

化学史研究会編集

化学史研究

第17号

年会特集号

1981年度年・総会プログラム (1)

特別講演

たたら製鉄の歴史について 潮見 浩 (3)

シンポジウム

「19世紀中葉における科学・社会・思想——化学を中心として」
..... (4)

課題講演

「化学と諸科学——学問の分化と総合化」 (10)

一般講演 (11)

論文

John Dalton と倍数比例の法則——その発見をめぐって
..... 井山 弘幸 (24)

教育シリーズ

質量作用の法則に関するグルベルグとヴォーゲの研究
..... 川井 雄 (33)

文献紹介 (41)

1981年9月

内田老鶴園新社

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society for the History of Chemistry

No. 17 / 1981

Editor :Hazime KASIWAGI

Annual General Meetings for the Year 1981: Program and Summaries

(1)

John Dalton and *his* Law of Multiple Proportions: a discussion about why
he was made the discoverer Hiroyuki IYAMA (24)

On the Law of Mass Action Investigated by Guldberg and Waage

..... Takeshi KAWAI (33)

The Japanese Society for the History of Chemistry

C/O UCHIDA ROKAKUHO PUBLISHING CO., LTD.

1-2-1, Kudan-kita, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan 102

化学史研究会1981年度年・総会プログラム

主催 化学史研究会 共催 日本化学会化学教育部会

協賛 日本化学会中国四国支部

第1日 10月17日（土）9時45分から 場所 せとうち苑

開会挨拶

祢宜田久男（広島大理）

一般講演 座長 中原勝儀（10:00～10:50）

1-1 光音響効果と透明純液体の可視部吸収帯の発見

中垣良一（分子研）

1-2 有機金属化合物の発見

竹林松二（近畿大工）

座長 小塩玄也（11:00～11:50）

1-3 環境放射能発見のいきさつ—ElsterとGeitelのあゆみ—

阪上正信（金沢大理）

1-4 分析化学において用いられている人名実験器具の歴史

本淨高治（金沢大理）

シンポジウム 「19世紀中葉における科学・社会・思想—化学を中心として」

司会 吉田忠・成定薰（13:00～17:00）

1. 実証主義とフランス化学—ベルトゥロー・ヴュルツ論争をめぐって—

藤井清久（東工大工）

2. ドイツ化学の形成

柏木肇（名大教養）

3. 19世紀アメリカ化学の専門職業化について

河原林泰雄（名大教養）

4. BAASと化学

松尾幸季（同志社大工）

総会 17時から18時まで同所で開催

懇親会 18時30分から20時30分まで同所で開催

第2日 10月18日（日）9時30分から 場所 広島大学理学部

課題講演 「化学と諸科学—学問の分化と総合化」（9:30～10:50）

座長 立花太郎

1. 総合科学部の目指す研究・教育

武森重樹（広島大総）

2. 学際的研究者としてのピアジー

山本多喜司（広島大教）

一般講演 座長 林良重（11:00～11:50）

2-1 一般教育と史的視点

糸山東一（香川大教）

2-2 愛媛県における理化教育のおこり—明治初期—

村上嘉一（愛媛大教）

特別講演 座長 葉賀七三男（13:00～14:00）

たたら製鉄の歴史について

潮見浩（広島大文）

一般講演 座長 鎌谷親善（14:10～15:10）

2-3 「遠西医方名物考補遺」卷7,8（元素編第一、第二）の原本の一つについて

菅原国香（東洋大工）

2-4 小森愚堂の化学的知識—「薬名早引」「氣海觀瀾記聞」にみる

千野光芳（愛知学院大教養）

座長 武藤伸（15:10～16:25）

2-5 地質調査所とコルシェルト

鎌谷親善（東洋大経営）

2-6 臨時窒素研究所におけるアンモニア合成研究の展開

亀山哲也（化学技術研究所）

鎌谷親善（東洋大学経営）

2-7 大河内正敏と科学主義工業の誕生

座長 井山 弘幸 (16:30~17:30)

松尾重樹 (近畿大理工)

2-8 フロジストン理論と決定的実験

横山輝雄 (南山大文)

2-9 18世紀第4・四半紀の科学界におけるカーワンの役割

松尾幸季 (同志社大工)

閉会挨拶

奥野久輝 (化学史研究会会长)

年会案内

1. 参加費 500円 (学生および学生会員は無料)

1. 講演要旨代 1,000円 (希望者のみ)

1. 懇親会費 5,000円 (せとうち苑, 10月17日, 18:30~20:30)

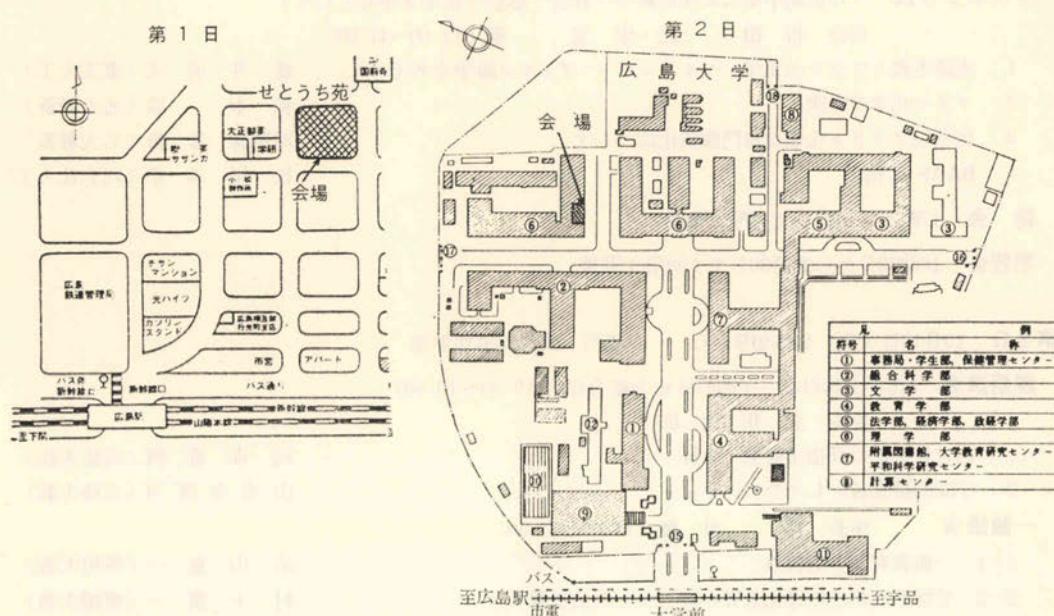
1. 会場 17日: せとうち苑 (広島市東区光町2-3-8)

〔交通〕 広島駅の北, 徒歩5分

18日: 広島大学理学部 (広島市中区東千田町1-1)

〔交通〕 広島駅から紙屋町経由宇品行バス, 電車で25分

1. 会場案内図



〔特別講演〕

たたら製鉄の歴史について

潮 見 浩

(広島大学文学部)

「たたら」という言葉は、現在の私たちには耳慣れないものとなっているが、じつは明治以前の中国山地では、各地に砂鉄を原料とし、木炭を燃料として生を生産した製鉄場があり、その場所を「たたら場」などと呼んだ。鋼が何時、何処でどのようにして出現したかは、まだあまりよく分っていない。しかし、我国の製鉄については、中国にその起源があり、それが朝鮮を経由して我国に伝播したことは確実のようである。わが国の製鉄については、洋式製錬法の導入される以前は、中国地方の砂鉄を中心としたいわゆる「たたら製鉄」とよばれるものが主流であった。それらは『鉄山秘書』などに示されるように、近世の元禄以降になって確立された。そこには、砂鉄の採取から製鉄にいたる独特な技術体系が形成され、中国地方の各地には、砂鉄採取遺跡というべき「鉄穴場（かんなば）」や製鉄遺跡というべき「たたら場」などが残っている。この製鉄法は、山陰地方を中心とした直砂砂鉄による直接製錬の「鉄押法」と山陽地方の赤目砂鉄による「鉄押法」の二つがあり、後者では銑鉄を脱炭して鋼とする大鍛冶の工程がある。

これにたいして、近世以前の製鉄については、どうであろうか。今日各地で製鉄遺跡の発掘がおこなわれているが、炉址の完全にのこる例が少なく、また各時代の特徴を明らかにするまでに至っていない。わが国においては、弥生時代の初頭から鉄器が使用されてはいるが、具体的な製鉄遺跡は明らかでなく、考古学的検討からは、さかのぼっても弥生中期に鉄器生産が開始されたと推測されるにすぎない。わが国における製鉄は、近世以降は明らかであるけれども、それ以前の弥生時代から中世あたりまでの具体的な様相は、こんごの追求にまたねばならない。

古代における鉄の生産地を文献からみると、8世紀以前の時期では、出雲（『出雲國風土記』）・美作（『日本書

異記』・『続日本紀』）・播磨（『播磨國風土記』）・近江（『続日本紀』）・常陸（『常陸國風土記』）の地域があげられる。ついで8世紀には、備後・備中・備前・美作（いずれも平城京出土木簡）の地域がみえ、10世紀前半では、筑前・備後・備中・美作・伯耆（『延喜式』）・出雲（『政治要略』），さらに11世紀では能登（『今昔物語集』）などがあげられる。

文献にみえる古代の鉄産出国は、以上の10か国で、そのうち6か国が中国地方で、古代の鉄産出地が中国地方に集中していたといえる。國の関与した鉄山は、美作・近江・能登・常陸の4か国にあり、美作・近江の例からみても、そのすべてが官採の鉄山であったとはいえない。むしろ私採を中心として考えるべきであろう。備後国では、山間地方の8郡が調・庸とともに鉄・銑を貢納しており、原島礼二氏の推算によると¹⁾、國家の必要とした鉄は、24-39万斤にのぼり、そのうち備後国が6-12万斤を貢納したという。

近年奈良・平安時代の製鉄遺跡が、各地であきらかにされはじめている。それらは前述の文献に対応するものもあるが、それよりもなお広い範囲にわたっている。それは鉄原料となる砂鉄が、わが国にかなり普遍的に分布しており、その開発に基礎をおき、一般の需要に応じたからであろう。炉形をみても、岡山・天王遺跡の箱形、新潟・鍛冶沢遺跡の「穴釜」、群馬・菅、沢遺跡のシャフト形などむしろ地域的な特色がつよい。それは各地における製鉄が、古い時期から開発され、原料その他から、各地に適合したものになったことを暗示する。中国地方の炉の地下構造も、古代末ごろから顕著になりはじめる。

注1) 原島礼二『日本古代社会の基礎構造』未来社、1968年。

〔シンポジウム 1〕

実証主義とフランス化学

——ベルトゥロー—ヴュルツ論争をめぐって——

藤井清久

(東京工業大学工学部)

19世紀前半期において、フランス物理科学界には、その思想的潮流として、粒子力学派と実証主義派との両派が存在した。粒子力学派の先導者は、ラプラスであった。ラプラスは、物理的諸概念を、たんなる数学的関係に還元しようとした、ラグランジュらの解析力学派に反対して、ニュートン的な伝統に立戻り、力の概念と、粒子仮説を主張した。このニュートン・ラプラス的パラダイムを熱心に支持したのは、ビオ、ボワソンらであった。かれらは、物質を構成する粒子と、粒子間引力の存在を信じ、粒子間引力は、重力や電気の引力と同一であることを予想した。化学者ベルトレも、化学現象が、粒子の相互の引力より、生ずることを信じ、それを親和力とよんだ。

粒子力学派と対立したのが、フーリエやコントらの実証主義派であった。フーリエは、1820年代において「科学アカデミー」の幹事の一人であり、フランス科学界に大きな影響力をもっていた。フーリエは、実験と観察から得られる熱伝導の法則にのみ基いて、かれの熱理論を構築した。自然の解釈や科学的説明を、経験されたもの、あるいは、経験しうるものに限定しようとする態度は、哲学者コントの思想の中心を成すものでもあった。実証主義的科学者は、目に見えない原因を、できるだけ自然の説明から排除しようと努めた。それゆえ、かれらにとって粒子仮説は、できうるならば、ないにこしたことはないものだった。このような実証主義パラダイムは、実験物理・化学者によって支持された。実証主義的な見解を抱いた科学者には、ルニヨー、ゲー・リュサック、デュマなどがいた。

19世紀後半期の、原子論をめぐるベルトゥローとヴュルツとの論争には、前半世纪における粒子力学派と実証主義派との対立が、影を落しているように思われる。もちろん、粒子の存在の当否を論ずることと、原子（究極粒子）の存在を論ずることとは、やや位相を異にするものではあるが、論点には不思議と共通するものが多い。19世紀後半期に、実証主義的科学者として論陣を張ったベルトゥローは、以前の実証主義派の立場を、より鮮明に固守しているかのように見える。ベルトゥローは、親友の歴史家ルナンに宛てた手紙のなかで、実証的科学に

ついてつぎのように述べた。「実証科学は、事物の根本原因や目的を追求するのではなく、諸事実を明らかにし、直接の関係から諸事実を相互に結びつけるものである。実証科学の本質を成すのは、人間知性の努力によって、毎日拡大してゆくこの連鎖である。日常の観察の対象となっているもっともありあふれた事実から出発して、<なぜ>という疑問>がたえず解決され、かつ、再生する結果、実証科学は多数の現象を共通して説明する一般概念にまで到達することを、いくつかの例で示すのは容易である」。ベルトゥローが、実証科学について述べたことは、コントが実証哲学について述べたことと、きわめてよく一致している。さらに面白いことは、コントが人間精神の発展における、神学的・形而上学的段階を必ずしも否定的に評価したかったことと同じく、ベルトゥローも、実証科学の対極をなす理念科学(*science idéale*)を、否定的にとらえなかったことである。ベルトゥローにとって、究極原因を追求する理念科学は、人間精神の感情から生じるものであるから、正当的なものであった。このようなベルトゥローの思想は、コントの後継者を自負する哲学者リトロから「半端な実証主義」として批判された。

ベルトゥローの実証的思想が、化学の領域において大きな意味をもったのは、1877年の『フランス科学アカデミー報告』誌上における、ヴュルツとの論争であった。原子論をめぐるベルトゥローとヴュルツの論争は、1869年におけるイギリス化学会での原子論論争と、多くの共通点をもっていた。ベルトゥローは、ヴュルツとの論争のなかで、原子仮説を否定し、経験的な当量の使用を支持した。さらにベルトゥローは、同種の原子が結合してつくる単体という概念は、神秘的な観念であると述べ、アヴォガドロが定式化した言明は、だれも分子の数を数えたものはいないのだから、仮説であって、法則ではないと主張した。これに対して、原子論を支持したヴュルツは、原子論が化学・物理学上のさまざまなデータ、すなわち、重量分析、デュロン・ブチの法則、同型律などのデータ、の上に基礎を置いていることを論じ、絶対的に仮説を放棄するならば、いかなる科学もあり得ないと主張した。

〔シンポジウム 2〕

ドイツ化学の形成

柏木 肇

(名古屋大学教養部)

1860年代の前半、コールタールを原料とする染料工業の分野で世界を制圧したイギリスの繁栄は、その後10年を経ずして急速に衰微する。言うまでもなく、ドイツの躍進によって、その王座が奪われたからである。ここに見る渦落と拾頭の交差は、生産の基礎を半経験的な技術と個人的な企業動機に求めたイギリス産業に対するドイツのそれ——アカデミズムと企業体との間の有機的結合が、企業性向とその拡大再生産に決定的な重要性を付与した産業の優位をさまざまと示したのである。これに先立ち、1860年バーデンのカールスルーエで化学者の国際会議が開催された。会議の目的は、原子量の選択、採用の基準を明確にし、化学式標示の一元化を目指すことにあつたが、成果は必ずしも十分ではなかった。それゆえ会議の意義は、19世紀の前半に角逐紛糾した理論の整理が一応軌道にのった段階で、今や化学のリーダーシップがケクレを盟主とする若い世代のドイツ人に委ねられ、アカデミズムの中で培養されたドイツ化学の優位を内外の化学者共同体に強烈に印象づけたことにある。

このようなドイツ化学の盛運は、1824年リービヒがヘッセン・ダルムシュタット大公国のギーセン大学に創設した、化学者養成のための実験室教育に端緒を求めることができる。いわゆるギーセン体制としてその評価が1840年代すでに明確になった方式である。それは、化学のみならず自然科学一般の帰趣を占う意味で二つの重要性を持っていた。一つは、ドイツ・アカデミズムがこの体制によって、企業への、科学者、技術者マン・パワーの不断の供給源として機能するに至ったことであり、第二に、従来自然と直接に対峙し、あるいは介入する形をとった自然科学諸分野の伝統的営為を、制度化された実験室科学 (Laboratory science) に転化する端緒を開いたことである。後にヨハネス・ミュラーがベルリンに生理学の実験教育を導入するに及んで、ギーセン体制は生物学を含む自然科学のはとんど全分野を包含するに至った。それは科学者共同体内部における規制を強化し、科学に対する国家の指導性を確立する上できわめて重要な意義を持ち得た。諸科学の自然誌との関連が急速に衰微したのもその表われとみることができる。ダーウィンとその科学は、もはやドイツ・アカデミズムからは生まれなかつた。

19世紀ドイツ化学が既成の大学に根づいたことは、イギリスやフランスの例には見られないことであった。しかし、もともとドイツの大学は、国家に準ずる政治単位

として、多数に分裂して存在した領邦、司教領、自由市などの政治目的に従属する制度であった。それらは設置された年代を背景として、それぞれ特色を有していたが、わずかにハノーヴァーのゲッティンゲンやブランデンブルクのハレを除けば、数の多きを誇るもの、決して科学の拠点ではあり得なかった。とくに18世紀末における、これら大学の知的活力は極度の衰弱に陥っていた。学問における近代化を促進したのは、これらの大学ではなく、むしろ学問や芸術のアカデミーないし学会であった。これらもきわめて多数にのぼつたが、ベルリン・アカデミー (1700年創立)、ゲッティンゲン・ソサイエティ (1751年創立) およびミュンヒエンに創設されたバイエルン・アカデミー (1759) などは18世紀ドイツ啓蒙主義の旗手と目され、華麗な活動をくりひろげた。大学の、アカデミーとの関係は必ずしも一様ではない。ゲッティンゲンでは、その創設者アルブレヒト・フォン・ハレル (1708-77) の活動を通じて、両者は密接な関係にあったが、ベルリンとミュンヒエンの大学 (その前身はインゴルシュタットに所在した) は、いずれも19世紀初期に新設されたものである。

事実上、ベルリン・アカデミーの立案創設者であったライプニッツの思想は、17世紀初期イングランドのピューリタン運動を鼓舞した、学問復興に関するベーコンの思想と酷似している。すなわち過去において卓越した能力を実証したドイツ人の知的達成は、人々の生活の豊かさと幸福の追求に資すべきであるにかかわらず、まったく利用されないままにうち捨てられ、あるいは埋没してしまっている。この事態を改善するにはドイツ人が知識を交流させ、これを人々の共有財となすべく互いに協力して自らを組織化させる必要があるとした。彼はこの協業体を構想するに当つて、先例を王立協会やフランスの科学アカデミーに求めたが、その目標とするところは、これらよりはるかに雄大かつ実際的であった。しかし彼のプランは実現しないままに終つた。ベルリン・アカデミーは、18世紀中葉以後プロシャ王フリードリヒ二世の宮廷で、フランス啓蒙思想と交流しながら、絢爛たる文化の花を咲かせたが、実験科学の領域に対する寄与にはほとんど見るべきものがなかった。この分野ではドイツは18世紀を通じて明らかに英仏におくれをとつたのである。しかし、これらの中では化学だけは唯一の例外として、医薬の調製 (Chemiatrice) や冶金術における分離技術として営まれただけでなく、化学的宇宙論、物質理論の構成

に大きな役割を果たしたルネサンス以来の強固な伝統のもとにあった。それは18世紀においても、若干の大学とともに、主としアカデミズムの外で連綿として維持された。17世紀初期に成立した薔薇十字会(Rosenkreuzer)の活動は、フランシス・イエイツの指摘によれば、ドイツ固有の啓蒙主義運動の発端であり、イングランドにおけるピューリタニズムの昂揚と呼応したとされているが、その理念の中で化学はきわめて大きな比重をもっている。

一方18世紀ドイツでは諸工業の発達によって都市化社会が徐々に形成され、市民レベルでの知識層の異常な成長を見た。彼らは、ジャーナリスト、進歩的官僚、学者、教育理論家、その他の職業人のグループからなり、既成アカデミズムのイデオロギーから絶縁した精神的自由人であった。彼らは、とくに1760年以後、大学とその知的不毛性に対する批判者として現われるとともに、啓蒙主義に沿って新しい知識の収集につとめた。この運動は18世紀後半における科学ジャーナリズムの繁栄を招来し、多数の科学雑誌が発行された。それらの多くはまだ専門誌ではなかったが、ドイツ語で記述された点に著しい特色があった。科学的著作における母国語の使用という点でも、ドイツは一世紀以上の長期にわたって英仏の後塵を拝し続けていたのである。ベルリン・アカデミーにおいてさえ、その機関誌には1780年代末までもっぱらラテン語が用いられていた。それゆえ、母国語であるドイツ語の使用は、単に啓蒙主義の必然的結果ではなく、領邦体制への批判を含みつつ、ドイツ語圏諸領邦を統一して近代的国家を実現しようとする民族主義的自覚の萌芽であったことを意味する。

ロレンツ・フォン・クレル(1745-1816)が編集した*Chemische Annalen*……もこの頃発刊されたが(1784-1804、前身は1778-)、ドイツ化学に対する英仏の挑戦にこたえ、ドイツの伝統に刺激を与えるために、在野の研究を収集したのみならず、化学者に共同体意識を植えつける上で顕著な役割を果たした。クレルがラヴォアジエ理論に対して批判的論陣をはったことは、かえってドイツにおける反フロジストン体系の普及に役立ち、ヘルムブッシュテット、リヒター、トロムスドルフおよびゲーレン等鉛々たる化学者を対立誌に結集させた。なお世纪末にはJ.C. ウィーグレーブ(1732-1800)とJ.F. グメリン(1748-1804)の『化学史』が刊行されたが、これも啓蒙

期の所産である。

大学批判は徐々に大学内部にも滲透し、たとえばゲッティングンでは、非難の十字砲火を浴びながら、大学の知的創造性が教育の使命と如何に関係するかについて熾烈な論争がくりひろげられた。けれども大学批判の結実は啓蒙主義の枠組では遂に実現しなかった。大学改革は、周知のように、Bildung(教養)の形成とWissenschaftsidealologieの確立を車の両輪とする大学理念(いわゆるW. フンボルトの理念)をまとめて緒につく。哲学部を独立させ、これに自然科学の各学科を配置したことは改革の制度的側面であった。けれどもこの制度改革が必ずしも自然科学の推進を保証したわけではない。1806年ナポレオンの侵攻以後1848年までの、いわゆる「前3月期」(Vormärz)を通じて、大学はきわめて流動的であり、ついに反動政治の脅威にさらされていたからである。

改革によって大学で研究者として位置づけられた科学者は、知識の交流と協力が要求される学問の性格とイデオロギーからの要請とを結合するために、科学の諸側面を制約する領邦国家体制の桎梏を打破する必要を自覚した。こうして観念論哲学の主張に同調した生理学者ロレンツ・オーケン(1779-1851)の指導によって「ドイツ自然学者・医師協会」(GDNA)が成立し、その第1回年会(ライプツィヒ、1822)は予想以上の成果をおさめた。たしかに GDNA の組織化にはオーケンのようなイデオロギーを必要としたが、「自然哲学」は科学のパラダイムではあり得ず、科学者の多くは科学的な事実を、これに従属させ、統一的に演繹すべき原理を追求したわけではなかった。それゆえ GDNA の成功は組織者の期待とは裏腹だったのである。折から本来自然誌家でありながら、フランス科学とその実証主義を身につけた A. フンボルトは1828年ベルリンで開催された第7回年会を主宰して、GDNA の進路に大胆な軌道修正を試みた。それは化学をはじめ個別科学ごとに分科会を設置するという趣旨のものであったが、彼の提案は、むしろドイツ自然科学の大勢に順応していたために歓迎された。けれども GDNA はイデオロギーを確認し、科学者がそれへの自己同定を表明する場であり、ドイツ科学にとって明瞭に副次的意義を有するにすぎなかった。主要な推進力を担ったギーセン体制の確立は、依然として大学自身の課題であった。

〔シンポジウム 3〕

19世紀アメリカ化学の専門職業化について

河原林泰雄

(名古屋大学教養部)

専門職業化(professionalization)という概念はそう簡単なものではないようであるが、学問的水準を保つ学会やアカデミーというもの、学問的伝統を保つ教育の場、研究者の再生産の場といふものが関わることであるということにして、化学教育のこと、19世紀中葉のアメリカ科学振興協会(American Association for the Advancement of Sciences)、国立科学アカデミー(National Academy of Sciences)の設立のことなどについて述べる。

化学は18世紀の間にいくつかのアメリカのカレッジの教育にとりいれられた。その最初はフィラデルフィア・カレッジ(後のペンシルベニア大学)の医学部に1765年 John Morgan が化学および薬物学(materia medica)の教授職に任命されたときである。1769年に化学だけを担当する教授の席が設けられ、Benjamin Rush(1745~1813)が任命された。Morgan, Rush の卒業したエジンバラ大学はライデン大学とともに当時の医学教育の中心で、その医学コースには、化学、物理学、自然誌(natural history)、鉱物学、解剖学がふくまれ、非数学的科学の修得に最良の訓練の場でもあった。世紀中に、キングズカレッジ(後のコロンビア大学、1767)、ウィリアムズアンドメリーリー大学(1774)、ワシントンカレッジ(1762)、ハーバード大学(1783)、ニュージャージーカレッジ(後のプリンストン大学、1795)、ジョージア大学(1800)で化学の教授職が設けられた。

1801年22才の法律学生であった Benjamin Silliman(1779~1864)はイェールカレッジの化学および自然誌の教授となり、研究のためペンシルベニア大学へ、ついでヨーロッパへ送られた。彼の公開講演は多数の聴衆を魅了した。在任50年間に多くの弟子を育て、イェールにアカデミックな学問の伝統を培い、後年その基礎の上に大学院を設置するのに尽力した。このことと現存のジャーナル *American Journal of Science and Arts* を創刊したことはアメリカの科学界への大きな貢献であった。

Silliman は Rush や S.L. Mitchell(1764~1831)のようなエジンバラ大学留学生とは1世代あとの世代に属し、彼の友人、独学で化学を学び、Rush の後任としてペンシルベニア大学で30年間化学の教授であった Robert Hare(1781~1858)と同世代であった。このころの化学は鉱物学に役立つ以外未だ農業、製造業への応用には程遠く、古典の伝統の支配するカレッジの中に、資金を得て化学の席を設け得たとしても、教授は実験装置収集の資に乏しく、装置も常にアメリカで入手されるとは限ら

ないという状況にあった。アメリカの第2世代の化学者達はその中でカレッジの講義、公開講演を通して科学知識の普及に成果を挙げたのである。なお化学だけでなく、アメリカの科学全体の中で化学を見直す必要がある。

ヨーロッパの物理科学が大成長期を経つつあったとき、アメリカは別系統の問題に関わっていた。19世紀の60~70年代までアメリカの科学を支配していたのは地理学であった。1840年代の天文台の建設、日蝕観測隊の派遣など天文学への資金援助が行われたが、それは航海、時刻決定、測量などに有用と信じられたからである。天文学は地理学に奉仕するものであり、他の諸科学も同様であった。この時期の地理科学(geographical science)は自然誌と地球物理学の2部門よりなり、前者は分類学を中心とする動植物学と地質学よりなり、後者は地球の物理的特性、即ちその大きさ、表面の形状、海洋、内部構造等および重力、地磁気、気象学などをふくんだ。化学は自然誌とわずかに鉱物学を通じてつながっていた。この時期の純粋の物理学と化学は、地理科学の外側にあり、正規の訓練を必要とし、実際的応用にはつながっていなかった。このような条件下では化学の発展は望むべくもなかったのである。しかし状況は変りつつあった。

1830年代の終りには Wilkes 採探隊のような大探險隊の派遣が行われたが、これだけがこの時期のアメリカの科学活動の昂揚の徴ではない。科学者の全く新しい世代が現れたのである。この新人は自ら選んだ線に沿って研究し、カレッジや大学の中により多くの科学を要求し、ひろく合衆国の科学研究を前進させることを求めた。そしてこのような志向を代表する科学者の1群があらわれ、南北戦争前の20年間アメリカの科学界を支配した。業績、人格、識見に卓れ、制度内の要職を占めたことがひとつの大きな勢力をつくり出した。非公式不特定メンバーのこの集団は、「ラザローニ」(Lazzaroni, イタリー語、ナボリにて乞食の意)という名で知られ、米国沿岸測量局(U.S. Coast Survey)の長官 Alexander Dallas Bache(1806~1867)と、スミソニアン研究所(Smithsonian Institution)の長官 Joseph Henry(1797~1878)を指導者とし、ハーバード大学の數学者 Benjamin Peirce(1809~80)も重要なメンバーであった。メンバーの多数は地球物理学に関係の深い人達で、Louis Agassiz(1807~73)のような自然誌学者、Oliver Walcott Gibbs(1822~1908)のような化学者は例外であった。沿岸測量局は当時アメ

リカにおける数学者、天文学者、物理学者の最大の雇用者であり、スミソニアン研究所は独創的研究の遂行、援助、結果の発表などを行なうアメリカ科学のシンボルであった。この重要な両機関に拠った両名を中心にラザローニは合衆国の科学研究を刺激し促進したのである。

Gibbs は Liebig の門下生である。19世紀中葉から多くのアメリカの化学者がドイツに留学し、Liebig, Wöhler 等の下で研究、帰国して新風をもたらしたがなかでも40年代の Liebig 門下生は新しい研究精神と方法をアメリカの大学に移し根づかせ、大学院制度の発展に関わった点で重要である。E.N. Horsford (1818-93) は新設のハーバードの Lawrence Science School で分析化学を指導、1863年 Gibbs が後を継いだ。ギーセン最後の門下生 J.A. Porter (1822-66) は義父 Joseph E. Sheffield の名を冠するイエール大学の Sheffield Scientific School の初代校長 (dean), 有機化学教授となった。アメリカの化学者は Gibbs 等第3世代となって、大学内に専門教育と研究の制度を確保し得たのである。

1840年代になって交通通信の便宜も増し全国規模の学会の設立が可能となり、1848年アメリカ科学振興協会 (AAAS) が設立された。これは全国の科学者の民主的な意志反映の要求に応えたもので、当初制定の会則に、会の目的をこう定めている。「定期的に場所を変えて開かれる集会によって、合衆国の各地で科学的探究をするものの間の交際を促進すること、わが国の科学研究により強く、よりひろい刺激と、より系統的な指針を与えることと、また科学者の労働に、より大きな便宜と、より広い有用性を獲得すること」と。しかしこれを最前線の研究者と地方の観察家を含んだ民主的な団体に具体的にまとめるることは難事業であった。AAAS の指導者は科学についての職業意識 (professionalism) と公共 (public) の要求との間の葛藤を認識していたが、愛好家および科学外からの支持者を協会から除外するまでの決心はつけかねた。彼等は公式に科学の大衆化、社会化の声を批判したが、公共の態度を是とし、少壮科学者の意氣阻喪を意とせず、支持の少い特殊専門の研究領域を推進することは殆んど行なわなかった。内部的分裂にもかかわらず、1860年にはアメリカの現役科学者の主要組織として、地方学会にとって替ることに成功し、集会および刊行を通じて

して科学の国家的広場を提供するという協会の役割はひろく専門科学者によって承認せられた。同時に Bache とエリート科学者は、偽学者、もぐり学者は掃滅できないこと、専門的基準は巡回式の集会や玉石混淆の会員によっては維持されないこと、をはっきりと認識した。彼等の求めたもの——そして1863年に達成したもの——は連邦政府と連結した国内でもっとも権威ある科学者の組織、即ち国立科学アカデミーであった。

南北戦争のさなか、1863年3月3日閉会直前に提出された国立科学アカデミー設置法が議会を通過した。アカデミーの目的は「科学技術に関するすべての問題について、政府の要求にこたえて研究、調査、実験、報告を行なうこと」であった。この立法の背後には A.D. Bache とその親衛隊ラザローニがあった。少くも1851年以来彼等は実際の研究成果はどうであれ、科学の友であれば万人に開かれている AAAS とは対照的な精銳集団である、指導的な科学者の組織をめざして働いて来た。また彼等は科学者として不適格な者を選別するために、専門的能力の基準に関わった。ラザローニはさらに科学のための出資者政府との関係を求めた。しかし事は意図通りには運ばなかった。

国立科学アカデミー設立の意義は何であったのか、奇妙なことに設立の肝腎のところでは何事も起らなかった。列国のアカデミーは研究の推進力となつたが、アメリカではアカデミーも AAAS も科学界を支配したことはかつてなかった。南北戦争と第1次大戦との間に、各個科学の諸分野の全国組織があらわれ、やがてこれらは研究成果の発表と専門的基準の制定を規制した。結果として科学界は、己が田にかかりきりで、壮大な力の夢に背を向けた。1865年～1914年の期間は公的資金の大量注入による援助起らず、何らかの責任団体による計画もなしに、アメリカの科学はゆっくりと着実にその成長の道を歩んだといえる。

アメリカの化学者の全国的な組織、アメリカ化学会は1876年4月20日に設立、1890年に年2回の全国集会、地方支部の設置を始め、1908年各種専門部会の設置を始めた。アメリカの化学の専門職業化もゆっくりと着実にその道をたどったのである。

〔シンポジウム 4〕

B A A S と 化 学

松 尾 幸 季

(同志社大学工学部)

イギリスが、数学、化学、その他の諸科学において、フランスやドイツなどの後塵を拝しているという1830年のJ.ハーシェルの主張は、同年の内にすぐにCh.バベジの『イングランドにおける科学の衰退とその若干の原因についての考察』、D.ブルースタッフのバベジの本の有名な書評、等となって現れ、その後も「衰退論争」の名のもとに広く注目を集めることとなつた。翌31年に設立され、第一回の会合をもつた大英科学振興協会(British Association for the Advancement of Science)は、ドイツの自然学者医学者協会(GDNA)に範をとってはいたが、この論争の直接の帰結でもあった。ハーシェル等の主張は、英國科学の将来への危惧の念を多分に反映していたが、一体どこまで妥当性をもち、またBAASは英國科学の状態の改善にどの程度寄与したのだろうか。以下、19世紀中葉(1840-60年)におけるBAASと化学の関係に焦点をあて、話を進めて行くことにする。(資料は当日配布)

ハーシェルは、数学と並んで化学を名指しで挙げているが、1830年の時点では、18世紀後半から19世紀初頭にかけての、ブラック、ブリーストリ、キャヴァンディッシュ、デイヴィ等の、全般的な輝きをもつた名前は、英國においてはもはや見当らなかった。「衰退論者」の現状の把握と将来への危惧の念は杞憂に過ぎず、英國における諸科学は独仏に決して引けをとらなかったという主張が現在通説の如くなっている。ハーシェル等の警告は、数理科学の分野においては、ストウクス、ハミルトン、W.トムソン、マクスウェル等の輩出をみるだけでも十分に有効だったことが分るが、化学においては、電気化学におけるファラディを別にすれば、グラハム、フランクリンド等は、とてもドイツのリービヒ、ヴェーラー、ブンゼン等に比すべくもなく、フランスのデュマ、ローラン、ジェラール、バストゥール等に比べても見劣りがする。英雄的な科学者の比較をやめ、当時の科学雑誌やBAASの『報告』(Report of BAAS)に依り検討を進めるとどうだろうか。19世紀の中葉を例にとるならば、化学においては依然として独仏に比して「衰退」は続いており、改善の微もないという憂鬱な結論を下さざるをえない。BAASは、名指しで挙げられた数字(数理科学)と共に化学をも回復さずはずのものであったが、19世紀中葉の独仏における有機化学を初めとする化学の諸分野の研究の華々しさと比較するならば、英國においてはどういう努力がなされていたか疑問が生ずるであろう。以

下、BAASの『報告』と研究助成金(Grant)の検討を通して、この問題に接近したい。

『報告』は短い一般報告と大部分を占める研究報告からなる。研究報告は、 $\frac{1}{3}$ を占める科学の研究と現状についての比較的長い論文と報告と $\frac{2}{3}$ の研究報告の摘要とかなる。第二部門の「化学」に属する報告には、鉱物学を初め植物生理学的なものまであり、今日のものとは違うが、以下当時の「広義の化学」に従って議論を進めて行くことにする。

(1) 科学研究とその現状についての報告 年平均16~17の論文からなるこの報告は、BAASの設立の主旨からは重要な意味をもつはずのものであったが、19世紀中葉においては、化学部門に属する報告は全体の8%弱、純化学的なものは3%弱に過ぎない。しかも同一人の同一題名の報告も少なくなく、リービヒやブンゼンとの共同研究や彼らの研究の紹介が20%を占めている。報告は、植物の成長への炭酸ガスの影響、太陽の放射の化学作用、写真化学、着色料、鉄炉から発生する気体、等からなり、純化学的なものとしては、オゾン、硫酸、結合熱等に関する研究が各一つあるくらいである。天文学、気象学、古生物学等に比べると実に僅かである。

(2) 発表報告の摘要 平均26~27の摘要からなるが、題名だけのものもある。全体として、実用との関係が極めて濃く、報告数に比して内容は決して程度は高くなない。独仏において研究の盛んであった有機化学関係のものはかなり少なく、大部分が鉱物学を含む無機関係のものである。ただ、ブレイフェア等により、リービヒ、ブンゼン等のドイツ人による有機化学における研究成果が何回も読まれているのは興味深い。この期間に最も関心を集めた主題は、写真の化学的側面と電気化学である。物理化学では、グラハムの諸研究やジュールの熱の機械当量に関する諸研究が目につく程度である。

(3) 研究助成金 BAASが最初の100年に与えた助成金(実際には、1834-1931年)は、数理科学の36,374ポンドに対して、化学は僅か4,329ポンドである。19世紀中葉の21年間には、12件、368ポンドで全期間の8.7%弱しか与えられておらず、しかもその $\frac{1}{3}$ の件数と $\frac{2}{3}$ の金額が1860年近くに集中している。その殆どは「応用」化学に関するものである。

以上から、BAASの19世紀中葉における化学研究回復の努力には見るべきものではなく、英國化学は依然として「衰退」状態を続いていると結論を下してよいであろう。

〔課題講演 1〕

総合科学部の目指す研究・教育

武森重樹

(広島大学総合科学部)

従来のわが国における大学では、個々の専門分野に応じた学部・講座の組織が基盤となった教育・研究体制が行なわれてきた。しかし、今日社会が強く要請している学際領域分野を開拓するためには、個々の専門分野の知識だけでなく、諸学を全体的立場から把握して総合的な理解を行なうことが必要である。そのためにはそれぞれの分野での専門深化の方向とならんで、総合化の方向に重点がおかれる必要がある。これは教育のみに限られた問題ではなく、その基礎をなす研究においても同様であり、学際的組織による総合的研究教育への期待が今日ほど高まっている時代はない。このような時代の要請を担って、学際的、総合的教育、研究の開拓を推進するために、昭和49年に広島大学に総合科学部が創設された。従来の大学にあたる学部システムは、ある分野の研究を専門深化するには多くの長所をもっているが、学際領域分野の研究、教育を積極的に推進するためには、旧来のシステムでは学部、学科間の壁が厚く、教育面でも研究面でも多くの欠点をもっている。そこで総合科学部では、専門教育の課程として、従来の学部、学科を破る新しい学際コースを設け、また、研究組織としては、複数の研究分野から成り立つ大講座制を採用することによって、従来の単一講座制にひそむ欠陥を排していくいろいろな学部出身の教官で構成することによって、学際領域の研究と教育を総合的に推進できる体制をととのえている。

総合科学部には主として自然科学領域にかかる専門教育システムとして環境科学コースと情報行動科学コースがおかれている。環境科学コースでは人類の生存する環境としての自然界を基礎的・体系的に把握し、自然界の諸現象について総合的な研究を行なっており、大きく分けて、基礎科学研究と自然環境研究の2つの分野でコースを編成している。基礎科学研究の物質科学分野では物質の基本的性質と機能を理解するために必要な物理学

と化学にまたがる専門科目を課し、これらの基礎的知識をふまえて、エネルギー開発、環境開発計画などに関連した科学技術の諸問題について総合的に対処している。自然環境研究の生物環境分野では、生物とそれをとりまく自然的・人為的環境要因との相互作用を解明するため、自然現象を背景にした生物学及び化学の専門科目を課し、生態系の合理的な利用、管理、物質の動態、生体と化学物質の関連など分子レベルから生態系まで人間を含む環境について総合的に教育を行なっている。また自然環境研究の地域環境分野では自然環境の構造とその成立過程を解析するため、地学、地理学、化学から成る、いわゆる地球科学の諸科目を中心とし、その基礎知識の上に立って、地域に関する環境の調査、計測とその保全、改善にとり組んでいる。情報行動科学コースにおける生命科学分野では、生命現象を本質的には物理学、化学の法則に従う物質現象として捉え、そのレベルでの解説を計るため、旧来の生物学を超えた新しい生命科学の確立を計ることを目的として、化学と生物学にまたがる専門科目を課し、生体分子構造機能、分子生物学、細胞生物学、神経科学などの諸問題に総合的に対処している。数理情報科学分野では、統計学、情報数学、コンピューター及び情報処理の諸分野より構成される組織で情報化社会の新しい要求に即した教育を行なっている。また行動科学の分野では人間の行動の原理、予測、制御などについて総合的な教育研究が行なわれている。いづれのコース、分野においても、授業科目の履修方針は従来の学部カリキュラムに比べてかなり自由度が高いのが特徴であり、学科の壁を越えて広い視野から教育が行なわれている。このような新しい教育システムが自然科学分野の学際的、総合的教育、研究の発展に寄与し、有為な人材の育成に役立つことが期待されている。

〔一般講演 1-1〕

光音響効果と透明純液体の可視部吸収帯の発見¹⁾

中垣 良一

(分子科学研究所)

一世紀も以前に発見された現象の中には、発見後長い間忘れ去られ、最近になって再び注目されるようになつたものもある。たとえば光音響効果とか透明有機溶媒の可視部吸収帯(高次倍音吸収帯)などは長らく忘れられたものの例としてあげることができる。この二つの現象は発見当時は全く無関係であったが、今日では両者は深くかかわりあうようになっている。光電効果の発見もまた極めて古いが、光電子分光法が分子分光学の一分野として確立されたのは第2次世界大戦後のことであり、それまでには真空技術・電子技術の発達をまたねばならなかつた。このように技術的な進歩にともない、古くから知られた現象が見直されることも稀ではない。

光音響効果(photoacoustic effect)とは、電話の発明者米国人ベルによって発見されたもので、物質に光が吸収されるとそのエネルギーの一部分が音となって放出されるという現象である²⁾。ベル自身はこの現象をphotophonic effectと呼び、これを利用した光電話(photophone)を考案している。この効果は長い間忘れ去られていたが、近年ベル研究所の研究者たちによって分光学への広汎な応用が確立された。気体・液体・固体のいずれの状態の試料についても測定が可能であり、今日では種々の試料のスペクトル測定を目的とした光音響分光装置が市販されている。光音響分光法については茅博士の紹介があるので、ここではこれ以上述べないこととする³⁾。

水や殆どの有機溶媒は無色透明であり、吸収スペクトル測定用の溶媒として使われる。ここでいう吸収スペクトルとは電子的基底状態から電子的励起状態への遷移に対応する電子スペクトルのことである。実際は水や有機溶媒は可視部に極めて弱い吸収帯を持っている。この微弱な吸収帯は振動基底状態から振動励起状態への遷移に帰属される。もう少し詳しく言うと、水や有機溶媒中のX-H(XはC, N, Oなど)結合の伸縮振動の高い励起状態($v=5\sim7$)への禁制遷移が可視領域に出現するということである。これは今日の知識に基いて、水や有機溶媒の微弱な可視部吸収帯を記述しているのであって、この種の吸収帯が発見された当時は、分子構造とスペクトルの関係が明確に認識されてはいなかった。今から約百年前英國のラッセルとラブレイクは次のような方法で有機純液体の微弱吸収帯を発見した⁴⁾。長光路セル(2~8フィート)に純液体を充たし、大きなガラスプリズムを

分散素子として用いるデザガ式の分光器により可視部の吸収帯を肉眼で観察する。光源としてはベンゼン燈より一昔前のアルゴン燈と石灰燈を用い、波長基準にはフランホーファー線を用いる。たとえば、ベンゼンのCH伸縮振動の5倍音ではモル吸光係数の値は $10^{-4} l/mol \cdot cm$ のオーダーにあるので、このような微弱な吸収帯を検出するには、当然長光路セルが必要であった。その後吸収スペクトル測定には写真乾板が用いられるようになり、1920年代末に米国のエリスはベンゼンの近赤外・可視部にわたる微弱吸収帯を系統的に調べた⁵⁾。以後この分野の研究は停滞し、近年になってレーザー分光法や電子技術が発達して、微弱吸収帯の検出方法として光音響分光法や熱レンズ分光法が用いられるようになってから、再び研究が活発化した。光源としてレーザーを用い、試料から放出される音波を圧電素子やマイクロホンにより検出して高次倍音吸収帯を測定する方法が開発された⁶⁾。こうして発見後長い間忘れ去られ、近年再登場すると間もなく両者の間に緊密な関係が成立するようになった。

百年近くも昔から知られた現象のうち光とか色の関与するものとしては、ホトクロミズム(可逆的着色現象)、化学発光、摩擦発光などがあげられる。これらの現象を示す化合物すべてについて着色機構・発光過程が解明されていたわけではなく、近年ようやく解明されたものも少なくない。分光学・光化学の領域に限定しても「温故知新」というべき事情の現象はまだかなりあるように思われる。(謝辞) 古い文献の閲覧には理化学研究所の図書館を利用させていただいた。

参考文献

- 一部を「透明純液体の可視部吸収帯の発見と高振動励起状態の化学」として『化学史研究』に投稿中。
- A.G. Bell, *Am. J. Sci.*, **20**, 305 (1880).
- 茅幸二『科学朝日』1981年5月号46頁など。
- W.J. Russell and W. Lapraik, *Nature*, **22**, 368 (1880).
- J.W. Ellis, *Phys. Rev.*, **32**, 906 (1928).
- A.C. Tam and C.K.N. Patel, *Appl. Opt.*, **18**, 3348 (1979).
- R.G. Bray and M.J. Berry, *J. Chem. Phys.*, **71**, 4909 (1979).

〔一般講演 1-2〕

有機金属化合物の発見

竹林松二

(近畿大学理工学部)

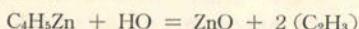
有機金属化合物は金属原子に有機ラジカルまたは有機分子の炭素原子が直接結合した化合物で、現在では金属-炭素結合の性質に応じて有機合成に広く用いられている。最初に見出されたものはジアルキル亜鉛であるが、初期の有機金属化合物がどのようにして見出されたか、その研究のあとを顧みたいと思う。

(1) 有機亜鉛化合物

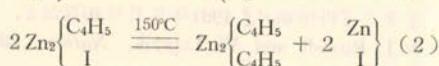
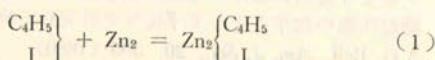
ジアルキル亜鉛は1849年 Frankland によって単離された。1848年彼は Marburg の Bunsen のもとで有機ラジカルの遊離を企て、ヨウ化アルキルと亜鉛との反応で生成する気体はアルキルラジカルであると考えたが、ヨウ化メチルに亜鉛を作用させたとき、反応管中に白い結晶性物質の生成を認めた。この物質は水と激しく反応して炭化水素を発生し、水素中で熱すると悪臭のある液体を生成した。この液体物質は空気に触れると発火して酸化亜鉛を生じ、水と反応して酸化亜鉛と2当量の炭化水素を生成することが認められた。これらの結果から、この液体物質は1当量のメチルラジカルと1当量の亜鉛からなるものと考えて、彼はこの化合物に C_2H_5Zn の化学式を与えて Zincmethyl と名付け(1849年)、水との反応を次式のように表わした。



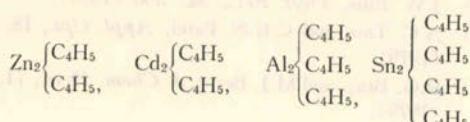
同様にして Zincethyl も単離し、反応性は前者よりも幾分弱いが水と反応してメチルガスを生成することを認めた(1849年)。



その後 Frankland は「金属を含む有機化合物」と題する一連の研究を行ない、1860年には「有機金属体」と題して Zn , Cd , Al , Sn , Hg などのアルキル化合物の生成について論じた。そのなかでエチル亜鉛の生成は(1)と(2)の反応によるものであり、



また、

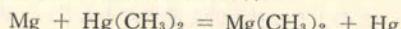


のように金属とアルキルが結合する割合は金属によってそれぞれ一定の限度内にあることを示した。これは金属の原子価に関する最初の見解とみなされている。

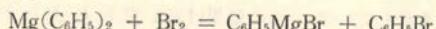
(2) 有機マグネシウム化合物

同じ頃 Hallwachs と Schafarik はヨウ化エチルとマグネシウムとの反応でジエチルマグネシウムを得ようと試みたが、僅かに痕跡程度であった(1859年)。

1890年にになって Löhr はジメチル亜鉛と塩化水銀との反応で生成するジメチル水銀にマグネシウムの粉末を作用させてジメチルマグネシウムを得た。



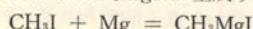
1892年 Philadelphiaから Tübingen 大学の L. Meyer の研究室に来ていた Fleck は Löhr の研究に基づいてジフェニル水銀とマグネシウムの反応でジフェニルマグネシウムを得、そのエーテル溶液に臭素を徐々に滴下して次式の反応に従ってフェニルマグネシウムプロミドを得ようと試みた。



しかし、得られたものは C_6H_5Br と $MgBr_2$ であった。

他方、Lyon 大学の Barbier は1899年テルペン類の研究でメチルヘプテノンにメチル基を導入するために、そのエーテル溶液に亜鉛よりも反応し易いマグネシウムを加え、これにヨウ化メチルを徐々に加えた。激しい反応の後加水分解するとジメチルヘプテノールが得られた。

Barbier の門下であった Grignard はヨウ化メチルとマグネシウムから CH_3MgI が生成する可能性を考えて、



エーテル中マグネシウムの粉末にヨウ化メチルを作用させ、反応後エーテルを除去して潮解性のある結晶性物質をとり出した(1900年)。アルキルマグネシウムハライド $RMgX$ (実はそのテーテル付加物) はこのようにして見出されたのである。Grignard はこの物質を含むエーテル溶液がアルコールや炭化水素の合成に広く応用できることを示して Barbier に応えたのである。

以上のように有機ラジカルを遊離しようと企てた実験から有機亜鉛化合物が見出され、それがもとになって種々の有機金属化合物が合成の面で注目されるようになつたものと思われる。

〔一般講演 1-3〕

環境放射能発見のいきさつ

——Elster と Geitel のあゆみ——

阪上正信

(金沢大学理学部・LLRL)

人類が一般市民としてはじめて人工の放射能にさらされた世界的にもユニークな都市広島で化学史研究会が開催されるにあたり、最近の私共の当市における環境放射能研究の方法と成果を参考しつつ、1900年代初頭、はじめて天然における自然環境放射能の存在を発見したドイツ生れの2人の仲のよい実験的研究者、J. Elster (1854. 12. 24~1920. 8. 4) と H. Geitel (1855. 7. 16~1923. 8. 15) の研究のあゆみと発見のいきさつを省みることは、化学史的にも意義深いことと考える。幸い本年低レベル放射能計測に関する討論会(於ベルリン)で訪欧の機会に、彼等が幼少の時、たまたま隣同志に住み、こよなき親友となり、また学校生活後、共に教師としての30年余の勤めを行いつつ、数々の創造的研究業績を積み重ねたゆかりの土地 Wolfenbüttel (北部西ドイツ東独との国境近く) を訪れ、種々の知見と資料を集めるきっかけを持ち得たので、それらをもとに述べてみたい。

実験物理学者として研究を始めた兩人は、空気中の電気現象に深く興味を持ち、加熱された空気の電気伝導からいわゆる金属の熱電子放出、熱陰極の研究を進めるとともに、雷雲での電気現象、水滴の電気効果、日食のさいの大気電気等の研究を1880年代から90年代にかけて行っているが、この頃の何よりも大きな業績は、光による電気効果の諸研究を種々の金属元素について行い今日大きな応用を生んでいる光電管を発明し、さらにこれを天体からの微光測定にも応用したことである。そして1896年 Becquerel による放射線の発見からは、この作用と空気の陽電離の関係にも思いをいたし、空気中の電気伝導度の測定実験において洞穴(現在東独内の有名な石灰洞 Baumannshöhle など) や地下書庫での値が高いことから、その原因として當時発見間もない放射性ガスの存在確認実験を行い、一般環境における放射性物質の存在を発見した(1902)。すなわち約2000Vの負電圧をかけた針金という簡便でユニークな装置を用いて、ラジウムエマネーション(ニトン、現在のラドン)の娘核種を捕集しその放射能を確認した(Drahtaktivierung)。さらに親核種ラドンの半減期を考えると、長寿命のラジウムやトリウムが大地全般に存在し、エマネーションを供給しているにちがいないと推定し、気圧の低い大気へは

大地からの放射能の放出が高いことなども認めた。1904年から1905年にわたる一連の仕事では、各種の土壤、岩石には、鉱泉の沈積物とともに、たとえ濃度は薄くても放射能の存在することを証明した。このようにしてこれら一連の研究は、空気の電気伝導度、そこでの正イオンの存在のみならず、地熱の問題などの解決にも寄与することとなったのである。

彼らは1906-07年には、通常の鉛が絶対量は少ないものの他の金属と比べて放射能の高いこと(Poの混在)、また非常に古い鉛には放射能が認められないこと(Poの親核種 RaD、現在の²¹⁰Pbの減衰のため)を示した。また1909~10年にかけての仕事では、カリウムやルビジウムには他の混入物のためではなく、これら元素自身に弱いβ放射能をもつことを他の研究者とともに認めている。これらはやがて第1次世界大戦の前後にかけて、ベルリンの O. Hahn その他の研究者による Rb-Sr, K-Ar 年代測定法の研究へと発展したのである。

このように自然そのものに興味をもち、しかも借りものでない自ら工夫した実験器具をもって、独創的に積みあげられた約30年にわたる研究活動の成果は、兩人連名の総計120に余る研究報告に公表されている。ほかに単独名の論文はそれぞれ Elster 12篇、Geitel 24篇の主として総説的なものにすぎず、いかに両人がたえず協力して自然の実験的研究に取組んでいたかがわかる。ただ Elster がより教師的で実験的、Geitel は大学教授的で思考的でよい組み合せであったといわれる。なお兩人ともそれぞれ、Breslau 大学の実験および理論の2教授職への招請も断わり、地方都市 Wolfenbüttel の Größen Schule の教師に生涯とどまり、研究教育をともに続けたことにも両人の性格をうかがうことができる。

ともかく環境における放射性物質という化学的存在が Elster と Geitel の実験物理的研究から発見され、一方広島をみまた核分裂という物理的現象が、それまでの核物理学の常識を越えて化学者 O. Hahn らの分析化学的実験によって発見されたことを省みると、化学の歴史の原動力をたづね、その将来の創意ある展開を考える場合にも、きわめて示唆的な意味をもつものである。

〔一般講演 1-4〕

分析化学において用いられている人名実験器具の歴史

本 浄 高 治

(金沢大学理学部)

分析化学は自然界に存在するあらゆる物質を対象とし、その化学的組成を決定するための手段を探求し、その方法に論理を与えることを目的とする化学の最も基礎的な最古の學問分野である。その発展経過は、定性分析、重量分析、容量分析、機器分析という道をたどっている。初期の頃は定性的な分析ばかりであり、定量分析が確立されたのは19世紀になってからである。19世紀はドイツの分析化学の開花期であり、化学における多くの重要な発展の舞台ともなった。特にドイツでは化学工業が発達し、生産における品質管理が経済的な利益とも絡み、定量分析が確立され、また新しい技術が開発されたのである。その頃発明され、今なお分析化学の分野において用いられている人名実験器具類をその発明者と共に列挙すると、ビーカーでは、普通型のグリフィンビーカー (Griffin, ドイツ), ルツボでは、ローゼルツボ (H. Rose (1795-1864), ドイツ), グーチルツボ (F.A. Gooch (1852-1929), アメリカ), バーナーでは、ブンゼンバーナー (R.W.E. Bunsen (1811-1899), ドイツ), メケールバーナー (G. Méker, ドイツ), デシケーターでは、ミッチャエルリッヒデシケーター (E.E. Mitscherlich (1794-1863), ドイツ), これはシャイブラー減圧デシケーター (K. Scheibler (1827-1899), ドイツ) の原形である。フレゼニウスデシケーター (K.R. Fresenius (1818-1897), ビペットでは、オストワルドビペット (F. W. Ostwald (1853-1932), ドイツ), ビュレットでは、モールビュレット (K.F. Mohr (1815-1879), ドイツ), ガイスラービュレット (H. Geisler (1806-1879), ドイツ), ビュレットはゲイルサック (J.L. Gay-Lussac (1778-1850), フランス) が初めてデザインしたもので、burette, pipett, titrateという用語も彼がつくり出したものである。フラスコでは、エルレンマイヤーフラスコ (E. Erlenmeyer (1825-1909), ドイツ), エングラーフラスコ (K. Engler (1842-1925), ドイツ), ケルダールフラスコ (J.G.C.T. Kjeldahl (1849-1900), デンマーク), クライゼンフラスコ (R.L.

Claisen (1851-1930), ドイツ), グリニャーフラスコ (F. A.V. Grignard (1871-1935), フランス), 吸引フラスコでは、ブナーフラスコ (E. Buchner (1860-1917), ドイツ), 吸引漏斗では、ブナーフラスコ (E. Buchner, ドイツ), カップ漏斗 (J. Katz, ドイツ), ウィットの装置 (O.N. Witt (1853-1915), スイスで生まれドイツに帰化), 冷却器では、ミッチャエルリッヒコンデンサー (E.E. Mitscherlich, ドイツ), リービッヒコンデンサー (J. Liebig (1803-1873), ドイツ), ホプキンソンコンデンサー (S.F.G. Hopkins (1861-1947), イギリス), 温度計では、ベックマン温度計 (E.O. Beckmann (1853-1923), ドイツ), ガス発生器では、キップの装置 (P.J. Kipp (1808-1864), オランダ), ガス吸収管では、ペリゴー管 (E.M. Péligot (1811-1890), フランス), 乾燥器では、アブデルハルテン乾燥器 (E. Abderhalden (1877-1950), スイス), 魔法瓶では、デューワー瓶 (J. Dewar (1842-1923), イギリス), クランプでは、モールビンチクランプ (K.F. Mohr, ドイツ), ブンゼンクランプ (R.W.E. Bunsen, ドイツ), ヨルクボーラーでは、モールコルクボーラー (K.F. Mohr, ドイツ), バルブでは、ブンゼンバルブ (R.W.E. Bunsen, ドイツ), 水流ポンプでは、ブンゼンアスピレーター (R.W.E. Bunsen, ドイツ), などがある。

普通型の試験管と分液漏斗は、ベルセーリウス (J.J. Berzelius (1779-1848), スウェーデン) が1800年頃自らガラスを吹いて発明したと言われている。また普通よく用いられているガラス漏斗はブンゼン (R.W.E. Bunsen, ドイツ) が発明したので、ブンゼン漏斗と呼ばれている。以上のことから実験器具の歴史は化学の発展と大きな関係があり、19世紀におけるヨーロッパ化学界のメッカがドイツであったことが想像できるのである。そして、その頃に活躍した化学者の発明した実験器具が、現在もなお分析化学の分野で数多く使われている人名実験器具のルーツとなっている。

〔一般講演 2-1〕

一般教育と史的視点

糸山東一

(香川大学教育学部)

全学における一般教育をも担当している教育学部にあって、一般教育および教育学部における各分科専門教育の授業内容をどのように策定するかは、一般教育の改善あるいは授業内容の点からみた教員養成の見なおしの観点からしても重要なことである。演者は一般教育をも担当する教育学部に所属して二十余年になるが、その間一般教育のあり方あるいは教員養成学部における各分科専門教育のあり方について感ずることがあり、その一端を報告する次第である。

一般化学の授業内容

大学に一般教育の課程が導入された理由として積極的理由あるいは消極的理由のもとに導入されたといわれている。本報告はそのいずれにもくみせず、ただ高等学校における中等教育と大学における専門教育との間にあって、一般教育の課程において化学の授業を如何に展開していくか、一般教育としての成果を挙げうるかを検討するものである。

演者は、化学という学問の対象は物質及びそれに関する一切の事項であるので、物質像あるいは物質観の時代による変遷が一般教育の課程における化学の授業を実施するさいの思想的基盤と考えている。したがって、演者が考えまた実施している一般化学の授業の編成は、次のようにになっている。

1. 物質像の変遷

2. 現代化学への歩み

原子構造論の進展

放射性元素に関する一連の発見

化学結合論の進展

3. 物質及びその変化に関する理論

4. 物質各論

史的資料導入のさいの問題点

一般教育あるいは専門教育とを問わず、授業において学問発展に関する史的資料を導入することは有効と考えている。この理由は、学問体系形成のプロセスは研究者の主観のもとに行われた研究成果の取捨選択を伴った積み上げであるので、一つの理論形成の史的経過をみると重要と考えるからである。また、それぞれの研究者による研究実施の動機は多種多様であろうし、くわえて、この研究成果の取捨選択にもいろいろな背景のもとに行っていたことと推察される。このような「動機」あるいは「背景」は、現代を生きている我々にとっても身近な問題に繋がるであろうし、また、受講者側にとって

も興味をもつてあろうし、もつべきものであると考える。何故ならば、学問の進歩発展はこのような「動機」あるいは「背景」をもとにして、進むものであるからである。

問題点として、しかしながら、次のようなものが挙げられる。それは、このような「動機」あるいは「背景」に関して、どの程度の正確性のある資料が入手できるかである。第二に、学問形成のプロセスに組み込まれ得なかった、いわば消え去った研究成果である。学問形成のプロセスを授業に取り入れる以上、現時点では消え去った研究成果の紹介も、学問体系を理解させるためにまた一つの理論形成の真実の姿を伝達する点でも重要であると考えるからである。

二、三の実施事例

全学の一般教育をも担当している本学部にあって、一般教育、専門教育とを問わず、史的視点を踏まえた授業の展開では必要であろう。とくに理・工学部のような専門学部とは異なる性格をもつ教員養成学部である本学部にあって、各分科諸科学に関する初等あるいは中等教育の段階での関連教材の内容からみて、学問体系上重要な理論、事項の歴史的な展開ができるだけくわしく講述することは必要と考える。

化学の分野において、(1)原子・元素論の誕生、(2)原子構造論の進展、(3)電解質水溶液に関する平衡論などは、一般化学での授業の柱としても、また、教員養成という見地からみた化学の授業内容としても重要であり不可欠な事項と考えている。原子・元素論の誕生について講述する場合、一足とびにドルトン・ラボアジェの研究業績を話すことは、中等あるいは高等教育とを問わず親切を欠くことになるであろう。また、水溶液に関する講述にさいし、酸-塩基平衡論、酸化還元平衡論……等に入る前に、電解質水溶液での電離説の誕生ならびにその背景などの講述は、中等教育の段階で原子、分子、あるいはイオン、電離などがかなり重要な位置を占めているので、アレニウスの電離説を中心とした詳細な講述は必要と考えている。原子構造論の一つの中心となっているボーラーの理論についても、その理論の内容よりもこの理論をボーラーが構想するに至った基盤等について出来る限り講述することも、受講者に対する勉学意欲を起せしめる点からみて必要なことではなかろうか。

本報告の主題とした史的視点について、以上のような見解のもとに述べる予定である。

〔一般講演 2-2〕

愛媛県における理化教育のおこり—明治初期—

村上嘉一

(愛媛大学教育学部)

明治初期の日本における理化教育のおこりと展開について、全国的なレベルでは研究されている。しかし、地方におけるそれは今後の調査研究に待たねばならないものが多いようであり、愛媛県の場合も同様である。

本論は「学制」期における愛媛県下の理化教育のはじまりを追跡することにより研究の端緒としたい。

明治4年の廃藩置県で伊予(愛媛)にあった8藩は8県となった。これらの8藩にはそれぞれ藩校があったが、理化教育に関係のある洋学は明治に入るまで教科目に採用されなかった。「学制」が頒布されたとき、これらの8藩は石鉄県と神山県となっており、明治6年には両県の合併により愛媛県が誕生し、「学制」下の教育を展開することとなった。

「学制」頒布直後に文部省から出された「小学教則」と「小学教則概表」によると、小学3年後期(下等小学3級)から8年生後期(上等小学1級)にわたって「究理學輪講」がある。現代流に週1時間の授業を1単位とすれば、4年半でこれを42単位履修することになっていて、そのうち5年から8年までは、『究理図解』福沢諭吉、『博物新編訳解』大森秀三、『博物新編補遺』小幡篤次郎、『格物入門和解』柳川春三ほか訳、『氣海觀瀬廣義』川本幸民などの書物を使い、これらを“独見シ來テ輪講セシメ教師兼テ器械ヲ用テ其説ヲ実ニス”¹⁾とある。また、7年生前期から8年生後期にわたる化学(9単位)では、『化学訓蒙』石黒忠憲訳、『化学入門』竹原平次郎ほか訳ナドノ如キ書ニテ日用物品ノ分析配合ヲ獨見講究セシメ、教師兼ネテ器械ヲモツテコレヲ実ニス。²⁾と書かれている。

さて、それでは愛媛県下の「学制」教育の実状はどうであったかと言えば、当時、県の学区取締であった内藤素行は、次のように述懐している。“・・・是迄に例のない小学校というのを創設するのだから、中々困難であった。・・・更に郡部の農家となると、僅に習字を教える寺子屋位の外学問をさせるという例がないので、全く余計の干渉をして農商業の妨げをすると思い、随分と不平を述べた”³⁾。また、“・・・学課や教科書も別に出来ていなかつたから、私は自分で揃えて、此頃出来て居た福沢物の、究理図解、地学事始、世界国尽し・・・とかを用いた”⁴⁾。

このような実状に加えて、愛媛県の場合、就学率も明治6年で15.03%、明治10年32.73%と全国平均に比較してかなり低い。また、明治8年の全国の学年別生徒の在学状況を見ると、下等小学校第8級(1年生前期)に全体の65%の生徒、第7級に17%，その後、急速に減少し上等小学校は全体で0.1%の生徒となっている⁵⁾。これとともに、当時の愛媛県の就学率表から、上等小学校に在学したであろう生徒数を算出すると、県下全体で33人程度となる。このことは、仮に前記の文部省教則による教育が行われていたとしても、理化教育が始められる学年に達するまでに、ほとんどの生徒が学校をやめていたことになり、「学制」の理念であった“・・・邑に不学の戸なく家に不学の人なからしめんことを期す”，と実状の間に大きなずれがあったことを知ることができる。

教科書もなく、多くの困難な条件のもとで「教則」通りの授業もできない状態であったので、県当局は東京師範学校編の教科書1万部を翻刻し、教則も同校編のものを採用する方向をうち出した⁶⁾。明治9年に出された「愛媛県下等上等小学校教則表」⁷⁾は東京師範学校編のものをもとに作成されたものであり、前記の文部省のものと比較して大幅に変化している。理化関係の内容は大幅に軽減されており、下等小学校では5級で東京師範学校小学読本卷ノ四(究理學教材)のほか、「博物談」程度のものしかなく、上等小学校では4級から1級までにわたって、『初学須知』、『物理階梯』、『小学化学書』などをとり入れている。

参考文献

- 1)～2) 日本科学史学会編：『日本科学技術史大系』巻8、教育1(第一法規、1969)、213—214頁。
- 3)～4) 内藤鳴雪：『鳴雪自叙伝』(復刻版)(青葉図書、昭和51年)、188—189頁。
- 5) 文部省：『学制百年史』記述編(帝国地方行政学会、昭和47年)、196頁。
- 6) 愛媛県教育委員会：『愛媛県教育史』第1巻(愛媛県教育センター、昭和46年)、406頁。
- 7) 同上 6)、414頁。

〔一般講演 2-3〕

『遠西医方名物考補遺』卷7, 8(元素編第一, 第二)
の原本の一つについて

菅 原 国 香

(東洋大学工学部)

宇田川権斎訳述・宇田川榕菴校補『遠西医方名物考補遺』卷7, 8の元素編(1834年から1835年刊行)は宇田川榕菴がラボアジェの『化学原論(入門)』(Traité ...)の蘭訳版を得て研究した結果としての元素観を著述したものといわれている。しかし、当時、西欧で自然科学のスクールブックであるものが、わが国では自然科学の入門書となり、その入門書からの学習が理解しやすいので、それを参考に訳述するという傾向があったが、このような方向で、榕菴もまた『補遺』元素編を叙述したようである。

すなわち『補遺』卷7, 8元素編は、宇田川榕菴が『舍密開宗』著述の参考書としてあげているイスホルジング著『理学初步』を基本の原本としているような事実が間接的ではあるが、わかったので、考察してみよう。

広瀬元恭訳『理学提要』安政3年(1856)はイスホルジング著の蘭訳本Naturkundig handboek voor leerlingen in de heel-en geneeskunde. Naar het Hoogd. door G. J. van Epen. Amsterdam, 1826. の忠実な訳といいう一解説・校訂者三枝博音の漢文を和文に直し、且つ句読点を付した(仮名遣は原文の漢文に付せられたものそのまま踏襲)ものがある(『日本科学古典全書』、第6巻、第二部諸科学篇理学、復刻、朝日新聞社、1976)。この『理学提要』のある部分の記述が、『補遺』卷7, 8(元素編)のある主要な部分の記述とよく一致している。次にその一例をあげるが、その取りあげ方は任意で、最初の片仮名まじり文は『補遺』(①~③は卷7, ④⑤は卷8)から、平仮名まじり文(⑥~⑧)は『理学提要』のそれと対応する上述イスホルジング著からの訳文である。

①覆載ノ間、庶物森羅……其单質ナル者ハ、分析家再三回是ヲ剖解スレドモ单一純粹ニシテ毫モ異性ノ物質夾雜セザル者ナリ。是ヲ元素ト曰フ。喻ヘバ芒硝ヲ剖解スレバ……。

②天地の間、諸物森森として羅列し……而して分析家數々之れを剖解して、单一純粹にして異性の物質を夾雜せざる者有り。是れ物体を成すの基素なり。故に之れを元素と謂ふ。……譬へば芒硝を剖解すれば分かれて……(p. 384)。

③温素、温素ハ無形ノ元素ナリ。大陽ヲ原トシ光線ニ循テ大氣ニ弥漫シ、万物ニ充貫シテ温暖ヲ賦与シ……。

④温素は無形の元素なり。其の原を大陽に資る。故に

大陽光線の至る所に循つて、大気に弥漫し温暖を万物に賦与し……(p. 476)。

⑤温素顯潜、万物温素ヲ帶ビザル者ナン、然レドモ是ニ二様アリ。一ハ顯温素、一ハ潜温素ナリ。顯温素ハ温素ヲ帶ルコト多クシテ、体表ニ顯ハレ、是ニ触テ温熱ヲ覺ユ……。

⑥万物は温素を稟含せざる無ふして、而して其の別を二と為す。曰く、顯温素、曰く、潜温素、顯温素体の者は、多く温素を含す。其温顯發し、人之れに触れて其の温熱を覚ふ者、是なり。故に又之れを発暖と謂ふ。……(p. 484)。

⑦酸化、諸物酸素ト抱合スレバ、酸性トナリ酸味ヲ生ズ。然ルニ多ク酸素ヲ帶テ酸味ナキ者アリ。是ヲ酸化物ト曰フ。喻ヘバ水ハ酸素ト水素ト抱合シテ生ジ。酸味ノ諸物ニ比スレバ、酸素多シト雖モ、微モ酸味ナキガ如シ。……貴金ハ酸素ト交力寡ナキ、故ニ煅焼スレドモ酸化セズ。但シ是ヲ酸精(消石精、海塩精)ニ投ズレバ、其精中、酸素若クハ塩素……。

⑧酸素と物と交はつて、諸酸の原を為す。然れども多くの酸素を帶びて、酸味無き者有り。之れを酸化物と謂ふ。譬へば水の酸素と水素との抱合(後に見ゆ)に出でて、諸れを酸物に比すれば酸素を帯ぶる特に多し、而して微酸を覚えざるが如し。……貴金の属と酸素と交力寡し、故に之れを煅焼して、而して酸化せず。然れども之れを酸精中(硝石精、海塩精)に投ずれば、即ち精中の酸素と塩素とを能く溶解す……(p. 411)。

⑨炭素、炭素ハ動物、植物、山物ニ稟含シ、殊ニ植物、山物本然ノ元素トス。又酸素ト抱合シテ炭酸瓦斯トナリ……。炭素質、炭素ハ炭中黒色ノ物質ナリ、凡ソ明亮淨白ノ者ト雖モ、燒テ黒色トナル者ハ皆炭素ヲ含メリ……。

⑩炭素も亦、一の元素なり。即ち炭中の黒物を謂ふ。凡そ物質、明亮淨白の者と雖も、之を煅焼すれば、則ち黒色となる者、皆炭素を帯ぶればなり……又酸素と抱合して炭酸瓦斯(後に見ゆ)となる。……(p. 412)。

以上みてきたように、一部を示しただけであるが、かなりの部分が上述のイスホルジング著書の訳『理学提要』の部分と一致する。反面、かなりの部分『理学提要』の記述と一致しないところもある。しかし『補遺』卷7の
(以下p.19下へ続く)

〔一般講演 2-4〕

小森愚堂の化学的知識 ——「薬名早引」「氣海觀欄記聞」にみる——

千野光芳

(愛知学院大学教養部)

小森愚堂（1804～1862），名は宏，字は孟博，宗二と称し，春坡又薔薇園又練丹堂と号し，小石元瑞の究理堂の都講として，また元瑞の娘婿であり，京都究理堂の中心的人物の一人であった。

愚堂のことは，山本四郎による「蘭方医の生活記録—小石元瑞（日省簿）の研究」（1979），「京都の医学史」（1980）に紹介されるまで，存世中，和蘭翻訳書目録，天保医鑑，西洋学家訳述目録，洛医人名録にその名や著書があげられているが，近年まで小林と誤記され，或は小森桃鳩と混同されて来たのは残念である。ここに，彼の関係した二著述を取り上げ，日本における化学成立期の知的状況を考察したい。

「薬名早引」全三冊 素道館版

宇田川裕菴「舍密開宗」の刊行が始まった天保8年に二つの洋薬に関する本が刊行された。一つは「和蘭用薬便覽」であり，著者は日高涼台である。なお，同人には化学書「分離学律」が存在する。もう一つの本は「薬名早引」（外題，秦西薬名早引）3冊である。小森愚堂間，横井塙全柳纂輯にかかわるものである。

第1冊は小石龍（元瑞）の序2丁，附言7丁，度量考1丁，代用例4丁，卷之一ラテン名オランダ名之部（イ～マ）70丁よりなる。第2冊は卷之二ラテン名オランダ名之部（ケ～ス）87丁よりなる。第3冊（附録）は漢名之部31丁，和名之部33丁，小石紹（中藏）跋1丁よりなる。

本書は序，附言でのべられているように薬肆小谷英秀の要望により輯め，出版費用も彼が出している。

洋薬の名前は第1冊，第2冊を通じてラテン名1061，オランダ名1690，その他18，合計2769が記されている。さらに，第3冊漢名の部に820，和名の部444があげられている。これらの数は天保期日本人が知り得た洋薬の数を推定するに役立つ。

これらの洋薬がただ単に書物の上のみでなく，実物を通して知られている例を示す。文政三年「和蘭薬鏡」の凡例11丁に（文化丁丑ノ秋，甲斐州市川邑ノ医，橋本善

也，同州鰐沢駅，薬舗白嶺屋常蔵，和蘭ノ造法ニ從テ創テ葡萄酒ヲ造釀シ又酒石ヲ製シ薬舗ヲ江都ニ開テ販売ス）とあり。また，尾張吉百社の天保六年「本草会物品目録」にはジャワ及びインド諸邦所産の葉腊（ママ）百種近くが展示されたことが記されている。なかでも安息香樹，オランダ肉桂等はその標本の図が印刷されている。

なお，「薬名早引」はすべてフリ仮名付であるので天保期どのように呼んでいたかを知る上でも有益である。枸橼酸（コウエンサン），蒸馏水（ランビキノミズ）

「氣海觀欄記聞」国会図書館，亀田次郎旧蔵書。

究理堂で氣海觀欄の講義が行なわれていたことは，弘化二年内山謙吾の「在塾日記」にも記されているが，この記聞は内容より嘉永元年より二年に行なわれたものであり，愚堂小森先生口授 門人春海灘潮平筆記とある。165丁よりなる写本で雪の項で終り未完本である。

書き出しを引用すれば次の通りである。（和蘭ニなちうるきゆんで（原文漢字）ナル者ハ世ニ之ヲ究理學ト称ス。然ルニなちうるトハ格物究理ノ謂ニアラス。即チ，天地，自然，生産變化スル者ニ從跡シ，其形象，体质，變易，功用，其物自己ニ固有スルヲ謂フ。きゆんでトハ學ナリ，科ナリ，術ナリ，故ニ究理ト謂フヘカラス。自然ノ元理ヲ示ス科ナレバ自然科，或ハ元理科，自然学，或ハ元理學ト称スヘキナリ。元理科ノ要トスル所ハ，實驗ト試験ノ二個ナリ。此ノ二驗ナクシハ此學成ルヘカラス。……）

この書は江戸時代の物理学史として，是非とりあぐるべき本であるにもかかわらず，今まで未紹介であったのは残念である。

物質觀としては原子量についてふれていないが，次のような記述は注目すべきである。106丁目（宏案ズルニ此始ニ説ル如ク光・越・暖ノ三素ハ西説未タ明ラカナラズ。我邦トイエドモ唯西説ヲ覺フル事ニ勉強スルノミニテ亦ト覺へ尽サズ。予イササカ説アレトモ此ヲ説クニハ一言ニ尽スヘカラス。童觀（元理発蒙のことか）ニ集説スヘシ。今日ノ会ハ是迄ト為スヘシ）

〔一般講演 2—5〕

地質調査所とコルシェルト

鎌 谷 親 善

(東洋大学経営学部)

日本における化学系国立試験研究機関として最初に設立された農商務省工業試験所は、先行する内務省の地質課分析掛に胚胎する。地質課お雇い外人E. Naumann(以下カッコ内は傭入期間、明治8年8月17日～12年8月16日および13年6月16日～18年6月30日)が提出した建議をもとに明治11年5月3日発足し、14年4月に農商務省に移り、名称も再三変更するが、15年2月に地質調査所となったときを設立期としている。

地質課を実体あるものとする作業は、Naumannと和田維四郎を中心となって進めていく。地質調査事業が政府の施策となるのは、明治12年5月に伊藤内務卿が「地質測量之儀ニ付伺」を三条太政大臣に提出し、決裁されてからで、その事務は急速に展開はじめる。その担当者和田は同年6月30日に地質課長心得となった。

東京大学から地質課に移ることが同年7月に決まったNaumannは、各部門の責任者となる外人傭入れや必要な器具の購入などのために1年間帰国した。外人技師として、在日中のO. Korschelt〔明治9年12月15日(東大より12年11月1日内務省に転傭)～17年10月31日〕がまず採用され、翌年にO. Schütt(明治13年6月1日～15年1月13日)、G. Liebscher(明治13年8月11日～14年3月4日)が傭入れられた。これと並行して高山甚太郎等の日本人技師も地質課に入所していく。

事務所は発足時には地理局山林課木石陳列所に置くが、明治12年10月に赤坂葵町の前工部省製糸所の建物・敷地を転用し、事務所、技術所などのために新築および既存建物の改造がはじまり、翌13年1月にこれらが完成し、移転した。つづいて、Korscheltが設計した(分析)化学所の新築にとりかかり、竣工するのは同年7月である。

地質調査事業に関しては、Naumannの意見書に準拠

していたとはいへ、当時の国内事情にあわせ変更したり、関係省庁や省内部における合意を得る作業がさらに必要であったと思われる。明治13年6月、内務省勧農局地質課は『内國地質調査施行之主意』を刊行し、翌14年5月に農商務省農務局はこれを添付して課内部の各掛の事務内容を提示した伺を上申し、その決裁を求めている。同年12月になると、すでに実施した作業実績をふまえ、地質課の事業を拡張すべきことを申出している。この決裁を経て、明治15年2月13日に地質調査所に改組され、同月23日に最初の処務規定が定められた。

この展開過程で大きな役割を演じたのは、上掲の伺から推察すると、Korscheltであったといえよう。しかも、政府施策の変更もあるが、工業部門の試験がもつ重要性が承認されたのも、このときといってよい。

Korscheltは1853年9月18日にドイツ Sachsen 州 Herrnhut 近郊に生れ、Zittau の中学を卒え、Chemnitz で実地染色法を研究、Görlitz の毛織製所に勤務、ついで Dresden の工芸学校、Berlin 大学、鉱山学校において1876年3月まで化学を修め、来月するまでの時期は Dresden および Leipzig にあるビール醸造所の化学分析を担当していた。

来日の契機は東京医学校が化学教師を求めていたのに応じたことで、傭入のさいに行違いがあったために化学以外の教科も担任している。このような事情もあってか、地質課が分析掛の外人技師を募っていたとき、転傭され、以降契約満了まで在日した(帰国後の事情は今後の研究課題としたい)。

かれは来日前にすでにいくつかの論文を発表し、賞もあたえられている。在日中の業績としては、論文40点、著書(改訂版もいれて)4点がみられる。

(p.17より続く)

元素の概念や温素など、卷8の酸化、炭素などについて述べているところは、一部上述したようにイスホルシング(Isfording, J.N.)の著書を基本の原本にして、榕菴が

ラボアジエの元素観念を導入したことはまちがいないよう思われる。今後の研究の端緒になればと思い、不完全ながら報告する次第である。

〔一般講演 2-6〕

臨時窒素研究所におけるアンモニア合成研究の展開

亀山哲也 鎌谷親善
(化学技術研究所)

(東洋大学経営学部)

第一次大戦後予想される国際的な経済競争に抗してゆくためには、「アンモニア」合成ハーバー法および「アンモニア」酸化「オストワルド」硝酸製造法を移植し、硝酸工業の確立をはかることがわが国にとって緊要のことであり、この事業遂行のため、大正7年5月15日、農商務省に臨時窒素研究所が創設された。

臨時窒素研究所の果たした役割は、大型プロジェクト第1号を困難な状況下で成功させたことにあり、科学技術史的にみても極めて意義深いものであるといえるものの、同研究所の全体像が充分明らかにされているわけではなかった。特に、アンモニア合成研究の展開に関しては、小寺所長が学術的業績よりも実際の技術を重要視し、学術報文としての公表には消極的であったことから、その実態を知ることはむづかしかった。

今回は、アンモニア合成研究の展開の実情を、「合成アムモニア法に関する研究」(徳岡松雄、大正14年10月、草稿)と「アムモニア合成用接触剤ニ就テ、第2報(還元鉄ノ接触法ニ就テ)」(莊司信守、大正14年11月、草稿)の2つの資料によって明らかにしたい。ハーバー法によるアンモニア合成研究では、高圧装置の製作と運転および触媒の開発が最も重要であった。

1. アンモニア合成装置の製作と運転

わが国では高圧技術がまだ発達していなかったことと、大戦中のため欧米からの高圧装置の入手が困難であったことから、高圧装置類の試作はハーバーの論文を参考にして町工場に依頼していた。以下に運転も含めた高圧合成装置の研究に関する実態を徳岡松雄の論文からみてみよう。

第1章の緒論には小規模の高圧合成装置を設置して基礎研究を行い、連続的にアンモニアを合成することが目的であると記され、第2章の実験装置概説では循環試験のシステムが紹介されている。第3章の原料ガスの混合圧縮および貯蔵によれば、窒素、水素は共に民間工場からポンベ入りのものを購入し、しばらくして窒素はリンド式窒素製造装置で自給を始めたことや、ガス圧縮機は米国ノーウォーク社のものを使用している。第4章の高圧装置概説では材質および加工方法が検討され、合成器にはクロムニッケル鋼を用い、圧力計に鋼材で日本製のものを使用したが亀裂が生じやすいことが記されてい

る。

第5章のアンモニア合成装置によれば、合成器は爆発の危険を避けるために実験室外の鉄筋コンクリート小屋に設置されている。第6章の混合ガスの精製に続き第7章の合成器と触媒の試験では、合成器は高さ約66cm、外径約10cmの触媒器と熱交換器のそれぞれを接合させた構造になっており、触媒器の内部には内熱ヒーターを入れて温度を調節している。使用した触媒は、活性はそれほど良くないが温度が広範にとれることを特徴とし、アンモニア収量に及ぼす温度や流速の影響が調べられている。第8章の循環試験をみてみると、200気圧、600°C、流速3,421l/g時の条件で約10時間支障なく運転を続け、2,734gのアンモニアを取得している。第9章の総括では、研究者は以上の試験を通じてアンモニア合成の半工業化試験に対する自信を強めたことや、今後は活性の高い触媒の開発が必要であるということが報告されている。

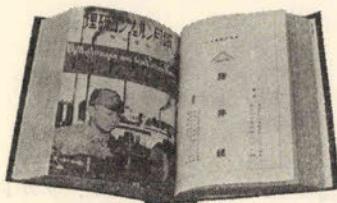
2. アンモニア合成用触媒研究の実態

柴田勝太郎はハーバーの論文や敵国特許を参考にし、最初は常圧下でアンモニア分解用触媒の研究から始めた。当時、二重促進剤混入の鉄触媒の優秀性は知られていたが、わが国では高圧技術が発達していなかったことから、低圧低温で活性のある触媒の探索を行い、画期的な青化物触媒の開発に成功している。

高圧技術が蓄積されたことと、米国の窒素研究所で優秀な溶融鉄触媒が製造されたことを契機に、臨時窒素研究所でも溶融鉄触媒の研究を開始した。研究の初期の実態は次に示す莊司信守の論文から明らかになろう。

第1章の緒言には、純鉄の接触能の研究から始め、二重促進剤添加触媒の開発に進むことが記され、第2章には酸化鉄の製造法が述べられている。第3章では「カルバウム」硝酸鉄より製造した純鉄の接触能、第4章では「メルク」硝酸鉄より製造した鉄触媒の接触能についてそれぞれ調べられ、不純物の接触能に及ぼす影響が検討されている。その後の展開については第3報から第7報に記されていると思われるが見つかっていない。こうして、臨時窒素研究所独自の工業用触媒が開発され、大正15年には日産0.5トンのアンモニアを製造するという半工業化試験を成功させるに至った。

〔一般講演 2-7〕



大河内正敏と科学主義工業の誕生

松尾重樹

(近畿大学理工学部)

株式会社科学主義工業社は昭和12年6月19日に創立された。理研コンツエルンの中では第22番目の創立である。この年昭和12年に理研コンツエルンの直系会社として創立された会社は17社、資本金1,642万5千円、払込資本金580万2千5百円に達したが、昭和2年11月に最初に創立された理化学興業株式会社からかぞえて前年の昭和11年までに創立された直系会社が14社、資本金5,835万円、払込資本金2,845万2千5百円であったことを考えると、理研コンツエルンの膨張がこの年に如何に急激であったかがわかる。科学主義工業社はこの理研コンツエルンの膨張、拡大の潮流の中から誕生した。それは科学主義工業社の出現が理研コンツエルンの拡大と不可分であったことを示す。

理研コンツエルンの事業が拡大し、新興コンツエルンとして翼をひろげ、台頭してくるにしたがって大河内正敏は自らの信条でもある「科学主義工業」を鼓吹し、これを世に広く宣伝すべき一大機関の設立を考えた。自ら「科学宗信徒」と称する大河内にとっては自らの宗旨の宣伝機関はどうしても必要であった。大河内はそれまでにも産業立国に関する自らの見解を論文や著作物として少なからず公にしていたが、しかし一個人が行なう宣伝にはおのずから限度がある。組織的に広報宣伝活動を行ない広くその浸透をはかることが必要であるというものが大河内の考えであった。

また、このような機関はコンツエルンの外部に向って主義主張の広報を行なうことの必要のためばかりでなくコンツエルンの内部の相互連携を円滑にするためにも欠かせないものである。すでに昭和12年には翼下企業はその数30にも達する勢いであった。これらが企業連合体として真に有機的、相輔的に連関し、相互に発展をとげて行くためにはコンツエルン内部で相互に緊密な情報連絡交換を行ない、同時にサロンとしての機能も果たし得る機関がのぞましい(『科学主義工業社創立趣意書』)。

科学主義工業社は他の多くの理研コンツエルン各社と同じく当初東京市麹町区有楽町1の2に資本金20万円(うち払込5万円)で創立された。出版事業を通じての科学主義工業の宣伝こそ大河内のかねてからのいわば宿願の一つであったが、これが科学主義工業社の誕生によ

って現実のものとなった。科学主義工業社は理研コンツエルンの強力な広報活動をになうものとして誕生した。このことは同社創立と同時に定期刊行物として工業経営総合雑誌『科学主義工業』が発行され、さらに翌年昭和13年からは『理研コンツエルン月報』が発行されるなど、コンツエルンの内外に向けてあらゆる宣伝広報活動が開始されるのをみても明らかである。

ここで注意すべきことの一、二をあげると、まず、理研コンツエルンにおける科学主義工業社に相当するような広報機関は他の新興コンツエルンには存在しないということである。これは大河内の時代をみる目の新しさを如実に示すものであろう。

もう一つは「科学主義工業」という言葉はもちろん大河内によるものであるが、この言葉は株式会社科学主義工業社の創立総会の席上で、つまり昭和12年6月19日にはじめて世にあらわれた。それ以前には智能主義工業という言葉がもっぱらであり、科学主義工業という言葉が生まれたのはまさにこの日であった。したがって同日の創立総会もはじめは科学主義工業社のそれではなく、「理研コンツエルン出版会社創立総会」であった。

この創立総会の席上で大河内は自らの産業思想をもっと適切に表現する言葉として科学主義工業なる言葉に想到した。そして急速理研コンツエルン出版株式会社は株式会社科学主義工業社と改称されることになった。

大河内はこの後この科学主義工業の理念をより明確化させる中で、利潤優先の資本主義工業に対置させて、科学主義工業は科学の原理をその基礎に第一原理としておくものだと説明するのである。

参考文献

- 1) 『科学主義工業』、『理研コンツエルン月報』(いずれも科学主義工業社、昭和12~19)。
- 2) 三宅晴輝『新興コンツエルン読本』(春秋社、昭和12)。
- 3) 小峰柳多『工業新路の発見』(科学主義工業社、昭和15)。
- 4) 大河内正敏記念会編『大河内正敏一人とその事業』(日刊工業新聞社、昭和29)。

〔一般講演 2-8〕

フロジストン理論と決定的実験

横山輝雄

(南山大学文学部)

ラヴォアジェのフロジストン理論に対する反証実験は、化学の教科書でもしばしばとりあげられてよく知られており、典型的な決定的実験とみなされてきた。

決定的実験の可能性については、以前から科学哲学者が議論してきた。しかしその場合に主とした関心が抽象的な論理分析であり、科学史の具体的な事例は、考察の中心にならなかった。しかし科学哲学において、1960年代から、科学史記述にどのような方法論が適切であるかという、科学史の哲学的省察とも言うべき新しい研究方向があらわれてきた。クーンやアガシイは、従来の科学史記述を批判し¹⁾、また近年ボバーの流れをくむラカトシュによって、科学史記述の方法論が具体的に提案され、それに即した事例研究も行なわれてきている²⁾。

ラヴォアジェの実験が、必ずしも決定的実験ではないことは、かつてトゥールミンが指摘していたが、マスグレイヴは、さらに進んで、この事例は、ラカトシュの方法論によって、より適切に記述しうるとした³⁾。すなわち、フロジストン理論には、ラヴォアジェ以前からいくつかの変則例が存在していたけれども、それらはいずれもアド・ホック仮説の導入によって処理された。従って、こうした方向での処理が可能である以上、ラヴォアジェの実験も、厳密な意味での決定的実験とは言えない。フロジストン理論からラヴォアジェ理論への転換過程は、両理論を競合する二つの理論系と考えて、相互の予言力や説明力の優劣が段階的に変化していくことで説明されるべきであるとした。

このような研究方向について、科学史家の中から、それは歴史的文脈を無視した後知恵的再構成であるとか、従来の歴史像のわく内に止まっており歴史研究としての発展性に乏しい、といった批判もなされてきている。確

かにこうした批判の当っている点も少なくない。ラカトシュ派の用語法の中に過度にこうした批判を助長する点があり、内在主義の主張が極端に解釈された場合には、彼らの主張は、内容的にも疑問とされよう。

しかし、こうした科学史記述についての哲学的省察は、科学の探究過程の構造を解明するという問題意識のもとになされたものであり、こうした批判によって全面的に意義を失うものではない。むしろ、両者の問題関心のずれによって、十分議論がかみあっていないと言ってよいであろう。よく検討してみると、こうした哲学的省察は、帰納主義的歴史記述の批判といふ点で、近年の科学史における実質的研究と共通する面をもっており、こうした観点から評価されるべきであろう。

参考文献

- 1) Kuhn, T.: *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962 (中山茂訳『科学革命の構造』).
- Agassi, J.: *Towards an Historiography of Science*, 1963.
- 2) Lakatos, I.: *The Methodology of Scientific Research Programmes*, 1977 (邦訳準備中).
- Howson, C. (ed.): *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, 1976.
- 3) Toulmin, S.: "Crucial experiments: Priestley and Lavoisier", *Journal of the History of Ideas*, 18 (1957), pp. 205-20.
- Musgrave, A.: "Why did oxygen supplant phlogiston? Research programmes in the Chemical Revolution", (Howson 前掲書所収).

〔一般講演 2-9〕

18世紀第4・四半紀の科学界におけるカーワンの役割

松 尾 幸 季

(同志社大学工学部)

18世紀の最後の四半紀から19世紀の初頭にかけて全ヨーロッパ的な名声を博したカーワン (Richard Kirwan, 1733-1812年) も、今日の科学史においては、キャヴァンディッシュ、ラヴォワジエ、ハットン等の引き立て役として登場するか、比重や雨の研究等の歴史において時折顔を出すに過ぎない。また彼の科学界で果した役割についても、カーワンの同時代の著名な科学者との広い交際と関連して、「仲介者」、「取り持ち役」といった評価が僅かになされる程度である。議論を化学史に限って言えば、彼の再評価には、「化学革命」の過程の客観的な分析が前提となろう。

カーワンは、18世紀第4・四半紀の科学界において、少なくとも二つの重要な役割を果している。即ち、(1)体系の内部からの破壊者、と(2)論敵の新しい発見・発展のための「助産婦」としての役割である。

(1) 体系の内部からの破壊者としての役割

カーワンの体系的で徹底的な態度は、その「実証的」な態度と相俟って、しばしば彼の意図に反して、擁護すべき体系を、結果的には破壊することが少なくなかった。化学においては、一時的な場合も含めると、当時の少なからぬ著名な化学者の支持をえていた「フロギストン・可燃性空気」説と「固定空気・万有酸」説を二本の柱とする彼の体系において、カーワンは内外の多くの文献からの実験データを駆使して、定量的な議論を展開した(1878年)。これまでの「プロテウスの如く捉え難」かったフロギストン論と違い、その体系性と定量性によって、初めて実質的な論駁を可能なものとした。ラヴォワジエを始めとするフランス学派やW.ヒギンズが批判のために取りあげたフロギストン論は、カーワンの理論であった。またカーワンの化学親和力の量的な考察とカーワンの「論理」を逆用したW.ヒギンズのカーワン理論の批判から、ヒギンズの原子論の基本的な考えは生れたのである。地質学においても、当時の関心事だった聖書と地質学の両立の問題に関して、擁護の立場からの、カーワンの比喩的な解釈を排する、厳密な創世紀の内容に基く年代学的の考察は、聖書の内容を疑わしめる結果となり、ドゥ・リュックをして、無神論者の試みより悪いと嘆かせることとなった。

(2) 論敵の新しい発見・発展のための「助産婦」としての役割

カーワンは、キャヴァンディッシュやハットン等との論争において、彼らの引き立て役を演じさせられてきたが、論争の経過を一層詳細に且つ公平に検討するならば、この評価はカーワンに対して極めて不当であることが分る。フロギストン論陣営内でのカーワンとキャヴァンディッシュの「フロギストン化における普通空気の減少の原因」についての論争(1984-5年)は、キャヴァンディッシュの水の組成の発見及び「フロギストン・固定空気」説の実験的否定という重大な帰結を含んでいたが、論争の過程におけるカーワンの鋭いキャヴァンディッシュ批判は、キャヴァンディッシュをして、一層綿密な理論的・実験的検討を強い、普通空気の減少の真の原因(空気中の窒素の最初の固定)、大気の組成、硝酸の真の性質、等の重要な発見へと導いたのであった。地質学においても、カーワンのJ.ハットンの地球の理論批判(1793年)は、ハットンの主著『地球の理論』(1795年)の出版へと導いた。この著書は、カーワンの批判に基く論点の明確化と改良及びカーワンへの詳細な応答を含んでいた。

(3) カーワンのラヴォワジエの新理論への反応

皮肉にも、ラヴォワジエと並ぶフロギストン論打倒の実質的寄与者は、フロギストン論者であるカーワンとキャヴァンディッシュであったが、カーワンは、1791年にフロギストン論の放棄とラヴォワジエ理論への転向を、クレル及びベルトレ宛の手紙において表明した。自らの新理論を対置することに熱心なラヴォワジエ等のカーワン批判は、W.ヒギンズの批判ほどカーワンには説得的ではなかったが、このことは化学命名法への反応によく現れている。カーワンは、鉱物学を化学の一部門、化学を鉱物学の親、と見做していたが、『鉱物学綱要』の初版(1784年)においては、*dephlogisticated*という用語が、第二版(1794-96年)においては、oxygenという用語が、時折出てくることで、カーワンの転向がうかがえる程度である。しかしカーワンは、彼の信奉者S.ディクソンの『化学命名法論』(1796年)の中で、新命名法への不満を表明するだけでなく、1802年の論文「化学及び鉱物学の命名法について」では、新化学命名法の批判に乗り出している。こういった著作に散見されるカーワンの新理論への態度は、カーワンのラヴォワジエの新理論への転向が、決して完全なものではなかったことを物語っている。

〔論 文〕

John Dalton と倍数比例の法則

—その発見をめぐって—

井 山 弘 幸

(東京大学大学院)

近代科学が諸学問の基礎となるべき確実性を獲得していく過程に於て、科学者ばかりでなく哲学者や科学史家にとって、科学的発見の探究は決して尽きることのない関心の対象であり続けた。その最も大きな理由と思われるものは、諸科学の進歩は、法則・理論の発見によって刻まれるという科学観が、Bacon 以来現代に至るまで連綿と、多くの論者に分有されてきたことである¹⁾。もし、過去の発見を精査し、分析するうちに、発見を可能とするアルゴリズムが得られれば、我々は将来の発見を約束する「賢者の石」を手にすることができるよう、ところが、発見の文脈と正当化の文脈とを分離し、科学哲学者の仕事を後者の探究に局限しようとした Reichenbach が、かような楽天主義を否定し去ったことは、よく知られている²⁾。爾来、科学哲学者は発見の文脈の研究を、歴史家・社会学者・心理学者等の手に委ね、既存の科学知識の論理分析に憂き身をやつしてきたといえよう。

1960年代以降の展開は、多くの論者により科学史と科学哲学との接近を招來する新たな動向を含むものとして記述されてきたが³⁾、殊更、発見に関わる議論は Reichenbach のなした分離作業を無効にしようという方向で押し進められている。例えば、Blackwell は「発見の論理」は、機械的アルゴリズムを最終目標とするようなア・ブリオリな探究によっては得られるものでなく、発見に至るまでの思考様態の変化の理解可能な説明であるとしている⁴⁾。

以上のような科学的発見をめぐる所論の変遷は、とりも直さず化学史記述 (historiography) の様式・方法論上の変革を促すのに充分であった。この点については稿を改めて検討するつもりであるが、本稿に於ては、ほぼ二世紀近く、化学史年表には欠かさず記録されてきた John Dalton の倍数比例の法則の発見を扱う。以下の論考は、Dalton がどのような思考過程を経て倍数比例の法則を得たのかではなく、そもそも Dalton がどのようにして倍数比例の法則の発見者にされたのかという問題にいささかなりとも解答を与えようとする試みである。

1. John Dalton は、従来、「倍数比例の法則の発見

者」、「化学的原子論の確立者」とされ近代化学の担手としてしばしば言及されてきた。特に前者については、昨今まで殆んど疑義を差しはさまることはなく、化学教科書のみならず、Thomson の化学史以来最近 20 年間の Dalton 研究に至るまで搖がぬ事実と考えられている⁵⁾。以下に於て、原資料からこの事実が推論できるか否かを検討してゆく。誤解を恐れずに言えば、Dalton は倍数比例の法則の発見者ではないことが分るだろう。

確認のために広く了解されている倍数比例の法則 (law of multiple proportions) の意味を定比例の法則 (law of definite proportions) と比較しながら見ておこう⁶⁾。

定比例の法則は、二つの元素からなる化合物は、それぞれの元素を重量に於て一定の割合でもつという法則である。もちろん、この法則の被覆する定義域は、有限個の「定比化合物」であり、金属水素化物の一部、層間化合物等の「不定比化合物」については成立しないことが知られている。このことから、Wenzel, Bergman, Proust の定量的研究は、多様性に富む化学物質を処理するに当って、有用な分類機能をもつ定義、混合物と化合物とを巨視的な観点から分別する定義を導いたにすぎないとと言えよう。しかし、当時は、有限個のデータにのみ成立する規則性に対しても法則の名が冠せられるることは多くあり、化学変化・色・形状等の日常の現象に見とられる性質によって同定された化合物が、たとえ数例にすぎないにしても重量組成の分析値が極めて高い再現性を示すことは瞠目の対象となり、一定の期間、定比例の法則は、Newton 的定式化を渴望していた 19 世紀初頭の化学者に、化学の数学化への一大契機を与えるうるものと期待されたのである。この法則は、Lavoisier らの元素観、化学革命の最大の成果を前提としたものであるが、Lavoisier 自身もこの種の規則性には気づいていたと考えられている⁷⁾。

これに対して倍数比例の法則は、以下の性格をもつ。

(i) 定比例の法則を前提している。すなわち、定比例の法則の特殊例ともいいうことができる。

(ii) 定比例の法則は重量組成を百分率で表わすことによって確認することができるが、倍数比例の法則は、

この方法では殆んど気づかれることはなく、指定された元素の一定量と化合する他の元素の種々の重量の比を確認しなければ気づかれにくい⁸⁾。

(iii) 金属Mの2つの酸化物があるとき、一定の重量のMと化合するそれぞれの酸素の重量比は、互に倍数関係になっていることが予測されるが、いかなる倍数かは未知である。すなわち、定比例の法則と異って、きわめて弱い予測能力しか持たぬ法則である。

(iv) この法則には無視しえない2つの意味があり、初期に於て倍数(multiple number)は、 $1:n$ (n は整数)なる比を含意していたが、今日に至るまでに、 $m:n$ (m, n は簡単な整数)なる比を表わすようになっている。本稿では、19世紀前半には、ほぼ前者の意味で使用されていたことを理由に、この意味で倍数比例の法則を語るつもりである。この二義の決定的な相違は、前者が「現在知られている化合物に於て」という条件を加えれば、経験的反証が可能となるのに比べて⁹⁾、後者は、簡単さが多義的であるために反証が困難となり、化学者に与える脅威がより少ない点にある。ところで、後者の意味にとった場合果してそれを法則と呼ぶだろうか。

2. 現存する資料から Dalton による倍数比例の法則の発見があったかどうかを検べる基準としては、以下のものがあると考えられる。

(A) Daltonの実験日誌の中に法則を支持するデータ群が整序され記されていること。(すなわち、一定重量の元素と化合する他の元素の重量が、比例が読みとられるように一ヵ所にまとめて記録されていること)。

(B) Dalton自身が、Archimedesの場合ほど大仰でないにしても、著作・論文・書簡の中で法則の発見があつたことを語っていること。

(C) Dalton以外の同時代人の証言によって、Daltonの法則の発見が言及されていること。(この際、(C)の内部には(A)及び(B)の裏付けが含まれている程有力な証拠となる)。

顧わくは、この3つの基準が満足されることだが、従来の化学史家は、次の(D)に訴えることによってのみ、Daltonの倍数比例の法則の発見年代を決定しようとしてきた。一見にして不適切な基準であることが分るだろう。

(D) Daltonの著作・論文・手稿等の1次資料の中に、法則を支持する実験例があること。

以下に於て基準(A), (B)について否定的な事実があることを先ず論じようと思う。19世紀前半の化学者には、仮説・思弁を敬遠し、現象の観察から規則性を見出し、

更にその規則性を説明しつつ包摂する一般理論を最終的には追究するといった Bacon 的科学觀が分けもたれていたが、Dalton が倍数比例の法則の発見者であることの唯一の史的根拠であった「同時代人の証言」の基準(C)はこの知的風土の中であつてこそ成立した事をその後に証し、結局、Dalton による発見はなかったことを論説する。

まず、1804年に行なわれた2種の炭化水素の実験に関する Dalton の記述について、実験日誌を中心検討する。この年は、一般には倍数比例の法則の発見の年だとされているからである¹⁰⁾。

生油氣(olefant gas)と沼氣(marsh gas)は、ともに Dalton が発見した物質ではない。彼が1804年8月からこれらの気体を研究していた動機は、後に述べているように気体の水に対する溶解度を決定する物理的要因を究明することにあった¹¹⁾。この炭化水素の観察記録には次のように書かれている¹²⁾。

8月、エーテル、アルコール蒸氣、臭氣水(stagnant water)などから炭素の気体状化合物に関する実験〔をした〕。臭氣水から新しい炭化水素〔を得た〕。酸素は含まず、洗浄までに7, 8%の炭酸ガス〔を生じた〕。これは自分で採集した沼地ガスの分析記録であり、ユーディオメーターによる電気火花で気体を分解したものと思われる¹³⁾。この2頁先で溶解度を測定した形跡があり、その後に次のように記している点に注目しよう¹⁴⁾。

疑問(Quary)。エーテルは結局、炭素1つと水素1つ〔との化合物〕なのではないだろうか？
と述べた直後に下のような図が書かれている。

● ⊗ olef. ⊗ ● ⊗ carb. hyd.

Daltonは、1803年から元素記号によって組成式を表記し始めていたが¹⁵⁾、このところで彼が倍数比の組成をもつ両化合物の水素の含有重量を炭素の同一重量に対する値として、すなわち1:2なる比として記録していないことは何故だろう。答はそれほど難しいものではない。倍数比となることは Dalton にとって自明だったからなのである。決して、重量測定を行ないその結果から帰納したのではない。後に述べられているようにこの組成式は、爆発に要する酸素の吸収容積の比から求めており、重量比が必要な際には、この体積比に他の化学者が提出している比重の測定値を借りてきて乗じているからである¹⁶⁾。Daltonが実験をしているのは、体積測定だけであることから、少なくともこの実験期間に於ては、「整序されたデータ群の存在」という基準(A)は全く満たされていないのである。

Daltonの実験日誌は第2次大戦中の爆撃で焼失したため、Roscoe と Harden が書き写した部分以外現存する

ものはない。しかし法則の発見の前提となりうる類似例の列挙は、少なくとも残存文献には見られないである。又、他の化合物へも触手を伸ばすつもりが Dalton にあったのならば、この当時他の倍数比化合物の重量組成の実験データがあっても良かろうが、法則の発見について語っていないばかりでなく、その種の実験もしていないのである¹⁷⁾。

一方、1804年以前に発見があったという異説も唱えられている。実験日誌の1803年8月4日の記録が問題となつたのである。

通常空気と硝空気との同体積をすばやく混合すると、残留気体は112か120となる。すなわち、酸素と窒素とはあるときは1.7対1で、あるときは3.4対1で化合することになる¹⁸⁾。

これは Priestley の立案した酸素の定量法、硝空気によるテストを実施に付したものであるが、文中の数字は体積比であって重量比ではない。これを根拠に Meldrum はこの年に倍数比例の法則の発見がなされたとしているが¹⁹⁾、彼が「法則の成立例の観察」という基準(D)に訴えていることは明白であろう。もしこの基準(D)を肯定すると、Dalton 以外の Priestley, Proust, W. Higgins 等すべてが同じ発見者としての資格をもつことになるだろう。Dalton 以前にも同一量の元素と化合する他の元素の体積比を導出した者がいるからである。Ticho Brahe が Kepler の法則の発見者でないのと同じように、倍数比の組成をもつ物質を実験の対象としているだけでは、化合物全般にわたって成立する化学法則を発見することには至らないのである。

以上のように基準(A)は満たされていない。次に、Dalton の著書・論文・書簡に焦点を絞って「本人の公言」という基準(B)を検討しよう。

1794年以来 Dalton は Manchester の文芸哲学協会の会員として、1808年までには約19編の論文を発表していた。ところが、原子論提唱で知られている主著、*A New System of Chemical Philosophy* (1808, 1810, 1827) の第一巻第一部の殆んどが物質の熱現象を扱っている事からも推察されるように、化学量論に関する論文は全く提出していないのである。仮に物質の重量組成に普く成立する法則を発見したのだったら、Dalton は特殊な事情がない限り発表していただろうと想像することは無理なことではあるまい。彼が、実測データからこの法則を帰納していないことは、実験結果からの一般化が非常に早いという彼の思考傾向からも逆に推察できる。例えば1803年発表の論文では、水と化学反応を起さない諸気体の一定量の水に対する溶解度の比が整数の立方の逆数になる

という一般化を行なっているが、実験で確認したのは、 $n=4$ までであった²⁰⁾。

一方 *New System* 第一巻では、倍数比例の法則の発見について何も言及されていない。このことは決定的であるように思われる。Dalton は、第一巻第二部で、2つの炭化水素の構造が解明されたのは、原子論を化学に導入してからだと断わっているが、そこに於ても倍数という言葉すら用いていないのである²¹⁾。

Roscoe, Thackray の著作に掲載されている講義ノート、講演要旨にも法則の発見の痕跡は認められないことから²²⁾、Dalton 自身が倍数比例の法則の発見を語っている可能性のある資料として最後に書簡が残ることになる。しかし、この書簡の中にはむしろ否定的な事實を与えるものがあるのである。1812年9月20日に London を訪れた Berzelius に宛て、Dalton は次のように書いている²³⁾。

定比例の教義は、我々が原子仮説を採用しない限り私には神秘的に思えるのです。これはちょうど Newton が首尾よく説明した Kepler の神秘的比例関係と似ているように思います。私の考えますところによれば、この研究は押し進めてゆくとついには、私の記号で示されていますところの粒子に適用される体系に帰着することができるのではないかと存じます。(傍点部イタリック)

この手紙では、定比例の法則と書いているが、Kepler と比較していることからも、多分に倍数比例の法則の書き間違いではなかろうかと判じてみたくなる。これに対する Berzelius の返信を見ればもっと明らかになるだろう²⁴⁾。

倍数比例の理論が原子仮説を採らないと神秘的であるという貴兄の意見は正しいと思います。そして私の知識の及ぶ限りに於て、これまで得られた結果は、この仮説が正しいことを証しています。

Berzelius は、Dalton が定比例の法則と書いているのに対し、倍数比例の理論(*la théorie des proportions multiples*)と書き換えていているのである。このとき London に滞在しており、Wollaston や Davy から直接情報を得ることができた Berzelius が、1812年の時点でこの法則を知っていたということは、後の議論のために記憶しておかねばならないが、それとは逆に Dalton がこの法則の名を書き分けないことは、彼が法則の発見に無縁であったことを裏書きしている。

このようにして、「本人の公言」という基準(B)に関しても、現存する資料は冷やかに応じるのみである。それでは、他の化学者はどのように考えていたのだろうか、

次節以降彼らの証言を検討する。

3. 1804年に倍数比例の法則が発見されたことについては、Daltonの証言にかかる限り否定的な結果を見た。それにも拘らず1808年に発表されたThomson, Wollastonによる論文は、Daltonの発見を受けて倍数比例の法則が成立する追加例を提示したものと、現在化学史家から受けとられている²⁵⁾。これには疑いが持たれても仕方あるまい。

Thomsonが1808年1月14日に発表した論文は、『ショウ酸について』と題されているが、ショウ酸塩化合物は、Scheele, Bergmanらにより研究がすでになされており、Thomsonの論文の目的は従来無視されてきた酸自体の構造に関する実験報告にあることが序文に述べられている²⁶⁾。更に第四章の「ショウ酸の組成」に於ては、ショウ酸化合物の原子の相対的重量を既知の原子の相対的重量から計算し、Thomsonの採用した原子仮説がDaltonのものであること、この仮説に基いた研究を化学者は続けるべきであることなどが説かれている²⁷⁾。Daltonの原子論の理論的欠陥については、後になっても例外的に批判しなかったThomsonは、この論文で既知の原子の相対的重量からの理論値と実測値とが10%程度ずれていることを実験技術の困難を理由に、決して否定的な結果でないと切々と訴えている一方で、一度も倍数比例の法則について語っていないのである。

Thomsonに統いて1月28日に発表されたWollastonの論文も、倍数比例の法則をDaltonが発見したものとして述べておらず、又、その法則に確証例を追加することを目的としていない点で、先の論文と一緒にであるが、法則の起源を知る上で重要である。Wollastonは、この論文の発表以前に多くの塩で2つの成分同士の結合が2種あり、その量比が2となる化合物の例を観察してきたことから、この規則性を一般法則でないかと考え、その原因を究明していたと述べているからである。前年の1807年にThomsonの*System of Chemistry*の第三版を読んでいたことから、Wollastonはその中に紹介されているDaltonの原子論に当然通曉していた。そのため、Wollastonは、Dalton氏の化学結合理論(Mr. Dalton's theory of chemical combination)は特殊例として彼の発見した規則性を演繹することができるので、自分の探究は無益であったと述懐している²⁸⁾。そして彼のなした化学実験は、Daltonの原子仮説を権威づけることに向けられているとする一方で、倍数比例の法則をDaltonが発見したとは一言も語らずじまいなのである。

ところで、WollastonはThomsonと比べると仮説の使

用に対し消極的な態度をとり、自分の原子論に基いた推論が後の研究では認められようと否定されようとも拘らず、仮説とは別個に確認した「単純倍数の法則」(the law of simple multiples)の事実だけは保証されてよからうとしている²⁹⁾。こういった観察事実を過度に重視する傾向は、19世紀前半のBacon主義を至上の方針とする化学者には多く見られ、上記両論文とも、形式としてはあくまでも観察事実の報告を目的としたように書かれており、事実の収集・整序を経て現象的規則性を法則として看取り、更に諸法則の統合を可能とする一般理論へと向う、3つの帰納の段階の第一段階は必ず踏んでいることが殊更強調されていた。

以上見てきたように、1802年の2つの論文は、従来考えられてきたように Dalton の倍数比例の法則の確証実験を記録したものではなかったのである。むしろ、倍数比例の規則性への言及は、Wollastonの論文に於て最初に見られるとしても良いだろう。それでは、何故に殆んどすべての化学史に叙される事実が作られたのだろうか？

4. 化学史上 Dalton が倍数比例の法則の発見者として認知されるようになったのは、1814年の Wollaston, 1812年と1826年のDavyの発言にその起源を求めることができる。2人ともと同時代人であることから、発見者であることを申し立てるために敢えて、「整序データ」の基準(A), 「本人による公言」の基準(B)に訴えていないことは述べておくかねばなるまい。

Davyは1812年に次のように書いている³⁰⁾。

1つの物質が他の物質と2つ以上の結合をするとき、2番目の化合量は最初の化合量の整数倍か又は整数分の1になるよう見える。この事実は Dalton 氏により観察され巧妙に例証されたのだが、氏を化学変化に関する原子仮説へと導いた……

また倍数比の規則性に気づいていたWollastonには以下のようない記述がある³¹⁾。

事实上、硝空気と酸素との結合における単純な倍数比例の[法則の]実例を最初に Dalton 氏が観察したことで、我々は氏の恩恵に浴している。氏は大気の組成を究めるうちに、通常空気の100容の中に含まれている酸素は、硝空気と36容か72容かのいずれかと結合することを、実験方法を工夫して発見したのである。（傍点筆者）

このWollastonの発言には多くのことが含まれている。第一にこの発言は今まで見てきたことと決して矛盾していない。殆んど事実に近いことを語っているように思われる。

れる。しかし、第二に、この発言は前に述べた「法則成立例の観察」という基準(D)に依拠して Dalton が倍数比例の法則の最初の実例を発見したと判断しているようにも受けとれるのである。すなわち、強調点が法則にあるのか実例にあるのかが判然としていない。ために誤解を生む原因となったとも考えられよう。Dalton はこの実例を気体だけに成立する法則の実例として見たのかもしれないし、体積比についての成立すると考えたかもしれないし、単なる偶然と見做したかもしれないし、或いは全く気づかなかったのかもしれない。

Davy の前の記述には、いかにして知見を得たのかが書かれていませんが、Dalton が帰納的推理によって原子仮説に達したという見解を普及させる役割を充分に果しました。この記載を含む著作は広く読まれたけれども、多くの化学者や化学史家を印象づけたのは、次の 1826 年の Davy の演説であろう。この年には Royal Medal が創設され、受賞者として Dalton が選ばれた。

Davy は以下のように祝辞を述べている³²⁾。

最初の Royal Medal は、王立学会員でもある Manchester の John Dalton 氏に授与されることとなりましたが、これは通常原子論と呼ばれていますところの定比例の法則を発展させたことと他の多くの物理・化学の領域での仕事ならびに発見に対して贈られるものであります。

…氏は気体化合物のうち或るものの中では、同一の元素が同一の組成比をもつということを発見し、1種以上の結合があるときは結合する元素の量は、常に1対2、1対3、1対4などの比をもつことをも発見しました。氏は事実を Newton の不可分原子の教義によって説明を与えました。

…氏は定比例の理論の歴史の中では、依然として先取権をもつてあります。氏は、倍数比例の教義を明解にかつ数量によって初めて定式化したのであります。このように Wollaston は、倍数比例の法則の最初の観察者を Dalton と考え、Davy は最初の定式化をしたのが Dalton だとしている。2人とも Dalton との直接の交渉があったことから考えると、Dalton から直接情報を得たということは決してありえないわけではない。しかし、それでは「整序データ」の基準(A)、「本人の公言」の基準(B)に関する否定的証拠と矛盾することになるだろう³³⁾。彼ら 2 人がどうして上述のような結論をもつに至ったかについて、少なくとも 2 つの要因があるように思われる。以下に示そう。

(1) Wollaston, Davy ともに遵奉する科学観は、Bacon 的帰納主義であった³⁴⁾。19世紀前半の化学者が實際

に従っていた科学方法論は、必ずしも帰納主義が保証する手続と一致してはいなかったが、彼らが他の化学者を評価する際や進歩について語るときには、この帰納主義が大きな影響を及ぼした。この教義に従う以上、Dalton の原子論は化学反応前後の化合物の重量組成の測定から、現象面に見られる規則性である定比例・倍数比例の法則の発見に至り、そしてそれらを必ず介して一般理論である原子論へと歩を進めることによって達成されたと考えられた。当時の支配的科学觀からすれば極めて尋常な解釈であったと考えて良いだろう。しかしかような経路を踏むことが合理的だったとしても、実際に Dalton が示した刷新の範型はむしろ仮説-演繹モデルに近いものであり、このことは Dalton の著作・論文を読めば否でも応でも印象づけられることだろう。

Berzelius も彼らと同じように対応している。彼は Dalton の一般理論を知ると、

私の知る限りに於て、英國の科学者である John Dalton 氏は Bergman, Richter, Wenzel, Berthollet, Proust らの実験に導かれることによって、その〔原子論〕仮説を確立しようとした最初の人物であった。

と書いている³⁵⁾。Berzelius はこの原子論を Davy との書簡によって知り、一般理論の確立をしたからには Dalton は、自分よりも多くの実験をしている筈だと確信していた。後に、*New System* を読んで、その実験の少ないことに驚愕することになるのである³⁶⁾。驚くのは我々である。

このような同時代人の専断や偏向は、帰納的推理による法則の発見、諸法則の総合による一般理論の確立というプロセスを、正当な科学の手続であるとする Bacon 的帰納主義から容易になされたと考えても良いだろう。化学史の展開の中で中枢の位置を占めるこれらの指導的化学者が Bacon 主義者であり、そのため Dalton も同一の方法論によって原子論に到達したと考えたところに、倍数比例の法則の発見を Dalton の化学研究に介在させる原因があったのである。

(2) 第二の要因は、より外在的なものであり、又、(1)と深い関連を有している。

1814 年に William Higgins は先取権を主張し、証明すること自体を目的とした著作を公にした³⁷⁾。書簡や論文はともかくとして、このように 200 頁近い著述全体が先取権の奪還に向けられたものは、化学史に限らず科学史全般に於て稀有なる存在である。Higgins のこの果斷に富んだ所業には、Dalton が巻き起した 19 世紀初期の化学界の混乱が言わば逆写像として内包されている。Higgins はこの著作の中で、1789 年の自分の主著に於て Dalton に

先立って化学に原子論を導入したのだと述べ³⁸⁾、そこで綿密に Dalton と自分の著述内容を比較考量しており、Dalton の *New System* の一部転載さえも敢えて辞さない切なる訴えを行なっている。彼によれば、原子論なる存在論、原子の相対的重量の算出、熱素圈、原子記号悉く自分の創意に与かるものとしている。ところが、倍数比例の法則だけは先取権を申し立てていないばかりか言及もしていないことが分る。New System に倍数比例の法則の発見が書かれていないことと、Higgins がこの著作の執筆時にこの法則について知らなかったことがその主なる理由である³⁹⁾。

この事件が Dalton を倍数比例の法則の発見者に仕立て上げる外在的要因となった。Higgins の異議申し立てに対して何らかの対応をせねばならなかった Thomson, Davy, Wollaston は、Higgins の原子論自体の先取権は認めたものの、倍数比例の法則の発見なる実験的基盤がないことで Dalton とは一線を画することにより、この論争の決着をつけようとした。例えば、Thomson は次のように書いている⁴⁰⁾。

Higgins のフロジストンについての著作は確かに多くの価値を持っているし、後の発見の幾つかを予示してもいる。しかし彼が執筆した当時、金属酸化物は殆んど知られていないかったし、精確な分析は無いも同然であった。そのため、酸素などの、最小量の倍数となる比率で常に化合するという一般的事実に通曉することは不可能だったのである。

当時 Dalton が公表した原子論は、19世紀化学史の幕開けに相応しい新しい研究課題を提出していた。諸元素の原子の相対的重量を求めるには、未知及び既知化合物の構造解明に光明をもたらし、化学反応生成物の予見にも供しようという多大な意義が隠されていたのである。ところが、Dalton が提案した「一般規則」は経験的基盤をもたないばかりか、彼が採用していた存在論からも演繹することができず、他の化学者はこの研究課題の究明には同調したものの「一般規則」には挙って反対を唱えた⁴¹⁾。このような状況のもとで Dalton が化学史上に残した業績を評価する際に Higgins から先取権を守りつつ援用されたのが「倍数比例の法則の発見」だったのである。

ところで、前に述べた「整序データ」の基準(A)、「本人の公言」の基準(B)に従って判断すれば、Higgins も Dalton と同じように倍数比例の法則の発見者ではないことになる。このことからすると、2人の先取権抗争は決着がつかないことになろう。この議論は1世紀の後に化学史家の間で再燃したが、確定手続をここですることは本稿の

範囲を越えている⁴²⁾。Higgins-Thomson (Dalton は先取権論争に興味を示さなかった) 論争は、以上見てきたような主要化学者の暫定的解決にてひとまず落着するが、Higgins は、煮えきらぬまま次のような哀調を帯びた言葉を遺している⁴³⁾。

化学の豊潤な時期は過ぎ去ってしまった。私の若い時分、現在の我々の〔化学知識の〕体系の父である尊敬すべき多くの人々と同時代に生き、また接触もししたことは、私にとって僥幸であった。幸福なその時代にあっては、研究の究極的な目的、情熱を傾けた目的は真理であった。決して個人の評判を高めることではなかったのである。化学者は発見の功績を他人ではなく、本当の発見者に帰することに熱心であったのだ。……この〔先取権の〕課題は、少数の化学者の決定に制限されるべきものではない。そうではなく多数の者の法廷に立ち審判を受くべきものなのである。

ここで少数の化学者と言われているのは、Thomson を筆頭とする今から見れば主要な化学者である。我々がこのややヒステリックな発言の中に、科学の民主化を推進せんとする先覚者の姿を垣間見ることは無理ではないにしても、Higgins が自分の無視された原因を正当に分析できたかどうかは、甚だ疑問である。

以上、2つの要因、Bacon 的科学観と Higgins の先取権申し立てなる科学的営為の内外2つの要因によって「Dalton の倍数比例の法則の発見」なる証言が生れたことを見た。「整序データ」の基準(A)、「本人の公言」の基準(B)が資料不足のため採用できない場合であるならば我々は「同時代人の証言」の基準(C)に頼らざるを得ないが、基準(A), (B)が否定的な知見を提供しており、(C)と一致しない以上、更に(C)に特殊な歴史的事情(1)と(2)による偏向がある以上、Dalton を倍数比例の法則の発見者とすることはできないのである。

5. 他方、Davy らの発言は基準(A), (B)まで塑って検討されないまま語り継がれていった。 Dalton の伝記作者の一人 Henry は、例えば次のように書いている⁴⁴⁾。

倍数比例の法則の発見は、精神作用の秩序に従えば化学結合の原子論の発見の直前であったと考えられる。

これは明らかに同時代人の証言を無批判に継承したものであり、ここでいう精神作用とは帰納推理に他ならないだろう。Kopp も又同種の記述を残している⁴⁵⁾。

Dalton は、物体が他の物体の同一量に対して種々の重量比で化合するならば、最初の比は、互いに単純倍数をなすことを発見した。彼は倍数比例の法則を発見

したのである。

上記 2 例のような安易な記載が今世紀まで根強く生き残ったことについては、例えば、よく読まれた Whewell の科学史に同内容の記録があることも考慮にいれねばならないが⁴⁰、一般に、理論・事実の発見が一度年代記に組みこまれると、原資料からの批判的再検討がなされにくい化学者=化学史家の悪しき伝統の存在にも責任の一端はあっただろう。特に Roscoe 以来、Dalton が帰納的推理を用いて原子論に到達したのでは決してないことが解明された以上⁴¹、その成果から当然湧き出てくる疑問、本当に Dalton が倍数比例の法則を、普通に使用する語の意味に於て発見したのかという疑問を、近年の Thackray を含めて誰も晴らそうとはしなかった。

最後に 1 つ問題が残った。誰がこの法則を発見したのであろうか。さきに提案した「本人の公言」の基準(B)を満たしているのは、すでに見たように Wollaston ただ 1 人である。彼が「整序データ」の基準(A)について条件を満足しているかどうかは本稿の範囲を越えているが興味深い問題となろう。ところで、当代隨一を誇る程多くの分析実験を行なっていた Berzelius は、他の化学者から倍数比例の法則を聞いて初めてデータの確認をしたことを述懐していることから⁴²、基準(A)を充分に満足している Berzelius はこの法則の発見者でなかった⁴³。このことは、集積したデータからの帰納推理を旨とする Bacon 的科学観にとって深刻な問題を当時の化学者に投げかけたと思われるが、Dalton の原子論が帰納主義により得られたものだと解釈することによって、方法論と科学観との相克を見かけ上解消したのであった。

最後に、修士論文執筆当时、入手困難な文献の調達など御世話になった現在新潟大学教授渡辺正雄氏に感謝を申し上げます。

註

- 1) 本稿に用いられている Bacon 的科学観なる語は直接 Bacon の思想に関与するところの ものではない。この点については、坂本賢三氏の近著、『ペーコン』(講談社、1981年)を参照されたい。
- 2) Reichenbach, H., *The Rise of Scientific Philosophy*, 1958, p. 231.
- 3) 例えば、Brown, H., *Perception, Theory and Commitment*, 1977. 更に最近改訂が施され、新たな章が追加された、 Losee, J.P., *A historical introduction to the philosophy of science*, 2nd ed., 1978. 我が国では、伊東後太郎、「科学理論発展の構造—動的な科学哲学へ」(『思想』、1974年 1月号)及び、村上陽一郎、『科学のダイナミックス』(サイエンス社、1980年)がこの動向を踏まえた上で自説を展開している。
- 4) Blackwell, R., *Discovery in the Physical Sciences*, 1969.
- 5) Partington, J.R., *A Short History of Chemistry*, 1937, p. 179; Ihde, A., *The Development of Modern Chemistry*, 1964,(同邦訳『現代化学史』、みすず書房、第 1 卷、1972年、109頁); Spronsen, J.W. van, *The Periodic System of Chemical Elements*, 1968. (同邦訳、『周期系の歴史』、三共出版、上巻、1978年、48頁.)
- 6) definite 以外に fixed or constant proportion もある。
- 7) Partington, J.R., *History of Chemistry*, vol. 3, 1962, pp. 644-53.
- 8) これを理由に Kopp は、Proust を真の発見者とする Poggendorff に反論している。Kopp, H., *Geschichte der Chemie*, 1842-3, Bd. 1, p. 360; Bd. 2, p. 370.
- 9) FeO と Fe₂O₃の場合、Berzelius らは倍数比例の法則の反証例と考えた。未知化合物 Fe₂O が発見されるならば、回避されるだろう。
- 10) 例えば、Nash, L.K., "The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory", *Isis*, vol. 47, pp. 101-16; Roscoe, H. and Harden, A., *New View of Dalton's Atomic Theory*, 1896, pp. 8, 29.
- 11) Dalton, J., *A New System of Chemical Philosophy*, vol. 1, Part 2, p. 438.
- 12) Roscoe and Harden, *op. cit.*, p. 62. この著作には、Dalton の実験ノートの部分的な写しが所収されている。
- 13) Dalton, *op. cit.*, pp. 444-50.
- 14) Roscoe and Harden, *op. cit.*, p. 62.
- 15) *Ibid.*, p. 45.
- 16) Dalton, *op. cit.*, pp. 444-50.
- 17) 残存している実験ノートから倍数比例の法則の確証例の列挙は認められない。[Roscoe and Harden, *op. cit.*, pp. 61-65] 後になって酸化窒素の測定値から倍数関係を得たのではなく、純粋な演繹推理を経て酸化窒素の組成を決定したことについて述べている。Thackray, A., *John Dalton: Critical Assessments of His Life and Science*, 1972, pp. 89-103 に爆撃の跡を所々残している資料から Thackray が判読した。Dalton 年 1830 の講義ノート参照。又、Dalton の原資料については、Smyth, A.L., *John Dalton: A Bibliography of Works by and about Him*, 1966 と、肱岡義人・内田正夫・徳元琴代・小峯としえ、「John Dalton (1766-1844) 研究の展望」(『化学史研究』第 7 号、1978 年)を参照されたし。
- 18) Roscoe and Harden, *op. cit.*, p. 38.
- 19) Meldrum, A.N., *Manchester Memoirs*, vol. 55, no. 6, 1910-11, pp. 12-13, 又, Henry, W.C., *Memoirs of the life and scientific researches of John Dalton*, 1854, p. 79 にも同内容の記述がある。

- る。
- 20) Dalton, J., "On the absorption of gases by water and other liquids", *Phil. Mag.*, vol. 24, 1806, pp. 15-24.
 - 21) Dalton, *op. cit.* (11), pp. 444-5.
 - 22) Royal Institution 講演日誌 (1810年), (Roscoe and Harden, *op. cit.*, pp. 13-18, 99-125) 及び, Manchester 講義ノート (1814年・1818年) (*ibid.*, pp. 125-6, 127-9) 更に, Royal Institution 講演要旨 (1803-4年) (Thackray, *op. cit.*, pp. 102-107), Manchester 講義要旨 (1805年) (*ibid.*, pp. 107-112), Edinburgh 講義要旨 (1807年) (*ibid.*, pp. 112).
 - 23) Roscoe and Harden, *op. cit.*, pp. 157-160. 傍点部はイタリック体だが編集した Roscoe が付したものと思われる。
 - 24) *Ibid.*, pp. 160-162.
 - 25) 例えば, Leicester, H.M., *The Historical Background of Chemistry*, 1971, p. 156 (同邦訳『化学と人間の歴史』朝倉書店, 1981年, 166頁); Goodman, D. C., "Wollaston and the Atomic Theory of Dalton", *Hist. Stud. Phy. Sci.*, vol. 1, 1970, pp. 37-59; Partington, *op. cit.* (5), p. 178; Thackray, A., "The Origin of Dalton's Atomic Theory", *Isis*, vol. 57, 1966, pp. 35-54. などに於て, 倍数比例の法則の確証実験とされている。
 - 26) Thomson, T., "On Oxalic Acid", *Phil. Trans.*, vol. 98, 1808, pp. 63-95.
 - 27) *Ibid.*, p. 87.
 - 28) Wollaston, W.H., "On Super-acid and Sub-acid Salts", *Phil. Trans.*, vol. 90, 1808, pp. 96-102, の中のp. 96.
 - 29) *Ibid.*, p. 102.
 - 30) Davy, H., *Elements of Chemical Philosophy*, 1812, p. 39.
 - 31) Wollaston, W.H., "A Synoptic Scale of Chemical Equivalents", *Phil. Trans.*, vol. 104, pp. 1-23, の中のp. 6.
 - 32) Davy, J. ed., *The Collected Works of Sir Humphry Davy*, vol. 7, 1839, pp. 93-96.
 - 33) Dalton が発見について実験ノート, 論文, 著作に於て何も語らない一方で, 同時代の化学者にだけは内密に打ちあけていたということも考えられない訳ではない。この点については補強すべき歴史的根拠が見当らない。
 - 34) この時代の Bacon 主義について的一般的記述は, Canon, S.F., *Science in Culture: The Early Victorian Period*, 1978, pp. 73-110 や Jahnke, H.N. and Otto, M. eds., *Epistemological and Social Problems of the Sciences in the Early Nineteenth Century*, 1981, pp. 3-18 所収の Heidelberger, M. の論文, "Some Patterns of Change in the Baconian Sciences of the Early 19th Century Germany." など。
 - 35) Berzelius, J., "On the Cause of Chemical Proportions", *Ann. Phil.*, vol. 2, 1813, pp. 443-454 中のp. 445.
 - 36) Berzelius, J., *Jac. Berzelius. Bref.*, vol. 1, Part 2, p. 29. Russel, C.A., "Berzelius and the Development of the Atomic Theory", in Cardwell, D. S.L., ed., *John Dalton and the Progress of Science*, 1968, pp. 259-273の英訳文を参照した。
 - 37) Higgins, W., *Experiments and Observations on the Atomic Theory*, 1814.
 - 38) Higgins, W., *Comparative view between phlogiston and anti-phlogiston theory*, 1789.
 - 39) Higgins, *op. cit.* (37), pp. 175-177. 出版間際になってから同年の Thomson の先取権に関する言及(註40)参照)を読んだ Higgins は、慌てて「倍数比例の関係の一般的事実」を自分も発見したと追記している。本文で原子記号にまで先取権を申し立てていながら、倍数比例の法則は、周囲の化学者に取沙汰されてから書き加えているのである。
 - 40) Berzelius, *op. cit.* (35), Thompson がこの頁に付けた編集者註に書かれている。
 - 41) Rocke, A.J., "Atoms and Equivalents: The Early Development of the Chemical Atomic Theory", *Hist. Stud. Phy. Sci.*, vol. 9, pp. 225-263. など参照。又、筆者の1979年度東京大学理学系大学院科学史・科学基礎論課程修士論文、「John Dalton の問題提出—化学史の historiography を介して」でも扱った。(本稿は、この論文全四章中第二章に当る部分を短縮・改訂して作製した)。
 - 42) 肱岡義人, 「William Higgins と原子論」, 『化学史研究』第2号, 1978年) での試みがなされている。
 - 43) Higgins, *op. cit.* (37), pp. 179-80.
 - 44) Henry, *op. cit.*, pp. 81, 83.
 - 45) Kopp, *op. cit.*, Bd. 2, p. 370.
 - 46) Whewell, W., *History of Inductive Sciences*, vol. 3, 1831, pp. 127-130.
 - 47) J. Herschel はすでに Dalton が帰納的階梯を上って原子論を提唱したのではないことを指摘し批判しているが、伝統的化学史家は余りこの点に留意しなかったものと思われる。結局 Roscoe まで待つこととなった。彼自身は倍数比例の法則の発見の事実を全く疑っていない。(Herschel, J., *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*, 1830, p. 305; Roscoe and Harden, *op. cit.*, p. 1-51)。

John Dalton and his Law of Multiple Proportions:

a discussion about why he was made the discoverer

Hiroyuki IYAMA (Tokyo University)

John Dalton has been said, by most historians of chemistry and also other fields of sciences, to be the discoverer of the so-called law of multiple proportions. In this essay, whether we could infer from the existing evidences that Dalton had really discovered it is examined.

When we call a scientist a discoverer, we unconsciously depend upon the following three criteria:

- (A) many data supporting the law are found in order in the scientist's manuscripts or notebooks.
- (B) a scientist manifestly announces that he should be a discoverer or gives the original name to his findings in his issued writings or articles proposed to the scientific community, or letters.
- (C) contemporaries of a scientist leaves us some documents that acknowledge the fact that he is a discoverer; if aided by the other two, this criterion will be authorized.

But we cannot crown him a discoverer by the aid of the next criterion only:

- (D) a single or a few observational data are contained in the scientist's writings which we can regard as an example of the law only from the modern point of view.

In case of Dalton, notwithstanding the unlucky loss of his notebooks except for those copied by Roscoe, there is no evidential support for the criteria (A) and (B) at least in the documents remained. Moreover, the only criterion that holds true on which most descriptions of historians have been so far based, turns out to be biased by the two historical factors; the prevailing philosophy of science, often called Baconianism, and the claim of William Higgins for the priority which got him nowhere in effect.

And then, who is the discoverer? W.H. Wollaston will be the first to be mentioned as the discoverer, who had assumed that his law would be a particular case of Dalton's atomic theory, remaining the Dalton's statut in the history of science unrivaled.

〔教育シリーズ〕

質量作用の法則に関するグルベルグとヴォーゲの研究

川井 雄

(明治学院東村山中学高等学校)

1. はじめに^{1~3)}

こんにち物理化学の分野で、反応速度論および動的平衡論を扱うさいに、質量作用の法則はきわめて重要である。この法則はいまから100余年前にノルウェーの2人の義兄弟、グルベルグ(Cato Maximilian Guldberg, 1836—1902)とヴォーゲ(Peter Waage, 1833—1900)によって発見されたもので、その基礎となったものは化学親和力の考え方からであった。

化学親和力の概念は遠くギリシア時代にさかのぼって、エンペドクレス(Empedokles, 約495B.C.—435B.C.)に端を発することができる。その後ずっとくだって18世紀になって、ブルーハーフェ(Hermann Boerhaave, 1668—1738)、ジョフロア(É.F. Geoffroy, 1672—1731)、ペリマン(Torbern Bergman, 1735—1784)、ベルトレ(Claude Louis Berthollet, 1748—1822)らにより親和力の研究が行われて、改良され発展していった。

1853年にドイツのブンゼン(Robert Wilhelm Bunsen)は化学親和力が、反応している物質間の質量比にどのように依存しているかについて数式を用いた論文を発表した⁴⁾。じつはこのことが1860年から1861年にかけてハイデルベルクのブンゼンのもとで研究していたヴォーゲがこの親和力の問題に关心をもち、これが質量作用の法則を発見するいとぐちとなったといえる。その後ノルウェーに帰国したヴォーゲは、1862年にグルベルグと協力して親和力にかんする研究を開始した。これをもとに1864年から1879年にわたって2人は質量作用を中心に手広く研究を行なった。2人は1864年、1867年、1879年の3期にわたってこれらについての重要な論文をそれぞれいくつか発表しているので、期間をこの3つに分けて述べていきたいと思う。

2. グルベルグとヴォーゲの研究内容

2.1 1864年の研究

グルベルグとヴォーゲは、1864年に合計5つの研究論文を発表した。そのうち3つをノルウェー語で、それぞれ3月、5月、6月にノルウェーの雑誌 *Christiania Videnskabsselskabs Forhandlinger*^{5~7)} に、残り2つをフランス語でそれぞれ5月と8月にフランスの雑誌 *Les*

Mondes^{8~9)} に発表した。

さいしょの論文⁹⁾は、“Studier over affiniteten”(親和力にかんする研究)というテーマのもので、1864年3月11日に発行された。それによるとまず2人は、化学反応を単一反応(こんにちの素反応)と複合反応とに分類し、つぎのように述べている。

単一反応

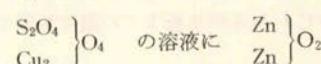
これはつねにつぎの2つのグループに分類される。
a) 2分子の直接付加による新しい1つの分子(付加)の生成と、反対に1つの分子の分解により2つの別の分子ができる。

b) 2分子の成分の相互交換または置換。それと反対に逆方向置換によるもとの分子の再生。ここで一方を作用、もう一方を反作用とよぶことができる。ここで付加反応の1つの例として、HClとNH₃からNH₄Clの生成を、逆の反応としてNH₄ClからHClとNH₃への分解をあげることができる。また相互置換反応は、比較するまでもなく、無機化学でも有機化学でももっとも数多い反応である。たとえば2つの異なる塩をたがいに接触したときに、それらの塩と新しくできた塩とがいずれも可溶性であるか、または一方の塩が反応の前か後のいずれかで不溶性であるときにこの反応は起こる。

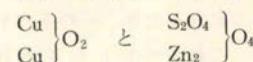
複合反応

複合反応はつねに多数の単一反応の連続として理解される。

上にあげた2つの単一反応が同時に進行する複合反応についてしばしば出される好都合な例としてはつぎのような塩基性塩の生成があげられる。すなわち



を作用すると、これらは変化して一部は

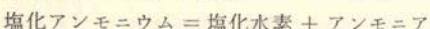
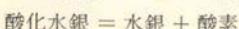
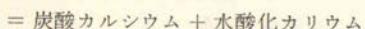
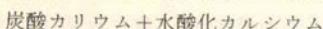
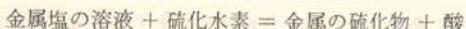


になる。この生成した酸化銅とまだ変化していない酸化亜鉛は、いずれも溶液に付加して、酸化銅は変化していない硫酸銅に、酸化亜鉛は生成した硫酸亜鉛になり、そしてこれら2つの反応の結果として生

成物は2つの塩基性塩になる。それによって2つの单一反応の1つ1つがはたらいている2つの力、すなわち結合と分解、または作用と反作用がつごうよく影響を与えているといふことがある。

このように反応系から生成系へ至る反応にたいしては作用、逆に生成系からふたたび反応系に戻る反応にたいしては反作用ということばが使われている。

また作用、反作用がどうじに進行する反応（こんにちいう可逆反応）の例としてつぎの反応をあげている。



2人は上にあげた諸反応にたいしてつぎのような見解をとっている。

これらのうち、前二者のように溶液が関係する反応では、適当な温度と適当な濃度の溶液を用いるならば、何らかの物質対がそこには考えられるので、全く同じ条件下で作用も反作用も進行するであろう。

いずれか一方の向きしか生じないような反応が起ると思われるることも化学ではよくあるが、それは力がはたらいている条件下で、合成した力または作用力と、反対向きの力にたいする比がわざめて大きいかまたはわざめて小さいかということになる。何らかの方法で力がはたらいている条件を変えさせて、その逆方向の力が第一の力と実質的にほとんど同じ大きさではたらかせるようにするか——そしてもしそなれば化学反応は両方向とも同時に起こる——または逆方向の力が優勢にはたらくように作用させると、その結果反応の第二の部分だけを生じるようにさせることができる。これについては、高温度での塩化アンモニウムの生成と分解を例にあげることができる。さらに水銀は約300°Cで酸化されるが、酸化水銀は赤熱状態でふたたび分解する。水銀の場合、酸化物が部分的に分解し、金属が部分的に酸化されるのは300°Cから赤熱状態までの温度範囲であるといえる。

いずれにせよ、これらの反応では作用と反作用が同じ大きさになってつりあうようになると、その系は平衡状態になると結論している。これはベルトロ（M. Berthelot）による平衡状態とは反応物質が不活性化して反応が停止したためであるとする説¹⁰⁾を否定したことになり、ここに平衡状態についての新たな観点が2人によって生み出されたことになる。

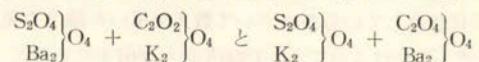
なお化学反応に力、作用、反作用などの力学的用語が導入されているが、これはグルベルグが数物理学者であったためで、それによる影響が大きく、化学を力学との類推によって思考したためと思われる。さらにはとうじは物理学、とくに力学はニュートンによって古典力学として完成されたが、化学はまだ物理学とくらべて発展はおくれ、とくにこのような速度論・平衡論的考えはやっとぐちについたばかりであったことも原因の1つであろう。

このようにグルベルグとヴォーゲによって化学平衡にたいする概念が確立されたが、さらに2人は、平衡時の化学反応を調べて化学力の大きさの定量的決定を行った。

この研究の対象となつた実験はつぎの3種である。その第一は、ベルトロとペアン・ド・サンジル（L. Péan de Saint Gilles）とが約500にものぼる一連のエステルの生成とその加水分解¹¹⁾について行った実験である。

第二は、グルベルグとヴォーゲの独自のもので、硫酸バリウムにたいする炭酸カリウム（水溶液）の反応、硫酸バリウムにたいする炭酸ナトリウム（水溶液）の反応などで、いずれも不均一系の部分置換反応を取り扱っている。硫酸バリウムと炭酸カリウム（水溶液）の反応について2人はつぎのように述べている。

第二の一連の実験はわれわれが行なつた独自の実験で、つぎの部分からなるものが含まれている。



そこでこれら4つの物質の相互作用にたいする時間の影響、温度の影響、水の量の影響とそれらの質量の影響についてきわめて多数の実験を行つて定量的に調べ、それによって平衡状態は無限に長い時間を経過したのちにはじめて到達するということを見出した。硫酸バリウムにたいする炭酸カリウムの作用は温度とともに増加し、水の量がふえると減少する。一方逆の炭酸バリウムにたいする硫酸カリウムの作用は温度とともに減少し、水の量とともにふえる。100°Cでこのことを徹頭徹尾調査して、この実験にたいして質量の作用と体積の作用をもとにして考え出したわれわれの式（後述）を適用した。解析のさいに存在する実際の困難さを考慮するならば、満足のいく一致が得られる。ガラスの容器が炭酸カリウムでおかされるときは、いずれもある場合には白金のフラスコ中で、またある場合には銀のフラスコ中で実験を行つた。

第三は、高温度でのケイ酸と炭酸ナトリウムの交換反

応にかんしてのシェーラ (Th. Scheerer)¹²⁾ が発表したデータを用いている。

これらの実験データをもとにして 2人は、質量の作用と、体積の作用についての 2つの法則を発表し、またこれら 2つの法則を用いて系に作用する力から平衡の式を導き出した。

1. 質量の作用

置換力は、同一条件下ではたがいに作用しあっている 2物質のべき乗積に比例する。これら 2物質の質量を M, N とすると、その置換力は $\alpha(M^a \cdot N^b)$ で、係数 α および指数 a, b は同一条件下では物質の性質だけに依存する定数である。

2. 体積の作用

作用しあっている同一質量の 2物質が、異なる体積下にあるときは、この質量の作用は体積に逆比例する。また 2物質の質量が異なるときは、それらを 1 と同じく M, N で表すと、系の全体積が V のときの置換力は $\alpha(M/V)^a \cdot (N/V)^b$ で、同様に V' のときの置換力は $\alpha(M/V')^a \cdot (N/V')^b$ で示される。

3. 平衡の式

反応系の 2物質の質量を p, q 、生成系の 2物質の質量を p', q' とし、ある任意の条件で、これら 4つの物質がたがいに作用しあっている系を考える。ただし体積は変化しないものとする。この系で平衡が生じたときに反応系物質の質量が X だけ減少したとする。その結果、平衡時の質量はそれぞれ、 $p-X, q-X, p'+X, q'+X$ になる。質量作用の法則によれば反応系物質の作用力は $\alpha(p-X)^a(q-X)^b$ であり、生成系物質の反作用力は、 $\alpha'(p'+X)^{a'}(q'+X)^{b'}$ であって、平衡状態では

$$\alpha(p-X)^a(q-X)^b = \alpha'(p'+X)^{a'}(q'+X)^{b'}$$

である。

1864年の 6月には、2人は、“Om Tidens Indflydelse”(時間の影響について)という題で *Videnskabsselskabet* に新しい研究を報告した¹³⁾。それによると、力が物質の変化速度にかんして一次であるという仮定のもとに反応速度をきめる方法を求めていた。作用力が $(p-X)^a(q-X)^b$ に比例するならば、反応速度 v は

$$v = \frac{dx}{dt} = k(p-X)^a(q-X)^b$$

で表されたとした。逆に進行する反応についても同様な式が示され、反応生成物の一部が再結合するときは、正味の反応速度 v は

$$v = k[(p-X)^a(q-X)^b - \alpha(p'+X)^{a'}(q'+X)^{b'}]$$

であり、平衡時には $v=0$ である。

さらに 2人は、速度式の積分を行って、いろいろな時間についての反応する量を調べて、計算値と実測値の間に満足のいく一致が見られた。ただし 2人は任意の指数 a, b をもとに速度式を作成したが、かならずしも全部が完全な形で表されることは不可能で、あるいはどの近似を受け入れなければならなかった。

グルベルグとヴォーゲは主として平衡にかんしてノルウェー語で 3つの論文を書いたが、ノルウェー語の論文ではきわめて限られた読者層しか得られないことに気づき、そこで 2人は同じ年にパリで出版されている *Les Mondes* という雑誌にフランス語で書いた論文を送った。このさいしょの論文⁹⁾は、1864年 5月 19日に発行されたもので、その内容はノルウェー語の論文とほとんど変わっていないが、おもな相違はつぎの 2点である。

その一つは、「質量の作用にかんする法則」と「体積の作用にかんする法則」が 1つに結びついていて、「濃度作用にかんする法則」になっている点で、平衡の式もつぎのような形に変わっている。

$$\alpha\left(\frac{p-X}{V}\right)^a\left(\frac{q-X}{V}\right)^b = \alpha'\left(\frac{p'+X}{V}\right)^{a'}\left(\frac{q'+X}{V}\right)^{b'}$$

もう一つは、エチルアルコールと酢酸の反応で、その平衡式が

$$p \cdot q^{0.768} = 0.502 p^{0.884} \cdot q^{0.807} \quad ①$$

であったものが、フランス語の論文では

$$p \cdot q^{0.7861} = 0.147 p^{0.8457} \cdot q^{0.8066} \quad ②$$

に修正を行っている。

Les Mondes の二回目の論文⁹⁾は、“Om Tidens Indflydelse”¹³⁾をフランス語に書きかえただけである。

2.2 1867年の研究

1867年の研究は、グルベルグとヴォーゲがさらに手広く行ったもので、universitetsprogram の形で発表された¹³⁾。論文はフランス語で書かれたもので、全体で 74 ページにも及ぶものであった。

論文の内容はおおざっぱにいって 3つの部分からなり、第一部はトムセン (J. Thomsen)¹⁴⁾の考えをもとにした熱化学理論の重要性を述べている。

第二部は、本論文の主要部分を構成するもので、化学系で作用する力について広範囲かつ詳細な考察を行っているほか、実験データも多数示されている。実験に用いた反応のおもなものは、硫酸バリウムと炭酸カリウム(水溶液)、硫酸バリウムと炭酸ナトリウム(水溶液)、およびそれらのシウ酸塩と硫酸塩との間の交換反応

で、これらについての質量と時間の影響がおもな研究対象であった。同じく第二部では、質量作用の法則とは直接関係ないが、金属にたいする酸の作用の研究が記されていて、これはこの論文のもっとも長い部分を占めている。

第三部は、第二部で行った反応と、ベルトロとサンジルが行ったエステル化とその加水分解¹¹⁾についての平衡と反応速度のデータを調べて力の式の理論的研究にとりくんでいる。

第一部をもう少しくわしく述べると、そこでは熱変化(反応熱)が親和力にたいして一次であるとするトムセンの説¹⁴⁾を紹介しているが、グルベルグとヴォーゲはつぎのように述べてトムセンの説を発展させている。

反応の結果も熱の発生とともに反応中に支配される条件(温度・濃度・時間など)に依存することがわかった。しかしたとえこの領域をさらにくわしく調べることによって化学力にたいして光を投げかけたにしても、なおこの原則の適用外の反応、すなわち熱変化(反応熱)が0の反応も多種ある。その例としては、硫酸バリウムと炭酸カリウム(水溶液)をはじめとするここでわれわれが手がけているほとんどの反応がこれに属する

としている。このようにして熱化学理論をここで行われている2人の独自の実験と結びつけている。

第二部と第三部とでは研究内容を異にしていて、とりわけ第二部で扱った実験は不均一系の置換反応についてであり、第三部のそれは同じ置換反応でも均一系であるという点からとうぜん2つに分けた方が自然であるが、研究目的には共通点があるので、今後両者と一緒に扱うことにする。

そこで第二部以下ではまず化学系で作用している力、すなわち化学力は力学的な力との間に大きな相違がある。化学力は分子の凝集を引き起さないほか、作用範囲がきわめて近距離にしか及んでいない、わゆる近距離力であることをグルベルグとヴォーゲは指摘している。特記すべきことは2人はここで「引力圈」という「引力または作用力の範囲」の存在を仮定した。それによると

この引力圈の範囲外では化学力はじっさい上作用していない。この引力圈の絶対的大きさについては決定できないが、その相対的大きさを知るだけで十分で、たとえば体積1cm³の範囲内に含まれている物質の量を活動量とよび、これを引力圈の相対的大きさの目安とする。

と述べている。この活動量はとりもなおさず濃度と同じ意味である。なおベルトロ¹⁰⁾も活動量ということばを用

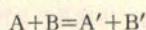
いているが、これはエステル化反応で、平衡に達する前の反応に関与する酸とアルコールの量を示していて、グルベルグとヴォーゲのそれとは全く意味が違う。

この活動量という概念を導入したことによって、1864年の論文にあった質量の作用と体積の作用という2つの別個の法則の式化が不要になり、活動量(すなわち濃度)の影響だけを考えればよいことになった。

つぎに2人は、「二次的な力」という新しい考え方を取り入れて、論文のかなりのページをこの部分に費している。すなわち

化学的に反応しているしていないに関係なく、存在するすべての分子どうしの間にはつねに力が作用していて、その中でもっとも重要な力は反応物質間にはたらいている親和力である。しかしそれ以外の物質どうしの間にも別の力がはたらいていて、これを二次的な力とよぶことにする。この二次的な力は反応を促進させたり、遅らせたりすることができる。との見解をとっている。

ここで2人はふたたび硫酸バリウムと炭酸カリウム(水溶液)の反応のような二重置換で進行する反応をとり上げている。



で、それぞれの活動量を p, q, p', q' で表す(1864年の論文に出て来た同じ記号はそれぞれの質量を表している)と、 A', B' を生成する力、すなわち作用力は kpq 、 A, B を再生する力、すなわち反作用力は $k'p'q'$ となり、

$$kpq=k'p'q'$$

のとき、この反応は終結して平衡状態に到達すると2人は考えた。ここで k, k' は親和力係数であって、実験の結果から温度とともに変化する量である。なおこの式は、1864年の論文で用いた指数 a, b, a', b' をいざれもここでは1にしている点が大きな特徴で、そのためかんたんな式になっている。それとここでは二次的な力が存在しないと仮定した理想的な反応を考えている。2人は物質AとA'が固体であって、一定の活動量をもっているとき、この式はよくあてはまる事を示した。たとえば硫酸バリウムと炭酸カリウム(水溶液)の交換反応では $k'/k=4$ のとき、くり返し求めた実験値と計算値との間に満足のいく一致が得られることがわかった。

しかしじっさいには、2物質A, B間には定性的な違いがある、Aの質量だけを2倍にしたときと、Bの質量だけを2倍にしたときとでは、親和力の実測値に異なる結果が得られた。そこで2人は

これは親和力のほかに二次的な力が無視できないほどの大きさではたらいているためで、場合によって

はこの力は親和力と同じぐらい強力である。との結論を下した。さらに二次的な力を含めた全体の力についてはつぎのように示している。

AとBとからA' とB'になる反応で、それぞれの活動量を p, q としたときのそれらの二次的な力Xは

$$X = app' + bpq' + cq p' + dqq'$$

で表される。ここで a, b, c, d は実験によってきめなければならない定数である。したがって二次的な力を考慮した全体の力Tは

$$T = kpq + X^{15}$$

になる。逆向きの反応では、相当する力は T' ¹⁶ で、平衡時には $T=T'$ である。

このように二次的な力を考慮すると、式は複雑になつたが、この式を均一系反応であるベルトロとサンジルのエスセル化に適用した。たとえば酢酸とエチルアルコールの反応では、平衡式は

$$\begin{aligned} pq &= 0.2372 p'q' - 0.01843 pp' - 0.00626 pq' \\ &\quad + 0.00372 p'q + 0.00723 qq' \end{aligned}$$

になっている。ただし p, q, p', q' はそれぞれ酢酸、エチルアルコール、酢酸エチル、水の濃度を表している。(1864年の論文では同じ反応についての平衡式は①、②であった。しかも p, q, p', q' はそれぞれの濃度ではなく、質量を表している)。右辺の第二項以下は二次的な力の作用を示しているが、式からもわかるように、この力は親和力にくらべて重要性がはるかに少ない。しかもこの式は、1877年にファント・ホフ(J. H. van't Hoff)¹⁷ が考え出したもっとかんたんな式

$$pq = \frac{1}{4} p'q'$$

と大して違っていない。

一般的には、反応速度を測定することによって親和力の決定手段が得られるが、多くの場合いろいろな条件を変える要因が存在していて、容易には決定できないことを2人は強調している。その例として2人はまたつぎのように述べている。

溶液が固体に作用するときのような場合は、反応速度は固体の表面の状態によってきまとと考えられる。しかし固体の表面は反応中に変化し、しかもそれがどのような方法によって変化するのかは未知である。

またすべての物質が溶液中にとけているときは、反応速度はある特別な環境によって変化するが、これにたいして2人は

溶解した物質の分子は遊離状態になっているのではなく、たがいに結びつきあっていろいろな大きさの

分子團を形成し、反応速度はこの分子團の数と大きさによって変化する。

と主張した。このような分子團の考えは、こんにちでも溶質が、まわりに溶媒分子に囲まれた溶媒和化合物の考え方と類似している。どうじは溶質はすべて分子と考えられていた。分子の考えについては、1811年にアボガドロ(A. Avogadro)により、分子説が唱えられたのが最初であるが、その正当性が1860年にカールスルーエの国際化学者会議で弟子のカニッツァロ(S. Cannizzaro)によって紹介されたばかりである。こんにちの考えでは、2人が取り扱った不均一系平衡反応の溶質はイオン種からなっていることはいうまでもない。

2.3 1879年の研究

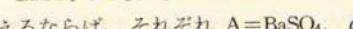
1879年は、2人の重要な研究にとってはいごの年で、研究論文の1つは、*Videnskabselskabets Forhandlinger*¹⁸ にノルウェー語で、もう一つは、*Journal für praktische Chemie*¹⁹ にドイツ語で同時に発表を行つた。

ここでの研究内容の中心点は、分子速度論的観点に立ったものであった。2人はまず平衡について2つのたがいに逆向きの反応が定常状態に向って進行している「動的平衡」というものを強調している。

2人はここでも二重置換反応 $A+B=A'+B'$ をとり上げ、これらの分子運動論的観点から反応機構の考察を行つた。要約するとつぎのようになる。

いま分子Aが2つの部分 α と γ とからなっているとする。両者はいずれも内部運動(振動)を行つたがいに近づいたり遠ざかったりし、ある条件下では、 α と γ がわかれわかれになる。分子Bは β と δ とからなつていて、同様な振舞いをする。もしも α と γ 、 β と δ がいずれも引力圈の限界近くにあるような状況下で衝突すると、 α と δ 、 β と γ の間に存在していた引力により、それぞれ新しい分子 A' と B' が生成するようになる。ただし A', B' はそれぞれ α と δ 、 β と γ の部分からなつていて、逆反応 $A'+B'=A+B$ についても同様な考え方で説明される。

これはこんにちでは、2人が実験材料に用いた反応の



を考えるならば、それぞれ $A=\text{BaSO}_4$ 、 $\alpha=\text{Ba}^{2+}$ 、 $\gamma=\text{SO}_4^{2-}$ 、 $B=\text{K}_2\text{CO}_3$ 、 $\beta=2\text{K}^+$ 、 $\delta=\text{CO}_3^{2-}$ 、 $A'=\text{BaCO}_3$ 、 $B'=\text{K}_2\text{SO}_4$ に相当する。この部分置換反応は、+イオンと-イオン間の電気的引力にもとづいているが、2人はこの電気的引力については何もふれていない、その点ペルセリウス(J. J. Berzelius)の電気化学二元論がかつて化学力の中心的考え方であったが、1879年ごろはこの考えは

すでにかけをひそめたためであろう。しかし電気的力はその後アレニウス(S.A. Arrhenius)の電離説²⁰⁾によってふたたび部分的に復活することになる。

2人はこの分子運動論を付加反応にまで適用範囲を拡大していった。それにたいして2人はつぎのように述べている。

2つの物質 A, B があって、その単位体積あたりの質量を p, q とすると、A, B 分子間の衝突回数は p, q の積で表される。どの衝突も新しい分子を作り出すのにつごうよく行われるならば、反応速度は φpq に等しい。ただし速度係数 φ は温度だけに依存する量である。じっさいには1回の衝突によってかならずそれが反応するとはきまっているので、 p についてはその分率 a だけがB分子と衝突して反応する状態にあり、同様に q についても分率 b だけが A 分子と衝突して反応することになる。したがって反応に至る分子の衝突回数は $ap \cdot bq$ で示され、その反応速度は $\varphi apbq = kpq$ で表され、かんたん化して $\varphi ab = k$ となる。

さらにこれは2種類の物質だけでなく、3種類以上の物質 A, B, C, …の衝突についても適用できる。たとえば $\alpha A + \beta B + \gamma C$ の反応では、その速度はつぎの式によって示される。

$$\begin{aligned} \varphi ap \cdot ap \cdots bq \cdot bq \cdots cr \cdot cr \cdots &= \varphi a^{\alpha} p^{\alpha} b^{\beta} q^{\beta} c^{\gamma} r^{\gamma} \\ &= kp^{\alpha} q^{\beta} r^{\gamma} \end{aligned}$$

ただし a, b, c は反応分子 A, B, C の分率で係数 φ とともに温度に依存すると考えられる。

この1879年の論文では、2人は二次的な力というものを考慮していたが、以上の理論ではこれを度外視していた。とくに、きわめて希薄な溶液中ではこの二次的な力は無視できるという考えに立っていた。

2人がここでも二次的な力の考えを捨てなかった1つの理由は、外来物質の影響、たとえば物質の溶解度が水と塩の溶液中とでは異なるという現象によるものと思われる。この問題はその後アレニウスの電離説²⁰⁾によって解決されたが、とうじはまだこのような考えがなかったため、二次的な力という困難な考え方を用いて説明しなければならなかつたようである。

1879年の論文のもう1つの特徴は、不均一系平衡での活動量にたいする考え方で、たとえば1867年の硫酸バリウムと炭酸カリウム(水溶液)との反応では、固体の硫酸バリウムと炭酸バリウムの活動量は一定であるという考え方であったが、1879年の論文では、不溶性物質の活動量は溶液の全体積に依存するという考えに修正されている。

3. グルベルグとヴォーゲの研究に対する評価

グルベルグとヴォーゲは前述したように1864年に5つの論文を発表したが、どれもとうじの化学者には全くといつてもよいほど知られなかった。つづいて1867年にフランス語で書かれた論文も一般に広く知られるようにならなかった。

しかし1877年にオストワルト(Wi. Ostwald)が、“Volumchemische Studien”という題で *Journal für praktische Chemie* に論文²¹⁾をのせ、その中で、式 $kpq = k'p'q'$ をはじめとする1867年の2人の論文を紹介し、しかもその内容を評価した。このオストワルドの論文によってグルベルグとヴォーゲの研究が一般に知られるようになってきた。

同じ1877年にファント・ホフ¹⁷⁾はベルトロとサンジルが行ったエステル化反応¹¹⁾について反応速度論の考え方から質量作用の法則を導き出した。

さらに特筆すべきことは、アメリカのギブス(J. W. Gibbs)²²⁾が1875年に化学平衡に熱力学を取り入れ、とくに自由エネルギーを導入して質量作用の法則を一層確固たるものにしたが、この論文も19世紀末期まではヨーロッパの化学者には知られなかった。

1884年のファント・ホフの論文²³⁾の中でつぎのような論評がなされている。

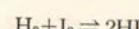
グルベルグとヴォーゲは最終平衡になったときの質量の影響が及ぼす度合いについて精密な概念を科学に導入した。

同じく1886年の論文²⁴⁾では、熱力学的観点から溶液内の物質の平衡状態の式が1864年に発表されたグルベルグとヴォーゲの式と類似している点もこの法則の発展に有利に展開していく。

4. おわりに

前述したように、グルベルグとヴォーゲの業績は、オストワルトによって評価されて有名になり、そしてファント・ホフにより熱力学から導き出された平衡の式によって2人の出した平衡式が正しいことが証明された。しかし2人の発見した質量作用の法則にたいする批判も一部にはあった^{25), 26)}。

げんざいでは、質量作用の法則は



のような素反応にはあてはまるし、また1879年の付加反応にたいする分子運動論的考え方もこの反応には成り立つが、化学反応の大半を占める複合反応にはこの法則はあてはまらないことがわかっている。だからといってこの

法則の発見を軽視することにはならないと思う。その理由としては、その骨子はいぜんとして正しいばかりでなく、質量作用の法則の発見は、まもなくル・シャトリエ（Le Chatelier）による平衡移動の法則の発見に導いたほか、速度論的立場からも平衡論的立場からも化学反応の機構解明という基礎的な面はもとより、アシモニア合成をはじめとする工業化学の発展にたいしても大いに貢献してきたことはいうまでもない。

ついでにグルベルグとヴォーゲは、質量作用の法則の発見で有名であるが、ここでも述べたようにこれに関連して、引力圈や分子団の概念の導入、部分置換反応のさいのA分子が α, γ 、B分子が β, δ の2部分からなる考え方、分子運動論など数々の重要な考えを行っていることはあまり知られていないが、特記すべきものであろう。

なおこんにち使われている質量作用の「質量」ということばは正しくなく、1864年の後半の論文や1867年の論文にも見られるように、とうぜん「濃度作用の法則」または「活動量作用の法則」とよぶべきものであろう。それにとうじは、質量と重量とはかならずしもはっきり区別されなかつた上、質量は「集団」または「塊まり」の意味にも使われていたといわれている。その理由としては、「質量」(mass)の語源²⁷⁾は、ラテン語の *massa* から来たもので、生パンや鍊り粉の塊を意味していた点からもうかがえる。

またとうじの化学研究の対象は、もっぱら新しい元素や化合物の発見、およびこれらの精製、合成などに向かれていて、質量作用の研究は主流からは離れていたきらいがあった。これについて2人は、1867年の論文のさいごのところにつぎのように述べている²⁸⁾。

この分野の研究はうたがいもなく、こんにちほとんどの化学者の注意をひいている研究、すなわち新しい化合物の発見よりも困難であり、退屈であり、また得るところが少ない。それにもかかわらず、今世紀のはじめ以来それが受けるに値するというよりも、うたがいもなくはるかに無視されてきた化学の枝葉にすぎないこの種の研究がとり扱っている調査ほど、化学が眞の精密科学に仲間入りする時期を早めるものはないというのがわれわれの意見である。さいごにあげなければならない重要なことがらとして、グルベルグとヴォーゲが質量作用の法則を発見した大きな理由の1つに、両者間の密接な協力があつたことである。発見者の1人、グルベルグは理論家でしかも数物理学者であつて、数学的および力学的方面に精通していたため、化学反応速度論に力学的類推をとり入れてたゞみに数式化を行うことができた。もう1人のヴォーゲ

はすぐれた実験家で、精密な測定に長じていて、しかも辛抱強く実験をくり返し行った。このように専門分野の異なる両者がたがいに持ち味を生かしてこの法則の発見に導いたことは意義深いことと思う。ヴォーゲがとうじ使用していた天秤や銀のフラスコなどはいまでもオсло大学の化学研究室に保存されているとのことである²⁹⁾。

文献と注

本原稿の作成にあたっては、主としてつぎの1)～3)の文献を参考にした。

- 1) E. W. Lund, O. Hassel, *Guldberg and Waage and the Law of Mass Action, Det Norske Vetenskaps-Akademis i Oslo* 37 (1964).
- 2) J. R. Partington, *A History of Chemistry*, IV, 588 (1964).
- 3) E. W. Lund, "Om masseyirkningsloven, En oversikt over Guldberg og Waages arbeider," *Tidsskr. Kjemi, Bergv, Metallurgi*, 25, 73 (1965).
- 4) R. W. Bunsen, *Ann. Chem. Pharm.*, 85, 137 (1853).
- 5) C. M. Guldberg, P. Waage, "Studier over affiniteten," I, *Forh. i Videnskabsselskabet i Christiania*, 35 (1864).
- 6) *idem*; do. II, *ibid.*, 92 (1864).
- 7) *idem*; do. III. (Om Tidens Indflydelse), *ibid.* 112 (1864).
- 8) *idem*, "Études sur les affinités," *Les Mondes.*, 2, 107 (1864).
- 9) *idem*; do. *ibid.*, 2, 627 (1864).
- 10) M. Berthelot, *Ann. Chim. Phys.*, 66, 110 (1862).
- 11) M. Berthelot, L. Péan de St. Gilles, *ibid.*, 65, 385 (1862); 66, 5 (1862); 68, 225 (1863).
- 12) Th. Scheerer, *Ann. Chem. Pharm.*, 116, 129 (1860).
- 13) C. M. Guldberg, P. Waage, "Études sur les affinités chimique," *Universitet psrogram for 1. semester 1867*, Christiania 1867.
- 14) J. Thomsen, *Ann. Phys.*, 88, 349 (1853).
- 15) $T = kpq + app' + bpq' + cqp' + dqq'$
- 16) $T' = k'p'q' + a'p'p + b'q'p + c'p'q + d'q'q$
- 17) J. H. van't Hoff, *Ber.*, 10, 669 (1877).
- 18) C. M. Guldberg, P. Waage, "Om den chemiske Affinitet," *Forh. Videnskabsselskabet i Christiania*, No. 4, 1 (1879).
- 19) *idem*; "Ueber die chemische Affinität," *J. prakt. Chem.*, 127, 69 (1879).
- 20) S.A. Arrhenius, *Z. phys. Chem.*, 1, 631-648 (1887).
- 21) W. Ostwald, *J. prakt. Chem.*, 124, 385 (1877).
- 22) J. W. Gibbs, *Trans. Conn. Acad.*, 3, 108, 342 (1875-78).
- 23) J. H. van't Hoff, *Études de dynamique chimique*, Amsterdam, 6 (1884).

- 24) *idem*, *Kungl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, **21**, No. 17, Stockholm 1886; Ostwald's Klassiker, Nr. 110.
- 25) J.K. Mysels, *J. Chem. Ed.*, **33**, 178 (1956).
- 26) E.A. Guggenheim, *ibid.*, **33**, 544 (1956).
- 27) M. Jammer, *Concept of Mass*, Harvard Univ Press, Harvard (1961), 大槻義彦他訳, 『質量の概念』講談社, 16 (1977).
- 28) H. Haraldsen, *C.M. Guldberg and P. Waage Det Norske Vetenskaps-Akademis Oslo*, 19 (1964).

On the Law of Mass Action Investigated by Guldberg and Waage

Takeshi KAWAI (Meiji Gakuin Higashimurayama Senior High School)

"The Law of Mass Action" was first published by Guldberg and Waage in 1864. Though there were some forerunners who had the conception of chemical affinity and equilibrium, it was Guldberg and Waage that first gave clear and quantitative idea of them. They published some papers over three periods in 1864, in 1867, and in 1879. In 1864 they stated two laws, the action of mass, and the action of volume. Both were based upon their own experiments of reaction between barium sulfate and potassium carbonate etc., esterification by Berthelot and St. Gilles, and reaction between silicic acid and sodium carbonate by Scheerer. In 1867 a series of their investigations were nearly the same as ones in 1864. Main differences were that mass was

substituted for active mass or concentration, and they took into account of the secondary forces between molecules besides attraction. In 1879 they developed the conception of molecular kinetic theory, and deduced the mechanism of substitution reaction and addition reaction. However, their works in 1864 and in 1867 were not known to chemists until Wi. Ostwald published a paper and proved validity of the Law of Mass Action in 1877. Though at present it is valid only for elementary reactions, it is useful both for kinetic theory and for equilibrium theory. To-day "the Law of Mass Action" is presented in most elementary textbooks of chemistry.

〔文献紹介〕

奥野久輝『江戸の化学』

(玉川選書 121, 人と研究シリーズ)

B6判 224ページ, 玉川大学出版部(1980年)

江戸時代の蘭学に基く近代科学については、大抵の人が小中学校の日本歴史以来、何程かの知識を持っていると言えよう。しかし改めて考えてみると、それらの多くは断片的で、しかも医学に偏っており、当時の自然科学、とりわけ化学についての纏めた知識は意外に乏しいことに気付く。この欠を埋めるべく、我が国の近代化學受容史の実態をわかりやすく紹介し、化学・化學技術が曲り角に来ていると言われる今後の我が國化學の健全な發展のための反省の資とすることが本書における著者の目標である。

この種の書物の形態には二つの方向があると言えよう。時代別に章を立てて編年的に纏めることは比較的容易であり、歴史として読み易くもあるが、事項毎の掘下げは困難である。一方事項別に徹すると歴史の流れを観取し難くなる憾みがある。この点本書はこの両者が巧みに折衷された形となっており、著者の配慮の程が窺われる。

即ち、各章はそれぞれの主題を重点的に扱いながら、第一章では18世紀中葉の青木昆陽まで遡り、解体新書、ハルマ和解、厚生新編などをあげて、蘭学の発祥と發展を述べて化學への背景を解明したのに始まり、第八、九章に至って、ファン・デン・ブレークによって長崎に始められ、ポンペ、ボードウイン、ハラタマと受け継がれ、やがて明治初年の大阪倉密局に連った幕末化學教育の流れと、後に明治期の指導者となった海外留学生の動向とが紹介されている。ここに、全体として江戸期の蘭学と化學と化學の通史としての本書の輪郭を見る事ができる。

さて、第二章では、医術、本草・薬物を基盤として、化學が一つの科学として独立して来た様子が宇田川榕菴とその倅密開宗とを中心に詳細に述べられ、内容にもふれている。なおここで国外に眼を転じて当時のヨーロッパ化學界を概観し、当時日本の化學のおかれた位置と限界について読者の注意を促しているのが注目される。これ以後に現れた主な化學書については第五章に一括して紹介されていて、手引きとして便利であるほか、この時代の化學の具体的な内容、程度および進歩の状態などについてその一端を窺い知ることが出来る。なおこの間、「倅密」の語が川本幸民によって用いられ始めた「化學」

におきかえられて行く過程については章を改めて特に論じられている。

化學史が何等かの意味で化學教育に資するところがあると考える時、その一つの根拠として、一人ひとりの学習過程と化學史との対応・類似をあげることができよう。筆者はかねてから、その点で、化學全体の歴史の他に、日本人にとって日本人の西歐化學受容の歴史が重要な意味を持つのではないかと考えて来たが、本書を読み、学生に推薦し、また内容を紹介して、益々その感を深くした。例えば、元素記号の天降り的丸暗記が原因で化學嫌いになっている学生にとって、嘗て我が国に漢字の元素記号のあったことを知るだけでも意外な効果がみられる。我が国に全くなかった異質の西歐文化を移植し消化して來た過程が、自他共に“文科系”を以て任じ自然科学を異物視し勝ち存学生にアピールするとすれば、皮肉ながら極めて暗示的な話であると云えよう。

幕末混乱期の社会情勢と当時の学問との関係をとりあげた第三章では、一方では主として軍事技術上の必要から西歐科学の攝取を進めながらも、藩幕体制維持のためには新石誠新思想の普及を厳しく警戒した幕府による蘭学の圧迫を描いている。これは現代もなお続いている問題であって、特に第二次大戦中の科学技術・科学教育に対する政府の対応がこれに酷似している点については多言を要しないであろう。当時渦中に在った著者としては感想無量のものがあると思われる。

また、第四章では世紀はじめの蕃書と解御用から幕末の開成所に至るまで、何と言っても最高学府であった幕府直轄機関における化學の流れが説かれ、その人脈伝統と共に、行われていた化學の内容、実験の様子などが興味深い。第七章ではこれと対照的に、より自由で進歩的でもあり、実用技術を重視して各々特色ある展開をみせた各藩の化學の事情が紹介され、先覚者が点描されている。

本書はB6版200ページ余で小冊子と呼び得るものであるが、このために著者が想像以上に多くの資料を用意したことは、まえがきからも窺われ行間に読み取ることが出来る。「何を書くか」と共に「何を書かないか」が重要であることを思うとこれは容易ならざることである。小冊子なるが故に、本書は一般向き学生向きの啓蒙書としてその需に応じ、また江戸期化學の手軽な手引書として有用なものとなっている。索引が完備していることは益々その価値を高めていると云えよう。

したがって、本書によって興味を啓かれた読者が更に詳しく学ぶことを欲し、あるいはより多くの教育上の参考事項を索めようとする時、物足りなさを感じるとして

も、それは致し方のないことである。この意味でも、また手引書としても、主な参考書や参考資料が掲げられていたら更に良かったかと思われる。筆者は、やがて著者の蘊蓄が傾けられた、その集大成が出現することを、それら読者と共に秘かに希うものである。

さて、全篇を貫いて感じられる一つの重要な要素、それは著者の先人に対する人間的共感であると言えようか。著者は、宇田川榕菴、川本幸民をはじめとして、隨所に、同じ化学者として先人達の人となりを愛で、その労苦を偲び、偉業を讃える。このような著者の心情の温さが更に読む者の心をも誘い、これら多くの化学者群像を生き生きとした親しみ深いものとし、それによって江戸の化学全体もまた興味深いものとなっている。

しかしその反面で、著者の冷厳な史眼は、末尾の十章において、先人達の幾多の言語に絶する努力にかかわらず当時の蘭学・化学が宿命的に背負っていた欠陥と限界について指摘する。即ち当時の我国の化学は、二章に述

べられたように世界の大勢から見れば二流国であったオランダを唯一の窓口として、そこから偶然的に入手される書物にたより、しかも伝統的な詮解主義によって学ばれ、それも主に初步段階にとどまり、指導者もなく、組織的な実験研究の伝統はついに生れなかったのである。

このような江戸期化学の意義を評価することは至難だとしながらも、著者は、明治以後の化学の撰取と発展に對して道を開き土壌を培ったことをもって一つの答としている。

さて、最大の問題は、西欧の伝統的な世界観をはじめ近代科学の基盤をなしている精神的土壤を理解することが、とりわけ当時の藩幕体制のもとでは、困難であり、とかくその成果の移入に終始したことである。そして著者は、現代日本の科学も、その基本的性格においては、長短ともに江戸期科学と軌を一つにしていると喝破する。これが過去を顧りみて将来への資としようとする本書の結論となっている。 小塩玄也（玉川大学農学部）

〔文献紹介〕

『パストゥール』

（長野敬編、科学の名著 10）

B5版 445頁、朝日出版社（1981年）

戦後日本において狂犬病が流行した時期があって、そのころ少年期の筆者には、その恐ろしさを医者であった父親から教え込まれた記憶がある。その後、狂犬病ワクチンの発見者としてパストゥールという偉人の名も知るようになったが、大学に入って有機化学を学んだ時、同じパストゥールが立体化学の基礎を築いた化学者であったことを教わり少なからぬ感銘をうけた。それは、化学という学問が発展性に富んだ基本的な学問であって、今、自分がその道を歩んでいることが自覚できたからであった。そのように、筆者にとって特別の響きをもつ名であるパストゥールの原著論文集が刊行されたので分際を忘れてここに紹介させていただくことにした。

本書は、中崎昌雄、長野敬、竹内信夫、成定薰、山田隆子、横張誠の6氏が「アルコール発酵論」他25論文を分担訳出されたものである。まず最初の「天然有機物の分子不齊に関する研究」(1860)を読んで驚いた。現在我々が大学において有機化学の一部として立体化学を講ずる手法の原型がすでに出来上っているのである。これは、パリ化学会において、パストゥールが1848年のパラ

酒石酸の光学分割に関する報告以来の研究を総合講演したものであるが、当時すでに発酵研究に転進していたにもかかわらず、極めて正確な分子構造論を展開している。当時と現在の間の120年の隔りがほとんど感じられない。

1856年にはパストゥールの研究対象は発酵に向いていた。それまでの化学的あるいは結晶学的研究から微生物学的研究への転進は人を驚かせるが、彼の企図は、発酵現象と有機物に特有の分子の不齊性とを関連づけることにあったと「いわゆる乳酸発酵についての報告」(1857)のはじめに述懐している。しかし、直接的動機は、転任したリール大学の学生の父兄からピート発酵工場の故障の原因について相談をうけたことであると、川喜田愛郎氏の著書『パストゥール』(岩波新書)には指摘されている。これは、与えられた場においてなしうる範囲で社会的ニーズに応じた仕事を行ないながら、なおかつ自分の主題を見失わないように研究を構築するのが研究者にとって肝要であることを示すよい例である。なお、川喜田氏の書は、本書のガイドブックとして読み合わせるに好適である。

1860年に発表された長論文「アルコール発酵についての報告」は、微生物学の誕生といふ歴史的な意義をもつ。この論文を一読すれば、パストゥールの論理展開の確さ、実験の綿密さが窺われよう。パストゥールは優れた実験家であったばかりではなく、優れた論争家とし

ても知られているが、本書に採録されている「リービヒ氏の発酵に関する報告についての覚書き」(1872)、「クロード・ペルナルの発酵についての遺稿の批判的検討」(ベルトゥロ氏との論争) (1879) および「空気中に存在する有機微小体について——自然発生説の検討」(1861)などを読めば、いずれも実験事実に裏付けされたバストゥールが、いかにして長年の論争にピリオドを打ったかがわかり、学問上の論争のあるべき姿を学ぶことができる。このような大論争のほとんど出来ない今日の科学界に物足らなさを感じているものにとって、19世紀の魅力が改めて認識される事例である。

さらに、バストゥールは若い頃から科学教育行政につ

いて優れた一家言をもっていたことが本書によって知ることができる。例えば、「教育における歴史的方法の効用について」(1858)には、本誌が〔教育シリーズ〕としてこれから取り組もうとしている課題がすでに提起されている。また、「フランス科学についての省察」(1871) (成定氏によって本誌 No. 15 に紹介)などには科学行政における今日的問題点も散見される。

「咬傷後の狂犬病予防法」(1885)は、彼の第1号患者となったメイスター少年の話など、ドキュメンタリーラッヂで書かれていて楽しく読むことができる。筆者の偉人バストゥール像が壊されることはなかった。

山口達明(千葉工業大学)

〔論文抄録〕

GARY C. HATFIELD and WILLIAM EPSTEIN, "The Sensory Core and the Medieval Foundations of Early Modern Perceptual Theory", *Isis*, 79 (No. 253), 363-384 (1979).

本論文は、Wisconsin 大学の科学史部門と心理学部門に各々籍を置く二人の著者の、視覚理論の歴史を論じた共同研究である。“sensory core”と著者の名づけた概念に終始焦点を当て、その発展を、古代・中世の光学、視覚理論として Euclid, Ptolemy の幾何光学から Alhazen の登場まで見、さらに Alhazen 以後の視覚理論として Kepler 及び大きく Descartes を論じ、最後に近代の視覚理論の頂点として Berkeley を論じている。“sensory core”は、古代幾何光学の枠組の中に既にほの見え、中世の Alhazen の光学の統合においても保持され、Descartes は自らの機械論哲学と物心二元論の存在論に光学の伝統を作り直しつつ同化する時、sensory core を明確に打ち出し、Berkeley は彼の非物質主義の形而上学においてさらにこの観念を強めた、と言う。

Hatfield と Epstein よれば、18~19 c に大多数を占めていた視覚理論は、視覚過程の間、全く異なる現象的性質を持つ二つの意識状態が起こっている、という見解の上に構築されていた。第1の状態とは、2次元の網膜像の心的表象——この網膜像の心的な相関物を、著者は視覚過程の“sensory core”と命名する——であり、第2の状態とは、3次元的に広がった諸対象の“視覚世界”(visual world) の我々の経験である。二者がはっきり

り区別され、“sensory core”こそが、心がそれから “visual world” を生成する。真に直接の構成要素でありながら、前者は自覚されず、知覚者は3次元の “visual world” の経験を直接で無媒介のものと見做す。かような二層構造が Berkeley 以降根を張り、その中心的役割を演じて来ているのが sensory core の観念である。よって、その発展の理論的文脈を探究する、と言う。

この二者の区別の動機は史的にはギリシア以来の幾何光学から来ているが、この光学的区別だけでは十分ではない。結局、彼らは次のような結論を確信するに到る。sensory core 概念の発展は、視覚の心理学理論の根本的な転覆・変化ではなく、その中の変容であり、新しい形而上学的文脈へのその理論の導入というべきである。何となれば、それは光学の伝統の中で考えられるようになったのだから。

一見、今でも支配的な理論枠組の源を連続性を強調しながら辿ったもののような印象を受けそうであるが、古代の光学のところで、近代的視覚理論の前提たる二層の区別の発見は自明ではなかった、と述べている点や、最後に、19 c 後半から20 c 初頭にかけて批判的となったのは、この sensory core の観点であった、と結んでいることから察せられるように、著者の意向としては、18~19 c まで意識化・対象化されずに支配的であり、今やっと対象化されようとしている近代視覚理論の基盤を、批判的に見直し検討すべく、この研究に臨んだものと、筆者には思われる。科学史のみならず、現代の認識論、とりわけ知覚理論に関心を持つ人々にも示唆を与える興味深い史的研究であろう。

(小松真理子)

新 入 会 員

〔編 集 後 記〕

第16号に引き続いで年会特集号をお送りいたします。10月17、18日に広島で行なわれる年会の少なくとも1ヶ月前には会員の方々のお手もとにお届けできるように、暑中にもかかわらず頑張って下さった大和印刷さんのお蔭で本号は予想よりも早く仕上りました。

年会レジメの初校・再校刷を校正しながら読ませていただきましたが、いずれも内容豊富で今大会の成果が期

待されます。前号の編集後記でM編集委員が投稿論文の少ないと訴えておりますが、年会発表者の方々が、16号の投稿規定に則って、御研究を報文化されれば本誌も一層充実し、権威あるものになると思われます。素人ばかりの編集委員の苦労を御賢察のうえどうかよろしく御協力下さい。(Y)

（小原義典）
（小原義典）

化学の原典

日本化学会編

第II期 1981年刊行予定 <全6巻>

- | | | |
|--------|---------|------------|
| 1 錯体化学 | 2 化学熱力学 | 3 電解質の溶液化学 |
| 山崎一雄編 | 妹尾 学編 | 大滝仁志編 |
| 4 光化学 | 5 分析化学 | 6 地球化学 |
| 徳丸克己編 | 藤原鎮男編 | 藤原鎮男編 |

第I期 <全12巻> 完結 重版出来

翻訳について再度完璧を期し、誤植をなくし、若干の解説を付加。

7 界面化学

立花太郎編
菊判・170頁・2400円

現代の界面化学はLangmuirにはじまる。その出発点となった記念すべき論文「固体および液体の構造と基本的な性質」を完訳し、単分子層の概念を確立して新しい二次元相の世界を発見するに至るまでの過程をたどる。

8 元素の周期系

奥野久輝編
菊判・240頁・2400円

元素の周期系は、いわば聖書のごとくひとつの偉大な書である。それを読む人の態度、能力に応じて様々な知識と教訓を汲みとることができるのである。その意味で周期系の研究はまだ終っていない。本書では周期系の根本理念に重点をおいて、Mendeleev, Meyer, Thomsenなどの論文11編を収録し、周期系の成立の過程からより深い意義をひきだされることを期待して解説を付した。

学会出版センター

113 東京都文京区本郷6-2-10 電話03(814)2001

- | | |
|-------------|------------------|
| 1 化学結合論 I | 小島穎男・東 健一編 1600円 |
| 2 化学結合論 II | 小島穎男・東 健一編 1600円 |
| 3 構造化学 I | 東 健一・朽津耕三編 1600円 |
| 4 構造化学 II | 東 健一・朽津耕三編 1600円 |
| 5 反応速度論 | 小島穎男編 1600円 |
| 6 化学反応論 | 田丸謙二編 1600円 |
| 9 希ガスの発見と研究 | 奥野久輝編 1600円 |
| 10 有機化学構造論 | 島村 修編 1600円 |
| 11 有機立体化学 | 畠 一夫編 1600円 |
| 12 有機電子説 | 島村 修編 1600円 |

ユニークな最新刊！

PAC化学—実験を中心とした高校化学

理博 藤目清一郎監修

A5・264頁 定価2700円・円300円

「やさしく興味ある化学—Plain and Attractive Chemistry」を目指した新型式の教師用ガイドブック。理論体系を中心としその説明用に実験をとりあげるのでなく、まず物質の性質や反応に関する実験を行い、その観察と結果の考察から化学の概念や理論を理解させるように編集。全58項目を、ねらい・準備・操作・結果と考察（設問と解答付）・指導上の留意点・参考（化学史的事項）に整理し、特に全体を通して、無理なく論理を発展させること・相互関係に連絡をもたせること・授業展開の見通しと方法に注意することを念頭において明快に記述した指針。

[目次] 元素と原子／化学式と化学量／物質の状態／酸素・水素と酸化・還元／酸と塩基／有機化合物／周期律と遷移元素

三共出版
振替 東京一〇五七一六五
東京・神田・神保町三丁目二六四二二

周期系の歴史

(上)前史・発見・発展 スプロンセン著 定価2600円
(下)個々の問題と解決 島原健三訳 定価2400円

自壊する原子

ラザフォードと
ソディの共同研究史 T.J.トレン著
島原健三訳 予価2300円

化学史研究 第17号 1981年9月12日発行
編集・発行 (株)化学会 編集代表者 柏木 肇
〒102 東京都千代田区九段北1-2-1 (株)内田老舗新社内
振替口座・東京8-175468 電話03(265)3636

本誌の刊行にあたり野村学芸財団からの助成を受けました。

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

山岡 望 著作の化学史

化学史塵

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

化学史伝 (脚註版)

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

化学史談

(全8巻・別冊1)

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

化学史窓 統化学史窓

ヨーロッパ旅行
のアルバム
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点を選び解説。続いてリービッヒの思い出をたどる目的で再度渡欧して彼の生涯と業績をまとめた。

各 ¥ 2,500

化学史および学校化学に関する25編を集録

化学史筆

¥ 3,800

旧制六高75周年記念出版

六稜史筆

¥ 3,500

35星霜にわたる化学教室の思い出を集録

内田老鶴園新社／好評発売中

陽極、陰極、イオンの名を生み
生涯を実験に終始したファラデー!!

(上) 電磁誘導と電気化学の誕生を描く

A5 / 312頁 / 3200円

(下) 電気分解の法則が確立される

A5 / 356頁 / 3800円

電気実験

(上)
(下)

古典化学シリーズ 10
田中豊助監修

ファラデー 矢島祐利・稻沼瑞穂共訳



王立研究所におけるファラデー

呈図書目録 内田老鶴園新社 東京都千代田区九段北1-2-1
TEL(265)3636・振替東京3-6371