

化学史研究

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society for the History of Chemistry

1987 No. 1

化学史、ディシプリンへの道 柏木 肇 (1)

論 文 現代科学への東洋の貢献

——科学機器の発明と明治期の科学者をめぐって——

..... O.T. ベンフィー・訳 囲坂興亜 (4)

Harries-Pickles ゴム構造論争 (I) 和田 武 (16)

「化学」という用語の本邦での出現・使用に関する一考察

..... 菅原国香 (29)

広 場 「化学史サロン—夏の集い'86」の記

——きわめて個人的な印象ダメから—— 永松一夫 (41)

紹 介 共鳴理論批判問題の再認識 山口達明・劉 学銘 (44)

会 報 (40)

EDITORIAL History of Chemistry: The Path Toward a Discipline Hazime KASIWAGI (1)

Scientific Instruments, Meiji Scholars and the Relevance of the Orient for

Modern Science Otto Theodor BENFEY (4)

The Harries-Pickles Controversy on the Theory of Rubber (I) Takeshi WADA (16)

A Historical Study of the Use of the Term *Kagaku* for Chemistry in Japan Kunika SUGAWARA (29)

FORUM (41)

REVIEW (44)

化 学 史 学 会

会 告

1987年度化学史研究発表会講演募集

主催 化学史学会 協賛 日本化学会近畿支部

日 時 10月3日(土), 4日(日)

会 場 富山大学(富山市五福)

シンポジウムテーマ 化学史研究と化学教育

一般講演およびシンポジウムへの講演申込を下記の要領で募集します。

講演時間 30分

講演申込締切 5月30日(土)

講演希望者はハガキに一般講演かシンポジウムかを明記し、講演題目、氏名、所属、連絡先(住所および電話番号)を記入して下記にお送り下さい。

申込先 〒133 小岩郵便局私書箱46号 化 学 史 学 会

講演要旨の締切は、6月30日(火)で、要旨原稿は400字づめ原稿用紙4枚(図表とも)にお書きいたたき、会誌に活版印刷します(刷り上がり1頁)。

参加登録費 会員・非会員とも1000円で、当日会場で受け付けます。学生は無料です。

講演要旨集(会誌「化学史研究」1987, No.3)は、会員には9月上旬に発送し、希望者には当日1500円で頒布します。

なお、10月3日講演終了後、化学史学会総会および懇親会を開催する予定です。

問合先 〒930 富山市五福3190 富山大学教育学部 林 良重 0764(41)1271内線420, 562

または 〒275 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学内 化学史学会

0474(73)3075 (直通)

『化学史サロン…夏の集い '87』

日 時：1987年8月27日(木) 午後1時開場

会 場：成蹊大学工学部12号館(東京都武蔵野市吉祥寺北町・JR中央線吉祥寺駅下車)

プロ グラム：13時30分～18時

1. 小森田精子氏……インドの鍊金術(仮題)

2. 吉本 秀之氏……17世紀ヨーロッパの鍊金術

3. 未定(中国あるいは日本関係の話題)

(この間、適当にコーヒー・ブレークを入れる)

懇親会：18時～

参 加 費：500円程度(懇親会費2000円程度)

受 付：当日会場にて

会費納入について

前号で1987年分会費納入についてお願いいたしましたが、3月末現在未納の方がまだおられます。その方々には本号の宛名シールに会費未納のスタンプが押してあるはずです。封筒をお確かめ下さい。とり紛れても忘れになっておられることと存じますが、何とぞよろしくご協力下さい。送金額など詳しい方法は前号をご覧下さい。

化学史、ディシプリンへの道

柏木 鑒*

化学史に関心を寄せる人々の集いが「研究会」から「学会」に衣替えしたのは、1984年の総会に際してであるから、その活動は爾来3年目を迎えたことになる。学会の盛衰を占うには幾つかの指標がある。すなわち会員数、会費の納入状況、投稿される論文その他の記事の数、機関誌の定期刊行の達成度とその紙幅、年会における参加者数、発表講演数、年会以外の行事の頻度と規模などである。これらの指標の大小如何によって学会の活性度は様々に判定されるが、学会を欠陥している場合と比較するならば、指標が示す活動とその相乗効果が当該学問の発展に対して著しい役割を果たしていることは自明である。

けれども学会の状況に関して、これらの指標から得られる情報はきわめて表面的である。たとえこれらの情報が学会にとって満足すべきものであっても、学会が追求する学問、わが学会の場合で言えば化学史が学会の枠を越えた社会に対して如何なる役割を果たし、また学会が生んだ業績を通じて、化学史が社会から如何に評価され支持されているかは必ずしも明らかではない。したがって化学史の存在理由と研究の必然性に対する確信は、決してこれらの指標が示す数値だけで支えられるものではない。こうして学会はこの学問をひとつのディシプリンとして確立するという目標を意識することになる。

この段階で学問は社会から認知され、その共有財となる。国家をはじめ種々のセクターから大なり小なり庇護を受け、時にはアカデミズムにも地位を獲得し、それから生み出される知識は各種レベルの教育課程にも編成されて、この学問は飛躍的に発展する機会に恵まれる。こうして学問の発展を推進する上できわめて大きな影響力を有するディシプリンへの転化は、著しく社会的な要因を含む過程である。

上述のように化学史が歴史学の一環を構成するディシプリンとして、その地位の確立を目指すのは、わが化学史学会の現状では、あるいは誇大妄想の譏りを免れないかもしれない。けれども学会が化学史の研究と普及を標榜し、しかもその目的が会員それぞれに意識されているはずであるとすれば、会員の研究、普及活動の成果が、社会に対する重要な提言となり、社会に対して何らかの寄与を果たすべきであるとするのはきわめて自然なりゆきであろう。この意味から言えば、化学史学会は化学史をディシプリンとして実現させるために活動する運動体であると言うことができる。しかし、それは直ちに学会がそのための圧力団体となって請願運動を開始することを意味するものではない。

この点に関し、先ずこれまで内外で達成された研究成果がそれぞれ化学史として如何なるレベルの問題にかかわっているかを選別し、これらの性格を分析するとともに、各レベルの間に如何なる接点があるかを検証するという知的な作業に着手する必要があり、これを何らかの形で実行するところに運動体たる所以がある。この作業が有効に遂行されるならば化学史が展望すべき視野が徐々に開けてくるにともなって、探求すべき問題の所在を示す枠組が設定され、化学史研究を効果的に推進することができるからである。さらにそれらの研究は化学の発展が歴史によって如何に刻印されてゆくかを提示しようとするものであるから、現代化学の根底に横たわる諸問題を発掘し、それに何らかの示唆を与えるディ

* 南山大学、本会会長
連絡先：

ンプリンを構成する上にも役だつであろう。

以上述べたところを具体的に説明するために検証作業の一端をひとつの試案として提示してみたい。試案の説明に先だって化学史を、化学の発展 (development) が如何に歴史によって規定されているかを明らかにする歴史学あるいは科学史の一分野であるという前提をおくことにする。なお発展という日本語はややもすれば進歩の観念と結びつきやすいが、化学の歴史における営みについても、胎児が母体を離れて誕生、成長して成人となる過程を進歩とは言わないのと同様に理解する。たまたま史料の中でひとりの科学者が進歩を口にしている記述に遭遇したとしても、それは彼の問題提起や研究の動機を示す証拠として、化学史研究にてがかりをこそ与え、決してその結論ではないことを銘記すべきである。

以上のことを考慮にいれるならば、化学の発展にとって重要な意味を有するものには 3 種のレベル (あるいはカテゴリー) が存在するであろう。それらをキーワードで表すならば次のとおりであり、化学史研究もこれらのレベルに対応する。ただし、それら相互の間に関連する接点が存在することはすでに述べたとおりである。

1. 研究領域 research areas
2. 専門分野 specialties
3. ディシプリン disciplines

第 1 のレベルに対応する化学史研究は、科学者が提起した問題とこれに関する彼の研究を分析することである。ひとりの科学者がこの種の研究にかかわった期間は比較的短いが、彼の研究が豊かな問題性を孕んでいるときには多くの研究者がこれに参加する可能性がある。また彼が提起した問題がその根底に特定の形而上学的なし神学的思想が横たわっている場合には、彼が解明しようとしたプログラムでは尽くされないような問題が次々と生産され、彼の問題は様々に姿態を変えながら全体としてひとつの知的追求の伝統を形成することがあり、課題の研究は長期にわたって持続する。

このレベルの問題にかかわった科学者は、自分の研究が化学という分野に属するか否かについて深くは自覚しないのが普通である。したがって研究領域が化学に関連するか否かは歴史家の予想 (presupposition) に委ねられ、関連の様相は研究が一段落したときに、より明確な姿となって現れることになる。これに対し、第 2、第 3 のレベルに対応して化学における専門性の意識が顕著となり、あるいはディシプリン形成への運動が高揚した時代では、化学者の研究からその意図を反映する姿勢を発見することは比較的容易である。

科学の発展において各種専門への分化は必然的な趨勢であり、むしろその要件であると言つて差し支えない。その経過は、たとえばイギリスの場合には 1820 年代および 30 年代にあいついだ専門学会の成立によって象徴される (ロンドン化学会の創設は 1841 年)。これらの専門学会はそれぞれの分野でディシプリン形成に対して中心的な役割を果たすことになる。その運動が推進される過程は、前記の例で言えば農村社会から産業社会への転化に伴う既成文化秩序の崩壊ないし修正、価値観の変化が密接に関与している。化学への専門分化を考察するに際しては、化学と隣接諸科学あるいは自然誌、医学などの母体科学との間で流動する関係、境界構造の追求が重要であると同時に、各専門学会の文化価値に対する主張が必ずしも同様ではないことに留意すべきであろう。専門化への傾向という大状況にさらされながらも、各分野の學問上の特質がその均質化を妨げるからである。

第 2、第 3 のレベルにおける文化的、社会的要因の重要性を考慮するならば、一方において科学と非科学 (哲学、神学等 non-science)、他方において産業や技術との関連も、研究のプログラムから除外することはできない。化学がディシプリンとして成立するに伴つて、発展の規模と速度がきわめて増大することはすでに述べたとおりであるが、その反面、化学発展の方向あるいはその内部でのサブ・ディ

シプリンへの細分化の傾向に対する社会的要因からの規制はさらに強化される。これらの点に関して付言したいことは、科学発展のパターンは一義的ではなく、国により社会によって著しく様相を異にすることである。学会の成立やディシプリンへの転化は科学発展の重要な契機ではある。しかしたとえば二国間で学会の成立年代の先後を論じても、当該科学の発展の程度を比較することはできない。すなわち科学の発展に歴史法則なるものは存在しないのである。したがって科学史研究の事例から現代あるいは未来科学について断定的な発言を行うことは無意味である。その提言はたとえ有効であっても示唆以上のものではないことを理解して、自らを抑制するのが科学史家の節度というものであろう。歴史家は予言者ではないのである。

これまでわが国の化学史研究の趨勢、特に西欧科学史のそれは、史料探索の便宜や歴史記述の伝統から、主として第1のレベルに属する研究に重点がおかれてきた。たとえば化学教育への化学史の導入は、わが国の教育界において比較的長い伝統があるが、それは確立したディシプリンの内部で教科書などによって固定された知識に基づいて行われることから、その化学史は主として第1のレベルの研究によって構成され、化学史のディシプリン化への寄与は著しく限定されざるを得ない。それに対し、化学教育それ自身を考察する試みは第2および第3のレベルにかかわる研究であり、化学の発展に対して推進または停滞何れの方向であるにせよ、重要な影響を与えた社会現象として検討すべき課題であろう。

以上述べたことから明らかなように、化学発展の全体像を把握する上で第2特に第3のレベルの問題に関する研究を等閑視することは、もはや許されないのであろう。しかも、これらの課題に関する歴史的分析は、第1のレベルのそれにくらべて格段に複雑であり、したがってそれには多様なアプローチが存在すると思われる。第1のレベルの研究の重要性を否定するものではないが、個々の研究者がこの種の問題に対する先取権を主張しながら、成果を並列させる状態にくらべ、学会の雰囲気はおそらく緊迫感を深めるであろう。化学史を革新してそのディシプリン形成への道を準備しようというのが本文の趣旨である。

なお本文で提案という形で掲げた化学史研究の種々のレベルに関する試案そのものは筆者のオリジナルではなく、下記論文の記述を敷衍したものである。

Robert F. Bud, *The Discipline of Chemistry: The Origins and Early Years of the Chemical Society of London.* Ph. D. Thesis. University of Pennsylvania, 1980.

〔論 文〕

現代科学への東洋の貢献 ——科学機器の発明と明治期の科学者をめぐって——

オットー・セオドア・ベンフィー*・訳 田 坂 興 亜**

この論文は日本滞在中に化学史学会、日本化学会、早稲田大学、富山大学および千葉工業大学で行った講演をまとめたものであるが、名著『中国における科学と文明』によって科学史に新世界を拓いたジョセフ・ニーダム博士 (Joseph Needham, 1900-) にこれを献じたいと思う。

科学史における東洋の決定的な重要性について 17世紀のイギリスの哲学者で科学者のフランシス・ペイコン (Francis Bacon) ほどこれを適確に表現した人はいません。「印刷、火薬及び羅針盤の三つの発明は全世界の様相を完全に変えてしまった。第一の印刷は文学の世界を、火薬は戦争の仕方を、羅針盤は航海の仕方を変えたのだ。これら 3 分野での変化は他の諸分野での数々の発見をうながし、帝国、宗教、星座など、いかなる分野においても、これ程の大きな影響を人間の活動に与えた出来事はなかったといえるであろう。」ペイコンはこれらの 3 大発明が古代人には知られておらず、その起源は不明であると言っています¹⁾。彼は、自然を拷問することによってその神秘を発見できると最初に主張した人々の一人で、彼の考え方は、中世ヨーロッパや古代オリエントでの自然観とは全く異なっていました²⁾。

我々西洋の科学者や科学史家は長い間、純粹科学が社会的要請や文化的背景によってではなく、それ自体の内的衝動によって方向づけられてきたのだと思ってきました。しかし東洋の科学の歴史を一瞥すると、そのような仮定には疑問が生じてきます。古代中国では西洋より数世紀も前に数々の重要な発見がなされましたが、ヨーロッパや中

東では見逃されていた現象を中国人が見つけたというのは単なる偶然でしょうか。西洋ではまだ見なかつたというよりも、特定のものの見方から重要ではないと考えて、見たものを無視したというふしがあります。その点で西洋と東洋での自然の見方に文化的な違いが大きく影響していると思われます。

東洋でも西洋でも人々は同じような自然環境を共有しているはずです。もし彼らの発見がその人生観、哲学、文化などに依存しているとすれば、我々はなぜ西洋と東洋とがこのように異なった科学的伝統を発展させてきたかを理解し始めることができるでしょう。このことは歴史に興味を持つている人々にとって興味あることでありましょう。しかし、このことは今日あらゆる人にとって意味があり、決定的な重要性をもつものなのです。

今日、西洋の伝統がサイエンスにおいて幅を利かせており、それが特定の自然観に基づいているために、現代の緊急な課題を解決するための糸口を我々は見出せないでいるのではないか、間違つたところにその解決法を探っているのではないか、と私には思われるのです。世界中の科学関係者は、より多くの時間と資源とを軍備競争につぎ込みつつあります。またもし我々が戦争によって人類の絶滅に至らないとしても、公害による、即ちゆっくりと我々と自然とを毒物で汚染することによる別の形での人類絶滅に瀕しています。この

1986年7月17日受理

* ギルフォード大学・国際基督教大学（客員教授）

** 国際基督教大学

地球規模での環境問題にどうアプローチしてよいのかということすら我々は解らずにいるのです。ボパールや水俣、チェルノブイリといったような悲劇が起った後とか、特に危険な状態を感じ取った時にのみ我々は環境汚染の特定の影響を考えるに過ぎません。

今日私は、近代科学の構造を創り出す上で東洋の伝統が果たした役割りとその重要性とについて論じたいと思います。何故なら、現在我々が知っている科学は元来、東洋から借用して成立してきたものであることを我々は見出すであります。また西洋の伝統によってだけでは惨事につながる他はないような応用科学の広い分野の問題を解決するためにも東洋の知恵は役立つであります。

中国が成し遂げたもの

今日私達が、（おうし座にある）蟹星雲として望遠鏡で見ることのできる超新星の起源を、現代の天文学者が探究してみると、西洋の記録には何の言及もなく東洋の文書中の記載に基づいて彼らの計算を確かめる他ありません。この超新星が爆発した年として計算された1054年という年は、中國と日本には記録が残っています^①。どうしてヨーロッパでは、大空で繰り広げられたこのような壯観な出来事を誰ひとり記録しなかったのでしょうか。それは当時のヨーロッパでは、天は完全で、そこに何か新しいものが出現することなどあり得ないと考えられていたからです。新たに輝き出した星は天空の一時的な乱れとして処理されました。天と地とは厳密に分けられた異なったものと考えられていたのです。

ところが中国人にとっては天も地も同じ領域で、同じパターンの現象が見られると考えていました。一方が他方の鏡像であるとの見方もしばしば見られます。ですから天空で見られる異常な出来事は、地上で起こる異常の前ぶれとして注意深く考察されました。中国の天文学者達は彼らがよく知っている定常の現象には注意を払わず、むしろ日食とか、彗星、太陽の黒点といったような予

期しない現象に注目し、皇帝に危険を予告するようにしました。初めてハレー彗星を記録したのも彼らでした^②。

生化学者であるジョセフ・ニーダムは、中国政府に対するイギリスの科学顧問として、第二次世界大戦中に中国にきました。そこで彼は千五百年より前に科学と技術面で中国が成し遂げた多くのことを知りました。

そのほとんどはヨーロッパで知られていないただけでなく、中国人自身も認識していなかったものがありました。それ以来、彼は用い得る全ての時間を「中国の科学と文明」という形で中国の貢献をまとめて出版することに注ぎ込みます。その13巻がこれまでに出版されています^③。

本稿では特に、中国が貢献した一つの分野、非常に感度の高い表示器(indicator)に焦点を合わせたいと思います。なかでも羅針盤や西暦132年に作られた地震計は、最も驚嘆すべき発明であります。

磁針(図1)

二千年前も昔、中国である人が現在磁鉄鉱と呼ばれている Fe_3O_4 を成分とする岩石を軸の上や木の上で水に浮かすと、回転して常に北と南を指すことを見出しました^④。この発見は多分、その石を手で持った天秤に乗せて計ろうとした時、皿または天秤そのものが回転することから気付かれたものと思われます^⑤。

西洋にも磁鉄鉱はありましたし、ギリシャには中国と同じように手で持つ天秤がありました。どちらでも磁性を持ったもの同士が引き合うことが知られていました。それなのに、中国でだけ磁石の南北の方向を示す性質が記録され、用いられたというのはミステリーであります。方角指示器が西洋に知られるようになる迄に、さらに千年もの年月を要しました。私の想像では、ヨーロッパでも磁石が方向を示す不思議な力をもつことに気付いた人がいたでしょうが、そのことが重要ではないと、やはり考えられたのではないかと思うのです。

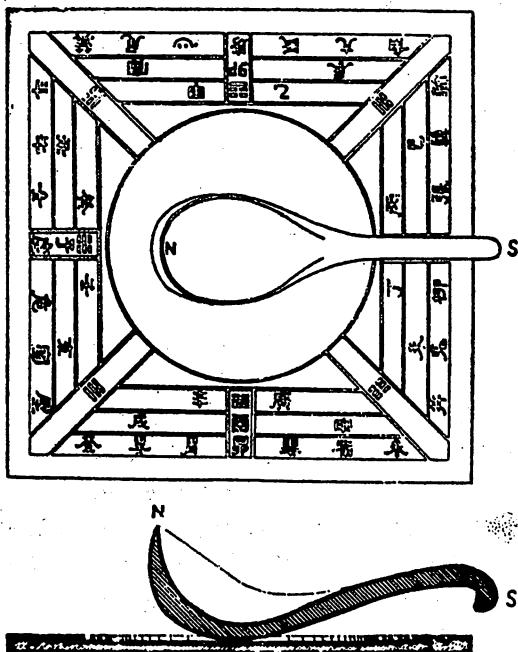
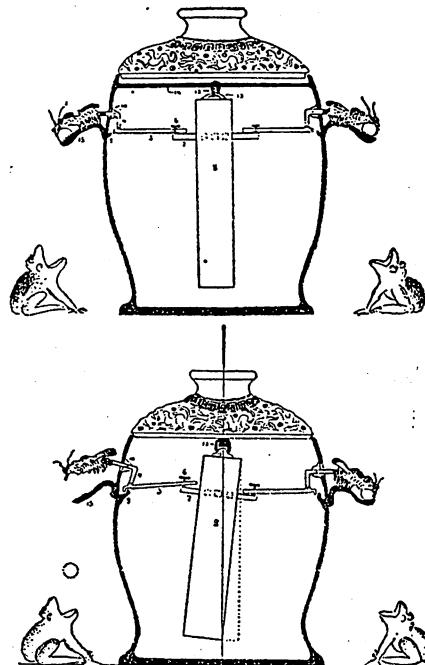


Fig. 1 The earliest compass in the form of a spoon made of magnetic iron ore.

中国人は世界に在る全てのものは、相互に関連しあっていると信じていただけでなく、その相互連関は、機械のようなものではなく、生きものの中にみられる相互連関に似ていると思っていました。ですから、どんなに小さな些細な力であっても、そうした相互連関に影響を及ぼすと思われるものを知ることは重要なことだと思ったのです。彼らの行動力やふるまいは彼らの周りの世界と調和を保つ必要がありました。言いえれば、彼らがなすことが周りの世界の調和を乱したり害を与えることのないように心掛けたということです⁸⁾。

中国人は磁石を最初は航海用ではなく、家を建てる時の方角を田畠や墓地、丘や風向等との関係で正しく定めるのに用いました。この方位を決めるやり方は「風水」と呼ばされました。家の位置と方角は祖先の靈を亂さないように、エネルギーの流れの方向（中国人が「氣」と呼んでいるもの）と調和していかなければなりませんでした。

その磁石の精密なものをよく調べてみると、周



Reconstruction of Chang Heng's seismograph of 130 C.E. Earth tremor is recorded by one of eight dragons dropping its ball into mouth of a frog. (Needham).

Fig. 2 Reconstruction of the earliest seismograph.

りの色々な事物を示すものの中に、東西南北の方角を示すものが含まれていることを見出します。その一つは時計方向に回転する方向を示し、もう一つは反時計方向にそこし回転した方向を示しています。方位を決める人達は磁石の示す方向が長い年月の間に、僅かに変化していることに気付いたのです。この微少な変化は、ヨーロッパでは実験誤差として無視してきたものでした。

西暦 132 年の地震計（図2）

西洋に先んずること数百年に中国で開発されたもう一つの器具に、張衡（AD 132年）の地震計があります。現在ではこれについて記述したものが残っているだけですが、その模型は中国の博物館や上野の科学博物館で見ることができます。注意深くバランスを保たれた振子が振れを感じると、その周りの8個の玉の一つを放送出する仕組みになっていて、その玉が落ちた方向に地震が起ったことを示します。何百年もの間この道具は、皇帝に

地震があったことを知らせ、救助活動をどの方向に差し向けるかを指示したのです。地震を天災として諦める代りに微細な力を検出し、それに対し手を打つ努力がなされたことが分ります。西洋で初めて地震計が作られたのは、18世紀になってからでした⁹⁾。

微少な力を検出するその他の表示機器

地震計と方位磁石は中国人が自然の小さな力を計る用具として開発した多くの器具の中の一つに過ぎません。いつでも、非常に注意深くバランスされた状態で機器が保たれており、目的として計ろうとしている小さな変化があった時のみそれを示すようになっています。バランスについての関心¹⁰⁾は、手押し車の車軸を積荷の重心の真下に持つて来ていること（これに対し西洋の手押し車は一方の端に車輪があり、積荷の半分の重量は人間が負わねばならない状態になっている）¹¹⁾から中国や日本の武芸にまで広く見られることです。後者では両者の均衡が保たれていることが重んじられ、心静かに、しかも一分の隙あらば相手を突くという集中した緊張感が必要とされています。

微少な力への関心は音楽にも現れています。小さなエネルギーの流れを検出し、これを受け渡せるように注意深く調律された調子笛が作成されています。

他の表示器として、ギンバルズと呼ばれる、コンパスなどを水平に保つための十字吊り装置、回り燈籠、時計などがあります。ギンバルズはまたカルダンの十字吊り装置としても知られており、これは後に、16世紀のイタリアにおいてジェローム・カルダン (Girolamo Cardano, 1501-76) がこの装置について言及したことからつけられた名称です¹²⁾。

これは天文観測器具として使われましたが、他にも、外側の輪が回転しても内側の器が水平を保つことができるという特性を生かした用途が色々あります。香をたく、炉やろうそくを（たとえば日本のサムライのちょうどうちんのよう）安定に保つ、などといったものがあります¹³⁾。（図3）

Ship's compass supported by gimbals (Needham).

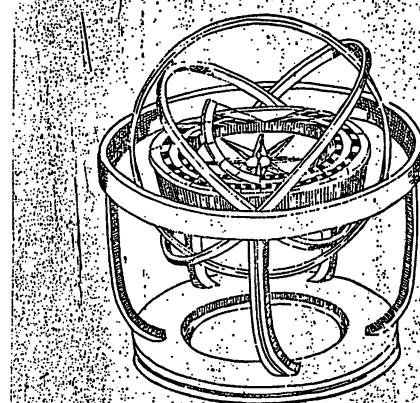


Fig. 3 Gimbals supporting a ship's compass.

回り燈籠は上がってくる熱の流れに敏感で、下から上への流れがプロペラを回して回転の動きを作ります。これは影絵にも用いられます。近年それは北欧のエンジェルチャイムにも用いられ、ローソクの炎で金属の人形が回り、これが小さなベルを叩くというようなクリスマスの飾り付けになっています。しかし回り燈籠はまた、ヘリコプターの祖先であり、縦の空気の流れを回転に、またはその逆の働きをする器具の祖先といえるでしょう¹⁴⁾。

技術史における長年の謎の一つは、中世に忽然と現れたゼンマイ時計です。それは、かなり高度に発達したガンギがついており、より単純な祖先が見つからないのです。ガンギとはゼンマイが段々緩んで来ても、重りが下がって来ても時間の間隔を均一に保つための装置であります。プライス (Derek De Solla Price) とニーダムは、ゼンマイ時計の祖先は中国にあったことを示してこの謎を解いたように思えます。1090年に宋の都、開封で天文学的な時計塔が建設されました。それは回転する車輪にバケツがついていて、そのバケツが水で一杯になると次のバケツがそこへ来るという具合に、水力で動く時計でした¹⁵⁾。他に帆船¹⁶⁾やどの方向から風が来てもこれを用い得る風車¹⁷⁾、石や穀物を碎くはねハンマー¹⁸⁾等、中国人が自然

の力を活用したものは色々あります。

このような種類の表示器についての中国の貢献についてニーダムが述べたことの中から三つの引用をして、この部分の話を締めくくりたいと思います。彼は「嵐の夜も、雨や曇の日も室内で一定速度で動く」ゼンマイじかけの時計について語っています。そして、時計と磁針と同様の機械は全て、太陽の動きのような宇宙の有機的なパターンが見えない時の中国人の不安な心を表現しているのだと示唆するのです。彼は中国人が「もし宇宙の空間と時間内での見え得る構造が視覚から隠されたとしても、見えない力の場が存在しており、人間の独創力がこれを見出して利用することができる」と考えていたのではないかといっています。磁石に関して彼は「磁針の発明がなされたのも中国であった。磁針は、いつも存在している基本的な目印が一時的に見えなくなった時に、人間に方向を示すもう一つの道具であった」と言います¹⁹⁾。

技術の新たな評価

表示器や測定器等の初期の技術について私達の理解と評価を新たにしたという点で、近年素晴らしい展開がありました。長い間、純粹科学はサイエンスの高貴な形態であり、一方技術は二次的に派生した応用科学であるとみなされてきました。しかし技術史家は、技術が科学的活動の結果として出て来るようになったのは、最近の二百年のことであると指摘しています。それ以前は、方向は逆で、多くの純粹科学の方が技術から出て来たのです。ガリレオは職人と話をし、坑夫の提出した問題に考え込み、そのような対話から彼の多くのアイデアを発展させたのでした。冶金学者で技術史家のスミス (Cyril Smith) は、技術の起源をもつとはるか昔まで迫っています。「必要は発明の母」という諺(格言)がありますが、その場合「必要」というのは、食料、家屋、防御武器など、差し当たっての必要を充たすことを意味しています。しかしスミスは、初期の技術を迫って行くと、科学技術博物館で展示すべきものが余りにも多く

あり、美術館にさえ多くの初期技術の事例を見出しました。彼は冶金の技術の多くが、必ずしも武器やよりよい調理器具を作るという差し迫った必要からというよりも、むしろ宝石を作ったり、美術作品を作るために発展して来たことを見出しました。技術発展の誘因は、生活上の利用というよりも美的なものが主だったのです。好きな人を喜ばせることや、宗教上の儀式まで「必要」の定義に含めれば別ですが²⁰⁾。

ニーダムは薬学と生化学の起源を尋ね求め、ルネサンス期のパラケルスス (Paracelsus, 1493-1541) の「薬学」を通り越してさらに古い中国の不老不死の妙薬探究の煉丹術にまでたどり着きました。彼は道教の儀式で用いられる香について調べました。そこで熱せられるものは、単に香りをかぐだけでなく、生理的影響を調べるために味わってみることもされたのです。色々な物質とその混合物を熱してみている内に、彼らはその中のあるものが、殺虫剤として有効であることを見出しました。(これが日本で使われてきた蚊取線香の起源なのです)。また、燻蒸(消毒剤)や火薬もそのようにして見出されましたし、特に多くの薬はこうして見出されました。中国人は、不老不死の妙薬だけでなく、痛みや病気を軽減する薬も見出しました。ヨーロッパの鍊金術師たちに不老不死の妙薬探求という不毛な活動をやめて、病気をいやす薬の開発をするよう呼びかけたのは、パラケルススでした。彼は、ヨーロッパで植物のみから薬を得ようとしていたのに対して、中国で長く行われて来た鉱物を用いる方法を導入しました。

ですからニーダムは、化学も差し当たっての必要というよりも宗教的儀式のために開発されたこと、また香を焚くことは、化学のるつぼや炉の起源であると指摘しています²¹⁾。

「必要は発明の母」というときは、急な必要や危機に直面した時に何か新しいものが見つけられる、ということではないことに注意しなければなりません。敵がドアのところまで来ている時には、既に入手している方法でこれに立ち向うしか

時間がないはずでしょう。戦争時に色々な発明が進められたことは疑いえません。しかし、科学的な諸機関が戦争時に莫大な資金を与えられて新たな発展を多く生み出したのは近年のことです、ずっと過去にはなかったことです。真に新しい発見は偶然によることが多く、しかも発見が直ちに利用に結びつくのはまれなことなのです。ファラデー (Michel Faraday, 1791-1867) が電気の利用法についてたずねられた時、彼は「生まれたばかりの赤ん坊に何ができるか」と応答しました。カルロス・チポラ (Carlos Cipolla) は、「何らかの必要が生じた時、これに応えるやり方は千差万別である」と指摘しています。ある社会では奴隸を用い、ある国は他国を侵略し、又他の国は技術を発展させるという形で、その社会の必要を満たしていました。文化の違いによって「必要」に応える仕方も異なるのです。彼はいくつかの発見が数百年も用いられずにいたことを指摘しました。発見は必ずしも、その後の発展を生み出さないのです。中国は初期の頃技術の分野でリーダーであったのに、これをその後充分には生かせなかつたのが実例です。またギリシャ人が技術的に発達した社会を作り出し得なかつたのは、彼らの必要性を奴隸によって充たしていたからだと言われます²²⁾。生氣説と機械説という競合するパラダイムを超えた第三の伝統として、ルネサンスの「化学哲学」あるいは「奇術の伝統」を最近研究したカーニィ (Kearney) は、一つの文化や時期の内部でも、異なった伝統がそれぞれ独特な発明や技術を生み出しているということを指摘しています²³⁾。

表示器と測定器が非常に重要なものであることが最近着目されるようになりました。長いこと我々は、それらがより込み入った高度の必要性に伴って既存の技術から発展してきたものと思っていたました。しかしプライスは表示器がまず発明され、これが新しい科学や技術を生み出してきたと結論します。中国の磁針から磁気学が発達し、ガルバニ (Luigi Galvani, 1737-98) がカエルの足の実験から動物の「磁気性」を示したことが電気の科学とつながり、時計から変化の速度を扱う

多くの学問分野と技術が発展したのでした。ギンバルズからはジャイロスコープの方位計、自動飛行操縦装置、及び自動飛行機安定装置が、回り燈籠からはヘリコプターと航空力学のかなりの部分が発展しました。初期の表示器は精密測定のために作られたものではありません。プライスは、磁針（方位計）が初期の土地占いや旅行者、航海者の方向決定のための必要から出来たか疑わしいといっています。彼らは方位計がなくとも充分な方向感覚を持っていました。それは、我々の世界がその一部である宇宙がどのようにになっているかを三次元空間のモデルで示す為により完全なものへと改善されてきたのです²⁴⁾。

明治時代の学者の杞憂とその解決

相対論と量子論はニュートン (Isaac Newton, 1643-1727) の考えをはっきりと超えて進んだのですが、それらの新しい見方は、多くの科学の分野や一般大衆の本来持っている考え方へ直ちに影響を与えるには難解すぎました。そこでは、ニュートン的考え方方がまだ支配的です。支配的な西洋の分析的アプローチに結びついたその考え方は、明治初期の日本の学者の心に、彼らが遺伝的にも文化的にも科学への貢献ができないのではないかという不安を抱かせました。長岡半太郎 (1865-1950) は、東京帝国大学での科学の勉学を終えた後、自然界の理解に東洋の科学者が重要な貢献ができるかどうか確かめるために、1年間の休暇を取りました。彼はその間、中国の古典を読み、その中に中国人による火薬の発明、日食や彗星、太陽黒点、北極光などの記述を見出して、東洋の科学者の能力に何ら障害はないことを悟ります。このことに自信を得て、彼は原子の土星形モデルを提倡しましたが、それはラザフォード (Ernest Rutherford, 1871-1937) の原子モデルに先立っていたばかりでなく、原子の質量と陽電荷が中心部に集中し、電子が外側にあるということまで主張しております²⁵⁾。

長岡は湯川秀樹 (1907-81) や朝永振一郎 (1906-79) を元気づけました。この二人のノーベル賞受

賞者や最近の受賞者である福井謙一氏(1920-)が波動・粒子の二面性を取り入れ、新しい量子力学的考え方を応用したことが、受賞につながったことを銘記する必要があるでしょう。湯川氏は子供の頃から漢文に通じていましたので、後に彼は道教に深く影響を受けたと言われます²⁶⁾。物理科学における日本での主な発展の東洋的ルーツについては、東洋大の科学史家八木江里氏によって最近強調されています²⁷⁾。ICUで非常勤講師をしておられる渡辺正雄氏(1922-)も動物観察(日本のサル学)における日本の独特な寄与に注目しています²⁸⁾。

今日の科学

近代科学を見てみると、我々は二つの基本的な傾向、アプローチ、ないしは仮定があることに気付きます。一つはデカルト(René Descartes, 1596-1650)によって確立されたもので、ものごとを理解するのにその事物を部分に分けてそれぞれをまず理解し、それからそれらを一緒にして全体を理解する、というものです。これは哲学的、又は方法論的原子論つまり部分論といえましょう。近代における自然像も同様です。自然も部分からできており、その部分部分はもともと独立したものと考えられました。ルネッサンス以来、科学者の大多数は宇宙が原子からできているという考え方になりました。この見方はニュートンによる天上と地上の力学の総合ということで頂点に達しました。彼によると、全てのものは、お互いを結ぶ線上で働く力によって動く粒子よりなっているのです。

一つ一つの自然科学は、このニュートンの枠組に形を改められ、最初は驚くべき成功を収めました。力学から生理学に至る迄、ニュートンのモデルは秩序と予測可能な世界へのドアを開く鍵とみなされました。しかし徐々にもっと注意深い検討がなされるにつれ、それが当てはまらない頑固な領域があることが解ってきました。「気体分子運動論」ではニュートン・モデルはボイル・シャルの法則を見事に証明できます。しかし不幸なこ

とに、自然是これに完全には従いません。ニュートン・モデルは粒子を点として扱いますが、実在の粒子は体積を持っています。これを考慮に入れることは当然でしょう。しかしあと重要なことは、実在のガスのふるまいにおいてはそれぞれの粒子が完全に独立であるとする仮定は、諦めねばならないということです。それらは、一つ一つバラバラな粒子ではありません。それらの間には引力が働き、場合によってはくっついてしまいます。高圧、低温下では粒子どうしく述べて液体となる為、独立したガスの粒子は少なくなります。 $PV=RT$ という理想気体の式に対する補正は、ファン・デル・ヴァールス(Johannes Diderik van der Waals, 1837-1923)の $(P+a/V^2)(V-b)=RT$ という式でなされます²⁹⁾。

原子という言葉が最も受け入れられやすい化学元素の領域でも、その原子はドルトン(John Dalton, 1766-1834)や、atomという言葉をギリシャ語の atomós、即ち切ることのできないという意味から作ったギリシャの原子論者達が考えていました。原子は不变不滅のものではないことを我々は見出しました。ある種の原子は、広島や長崎の市民が恐怖をもって経験したように分裂することができるのです。逆に、二つの原子は太陽や恒星や水爆の中で一つとなることもできます。二つの原子は、さらに異なる二つの原子に変ることもできます。ラザフォードはNをHe原子核でたたいた時、 $N(7)+He(2)=O(8)+H(1)$ という変化が起こることを示しました。科学のどの分野でも、変化しない究極の単位で全てが成り立っているという仮定で出発しようとしたが、現実はそう単純ではありませんでした。生物学は細胞を単位として成立しましたが、生殖の場合のように二つの細胞が融合することもあることを見出しました。有機化学は化学結合をその単位として構築されました。原子は単結合、二重結合、三重結合で結合しますが、1865年ケクレ(Friedrich August Kekulé, 1829-96)は、ベンゼンがその形式に当てはまらないことを認識しました。1,2-ジクロロベンゼンが二つの異性体として分けられな

い事實を、彼は結合が一ヶ所から別の場所へ素早く移動するのだ、として説明しようとした。彼の学生達は、その説明がどのように描けるか面白がって考えたことでしょう。共鳴理論は波動力学によってさらに洗練され、一重結合とか二重結合としてではなく、化学結合は電子密度の少しづつ異なる連続的なものが原子を結びついているということを有機化学者に知らせたのでした³⁰⁾。地理学や地学でも大陸は安定にずっと存在していたものではなく、プレート・テクトニクスの理論によって離れたりくっついたりするものとして理解されるようになりました。それは時間と空間の中で連続的なものの一部なのです。

そのようなダイナミックな連続性—それは東洋においてよく知られたものでしたが、それが近代科学の中で確立されたのです。光は波であって同時に粒子であり、物質もまた同様あります。もはや、私達は光が粒子か波かと限界なく議論する必要はない。むしろ、私達は理論的困難にもかかわらず、波と粒子の両方であるということを受け入れざるを得ないので、相反するものの両立（併存）——これこそ東洋の陰陽説が常に教えてきたものであります。

連続した媒体——その中では光が、そして今や物質が、波の乱れとして見られる——というアイデアはマクスウェル (James Clerk Maxwell, 1831-79) が彼の電磁気理論で用いたものであります。それは、電・磁気力をコントロールしている「場」のアイデアの上に確立されたものです。磁力線が物体の粒子間を結ぶ線どおりでないことは、磁気や電気的ふるまいについてファラディや他の人々が観察したことから解ったことです。ニーダムは「場」のアイデアはライプニッツ (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646-1713) の哲学的概念にまで溯るとしていますが、彼はライプニッツがその哲学的觀点を中国から得たと示唆しています。彼は生涯を通じて中国思想を広めようとした人で、中国に入ることを許されたジェシット派の宣教師と接触を持っていました。ライプニッツはまた、物体は相互に完全に分かれているのでは

なく、お互いの存在を感じとるのだという「単子論」世界觀を探究したのです³²⁾。これは、ニュートンの原子説とは全く異なるものであります。

湯川は後年、自然と離れた人間は絶望的にちっぽけで不幸になる他はない、という道教の教えに強くひかれました³³⁾。彼が古典的な分析的、粒子論的な考え方から離れることの必要性に気付いていたことは、不確定性原理を確立したハイゼンベルク (Werner Karl Heisenberg, 1901-76) や、相互補完の考えを持っていたニールス・ボーア (Niels Henrik David Bohr, 1885-1962) とも共通のものでした。ハイゼンベルクは、人間と自然との調和のとれた関係が崩れ、人間が機械のようになってしまふことを恐れて、井戸の水汲み機械を使うことを拒絶した中国の農夫のこと（紀元前4世紀の莊子 Chuang-Tzu の話）を語ります。彼は、技術が永い年月にわたって人間の美的感覚を破壊はしなかったこと、しかし、今日の我々の決定的な問題は、我々が消化することができないほど急速な技術の進歩によるのだということに気づいていました。ボーアは、子供時代に生理現象を見る二つの見方—力学的な見方と目的論的見方—が論理的には両立しないことを父親達が議論しているのを聞いていました。物理現象についての波動と粒子論によるアプローチについても、同様だと彼は感じていました。そこで彼は本能や理性、主觀的感情と客觀的分析、そして正義と愛までも含む人間の思想や経験の領域に、相互補完の考えをあてはめたのでした。1947年に彼がデンマークの賞を受けた時、彼はコートの腕に陰陽のシンボルをつけ、そこに「相反するものが相互に補完する」とラテン語で書き付けました（図4）。ボーアは日本と中国を訪れたことがあります³⁵⁾。

中国の科学についての世界的権威である霍平友 (Ho-Peng-Yok) 氏は、香港大学で中国史の教授としての就任式に講演して中国の古典的な自然觀について述べました。講演は「自然との調和—科学とヒューマニティー(人間性)との間に橋をかける基本的原則」というものでした。彼はアイタル (Ernest Johann Eitel, ?-1909) の「風水」に関



Fig. 4 Niels Bohr's coat of arms when awarded the Danish Order of the Elephant.

する19世紀の記述を述べて、私の注目をひきました。アイタルはプロテスタントの宣教師で、一般的には西洋の優位性を確信していますが、しかし彼は中国の自然観の中に西洋の科学に欠けている何ものかを感じ取っていました。彼はこう言います。「中国の科学者のように、自然の生きた力に対する、子供のような尊敬、見えざるものへの神秘に対する畏敬の念を、我ら（西洋）の科学者が彼らの観測所や実験室や講義室でも持つことができればよいのに！」³⁷⁾

現代社会に特徴的な自然界との関わりについての感受性の欠如は、風景をだいなしにし、土壤・水・空気を汚染し、そして我々がどう扱えばよいかわからない新しい形のエネルギーを解き放ってしまうことにつながりました。

我々は科学をヒューマニティーから分離してきました。我々は、人類が自然から独立した存在

で、これを意のままに開発し収奪できると考えてきました。そして現在我々は核戦争による絶滅か環境汚染による絶滅かという、恐ろしい脅威の中で生活しています。いずれも人間が作り出したものであり、しかも我々が正しい判断を下せる時だけ制御しうるものであります。

しかし正しい判断をするためには、科学的活動が人間の営みにどう関わるかを知ることが必要です。米国の全米科学財団ですら、その必要性を感じ取っており、科学と倫理を関連づける問題についての研究に基金を提供しています。

中山茂氏は、科学が「人々に仕える科学」になるべきだと主張しています。ちょうど医者や弁護士が、国家や企業によって組織化され経済的に支えられるよりも、人々の為に働くのと同様に、科学も個人や社会のニーズに応えてこれに仕えるべきだと彼は言っています³⁸⁾。

渡辺正雄氏は科学が、文化、歴史、社会との関連でとらえられない限り、それは盲目で破壊的な力を持っている、と警告しています。このことは、科学教育についても再考を促します。科学教育を受けた次の世代の科学者が、獲得した高度の知識を、今日我々が直面している恐るべき問題を解決する為に、社会の福祉の為に、用いられるよう責任を充分自覚させるべく若い人達の訓練をする必要があるでしょう³⁹⁾。

純粹科学に新しいアプローチをきり拓く上でも、こうした社会的責任をはたして行くにあたっても、科学とヒューマニティーとの一体性と相互連関を常に保って来た哲学と文明に、学ぶことは意義深いことでしょう。東アジアの伝統的見方、中国や日本の世界観は、現代の科学的営みが学ぶことを迫られているすぐれた実例となることでしょう⁴⁰⁾。

注と文献

- Francis Bacon, *Novum Organum*, Book 1, Aphorism 129, quoted in J. Needham, *Science and Civilization in China* (以下 SCC と略す), Cambridge University Press, Cambridge, 1954 ff. vol. I, p. 19.

- 2) Carolyn Merchant, *The Death of Nature*, Harper and Row, San Francisco, 1980, p. 168-172 (transl. "Shizen no shi", Konsakusha, Tokyo, 1985); K. Furuya, "Science, Justice and Asian Thoughts and Values" in *Towards an Asian Source of Science and Technology*, ed. L.A. Youzon, CCA, 1983, p. 68.
- 3) J. Needham, SCC III, 427; P-Y Ho, *Li, Qiand Shu: An Introduction to Science and Civilization in China*, Hong Kong University Press, Hong Kong, 1985 p. 150-151; S. Nakayama, *A History of Japanese Astronomy*, Harvard University Press, Cambridge, 1969, p. 63; Fujiwara Teika, "Meigetsuki" quoted in Kanda Shigeru, *Tennōn Shiryo*, Harashobou, volume 2, p. 253, 1978.
- 4) Ho, *op. cit.* 121, 150-152; Needham, SCC, III, 409, 430, 434, 482.
- 5) see D.J. de S. Price, and S. Nakayama in S. Nakayama and N. Sivin, *Chinese Science*, MIT Press, Cambridge, 1973, chapters 1 and 2.
- 6) J. Needham, SCC IV(1), 239 ff, 293 ff. 中国人による諸発見については、次のものが簡潔で図解入りの総説である。 *China—7000 Years of Discovery*, ed. by Chinese Science and Technology Preparatory Committee and the Ontario Science Center. Ontario Science Center, Toronto, Canada, 1982.
- 7) J. Needham, SCC IV(1), 24.
- 8) E. Eitel, *Feng Shui: The Science of Sacred Landscape in Old China*, 4th edn., Synergetic Press, London, 1984 (First published 1873); J. Needham, SCC II, 359; IV(1), 239, 293.
- 9) J. Needham, SCC III, 626-635.
- 10) J. Needham, SCC IV(1), 19 ff.
- 11) J. Needham, SCC IV(2), 258-274.
- 12) J. Needham, SCC IV(1), 134 ff, 186 ff.
- 13) J. Needham, SCC IV(2), 228-236; O.T. Benfey, *Proceedings of the International Congress of the History of Science*, Tokyo, 1975, vol. 3, 273-7.
- 14) J. Needham, SCC IV(1), 122-125.
- 15) J. Needham, Wang Ling and D.J. de S. Price, *Heavenly Clockwork*, Cambridge University Press, Cambridge, 1969; J. Needham, SCC, IV (2) 435 ff.
- 16) J. Needham, SCC IV(2), 274-281.
- 17) J. Needham, SCC IV(2), 555-568.
- 18) J. Needham, SCC IV(2), 51-2, 390-396.
- 19) J. Needham, SCC III, 362.
- 20) C. Smith, *From Art to Science*, MIT Press, Cambridge, 1980; "Art, Technology and Science: Notes on their Historical Interaction", *Technology and Culture*, 11, 493-549(1970), reprinted in *A Search for Structure: Essays on Science, Art and History*, MIT Press, Cambridge, 1981 chapter 8.
- 21) J. Needham, SCC V(2), 128 ff, 282 ff, 294 ff., O. T. Benfey; *Kagakushi Kenkyū*, No.15, 8-12, (March 1981).
- 22) C. Cipolla, *The Technology of Man*, Holt, Reinhart and Winston, New York, 1980, pp. 17-19.
- 23) H. Kearney, *Science and Change, 1500-1700*, McGraw Hill, New York, 1971, cf. especially p. 76; A.G. Debus, *The Chemical Philosophy*, Science History Publications, New York 1977. C. Merchant, *op. cit.*, pp. 2-3, 227 には、ルネッサンス期に開発された機具や機械的工程が列挙されている。
- 24) D.J. de S. Price, "Of Sealing Wax and String", *Natural History*, 93, (1984); 48-57; "Philosophical Mechanism and Mechanical Philosophy: Some Notes towards a Philosophy of Scientific Instruments", *Annali dell' Istituto e Museo di Storia delle Scienze di Firenze*, V(1), 75-85 (1980).
- 25) K. Koizumi, *Historical Studies in the Physical Sciences*, 6, 85 (1975); K. Itakura, T. Kimura, E. Yagi, *Nagaoka Hantaro den* (Biography of Nagaoka Hantaro) Asahi Shimbun sha, Tokyo 1973, pp. 39-41.
- 26) H. Yukawa, *Creativity and Intuition*, translated by J. Bester, Kodansha, Tokyo, 1973, pp. 8-9, 15-16.
- 27) E. Yagi, and T. Tsuji, "Oriental Scientific Thought: Philosophical Background of Exact Science in Japan", 17th World Congress of Philosophy, Montreal, Quebec, August 1983.
- 28) M. Watanabe, *Science*, 183, 279-282, (January 24, 1974); J. Frisch in *Studies in Japanese Culture*, ed. by J. Roggendorf, Sophia University, Tokyo, 1963, pp. 225-244.
- 29) O.T. Benfey, *Journal of Chemical Education*, 59 395-398 (1982).
- 30) O.T. Benfey, *J. Chem. Ed.*, Loc. cit.; *From Vital Force to Structural Formulas*, Houghton Mifflin, Boston, 1964; reprint edition American Chemical Society, Washington DC, 1975, p. 104-109.
- 31) A. Wegener, *The Origins of Continents and Oceans*, Dover Publications reprint edition, New York 1966; H. Takeuchi, S. Uyeda, H. Kanamori, *Debate about the Earth*, Freeman Cooper, San Francisco, 1970.
- 32) J. Needham, SCC II, 291-2; IV(1), 6 ff, 28 ff.;

- O.T. Benfey, "Continuity and Discontinuity in China and the West", *Journal of Chinese Philosophy*, 9, 353-5 (1982); G. Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought*, Harvard University Press, Cambridge, 1973, ch. 1; E. Mendelsohn, "The Continuous and the Discrete in the History of Science", in *Constancy and Change in Human Development*, ed. by O.G. Brim Jr. and J. Kagan, Harvard University Press, Cambridge, 1980.
- 33) H. Yukawa, *op. cit.*, p. 9.
- 34) W. Heisenberg, "The Representation of Nature in Contemporary Physics", transl. from German by O. T. Benfey, *Daedalus*, Summer 1958, 95-108; original in *Jahrbuch 1953 der Max Planck Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften*, Goettingen, 1954, pp.32-54; reprinted in Werner Heisenberg, *Gesammelte Werke*, Volume C-1, Piper, Munich, 1954, pp. 398 ff. Chuang Tzu (Chapter 12) からの引用がつぎのものもある. Furuya, *Loc. cit.*, p. 68, and in J. Needham, *SCC* IV(2), 332-4.
- 35) G. Holton, "The Roots of Complementarity" in *The Twentieth Century Sciences: Studies in the Biography of Ideas*, Norton, New York, 1972, 385 ff. ポアの縫取りのあるコートの話については、つぎのものを参照のこと.
- S. Rozenthal, ed. *Niels Bohr: His Life and Work as seen by his Friends and Colleagues*, John Wiley and Sons, New York, 1967.
- 36) Ho P.-Y., *University of Hong Kong Gazette*, Supplement, XXIX(4), 1-123 (April 28, 1982).
- 37) E. Eitel, *Loc. cit.*, p. 5.
- 38) S. Nakayama, *Academic and Scientific Traditions in China, Japan and the West*, University of Tokyo Press, 1984 p.191-2. (『歴史としての学問』, 中央公論社, 1975).
- 39) M. Watanabe, *Die Japaner und die Moderne Wissenschaft*, Steiner Verlag, Wiesbaden, 1981, p. 205. (『日本人と近代科学』, 岩波書店, 東京, 1976).
- 40) Support through a 1985 Summer Seminar Grant from the United States National Endowment for the Humanities, studying cultural sources of technology, is gratefully acknowledged.

Scientific Instruments, Meiji Scholars and the Relevance of the Orient for Modern Science

Otto Theodor BENFEY

(Guilford College, Greensboro NC 27410 U.S.A.)

This paper seeks to explore the debts modern science owes to scientific and technological developments that took place in the Chinese cultural sphere and the importance of some characteristic viewpoints of traditional Oriental thought for modern science's further evolution. These viewpoints also are relevant to many aspects of today's environmental problems.

Early Chinese discoveries are first explored beginning with astronomical sightings such as the supernova explosion of 1054 AD and observations of eclipses, sunspots and the aurora borealis. The careful recording of these events is ascribed to the Chinese conviction of the parallelism and interconnection of celestial and terrestrial events.

China developed the magnetic compass, seismograph, clock with escapement mechanism and other indicator devices centuries before the West. The Chinese traditionally held a view of nature as a dynamic continuum of which they were a part and it was considered to be of the utmost importance to be aware of the forces and currents of energy that might influence them no matter how mild and subtle. This paper suggests a close relationship between the Chinese world view and the advanced development of indicator devices such as those mentioned.

The magnetic compass, earthquake indicator, gimbals suspension, zoetrope and clock escapement mechanism are discussed in some detail. All these devices required superbly balanced

mechanical arrangements so that they were shielded from all other influences while being sensitive to the forces or fields for which they were designed.

The compass in its early centuries was not used for navigation but in the geomantic practice of siting buildings. The buildings needed to be placed in the proper relation to surrounding features of the landscape in order to be in harmony with the currents of energy and not to disturb the spirits of the ancestors. Elaborate geomantic compasses with numerous rings of symbols were developed including two that showed the maximum known Eastern and Western deviations of magnetic from true North. This reflects careful quantitative measurement and recording over many decades, contradicting the widespread view that Chinese science was qualitative rather than quantitative.

Recent developments in the understanding of technology are explored. The commonly held belief that technology arose from scientific developments rather than initiating them has been true only in recent centuries. Also the meaning of "necessity" in the phrase "necessity is the mother of invention" needs to be greatly modified and broadened if it is to have relevance in the history of technology. Cyril Smith's studies of early metallurgical and other crafts traces them back to aesthetic rather than utilitarian stimuli while Needham looking for the beginnings of elixir alchemy finds its source in Taoist liturgical practices.

Focussing particularly on indicator devices, they have been raised to major significance by D. de S. Price who suggests that rather

than being developed to serve an already existing field of technology they more often were developed as models of aspects of the universe and became the initiators of major fields of science and technology. This further increases the significance of early Chinese technological explorations for the later development of science.

Turning to early modern Japan, modern science, as developed during the last four centuries in the Western cultural sphere, seemed so foreign to Japanese scholars when first encountered that Nagaoka Hantaro and others, coming from the Oriental cultural sphere, at first questioned whether they were capable of making significant scientific contributions. The possibility that Oriental influences in fact provided insights for the work of major Japanese scientists is explored also.

In the final section the concepts of modern science are analyzed and the implications of the dominant analytical and atomistic emphases are explored. The atomistic paradigm was taken as a norm in numerous fields until stubborn deviations from expected behavior led to the incorporation of continuum or wave concepts whose ancestry is almost certainly Chinese. Niels Bohr sought in his principle of complementarity for a way to bring the two poles of continuity and discontinuity, or wave and particle together in a philosophically acceptable viewpoint. The paper ends with some suggestions as to the directions in which science needs now to move both in the area of pure research and in its handling of current ecological problems. Both would gain much by being open to Oriental insights.

〔論 文〕

Harries-Pickles ゴム構造論争 (I)

和 田 武*

1. はじめに
2. Harries によるゴムの会合体論提唱
(~1905年)
3. Pickles による会合体論批判と長鎖状分子論提唱 (1906~1910年)
4. Harries の反論と研究 (1911~1914年)
5. 1916年の Pickles 論文
6. ゴム構造論に対する学界における評価の動向 (1910年代)
7. Harries-Pickles 論争と Staudinger の高分子論

1. はじめに

本稿は、今世紀初期にドイツの Carl Dietrich Harries (1865-1923) とイギリスの Samuel Shrowder Pickles (1878-1962) によって提唱された二つのゴム構造論とそれをめぐる論争および研究経過の歴史的解明を試みることと、ゴム構造論争が Staudinger (1881-1965) の高分子論の出現に対して与えた影響について論じることを目的とする。

最近、高分子化学史に関するいくつかの研究成果が発表され¹⁾、高分子概念の発展、高分子論の確立、および高分子化学の成立の過程等について確立され、高分子概念が形成され、高分子論じられている。高分子概念が形成され、高分子論が確立されてゆく過程で天然高分子に関する研究は重要な役割を演じたが、とりわけゴムに関する研究は数の上で多いばかりでなく、内容的にも特に重要な意味をもっている。その理由は、19世

紀から20世紀初期にかけて技術的にも経済的にも天然ゴムは重要な材料であった上に、他の天然高分子と異なり、元素組成が単純で付加重合型高分子であるという構造上の特徴もあって、その構造解明や人工的合成に関する研究が他の高分子材料よりも進んでいたからである。19世紀ゴム化学の発達を基礎に展開された20世紀初期のゴム構造論研究はのちの Staudinger による高分子論提出に対し著しい影響を及ぼしたのであるが、その中核をなすのが Harries と Pickles の間のゴム構造論争である。このゴム構造論争の経過と歴史的意義に関してこれまで十分な研究がなされてきたとは言えない。

Priesner は、ゴム構造論争の経過についてこれまでに最も詳細な論究を行っているのであるが^{1a)}、Pickles の1906年の講演や1916年の論文等の重要な史料の見落し、Pickles の経歴等についての調査不足による不十分な記述やいくつかの誤り、1901~1903年の Harries 論文に触れていないことなど、不十分な面がみられ、ゴム構造論争と Staudinger 高分子論との関連についての検討もあまりなされていない。

Pritykin は高分子概念史研究を行っているが^{1b)}、ゴム構造論に関する記述は僅かで、Pickles については全く触れていない。

古川は、Staudinger 高分子論と Pickles の関連について、Pickles のゴムの長鎖状分子論を Staudinger が継承したという重要な事実を明らかにしているが^{1c)}、Harries-Pickles 論争についてはほとんど述べていない^{1d~e)}。

Morawetz は、最近の著書^{1g)}の中でゴム化学史にかなりのスペースを割いているが、ゴム構造論

1986年8月26日受理

* 大阪経済法科大学・教養部
連絡先：

争についてはその内容の簡単な説明を行ってい
るだけである。さらに、Seymour の編書^{1f)}中の
Hurley³⁾や Morton⁴⁾、Scidrowitz ら編書中の
Twiss²⁾らのゴム化学史研究においてもゴム構造
論争は全く触れていないか、ごく簡単な記述に止
まっている。

本稿ではより詳細な史料の調査結果を踏まえて
Harries-Pickles ゴム構造論争の史的検討を行
うが、紙数の都合上、I(1.~3.)と II(4.~7.)に
分けて発表する。

2. Harries によるゴムの会合体論 (~1905年)

1900年頃、ベルリン大学の I. Chemische Universitätslaboratorium (第1化学研究所)の部長であ
った Harries はゴムの化学研究を開始し、1904 年に Kiel 大学の教授として招聘された後も精力的に
研究を継続して1905年にゴムの会合体構造論を提唱するに至った。これは当時の学界で広範な支持を得、Harries はゴム化学研究の第一人者として自他共に認める存在となった。ここで Harries のゴム研究と会合体論について述べる前に、その背景となる当時のゴムに関する知識状況について簡単に触れておく必要があろう。

19世紀になされたゴム化学研究によって、19世紀末頃までにゴムに関して次のようなことが判明していた⁵⁾。天然ゴムの元素組成が $(C_6H_8)_n$ であること、ゴムの熱分解生成物としてイソプレンやジペンテンが生成し、イソプレンの重合により天然ゴム類似物質が生成すること、融点測定法による天然ゴムの分子量測定値が非常に大きいことなどであった。しかし、当時は重合の本質は理解されておらず、また、ゴムを含む多くのコロイド物質が大きい分子からなると一般的に考えられていたが、その構造概念は極めて漠然としたものであった。

ゴムの化学構造に関しては、イギリスの Carl Otto Weber⁶⁾が1900年にハロゲン化ゴムの研究結果に基づいて天然ゴム分子を開鎖状のポリテル
ペンであると主張し、その $C_{10}H_{16}$ 単位には二つ

の二重結合が存在することを示唆した以外は殆ど何も判っていなかった。「ゴムの元素配列はまだ疑いもなく不明確なものであり、ゴムが種々の物質の混合物であるのか、あるいは単一の物質であるのかということも不明の状態」⁷⁾ であった。さらに、ゴムの分子量測定値が非常に大きいことについて、それが化学的分子の分子量ではなく、多くの分子が凝集(会合)した分子化合物の「分子量」であるという見解をも生ぜしめつつあった。Weber は、「そのコロイド(注:ゴムのこと)の分子量が、溶媒の性質を考えればより小さい化合物に分けることができるような高度に凝集した分子化合物の分子量であるとすることによって、多くの事実を証明することができる」⁸⁾ と述べている。

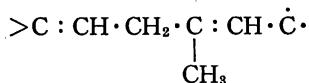
このような知識状況のもとで Harries のゴム研究は開始された⁹⁾。その契機は「ゴム栓やゴム管が、とくに未精製硝酸の蒸気によってひどく侵される」¹⁰⁾ 現象に興味をもつたことであった。ゴムの硝酸酸化で生成するニトロザートの研究を始め、その組成分析や分子量測定値からその化合物の同定を試みるなどの一連の研究を行った^{11~13)}。当時の Harries は、すでに19世紀に現れていたコロイド物質に対する古典的な大きい分子の概念を受け継いで、「ゴムは非常に大きい未知の分子量の炭化水素 $(C_{10}H_{16})_x$ である」¹⁴⁾と考えていたが、その構造については硝酸々化研究からは新しい知見を得ることができなかつた。

1904年、第1化学研究所の員外教授となつた Harries は、ゴム構造を推論するための有効な方法を見出した。すでに Schönbein によって 1855 年に発見されていた不飽和有機化合物に対するオゾンの付加反応¹⁵⁾を Harries は種々の既知の低分子不飽和有機化合物について適用し、オゾニドの生成と、オゾニドの加水分解により過酸化水素とともにアルデヒドまたはケトンが生成することを示し、不飽和化合物中の不飽和基の位置とその構造を知る上でオゾン酸化が有効な手段になることを明らかにした¹⁶⁾。

彼は直ちにオゾン酸化をゴムに適用した¹⁷⁾。彼

は「ゴム分子に文句のつけようのない分解を生ぜしめる新しい方法を、……オゾンの酸化作用に見出し、……ゴムの新しい研究の基礎にした」¹⁸⁾ のである。この研究で、彼はゴムのオゾニドの加水分解による主生成物がレブリンアルデヒド ($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$) とレブリン酸 ($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) であることを示し、この結果からゴム分子の基本単位中の二重結合の位置を初めて確定することに成功した。Harries は次のように述べている。

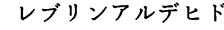
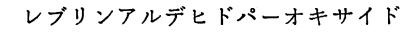
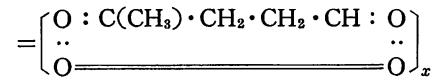
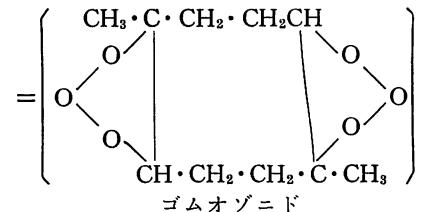
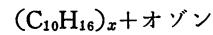
酸化の主生成物、レブリン酸に関しては、これは分解の際に生成したレブリンアルデヒドに間違いなく由来するものであり、それらの構造から基本分子 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ 内にある二重結合の位置を正確に推論することができる¹⁹⁾。



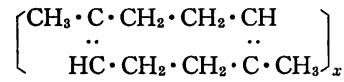
なお、この式中の・と：は当時の表示法ではそれぞれ単結合と二重結合を意味するものである。また、ゴム分子の大きさに関しては、ゴムのオゾニドの分子量測定値が約 526 であったことからオゾニドの組成式は $(\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_6)_2$ または $(\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_6)_3$ のいずれかであるとし、「そのことから、オゾン作用の際には硝酸によるゴム処理の際と同様に大きい分子の分解が起こるという結論が見出される」¹⁸⁾ と述べていることから、この当時でも Harries はゴムが大きい分子であると考えていたことが窺える。

その年に Kiel 大学の教授として招聘された Harries は、翌1905年にゴムのオゾン酸化に関する一層詳細な研究論文を発表し、その中でゴム構造について新たな見解を示した²⁰⁾。すなわち、ゴムは 1.5-ジメチルシクロオクタジエン-(1.5) 分子が多数会合してできた物理的分子であると主張したのである。その根拠として、再測定されたゴムオゾニドの分子量が前報の結果と異なり、 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_6$ に相当するものであったことと、オゾニドの加水分解生成物が前報どおりであったことを挙げた。

水によるゴムオゾニドの分解の際にレブリンアルデヒドのみが生成するとすれば、ゴム炭化水素は炭素環を形成していかなければならず、これまで考えられていたような開いた炭素鎖ではない。このことは本研究の基本的に最も重要な結果である。今までに前例のないオゾニドの分子量測定からほぼ $\text{C}_{20}\text{H}_{32}\text{O}_{12}$ 式が考えられたので、ゴムの化学式として $\text{C}_{20}\text{H}_{32}$ の 16 個の炭素からなる大きい環が得られる。しかし、のちに精製した物質を用いたばかり、 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_6$ に相当する値が得られた。したがって、この反応性分子は予想外に簡単なもので、これまで天然には知られていなかった 8 員環のグループに属し、1.5-ジメチルシクロオクタジエン-(1.5) と表される。



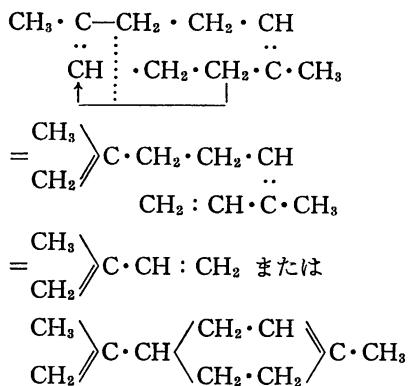
そこで、パラゴムの構造式は次式で示される。



この物理的分子の大きさはまだ決定できていない。しかし、その重合体は個々のジメチルシクロオクタジエン分子の単純なゆるやかな付加によっている。さもなくば、オゾンによる簡単な分裂を説明できない。

酸化の際にレブリンアルデヒドが遊離していくような残基 $\text{CH}_3\cdot\text{C}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}:$ が会合するばかり、もっと別の組み合せを考え

ことができる。しかしながら、パラゴムを乾留する際にイソプレンやジペンテンが生成することを考慮してその構造を考えると、上述の式だけがこの化合物の基本単位構造を考慮に入れている。蒸留の際に分子は点線で示した位置で切断され、水素原子の移動が起り、切断位置の隣に新たな二重結合が生成する。



まずこのようにジイソプレンが生成し、熱分解反応の際にさらに分解あるいは縮合によってジペンテンあるいはその変化物質となる。(中略)

ゴムは式 C_6H_8 の倍数であるが、イソプレンや分岐鎖をもつ炭素鎖の倍数ではなく、 $CH_3C \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH$: (ペンタジエニル)からなる鎖をもつ炭素鎖の倍数である。イソプレンから派生した名前、ポリプレンは実際の関係を表現していない。

パラゴムの化学的分子においては、それゆえに二つの二重結合が実験式 $C_{10}H_{16}$ 中に含まれている。このことはハロゲンやハロゲン化水素のゴムへの付加性についての我々の知識とよく一致する。式 $C_{10}H_{16}$ 中に三つの二重結合があるとする見方は何の根拠もない²¹⁾。

このように、オゾン酸化にゴム構造解明の手掛りを得た Harries は、ゴムの基本単位がペニタジエニル基であることを証明したが、ゴムが開鎖構造であるとしたばあいにそのオゾン分解生成物には末端部に由来する生成物が含まれることが予想

されるにもかかわらず、そのような生成物を確認できなかったこととゴムオゾニドの分子量測定結果とに基づいて、ゴムが物理的分子であるとする考えに到達した。こうして、Harries のゴム構造論の基本骨格はこの論文に示されたが、物理的分子を形成する「ゆるやかな付加」がいかなる力によるものかについてはまだ説明しなかった。

同年、引き続いて発表された論文では、グッタペルカのオゾン酸化結果に基づいてグッタペルカについてもゴムと類似の物理的分子からなる構造を提案した²²⁾。彼が自分の構造論に対して自信をもっていた様子をこの論文から読み取ることができる。

今やオゾン法によって天然ゴムの化学的性質の解明に成功したので、重要なグッタペルカについて同様の方法で研究することが次の課題となった。

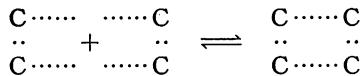
これに関して、天然ゴムとグッタペルカの炭化水素化合物は同一の基本物質、すなわち、1.5-ジメチルシクロオクタジエン-(1.5)に帰することができるという明確な結果を得た。これらの相違は二重結合の位置の違いによるようなものではない²³⁾。

天然ゴムとグッタペルカのオゾン分解生成物はいずれもレブリンアルデヒド、レブリン酸およびレブリンアルデヒドバーオキサイドであったが、これらの生成比に相違があるという結果を得、このことから両者の相違は物理的分子を構成するジメチルシクロオクタジェン環の立体異性に基づくものであると Harries は考えた。

さらにこの論文で示されたもっと重要なことは、ゴムやグッタペルカの物理的分子を構成するためのジメチルシクロオクタジエン分子間に働く力として、すでに Thiele によって提案されていた「部分原子価 (Partiavalenz)」を適用したことである。

1899年に F. K. J. Thiele (1865-1918) は不飽和化合物の反応性を説明するために、不飽和原子には「部分原子価と称する副次的原子価が存在する」として、分子内あるいは分子間の不飽和原子

間に部分原子価に基づく次のような結合が生ずると主張した²⁴⁾.

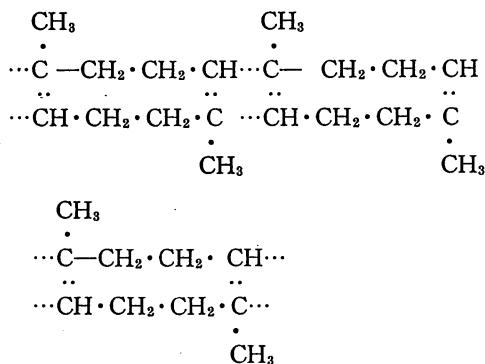


そして、「メタスチロール²⁵⁾や類似の重合生成物のような種類の化合物は上記の図式にしたがって非常に多くの分子の会合を通じて生成し、飽和的性質を示す」²⁶⁾と述べ、部分原子価による会合体の例としてポリスチレンを挙げていた。Harries のゴム構造論にとって、これはうってつけの概念であり、Harries はこれを採用したのである。

オゾンの作用で易溶解性になるこのような高分子化合物²⁷⁾が重合によってシクロオクタジエンから生成しうるという問題は、すでに J. Thiele が彼の不飽和化合物の理論において最も適切に取り扱っているように私は思う²⁸⁾。

次いで、ゴムの構造について次のような説明を行った。

そこで、ゴム類の炭化水素に対して次の構造式が導かれる。



多分それが間違いないとしても、これらのいくつかのジメチルシクロオクタジエン分子がすべての部分原子価を飽和しつくして大きい環を形成したとすると、同じ大きさの分子で夥しい数の立体異性体が存在することになる²⁹⁾。

こうして Harries はゴムの会合体論を完成した。彼はゴムの物理的分子の大きさの問題に対する

る解答を与えられなかつたが、会合体論の正当性を確信していたことは彼の文章にもよく表れている。

ゴムの会合体論は、それまでコロイド化合物に對して漠然と考えられていた化学的に大きい分子であるという概念を否定するものであったが、当時の学界では有力な理論として受容されていった。その背景には、19世紀末の結合論の新たな展開と当時の新しいコロイド概念の出現があった。よく知られているように、Thiele の部分原子価論が出現する以前に、A. Werner(1866-1919)が無機錯塩化合物において「副原子価」による結合の存在を明らかにし、Kekulé の「主原子価」以外に副次的原子価の存在が認められていた³⁰⁾。コロイド状態については、それが物質の分散状態の一形態であり、固態、液態、気態と同じようにあらゆる物質がとりうる状態であるとするもので、1907年に Wo. Ostwald(1883-1943)と P.P. von Weimarn(1879-1935)がそれぞれ独自にこのような概念を示した³¹⁾。コロイド状態の新概念と副次的原子価概念に結びついたゴム会合体論の出現により、他のコロイド化合物に對しても会合体構造が考えられるようになつた³²⁾。1910年に H. Stobbe と G. Posniak³³⁾がスチレン重合体についてテトラフェニルシクロオクタン分子の会合体構造を主張したのはその一つの表れであろう。

Harries の会合体論は、発表後数年間はとくに批判もなく、一般的に承認され、Harries 自身もゴム構造はすでに解決済みのものと考えたので、1900年代後期には、彼は研究の重点をゴムの人工合成に向けていった。1907年に発表された彼のゴムに関する総説³⁴⁾では、8員環化合物、とくにジメチルシクロオクタジエンの合成研究について、ゴム合成と関連づけて述べている。1910年に発表された論文³⁵⁾もイソプレンやブタジエンを氷酢酸でゴムに転換する重合反応に関するものであった。また、イソプレンやブタジエンをナトリウムで重合させゴムを合成する方法についての研究も行ったが、これはイギリスの F.E. Matthews との間で特許の優先権争いとなつたものである³⁶⁾。

当時、ゴムは社会的、経済的、技術的にきわめて重要な材料であったために、国家間の利害もからんだ民族的感情がゴム分野の技術競争や科学論争に少なからぬ影響を与えていたと考えられる。

3. Pickles による会合体論批判と長鎖状分子論提唱(1906～1910)

Harries のゴムの会合体論がほぼ承認されていた時期に、初めてそれに対する明確な批判を行ったのがイギリスの化学者 Samuel Shrowder Pickles である。当時、Harries が著名な化学者であったのに対し、Pickles はまだ若く、あまり知られた存在ではなかった。彼は、Harries が会合体論を発表した翌年、すでにゴムの長鎖状分子構造の可能性を示唆していたようである。さらに、1910年に発表した論文において、Harries の会合体論の矛盾を指摘し、長鎖状分子論を提唱した³⁷⁾。その内容について論じる前に、まず Pickles の人物像についてふれておく必要があるだろう。

Pickles に関する調査研究は Priesner によって初めて行われた³⁸⁾。彼はいくつかの代表的人名辞典の中に Pickles の名前を見出せなかった。大英博物館やドイツ博物館の図書館、米国議会図書館に Pickles の著書は存在しないことを述べ、唯一参照できたものとして *J. Chem. Soc.* に発表されたいくつかの論文とドイツの *Chemisches Zentralblatt* の記事を挙げている。彼がこれらの資料から得た事実とそれに基づく推定は断片的で全く不十分な内容であり、誤りもいくつか見られる。Priesner は気付かなかったが、Pickles の略歴が記載されている人名辞典が存在する³⁹⁾。しかし、これは数行の簡単なもので、生年月日、出身大学、1953年当時の勤務先、地位等を知ることができるだけである。

そこで、当時の *Chemical Abstract*、ゴムに関する専門書、専門雑誌を調査した結果⁴⁰⁾、Pickles の経歴、研究歴についてかなりの事実が判明した。その詳細については紙数の都合もあるので別の機会に公表することにするが、ここでは主要な経歴と研究歴について述べておく。

Samuel Shrowder Pickles は1878年4月15日、イギリスの Lancashire 地方の小都市 Rochdale で生まれた。Manchester University, Owen's College に学び、化学に関しては H. B. Dixon (1852-1930) や W. H. Perkin (Jr.) (1860-1929) の指導を受けた。大学卒業(1903年頃と思われる)後、2年間は Perkin の個人助手となり、この頃、イソフタル酸の還元に関する研究を行い、その結果を最初の研究論文として Perkin と連名で発表した。その後、当時 South Kensington に創設された Imperial Institute に1905年頃より所属し、ここで Wyndham Dunstan 倉の下でゴム研究に関わり始めた。1906年、ヨークで開催された大英科学振興協会の会議で彼は「ゴム化学研究の現状」⁴¹⁾と題する講演を行った。Imperial Institute の科学技術部の助手であった頃である。その後、1912年頃まで Imperial Institute に在籍したが、彼の主要な研究分野は、テルペン類やゴムを含む種々の植物中の成分に関する研究であった。ゴム構造に関する研究論文は、1910年に発表された「ゴムの構造と合成」³⁷⁾と題するものだけであるが、この中で彼は明快な論理を展開して会合体論を否定し、長鎖状分子論を提唱した。1912年に、Pickles は Bradford-on-Avon にある George Spencer, Moulton 株式会社の化学者としての地位を得、1950年に退職するまでゴム技術研究に従事した。この間、第一次大戦中は英國ゴム工業協会連合の技術委員会や化学工業協会の会員を務めた。また、1922年に創立されたゴム産業協会に参加し、1932年から1950年代までその副会長となつた。1939年にはゴム産業への貢献により Clowyn 賞を受賞した。1910年以降、ゴム構造に関する研究は行わなかったが、1916年には Dubosque による長鎖状分子論批判に対する反論を発表し⁴²⁾、1951年にはゴム構造研究を歴史的に回顧する講演を行った⁴³⁾。Spencer Moulton 社を退職した後も同社の顧問であったが、1962年に84歳の生涯を終えた。

さて、Pickles が初めてゴムについて述べた1906年の講演「ゴム化学の現状」⁴¹⁾は、ゴム化学研

究の歴史的経過をまとめたものであった。British Association Reports に掲載されたその講演内容は25頁にものぼる詳細なもので、ゴム化学史に関する貴重な文献と言える。それまでゴム化学研究に携ったこともなく、化学者としても駆け出しで28歳の Pickles にとって、この講演のために行った文献調査は彼自身にゴム構造についての関心を喚起する契機となったと思われる。この中で、彼は Harries の研究結果について論評なしに詳細に紹介しているだけである。しかし、この講演後の討論において、彼はゴム構造についての自分の考え方を述べたようである⁴²⁾。但し、討論内容は記録に残っていない。

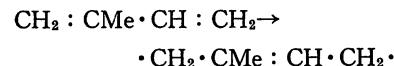
Pickles による会合体論批判と長鎖状分子論の提出は、1910年に *Journal of Chemical Society* に発表された論文「ゴムの構造と合成」³⁷⁾ の中でなされた。この研究の契機は、彼の次の文章からも明らかなように、彼の保存していたイソプレンが自然重合してゴム様物質が得られたことであった。

1906年、大英科学振興協会の化学部門で『ゴム化学の現状』と題する報告を行う時に、著者はデモンストレーション用の見本のイソプレン（約10g）を用意した。それを入れた小瓶はほとんどいっぱい、栓はしっかりと締めてあった。その見本は3年半の間、その条件（大部分の期間は暗所に保管）で保存されていた。最初はエーテルと同程度の流動性があったその液体は、保存期間中に次第に粘性が高くなり、ついに濃厚なシロップ同様になった。この液体の一部を取り出し、約10倍量のアルコールをそれに加えた。白色物質の析出が起こり、続いてすぐに凝集が起こった。こうして得た凝集物をアルコール洗浄した後、ガラス板上で乾燥した。こうして得られた状態では、その物質はきれいなゼラチン状で一定の弾性を有していた。しかし、粘り強さの点では成熟したパラゴムとは明らかに異なっており、むしろ若く未成熟なゴムの木から得られるものと似ていた。しかしながら

ら、その実験では重合が完全に固体状態になるまでには至っていないかったということを考慮すべきである。その物質が疑いもなくゴムを含む物質であるということは、それが特徴的な四臭化物やニトロザートを生成する事実から証明される⁴³⁾。

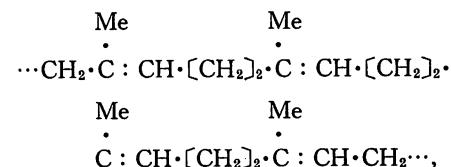
さらに、彼はこの物質を臭素および亜酸化窒素と反応させたばあい、天然ゴムをこれらと反応させて得られる物質と同様の生成物が得られることを示した。次いで、彼は「ゴムの生成の仕方とゴムの構造についての見方を前進させる」ために、1906年の講演の際に彼が示したというゴムの長鎖構造の考えについて述べた。

Harries が、レブリノアルデヒド、レブリノアルデヒドペーオキサイド、レブリン酸がゴムの酸化物そのものであることを示したことから、イソプレンのゴムへの重合は二重結合の再配列を伴ったものであるはずである。



他のどのような仮定をおいてもレブリノアルデヒドの生成はありえない。

よく知られているように、この再配列は共役二重結合を有する物質同士が化学反応するような多くのばあいに生じる。これらの不飽和な C_6H_8 核同士が一体となって長鎖の構造を形成するということが考えられる。



そして、 C_6H_8 単位の数は種々のゴムによって異なるのかかも知れない。性質の相違はおそらく含まれている単位の数の変化に起因するものであろう。ゴムの酸化反応の結果はその鎖の両末端が結合しているということを示している。このことは当然、環の形成を生じさせるのであるが、各分子はそれぞれ一つだけの環からなるものと思われる。ゴム

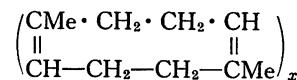
分子はおそらく上に示したように結合した少なくとも 8 個の C_6H_8 単位を含んでいる⁴⁴⁾.

こうして、Pickles はゴムについて会合体論にみられる物理的分子の概念を排し、長鎖状分子論を提出した。ゴム分子の大きさについては、8 個以上の C_6H_8 単位が連なったものという以外、どの程度のものを考えていましたかは具体的に示されていないが、「化学的」分子の考えに基づけば、ゴムの分子量に相当する大きさであると考えていたものと推定される。最小単位数の「8 個」という数字は、Harries によってなされたゴムの亜酸化窒素処理で得られた物質が、その分子量測定値から C_{10} 化合物に相当していたということから考えられたものと思われる。ゴムの分子量について Pickles は論文中で何も述べなかつたが、すでに 1889 年に John Hall Gladstone と Walter Hibbert が融点降下法により 6,504 という値を報告している⁴⁵⁾。

Pickles はこの長鎖状分子を開環しているものと考えた。その理由は、開鎖構造のばあいにはオゾン酸化分解生成物中に鎖の末端に由来する物質が含まれるはずであるが、そのような生成物を確認できなかつたからである。この実験結果から長鎖環状分子だけでなく、末端由来物質が無視できるほど非常に長い開鎖構造を推理することも可能であったろうが、その可能性については触れなかつた。しかし、開鎖か閉鎖かの問題はそれほど重要なことではなく、構造概念上は化学的に大きい分子であるのか、低分子が数多く物理的に結合した「分子」であるのかという問題の方が本質的である。Pickles による Harries の会合体論批判は、下記のように明確な実験的証拠に基づいた論理的なものであった。

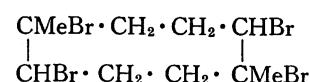
この考え方を Harries 教授のシクロオクタジエン式に代わるものとして提案した。Harries 教授の式は、その配列が重合について漠然とした不正確な概念の使用を求めるものであるので、少々不満足なものである。

Harries によって提出されたゴムの式は以下のとくである。



その単独の分子は「化学的」分子とみなされ、重合した会合体は「物理的」分子とみなされる。重合の程度は不確定である。(中略)

弾性ゴムの組成についてのこの見解には、重合が純粹に物理的であるのか、あるいは個々の化学分子の結合が、個々の分子にオゾンが付加する以前にまず会合体を解重合させることができるように弱い性質のものであるのか、のいずれかの仮定が必要である。この、どちらかといえば曖昧で不十分な仮定が必要なのは、ジメチルシクロオクタジエン式を認めるためである。なぜなら、もし重合が本質的に化学的であれば、生成した重合体は $C_{10}H_{16}$ 核よりも相対的に不飽和性が低いであろう。しかし、実際にはそうではない、なぜならば、ゴムは個々の C_6H_8 物質につき一つのエチレン性結合を有するからである。さらに、Harries 式によって説明できない事実がいくつかある。オゾンが解重合をもたらすことから、ゴムを飽和する他の物質も同様に類似の一次効果をもたらすことが予想されるはずである。したがって、臭素はコロイド分子をまず解重合し、次式のような簡単な分子を生成するはずである。



しかし、ゴムの臭素化物の性質とその一般的挙動は、ほぼゴムそのものと同様に複雑な構成物であることを示している⁴⁴⁾。

Pickles は、Harries の言う部分原子価にて会合した物理的分子がゴムであるならば、部分原子価の原因である二重結合を飽和したばあいには物理的分子は個々の化学的分子に解離するはずであるのに、臭素化反応ではそのような生成物が得られないことを明確に述べた。後に、Staudinger は、「巨大分子の存在に対する最初の証拠」として、

1920～1922年に J. Fritschi と一緒にゴムの水素添加を行い、「コロイド溶解性」の水素化ゴムを得たことを挙げているが、その理由は、Pickles の臭素化のばいと同じで、飽和生成物が副次的原子価により物理的分子を生成するとは考えられないことであった⁴⁶⁾。つまり、Pickles はまだ定性的ではあったが、Staudinger に先んじて高分子存在に対する「最初の証拠」を挙げていたことになる。Pickles はさらに、臭素化以外にも、ゴムのヨウ化水素による還元、亜酸化窒素との反応、減圧下での分解蒸留によって得られる化合物が、ジメチルシクロオクタジエン分子からこれらの処理によって生成する化合物より大きい分子であることをも挙げ「重合は厳密に化学的なものである」と明言した。さらに、彼は、Harries のオゾン分解の結果が長鎖状分子構造と矛盾しないことを説明してこの論文を締めくくっている。

Pickles は、この研究結果を1910年の Chemical Society の大会で発表した⁴⁷⁾。その討論で、彼は論文に書かれていない、いくつかの重要な実験結果を示した⁴⁸⁾。ジメチルイレブレン ($\beta\delta$ -dimethyl- $\alpha\beta\delta$ -pentadiene) の放置重合を試みたが起らなかったことを述べ、Кондаков が 2,3-ジメチルブタジエンを放置してゴム様物質を得たことと比較して、イソブレン分子の末端炭素上の水素をメチル置換すると重合が阻害されることを指摘した。また、Harries がシクロオクタジエンの熱重合によりゴム様物質が得られたと述べたことについては、「Harries はその物質が $C_{10}H_{16}Br_4$ のような付加化合物を生成することを証明しなかった」⁴⁹⁾として、そのゴム様物質が物理的分子である証拠は得られていないことを指摘した。つまり、Pickles は、重合が単量体分子中の不飽和基の反応により新たな分子間結合が生成する化学的过程であると考えていたので、シクロオクタジエン重合体が得られたとしてもそれに対する臭素付加量は単位分子当り臭素 4 原子ではなくて 2 原子であるはずだと主張したかったのであろう。そこで、彼は重合の化学性を証明するための実験を行い、「アクリル酸エチルは容易に重合してゴム様

物質となるが、その過程で二重結合は消失する」⁴⁹⁾ことを示した。さらにこのことは、ジエン化合物だけでなく、ビニル化合物も化学的に重合して長鎖状分子になることを Pickles が気付いていたことを証明している。

以上に述べたように、Pickles は初めて実験的証拠に基づいてゴムが化学的に大きい分子であることを示しただけではなく、重合が二重結合間の付加によって起こる化学反応であることをも指摘し、種々の重合による大きい分子の生成を示唆していたことは明らかであろう。また、Harries と Pickles の論争は、その対象物質をゴムに限定していたけれども、物理的分子か化学的に大きい分子かをめぐる論争であり、その点では1920年代の Staudinger を軸に展開された高分子論争の先駆けになるものであった。

Pickles の1910年の論文は、ドイツやフランスのいくつかの雑誌にもその全文あるいは抄録が掲載された⁵⁰⁾ので、ヨーロッパ大陸の研究者たちにも知られていたが、当時彼の主張に対する積極的な支持者はいなかつたようである。ゴムに関する著書で当時出版されたものとして、フランスの E. Tassily の “Caoutchouc et Guttapercha” (1911年)⁵¹⁾、イギリスの Philip Scidrowitz の “Rubber” (1911年)⁵²⁾、Harold E. Potts の “Chemistry of Rubber Industry” (1912年)⁵³⁾ ドイツの R. Ditmar の “Der Kautschuk” (1912年)⁵⁴⁾などがあり、いずれもゴム構造に関する項を設けているが、Pickles を支持している者はいない。

Tassily⁵¹⁾は Harries の会合体論のみを説明していて、Pickles について触れていない。Scidrowitz⁵²⁾は Harries の研究と会合体論について説明したのち、Pickles が会合体論に代る長鎖環状分子構造を主張したこと简单に述べているが、Scidrowitz 自身のこれらに対する評価は示していない。

ゴム加硫の研究者であり、Hubers and Mond 商会に所属していた Potts は、1911年11月執筆の著書⁵³⁾においてゴムなどのコロイド化合物一般について、化学的結合によって形成されるとする見

方と物理的会合によって生成されるとする見方があるが、Wo. Ostwald のコロイド化学の研究から判断して後者の見方が有望であると述べている。さらに、ゴム構造について、Harries の会合体論を詳細に紹介した後、Pickles と H. E. Barrow⁵⁵⁾ の構造論について簡単に説明したが、結論として「我々はここで、これらの Harries 式の変形(注：Pickles や Barrow の構造論のこと)について議論する必要はない」⁵⁶⁾ として、Pickles 理論はあるに足りないものと判断している。

また、Ditmar も Harries, Pickles, Barrow のゴム構造論を紹介したのち、次のように彼の考えを述べている。

ゴムの單一分子がオクタジエン環であるのか、あるいは開鎖状であるのかという問題は、いずれにせよまだ最終的に判明していない。どちらにしても、あらゆるコロイドのばあいと同様に、このある分子構造のゴムコロイドへの会合は純粹に物理的なものであり、強固な化学的結合なしにただ相互の引力によって生成しているに違いない。ゴムの不安定性や分散状態から会合状態への明確な移行やゴムの種々の加工や処理の際の逆の移行もそのことを証明している⁵⁷⁾。

Ditmar もコロイド状態理論に基づいて、分子間の物理的結合の存在を信じていたことがこの文章から明らかであり、Pickles に対して批判的な見解をもっていたことは明白である。

Priesner が指摘しているように、Staudinger も Pickles の研究について知っていた。しかし、1913年に発表されたと思われるゴム合成に関する歴史的展望について述べた原稿の中で、Pickles の研究については Tilden のゴム合成を確認したものとして論じているにすぎず⁵⁸⁾、当時、彼も長鎖状分子論を支持する立場をとっていたかったことがわかる。

このように、Pickles の長鎖状分子論が当時の化学者たちに受容される状況はまだなかったようである。物質のコロイド状態の概念は一般に浸透しており、Pickles の見解をまとめて検討した者

はほとんどいなかったと思われる。しかし、直接、批判を受けた Harries は黙認するわけにはいかず、会合体論の正当性を証明しようとして改めてゴム構造研究に取り組んでいった。

注 と 文 献

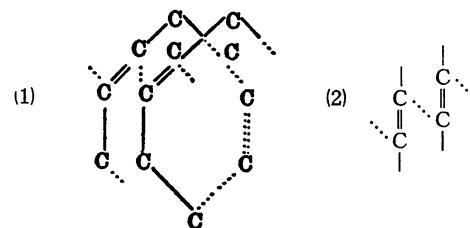
- 1) 代表的なものを以下に挙げる。
 - a) Claus Priesner, *H. Staudinger, H. Mark und K. H. Meyer-Thesen zur Größe und Struktur der Makromoleküle* (Weinheim, Verlag Chemie, 1980)
 - b) L. M. Pritykin, 'The Role of Concepts of Structure in the Development of The Physical Chemistry of Polymers', *ISIS*, 72 (1982), 446-456.
 - c) Yasu Furukawa, *Staudinger, Carothers and the Emergence of Macromolecular Chemistry* (Univ. Microfilms International, 1983)
 - d) Yasu Furukawa, 'Hermann Staudinger and the Emergence of the Macromolecular Concept', *Historia Scientiarum*, 22 (1982), 1-18.
 - e) 古川安、「高分子化学の成立史」,『科学史研究』23 (1984) ; 88-5.
 - f) Raymond B. Seymour ed., *History of Polymer Science and Technology* (New York, Marcel Dekker, 1982)
 - g) Herbert Morawetz, *Polymers, the Origins and Growth of a Science*, (New York, John Wiley & Sons, 1985)
- 2) D.F. Twiss, 'The Chemistry of Rubber', P. Schidowitz and T. R. Dawson ed., *History of the Rubber Industry* (Cambridge, W. Heffer & Sons Ltd., 1952), p. 118-130.
- 3) P. E. Hurley, 'History of Natural Rubber', 文献 1 f), p. 215-224.
- 4) M. Morton, 'History of Synthetic Rubber', 文献 1 f), p. 225-238.
- 5) 19世紀ゴム化学史については、和田武、「19世紀におけるゴム化学の歴史的発展」,『大阪経済法科大学論集』第25号 (1985), 33-48. や文献 1 a) を参照。
- 6) Carl Otto Weber, 'Über die Natur des Kautschuks', *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* (以下 Ber. と略す), 33 (1900), 779-796.
- 7) 文献 6), p. 779.
- 8) 文献 6), p. 785.
- 9) C. Harries, 'Über das Verhalten des Kautschuks gegen salpetrige Säure.' *Ber.*, 34 (1901), 2991-2992.
- 10) 文献 9), p. 2991.

- 11) C. Harries, 'Zur Chemie des Parakautschuks', *Ber.*, **35** (1902), 3256-3266.
- 12) C. Harries, 'Zur Chemie des Parakautschuks, II.', *ibid.*, **35** (1902), 4429-4431.
- 13) C. Harries, 'Zur Kenntniss der Kautschukarten, III.', *ibid.*, **36** (1903), 1937-1941.
- 14) 文献 11), p. 3256.
- 15) C. F. Schönbein, 'XXXV. Chemische Mittheilungen', *J. prakt. Chem.* (1), **66** (1855), 270-289.
- 16) C. Harries, 'Über die Wirkungsweise des Ozons bei der Oxydation', *Ber.*, **37** (1904), 839-841. C. Harries und A. S. de Osa, 'Über Ozonide von einfach ungesättigten Kohlenwasserstoffen.', *ibid.*, **37** (1904), 842-845.
- 17) C. Harries, 'Über den Abbau des Parakautschuks vermittelst Ozon.', *Ber.*, **37** (1904), 2708-2711.
- 18) 文献 17), p. 2709.
- 19) 文献 17), p. 2711.
- 20) C. Harries, 'Zur Kenntniss der Kautschukarten: Über Abbau und Constitution des Parakautschuks', *Ber.*, **38** (1905), 1195-1203.
- 21) 文献 20), p. 1196-1197.
- 22) C. Harries, 'Zur Kenntniss der Kautschukarten: Über die Beziehungen zwischen den Kohlenwasserstoffen aus Kautschuk und Guttapercha', *Ber.*, **38** (1905), 3985-3989.
- 23) 文献 22), p. 256-257.
- 24) J. Thiele, 'Zur Kenntniss der ungesättigten Verbindungen', *Annalen der Chemie* (以下 Ann. と略す), **306** (1899), 87-142.
- 25) ポリスチレンのこと。
- 26) 文献 24), p. 92. および文献 22), p. 3989.
- 27) 天然ゴムとグッタペルカのことを指している。
- 28) 文献 22), p. 3988.
- 29) 文献 22), p. 3989.
- 30) Werner の副原子価理論の成立過程については, *Theory of Valency in Progress* edited by V. I. Kuznetsov (Mir Publishers, 1980) 中の Chap. 4, p. 85-118. や A. J. Ihde, *The Development of Modern Chemistry*, 1964; 鎌谷, 藤井, 藤田訳, 『現代化学史』(みすず書房, 1972), 381-391 頁, 等参照。
- 31) 物質の一分散状態としてのコロイド状態の概念形成については, 立入 明『Th. グレアム, コロイドの発見』(高分子化学協会, 1949), 182-192 頁に詳細に述べられている。
- 32) コロイド状態の新概念や副次の原子価の概念と会合体論との関連については, 古川(文献 1c), p. 22-30) によっても論じられている。
- 33) Hans Stobbe und Georg Posniak, 'Der wahre Zustand des Metastyrols und die Polymerisation des Styrols durch Licht und durch Wärme', *Ann.*, **371** (1910), 259-286.
- 34) C. Harries, 'Über Kautschuk', *Angew. Chem.*, **20** (1907), 1265-1271.
- 35) C. Harries, 'Die künstliche Bereitung des Kautschuks', *Chemiker-Zeitung*, **36** (1910), 315-320.
- 36) 当時, ゴム需要増大とゴム価格上昇が合成ゴム研究に対する関心を高め, イギリスの企業組合, ドイツの BASF 社 や Beyer 社. Harries らによりゴム製造法に対する特許の優先権争いが演じられた。この問題の経過については, Alfred W. Stewart, *Recent Advances in Organic Chemistry* (Longmans, Green and Co., 1920), p. 106-107, や P. Schidrowitz and T.R. Dawson, *History of the Rubber Industry* (W. Heffer and Sons, 1952), p. 101-102. に述べられている。ナトリウムを用いるブタジエン, イソプレンの重合についての Harries の研究は *Ann.*, **383** (1911), 157-227 に発表された。
- 37) Samuel Shrowder Pickles, 'The Constitution and Synthesis of Caoutchouc', *J. Chem. Soc.*, **97** (1910), 1085-1090.
- 38) 文献 1a), p. 372.
- 39) *Who's Who in British Science*, 1953 (Leonard Hill, 1953), p. 211. これは, 古川によって, 文献 1c), p. 75. に引用されている。
- 40) Pickles の経歴については, Pickles が行つたゴム産業協会 (The Institution of the Rubber Industry) の創立六周年記念講演の演者紹介で述べられている。('Dr. Samuel S. Pickles', *Transaction of the Institution of the Rubber Industry*, **27** (1951), p. 147. なお, p. 146. には写真も掲載されており, 講演 'The Chemical Constitution of the Rubber Molecule' の内容は p. 148-165 に紹介されている。) 彼の研究業績については, *Chemical Abstract* 以外に当時のゴム研究の調査書, C.W. Bedford and H.A. Winkelmann, *Systematic Survey of Rubber Chemistry* (The Chemical Catalog Co., 1923), p. 179-180. が参考になった。
- 41) S. S. Pickles, 'The Present Position of the Chemistry of Rubber', *British Association Rep.*, **76** (1906), 233-257. この抄録が, S. S. Pickles 'Chemistry of Rubber', *Bull. Imperial Institute*, **4** (1906), 362-3. に掲載されている。
- 42) このことは文献 37), p. 1087. に次のように述べられている。「この考えは, 1906年ヨークでの大英科学振興協会において, Tilden の論文に関する討論の中で最初に行った。しかし, その討論は印刷されなかつたので, この考えは今まで公表されていなかつた。」
- 43) 文献 37), p. 1086-1087.
- 44) 文献 37), p. 1087-1088.

- 45) J. H. Gladstone and W. Hibbert, 'Molecular Weight of Caoutchouc and Other Colloid Substances', *J. Chem. Soc.*, **56** (1889), 1207.
 46) Hermann Staudinger, *Arbeitserinnerungen* (Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH., 1961); 小林義郎訳『スタウディンガー・研究回顧』(岩波書店, 1966), p. 85.
 47) その要旨と討論の概要は, *J. Chem. Soc.*, **97** (1910), p. 111-112. に掲載されている。
 48) この実験結果は, Dr. Stevens の質問に対する回答の中で述べられている。
 49) 文献 47), p. 112.
 50) Pickles 論文は次のような雑誌に紹介されている。ドイツの雑誌: *Chemiker Zeitung*, **34** (1910), 312, 561; *Chemische-Technische Repertorium*, **11** (1911), 116; *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel sowie der Gebrauchsgegenstände*, **23** (1912), 426; *Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften*, **1910**, 1116; *Chem. Zentralblatt*, **81** (1910), II 468.
 フランスの雑誌: *Bulletin de la Société chimique de France*, (4), **10** (1911), 592; *Répertoire général de chimie pure et appliquée*, **11** (1911), 116; *Revue de chimie industrielle*, **21** (1910), 342; *Caoutchouc et la Gutta-percha*, **8** (1911), 511; *Journal de Pharmacie et de Chimie*, **1910**, Oct. 318.
 イギリスの雑誌: *India Rubber Journal*, **40** (1910), 374.

以上は、注 41) 中の Bedford らの調査書 p. 179. に記載されている。

- 51) E. Tassily, *Caoutchouc et Gutta Percha* (Paris, Octave Doin et Fils, 1911).
 52) Philip Schidrowitz, *Rubber* (London, Methuen & Co. Ltd., 1911).
 53) Harold E. Potts, *Chemistry of Rubber Industry* (London, Constable & Co. Ltd., 1912)
 54) R. Ditmar, *Der Kautschuk* (Berlin, Verlag von Julius Springer, 1912)
 55) イギリスの化学者 F. E. Barrow は、論文 'Synthetic Rubber' *The Armour Engineer*, **3** (1911) 197-200. において独自のゴム構造論を提唱した。それは、ゴム分子は長鎖状分子であるが、分子内の二重結合間で副原子価に基づく会合を起こして螺旋状をなしているとするものである。下図(1)のように示され、分子内には(2)のような会合が起こっているとする。



- 56) 文献 53), p. 43.
 57) 文献 54), p. 47-48.
 58) 文献 1 a), p. 23.

The Harries-Pickles Controversy on the Theory of Molecular Structure of Rubber (I)

Takeshi WADA

(Osaka Univ. of Economics and Law)

The author historically examines the controversy surrounding the two different theories on the structure of rubber molecules. One was developed by a German chemist, Carl Dietrich Harries, and the other by an English chemist, Samuel Shrowder Pickles, in the early part of this century. In this paper these two chemist's theories are discussed. It includes some facts about Pickles' career revealed in

the course of the investigation.

The first theory on the molecular structure of rubber, the so-called aggregate theory, was proposed in 1905 by Harries. On the basis of the results of ozonolysis of rubber, he regarded rubber as physical molecules built from a number of separate 1,5-dimethylcyclooctadiene (1,5) molecules linked by means of Thiele's partial valencies.

In 1910 the aggregate theory was considered impossible by Pickles, who thought that rubber is produced by the chemical bonding of C_6H_8 units to form long cyclic chains corresponding with the molecular weight. He showed some experimental evidence for his long chain molecule theory. However, the aggregate theory was more widely accepted than the long chain

molecule theory by most chemists who agreed with the colloid doctrine and the concept of secondary valencies in those days.

The question as to whether rubber is built from physical molecules or chemical ones, was essentially the same as in the controversy on the existence of macromolecules between Staudinger and other chemists in 1920s.

ヨーロッパ化学史の旅1987参加者募集

2年毎に行われている表記ツアーガ今年も企画されています。主催者は先年来日された米国南イリノイ大学のWotiz教授です。今年は、6月9日より8月3日までの前半大陸各国、後半英国をドライブして回り、博物館などを見学し講演会に参加して化学について勉強します。費用は8週間で3,800ドル、部分参加もでき、2週間では1,400ドルです。詳細は至急下記にお問い合わせ下さい。Dr. J.H. Wotiz, Department of Chemistry & Biochem., Southern Illinois University at Carbondale IL 62901, U.S.A., TEL 618-453-5721. 国内では化学史学会(0474-73-3075)に資料が届いています。

日本化学会第55秋季年会(含連合討論会)

化学関係学協会連合協議会研究発表会

主催日本化学会・化学関係学協会連合協議会

会期 10月16日(金)~19日(月)

会場 九州大学箱崎キャンパス(福岡市東区箱崎)

一般研究発表の講演申込要項

標記合同大会は下記により開催を予定しておりますので、講演希望者は下記事項をご参照のうえお申し込み下さい。

講演申込締切 5月30日(土)12時

予稿原稿締切 7月31日(金)17時

申込方法 講演申込希望者は所定の講演申込用紙講演申込予稿集用原稿をご利用のうえ、それぞれの締切日ま

でにお送り下さい。なお、講演申込用紙などご希望の方は、下記あてお申し込みください。

講演申込先・講演申込用紙請求先 101 東京都千代田区
神田駿河台 1-5 日本化学会第55秋季年会係(電話
(03) 292-6169)

一般研究発表

1. 講演発表は未発表のものに限る。
2. 講演時間は1件10分(講演7分、討論3分)の予定。
3. 講演原稿は、オフセット原稿用紙1枚(1,390字)。
4. 講演はOHPを使用のこと。スライドプロジェクターは使用できません。
5. 申込講演の採択およびプログラム編成は、第55秋季年会実行委員会に一任のこと。
6. 申込講演の内容により、シンポジウム講演に移行する場合があるので、ご了承下さい。

7. 講演申込分類

- 1) 化学教育・化学史(以下省略)

懇親会

日時 10月17日(土)18時から

会場 全日空ホテル(予約制)

宿泊および交通

問い合わせ等は、下記までご連絡下さい。

㈱三慶(コンベンション・ツアーセンター)

〒170 東京都豊島区東池袋 1-25-17

(電話) 03-987-2631

詳細については日本化学会会報『化学と工業』誌4月号を御覧下さい。

〔論 文〕

「化学」という用語の本邦での出現・ 使用に関する一考察*

菅 原 国 香**

1. はじめに

「化学」という用語を誰が最初に造語したかということに関して、これまでいくつかの報告があるが、その初期の報告^{1,2)}では、その語は川本幸民によって初めて用いられたとしている。ところが1970年に坂出祥伸氏が中国における「化学」という語の使用例を『六合叢談』(咸豐7年、1857)に見出し、それが日本に導入された形跡のあることを指摘³⁾した。それ以来、「化学」は中国で造語され日本に導入されたとするのが妥当とする報告⁴⁻⁷⁾がいくつかなされた。また最近、中国の潘氏が同様の論旨の報告⁸⁾をおこなっている。今では「化学」という用語は、中国で最初に造語され、それが日本に導入されたとする見解が定着しつつあるように思われる。しかしながら、これまでの報告では、「化学」という語を使用していた中国書がいつ日本に渡来し、川本幸民がどのような経緯をへて「化学」の語句を用い出したか、あるいは宇都宮三郎の『経歴談』にいう「化学入門」という中国書はどんな本だったのかなどの点についての考察は不十分である。そこで、筆者はその不十分なところを明らかにするとともに、本邦で「化学」という語が用い出されていった過程を考察してみたい。

2. 川本幸民の「化学」という語の使用過程

川本幸民訳『兵家須読舍密真源』(「凡例」安政3年初冬<1856>, 稿本)は M. Meijer; *Gronden der Krijgskundige Scheikunde* (1840)⁹⁾ の忠実な訳であるが、その凡例に

舍密は「セミー」と読むへし離合の義あり
故に分合学と訳すも亦可なり和蘭これを「シ
ケイキュンデ」といふ分離術の義にして合の
義を欠く此書全編みな舍密と書するは近來の
通称に従ふ者なり¹⁰⁾ [黒点は筆者]

とある(図1)。

ところで、上記の「分合学」は日本学士院編『明治前日本物理化学史』の中の引用文では「舍密はセミーと読むへし離合の義なり故に分合術と訳すも亦可なり……」¹¹⁾ [黒点は筆者]とあり、「分合術」と誤植されている。また「義なり」と引用されているが、「義あり」が正しい。

これまで、「化学」という語の本邦での出現過程を論ずる場合に、上記『明治前日本物理化学史』の引用文が孫引きされてきたため、川本幸民が「化学」という語を使用した前後の過程が正しく論述されなかった。すなわち、幸民が1850年代後半には「セミー」(Chemie)を「分合術」ではなく「分合学」と訳すこともよしとしている。これまで、このセミーの訳語を「○○学」とした意図について考察されていなかった。なお、これ以前 Chemie の訳に「学」を用いた例といえば、宇田川榕菴が『植学啓原』(1834)の中で「舍密」(「舍密加」<ラテン語 Chemica に起因>)とも

1986年12月17日受理

* 日本国科学史学会第31回年会(1984年6月)で一部発表

**東洋大学工学部

連絡先:

一
名
の
字
多
く
ハ
舍
密
開
宗
と
雖
或
ハ
名
新
よ
て
從
ふ
べき
者
か
私
名
字
を
作
り
く
従
ふ
者
あり
、
一
舍
密
ハ
「
セ
ミ
」
と
讀
む
へ
一
離
合
の
義
を
シ
ケ
イ
キ
ュ
ン
テ
と
い
ふ
分
離
術
の
義
よ
り
合
の
義
を
缺
く
此
書
全
篇
に
ふ
舍
密
と
書
を
ハ
近
來
の
通
稱
し
従
ふ
者
あり
、

図1 『兵家須読舍密真源』の凡例の一部

音訳)を「離合之学」¹²⁾といい、その学問の内容を表す漢字で表現したのが唯一のものであった。しかしそれ以後、彼は『舍密開宗』でも Chemie の和訳語をつくらず漢音訳の「舍密」(ときに「舍密加」)で通した¹³⁾。

さて、幸民は上記『兵家須読舍密真源』の「凡例」で「シケイキュンデ」(Scheikunde)は「分離術の義にして合の義を欠く」ということで、「舍密」と訳することにしたとしている。それで上記 M. Meijer の原書を調べてみた。その結果、後述の「舍密学略史」の箇所を除いて 'Scheikunde' はすべて「舍密」と訳されていた。「セミー」(Chemie)を「分合学」と和訳してもよいというのだから、同意語の「シケイキュンデ」(Scheikunde)も「分合学」と訳すも「可」としてもよかつたように思われるが、さすがにその語源にとらわれてか、Scheikunde を「分合学」と訳すことを「可」としないまま、「舍密」と訳したようである。

ところで、上記の原書の第1編のはじめで、酸素について述べたところに化学小史を記したところがある¹⁴⁾。その翻訳で川本幸民は 'Korte geschiedenis der scheikunde' を「舍密学略史」¹⁵⁾と訳し「舍密」に学をつけた訳語をあてている。この略史にはフロギストン説や Lavoisier の燃焼理論のことなどが述べられていて、'Scheikunde' という語が上記のほかに数回出てくるが、それを幸民はすべて「舍密学」と訳している。この略史においては「舍密」の学問としての位置づけが語られているので、訳語としては不自然でも「舍密」に「学」をあえてつけたのであろう。このような状況からして、この頃、幸民は 'Scheikunde' の訳語に「学」のつく語句をあてるこことを模索していたと思われる。

一方、川本幸民はこの頃（安政年間末）から J.A. Stöckhardt の原書 *Die Schule der Chemie* を J.W. Gunning が蘭訳した *De Scheikunde van het onbewerkte en bewerkte Rijk* (1850年、第2版)¹⁶⁾ の翻訳にあたり、万延元年(1860)にその訳書『化学新書』(稿本、「卷一」)のはじめの欄外に「此書ノ再訳ハ實ニ万延元年庚申ニ係カル翌文久元年辛酉ノ冬西曆一千八百五十五年尼達蘭〔Nederland <オランダ〕第三版増補重訂書ヲ得テ補訳ス」¹⁷⁾とある)を脱稿した。そして、その原書の表題の 'Scheikunde' を「化学」と訳した。

筆者はその原書と『化学新書』を対照して見たが、原書中にでてくる 'Scheikunde' 'Scheikundige' はすべて「化学」と訳されている。またその中で 'Chemische' も多く用いられているが、やはりすべて「化学」と訳し「舍密」の語句は一切用いられていない。幸民はその翻訳を進めていたとき「舍密」に代わる適切な訳語「化学」という語句を見出したのである。

また、幸民は『化学新書』の成稿の年（万延元年）3月『万有化学』という翻訳書開版を審査調所に出したが開版却下となっている¹⁸⁾。このように幸民は万延元年(1860)から「化学」という用語をおもに出し使いだした。なおこの『万有化

学』とは、訂正増補される以前の『化学新書』稿本ではなかったかという指摘¹⁹⁾もある。上記 Gunning の原書の題名が、はじめ「万有化学」と訳されたとしても ‘Scheikunde’ には「化学」の訳をあてたことになる。

それでは、「化学」という語を幸民はどうして使いだしたかというと、序論でもふれたように1858—1859年の間に中国から「化学」という語が用いられていた『六合叢談』(1857)および『重学浅説』(1858)が渡来し、蕃書調所で検閲されて「官板」になる過程で、その指導者の一人であった幸民の目にとまったということになろう(後述)。とくに、『重学浅説』(後述)の次の内容の箇所「重学之力ハ質体ニ加ハリ本質ニ変化セシムル能ハズ。化学之力ハ則能ク本質ヲ変化セシムルナリ。…若シ硫酸〔硫酸〕ヲ用テ化シテ粉ト為ラ令ムレバ、則本質尽ク変ス此レ化学之力ナリ」[原文は訓点文]²⁰⁾が注目されよう。この「化学」という語の使用例は Chemie, Scheikunde の学問の内容あるいは本質を簡明に表現しているといえよう。まさに探し求めていた語句と当時の幸民には思われたのではないだろうか。彼はただちに「舎密」を捨て「化学」という語を使いだしたのである。

3. 川本幸民『裕軒隨筆』中の「化学」の語句

川本幸民の遺稿に『裕軒隨筆二』(写本、年代不明)があるが、その中で「諸化学家肝油ヲ分析セリ……」²¹⁾とまず「化学」を用い、次のところでは「トロムストルフ合薬舍密試説抜」²²⁾、「伊阿胄母ハ……医薬ニハ極少量ヲ用フヘシ舍密ニテハ糊ヲ試ムル最良剤ナリ」²³⁾と「舍密」を用いている。ここで注目したいのは、幸民は「化学」と「舍密」の両方を使用していることである。前節でみてきたように、彼は『兵家須読舍密真源』(1856)ではすべて「舍密」を用い、『化学新書』(1860)ではいっさい「舍密」を用いず「化学」という用語で通した。すると、この『隨筆』は幸民が「化学」の語句を渡来中国書に見付け「化学」という

語を使ってみたが「舎密」の語句も捨てきれないでいた時期（安政年間末）に書かれたものではないだろうかと推定したくなる。ところが、その『裕軒隨筆』は嘉永年間に書かれたとする川本裕司・中谷一正『川本幸民伝』の文献がある。すなわち

幸民の『裕軒隨筆』二冊目の(4)肝油の項の説
の中で(集成)のところに

諸化学家肝油ヲ分析セリ「マルデル氏、ヘルベルゲル氏、医デ・ヨンク氏ノ分析ヲ最新トシ

とあり、この後の項が目録によれば嘉永辛亥とあり嘉永四年である。故に幸民が「化学」の文字を使用したのは嘉永四年（1851）頃と考えられ、……故に万延元年より九年前の嘉永四年に既に幸民は「化学」の呼称を使用していたと考えられるのである²⁴⁾。

という記述がなされている。この文は宗田一氏が『医学のあゆみ』の中で「化学」の呼称は川本幸民が最初ではない」とする論述（宗田氏は坂出祥伸氏の指摘した『六合叢談』のことにもふれてい
る²⁶⁾に反駁するかたちで書かれているので考察する必要があろう。もっとも、これに対して宗田氏は『兵家須読舎真源』（1856）の凡例」中の「舎密はセミーと読むへし……舎密と書するは近來の通称に従ふ者なり」（前述）を引用し、「この時点
で化学の呼称を知っていたら、こういう書き方はしなかったはずである。だから、幸民の『万有化
学』が化学の文字使用の最初か否かは別として、万延元年（1860）かその前年あたり以上に遡
ることは無理ではなかろうか²⁶⁾とし、先の『六合叢談』にもふれ、中国での「化学」の使用が最
初と考えるのが妥当なことを再び論述している。

他にも同様な論旨で幸民の「化学」の使用例を嘉永四年頃とするのは無理なことを述べた文献²⁷⁾がある。しかしこれまで、嘉永四年説をとる根拠となった『裕軒隨筆 二』に書かれてある「嘉永辛亥」(上記)という記載そのものを俎上にのせ、その年記がその『隨筆 二』が書かれた年を言い表していると読むのは、無理であるとする考察はない。

(イ) 分量考					
(ト) 肝油	(ヘ) 錫	(ホ) 亜鉛	(ニ) 水素	(ハ) 行油	(ロ) 暖爐
肝油生能言	錫ナ	亜鉛ナ	水素ナ	行油ナ	暖爐ナ
伊阿荷朴萬遇安母及伊阿吉母製衣方	トロムスドルフ	トロムスドルフ	トロムスドルフ	トロムスドルフ	トロムスドルフ
前候方錫	トロムスドルフ	トロムスドルフ	トロムスドルフ	トロムスドルフ	トロムスドルフ

図2 『裕軒隨筆二』の目次の項目の一部

(ト) 伊阿荷朴萬遇安母トロムスドルフ合薬舍密試説抜	ク存スルカ如クニシテ次ニ大創衣スル時ノ象ニドハナリ	乾道ノ如實ナリトス乾道方ノ十分ニ熱ソ起シテ此金一分	錫粒ヲ被ヒ透明ナリ全石状ノ薄片ニシテ光輝アル者ア	如ア奏セハ錫豆接着シテ追底スベキ若ア得此
オオヂワムシニレボウタスイオモキニドハナリ	ジヌボウトマナーナウイオジニドハナリ	シスコウトマナーナウイオジニドハナリ	シスコウトマナーナウイオジニドハナリ	シスコウトマナーナウイオジニドハナリ

図3 『裕軒隨筆二』の本文の一部

されていなかった。

そのことをおかないと疑惑がのこるし、現にこの文献のために「化学」という言葉が中国が先か日本が先か、はっきりいえないという論²⁸⁾もあるので考察しておこう。

上記『川本幸民伝』で「(イ)肝油の項目の……この後の項の目録によれば嘉永辛亥とあり」とした「嘉永辛亥」とは図2²⁹⁾のように書かれているところの(ト)の下方に2行で「トロムスドルフ 嘉永辛亥」と記されているところを指していっている。(ト)(イ)(ト)も同様である(図2)が、(ト)の場合を本文でみると図3³⁰⁾のようである。(ト)はトロムスドルフの『合薬舍密試説』からの抜粋訳なのである。となると、目次に2行で「トロムスドルフ 嘉永辛亥」と書かれている(図2)のは「トロムスドルフ」の著書の刊行年を記したものと読みとれるのである。たとえば、もう一例をみてみよう。「(イ)分量考」の項目をみると下方に「緒方氏訳定」とある。その訳定の年記がみられない(図2)が、この本文をみると

(イ) 分量考

客歲甲午〔天保5年<1834>〕仲冬 椿斎先生病篤シ章〔名前〕湯藥ニ左右ニ侍ス病間章〔名前〕ヲ召テ嘱曰名物考〔書名〕凡例載ル所药品ノ分量ハ家藏亜謨斯的爾達謨ノ薬秤ニ拠テ考定スト雖モ……

天保六年乙未春 備中緒方三平 章謹識³¹⁾とあり、この次から度量衡のことが記述されている。この場合は「緒方氏訳定」の年記が本文にみられる。

このようなことからして(ト)(イ)(ト)の各目次の項目の下方に「嘉永辛亥」とある年は、幸民が『裕軒隨筆二』の各項目(図2)と本文を書いた年と読みとるのは誤りなのである。

なお、日本学士院の川本幸民文庫には『裕軒隨筆一』が所蔵されているが、これには「安政五年戊午〔1858〕五月」と記述された³²⁾歴史上のことが書かれたところがある。今のところ、その『隨筆一』で書かれている歴史の年と、『隨筆二』では「化学」と「舎密」の両方の語句を使用していることなどから判断して、その『隨筆二』は少なくとも安政5年(1858)5月以後に書かれたものと考えられる。

4. 『宇都宮氏経歴談』にいう中国から 来た「化学入門」とは

宇都宮三郎がその経歴談で蕃書調所の精煉方が化学方（局）に改称された経緯について

其時までは古賀謹一郎が頭取であったが古賀は御免になつて〔文久2年（1862）〕林大学頭が頭取〔御用掛〕になつた。其少し前に化学入門と云ふ書物が支那から來た。此れは漢文であつたが英人か何かが書いたのかも知れぬ、そこで自分は日本でも化学と云ふ名にしたいと思つたから林大学頭に洋書調所も開成所と改められたから、製煉所も改めて化学所としたいと云ふた。林大学頭が化学とは変な学ではないか。化学と云ふのは、なんだか変に聞えると云ふた。ソレは変な字の様だが支那ではさう称へる。第一化学入門と云ふ書物が來て居る。ソレに「重學の力は物性を變ぜずと雖も化学の力好く物性を變ずるを以て化学と名く」とある。斯う云ふ意味で決して可笑いことはないから、化学所としたいと云ふ問答を致して、遂に化学と云ふ名を用ひることになり、製煉所を化学所と改めソレより化学と云ふ名を人が口にするやうになつた³³⁾。

とある。

ところで、万延元年（1860）8月蕃書調所にはじめて精煉方がおかれながら、翌年（文久元年）9月、宇都宮三郎（鉱之進）がその精煉方手伝出役を命ぜられた。文久2年（1862）5月蕃書調所は洋書調所と改称、翌年（1863）2月開成所と改称されたが、宇都宮は文久2年8月教授手伝出役になり精煉方の中心人物になっている。この時期、元治元年（1864）4月精煉方が化学方と改称された³⁴⁾。上記の経歴談に述べられているのは、まさにこの頃のことである。

ここで問題にしたいのは、宇都宮が述べている支那から來たという「化学入門」という本のことであるが、その前にこの時期の様子を知るのに、やはり重要と思われる資料をもう一つ引用しておこう。それは、元治元年（1864）4月、林式部少

輔と開成所頭取が老中へ伺いをたてた書面である。すなわち、

開成所精煉方之儀ハ、金銀鉱石類分析ハ勿論諸薬剤製法方等分離結合之方法、いつれも理学数学ニ差繼き候業前ニテ、既ニ西洋各国おゐてハ、セイミ学と相唱へ、別ニ一家之学術とも相成居候程之儀ニ有之候處、精煉方と斗唱へ居候てハ、右学術中一端之科目ニのみ從事いたし候姿ニ相当り、名実相当不レ仕候ニ付、稽古人ハ申ニ不レ及、其筋一同之氣配ニも相拘り、事實不都合之次第ニ相聞候、然ル処前書セイミ学を以、化学と相唱へ候支那訳例も相見ヘ、字義相当仕候様被レ存候間、以來精煉方之文字、化学と相改、出役之者ハ化学教授出役、同手伝出役と唱替被レ仰付候様仕度奉レ存候、尤御手当之儀ハ是迄被レ下置候外、別段不レ奉レ願候儀ニ御座候、依之此段申上候 以上

子四月 林式部少輔
開成所頭取³⁵⁾

とある。この書面からも「化学」の語句は支那の書の中の訳例からとったことが述べられている。

それではその中国書とはなんだったのか。さきの『宇都宮氏経歴談』にいう「化学入門」という書のこととあわせて一緒に考察してみよう。宇都宮のいう「化学入門」について宗田一氏は

現在「化学入門」という書名の中国書は2種知られているが、刊行年が上記年代〔1860年代前半〕にあわない。その1つは、丁隣良 W.A.P. Martin の『格物入門』中の1冊『化学入門』（第6巻に相当する、同治7年、1868）であり、もう一つは厚美安の『化学入門』（光緒15年、1889）である。こうなると、宇都宮の記憶あやまりだということになる³⁶⁾。

と記述している。確かにその通りと思われるが、それでは宇都宮は何を見て「化学入門」といったのであろうか。さいわい宇都宮は自分の見た本の内容の一部を経歴談に述べているので、それが手掛かりになる。すなわち、先の『経歴談』の引用のところに

第一化学入門と云ふ書物が来て居る。ソレに「重学の力は物性を変せずと雖も化学の力好く物性を変ずるを以て化学と名く」とある。と述べている。さてこの内容をもっていた「書物」とは、結論をさきにいうと、それは『重学浅説』という書で『六合叢談』の一部としても渡來した。『六合叢談』は、中国の上海で1857年1月より翌年2月までの間、刊行されていた月刊雑誌で、これが日本に導入されて、その中に使用されていた「化学」の語句が初めて邦人の目にとまつたとされている³⁷⁾。

ところで、内閣文庫所蔵『六合叢談』(「官板 六合叢談 定本」の題簽を持つ16冊<卷之一から卷之十三、卷之二第一号から第二号、官板 重学浅説 全>)で見ると最後の一冊が『官板 重学浅説 全』(23丁)である。『六合叢談』卷之二第二号末尾の「新出書籍」欄には「重学浅説一書、已印入号末叢談中、今復單印以行、<中略>故曰浅説於初学良便云[訓点省略]」³⁸⁾とある。『日本洋学編年史』には、1859年の欄に「『重学浅説』英國人偉力亞力の撰。支那宣教師アレキサンダ・ワイル(A. Wylie)の力学に関する漢籍を、幕府にて官版として翻刻したものなり。」³⁹⁾とある。筆者のみた上記『六合叢談』の翻刻年がはっきりしなかったので、万延元年(1860)六月に刊行された『翻刻重学浅説』(黄花園藏梓)⁴⁰⁾を調べてみた。それは上記『官板 重学浅説』と内容はまったく同じで、その叙の前頁に「重学浅説 咸豐八年四月滬上〔上海の別称〕墨海書館活版印」とある。

さて、その『重学浅説』を見ると、その「総論」の中で

重学中之力ト化学中之力トハ異ナリ、重学之力ハ質体ニ加ハリ本質ニ変化セシムル能ハズ。化学之力ハ則能ク本質ヲ変化スルナリ。……若シ磁強水〔濃硫酸〕ヲ用テ化シテ粉ト為ラ令ムレバ、則本質尽ク変ス、此レ化学之力ナリ⁴¹⁾。〔原文は訓点文〕

とある。これは、宇都宮が上記『経歴談』の中で渡來「化学入門」という書の内容の一部を記憶していた「重学の力は物性を変せず……」と述べて

いるところにはほぼぴったりである。蕃書調所に精煉方がおかれたのは万延元年(1860)で、翌年、宇都宮は精煉方手伝出役になっている。この頃には『重学浅説』が渡來し「官板・翻刻」で刊行もされていたので、彼もこの書を読んでいたものと考えられる。『重学浅説』は力学の入門書であるが、上記のように「重学」と「化学」の区別と「化学」の本質を簡明に述べてあった。宇都宮にはその内容が非常に印象に残っていたので、それを記憶していたものと思われる。以上のように、彼の記憶していた内容と時期からその「書物」は『重学浅説』と推定される。

しかしながら、宇都宮が支那から来た「書物」を「化学入門」と述べているので、依然として疑問が残るので、このことに関してもう少し考察しておこう。まず単純な記憶違いとみるのは『重学浅説』は「力学入門」といえるので、これを「化学入門」と口述したと考えられる。次に考えられることは、蕃書調所の精煉方が化学方(局)に改称された元治元年(1864)以後そう時を経ないで中国から渡來した化学入門書があれば、その書名との記憶違いである。宇都宮は『経歴談』を著すために話をしたときは、病気中で高齢(明治35年7月没、享年68歳、1~2年前口述⁴²⁾)でもあったし、渡來「書物」の書名の時期的記憶違いは十分考えられる。そこで、その記憶違いの書名と思われるものを探してみると『格物入門』六巻「化学」⁴³⁾が、そうではないかと推定される。『格物入門』は1868年刊行直後日本に導入され明治2年(1869)に訓点版も刊行⁴⁴⁾されて、当時の科学界に影響を与えた書である。この六巻の『化学』についても宇都宮は知っていたと思われるからである。この書中には宇都宮のいう「重学の力は物性を変せずと雖も化学の力好く物性を変ずる以て化学と名く」と同じ表現はないが次のような内容、すなわち

問一 化学の大旨安にあるや

答 万物の体質を究察し調和交感し之を分けて其精一の原形を得、之を合せて庶類を化成し万物の変化を察して其理を研究し、以て其

微質を調査す。故に化学と名づく〔原文は漢文〕⁴⁶⁾。

とあり、また別の「問五 物之变化何以故」のところで、「力学論物之渾円、化学論物之微質」とし力学と化学の違いを述べているところ⁴⁶⁾がある。

このような内容のあった『格物入門』「化学」入門書と先の「重学」入門書とのことが、宇都宮には二重映しになっていて『経歴談』にい上記の書名の記憶違いをしたのではとも考えられよう。

一方、先に引用した林式部少輔と開成所頭取が老中へ伺いをたてた書面の中で「化学と相唱へ候支那訳例も相見へ」というのは、これまで述べてきたことからして、『六合叢談』あるいは『重学浅説』の中に使用されていた「化学」の語句のことと指していると考えられる。

なお、「化学」という語の使用してある最初の本邦発行の刊本となると上記『翻刻 重学浅説』(訓点版)ということになろう。

5. 「舍密」という語の残存状況

川本幸民は万延元年(1860)以降「化学」という語を用いだしてからは、「舍密」の語を使用しなくなっただけでなく、そのほかの状況について概観しておこう。

文久2年(1862)刊行の上野彦馬『舍密局必携』(全三巻)には「舍密」の用語のみ用いている⁴⁷⁾。ところが、同年(1862)刊行の司馬凌海『七新薬』では「化学」という語が用いられている⁴⁸⁾。なお、この『七新薬』の稿本は2年前(1860)にできあがっていたという⁴⁹⁾。竹原平次郎抄訳、堀尾用蔵注『化学入門』(初編は慶応3年<1867>)でも「舍密」は使われていない⁵⁰⁾。またその『化学入門 初編』の巻末に「理外無物樓 近刻之書目」として桂川甫策先生訳『化学通覧』同『化学問答』、宇都宮鉱之進先生訳『化学提要』とある。開成所の化学関係者では「化学」という語を使用するのが普通になってきたようである。

語学辞書を二三見ておこう。文久2年(1862)の

堀達之助編『英和対訳袖珍辞書』⁵¹⁾では‘Chemist’は「分離家」、‘Chemistry’は「分離術」と訳している。この辞書が改正増補の後の明治2年(1869)刊行の『和訳英辞書』(薩摩辞書)⁵²⁾でも‘Chemist’は「分離家」、‘Chemistry’は「分離術」と訳されている。元治元年(1864)の村上英俊『仏語明要』⁵³⁾では‘Chimie’は「舍密」、‘Chimiste’は「舍密家」と訳している。

明治期になって、明治2年(1869)に大阪舍密局が設立されるが、当時、開成所の化学部門などでは「化学」という語が用いられるようになっていたなかで、「舍密」という名称がどうして採用されたのだろうか、少し考察してみよう。

当時、「舍密」という言葉はどのようにとらえられていたかというと、当時を知る人の話によると「あの時分【大阪舍密局開設のころ】は舍密が普通の言葉になって居った」⁵⁴⁾といふ。また、舍密局開校の前年(明治元年)10月に大阪府より諸藩にあてた生徒募集の布告の教科目の中で「舍密」が用いられている⁵⁵⁾。これも「舍密」という語の方が普通で分かりやすかったことを示している事例の一つといえよう。大阪舍密局の前身といえば長崎分析究理所(1865年設立)になるが、そこでは「舍密」のかわりに「分析」(当時は「舍密」と同意語といってよい)を用いていた。その後分析究理所は幕府の政策の変更で江戸の開成所に移った。

ところが、幕府が瓦解して明治政府になって、その母胎が大阪に移され再出発するときに、「舍密」という呼称が採用された。しかしその名は短命で舍密局は開講一年後には、はやくも理学所と改称された。そのへんのことは大阪舍密局の開講(明治2年5月)の後に出来た舍密局「建言七ヶ条」の一つ(明治2年十月の太政官宛の書状)をみるとうなずける。すなわち、

原と舍密之字は万物離合化成之義に候間、近來支那に於ては化学と義訳仕候事に御座候。然る所只今迄皇國に於て舍密と相唱居候義は、往年宇田川榛斎〔榕菴〕初てオランダ語セミーを音訳致し、爾後其儘相用、遂に僻語と

相成候事に御座候。今般当地へ此校御建設に相成候處、^{なま}仍舎密局と被レ称候得共、此校は化学而已ならず、理学も共に講究致し、諸科普通之大学校に御座候得ば、甚以宏博にして、丹に舎密局と相唱候ば、古来之僻言依り、製薬等の小枝乃至分析を教授致候と心得候者も不レ少候に付、御建設有レ之候上は、同時に普く活眼をも為_レ開度_レ、就而は化学、理学之両義を総括し、博学校と御唱替被_レ仰付度、当春奉_レ伺候處、御了解無_レ之、御採用不_レ相成_レ候付、再応右之段奉_レ伺候⁵⁶⁾。

とある。

これを見ると「舎密」という語は、まさに化学の学問のことをさすのが普通になっていたが、逆にそのため化学以外の物理学なども教授する学校なので「舎密」をつけた校名は偏った名であって適当でないとして、改称の要望もだされたものと思われる。

またこの頃、「舎密」という語が「普通の言葉になっていた」要因の一つに、『舎密開宗』がまだあちこちの教育機関で化学の参考書として利用されていた⁵⁷⁾という状況があったことも、見おとしてはならないであろう。京都舎密局は明治3年(1870)に設立されるが、その名称は大阪舎密局にならってつけたといふ⁵⁸⁾。京都舎密局は明治10年代半ばまでその名称のまま存続した。

一方、東京における開學願書を見ると、明治5年(1872)に「舎密学社」、「独逸学舎密伝習所」など「舎密」の名のつく私塾的学校がみられる⁵⁹⁾が、それ以降を見ると私学校が何百校もあるなかで、「舎密」のつくものは明治9年に「舎密夜学校」の名が見られる⁶⁰⁾のみという状況になる。

ところで、「化学」という言葉が広く用いられるようになっていった大きな要因は、周知のよう明治5年の学制発布の後小中学校および専門学校(理・工・鉱山・医学校など)の教科目に「化学」が採用された⁶¹⁾こと、石黒忠憲『化学訓蒙』(大学東校、明治3年)⁶²⁾、同『増訂 化学訓蒙』(第2版明治4-5年、第3版明治9年)や市川盛三郎訳『小学化学書』(文部省、明治7年)などの化

学教科書類の普及、高等教育機関で「化学」という名称が科目、学科名に採用されたことなどがあげられよう。そして教育の場から、まず「舎密」という語は廃れていくのである。

次に訳語集を見ると、明治6年の奥山虎章編『医語類聚』⁶³⁾では‘Chemistry’は「舎密学」と訳している。明治7年の伊東謙撰『药品名彙』⁶⁴⁾には Chemistry や Chemical 類の単語が記載されていない。明治7年の宮里正静『化学対訳辞書』では表題の中の単語‘Chemical’は「化学」と訳しているが、本文中の語句‘Chemical Philosophy’は「化機理学」、「Chemical rays’は「化機性光線」と訳している⁶⁵⁾。ここで‘Chemical’を「化機」と訳したのは考えた訳と思われるが、この訳の初出は石黒忠憲訳『化学訓蒙』(明治3年)である。『化学訓蒙』では「化機的抱合物」とか「化機的引力」とか「化機的親和力」などと訳されている。なお、石黒忠憲らの造語した‘Atom’の訳語「原子」は定着した⁶⁶⁾が「化機」という用語は普及しなかった。

化学書で「舎密」という表題のついたものは、明治9年(1876)の原田道義編述『舎密階梯』⁶⁷⁾、明治14年(1881)の城慶度『舎密早学』⁶⁸⁾などほんの僅か見られる程度である。

この頃の語学辞書も見ておこう。明治5年の吉田腎輔編『英和字典』(知新館)⁶⁹⁾では‘Chemistry’は「分離術・煉用法」と訳し、‘Chemist’には「分離家ノ先生・製煉家・丹家」の訳をあてている。明治15年(1882)の子安峻、柴田昌吉の『附音挿図 英和字彙』(増補訂正版)⁷⁰⁾では‘Chemist’は「化学家・製煉家」とし‘Chemically’は「化学ニテ、製煉術ニ依テ」とし、‘Chemistry’は「化学」と訳がついている。

ところで、東京化学会(明治11年創立、日本化学会の前身)は化学の訳語を統一する議決をして、その第一段として、その訳語を明治16年(1883)に『東京化学会誌』⁷¹⁾および『東洋学芸雑誌』⁷²⁾に発表した。そこでは‘Chemistry’の訳語を「化学」としている。しかし、明治24年(1891)の『化学訳語集』(英日対訳)⁷³⁾を見ると‘Chemistry’

の訳語として「化学」と「舍密学」が併記されている。‘Chemical’には「化学的」と「舍密ノ」の訳を、‘Chemical action’には「化学的作用」と「舍密作用」、‘Chemical analysis’には「化学分析」と「舍密分析」とを併記、このほか同様に「舍密」の併記が十数例にもおよんでいる。このことは、明治16年以降の訳語の審議過程で「舍密」という用語の使用もよしとすべきことを主張した化学者たちがいて、それを受けた上記のような併記をしたといえよう。ただし、明治33年（1900）の高松豊吉、桜井錠二共編『稿本化学語彙』（英独日対訳）⁷⁴⁾では、上記のような「舍密」という語の併記はなくなつて‘Chemistry’, ‘Chemie’の訳語は「化学」のみになった。

6. まとめ

(1) 川本幸民は安政年間末（1858—1859）に渡來した中国書『六合叢談』あるいは『重学浅説』の中に「化学」という語を見出しており、万延元年（1860）からそれを使用し始めた。筆者はそのところに焦点をあて、幸民の『兵家須読舍密真源』（1856）を資料として用い、彼が「舍密」を捨て「化学」という語を採用する過程で「分合学」や「舍密学」という訳語を考え、「舍密」に代わる「学」のつく訳語を模索していた状況を明らかにした。

(2) 『宇都宮氏経歴談』で述べている蕃書調所時代に支那から来たという「化学入門」という書については、これまで「化学」という語の出現を論ずる場合に、しばしば問題にされてきたが不明なままであった。今回『翻刻 重学浅説』（1860）を検討した結果、宇都宮が見て記憶していた本の内容の一部が、その『重学浅説』の内容の一部と合致したことより、宇都宮の見たという書は『重学浅説』（1858年、上海で刊行）という力学入門書であった可能性がたかいことを考察した。

(3) 川本幸民『裕軒隨筆 二』（写本）の中では「化学」という語の使用されている文が書かれた年を嘉永四年（1851）とした文献に対して、その資料を直接に検討し、その判読は誤りであり、

『裕軒隨筆 二』は少なくとも安政五年（1858）五月以降に書かれたものであることを『裕軒隨筆 一』も参考にしてあきらかにした。

(4) 「化学」という語が本邦で使用されだして4年後の元治元年（1864）には、開成所で公に「化学方」と「化学」という語が採用され、明治期になる頃（1860年代末）には、その関係者では「化学」という語を使用するのが普通になった。しかしそのほかでは「舍密」という語が、明治ごくはじめの頃までは、一般に用いられていた。その後、「化学」という語が全般的に普及するのは、1870年代後半から1880年代にかけてであった。

終わりに、資料の収集・閲覧に際して各機関の方々に大変にお世話になったこと、あらためて心から感謝いたします。

文献と注

- 1) 志賀富士男「川本幸民について」『科学史研究』No. 2 (1942), 116-125頁, 124頁。
- 2) 田中実「日中学術用語交流史の一問題」『科学史研究』No. 93 (1970), 11-16頁。
- 3) 坂出祥伸「『六合叢談』に見る化学記事」『科学史研究』No. 93 (1970), 38-39頁。
- 4) 宗田 一「“化学”的呼称は川本幸民が最初ではない」『医学のあゆみ』73 (1970), 623頁。
- 5) 宗田 一「わが国における“化学”的呼称」『科学史研究』No. 98 (1971), 65-66頁。
- 6) 宗田 一「川本幸民の理科学書—2・3の書誌的考察」『蘭学資料研究会研究報告』No. 248(1971) 1-4頁。
- 7) 芝 哲夫「舍密学から化学へ—川本 幸民」『化学と工業』29 (1976), 468-9頁。
- 8) 潘 吉星「談“化学”一詞在中国和日本的由來」『情報学刊』1期 (1981), 62-65頁。(大沢真澄教授のご教示による)。なお、石山洋「潘吉星教授：用語<化学>および<植物学>の初期使用に関する新資料に接して」『科学史研究』No. 153(1985) 60-62頁もある。
- 9) Moritz Meijer: *Gronden der Krijgskundige Scheikunde* (Koninklijke Militaire Akademie, 1840.) 筆者は国会図書館所蔵本を用いた。
- 10) 川本幸民訳『兵家須読舍密真源』(稿本)安政3年(1856) 初冬序(全9巻9冊)卷一、「凡例」の4頁(なお、この凡例にあたる部分は蘭書原著にはないので、これは幸民が翻訳にあたっての凡例である)。筆者は日本学士院川本幸民文庫所蔵本を用いた。なお、この稿本には丁数がないので仮に

- 頁数をつけて用いた。
- 11) 日本学士院編『明治前日本物理化学史』(日本学術振興会, 1964), 349頁。
 - 12) 矢部一郎, 福田泰二訳・注『宇田川榕菴著「植学啓原-復刻と現代語訳・注」』(講談社, 1980), 19頁。
 - 13) 田中実校注『宇田川榕菴著「舍密開宗-復刻と現代語訳・注」』(講談社, 1975). 「舍密」という語のほか「舍密加」の語がみられる(同8頁, 9頁).
 - 14) 文献9)の28頁.
 - 15) 文献10)の卷三の3頁.
 - 16) J.A. Stöckhardt の原著 *Die Schule der Chemie* のJ.W. Gunning による蘭訳 *De Scheikunde van het onbewerkte en bewerkte Rijk* の第2版(1850), 第3版(1855). 筆者は第2版・3版とも国立国会図書館所蔵本を用いた。
 - 17) 川本幸民重訳『化学新書』(稿本) 全15巻合3冊。この書は同上 Gunning の蘭書の第2版の訳の1860年稿に同蘭書の第3版を用いて1861年に増補したものである。その増訂本が日本学士院川本幸民文庫に所蔵されているが、それを用いた。なお〔 〕内は筆者が補足した部分。以下の引用文でも同じ。
 - 18) 日本科学史学会編『日本科学技術史大系』1「通史1」(第一法規, 1964), 64頁。
 - 19) 文献7)の469頁。
 - 20) 『官版 六合叢談』—『官版 重学浅説』(国立公文書館内閣文庫所蔵本を用いた) 1丁, および後述文献 40)。
 - 21) 『裕軒隨筆 二』(写本, 日本学士院川本幸民文庫所蔵, 請求番号21). これには筆記年代が記述されていない。また丁数がないので仮の頁をつけて用いた, 12頁。
 - 22) 同上31頁。
 - 23) 同上43-44頁。
 - 24) 川本裕司, 中谷一正『川本幸民伝』(共立出版, 1971), 127-128頁。
 - 25) 文献4)の623頁。
 - 26) 文献6)の3-4頁。
 - 27) 文献7)の469頁。
 - 28) 奥野久輝『江戸の化学』(玉川大学出版部, 1980), 149頁。
 - 29) 文献21)の1頁と2頁の一部。
 - 30) 文献21)の31頁。
 - 31) 文献21)の52頁。このところの記述は『遠西医方名物考補遺』巻1の凡例と同じである。
 - 32) 『裕軒隨筆 一』(写本, 日本学士院川本幸民文庫所蔵, 請求番号20). これにも筆記年代が記述されていない。また丁数がないので仮の頁をつけて用いた, 93頁。
 - 33) 『宇都宮氏経歴談』(汲古会, 増補版 1932), 61-62頁。
 - 34) 倉沢 剛『幕末教育史の研究』第一巻(吉川弘文館, 1983), 306頁。老中は文久2年(1862)12月に洋書調所を学問所の管理に移し, その御用掛を林大学頭と林式部少輔に命じた[文部省第一年報に「文久三年二月, 本校ヲシテ学問所ノ所管タラシム」とあるのは誤りである(同書136-137頁)]。
 - 35) 同上 305-306頁。古賀謹一郎と妻木田宮は文久2年洋書調所頭取を免ぜられたが, その後任として田村肥後守と杉浦正一郎, さらに少し遅れて中川市助も頭取を命じられた(同上137頁).
 - 36) 文献4)の623頁。
 - 37) 文献3)の39頁。
 - 38) 文献20)の『六合叢談』二巻二号の二十五丁。
 - 39) 大槻如電原著, 佐藤栄七増訂『日本洋学編年史』(錦正社, 1965), 616頁。
 - 40) 木村淳伊粹夫翻刊, 荒井公履叔礼傍点『翻刻重学浅説』(黄花園蔵梓), 万延元年(1860)6月。(中村邦光教授のご教示による).
 - 41) 同上一丁。
 - 42) 文献33)の序3-4頁。
 - 43) 丁謹良(W.A.P. Martin)『格物入門』(京都同文館存板, 全7巻), 同治7年(1868), 卷六「化学」(国立国会図書館所蔵本を用いた)。
 - 44) 本山漸吉訓点『格物入門』(明親館), 明治2年(1869)。また, 柳川春三訳『格物入門和解』(7編20冊, 明治3-9年)もあり, その第六編「化学之部」は宇田川準一和解(和4冊)で明治7年刊(国会図書館所蔵)。
 - 45) 文献43)の一丁。
 - 46) 文献43)の二丁。
 - 47) 上野彦馬抄訳『舍密局必携』文久2年(1862), 復刻(産業能率短期大学出版部, 1976)。
 - 48) 司馬凌海『七新薬』(尚新堂, 全3巻和3冊, 文久2年), 上巻, 「例言」二, 三丁。
 - 49) 文献6)の4頁。
 - 50) 竹原平次郎抄訳, 堀尾用蔵註『化学入門』「初編」(1冊)慶応3年, 桂川甫策, 石橋八郎訳註で「外編」(1冊)明治2年, 同訳註「後編」巻1-2は明治3年, 桂川甫策閑, 加藤宗甫訳「後編」巻3は明治3年, 同「後編」巻4-10(4, 8, 9, 10巻は各上下2冊)は明治4年から6年刊, 全12巻和16冊(国会図書館所蔵)。
 - 51) 堀達之助編『英和対訳袖珍辞書』江戸, 洋書調所文久2年(1862). 復刻(秀山社, 1973)。
 - 52) 『和訳英辞書』, 明治2年(1869), 「序文」には「日本薩摩学生」とある(東京学芸大学付属図書館所蔵本を用いた)。
 - 53) 村上英俊『仏語 明要』(達理堂藏), 元治元年(1864), 復刻(カルチャー出版社, 1975)。
 - 54) 緒方富雄「短命であった大阪舍密局—三つの資料の紹介」『蘭学資料研究会研究報告』No. 277(1973), 8頁。
 - 55) 芝 哲夫「舍密局について」『生産と技術』16(1964), No. 9, 30頁。

- 56) 尾形裕康『学制成立史の研究』(校倉書房, 1973) 788頁。
- 57) 向井 昇「舍密開宗の影響」『法政史学』No. 16 (法政大学史学会, 1964), 49-57頁。
- 58) 川崎近太郎「京都舍密局(一)」『科学主義工業』5 (1941), No. 12, 202頁。
- 59) 『東京教育史資料大系』第1巻 (東京都立教育研究所, 1971), 41頁, 190頁。
- 60) 『同上』第2巻400頁。
- 61) 『学制百年史』「資料編」(文部省, 1972), 14頁, 25-28頁。
- 62) 日本科学史学会編『日本科学技術史大系』8「教育1」(第一法規, 1964), 84頁。
- 63) 奥山虎章編『医語類聚』(名山閣), 明治6年(1873). これは森岡健二編『明治期専門術語集』(全6冊, 有精堂, 1985) の1冊として復刻された。
- 64) 伊東 謙撰『薬品名彙』明治7年(国会図書館所蔵). 同上の復刻の1冊でもある。
- 65) 'Chemical and Mineralogical Dictionary in English and Japanese by Meyazato (Sic) Masayato' と表題にあり, 序に「化学対訳辞書序〔以下序文があり, その末尾に〕明治七年十一月 宮里正静謹誌」とある, 明治7年(1874) 小林刊(国会図書館所蔵)。書館所蔵本を用いた)。
- 66) 菅原国香, 中村邦光, 板倉聖宣「atom の訳語の形成過程」『科学史研究』, No. 159(1986), 41頁。
- 67) 原田道義編『舍密階梯』(宝集堂), 明治9年(1876), (国会図書館所蔵)。
- 68) 城慶度『舍密早学』(青木活版所), 明治14年(1881), (国会図書館所蔵)。
- 69) 吉田賢輔編『英和字典』(知新館), 明治5年(東京学芸大学付属図書館所蔵)。
- 70) 子安峻, 柴田昌吉『附音挿図 英和字彙』(増補訂正版), 明治16年(1883), (国会図書館所蔵)。
- 71) 『東京化学会誌』4, 明治16年(1883), 「訳語」1-16頁。
- 72) 『東洋学芸雑誌』No. 25, 152頁, No. 26, 192-4頁, No. 27, 224-5頁(明治16年). No. 29, 295-6頁, No. 30, 328-9頁, No. 31, 24-5頁(明治17年)。
- 73) 中沢岩太, 清水鉄吉編『化学訳語集』(東京化学会), 明治24年(1891), 英和の対訳で全77頁。
- 74) 高松豊吉, 桜井錠二共編『稿本化学語彙』(内田老鶴園), 明治33年(1900). 英独和の対訳で全191頁。

A Historical Study of the Use of the Term *Kagaku* for Chemistry in Japan

Kunika SUGAWARA

(Toyo University.)

It is known that the new term '化学' (Chinese: *hua xue*) was coined in the years 1856-7 in China and introduced into Japan in the years 1858-9. The process of the use of the term '化学' (*kagaku*) in Japan is studied in this thesis.

Now, Yōan Udagawa, a *Rangaku* (Dutch learning) scholar gave a name '舍密' (*seimi*—a transliteration from the Dutch word *Chemie*) for Chemistry in his *Seimi Kaiso* in 1837. Since then most *Rangaku* scholars had made use of the term *seimi* for chemistry.

In addition to the term *seimi*, however, Kōmin Kawamoto, in his *Heika Shudoku Seimi Shingen* (manuscript, 1856), attempted to use the terms, *bungōgaku* (分合学) and *seimigaku* (舍密学) for chemistry each with a Chinese character *gaku* (学=learning).

Kawamoto found that a new word '化学' had been used in the *Liu He Ts'ung Tan* ("六合叢談" published in 1857-8 in Shanghai) and /or the *Zhou Xue Qian Shuo* ("重学浅説" published in 1858 in Shanghai), both of which were introduced into Japan during 1858-9, and later reprinted in Japan. He considered it better than the terms used so far, and decided to make use of the term '化学'.

Instead of the terms above mentioned, he finally introduced the new term *kagaku* for chemistry in the *Kagaku Shinsho* (manuscript, 1860), which he translated from a Dutch translation of J.A. Stöckhardt's *Die Schule der Chemie*.

Then, in 1864 the word *kagaku* was used as an official term at the chemical section of the *Kaiseisho* (Center for the introduction of

Western Learning). From then onwards, the term *kagaku* was mainly used by the leaders in the chemical field in the *Kaiseisho*. Generally mixed use of the term *seimi* and *kagaku* was seen till the early 1870s. The use of the term *seimi* became gradually less prevalent.

In 1881 the *Tokyo Kagakukai* (Chemical

Society of Tokyo) organized a committee, and the chemical vocabulary including the term *kagaku* was published in the *Tokyo Kagaku Kai-shi (Journal of the Chemical Society of Tokyo)* and the *Toyo Gakugei-Zasshi* in 1883. The term *kagaku* (化学) for chemistry came to be widely used in the public in the 1880s.

(43ページから続く)

参加者からの発言も豊富で、全部は収録できないが、「当時の研究の規模を考えるには理研がずい分大きかったのではないか。理研についても関心がある」(廣田さん)、「独立的な存在としては京大化研がある」(鎌谷さん)、等が話された。特に京大化研については京大の喜多研究室との関係をも含めて未解明の問題だとその由であるが、日本の大学では戦前までは教授の恣意による裁量権が大きかっただけに、どなたか大学を含む問題を解く手法を示して下さると良いが、と考えた。

またどなたからか、この期間中に関東大震災があったが、との質問がでた。なる程、関東大震災の研究開発に与えるインパクトは、臨室研に限らず、いろいろな分野に対して興味のある調査対象となりうるだろう。

最後に、臨室研ほどの規模と期間の研究では全てが順調に行くはずではなく、摩擦、軋轢が生じることがあって当然とも言える。これらについては小寺房治郎所長の日記が残っているのではないかとの噂がある。真島利行日記、湯浅年子日記などが、しかるべき手続きの下に読み進まれているとのこともある。『幻の小寺日記』確認への期待が参加者の中に膨らんだ。

当日の参加者は30数名、夕食会にも20人近くが出席された。会場その他で鎌谷さん他には大変なお心配りを頂き快適な午後を過ごせた。またこの文では「サロン」を意識して、敬称等を全部“・・さん”に統一してみた。失礼をお詫び申し上げる。

参考文献

- 1) Michael Polanyi, Harvester 第21号, はべすたあ編集室, 1986年8月。

編集委員会報告

○1986年第8回編集委員会 1986年12月6日(土)、東洋大学2号館第3会議室、出席者7名。

次の事項について報告および審議を行った。

- 1) 投稿原稿審査結果の報告と処置,
- 2) 投稿原稿(3編)の審査依頼,
- 3) 第4号(38号)掲載原稿の最終決定, 等。

○1987年第1回編集委員会 1987年1月17日(土)、成蹊大学工学部会議室、出席者8名。

次の事項について報告および審議を行った。

- 1) 投稿原稿審査結果の報告と処置,
- 2) 投稿原稿(3編)の審査依頼,
- 3) 第1号(39号)の編集方針,
- 等。

○第2回編集委員会 1987年2月28日(土)、喫茶店ルノワール日本橋店、出席者5名。

次の事項について報告および審議を行った。

- 1) 投稿原稿審査結果の報告と処置,
- 2) 投稿原稿(1編)の審査依頼,
- 3) 第1号(39号)掲載原稿の最終決定,
- 4) 第2号(40号)の編集方針, 等。

〔広 場〕

「化学史サロン——夏の集い'86」の記

——きわめて個人的な印象メモから——

永 松 一 夫*

8月28日、残暑の厳しい日の午後、標記の会が東洋大学で行われた。

三つの話題がとりあげられたが、その第一の“化学者 M. Polanyi の社会科学者への転向の背景”（廣田鋼蔵さん）では、参加者全員に小冊子¹⁾（と言っても110頁ある）が贈られた。ポラニーをめぐっての、廣田さん、並びに慶伊富長、栗本慎一郎両氏による鼎談を記録した非売品のもので、このあたりはサロンの恩恵であろう。

廣田さんの話は、およそこの本に述べられているが、要約は困難なので代りに簡単なポラニーの年表を示しておこう。

- 1891 ユダヤ系ハンガリー人としてブダペストに生まれる。
- 1913 ブダペスト大医学部卒業、医学博士、ただし在学中数ヶ月カールスルーエ大学に赴き化学を学ぶ。
- 1914 世界大戦に軍医として従軍。
- 1917 ブダペスト大学で化学の学位取得。
- 1920 カールスルーエ大を経てベルリンのカイザー・ヴィルヘルム研究所（以下 K.W. 研と略す）に。
- 1932 K.W. 研で堀口寿郎共同研究者となる。
- 1933 英国に亡命（マン彻スター大学）。
- 1948 マン彻スター大学で社会科学部門担当に移る。
- 1975 死去。

1987年3月7日受理

*埼玉医大

連絡先：〒177 石神井局私書箱39号

この年表で問題となるのは堀内さんとの関係である。堀内さんはポラニーと共にマン彻スター大学に移ったが、その翌年（1934）には日本に帰り、北大での研究を開始する。その時の堀内研の主要スタッフの一人が廣田さんで、北大での、水素の電極反応を扱った有名な論文が出たのが1936年であるから、研究者の系譜としてポラニーと廣田さんとは、堀内さんを通して密接な関係にある。大時代的な言い方をすればポラニーの話を、その孫弟子から聞く機会を得た訳である。

廣田さんは K.W. 研でのポラニーの研究と、その周辺の研究者を次々と紹介された。研究分野の主なものだけでも、吸着のポテンシャル理論、X線回折と結晶の性質（特に結晶転位（ディスロケーション））と可塑性、そして化学反応の速度論にと進んで行く。ポラニーは実験も計算も得意ではなかったが、イメージをまとめて行くことに秀で、人とよく話をするタイプの研究者だったといふ。また、堀内さんは言葉、術語ひいては言語について非常に厳密だった由であるが、それはポラニーの影響だったとのこと。事実、堀内さん自身が、「ポラニーは万全の準備の上で、確実に話す」人だ、と評している。

こうしたポラニーはナチスのユダヤ人追放令によってドイツを去る。その際、堀内さんの他にハンガリーからの留学生と、実験補助者の一人がポラニーに同行したのみで、ごく小数の者だけとなつた。それにも拘らず、堀内さんの力量もあってか、1934年はポラニーにとって年間に最も多数の論文を発表した年となった。

このポラニーが化学をやめて、社会科学、哲学にと転じて行ったのは、マンチェスターから堀内さんが帰国してしまい、他に手足となる共同者も、また共に化学を語る身近な相手も居なくなってしまったためと考えれば十分に理解できる、というのが廣田さんの結論であった。

年表にあらわれてくる事実を、時を追って見て行けば、確かに廣田さんが指摘されたとおりである。しかし、これについては多くの参加者から、とくに英國亡命からマンチェスターで社会科学部門に移行する1934～48の間の、ポラニーの心の内側についての議論がでた。が、結局のところ「その辺の事情は、よくは分らない」ことになってしまった。

ポラニーは「暗黙知の次元」の冒頭で、ブハーリンとの対話(1935)によって科学哲学の問題をより深く考えるようになった、と自ら述べている。かつ、それより前のベルリン時代(1928年)にはソ連問題研究会を作っていて、その中にはレオ・シラード、フォン・ノイマンの名前が見られたし、英國では「科学の自由のための協会」に参加している。ワイマールの後期から、第2次大戦の終結まで、歐州の知識人が各々思想を煮つめ、移動し(あるいは移動させられ)、離合集散して行ったことを思うと、ポラニーの心情はまだ解明されておらず、解明すべき大きな宿題として残っているものと感じられた。

話題の第2は“幕末から明治にかけての化学用語の成立について”(菅原国香さん)であった。菅原さんは、われわれが日常使っている「分子」「原子」という用語を、誰が、いつ、どんな考えで使い、それが広く採用されたようになったかを(一部は元素名にまで及んで)紹介された。

物質の究極粒子に対する考えはドルトンによって定まる。したがってドルトン以前の訳語は区別して考えねばならぬとの話もあったが、ここではドルトン以後についてに限ろう。そうすると川本幸民が、その『倉密真源』(安政3年=1856)の中で亜多母(複数は亜多綿)および「分子」を共

に atom のオランダ語訳 deelen に対応させて用いたのが、一つの節目と見なされる由である。その後、多くの人が川本にならって(亜多面などの音訳が混じることはあっても)、分子、微分子、極微分子、原分子、最終分子など、分子を基とする用語が1880年代(明治15年)まで使用されている。

一方、元子、原子、微点、質点なども行われたが、結局は石黒忠憲による『化学訓蒙』(明治3年=1870)に始まり、足立寛・土岐頼徳の『化学闡要』(明治5年=1872)等、後年の東京化学会に繋がる人脈の中で「原子」が定着した。これにはリッテル口授、市川盛三郎訳『理化日記』(明.5)の中でアボガドロの原理が導入され、atom と molecule とを区別する必要が生じてきた。この区別をつけて、しかもまだ atom に「分子」のついた語を当てようとすると、分子の前に極微、あるいは微、等々の文字を付けねばならず、より簡略な表記法として「原子」「分子」を使い分けることが自然に定着してきたものと思われる由である。

また、元素名についても、当初は「亜多面」に類する音訳が使われていたが、「鑽石素」(=炭素)、「硅砂素」(=硼素)のように非金属元素の大部分に対して「素」をつけることが行われ、今日に至っている。

以上に対して廣田さんから、明治20年前後年にわたって東京化学会で用語の統一について激論があり、その経過は東京化学会誌に記録されている、との紹介があった。また、一冊の本の中で「原子・分子」が今日の意味で統一的に使われたのは何時ごろからなのか、との立花さんの質問に對しては、三崎囯輔(明治6年=1873)または、その前の市川盛三郎(明.5)あたりであろうとのこと。

これに關連して、元素は何故「原素」にならなかったのか、との議論が起り、「元」の文字が用いられた根拠には宇田川榕菴の先例的使用もあるが、中国の五行五元(陰陽五行)説の影響もうけているだろうとの説に落着した。

また、「亜多面」のような音訳に対しては、長崎のオランダ通辞および支那通辞の存在を（特に幕末までの古い用語では）考慮せねばならず；その際の一般論としては福建省の発音が多く用いられているとの研究があることが、林良重さんから指摘された。さらに同じく林さんから、「極微」は「オミ」と読み、サンスクリットに由来することを教えてられた。

菅原さんの話を伺っていて、漢字の重宝さを改めて感じた。表意文字でありながら、表音文字としても使うことができる。先人はこれを利用しながら、概念の正確な伝達にはどの文字を選ぶべきかに工夫を重ねたあとがうかがえる。また、「字」の内包する概念についての広い知識があれば、より一層深く、その苦労の跡が読みとれるであろう。誰からともなく「漢学の素養が要るね」、「千野さんが来て下さっていたら、また一段と話が面白くなったりうに…」という声が出たのにはそれなりの意味があることであった。

前のポラニーの話では「言語における厳密さ」に話が及んでいたが、ここでは「文字」の用法の適切さの歴史が語られて、一脈通じるところがあった。この種の仕事では、ある時点で、あるものが「存在した」ことを証明するのは易しいが、「それ以前には存在しなかった」ことを確かめるには多くの作業を要する。菅原さんの話は、後者の、大きな労作を経ての結論の一部であり、今後いろいろな関連事項についても発表が行われることが期待された。

最後の話題、“化学工業の近代化のはじまり——臨時窒素研究所のはたした役割”（亀山哲也さん）は、臨窒研をわが国の大型開発研究（ビッグ・プロジェクト）の第1号としてとらえ、その過程を追跡したものであった。大正8年（1919年）設立されて以来、10年にわたって研究が続けられた後1928年東京工業試験所（現在の科技庁化学技術研究所）に発展的に吸収されて、成功裡に一応の幕を閉じたものである。化技研には相当量の資料が残っている上、数年前から当時の研究開発に用い

られた機器の保存作業が行われ、一部は筑波に新設された資料館に展示されている由である。これらの貴重な資料をもとにした、年来の史的研究の一端を紹介して頂いたが、中でも、研究項目と担当職員、使用あるいは取得した特許、製作および購入した機器、等の年次別の詳細な表を示されたことで、当時の研究の展開の様子をよく理解することができた。研究に用いられた機器（装置）では、図面と写真も数多く見せて頂き、それらの内少なからぬ数の現物が保存・展示されているとの話は大変うれしいことに思われた。

また研究に参加された人々の所属（特に嘱託として大学からの参加）が明らかになっており、大学への嘱託が卒業生採用のための布石を兼ねていた点の指摘など、臨窒研が長期的な展望まで含めて、よく運営されたものであることを思わせた。最終的には東工試に吸収されてしまうのだが、研究参加者の（主要な人々の）その後の転出先を見ると、窒素工業、高圧化学、合成化学等々の分野での要職に就いた方々が綺羅星のように並び、臨窒研が日本の化学工業の発展に人的側面からも大きな波及効果を生んだことが理解できる。そればかりでなく、国外からの導入装置を手本としつつも、その改良と改良型の試作、自前の装置（例えば魚雷の気密室を応用した水素貯蔵器など）の開発によって機械工業を発達させ、10年後には化学機械工業を自立させる契機になる程の影響力を持っていた。

この話は亀山さん（と共同研究者）の長い間の研究をふまえたものだけに、大変密度の濃いものであり、「人員、研究費の両面からみても、他と比較して、当時として如何に巨大なプロジェクトであったかが分る」との結論も説得力に富むものだった。また話の合間々々に、当時の写真（記念的な人物の集合写真なども多々あり）を回覧して下さり、それらが印刷ではなくて現物であって、適当に黄色くなりかけているなど、サロンならではの味わいで、臨窒研を大変身近なものに感じさせてくれた。

（以下40ページへ続く）

〔紹 介〕

共鳴理論批判問題の再認識

山 口 達 明*・劉 學 銘**

共鳴理論が提唱されて以来、この理論に対する批判と論議が化学界をうず巻いた。今日、そのような高まりがすでに沈静化してしまったように見受けられるが、化学史を研究する見地からは、この問題を再び認識して、科学発展の経験と教訓をくみ取ることは重要な課題となろう。

本稿では、1950年代にソ連などで起こった共鳴理論批判を回顧し、さらに、その後中国ではどのように基本理念に関する討論がなされてきたかを紹介する。今後、この問題に関する本格的な研究がなされることを待ちたい。

1. ソ連などの共鳴理論批判

1951年6月14日、モスクワに約400人のソ連科学者を集めて行われたといふ「有機化学における化学構造論に関する会議」において採択された決議¹⁾が、翌1952年1月の*Nature*誌にとりあげられ²⁾、同時に、その会議の報告書翻訳が*J. Chem. Educ.*誌³⁾にも掲載されて化学界の大きな話題となつた。

その決議内容は主として次の二点であった⁴⁾。

- 1) ケクレ(A. Kekulé, 1829-96)と同時代のロシア人化学者ブトレロフ¹¹⁾ (A.M. Butlerov, 1828-86)の化学構造に対する貢献が、不当に無視されていること。
- 2) 共鳴あるいはメソメリーリー理論が根拠薄弱で信用のおけないものであること。

とくに、後者の批判の要点は次の三つにまとめら

れる。

- a) 観念的 (idealism) であること。
- b) 態意的 (arbitrariness) なこと。
- c) 機械論 (mechanisticism) 的なこと。

同決議における直接的な批判の対象は、ブトレロフを過少評価ないしは無視し、さらに不確実で思想的にも不健全な共鳴理論を無批判にとり入れた教科書を書いた、ソ連の化学者シルキン(Ya. K. Syrkin)⁵⁾等であって、彼等に自己批判をせまるものであった。

共鳴理論の内容に対する批判の主要点は、それが観念論的思弁の産物であるということであった。ポーリング(L. Pauling, 1901-)は、1931~3年、ハイゼンベルクあるいはハイトラー、ロンドンによって波動方程式を解くための近似法の一つとして適用された摂動法をすべての結合に拡張して、あたかも実在するかのような物理現象として「量子力学的共鳴」という概念を創りだした。すなわち、分子の状態を記述する波動函数の近似式の各項にそれぞれ定まった古典的化学構造式を対応させ、これらの構造式のあいだの共鳴が真の分子状態を表すといふのであった。個々の共鳴構造が分子の真の状態に相当するという理論的・実験的根拠は全くなく、「物質が消え去り、ただ方程式だけが存在する」(レーニン著作集より引用)との批判が決議されたのである。

一方、西側諸国でも、観念論的といった表現をとらないまでも、共鳴理論に対する「良心的な反対者」(*J. Chem. Educ.*誌編集者の言)は、当初から数多くいた。例えば、クールソン(C.A. Coulson, 1910-74)が『化学結合論』(1951)の中で述べている批判は、ソ連化学者と同主旨であった。

1986年6月21日受理

* 千葉工業大学 ** 吉林大学(中国長春市), 現在
千葉工業大学客員研究員
連絡先 〒275 習志野市津田沼2-17-1 (勤務先)

また、1939年における槌田竜太郎の意見に関しては、塚原氏によって本誌に紹介されている¹²⁾。

このように当初から根本的な批判がすでにあったにもかかわらずポーリングが共鳴理論を推し進めたのは、その有効性あるいは便宜性からであった。また、ウィーランド（G.E. Wheland）は、共鳴理論は仮説性の高い数学的な思弁であると自認しながらも、実際の分子の安定性が考えられる共鳴構造の数で決定されたとした。このような恣意的姿勢が、ソ連の化学者に、実用主義あるいはマッハ主義といわれて非難をうけたのである。

さらに、古典的な化学構造の表示方法を用いて、古典的な構造論では不可能な分子の性質を定性的に説明しようとするのであるから、機械論的にならざるをえなかつた。これは化学現象を電子の力学的運動に帰することになり、この点をソ連の決議では、高次元の形式の運動をより低次元の形式の運動に帰することはできないというエンゲルスの原理を援用して批判した。

ソ連における共鳴理論批判は直ちに日本にも紹介され⁶⁾、日本化学者の見解も種々発表された⁷⁾⁻¹⁰⁾。その大方の意見は、共鳴理論批判の学問的的部分は当初から論議されてきた内容でとくに目新しくはない、むしろソ連の研究の未熟さを示しているが、「Political resonance」と批評されたような、その政治的意図は容認できないといったものであった。例えば、田中・奥田は「ソビエトの科学界における理論的批判が、唯物論をおしつける政治的抑圧であるとする考え方がある。そういう政策の報復が必ず科学と技術と生産力の低下となって現れずにはおかないと、いう事は考えにくい臆測であろうか」と批判している⁹⁾。

2. 中国における共鳴理論批判とその反省

文化大革命後の中国では、過去の学問領域に対する批判運動が真剣に反省されるようになった。現在の中国では、共鳴理論批判問題の反省から、客観的に共鳴理論に関する討論の経過を総括し¹³⁾⁻¹⁶⁾、純学問的に正確に取り組もうとする姿勢が見

られる。

2.1 共鳴理論討論の経過

建国初期、「ソ連先進科学に習う」というスローガンのもとに、ソ連での共鳴理論批判が中国にも大きな影響を及ぼした。

1961年、廈門大学化学系で開催された討論会において、共鳴理論について次のような三種の意見が提出された¹⁶⁾。(1)分子軌道理論が分子の結合の性質を真に反映できるようになったから、共鳴理論はすでに余分なものになって、その科学的価値はなくなった。(2)共鳴理論は、古典的構造理論の補足として発展したものであり、分子の性質を説明するには分子軌道理論より直観的でわかりやすい。(3)共鳴構造式を採用して分子の電子密度分布の特徴を定性的に推量できるのは有益である。

その頃、中国で著名な構造化学者や有機化学者によって発表された内容を次に要約する。

例えば、盧嘉錫は、「共鳴理論のいくつかの問題について」という論文で、共鳴理論は化学構造論の合理的発展の一環であると認識し、それは化学構造論や他の化学の領域に直観的模型と比較分析方法によって大きな影響を及ぼしたと述べている¹⁷⁾。

陳念貽は、共鳴理論が半経験的なものとして古典式を利用して分子構造を推測しようすることと量子力学の観点とは一致するとした。そして、量子力学によって共鳴構造の実在性や、古典式と実際構造との関係を導くことができ、分子が古典式の間を共鳴することを証明できるとの考えを述べた¹⁸⁾。

唐有祺は、共鳴理論の科学的基礎は結合の変異原理であると考えた。彼は、一般に極性または局在化などの要素によって共有結合から偏った結合型をとることによって分子のエネルギーが低下しているが、このことは量子力学的にも根拠があると考えた¹⁹⁾。

また、1961年徐光憲の著書には次のように結論づけられている²⁰⁾。共鳴式は科学の抽象ではなく、古典理論の単結合や二重結合の仮説を基礎としているのであって、この仮定にはベンゼンの構

造とは根本的な矛盾がある。つまり、共鳴理論は古典理論の枠組み内でのいくつかの仮定の助けを借りて実験結果と理論との一致を維持している。これは、方法論的にも不適当なことである。

文化大革命中、共鳴理論はもう一度批判の対象として取り上げられた。当時の政治的環境の下では、楊頻による「人間によるベンゼン構造の認識」という文章が注目すべきものであろう²¹⁾。彼は、共鳴理論の出現は、論理発展の必然ではなくて、方法論の面ではケクレ学派の保守主義と改造主義の糟粕を踏襲し、化学の問題を実用主義的に解決しようとしていると批判している。

四人組が倒れたあと、1978年中国自然弁証法の講習会で龔育之は、全国専門学会で過去の共鳴理論批判の教訓を表明した¹⁶⁾。

2.2 現代中国における共鳴理論の再認識

1984年、天津科学技術進修学院の王祖陶は「現代化学発展史における共鳴理論問題」という論文を発表した²²⁾。その論文の最後の章が現代中国における共鳴理論批判問題を紹介するのに適當だと思われる所以、以下摘訳することにした。

共鳴理論批判問題に関して

今世紀50年代、ソ連では共鳴理論の批判が盛んであった。国際的にも大きな風波をひき起こし、さらに中国にも影響を及ぼした。今から顧みて、そのような批判は妥当ではなかったといえる。

上に述べたように、共鳴理論は、化学研究が古典的結合理論から現代的理論への転換期にあらわれた一つの学説であり、その基礎はやはり古典的原子価結合にあった。従って、それは、観念的構造式などの古い概念や観点を避けることができなかつた。しかし、化学結合の客観的本質を正確に説明できないとしても、それは科学上のある種の仮説ないしは流儀なのである。学術的問題に関しては民主的に自由に討論し自由に論争する以外に問題解決の方法はない。ある学術的観点を抑圧し、ほかの学説を強制してはならない。というのは、自然科学はそれ自身の独自の発展形態と特徴をもつてゐるからである。エンゲルスは次のように指摘している。「自然科学の発展形態は、思考

がなされる限りでは、仮説である。一つの新しい事実でこれと同じ群に属する諸事実の従来の説明様式を不可能とするものが観察される。この瞬間から諸々の新しい説明様式が必要となる——さし当りただ限られた数の事実や観察を基礎とするだけではあるが、その後に加えられる観察資料がこれらの仮説を純化し、或るものはとりのけ、他のものは修正し、しまいに法則を純一に設定するまで到る。法則にとっての資料が純一となるまで待とうというのであれば、これはとりもなおさず思考する探究をそれまで停止することを意味し、そして法則は既にこのことだけからでも決してできはしないであろう。」(田辺振太郎訳、『自然の弁証法』(下) p.110 (岩波文庫))。自然科学は自然界の未知な事柄を見つけだすとき、常に、すでに積み重ねてきた実験事実と先行する理論的知識を基礎として、実験を通して得られる新しい結果に対して新しい説明方法を取り入れて、つぎつぎと新しい仮説を築きあげている。仮説というのは本来不完全であり、一方的であり、甚だしい誤謬さえある要素を含むものである。もし仮説に十全十美、100パーセント事実と合致することを期待したら、まさにエンゲルスが指摘したように、思索的研究が停止てしまい、法則が永遠に発見できず、科学は閉塞状態になってしまふのである。科学における理論あるいは仮説は実験を通して、または、科学的発展の歴史的検証によってのみ、その是非を判定され、科学的な真理として実証されるのである。

50年代における共鳴理論に対する批判は、主としてそれを観念論としてとらえていた。しかし、共鳴理論は一種の化学構造論の仮説であり、それには理論的欠陥があったのは確かであるが観念論ではない。従って、それに対するかつての批判は間違いであったことになる。さらに、当時行われた批判は、純粹な学術思想をむりやりに政治的立場につなげて無制限にとり上げていたのである。ポーリングは、政治的には進歩的な人で平和運動を常に支持してきたし、学術的には現代化学に偉大な貢献をした人で、量子化学でも構造化学で

も、とくに蛋白質の構造研究領域では多大の成果をあげた人物である。現代の世界の化学者の中で彼ほど各領域において大きな貢献をした人は少ない。しかし、彼の提唱した共鳴理論は、その他の方面での貢献ほど一般に受け入れられなかつたばかりでなく、却って激しい論争をひきおこしてしまった。筆者は、あくまで学術上の問題として共鳴理論の是非を論ずるべきであつて、政治問題にまでひろげるのは適当でないと考えている。

自然科学は疑いなく弁証法的思考を必要としており、すべての自然科学の発展の歴史が明らかに示しているように、弁証法の根本に戻つてこそ、自然科学の理論が進歩したり発展するのである。共鳴理論の根本的欠陥は、科学発展史上の経験論の間違いを繰り返し、化学構造の理論が古い理論の枠を突き破つて量子化学へと発展しつつあるとき、依然として昔のように古典的な経験観念で新しいことを説明しようとしたことであつて、失敗しても当然のことであった。客観的な自然界は弁証法的法則によって発展していくのであるから、自然科学は少しでも弁証法的思考から遊離してはならない。従つて、弁証法的唯物論の指導が必要となり、科学者はなるべく意識的に弁証法的唯物論の観点と方法を修得し、応用することを自覚しなければならないのである。また、それに基づいて、新しい実験事実を解析したり研究したりすると同時に、正しく科学理論の過去と現在をまとめて発展に寄与しなければならないのである。

(以下略)

文 献

- 1) *Zhurnal obshchey khimii*, **21**, 1729(Sept. 1951).
- 2) Eng. tr. by A. E. Stubbs, 'Moscow Conference on the Theory of Chemical Structure in Organic Chemistry', *Nature*, **169**, 92 (Jan. 19, 1952).
- 3) D.N. Kursanov et al., 'To the Problem on the Present State of the Theory of Chemical Structure', *J. Chem. Educ.*, **29**, 2] (1952), (和訳: 柏木謹), 「化学構造論の現状」, 『化学の領域』, **6**, 451 (1952); V.M. Tatevskii, 'About a Machistic Theory in Chemistry and its Propagandists', *J. Chem. Educ.*, **29**, 13 (1952), (抄訳: 小林胖), 「化学に於けるマッハ主義理論とその鼓吹者達」, 『化学の領域』, **6**, 462 (1952)).
- 4) A.E. Stubbs, 'Recent Soviet Pronouncements on Molecular Structure', *Nature*, **169**, 860 (May 24 1952), (和訳: 小島頴男)「分子構造に関するソ連の宣言」, 『化学の領域』, **7**, 4 (1953).
- 5) 東健一, 「分子構造に関する Syrkin の業績について」, 『同誌』, **6**, 464 (1952).
- 6) 「ソ連に於ける化学構造論の論争」, 『同誌』, **6**, 449 (1952).
- 7) 東健一, 廣田鉄藏, 桐山良一, 小泉正夫, 小寺明, 小島頴男, 森野米三, 永井芳男・後藤信行・永田洋文, 小方芳郎, 田村三郎, 太秦康光, 「ソ連の共鳴理論批判をこう考える」, 『同誌』, **7**, 6 (1953).
- 8) 小島頴男, 「Stubbs の論説を中心に」, 『同誌』, **7**, 499 (1953).
- 9) 田中実, 奥田典夫, 「化学構造論の過去と現在—Pauling 理論批判によせて」, 『同誌』, **7**, 506 (1953).
- 10) 近藤教, 「Pauling の共鳴理論の批判をめぐって」, 『科学史研究』, **25**, 6 (1953).
- 11) 柏木謹, 「ブトレロフ—西欧との接触」, 『本誌』, 第 5 号, 12 頁 (1976).
- 12) 塚原徳道, 「植田龍太郎研究(I)—新簡易原子価論をめぐって」, 『本誌』, 第 1 号, 23 頁 (1974).
- 13) 胡盛志, 「再評共振論」, 『化学通報』, 2 期, 1 頁 (1979); 王宗睦, 「読“再評共振論”一文之后」, 『同誌』, 5 期, 60 頁 (1980).
- 14) 丁忠源, 「論有閑共振論の若干問題」, 『化学通報』, 5 期, 53 頁 (1980).
- 15) 潘道體, 熊漢緒, 「有閑共振論の歴史概況」, 『化学通報』, 4 期, 56 頁 (1983).
- 16) 厦門大学学報(自然科学版), (2), 176 頁 (1961).
- 17) 盧嘉錫, 『文匯報』, 1961 年 11 月 29 日.
- 18) 陳念貽, 『化学世界』, (1), 1 (1962).
- 19) 唐有祺, 「有機物の電子結構理論問題」, 『科学通報』, 1 期, 35 頁 (1964).
- 20) 徐光憲, 『物質結構』, 上冊, 245~259 頁 (1961).
- 21) 楊頤, 「人対分子構造の認識」, 『化学通報』, 2 期, 41 頁 (1975).
- 22) 王祖陶, 「現代化学発展史中的共振論問題」, 『自然科学史研究』, 第 3 卷, 第 3 期, 291~298 (1984).

編集後記

1987年の第1号をお届けする。今号は年初の恒例により、柏木先生から巻頭論文をいただいたほか、それぞれ力作の論文が3編揃い、充実したものになった。現代科学への東洋の貢献を書いて下さったO.T. Benfey氏は5年前にも本誌15号(1981)に寄稿されたが、何度も来日されており、わが学会とも縁の深い化学史家である(15号に中山茂氏による紹介がある)。今回も原文は英語であるが、国際基督教大の田坂興亞氏に訳していただきたい。氏の御好意に深く感謝申し上げる。

前号では編集の手違いで、あちこち移動しているうちに、会報欄に載せるべき今年度予算案の表を落としてしまった。お詫びすると共に、今号に掲載したので御諒承下さい。

(武藤)

C. 1987年度予算

収入	支出
会費(一般) 2,273,000	会誌製作費 2,100,000
// (賛助) 350,000	会誌梱包費 32,000
書店経由会誌売上 180,000	通信費 郵便 150,000
広告料 50,000	電話 70,000
年会参加費等 250,000	印刷費 70,000
利息・雑収入 60,000	年会経費 250,000
	事務費 400,000
	雑費 91,000
計 3,163,000	計 3,163,000

編集委員

(委員長) 柏木 肇	
井山弘幸	藤井清久
亀山哲也	古川安
小塩玄也	武藤伸
島原健三	山口達明

賛助会員名簿(50音順)

勝田化工
協和純薬
株研成社
三共
三共出版
塩野義製薬
白鳥製薬
武田科学振興財団
田辺製薬
有機化学研究所
東レリサーチセンター
株培風館
肥料科学研究所

各種問合せ先

○入会その他→化学史学会連絡事務局

郵便: 〒133 東京小岩郵便局私書箱46号
 振替口座: 東京 8-175468
 電話: 0474 (73) 3075 (直通)

○投稿先→『化学史研究』編集委員会

〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1
東京工業大学工学部教育方法研究室 藤井清久 気付

○別刷・広告取扱い→大和印刷(奥付参照)

○定期購読・バックナンバー→(書店経由)内田老鶴園

化学史研究 1987年第1号(通巻38号)
1987年3月30日発行

KAGAKUSHI 1987, No. 1. [定価 2,000円]

編集・発行 ©化学史学会 (JSHC)

The Japanese Society for the History of Chemistry

編集代表者 柏木 肇

President & Editor in Chief: Hazime KASIWAGI

千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学内

c/o T. YAMAGUCHI, Chiba Institute of Technology, Narashino, Chiba 275, Japan

Phone 0474 (73) 3075

印刷 大和印刷

〒173 東京都板橋区栄町25-16

TEL 03 (963) 8011 (代)

発売 (書店扱い) 内田老鶴園

〒112 東京都文京区大塚3-34-3

TEL 03 (945) 6781 (代)

Overseas Distributor: Maruzen Co., Ltd.

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

Phone 03 (272) 7211; Telex, J-26517.

『化学史研究』投稿規定 (1984年10月12日改訂)

化学史学会編集委員会

1. 投稿資格 著者のうち少なくとも一人は本会会員であること。但し、編集委員会が認めた場合あるいは依頼した原稿についてはこの限りではない。

2. 投稿期日 本誌は年4回(原則として3月、6月、9月、12月)発行するので、余裕をみて投稿すること。但し、査訟をするものは、さらに最低1ヶ月の査読期間を見込むこと。

3. 原稿区分 つきのいずれかを著者が選択して指定すること。但し、編集委員会で変更することがある。

—論文・寄書・総説・解説・原典翻訳・紹介・資料・雑報・広場—

なお、新しい知見をまとめ一定の結論に導いたものを論文、断片的ではあるが新しい知見を含むものを寄書と区分する。

4. 原稿の審査 論文・寄書については編集委員会あるいはその依頼する者が査読を行い、その結果によって編集委員会が採否を決定する。その他のものについても訂正を求める場合がある。

5. 校正 著者校正を一回行う。そのための原稿の写しは著者の手許に保管しておくこと。それに基づいて再校以降を編集委員会が行うので、校正料はなるべく速やかに返送すること。

6. 別刷 掲載された論文などの別刷を希望する場合は、著者校正の際に必要部数を申し込み、別に定められた料金を支払うこと。

7. 著作権および転載 掲載された記事等の著作権は本会に所属するが、編集委員会の承認を得れば他に転載することができる。

8. 投稿方法 原本およびその写し一通を別に定める投稿先に書留便にて郵送する。

なお投稿先は変更される場合があるので、最近号の会告に注意すること。

執筆要項

1. 原稿はなるべく400字詰原稿用紙を用い、完全原稿とする。水性のインクやより硬い鉛筆はなるべく避けること。

2. 投稿原稿の第1枚目に、①投稿区分、②題名、③著者名、④所属、および⑤校正等送付先(電話番号)を記すこと。

3. 論文・寄書・総説・解説には、欧文で題名、著者名、所属および要旨を別紙添付すること。欧文要旨は約200語(ダブルスペースでタイプ用紙1枚程度)とし、なるべくタイプする。

4. 論文は400字詰原稿用紙40枚をもって一応の限度とする。

5. 原稿は横書き、現代かなづかいによる。

6. 読点はヨンマ(、), 句点はピリオド(.)を用い、文中の引用は「」の中に入れる。

7. 元号その他西暦以外の紀年法によるときは、必要に

応じて()内に西暦年をそえる。

8. 外国人名や地名は、次のいずれかの方法に統一する。(a)原綴を用いる場合は初出の個所に()内にカタカナによる表示をつける。(b)カタカナを用いる場合は、初出の個所に()内にその原綴またはローマ字転写を示す。(c)よく知られたものについてはこの限りではない。

9. 欧語は、タイプまたは活字体で記すこと。
10. 引用文が長いときは、行を改め本文より2字下げて記す。

11. 図および構造式などはそのまま製版できるように墨または黒インクで白紙上に仕上げ、それぞれ挿入個所(必要に応じて大きさも)を赤字で原稿の右側に指定すること。なお、粗書き原稿で希望する場合には本会でトレースさせ、別途代金を請求する場合がある。

12. 写真等はなるべく原本を添付し、返却希望の場合はその旨を明記すること。

13. 単行本および雑誌名は、和漢語の場合には「」の中に入れ、欧語の場合にはイタリック体(下線を付す)を用いて表す。

14. 論文の題名は、和漢語の場合には「」の中に、欧語の場合には「」の中に入れること。

15. 単行本などの中の特定の章または節の題名、および編纂物等に含まれる文書名も、和漢語の場合には「」に入れ、欧語の場合には「」に入れること。

16. 文献と注は通し番号1), 2)……を用い、本文中の相当個所に肩つきで番号を示し、本文の最後に一括して記すこと。

17. イタリック体は下線_____、ゴチック体は波線_____を付け、それぞれ赤字で原稿中に指定する。

18. 引用文献の書き方は、以下に示す実例に準ずる。

例

〈論文〉

1) 仁田 勇、「化学史周辺感」、『本誌』、1983、123-126頁。

2) 辻本満丸、「姥鮫肝油中の新炭化水素について」、『日本化学会誌』(以下『日化』と略す)、55(1934)、702。

3) Wallace H. Carothers, 'Polymerization', *Chemical Reviews* (以下 *Chem. Rev.* と略す)、8(1931) : 353-426, p. 355.

〈書籍〉

4) 日本国化学会編、『日本の化学百年史——化学と化学工業のあゆみ』(東京化学同人、1978)、580-597頁。

5) Arnold Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1970), pp. 14-18.

投稿先 〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1

東京工業大学工学部教育方法研究室

藤井清久気付『化学史研究』編集委員会

