

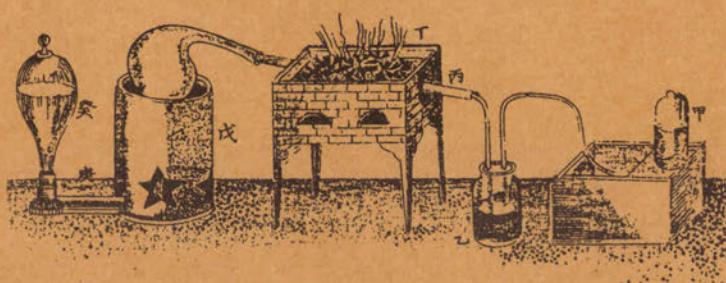
# 化学史研究

第18卷 第4号 1991年  
(通巻第57号)

---

論文	ジョン・ティンダルの粒子論的物質観と化学への寄与	杉山滋郎 (179)
寄書	積極と消極—蘭学書に語源を尋ねて一	廣田鋼藏・大岩正芳 (193)
総説	下村孝太郎—その先駆的業績と人物像一	島尾永康 (197)
特集	ラヴワジエ研究入門 第10回化学認識の言語束縛性	金森修 (211)
[技術史シリーズ]	1. 高圧法ポリエチレン—その発見と開発の歴史一	寺田裕 (221)
広場	櫻井錠二先生から聞いたことなど	田中泰夫 (232)
	化学史一夏のサロン('91)ーの報告	亀山哲也・飯島孝 (235)
紹介	伊東俊太郎・村上陽一郎共編『講座科学史2 社会から読む科学史』	田中浩朗 (238)
	丸石照機著『原典から学ぶ化学の本質』	佐藤道洋 (240)
	小野周・植田敦・室田武・八木江里編『熱学第二法則の展開』	杉山滋郎 (242)
	新着科学史書から	大野誠 (244)
資料	化学史および周辺分野の新刊書(1990) 洋書編(追補)	編集部 (246)
ニュース		編集部 (248)

---



化 学 史 学 会

## 〔会 告〕

### 第8回化学史研究「春の学校」・化学教育フォーラム開催についてのご案内

下記のとおり、「春の学校」と「化学教育フォーラム」を同じ会場で連続して開催しますので、会員・非会員を問わず、関心のおありの方はふるってご参加ください。

#### 記：開催要項

1. 場 所 共に東京大学先端科学技術研究センター 45号館1階会議室  
(東京都目黒区駒場4-6-1)

#### 2. 日時と内容

春の学校 1992年3月21日(土) 午後2時～5時

- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 1) 「実験の新しいヒストリオグラフィー」             | (東大) 橋本毅彦 |
| 2) 「フランス科学史の一断面—科学史を中心に」          | (筑波大) 金森修 |
| 3) 「設立期の Royal Society に関する最近の研究」 | (長崎大) 大野誠 |

化学教育フォーラム 1992年3月22日(日) 午前10時～午後4時

#### 〈開催の主旨〉

このフォーラムは、本学会の前会長、柏木肇氏の提案(『化学教育フォーラム』常設の提案)、本誌 Vol. 18 (1991) No. 3, pp. 144-150)を受けて、理事会により開催することが決定されたものです。氏はこの提案で、「教育」派と「歴史」派が互いに背を向け合い、相互不干涉を保っている本学会の現状を批判され、本学会の今後の実り豊かな発展のために、化学教育に関して、両者が共同作業に乗り出すべきことを力説されております。化学教育と科学史との関係については、本学会でも従来から議論されてきましたが、その関心の方向はいかにして科学史を教育の場面にもりこむのかという点に限定されていました。視野をもっと広げて、化学教育そのものについての議論をすることが必要で、そのためにも「教育」派と「歴史」派が一緒になって化学教育に関する記録を残そうではないか、というのが氏の提案の主旨です。(詳しくは、上記提案をご覧ください)

本フォーラムでは、まず、この提案をどう受け止めるのか、という点から議論をはじめ、できれば今後の課題を具体的に検討したいと思います。議論の出発点を準備するために、下記の方々に意見を出していただくようお願いしましたが、ご参加くださる方々の自由な発言を大いに歓迎いたしますので、ご意見がおありの方は是非ともご参加ください。

発言者：(玉川大) 小塙玄也、(東工大) 藤井清久、(船橋高) 丸石照機、(福岡教育大) 田中浩朗、  
(長崎大) 大野誠、(前会長) 柏木肇

座長：(東京電機大) 古川安

\*会場手配の都合もありますので、参加予定の方はハガキにて下記までご一報下さい。

問い合わせ・連絡先

川崎勝

#### 表紙図説明

『舍密開宗』 第四十八章 水の分解 水を分解して水素を捕集する方法の図

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 甲：水素を捕集するガラス鐘       | 戊：水の入ったレトルトを熱する炉 |
| 乙：分解しないで出てくる水を受けるピン | 癸：燈油を貯えたびん       |
| 丙：中に巻いた鉄線を入れた鉄の筒    | 庚：燈油を通す管         |
| 丁：鉄の筒を熱する炉          |                  |

鉄の筒(銃身)の中に巻いた鉄線を入れ、炉の中に横に通し、一端を水を入れたレトルトにつないで、やや高くする。他の端を曲管につなぎ、曲管の他の端を水を満たした水槽のガラス鐘の下に入れる。炉に炭火をおこし、鉄の筒を赤熱し、一方燈油を燃やしてレトルトの水を熱すると、水蒸気は鉄の筒を通過する間に分解される。すなわち、水蒸気の酸素は鉄と化合し、水素は曲管から出てガラス鐘内に集まる。註：この方法はラヴァワジエの方法にもとづく。

[論 文]

## ジョン・ティンダルの粒子論的物質観と 化学への寄与

杉 山 滋 郎\*

### 1. はじめに

アイルランドに生まれイギリスのロイアル・インスティテューションを中心に活躍した John Tyndall (ジョン・ティンダル : 1820-1893) については、近年、Victorian Science のイデオロギーとしての活動が注目を浴びてきているが、彼の実験的・理論的研究の内実に関しても、論すべき点がまだ多く残されている<sup>1)</sup>。N. McMillan (マクミラン) の論考<sup>2)</sup>は、Tyndall の業績の一般的・概括的な紹介に終わっているし、I. M. McCabe (マッケイブ)<sup>3)</sup>は Tyndall が物理学的な考察・手法を駆使して化学上の成果を挙げたことを指摘してはいるものの、そこで言われている物理学的な考察や手法の内実が必ずしも明確ではない。

Tyndall の科学的業績に関する歴史的検討が比較的低調に留まってきた要因の一つは、Tyndall の名が「Tyndall 現象」や氷の結晶における「Tyndall 像」などと結びついて記憶に留められていることが象徴的に示しているように、Tyndall は多くの場合「現象の発見者」「(単なる) 実験家」として評価され、理論的な側面の活動が(彼の理論が後世の観点からみて間違っていたことも与って)概して否定的に評価され(あるいは無視され)てきた、ということであろう。しかし、近年の科学哲学における議論を持ち出すまでもなく、

科学者が、物質観や自然観なども含む理論的な枠組みを持たずして実験的研究を行うことは不可能なはずであり、Tyndall に限らず科学者の実験面での活動は、その科学者の理論的な思索と一体のものとして理解されるべきであろう。

そこで本稿では、(1)Tyndall は当時の化学に対し機会をとらえては批判的な発言を繰り返すとともに、自らも化学的な成果をいくつか挙げていたこと、(2)Tyndall のそうした発言や研究の基礎には、彼の粒子論的な物質観があったこと、を明らかにしたい。

なお本稿で Tyndall の「粒子論的な物質観」と呼ぶものは、「物質は微少な粒子から構成されており、固体・液体・気体ではそれらの凝集・運動の様式が異なる」という、物質に関する Tyndall の観念である。Tyndall はそれら微少な粒子を、ある時期ある文脈では原子、また別の時期・文脈では分子あるいは粒子と呼んだし、それら粒子の凝集・運動の様式についての見解も次第に微妙に変わるものなど、微小粒子から成る物質についての細密な具体像が研究の進展とともに変化したことは言うまでもない。

### 2. Tyndall によるオゾンの実体の解明

オゾンなるものが独自の気体として最初に認知された(発見された)のは、1840年にドイツの Christian F. Schönbein (シェーンバイン) によってである<sup>4)</sup>。彼は、電気分解、放電、燐の酸化などによってごく微量発生する気体はみな、強い酸化作用、特有の刺激臭、熱で破壊される、などの

1991年5月12日受理

\* 北大理 科学史研究室

連絡先 〒060 札幌市北区北10条西8丁目

北大理 科学史研究室

性質を共通してもつ同一の気体種であると認定したのである。

だが、その実体が何であるかはなかなか判然としなかった。Schönbein 自身は当初、オゾンは単体であり、窒素はそのオゾンを含む化合物であると考えたが、1845年にスイスの Jean Ch. G. de Marignac (マリニャク) がその可能性を否定した<sup>5)</sup>。彼は様々な実験の末にこう結論したのである。

……水がパイルによって分解されるときにオゾンが連続的に発生するという事実や、燐が酸素と炭酸ガスもしくは酸素と水素の混合物に触れるとオゾンが発生するという事実が、窒素はこうした現象に無関係であることを十全に示している。明らかに、酸素のみ、もしくは酸素と水素の或る特定の化合物にこそ、こうした現象の原因を求めるべきである。ともあれ、新たな実験のみが、この点について決することができる<sup>6)</sup>。

こうして、異なる方法で得られたオゾンが実は同一の物質ではないのだという可能性もなお考慮され続ける<sup>7)</sup>一方で、オゾンの実体について、それは酸素と同じであるとする考え方と、水よりも多くの酸素を含む水素酸化物であるとする考え方と並存していくことになった。Tyndall はこうした状況の中で、1862年に、「オゾンは、単体である酸素原子が集まって、振動する原子集団を構成することにより誕生する<sup>8)</sup>」という主張を展開した。

確かに、オゾンが酸素の同素体であることを指摘したのは Tyndall が最初ではなかった。de la Rive (ドゥ・ラ・リーヴ) や、E. Fremy (フレミー) と E. Becquerel (ベクレル) は、乾燥した純粋な酸素が電気花火によってオゾンに変わることを実験的に示し、オゾンは特別な状態にある酸素だと考えた。また Baumert (ボメ) が独自の実験に基づいてオゾンは  $\text{HO}_3$  であると主張し

ていた<sup>9)</sup>が、T. Andrews (アンドルーズ) はその Baumert を批判して、どのようにして得られたオゾンもすべて同一であり、それは化合物ではなく「変化した、すなわち同質異形の状態にある酸素<sup>10)</sup>」だと主張した。

Andrews はさらに P. G. Tait (テイト) と共に、無声放電によって酸素をオゾンに変え、そのオゾンを熱によって酸素に変えるという実験から、酸素とオゾンの体積の関係を調べ、オゾンは酸素の集約したものであるという結論を導き出した<sup>11)</sup>。

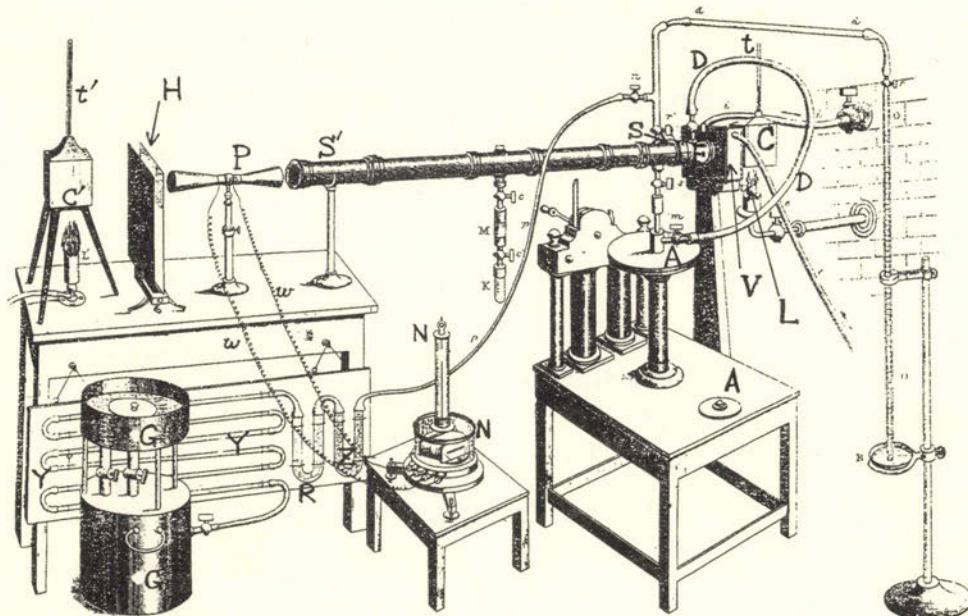
このように、オゾンが酸素の同素体であることを指摘したのは Tyndall が最初ではなかった。とはいっても、Tyndall がオゾンは酸素の同素体だと主張した1862年の時点においては、オゾンの実体が何かという問題はまだ決着がついていなかった。その証拠に、翌年の1863年になんでもなお、オゾンは水素の酸化物ではないことを実験的に示す論文が発表されている<sup>12)</sup>。

したがって、オゾンに関する Tyndall の発言は、化学者たちによるオゾンに関する一連の研究の中で、決して時間的に遅れをとるものではなかった。しかも Tyndall は、オゾンは特別な状態の酸素 (Fremy and Becquerel) である<sup>13)</sup>とか、「変化した、すなわち同質異形の状態にある酸素」といった指摘 (Andrews) を越えて、分子構造に明確に言及しつつ、オゾンの実体は酸素であると指摘したのである<sup>14)</sup>。

### 3. Tyndall の熱放射研究と粒子論的物質観

さて Tyndall が、「オゾンは、単体である酸素原子が集まって、振動する原子集団を構成することにより誕生する」という結論を下したのは、熱放射についての研究からであった。

Tyndall が熱放射<sup>15)</sup>に関する研究を開始したのは、1859年初めのことである。その後多くの試行・



改善を積み重ね、1861年に初めて、まとまった成果を‘On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours’<sup>16)</sup>（「ガスおよび蒸気による熱の吸収と放射について」）として発表した。

そのときに彼が採用した最終的な実験装置は上図のようなものであった<sup>17)</sup>。図のSS'は試料を封入する長さ4フィートの「実験用チューブ」(experimental tube)である。真鍮製で、内部は磨かれ、排気ポンプAAに接続してある。SとS'には岩塩の板があって、パイプを気密に閉じている。Cは沸騰水を入れた銅製の容器で、温度計tが差し込んである。Cの側面の一つにはリングが半田づけされ、そのリングと「実験用チューブ」との間にSおよびS'と同じ直径の真鍮製チューブを気密に連結できるようになっている。リング内にある容器Cの表面が熱放射板で、ランプブラックでコーティングされている。こうしてCとSの間にできた「前室」(front chamber)Fは、管DDで排気ポンプと接続され、「実験用チューブ」とは独立に排気できるようになっている。水の流れ

る容器Vの中にFを通して、Cからの伝導熱がSに到達しないようにしてある。Cはガス・ランプLで熱せられる。Pは二個の熱電対を向かい合わせたもので、それぞれに円錐形のリフレクターがついている。C'は「補償用容器」(compensating cube)で、そこからの熱放射で、SS'を通ってきた熱放射をちょうど打ち消すようとする。二重スクリーンHを移動させて、C'からの熱放射の強度を調節する。NNはガルヴァノ・メータで、Pと導線wwで接続してある。YYは塩化カルシウムの入った6本の管、Rは濃い水酸化カリウムで濡らした軽石のかけら、Zは濃硫酸で濡らした軽石のかけらがそれぞれ入ったU字管である。試料から水分だけを除去したいときはRに試料を通さず、炭酸ガスも除去したいときはRを通す。GGは、試料を入れておく容器である。

実際の測定は次のような手順でなされる。まず実験用チューブSS'と前室Fを可能な限り排気した上で、CからF、SS'を通ってPの右側に達する熱放射とC'からPの左側に達する熱放射とが打ち消し合ってガルヴァノ・メータの針の揺れが

0となるように、スクリーンHの位置を調整する。ついで、SS'内に試料気体を必要量だけ導入してからガルヴァノ・メータの振れを読み、その試料による吸収量を測定する(ガルヴァノ・メータはメローニの方法<sup>18)</sup>にしたがって較正しておく)。

こうした実験装置・実験方法で彼が得た主要な実験事実は次のようなものであった<sup>19)</sup>。

- 1) オゾンは酸素よりも吸収力が大きい。
- 2) 気体の圧力が十分に低いときには、圧力(密度)と吸収量とが比例する<sup>20)</sup>。
- 3) 酸素、窒素、水素、大気の吸収力は小さく、相互の差もほとんどない。それに比べ一酸化炭素、二酸化炭素、一酸化二窒素、エチレンの吸収力は大きく、かつ、この順で大きくなる。
- 4) エチルエーテルなど、揮発性の蒸気のうちの或るものは、ガス<sup>21)</sup>の中で最も吸収力の大きいエチレンよりもさらに吸収力が大きい。
- 5) 水蒸気の吸収力は大気よりもずっと大きい。
- 6) 各種のガスの放射力の大小は吸収力の大小と対応する<sup>22)</sup>。(各種のガスを放射力の大きい順に並べたときと吸収力の大きい順に並べたときとで、順序が同じになる。)

Tyndallはしかし、この論文で単に実験データを挙げているわけではない。それら実験データに対し粒子論的物質観に基づいた説明を与えてるのである。

彼はまず、ガスや蒸気にに関する実験においては「自由な原子<sup>23)</sup>」を扱っているのだという点を強調する<sup>24)</sup>。そして、液体や固体の場合とは違って気体分子はお互いに作用を及ぼし合うことなく「まったく自由<sup>25)</sup>」であり、したがって熱放射と気体分子との相互作用がそのまま顕現するはずだと考える。他方、実験においては、どんな場合にも気体により熱放射が吸収されることが確認され

た。これらのことから彼は、「熱の動力学的理論によれば、振動するエーテル中の原子は必ず、エーテルの運動の一部分を受け取る<sup>26)</sup>」と結論する。「熱の動力学的理論」に基づいて熱放射とはエーテルの振動運動であると考えた上で、その運動(の一部)が物質原子の運動に変わることが熱放射の吸収に他ならない、というのである。

彼はさらに、運動がそのように移行するメカニズムに関して次のような描像を与えてくれる。「エーテルが原子を噛み(to bite), その原子をエーテルと一緒に運んでいくことを可能にするような或る粗さを原子の表面に想像することが、お望みなら、許されよう<sup>27)</sup>。」そして、この種のメカニズムが、エーテルと原子との間での運動の移行、つまり放射と吸収を支えているのであるから、放射力と吸収力との間に並行関係があるのは当然である、と説く。

Tyndallは、ガスごとに熱放射の吸収力が違うことについても、熱放射の放射・吸収のメカニズムについてのこうした描像を基に説明を与える。彼はまず、水素、酸素、窒素および大気の吸収力がエチレンなどの吸収力に比べて小さいという事實を、単体ガス(elementary gas)および混合気体の吸収力が、複合ガス<sup>28)</sup>の吸収力に比べて小さいことを示している、と理解し、そうすると、「この結果はまさに予想されるとおりのものである<sup>29)</sup>」と言う。ドルトンのように単体ガスの分子を一つの球と考え、原子が化学的に結合した複合ガスの分子はいくつかの球が結合したものであると考えると、後者の方がエーテルとの間で運動を大量にやり取りするのは当然であるというのである。ここで彼は、流体中で運動する物体の受ける抵抗力が、その物体の大きさや形状によって左右されることを念頭に置いているのである。

Tyndallの、粒子論的物質観に基づいた理論的説明の試みは、以上にとどまらない。彼は、各種物質の熱伝導率の大小と透熱性(diathermancy)

の大小とが対応する（各種の物質を熱伝導率の大きい順に並べたときと透熱性の大きい順に並べたときとで、順序が同じである）という実験事実についても、同種のメカニズムから説明を試みた。彼は次のように考えた。原子（あるいは分子）がエーテルに対し滑らか（原子あるいは分子の表面が粗くない）であってエーテル中を運動しやすいということは、原子が隣の原子に衝突して原子間で直接に運動を伝達する度合が高いことを意味する。つまり熱伝導率が大きいということである。他方、原子がエーテルに対し滑らかでなければ、それだけ原子の運動は、原子と原子の間にあるエーテルに多く与えられ、そのようにしてエーテル中に生じた運動の一部は再び隣の原子に与えられるものの、一部は熱伝導の方向とは違った方向にエーテルの運動として伝播していく、つまり熱伝導率が小さいということになる。

Tyndall は ‘On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours’ の最後で、「こうした思弁 (speculation)」を、「単なる空想 (fancy) の発露でしかないのか、それとも確実であると認められている諸原理を正当に適用したものか」を判断できる人の判定に委ねねばならない<sup>30)</sup> と、一応謙虚な姿勢を示してはいるものの、実際には強い自信をもっていた。そして、この粒子論的物質観が熱放射に関する以後の彼の実験的研究を領導していったのであり、また逆に、実験事実により、粒子論的物質観の内容が修正を施され洗練されてもいったのである。

たとえば、彼は ‘On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours’ に発表した実験をさらに拡張した実験を行い、それらの成果を ‘On the Absorption and Radiation of Heat by Gaseous Matter’<sup>31)</sup> (「気体状物質による熱の吸収と放射について」) として発表したが、そこにおいて彼は、大気、酸素、窒素、水素の間での吸収力の違いを検出しようと試みて

いるし、有色の気体について実験を拡張しようとした意図して塩素と臭素を対象に取り上げてもいる。そして Tyndall は、それらの実験結果に、絶えず粒子論的物質観に基づいて説明を与えるよう努めている。その結果、Tyndall はこの ‘On the Absorption and Radiation of Heat by Gaseous Matter’ で、先の1861年の論文からの重要な飛躍を成し遂げた。その一つが、先に述べた、オゾンの組成についての立論だったのである<sup>32)</sup>。

#### 4. Tyndall の熱放射研究および粒子論的物質観と、化学に関連する発言

その後も Tyndall は、熱放射についての研究を粒子論的な物質観に基づいて進め、その過程で、ことあるごとに化学に関連する発言を続けた。

##### 4.1

たとえば ‘On the Absorption and Radiation of Heat by Gaseous and Liquid Matter’<sup>33)</sup> (「気体状および液体状物質による熱の吸収と放射について」) を見てみよう。その論文で彼は、各種の物質について液体状態の時の吸収力と気体状態の時の吸収力を比べるというやり方で、物質の状態、すなわち分子相互の結合様態の違いに着目し始めた。そして、二硫化炭素、臭素、ベンゼン、エチルアルコール、水などが気体状態で大きな吸収力を示すという、すでに得ていた実験事実と、これらが液体状態でも大きな吸収力を示すという新たな知見とから、「或る液体が強力な吸収体であればその蒸気もまた間違いなく強力な吸収体である<sup>34)</sup>」と結論し、物質による放射の吸収は純粹に「分子の作用<sup>35)</sup>」であると主張した。物質の吸収力はその物質を構成する分子の種類だけによって決まり、分子相互の結合様態（液体か気体か）にはよらない、というのである。

しかし、ここで彼が液体の吸収力を測定するときに用いた熱放射源はオイル・ランプで、気体について測定したときのものとは違っていた。その

ため、正確な比較をするには「同じ質の熱<sup>36)</sup>」を用いなければならないと考えた Tyndall は、液体と蒸気との吸収力の並行関係については論文の最後の節で簡単に触れるだけにとどめた。

それに対し ‘Contributions to Molecular Physics’<sup>37)</sup> (「分子物理学への寄与」) では、その並行関係について詳細に調べている。というのも、それを調べることによって液体および気体の分子とエーテルとの作用の様式を探ることができると考えたからであった。

気体が凝縮して液体になると、分子は近づき、力で結びつき合う。そうした力は気体状態に保たれている限りは感知できないものである。しかし、このように凝縮され束縛状態におかれて、エーテルがやはり分子の周りを取り囲んでいる。したがって、もし放射力と吸収力が主として個々の分子によるものであるなら、実験によって確かめられた熱放射に対する〔気体の〕振舞いは、分子がその自由を放棄し液体の一部分となった後でも存続するであろうと予期することができる。それに対し、もし凝集状態であることがきわめて重要であれば、液体は、その液体から生じた蒸気の場合とはまったく違う振舞いを示すだろうと予期できる<sup>38)</sup>。

放射の吸収（および放出）が「分子の作用」であるという Tyndall の考えによれば、物質を構成する個々の分子が、表面の粗さ、大きさなどに依存するようなやり方でエーテルとの間で運動を伝達し合うはずであり、分子間の距離や分子間の力は関係ない、ということになる。そこで、液体と気体とでは分子の凝集状態が違うことを利用して、熱放射の放射・吸収が分子の種によるという自分の考えを確かめようというのである。

彼はまず液体について吸収力を測定し、ついでそれらの「分子が凝集のきずな (bond) から解

放された<sup>39)</sup>」、つまり蒸気になったときの吸収力についても液体の時と同じ熱源を用いて測定し、液体・蒸気それぞれについて吸収力の小さい順に並べてみた。すると両者の順序は完璧に同じであった。このことから彼は、熱の放射・吸収は「分子の作用」であることが確かめられた、と主張した<sup>40)</sup>。

彼はさらに、分子の「多数性 (multitude)」(分子を構成する原子の個数) と「複雑性 (complexity)」という概念を導入して、分子の種による、作用のそうした違いを説明しようと試みた。たとえばアミレン ( $C_5H_{10}$ ) とエチルアルコール ( $C_2H_6O$ ) では、前者のほうが「多数性」は大きいが、炭素、水素のほかに酸素も含む後者のほうが複雑性は大きく<sup>41)</sup>、この場合は「複雑性」の大きさのほうが「多数性」の大きさに勝って、エチルアルコールの吸収力のほうが大きい、といった具合にである。

こうした説明の試みは決して成功しているとは言えないし、彼も不首尾であることを実質的に認めている。にもかかわらず、興味深いことに、彼はこうした説明様式に基づいて、水分子の放射・吸収力は、「もし一般に認められている〔水の〕分子式が正しいとすれば、まったく前例がなく異常である<sup>42)</sup>」(すなわち、多数性も複雑性も小さいのに、放射・吸収力が大きい) と主張し、この問題に化学者の目を向けさせようとしている。ここで彼は、粒子論的物質観に基づいた研究で得られた結論を、当時の化学理論における結論に対置しようとしているのである。

#### 4.2

熱放射に関する Tyndall の研究は、‘Influence of Colour and Mechanical Condition on Radiant Heat’<sup>43)</sup> (「放射熱に対する色および力学的状態の影響」) で大きな飛躍を遂げる。それまでは気体・液体について熱の放射・吸収を研究してきたのに対し、ここでは固体が研究対象とし

て採り上げられ、研究の前線が拡大されたのである。そうした前線の拡大をもたらしたのは、放射・吸収の過程は「分子の作用」であり、その過程を左右するのは主として、分子構成における「多数性」と「複雑性」であるという、粒子論的物質観に基づいた気体・液体についての研究を通して彼がすでに確立していた観点であった。

この論文で彼は、分子の「複雑性」が放射力・吸収力の大きさを左右するという考えを固体に対しても適用することを試みている<sup>44)</sup>。そして Biniodide of mercury ( $HgI_2$ ) と Iodide of mercury ( $Hg_2I_2$ ) の放射力を比べると後者のほうが大きかった。そしてこれは、化学者たちが黄色の水銀ヨウ化物の分子式を  $HgI$  ではなく  $Hg_2I_2$  としていることに対する、「いわば物理学が正当化を与える<sup>45)</sup>」ものだとしている。ここにもまた、粒子論的な物質観に基づいた物理学的な研究で得られた成果を手に、化学上の問題に対して発言しようとする彼の姿勢が現れている。

#### 4.3

1868年10月から、熱放射に関する Tyndall の研究は新たな展開を見せ始める。まず第一に、蒸気に対し太陽光あるいは放電による光を当ててその作用を観察するという実験を開始した。これまでには、熱放射を用いて、あるいは熱放射について研究していたのに対して、もっと短波長の放射（とくに紫外線）を用いて、あるいはそれについての研究をするようになったのである。彼は ‘Contributions to Molecular Physics’<sup>46)</sup> で放射の振動数に着目し、‘On Luminous and Obscure Radiation’<sup>47)</sup>（「可視および不可視の放射について」）ではプリズムを用いて放射のスペクトルについて研究していたのであるから、スペクトルの、熱放射とは逆の側の放射についても目が向くのは、きわめて自然なことであった。

Tyndall の関心がこうした実験に向いたのは、G. Magnus (マグヌス) と論争していた、熱放

射に対する水蒸気の作用に関して実験しているときであった<sup>48)</sup>。ガラス製の実験チューブの中にいろいろなガスや蒸気を入れて強力な光を当て、それらの気体が凝集していないかどうか拡大レンズを用いて綿密に調べていた。そして1868年10月9日に、亜硝酸アミルについて調べているときに、光を当てるとき「奇妙な雲」ができることに気づいたのである<sup>49)</sup>。

この作用(現象)を初めて報告した ‘On a New Series of Chemical Reactions Produced by Light’<sup>50)</sup>（「光によって生ずる、新しい一群の化学反応について」）で Tyndall は、この作用の実験手段としての意義を強調する一方で、どのような反応が起こっているのかについては、亜硝酸アミルが窒素酸化物などに分解されているのだろうと推測する以上のこととはしていない。「私は、ここに記した作用の性格について厳密に確かめるための手段は何も講じなかった。私の目的は単に、化学者たちに、数多くの美しい未知の反応を引き起こす実験方法を示すことだったからである。分解による生成物について調べることは化学者たちに任せておく<sup>51)</sup>。」その上で彼は、粒子論的物質観に基づいて、この変化において分子内原子の解離・組換えが起こっていると考える。「亜硝酸アミルの分子は放電光の或る特定の波によって振り動かされてバラバラにされるのである<sup>52)</sup>。」

しかしながらこのような理解は、放射・吸収のメカニズムについての従前の見解への大きな修正を内包するものであった。

放射・吸収のメカニズムについての見解が修正されたのは、次のようにしてである。彼は ‘On a New Series of Chemical Reactions Produced by Light’ で、‘化学線’が亜硝酸アミルの蒸気や液体に吸収されるという現象に関して、次のように自問した。「この吸収の本当のメカニズムはどんなものか、そしてその吸収の席はどこにあるのか。」 Tyndall はこの箇所に注を付けて、「私は

何年か前に、卓越した友人であるクラウジウス教授との会話が非常に大きく与って、この問題に対し関心を寄せるようになった<sup>53)</sup>」と記している。この「会話」が、いつ、どこで交わされ、どのような内容のものであったのか、それは不明である<sup>54)</sup>。おそらくは、分子は一般に複数個の原子から成り、分子内に運動の自由度がある（分子内原子が振動運動をする）という考え方をクラウジウスから学びとったものと推測される。というのも、クラウジウスは‘Über die Art der Bewegung, welche wir Wärme nennen’<sup>55)</sup>（「われわれが熱と呼ぶ運動様式について」）で、分子を構成する原子が分子内で運動の自由度をもつと考えて気体分子運動論を構築していたし、かたや Tyndall は、分子について今や次のように述べるからである。「私は、他の人たちと同じように、分子とは原子の集まったもので、それら原子は原子相互間の力で一塊りに保たれているが、それでもなおそれらの間で運動できる、と考える<sup>56)</sup>。」

ともあれ、かつての Tyndall は酸素や水素などは単原子分子であると考えていたのに対し、今やこれらも複合体であると考えるようになった。その上で彼は、先の問題を次のように言い換える。「吸収の作用において、作用するのは分子なのか、それとも分子を構成する原子なのか。受け止められた波〔放射〕のヴィス・ヴィヴァは分子全体に移されるのか、それとも分子を構成する部分になのか<sup>57)</sup>。」これに対する Tyndall の答えは、エーテルの波動運動が分子全体ではなくて分子を構成する原子に移されるのが吸収の本当のメカニズムである、というものであった。かつて Tyndall は、エーテルの振動運動が分子全体に移されるのが吸収の過程であるとしていたのであるから、大幅な修正である<sup>58)</sup>。

Tyndall はこの ‘On a New Series of Chemical Reactions Produced by Light’ で、吸収のメカニズムについてこのように見解を修正し、そ

の修正された見解に基づいて、塩素の分子式について推測することを試みている<sup>59)</sup>。Tyndall は次のような実験結果に注目した。それは、気体の塩素と水素を 1:1 の割合で混合したものに、放電による光を、気体の塩素が入った実験チューブを透過させてから当てた時は混合気体は爆発しなかったが、空気入りの実験チューブを透過させてから当てたときは、直ちに激しく爆発した、というものである。この結果について Tyndall は、混合気体中の塩素に作用して混合気体に爆発的な化学反応を生じさせるはずの放射の成分が、同一元素の塩素によってよく吸収されてしまうからであると考えた。そして、液体とその蒸気は一般に同一の放射成分をよく吸収するから、液体の塩素でも、上述の混合気体の爆発を引き起こす放射成分がよく吸収されるだろうと推測し、もし液体の塩素についてこのことが確認されれば、それは「[気体の] 塩素自体が、単原子ではなくて分子である<sup>60)</sup>」ことを支持するものである、と主張した。そもそも放射の吸収の座席は分子全体ではなく分子内の原子にあるのだから、というわけである。

#### 4.4

Tyndall の熱放射研究を領導し化学に関する発言における底流ともなった彼の粒子論的な物質觀は、どこに由来するものであろうか。この点に関し、次の二つを指摘することができる。

一つは、1850年代に彼が勢力的に取り組んだ、結晶の磁場中での振舞いについての研究である。その研究において彼は、W. Thomson (トムソン) とは違って結晶の粒子的構造にまで踏み込んだ議論を展開し、結晶を構成する微小粒子の配置が方向性をもつ（結晶を構成する微小粒子どうしの間隔が結晶の方向によって異なる）という観点に立って、現象に首尾一貫した説明を与えることに成功していた<sup>61)</sup>。Tyndall の熱放射研究における粒子論的な物質觀はその延長線上にあって、気体に（ときには液体にも）対してそれを適用したも

のであった。

もう一つは、彼がその1850年代の研究においてすでに獲得していた粒子論的な物質観を補強するように作用したと考えられる、気体分子運動論からの影響である。気体分子運動論が、気体のみならず液体や固体も微小な粒子から構成されているという観点に立つものであることは、ここで改めて論ずるまでもなかろう。

Tyndall が気体運動論から影響を受けていることは、熱放射に関する彼の論文の随所に現れている。たとえば、3節で紹介したように、彼が、ガスや蒸気に関する実験では液体や固体の場合とは違って「自由な原子」を扱っているのだということを頻りに強調しているのなどは、その典型的な例である。

次のような事実もある。1859年夏に化学者 E. Frankland (フランクランド) が Tyndall とモンブランに登ったおり、Frankland は大気圧が燃焼に及ぼす影響について実験した。彼は帰国してからも実験室で研究を続け、成果を 'On the Influence of Atmospheric Pressure upon some of the Phenomena of Combustion'<sup>62)</sup> (「燃焼現象に対する大気圧の影響について」) として発表した。この論文で Frankland は、圧力が下がると炎の明るさが減少することを、「希薄な気体状物質では動き易さ (mobility) が大きく、そのため炎と [燃焼] 気体と外気とが、そうでないときよりも急速に混合する (admixture)<sup>63)</sup>」からであると説明した。ところが、Tyndall が Frankland のこの説明を紹介すると、次のような表現になる。「…高い所での空気の動き易さ (mobility) に主たる原因があるのだろう。酸素の粒子は炎の中に比較的自由に入り込むことができ、その結果、明るさを減少させ、[酸素粒子の] 少なさをその活動の速さで埋め合わせるのである<sup>64)</sup>.」

彼ら二人の言っていることが結局は同じである

にしても、Frankland の場合には「急速に混合」といった表現に留まっているのに対し、Tyndall の表現では気体分子運動論的な運動する粒子の描像が鮮明に浮き出てくるのである。

さらに、ろうそくの燃焼速度が大気圧によって変化しないという観測事実についても、Tyndall は気体分子運動論的な描像に基づく説明を与える。だが Frankland は、ろうそくの芯の毛細管作用、蠟燭の炎からの放射熱 (ろうを溶かす) などを考慮する、まったく別種の説明を与えていたのであった<sup>65)</sup>.

## 5. Tyndall の、化学への対抗意識

これまで見てきた、粒子論的物質観に基づいて熱放射に関する実験を行い得られた結果に説明を与えるという Tyndall の研究手法は、原子・分子の概念なしで済まそうとする化学 (化学理論、化学的研究方法) に対する物理学 (物理学理論、物理学的研究方法) の側からの「対抗意識」と一体になっていた。オゾンの実体に関して分子構造に明確に言及しつつ発言したことからして、そうであった。

彼は当時の化学者たちをこう批判する。

多くの化学者は、私が思うに、原子の考えを斥け、倍数比例の考え方だけを支持しがちである。彼らは結合の過程を、ある物質が別の物質によって貫入 (interpenetration) されるような過程だと考えている。だがこれは、基本的事象の単なる見かけでしかない。原子論の価値は、当量の法則に対し物理的な説明を与えるという点にあるのである。…化学結合の過程をドルトンのように考えることによって、…放射と吸収の現象を最も単純な力学原理に帰着させることができるのである<sup>66)</sup>.」

そして、物質について探究する上で、粒子論的物質観に基づいた熱放射の実験的研究が、化学的研究よりもはるかに強力な手段となることを強調

した。

たとえば、大気と亜酸化窒素の熱放射の吸収力を比較すると、ある圧力において前者が後者の1/250しかないという事実に対し粒子論的物質觀に基づいた説明を与えた後で、「大気が混合物であって化合物でないことを、これと同じ程度に私に確信させてくれる事実は化学の中にはない<sup>67)</sup>」と力説している。

あるいはまた、一般に単体ガスおよびその混合物が複合ガスに比べて放射力が小さいことに着目して、「我々はここに、化学的な結合による明確な力学的效果を手にしているのである<sup>68)</sup>」と言う。彼の当初の（修正前の）考えでは、エーテル中で振動するものがたった一つの球であるか複数個の球が結合したものであるかに応じて、エーテルへの振動の伝達の度合が違うのだからである。しかもこの考えは、「エーテル理論が正しいならば、数学における如何なる結論とも同じくらい確実である<sup>69)</sup>」し、「ここで確立された、化学現象と力学現象との結びつきは、多くの成果を生み出すに違いないと思う<sup>70)</sup>」とも言う。

さらに、エチレンが塩素の100倍以上、臭素の40倍近くの吸収力を示したという事実に関連して、原子や分子の考えに否定的な化学（者）に対して次のように言う。

〔化学者のいう〕元素についての我々の理解はまったくの主観的なものにとどまっていたし、そうした理解が正しいことをいくらかなりとも示してくれる物理的な事実を何一つ知らなかった。だが、ここでは、我々は物質の究極的な粒子に触れているように思える<sup>71)</sup>。

単体ガスと複合ガスとで熱放射の吸収力が違う、つまりエーテルとの作用の仕方が違うという事実を通して、我々はまさに、「知性の眼(the mind's eye)<sup>72)</sup>」で、原子と、原子の結び付いた分子とを見ているのだというのである。

## 6. む す び

これまで見てきたように、Tyndallは粒子論的な物質觀に大きく依拠して、熱放射の実験を体系的に行い、また得られた実験結果を解釈していた。そして、原子論に必ずしも好意的でないと思えた当時の化学に対する彼の批判的発言や、オゾンの実体などに関する彼の主張も、そうした研究活動の中からこそ生まれたものであった。

確かに、Tyndallの化学への批判的言辞・対抗意識には、アナクロニズムの感を禁じえない。Tyndallの原子・分子の概念は、構造論的な化学者たちのものに比べてナリーヴであり、「ドルトンの原子」に言及してはいるものの、実質的には17世紀的な粒子論の域を出ていないともいえる。

そうなった要因は、彼が単に同時代の化学に精通していなかったというよりも、一貫して物理学のサイド—結晶の磁場中の振舞いについての、結晶の粒子的構造の異方性という観点からの研究、そして、熱の放射・吸収についての気体分子運動論的な物質像に基づいた研究—から粒子論的な物質像を構築してきたことにあると考えられる。そして、このことがまた、化学への対抗意識にもつながっていったのであろう。

なお、Tyndallの化学批判が当の化学者たちにどのように受けとめられたかについては、別途に検討する必要があろう<sup>73)</sup>。

## 文 献 と 注

- 1) かつて、Tyndallに関する科学史的研究の現状について科学史家 R. MacLeod (マクロード) はこう書いた。「Tyndallによる、[物質の]光学的構造および結晶構造に関する研究、あるいは磁気や〔熱〕放射に関する研究、そして登山活動についての包括的な検討はまだなされていないし、彼のいくつかの研究プログラムどうしの間の関係についても未だ包括的な検討が加えられていない。」(R. MacLeod, 'John Tyndall', *Dictionary of Scientific Biography* (Charles Scribner's Sons, 1976), 13: 521-524, p. 524. これが

書かれてからすでに 10 数年が経過し、その後 Tyndall の科学的業績を主題的に扱った論文がいくつか発表されたとはいえ、事態が大きく改善したとは、今なお言えない。なお、以下の注および本文において、引用文中の [ ] 内は引用者による補いである。

- 2) N. McMillan, 'John Tyndall's Contribution to Chemistry and Biochemistry', *Orbital*, No. 1 (1978): 46–53.
- 3) I. M. McCabe, 'Tyndall, The Chemical Physicist', W.H. Brock et al. (eds.), *John Tyndall: Essays on a Natural Philosopher* (The Royal Dublin Society, 1981): 93–102. なお、旧いところでは、W.H. Bragg, 'The Scattering of Light' (Discourse, Royal Institution, 23 Jan. 1931), W.L. Bragg and G. Porter (eds.), *Library of Science* (Elsevier Publishing Company Ltd., 1970), 9: 265–280 が、Tyndall による光の散乱についての研究に言及しているが、この講演はその時点での光の散乱についての研究状況を紹介することが主たるテーマであり、Tyndall の物質観についても十分論及されていない。
- 4) W. Odling, 'On the History of Ozone', *Proceedings of the Royal Institution*, 6 (1870–72): 546–555, p. 546.
- 5) J. C. G. de Marignac, 'Sur la production et la nature de l'ozone', *Comptes Rendus*, 20 (1845): 808–811, p. 808.
- 6) *Ibid.*, p. 811.
- 7) T. Andrews, 'On the Constitution and Properties of Ozone', *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 146 (1856): 1–13, p. 2.
- 8) J. Tyndall, 'On the Absorption and Radiation of Heat by Gaseous Matter' (Discourse, Royal Institution, 17 Jan. 1862); J. Tyndall, *Contributions to Molecular Physics in the Domain of Radiant Heat* (1872): 69–121, p. 105.
- 9) *Op. cit.*, (7), p. 2.
- 10) *Ibid.*, p. 13. この論文においては、元素の分子構造についての考察が、少なくとも明示的なものは、見られない。そこで、「allotrope」は今日一般には同素体と訳されるが、「原子の配列あるいは結合の仕方が異なる単体」という、分子構造についての把握を内包する今日的な意味での同素体概念と念のため区別するために、彼のいう「allo-tropic」には「同質異形の」という訳語をあてた。
- 11) T. Andrews and P. G. Tait, 'Note on the Density of Ozone', *Proc. Roy. Soc.*, 8 (1856–1857): 498–500; T. Andrews and P. G. Tait, 'Second Note on Ozone', *Proc. Roy. Soc.*, 9 (1857–1859): 606–608; T. Andrews and P. G. Tait, 'On the Volumetric Relations of Ozone and the Action of the Electrical Discharge on Oxygen and Other Gases', *Proc. Roy. Soc.*, 10 (1859–1860): 427–428 という一連の研究の上に、T. Andrews and P. G. Tait, 'On the Volumetric Relations of Ozone and the Action of the Electrical Discharge on Oxygen and Other Gases', *Phil. Trans.*, 150 (1860): 113–131 がまとめられている。
- 12) J. L. Soret, 'Sur la production de l'ozone par l'électrolyse et sur la nature de ce corps', *Comptes Rendus*, 56 (1863): 390–393.
- 13) E. Fremy and E. Becquerel, 'Recherches électrochimiques sur les propriétés des corps électrisés (premier mémoire)', *Comptes Rendus*, 34 (1852): 399–402, p. 402. ここで彼らは、放電によって発生したオゾンに対し oxygène électrisé という名称を充てること、そして「オゾン」という、「他の物体へと転換した酸素」という観念を表す名称を放棄することを提案している。
- 14) W. Odling は 'On the History of Ozone', *op. cit.*, (4) で、Soret の 'Sur la production de l'ozone', *op. cit.*, (12) こそが、オゾンに水素が含まれていないことを確定的に示したものである、としている。しかし Soret のこの論文では、オゾンの分子構造についての言及がなされていない。彼がオゾンの分子構造についての推測を述べるのは、「Sur les relations volumétriques de l'ozone', *Comptes Rendus*, 57 (1863): 604–609 に至ってからである。したがってオゾンの実体に関する分子構造への明示的な言及を含んだ Tyndall の発言は、化学者たちの一群の研究の中で、どれだけの説得力を持つものとして受け止められたかは別として、トップ・クラスのものであつたことは間違いない。
- 15) 本稿で用いている「熱放射」という用語は、一般的にそうであるように、物体から熱エネルギーが電磁波として放出される「現象」を指す場合もあれば、放出された「電磁波」を指す場合もある。
- 16) J. Tyndall, 'On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connexion of Radia-

- tion, Absorption, and Conduction' (Bakerian Lecture, 7 Feb. 1861), J. Tyndall, *Contributions, op. cit.*, (8): 7–50.
- 17) D. E. Williamson, 'The Double-Beam Infrared Gas Analyzer of John Tyndall', *Amer. Scientist*, 39 (1951): 672–681 and 687  
では, Tyndall の実験装置・方法についての今日的な観点からの分析がなされている。
- 18) J. Tyndall, *Contributions, op. cit.*, (8), pp. 56–58に, Tyndall による紹介がある。
- 19) *Op. cit.*, (16), pp. 17–.
- 20) D. E. Williamson, *op. cit.*, (17) が指摘しているように, Tyndall の得た実験データは今日の理論に照らして正確なものであり, 気体の密度と吸収率との関係について, ベーの法則に一致する結果も得ている。だが Tyndall は, エチレンの密度と吸収率についての実験データを前にして, 両者の間に「明確な関係はまったくない」(J. Tyndall, *op. cit.*, (16), p. 22.) と, あっさり言いつて切っている。これについて Williamson は, 「明らかに Tyndall はデータをプロットしてみることをせず, そのために曲線の形にも気づかなかつたのであるから, 彼は数学者としてよりも実験家として優れていた」と評している。Tyndall が本当にデータをプロットしてみなかつたかどうかは知る由もないが, それをしていたとしてもなお, Tyndall は「明確な関係はまったくない」と言いつて切ったであろう。なぜなら, 「明確な関係」がないことに対する彼の説明, および, 密度を低くすれば比例関係があるだろうと予測している (J. Tyndall, *ibid.*, p. 22) 点から明らかなように, 彼が想定していた関係は直線的な関係でしかなかつたからである。「数学者としてよりも実験家として優れていた」という評言は, データをプロットしてみなかつたという点よりも, むしろ, 指数関数的な関係を関係の一形態として念頭においていなかつた点に向けるべきであろう。
- 21) Tyndall は貫してガスと蒸気を区別しているので, 本稿においてもその区別を踏襲する。したがって, ガスとは液化しない気体, 蒸気とは液化し得る気体のことである。(気体という語は, 固体・液体と並ぶ物質の三状態の一つを指すものとしてのみ用いる。)
- 22) この論文では単にこうした事実の指摘にとどまっているが, J. Tyndall, *op. cit.*, (8) では彼の粒子論的物質観に基づいてさらに踏み込んだ解釈が与えられる。
- 23) J. Tyndall, *op. cit.*, (16), p. 46.
- 24) なお, この原子は「一つの原子あるいは複合した原子」(free atoms, both simple and compound) であるから, すぐ後で言及する「分子」と意味上の違いはない。
- 25) *Ibid.*, p. 40.
- 26) *Ibid.*, p. 46.
- 27) *Ibid.*
- 28) 複合ガスの意味については, 本文の数行後を参照のこと。
- 29) *Ibid.*, p. 47.
- 30) *Ibid.*, p. 50.
- 31) *Op. cit.*, (8)
- 32) もう一つは, dynamic radiation および dynamic absorption と彼が名づけた現象・効果について詳細に論じ, そこからさらに, エーテルの問題および, G. G. Stokes (ストークス) と Chalis (チャリス) などの間で論争になっていた音速の問題に関して興味深い議論を展開したことである。
- 33) J. Tyndall, 'On the Absorption and Radiation of Heat by Gaseous and Liquid Matter' (Discourse, Royal Society, 18 Jun. 1863); J. Tyndall, *Contributions, op. cit.*, (8): 165–193.
- 34) *Ibid.*, p. 192.
- 35) *Ibid.*
- 36) *Ibid.*, p. 193. Tyndall はこの論文で, ある種の実験結果を, 放射が「ふるいにかけられる (to be sifted)」, あるいは「放射の不均質性 (heterogeneous character)」という概念で把握し, 放射のスペクトルに着目し始めている。「同じ質の熱」を用いるべきだと Tyndall が考えた背景には, このことがあった。なお, 放射のスペクトルについての実験的・理論的解明は, 後の論文で詳細に展開されることになる。
- 37) J. Tyndall, 'Contributions to Molecular Physics: being the 5th Memoir of Researches on Radiant Heat' (Bakerian Lecture, 17 March, 1864); J. Tyndall, *Contributions, op. cit.*, (8): 196–245.
- 38) *Ibid.*, p. 200.
- 39) *Ibid.*, p. 209.
- 40) *Ibid.*, pp. 210–213.
- 41) さしあたりは, CH3CH2OH のような分子構造までは考慮していないようである。
- 42) *Ibid.*, p. 215.
- 43) J. Tyndall, 'Influence of Colour and Mechanical Condition on Radiant Heat' (Discourse, Royal Society, 18 Jan. 1866); J. Tyndall, *Contributions, op. cit.*, (8):

- 308–325.
- 44) *Ibid.*, pp. 316–317.
- 45) *Ibid.*, p. 317.
- 46) *Op. cit.*, (37).
- 47) J. Tyndall, ‘On Luminous and Obscure Radiation’, J. Tyndall, *Contributions*, *op. cit.*, (8): 250–263.
- 48) J. Tyndall, ‘The Action of Rays of High Refrangibility upon Gaseous Matter’ (Discourse, Royal Society, 27 Jan. 1870), J. Tyndall, *Contributions*, *op. cit.*, (8): 330–374, pp. 336–337.
- 49) *Ibid.*, § 6 の記述によれば、この種の「雲」の存在に初めて気づいたのは、10月 7 日にヨウ化アリルについて実験しているときであったが、その「雲」が何であるかを理解したのは10月 9 日に亜硝酸アミルについて実験しているときであった。
- 50) J. Tyndall, ‘On a New Series of Chemical Reactions Produced by Light’ (Delivered Royal Society, 19 Nov. 1868), J. Tyndall, *Contributions*, *op. cit.*, (8): 425–430.
- 51) *Ibid.*, pp. 426–427.
- 52) *Ibid.*, p. 427.
- 53) *Ibid.*, p. 428 の脚注。
- 54) Tyndall の Clausius 宏の手紙 (19 Nov. 1868, R. I. MSS T., 30/C2.39) で言及されているのは、ほぼ間違いなくこの会話のことであろうが、会話の内容は、そこからは知る由もない。
- 55) R. Clausius, ‘Über die Art der Bewegung, welche wir Wärme nennen’, *Annalen der Physik und Chemie*, 100(1857): 353–380. これ以前にも気体分子運動論に関する論考が Krönig (クレーニヒ) などによって発表されていたが、気体分子運動論についての継続的な研究の出発点になったのは、Clausius のこの論文である。
- 56) *Op. cit.*, (50), p. 428.
- 57) *Ibid.* 放射が分子の内部振動としてのみ吸収されるのか、それとも、内部振動ではなく分子全体の振動としてのみ吸収されるのか、という問い合わせである。この修正に対し彼は二つの理由を挙げている。

第一は、気体と液体という二つの状態それぞれにおける吸収力の間の関係に基づくものである。もし分子全体が振動運動するとすれば、それは分子間力があるからであるが、その分子間力したがって振動周期は、分子間の距離、つまり状態 (気体か液体か) によって変わるであろう、と Tyndall は考える。ところが実験は、同じ振動周期の放射が、蒸気の亜硝酸アミルによっても液体の亜硝酸アミルによってもよく吸収されることを示してい

る。これは「吸収が主として分子の内部で起こっていることに対する実験的証明」(*ibid.*, p. 428.) であると彼はいう。

第二は、放射によって亜硝酸アミルの分解が起こることの事実が、吸収が分子の内部で起こることを示している、という議論である。彼は次のように論ずる。もし吸収が分子全体の作用であるとすれば、その分子を構成する原子の相対運動 (原子相互の運動) は吸収が起こった後も以前と同じであろうから、それら原子を引き離して亜硝酸アミルの分解を引き起こす原因がないことになる。それに対し分子の内部で吸収が起こると考えれば、亜硝酸アミルの分解が説明できる。「分子の構成部分の振動の振幅を増大させて、ついにはそれらを結びつけていた鎖を切り離すようにすることができる」のは、おそらく分子の構成部分の振動と入射波との同期 (synchronism) であろう (*ibid.*, p. 428; J. Tyndall, *op. cit.*, (48), pp. 346–347 にも上記二つと同じ議論が繰り返されている)。

なお、エーテルの波動運動が分子を構成する原子に移されると Tyndall が自説を修正したのに応じて、彼が以前に主張していた、エーテル中の分子運動が分子の「大きさ」「形状」に依存するという考えは放棄したと考えられる。なお、分子を構成する原子の「粗さ」への依存性の考えは、implicit にではあれ保持している、と考えるのが自然であろう。ただし、これらの点について Tyndall 自身が明言している訳ではない。

- 59) *Op. cit.*, (50), pp. 428–429.
- 60) *Ibid.*, p. 429.
- 61) 磁場中での結晶の振舞いについての Tyndall の研究の詳細、ならびに、結晶の粒子的構造に関する Tyndall の見解がどこに由来するかについては、拙稿「Tyndall の磁気研究」、『科学史研究』、No. 178 掲載予定、を参照されたい。
- 62) E. Frankland, ‘On the Influence of Atmospheric Pressure upon some of the Phenomena of Combustion’, *Phil. Trans.*, 151 (1861): 629–653.
- 63) *Ibid.*, p. 652. 「希薄な」の箇所は、原文ではイタリック。
- 64) J. Tyndall, *Heat Considered as a Mode of Motion* (London, 1863), p. 50.
- 65) J. Tyndall, *ibid.*, p. 50; E. Frankland, *op. cit.*, (62), p. 635. なお、Tyndall が気体分子運動論についての知見を得たのは、R. Clausius との交流を通してであった。Tyndall の気体分子運動論的な発想は、エネルギー保存則発見の先取

- 権をめぐる P. G. Tait との論争における立論にも影響していた。(この点については、拙論「エネルギー保存則をめぐる先取権論争：科学者の業績を評価するときに何が起こっているか」、『科学における論争・発見：科学革命の諸相』(木鐸社、1989)、105—140頁、を参照されたい。)
- 66) *Op. cit.*, (16), p. 49.  
 67) *Ibid.*, p. 48.  
 68) *Op. cit.*, (8), p. 98.  
 69) *Ibid.*  
 70) *Ibid.*  
 71) *Ibid.*, p. 82.  
 72) *Ibid.*  
 73) なお、拙論「ティンダルの科学活動におけるモデルとアナロジーの意義」、『哲学・思想論集』(筑波大学)、第15号(1990)、101—127頁では、Tyndall の原子・分子概念の「ナイーヴさ」が彼の科学啓蒙家としての成功に寄与したという見解を述べた。

## John Tyndall's Contribution to Chemistry and his Particulate Conception of Matter

Shigeo SUGIYAMA

(Faculty of Science, Hokkaido University)

In evaluating John Tyndall's scientific works, his theoretical speculations and his view of matter have rather been depreciated or neglected as compared to his experimental discoveries. However, as the present author demonstrates, his successful experimental researches were in fact deeply rooted in his particulate conception of matter, or the conception that matter, whether it is solid, liquid or gas, is constitut-

ed of minute particles, the aggregation of them and the mode of their motion varying according as it is solid, liquid or gas. It was the conception that led him to some important contributions in the realm of chemistry, such as his claims on the nature of ozone, and many critical remarks on the state of his contemporary chemistry that were in opposition to the idea of atom.

[寄 著]

## 積 極 と 消 極

—蘭学書に語源を尋ねて—

廣田 鋼藏\*・大岩 正芳\*\*

### 1. はじめに

積極と消極とは、肯定と否定、あるいは能動と受動の意を表現する語として、現今ではそれぞれ一般用語として使われている。ところで、『広辞苑(第3版)』(1982、岩波書店)や『大字典』(1977、講談社)などを見ると、両者をそれぞれ Positive と Negative の訳語と付記してある。すると、両語の語源は電極に何か関係がありそうである。かねてこの点に不審を抱いていた筆者の一人(廣田)は他の一人(大岩)と共同調査の結果、果たしてその用語が蘭学関係の古書の中で電池の両極に使用されていたことを発見した。本稿はその経緯を紹介するものである。

### 2. 古書における電池の記載

『エレキテル究理原』(1811頃)など橋本宗吉の書き残したものにはまだ電池の記載はない。したがって、電池に関する最古の記載は青地林宗の『氣海觀瀾』(1825)ではないかと思う。そこには次のように短い紹介がある。

「近くイタリア国瓦爾華<sup>ガルハ</sup>の発明する所の一器有り、銅と亜鉛とを各箇扁圓の錢の如きを取って之を重疊するの法、(ガラス棒や樹脂の場合のような)摩摺無くして斯質(=エレキ)を揮發す、尤も妙となす。亦倣製すべ

し。」(原文は漢文)。

ちなみに、これはボルタにより1791年に発明された電池の原理の応用説明であり、上の記載はそれに遅れること34年ということになる。

これに次ぐのが宇田川榕菴の『舍密開宗』(1837)にある瓦爾華児機と称する電池の詳細な紹介である。このボルタのコラムは二種の金属板数組とラシャ(厚紙)より成り、次の構造をもつ(次ページの図参照)。

「先ツ銀錢ヲ置キ、次ニ亜鉛錢を置キ、又次ニ絨片ヲ稠キ鹽汁ニ浸シ輕ク絞リテ置ク。次第此如重ネテ二三十片ニ至リ、最上ヲ亜鉛錢(原ト銀錢ニ作ル、非ナリ)ニテ歎ム、最下ノ銀錢下ニ細長ナル錫或ハ鉛ノ截片ヲ挿入シ其端數寸ヲ錢外ニ挺出セシメ、抵觸ノ所トス。……」

さらに電池の両極となる上下両端の金属片を“消極”、“積極”と呼んでいる。

以後、電池の両極名として積極と消極が広く使用されることになるが、その後、中国人の命名した陽極、陰極という用語も渡来した書物を通して使用されるようになり、併用の時代が続いた。明治10年頃までに出版された書物について、どちらが採用されているかを表にしてみた。未調査の部分が多いから充分ではないが、傾向を掴むことはできると思う。

なお、表に掲げたものの他、川本幸民は『氣海觀瀾』のなかで“増極”“減極”を使用しているが、この用語は一般化しなかったようである。

この表をみると、中国より渡來した書物以外で、

1991年3月15日受理

\* 大阪大学名誉教授

連絡先

\*\* 関西大学

連絡先 〒564 吹田市山手町3-3-35

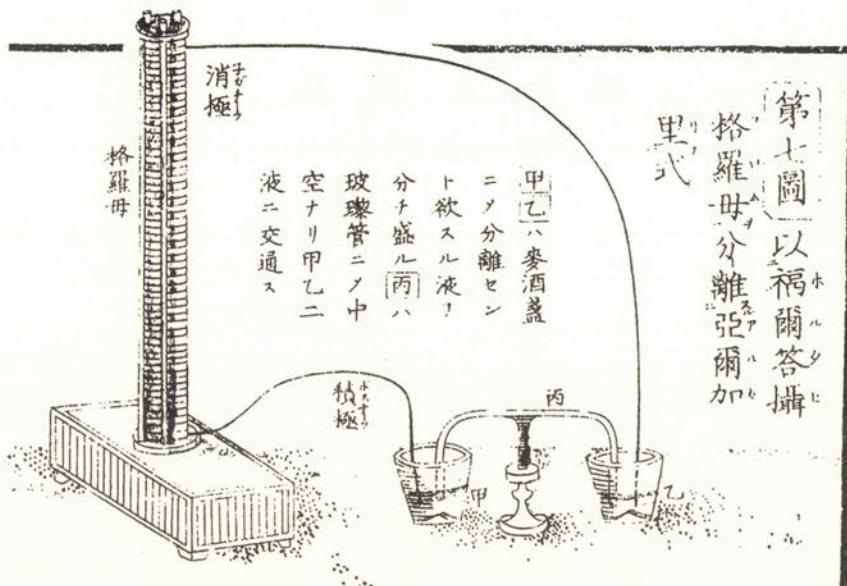


図 『舍密開宗』に掲載されているボルタのカラムの図

表 電池の両極の名称

積極、消極が使用されている書	陽極、隠極が使用されている書
宇田川榕菴 『舍密開宗』(1837, 天保8)	合 信 『博物新編』(1851, 咸豐1)
上野彦馬 『舍密局必携』(1862, 文久2)	丁 達 良 『格物入門』(1868, 同治7)
竹原平治郎 『化学入門』(1867, 慶応2)	柳河春蔭訳 『格物入門和解』(1870, 明治3)
小幡篤治郎 『博物新編補遺』(1869, 明治2)	中神保鈔 『電氣論』(1871, 明治4)
片山淳吉 『物理階梯』(1872, 明治5)	邨松良肅 『登高自卑』(1872, 明治5)
リッテル 『化学日記』(1874, 明治7)	宇田川準一 『物理全志』(1875, 明治8)
田中耕造 『牙氏初学須知』(1876, 明治9)	
志賀泰山 『化学最新』(1877, 明治10)	
太田雄寧 『新式化学』(1877, 明治10)	
片山淳吉 『改定増補、物理階梯』(1878, 明治11)	

陽極、隠極が使用され始めるのは明治以降であり、どちらかと言えば、化学者ではなく、主として物理学あるいは博物学系の学者が中心となっている点も注目したい。

電極に関し、言及すべき点がもう一つある。それは宇田川榕菴が積極と消極とを取り違えていたことである。上に示した図やその説明は正しいが、それに続く積極、消極の説明では次のように述べており、明らかに図と矛盾している。

「按ニ或云、銀ヲ用ルトキハ塩汁ヲ良トシ、

銅ヲ用ルトキハ塩酸譜摸尼亞水ヲ用フベシ」  
 「按ニ銀錢ヨリ起ル機力ヲ消極（涅瓦知弗  
 オントケンネンデ・ポール）ト名ケ、亞鉛ヨ  
 リ起ル機力ヲ積極（剥斯知弗ステルリフ・  
 ポール）ト名ク。此二極ノ性質異ルコト左ノ  
 如シ。」

「消極ハ〔-〕ヲ記号トス。舌ニ觸テ亞爾  
 加里ノ味アリ。紫菘汁ヲ綠色ニ變ス。……水  
 素ヲ吐テ酸素ヲ吸フ。越列機ニ在テハ之ヲ華  
 ル斯性越力ト称ス」

「積極ハ [+] ヲ記号トス。酸味アリ。紫菘汁ヲ紅色ニ変シ、……酸素ヲ吐テ水素ヲ吸フ。越列機ニ在テハ此ヲ玻璃性越力ト称ス」  
(卷2, 第50章)

なお、積極、消極の原語は上述のように anode, cathode ではなく、

消極：ネガチフ、オントケンネンデ・ポール  
negatief, ontkennende pool

積極：ポスチフ、ステリフ・ポール positief,  
stellige pool

の訳である。ところで、“ontkennende”の“ont-”はドイツ語の“ent”英語の“dis-”に対応する接頭語，“kennen”は英語の“know”で、さらに“ontkennen”には「否定する」という意味もある。「分からなくなる」「消えてしまう」ということから消極としたのだろうか。また、“stellige”的元となる“stellen”は英語の“place”，あるいは“put”に対応する動詞で、「積み重ね」から積極としたのではないかと推察する。

このように榕菴は用語を作ったのであるが、銀または銅を消極とし、亜鉛を積極とした。榕菴は数人の弟子と共に図に掲げたものと同形の電池を組み立てている<sup>1)</sup>。もし彼がそれを用いて長時間実験をしておれば、あるいは、亜鉛は減少し、銀や銅は変化しないことに気付き、用語を再検討したかもしれない。しかし、実験に成功したことで安心し、次のテーマに興味を移し、最後まで見届けることをしなかった可能性も大きい。ともかく、榕菴は極の名称を取り違えたことに気付かなかつた。この誤記は文献のみを頼りに勉強している人々を非常に混乱させたのではないだろうか。

### 3. 考 察

以上のように電池の両極に対する名称は積極・消極の他に、明治に入ると中国より渡來した陽極・陰極が加わり、両者併用の時代が続いた。ごく一部の専門家だけが使用している間は適当に読み変

えて、そのまま過ごしていたかもしれないが、国の政策である「科学の普及」「学生の教育」といった点からすると、それは好ましいことではない。

一方、明治10年(1877)東京大学が発足するが、講義は国籍の異なる多数の外国人により行われたから、専門用語もばらばらであった。そこで明治16年(1883)東京数学物理学会において学術用語統一の動きが起こっている。これは和～英～仏～独語の対訳の辞書を作ろうという試みであるが、この作業の中で、陽極、陰極が正式の用語として採用されたのではないかと思う。なお、この辞書(物理学訳語会編『物理学術語、和英仏独対訳字書』)が完成するのは明治21年(1888)のことである<sup>2)</sup>。

しかし、全体としての体制は陰極、陽極の採用に傾いていたとしても、直ちに統一できるものでもない。例えは筆者(大岩)の手元にある、明治21年に印刷された高島勝次郎という人の『新撰理科書』(中学校の物理の教科書?)では、電極については陽極、陰極を使っているものの、電気に關しては

「電氣ニ二種類アリ、一ヲ積極電氣トイヒ、一ヲ消極電氣トイフ」

と記載しており、積極、消極がまだ余命を保っている。高島は理学士の称号を付けているから、大学卒の若手だったであろう。

このように用語の併用が続いている間、始めて電池を学習する学生や書生にとって、電氣の發生部と考えられる積極を陽極に、受納部と考えられる消極を陰極に、それぞれ対応させねばならず、それを記憶するのに苦労したことであろう。その結果、彼らは両方の用語を比喩的に日常会話にも持ちこみ、現在使用している意味に転用した。さらにこれが学生社会から一般社会にも広がったのではないだろうか。その時期は明治20年以前のことと推定される。

以上の推定が妥当と思われる資料として、明治

24年(1891)発行の大槻文彦著の『言海』がある。『言海』の増補版である『大言海』(1935, 富山房)から引用しよう。その“せききよく”の項に「(英語 Positive の訳語, 消極ハ Negative の訳語)。(一) 電気ニ云フ語, コレニ反対ナルヲ消極ト云フ, 陰陽ト云ハムガ如シ。(二) 事ノ肯定的, 能動的ナルコト, コレニ反対ナルヲ消極ト云フ, 積極主義, 積極義務, 積極的。」\*

消極については重複になるので略すが, 当時ににおいては, まだ専門用語としての比重の方が大きかったのではないだろうか。

#### 4. 結 語

積極と消極という用語は専門用語として誕生したにもかかわらず, その分野では死語となり, 逆

\* 東京化学会編「化学訳語集」(1891)にも同じく併用されている。

に一般用語として今や定着した興味深い術語である。筆者らはその語源を蘭学書に尋ねてみたが, 何分資料を完全に渉猟したのではないから, 最終的なものではない。特に両方の用語を現行の意味で使用した最初の文献は未発見である。幕末から明治初期の間に, それを最初に使用した人がいるはずであり, もし, その人が理化学を学んだ人であったとしたら, さらに興味深い。筆者らはその人物の発見を望んでいる。

終わりに中国の関連文献を教示された遼寧師範大学廖正衡教授に深謝します。

#### 文 献

- 1) 道家達将『舍密開宗研究』, p. 84, (1975) 講談社, 田中実校注『舍密開宗(復刻)』の別冊。
- 2) 日本科学史学会編『日本科学技術史体系』Vol. 13, p. 48 (1970). 第一法規。

## “Sekkyoku” and “Shokyoku”: An Investigation on the Origin of the Words, Based on the Books of Dutch Scholars

Kozo HIROTA and Masayoshi OIWA

In Japanese, “Sekkyoku” and “Shokyoku” are used in usual conversation at present, to indicate positive and negative tendencies, respectively. A study on their origin was attempted along the line mentioned in the

subtitle, and reached such an estimation that they are used at first as the technical terms translated from the Dutch ones to indicate both electrodes of primary cells, respectively.

〔総 説〕

## 下村孝太郎—その先駆的業績と人物像—

島 尾 永 康\*

**生い立ちと修学時代** 下村孝太郎は文久元年(1861), 熊本藩の士族の家に生まれ, 昭和12年(1937), 京都で死去した(図1)。明治5年(1872)9月, 11歳のとき, 細川侯の創立にかかるエリート校, 熊本洋学校に入学し, 明治9年8月に卒業した<sup>1)</sup>。下村はそこで初めて西洋人と科学とキリスト教に接した。ウェスト・ポイント(アメリカの陸軍士官学校)出身の砲兵大尉, 御雇い外国人, ジェーンズ(Leroy Lansing Janes, 1837~1909)は, まず英語を基礎から徹底的に叩き込み, 不出来なものは片っ端から退学させ, 全科目の授業を一人で通訳なしに英語だけでおこなった。第1期生の45人中, 4年後卒業できたのは11人であった<sup>2)</sup>。

その学校はウェスト・ポイントに実によく似ていたといわれるが, 生徒の能力はウェスト・ポイントのどのクラスとも太刀打ちできるとジェーンズは見ていた<sup>3)</sup>。ジェーンズの回想録によれば, かれは現行の言語のうち英語の優越性を信じ, ウェブスターやリンカーンを生んだここ数世代のアメリカを人類の歴史の最良の部分と信じて疑わなかつた人物である<sup>4)</sup>。

ジェーンズは熱心なキリスト教徒だったが, 熊本藩の氣風を心得ていて, はじめは一言も宗教を語らなかった。しかし生徒が英語を理解し始めた明治7年ころから, 有志に日曜日ごとに自宅で聖書を講義し始めた。幕藩体制の崩壊とともに儒教的信念を失った生徒の中にキリスト教への関心が高まり, ついに明治9年, 35名が「奉教趣意書」を作成してこれに署名するにいたった。生徒と親



図1 下村孝太郎

の中にはつよい反対者もいたが, 下村の父親は世に拗ねたところがあって, 下村の入信を擁護した。熊本洋学校はこの騒ぎで明治9年に廃校となり, ジェーンズは大阪英語学校(第三高等学校の前身)に招かれて移った<sup>5)</sup>。ジェーンズが十代前半の下村に与えた影響は, のちに接した同志社の新島襄(1843~90)やデイヴィス(Jerome Dean Davis, 1838~1910)のそれより遙かに大きいと思われる。

当時の入信について下村は, 晩年次のような興味ある証言をしている。「その時代は士族の青年として仏法に傾きたる人は甚だ稀れにして, 耶蘇教を信ぜしも, その強烈なる所すなわちかの革命的精神に心醉せし場合多く」というのである<sup>6)</sup>。しかも下村は, そのキリスト教と西洋の学問, とくに科学が深くかかわっていると信ずるようになっていたというから, 十代の少年としては卓抜な洞察といわねばならない。西洋文明とはキリスト教と科学の結びついたものと見た下村は, それに突入していった。

ジェーンズはまた積極的に漢学の廃止を勧め、一方、漢学塾の教師は、洋学校に通いキリスト教に傾き始めた下村を嫌ったので、下村は漢学を放棄した。幕末に育った新島は志を述べた漢詩を多く作ったが、青少年時代に英語と英米文化に浸って育った下村は、志を述べるにも英文を用いた（たとえば米国留学時代の *The Aim of My Life*）。若いとき太平洋を横断した折りの感慨を英詩に表現しているし、晩年は人生観を英詩に詩作して、英詩集を出版した。

明治9年（1876）秋、「奉教趣意書」の人々は新設の同志社英学校に入學し、第二の熊本洋学校の実現をめざした。下村はこのいわゆる熊本バンドの一人であり、三年後、同志社第一回卒業生となった。入学のとき神戸まで同行した浮田和民（1859—1945、後年、早稲田大学教授、法学博士）はのちに下村の妹と結婚する。

同志社英学校は実質的に神学校であり、熊本バンドの友人は牧師になったものが多いが、下村は恐らく農業、鉱業、工業の技術者の必要性を強調していたジェーンズの影響であろうが、科学により多くの興味を感じていたことは、『六合雑誌』（明治16年12月）に掲載した「理学之快楽」にも明らかである。明治18年、同志社礼拝堂（現在、重要文化財）の建設に際しては下村が工事監督をした、と『同志社九十年小史』は伝えているが、後年、工場で数多くの炉やその他の設備を構築することになる下村の、物を構築する興味はすでに表れていたといえよう。

同年、私費で渡米して、日本人のあまり行かないマサチューセッツ州のウースター工科大学化学科に入學し、B.Sc. を取得した。下村の化学技術者としての一生の基礎はここで培われた。この時期の下村のノートに、"Der Ofen von Hoffmann" と題する数ページのドイツ文の筆写がある。後年、コークス製造やガス製造に従事したことを思い合わせると、そのような関心はすでに芽生えていた

のかも知れない。

さらに明治22年（1889）、ジョンズ・ホプキンズ大学大学院に進学し、レムゼン（Ira Remsen, 1846—1927）に師事して有機化学を専攻した。レムゼンはミュンヘンでリービッヒに、ゲッチンゲンでヴェーラーに師事した人で、サッカリンの合成で知られる。しかし下村は1年足らずで新島によって京都に呼び戻された。

**ハリス理化学校の創立と廃校** それはコネチカットの実業家ハリス（J. N. Harris, 1815-96、ニューヨーク市長）の10万ドルの寄付によって、同志社に理化学校を設立するためであった。当時唯一の大学だった官立の東京大学に対抗して、私学の、それもキリスト教にもとづく総合大学の設立を念願していた新島は、その理学部としてのハリス理化学校の設立を教え子の下村に託したのである。下村は設立を準備し、教頭兼化学教授として教育に当たった。下村が書いた「同志社ハリス理化学校設立ノ趣旨」では、英国人スミソン（James Smithson, 1765—1829）の50万ドルの寄付によって、米国にスミソニアン・インスティテューションが設立されたことに比すべき快挙としてハリスを称えている<sup>7)</sup>。

明治23年（1890）創立のハリス理化学校は、日本最初の私学の科学高等教育機関として世人の注目を集めた。物理学、生理学、薬学、植物学の教授がいたが、実質的には化学の学校で、下村が化学教授、山寺容麿（帝大工科大学卒業、工学士）が応用化学教授（陶磁器）だった。京都大学はまだ存在せず、官立の第三高等中学校が京都に移ってきたばかりであった。

唯一人の化学教授という、いわば孤立した環境下で下村が有機合成化学の実験研究をおこなっていたことは、この時期の下村宛の3通のレムゼン書簡（1890年6月25日、1892年7月5日、1895年12月23日）から明らかである。たとえば明治25年（1892）の書簡では、下村が合成しようとした

メタ・トルエン・スルフォン酸の合成法について、レムゼンが助言を与えていた<sup>8)</sup>。

ハリス理化学校では、実験に必要なガスを製造するガス炉を築いたが、これは京都における石炭ガス製造の初めであった。後年下村がかかわることになるコークス事業、ガス事業の小規模な実験だったともいえよう。

明治26年（1893）、下村はハリス理化学校検査部を設けて、化学分析によって工業材料、製品、食品、飲料水の検査から、法医学的検査までおこない、地域社会の要請に応じた。日本で民間レベルでのこの種の試験所の最初のものであろう。

理化学校設立の翌年、下村は京都府知事、北垣国道（1836－1916、のちに男爵、貴族院議員、枢密顧問官）の長女と結婚した。ちなみに次女の配偶者となったのは、明治23年、琵琶湖疎水を完成させ、日本最初の水力発電事業を起こした土木学者、田辺朔郎（1861－1944、後年、東京大学工科大学長）である。この縁組からみても、ハリス理化学校教頭、下村の地位と人物がいかに高く評価されたかが、推測される。

しかし明治29年（1896）、下村はハリス理化学校を辞職した。下村によれば「該校維持法につき同志社理事と意見合はず」という<sup>9)</sup>。中心人物を失ったハリス理化学校は翌年廃校となった。設立費と維持費のすべてを、外国の個人の寄付に頼ろうとした甘さと脆さを露呈したものといえよう。のみならず、私立大学令のはるか以前であったから、たとえ大学レベルの内容を作ったとしても、卒業生は大学卒の資格を与えられなかった。要するに、早すぎた企画だったのである。

**工業界入りに際しての信条** 同志社教授を辞任した下村は、化学工業の事業を興すことを決意する。ときに35歳。それは有機化学であること、本邦最初の事業であること、他人の事業に立ち入らぬこと、自ら工場を建設することという四つの信条を立てた。その結果、選んだのが副産物を回収

する石炭乾留工業であった。コークスだけを取り、ガスもアンモニアもタルもすべて燃焼もしくは発散する当時の平窯（ビーハイブ炉）では不経済と考えたのである。当時はガス事業はまだ盛んでなかったので、コークス製造を主とし、かたがたアンモニアなどの副産物を利用しようとした。もちろんタルからの合成染料製造が最終的な目標として胸中にあったであろう。

**副産物回収コークス炉の研究** 下村は手元にあった Georg Lunge, *Steinkohlenteer und Ammoniak*, Braunschweig (1888) を熟読し、ドイツのオットー社へ問合わせを出し、同時に木製の炉の模型製作にかかった。オットー社からは、英貸12500ポンドで設計図を渡すといってきたが、これは邦貸125,000円にあたり、話にならぬと思い、さらに模型製作に励んだ<sup>10)</sup>。

大阪の実業家、外山修造（1842－1916、明治32年、阪神電鉄を創設し、その社長にもなる。）が模型を見てただちにこれを事業化することを決め、明治29年、大阪倉密工業株式会社を設立した。下村は東大的的場博士、京都の中沢博士に副産物回収炉につき教示を乞うたが、いずれも要領を得ず、佐渡ヶ島にそれらしきものがあると聞き出向いたが、失望して帰った。そのうち松方正義（1835－1924、当時、首相兼蔵相）より下村を外国へ遣れという意見があり、同年、下村は技師長として調査のため欧米に赴いた<sup>11)</sup>。

マサチューセッツ工科大学でドイツ人のホフマン（H. O. Hoffmann）教授から、ベルギーのソルヴェー式が副産物回収炉としては最も優れていると聞かされた。当時は世界的にみても、副産物回収式コークス炉は始まったばかりで、製鉄事業の盛んな米国でさえ、シラキューズに米国唯一の副産物回収式のセメ・ソルヴェー式12炉1連が一年前から試験的に運転を開始したばかりだった。下村はこれを2週間見学したのち、ヨーロッパに渡り、数社と折衝した結果、最も友好的だったセメ・

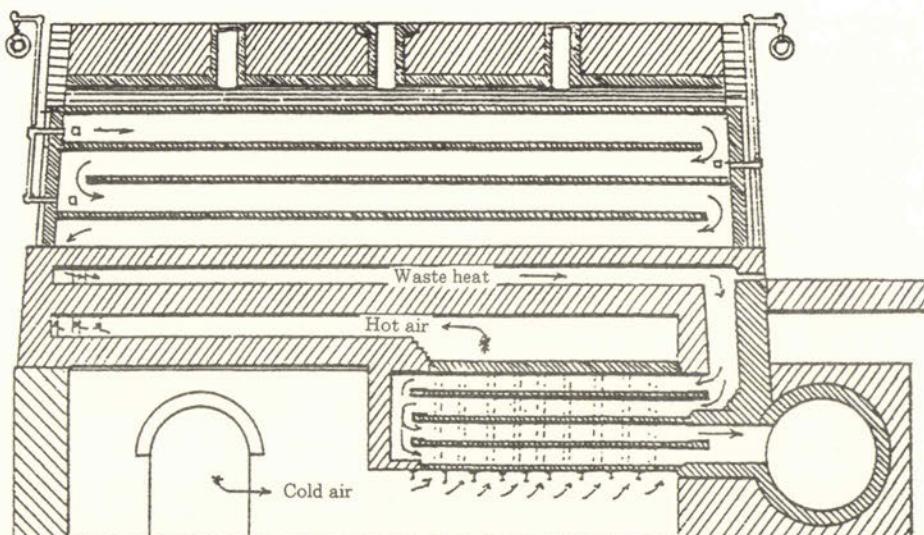


図2 連続的熱交換装置をもつセメ・ソルヴェー炉の構造

ソルヴェー社の方式を採用することにし、ベルギーで半年間ソルヴェー社の工場を見学した。

セメ・ソルヴェー炉を創始したのはセメ (Louis Semet) である。従兄弟のソルヴェー (Ernest Solvay, 1838–1922) のアンモニア・ソーダ製造に関連して、アンモニアを供給するために副産物回収炉を研究し、明治15年 (1882) に6炉1連の炉を築いたのが最初である。この炉は火の通路が水平である点でドイツのオットー・ホフマン炉 (オットーの考案した炉をホフマンが改良したもの) と異なり、炉と炉の間に隔壁があり、また火の通路に「レトルト」とよばれる空洞の煉瓦を使った点でサイモン・カルヴェ炉 (フランスのカルヴェの炉をイギリスのサイモンが改良を加えた) と異なる (図2)。このような構造のために、構造は安定し、修理は容易となり、製造速度は増した。サイモン・カルヴェ炉やオットー・ホフマン炉が48時間要したコークス製造を新しい炉は24時間で成し遂げた<sup>12), 13), 14)</sup>。

**本邦初の副産物回収コークス炉の建造** 資本金20万円を投じたこの事業が外国人技術者の手を借りず、果たして成功できるかと、官立機関のあ

る技術者は疑った。これをきいた下村は、外国人を雇うなら自分は辞任する。あくまで独力で建造し運転したいと外山社長に申し出た<sup>15)</sup>。機械や主要部分の耐火煉瓦はベルギー製を使った。運転開始には最も神経を使った。もし築造が不完全であるかまたは操作に不備があれば、プラント全体が爆発する恐れは十分にあった。下村は三千円の生命保険に入り家族のため万一に備え、文字どおり生命を賭け一世一代の事業として取り組んだ<sup>16)</sup>。

明治31 (1898) 年11月、大阪西区 (現、此花区) 川岸町でセメ・ソルヴェー式16炉1連の運転は開始され、昭和5年まで32年間連続作業するという輝かしい成果をあげた (図3)。梅雨のある日本での露天の運転も全く支障がないことを証明した。運転開始とともに、生じた副産物のアンモニアから肥料用の硫酸アンモニウムを製造した。これは本邦初の硫酸アンモニウムの大規模生産であった。大阪専門工業はさらに5炉を追加建造した。

明治38年、官営八幡製鉄所長官、中村雄次郎陸軍中将 (1852–1928) が視察にきて下村の技術の好成績に目をつけ、製鉄所にも同型の炉を建造することを依頼した。日露戦争が起こり、海軍用の

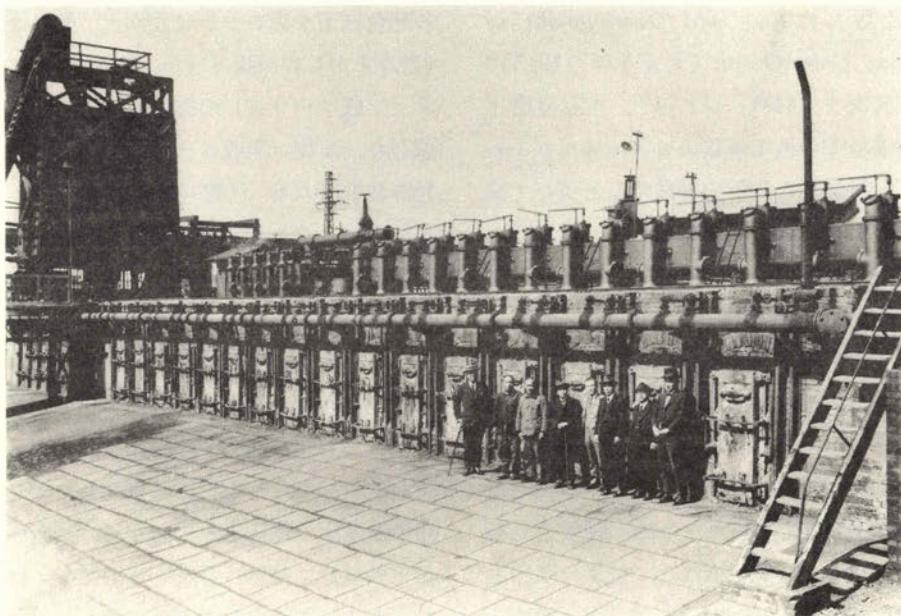


図3 下村が建造した日本最初の副産物回収コークス炉（大阪舎密工業），昭和6年撮影

練炭のためのピッチを必要としたためである。下村は明治40年から42年にかけて製鉄所に150炉を建設した。「骸炭炉事業嘱託の慰労として金五百円給与す」という製鉄所辞令（明治40年5月31日付）が残っている。副産物を販売したためコークス製造費を下げる事ができ<sup>17)</sup>、ひいては鋳鉄の製造費を下げ、明治43年（1910）には創業以来初めて黒字に転ずることができた。八幡のコークス製造を指導した下村の技術は、全国のコークス工業に影響することになる。その後、副産物回収コークス炉は各地に建造され、大正14年には1000炉も存在するに至った<sup>18)</sup>。

**副産物回収炉の研究発表** 明治34年、下村は副産物回収炉についての研究を『東京化学会誌』で発表した<sup>19)</sup>。明治33年現在での世界中のセメ・ソルヴェー炉32箇所を列挙し、窯数、初運転の年月、年間のコークス産量を示した表は、世界の趨勢を明らかにしている。大阪舎密工業の16炉はこの表では日本唯一で、世界最初のベルギーの炉の初運転から15年後、初運転の順位は25位、年産10800トンである。

また大阪舎密工業の試験窯でおこなった50種余の国産炭のコークス化の成績を示し、長崎県の香焼島の石炭が最も良いが、それでも洗滌、粉碎、調合の作業を経て初めて外国産に類するものが得られるとして述べている。

明治36年の『薬学雑誌』では、副産物回収炉の歴史から説き起こし、工業的に成功した三つの炉、サイモン・カルヴェ式、オットー・ホフマン式およびセメ・ソルヴェー式の構造を比較して、最も優れているのはセメ・ソルヴェー式であるとし、大阪舎密工業の炉と副産物回収設備の配置図を示している<sup>20)</sup>。

1個の炉の長さは10m、幅は0.45m、高さは1.7mで、これが16個連なっていた。燃焼口は本来一つだったのを、下村は二つに改良した。ガスは副産物の一つであるが、予め加熱した空気を混ぜてガスを燃焼させ、これを火の通路に通してコークスを製造すると、約30%は余剰ガスとなる。大阪は地下水が近くで余剰ガスを多量に遣すには不利であったが、それでも余剰ガスを得たと述べている。

米国で出版した *Rise and Development of Semet-Solvay Coke Ovens* (大正4年; 1915) と題する英文冊子 (44ページ) は<sup>14)</sup>, 大阪倉密工業, 官営製鉄所その他で多数のセメ・ソルヴェー炉を建造し, 操業した長年の経験にもとづいて論じた総決算というべきものである。その後もコークス炉の改良の海外の情報には注意していた。

**技術者は造物主** 八幡製鉄所でセメ・ソルヴェー炉を建造中, 夜の仮事務所での技術者たちの雑談の中で, 技術者の地位が文官や軍人よりも低いという強い不平が出た。これに対して下村は次のように述べたという。技術者の地位が低いのは, 日本がまだ文化国でないからだ。しかし地位や名誉を考えるのは眞の技術者ではない。技術は学問と同じくそれ自身神聖なものである。いま我々が作っているこの炉は, 石炭を食い, コークスやタールを吐き出す生きた動物である。これを作る技術者は, いわば神のようなもの, 造物主のようなものである。新たに物を作り, それに魂を吹きこんで後世に残すことほど楽しいものはない<sup>19)</sup>。

**下村式石炭低温乾留法** 副産物回収炉は普通の平窯と違い, 原料に圧力がかかるので, この炉さえ作れば良質のコークスが得られると, 初め下村は考えた。しかし硫黄分の少ない堅いコークスはできなかった。炉の構造よりも原料炭の良否が肝心であることを下村は悟った。当時は軍の方針で国産炭しか使えなかったので, 下村は国産炭を配合することを思い付き, 天草島の無煙炭を配合するなど配合技術の開発に苦心し, ついに輸入品にまさる高品位の鑄物用コークス (倉密コークス) の製造に成功したのは, 運転開始から数年もしてからであった<sup>20)</sup>。セメ・ソルヴェー炉を独立で導入しただけでは誇るに足りない。下村の真骨頂は日本の与えられた条件下で, 良質の国産コークスを作り出したことである。

上述のように軍需品独立の方針から, 国産炭だけで良質コークスを作れという軍の要請が, 下村

に配合技術を思いつかせたが<sup>21)</sup>, それは低温乾留 (当時まだこの用語はなかった) によるコーライト (半成コークス) の製法とその配合によって完成した。X炭 (半成コークス) 法とよばれるこの特許は明治41年 (1908) に取得された (特許第13583号)。それは数種の有煙炭を400–600°Cに熱してコーライトを作り, それを15–40%の割合で有煙炭と配合し, 1000–1200°Cで良質のコークスを得る方法であった<sup>22)</sup>。国産の揮発分の多い瀝青炭からは, つねに割れ目が多い, 粗い劣等なコークスしかできず, 冶金用, 鑄物用としては価値がなかった。しかしこの下村法によれば, 外国産の無煙炭を混合することなく, 国産のいかに揮発分の多い, 粘結性石炭を用いても, 繊密堅牢なコークスを製造することができた。

後年, 下村と独立にザール地区でサン・クレール・デヴィル (St. Clair Deville) によって同様な方法が開発された<sup>23)</sup>。

下村は「X炭」製造装置, A型 (特許第50532) とB型 (特許第61446), を設計開発した。ここにはA型とB型を組み合わせて, 炭化能力を増大し, 燃料を節約したC型の図を示しておく (図4)。これにより乾留生成物であるX炭を小さい粒状として排出し, そのまま他の石炭 (粉炭) と混和できた。劣等な原料から良質のコークスを得るこの下村式 LTC 法 (低温乾留法) は, 昭和3年 (1928), 三井鉱山会社 (釜石) で, 昭和4年, 北海道の輪西製鉄所でも採用された。それは第二次大戦後の困難な原料事情での操業をも可能にした。さらに現代の成形炭配合コークス技術にも受けがれている<sup>24)</sup>。

下村式 LTC 法の主産物はコークスであるが, 副産物の低温タールも重要で, 夕張炭のように揮発分の多い石炭を使用すると, その1割は低温タールとして回収される。これは直接燃料あるいはディーゼル機関用として優れた液体燃料になった。また水性ガス増炭用油として, 実験室および工場テ

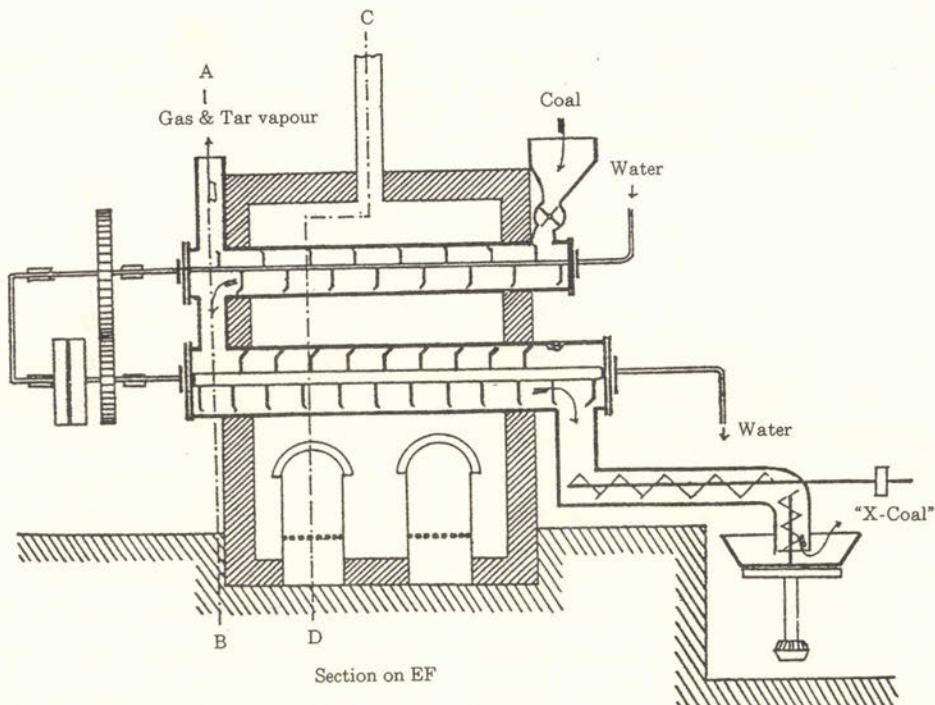


図4 下村式石炭低温乾留装置. C型

ストの結果、普通のガス油に比べて遜色のないことが明らかになった。物理的、化学的性質が石油に似ており、高温で容易に分解して、不飽和炭化水素とメタンを生じるからである。また高温コールタールの代用としても用いられた。

普通蒸留または蒸気蒸留によって低温タールを分留すると、タールベンジン、軽油、中油、重油、減摩油、グリースおよびピッチに分離され、最も軽い部分、タールベンジン、は低温ガスから捕取出したガスベンジンと混和し精製すると将来、自動車、飛行機の燃料として価値が多いと下村は述べた。下村式 LTC 法は、液体燃料を得る方法としても日本で最も早いと、外国の研究者からも注目されている<sup>25)</sup>。

**工業界に在籍のまま同志社社長に就任** 明治37年（1904）、44歳のとき、大阪舎密工業に在籍のまま第6代同志社社長（現在の総長）に選挙せられ、2年間勤めた。明治38年には、大阪舎密工業

取締役に就任している。

**タール蒸留事業** 副産物のうちガスと硫酸アンモニウムはそのまま製品となつたが、タールは軽油、重油、ピッチに分けなければならない。下村がタールの蒸留事業に着手したのは明治38年である。明治40年には、純白のナフタリンを大量に商品化した。下村はしかし軽油からベンゾールを採取するよりも、直接ガスから採取するほうが利益があると信じ、大正4年（1915）、ソルヴェー式のベンゾール・プラントを建て、90% ベンゾール、ソルベントナフサの販売を始めた。ガスからベンゾールを回収したのは、これが日本最初とされている<sup>26)</sup>。

**ガス事業** 大阪瓦斯株式会社の創業は大阪舎密工業と同じく明治29年であるが、実際の営業は明治38年から始まった。下村は技師を嘱託され、月手当五十円を支給され（明治38年5月1日付）、ついで岩崎工場監督となってガス製造を引き受け、

月俸三百円を支給され（明治39年8月1日付），さらに技師長となり，月俸四百円を支給された（明治40年6月1日付）。明治42年，大阪瓦斯社長の依頼により，大阪舎密工業の余剰ガスを導管で毎日5800—8500m<sup>3</sup>を送った。コークス事業とガス事業を連絡させたのは，これが最初である。大正5年には技術部顧問となり年手当千五百円を支給され（大正5年4月1日付），さらに大正7年からは年手当五千円を支給されている（大正7年2月6日）。両社は大正14年に合併した。

**木材防腐事業** 前述のように八幡製鉄所で150炉を建造したとき，タール蒸留設備も作ったが，製鉄所では当時の海軍の燃料であった練炭製造のためのピッチだけを必要とし，タールの約4割を占めるタール油の処置に窮した製鉄所長官から下村に相談があった。下村は大胆にもこれを引き取る長期契約を結んだ。引き取った以上はこれを利用しないと身の破滅となるので，タール油からクレオソートを抽出し，木材防腐用にするため，大阪瓦斯の協力を得て，明治39年に東洋木材防腐株式会社を創立した。鉄道の枕木や電柱を利用して木材防腐事業として初めて成功を収めた。

**合成染料への関心** 下村はジョンズ・ホプキンズに留学中，レムゼン教授の指示によりインジゴ合成の歴史を調べたことがあった。このとき以来染料合成に興味をもち，有機化学の応用は染料製造と薬品製造であると考えていた。大阪瓦斯は染料の原料となるナフタリンを大量に製造していたので，明治35年，大阪の自宅でこれを使って硫化染料を試作した<sup>27)</sup>。

**実験事故により失明** 大正3年，第一次大戦がおこると，ドイツからの染料輸入が途絶えることが予想され，稻畑勝太郎（1862—1949，フランスに留学して染色技術を学んだ。当時，大阪商業會議所副会頭）の勧めもあって，下村は13年前のナフタレン染料の実験を再び自宅でおこなった。8月の暑気と一日大阪で働いたあとの疲労にもか

かわらず，京都に帰宅したのち，夜9時頃，硫酸，硝酸，ナフタレンを配合し加熱中，突然爆発し混酸を顔面に浴びた。数週間後，火傷は治ったが，両眼は「物の輪郭は見えざれど，おぼろに黑白を判ち得る」状態となった<sup>28)</sup>。53歳のときである。

**推薦による工学博士学位** 大正4年，工学博士会推薦により工学博士を授与された。明治31年に改正された学位令の，「博士会において学位を授くべき学力ありと認められたる者」という規定によったものである。工部大学校または東京大学で学ばず，外国の大学で学んでこの学位を授けられた4人の一人であり，工学博士として異色の存在である<sup>29)</sup>。なお昭和8年には母校ウスター工科大学から名誉工学博士を贈られている。

**合成染料事業** 事故の後下村は，大阪瓦斯の副技師長，三好久太郎（1872—1934，製鉄所で下村がタール回収式コークス炉建造の指導をした人。工学博士）とともに，大阪瓦斯の工場の一隅を借りて，自宅の設備を移し<sup>30)</sup>，自己資金を投じてその染料を製造し，「シミアン・ブラック」（下村・三好の頭文字から命名）として市販した。すでに染料の輸入は途絶えていたので，これは相当の利益を上げた。それをまた設備の拡張に用い，他の染料をも製造した。これを見て大阪舎密工業からも染料製造の指導を要請してきたので，同社が大量に製造していたベンゾールからアニリン及びアニリンソルトの製造を始めた。以上は日本最初の有機合成染料の工業的製造であった<sup>31)</sup>。

下村によれば，ドイツ留学以来30年にわたって日本の染料工業の確立を宿願としていた高松豊吉（1852—1927）の尽力によって，染料医薬品製造奨励法案が大正4年10月に成立し<sup>32)</sup>，これにもとづいて大正5年（1916），政府が配当を保証する国策会社，日本染料製造株式会社が資本金800万円で大阪舎密工業と隣接して，西区（現，此花区）春日出町と川岸町に跨る3万坪の土地に設立されたとき，最適の人物として技師長就任を要請され

たのは、このような先駆的な活動による。眼が不自由なため固辞したが、周囲の強い要望のため結局受諾した。年俸六千円を支給された（大正5年3月18日付）<sup>33)</sup>。

日本染料は下村の指導の下に大阪舍密工業のアニリン工場と大阪瓦斯の染料工場を買収して、その製造をそのまま引き継ぎ、八幡製鉄所からのタル分留品を主原料として、助剤、中間物から染料まで一貫した工場の建設に着手した。大きな研究実験室、半商業規模のテストができる工業実験室、小規模生産ができる実験的プラントを備えていた<sup>34)</sup>。

しかし眼の回復がはかばかしくなかったので、大正7年2月、辞任して技術顧問となった。退職手当千円を給与され、技術顧問の報酬として年額三千円を支給された（大正7年2月5日付）。技師長は三好久太郎が継いだ。その1年半の間に製造した染料は、コンゴーレッド、ベンゾパープリソ、ローダミンB、クリソフェニンなど14品目、その量は240トンで、その中アニリンソルトが70%，硫化染料が20%であった。また中間物、助剤は石炭酸、硫酸など19品目を数えた<sup>35)</sup>。この会社は昭和19年、住友化学と合併し、有機化学部門を担当することになった。

大正12年、下村は大阪舍密工業の社長に就任し、14年には大阪瓦斯と合併した。13年には東洋木材防腐株式会社会長に就任した。

**本邦初の化学工学の訳稿** 同志社の下村文書の中に「化学工学」と題する毛筆草稿88葉がある。表題の横に「明治36年1月起草」とある（図5）。これは化学工学の開拓者、ディヴィス（George E. Davis, 1850-1906）の *A Handbook of Chemical Engineering*, 2 vols., Manchester (1901-02) を翻訳したもので、なぜか第1巻第3章の初めて止まっている。欄外の日付は7月8日である。原著の第1巻第2章に載っている technical laboratory (下村の訳語で、「工業実験場」) を作るに要する費用を問い合わせた下村へ

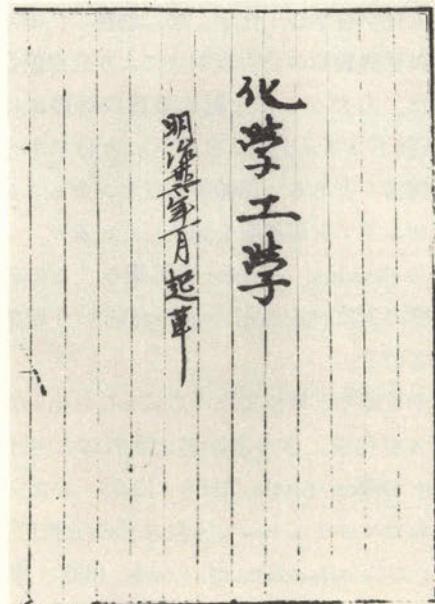


図5 ディヴィス『化学工学ハンドブック』の翻訳草稿（明治36年1月起草）

の、原著者の見積りの返信（1902年4月28日）が、第1巻の該当する箇所に貼付されているのは注目される。原著者への問合わせや、翻訳草稿の年代（明治36年；1903）からみて、下村はこの書物の出版後いち早くこれを読み、その価値を認めたものと思われる。

原文を逐次翻訳したものであるが、chemical engineer というものが公認されたのは1880年であり、その年に Society of Chemical Engineers をロンドンで結成しようとしたが、人数が少なくて成立しなかったことを述べた節は省略されている。そこでは chemical engineer (下村は化学工学師と訳している) を次のように定義している。「化学、物理学、および機械学の知識をもち、その知識を大規模の化学反応に用いる人」というのである。コークス炉や副産物回収装置を自ら建造し、石炭の低温乾留の機械を設計した下村は正に化学工学師でもあった。

著者ディヴィスは、はじめ Slough Mechanics

Institute で機械学を、ついで Royal School of Mines で化学を学び、化学工場に勤務したのち、1863年の世界最初の公害規制法により公害監視官になった。したがって上記の著書の肩書きには「故女王陛下（ヴィクトリア女王）の前アルカリ工場監督官」とある。1880年にはマンチェスターでコンサルタント事務所を開業している<sup>36)</sup>。このときから chemical engineer を名乗り、この著書にも前歴の上に chemical engineer という肩書きをついている。

蒸留や乾燥など単位操作の方式を打ち出したディヴィスを化学工学の創始者とすれば、リトル (Arthur Dehon Little, 1863–1935) によって創始されたマサチューセッツ工科大学の化学工学科と、ルイス (Warren Kendall Lewis, 1882–1975) ら MIT グループの *Principles of Chemical Engineering* (1923) は、その完成である。日本に導入されたのは、この MIT 方式であり、吉川玉吉 (1890–1925) の『化学機械の理論と実際』(1925) が最初である<sup>37)</sup>。

京都大学に化学機械学講座ができたのが大正11年 (1922) で、日本の大学に官制として化学工学専門の講座が設けられた最初であった<sup>38)</sup>。chemical engineering はまず化学機械と訳されて日本に導入されたのである。京都大学に化学機械学科、東京工業大学に化学工学科ができたのが昭和15年 (1940) である。下村はこの点でも先覚者といえよう<sup>39)</sup>。それにしてもあのような早い時期に「化学工学」という呼称をよくぞつけたものである。もっとも最初は舎密工学と書き、のちに化学工学と書き直している。大阪舎密工業技師長の下村には舎密がなじみやすかったのであろうか。多忙な下村があの翻訳を完成することはできなかったが、もし完成し出版していたら下村が日本への化学工学の導入者となっていたであろう。日本で最も早く化学工学に関心を払った事実は動かせないであろう。

**技術者である息子たちへの教訓 二人の息子、明（理学士、英国リーズ大学、Ph. D., 京大助教授、後年、大阪瓦斯取締役）と孝次（工学士、[財] 地下資源研究所理事）はいずれも化学技術者となり、化学工業界で活躍した。下村がかれらに与えた教訓 8 節条は味わい深いものがあるが、長くなるので、そのうちの二、三を原文のまま、それも省略しつつ次に紹介する。**

「技術者は機械に非ず、機械を支配する職なれば人生を弁じ、人間を支配する能力なかるべからず。」

「世に技術家かたぎと申す変てこりんのものあり。他人の言うことを聞かぬ性質を指すなり。(中略) 折々素人が途方もないことを言い出すことあり。かかる言い分には技術者の参考として思考の種となるものなきにしもあらず。」

「技師は経済の思想なかるべからず。理想的の技師は技術に加うるに営業の才能ある者たるべし。これなき技術者は一種の高等職工たるにすぎず。」<sup>40)</sup>

**宗教論・心靈研究・老いの研究・英文詩作 五十年代前半の働き盛りで突如失明した下村は、暗黒の世界で外界から遮断されるままに、内面の問題、宗教問題に沈潜した。その瞑想の所産を家人に筆記させて出版したのが、『靈魂不滅論』(大正11年 [1922], 初版; 昭和14年, 第3版) と『我が宗教觀』(昭和6年, 初版; 昭和8年, 訂正版) である。それぞれ61歳と70歳の著作である。**

心靈研究は欧米ではジェームズやベルクソンなどの哲学者や、後述の科学者などが真剣に取り上げ、後述の英国の学会も19世紀中ごろに設立されているが、日本のアカデミズムの中では現在にいたるまで、ほとんど取り上げられなかった。下村は心靈現象には失明以前から深い興味をもっており、英國の心靈研究協会会長をしていた物理学者、オリヴァー・ロッジ (Sir Oliver Lodge, 1851–1940) の *Man and the Universe* (1908) を熟読

して、多くのペンシル・マークをつけていた。ロッジとは文通もあったという。ロッジはテレパシーやテレキネシス、息子に死なれてからは死者との交信に興味をもった。下村は心霊研究に関する洋書や和書の単行本を数多く所蔵し、英國の心霊研究協会誌、*Proceedings of the Society for Psychical Research*は、1889年から1920年度までが今も残っている。著名な化学者、クルックス（Sir William Crookes, 1832-1919）も熱心な心霊研究者であり、この雑誌へも多く寄稿している。下村は失明後も、京都大学医学部精神科の今村新吉教授（1874-1946）らと自宅で研究会を開いていた。その成果は*Scientific American*で発表する予定だったという<sup>41)</sup>。

下村は爆発事故にあったころ、精神と身体の分離を体験したと述べている。数か月間は、両眼の痛みが脳に響いて耐え難く感じたが、そのうち負傷したのは自分でなく、他人が負傷したような感じをもったという。身体に外部より大変動をうけたとき、自分という精神は、ある程度まで、身体より分離するのではないかと述べる<sup>42)</sup>。しかし死者の靈が遠隔の知人に現れるという、心霊研究で最も収集例の多い現象は、そのような現象が起こって然るべき知人が二人米国で死んだときも体験できなかったという。

「老齢」研究もかなり長期の関心事だった<sup>43)</sup>。熊本洋学校の同級生、吉田作弥（1859-1929、シャム駐在特命全権公使）と意見交換をしたのが始まりで、その後は浮田和民とも研究した。浮田はこの問題を扱った英書と仏語からの英訳書の2冊を下村に贈った。村井知至（1861-1944、同志社神学校卒、東京外語教授、英語学者）も下村に Granville Stanley Hall, *Senescence, the last half of life*, D. Appleton and Company (1922) [老境] という書物を贈った。後に村井はそれに多くのペンシル・マークがつけられているのを見たというが、出版年からいえば失明後の本

であるから、残っていたかすかな視力で読んだのか、あるいは家族に読んでもらったのであろうか。

東洋の著名人の晩年を研究するための資料も収集したという。老人の生活、思想、趣味、食物、服装、事業、養生法、処世法、幸福、体験、理想、本質など多数の題目について研究した。下村の未発表のエッセーの中にそのような研究が含まれているかも知れない。老いの自覚はあっても、これを研究の対象とする人は少ない。下村は何事についても研究的な人であったといえよう。

江戸時代の知識人が漢詩をたしなんだように、下村は英詩を作った。その詩は志を述べたものではなく、『我が宗教觀』の巻末の長詩、“A Dream of Three Nights” のように、哲学、科学をへて宗教にいたる著者の人生観、宗教觀を述べたものである。

英詩集 *The Fallen Leaves* (昭和6年、私家版)にはこの詩を含めて6篇の英詩が収められている。化学を学び技術を職業とした著者は、実験室の爆発事故によって視力を失って以来、物質界との接触を失い、思考の方向は精神界へと向かい、目に見えるものから見えないものへ、触知しうるものから触知しないものへと向かった。つまり人生について、また神について瞑想するようになったと述べている。On My Blindnessでは、視力を失ってもなお勇敢に戦った宗教改革者ツィスカ (Ziska) に想いを馳せ、心の目を見開いて真理のために戦いたいと詠む。

Enough, if in mind shines the light of day,  
Though bodily it may be a gloomy night.

晩年の歌集『虫の音』(昭和15年、私家版)には、老境の寂寥を詠んだものが多い。しかし、ひとりだに我をおもはむ人しあらば  
世に生れこしかひはあらまし  
には優れた業績をあげたものの自負心が伺われる。下村がなし遂げた本邦初の貢献の数々は、自立期の日本の染料工業、石炭乾留工業、鉄鋼業の歴史

の中で永く記憶されるであろう。時代への機敏な対応、合理的な有用性の追求、そして毅然たる独立心に、英米流の技術者・企業家の立場を貫く心意気がみられる。

## 注

- 1) 自ら記した「下村孝太郎履歴」(大正14年8月、同志社史資料室所蔵)によれば、「三年にして卒業す」とあるが、同志社に寄贈された熊本洋学校の英文卒業証書と和文卒業証書には、明治5年に入学し、9年に卒業したことが明記されている。「下村孝太郎履歴」(全8頁)と「下村孝太郎工業履歴」(全22頁)は、いずれも大正14年8月付で、謄写版刷り、A5版。単なる履歴書ではなく、記述を含み一種の自伝と見ることができる。この前年に藍綬褒章を受けており、求めに応じて各方面に配布したものと思われる。筆者も下村孝太郎の次男孝次氏より、各1部を頂いている。
- 2) 同志社大学人文科学研究所編『熊本バンド研究』(みすず書房、1965) p.93.
- 3) フレッド・G・ノートヘルファー著(飛鳥井雅道訳)『アメリカのサムライ—L. L. ジーンズと日本』(法政大学出版局、1991) p. 207.
- 4) L. L. Janes, *Kumamoto, An Episode in Japan's Break from Feudalism*, I.『史料彙報』第2集、同志社史資料編集所(1968) p. 37.
- 5) 重久篤太郎『明治文化と西洋人』(思文閣出版、1987) p. 63.
- 6) 下村孝太郎『我が宗教観』(訂正版)(北文館、昭和8年) p. 20.
- 7) 下村孝太郎「同志社ハリス理化学校設立ノ趣旨」『同志社百年史、資料編1』(1979) p. 444.; 飯田賢一編『科学と技術』日本近代思想体系14、(岩波書店、1989) p. 268.
- 8) レムゼン書簡3通、同志社史資料室所蔵。
- 9) 前掲「下村孝太郎履歴」p. 3.
- 10) 下村孝太郎「燃料縦横談」『燃料協会誌』第161号(1936) p. 256.
- 11) 上掲論文、p. 257.
- 12) 下村孝太郎「日本における副産物捕取装置骸炭窯」『東京化学会誌』22(明治34年) p. 379.
- 13) 下村孝太郎「副産物捕取の骸炭事業」『薬学雑誌』(明治36年) 第254号、第255号、第256号。
- 14) Kotaro Shimomura, *Rise and Development of Semet Solvay Coke Ovens*, Mason Printing Corporation, Syracuse and New York, (1915) p. 20.
- 15) 「下村孝太郎工業履歴」(大正14年8月)(同志社史資料室所蔵) p. 4.
- 16) 下村明「わが父を語る」『コーカス・サーキュラー』第14巻、第2号(1965) p. 61.
- 17) コーカス製造原価は、明治41年から大正3年の間に1/3になった。日本鉄鋼史編纂会編『日本鉄鋼史・明治篇』(復刻本)五月書房(1981) p. 441.
- 18) 前掲「下村孝太郎工業履歴」p. 5.
- 19) 前掲「わが父を語る」p. 62.
- 20) 『大阪瓦斯五十年史』大阪瓦斯株式会社史編集室(1955) p. 38.
- 21) 前掲「燃料縦横談」p. 264.
- 22) *Shimomura Process of Low Temperature Carbonisation (Method of Making Superior Coke)*, p. 1.『下村式石炭低温乾留法』(優良骸炭を製造する方法) p. 1. これは英文23ページと、同じ内容の和文11ページからなる冊子で、特許内容を説明したものである。出版年はないが、昭和2年の文献が引用されているので、それ以後とみられる。英文が長いのは写真と図版が英文の方に入っているからである。
- 23) Akira Shimomura, "Kotaro Shimomura," *Journal of the Chemical Society*, January (1939) p. 221.
- 24) 飯田賢一「下村孝太郎—日本鉄鋼技術の恩人」『同志社時報』62(1977) p. 34.
- 25) たとえば、1990年末に来日して、戦前戦中の日本の合成燃料研究を調査したテキサス農工大学のStranges副教授は、日本で最も早くLTC法を開発した下村に大きな関心を示した。
- 26) 前掲「下村孝太郎工業履歴」p. 7.
- 27) 同上、p. 13.
- 28) 同上、p. 15.
- 29) 今津健治「下村孝太郎と工学博士の学位」『同志社時報』62(1977) p. 32.
- 30) 『日染廿年史』日本染料製造株式会社(1936) p. 27.
- 31) 下村 明「下村孝太郎と染料工業」『日本科学技術史大系』21(1964) p. 243.
- 32) 下村孝太郎、三好久太郎「高松博士と本邦染料工業」(同志社史資料室所蔵)。日本染料製造株式会社の用紙にタイプで打った公式の文書(全17頁)で、高松豊吉の鶴寿(80歳)と英國化學工業会名誉会員に推挙されたことを祝賀するために書かれたものと思われる。
- 33) 当時のトップ・レベルの化学技術者が、どの程度の報酬を得ていたかを知ることができるので、本文のところどころに給与の辞令(実物は同志社史資料室所蔵)を挿入した。大阪専密工業の辞令

は発見できなかった。

- 34) Alcan Hirsch, "Japan Starts Its Dyestuff Industry," *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 9 (1917) p.452.
- 35) 『住友化学工業株式会社社史』(1981) p. 149.
- 36) 神保元二「ペリーのハンドブックにいたる道——化学工学形成史ノート」『化学工学』42 (1978) p. 8; 「化学工学の成立史再論」『化学工学』54 (1990) p. 615.
- 37) 内田俊一「化学工学の黎明」『化学と工業』, 35, (1982) p. 163.
- 38) 神保元二「協会の歩みを中心とした化学工学の歴史」『化学工学』, 50, (1986) p. 167.
- 39) 筆者はかつて下村の草稿「化学工学」が、日本で

最も早い化学工学の受容を示すものという指摘をおこなった(『同志社時報』No. 53, 1975年)。その後、化学工学の専門家、神保元二教授がこれに着目されて、日本の化学工学史の中で先駆的地位を下村に与える論文(上記の注36)を書かれた。

- 40) 前掲「わが父を語る」p. 66.
- 41) 『中外新聞』大正13年3月28日の記事による。
- 42) 前掲『我が宗教観』p. 64.
- 43) 村井知至「故下村孝太郎先生晩年の傳」『下村先生追憶録』(1938) p. 18.  
(本稿作成に当たって同志社社史資料室、同志社大学図書館、関西大学図書館のお世話を深謝する。)

## Kotaro Shimomura: His Pioneering Works and Personality

Eikoh SHIMAO

Born in Kumamoto in 1861 as a son of a poor samurai family, Shimomura spent his younger days in an age of drastic change: from feudalism to a modern nation. Attendance from an age of eleven for four years at a Western-style school in Kumamoto was decisive for his career. An American, Captain Leroy Lansing Janes, a West Point graduate, gave there a thoroughgoing training in English, and then instructed Western science and arts exclusively in English. The school, which lasted only for five years, turned out to be one of the most important schools of the time, for it produced many leading figures in various fields. Moreover, to missionaries' great surprise, Janes, an enthusiastic Christian but no missionary, converted 35 pupils at a stroke to Christianity. Thus Shimomura acquired in Kumamoto lifelong interests in English, Christianity and science.

This led Shimomura and other members of the "Kumamoto Band" to Doshisha, the sole Christian college founded by Joseph Neesima

in Kyoto. In 1885 he went to America to study chemistry at Worcester Polytechnic Institute, Mass., and organic chemistry at Johns Hopkins University under Ira Remsen. While studying there, he was requested by Neesima to come back to Doshisha to found a scientific school with an aid of endowment of \$100,000 by J. N. Harris. As Director and Professor of Chemistry, he served for six years at the Harris School of Science, the first private, scientific institution at a higher educational level in Japan.

After resigning from his post at Doshisha, he decided to enter the industrial world. By-product coking, an industry entirely neglected in Japan and America, and only a little practised in Europe, was his choice. Having investigated the subject abroad, he built and started in 1898 a battery of 16 Semet-Solvay coke-ovens for a newly founded Osaka Seimi Works Co., the first by-product coke-ovens in Japan. Using ammonia, a by-product, he produced ammonium sulfate, which was the

first large scale production of it in Japan. Owing to the success, he was requested to build 150 by-product ovens at the Imperial Steel Works Co. and other companies.

Coal-tar in those days was of little use in Japan. On acquiring a longterm contract with the Imperial Steel Works for their tar, Shimomura founded the Toyo Wood Preserving Co., the first successful enterprise in Japan for creosoting railway sleepers and telegraph poles.

At first Shimomura supposed that the Semet-Solvay ovens, unlike a beehive oven, would be able to produce high quality coke. But this was not the case. He realized that it was the quality of material coal, but not the type of ovens that mattered. In those days according to the military policy, only Japanese coal had to be used. He made great efforts in developing the blending technic of Japanese coals of inferior quality, and finally succeeded in getting a high quality coke.

It was completed in his new process, for which he took out a patent in 1908. At first he produced a semi-coke through low temperature carbonisation at 500°C, of which term was not coined yet in those days, of highly volatile native coals, and then he blended it with volatile native coals, obtaining a hard coke at 1000-1200 °C. The Shimomura process enabled operation of coke industry at the difficult time of material shortage immediately after World War II, and is inherited in blending technic today.

When World War I broke out, Shimomura resumed his research on naphthalene dyestuff at a chemical laboratory at home in 1914. One evening, a violent explosion occurred, which left him totally blind : he never fully recovered his eyesight. Despite this accident, he manufactured several kinds of synthetic dyestuffs, and achieved a commercial success. It was the first industrial manufacture of synthetic dyestuffs in Japan.

When the Japan Dyestuff Manufacturing Co., subsided by the Government, was founded in 1916, Shimomura was asked to be in charge of the plant, because of his pioneering works. Under his direction 14 kinds of dyestuffs and 19 kinds of auxiliary agents and intermediate substances were manufactured in a year and a half until he resigned the post because of his poor eyesight.

He was appointed President of Doshisha University in 1904, presiding for two years, while working in industry. He was awarded D. Eng. degree by the Japanese Government in 1915 on the recommendation of the Society of Doctor of Engineering, and D. Eng. (hon.) by Worcester Polytechnic Institute in 1933.

Among Shimomura's manuscripts we found a translation draft (1903) of G. E. Davis, *A Handbook of Chemical Engineering*, 2 Vols., (1901-02). It is an evidence in a written form that he was the first to receive the new subject of chemical engineering in Japan. Since it was in 1940 when chemical engineering was institutionalized in two universities in Japan, he should be regarded as a pioneer in this field, too.

Although he was a chemist by education and an engineer by profession, he was deeply interested in psychic phenomena; he organized a small research group, having regular meetings at home. Having lost his eyesight, and consequently contact with material world, his thoughts turned from the visible to the invisible, from the tangible to the intangible. He published two books, *The Immortality of the Soul* (1922), and *My Religious View* (1931), by dictating to his family. "Old age" was another theme of studies in his later life, which he pursued enthusiastically. Competent in English, he expressed his occasional reflections on human life and on religion in English poems, which were assembled in *Fallen Leaves* (1931).

〔特集：ラヴワジエ研究入門〕

## 第10回 化学認識の言語束縛性

金 森 修\*

### はじめに

一般的に言って、新しい化学物質を発見または合成することや、それまで漠然としか記述されていなかった一見無関係な現象群をある理論的総合によって統一するとかいうことが、学問としての化学的生産の実質部分を構成するということは間違いない。だがそれらの活動に付随する言語的生産、つまり新しい発見や理論を公開するさいにしたためられる論文や著書のかずかずは、上記の実質的活動に対して単なる贅言的な関係（つまり本質に付隨する単に冗漫な反復・反映という関係）をもつにすぎないとは、あながちいいきれない部分がある。つまりわれわれは次のように問うことも可能なのである。化学的情報を提示する論文のもつ全体的な様態、そのなかで行われる用語の選択、修辞的效果の探究などという営為は、文学や哲学など、化学とは普通あまり関係がないと見なされる領域内でのみ行われる、化学にとって純粹に外的な営為であるとは断言できないのではなかろうか。化学的理論の用語と構造の歴的変換を探りながら、化学文献をその文学的価値をも斟酌することで解釈するという問題設定、それは化学という事象的な世界を、媒介的存在としての言語的世界という広大な領域と対面させることを意味している。

本稿ではこのような特異な問題設定を出発点としながら、それにある一定的回答を与えようと努

力している成果のひとつとして、アンダーソン (Wilda C. Anderson) の著書『図書館と実験室とのあいだ』<sup>1)</sup>を取り上げる。本書が扱っている主要な資料は、マケール (P. J. Macquer, 1718-1784) とラヴワジエのいくつかの文献である。もっとも、それらのほとんどは化学史家にはすでにおなじみのものなので、本書はこれまで等閑視されていた史料に基づいてなんらかの新しい解釈を提示するという性格をもつものではない。先にも触れておいたように、彼がそこでおもに問題にしているのは、それらの資料が＜言説＞(discours) としてどのように組み立てられているのか、またそれらの言説がその構成の仕方によってどのような効果をもちえたのか、などという点である。つまり本書は化学史的データを元にした一種の認識論的議論であるといえる。だからその文献目録のなかにフーコーやダゴニエなどの認識論的業績<sup>2)</sup>が載せられているというのも充分納得がいくことである。

以下にわれわれは本書が扱っている問題を重要と思われるいくつかの点に絞り、テーマごとに紹介してみるとしよう。（したがって本稿では、本書の章だけを逐一追跡するようなことはしない。）

### 1. 空間性と鳥瞰

本書のまず第一の特徴は＜言説＞に関する次のような規定を提示している点にある。つまりある一定の命題を集積してそれらをひとつのまとまりとして提示することでなんらかの主張をしようとする＜言説＞がある場合、その言説はときには一

種の空間的な特徴をもつことができ、しかもそれによって他の言説よりも有利な効果をえることができるという観点である。常識的にいうならばわれわれは、図像や画像は一気に与えられる情報として<空間的>であり、音楽や言語表象は時間をおって与えられるので<時間的>であると考える。だがアンダーソンは、その時間的であるはずの言説群のなかに、ある種の空間性の住処をみいだそうとする。そのより具体的な説明をするために、彼はマケールの『化学辞典』(Dictionnaire de chymie, 1766)<sup>3)</sup>を取り上げる。

マケールはその辞典の第一版の序文で簡単な化学史的記述をしている。もっともその<化学史>は通常の事実的な記述とはいくぶん趣を異にしている。だがそれは他の部分と比べて無意味な付録であるどころではなく、周到に考えられた小史である。マケールの目には、化学はまだ技術的問題に答えるとともに、探究をする際の基礎を提供するような自己刷新的な哲学的伝統をもっていないと映る。化学が統一されているようにみえるのは、ただ<化学>という言葉があるからである。もちろん、化学をその最も初期において構成するのに貢献したのは<言葉>ではない。初期に化学的発展の起動力となったものは社会的な次元にあるものであった、とマケールは考える。つまり彼にとって歴史的にみて最も古い時代での枢要な事実は、人間が外界の脅威から身を守るためにまずは技術的学問を構成しなければならなかったということである。彼の考えでは人類は最初に<職人>を必要としたのである。だが職人芸がそのまま科学になるわけではない。職人たちの知識伝達は直接的な言葉や行為の模倣に基づくものであり、彼らは一般的にいって知識獲得に随伴する言説構成を、つまらない好奇心のなせる技と見なして重要視しなかった。だがその後、書かれた言語を主要な道具とする知識をもつ特權階級が成立しはじめる。彼らはやがて職人たちよりも重要な地位をしめるようになる。科学とは事実の関係の認識である。

ところで認識とは実在の関係の把握であり、<関係>を喚起するものは事物そのものではありえないのだから、事実関係を鳥瞰できる可能性をもつ人間は、言語を主要な武器としてもっている人々でなければならない。マケールはこのように考えるるのである。

常識的にいうと、言語とはすぐれて分析的なものである。そして分析は時間の流れのなかで遂行される。だがマケールは必ずしもそうは考えず、言語的生産と空間性を連結しようとするのである。ちなみにマケールの議論を理解するためにはロック (J. Locke, 1632–1704) の議論や百科全書の仕事を念頭におきながら話を進めることも可能なのが、アンダーソンはマケールの考えの背景にある思想潮流の最も凝縮された表現として、同時代の主導的な哲学者のひとりコンディヤック (E. B. de Condillac, 1714–1780) の書物を参考にし、それをさかんに引用する。この文脈でのアンダーソンはコンディヤックの次のような言葉を引用している。「分析するとはある対象の諸性質を継起的順序のなかで観察することである。精神の中でそれらの諸性質に、それらがそのなかで存在している同時的秩序を与えるためにである<sup>4)</sup>。」つまり分析という継起的行為は一見すぐれて時間的な営為であるようにみえるのだが、結果的には鳥瞰可能性をもつに至る認識内容の一覧表を潜在的に内包させているというのだ。マケール自身、辞典の論述過程において地図や領土などという空間的隠喻を多用しているが、それが単なる偶然とは考えられないとアンダーソンはいう。そしていまアンダーソンの問題意識に従い、またこのコンディヤックの命題を念頭におきながらマケールの仕事を把握し直してみると、そこには通常の論文などに比べて<辞典>という言説様態のもつ特異性が改めて浮上してくるということがわれわれにも理解できる。

そしてこの点を分析しようとしているのがまさに第3章 (『辞典とはなにか』) のテーマなのであ

る。まずアンダーソンはマケールが『辞典』第1版においては二つの序文を、第2版においても二つのあとがきをつけていたという事実に注目する。一般的にいうならば、専門家にとって辞典の序文やあとがきなどはたいして意味がないだろう。だがアンダーソンはあえてそれを取り上げる。第1版の序文をみると、マケール自身が、辞典という形態で化学的情報を与えることに対してある種の理論的考察を述べているということがわかる。辞典の項目としての情報はあまりに膨大で、かつあまりに断片的なものになるのではないか。だがマケールはそう考へない。実際にはその項目間に密接で系統的な連関をつけてやればいいのだと彼はいう。彼にとって、理想的な化学的認識とはすべての要素とその相互関係を一瞬にして捉えうる鳥瞰的な眺望のことであった。辞典とは、その項目を適宜利用することによってより長い言説を生み出しうる可能性をもった可触的な総体である。つまりそのなかには胚珠状態にある多くの知が眠っている。だがその際、どんな用語を用いて思考するかに従って、それ以降の知覚の可能性の枠組は決定されてしまう。言語と思考はお互いに相関している。マケールにとってある化学的体系を構成するということは、哲学的な実験室をつくるということである。膨大に存在する物質を辞典の項目へ巧みに分割すれば、それに随伴するようにして化学は構成されていく。辞典として浮上してくる言語的総体はまさに世界そのものを表している。だから彼にとって化学の仕事は言語の枠内でなされるのである。化学者の主要な機能のひとつはその発見を書きとめ、その言説を他の化学者たちと交換することなのである。

アンダーソンは以上のようにしてマケールにとっての言説構成が彼の仕事のなかでも基本的な機能を担わされていたことを確認する。そしてアンダーソンは同時代のディドロの百科辞典などの例もひきながら、「辞典」という特異な言説の性格を再度規定するために、「線的言説」(linear treatise

format) と「空間的言説」(spatial format)とを対置させる議論をしている。彼によれば次のようになる。「線的言説」の典型は数学の証明過程である。線的に構成されている言説はそれが一見自然な原因結果のシステムに従うように見えるということもあって、それに対抗しようという気をなくさせる。それに対して辞典のような「空間的言説」の場合、線的構成はまずアルファベット構成によって分断化される。内容と修辞的枠組みは分断され、よってそれらが本来同一なものではないということが読者に強く意識される。またそれは議論の証明的手続きへの特権視を破棄するということでもある。さらに読者は、哲学などという通常の線的言説のもつ力が単に修辞的なものに依存しているということを理解するようになり、それらに対して相対的な自立性を獲得するに至るというのである。

だがわれわれは、ここでのアンダーソンの分析には疑問を感じざるをえない。そもそも辞典の各項目が「空間的」だという規定にはどれほどの意味があるのだろうか。辞典の項目でも長いものもあれば短いものもある。それが何行目からは時間的になり、何行目までは空間的なままでいるなどという境界は果たして設定可能なのだろうか。アンダーソンはマケールのプログラムにおける辞典の重要性ならびに特異性を強調しようとするあまり、いさか無理な二元論を構成しようとしている。とはいもののこの欠点にもかかわらず、彼が言説のもちうる空間性について注目したということには依然として意味がある。科学的言説のような体系性をもつ言説群にとって、「空間性」の実効的な獲得は鳥瞰をしやすくするという意味できわめて重要である。より一般的にいうなら、「一覧表」は認識の単なる受動的な整理というだけのものではない。それは新たな認識を生み出しうる豊饒な原認識であると筆者は考える。ちなみにそれは例ええばアンダーソンも利用しているフランスの認識論学者F・ダゴニエの『具象空間の認

識論』の主要なテーマでもあった<sup>5)</sup>。だから上記のような留保にもかかわらず以上の論点は本書で注目すべき第一のものであるといえる。

## 2. マケールの失敗

確かにマケールは辞典という言説形態のもつ特異性を自覚していた。彼は辞典によって化学理論が自然に生成していくことを望んでいた。だが実際にには彼の辞典は技術的忠告の非体系的羅列におわってしまった。諸項目を相関的に把握する空間的構成という意図は、単に膨大なだけの断片的並列へと縮退する。その失敗は親和力とフロギストンを巡る彼の議論に最もはっきりと現れている、とアンダーソンはいう。順をおって、この点を見てみよう。

マケールの辞典の親和力という項目を調べてみると、親和力とはニュートンの万有引力を化学理論に適用したものだという理解が示されているのがわかる。マケールが最初にその力の観察をしたのは同質の二物体のあいだに働く場合であった。事実、ふたつの水滴や、平らな面であわせたふたつの板などはただちにくっつくのである。彼はそれを延長や不可入性と同一のレヴェルにある、物質に本質的な特性であると考えた。彼はそれを同質の物質間に働く力から異質な物質間に働く力へと一般化する。彼は便宜上、合成親和力 (affinité de composition) や複合親和力 (affinité compliquée) などという種類の存在を認める。可視的な物質がもつ質的な差異は、物質を構成する互いに異なる元素の親和力が多様であることを反映したものだと考えられる。彼の化合概念は異質で離散的な物質 (principe) がスカラーリーに結合するというものである。だが、その理論構成は原則から出発したおもに論理的なものであり、具体的な観察の入り込む余地は、理論が細かくつめられるに従ってなくなっていく。そのためいくつかの帰結は純粹に<思弁的>なものとなる。例えば彼は「構成成分の性質は合成後も残存する。

だから成分がわかればそれを分解しなくともその化合物の性質は理解できる<sup>6)</sup>。」と述べる。この場合、化学元素は今日的な意味での成分ではなく、元素を同定することを可能にする、観察可能な性質の支持実体である。つまりある化合物内に性質  $\alpha$  があれば、その中には元素  $\alpha$  が存在する。その性質の強度はその元素の存在量の関数である。つまり彼の元素は<性質のキャリア>である。互いに異質な成分をもつ化合物内の元素は、それぞれの全体性を当該の化合物で残存させている。親和性はその統合性を壊すことはないので、分解しなくても性質を調べれば成分がわかる。だがいまのわれわれの目からみれば、本来化学分析とは視覚的情報に基づく単なる碎片化ではなく、物理的分解から始め、構成成分の質的変容をも伴う、潜在的実体の<暴露の継起>でなければならないはずである。ところがマケールの理論においては、論理的な分析の方が実験室での物質分析よりも優先されている。化学者の目標は諸成分の物理的抽出ではなく、ある特定成分の存在想定とその列挙だとされるのである。

ではフロギストン理論の場合はどうか。シュタールは金属の煅焼が燃焼であることを認識し、金属内にフロギストンの存在を想定した。彼は可燃性というひとつの特性に注目し、それに実体の地位を与えた。ただフロギストンが単体では存在できないという指摘は、それが物質的実体ではないということの最も明白な示唆である。つまりフロギストンは論理的な単体なのだ。そもそも原質概念は十八世紀において多くの特性(性質)に実体の地位を与えたものであった。質の伝播は同一の実体の移動であると考えられた。アンダーソンは、原質はあいまいなままに言葉と事物のあいだをさまよい歩く、と考える。だがマケールはその曖昧性をむしろ味方にしながらシュタール理論を救おうとした。ラヴワジエはいう、「マケールは、フロギストンという用語を保存することでシュタールの学説を擁護しようとしながらも、シュタール

のものとはまるで違う新しい理論を提示していることにわれわれは驚かされる。火の元素と土の元素からなるフロギストン、つまり重さをもつ可燃性原質の代わりに、彼は純粋な光の物質をもちだすのである<sup>7)</sup>。」マケールは時と場合に応じてそのフロギストンという原質概念を使い分ける。それは確かに巧妙な調停ではあったが、フロギストン理論が実際には化学理論ではないということをはからずも示すことになったとアンダーソンはいふ。シュタール派やマケールは、可燃性またはその類同者という単なるカテゴリーの存在想定から、それのみを特性として担う物質的実体の存在想定へと至った。それは自然哲学者の演繹的過程における論理的倒錯の現れ、一種の哲学談義なのである、とアンダーソンは考える。彼はさらにラヴワジエの次の言葉を引用している。「もし化学現象のすべてがフロギストンを用いなくても充分に説明できるのならば、それだけでもかなりの確率でその原質は存在しないということを示しているようと思われる……必要もないのに存在を増やすべきではないというのはよい論理の原則である……おそらく私はフロギストンなしの方がフロギストンを想定した場合よりもより巧みに現象を説明できるというだけにどどめるべきなのである。だががあえているが、それは有害で化学の正常な発展を遅らせたものなのである<sup>8)</sup>。」アンダーソンは次のようにいう。とりわけ注意すべきなのは、ここで攻撃されているのが実験自体やその個別的解釈ではなく、推論方法だという点である。フロギストン理論を巡るマケールの議論の背景にある認識論的基盤は、親和力概念使用の際のそれと同じである。つまり彼はなによりも論理と言語の領域を重視する。だからフロギストン理論を廃棄することでラヴワジエが為していたのは、単なる個別的な化学概念だけではなくて、その背景にある認識論的枠組み全体を追放することなのである。

だからいまやこう言える。親和力の場合でもフロギストンの場合でも、ラヴワジエの批判は二重

である。まず親和力やフロギストンの存在を宙づりにする。そしてそれらがなによりも戦略的な修辞的存在であることを暴露して、その背景にある知識理論自体を批判するのである。こうしてわれわれは、ある言説がその修辞的效果を武器としながら他の言説群と闘争するという論点、つまりなにを主張するのかだけではなくて、どのように主張するのかをも考慮にいれたうえで言説の価値を評価するという論点を浮かび上がらせ、その観点から化学理論を検討するという課題に逢着することになる。そしてそれこそがアンダーソンが目指していたことなのである。

### 3. 関与システムの閉鎖性の要請

化学理論の真理性を実証主義的な＜真理との合致＞という観点からではなく、＜諸言説間の闘争と競合＞という観点から捉えるという着眼に基づいて、アンダーソンはラヴワジエの他の業績をも分析しようとする。彼は第6章（『至るところが水』、科学的実験概念の形成）でラヴワジエの「水の性質および水から土への変換を証明したと主張されている実験について」（以下「変換否定論」と略称）と、「水は単体いわゆる元素ではなく、分解および合成可能なものであることの証明についての報告」（以下「単体否定論」と略称）を取り上げる。ここではそのうち「変換否定論」を巡る彼の分析を中心的にみていくことにする。

周知のように「変換否定論」には二つの任務があった。第一の任務は水を土に変えるためにそれまでの百年間に行われてきた実験群に対する総括であり、第二の任務は彼自身の実験の説明、ならびに土はガラスが溶け出した物であるということの論証であった。彼は論文の第一部で過去の理論を回顧する際、データの正確さ自体よりもその理論が提示している考え方の背景を明示化しようとしていた。植物を栽培するとき、その過程で予め測定してあった水分が減少し、同時に植物体は成長する。かつてはそれに基づき、水から土への変

換が行われたという結論がひきだされていた。その現象自体は有意味であるにもかかわらず、その結論には飛躍が大きすぎるとラヴワジエは言う。植物体は脂肪分など他の多くの物質からなる。それに植物が成長する過程では周囲の空気などの、土や水以外の第三者もなんらかの作用をしていないという断言はできない。だからより正確な実験をするためにはその方法を変えなければならない。そのためにはまず第一に、第三者の介入を防ぐことが肝要である。そしてその原則はラヴワジエ自らが水と土の変換実験をする際にも同じように適用されねばならない。それから第二番目には、水、土、変換とかいう言葉を使うことでいったい何を意味しているのかを明確にすることが大切である。つまり彼がここで行っているのは次の二つの要請である。まず第一に実験を実行する際、探求する問題に関与する事象が他の擾乱要因から相対的に隔離されているという状況の設定、第二には使用言語の精練である。

前者の要請を検討してみよう。そこでは完全な科学的統御という観念がまず最初に練り上げられていなければならない。具体的にいうなら、ラヴワジエ自身にとって必要なことは、まず蒸留が閉じた器のなかで行われるようにすることである。そうすることで例えばブルーハーヴェ（H. Boerhaave, 1668–1738）のように、空気中のほこりが混入したという主張を回避することができる。次に彼は自分が用いるサンプルがただ純粋な水だけからなるということを確認しなければならない。それは水の性質の検討をすることを意味している。だから問い合わせの形はいまや次のように書きかえられなければならない。「水は土に変えられるか」ではなく「ある元素は元素のままに留まり、なおかつ化学的手段によってその性質を変えることができるのか」という問い合わせである。

後者の要請について考えてみよう。アンダーソンはそこで再びコンディヤックの『論理学』を参照している。コンディヤックはいう、「問題状況

を設定するということは所与を最も簡単な表現に直すことである。なぜなら最も簡単な表現こそが推論を簡単なものにし、未知なものを開示させやすくするものだからである<sup>9)</sup>。」確認しておこう。コンディヤックは、推論する人間は当該の問い合わせ最も短いものではなく、最も単純なものに還元・換言することが肝要である、と言っているのだ。いかなる用語も要素的でなければならない。そして用語間の関係も明晰でなければならない。だからいくぶん逆説的なことながら、探求の最初の場は実は実験室にあるのではない。その前に言語の精錬することこそが最も大切なである。実験自体はできるだけ単純なイエス・ノータイプのものがいいというわけである。そしてそれを支えるのは哲学的な前提・枠組みということになる。つまり試験に付されるのは問題の<文法>に他ならない。

この言語の問題については後でまた触れなおすこととするが、とりあえずここで注意しておくべきなのは、前者の要請と後者の要請とはお互いに密接に連携しているということである。つまり実験上の関与システムの閉鎖性は認識論的または概念的な閉鎖性の関数なのである。より一般的にいうなら、事実とは隔離された経験的データではない。それはその生産を可能にする概念的装置を内包している。ある見解が反駁可能なのは、それを確立するために使われたのと同じ種類の論証によってのみである。以上のような指摘によって、アンダーソンは「変換否定論」の問題位相を言語・論理的な観点から照射するのである。「変換否定論」の第1部は単なる歴史的回顧ではない。それはラヴワジエ自身がこれから使おうとする用語の規定をする場面でもある。その意味において、論文の第2部はむしろシステム設定後の単なる機械的実行にすぎないものとしても把握されうるのである。

これまでの検討は次の「単体否定論」の場合にもほぼそのまま当てはまる。そこにおいても、ラ

ヴワジエが当該の問題に対して関与性の基準をどこにおくのかということが重要な問題であったという事実がアンダーソンによって想起される。関与性を保証する閉鎖性の確立は、認識論的にみて恣意的なものではない。例えば熱、火、光は容器を貫通できるが、それは当該の実験においては関与的ではないとラヴワジエは考える。化学的にみて有意味なものはある一定の重量をもつと見なされる。ところが熱、火、光はいずれも重さをもたない物理学的な作用因なので、化学的には関与性をもたないものとして扱われることになる。（この物理学と化学との差異という問題は当時はさかんに論議されたものであり、しかも議論を整理するうえで重要な役割を果たしたことは忘れられてはならない。例えばフロギストン理論がしばしば単なる相転移を一種の化学的变化と見なしたということは、物理性と化学性との弁別をしなかったために起こったことである。）

ところでこの＜重さと化学性との相同視＞は單なる技術的要請ではなく、概念的な必要性に基づくものだというべきである。なぜならそのおかげで認識論上の閉鎖性が簡単に確保されるからである。例えば合成実験で用いられる水素と酸素とは、水をベースとしたもののそばではなくて、水銀の浴のそばに密閉される。そうすると化合物の出所は、定量すればすぐにわかる。またその際にでた熱や光は、それに関与的ではないということもわかる。

こうしてある問題を実験的に探求する場合に最も大切なのは、無数に存在しうる作用因のなかからどれを関与的なものであると見分け、どれを無関係なものと見分けるか、そして無関係なものが実験の実行過程で介入することをどれほど阻止できるかということだ、ということが確認される。それは単なる技術的精錬だけの問題ではなく、関与性の設定基準にはいやおうなく理論的な選別がはいる以上、概念的な問題もある、とアンダーソンは力説する。だがその概念的な問題が実効性

をもって物質過程に反映されるためには、空虚な言語的言い抜けであってはならない。言語は、それが無意味になりうるという危険を伴うので、なおさら重要である。だから単に概念的、言語的な背景を意識するだけでは充分ではない。できるだけ正しい言語使用をすること、つまり言語を批判的に吟味することが化学生産の構成部分とならなければならない。かくしてわれわれは再び言語問題に逢着することになる。

#### 4. 認識と言語

化学的認識どころか哲学一般を言語使用の批判と整備に費やすべきだと考えたのは、あのヴィットゲンシュタインであった。ところで化学史に関心を寄せる者ならば、ラヴワジエが、彼の同時代人ギトン・ド・モルヴォーらとともに化学用語の整備に尽力したということはよく知っている。最初から最後までまさに言語の問題を扱っていると考えることもできる『図書館と実験室とのあいだ』ではあるが、とくにその第7章（「命名法と言語：科学的実践の創造」）は完全にその問題に捧げられている。そこではギトンの「化学的命名について」とギトン、ラヴワジエ、フルクロワ、ベルトレの『化学命名法』(*Méthode de nomenclature chymique*, 1787)<sup>10)</sup>が俎上にあげられている。

「化学的命名について」のなかでギトンは次のような見解を述べている。化学ほど言語の明晰性を必要とされる領域はない。言語がどの程度完璧であるかどうかは、それが構成する科学自体がどの程度完成されているか、その度合を示すための格好の指標である。つまり言語と科学とは親密に関係している。正確で簡単で覚え易い言葉、ひとつの言葉がただひとつの観念を表示するだけの言葉を練磨することが肝要である<sup>11)</sup>。——ここでギトンは、化学的合成と論理的合成とが合致することを望んでいるように思える。言葉の結合が物質の化合物の成分をそのまま写し取るようにするのである<sup>12)</sup>。もちろんこの論文は例えればフロギスト

ンの扱いなどの点でいくつかの問題を残している。だがそのプログラム自体の潜在的起爆力は当時の学者たちに承認され、それがやがて『化学命名法』として結実することになった。

『化学命名法』においても基本的な意図は上記のギトンのものが継承されている。後の『化学原論』の冒頭に引用されているコンディヤックの言葉、つまり「要するに推論の術も、よくできたひとつの言語に還元される」という言葉を知らない者はいないだろう。だがむしろここで注記しておくべきなのは、ラヴワジエによって表明された個人性からのある種の訣別であろうとアンダーソンはいう。個人によるデータ集積、ならびにそれに基づいた個別的な体系建設はむしろ有害である、とラヴワジエは考えたのである。個々の科学者は、科学という集団の営為に組み込まれる。本書の第8章はまさに「集団的声としての科学」という題名をもつし、第7章の冒頭には学派を個人よりも重視する次のようなバシュラール（G. Bachelard, 1884-1962）の文章が引用されていた。「恒常的な学派によってしか科学はありえない。科学が創設しなければならないのはその学派である。そのとき社会的関心は決定的に逆転される。学派が社会のためにつくられるのではなく、社会が学派のためにつくられるのだ<sup>13)</sup>。」

いま比喩的にひとつの関数  $y=f(x)$  を考えてみよう、とアンダーソンはいう。ラヴワジエの場合、 $f$  は言語関数で、それは科学者である  $x$  に作用を及ぼす。 $x$  にはどんな具体的個人が入っても別にかまわない。 $f$  は相変わらずその機能を保存し続ける。だから言語に加えられる個人的操作としての科学という通念、つまり専門用語の個人的な変更を科学的生産の中心的契機であるとみる考え方方はいまや放棄されるに至る。そしてその代わりに言語が著作家というパラメータをセットする科学というプログラムが提示される。言語の基盤のうえで個々の科学者は仕事をするのである。その意味で、アンダーソンが引用している次

のコンディヤックの言葉は熟読に値するだろう。

だが私は、物事を始める人々にとってはごく自然ではあるが〔ともかくおもわしくない〕ひとつの偏見に陥らないように若い人々に注意したい。推論するための方法はわれわれに推論の仕方を教えてくれるのだから、おのれの推論において最初にすべきなのは、推論がそれに従ってなされるべき規則のことを考えることだ、とわれわれは考えがちである。だがそれは間違いである。われわれが規則のことを考えるのではない。われわれが思いもしないうちに、規則の方がわれわれを導いてくれるのである。もし何かの文章を言い始めたときに、文法のことを考えなければならぬとしたら、とても話してなどいられないだろう。あらゆる言語の場合と同じように、推論術がうまく行われるのは、ただそれが自然になされるときだけなのである<sup>14)</sup>。

ここでまず第一に読み取れることは、言語という規範は、それを意識しない限りにおいてのみ正常に機能するということである。だがそれはまさに用語の整備というプログラム自体を危うくするものではないか。いや、そうではない。ラヴワジエたちが長年の化学的実践の後にあえて用語整備のプログラムにとりかからねばならなかったということは、化学言語が自然に与えられた一次的なものではないという事実があるからこそ起これたことなのである。化学用語は意識的に練磨しなければならない。逆にいうと、ある用語体系を用いるということは、一種意識的な選択すること、その用語体系が許す意味可能性の世界に自分から入り込むということなのである。人は任意の記号体系のもとで任意のことを考えられるというわけではない。ある言語を選ぶということは、その後その人間がなにを考えることができるのか、その可能性の地平を画定してしまうことである。一度ある用語体系の支配下にはいったならば、人はそれに従ってしかものを考えられない。言語は

個人にはそれと意識されないままに、なおも個人の思考を統御することをやめない。だからこそ、体系を背景にかかえるフロギストンのような枢軸概念はそれを廃棄することが難しいのである。なぜならそれを批判することはひとつの概念の放棄だけではなく、その背景の言語使用法一般をも放擲することを意味するからである。

このことを銘記するならば、アンダーソンが、ラヴワジェの本当の貢献は化学的内容自体にあつたのではなくて、用語整備がはらむ認識論的問題や、方法概念の新しい価値づけにこそあった<sup>15)</sup>、といっている意味が理解できる。言語またはその上位概念の言説こそが、複数の理論間の闘争を統べる本質的契機であるという着眼は、人間活動とは独立した<実在>の装置媒介的反映を根拠とする実証主義的認識論よりも、より複雑で洗練された認識論を構成しているといえる。上記のコンディヤックの言葉は、規範を主体よりも重視するという点で一種、構造主義的な着想をもはらんでいるともいえるが、それがアンダーソンの認識論にとって、原初的な着想を提供するものであったことは疑いようがない。なぜなら本書は単に化学的認識の言語拘束性という主張だけではなく、自動的に繁殖するに至る言語システム内における研究者の匿名化という論点にまで触れているからである。

### おわりに

そもそも本書の基本的プログラムは、化学文献をその文学的価値をも斟酌することで解釈することとか、化学的議論の背景にある言語と実在の関係を探るなどというような形で第1章（「序論：科学について語ること」）のなかで提示されていた。冒頭でも述べたようにそれは化学史を対象とする認識論的な議論であるといえる。もっとも本書は通常の意味での新事実を化学史に提供するものではないので、その種の史料探索的な眼差しの持ち主には不毛な印象を与えるかもしれない。だが実証主義という大枠のなかで現在も機能する化学という学問が、まさに近代的性格を獲得しようとしつつあったその過程の主要文献を、その実証

主義的情報内容の点からではなく、ひとつの言説構成と、それによる対抗理論との闘争という観点から把握しなおすという作業は、歴史的認識の複層性の確認に役立つだけでなく、学説生誕時の実効的作用因を<実在>以外からも発掘するのに役立つという意味で、重要であるといえよう。そのためにアンダーソンが用いていた資料の使用法がどの程度までその意図に適合するものであったのかどうか、それはまた別の問題である。

### 文 献 と 注

192-3-18  
read

- 1) Wilda C. Anderson, *Between the Library and the Laboratory* (Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, 1984).
- 2) 例えば次のような文献である。F. Dagognet, 'Sur Lavoisier', *Cahiers pour l'analyse* 9 (1968), pp. 178-194; idem, *Tableaux et langages de la chimie* (Paris, Le Seuil, 1969); Michel Foucault, *L'archéologie du savoir* (Paris, Gallimard, 1969); idem, *Les Mots et les Choses* (Paris, Gallimard, 1966); idem, 'Qu'est-ce qu'un auteur?', *Bulletin de la Société française de philosophie* (juin-sept., 1969), pp. 73-104.
- 3) Pierre Joseph Macquer, *Dictionnaire de chymie* (Paris, Lacombe, 1766, 2d ed, 1778).
- 4) Etienne Bonnot de Condillac, *La Logique; ou, Les premiers développements de l'Art de Penser, ouvrage élémentaire, que le Conseil préposé aux Ecoles palatines avoit demandé et qu'il a honoré de son approbation* (Geneva, n. p., 1785): Anderson, op. cit., chap. 2, p. 22.
- 5) F. Dagognet, *Une épistémologie de l'espace concret* (Paris, L. Vrin, 1977); 拙訳『具象空間の認識論』法政大学出版局, 1987.
- 6) P. Macquer, op. cit., p. 61: Anderson, op. cit., chap. 4, pp. 58-59. ただしこでの引用はいくぶん簡略化してある。
- 7) Antoine-Laurent Lavoisier, 'Réflexions sur le phlogistique, pour servir de suite à la théorie de la combustion et de la calcination, publiée en 1777', *Mémoires de L'Académie Royale des Sciences*, 1783, pp. 629-30; Anderson, op. cit., chap. 5, p. 81.
- 8) ibid., pp. 623-24: Anderson, op. cit., chap. 5, p. 76.
- 9) E.B. de Condillac, op. cit., pp. 273-74: Anderson, op. cit., chap. 6, p. 96.
- 10) Baron Louis-Bernard Guyton de Morveau, 'Sur les dénominations chymiques, la nécessité d'en perfectionner le système, et les règles pour y parvenir', *Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur*

- les arts et les métiers* 19 (1782), pp. 370-382: Guyton de Morveau, A.L. Lavoisier, A.F. de Fourcroy, C.L. Berthollet, *Méthode de nomenclature chymique* (Paris, Cuchet, 1787).
- 11) B.L.B. Guyton de Morveau, op. cit., pp.370-82: ちなみにフランスの哲学者ポール・リクール (Paul Ricoeur) は、その『生きた隠喻』(岩波書店, 1984) のなかで同時代の論理実証主義や記号論理学の姿勢に対する批判的吟味をしながら、詩的言語だけではなく、日常言語においても、それらに随伴する曖昧性をむしろ、だからこそそれらが豊饒でありますための条件であるとして、積極的に評価している。もちろんここで問題になっているのが詩的言語はおろか日常言語でさえないとということは自明である。だがより一義的な言語構築をするという行為自体は決してそれ自身、普遍的な価値を保証された自明なプログラムではないということは、ここで銘記されておくに値するだろう。
- 12) 言語と物質の構造が互いに鏡映しあうというこの論点に関しては、とくに有機物質の命名とその物質構造の分析を中心とした F. ダゴニエによる興味深い分析がある。F. Dagognet, *Tableaux et langages de la chimie* (Paris, Le Seuil, 1969).
- 13) G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin, Paris, 1926: Anderson, op. cit., chap. 7, p. 116.
- 14) E.B. de Condillac, op. cit., pp. 189-91: Anderson, op. cit., chap. 8, p. 150.
- 15) Anderson, op. cit., chap. 7, p. 137.

### New Light on Lavoisier: The Research of the Last Twenty Years

## 10. La connaissance chimique fondée sur le langage (The Language-bounded Character of Chemical Knowledge)

Osamu KANAMORI

(University of Tsukuba)

Cet article veux montrer et analyser les principaux problématiques développés dans le livre qui s'appelle "Between the Library and the Laboratory" de Wilda C. Anderson. Nous avons extrait les problématiques suivants: 1) le problème de l'importance de la spacialité dans la fluence des discours. Pour expliquer ce qu'est la spacialité du discours, l'auteur recourt à une forme discursive un peu particulière, qui est celle de dictionnaire. En utilisant comme exemple concret le dictionnaire de Macquer, l'auteur indique la possibilité de présenter la connaissance chimique panoramiquement. La vue à vol d'oiseau a une allégresse épistémologique; 2) les échecs de Macquer, en particulier les échecs commis lorsqu'il a essayé de construire les concepts tels que l'affinité, et le phlogistique. Quand Macquer les a construits, ce qu'il a fait en réalité était une déduction logique partant de certains principes non vérifiables, plutôt qu'une élaboration théorico-empirique des données; 3) l'importance d'élaborer, lors d'une effectuation d'une expérimentation chimique, un système clos, qui est capa-

ble de discerner ce qui est pertinent et non pertinent parmi les nombreux facteurs concomitants, qui sont eux-mêmes souvent confus et perturbateurs: 4) la nécessité de la prise de conscience de la subordination épistémologique au système des vocabulaires dans lesquels on est obligé de penser. En d'autres termes, l'explicitation de la coercition épistémologique du langage dans lequel on travaille. On est obligé de penser dans le cadre qu'offre les réseaux sémantiques d'un tel ou tel langage. Pour l'illustrer, l'auteur rappelle les efforts du rangement de termes chimiques. Nous pensons que ce quatrième point est le problème central de ce livre.

En somme, ce livre est une étude épistémologique, portant sur des données relativement bien connues dans le domaine de l'histoire de la chimie, tels que les ouvrages de Macquer et de Lavoisier. Mais l'apport original de ce livre est la mise en rapport des productions langagières et des travaux chimiques extra-linguistiques en général.

## 1. 高圧法ポリエチレン

—その発見と開発の歴史—

寺田 裕\*

## 1. はじめに

高圧法ポリエチレン（通称 LDPE）は、英國の ICI 社の手によって、第二次世界大戦の直前に工業化された汎用樹脂である。この技術が日本に導入されたのは昭和33年（1958）で、新居浜の住友化学大江製造所の ICI 法による年産1万1千トンプラントがその嚆矢であった。

現在、LDPE の世界生産量は約1,400万トンに達し、日本国内の市場規模は約100万トン、10社が生産に従事している。

ポリエチレンには高圧法ポリエチレンのほか、所謂中低圧法ポリエチレンがあり、その中には HDPE と比較的最近開発された L-LDPE と呼ばれる樹脂が含まれているが、最近の技術開発によつて、このような区別は益々不明瞭になってきている。

日本における石油化学の勃興期は昭和30年代であるが、その幕開けを飾ったのがポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレンなどの汎用樹脂であり、安くて加工が容易、しかも耐久性に富むこれらのプラスチックスの出現によって、日本人の生活は大きく変化することになる。

高圧法ポリエチレンの発見と開発の歴史の中には、われわれが今ふりかえってみても、新鮮で教訓に富む多くの挿話が含まれているが、時の経過とともにこれらの貴重な史実が忘れ去られること

を恐れて、なるべく当時の資料に忠実に依拠しつつその経過をたどってみたい。

## 2. 発見と開発の経緯

ポリエチレンが発見されたのは、イギリンドのチェシャーにある ICI のウイニントン工場においてである。ここでその発見の物語に入る前に、ICI 設立の経緯について簡単に触れておきたい。

ICI (Imperial Chemical Industries Ltd.) は1926年に四つの会社、即ちブリティッシュ・ダイスタッフス (British Dyestuffs Corporation Ltd.), ブラナー・モント (Brunner, Mond & Co. Ltd.), ノベル・インダストリーズ (Nobel Industries Ltd.) 及びユナイテッド・アルカリ (United Alkali Co. Ltd.) の合併によって生まれた。それまでのイギリスの化学工業はドイツに依存するところが多かったが、第一次世界大戦時の教訓を採り入れて、ドイツの化学企業に対抗し得る強力な国策会社として誕生したのである。

ポリエチレンが生まれたチェシャー (Cheshire) ノースウィッチ (Northwich) にあるウイニントン (Winnington) のアルカリ事業部 (Alkali Division) は1873年にジョン・ブラナーとルードヴィヒ・モントによってウイニントンに設立された工場に端を発している。

ノースウィッチはチェスターからリヴァプール行きの列車で30分足らず、ハートフォード・アンド・グリーンバンク駅の近くにあるしっとりと落ち着いたたたずまいを見せる小さな街であり、ウイニントン工場はその景観とすっかり調和してい

て、歴史の古さを感じさせている。

1932年1月——それはこの国ではどんよりとした曇り空に小雪のちらつく寒い季節だが——ウイニントンでは、研究プログラムについて一つの報告書が提出された。それは当時の化学工業で用いられていたよりはるかに高い圧力が化学反応に及ぼす効果について調べることをレコマンドしており、二つのアプローチの方法が示されていた。即ち、半実験的方法と、このテーマに関する系統的な基礎研究である。

このうち、前者の方法は ICI の染料事業部 (Dyestuffs Division) が示唆した多数の反応を調べてみることであったが、その場合の選択の基準は、工業的な目標に対して有望なものというだけで、他には理由はなかった。これら一連の反応の中に、当時染料事業部のコンサルタントであったロビンソン卿 (Sir Robert Robinson) が示唆し、アルカリ事業部の研究部門のファウセット (Mr. E.W. Fawcett) とギブソン (Mr. R.O. Gibson) によって行われたエチレンとベンツアルデヒドとの反応が含まれていたのである。

実験の結果、目的とした反応は起こらなかったが、少量の白い物質が認められ、分析してみると、それがエチレンの重合体であることが確認された。

その後、エチレンだけを用いて実験が繰り返されたが、分解反応が頻発したため、反応に適切な装置がつくられるまで、実験は中断されることになった。

他方、重合反応に及ぼす高圧力の効果についての系統的な研究はその後も続けられていた。

1935年になって、高圧に関する研究結果のレビューが行われた際に、既に使用可能となっていた新しい装置を用いてさらに研究を進めるために、“エチレンの重合反応”が選ばれた。1935年12月に第1回の実験で 80cc のオートクレーブの中に 8g のポリエチレンが認められた。つまり、ポリエチレンは1935年12月に再発見されたのである。

当時から、ICI ではこのエチレンの重合体を“ポリセン”(polythene) と呼んでいた。

さて、当時の緊急の課題は、評価のための十分な量の物質をつくり出すことであった。当時の事情について、ICI の元のシェアマンのチャンバース氏 (Mr. Chambers) が1962年にスインバーン・メダル (Swinburn Medal) の受賞を記念して業界で行った講演の中で次のように述べている。

「このこと（つまり、評価のために十分な量のポリエチレンが必要であるということ）は即ち、『この研究がわれわれがあらかじめ立派な用途を知っているのでなければ、その推進を正当化しにくい化学工業の新しい分野に入ってきた』ことを意味した。

時間の経過とともに、発明発見の物語というものはとかく理想化され、非合理化され、かつ何でもみんな第1回の実験からうまく論理的に帰結が示されるような風に語られがちである。ところが、こんなことは殆ど稀であって、チャンスというものが極めて大きい役割を占めていることは歴史の示すところである。しかしながら、何が一体重要なことかと言えばその発見の重要性を認識することで、この方が発見自体より余程大切な場合が多い。」

ここでチャンバース氏が指摘した“化学工学の新分野”とは、次の二つのエンジニアリング上の問題を指している。即ち、

(1) 3,000気圧までエチレンを圧縮しうる圧縮機の製作

(2) エチレンの重合が可能な反応器の開発

その後4年間 (1935-39) でこの二つの問題は基本的に解決されたが、特に(1)の問題については、当時アムステルダムのファン・デル・ワールス研究所 (Van der Waals Lab.) の教授であり、ICI のコンサルタントでもあったミッケル教授 (Prof. Michels) によって確立された高圧実験技術に負うところが多い。ミッケル教授は当時世

界における高圧物理学の二つの中心の一つを指導していた。他の一つとはブリッジマン教授(Prof. Bridgman)の指導するハーバード大学であった。(戦後、京都大学におけるポリエチレンの工業化試験において、筆者はミッケル教授に依頼してエチレンの高圧・高温領域における比容積その他の物理化学的データの送付を受け、それをもとに作成した線図が、住友化学がICIから技術供与を受けるまで、京都大学および住友化学の中間試験工場で使用されたのである。)

英国で最も高圧のプロセスが250気圧のアンモニア合成であった当時、ミッケル教授はICIの要請に基づいて、3,000気圧まで操作可能で、毎時10~20ポンドの能力をもったガス圧縮機を設計したが、この装置は水銀でシールしたスチール製U字管の中でガスを圧縮するという巧妙なものであり、バルブと自動的に操作しうる制御系をもっていた。この圧縮機を使って、1938年に最初の1トンのポリエチレンがつくられたのである。

(2)の問題にはICIの技術陣が取り組んだ。重合の段階ではチューブラー・リアクターが最も簡単なように考えられる。この場合、チューブの中にホット・スポットができぬだけの乱流(turbulence)を与える流速で、gあたり800カロリー以上の発熱反応を行わせるように、チューブ壁から熱を取り去ってやればよい。ところが実際にやってみると、チューブ内でのブロッキングを防止できるだけの乱流を起こせなかつたことと、工業的見地から見てワン・パス収率(one-pass conversion)が低過ぎたため断念された。(ドイツのIGではICIとは全く独立にルートヴィッヒスハーフェンにおいてチューブラー・プロセスを考えられ、チューリッヒの化学工学のホップフ教授(Prof. Hopf)の指導の下に、アセチレンを水添したエチレンを用いて、実験が行われていた。)

そこで、オートクレーヴ・システムでコマーシャル・プラントをつくる方針が決まり、設計に入っ

た。設計側からすると、高圧容器はなるべく対称性のある形で、小さな孔が少しあないものが望ましいが、ケミストの側からすればサーモカップルを入れたり、添加物を加えたり、製品を取り出したりするために工夫が必要で、これが設計側への要請となった。

反応条件である1,000気圧以上、250°C前後においては、エチレンは勿論爆発限界内にある極めて不安定な状態であるから、十分な攪拌を必要とする。このため、インダクション・モーター内蔵の攪拌システムが開発された。また、生成物と未反応ガスがそこを通じて流れるオートクレーヴ底部にあるバルブに調整動作を加えることによって、200~250°Cの範囲で設定値からずれて温度上昇が生ずると圧力を故意に下げ、また温度が下がれば圧力を上げることによって、反応速度に及ぼす強力かつ瞬時の圧力の影響を制御手段として用いる独創的な押出し弁(extrusion valve)システムが開発された。

当初、反応熱は主としてリアクター壁の冷却によって除去されるものと考えられたが、チューブに比べるとL/D(長さ対直径比)が遙かに小さいベッセルの場合、この方法が不利なことは明白である。ところが熱収支の検討の結果、反応熱の大部分がリアクターを出て行くポリエチレンと未反応ガスの中で消費されてしまうことがわかり、“オート・サーマル・コンバージョン”(autothermal conversion)と呼ばれるアイディアが生まれてきた。これは“すべての熱がリアクターを出る生成物および未反応ガスの中に入ってしまうような場合における一つのパス・コンバージョンが存在する”ということである。この原理の本当の意味は、後になってミッケル教授の実験室からのisotherm dataに基づくエチレンのtotal heat-entropy線図の活用からはっきりしてくる。

このようにして、オートクレーヴの大きさは当初の1lからセミ・テクニカル・プラントでの

10lまで大きくなり、ついで1939年のコマーシャル・プラントで50lに、1941年には250lになった。また新型のシール装置や弁類が開発されたが、中でもマンニング氏 (Mr. Manning) によって設計された“ウェーヴ・リング・ジョイント” (wave ring joint) は注目に値する。

このような経過をたどって50l反応器を持った最初のコマーシャル・プラントがウイニントンのウォーラースコット (Wallerseote) プラントで稼動に入ったのは1939年9月1日、奇しくもドイツ空軍によってポーランドのワルソーが爆撃された当日であった。

当時唯一のエチレン源は輸入した糖蜜からつくられたエチアルコールの脱水（磷酸を浸み込ませたコークスを詰めた加熱チューブによる脱水）によるもので、アルデヒド、エーテル、水素、一酸化炭素といった好ましくない不純物を充分除去するための種々の工夫が行われ、酸素を数ppm以下に保つために注意が払われた。

1935年から1939年までにこの仕事に従事した人の数は延べ10万人足らずであった。

次に製品および用途開発について述べたい。ポリエチレンの構造の評価はバン氏 (Mr. Bunn) によって行われた。彼はポリエチレンは部分的に結晶しており、その結晶部分、即ちクリスタリットは直径がわずか100Åであることを示した。115～120°Cというかなりシャープな融点でこの結晶は全く消失し、また常温では約60%の結晶性をもつことも確かめられた。その後、1940年にになってフォックス (Mr. Fox) とマーチン (Mr. Martin) の両氏が赤外分析によってポリマーにはかなりの分岐があることを示したことによって、構造に関する考え方をかなり修正された。

当時の緊急課題の一つはポリエチレンを特性づけるための試験法の開発にあった。固有粘度の測定による平均分子量はあまり実用的でなく、高い剪断速度 (shear rate) で190°Cでのポリマーの

熔融粘度の測定によってポリエチレンを級分けすることが考え出された。この“melt flow index number”はその後全世界で“メルト・インデックス”という名称で用いられている。

ポリエチレンの最初の有望な用途は、その優れた電気的性質から、ケーブル工業の分野であった。ICIはメトロポリタン・ヴィッカース社 (Metropolitan Vickers) とコンタクトした結果、VHF用として透電性の重要性が高まりつつあることがわかった。当時、この分野の唯一の材料はポリスチレンであった。そこでICIはジーメンス (Siemens) とテレグラフ・コンストラクション・アンド・メンテナンス (Telegraph Construction and Maintenance) との合弁会社であったサブマリン・ケーブル社 (Submarine Cable) の会長デーン卿 (Sir John Dean) とコンタクトした。これがTC & M社とICI社との提携の始まりであり、この分野の研究がウイニントンにおける最初のコマーシャル・プラント建設の動機となったのである。

1939年にブリティッシュ・ポスト・オフィス (British Post Office) はテストに合格したポリエチレンの絶縁海底ケーブルの最初の1マイル分を発註した。

第二次大戦の勃発によって高周波レーダー・ケーブルの緊急需要が起り、TC & M社がこの生産を引き受け、メルト・インデックス20のポリエチレンがウイニントンの工場でつくられたが、このポリエチレンは当時のグッタペルカ乃至は变成ゴム用の押出機では操作困難であったため、分子量100,000のポリイソブチレンが若干添加された。戦争末期から戦後にかけて、より優れた機械的性質と広い使用温度範囲をもった、より硬いグレードのポリエチレンの押出加工用として、ずっと高温、高压で操作しうる押出機 (extruder) が米国で用いられるようになった。(ポリエチレン用の優れた押出機は戦後デュ・ポン社 (du Pont) の

技術者による理論的研究に基づいて開発された。) 押出加工中のポリエチレンの劣化に対しては、染料事業部のゴム用の酸化防止剤が役立った。

1941年にポリエチレンの製造およびレーダーケーブルの製造に関する情報がアメリカ政府に伝達され、デュポン社のミッションがICIを訪れ、デュポン、つづいてカーバイト・アンド・カーボン社 (Carbide & Carbon, 現在のUCC社) が工場を建設した。

誘電体損失が極めて小さく、大きな表面撥水性をもち、可撓性であり、成型も容易なポリエチレンの出現によって、レーダーの製作上解決不可能と思われていた問題が解消され、レーダーの性能は画期的に向上した。

「ハンブルグやベルリンの空襲による廃墟はポリエチレンが重要な役割を演じたセンチ波開発努力の一つの記念碑である。」これはレーダーの発明者ロバート・ワトソン・ワット卿が1946年8月に行った演説の言葉である。このように、ポリエチレンが第二次世界大戦における連合国の大勝利に果たした役割は極めて大きい。

### 3. 戦後の発展について

1950年末にはモンテカチニ社 (Montecatini) が、翌51年にはエチレン・プラスティク社 (Ethylene Plastique) がICIから実施権をとり、一方、BASF社も特許権を得た。

1952年にはICIはウィルトン・プラント (Wilton Plant) をスタートさせ、それ以降エチレン源をナフサに転換した。住友化学が技術導入した当時のICIの最新プラントはウィルトンの第3工場であり、リアクターへのフィード・ガス・レートは毎時9,000ポンド、スイスのブルクハルト社 (Burckhardt) の圧縮機が使われていた。

1952年当時の世界におけるポリエチレンの消費量はまだ5万トンに過ぎなかった。この年、アメリカ政府はICIとデュポンに対してアンチ・トラ

スト・アクションを決定し、その結果、新しく6社の米国の生産会社がICIの基本特許の下に稼動に入った。

初期のポリエチレンのフィルムは半透明であったが、新グレードの開発と加工技術の進歩により、セロファンに近い透明度をもったフィルムも現れるに至った。

1953年11月、ドイツのチーグラー教授 (Prof. Ziegler) によって、常圧に近い低圧で有機金属触媒を用いてエチレンの重合体を得る技術が開発され、同年、フィリップス石油 (Phillips Petroleum) もまたシリカおよびアルミナを担体とした酸化クロム触媒による重合法を開発した。

先にも述べたICI チェンバース元会長の講演のしめくくりは次の言葉であった。

「将来期待されるこれ以上の開発は、恐らく圧力・温度という変数をもっと広範囲に駆使し、モノマー及び連鎖移動剤を使用することによって分子量分布および分子構造の分布をもっと完全に制御下におくことになろう。」

事実、ポリエチレンのその後のプロセス開発はチェンバース会長の指摘どおりに進むことになる。

### 4. 日本におけるポリエチレン工業化研究の歴史

わが国におけるポリエチレン工業化への努力は第二次世界大戦中に始まっている。

その歴史を語るに当たって、まずわれわれは京都大学名誉教授・元住友化学副社長・児玉信次郎博士の功績を忘ることはできない。その開発の端緒を開き、戦後その技術は住友化学に移転され、ICIからの技術導入に当たってはその研究実績がICIから評価され、その後の住友化学独自の技術開発への道を開いたのは、京都大学において児玉博士指導のもとに行われた工業化試験であって、その結果は昭和29年6月の『工業化学雑誌』第57巻第6冊に「ポリエチレンの半工業的連続製造試

験」として報告されている。

1941年、太平洋戦争が始まった時には日本の軍部はレーダーの存在も、そこに使われていたポリエチレンのことも知らなかった。開戦後間もなく、住友電工の人がフィリピン・コレヒドール要塞で鹵獲した電探（当時わが国ではレーダーのことをそう呼んでいた）に使われていた高周波用電線を京都大学の児玉教授のところにもたらした。それまでは超高周波用電線の絶縁にはステアタイト（硅酸塩）か、ポリスチレンの小さいベル状のものを重ねて電線に通して使われていたが、この構造では空間があり効率が悪く、壊れやすくて不便であった。ところが米軍の使っていた絶縁物はフレクシブルなワックス状のもので、電気的特性も非常にすぐれ、取り扱いも便利であった。

住友電工で分析した結果、その主成分は炭素と水素であるが、その和は100とならず、微量の酸素を含んだ炭化水素であることが明らかとなつた。これより先に住友電工では1937年9月6日のICIの英国特許を読んでいた。その内容は、圧力1,200気圧以上、温度100~300°Cにおいて、3%以下の酸素を加えたエチレンを反応させることによって固体のエチレン重合体を得るというものであった。そのほかに、この物質をケーブルの絶縁に使うという特許もあり、これはポリエチレンに違いないということになった。当時、日本海軍は本来得意としていた夜戦において、アメリカ海軍の電探射撃に悩まされていた。

そこで日本でもポリエチレンをつくらねばならぬということになって、戦時研究班が組織され、電気通信研究所、大阪帝大の呉祐吉教授と谷久也教授、野口研究所の久米泰三博士、京都帝大の児玉信次郎教授が研究を委嘱された。

ここで、石油化学新聞社主幹梅野棟彦氏の「昭和を彩った日本の石油化学工業④」から当時の事情を抜粋してみる。「軍の要請を具体的に実行するため、京都帝大は住友化学に（住友電工にも協

力を求めた——筆者註）、また大阪帝大は三井化学に協力を求めたといわれる。電気試験所ではたまたま高圧反応を専門としていた久米泰三主任研究員が野口研究所に引き抜かれたので、野口研究所に任せることにしたという。

野口研究所は日本窒素グループを創設した野口遵が主宰したものであり、当然日本窒素が協力した。野口研究所は日本窒素の水俣で19年1月にパイロットプラントを建設、1,890気圧、220°C、1バッチで100gのポリエチレンを得たとしている。ついで呉海軍工廠から内径200mm、外径800mm、長さ1,500mm、重さ6トンの砲身を譲り受け、アンモニア合成塔の修理用旋盤で高圧反応器を作成、いよいよ本格的な生産開始を見込んだが、20年5月の米軍の空襲で完全に破壊され、そのまま終戦を迎えた。（京都帝大については後述するので省略）阪大は三井化学の三池工業所で研究開発に取り組んだが、結果は前二者と大きくかわるところはなかったという。また原料エチレンの確保については各社ともエチルアルコールを脱水し、エチレンを分離・抽出して使用した。」

さて、京都帝大児玉教授の研究室では、住友化学と住友電工の援助を受けて昭和18年に研究を始めることとなった。当時、児玉研究室は1,000気圧の圧縮機をもっていた。アンモニア合成工場から貰い受けた高圧管を切って内径12mm、容積40ccの反応器を造り、実験が始まった。実験では少し酸素含量が多すぎると爆発的な分解反応が起こって、反応器は生成した炭素で一杯になった。ある時、児玉教授が反応器の前に坐って高圧計を読んでいると、分解反応が起り、目の前の高圧計が2,3回転したように思われたが、幸い反応器の蓋が捩じ込みになっていて、この捩じがのびてガスが吹き出したので事なきを得たという。

昭和19年3月には0.3gのポリエチレンが出来るようになった。同年4月には日産20kgを目標に、連続的な実験装置を作ることになり、神戸

製鋼所や島津製作所に圧縮機の製作と、住友钢管に反応管の製作を依頼しているうちに終戦となつた。

敗戦後は混乱状態で資材もなく、研究など行える状態ではなかったが、ポリエチレン製造の重要性に着目していた児玉教授は機会があれば戦時中の研究を再開・続行したいと考えていた。ところがある日、電電公社の電気通信研究所の白松豊太郎氏が児玉研究室を訪れ、ケーブルの絶縁材料にポリエチレンが必要なので、この研究を依頼したいという要請があり、京大ではこれを受けることになり、昭和23年15万円、24年に80万円の研究費が電通研から支出された。

こうして製品の性能試験などは住友電工に依頼し、住友化学よりは研究員の応援その他の援助が行われることになった。筆者も住友化学より派遣された研究員の一人として、昭和26年より京都大学児玉研究室において、この工業化試験に従事することになった。児玉先生は筆者の恩師であり、卒業以来2年ぶりの母校での研究従事であった。

戦後稼動に入った京都大学のポリエチレン工業化試験装置は日産10kgの能力の連続装置で、その概要は次のとおりであった。

エチレンはアルコール蒸気をアルミナ粒を充填した脱水炉に通して約350°Cで脱水、水冷後、水洗塔を経て粗エチレンとし、これをアルカリ洗浄後35気圧に圧縮、-30°Cに冷却液化した後精溜したもので、精製エチレンの純度は酸素含量が0.002%程度のものであった。このエチレンを冷却しうるよう製作したエチレンの高圧プランジャー・ポンプ（能力は毎時7l、西製作所製）を用いて所要の反応圧に圧縮して反応管に送入した。

反応管は内径15mm、長さ5mのもので、外部のジャケットに加熱油を循環して所要温度に保った。反応管で生成したポリエチレンはその一部を高圧分離器中で反応圧下で液状で分離して下部より取り出すとともに、一部は常圧に放圧した後、

未反応エチレンと分離した。

触媒として用いた酸素は、分解反応を防ぐために精密に制御する必要があったので、原料エチレンを燃焼炉の白金触媒上で燃焼させ、その時の温度上昇により酸素含量を測定した。その精度は5ppmであった。酸素の分析については、後にエチレンに一酸化窒素を加え、それが二酸化窒素に変化して可視部に光の吸収帯が生ずることを利用し、光の吸収を測定する方法を開発し、その精度を0.5~1ppmに上げることができた。酸素の添加については、当初は酸素を酸素ボンベから減圧弁を通して直接添加しており、その量を回転式ガス計量器を使って計りながら調節していたが、あまり精密な添加量の制御は困難であった。その後、酸素添加を筆者の考案した水電解槽の上に原料エチレンを通す方法に変え、電解電流量の調節によって酸素添加量を完全に一様にすることができた。

エチレンを圧縮するプランジャー・ポンプについても苦心が積み重ねられた。使用する潤滑油が系内に混入して製品を汚すおそれがあるので、通常のものは使用できず、スクワレンが使われた。これは後に松村石油より提供を受けた流動パラフィンをさらに精製して使用した。プランジャーはパッキング・ボックスによってシールされていたが、はじめは焼き付きが多く、検討の結果、ケルメット合金が使われるようになった。

このようにして、昭和26年3月に1,700~1,800気圧で35時間の連続運転に成功し、以後昭和28年まで、種々の運転条件の下に各種のデータをとることができた。

## 5. 住友化学におけるポリエチレンの工業化

住友化学は昭和27年（1952）、京都大学における研究を基礎として、工業化の試験を行うために、通産省から工業化試験補助金1,200万円の交付を受け、同年11月には予算1,900万円で月産3トン

の試験設備を新居浜製造所内につくることを決定して建設に入り、翌年9月にこの中間試験工場は稼動に入った。

ここで当時の日本の化学工業および住友化学の状況について簡単に説明しておきたい。

太平洋戦争の敗戦から立ち上がりろうとしていた日本はまず食糧増産のような優先順位の高いものに寄与する生産活動に資材を振り向ける、所謂傾斜生産方式をとっていた。そこで化学工業においては硫安、尿素のような肥料の増産に努力が払われた。そのためには原料となるアンモニアの増産が必要であったが、当時、アンモニアは石炭を出発原料としてつくられていた。即ち、石炭を乾溜してコークスとし、水性炉でコークスと水蒸気から水性ガス反応により一酸化炭素と水素をつくり、この水素を窒素と反応させてアンモニアをつくっていたのである。即ち、水素源として石炭が使われていたのであるが、石炭産業は当時既に斜陽化しつつあり、欧米における石油を原料とした硫安価格に格差を付けられていた。

住友化学においても、このアンモニア合成原料ガスの所謂“ガス源転換”が最重要課題として検討が進められていた。微粉炭ガス化、油ガス化などについての検討を経て、ナフサ分解による原料ガスの製造の優位性が確認されたが、その際副生するエチレン（当時は未だエチレンは副産品であった）の有効利用の道として、既に経験をもっていたポリエチレンの生産が考えられたのである。

この頃ICIにおいても、日本にポリエチレン製造技術を譲渡する意向で、1952年5月にその相手先選択の調査を行うため、オリバー氏を日本に派遣した。同氏は京都大学の児玉教授のところも訪れたが、その時児玉教授は住友化学が工業化試験を行っていることをオリバー氏に説明した。

当時、新居浜の中間試験工場でポリエチレンの工業化試験を続けていた筆者はある日上司から、「ポリエチレンの工業化は自社技術で可能か、そ

れとも外国技術の導入を必要とするか、どのように考えるか」という諮問を受けた。これに対して筆者は「今後何年か今の研究を統ければ自社技術でも工業化は可能と思うが、それには時間がかかりすぎる。現状から判断すれば、技術導入の道を選ぶことが得策と考える」という内容の答申をしたことを憶えている。この判断は今でも正しかったと考えている。

1955年2月にはICIのディレクター、ステッドマン氏を団長とする調査団が来日し、日本の各社と接触したが、住友化学においても当時の土井社長が直接ステッドマン氏に、住友化学がICIの技術によりポリエチレンの製造を行いたい旨伝えるところがあった。結局、ICI社もポリエチレン製造技術は住友化学に譲渡することになり、その契約が1955年7月11日にロンドンで調印された。ICIが住友化学を選んだについては、住友化学が中間試験を行っていて、ある程度連続的にポリエチレンをつくっている現場をステッドマン氏が実際に見たことが大きな理由であったと思われる。

昭和30年（1955）11月22日、住友化学のICI法ポリエチレンに関する技術導入は政府外資審議会の正式認可を得た。同社はICIに高圧法ポリエチレン製造技術習得のためのチームを派遣することを決めた。そして昭和31年1月には「臨時ポリエチレン工場建設部」が発足した。

ICIからはポリエチレン製造設備に関する2千枚近い設計図面、オペレーション・マニュアル、そしてセントラル・ファイルと称するポリエチレン関連研究報告書が数百件も送られてきた。派遣チームの当面の仕事はまずこの膨大な量の設計図に目を通し、オペレーション・マニュアルによってプロセスの概要を把握することであった。設計図に目を通していったチームのメンバーがまず驚いたのは独創的な反応器の構造であった。それは事前には全く想像もできなかったユニークなものであった。直径16インチ、250lの容積を持つ反応

器には当然攪拌器が内蔵されていたが、その攪拌器を駆動するモーターまで反応器の内部におさめられていたのである。そして生成したポリエチレンを系外に押し出す“エクストルージョン・バルブ”は巧妙なしかけで、ニューマティックに自動制御されるようになっていた。筆者はこの図面一枚を見て、やはり技術導入が正しかったことを痛感したのである。

昭和31年2月、新居浜製造所企画部隅谷威雄副部長（当時）を団長とする5名の派遣チームがポリエチレン製造技術習得のためICIに向けて日本を出発した。筆者もメンバーの一人であった。爾後約3ヶ月、派遣チームはICIのウイニントン工場、ウイルトン工場およびウェルワイン・ガーデン・シティーにあった応用研究所において、講義を受け、工場見学をし、実習を行った。

このICIにおける技術習得において、派遣チームの全員が深く感銘を受けたことがある。それはICIという会社の偉大さということであった。われわれは、ことポリエチレンに関する限りは、一人で工場のどこへ行き、何を見てもかまわなかつたし、工場の操業日誌なども気軽に貰うことができた。研究所ではICIの研究者と将来の研究計画についてまで討論することができた。膨大な量の研究報告書、セントラル・ファイルの内容についても如何なる質問にも応じてもらえた。それは彼らの絶大な自信の現れであったと言える。イギリスには“ICIピープル”という言葉があるように、われわれが接したICIの人たちはすべて立派な紳士であった。筆者が痛感したことは、もし将来住友化学が他社へ技術供与を行うような場合には、ICIの態度こそわれわれの範とすべきものであるということであった。

新居浜の大江の新工場においては工場建設が始まった。当時の日本の工業力ではポリエチレン工場の主要機器というものの殆どが国産で調達することができなかった。例えば反応器はイング

リッシュ・スティール社、攪拌器用モーターはマザー・アンド・プラッツ社、超高压圧縮機はアメリカのクラーク・ブラザース社といった具合であった。

年産1万1千トンの能力をもつ日本最初のポリエチレン工場がスタートしたのは昭和33年3月、その第1号の反応器スタート・アップのハンドルをとった筆者は無事昇圧が終わり反応が始まった時点で、ICIの技術者から“コングラチュレーション”と祝福を受けた感激を今でも忘ることはできない。

工場スタートに当たっては、関係者の殆どが不安の念をもっていて、操業が安定するまでには数ヶ月を要するのではないかと考えられていたが、筆者には操業はスタート当初からうまくいくという自信があった。そして事実そのとおりになった。スタート当初、分解反応の頻発という若干のトラブルはあったものの、それも間もなく解消し、工場は安定操業の状態に入った。それ程ICIのポリエチレン技術の完成度は高かったのである。

## 6. 日本における高圧法ポリエチレン工業のテイク・オフ

住友化学の大江製作所のポリエチレン工場は当初11,000トンの年産能力でスタートしたが、その後の国内需要の急激な伸びに対応するため、昭和35年には17,000トン、36年には30,000トン、37年には66,000トン、38年には75,000トン、39年には92,000トン、40年には115,000トンと誠に急激な能力増強が続き、42年からは新鋭の千葉工場が稼動に入った。

ここで日本国内各社の参入状況を振り返ってみると、住友化学大江工場スタートのちょうど1年後の昭和34年3月、BASF法による三菱油化の四日市工場がスタートし、その後37年にはデュポン法による三井ポリケミカル、UCC法による日本ユニカ、ダウ法による旭ダウ、39年にはダート・インダストリー法による宇部興産、41年には

ナショナル・ディスティラーズ法による東洋曹達、43年にはダート・インダストリー法による日本石油化学、44年にはエチレン・プラスティク法による昭和油化、45年にはガルフ・オイル法による三菱化成と相次ぐ技術導入ラッシュにより、日本は世界各国のポリエチレン技術の展示場の観を呈するに至った。

このように日本における高圧法ポリエチレン市場の拡大に最も寄与したのは、時を同じくして生じた“包装革命”であった。そもそもポリエチレンは既述の如く、その優れた電気的性質からケーブル用の需要を中心に市場が拡大してきたのであるが、昭和30年代に起こった包装革命によって、ポリエチレン・フィルムの需要は急激に伸びた。使い捨ての買物袋用、農業分野のハウス、マルチ用など、ポリエチレンフィルムの市場は急速に拡大し、ラミネーション用がこれに続いた。需要家側からの品質に対する要求も極めて多岐にわたり、それに応すべく各社は研究開発に取り組んだ。

元来、ポリエチレンは化学組成からいえば単純なポリメチレンにすぎないが、採用する装置、反応条件によって、分子量は勿論、分子量分布、結晶化度（密度）、分岐度、分岐度分布、分岐の種類といった多くの因子が微妙に変化し、それら諸因子によって、フィルムの透明度、強度、剛性、押し出し易さ等々が変化するので、用途に応じて装置、反応条件を選定することが開発のキーポイントとなっている。筆者は工場スタート以来、約10年間ポリエチレンの品質改良に従事し、百品種近い新グレードをつくり出した。

ここでポリエチレンの価格の変遷にふれておきたい。技術導入以前、輸入品の価格はkg当たり千円以上もしていた。それが国産化された当初は3百円前後であったが、市場の拡大と共に価格も急激に下がり、間もなく百円を切ることになる。そのため各社は生産の合理化を余儀なくされ、系列当たりの能力の増大と他社より優れた製品の開

発に力を注ぐことになる。需要の伸びが大きかったとはいえる、先に述べたように余りにも多くの企業が短期間にこの業界に参入したため、所謂“利益なき繁栄”といわれた過当競争の時代を迎えることになる。

しかしこの時代、即ち昭和30年代後半から40年代にかけて、日本の高圧法ポリエチレン製造技術は大発展することになった。技術導入の初期にあっては、先にも述べたように主要機器はすべて輸入品に依存していたが、その後数年ならずしてこれらの機器はすべて国産化された。それと共に導入技術の改良、精緻化が進められ、住友化学においても、自社独自の技術の海外への技術供与が実現した。ここで付言しておきたいことが一つある。それは、ICIが住友化学に対するライセンス契約の期限が切れた後までも、世界各国に存在するICI法ポリエチレン工場の事故、その他安全に関する情報を住友化学に提供してくれたことである。これが工場の操業、改良に大変参考になったことはいうまでもないし、われわれもまたこれにこたえてICIに対して、安全に関する情報の提供を行ったのである。

## 7. おわりに

以上、高圧法ポリエチレンの発見と開発、そしてその後の発展の経緯について述べてきたが、日本におけるポリエチレン工業の発展史は高度経済成長期と軌を一にするものであった。そしてそれはまた、敗戦からの復興期におけるスクラップ・アンド・ビルト、外国技術の導入とその消化、日本独自の技術開発というパターンをたどった良い実例の一つでもある。その後、わが国の技術は半導体工業、自動車工業、製鉄業、ロボットをはじめとする精密機械工業等の多くの分野で世界のトップに立つに至った。しかし残念ながら、化学工業においては、その格差は縮まったとはいえ、未だ欧米の化学工業に一步を譲っていると言わざるを

えない。

福井謙一博士のノーベル化学賞の受賞を記念して創立された基礎化学研究所は、即効的な成果に汲々とせず、長期的で広い視野から化学の基礎的課題へ挑戦しようとするものであると聞いている。デュポンのナイロンもICIのポリエチレンも、このような研究の雰囲気の中から生まれてきたものである。

ここで日本におけるポリエチレン工業化の功績者・児玉信次郎博士の言葉を引用させていただくことにしたい。

「われわれは ICI のポリエチレン発見、開発の過程において、研究開発のあり方についてすでに多くのことを学び取ることができる。第一に驚くことは、1930年代の初めに ICI という営利会社が数千気圧の圧力を使って化学反応の研究を行ったことである。……その研究は相当の費用を要するものでもあった。また、ICI 自身にも、べつに自社の企業に結び付く的確な見通しがあったわけではない。それにもかかわらずこの高圧の研究を始めたのは、化学工業の基礎は純粹化学であり、未開拓の純粹化学の分野に工業的に大きな成果が得られる何ものかが存在すると考えたからである。

この研究は、工業会社の立場から見れば、所謂無目的研究であった。普通こういう研究によって実用的な成果が得られることは少ないが、この際は、ポリエチレンという超大物が釣り上げられた。ICI は非常に稀な幸運をつかんだわけである。これには大きな偶然が重なったことはすでに述べたとおりであるが、この幸運をつかむことのできた原因は高圧研究を行ったことにあることに間違いはない。……今日、日本では、営利会社で無目的研究を行うことは、研究費の浪費であると考えている人が多い。しかし、ポリエチレンは無目的研

究から生まれたのである。わが国ではある程度工業的な見通しがある研究ですら、絶対に成功することが明らかでない限り、手を出さない傾向が大きい。実際は、われわれが必ず成功すると考えた研究でも不成功に終わる確率は相当大きいし、またこういう研究は仮にうまくいっても、得られる利益は決して大きなものではない。中には自分のところでは、すでによそで成果の得られた二番手の研究しかやらないことを基本方針としているところもある。こういう態度は厳に戒められるべきものであろう。

つぎに、ポリエチレンの発見、開発の過程で多くの偶然が幸いしたことである。しかし、実際は偶然を的確につかまえて、これを成功に結び付けることは容易なことではない。これには研究者の細心な注意力と、研究に対する旺盛な意欲と、不明なことはあくまで追求する執拗な研究態度と、さらに研究の将来を確実に見通すことのできるすぐれた洞察力を必要とする。」

本稿を終るに当たって、参考乃至は引用させていただいた文献を次に掲げて、謝意を表する次第である。

## 参考文献

*This is our concern.*

- Imperial Chemical Industries Limited, 1955.
- ICI 元会長 Chambers 氏のスインバーン・メダル受賞を記念して、1962年に業界で行われた講演。
- E. Hunter, *Chemical Age* 84, No. 2148, 10. Sept. 1960. (British Association 年会講演)
- 児玉信次郎『研究開発への道』東京化学同人, 1978.
- 児玉信次郎, 谷口五十二, 湯浅幸雄, 太田忠尚, 寺田裕, 「ポリエチレンの半工業的連続製造試験」, 『工業化学雑誌』57 (1954), pp. 439-441.
- 梅野棟彦, 「昭和を彩った日本の石油化学工業④」『石油化学新聞』, 平成元年 5月11日。

(広 場)

## 櫻井錠二先生から聞いたことなど

田 中 泰 夫\*

東大理学部化学科には、古くから交替で外国の雑誌に出ている新しい研究から適当なものを選んでその内容を紹介する会合があつて、これを雑誌会といった。筆者が同教室に入學した大正15年(1926)の5月から6月のはじめにその会合が600回目をむかえ、先輩を招いて教室でささやかな記念の会合が催された。当日は在京の先輩が多数出席され、長老の櫻井錠二先生<sup>1)</sup>はじめ当時の東京高等師範学校(後の東京教育大学)の亀高徳平教授(明治30年卒業)、横浜高等工業学校(後の横浜国立大学)の鈴木達治校長(明治33年卒業)等の話があったのを覚えている。池田菊苗先生はドイツに滞在中で、この会合には出席されなかつた。

櫻井先生が、雑誌会は明治23年(1890)(といわれたと思う)に始められたもので、この種の会合は我国では初めてであり、報告された研究には色々と学会の注目をひき、あるいは後に大いに発展したものもあるといわれた。金属錯塩に関するウエルナーの研究は真島利行先生がはじめて雑誌会で紹介され、後にこれを当時の『東京化学会誌』(後の『日本化学会誌』)の雑報欄に詳しく解説されたということを後日柴田雄次先生から伺つた。

次いで櫻井先生自身が昔イギリスに留学された時のロンドン大学での恩師ウイリアムソン教授(Alexander Williamson)や当時の日本とイギリスとの関係などの思い出を話された。これに関連して日露戦争で旅順の攻撃が行きづまっていた時(明治37年、1904)、ロンドン大学の誰かから(名

前は忘れてしまつたが、ウイリアムソン教授は同年5月6日に逝去されたというから、先生からではなく旧友のどなたからかと思う)旅順のような狭い地域の攻撃には毒ガスを使ってみてはどうかという提案があり、早速実験にとりかかった。しかし実験は簡単には行かず、そのうちに旅順は陥落し、戦争も終わってしまったとのことであった。実験がうまく行ったとしても、実用化には相当に時日を要したであろうが、もし成功していたら化学兵器使用第1号の汚名を受けるところであつた。

この実験を担当したのは明治36年の卒業で、当時大学院にいた鈴木庸生博士であったということを後に御本人から直接にうかがつた。博士は満鉄中央試験所の技師を経て理化学研究所の主任研究員になられたが、多くのすぐれたアイデアをお持ちであった。夏目漱石の「満韓ところどころ」に(大連で最初に訪れた中央試験所では)「これが豆油(大豆油)の精製しないもので、こちらが(試験所で開発した方法で)精製した方です。色が違うばかりじゃない。香りも少し変わっています。かいで御覧なさいと技師が注意するのでかいみた。」(明治42年、1909)とあるが、この大豆油の精製に成功したのがまさに鈴木博士であった。

櫻井先生の話はそれから眞島先生のことになつた。同先生は明治32年(1899)の卒業でずっと大学に残って講師から助教授になられたのであるが、その間、学生実験の指導や化学会の事務等に追われながら夜おそくまで実験、研究に専心され、服装等には一向無関心であったとのことであった。なお眞島先生はやがてヨーロッパに留学の後、東

1991年7月9日受理

\* 元満鉄中央試験所研究員、元芝浦工業大学教授  
連絡先

北大学理学部の開設とともにその有機化学担当の教授となり、その後昭和になってからは大阪大学理学部の設置とともにその学部長となり、やがて同大学の学長になられたことは御存じの方も多いと思う。

眞島先生については亀高教授が先生は物理の本多光太郎先生とともに夜な夜な大学の弥生町への裏門を乗り越えて教室に入って実験を続けられたのであると追加された。ところで当時教室では電燈はついていなかった筈であるから、両先生などはランプの下で実験されたことになる。しかし正式には教室では夜は実験できないことになっていたのではないかとも思われる。

眞島先生についての櫻井先生のお話には続きがあった。ある晩先生のお宅に来客があり、お手傳が取次に出てみると、背が高くて立派だが服装は作業服か何かあまり立派ではない。そして「大学から来ました」「大学から来ました」と言われるだけで名前はわからない。それでお手傳が「学校から小使さんが来ました」というのであるが、これは眞島先生その人であったという。もっとも眞島先生には後年、私もお目にかかる機会があったが、服装も立派で堂々たる紳士であった。

さて筆者が大学を出た昭和4年（1929）は東京高等工業学校が東京工業大学に昇格した年で、私はその物理化学の教授に就任された田丸節郎先生<sup>2)</sup>のもとで研究に従事することになったが、その時櫻井先生の令息の春雄君も一緒であった。ある日私が同君に先生からお宅に眞島先生が伺った時の話を聞いたことがあるといったところ、春雄君は同じような話がもう一つあるという。その話はずっと後の、あるいは昭和になってからのことかと思うが、同君の話によると今度のお客は背はあまり高くはないが、今でいうベスト・ドレッサーともいいくべき服装の立派な老紳士で、頭髪はあまりないが立派なあご鬚を貯えておられる。「京都のオオサカです」「京都のオオサカが参りました」とのこと、お手傳が「京都の大阪」「京都の大

阪」とはあのお客さん少々変なのではないですかと首をかしげた。しかしこれはまぎれもなく「京都のオオサカ」、即ち京都大学の大幸（オオサカ）勇吉教授であったということであった。

なお大幸先生は古く明治25年（1892）の東大化学科の卒業で、第五高等学校及び東京女子高等師範学校（後のお茶の水大学）を経て京都大学の教授になられた。先生の著書『物理化学』は明治44年（1911）の刊行で、これは我が国における最初の物理化学の著書である。先生には塩類一水系の相律に関する研究が多く<sup>3)</sup>、筆者は東大法学部の大教室で先生のこれに関する特別講義を聞いたことがある。令息の甫（ハジメ）氏（後に東京教育大学教授）は大学で私の2年先輩で、卒業後も理研の主任研究員を兼ねておられた片山正夫先生のところの研究員として教室に残っておられたので色々とお世話になったが、病氣のために早世せられたのは誠に残念であった。

櫻井先生は大正時代のはじめ理化学研究所の設立に多大の努力を払われたのであるが、その後もずっと理研のような物理及び化学に限ることなく、人文科学方面を含めて広く学術研究の促進をはかる必要性を痛感しておられた。そしてわれわれが東京工大にいた昭和5年頃から、当時学士院長をしておられた先生は、70歳を超える高齢にもかかわらず、自ら主唱して学界の意見を総合し、官界、財界を説いて学術振興会の創立に努力された。当時その裏方、あるいは実行隊長として寝食を忘れて奔走されたのが田丸先生であり、櫻井先生が田丸先生を訪ねて工大にお見えになったこともあった。その結果昭和7年（1932）12月をもって財團法人日本学術振興会がめでたく設立された<sup>4)</sup>。櫻井先生は会の成立とともに理事長としてその經營に努力され、かくして学術振興会は戦後の改組を経て今日に至るまで、学界に対して多大の寄与を果たしているのである。

櫻井先生はこの時の田丸先生の盡力をたたえて、その「思い出」<sup>5)</sup>に「学術振興の運動を起こして

より約2ヶ年の間始終一貫常ならざる熱意をもって此の運動に寄与し、しかも好んで椽の下の力持ちに任せられた田丸節郎君の努力に対して自分は常に感謝の念を禁ずること能わざるものである。而も目的達成と共に弥々事業に着手せんとするに当たり不幸にも同君は病魔の襲う所となり、久しきに涉って病床に親しまれるの止むなきに至ったことは誠に遺憾至極である。」と述懐しておられる。なお東大名誉教授の田丸謙二氏は田丸先生の令息で、お二人とも日本化学会の会長を勤められ、親子二代の会長は同会では他にその例を見ない。

ここで雑誌会のことを少し追加すると、会は、筆者等の頃は原則として毎週一回開かれ、先生が一人、助手、副手及び大学院学生から一人、学生（三年生、当時の言葉では後期の学生）が二人の合計四人から報告があり、その要旨は当時あった日本化学会誌の抄録欄をうめることが多かった。雑誌会は又卒業研究発表会の世話をしたり、教室の親睦会の役割もはたしていた。先生方が海外の留学あるいは出張から帰られた時の帰朝談を伺うこともあった。600回を迎えた大正15年の秋には国際会議のためにヨーロッパ及びアメリカに出張された松原行一先生のお話があり<sup>6)</sup>、その翌年の昭和2年にはデンマークのコペンハーゲン大学におけるボア（Niels Hendrik Bohr）、ヘベシー（Georg Hevesy）両教授のところの留学から帰られた木村健二郎先生の帰朝談があったが、ここでは松原先生のお話の一部<sup>6)</sup>をあげておく。

松原先生はこの時イギリスではダイバース先生（Edward Divers）の墓に詣でられた。ダイバース先生は1873（明治6年）に来日し、1899（明治32年）まで工部大学校及び東大理学部（当時の帝国大学理科大学）の教授を勤められ（無機化学）、帰国後も各方面で活動し、化学会副会長及び工業化学会長などを勤められた。この時お墓の場所を旧知のイギリス人に尋ねたが全く知らないというので、先生は御自分で調べようとロンドン化学会誌を見ると、逝去の日付はあるがお墓のことには

触れていない。それでさらに雑誌ネーチュアを調べると先生のことが詳しく出ており、お墓のこともはっきり記されていたと話されたのが印象に深い。松原先生が御自身で調べられたのは如何にも先生らしいが、これは又資料、文献の調べ方を教えるものである。

アメリカでは先生はハーバード大学のグランド・オールドマンと呼ばれたエリオット名誉総長（Charles William Eliot）（化学者で先生が中学ではじめて化学を学ばれた時の教科書の作者）の長逝にあい、そのハーバード大学葬に参列して東京帝国大学の名で花環を呈された。その葬儀がきわめて肅然として行われたのに対して、同じ頃ニューヨークで死亡した当時の名映画俳優ヴァレンチノ（Rudolf Valentino）のことが盛んに傳えられていたと感慨深げに話された。

雑誌会はその後もずっと続けられたが、佐佐木行美名誉教授に調べていただいたところ、教室の規模が大きくなり、各専門分野の研究がますます精細となるとともに、新制大学が発足して大学院が拡充されるにいたり、東大化学会の教室全体としての雑誌会は1100回余の会合を重ねた後、昭和27年（1952）になって発展的解消をとげたということである。

## 文 献 と 注

- 1) 櫻井先生については、櫻井錠二遺稿『思い出の数々』（櫻井武雄編私家本、1940）；廣田鋼藏『明治の化学者』（東京化学同人、1988）；小竹無二雄「櫻井先生と長井先生」『化学史研究第4号』、1～4（1975）；阪上正信「櫻井錠二博士の諸資料について」『化学史研究第11号』、3～13（1979）；廣田鋼藏「明治期の日本国民の化学観—櫻井錠二を巡る東京化学会の諸事件」『化学史研究第37号』、145～158（1986）など。
- 2) 佐藤一雄「田丸節郎先生」（『化学』、第19卷第2号、1964）。
- 3) 大幸勇吉『水及び塩類系と相律』（「高等物理・化学講座」、1929）。
- 4) 櫻井錠二遺稿『思い出の数々』（前出）、p. 182。
- 5) 同上、p. 57。
- 6) 松原行一（『東大理工学部会誌』第5号、1927；第7号、1928）及び松原行一『行子（テキショクシ）雜纂』（私家本、1941）p. 184, 209。

[広 場]

## 化学史—夏のサロン ('91)—の報告

亀山哲也\*・飯島 孝\*\*

第7回化学史サロンが1991年8月30日、午後1時半から6時まで東洋大学甫水会館において、約30名の参加者を得て開催された。今回は、“第二次世界大戦と人造石油”をテーマに4人の先生からお話を伺った。

最初に田中浩朗先生から「人造石油製造技術の研究体制」という題で以下の話を伺った。

第一次世界大戦以降、海軍は燃料として大量に石油を使うようになったが、民間に石油の製造、販売をまかせては戦争の際に困るので、政府の専売あるいは特定の企業に特許を与えて独占的に製造あるいは販売させることを望んでいた。大正15年(1926)、燃料調査委員会は新しい油田の開発や代用石油製造技術の開発の促進が必要である旨の報告を行った。これらが背景となって、政府は昭和12年(1937)に人造石油事業奨励法を制定し、第1に石炭低温乾溜工業者の採算がとれるように補助金を交付する制度を作った。第2に人造石油製造事業法を作りて人造石油業者を許可制にし、許可を受けた業者のみを助成策(免税、奨励金)の対象とした。戦後、この法律がなくなり、天然石油業者と競争することが困難となって人造石油業はなくなった。第3に帝国燃料興業株式会社法を制定し、人造石油事業に対する投資及び技術の振興をはかった。

燃料政策遂行のため国の機関として海軍省軍需局や商工省鉱山局燃料課があったが、軍需と民需の両方を統一的に扱うために、拡充策として燃料局を発足させた。早速、第一次人造石油製造事業

振興を昭和12年から7か年計画で実施することを決め、具体的には石油の総需要400万klの半分を人造石油でまかう計画を立てた。しかしながら実際の生産量は計画を大幅に下回った。

昭和15年になると、米国の大日本に対する禁輸政策は厳しくなり、国内で400万klを自給する必要性がますます強まった。奨励策として公定価格(天然と人造石油の中間ぐらいの値段)を設け、人造石油事業を保護した。また、人造石油製造技術組合を作り、企業とは個別に特許あるいは技術の交渉に応じた。重要な技術であるフィッシャー・トロプシュ法による石油合成技術に関しては、これを最初に三井物産がルーアヘミーより取得し、昭和14年に帝国燃料がゆずり受け、各企業はこの特許を利用して製造技術の開発をはかった。

代表的な研究機関としては満鉄の中央試験所がある。昭和4年に撫順炭坑の油母頁岩から内熱式乾溜法により重油の製造を行い、4,000t/日の処理工場を完成させた。これは日本人の人造石油生産高の大きな部分を占めた。海軍の燃料廠では水添による石炭の液化を行い、朝鮮窯素(阿吾地)及び満鉄(撫順)で工場の建設に着手した。農商務省では、大正9年に設立された燃料研究所が主に石炭の低温乾溜に関する研究を行った。

講師のお話が終わって、参加者の宗像氏をはじめ戦前、人造石油の開発に携わった方々から貴重なコメントがあり、当時の開発状況を具体的に知ることができた。講師のお話から、当時の人造石油製造技術が日本はドイツに相当遅れていたこと、また、400万klの生産目標が当時のわが国の技術水準からして如何に困難であったかがよくわかった。さらに、商工省による人造石油奨励法の策定は一時的にはこの分野の業者の救済にはなったも

1991年10月11日受理

\* 化学技術研究所

連絡先 :

\*\* 岐阜経済大学

連絡先 :

の、わが国の技術開発という観点からは有効に作用したかどうか疑問であると思った。

次に三輪宗弘先生から「人造石油と対米開戦」という題で、米国との戦争に日本の人造石油政策がどのような影響を与えたかについてお話を伺った。

昭和3年に満鉄より海軍燃料廠に依託された石炭液化研究は、種々の問題を含みながらも昭和11年には企業化がはかられることになった。昭和12年には人造石油事業法が成立し、昭和18年までに重油、揮発油各100万 kL を製造することが決められたものの計画どおりには進まず、海軍や商工省はあせった。昭和15年8月、米国は対日石油輸出の許可制に踏み切った。このため、企画院は対米強硬論を軸に「外交転換ニ伴フ液体燃料供給対策ニ関スル件」の決定を踏まえ、人造石油、蘭印石油等の確保を決めた。同時に米国から大量の石油の買い付けを行った。日本は戦争に備えて石油の買い付けを行ったとして、米国は昭和16年8月石油の対日全面禁油を決めた。一方、ルーズベルト大統領やハル長官は外交問題として解決すべきであるとして、この決定には消極的であった。日本は9月に『帝国國策遂行要領』ニ関スル御前会議において、外交交渉が10月上旬までに進展しない場合に米、英、蘭との開戦を決意することを決めていた。及川海軍大臣も戦争を回避するためには人造石油400万トンの製造を早急に実現すべきであり、米国の対日全面禁油即戦争であると決意していた。一方、当時の人造石油の生産実績達成率60%からみて、国内の必要量を人造石油のみでまかなうことは不可能な状況であった。

引き続いて参加者から以下のような興味あるコメントがあった。

宗像氏；昭和14年から海軍にいた。塩化亜鉛触媒は高温で融けるため、絶縁性が低下して内熱式の反応管が故障する事故が多くあった。新しい触媒として水酸化鉄触媒（反応中は硫酸鉄になる）を、約200回の実験を経て昭和15年の暮に見出したが、装置の故障続きのために海軍燃料廠の研究者は

石炭液化に興味を失っていた。

村田氏；当時、人造石油で400万 kL をまかなければ技術的にかなり困難であった。このような目標値は当時の政府の報告書にもよく見られる。たとえば松根油の場合もそうであった。松の根っこから5万～10万 kL の油を製造するという計画があった。松根油を燃料に用いるためにはハイドロクラッキング用の設備が必要であるが、処理能力は1万 kL ぐらいしかなかった。不足分の設備を製造しようとしても大砲を作るのにフル回転しており、不可能であった。このように総合的な技術力の分析に欠けていた。何でこんなことをしたのか軍需局関連の人に聞いたのだが明確な回答は得ていない。

鎌谷氏；昭和12年の7月に商工省燃料局が人造石油の振興計画の一次案を作っている。これは日華事変の始まる前に作成している。今回の場合もそうだが、何故、このような空想的な人造石油計画を作成したのか、そのあたりを明らかにしてほしい。

飯島氏；京大の小松先生は触媒の大家のサバチエの所にも留学されており、硫黄は触媒毒になるので硫酸鉄触媒はダメだと信じておられたが、満鉄の阿部良之助氏の硫酸鉄触媒の結果を見られて小松先生は顔を赤くされたと阿部さんが言っておられた。

宗像氏；昭和15年頃、小松先生の力は絶大であった。

中島氏；陸軍の燃料廠にいたが、海軍の燃料廠は京大の小松先生の指導下にあり、エンジニアリングの基礎を欠いていた。

阿久根氏；海軍燃料廠にいたが、小松先生に指導を受けた人々は学位をもらったが、それ以外の人はなかなか学位をもらうことができず、他の先生から学位をもらった。

三輪先生のお話を契機に当時、実際に人造石油の開発にかかわられた人々のお話を聞くことができたことは化学史サロンを開催することの意義でもあり、世話係としても喜んでいる。と同時に、

当時の開発状況についてまだ明らかになっていない部分が多いのではないかと思う。また、三輪先生のお話を伺っていると、既に最初に戦争ありきで、人造石油開発目標は当時の技術からすれば、達成困難は明らかであり、戦争は不可避という戦争突入のための策動でしかなかったのではないかと思われた。

続いて中島敏先生の司会で、石田亮一、渡辺真一の両先生のお話を伺った。

中島先生は、陸軍燃料廠でFT（フィッシャー・トロプシュ）法の反応器の開発に従事され、この時、熱媒体を使用した。戦後、熱媒体の製造、熱媒体を使用する化学装置のエンジニアリング会社—総研化学㈱を設立、現在、同社会長。

石田亮一先生は、三井石油合成㈱に「事務屋」として勤務、戦後、三井東圧、三井石油化学工業を経て、退職後、東京合成会の世話役をなされ、『石炭液化物語』を著す。

渡辺真一先生は、父君が三井物産石炭部長の渡辺四郎氏で、ドイツのFT法の発表をいち早く注目し、これの導入を推進した。渡辺先生ご自身は、北海道人造石油に機械屋として勤務されて、現在は早稲田大学の工業経営学科の教授である。ご自宅には北海道人造石油など、FT法の人造石油関係の収集された資料がある。

高圧の機器が必要な石炭液化に比較し、機器の製作が容易で、石炭ガスさえあれば、FT法は石油の製造ができた。歴史には「もしも」と言う言葉がないが、FT法に「もし」、当時、国が力を入れたならば「石油」事情が違ったのではないかと、中島先生は、司会の冒頭に述べられ、実際にこのFT法に携わった先生方のお話を伺った。

石田先生は、自著の『石炭液化物語』に沿って、三井家（三井高修）とFT法の導入のいきさつを述べられた。

渡辺先生は、北海道人造石油（滝川）における装置の製作の実状を述べられた。反応器は三井造船で製作され、他の装置は180社の協力をえた。7150馬力のコンプレッサーは石川島（土光氏が設

計したと言う）の製作。計器は富士電機、横河、日立製作（この時育成された）であった。学校を出たばかりの渡辺先生は、三池に行き、熔接を見習い、滝川でこの指導に当られた。

FT法の触媒は、コバルトであったが、この資源不足のため、京大の喜多先生の指導で、鉄触媒の実用化研究を行い、これに成功した。この触媒を使用すると、反応温度が230から240℃になるので、熱水系配管による反応制御が困難であるため、陸軍燃料廠の開発した熱媒体（中島担当）を用いるBS炉（二重管）が製作された。この試験に北海道人造石油は成功したが、本格運転にいたらなかった。

中島先生が「非常な熱意のこもった会合となり、いろいろな方と懇親できた」と言われたが、当時、人造石油に関わられた方、紀俊道氏ら多数出席いただき、つぎの様な資料も配布された。渡辺真一「今生かしたい昔の人造石油技術」、渡辺四郎「北人小話」、東海林浩太「フィッシャー・トロプシュ法のテクノロジーを求めて」、北海道人造石油の合成炉の稼働状況など。

当日、出席できなかつたと、後日、松浦保さんからお葉書をいただいた。松浦さんは、三井石油合成のFT法で、青春をおくられた。

その葉書に、松浦さんは、「FT法は、いわゆる重化学工業的な連続プラントであり、この技術が後世に伝えた技術波及に興味がある。①発熱反応の反応工学理論の展開。②建設・試運転を通じての体験、考え方の石油化学への展開。これらが戦争による技術の断続と連続を技術者を通じて追ってみたい」と。

松浦さんのご指摘の議論を深めてみたいと私（飯島）も思います。

松浦さん、ご本人が、三井石油化学工業で、戦後をおくられた歴史の生き証人なので、ぜひこれを語っていただきたい。

最後になるが、石田先生から『石炭液化物語』を化学史学会に寄贈いただいたことをお礼申し上げます。

## 〔紹 介〕

伊東俊太郎・村上陽一郎共編『講座科学史2 社会から読む科学史』培風館, 1989年9月, A5版, 378頁, 本体4500円。

「今日の日本における科学史研究の全体像を見通しよく示し, 広く科学史研究への社会からの期待と批判にこたえるとともに, 今後の研究の方向をも探ろうとの目的をもって編集された」という『講座科学史』(全4巻)の第2巻である。この巻には、「社会から読む科学史」という標題が付けられている。が、内容的には「科学社会学」を扱ったものだ、と編者はいう。

科学史の講座なのに、なぜその中で科学社会学が扱われているのか。本書の編者は、科学史を論じる際に科学社会学を扱うことはごく自然なことと考えているのか、この問い合わせに対する明示的な答を与えていない。もちろん、最近の科学史研究においては、科学の社会的次元を無視することはできず、その際科学社会学の知見が参考になるということ、また、科学社会学でも科学史上の事例が研究されていること、つまり科学史と科学社会学との交流が盛んなこと、がその答となろう。今日、科学史家と科学社会学者の区別が付かないような場面が確かに存在する。しかし、科学史と科学社会学という二つの異なる学問分野が、それほどすうっと自然につながってしまっていいものだろうか。この点については、また後で論じることにしよう。

この巻は、編者村上氏による総説、12篇の論文(うち外国人によるもの4篇)、座談会、そして所々に配置された合計6つのコラムから構成されている。論文の執筆者には、科学史以外の領域(科学哲学、大学史、社会学、原子力)の専門家や外国人人も入っており、コラムでは、科学史の外部(思想史、教育社会学、物理学、生物学、医学)から

の科学史に対する意見あるいは本巻のテーマに関わる短い文章が寄せられている。また座談会は、一般読者のための各論文の位置づけや全体のガイドをも兼ねたものだという。こうした「多角的」構成が、本講座全4巻の売り物になっている(ただし、科学社会学を扱うという本巻では、科学史家以外の執筆者が登場することは当然ともいえるが)。

さて、本書に収録された論文について簡単に紹介しておこう。

I章「科学史と科学社会学」に収められた3本の論文は、科学史研究における科学社会学(知識社会学)の知見の有効性を論じたものである。横山輝雄論文「科学社会学と比較宗教学」は、科学社会学における科学観の転換を、比較宗教学の成立に対応するものとして捉え、比較宗教学に対応する比較科学史の可能性を吟味している。パリー・バーンズ論文「科学史と知識社会学」とデービット・R・オールドロイド論文「知識社会学研究とその科学史的意味」は、トマス・クーンなどによる科学観の転換によって知識社会学の知見が科学にも適用可能になったことを解説し、そうしたアプローチによる既存の代表的な科学史研究を紹介している。

II章「教育制度のなかの科学」に収められた2本の論文は、科学・技術教育に関する歴史的事例研究である。潮木守一論文「近代大学への科学の定着」は、アメリカの大学カリキュラムへの科学の導入およびドイツの工科大学同格化運動の際に見られる論争をイデオロギー闘争として考察する。また、松本三和夫論文「技術移転と科学・技術教育—世紀転換期日英の比較社会学的考察」は、舶用蒸気タービン技術が英国から日本へ移転される際の科学・技術教育の機能と形態を両国で比較している。

III章「科学者共同体の形成」に収められた2本の論文は、この章の標題とあまり関係がない。

吉岡斉論文「情報生産システムとしての科学——科学研究の開放系モデル」は、まず、科学社会学の対象・方法・目標を提示し、科学共同体の概念について吟味したあと、吉岡氏が年来提唱している開放系モデルを解説している。リチャード・ウィトリー論文「科学の社会的・知的組織の変化——専門職業化と数理的観念」は、数理的理念(arithmetic ideal)が科学に特定のタイプの社会組織・権威・競争をもたらすこと、および数理的理念を中心に専門職業化した物理学などの科学が、生物学や社会学などの他の科学に影響を与えていていることを論じている。

IV章「産業化社会と科学研究」に収められた4本の論文は、主に社会問題に関わる科学を扱っている。高木仁三郎論文「専門的批判の組織化について」は、科学技術を推進する利害集団から独立した専門的批判の組織化の重要性を指摘し、その実例として西ドイツにあるいくつかの独立研究機関を紹介している。米本昌平論文「研究の自由と研究の規制——ガイドライン=委員会体制とは何か」は、研究を規制する制度としての「ガイドライン=委員会体制」の成立・普及を、ニュルンベルク裁判における人体実験の規制から遺伝子組換え実験規制のための NIH(米国立衛生研究所)ガイドラインの成立へと追っていき、その科学史的意味を考察している。下坂英論文「科学者の『不正行為』について」は、データ捏造や剽窃といった科学者の不正行為は実際に多く、不正行為を防止するための自己規制機構も十分に機能していないことを様々なデータや事例をあげて示している。ジェローム・R・ラベツ論文「産業化科学における知識・権力・制御」は、科学の産業化によって様々な問題、なかでも科学的成果の品質悪化が生じていることを指摘し、そうした問題が将来の危機の発生源となり、科学を新しい歴史的段階へと転換させる動因となるだろうと主張している。

巻末には、長い間東京大学科学史・科学哲学教

室で同僚だった科学史家伊東俊太郎・村上陽一郎・佐々木力の3氏による座談会記録が収録されている。そこでは話題として、科学社会学の概念規定、17世紀の科学の制度化、科学社会学自体の制度化、エスノメソドロジー、科学哲学と科学社会学、ブルアの「ストロング・プログラム」、未来の知識の予言可能性、学問の批判性、生活世界、社会革命と科学革命、科学技術の政治経済学の必要性、などが扱われている。

さて、本巻は、冒頭で引用したような編集目的(但し、本巻の場合は「科学史」というところを「科学社会学」と読み替えるべきであろう)をどれほど実現しているであろうか。この問いには、残念ながらかなり否定的に答えざるを得ない。まず、本巻は、「講座」という名の書物が持つべき体系性を欠き、独立した論文の寄せ集めとなっている。この巻全体で、どのような科学社会学像を提示しようとしているのか見てこない。また、科学史外部からの批判ということで収録されたコラムは、それ自体面白いものもあるが、それらが本巻に収められた論文や座談会と有機的に関係づけられていない。巻末の座談会も、各論文の位置づけといった配慮はみられず、本巻の中で独立した部分を構成している。要するに、全体として雑誌的な編集となっている。

最後に、科学史と科学社会学の関係について。先に、科学史の講座の中で科学社会学がごく自然に取り扱われていることを指摘した。つまり、科学社会学が科学史の延長線上に置かれているということができる。しかしこれは、科学社会学にとって不幸なことである。というのも、吉岡氏が本巻収録論文で指摘しているような「科学史と科学社会学とが互いに基本的に異なる対象・方法・目標を持った学問分野であるという事実に対する認識」を妨げるからである。内容的には「科学社会学」を扱っているという編者の言に反して、本巻もやはり講座「科学史」の一部ということか。

(田中浩朗)

## 〔紹 介〕

丸石照機著, 『原典から学ぶ化学の本質—見えずとも見えてきた [元素原子論を中心として]』新生出版, 1989年, A5版, 253頁, 2,266円

高等学校以下の教育において, 化学史または科学史を取り入れる努力が多く教員の手によって様々な形でなされているようであるが, それが定着する気配はあまり感じられない。知識詰め込み型の教育が主流であり, また受験生だけでなく, 教員あるいは各高校間で繰り広げられる進学競争の中で, そのような試みは, 残念ながらこれからも傍流であり続けるのではないかと, 悲観的にならざるを得ない。もちろん, そのような状況の中でも真面目に化学史を取り入れて高い評価を得ている方々もおられるし, まさにこの本の著者もその中の一人であると思われる。しかし, 著者もそうであるように, 化学史を「授業の導入またはまとめに利用」されているに過ぎないのが大方の扱われかたである。つまり, 知識詰め込み教育または化学教育を有効におこなうために化学史を利用するのであって, そのような化学史もそれなりに有意義であるのはいささかも否定しないが, 化学史教育ではないのである。化学教育と化学史云々については, 本誌の「教育シリーズ」などや, また一般には『化学史・常識を見直す』(日本化学会編, 講談社)などでも論じられていることであるが, その内容に関してはどういう訳か, 広く浸透しているとは言えない。理科Iの教科書にはラヴワジエからドルトンまでは化学の基礎法則として必ず扱われており, 理科Iになってからも10年近くたつが, その「化学史」的内容にうんざりする方は『化学史研究』の読者には多数おられるのではないかだろうか。高等学校の教育現場で原典を使用し, 化学史を正面から取り上げておられる著

者に声援を送りたい。

本書の項目を以下に記す。

- α. 哲学的元素原子論
- β. 科学と技術
- γ. 機械的元素原子論
- δ. 燃焼の理論
- ε. 化学的元素原子論
- ζ. 電気化学
- η. エネルギー保存則
- θ. 化学構造論
- ι. 元素の周期律
- κ. 化学熱力学
- λ. 物理的元素原子論
- μ. 量子論的元素原子論

以上12章に分けられ, ギリシャ時代から現代まで広範囲であるが, 「元素原子論」に焦点を当てているので1冊の本として適当な量になっている。それぞれの章について導入実験・資料としての原典(日本語訳の抜粋)・演習問題・化学の本質という形式で, 高校生あるいは化学教育に携わる教師を対象として化学史入門的に著されている。33人の研究者を取り上げ, 原典はほとんど翻訳の引用である。ただし, ドルトンおよびボアに関しては原典ではなく, 著者の文章を資料としている。著書名からするとそれらについても適切な原典にするほうが良かったのではないかと思う。原典の占める割合は全体のほぼ半分である。

また, 「演習問題」や「化学の本質」部分はそれぞれ短い文章でまとめられているので, 高校生にとっては読みやすくて良いのであるが, 簡潔さのあまり説明不足を感じるところが多くある。また, 次の文章などは説明不足を越えているのではないかと思う。ギリシャ時代について

「……自然を解釈するだけの科学が生まれ,

原子派は追放された。」(p. 25)

デモクリトスの原子論も自然を解釈する一つの方法に過ぎず, かなり強引。

ボイルに関して

「……元素変換説に陥ってしまっている。従って、元素を定義しながら元素を具体的に特定できずに終わった。」(p. 58)

元素変換説でも元素を特定できないことはないのでは、納得できる理由になつてない。

とはいものの、全体的にはよくまとめあげられていて、高校の教師には十分利用価値がある。特に「問題演習」の穴埋めの問題などは、いかにも教育現場だという香りが伝わってくる労作である。

さて、著者も記しているように、「近年おおくの化学の原典が翻訳され、気軽に化学教育者が利用することが可能」になってきた。この状況の中で化学教育のための化学史ではなく、化学史教育または科学史教育を正面から指向する流れが高校以下の教育現場にも生じ始めているのではないかと、私は期待を込めて感じている。私自身も職業柄少なからず化学史に関して興味を抱いており、授業のなかで時々利用もしているが、とても化学史教育と言えたものではない。ただ、歴史的な取り扱いをするたびに、時間を十分割いて化学史を教えることができたなら、純粹の化学とは別のおもしろさのある授業ができるのではないかと何度もなく思うのであるが、時間もなければ能力もないのが現状で、なかばあきらめの状態である。

そういう私自身の化学教育への関心から本書

を概観すると、全体として前述したように好感が持てるのであるが、高校生が読みこなすにはいさかレベルが高いと思われる部分が特に原典の部分にかなりあり、解説などの援助を授業中に行っているならば、相当の時間を費やしてしまうという難点はどうしても解消できないのではないだろうか。本書に沿って授業を展開するとなると、もはやそれは化学史を利用する化学教育ではなく、どちらかといえば化学史教育といえるのではないか。本来の化学教育をどうするのかという葛藤に苦しまざるを得ないのではないかと想像してしまうのである。その葛藤の中で従来の化学教育と化学史教育とが止揚された形で新たな化学教育を目指すのか、またはいっそのこと化学史教育に正面から取り組むのか著者の展望は示されていない。「本書の活用方法は、これだ！」といったものはありません。自由に創造されんことを願って止みません。」とある。化学史を化学の授業に役立てようとする人にとってはそれなりに、また、化学教育に奉仕するだけの位置はもはや化学史に与えられないのではないかと考えている人にとっても重要な方向を考えさせられるものであり、高等学校以下における化学史教育の在りかたを考えさせられる1冊である。

浅才非学な私がいわゆる書評など恐れ多いとは思うのだが、一高校教師として感じたことを述べた。

(佐藤道洋)

### 〈会員の出版物〉

鶴田四郎著 『熱硬化性樹脂化学史——フェノールや尿素はホルムアルデヒドといかにして橋かけ高分子をつくるか——』  
日立化成工業株式会社、1990年10月、467頁、¥5,150

G. カンギレム 著 金森 修 監訳  
『科学史・科学哲学研究』

法政大学出版局、1991年7月、6,489円

## 〔紹 介〕

小野周／槌田敦／室田武／八木江里編『熱学第二法則の展開』、朝倉書店、1990年、A5版、214頁、2,900円。

本書の「序」によると、本書は、エントロピー学会が日本物理学会の協賛を得て1988年11月に開催した「クラウジス没後100周年記念シンポジウム」で報告された講演に、第二法則に関連する論文をいくつか加えて編集されたものだという。

全体が3部に分けられ、合計11編の論文が収録されているが、『日本物理学会誌』1991年7月号の「新著紹介」でも指摘されているように、各部に標題がなく、どのような原則に基づいてこのように分けられているのかはっきりしない。もっとも、山本義隆氏による第1章「力学と熱学(1)」と、それを承けて書かれた小出昭一郎氏の「力学と熱学(2)」を除いては、相互の関係がないので、興味の赴くままに読むことができる。

小野周氏による第8章「クラウジスからブリゴジンへ」は、エントロピー概念の発展に貢献した主な科学者として、カルノー、ケルヴィン、クラウジス、ボルツマン、オンサーガー、ブリゴジンの6名の科学者を取り上げ、彼らの業績を紹介している。橋爪夏樹氏による第9章「熱力学から統計力学に至る物質運動記述の4階層と2種類のエントロピー」は、熱力学の巨視的記述、統計力学の微視的記述、その中間に位置する2階層の中間視的(mesoscopic)記述(巨視的変数の熱揺動理論と一般化された醉歩理論)という4層の記述法と、運動論的エントロピーと統計的エントロピーという2種類のエントロピーとを二つの座標軸にして、第二法則の展開を論じている。

高田誠二氏による第4章「熱現象が実験物理の射程にとらえられるまで」は、古代ギリシアのヘロンの「からくり」を糸口とした洒脱な文章で、

実験物理学の観点から、クラウジスに至るまでの熱理論の発展を論じている。高橋義人氏による第7章「エンテレケイアとエントロピー」は、主として文学作品を通して、エントロピー概念が現代人に問いかけているものを剔出しようとする試みと、評者は理解した。第6章は、河宮信郎氏によるクラウジスの講演記録「自然界のエネルギー貯蔵とそれを人類の利益のために利用すること」の翻訳であり、狭義の物理学に留まらないクラウジスの見解がよく示されている。第5章「クラウジスとエントロピー」は、長年クラウジスを研究してきた八木江里氏による論考で、クラウジスに関連する年表とクラウジスの論文および著書目録が付されている。

槌田敦氏による第11章「カルノー、クラウジスから生命の熱学へ」は、氏の「資源物理学」についての簡潔なまとめになっているし、室田武氏による第10章「動力則・汚染則・再生則としての第二法則」は、サブタイトル「ボドリンスキーのエネルギー収支分析に寄せて」が示すように、1880年代にエネルギー経済的な考察を展開していたウクライナの思想家ボドリンスキーを、エコロジカルな視点を取り入れることに失敗したマルクスやエンゲルスとの対比も織り混ぜながら再評価しようとする、興味深い論考である。

前記の2つの章も本書成立の経緯とよくマッチした論考であるが、評者としては、第1章の山本氏のものが、もっとも興味深い論考であった。

山本氏は、熱力学は、巨視的力学や場の古典論よりも「一段上のレベルに位置する」ものとして正当に評価されるべきだと主張する。いわく、「巨視的熱力学は、微視的物理学によって基礎づけられることによりその実践的・理論的役割を終えるものでは決してなく、現在も、それに固有の課題と意義とを有しているのである。」より具体的には、次のように主張される。熱力学は、地球上においてすべての運動は減衰しすべての物質は

腐敗するにもかかわらず地球は生命と活動性に満ちているという経験に根差すニュートンの「自然哲学」に出自を持ち、地球における全体的物質循環の活動性の根拠は何かという問題意識に導かれ、さらに火力機関の発展に促されて形成され発展したものであり、「本来的に力学的一面性を補い、物理学理論のみならず、われわれの地上での生活と生産活動に対する規制原理を与えるべきものであった。」

評者のささやかな感想を記すならば、ここでの「本来的に」とは、「熱力学の理論構制からして超歴史的に」という意味ではなく、「熱力学が成立・発展した歴史的文脈において」という意味であろう。氏の論文は、評者にはそのように読めた。もしその読み取り方が正しいなら、そのような含意を持って出発した熱力学が現在においても改めて重視されるべきだという主張は、物理学理論内部の論理だけから出てくるのではなくて、熱力学が成立・発展した時代とは違う現代に固有の課題との関係において出てくるのであろう。その現代に固有の課題が何であると氏は考えるのか。今や、

還元主義に毒されて行きついた「対象の孤立化と理想化というガリレイ的方法」の限界が顕になったからこそ、巨視的な枠組みを取り戻すべきだと氏は論じているようであるが、この点をもう少し明示的に論述して欲しかった。

それは、「いまなぜエントロピーか、しかもゴミや生態系などを論ずるのに」、という根強くある問い合わせることもある。そうしてこそ、中山正敏氏による、エントロピー概念がどこまで有効かを巡るエントロピー学会などの議論に解答を与えようとする「ミクロとマクロ」(第3章)のような議論も、いっそう活きてくると思われる。

最後に蛇足。本書のタイトル中の「熱学第二法則」は「熱力学第二法則」の間違いではないかと一瞬思った。もっとも、最近は熱力学と統計力学とを総称して熱学というようであるから、これでいいのであろう。とはいえ、科学史では、熱力学誕生以前の熱に関する研究を熱学ということが多いようであるから、今後、混乱が起らぬないように留意する必要があるかもしれない。

(杉山滋郎)

---

#### 新入会員名簿 (平成3年9月～平成3年12月末日)

## 〔紹 介〕

## 新着科学史書から

Roy MacLEOD (ed.), *Government and Expertise: Specialists, administrators and professionals, 1860–1919*, Cambridge University Press, 1988. Pp. xv+359. £37.50.

科学史研究において、19世紀を「科学の制度化」の時代と捉えることは、今や共通の了解事項である。ただし、その中身については、研究者の関心やアプローチにより、また対象とする国や社会の有り様により、様々である。本書は、19世紀中葉から第一次世界大戦までのイギリスを対象とし、そこでの「行政革命」を多角的に検討した研究書である。4部から構成され、全部で13編の論文が寄せられている。エンジニアや公衆衛生の専門家を扱った論文が2編ある他は、科学技術に直接かかわるものはない。しかし、「科学の制度化」を他の領域で生じた「制度化」や「専門職業化」と関連づけて捉えることを可能にするなど、これまで以上に広い文脈のなかで「科学の制度化」を検討するための手がかりになろう。

Patrick Brantlinger (ed.), *Energy and Entropy: Science and Culture in Victorian Britain: Essays from Victorian Studies*, Indiana University Press, 1989. Pp. xxii+352. £19.50.

本書のメイン・タイトル「エネルギーとエントロピー」は内容とそぐわず、大変まずい。これではいろいろな誤解が生じてしまう。たとえば、書店の人が副題をよく見ずにこの本を配列すると、きっと物理学の棚に並べてしまうだろう。しかし、本書は熱力学の本でも、その歴史を扱ったものでもない。副題に示されているように、ヴィクトリア期のイギリスを対象とした学際的な学術雑誌、*Victorian Studies*に掲載された、主に科学史関係の論文をまとめたものである。

全部で14編の論文からなるが、そのうちの幾つ

かの題目を、内容がわかる程度に省略して示しておくと、「19世紀中葉における科学と知的権威：R. Chambers と『創造の自然誌、その遺跡』」、「R. Murchison とイギリス地質学」、「衛生改良者と健康・病気の自然神学」、「ケンブリッジの知的エリートの社会的出自と卒業後の経歴」、「G. G. Stokes の宗教思想」、「T. H. Huxley のレトリックと科学思想の大衆化」、「博物館とイデオロギー」、「熱力学の大衆化と社会的予言のレトリック」(この論文が唯一、メイン・テーマに関わるものといえる)。

Paul Weindling, *Health, Race and German Politics between national Unification and Nazism, 1870 ~1945*, Cambridge University Pr., 1989. Pp. xi+641. £55.00, \$69.50.

優生学がナチズムと密接な関係をもっていたことは改めていうまでもない。この問題に関するこれまでの研究では、主に優生学成立の知的な起源に限定されてきたように思われるが、本書はそうしたことよりも公衆衛生や社会福祉との関係を問題とし、とりわけ専門家集団として登場してきた医師に注目しつつ、優生学の社会的基盤や国家との関係を論じている。

社会ダーウィン主義や人種衛生学について整理したあと、ドイツ史の時代区分にしたがって、第一次大戦～革命～ワイマール体制～ナチ体制との崩壊までを扱っている。600頁を越える大著なので当然ともいえるが、検討されている史料の量は実に多い。また20数頁にも及ぶ文献目録はそれだけでも十分に価値がある。

Frank A. J. L. James (ed.), *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilisation*, London, the Macmillan Press Ltd., 1989. Pp. xv+260. £40.00.

「現代科学の本質を理解しようとする際、その中心に据えるべきものは、実験室に関わるあらゆ

るエーツである」(序文の最後)と考えてよいのかはともかくとしても、科学者の現実の生活にとって実験研究施設が中心的な場となってきたことは確かである。本書は18世紀中葉から1960年代までの実験研究施設を対象とした論文集。3部構成で、総計13の論文が掲載されている。

第1部は「化学実験室」と題され、ディヴィ、グラスゴー大学の化学実験室(1747~1818)、「ポータブル・ラボラトリー」(持ち運びできる実験器具のセット)を扱った3編の論文が寄せられている。

第2部「実験室の物理学への拡張」では、ハーウィード大学での物理学(1870~1910)、J. J. Thomsonとキャヴェンデッシュ研究所、19世紀中葉のロシアの天文観測所、ドイツのPTR(Physikalisch-Technische Reichsanstalt)、イギリンド初の工科大学Finsbury Technical Collegeなどが取り上げられている。

第3部「大規模物理学実験所」ではヨーロッパの共同核研究施設CERNやフェルミ研究所などを扱う。

Peter Mathias and John A. Davis (eds.), *The First Industrial Revolutions*, Oxford, Basil Blackwell Ltd., 1989. Pp. viii + 175. £8.95 (paperbacks).

わが国でもよく知られた経済史研究者を中心とした、「産業革命」に関する概説書。このテーマについては、うんざりするほど研究があるが、最近の研究動向を知るのに好便。各テーマと著者は次のとおり。

1. 「産業革命：概念と実態」(Peter Mathias).
2. 「New Economic Historyと産業革命」(N. F. R. Crafts).
3. 「1850年以前のブリテンとヨーロッパの工業

化：新しい展望と古い諸問題」(John A. Davis).

4. 「産業革命の資金調達」(P. Mathias).
5. 「輸送：新しいもののそばにある古いものの生き残り」(T. C. Barker).
6. 「農業と産業革命」(P. Mathias).
7. 「18~19世紀における人口増加と経済変化」(Robert Woods).
8. 「ヨーロッパの工業化における労働の変遷」(Kristine Bruland).

John Christie and Sally Shuttleworth (eds.), *Nature transfigured: Science and Literature, 1700~1900*, Manchester Univ. Pr., 1989. Pp. 225. £29.95.

科学と文学との関係については、井山弘幸氏が論じておられる(大野誠・小川真理子編著『科学史の世界』(丸善、1991年)所収、「文学の中の科学・科学の中の文学」)ように、幾つかのアプローチが考えられる。本書はアプローチとしては伝統的なもので、広い意味での「文学書」を史料として扱い、そのなかに見られる科学思想を論じた研究書である。全部で9編の論文が収められており、取り上げられている文学作品や文学者などは、次のとおり(丸括弧のなかに執筆者名を示す)。デッカー(S. Schaffer),『ガリヴァー旅行記』(J. Christie),『トリリストゥラム・シャンディ』(R. Porter),コールリッジとディヴィ(T. H. Levere),ホーソンの『緋文字』(D. Van Leer),C. ブロンテ(S. Shuttleworth),「ダーウィンと言語論の成長」(G. Beer),「婦人・子供向けの科学」(G. Meyers),トマス・ハーディ(P. Dale).

(大野 誠)

### 会員增加へご協力のお願い

本会の会員を一人でも増やすためにご協力をお願いします。周りの方へ是非入会をお勧め下さい。入会の手続きは、巻末に綴じ込んである振替用紙に必要事項を記入し、入会金と会費を払い込んでいただければ完了します。なお、入会案内を作成しましたので、事務局宛て請求下さい。

## 〔資 料〕

## 化学史および周辺分野の新刊書（1990）

## 洋 書 編（追補）

- Abraham, Lyndy. *Marvel and Alchemy*. Aldershot, England: Scholar Press, 1990.
- Adams, Valerie. *Chemical Warfare, Chemical Disarmament*. Bloomington, Indiana: Indiana University Press, 1990
- Agricola, Georg. *Bermanus (Le mineur)*: *Un dialogue sur les mines*. Trans. Introduction, texte établi, traduit et commenté par Robert Halleux et Albert Yans. Paris: Les Belles Lettres, 1990.
- Bennings, H. *A History of Lactic Acid Making: A Chapter in the History of Biotechnology*. Chemists and Chemistry. Dordrecht, Boston, and London: Kluwer Academic Publishers, 1990.
- Bittrich, H. J. *ABC Geschichte der Chemie*. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoff-industrie, 1990.
- Bondi, Hermann. *Science, Churchill, and Me: The Autobiography of Hermann Bondi, Master of Churchill College Cambridge*. Oxford: Pergamon, 1990.
- Bricker, Phillip; and Hughes, R. I. G., ed. *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1990.
- Cocks, Jeoffrey; and Jarausch, Konrad., ed. *German Professions, 1800-1950*. New York: Oxford University Press, 1990.
- Cunningham, Andrew; and Jardine, Nicholas, ed. *Romanticism and the Sciences*. Cambridge, New York, etc.: Cambridge University Press, 1990.
- Curtius, Theodor; and Duisberg, Carl. *Freunde in der Zeit des Aufbruchs der Chemie: Der Briefwechsel zwischen Theodor Curtius und Carl Duisberg*. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Math.-Naturwiss. Klasse, 1. Berlin: Springer, 1990.
- Diebold, John. *The Innovators: The Discoveries, Inventions, and Breakthroughs of Our Time*. New York: Dutton, 1990.
- Dobbs, Betty J.T. *Alchemical Death and Resurrection: The Significance of Alchemy in the Age of Newton*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, 1990.
- Eckert, Michael; and Schubert, Helmut. *Crystals, Electrons, Transistors: From Scholar's Study to Industrial Research*. Trans. Thomas Hughes. New York: American Institute of Physics, 1990.
- Freudenthal, Gad, ed. *Études sur/Studies on Hélène Metzger*. Originally published in Corpus, Revue de Philosophie, No 8/9 (Paris, 1988) ed. Collection de Travaux de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences, 32. Leiden: E.J. Brill, 1990.
- Frängsmyr, Tore; Heilbron, J.L., and Rider, Robin E., ed. *The Quantifying Spirit in the 18th Century*. Berkeley: University of California Press, 1990.
- Gale, Mary; and Lloyd, Brian, ed. *Hugh Macdonald Sinclair: The Founders of Modern Nutrition*. Workingham, Berks.: The MaCarrison Society, 1990.
- Gimbel, John. *Science, Technology, and Reparations: Exploitation and Plunder in Postwar Germany*. Stanford, California: Stanford University Press, 1990.
- Goldschmit, Bertrand. *Atomic Rivals: A Candid Memoir of Rivals among the Allies over the Bomb*. Trans. Georges M. Temmer. New Brunswick: Rutgers University Press, 1990.
- Heine, Jens Ulrich. *Verstand und Schicksal: Die Männer der I.G. Farbenindustrie A.G. in 161 Kurzbiographien*. New York / Weinheim: VCH Publishers, 1990.
- Helmholtz, Hermann von. *Letters of Hermann von Helmholtz to His Wife*. Boethius: Texte und Abhandlungen zur Geschichte der exakten Wissenschaften, 23. Stuttgart: Steiner, 1990.
- Helmstädtner, Axel. *Spagyrische Arzneimittel: Pharmacie und Alchemie der Neuzeit*.

- Heidelberger Schriften zur Pharmazie- und Naturwissenschaftsgeschichte, Band 3, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1990.
- Henry, John; and Hutton, Sarah, ed. *New Perspectives on Renaissance Thought: Essays in the History of Science, Education, and Philosophy in Memory of Charles B. Schmitt*. London: Duckworth and Istituto Italiano Per gli Studi Filosofici, 1990.
- Hoagland, Mahlon. *Toward the Habit of Truth: A Life in Science*. New York: Norton, 1990.
- Kass-Simon, G.; and Barnes, Patricia, ed. *Women of Science: Righting the Record*. Bloomington/Indianapolis: Indiana University Press, 1990.
- Knight, David. *Ideas in Chemistry: A History of the Science*. Athlone, 1990.
- Krafft, Fritz; und Stoll, Ulrich. *25 Jahre Institut für Geschichte der Pharmazie der Philipps-Universität Marburg/Lahn, 1965-1990*. Marburg: Institut für Geschichte der Pharmazie der Philipps-Universität, 1990.
- Le Grand, H.E., ed., *Experimental Inquiries: Historical, Philosophical and Social Studies of Experimentation in Science*. (Australasian Studies in History and Philosophy of Science, 8). Dordrecht: Kluwer Academic, 1990.
- Lederberg, Joshua, ed. *The Excitement and Fascination of Science: Reflections by Eminent Scientists*. Vol. 3. Palo Alto, Calif.: Annual Reviews, 1990.
- Levere, Trevor H.; and Shea, William R., ed. *Nature, Experiment, and the Sciences: Essays on Galileo and the History of Science in Honour of Stillman Drake*. Boston: Studies in the Philosophy of Science, 120. Dordrecht: Kluwer Academic, 1990.
- Liebenau, Jonathan; Higby, Gregory J.; and Stroud, Elaine C., ed. *Pill Peddlers: Essays on the History of the Pharmaceutical Industry*. Madison, Wisconsin: American Institute of the History of Pharmacy, 1990.
- Lindberg, David C.; and Westman, Robert S., ed. *Reappraisals of the Scientific Revolution*. Cambridge, New York, etc.: Cambridge University Press, 1990.
- McNeil, Ian, ed. *An Encyclopaedia of the History of Technology*. London: Routledge, 1990.
- Molony, Barbara. *Technology and Investment: The Prewar Japanese Chemical Industry*. Cambridge, Mass.: Council on East Asian Studies; Distributed by Harvard University Press, 1990.
- Morris, A.D.; and Rose, Clifford. *James Parkinson: His Life and Times*. Boston, Basel, and Berlin: Birkhäuser, 1990.
- Munday, E. Patrick. *Sturm und Dung: Justus von Liebig and the Chemistry of Agriculture*. Ph.D. dissertation, Cornell University, 1990.
- Oliver Evans Chapter of the Society for Industrial Archeology. *Workshop of the World: A Selective Guide to the Industrial Archeology of Philadelphia*. Wallingford, Pa.: The Oliver Evans Press, 1990.
- Oltra, Lluís Garrigós. *Aproximación a la evolución histórica de los métodos de ajuste de las ecuaciones químicas*. Alicante, Spain: Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert", 1990.
- Roberts, Julian; and Watson, Andrew G., ed. *John Dee's Library Catalogue*. Oxford: Oxford University Press, 1990.
- Seymour, Raymond B.; and Mark, Herman F., ed. *Organic Coatings: Their Origin and Development*. (Proceedings of the International Symposium on the History of Organic Coatings, held September 11-15, 1989, in Miami Beach, Florida). New York: Elsevier, 1990.
- Wilson, David B., ed. *The Correspondence between Sir George Gabriel Stokes and Sir William Thomson, Baron Kelvin of Largs*. 2 vols. Cambridge New York, etc.: Cambridge University Press, 1990.

## [ニュース]

## 国内ニュース

## ●化学会館の展示

日本化学会では、去る7月の化学会館（東京都千代田区神田駿河台1-5、代表電話 03-3292-6161）の開館に伴い、同館1階ロビーに展示コーナーを設け、化学に関する歴史資料を定期的に展示・公開することになった。第1回は「日本化学の黎明—I」と題し、芝 哲夫本会会長の企画により、宇田川裕、川本幸民の肖像、裕著『舍密開宗』、幸民著『化学新書』とその原書 *Schule der Chemie* の蘭訳書、坪井信道の『製煉發蒙』、河野祐造の『舍密便覧』などが展示された（『化学新書』を除き1992年2月まで展示中）。展示物は約半年ごとに交換し、逐次、日本および外国の貴重な化学史資料を展示してゆくことになっている。今後も化学史学会が中心となって企画する予定なので、会員諸氏の見学をお勧めするとともに、有益なご意見をお待ちしたい。

## ●洋学史学会発足

洋学史研究の伝統を継承・発展させ、また新たにこの分野に関心を持ち始めた若手研究者を受け入れる組織として、洋学史学会が去る6月30日に正式に発足した。定例の事業として、機関誌およびニュース・レターの発行、年次大会と月例会の開催が計画されている。入会手続き等については、以下に問い合わせのこと。

## 洋学史学会事務局

## ●行事予定（1991年冬～1992年春）

## ○「歴史家・久米邦武展」

日本科学史学会協賛、明治維新前後の科学技術書・手稿類の展示

11月3日～12月17日、久米美術館（東京JR目黒駅西口）

## ○洋学史学会 1991年度大会

12月8日（日）、順天堂大学9号館

連絡先：

## 洋学史学会事務局

## ○日本科学史学会 第4期科学史学校「歴史に学ぶ現代の科学と技術」

10月26日 飯島 孝 「水俣病の化学技術史」

11月16日 板倉 聖宣 「日本における脚氣研究史」

12月21日 清水 達雄 「昭和数学史」

1月25日 玉木 英彦 「核分裂の研究と理研」

2月22日 高田 誠二 「測ることの学術史」

3月28日 謝 世輝 「科学史の新しい見方」

4月25日 木村陽次郎 「幕末から明治初期の生物学史」

5月23日 半谷 高久 「環境破壊と化学史の見なしあ」

6月27日 江沢 洋 「物理学とは何だろうか—科学史から見て—」

7月25日 石館三枝子 「分子生物学の誕生から遺伝子組み換えへ」

8月22日 三浦 豊彦 「労働と健康の歴史」

9月26日 林 良重 「『舍密開宗』の実験とその教材化」

いずれも土曜日、15:00～17:00、東洋大学甫水会館

連絡先：〒103 東京都中央区日本橋 2-16-3-91

日本橋中央ビル 91

日本科学史学会・普及委員会

## ○科学社会学研究会

11月17日（日）第11回「科学とフェミニズム」

1月19日（日）第12回「科学哲学の最近の潮流」

3月15日（日）第13回 テーマ未定

いずれも、10:00～15:00、東京大学先端科学技術研究センター45号館

連絡先：

川崎 勝

## ○STS Network Japan

11月2日（土）第9回シンポジウム「環境・倫理・教育」

15:30～18:00、東京大学先端科学技術研究センター45号館

3月15日（土）第10回シンポジウム 詳細未定

連絡先：〒153 東京都目黒区駒場 4-6-1

東京大学先端科学技術研究センター  
科学技術倫理分野 中島秀人気付  
STS Network Japan 事務局

他に1月18日（土）にSTS教育の教材交流会が開催される予定。詳細は上記連絡先まで。

## ○物理学史研究懇談会・例会

11月9日（土）慎 蒼健 「イギリス物理学における統計的思考の誕生」

15:30～、東京大学先端科学技術研究センター45号館

12月14日（土）高橋智子 題目・詳細未定

連絡先：

## 海外ニュース

## ●行事予定（1991年冬～1992年春）

## ○科学の社会的研究学会年会（アメリカ）

Annual Meeting, Society for the Social Studies

- of Science, 1991年11月13-16日, MIT (ボストン)
- 鍊金術史・化学史学会研究発表会(イギリス)  
Society for the History of Alchemy and Chemistry, Society for the History of Natural Historyとの合同発表会, 1991年11月30日, Science Museum Library (ロンドン)
- ラテンアメリカ科学技術史会議(メキシコ)  
Third Latin American Congress of the History of Science and Technology, 1992年1月12-16日, メキシコシティ(「新世界の形成におけるアメリカ」が主テーマ)
- 大西洋生物学史ジョイントセミナー(アメリカ)  
28th Annual Seminar, Joint Atlantic Seminar for the History of Biology, 1992年4月3-4日, コーネル大学(イサカ)
- 中西部科学史ジュントー(アメリカ)  
The Midwest Junto for the History of Science, 1992年4月3-5日, アイオワ大学(アイオワシティ)
- アメリカ化学会年会(アメリカ)  
203rd ACS Annual Meeting, 1992年4月5-10日, サンフランシスコ(化学史部会シンポジウム「化学の系統」「SFにおける化学」がある)
- 王立化学会化学会議(イギリス)  
Chemical Congress, Royal Society of Chemistry, 1992年4月13-16日, マンチェスター(マンチェスターの化学者に関する発表がある)
- シンポジウム「ジュネーブ会議百周年」(スイス)  
100th Anniversary of Geneva Conference, 1992年4月21-22日, ジュネーブ
- アメリカ医学史年会(アメリカ)  
Annual Meeting, American Association for the History of Medicine, 1992年4月30-5月3日, シアトル
- ジョン・ハーシェル生誕2百周年記念シンポジウム(イギリス)  
John Herschel 1772-1871: A Bicentennial Commemoration, 王立協会主催, 1992年5月13日, ロンドン
- ブルースト国際会議(スペイン)  
Congreso Internacional Louis Proust, 1992年5月19-22日, セゴビア
- A. W. ホフマン没後百年記念シンポジウム(ドイツ)  
ドイツ化学会主催, 1992年5月5-6日, フンボルト大学

### 化学史学会の新規事業について

化学史学会では、本会に対する社会的要請に応え、一層の発展をはかるべく、以下のような新規事業を計画しています。

#### 1.『化学史研究』の拡充と改善

会誌の増頁(各号100頁程度)を行い、広い読者層の多様な要求に応えるため、論文のほか、各種の総説・資料・紹介記事を掲載し、研究専門誌であるとともに、情報誌的・啓蒙誌的な性格を合わせもった質の高い総合誌への変革をはかる。

#### 2.関連学協会とのジョイント・シンポジウム

日本化学会のほか、塩業史、たたら、酒造史、産業技術史、洋学史、薬学史など関連の学協会とジョイント・シンポジウムを開催し、開かれた学会としての性格を強化し、情報交換の活動を積極的に促進する。

#### 3.日本の科学技術古典の復刻・翻刻事業

創立20周年事業として、江戸時代・明治初期の刊行書や稿本の中から重要な科学・技術書を数十点厳選し、その復刻・翻刻を試み、解説を付けて逐次刊行する。これらの古典は今日では一般に入手困難であり、研究に資するばかりか、後世に残る出版事業となるものと期待されている。

#### 4.化学史資料の収集

退職化学者の業績集を組織的に収集し、日本化学会の協力を得て国会図書館に保管する事業を進める。これらの資料のほとんどは非売品で、一般に入手が容易ではなく、これまで国会図書館ですら所蔵していなかったものも含み、研究を促進するとともに、貴重なコレクションとなるだろう。

## 編 集 後 記

☆ここに第18巻の最後の号をお届けします。会の創立20周年を控え、新しい拡充策が理事会で検討されております。その一つが会誌『化学史研究』の充実であり、既にお気付きと思いますが、今年になってから表紙のデザインを変え、文字の大きさや配列を工夫しましたし、第3号はもとより本号も増頁を実施しており、内容もラヴァジエ特集に加えて技術史の特集を始めました。書評欄も拡充させました。会員の希望と社会的要請に応えることのできる会誌にするには、少なくとも毎号100頁位のものにしたいと考え、これを当面の目標にして努力したいと思っています。論文や寄書、広場、書評など、会へのご意見とともに奮ってご投稿下さい。お待ちしています。

☆また、20周年記念事業として江戸期から明治初頭に刊行あるいは筆写された科学書の化学や物理を中心にした復刻・翻刻を計画しています。膨大な事業になりそうですが、日本における科学史研究を促進するために不可欠なものと考え、具体案を発表できるように検討中です。ご意見をお寄せ下さい。

☆化学史学会の充実のための企画が進行中です(249頁参照)。このためにも会員の増加が必要で、ぜひ入会をお説き下さい。入会案内のパンフレットが新年早々にはできますので、ご活用下さい。

(鎌谷)

## 各種問合わせ先

○入会その他 → 化学史学会連絡事務局

郵便：〒133 東京小岩郵便局私書箱46号  
 振替口座：東京8-175468  
 電話：0474(78)0420(FAX. 兼用),  
 0474(73)3075(留守番兼用)

○投稿先 → 『化学史研究』編集委員会

〒101 東京都千代田区神田錦町2-2

東京電機大学工学部

古川 安(気付)

○別刷・広告扱い→大和印刷(奥付参照)

○定期購読・バックナンバー→(書店経由)内田老鶴園

## 編 集 委 員

(委員長) 鎌谷 親善	
(顧問) 柏木 肇	
飯島 孝	大井 手幸夫
大野 誠	亀山 哲也
川崎 勝	小塙 玄也
斎藤 幸一	田中 浩朗
林 良重	藤井 清久
古川 安	丸石 照機
宮本 正彦	武藤 伸
吉本 秀之	

## 贊 助 会 員 (50音順)

(株)内田老鶴園  
 勝田化工(株)  
 協和純薬(株)  
 三共(株)  
 三共出版(株)  
 山陽化工(株)  
 塩野義製薬(株)  
 白鳥製薬(株)  
 武田科学振興財團  
 田辺製薬(株)有機化学研究所  
 (株)東京教学社  
 日本ユニカ(株)  
 肥料科学研究所  
 理研ビニル工業(株)

## 化学史学会入会のお説き

○学会創立20年を目前にして、会の一層の発展をはかるために会員の増加を呼びかけています。知人や友人、なかでも学生の諸君に入会をお説きください。

○入会勧説用のカラー・パンフレットを作成しましたので、事務局にご請求ください。

化学史研究 第18巻 第4号(通巻57号)

1991年12月25日発行

KAGAKUSHI Vol. 18, No. 4. (1991)

年4回発行 定価2,060円(本体2,000円) ~~大和~~ ~~2,500円~~編集・発行 © 化学史学会 (JSHC) ~~2,500円~~

The Japanese Society for the History of Chemistry

会長 芝 哲夫

President: Tetsuo SHIBA

編集代表者 鎌谷 親善

Editor in Chief: Chikayoshi KAMATANI

学会事務局

千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学内

% Tatsuaki YAMAGUCHI, Chiba Institute of Technology, Narashino, Chiba 275, Japan  
 Phone 0474 (73) 3075

印刷 ~~大和~~ 大印刷

〒173 東京都板橋区栄町25-16

TEL. 03(3963)8011(代) FAX. 03(3963)8260

発売 (書店扱い) ~~内田老鶴園~~

〒112 文京区大塚3-34-3

TEL 03 (3945) 6781(代)

Overseas Distributor: Maruzen Co., Ltd.

P.O.Box 5050, Tokyo International, 100-31 Japan

Phone 03 (3272) 7211; Telex, J-26517.

昭和52年3月24日 郵政省学術刊行物指定

# KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society  
for the History of Chemistry

Volume 18 Number 4 1991  
(Number 57)

## CONTENTS

### ARTICLE

- Shigeo SUGIYAMA: John Tyndall's Contribution to Chemistry and his Particulate Conception of Matter (179)

### NOTE

- Kozo HIROTA and Masayoshi OIWA: "Sekkyoku" and "Shokyoku": An Investigation on the Origin of the Words, Based on the Books of Dutch Scholars (193)  
Eikoh SHIMAO: Kotaro Shimomura: His Pioneering Works and Personality (197)

### NEW LIGHT ON LAVOISIER: The Research of the Last Twenty Years

- Osamu KANAMORI: 10. La connaissance chimique fondée sur le langage (The Language-bounded Character of Chemical Knowledge) (211)

### THE HISTORY OF CHEMICAL TECHNOLOGY SERIES

- Hiroshi TERADA: 1) High-Pressure Polyethylene Production: History of Its Discovery and Development (221)

### FORUM

- Yasuo TANAKA: On What I Heard from Joji Sakurai (232)  
Tetsuya KAMEYAMA and Takashi IIJIMA: Report of the 1991 Summer Saloon for the History of Chemistry (235)

### BOOK REVIEWS

- NOTICE OF NEW PUBLICATIONS (238)

- LIST OF NEW BOOKS (1990) (244)

- NEWS (246)

fw7X

Edited and Published by  
The Japanese Society for the History of Chemistry  
P.O. Box 46, Koiwa Post Office, Tokyo 133, Japan  
Overseas Distributor: Maruzen Co. Ltd.,  
P.O. Box 5050, Tokyo International, Tokyo 100-31, Japan

# [化 学 史 研 究]

## 第18卷(1991年) 総 目 次

卷頭言	新会長に就任して わが研究を顧みて	芝 哲夫 (1)
論 文	明治期日本における化学工業——人造肥料製造業——(その1) ジョン・ティンダルの粒子論的物質観と化学への寄与	福井謙一 (51) 鎌谷 親善 (115)
寄 書	ゴイターの「二塩化炭素」—ジクロロカルベンの化学の始まりと進展— 積極と消極—蘭学書に語源を尋ねて—	杉山滋郎 (179) 竹林松二 (4) 廣田鋼藏・大岩 正芳 (193)
総 説	下村孝太郎—その先駆的業績と人物像—	島尾永康 (197)
教育シリーズ	シューレにかかる7つの疑問	日吉芳朗 (11)
特 集	ラヴワジエ研究入門 第8回「化学革命論」の諸位相 ラヴワジエ研究入門 第9回 文献案内 Part 2 (1985-1990) ——ラヴワジエ『化学原論』200周年祭を終えて—— ラヴワジエ研究入門 第10回 化学認識の言語束縛性 技術史シリーズ 1. 高圧法ポリエチレン—その発見と開発の歴史—	藤井清久 (64) 川崎 勝 (137) 金森 修 (211) 寺田 裕 (221)
年会特集	第2回化学史シンポジウム プログラムと講演要旨 1991年度化学史研究発表会プログラム・会場案内・講演要旨	(100) (167)
広 場	岡田家武さんの思い出 1990年度化学史研究発表会に参加して 1991年度化学史「春の学校」に参加して 新企画・化学史シンポジウムについて 「化学教育フォーラム」常設の提案 櫻井錠二先生から聞いたことなど 化学史—夏のサロン ('91)—の報告	田中泰夫 (19) 野中靖臣 (21) 吉本秀之 (81) 山口達明 (84) 柏木 肇 (144) 田中泰夫 (232) 亀山哲也・飯島 孝 (235)
資 料	東京帝国大学理学部旧制化学科における卒業研究発表会の プログラム(1916-1953) I・II	佐佐木行美・立花太郎 (23, 85)
	化学史および周辺分野の新刊書(1990)	編集部 (164, 246)
紹 介	R.ホーイカース(藤井清久訳)『宗教と近代科学の勃興』 G.E.アレン(阿部 治訳)『ナチュラリストの誕生』 紫藤貞昭・矢部一郎『近代日本 その科学と技術—原典への招待—』 18世紀イギリス科学のプロソボグラフィーに関する2著 曹元宇(木田茂夫, 山崎祐訳)『中国化学史話』 パオロ・ロッシ(伊藤和行訳)『哲学者と機械』, 科学史 研究叢書① 横山輝雄, 井山弘幸, 橋本毅彦編著『科学における論争・ 発見—科学革命の諸相』 Barbara Molony, <i>Technology and Investment: The Prewar Japanese Chemical Industry</i> Joel Mokyr, <i>The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress</i>	吉本秀之 (33) 小川真里子 (37) 藤田英夫 (41) 大野 誠 (43) 島尾永康 (92) 金森 修 (95) 板垣良一 (151) 鎌谷 親善 (153) 小川真里子 (157)
	伊東俊太郎・村上陽一郎共編『講座科学史2 社会から読む科学史』 丸石照機著, 『原典から学ぶ化学の本質』 小野周・槌田敦・室田武・八木江里編『熱学第二法則の展開』 新着科学史書から	田中浩朗 (238) 佐藤道洋 (240) 杉山滋郎 (242) 大野 誠・川崎 勝 (46, 99, 162, 244) (48, 248)