

化学史研究

第18卷 第2号 1991年

(通巻第55号)

わが研究を顧みて

福井謙一 (51)

特 集 ラヴワジエ研究入門 第8回「化学革命論」の諸位相

藤井清久 (64)

広 場 1991年度化学史「春の学校」に参加して
新企画・化学史シンポジウムについて

吉本秀之 (81)

山口達明 (84)

資 料 東京帝國大学理学部旧制化学科における卒業研究発表会
のプログラム(1916-1953) II 佐佐木行美・立花太郎 (85)

紹 介 曹元字(木田茂夫, 山崎祐訳)『中国化学史誌』
パオロ・ロッシ(伊藤和行訳)『哲学者と機械』、科学史
研究叢書①

島尾永康 (92)

金森修 (95)

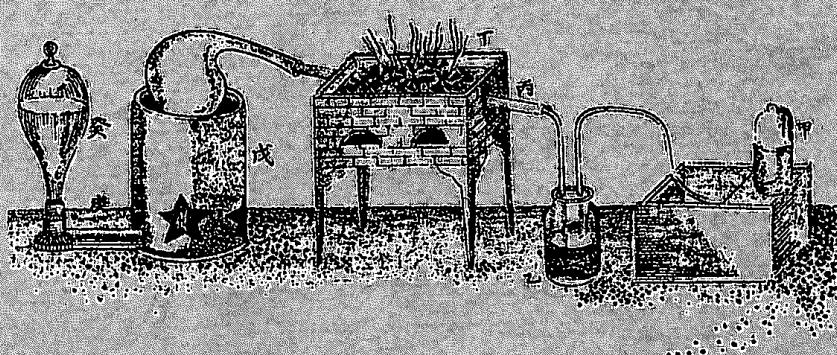
新着科学史書から 大野誠 (99)

特 集 第2回化学史シンポジウム プログラムと講演要旨

(100)

会 報

(105)



化 学 史 学 会

[会 告]

化学史学会夏期討論集会（夏のサロン'91）

—第2次世界大戦と人造石油—

主 催 化学史学会

日 時 1991年8月30日（金） 13時半～18時

会 場 東洋大学甫水会館（文京区白山5-28-20） 都営地下鉄三田線白山駅から徒歩10分

プログラム

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1. 人造石油製造技術の研究体制 | 田 中 浩 朗（東 大 院） |
| 2. 人造石油と対米開戦経過 | 三 輪 宗 弘（日 大） |
| 3. フィッシャー・トロプシュ法による人造石油(1) | 石 囲 亮 一（元三井鉱山） |
| 4. フィッシャー・トロプシュ法による人造石油(2) | 渡 辺 真 一（元 早 大） |

（この間適宜にコーヒー・ブレイクを入れる）

参 加 費 1,000円

懇親会 18時より（2,000円程度）

参加方法 当日会場で受け付けます。会員外の方も大歓迎です。

化学史をめぐる知的放談会です。気楽にご参加下さい。

講師の都合で前回の予告より1日おくれました。ご注意下さい。

9月23、24日 第2回化学史シンポジウム

北海道大学学術交流会館で開催されます。本号にプログラム及びレジメが掲載されております。

10月19、20日 1991年度化学史研究発表会

東北大学工学部青葉会館で開催します。同時に本会総会も行いますので奮ってご参加ください。

詳しい案内とレジメは次号に掲載されます。

表紙図説明

『舍密開宗』第四十八章 水の分解 水を分解して水素を捕集する方法の図

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

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

〔第1回化学史シンポジウム特別講演〕

わが研究を顧みて

福井謙一*

祢宜田久男(座長)：福井先生のご講演に先立ちまして、先生のご略歴を簡単にご紹介いたします。先生は昭和16年京都大学工学部を卒業されたのち、直ちに講師となられ、助教授を経て昭和26年、教授になられました。つまり、京都大学を卒業して10年後に、母校の教授になられたわけでございます。年齢にいたしますと、32歳という若さでございました。それから、現在のような研究にますます身が入りまして、昭和37年、学士院賞を受賞されました。それから大学紛争なんかございましたが、その時は、工学部長をしておられました。そして、昭和57年に、ご定年になられました。このご定年になる一年前、昭和56年に、ノーベル化学賞を受賞されたのでございます。ご定年になりますから、京都工芸繊維大学の学長として、6年間お勤めになりました。そして、昭和63年、お辞めになったわけですが、それと同時に、京都に基礎化学研究所ということができまして、そこの最初の所長になられ、現在に及んでおります。それでは、先生、よろしくお願ひいたします。

福井：この化学史学会に出て来いと言う、祢宜田先生のご命令とあればもう、お断りするわけにはまいりませんので、皆さんにお目にかかる機会を得たわけでございます。大変嬉しく思っております。今日は先ほども、鬼頭先生の大変興味深いお話を伺いました。ノーベル賞というのが、非常に注目され過ぎているという批判も、いただきま

した(笑)。賞をいただきますと、その研究の動機とか、着想などについて、それこそ過度に、質問を受けるわけです。何回となく、インタビューやいろんな座談があって、そういう質問を何回も受けます。その度毎に非常に答に窮するわけです。それで、少し後で考えて、思考加工、思考によって加工処理したような答、つまりよそいきの答をしているのですが、本当はなかなかわからないのが実情であります。自分で自分がわからぬ。特に祢宜田先生の前でそういうよそいきの答をしましても、これはもうとっくにお見通しでございますので、今日は客観的に、自分の心理描写はしないで、要するに事実をそのまま述べるということにして……、ほかの一般講演の場合にはそういうことはできないのですけれども、化学史学会という物々しい学会ですので、そういうふうに願いたいと思うのです。

私の前に受賞された湯川先生や朝永先生は学者の家庭に育っておられます。ところが、私の場合は、全く学者に縁のない家庭に育ちました。そして、大阪に住んでいたのですが、大阪の小学校、中学校でも野っぱらを駆け回るというタイプの子供であったわけであります。ただ、小学校の時には、いわば、多少文学少年という向きがあったかもしれません。というのは、私が一番凝りましたのは、夏目漱石でありまして、殆どの作品を今でもほぼ覚えているくらい何度も読みました。つまり、漱石という人にいわばかぶれたわけです。中学校の時にはこんどはまた、ファーブル(Fabre)の昆虫記を読んで、ファーブルの自然

の愛し方、さらには、研究の面白味というか、そういうものを学び取ったような気がします。これも、ちょっと思考加工した言い方かも知れませんが、中学校で私が一番熱心にやりましたのは生物の同好会で、近畿地方の山々を皆と一緒に観察を目的とするハイキングに参加しました。それから、今度は高等学校になりますと、これも大阪の高等学校でありますけれども、今度は、ポアンカレ (Poincaré) に凝りました。ポアンカレの純粹な単一思考、科学至上主義と言いますか、それに凝りました。と言いましても、私なんかが読める本は、岩波文庫の四つのポアンカレの科学哲学書、「科学と方法」、「科学の価値」、「科学と仮説」、「科学者と詩人（エッセイ集）」ぐらいの材料でありますけれども、未だに、思い出すような言葉があります。たとえば、もしも地球上の化学元素の数が60でなくて、60ビリオン（600億）種もあつたらどうなるであろう。どの物質一つ取っても我々の知らない元素が出てくる。そうするとそういうものを記述するケミストリーというのは存在しないし、従ってサイエンス全体も存在しない。あるいは生物は皆、物質が物質を見分けることによって成り立つ。したがってそんなにたくさんの元素があったら、連続的になりますから、物質が物質を識別することができない。したがって、生物自体も存在しない。そこまでは詳しくは書いてないですが、そういう意味のことを最初に確かに書いてある。本当に私は、傾倒というか、そういう言葉に魅せられたわけあります。その他、未だに私がよく、ポアンカレの言葉で、実行に近いことをしておりますのは、「発見とは識別であり、選択である」という言葉です。例えば私の周りにたくさんの情報がある、文献がある。そういうときには、正にポアンカレの言葉を思い出します。そして発見とは、識別であり、選択であるから、つまらぬ情報には関心をもたない。つまらぬ論文は読まない。というふうに勝手に自分できめて

て、それをポアンカレが教えてくれたという訳で、なるべく読まないようにするとか、逆に読むようになると、そういうことにいつも使っているわけです。

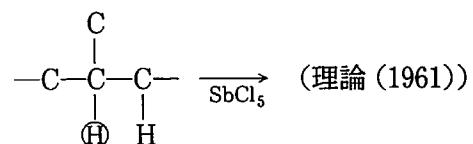
私は小学校の時には、本当に文学だと歴史だと好きだった。中学校の時もほとんどそうでした。しかし、その中学校では、学科としてはそういうものが好きだったのですが、生物というのは、部活動はしましたけれども、学科としてはあまり好きではなかった。ですから、高等学校は文科に入ると自分で思っておりました。ところが、ひょっと理科に入ってしまった。それから今度は大学は、高等学校では物理だと数学だとが割りに好きだったので、理学部へ行くと真面目に思っておりましたところが、ひょっと工学部へ入ってしまった。しかも、化学というのは一番嫌いな学科でありましたのに、工学部のしかも応用化学へ入ってしまった。非常に自主性がないような選択をしております。しかし、これは後になって、加工処理をして考えますと、今までの経験がすべてそのような私の決定の基礎になっていると思うんです。ですから、私の決定はちっとも非自動的でもなし、でたらめでもなし、ちゃんと理由がある、と今ではそう思っております。こういう話をしますと、あいつは首尾一貫しない人間であるというふうに言われてもしようがない。そういう決定をしたのは事実です。ただ、最後の応用化学に入る段階では、私の終生の恩師になられた京大の応用化学の先生のお勧めがあったわけです。それは、「君は数学が好きなら、化学をやれ。化学をやるなら、自分とこが一番いいから、自分とこへ来い。」そういうふうにおっしゃった。その先生のおっしゃることが非常に変わっていて、数学が好きなら、物理をやれと言われるのが普通かも知れませんが、化学をやれ、しかも自分のところというのがほかならぬ応用化学でありますから変わったお教えであったわけです。

そういうことで、私がその先生の教室に入りました1938年の当時と申しますのは、ちょうど湯川先生が中間子論を出されて2,3年たって、アンダーソンが宇宙線の中に新粒子を見つけたのが1936年で、私が京大へ入る前であったと思います。まもなく、湯川先生が京大へ戻られ、教授になりました。私が京大へ入ったときに、物理の先生が湯川先生の仕事を紹介して、そのころには中間子という名前ももちろんないし、湯川粒子という名前すらない、その新粒子は京大での発見であるといわれたのを覚えています。そんな時代でまだ量子力学が生まれて12,3年しかたっていないときですから、量子力学に関するまとまった本もない。京大の理学部の物理でも、量子力学という講義は確かななかった。私は「量子論」という課外講義を聞いた。その先生は、ご自分でお書きになった「量子論」という本を一冊ずつ、聴講者にくださった。そんな時代であったわけです。

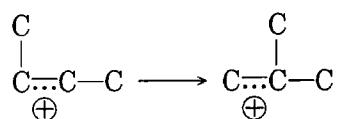
このように、私が入学の前からお世話になりました京大の応用化学の先生は、喜多源逸という日本化学会の会長もされた方であります。その先生のお宅へずいぶんお伺いしました。その度毎に、「君は応用化学という、応用の学科へ入ったのだから、基礎を勉強しておけ」とおっしゃった。これも一風変わった教えて、これ幸いと応用化学はちっとも勉強しないで、理学部の物理学とか数学とかそういう教室の図書室に入りばかりしていました。そういうことで私の学生時代はすんだわけです。ところがそのあと化学という学問のキャラクターがどんどんと変わりまして、私が卒業して京大に勤める時分になると、計算機が発達し、物理の測定機械がどんどん発達して、分光器とか、NMR とか、そういうものがどんどん発達して、化学を見通しのしやすい学問にしてくれた。その時分より前に、私は人があんまり勉強しない量子力学とかを勉強しておったのです。

私が京大で、研究と言えるかどうかわかりませ

a. パラフィン炭化水素（1940～1941）



b. オレフィン炭化水素（1941～1945）



1,2-シグマトロピー (R. Hoffmann (1969))

図1 炭化水素反応とのかわり

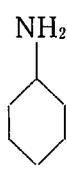
んが、最初にやりました研究、これはもちろん卒業研究で、大学の三年のときにやりました研究がこれです（図1a）。パラフィン炭化水素の第三級の水素と、それから第二級・第一級の水素との反応性の違いを調べて、この第三級炭素の分析に使えるようにせよという仕事を与えられた。このような構造と反応性との関係は奇しくもその後、私の理論の一部で説明されたわけですが、大変おもしろい反応がありました。

それから、大学を出て、数年間、ちょうど戦争中であります。やりましたのは、オレフィンの研究であります（図1b）。これは二重結合の隣のメチル基を隣へ移すという研究で、二重結合から電子を引っ張るような触媒を使いますと簡単に移ります。有機の方ですと、当然考えることであります。その後、これも奇しくも、私の共同受賞者でありますロアルド・ホフマン (Roald Hoffmann) がこういう反応を全部整理しました。結局これは「シグマトロピー」反応の一種であるということでした。私も少し遅れて、ある種の軌道相互作用の方法でこれを説明しました。これは、私は卒業後、京大に勤めておりましたけれども、当時、軍の陸軍の研究所に短期現役というので採用されて、そこでやった仕事であります。私が25歳の時に「陸軍技術有功章」という賞をいただいたのですが、そのときに、東大の田中芳雄先生も、

もう定年後であったかと思いますが、やはりこの賞を貰われた。後に奇しくも田中先生に、私は学士院賞をいただくときに大変お世話になることになったわけで、そういう思い出のある研究であります。

ここまで実験であります、理論的な研究としては、1950年ごろから今度は芳香族炭化水素の研究に入り、ナフタリンの配向性、つまり α と β の位置の反応性の違いに注目しました。当時すでにいろんな説明があったわけですが、もう少し一般的に使えるような説明がないものかというので、やったのをここで説明します。これは私のノーベル賞のきっかけになり、1952年の理論の基になりました。これを通観しますと、私の研究を貫いているのは、「炭化水素」というキーワードであろうと思います。誰がそういうふうに仕組んだわけではないんですけど、パラフィン→オレフィン→芳香族と進み、炭化水素というものによって、私の研究が自然に伸びたように、自分では思っているわけであります。

当時、1947年にノーベル賞を貰いましたロビンソン (Sir Robert Robinson) の一派のお始めになつた「電子論」、これは大変有効な一般化の理論でありまして、私共一所懸命勉強したわけです。この理論から派生して、私の1952年の仕事に大変関係の深い仕事がこの時代になされました(図2)。これはアニリンの配向性を、こういうふうにアニリンの窒素のローンペアのベンゼン核へ



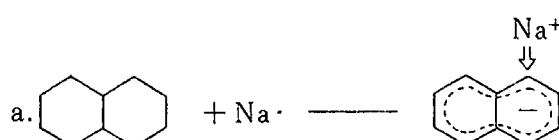
H. C. Longuet-Higgins, *J. Chem. Phys.*, 18, 283 (1950).

J. Lennard-Jones, *Proc. Roy. Soc. (London)*, A 207, 75 (1951).

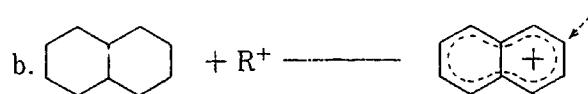
図 2

のにじみだしの量子論的な計算によって説明する。これは大変私の理論と紛らわしい。紛らわしいというのは、どこが違うとか言われると、なかなかそれをよく了解していただく方は少ないわけですが、これはあくまでロビンソンらの、静電的な力に注目する仕事である。つまり、もう少し具体的に申しますと、分子の中の電子密度に注目する仕事である。それに対して私の仕事というのは、分子の電子を軌道に分けて、反応に対して最も重要な役割を演ずる軌道を取り出してみる、つまり軌道に分けて考える所以である。電子密度全体として考えるこのアニリンの仕事は、あくまでロビンソン先生の電子説の範囲内であるわけです。

これも、実はその思い出があるわけで、1953年に、イギリスのクールソン (Coulson) 教授が理論物理学会の学会で来られて、私も東京でお会いしました。そのときには私の仕事はすでにアメリカの物理学会に出ておりましたが、彼はその仕事は、前にフント (Hund) がやったのと似ているというのです。フントというのは、クールソンの思い違いであります。本当はヒュッケル (E. Hückel) がやったわけです(図3a)。ナフタリンの分子へナトリウムのこの電子が一つ移ると、アニオンになる。そうすると、このアニオンの電子密度の大きいところが α の位置だから、ナトリウ



E. Hückel, *Z. f. Phys.*, 76, 628 (1932);
C. A. Coulson, 1953 (Tokyo)



H. H. Greenwood, *J. Chem. Phys.*, 20, 1653 (1952)

図 3 Static method

ムはその位置へくっつく。そういう説明の仕事であった。これも、非常に紛らわしいですけれども、この説明ではあくまでも電子密度をクライテリオン（基準）にしているわけであります。面白いことに、今度は、逆に私の仕事が出来ました直後、イギリスのグリーンウッド（Greenwood）という方が、反論を出しまして（図3b），これは、アニオンの場合には図3aのようになるけれども、もしも、カチオンになれば、逆に、この軌道から電子を奪うから、その軌道の電子密度の少ないところ（ β ）の方が電子密度の残り方が大きくなる。したがって β の位置に反応が起こるはずではないか。しかるに、実際は、反応は α の位置に起こるから君の説明は実際と合わない。こういう反論がありました。これも実際には、スタティック、つまり、電子を全部考え、静電気学の考えにたって、電子密度というものを考えるところからきた反論であります。それに対して、私は、静電気学ではなく、量子力学の基本概念にたって、軌道を分けて考えたわけあります。

図4は、ナフタリンの一番最高の被占軌道の図であります。実験的に調べているこの α の位置の反応性を、その軌道の広がりがその場所で大きい

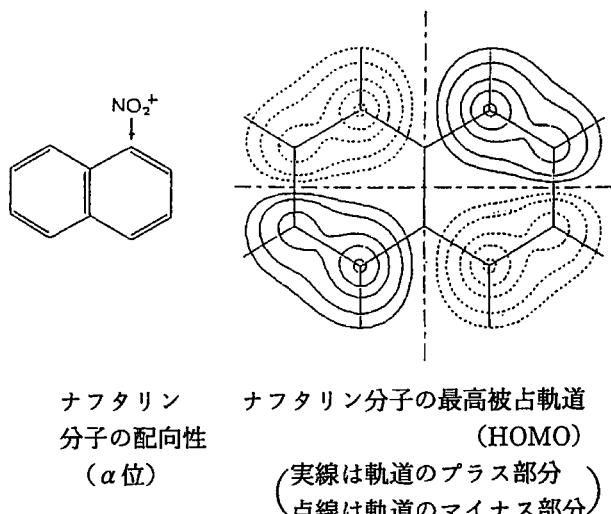
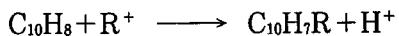


図 4

ことで説明する。それをもう少し一般的に申しますと、この化学反応に与る電子を、電子説では、すべての電子の分布の足し集めたもの、つまり分子内の電子分布によって電子の密度の大きいところへ、プラスのイオンはくっつき、電子の密度の小さいところへマイナスイオンは付着しやすいとする。このように分子内の電子密度全体の分布で議論する。これが電子説の静電的な説明方法であったわけです。それに対して、電子を引っ張る反応試薬が来たときには、ちょうどバケツを傾けたときに、水が上方からこぼれるように、一番上の軌道が一番電子を出しやすいのだという。軌道はすべて平等ではないわけです。今度は電子を与えやすい反応試薬が来ますと、電子の入っていない、空の軌道のどこかに入るわけですが、この一番下のところへ入りやすいと考えるのであります。再び軌道は反応に際して平等ではないのです。こういうことで、特別の軌道の役割というものを考えて、これをフロンティア軌道（Frontier orbitals）とこう名付けました（図5）。

これは、いわば、物理の方では、ずいぶん前から、固体や結晶でフェルミ準位（Fermi level）というのが言われて、これはあらゆる電気伝導にも関係する、半導体の性質にも関係する。それから最近では、1979年のノーベル賞の対象になりましたBCSの理論（Bardeen-Cooper-Schrieffer Theory）におきましても、電子のクーパー対

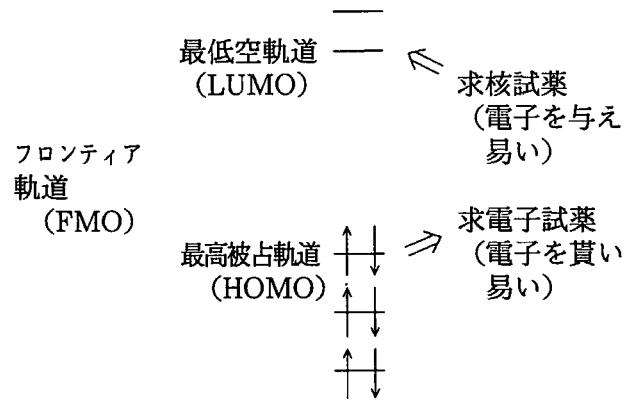


図 5

(Cooper pair) に関するのは、フェルミ準位の近くの電子に限られるというか、そのように考えて説明するわけです。フェルミ準位というのは、電子の詰まったところと空のところとの中間であります。物理の方では、もうその辺の電子や軌道は昔からごく普通に特別扱いにされていたわけです。化学の方では、フェルミ準位に当たるのが、ちょうど分子の場合には、この最高の被占軌道と最低空軌道の辺りであります。

だから、いわば、いろんな事実の氷山の一角のようなものを私が指摘したに過ぎないのですが、先ほど申しましたようにいろんな反論が出たわけです。世間一般には非常に奇異な感じを与えたわけです。その理由としましては、だいたい、分子については、その電子全体を考えなければならない。特に π 電子なんていうものは、全部の電子を考えないと意味がない。ところが、おまえの理論というのは、一部分だけ、つまり一番端っこの一一番エネルギーの高い電子だけを考えるというのは不都合である。部分が全体（反応性）を表すはずがない。そういうことが皆さんのが頭にあったんだろうと思います。

それに対して、私の友人でありますアメリカのノースカロライナ大学のパール（Parr）教授という方は、Density-Functional Theory という、一つの量子力学の理論を発展させまして、分子内の電子の集まりも一つの熱力学の系のように考えた。そして、化学ポテンシャルという全体の性質を示す量の導関数が、私が主張している、特別な軌道の電子分布に非常に近いという証明を、数学的に導かれた。たくさん論文がありますが、成書にして出されたのが去年であります。私も一冊送っていただいたわけであります。この本の中に「福井関数」というのがあります。これは1984年に、このパール先生がお出しになった概念であります。

図6のように化学ポテンシャルの微分でこの

5.4 Reactivity index: the Fukui function

The second important derivative of the electronic chemical potential $\mu[N, v]$ is the space-dependent (local) function

$$f(r) = \left[\frac{\delta \mu}{\delta v(r)} \right]_N = \left[\frac{\partial \rho(r)}{\partial N} \right]_v \quad (5.4.1)$$

which, for reasons that will shortly become clear, is called the *Fukui function* for the system (Parr and Yang 1984). It is normalized:

$$\int f(r) dr = 1 \quad (5.4.2)$$

$$f^+(r) = \left[\frac{\partial \rho(r)}{\partial N} \right]_v^+ \quad (\text{derivative as } N \text{ increases from } N_0 \text{ to } N+\delta) \quad (5.4.3)$$

$$f^-(r) = \left[\frac{\partial \rho(r)}{\partial N} \right]_v^- \quad (\text{derivative as } N \text{ increases from } N_0 - \delta \text{ to } N_0) \quad (5.4.4)$$

$$f^0(r) = \frac{1}{2} [f^+(r) + f^-(r)] \quad (\text{mean of left and right derivatives}) \quad (5.4.5)$$

with the approximate formulas

$$f^+(r) \approx \rho_{\text{LUMO}}(r) \quad (5.4.6)$$

$$f^-(r) \approx \rho_{\text{HOMO}}(r) \quad (5.4.7)$$

$$f^0(r) \approx \frac{1}{2} [\rho_{\text{LUMO}}(r) + \rho_{\text{HOMO}}(r)] \quad (5.4.8)$$

図6 Parr, Yang, “*Density-Functional Theory of Atoms and Molecules*”, Oxford Univ. Press (1989) 参照

福井関数を定義している。そして、親電子反応、つまり電子を引っ張る試薬の反応の場合は、式 (5.4.3) が成り立ち、電子を与えやすい試薬に対しては、式 (5.4.4) が成り立つというふうに、三つの場合に分けまして、部分が全体の性質を代表していることを数学的に証明していただいた。これは、私が長年しようと思ってできなかったことを友人パール先生がしてくださったのであります。図7は、この関数がどの程度によく私のフロンティア軌道の図と合うかということ

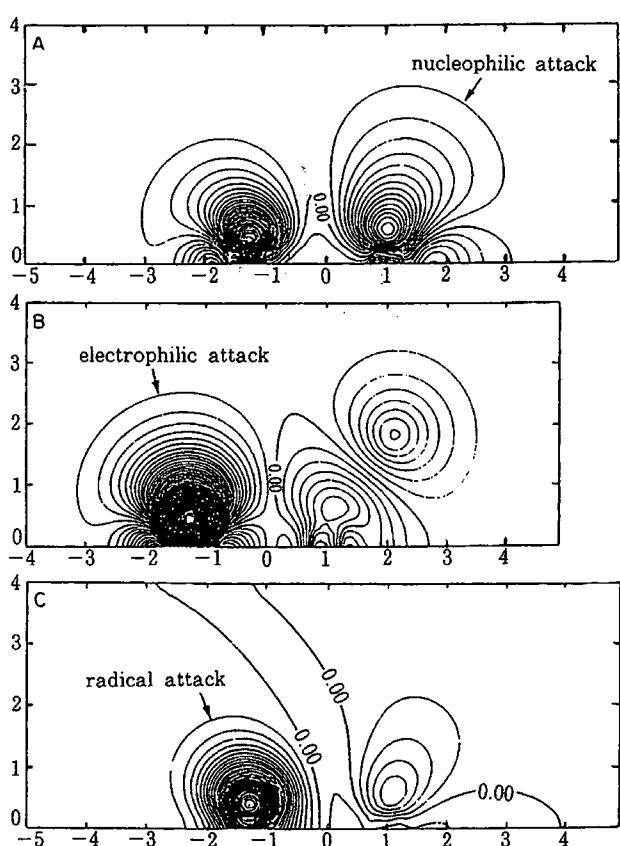


Figure 5.3 Fukui contour maps for H_2CO . The carbon atom is at 1.015 a.u. and the oxygen atom at -1.27 a.u. The increment between contour levels is 0.005 a.u.

- A. $f^+(r)$ contours on the plane perpendicular to the H_2CO molecular plane.
- B. $f^-(r)$ contours on the H_2CO molecular plane.
- C. $f^0(r)$ contours on the plane perpendicular to the H_2CO molecular plane.

図 7

を、ホルムアルデヒドについて示した図であります、求核、親電子、ラジカル反応のそれぞれにおいていろいろな性質がよく対応しているわけです。こういうことで、私ができなかつた部分と全体の問題を代りに解いてくださいました。

ブライアン (C. E. Brion) というカナダのブリティッシュ・コロンビア大学の教授がおられますが、この方は、皆さんご承知と思われますが、エレクトロン・モメンタム・スペクトロスコピー (EMS) という方法を考え出して、分子に電子を

In 1977 Fukui [50] made the following observation^{#4}:

"In the present status of experimental techniques, no one has been able to observe the orbital pattern experimentally. However, to date, no one can assert that this is totally impossible.... If we could only experimentally obtain any knowledge of HOMO and LUMO patterns, chemistry would be profoundly affected. In that event the orbital pattern concept, which is at present of a somewhat unreal nature, will be provided with a certain empirical nature."

The results of the present study show that orbital imaging by EMS measurements can provide such information.

(A. O. Bawagan and C. E. Brion, *Chem. Physics*, 123, 51 (1988))

図 8

当てて、出て来る電子のモメンタムを解析することによって実際に最高被占軌道の電子分布を実測して図を画くことに成功しました。1977年に、私はある論文の中で、もしもフロンティア軌道というのが目に見えるようになったら、化学に大変有益であろうということを書いたのですが、ブライアンは、それを原文のまま自分の論文の最後に持ってきて、今、自分はそれをやったということが書いてあるわけです（図8）。ブライアン教授のEMSの仕事は、フロンティア軌道との関連において、貴重なものです。これはあくまで、電子を当てて、その相互作用の結果を見るわけです。だから、衝突論的に言えば相互作用を見ているわけで、けっして静かなフロンティア軌道というものを見ているわけではない。しかし、それに近い知見が得られるというわけです。

ところで、1964年に、私は今まで特定の軌道の分布の広がりの大きいところへ化学反応は起こるということを説明して化学反応と量子力学とを直接に結び付けたわけですが、1964年には、特別な軌道の「位相」というものを化学反応に初めて結び付けたわけです。例えばディールス・アル

ダーレー反応は、非常にスムーズに起こるわけです(図9)。このディエンのHOMOと書いておりま
すのは、最高被占軌道、LUMOと書いてありますのは、最低空軌道のことです。実線のところと点線のところとがありますが、どっちをプラスで、どっちをマイナスと言ってもそれは自由であります。とにかく、ここがプラスであれば、そっちはマイナスというふうに、そのディエンのHOMOから、ディエノフィルのLUMOに電子が移るわけですが(図9a)，それは、軌道間の相互作用で電子がにじみだすことによるわけです。そのときに、軌道の位相が合っていないと、エネルギーの安定化が起こらない。それが合っているとスムーズに、二つの反応が起こる。図9の(b)から言いましても、ディエンのLUMOと、ディエノフィルのHOMOとが、位相がうまく合っておりま
すので、スムーズに反応が起こるとして説明できます。もし、二つの反応端で位相がうまく合っていない、すなわちプラス・プラス、プラス・

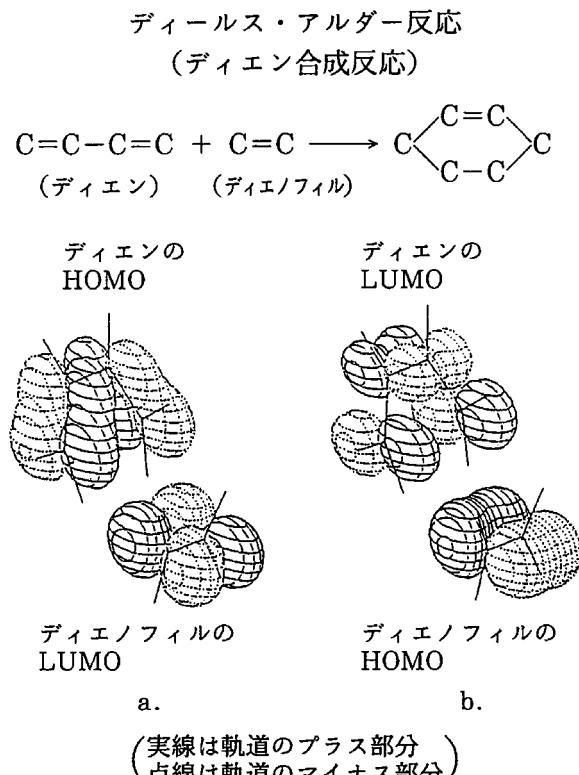


図 9

マイナスというふうになっていますと、一方の側がくっつきますと、反応側は離れまして、ビラジカルのようになります。これは電子説ではなかなか説明がしにくいわけですが、環化反応を始めいろんな特殊な反応はこういう仕方で、非常に簡単に説明がつくわけです。これは、軌道位相というものと、化学反応とを結び付けたわけですが、それに関連して、ちょっとご紹介したいことがあります。

ディラック (P. A. M. Dirac) 先生は1933年に、量子力学創始者としてシュレディンガー (E. Schrödinger) と一緒にノーベル賞を貰っておりますが、受賞後、37年たった1970年に一つの講演をされました。それが、1972年の "Fields and Quanta" 誌に載っています。そのことを私は知らなかったのですが、チェンニン・ヤン (楊振寧) という米国のノーベル物理学者に、こういう講演の論文が出ているということを教えていただいたのです。これは、いろんな意味で重要なことです。一つは量子力学の深遠さを量子力学の創始者の一人でありますディラックが受賞後37年もたってから、表明したというふうに私は受け取ります。と言うのは、その講演の中で、ディラック先生はこうおっしゃっているわけです。

量子力学というのはハイゼンベルグ (W. Heisenberg) のマトリックス力学とシュレディンガーの波動力学の両方を指しているわけですが、量子力学のいわば「さわり」とでもいうべきものは、非可換量の導入である(図10)というふうに自分は今まで思ってきたけれど、最近はどうもそう思わなくなった。つまり、確率振幅の複素位相の導入のほうがより根本的なものであると思うように

$$\text{マトリックス力学} \quad pq - qp = -i\hbar$$

(Heisenberg)

$$\text{波動力学} \quad (Schrödinger) \quad i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = H\Psi$$

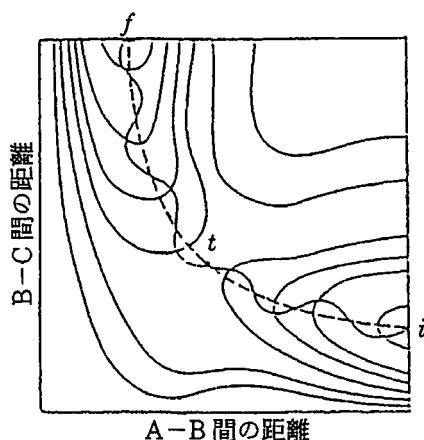
図 10

なったと書いてある。私の説明はちょっと露骨過ぎるかも知れませんが、そういう意味のことを、書いておられます。これはもちろん、人によって評価が分かれるのは当然ありますが、要はこのディラックというような、量子力学の創始者の一人が、ずっと後になって、こういう感想を述べているのに私は大変惹かれたわけです。おまけに、これはもう半分冗談ですが、その複素位相の導入が重要であるとおっしゃった1970年の6年前に、化学反応と軌道位相とを結び付けたのは私でありますので、チェンニン・ヤン教授にそれを教えられたときは、私は一人勝手に喜んでいたわけです。それは、ヤン先生と一緒にロンドンの学会に出ていたときのことです。会場から、われわれのホテルまで歩いて帰ろうというわけで、ヤン教授を誘って、ヤン先生は大変迷惑されたと思うんです。もちろん軌道位相と確率振幅の複素位相とは意味が違いますが、この複素位相は実関数でいえば、プラス・マイナスという違いがある。それがなければ、軌道位相もプラス・マイナスという違いがないわけで、実際に例えば、先ほどのデンシティ・ファンクショナル・セオリーによって、プラス・マイナスの位相を全く使わないで、量子力学を建設することもできるわけです。また、先ほどの電子分布、密度分布というようなものは、位相が全然入ってこないわけです。したがって、最初にシュレディンガーが、その波動方程式をつくるとき、どうしてそういう発想をしたのか、これはもう私は学生時代から、悩みの種というか、音を上げていた疑問であったのです。ディラック先生でさえ、自分の受賞から三十何年たってから、この意味をやっと評価された。そういう深遠さがあるということを知り、私には大変興味深かったわけです。そのロンドンの学会というのは、実はシュレディンガー生誕百年を記念する学会であって、ポーリング先生とかと私とかが呼ばれて、ケミストリーへの応用の話をしたわけです。私にとっ

ても大変意義深い学会であったわけです。

ところで、1960年代のころ、私が、いろいろなところに呼ばれて話したりしておりますと、アメリカでも、ヨーロッパの大学でも、お前の話は、いろいろの化学反応の説明がこういうふうにできる、できるというばかりで、まるで定量性がないんじゃないかな、という質問をよく受けました。例えば、反応の速度というはどう解決するのかというようなことを聞かれると、大変弱ったんです。それで何とかそれをしないといけないと思っていたのですが、たまたまシカゴに半年ほど講義に行っておりましたときに、アメリカ化学会の雑誌に、化学反応の理論の定量化の第一報を出したわけです。

それはどういうことかと言いますと、図11のようなポテンシャル面がありまして、そして、化学反応の起こる道順がここに書いてあるわけです。これは、アイリングの本とかいろんな方の本でも論文でも、我々習った教科書でもみな、こういうのが書いてあります。つまりポテンシャルと化学反応の経路が書いてある。ところが、不思議なことは、この経路の数学的定義がしていない。いっぺんもどこにもお目に掛かったことがない。これ



反 応: $A + BC \longrightarrow AB + C$
 - - - : 化学反応路 (IRC)
 i : 出発点 (反応の前)
 t : 遷移状態
 f : 終点 (反応の後)

図11 ポテンシャル面上に示した
化学反応の道 (模式図)

は、まずそれを数学的に定義しないと、いつも言われる自分の理論の定量化にならないじゃないか。それを何とかしないといかん、と前から思ってたものですから、これをしたわけです。この点線を今の式で表すことを考えた。これは先ほど言いましたように、ポラニイ (M. Polanyi), ウィグナー (E. P. Wigner), アイリング (H. Eyring) などいろんな方の論文などで、こういう反応の道という概念がもちろんあるわけです。この中心になる、古典的なものがどこにも定義されてない。

それをしたのが、この仕事です。それは、「極限反応座標」(Intrinsic Reaction Coordinate) と呼ばれ、これは IRC と略称されていますが、それを 1970 年にアメリカ化学会の *J. Phys. Chem.* 誌に出したのです。先ほどの点線の式を表す方程式が IRC 方程式で、図12のようにアインシュタインの記号、リーマン幾何の記号で書いてありますが、実際にこの自由度の数 (*f*) だけこれがずっとイコールでつながってます。こういう方程式がなぜ、今まで求められていなかったか、むしろ私は非常に不思議であります。この最初の論文を今言いましたようにシカゴから出したときに、実は、こんなことはもうとうに発表されてどこかの雑誌に載ってるに違いない、特になになに大学の紀要とかそういうところに載ってるというレフェリーの答が返って来るものと、私は恐る恐る出したわけです。ところが、あに計らんや、この仕事は、オリジナリティーはないけれども、載せるというレフェリーの答が返ってきた。それは、どういうことかわからないが、よっぽど偉いレフェリーか、甘いのかどうか知りませんが、オリジナリティーがない、とおっしゃるのは、先ほど言いましたように、アイリングの本なんかにどこでも書いてある。書いてあるけれども、それが定義されてない。それを定義したんだから、オリジナリティーがあるとはなかなか言いにくいけれども、今まで書いてないんだから、載せる。それぐらいの意味だろうと思った。これがそういうわけで、70年の *J. Phys. Chem.* 誌に載りました。それは私にとっては大変にありがたかった。その後、どんどんと数学的に発展し、いろんなところへ伸びていったわけであります。もしも、その最初のレフェリーがこんなものは論文の価値がないと言わいたら、それまでだった。それで、私は1984年にハワイで日米の理論化学のシンポジウムがありまして、そこへ呼ばれて、話をしたときに、このいきさつを話をしました。日米ですから、アメリカ側の主な方はだいたいみな参加者になって来ているわけです。この論文のレフェリーを私は大変尊敬しているけれども、中にいらっしゃるかも知れないと私の講演の中で言いましたけれども、誰も名乗り出て来なかった。(笑) ……

とにかく、そういうことで、本当になんでもない仕事でありましたけれども、それは、後にどんどん発展した。化学反応系というのは、例えば、*N* 個の原子があれば、その作るポテンシャル場というのは、*N*–6 個の内部座標の関数になりますが、*N*–6 個の座標をどう選んでも同じ道を与えないといけない。これは正に、アインシュタインの一般相対論と同じように、反応の道筋は、座標変換に不変な形で表されないといけないので、こういうテンソル記号で表しています(図12)。それから、もう一つ“速度ゼロの運動”と書いてあります。これは、素人みたいな話であります、今まででは量子力学の範囲でばっかりやってきたわけです。ところがこの式を出すのにどうしても、古典力学に戻らないといけない。古典力学に戻って、そして化学反応というのはご承知のように、

“速度ゼロの運動”

$$\frac{g_{ij} dq^i}{\partial w} = \frac{ds}{dw} \quad (i=1, 2 \dots f)$$

図12 IRC 方程式

先ほどの図のようにポテンシャル面での運動はジグザクどころか、古典的に見ましても、初期条件によって大変な複雑な経路を描いてさまざまに変わる。ところが初期条件によって変わらないで、そして、何かその谷底のつまり谷から遷移状態を通ってまた、谷に降りていくわけですが、その道筋の中心になるような経路というのをそれを何とか出さねばならない。それには、その振動とか回転とかそういうものをみな止めてしまわないけない。それで、速度ゼロの運動というものを考えたわけです。速度ゼロという運動というのは、ギリシャの昔のパラドックスに、エレアのゼノンの背理というのがありまして、「飛ぶ矢は飛ばず」というような、我々中学校や高等学校のときによく言われたパラドックスがありましたら、飛ぶ矢は飛ばずというのと同じ発想であります。速度ゼロの運動というのを考えないと、こういう中心線のようなものは出てこない。これは、その後1981年に、定年で私が京大を辞める前の年のことになりますが、その年に、今の化学反応の道を非経験的に計算して、そして、その道にそってフロンティア軌道を求めました。この場合のフロンティア軌道というのは、相手分子を考えたフロンティア軌道で、「相互作用フロンティア軌道」と言いまして、藤本さんが、おやりになったわけです。それをIBMの小出さんが図にしてくださったのですが、つまり先ほどの化学反応の道に沿って、フロンティア軌道、相互作用フロンティア軌道というものを図示いたしますと、ちょうど映画で見るよう、化学反応の起こり具合が、軌道の変化の過程によって、結合が生じたり、消えていったりする有様が見えるようにすることができます。そういうことが可能になったのです。このようなことが、全部非経験的計算によって行われるようになったわけです。

（図及び説明略）

さて、最後に、先ほどのディラック先生の講演

Well, I think I would like to conclude at this point. *I might just say that one should keep a completely open mind for the future.* I feel pretty sure that the changes which will be needed to get over the present difficulties facing quantum theory and appearing as a resistance between the quantum theory and relativity will be very drastic just as drastic as the change from Bohr orbits to the quantum mechanics of Heisenberg and Schrödinger and therefore one should not become too much attached to the present quantum mechanics. *One shouldn't build up ones whole philosophy as though this present quantum mechanics were the last word.*

(P. A. M. Dirac, *Fields and Quanta*, 3, 139-164 (1972), a lecture presented at a Symposium, April 14-17, 1970.)

図 13

の論文は私が大変感銘を受けたものですから、その一番最後のところをここに生のままもって来ました（図13）。要するに、量子力学というのは、たくさんの困難に遭遇している。しかし、量子力学というものを最終のものであるというふうに考えてはならない。我々はいつでもその未来に対して、こだわりのない心で接しないといけない。量子力学が最終のものでないということはどういうことなのか、これは示唆的な大胆な発言だと思いますが、もしもそういうふうに量子力学が最終のものであるというふうに思っている人は、いつかは自分の考えを変えなければならないだろう、と書いて結んである。量子力学の創設者が、自分がノーベル賞を貰って37年もたってから、その受賞の対象になった学問に対してこういうふうな謙虚な態度、オープンマインドな態度で接しておられる。私は大変感銘を受けた次第であります。どうも、ご静聴ありがとうございました。（拍手）

桝宣田：せっかくの機会でございますので、ここで、福井先生にいろいろご質問がございましたら、遠慮なくお願ひしたいと思います。どなたか

ございますでしょうか……。

それじゃ、皮切りに一つ、先ほどのいろんな難しい計算の結果は実験なんかとは、どういうふうに、対応しているのですか。

福井：IRC のポテンシャル面がわかっていますと、さっきのあの中心線じゃなくて、谷全体をウェーブパケット（波束）が越えていく速度を波動力学的に計算するわけです。プロトン移動とか、そういう簡単なところではやっております。分子研の諸熊さんなんかは、立派なコンピュータがありますので、もう少し複雑な系で同じような計算をしている。そういうふうにして、私が方々のところで、質問されて弱ったことが、IRCのおかげで、化学反応の速度を波動力学的に求めることができます。原理的にはできるようになったのです。

鎌谷：先生が最初に研究を始めたのは、京大の化学研究所でしたか。

福井：いや工学部でした。

鎌谷：理化学研究所の研究室もそうですけれども、化学研究所ができたときに、主な教授の研究室を併任で作られた。湯川研究室は大分後で、1939年、40年でしたかね、そのときからできたわけですが、化学研究所は、いつからできたのですか。大正12年ごろできたはずですね。1923年か4年ごろ。

福井：化学研究所には、その時分は、喜多研究室というのはなかったかもしれません。喜多先生は化学研究所の所長も兼ねておられた。工学部長もおやりになりました。ご自分のお弟子さんの研究室が三つか四つかあったと思います。湯川先生も化学研究所に研究室を持っておられましたけれども、これはみな併任です。

鎌谷：そのころの、京大の工学部、理学部含めまして、化学研究所というのが付置研究所としてあって、先生方の多くは併任であり、そこから研究費がかなり出た。それから、喜多先生は理化学研究所にも研究室を持っておられる。そういった

中で研究費はかなり豊富であったのではなかろうか。そういった中で、非常にたくさんの人材が養成されましたが、その中でも先生が戦争中にですね、陸軍の燃料研究所に行かれた場合に、京大の教官として行っておられるわけですね。他の方はたいてい大学を辞めてそちらへ行っておられ、そのため再就職でいろいろトラブルも起こった。そういった中で先生のキャリヤはスムーズに移っているわけでございます。そのあたりのことはいかがでございますか。

福井：ほんと、今おっしゃったとおりで、私が喜多研究室に入れていただいたおかげで、大学に残していただきましたしね。先ほど言いましたように、ああいう炭化水素の研究が、私の研究のキーワードにあたる研究ができたのは、喜多先生がお作りになった燃料化学教室で工学部の職員にしてもらったためです。燃料化学教室ですから、炭化水素の研究が大威張りにできた、というか中心的であったわけですね。それから、理化学研究所は、大河内先生が所長で、喜多先生は特別のご愛顧をうけられました。東京以外で研究室のあったのは、京都の喜多研究室だけじゃなかったかと思います。

鎌谷：大阪の仁田研究室も。

福井：仁田研究室もありましたか。

鎌谷：真島先生も。

福井：それで、大変珍しいケースですけれども、喜多先生は、東大の助教授をしている時分から研究室を持っておられたんですね。結局そのまま京大へ移られて、その関係で、例えば、私の先生に当たるような先生が、みな副手とか助手とか理化学研究所の職員になって、そして、そこからいろいろな、今で言えば、文部省のお金でない理化学研究所のお金で、職員になっておられた方がいらっしゃった。そういうことで、大変幸いだったわけですね。それから、理学部の関係では、堀場先生とか、佐々木先生が、相次いで、化学反応で学士院賞を貰われた、そういう研究環境がありました

ね。それも、私には、大変大きなインパクトになっています。東大は、ご承知のように構造化学の方で、世界的な仕事をされましたけれども、京大は化学反応の方でよい仕事が出来ました。そういうわけで、二人の理学部の先生が学士院賞を貰われて、そんなことが大変私のために刺激になったようです。ですから、今おっしゃったことは、まさに、そのとおりで、研究環境が非常に私には恵まれていた。それから、陸軍の仕事も今おっしゃいましたように、京大の講師、助教授を兼ねて、やっておりましたので、まあ、行ったり来たりも自由でしたし、それが私の理論研究に結びついたというのは、私にとっては非常に恵まれたことでした。

祢宜田：他にいかがでしょうか。

菅原：先ほどの化学反応で、ゼロの運動と言うお話をところで、先生は、数学的なところからお気付きになったのですか。

福井：速度ゼロというと、私は、エレアのゼンに結び付けたんで、そういうおもしろい言い方をしましたけれども、速度をゼロにしないとこれは求まらないわけです。普通のモレキュラー・ダイナミックス通りで、初期条件を入れて、古典力学的にこの経路を出す方法はずっと前からあります。

すね。それでは、その中心線というのは出ないわけです。何もかも全部、振動も回転も止めて、もちろん速度ゼロにしないと、速度ゼロの運動というとおもしろく言い過ぎてるんで、これも思考加工の結果かもしれません。

菅原：それを最終的に計算していってから、ゼロにしないとまずいんですか。

福井：いや、古典力学ですからね。古典力学の方程式を解いて速度をゼロにおけばいい。例えば、ラグランジエの運動方程式というようなものからでも出発して、途中で速度をゼロと置く。すると自然に出てくる。

祢宜田：福井先生の一生を、私、横の方で見ておりますと、素質に恵まれ、環境に恵まれ、そして、幸運に恵まれて、今日の大をなされたように思います。現在は、基礎化学研究所の所長として、まだ、第一線でどんどん計算したり、いろんなことをやっておられます。今後とも大いにご健康で頑張っていただきたいと思います。それでは、最後に、先生のご講演に感謝すると共に、今後のご発展を祈りまして、もう一度拍手をお願いしたいと思います。（拍手）

〈会員の出版物〉

1. 三浦 豊彦著『暉峻 義等』——労働科学を創った男——
リポート、1991年3月、1,545円。
 2. STS Network Japan, *Yearbook '90*, STS Network Japan 事務局,
1991年5月、1500円。
科学・技術と社会の関係の研究・教育に関心を持つ人々の団体 STS Network Japan の1年間の活動報告。
- 問合せ先：〒153 目黒区駒場 4-6-1 東大先端研科学技術倫理 中島秀人

第8回 「化学革命論」の諸位相

藤井清久*

1. はじめに

本論の目的は、最近の約20年間（1963—1985）にわたる「化学革命」を主題とする歴史的研究を総括し、そこにおける論点を整理することにある¹⁾。本論で扱う化学革命は、直接にはラヴワジエの化学的業績によってもたらされた認識論上の、および間接にはそれにまつわる社会上の変革（本論ではあまり触れていないが、これから的研究課題として重要である[注17]）を意味するので、化学革命を語ることは当然ながらラヴワジエの思想的系譜や、彼および彼を取り巻く人物たちの思想ないし業績のいかなる点が革新的であったかを考察することになる。この問題に対する化学史家の研究は、この20年間において以前とはきわめて異なる方向に進みつつあることは明らかである。この状況を一言でいえば、もはや化学史家にとって「化学革命」が、自明な歴史的事実ではなくなってきたということであろう。かつてはラヴワジエによるフロギストン理論の打倒が、化学を近代化に導いた革命的出来事として、そしてラヴワジエはこの革命の英雄として、議論の余地なく受け入れられた時代があった。このような歴史観の裏には、科学の発展の歴史を、過去の（現在の理論に照らした）理論的誤謬を英雄的科学者が常に乗り越えてきた過程とみなす啓蒙史観（ウィッグ史観）が、無意識的であれ存在したに違いない。

1991年5月2日受理

* 東京工業大学工学部教育方法学研究室
；

この種の啓蒙史観に対する反省は、イギリスの歴史家バターフィールドの著作『歴史のウィッグ的解釈』（*The Wig Interpretation of History*, 1931）の影響のもとに科学史の分野で近年に始まったと見なされがちであるが、実際はパートの『近代物理科学の形而上学的基礎』（*The Metaphysical Foundation of Modern Physical Science*, 1925）やホワイトヘッドの著作『科学と近代世界』（*Science and the Modern World*, 1925）など、20世紀前半期の著作で早くも進行していた。このような啓蒙史観への反省に基づいて過去の歴史を再検討し始めた科学史家にとって、「化学革命」とは実のところ何であったのか、そもそも「化学革命」なるものは実際に存在したのかどうかというような根元的な問い合わせが、ますます避け難くなってきた。このような歴史観の根底的転換期において、まずもって化学史家たちが、「化学革命」という言葉自体が用いられた歴史的背景の研究に取り組んだのは、きわめて理由のあることであった。したがってこの20年間の研究の特徴の一つが、この点にあるということも十分うなづける。その結果、「化学革命」という言葉が人々によって用いられた状況についての歴史的研究は、おおまかなところ一段落ついてきたかのように思われる。化学史家にとってこれより着手すべき問題は、「化学革命」の歴史解釈方法論（ヒストリオグラフィー）の問題である。この問において重要な問題提起は幾つかなされたが、未だ不十分の感じは否めない。我々は、この問題を論ずる戸口に、おそらくやっと到達したばかりなので

あろう。

2. 「化学革命」という言葉をめぐる歴史的状況

すでに述べたように、現代の化学史家が「化学革命」について考察を加える時、「化学革命」あるいは「化学における革命」という言葉が、いかなる時に、いかなる人物によって、いかなる状況のもとで語られたのかということが、「化学革命」の全体的歴史像を把握する上で、不可避の問い合わせてきた。アメリカの化学史家ゴフ (J. B. Gough) が1982年に指摘したところによれば、化学における革命について言及した最も初期の例は、フランスの化学者ヴネル (Gabriel François Venel, 1723-75) の場合である²⁾。彼は1753年に出版された『百科全書』(Encyclopédie) の「化学」の項で、特にフランスにおける化学研究の後進性を嘆いて、革命が必要なことを次のように説いた。すなわち「化学をしかるべき地位に据え、化学を少なくとも数理的自然学と肩を並べるようにさせる革命は、有能で、熱意のある、大胆な化学者のみがよくすることである」と。ゴフによれば、ヴネルが預言し、やがてラヴワジエによって担われることになる革命について、著作の中で初めて触れたのは、皮肉なことに生涯にわたって新しい化学に反対したボーメ (Antoine Baumé, 1728-1804) であった。ボーメは1773年に、彼の著作『実験的および理論的化学』(Chimie expérimentale et raisonnée) の第三巻の末尾に付した付録のなかで、「固定空気」について次のように論評した。すなわち「幾人かの自然学者は、フロギストンを固定空気に代える目的で、フロギストンを否定する理由となる性質を、固定空気のなかに発見したと信じている。この同じ自然学者たによれば、固定空気は化学における全面的革命をもたらし、我々の蓄積した知識の秩序を変革することになるはずであった」と。ゴフは、ボ-

メのいう「幾人かの自然学者」のなかにラヴワジエも含まれると想像し、ボーメはなんらかの手づるから、未だ公表されていなかったラヴワジエの見解を知っていたのだろうと推測している。

しかしながら化学における革命について言及したのは、ほかならぬラヴワジエその人もそうであった。ラヴワジエは書簡のなかで、自分たちの研究が化学に革命をもたらすであろうとしばしば述べていた。この点に関して1976年にアメリカの化学史家ゲーラック (H. Guerlac) は、ラヴワジエが発表した1773年2月20日の「実験ノート」のなかにおける、燃焼やか焼についての決定的実験について述べた次のような有名な言葉を指摘した³⁾。すなわち「私はこのような目的の重要性にかんがみて、この研究に取り組んだ。この研究は、自然科学や化学に革命をもたらすものであるように思えた」と。ゲーラックは、ラヴワジエが「革命」という言葉を印刷物のなかで用いたことは一度もなく、個人的な書簡のなかでしか用いていないことは、ラヴワジエが「革命」という言葉によって楽観的で得意満面な個人的感情を表現したものであることを強調し、以下のような例をさらに二つ挙げている。一つは1790年2月2日にフランクリン (Benjamin Franklin, 1706-90) に宛てた手紙で、そのなかでラヴワジエは、自分と自分の協力者が成し遂げた化学上の研究と、古い理論に固執する人々のそれとを比較した上で、「それゆえ、あなたがヨーロッパを去られた以後、人間の知識の重要な部分 [つまり化学] において革命がなされました。あなたが私たちに仲間として加わって頂けさえすれば、私はこの革命をいうことなく進歩したもの、かつまた完全に成就されたものとさえ見なすことができるでしょう」と書いた。この時ラヴワジエの念頭には、政治的革命との連想があったように思われる、とゲーラックは推測している。なぜならばこの手紙のなかでラヴワジエは、引き続いでフランスの政治的革命について言及してい

たからである。他の一つはラヴワジエが自分の協力者であるシャプタル (Jean Antoine Chaptal, 1756-1832) に宛てた手紙の言葉で、ラヴワジエは「あらゆる若い科学者は、新しい理論を採用しています。そのことから、化学において革命がなされたと私は結論します」と述べた。1985年にアメリカの科学史家コーベン (I. B. Cohen) は、科学における革命を論じた著作のなかで、主要な当事者 (ラヴワジエ) が自ら「革命」と呼んだ初めての重要な革命として、化学革命を特筆している⁴⁾。

ラヴワジエが「革命」という言葉に込めた高揚した感情は、彼の支持者・協力者にも共有されていたと思われる。ゴフは、ラヴワジエの友人で協力者のビュケ (Jean Baptiste Michel Bucquet, 1746-80) が1778年にある著作のなかで、気体の研究について述べた次のような言葉を、ラヴワジエの研究を初めて公的に革命的成果とラヴワジエの支持者が評価した例として紹介している⁵⁾ (従ってラヴワジエの反対者であったボーメが、それ以前に革命という言葉を用いたことは奇妙なことといえる)。すなわち「化学においてこれ以上の革命をもたらし、この素晴らしい科学の進歩に、これ以上の貢献したものはまったくない」と。同様にゲーラックも、初めて「革命」という言葉を使ったラヴワジエの協力者としてフルクルワ (Antoine François de Fourcroy, 1755-1809) の場合を例として挙げ、フルクルワの思想の軌跡を以下のようにたどっている⁶⁾。

ゲーラックによればフルクルワは、奇妙にも「革命」という言葉をラヴワジエ化学に転向する以前に語っていた。1782年に出版した著作『自然誌の基本教課』 (*Leçon élémentaires d'histoire naturelle*) のなかでフルクルワは、ラヴワジエの「多数の見事な実験」について控え目に語った後で、化学のあらゆる現象がフロギストンに訴えることなく、「気体理論によって」説明されるこ

とがさらに実験によって証明されるならば、自然誌の適切な学習課程 (カリキュラム) が生まれるであろうと書いた。なぜならばフルクルワが考えるにマケール (Pierre Joseph Macquer, 1718-84) は、「新しい諸発見がもたらすに違いない、化学における大革命を確信しているからである」。この一節は第二版 (*Éléments d'histoire naturelle et de chimie*, 1786と改名) にも現れたが、そのときフルクルワはすでにラヴワジエの学説に転向していた。第三版 (1789) においてこの部分は書き換えられた。マケールが確信した「大革命」という箇所は変わらなかったが、マケールの死後多くの新発見により化学はきわめて豊饒となったので、現代の理論は日々新たな説得力を獲得した、とフルクルワは付け加えた。

ラヴワジエの『化学原論』 (*Traité élémentaire de chimie*, 1789) が発表された後にもフルクルワは、1789年2月の「王立医学会」 (Société Royale de Médecine) で『原論』について論評し、この内容は第1版第2刷以後の『原論』に付録として収録された。そのなかで彼は、「医学者および自然哲学研究に専心する全ての人々は、化学がここ数年間に経験した革命は、ラヴワジエ氏の実験のおかげであることを知っている」と書いた。1796年にフルクルワが「技術高等学校」で講演した「ラヴワジエの生涯と業績についての略述」 (Notice sur la vie et les travaux de Lavoisier) のなかでも、「長年にわたり彼 (ラヴワジエ) が考え抜いた大革命の見取図」について語った。ゲーラックは、フルクルワが念頭におく「化学における革命」は、1780年から1788年に生じた化学上の変化であると指摘している。しかしながらゲーラックによれば、パンクク (Panckoucke) の『体系的百科辞典』 (*Encyclopédie Méthodique*) にフルクルワが執筆した「化学」の項においては、革命の時期として考えられた年代の幅はさらに広がり、フランスのヴネルだ

けでなくスコットランドのブラック (Joseph Black, 1728-99) の論文にも言及され、「1756年および特に1766年と1772年以来、化学の運命がある意味で定まった1788年に至るまで化学が経験した大革命」について述べられた。

さらにゲーラックは、『原論』が出版される1年前に現れたカーワン (Richard Kirwan, 1733-1812) の『フロジストンと酸の組成についての論考』 (*Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids*) のフランス語版 (訳者はラヴワジエ夫人と考えられている) の序言について、次のように指摘している。すなわちこのアイルランドの化学者に反論するために、ラヴワジエや彼の共同研究者による注が数多く本文中に付されたが、その理由は仮にこのような注がないとすれば「この著作は、化学で起ころうとしている革命を十分に前進させることができない」からであった。

フルクルワが新しい化学に「革命」という言葉を適用して以来、この用語がさまざまな著作家によって用いられたとして、ゲーラックは次のような人々を挙げている。トマス・トムソン (Thomas Thomson, 1773-1852) は彼の『化学史』 (*History of Chemistry*, 2 vols, 1830-31) のなかで、ラヴワジエを「(化学において) 完全な革命を起こす運命にあった」人間と呼んだ。トムソンより少し遅れてデュマ (Jean Baptiste André Dumas, 1800-84) は、『化学哲学教程』 (*Leçons sur la philosophie chimique*, 1836) のなかでラヴワジエによる天秤の使用と「その自然現象の研究への適用は、化学を革命化せざるをえず、またそれのみが革命をもたらすことができた」と書いた。さらに『化学年報』 (*Annuaire de Chimie*, 7 vols, 1845-51) の編集者の一人で、19世紀の中期に活躍したあまり有名でないフランスの化学著作家フェルディナン・エフェール (Ferdinand Hoefer) は、彼の『化学史』 (*Histoire de la chimie*, 1869) におけるラヴワ

ジエの章を「ラヴワジエが科学において成し遂げた革命は、政治的・社会的世界で成し遂げられたさらに大きい革命と合致した」という文句で始めた。そして、ベルトロ (Marcellin Berthelot, 1827-1907) の著作『化学革命—ラヴワジエ』 (*La Révolution Chimique—Lavoisier*, 1890) により「化学革命」という用語が最終的に定着した、というのがゲーラックの主張である。

またアメリカの化学史家ドノヴァン (A. Donovan) は、ベルトロによる「化学革命」の解釈 자체を歴史的研究の対象として、それが時代的風潮の思想的表現であることを論証している（後述）。

3. 化学革命とラヴワジエ

3.1 ラヴワジエの思想的系譜

1) シュタール主義化学者ラヴワジエ

「化学革命」は、その社会的側面をひとまず考慮に入れないとして、ラヴワジエの化学的業績によって生じた観念上の変革であるとすれば、そもそもラヴワジエの化学思想をいかなる伝統の中に位置づけるのかということが、「化学革命」に関するヒストリオグラフィーにおいて、きわめて重要な意味をもってくる。この点において研究の出発点になったのが、一般歴史家であったバターフィールド (H. Butterfield) の著作『近代科学の起源』 (*The Origins of Modern Science 1300-1800*, 1949) であった⁷⁾。この著作は、歴史全体における科学史の意義を明らかにした研究書として高く評価されている。このなかでバターフィールドは、宇宙を機械論的体系によって説明しようとした天文学と力学の成功（いわゆる科学革命）が物質理論に与えた影響を指摘し、物質とその運動を機械論的に説明したイングランドの自然哲学者ボイル (Robert Boyle, 1627-91) の粒子論哲学をもって近代化学の曙とした。しかしながら17世紀ドイツの化学者ベッハー (Johann Joachim Becher, 1635-82) や18世紀ドイツの医

者・化学者シュタール (Georg Ernst Stahl, 1660-1734) が提唱した「フロギストン理論」の出現により、ボイルやフック (Robert Hooke, 1635-1703) からラヴワジエの段階に達するまでに化学者は大きな遠まわりを余儀なくされ、その結果、化学は近代科学として歴史に登場するのがきわめて遅かった、というのがバターフィールドの主張である。「化学革命」をいわゆる「遅れた科学革命」と評価する見解である。ここでラヴワジエは、明らかにボイルの正当な繼嗣として考えられている。このような意見は、パーティントン (J. R. Partington) の標準的な化学史書『化学史』(A History of Chemistry, 4 vols.) やマッキ (D. McKie) によるラヴワジエの伝記にも採用され、以後に出版されたおおむね概説書の主流的見解となってしまった。

このように理解されたラヴワジエ像に従えば、物理的化学者であるラヴワジエが、ベッハーやシュタールの有害な影響から18世紀化学を解放して、17世紀後期から延期された科学革命を完成し、ボイルやニュートン (Isaac Newton, 1642-1727) によって築かれた科学の正しい道へと、化学を立ち戻らせたということになる。しかしながらアメリカの科学史家スコウフィールド (R. E. Schofield) は、このような化学革命論がラヴワジエの真の業績に関する理解を混乱させ、18世紀化学の推進力が何であったのかについて、誤った見解をもたせる危険性をもつてると1971年に警告した⁸⁾。スコウフィールドの主張は、現代「化学革命論」の出発点であるので、詳しく紹介する価値があると思われる。

以下にスコウフィールドの主張を略述すれば、次のようになる。すなわち彼によれば、ラヴワジエの業績を正しく評価するためには、18世紀の化学の展開を正しく理解しなければならない。スコウフィールドの見解によれば、化学における18世紀はボイルの粒子論哲学あるいは機械論哲学が挫

折を遂げた時代と見なすことができる。17世紀においてボイルは、化学元素をさまざまな大きさと形をもつ粒子の集合体に還元した。しかしながらフランスの化学者レムリ (Nicolas Lemery, 1645-1715) やオランダの化学者ホムベルク (Willem Homberg, 1652-1715) は、王水や強水 (*aqua fortis*; 硝酸) の作用の説明に機械論哲学を適用しようと試みたが、粒子の大きさ、形、運動等を発見する手段がないことに気づいた。そのため機械論哲学を適用しようとすれば、粒子の大きさ、形などアド・ホックな仮説が増大せざるを得なくなつた。

そこで18世紀になると実験化学者は、機械論哲学の失敗を認識し、それ以前に存在していた化学原質という物質論的観念 (materialistic concept) に復帰した。例えばレムリも、彼の理論から薬学を切り離し、この部分では元素の概念を採用した。ここにおいて機械論哲学に対抗する二つの学派が現れることになった。一つは大陸におけるシュタール学派であり、他は粒子の大きさや形に加えてニュートンの粒子間力をパラメータとして用いた、スコットランドの天文学者キール (John Keill, 1671-1721)、イングランドの化学者フレイнд (John Freind, 1675-1728)、同じく生理学者ヘイルズ (Stephen Hales, 1677-1761) 等のいわゆるニュートン主義的動力論者であった。ヘイルズによれば、空気の粒子はきわめて「弾性的」であるが、他物質の粒子に強く牽引される。従って空気粒子は弾性状態から固定されて物体の一部となるが、弾性状態を回復して流体にもどることができる。このようにして空気粒子は物体に活力を与えることができる。あらゆる物体における空気粒子の役割は、ブラックヤルエル (Guillaume François Rouelle, 1703-70) の学説の基本となつた。

しかしながらブラックヤルエルは、異なる文脈でヘイルズを読んだ。彼らの立場は経験主義的物質論 (empirical materialism) とでも呼ぶべき

ものであった。彼らの見解によれば、他物質中に存在し、諸現象を生み出す物質が重要であった。このような物質には、空気の他に、熱現象を生み出すブルハーヴェ (Hermann Boerhaave, 1668-1738) の火 (fire) や、英国で盛んに研究された電気現象の原因である電気流体などがあった。このような物質論は、18世紀中期ごろにシュタール主義者の反機械論と融合して物質論的反還元主義化学 (materialistic antireductionist chemistry) を生み出した。英國における代表的な物質論者であるブラックは、シュタールを賛美し、ブルハーヴェの熱理論を解説した。彼は、化学重量という変数を用いて測定した物質保存の観念を用いて、さまざまな種類の空気の存在を証明した。ブラックは自分の理論が化学現象の理解にきわめて有用であると信じ、親和力理論の価値に疑問を呈した。

フランスにおけるシュタール主義化学の指導者はルエルであり、彼はシュタール主義に立脚して化学が経験的な実験科学であることを主張した。この場合シュタール的な原質は単離不可能であるから、元素ないし原質の安定した化合物である「混合体」(mixte) に、シュタール主義者は注目した。このものの性質は、直接的に吟味できるし、その移動は天秤で追跡することができた。かくしてスコウフィールドによれば、ここにおいて我々はルエルの弟子であるラヴワジエの思想的系譜を評価する場所に到達する。スコウフィールドは、ラヴワジエの業績を次のように簡単にまとめている。すなわちラヴワジエは、化学元素の用材 (instrument) としての、つまり化学反応を開始するための物理的用材としての性質の全てをまとめて、変則的な元素である「カロリック (熱素)」とした。熱素は、反発作用・弾性・状態変化の媒体であり、かつ流動性の原因、熱や光の発生母体となる。だが彼は、化学と折合いをつけるために、秤量不可能な熱素の重要性を軽視するように

なった。なぜならば重量とその変化の測定が、化学分析の本質的特長となったからである。反応生成物と出発物質の重量とが等しいことが、分析の正確さの証明となった。ラヴワジエにとってこのことは公理であったので、彼は測定をしない場合でも重量の保存を想定した。重量によってのみ決定される物質保存法則のおかげで、彼の元素の定義は変化した。つまり彼にとって元素とは、化学分析によって到達可能な最終点であった。ラヴワジエにとって物質を構成する单一にして不可分割な原子と考える元素の定義は、「全く形而上学的な性質」の議論であり、このような原子については「我々は何も知らない」のであった。

ラヴワジエは、親和力理論を全く用いないというわけではなかったが、この理論については多くを語らなかった。なぜならば親和力は、化学のなかで基本的な位置を占めるにはまだ十分詳しくかつ正確にわかっていないからであった。ラヴワジエは、物質的原質 (フロギストン) の遊離によってではなく、気体 (酸素) の付加によって燃焼過程を説明したということでよく知られている。しかしながら彼自身は、化学的物質の新しい命名と分類とを化学における重要な貢献とみなした。このことは、物質を単純かつ経験的に区別することはなかった。彼が哲学者コンディヤック (Etienne Bonnot de Condillac, 1715-80) の言葉を『化学原論』のなかで頻繁に引用したことから示されるように、言語は分析的方法であった。言語上の区別は単に形而上学的なものではなく、本性上の区別であった。元素に与えられた名称は、この物質の最も一般的で特長的な性質を表現すべきであり、そこから化合物の名称が必然的に生まれた。なぜならば化合物の本性は、構成元素の本性により決定されるからであり、化合物の名称は構成元素の割合や飽和の程度を反映しなければならないからである。従ってラヴワジエが、化学的操作のなかにおいて、酸素の役割は酸を形成することにある

と誤って結論したのは、単なる命名上の誤りではなく、彼の化学体系の基本的性質を明らかに示したものであった。このことはまた彼の元素が、性質の動かし難い担体であることを示していた。

上述のようなスコウフィールドの主張に従えば、ラヴワジエの「基本的に新しい化学」が、古い化学体系の元素から構成されていることがわかる。しかしながらこのことは、彼の改革が革命的であったことを否定するものではないと、スコウフィールドは考える。ラヴワジエの革命の本質は、ボイルやニュートンで完成した古い機械論的革命を化学に遅れて適用したものではない。機械論的革命の化学における継続は、ヘイルズにおいて成功したが、それ以後挫折の憂き目を見ていたのである。ラヴワジエはボイルのような自然学的化学者ではなく、分析化学者に対する規則制定者であり、彼が吹聴した実験からの帰納は、機械論に起源を持つ以前の実験的原理を、近代にふさわしいそれへと代えたことに過ぎない。

かくしてスコウフィールドは、ラヴワジエの化学革命について次のように結論している。ラヴワジエは化学をシュタールから解放したのではなく、シュタール主義化学を秩序づけ合理化したのであり、そうすることで、化学者の活動に過度な疑惑の眼を向けた物理的な還元論におけるむなしい試行から、元素の交換と結合とのめ絵パズルへと化学を転換させたのである。言い換えればラヴワジエが化学にしたこと、ニュートンが力学にしたことではなく、リンネウスが植物学にしたことと同じであった。なぜならば18世紀の科学革命におけるこの第一期は、実のところ対抗改革（つまり伝統的科学内における改革）の最終期に当たり、そこでは革命以前の形相的性質が、実体のなかに物質化されたからである。それゆえこの時期は、シュタール主義の改訂版として現れた18世紀新アリストテレス主義が、機械論的力学に勝利した時代であると理解することができる。

2) 物理学（自然学）者ラヴワジエ

ラヴワジエをシュタール主義内の改革的化学者と位置付けたスコウフィールドに対して、イギリスの化学史家クロスランド（M. Crosland）は、化学と呼ばれたものが何であったかについて、化学史家の視野がともすれば狭くなり勝ちであることを1980年に警告した。クロスランドは、18世紀の化学が物理学（本論において用いられる物理学は、もちろん現代的な意味とは異なり、当時の言葉で言えば自然学あるいは自然哲学に相当する）や生物科学と、19世紀におけるほどはっきりした境界をもっていなかったことに読者の注意を促した後で、ラヴワジエの優れた業績の一つは、当時の化学者が専有していた方法論に疑問を抱き、化学に物理学の方法、特に天秤の使用を適用したことだと論じた⁹⁾。実際ラヴワジエの同時代人にとって、彼は化学者（chimiste）であるよりも物理学（自然学）者（physicien）であった。

クロスランドが指摘したように、18世紀において化学と他の諸科学（自然学、自然誌、鉱物学）とがはっきり区別されていなかった、あるいは科学者が現在のように専門分化しておらずさほど固有の領域に縛られることはなかったという認識は、「化学革命論」に新たな展望を与えることになり、化学革命のなかにおける、化学と他領域の科学との相互関連を論ずる研究が幾つか発表された。なかでもアメリカの化学史家メラード（E. M. Melhado）は、化学が化学革命の結果それ自身の内部で成熟し、独立した科学になったというこれまでの前提に対し、化学革命が実は物理学によって外部からもたらされたことを1985年に主張し、化学革命のヒストリオグラフィーに新たな光を投げかけた¹⁰⁾。メラードの見解は、きわめて挑戦的で刺激に満ちているので、詳細に紹介する価値があると思われる。

メラードは、以下のように議論を展開している。すなわち彼によれば、18世紀中頃までにフランス

の化学は、かなりの程度独立を成し遂げていた。医学、薬学、産業の領域から集まつた少数のシュタール学派の周りに、化学は形成されていた。当時における化学の中心的研究分野は、一つは鉱物学や湿式化学分析（溶液中で行われる方法で、親和力により解釈された）であり、他は燃焼・か焼・還元（乾性と熱とを必要とする現象で、フロギストンにより解釈される）であった。メラードは、初期のシュタール主義者が、いかに化学と物理学との境界を意識していたかをフランスの化学者ヴネルの例を挙げて説明している。

(イ) ヴネルによる化学と物理学の区別

以下メラードによれば、『百科全書』のなかの「化学」の項を執筆したヴネルは、シュタールに従って物質を「混成物」(mixtion)（微視的な異種粒子が結合した化合物）と「凝集体」（巨視的集塊をつくった均一粒子の集合体）とに区別した。そこにおいてヴネルは、物理学は凝集体とその性質を扱い、化学は凝集体以下の水準、特に原質（化学的な性質を荷なう物質的担体）と内部的性質とを扱うと主張した。この区別を例証するためには、固定された火（つまり混成物の構成要素としての火）というシュタールの議論は完全に化学的で、凝集体的な火（例えば物体を希薄化することができる用材として働く火）というブルハーヴェの議論は完全に物理学的である、とヴネルは述べた。つまりフロギストン理論でいう固定された火は化学の領域に、凝集体理論でいう遊離した火は物理学の領域へと、ヴネルによって完全に区別された。

ヴネルの熱理論は、ブルハーヴェにその起源があった。ブルハーヴェの着想は、1730年代にフランスに入って、以前には無視されていたニュートンのエーテルの復活に役立った。この熱理論を知ることによって化学者は、化学的組成による物質の性質と、凝集体状態による性質とを区別することができた。この場合ヴネルは、熱を反発因子と

見なしたので、化学的性質とは異なつて凝集体の性質は、熱の作用によるものであるとして、この性質を物理学に帰属させた。それゆえ熱理論は、どちらかといえば物理学の立場から、化学と物理学の境界を定めた。

他方でヴネルは、化学の立場から、両分野の境界を明確に主張した。すなわち彼によれば、化学反応は瞬間的であり、それゆえニュートン力学の時間的要素を欠いている。かつまた反応を生み出す親和力は、粒子の空間的並置によるもので、ニュートン的粒子間力によるものではなく、さらに化学反応は飽和点に達するまで進行するので、単なる機械的混合物の「混合状態」は存在しない。それゆえニュートン的な力の法則の作用は、化学反応については考えられない。そして反応の生成物は、化合前の構成要素の性質は示さない（つまり「混合状態」の場合ではありえない）ので、動的用語では説明できない。

メラードの分析は、以下のようにさらに後期シュタール主義へと進む。すなわちスコットランドにおいて熱理論の役割は化学における顕著な特色であったが、フランスにおいては、シュタール学派の関心を結局のところ失った。ヴネルの後継者であるフランス人化学者マケール、ボーメ、ギトン (Guyton de Morveau, 1737-1816) は、凝集体以下の水準に関する科学、つまり収縮した物質形態の科学が化学であるというヴネルの教訓を学び、熱理論をおおかた無視した。しかしながら彼らは、ヴネルのように動的理論を無視しなかった。なぜならば、親和力理論の基礎にニュートン的引力を再導入したからである。彼らの論点の中心は、化合する物質とニュートン的親和力から生じる反応性であり、物質の非凝集体的形態やエーテル的熱流体の反発作用はほとんど無視した。さらに後期シュタール主義者は、フロギストンがブルハーヴェの「火の物質」(materia ignis) であるというヴネルの考え方（いくらかためらいながら）を受け入

れた。そしてこの化学的に凝縮した熱を、通常の物質であると想定した。このような関係の中で、か焼・還元・燃焼のフロギストン理論を親和力理論のなかに抱合し、他の作用因の親和力と共にフロギストンの親和力を列挙し、フロギストンの反応を湿式化学の親和力的解釈と全く同じように扱った。そうすることでヴネルの後継者たちは、反応理論を動的理論から除外することを拒否し、化学的性質の名簿から凝集状態を除外した。反発ではなく結合が、シュタール主義者が固執した最後のものであった。反発の一形態である熱は物理学に属し、固定した熱すなわちフロギストンは化学に属した。つまりシュタール主義化学は、ニュートン的親和力により解釈したフロギストン的化学に他ならなかった。

かくしてニュートン的引力を占有することで、後期シュタール主義者はフランスの物理学者が一世代にわたり放棄した領域に、化学の支配権を確立した。化学者は、ニュートンによる逆2乗の引力法則が物質世界も支配していると信じた非數学者ビュフォン (Georges Louis Leclerc de Buffon, 1707-88) から引力を研究するための洞察力を得たが、その時フランスの数理物理学者たちは、抽象性が増大することに対するデカルト的嫌悪から、引力を物理学から遠ざけていた。

18世紀の後半期において化学は、粒子間力に基づく研究プログラムを研究者に提供した。マケールからベルトレに至るまでこのプログラムは、化学から動的理論を根こそぎに絶やそうとするヴネルの伝統と辛くも肩を並べつつ、やがて化学量論のなかにその姿を没した。物理学者の間では、1790年代後期にラプラス的プログラムが生じるにともない、引力は単なる飾りものから、機能するものへと脱皮した。

以上メラードが描いた18世紀における化学と物理学との交渉を、簡単にまとめれば次のことになる。物理学はまず粒子間力という着想を与

えることで親和力によって解釈されていた湿式化学分析を、さらに気体の研究に熱理論を提供することでフロギストンによって解釈されていた燃焼、か焼および還元の研究を、共に変容させた。このような変容が完成するや、物理学者は粒子間力と熱理論と共にこの分野から身を引き、再び燃焼理論は典型的な化学者の手に残った。物理学者の影響から逃れた化学者は、記述と分析という革命前の関心を取り戻し、化学量論の旗のもとに力をふるった。それゆえ、化学革命期とその直後の化学は、化学的伝統と物理学的伝統との間の不安定な緊張を不可避的に強いられた。しかしながら物理学者が去り、化学者の関心が化学量論に移るにともない、化学は成熟し独立した学問としてはっきりと残った。

(口) ラヴワジエとフランス・シュタール学派

メラードによれば、か焼、燃焼および湿式化学に精力を集中し、さらに化学的性質と凝集体の性質との区別を強調し、かつまた化学原質である固定された火（フロギストン）と反発因子である熱（遊離した火）とを区別することで、初期シュタール主義者であるヴネルとその後継者である後期シュタール主義者たちは、ラヴワジエが変革するところとなる学問の領界を明らかにした。この努力のなかで初期シュタール主義者は、引力を拒否し、化学的作用と物理的作用とを区別する熱理論を採用することで、物理学から距離を置いていた。しかし彼らの後継者は、熱を物理学者のなかのエーテル論者の手に渡し、（物理学者が既に放棄していた）引力を反応の原因およびフロギストン化合物への熱の凝縮の原因として追求した。

この時点において、ラヴワジエとシュタール主義や物理学との関連はいかなるものであったのだろうか。メラードは以下のようにさらに議論を進める。1760年代の初期にラヴワジエは、フランス・シュタール主義の頭領ルエルの熱と親和力に関する比較的古い見解に接した。気体状態に関する

ラヴワジエの最も初期の思想は、マケールが有名な『化学辞典』(*Dictionnaire de Chymie*, 1766)でニュートン的引力を語り、熱理論が没落を示した時期に現れた。この転換期に始まったラヴワジエの研究は、フロギストン的湿式化学をニュートン的親和力理論と結合させたシュタール主義の成長と、時代を共にしていた。そこでラヴワジエは、この古いあるいは新しいシュタール主義者と、いかなる関係をもったのかということが問題となる。

この疑問に関してメラードは、ラヴワジエをフランスの化学的伝統に結び付けることは、ラヴワジエが生涯を通じてフロギストン理論を支持せず、親和力理論に対して無関心であったことから、困難であると主張している。このように主張してメラードは、ラヴワジエが初めから化学的な視点をもっていたと主張するシーグフリード(R. Siegfried), モ里斯(R. J. Morris), ガフ, フィチマン(M. Fichman)らの見解を、そして物理学者ラヴワジエのイメージを造り上げるのにいささか貢献したゲーラックの見解さえも、ラヴワジエの研究における推進力が化学的であると見なしているという理由で拒否する。メラードが判断するに、これらの化学史家は、初期のラヴワジエが基本的に化学的問題によって動機付けられていたこと、彼が化学現象について化学的用語で考えていたこと、彼の化学的見解はシュタール主義化学者に起因していること、つまりラヴワジエの心を引いた問題は起源においても表現においても化学的であったことに、意見が一致している。そうなると化学における革命は、化学内の要因によって生じたことになる。しかしながら、このような見解は、ラヴワジエがフロギストン理論に関心を寄せなかったこと、彼の化学的な火の観念の起源がどこにあるかを、そして彼が親和力理論から身を遠ざけたことを説明しない、というのがメラードの主張である。

(4) ラヴワジエにおける化学外の動機

メラードは、このような歴史的再構成を試みるために、「固定された火」に関するラヴワジエの思想が、シュタール主義者のそれとは著しく異なることを認識し、化学外にこの思想の源泉を求めることが必要であると強調する。メラードによれば、ラヴワジエの火の観念は、シュタール主義者のそれよりも、ブルハーヴェのそれにより忠実であった。すなわちブルハーヴェは、「火の物質」を反発作用を生み出す因子として想定したのに対し、シュタール主義者の場合は、その固定された形態がフロギストンであると想定し、それから反発力を取り除き普通の物質に転換してしまった。ラヴワジエはシュタール主義者と異なり、忠実にブルハーヴェに従い、「火の物質」に膨脹因子としての役割を与えた。従ってそれが物体中に固定された場合、「火の物質」は普通の物質というよりも、反発因子としてのエーテルに似た性格を持つ。つまりラヴワジエにとって、熱の固定は集合体の分解をもたらすが、対照的にシュタール主義者にとって、それは凝縮や化合を生み出す。この差異が、燃焼における熱の源泉を、可燃物(フロギストン)から空気(カロリック)に転換させた、という彼の有名な主張になって現れる。

メラードの指摘によれば、ラヴワジエの未刊行の草稿は、彼の主要な関心が空気の化学的固定ではなく、集合体现象や状態の変化にあったことを物語っている。ラヴワジエに、気体状態に関する視点を与えた(1766年, 1772年の覚書)のが、ドイツの医者エルラー(Johann Theodor Eller, 1689-1760)であった。エルラーは、空気が火の物質によって蒸発した水であるとみなした(ラヴワジエは、物質が蒸発すると空気になる、と考えを発展させた)。そして1773年4月の未刊行論文のなかでラヴワジエは、それまでフロギストンの遊離であると見なされていた「か焼」が、熱の放出を伴う空気の凝縮であるという着想にたどり着いた。

このようにしてメラードは、ラヴワジエは化学の伝統に属するのではなく、ラヴワジエが自称したように、当時フランスにおいて隆盛であった実験物理(自然)学のそれに属する「物理(自然)学者」であったことを、読者に思い起こさせる。ラヴワジエの研究が、ニュートン的引力よりもエーテル的因子による反発作用に関心を集中した18世紀後半期の物理学を反映していること、かつまたラヴワジエの関心が化学上の観念(化合物)とは対照的な物理学上の観念(集合体)にあったことは、ラヴワジエが物理学の陣営にいたことを示していると、メラードは主張する。従ってメラードの結論は、化学革命は化学内部における革新ではなく、物理学(自然科学)者ラヴワジエによって、化学の外部からなされた革命なのである。

3.2 ラヴワジエの革命的業績

スコウフィールドに始まるヒストリオグラフィーにおける転換は、当然ながらラヴワジエの化学上の業績に対する評価の視点をも変化させることは疑いもない。クロスランドは1980年の総説的論文のなかで、ラヴワジエの燃焼理論に関して言及し、彼の酸素は酸素原質とカロリックとの化合物であり、カロリックは燃焼によってフロギストンと同様に放出されるのだから、単にフロギストンをカロリックに置き換えたに過ぎないと言いうるのではないか、つまりラヴワジエの燃焼における酸素-カロリック理論をもって革命的成果というのは行き過ぎではないか、それならばむしろ彼の酸素理論は、酸素を酸性の原質と考えた酸性の理論において、その優れた説明能力を主張できるのではないかと論じた。それゆえラヴワジエの化学革命における真に革新的業績は、フロギストン理論の廃棄にあるのではなく、すでにブラックが指摘していたように、「自然物質の構成要素、つまり構成原質についての諸発見」にあるとクロスランドは示唆している¹¹⁾。すなわちクロスランドによれば、金属が金属灰とフロギストンとの化合物ではない

こと、酸が「单一物質」(substance simple)でないこと、アリストテレスの元素である水は酸素と水素との化合物であること、かつまたアリストテレスの元素である空気が酸素を含む混合物であることなどを示し、单一物質である元素の一覧表をつくり、さらに協力者と共に单一物質に簡単な名称を与え、化合物にその構成要素を示す複合的な名称を与えたことが、彼の新しい化学が革命的である所以であった。もっともこのようなクロスランドの主張は、彼の独創によるものではなく、元来シーグフリードとドップズ(B. J. Dobbs)が主張した見解¹²⁾を改めて支持したものであった。

クロスランドが強調したこの見解は、おおかたの化学史家によって共感をもって受け入れられたようと思われる。1984年にドノヴァンは、フロギストン理論の廃棄は、化学革命の消極的側面にすぎないことを指摘した。ドノヴァンは、革命の積極的側面は、ラヴワジエによる気体状態の新たな見解を示した燃焼・か焼の新理論、新しい熱の概念、酸性についての新理論、そしてラヴワジエと彼の協力者による化学命名法の新体系の樹立であると論じている¹³⁾。

4. 化学革命における鉱物学や自然誌の役割

4.1 「单一物質」の概念と鉱物学

ラヴワジエによる革新の中核が、「单一物質」の概念を確定したことにあるというのが、シーグフリード、ドップズ、クロスランドらの主張であるが、この单一物質の概念は、そもそもラヴワジエ自身の独創的見解かどうかという問題が、幾人かの化学史家の関心を呼んだ。この問題に関連してオーストラリアの化学史家オルドロイド(D. R. Oldroyd)は、1975年に化学革命と鉱物学との関係について考察を加えた¹⁴⁾。その結果、化学理論の革新が、鉱物学の研究に進歩をもたらした

という従来の見解は修正を要すると、オルドロイドは主張している。彼の主張によれば、化学革命によってもたらされた鉱物学の重要な変化は、「土類」が「単一物質」として実用上受け入れられたことであった。化学革命以前のシュタール主義化学においては、「原質」の存在が仮定され、原質はそれが構成する物体に、性質を付与すると想定されていた。従ってマケールは、土類がさまざまな不純物と化合した「土原質」から構成されていると示唆した。対照的にラヴワジエの土類は、実際的方法で分離できる単一物質であって、「土原質」に還元できない。つまり土類は鉱物から実験的に単離可能であって、土類から構成される鉱物になんらの特定な性質を与えない。

オルドロイドによれば、このような著しい観念上の変化をもたらしたのは、ラヴワジエ自身でも、彼のフランス人の同僚でもなかった。そのことを成し遂げたのは、ドイツのマルクグラーフ (Andreas Sigismund Marggraf, 1709-82)、スウェーデンのバリマン (Tobert Olof Bergman, 1735-84) らの鉱物学者・化学者の手による鉱物の分析的研究であった。特に重要なのはバリマンによる鉱物の分析であり、彼は石灰、重土 (酸化バリウム)、マグネシア、シリカ、アルミナを鉱物から抽出した。彼の功績は、このような物質が鉱物から分離可能であり、かつまた「湿式法」により相互に分離できる「類」(class) であると認識したこと、このような分離を行う実際的を行ったこと、土類は相互に化合してさまざまな鉱物種をつくると示唆したこと、そして不十分ながら鉱物の分類と命名法を工夫したことであった。

ここにおいてオルドロイドが強調することは、土の性質を担った「原質」という古い観念が放棄され、分析の最終生成物としての土類という実際的観念への移行が、「フロギストン的」鉱物学者のなかすでに生じていたという事実であった。それゆえフロギストン論者自身も、古い化学の特

徴の一つである「原質」をラヴワジエ以前にすでに放棄していたと、オルドロイドは論じた。従って彼によれば、ラヴワジエはこの趨勢を先導したのではなく、それに従ったのだということになる。オルドロイドによれば、事実ラヴワジエは1783年に、フランスの鉱物学者ドーバントン (Louis Jean Marie Daubenton, 1716-1800) の自然誌的な鉱物の分類、およびバリマンやアイルランドの化学者・鉱物学者カーワンの化学的な鉱物学の分類法を利用して、彼自身の鉱物分類法を論文に書いたことがあった。

1981年にアメリカの化学史家ポーター (T. M. Porter) は、オルドロイドの研究路線に沿って、単一物質の「分析学的定義」(分析の最終生成物が単一物質であるという見解) の起源とその社会的背景について、論文を発表した¹⁵⁾。ポーターは、18世紀化学の最大の業績の一つは、単一物質の分析学的定義を明確に述べたことであるとみなしている。ポーターによれば、単一物質の分析学的定義は、化学の伝統的学説への理論的挑戦として出現したのではなかった。この定義を提出した18世紀の化学的鉱物学者は、純粹な知識に到達するよりも、有益な科学を通じて鉱物学の進歩をはかることに関心をもっていた。冶金術者や鉱物試金者は、金属をほぼ単一な物質と見なしていたので、単一物質の分析学的定義は、主としてその実用的な価値のために、彼らの鉱物学的分類の基礎として採用された。つまりこの観念は、自然現象を最もよく説明すると信じられたためでも、シュタール主義化学を否定するためにでもなく、経験主義的な方法論として、化学理論の確実な基礎を確立するために試金者や鉱物学者が先鞭をつけ、後にラヴワジエが採用したものであった。

ここでさらにポーターは、単一物質の分析学的定義が18世紀のドイツやスウェーデンにおいて採用された社会的背景について言及している。すなわち、18世紀のドイツおよびスカンジナヴィア諸

連邦の多くにとって、鉱業は重要な財源であった。啓蒙的絶対主義の時代にあって封建領主の多くは、鉱山の生産性を高め、それによって国家の収入源を増加させるために、科学的知識を利用しようと努めた。この努力の結果、鉱物の抽出は18世紀化学において重要な地位を占めるようになった。鉱物生産を促進するために科学を用いることにもっとも熱心であったドイツ国家はザクセンであり、1765年にフライベルク鉱業アカデミーが設立される以前から、フライベルク鉱山で研究と教育のために化学者と鉱物学者とが雇用されていた。またスウェーデンは、18世紀において世界でもっとも活発な銅鉱山をもっており、世界の鉄鋼業も支配していた。

ポーターの見解によれば、このような社会的背景のなかでドイツとスウェーデンの化学的鉱物学者は、单一物質に関する分析学的定義を発展させた。このような鉱物学者の例を、ポーターは幾人か挙げている。すなわちドイツにおいてマルクグラーフは、单一物質に関して特定な見解を述べたというわけではないが、彼の厳密な経験主義的分析方法は、少なくとも单一物質に関する分析学的定義に精神において合致しており、そのためバリマンや、特にラヴワジエから尊敬された。鉱物学に大きな影響を与えたポット (Johann Heinrich Pott, 1692-1777) は、シュタールの弟子であったが、ドイツの鉱業都市を遊歴して鉱物学を学んだ。彼はだれよりも单一物質の分析学的定義に貢献し、実験室において化合物であることが示されない限り、物質は单一であると考えなければならないと論じたのみならず、この基準を彼の化学上の解釈の根幹として用いた。

さらにスウェーデンにおいて鉱山経営者で鉱山測量技師であったクローンステット (Axel Frederic Cronstedt, 1722-65) は、分析学的に定義された組成にのみ基づいて鉱物学の基礎を築こうと試みた最初の著作家であった。そして鉱物の

命名法に関するバリマンの研究は、鉱物界の合理的分類を考案しようとするクローンステットの試みを成就するものとみなすことができた。バリマンは、鉱物の分類と命名には、実験室で単離された物質にのみ基づくべきだと論じた。

ポーターは、单一物質という概念が、ラヴワジエ、ギトン、フルクルワが提案した、化学の新命名法において重要な役割を果たしたことを探している。1750-60年代におけるフランスでは、ドイツと同様に化学と鉱物学とが密接に関連していたので、鉱物学から化学への概念の転換は容易に生じた。ドイツやスウェーデンの鉱物学の著作の多くが翻訳され、ポット、マルクグラーフ、クローンステットらの名前はフランス人化学者の親しむところとなっていた。フルクルワはビュケについて鉱物学を学び、ギトンはバリマンと文通を重ね、ラヴワジエは知人の鉱物学者ゲタール (Jean Étienne Guettard, 1715-1786) について鉱物学や地質学を学んだとき、岩石や鉱物を単離し分離するためには化学分析が不可欠であると考えたゲタールの示唆で、化学を学び始めたと思われる。

最後にポーターは、化学者が单一物質の観念を分析学的用語で定義したとき初めて、組成に基づく一貫した命名法を求めることができたと指摘し、ラヴワジエらの化学命名法の改革は、クローンステットやバリマンにその起源があると示唆した。

4.2 「单一物質」の分類と自然誌

1985年にアメリカの化学史家ラーナ (J. W. Llana) は、ポーターの議論を踏まえた上で、分析の最終生成物としての单一物質という元素の操作主義的観念は、ドイツやスウェーデンの化学的鉱物学者によってもたらされたが、その原因は当時両国を支配した鉱業や冶金学と結び付いた経験主義の強調にあるだけではなく、自然誌的伝統も原因となって、ドイツと特にスウェーデンの科学は、同じ経験主義の路線の上を歩んだと論じた¹⁶⁾。

ラーナによれば、自然誌における強調点は、記

述・分類・命名であって、自然誌学者は知識があくまで個別的・相関的であり、自然的対象の本質・本性は知りえないという前提に基づいて、対象がもつ観察可能な特性をあえて越えることはなかった。自然誌的伝統のなかにあったスカンジナヴィアの化学者は、組成に関する一般論を求めるところなく、分類体系をつくるために、いかにして個別の物質を集団化するかということだけを望んだ。鉱物学者は自然誌における分類の問題を意識において共有しており、スウェーデンのポットは、化学的性質と鉱物の自然的特徴とを結び付けて新たな伝統を造り上げた。ポットの著作はクローンステットに大きな影響を与え、物質の内部を精査するために化学を特に利用することを認識し、化学的性質に基づいて土類を9種類に分類した。

ラーナによれば、バリマンもまた鉱物の分類・命名・記述に力を入れた一人であった。バリマンは、化学的組成にできるだけ基づいた鉱物学を確立し、分類にさいして多くの单一物質を利用した。かくしてバリマンによって、鉱物学における自然誌上の仮定が、化学のなかに移植されることになった。そしてラーナは、分解と合成とを強調したこと、物質に対してア・プリオリな知識や類比的推論を拒否したこと、化合物の構成要素について鋭い理解をもったこと、化学物質を定義し区別する際に細部にまで注意を払ったことは、バリマンの功績であると評価している。このバリマンは、フランス人化学者に大きな影響を与えた。例えばギトンは、化学的命名は「事物の本性」と一致しなければならないと、バリマンの示唆に従って主張し、かつまた化合物の名称は構成要素を想起させるものでなければならないこと、单一物質は簡単な名称でなければならないことを強調した。従ってギトン、フルクルワ、ラヴワジエによる命名法の改革は、バリマンの影響によるところが大きいと、ラーナは結論している。

5. 化学革命とフランス革命

ラヴワジエの主著『化学原論』が出版されたのは1789年であるが、折しもこの同じ年にフランス革命が勃発した。この事実は、科学と政治における革命の平行関係という連想から、科学史家の想像力をいやがうえにもかき立ててきた¹⁷⁾。先に述べたエフェールの『化学史』もその一例である。コーベンの指摘によれば、科学における「革命」という概念を広めたのは、フランスの啓蒙思想家コンドルセ (Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat Condorcet, 1743-94) であった¹⁸⁾。彼は科学アカデミーの書記として、アカデミー会員の追悼文を書く際にやたらと「革命」という言葉を乱発した。彼の言葉使いは、政治における「アメリカ革命」に触発されたらしい。コーベンによれば、コンドルセは明らかに近年の化学革命を目撃して、他の科学におけるよりも、化学に関して「革命」という言葉を多く用いた。

化学革命とフランス革命との平行関係を強く意識したのは、後代の化学者ベルトロであった。そのことはベルトロの著作『化学革命——ラヴワジエ』が、フランス革命100周年を記念して書かれたことから、かなり明確に示される。前述したようにドノヴァンは、ベルトロによる「化学革命」の解釈自体を、1984年に歴史的研究の俎上に載せた¹⁹⁾。ドノヴァンは、ベルトロによる「化学革命」の観念について、次の2点をその特色として指摘している。第一は、化学革命の結果のみならず、社会的な意味における革命的契機をも重視する歴史観をもっていたために、化学革命の英雄的性格や社会的重要性に力点を置いたことである。つまりベルトロは、社会の進歩に貢献する科学の前進という観点から、個人（ラヴワジエ）の勝利を強調した。このことは、彼の時代と国民感情を反映していた。第二に、ベルトロの「化学革命観」は、1870-80年代の文化的特質をよく表現していた。

すなわちパリ・コミューンの崩壊が示しているように、（ドノヴァンの言葉で言えば）暴力（社会主義革命）の時代は終焉して、自由主義革命の時代がすでに到来し、自由主義的価値が西洋文化の根深い一部として受け入れられたという信念である。つまりベルトロは、自由主義的な革新と実践の時代において革命の観念を馴致（自由主義的に解釈）して、社会的革命ではなく文化的な科学革命を、ヨーロッパ社会史・文化史の中心的位置に据えようとした。ベルトロの著作は、ラヴワジエの実験ノートなど未編集の史料に基づいた先駆的研究であったが、彼による「化学革命」の解釈は、このような背景に照らして初めて理解することができる、とドノヴァンは主張する。

1983年にフランスの化学史家バンソード-ヴァンサン（B. Bensaude-Vincent）も、化学を鍊金術の闇から救いだし、合理的・定量的実験科学として勝利させた英雄としてラヴワジエを描く神話は、政治的利害とフランス民族主義の産物であると論じた²⁰⁾。バンソード-ヴァンサンの見解によれば、『原論』の出版年とフランス革命とが、たまたま同一であったことがラヴワジエをもってフランスの革命的精神の象徴とさせた原因であり、このことを過渡に強調する原因となったのが、フランスの民族主義であった。このことは、1869年における「化学はフランスの科学であり、ラヴワジエによって確立された」というフランスの化学者ヴュルツ（Charles Adolphe Wurtz, 1817-84）の言葉にきわめて良く象徴されていた。ヴュルツは、原子論がラヴワジエの著作に暗黙裡の内に含まれているとさえ主張したと、バンソード-ヴァンサンは指摘している。

6. む す び

本論は、本シリーズ第2回（「文献案内」）に紹介された文献について論じたものであって、「化学革命」についての文献すべてを網羅していると

はもちろんいえない。しかしそれでも、「化学革命論」のおおまかな趨勢は、掴んでいるつもりである。上述したように、「化学革命」という用語をめぐる歴史的研究は、その歴史的解釈を別として、事実はおおよそ明らかにされたように思えるが、ヒストリオグラフィーに関する議論は、まだ緒についたばかりであることは明らかであろう。例えば、メラードとシーグフリードらとは、ラヴワジエの思想的位置付けにおいて著しく見解を異にしている。はたしてラヴワジエは、化学者の伝統に属するのか、あるいは実験物理学（自然学）者の一員として考えるべきなのであろうか。議論はまだこれから続くであろう。

一昨年の1989年は、ラヴワジエの『化学原論』出版200周年に当たったため、いくつかの科学史の専門誌が特集を組んだ。例えばアメリカの科学史研究誌『オシリス』(Osiris) は、第4巻(1988)を「化学革命」特集号として発行し、本論にも登場したゴフ、シーグフリード、ドノヴァンらの他に、ラヴワジエ研究者として知られるペリン(C. E. Perrin) やホームズ(F. L. Holmes)，さらにプリーストリ研究で知られるマッケヴォイ(J. G. McEvoy) など10名の研究者が健筆をふるっている。さらにイギリスの化学史研究誌『アンビックス』(Ambix) も、1989年第36巻第1号において、スミートン(W. A. Smeaton), ペリン, シーグフリードらの手になるラヴワジエ関連の論文を集中的に掲載した。もちろん散発的にはいくつかの論文も、さまざまな科学史研究誌のなかで目についた。これらの論文については、いずれまた稿を改めてまとめる予定である。

注 と 文 献

- 1) いうまでもなく本論における「化学革命」とは、ラヴワジエの化学上の業績とそれによってもたらされた化学における認識論的・社会的变化を指す。しかしながらイギリスの産業史家クロウが用いた

- ように、「産業革命」のなかで化学によってもたらされた産業上の発展を、「化学革命」という用語で意味する場合もある。クロウのいう「もう一つの化学革命」はきわめて重要な問題ではあるが、ラヴワジエについての歴史的研究が中心主題である本シリーズでは、当然ながら範囲外となる。
- 2) J. B. Gough, 'Some Early References to Revolutions in Chemistry', *Ambix*, 29 (1982) : 106-109.
 - 3) H. Guerlac, 'The Chemical Revolution: A Word from Monsieur Fourcroy', *Ambix*, 23 (1976) : 1-4.
 - 4) I. B. Cohen, *Revolutions in Science*, Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, 1985, p. 229.
 - 5) Gough, *op. cit.* (2), p. 106.
 - 6) Guerlac, *op. cit.* (3).
 - 7) H. Butterfield, *The Origins of Modern Science 1300-1800*, 1949; rev. ed., London, 1957. (渡辺正雄訳,『近代科学の誕生』(上下), 講談社学術文庫, 昭和53年).
 - 8) R. E. Schofield, 'The Counter-Reformation in Eighteenth-Century Science-Last Phase', in D. H. Roller (ed.), *Perspectives in the History of Science & Technology*, Oklahoma, Univ. of Oklahoma Press, 1971, pp. 39-54.
 - 9) M. Crosland, 'Chemistry and the Chemical Revolution', in G. S. Rousseau and R. Porter (eds.), *The Ferment of Knowledge: Studies in the Historiography of Eighteenth-Century Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980, pp. 389-416.
 - 10) E. M. Melhado, 'Chemistry, Physics, and the Chemical Revolution', *Isis*, 76 (1985) : 195-211.
 - 11) Crosland, *op. cit.* (9), pp. 407-414.
 - 12) R. Siegfried and B.J. Dobbs, 'Composition, A Neglected Aspect of the Chemical Revolution', *Annals of Science*, 24 (1968) : 275-293; Siegfried, 'Lavoisier's Table of Simple Substances: Its Origin and Interpretation' *Ambix*, 29 (1982) : 29-48. シーグフリードの見解については、本シリーズすでに論じられている。内田正夫「ラヴワジエの元素表(單一

- 物質表)」,『本誌』, 16 (1989), 173-183.
- 13) A. Donovan, 'The Chemical Revolution Revisited', in S.H. Cutcliffe (ed.), *Science & Technology in the Eighteenth Century: Essays of the Lawrence Henry Gipson Inst. for Eighteenth Century Studies*, Bethlehem, Lehigh Univ., 1984, pp. 1-15.
 - 14) D. R. Oldroyd, 'Mineralogy and the "Chemical Revolution"', *Centaurus*, 19 (1975) : 54-71.
 - 15) T. M. Porter, 'The Promotion of Mining and the Advancement of Science: the Chemical Revolution of Mineralogy', *Annals of Science*, 38 (1981) : 543-570.
 - 16) J. M. Llana, 'A Contribution of Natural History to the Chemical Revolution in France', *Ambix*, 32 (1985) : 71-91.
 - 17) ソ連の化学史家レヴィン (A. Levin) は、例えば「革命」とか「改革」とかいう用語が、政治的場面と科学的場面とで同時に使われていく場合、科学用語の中にも政治的場面における意味が投影されると主張し、科学と政治との相互作用を化学革命とフランス革命との関連を例にとって論じた (A. Levin, 'Venel, Lavoisier, Fourcroy, Cabanis and the Idea of Scientific Revolution: The French Political Context and the General Patterns of Conceptualization of Scientific Change', *History of Science*, 22 (1984) : 303-320). 一方アメリカの化学史家ペリンは、科学と政治との相互作用という問題意識の正しさは認めるものの、レヴィンが論じている事柄は、当の言葉が語られた当時の化学者社会の状況から説明できることだと反論した (C. E. Perrin, 'Revolution or Reform: The Chemical Revolution and Eighteenth Century Concepts of Scientific Change', *History of Science*, 25 (1987) : 395-423). この両論文は、化学史学会1990年「春の学校」で取り上げられた (『本誌』, 17 (1990), 85-86頁).
 - 18) Cohen, *op. cit.* (4), p. 224-225.
 - 19) Donovan, *op. cit.* (13).
 - 20) B. Bensaude-Vincent, 'Une Mythologie Révolutionnaire dans la Chimie Française', *Annals of Science*, 40 (1983) : 189-196.

New Light on Lavoisier: The Research of the Last Twenty Years**8. A Review of the Recent Historical Studies (1963-1985)
on the Chemical Revolution**

Kiyohisa FUJII

(Tokyo Institute of Technology)

During these 20 years (1963-1985), historical studies on the Chemical Revolution have focused on 1) the historical background of the word 'Chemical Revolution' used by various chemists and chemical writers, 2) the historiographical argument of Lavoisier's scientific thought, and 3) the impact of mineralogy and natural history of 18th century on the Chemical Revolution. Some historian of chemistry have also had an interest in the parallelism between the revolution in politics and in chemistry.

1) J. B. Gough points out that French Chemist G. F. Venel foretold the coming of the revolution in chemistry and it was A. Baumé who referred for the first time to the revolution. According to H. Guerlac, Lavoisier himself was one of the chemists who told the revolution in this science, and Lavoisier's collaborators, J. B. M. Bucquet and A. F. de Fourcroy wrote about the Chemical Revolution in their textbooks.

2) Historians of chemistry have put forth the newer views of the Chemical Revolution. R. E. Schofield discusses the historiography of the 18th century chemistry and regards Lavoisier as one of the chemists who reformed and revised Stahlian chemistry within the domain of chemistry. On the other hand, E. M. Melhado maintains that the Chemical Revolution was brought about by physicists from the outside of chemistry.

3) Some historians have payed much attention to the impact of mineralogy and natural history on the Chemical Revolution. D. R. Oldroyd argues that Lavoisier's idea of 'simple substance' had already been suggested by such mineralogists as A. S. Marggraf or T. O. Bergman. T. M. Porter further asserts that J. H. Pott and A. F. Cronstedt had also put forth the concept of simple substance along with Marggraf and Bergman and that Lavoisier, Fourcroy, and Guyton received a hint from Bergman when they reformed the chemical nomenclature.

J. W. Llana dicusses that the concept of simple substance was not only the product of empiricism of mineralogists, but also of the tradition of natural history which stressed the description, classification and nomenclature of natural substances.

4) Lavoisier's *Traité* was published in 1789, when the French Revolution broke out. This fact gave some historians the association with the pallalelism between revolution in politics and in science. French chemist M. Berthelot emphasized this relation in his book on Lavoisier. A. Donovan points out, however, that Berthelot's attitude can be explained from the social and culutural tide of his age. B. Bensaude-Vincent also suggests that the image of Lavoisier as a scientific hero was due to the 18th century French nationalism.

[広 場]

1991年度化学史「春の学校」に参加して

吉本秀之*

1991年3月23日（土）東京大学先端科学技術センターで、恒例の「春の学校」が開かれた。東京で催されるのは連続3回目、「春の学校」自体は通算で第7回目である。

今年は例年のように特定のテーマを掲げることなく、若手の研究者が今関心をもって研究していること、もしくは研究しようとしていることに関してそれぞれ自由に発表し、その発表内容についての議論を中心に展開することとなった。

発表者は5名、参加者は十数名であり、一昨年の36名、昨年の23名と比べるとかなり減少したが、例年土日の二日間にわたっていたのを土曜日の午後半日へと規模を縮小したことを考えれば、妥当な数だとみなすこともできよう。ともかく当初のもくろみどおり、5人の発表のそれぞれに関する質疑応答や議論が交わされ、若手研究者が今後研究を進めて行く上で貴重な示唆が数多く与えられたことは収穫であった。

それでは以下当日の報告順に、発表者自身の手による要約を掲載してゆく形で、この報告記の責を果たしたいと思う。（ただし1.の文は報告者のもの）

1. ラヴワジエ『化学原論』200周年祭 を終えて

川崎 勝（東大院）

この川崎氏の報告は、当『化学史研究』で現在連載中の「ラヴワジエ研究入門」シリーズで大野

誠氏が発表された「文献案内（1963–1985）」（本誌、15（1988）、67–73）の続編（1985–1990）の作成を意図したものであって、そういうものとして本年度の「ラヴワジエ研究入門」シリーズ中で掲載予定となっている。詳しくはその機会に譲り、ここでは以上の点の報告に止める。

2. 17世紀の化学的原子論

吉本秀之（東京外大）

初めに(1)「最近のボイル研究：文献リスト」（本誌、17（1990）、56–59）以降に出版された研究論文のリスト、ならびに、(2)当会編『原子論・分子論の原典』で挙げられていない科学革命期の化学的原子論関係の論文のリストを合わせたBibliographyが配布され、このBibliographyに基づき若干の説明がなされた。(2)の方は本誌の資料の欄で紹介予定なので、この点に触れるに止め、発表は(1)の方に焦点をしぼった。

発表者の最終的目的は、最近英米の科学史研究で一種の小酔酵状態となっているボイル研究の多くの卓れた知見を踏まえた上で、そういう知見を総合的に組み込むような論文の作成であって、その性格上かなり大がかりなものとなる。従って当日の発表では、そのための問題点の取り出しに重点を置いた。具体的には、「硝石の再生」実験をめぐるボイル–スピノザ論争の再検討を通して、一貫した機械論的立場と化学的説明の間にはある種の矛盾・緊張・乖離が見られること、特にボイルの化学研究を理解するにはこの矛盾を解かねばならないことが指摘された。次いで若きボイルを

17世紀の化学的原子論の伝統の中に位置づける試みがなされた。最後にボイルの化学研究のいわば現象論的空間確定を行うに当たっては、是非とも視野に収めておくべき観点が列挙された。

3. 戦後日本における農薬公害史

家田 貴子（東大院）

戦後日本の代表的農薬問題を農薬別に挙げると、有機塩素剤系農薬では母乳・牛乳汚染、生物相の攪乱、有機燃剤系農薬では人体への急性中毒、有明海魚毒事件、そして有機水銀剤系農薬では、玄米汚染問題が指摘できる。いずれの問題も科学社会学的に興味深い要因や展開をもっているが、ここでは特に、セレサン石灰の玄米汚染問題を取り上げる。

1960年代前半、日本農業の宿痾というべき稻イモチ病の救世主として登場したセレサン石灰（有機水銀剤）は、農薬史上特筆すべき爆発的普及をみたが、それは丁度水俣病が発覚し、有機水銀剤中毒への社会的関心が高まった頃と時期を同じくした。そのために、有機水銀剤であるセレサン石灰の使用が危惧されるようになった。1960年代後半になって、水俣病の原因物質（メチル硫化水銀）とセレサン石灰（酢酸フェニル水銀）は化学構造、生理作用とも全く別物で、後者が水俣病のような集団中毒を引き起こすことはあり得ない、との結論に落ち着いたが、この「科学的証明」を理解しえない「感情的世論」に押される形でセレサン石灰は使用禁止（1969年）となった。

しかし、こうした動きの背景で、セレサン石灰の玄米汚染に関する一連のデータを公表させず、またこの問題をより科学的に解明することよりも抗生物質による代替農薬（非水銀剤）の研究開発だけを奨励した農林省の基本的姿勢は、後に農林省関係者の内部告発を受けるところとなつた。

4. Michael J. Neufeld, "Weimar Culture and Futuristic Technology: The Rocketry and Spaceflight Fad in Germany, 1923–33", *Technology and Culture*, 31 (1990), 725–752 の紹介

吉成 紀子（東大院）

ワイマール期のドイツにおけるロケット熱、宇宙飛行熱は、オーベルトの『惑星間空間へのロケット』出版に始まる準備期（1923年半ば－1928年4月）、フォン・フリッツ・オペルのロケット・カーのデモンストレーションに始まる最盛期（1928年4月－1929年）、ナチスが台頭し社会的なロケット熱が萎んでくる衰退期（1930年－33年）の、3つに分けられる。同時代のアメリカやロシア、イギリスなどでも宇宙を目指しロケットを研究する動きがあったが、ドイツは他国に見られない4つの特徴を持っていた。

まず挙げられるのは、夢を持ちつつロケット理論の普及・実践に努めたオーベルトや、それを助けた大衆作家のファリエなど、意図的にロケット熱の仕掛け人となった個人が大いに活躍したことである。

ふたつめには、第一次大戦後、国を更生させようとする国民の間に存在していたナショナリズムが挙げられる。これは、みつめの技術信仰——政治的見解の違いを超えた、技術革新への積極的・肯定的な態度——と相互に作用し、ロケット・カーはツェッペリン飛行船と並んで、ドイツ国力の回復の象徴として扱われるに至った。

最後には、娯楽・現実逃避を求めた大衆がロケットを受け入れる消費文化が存在していたことが挙げられる。ロケット・カー・レースやロケットを扱った広告・玩具などを通し、ロケットは広範な年齢層・職種の人々に認識され、フォン・ブラウンなどのロケット技師が育つ土壤を整えたのであった。

以上のような特徴を持って広まったワーマール期のロケット熱は、ナチスによって公的には抑制されてしまうが、それはのちに軍の極秘のミサイル開発に取り込まれ、第二次大戦時にV-2号を生むことになるのであった。

5. 戦前期日本における人造石油製造技術の研究体制

田中浩朗（東大院）

この発表は、研究成果の報告を目的としたものではなく、むしろ研究を始めるに当たって作成したメモを紹介し、研究を進める上でのアドバイスをいただくという目的で行われた。以下にそのメモを簡単に紹介する。

1. 人造石油政策の進展——1923年、「石油政策に関する調査会」が開催された。これは関係各省が集まって液体燃料政策を検討した最初のものである。その後、「燃料調査会」「商工審議会」などで引き続き審議されたが、後の人造石油政策を決定したのは、1933年と1936年に開催された「液体燃料問題に関する関係各省協議会」であった。そこでの決定をもとに、人造石油事業を奨励するための「人造石油製造事業法」と「帝国燃料興業株式会社法」が1937年に制定された。また総合的燃料行政機関である「燃料局」が商工省に設置され、そこには「人造石油課」が置かれた。さらに、同年、第一次の人造石油製造事業振興計画が立案され、これは1940年に改定される。また、技術振興の方策として、各種の組合が結成された。エンジニアリング業者のための「人造石油機械協議会」

や人造石油製造企業のための「人造石油製造技術組合」、あるいは関係機関の研究者のための「研究懇談会」などがそれである。

2. 人造石油製造技術の研究機関——官民主要機関は約10、その他約20、合計約30か所あったという。人造石油製造技術の主なものとしては、水素添加法・合成法・低温乾溜法の3つがあるが、水添法を研究していた機関としては、海軍燃料廠・満鉄中央試験所・東京工業試験所・燃料研究所・理化学研究所・日本製鐵(株)八幡研究所・三菱鉱業(株)研究所などが、合成法を研究していた機関としては、三井鉱山(株)・京都大学喜多研究室・燃研などが、また低温乾溜法を研究していた機関としては、燃研・海軍燃料廠・日本製鐵・東京瓦斯(株)などがそれぞれあったということである。

3. 人造石油製造工場と生産実績——1937年以降、内地・樺太・朝鮮・満州に約20の人造石油製造工場が建設された。それらの工場で製造された人造石油（潤滑油を含む）は、ピーク時の1943年で約27万klであり、長期計画の目標値（第一次計画では1943年に200万klを目標）をはるかに下回っていた。

4. 戦前の人造石油事業の問題点として指摘されていること——いろいろな点がすでに指摘されているが、とりわけ特殊鋼の生産能力や装置機械工作能力などといったエンジニアリング技術の弱さが問題視されている。

5. これから研究したいこと——1) 戦前日本における人造石油製造技術研究の体制、2) 研究動員はどの程度うまくいったか、3) 日本の人造石油製造技術研究と外国技術の関係、など。

[広 場]

新企画・化学史シンポジウムについて

山 口 達 明*

昨年10月、広島大学において開催された日本化学会秋季年会における連合討論会として、本会主催で第1回化学史シンポジウムが行われました。そのとき多数の聴衆を集めた福井謙一先生の講演の記録が本号に掲載されております。また、本年9月には「触媒化学の歴史」をテーマとして第2回化学史シンポジウムが北海道大学で催される予定になっております。新しくスタートした化学史シンポジウムが、会員の皆さんのご理解を得て、今後本会行事として定着して継続的に開催できますように、企画者の一人としてその主旨を説明しておきたいと思います。

連合討論会というのは、ご存知のように、化学関係学協会連合協議会に加盟している学会が日本化学会の秋季年会（地方で開催）に日本化学会と共に催する形で参加するものです。講演募集・プログラム編成等の実務は各学会が主体的に行い、その経費は日本化学会によってまかなわれます。

日本化学会の年会には「化学史・化学教育」という部門がありますが、化学史関係の講演はほとんどないのが実情です。これは、筆者の経験からして、広汎にわたる化学史的内容を10分足らずの時間内に語るのは至難の技であるためではないかと思われます。また、この部門のプログラム編成が主として化学教育関係のかたがたによって成されているからでもあります。

多くの化学者の参集する日本化学会において、化学史的講演がほとんどない現状は本会にとっても大変不幸なことあります。化学史は自分とは別ジャンルの研究者るものであるとか、あるいは

暇（ゆとり）のある趣味人のものであるという印象を化学者一般に与えてしまいかねないからです。

このような現状を何とかしようとして企画されたのが化学史シンポジウムです。討論会とも研究発表会とも呼ばずにシンポジウムとしたのは、独創性・新規性とか難しい議論は別にして、アマチュアも気楽に発表できて「化学史を勉強して化学を10倍楽しめる」（立花太郎、『本誌』、1984, 125）催しにしたいからです。そのこころは、化学史を肴に一緒にイッパイやりましょう……ということです。

化学史シンポジウムは、研究現場にいる化学者が自分の専門分野の流れを整理して語り、自らの研究の占める位置を再認識する「化学者による化学者ための化学史」（立花太郎、『本誌』、17, 1 (1990)）の場となることを期待しての企画です。この点、化学史学会の年会である「化学史研究発表会」との性格の違いをご理解いただきたいと思います。内容的には、以前筆者が紹介したアメリカ化学会化学史部門の年会（山口達明、『本誌』、1986, 121）のようなイメージです。これによって、化学史に興味を示す化学者の数が増え、化学史の裾野が広がっていくことを期待しております。

この場で語られる化学史は、化学史学者が有効性がないと死の宣告をしたといわれる伝統的化学史となる事でしょう。それは、確かに化学史学ではないかも知れませんが化学史的事実のはずです。化学史の啓蒙と共に、後世の化学史学者のために化学史資料を記録・収集することも化学史学会の重要な任務であります。化学史シンポジウムがこのような本会の目的にかなう活動として継続され、発展していくことを願っております。

1991年7月3日受理

* 千葉工業大学工業化学科

連絡先：〒275 習志野市津田沼 2-17-1

[資料]

東京帝国大学理学部旧制化学科における卒業研究
発表会のプログラム (1916~1953) II

佐佐木 行美*・立花 太郎**

昭和15年2月24日

- 青木 文雄 (柴田) a) 高温高壓下に於ける礦物の
加水分解に就て b) 金屬原子に配位せるアムモニ
ア分子の空氣による酸化に就て
- 小澤 邦男 (久保田) 觸媒性と振動
- 垣内 祐三 (水島) ヘキサンの熱分解生成物に就て
- 曾良 忠雄・依田 修 (左右田) a) *Charonia lampas* の Sulfatase に就て b) 細菌の Sulfatase に就て
- 北里 又郎 (水島) 重エチルアルコールのラマンス
ペクトルに就いて
- 近藤 希賢 蛋白質分子の大きさに就て (久保田)
- 斎藤 信房 (木村) a) 第93番元素の生成に就て
b) 中性子に依るトリウムの核分裂
- 武島 達夫 (久保田) "Ginkgo Biloba L." の葉中
に含まれる 5,8-Dihydroxy-4'-methoxy-flavone
と想定される物質の合成研究に就て
- 田地 隆夫 (山口) ケル効果の測定に就て
- 立花 太郎 (鯫島) 油の表面粘性に関する研究
- 戸村 正夫 (水島) 溶液法に依る双極子能率の測定
- 中牟田 昌治 (鯫島) 液體薄膜の強度測定に就て
- 南部 慶一 (漆原) コレスチリルブロミドに對する
臭化水素の附加反応
- 錦田 知純 (鯫島) 電子廻折による觸媒表面の研究
- 橋田 敏次郎 (水島) 二ベンジル及び其の誘導體の
分子構造に就て
- 橋本 鐵郎 (鯫島) 超音波による化學反應に就て
- 松浦 二郎 (木村) 中性子に依るウランの核分裂に
就て
- 緑川 汎 (久保田) ベクチンの構造に就て

1990年4月26日受理

* 東京大学名誉教授

** お茶の水大学名誉教授

- 安田 洋一 (水島) 標準法に依る電波吸収の測定
渡邊 格 (水島) 気體の透電恒數の測定

昭和16年2月27日

- 今井 輝夫 (漆原) $\Delta^{9:14, 10:11}$ -Decahydrophenanthrene の合成
- 内丸 忠彦 (左右田) グルコーゼ硫酸エステルの微
生物による分解性に就て
- 小野 時男 (柴田) Hydrothermal Reaction に就
いて
- 平林 久雄 (水島) 超高周波焰状放電による化學作
用の研究
- 柿原 幸二 (水島) 超高周波放電の分光學的研究
- 河合 貞吉 (木村) 滿洲國海城産綠色の一放射性礦
物に就て
- 島内 武彦 (水島) 赤外線吸収スペクトルによる分
子構造の研究
- 鐸木 啓三 (鯫島) Sedimentation Volume に就
て
- 竹田 政民 (水島) ラマン効果による分子内廻轉の
研究
- 田中 大二 (久保田) クロコン酸の生成及び性質に
就て
- 塚田 剛藏 (久保田) 公孫樹葉中の成分 $C_{11}H_{14}O_5$ の
構造に就て
- 津曲 直臣 (木村) 滿州國海城産褐色の一放射性礦
物に就て
- 寺田 良一 (鯫島) 液體薄膜の強度測定に就て
- 中内 正夫 (漆原) エチレン結合に臭化水素の附加
に對する酸素の効果に關する實驗
- 中村 雅雄 (木村) X線スペクトルによるコバルト
及びニッケルの分析
- 早川 保昌 (山口) 電氣爐による輕金属冶金の研究
- 平田 義正 (久保田) 蛋白質分解生成物に就て
- 平林 康治 (南) a) 和歌山縣太地產カリ長石中の

- バリウムの定量 b) 新潟縣瀬波温泉中のルビヂウムの定量 附 同温泉及び本邦其他の温泉中の石灰華に就て
 藤代 亮一(水島) 化學反応のラマン効果による研究
 古川 利夫(山口) 鹽化アルミニウムの加水分解に就て
 三宅 精三(鮫島) シリカによる氣體の収着
 牟田 明徳(山口) 紫光放電電解及び其の機構
- 昭和16年12月20日
- 池田 利男(山口) ガラス電極の構造に就いて
 大塚 英二(鮫島) 煙霧質の液體に對する吸收に就いて
 大矢 博毅(木村) a) ウラン核分裂に依るセリウムの生成 b) 本邦に於けるストロンチウムの資源
 岡本 康(水島) a) 1,2-クロルヨードエタンの双極子能率及び分子内部回転に就て b) レシチンの双極子能率に就いて
 可兒 茂夫(久保田) 公孫樹葉中の一成分 $C_{11}H_{14}O_5$ の構造に就て
 小出 靖(漆原) シクロヘキセンに對するハロゲン化水素の附加反應に於ける白金黒の觸媒作用
 上妻 常英(久保田) 還元による一種のグリコール開裂に就て
 小林 肇(山口) 弗化物の三元狀態圖
 高谷 通(久保田) 一芳香屬アルデヒドの合成
 武井 格道(鮫島) 接觸角の測定
 田中 信行(木村) a) X線分光法、比色法並にボーログラフ法によるニッケル及びコバルトの定量
 b) 本邦鐵泉のニッケル及びコバルト含量
 谷岡 良雄(柴田) 燐礦の分析的研究
 角田 健一郎(水島) 正ブタノン及びイソブタノン分子の基準振動に就て
 虎岩 博(鮫島) 煙霧質粒子の熱的分離法に就いて
 西村 秀夫(左右田) グルコスルファターゼの研究
 野島 徳吉(左右田) L-グルコーゼ硫酸エステルに対するスルファターゼの作用
 早川 銀七郎(久保田) 黃變米色素の研究
 原 一郎(漆原) $\Delta^{9:14, 10:11}$ -Decahydrophenanthrene の合成に就いて
 藤井 瞳雄(左右田) サッカラーゼの作用に對する蔗糖硫酸エステルの影響に就いて
 水島 容二郎(水島) 超高周波焰型放電の化學的研究
 宮原 豊(水島) 1,2-クロルヨードエタンの固態及び液態のラマンスペクトルの研究
 毛利 駿(漆原) コレステリン誘導體に對するハロゲン化水素の附加
 柳 尚雄(南) 伊豆片瀬温泉中の稀アルカリ元素に就て
 山崎 徳郎(鮫島) 沸石類 X 線圖の脱水に依る影響
 山村 三治(久保田) ラクトンとデアミンとの縮合
- 昭和17年9月16日
- 朝比奈 政勝(山口) $MgSO_4$, $NiSO_4$ 溶液の光芒電解による生成物に就て
 伊澤 正實(鮫島) アンモニアの接觸酸化
 市嶋 熊(水島) 正ブタノン及び1,2-二クロルエタンのラマンスペクトルに就て
 大谷 雅男(山口) Debye-Falkenhagen 効果(溶液の電氣傳導度の高周波効果)
 小野 廣太郎(水島) 超高周波放電の化學的研究(其一)
 福士 幸雄(水島) 超高周波放電の化學的研究(其二)
 柏木 肇(漆原) $\Delta^{10:11, 9:14}$ -デカヒドロフェナントレンの合成
 木越 邦彦(木村) ウランの原子核分裂によるオスミウム、イリヂウム及び白金の生成(其一)
 關原 猛(木村) ウランの原子核分裂によるオスミウム、イリヂウム及び白金の生成(其二)
 北原 文雄(鮫島) 固體液體間の吸着に就て
 吉川 充雄(久保田) Triazin 誘導體の合成
 佐々木 諭(水島) 飽和炭化水素の異性化の研究
 四方 和夫(漆原) 脂肪酸より製造せる高級オレフィンの研究
 田島 榮(山口) 合成樹脂の膜電位
 東條 英(木村) 伊香保温泉及び修善寺温泉の化學的研究
 豊島 清(久保田) d-Taloschleimsäurelacton の構造に就て
 中川 鶴太郎(鮫島) 單一泡沫に關する實驗
 沼田 靖行(久保田) 或有毒素の構造に就て
 長谷 榮二(久保田) 接觸法によるメチル化
 半谷 高久(木村) 多摩川及び道志川の化學的研究
 藤田 義明(鮫島) 煙霧質の濾紙透過度
 本田 雅健(南) ストロンチウムの地球化學的研究
 本間 義英(久保田) 接觸反応によるメチル化に就て
 益子 洋一郎(水島) a) 交流電源を用ふる透電恒數測定裝置の製作 b) 二ハロゲンエタンの電子迴折實驗結果の再検討
 松本 重一郎(左右田) 海產動物の糖蛋白質の性質に就て
 三川 幸夫(水島) 赤外線吸收スペクトルに依る分

子構造の研究

若野 精二 (漆原) オクタデセン重合體の組成に就て

和田 忠相 (水島) ラマンスペクトルに依る炭化水素混合物の分析

昭和18年9月11日

飯村 富士郎 (漆原)

(i) 高級オレフィン及ビソノ重合体ニ就テ

(ii) ビナコリンノ誘導体ニツイテ

浦川 則男 (木村) 金属Al中ノ酸化アルミニウムヲ定量スル新方法

占部 誠亮 (久保田) 或有毒素ノ構造ニ就テ

大段 政春 (水島) ニブロムエタンノ低温ニ於ケル蒸気圧ニ就テ

河野 通郎 (水島) (a)非対称四クロルエタンノ分子構造 (b)数種ノ物質ノ電波反射ニツイテ

神戸 博太郎 (鈴島) 液体膜ノ安定度

木村 雅男 (山口) NiSO₄, CoSO₄水溶液ノ光芒電解ニヨル生成物ニツイテ

木村 鎮 (久保田) (題目不詳) (アセチレンノ水和反応ニ関シ接触反応論的研究ヲ行ヒ、有機金属化合物ガ有効ナルコトヲ発見シタ)

坂上 正信 (山口) 溶液の傳導度ノ周波数効果

高橋 詩 (漆原) 肉桂酸、肉桂酸エチルニ対スル臭化水素ト酸素ノ作用

田村 淑 (鈴島) 粘度計ノ製作

鳥居 鉄也 (木村) カシンベック氏病病源ニ関スル化學的研究

藍原 有敬 (水島) 超高周波焰型放電ノ化學的研究 (其一)

i CO₂中ノ放電

ii air "

長倉 三郎 (水島) 超高周波焰型放電ノ化學的研究 (其二)

中島 章 (漆原) Hexo estrolノ一合成法及ビ、イソサフロールノ二分子縮合反応ニツイテ

中西 正城 (木村)

(i) 螢光法ニヨル微量ウランノ定量ニツイテ

(ii) 増富鉱泉ニ関スル地球化學的研究

中埜 邦夫 (木村)

i ウランノ核分裂生成物中ノ砒素ノ存否

ii 熱海温泉ニ関スル地球化學的研究

iii 沃素滴定ニ関スル一二ノ知見

野田 春彦 (水島) 正ブタン、イソブタンノ分子振動

井上 勝也 (鈴島) カーボンブラック粒子ノ大サ及

ビ眞比重

松浦 良平 (鈴島) カーボンブラックノ氣体吸着作用

三川 礼 (久保田) CH₃[CH₂]₇COOH (ペラルゴン酸) ヨリ電解ニヨリ CH₃[CH₂]₁₄CH₃ (セタン) ヲ合成ス

村上 悠紀雄 (木村) V, Cr, Moニ関スル分析化學的地球化學的研究

八木 康夫 (左右田) フェノール硫酸酵素ニ関スル研究

矢野 万里 (久保田) 糖酸ト、テトラオキシヘキシリエンデアミントノ縮合ニヨリ、高分子化合物ヲ得ント試ミタ。

山縣 登 (南) 煙草灰中ノ Rare Alkaliニ就テ

吉野 諭吉 (南) 微量 Sbノ分離、定量法ノ研究

昭和19年及び昭和20年9月に卒業のクラスは報告会無し。^{注1)}

昭和21年9月19日

青柳 茂 (漆原) H₂O₂に對する 8-Oxychinolin の安定作用

飯田 廣 (漆原) 酸素効果のサンプルとしての β-メチルスチレン

石原 健彦 (鈴島) 無煙帶の生成に就て

石本 真 (左右田) Metachromasy の種々の物質による影響

上野 精一 (木村) 原子爆弾による地下水の汚染に就て

江田 啓一 (水島) AgBr結晶の Photoconductivity の測定について

大塚 和正 (水島) Qメータによる透電体損失角測定について

權藤 卓也 (木村) ポーラログラフによる重金属の

注1) 雜誌会の資料には無いが、

木村健二郎先生記念誌編集委員会編集・発行「遠き嶺々木村健二郎その時代」(自費出版 1990)にこの年度に於ける木村研究室の卒業研究のテーマが記されている。

昭和19年9月卒

梅本 春次 タンタル中のニオブの比色定量; 長谷川 泰一郎 満州産芒硝中の硼素の定量; 藤原 鎮男 ジルコニア中のハフニウムの定量; 森田 良美 南方地域飲料水中の重金属の定量

昭和20年9月卒

石森 富太郎 満州國海城産ユークセナイトのラヂウム同位体の抽出; 大橋 茂 煙灰中の銅鉛の定量; 斎藤 一夫 煙灰中のゲルマニウムの定量; 山寺 秀雄 新有馬温泉よりセシウムの抽出

微量定量

- 佐伯 慎之助（水島） 1) リグニンの水素添加分解
2) ゼラチンの赤外線吸収
- 佐々木 英規（久保田） 葡萄糖の硝酸による酸化
- 下河原 達哉（木村） Vivianit の有効磷酸
- 田丸 謙二（鮫島） 1) Cellulose の熱分解及び燃焼に及ぼす塩類の影響に就て 2) 炭化及び無定形炭素 3) 炭の湿式酸化
- 辻川 郁二（水島） ブリッジ法による透電率及び透電体損の研究
- 寺田 宏（鮫島） 煙霧質の沈降と容器の形状との関係に就て
- 永松 一夫（鮫島） Cellulose の炭化の X 線的研究
- 副辺 康雄（水島） 高分子化合物の赤外線吸収について
- 水上 隆介（山口） 亜硫酸を電解的に硫酸にする実験
- 水島 正喬 滴定に於ける指示薬の用法について（水島）
- 武藤 伸（久保田） アセトアルデヒドのアルコールへの接触還元
- 村山 定男（木村） 1) 有馬温泉に関する二三の考察
2) Dithizon による貴金属の比色定量
- 守永 健一（木村） 福島県産イットロくさび石及びイルメノルチルに就て
- 由本 碩亮（水島） 超赤外線に関する研究
- 吉野 常夫（水島） プレート板の多い精溜塔の製作
- 米澤 久（木村） クルクミンによる微量砒素の比色定量法に就て
- 若麻績 盛夫（水島） 松根油中の水酸基の定量

昭和22年9月17-18日

- 井出 幸三（漆原） 水を溶媒とする場合のエチレン化合物に対する臭化水素の附加並びに酸素効果
- 市川 博正（鮫島） 加熱による蔗糖溶液の着色に対する塩類の觸媒作用
- 市川 濟・角 正夫（漆原） 比較的還元性を有する物質に対する臭化水素及び酸素の作用
- 宇井 信生（水島） 空気残光の機構について
- 内田 久雄（左右田） 蛋白質のにごり
- 江原 望（漆原） 各種無機化合物と臭化水素の反応に於ける酸素の効果について
- 遠藤 和良（鮫島） 二三の膠質溶液の浸透圧測定
- 大塚 由己（水島） Q メーター法による液体の透電体損の測定
- 春日 貞一（水島） 高分子化合物による光散乱
- 久保 彰治（木村） 貝殻の無機成分について

- 昆布谷 竹郎（鮫島） アルギン酸ナトリウムの粘度
- 後藤 明夫（鮫島） 沃素澱粉の吸収スペクトル
- 佐藤 一俊（鮫島） 鉄に依る CO 接觸的分解の機構並びに生成 Carbon の性質について
- 佐藤 秀之（山口） 二三の無水物に依るアルコール水溶液の濃縮
- 酒井 正美（漆原） 各種無機化合物と HBr の反応に於ける酸素の効果について
- 鈴木 堅之（左右田） 緑膿菌 *Pseudomonas Aeginosa*, *Bacillus Pyocyanus* の粘液に関する研究
- 田中 郁三（水島） 二三のアミノ酸の合成並に抽出及びその分子構造の研究
- 高木 健二（南） 長野県諏訪鉄山及其附近の数種の元素分布 (P As V Ge Ga, 及びアルカリ金属元素等)
- 高橋 幹雄（山口） 電解研磨
- 高宮 正（漆原） シクロプロパン誘導体の酸素効果
- 坪井 正道（水島） 赤外線吸収に依る高分子構造の基礎研究
- 中西 良治（漆原） エノル型化合物に対する臭化水素の附加とその酸素効果
- 長島 弘三（木村） 福島県安達郡白岩村産含マンガンフェルグソン石について
- 蜷川 宏（漆原） α, γ -Butadien- $\alpha, \alpha, \delta, \delta$ -tetra Carbonsäure-tetra äthyl ester に対する臭化水素の作用と酸素効果
- 額田 健吉（水島） 高周波電場に於ける蛋白質分子の変化について
- 馬場 宏明（水島） 多原子分子の力の定数 グリシンのラマンスペクトルとその分子構造との関係
- 深井 麟之助（木村） 海棲動物中のバナデウムについて
- 前田 宰三郎（木村） クロムアンミン錯塩の水溶液に於ける吸収スペクトル
- 松原 裕（山口） 交流に依る Ni, Mo, Cu の電解研磨
- 向井 昭郎（水島） グリシン及びその誘導体の合成とそれ等のラマン効果について
- 山下 雅弘（漆原） Ethylene 結合に対する沃化水素と酸素の作用について
- 横山 祐之（木村） 天然水中のラヂウム系及びトリウム系放射性元素について
- 吉田 昭（左右田） 硫酸エステル分解酵素（ズルファターゼ）に就て
- 渡辺 力（漆原） Allentetra carbonsäure äthyl-ester の合成及びそれに対する臭化水素の作用及び

酸素効果

昭和23年3月1日-2日

- 池田 長生(木村) 稀土類元素の塩基性醋酸塩によるヨードの吸着
 石井 信一(漆原) *p*-Toluolsulfonsäure-*l*-methyl-ester の鹼化反応の際の Walden 転移について
 石田 良平(南) 長野縣蓼科山諏訪鉄山に産する Jarosite について
 磯 晃二郎(水島) シュリーレン法による擴散定数の測定について
 市川 俊之(漆原) *p*-Toluolsulphonsäure chlorid の AlCl_3 に依る転移現象について
 犬飼 孝(島村) 芳香族遊離基の置換反応に於ける反応性に就て
 金指 元憲(島村) 芳香族遊離基の置換反応に於ける反応性について
 井口 洋夫(鮫島) 1) 各種炭素の電気導度とその内部構造 2) 二三の粉体状芳香族炭化水素の電気導度
 植村 廉(漆原) Styren oxide の合成これに臭化水素の附加
 江本 義理(木村) 隨伴鉱物間に於けるラヂウムの分配
 大野 光(山口) 電子顕微鏡に依る物体表面の観察
 岡田 重文(山口) 黒鉛の油懸濁性(Oilday)
 片山 幹郎(水島) アラニン及ヘキサクロルデシランのラマン効果
 北村 元仕(島村) 1,4-Diphenyl-1:4-di-p-Nitrobutatrien の合成
 坂下 潔(水島) 光度計による血清蛋白の溶解度の研究
 坂上 信次(鮫島) 保護膠質としてのアルギン酸ソーダに就いて
 白井 道雄(水島) 低周波透電体損及び絶縁抵抗測定
 高橋武美・日野 於菟夫(漆原) *pp'*-Dioxy $\alpha\alpha'$ -dimethyl debenzyl 及び *pp'*-Dioxy $\alpha\alpha'$ -dimethyl stilben の合成
 田中 元治(木村) 過酸化銀によるマンガンの比色定量
 田中 亘(漆原) フルフラルの Cannizzaro 反応における酸素の影響
 玉虫 伶田(水島) ポーラログラフによるシスチン及びミルテナールの研究
 竹西 忠男(島村) 有機化合物中の弗素の定量
 中川 直哉・二木 利介(島村) Tetraphenylethyl-

- ene 誘導体の cis-trans 異性化反応に就て
 長谷川 賢(漆原) 高級アルコールの分離、確認及それを用ひての Wetting agent の合成に就て
 福士 俊逸(鮫島) Coacervation に就て
 福田 清成(鮫島) 生体膠質の界面化學的研究
 不破 敬一郎(木村) 黒潮流域に於ける弗素及び酸素の垂直分布
 古谷 公男(木村) セシウム鹽の分別結晶による精製及びエカセシウムの濃縮
 三崎 隆(漆原) Leucic acid 及び α, β -dioxy- δ -methyl capronic acid の合成
 山田 彰(木村) 鉄と共に存する銅及び鉛のポーラログラフによる定量
 山本 修(水島) 振動スペクトルによる水素結合の研究
 米本 理(水島) クロマトグラフによるアミノ酸の吸着
 山科 郁男(左右田) Myrosulfatase の Substrate に就て

昭和24年3月3日

- 小山田 昭夫(鮫島) Glycogen と Amylose の沃度反応
 川谷 徹男(水島) 透電率測定器の製作
 山羽 力・草間 慶一(左右田) セルローゼ硫酸カリに依るカタラーゼの阻害機構
 倉田 正也(島村) ニトロソアセトアニリドの分解反応
 塩出 忠次(島村) 有機化合物の帶電に就て
 菅野 浩(水島) 結晶卵白アルブミンの諸性質の測定
 鈴木 祝壽(鮫島) 炭素の酸化による膨潤現象の X 線的研究
 鈴木 弘(島村) Dimethyl stilbene の cis-trans 異性化反応に就いて
 高橋 浩(鮫島) X 線回折に依る縮合多環芳香族炭化水素の粒子の大きさの決定
 武田 三郎(水島) B. H. C. のラマン効果
 土屋 黙(水島) 光學的方法に依る蛋白溶解度の測定
 永井 重松(漆原) *p*-Toluen sulfonyl chloride の ortho への移転
 諸橋 又藏・中島 篤之助 種々の鉱物に於ける稀土類元素の分布
 中村 三吉(水島) 結晶(血漿?) 馬血清アルブミンの精製とその色素との結合について
 中谷 良平(漆原) グルタコン酸およびそのエチル

エステルの合成と各々に臭素、臭化水素の附加並びにそれに附隨する諸反応について
西尾 成久（漆原） グルタコン酸誘導体の合成並びに其の反応機構の研究
西原 富雄（水島） ラマンスペクトルに依るアミノ酸の分析
橋本 邦之（島村） α -Aminosäure-N-carbonsäure anhydrid の合成の試み
浜口 浩三（鮫島） 單分子膜法による蛋白質の吸着に関する研究
浜島 求女（島村） サイクロヘキセンの酸素による酸化
早川 純正（漆原） 松根タール中のアルデヒドに就て
藤岡 修（水島） N-メチルアセトアミドのラマン効果
本多 恵羊（鮫島） 膨張計に依る澱粉糊化 (α ・ β 転移) 温度の測定について
山崎 誠（左右田） クルペインの分離及び精製
山本 久夫（漆原） メールワイン-ボンドルフ還元反応とオッペナウア-酸化反応について
米山 良昌（水島） 檐円偏光による薄膜の研究
蒲生 格（水島） 励起状態に於ける水分子の原子價角に就て

昭和25年 2月24-25日

秋山 好弘（島村） N-ニトロソ-p-ニトロアセトアニリドのニトロベンゼン中の分解反応について。
淺野 泰資（木村） 無色イオン交換重合体によるクロムイオンの研究。
阿部 昂（水島） 二、三のエタン二置換体の回転異性体について。
池田 禮二（漆原） 4,4'-dihydroxy- α , α' -bis-methyl-mercapto-stilbene の合成について。
遠藤 明太郎（鮫島） 石炭タール抽出物 (coronene) 受磁率測定。
大木 道則（漆原） 硫黄を含むヘキセストロール類似体について。
大深 敏夫（鮫島） 石鹼溶液に於ける色素の変色について。
岡部 美夫（漆原） β -cholestane-triol の NaOAm 処理による変化について。
加藤 栄三・近藤 英治・杉田 忠男（水島） 赤外線吸収によるアセチルアミノ酸誘導体の構造研究。
佐々木 真（左右田） ヒアルロン酸とヒアルロンダーゼについて。
澤井 政信（漆原） α -cholesterol oxide と car-

bonyl 化合物の反応について。
末高 治（森野） B. H. C. 及びその近縁物質の分子構造について。
末綱 愛里（木村） ルビジウム塩及びセシウム塩に関する研究。
高橋 義衛（左右田） 酵母による Cysteine の分解。
千葉 雄彦（森野） 分子線検出器に関する研究。
常富 榮一・宮沢 辰雄（水島） 蛋白質の基本構造に関する研究した低分子化合物の構造の研究。
細谷 東一郎・坪村 宏（水島） 人血蛋白の分離。
坪村 宏・細谷 東一郎（水島） 馬血清アルブミンと無機イオンとの結合について。
夏目 晴夫・八島 舜一（木村） ランタン、セリウム、プラセオズム、及びサマリウムの化合物に関する研究。
藤本 昌利（南） エチル・キサントゲン酸カリによるモリブデンの比色定量。
松浦 辰男（鮫島） 淀粉の分別 (fractionation) 及び膨張計による澱粉糊化 (α 、 β 転移) 温度の測定について。
松尾 稔士（木村） 質量分析器によるガス分析。
三雲 昂（森野） 気体電子回折法による 1,2-Dibromoethane の分子構造の研究。
森 正保（木村） コバルトルテオ塩化物と若干の金属塩化物とのつくる新しい複塩について。
米山 昭（木村） カリウムの放射化学分析について。
河合 春菜（左右田） 無機塩類の植物に及ぼす影響について。

昭和26年 3月 8-9日

阿部 俊彦・右田 俊彦（島村） a) パラニトロ-N-ニトロソアセトアニリドのアニソール中に於ける分解反応について b) N-ニトロソ-p-アセトアニシダードのニトロベンゼン中での分解反応について。
天谷 和夫（森野） 二次元電子倍増管を使用したラマンスペクトル強度測定装置の製作
石森 達二郎（南） イオン交換樹脂による Sb, Sn の分離
稻本 直樹（島村） a) カルボン酸の銀塩と臭素との反応について b) α - α' アゾ-ビス-イソブチロニトリルを触媒とするトリクロロエチレンの重合
荻野 一善（鮫島） 炭素類に対する臭素の吸着について
水島 昌世（島村） N-ニトロソアセトアニリドの室温におけるフェノールとの反応
木方 行郎（左右田） Proteus vulgaris (HX 19) による Cystein の分解について

朽津 耕三・杉浦 幹夫 (森野) a) 電子線廻折に及ぼす分子内振動の影響 b) 電子線廻折によるクロルアセチルクロライドの分子構造の研究

篠田 耕三 (赤松) a) ラウリン酸加里水溶液の Solubilizing power に及ぼす高級アルコールの影響 b) ラウリン酸加里水溶液の c, m, c に及ぼす高級アルコール、塩等の影響 c) ミセルの形成とその会合数 d) ミセル形成の臨界濃度

芝 祐邦 (鮫島) 縮合多環芳香族化合物の蒸気圧

新宮 啓司 (漆原) Azo-resorcin の合成

鈴木 昭三 (水島) デエチルアミンの回転異性体の研究

左右田 禮典 (水島) Acetylglucine-N-methylamide の赤外線吸収

又賀 昇 (水島) Acetylleucine-N-methylamide の赤外線吸収

高本 進 (木村) 微量の鉄のチオシアン酸塩による比色分析について

中井 重次 (木村) 本邦産鉱物より「ゲルマニウム」の抽出

中川 一朗 アセチルハライド誘導体の回転異性体について

長濱 雅夫 (鮫島) 塩素酸カリウムの接觸分解反応について

野村 昭之助 (島村) α 、 β -dimethylcinnamic acid に対する臭化水素と酸素の反応について

芳賀 敏郎 (森野) 2,3-二メチル2,3-二クロロブタンの分子構造

長谷川 均 (島村) 過酸化ベンゾイルとフェノールアセテートとの反応に就いて

村松 剛 (左右田) Hyaluronidase について (精製、拡散恒数の測定、その他)

八代 健輔 (木村) a) セリウムを加へた硫化カルシウム蛍光体について b) 新型可変抵抗を使用せる高周波滴定装置

山田 雄次郎 (水島) 精密分離によるアミノ酸の分離に就いて

長谷川 利男 (森野) フルオロヒドラジン N_2H_5F 及びクロロアセタミド $ClCH_2CONH_2$ の X 線結晶解析

昭和27年3月6-7日

荒川 泓 (森野) 気体電子線廻折法によるアセチルクロライド及びプロマイドの分子構造決定

井口 昭 (南) $MsTh_1$ と $MsTh_2$ の分離について

石井 昭 (漆原) Phenyl magnesium iodide と MnI_2 との反応

井上 博愛 (島村) 過酸化ベンゾイルとトリブロムフェノールとの反応

江原 亮 (島村) p -, p' -dinitro- α ,- α' -dimethylstilien の合成

白山 健三 (島村) p -, p' -dinitro- α ,- α' -dimethylstilben の合成

影山 英一 (島村) N -ニトロソアセトアニリドの酢酸フェニル中に於ける反応について

黒崎 和夫 (水島) アセチルプロリン N メチルアミドの分子構造

昆布谷 吉蔵 (赤松) Soap micelle による Oil の solubilization 及び alcohol のそれに対する影響

小山 次郎 (左右田) 硫酸還元菌に就て

佐々木 行美 (南) 長崎市西山土壤中の fission products の抽出

紫藤 延彦 (水島) クロルアセトンの分光的研究

三宅 昭久 (水島) $Cl_2CH \cdot COCl$ 、 $Cl_3C \cdot COCl$ の回転異性について

竹尾 健一 (島村) ナフタレン- l -C¹⁴ の合成

土橋 源一 (島村) 過酸化ベンゾイルと酢酸フェニルの反応について

南雲 正 (木村) 化学探鉱に関する研究

平河 喜美男 紫外線吸収による水素結合の研究

福島 辰久 (赤松) 縮合多環芳香族化合物の Cathodoluminescence 及び Absorption spectra について

堀越 晃 (島村) チオフェノールによる cis-スチルベンの trans-スチルベンへの転位反応について

松永 義夫 (赤松) 縮合多環芳香族化合物の受磁率について

宮本 晃 (漆原) 6-メチルコレスタンジオール-3(β), 6

森田 司郎 (島村) α 、 α' -アゾビス-1ソブチロニトリルと塩化オキサリルとの反応に就て

矢口 公彦 (木村) ベリリウムの新呈色試薬について

山口 一郎 (森野) ラマンスペクトルの強度測定装置の製作研究

山高 昭 (左右田) 酵母の呼吸に伴うメタ磷酸の生成について

山寺 礼三 (漆原) アセチルピナコリンの二つのエノル型について

和田 昭允 (森野) 二・三の有機硅素化合物の双極子能率について

昭和28年3月

旧制最後の業績報告会に関しては記録が未発見である。

[紹 介]

曹元宇（木田茂夫、山崎昶訳）『中国化学史話』裳華房、東京、1990、B6版、上巻228頁、下巻275頁、各1339円。

原著者の紹介 訳書には原著者の紹介がないので、まずそれから始めよう。曹元宇（1898—1988）は安徽省歙県雄村の生まれ、学者の家庭で万巻の書物があったので、3、4歳ころから書物を読み始め、10歳ころまでに四書、五經、老子、莊子などを読み上げたという。これは後年中国化学史研究において古籍を広く自由自在に涉獵しうる素地をつくった。

その後、蘇州工業専科学校で学び、1920年（大正9年）、22歳で公費留学生として日本に渡り、東京高等工業学校（現、東京工業大学）で工業化学を専攻した。

1926年に帰国し、南京工業専科学校、中央大学（現、南京大学）、浙江大学、北洋工学院、浙江医薬専科学校（現、浙江医科大学）の教職を歴任し、分析化学、無機化学、有機化学、生物化学、理論化学、化学機械、化学史を講義した。化学機械の講義は当時としては早かったといえるであろう。1934年に、中国の大学では最初の化学史課程を中央大学に創設して担当した。

中国化学会は戦争の最中の1932年に首都南京で創立されたが、曹元宇は発起人45人の一人であった。1949年、中華人民共和国の成立とともに、鎮江市の江蘇医学院（1956年、南京に移り南京医学院と改称）の教授となり、その後の生涯ここに落ち着いた。（訳書に南京大学医学院教授であるのは誤りで、南京医学院は南京大学とは別個の医科大学である。中国では総合大学に医学部がないのが普通である。）南京医学院では始めは生物化学教研室主任、文革中は化学教研室主任、文革後は医学史教研室主任となった。文革では蔵書と資料



曹元宇教授とその家族（1968年撮影）

のすべてを失った。

化学史家としては、1933年に「中国古代金丹家の設備と方法」を『科学』に発表したのが最初である。中国のアルケミーは、不老不死の丹薬を作る煉丹術と、黄金を作る鍊金術とからなるので、「金丹術」という表現が最も適切であるというのが曹元宇の見解である。金丹術の文献が数多く収録されている『道藏』から、実験器具の原図を紹介し、近代化学的に解明したこの先駆的論文は、国内で反響をよんだのみならず、英訳されてアメリカの『化学教育誌』にも載った。化学、医化学、化学史、医学史、本草、食品史など、曹元宇の著書と論文は多岐にわたるが、その主要なものを次に挙げておこう。

（著書） 1)『撮影術』(1937), 2)『定量分析』上下(1939), 第8版(1954), 3)『血液的臨床化学検験』(1952), 4)『尿的臨床化学検験』(1952), 5)『中国化学史話』(1979), 修訂本(1985), 6)『中藥大辞典』共編、全3巻(1977—79), 7)『本草經輯注』(1987), 8)晩年、編集副主任として精力を傾けた『中国大百科全書』は没後出版された。

（論文） 1)「中国古代金丹家の設備和方法」(1933), 2)「葛洪以前之金丹史略」(1935), 3)「陶隱居和他的著述」(1935), 4)「現行本草經遺佚的藥品」(1960), 5)「本草經新增藥5種」(1962), 6)「金丹術西伝問題」(1962), 7)「唐代

有無蒸餾酒問題」(1963), 8)「焼酒史料的搜集和分析」(1979), 9)「豆腐製造源流考」(1981), 10)「孫思邈出生年代考」(1983).

筆者が最初の訪中(1983年)で最初に会った学者が曹元宇教授であった。85歳にしては衰えも見えず、端整な容貌は歌舞伎の尾上松緑を想わせ、品位ある学者とお見受けした。60年前の日本留学をしきりに懐かしがっておられ、もう一度日本を見たいといわれた。高齢を危惧してお招きしなかったことを悔いている。夫人俞自萍は南京医学院附属病院の眼科教授であり、色盲に関する著書がある。長男曹凱も次男曹愈も眼科医である。長女曹京は化学技術者で現在オーストラリアに留学中。いずれも家庭をもち一児の親であるという(1991年4月10日、俞自萍書簡)。

本書の内容と特色 原書は、曹元宇編著『中国化学史話』江蘇科学技術出版社、南京(1979)である。一人で書かれたものだが、編著となっているのは、通史は多数の人々の研究に負うという謙虚な考え方からであろうか。81歳の著書であることに畏敬の念を覚える。訳書は95%の訳という。初めの方にある化学の基礎的な解説が省略されているのである。修訂本(1985)に皮革の項目が追加されたというが、訳出されていない。「史話」とは物語風の歴史で、「ます、です調」で訳されているのは、語り口にふさわしい。訳文は流暢である。人名、書名のすべてに繰り返してフリガナがつけられているが、わずらわしい。読みにくいものだけ、各章に一度でよいのではないか。原文と訳文の改行は一致しない。

人民共和国成立以来出版された三つの通史、袁翰青『中国化学史論文集』(1956)と、張子高『中国化学史稿』(1964)と本書は、それぞれ特色ある名著だが、本書が内容的に最も広範であり、一般読者を対象としているので親しみやすい。この名著が日本語で読めるようになったことを慶びたい。

化学史の通史を書くときまず問題になるのは、時代別か項目別かということであると著者はいう。(サックレーがパーティントンの膨大な化学史の書評をしたとき同じことを述べていた。) 本書は項目別を採用し、大体においてその項目の出現した年代順に扱っている。

本書は中国人の祖先、北京原人その他の原人の記述から出発する(第1章)。原人の住居跡に灰と燃えかすの層が数mにおよんでいることから、火を用いていたことが知られる。そこで石炭、石油、天然ガスが扱われる(第2章)。炉を用いた技術としては古さの順に、陶磁器、青銅、鉄と鋼の窯業がくる(第3、4、5章)。新石器時代の彩陶から始まって、古代から明清にいたる長い歴史の中での技術の発展が語られるが、鉄鋼は20世紀後半の生産状況にまで及んでいる。全巻を通じて古籍からの該博な引用があるので最大の特色で、読者はおびただしい古文献の題名、同一物質に対する多数の異名、多数の産地を教えられる。金丹術が近代化学になりえなかつた理由についての冷静な批判もある。

製紙は早い箇所(第6章)で扱われる。出現年代の古さよりも世界の文明に与えた紙の重要さからであろう。紙は従来後漢の蔡倫が発明したことになっていたが、1957年に出土した前漢の麻紙によって、この伝説は否定され、これが現存する世界最古の紙になっている。昔、長安(現、西安)から東へ行く人を、この橋まで柳の枝を折って送別したという灞橋から発掘されたので「灞橋紙」(ハキョウシ)と呼ばれている。灞は簡体字で表すときは墠とされる(音は同じくハ)。訳者はこれを墠と見誤り、「墠橋紙」(ケンキョウシ)としている。紙の起源にかかわる重要な名称であるから、機会があれば訂正されたい。

各章の末尾に和書の参考書があげられているが、潘吉星『中国製紙技術史』平凡社(1980)に目を通していれば、灞橋紙を見落とすこともなかった

であろう。ニーダムの『中国の科学と文明』で紙と印刷を執筆している、錢存訓の『中国古代書籍史——竹帛に書す』法政大学出版局（1980）もあげらるべきであろう。

このあとは、顔料、漆、染料、香料、化粧品、食塩、アルカリ、火薬、糖、油脂、酒、酢、醤、金丹術、医薬学中の化学知識、古代の物質観、ヨーロッパ化学の伝来と続く。李喬萃『中国化学史』（実藤恵秀訳『支那化学工業史』昭和16年、1941）以来の邦訳であるから、関心のある向きの渴を癒すことになろう。

中国簡体字に起因する誤訳 簡体字は正字に戻すか、日本で使われている略字に直さなければ翻訳したことにならない。上述の灞橋紙のように簡体字を見誤った例や、簡体字をそのまま訳文に入

れた例が、さっと一読しただけでも30数個所気付いた。紙面の関係もあるので、その一部だけを指摘しておく。頁数のあとが訳文で、（ ）内が正しい訳である。上 p. 117他『淮南万華術』、この書名は上下巻で一貫して間違っている。（淮南万畢術）。下 p. 185、従書（叢書）。下 p. 206、伝書（専書または専門書）。上 p. 141、王楨（王禎）。下 p. 251、『格致匯編』（格致彙編）。上 p. 112、『急薨論』（芻薨論）。下 p. 33、陸勳（陸勳）。『志怪祿』（志怪錄）。

なお、下 p. 184、約翰生はヨハネッセンではなく、ジョンソンである。下 p. 153、点と化を分けて訳してあるが、「点化」は一語で物質を変換させるという金丹術用語である。

（島尾永康）

〔紹 介〕

・パオロ・ロッシ（伊藤和行訳）『哲学者と機械』、科学史研究叢書①、学術書房、東京、1989。A5版、197頁+索引・注50頁、2800円。

『哲学者と機械』という題名は、あるいは本書の内容に関してなんらかの誤解を生み出すものかも知れない。たとえば人はそれによって機械または機械論と哲学との関係を巡る議論や、哲学者たちが機械について下した判断の史的鳥瞰などを想像するかも知れない。だが本書が主題とする問題はそれとは幾分異なったものである。その議論の骨子は明確である。すなわちそれはアリストテレスに代表される伝統的、古典的な着想、つまり機械的技術や実践的知識に対する軽視、またそれらの扱い手に対する軽蔑という着想が十六世紀から十七世紀という近世初期に徐々に解体し、機械工学的な知識の社会的評価という事態にとって代わられたという事実を明示化するためのものなのである。

議論全体の背景に否定的相関者として存在するもの、それは上記のように、アリストテレスの『形而上学』や『ニコマコス倫理学』などに典型的に見られる考え方である。たとえば家屋建築の際、アリストテレスにとって最も知恵ある者と考えられるのは、実際に梁の制作や木材の研磨にあたっている人間ではなくてそれらの仕事がいったいなんのために、またなにに向かってなされているのかを知っている人物、つまり棟梁である。棟梁の卓越性は彼が実践的であるという点にではなく、彼が自ら当該の家屋建築の原則を把握し、原因を認知しているという点に存する。そしてこの棟梁の卓越性は、論理的世界のなかにも適當な変更を加えられながら外挿される。ただ知ることそれ自らのためにのみ知るということ、それは、多

くの実利的束縛が介入するためにその純粹性が汚されている営為よりも優れている。自らのためにのみ存在する学問は<非制作的>なものである。だから制作的な知よりも観想的な知の方がいっそ多くの知恵がある。

さて、この『哲学者と機械』が主要な任務として自らに課しているのは、上記のような着想を近世初期の人々がいかに批判し、克服しようとしたのかを、当時の一次文献を綿密に涉猟することによって明らかにすることなのである。

本書の具体的な体裁をたどってみよう。まず第一章では1530年から1580年ころにかけて、当時の技術者、医者などが<事物との実り豊かな交わり>を求めて、どのようにして実践知の社会的評価を向上させようとしていたのか、その具体的な闘争の様態が浮き彫りにされる。パリシー、ノーマン、ヴェサリウス、ビリングッヂ、アグリコラなどの共通した判断、それは修辞学的逃げ口上、言語遊戯、ア・プリオリな論理的構築などよりも、現象の直接的観察、実践への注目、経験的探求を重視するということであった。たとえば鉱物学・地質学の古典の著者として名高いアグリコラは、自然観察への無関心を懸念し、書齋人が操る技巧的科学言語の秘匿化を憂いていた。それらの技術者たちの著作がもつ一貫した姿勢は、好事家が他の好事家のために書いた同時代の多くの博物学的文献よりもはるかに大きな近代性を備えていた。

またそれまで非体系的に純粹に技能的な水準に留まっていた芸術家むけの指導書もルネサンス期のいわゆる<高級職人>たちの手によって、より論理的なものになった。もっとも、そこには歴史の皮肉がある。つまり単なる作業指針の書き手として恐らくは正規の高等教育もなんらうけない今まで低い社会的地位にあまんじていた工作人たちは、ルネサンス期に至り、三次元の二次元への系統的形態変換（遠近法）やドームの理論的建設法を自家薬籠中の物とするによんで、それまでの

下層階級から上層階級に吸収され、自己の出身階級の地位を改良するのではなく、端的に自己の出自を隠蔽する方向に向かったのである。

ともあれそんな特權的芸術家たちの＜裏切り＞はさておき、単なる書斎人の生み出す概念結合が実際の経験界がはらむ膨大な可能性をなんら実効的に覆うものではないという確信は、徐々に共通のものとなっていった。またそこにおいて触れられるレオナルド・ダ・ヴィンチの解釈は注目に値する。ロッシはレオナルドの科学的手稿が過大評価されることに対してむしろ警告を与えていた。彼の手稿が埋もれたままであったのは周知の事実だが、その非公開的性格は、その非体系的性格ともあいまって、その後決定的な重要性をもつことになる＜近代科学＞の理念と抵触するものであったというのである。

そしてまさに公開性や非個人性をその本質的特徴としてもつ近代科学の理念は近世初期に徐々に形成されたものであるということ、ならびにそれがはらむ他の帰結の検討、それが第二章のおもな主題となっている。つまり知識は公共的でなければならぬという発想、知識の価値は制度化されることで確実にされるという発想、知識体系が完全に完成することは原理的にありえず、知識は本来生成過程にあるという発想、一人の人間がなしうることは所詮たかがしれているという発想、認識の主体は孤立した個人ではなく人類全体であるという発想、知識は漸進的に増大し、その意味で進歩はありうるという発想——これらの考え方が最も明確に意識化されたのは近世初期のヨーロッパなのである。ロッシはその着想が哲学的に明示化されたのはベイコンの著作においてであるという。著名なベイコン論（『魔術から科学へ』）の著者でもある彼のベイコンに関する言及は、しかし本書ではそれほど綿密なものではない。むしろここで注目しておくべきなのは、上記の近代科学の理念が内包している進歩という概念を巡る、古代

派と近代派の論争の具体的事例である。フランスにおけるその論争が、進歩という概念がそれほど該当しているとは思えない趣味判断に関する領域（詩、雄弁）にすぐに収斂していったというのは見やすい道理であるが、興味深いことに、ロッシによればその論争はイギリスでもフランスとは独立に起こり、しかもイギリスでは趣味判断を巡る古代・近代の優越論争ではなく、自然哲学、科学、機械的技術を巡る優越論争であったというのである。われわれの目から見ればごく当然に思える、工学的水準での＜進歩＞を、当時の古代派はいったいどのように否定したのか。それに対するロッシの回答は遺憾ながらいさか簡単にすぎるといえ、逆にいえば実に要をえたものである。それはグランヴィルとスタッフの対立に集約されている。スタッフは工学的で実践的な知識の台頭を「物質主義的および機械的」であると見なし、それが古来からの人文主義的伝統にとって有害であると考えていたのである。そこには事実判断に関しては同一であるが価値判断に関しては鮮やかに反転している着想が例示されているといってよい。

第三章は内容的には前の二つの章と重なりあう部分が多い。ただそれが時代的に少しずれて十七世紀を中心に活躍した人々の業績が取り上げられている。具体的にはカンパネラ、デカルト、メルセンヌ、ガッサンディ、ガリレオ、ボイル、ライプニッツなどである。それらの＜巨人＞たちをあくまでロッシは本書の問題意識にそって切りとるわけだが、そのなかで私は次の二つの点に注目しておきたいと思う。

まずはデカルトについて。デカルトの科学理念は厳密に演繹的な構造をもつものだったので、知識の進歩は、多数の人間たちが協力して漸進的に真理に近づいていくその過程そのものというよりも、普遍妥当性をもつ原理から演繹された下位の原理への移行として捉えられていた。この考え

方が機械的技術の評価に援用されるとき、デカルトのベイコンとの対比は鮮やかなものとなる。ロッシが引用するデカルトの一節はここでも紹介しておくに値するものであろう。「というのは、あらゆる技術はたとえ初めは未熟で不完全であっても、しかし何か真なるものを含み、その成果を経験が示すのですから、用いられるとともに少しずつ完全になっていくのが見られます……」技術はその実現様態がたとえ未熟でも既に＜何か真なるもの＞を含む！ ここにおいて成されているのは、工学的実在化の過程に本質的に含まれている時間性を、演繹的論理がもつ非時間性によって圧倒することであり、漸進的な実在化が随伴する差異性を一気に与えられる同一性で塗り込めることなのである。つまりデカルトは技術を哲学に近づけ、両者の差異を減殺することで、ベイコンの問題設定を骨抜きにしているのである。要をえたコメントが記載されているとはいえ、この論点があまりに簡単にしか扱われていないのは残念である。

もうひとつ、私が注目しておきたいのはロッシによる次のボイルの言葉の引用である。「手仕事において生じる現象の多くは自然誌の一部であり、したがって自然学者の関心が求められる……それらの現象は、自然がその過程から人間の力の働きによって逸らされると、我々に活動中の自然を示すのであり……、それこそ我々が自然を観察できる最も示唆に富む状態である。」（傍点筆者）人間が自然を異常状態におくときに、自然はより活性化される。これは能動的実験の存在論的価値を称揚したベイコンの着想に連なる、一種の実験哲学の原理の告白なのである。そして自然の＜異常状態＞は修辞的な概念結合の領域からは生まれないものなのである。

以上が本文の主要な内容についての筆者なりの要約・注釈である。本書にはその後に技術と自然を巡る概念分析、ベイコン解釈、プロメテウスの象徴解釈という付録がついているが、その内容の

詳述はここでは割愛する。また訳者の伊藤氏は短いながらも要をえた解説をしておられる。

あとはこの論文を通読した上で筆者が感じたことを二、三書き留めることで紹介の役割を終えたいと思う。

さてロッシ自らが書いた第二版への序や訳者の解説でも明らかのように、本書執筆に至るロッシの起動的動機は、コイレのガリレオ像（『ガリレオ研究』）批判とハイデッガー風の技術批判に対する反批判であったということはあくまでも忘れられてはならない。＜近代科学の魔術的起源＞という衝撃的な着想を巡るイェイツなどの業績と、ロッシが共通の一次文献にはあたりながらも下した判断との差が明らかにしているように、ロッシはあくまでも実証主義的で合理的な軸を近代科学の基礎に据えてものをみている。また工学的知識の勃興が当時の鉱山開発などという社会経済的背景に根ざしたものであるという指摘も科学社会学的視座の具体例として充分意義あるものである。

だが本書を通読して率直に感じるのはある種の単調さと、議論があまりに断片的なことに対する焦燥感である。たしかにロッシは実証主義的禁欲心から、観念の無駄な飛翔を自戒するために極力当時の一次文献をしてそのまま語らしめるという方法をとっている。それはそれで資料的には大きな価値をもつことは否めない。だが議論の大枠が、アリストテレス的着想に対する近代のアンチテーゼという比較的おおまかな主題に絞られ、しかもそれ自体の概念的検討がほとんど行われていないだけに、一次資料が豊富な分だけ逆にそれを支える議論の論理的骨子は単純なままに留まっているのではないかろうか。たとえばなぜアリストテレスは工学的知識をそれほど重視しなかったのか。その原因を、単に奴隸の豊富な存在に求めたり、彼自身の出自の貴族性の発現であると簡単に断定するだけで事足れりとして本当によいのか。われわれはむしろアリストテレスがその総体的な論理体

系のなかでどういう根拠に基づいて、工学的で機械的な知識を他のある種の知識よりも二次的であると見なしたのか、その思考過程をできるだけ再現してみるように努力すべきなのではなかろうか。それにかりに近世初期によくやくその発想が瓦解し始めたというのが事実だとしても、逆にいえばなぜアリストテレスの死後そんなに長い間、彼の着想は基本的に踏襲され続けたのだろうか。それを単に、没批判的な因習採用や権威主義的知識統制の成功に起因せしめるだけで事足れりとしてよいのだろうか。

さらにいえば、ロッシが取り上げる近世初期の偉人たちが異口同音に機械工学的知識の価値を顕揚したという事実を、現在取り上げ直すことには、どういう思想的意味があり、それを述べたてるロッシ自身はどういう思想的背景をもつのだろうか。

筆者はなにもハイデッガー風の詠嘆でモダニズム全体を切り捨てるなどというつもりはない。だがそれにしても、当該の問題に関する近世初期の人々の主張が、結局は勃興期の産業社会の利益関心に見事に迎合するものであった云々の批判的指摘が、ロッシの資料収集を前にして、その批判性を喪失するとはとても思えないである。

このように本書は、現在でも依然として重要な数多くの問題についてわれわれに考えさせるきっかけを与えてくれる。もあるひとつの本の価値が、その中にある回答の多さによってよりも、たとえ間接的にせよ提起された問題の多さによって測られることが許されるならば、本書は貴重な文献たりえているように思われる。

(金森 修)

[紹 介]

新着科学史書から

Crosbie Smith and M. Norton Wise, *Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin*, Cambridge and New York, Cambridge University Press. 1989. Pp. xxvi + 866. £60.00.

イギリスとアメリカの研究者が共同して取り組んだケルヴィン卿に関する伝記。800頁を超える大作で、4部構成23章からなる。第1部「自然学者の形成」では研究者になるまでの様子を社会的背景とともに論じ、第2部「古典物理学の変容」では、場の理論や熱力学をはじめとするケルヴィン卿の主に物理学上の業績を扱い、第3部「自然の経済：偉大なる創造の宝庫」では、エネルギーの拡散、太陽熱、地質学などの知識を動員して論じられた「地球の年齢」の問題に光をあて、第4部「エネルギー・経済・帝国：人間の状態の救済」では電信技術、航海術、磁気コンパスなどとの関わりを解明している。草稿や手紙など豊富な史料を用いると共に、わが国ではほとんど知られていない同時代の人物も視野に収めている。

William R. Shea (ed.), *Revolutions in Science: Their Meaning and Relevance*, U.S.A., Science History Publications, 1988. Pp. xi + 291. £30.50

1988年4月にポルトガルのCoimbra大学で開催された科学史・科学哲学国際会議の発表をもとに編纂された論文集。全部で16編の論文からなるが、統一したテーマがあるようには思えない。強いて表題を付けるとすれば本書のようなものになろう。科学哲学方面の論文が幾つか寄せられているほか、化学史関係の論文が比較的多い。たとえば、P. M. Rattansi の「パラケルスス主義的ミリューの再発見」、A. G. Debus の「化学哲学と科学革命」、D. M. Knight の「科学における諸革命：化学とロマン主義科学」。これよりもっと目をひくのは、17～18世紀のポルトガルにおける

化学を扱った論文が2編掲載されていることと、ヨーロッパ科学の植民地への影響を論じた2つの論文があることだろう。これらのテーマの選択は、開催地ポルトガルならではのもので、これまでに論じられたことのないものだけに興味深い。

David Gooding, Trevor Pinch and S. Schaffer (eds.), *The Uses of Experiment: Studies in the natural sciences*, Cambridge and New York, Cambridge Univ. Pr., 1989. Pp. xvii + 481. £17.50.

科学研究の中で実験が果たす役割については、漠然とした一般論があるだけで、現実の歴史のなかでどのような位置をしめていたのかはこれまできちんと論じられてこなかったように思われる。本書は多数の歴史的な事例や多角的なアプローチを通じて、実験の意味や機能を明らかにしようとした論文集である。「実験における装置」、「実験と議論」、「表現と実現」、「実験の支持者」、「実験の品質保証」の5部から成り、全部で14編の論文が掲載されている。ニュートンのプリズムやガリレオの実験的な論議、あるいは磁場の理論にかかる実験などが具体的に検討されているほか、実験のレトリックや認識論といった科学哲学にかかる論考、またCERNの活動を社会学的に分析したものがある。

Brian Cotterell and Johan Kamminga, *Mechanics of pre-industrial technology: An Introduction to the mechanics of ancient and traditional material culture*, Cambridge and New York, Cambridge Univ. Pr., 1990. Pp. xv + 325. £30.00.

現代工学の知識を基礎として、古代や伝統産業で使われていたさまざまな器具の働きを解説しようとした著作。扱われているものは、たとえば、第3章「Machines」では、てこ、滑車、ウィンチ、スクリュー、歯車、第4章「Structures」ではサスペンジョン・ブリッジ、柱、トラス、アーチとドームなど、この他に、Stone tools, Projectiles, Land transport, Water transport, Musical instruments の章が続く。

(大野 誠)

第2回化学史シンポジウムプログラム

(日本化学会第62秋季年会連合討論会)

共催 化学史学会・日本化学会・触媒学会

シンポジウムテーマ 触媒化学の歴史

日時と場所 9月23日(月), 24日(火) 北海道大学学術交流会館 L会場

講演時間 シンポジウム 40分 (口演 30分, 応答 10分)
特別講演 1時間15分 (口演 60分, 応答 15分)

9月23日 午後

座長 藤本昌利 (13:00~14:20)

2L01 触媒化学研究センターの歴史 (北大触媒セ) 延与三知夫
2L02 触媒研究所創設者・堀内教授の反応速度理論 (北海道工大) 中村孝

座長 山口達明 (14:30~15:45)

2L03 特別講演 触媒学会の歴史—原点から現在までの歩み— (触媒学会前常務理事) 高木徳二

座長 田矢一夫 (15:45~17:00)

2L04 特別講演 触媒研究回顧—1960年まで— (阪大名誉教授) 廣田鋼藏

9月24日 午前

座長 林良重 (9:00~10:20)

3L01 ラングミュアによる水の熱分解
—温度勾配系における表面反応の先駆的研究— (千葉工大) 山口達明
3L02 自動車触媒の歴史 (日本触媒) 市原昭一

座長 深尾謹之介 (10:20~11:40)

3L03 小林久平の酸性白土の発見 (早大理工) 高宮信夫
3L04 ゼオライト触媒30年 (東工大理) 八嶋建明

9月24日 午後

座長 鎌谷親善 (13:00~15:00)

3L05 柴田桂太・柴田雄次の均一系錯体触媒の発見 (名大名誉教授) 山崎一雄
3L06 アンモニア合成とハーバー (東京理大) 田丸謙二
3L07 触媒の発見と発展 (東工大名誉教授) 尾崎萃

〔2L03 特別講演〕

触媒学会の歴史

—原点から現在までの歩み—

高木徳二
(触媒学会前常務理事)

1. はじめに

触媒学会は1958年（昭和33年）[以下、58年（33）のように略記]7月24日、北大で開催された第7回触媒討論会の際に、「触媒化学の基礎および応用についての自由討議の場を提供し、両者の有機的結合をはかることにより、それらの発展に寄与する」ことを目的に、触媒懇談会として発足した。翌59年（34）に第1回総会が開催され、会誌「触媒」が発刊されて以来、64年（39）に触媒学会に改称されて現在に至り、本年で33周年になる。

本稿では、最初に本会の特徴を述べ、原点から現在までの歩みを、年代別に振り返ってみることにする。

2. 触媒学会の特徴

本会では、他学協会の年会に相当するものが触媒討論会であり、64年（39）より春秋2回の開催となり、本年秋で第68回になる。討論会は研究発表（8～10分）についての充分な討論（15～17分）を主体として運営される。討論会で時間をかけて活発な討論をするということを通じて、教授から学生まで一緒にになって討論し合うことになり、本会に自由な雰囲気と連帯感をもたらした。このような精神が時代とともに変遷はしているが、現在まで引き継がれて、本会の各方面的活動に生かされている。討論会で充分な討論をするためには、事前に講演予稿集が参加者に配布されていることが不可欠である。そのために、本会では創立以来、討論会予稿が会誌「触媒」の中に触討特集号として組み込まれており、事前に会員に配布されている。現在、年8冊発行の中で、2冊は春と秋の触討予稿集号である。

このように、本会は触媒討論会を通じて誕生し、

発展してきたという他学協会にみられない特徴を持っている。

3. 年代別の変遷

3.1 第1期（本会の発足まで）[～58年（33）]

討論会で、活発というより徹底的に激しい討論をするという雰囲気を持ち込まれたのは、故堀内寿郎教授（本会初代会長）である。討論会の原点として、40年（15）7月に北大で、日本化学会第62年会が開催された際に、一般研究発表とは別に開催された特殊問題討論会があげられる。この討論会は、2日間で、講演12件、1件当たり1時間で、討論が行われている。そして討論会の開会、閉会の挨拶は故堀内教授が、趣旨要項の説明は故佐々木申二教授（本会元名誉会員）がされている。故堀内教授は戦中、戦後にかけて、いろいろな学会などで、徹底的な討論を開催されて、各方面に、研究発表について討論の必要性を強調されてきた。

そのような気運の中で、故堀内教授は、50年（25）に、日本化学会に、年会とは別に、討論会を開催してはどうかと提案され、現在、毎年、日本化学会で多くの討論会が開催されているが、日本化学会主催の最初の討論会として、第1回触媒化学討論会が51年（26）9月6～8日に北大触研で、触媒研究者・技術者が集まって（講演数13）開催された。2年後の53年に北大触研で第2回が開催されて、討論会の世話人会ができ、その間、特に慶伊富長助教授（当時、北大触研）が精力的に京都を始め全国の触媒研究者・技術者に触討への参加を呼びかけられた結果、回を重ねるにしたがって全国的に参加者が増大した。以後、毎年、東京（54年）、札幌（55年）、京都（56年）、東京（57年）、と持ち廻りで開催され、それが本会の北海道、関東、関西の3地区になった。このようにして全国的な触媒研究者・技術者の交流が深められていく中で、恒常的な組織を作る気運が高まり、58年（33）7月23～25日に北大理学部で開催された第7回触媒討論会の際に、前記の目的を掲げて触媒懇談会が設立発足した。触媒懇談会発足直後、北大触媒研究所紀要として、終戦の翌年 [46年（21）] 発刊されて、15輯を重ねてきた「触媒」が、堀内

所長のご好意および北大関係者のご援助により、全国的に開放されて、触媒懇談会の機関誌に代行させていただくことになり、「触媒」16輯が触媒懇談会発足号として、全国の触媒化学者より寄稿を求めて、年内に編集され、翌59年に発行された。

3.2 第2期 [59年(34)~76年(51)]

触媒懇談会発足後、3地区代表者が持ち廻りで会長、副会長に就任し、教授の先生方が、運営は若い皆さんで、と言われたので、実際の運営は民主的に3地区より選出された約50名の幹事で構成された幹事会が行うことになった。34年(59)には、北大触研紀要「触媒」を継承して会誌「触媒」が発刊されて、Vol. 1(59)は2冊、Vol. 2(60)より4冊、Vol. 6(64)より5冊、Vol. 9(67)より6冊を経てVol. 27(85)より8冊となり現在に至っている。その後、会員は急増し[(64年度)団体78社88口、正776名、学生163名]、順調に発展してきたので、64年(39)に触媒学会に改称された。64年に触討の年2回開催が始まり、春は特定テーマ、秋は一般で、72年(47)より秋は日本化学会秋季年会連合討論会に参加している。66年(41)には触媒研究発表会の開催が始まつて、講演数は最初の7より急増し、76年(51)には100に達した。また59年に編集、69年(44)に討論会、71年(46)に渉外の各委員会が設置された。この間の運営はClub的であったため、とかく閉鎖的になる傾向があるので、各方面に開放された名実ともにSocietyを目指すことが必要になり、76年(51)に理事会が設置された。ただし、理事会決定には、3地区代表幹事の合意を必要とする制度は存続された。

3.3 第3期 [77年(52)より現在(91)まで]

会員数は本年度、団体118社132口、正1,572名、学生157名に達している。本会発足以来、討論会、発表会の他に小討論会、シンポジウム、研究会など多彩な事業が展開されてきたが、79年(54)に参考触媒委員会が発足し、参考触媒の配布、測定標準化マニュアルの作成など本会ならではのユニークな活動を現在も継続している。81年

(56)には、C₁化学、触媒調製、固体酸プロセス化の3委員会が発足して活動を始めた。84年(59)に企画委員会が設置され、87年(62)になって、本会のさらなる発展と活性化を計るために、委員会を発展的に解散し、当面の重要課題および学際的領域を取り組んだ研究会制度を発足させ、本年現在、11研究会が活発な活動を展開している。また触媒研究発表会は、その後、セッション設置により講演数は毎年急増し、本年は263に達している。一方、会誌「触媒」の編集業務を事務局より切り離し、Vol. 31, No. 8(89)より、学会誌刊行センターに委託することを始め、またVol. 32, No. 8(90)より総説に英文要旨を掲載し、図表の説明を英文にして国際化を計っている。

国際的活動：国際触媒会議は56年(31)に第1回開催以来、4年毎に開催され、80年(55)には、東京で第7回を開催して大きな成果を挙げた。また、その常設機関には本会を代表して2名の評議員が参加している。90年に本会主催で第1回東京国際触媒コンファレンスを開催し、4年毎に開催予定。また、2、3国間セミナーとして、日ソ、日中米、日仏、日韓、日英が最近、次々と開催されているが、限られた誌面のため内容は省略する。

4. おわりに

本会の33年にわたる歴史は、会員各位のご尽力により日々として積み重ね築き上げられたものであり、その重みを痛感しました。限られた誌面のため、特に第3期は不充分なものとなりましたが、本稿は著者が勝手にまとめたものであることをお詫びするとともに、関係者各位のご叱正などをいただければ幸いである。

本稿を執筆するに当たり、廣田鋼藏先生よりいろいろとご助言をいただきました。また歴代会長を始め会員各位が寄稿された会誌「触媒」[特にVol. 30, No. 8(88)創立30周年記念特集号]を参考にさせていただきました。厚くお礼申し上げます。

〔2L 04 特別講演〕

触媒研究回顧

-1960年まで-

廣田 鋼藏
(阪大名誉教授)

1907年生まれで現在84歳の私に化学史研究会が日本触媒学会及び日本化学会と共同で、研究回顧を求めてきた。これは研究業績よりもその間の我が国の研究状況の変遷を紹介するのが主目的であると信じ回顧の下限を1960年としてお引き受けした。

したがって講演の対象期間は、私の中学時代すなわち我が国で触媒研究などはほとんど行われなかつた時期から、戦後この分野の研究者が増加し、これらの人々が大挙してパリの国際触媒学会に参加した年までである。ちなみに1920年の時点で化学系の大学卒業者は、理系は東京・京都・東北の三帝大、また工系は東京・京都・九州の三帝大のあわせて六化学科からのみであった。これに対し1960年では、理系だけでも、国公私の新制大学の50~60の化学科から二千人位の卒業生を出していた。他方彼らの多くの者が、1920年頃にほとんど皆無であった会社の研究施設で仕事をしていたのである。

ところで、本講演の演題に触媒という形容詞をつけたが、元来私の研究対象は反応速度論で、その内容は広義の触媒研究であるためとご了承を乞いたい。

つぎに私に依頼があったのは、多分経歷上から適當と思われたのであろう。そこで講演の順序を理解し易いように私はどんな経歴の持ち主なのかを述べる。

東京の下町に生まれ育った私はやがて1929年に東大理学部化学科に入学。1932年卒業後2年の院生期と1年の府立高校講師を経て、故郷の東京を離れて流浪の旅が始まったのである。すなわち1935年に札幌の北大理学部、ついで1940年大連の満鉄中央試験所、そして3ヶ年の留用生活を経て

1948年帰国。1ヶ年のGHQ科学技術課を経て、1949年再び北大の応用電気研究所、さらに1953年今度は関西の阪大理学部へ転じ1971年に退官。次いで学校法人千葉工業大学に1972~78年まで在職し、以後化学史研究に方向を転じた。

それまでの半世紀近い間、財団法人理化学研究所、特殊法人理化学研究所及び放射線高分子協会研究所を兼職した。これらの在職期間は阪大の18年余以外はすべて短いが、それでも4~10年なので、何れもその内情を知ることができた。

以上のような例が少ない研究室遍歴者として、その間の体験を国の内外状況を紹介しながら、年代順に自らの研究を回顧する。

さて私が反応速度論を専攻しようと決心したのは大学入学の前後であるが、その時はまさにこの分野が構造と物性と共に物理化学の重要となる前夜であった。というのは丁度実験上では重水素トレーサー法の開始があり、理論上では新研究方法の誕生があった頃だからである。この点で1940年に早くも北大堀内研究室で、この分野の研究で市民権が得られた自らの幸運を私は天に感謝すべきであろう。

ついで大陸の地で、一見反応論とは無縁と思われる熱拡散の研究を行った。これは後の同位体分離実施にあたり、大いに役に立った。その期間には工学、農学、薬学分野の人々と接触したが、このことは、これらの分野の知識を得ることになった。この状況を内地の同輩らが苦しい戦時下の研究生活を送っていたのと比べると、まことに申し訳ないと感じられる。戦後の留用生活期には社会主義の勉強をしたが、帰国後に再び大学人に戻った折に、お陰ではっきりした信念で行動することができた。

帰国後、北大を経て、阪大に移り、私の遍歴の旅の後半に入る。そして阪大ではそれまでやや遠ざかっていた触媒分野に復帰し、重水素トレーサー法や赤外線吸収法などの駆使をいち早く開始した。そしてすでに誕生していた触媒談話会、ついで触媒学会の会員としてパリで赤外線利用の成果を発表することになった。

[2L 01]

触媒化学研究センターの歴史

延 与 三知夫
(北大触媒セ)

北大「触媒化学研究センター」(全国共同利用・北大付置)が発足してから2年余になるが、ここでは前身である「触媒研究所」(北大付置・1943年(昭18)発足)の沿革からその歴史についての話を進めたい。よく知られているように「触媒研究所」は堀内寿郎教授の優れた業績(1940年学士院恩賜賞)と、同教授、岡本剛助教授、廣田鋼藏講師などからなるグループの活発な研究活動が広く認められ、それが母体となって設立されたもので、「触媒」を冠する研究機関としては世界最古(そして最小)のものであった。なお第2次大戦中に北大に設置された付置研究所としては他に「低温科学」「結核(後の免疫科学)」「超短波(後の応用電気)」の3研究所がある。これらは戦時中の差し迫った状況の下で設立され、戦後には技術立国を目指す構想につながったものといえよう。

「触媒研究所」の初代所長には当時の低温科学研究所長であった小熊捍教授が就任されたが、同教授が1948年に定年退官された後、堀内教授が2代目所長に就任されてからその主要な時期を経過した。研究組織の規模は初め「理論化学」「物理化学」「電気化学」「触媒構造学」の4部門であったが、後に「有機触媒」(昭36)「酸塩基触媒」(昭39)を加えて6部門(25名)となった。堀内教授はその後1965年(昭40)に定年退官されるまでの17年間にわたり所長として研究所を主宰された。

研究対象にされた主な課題は、理論面では堀内教授が創始された不均一反応にも適用可能な統計力学的反応速度論およびその後の展開、量子力学に基づく吸着理論および固体表面電子構造理論など、また実験面では水素電極、アンモニア合成、エチレン水素添加、青酸合成などの諸反応や触媒構造、生体触媒、固体酸塩基触媒などである。実験手法としては同位体を応用する反応解析や、真

空装置の利用、表面科学的方法による触媒構造の解析など新手法が導入され、意欲的に研究が進められた。1946年には邦文の研究報文誌「触媒」が発刊され、1959年に触媒懇談会発行の雑誌「触媒」に引き継がれるまでに16輯が刊行された。また1948年には欧文の「*Journal of the Research Institute for Catalysis*」が刊行され、1984年までに32巻が刊行された。触媒研究に関する国際誌、*Journal of Catalysis* が発刊されたのが1962年であることから見ても、この「触媒」および「JRIC」誌の刊行は触媒研究分野で特記すべきことであろう。このような活動を通して「触媒研究所」は日本の触媒研究の、特に基礎面での中心として大きな役割を果たしてきただけでなく、世界的にも触媒研究の一中心として認められて来た。なお上記の触媒懇談会が堀内教授を中心として発足したのは1951年であった(1964年に発展的に触媒学会となった)。

他方、日本の化学工業の急速な発展に伴い、応用面での触媒研究の重要性が以前にも増して拡大し、その方向での研究及び人材養成の必要性が強く認識されるに至った。そしてそのような情勢から1963年頃から出てきた構想が、独立の(文部省直轄)「触媒工学研究所(触工研)」の設立である。しかし多くの人々の努力にもかかわらず関係者の意見の一致が円滑には進まず、この「触工研」構想は実現に至ることなく消滅し、逆にその経過が後々まで関係者間に少なからぬしこりを残すこととなったのは残念なことであった。

1980年代の初期頃から国の政策として大学付置研究所の組織の整理、見直しが検討されるに至り、全国の大学付置研究所の再評価作業が進められた。そして益々高額の研究機器が必要となってきた研究動向に対応するための「全国共同利用研究所」の必要性が認められ、他方では既設研究所の再編が提案され、特に小規模な研究所、優れた指導者の下で発足したがその指導者が去った後の研究所、等においてその研究活動に問題があると指摘された。そしてそれらの検討の中で他大学のいくつかの研究所とともに、「触媒研究所」も改組が強く望まれるもの一つとして指摘されるに至ったのである。理由として挙げられたのは「人事の停滞

と閉鎖性」「時代の要求に充分対応していない」「同分野の他の研究者との交流が充分でない」などであった。1965年の堀内教授の退官後、組織や研究分野の再構築と人事の刷新に遅れたとの指摘を受けた訳である。

1986年春、北大内に学長の諮問に応じて非公式の「触媒研究所問題懇談会」が設けられ、改組問題の検討が始められた。しかし真剣な討議にもかかわらず特定の解決策を決めるには至らず、約1年後に複数の方策を列記した案を学長に答申した後解散し、次段の作業に移ることになった。次いで1987年5月には学外の有識者を交えた「触媒研究所改組検討委員会」が新たに、かつ公式の委員会として発足し、鋭意検討が重ねられた。札幌、東京と場所を変えながら会議を重ね、文部省との度重なる折衝も経て、結局、全国共同利用、北大付置の「触媒化学研究センター」(10年時限)への改組が確定したのであった。その規模は部門数が触媒研究所と同じの6部門(客員部門を含めて7部門)、定員22名(3名減)である。この改組にあたっては、定員の半分にあたる11名を新しい分野に充当することが予定され、このためそれまでに留保していた空席をあててもさらに7名程度の余剰人員が出ることが見込まれることとなり、その処遇が最大の「生みの苦しみ」となった。幸いにしてその後、他大学や民間会社等への転出も予想以上に進み、最終的にはこの難題をどうにか乗り越えることができたのであった。

新発足した「センター」は表面科学系2部門(「表面分子ダイナミックス」「表面構造物性」)、触媒系2部門(「触媒設計」「界面エネルギー変換」)、錯体系2部門(「錯体触媒」「精密有機触

媒」)、他に、客員部門1(「機能性物質化学」)である。なおこれらの中で下線を付したのが新メンバーにより構成される新しい分野の部門である。その後人事も順調に進み、本年4月には全国公募を行った全人事も完了し、現在新鮮な雰囲気の中で研究が活発に進められている。発足以来今までの2年半の間に、研究発表会、国際研究集会(4回)、他の研究会などを開催し、また他大学等の研究機関との共同研究も活発に行われている。また触媒研究所当時から実施されていてそれを引き継いだJICA(国際協力事業団)からの委託による開発途上国への協力プログラム「触媒科学研究集団研修コース」も続けられている(現在その第5回が進行中)。

この改組により研究所/センターの「活性化」に成功したであろうか? その答は疑いなくYESであろう。極めて困難な諸条件を乗り越え、多くの方々の助力と賛同を得て「思い切った」外科手術を行ったのであるから、それなりの成果はあるべきであるし、またあったと思われる。センター内で若い新メンバーの活動を見てその感を強くする。ではその行き先はどうか。当然ながら構成メンバーは年とともに歳を重ねるのであるから、新人事を積極的に進めなければならない。これは言うは易いが実行は容易ではない。10年時限に近づいたとき、人事を順調に進め得るかどうかも難しい問題である。また「研究センター」は建物や予算面では「付置研究所」より不利であり、また「付置研究所」と同じく、大学院生の充足が極めて難しいという宿命を持っている。これらを克服して活性を持続するための努力が当然要求される訳であるが、その前途は依然として多難である。

[会報]

理事会報告

○1991年第2回理事会 1991年3月23日(土)

午前10時半より東京大学先端科学技術センター会議室、出席者17名。

報告 各担当理事より所管事項の報告があった。

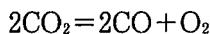
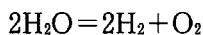
議事 1. 中国入会申し込みの件、次回理事会で再協議。2. JICSTの件、承認。3. 被写権委託。次回理事会で再協議。4. 日本化学会申入れ事項、了承。5. 編集基本方針の件、大筋を了承。ただし化学史教育シリーズについては次回理事会で再協議。

[3L 01]

ラングミュアによる水の熱分解 —温度勾配系における表面反応の 先駆的研究—

山 口 達 明
(千葉工大)

ラングミュアの界面化学あるいは触媒化学の研究業績としては、単分子膜の概念¹⁾、白金の触媒作用機構²⁾に関するものが原典として有名である。これに対して彼がNELSTONの指導の下に行った水および二酸化炭素の熱分解³⁾



の研究(1906)については、これまでそれ程顧みられてこなかった。しかし、今日では、それぞれ水素エネルギーの問題、二酸化炭素の利用の問題に関連して回顧する価値があるものと思われる。

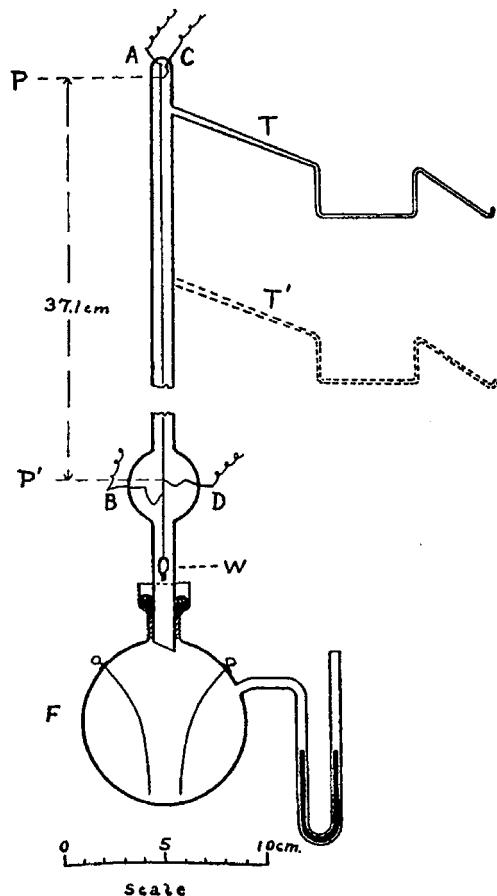


Fig. 1

今回は、演者らの研究テーマである温度勾配系での反応としての観点から検討を加える。

ラングミュアはNELSTONの示唆によって、水と二酸化炭素の解離定数を求めるため図のような実験装置を作成した。ガラス管の中心に張った白金線を通電によって白熱し、下部のフラスコから発生させた水蒸気をこれに接触させ、分解ガスを側管に導いて分析するのである。この方法によれば、反応が非常に速く平衡に達するのが特徴で、例えば水蒸気の直線速度が 52cm/s のとき白金表面 0.7cm² に付き 1 秒で平衡になる。

この実験は、その後の彼の GE 研での一連の研究の礎となっている。さらに、1938年、クルジウスとディッケルによって発明された熱拡散分離管⁴⁾は、ラングミュアの実験装置とほとんど同じであって、熱線と管壁との間の温度勾配による熱拡散効果によって混合気体を分離するものであった。水の熱解離が素早く平衡に達したのもこの効果によるものと考えられる。その後同様な反応装置を用いた、廣田のメタンの重合⁵⁾、硫化水素の分解⁶⁾、演者らの研究⁷⁾などの先駆的研究と言える。

文 献

- 1) I. Langmuir, "The Constitution and Fundamental Properties of Solids and Liquids. Part I", *J. Am. Chem. Soc.*, 38, 221~2295 (1916). 立花太郎訳『化学の原典 7』, 学会センター, 1975.
- 2) I. Langmuir, "Chemical Reactions on Surfaces", *Trans. Faraday Soc.*, 17, 607~620 (1921); "The Mechanism of the Catalytic Action of Platinum in the Reactions $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ and $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ ", *ibid.*, 621~654 (1921). 田中慶一訳『化学の原典 6』, 学会センター, 1976.
- 3) I. Langmuir, "The Dissociation of Water Vapour and Carbon Dioxide at High Temperatures", *J. Am. Chem. Soc.*, 28, 1357~1379 (1906).
- 4) K. Clusius, G. Dickel, *Naturwiss.*, 26, 546 (1938).
- 5) 廣田鋼藏. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 16, 274 (1941) など.
- 6) 廣田ら, 日化誌, 1977, 929.
- 7) 廣田, 山口, 第61回触媒討論会 (1988).

[3L 02]

自動車触媒の歴史

市 原 昭 一
(株)日本触媒)

1. はじめに

自動車の排ガス中の炭化水素 (HC) と一酸化炭素 (CO) を完全酸化して浄化処理する目的で触媒が初めて採用されたのは、米国では1974年秋から、日本は1975年からであり、すでに25年以上が経過している。そしてその後の規制強化に伴って前記 HC, CO と共に窒素酸化物 (NO_x) も同時に浄化する三元触媒へとその機能を変えて、現在では全触媒の中で最大の市場を獲得するまでに至っている。

2. 触媒が登場した背景と開発当初の触媒

自動車の排ガスが問題になったのは、1940年代後半にロスアンゼルスで光化学スモッグが多発し、目や喉を刺激する原因が、排ガス中の HC と NO_x が日光直射下反応して生成するオキシダントであることが判明したためである。その対策の一つとして1950年後半から触媒の研究が開始された。当時のガソリンには最高 3g／ガロンもの鉛が掃煙剤として添加されていたため、これが触媒毒として蓄積するので Cu を中心とする卑金属系と Pt を中心とする貴金属の二系統のペレット触媒で検討が進められた。1966年カリフォルニア州が初めて実施した7モード法 HC 275ppm, CO 1.5%以下（それぞれ 70%, 57% 除去）の規制に ACC, W. R. Grace, UOP の三社が合格した。ACC は Cu-V-Pd 系、Grace は Cu-Cr-Pd 系で直径約 3mm の Al_2O_3 に担持した触媒である。しかし価格と信頼性の点で実際に採用されたのはエンジン改造方式であった。

3. 触媒方式の採用と使用上の特徴

HC, CO, NO_x 排出量を未対策の 1/10 以下にすることを要求する米国マスキー法に対応するためには前記のエンジン改良だけでは限界があり、

GM のコール会長は触媒の採用を前提に無鉛ガソリンをニクソン大統領に提案した。日本でも悪化した環境対策として米国と同様の無鉛化を伴う規制強化を課した。そこで前記卑金属系に代わって活性の高い貴金属触媒の開発が行われた。1975年用として GM は $\text{Pt}/\text{Pd}=5/2$, 1.5g／車のペレット酸化触媒を搭載し、Ford と Chrysler はそれぞれ Pt 系ハニカム酸化触媒を搭載した。日本でもホンダ以外は触媒方式を採用した。

自動車触媒の使用上の特徴は反応の基本因子である濃度、風量、温度の全てが絶えず変化し、燃料および潤滑油から排出される Pb, S, P, Zn, Ca などに曝され、しかも激しい振動と強いパルス波に曝される中で安定した活性を示すことである。この特徴は比較的純度の高い原料を用い、一定に管理された反応条件で訓練された技術者の手で使用される化学プラント用触媒と大きく異なっている。

4. ハニカム型一体構造担体の登場

ハニカム形状の担体は 3M 社がコルゲート形状の担体を開発して注目され、次いで Corning 社が現在使用されている押し出し法の担体を開発した。この担体は当初競合関係にあったペレット担体と比較すると幾何学表面積が大きく、低圧損、小熱容量で暖気性に優れ、しかもコンパクトで車両搭載性が良好などの特徴から主流の座を占めている。この担体は熱膨脹係数の低いコーチェライト質 ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) 材料を用い、1 平方インチ当たり 200~400 個の四角形の貫通ガス流路を持ち、0.3~1.7L の円筒形、楕円形の各種の形状の担体がある。触媒加工するには、この担体の薄壁面上に活性アルミナおよび触媒成分を担持する。

5. 規制強化と三元触媒の開発

主として NO_x の規制強化に対応するために、まずエンジンを燃料リッチ側で運転して HC, CO 濃度を濃くして NO_x を還元し、次いで二次空気を導入して残留する HC, CO を酸化するデュアル反応方式が考えられた。この方法は燃費が悪いこと、還元反応で NO_x が NH_3 に還元され、これ

が後段の酸化触媒で再び NH_3 が NO_x に酸化されること、および還元触媒として有力な Ru が酸化雰囲気で有毒で昇華性の酸化物を生成する欠点があり、実用化されていない。

三元触媒の開発は1973年に UOP 社が Rh の重要性を示唆したこと、およびこの三元触媒を成立させるためエンジンを理論空燃費 (A/F) の狭い領域に制御することの重要性がわかったことによって可能となった。すなわち理論 A/F 領域において、排ガス組成は被酸化成分 (HC, CO, H_2) が酸化成分 (O_2 , NO) とほぼバランスがとれているため、HC, CO, NO_x を同時に反応除去することが可能となる。エンジンをこの領域に制御するため、 O_2 センサーを使用して排ガス中の O_2 濃度を測定し、この情報をもとに理論 A/F になるように電子制御装置を用いて燃料噴射装置またはフィードバック型気化器からエンジンへの供給燃料を制御する方法が開発された。

三元触媒は Rh を必須成分としてこれに Pt, Pt/Pd, Pd を添加し、A/F 制御の時間遅れによるズレを吸収するため O_2 貯蔵能を持つ Ce, Ni, Fe などの酸化物を助触媒として添加して理論 A/F 付近の浄化能を向上させている。三元触媒のその後の進歩としては幅広い温度領域で O_2 貯蔵機能を作用させるために多量の CeO_2 を添加させることによりさらに安定した性能を引き出し、現在の信頼性と燃料経済性の両立した排ガス浄化システムを確立している。

6. 自動車触媒の意義

これまで新しい物質を合成するために開発してきた触媒が、未燃焼排ガスを浄化するために完成されたことは、その後この発想が発電用ボイラーや脱硝触媒の開発に引き継がれ、新たな公害関連触媒の先駆けとなったことである。担体として新

規なハニカム形状が開発されたことも特筆される。さらにこれまで化学工場の心臓部に大切に取り扱われてきた触媒が、大量に一般大衆用として、しかも貴金属を含んで使用されたことも意義深いことといえる。

7. あとがき

自動車触媒は現在ほぼ完成されたかにみえるが、その後の自動車の普及によって、環境は改善されず米国では今後2000年までにさらに大幅な規制強化が計画されている。地球の温暖化現象の原因の一つとして大気中の CO_2 濃度の増加が問題となっており、 CO_2 そのものの放出なら許容できなくなってきた。そのため米国では今後自動車の燃料の消費量の規制が提案されており、稀薄燃焼の条件下 NO_x を浄化する新しい技術が求められている。

一方今まで規制の比較的ゆるいディーゼルエンジン排ガスの NO_x と黒煙微粒子を規制することが日本、米国および EC 諸国で計画されており、これらを除去する技術開発が急務である。これらの要望に答えるために、触媒技術に大きな期待がかけられている。

参 考 文 献

- 1) W. S. Briggs, "Catalysts and the Automotive 25 Years Later", *Applied Industrial Catalysis*, Vol. 3, p. 241, (1984) Academic Press.
- 2) 小野哲嗣, "排ガス処理・触媒燃焼", 触媒講座9巻, p. 189, (1985) 講談社.
- 3) K. C. Taylor, "Catalysts in cars", CHEMTECH, September 1991, p. 551.
- 4) 藤谷義保, "自動車排気ガス用触媒開発の過程", 電気化学, 57 (10), p. 957, (1989).
- 5) 斎藤 孟, "化学に助けられた自動車", 化学と教育, 38, p. 492, (1990).

(3L 03)

小林久平の酸性白土の発見

高宮信夫
(早大理工)

1. 酸性白土は明治32年(1899)に故早稲田大学教授小林久平博士によって発見され命名された^{1,2)}。発見当初は小林教授は東京帝国大学応用化学科に在学中であったが、石油実習のため新潟県柏崎町比角の日本製油㈱に赴き同所実験室に一種の粘土があることを見付けた。同所技師田代孝から蒲原粘土であると聞かされた。当時蒲原粘土は洗い粉として使用されていたのである。小林教授はこの粘土に興味をもち、大学に帰ってからこれを研究の対象とした。その成果は明治32年12月に発行された2番目の論文である「灯油の白烟並に石油精製法」³⁾として発表され、また明治34年4月には石油精製法に関する特許(特許第4671号)となった。この蒲原粘土に対する研究は以後ずっと続くこととなる。小林教授は蒲原粘土の特異性に注目し、元来白色であるがその物性から見て明らかに陶土とは異なること、粉末状固体で青のリトマス試験紙の上におき、水を滴下すると白土が紙に接触する部分が赤変することを見出した^{4,5)}。明治36年には「蒲原粘土の酸性反応を呈する理論」⁶⁾を発表している。小林教授は蒲原粘土が白色であること、酸性を呈すること、またこのような性質をもつものが蒲原郡のみならず日本の各地に産出することが判明したこと、さらに英國、米国、ドイツなど諸外国においても類似の性質をもつ白色粘土が産出されることなどの理由で、蒲原粘土と呼ぶのは一般性に欠け不適当であるとの考え方から、これら共通の性質をもつ白土類に対し「酸性白土」と命名し、日本産のものを外国名で呼ぶときは「Japanese acid clay」とした。このような経緯を経て小林教授の著書『酸性白土』は大正8年(1919)に初版が刊行された。

2. Lewisの酸・塩基理論が発表され、固体酸の概念が明確になるのは1923年以降のことであるから、当時は白土が酸性を呈することの不思議さに魅せられて、その後多くの研究者が注目する所となり、その性質について多くの研究発表が現れた。小林教授は早稲田大学に着任以後もこの研究

を続け、大正10年には「魚油より石油の製造実験報告及び石油の成因」^{7,8)}を発表し小林教授の石油成因説として話題を呼んだ。人造石油に関してはその後多くの人が研究したが、そのおもなものは「二、三植物油及び蛹油より人造石油の製造実験報告」⁹⁾、「松脂より石油の製造」¹⁰⁾、「大豆油より石油の生成」¹¹⁾、「酸性白土を触媒とする人造石油製法に関する文献」¹²⁾、「人造石油」¹³⁾、「人造石油発明の径路」¹⁴⁾等がありその後も関連の研究が多数発表されている。

3. 酸性白土はまた吸着剤としても優れた性質をもつて石油や油脂の脱色用に広く使われるようになっているが、他の吸着剤としての研究には「吸着に依る多量の空気乾燥」¹⁵⁾、「吸着による空気の乾燥」¹⁶⁾、「アドソールに依る天然ガス又は石炭ガス中より揮発油分の吸着」¹⁷⁾、「油脂に対する酸性白土の差別的吸着作用」¹⁸⁾、「酸性白土に依る味淋除濁法」¹⁹⁾、「浄水に関する研究(第2報)酸性白土に依るアムモニア・亜硝酸及び有機物の吸着」²⁰⁾、同第3報「酸性白土による細菌の吸着」²¹⁾等がありその後も関連の研究が多数発表されている。酸性白土による呈色反応あるいは触媒作用に関する研究のおもなものは「酸性白土の酸化酵素的作用」²²⁾、「肝油類市販品ビタミンAその他に対する酸性白土の呈色反応(その1)」²³⁾、「同(その2)」²⁴⁾、「コロイド物質の酸化作用研究(その1)」²⁵⁾、「ステアリン酸等の酸性白土による接触分解」²⁶⁾、「酸性白土の触媒作用(第1報)ホフマン氏転位」²⁷⁾、「酸性白土による蔗糖の転化」²⁸⁾、「酸性白土の触媒作用(第2報)ベックマン氏転位」²⁹⁾、「同第3報炭化水素の分子構造の転位」³⁰⁾、「酸性白土に依る澱粉の加水分解中性塩添加に依る促進作用」³¹⁾、「酸性白土の脱水作用に依る酒精よりエーテルの製造」³²⁾、「酸性白土に依る澱粉の糖化及びその機構」³³⁾、「粘土類に関する研究(第7報)白土類に依る醋酸メチルの加水分解とその機構」³⁴⁾、「酸性白土に依る重質油の分解」³⁵⁾、「大豆蛋白質の分解(第7報)酸性白土に依る分解」³⁶⁾、「酸性白土のベンチヂン呈色反応」³⁷⁾、「カロチンに対する酸性白土の呈色反応」³⁸⁾、「酸性白土のマラカイトグリーン白色塩基呈色反応」³⁹⁾、「テレピン類に対する酸性白土の接触作用(第1報)α-ピネンの異性化」⁴⁰⁾、「同(第2報)シトロネラールの環化」⁴¹⁾、「酸性白土に依るアセトニトリルの生成」⁴²⁾、「テルペン類に対する酸性白土の接触作

用(3)カンフェンの2分子重合とその機構」⁴³⁾, 「同(4)ゲラニオールの異性化」⁴⁴⁾, 「酸性白土類の接触作用(1)塩化ベンジルとベンゾールの縮合」⁴⁵⁾, 「テルペン類に対する酸性白土の作用(5)α-ピネンの醋酸付加反応」⁴⁶⁾, 「酸性白土類の接触作用・アセチレンと醋酸の縮合」⁴⁷⁾, その他「酸性白土活性化廃液より無水塩化アルミニウムの製造」⁴⁸⁾などもあり, また白土の構造や物理化学的性質に関する研究も多数発表されているが, ここでは紙面の都合で省略する。

4. 一方酸性白土を鉱酸を用いて活性化する方法は1906年にドイツにおいて行われ活性白土と呼ばれた。大正15年武田長兵衛商店〔現在の武田薬品工業(株)の前身〕はドイツからこの輸入販売を行った。⁴⁹⁾日本の酸性白土を塩酸処理により活性白土を製造する方法について, 小林教授は昭和6~7年頃研究を行い, 昭和8年4月日本活性白土(株)を創立した。後に山本研一教授は硫酸で処理して活性白土を製造する特許を取得した。糸魚川町には東洋活性白土(株)がある。昭和19年3月桑田勉東京帝国大学応用化学科教授は水沢化学工業(株)と協同研究の結果, 酸性白土の粒状活性化処理法を発明し特許を取得した。水沢化学工業は昭和12年に武田白土工業(株)として創立され昭和21年に現在の水沢化学工業(株)となったものである。この桑田博士の粒状活性化技術は酸性白土工業の発展に著しく貢献をした。この技術から後に粒状珪酸ゲル, 粒状アルミナゲルが製造されるようになった。昭和26年桑田勉・菅原勇次郎は酸性白土から最初の合成ゼオライト製造法に関する特許(特公昭26-1119)を取得した。米国で最初にゼオライトを作ったのはLinde社でモレキュラーシーブと呼ばれ昭和29年(1954)頃製造を開始した。酸性白土から作られる合成ゼオライトは粒子が細かく, 他の合成法によるゼオライトより無リン洗剤用ビルダーとして非常に適している事が判り, 現在では大量に生産されるようになった。酸性白土を硫酸で活性化処理する時副生する硫酸アルミニウムは浄水用に使われる。酸性白土から作られる微粉ケイ酸, 微粉ケイ酸アルミニウムはインクジェット記録紙に使われまた塗料のつや消し剤としての需要も多い。

文 献

- 1) 小林久平著「酸性白土」丸善発行, 初版大正8年(1919), 第8版昭和24年(1949).

- 2) 中澤, 小川, 化学経済1983年4月号58頁
- 3) 小林, 工化第3編第12冊(1900).
- 4) 小林, 工化第4編第4冊(1901).
- 5) 小林, 工化第5編第8冊(1902).
- 6) 小林, 工化第6編第4冊(1903).
- 7) 小林, 工化第24編第1冊(1921).
- 8) 小林, 工化第24編第12冊(1921).
- 9) 小林, 工化第24篇第12冊(1921).
- 10) 川合, 東工試報告第18冊第1号, 工化第24篇12月(1922).
- 11) 山本, 早大応化会雑誌第1号(1923).
- 12) 井上, 工化第26編第10冊(1923).
- 13) 小林, 工人化学雑誌第2巻第12号(1922).
- 14) 小林, 工化第26編第2冊(1923).
- 15) 磯部, 工人化学雑誌第1巻第2号(1921).
- 16) 池田, 同上第3巻第2号(1923).
- 17) 池田, 同上第3巻第3号(1923).
- 18) 岩本, 工化第24編第2冊(1921).
- 19) 保坂, 日本醸造協会雑誌第19年11号(1924).
- 20) 及川, 医学中央雑誌第439号(1925).
- 21) 及川, 同上第448号(1925).
- 22) 小林, 山本研一, 工化第26編第3冊(1923).
- 23) 小林, 山本研一, 工化第27編第9冊(1924).
- 24) 小林, 山本研一, 工化第27編第10冊(1924).
- 25) 柴田, 金子, 日化第45帙第3号(1923).
- 26) 川合, 工化第28編第1冊(1925).
- 27) 井上, 工化第28編第4冊(1925).
- 28) 奥野, 斎藤, 工化第28編第4冊(1925).
- 29) 井上, 工化第28編第6冊(1925).
- 30) 井上, 同上(1925).
- 31) 加藤, 醸造学雑誌第2巻第11号(1925).
- 32) 小林, 山口栄一, 工化第28編第8冊(1925).
- 33) 小林, 山本研一, 工化第29編第3冊(1926).
- 34) 岡澤, 理研報第5輯第5号(1926).
- 35) 小林, 山本, 工化第30編第1冊(1927).
- 36) 増野・宍戸, 工化第30編第8冊(1927).
- 37) 亀山・岡, 工化第32編第4冊(1929).
- 38) 小林・山本・阿部, 工化第32編第5冊(1929).
- 39) 亀山・岡俊平, 工化第32編第7冊(1929).
- 40) 桑田, 工化第32編第12冊(1929).
- 41) 桑田, 工化第34編第2冊(1931).
- 42) 小林・阿部, 工化第36編163(1933).
- 43) 桑田, 工化第36編668(1933).
- 44) 桑田, 工化第36編1416(1933).
- 45) 桑田, 工化第38編1153(1935).
- 46) 桑田, 工化第39編811(1936).
- 47) 桑田・加藤, 工化39 228(1936).
- 48) 山本・石川・町田, 工化39 664(1936).
- 49) 水沢化学工業株式会社提供の資料による.

[3L 04]

ゼオライト触媒30年

八嶋 建明
(東工大理)

1. はじめに

ゼオライトは、多孔質の結晶性アルミノシリケートであり、天然にも多くの種類が産出するほか、水熱合成法により天然には存在しない種も含め、数多くの合成品が創り出されている。ゼオライト (Zeolite: 沸騰する石) という名前は、スウェーデンの鉱物学者 A. F. Cronstedt により1756年に命名され、日本語では「沸石」と訳されている。

2. 第一世代ゼオライト触媒

1950年代にユニオンカーバイド (UCC) 社 (現在はUOP社と合併) の子会社であるLinde社により、一連の合成ゼオライトが開発された。これらの合成ゼオライトの触媒作用についての報告が、2つのグループから1960年に報告されたのが本格的なゼオライト触媒研究の幕開けである。一つはUCC社のRaboを、他はMobil社のWeiszを各自中心とするグループによる研究であり、いずれもゼオライトの固体酸性を利用したものであった。しかし、これらのゼオライトではコーク生成による経時的な活性劣化が大きく、工業触媒として成功したのは、Y型ゼオライトの流動床接触分解 (FCC) 用触媒および東レで開発されたトルエン不均化プロセスのモルデナイト触媒程度であった。

固体酸以外の触媒作用としては、ゼオライト上にイオン交換法により担持された高分散金属および遷移金属カチオンの触媒作用の研究が活発になされた。

3. 第二世代ゼオライト触媒

1970年代にMobil社から発表されたZSM-5

(1968年に最初の特許) は、Alに比べてSiが圧倒的に多いゼオライトで、その特徴的な触媒作用から大きな注目を集めた。ZSM-5はゼオライト触媒としてはコーク生成が少ないと、またその細孔の入口径が丁度ベンゼン分子と同程度であることから、これを触媒に用いたときに示す形状選択性を利用したプロセスがいくつも企業化された。すなわち、メタノールからのガソリン合成、キシレン異性化、エチルベンゼン合成、脱ロウ等である。

4. ゼオライト類縁化合物触媒

1980年代にゼオライト類似の微細孔を有する結晶性リン酸アルミニウムがUCCのFlaniganを中心とするグループにより合成され、何種類もの互いに異なる構造を有する結晶が合成されている。結晶性リン酸アルミニウム自体は触媒作用を示す官能基を持たないが、AlあるいはPの一部を他の元素と置き換えることが可能で、これによって固体酸性をもたらせることができる。同様にゼオライトでもAlあるいはSiの一部もしくは全部を他の元素に置換することができる。ZSM-5と同じ結晶構造を持つ何種類ものメタロシリケートが合成されていて、水素化脱水素の触媒機能を持つガリウムを組み込んだガロシリケートは、低級パラフィンからの芳香族合成に、またチタンを組み込んだチタノシリケートは、過酸化水素によるフェノールの液相酸化触媒として、実装置で使われている。

5. おわりに

新しい触媒反応を開発するために特異な性質を有する新しいゼオライトの合成が待望されている。その一方で、既存のゼオライトを、目的とする触媒反応に、より良く適合させるための修飾法の研究も進んでいる。

これから、新しいゼオライトの登場が待たれると共に、緻密に設計された触媒としての発展を期待している。

[3L 05]

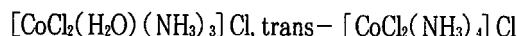
柴田桂太・柴田雄次の均一系 錯体触媒の発見

山 崎 一 雄
(名大名誉教授)

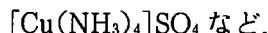
1917年9月柴田桂太（当時東京大学植物生理化学教授）はフラボンの一種ミリセチンの希アルコール溶液（0.001モル）にコバルト錯体の希水溶液（0.001モル）を添加した時、はじめ黄色の溶液が赤、紫に変化し、最後に褐色の沈殿を生ずることを発見した¹⁾。この酸化反応は弟柴田雄次（当時東京大学無機化学教授）とともにその後25年にわたって研究され、酸化作用のほか還元作用、過酸化水素の分解、不斉酸化なども研究された²⁾。

金属錯体はミリセチンの酸化反応の強弱により4種に分類された。

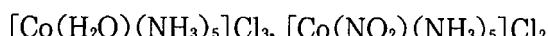
(A) 酸化力が強く瞬時に着色するもの。



(B) 混合後数分で酸化が始まるもの

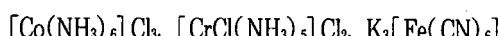


(C) 長時間後に初めて着色するもの



など

(D) 酸化力の認められないもの



など

その後はピロガロールの酸化がワールブルグの検圧計により酸素の吸収を測定して研究され、一次反応であること、最適pHがあること、塩化水銀(II)が妨害することなど酸化酵素に類似した作用が認められた³⁾。なおクロム錯体は全く酸化作用が無かった。

この酸化作用の機構については水分子の活性化

の仮説が提出された。酸化作用の強いコバルト錯体は水溶液中で不安定で、錯イオン中の酸基を水分子と置換しようとする傾向、すなわちaqua化を起こしやすい性質がある。たとえば $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$ など。このaqua化において水分子の錯イオンへの出入が振動的にくり返され、錯イオンの外へ出た水は活性化された状態にあり、これがHOとHとに解離しやすく、OHは基質を酸化するというのである。

錯体による酸化が水分子の活性化によるものならば、キノンのような適当な基質を選べば水素中の還元も起り得るはずである。これはパラジウム錯体を用いて実証された。

これまでの結果は1936年まとめてドイツ語の著書として刊行された⁴⁾。これは海外の錯体関係の文献に引用されたが、第二次大戦の直前であり、またドイツ語であったためか、あまりよく知られていない。

その後も柴田雄次の門下生による研究は續けられ、特に井口昌亮が1942年見出した $[\text{CoH}(\text{CN})_5]^{3-}$ とみられるヒドリド錯体の強い還元力は戦後海外において注目され多くの報告が出された⁵⁾。しかし柴田自身による研究は停年で東京大学を退いて名古屋大学理学部創設のため転任したことと、また戦争の影響もあって、その本質が十分解明されないまま1942年幕を閉じることとなった。直接この研究に関連のある論文は約40篇である。

参 考 文 献

- 1) 柴田雄次、柴田桂太、東化、41, 35-53 (1920).
- 2) 山崎一雄、柴田雄次先生の業績とその解説(第一部)、化学史研究、No. 19, 33 (1982), 山崎、山寺編、錯体(下), 423 (1981) 丸善。
- 3) 柴田雄次、金子英雄、日化、43, 833-884 (1922).
- 4) K. Shibata, Y. Shibata, *Katalytische Wirkungen der Metallkomplexverbindungen*, Tokyo, 1936.
- 5) 井口昌亮、日化、63, 634 (1942). 注2参照.

[3L 07]

触媒の発見と発展

尾崎 萃
(東工大名誉教授)

古来触媒の発見がどのような契機でなされたかということは、化学史の上で興味ある問題である。本講演では著名な3触媒について調べ、それぞれの特色とその後の発展を規定した因子について考察する。

1. アンモニア合成触媒 19世紀半ばから肥料や爆薬のために窒素固定が必要とされ、 NH_3 の直接合成が試みられ、1905年初めて鉄触媒による合成反応が認められた。このときはこの反応の平衡の存否が実験の動機であった(Perman, Haber)。Nernstはこの平衡値が理論値より大きすぎるため高圧下で再検討し結果に満足した(1907)。Haberは高圧下で触媒の検討を始め循環ガスによる合成装置を考案した(1908)。

1909年にはOs触媒による連続運転に成功、工業化の可能性を実証した。1908年Haberの権利供与によりBASFがOs代替触媒の検討を始め、1909年安価な鉄に対象を絞った探索の中で、或る鉄鉱石還元体の高活性が発見され、その成分は $\text{Fe-Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}$ であった。これが現用触媒の原型で1912年には工業生産に移された。この短期間の工業化を可能にしたのは高圧循環法という生産方式が実験段階から確立していたことと、最初から良い触媒成分が発見されたことによる。その後の改良研究でも SiO_2 や CaO を加える位で、本質的には変わらない。

2. 石油接触分解触媒 粘土類の触媒効果は石油の成因と関連して1910年代から議論され始めた。酸性白土を発見した小林は白土の分解活性に気付いたが、Thieleの報告が僅かに早く特許不成立。Thieleは頁岩油に軽質分が含まれているのは、乾留の際に頁岩の成分が触媒作用をしていると考え、

石油に白土を加え煮沸しガソリンを得た(1920)。活性はあるものの活性低下が顕著で実用不可(小林1927)。それ以前から知られた AlCl_3 の活性も同様。

Houdryは1927-30年仏国で白土による接触分解を研究、分解により生成する炭素質を焼却して白土を再生できる事を発見した。これが米国の石油会社に認められ1930年米国で工業化研究に入り、1936年反応-再生の交互法により工業生産を始めた。その後間もなく触媒層は固定床から移動床、流動床と変わり、連続生産方式となった。

触媒は活性白土から鉄分のない合成 $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ に改良され、1960年にはゼオライトの高活性が発見されこれが主流となっている。この変遷は純粋な活性物質への発展の好例である。

3. ポリエチレン触媒 LiBu の石油エーテル溶液に C_2H_4 を吸収させ放置すると白色固体ができるることは、1930年に既に報告されていた。然し高圧法ポリエチレンが1939年に発見され1943年に工業化されるまで、この物質への認識がなかった。1950年以降3種の工業触媒が開発されたが、何れもその前にNiやCoを含む二量化触媒系が発見されている。即ち Co/C (1932), Ni/KG (1938), Ni/Al(Et)_3 (1950?)である。 Co/C は後に(1954) Ni/C , $\text{MoO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$ 等と共にStand. Oil Indiana触媒として開発された。森川が発見した Ni/KG はFarkasにより C_2H_4 解離吸着の根拠に引用され、小泉はこの活性はNiではなく NiO/SiO_2 に帰すべきことを証明(1943)。Phillipsは $\text{NiO/SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ による C_2H_4 二量化法を開発(1952)した後、1954年には $\text{CrO}_x/\text{SiO}_2-(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ポリエチレン触媒に到達した。Zieglerは1940年 $\text{LiEt}, \text{AlEt}_3$ による C_2H_4 の反応でwaxの生成を認めた。その後高圧下でこれを研究していたあるとき生成物が全部ブテンとなり、その原因は混入したNiの存在とわかり、1953年のZiegler触媒発見の契機となった。Niは置換反応が速くポリマーの成長を防げる特徴があり、このような前史を生むことになったと考える。

編 集 後 記

9月に開かれる第2回化学史シンポジウムのプログラムと予稿を本号に掲載することになったので、6月発行の予定が7月に延び、また、予定していた論文がページ数の関係で掲載できなくなった。しかし福井先生が昨年の化学史シンポジウムでなさった特別講演を掲載することができ、読者の期待に十分に応えることができたと思う。福井先生のご好意に心から感謝申し上げる。なお化学史シンポジウムについては、その趣旨を山口氏が本号で解説しておられるので、よく理解していただいて多数参加されることを期待する。さらにその前の8月30日(金)には恒例となった“夏のサロン”が開かれる。人造石油について興味あるお話を聞けるものと楽しみである。開催日が先号の予告より1日遅れたが、これにも多数参加していただきたい。

(武藤)

贊助会員名簿 (50音順)

(株)内田老鶴園
勝田化工(株)
協和純薬(株)
三共(株)
三共出版(株)
山陽化工(株)
塩野義製薬(株)
白鳥製薬(株)
武田科学振興財団
田辺製薬(株)有機化学研究所
(株)東京教学社
日本ユニカ一(株)
肥料科学研究所
理研ビニル工業(株)

会員訃報

本会会員 川井 雄氏(編集委員)は本年4月29日急逝されました。享年58歳。本会はここに謹んで哀悼の意を表します。

各種問合わせ先

○入会その他 → 化学史学会連絡事務局

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

○投稿先 → 『化学史研究』編集委員会

〒101 東京都千代田区神田錦町2-2
 東京電機大学工学部
 古川 安(気付)

○別刷・広告扱い → 大和印刷(奥付参照)

○定期購読・バックナンバー → (書店経由)内田老鶴園

編 集 委 員

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

化学史研究 第18巻 第2号 (通巻55号)

1991年7月31日発行

KAGAKUSHI Vol. 18, No. 2. (1991)

年4回発行 定価2,060円(本体2,000円)

編集・発行 © 化学史学会 (JSHC)

The Japanese Society for the History of Chemistry

会長 芝 哲夫

President: Tetsuo SHIBA

編集代表者 鎌谷 親善

Editor in Chief: Chikayoshi KAMATANI

学会事務局

千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学内
 c/o Tatsuaki YAMAGUCHI, Chiba Institute
 of Technology, Narashino, Chiba 275, Japan
 Phone 0474 (73) 3075

印刷 (株)大和印刷

〒173 東京都板橋区栄町25-16
 TEL. 03(3963)8011(代) FAX. 03(3963)8260

発売 (書店扱い) (株)内田老鶴園

〒112 文京区大塚3-34-3
 TEL 03 (3945) 6781 (代)

Overseas Distributor: Maruzen Co., Ltd.
 P.O.Box 5050, Tokyo International, 100-31 Japan
 Phone 03 (3272) 7211; Telex, J-26517.

昭和52年3月24日 郵政省学術刊行物指定

化学史学会—沿革と現況—

1991年7月現在

欧文名	The Japanese Society for the History of Chemistry (JSHC)
加盟団体	日本学術会議登録学術研究団体、化学関係学協会連合協議会
設立経緯	1973年12月、同好の士が集まり、同好会的に化学史研究会として発足、1984年10月に化学史学会に改組・改称
目的	化学史・化学工業史に関する研究の促進、研究成果の普及および啓蒙
会則	1973年制定、1984年10月、1990年10月改訂
歴代会長	初代(1974~1980)玉蟲文一、二代(1980~1983)奥野久輝、三代(1983~1984)立花太郎、四代(1985~1990)柏木肇
名誉会員	立花太郎、柏木肇
役員	【会長】芝哲夫(大阪大学名誉教授)、【副会長】鎌谷親善(東洋大学教授)、【理事】飯島孝、大沢真澄、亀山哲也、川崎勝、小塩玄也、佐藤正弥、島原健三、田中浩朗、中原勝儀、原田馨、林良重、深尾謹之介、藤井清久、吉川安、武藤伸、山口達明、吉本秀之、【監査】櫛宜田久男、吉野諭吉
評議員	【北海道】遠藤一夫、藤本昌利、【東北】新井萬之助、高田紀代志、吉田忠、【北陸】井山弘幸、日吉芳朗、【関東】紫藤貞昭、廣田鋼藏、【中部】大野誠、河原林泰雄、横山輝雄、【関西】阪上正信、島尾永康、竹林松二、藤田英夫、松尾幸季、【中国・四国】鬼頭秀一、成定薰、【九州】安東毅、今村寿明、坂口正男、野中靖臣、高橋清太
会員数	約450名
会誌	『化学史研究』(欧文名 KAGAKUSHI) 年4回発行 各号48~64ページ 内容: 原著論文、寄書、総説、解説、文献紹介、広場など 投稿規定は会誌各巻のNo.1に掲載 編集委員: 鎌谷親善(委員長)、飯島孝、大井手幸夫、川崎勝、亀山哲也、小塩玄也、斎藤幸一、田中浩朗、林良重、藤井清久、吉川安、丸石照機、宮本正彦、武藤伸、吉本秀之
集会および事業	総会 年1回開催(10月) 化学史研究発表会 年1回主催(10月) 春の学校(3月)、化学史サロン(8月)、化学史シンポジウム(9月) 外国人研究者特別講演会、化学史談話会(適宜開催) 『原子論分子論の原典』(刊行中) 日本の科学古典の復刻・翻刻(企画中)
入会方法	会誌各号綴じ込みの振替用紙に所定事項を記入のうえ、入会金(1,000円)と年会費(6,000円)を送金(振替口座 東京8-175468)
事務局	千葉工業大学工業化学科山口研究室内 化学史学会事務局 電話(0474)73-3075(直通)、(0474)78-0420
郵便物送付先	〒133 小岩郵便局私書箱46号 化学史学会

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society
for the History of Chemistry

Volume 18 Number 2 1991
(Number 55)

CONTENTS

LECTURE

- Ken-ichi Fukui: Reminiscences of My Research (51)

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

- Kiyohisa Fujii: 8. A Review of the Recent Historical Studies (1963-1985)
on the Chemical Revolution (64)

FORUM

(81)

SOURCES

- Yukimi Sasaki and Taro Tachibana: A List of the Thesis Defenses
at the Department of Chemistry, Tokyo Imperial University,
1916-1953, Part 2 (85)

BOOK REVIEWS

(92)

NOTICE OF NEW PUBLICATIONS

(99)

1991 SYMPOSIUM ON THE HISTORY OF CHEMISTRY

- Program and Summaries (100)
-

Edited and Published by

The Japanese Society for the History of Chemistry

P.O. Box 46, Koiwa Post Office, Tokyo 133, Japan

Overseas Distributor: Maruzen Co. Ltd.,

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