educ.*, 3, 29 (1926).
- (34) Smith, *op. cit.*, (25), 554.
- (35) Ref. (17), 610.
- (36) *J. Chem. Educ.*, 25, 317 (1948).
- (37) Smith, *ibid.*, 541~545.
- (38) Smith, *ibid.*, 546.
- (39) Smith, *ibid.*, 550.
- (40) Browne, *op. cit.*, (5), 513~515.
- (41) Smith, *ibid.*, 547~549.
- (42) Smith, *ibid.*, 555.
- (43) Smith, *ibid.*, 555.
- (44) Browne, *op. cit.*, (5), 503.
- (45) Newell, L. C., *J. Chem. Educ.*, 3, 166~169 (1926).
- (46) Noyes, W. A., *J. Chem. Educ.*, 3, 560~561 (1926).
- (47) Ihde A. J., *J. Chem. Educ.*, 48, 686 (1971).
- (48) *J. Chem. Educ.*, 9, 1139 (1932).
- (49) Frank, J. O., and Lundsted, L., *J. Chem. Educ.*, 12, 367~369 (1935).
- (50) Oppé, Greta, *J. Chem. Educ.*, 13, 412~414 (1936).
- (51) Dumber, R., *J. Chem. Educ.*, 15, 183~186 (1938).
- (52) Jaffe, B., *J. Chem. Educ.*, 15, 383~389 (1938).
- (53) Jaffe, *ibid.*, 387.
- (54) Fraser, G. L., *J. Chem. Educ.*, 15, 506~507 (1943).
- (55) Nash, L. K., *J. Chem. Educ.*, 28, 146~151 (1951).
- (56) Wakeham, G., *J. Chem. Educ.*, 24, 247 (1947).
- (57) de Milt, Clara, *J. Chem. Educ.*, 26, 39~42 (1949).
- (58) de Milt, Clara, *J. Chem. Educ.*, 29, 340~344 (1952).
- (59) Jaffe, B., *J. Chem. Educ.*, 32, 183~185 (1955).
- (60) Kieffer, W. F., *J. Chem. Educ.*, 50, 802 (1973).
- (61) Knight, D. M., *J. Chem. Educ.*, 48, 285~286 (1971).
- (62) Ihde, A. J., *op. cit.* (47).
- (63) Goldwhite, H., *J. Chem. Educ.*, 52, 645~659.

〔論文〕

R. W. アトキンソン

一生涯と彼による上水水質分析について

塩川久男

(日本大学商学部)

はじめに

1874年(明治7年)に来日し、日本の近代化学の開拓者の一人として貢献したアトキンソン(Robert William Atkinson, 1850~1929)の生涯や研究業績のいくつかについては、すでに記されている⁽¹⁾。しかし、從来、彼が育った時代の社会背景、受けた教育、それらが彼に及ぼした影響が考察されたことはなかった。また、日本から帰国後の動静には判然しない部分が多く、科学的業績についても彼の専攻分野といえる分析化学面の業績には光があつてはいなかった。

そこで、本稿では生涯については、彼の受けた学校教育と帰国後の動静について調べたことを、分析化学分野での業績については基礎資料となる著作を整理し、その中でもっと評価されるべき研究としての上水の水質分析に関する報告について記すことにする。順序として、その生涯から述べよう。

1. 生涯の概要

アトキンソンは1850年、イングランド北東部最大の都市ニューカッスル・アポン・ティンで生まれた⁽²⁾。少年時代ニューカッスル・グラマースクールに学び、その後ロンドンに出てUniversity Schoolを経てUniversity College, Londonを卒業(1871年)し、Royal College of Chemistry, Royal School of Minesに学んでいる。University Collegeはロンドン大学の学位取得を目標で教育すると同時に、高等技術教育を授けるという目的をもっていた。彼がこのCollegeの理学部に入り、分析化学や実(応)用化学を学ぶ選択にあたっては、彼が育った時代の社会的背景の一つが強く作用したにちがいない。つまり、彼の幼・少年時代(1850~1860年代)は、鉄鋼工業史においてH.ベッセマーの転炉の発明(1855年)、F.ジーメンスの蓄熱炉の発明(1861年)とイギリスを中心に製鋼業が勃興、発展した時代であり、重工業の中心地の一つニューカッスル・アポン・ティンに育ったアトキンソンがこれらの情報からの影響を強く受けて実用化学の道に入っていたことは、ほぼ間違いないと推定されるからである。

彼がUniversity College, Londonに学んだ頃、こ

のカレッジには化学科の主任教授としてウィリアムソン(A. W. Williamson, 1824~1904)がいた。ウィリアムソンは、1849年に実用化学(practical chemistry)の教授になって以来、1855年にはT. Grahamの後を襲って理論化学の教授も兼任していた。アトキンソンが後年製業ノ発達即チ新改ノ方法ヲ収用スルニ至リシハ全ク応用化学純粹化学ノ相協合スル……⁽³⁾

と述べた考え方には、実用・理論化学双方の教授を兼任した師ウィリアムソンの影響を感じずにはいられない。

アトキンソンは大変な俊秀であったらしく、1871年には実験物理学の最優秀生(First B. Sci.)として年40ポンドの奨学金を2年間、翌1872年には化学科の最優秀生として年50ポンドを3年間受けている。これらの奨学金は前記の Royal College of Chemistry および Royal School of Minesへ入学するためのものだったので、1872年から来日するまでの約2年間をこれらの学校で学び、ときにはデモンストレーターとしてウィリアムソンを補するとともに教えも受けているようである。

当時、近代国家として出発しようとしていた日本の政府からの招聘を、ウィリアムソンの推薦により受けこととなり、1874年(明治7年)9月7日横浜港着で来日、9月9日東京開成学校の分析化学および応用化学の教師となった。24歳という若さであった。月俸は日本金貨で350円。お雇い外人の給料は100円未満から800円以上まであったことから、彼の給料は中の上くらいにランクされようが、外務省輔のそれが300円であったことからみて相当の高給で遇されたことがわかる。

アトキンソンが東京開成学校でどんな授業を行ない、学生にどんな評価を下していたかは、興味があるが、これについては上野益三博士の著書など⁽⁴⁾にも詳しいのでそれにゆずるとする。彼の指導を受けて卒業した化学者は26名に上り、その中には、久原躬弦、高松豊吉等を初めとして、後年、化学界に重きをなした人が多い。またこれらの諸氏が中心となって日本化学会の前身である東京化学会を設立(1878年)している点も忘れてはならない。東京開成学校が1877年東京大学となってからも引きつづいて教授として、分析学、有機化学、理論化学

R. W. アトキンソン一生涯と彼による上水質分析について(塩川)

て永遠に忘れられることはないでしょう。(筆者訳)
としめくかれている。

2. 分析化学分野での著作

彼が開成学校に着任したときの担当教科は分析化学と応用化学であった。今流でいうと当然分析化学専攻といふわけであったが、この面での検討は従来なされていない。分析化学分野での彼の著作のうち調べえたもの⁽⁵⁾を年代順に挙げると次の9篇になる(番号は便宜上付したもの)。

- (1) "Estimation of Phosphoric Acid in Presence of Silicic Acid", *Chem. News.*, 35, 1877, p. 12.
- (2) "Note on Persulphocyanic Acid", *J. Chem. Soc.*, 32, 1877, pp. 254~260.
- (3) "The Water Supply of Tokio", *Trans. Asia. Soc. Japan.*, 6, 1878, pp. 87~98.
- (4) "Analysis of Surface Waters in Tokio", *Ibid.*, 7, 1879, p. 309.
- (5) "The Chemical Industries of Japan", No. 2, *AME*, *Ibid.*, 7, 1879, pp. 313~322.
- (6) "Notes on Porcelain Industry of Japan", *Ibid.*, 8, 1880, pp. 267~276.
- (7) "Volumetric Estimation of Iron", *Chem. News.*, 49, 1884, pp. 117~119 & 217~218.
- (8) "Volumetric Method for estimating Alumina", *Ibid.*, 52, 1886, p. 311.
- (9) "Some Compounds of Antimony and Bismuth containing two Halogens", *J. Chem. Soc.*, 43, 1888, pp. 289~292.

学問的に重要な影響を他に与えたものは見あたらないが、9篇のうち3), 4)の2篇は東京の上水の水質分析に関するもので、彼がこの問題に強い関心を寄せていたことがわかる。ことに3)は、日本における水質検査史上重大な意義をもち、影響を与えたと考えられるので以下、アトキンソン以前つまり明治初期における水質分析を概観し、3)を中心検討を加えることとする⁽¹⁰⁾。

3. 明治初期における水質分析の状況

わが国における水質検査、分析といった発想は、欧米からの文明の移入に伴なって生じてきたものであろうが、アトキンソンの研究が発表されるまでの水質分析の状況を概観しておく。

1874年(明治7年)11月に東京司薬場(現在の国立衛生試験所の前身)は、東京都から文部省医務局を通じて東京府民の飲料に供する神田上水の水質分析を依頼された⁽¹¹⁾。これがわが国における水質分析の開始とみなさ

れる。しかし、初めての試みで、蒸発装置や試薬類をドイツから取寄せたり、新しい水質検査法を開発するまでかなりの時日と労力が費やされねばならなかった。そのため東京府から督促状が回付されたりしたが、分析表が提出されたのが1875年(明治8年)4月14日ことであつたらしい。その分析表の所在は筆者の現在までの調査では不明なので、内容については論考できないが、当時の状況から考えて、塩素イオンやアンモニアなどについては定量されていたものと推定される。

1877年(明治10年)には、9月長崎に来港した英國船から、また横浜で米国商館に入出していた老婆2人の発病から、コレラの感染が始まり、その流行はほとんど全国に及び、患者13,710人、死者7,967人に達していた⁽¹²⁾。このような状勢下で、水系伝染するこの疫病への対策として、関係科学者たちの関心が水質検査、管理に向けられたのは当然であろう。1877年の末から1878年の11月にかけて、科学雑誌に上水に関する記事が登場してくる。すなわち、「飲水中腐敗有機物の説」(英國化学新聞所載記事の抄訳)、熱で煮沸した鮮肉の上に試験する水を通じ、水にバクテリアがいるかどうかを検知する方法を伝えている⁽¹³⁾。「飲水試別の捷法」(化学的な試験を用いないで飲水の良否を識別する方法を項目について述べている)⁽¹⁴⁾。「用水の説」(横浜港でのコレラが井水の良否に大いに関係しているという説を横浜司業場から得たので、それを報告するというもの)⁽¹⁵⁾。また1878年(明治11年)5月、政府は防疫対策として飲料水の取り締りを強化することにして「飲料水注意法」を定めた⁽¹⁶⁾。

以上がアトキンソンの報告のなされる前の明治初期における状況であり、近代化学に裏付けされた記事や報告はほとんど見あたらない。

4. アトキンソンによる水質分析とその意義

上記のような状況下で発表されたものが、アトキンソンの“*The Water Supply of Tokio*”と題する報告であった⁽¹⁷⁾。これは1877年11月24日、東京大学で開かれた日本アジア協会の総会の席上で発表されたものである。序文にあたる部分で、

多くの病気で汚染された飲料水に起因することは経験が示している。汚染された飲料水が病源となる作用については諸説があるが、事実にもとづいての定説はない。

と記し、英國で水系伝染したコレラの例、スイスでの伝染病の例を挙げたのち、

化学分析は水の前歴を知る手段となる。水が感染しているかどうかを教えてくれはしないが、ある水が清浄であるか、不浄かつまり危険であるかを定め

る手段を与えてくれる。衛生上の目的にはその水に含まれる全成分や性質を知る必要はないが、新しい有機物の量のみならず、その有機物の酸化によって生じた無機物の量を定める手段を知らなければならない。汚物による有機物は、炭素、水素、酸素、窒素を含有し、それらの化学変化により水、カルボン酸、アンモニア、硝酸、亜硝酸などが生じる。これらのうち、分析に必要なものはアンモニア、硝酸、亜硝酸である。

として、分析項目と方法を次のように示している。

1. 固形物：水100cm³を水浴で蒸発させ器底の残渣を110°Cで乾固、定量する。
 2. 塩素：硝酸銀標準液によって測定する。水中に塩素が存在する原因是、①江戸湾の海水が風で江戸内地に飛散して混入したか、②大量ならば、下水と接触汚染をしたかにある。
 3. 遊離アンモニア：水を蒸留してその留分をネストー試薬で定量する。多量のアンモニアがある時は分解した尿素の存在を意味し、したがって下水による汚染を意味する。
 4. タンパク質類似アンモニア(Albumenoid Ammonia)：過マンガン酸カリのアルカリ溶液とともに煮沸し、留分中のアンモニアを3.の方法で測定する。
 5. 酸化窒素：遊離アンモニアを蒸発させた後の水を水酸化カリウムと粉末亜鉛で処理すると、硝酸塩と亜硝酸塩はアンモニアに変化して遊離する。その量は3.の方法で測定される。
 6. 鉄質窒素(Total Mineral Nitrogen)：雨水中にアンモニアと酸化窒素の形で含まれる窒素の平均量を除去して、水中に残留する窒素。
 7. Previous Seawage Contamination:過去においてその水に混交した汚物(contamination)の量。雨水100万部あたりに含まれる化合窒素の量を0.32とみなし、この数値を遊離アンモニアと酸化窒素の窒素の総計から差引いたもの。
 8. 石灰塩類：炭酸カルシウムなど。
- 現在の上水水質検査方法からみると、6. 7などきわめて耳慣れぬ項目があるが、塩素(塩素イオンの意)、アンモニアに関しては原理的には今日と変わりないことを行なっている。
- 東京府下用水の代表的水源として、神田上水、玉川上水、井水(地下水)の3つを選び玉川上水系の麴町、虎の門など6個所と、神田上水系の関口、猿楽町など8個所、それに井戸として使われる地下水の8個所の水質

R.W.アトキンソン一生涯と彼による上水質分析について(塩川)

を、上記の方法で分析し、各項目ごとに百万分中の量つまりppmであらわし、飲料水としてどのくらい清浄かを調べている。結果として、玉川上水系で分析したものの中最も汚染されている水は、靈巣島塩町のもので、これは東京湾の海水と混接したり、低地のために水の流通が遅く導管の木管より不純物が流入するのであろうとしている。神田上水系のうち汚染が甚しいのは、鷺殿町と米沢町のもので、これらは、有機物により汚染されていること、そこに至るまでに汚染してきたことも明白であるとしている。井水は上水系のものに較べると汚染の度合が甚大である。井水で最も汚染されているのは駿河台のものであるとし、さらに、これは後年批判の対象となるが、井戸の深さが深いほど汚れがひどくなるとしている。そして、

1. 東京市に供給される用水は元來良質であるが、木管ではこぼれる途中(連結部分で外から不純物が流れこむことがあるので)で汚染される。
2. ほとんどの井水は飲用として危険である。

とまとめている。

この発表に対し、数人の参会者が反応を示しているが、その中の1人フォールズ(H. Faulds, 1843~1930、イギリスの宣教師兼医師、1875年から11年間、東京の築地病院に勤めその長にもなった)は、

上水が有機物で汚染されていることについては、医学面からの自分の観察・研究もアトキンソン氏の研究と一致することが多い。用水が木管の終りに近くほど汚れるという証拠は、この報告を聴くまでは、つかめなかった。この報告の結論には万人が感謝すべき価値がある

と激賞している。

また、當時工部大学校にいたダイバース(E. Divers, 1837~1912)も

私自身の経験は限られたものであるが虎の門の工部大学校に供給されている用水は、塩素、アンモニア、亜硝酸塩の量など、アトキンソン氏のものと一致する

と発言している。

さて、この報告がその後の水質検査・分析にどんな影響を与えたかを論究する。

アトキンソンの報告の翌1879年(明治12年)に東京大学理学部久原躬弦准助教が

理学部教授アトキンソン氏が其生徒諸子ニ嘱シ府下ノ用水ヲ分析精査セシメ之ニ化学衛生学ニ関スル考按ヲ附シ、其細表ヲ製シテ世ニ公ニシタルハ、實ニ客年ニアリ。然レドモ該時ノ分析タル多クハ神田

玉川ノ両上水ニ係リ、井水ニ於テハ僅々ニ過ギズ(句読点筆者。以下同)

として、アトキンソンの分析法にのっとって羽根田村(玉川の末流にあり、明治10年コレラ流行の折、死亡者も多かった地区)六郷河水ほか深川門前町など計13個所における水質分析を行ない、

試験ヲ經タル諸井水ニ就テ之ヲ概論スルニ、羽根田村ノ河水牛込ノ水ヲ除クノ外ハ都テ混交物多キヲ以テ、俱ニ良水トナス可カラズ。就中、其甚シキハ稀薄ノ尿液ト称スルモ不可ナカラ⁽¹⁸⁾。

とまとめている。

また、1880年(明治13年)には東京大学理学部化学科4年級生徒、今井・加藤・高橋・久田の4名が神田上水系の5個所で、アトキンソンの方法に従って分析を行なっている⁽¹⁹⁾。この分析項目中アトキンソンには見られなかった「硝化酸素」という項があるが、これは原理的に現在の生物化学的酸素要求量(B.O.D)とみなせるものである。

1883年(明治16年)には、當時、地質調査所にいたドイツ人コルシェルト(O. Korschelt)が、“The Water Supply of Tōkiō”という論文を発表した⁽²⁰⁾。この中ではアトキンソンの井水の汚染に関する考察への批判が行なわれている。すなわち、

アトキンソンが分析した井水⁽²¹⁾を所在地形の高低について2種に分類してその平均成分を算定すると、高地の井水は低地の井水の約2倍の汚物を含有している。アトキンソンは単に分析上の数字により、井戸の深さに応じて汚染が大になるとした。すなわち、水が地上より深く滲下するにつれて不純物を多量に吸収するという理屈であろう。しかし、低地の井戸は水面までの深さは1~14フィートに過ぎないが、その掘り抜かれた水底までの深さは高地の深井と同じ程のものが多数ある。そして、低地の井戸が地上より滲下する水分の集留するものとすれば、次の2つの理由で高地のものより不純にならざるをえない。

① 低地には人家が密集するので地下に滲下する雨水の吸収する不純物は高地の場合より多量となる。

② 低地の井戸内の地下水位は地表から数フィートなので、滲下する表層水が土壤と接する時間が短かく、不純物が酸化され消失する量が少ない。

低地の井戸の方が純粋なことに対して、私が提起できる説明は、東京の地下には土壤中絶えず湧騰する

純水脈があるからである。

と約60個の深度のさまざま掘抜井戸の水を分析して説いている。コルシェルトの言う東京地下に水脈(滯水層のことであろうが)があるという提案は当を得ているので、アトキンソンのように「井戸の深さに応じて汚染が大になる」と断定するのは批判される点であろう。しかし、東京の地質を考えると高地の井戸の存在する地域は、いわゆる洪積台地の表面をロームや黒土がおおっており、雨水などが沈下する際に低地より汚染されることもありうるので、アトキンソンの説が全面的に誤りであるともいいきれない。

井水に関してこの批判的論文のあとにも、東京府下上水試験というとアトキンソンの業績に触れる報告が、1888年(明治21年)に見られる⁽²²⁾。

往歲、我東京試験所ニ於テ検疫局ノ依頼ニ応ジ、神田上水ノ上流ヲ試験シタリシトキモ諸般ノ反応皆善良ノ性質ニ一致シ、又、旧東京大学教授アトキンソン氏ノ両上水分析表ヲ見ルニ其各樋口ニ於テ採酌シタルモノハ亦、皆甚ダ善良ナリ。

といったもので、アトキンソンの研究報告が一つの基準と目されていたことがわかる。

以上のことから、アトキンソンの上水水質分析が、わが国における上水水質分析にいかに深遠な影響を与え、意義をもっているか、明白であろう。近代的な水道がほとんど敷設されていなかったこの時代(ちなみに、わが国で初めて近代水道が通されたのは、横浜市において、1877年10月のことであった)に大都市東京の上水に关心を寄せて科学的報告にまとめあげた功績は、純学問的にみて云々ということは別として、もっと評価され、特記されなければならないものである。

おわりに

R. W. アトキンソンについて、生涯に関しては、学校教育から受けた影響と当時の英国の社会背景の一面を考察することにより、彼が実用主義的な化学の道を歩んだ動機がいくらかは解明されたと考える。帰国後の動静についてはさらに今後の検討にゆづりたい。

分析化学分野での業績として本稿でとりあげた上水水質分析の研究は、1874年(明治7年)東京司薬場で始められつつあった水質検査や1877年(明治10年)のコレラの大流行などが、契機となったことであろうが、公衆衛生学、地質学、分析化学と多様な要素の入り混じったこの分野で、これほど意義のある研究報告を行なったことは、もっと評価されて然るべきものと考える。

本稿の作成にあたり、日本水道協会の堀春雄氏に懇切

なご教示をいただいた。厚く感謝申し上げる次第です。

文献と註

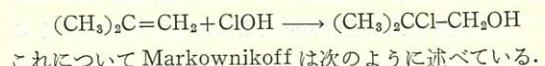
- (1) 友沢淳二、「アトキンソンによる日本酒醸造の研究」、『科学史研究』, 75, 1965, pp. 114~123; 渡辺正雄、『文化史における近代科学』中、魔鏡に関するもの。未来社、1963, pp. 90~92.
- (2) アトキンソンの伝記的資料は、主に次のものによる。R. W. Atkinson, 1850~1929 (Obituary Notice), J. C. S. 1931, pt. 1, p. 1024; University College London, Calendar, 1872, p. 310; ibid., 1873, p. 144; 東京帝国大学庶務部人事課編、『備外国人教師・講師履歴』、第1冊上巻、アトキンソンの項、編年不詳。
- (3) アトキンソン演説、宮崎・久原訳、「化学理実相待ツノ説」、『学芸志林』, 4, 20, 1879, 3, pp. 131~172.
- (4) 上野益三、「ロバート・ウイリアム・アトキンソン」、『お雇い外国人』、③、自然科学、鹿島出版会、1968, pp. 113~136.
- (5) 東京帝国大学庶務部人事課編、前掲書、アトキンソンの項。
- (6) 同上。
- (7) University College, London. 図書館蔵。
- (8) 「名譽会員ア氏逝去に就き弔詞を送ること」、『日本化学会誌』, 51, 3, 1~12, 1930, p. 174.
- (9) ここに挙げたもの他に、The Journal of the South Wales Institute of Engineers. に何篇かあるようであるが未見。
- (10) 4) は Hongo, Kinsukecho No. 51. ほか計23個所における水質分析一覧表。
- (11) 川城敬編著、『国立衛生試験所百年史』、国立衛生試験所、1970, p. 23.
- (12) 日本水道協会編、『日本水道史』、総論篇、1967, p. 136.
- (13) 「飲水中腐敗有機物ノ説」、『土曜集談』, 4, 1877, pp. 39~40; ibid., 5, 1878, pp. 56~58.
- (14) 「飲水識別の捷法」、『土曜集談』, 12, 1878, p. 141
- (15) 「用水の説」、『東京医事新報』, 33, 1878, pp. 1~4.
- (16) (11) の p. 137 所載(明治11年5月内達乙第18号)
- (17) R. W. Atkinson, "The Water Supply of Tokio", Trans. Asia. Soc. Japan, 6, 1878, pp. 87~98. なお、この邦訳が「東京府下用水試験説」、『学芸志林』, 1, 1877, pp. 32~45。内容は同一であるが論文のあとにつく日本アジア協会の総会記事、質疑応答の記事が省かれている。
- (18) 久原紹弦、「東京府下井水分析説(附表)」、『学芸志林』, 4, 1879, pp. 196~208.
- (19) 甲賀宣政誌、「神田上水水質分析表附記」、『東京化学会誌』、第一帙、1880, pp. 166~169.
- (20) O. Korschelt, "The Water Supply of Tōkio", Trans. Asia. Soc. Japan, 12, 1885, pp. 143~165; この邦訳が「東京府下用水分析報告」、『地質調査所年報』, 2, 1883, pp. 137~203; 抄訳が、高山甚太郎訳、「東京府下井水分析報告」、『東京化学会誌』、第4帙、1883, pp. 143~173.
- (21) 29とあるが、これは記述の誤まりで28個所のものである。28個所とは、分析化学分野の著作中3)の8個所に、4)の分析表における23個所中、羽根田村関係3個所を除いた20個所を加えてのものである。
- (22) 「東京府下上水試験成績」、『衛視試験彙報』, 3, 1888, pp. 1~23; 同一内容のものが、「東京上水試験」、『薬学雑誌』, 55~57号、1888, pp. 379~385, 427~431, & 479~481.

寄書

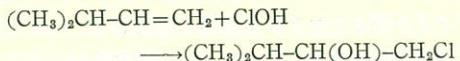
Markownikoff 則——その背景と趣意——

竹林松二

(近畿大学理工学部)



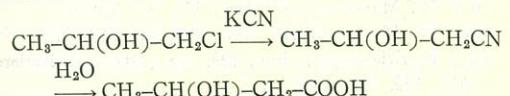
プロピレンとの反応では、電気的により陰性のヒドロキシル基は水素原子の少いほうの不飽和炭素に付加したが、イソブチレンの場合は全く反対で、水素原子の多いほうの不飽和炭素に付加した。この理由はおそらく炭化水素の化学構造の相違によるものであろう。プロピレンと化学構造の類似するイソアミレンと次亜塩素酸との反応では、付加の方向もプロピレンの場合と同様に次式のように表わされるであろう。



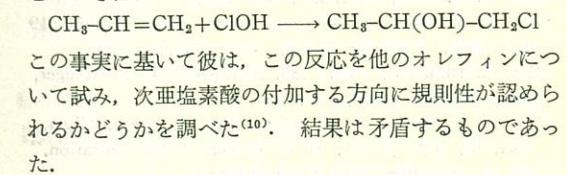
オレフィンと次亜塩素酸とも付加反応では、実験例の少いせいもあって、付加の方向に関する規則性を見出すことができなかつた。そこで彼はハロゲン化水素酸の付加について検討した。

Markownikoff 則

1856年ロシアのカザン大学で Butlerow に師事した Markownikoff (1838~1904) は、1865年から2年間ドイツに留学し、Erlenmeyer, Baeyer 及び Kolbe のもとで学び、1869年カザン大学の教授に就任した。この間、主として脂肪族の連鎖異性体や置換異性体などの研究に従事し、1866年にはイソ酪酸の合成に成功した⁽⁸⁾。さらに酪酸やイソ酪酸の置換異性体の一つである β-オキシ酪酸をプロピレンクロロヒドリンから次の行程で合成した⁽⁹⁾。



この合成の出発物質プロピレンクロロヒドリンは、ピロピレンオキシドと塩酸との反応で得られるが、彼はプロピレンに直接次亜塩素酸を作用させて目的を達することができた。

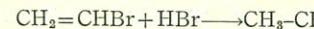


この通則では「ハロゲン化水素酸」という表現がとられている。実験はすべてハロゲン化水素の水溶液を用いて行なわれているからである(もし実験がベンゼンやトルエンのような無極性または極性の小さな溶媒で行なわれたならば、臭化水素の場合に酸素の影響で付加の方向が逆になる)。

さらに、Markownikoff はこの通則をハロゲン化オレフィンに適用して次のように述べている。

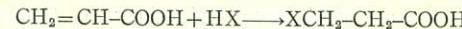
塩化ビニル、2-クロロプロピレンなどのハロゲン化オレフィンにハロゲン化水素酸が付加するときは、ハロゲン原子は既にハロゲンと結合している不飽和炭素に付加する。

これは彼がハロゲン化アルキルの塩素置換の結果から推測していたものであるが⁽¹²⁾、この法則もまた Reboul⁽¹³⁾の実験その他二三の実験結果によって支持されるこことを示した。

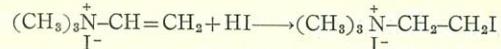


このように、原典の示すところでは、Ingold⁽²⁾も指摘しているように、Markownikoffは彼の通則をオレフィン炭化水素に対してのみ与えたものであって、ハロゲン化オレフィンに対する法則を別に扱っていることは注目すべきことである。

Markownikoff 則がでてまもない頃、Linnemann⁽¹⁴⁾はアクリル酸とハロゲン化水素との反応で、ハロゲン原子が末端炭素に付加したプロピオン酸を得た。

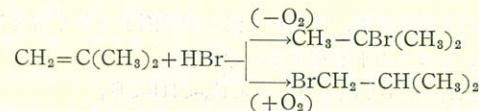


Schmidt⁽¹⁵⁾もまたヨウ化ノイリンとヨウ化水素との反応で末端炭素にヨウ素の結合した付加物のできることを認めている。



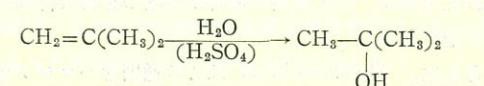
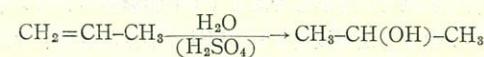
これらの結果は一見 Markownikoff 則と反対のようにみえるが、アクリル酸やノイリンなどは彼の通則の対象ではない。

ハロゲン化水素の付加で Markownikoff 則と逆になるのは、酸素効果(または過酸化物効果)⁽¹⁶⁾が見られる場合である。すなわち「anti-Markownikoff 付加」が起る。たとえば



Markownikoff 則の水和反応への適用

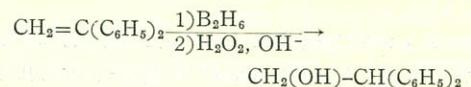
オレフィンを希硫酸と処理するか、濃硫酸にとかして水と煮沸すると、第二または第三アルコールが生成する⁽¹⁷⁾。



これらの場合、水酸基は常に水素原子の少いほうの不

飽和炭素に付加する。この結果はハロゲン化水素酸のハロゲン原子の付加する方向と一致する。よって、酸によるオレフィンの水和でアルコールを生ずる場合にも Markownikoff 則が適用されるようになった。

ところが、1956年 Brown⁽¹⁸⁾によって見出されたオレフィンのホウ水素化反応でアルコールが生成する場合には、水酸基の位置は上と逆になる。



このような場合、「anti-Markownikoff 付加」として一般に表示されている。

あとがき

はじめにも記したように、現在では Markownikoff 則は広い意味で用いられている。あえて原典によつてもとの趣意を述べた次第である。

文 献

- (1) W. Markownikoff, *Ann.*, 153, 256 (1870).
- (2) C. K. Ingold, "Structure and Mechanism in Organic Chemistry", 2nd Ed., Cornell University Press, Ithaca (1969), p. 946.
- (3) P. Sykes, "A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry", 2nd Ed., Longmans, London (1966), p. 142.
- (4) R. Q. Brewster, W. E. McEwen, "Organic Chemistry", 3rd Ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (1961), p. 73.
- (5) J. D. Roberts, M. C. Caserio, "Basic Principles of Organic Chemistry", W. A. Benjamin, New York (1964), p. 182.
- (6) R. T. Morrison, R. N. Boyd, "Organic Chemistry", 2nd Ed., Allyn and Bacon, Boston (1969), p. 186.
- (7) J. B. Hendrickson, D. J. Cram, G. S. Hammond, "Organic Chemistry", 3rd Ed., McGraw-Hill, New York (1970), p. 622.
- (8) W. Markownikoff, *Ann.*, 138, 361 (1866).
- (9) W. Markownikoff, *Ann.*, 153, 237 (1870).
- (10) W. Markownikoff, *ibid.*, 153, 255 (1870).
- (11) E. Erlmeyer, *Ann.*, 139, 228 (1866); A. Butlerow, *ibid.*, 145, 271 (1868) など。
- (12) W. Markownikoff, *Ann.*, 146, 339 (1868).
- (13) E. Reboul, *Compt. rend.*, 70, 398 (1867); *Ann.*, 155, 29 (1870).
- (14) E. Linnemann, *Ann.*, 163, 96 (1872), なお J. Wislicenus, *ibid.*, 166, 1 (1873) 参照。
- (15) E. Schmidt, *Ann.*, 267, 300 (1892).
- (16) F. R. Mayo, C. Walling, *Chem. Rev.*, 27, 351 (1940); 漆原, 化学総報, 第6集, 岩波 (1944), p. 49.
- (17) A. Butlerow, *Ann.*, 189, 76 (1877); T. R. Krüger, *Ber.*, 26, 1203 (1893) など。
- (18) H. C. Brown, B. C. Subba Rao, *J. Amer. Chem. Soc.*, 78, 5694 (1956); H. C. Brown, "Hydroboration," W. A. Benjamin, New York (1962).

〔寄 言〕

リッテルの墓をたずねて 一付 マイヨの墓

塚原徳道

(都立光丘高校)

1
『自然』の1974年8月号と1975年6月号に大阪倉密局についての興味ある論稿が載っている。前者は建築史家の菊池重郎氏、後者は大阪大学の芝哲夫教授のもので、いずれも明治初年大阪に開設された日本最初の化学学校ともいべき大阪倉密局についての考証である。

これらの論稿を読んだとき、私は、かつて『化学と工業』紙上で大阪倉密局についての論稿を読んだことを思い出した。さっそく調べてみると、前記芝哲夫教授の「倉密局」なる一文が、『化学と工業』1966年1月号に載っていることがわかった。これは、大阪倉密局を中心とした日本における近代化学の黎明期を簡潔に述べたものである。読みかえしてみると、そのなかに四ヶ所ばかり、アンダーラインの引いてある箇所があることに気付いた。

松本鉢太郎、東京谷中の墓地

リッテル、谷中天王寺

この四ヶ所である。大分以前のことですっかり忘れていたが、松本鉢太郎やリッテルのことを初めて知ったのが、この論稿を読んだときのことであることを思い出した。そして、その時、谷中の墓地を一度訪れようと考えたことも思い出された。

さて、大阪理学所(倉密局改称)にはハラタマの後任としてドイツ人、リッテル(Herman Ritter)が招かれた。この人は尿素合成で有名なウェーラー(Wöhler)の弟子で学生に人望があった。英語で行なった講義は平岡盛三郎訳「理化日記」として刊行され、のち改訂されて「理学日記」⁽¹⁾と「化学日記」の2本に分けて再刊された。……(中略)……リッテルは理学所閉校後明治6年(1873)3月東京に開校された東京開成学校に招かれて鉱山学を教授した。ここでも教師としての令名が高かったが、翌年12月47歳で天然痘にかかり病没した。学生たちはその死を惜しみ谷中天王寺に葬り、木戸季允の題字、岩谷一六の書の石碑を建てて記念したというが、現在その碑を見出すことができない。

リッテルと谷中の墓地について、このほかに書かれたものはないか。手元の本で探してみると、中瀬古六郎著『世界化学史』のなかに、次のように述べられていた。

“(リッテル)氏は独逸国にて化学を専修し、ドクト

ルの学位を有し授業の方法巧妙を極めたれば学生等は其の死を惜しみ谷中天王寺の墓地に石碑を建て、之を記念せり。……碑は現今鳥居の側にあり。”

2

春も近い一日、“鳥居の側にあり”といふ一文を手がかりに、谷中の墓地にリッテルの石碑を探しに出かけた⁽²⁾。谷中天王寺の墓地は現在東京都の管理になっている。墓地の中央を通り天王寺にむかう桜並木は、まだようやく蕾がふくらみはじめたところだった。さて、どこに鳥居があるか、広い墓地をどうやってさがすかと考えこんで、ふと、右の方をみると、小さい墓石が目にはいった。「高橋お伝の墓」とある。たしか前に何かの本で“お伝の墓は谷中五重塔の裏に苔むして……”と書いてあったはずだったがと余計なことを思い出しながら、すぐ隣りのかなり大きい石碑をみた。何やら横文字がみえる。近づいてみると驚いた。なんと、これがリッテルの顕彰碑なのである。あわててカメラとノートを取り出す。

DEN	ANDEKEN
DES	
HERRN HERMANN RITTER DR. PHIL.	
GEWIDMET	
VON SEINEN SCHUELERN	
碑君耳済利士学国逸独	

明治七年十二月廿五日我開成学校教師独逸国学士「ヘルマン・リッテル」君痘ヲ病テ歿ス。翌日柩車ヲ横浜ニ送リ之ヲ葬ル。其国人及ヒ校官生徒等皆懽然トシテ縛ヲ執ル。越ニ明年生徒等相謀テ為ニ招魂ノ碑ヲ建テ文ヲ修ニ属ス。修甚タ其擧ヲ喜テ之ヲ諾ス。学士西暦一千八百廿七年ヲ以テ其國「ハンノーウエル・ヒロルデスハイム」ニ生ル。夙ニ学ヲ「ゲッテンゲン」ニ修メ学成ルニ及テ合衆國ノ招キニ応シ「セントロイス」府ノ化学工場ノ長ト為ル。居ル事五年辞帰シ又博士「ウエレル」氏ニ從テ益其業ヲ攻メ卒励懈ラス、遂ニ理科学士ト為ル。時ニ魯国「モスコー」府ニ化学工場ヲ起ス者アル、遠ク学士ヲ聘ス。学士克ク其事ヲ担任シ夙夜黽勉竟ニ其功ヲ全シテ帰ル。後再ヒ魯国ニ遊ハント欲ス適我邦金沢藩知事前田氏ノ為ニ聘セラレ、海ヲ越テ來リ航シ廃藩置県ノ命下ルニ会フ。乃チ転シ

テ大阪府理学校ノ聘ニ応シ理化学ノ教師ト為ル。実ニ明治三年十二月ナリ。校ニ英仏両学科アリ。学士能ク両國ノ語ニ通セルヲ以テ其教授ヲ兼タリ。生徒其説ヲ筆記シ上梓シテ世ニ行フ。六年三月東京ニ走り開成学校鉢山学教師ト為ル。学士人ト為リ嚴格慎密博学多識。其生徒ヲ教ル懇篤勤勉絶テ愛憎ナシ。嘗テ厚賛ヲ以テ聘セント欲スル者アリ。学士肯カハシシテ曰。生徒ニシテ余ヲ棄テスンハ余安シ其成業ヲ見ヌシテ去ルニ忍シヤ。学士職ニ居ルコト未タ久シカラスシテ生徒ノ業大ニ進修スル者ハ亦以テ其説ノ効ヲ見ルヘシ。学士ノ病ニ罹ルヤ、官獨逸ノ名医「ホフマン」氏ヲシテ之ヲ治セシメ百方術ヲ施コシ護養切ニ至ル。而シテ竟ニ起タス。年ヲ享ルコト四十又七。識ト不識ト悼ミ惜マサル者ナシ。官其勤学ヲ追賞シテ三百五十円金ヲ其家ニ賜フ。嗚乎、学士逝キ又豈啻ニ其身ノ不幸ナルノミナランヤ。抑亦衆生徒ノ不幸ナリ。雖然学士絶海異域ノ人ヲ以テ聘セラレテ育英ノ職ニ在リ。遺徳ノ及フ所將ニ焉ニ私淑スル者アラントス。古ノ所謂死シテ朽サル者ナルカ。而シテ生徒ノ金ヲ醵シ碑ヲ建ルモ亦善ク報恩ノ誠ヲ竭セル者ト謂ヘキナリ。銘曰。

有斯師而有斯弟子 有斯弟子而有拳之美
勒諸貞珉載諸国史 以伝千秋以播万里
參議從三位木戸孝允題額
権大内史從五位巖谷修撰并書
明治八年五月

東京開成学校独逸学生徒等同建
(句読点 筆者)

これを読むと、リッテルの墓所は横浜にあることがわかる。谷中の碑は明らかに顕彰碑である⁽³⁾。

彼が来日したのは、金沢藩の招きによるという。これは最近、金沢藩の伍藤文書を調べた結果、その通りであることがわかった⁽⁴⁾。しかし、碑文に云う“廢藩置県”的めでなく、藩財政の窮迫のため大阪理学所に移ったのである。廢藩置県は明治4年8月のことであることからも明らかであろう。

3

さて、リッテル顕彰碑のこの碑文から、リッテルの墓所は、横浜外人墓地にあるだろうと推定した私は、桜の花咲く山手の外人墓地を訪ねた。管理人の安藤さんは快く椿の花咲く墓地の一角に案内してくれた。長い間、訪ずれた人もないといふ。

百年あまり過ぎた墓石の文字は、すでにうすれて判然としない。ほぼ50基もさがしだらうか。かなり大きい墓石にきざまれた Herman Ritter の文字をみつけた。

墓石はやや傾き、上に小さなくぼみがある。おそらく、そこにはかつて十字架が立っていたのだろう。

祖国を遠くはなれた異郷に斃れたドイツ人化学者の靈よ、やすかれと祈る。



HIER RUHT
DER DR PHIL
HERMANN RITTER
BEB IN LEESE IN HANNOVER
GEST IN YEDO
AM 25 TEN DECEMBER
1874

4

リッテルの墓所から外人墓地の門の方へもどりかけると、

「法蘭西人理学士邁譽君墓」と書いた高い墓石をみかけた。墓石には次のようにきづまっていた。

「(右) 君西暦1831年4月14日法国エロール県セット港ニ生レ明治7年8月18日横浜客舎ニ死ス
(左) 約ニ明治13年8月14日旧友及生徒等相謀テ其墓ヲ建テ以テ君ノ靈魂ヲ慰シ更ニ碑ヲ東京谷中天王寺中ニ樹テ其偉蹟ヲ永遠ノ記念ニ供スト云。
(台石) NÉ A CETTE HERAULT FRANCE LE 4 AVRIL 1831. PREMIÈRE PROFESSEUR DES SCIENCES A L'UNIVERSITÉ IMPERIALE DU JAPON. DÉCÉDÉ A YOKOHAMA 14 AOUT 1876.」

ここに眠るフランス人マイヨ (H. X. Maillot. 1831~1876) も、東京開成学校で物理、化学、博物学を教えていた。彼も不幸にして異郷に斃れた科学者である。谷中天王寺にあるといふ彼の顕彰碑は見あたらない。

(1976. 10. 1)

(1) 「理学日誌」でなく「物理日誌」である。

(2) 松本鉢太郎の墓も訪れたがそのことは省略する。

(3) この顕彰碑のことが、手塚竜堂『日本近代化の先駆者たち』(吾妻書房刊、1975年11月) のなかに書いてあることを最近見つけた。

(4) 詳しいことは、1976年11月の第4回化学史研究会に報告。

〔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
(早稲田大学理工学研究所)

い学問を学ぶにはその学問が作られた空気の中でその学問を作った人たちから直接学ぶのが最良の方法である。これに反して学問の中心から遠くはなれた土地で論文や著書を唯一のたよりにして量子力学を学んで、よくその真髓を捕えるということはほとんど不可能なことである。この不可能なことに成功したのはごく少数の極めて才能に恵まれた人であるが、その例外的な一人として小島穎男先生⁽⁵⁾をあげておく。小島先生の後年における業績は前記の Haas 教授や、後記の K. K. Darrow 博士のそれに比すべきものがあった。

1929年の秋水島三一郎先生は Leipzig に赴かれ Debye の研究室で 1 年半をすごすこととなった。Leipzig の物理学教室は Debye が主任で実験を担当し、Heisenberg が理論を担当していた。Debye の極性分子に関する著述は⁽⁶⁾1928年にアメリカで出版され、1929年にはその独訳が Leipzig で刊行されたが、当時 Debye の関心は回折現象にあり、気体電子回折の基礎をなす理論がこのころ完成されたのであった。極性分子の実証にすぐれた貢献をされた水島先生を Debye は喜び迎えたのであったが、Leipzig 滞在中の水島先生の方針は研究よりも基礎理論の習得にあったようである。量子力学の建設に重要な役割を果たした Debye⁽⁸⁾ から直接に新しい学問の化学にたいする応用方法を学ぶということであった。水島先生によれば「Debye は快く懇切ていねいに、いわば手に取つて教へてくれた」とのことであった。

当時 Leipzig の物理教室には分子軌道法の R. S. Mulliken や E. Hückel もいた。ハンガリーから来た学生には Edward Teller がいた。水島先生は Teller と特に親しかったようである。

水島先生の量子力学研究の習作的論文⁽⁹⁾は原子の衝突に関するものであった。日本の化学の先達となった大学者の業績を調べてみると、欧米留学中で著名な化学者との共同研究で有名となった場合が多いが、水島先生の場合には上の論文以外にドイツ留学中の業績はない。殊に Debye との共著論文は一つもなかったのである。

1932年堀内寿郎教授は片山正夫先生の紹介状をたずさえて Göttingen の Eucken の研究室を訪ねた。Euc-

ken 教授の名声は化学物理学の大著で高かったが、堀内先生のいただいてテーマは古くさいものであった。Eucken の助手は Leipzig にいた Teller で、堀内さんは Teller から量子力学を学ぶことに専念したそうである。1932年の5月から翌年の3月まで同じ下宿にいた Teller 博士から量子力学の訓練をうけ四塩化炭素の振動スペクトルの計算をされた⁽¹⁰⁾。後年の反応論の権威が構造化学の研究業績をあげたのである。

1931年水島三一郎教授は日本に帰られると共に自分の任務の一つは量子力学の重要性を日本の化学者に教へることと考えた。そして、その成果は眼に見えるものよりも、みえないものに貴重なものがあり、その後の日本の構造化学の研究者の間に底流のような形で残ることとなった。間もなく、片山研究室の研究生だった森野米三氏は1932年ごろ Slater の「分子のエネルギー準位と原子価結合」と題した長く難解な論文⁽¹¹⁾を消化して片山先生の懇談会に二回に亘って講義された。

K. K. Darrow の波動力学に関する解説⁽¹²⁾は判り易い点で当時唯一の文献であったが、水島先生の指導下でこの文献に接した森野氏と私はこれを訳して日本化学会誌の雑録に連載した。その訳文に水島三一郎、小島頼男両先生の解説を加えて岩波書店より1934年単行書⁽¹³⁾として刊行した。この単行書の序文で片山先生が量子力学を速かに修得せよと化学界に呼びかけられた。先生の体験から、熱力学が化学に入って来た當時、熱力学の第二法則をいち早く理解したものが化学者として成功した。いまの量子力学は昔の熱力学である。化学者として将来の物理化学に貢献しようとするものはこの本によって早く量子力学を学べという忠告であった。

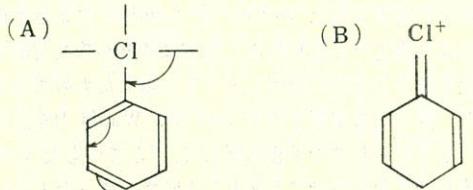
Pauling が「化学結合の性質」と題した最初の論文を⁽¹⁴⁾ J. Amer. Chem. Soc. に発表したのは1931年で、この論文がアメリカ化学会に投稿受理されたとき、彼はまだ30歳に達していなかった。この無名の化学者の論文を化学教室の雑誌会で紹介して筆者の才能をたたえられたのは片山先生であった。Pauling の共鳴と混成の二つの概念は1930年代において世界の化学界に大きな刺戟と反響とをもたらすこととなる。ここでは話を転じて有機電子説の発展することとしよう。

II

有機電子説の原典として有名なのは1932年に刊行された Robinson の講演記録⁽¹⁵⁾と1934年における Ingold の総合報告⁽¹⁶⁾であろう。しかし、それ以前にもアメリカの Fry (1921), Stieglitz (1922), Lucas (1925), イギリスの Lapworth (1922) などによる電子説があり有

機化合物の反応を説明するために多大の便宜を提供するものと云われていた。しかしながら、これらの電子説は記号が不統一であり、術語の意味が不明確であった。Fry⁽¹⁷⁾によれば「極性」という概念が反応の知識によって与えられているため、ある一つの分子に対してもある人は無極性であり、他の人は極性をもつと主張した。また分子中の1原子のもつ電荷の符号についても甲は正であるといい、乙は負であるといい、丙の意見を求めるれば正、負いずれも正しくないという。従って有機電子説を取扱った論文は1920年代において学術雑誌の編集者を感心させたという⁽¹⁷⁾。

Robinson の解説⁽¹⁸⁾はすぐれた有機化学者の手によるものだけに含蓄に富み且つ明瞭である。彼は化学反応は分子間の電子のやりとりであると見なし、試薬を陽イオン又は陰イオンに似た挙動をする二種に分類した。そして、試薬と反応する分子内における電子移動を誘起効果とエレクトロメリー効果に分類した。誘起効果は古典電磁気学でも容易に説明できるが、エレクトロメリー効果は量子力学を応用してはじめて簡単に説明できる。たとえばクロルベンゼンのパラ位置にたいする電子の移動は Robinson の電子説では(A)で表わされるが、量子力学的共鳴の表示を用いれば(B)の構造が共鳴に寄与するものとして理解される。



極性という概念が双極子モーメントの有無により計測される量となったのは Fry が論文を書いた1928年ごろからのことであり、分極という言葉も明確に定義される量となったのもそのころである。物理化学者でもあった Ingold は双極子モーメントの測定によってエレクトロメリー効果を証明した Sutton⁽¹⁸⁾の業績などを紹介して長い解説⁽¹⁶⁾を書いたのであったが、彼の指摘した重要な点は活性錯合体における電荷の移動にすぎない。

電子説にたいする関心は分子軌道法をベンゼンの問題に適用した Hückel⁽¹⁹⁾にもあったが、最初の本格的な試みは1935年 Wheland と Pauling による分子軌道法による近似計算であった⁽²⁰⁾。ただし、この論文で彼らは電子説をはじめて定量的にしたというが、実はオーダーの論議をしたにすぎなかった。ベンゼン置換体のニトロ化反応における収率から逆にオルト、パラおよびメタの位置に現われる電荷を推定したのは Princeton の

量子化学50年の進歩—有機電子説の発展への寄与（東）

Eyring の下にいた京大の李泰圭氏だった⁽²¹⁾。これより少し前に反応の大家 Hinshelwood も電子説に関心を示したのであった⁽²²⁾。要するに1930年代は量子化学の立場^(19, 20)より、反応論の立場^(21, 22)より、また構造化学の立場⁽¹⁸⁾から有機電子説の検討が開始された時期であり、1934年における Ingold の総説⁽¹⁶⁾はその最初の動きを展望したものであった。

Pauling の大著「化学結合論」⁽²³⁾は1939年に刊行され、有機電子説に関する記述に約5ページを費やしている。彼は1938年に Gilman の「有機化学」に彼の所説の要約⁽²⁴⁾を発表していたが、電子説に関する記述は上の大著とほとんど同一である。

日本の有機化学者で電子説を採用した最初の研究者⁽²⁵⁾は後藤格次先生で、次いでヘテロ環の化学に応用されたのが落合英二先生⁽²⁶⁾だった。有機電子説はいろいろの欠陥があっても「何もないよりは反応が考え易いし、また実験の結果がまとまり易い」⁽²⁵⁾といふ実際的な利点⁽¹⁷⁾があったのである。

III

1939年9月1日ドイツ軍がポーランドに侵入、1940年6月14日ドイツ軍パリを占領、1940年10月13日よりロンドンにたいする独空軍の爆撃激化された。これらの事件はヨーロッパ文化の崩壊を示す惨事といつても、日本人は多少傍観者の立場をとることができた。1941年12月8日日本軍の真珠湾攻撃が開始されると、われわれの運命は勿論、化学の研究活動も大きな変化をうけることになった。Chemical Abstracts に抜粋される論文の数⁽²⁷⁾は第一次大戦においても第二次大戦においても戦争の勃発によって急激に減少し、終戦の前後で極小に達し平和の回復と共に急激に上昇するものである。私のみた僅かのデータから判断するとイギリスとアメリカの極小値は1944年にあり日本の極小値は1946年かそれ以後にある。最近アメリカで出版された本に⁽²⁸⁾ The Best Years と名付けられたものがあり1945年8月から1950年7月にいたるアメリカ社会の状況を叙述したものであったが、1945年から50年までの間は日本人にとって、また日本の化学者にとって最も悪の時期であった。到底研究できる環境ではなかったのである。

1942年、Chicago 大学に移った Wheland は「芳香族分子の置換基による配向の研究」という論文⁽²⁹⁾を発表した。彼らの前報⁽²⁰⁾でのMO計算が芳香族一置換体のベンゼン核の炭素に現われるπ電子密度を計算したもので、いわば試薬と反応をおこす前の芳香族分子の電子状態を取扱ったのに対して、この報文は試薬と芳香族分

子との間に化学結合ができた錯合体のπ電子エネルギーを計算したものである。活性錯合体の構造を実験で知ることは極めて困難であるが、前の計算で近似できるような反応を Wheland は A 種の反応、後者の計算で近似できる反応を B 種の反応と名付け、1944年に出版した彼の著述⁽³⁰⁾で多くの有機反応に適用した。

A, B 両種の分類は Ingold⁽¹⁶⁾の分極と分極能の分類に対応し、またのちに静的、動的の両方法⁽³¹⁾と呼ぶのに対応しよう。

1947年、Coulson は Oxford 大学において数学および化学を研究し指導することになった。有機電子説が数学的に整然たる形式をえたのは彼の業績といえよう⁽³²⁾。同年 Longuet-Higgins は24歳で、Oxford の Balliol College の fellow に選ばれ Coulson と共に電子説の基礎となる重要な論文⁽³³⁾を書いた。また Coulson の指導をうけた化学者の一人に Robinson の門下 Dewar がいた。

M. J. S. Dewar の名前は日本において最も高いが、彼は1946年から Robert Robinson の下で電子説の検討を行い、その結果を1949年一冊の著書⁽³⁴⁾として学界におこった。彼の業績は分子軌道法による近似計算で、詳しい成果を1952年にアメリカ化学会誌⁽³⁵⁾に発表した。

第二次大戦の直後、日本でも若い研究者が中心となって分子内電子の状態を理論と実験の両面から解明しようとする活発な動きがあった。長倉三郎氏を中心とする電子状態懇談会がその一つであった。また福井謙一氏を指導者とするグループが京都にあった。

1952年福井、米沢貞次郎氏ら⁽³⁶⁾はフロンティア電子説をたてた。これは化学的洞察に基づく新しい理論であるが、1960年以後はフロンティア軌道の対称性⁽³⁷⁾が反応を支配することを指摘されることにより更に新しい大きい発展を示すこととなった。

1954年長倉、田仲二朗の両氏⁽³⁸⁾は反応試薬と試薬によって攻撃される分子とのエネルギー準位を比較して両者の間に電子移動のおこる可能性を検討した。この論文は Robinson や Ingold の試薬の分類が経験的に行われたためその物理的内容が不明であったのをはじめ電子移動の立場から明白にしたもので、Wheland, Dewar その他の量子化学学者のなしえないことであった。1966年長倉氏は「有機電子理論」⁽³⁹⁾を著したが、その内容は量子化学の応用というべきものであった。

1961年、Oxford で量子化学の会議が Coulson 主催で行われた。1960年代になると日本はようやく研究が順調となり量子化学の分野での日本人の業績は世界で重視せられるに至った。会議出席者の写真⁽⁴⁰⁾をみると前列

中央に小谷正雄氏が R. S. Mulliken と並び第二列には G. Porter と長倉三郎氏が並んでいる。

単なる実用的なプログラマティックな意義⁽¹⁷⁾しか持たなかった有機電子説は量子化学の一分野として飛躍的に発展した。しかしながら Robinson や Ingold の主張がそのまま肯定されたものではなく、電子説それ自身の制限性も明白となつたのである。(041276)

註および文献

- (1) 『化学の原典(1)』、化学結合論Ⅰ、東大出版会(1975)の口絵写真として掲載されている。尚同書の p. 130 以下に小島穎男氏のすぐれた解説がある。
- (2) H. Hellmann, "Einführung in der Quantenchemie", Franz Deuticke, Leipzig (1937).
- (3) W. Heitler, F. London, Z. Physik 44, 455—472 (1927). 前出文献(1), pp. 1—23 の訳および解説(大野公男)参照。
- (4) 前記文献(3)の解説に引用された堀内寿郎『一科学者の生長』北大図書刊行会(1972)の言葉による。
- (5) A. Haas, "Materiewellen und Quantenmechanik", Leipzig (1928).
- (6) 小島穎男教授は東京大学において、多年、化学量子論また化学熱力学のきわめて判り易い講義を行われ、『化学の原典』の 1, 2 および 5 卷を編集された以外多くの著書がある。
- (7) P. Debye, "Polar Molecules", The Chemical Catalog Co., "Polare Moleküle", Hirzel, Leipzig (1929). 1929—30 年の間片山研究室で後者を輪講した。
- (8) Kapitsa によると Schrödinger の波動力学は Debye の説得によって、いやいや de Broglie の論文を読まされ Debye 主宰のゼミで紹介したことに端を発したという[A. Parry, "Peter Kapitsa on Life and Science", Macmillan, New York (1968)].
- (9) S. Mizushima, Physik. Z. 32, 798 (1931).
- (10) 堀内寿郎, 『日本の科学者』, 11, 341 (1976).
- (11) J. C. Slater, Phys. Rev., 38, 1109—1144 (1931). 前出文献(1)の pp. 76—84 訳および解説(井早康正)参照。
- (12) K. K. Darrow, Bell System Technical Journal, 6, 653—701 (1927). 独訳 E. Rabinowitsch, Leipzig (1929).
- (13) 日本化学会編『波動力学と化学』岩波書店(1934).
- (14) L. Pauling, J. Amer. Chem. Soc., 53, 1367—1400 (1931). 前出文献(1), pp. 85—125, 邦訳(小泉正夫), pp. 126—130, 解説(東健一).
- (15) R. Robinson, "Outline of an Electrochemical(Electronic) Theory of the Course of Organic Reactions", The Institute of Chemistry of Great Britain, Ireland, London (1932) 『化学の原典(12)』、有機電子説 東大出版会(1976), pp. 31—90. 訳および解説(竹林松二).
- (16) C. K. Ingold, Chem. Rev., 15, 225—274 (1934), 『化学の原典(12)』 pp. 91—154. 訳および解説(井畠敏一).
- (17) H. S. Fry, Chem. Rev., 5, 557 (1928).
- (18) L. E. Sutton, Proc. Roy. Soc. London 133A, 668 (1931).
- (19) E. Hückel, Z. Physik, 72, 310 (1931), なお E. Hückel, Z. Physik, 70, 204—272 (1931). 『化学の原典(2)』 pp. 105—168 参照
- (20) G. W. Wheland, L. Pauling, J. Amer. Chem. Soc., 57, 2086 (1935).
- (21) T. Ri, H. Eyring, J. Chem. Phys., 8, 433 (1940).
- (22) C. N. Hinshelwood, K. J. Laidler, E. W. Timm, J. Chem. Soc. 1938, 848.
- (23) L. Pauling, "The Nature of the Chemical Bond", Cornell Univ. Press (1939); 訳小泉正夫『化学結合論』共立出版(1942).
- (24) L. Pauling "The Significance of Resonance to the Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules" in *Organic Chemistry* (H. Gilman, ed.), (1938), pp. 1850—90; 訳東健一『科学』, 9, 187—190, 205—210 (1939).
- (25) 後藤格次, 落合英二ら, 『化学の領域』, 5, 282—290 (1951).
- (26) 落合英二, 『薬学雑誌』, 58, 1025 (1938).
- (27) D. B. Baker, Chem. Eng. News, 39, July 17, p. 78 (1961); July 6, p. 84 (1966), July 12, p. 37 (1971), May 10 (1976).
- (28) J. C. Goulden, "The Best Years, 1945—1950", Atheneum, New York (1976).
- (29) G. W. Wheland, J. Amer. Chem. Soc., 64, 900 (1942).
- (30) G. W. Wheland, "The Theory of Resonance and its Application to Organic Chemistry", John Wiley 邦訳永井芳男『共鳴理論』技報堂(1950).
- (31) たとえば、東健一、馬場宏明『量子有機化学』朝倉書店(1956) p. 240. なお米沢貞次郎ほか『改訂量子化学』上』化学同人(1968), pp. 183—246 をも参照
- (32) C. A. Coulson, Faraday Soc. Disc., 2, 9 (1947); C. A. Coulson, Research, 4, 307—314 (1951).
- (33) C. A. Coulson, H. C. Longuet-Higgins, Proc. Roy. Soc. A191, 39 (1947); A192, 16 (1947) 外
- (34) M. J. S. Dewar, "Electronic Theory of Organic Chemistry", Clarendon Press, Oxford (1949); 邦訳小方芳郎『有機化学の電子説』南江堂(1953).
- (35) M. J. S. Dewar, J. Amer. Chem. Soc. 74, 3341—3363 (1952).
- (36) K. Fukui, T. Yonezawa, H. Shingu, J. Chem. Phys., 20, 722 (1952).
- (37) K. Fukui, "Molecular Orbitals in Chemistry, Physics of Biology" (P. O. Löwdin, B. Pullman, eds.) Academic Press, (1964), p. 513.
- (38) S. Nagakura, J. Tanaka, J. Chem. Phys., 22, 563 (1954).
- (39) 長倉三郎『有機電子論理一主として分子軌道法による』培風館(1966).
- (40) 『化学の原典(2)』、化学結合論Ⅱ、東大出版会(1975)の口絵写真参照。

〔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
(県立土浦第二高校)

アヴォガードロは1811年の論文の中で、分子の概念を明らかにしているが、化学用語の上では、原子と分子の区別を明確な形で表現していない。彼は上記の論文の中で、次のように述べている⁽⁴⁾。

互いに影響をおよぼしあわないような距離にある単体の気体の構成粒子 (molécule constituante) は、ただ1つの元素粒子 (molécule élémentaire) よりなるものではなく、引力により一定の数の元素粒子が1個に結合してできている。

また、同じ論文の他のところでは次のように述べている。

水の全体粒子 (molécule intégrante) は酸素 $\frac{1}{2}$ 粒子 (demi-molécule) 1個と水素 1 粒子 1 個、あるいは同じことであるが水素 $\frac{1}{2}$ 粒子 2 個からなるであろう。

ここで彼のいう元素粒子、 $\frac{1}{2}$ 粒子を原子と構成粒子、全体粒子を分子とみなすことはできるが、用語上の混乱は避けられない。

デュマ (J. B. A. Dumas, 1800—1884) もまた、今日の分子を原子と呼び、分子を原子と呼んだ⁽⁶⁾。

一方、ゴーダンは1833年の論文の中で次のように述べている。

できるだけくりかえしを避けるために、またより正確な言葉でいい表わすために、自分達に役立つ用語を定義し、新しくそれを認めることが重要である。それゆえに、われわれは原子という言葉と、分子という言葉とをはっきり区別することにする。また今日にいたるまで人々が私と同じ結論に到達しないのは、この区別を明確にすることにだけ欠けていたからなので、その区別をはっきりさせることが必要である。

原子は小さい均質の球体、すなわち本質的に不可分な物質的な点であろう。一方、分子はある数ある性質をもった独立した原子のグループであろう。

婉曲ないい方を避けるために、また、1個の、2個の、3個の、4個の、5個の、あるいはより多くの原子から構成されている1つの分子という代りに、われわれは分子という名詞の前に、1原子の、2原子の、

現在「アヴォガードロの法則」として知られている仮説は、1811年イタリアのアヴォガードロ (A. Avogadro 1776—1856) によって提唱された。この仮説は1858年同国人のカニッツァーロ (S. Cannizzaro, 1826—1910) によって再評価され、1860年のカルルスルーエの国際会議で紹介され、科学界に一般に認められるようになった。一方、アンペールも1814年に同じ内容の仮説を提唱した⁽²⁾。ゴーダンは1833年の論文の中でこの仮説を継承しているものの、これに修正を加え、さらにカニッツァーロよりも前にその有効性と妥当性を主張した。例えば、彼は、すべての分子は多面体であるというアンペールの仮定を不要にし、その代りに、最も基本的な気体の分子は2原子からなり、水とアンモニアの分子はそれぞれ3原子と4原子より構成されているという、より簡単な仮定を用いた⁽³⁾。そしてこの仮定を用いて、ゲー・リュサクの気体反応の法則を満足させる結果が得られることを示した。

3原子の、4原子の、5原子の、多原子の、といった形容詞をつけることとする。

以上のように、ゴーダンは混乱していた原子という言葉と分子という言葉をアンペールと同じように、今日と同じ意味で明確に区別し、さらに分子という名詞の前に1原子の、2原子の、等々の形容詞をつけて分子中の原子数を表わしている。

彼は、この論文の中で、酸化ホウ素の化学式が B_2O_3 であるというデュマの見解を支持し、また酸素原子の原子量を1として23種の元素について正確な原子量を与えていた。その他に、彼は気体反応における体積と原子・分子との関係を図式を用いて説明する方法を考案した⁽⁷⁾。この図式は初等化学の教科書では今日でも用いられている。

今日、ゴーダンは、原子・分子の概念を明確にし、さらに正確な原子量を決定した科学者として、また結晶学と化学を結びつけた科学者の一人として高く評価されている⁽⁸⁾。しかし彼が論文を発表した当時においては、原子論全体にまつわる曖昧さがわざわざして、彼の理論は終生人目を引かず、継承者も見出さず、彼の化学上の業績に正しい評価が与えられなかったのは残念である。

以下の訳の原論文は、“Recherches sur la Structure intime des Corps inorganiques définis, et Considérations générales sur le rôle que jouent leurs dernières particules dans les principaux phénomènes de la nature, tels que la conductibilité de l'électricité et de la chaleur, le magnétisme, la réfraction (simple ou double) et la polarisation de la lumière”という標題で、*Annales de Chimie et de Physique*, 52, 113—133に掲載されたものである⁽⁹⁾。

ここでこの雑誌の創刊当時の状況、特徴等について簡単に紹介しておきたい。フランスでは18世紀第四・四半世紀に化学への関心が急速に高まり、研究活動が非常に活発となり化学者は研究成果を発表する雑誌が必要になった。当時フランスにおいて *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, Observations sur Physique*⁽¹⁰⁾ が刊行されていた。前者はアカデミーの会合で読まれた論文を掲載していたが、発表から出版されるまでには相当の時間（数年）を要し、後者はフロギストン説を擁護していた雑誌であった。そこでアカデミーや学会の刊行物ではなく、最新の研究成果をできるだけはやくしかも広く知らせ、科学の大衆化に答えることができ、さらにはラヴォアジエ (A. L. Lavoisier, 1743—1794) の新しい化学を擁護する雑誌が必要となつた。このような要請に答るためにラヴォアジエとアデー (P. A. Adet,

1763—1832) が中心となって1789年に創刊した雑誌が *Annales de Chimie*⁽¹¹⁾ である。この雑誌は当時刊行されていた他の科学雑誌⁽¹²⁾と比較して、(1)編者の寄与とその論文数の全体に対する割合が大きいこと、(2)編者がいざれも一流の科学者であったこと、(3)編者の数が多いこと一創刊当時 (1789年) ラヴォアジエ、アデーを含めて8名などの特徴をもっている。この雑誌は主として化学関係の論文等を掲載した。しかし物理学の研究と化学の研究の密接な関係はラヴォアジエ以来フランスの伝統となり、また *Annales de Chimie* の編者であったベルトレ (C. L. Berthollet 1748—1822) は物理学と化学の共同研究の重要性をよく認識していた。フルクロア (A. F. Fourcroy, 1755—1809), ギトン・ド・モルヴォー (L. B. Guyton de Morveau, 1737—1816) 等の編集者の死去を契機に、ベルトレが中心になり、時代の要請に答るために物理学と化学の両分野の研究成果等を載せる雑誌の出版が計画された。そこで *Annales de Chimie* は1816年に *Annales de Chimie et de Physique* と改題され、ゲー・リュサク (J. L. Gay-Lussac, 1778—1850) とアラゴ (D. F. J. Arago, 1786—1853) が編集主幹となり再出発した。改題後は化学関係の論文のみでなく物理学と化学の両分野の論文を中心に掲載するようになったほか、(1)編者の寄与が減少したこと、(2)内外の雑誌等よりの抜粋が含まれなくなったこと、(3)全体に対する応用化学の論文の割合が減少したこと等の点でも前と異なっている。この雑誌には物理学や化学等の独創的な多くの論文が掲載され、今度訳出を試みたゴーダンの論文もその一例である。そしてこの雑誌は19世紀より20世紀の初めにかけて物理学と化学等の発展に寄与したのであるが、時代の変化に伴い再び1914年に *Annales de Chimie* と *Annales de Physique* に分離され現在にいたっている。この *Annales de Chimie* は現存しているもっとも古い化学の雑誌である。なお19世紀前半の科学雑誌に関して松尾幸季氏と共同で研究を続けているので、その研究成果は折をみて紹介する予定である。

注

- (1) S. H. Mauskopf, *Isis*, 60, 65 (1969).
- (2) A. M. Ampère, *Ann. Chim.*, 90, 43—83 (1814).
- (3) S. H. Mauskopf, *Ibid.*, 60, 67 (1969).
- (4) A. Avogadro, *J. de Phys.*, 73, 60 (1811); 日本語訳、『化学史研究』、第2号、43 (1974).
- (5) A. Avogadro, *Ibid.*, 73, 61; 日本語訳、同誌、第2号、43.
- (6) T. M. Cole, Jr., *Isis*, 66, 338 (1975).
- (7) C. Graebe, *J. prakt. Chem.*, 87, 167—168 (1913).
- (8) M. Delépine, *Bull. Soc. Chim.*, 2, 1 (1935).
- S. H. Mauskopf, *Ibid.*, 60, 61—62 (1969).

M. A. A. Gaudin：“限られた無機物体の内部構造の探究……”（斎藤）

35

(9) 今回の訳出にあたっては、論文の最後のところの訳を一部割愛した。

(10) この雑誌の正式の名称は *Observations sur la Physique, sur l'Histoire Naturelle et sur les Arts* である。1793年より *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts* と改題された。

(11) この雑誌の正式の名称は *Annales de Chimie ou recueil de mémoires concernant la chimie et les arts qui en dépendent* である。

(12) 学会やアカデミーの刊行物ではなく、研究の成果ができるだけはやくしかも広く知らせ、科学の大衆化に答えることを意図した雑誌としては、*Observations sur la Physique* (1773年)、*Chemische Annalen* (1778年)、*Journal der Physik* (1790年)、*Nicholson's Journal* (1797年)、*Philosophical Magazine* (1798年) 等があげられる。

謝 辞

この訳は、古典を読む会（メンバー、藤井清久、菅原国香、大谷隆紀、倉林由美子）でのゼミナールをもとにしてまとめたものである。この機会に、会のメンバーの方々、特に訳文に目を通し、その不備を指摘修正して下さった藤井清久氏にお礼を申し上げます。

日本語訳

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、光の磁気・（單あるいは複）屈折・偏光のようなおもな自然現象において物体の究極粒子が果たしている役割についての一般的考察”

第一部⁽¹⁾

原子の相対的重量の決定への適用をもった気体物体を考察する新しい方法^(原注1)

原子論は日毎に完成に近づきながら、化学理論において、新しい困難を克服している。化学が不可秤量流体の示す多くの現象の根源に鋭い光を投げているのを理解するときに、われわれが達しているのがこの点である。それゆえに、未確立であっても原子論の立場から、化学者や物理学者が考えをのべ、論議をすることは彼等の義務である。なぜならば、不足しているのは事実ではないからである。それどころか事実は掃いて捨てるほどある。そして事実のすべてを実りあるものにするためには、それらを互いに結びつける1つの理論のみが、つよく期待されている。

この面から不確実性がとり去られれば、物体の本質である分子 (molécule) とよばれる原子 (atome) の集団中に含まれる原子数を定めることは、より容易であろう。したがってまた結晶を研究することによって、原子の相対的配列と分子相互の配列を示すことは、より容易

であろう。固体がこのようにして形成されているとすれば、それを横切る原子の列あるいは面の方向を決定すること、また、分子の固まり (masse) を横切って伝わるエーテル (éther) の波動の変形と偏倚に関して、その方向が果たしている役割を定めることが問題になるであろう。理論と実験とが少しでも一致すれば、その理論は真実とはいわないまでも、真実らしいものとみなさなければならないし、またわれわれにはそれで十分であろう。なぜならば、はっきりしない、これまで入りこめなかつた1つの道を進むことが重要であり、そのことがほんの第一歩にすぎないからである。実際に、ほんの1つの分子の形を正確に知ることができるとすれば、まもなくその残りのものを発見できるということを誰が疑がうであろうか。

この問題についての重要性をすべて理解していたので、私の考えはその問題の方向にずっと以前から向いていた。また、私はそのことがむだでなかったとあえて考えている。私は自分の考えを簡単に発表して、それを知らせるだけにとどめておいた。それゆえに、今日私は、1831年10月に石版刷りさせたノートの若干の項目につながりのあるいくつかの発展を示すこととする。

原子量について、ベリセーリウス氏とデュマ氏^(原注2)の原子量を用いるとすれば、われわれは、その原子量の小数を問題にしない限り、それらをだまって認めることができるであろう。なぜならば、彼等の完成の域に達した器用さ、知識、正確さ、率直さが真理の確実な保障であるからである。しかし、彼等2人の間でも異っている分子中の原子数が問題であるとすれば、それは理論の問題である。そして、すべての化学者が、たとえ地位がいかに低かろうとも、その論議に参加するように招請されている。それゆえに、彼等のうちの1人の生徒⁽²⁾が先生達と思いきって論争するのは、自分の力に若干疑いもつてゐるもの、真理を知ろうとする熱烈な欲望にかきたてらっているからである。

できるだけくりかえしを避けるために、またより正確な言葉でいい表わすために、自分達に役立つ用語を定義し、新しくそれを認めることが重要である。それゆえに、われわれは原子という言葉と、分子という言葉とをはっきり区別することにする。また今日にいたるまで人々が私と同じ結論に到達しないのは、この区別を明確にすることにだけ欠けていたからなので、その区別をよりはっきりさせることが必要である。

原子は小さい均質の球体、すなわち本質的に不可分な物質的な点であろう。一方、分子はある数とある性質をもった独立した原子のグループであろう。

婉曲ない方を避けるために、また、1個の、2個の、3個の、4個の、5個の、あるいはより多くの原子から構成されている1つの分子という代りに、われわれは分子という名詞の前に、1原子の、2原子の、3原子の、4原子の、5原子の、多原子の、といった形容詞をつけることにする。

分子中の原子の数(原注3)はわれわれがもっともよく知らなければならないことであるので、受け入れられる限りのきわめて高い正確さを自分達の用語に与えることが必要である。

それゆえに、Mはある金属の原子を示すとすると、M²⁺あるいはさらにベリセーリウス氏の M²⁻は亜酸化物(sous-oxide, あるいは oxidule)と、M³⁺は一酸化物(protoxide)と、M^{1/2+}は三二酸化物(sesqui-oxide)と、M⁻は二酸化物(deutoxide)と常に呼ばれるであろう。それは硫化物、塩化物等々に対しても同様であろう。また、われわれは、銅、亜酸化物、カリウムの一酸化物、アルミニウムの三二酸化物、チタンの二酸化物、ヒ素の三塩化物、チタンの四塩化物、カリウムの五塩化物などと呼ぶであろう。

これが理解されると、またゲー・リュサク氏の法則の結果として、アンペール氏とともにわれわれは、同温同圧におけるすべての気体物体においては、その分子はほぼ同じ距離にあるということを原理として提出するであろう。私がほぼといったことに注意してもらいたい。また永久気体やそれらの化合物以外の物体に対しては、蒸気密度から得られたような正確さをもっては真の相対的な原子量を直接得ることを不可能にしているある偏りがあるということを、ベルセーリウス氏とともに、私が認めているということに注意してもらいたい。しかし、この偏りは小数の最後の桁にせいぜい影響を与えるくらいで、もっとも有効な数字にまでいたることはあり得ない。

塩素の1体積が水素の1体積と化合すると、塩化水素ガスが2体積生じることは誰でも知っている。(仮定によって)簡単な気体(gaz simple)においては、その分子は同じ距離にあるので、塩素と水素の粒子(particule)が原子であれば、それらの粒子は1対1でしか化合することができないことになる。しかし、この場合には、塩化水素ガスの粒子は1体積中において、成分気体の粒子の数の $\frac{1}{2}$ になるであろう。したがって、簡単な気体間の距離は、 $\sqrt{\frac{1}{2}}$ (原注4)であるので、それを単位にとれば、塩化水素ガスの粒子の距離は $\sqrt{\frac{1}{2}}$ に等しくなる。それゆえに、この仮説が証明されるためには、塩素と水素の粒子が2つに分裂しなければならない。したがって、これ

らの粒子は原子ではない。

塩化水素ガスの分子は $\sqrt{\frac{1}{2}}$ の距離にあるということには異論があるであろう。なぜなら、金属の間でさえこの比が観察されるからである(原注5)。このことが、一連の化合物について以下に述べようとする理由である。

もし粒子が分子⁽⁸⁾であれば、酸素ガス1体積が2体積の水素ガスと化合して、水蒸気が2体積生じる。また、その分子のすべてが同一であるためには、酸素の各粒子が水素ガスの2粒子を占有しなければならないであろう。それゆえに、水の各分子はすべて3粒子よりもなるであろう。また、水の分子の数は前にあった酸素の粒子数に等しいであろう。すなわち1体積⁽⁴⁾が2体積に膨張されている。したがって、水の分子の数は1体積においては $\frac{1}{2}$ であろう。水の分子の間の距離は塩化水素ガスと同じように $\sqrt{\frac{1}{2}}$ になるであろう。

窒素ガスの1体積が水素ガス3体積と化合して、(もしそれがただちに生成するとすれば)2体積のアンモニアガスが生じるであろう。

粒子の分裂が起こらないために、窒素1粒子のまわりに3粒子の水素が集まらなければならない。すなわち、アンモニアガス1分子は、全部で4つの粒子から構成されていることになるであろう。そのうえ、アンモニアガスは化合のあとでは2体積をしめるであろう。それゆえに、相対的なアンモニアの分子量は $\frac{1}{2}$ で、アンモニアの分子の間の距離は塩化水素ガスや水蒸気と同じように $\sqrt{\frac{1}{2}}$ であろう。

一酸化窒素ガス(gaz oxide d'azote)の状態を論じても、臭素とヨウ素の蒸気の密度をそれぞれ臭化水素ガスとヨウ化水素ガスの密度と比較しても、また炭酸ガスと酸化炭素に対して、これらの分子を表す記号として、だれも認めている C と C⁺ という式を考える場合にも、同じ結果と同じ結論が得られる。

アルコールの組成は、1粒子の酸素と、2粒子の炭素と6粒子の水素であることがよく知られている。全部で9体積が、化合のあとでは2体積だけになるので、その中に含まれている酸素は2倍の空間をしめるであろう。このことはそれらの分子を $\frac{1}{2}$ に減少させ、それらの距離を $\sqrt{\frac{1}{2}}$ にするということになる。

エーテル(éther sulfurique)に対しても同じことになるであろう。なぜなら、その組成と密度は、酸素1体積が炭素の蒸気4体積と水素ガス10体積と化合して、酸素ガスの2倍の体積に凝縮していることを示すからである。そのうえ秤量され、分析されたすべての物体の蒸気は同じ結果を示している。それゆえに、化合物中においては、簡単な気体の粒子が原子であるとすると、原理と

して提出された法則が常に保持されていることがわかる。われわれはその粒子が決して分割されないと定めていた条件に対してだけ、最初からそむかざるを得なかつた。そしてそれ以来その条件を誤りだとずっと考えていた。なぜならば、かくされた何かある欠点が存在するという説得的な証拠があるからである。しかし後をつづけよう。

デュマ氏によると、水銀の蒸気の密度は空気と比較して6.976になり、酸素ガスに対しては6.321になる。酸素と水銀の粒子が分割されないとすると、酸素と化合し得る水銀の最小量は酸素を100として632.1になるであろう。ところで、水銀の最小量は632.1の2倍強の1265.8であることが実験によって見出されている。それゆえに酸素の粒子が2つにわかれることなしに同様の化合が生じるということはあり得ない。したがって、酸素の粒子は原子ではない。この結果をさける唯一の方法は、水銀蒸気の粒子が数において $\frac{1}{2}$ になり、距離が $\sqrt{\frac{1}{2}}$ であるということを仮定することである。しかし、この仮定によると、われわれは道理に反する結果、すなわち、もしくはいくつかの元素(élément)を含んでいる気体と蒸気においては、分子の数は常に $\frac{1}{2}$ で、それらの距離が $\sqrt{\frac{1}{2}}$ であり、それにもかかわらず、簡単な気体では、これらの数が1に等しいとすれば、化合物(corps composé)の法則にしたがう単体(corps simple)があるという結果に導かれるであろう！

デュマ氏はチタンとスズの過塩化物の蒸気の密度に対しては、空気と比較して、それぞれ6.836と9.1997という値を見出した。酸素ガスと比較すると、それらの値はそれぞれ6.194と8.3361になるであろう。さて、これらの塩化物1体積中には、2体積の塩素があることは確かである。それゆえに、6.194と8.3361から4.4265を引くと、チタンとスズの原子量としてそれぞれ176.75と390.96が得られる。

6.194	8.3361
4.4265	4.4265
1.7675	3.9096

これらの物体に対して、その数が $\frac{1}{2}$ 、その距離が $\sqrt{\frac{1}{2}}$ であると仮定しないと、水銀と同じ異議が出てくることになるであろう。

主な化合物(combinaison)についてこのような綿密な吟味の結果から、われわれは粒子の分割を十分に仮定することができる。しかし、私はさらにこの分割の必然性について説得的な証明をつけ加えるであろう。このために正確なデータを私に与えるのはまたしてもデュマ氏であろう。彼がイオウの蒸気の比重を決定したことは知

られている。彼が決定した値は空気と比較して、6.617である。それによると、イオウの蒸気、酸素ガスあるいは水素ガスの粒子が分裂しないと仮定すると、濃硫酸の式として、確かに道理に反する結果である S + 3 H₂O → SO₂ + H₂ といふ式が与えられる。それゆえに、これらの簡単な気体の粒子は分裂している。したがって、それらは原子ではない。

ふたたび気体の化合物にもどろう。そしてそれらの粒子は同じ圧力、同じ温度で、等しい距離にあるとみなされるので、われわれは、1体積、2体積、3体積の代りに1粒子、2粒子、3粒子と呼ぶであろう。また、われわれは粒子という言葉の代りに分子という言葉を用いる。なぜならば、粒子は今やいくつかの原子を含んでいるとみなされるからである。

水素ガス1分子は、塩素1分子と化合すると、塩化水素ガス2分子を与える。この化合物が生じるためには、また化合した分子が成分気体の分子と同じ距離を保つためには、成分分子のおののが2つに分かれることが絶対に必要であり十分である(図1)。これらの分子の半分が将来分裂することが証明されるまで、それらは原子とみなされるであろう。それゆえに、水素ガス、塩素ガス、塩化水素ガスは少なくとも2原子分子である(原注6)。

酸素ガスの1分子は水素ガス2分子と化合して、水蒸気2分子を与える。ところで、形成された水蒸気の分子がそれら自身の間で、成分気体のそれと同じ距離を保つためには、酸素分子が2つに分裂し、その半分のおののが2原子分子の水素1個と結合するようになることが絶対に必要であり十分である(図2)。それゆえに、酸素ガスは2原子分子であり、水蒸気は3原子分子である。

3分子の水素ガスが1分子の窒素ガスと化合すると、2分子のアンモニアガスが生じる。それがこの法則にしたがって生じるためには、1個の水素分子と1個の窒素ガスの分子がそれぞれ2つに割れ、それらの半分のおののペアが水素の2原子分子1個と結合するようになることが絶対に必要であり十分である(図3)。それゆえに、窒素ガスは2原子分子であり、アンモニアガスは4原子分子である。

臭素とヨウ素の蒸気の密度をそれぞれ臭化水素ガスとヨウ化水素ガスのそれを比較すると、これらの蒸気は塩素と全く同じように、水素ガスと化合していることがわかる。それゆえに、結局、塩素ガス、水素ガス、酸素ガス、窒素ガス、臭素とヨウ素の蒸気は2原子分子である。また、それらの相対的な原子量は、それらの相対的な2原子分子の重量と同じ比を必ず与えるので、上記の

単体の原子量は、それらの気体あるいは蒸気の密度に比例することになる。それゆえに、酸素を 100 とすれば、あるいはもっと正確には酸素を 1 とすれば(原注7), 一般に認められている値が得られる。

水 素 (Hydrogène)	0.062398
窒 素 (Azote)	0.88518
酸 素 (Oxigène)	1.00000
塩 素 (Chlore)	2.21326
臭 素 (Brome)	4.89153
ヨウ 素 (Iode)	7.89750

水銀の蒸気の密度は、酸素ガスに比較して、すでに知られているように、6.321 である。われわれはここで 1 分子の水銀を 2 原子分子の酸素 1 個と比較している。水銀分子の重量は、酸素原子と比較して、その値の 2 倍、すなわち 12.642 となるであろう。ところで、この値はほぼ水銀原子の重さである。というのは、いかなる化学者もその半分より少ない数を認めていないからである。それゆえに、水銀の蒸気は、1 原子分子であり、その粒子は原子である。

炭酸⁽⁶⁾ 1 体積は酸素 1 体積を含む。したがって、炭酸 1 分子は 2 原子の酸素を含む。この物体に対しては、炭素 1 原子に酸素 2 原子より少なく多くもない数が認められているので、炭素の原子量と酸素の原子量の関係は、含まれている炭素の重量と含まれている酸素の重量の半分との関係と同じであると結論せねばならない。すなわち、酸素を 1 とすると、(炭素の原子量は)⁽⁷⁾ 76.438 : 200.00/2 = 0.76438 になる。

ホウ素

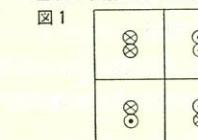
ホウ酸は酸素 100 と、ホウ素 45.401 とから構成されている。したがって、その塩化物は同じ量のホウ素に対して 442.652 の塩素を含むであろう。一方、デュマ氏はこの塩化物の密度が空気に比較して 3.942 になることを見出した。それを酸素ガスに比べると 3.571 になるであろう。このようにして、2 原子の酸素の重さを 1 とすると、ホウ素の塩化物の分子は 3.571 の重さになる。それゆえに、それを酸素原子に比較すると、その重さは 7.142 になるであろう。それから $\frac{442.652}{488.053} = 6.477$ を引くと、ホウ素原子の原子量は、7.142 - 6.477 = 0.665 になる。ところで、ベルセーリウス氏はその 2 倍強である 1.36204 という値を得ている。それゆえに、彼が原子とみなしたホウ素の粒子は 2 つに分割される。したがって、それは原子ではない。そして、その真の値は 0.68102 である。なぜならば、そうでないとすると、1.36204 の重さをもったホウ素の不可分な粒子がホウ酸になるために

は、酸素 3 粒子をとり、また、ホウ素の塩化物になるためには、塩素 13.27956 をとるであろうからである。このようにして、酸素原子に比較して、その分子は、 $13.27956 + 1.36204 = 14.6416$ になるだろう。また、酸素ガスに比較してその蒸気の比重は 7.32030 に必ずならなくてはならない。ところで、そのことからわれわれは前者の方をとらざるを得ない。それゆえに結局、ホウ素原子の真の相対的重量は 0.68102 である。フッ化ホウ酸ガス (gaz acide fluo-borique) に同じ計算を適用すると、同じ結果が得られるであろう。その結果ホウ素と酸素は 2 対 3 の割合で化合していることになる。デュマ氏はベリセーリウス氏に対して長いこと、そのことを主張している。

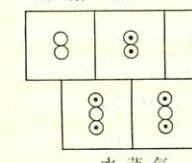
酸素原子を 1 とした場合のいくつかの簡単な物体の相対的な原子量

水素(Hydrogène)	0.062398
ホウ素(Bore)	0.68102
炭素(Carbone)	0.76438
酸素(Oxigène)	1.00000
マグネシウム(Magnésium)	1.58352
アルミニウム(Aluminium)	1.71166
ケイ素(Silicium)	1.84874
イオウ(Soufre)	2.01165
カルシウム(Calcium)	2.560019
鉄(Fer)	3.39205
チタン(Titane)	3.60000
銅(Cuivre)	3.95695
亜鉛(Zinc)	4.03226
カリウム(Potassium)	4.89916
セレン(Sélénum)	4.94583
スズ(Etain)	7.35294
バリウム(Barium)	8.5688
白金(Platine)	12.33499
水銀(Mercure)	12.65823
鉛(Plomb)	12.94498

塩素と水素とから塩化水素ガスが生じる

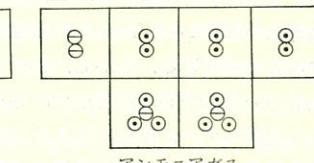


酸 素 図 2 水 素



水 蒸 气

空 素 図 3 水 素



アンモニアガス

M. A. A. Gaudin: “限られた無機物体の内部構造の探究……” (斎藤)

原 注

- (1) この問題に最初に注目したのはアンペール氏である。しかし、彼はこの問題を別な仕方で論じ、そこから異った結論を引き出した。
- (2) 原子量表を完成することに特に従事している化学者のみをここでは述べる。
- (3) 考察の対象となる物体の分子中に含まれている原子数。
- (4) 1 つの立方体の中にお互に直角に並べられている粒子を仮定すると、その立方体に含まれているその量は、粒子間の距離の 3 乗に逆比例することは明らかである。それゆえに、与えられた数に対して対応するその距離は、その数の $\sqrt[3]{\text{—}}$ となるであろう。厳密には、立方体よりむしろ正四面体の系と考えた方が正しくなる。しかし、計算が非常に複雑になるのみならず、結果が前者と少ししか異なるので、この他のものは考慮をする必要はない。
- (5) カリウムとナトリウム? ヒ素とアンチモン?
- (6) 私は、窒素、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素を含む塩を十分には検討しなかったので、それらの分子が 2 原子以上か

ら成り立っていないことを確認することはできなかった。

- (7) 酸素原子の重量を 100 というよりむしろ 1 にとることを私に決定させたのは、酸素ガスに対する蒸気の重量を計算する際に、それが単純なことによる。

訳 者 注

- (1) 第一部となっているが、第 2 部以下は *Annales de Chimie et de Physique* には発表されなかった。
- (2) ゴーダンのことをさしている。
- (3) 原文では、原子となっているが、これは分子の誤りであろう。
- (4) 酸素の体積を意味する。
- (5) ...
- (6) 今日の二酸化炭素にあたる。
- (7) カッコ内の語句は訳者がつけくわえたものである。

会 報

1976年化学史研究会総会 (1976年11月16日)

奈良女子大学で開催され、以下の事項を審議承認した。

I 会務報告

1. 会誌『化学史研究』No. 5 を 11 月中旬に発行する。
2. 会報 No. 2, No. 3 を 発行した。
3. 会員数 (8 月 31 日現在) 291 名 (新入会員 82 名、退会者 8 名)。
4. 野村学芸財団より会誌 No. 5・6 の刊行に関して 10 万円の助成金を交付された。
- II 個人会員の年会費を値上げして会誌 No. 7 の分より 3,000 円とするにした。
- III 1975 年度決算、1976 年度予算を承認した。
- IV 1977 年度年総会会場として、武藏大学を予定した。
- V 今年度世話人については、昨年度通りとする。

1977年第1回世話人会 (1977年1月29日)

上智大学 7 号館第 3 会議室にて開催され、以下の事項を審議した。

1. 1977 年度年総会会場を、武藏大学とすることを確定した。
2. 特別講演を、玉虫文一會長に依頼することにした。
3. 年会は、日本化学会関東支部または日本化学会教育部会との共催または後援とするように、関係機関に依頼することにした。
4. 会費の値上げに伴い、従来の会計年度 (前年 9 月 1 日より当年 8 月 31 日まで) を、1 月 1 日から 12 月 31 日までに変更するにした。
5. 本研究会を学術会議へ登録し、『化学史研究』を学術刊行物の指定を受けるように、それぞれ申請することとした。
6. 『化学史研究』No. 6 を 1977 年度 6 月中に刊行し、No. 7 を 来年度始めに刊行する予定とした。
7. 現在『化学史研究』の発行、入会事務などをお世話いただいている汲古書院にこれ以上負担をかけることができないので、年内中に新しい事務ならびに会誌刊行の体制を考える。

1977年在京世話人会 (1977年4月28日)

上智大学 7 号館第 3 会議室にて開催され、以下の事項を審議した。

1. 野村学芸財団に、本年度も助成金の申請をすることとした。
2. 1977 年度年会を、11 月 12 日(土)、11 月 13 日(日)の両日にわたって開催し、とくに 12 日はセミナーないしシンポジウムを開催することを決定した。セミナーのテーマ、人選について意見を交換した。

[紹介]

科学教育と科学の原典

一小島穎男編『反応速度論—化学の原典5—』
をめぐって—

榊 友彦
(名古屋大学教養部)

P. Langevin は科学史の教育的価値を論じた講演⁽¹⁾で、次のように指摘している。

「諸原則はすでに決定的に明らかになっていて、それから帰結をひき出しさえすればよいのだと信ずることは、全く誤った考え方であり、科学教育から一切の教育的価値を失わせるおそれがある」。にもかかわらず「少くとも外見上、証明すべきの理論だけがわれわれの教科書のなかで市民権をもっており、……数世代にわたる教科書の著者たちの手で済過されて残ったものは、よりもよって一番おもしろくないものである」。

このような指摘はわが国でもよく言われていることであり、あえて Langevin をまつまでもないが、科学教育にともすれば伴いがちなこの弊を救うため、彼は次のように述べて、原典にできる限り接することをすすめる⁽²⁾。「起源までさかのぼって、科学をつくった人びと、科学の生き生きとした局面を最もよく代表した人びとと、できるだけ完全に接触すること、——これにまさることはない」。この考えは「化学の原典シリーズ」の企画の精神に通ずるものがあるであろう。この小稿ではシリーズ No. 5 「反応速度論」(小島穎男編)を中心として、化学教育の立場からこの企画の意味を具体的に考えてみたい。

化学変化をふくめて、およそ変化というものは本来人間の思考にとって扱いにくい対象なのではないだろうか？ 素朴に考えれば、なにか他のものに変りつつあるものというのとは、考察に堪える堅牢な恒常性を欠くために思考の対象になり得ないとするか、あるいは変化の根本因として何らかの駆動力のようなものを想定するにとどまるかであろう。もとより自然科学はこのような素朴な立場にない。しかし、現象の解析の手がかりに何らかの恒常性を利用しなければならないことは事実であろう。「科学の基本的戦略は恒常性（保存 conservation）を普遍的の前提とすることにある」——J. Monod⁽³⁾。

これを化学変化に適用するならば、変化を通じて原子

は保存され、原子の組合せと配列のみの変化、すなわち化学反応式として記述される。この認識が確立した前世紀の半ば、Wilhelmy によりショ糖の転化反応について、時間とともに反応物濃度が減少するにもかかわらず一定不变に保たれる速度定数の存在が明らかにされた。この仕事は10年後の Berthelot らのエステルの加水分解の研究にひきつがれ、ここに開示された速度論的な考え方かのひとつの発展として、更に8年後の Guldberg と Waage の質量作用則を生む。この段階でまた平衡定数という恒常性を備えた量が見出されることになる⁽⁴⁾。

ついで1880年の前後にかけて、硫酸第一鉄が水溶液で塩素酸によって酸化される反応で、速度定数の対数が絶対温度の逆数に対して直線的に変化することが見出されたのを皮切りに、さまざまの反応についてこの規則性が検討される。そして1889年に至って Arrhenius により、ショ糖の転化反応をふくむ多くの反応についてこの規則性の確証が与えられ、この結果に基いて活性分子説が提唱される。原典シリーズの「反応速度論」の冒頭はこの Arrhenius の論文である。このシリーズが現代化学の基礎をなす論文の紹介である以上、「反応速度論」の場合この選択は一義的といえるであろう。この論文で Arrhenius の電離説とその活性分子説との結びつきを読者は知ることができる。また、いわゆる Arrhenius の式の原形は van't Hoff の等容式⁽⁵⁾に基づくものであり、さきの W. から G.-W. への流れとは逆に、平衡理論から速度理論が導かれていることも注意してよいことであろう。

ここまで発展はすべて溶液反応の研究に基くものであり、その成果はその後 Bodenstein 等による気相反応の研究に利用されることになる。液相から気相への反応環境の簡素化は、むしろ反応機作の複雑な本質を示唆する結果と、活性化機構の解釈をめぐる困難を生んだ。これらの問題を解明していく過程で、反応速度論は急速な進歩をとげることができた。ついでいえば、液相反応は高圧の気相反応に通ずる面をもつことも認識されるに至った。

さて19世紀末に立ちもどると、この時期以後、化学は近代物理学の激動の波を絶えず受けながら変貌していく。放射性元素の発見による元素観の変革はその手はじめであり、それは W. Ostwald のような指導的化学者に原子の実在に対する疑義を提起させるほどの影響を及ぼした。続いて、前期量子論の成功は化学に光化学当量の法則を与えたが、また一方、熱化学反応における活性化機構について「輻射説」をもたらすことになった。

その代表的使者が、アボガドロ数の測定によって原子の実在に対する疑義を一掃した J. Perrin であったことは

興味深い。

輻射説の反応速度論に及ぼした衝撃については、「反応速度論」の巻末の編者解説に詳説されており、Arrhenius に続く論文として McC. Lewis (1918) が採られている。これは輻射説に Trautz-Lewis (McC.)-Perrin の名が冠せられるとおり、この説の代表的論文のひとつである。これに G. N. Lewis-Smith (1925) の、活性化の際に吸収されるべき光をある範囲にわたる波長域に拡張した「一般輻射説」の提唱が続く。そして Tolman (1925) の、衝突説と輻射説をふくめた4種の活性化機構を吟味し、いずれも可能性をもつと判定した論文が紹介されている。ついでこの混迷から脱出するのに決定的な契機を与えた「気相单分子反応」に関する Hinshelwood (1926) と Rice-Ramsperger (1927) の研究が配置される。

これらの論文の選択が唯一のものであるとはいえないであろうが、編者の意図は、壁にぶつかりそれを克服してゆく学問発展過程の重要な局面を、実例について具体的に示すことにあり、編者の研究教育上の識見によるものと受けとるべきであろう。読者に「科学の生き生きとした局面」に立ち合わせる効果をもつことを期待したい。

遊離の素粒子は、いかに寿命が短い存在であっても、写真乳剤や霧箱あるいは泡箱にその飛跡を記録する可能性をもっている。メチル遊離基が不安定であるにしても、アルゴンのマトリックスのなかに閉じこめて、その構造を調べることができる。しかし、遷移状態にある活性錯合体はこのようなとらえかたを許さず、理論的計算によって推定するほかない。その基本的方法を示したのは London であり、具体的な例についての数値計算にまで持って行ったのは Eyring と Polanyi である。本書の締めくくりとして London (1928) と Eyring (1931) の論文を選んでいるのは、行き届いた配慮といえよう。読者はふたつの論文を読みくらべて、理論を生み出す創意と実際に適用するための工夫、それを支えるすぐれた着想とそして何よりも積極性を読みとることができる。

ところで、編者の解説で本書が反応速度の「総論的性格」をもち、同じシリーズの No. 6 「化学反応論」(田丸謙二編)が「各論的性格」をもつ、という関係づけがなされているが、いかがなものであろうか？ 編者の印象では、前者は活性化機構と活性化エネルギー概念を主題とし、後者はそれ以外の基本的な概念あるいは方法に関するもの、としたほうがより近いように思われる。いずれにせよこの両書はあわせて読まれるべきであろう。両書を通じて、編者の解説をはじめ個々の論文に付された訳者の解説にも教えられるところが多い。編者ならびに訳者の勞を多としたい。これらの解説に触発されて、

集録された論文の段階ではまだ決着のついていない問題のその後の展開をみずから追跡することは、読者に課された興味ある仕事であろう。たとえば、「気相单分子反応」である五酸化二窒素の熱分解機構、反応式がそのまま素反応をあらわすと考えられていた水素とヨウ素の真的反応機構、活性錯合体における「クーロン結合」の割合などが挙げられる。

統計力学的見れば、化学反応とは位相空間において反応原系の占める領域から生成系の領域へ粒子集団の移動する過程である。これが仮りに流出 (effusion) の形で行われるとすれば、原系と生成系の化学ポテンシャル差と反応速度との間に、電位差と電流に似た関係が成り立つかもしれない。しかしこの移動は、凝縮系における粒子の移動のように、活性化エネルギーを要する拡散 (diffusion) の形をとる。そして定常的に進行する熱化学反応の場合、活性化エネルギーが十分高ければ、活性錯合体の濃度は反応原系の粒子濃度と平衡にあると近似してよい。Arrhenius の式が成り立つ背景にはこのような事情がある。あるいは、この小稿のはじめに述べた観点からすれば、変化を解析するための手がかりとしての恒常性は、反応の進行過程で保存されるこの平衡関係に帰することができよう。

活性錯合体が反応原系と平衡にあるという仮定は、はじめ統計力学の権威によってきびしい批判が加えられた。しかしその後、非平衡状態を扱う統計力学の立場からなされた吟味によって、この仮定が許される条件が明らかになったことはまだ私たちの記憶に新しい。このような経緯を考え、またここに集録された反応速度論の原典を通読するとき、化学とその隣接分野——この場合は物理学——とのかかわりかたについて、改めて示唆を得ることができるようと思う。新しい道を切り開いてきたパイオニアたちを導いたものは、物理学的知識もさることながら、彼等の鋭い化学的センスではなかったか。

これらのパイオニアたちの原論文を「味読」することにより、「日本の化学第二世紀の入口に立って」、「眞にわが国固有の独創的な業績を生み出す」ことを期待する点については、筆者もまた「化学の原典編集委員会」と思いを同じくする。ただ、これについて論ずることはこの小稿の範囲を逸脱するものであろう。原典シリーズの化学教育における効用についても、冒頭に引用した Langevin が個人的経験⁽²⁾を引いているのにならって、ささやかな一例を報告するだけにとどめよう。

化学の入門段階の教育にたずさわる筆者にとって、Lothar Meyer (1870) が原子容曲線を作成するに当って、水素や窒素など当時液化し得なかった単体の原子容

の値をどのようにして推定したのか、年来の疑問であった。分子容における原子容の加成性(Kopp の概念、1855)を利用したのであろうかとも推測していたが、この点については No. 8 「元素の周期系」に収められた Meyer の原論文により確かめることができた。長年の懸案を簡単に解決した満足感というものは事の大小によらないであろう⁽⁶⁾。

補 注

- (1) ランジュバン:「科学教育論」(竹内、新村訳), 世界教育選集14巻, 明治図書, 1961.
- (2) Langevin がこのことの重要性をはじめて認識したのは、エコール・ノルマルに在学中に授業実習として、過酸化水素について講義することを課されたのが契機となった。この講義の準備のため、彼は過酸化水素の発見を報告した Thénard の80年前の論文を読むことを思いつき、この論文の内容に感動した。Langevin のこの例は、科学を教える立場に立つ者がすべて同様の契機をもつことを示すものといえる。
- (3) J. モノ:「偶然と必然」(渡辺、村上訳), みずす書房 1971.
- (4) 現在では原論文の質量作用則の導出法が正しくないことはよく知られているが、用いられる論理は平明であって、しかも動的平衡としての平衡の本質をとらえていることは、熱力学的導出法には求められない特徴であろう。そして、この特徴は速度論の導出法によってのみ与えられることを指摘しておきたい。このことに言及するには、これが入門段階での化学教育の問題点のひとつになっているからである。
- (5) Arrhenius の速度定数の温度変化と活性化エネルギーの関係式は、溶液中の反応速度についての結果に基づくものである。溶液の場合、反応速度は濃度の時間的变化を追跡することによって求められるから、関連づけられるのは van't Hoff の等容式であって、等圧式ではなく、求められる活性化エネルギーは内部エネルギーであってエンタルピーではない。気体の関与しない溶液反応では系の体積変化は無視できるから、もちろん実際には両者の量的な差はないものとしてよい。しかし概念としては明確に区別すべきであろう。内外を問わず、物理化学の入門書あるいは反応速度をとり扱った有機、生化学関係の書物にはこの点をあいまいにしたものが多い。
- (6) 同じような些事はあるが、次のことについて確かめたいと考えている。「反応速度論」の編者解説にも引用されている W. Ostwald (1853~1932) の「これで化学は科学の域にまで高められた」という讀辭は、物理化学の誕生を告知する言葉としても有名である。これは Guldberg と Waage の業績(1868)に捧げられたのであろうか、それとも Arrhenius の電離説(1887)に与えられたのであろうか?

小島頼男編『反応速度論—化学の原典5—』、東京大学出版会、1975年11月、1,600円。

断基準をもつことができるようになった。すなわち、元素の化学的性質も化学結合の理論の発展とともに整理しやすくなってきた。化学結合論はボアの原子構造論の時代にはルイスの電子対結合の考え方やコッセルのイオン結合の考え方など原子価電子に基いた結合理論によって原子価が概念が明確なものになった。さらに量子力学によって結合エネルギーも定量的に計算できる段階に達している。

元素の周期系が原子構造と化学結合の相互関係を表わすものであるならば、それは原子構造論および化学結合論の発展とともに変化し、改良されていくはずである。メンデレーフの時代には原子構造が原子量のような現象論的量によって表現されていたとはい、マイヤーの論文の初めに述べられているように、Prout の仮説に代表されているような原子構造の考え方が元素の相互関連の必然性を化学学者に確信させたものと思われる。このような大前提に対する確信がメンデレーフによる周期律発見への長い道を切り開いたのではないだろうか。また、メンデレーフは「元素について正確に測定できる性質のうち、二つのことのみ、原子量および原子価だけが実りつつある当面の現実的素材である」と述べているように、彼の周期系の正しさは化学的性質の尺度として原子価を選んだところにあるように思われる。原子構造の不明な時代にメンデレーフが正しい周期系にたどりついた原因を歴史的に理解するためには彼以前の原典が参考になるのではないかだろうか。

ダルトンの原子論の時代にメンデレーフの周期系が、ボアの原子構造論の時代にボアの周期系が見出されたように、現代の量子力学による原子構造論の時代に、それにふさわしい周期系が提出されているだらうか。私には現在の周期系が未完成であり、さらに改良されるもののように思われる。

また元素の周期律の理論の立場から、超ウラン元素の問題は非常に興味ある問題ではあるが、遠大なる応用問題の域を出ないようと思われる。

業績の評価について異論を唱えたものの、初めて接した原典が多く、モーズレー、ボアの物理学者の考え方と化学者の発想との間のギャップについて色々と考えさせられたり、高校の化学教室にかけてあった奇妙な周期律表が Thomsen によるものであったことを思い出したり、原典の面白さを満喫した。

奥野久輝編『元素の周期系—化学の原典8—』、東京大学出版会、1976年6月、1,600円。

高橋 評
(東京大学教養学部)

有機化合物の古典的な意味での構造論は19世紀に一応完成をみたが、有機化合物の反応論、構造と反応の関係についての理論は20世紀に入って発展し、一般に有機電子説ないし電子論と呼ばれている。英語の Electronic theory を「説」と訳すべきか、説と理論とは違うのか同じなのか、私にも意見がない訳ではないが、歴史的にみると、経験的帰納的な性格の強い理論であったことは確かであろう。しかし一方において、物理学における電子の発見、ボアの原子構造、量子力学の発展が如何に速やかに有機化学の反応論に影響を及ぼしたかという点についても十分みておく必要があろう。

本書は R. Robinson の「有機化学反応の過程に関する電子説の概要」(1932) と C. K. Ingold の「有機反応に関する電子説の諸原理」(1934), C. N. Lewis の「原子と分子」(1916) の論文の邦訳と訳者竹林松二、井畠敏一両氏による解説からなっている。有機電子説の内容の簡単な紹介が必要かとも考えたが、紙数の関係もあり割愛することにして、本書に収録された2論文について二三私の感想のようなものを述べて本書の紹介にかえたい。Robinson の論文は有機化学学者らしく、有機反応の豊富な実例を引用して、有機電子説の解説を行なっている。反応例のなかには現在では別の反応機構であることが明らかになったものも二三あるが、この論文の本質的価値に影響を与えるものではない。著者の有機反応に関する豊富な知識が電子説の説明に巧みに生かされ、含蓄に富んだ論文であり、その内容に古さを感じない。

Ingold の論文は Robinson の論文とは性格が異なっていて、反応論的な面はこの論文ではほとんど触れられていない。Ingold の大きな業績は有機反応機構についての広範な研究にあるが、この論文では電子説を双極子モーメント、熱化学的データなどに基づいて基礎づけを行なうことに重点が置かれている。著者自身の言葉を引用すれば、「電子説が他の理論や物理的証拠と矛盾しないことを示すことがこの論文の目的である」(91ページ) と述べられている。有機電子説は本書に収録された論文の出版された時代に引続いて、M. J. S. Dewar や G. W. Wheland などによって量子力学的理論化が行なわれたが、すでに本書の2論文のなかでもエレクトロメリーエフ果、メソメリー効果の説明に、Hückel, Pauling

奥田典夫
(国立公害研究所)

『化学の原典』は現代化学の古典的論文に直接、接して、教科書から学ぶことのできない、化学の研究の方法を学ぶことを意図している。従って、必ずしも化学史上、重要な論文だけを取上げて編集されているとは限らないが、そのうちのいくつかのものは化学史の流れを充分に考慮して編集されており、化学史の参考資料としても大面白く読むことができた。その一冊として、こゝに取り上げた『元素の周期系』をあげることができる。

本書はメンデレーフとマイヤーの論文3編、次の時期を画するボアの周期表に関する論文4編、超ウラン元素に関する論文4編からなり、最後に編集者奥野久輝教授の歴史的な解説がある。

奥野教授は周期系の発展史上の5つのメルクマールとして、デベライナーの三つ組元素、メンデレーフおよびマイヤーの周期系、モーズレーの原子番号、ボアの原子構造論、超ウラン元素をあげている。そしてこの見地から、デベライナーの三つ組元素を除いた、4つのトピックに関する原典が奥野教授のほかに、阪上、野村、松浦氏の協力によって邦訳された。

元素の周期律の化学理論としての性格について考えてみると、一般的にいうならば、それは元素の化学結合と原子構造との相関関係を表わす法則ということができるだろう。現在の理論では元素の化学的性質の周期性は原子の原子価電子の数の周期性によるものと理解されている。そこに到るまでの過程で、原子に関する認識はドルトンの原子論からボアの原子構造論への飛躍し、さらに量子力学によって化学結合まで定量的に理解できるまでに進歩した。メンデレーフの時代には化学原子の特性を表わす量として原子量ないしは原子容のような現象論的な量しか知られていなかったために、彼は原子量を用いたが、原子の内部構造が明かになるにつれて、モーズレーによってそれが原子番号に変わり、ボアによって原子の電子配置に変った。つまり、原子構造に関する知識が深まるにつれて、より適切な座標が選択されるようになった。一方、元素の化学的性質は化学反応の多様性のために、類似元素という定性的な、漠然とした概念によって整理されていたが、メンデレーフの時代にはケクレ、クーパーによる原子価の概念の確立によって化学的性質は量的に表現されるようになって、もっと明瞭な判

の論文の引用がなされている。

通常有機化学の教科書の有機電子説の説明では量子力学的基礎から始める余裕がないので、電子説は共鳴構造式の機械的操作に終始しているかの印象を一般に与えているのではないかと思うが、Ingold が共役効果についての量子力学的考え方に対する理解と洞察をもっていたことがこの論文に示されているのは興味深い。

現在有機電子説は量子力学的基礎を明確に与えられており、それ自体では定性的理論であることの限界があるとはい、反応の解釈に止まらず、合成などの面でも大

きな役割を果している。ただ教育の視点に立った場合、古典的な構造式とより正確な電子状態の記述としての波動関数との関係をどのように理解させるべきか、今日でも問題が残っていると思われる。最後に翻訳について、原論文も見ずに言うことは不謹慎であるとは思うが、Ingold の論文について若干理解の困難な表現がある。機会をえて検討して頂ければ幸である。

島村修編『有機電子説—化学の原典12—』、東京大学出版会、1976年2月、1,600円。

《会 報》

1977年第2回世話人会（1977年5月28日）

上智大学7号館第3会議にて開催、以下の事項を審議した。

1. 新たに井上尚人（東北大）氏が東北地方代表の世話人として御参加いただくことになった。
2. 年総会について、日程、会場、特別講演の演題を決め、大会世話人として武藤先生をお願いすることなどにした。
3. シンポジウムについては、『化学と工業』誌に連載中の「日本近代化学のあけぼの」と関連させながら、それを発展させ、化学教育の問題も含めるようなテーマを選定することとした。具体的なテーマの決定、シンポジウムの講演者、コメンテーターの人選については早急に決定することにした。
4. 野村学術財団へ本年度も助成金を申請中であったが、『化学史研究』No.7の刊行費とシンポジウムの開催費として、本年度も10万円の助成金が認可された。
5. かねて申請中であった、本研究会の学術会議への登録の件が承認され、同時に『化学史研究』が学術刊行物として郵政省より認可された。
6. 会計年度を1月～12月までとすることにともなって、会員の負担が増大しないように、年会費（3,000円）は1978年1月1日から適用（会誌No.7、8に相当）することとした。そのため、1会計年度で会誌をNo.5、6と刊行し、年総会を2回開催するために、会の財政に若干の赤字がみこまれる。その分は広告収入の増大をはかるなどして、当面やりくりすることとした。赤字財政を回復するために、会員各位に会費の納入（前納）を訴える必要があることを確認した。

会計年度変更の理由は現行の9月1日～翌年8月31日の方式は一般になじみが薄く、他の諸学術団体との関連や会誌刊行、会費の納入など運用面で不便な点が多いため、過渡的措置として本年度は1976年9月1日から1977年12月31日とし、会費は2,000円に据置きとし、すでに納入済みの1977年9月～78年8月の会費は1978年に充当することとした。

『化 学 史 研 究』投 稿 標 定

1. 会員は会誌『化学史研究』に投稿することができる。
2. 投稿原稿はつぎのいず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・原典翻訳・紹介・広場。
3. 原稿はすべて400字詰原稿用紙を用い、完全原稿とする。水溶性のインクや鉛筆は使用しないこと。
原稿については、あらかじめ書きを作成し、手許に保管しておくこと。
4. 論文40枚をもって、寄書は15枚をもって、一応の限度とする。
原稿は横書き、新仮名づかいによる。
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。
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。
論文・寄書などには、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。
5. 投稿先：東京都文京区白山（〒112）東洋大学経営業部 鎌谷親善会付『化学史研究』編集委員会。
7. 掲載された論文などは、抜刷を希望する著者には30部を実費で配布する。
8. 本誌に掲載された論文は、編集委員会の承諾によって他に転載することができる。

新 入 会 員 (50音順)

〔雑 報〕

化学史研究 月例会のお知らせ

昨年より毎月第一土曜日に定期的に、化学史についての勉強会(発表と討論)を催しております。今年度の経過と今後の予定をお知らせ致します。多数の方の御参加をお待ちしております。また月例会で発表を御希望の方は御連絡下さい。[連絡先: 塚原 TEL 03-930-6906, 977-1501~3(日), 肢岡 TEL 0424-84-6113]

会場: 東大教養学部(駒場)第8本館310

経過と予定:

第7回 1月8日 斎藤茂樹: A.M. ゴーダンの分子論

〔編集後記〕

遅くなりましたが、会誌第6号をお届けします。本号には東京大学名誉教授・日本学士会員木村健二郎先生から玉稿を賜わり、巻頭を飾れたことを感謝申しあげます。巻頭の玉稿は日本化学史に関する貴重な史料としてご好評を得ていることを喜んでおります。

会告にもありますように本年度の年総会は玉虫先生・武藤先生のご尽力で武藏大学において開催しますが、多

- 8回 2月5日 杉山滋郎: 18世紀末の原子論をめぐる論争
 9回 2月5日 鎌谷親善: 幕末期の化学工業
 10回 4月2日 中川昭三: 江戸時代の化学—Hビュルゲルを中心にして
 11回 5月7日 田中実: 舎密開宗について
 12回 6月18日 松尾幸季: スフーラーフェサンドの火の理論—「ニュートン主義」の再検討
 13回 7月2日 内田正夫: O・タケニウスについて
 14回 8月6日 斎藤茂樹・松尾幸季: T.O. ベルミアンの地質学と化学
 15回 9月3日 丸石照機: 19世紀のアメリカにおける化学教育

数の方々のご参加と研究発表をお待ちしております。編集委員会ではこれら研究発表を本誌へぜひご投稿下さることをお願いします。会誌の製作には原稿を編集してから完成するまで、少なくとも3カ月間はかかりますので、投稿ははやめにお願いします。

最後になりましたが、本号の刊行にあたって財団法人野村学芸財団から助成金の交付を賜わりましたことをご報告し、感謝申しあげます(K.)。

化学史研究 総目次(第1号~第6号)

第1号(1974年3月)

- 創刊に際して (玉虫文一)
 論文 化学史, By whom, For whom
 —その Historiography に關連して— (柏木肇)
 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)
 横田竜太郎研究 (I)
 —新簡易原子価論をめぐって— (塚原徳道)
 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)
 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)
 原典翻訳 A.L. Parson 磁子説による原子構造論
 —解説と Part I — (藤崎千代子)
 紹介 C.A. Russel(introd.): Essai sur la théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité by Jöns Jakob Berzelius.
 (柏木肇)
 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)
 化学史研究会への不調和感 (肱岡義人)

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)
 論文 量子化学への動きはじめについて (田辺振太郎)
 久原躬弦のベックマン転移の研究 (藤井清久)
 斥力、空気、蒸気 (吉田忠)
 —ニュートン、ヘルズ、デザグリエー—
 William Higgins と原子論 (肱岡義人)
 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)
 紹介 Arnold Thackray, John Dalton: Critical Assessments of His Life and Science (藤井清久)
 雜報 第14回科学史国際会議(XIV CIHS)化学史分科会
 化学史分科会の講演者と題目一覧

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

第4号(1975年11月)

- 桜井先生と長井先生 (小竹無二雄)
 論文 明治前期における原子論 (藤井清久)
 寄書 同志社波理須理化学校 (中村馨)
 —明治中期—化学系私立学校の歩み—
 解説 上野彦馬の『舍密局必携』 (大岩正芳)
 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)
 A.L. Parson: 磁子説による原子構造論
 —Part II・IIIの訳— (藤崎千代子)
 雜報 「Ambix 最近の11年」追記 (柏木肇)

第5号(1976年12月)

- 研究会顧—トロポノイド化学のおいたち— (野副鉄男)
 論文 プトレロフー西欧との接触— (柏木肇)
 横田竜太郎研究(2)—新簡易原子価論と電子対反発則— (塚原徳道)
 解説 物理化学の研究から見た日本化学の成長 (広田鋼蔵)
 寄書 第4号掲載論文によせて (宗田一)
 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)

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)
 論文 アメリカの化学史運動の一侧面
 —Edgar Fahs Smith をめぐって— (河原林泰雄)
 R.W. アトキンソン (塩川久男)
 一生涯と彼による上水水質分析について—
 寄書 Markownikoff 則
 —その背景と趣意— (竹林松二)
 リッテルの墓をたずねて
 一付 マイヨの墓— (塚原徳道)
 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)
 原典翻訳 M.A.A. Gaudin: “限られた無機物体の内部構造の探究……”
 —その解説と日本語訳— (斎藤茂樹)
 紹介 科学教育と科学の原典一小島穎男編『反応速度論—化学の原典5—』 (榎友彦)
 奥野久輝編『元来の周期系—化学の原典8—』 (奥田典夫)
 島村修編『有機電子説—化学の原典12—』 (高橋詢)
 新入会員名簿(付勤務先・連絡先変更)

有機化合物構造式インデックス

益子洋一郎・畠一夫・竹西忠男著/A5/4,300円
約3,500種の有機化合物を構造別に分類、配列し、また構造式一つにつき現在使われている全ての英語名・日本語名を記述。さらに化合物名から構造式が判るよう12,000語にもおよぶインデックスを完備。

化学 - 物質のしくみと変化をさぐる -

大木道則編/B5/4,000円
化学のもつ科学性を重視したユニークな構成によるテキストでABC委員会の後を継いだ高校化学教育の現代化の研究メンバーが、その研究成果をまとめた定本。

物質の探究 - 化学の現代化カリキュラム -

下沢 隆編/B5/4,500円
文部省特定研究「高校化学の現代化カリキュラム」を基に編集。化学を通して正しい物質観を培うことを目的としたカリキュラムを模索した研究班の報告書。

コットン新ケムス化学 - 探究の過程 -

湊 宏訳/B5/6,000円
高校の化学教育に変革をもたらしたケムス化学の改訂版。化学のすべての知識の基礎として実験と観察を強調し、図や写真を豊富に掲載した学び易い構成。

パリー新ケムス化学 - 実験に基づく科学 -

大木道則訳/B5/8,500円
現代科学の基礎は実験と観察にあり、それによって原理を見出すという主旨のもとに、約50の実験を混え、平易に解説した高校・大学の最適な科学教育書。

化学のシステム(全4巻)

- エネルギー、構造、反応 -
J.A.キャンベル著/B5

化学の実験的素材と理論的素材を適宜織り込み、入門知識から専門知識まで述べた教科書。

①エネルギー、原子、分子

井上尚人他訳 ¥4,000

②化学結合と化学平衡

尼子義人他訳 ¥3,000

③化学反応と熱力学

磯晃二郎他訳 ¥4,000

④構造物性と巨大分子

磯晃二郎他訳 ¥4,500



東京・日本橋

一科学者の足跡

日本の化学と柴田雄次

田中 実著 A5判・上製・箱入 4800円

化学界の長老柴田博士の90余年にわたる足跡を通して、きびしい社会的制約のもとでの日本の自立と発展の歩みを科学史としてとらえた労作。

〈おもな内容〉日本の近代百年の化学、柴田承桂と息子たち、東京帝国大学理科大学学生、在外研究への出発、ライプチヒの1年、チューリヒの化学教室、大正年間の研究と教育、錯塩研究の展開、地球化学のはじまり、第2次大戦までの錯塩化学と地球化学、科学政策に対する助言と批判、名古屋帝国大学理学部長、東京都立大学総長、日本学士院長、柴田雄次略歴

東京湾史

菊池利夫著 四六判・900円

東京湾の生い立ちから変遷のあとを探り、埋立・造成による自然破壊が、東京湾をどう変貌させたかを明らかにする。
〈おもな目次〉東京湾という地名、東京湾の自然、先史時代の東京湾、中世の東京湾、埋立、海上交通、汚れた湾

瀬戸内海

津田覚他著 四六判・1200円

死に瀕する瀬戸内海の自然、変遷、利用から汚染の実態、今後の課題など、総合研究の成果をわかりやすく説く。

〈おもな目次〉瀬戸内海の変遷、地質と地下資源、景観・交通、汚染の実態、赤潮、環境保全と今後の課題、埋立

〒104 東京都中央区銀座1-9-10 大日本図書

TEL.03-561-8671 振替東京9-219

山岡 望 著作の化学史

化学史伝(脚注版)

¥ 4,800

化学史談 全8巻・別冊1巻

脚注欄に独立記事として史論、年表、解説、挿話、化学史伝を親とすれば化学史談はその子等である。小伝、隨想および100余の写真挿図を配してある。史伝があつて史談が生まれた。史伝は化学の略史:代表的人物の伝記を中心とした歴史である。したがつて史談はもっと詳述されたものといえる。

六稜史筆

¥ 3,500
旧制六高75周年記念出版

新刊 化学史筆

¥ 3,800
化学史および学校化学に関する25編を集成

化学史窓

¥ 2,500
ヨーロッパ旅行のアルバム

続化学史窓

¥ 2,500
リービッヒのアルバム

40年ぶりに欧洲諸国を旅行して写した風物の中から化学史に関する250点を選んで解説。統いてリービッヒの思い出をたどる目的で再度渡欧してリービッヒの生涯と業績をまとめた。両書いずれも貴重な資料の画帖である。

I ペーター・グリースの生涯 ¥ 1,000

II ギーセンの化学教室 ¥ 1,500

III ブンゼンの88年 ¥ 1,000

IV ブンゼンの88夜 ¥ 1,000

V ベンゼン祭 ¥ 1,000

VI 化学者の旅行日記 ¥ 1,000

VII, VIII リービッヒ~往復書簡 ¥ 1,500

別冊 索引と増補 ¥ 2,000

古典化学シリーズ 全12巻 田中豊助監訳

1 ベルトウロ=鍊金術の起源

¥ 1,800

2 シュタール=フロギストン

未刊

3 ボイル=化学者はまどう

未刊

4 ラボアジエ=化学のはじめ

¥ 2,300

5 ラボアジエ=物理と化学

¥ 2,500

6 ラボアジエ=化学命名法

-11月発行- ¥ 4,200

7 ドルトン=化学の新体系

未刊

8 ベルセーリウス=化学の教科書

未刊

9 メンデレーフ=化学の原理

近刊

10 ファラデー=電気実験

近刊

11 リービッヒ=動物化学

未刊

12 ファン・ト・ホップ=立体化学

未刊

医学史概説

井上清恒著 ¥ 2,200

実験物理の歴史

奥田毅著 ¥ 3,200

西洋美術史

井上自助著 ¥ 2,000

ギリシア倫理学史

-倫理学成立史-

0.ディットリッヒ著 橋本隼男訳 上・下各 ¥ 3,800

内田老鶴圃新社

東京都千代田区九段北1-2-1

TFL (265)3636・振替東京3-6371

化学者

梶田龍太郎の意見

梶田 駿・梶田 効
井本 稔・黒谷 寿雄
四六判・二五〇頁・定価一〇〇〇円

故梶田龍太郎〔大阪大学(理学部)教授・理博
昭和37年没59歳〕は、日本の錯墮化學に冠す
る学問的業績だけでなく、敗戦直後には、わら
じ履きで畠道を行き、篤農家を訪ね歩いてその
経験を自分の知識と結びつけ、荒れた土地を子
孫に残すなど「疏安」に國論を主張し、資源の濫
費は「未來人の侵略」であると糾弾するなど、
鋭い同時代批判者としての行動的な化学者でも
あつた。梶田龍太郎にとって化學とは、人びと
がその力を使って豊富、消費型の生活をするた
めのものではなく、その力で資源を節約し、平
和な、長く生きる人間のためのものであつた。
日本の繁栄、高度成長が環境汚染(公害)や破
壊の上に築かれた棲閑であることが露呈された
時、多くの人が二、三十年前の梶田龍太郎の意
見を想起し、むしろ現代にこそ意義あるこ
とに愕然とせざるを得なかつた。この卓越した
先見性の根底にあるフィロソフィーと人生は、
各紙・誌上で絶讚を博している遺文選集。

★今までつつみ込む視点…隨想集★

人間にとつての科学

アシモフほか著 林 力丸
伏見康治 監修 加賀美 鉄雄 共訳
科学の存立理由と進歩の意味、科学と人間・社会について考え、基礎研究の現状、自然科学の現在の問題点を把握するのに絶好の読み物。

一〇〇〇円
B6判

*科学的知力による未来への提言…

化学同人 本社 604 京都市中京区柳馬場御池下ル
営業部 607 京都市山科区西野野色町5-4

電話(075)211-8391 *振替京都5702
電話(075)592-6649 *図書目録進呈

科学技術人名事典

アシモフ著/皆川義雄訳
B6・定価3700円

本書は、ギリシャ時代から現代に至るまでの科学技術の発達
史上、重要な役割をはたした人びと約1000人について、
その生涯と業績を年代順に興味深く平易に解説した。また、伝記は、
研究業績に集中して述べられ、読みやすめていくうちに科学・
技術史に精通できるよう配慮されている。

科学の語源 250 正・続

A·E·E·マツケンジ著/増田幸夫他訳
科学用語の由来を約500項目にわたって解説したもので、1項目に対し1頁を費やし、
アシモフ独特的のタッチで興味深く平易に解説した。各A5・価(正)1800/(続)1600円
二二クな書。各A5・価(正)1800/(続)1600円

科学者のなしどげたこと全4冊 力リレイへの道 全5冊

吉羽和夫著
都築洋次郎著
A·E·E·マツケンジ著/増田幸夫他訳
本書は、人間のだれもが立たされ解決を迫られる
問題を歴史を通して考えてみるという方式をとつていて
本書は古代・中世から20世紀に至る偉大な科学・技術者の思想
ならびに業績を綴った生きた科学史。各A5・価1400円
B6・価3700円/2・4巻1000円/1・5巻1200円

化学史研究 第6号 1977年6月30日発行

編集・発行 ◎化学史研究会 編集代表者 奥野久輝

〒102 東京都千代田区飯田橋2-5-4 汲古書院気付

振替口座・東京 175468

本誌の刊行にあたり野村学芸財團からの助成を受けました。

発売 汲汲古書院
印刷 汲汲第一印刷所

本会入会ならびに本誌購入の申込みは
東京都千代田区飯田橋2-5-4 汲汲古書院内 化学史研究会

現代化学史

アーロン・J. アイド

鎌谷親善・藤井清久・藤田千枝訳
全3冊・I ¥1800 II ¥2200 III ¥4500

A. J. アイド教授の大著『現代化学の発展』の全訳。現代化学は、工業・農業などを通じて人間生活に大きな影響を及ぼしているとともに、反面、政治的・経済的・社会的諸事件からの影響を受けています。この相互作用を明らかにしつつ、18世紀後半の初步期から今日のきわめて活発な状況にまで発展を続けてきた化学の流れが、明快に叙述される。しかし本書の主題は、20世紀における化学の進歩を視座の中心に据え、それがいかなる歴史的背景のもとに結実されたかを充実することにある。したがって、従来の化学史の書物のように古代の唯物論や鍊金術など多くの紙幅をさき、今世紀の初めまで終っているものとは性格を異にする(原始人の火の制御、ギリシア時代の唯物論、ブラック以前の鍊金術など)。科学史家にとって必読の名著とされる本書を、化学分野の研究者・教育者・学生の諸氏にお薦めしたい。

内容 [第1分冊] : 第I部・化学の基盤 1・化学の序幕 2・空気の化学/第II部・基礎理論の時代 3・ラヴォアジエと化学革命 4・化学結合と原子論 5・電気化学と二元論 6・難問の時代 7・有機化学I—有機化の勃興 8・有機化学II—体系化 9・元素の分類/付録・元素発見史/文献解題(章別) [第2分冊]: 第III部・専門への分化 10・化学知識の普及 11・分析化学I—系統化 12・有機化学III—統合整理 13・有機化学IV—天然産出物 14・無機化学I—基礎的発展 15・物理化学I—発端 16・生化学I—農学・生理学・食品学 17・工業化学I—19世紀/文献解題(章別) [第3分冊]: 第IV部・電子の世紀 18・放射化学I—放射能と原子構造 19・放射化学II—核の時代 20・物理化学II—成熟 21・分析化学II—拡張 22・無機化学I—没落と復活 23・有機化学V—成長と変形 24・生化学II—躍進期 25・工業化学II—産業用薬品 26・工業化学III—消費用薬品 27・発展と課題/付録・放射性同位元素発見年表・放射性崩壊系列ノーベル賞受賞者一覧/文献解題(章別)/人名・事項索引

デバイ化学物理学

和田昭允・和達三樹訳 ¥2800

化学物理学の分野で現在行われている多くの研究の源流をたどると、そこには必ずデバイの名があるといつていい。本書は、デバイがハーバード大学の招きで行なった一連の講義から成る。基本的に重要でありながら普通の大学院のカリキュラムでは十分にカバーされていないような項目が広範囲に選ばれており、それらが明晰に説かれる。巨匠の本領を示す書

量子化学

P. W. アトキンズ 土方克法訳
〔全2冊〕 I ¥2000・II ¥3000

原子・分子の理論は、量子力学の応用問題の宝庫であり、同時にまた、化学の基礎をなす。これを量子論の発端から説き起し、群論・角運動量・摂動論の明快な解説による理論的基盤を与えた上で、原子・分子の構造とスペクトルおよび電磁場の相互作用の、かなり立入ったところまでをきわめて簡潔に述べる。著者の学識、イギリスの学問的環境を感じさせる名著

水の構造と性質

カウズマン/アイゼンバーグ
関集三/松尾隆祐訳 ¥4000

地球上の最も多量な化合物であり、また、すべての生体系の主要な成分でもある水は、まだその性質が十分解明されておらず、その理論は多くの対立を含んでいる。本書は、おびただしい文献を整理して、有効な理論を示し、水の物性をその構造に適合させようとする。さらに、これらの論点を理解するうえに必要な物理化学的知識をも織り込んで、平易に解説する

生物学の歴史

G. R. テイラーア・矢部一郎・江上生子訳
〔全2冊〕 I ¥3000・II ¥2700

20世紀の前半は物理学の、後半は生物学の時代といわれ、今日、生物学各分野の発展はめざましい。しかしその根底には、人間が自分の存在の謎に挑んできた中世以来の歴史がある。『人間に未来はあるか』の著者は、各時代の生物学の革命的思想とその提唱者たちの歩みを描き、決定的瞬間に光を当てつつ、歴史の流れを辿る。貴重な挿画による〈図説生物学史〉

みすず書房

東京都文京区本郷3-17-15 / 振替 東京0-195132