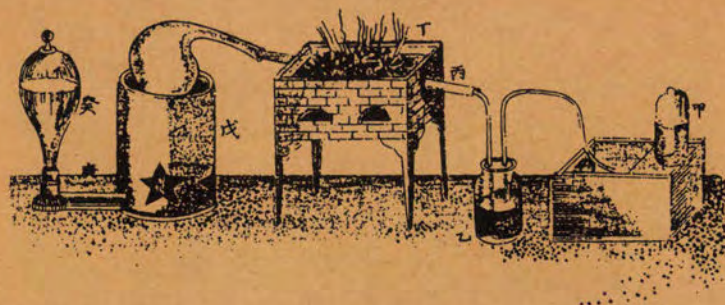


化学史研究

第20巻 第2号 1993年

(通巻第63号)

論文	肥料礦物調査所——その設立・事業・廃止——	鎌谷親善	65 (1)
寄書	「化学革命」とフランス革命への対抗——ロバート・ハリントン著『フランス化学理論への死刑執行令状』(1804年)をめぐる	大野 誠	93 (29)
科学史研究の新潮流	実験と実験室(ラボラトリー)をめぐる新しい科学史研究	橋本毅彦	107 (43)
研究回顧	放電による天然ガスよりアセチレンの製造と イソオクタン合成の工業化	山本為親	122 (58)
広場	第9回「春の学校」・第2回化学史・教育フォーラムの報告	大野 誠	129 (65)
紹介	石田純郎編著『緒方洪庵の蘭学』 遅塚忠躬・近藤和彦編『過ぎ去ろうとしない近代——ヨーロッパ再考』	宗田 一	132 (68)
特集	第4回化学史シンポジウム講演要旨	大野 誠	133 (69)
			134 (70)



化学史学会

第4回化学史シンポジウムプログラム

共催 化学史学会・日本化学会

日 時 1993年9月28日(火)
会 場 関西学院大学 日本化学会秋季年会会場
西宮市上ヶ原一番町1-155

シンポジウムテーマ 「錯塩化学の歴史」

座長 中 原 勝 儼

1. (9:30~10:10)
2D401 「ファント・ホッフとウェルナー」 (東大教授) 竹内 敬人
2. (10:20~11:00)
2D402 「配位結合の理論の変遷」 (大同工大教授) 山寺 秀雄
3. (11:10~11:50)
2D403 「わが国における錯体の構造研究の歴史」 (東大名誉教授) 齊藤 喜彦

連絡先 〒275 習志野市津田沼2-17-1

千葉工業大学工業化学科 山口 達明 ☎0474-73-3075 (化学史学会)

化学史学会夏期討論集会(夏のサロン'93)

—戦後の化学技術—

主 催 化学史学会

日 時 1993年8月27日(金) 13時30分~18時

会 場 東洋大学浦水会館(文京区白山5-28-20) [交通] 都営地下鉄三田線白山駅より徒歩10分
プログラム

1. 高圧合成技術の変遷 江崎 正直(元 三井東圧彦島・大牟田両工業所長)
2. ポリマー製造技術の変遷 佐伯 康治(日本ゼオン専務)
3. 原油熱分解と副生するタール、ピッチの利用 五味 真平(元 呉羽化学副社長)

参加費 1,500円

懇親会 18時より (2,000円程度)

参加方法 当日会場で受付。会員外の方も歓迎。化学史をめぐる知的放談会です。詳細は下記あてお問い合わせ下さい。

連絡先 〒305 つくば市東1-1 物質工学工業技術研究所内

亀山 哲也(TEL. 0298-54-4548)

化学古典復刻研究会からのお知らせ

化学古典復刻研究会は7月17日(土)に第5回目の会を開催しました。そこで合意を得たことは、主要事項別あるいは人物別に1~3巻になるようにまとめ、全30冊の予定で刊行することでした。その主要項目の案はおおよそ次のようです。

(1)物質論(機械論・粒子論・ニュートニアン化学・物理学入門)、(2)薬学雑記、(3)元素記号・度量衡、(4)化学技術、(5)宇田川家、(6)舍密開宗、(7)榕菴雑記、(8)川本幸民、(9)ハラタマ、(10)リッテル、(11)その他の御雇外国人、(12)三崎嘯輔、(13)その他

一部については担当者を選び、具体的な編集作業に入るよう依頼し、交渉することとしました。次回は10月9日(土)2時から東大教養学部で開催予定です。

研究会の進展状況の情報を得たい方、およびご意見やご希望のある方は下記宛に連絡してください。

八耳俊文あるいは

〒150 東京都渋谷区渋谷4-4-25 青山学院短期大学(勤務先) 八耳俊文

〔論 文〕

肥料礦物調査所

—その設立・事業・廃止—

鎌谷 親 善*

はじめに

近代工業の構築において欧米技術の移植とともに固有技術あるいは伝統技術の近代化が重要な国家的課題であった明治30年代、工業政策を担当する中央官庁の農商務省は固有技術の近代化を図るとともに、西欧技術の受容・定着のために国立試験研究機関の設立を進めていた。このような国家による試験研究の促進とそれの制度化は国家の科学技術政策における特徴の一つで、とりわけ化学工業において顕著にみられた。

農商務省は明治33年6月に国家の中央工業試験研究機関として工業試験所（東京工業試験所、化学技術研究所を経て、現物質工学工業技術研究所）を設立し、工業に関する試験研究の体系的な実施に着手している。それに前後して、個別分野の専門機関を設けていた。すなわち、31年8月に塩業調査会を発足させ、翌32年4月に塩業調査所に改組していた。34年4月には肥料礦物調査所を設置していたが、それは地質調査所土性課が27年度から着手した燐礦の調査研究の体制的整備を図る措置であった。醸造に関する試験研究機関は、同34年の7月から農商務省は大蔵省と共同で検討し、翌35年4月に農商務省商工局内に設立事務取扱所を設けて準備を進めたが、行政整理のために36年10月1日に税制担当の大蔵省に所管を変更し、37年5月に醸造試験所として発足している。

工業試験所の設立を挟んで設置された塩業調査

会—塩業調査所と肥料礦物調査所はともに、当時の化学工業、とりわけ原料と密接な関連をもっていた。前者の塩業調査会—塩業調査所は曹達工業の発展に伴い、国内塩が原料として品質的に不適当なことが明らかになったばかりか、燃料用石炭や人件費の高騰で塩価が上昇したこと、それに外国塩の輸入が始まったことに対処して、国産塩の価格と品質の両面で改革を図るために設けられた。後者の肥料礦物調査所の設置は礦物性(製)燐酸肥料の重要性が理解されて需要が増加し、その製造業の伸張によって燐礦石の輸入が増大する一方、国内における土性調査で燐礦が発見され、調査が進むなかで提起された要請を実現したものである。

しかし、これら化学工業の原料部門に関する調査・研究機関は、ともに存続期間は短く、行政整理により明治36年12月に廃止された。これはまた、日本における化学工業原料としての礦物資源の採取ないし探索の困難さとともに、国家としての資源政策の転換をも意味していたと言える。塩業に関しては専売制度の導入および製塩法の改良事業の実施、それに工業原料塩の輸入関税の減免措置となり、燐礦に関しては民間企業による探索・調査の努力に委ねられるようになった。

塩業調査会—塩業調査所や肥料礦物調査所の設立経緯と事蹟は、管窺したところ、ほとんど検討されていないと言えよう。そこで、今回は肥料礦物調査所を対象に考察することとした。

1. 地質調査所土性課における礦物肥料調査

1.1 地質調査所の創設と礦物肥料

明治初期、お雇外国人によって肥料としての燐

1993年5月15日受理

* 東洋大学
連絡先

酸の重要性が指摘され、その普及が急務であることが説かれた。不足する磷酸肥料を補うための礦物性過磷酸石灰肥料工業も創出され、創業期と呼べる日清戦争前までは市場開拓に苦しんだものの、以降は急速に事業を伸張させ、発展していくが、原料磷礦石を輸入に依存しているため、その製品が高価になることは避けられなかった¹⁾。

国内産磷礦の探索・利用は早くから提唱されていたが、その発見は明治27年夏のことで、地質調査所の土性調査の途上においてであった。これを契機に礦物肥料調査は積極化し、国立の調査研究機関の設置を求め、ついには肥料礦物調査所を実現させるので、端緒となる地質調査所土性課の活動から見てゆくことにしたい。

地質調査所の起源は、明治11年5月3日に内務省地理局に地質課が設けられたときと言ってよからう。この設置を提唱し、設立とともに責任者となるお雇外国人ナウマン (Edmund Naumann) は12年5月20日に閣議に呈出した「地質測量意見書」において地質調査のもつ役割を詳述していた²⁾。そのなかで「地質測量ノ理財上ニ裨益アル細目」の第一款「農業学」の冒頭において調査の対象として、「礦物肥料ハ最上ノ必要物ナリ」として石炭、石灰などとともに「磷灰石 (即チ磷酸石灰) 剥簾亜斯及ヒ曹達塩等」を挙げていた。このように「礦物肥料」 (略して礦肥) の名称は近代的な地質調査事業の創始とともに使用されており、しかもその探索・調査が利益のある事業として強調されていたことは注目してよからう。

ナウマンの提言を承けて、事業を具体的に、しかも平易に説いた内務省勸農局地質課編『内地地質調査施行之主意』 (明治13年6月刊) でも農業との関連において地質調査の重要性を説き、礦物肥料を重視していた。そして、「夫国ノ農業ハ是レ等礦物肥料産出ノ多寡、運搬ノ便否等ニ関スルコト大ナリ。就中磷酸石灰、石膏等ハ特ニ肝要ナルニ、我国未タ磷酸石灰ヲ検出セス。石膏モ亦少

ナシ。今是等ヲ探究搜索スルハ地質調査ノ職トシテ務ムル所ナリ」と述べていた³⁾。

このように地質調査事業の一環として、基幹産業である農業の振興のためには磷礦やカリ等を含めた「礦物肥料」は、その創始時から重要な調査・探索の対象であり、この業務を担当するのが地質調査事業のなかの土性部門で、明治15年2月に地質調査所が独立したときに、その旨が規程に明示されていた。すなわち、内務省地理局の所管のもとに発足した地質課の事業が産業の振興と密接な関係にあることから、明治12年5月にはナウマンの提言を容れ、多額の必要経費を認め、事業の整備に着手し、翌13年3月5日に地質課は勸業部門を所管する勸農局に移された。さらに14年4月7日に農商務省が発足したのに伴い、同省農務局に移管された。地質課の業務内容と所管をめぐる発足当初からの論議は、15年2月13日には特定の一局に属さない、独立した地質調査所を設置することで一段落し、同年2月23日付け庶務規程によりその業務を「地下埋藏ノ天産物ヲ探り、殖産ノ富源ヲ究メ、産業改進ノ方法ヲ考案シ、其適用ヲ指示スル所ナリ」と規定した。このとき、地質・土性・分析・地形・庶務の5係を設け、各係の所管を明記した。そのとき、土性係の分掌を「土壤、礦肥等ヲ調査シテ、土性図ヲ調製シ、土質ト植物トノ反応関係ヲ精査ス」ることと規定し、土性係が礦肥を所管することを明文化した⁴⁾。

翌明治16年3月9日付け農商務省達「地質調査事業順序」で業務内容が明確化され、「土性掛 (引用者注: このとき係から掛に改まる) ハ農産ニ適応スル地方ニ就テ土性及農産上ノ物料ヲ調査、又ハ試験シ、図并ニ報告書ヲ編製シ、殊ニ開拓シ得ヘキ地方ハ特ニ調査ヲ精密ニスヘシ」と規定された⁵⁾。このとき、礦肥の件については、とくに言及されていなかった。

明治18年12月22日、内閣制度の発足のさい、廃止された工部省所管の鉱山・工作関係事務が農商

務省に移管され、同年12月28日に地質調査所は地質局となり、ここにはじめて地質調査事業が一つの局としての地位を認められたと言われる。翌19年1月27日付け通知の「仮定事務条項」によると、地質局土性課（引用者注：このとき掛から課に改まる）の事務は「一、農業上ノ土性及農産上ノ物料調査ノ事／一、主産植物土性トノ関連試験ノ事／一、土性図及其説明書編纂ノ事」となっていた。礦肥の件については、引き続き触れられていなかった⁶⁾。

ところが、同19年6月25日付けの「地質局処務順序」において、土性課の業務は「耕地及ヒ種芸牧畜ニ堪ユヘキ原野林地及ヒ荒蕪地ノ土性ヲ調査スル事／主産植物土壤トノ関係ヲ試験スル事／礦物肥料其産出及品位ヲ調査スル事／土性図ヲ調製シ其説明書ヲ編纂スル事」と記され、土性課で礦物肥料の調査を所管することが明確にされた。

このとき、土性課の業務は局内の他の課と同様に、「外業」と「内業」とに分けられた。その「外業」においては指命の地において「土層ノ構造／土壤母岩トノ関係／調査上ニ要スル諸統計」と並んで「礦物肥料ニ関スル諸項」を調査すること、実地の調査では5万分の1の「野稿図」を作り「土層ノ構造、礦肥ノ有無及ヒ地質区分ヲ図中ニ明記シ、以テ土性図編纂ノ材料トナス」こと、それに「原野井ニ礦物肥料産出地等ニ於テハ一層詳細ナル調査を施行スルコトアルヘシ」と定めていた。「内業」においては土性図の調整および報文の編纂につづいて「礦肥ハ力メテ其驗定ヲ密ニシ、詳細ノ試験ヲ施行シ、而シテ其使用法ヲ説明スヘシ」と定めていた。そして、「報文」ノ項では「土性報文」と並んで編纂する「礦肥報文」において「其分析表ヲ掲ケ、其事歴、産出額及ヒ使用ノ適法ヲ論述ス」ることと規定していた⁷⁾。

この「処務順序」は、土性課を含めて各課の業務を詳細に規定した最初のもので、その業務事項は以降継承されていった。しかし、地質事業が発足した当初からの課題に応じて各課の業務を詳細

に規定したとはいえ、担当業務の境界を明確にすることは困難で、所管領域をめぐる紛糾を解消させるまでには至っていなかったと言えよう。このことは後に触れるように、土性課における礦肥調査でも見られたのである。

地質調査所における土性調査はお雇外国人の手によって開始された。その最初の責任者として外国人リープシャー（Georg Liebscher）を明治13年8月に雇用した。しかし、本務と関係がない農事統計表の作成等の業務に手をだし、ナウマン等上司の命令に従わなかったことから、翌14年3月に条約違反で解雇した。

ついで、明治15年11月に招聘したフェスカ（Max Fesca）が27年11月まで土性部門の監督として事業の進捗を図った。主要業務である10万分の1土性図の作成は第1号「甲斐国」を18年にフェスカ、恒藤規隆等が完成したのを手始めに、38年に土性課が農事試験場に移管されるまでの間に36府県の土性図が完成し、5府県の調査が終了し、調査未了は5県であった⁸⁾。

明治22年1月、日本人で最初の責任者として恒藤規隆が土性課長心得に就任した。恒藤は駒場農学校を13年6月に卒業し、地方農業の実地検分に派遣されたのち、同年8月に内務省勸農局に雇として採用され、地質課勤務を命じられた。翌14年4月農商務省の設立とともに同省農務局雇に転属され、同局地質課勤務となり、すでに述べたように、15年2月にその地質課は地質調査所となったのである⁹⁾。

1.2 宮崎県における磷礦の発見

フェスカが帰国する直前の明治27年8月、恒藤は宮崎・大分両県の土性調査のさいに宮崎県南那珂郡北郷村で礦塊を採取し、分析したところ、磷酸含有量の多い、有望な磷礦であることが判明した。これが契機になって、宮崎県における磷礦調査および採取した磷礦を原料にした磷酸肥料の試製や肥効試験等が始まった。

明治27年度末の28年2月、土性課の恒藤と地質課技師の大塚専一が共同で最初の磷礦発見地を中心に概査したところ、磷礦の存在が広範囲にわたっていることが判った。そこで、区域を劃定し、精査を実施することにし、まず当該区域の精細な地形図を調製し、採取した礦塊の分析、肥料の試製、さらには肥効試験を実施することになった。すなわち、地形測量は28年11月から地形課が着手した。土性課においては同28年11月から技師三成文一郎が宮崎県の最初の磷礦石調査地域と同一地区および隣接地域を調査した。また、土性課では蒐集した試料の化学分析、試料の磷礦を原料にして重過磷酸石灰や過磷酸石灰等の磷酸肥料の試製を含む応用的試験、それに磷肥の植生における効験を調査した¹⁰⁾。

地質調査所では特別調査として、明治27年度の地質課大塚専一による「日向国鉄肥四近磷酸石灰産地」調査につづき、28年度には土性課では恒藤・大塚による「宮崎県下礫肥産地」、地形課での堀内米雄による「宮崎県下磷酸石灰産地」の調査を

実施した。29年度にも恒藤・大塚は「宮崎県下礫肥産地」の調査を継続し、29～31年度に地形課の堀内米雄が、31年度に地質課の佐川栄次郎がいずれも「宮崎県下礫肥産地」の特別調査を実施した(表1参照)¹¹⁾。このようにして、日本最初の磷礦調査に関しては地質調査所は全所を挙げて取り組み、しかも集中的に各種調査を実施し、相次いで報告書を発表していった¹²⁾。

そこで、地質調査所の宮崎地方礫肥調査に関する公式の報告で、しかも総括的な見解を記載した報告「日向国礫肥」「礫肥調査報文」第1号(明治29年11月刊)]を中心に、当時の礫肥調査に対する考え方および調査のもつ意味を検討してみたい。

この報告は冒頭の総論部分で、日本の農業における磷酸肥料の意味を論じ、礫肥調査の社会的重要性を説いていた。まず、欧米においては農芸化学の研究で明らかとなった肥料の三要素の供給によって、農業の生産力の維持、さらには向上が図られていることを指摘し、日本における最近の増収は昔時蓄積した地味を売却しているのに等しく、

表1 地質調査所土性課・地質・地形の各課における特別調査としての礫肥関連調査(明27～40年度)

明治	課	調 査 者	調 査 事 項
27年度	地質	大 塚 専 一	日向国鉄肥四近磷酸石灰産地の礫源取調
28・29	土性	恒藤規隆・大塚専一	宮崎県下礫肥産地における礫肥の調査探究
28	地形	堀 内 米 雄	宮崎県下磷酸石灰産地の地形測量
29～31	地形	堀 内 米 雄	宮崎県下礫肥産地の地形測量
30	土性	鴨 下 松 次 郎	山形・秋田・新潟三県下に跨る礫肥の調査
		安 田 彦	千葉・茨城二県下において礫肥の産否如何につき探検
31	地質	佐 川 栄 次 郎	宮崎県下礫肥産地の調査
31	土性	鴨 下 松 次 郎	山形・秋田二県下の礫肥産地の調査
		恒 藤 規 隆	宮崎・鹿児島・熊本三県下の礫肥産否探検
32	地質	巨智部忠承・井上 禧之助・佐川栄次郎	長崎・佐賀・静岡・岐阜四県下の礫肥産地の調査
32	土性	松岡操・恒藤規隆・ 鴨 下 松 次 郎	青森・新潟・三重・愛媛・高知五県下の礫肥概査
32	土性	鴨下松次郎・恒藤規隆	岐阜・新潟・茨城・静岡四県下の礫肥産否につき探検
38	地質	小川琢治・塚本愿	石川県下礫肥調査
39	地質	小川琢治・塚本愿	石川外三県下礫肥調査

出典、井上禧之助「地質調査所沿革及事業」『地質調査所報告』第3号(明治40年11月)51～55, 62～63, 69～70頁。
地質調査所編・刊「地質調査所事業成績報告」第2回(明治29年2月)21～24頁。同第4回(明治40年10月)15頁。

とりわけ磷酸について著しいことを報告していた。日本では地力を維持するには1反歩当り磷酸(P_2O_5) 1.2貫目を必要とし、そのうちの630匁は各種肥料で供給しており、残り570匁が不足している。日本の全耕地面積が約500町歩であることから、磷酸の不足総額は2,800万貫(10.5万トン)と、推定されるのであった。

不足する磷酸は海外、なかでもアメリカに求めざるを得ないが、アメリカ産磷酸(磷酸含有量約30%)に換算すると35万トンに相当する。この額は日本と耕地面積のほぼ等しいイギリスが40万トン近い磷酸を使用していることから、多いとは言えない。輸入するとすればアメリカか地中海沿岸のアフリカからで、価格の高騰と原価の3倍の運賃が見込まれ、日本到着の磷酸は1トン30円となり、総額はおよそ1,000万円である。これに製造費および利益を加えると磷酸1貫目が1円40銭、重過磷酸石灰を輸入するとこれよりは高価で磷酸1貫目1円50銭となり、不足する磷酸の総額2,800万貫の価額は4,000万円となる。「夫レ、斯ノ如キ不廉ノ原料ヲ消費シ、我農業ヲ経営スル能ハサルハ今更言フヲ要セス」と、磷酸肥料の原料あるいは製品を海外に依存しては農業経営が危機を招きかねないと、警告を発した¹³⁾。

当時、「産業ノ革命ハ農業ノ勢ハ漸ク微ニシテ、工商ノ業ハ昇天ノ勢ヲ以テ産業界ニ隆起シ、農産品ハ輸入ヲ仰クニ至ラント、是レ全ク立国ノ基礎ヲ変更スルモノナリ。生産原料ニ乏シケレハ農業ハ或ハ此惨状ニ沈淪スルモ知ルヘカラス」と基幹産業としての農業が危機にあるとの認識を示し、そのうえで「然レトモ、我国体地位ノ如何ヲ顧ミルトキハ斯ノ如キハ断シテ希望スヘキコトニアラス」と、農業の一層の発展を強く求めた。そこで「磷肥原料ノ国内ニ産スルト否トハ国家ニ至重ノ関係ヲ有スルモノト云ハサルヲ得ス。有テ索メサルハ固ヨリ国家ノ怠慢ナリ。有無ヲ究メスシテ顧ミサルモ亦是怠慢ナリ。我国古来農ヲ以テ国家ノ

基礎トナス。其基礎ノ鞏固ナランヲ計ルニ当リ、之ヲ冷眼視スルカ如キハ所謂曠ノ責ヲ免カレサルナリ。故ニ、国家ハ今ニ当リ全版図ヲ通シテ速カニ礦肥探検ノ事業ヲ施スノ責務ヲ負フモノト云フヘシ」と、国家の根幹に係わる農業の基礎を強化するため、国家は自らの事業として磷礦調査を実施すべき責任がある旨を指摘した¹⁴⁾。

さらに、基幹産業である農業の発展のために不可欠な磷酸肥料を低廉かつ確実に供給することの重要性を強調し、磷酸肥料が「其供給ノ途宜ロシキヲ得サレハ増殖ノ利薄フシテ、到底国家ノ殷富ハ期スヘカラストシ、反復証明シテ特ニ世人ノ注意ヲ促」していた¹⁵⁾。このようにして、磷酸肥料に対する世人の注意を促し、磷酸を基軸とした礦物肥料の調査事業の喫緊性に共感を求め、それを地質調査所土性課の事業の一部門から独立させ、国営事業とすることを主張した。言葉を換えれば、国立の礦物肥料調査機関の設置に向けての世論を喚起するとともに、その設立の理論的根拠を与えるものであったといえよう。

ついで、これまで礦肥に関しては探検を試みて成功したものはないし、日本の地質構造から見て礦肥が賦存していないとして探索を断念したものもいたが、宮崎において磷酸を発見し、その産出に「多少属望」できるとして調査し、当該地区の概略が報告できるまでになった。そこで、現陣容では宮崎全区域の精査になお数年間が必要なことを断ったうえで、本論とも言うべき宮崎県の調査結果を報告している¹⁶⁾。

すなわち、宮崎磷酸の埋蔵層は第三紀層中で、賦存範囲は広く、「産地ノ甚タ広潤ナルヲ認知」した。しかも、運輸の便を見たところ、海岸に沿って賦存しているので、「運輸ノ経費ハ頗ル少額ヲ以テ各地ノ需要ニ応スル」ことができる優れた立地好条件の場所であった¹⁷⁾。

磷酸は砂岩や頁岩中に瘤塊、その他の形状の礦塊として存在し、場所や形状等により磷酸含有量

は4~27%と変動が大きかった。そのうち、鉄分や粘土分を多く含有する磷礦は、過磷酸石灰のような磷酸肥料の製造には適さないが、磷酸の浸出では好結果を得た。硅砂質の磷礦は良質で、過磷酸石灰の製造に適し、水溶性磷酸塩の製造にも好都合な優れた礦石である旨、報告していた¹⁸⁾。

精査未了とはいえ、「磷礦ノ原産地ハ広潤ナレハ、産量上大ニ望ミヲ属スヘキ所アリ、又其地位沿岸ナレハ礦塊ノ運輸ノ便宜アリ」と、産出量に関してはおおいに期待できるばかりか、搬出の便がよいことも強調していた¹⁹⁾。

磷礦の利用に関しては、磷酸の需要が大きいことから、完全な利用策に配慮し、試験した。すなわち、比較的高品位(磷酸含有率1割以上)の礦石からは過磷酸石灰の製造を試みた。低品位礦石(磷酸含有率1割以下)については、粉状にし、そのまま肥料としての効果を試験した。さらに低品位礦の効益のある使用法としては磷酸浸出液の製法を試験し、ついでそれを用いた「重過磷酸質」肥料の製造とその肥効に関しても試験した。

過磷酸石灰の製造では一般的な手法に依ったことは言うまでもないが、熱心に実験を試みたのは低品位礦についてである。利用するにしても輸送費が高むので、磷酸含有率を高めるために磷分のみを分離するため、まず磷酸の浸出法を試験した。低品位磷礦を粉碎し、その礦粉(0.5ミリ)を水で湿潤し、希薄な硫酸を注加し、浸出液を濾過することで磷酸液を造り、この「浸出試験ハ好結果」であったと、述べている²⁰⁾。

ついで、この磷酸浸出液を用い「重過磷酸質」肥料の製造を試験した。ここで恒藤が「重過磷酸質」肥料と呼称しているのは、1872年(明治5年)ドイツにおいて低品位礦の利用法として開発され、普及していた重過磷酸石灰に相当していた²¹⁾。低品位磷礦を原料にして造った磷酸浸出液を磷礦粉と混合・乾燥させて製出しており、試製品は当時輸入されていた重過磷酸石灰(磷酸成分30%)

と同等の品質をもっていた。

製造には攪拌器や磷酸濾液の蒸発のための乾燥器を装備し、しかも手数と費用が掛かる濾過を容易で敏速に実施できる適切な方法を考案する必要があった。そこで「重過磷酸質」肥料の経済的な製造法として、予め約1割の磷酸を含む礦粉を多量に堆積し、これに磷酸浸出液を散布し、塩田におけるような方法で乾燥させるのが便利であると思慮する、と恒藤自身の試案を提示していた²²⁾。そして、低品位礦の効益ある使用法として「重過磷酸質」肥料の製造を勧めていたのである。

試製した過磷酸石灰および重過磷酸質肥料の両者、それに低品位磷礦の粉末そのものを使用した肥効試験は好成績を収め、このようにして「磷礦応用ノ区域ヲ大ニ拡張スル」ことができることを、報告した。そして、全地域にわたる精査は未了だが、宮崎産磷礦は有望である旨を、結論としていた²³⁾。

以上のような調査・試験結果を踏まえ、今回の宮崎県下における磷礦調査が「礦塊ノ性質ヲ審明シ、之レカ価値ヲ示シ、応用ノ程度ヲ討究シタ」こと、それに「将来、現地ニ於ケル調査ノ方針ヲ劃定スルノ基礎」を提供するものであったことの二点をも指摘し、報告を終えていた²⁴⁾。

1.3 磷礦発見の影響

報告「日向国磷礦」は、表題の宮崎県下の磷礦調査の結果のみでなく、礦物肥料調査に関する国営機関の設置をも提示する、すぐれて政治的な報告書でもあったといえよう。まず第一に、宮崎県地方の磷礦の埋蔵量については過大な評価を、また利用についても楽観的な見通しを与え、他方においては現陣容では宮崎地方の精査や磷礦利用の試験に両三年あるいは数年を必要とすると、事業の容易ならぬことをも指摘していた²⁵⁾。ついで、宮崎地方のいっそうの精査はもとより、日本全土についての磷礦探索・調査、および内国産磷礦を用いた磷酸肥料の製法、とりわけ低品位磷礦の

利用法としての重過磷酸石灰の製造技術の開発という課題を提示していた。これらを承けて、礦物肥料の調査・研究に関する国家体制の構築問題を提起したのである。

最初の課題である宮崎県の精査や国内各地の同様の地質構造をもつ地域における燐礦の探索・調査は引き続いて、地質調査所土性課を中心に実施した。とりわけ、特別調査として宮崎県の燐肥産出地と同様な地質構造をもつ地域を対象に、明治30～32年度には礦物肥料調査を実施した（前出表1参照）。秋田・山形両県下では第三紀層から、さらには青森、新潟、長野、山梨、石川等の各県でも同様の地層に燐礦が発見された。

恒藤は明治29年4月国際地質学会参加を兼ねて、外国における燐肥の産地調査や燐酸肥料の製造法等の調査に出張した。帰国後の明治31年度、土性課の特別調査として礦物肥料の産否について宮崎・鹿児島・熊本の九州3県を調査した。32年度も鴨下松次郎等とともに特別調査として青森等5県の燐肥の概査を実施した。この一環として、三重県下巡回の命令を受けて調査中の32年6月、鳥羽において古生層でマンガン鉱に付随する燐礦を発見し、翌33年にも調査した²⁶⁾。

宮崎県に続いて秋田、山形、青森などの第三紀層のみならず、三重県の古生層においても燐礦の存在が発見されたことは、日本にもすぐれた燐礦の埋蔵を予測させ、大きな期待を抱かせると同時に、提案している国立の燐肥調査機関の設置の必要性を裏付ける有力な証拠の出現で、国家体制の整備をいっそう強く促す要因となった。

また、宮崎における燐礦の発見・調査の時期は日清戦争と重なっていて、その発表が戦後経営の時期でもあったことから、宮崎燐礦の埋蔵量と利用に関して過大な評価と楽観的な見通しを与えていたことに加え、国益と強く結び付け、大きな期待を以て燐礦調査の意義が語られ、礦物肥料調査を国家事業として実施・推進すべきであるとする

気運を醸成した。

恒藤の報告を転載した『大日本農会報』（第186号、明治30年3月）では、その編者が燐礦調査を「将来燐肥の供給に関する最も重大なる調査なれば、目下膨脹的の我国に於て燐礦を得たるは幾軍隊を増設したらんよりは富国強兵策の下に基礎を建てたりと云ふも強ち誣ゆるにあらざるべし」と述べていた。当時の風潮を端的に反映させ、燐礦調査の国家的意義を説いたものと言えよう²⁷⁾。

地質調査所土性課の三成文一郎も同様の発言をしており、燐礦の「発見は帝国の殷富を致すに至大の効益あり」とし、それは「独り燐礦産地付近のみに止まらず、帝国一般産業上大関係を有する」ものと高く評価していた。さらには、今回の発見を「帝国の産業上並びに学術上大に質すべきのことなり」と、手放しで礼賛していた²⁸⁾。

国内における燐礦石発見の情報は、直ちに燐酸肥料製造業関係者の関心をも惹起した。東京人造肥料社長渋沢栄一が地質調査所に恒藤を訪ね、燐礦発見の事情を詳しく聴いたのち、燐礦の発見と産出とが「国家に取って重大なる幸福である」と賛辞を述べたと、恒藤は懐顧している²⁹⁾。

このような燐礦発見に関する国家的重要性の指摘と賛美こそは、礦物肥料調査の国家機関を設置し、促進することを求めるための世論の形成ないしは環境整備のための発言と看做すべきであろう。

同時に恒藤による燐礦の発見は地質調査所内部から、礦物肥料調査に関する体制の再編・整備を求める契機をも創りだしていた。恒藤自身の回顧録において、宮崎で採取した標本を持ち帰り、地質調査所で地質・土性・分析の各課に提示して評議に供したところ、列席していた分析課長（のちの工業試験所長）高山甚太郎が「地質課、即ちゼオロジストに向って『燐礦の如きものは、ゼオロジストの研究探検の範囲に属すべきものであるのに、恒藤氏に於て発見されたのは、専門違ひのものに其の職務内のことを奪われた様なものではな

いか』と攻撃の矢を向けられた」ため、その後は地質課の課員は磷礦に関心を示さず、土性課の職務範囲のなかで調査を進めていくことになったと、述べている³⁰⁾。しかし、この恒藤の回想は、上述した宮崎県の磷礦調査はもとより、その後の調査についても、実態とは掛け離れたものである。

そればかりか、礦物肥料の産出に関する調査および礦物肥料の検定・試験や使用法に関しては土性課の管掌領域であったものの、採取した材料の分析や工業上有用な物料についての適応の試験は分析課の所管事項であったことから、この磷礦の分析およびそれからの過磷酸石灰や重過磷酸石灰等の磷酸肥料の製造に関する試験は分析課の業務と言えなくもなかった。これら礦肥の化学分析や工業化試験を土性課が実施したことは他の分課の職務を侵害したことになる。したがって、高山の発言は地質課の名を借りて、自己の所管する分析課の領分を土性課が侵していることに対する批判であったと見ることもできる。さらには、専門外の事項に手を出し、「重過磷酸質」肥料の製造試験など、見通しが困難な企てを隠蔽するための言辞であると言いたかったのかもしれない。

ともあれ、当時の地質調査所が一つの転機に立っていたことは、確かである。地質調査所は地質調査を軸にして、農・工・鉱業の振興に資するために設けられ、地質課が地質調査を担当したことは当然のこととして、土性課が農業のための調査・試験、分析課が工業のための分析・試験を担当していたが、担当業務を巡っての理解は発足期の地質調査所自身の農商務省内での所属部局の決定を困難とさせたし、各課の所管分掌についても同様に明確な合意を得るのは容易でなかった。他方、各課の独立性も強く、調整には苦しんでいた。各分野の発展は業務の分離・独立を図る方向を生み、この時期には農事試験場（明治26年4月）が発足し、工業試験所の設立構想が具体化していた（発足は明治33年6月）。地質調査所では、時代の要請

に応じての再編成問題が俎上に登ってきていたと言えよう³¹⁾。

磷礦の発見を契機にして提示された各課の職分を巡っての論議は、土性課による礦物肥料の調査と礦物肥料の製造に関する試験研究に関して、地質調査所内部からの批判を招き、当然のことながら、農業に密接な関係を持つ礦物肥料の調査を進捗させるための国家としての制度の整備を具体的な課題として提起した。諸課題に対応する措置として、礦物肥料に関する事業の振興のため、議会に建議案の呈出を目論みさせ、事業の独立を考慮させる方向へと進んでいったのは当然のことと言えよう。

2. 磷礦調査事業の制度化

2.1 衆議院における「磷礦調査所設置ノ建議案」の提出と審議

宮崎県における磷礦の発見とそれにつづく各地での磷礦調査結果は大きな期待を抱かせ、有志議員は衆議院で磷礦調査に関する建議案を呈出し、その調査事業のために国立機関の設置とそれによる事業の促進を企てた。すなわち、第13回帝国議会（明治31年12月3日開会、32年3月9日閉会）会期中の明治32年2月3日衆議院本会議に藤金作、他2名が「磷礦調査所設置ノ建議案」を上呈した。それは次のような内容であった¹⁾。

生産ノ増殖ヲ計ラント欲セハ、先ツ其ノ地力ヲ培養セサルヘカラス。地力ヲ培養セント欲セハ、先ス其ノ肥料ヲ利用セサルヘカラス。今ヤ我邦農界ノ現状ヲ察スルニ、地力ノ培養未タ尽サス。肥料常ニ不足ヲ告クルノ傾キアリ。殊ニ磷肥、即チ磷酸質肥料ノ如キニ至ツテハ近時其ノ欠乏甚シク、從テ價格暴騰シ、一般農家ノ之ヲ使用スル能ハサルハ勿論、土地改良上之ヲ供給スルニ非サレハ農業ヲ經營スル能ハサル地方ニ於テスラ、尚ホ且普ク之ヲ供給スルコト能サルノ欠点アリ。蓋シ、近

来燐肥ハ多ク其ノ原料ヲ海外ニ仰キ、遠ク欧
米地方ヨリ輸入セラレ、価格決シテ廉ナラサ
ルヲ以テナリ。故ニ、若シ此ノ現況ヲ以テ荏
苒歲月ヲ経過センカ、土地ノ生産ニハ益多費
ヲ要シ、農家ハ為メニ救フヘカラサルノ惨境
ニ沈淪セン。此ノ際、我農界ニ向ツテ肥料供
給ノ途ヲ開クハ実ニ刻下ノ急務タルヲ信ス。
且地質調査所ニ於テ曾テ全国ノ土性ヲ調査セ
シメタル際、宮崎県下ニ於テ燐肥ノ原料ニ資
スヘキ燐礦ヲ発見セシコトアリ、其ノ後東北
地方ニ於テモ亦、其ノ産出アルヲ認定スルニ
至レリト聞ク。思フニ、其ノ他ニモ産出ノ見
込アル所少ナカラサルヘシ。若シ、夫レ邦内
ニ此ノ原料ノ産出アランカ、農界ノ凶歉ヲ救
済シ、併セテ生産ノ増殖ヲ促カスハ期シテ俟
ツヘキナリ。是実ニ国家ノ一大慶事ト云ハサ
ルヲ得ス。然ルニ、斯ノ重要ナル事件ニ対シ、
之カ調査探究ヲ主トスルノ完全ナル機関ナ
ク、僅ニ土性調査ノ傍ラ時ニ之ヲ施行セシム
ルカ如キハ、寧ロ当局者ノ怠慢ト言ハサルヲ
得ス。
依テ、政府ハ此ノ際最モ急速ニ適當ノ施設ヲ
以テ肥料原料ノ調査^(ママ)ヲ新設シ、全版図ヲ通シ
テ燐肥原料ノ所在ヲ明示シ、又其ノ原料ニ就
キ製造ノ適否ヲ試験シ、斯業ノ模範ヲ示サレ
ンコトヲ切望ス

すなわち、農業における生産増強のためには地
力の培養が必要で、肥料、なかでも燐酸質肥料が
欠乏し、価格が暴騰しているので、苦況に喘いで
いる農家に低廉な肥料を供給することは急務であ
る。しかも、地質調査所が宮崎で燐礦を発見し、
東北でも産出するほか、産出の見込みあるところ
が少なくない旨、聞き及んでいる。国内に燐礦の
産出があれば農界の凶歉を救済し、生産の増殖を
も促すので、国家にとって慶ばしいことである。
このように重要な事項にもかかわらず、調査・探
求を主とする完全な機関がなく、土性調査のかた

わら、時折これを実施しているのは、当局者の怠
慢である。そこで、政府に対して速やかに適当な
施設を設け、肥料原料の調査を開始し、全版図に
おける燐肥原料の所在を明らかにし、またその原
料を用いて肥料製造の適否を試験し、模範を示す
ことを求めたのである。

この建議案に関して、永井嘉六郎が呈案理由を
説明した²⁾。

以上のような建議案の内容とその呈案理由を見
たとき、地質調査所土性課による一連の調査や報
文「日向国燐礦」が建議案上呈の契機と論拠と与
えていたことはもとより、恒藤による関係議員お
よび所管の農商務省関係担当官への働き掛けがあ
ったことは推測に難くない。とくに、恒藤の駒場農
学校の同窓酒匂常明が農商務省農政課長（明治31
年11月～36年5月在任）であったことも、与って効
果があったものと思慮される³⁾。

建議案を検討するため、議長の指名する9名を
以て構成する委員会が設けられ、付託された。同
2月6日に委員会を開催して委員長、理事を選挙
し、2月8日に委員会を開き、農商務省の技師2
名および政府委員の出席のもとに審議した⁴⁾。

委員会では建議案の趣旨に賛成したが、燐礦調
査は政府の都合によって地質調査所その他適当な
機関で実施する方法を採り、特別に燐礦調査所を
設置する必要はないとして、表題から「調査所設
置」という文字を削除して「燐礦調査ニ関スル建
議案」と訂正し、文言もそれに副って、次のよう
に修正した⁵⁾。

近年農業ノ進歩ニ伴ヒ、一般農産物ノ産額年々
増進スルト共ニ漸ク地力衰耗ノ徴ヲ表ハシ、
為メニ各地通シテ著シク肥料ノ需要ヲ増シ、
年々多額ノ肥料ヲ海外ニ仰クノ止ムヲ得サル
ニ至レリ。殊ニ燐酸肥料ハ量モ必要ナリト雖
從來本邦ニ於テハ之レカ原料ニ乏シク、近来
之レヲ海外ニ仰クヲ以テ運賃其他出費ノ為メ
多額ノ金員ヲ要シ、從テ其價格他ノ肥料ニ比

表 2 磷酸肥料含有の磷酸価格

I. 宮崎県産磷礦から製造した磷酸肥料の磷酸価格（概算）

1.1. 重過磷酸石灰

費 目	使用量/製出量	
磷礦石(磷酸5%含有) 採礦費	100貫目	1.000円
同 撰礦費		0.500
同 粉末費		1.100
硫酸(比重1.06)代	100貫目	2.200
製造諸費		4.000
最上礦石(混合用)	30貫目	0.900
乾燥・荷造其他諸費		1.200
製出重過磷酸石灰		
(有効磷酸約20%含有見積)	65貫目	10.900
同 1貫目当り価格		0.762
		[0.838]

1.2. 重過磷酸石灰

費 目	使用量/製出量	
磷礦石(磷酸10%含有) 採礦費	100貫目	1.000円
同 撰礦費		1.500
同 粉末費		1.100
硫酸(比重1.10)代	100貫目	3.800
製造諸費		4.000
最上礦石(混合用)	50貫目	1.500
乾燥・荷造其他諸費		1.200
製出重過磷酸石灰		
(有効磷酸約25%含有見積)	85貫目	14.400
同 1貫目当り価格		0.670
		[0.677]

2.1. 過磷酸石灰

費 目	使用量/製出量	
磷礦石(磷酸10%含有) 採礦費	100貫目	1.000円
同 撰礦費		1.000
同 粉末費		0.800
硫酸代		1.456
製造諸費		1.000
仕上・荷造		0.600
製出過磷酸石灰		
(有効磷酸7.8%含有見積)	130貫目	5.856
同 1貫目当り価格		0.750
		[0.578]

2.2. 過磷酸石灰

費 目	使用量/製出量	
磷礦石(磷酸20%含有) 採礦費	100貫目	1.000円
同 撰礦費		2.000
同 粉末費		0.800
硫酸代		2.912
製造諸費		1.000
仕上・荷造		0.600
製出過磷酸石灰		
(有効磷酸12.0%含有見積)	130貫目	8.312
同 1貫目当り価格		0.692
		[0.533]

II. 山形・秋田両県産磷礦から製造した過磷酸石灰の磷酸価格（概算）

費 目	使用量/製出量	
磷礦石(磷酸10%含有) 採礦費	100貫目	1.160円
同 撰礦費		1.000
同 粉末費		1.000
硫酸代		2.500
製造諸費		1.000
仕上・荷造		0.500
製出過磷酸石灰		
(有効磷酸7.68%含有見積)	130貫目	7.160
同 1貫目当り価格		0.716
		[0.717]

注. I・IIのカギ括弧内の数値はその上の数値の誤り（出典のママ）を訂正したもの。

III. 主要販売磷酸肥料の含有する磷酸価格

製造地/製造会社	名 称	含有磷酸価格	販売会社
ドイツ・メルク会社	重過磷酸肥料	1.333円/貫	中央肥料商会
イギリス製	沈殿磷酸石灰	1.157	中央肥料商会
イギリス製	粉細末骨	1.157	中央肥料商会
独英伯・アルベルト会社	重過磷酸肥料	1.292	十文字商会
英領インド・モーデー製	極上骨粉肥料	1.128	十文字商会
東京人造肥料	完全人造肥料	1.299	東京人造肥料
東京人造肥料	過磷酸肥料	1.012	東京人造肥料
多木製肥所	骨粉原料磷酸肥料	0.991	多木製肥所
多木製肥所	調和磷酸	0.987	多木製肥所
大阪硫曹	第1号過磷酸肥料	1.133	中央肥料商会

出典.『第十三回帝国議会衆議院議事速記録』第26号（明治32年2月9日）346～347頁.

シテ頗ル高価ナリ。故ニ将来我農産ノ改良増殖ヲ企画セント欲セハ、該肥ノ低廉ニシテ且ツ農家ノ容易ニ之ヲ施用シ得ルノ途ヲ求メサルヘカラス。然ルニ、明治二十七年ニ至リ始メテ宮崎県ニ於テ磷礦ヲ発見シ、次テ山形・秋田両県ニモ同様ノモノヲ発見セリ。思フニ各地方ヲ通シテ同地層ニ付漸次調査ヲ施行セハ、独り此三県ニ止ラス、必ス他ニ同質ノ礦石ヲ産出スルナラン。果シテ然ラハ将来磷酸肥料ヲシテ潤沢タラシムルヲ得ン。依テ速ニ磷礦調査ニ著手シ、且ツ同時ニ其製造法等ヲ研究スルノ必要ヲ認ム

審議において、実施した調査から判明した有望な磷礦埋藏地19箇所の精査、および採掘礦石を原料にした肥料製造による利益の有無を調査・試験する必要があり、それらを年間約2万円の予算で、5カ年継続して、計10万円の経費で実施したい旨を提案した。その経費については、当時の田畑耕作地が約500万町歩で、磷酸肥料1,000万円を購入して投下することで、収穫の2割以上の増加が見込まれ、1反歩2斗の増収として全国で1,000万石、1石10円と仮定しても、1億円の収益で、これに較べるとき、その調査費10万円は些細な額で、磷礦調査は農家に多大の利益をもたらす事業であると、説明していた⁶⁾。

審議の後、「磷礦調査ニ関スル建議案」、「磷礦調査及探検スヘキ地方」、必要経費予算案、それに磷礦石を使用した重過磷酸石灰および過磷酸石灰の製造費等の参考資料を添付した報告書を作成した。それによると、磷礦調査および探検すべき地方として宮崎、秋田、山形の3県を、調査すべき地方として北海道を、探検予定地に21県を挙げていた。経費としては年間約2万円で、技師4名、技手6名の定員による事業としていた。さらに、各種の磷酸肥料の製造費を算出した一覧表と主要磷酸肥料の含有磷酸の価格表とをあわせて提示していた（表2参照）⁷⁾。これらが地質調査所土性課

の恒藤等による調査や磷酸肥料試製からの知見に依拠して作成されていたことは言うまでもなからう。

明治32年2月9日の衆議院本会議において「磷礦調査所設置ノ建議案」は審議された。そこで、委員長藤金作は上記のような委員会の審議経過を報告し、報告書を提出した。この修正した建議案は異義なく可決された⁸⁾。

2.2 磷礦調査費の計上

第13回帝国議会における「磷礦調査ニ関スル建議案」の可決を承けて、農商務省は明治33年度予算案に「磷礦調査費」16,483円10銭を計上した。『農商務省所管予定経費要求書』では次のように説明していた⁹⁾。

肥料ノ原料タル磷礦ノ調査探検ヲ施行シ、之カ供給ノ途ヲ講究スルハ実ニ刻下ノ急務ナリトス。今之ヲ実行セントスルニ当リ、先ツ海外諸邦ニ於ケル該原料産出ノ実況、撰礦ニ関スル事項並ニ各其原料ノ品質ニ対スル製造ノ方法等ニ就キ視察実験ヲ施行シタル後、本邦實際ニ適当ノ方法ヲ撰択シ、而シテ漸次本事業ヲ施設スルノ必要ヲ認メ、之ガ経費壹万六千四百八拾參円拾銭ヲ予算セリ

すなわち、磷礦産出の実況、撰礦に関する事項、原料の品質、磷肥の製造法についての外国事情調査費および国内における磷礦調査、採取した礦石の精製、磷酸肥料の試製等、関連事業のための費用からなっていた。

この磷礦調査費を含む予算案は第14回帝国議会（32年11月22日開会、33年2月23日閉会）に上呈された。その衆議院予算委員会において「磷礦調査費デゴザイマスガ、是モ本年春議會（引用者注：「磷礦調査所設置ノ建議案」を審議した第13回帝国議会）ノ問題ニナリマシタトコロノモノデゴザイマスガ、先ヅ此三十三年度ニ於キマシテ調査、即チ^(ママ)磷業産出ノ実況、撰鉱ニ関スル事項、原料ノ品質、製造方法等ヲ視察、実験セシメル方針ニ依リマシテ、

此経費ヲ要求致シマシタ」と、政府委員は説明していた¹⁰⁾。

以上のような経過説明は、燐礦調査に関する建議案が可決されたのを承けて、農商務省の所管の農務局が燐礦調査費を予算案に計上したことを示唆するものである¹¹⁾。この燐礦調査費に議会は協賛を与えた。

そこで、地質調査所ではこの臨時費によって燐礦に関する調査事業を実施した。恒藤は明治33年4~11月に再び欧米における燐礦産地および人造肥料製造に関する調査研究を命じられ、出張した。この時期に開催されていたパリ万国博覧会も参観し、その後は各地を訪ね、調査を重ねていた¹²⁾。

出張に先立って、恒藤は国内燐礦調査に関する見解を発表し、第三紀層に属する土地の調査、ならびに重過燐酸石灰の製造法と粗礦の機械的精製法の研究を実施する必要を説いていた。とくに後者に関しては、国内産燐礦石の品位が低いことから、西欧の優れた技術の調査を求めている¹³⁾。このような意図を、今回の海外出張は実現させたものと言える。

2.3 肥料礦物調査所の設置

農商務省は翌明治34年度予算案において、燐礦に関する国立調査機関を設置することとし、それに必要な諸経費、物品購入、調査などの費用、あわせて10,090円を計上した。これを『農商務省所管予定経費要求書』では次のように説明していた¹⁴⁾。

燐礦調査費ニ於テ、……本年度ハ新タニ官制ヲ創定シ、之ニ関スル職員即チ技師三人、技手五人、書記二人ヲ置キ、漸次適切ノ施設ヲ為スヘキ必要アルヲ以テ、之カ俸給、派出旅費其他雇員小者ノ増員又ハ需要品ノ購買等、調査上ノ諸費ニ壹万九拾円ヲ増シ……。

すでに見た第13回帝国議会で「燐礦調査所ノ建議案」が審議された際、委員会は独立した燐礦調査所の設置を強く主張せず、「燐礦調査ニ関スル

建議案」と修正・可決していたのが、今回、再び変更されて独立官制をもつ燐礦調査所を設置する案となって、提出されていた。このように改訂された経過を詳らかにする説明は見られなかったものの、先の建議案審議の際に燐礦調査は政府の都合によって適当な機関によって実施することが、所管官庁に一任されていたことによるものと推測される。

この燐礦調査機関の設置経費は10,090円で、燐礦調査のための費用は前年度よりも大幅に減額されていたが、10,283円が計上され、燐礦調査費として合計20,373円が要求されていた。これは前年度よりも3,870円の増額であった。

予算案は第15回帝国議会（明治33年12月25日開会、34年3月27日閉会）に上呈された。審議において、燐礦調査所の設置場所に関する質問があったものの、先の「燐礦調査所ノ建議案」審議との関連において、設置理由や設置に至る経緯を問い糾す質疑はなかった。予算の内容からみて、建議案の審議のさいに求めている経費に相当する要求額であったためか、燐礦調査機関の設置と調査事業の件は短時間のうちに審議を終えていた¹⁵⁾。そして、燐礦調査所の設立案件を含む、明治34年度予算案は協賛を得た。

これを承けて、燐礦調査所の設置が具体的日程に登ってきた。そのさい、「燐礦調査所」と呼ばれていた調査機関の事業内容を明確にし、相応しい名称を付ける必要があった。地質調査所では創設期から農業を重視していたため、調査対象を燐礦を含めて「礦物肥料」と称していたが、検討ののち、燐礦に加えて、カリや含窒素物といった肥料用の礦物を探査・試験の対象とすることから、機関の名称を「肥料礦物調査所」と改めた¹⁶⁾。

この肥料礦物調査所設置の件が閣議に請議されたさい、その「肥料礦物調査所設置ノ理由」には、次のように記されていた¹⁷⁾。

燐礦調査ハ第十三回帝国議会ノ建議ニ依り、

政府之ニ賛同シ、三十三年度ニ於テハ囑託制ニテ先ツ其概況調査ヲ試ミタルニ、其結果磷礦ト関連シテ他ノ肥料用礦物ノ現存スル所アルヲ認メタリ。依テ、三十四年度ヨリ更ニ官制ヲ設ケ、該調査ヲ実行スルニ当テハ其名称ハ肥料礦物調査所トスルヲ以テ適当ト思考ス。磷礦ハ即チ肥料礦物ニシテ其他ニ肥料礦物ト称スヘキモノハ加里及含窒素物ノ二種アリテ、加里ハ珪酸塩ノ形状ニテ磷礦ト共ニ現存スルヲ認メ、又含窒素物モ将来磷酸ト共ニ産出アルモ知ルヘカラス。故ニ磷礦ト共ニ以上ノ肥料礦物ヲモ同時ニ調査スルノ必要アルナリ

つまり、建議をもとに予算を付けて磷礦の概況調査を実施したところ、磷礦のほか関連する肥料礦物の現存を確認し、創設予算も成立しているので官制を設けて、肥料礦物調査所を設置し、調査する必要があるから、と言うのである。

明治34年4月9日に裁可を得て、翌10日勅令第46号が公布され、ここに肥料礦物調査所が設置された。官制によると、事業は「肥料礦物ニ関スル調査及試験ノ事ヲ掌ル」（第1条）となっていた。同所の処務規程では「肥料礦物ニ関スル調査及試験ヲ為シ、原料ノ産出応用ヲ図ルヘシ」（第1条）と、その事業範囲は広がった。職員定員は所長、技師専任3名、技手専任5名、書記専任2名、所長は技師を以て充てることとなっていた¹⁸⁾。

初代所長に恒藤規隆が任命された。地質調査所から恒藤のほか、関野修蔵、松岡操、三成文一郎、小林房次郎が兼任技師に、鴨下松次郎が専任技師・地質調査所兼任に、吉田弟彦が専任技師に、それぞれ任命された。事務所は地質調査所に同居して設けられた¹⁹⁾。

以上のようにして、明治27年夏の土性調査における磷礦の発見を契機にして始まった国立肥料礦物調査機関を設立し、事業の振興を図ろうとする企ては、ここによりやく実現を見たのである。この過程は当時における国立試験研究機関の創設の

典型的事例の一つと言える。

すなわち、必要と認められる試験研究機関の設置の件を議会に建議案として呈出し、担当官庁も審議に参加し、可決し、ついでその設立予算案を呈出し、協賛を得、これを承けて設置案を閣議に請議し、裁可を得ることで実現を図る手順が採られていた。同様の経過は先行して設けられた塩業調査会—塩業調査所や工業試験所の設置においても見られた。しかし、これらは大臣の諮問機関の決議や答申を承けて議会に建議案が上呈されていたことで、肥料礦物調査所とは異なっていた²⁰⁾。したがって、この時期に議会における建議案の呈出・可決、それを承けて設立予算案の上呈・協賛、ついで閣議で裁可され、勅令公布という手順が、議会制度の創始期における国家の試験研究機関の設立方式として定形化されたと言うことができる。

3. 肥料礦物調査所における事業

3.1 肥料礦物の探索・埋蔵調査

肥料礦物調査に関しては、地質調査所土性課時代は磷礦その他の礦物肥料の存在を発見しても、適切な調査機関がないために「実用上ノ価値ノ如キ、固ヨリ窺知スル能ハス、空シク放任シタリ」という状況であったのが、肥料礦物調査所の設置によって「磷礦現存ノ徴アル各地ニ直チニ調査ヲ開施」でき、しかも礦物肥料の製造、品位、品質等、それに肥効の試験も実施できるようになった¹⁾。ここでの事業活動は年2回刊行された『肥料礦物調査報告』によって窺うことができる（表3参照）²⁾。

肥料礦物調査所の事業は、すでに見たように「外業」ないし「フィールドワーク」と呼ばれる肥料礦物の探索や埋蔵に関する調査、および「内業」と称せられる、採取した試料の分析、肥料の製造等の化学的試験、肥効試験、それに調査報文の作成等に大別できる。

表 3 肥料礦物調査所における礦肥調査および試験事業

時 期	探 索 調 査 事 業	試 験 事 業
34年4月 概察地方 }	長野県小県郡西部 福岡県遠賀郡折尾町付近	秋田県南秋田・由利・雄勝3郡 愛媛県西加茂外3郡
34年9月 探礦地方	新潟県古志外3郡 山形県最上郡最上川・鮭川両沿岸 秋田県山本郡藤沢川沿岸 青森県東西津軽郡	静岡県小笠郡掛川付近 茨城県多賀郡東岸 福島県石城郡東岸
産地調査	新潟県東蒲原郡岩屋・刈羽郡曾地	
34年10月 概察地方 }	山梨県北都留・西八代・南巨摩3郡 宮崎県東諸・西諸2郡	静岡県榛原・小笠2郡 長崎県北松浦郡小佐々村
35年3月	岐阜県可児・恵那・土岐3郡 長野県更級・小県・埴科・上水内・下水内・東筑摩6郡	三重県志摩郡鳥羽町付近
探礦地方	宮崎県宮崎・南那珂2郡海岸地方	
35年4月 概察地方 }	南洋南島島 岐阜県可児郡 三重県志摩・度会2郡並に其の隣接和歌山県の一部	新潟県刈羽・東頸城2郡 新潟県東蒲原郡岩屋産磷礦沈殿磷酸塩試験 三重県志摩郡鳥羽港付近加茂村産磷礦試験
35年10月	長野県東筑摩・北安曇・上水内・小県・更級5郡 探礦調査 長野県東小県・更級2郡 産地調査 三重県志摩郡鳥羽港付近加茂村	三重県志摩郡鳥羽港付近加茂村産磷礦利用法試験
35年11月 概察地方 }	三重県度会郡栗原地方 愛媛県東・西宇和2郡内	大分県北海部沿岸地方 第1~5回磷酸浸出試験 新潟県・三重県産磷礦混用過磷酸石灰試験 南島島・三重県産磷礦混用過磷酸石灰試験 南島島・クリスマス島産磷礦混用過磷酸石灰製造試験 南島島産黒色磷礦供用重過磷酸石灰試験 南島島産褐色磷礦供用重過磷酸石灰試験 クリスマス島産磷礦供用重過磷酸石灰試験 肥料用磷酸カリ試験 長崎県産カリ礦試験 「マール」利用法試験
36年3月 探礦調査 産地調査	長野県更級郡新山地方 三重県志摩郡鳥羽港付近加茂村地方	

出典、『肥料礦物調査報告』第1~4号。

「外業」である肥料礦物の探索と埋蔵に関する調査で採用されていた方法は、次の3段階に区分されていた³⁾。すなわち

1. 概察：地質上有望な地方での調査、現地での化学的検定も試行。
2. 探礦：埋蔵の兆候がある地域で、便宜的な区画を設けて該当区域内での調査。この際、各区域内の礦質、礦層の状態等に関して詳細な調査（詳査）と試験の実施。
3. 産地調査：利用の程度如何により、さらに原料産地として調査を続行し、地形を実測して採掘の適否、礦量等に係る詳査の実施。

肥料礦物調査所における探索・埋蔵調査をみると、設立された明治34年4月から同年9月までの半年間、概察を長野、秋田、福岡、愛知の4県について、探礦を新潟、山形、秋田、青森、静岡、茨城、福島各県を対象に実施した。産地調査は新潟県東蒲原郡岩屋および刈羽郡曾地について施行し、前者は礦層中の磷分の変動が大きく、過磷酸石灰の原料には不適當で、重過磷酸石灰製造あるいは輸入品と混用できる程度で、後者も大量産出の可能性がなく、採掘が困難で、利用可能な磷礦は見いだせなかった⁴⁾。

明治34年10月から35年3月までの時期には、長

野、岐阜、宮崎、静岡、山梨、長崎、三重の各県を概察し、宮崎県宮崎・南那珂2郡の探礦調査を実施した。産地調査は実施しなかった⁵⁾。今回の報告書で特記されていたのは、概察した三重県志摩郡鳥羽町付近で存在が確認された燐礦についてである。

恒藤は肥料礦物調査所の発足前の明治32年6月、京都府ほか2県の巡回の際、三重・岐阜2県の巡回を命じられた⁶⁾。それより前、鳥羽町でマンガン鉱坑を稼行していた河村隈太郎が、燐分を含む燐礦石の存在を知り、地質調査所に鑑定を求めてきていた。分析の結果、良質の燐礦であることを確認し、現地調査の必要を認め、概察を施行した。古生層においてマンガン鉱に密着して産出する含燐燐礦石の成因を考慮し、当時稼行していたマンガン採掘坑における含燐燐礦石の産出する実況を照合して査察し、「其ノ産量頗ル多大ナル望ミアリ」としたばかりでなく、マンガン鉱採取にあたって排除した燐礦の量をも勘案して精査を実施すると「燐量意外ニ多産ナルヲ予想スルニ難カラス」という結論に達した。しかも、採取した燐燐礦石の分析から高品位燐礦であることが判明した⁷⁾。

国内で従前発見されていた肥料用燐礦は第三紀の地層に賦存していたのに対して、鳥羽地区の燐燐礦が古生層のなかで、マンガン鉱に連接して賦存していたことは、世界的燐燐礦産地として著名なテネシー地域の燐燐礦も古生紀層中に産出していることから類推して、鳥羽地区における燐燐礦の発見は「我カ農界ニ、亦科学界ニ発表スヘキ一大慶報」であると、高く評価した。鳥羽地方に対しては明治35年度においても産地調査を実施するが、これを契機に同様な古生層の存在する愛媛・大分両県での燐燐礦調査も開始した⁸⁾。

鳥羽地区における燐燐礦石はその後も精査し、燐燐酸肥料の製造に関しても熱心に試験した。しかし、大分・愛媛両県に跨がる古生層中の燐燐礦の産否調査においては、期待した燐燐礦の存在は見いだせ

なかった⁹⁾。

第2年度の明治35年4月から同年10月までの間には、内地の新潟、三重、岐阜、長野の各県のほか、南鳥島に対する概察を実施した。探礦調査を長野、山梨両県について、産地調査を三重県志摩郡鳥羽港付近について施行した。このうち、三重県鳥羽町付近の燐燐礦は、当初の概察の事業に得られた知見とは著しく異なり、産出量は少なく、品位も高くはなかった。マンガンの含有量が多く、これへの対応も当初の報告のように容易ではなかった。

これに対して新たな希望を抱かせたのは南鳥島の調査であった。このような南太平洋島嶼に対する関心は世紀交替期における西欧各国の探検調査によって優れた燐燐礦が発見されていたことで喚起されていた。すなわち、すでに1890年（明治23年）にクリスマス島の探検で燐燐礦が発見され、翌91年から採掘が始まっており、オーシャン島においても1900年（明治33年）に燐燐礦が発見され、いずれも高品位燐燐礦で、日本を含めて各地へ輸出されていた¹⁰⁾。

この南鳥島については、明治35年春の北鳥島の噴火大爆発にさいして島民救助に派遣された軍艦高千穂に技師吉田弟彦が同乗し、燐燐礦調査にあたり、採取した試料から良質の海鳥類起源の燐燐礦の存在が見いだされた。「其ノ成績ニ依リテ南方諸島全般ヲ通シ、肥料ノ産否如何ヲ調査スルハ刻下緊急ノ事業タルヲ証明シタリ」と報告していた¹¹⁾。これを契機に、版図内の南太平洋島嶼について探検が開始されたのである。

明治35年11月から36年3月までの間には、概察を三重、大分、愛媛の3県、探礦調査を長野県、産地調査を三重県鳥羽港付近について、それぞれ実施した。いずれも見べき成果はなかった¹²⁾。

肥料礦物調査所は明治36年12月に行政整理で廃庁となるが、最後の36年4～12月の調査事業に関しては報告書が刊行されていないため、残念なが

ら、詳細を知ることができない。

この廃庁を予測してか、最終報告書となった『肥料礦物調査報告』第4号（明治36年8月刊）には、採取した試料の分析一覧を収録していた¹³⁾。以前の地質調査所土性課時代における宮崎県で採取した試料およびこの肥料礦物調査所における採取試料について、報告書の分析結果よりその磷酸含有量を検討したとき、肥料礦物調査所設置に向けての報告とは異なり、その磷礦の品位は一般には極めて劣悪であった。このことは当時の輸入磷礦石の品位と比較すると明瞭であろう（表4および5参照）。しかも、埋蔵量については、報告書のいずれにおいても具体的には全く言及していなかった。このことは採掘可能な地域が存在しないこと

表4 国内産磷礦の含磷量

試料の採取地	試料礦物	磷酸(%)	磷酸三石灰(%)
宮崎県南那阿郡・宮崎郡	灰泥質岩	5.71~11.13	12.46~24.30
南那阿郡・宮崎郡	淡黄色磷礦	20.29	44.29
新嘉坡東馬六甲郡	淡褐色磷塊	7.59~20.90	16.57~45.63
刈野郡	灰色磷塊	8.35~20.56	18.23~44.87
秋田県山本郡	黴色磷塊	6.98~12.12	15.24~26.46
山梨県帯金	—	8.05~16.86	17.58~36.80
長野県更級郡	—	1.43~25.40	3.13~55.44
三重県志摩郡	灰白色磷粉	8.93~29.21	19.50~63.77
—	—	1.17~32.58	2.55~71.11
度会郡	磷礦	18.11~31.94	39.54~69.72
南島島	磷礦	12.61~27.21	27.52~59.41
—	混腐植磷礦	13.38~32.64	29.20~71.25

注. 同一地域における含磷量の最小・最大の試料の事例を抽出し、例示。

出典. 宮崎県は「日向国磷礦」『磷肥調査報文』第1号(明治29年10月)41~62頁。

他は『肥料礦物調査報告』第4号(明治36年8月)56~113頁。

表5 輸入磷礦石の産地別成分・価格・輸入高

		オーシャン	クリスマス	アンガルー	マカデア	エジプト	フロリダ	ガフサ	アルジェリア	その他	合計
含有量	磷酸	37.94	38.77	38.64	37.79	27.38	31.26	27.42	30.44		
%	磷酸三石灰	86	86~88	83	83~86	65	68	60	60~65		
価 格	明治37年		27								
円/トン	38		28								
	39		29~30								
	40										
	41										
	42	31~32	32~33					21			
	43	28~29	28~29				20	20			
	44	28~29	28~29	25~26			23~24	21			
	45	28~29	27~29	25~28		19~24	20~26	19~22			
	大正 2	29~29	27~29	26~27	28	19	19~20	19	19		
	3	27~28	25~28	25~26	27	16~17	17~18	16~17	16~17		
第1次大戦戦局前標準価格		28	28	25	25.5	15~18	15~18	16~17	17~18		
輸入高	明治43年	74,776	21,776	409	—	—	36,660	16,371	—	18,856	166,896
トン(%)		(44.8)	(13.0)	(0.2)			(22.0)	(9.8)		(11.3)	(100.0)
	44	72,278	2,520	15,583	—	—	90,381	41,981	—	31	222,774
		(32.4)	(1.1)	(7.0)			(40.6)	(18.8)		(0.0)	(100.0)
	45	90,024	5,269	9,260	—	42,829	80,013	52,491	—	199	280,445
		(32.1)	(1.9)	(9.1)		(15.3)	(28.5)	(18.7)		(0.1)	(100.0)
	大正 2	96,888	9,534	29,726	10,339	47,470	64,828	61,378	7,025	—	327,188
		(29.6)	(2.9)	(9.1)	(3.2)	(14.5)	(19.5)	(18.8)	(2.1)		(100.0)
	3	60,461	14,928	21,026	11,949	71,047	54,063	37,987	10,025	191	281,683
		(21.5)	(5.3)	(7.5)	(4.2)	(25.2)	(19.2)	(13.5)	(3.6)	(0.1)	(100.0)

注と出典. 1. 磷酸 $[P_2O_5]$ 含有量は、アルジェリア産磷礦石が外国の分析値であるのを除き、農商務省農事試験場依頼分析部における分析値、『農務彙纂第六拾 肥料概覧』(大正5年)30~31頁。

2. 磷酸三石灰「磷酸カルシウム、 $Ca_3(PO_4)_2$ 」含有量は『外国貿易概覧』明治42~大正2年版の数値より算出した概数。

3. 価格は神戸港着のもので、『外国貿易概覧』明治37~大正3年版によるが、第一次大戦戦局標準価格は『農務彙纂第六拾 肥料概覧』(大正5年)30~31頁。

4. 参考までに付記すると、ラサ産磷礦石〔磷酸含有量33.52%〕の価格は、大正3年が24~25円/トン、第一次大戦戦局前標準価格が14~18円/トンである。出典は『農務彙纂第六拾 肥料概覧』(大正5年)30~31頁。

を示唆する以外のなものでもない。

例外的に高品位である三重県志摩郡鳥羽の燐礦も多量のマンガンを含んでおり、利用が不可能であった。わずかに南鳥島の燐礦のみが採掘の可能性を示しているに過ぎなかった。また、精査に着手した能登についてはまったく触れていなかった（補論参照）。

3.2 燐酸肥料の試製

肥料礦物調査所の礦肥試製場において、すでに地質調査所土性課時代に着手していた方法、つまり採取した試料を用いて過燐酸石灰や重過燐酸石灰の製造試験、それに燐礦等の肥料礦物やこれら試製燐酸肥料の肥効試験を進めた。とりわけ、低品位の燐礦石の利用を図る措置として、「重過燐酸質」肥料と仮称していた重過燐酸石灰、さらには沈殿燐酸塩（燐酸二石灰、燐酸水素カルシウム）等の肥料を試製した¹⁴⁾。

重過燐酸石灰は当時の西欧で使用されていた方法に準拠し、試製した。まず粉碎した燐礦を水で十分に湿潤にし、希硫酸を加えて攪拌したのち濾過し、不溶性残渣を分離し、燐酸浸出液を造り、濃縮した。この燐酸液に燐礦粉を加えて重過燐酸石灰とし、自然乾燥させて試製品としていた。これらの燐酸含有率は25～32%であった¹⁵⁾。

このような試製結果を踏まえてか、探索・調査した燐礦について多くの場合は重過燐酸石灰の製造を勧めていた。たとえば、肥料礦物調査所が設立された明治34年に概察調査を実施した長野県小県郡の燐礦について、探礦調査した青森県東津軽郡、茨城県多賀郡および福島県石城郡の燐礦について、産地調査した新潟県東蒲原郡の燐礦について、それらがいずれも重過燐酸石灰製造に使用できることを報告している¹⁶⁾。

少なくない希望を以て産地調査した三重県鳥羽町付近の燐礦に関しては、産出する燐礦量は少なくなく、燐酸含有率の平均で約1割、撰礦すると2割まで達するものもあるので、撰礦法に関して

は器械設備によるべきだが、当該設備がないことから、説明できないと条件を付けながらも、現況から「按スルニ、採掘其ノ尙直ニ重過燐酸石灰ノ製造原料ニ供スルトセハ満俺、珪石、酸化鉄及礬土等ヲ含有スルモ何等ノ支障ナキノミナラス、選礦ニ費用ヲ投スルニ比シテ遥ニ有利ノ事業タルヘシ」と、推奨した。そのうえ、燐礦の採掘費や搬出港までの運搬費等の費用を計算したうえで、「当地ニ於テ重過燐酸石灰製造ニ充ツルヲ以テ、十分事業ニ適スベキモノト認ム」と、断言していた¹⁷⁾。

鳥羽産燐礦についても燐酸製出の各種試験を実施していた。燐礦粉を湿潤し、希硫酸（4～13%）を加えて、温度が上昇しないように攪拌し、燐酸を浸出させており、そのさい鉄、礬土およびマンガンが溶出することなく、好成績であったと報告している。とくに、希薄な硫酸を使用したとき、多量の燐酸を浸出させることができるとともに、鉄、礬土等に対する作用が微弱であることから「硫酸ノ節減」、「製造上巨大ノ経費及労力ヲ省」くことができるとして、「本法ハ経済的ナルヲ以テ、営利事業ニ応シテ最モ適切ナルモノト信ス」と、確信をもって勧奨していた¹⁸⁾。

燐酸肥料の製造試験の結果、三重県鳥羽および南鳥島の燐礦が重過燐酸石灰ばかりか、輸入燐礦と混用して過燐酸石灰の製造でも使用できることを報告していた¹⁹⁾。

沈殿燐酸塩の試製には新潟県の低品位燐礦（燐酸含有量4～5%）を用い、塩酸で燐酸塩を溶出・濾過したのち、濾液に石灰乳を注加して燐酸二石灰を沈殿させ、洗浄・濾過して製出していた。この方法は「頗ル簡単ニシテ労力ト費用ヲ要スルコト甚少ナシ」として、廉価な塩酸が入手可能な土地では低品位燐礦を用いた燐肥製造事業に適していると、推奨した²⁰⁾。また、肥料用の燐酸カリの製造も始めて試みていた²¹⁾。

肥料礦物調査所の備えていた礦肥試製場の設備

を見ると、原動機、破碎器、粉末器、旋風分離器、混溶器、溶出液濃厚炉等は竣工をみていたが、礦肥試製のうえでもっとも必需の圧搾濾過器および炉法試験に要する溶融炉、選礦に関する諸施設等は明治36年4月現在でも完備していなかった。そのため、装置の整備されている範囲での含磷礦の粉碎試験、礦肥製造の予備試験、各種礦肥の試製の範囲に留まっていた、各種磷酸肥料の量産試験までは実施できなかった²³⁾。

最後の時期の明治36年4月から12月までの礦肥製造試験等の活動については、報告書が未刊のため、窺えないのは磷礦の探検・調査と同様である。

肥料礦物調査所の報告を通覧するとき、各種試験の結果を踏まえてとは言え、沈殿磷酸塩、重過磷酸石灰、高品位礦と混用しての過磷酸石灰の製造、マンガン含有の鳥羽磷礦からの磷肥の製造のいずれに関しても、きわめて明るい見通しを以て実用化の可能性を示唆していた。しかし、いずれも肥料礦物調査所の存在意義を誇示するためのものと言わざるを得ないほど、過大な評価であった(補論参照)。

以上のような肥料礦物調査所の活動を概括するとき、まず第一に言えることは、さまざまな経緯はあれ、その事業の成果を求めるには存続期間はあまりにも短かったことである。すなわち、肥料礦物調査所の事業は、既に見たように議会で呈出された磷礦調査所設置建議案で5カ年事業として提案されておったものの、磷礦調査費が認められた明治33年度からしても4カ年、肥料礦物調査所そのものの存続期間は僅かに2年9カ月であった。それに先行する地質調査所土性課時代の明治27年夏の磷礦発見から数えても、10カ年弱に過ぎなかった。この時間的制約が肥料礦物調査所の事業をきわめて限定された内容としたことは否定できない。

存続期間が短期間であったため、乏しいとはいえ本土で唯一つの採礦可能な埋藏地であった能登

の調査を開始したのは廃所直前で、加えて南太平洋島嶼への探検・調査は国際的にも開始されたばかりであったし、重要な磷礦産地であることが発見されるラサ島(沖大東島)が日本の版図に編入されるのはようやく明治33年10月であったことも、探検・調査の範囲を限定させ、成果を挙げるまでの余裕を与えない結果となった。このことは能登については36年に磷礦の精査に着手したばかりであり、ラサ島調査が39年からであったことによっても理解されよう²³⁾。したがって、行政整理による廃止は性急すぎた措置と言ってよからう。

地質調査所土性課時代はもちろん、肥料礦物調査所が設置されてからも、その存続期間が短く、加えて予算および人員の制約から、調査対象地域が限定されていたにも拘らず、調査地域における肥料礦物の賦存状況の貧弱さ、つまり発見した磷礦については化学分析によって、それらが決して優れた礦石でもなく、しかも豊富に存在するものでもないことを明確にした。換言すれば、調査区域内には経済的に採礦可能な磷礦等の肥料礦物が存在しないことを確定したことが、成果と言える。

また、磷礦に対する需要が膨大であるにも拘らず、埋藏磷礦が富礦でもないうえ、賦存量が乏しいために、産出磷礦の完全な利用を目指し、それを原料にしての磷酸や沈殿磷酸塩、さらには重過磷酸石灰の製造に多くの期待をかけ、輸入磷礦石との混用をも含めて、少なくない努力を払ったことは多ししなければならない。

しかしながら、肥料礦物調査所の設置に向けて、肥料礦物の埋藏に関する過大な評価を与えたばかりか、磷酸、重過磷酸石灰等の製造に関して、安易とも言える試験結果の理解をもとに、楽観的な工業化の見通し述べ、国内埋藏磷礦に対するきわめて過大な期待を抱かせたことは否定できない。この傾向は肥料礦物調査所設置後においても引き続き見られた。行政整理で廃止が議論されはじめ

た明治35年初頭、それまでの肥料礦物の埋蔵に関するきわめて過大な評価と、経済的に採礦可能な埋蔵地が存在しないという現実との間の、余りにも大きな較差が明確になった。また、熱心に試み、推奨していた磷酸、沈殿磷酸塩、重過磷酸石灰等の製造、とりわけ沈殿磷酸塩や重過磷酸石灰は西欧においても普及が限定されていること、それに日本での工業化は機械装置等の設備面から容易ではないことも、その実験用装置の入手難であることから理解されてきたと言える。

つまり、肥料礦物調査所の設置を求めた時期はもとより、その設立後においても、調査報告は実態と乖離した、成果の過度な誇示ないしは過大な期待を抱かせる内容であった。そのことは肥料礦物調査所に対する信頼性を喪失させるものであったと言えよう。言葉を換えるならば、地質調査所土性課時代に国内産磷礦に対する過剰ともいえる期待を掻きたて、肥料礦物調査所の設置に向けて大きな動機付けを与え、設立後は国内産磷礦への過度の期待を維持させるために楽観的で安易な報告を続けたものの、そこには冷静な判断が欠落していた。その結果、有望な磷礦を見出せなかったことから肥料礦物調査所に対する大きな失望ないし信頼感の喪失を招き、廃止を容認する気運を醸成したのではなかろうか。

肥料礦物調査所を廃止させた要因の一つは、繰り返すようだが、設立前や設立当初において抱かせた国内の埋蔵についての過大な期待と現実との間の乖離であろう。加えて、国内における磷酸肥料製造業は、輸入磷礦石を原料としながらも、急速に生産量を増大し、工業としての形成を見せ、需要を充足していくようになり始めていたことも、もう一つの要因とも言えよう。

廃止時における理由を詳らかにする史料は欠くが、設置の際の事業計画が5カ年と期間を限ったものであったこと、上に挙げたように当初の予測はもとより事業報告と賦存する磷礦の実態との間

の著しい乖離、および輸入原料に依存した磷肥製造の急速な伸張と形成といった事情が肥料礦物調査所を短期間で廃止させた主な要因ではないかと推測される。

4. 肥料礦物調査所の廃止

明治36年夏、政府が決定した行政整理によって試験研究機関の縮小や廃止が実行され、塩業調査所や肥料礦物調査所は廃止されることになった。

肥料礦物調査所は明治36年12月5日、勅令第239号の公布によって廃止された。同日公布の農事試験場官制改正の勅令第235号の付則に「明治三十七年三月三十一日迄ハ……定員ノ外臨時農事試験場ニ技師二人及技手三人ヲ置キ、肥料礦物調査ニ関スル事務ニ従事セシム」と記されているように、条件を付して、肥料礦物調査所の事業は農事試験場に移管された。

しかし、このとき農事試験場の処務規程は改正されなかった。翌37年3月24日の規程改正（農商務省訓令第4号）において農芸化学部の所管事項に「肥料礦物ノ試験及調査ニ関スル事項」が追加され、肥料礦物の調査・試験が農事試験場における正式な業務となった。

ついで、明治38年3月29日公布、4月1日施行の勅令第100号によって農事試験場技師の定員が3名増加し、同日の処務規定の改正（農商務省訓令第3号）によって農事試験場に土性部が置かれ、地質調査所土性課の業務を正式に引き継ぎ、土性調査、肥料礦物の試験および調査等を担当するようになった¹⁾。他方、地質調査所では土性課の廃止とそれにとまなう技師3名、技手1名の定員減があった²⁾。

つまり、土性調査事業を地質調査所から農事試験場へと移管する過程で、それはまた地質調査所における農業部門の分離・移譲でもあったが、そのさいに肥料礦物調査所という、一つの階梯を介在させたと言うことができる。

農事試験場土性部で肥料礦物調査所から移った

鴨下松次郎（部長）、三成文一郎、小林房次郎の外、鈴木重礼、小池梯次、伊藤源蔵、鈴木重助等が業務を担当した。肥料礦物調査は南鳥島、能登のほか、岐阜、岡山、和歌山その他13県を対象に実施し、そのうちの能登と鹿児島県久多島に関しては報告書を刊行した³⁾。

恒藤規隆は肥料礦物調査所の廃止を「極めて無謀のことで、当時政府が国富の開発に対して冷淡無頓着であったのは実に驚くの外はない」と、厳しく批判していた⁴⁾。恒藤自身はこのときに廃官となり、官を退いた。以降は後述するように、民間の磷酸肥料製造会社の顧問、さらには自ら探索・開発した磷礦を基にして磷礦採掘および磷酸肥料製造事業を創始し、経営したのである。

補論. 鳥羽と能登の磷礦

ラサ島での磷礦採掘を除いて、国内磷礦において磷酸肥料製造の原料として採掘・使用されたのは能登、それに少量であるが鹿児島県久多島の磷礦であろう。鳥羽産磷礦については試掘に止まったのではなかろうか¹⁾。

鳥羽産磷礦に関しては既に見たように明治35年4月の『肥料礦物調査報告』（第2号）において「我カ農界並科学界ニ於テ特ニ注意研究ニ価スヘキ好材料タルヲ信ス」と特筆し、本文でも「一大慶報」と記していた²⁾。人造肥料製造業者の多木久米次郎が関心を持ったのは当然であろう³⁾。

しかし、『肥料礦物調査報告』の記載とは異なり、磷礦は低品位で、産出量も多くないうえ、磷酸肥料製造で問題がないとされたマンガンも分離が容易でないために原料としては不適當であった。すなわち、報告書刊行の翌明治36年には「近時三重県鳥羽ニ発見セラレタル磷礦石及南鳥島ノ鳥糞ハ能ク磷酸肥料ノ原料タラシメ得ヘシトテ世人ノ耳目ヲ聳動セシメシカ、而カモ前者ノ含磷量ハ百分中七乃至十前後、後者ハ平均十四五ニ過キサレハ、僅ニ調合肥料ノ用ニ供シ得ヘキノミニシテ、

到底磷酸肥料ノ原料トスルニ足ラス。随ツテ、之カ為ニ輸入磷礦石ノ消長ニ影響スルナキヤ、素ヨリナリトス」と、断定されていた⁴⁾。

既に注記したように、南鳥島産グアノは発見当初は年間1~2,000トンが採掘されていた。鳥羽磷礦はマンガンを含有していても磷酸肥料製造に差し支えないという肥料礦物調査所の報告に反して、明治39年には「其満俺ヲ含有スルアリテ、之ヲ分離スルニ由ナク、到底肥料ノ原料ニ供用シ得ヘカラサルカ故ニ、目下其尽廢鉦ニ帰シ終レリト云フ」と、廃礦となったことが報告されている⁵⁾。

能登の磷礦石については、農事試験場土性部時代における最大の磷礦調査事業として採りあげられ、詳細な調査が実施された。石川県下における磷礦石の発見は羽咋郡火打谷村字出雲における発見が「嚆矢」とされ、明治35年と報告されている⁶⁾。鹿島郡西島村半ノ浦の磷礦は火打谷磷礦の発見が動機となり、同地の人により37年2月頃に発見されたと言われている⁷⁾。

火打谷磷礦の調査は肥料礦物調査所時代に実施されていたと言うから、明治36年4~12月の時期で、のちに農事試験場土性部に転属する小林房次郎が調査していた。半の浦地区と近傍は39年10月前後に三成文一郎が調査していた。両調査については合わせて、農事試験場から報告書が刊行された⁸⁾。

能登の磷礦石に関しては、明治37年2月に始まった日露戦争を契機にした礦物性磷酸肥料に対する需要の急増とも関連して、鳥羽磷礦よりもはるかに関心は高かった。なかでも、半の浦磷礦が発見された直後の37年早々には日本舎密の大株主で監査役であった磯野良吉（明治44~大正8年には同社社長）が鉦業権を入手し、同年末には借区権を設け、採礦に着手した。同37年4月には多木久米次郎も鉦業権の入手を試み、火打谷の鉦区を同年10月に、半の浦の鉦区を11月に買収し、翌38年3月から前者で、ついで6月から後者で採掘を開始し

た。また、37年11月には堺の硫酸晒粉の山家支配人等が恒藤規隆と地質調査所の井上禧之助を同伴して、半の浦燐礦の調査に着手した⁹⁾。

このような状況を承けてか、明治37年には「近頃能登国ニ燐礦石ノ存在セルヲ発見シ、其質ヤ亜弗利加ニ於ル仏領あるざりや産、北米は一どろつく、びんすりぶあ及てんねしノ產品ニ譲ラストノコトニシテ、過燐酸肥料ノ原料ヲ得ル上ニ於テ至大ノ利便ヲ加フヘキカ故ニ、今後本邦過燐酸肥料ノ輸出ハ極メテ有望ノモノタラスンハアラス」、あるいは「近時能登国ニ発見セラレタル本品（引用者注：燐礦石）ハ品質頗ル佳良ナルトノ事ナルカ、若其産額ニシテ果シテ予期ノ如クナルヲ得ンニハ、今後本品ノ輸入上ニ一變化アルヲ免レサルヘキ歟」と、能登の国産燐礦石に対して大きな期待が寄せられていた¹⁰⁾。

その後も能登燐礦熱は持続し、明治40年3月末には石川県鹿島・羽咋両郡において採掘鉱区4、試掘鉱区30を数えるまでになった。免許を持つ磯野良吉と多木久米次郎の鉱区からの明治38年における産出額はあわせて約34.7万貫（1,300トン）、価額にして3,342円であった。翌39年は、多木は採礦を中断していて、磯野のみであったが1.6万トンを採掘していた。しかし、この国産燐礦石の産出額は輸入額11.6万トンの14%に過ぎなかった。しかも、一般にその含燐量が少ないうえ、鉄分を多量に含むため、過燐酸肥料の製造では硫酸の吸収量が多いという欠点があり、「本邦品ノ産出ニ依リテ、外国品ノ輸入ヲ抑制スルカ如キハ到底前途ノ遼遠ナルヲ想ハスンハアラサルナリ」と、きわめて悲観的な予想に変わってきていた¹¹⁾。

それにしても、このような能登燐礦に対する高い関心は、この燐礦を原料にした事業計画を少なからず簇生させた。磯野や多木製肥所が採掘を開始したのにつづいて、硫酸晒粉が進出を企画した。硫酸晒粉では明治37年末に顧問の恒藤が能登燐礦を調査したのを承けて、39年には能登燐礦石を用

いた工場を石川県七尾に建設することを計画し、40年に資本金を倍額の60万円に増加し、会社名も硫酸肥料と変更した。七尾工場は40年7月に着工、翌41年11月に竣工していた。重過燐酸石灰の製造を企てており、工場能力は年間10万俵とも、月産2.5万俵とも言われた¹²⁾。

磯野良吉による能登燐礦の事業をもとに明治39年11月、阿部市三郎等は組合を設立し、恒藤規隆に依頼して精査を実施し、翌40年ははじめには日本燐礦株式会社の設立を計画していた¹³⁾。

明治40年10月頃には東亜肥料株式会社（資本金300万円）の設立が計画された。それは能登燐礦石の採掘権を購入し、横井時敬の指導のもと、燐酸肥料を製造することを事業目的にしていた¹⁴⁾。

硫酸肥料の七尾工場の設置や日本燐礦の創設に技術者として関与した恒藤は、低品位燐礦や鉄、マンガン等の不純物を多量に含む燐礦による重過燐酸石灰の製造を引き続き勧めていた。しかし同時に、宮崎や新潟の燐礦は産出量が多いが、品位が劣悪で、礦粉として産地付近の農業で肥料に利用できるに過ぎないし、鳥羽の燐礦は鉄やマンガンを大量に含むので、普通の燐酸肥料の製造には適さないことを指摘していた。これに対して、能登、とりわけ半の浦の燐礦は礦脈が厚く、良礦が多いので、これから過燐酸石灰が製造でき、低品位礦では輸入燐礦石と混用できるものが少ない旨を述べていた。そして「能登産地は将来我燐酸製造原料の幾分を確かに供給するに足るものと認めて可なり」と、高い評価を与えていた¹⁵⁾。

多大な期待を以て計画されたこれらの新設企業は、管見するところ、以降の経過が報じられていないことから、立ち消えに終わったと推測される。

景気の後退した明治42年、国内の肥料工場の製造高が大幅に減退し、燐礦石の輸入量も減少した。その際、輸入燐礦石の品質が論じられ、燐礦石の良否は含燐量の多寡のみならず、製造上から鉄・

アルミナの含有量も関係し、鉄・アルミナの量が多いときは燐の効力を減少するので良好な品とはいえないと論断していた。そして、能登産の不成績に終わった理由は、この鉄・アルミナの含有量が多いことによると説明していた¹⁶⁾。

すなわち、多木製肥所では明治38年11月に採礦を中断したのち、42年春から設備を整えて再開し、借地契約が満了となる大正2年11月まで継続し、1万トンを探掘している。これは輸入燐礦石の混合用として使用した¹⁷⁾。

硫酸肥料の七尾工場は竣工したものの、能登燐礦石の品位が低く、産出量が少ないこと、さらには不況に遭遇したことから操業を見合わせた。明治43年1月に硫酸肥料は資本金を30万円に減資し、合理化を図った。景気が好転した44年に七尾工場の操業を再開した。このとき、能登燐礦をフロリダ産燐礦石に混合し、過燐酸石灰を製造している¹⁸⁾。

以上のように、存続した企業といえども、不況期には能登燐礦の使用を避けていた。肥料取締法の改正も関係しているが、過燐酸石灰製造の原料にしたとしても単品では使用せず、高品位の輸入燐礦石との混用に留まっていた¹⁹⁾。そして、恒藤が関与した硫酸肥料はもとより、いずれの企業も重過燐酸石灰の製造は試みてもいなかった。

内地において高品位燐礦の大量な埋蔵が絶望視されるようになったとき、外地に目を転じ、ラサ島の燐礦の発見によって、国産燐礦の開発という宿願に本格的な第一歩が印された。恒藤によるこの調査は明治40年8月に始まっている。

おわりに

西欧近代化学工業の受容・移植が軌道に乗ってくると、その原料の入手方法や製品の販売市場の確保等、解決しなければならない新たな課題が生まれてくる。創出を見た過燐酸石灰肥料工業は主要原料の一つである燐礦石を輸入に依存してい

たが、その増加する需要を充足するためには、莫大な量の原料の輸入を必要とし、その価額も膨大な値となっていた。また、基幹産業である農業の近代的な発展のためにも燐酸の施肥量の増加が必要で、その廉価な原料の確保が要請された。

このような社会的背景のもとで、地質調査事業の進捗は国内における燐礦の発見をもたらし、全土にわたる燐礦調査の必要性が土壤学者や農政家、人造肥料製造業者等の関係者から求められた。とりわけ、当時における国家としての調査・研究体制の整備が進展していた趨勢のなかで、これに倣って肥料礦物の調査・研究の促進を国立機関の創設によって図ろうとしたのが土壤学者の恒藤規隆を始めとした農商務省の関係者とそれに賛成した議員であったと言えよう。そこで、議会で肥料礦物調査所設置に関する建議案を上呈し、修正されたとはいえ、可決することで、肥料礦物の調査費を国家予算として計上させ、さらには独立官制をもつ調査試験機関を設置させることに成功したのである。

肥料礦物調査所の設立過程は、受容された西欧近代工業の一層の発展のための新たな施策が求められた段階において、その振興策の一つとして国家による調査試験機関の設置という政策が具体化され、それが実現した典型的な一事例と看做すことができよう。同時に、殖産興業政策のためにいち早く創設された、農・工・鉱業部門を含む総合的な試験研究機関であった地質調査所は、事業の進捗とともにそれ自身専門化を図るとともに、農事試験場や工業試験所のような個別分野に対応する専門的試験研究機関が創設ないし分離・独立していくが、その一つとして肥料礦物調査所も誕生したとすることができる。その際、塩業調査会—塩業調査所や(中央)工業試験所の設立に倣った手順が採られていた。

肥料礦物調査所の設立を企図していた時期、宮崎県を始めとした各地に埋蔵する燐礦に関する評

価は過大なものがあり、それからの磷酸肥料製造に関しても試製結果を安易に理解して工業化が容易であるとして、推奨していた。このような政策的意図をもつ報告「日向国磷礦」で見られた傾向は、肥料礦物調査所が設置された後も続いた。国内磷礦に対して過大な期待を抱かせ、その磷礦の完全な利用策の開発とも関連して、経済的に実現困難な重過磷酸石灰製造の工業化までも期待して、試験を実施していた。このような過大な期望を創出したことは当時の科学技術に対する絶対化の一事例とも言えよう。しかし、この結果として得られた楽観的な見解ないし報告は現実の前にはまったく無力であった。

すなわち、設立された肥料礦物調査所が実施した一連の探索・調査を介して、国内における肥料礦物の賦存状況を明らかにし、国内磷礦を使用しての各種磷酸肥料の製造試験を体系的に試みたことは評価しなければならない。

しかし、設立時はもとより設立後の探索・調査活動は、当初の期待を裏切り、経済的に採掘可能な磷礦を発見することができなかった。さらにはもっとも熱心に勧奨した重過磷酸石灰の製造を実行したものはいない。調査・試験研究の陣容や財政的制約、日本の置かれている自然条件等、考慮すべき事項があるものの、発足当初の期待と事業成果、さらには事業報告と現実に賦存する磷礦（その利用を含めて）との間には余りにも大きな乖離があった。このことが、明治36年における行政整理の対象とされた一因と思慮される。

行政整理による廃止で、事業は農事試験場土性部へと継承された。いわば、肥料礦物調査所は地質調査所から農業試験場へ土性部門を移譲する一階梯であった。

肥料礦物調査所は3年に満たない存続という時間的条件も加わり、その設立意図が十分に達成されたとは言い難い。とりわけ、肥料礦物の探索・埋蔵調査では国内に少なくない未調査地域を残し、

また磷酸肥料製造の試験においても、必要な設備が完備せず、十分な実験データが入手できるまでに至らなかった。しかし、その調査および試験研究で得た経験、さらには国際的な動向としての南太平洋島嶼での磷礦の探索と成果を踏まえて、肥料礦物調査所の廃止とともに官を辞した恒藤はラサ島に着目し、事業家として成果を収めることができたと言えよう。

謝 辞 本稿の作成に際して多くの方々から賜わったご高配、とりわけ伊東正夫氏（肥料化学研究所）、鶴田利行氏（硫酸協会）ならびに亀山哲也氏（工業技術院物質工学工業技術研究所）、それに地質調査所資料センターから賜わったご援助に心から厚く感謝申し上げたい。

注と文献

1. 地質調査所土性課における礦物肥料調査

1) 磷酸肥料工業に関しては鎌谷親善「明治期日本における化学工業」その1～3『化学史研究』第18巻第3号（1991年9月）115～136頁、第19巻第1号（1992年3月）14～35頁、第19巻第2号（1992年6月）73～104頁を参照。

2) ドクトル・ノーマン氏「地質測量意見書訳」『公文録、内務省』（明治12年4月）。なお、これの原文の所在および作成時期は不詳。これを添付して提出した伊藤博文「地質測量之儀ニ付伺」も参照のこと。これらは鎌谷親善『国家としての研究体制の形成過程』（通商産業政策史研究所、1985）90～104頁に翻刻・転載。

地質調査所の明治期の概要は鎌谷親善『技術大國百年の計』（平凡社、1988年）22～48頁および地質調査所百年史編集委員会編『地質調査所百年史』（創立100周年記念協賛会、昭和57年）を参照。

3) 内務省勸農局地質課編・刊『内地地質調査施行之主意』（明治13年6月）18～19頁。

4) 『法規分類大全』第1編第17巻〔農商務省〕（原書房、昭和53年）96～97頁。

井上禧之助「地質調査所沿革及事業」『地質調査所報告』第3号（明治40年11月）8頁。但し、この8頁に記されている庶務規程は『法規分類大全』の該当箇所の転載に際して、「土性係」を「土質係」と誤植している。また、地質調査所内部における業務分掌の明確化は担当する外国人技師の雇用とも絡んでいた。詳細に関しては鎌谷親善「工業試験所の起源」『化学史研究』第19号（1982年5月）59～80頁を参照。

以下においては、地質調査所は名称や所管局がたびたび変更されるが、必要なときは正式名称と呼ぶが、煩雑さを避けるために一般には地質調査所と呼ぶこととする。内部の係・掛・課もまた同様に取り扱う。

- 5) 『法規分類大全』第1編第17巻〔農商務省〕111～112頁。後に問題となる他の掛の業務を知っておくため、明治16年3月のときの規程を摘出しておく：地質掛ハ全国ノ地質ヲ調査シ、地形現図ニ基キ地質図ヲ調製シ、副フルニ地層断面図ヲ以テシ地層ノ構造ヲ明瞭ナラシムヘシ、又工業上有用ノ金石又鉱類ノ所在ヲ調査スヘシ、ノ分析掛ハ地質掛并ニ土性掛ノ採集シタル材料ヲ分析シ、工業上有用ノ物料ニ就テハ適応ノ試験ヲ施行シ……。
 - 6) 同上書、177～178頁。
 - 7) 同上書、311～312頁。なお、参考までに付け加えておくと、この明治19年2月に分析課は総務局に移管された。
 - 8) 井上禮之助「地質調査所沿革及事業」『地質調査所報告』第3号、57～61頁。
 - 9) 恒藤の経歴については地質調査所所蔵の履歴書による。主要な経歴を簡単に記しておく、土性課長心得になった当時は農商務技師補（明治21年10月任命）であり、23年6月地質調査所技師、同年7月土性係長、翌24年8月に農商務技師、30年6月鉱山局地質課土性係長、31年11月土性課長となる。
- 恒藤の事蹟に関しては自伝の恒藤規隆『予と磷礦の探検』（恒藤事務所、昭和11年）、および熊沢喜久雄「恒藤規隆博士と日本の磷酸資源」『肥料科学』第6号（1983年）27～68頁を参照のこと。
- 10) 恒藤規隆編「日向国磷礦」『磷肥調査報文』第1号（明治29年10月と表紙に記載、奥付では29年11月発行）緒言1～3頁。
- この経緯を「明治二十七年に官命によって、宮崎県下巡回の節、日向の国の油津港附近の海岸に於て、或る形状の瘤塊を認めて、夫れを分析鑑定の結果、磷礦石なることを知った。我が日本に於て、磷礦の産出あるを知ったのは実に此の時が始めてであった。此磷礦は、磷酸（ P_2O_5 ）含有平均十七％で、不純物は鉄アルミナ三～四％を含有していた」と回顧している。恒藤規隆『予と磷礦の探検』7～8頁。
- 11) 井上禮之助「地質調査所沿革及事業」『地質調査所報告』第3号、51～55、62～63、69～70頁および表1参照。
 - 12) 最初の公表は『官報』でなされた。「宮崎県産磷肥調査概報」『官報』第3564号（明治28年5月20日）213～216頁。

宮崎における磷礦の発見は、また「磷酸ニ富ム岩層」『農学会会報』第25号（明治28年4月）89～90

頁として「雑報」欄で報告され、ついで上掲の『官報』の記事を恒藤規隆「磷肥調査概報」『農学会会報』第26号（明治28年6月）15～32頁に掲載していた。そのさい「地質調査所ニ差出シタル報告」である旨を注記しているが、これは『官報』からの転載と記すのが正しい。『官報』の記事はまた「磷酸に富む岩層の発見」という表題で、それに解説を付け、恒藤規隆「磷肥調査概報」として『大日本農会報』第165号（明治28年6月）52～59頁にも転載された。

正式報告は恒藤規隆編「日向国磷礦」『磷肥調査報文』第1号、1～118頁。この『磷肥調査報文』の刊行は業務として義務付けられていたが、この第1号を刊行したのみで廃刊となっている。第1号には報文としては「日向国磷礦」のみを掲載していた。

この報文の前頁に『磷肥調査報文』を刊行する辞を載せ、「一、磷肥ノ調査試験ハ本所土性課ノ事業ニ属ス。本号ニハ其成績并ニ農業上応用ノ適否効驗ノ結果ヲ載録ス／＼。本報ハ随時号ヲ遂テ之ヲ刊行ス」と、磷肥調査が土性課の事業であることを主張するとともに事業内容を説明していた。内扉には「明治二十九年十月／日向国磷礦／農商務技師 恒藤規隆誌」と記し、ついで「緒言」、「目次」、「本文」をもって構成されていた。「緒言」には本報告書作成の経過を恒藤が書いており、28年2月の調査は技師大塚専一と一緒に、また調査・試料蒐集・分析には技師三成文一郎、技師安田彦が分担し、宮崎県属肥田木晋が試料蒐集に尽力した外、地質調査所土性課課員が分析試験を分担しており、そのためか最後には「編者識」と記しており、このことは本報告が恒藤の編著であることを示している。

上掲の「日向国磷礦」の本文は編集者が途中に注を付け、表題名を変更して『大日本農会報』に全文を分割転載している。すなわち、恒藤規隆「日向国磷礦調査」『大日本農会報』第184号（明治30年1月）1～9頁、第185号（明治30年2月）14～19頁、第186号（明治30年3月）1～11頁、第187号（明治30年4月）15～27頁、第188号（明治30年5月）18～24頁、第189号（明治30年6月）17～21頁。

関連する報告としては、次のものがある。

三成文一郎「宮崎県磷礦産地」『大日本農会報』第180号（明治29年9月）16～19頁。

大塚専一「日向国磷鉱床ニ就テ」『地質要報』明治32年第1号（明治32年3月）1～42頁。

岡野修蔵・中村熙静・堀内米雄（測量）太田健吉郎（製図）「宮崎」図幅（明治32年）。

なお、宮崎県ではじめて磷礦試料を採取した時期に関して附言しておく、「宮崎県産磷肥調査概報」では「昨年（引用者注、明治27年）七月土性調査トシテ宮崎・大分両県下ヲ巡回中適々宮崎県下那珂

- 郡北郷村……」（15頁）と記しているが、「日向国燐礦」によると「明治二十七年八月命ヲ奉シ宮崎県下巡回ノ際、南那珂郡北郷村……」（1頁）となっており、記述が食い違っている。後者が地質調査所の公式報告でもあることから、信頼性が高いと思慮されるので、本稿ではこの27年8月説を採用した。なお、履歴書によると宮崎・大分二県下巡回は同年5月10日に発令されている。
- 13) 恒藤規隆編「日向国燐礦」『燐肥調査報文』第1号, 28~29頁。
 - 14) 同上書, 30~31頁。
 - 15) 同上書, 110頁。
 - 16) 同上書, 31~32頁。
 - 17) 同上書, 33~35頁。
 - 18) 同上書, 40~62頁。とくに60~62頁。
 - 19) 同上書, 110頁。
 - 20) 同上書, 62~79頁。
 - 21) U. S. Department of Agriculture & Tennessee Valley Authority, *Superphosphate* (U.S. Department of Agriculture, 1964), pp. 74~75.
V. Sauchalli (ed.), *Chemistry and Technology of Fertilizers* (Einhold Publisher Corp., 1960), p. 167.
酒匂常明『増訂日本肥料全書』（有隣堂, 明治27年）163~164頁。
恒藤規隆『実用肥料講話』（中外肥料要報社, 明治40年）123~125頁。
木田芳三郎『肥料製造学（上巻）』（成美堂, 大正14年）340~354頁。
 - 22) 恒藤規隆編「日向国燐礦」『燐肥調査報文』第1号, 86~89頁。
 - 23) 同上書, 110頁。
 - 24) 同上書, 111頁。なお、この報告を読んで起業を試みるものに対して、学術経験者により広範な現地調査を実施した後に事業に着手するように注意するとともに、最後に選礦が容易でないことについての警告を追記していた。
 - 25) 同上書, 緒言2頁, 本文32頁。
 - 26) 鴨下松次郎「秋田・山形両県下燐肥調査概報」『明治31年地質要報』第2号（明治32年10月）。この時期の調査は恒藤規隆の履歴書および肥料礦物調査所編・刊『肥料礦物調査』第1~4号（明治34年12月~36年8月）を参照のこと。
 - 27) 恒藤規隆「日向国燐礦」『大日本農会報』第186号, 11頁。
 - 28) 三成文一郎「宮崎県燐礦産地」『大日本農会報』第180号, 19頁。
 - 29) 恒藤規隆『予と燐礦の探検』9頁。
 - 30) 同上書, 8頁。
 - 31) 鎌谷親善『技術大國百年の計』22~48頁。
- ## 2. 燐礦調査事業の制度化
- 1) 『第十三回帝国議会議院議事速記録』第23号（明治32年2月3日）301~302頁。この建議案に関連して井上甚太郎は自己の見解を「肥料原料調査」『大日本農会報』第209号（明治32年2月）53~56頁に発表していた。建議案提出者の藤金作、永井嘉六郎は立憲政友会所属の代議士で、35年に当選して代議士となる井上甚太郎も同じ会派に属した。
 - 2) 『第十三回帝国議会議院議事速記録』第23号（明治32年2月3日）302頁。
 - 3) 『農林水産省百年史』編纂委員会編『農林水産省百年史』別巻（同刊行会, 昭和56年）310頁。
 - 4) 『第十三回帝国議会議院議事速記録』第26号（明治32年2月9日）343~344頁。委員会には政府委員および技師が出席していたが、これらの委員や技師の氏名は、委員会記録を欠き、本会議議事録にも記載がないため、確認できない。
 - 5) 同上書, 344頁。
 - 6) 同上。
 - 7) 同上書, 344~347頁。
 - 8) 同上書, 347頁。
 - 9) 『農商務省所管予算経費要求書』（明治33年度）363頁。参考までに記しておく、このときに肥料取締法（明治32年法律第97号）の施行に必要な「肥料検査員養成費」13,316円も予算要求されていた。同上。
 - 10) 『第十四回帝国議会議院予算委員会速記録（第四科第二号）』（明治32年11月29日）4頁。
 - 11) 恒藤規隆『予と燐礦の探検』20頁によると、「時の農務局長田中芳男氏は燐礦調査の必要を痛感され、其問題を議院に提出された結果、燐礦調査費支出の可決を見、愈々本格的調査を開始することとなった。時は明治33年であった。」と、記していたが、田中芳男が農務局長であったのは明治14年4月~16年6月で、誤りである。当時の関係者としては、農商務次官は藤田四郎（31年5月~34年6月）、農務局長が和田彦次郎（31年11月~36年5月）、農政課長が酒匂常明（31年11月~36年5月）であった。地質調査所は独立しており、所長は巨智部忠承（31年11月~38年7月）、分析課長は高山甚太郎（明治21年4月~31年10月）の後任者小寺房次郎（31年11月~35年5月）であった。『農林水産省百年史』別巻, 129, 309~310頁。また、恒藤の記している経過にも、本文から明らかなように、疑義がある。
 - 12) 恒藤規隆『予と燐礦の探検』18~20頁。
 - 13) 恒藤規隆「我燐礦に関する意見并に産出の望ある

地方』『大日本農会報』第221号（明治33年2月）1～4頁。

- 14) 『農商務省所管予算経費要求書』（明治34年度）348頁。
- 15) 『第十五回帝国議会衆議院予算委員第四分科会（農務省通信省所管）會議録（速記）第五回』（明治34年2月4日）69頁。
- 16) 『公文類聚』（明治34年）国立公文書館蔵。
- 17) 同上。
- 18) 「肥料礦物調査所処務規程」明治34年4月19日，農商務省訓令第9号。
- 19) 「肥料礦物調査所の設置」『大日本農会報』第236号（明治34年5月）61頁。
- 20) 鎌谷親善『技術大國百年の計』97～102頁。なお，独立した調査研究機関が設置されないときは，その事業のための調査費が設立に先行して予算に計上されることもあり，肥料礦物調査はその一例である。

3. 肥料礦物調査所における事業

- 1) 『肥料礦物調査報告』第1号（明治34年12月）1～2頁。
- 2) 肥料礦物調査所では年次報告書ないし年報，さらには年史の類は刊行していない。その事業展開は『肥料礦物調査報告』[年間2回の刊行が義務付けられており，第1号（明治34年12月），第2号（明治35年4月），第3号（明治35年11月），および第4号（明治36年8月）が刊行された]によって，ほぼ半年ごとに実施済みの調査と試験の経過と結果から窺うほかない。しかし，廃止前の明治36年4～12月のおよそ9カ月間の事情は，該当時期の『肥料礦物調査報告』が刊行されていないので，知る手掛かりがない。

なお，参考までに存続期間中の予算を表6に示す。

表6 燐礦調査費

明治	調査費	俸給	合計
33年度	16,483.10円	3,020.00円	16,483.10円
34	10,283.30	10,090.00	20,373.30
35	6,531.50	10,357.00	16,888.50
36	8,782.50	11,357.00	20,119.50

出典、『農商務省所管予算経費要求書説明』明治33～36年度。

上記のほか，燐礦調査および肥料礦物調査所に関して，営繕費としてつぎの予算が計上されていた。

明治34年度	燐礦調査室新営費	15,200.00円
35	肥料礦物調査所器具機械新設費	10,000.00
36	同上	9,500.00

出典，同上書，明治34～36年度。

- 3) 『肥料礦物調査報告』第1号，2頁。

- 4) 同上書，第1号，緒言，1～38頁。

- 5) 同上書，第2号，30，33頁。

- 6) 恒藤規隆『予と燐礦の探検』17～18頁。本書ではこの時に三重県鳥羽で燐礦を発見したことになっているが，これは『肥料礦物調査報告』第2号，28頁の記述により見て誤りである。恒藤履歴書（地質調査所蔵）も参照。

- 7) 『肥料礦物調査報告』第2号，30，33頁。

- 8) 同上書，第2号，2～3頁。

- 9) 同上書，第3号，12～13，27～34頁。

同上書，第4号，5～10，16～18頁。

- 10) 恒藤規隆『実用肥料之講話』（中外肥料要報社，明治40年）112～114頁。

- 11) 『肥料礦物調査報告』4～7頁。緒言。恒藤規隆『予と燐礦の探検』22～23頁によると，これを契機に南鳥島でグアノの探掘が始まり，当初は年間1～2,000トンが生産・販売された。

- 12) 『肥料礦物調査報告』，第4号，1～19頁。

- 13) 同上書，56～113頁。

- 14) 同上書，第2号，45～56頁，36～38頁。

なお，「重過燐酸質」肥料に代わって「重過燐酸肥料」の名称の使用は，管見のかぎりでは，既に指摘したように恒藤の調査を基に作成されている「燐礦調査所設置ノ建議案」『第十三回帝国議会衆議院議事速記録』第26号（明治32年2月9日）343～347頁に重過燐酸石灰の名称で製造費が掲載されているのが初見である。

- 15) 『肥料礦物調査報告』第2号，45～56頁。

- 16) 同上書，第1号，4，16，18，26～27，32，38頁。

- 17) 同上書，第3号，32～33，38～39頁。なお，重過燐酸石灰製造に関する各費目はすでに概算しており，試験設備が完成したとき，実験結果を詳報することを付言していたが，詳報を刊行する前に廃所となっている。

- 18) 同上書，第4号，22～33頁。とくに，結論部分の32～35頁を参照。

- 19) 同上書，33～48頁。

- 20) 同上書，第3号，36～38頁。

- 21) 同上書，第4号，49～50頁。

- 22) 同上書，19～20頁。

- 23) 能登燐礦の調査経過は補論で検討するが，ラサ島燐礦の調査経過は差し当たって恒藤規隆『予と燐礦の探検』26～30頁を参照。

4. 肥料礦物調査所の廃止

- 1) 農業技術研究所80年史編さん委員会『農業技術研究所八十年史』（農業技術研究所，昭和49年）271～272頁。しかし，この記述は正確ではない。

- 2) 井上禧之助『地質調査所沿革及事業』『地質調査

所報告』第3号, 19頁.

- 3) 『農事試験場特別報告—能登国燐礦調査報告—』第21号 (明治40年5月).

『農事試験場特別報告—薩摩国日置郡久多島燐礦調査成績—』第23号 (明治41年2月).

- 4) 恒藤規隆『予と燐礦の探検』25頁.

補論. 鳥羽と能登の燐礦

- 1) 能登については後述するが, 久多島の燐礦産出量は1,741トンと言われている. 採掘時期と用途は不詳. 林義三「農事試験場在職中の思い出」『農研技術史資料』第7号 (昭和46年2月) 26頁.
- 2) 『肥料礦物調査報告』第2号, 緒言, 2頁.
- 3) 恒藤規隆『予と燐礦の探検』17~18頁.
- 4) 『外国貿易概覧』明治36年版, 736頁.
- 5) 同上書, 明治39年版, 409頁.
- 6) 同上書, 407頁.
- 7) 能登の半の浦地区燐礦石の発見は『農事試験場特別報告—能登国燐礦調査報告—』第21号, 2頁.
- 8) 同上書参照. 調査時期は同書の26頁および7頁参照.
- 9) 恒藤規隆『予と燐礦の探検』17~18頁.
多木久米次郎伝記編纂会編・刊『多木久米次郎伝』(昭和33年) 202~213頁.
磯野良吉の経歴については山下三郎編・刊『大日本人造肥料五十年史』(昭和11年) 145~147頁, および日本含密『実際報告』(各期) 参照.
『農事試験場特別報告—能登国燐礦調査報告—』第21号, 2頁.
- 10) 『外国貿易概覧』明治37年版, 229, 368頁.

- 11) 同上書, 明治39年版, 407~409頁. 採掘量は同書の408頁による. すなわち, 38年は多木の採掘量は291トン, その価格は342円, 磯野は1,010トン, 3,000円, 39年は磯野のみで16,000トンという. 『外国貿易概覧』明治38年版, 322頁によると, この38年に多木製肥所が使用した能登産燐礦は, 1,250万斤(7,500トン)であり, 『多木久米次郎伝』210頁によると38年11月までの採掘量は試掘分を加えて2,760トンで, 整合しないが, 出典のママ.

- 12) 『大日本人造肥料五十年史』98頁.

『中外肥料要報』第1巻第2号 (明治39年7月) 64頁, 第3巻第21号 (明治41年1月) 27~28頁, 第3巻第27号 (明治41年7月) 45頁.

- 13) 『中外肥料要報』第2巻第8号 (明治40年2月) 51~52頁, 第2巻第15号 (明治40年7月) 53~54頁.

- 14) 同上誌, 第2巻第19号 (明治40年11月) 26~27頁. 当時は燐礦への関心とともに人造肥料会社の設立景気の時期で, 能登以外でも, 例えば佐賀県でも燐礦が発見され, 日本燐酸合資会社 (資本金5千円) の設立が計画されていた. 『中外肥料要報』第2巻第16号 (明治40年8月) 53頁.

- 15) 恒藤規隆『実用肥料之講話』115~118頁.

- 16) 『外国貿易概覧』明治42年版, 511頁.

- 17) 『多木久米次郎伝』210~212頁.

- 18) 『大日本人造肥料五十年史』98, 221~222頁.

- 19) 林義三「農事試験場在職中の思い出」『農研技術史資料』第7号, 26頁によると, 能登燐礦の出礦量は明治40~大正10年に42,400トンとされている.

On the Mineral Fertilizer Research Office in Japan

Chikayoshi KAMATANI

(Toyo University)

Supply of fertilizer was indispensable to support agriculture, a fundamental industry for a nation. In Japanese agriculture, it was necessary to provide phosphatic substances artificially to soil. Phosphatic fertilizer had been produced from bones of animals. Domestic production of calcium superphosphate was begun in 1887 where phosphate rock imported from the U. S. was used. After that, the production increased to meet the demand, and it became necessary to find domestic phosphate rock.

In 1882, the Japanese government established the Geological Survey of Japan in the Department of Agriculture and Commerce. One of the important tasks of the Survey was to find rocks useful as materials for fertilizer. In August 1894, Dr. Noritaka Tsuneto, the officer responsible for the Section of Soil Survey under the Geological Survey of Japan, found a vein of phosphate ore in Miyazaki Prefecture. This led to the national research of vein of phosphate ore organized by the Section. It was recognized that a national research institute devoted exclusively to this research would be necessary for further development.

In February 1899, some members of the House of Representatives proposed to found such an institute. Their motion was carried by plurality after some amendments. In this result, the Government secured a special budget for the next year for further research by the Section on the mineral fertilizer. In April 1901, the Mineral Fertilizer Research Office was established under the jurisdiction of the Department of Agriculture and Commerce. It was due course in those days that a motion by the House of Representative and a special budget preceded foundation of a national research institute.

The Office, being a small institution had three engineers and five junior engineers, and the director was Dr. Tsuneto. Its annual budget was twenty thousand yen.

The Mineral Fertilizer Research Office

made extensive and intensive investigations of phosphate deposits. It was confirmed that in the Tertiary formation in Noto, Ishikawa Prefecture, and in some other places, and the Paleozoic formation in Toba had phosphate deposit. Chemical analyses of the phosphate rocks were also carried out: the rocks were classified according to their qualities as the material for fertilizer. The Office experimentally produced superphosphate and triple superphosphate using rocks got at various places. The fertilizing effect of not only the produced fertilizer but also of the powdered phosphate rocks were examined. The results were published as semiannual reports.

In December 1903, the government made administrative readjustment because of a financial difficulty: the Mineral Fertilizer Research Office was abolished. The Office, being short-lived, was not able to accomplish its survey of location of deposits of the mineral. The survey at Noto was still at its initial stage. Among the hopeful South Pacific Islands, only the investigation of Rasa Islands was begun.

Time was too short also to carry out the experiments and tests. The domestic rocks were so poor in quality that they were not adequate for the superphosphate production. The Office tried to produce triple superphosphate using the rocks. It was not successful, since the Office had not enough time for experiment, and it took too long time to import necessary machinery and apparatus. After the abolition of the Office, however, some companies got some success. They mined the Noto phosphate rock, and produced commercially the artificial fertilizer using the rock, but the production did not continue long because of poor quality of the rock. A company established by Dr. Tsuneto found rich rock in Rasa Islands, and began to mine the rock and manufacture the phosphate fertilizer successfully using it.

〔寄 書〕

「化学革命」とフランス革命への対抗——ロバート・ ハリントン著『フランス化学理論への 死刑執行令状』(1804年)をめぐって

大 野 誠*

はじめに

「化学革命」研究のなかでここ20年ほどの間に急速に関心が高まったテーマの一つは、ラヴワジエ(A.L. Lavoisier, 1743-1794)理論の受容(批判や修正を含む)に関わるものである¹⁾。そこには、伝統的な評価に捉われず、あくまで当時の状況のなかでラヴワジエ理論が果たした役割を解明し、それにより「化学革命」の新しい全体像に向けて一つの足場を築こうとする研究姿勢を見て取ることができる。多岐にわたるその成果の詳細については割愛せざるを得ないが、最初に、本稿にとって関わりの深い知見を手短に紹介しておきたい²⁾。

まず、現代から見ればラヴワジエの「化学革命」によって「敗者」となったフロジストン主義者についてだが、ラヴワジエ派(=反フロジストン派)は結局、すべてのフロジストン主義者を転向させることはできなかった。「革命」後の時代においても「頑固な」フロジストン主義者は生き延びていたのである。もっとも、これらの人々はラヴワジエの新理論に直面して、フロジストン説の内容をそれぞれに変えており、ラヴワジエ理論はフロジストン陣営を「分裂」に導いたと言える。一方ラヴワジエ理論の支持者だが、特徴的なことは、

支持者の多くが若い世代の化学研究者か、あるいは旧来の化学に馴染みの薄い他の分野の研究者に限られたという点である。フロジストン説の思考に慣れた古い世代の化学研究者は、程度の差こそあれ、総じてラヴワジエ理論に違和感を抱いており、「化学革命」は明らかに研究者の世代交代を促した。そして第3は、以上の二つを大枠での共通点としつつも、それぞれの国ではラヴワジエ理論の受容の様子がかなり異なっていたことである。したがって、たとえばラヴワジエ理論の発信地であるフランスと、この理論を受容する側となったイギリス、ドイツなどではそれぞれに固有の事情があったと推定できよう。すなわち、ラヴワジエ理論の受容には、どうやら実験的な検証以外にも他の要因が働いていたらしいのである。

以上のような成果を基礎としつつ、本稿は特に最後に示した点をさらに発展させることを意図して、舞台をイギリスに限定したい。つまり、本稿にとっての基本的な問いは、ラヴワジエ理論の受容に関わるイギリスでの固有な状況とはいったい何か、である。これに対しては、ラヴワジエ理論の支持派よりも批判派の様子を検討することが手がかりとなろう。

イギリスでの受容に関するこれまでの研究は、その大半が化学上の学説の在り方について論じたものであった。つまり、どういう人物がラヴワジエ理論のどの部分を批判したか、あるいはどういう内容のフロジストン説を唱えていたか、といっ

1993年3月12日受理

* 長崎大学教養部

連絡先 〒852 長崎市文教町1-14(勤務先)

た研究であった。これらは未解明であった点に新たな光を投じているため、それ自体価値あるものといえる。しかし、他の科学理論（たとえば、ダーウィンの理論）の受容に関するこれまでの研究成果を考慮すれば³⁾、われわれは化学理論の受容においても、視野をさらに社会・政治・文化の領域にまで広げる必要がある。本稿は、こうした点をわれわれに突き付けているように思われる、ある風変わりな著作を取り上げたい。

この著作とは、ロバート・ハリントン (Robert Harrington, 1751–1837) の『フランス化学理論への死刑執行令状』(*The Death-Warrant of the French Theory of Chemistry*, 1804年, 以下『死刑執行令状』と略記) である。あらかじめ、この著作の性格について述べておくと、この著作はフロジストン説の立場からラヴワジェ (正確に言えば、ラヴワジェ個人というよりも特にフランスの反フロジストン派が普及している) 理論を批判したものであった。つまり、この著者は「頑固な」フロジストン主義者の一人であった。しかし、物騒な表題からもその一端が窺えるように、この著作が異彩を放っているのは、フロジストン説に固有な議論を越えて、ある別の観点からラヴワジェ派を非難した点にあった。この観点とはいったいいかなるものであり、またそれを通して見通せる当時の状況とは何かを考察することが、本稿の目的である。

なお、ハリントンや『死刑執行令状』に関する研究状況を述べておくと、化学史家はこれまでにこの著作や著者について全く知らなかったというわけではない。しかし、その扱いはせいぜい「風変わりな」(eccentric) という形容詞を付けるだけで終わっており⁴⁾、『死刑執行令状』についてはその概要さえ紹介されていない。

以下では、まず、ハリントンの経歴や著作活動の様子を明らかにし、2. で『死刑執行令状』の内容について検討する。これを基礎として3. で

は、この著作から見通せる当時の状況について、関連する史料もまじえて考察を加えたい。

1. ロバート・ハリントンについて

本稿の主人公、ハリントンとは、いったいどのような人物か。たいへん興味をそそられる問題だが、残念ながら彼の経歴については、情報がきわめて不足しているのが現状である。たとえば、現在の科学史研究の水準を反映していると考えられる『科学者伝記辞典』(*Dictionary of Scientific Biography*) には、当然予想されるように項目さえない。イギリスの人名辞典である『イギリス国民辞典』(*Dictionary of National Biography*, 以下 *D.N.B.* と略記) には項目が設けられているが、生没年の記載はなく、1781年に外科医の資格を取得したこと、および1810年から1815年にかけてイギリス北西部 (スコットランドに隣接) に位置するカーライル市で開業していたことぐらいしか述べられていない。もっとも他の文献を参照すれば、1751年に生まれ、1837年に没したこと、およびブラック (Joseph Black) のもとで学んだらしいことがわかる⁵⁾。経歴についてはこの程度に止まるのだが、彼の活動の一端である著作活動については、*D.N.B.* に著作リストが掲げられており、他の文献からの情報を付記して示すと、表1のようになる。

この表からわかることを幾つか述べておこう。第1は、ハリントンが処女作の頃からフロジストン説の立場にたっていたことである。第2にその内容であるが、大枠を述べるならば、彼のフロジストンは燃焼やカ焼などの現象では、「火」と同一視されるものであった。しかし、この「火」としてのフロジストンは、惑星運動や潮汐現象などの原因と考えられたもので、一言でいえば、自然界全般にとっての活性化原質であった。学説史の立場からすれば、このような彼のフロジストン説は独自の位置を占めるものではなく、いわば

表1 ロバート・ハリントンの著作活動

1781年	<i>Philosophical and Experimental Inquiry into the First and General Principles of Life</i> , London. * プリーストリの呼吸理論を批判。著者にとってフロジストンは全宇宙の活性化原質で、固定された形態で存在するときは、火または熱となるもの。大気は、フロジストン、固定空気、水の混合物 ⁶⁾ 。
1785年	<i>Thoughts on the Properties and Formations of Different Kinds of Air</i> , London. * 「フロジストン=火」説を展開 ⁷⁾ 。
1786年	<i>Letter... to Dr. Priestley, Messrs. Cavendish, Lavoisier, and Kirwan... to prove that their... Opinions of Inflammable and Dephlogisticated Airs forming Water, and the Acids being compounded of Different Airs, are fallacious</i> , London.
1791年	<i>A Treatise on Air: containing New Experiments and Thoughts on Combustion; a full investigation of Lavoisier's System... proving... its erroneous Principles</i> , London. (Richard Bewley, MD. の名前 ⁸⁾)
1794年	<i>Chemical Essays... with Observations and Strictures on Dr. Priestley</i> , London.
1796年	<i>A New System on Fire and Planetary Life, showing that the Sun and Planets are inhabited, and that they enjoy the same Temperature as our Earth: also an Elucidation of the Phenomena of Electricity and Magnetism</i> . * 惑星運動や潮汐などの現象を、重力物質と相互に反発する火によって説明。ニュートンの思想を批判 ⁹⁾ 。
1798年	<i>Some New Experiments, with Observations upon Heat... also Letter to Henry Cavendish Esq.</i> , London. * 燃焼, カ焼, 水の組成などについてフランス理論を批判 ¹⁰⁾ 。
1801年	<i>Experiments and Observations on Volta's Electric Pile... Also Observations on Dr. Herschell's Papers on Light and Heat</i> , Carisle.
1804年	『フランス化学理論への死刑執行令状』(<i>The Death-Warrant of the French Theory of Chemistry signed by Truth, Reason, Common Sense, Honour and Science, with a Theory fully, clearly, and rationally accounting for all the Phenomena. Also, a full and accurate Investigation of all the Phenomena of Galvanism; and Strictures upon the chemical Opinions of Messrs. Weigleb, Cruickshanks, Davy, Leslie, Count Rumford, and Dr. Thompson. Likewise, Remarks upon Mr. Dalton's late Theory, and other Observations</i>), London. [* 表題の後半で登場する Weigleb なる人名は, Wiegleb が誤記されたものと思われる。ハリントンはこの著作の1頁で「Weigleb, ドイツの有名な化学者」と述べているが、これに該当する人物は, Johann Christian Wiegleb (1732-1800) 以外には見あたらないからである。]
1819年	<i>An Elucidation and Extension of the Harringtonian System of Chemistry, explaining all the Phenomena without one single Anomaly</i> , London.

「二流」ものと考えられよう。というのは、「フロジストン=火」説はすでに18世紀半ばにはフランスのルエル(Guillaume-François Rouelle, 1703-1770)によって唱えられていたし¹¹⁾、フロジストンを活性化原質と同一視する見方は当時のイギリス自然哲学ではよく見受けられたからである¹²⁾。(なお、表からは読み取れないことであるが、他のフロジストン主義者の例から類推するならば、ハリントンがラヴワジェの新理論に直面してフロジストン説の内容を(大枠はともかくとしても)変更していた可能性が考えられる。本稿は『死刑執行令状』の分析に主眼をおいているため、この点については今後の研究に委ねたい。)

表からわかる第3の点は、彼の著作活動が他の研究者への批判に重点をおいていたことである。つまり、平たく言えば、彼は議論好きな著作家であった。独自の理論体系を提示するよりは、プリーストリ、ラヴワジェ、キャヴェンディッシュ、カーワンなどに論戦を挑むことによって、自らの理論的正当性を打ち立てようとした。想像力をたくましくして、ここに「権威をものともしない異端派としての姿を見いだすことができる」としたら、言い過ぎであろうか。

「異端派」とみなしうるかどうかはともかくとしても、彼が当時の最新の科学研究を視野に収めていたことは、彼が狙上にのせた人物から明らか

である。特に、『死刑執行令状』の副題に掲げられている人々、たとえばデイヴィ、ドルトンらに注目されたい。

最後に、『死刑執行令状』がハリントンの著作活動全体の中でどのような位置を占めるかである。容易に見て取れるように、これは20数年間にもわたるフロジストン主義者としての活動の延長線上にあるものであった。つまり、この著作は、何らかの原因で突然に発表されたものではなく、過去20年間の成果を土台として刊行されたものであった。

では、『死刑執行令状』の内容について検討してみよう。

2. 『フランス化学理論への死刑執行令状』について

A) 著作の性格

以下の論述とも関わるので、最初にこの著作全体の性格を明らかにしておこう。この著作は頁数こそ300頁を超えるものだが、体系的に理論を叙述したものでも、実験的な性格の作品でもなかった。著作の表題に「死刑執行令状」という穏やかならぬ表現が用いられていることからわかるように、ラヴワジエ派化学への痛烈な批判を述べた一種のパンフレットであった。目次さえ示されていない。したがって、この著作に関してわれわれがまず注目しなくてはならないのは、論じ方それ自体である。具体的に例をあげてその様子を見ておくことにしよう。ラヴワジエ化学への批判としては、次のようなものがある。

たとえば、金属の燃焼に関して、頭の鈍いわれわれの学問上の祖父たち、あるいはすべての低俗なものたちは、その作用が金属や可燃性物体から火を解放させることにあると考えた。そうではないのである。われわれの偉大で、すばらしく、かつ目ざましい成果をあげた18・19世紀のフランスとイギリスの学者たちは、それが金属や可燃性物体をすっぽく

する(sour)作用だといっている。それゆえ、石炭や木炭などが燃えるのは燃焼ではなく、物をすっぽくする過程である。だから、現在のわれわれの化学は光や熱を放って蒙を啓く(enlighten)のではなく、闇を招き、すっぽくするものなのである¹³⁾。

ここで述べられている「すっぽくする作用」とは、言うまでもなくラヴワジエの「酸素」概念のことである。引用のなかでは、たとえばこの概念を広めようとしているラヴワジエ派に対して「われわれの偉大で、すばらしい」云々とあるので、この箇所だけに注目すると、あたかも彼がラヴワジエ派を称賛しているかのように受け取られよう。しかし、これはもちろん本心を述べたものではなく、皮肉である。というのも、酸素概念に基づく化学は、「蒙を啓く」のではなく、反対に「闇を招く」と考えられているからである。

この例が端的に物語っているように、ハリントンのこの著作は、ラヴワジエ派への嘲笑、皮肉、揶揄、あてこすりに満ちた作品であった。それゆえ、われわれがこの著作を理解する際に注目しなくてはならないのは、なぜこのようにしてまでハリントンがラヴワジエ派を批判しなくてはならなかったのか、その根本にあるものはいったい何か、という点である。したがって、個々の実験事実に対する彼の解釈の是非や、フロジストン説の具体的な内容については本稿では割愛する。

B) 「反化学革命」

それゆえ、ラヴワジエ批判の具体的な様子については見ておく必要があろう。なお、先にも記したように、ハリントンの論述自体が体系的ではないため、以下の叙述もやや羅列的になることをあらかじめ了承願いたい。

第1は、ラヴワジエ化学の基礎となる実験自体が不正確だという批判である。たとえば、「酸素気体と炭素を燃やすと、その重量に等しい固定空気が生ずるとラヴワジエはいうが、クルクシャン

クス (Cruikshanks) 氏は等しくないことを見いだした¹⁴⁾とか、「彼ら[ラヴワジェ派]の実験装置は、残留物を正確に検討できるようなものではない¹⁵⁾」といったのが、それである。

第2は、ラヴワジェ派の新しい理解そのものを認めないというものである。たとえば、「水の分解はフランス理論の基礎だが、これは不合理である¹⁶⁾」とか、「硝酸による硫黄の酸化は燃焼ではない¹⁷⁾」という認識が見られる。

第3は、ラヴワジェ化学の理論的弱点をついたものである。たとえば、「ラヴワジェがアルカリ原質を示していない¹⁸⁾」という批判である。これについては、少し説明が必要であろう。最近の研究が明らかにしたように、酸素を中心としたラヴワジェの化学体系は、中性塩をその体系に取り込む際に、同時に理論上の問題点をも抱え込むことになった¹⁹⁾。その理由はこうである。ラヴワジェは伝統的な理解にしたがって、中性塩を酸性物質とアルカリ性物質からなると考えた。酸性については酸素にその起源を求め得たので問題はなかったが、アルカリ性についてはその担い手を特定できなかったのである。ハリントンは、まさにこの弱点を突いたのであった。

第4は、ラヴワジェ化学の普及に大きな影響力を発揮した新化学命名法に関してであった。ハリントンは、ラヴワジェ派が集団として新命名法を広めようとしていることに対して、そこに「党派性」²⁰⁾がみられると非難している。

以上はもちろん、ハリントンのラヴワジェ批判の一部にすぎない。これ以外にも、フロジストン論者なら当然行うと考えられる批判が見受けられるからである。しかし、『死刑執行令状』を特徴づけるのはこうした点ではなかった。次のような認識こそが、この著作の根本をなすものであったと思われる。

化学のすべての原理は、フランスの原理である*。[以下はこの文の注で] *私は化学研

究に少しばかり良識を導入したい。というのも、これが果たされるまで化学は不名誉な科学であり続けるからだ²¹⁾。(〔 〕内は筆者が補ったものである。以下同様。)

つまり、今普及されている化学理論はフランスの原理に基づくものだと、ハリントンは考えていたのである。ここで彼が「フランスの原理に基づく」というとき、それは理論の起源がラヴワジェというフランス人にあるということではなく、あくまで理論内容それ自体を指していよう。では、なぜフランスの原理を基礎とすると、化学は不名誉な科学となるのだろうか。これに関わるのが、次のようなハリントンの見解である。

水素気体と酸素気体を燃やす実験では、フランスの化学者たちが言うように、ほぼ両気体の重量に等しい水のみを生ずる。しかし、たとえば使われた空気の重量に関して正確な知識が要るように、この種の実験がいかに単純なものでないか、そのことだけを考えてみられよ。それどころか、彼らの最も根本的な動機は、化学に革命 (a revolution in chemistry) をおこすというフランスの虚栄にあり、その実験も彼らの国王の前でこれみよがしに行ったものである。われわれは、彼らの理論にとって有利となるような幾つかの実験に大きな誤りがあることをすでに見てきたので、この実験に誤りを見つけても驚くことができようか²²⁾。

ここで注目しなくてはならないのは、「彼らの根本的な動機は、化学に革命をおこすというフランスの虚栄にある」と述べられていることである。ハリントンはフランス原理に基づく化学を不名誉だと考えたのは、まさにこの点ゆえにであった。つまり彼にしてみれば、新しい化学の基礎は、何らかの学問的な動機に由来するものでなく、「化学に革命をおこすというフランスの虚栄」に基づくものであったからだ。

C) 反フランス革命

ハリントンの立場からすれば、「フランスの虚栄」は「化学革命」に止まるものではなかった。というより、この「革命」もさらに大きな革命に包摂されるものであった。これに関わるのが、次のような記述である。

はっきりと、こう言おう。確固たる分別のある、自由な精神の持ち主は、目からこの科学的な気状の薄膜〔フランスの化学理論のこと〕だけでなく、フランスの革命的諸原理にかかわる一切の薄膜をはぎとり、〔それにかえて〕国王、国民、憲法、宗教、神〔という薄膜〕をはりつけ、科学的であれ、政治的であれ、理神論的であれ、無神論的であれ、一切のフランス革命原理に反対するであろう²³⁾。

ここで「科学的な気状の薄膜」とあるのは、ラヴワジエ理論が気体概念に基づくことを皮肉った表現である。この引用が端的に示しているように、ハリントンは、「化学革命」の背後にフランスの革命原理があることを見て取り、「化学革命」のみならず、フランスの革命原理にも反対していたのである。

ハリントンは次のようにも述べている。

しかしもし鉄線を取り、両者を連結すれば、電気は通じない。あるいは、エレクトロメーター中に硝石やアンモニアをおいても、電気が生じた兆候はない。ああ！だが、今は革命だらけの時代。科学もそれにかかわっている。常識は、〔スウィフトの『ガリバー旅行記』に述べられている〕ラピュータ島の途方もない現代流のたわごとのかわりに導入された、フランス哲学の革命的諸原理によって追い出されているのだ²⁴⁾。

同様の引用をさらに積み重ねる必要はあるまい。要するにハリントンのこの著作は、「化学革命」とフランス革命という二重の革命に対抗しようとした作品だった。

D) 内なる敵対者たち

ハリントンがこの著作で口をきわめて非難したのは、ラヴワジエらのフランス人化学者だけではなかった。というのも、彼は次のように考えたからである。

フランスは敵と定めて、軍隊と同様に科学でもイギリスを打ち倒すことに懸命である。それなら、なりふりかまわず卑しいやり方でフランスの誤った理論を称揚し、私の発見の真理性を抑えようとするイギリス人は何に値するのか²⁵⁾。

つまり、ハリントンは母国イギリスにも、フランス理論を支持する「内なる敵対者」がいたと見ていたのである。したがって、彼はこれらの「内なる敵対者」をも狙上にのせ、批判した。たとえば、彼はラムフォード (Count Rumford, Benjamin Thompson, 1753-1814) やデイヴィを「フランス理論の熱烈な支持者」、トマス・トムソン (Thomas Thomson, 1773-1852) を「フランス理論の修正を企てる愚か者」と非難し、さらにはかつての師であったブラックに対しても「結果的にフランス学説の熱心な支持者となった」と批判した²⁶⁾。

3. 考察：『死刑執行令状』に関わる状況

以上のような『死刑執行令状』の主張は、当時どう受け止められたであろうか。管見の限りでいえば、この著作は大きな反響を呼ばなかった。たとえば、ハリントンから非難された「内なる敵対者」たちが何らかの反論を行ったという兆候はないし、評論誌でこの著作が取り上げられることもなかったようである。また、彼の理論、とりわけフロジストン説が後代に影響を及ぼしたという証拠もない。

それならば、この著作はいったいどのような意義を持つのか。とりわけ重要だと思われることは、「化学革命」とフランス革命を二重写しに捉え、

両革命を非難したハリントンの見方そのものである。とはいえ、この見方はわれわれにはたいへん偏ったものに思える。というのも、ハリントンの考えでは、ラヴワジエ派＝フランス革命の支持派、フロジストン主義者＝反フランス革命派ということになるが、どうみてもこの二分法はかなり手前勝手な解釈と言わざるをえないからである。実際、この分類に当てはまらない人物はいくらでもいた。たとえば、「頑固な」フロジストン主義者の一人であるブリーストリが当初フランス革命を熱烈に支持していたことは周知の事実であったし、一方、ラヴワジエ理論の支持者がすべてフランス革命の支持者とは考えられない。しかも、以上の引用の随所に見られるように、彼は科学上の立場と政治的立場をない交ぜにしており、その議論は明らかに冷静なものではなかった。『死刑執行令状』は確かにエクセントリックな作品であった。

しかしそうだからといって、われわれは、このような見解が現に存在したという歴史的事実にまで目をつぶるべきではない。少数派や異端派の見解だからこそ、通常でははっきり語られることのない、当時の状況の一端を伝えているということは大いにありうるのである。ハリントンの議論がかなり手前勝手なものであることをあらかじめ承知した上で、この著作を生み出すにいたった当時の状況について検討してみよう。次の三つに分けて考えることができる。第一は二つの革命の発信源であるフランスでの状況、第二はそれを受け止める側となったイギリスでの状況、最後にハリントンの個人的な事情である。順次検討してみよう。

ラヴワジエ理論が革命時のフランスで、どのように普及されたかの詳細は、もちろん本稿の範囲外にあることだが、概要は見ておく必要がある。ここでは間接的な史料ながら、イギリスからの観察といえるトマス・トムソンの回想を取り上げたい。このトムソンとは、化学史上ではドルトン原

子論の普及者としてよく知られた人物であり、先に見たようにハリントンにとっては「内なる敵対者」の一人であった。トムソンは著書『化学史』(*The History of Chemistry*, 2 vols., 1830-1)のなかで、この時代を振り返りながら、次のように述べている。

フルクロワ (Fourcroy) 氏は、当時のフランスにおいては熱烈な愛国主義 (patriotism) がほとんどの科学者の心を捉えていたことをよく承知していたので、新しい理論を最も確実に普及するための方法を思いついた。彼はラヴワジエの理論を「フランス化学」(*La Chimie Française*) と呼んだのである。ラヴワジエは自分の功績であることがわからなくなってしまうため、この呼び名を好まなかったが、少なくともフランスでは確かにこれは他のこと以上に新理論の普及に貢献した。新理論は直ちに国内全土の関心を集め、古い理論にまだ固執している人々はフランスの栄光に対する敵として野次られたり、非難された²⁷⁾。

この回想は、フランスではラヴワジエ理論がいかに革命の高揚した雰囲気と重なりあって普及されていたかを如実に物語っている。これを信用するならば、フランスでは革命を推進する側に立っていたフルクロワ——実際、彼は革命政府の要職についていた²⁸⁾——が、ラヴワジエ理論を「フランス化学」と称して普及したため、ラヴワジエ理論の普及者＝フランス革命の推進者、なる見方が生まれるようになった。こうした点からすれば、ハリントンが先に見たような二分法を採用したのも、無理からぬことといえよう。しかも、ハリントンはフランスにいたならば、反革命の烙印を押されかねないフロジストン主義の立場をとっていた。

では、イギリスでの状況はどうであったか。とりわけ、イギリスで社会・政治革命としてのフラ

ンス革命やその後のナポレオン帝政がどのように評価され、またどのような反応を生んだのか。これはイギリス史上の大きなテーマの一つでもあるので、その全貌を語ることは筆者にはとうていできないが、『死刑執行令状』に関わる状況に限定してごく簡単に述べておこう。次のようになる。

フランス革命に関しては、当初イギリスではむしろこれを歓迎する風潮にあった。しかし1793年にジャコバン派が独裁権力を握り、「恐怖政治」が出現すると、この状況は急速に変化し、反フランスや反フランス革命の気運が高まった。さらにこれと前後して対仏戦争が本格化し、両国はアミアンの和約(1802年)による「つかの間の平和」を除き、ナポレオン失脚まで戦争状態にあった。

この間の科学に関わる思想的状況については、まだ研究が不足しているといえるが、エディンバラ大学での状況を検討したモレル(J. B. Morrell)の論文とナイト(D. M. Knight)の『化学の先験的要素』(*The Transcendental Part of Chemistry*, 1978年)の第3章「化学と唯物論」は参考になる。前者は、恐怖政治の出現を機に、エディンバラでは反ジャコバン主義が台頭し、「あらゆる革新がジャコバン主義の烙印を押されて」非難されたことやラプラスなどのフランス科学者の思想が無神論として批判されたことを明らかにした²⁹⁾。また、後者はハリントンからみれば「フランス理論の熱烈な支持者」であったデイヴィに焦点をあわせ、その動力的ニュートン主義の背後にはフランス唯物論に反対する思想があったことを指摘している³⁰⁾。これらは共に、ラヴワジエ理論の受容を正面に据えたものではないが、科学の領域でもフランス革命の衝撃が無視できないものであったことを示していよう。

ただし、モレルが明らかにした興味深い一つの事例については紹介しておかねばならない。この事実とは次のようなものである。1797年にジャコバン主義を批判する著書を公刊したエディンバラ

大学の自然哲学教授、ロビソン(John Robison, 1739-1805)は、友人ブラックの遺稿(エディンバラ大学での講義ノート)を1803年に『化学講義』(*Lectures on the Elements of Chemistry*, 2 vols., 1803年)として出版したが、その注でラヴワジエ派の新化学命名法をジャコバン派独裁期の革命暦やメートル法の採用と結びつけ、これがラヴワジエ派による一種の陰謀(つまり、ブラックなどの外国人研究者の化学への貢献を隠そうとする企て)と論じたのであった。また、ロビソン自身はフロジストン説の立場をとっており、化学反応を重量の変化で捉えようとするラヴワジエの考え方は単純すぎると批判していた³¹⁾。もっとも、彼はこの著作の序文でブラック化学の成果を擁護しつつも、ラヴワジエの燃焼論が化学に革命をもたらしたことを一応認めていたが³²⁾。

このロビソンの例は、反ジャコバン主義がラヴワジエ派批判の基礎となっていたことを示している。したがって、これを考慮すれば、『死刑執行令状』ほど直截的にではなかったにせよ、反ジャコバン主義や反フランスの感情がラヴワジエ理論の受容に影響を与えた可能性はあったといえる。つまり、ハリントンの見解は決して孤立した例ではなかったのである。その傍証となる史料については以下で見ることにするが、それに先立って指摘しておかねばならないのは、時期の問題である。つまり、ラヴワジエ理論に対する評価は、どうやら時期によって変化しているらしいのである。幾つかの事例を見ておこう。

まず、ラヴワジエの『化学原論』(*Traité Élémentaire de Chimie*, 1789年)出版直後の評価である。1790年に『マンスリ・レビュー』(*Monthly Review*)誌はいち早く、これについての書評を掲載したが、その冒頭でラヴワジエの理論が「たいへん変わっており、一般に受け入れられているものとは相当に異なっているので、もしも強力な反対者が誤りを指摘しなければ、化学

理論全体にわたって完全な革命 (total revolution) がすみやかに生じるに違いない」³³⁾と述べた後、この論文の終わりに近いところで次のように記していた。

「ラヴワジエらによって」唱えられている諸原理が厳しい検討に耐えうるかどうかは、われわれには決定できない。確かなことは、これらが仮説的な観念を基礎として打ち立てられているのではないこと、したがって砂上の楼閣ではなく、注意深い実験というしっかりとした基礎を持ち、明らかにそれらからの正当な推論であること、反論は同様なやり方でしか可能でないこと、である。多年にわたって馴れ親しんできたことや多様な現象をうまく説明すると考えられてきたことから、われわれがフロジストン説にどんなに強く惹かれようとも、それに執着することが今一番危険なことである、とはっきり述べておかねばならない³⁴⁾。

つまり、ラヴワジエの新理論はそれなりの根拠を持つものなので、従来からのフロジストン説に固執しないようにしよう、というのである。ここから感じ取れることは、つとめて新理論を冷静に受け止めようとする態度である。

また、次のような評価もあった。フロジストン主義者のブリーストリは、亡命先のアメリカで1796年に『大気の分析に関する実験と観察』(*Experiments and Observations relating to the Analysis of Atmospherical Air*)を出版したが、『マンズリー・レビュー』誌の書評者はその書評のなかでラヴワジエ理論に言及して次のように述べていた。

率直に言おう。ラヴワジエ派の体系 (Lavoisierian system) は、調和がとれた見事なものだが、同時に著しい欠陥をはらんでいる。これは、証拠によっては厳密に支持されない諸点を仮定し、しばしば適切な範囲を越えた

類推に頼っている。また、化学者の間では普通に受け入れられているとはいえ、正確な動力学(dynamics)と矛盾する幾つかの原理を暗黙のうちに採用している。さらに、これは必ずしも事実の単なる表明でもなく、また、科学の一般的な言語としてはふさわしくない命名法を用いている。しかしこうであるにしても、われわれは、この現代化学が最近提起されるようになったあらゆる形態の修正フロジストン仮説よりはるかにまざっていると考える。[中略]もしこれが以前の諸理論と同じような運命をたどるとしても、少なくとも真の粒子論体系への道を準備しているだろう³⁵⁾。

この書評者によれば、ラヴワジエ理論は欠陥を有するものの、今後の粒子論体系の基礎としては使えるものであり、修正フロジストン説よりはるかにましなものであった。

他の事例をも考慮すると³⁶⁾、1790年代中ごろまでは、ラヴワジエ理論を冷静に受け止めようとする態度がおそらく支配的なものであった。しかし「恐怖政治」の実状がイギリスに伝えられ、反ジャコバン主義が高揚すると、ラヴワジエ派に対する批判のなかには、ロビンソンやハリントンの『死刑執行令状』に見られるような、ラヴワジエ派への敵意を示した非難が現れるようになったのである。1790年代の化学において、こうした非難を生むような何らかの新しい事態があったわけではないので、その要因は化学以外の領域から持ち込まれたと考えざるを得ない。いうまでもなく、この外部の要因とは、反ジャコバン主義や政治的な立場からの反フランス主義であった。この点で示唆的なのは、『死刑執行令状』がハリントンの一連の著作のなかでどういう位置を占めていたかである。1790年代の彼の著作のなかには、フロジストン説の立場からラヴワジエ理論を批判していたものがあったが、それらはラヴワジエ派に対してあからさな敵意を示したものではなかった。

『死刑執行令状』以後の状況についても見ておこう。化学の領域においても反フランスの気運が存在したことを窺わせる幾つかの史料がある。たとえば、次のような一文である。政治的にはホイッグ系とされる『エディンバラ・レビュー』(Edinburgh Review) 誌で、1809年にヘンリー・ブルーム(Henry Peter Brougham, 1778-1868)³⁷⁾は、『フィロソフィカル・トランザクションズ』(Philosophical Transactions) 誌に掲載されたばかりのデイヴィの論文を取り上げていたが、デイヴィがこの論文をしめくるときに「ラヴワジエの一般化は幸運にもすべての新しい現象の説明に使える」³⁸⁾と述べていたことに注意を喚起し、次のように記していた。

われわれは、敢えてこの文章を引用しておこう。というのも、以上の問題に対して生半可な知識しか持たず、また俗っぽい政治的な対立感情で科学研究を汚そうとする無分別な人たちが、最近デイヴィ氏の諸発見を称賛するようになったのは、デイヴィ氏の発見の本当の価値がわかっているからではなく、フランスの化学者たちが築いた現代理論を転覆し、いわばイギリスをひいきするためにある種のでっちあげでバランスをとろうとする、漠然とした、あるいは混乱した観念のためだからである³⁹⁾。

この引用によれば、当時のイギリスではフランスへの政治的な対立感情が化学の場にも持ち込まれ、反フランスの立場の人たちは、ラヴワジエ理論に代わる理論を自国の科学者たるデイヴィに期待した、ということになる。ブルームがここで具体的にどのような人達を念頭においていたかは定かではないが、そうした人々が実際にいた可能性はあった。デイヴィを雇用していたロイヤル・インスティテューション(Royal Institution, 1799年にロンドンで設立)の理事たちは政治的にはフランスに対して危機感ないしは対抗意識をもって

いたと考えられるからである⁴⁰⁾。

このデイヴィに関してブルームは、別の書評のなかで次のようなことも明らかにしている。デイヴィは電気分解の功績により対戦中のフランスからメダルを授与されることになったのだが、その際、彼は「無慈悲な輩、強奪者、文明社会の敵」から賞をもらうとは何事かと非難されたらしいのである。これに対してブルームは、科学のコスモポリタンの理念に訴えるかのように、「科学の共和国には政党も国家もないのだ」とデイヴィ擁護の主張を展開した⁴¹⁾。ここでブルームが批判している世論から、対戦国フランスに対する反発の様子が窺えよう。

また、トムソンの著作『化学体系』(A System of Chemistry, 4 vols., 1802)への書評の冒頭ではこう述べられていた。「われわれは、外国人たちの誤りから英国(Britain)化学を防衛しようとする著者の気概を称賛したい」⁴²⁾。当時の状況からすると、ここで念頭に置かれている「外国」とはフランスのことであり、このトムソンへの評価も反フランスの風潮を基礎としていたと考えられよう。

最後にハリントンの個人的な状況についても触れておこう。ハリントンはなぜあのようにしてまで反ラヴワジエの態度を表明しなくてはならなかったか。もちろん、それはハリントン自身が二つの革命に警鐘を鳴らしたかったからであろうが、そのことを前提として認めつつも、別の可能性もありうる。1. で見たように、ハリントンは他の研究者を批判することで自らの立場を確保しようとしていたが、1800年にいたっても、結局のところ彼の理論は影響力を持ち得ないものであった。つまり、ハリントンは孤立していた。それゆえ、彼は当時高揚していた反フランスの風潮に訴えかけることにより、局面の打開を計ろうとしたのではないか。もしこうした解釈が妥当ならば、『死刑執行令状』には、虚偽ではないにせよ、自説を正

当化するためのレトリックが盛り込まれていたと考えられよう。

最 後 に

本稿は、『死刑執行令状』の内容を検討すると共に、そこから見通される状況について考察した。この著作ほど直截的に反フランス化学の立場を明らかにした例は他にないように思われるが、反フランス化学の風潮が存在したと受け取られる状況証拠は幾つかあった。特に3.で取り上げた史料が示すように、こうした風潮が見てとられるのは、科学上の論文や著作ではなく、それらについての書評においてであった。書評という性格上、フランス化学批判が体系的に述べられることはなかったが、言葉の端々からその様子は窺えるのであった。それゆえ、史料の範囲を新聞や一般誌、さらには科学者やその周囲の人々の日記や手紙などにも拡大すれば、さらに多くの知見をうることができよう⁴³⁾。本稿はあくまでその手がかりを提示したにすぎない。

なお、誤解を生じないように述べておけば、本稿はハリントンの見解が当時の状況といかなる関係にあったかを見極めようとしたため、反フランス化学に焦点をあわせてきたが、もちろん、イギリス全体が反フランス感情で満ちあふれ、一丸となってフランス化学に立ち向かったというわけではないであろう。当時のフランス化学をどの程度意識するかは、化学研究者を取り巻く環境によっても、また研究者自身の思想や感性によってもかなり相違していたように思われるからである。たとえば、3.でたびたび登場したデイヴィについては、少なくとも環境の点では、フランス化学を意識せざるを得ない状況にあった。彼は首都ロンドンの、しかも当時の「政治的国民」たるジェントルマンたちが運営する組織で研究していたからである。実際、彼自身も研究成果を示す際に、幾度かラヴワジエ理論に言及していた。

最後に強調しておいてよいと思われることは、1790年代末から1800年代のイギリスでは、以上で見てきたようないわば「理論外」の要因が作用して、ラヴワジエ理論はある種の緊張状態のなかに置かれていたという点である。ラヴワジエ理論は「フランス化学」として普及されており、かつまたイギリスでは反仏ナショナリズムが高揚していた。それゆえ、たとえ「純粋に科学的な見地」からラヴワジエ理論を評価するにしても、それ自体がある種の社会的意味をもったと考えられる。もっとも、ハリントンのように科学上の立場と政治的立場をない交ぜにした態度は当時においてもエクセントリックとみなされたであろうが。

いずれにせよ、ハリントンの『死刑執行令状』から見通せる地平は意外に広いのである。「化学革命」の理解を深めるためには、このような事例をも視野に収めておく必要がある。

<付 記>

本稿は、本学会の1989年度シンポジウム「ラヴワジエ『化学原論』200年」で行った発表を基礎としている。この発表の際に、ご意見やご批判をいただいた方々に、この場をお借りしてお礼申し上げます。

注 と 文 献

- 1) ラヴワジエ理論の受容に関する最近の研究文献のうち、1963年から1990年までについては本誌ですでに紹介されているので、ここでは割愛させていただく。次を参照されたい。拙稿「ラヴワジエ研究入門第2回文献案内(1963-1985)」『本誌』1988, 67-73頁中の71-72頁、および川崎 勝「ラヴワジエ研究入門第9回文献案内Part 2(1985-1990)——ラヴワジエ『化学原論』200周年祭を終えて——」『本誌』1991, 137-143頁中の139-141頁。これ以降については、管見の限りでは、次のもののみに止まる。Douglas Allchin 'Phlogiston after Oxygen', *Ambix* 39(1992): 110-116.
- 2) ここでは、特に次の文献を参考にしている。C.E. Perrin, 'The Triumph of the Antiphlogis-

- tians', in H. Woolf (ed.), *The Analytic Spirit: Essay in the History of Sciences in Honour of Henry Guerlac* (Ithaca, New York: Cornell University Press, 1981), pp. 40-63.
- 3) 科学史研究における受容研究の意義については、横山輝雄「科学史と比較文化」、(大野 誠・小川眞里子編著)『科学史の世界』(丸善, 1991), 111-126頁を参照されたい。進化論の受容がそれぞれの国でかなり異なっていたことについては、小川眞里子「比較文明論と進化論——進化論受容の比較研究」『比較文明』5(1989), 169-180頁で明らかにされている。
 - 4) ハリントンの 'eccentric' という形容詞をつけることは、D.N.B. に由来するようと思われるが、最近出版された化学史関係の次の文献目録においても、彼は3名の eccentrics のうちの一人として挙げられている。William A. Cole, *Chemical Literature 1700-1860: A Bibliography* (London: Mansell Publishing Ltd., 1988), p. xi.
 - 5) ハリントンの生没年については、P.J. and R.V. Wallis, *Eighteenth Century Medics*, 2nd ed., (Newcastle upon Tyne: PHIBB, 1988), p. 265. この著作の意義については、筆者の書評「18世紀イギリス科学のプロソボグラフィに関わる2著」(『本誌』1991, 43-45頁)で論じておいた。またブラックのもとで学んだことについては、W. A. Cole, *op. cit.*, p. 242.
 - 6) W.A. Cole, *ibid.*, p. 243.
 - 7) J.R. Partington, *A History of Chemistry* (London: Macmillan & Co. Ltd., 1962), vol. 3, p. 490.
 - 8) ハリントンが Richard Bewley の名前でこの著作を出版したという点については、W.A. Cole, *op. cit.*, p. 244 による。
 - 9) *Ibid.*, p. 243.
 - 10) *Ibid.*, p. 243.
 - 11) この点については、拙稿「近代的元素概念の確立をめぐる」、化学史学会編『原子論・分子論の原典』第1巻(学会出版センター, 1989), 125-156頁中の140頁で述べておいた。筆者がこの叙述にあたって参照したのは、Rhoda Rappaport, 'Rouelle and Stahl—The Phlogistic Revolution in France', *Chymia* 7 (1961): 73-102.
 - 12) 活性化原質や不可秤量物質に関する18世紀後半のイギリスでの自然哲学的な議論に関しては、たとえば Robert E. Schofield, *Mechanism and Materialism: British Natural Philosophy in an Age of Reason* (Princeton: Princeton U.P., 1970) の Part II および Part III を参照されたい。
 - 13) Robert Harrington, *The Death-Warrant of the French Theory of Chemistry* (London, 1804), p. 102. なお、ハリントンのこの著作については次の小論のなかでごく簡単に触れておいた。拙稿『敗者』のゆくえ——それでも私はフロギストン説を信じる』『化学』(化学同人編), 47 (1992), 660-663頁中の663頁。
 - 14) Robert Harrington, *ibid.*, p. 65.
 - 15) *Ibid.*, p. 174.
 - 16) *Ibid.*, p. 203.
 - 17) *Ibid.*, p. 61.
 - 18) *Ibid.*, p. 215.
 - 19) ラヴワジエの酸理論については、クロスランド (M. Crosland) およびル・グラン (H.E. Le Grand) のすぐれた研究がある。これらについては、鶴田氏と筆者が本誌で詳しく紹介したので、それを参照されたい。鶴田治之・大野 誠「ラヴワジエの酸理論」(ラヴワジエ研究入門第6回), 『本誌』1989, 72-83頁。
 - 20) Robert Harrington, *op. cit.*, p. 101.
 - 21) *Ibid.*, p. 62.
 - 22) *Ibid.*, p. 90.
 - 23) *Ibid.*, p. 101.
 - 24) *Ibid.*, p. 286.
 - 25) *Ibid.*, p. 108.
 - 26) 「内なる敵対者」への非難が述べられている同書の箇所を示すと、ラムフォードに対しては p. 37, デイヴィ p. 257, トムスン p. 62, ブラック p. 235 である。
 - 27) Thomas Thomson, *The History of Chemistry*, vol. 2 (1831), p. 130. この著作のリプリントは Arno Press Inc. (New York, 1975) から1巻本で出版されている。なお、トムソンは同時代の多くの人々と同様に、フランス革命を無神論と結びつけていた。この点については、*ibid.*, p. 181 を参照されたい。
 - 28) フルクロワが革命政府でどのような役割を果たしていたかについては、さしあたり D.S.B. の Fourcroy の項目 (vol. 5, pp. 89-93) を参照されたい。
 - 29) J.B. Morrell, 'Professors Robison and Playfair, and the Theophobia Gallica: Natural Philosophy, Religion and Politics in Edinburgh, 1789-1815', *Notes and Records of the Royal Society of London* 26 (1971): 43-64.

- 30) David M. Knight, *The Transcendental Part of Chemistry* (Folkestone, Kent: Dawson, 1978), pp. 61-90. 翻訳書では, D.M. ナイト(藤井清久訳)『化学の超経験的部分』(内田老鶴圃, 1988)の63-83頁。また, この時期のイギリスにおけるフランス科学への対抗については, 同じ著者の次の作品も参照されたい。David Knight, *The Age of Science: The Scientific World-view in the Nineteenth Century* (Oxford: Basil Blackwell, 1986), Chap. 2 Rivalry with the French (pp. 11-31). なお, 本稿脱稿後に, この著者が近著, *Ideas in Chemistry: A History of the Science* (London: the Athlone Press, 1992)の第6章(pp. 68-81)で, イギリスにおけるラヴワジェ化学の受容を論じていることを知った。概説書ながら, 本稿では論じなかったことも含まれているので, 参照されたい。
- 31) ここで紹介した事実は, J.B. Morrell, *op. cit.*, pp. 50-51による。ラヴワジェ派の命名法についてロビソンが批判している箇所は, John Robison (ed.), *Lectures on the Elements of Chemistry, delivered in the University of Edinburgh; by the late Joseph Black* (Edinburgh, 1803), vol. 1, pp. 555-556. (Morrellが用いているのは, 1806年のPhiladelphia版なので, 巻数と頁数が異なる。)なお, ロビソンがブラックからの話として述べていることによれば, ブラック自身もラヴワジェ派の命名法には不満をもっていた。この点については, John Robison (ed.), *ibid.*, pp. 547-550を参照されたい。
- 32) John Robison (ed.), *ibid.*, vol. 1, p. lix.
- 33) [Anon.], 'Lavoisier's Elementary Treatise on Chemistry', *Monthly Review* 1 (1790) p. 308.
- 34) *Ibid.*, pp. 317-318.
- 35) [Anon.], 'Dr. Priestley's Experiments and Observations', *Monthly Review* 21 (1796), p. 368.
- 36) 他の事例とは, William Nicholson, *The First Principle of Chemistry* (1790)のことである。ニコルソンはこの著作でフロジストン説と反フロジストン説のいずれにも組みせず, 両方を冷静に受け止めようとする態度を示していた。このことは同書の書評(*Monthly Review* 3 (1790), p. 163)でも好意的に論評されていた。
- 37) 『エディンバラ・レビュー』での書評は無署名で行われたが, 大部分の書評については現在では著者が判明している。これについては, W.E. Houghton (ed.), *The Wellsley Index to Victorian Periodicals*, 4 vols. (1966)を参照されたい。以下での著者同定も同書による(vol. 1, pp. 434-445)。
- 38) デイヴィのこの論文は, 1809年の *Philosophical Transactions* に掲載された 'The Bakerian Lecture. An Account of some New Analytical Researches on the Nature of certain Bodies, particularly the Alkalies, Phosphorus, ...; with some general Observations on Chemical Theory' である。筆者が利用したのは, 次に示すデイヴィ著作集に収められたもの。John Davy (ed.), *The Collected Works of Sir Humphry Davy, Bart.* (London, 1840; reprint, New York and London, Johnson Reprint Co., 1972), vol. 5, pp. 140-204. 引用は, p. 204.
- 39) [Henry Brougham], 'Davy's Bakerian Lecture', *Edinburgh Review* 14 (1819), p. 489.
- 40) デイヴィが研究を行っていた設立期の Royal Institution の性格については, Morris Berman, *Social Change and Scientific Organization: The Royal Institution, 1799-1844* (London, Heinemann Educational Books Ltd., 1978)の第1章と第2章(pp. 1-74)を参照されたい。バーマンはこの著作で, Royal Institution の設立自体が「産業革命」と「フランス革命」という「二重革命」に対するジェントルマン層の対処策であったことを論じている。
- 41) [Henry Brougham], 'Davy's Bakerian Lecture', *Edinburgh Review* 12 (1808), p. 309.
- 42) [Andrew Duncan], 'Dr. Thomson's System of Chemistry', *Edinburgh Review* 4 (1804), p. 121.
- 43) 本稿ではフランスの科学制度に関する局面には触れなかったが, 1800年代にはナポレオンがフランス科学のパトロンとしてふるまったことも手伝って, イギリスではこの方面に関しても議論が生じたと推測される。たとえば, その一端は, R.L. Edgeworth, *Essays on the Professional Education* (London, 1809)のいろいろな箇所から窺うことができる。

Against the Chemical Revolution and the French Revolution: The Case of Robert Harrington's *The Death-Warrant of the French Theory of Chemistry* (1804)

Makoto OHNO
(Nagasaki University)

Although many historians of chemistry have been discussing the reception of the Lavoisier's chemistry, they don't pay attention to Robert Harrington's *the Death-Warrant of the French Theory of Chemistry* (1804). In this book he strongly attacked the Lavoisier's new chemistry, not only from the viewpoint of phlogiston theory which he had advocated since 1781, but also from the opposition against the French Revolution. He thought that the chemical revolution by the French school was based on the French revolu-

tionary principles. He has been characterized as 'an eccentric writer' by a *D.N.B.*'s biographer. But we should not think his opinion to be an isolated case. For, there were two external factors which arose the antipathy to the Lavoisier's chemistry in Britain. First, the Lavoisier's chemistry given the name of *La Chimie Française* was nationalistically diffused in France. Secondly, from after the Reign of Terror through 1800s, the anti-Jacobinism, the political opposition to France and the British patriotism came to a climax.

表紙図説明

- 『舎密開宗』 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ビン | 癸：燈油を貯えたびん |
| 丙：中に巻いた鉄線を入れた鉄の筒 | 庚：燈油を通す管 |
| 丁：鉄の筒を熱する炉 | |

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

〔科学史研究の新潮流〕

実験と実験室(ラボラトリー)をめぐる 新しい科学史研究

橋 本 毅 彦*

昨年(1992年)の夏、カナダのトロントで、英・米・カナダの科学史家が集まり合同学会が開かれた。学会の共通テーマは「ラボラトリー」。科学史だけでなく、技術史・医学史の分野で活躍している中堅・若手の研究者も参集し、大変盛会の会費であった。ケンブリッジ大学のサイモン・シェイファーによるアトウッドの器械(18世紀に発明されたニュートン力学を実証するための装置)が当時の神学生に対してもった教育的機能に関する講演や、ガイガー管による放射線測定の実験性についての論争に関する報告など、多くの興味深い講演が4日間にわたる会費で発表された¹⁾。

最近、ラボラトリーとともに「実験」「科学的実践」といった言葉が科学史研究の論文著作に頻繁に登場し、それをテーマにした特集号や論文集が発刊されている。例えば『アイシス』や『サイエンス・イン・コンテクスト』で特集号が編集され、『実験の使用』や『ラボラトリーの発達』といった論文集が出版されたりしている²⁾。曰く、それまで科学史家は科学理論の発達に関心を集中してきたが、これからは科学者が実際に身体を動かして活動をしている実践の領域に分析を進めなければならない。この謳い文句は、恐らく単純化した言い方であろう。過去において科学的実験や実験装置に関する科学史研究は多くなされてきたし、制度史的アプローチはまさに科学者の実践活動の領域を対象としてきた。しかし今日、科学史

研究で興味深い成果をあげている研究者の多くが、この新しい傾向を意識しつつ研究を進めていることも確かなことである。例えば化学史家のオウエン・ハナウェイは、メルセンヌとガッサンディに関する近著への書評の中で次のように述べている。

「初期近代科学の歴史家たちは最近になって、科学的実践の領域へと決然と進みつつある。……この新しいアプローチの遂行者は、科学と宗教の関係を再吟味していくにあたって、人々が何を信じたのかということだけでなく、いかにしてその信念に表現を与えようとしたのかという事にもかかわっていかねばならないように思われる³⁾」

実際ハナウェイはこのアプローチを体現するような論文を書いており、また同様の問題意識をもつ論文を取り揃え、「ラボラトリー」をテーマとする大学院セミナーを組んでいる。以下このような新しい傾向を体現するような歴史研究を生み出している代表的な科学史家を紹介することを通して、実験とラボラトリーをめぐるどのような新しい科学史研究が出現し、いかなる新視点が提出されているのか見ていくことにしたい⁴⁾。

1. ラボラトリーの起源：建築史的アプローチ

始めに断っておかなければならないことは、「ラボラトリー」という言葉である。日本語では普通「実験室」とか「実験研究所」と訳されているが、これらの訳語はとりわけ近代初期におけるそのあり方を探ろうとするときに不便かつミスリーディングであると言わざるを得ない。「実験(experimentum)」、「ラボラトリー

1993年3月12日受理

* 東京大学
連絡先

(laboratorium)」ともにそれぞれ異なる言葉の歴史をもつからである。近代初期においてはそもそも実験という概念自体が生成途上にあるとともに、ラボラトリーという言葉も、(器械装置を用いて実験を行う場所一般ではなく)主として錬金術を行う工房を指すものとして18世紀に至るまで了解されていたという事情がある。そこで本稿では、「ラボラトリー」という言葉をそのまま利用することにする⁵⁾。

上記のハナウェイ教授によるこの〈ラボラトリー〉に関するセミナーは、「最初のラボラトリー」というテーマで始まった。その副題は「修道院、城郭 (castle)、あるいは町屋敷 (townhouse)?」と問いかける。修道院をその原型として考えていた代表例は、フランシス・ベーコンの『ニュー・アトランティス』で語られている様々な研究施設である。孤島という外界から隔絶された土地で宗教的儀礼を遵守しつつ、人類の福祉のために様々な知識や技術を作り出す場所というのは、確かに修道院を模しているといえよう。これに対して氏自身の論文「ラボラトリーの設計と科学の目的」では、ティコ・ブラーエの天文台内の錬金術実験施設とアンドレアス・リバビウスの想像上の化学実験研究施設とを、それぞれ城郭と町屋敷をモデルとしたラボラトリーとして比較対照しつつ議論を進めている⁶⁾。それぞれのラボラトリーの設計思想の背後には、そこで営まれる科学研究の目的に対する異なる考え方があったことが示される。

リバビウスは16世紀後半における神聖ローマ帝国内サクソン地方の医者・教育者で、極めて多作の著作者として知られている。メランヒトン、ラムスらの教育改革者に感化を受けた彼は、化学者として、従来錬金術師に秘匿されていた化学の知識を明晰に言語化し整序すること、すなわち教科書化することを目指した。同時に、ルネサンスの魔術的自然観の信奉者たち、とりわけパラケルススの後継者たちを徹底的に批判する論客でもあっ

た。ちなみにハナウェイの主著『化学者と言葉』は、ミシェル・フーコーの『言葉と物』の「ルネサンス的知識 vs. 古典的知識」という枠組みを援用しつつ、それぞれの知識観・学問観を代表する人物として2人の化学者オスワルド・クロルとリバビウスとを対比し、その思想史的背景を論じたものである⁷⁾。リバビウスはこのような思想の下に、公共のための開かれた化学的知識の生産を意図し、そのために町の中にラボラトリーを建設する構想を発表した。その構想の説明文の中には、自分のラボラトリーとティコの天文台内のそれとの対比が論じられている。ティコはフェン島に建造されたウラニボルグの天文台において、地下に化学実験室を設けた。錬金術を「地上の天文学」とも呼んだティコは、天文観測とともに炉を用いた各種の化学実験をしてこそ天文学の十全なる研究ができると考えた。また錬金術の知識はいたずらに公にされるべきでなく、その用途をよくわきまえた貴族や学識のある人々にだけ知らしめるべきであると考えた。外界の市民社会から隔絶されたウラニボルグの天文台は、そのような化学(錬金術)の研究を行うにふさわしい場所だったのである。一方これとは正反対に化学的知識の公共性を訴えるリバビウスは、施設を町の中に立てることを提唱し、そこで研究者が実験に専念するだけでなく市民生活の義務も履行することを要請した。

リバビウスのラボラトリーにはもちろん私生活を守るプライベートな空間もある。しかしそのプライベートな空間と、外来者が活動し歩き回れるパブリックな空間との間は、隔絶されている訳ではなく、その間の交通はあくまで可能である。それらの配置関係を設計する際にリバビウスが参考にしたのは、ウィトルウィウスの『建築論』である。観照する哲学者の人生を善い生き方としては認めるギリシャ文化ではなく、市民生活における役割と責任を履行することを善とするローマの文化に生きる建築家の解説書がリバビウスには適切

な設計上の指針を与えてくれると考えられたのである。事実リバピウスはこのラボラトリーで作業する人物を、キケロの描くような演説者に喩えている。

ハナウェイはさらに、リバピウスの「化学の家」の設計構造と古代からの弁証論の伝統との関係へと思案を進めていく。16世紀の著名な論者ペトルス・ラムスらとともに、議論における論点・観点の整理・配置を論ずるトピカと呼ばれる弁証論に深く関心を示すリバピウスにとって、施設内の各部屋の配置は化学の知識体系の各分野・項目の配置に呼応していると考えられた。逆にティコの実験施設では、炉などの設備が雑然と置かれていると批判する。このような論点を示唆した上で、近代科学の誕生にあたってギリシャの数学的伝統ばかりでなくローマの弁証法・修辞学的伝統も忘れてはならないことを指摘し、稿は閉じられる。

このようにハナウェイは、リバピウスとティコの実験施設の設計思想の差に大きな科学観の差を見いだした。建築史的アプローチともいえるこの分析視角は、斬新でかつ独特のものである。ラボラトリーの設計構造を分析することによって、これだけ多くの深いことを切り出してくることは、リバピウスという人物の「化学の家」だからこそと思われるかも知れない。だが次節で言及するように、スティーブン・シェイブンは王立協会の部屋の配置に関して興味深い議論を提示しているし、ゾフィー・フォーガンは18・19世紀の博物館や学会・研究施設の設計構造を一貫して追い続け、そこに当時の科学観や科学活動のあり方を読み込もうとする⁸⁾。また『サイエンス・イン・コンテキスト』誌は、「知識の場所」というテーマで特集号を組み、ラボラトリーを始めとして知識を生産する様々な空間的場所に関して社会的文化的解釈を行う野心的な論文を集録している^{8a)}。

2. 真空ポンプの実験：社会構成主義的アプローチ

80年代に刊行された科学史の著作の中で、最も影響力のあったものの一つが次に取り上げるシェイブンとサイモン・シェイファーの『リヴァイアサンと空気ポンプ』であろう⁹⁾。ロバート・ボイルの真空ポンプを利用した実験研究をめぐって、その中心テーマを様々な角度から分析したものである。王立協会が設立され、ニュートンの『プリンキピア』が出版される17世紀後半のイギリスは、科学史研究が目白押しでなされる繁華な分野である。その中でボイルの真空ポンプをめぐっても、多くの歴史研究がこれまでなされてきたが、必ずしも最重要なトピックとしては取り扱われてこなかったのではないだろうか。それは、トリチェリやパスカルに続き真空の存在を決定的に証明した出来事、模範的な実験研究者であるボイルが生真面目に真空内での現象を追跡していった研究として知られている。

『リヴァイアサンと空気ポンプ』の著者の一人であるシェイブンは、いわゆるエジンバラ学派と呼ばれるグループの代表的人物として社会構成主義の立場から科学史の研究を進めてきた人物としてよく知られている。社会構成主義者によると、科学者が実験を行い事実を見いだしていく過程は、科学者が実験において生じた現象とその理論的解釈を他の科学者たちに認めさせていく説得の過程と見なされることになる。科学的事実は社会的に構成されたものであると見なされるのである。

1982年に発表されたシェイブンの論文「科学の歴史とその社会学的再構成」は、この立場からそれまでの科学史研究を概観したものとしてよく知られている¹⁰⁾。この立場に百パーセント組して歴史叙述をしていく科学史家は非常に少ないものの、社会構成主義者の提出する歴史解釈を傾聴する科学史家は少なくない。1980年代の科学史をリード

してきたのは彼らであるといっても過言ではないであろう。

シェイプンとシェイファーのボイル研究はその代表的な作品であり、また社会構成主義の視点が歴史分析に極めて有効に働いた模範例だといえる。その代表的論点を展開したのがシェイプンの「ポンプと環境：ロバート・ボイルの文章的技术 (literary technology)」という論文である¹¹⁾。文章的技术とは耳障りな呼称であるが、通常の実験技術 (material technology)、他の実験研究者たちとのコミュニケーションと交渉の技術 (social technology) に付け加えて実験装置によって生じた現象を表現し伝達していくための技術のことをいう。ボイルが真空ポンプを用いた実験について記した1660年の著作『自然学—機械学の新実験』をひもとくと、そこには実験がどのような場所で、誰の立会人の下で、どのような実験手続きで進められていったのか、我々の目には余りに細かすぎるほどの詳細な記録が掲載されている。ボイル自身それが冗長であることを認識しており、わざわざそのような「冗長」な記録を提供することの理由を序文に記している。それは再現実験をしやすくするとともに、その場に居合わせなかった人々にでき得る限り詳しい記録を提示しそれを根拠に思索を可能にさせるためであるという。つまりこの詳細な記録の読者を、シェイプンの言い方を借りれば、実験の「仮想目撃」者にさせるのである。社会構成主義の観点からするならば、実験の信頼性を高め新しい実験事実を作り出していくために、このような（仮想）目撃者の確保が極めて自然な戦略とみなされることがよくわかる。

この著作の主たるテーマの一つは、実験方法論の正当性をめぐるボイルら王立協会設立の推進者たちと『リヴァイアサン』の著者ホブズとの対決である。ホブズの『空気の本性に関する自然学対話』には、ボイルを含む王立協会の創設者たちを自分の敵だと明言し、彼の真空実験への反対

意見が対話形式で論述されている。ホブズの論点は、「哲学」(我々の言う科学) のなすべきことは原因と結果とを特定していくことであるが、ボイルらの実験手続きではそのような特定は永久になし得ないというものであった。

また実験という自然探究の方法を受け入れつつも、ボイルの真空実験の結果を認めようとしない人々もいた。ボイルらの細心の実験研究とその詳細な報告にもかかわらず、ホイヘンスを始めとする大陸の科学者たちはボイルの実験結果をなかなか受け入れようともしなかった。彼らは自身の製作した真空ポンプで再現実験を試みたが、ボイルが主張するように結果が得られないのである。だが再現実験の成否はそれほど単純な話ではすまない。再現実験自身の正当性はいかにして得られるのか。そのチェックのために再々現実実験が必要であるとすれば、それは無限後退に陥る (ハリー・コリンズの呼ぶ「実験者の後退 (experimenter's regress)」¹²⁾)。17世紀のサイクロトロンとも呼ばれる真空ポンプは、その困難な製作技術ゆえに高価で貴重な代物であり、再現実験もごくわずかのの人々によってなされたに過ぎない。ボイルの下を離れて真空ポンプを作る製作技術の善し悪し (職人の腕前) はどのように決められるのか。真空ポンプの働き具合を評価する指標となる現象は何か。またどのようにして原理的には無限に続き得る再現実験の連鎖に終結がもたらされるのか。シェイプンとシェイファーはこのような問題を設定しつつ、歴史叙述を進めていく。

その後シェイプンは、『リヴァイアサンと空気ポンプ』の末尾に言及されていた実験を行う空間的配置とその社会的機能について考察を深め、論文「17世紀イギリスにおける実験の家」を発表した¹²⁾。ボイルの真空実験の陰の立て役者は、それを製作した機械職人兼実験研究者のロバート・フックである。下層の出身でありながら王立協会という上流階級の紳士淑女が出入りする場所で実験活

動を切り盛りするフックのアンビバレントな社会的地位が、議論の対象となる。当初はこの身分の差ゆえに王立協会の建物からかなり離れて住んでいたフックであるが、真空ポンプを長距離運搬することから生じる不便を勘案し、協会の建物内に自らの実験室を設け、そこで装置の製作に専念することになる。このフックの実験室で試験がなされ、準備がついたところで王立協会の集会室で実験が演示される。私的空間と公共の空間が明確に区分され、また公共の部屋に会場し実験を目撃できる人物も許可された人々だけに限られている。このような王立協会における実験研究活動には社会的地位と空間のもつ社会的意味が重要なファクターになっていることが、シェイプンの論文では論じられている。

3. グッディングのファラデー研究： 実験過程の解剖

実験の場所や実験の評価ではなく、まさに実験の内容——実験研究における発見の過程——を分析の対象とし、ひとつのモデルを提示しようとしているのがイギリスの科学史家デヴィッド・グッディングである。彼の80年代に書かれた一連の論文は『実験と意味の製作』という著作にまとめられている¹⁴⁾。実験科学者マイケル・ファラデーの手稿・実験ノートを追ったグッディングの研究は、いわばファラデーの「暗黙知」の次元に切り込んでいこうとする。実験者は実験装置を作用してそこにある不思議な現象が認められた時、それを何とか他の研究者にも知らせるべくその新現象を言葉や図を用いて表現しようとする。目と手で感じとった事を何とか紙の上に表現しようとするが、その際何らかの暫定的でプリミティブな解釈（グッディングはそれを“construal”と呼ぶ）が入り込む。そのような発見までの中間ステップを掘り起こしつつ、実験者の思考過程を追跡するのである。

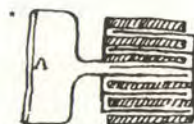
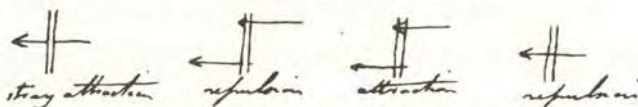
そのような実験過程の分析の代表例として、ファラデーの電磁気的な回転現象の発見が取り上げられる。その試行錯誤の過程は、1821年9月3日付のファラデーの実験ノートに記録されている。記録は13のステップに分かれ、それぞれの項目には、模式図と簡略な説明が書かれている。だがその初期のステップには試行錯誤の跡が如実に現れるような、極めて不可解な図が伴っている。次ページの図の4番で小円で表現されている電流導線と矢印で表される磁針との間で、引力ないし斥力が働く配置が示される。次の5番で、それをまとめて磁針に引力と斥力の極が先端に位置している事を示す。そして次の6番でそれらの引力の極と斥力の極とを結ぶ回転性の力を表象する。グッディングの言う＜construal＞がここで作られた訳である。その後のステップを追っていくと、このconstrualに基づき回転装置を作製してみるが回転が起こらず、それとは異なる配置で回転が起こる事に気づく。それとともに初めのconstrualに修正が加えられる。そしてできあがった回転装置を前にしてファラデーは「非常に満足、しかしもっと気の利いた装置を作ること」と書き記し、その日の実験ノートを閉じている。「気の利いた装置」は翌年に製作され、王立研究所での講演で披露され、また翌々年にはコンパクトなガラス管内に密閉された携帯可能な装置も作られた¹⁵⁾。

ファラデー研究といえば、科学史家の間ではL.P. ウィリアムズがつとに有名であり、四半世紀以前に書かれた彼の主著であるファラデー伝は今でも定評がある。だがウィリアムズのファラデー伝では、この9月3日の実験ノートも引用されているものの、そのスケッチの説明はあまりに簡単である。「最初は単に置き方を示し……、次により深い洞察が与えられ……最後に力の真なる性質が明らかにされる」という1パラグラフの説明が付されているだけである。ウィリアムズはその後、この伝記の研究を基にして『場の理論の起源』

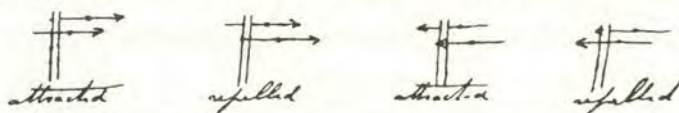
SEPT. 3RD, 1821.

Electromagnetic expts. with Hare's Calorimotor. To be remembered that this is a single series?

1. Position of the expt. wire A*.
2. Positions at first ascertained were as follows



3. On examining these more minutely found that each pole had 4 positions, 2 of attraction and 2 of repulsion, thus



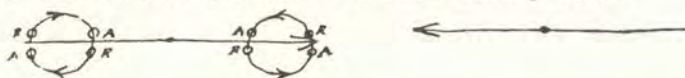
4. Or looking from above down on to sections of the wire



5. Or



6. These indicate motions in circles round each pole, thus



という教科書風の小著をものした。序文に概念史を目指したと述べられているこの著作では、ファラデーの実験過程の説明は捨象され、彼の力線概念へのボスコビッチの点原子論やドイツの自然哲学の影響が議論されている。ウィリアムズの目は、実験から理論の概念へ、そしてさらに思想的背景へと向かっていたことが窺える。ウィリアムズとグッディングの問題意識の差は、60年代と80年代の科学史家の問題関心の差をよく反映しているように思われる。

ファラデーの力線概念に関しては、グッディングもひとつの論点を提出している。それはその言い回しについてである。ファラデーは1831年に電磁誘導の現象を発見し、それを「力線」という概念を使って説明したが、発見直後に彼の利用した語は「磁気曲線」という言葉であった。しかもそれはファラデーが作り出した言葉ではなかった。

この言葉は1824年にイギリスの科学者バロウが使い始めたのだが、バロウ自身はファラデー流の場の理論ではなく、旧来の遠隔作用力としての電気・磁気力という考え方をもっていた。磁気曲線という言葉は、地磁気のマップを曲線の集合によって表現する方法が採り始められていた当時、電気・磁気研究者にとってわかりやすく受け入れやすい言葉だったのである。このように他の研究者が作りだし、しかもよくサーキュレートしている言葉であったからこそ、ファラデーはその言葉を使って自分の発見した現象を表現したのである¹⁶⁾。

ファラデーの実験活動をめぐる事例研究を通して、グッディングは科学者の実験活動における発見と論証の過程に対する分析枠組を提出する。まず言葉以前の段階として手先と目で実験装置の動きから新しい現象を認知し、それに暫定的な解釈（コンストラクト）を与える。さらにそれを他

の研究者たちに受容してもらうために、いわば解釈を推敲しその解釈をうまく表現するような言葉や図（リプレゼンテーション）を作り出していくとともに、またそのように解釈された新現象を「気の利いた」形で演出（デモンストレーション）するような実験装置の設計に努力する。このようにグッディングは、ファラデーの実験ノートを詳細に追跡・分析することにより、発見過程の再構成という困難な課題に挑戦し説得的な解答を披露する。その際にとりわけ言語化される以前の思考過程や、その手助けとなる視覚的表象の役割について興味深い議論を提出する。彼はこの研究をさらに一般化し、認知心理学者やAI研究者と共同で、科学的探究と発見の認識モデルを作り上げようと試みている。この野心的なプロジェクトに眉をひそめる科学史家も多いが、このような研究は科学史研究のひとつの（あくまでひとつの）行き着く先であるようにも思われる。この共同研究によって実験的探究のひとつの説得的な認識モデルが提示されることが期待される。

4. オレスコのフランツ・ノイマン研究： 実験の教育史と実験の技術史

目をイギリスからドイツに転じよう。次に取り上げるのは、19世紀中葉に活躍した物理学者フランツ・ノイマンに関するキャスリン・オレスコの研究である。物理学史上において、ノイマンはフランスのアンペールやゲッチングンのヴィルヘルム・ヴェーバーによって作り上げられたいわゆる大陸流の電磁気学を発展させた人物、特にポテンシャル概念をこの分野に導入した数理物理学者として知られている。またその一方でドイツ大学史上においては、物理学という専門分野にゼミナール方式を早期に導入した人物としても知られている。オレスコの研究は、このノイマンのゼミナールを詳細に追っていったものである。

相対論や量子論を生み出したドイツ物理学の強

さの由来は、物理学の研究教育を担ったドイツの大学制度、そしてその要ともなるゼミナール制度であるとも言われる。ゼミナールの起源において鍵となるのは、ベルリン大学において文献学のゼミナールを受講した後、数学に転向しケーニヒスベルク大学で数理物理学のゼミを創始したカール・ヤコビである。その後ケーニヒスベルクのゼミナール方式はハイデルベルクやゲッチングンなどの諸大学に伝わっていく。この辺の事情は、物理学史家のラッセル・マコーミックが自ら編集する『物理科学史研究』に序文として寄稿したエッセイに手際よく説明されており、科学史家の間でよく引用されるところである¹⁷⁾。その後マコーミックはクリスタ・ユングニッケルと共著『自然の征服』という二巻本のドイツ物理学史の著作を世に問うた¹⁸⁾。物理学の内容に立ち入った章あり、アーカイブを駆使した制度史を扱った章ありで、内的・外的双方の科学史が語られているのだが、両者が噛み合っていないことに一読して気づかされる。著作の副題「オームからアインシュタインまでの理論物理学」が示すように、物語の主人公は理論物理学であり、筋立てはその誕生と成熟である。概念的発展が論じられる章の合間に、大学の教授人事において理論物理学者が採用されていくいきさつが語られ、理論物理学が制度的にも確立していく様子が示される。しかし、一方での学問としての物理学の内容とその発展、他方でのゼミナールといった教育制度を有する大学制度の登場とは、具体的に関連のある形では説かれていない。

オレスコの最近の著作『天職としての物理学』は、副題「ケーニヒスベルク物理学ゼミナールにおける訓練と実践」のとおり、フランツ・ノイマンの数理物理学ゼミナールをめぐる、膨大な量のアーカイブ資料を駆使しながら、その歴史的展開を詳細に追跡し分析していった労作である¹⁹⁾。この歴史での主人公は、理論物理学ではなく、精密な物理実験である。ヤコビとの共同でゼミナ-

ルを開始したという事で、当初は数学との関連を強調していたのだが、次第にゼミの中心課題は精密測定の実験という課題に移っていく。ノイマンは学生に実験の精密性を追求させるとともに、その誤差を算出させたが、その際に範としたのは、ケーニヒスベルク大学の天文学者ベッセルの精密測定テクニックであった。ベッセルは天文観測に欠かせない正確な振り子時計を注文し、それを子細に検討するが、その中には動く振り子にまつわりつく空気が振り子の実質的な慣性質量に及ぼす影響などが考慮に入れられている。これらのテクニックは、一括してベッセルのプロトコルと呼ばれた。実験において生じる誤差のうち、偶然誤差と系統誤差を識別し、最大限正確にそれらを評価していくのである。ノイマンはこの手続きに則り、熱量の測定法、電気現象の測定などを学生に課題として与えたのである。（ちなみに当時技術者に重宝され始めたグラフも、一時期ケーニヒスベルクで利用されたが、精密性の向上に貢献しないとして使われなくなっている。）

以上のゼミナールのカリキュラム内容という内の歴史に、大学制度のメカニズムという外的歴史をオレスコはリンクさせる。ゼミナール卒業生の主たる就職先はプロシア国内の中等学校であった。その自然科学の教員になるためには国家試験が課せられていたが、その内容とそれを統括するプロシア政府の文部官僚の教育思想は、ノイマンのゼミナールの組立て、とりわけ理論から実験を重視するようになるゼミナール教育の方針変更に少なからぬ影響を及ぼしていた。オレスコはその模様を一次資料を使いながら丹念に描き出していくのである。

オレスコも著作の中で述べているとおり、実験装置の改良だけでなく、実験誤差の評価や実験のテクニックなどを含む実験技術の発展史の研究が必要とされているように思われる。彼女自身のノイマン・ゼミナールの研究は、その歴史の中核を

占めるエピソードと言えよう。

5. ラトゥールのパストゥール研究： 文化人類学的アプローチ

科学社会学者の間では、1970年代末からラボラトリーの研究が活発に行われている。この原動力となったのが、アメリカの社会学者ハロルド・ガーフィンケルらを中心とするグループで、実際のラボラトリーに観察者として入り込み、エスノメソドロジーと呼ばれる文化人類学的な調査方法によって科学活動を調査・記述・分析したものである。興味深い例としては、社会学科に所属するガーフィンケルの学生が、手の麻痺した化学科の学生の実験を手助けしながら、自ら実験を追体験することを通して、マニュアルには処方されていない様々なテクニックが実験作業に必要とされていることを見つけていくというものがある。またラボ内の研究者の会話をテープにとって分析し、いかに個別的観察から科学的事実へと一般化がなされていくかを言語分析するものもある。いずれにしても、ラボラトリーの研究者の傍らで彼らの活動を密着取材し、その研究成果を出すまでのプロセスを解剖しようとするものである²⁰⁾。

このような文化人類学的なパースペクティブから生化学のラボラトリーに入り込み、そのフィールドワークの成果を基にその後の研究に影響のある著作を発表した人物にブルーノ・ラトゥールがいる。彼とスティーブ・ウールガールとの共著『ラボラトリー・ライフ』は1979年に出版されたが²¹⁾、その後これに刺激されて様々なラボラトリー研究が続出した。文化人類学的なフィールドワークの結果としてラトゥールが『ラボラトリー・ライフ』で強調していることは、ラボラトリー内での彼の言う「インスクリプション装置」の重要性である。ラボの中には様々な機械があり、あるものはただ試料を純粋にしたりして物質的に変容するだけであるが、ある機械は試料をインプットす

ることによりグラフや文字列などの紙に書かれたデータをアウトプットする。このような紙上に記載されたデータをラトゥールはインスクリプションと呼び、またそれを産出する機械をインスクリプション装置と呼んでいる。このインスクリプションを基にして科学的事実が作り上げられ、その成果が社会的に認知されていくプロセスが、彼らの本の主題になっている。

ラトゥールらのこの著作に触発された科学者の実験活動の科学社会学的研究を総括する試みが、『観察された科学』という論文集においてなされた。ラトゥールはそこに寄稿した論文で、新境地を切り開いた。その論文はタイトルを「ラボラトリーを下さい、そうすれば地球を持ち上げてみせます」といい、ラボラトリーの成果が技術的に応用され、いかに社会を変革する「梃子」として働くのか、『ラボラトリー・ライフ』で展開した文化人類学的視点を貫徹しながら、解説していったものである²²⁾。パストゥールの炭疽病の病原菌の特定とワクチンの製造を例として説明されたこの研究で、ラトゥールはパストゥールが様々な分野の人物の利害関心を自分の利害関心に巧みに同一化させるプロセスとして見る。この利害関心の翻訳という作業に着目することにより、社会的利害関心によって科学的事実が形成されるという社会構成主義の立場とは一線を画していくことになる²³⁾。

その後ラトゥールは、『活動中の科学』において、科学者が科学的知識を生産していく時の手続きに関する包括的なモデルを提供した²⁴⁾。そこでは、科学者は交戦中の指揮官とみなされる。敵（批判者）の攻撃に対してそれをかわすような装備を行い、またそれとともになるべく多くの味方（同調者）を獲得していこうとする。そのために科学者は、相手が批判を企てたときに莫大な労力を必要とするように、様々な手段を用いて自己の主張の証拠固めを行う。また自分の陣営に他の科学者ばかりでなく自己の研究を援助してくれる様々な

社会グループの人々を引き入れるべく、彼らの利害関心が自分の利害関心と（実際は微妙に異なっていたとしても）等しいことを示そうとする²⁵⁾。

1920年代後半から登場したこのような、いわばフィールドワークをする文化人類学者の視点から行うラボラトリーの調査研究は、社会学者たちの間で今日でも盛んに行われている。もっぱら科学研究活動の財政・経営・制度といったマクロな側面を扱っていた科学社会学者が、このアプローチの出現によってミクロな科学社会学を構築するに至ったとされている。しかしその中でも多様な立場があり、ラトゥールの主張はそのまま受け入れられているわけではない。昨年出版された『実践と文化としての科学』においても、ラトゥールは科学を理解しないので、生み出されたインスクリプションを確定的なものとする傾向がある、という批判がコリンズから出されている²⁶⁾。

6. ギャリソンの現代物理学史研究： 測定の直接性と実験結果の安定性

最後に現代物理学の歴史研究で、極めて活動的に興味深い研究成果をあげている科学史家ピーター・ギャリソンを紹介しよう。ハーバード大学の科学史学科に在籍し、博士論文として素粒子論の実験研究とともにその歴史的分析を行った彼は、その後スタンフォード大学の哲学科と物理学科で教えた後、現在はハーバード大学の科学史学科で教鞭をとる。そのことから分かるとおりギャリソンは現代物理学にも精通し、哲学的関心も強く備えた少壮の科学史家である。彼の主著『いかに実験は終わるか』はタイトルの示すとおり、コリンズらと共通の問題意識をもっている²⁷⁾。理論を検証するという役割を実験が厳格に履行することを目指せば無限後退に陥ってしまうとすれば、実験はどの時点でどのような状況下で打ち切られるのか。この著作を含むギャリソンの物理学史研究の一貫したテーマは物理学における実験である。霧

箱、泡箱、そして巨大加速器などの実験装置の設計、利用をめぐる興味深い歴史的哲学的議論を展開していく。

ジョンズ・ホプキンス大学で開かれたシンポジウムの論集『近代物理科学における観測・実験・仮説』に寄稿された「泡箱と実験の作業場」という論文は、素粒子論研究をリトル・サイエンスからビッグ・サイエンスに飛躍させる重要なきっかけとなった、泡箱の発明とその利用をめぐる議論がなされる秀逸な論文である²⁸⁾。キャベンディッシュ研究所のC. T. R. ウィルソンによって発明された霧箱は飛来する素粒子の軌跡を視覚化することで素粒子論研究の発展に絶大な貢献をしたが、その欠点は素粒子と衝突する箱内の物質粒子が気体状であるため密度が低く、衝突の頻度が小さいことであった。そこで考え出されたのが容器内物質を気体の代わりに液体にし、飛来する素粒子により泡の筋を生み出すという仕掛けであった。1952年にジェチル・エーテルを用いて製作されたデヴィッド・グレーザーの小さな泡箱装置は、マンハッタン計画という巨大科学の経験を積むルイ・アルバレによって液体水素の大規模な実験装置に仕立て上げられる。液体水素を用いるのは、それにより素粒子の衝突相手が水素の原子核である陽子になり、飛跡からの素粒子の力学的性質の算定が極めて容易になるためである。

この泡箱の発明により加速器から産出されるデータは膨大なものになった。人の手に余るその膨大なデータを処理するために、コンピュータが利用され、そしてその解析のために大きな組織が作られていく。ラボラトリーで手作業によって自然を探索していた実験者の仕事が、自然から離れたオフィスでのデスクワークへと「実験生活」が変化する。泡箱というひとつの実験装置が契機になり、素粒子論研究はリトル・サイエンスからビッグ・サイエンスへと変容していったのである。ちなみにその仕掛人であるアルバレ自身は、コンピュー

タを使ったオフィスでの作業という実験研究者のあり方に幻滅し、加速器による素粒子研究から身を引いたという。

ギャリソンはさらに、主著『いかに実験は終わるか』において、この加速器と泡箱を用いた巨大科学研究の一例として、60年代から70年代にかけてなされた「中性カレント」と呼ばれる現象の存否をめぐる実験研究を分析する。中性カレントとは、素粒子の弱い相互作用において電子や中性微子などのレプトンと呼ばれる素粒子の電荷が変化しないような反応のことをいい、その現象の存在は1970年代初頭における弱い相互作用と電磁気作用の統一理論の形成に寄与した。ギャリソンは、この中性カレントがいかに実験的に否定され、続いて肯定されていったか、理論研究の進展とともに加速器を用いた実験の集团的共同研究を追い一つ分析を行っていく。

読者の注意を惹くのは、この分析で彼が、社会構成主義の立場からこの時期の素粒子論研究の事情を解説したアンドルー・ピッカリングの『クォークの構成』という著作²⁹⁾を批判していることである。ピッカリングはその著作で、中性カレントの存在（あるいは非存在）は観測に基づく証拠だけでは決定不全（underdetermine）であって、そのような理論的結論の出現に際しては社会的利害関心の作用が影響しているのだと説く。これに対してギャリソンは、キャリアをかけて中性カレントの非在性を追求してきた研究者が、不利な実験結果を前にして「（中性カレントの存在の証拠となる）この効果を今のところどうやって追い散らしていいのかわからない」と述べ、結局その存在をついに認めたことを指摘し、研究者の強い利害関心も理論や実験からの知見に従属することを主張する³⁰⁾。

確かに実験研究の目標設定、実験装置の設計、データの取捨選択などに関して研究集団の信念や外部からの圧力が影響するとしても、実験作業と

そこから導かれる結論の中には、理論や利害関心に左右されない耐久性(solidity)をもつものがある。このような実験結果の耐久性は、測定の「直接性」と結果の「安定性」の増大からもたらされるものであるとギャリソンは主張する。ここで直接性とは、例えば複数のガイガー管を利用した検知方法から霧箱を用いた検知方法への移行のように、より明白・判然とした測定手続きを指す。また安定性とは、実験の様々な条件を変更しても実験結果が変化しないことを意味する。そして実験による発見とは、現象観測の直接性や安定性を高めることにより、実験手続きによって生じるある種の信号を他の諸々の物理現象から徐々に区別していくこととして捉え、その上で実験活動とはそのようなプロセスを通じて説得力ある議論を作り上げていくことであるとギャリソンは結論する。

結 語

以上、実験やラボラトリーをめぐる新しい科学史研究の代表的作品を紹介したが、この「新潮流」に水を差す論文が最近現れた。化学史家フレデリック・ホームズによる「実験的知識がいかに獲得されるのか、我々は歴史的に理解しているのか？」と題された論文である³¹⁾。論文は2部構成で、後半は、シェイプンとシェイファーの『リヴァイアサンと空気ポンプ』が、ボイルの実験的探究の受容の過程だけで発見の過程を扱っていない、片手落ちの歴史的理解だという批判的書評になっている。一方前半は、最近よく誌上で目にする「今まで科学史家は理論の発達に関心を集中し、実験活動を対象としてこなかった」という諷刺文句に対する声高な反論である。実験の歴史的研究なら、決して今に始まったことでなく、以前から著名な科学史家が扱ってきている、とホームズは力説する。I. B. コーエンの『フランクリンとニュートン』、ヘンリー・ゲルラックの『ラヴォワジェ：決定的な年』、L. P. ウィリアムズの『マ

イケル・ファラデー伝』、ジョン・ハイルブロン『17・18世紀における電気』、そしてロバート・フランクの『ハーヴェイとオックスフォードの生理学者たち』。とりわけゲルラックは1959年のエッセイで既に、科学的概念の展開だけを扱う科学史を批判し、科学者の思想と活動の双方とその緊密な関連性を解明する必要があると述べていることが注目される³²⁾。実際ゲルラックの諸論考を俯瞰すれば、実験を扱うものあり、産業技術の背景を説くものありで、今でも科学史家の興味をかき立てる作品が多い。これまでの科学史家の関心事は、確かに理論・概念・思想の発展が中心であったかも知れないが、決してそれだけに限られていた訳ではない。

ホームズによる尤もな主張の中でひとつ気になるのは、論文の冒頭で、科学哲学の動向に関しては一切触れない旨を著者が断っていることである。しかし、ギャリソンやグッディングらの研究は、科学哲学の動向に十分配慮し、実験の歴史的研究を行うとともに、それを通じて科学哲学を改訂していこうという意図を備えている。振り返ればゲルラックが科学者の「思想と行動」の研究を科学史家に呼びかけた頃、科学哲学界では観察の「理論負荷性」が主張され、科学理論の動的発展がますます関心を呼び始めていた。科学史家の間でも少なからずこの影響を受け、実験活動よりも理論の発展がますます重視されたのではないだろうか。ギャリソンらの目指すのは、こういった理論優位の科学哲学に対して実験の認識上の地位を復権させることにある。その際彼らと歩調を合わせて実験の哲学を提唱している人物として、イアン・ハッキングという哲学者がいる。科学哲学の入門的教科書の体裁をとる彼の著書『表現と介入』は、実験活動の歴史と哲学に関心をもつ研究者たちにとって、必ず論文の中で引用される綱領的な作品ともなっている³³⁾。

ハッキングの最近の論文「実験科学(laboratory

science) の自己立証 (self-vindication)」では、理論・実験活動に関する彼の考え方が簡潔にまとめられている³⁴⁾。ラボラトリーでなされる科学者の実験活動を、彼は、理論と観測という対立項ではなく、観念 (idea)・物 (thing)・印 (mark) という三つの範疇に分類される 15 の構成要素の間の調整活動として捉える。ここで観念としては体系的な理論の他に背景的知识や仮説、装置に関する理論など；物としては検知器や試料・補助道具など；そして印としてはデータとその処理・解析・解釈などがあげられている。これらが一つのセットとしてうまく調節されることにより、ラボラトリーの中で科学者が実験活動を何回にわたって行っても、「安定」な結果が与えられるようになる。(かつてフランスの物理学者・哲学者ピエール・デュエムは、これら 15 の要素のうち観念に属するものだけを抽出してその間の調節を考えていたが、ハッキングの「拡張されたデュエム・テーゼ」は、物・印の部類に属する要素も含めて調節が働くと考え、また逆に、物・印の部類だけを考慮に入れるラトゥールの考え方も斥けられる。) 但し、この実験の安定性には、研究者の利害関心や研究制度などの社会的ファクターは含まれていない。その点で、彼自身認めるとおり、ハッキングの議論は実験科学の「内的歴史」を対象としたものといえるかも知れない。だがまたこの見方からすると、彼自身強調するとおり、ラボラトリー内の実験活動においてうまく調節されたこの理論—装置—データのセットが、ラボラトリーの外に出て現場に应用されていっても安定して機能するとは限らない。in vitro の研究成果が in vivo に適用される保証はないし、モデル実験の結果が実物大でも成り立つとは限らない。発見・発明の実用化・工業化にはしばしば大変な困難が伴うものである。ハッキングの科学哲学は、実験をめぐる問題としてこれまで議論されてきた理論と観測との関係という古典的テーマから、スケール・アップ

あるいは科学の技術的应用という新しいテーマへと、科学史家・科学哲学者を誘っているようにも窺える。

科学哲学における動向とともに、科学社会学における動向もここに付け加えておかなければならない。科学の理論史流行の反動として、70年代から盛んになる科学の社会史・制度史がある。科学研究の活動の場を提供する大学・天文台・国立研究所などの制度の腑分けを行っていくこと、学会・研究会メンバーの社会的構成を探ること、これらの制度史的研究は今でも精力的に進められており、これからも進められるべきである。だがこのような社会制度に焦点を当てるアプローチをマクロな科学社会学的観点とした上で、ミクロな科学社会学を標榜するアプローチが70年代半ば以降に出現した。第5節で言及したエスノメソドロジーに影響を受けた研究グループである、制度・階層といった抽象化された社会的概念よりも、研究者同士のコミュニケーションや知的労働者としての研究者の生産現場を分析の対象としていく、とりわけラボラトリーという知識の生産工場における実験活動のあり方は、彼らの格好の取材対象になっている。ラトゥールの諸著作は、異端扱いもされるが、このアプローチの精神をよく伝えている。

今日活況を呈する実験の科学史の背景には、このような科学哲学と科学社会学 (科学の社会史) の研究動向が大きく作用しているように思われる。それらの影響を受けたギャリソン、ラトゥールらの研究と強く連関する形で、シェイブンの社会構成主義からのアプローチ、またファラデーというひとつのケース・スタディを基にして総合的かつ緻密な科学探求のモデルを提供したグッディングの研究があるといえよう。

一方ハナウェイとオレスコの研究は、このような科学哲学、科学社会学への関心とは一応独立の歴史的研究である。それぞれの歴史的研究とも、新しい歴史的知見・視角を提供するものである。

それだけに上記の哲学的・社会学的関心をもつ諸研究に対して、同じ実験・ラボラトリーの歴史的な研究として新鮮な刺激を与えられるのであろう。昨年開かれた「ラボラトリー」をめぐるトロントでの学会があれだけの活況を呈した背景には、そのような哲学的・社会学的関心をもつ研究もまたない研究も、歴史的研究という共通の土俵で相互交流し得たことがあったように思う。

最後に、ホームズが「何が新しいのか」と問うた理由のひとつとして、彼が化学史家(物理学史家ではなく)であることがあげられるかも知れない。化学史家にとって手を使った機械器具の実験操作は、当然のごとく歴史的研究の重要な対象であったし、あり続けている。そのような化学史家の多くにとっては、クーン、ファイヤーベントらの哲学も、所詮は物理学をモデルにした科学哲学のように見えるのかも知れない。しかしもしそうならば、化学史家は、物理学史家の勇み足をとがめるよりも、実験に関心をもち始めた彼らに、自分たちの持ち場である化学や生化学をモデルにした科学哲学あるいは科学史のヒストリオグラフィーを提案してもよいのではないだろうか。

注

- 1) 当学会の講演要旨集, 'History of Laboratories and Laboratory Science' を参照。
- 2) Jeffrey L. Sturchio, 'A Special Issue on Artifact and Experiment', *Isis* 79 (September 1988); Timothy Lenoir ed., 'Theory and Practice', *Science in Context* 2, 1(1988); David Gooding, Trevor Pinch and Simon Schaffer, *The Uses of Experiment: Studies in the Natural Sciences* (Cambridge: Cambridge University Press, 1989); Frank A.J.L. James, *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilization* (London: Macmillan, 1989).
- 3) Owen Hannaway, Review of *Mersenne and the Learning of the Schools* by Peter Dear and *Gassendi the Atomist: Advocate of History in an Age of Science* by Lynn Sumida Joy. *Isis* 81 (1990), pp. 77-80, on p. 80.
- 4) 本稿は実験・ラボラトリーをテーマとする最近の研究を、網羅的にサーベイするものではない。また取り上げる文献が、ほとんどすべてが物理学史の研究であることを断っておく。
- 5) Cf. Owen Hannaway, 'Laboratory Design and the Aim of Science: Andreas Libavius versus Tycho Brahe', *Isis* 77(1986), pp. 585-610, on p. 585, note 1; Steven Shapin, 'The House of Experiment in Seventeenth Century England', *Isis* 79 (1988), pp. 373-404, on p. 377.
- 6) Hannaway, 'Laboratory Design', *op. cit.*
- 7) Owen Hannaway, *The Chemists and the Word: The Didactic Origins of Chemistry* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1975).
- 8) Sophie Forgan, 'Context, Image and Function: a Preliminary Enquiry into the Architecture of Scientific Societies', *British Journal for the History of Science* 19(1986), pp. 89-113; *idem*, 'Faraday—From Servant to Savant: The Institutional Context', in David Gooding and Frank A. J.L. James eds., *Faraday Rediscovered: Essays on the Life and Work of Michael Faraday, 1791-1867* (London: Stockton Press, 1985). またトロントの学会では 'The Architecture of Display: Objects, Museums and Universities in Nineteenth Century Britain' というタイトルで講演発表を行っている。
- 8a) *Science in Context* 4, 1(1991). 「知識の場所」という視点に関する弁明は、編者 Adi Ophir と Shapin による 'The Place of Knowledge: A Methodological Survey', *ibid.*, pp. 3-21 を参照。
- 9) Steven Shapin and Simon Schaffer, *Leviathan and the Air-pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life* (Princeton: Princeton University Press, 1985).
- 10) Steven Shapin, 'History of Science and Its Sociological Reconstructions', *History of Science* 20(1982), pp. 157-211.
- 11) Steven Shapin, 'Pump and Circumstance: Robert Boyle's Literary Technology', *Social Studies of Science* 14(1984), pp. 481-520.
- 12) Harry M. Collins, *Changing Order: Replication and Induction in Scientific*

- Practice* (London and Beverly Hills: Sage Publications, 1985).
- 13) Steven Shapin, 'The House of Experiment in Seventeenth-Century England', *Isis* **79** (1988), pp. 373-404.
 - 14) David Gooding, *Experiment and the Making of the Meaning* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990).
 - 15) David Gooding, 'History in the Laboratory: Can We Tell What Really Went on?' in *The Development of the Laboratory*, pp. 63-82.
 - 16) David Gooding, '"Magnetic Curves" and the Magnetic Field: Experimentation and Representation in the History of a Theory', in *The Uses of Experiment, op. cit.*, pp. 182-223.
 - 17) Russell McCormmach, 'Editor's Foreword', *Historical Studies in the Physical Sciences* **7**(1976), pp. xi-xxxv.
 - 18) Christa Jungnickel and Russel McCormmach, *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein* (Chicago: University of Chicago Press, 1986).
 - 19) Kathryn M. Olesko, *Physics as a Calling: Discipline and Practice in the Königsberg Seminar for Physics* (Ithaca: Cornell University Press, 1991).
 - 20) Michael Lynch, Eric Livingston and Harold Garfinkel, 'Temporary Order in Laboratory Work' in Karin D. Knorr-Cetina and Michael Mulkay eds., *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science* (London and Beverly Hills: Sage Publications, 1983), pp. 205-238. エスノメソドロジーを含む新しい科学社会学の動向に関しては、田中浩朗「科学者の社会学と科学知識の社会学—その紹介と位置づけ」『年報 科学・技術・社会』第1巻, 1992年, 55-70ページに簡潔な紹介がある。
 - 21) Bruno Latour and Steven Woolgar, *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts* (London and Beverly Hills: Sage Publications, 1979).
 - 22) Bruno Latour, 'Give Me a Laboratory and I will Raise the World', in *Science Observed, op. cit.*, pp. 141-170.
 - 23) そのため『ラボラトリー・ライフ』の改訂版では、副題から 'social' という語が落とされている。
 - この経緯については、改訂版の補章を参照。
 - 24) Bruno Latour, *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987).
 - 25) このようなモデルは科学社会学者の間で「アクター・ネットワーク・モデル」と呼ばれているが、最近の論者は、この強引な指揮官モデルの代わりに、他の行為者との相互作用を考慮に入れる「エコロジー」的なモデルを提唱している。Susan L. Star and James R. Griesner, 'Institutional Ecology, "Translations", and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology', *Social Studies of Science* **19** (1989), pp. 387-420; Joan Fujimura, 'Crafting Science: Standardized Packages, Boundary Objects, and "Translation"', in Andrew Pickering ed., *Science as Practice and Culture* (Chicago: University of Chicago Press, 1992), pp. 168-211.
 - 26) Harry M. Collins, 'Epistemological Chicken', in *ibid.*, pp. 301-326, on p. 311.
 - 27) Peter Galison, *How Experiments End* (Chicago: University of Chicago Press, 1987).
 - 28) Peter Galison, 'Bubble Chambers and the Experimental Workplace', in Peter Achinstein and Owen Hannaway eds., *Observation, Experiment, and Hypothesis in Modern Physical Science* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1985), pp. 309-373. また Galison and Alexi Assmus, 'Artificial Clouds, Real Particles', in *The Uses of Experiment*, pp. 224-274 は、ウィルソンの霧箱の発明の経緯を論じている。
 - 29) Andrew Pickering, *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics* (Chicago: University of Chicago Press, 1984).
 - 30) *How Experiments End* の第5章第6節 'Directness, Stability, and the Stubbornness of Phenomena' を参照。
 - 31) Frederic L. Holmes, 'Do We Understand Historically How Experimental Knowledge Is Acquired?' *History of Science* **30** (1992), pp. 119-136.
 - 32) Henry Guerlac, 'Some Historical Assumptions of the History of Science', in *idem, Essays and Papers in the History of Modern*

Science (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1977), pp. 27-39, on p. 37.

- 33) Ian Hacking, *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science* (Cambridge: Cambridge

University Press, 1983), 渡辺博訳『表現と介入』産業図書, 1986年.

- 34) Ian Hacking, 'The Self-Vindication of the Laboratory Sciences', in *Science as Practice and Culture*, *op. cit.*, pp. 29-64.

New Trends in History of Science

New Historical Studies on Experiment and the Laboratory

Takehiko HASHIMOTO

(University of Tokyo)

The present paper surveys new historical studies which thematically deal with experiment, the laboratory, and scientific practice. It briefly introduces and analyzes recent works of the following historians of science: Owen Hannaway, Steven Shapin, Simon Schaffer, David Gooding, Kathryn Olesko, Bruno Latour, and Peter Galison. It is true, as is

alleged by some critics, that historians of science have long studied these themes since decades ago, but these new studies, the author argues, do bring to our discipline new historical and historiographical insights and perspectives, some of which are based on new sociological, anthropological, or philosophical understanding of scientific activities.

〔研究回顧〕

放電による天然ガスよりアセチレンの製造と イソオクタンの合成の工業化

山 本 為 親*

1. 研究の由来

大正の末頃、列強の海軍は艦船燃料を石炭から石油へ転換させる趨勢にあったが、石油資源は無きに等しく、その探掘権の獲得にも後れをとった日本では戦時の石油の補給に大きな不安をもっていた。液体燃料を得るため石炭の低温乾留が徳山海軍燃料廠で検討されたが、低温タールは石油重油の代用に適せず、半成コークスの用途を開発することも困難との理由で見捨てられた。大正の末、ドイツでベルギウスが石炭の液化の実験に成功したとの情報により、福岡県新原の海軍炭鉱の石炭のサンプルをベルギウスの許に送り、液化のテストを依頼して液化可能との回答を得て、燃料廠研究部でオートクレープによる液化の実験と触媒の探究の実験に着手したのは大正12年（1923）と伝えられる。

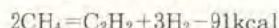
昭和6年、著者が学校を卒業して徳山海軍燃料廠研究部に就職した時、石炭液化のパイロットプラントによる連続実験が行われており、研究部全員約60名が石炭液化に関係づけた研究に従事していた。その経費は撫順炭の利用の研究という名目で満鉄からの寄附で賄われていた。ロンドン軍縮条約で海軍の予算が極度に切り詰められていたからである。

2. 初期の火花放電によるメタンの分解

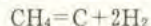
石炭液化は石炭の水素化分解であって、少なからぬメタンを副生する。これを利用する目的で火花放電によるアセチレンと水素の製造の研究が行われていた¹⁾。著者はその実験助手を命じられたのが昭和6年である。その実験はガラス管の両端より挿入された電極にインダクションコイルの高電圧の火花を通じ、これにメタンを流して反応したガスを分析する方法で行われた。火花の通路は

数千度にも達し、アセチレンの熱的特性からその生成に必要な急熱・急冷が容易な点で火花は好適な熱源であると考えられた。

火花によって起こる主反応は



で表されるが、一部のメタンは



の反応によって分解される。これは電力とメタンを無為に消費するのみならず、副生カーボンが放電管の内面に沈着して絶縁を破壊するので、極力抑制しなければならない。

当時は実験用メタンを入手する方法がないので、酢酸ナトリウムにソーダ石灰を混合したものをレトルトで加熱する際発生するメタンが使用されたが、放電電力の測定や放電管の最適形状の決定など、やや多量のメタンを必要とする実験は困難であった。

3. 台湾の天然ガスによる実験

その頃海軍は台湾新竹州に予備油田の権利を持ち、日本鉱業と日本石油に試掘を依頼し、石油を発見するとこれを封鎖して非常に備える方策をとっていたが、石油は発見されず、天然ガスが猛噴したので、30kmほどのパイプラインで新竹市のタウンガスとして供給されていた。このガスを利用して放電分解の実験を行うこととなり、昭和9年徳山の研究部より約10名が台湾に派遣された。その経費には第一次大戦で海軍が戦利品としてドイツより入手したアンモニア合成の特許権を東洋窒素（特許権保持会社）に譲渡した代償として海軍が受けた学術振興のための寄附金が充当された。

台湾における実験は東芝がこの目的のために製作した10万V、1kWの電源と6個の放電器で構成された装置で行われ、それによる分解ガスより分離されたアセチレンを熱重合して芳香族炭化水素を主成分とする軽質油を製造する実験を行う予定であったが、高電圧電源が高周波の発振を起こし、6個の放電器を同時に使用すること

1992年10月3日受理

* 元 海軍技術少佐

元 日本瓦斯化学工業株式会社研究所長 工学博士
連絡先:

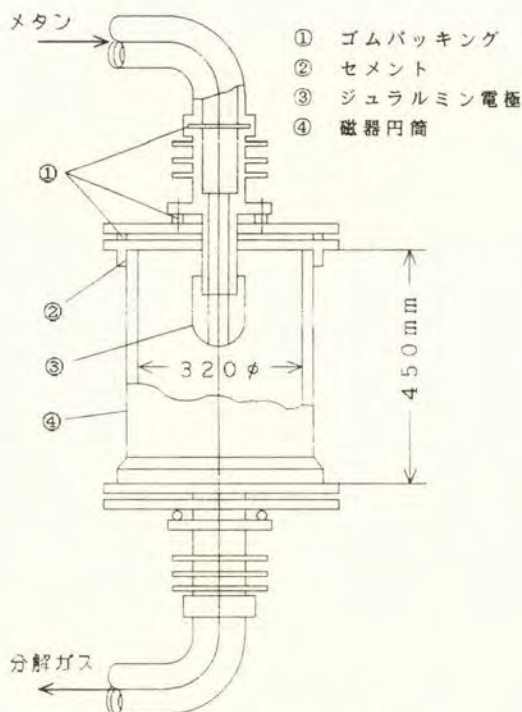


図-1 火花放電管

ができず、従ってアセチレンの分離と熱重合の実験を行うことは断念され、1個の放電器の試作とそのテストが行われたが、思わしい結果が得られなかった。その放電器の一例を図-1に示す。

それは(1)放電器内で分解ガスが激しく対流を起こすので、器の内面にカーボンが沈積して絶縁が破壊されることが避けられないこと、(2)回路に高周波の発振が起こり、それによる絶縁破壊を防ぐための保護チョークコイルによる電力損失が大きく、化学反応式に示される理論電力量の数倍の電力が消費されること、(3)火花放電は大きな電流を流せばグローまたはアーク放電に移行し、電源に過大な電流が流れて危険であるから多量のガスの処理には多数の放電器と電源を要すること、などで到底工業プロセスとなり得ないと判断された。3年にして予定された予算が尽きたので、実験を中止し、我々は徳山へ復帰を命じられ、実験は台湾鉍業竹東油業所と海軍燃料廠の協同で継続されることに決定された。

4. アークによるメタンの分解

放電が化学反応プロセスの熱源に利用された例として

電弧硝酸がある。それは接地された放電管に空気を流し、これにアークを通じてその高温で O_2 と N_2 を反応させて酸化窒素とし、これを過剰 O_2 で過酸化窒素に酸化した後水に吸収させて硝酸を合成する方法であって、アンモニア合成が出現する以前に空中窒素固定法としてノルウェーや北イタリアで工業化されたことが報告されている。その放電器の一種に、Schönherr 電弧炉と称せられるものがある²⁾。それは図-2に示す直立する管の下端から切線方向より管内に空気を通じて旋廻流とし、下端で電極間に点弧するとアークは管の中心に沿って上へ引

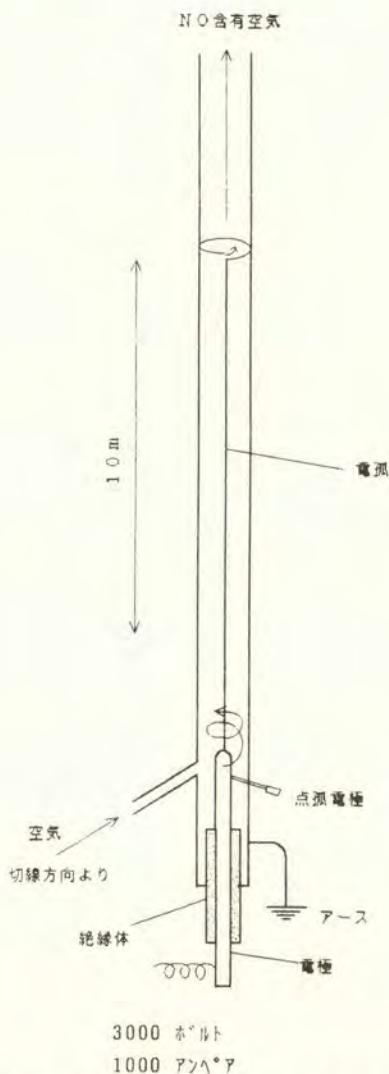


図-2 硝酸製造用 Schönherr 電弧炉

き伸ばされ、3000V の交流で 10m もの長さに達するという。空気中のアークの温度は 3000°C に達するが、アークは高速の空気流に包まれているので放電管は損傷しない。

竹東工業所ではこれを模した装置を試作して空気とメタンを流し、通電を試みた結果、次のことが判明した。

(1) 空気では長大なアークが発生するが、メタンはそれと等しい電圧、電流ではその 10 分の 1 にも達しない。それは酸化窒素の生成の平衡濃度はアークの温度でも数 % に過ぎないが、メタンは分解反応で多量の熱が奪われるからである。しかしメタンはよく分解される。

(2) 高速で流れる気体中のアークは極めて不安定であ

る。交流では半サイクル毎に電圧が 0 となり消弧されるが、その間に電流を導くイオン化された気体分子が流れ去り再び点弧されない。したがって安定なアークを得るには直流を使う必要がある。

(3) 何らかの方法でアークが発生しても、アークの抵抗が極端に低いのでショートの状態になる。これを防ぐため電源に抵抗を挿入すれば電力の損失となる。その対策は Schönherr 電弧炉のごとくアークを引き伸ばしてアークの抵抗を低下させないようにすることが必要である。

(4) 放電管の内面にはカーボンが沈積しない。副生するカーボンは分解ガスに同伴される。

等々の知見が得られ、図-3 に示す放電装置が試作され

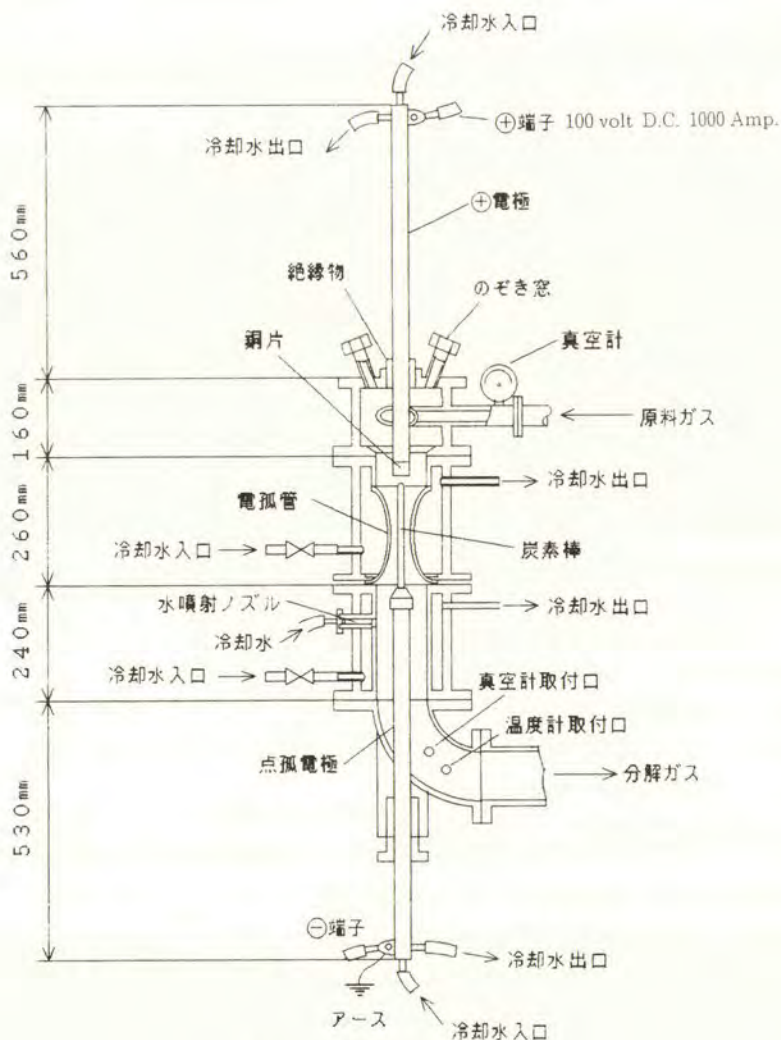


図-3 100kW 電弧放電炉

た。なお電源の水銀整流機の設計は日立製作所の直流機課に依頼された。同一回路にメタンのアークと水銀整流器のアークが直列に接続されて、電圧と電流のコントロールに困難が予想されたからである。図-3の放電装置によれば数日間の連続操作が可能であることが立証された。それは昭和14年のことである。

5. 高オクタン価ガソリン

昭和10年頃から航空機の性能が次第に向上し、海上戦力の中心は航空機にあるとの認識の下に臨戦態勢に因ずるため航空機と航空燃料の増産に着手した。海軍燃料廠では四日市に新たに第二燃料廠の建設が計画された。航空燃料は量のみならず、航空機の性能を向上させるため高オクタン価が要求され、特に戦闘機用としては100オクタンガソリンが強く要求された。

6. コマーシャルイソオクタン

原油の蒸留で得られる直留ガソリンのオクタン価は良質のもので70前後、灯油の熱クラッキングで得られる分解ガソリンは80~85、これらの混合物に限度までテトラエチル鉛を添加してもオクタン価92前後のガソリンが得られるに過ぎない。100オクタンガソリンを得るには良質の直留ガソリンにコマーシャルイソオクタンを略々半々に混合し、これに0.1cc/lの割合でテトラエチル鉛を添加する方法が採用されていた。

コマーシャルイソオクタンはアメリカでは灯油のクラッキングで自動車ガソリンを製造する際に副生するガスよりC₄留分を分離し、それに含まれるC₄オレフィン等を2量化してC₈オレフィンとし、これを水素添加してC₈パラフィンとする方法が採用されていた。このC₈パラフィンは枝分の多いオクタン混合物であってオクタン価は98前後、加鉛効果はきわめて高い。

しかし自動車ガソリンの需要が少ない日本では航空機の必要とするイソオクタンを製造することは到底不可能である。しかし92オクタンと100オクタンの航空機の性能に及ばず効果は20~30%も違い、航空機設計者の側からは100オクタンより低いガソリンは不要とまで言われ、窮余の策として採用されたのはカルシウムカーバイドからアセチレンを経て合成する方法であった。この方法が考えられたのは徳山燃料廠研究部の江口技師によって*n*-ブテンを*i*-ブテンに異性化する触媒が発見されたからである。その全工程を図-4に示す。工程が多く、

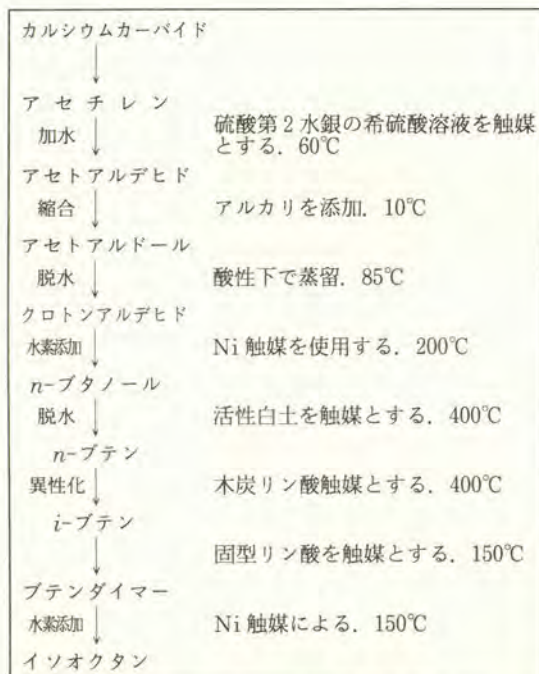


図-4 イソオクタン合成工程

極めて迂遠な方法であるが、各段の収率が高く、反応条件もマイルドで実施されやすいと考えられた。

7. 日窒燃料によるコマーシャルイソオクタンの製造

海軍は日本窒素肥料にその工業化を依頼して承諾を得た。この工程の*n*-ブタノールは小規模ながらもすでに同社で生産されていたからである。日本窒素は日窒燃料という会社をつくってこれに応じた。当時鴨緑江の水豊発電所が完成し、朝鮮では電力に余裕があったので、カーバイド炉とともに30,000kl/年のイソオクタン合成プラント3系列の建設が朝鮮窒素竜興工場で開始された。海軍はこれに全面的に協力した³⁾。

昭和16年になってそれまでも不足勝ちであった資材、特に鋼材の不足が甚だしく、日窒燃料の第2、第3系列の建設は困難となり、遂に中止された。第1系列は暗号でNA-1装置と呼ばれ、昭和16年より生産が開始され、トラブルや事故に悩まされながらも終戦の当日まで生産は続けられた。終戦直前の神風特別攻撃隊のロケット機を誘導し、その最後を見届けるための高速偵察機彩雲にはすでにガソリンが尽きていたので、このイソオクタンに加鉛したものが使用されたという。

8. 四日市燃料廠におけるコマーシャルイソオクタンの製造

台湾鋁業の竹東油業所における放電装置の試作とテストの結果、ほぼ実用に耐える設計ができるようになり、3,000kW のアーク炉を試作した。前述のようにもっとも困難であったのがアークという不安定な負荷の電流の制御法であったが、日立製作所の直流機課の技術者等はこれをよく完成させた。

この装置はまだ多少の欠陥は認められたが、実用装置の製作過程で改良可能と判断され、これを灯軽油のクラッキング副生ガスより C_4 炭化水素を除いた C_3 以下の炭化水素混合物に応用し、アセチレンを経てコマーシャルイソオクタン 10,000kl/年を合成する計画が樹てられ、台湾の試作装置を徳山に移設してクラッキングオフガスによる実験が行われた。その結果改良された 3,000kW 放電装置 6 系列と、アセチレンの分離、イソオクタンの合成装置の建設に着手されたのは昭和15年であった。この建設の途中、完成された 1 系列をもってクラッキングガスのアーク分解を断続的に行って改良に努めたが、建設資材の不足によってアセチレン分離装置とイソオクタン合成装置は終戦までに完成を見ずして終わった。アーク分解のテストも石油の輸入が停滞してクラッキングも断続運転となり、長期間の連続操作を行うことなく終わった。

9. 戦 後

昭和24年、かつて四日市燃料廠長の職にあった榎本隆一郎氏は軍の秘密の下で行われていたアーク分解によるアセチレンの製造は平時産業としても役立つ技術であると考え、その概要を通産省に報告した。通産省は (1) 新潟の水溶性天然ガスは日本に残された唯一の未利用資源であることが地質調査所の探鉱で明らかにされており、その開発を援助しつつあったこと、(2) ボーキサイトの輸入が途絶し、アルミニウムの電解精練が不可能となり、日本軽金属新潟工場の電解用大型水銀整流器が遊休状態で放置されていること、(3) 通産省が育成しつつある合成繊維ビニロンの原料として安価なアセチレンが求められていること、(4) 工業の復興が停滞して電力の供給に大きな余裕があることから、新潟の天然ガスのアーク分解によるアセチレンの製造の工業化を日本軽金属に勧告した。

ビニロンの開発者である倉敷レイヨンと大牟田のコークス炉ガスの有効利用の希望をもつ三井化学と日本軽金属の3社は通産省の斡旋で財団法人瓦斯電弧分解工業試験所を組織して、旧海軍燃料廠の技術者の手によりアーク分解を実証するため、大船の第一燃料廠所在の 100 kW のパイロットプラントを新潟の日本軽金属の工場内に移設して実験すると同時に、海軍で実施を急いだため操作データに欠落があるのを補充するための実験が行われた。昭和25年から26年にわたる 1 年間の実験で満足し得る結果が得られたが、朝鮮事変の特需に始まる工業の復興によって電力料金が高騰し、当初予想されたコストのアセチレンを得ることが困難との見通しで企業化は断念された。天然ガスの利用と開発は新たに生まれた日本瓦斯化学工業株式会社のメタノールの生産計画で進められることになった。

10. アセチレンの分離

メタンのアーク分解で得られる分解ガスは約 15% のアセチレン、45% の水素および 35% の未分解のメタンより成る。これを 20 気圧の圧力下で水洗してアセチレンを水に吸収させる。この際メタンと水素が分圧に応じて物理的に溶解するので、まず 4 気圧に減圧してメタンと水素の大部分を放出させ、次いで大気圧に減圧してアセチレンを放出させる。中間圧力に減圧して放出されるガスにはアセチレンが含まれるので、これを原ガスに戻し、最後の水はアセチレンで飽和しているので、原ガスでストリップして原ガスに戻す。四日市の装置はアーク分解の原料の不足で本格的な操作は行われなかったが、この図-5 に示すパイロットプラントの運転の結果アセチレンの 95% が回収され、純度 98% のアセチレンが得られた。

11. Chemische Werke Hüls のアーク分解

新潟における実験が終了する直前にアメリカの PB レポートと *Brennstoff-Chemie* のドイツの Chemische Werke Hüls のアーク分解の報告書入手した。それによれば戦時 8,000kW のアーク分解炉 14 基によって主として燃料工業の副生ガス（おそらく石炭液化の副生メタンであろうと思われる）より 80,000t/年のアセチレンが合成ゴムブナの製造に使用されていたことを知った。そのアーク炉は我々と同様に Schönherr の電弧硝酸のアーク炉からヒントを得たもので、その構造は我々のも

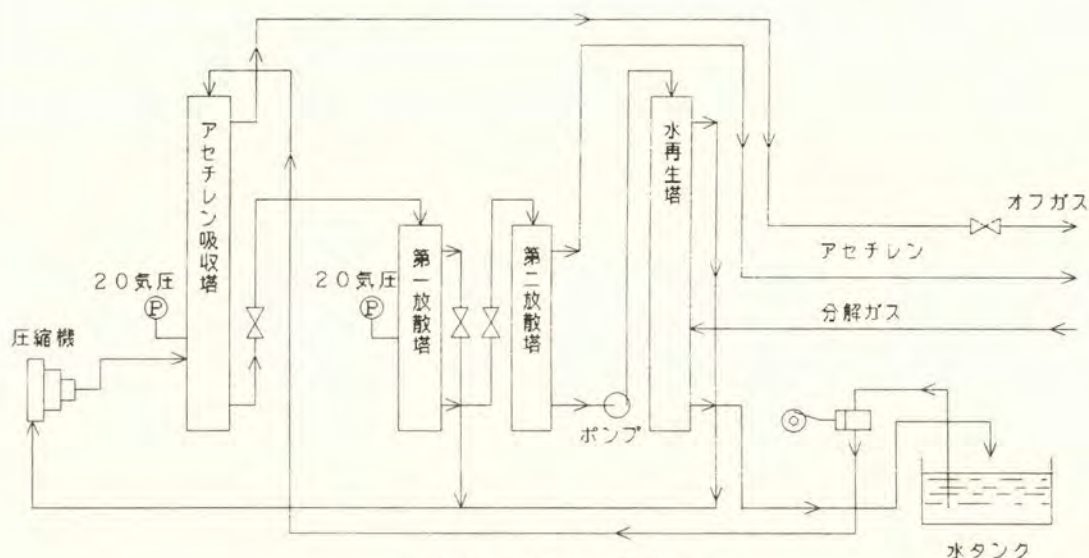


図-5 アセチレン分離装置

のと殆ど同様である。相互に連絡なく地球の反対側で別々に開発された結果がかくも一致したことは奇異を覚える。

アセチレンの分離は我々のものとは多少方法が異なるが、水を溶剤とし、加圧下で吸収、減圧して放散させる点は同様である。ドイツの方法が我々より一步先んじていたのは Siemens と Brown Boveri で製作されたグリッドコントロール付きの水銀整流器によってアークの安定を図ったことである。これはアークの電圧を水銀整流器のグリッドに導き、アーク電流をコントロールするもので、アークの抵抗の変化によってアーク電流が変化するのを遅れなく抑制する。我々はアーク回路にチョークコイルを挿入してアーク電流の安定化を図ったが、この方法は電力の損失を伴うので、ドイツの方法に劣る。戦後日立製作所の直流機課の技術者にドイツの方法を話したが、彼は当時の日本の技術ではそれはできなかったであろうと答えた。

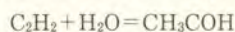
12. 高級アセチレン系炭化水素

我々はアセチレンの分析にはガスをシアン化第2水銀のアルカリ水溶液で吸収させて減量から求める方法を一貫して採用していたので、高級アセチレン系炭化水素の存在には気がつかなかった。ドイツでは紫外線の分光光度計による分析法が採用されていたが、我々はそのような分析法があることさえ知らなかった。

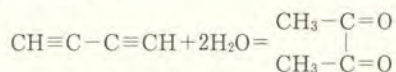
我々もアーク分解ガスより分離されたアセチレンにジ

アセチレンが含まれることを実証するために、新潟の天然ガスをアークで分解したガスより前記の方法でアセチレンを分離し、次のような反応によってこれを確認した。

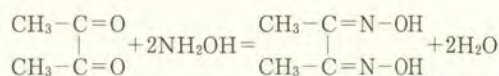
アセチレンよりアセトアルデヒドを合成するには硫酸第2水銀の希硫酸溶液にアセチレンを溶解し、これを蒸留すればアセトアルデヒドが留出する。



この反応をジアセチレンに応用すればジアセチレンが得られるはずである。



ジアセチレンがヒドロキシルアミンと反応すればジメチルグリオキシムが得られる。



この物質がニッケル塩と反応すれば赤色のジメチルグリオキシムキレートが生成することはニッケルの分析でよく利用されている。

分解されたアセチレンを約1lの硫酸第2水銀の希硫酸溶液に溶かし、これを蒸留してアセトアルデヒド約50gを得た。これを温湯上で蒸留し残液を約10gを得てこれにヒドロキシルアミンを加えてオキシムとし、さらに塩化ニッケルの水溶液を加えて赤色の明らかにニッケルキレートと見られる沈でんが得られた。これによって

ジアセチレンの存在が確認された。

さらに分離されたアセチレンをシリカゲルの層に通じて乾燥し、ドライアイスとメタノールで冷却された管に通じて液化できる物質約 1l を得た。これを一夜放置した所、未明に激しい爆発を起こした。ドイツの報告には高級アセチレン系炭化水素の液体は危険であって、ドイツでも数回爆発を経験していると記載されている。前記の爆発は液体のジアセチレンを放置中ドライアイスが失われ、温度が上昇した結果であると想像される。ジアセチレンよりトリアセチレン $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$ はさらに危険であることが報告されている。我々の実験において、アセチレン中にトリアセチレンが存在したことは充分あり得ることである。

我々はこれらの高級アセチレン系炭化水素の存在を知らなかったのも、もし四日市のイソオクタン合成装置が稼働しておれば、高級アセチレン系炭化水素が液化する部分はないので爆発の危険はなかったであろうが、予想されないトラブルが起きたであろうことは充分考えられる。

ドイツでは分離されたアセチレンを冷却されたベンゼンとメタノールで洗って高級アセチレン系炭化水素を取り除き、洗液は焼却したと報告されている。

13. 終わりに

(1) 石油資源も石油探掘権もない日本が石油大国のアメリカを仮想敵国として対抗するために採用された手段はあまりにも無理であった。

(2) 炭化水素ガスのアーク分解によるアセチレンの製造はカルシウムカーバイドによるアセチレンの製造に比較して電力消費の点では有利であるが、もしこれが工業化されておればやがて出現する石油化学と競争ができず、敗退したであろう。ドイツの Chemische Werke Hülls の場合がそれを実証している。莫大な研究開発費と長年月を費しながら遂に実現せずに終わったことは幸いであつたとも言える。

(3) アーク分解という未知のプロセス開発に勇敢にとり組んだが、基礎研究の不備と周辺技術の未熟が実現を妨げたことは否めない。

(4) 化学工業の新規技術の開発力に弱い当時の日本でアーク分解という未知の技術を工業化の一步手前にまで進め得たことは日本の化学工業史上特筆すべきことと言えよう。

(5) 硫安に代わる酸根のない窒素肥料としての石灰窒素は新たに出現した尿素によって置き換えられつつあって、用途を失ったカーバイドは塩化ビニルや酢酸ビニルなどのビニルモノマーの原料として新しい用途を確保していたので、建設費の高い天然ガスのアーク分解の新設は必ずしも必要としないと考えられたことがアーク分解が見捨てられた大きな原因であつたであろう。

(6) 地質学を専攻された根本隆一郎氏の新潟の天然ガスのアセチレンの原料としての利用構想が潰えたので、私はそれに代わるメタノール合成を海軍の技術で実現させることを進言した。この構想はこの目的で設立された日本瓦斯化学工業株式会社（現在の三菱瓦斯化学株式会社の前身）で大成功を収めた⁴⁾。

参考文献および註

- 1) 電弧法の開発は、研究室的研究として、まず火花放電による研究が行われた。その詳細は『日本海軍燃料史上』（原書房、1972年）243ページに述べられている。
- 2) わが国において、大正8年頃より臨時窒素研究所（農商務省、目黒）にて、電弧法による硝酸合成の研究が行われていた。『臨時窒素研究所報告』、No1, 1~75ページ。
- 3) 海軍におけるイソオクタンの開発は、『日本海軍燃料史下』（原書房、1972年）1022~1028ページに述べられている。朝鮮窒素のイソオクタン工場については、飯島 孝『化学史研究』17, No. 3, 4を参照のこと。また、この海軍の技術を利用して、戦後、日本瓦斯化学工業がブタノールを工業化した経緯は、同じ『化学史研究』に記載されている。
- 4) 日本瓦斯化学工業の創立と海軍技術の関係については、『日本瓦斯化学工業株式会社創立十五周年史』（1965年）、根本隆一郎『回想八十年』（1976年）、あるいは、飯島 孝『日本の化学技術』（1981年）、150ページを参照されたい。

〔広 場〕

第9回「春の学校」・第2回化学史・教育フォーラムの報告

大 野 誠*

はじめに

1993年3月26日と27日の両日にわたり、第9回「春の学校」と第2回化学史・教育フォーラムが、いずれも東京大学先端科学技術研究センター45号館1階会議室で開催された。曜日が従来の土・日から金・土に変更されたためか、参加者数は例年よりやや少なく、「春の学校」の方が16名、フォーラムの方が13名であった。しかし、討論の方は、いずれも活発に行われた。なお、「春の学校」では予定されていた川崎勝氏の報告が、氏の都合により中止され、発表されたのは2件であった。

以下では、これらの報告として、会終了後に発表者から提出された発表要旨をそのまま掲載させていただく。教育フォーラムについては、当日の討論で今後の検討課題が提起されたので、それも示しておきたい。

I. 第9回「春の学校」

1993年3月26日(金) 午後2時～5時

1) 「B.J.T. ドップズのニュートン錬金術研究」

B.J.T. Dobbs, *The Janus Faces of Genius: The Role of Alchemy in Newton's Thought* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991) 並びに、ドップズの関連する15点の研究について発表した。発表の詳細は、手を加えた上で、何らかのかたちできちんと紹介したいと考えている。ここでは、彼女の研究の重要性について以下の点を指摘するにとどめたい。

このドップズの近著が、錬金術の研究者や化学史家にとってだけでなく、広くニュートン研究者一般にとって重要なのは、あるいはもっと言って、ニュートン研究を超えて科学史というディシプリンにとって重要なのは、近代力学(とくにその力の概念)の形成の場面で具体的

に働いた知的セッティングを、その持つ共時的重層性と通時的变化の両方の面で明るみに出した点である。

そうした知的セッティングとして今回ドップズが新しく注目し追求したのは、アリウス主義のキリスト論とストア主義(とくにその pneuma = スピリツスの概念)であった。アリウス主義のキリスト論が、ニュートンの宇宙体系の構築とその歴史的展開に持った意味を切り出した今回のドップズの研究結果は、極めて刺激的であると同時に、思想史研究に新しい次元を切り開くものとなっている。また、ストア主義がニュートンの思想形成に与えた影響についても、ドップズは、ルネッサンスから17世紀の思想史研究そのものにとって欠くことのできない知的な地層を明らかにしている。

(東京外国語大学 吉本 秀之)

2) 「D.M. Knight 著 *Ideas in Chemistry: A History of the Science* (1992) の紹介」

本書の概要については、近く本誌の「紹介」欄で取り上げる予定なので、ここではごく簡単な紹介に止めておきたい。

本書は、本学会会員にとっては馴染みのあるイギリスの科学史研究者、ナイト氏の最新の作品である。内容は、化学の「伝記」を著すことをめざした、化学史の入門書である。学説の変遷ではなく、化学の性格がどのように変化してきたかに注目して叙述を進めている。個々のエピソードについては氏のこれまでの著作で論じられたものが多いが、斬新なのは、化学の「性格」をどのように捉えるかという視点そのものである。学問的な深さはないが、新しい通史の可能性を提起している。

(長崎大学 大野 誠)

II. 第2回化学史・教育フォーラム

1993年3月27日(土) 午前10時～午後1時

1) 「日本における理科教育の歴史——その概観」

日本における初等理科教育の歴史は、ごく単純化して

1993年5月6日受理

* 長崎大学教養部

連絡先: 〒852 長崎市文教町1-14 (勤務先)

いえば、2つの極の間を揺れる“振り子”の運動として描くことができる。その2つの極とは、知識・理論・科学的方法・科学的考え方などを強調する「科学重視的」理科と、子供の生活・体験・活動・興味・意欲・主体性などを強調する「子供重視的」理科である。

明治初期の初等教育における科学教育は、博物・物理・化学・生理などの分野に分かれたものであり、学問としての体系性を持ったものであったが、1886年に初めて「理科」という教科が登場し、科学関係の科目が統合された。それ以降、理科は、既成の学問体系にとらわれず、子供の身のまわりの自然を教えていく教科として変化を続ける。

大正時代からの民間の教育改革運動の成果を取り入れた国民学校時代(1941-45年)の理数科理科は、子供の活動(観察・実験・栽培・飼育・製作)を大幅に取り入れたものであった。現在の理科教育とはほぼ同様のものがこの時代に誕生した。

さらに、第二次大戦後の占領軍による教育改革によって、理科教育にも生活単元・問題解決学習が導入された。これは、子供の生活の様々な局面を単元として構成し、その中で生じる問題を子供が解決するという形式で授業を進めるもので、“振り子”が「子供重視的」な方法に振りきった時代ということができる。

その後、現場での教えにくさや子供の「学力」の低下が問題となり、教材の整理・系統化が進められていく。それは、1960年代から70年代の「現代化」(基本的科学概念や科学の探求方法の重視)として頂点に達する。しかし、大学の研究者によって推進された「現代化」も、教育現場に十分受け入れられることはなく、再び「科学重視」から「子供重視」へとまた“振り子”の揺れ戻しが起こる。そして現在もその過程にあると言える。

日本の理科教育は誕生後100年以上の経験を蓄積してきたが、「科学重視」と「子供重視」の対立の地平から抜け出すことができずに推移している。今後も、現在の授業形態や受験体制を前提とするかぎり、新たな段階へと発展することはきわめて困難であろう。“振り子”の振動は、厳しい現実的制約の中で何とか状況を改善しようとしてきた教育関係者の苦悩の軌跡ともいえる。恐らく、今後も形を変えて何度となく歴史が繰り返されるであろう。化学史を化学教育に導入するという問題は、そうした現実的制約をも視野に収めつつ議論する必要があると思う。(福岡教育大学 田中 浩朗)

2) 「学習指導要領の決定の経緯について」

高校以下の理科教育は、文部省が告示する『学習指導要領』に従って行われている。同要領はほぼ10年ごとに改訂されるが、前回の改訂作業(1977年改訂)に参加した経験をもとに、指導要領決定の経緯と指導要領が果たす役割について述べる。

〔学習指導要領の改訂手続き〕

学習指導要領改訂のために、文部省は常に教育現場から教育行政上の情報や、教育課程(カリキュラム)の実態に関する情報などを集めている。全国教育長会議、全国指導部課長会議、全国校長会議、全国指導主事連絡協議会、全国教育センター協議会など教育現場の管理職が集まる会議が、教育行政の問題に関する情報の収集と意見交換の場になっている。また、文部省は教育課程の文部省研究指定校の実践的研究成果をまとめ、さらに研究発表会を開催し、あるいは、児童・生徒の実態や教育課程の実施に関する調査などを行い、そこから教育課程の基準の改訂に関する情報を求めている。もちろん、これらに関する研究は、大学研究機関、国立教育研究所、あるいは各教育センター、各教科団体、あるいは教員組合が主催する教育研究会などによってもなされており、これらの情報資料も文部省が収集している。

以上のような情報収集に基づき、改訂作業に着手する。

現行学習指導要領(1977年改訂)作成に至る作業の手続きはおおよ次のとおりであった。

1. 教育課程審議会の設置

メンバーは学識経験者、教育界、国民各界から選ばれ、人数は約50~60名である。文部大臣はこの審議会に対して「教育課程の基準の改訂」について諮問する。審議会は約2年ぐらいかけて、諮問事項を審議し、また現場の実情調査などを行い、現場の意見を聞く。

2. 学習指導要領作成協力者会議の設置

各教科・領域でそれぞれ専門家(大学教授、校長、指導主事、各教科研究団体を代表する教諭等)でもって協力者会議を発足させ、教育課程審議会の方針(教科・科目の編成、授業時間数、内容)に基づいて改訂作業に着手する。

この協力者会議の作業は約2ケ年を要し、各都道府県教育委員会、各教科研究団体、学会、現場などの意向を参考にして論議し、「学習指導要領各教科編」の中間案をまとめ、これを教育課程審議会に報告する。

3. 教育課程審議会中間答申の発表

教育課程審議会は、各協力者会議によって作成された「学習指導要領(案)」について了承し、中間発表を行い、同時に原案についての修正意見などを求める。意見は賛否両論で、さわがしい世論を巻き起こすのが常である。「学習指導要領(案)」の修正は協力者会議において行われる。

このように複雑な行政的手続きを経て「学習指導要領」が作成されるが、これに要する年月は少なくとも5年以上に及ぶのが慣例で、まさに国家的事業である。

〔各学校の教育課程編成と教科書〕

学習指導要領の具体的な役割は二つある。その一つは、各学校が教育課程(カリキュラム)を編成するための基準とされる。その二つは、教科書の編成や執筆をする場合の指針となる。いわば、学習指導要領を具体化したものが教科書である。したがって、教科書は、学習指導要領と各学校の教育課程との中間に位置する。また教科書は、児童・生徒にとっては、学習活動の資料(すなわち学習材)でもある。

教科書は民間会社によって編集され、教科書会社は、大学教授、指導主事、現場教師などの執筆委員を依頼し、学習指導要領の主旨をふまえ、かつそれを指針として編集され、文部大臣の検定(文部省の教科書調査官による)を受けて合格したものである。

〔今後の問題〕

1989年に公示された学習指導要領は、①社会的な情勢変化(週休2日制完全実施) ②教育課程審議会の意図 ③学習指導要領作成協力者(教科書著者を含む)たちの理想 ④多数の平均的な現場教師の現実(各学校の実践)などの関係から問題点が指摘されており、今後その改訂を加速せざるを得ないであろう。(林 良重)

＜今後の検討課題＞

上の報告のうち、特に田中氏の報告を基礎として、今後検討すべきテーマが次のように提案された。

- 1) 教育における「理科」の概念とは何か。なぜ「科学」教育とならなかったのか。
- 2) これに関連して、自然科学系専門家の養成をめざしたものと、そうではないものとは「理科」の扱いが異なると思われるが、教育全体のなかで「理科」はどう位置づけられるか。
- 3) 人文・社会系の研究者が理科教育をどう考えているのか。教育大学系と教育学部とでは、理科教育に対する考え方が異なっていると思われるが、それをも含めて、より広い見地から理科教育全体を捉えてみる必要がある。理科担当教師のみで、理科教育を論議するだけでは不十分ではないか。

サ ッ ク レ イ 氏 講 演 会

『原子と力能』(*Atoms and Powers*)の著者としてよく知られているアメリカの指導的化学史家アーノルド・サックレイ氏(ペンシルヴェニア大学科学史・科学社会学科教授)が去る6月はじめに來日し、6月8日に駒場の東京大学教養学部で講演された。演題は、「1940年以降の科学技術史研究」で、スライドを交えて熱弁を振るわれ、講演後は参加者と活発な討論を交わした。なお、同氏が理事長をつとめる化学遺産財団(Chemical Heritage Foundation)が発行する同財団機関紙『化学遺産』(*Chemical Heritage*)の最近号[Vol. 10, No. 2 (1993年夏)]には、芝会長による本学会の紹介記事が掲載されている。

〔紹 介〕

石田純郎編著『緒方洪庵の蘭学』思文閣出版、1992年、A5版、341頁＋索引xiv頁、4,944円。

本誌の編集委員会から本書の紹介を依頼され、はたととまどった。というのは、化学に関することが本書にはどこにも記載されていないからである。編著者が化学に論及しているのは、第2作に当たる本書ではなく、第1作の『蘭学の背景』（1988）である。しかしこの第1作の編著書については、すでに本誌に紹介（16巻、p. 46～47、1989）がなされている。とすれば、本書で緒方洪庵の訳書『舎密全書』の名が出ている以外、化学関連事項がみられない本書を本誌に紹介させたいとする編集委員会の意図は余辺にあるのか、と考え込んでしまった。

*

編著者の第1作（単独の著書『江戸のオランダ医』は別として）に当たる『蘭学の背景』が10数次にわたるオランダ行の短い断続的な滞在中での情報収集をもとにした成果であるのに対し、第2作の本書は1年4カ月間のオランダ留学によってオランダ側の豊富な1次・2次資料を集中的に腰をすえ目を通し得て十分活用できたこと、またその留学期間中に西ヨーロッパ各国（12カ国、60都市）を訪れて大量の情報を足で歩いて集め得たことが大きな違いであろう。こうした成果を反映した第2作の本書は、第1作との間に大きな進展がみられるだろうから、それを紹介してほしいというのが委員会のねらいなのかも知れない。

*

編著者は、第1作において疫学的手法を応用して19世紀後半の幕末日本に影響を及ぼした来日外国人医師の学歴・職歴を精査し、ウトレヒト陸軍軍医学校出身者の人脈を発掘した。この手法は、科学史研究者が採用しているプロソボグラフィ（集团的伝記分析法）そのものだった。

こうして、編著者の今回の第2作ではプロソボグラフィ手法を前面に押し出し、18～19世紀後半以後の代表的翻訳蘭方医書を取り上げて、それら原書の書誌・著訳者たちについての調査研究を対象としている。

本書の構成を眺めてみると、

第1章 緒方洪庵の蘭学

第2章 蘭学書の原著者たち

第3章 東アジアの西洋学

第4章 ヨーロッパ医療界における蘭学のモデルの位置付けについて

の4章建てとなっているので、書名の緒方洪庵に限定した内容ではない。読者は、最初第4章の蘭学モデルの概

観を読んでから各章を読むと理解し易いかと思う。

第1章では、緒方洪庵が受容したオランダ医学を検討し、洪庵が西洋医学の各分野にわたってバランスよくカバーし受容していることを、同時代の京都の蘭学者新宮涼庭一門の訳業と比較して指摘している。

洪庵の訳業（刊本、未刊写本類）からみると、分野別では、物理学・化学・生理学・病理学、薬物学・内科学・眼科学にわたり、基礎医学から臨床医学までをカバーし、それらをアップ・トゥ・デートに受容しているとする。原著者・訳者別では、原著者ドイツ人は産科・外科を早期から重視したゲッティンゲン大学出身者が軍医あるいは軍医学校教官に次いで多いこと、オランダ訳者では下位の医学教育機関で学んでから上級の大学へ進学した者が多く、古い内科医タイプは少なく、かつて手仕事であった産科・外科にも熟達したMD内科医が多いことを指摘している。

こうして洪庵の刊本訳書①『扶氏経験遺訓』、②『病学通論』、③『虎狼痢治準』の3種の医書の原著者、オランダ訳者についての情報を提供している。

たとえば、①の原著者 Hufeland、オランダ訳者 Hageman Jr. の著作目録を、ウィーン大学、アムステルダム大学等の蔵本を活用して作成、②は編訳書なので複数の『病学書』のドイツ人原著者、オランダ訳者について判明できる範囲で略歴を紹介するといった具合である。ただ②の参考書につかわれた唯一のフランス人原著者 Richerand の略歴がパリ大学出身者となっているのは訂正を要しよう。彼はフランス革命下に革命政府によって設けられた技術学校の1つである École de Santé（保健学校）の第1回出身者の筈。なお訂正についていうならば、105ページに ipecacuanha をイベカクアニンとするのは「イベカクアナ（吐根、トコン）」が正しい。

*

医学史の研究者にとっては、従来知られていない人たちの略歴を編著者が本書で発掘されていて有意義であり、それによってオランダ訳書の性格が理解し易くなったことは大変有難いことである。しかし本誌の読者にとっては、その発掘の手法を参考にされればよいと思われるので、ここでは本書の内容紹介をこれ以上羅列するのはさけない。

西欧化学の受容の面からみても、オランダを介しての導入だけに、オランダ化学界の背景の理解は避けて通れない課題であり、本書が有効な刺激剤となることを願っている。

あとがきによれば、編著者は今回の留学の成果をふまえて、さらに数冊の蘭学関係書を続刊する予定とあるので、その刊行を心待ちにしている。（宗田 一）

〔紹介〕

遅塚忠躬・近藤和彦編『過ぎ去ろうとしない近代——ヨーロッパ再考』, 山川出版, 1993年, B5版, 215頁, 2500円

「過ぎ去ろうとしない近代」, このたいへん魅力的な表題から読者は, 本書の内容をどのように予想されるであろうか。たとえば, 「近代」など一刻も早く過ぎ去ってほしいという「ポスト・モダン」派の宣言がそこに述べられているのであろうか。あるいは逆に, 「近代」とは過去のものではなく, 現在もその影響下にあることを強調した論集なのか。

実をいえば, 本書は, 昨年東京大学で開催された西洋史学会のシンポジウムをもとに編集された作品である。上記の表題もこのシンポジウムからとられたものであった。

全体を概観するために, 本書の構成を記しておこう。3部から構成されており, 第1部がシンポジウムでの4報告とそれに対するコメント, 第2部が会場での討論, 第3部はこのシンポジウムをふりかえり, 後日に執筆された「再論と論評」である。シンポジウムという性格から考えて, コメントや討論・論評が重要な意味をもつことはいうまでもないが, 紙面の関係もあり, ここでは話題の軸となったシンポジウムの4報告について論者と論題だけを示しておく。

1. 川北 稔氏 「イギリス近代史の内と外——帝国の社会史へ」
2. 谷川 稔氏 「『もうひとつのフランス近代史』のために」
3. 和田春樹氏 「国家社会主義——世界戦争の時代の『反近代』」
4. 木村靖二氏 「国民国家の『近代』——ドイツの19・20世紀」

それぞれの論題は, 時代や国など研究対象を同じくする西洋科学史者にとってたいへん興味深いものと思われるし, 全体についても, わが国の第一線の西洋史研究者がどのような問題に関心をもっているかがわかり, 貴重

な作品といえる。

なにぶん多方面にわたるため, ここでは川北氏の報告だけを取り上げたい。この報告は科学史・技術史研究にとっても直接関わる内容を含むからである。論題には直接示されていないが, 氏の報告は「イギリス産業革命」の理解に関わるものであった。その中身が注目に値する。氏は, 伝統的な産業革命論を退けただけでなく, 産業革命不在論に重点をおいて研究動向を整理されたのであった——ただし, 氏自身は不在論というより, 産業革命のリハビリテーションを構想されているようであるが——。たとえば, 氏は次のように述べられている。

「要するに, 工業化は, ごく一部の地域, 一部の人のみに影響を与えただけで, マクロ的には, イギリスはほとんど変化しなかったというのだ。……「イギリス産業革命」といわれているものが, いかに限定されたできごとであったか, いいかえれば, 何がおこったのか, というより, 何がおこらなかったのか, が話題となっているのである。」(13頁)

そして氏は「産業革命」という過去との断絶でなく, 「ジェントルマン資本主義」論による18世紀・19世紀の連続性を提起されている。この報告は当日のシンポジウムでもかなりセンセーショナルな話題となったし, 後日, 朝日新聞でその概要が掲載されたので, すでにご存じの方も多いに違いない。本書は, シンポジウム報告の再現だけでなく, 主要文献をも掲げているので, たいへん好便である。この報告に関しては, 本書の随所に批判や意見が述べられている(たとえば, 長崎暢子, 平田雅博, 近藤和彦各氏の論考など)ので, それらも参考になるだろう。

われわれの学会では産業革命についてまだ真剣に議論されたことがないので, ここで注意を喚起しておく次第である。

なお, 本書と同様に, 西洋史関係の学会でのシンポジウムをもとにした作品としては, 史学会創立百周年を記念して行われたシンポジウムの記録が近藤和彦・福井憲彦編『歴史の重さ——ヨーロッパの政治文化を考える』(日本エディタースクール出版部, 1991年)として出版されている。是非とも一読されたい。(大野 誠)

第4回化学史シンポジウム講演要旨

[2D401]

ファント・ホッフとウェルナー

—有機化学の立場から—

竹 内 敬 人

(東京大学教養学部)

1. ファント・ホッフとウェルナーの比較

ファント・ホッフは1874年、炭素正四面体説を打ち出し、ウェルナーは20年後の1893年、配位説を打ち出して、それぞれ当時行き詰まっていた各々の分野を改革した、という点で共通している。しかし、このテーマに関して実験した訳ではなく、もっぱらその時までに得られていた知見を整理することによって新理論に達したこと、また、この二つの説がその後の有機化学、無機化学の進歩に及ぼした影響が計り知れないという点で共通している。

しかし、二人の周辺の化学者との関わりを見ると、両者の間には大きな差がある。ファント・ホッフの場合には、お互いに全く知らない間に、ル・ベルがほぼ同じ考えに達していたが、ウェルナーの場合には、ル・ベルに対応する化学者はなく、むしろヨルゲンセンという彼に対する強い反対者がいた。ファント・ホッフにとって、ヨルゲンセンに相当する化学者をウィスリツェヌスというのも少し見当違いであろう。彼はファント・ホッフに実験データを提供し、しかも、彼の理論の強力な支持者となったのだから。

2. 何故ウィスリツェヌスやヨルゲンセンは

正しい答に到達できなかったか

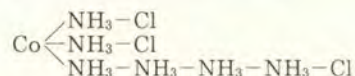
後知恵であれこれいっても始まらないと言えばそれまでだが、今になって見ると、二つのことが不思議に思えて仕方がない。二つの不思議の一つは、あれだけ実験と考察を重ねながら、何故ウィスリツェヌスが炭素正四面体説に達することができなかったのか、もう一つは、何故ヨルゲンセンは錯塩に対してあのような、今の我々には奇妙に思われる構造式を提案したのか、である。

最近の考え方によると、ウィスリツェヌスの時代の実験技術の限界が、ウィスリツェヌスの限界にもなってし

まった。乳酸のようにひどく水に溶け易い物質は扱いにくかった。乳酸は大変水に溶け易く、再結晶が困難で、かつ蒸溜できない物質である。クロマトグラフィーの無かった時代、精製が困難な代表的物質であった。

ウィスリツェヌスの時代においては、イソプロピルアルコールにも光学活性があると認められていた(不純物として含まれるアルミアルコールが原因)、ファント・ホッフも初めはこれが不斉炭素原子を持たないのに活性を示す唯一の例外であると述べている。

では、ヨルゲンセンの限界の原因はどこにあるのだろうか。よく例に出される化学物、 $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ の構造をヨルゲンセンらは、ケクレの原子価理論の枠の中で説明しようとした。提案された鎖式構造



は、窒素に5価を認めれば、原子価説を満足した。しかし、この型の構造式が通用するのは、ごく限られた範囲の化合物であり、ウェルナーのより包括的な構造に道を譲った。

ヨルゲンセンが徹底的に、当時の支配的な化学理論であるケクレの原子価説に従ったのに(ために、と言うべきか)対して、ウェルナーはその枠から越えることによって成功を収めた。

だが、ファント・ホッフの炭素正四面体説はウィスリツェヌスの実験と、ケクレの原子価説の発展として構想されたものであった。

これに対して、ル・ベルの考えは、「結晶形と光学活性との間には一定の関係がある」というパストゥールの考えに基づいていた。この点を次節でもう少し詳しく検討してみよう。

3. ケクレ型思考とパストゥール式思考

ケクレ-ファント・ホッフ的な思考は、先ず原子を中心に置き、その原子から結合が伸びて分子をつくっていく、という発想である。その基礎はメタン分子に代表されるような炭素の正四面体構造がある。

これに対してパストゥールは先ず結晶の形を考えた。パストゥールによれば、「有機化合物が非対称構造を持つ

つと、重なり合わない半面像を示す結晶形から分子不斉が現れて来る。その結晶の形という枠の中で、原子の配列を考えていくのだから、炭素正四面体構造は出てこない。ファント・ホッフ的発想の出発点が、パストゥール型思考ではその中心点にあるのではない。

ル・ベルは長い間エチレン誘導体も光学活性を持ちうると考えていたが、これは正にパストゥール型思考の性格ないし限界を表している。

要するに、ケクレ型の思考は、「点」から出発するのに対して、パストゥール型思考は「形」から出発する。両者の思考の方向は逆であるといってもよいのだろう。ウェルナー自身はどのように考えていたにもせよ、彼の発想はパストゥールの思考の流れにのっていたと言えよう。

ケクレの原子価理論の枠の中にあった乳酸を扱ったファント・ホッフに比べて、その枠の外にあった配位化合物に出くわしたヨルゲンセンが不運であったということなのだろう。

4. ウェルナー以後の立体化学の進歩

ウェルナー以後の立体化学の発展を想起すると、重要な節目として、軸不斉、面不斉の発見、有機電子論による有機化学反応の立体化学の解明（例えばワルデン反転の解明）、そして配座解析を挙げることができよう。

これらはいずれもウェルナーの配位説の提唱から後、それぞれ10年から20年の間隔をおいて出てきたものであ

る。これらの発見ないし理論をいささか乱暴であろうが、ケクレ型、パストゥール型に分類してみよう。

軸不斉、面不斉は正に「点」的な思考からの離脱であり、パストゥールの思考の世界の産物である。

有機電子論の枠の中の立体化学を考えてみよう。求核置換反応では、それが2分子反応の時は5配位の、それが1分子反応の時は3配位の、いずれも正に非ケクレ的な中間構造を仮定する。有機電子論者達は、彼等の理論の構築に際して、反応の中間状態に限定されているとはいえ、ケクレ的な秩序を壊すことを余儀なくされた。しかし、ウェルナー以後、非ケクレの世界はもはやタブーではなくなった。

配座解析の概念の登場の過程も、見方によってはケクレの世界から、パストゥールの世界への切り替えが必要な過程であった。

5. まとめ

ケクレの原子価説はきわめて優れた理論であり、構造有機化学の広範な部分をまぎれなく説明することができた。しかし、ケクレ説にも限界はあった。配位化合物はその一例である。正に100年前に、化学者はその限界を越えることに成功した。

ファント・ホッフとウェルナーを対比させることはわかりやすいアプローチである。しかし、実は問題になるのはケクレとパストゥールの対比なのである。

[2D402]

配位結合の理論の変遷

山 寺 秀 雄

(大同工業大学教授)

1893年 Werner は配位説を発表し、金属塩アンモニア化合物に対して $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ などの正八面体型構造を提唱した。しかし金属イオンと配位子との間の結合は当時の原子価の概念によっては説明できなかった。1902年、Werner は主原子価、側原子価の概念を発表したが、結合の本質を究めるには至らなかった。

1910年代後半、化学結合に関する研究が進み、Kossel の電気原子価論および Lewis-Langmuir の電子対結合の概念が現れた。金属錯塩における結合については、最初は電気原子価による説明が試みられたが、1927年電子対結合の概念の発展として Sidgwick が導入した配位共有結合の概念が、Werner 型金属錯化合物における結合の解明の端緒となった。このころ量子力学の化学への応用がはじまり、水素分子における共有結合の量子力学的解明が1927年 Heitler と London によって行われた。

量子力学的共有結合理論の金属錯体への導入は主として Pauling によって行われた。1931年、Pauling は量子力学的共鳴の概念の導入によって、イオン結合性の高いものから共有結合性の高いものまですべての配位結合を統一的に取り扱うための基礎を確立するとともに、軌道混成の概念の創案によって指向性共有結合の量子力学的解明に成功した。さらに混成軌道理論を d 軌道を含む結合に拡張し、遷移元素錯体における結合の電子的構造と幾何学的構造との関係を明らかにした。

遷移金属錯塩は、不完全 d 殻の存在のために、個々の錯体に特有の色をもち、常磁性を示すものが多い。1929年 Bethe は、遷移金属イオンがイオン結晶内にあるとき、まわりのイオンがつくる電場（結晶場）の影響を受けてイオンのエネルギー準位が分裂することを示した。不完全殻では、個々の電子がもつ磁気量子数およびスピン量子数の組み合わせによっていくつかの縮重した状態（項）を生ずる。イオン結晶中で項の分裂がどのように起こるかについて、結晶場の対称と関連づけて理論的解明を行ったのが Bethe の結晶場理論であって、項

の分裂によって生ずる状態の数と種類は摂動ポテンシャルの大きさにはよらず、対称によって決まることを示した。（結晶場理論が後に配位子場理論に発展して、結晶場が共有結合的相互作用を含む複雑な配位子場に置き換えられても、結晶場理論の群論的な様式がそのまま保たれるのはこのためである。）結晶場理論の錯体化学への応用については、Bethe は結晶のスペクトルの研究によって理論が検証されるであろうと述べたにとどまり、1932年、Van Vleck が鉄族イオンの常磁性の異方性に関する研究に導入したのが最初である。

1930年代のはじめに Mulliken によって創案された分子軌道理論は、イオン結合性の化合物から共有結合性の化合物まですべてを統一的に取り扱うことのできる優れた理論であって、今日の配位子場理論の基礎をなすものである。1935年、Van Vleck は Pauling の混成軌道理論と Mulliken の分子軌道理論とが互いに表裏の関係にあることを示した。すなわち混成軌道理論では中心原子の原子軌道の一次結合によって特定の配位子の方に向かう軌道がつくられるのに対し、分子軌道理論では配位子の軌道の一次結合によって分子の対称性に合った軌道がつくられるのである。1940年 Kimball は、この考えに従って 2-8 配位錯体の群論による考察を行った。

1931年、Pauling は電子対結合の理論に基づく遷移金属化合物の磁化率の説明（例えば $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ が反磁性となる理由など）に成功した。これに対して1935年 Van Vleck は、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ の反磁性が電子対結合・結晶場・分子軌道のいずれの方法によっても説明できることを示した。1946年、小谷は遷移金属錯体の磁化率を温度の関数として表す理論式を与え、実験値をよく説明することができた。

金属錯体の吸収スペクトルの研究に結晶場理論をはじめて適用したのは、1940年、Finkelstein と Van Vleck によるミョウバン中の Cr^{3+} の線状吸収（スピン禁制帯）に関する研究であった。

これより前、1938年槌田は $\text{Co}(\text{III})$ 錯体の吸収スペクトルの測定を行い、可視部に現れる吸収帯の振動数の順序すなわち分光化学系列を錯体の安定度と結び付けた。槌田のこの研究は、その後の配位子場理論の発展に対して大きな寄与をした。1940年代になって分光光度計が市販され、実験的研究が進むとともに、配位子場理論の本格的な発展が始まった。1951年ドイツの Ilse と Hartmann をはじめとして、1950年代前半に、イギリ

スの Orgel, Owen, アメリカの Wolfsberg, Helmholz, Moffit, デンマークの Ballhausen, Jørgensen らとともに、日本では田辺、菅野、伊藤、黒田が配位子場理論による吸収スペクトルの解明に取り組んだ。(山寺も1954年秋ヘキサアンミンコバルト(Ⅲ)イオンの吸収スペクトルの分子軌道法による研究を発表した。)これらの研究において Owen 以外のヨーロッパの研究者は結晶場理論を用い、アメリカでは分子軌道法が主流であった。日本では物理学者の田辺と菅野は結晶場理論、化学者は分子軌道法を用いた。田辺と菅野は、正八面体型の結晶場における d^2 から d^8 に至る電子配置 (d^1 と d^9 は自明) のすべての単位を計算するエネルギー行列を求め、さらにエネルギーの尺度として Racah のパラメーター B を用い、結晶場パラメーター Dq の関数としてエネルギー単位を示す図をつくった。これが有名な Tanabe-Sugano Diagram であって多くの著書に引用され、40年前電卓さえもなかった時代に行われた計算が今日もなお活用されている。この図が結晶場理論のみならず、分子軌道理論に基づく計算にとっても有用なことは次に述べるとおりである。

結晶場理論では、遷移金属イオンの不完全 d 殻のエネルギー単位が配位子の静電場による摂動を受けて分裂すると考え、 O_h 対称(正八面体型)の結晶場において d_{z^2} , $d_{x^2-y^2}$ の2個と、 d_{xy} 型の3個との間に生ずるエネルギー差を $10Dq$ とした。これに対して分子軌道理論では、中心イオンの d 軌道に配位子の軌道が混じり、その混じりかたの違いによって d 単位が分裂すると考え、その分裂幅は $(E_1 - E_2)$ などと書かれた。 d 単位の分裂を起こす原因として想定するものは異なるが、 d 単位の分裂幅は実験値として全く同じものである。そこで1956年5月 Bruxelles で開催された 10th Solvay Council において、 O_h 対称の場における d 単位の分裂幅すなわち配位子場パラメーターを理論に関係なく Δ で表すことが決まった。

配位子場パラメーターを経験的パラメーターとして扱う限り、静電的な結晶場理論と分子軌道理論に基づく配位子場理論とは全く等価であって、結晶場理論のほうが単純で分かりやすいという利点がある。しかし、配位子場パラメーターの本質に立ち入ると、結晶場理論はすでに過去のものとなっている。1955年、結晶場理論全盛のときに、Owen は常磁性イオンの水和物について、結晶場理論に基づいて光学のおよび磁気的実験値の解析を行っ

た結果、両者の間に系統的な不一致があり、この矛盾は金属イオンと配位子の間で電荷移動が起こっているとすれば取り除かれるを示した。さらに1962年、Sugano らは KNiF_3 結晶中の NiF_6^{4-} における配位結合の共有結合性について実験と理論の両面から詳細な研究を行い、分子軌道計算が実験値とよく一致する結果を与えることを示した。このように結晶場理論はその理論的基礎を失っていたにもかかわらず、1960年代以降も教科書などに取り上げられている。その理由の一つは、結晶場理論は、虚構ではあるが、理論が単純明快で理解しやすく、かつ吸収スペクトルなどの解析と理解という実用上の目的のためには十分役に立ったからであろう。

結晶場理論に代わるべき分子軌道理論は、金属錯体の電子構造やエネルギー単位の概観を示すにはよいが、定量的な結果を得るためには(高性能の電子計算機が出現するまでは)種々の近似を用いてもなお計算に大きな労力と時間を要するという欠点があった。

1965年、Schäffer と Jørgensen が創案した角重なり模型は、分子軌道理論に基づいた模型であって、経験的なパラメーターの導入によって動径関数に関する煩雑な計算を省き、角部分だけを正確に計算するものである。これによって、結晶場模型に匹敵する簡便な模型でありながら理論的妥当性を保っている。パラメーター理論としてみれば、結晶場理論と角重なり模型は全く同等であるが、結晶場理論が非現実的なパラメーター値を必要とするのに対して、角重なり模型のパラメーターの値は実状を反映する。角重なり模型のこのような長所が認められて、1980年代には教科書にも記載されるようになった。

電子計算機の高性能化は大型の計算を可能にしたので、最近では分子軌道理論に基づき、経験的なパラメーターを使わないで計算する *ab initio* 計算あるいはこれに準ずる計算(たとえば DV- $X\alpha$)がしばしば行われ、実験値とかなりよく合う結果が得られている。しかし“非経験的”計算においても、波動関数の形や考慮する軌道の範囲などの決定において経験的要素は含まれており、また計算の精度と結果の明確さとは必ずしも一致しない。数値的な精密さを追求することはもちろん必要であるが、化学にとっては、数値的には粗いけれども化学的像の明確なモデルもまた有用である。角重なり模型が提唱されてからすでに四半世紀以上が過ぎた。新しい優れたモデルの出現が望まれる。

[2D403]

わが国における錯体の構造研究の歴史

齊 藤 喜 彦

(東京大学名誉教授)

本年はWernerが配位説についての最初の論文を発表した1893年より数えて100年目に当たるので、Werner以後錯体の立体構造の研究がわが国においていかに発展してきたかを歴史的にふりかえって見ようと思う。

1912年に行われたLaueの発見をいとぐちとして、結晶によるX線の回折を利用して分子構造を決定する方法が発達した。約80年後の現在では、分子の幾何学的構造を(その絶対配置も含めて)決定することは日常茶飯事となってしまった。

錯体の八面体構造のX線回折による最初の証明は K_2PtCl_6 (Scherrer, Stoll, 1922)および $[Co(NH_3)_6]I_3$ (Stoll, 1926)について行われた。わが国において錯体構造の組織的な研究が始まったのは第二次大戦後であった。それまでは錯体の吸収スペクトルに関する研究がもっぱら行われていた。1910~1911年Hantzschの許に留学していた柴田雄次はコバルト塩溶液の吸収スペクトルを測定して、構造との関係を明らかにするという問題を与えられたのがわが国の研究者による分光化学的研究の最初であろう。柴田は帰国後この研究を発展させた。1935年大阪大学理学部の創設に伴い、ここに赴任した植田竜太郎がこの研究を受け継いだ。こうして分光化学系列の概念が生まれ、これらの業績を基礎として配位子場の理論が生まれた。山寺秀雄は角重なり模型を創案し、錯体構造の変化による吸収スペクトルの変化を分子軌道法によって説明することに成功した(1958)。

1949年には大阪市立大学工学部が創設され、黒谷壽雄、齊藤喜彦が阪大理学部より移って、Werner錯体の結晶構造について、組織的研究が始まった。Wernerは $[Co(en)_3]^{3+}$ が光学異性体に分割できることを示し、八面体錯体であることを最終的に証明した(1911)。ところが一つ未解決の問題が残ってしまった。それが絶対配置の問題である。つまり互いに鏡像の関係にあって重ね合わせることでできない $[Co(en)_3]^{3+}$ の二種の空間配置のうちどちらが例えば右旋性のものに相当するかがわかっていなかった。黒谷はこれを何とかして決定したく

思い齊藤に相談した。1950年以前はX線回折法ではその決定は不可能であると一般に考えられていたのである。ところが1951年Bijvoet, Peerdeman, van Bommelらは右旋性酒石酸の塩を用い、X線の異常散乱を利用して、その絶対配置を決定することができたというニュースが*Nature*に発表された。

当時外国文献の入手は容易ではなく、詳細は少しもわからなかったが、わが国では異常散乱の研究は早くから行われていた(西川正治, 松川久司, 1928)ので、それだけわかれば十分であった。われわれはいろいろ工夫し、ほとんど独立に絶対配置を決定することに成功した。すなわち、現在のIUPAC命名規則によれば $(+)^{589}$ -および $(-)^{589}-[Co(en)_3]^{3+}$ はそれぞれ $\Lambda(\delta\delta\delta)$ および $\Delta(\lambda\lambda\lambda)$ であることがわかった。(齊藤, 中津和三, 城始勇, 黒谷, 1954)。これが金属錯体の絶対配置が決定された世界最初の例であり、Wernerがこの錯体の分割に成功してから約40年後のことであった。

当時旋光能の理論には二種の異なったモデルがあった。その一つは光が錯体分子に入射した場合、2個またはそれ以上の核外電子によって直線的な電気振動がおこって電気双極子モーメントを生じ、それらの相互作用によって旋光能を生じるというものであった。他の一つは入射光によって1個の電子が励起され、環状の電流を生じ、磁気モーメントができる。それらがキラルな配位子場と相互作用し偏光面を回転させるというモデルであった。前者のモデルにもとづいて絶対配置を推定した結果はこのたびの実験と反対になってしまったので、後者のモデルが適当であることがわかった。この結果は理論研究者を強く刺激し、旋光能の理論は大きく進歩することとなった。錯体の絶対配置が決定された結果、絶対配置と円二色性の間の経験則を論じる絶対的な基礎がおかれたことになる。多くの新しいキレート錯体が合成されその円二色性が調べられた。1984年頃までにX線によって絶対配置が決定された錯体の数は220種を超えていた。そのうちわが国で決定されたものは約80種であった。

1968年頃から単結晶自動X線回折計が普及しはじめ、電子計算機の発達と相俟って結晶構造解析の速さや精度は飛躍的に向上した。

このため、結晶内の電子密度分布の精密測定が可能となり、結合電子、非共有電子対などが検出できるようになった。これを分子軌道法による計算と比較することによって、配位結合の本質をより一層深く理解しうようになった。

西日本支部の設立について

学会活動の一層の発展のため、西日本地区の会員20名が発起人となり、このたび、化学史学会西日本支部を設立することになりました。(7月10日の理事会で正式に承認)。つきましては、下記のように支部設立会議を兼ねた研究講演会を開催いたしますので、お問い合わせの上、ご参加くださいますようお願い申し上げます。

<西日本支部の活動について>

1. 名 称 化学史学会西日本支部と称する。
2. 目 的 主に西日本地区(中国・四国・九州)に在住する会員により、化学史研究の発展と普及をすすめ、また会員相互の交流を促進することを目的とする。
3. 活動内容 当面は、年1回程度の研究講演会(研究発表、研究動向の紹介や史料調査の報告など)を開催する。
*「春の学校」と同様の性格のもの。
4. 活動方式 研究会は、会員相互の交流を活性化することをめざして、西日本地区に在住する化学史学会の理事・評議員の勤務校を毎年巡回する形で開催する。
5. 組織運営 特に必要となるまでは、支部長などの役職はおかない。ただし、研究会開催の事務を円滑に進めるため、大野 誠(長崎大学)、川崎 勝(山口大学)、田中浩朗(福岡教育大学)が世話人となる。また、暫定的に事務局を大野が担当する。
6. そ の 他 会費は特に必要となるまで徴収しない。

化学史学会西日本支部 1993 年度研究講演会(支部設立会議を兼ねる) の開催について

1. 開催日時 10月2日(土曜日)、午後1時～5時
2. 場 所 福岡女学院短期大学第4会議室(福岡市南区日佐^{おき}3-42-1)
(電話) 092-581-1492(代表)、短大の野中まで
3. 内 容 支部設立会議 午後1時～1時30分
研究講演会 午後2時～5時 *一般の来聴歓迎
 1. 「九州における化学のはじまり—長崎の蘭学を中心に」 (化学史学会会長) 芝 哲 夫
 2. 「アボガドロは分子説の創始者か」 (長 崎 大 学) 大 野 誠
 3. 「蘭医学のルーツについて」 (新見女子短大) 石 田 純 郎
 4. 「戦前日本の科学技術動員史」 (福岡教育大学) 田 中 浩 朗

*会終了後に、懇親会を予定(会場手配の都合上、懇親会にご参加いただける方は葉書で下記までご一報ください)。

連絡先 〒852 長崎市文教町1-14 長崎大学教養部 大野 誠
(電話) 0958-47-1111(内線 3275)

会場への交通機関

- 電 車 •西鉄大牟田線「井尻」または「大橋」下車
- バ ス •「井尻駅」から系統番号45番、45-1番(行先「雑餉隈(営)」,「弥永団地」,「白水博多南駅」)に乗車。「放送所前」下車、徒歩5分。
- 「井尻(交差点)」(西鉄大牟田線「井尻」より徒歩6分)から「福岡女学院」行きを登校時のみ運行。
- 「西鉄大橋駅」から系統番号42番(行先「惣利南口」,「平野ハイッ」)に乗車,「放送所前」下車、徒歩5分。
- JR 九州 •JR 九州鹿児島本線「南福岡」下車。
- バ ス •「南福岡駅」から系統番号45番(行先「井尻駅」,「博多駅」,「天神」)に乗車,「放送所前」下車、徒歩5分。
- JR 九州 •JR 九州博多南線「博多南」下車。
- バ ス •「博多南駅」から系統番号45番(「井尻駅」)に乗車,「放送所前」下車、徒歩5分。
- タクシー •西鉄「井尻駅」, JR「南福岡駅」, JR「博多南駅」より10分程度。

編集後記

☆この度、西日本（中国・四国・九州）の会員の方々からの提案により、西日本支部の設置が理事会において承認されました（別項記事参照）。はじめての支部の誕生を心よりお祝い申し上げるとともに、その発展を期待する次第です。これが刺激になって本会の一層の活性化が図られることを希望する次第です。

☆化学古典の翻訳計画が研究会の開催とともに具体化が進行しております。概要としては、主要事項別あるいは人物別に1巻になるよう計画し、全30冊の予定で検討しております。事業状況を知りたい方、あるいはご意見ご希望をお持ちの方は別掲の担当者八耳氏宛にご連絡ください。

☆急なことで十分な準備と予告をすることができず残念でしたが、ベックマン化学史センター理事長のサックレー氏が来日された機会をとらえ、講演会と懇親会を持ち、続いて8月はじめには同センターの『ニュース』編集責任者のペンフィ氏の講演会も東京と大阪で開催しました。☆学会行事として最も重要な1993年研究発表会の準備が関係者のご協力のもとに進捗しておりますが、若年層からの申込がもっと活発になることを期待する次第です。研究発表会は会の将来の発展を占うものとも言えますので、会員の皆様からの活発なご意見を賜われればと思っています。

☆会誌も目標の各号80頁を達成するために編集委員会では努力しておりますが、そのためには一層多数の投稿をお願いしなければなりません。既に述べましたように、今年は会の創立20周年でもありますので、奮って投稿されるよう重ねて呼び掛ける次第です。（K）

各種問合わせ先

○入会その他 → 化学史学会事務局

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, 0474(73)3075（留守番→FAX）

事務連絡はなるべく FAX でお願いします。

留守番のときは連絡先電話番号を吹き込んで下されば、こちらからお電話します。

○投稿先 → 『化学史研究』編集委員会

〒114 東京都北区西ヶ原 4-51-21
東京外国語大学 吉本秀之（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 大野誠 亀山哲也
川崎勝 小塩玄也 田中浩朗
林良重 藤井清久 古川安
武藤伸 吉本秀之

維持会員

味の素(株)	富士レビオ(株)
出光興産中央研究所	(株)ナード研究所
荏原製作所	住友製薬(株)
サントリ-基礎研究所	塩野香料(株)
第一製薬探索第一研究所	塩野義製薬(株)
ダイセル化学工業(株)	田辺製薬(株)
ダイソー(株)研究所	鐘淵化学工業(株)

賛助会員

(株)内田老鶴園	武田科学振興財団
勝田化工(株)	(株)第一学習社
協和純薬(株)	(株)東京教学社
三共(株)	日本ユニカー(株)
三共出版(株)	肥料科学研究所
山陽化工(株)	理研ビニル工業(株)
白鳥製薬(株)	和光純薬工業(株)

(1992年9月30日現在)

化学史研究 第20巻 第2号（通巻63号）

1993年7月30日発行

KAGAKUSHI Vol. 20, No. 2. (1993)

年4回発行 定価2,575円（本体2,500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

千葉工業大学工業化学科山口研究室

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

KAGAKUSHI

The Journal of the Japanese Society
for the History of Chemistry

Volume 20 Number 2 1993

(Number 63)

CONTENTS

ARTICLE

- Chikayoshi KAMATANI: On the Mineral Fertilizer Research Office in Japan 65 (1)

NOTE

- Makoto OHNO: Against the Chemical Revolution and the
French Revolution: The Case of Robert Harrington's
The Death-Warrant of the French Theory of Chemistry (1804) 93 (29)

NEW TRENDS IN HISTORY OF SCIENCE

- Takehiko HASHIMOTO: New Historical Studies on Experiment and
the Laboratory 107 (43)
- Tamechika YAMAMOTO: Manufacturing acetylene from natural
gas by means of electric discharge and the Industrization of
synthesis of isooctane 122 (58)

FORUM

- Makoto OHNO: Report on the 9th Spring School and the 2nd
Forum of History of Chemistry and Chemical Education 129 (65)

BOOK REVIEWS

132 (68)

1993 SYMPOSIUM ON THE HISTORY OF CHEMISTRY

- Summaries 134 (70)
-

Edited and Published by

The Japanese Society for the History of Chemistry

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

Overseas Distributor: Maruzen Co. Ltd.,

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

『化学史研究』投稿規程 (1992年3月21日改訂)

化学史学会編集委員会

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

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

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

——論文・寄書・総説・解説・原典翻訳・紹介・資料・雑報・広場・討論——

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

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

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

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

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

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

なお投稿先は変更される場合があるので、最近号の会告に注意すること。

執筆要項

1. 原稿はなるべく400字詰原稿用紙を用い、完全原稿とする。水性のインクやHより硬い鉛筆はなるべく避ける。ワープロ原稿に関しては書式を22字×37行に設定し、禁則処理を行うことが望ましい。

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

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

4. 論文は400字詰原稿用紙40枚をもって一応の限度とする。ワープロ原稿に関しても、これに相当する量をもって一応の限度とする。

5. 原稿は横書き、現代かなづかいによる。

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

7. 元号その他西暦以外の紀年法によるときは、必要に応じて()内に西暦年をそえる。

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

9. 欧語は、タイプまたは活字体で記すこと。

10. 引用文が長いときは、行を改め本文より2字下げて記す。

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

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

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

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

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

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

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

18. 引用文献の書き方は、以下に示す実例に準ずる。

例

〈論文〉

1) 仁田 勇「化学史周辺雑感」『本誌』1983, 123-126頁。

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

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

〈書籍〉

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

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

投稿先 〒114 東京都北区西ヶ原4-51-21

東京外国語大学 吉本秀之(気付)

『化学史研究』編集委員会