

化学史研究会編集

化学史研究

第4号

櫻井先生と長井先生……………	小竹無二雄 (1)
論文	
明治前期における原子論……………	藤井清久 (5)
寄書	
同志社波理須理化学校……………	中村 馨 (16)
——明治中期—化学系私立学校の歩み——	
解説	
上野彦馬の『舎密局必携』……………	大岩正芳 (20)
原典翻訳	
A.L. ラヴォアジエ：一般に燃焼を論ず……………	武藤 伸 (29)
——解説と訳——	
A.L. Parson：磁子説による原子構造論……………	藤崎千代子 (34)
——Part II・IIIの訳——	
雑報	
「Ambix最近の11年」追記……………	柏木 肇 (48)
会報……………	(28)

1975年11月

汲古書院

日本化学会編——全12巻

化学の原典

5 反応速度論 編集：小島頼男 解説：小島頼男

- | | |
|--|---|
| 1. S. Arrhenius (訳・解説 桑田敬治)
酸によるショ糖転化の反応速度について | 5. C. N. Hinshelwood (訳・解説 土屋雅夫)
単分子反応の理論について |
| 2. W. C. McC. Lewis (訳・解説 安盛岩雄)
触媒作用の研究 (第九報) | 6. O. K. Rice, H. C. Ramsperger (訳・解説 天野星)
低圧における単分子気相反応に関する理論 |
| 3. G. N. Lewis, D. F. Smith (訳・解説 慶伊富長)
反応速度の理論 | 7. F. London (訳 佐藤伸)
等極結合の機構について |
| 4. R. C. Tolman (訳 倉谷健治)
化学反応の機構 | 8. H. Eyring (訳・解説 田丸謙二)
水素とハロゲンとの二分子反応における活性化エネルギーの量子力学的計算 |

巻別構成 菊判・平均200頁・各巻1600円

- | | | |
|-------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 化学結合論 I
小島頼男・東健一編 | 5 反応速度論
小島頼男編 | 9 希ガスの発見と研究
奥野久輝編 |
| 2 化学結合論 II
小島頼男・東健一編 | 6 化学反応論
田丸謙二編 | 10 有機化学構造論
島村修編 |
| 3 構造化学 I
東健一・朽津耕三編 | 7 界面化学
立花太郎編 | 11 有機立体化学
畑一夫編 |
| 4 構造化学 II
東健一・朽津耕三編 | 8 元素の周期系
奥野久輝編 | *12 有機電子説
島村修編 |

東京大学出版会 113 東京文京本郷7-3-1 <東大構内> 内容見本呈

共立出版

112 東京都文京区小日向4 電話03(947)2511

科学史序説

橋本万平著 定価1400円

人類の文化、幸福はすべて自然科学の発達の流れに導かれている。天文学の発達や、医学・物理学などの進歩が産業革命を促進し、物質生活を一変させた。本書はこのような事情を明瞭にするために書かれたもので、単に項目の羅列でも他書の抄録でもなく、著者の思想が全編を貫いているのが特色である。

科学の語源 250 全2冊
I アシモフ著/小尾信弥監修 定価各1600円
科学用語の一つ一つには科学の成果や歴史、逸話のかずかずが秘められている。本書はそれら用語の由来を解説。

化学用語の由来
都築洋次郎著 定価2300円
化学および関連する領域などの物質の語源と、いろいろな事項をアルファベット順に配列し、これを平易に解説。

科学者のなしとげなこと 全4冊
A マツケンジイ著/増田幸男他訳 定価各1400円
コベルニクスの地動説から相対論と量子論、さらに20世紀の実証主義科学にいたるまでの自然科学の流れを詳述。

科学の壁を破った人たち
I アシモフ著/木村 繁訳 (正)950円・(続)1000円
ギリシャの科学者アルキメデスからロケットの父ゴダードにいたる偉大な科学者30人を取りあげ、その業績を紹介。

会費納入と入会勧誘についてのお願い

今まで納入頂いた会費は会誌『化学史研究』に対応させて処理させて頂いております。つきましては1975年分として金2,000円也の会費について未納の方は、この機会にご納入をお願い申し上げます。会員のいっそうの増加をはかるために会員各位のご協力をお願い申し上げます。お知合いの方で未入会の方がたをぜひご勧誘下さるようお願い申し上げます。申込書その他については研究会宛にお尋ね下さい。

『化学史研究』への投稿のお願い

『化学史研究』へのご投稿をお待ちしています。論文・寄書・原典翻訳・紹介などのいずれをとわず、ふるってご投稿下さい。次号のめ切は1976年3月末です。また化学史研究会の運営や会誌の編集についてのご意見もお寄せ下さい。

化学史研究会世話人会

櫻井先生と長井先生

小竹 無二雄

(大阪大学・大阪市立大学名誉教授)

● 事實は變へる事の出来ぬ確としたものである。しかしこの確固不變の事實も、人間の目なり頭なりを一度通すと恐しくゆがめられる。従つて人間の記述も頭から信じてかかるのは、危険な場合が屢々ある。人間といふものは、賢いやうで案外頼りないものであつて、目の前に嚴として存在するものさへ氣付かぬことがあるかと思ふと、その大量の物と一緒に存在する少量の物の方を氣にするといふやうな事さへ平氣でしてをることが稀れではない。その上に希望的觀測といふ偏光計を通し、先入觀といふスクリーンをかけて物を見る習癖をもつてをる。人間の觀測とか理解とかがこんな頼りないものであるのに加へて、私といふ男は生來、左の目は視力が殆どなく、左の耳も遠いといふ、言ってみれば半身不隨に等しいのに加へて、早のみ込みときてをるので、とても中正な判斷が出来る筈はない。そんな私に、化學史に興味をもたれる方々から、有機化學を専攻した者の中では年長だから、心にとまつてをる事を書けと言われるのである。なる程年には不足はない。現在の日本の化學界では、私より一廻り御年上の柴田先生や十近く御年長の飯盛、藪田兩先生を別格にすると、日本の化學を確立されたといふか、生みの親であつた先生方を存じ上げてをる連中となると、私の知る限りでは藥學の刈米、理科の木村健二郎、植村琢、池田鐵作、有馬純三の諸君と私位のものかも知れない。しかし人間といふ者は年をとると記憶が臆になり、おそらくこの人々に同じ質問を發しても答へは驚く程別々であらう。この

點を御含みの上、御讀み下さるやう、御願する。
私は先年、夢翁夜話と題して、雑誌「化學」に拙文をかいたことがある。その中に長井長義先生と櫻井鏡二先生との事に関して眞島利行先生から承つた話をのせてをる*。それ計りならまだよいのだが、長井先生の明治十八年の御退官は、イギリス學派の櫻井先生とドイツ學派の長井先生の、化學教室新設計畫を拵んでの衝突であつたかのような臆測に迄發展させてをる。しかしこの點について、現在では之は私の思い過しであつたやうな氣がしてをるので、この點についての愚見を述べてみたいと思ふ。
長井先生が日本に於ける有機化學の研究を確立した人、即ち眞の意味での日本の有機化學の生みの親である事には寸毫の間違ひはない。しかも明治十八年にエフェドリンの結晶をえられてから、眞島利行先生や朝比奈泰彦先生が、長井先生を見習つて本格的な研究を開始される迄の四半世紀を超す年月の間、日本の有機化學を獨專された計りか、眞島先生の如きは四圍の事情を氣兼ねしながら、長井先生の講義を秘かに聴講されたと談られておられるやうに、後進の仰れの的でもあつたのである。
くどくなるが、念のために、長井先生が明治十七年五月歸朝されて翌十八年十月大學を御退官になる時のいきさつを書いてある文獻を拾つてみることにする。

* その文の中に今も残つてをる赤煉瓦作りの建物とあるのは大正十二年の震災迄残つていたの誤り。

江戸末期に訳編された当時としては群を抜く本格的化学書。

堀江公肅 閣下 上野彦馬抄記

舎密局必携 全三冊

● 推薦

岩生成一氏 (日本化学会会長)

緒方富雄氏 (東京大学名誉教授)

大森実 / 小沢健志 解説

限定三六〇部 / 和装本完全復刻 / 豪華クロス巻込入

定価二五〇〇円 / 特価三三〇〇円 (51年3月まで)

文久二年に出版され、彦馬が九種以上の圖書を参考に編纂したもので、歴史的、学術的に価値の高い書物として知られている。特に本文中の「撮影術」の部分は日本ではじめて写真撮影の化学的訳出が成されている。化学史研究家の方々に欠かかせぬ蔵書といえる。

完全復刻成る!



写真にみる幕末・明治!

写真の開祖 上野彦馬

鈴木八郎 / 小沢健志 / 八幡政男 / 上野一郎監修

産業能率短大出版部

〒158 東京都世田谷区等々力六三九-1-5
03-3704-1122 振替口座(東京) 440404

○明治十八年東京大學は理學部教室の建設を先生に委嘱した。先生は化學實驗室を含む關係上、獨逸の大學に於ける經驗を活かして堅牢な不燃性建築を設計した。然るにこの問題は(豫算の關係か)途中で菊池、櫻井一派の木造建築説と根本的に對立を見た。先生は理學部の化學科のみならず、工學部の應用化學科、醫學部の藥學科等化學に關係ある一切の學科をこゝに網羅する意圖であつたが、この企畫も等一派に阻まれて實現に至らなかつた。先生は教室の將來を慮り、木造は絶対不可で、化學實驗には、どうしても不燃建築の必要を力説し、苦衷と決意を訴へ、竟に職を賭して之を貫き、煉瓦教室を完成したと傳へられる。〔長井長義傳〕(138頁)

○時を同じく、大學當局から理學部教室の設計を依頼された先生は英學派教授の反對を押し切つてドイツ式の不燃性煉瓦教室を主張してゆづらなかつた。

そんな、意見の衝突が崇つて、翌十九年結婚のために渡獨した不在中、東大教授の椅子を追れ、かつ他の兼職も解任された。〔藤園回想〕近藤平三郎著

○その頃東大では獨逸學派と英國學派の争がはげしくてね。長井さんが獨逸に嫁をもらいに行つてゐる間に獨逸學派の地位がなくなつてしまつた。こまつてしまつて丹羽助教授が自分が進むはずだつた位置を長井さんに譲つて藥學に迎へ、自分は一生助教授の位置にとどまつてね。…〔眞島利行先生傳〕中の久保田尚志博士聞き書

この事件の起きた明治十八年頃は眞島先生も近藤先生も十一二歳の小年である。眞島先生のは他からの傳承であり、近藤先生のは或は後に長井先生から聞かれたものかも知れず、金尾博士は先生の助手をされた人だから近藤先生と同じであらう。

扱て之だけの文獻を前に置いて、長井長義傳の終りにある先生の明治十七年十八年十九年の三年に渉る年譜をみると早速腑に落ちぬ事に遭遇する。之を次に抜粋してみる。

明治十七年五月二十九日 歸朝(大日本製藥會社技術指導者として)

六月二十五日 任東京大學教授(太政官)理學部で化學を、醫學部で藥化學を擔任(文部省)

七月十八日 内務省御用掛兼務被仰候事(太政官)

七月十九日 衛生局衛生試験所長兼務被仰付(内務省)

明治十八年十月十九日 非職被付候事(文部省)

十月三十一日 非職被付候事(内務省)

十二月十七日 獨國へ私費出張

明治十九年一月十九日 非職内務省御用掛被免(内閣)

三月二十七日 夫人の郷里アンダーナッハに於て結婚式を舉ぐ。文部省専門學務局長濱尾新、東京大學醫學部長三宅秀參列

六月 東京化學會々長

七月三十日 歸朝

以上の年譜でみると、結婚式のために渡獨された十二月十七日より以前の十月に大學の方も衛生試験所の方も退官になつてをり、一月十九日は衛生試験所の主體をなす方の辭令だけで、近藤先生がかゝれてをる留守中に東大教授も衛生試験所長も追れたといふのは誤解のようになる。この點は長井長義傳の132頁に十八年十一月先生は所長を中濱東一郎に譲り、東大(之は年表ではすでに退官になつてをる)と大日本製藥會社に専念したと書かれてをる事からも年表の間違ではなさそうに思へる。

東京大學教授といふと筆者を含めて現在の人々

は現在の大學を連想するであらう。それ故こゝで當時の東京大學なるものについて説明して置く方がよいやうに思ふ。と言つても私自身文獻も何も持ち合せていないが、幸い柴田雄次先生が「化學と工業」の21巻の5號と16巻の5號に解り易く書いてをられるので、それを拜借すると、最初の東京大學といふのは明治10年に、幕府時代の開成所を再興して開成學校とよび、その後南校、東校と言つたりしたものを綜合して作った法、理、文、醫の四學部からなる。柴田先生の言葉を借りると「はじめて大學らしい形をとつた」學校だつたのである。柴田先生は東校や南校での教育がどんなふうであつたか、教官は誰々であつたかといふ事についてははっきりした文獻はないが、普通教育だつたらしく、今日の中學校程度だつたと言つてをられる。従つてそれを綜合して名前を換へても急に内容が一足とびに大學になつたとは考へられない。柴田先生も明治10年に大學になつてから外國人の教師の指導等によつて漸次大學の形態をとゞのへて行つたのである、と言つてをられる。幸な事に柴田先生の御尊父の柴田承桂といふ方は、明治2年に開成學校に入れ、その翌年第一回の文部省留學生としてドイツに行かれてホッフマンの下で有機化學を學ばれ(長井先生より一年早く)、明治7年健康を損られて御歸朝になり、同年大學東校の教授になられ、二三の外人教師と共に藥學の教鞭をとられると共に、前田邸内(現東大地域内)に藥學教室を新築された事や下山順一郎、丹波敬三、丹羽藤吉郎の各先生がその東京大學の藥學部の第一回の卒業生である事等が柴田先生の御記述から明である。即ち柴田承桂といふ方が日本の藥學部の生みの親である。

之に對し東京大學の理學部の化學科の方は、櫻井錠二先生が、明治七年開成學校の生徒の中から撰ばれて、イギリスに留學し、化學を修めて十五

年に歸朝され、東京大學の理學部の講師になられ、翌十六年教授になられて爾來、専心化學科の育成に當られたのであつて、明治十年に理學部に置かれる事になつた化學關係の課目は、無機化學、分析化學、有機化學となつてをる故、櫻井先生は外國人教師の指導は受けられたではあらうが、之を一身に引受けられていたのである。

そこで問題になるのは櫻井先生が英國で勉強されたため、上記のやうに英國學派のチャキチャキで獨逸學派に對し、反撥されたかどうかといふ事である。英國に長く留學された櫻井先生がその御風貌でも解るやうに親英的であつたらう事は、獨逸に留學した私の体験からでも明である。しかしそれだからと言つて、反獨、反佛であつたかとなると、之は甚だ疑問である。帝國大學になつてから、先生の教へ子であり、先生が夫々化學教室の要員として或は後繼者として撰ばれ、先生の計いで外國へ留學した人々は寧ろ英國へより獨逸へ行つて勉強してをるのが多いのである。即ち無機化學の擔當者として留學した拏和先生はダイバース先生の弟子であるにも拘らず、ドイツのフィッシャー教授やハリエス教授を訪ねてをり、池田菊苗先生は獨逸のオストワルドの所に、松原行一先生はウイルシュテッター教授の所へ、眞島先生もウイルシュテッター教授とハリエス教授について學ばれ、柴田雄次先生はチュリッヒでウェルナー教授につかれてをる。むしろ英國留學が尠すぎる位である。しかも之等の方々は皆櫻井先生が育て、萬事指導された方々である。之等の事から推して考へると、私が御見受けしたやうに、櫻井先生は本當の意味での英國紳士であつて、化學教室を英國派で固めやうとなさりそのために、長井先生を追い落すやうな事をなさつたとは思へない。

たゞこゝにいふ事はあられたかも知れない。櫻井先生はその講義からも解るやうに理路整然として

几帳面な方であり、御歸朝以來専心東京大學の化学教室の整備に當つてをられたのであつて、東京大學その物が前身の開成學校から發展した段階では戦前の専門學校程度にしかあつてをらず、従つて教育を非常に重視してをる状態、即ち教へるといふ事に重點を置いてをられたのではないかと思れる。そこへ長井先生が來られて、一方に大日本製藥の建設やら指導をなさり、それ計りでなくその上に衛生試験所の所長として研究もなさりながら、しかも後々の諸先生方の述懐にもあるやうに、講義の方は缺講が常習であつたやうで、それも並大抵ではなく、大學の方は缺講してをられたながら、女子大とか女子高師などでは懇切に講義をされるので問題になり、そのために丹波教授同伴で總長宅に行き、「缺勤等を謝し、今後受持講義及實驗指導時間相定め」云々といふ事迄あつたやうに外部の人々を厄す程であつたとすれば、律義な櫻井先生には目に餘つた事であつたであらう。

長井先生はエフェドリンの元素分析を、木炭やアルコールを燃料にして見事になされた程、注意の細く行届く方であつたが、その一方では科學者には一寸考へられぬ程も豪放な方だつたのではなかつたかと、私には思れる。大學の講義を平氣で休まれたのは、衛生試験所の所長と大日本製藥會社の技師長を兼ねられて非常に忙しかつた御歸朝草々の時計りでなく、朝比奈先生や緒方章博士の學生の頃迄もついでをり、明治二十六年再度東京大學の教授になられたをり、その位置を豫約されていた丹羽藤吉郎氏が教授の地位を先生に譲られたのであり、そのために丹羽氏は終生助教に甘じられたのださうである。この事は確かに丹羽氏の美談ではあるが、この丹羽氏を終生助教に放置し、自分は28年その位置に留まれた度胸は之また並大抵のものとは思へない。長井先生は終身日本藥學會の會頭を務められ、その下に下山

先生が副會頭をつとめられたが、兩先生は性格的に反りが合はなかつたと朝比奈先生がかいてをられる。終身會頭をなされたのは、乃公出でずんばといふ御考へによるものであらうが、その合はぬ副會頭と共に先生が最後迄會頭をつづけられた等といふ事は常人には到底考へられない事である。要するに長井先生は異常な巨人であり、それに乃公出でずんば日本の有機化学は確立出来ないといふ確心をもつて、學界並に業界にのぞまれ、東京大學の理學部の化学科にも、自分の言ふ通りに出来ないのなら、自分は辭めるとでも言れたのを、萬事に理路整然として几帳面な、化学科の建設に、眞面目に専念してをられた櫻井先生には常々目に餘つていたので、辭めるなら辭めなさいと受けてたゞれたのであつて、之が長井先生にとつては寧ろ意表の出來事であつたのではなからうかと、私は想像するのである。それといふのは、不燃性建築でなければ、絶對だめだと言れたといふ長井先生が明治二十六年東京大學に再びおもどりになつた時には、松林の中に建つていた木造平屋建の細長い青長屋と呼んでいた藥學教室に平氣で赴任され、それが煉瓦造りに改築される迄約20年そこで研究をつづけられてをるのである。口傳とか、流言とかは無責任なものである。それに年がたつて當人の頭の中でさへ、いつとはなしに曲んで行くものである。私は夢翁夜話の中で、恩師から伺つた傳承を素直に採つて、それを本にして若干の尾鱗をつけたが、之を取り消し、長井先生の明治十八年の御退官は英國派の學者と獨逸學派學者の争こく等ではないと訂正したいと思ふ。

明治前期における原子論

藤井 清久

(東京工業大学工学部教育学研究室)

I 序：19世紀の原子論

19世紀のはじめに Dalton が原子論を提出して以来、20世紀はじめの Ostwald の原子論への転向にいたるまで、化学者の多くは卒直に原子の存在にかんして疑問をいだいていた。したがって、約1世紀にわたって、化学のもっとも基本的な基盤にかんし化学者の間に意見の一致はなかつたのである。それゆえ、19世紀は化学が成熟するために経なければならなかつた試練の時期といつてもよいであらう。幕末から明治初期にかけてわが国に移殖された化学は、でき上つた化学ではなく、まさにこのようにでき上りつつある化学であつた。しかしこのことがまた、明治初期におけるわが国の化学の先駆者たちに、化学へのドラマティックな夢と情熱を与えたのである。この日本化学史の前史ともいふべき、波乱の19世紀における原子論とは何であつたかを、いくつかの文献⁽¹⁾にもとづいてはじめに概括することにする。

まず大ざっぱにいつて、19世紀を通じて原子論はつぎのような三つの観点から批判された。その一つは、化学の歴史と天文学の歴史の並列関係から考へて、因果論的説明は数学的法則にとつて代られるという信念であり、つぎに、観測不可能な実体は化学から排除されるべきだといふ考へ方であり、そして、究極的な元素物質がきわめて多種に存在することへの嫌悪感からであつた。そもそも19世紀のはじめから、Dalton の原子論ははやくも同時代人によって拒否されていた。たとえば、Davy は定比例の法則の有用性は認めていたものの、Dalton の提出した形での原子論は拒否したし、また Wollaston ははじめ原子論を支持したが、分子に含まれる原子の数を知ることとは不可能であるという理由でのちにこれを拒否した。

Davy, Wollaston 以後は、原子論を支持した Charles Daubeny のような化学者もいたが、Faraday は新たな実験的現象にもとづいて粒子的原子を拒否し、Dumas は化合にあずかる実際の原子数を決定することは困難であることから仮説的な実体の原子を否定し、Whewell も十分な証明が与えられない原子の存在を認めなかつた。

一方 Prout は、さまざまな元素の原子量は水素の原子量の整数倍であり、それゆえ水素が始原物質であることを論じた。Prout の理論はイギリスにおいて多くの化学者に認められ、とくに Thomas Thomson は熱心にこれを支持した。原子論にかんする化学者の大多数の態度は、「原子」という用語は用いたが、このような物体が実在するかどうかについては、はっきりと表明することを避けた。このような態度は、Dalton 以後の約半世紀間に書かれた教科書のほとんどに採用されていたので、「教科書の伝統」(textbook tradition)⁽²⁾とよばれる。

19世紀後半にはいると、Benjamin Brodie は原子論を批判して“Calculus of Chemical Operation” (1866) を書いた。この論文の目的は、化学的物質が作られ、あるいは構成される、その操作の性質や数が何であるかを発見すること、そして、合意されたはっきりとした意味をもち、一定の法則のもとに結合される記号を用いた規則をつくることであつた。Brodie はさらに“Ideal Chemistry” (1867) を発表し、元素をその生成に要する操作の回数で分類しそれに記号を与えた。Brodie の記号は、幾何学上の実体と同じような理想上の実体を表わしていた。

このような反原子論的時代風潮にたいして、A. Williamson は原子論が単なる理論上の仮説ではなく、実験的な証拠と推論によって証明することが可能な仮説であることを信じた。かれは1869年6月のイギリス化学会における会長演説で、倍数比例の法則、分子論、原子価論の観点から原子論を支持し、それが公認されることを訴えた。Williamson の演説にたいし、有機化学者の E. J. Mills は夏の化学会でこれを批判し、秋の会合では Williamson, Brodie, E. Frankland, W. Odling, W. A. Miller, J. Tyndall, G. C. Foster, Mills らの間で、原子論について活発な論争が交された。Miller は、原子論を光の波動説と対照し、両者ともに徐々に科學者に認められつつあることを述べ、Tyndall とともに Williamson を支持した。Frankland と Odling は、教科書の伝統の立場から、原子論を化学的現象を説明する一種の方便として支持した。これにたいし Brodie は、物質

の物理的分割可能性の仮説と事実とは区別されるべきものであることを論じ、原子論を批判した。Foster は、化学変化の説明には粒子論を必要としないことを述べ、Mills も定比例の法則には原子を必要としないことを述べ、原子論を拒否した。この論争は、さらには1872年の化学会における C. A. Wright と W. Atkinson の論争へともちこされた。

一方、19世紀中ごろから、Miller, W. Huggins らの分光学者による天体のスペクトルについての研究が進んでいたが、1873年に Norman Lockyer は、星のスペクトルの研究から、星や星雲では高温によって地球上の元素がより簡単な物質に分解し、複雑なスペクトルを示すことを示唆した。かれは、その後も実験室での元素の分離の実験を続け、1878年の末に Royal Society において、元素の分離に成功したことを報告した。Lockyer らの分光学的研究は、Prout の仮説の支持者、元素の進化論者、反原子論者などをふるいたたせ、W. Crookes は、元素が始原物質 (protyle) の冷却によって生成されるという化学進化論を唱えた。

以上がわが国に近代化学が移殖される以前のだいたいの状況であり、わが国はこの形成過程期にある西洋化学を受容していくのである。

II 原子論の翻訳的受容——蘭学の伝統——

日本における原子論思想の移殖過程を考察する作業を開始しようとするとき、いかなる時点をもって、原子論受容の発端とするかが、まずもって問題となるであろう。物質を構成する粒子の存在を暗黙裡に仮定しながら、化学変化や化学現象についての実験データを説明する化学理論としての原子論の移殖をもって、原子論受容の開始とみなすならば、Dalton の原子論が紹介される明治10年前後を、その時期と考えるなければならないであろう。しかし、問題を広く考えるならば、物質観としての形而上学的な原子あるいは粒子の概念が移殖されるのは、すでに江戸末期の文政10年(1827)ごろである。17世紀の Boyle, Newton の伝統の流れをくみ、18世紀における西洋の化学者の間で、かれらの物質観の主流を占めた粒子論的物質観が、いかに日本人の精神に定着し、あるいは、伝統的自然観との葛藤をもたらしていくかが、日本における原子論受容史のもっとも興味あるテーマの一つとなるであろう。

日本における西洋化学への接近は、安永年間(1770年代)より盛んになった蘭学の研究にその端緒をみいだすことができる⁽⁹⁾。長崎の和蘭通詞をつとめた志筑忠雄は、John Keill の天文学書・物理学書のオランダ語訳を日

本語に重訳し、『求力法論』(1784)、『曆象新書』(1798—1802)、その他を訳述した。かれは『求力法論』において、「一体の属子、極微極剛にして、全く冲虚なき者、これを最初合成の属子と名づく」(原文漢文)と述べ、また『曆象新書』中編では、「無量小の分子至剛なるを最初分子と名づく」と論じ、粒子に「属子」または「分子」という訳語をあてた。志筑は、これらの著作で、東洋的な「気」の理論を援用し、西洋科学思想を解釈しようとしたためいささかの混乱を見せているが、これらの属子ないし分子は引力によって互いに牽引し合い、物質のさまざまな形状をつくることを述べ、Newton 流の粒子論をいち早く紹介している。志筑以後、しばらくして青地林宗は、西洋の自然科学書を抜萃したノートより、文政10年(1827)に本邦最初の物理学概論書を執筆し、それを『気海観瀾』と名づけた。かれは最初の章「体性」において、「物の体をなす、原質微細、集まりて以て之を成す。其の質之を極微と謂う。其の至微至細の極、復た析つ可らざるに至りて、而して後一極微をなす」(原文漢文)と述べ、物質が不可分の「極微」の集合体であり、物質の究極の構成要素が「一極微」であることを示唆した粒子論的物質観を紹介した。同時に、この『気海観瀾』では、「窒気」(窒素ガス)、「清気」(酸素ガス)、「燃気」(水素ガス)、「硬気」(炭酸ガス)などの気体の物理的・化学的性質が説明されているとともに、原質(元素)としての酸質(酸素)、水質(水素)、温質(カロリック)などの元素概念が述べられている。したがって、この時期あたりから、物質の構成要素としての粒子概念と物質の化学的特性を区別する質的存在としての元素概念がわが国に移殖されつつあったといってもよいであろう。万これ以後、天保7年(1836)に出版された帆足里の『窮理通』巻之八、「諸生」篇にも、「凡そ万物の形に、一種分子の造成する者有り、金・銅・硫黄、是れなり、体中の分子は其質皆同じく、分析す可らず」という記事があり、粒子にたいして「分子」という訳語がこれ以後定着していくのである。帆足万里以後の著書で、分子を粒子という意味に用いているものは、主なものだけでも、川本幸民『気海観瀾広義』(1851)、広瀬元恭『理学提要』(1856)、上野彦馬『舎密局必携』(1862)など、その数は少なくない。いうまでもなく、これらの著書には、元素の概念も導入されているので、一般的にいって、江戸末期においては、物質の質的特性を規定する元素の概念と、物質の機械的・物理的構成要素である粒子の概念とが、すくなくとも少数の学者の間では学問上の共通の前提になっていたにちがいない、ということができる。

主にオランダの書物を通じて、江戸時代末期までに移殖されたこれらの概念は、少なくとも明治期の最初の10年間は、そのまま大きな変更を加えられることなく継承されていくので、明治初期に出版された翻訳書、著書の多くはこの見解を踏襲している。二、三の例をあげれば、明治3年(1870)に出版された石黒忠恵訳纂の『増訂化学訓蒙』では、「諸般ノ物体ハ総テ分子ノ聚合シテ成ル所ニシテ其分子ハ又無数ノ原子聚合スルモノナリ⁽⁹⁾」として分子と原子を一応は区別しながらも、全体にわたっては粒子論的考え方をを用いている。この本では、同時に、原子が互いに引力によって引き合い、その強弱の程度によって物質の三態が生ずること⁽⁹⁾、また、各原子の間隙はエーテルによって満たされており、エーテルは「温、磁、越歴ノ力ヲ感伝スルニ便ナラシメ各顆原子ノ互ニ牽引スルヲ防碍ス⁽⁹⁾」ることが論じられている。この『化学訓蒙』は、Heinrich Hirzel, *Katechismus der Chemie* を基本とし、他のオランダ語の化学書より採録した問答体で書かれた翻訳書であるが、この記事からでも、明治初期において、日本に Newton 流の動的粒子論がかなりの程度流布されていたことがよく分かる。

物質の三態と並んで、化学の結合分解が、粒子間における何らかの力によるものだ、という認識はこの時期にはかなりはっきりと紹介されている。例として、明治7年(1874)に出版された川本幸民等訳の『化学読本⁽⁷⁾』をあげることができる。この本は、ドイツの J. A. Stockhard, *Schule der Chemie*, 3rd ed. (1855) を、J. W. Gunning がオランダ語に訳し、それを幸民がさらに日本語に重訳したものであるが、このなかでは、化学親和力と引力は別なものであり、「化学抱合力〔化合力〕は物体の最小分子相触るゝ時初めて動く⁽⁹⁾」と説明されている。と同時に、物質の三態状態を生ずる理由として、『化学訓蒙』と同じく、「一体の分子互いに聚結する力の多寡より出づ⁽⁹⁾」と、粒子間引力に帰している。

明治初期における粒子論に基いた物質理解は、化学のみならず物理学の教科書にも見出すことができる。その一例として、明治5年(1872)に初版が出版され、明治9年(1876)に改訂増補版が出た片山淳吉訳纂の『物理階梯』をあげることができよう。この本は、P. G. Parker, *First Lessons in Natural Philosophy* (1870) を原本とし、G. P. Quackenbos, *Natural Philosophy* (rev. ed. 1872) で補充したものである。その内容を検討すると、まず第一課物体論において「凡万物ハ皆細微ノ分子相聚合シテ其形ヲ成シ……⁽¹⁰⁾」と明らかに粒子論的物質観が述べられ、つぎに物質を分割し続けるときは、「終ニハアトム(極微分子ノ義)ト謂ヘルニ至ルヘン⁽¹¹⁾」

と原子が物質の究極的な構成粒子であることが論じられている。しかしながら、分子と原子の区別がそれ以上明らかにされているわけではなく、「天下ノ万物皆数種ノアトムヨリ其体ヲ成シ、而シテ又其一物体ヲ成スアトムノ性形ハ常ニ必ス相同シキモノタルヘシト雖モ、人智未タ其至極ヲ知ルニ至ラサルナリ⁽¹²⁾」と原子の性質そのものについては留保が置かれ、全体の記述は粒子論に基いている。とくに興味があるのは、分子にかんして、油、血液、乳などの分子が球状であることの連想から、「水分子及流体分子ノ円形ナル⁽¹³⁾」ことが推測されていることである。分子を視覚化することで、その概念を明確に印象づけたことは、読者による自然の機械論的理解を促進する役割を果たしたと思われる。別な意味でも、片山淳吉の『物理階梯』が世に与えた影響は少なくなかった。というのは、この教科書が文部省発行の官製教科書であり、師範学校の入試、小学校教員採用試験のための必読書であったからである。この本の特色は、最初の「物性論」の章にあった。この項は、初版においてさえも、Quackenbos の宛理書から多く補訳され、改正増補版では全面的に Quackenbos の本が採用されていて、Parker の原本よりいちじるしく増補されている。編者の片山淳吉がなぜそれほど「物性論」の項を重視したかについて、二つの理由が指摘されている⁽¹⁴⁾。その一つは、この教科書で説かれている粒子論的機械論の物質観が、これとは異質な文化の伝統をもつ日本人にはもともと難解で、もっとも重視されるべきものであったことである。理由の第2は、訳者の片山淳吉が慶応義塾の出身で、当時そこでは Quackenbos の宛理書が教科書として用いられていたため、片山はこの本の最初の部分は熟知していたところであり、それゆえ Parker の教科書の物性の項をこれで補う必要を感じたのかもしれないということである。

これらことは、粒子論的物質観が幕末から学者の間には知られていたことではあっても、日本人にとっては異質な自然観でありそれが人々の自然観として定着するまでには、なお年月を必要としたことを物語っている。日本人の口から機械的自然観が語られはじめるのは、明治10年(1877)以後である。その時期は、ちょうど素朴な粒子論の段階から、Dalton の原子論にもとづく化学理論が日本に導入されはじめる時期とほぼ重なっている。明治も5年(1872)以後になると一方ではお雇い外国人教師が来日して組織的に化学を教授しはじめるとともに、他方では H. Ritter の講義を和訳した『化学日記』や H. E. Roscoe の *Lessons in elementary chemistry* を和訳した『羅斯珂氏化学』がそれぞれ明治7年(1874)と明治

9年(1876)に出版され⁽¹⁵⁾, はじめて質、量ともにすぐれた教科書が日本人学生に利用可能となり, ここに近代化学移殖の過程が本式にはじまったのである。なかんづく後者は, 日本に Dalton の原子論を本格的に紹介した本としては, はじめてのものといえるであろう。

III 実用主義的原子論者と実証主義的原子論者

—お雇い外国人教師 Atkinson と Divers—

明治の最初の10年間に来日して活躍した外国人教師のなかで, 創設期の日本の化学にとくに貢献したのが, E. Divers と R. W. Atkinson であることは, 衆目的一致するところであろう。Divers は明治6年(1873)に工部省工学校に着任して以後26年間にわたって, また Atkinson は明治7年(1874)に東京開成学校教師となって以後7年間にわたって, 日本における創設期の化学を育成し, 指導者を養成した。それゆえ, かれらの原子論思想は, やがて化学界の指導者となる日本人学生に大きな影響を与え, 日本の化学の性格を形造る大きな要因となったという点で, きわめて重要といわなければならない。そこでこの節においては, この二人の原子論思想について, やや詳しく論を進めることにする。

まず Atkinson であるが, かれの経歴については注目すべきものがある。かれは来日以前にイギリスにおいて, Williamson と並んで, 原子論者の一方の旗頭として原子論論争史に登場する。19世紀イギリスにおける原子論論争は, 1869年春の Williamson による化学会会長演説に端を発し, 同年秋の化学会席上における Williamson, Brodie, E. Frankland, W. Odling, W. A. Miller, J. Tyndall, G. C. Foster, E. Mills らの原子論の当否をめぐる論争によって, その頂点に達した。論争は鎮まることなく, 1872年2月の化学会において再燃した。1869年の会議にも当時出席していた C. A. Wright は, その席上で化学的事実と原子仮説の関係について長い論文を報告し, 原子論が不十分かつ不必要であることを主張した。Wright の報告にたいし, Atkinson は同年5月の化学会において反論し, ここに約1年にわたって続く両者の激しい論争の幕が開いたのであった。

C. A. Wright は, Roscoe と C. Schorlemmer の門下生で, アルカロイド化学の先駆的研究者であった。1872年2月に発表したかれの論文は, 事実と仮説を極端に区別していた。かれは, 化学のいくつかの事実が, 原子の概念を用いることなしに記述できることを実例によって示し, 同時に倍数比例の法則は事実の一般化にすぎず, この一般化は物質的原子の存在の仮説とは同一ではないことを述べ, つぎのように結論した。

1. 化学の目立った事実, 言語で表現することができ, また, ふつうの記号(symbol)によって多かれ少なかれ完全に記述することができる。一方, このような表現や記述には, 空間, 質量, および時間の次元をもつ物質的原子の概念はいかなる仕方でも含まれない。
2. 物質的原子は, とくにある種の力が問題の必要な要素として含まれる場合には, いくつかの事実を適切に説明することができない。
3. このような原子の存在の仮説についての表現が, 化学者によってさまざまに用いられており, ある場合には純粋な仮説それ自体 (*per se*) によって導入されたものと正反対なものを含む場合もある⁽¹⁶⁾。

そして Wright は最後に, 「原子仮説は不必要かつ不十分であり, その言語は曖昧であるので, ……その仮説と言語は化学の主要で基本的な位置を占めることは望ましくない⁽¹⁷⁾」と断定した。

これにたいし Atkinson は, 原子論が不必要かつ不十分であるという Wright の主張に, すぐさまつぎのように反論した。

著者[Wright]が二つの着想のいずれかを選択するときは, つねに原子論と一致する方を選択している。それゆえ, 原子論が不必要であるという主張を自ら裏切っている。原子論が不十分であるという議論への解答は, この理論は成長の過程にあるもので, その限界に達したのではない, ということである。そして, 原子論に矛盾するものは何も発見されていないという事実は, その真実性を支持する強い証拠である⁽¹⁸⁾。

こう反論した後に Atkinson は, Wright が先の論文で酸素に「結合数」(combining number) 16を与えるとき, その元素の最小の当量(equivalent)が存在すること, すなわち, 酸素の最小量の不可分性(indivisibility)を認めたことによって, 原子の存在を暗黙のうちに前提としていること⁽¹⁹⁾, および, 倍数比例の法則の存在を認め, 理論値と実験値の差を原子論によって解釈していることで, やはり原子の存在を無自覚的にはあれ容認していること⁽²⁰⁾などを指摘し, Wright の論文の矛盾をついた。

Atkinson の反論に会って, Wright は直ちに反撃に転じ, Dalton の原子理論は, 実験事実のまとめとしての一般化(generalization)や符号によってそれを表現する規約(convention)をとまなう仮説(hypothesis)であ

り, 実験や観測によって証明された仮説, すなわち理論(theory)とは区別すべきものであることを主張した⁽²¹⁾。

Atkinson はすぐ続いて Wright に再反論し, Wright の「原子仮説」(atomic hypothesis)と「原子論」(atomic theory)の区別に当てはめて考えても, Dalton の説が実験事実と合致している点を考えれば, 理論に近いことが理解されるであろうと答えた⁽²²⁾。Atkinson によれば, 化学者はたしかに原子が不可分な実体であることを証明してはいないが, あたかも天文学者が惑星を本質的に不可分だと主張しないが実際上不可分の実体として扱うように, 原子を扱うのである。

両者の対立する論点は, 以上のやりとりから明らかであろう。Wright は原子を形而上学的な物理的実在とみなし, Atkinson は暗黙裡に物理的実在としての原子を仮定しながらも, 実験観測データを解釈する上でもっとも適した存在をもって原子と名づけているのである。Wright の立場をつきつめれば, 不可分, 不可入な実体としての原子の存在が(おそらく5感を通じて)確かめられないかぎり, いかにもそれによって実験事実が説明されようとも, 仮説にすぎないのである。いわば, Wright は実証主義的観点から, そしてデータに適合する存在を原子として採用する Atkinson は実用主義的立場から, 論理の正当性を主張したのである。かれらの論争は, さらに1873年にまでもちこされた。Wright は, 1873年の Breakfast におけるイギリス科学振興会での Williamson による反原子論批判の演説について,

物質が, 本質的に異なる65種の「原子」から成り立っているとのみ考えることができる, という印象を現代の化学者の多くに与えている理由の説得力を, 私は理解することができない⁽²³⁾。

と批判し, 再び原子論と原子仮説は区別されるべきことを強調した。そして, 「既知なものと未知なものを混同する習慣が, 矛盾のある学説と非哲学的思考方法の産物であることを示す⁽²⁴⁾」ために, 原子論者と目される Williamson, Roscoe, Miller らの見解を引用し, それぞれが相異なり相対立させ示した。

Wright の原子論批判をうけて, またもや Atkinson は, Wright の説には何ら新しいものがないこと, および, 反原子論者は原子論を否定し攻撃し続けることに満足しているが, かれらが原子論の結果を無意識に用いているかぎりは, そして原子論と両立し得ないことを確立しないかぎりは, かれらを無自覚的な原子論擁護者とみなさなければならぬ, と従来の主張をくり返した⁽²⁵⁾。

Wright と Atkinson との熱くて長い論争は, ここで終わった。それからわずか11ヶ月後に Atkinson は, 長い鎖国からさめて西洋文明を吸収しはじめた東洋の島国に, 近代化学を移殖し養育する目的で, 教師として赴任したのである。Atkinson は, いわば原子論論争の渦中から, その熱ばい雰囲気を負って来日したといえることができる。その Atkinson が, 来日以後, 教室において日本人学生に原子論についていかなる講義をしたかは, はっきりといえることができない。しかし, 明治14年(1881)の東京化学会の第一回年会における, 「元素ノ性態ニ関セル思想ノ沿革」と題する講演から, かれが日本において説いた原子論思想の一端をうかがうことができよう。この講演において Atkinson は, 原子論が「稍其事実ニ矛盾スル所アルニ係ハラス能ク物質ノ組織ヲ説クノ最モ精密ナルモノ⁽²⁶⁾」であることをまず論じた。かれの言によれば, この原子論は古代のデモクリトス以来, 多くの化学者によって主張され議論されてきた理論であり, 60余種の物質を元素とする考え方も, 世に認められてからすでに長い年月がたっている。しかるに, 数年前より唯一元素論を回復しようと企てる者がわずかに出現してきた。たとえば Prout は, 諸元素の原子量が水素原子量の整数倍であることを主張している。また, Lockyer はシリウスのスペクトルをしらべ, 地上では得られぬカルシウムのスペクトル線を得たことから, 地上の元素は全く単一ではなく, より微細な原始元素の集合であり, 元素は熱によって分解して, 原始元素のスペクトル線を示すのだと主張している。しかしいずれにしても, Prout の仮説のようなものは, 「数字ヲ以テ之ヲ現証スルヲ得スト雖モ是レ決シテ自然ノ法則ヨリ直接ニ得タル結果ナリト為スコラス故ニ予ハ敢テ之ヲ貴重ナル説ト断言シ得サルナリ⁽²⁷⁾」というのが, Atkinson の考えであった。また Lockyer の説はこれよりはるかに信ずることができるが, 「是レ亦自然必要ノ結果ト看做スコラス唯ロケルハ巧ニ臆説ヲ作リテ唱導スル所ノ説ハ毫モ之ヲ駁撃スルヲ得スト雖モ吾人ハ該事実ヲ説明スルニ到底他ニ真ナキヲ明証スルノ点ニ達スル迄ハ全ク彼レニ左祖スル⁽²⁸⁾」ことはできないと述べた。

Atkinson が, これほど Prout の仮説, Lockyer の唯一元素論を強く批判するのも理由がないわけではなかった。日本にはすでに明治12年(1879)に, Lockyer の唯一元素論がかなりセンセーショナルに紹介されていた⁽²⁹⁾。『理化土曜集談』誌上の匿名の紹介者は, 「嗚呼『スベロスコープ』近ク化学ノ面目変センカ」と文を結んでいた。さらに, 明治14年(1881)の『東洋学芸雑誌』第1号には, 杉浦重剛の生命起源論が掲載され, そのな

かで唯一元素論がほめかされてきた。このような風潮から考えると、この年代においては唯一元素論がかなり日本人化学者の間に流行する気配があったにちがいない。それゆえ原子論者 Atkinson としては、たぶんかなり気がもめる雰囲気を感じていたのではなからうか。したがって、Dalton の原子論について、それへの懐疑論を打消すように、かれはこういっているのである。

化学家翁然トシテ之ニ帰シ以テ近世ニ至レリ其間対抗ノ論無キニアラスト雖モ皆未タ以テダルトンノ原子説ヲ撃破スル能ハサルナリ且ツ夫レ吾人知ル所ノ化学的現象ニシテ此説ヲ以テ其理ヲ解明ス可ラサルモノナシ願フニ苟モ元素多数ノ説未タ廢レサル間ハ此説永ク以テ事実ノ真ヲ穿テルモノトセラレンコト肯テ疑ヲ容ル可ラス⁽³⁰⁾。

ここで、Atkinson と並ぶもう一人のお雇い外国人教師 Divers の原子論思想について、論を進めよう。Divers は、滞日期間が26年と群をぬいて長期にわたったこと、および、堺和為昌、清水鉄吉、下瀬雅允、高峰譲吉、河喜多能達、小川正孝など、日本の初期の第一線級化学者を育成したことで、Atkinson よりも日本人学生から敬愛され、したがってその影響も大きかった。それで、日本化学思想史上における Divers の重要性は、Atkinson のそれを、数倍も上まわっていると考へなければならぬ。Divers の原子論思想については、かれが帰英後の1902年に、イギリス科学振興協会の化学部長としておこなった演説「仮説をとり除いた原子論」(The Atomic Theory without Hypothesis)⁽³¹⁾によって、はっきりと知ることができる。Divers の原子論は、簡単にいって、物質の粒子概念を仮説として、徹底的に排除したきわめて独自の原子論であったといえることができる。かれにとって、物質が不連続な粒子から構成されているということは、古代より提唱されている形而上学的な概念であった。それゆえ、かれはこう断言する。

まさに進歩した化学の説明では、記号的な、そして通常の言語や命名法において、機械的かつ化学的に分化した物質構造という仮説とは無縁であり、そのような構造を用いることなく、化学を学習しさらに発展させることができる。⁽³²⁾

Divers によれば、Dalton によって提唱された原子論は、このような形而上学的概念に基礎づけられているのではなく、それによって説明されているのではない⁽³³⁾。

Divers は、Dalton をはじめとしてそれ以後の Williamson, Atkinson らがはっきりとは主張しなかったが、暗黙裡には前提としていた粒子の存在を、極端な形で排除することで、Dalton 主義を確立しようとする主観的意図とは逆に、結果的にはそれを解体していくのである。それだから、原子や分子は、ここでかれによって新たな定義が与えられる。すなわち、原子や分子は、量を表現するものとして定義される。それゆえまさに、「分子とは、関係を示す用語⁽³⁴⁾」となる。つまりここでは、物質の質的特性を表現する機能が奪われ、化学的活動の大きさとしての概念が分子に付与されるとともに、質的表現の機能は、物質にいぜんとして残されてしまう。原子についても、基(radical)をその質的表現として、原子は量的表現として定義される。すなわち、

基(radical)と原子(atom)は、実のところ、同じものの質的側面と量的側面である。それゆえ、ちょうど物質(substance)と分子(molecule)との関係に同じである⁽³⁵⁾。

原子や分子が物質を量的に規定するものであるとすれば、原子論の定義も、おのずから物質変化の量的関係を記述する理論とならざるを得ない。それゆえ、Divers の原子論はつぎのように定義される。

原子論とは、単一の化学変化(single chemical change)において相互作用する物質の量が互いに等しい………ということであり、またそれゆえに、化学的な相互作用が、動的または質的の大きさは区別されかつ別個であるところの異なる物質の量の尺度(measure)になる、ということである⁽³⁶⁾。

この定義は理解しにくい。単一の化学変化(単反応)において、反応する物質の量(分子)が同等であるという意味は、いいかえるならば、化学反応において異なる物質の分子は、「相互依存的で同格な量⁽³⁷⁾」であり「第3の物質の等しい量と相互作用する量⁽³⁸⁾」であるということになるであろう。Divers の同等性の概念は、曖昧ではあるが、そのなかに定比例の概念、あるいは分子の不可分性の概念を従属的に含んでいる。

このような Divers の特色ある原子論が、滞日中に講義されたかどうかははっきりしないとしても、同じような趣旨の講義がなされたことは、Divers の門下生の一人堺和為昌の証言から明らかと思われる。堺和は、Divers の化学思想について、追憶談のなかで、2, 3の点につい

て語っているが、それによると、Divers は化学構造論が学者の便宜のために頭の中に描く像であり、実体が必ずしもこれに一致するものではないこと⁽³⁹⁾、および、原子価とは化学変化の回数を示すものであること、⁽⁴⁰⁾などを論じた。また、平生の授業でもなるべく仮説を用いることを避け、たとえば、倍数比例の法則を説明するさいでも、故意に原子量もしくはその倍数を用いることを避け、ただ簡単な数値を用いてこれを説明し、その後で原子量の意義を説いた⁽⁴¹⁾。

現実には操作可能な量としての化合量のみを採用し、現象を支える実体としての分子の存在を仮定することを故意に避けた Divers が、理論よりも実験的研究に重きを置いたこと⁽⁴²⁾は当然であろう。いってみれば、Divers の原子論は、原子論の実証主義的解釈であった。それにたいして、Atkinson のそれは、先にも指摘したように実用主義的な原子論とよんでよいであろう。なぜならば、Atkinson が哲学的な意味での原子分子の存在を確信していたかどうかは、かれの師の Williamson の場合⁽⁴³⁾と同様に疑問であるからである。たとえば Atkinson は、Dalton の理論と現代化学者のそれとの相異は、後者の場合、中心原子の性質については何も主張しないことだと述べている⁽⁴⁴⁾。この主張は、Williamson のそれと本質的に同じであることは、ほとんど明らかであろう。それと同時に、Atkinson 自身が実用主義的性格の持主であったことは、染料や製鉄冶金の例をひいて純粋化学の研究が実際の製造に大きな利益をもたらすことを説いた議論や⁽⁴⁵⁾、日本の醸造に興味をもち実際に自分でも研究した⁽⁴⁶⁾ことなどから、推測することができる。いずれにしても、近代化学の本格的な移殖期にあたって、日本が迎えた2人の外国人教師が、実証主義的、あるいは実用主義的原子論思想の持主であったということは、とくに考察に価する大きな問題だと思われる。

IV 帰服と離脱——桜井錠二と杉浦重剛の原子論——

桜井錠二と杉浦重剛は、ともに東京開成学校在学中にイギリスへ留学し、そして帰国後、桜井は化学界で、杉浦は教育界・言論界で活躍した明治前期の代表的指導者である。桜井は、明治9年(1876)より明治14年(1881)までの5年間にわたって University College で Williamson のもとに学び、杉浦は Owens College で H.E. Roscoe と C. Schorlemmer について明治9年(1876)より明治13年(1880)までの4年間化学を学んだ。両者の師事した Williamson, Roscoe, Schorlemmer が、いずれも原子論支持者であったことは、注目しておいてよいことである。幼児期から青年期にかけて伝統的な儒教的文化の中

で育ったかれらが、異質な文化や自然観にふれてどう自己の主体を確立していったかという問題は、日本の化学の自立とその性格という問題に、きわめて重要な鍵を提供するものと思われる。その意味で、かれらの原子論受容の仕方には、とくに注目する価値があるであろう。

まず桜井であるが、留学以後から明治20年代にかけては、かれは Williamson の原子論思想の忠実な信奉者であったといえる。桜井の師である Williamson は、Dalton の原子論の支持者であると同時に、動的原子論ともいべき独自の化学動力学(chemical dynamics)の提唱者としても知られている。Williamson はエーテルの合成とその反応を研究し、その結果、硫酸とアルコールによるエーテルの生成過程を、硫酸エチルを中間生成物とする二つの複分解反応として説明した。複分解には、当然ながら原子や基の移動と交換をとまらうものであるから、定比例の法則のような静的原子論だけではこの反応を説明することができない。それゆえ、Williamson はつぎのように主張した。

原子論は、危険で理に合わない仮説、すなわち原子が静止状態にあるという仮説に、これまで暗々裡に結びついてきた。それゆえに、化学の動力学は、まずもってこの仮定を否定し、かつ原子の運動の大きさと種類を研究し、そして現在神秘的な力に帰因するとされているさまざまな変化現象を、この一事実に帰するであろう⁽⁴⁷⁾。

桜井は、さまざまな論文において、この Williamson の動力学論を引用し、また言及している。すなわち、「熱化学論⁽⁴⁸⁾」においては、前掲の Williamson の言葉をそのまま引用し、「化学概論ノ進歩⁽⁴⁹⁾」においては、従来の化学研究が物体の分析および合成など変化の結果の研究にとどまっていた変化中の現象を研究していないこと、それゆえ、化合分解などの現象はすべて原子の運動より生ずることを認識しこの方向に研究を進めれば、化学にやがて大きな変化がもたらされることを主張した。また、「化学教育上ノ意見⁽⁵⁰⁾」においては、現在の化学教育が物質成分の変化についての教育に偏重して、エネルギーの変化、および化学変化そのものを扱う理論面での教育に欠けていることなどを指摘した。桜井の主張する内容は、Williamson の化学動力学論以上のものは何もない。そして、原子そのものの性質、たとえば不可分性については、かれもまた Williamson と同じように、内気な実証主義者の立場にもどるのであった。それゆえ、かれは原子の不可分性について、「実験上今日ニ

在リテハ復タ分ツ可カラサルモノト雖モ理論上ハ必ラス之レヲ小分シ得ベキトモ將タ決シテ得ベカラザルトモ断言シ能ハサルモノナリ⁽⁵¹⁾」というのであった。このような桜井を、自覚した原子論者とみなすことは困難であろう⁽⁵²⁾。事実、かれは明治31年(1898)において、化学教育に原子論は必要なしとさえいい切るのである⁽⁵³⁾。

桜井が Williamson の思想をほとんど無批判に摂取したのと対照的に、杉浦は Roscoe, Schorlemmer の原子論思想の影響をほとんど受けていない。もっとも Roscoe などは、はじめから原子論者であったというわけではない。たとえば、1871年においてかれは Dalton の倍数比例の法則を確固とした法則として認めたものの、この法則を説明する Dalton の原子論については、より完全な理論によってとって代られる可能性を示唆していた⁽⁵⁴⁾。しかし、1878年の Schorlemmer との共著では、物理的諸現象の研究、とくに W. Thomson の物質の不連続性についての物理学的研究に注目し、原子の存在が物理学的に根拠づけられることを示した⁽⁵⁵⁾。また Roscoe の共著者 Schorlemmer も、1874年のかれの有機化学書において、社会主義者らしい明快さで Dalton の原子論を支持していた⁽⁵⁶⁾。

杉浦は、イギリス留学中に、Roscoe や Schorlemmer のこれらの著書には当然目を通していたと思われるのだが、かれの思想には原子論を見出すことができない。かれは、エネルギー保存則と波動説を宇宙の一大法則であるとして、それらによって自然界と人間界の事象を統一的に解釈しようとした、いわば連続的な自然観の持主であった⁽⁵⁷⁾。したがって、原理的にも、かれには不連続な原子の概念は受容しがたかったのである。かれは、原子を神のように未だ知る能はざるものと規定し⁽⁵⁸⁾、哲学の虚妄性をあげつらうついでに、原子の不可分性に疑問を呈するのであった⁽⁵⁹⁾。そして、かれにとって唯一元素論こそ、自分の連続的な自然観の概念枠組みにとりこむことのできる種類の科学思想であった。かれは、明治14年(1881)の生命論のなかで、まず生命が蛋白質と生命力によって創造されることを論じ⁽⁶⁰⁾、つぎに、蛋白質によって合成される「原生動物ヲ集成スル諸元素ノ如キモ、亦只純正ノ一元素ヨリ変化シ来リ、此ノ一元素ガ果シテ本来ニ生力ヲ含蓄スル⁽⁶¹⁾」かどうかはまだ分かっていないと述べた。

杉浦の唯一元素論の示唆は、未熟であるが、意外な影響をもっていたのではないかと想像される。渡辺鉄次郎の「一元素説」は、このことを示すものと思われる。この渡辺については、杉浦重剛が明治19年(1886)に東京化学会誌と東洋学芸雑誌にかれの略伝と追悼記を書いている

るので⁽⁶²⁾、渡辺と杉浦とは何らかの交渉があったことはほぼ確かであろう。杉浦によるかれの略伝によれば、渡辺鉄次郎は、明治12年(1879)に東京大学理学部化学科を卒業し、農商務省工務局に勤務していた。渡辺の「一元素説」は、誤解に基づいた立論であったために⁽⁶³⁾、すぐに天文学者の隈本有尚によって批判されたが⁽⁶⁴⁾、かれによって引用された Lockyer の説がその影響の大きさを物語っている。

V 結 論

わが国に粒子論の物質観が移植されていくのは、18世紀末の志筑忠雄の訳述以来であろうが、それはおそらく少数の学者の学問上の認識にとどまっていた、日本人の自然観の概念枠組みに大きな変更を加えるものではなかったであろう。原子論に基づく機械的な物質観が日本人の精神に定着していくのは、Dalton の原子論が整備された形で移植されはじめる明治10年(1877)以降のことと思われる。その例の一つとしては、明治11—12年(1878—79)に『理化土壌集談』誌上に連載された匿名論文「化学の綱領」をあげることができよう⁽⁶⁵⁾。この論文では、まず物質が「分子(アトム)」と「モレキール」より構成されていること、さらに「モレキール」は Avogadro の説により数個の「分子」より構成されていること、そして Dalton の原子論によって元素の重量の差が説明されること、などが述べられ、これより原子論が物質を説明する唯一の理論であることが、はっきりと結論されている。なかでも注目すべきは、この筆者が、「諸元素ノ離合変形シテ或ハ動物トナリ或ハ植物トナリ又或ハ鉱物トナルノ形勢次序及ヒ其元素ノ性質行為ヲ論スルハ実ニ化学ノ範囲内ニ帰スル⁽⁶⁶⁾」と述べると同時に、化学の製造工業上および農業上の重要性を指摘している点である。ここでは、自然(動・植・鉱物)を原子論の観点から眺めることによって、単なる知的関心の対象というよりも、操作可能な対象として理解しはじめていたのではなかろうか。原子論思想をはじめとする西洋的な自然観による伝統的自然観の侵食は、この時期あたりを起点として、ようやく進行していくものと思われる。

日本の化学と深い関連をもった外国人化学者たち、すなわち、お雇い外国人教師の Atkinson, Divers, 桜井錠二を含む多くの日本人留学生を指導した Williamson⁽⁶⁷⁾、および杉浦重剛や高松豊吉らを指導した Roscoe や Schorlemmer らが、すべて原子論者であったことは、明治初期において反原子論への言及、紹介が見あたらないことを説明するであろう。それゆえ、日本には反原子論思想が移植される機会は少なかったのである。それに

もかかわらず、明治初期の日本には、杉浦や渡辺の唯一元素論に代表されるような原子論への冷やかな底流が存在した。かれらのみならず、当時の日本人にとって、原子論のような不連続的な自然観がいかに受け入れ難いものであったかは、『東洋学芸雑誌』に掲載された田内某なる人物の原子論への疑問にもうかがうことができる。田内にとって、それ以上分割できないとされる原子に、質量の大小がある、それゆえその大きさに大小があることは不可解であった⁽⁶⁸⁾。したがって、60有余も存在する元素の原子は、ある始源粒子の複合物であることが合理的であるように思われたのである。原子論者の Williamson に学んだ桜井でさえ、明治31年(1898)には、「今日の化学は、質量作用の定律と電離説とに基づくものなりと言ふも過言にあらざるべし⁽⁶⁹⁾」と言ひ、初等的な化学教育においては原子論は必要ではなく、それに依拠しなくても化学は理解できると説くのである。もともと物質の発生を気の凝集によって説明する中国的自然観は、物質の連続的な流体モデルであって、西洋の不連続な粒子論哲学とは相対立するのである。中国的な素養を身につけていた明治初期の化学者にとって、原子論はまさに異質な思想であった。それゆえ、かれらのうちで漢学の素養の深い者ほど、欧米の文化を吸収するに当たって、精神的内容の不均一をきたしたのであった⁽⁷⁰⁾。

しかしながら、多くの化学者にとって、19世紀の西洋化学は、必ずしも世界観の対決をせまるものではなかった。むしろ、Atkinson, Divers らの伝えた19世紀の実証主義的・実用主義的な方法論こそ、日本人化学者にとってはきわめて受け入れやすいものであったのである。その原因の一つとしては、おそらく日本人の性格ともいべき経験主義的態度をあげることができようであろう。古来より日本は「神ながら言挙げぬ国」といわれているように、議論のために議論をしない、あるいは、概念のために概念を弄しないという独特な感覚があり、そのために、己れを虚しくして、事実の道理を尋ねそれに即して生きるという経験主義的態度をもっていた⁽⁷¹⁾。この日本人の精神的特長こそ、19世紀の実証主義的科学を受け入れる精神的素地となったことであろう。かくて、大多数の日本の化学者は、Atkinson, Divers によって敷かれた実証主義・実用主義のレールの上を走り出したのであった。かつて J. D. Bernard はその古典的著作で、日本の科学を「想像力に乏しい」と批判したことがあった⁽⁷²⁾。化学においても、Bernard の評は必ずしも間違っていないと思われるが、その原因の一つとして、おそらく日本の近代化学の初期において与えられた、かれの同国人の影響も無視できないであろう。

注と文献

- (1) 19世紀の原子論史については、つぎの文献が参考となる。
W. V. Farrar, "Nineteen-century speculations on the complexity of the chemical elements", *Brit. J. for the Hist. Sci.*, 2, 297—323 (1965); D. M. Knight, "The Atomic Theory and the Elements", *Studies in Romanticism*, 5, No. 4, 185—207 (1966); W. H. Brock (ed.), *The Atomic Debates*, Leicester Univ. Pr., 1967; D. M. Knight, *Atoms and Elements*, Hutchinson, 1967.
- (2) W. H. Brock and D. M. Knight, "The Atomic Debates", Brock (ed.), *op. cit.*, p. 10.
- (3) 明治期以前における粒子論の受容過程については、つぎの文献が参考になる。日本学士院編、『明治前物理化学史』、日本学術振興会、昭和39年(1964); 広瀬・中山・小川編、『洋学(下)』、日本思想大系65、岩波書店、1972年; 大岩正芳、『江戸時代の化学』(1)—(3)、『化学』、第7号、39—44、第9号、27—31、第10号、47—51(1974)。
- (4) 石黒忠恵訳纂、『増訂化学訓蒙』、読我書屋蔵、明治3年(1870)、p. 8。但し、旧字体はなるべく新字体に改めた。
- (5) 石黒忠恵、前掲書、p. 9。
- (6) 石黒忠恵、前掲書、p. 10。
- (7) この本は、川本幸民がすでに万延元年(1860)に『化学新書』として訳していたもの(それ以前にすでに訳稿があったともいわれている)が、明治7年(1874)に、川本幸民・川本清一・坪井信良の三人によって新たに出版されたものである。
- (8) 川本幸民・川本清一・坪井信良、『化学読本』、陸軍文庫、明治7年(1874)、p. 24。
- (9) 川本幸民等、前掲書、p. 32。
- (10) 片山淳吉訳纂、『改正増補物理階梯(上)』、文部省、明治9年(1876)、p. 2。
- (11) 片山淳吉、前掲書、p. 11。
- (12) 片山淳吉、前掲書、p. 11—12。
- (13) 片山淳吉、前掲書、p. 12。
- (14) 板倉聖堂、『日本理科教育史』、第一法規出版、昭和43年(1968)、p. 93。
- (15) Ritter の『化学日記』は、はじめ『理化日記』として明治3年(1870)から明治5年(1872)に大阪で刊行されたものを、物理と化学とに分け、明治7年(1874)に文部省から出版されたものである。
- (16) C. R. A. Wright, "On the Relation between the Atomic Hypothesis and the Condensed Symbolic Expressions of Chemical Facts and Changes known as Dissected (Structural) Formulae", *Phil. Mag.*, 43, 263 (1872)。
- (17) Wright, *op. cit.*, p. 264。
- (18) R. W. Atkinson, "An Examination of the recent attack upon the Atomic Theory", *Phil. Mag.*, 43, 429 (1872)。
- (19) Atkinson, *op. cit.*, p. 431。
- (20) Atkinson, *op. cit.*, p. 429—430。
- (21) Wright, "Reply to 'An Examination of the recent

- attack upon the Atomic Theory", *Phil. Mag.*, 43, 503—514 (1872).
- (22) Atkinson, "The Atomic Theory, in Reply to Dr. Wright", *Phil. Mag.*, 44, 118—120 (1872).
- (23) Wright, *Athenaeum*, N° 2398, 468 (1873).
- (24) Wright, *Athenaeum*, *op. cit.*, p. 468.
- (25) Atkinson, *Athenaeum*, N° 2399, 499 (1873).
- (26) アトキンソン, 「元素ノ性態ニ関セル思想ノ沿革略説」, 東京化学会誌, 第二巻, 13, 明治14年(1881).
- (27) アトキンソン, 前掲論文, p. 52.
- (28) アトキンソン, 前掲論文, p. 53.
- (29) 「化学元素ハ元素ニラサルノ新説」, 『理化土曜集談』, 24号, 278—280, 明治12年(1879).
- (30) アトキンソン, 前掲論文, p. 28.
- (31) E. Divers, "The Atomic Theory without Hypothesis", *Chem. News*, 86, 144, 158, 163 (1902).
- (32) Divers, *op. cit.*, p. 166.
- (33) Divers, *op. cit.*, p. 145.
- (34) Divers, *op. cit.*, p. 158.
- (35) Divers, *op. cit.*, p. 163.
- (36) Divers, *op. cit.*, p. 146.
- (37) Divers, *op. cit.*, p. 146.
- (38) Divers, *op. cit.*, p. 146.
- (39) 埜和為昌, 「ダイバース先生の伝」, 東京化学会誌, 第22巻, 追悼記事, 11, 明治45年(1912), およびつぎの記事も参照せよ. Joji Sakurai, "Dr. Divers's Life and Work in Japan", *J. Chem. Soc.*, 103, 745—755 (1913).
- (40) 埜和為昌, 前掲論文, p. 11.
- (41) 埜和為昌, 前掲論文, p. 11.
- (42) 埜和為昌, 前掲論文, p. 14.
- (43) Williamson は原子論についてのかれの見解のなかで, 「元素原子が, その本質上, 不可分であるかどうか, あるいは, より小さい粒子から構成されているかどうかという問題は, 化学者としての私がいかなる理解をもっていない問題であり, また, その問題はいかなる根拠をもって提起されていないといってもよい」と述べている. A. W. Williamson, "On the Atomic Theory", *J. Chem. Soc.*, 22, 365 (1869).
- (44) Atkinson, "The Atomic Theory, in Reply to Dr. Wright", p. 118.
- (45) アトキンソン, 「化学理実相待ツノ説」(宮崎道正, 久原躬弦訳), 学芸志林, 第4巻, 131—172, 明治12年(1879).
- (46) Atkinson, "Brewing in Japan", *Nature*, 18, 521—523 (1878) *Chem. News*, 44, 230 (1881); "On the diastase of Kôji", *Proc. Roy. Soc.*, 32, 299 (1881); "The Chemistry of Soké-Brewing", *Memoirs of the Science Department, Tokiô Daigaku*, No. 6, 1—73 (1881); 「日本醸酒編」, 理科会報, 第5巻, 明治14年(1881).
- (47) Williamson, "Suggestions for the dynamics of chemistry derived from the theory of etherification", *Proc. Roy. Inst.*, 1, 90 (1851); reprinted in *Alembic Club Reprints*, No. 16, p. 19.
- (48) 桜井鏡二, 「熱化学論」, 東洋学芸雑誌, 第24号, 104—105, 明治16年(1883).
- (49) 桜井鏡二, 「化学概近ノ進歩」, 東洋学芸雑誌, 第47号, 204—205, 明治18年(1885).
- (50) 桜井鏡二, 「化学教育上ノ意見」, 東洋学芸雑誌, 第103号, 177—178, 明治23年(1890).
- (51) 桜井鏡二, 「原子ハ小分子得ベキヤ否ノ質問ニ答フ」, 東洋学芸雑誌, 第59号, 671—672, 明治19年(1886).
- (52) 桜井の原子論思想については, つぎの論文が参考になる. 大沼正則, 「日本物理化学史(1)」, 東京経済大学人文自然科学論集, No. 18, 101—117 (1968).
- (53) 桜井鏡二, 書評「近世化学教科書理学士大幸勇吉著」, 東洋学芸雑誌, 第196号, 48, 明治31年(1898).
- (54) Roscoe, *Lessons in Elementary Chemistry*, Macmillan, 1871, p. 60. この書物は, 明治6年(1876)に, 『羅斯柯氏化学』(茂木春太訳)として文部省より出版された.
- (55) Roscoe and Schorlemmer, *A treatise on chemistry*, D. Appleton & Co., Vol. 1, 1878, p. 68.
- (56) Schorlemmer, *A manual of the chemistry of the carbon compounds*, Macmillan, 1874, p. 3.
- (57) 杉浦の科学思想については, 拙論を参照のこと. 藤井清久, 「明治初期における西洋科学思想の移入——杉浦重剛の場合——」, 科学史研究, Vol. 9, No. 96, 198—206 (1970).
- (58) 杉浦重剛, 「鬼哭子」, 『杉浦重剛先生全集』, 研究社, 昭和20年(1945), p. 6.
- (59) 杉浦重剛, 「哲学こなし」, 全集, p. 71.
- (60) 生命が蛋白質の合成によって創造されるというのは, Schorlemmer の考え方である. 杉浦の思想には Schorlemmer 影響がみられる. 藤井清久, 「前掲論文」p. 202.
- (61) 杉浦重剛, 「題有機化学沿革史以後」, 東洋学芸雑誌, 第1号, 5, 明治14年(1881).
- (62) 杉浦重剛, 「渡辺鉄次郎君ノ略伝」, 東洋学芸雑誌, 第61号, 38—39, 明治19年(1886); 東京化学会誌, 第7巻, 61—62, 明治19年(1886).
- (63) 渡辺鉄次郎, 「落体ノ速力ヲ論シ併セテ元素説ニ及フ」, 東洋学芸雑誌, 第15号, 142—144, 明治15年(1882).
- (64) 隈本有尚, 「渡辺君ノ一元素説ヲ読ム」, 東洋学芸雑誌, 第16号, 187—189, 明治16年(1883).
- (65) 「化学ノ綱領」, 『理化土曜集談』, 第17号, 195—197, 第18号, 205—207, 第20号, 229—231, 第21号, 241—243, 明治11年(1878), 第23号, 275—276, 明治12年(1879).
- (66) 「化学ノ綱領」, 第23号, p. 275.
- (67) Williamson と日本の関係については, つぎの論文を参照せよ. J. Harris and W. H. Brock, "From Giessen to Gower Street: Towards a Biography of Alexander William Williamson", *Annales of Science*, 31, No. 2, 95—130(1974).
- (68) 桜井鏡二, 「原子ハ小分子得ベキヤ否ノ質問ニ答フ」, p. 671.
- (69) 桜井鏡二, 書評「近世化学教科書理学士大幸勇吉著」, p. 48.
- (70) 池田菊苗, 「埜和為昌氏小伝」, 東京化学会誌, 第36巻,

12, 大正4年(1915).

(71) 西田幾太郎, 「日本文化の問題」, 『全集』第12巻, 岩波書店, 昭和41年(1966), pp. 279—280.

(72) J. D. Bernard, *The Social Function of Science*, The M.I.T. Press, 1967, p. 208.

化学史研究会会則

1. 本会を化学史研究会と呼び, 会員相互の協力によって, 化学史研究をすすめることを目的とする.
2. 化学史に関心をもつ者, その研究をおこなおうとする者は会員になることができる.
3. 本会には会長1名をおき, ほかに世話人会, 編集委員会, 事務局をもって運営する.
4. 本会は年一回総会を開き, 運営方針及び会長, 世話人, 編集委員, 事務局責任者を選出する.
5. 本会は次の事業をおこなう.
 - (1) 少くとも年1回雑誌『化学史研究』を刊行する.
 - (2) 適時研究会をひらき, 会員相互の親睦と研究の交流をはかる. 研究会は地方で開催することもある.
 - (3) その他
6. 会員は研究会に出席し, 研究報告をおこない, 雑誌『化学史研究』に投稿することができる.
7. 本会に入会しようとする者は, 入会金1,000円を前納する. 会員は会費年2,000円を本会事務局に納入し, 雑誌『化学史研究』を受取る.

『化学史研究』投稿規定

1. 会員は本誌に投稿することができる.
2. 投稿原稿はつぎのいずれかを著者が指定するものとする. ただし, 編集委員会に変更することもある.

——論文・寄書・原典翻訳・紹介・広場
3. 原稿はすべて400字詰原稿用紙を用い, 完全原稿とする. 水溶性のインクや鉛筆は使用しないこと. 原稿については, あらかじめ写しを作成し, 手許に保管しておくこと.
4. 論文は40枚をもって, 寄書は15枚をもって, 一応の限度とする.

原稿は横書き, 新仮名づかいによる.

図はそのまま製版できるように墨または黒インクで仕上げ, 挿入箇所を指定すること.

文献と注は通し番号(1), (2), ……を用いて, 本文の最後の一括してまとめること.

論文・寄書などには, 著者の所属機関名および題名の英訳と著者名のローマ字書きを添えること.
5. 投稿先: 東京都文京区白山(〒112) 東洋大学経営学部 鎌谷親善善付『化学史研究』編集委員会.
6. 掲載された論文などは, 抜刷を希望する著者には30部を実費で配布する.
7. 本誌に掲載された書文は, 編集委員会の承諾によって, 他に転載することができる.

〔寄書〕

同志社波理須理化学学校

— 明治中期一化学系私立学校の歩み —

中 村 馨

(同志社高等学校)

同志社波理須理化学学校は明治23年(1890)に設立され同30年に閉鎖されるという、僅かに7年の短命に終わった学校である。当時の我が国の教育制度は徐々に整備されつつあるものの、未だきわめて不十分な時代であった。時に理工科関係については、官立学校でも東京大学と東京工業学校、大阪工業学校など数校のほか、明治19年の「中学校令」によって設置された高等中学校が数学・物理・化学・天文学などかなり高級な教育内容を授け、翌20年には医学部をおくなど専門学校的な要素が強かったが、これらを合わせても官立理工科系の高等教育機関は僅かに十数校に過ぎなかった。

一方、私立学校では明治14年設立の東京物理学校が存在していたが、これ以外にも文献(「日本教育史資料書」⁽¹⁾⁽²⁾など)でみる限りでは地方的な専門学校があったにせよ、今日のいわゆる各種学校的なものであって、確たる建学の精神と教育方針・教育内容と施設をもった高等教育機関であると認めることができない。

このような状況の中での同志社波理須理化学学校存在は、僅かに7年の歴史しか持たなかったとはいえ、後の私立総合大学の原型をつくり、教育内容の面でも全人的な理科教育をめざしたものとして、理科教育史上大きい意義をもつものと考えられる。以下に波理須理化学学校年の歴史を概説する。

(1) 新島襄と「科学救国」の思想

嘉永6年(1853)のペリー来航は我が国の政治・文化・思想の面で未曾有の大変動を引き起こすが、当時の指導者の課題は尊王攘夷・富国強兵のための文明開化政策の推進であった。彼等の試みは多くの青年を引きつけ、維新後に各界で活動するエネルギーを蓄積することになるが、その中には単なる富国強兵ではなく、科学をもって人間の精神的な解放をめざそうとする少数の人々も存在していた。そして、新島襄はまさしくそのような人々の一人であった。

新島もまた富国強兵のための汽走艦隊建設の第一の手段としてまず航海術を求めた。武田雄雄「維新と科学」(岩波新書)によれば、新島は安中藩板倉家の家臣とし

て築地海軍操練所に入り、数学・航海術を学び、本家の備前松山藩の快風丸を実際に操縦して自信をつける。この過程で日本国海軍創建の志がますます固まる一方では、漢訳聖書を読み西洋自然哲学の一端にも触れて、元治元年(1864)遂に海外を密出国するに至るのである。

ボストン到着後、恩人ハーディの助力を得てフィリップス中学で英語のほか自然科学と数学の学習に全力を投じ、「新島君は数学の天才であって、今後三角術と測量術との研究に着手しようとして居る」との校長の紹介状をもってアーモスト大学に進学し、明治3年(1870)理学士の学位を修得する。

更にアンドヴァー神学校に進んだ新島がキリスト者としての道を歩みながらも、近代合理主義の流れ、時に自然科学の発展に強い関心を持ち、キリスト教的自然観への傾斜を深めた経過は中瀬吉六郎「新島先生と科学救国」⁽³⁾などの著作に詳しい。また、そのことはアーモスト大卒業前後にかけて故国に宛てた多数の書簡から読みとることができる。例えば、慶応3年の弟雙六宛の書簡には「文法書・算術・点算・幾何学・度量学・西洋一般の歴史、かつ各国の歴史を攻むべし。然し右の教術に打越る一書、新旧訳全書を攻むるを尤もよろしとす⁽⁴⁾」とある。また、明治4年の飯田逸之助宛の書簡では「小生頗る独一真神の至大至妙の真理、寛大至仁の邪蘇福音を攻め候間、何れ小生帰国の上は此道を有志の子弟へ伝へ、国を愛し民を憐み、独を慎む事を教へ、且つかねて学得の地理・天文・窮理・精密等の学を伝へんことを望む⁽⁴⁾」と記している。

中山茂「日本の天文学」(岩波新書)によれば、江戸中期以降蘭学がさかんになるにつれて我が国に伝えられた西洋の科学は自然誌的要素と自然哲学的要素に分けられているという。そして前者だけであれば在来の本草学などの学問体系に新しく西洋の文物についての一項目を付加するだけで対応できるが、後者は朱子学的な「窮理」を実学的・実践的な内容に転換させるのである。新島が故国に伝えんと欲したキリスト教主義的な理科教育はまさしく自然哲学の中軸としてキリスト教を設定し、ガリレオやニュートンにもみられるような「神のもとにおけ

る調和と秩序」を実践的に追究する実学的な教育を意味したのである。

新島襄の理想はまず明治8年(1875)11月の「官許同志社英学校」設立として具体化するが、開校当時の生徒数は僅かに8名に過ぎず、学校というよりも一種の私塾に過ぎなかった。以後、生徒数が漸増するにつれて、新島は明治14年頃より専門学校あるいは大学への併設発展を計画し、特に理科系の新設を強く志すようになる。明治18年に募金のために再渡米した新島は、同志社英学校を卒業してジョンスホプキンス大学で化学を研究中の下村孝太郎とボストンにて再会している。更に帰洛後の明治21年下村宛に次のように書き送る。「御母上様さえ御勘弁出来候はば今年も御滞米なるは他日のため大得策と存じ候間、区々の小孝心に制せられず、大孝をつくすの計をなし、大胆にも今年否二年なりとも御留学なされては如何。小生は我が校に於てサイエンスの振はざるを痛嘆し候間、貴兄にして充分御用意あり、その方を負担し賜はば、必らず我が校の面目を一変するに至らん。願くば、今の本校をして充分カレッジの位置に進め度く、政府の高等中学にも一歩も譲らざる様に致し度く候。⁽⁴⁾」この書簡では下村にアメリカでの募金活動を、同じく同志社出身でエール大学に留学中の中島力造や湯浅吉郎とも協力して進めるよう依頼している。

新島・下村らの募金活動は同志社の米人教師ラーネットの協力もあって、ラーネットと同郷のコネチカット州ニューロンドン市の実業家ジョン・N・ハリスの総額10万弗に達する寄金を得るに至る。同市のナショナル銀行頭取であり、フェルロス薬品製造会社の社長でもあったハリスは、子供を次々と亡くしたため資産を宗教や慈善事業に寄付したいと考えていた。彼自身の富の基が化学薬品の製造販売にあったことより、時に日本のキリスト教主義学校での理科教育推進のために寄金を提供することを思い立ち、明治22年(1889)12月に寄贈趣意書草案を同志社に示し、次いで寄金の一部を在米中の下村孝太郎に託する。下村の回想談によると、ハリス応募の理由は「日本人は深く肝に銘じて恩を忘れず、思わざるときに昔日の恩を報ずるの風あり、また、日本人学生此国に来る者、勉強心甚だ盛にして、何れの学校にても日本人の地位高し⁽⁵⁾」とハリス自身が下村に語ったとのことである。

新島がこの時点で理化学学校設立へと踏み切り、明治23年の国会開設祝賀の意も兼ねて、理科系も含めた総合大学開校をめざしたことは、大蔵大臣松方正義宛の書簡⁽⁴⁾によっても明らかである。しかし、その直後に新島は募金運動中の前橋にて発病、明治23年1月23日に48才にて

死去する。

(2) 波理須理化学学校の設立

新島永眠後の同志社をとりまとめた彼の遺志たる理化学学校を設立させたのは、臨時総長となった山本覚馬である。会津藩士の子として生まれた山本は長じて武芸・砲術に秀でるとともに蘭学をも研究する。藩主松平容保京都守護職就任とともに京都に移り、洋学所を設けて英学・蘭学の指導に当たる。維新後はその学識を買われて京都府顧問となり、京都最初の商工会議所会頭、最初の府会議長を勤める。

山本は明治5年に宣教師ゴルドンより贈られた「天道溯源」を読み、キリスト教に深く感ずるに至ったが、明治8年勝海舟の紹介による新島の来訪を受けて以来、新島の良き協力者として同志者の発展のために尽力する。新島死後約2年間臨時総長をつとめ、辞任後か9月で病没する。この2年間に英学校を発展させて同志社普通学校及び同志社神学校とし、波理須理化学学校をつくるなど、学園を高等教育機関に拡充整備した。

ハリスの趣意書草案は寄金の趣旨を次のように述べている。「余は日本に於て基督の主義を拡張し且つ最良なる基督教感化の下に理科の教育を授くるの機会を備へんと希望を以て、日本京都に在る同志社に連関して一の理科学学校を設立し、理科的の教育を施さんがために金10万弗を寄付する者なり。此理科学学校は現今の同志社普通学校の課程を充足せんがために起らんとする基督教主義大学の一部を組織し、ハリス理化学学校と称せらるべき者なり。此学校は普通学校学生にして理科学及び其技術的の応用に関する高度の研究をなさんと欲する者のために卒業後の課程を供するものとす。(中略)余の希望は、該学校の必要なる地所建物及び器械設備のために2万5千弗を支出するにあり。此中には2千弗に超過せざる一の寄宿舎を包含すべく、且つ其重立ちたる建物はハリス理化学館と称すべし。⁽⁶⁾」

下村孝太郎の回想談では、既に明治22年7月13日にハリスは理科大学創立のため3名の委員を選び自宅に招いたとある。「此委員とは宣教師グリーン氏とウェストル工業大学長フルロル氏及び予(下村)なり。当日グリーン氏は生憎病のために来られざりければ全権を二人に托されたり。談合数日にして其局を結び、ハリス理化学学校の基礎及其区域も定まりたれば此上は急ぎ機械の注文に取り掛るべしとの事にて、校長フルロル氏化学教授キニコット氏及び予三人立合ふて化学機械を注問したり、寄付者の心中には最初此新設の学校のため独立の一社を設けんと意なきにあらざりしと雖も、この策の得たるもの

にあらずとて終に全権を同志社委員会に委し直接の支配は理化学の委員会に托する事となれり。⁽⁹⁾

かくして新島死後約半年にしてハリス理化学館が竣工し、明治23年(1890)9月26日波理須理化学学校(波理斯と記す文献もある)が開校されるのである。開校時の第一回入学第一学年生は28名(同志社高等図書室蔵理化学学校生徒学籍簿による)であり、中瀬古六郎、沢辺四郎、鈴木達治、村上春郎などの名がみられる。

ハリスの寄金10万弗の約半分が結果的には施設・設備のために使われたので、当時としては我が国の理科教育施設、特に化学研究施設としては、最尖端を行くものであり、第三高等中学校の施設よりもはるかにすぐれたものになった。水道はもとよりガスの設備までが設けられ、また中央部の北側には天文台と気象観測装置を、更にその北側には窯業実習のための窯までが築かれている⁽¹⁰⁾。また、実験器具類は化学関係は天秤、ピペット類、生化学実験器具などを含めて511項目、物理関係は光学・熱学・電磁気学・力学など413項目、これ以外に共用物品として136点があげられている(同志社高校図書室蔵理化学学校物品記入帳による)。更に研究図書類としては英国化学会誌(1885—96)、スミソニアン・レポート(1863—88)、分析化学雑誌(1890—95)などやローゼンバーク「物理学史」や「ヘルムホルツ著作集」などの興味ある書籍約30点が登録されている(同上記入帳による)。

開校時の教授陣は「同志社学校一覽自明治廿三年九月至廿四年六月」によれば次の通りである。

理化学校委員長兼校長	小崎 弘道
化学教師兼教頭	下村孝太郎
生理学教師(ミンガン大卒)	児玉 信嘉
応用化学教師(帝大卒)	山寺 容磨
化学顧問(ハーバード大卒)	キニコット
数学器械学	フォーグ

また、学科規程として純正部門と応用部門の二者を設け、前者は化学兼生理学を、後者は陶磁器及び染工の二科を専門科としている。(明治25年9月には応用部門に薬学科が増設され、二部門四専門科になる。)各専門科の修得単位数は次の通りである。

純正理化学部門 化学兼生理学

- ・予備科一年 () 内数字は週時間数
- 無機化学(3) 数学幾何(4)
- 無機化学実習(5) 物理学(3)
- 動植物学(2)
- 人体学(5)
- ・本科一年
- 有機化学(2) 実習(5)

- 定性分析化学(10) ドイツ語(4)
- 植物生理学(2) 用器画(5)
- ・本科二年
- 定量分析化学(10) 金石学(2)
- 動物生理学(2) 冶金学(4)
- 実習(5) ドイツ語(4)
- ・本科三年
- 定量分析化学(10) 工業化学(4)
- 人体化学(1) 化学定説(2)
- 実習(3) ドイツ語(2)
- 応用理化学部門 陶磁器科
- ・本科一年
- 平面幾何及代数(3) 図画自在画(10)
- 無機化学(3) 陶車用法(13)
- 物理学(3) 英語(3)
- ・本科二年
- 定性分析(10) 陶磁器煉瓦製造(3)
- 定量分析(10) 陶車用法(10)
- 図画用器画(10) 英語(2)
- ・本科三年
- 定量分析(10) 英語(2)
- 陶磁器煉瓦製造実習(25)

入学者の年齢は満17年以上と規定し、入学試験科目として純正部門は読書(十八史略程度)、数学(開平・開立・方程式など)、英学(サイエンス・プリモルス)をあげている。

(3) 波理須理化学学校の活動と終焉

開校後約半年を経過した明治24年(1891)4月7日、帝大総長加藤弘之、東京化学会会長長井長義や北垣京都府知事、折田三高校長らも臨席して開校式がもたれた。「同志社文学会雑誌」No. 42(明24・4・30)の「波理斯理化学学校開校式」特集によると、加藤弘之は「理学に関する学校の設立せらるる望先しこれ需要は十分にあるも其需要あることが世に知れ難き所あるに因るなり又理学に関するものには金がかかり器械が入り書物を以て教ふる能はざるが故必要の理知られても開け難く必要のある比には開けざるなり此中に在て理化学学校の隆盛の域に進まんとするは最も喜ぶべきことなり」と述べ、欧州文明の発展の原因が理学に在り、実験に基く学理の追究と応用が今日の実業社会の進歩を生み出したと演説している。また、帝大生物学教授援作佳吉は世界各国が弱肉強食を事とした仁義礼智信の範囲外に駆馳奔走する時にあたり、多額の財を投じて他国子弟の高等教育に尽力する人があることを、四海兄弟の公義に因るものとし、社会のため

に喜ぶと述べたあとで、「政事法律の如きは其学校の設置比々枚挙に遑あらざるも理学工学の如き実業の教育を授る者は帝国大学其他僅々屈指にだも足らざるなり此時に当り我国固有工業の中心なる西京に於て此理化学学校の設立ある豈我国のため賀せざるを得んや」と祝意を表している。

理化学学校教員はもとより学生の多くが、この学校の存在を単なる理科教育の場のみとは捉えず、キリスト教主義を基本として「精神活力ありて之れを邦家に尽し真正の自由を受くべき人物を養成する事」(徳富蘇峰筆記による新島の同志社への遺言⁽¹¹⁾)をめざして、多様な活動を展開するようになる。その一つが教員学生有志による理化学講演会であろう。すでに開校式前の1月5日に18名が出席して第一回講演が次の三氏によってもたれている⁽¹²⁾。

- 西川季雄(学生) 日本紙製造法
- 鈴木彦磨(学生) 登窯の構造
- 鈴木達治(学生) 日本鉱業に就て

開校式後は理化学学校講演会と改称して部外者にも一般公開することになり、設立趣旨を次のように述べる。「夫れ理学的研究發達は今日の文明を来したる一大原因にして暫くも忽諾に付す可きにあらず然れども本邦に於ける理学的思想は未だ甚だ幼稚にして為めに実業上に教育上に遺憾の点少しとせず殊に我京都市は本邦三大都の一に居るも所謂學術上の沙漠にして而も理学上の教育に乏しきに從來これが普通發達を図るの道開けざりしは吾人の最も慨せし所なり(中略)學術上の真理と応用とを最も通俗に最も簡明に講演せんとするものなり。⁽¹³⁾

明治24年11月14日の第一回講演会の状況を「同志社文学雑誌」No. 48は次のように記している。「去14日午後6時、第一回理化学館楼上に開けり入場券5錢但同志社生徒に限り2錢、始に校生鈴木達治氏地震略説と題し一時間余も弁じ第二の松山高吉氏の本邦陶器術の由来は間々滑稽的の語を挿まれたれば聴衆倦まず、談料多く時に限ありて其發達の初紀のみの外聴くを得ざりき、第三の化学の話は下村教頭の講題にして先ず化合するの例として硫黄と鉄及熱硫黄と鉛、又に接せずし化合するの例として塩酸瓦斯とアンモニアの実験を示され、又空素沃度を以て分解の理を説き、硫酸銅を溶解したる中に短刀を入れて銅と化し、又硫酸より水素を取るの二試験を以て置換の理を説明せられたり、時9時半に逼るを以て其予定の一斑のみ演ぜられて終られぬ⁽¹⁴⁾。」

「同志社文学雑誌」にみる限りでは、この講演会は25年2月まで月1回ずつもたれており、小泉俊太郎(京都薬劑師長)のような学外者も講師として参加している⁽¹⁵⁾。

当時の状況はまさしく「京都府教育史」(京都府教育会編 昭15)が指摘するように「學問に熱心なりしのみならず、その氣風は極めて質素にして努力主義で非常に真面目な精神主義がみなぎっていた⁽¹⁶⁾」のである⁽¹⁷⁾。

しかし、日清戦役前後の国権の増強が官尊民卑の傾向を助長するにつれて、入学者が激減し明治25年9月の入学生は僅かに2名を数えるのみになる。このため、理化学学校はもとより同志社全体の経営も著しく困難になり、アメリカからのハリスの寄金すら理化学学校以外の用途に流用せざるを得なくなる。加うるに明治29年(1896)のハリスの死は波理須理化学学校にとっても致命的なものになった。寄金10万弗のうち約半分はアメリカで投資して、その果実をもって理化学学校の経常費を支えるものとされていたが、その後の日米両国での経済進展は貨幣価値にも変動をきたし、更に100万弗の寄付が予定されていた時点でハリスが病没したのである。

かくして、まず教頭下村孝太郎が新設の大阪ガス会社技師長として招かれて去り、明治29年には薬学科が廃止され、翌30年には理化学学校の学課程度を引き下げて同志社高等学部——今日の後期中等教育程度——の一部とするに及んで、昭和19年の工專設立まで、高等教育機関としての理化学学校は同志社から姿を消すことになった。

文 献

- (1) 「日本教育史資料書第五輯」臨川書店(昭48)
- (2) 佐藤誠実「日本教育史2」東洋文庫(昭48)
- (3) 「新島先生記念集」同志社校友会(昭15)
- (4) 同志社編「新島襄書簡集」岩波文庫(昭29)
- (5) 「同志社文学会雑誌」No. 42(明24)
- (6) 「同志社50年史」カニヤ書店(昭1)
- (7) 「同志社90年小史」同志社(昭40)
- (8) 「同志社文学会雑誌」No. 40(明24)
- (9) 「同志社文学雑誌」No. 48(明24)
- (10) 「同志社文学雑誌」No. 50(明25)
- (11) 「京都府教育史」京都府教育会編(昭15)
- (12) 「京都府教育雑誌」No. 80(明31)

[解説]

上野彦馬の『舎密局必携』

大岩 正芳

(関西大学工学部)

1. はじめに

江戸時代の化学を語るとき、まずでてくるのが宇田川榕菴(1798~1846)であり、彼の『舎密開宗』(1837, 初篇がでる)はあまりにも有名である。この書に用いられた物質名の主なもの、現在にも生きており、また、この書は化学の定本として、明治初期においてもまだ生命を保っていたようである。したがって、『舎密開宗』の研究は多く、また、最近、田中実氏を中心に、この書の複製・現代訳が出版されたことは非常に喜ばしい。

宇田川榕菴に続く人としては川本幸民(1811~1871)がいる。異論もあるが、「化学」という語を造ったのは幸民ではないかと考えられており、『化学新書』という本を書いている。榕菴がラボアジエの化学体系を述べているのに対し、幸民は原子論の紹介者としての功績が大きい。

宇田川家は津山藩の藩医の家系であり、川本幸民は三田藩の同じく藩医の出身である。しかし、二人とも江戸で活躍し、幕藩体制下で幕府の組織の一員に組み込まれている(1860)。榕菴の方は幕府天文方に属する翻訳官の一員ではあったが、そこで行って翻訳の仕事以外の部分については全部ではないとしても、出版が許されている。ところが、川本幸民の場合、洋書調所およびそれが改組された開成所の教授となり、幕府内での教育、研究に従事し、上記の『化学新書』はその教科書として使用されていた。筆写されているが、幕府体制下では、ついに日の目を見なかった。『化学通』あるいは『化学読本』として出版されるのは明治になってからであり、幸民の没後のことになる。

江戸時代の化学者として、もう一人を推すとすれば、本稿の主人公、上野彦馬(1839~1904)であろう。彼は次に述べるように、医者の家系でもなければ、江戸で勉強したわけでもない。蘭学者の系列から見ると主流からはずれた所で活躍している人である。ここに彼の面目があると思う。彼のことに研究してみたいと思っ

殆んど中西啓氏が書かれたもの⁽¹⁾からの引用であることをおことわりしておく。

さらに、筆者は化学史の専門家ではなく、ただ江戸時代から明治初期にかけての科学・技術書のコレクターにすぎない。素人である。思い違いや誤述も多いことと思う。読者諸兄姉の御指摘、御教授をぜひお願いしたいと考え、ここに筆を執った次第である。

2. 上野彦馬について

長崎奉行の配下に“御用時計師”という役人がいた。出島を通して入ってくる西洋のめずらしい機器を国内に、といっても主として幕府にであるが、紹介するいわば技術者である。享保年間に置かれたとのことであるから、吉宗が“洋書の禁”を解いた(享保5, 1720)のと同じ頃であり、その必要性を吉宗は感じていたのであろう。ところで、その御用時計師に幸野俊之丞がいた。彼はダ・ゲールにより銀板写真(ダゲレオタイプ)の発明されたことを聞き、それを取りよせ(1840)、天保12年(1841)、これを島津斉興に献上した。そして、さっそく斉彬を写している。これが日本に写真機の輸入された最初である。

さて、上野彦馬は時計師、俊之丞の長男である。俊之丞は幸野家の養子となっていたが、後に上野家にもどっており、彦馬も父と共に上野姓を継いでいる。彼が後年、写真店を開業することになるが、それには父の影響が非常に強かったことと思う。

彦馬は父の死後、喜永6年(1853)、後見人のすすめにより、大分県日田の儒医広瀬淡窓の「咸宜園」に入門した。数え年16才の時である。ところで、この「咸宜園」は九州での名門だったらしく、門弟も多かった。高野長英や大村益次郎もここで学んでいる。日田は大分県といっても、福岡県に近い場所にあるが、大分県の国東半島からは麻田剛立(天文)、三浦梅園(天文、究理)、帆足万里(物理)など蘭学の先覚者たちがでている。キリシタン大名だった大村氏の影響が新しい学問に対する情熱として残っていたのかもしれない。

彦馬は「咸宜園」の修業を終わり、長崎に帰るが、医者を開業する気持は全くなかったようで、父の残して行

った焰硝製錬所の復興を志し、まずオランダ語を通詞の名村八右衛門に学び(1858)、続いて安政5年(1861)長崎の医学伝習所に入門する。ここでオランダの医官、ボンベ・ファン・メルデルフォールトに化学を学ぶのである。ボンベはコロジオン膜に沃化銀を分散させた湿板写真機を持っていた。彦馬の興味を引かぬはずはない。その写真機は黒田藩の藩医に譲渡されてしまうが、彦馬はじっとしてはいらなかったことと思う。同門の友人である堀江敏次郎と共に写真機と薬品を完成し、安政5年にボンベの所に来ていた松本良順(医師)をつれ出し、撮映に成功している。また文久元年(1862)にはオランダ商を通して写真機を入手している。ただし、その代金を支払ったのは堀江の藩主、藤堂高献(津藩)であった。彼は堀江と共に、その写真機を持って、江戸の藩邸に行き、ここで写真を多数、撮っている。

この年、藤堂高献は津に帰藩するが、彦馬も堀江敏次郎と共に津に行き、ここで化学やオランダ語の講義をした。このときの原稿の一部が『舎密局必携』となって出版されるのである。

文久二年(1862)彦馬は長崎に帰り、製煉所を改造して、上野撮影局(後の上野写真館)を開業する。この写真館は明治に入ってからでも続き、最盛期の明治33年前後には上海、香港、ウラジオストックにも支店を出していたそうである。また、明治10年の西南戦争、27年の日清戦争には従軍し、写真を撮っており、明治7年にはダビッドソンの依頼で天体観測写真の撮影にも成功している。とにかく、日本の写真界の草分けである。

写真の話ばかり書いてしまったが、彼の化学知識もずいぶんレベルの高いものであった。それは『舎密局必携』の内容を追って紹介して行こう。なお、彼の死は明治37年(1904)、数え年68才である。

3. 『舎密局必携』の構成

『舎密局必携』は図1に見るように堀江公肅、上野彦馬抄訳となっており、文久壬戌(文久二年、1862)の文字が見える。また、三冊目の終の所に発行書契として、京都の吉野屋、江戸の和泉屋、大坂の河内屋の次に勢州津、岩田町、伊勢屋治兵衛の名が並んでいる。当時の出版物がどのような形式で出されたかはよく知らぬが、津市という地方都市の名がでている所を見ると、堀江公肅(敏次郎)が出版に当たり大きな役割をはたしていたことを伺うことができる。

序文は堀江が書いており、化学の重要性を解いているわけであるが「醜虜往来、和戦未決」の語が見え、富国のために「舎密之術」の必要なことが述べられている。

その時はすでに開国されてはいるが、幕末のあわただしさが感ぜられる。桜田門外の変(1860)、咸臨丸による遣米使節団の出発(同)、生麦事件、薩英戦争(1863)、長州征伐(1864)という時代である。

題言、すなわち著者の序文を見ると、まず参考文献9篇が目につくが、その原書は最近大森実氏により明らかにされた⁽²⁾。『必携』を論ずる場合、それら原書との比較が重要な仕事となるが、これは現在の筆者には手に負えない。専門家におまかせすることにしてしよう。

それらの文献に続き、次の一条がある。

初篇一・二・三巻ハ舎密総括及ビ無機性篇(山物)非金屬部、兼テ撮影術ヲ挙グ、中篇一・二・三・四巻ハ無機性篇金屬部ヲ述ブ、後篇一・二・三・四・五・六巻ハ有機性体(動物、植物)ヲ述ブ、附録上・中・下巻ハ、試薬・雷機器・伝信機・抗工所業等、及ビ本篇ノ拾遺ヲ掲グ。

すなわち、全部出版されていたら16冊の大部なものとなり、『舎密開宗』と並ぶ名著となったことと思う。しかし、出版されたのは初編3巻のみであったようだ。巻三の裏表紙には“中編後編嗣出”とある。上記のように構想はすでにできており、彦馬もその予定だったことと思うが、何かの事情で後が続かなかったのであろう。当時の国内情勢や出版に対する労力から考えると、やむを得なかったのかもしれない。しかし、いずれにしても3巻



図1

で終わってしまったことは惜まれる。
 題言ではさらに元素の記号や反応式の説明も行われているが、それらについては次に述べることにし、前編3巻の内容のうち、主なものをまず掲げておこう。章別に示せばよいのかもしれないが、長くなりすぎるため、まとめておいた。

卷一. 舍密総括 (二化学基礎)

元素名, 化学当量, 親和力, 反応の分類など
 無機性舍密篇

酸素, 水素, 炭素, 硫黄.

卷二. セレン, 窒素, 塩素, 臭素, 沃素, フッ素, 燐, 砒素, 硼素.

卷三. 硅素

附録: 撮影術, 撮影右版

卷三は36丁 (72ページ) のうち19丁が硅素に、残りが附録の写真術に当てられており、この写真術に著者上野彦馬の真面目を發揮している部分である。しかし、硅素の部分も、色ガラスの製法などがあり、やはり無視することはできないであろう。

4. 元素と元素記号

まず第1章は“舍密原素及ヒ親和平衡力”という表題で、当時知られていた元素名と化学当量について述べている。元素はここでは“原素 (コロンドストフ)”と書かれており、また“親和平衡力 (エキューイファレント)”は化学当量である。その定義の部分を引いておこう。
 親和平衡力ト名クル者ハ、異類ノ原素相親和スルニ、其成分確然タル配合、定量アルヲ云。譬ヘハ十六羅度ノ硫黄ハ、百羅度ノ瀝ト和シ、百十六羅度ノ朱錠トナルガ如シ、然ルニ十六羅度ノ硫黄ニ、百十羅度ノ瀝ヲ和スレハ、復タ百十六羅度ノ朱錠トナリ、十羅度ノ瀝ヲ余ス。即チ硫黄ノ十六、瀝ノ百ハ、親和平衡力ノ分量ニシテ、又他ノ諸原素ニ親和スルモ同率ナリ。
 定比例の定理にもとづく化学当量の考え方が定着している。

この文に続いて元素とその当量の一覧表がつけてある当量、すなわち親和平衡力は酸素ではなく、水素を基準とした価で示されている。その表を図2に掲げた。ここには当時知られていた、ほとんどすべての元素名が示されている。不活性ガスはまだ知られていなかった。14番目に実埵意密鳥母というのがある。これはランタノイド系のもので、Di で示され、当時は元素と考えられていた。しかし、結局は ⁹⁹Pr, ⁹⁰Nd, ⁹²Sm, ⁹⁴Eu の混合物で

あることが後に明らかにされるのである。
 表を見ると元素の符号が示されている。元素名の頭文字1字または2字をとっており、西洋の直輸入型である。化学反応式 (後述) や化合物の成分を示すには記号が必要であり、そのためのものである。また物質名はすべて漢字が当てられている。この命名法は宇田川榕菴の『舍密開宗』のそれを踏襲しているのであるが、日本と中国を比較するとき、大いに興味を引く点がある。

現在ではヨーロッパなどからの外来語はすべて仮名文字を使っているが、当時、名詞はすべて漢字を用いるという風習であった。物質の他、人名も漢字を当てている。酸素や水素などは物質名そのものに意味があったから、命名も容易であったと思うが、新しい元素が次々とでてきた場合、その対応は容易でない。そこで宇田川榕菴は万葉仮名の発想のもとに、物質名の発音に対応した漢字を用いたのである。これが日本人の発想であり、現在の日本に仮名文字が汎濫しているのもその延長線上にある。

ところが中国では異なる。各元素に一つずつ新しい字を造っている。手もとに同治9年(1870)清国で出版され、明治6年に日本で翻刻された『化学初階』という書があるが、この中に示されているいくつかの元素名を示せば表のようになる。

表1 日本名と中国名との比較

日本名	中国名		日本名	中国名	
	『初階』	現在		『初階』	現在
水素	輕氣	氢	セレン	硒	碲
酸素	養氣	氧	テルル	碲	碲
窒素	淡氣	氮	燐	磷	磷
塩素	綠氣	氯	硫黄	硫	硫
臭素	溴	溴	ナトリウム	鈉	鈉
水銀	汞	汞	カリウム	鉀	鉀
炭素	炭	炭	カシウム	鈣	鈣
沃素	磷	磷	マグネシウム	鎂	鎂

ナトリウムの鈉、カリウムの鉀など、よく考えられている。古くからよく知られていた金、銀、銅、鉄、錫、鉛などはもちろん、そのまま使われているが、新しい金属に対しては金編にその金属名に近い字を合わせたものが多い。タンクスデンに対する“鎔”などは傑作の一つと思う。また、白金を“鉑”としているが、この字など、日本でも使ってもよいのではないだろうか。ともかく、外来文化を受入れる際の日本と中国の差がこんな所にも現われている。

5. 親和平衡力と分子式

再び図2にもどろう。ここには“親和平衡力”すなわ

図2 元素名とその記号および当量

那	且	沃	嘉度	加爾	加勃	加	阿斯	阿	符号	舍密局必携	勃	暹	暹	辰	拔	巴	羅	意大利	符号	ノ率ト定メ比較ス
二三二	九二〇	二七〇	五五八	二〇〇	六〇	三九二	九九六	八	親和平衡力	卷一	一〇九	一四〇	二九六	未詳	六八五	五三三	五二二	九八〇	親和平衡力	比較ス
那篤留母	且答律母	沃陳	嘉度密鳥母	加爾叟母	加爾勃辰究母	加留母	阿斯縵母	阿幾舍尼紐母	原素	卷一	勃留母	暹多里屈母	暹古屈母	辰阿屈母	拔留母	巴爾刺留母	羅留母	意大利留母	原素	
布	布知	華	勿	麻僱	滿	納	搜	鳥	朗	卷一	律	利	知	實	多	度	別	百	波	
一〇三七	九八七	六八七	二八〇	二二七	二七六	未詳	九二〇	五九五	四七〇	卷一	五二二	六五	二四一	四九六	五九六	未詳	六九	未詳	三一四	
布繪留母	布知留母	華那留母	勿爾律母	麻僱留母	滿瓦留母	納律母	搜爾弗刺密鳥母	鳥刺留母	朗答留母	卷一	律的留母	利知鳥母	知且紐母	實埵意密鳥母	多留母	度那留母	別列爾留母	百魯留母	波斯留母	

莫	喜	喜	比	符号	舍密局必携	的	的	越	依	箇	格	格	蒲	弗	符号
四六〇	一〇	一〇〇	一〇六	親和平衡力	卷一	六四二	未詳	未詳	二二二	二九五	二六三	三五五	八〇一	一八八	親和平衡力
莫列貌留母	喜度羅尼紐母	喜度刺爾義留母	比斯縵多留母	原素	卷一	的爾律留母	的兒留母	越爾留母	依多留母	箇拔留母	格魯密鳥母	格羅耳留母	蒲羅密鳥母	弗律阿留母	原素
斯論	斯丹	私	攝	攝	卷一	須	悉	精	悉	究	浩	亞	亞	亞	亞
四三七	五八九	三九二	四七三	三九七	卷一	一六〇	二二三	三三三	三三六	三三七	一九七	一〇八〇	七二二	未詳	一三二
斯多論留母	斯丹紐母	私知留母	攝留母	攝列留母	卷一	須爾拔留母	悉里留母	精究留母	悉爾留母	究布留母	浩律留母	亞爾健留母	亞爾攝留母	亞里留母	安律密鳥母

再び図2にもどろう。ここには“親和平衡力”すなわ

ち当量は示されているが、原子量ではない。倍数比例や定比例の定理はよく理解されており、『必携』はドルトンの原子説(1806~8)にもとづいた記述がなされている。しかし、原子、分子の概念はまだない。これは分子の概念が明確になるまで待たねばならぬのである⁽³⁾。

ところで、分子の概念はアボガドロが1811年にあの有名な仮説を出す、拡張しすぎて混乱が生じ、忘れられてしまうのは諸兄姉もよくご存知のことと思う。この分子論が復活するのは1860年のことである。したがって、上野彦馬や当時の日本人にそれを求めることは無理な注文である。なお、アボガドロの仮説が日本に紹介されるのは明治になってからであり、リッテルの『化学日記』(明治7)はそれを正しく伝えている。

さて、親和平衡力であるが、まず、メンデレーフの週期表(1871年)⁽⁴⁾の原子量と比較してみた。比較にはできるだけ当時のヨーロッパの価との比較がよいと考えたからである。それを表2に示す。“親和平衡力”すなわち、当量は原子量を原子価で割った値である。その意味で表を見ると、第I, II, VI, およびVII族の元表に対しては多少の例外はあっても、まず妥当な価がでている。ま

表2 『必携』の中の元素およびその当量の値とメンデレーフの週期表の原子量との比較
当時の原子量は()内の数字で示した。また—は『必携』に記載なし、?は『必携』で元表名のみ。

族	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	H 1 (1.0)									
2	Li 6.5 (7)	Be 6.9 (9.4)	B 11 (11)	C 6 (12)	N 14 (14)	O 8 (16)	F 19 (19)			
3	Na 23 (23)	Mg 12.7 (24)	Al 13.2 (27.3)	Si 22.3 (28)	P 31.4 (31)	S 16 (32)	Cl 35.5 (35.5)			
4	K 39 (39)	Ca 20 (40)	—	Ti 24 (48)	V 69 (51)	Cr 26 (52)	Mn 28 (55)	Fe 28 (56)	Co 29.5 (59)	Ni 30 (59)
5	Cu 32 (63)	Zn 32 (65)	—	—	As 72 (75)	Se 40 (78)	Br 80 (80)			
6	Rb — (85)	Sr 44 (87)	Y 23 (88)	Zr 34 (90)	Nb ? (94)	Mo 46 (96)	—	Ru 52 (104)	Kh 52 (104)	Pd 53 (106)
7	Ag 108 (108)	Cd 56 (112)	In — (113)	Sn 59 (118)	Sb 129 (122)	Te 64 (125)	I 127 (127)			
8	Cs — (133)	Ba 68 (137)	*	—	Ta 92 (182)	W 92 (184)	—	Os 100 (195)	Ir 98 (197)	Pt 99 (198)
9	Au 197 (199)	Hg 100 (200)	Tl ? (204)	Pb 104 (207)	Bi 107 (208)	—	—			
10				Th 59.6 (231)		U 60 (240)				

* ランタノイド: Di 49.6(138), La 47(180), Ce 47(140), Er ?(178)

た第VIII族の元素も、原子価は一種でないものが多いが、2価として考えれば、妥当な価であろう。

ところが、第三~V族は混乱している。金属は一応対象外としても、炭素は6平衡力では原子量の1/2であるのに対し、硅素は原子量に近い数字がでている。また、窒素、磷、砒素、アンチモンはいずれも原子量に近い価になっている。『必携』の参考書となった原書を見ないと、決論は下せないが、ヨーロッパにおける当時の混乱がそのままここに持込まれているようである。そこで、まず問題となる窒素について、アンモニアがどのように示されているかを知ろうと思ひ、その分子式を『必携』の中でさがしてみたら、“窒素ヲ得ル法”の項に「 NH_3 」すなわち NH_3 と正しく書かれていて、少し首をひねらざるを得なかった。

さて、上述の親和平衡力を基準にすると、種々の化合物の分子式が示されることになるが、その主なものを次に示しておこう。わかりやすくするために対応するローマ字記号も付けておく。

表3 化合物の記号

物質名	記号	註
水	喜阿 (HO)	
酸化水	喜阿 (HO ₂)	過酸化水素
酸化炭素	加勃阿 (CO)	
修酸	加勃阿三 (C ₂ O ₃)	
炭酸	加勃阿二 (CO ₂)	
軽炭化水素瓦斯	加勃喜二 (CH ₂)	
硫酸	須阿三 (SO ₃)	
亜硫酸	須阿二 (SO ₂)	
次亜硫酸	須二阿二 (S ₂ O ₂)	
硫化水素	須喜 (SH)	
硫化炭素	加勃須二 (CS ₂)	
詣摸尼亞	暹喜三 (NH ₃)	
消酸	暹阿五 (NO ₅)	
亜消酸	暹阿三 (NO ₃)	
格羅耳酸	格羅阿五 (ClO ₅)	塩素酸
塩酸	格羅喜 (ClH)	
酸化鉄	勿二阿三 (Fe ₂ O ₃)	
亜酸化鉄	勿阿 (FeO)	

以上でわかるように水素を1、酸素を8とするから、水は H₂O ではなく、HO、過酸化水素は H₂O₂ ではなく HO₂ となっている。炭素は6としているから、CO や CO₂ は現在と同じになるが、メタンは CH₄ ではなく CH₂ となっている。

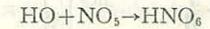
図3 窒素酸化物の表

この表の前に「窒素ノ酸化経階」という語が使われている

一名發烟消石精精製ノ消酸剥薦亞 一ノ發烟消石精精製ノ消酸剥薦亞 一ノ發烟消石精精製ノ消酸剥薦亞	亞消酸	消酸	次消酸	亜消酸	酸化窒素	亞酸化窒素
	ヲ發ス	暹阿五	暹阿四	暹阿三	暹阿二	暹阿
	尋常ノ消酸ニ銅ヲ溶ススハ此瓦斯	同	同	同	同	同
	稀消酸ニ精錳ヲ溶解スル寸ハ純	同	同	同	同	同
	四十分ノ酸素	三十分ノ酸素	二十四分ノ酸素	十六分ノ酸素	八分ノ酸素	

また、上の表から、当時はまだ、酸における H⁺ の意味が全くつかめていないこともわかる。例えば、硫酸は SO₃ が単に水に溶解したものであり、炭酸は CO₂ が水に溶けたものに過ぎないと考えているわけである。したがって修酸を C₂O₃ で示している。これに水を加えれば (COOH)₂ となり現在の式と一致するわけである。

ややこしいのは窒素酸化物であろう。Nの当量を14としているから、例えば消酸の場合、NO₅ となっている。現在の HNO₃ に対応させるには



であり、酸素の原子量16を用いれば HNO₃ と、現在の式と一致する。塩素酸 HClO₅ も同様である。

6. 反応式

化学反応は次の3種に分類される。すなわち

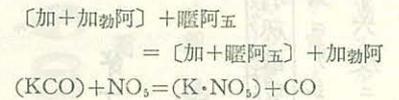
- 単親和：エンゲル、ケウル、フルワントシカッ
- 複親和：デュッペル、ケウル、フルワントシカッ
- 援親和：ホールベシキッケンデ、フルワントシカッ

『舎密開宗』には“単親和”、“複親和”と訳されているが、このような分類法が当時一般に行われていたことがわかる。

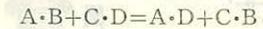
ところで、まず“単親和”とは、現代的手法で式を書けば



という型の反応であり、例として、次の反応が掲げられている。



また、“複親和”とは



という型であり、例は多い。

“援親和”には次の説明がある。

譬へハ [甲丙] 成分ノ一物アリ、[乙] ヲ加フル寸ハ [甲] ヲ扱テ相親和シ、[丙] ヲ放離セントス、然レトモ、其力微ナリ、是レニ [丁] ヲ加フル寸ハ其力ヲ援ケ、[丙] ノ分離ヲ進メシムルカ如シ。

すなわち、何かを加えて反応を促進させるということであり、触媒反応を指している。しかし、ここには例はでない。著者自身、よくわかっていなかったのかもしれない。『必携』より少しおくれて慶応年に出版された『化学入門』では、この種の反応を“媒助親和”と呼び、次のような例がでている。

驗へハ一片ノ鉄ヲ水中ニ置クト雖トモ、常温度ニテハ

図4 化学反応式

阿幾舎尼紐母 加偈母十暹多里屈母 阿幾舎尼紐母
消酸 消酸制篤亞斯
十加爾勃屈究母 阿幾舎尼紐母
酸化炭素 此者五斯トナツ天
大氣内ニ消散ス

複擇親和 甲十四丁 乙十四丁 丙十四丁 丁十四丁
接擇親和 譬ハ 甲丙成分ノ一物アリ 乙ヲ加ル
寸ハ 甲ヲ擇ンテ相親和シ 丙ヲ放離セントス 然レ
其力微ナリ 是ニ 丁ヲ加寸ハ 其力ヲ接 丙ノ分離ヲ
進シムルカ如シ

石トナリ、又醋酸ヲ和スル寸ハ 醋酸制篤亞斯トナ
リ、炭酸ヲ放離スルカ如シ、其理左ニ示ス

〔甲十四丁〕〔乙十四丁〕〔丙十四丁〕
〔按〕右ノ率ヲ以テ、消酸ト制篤亞斯ノ單擇親和
ヲ審ニスル寸ハ左ノ如シ

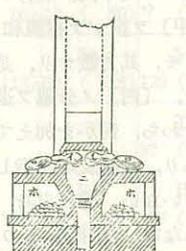
〔加十加勃阿〕〔十暹阿五〕〔加十暹阿五〕〔十加勃阿〕
〔按〕童蒙ニ便ナランタメ、今又是ヲ詳解スル
左ノ如シ、題言ニ參考スヘシ

加偈母 十加爾勃屈究母 阿幾舎尼紐母 十暹多里屈母
制篤亞斯 亞炭酸制

図5 発煙硫酸の製法 ここに示された反応式は 2FeO·SO3 = Fe2O3 + SO3 + SO2 である

第十一圖

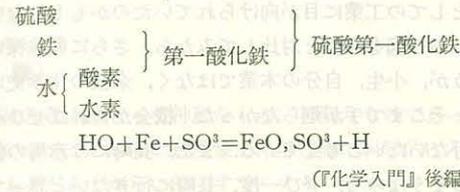
英吉利硫磺製法 一名引コンセントレド、ズワーレルシール
色臭共ニナシ、油標質ノ液ニシテ、腐蝕ノ味アリ、三
百二十六度ニ沸滓シ、異重力一、八四八、大氣ニ觸テ
蒸發セザレバ、濕氣アル大氣中ニハ自容十五倍ノ



發煙硫酸製法 一名「アルドハウセルズ」フルニール
ト云、油標ノ液ニシテ、黄色或ハ褐色、臭氣鼻ヲ接
ク異重力一、九〇、綠礬 硫酸ヲ鍊製ノ列多爾篤
ニ容レ、熾熱乾留ス、口ノ受器ト其頸口ヲ密接シ
置クヘシ、第十一圖ノ如シ、三ハ火ヲ裝シ、口ノ受
ニハ綠礬ヲ置キ乾燥セシム、〇乾留ノ后列多爾
篤内酸化鐵ヲ殘ス、
此理左ノ如シ

二勿阿須阿三 勿ニ阿三十須阿三十須阿ニ

自ラホヲ分析スル事能ハズ、今少許ノ硫酸ヲ注加スル
トキハ鉄直チニホヲ分析シテ其酸素ト親和シ、再ビ硫
酸ト親和シテ硫酸第一酸化鉄トナル。此時水ノ泡沸ス
ルハ水素ノ遊離スルニ因ルナリ(『化学入門』初編)
この場合、硫酸が鉄と水の中の酸素とを結合させる媒
始人の役目をはたしているというわけであり、次のよう
な図が、別の所にはあるが、示されている。



これで見ると現在の触媒反応よりも別の意味に使われ
ているようにも見える。『必携』において、白金綿による
水素ガスの燃焼の話が「瓦斯ランプ」の項に見えるが、
それは白金綿が酸素をよく吸うからである、との説明が
あるが、これは援択親和とは考えていないからである。
燃焼に関しては酸素の項に「焚焼ノ理」としてまだフ
ロギストン説が述べられているのはどうしたことだろう。
ただ著者の註として次の一文がついているのが救いであ

図6 カメラの図

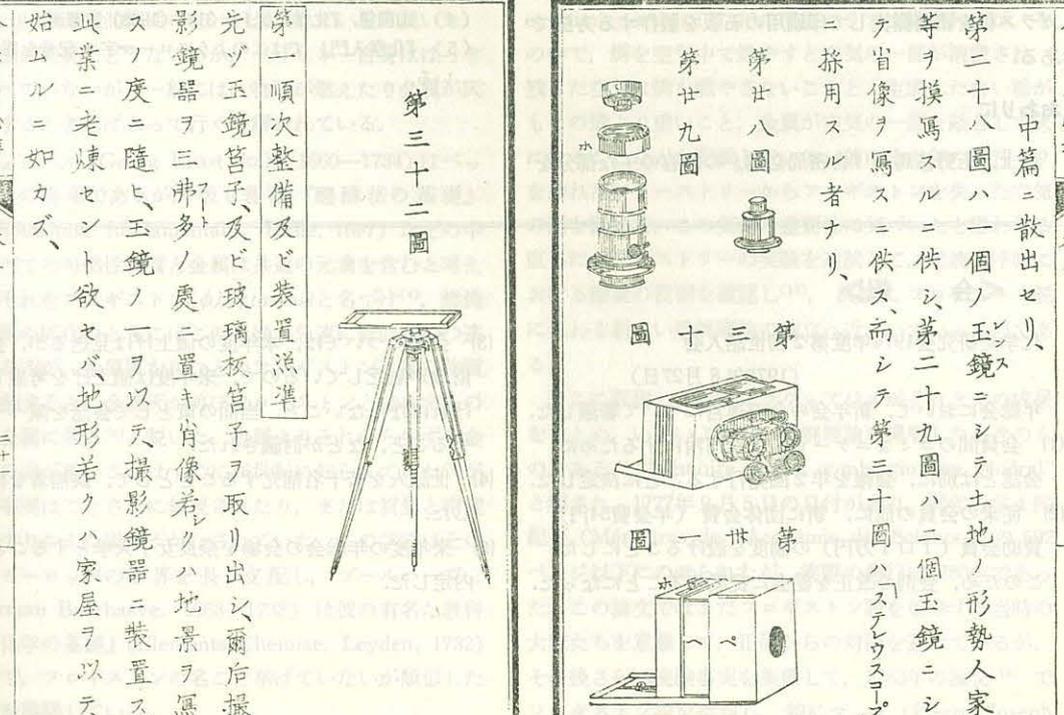
レンズの他、立体写真用カメラ(第三十圖)まで示されている。

第三十二圖

第一順次整備及ビ装置漁準
元ヅ玉鏡管子、及ビ玻璃板管子ヲ取り出シ、爾后撮
影鏡器ヲ三弗多ノ處ニ置キ肖像若クハ地景ヲ寫
スノ度ニ隨ヒ、玉鏡ノ一ヲ以テ撮影鏡器ニ装置ス、
此業ニ老煉セント欲セバ、地形若クハ家屋ヲ以テ
始ムルニ如カズ、

中篇ニ散出セリ、
第二十八圖ハ一個ノ玉鏡ニシテ土地ノ形勢人家
等ヲ摸寫スルニ供シ、第二十九圖ハ二個玉鏡ニシ
テ肖像ヲ寫スニ供ス、而シテ第三十圖ハ「ステレオスコ
ニ採用スル者ナリ、

第三十圖
第三十一圖
第三十二圖



る。
(按) 往昔ハ波羅義斯教ヲ元質ニ配位ス、然レドモ近
属碩学ノ説ニ隨ヘハ、揮發部分ノ酸素ニ和シ、其際温
光ヲ発スル者ナリ。

7. 撮形術(ポトカラヒー)

卷3の前半は硫酸塩すなわちガラスに当てられ、後半
は附録として写真術が述べられている。ガラスの量が多
いことは、当時の日本人の興味を引いた化学製品の一つ
がガラスだったのかもしれないが、ヨーロッパにおいて
も、永年、積み重ねられてきた色ガラスの手法に新興の
学問である化学の光が当てられ、無機化学の一つの研究
対象として、当時のヨーロッパでも重要なものではなか
ったかと思う。ガラスの部分が多いのは、この「必携」
のみでなく、「舎密開宗」においても、一卷の大部分を
ガラスに使われている。無機化学の応用分野として意義
のあったことであろう。

卷3の後半の写真術は先にものべたように著者、上野
彦馬の経験をもとにしたものであることは云うまでもな
い。著者は「ここで写真術そのものを詳しく述べるもの
ではないが、写真に用いる薬品は舎密家の管轄範囲だか

ら、それに必要な薬品をここに掲げる」との書き出しで、まず写真機の図を掲げ(図6)、ガラス板の洗滌法、コロジオン膜をガラス板に塗布する法(コロジオン中に沃度を分散させておく)、そのガラス板を硝酸銀溶液に浸し、乾板を作り、写真機に入れる。撮影時間は8~40秒と書かれている。現像には硫酸鉄、または没食酸が用いられ、定着液には次亜硫酸ソーダが用いられている。以上で“消極像”すなわちネガが得られる。

ポジすなわち“積極像”を得るには紙にやはり塩化銀を浸ませたものを用い、密着法で日光により感光させている。薬品の扱いや、種々の注意すべき点など経験者でなくてはわからぬ点にも細くふれているのはさすがである。

なお、写真術に関する最初の出版物は『必携』より少し先の嘉永七年(=安政元年, 1854)で、川本幸民が『遠西奇器術』の中でのべている。しかし、この方はダゲロタイプ、すなわち銀板写真である。両者を比較するのもまた一興ではあるが、ここでは紙面の都合上、略そう。

『必携』のこの部分でのもう一つの特徴は「写真石版術」の紹介であろう。まずこの石版術の発明の経過のべた後、その方法を簡単に紹介している。すなわち、アスファルトを溶液にしたものを石版上にぬり、アスファルトの感光による硬化性を利用したもので、上記のネガガラス板を密着露光して印刷用の石版を製作する方法である。

おわりに

以上、上野彦馬の『舎密局必携』の内容の主な部分を

紹介したわけであるが、この書の各論の細部にはあまりふれなかった。そこでもう少し追加しておこう。

この書は理論よりも各論に重点が置かれ、また薬品などの製法も実験室的なものはもちろん多いが、工業にも目が向けられている。例えば硫酸、塩酸、燐などにもそれが見られ、さらにガラスに関しては工業用の炉や板ガラス製造装置も示されている。当時の興味の対象が富国策としての工業に目が向けられていたのかもしれない。それらの図を原書と対比してみたら、さらに興味深いと思うが、小生、自分の本業ではなく、余技の化学史なので、そこまで手が廻らなかつた。機会があればぜひそれを行ないたいと考えている。また、長崎には彦馬の像があるそうなので、ぜひ一度、長崎に行きたいと思っているが、まだそれをはたしていない。

なお、これを書くに当たり、東洋大学の鎌谷親善氏にはいろいろお世話になった。最後にお礼を申し上げておこう。

注

- (1) 緒方富雄編『江戸時代の洋学者たち』p. 254, (昭和47) 新人物往来社。
- (2) 大森実, 『蘭学資料研究会, 研究報告』No. 298(1975. 9)。
- (3) 原子という語に対し、川本幸民は 亜多面 を用いている(『化学新書』) また竹原平太郎の『化学入門』(慶応3, 1867)では 亜多綿 と書いている。
- (4) 山岡望, 『化学史伝』p. 318, (1938) 裳華房。
- (5) 『化学入門』ではこのようにローマ字の記号を用いている。

- (3) 会費については、本年度の値上げは見送るが、会の財政が窮乏しているので、来年度は値上げを考慮しなければならぬこと、当面の策として会誌を減ページすること、などが討議された。
- (4) 世話人を若干名補充することとして、候補者を検討した。
- (5) 来年度の年総会の会場を奈良女子大学とすることが内定した。

《会 報》

化学史研究会1974年度第2回世話人会

(1975年8月27日)

年総会において、新年会の会の運営について審議した。

- (1) 会員間のコミュニケーションを円滑にするために、会誌とは別に、会報を年2回発行することに決定した。
- (2) 従来の会員の他に、新に団体会費(年会費54円)、賛助会員(1口1万円)の制度を設けることにした。このため、会則の改正を総会に提案することになった。

〔原典翻訳〕

A. L. ラヴォアジエ：一般に燃焼を論ず

——解説と訳——

武 藤 伸

(武蔵高校)

〔解 説〕

火は古代人にとって神秘なもの、神聖なものであったに違いない。しかし燃焼現象を冷静な眼で科学的にみつめた人々も古くからいた。すでにテオフラストス(Θεόφραστος, c. 372—288 B. C.)は燃焼に空気が必要なことを知っていた⁽¹⁾し、ダ・ヴィンチ(Leonardo da Vinci, 1452—1519)は燃焼に関係するのが空気の一部でしかないことに気づいていた⁽²⁾。燃焼の本質についての探究はその後も実験的に続けられたが、17世紀後半に至り誤った仮説が提出されて、燃焼の理論はおよそ1世紀にわたり迷路に踏み込んでしまった。

ベッヒャー(Johann Joachim Becher, 1635—82)は著書『ミュンヘン化学実験室業績選』(Actorum Laboratorii Chymici Monacensis, seu Physicae subterraneae, Frankfurt, 1667)の中で、可燃性の物質には terra pinguis(油脂性の土)が含まれていると説いた。この土が燃焼でどうなるのか、ベッヒャー自身ははっきり述べていないが、一般には、物質が燃えたり金属が灰化⁽³⁾するとき逃げ去って行くと思われている。

シュタール(Georg Ernst Stahl, 1660—1734)はベッヒャーの高弟であるが、彼も著書『醗酵法の基礎』(Zymotechnia fundamentalis, Halle, 1697)などの中ですべての可燃性物質と金属は共通の元素を含むと考えて、それをフロギストン(φλογιστόν)と名づけ⁽⁴⁾、燃焼や金属の灰化のときにはこの元素が急速に旋回しつつ逃げ去る⁽⁵⁾が、金属灰が再びフロギストンと結合するので、金属に戻る⁽⁶⁾と説いた。金属よりそれから生ずる金属灰の方が重いことはすでに16世紀に知られていた⁽⁷⁾が、この事実はことさらに無視されたり、または質量と密度とをすりかえた説明⁽⁸⁾がなされていた。この学説はその後のヨーロッパの学界を長く支配し、プールのハーヴェ(Herman Boerhaave, 1668—1738)は彼の有名な教科書『化学の基礎』(Elementa Chymiae, Leyden, 1732)の中で、フロギストンの名こそ挙げていないが類似した理論を展開している。

1770年代になると、シェーレ(Carl Wilhelm Scheele, 1742—86)とプリーストリー(Joseph Priestley, 1733—1804)はあいついで酸素を発見したが、フロギストン説の先入観に災いされて、正しい解釈を与えることができなかった。すなわちシェーレは1770年ごろから数種の方法を用いて酸素を得、これを火気(Feuerluft)と名づけた⁽⁹⁾が、水素をフロギストンと推定し、両者が化合するとき生成する水を見落としていたので、火気とフロギストンが化合すると熱になると考えた⁽¹⁰⁾。一方プリーストリーは1774年酸化水銀を熱分解して酸素を得たが、彼はこの気体をフロギストンを失った空気(dephlogisticated air)と呼び、窒素をフロギストンで飽和された空気(phlogisticated air)と考えた⁽¹¹⁾。

ラヴォアジエ(Antoine Laurent Lavoisier, 1743—94)は1772年ごろから燃焼の研究を始めた。初期の研究をまとめた『物理・化学小論集』(Opuscules physiques et chimiques)は1774年の早春パリで出版されたが、その中で、燐を空气中で燃やすと空気の一部が消費され、残った空気は燐を燃やさないことと、生成した白い粉がもとの燐より重いこと、金属が空気の一部と結合して灰になることなどを記載している。彼はその年の10月パリを訪れたプリーストリーからフロギストンを失った空気の話聞いて、この気体の重要性に気づいたと思われる。直ちにプリーストリーの実験を追試して、燃焼と呼吸における酸素の役割を確認し⁽¹²⁾、次第にフロギストン説に代わる新しい燃焼理論の確立へ近づいていったのである。

ここに訳出した論文はラヴォアジエがそれまでの成果をまとめ、いよいよ新しい燃焼理論を提唱したときのものである。“Mémoire sur la combustion en général”と題され、1777年9月5日の日付があり、同年の学士院紀要(Mémoires de l'Académie des Sciences)の592ページ以下にのせられたが、実際の発行は1780年であった。この論文ではまだフロギストン説を信奉する当時の大家たちを意識して、正面からの対決を避けているが、その後さらに実験事実を集積して、1783年の論文⁽¹³⁾でフロギストン説を批判し、特にマッケ(Pierre Joseph

Macquer, 1718—84) を楡玉に挙げた。

ここに訳出した論文では、ラヴォアジエは酸素を純粋空気 (air pur) と呼び、フロギストンは否定したものの、光や熱を説明するために、それらを重さのない元素として残しておかねばならなかった。彼はこの元素を火の物質 (matière du feu) と呼び、純粋空気はその基 (base) となる元素が火の物質と化合してできていると考えている。純粋空気については、その後この物質が酸性の原因であるとの確信を得て、酸性のもとという意味で酸素 (principe oxygine) と呼ぶことを提唱した⁽¹⁴⁾。なお火の物質の名はその後カロリック (calorique) と改められた。

ラヴォアジエの新理論は1784年ごろから次第に支持者の数を増してきた。1787年に彼は同志のギトン・ド・モルヴォー (Louis Bernard Guyton de Morveau, 1737—1816)、ベルトレ (Claude Louis Berthollet, 1748—1822) およびフルクロア (Antoine François de Fourcroy, 1755—1809) と共著で『化学命名法』(Méthode de nomenclature chimique, Paris) を出版したが、この命名法はラヴォアジエの新理論によって体系づけられているので、その採用はラヴォアジエの理論の承認を意味する。さらにラヴォアジエは『化学本論』(Traité élémentaire de chimie)⁽¹⁵⁾ と題する教科書を書いて1789年にパリで出版したが、ヨーロッパ各国語にも訳されて広く流布し、彼の新理論の普及に役立った。

- (1) 例えば W. Mellor, A comprehensive Treatise on inorganic and theoretical Chemistry, I, 1937, p. 36.
- (2) 例えば J.R. Partington, A History of Chemistry, London, (以下 Partington と略す) II. 1969, p. 5.
- (3) calcination は calx (金属灰) を生成する反応なので、本稿では一貫して灰化と訳す。
- (4) Stahl, Zufällige Gedancken und nützliche Bedencken über den Streit von dem sogenannten Sulphure, und zwar sowohl dem gemeinen verbrennlichen oder flüchtigen als unverbrennlichen oder fixen, Halle, 1718; cf. Partington, II. p. 667.
- (5) Stahl, Specimen Beccherianum, Leipzig, 1738 など. cf. Partington, II. p. 669.
- (6) Zymotechnia など. cf. Partington, II. p. 670.
- (7) 例えば G. Cardano, De Subtilitate, Nürnberg, 1550. cf. Partington, II. p. 13.
- (8) Stahl, Experimenta, Observationes, Animadversiones, Berlin, 1731 など. cf. Partington, II. p. 676.
- (9) Scheele, Nachgelassene Briefe und Aufzeichnungen, Stockholm, 1892; cf. Partington, III, 1962, p. 219—20.
- (10) Scheele, Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer, Uppsala und Leipzig, 1777: cf. Partington,

III. p. 224.

- (11) Priestley, Experiments and Observations on different Kinds of Air, London, II. 1775.
- (12) Mémoire sur la nature du principe qui se combine avec les métaux pendant leur calcination et qui en augmente le poids; *Mém. Acad. Sci.* 1775, 520.
訳文: 玉虫文一・木村陽二郎・渡辺正雄編『原典による自然科学の歩み』1974, p. 265.
- (13) Réflexion sur le phlogistique, pour servir de développement à la théorie de la combustion et de la calcination, publiée en 1777; *Mém. Acad. Sci.* 1783, 505.
- (14) Considérations générales sur la nature des acides et sur les principes dont ils sont composés; *Mém. Acad. Sci.* 1778, 535.
- (15) 訳書: 田中豊助, 原田紀子共訳『化学のはじめ』1973.

A. L. ラヴォアジエ: 一般に燃焼を論ず

物理学では型にとらわれた精神が危険であるが、それと同列に並ぶのが、あまりに多様な実験を無秩序に積み重ねたために、科学を解りやすくするどころかかえって解りにくくしたり、科学へ入門するつもりで来た人々に近づきにくい感を与えたり、さらに長い骨折りを重ねた末に無秩序と混乱しかもたらされないという心配である。事実と観察と実験とは偉大な体系を構築する資材である。しかしそれらを寄せ集めて科学の中に混乱をひき起こすことは避けるべきであり、むしろそれらを分類し、全体の中でそれらが占めるべき正当な位置と部分に配置して区別するように努める必要がある。

この観点から考察すれば、体系とは、理学においては、我々の器官の能力の不足を補うのに適した道具でしかない。それらは我々に問題解決への正しい道を示す近似法と呼ぶのが適切である。それらは仮説であって、実験で否定されるたびに次第に修正され、訂正され、変更されていって、多数のものが淘汰され、消え去っていった末、他日必ずや自然界の真の法則を会得できる境地へ我々を導くにちがいない。

これらの反省に勇気づけられて、私は今日思い切った燃焼についての新しい理論を学士院に提出する。私が日頃の掟としている遠慮をこめて言えば、これはむしろ仮説と呼ぶべきで、その助けによって燃焼や灰化に関するすべての現象と、さらに部分的には動物の呼吸に伴う現象さえも、極めて満足に説明される。この仮説の根本的な基礎はすでに拙書『物理・化学小論集』第1巻のp. 279, 280で述べた。しかし打ち明けた話をすると、当時は私自身の学識にあまり自信がなかったため、奇抜に見えそ

うな、しかもシュタールや彼の学派に属する多数の高名な学者の所説と真向から対立する見解を打ち出す勇気がなかったのである。

私をためらわせた原因の一部はおそらく今日でもまだ残っているだろう。しかしその間にこの時期以来蓄積された事実は私の考えに有利であると思われるので、私は自説に確信を持つようになった。これ以上強くはできないかもしれないが自信が付き、証拠または少なくとも可能性が十分に得られたので、私の説に同意できないかもしれない人々さえ、論文を書いたことで私を非難することはできないと信じている。

一般に、物体の燃焼では、いつも変わらない4つの現象が観察されるが、それらは自然の法則に基づいていて、決して避けられないように思われる。これらの現象は他の報告の中でそれとなく述べられているが、やはりここで数言繰り返さないわけにはゆかない。

第1の現象

すべての燃焼で、火または光の物質が発散される。

第2の現象

物体は極めて数少ない種類の空気体の中でしか燃焼することができない。いな、むしろただ1種類の空気体の中でしか燃焼は起こりえない。この空気体をブリーストリー氏はフロギストンを失った空気と名づけたが、私はここで純粋空気と命名したい。我々が可燃物と称する物体は、真空の中でも他のどの種類の空気体の中でも燃えないだけでなく、逆にさっさと消えてしまう点で水や他の任意の流体に漬けたときと同じである。

第3の現象

すべての燃焼で、燃焼が行われた場所の純粋空気は破壊または分解されて、燃焼した物質の重量は正確に破壊または分解された空気体の分だけ増加する。

第4の現象

すべての燃焼で、燃焼した物体はその重量を増加させた物質が加わって酸に変化する。それゆえ、たとえば、硫黄を鐘の中で燃やすときの燃焼生成物は礬酸⁽¹⁾である。燐を燃やすときの燃焼生成物は燐酸である。炭素を含む物質を燃やすときの燃焼生成物は固定空気、別名白堊酸である、など*1。

金属の灰化も正確にこれらと同一の法則に従っており、マッケ氏がそれを穏やかな燃焼であると考えたことには極めて大きな理由がある。すなわち、1. 金属の灰化ではいつも火の物質を発散し、2. 純粋空気の中でなければ真の灰化は起こらず、3. 空気体が灰化される物体と化合する所までは同じだが、酸を生ずる代わりに金属灰と呼ばれる特別な化合物を生成する点が異なっている。

動物の呼吸と燃焼と灰化との間に存在する類似性を示すことはここでは全く不要である。それについては本報の続篇で立ち帰ることにしよう。

金属の灰化と燃焼というこれらの別々の現象がシュタールの仮説によって極めて巧妙に説明できる。しかし彼によれば、金属とか、硫黄とか、可燃性と考えられるすべての物体の中には、火の物質すなわちフロギストンが固定された状態で存在すると仮定せねばならぬ。ところがシュタールの学説の信奉者に可燃性物質の中に火の物質が存在することを証明してくれと求めると、彼等は必ず循環論法に陥って、可燃性物質は燃えるがゆえに火の物質を含んでおり、火の物質を有するがゆえに燃えるとしか答えられないのである。この解析からたやすくわかるとおり、燃焼を説明するのに燃焼を用いている。

それゆえ金属や硫黄などの中に火の物質すなわちフロギストンが存在するというのは実は1個の仮説または仮定に過ぎない。それが1度は承認され、灰化と燃焼の諸現象のうちのいくつかを説明しているのは事実である。しかしこれと反対の仮説によって、すなわち可燃物といわれる物質の中に火の物質もフロギストンも存在を仮定しないで、これらと同じ現象をずっと自然に説明できることが明らかになれば、シュタールの体系はその根底さえくつがえされることがわかるだろう。

読者はきっと先ず第1に私が火の物質を何と理解しているのか尋ねることを忘れないだろう。私はフランクリン、ブールハーヴェ、および古代の哲学者の一部と同じように、火または光の物質は極めて微細で、しかも極めて弾性に富む流体であり、我々の住んでいる遊星のすべての部分を取り囲んでいて、それを構成する物体の内部にある程度入り込みやすいが、遊離しているときには全体と平衡を保とうとする性質を持っていると答えよう。

さらに私は化学の言葉を借りて、この流体は多数の物体の溶媒であると付言したい。それは水が塩類と化合し、酸が金属と化合するのと同じようにして、水と化合する。このようにして火性の流体と化合し溶解された物体は、化合の前に有していた性質の一部を失って、火の物質にもっと近い新しい性質を獲得する。

それゆえ、当学士院の秘書課に提出した報告²⁾の中で示したとおり、すべての空気状の流体すなわちあらゆる種類の空気体は任意の固態または流態の物体が火または光の物質と化合して生じた生成物である。そして空気状流体が有する弾性と、相対的な軽さと、うすさなど、火の流体に似通った性質はすべてこの化合に起因するのである。

この説によれば、ブリーストリー氏がフロギストンを

失った空気と名づけた純粋空気は火性の結合体であり、火または光の物質はその中に溶媒として含まれ、もう1つ別の物質が基として入っている。ところで任意の溶液があるとき、基との親和力がその中の溶媒よりもっと強いある物質を加えると、基はすぐに後者と結合して、放出された溶媒が遊離する。

燃焼の間には同じ事が空気の中で行われる。燃焼する物体は空気からその基を奪う。その瞬間、それまで溶媒となっていた火の物質は自由になり、完全に復権されて、本来の性質として知られている炎と熱と光とを現わしながら脱出して行く。

この理論でわかりにくそうな所を説明するために若干の実例を示そう。純粋空気の中で金属を焼くとき、空気の基は、それ自身の溶媒との親和力の方が金属との親和力より小さいので、金属が融けると同時に金属と結合し、それを金属灰に変える。空気の基と金属とがこのように結合することは、1. 金属が灰化するとき観察される重量の増加と、2. 鐘の中の空気がほとんど全部破壊される事実とから明らかである。しかし、もし空気の基が火の物質の力で溶液の中に溶けているならば、この基が金属と化合するにつれて火の物質が遊離され、それが発散されながら炎と光とを生ずるはずである。金属の灰化が速ければ速いほど、すなわちある一定時間内に固定される空気の基が多ければ多いほど、1度に遊離される火の物質が多いので、燃焼がきわ立って目立つ。

これらの現象は金属の灰化では極度におそいので知覚しにくい、硫黄や燐の燃焼ではほとんど瞬間的である。私は合理的に反対するのがむずかしそうに思える実験を行って、これらの2種の燃焼では空気またはより適切には空気の基が吸収されて、すなわち硫黄や燐と化合して、礬酸または燐酸が生成することを証明した。しかし空気の基はその溶媒から離れなければ新しい化合物に移ることができず、この溶媒は火の物質その物であるから、発散するとき光と炎とを伴わなければならない。

炭やすべての炭素を含む物質は空気の基に対して同じ作用をする。それらは燃焼によって空気の基を取り入れ、固定空気または白堊酸と名づけられた固有の酸を生成する。この変化でも空気の基の溶媒すなわち火の物質が発散されるが、その一部はこの有毒な酸と結合して、この物質によく知られた蒸気すなわち弾性のある状態を与えるために使われるので、発散される量は硫黄や燐の燃焼のときより少ない。

ところで鐘を水銀の上に倒立させてその中で炭を燃やせば、純粋空気を使って実験したときでさえ、炭を燃やした場所の空気の体積がそれほど大きくは減らないこと

が観察されるだろう。これは生成するにつれて凝縮して凝固状態になる礬酸や燐酸と異なって、生成する有毒な酸が気体状態のままだからである。

従って私はすべての燃焼に同一の理論が適用できると考える。しかしこの問題は今後たびたび取り扱わねばならないだろうから、今回はこれらの一般例だけにしておこう。かくして私の説を要約すれば、溶媒となる火の物質がそれに対し基として作用し、かつ適当な方式でそれを中和するある物質と結びついて、空気が構成されている。この基との親和力がもっと強い物質を作用させるたびに、基は溶媒と別れる。そこで火の物質はその姿と本性とを取り戻し、再び我々の眼に熱と炎と光とを現わす。それゆえこの学説では、純粋空気すなわちブリストリー氏のフロギストンを失った空気こそ真の、そして多分自然界で唯一の燃焼性物体である。そして燃焼の現象を説明するために、可燃物と呼ばれるすべての物体の中には莫大な量の火が固定されているが、逆に金属、硫黄、燐および極めて固く、極めて重く、極めて緻密な物体の大部分には火がほとんど含まれていないことが極めて確からしいということや、そしてこれらの物質の中には遊離した火の物質のみが、周囲にあるすべての物体と平衡を保つ性質のおかげで存在していることさえ、多分もう仮定する必要はないことがわかる。

前述の考察を立証するのに役立つもう1つの明白な傍証は、ほとんどすべての物体が3種の異なった状態で、すなわち固体か、液体、換言すれば融解された形か、空気と蒸気の状態かで存在し得る事実である。これらの3態は、これらの物体の中に浸み込んでそれらと結合している火の物質の量の多少だけできまる。それゆえ流動性と蒸発性と弾性とは火の存在と火の莫大な量とを特徴づける性質であり、逆に固さと緻密さとは火が存在しないことを証明する。ゆえに空気状の物質、そして空気自身が、結合された火を大量に含むことが証明されれば、固体が火をほとんど含まないことも同じように確からしい。自然界における重要な現象のすべてにこの理論がどのように光明を投ずるかを明らかにしようとして企てては、私が自らを律し、かつ周囲の事情から設けられた節度を踏み外すことになるだろう。しかしそれでも、空気が弾性のあるうすい流体である理由をこの説がいかに容易に説明するか、もう1度指摘しないではいられない。実際、火はすべての流体の中で最も微小で、最も弾性があり、最もうすいから、その化合する物質に自分の性質の一部を伝えるはずであり、塩を水に溶かしても常に水らしい性質の一部が残っているように、火による融解もまた火らしい特性の一部を保存するはずである。

真空の中でも、火の物質が火の物質との親和力の極めて強い基と結合している任意の空気状化合物の中でも、共に同じように燃焼が起こり得ない理由もまた理解される。

これらの原理によれば、ダイヤモンド自身の中や、そして火の物質を思わせる性質が1つもなく、むしろそれとは両立しない性質を示す多数の物質の中にまで、火の物質が大量に固定されまたは化合していると仮定する必要はもはや全く無用である。ましてやシュタールのように、物体の重量が増加しているのにその構成物質の一部を失うと主張する必要はまるでないのである。

この報告で発表された理論は呼吸現象の一部の説明にも応用できると前に予告したが、そのことに触れてこの論文を終わりたい。

今年の復活祭の例会で発表した報告⁽²⁾の中で、私は純粋空気が肺の中に入った後、一部が固定空気すなわち白堊酸の状態になって出て来ることを明らかにした。それゆえ、純粋空気は肺を通過する間に、炭が燃えるとき起こるとよく似た分解を受けている。そして炭の燃焼では火の物質の発散が起こるから、息を吸ってから吐き出すまでの間に肺の中でも同様に火の物質が発散されるはずであり、血液と共に動物の営みの全体に配分され、レオミュール氏の温度計⁽³⁾でおよそ32度 $\frac{1}{2}$ という一定の熱を維持しているものは疑いもなくこの火の物質である。多分この考え方は出まかせを言っているような第1印象を与えるだろう。しかしそれを否定したり非難する前に、この説が確実でかつ論争の余地のない2つの事実に基づいていることを考えてほしい。それらは肺の中で空気が分解されることと、純粋空気の分解すなわち純粋空気から固定空気の状態への移行に常に火の物質の発散が伴うこととである。しかしそれ以外にも動物の熱が肺の中での空気の分解によって維持されることを確証している事実として、自然界には呼吸の習慣を有する動物以外に温血動物は存在しないことと、この熱は呼吸が速ければ速

いほど多く、従って動物の熱と肺の中に入った空気の量または少なくとも固定空気に変化した空気の量との間には一定の関係が存在することが挙げられる。

この論文でシュタールの学説を非難したが、彼の学説を厳密に証明された理論ではなく、もっと確からしく、自然の法則にもっと適合しそうに見え、かつ説明のための作為が一層少なく、矛盾も少ないと思われる仮説で置き換えようとしているのに過ぎないことを最後に繰り返しておく。

いろいろの事情から今回は体系の全体を通覧して結論の概略を述べることにしかできなかった。しかし研究の発展に応じて多数の報告書を発表し、各部分を順に再び取り上げてゆく予定であり、私が提唱する仮説が物理学と化学における主要な現象を極めて巧妙にかつ極めて単純に説明できることをあえて予言しておく。

注

- *1 この機会に酸の数は想像を絶するほど数多くあり得ることを指摘しておく。
*2 この報告は後に朗読され、紀要420ページに印刷された⁽⁴⁾。

訳者注

- (1) acide vitriolique を礬酸と訳した。vitriol vert と緑礬 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)、vitriol bleu と胆礬 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) などの対応が見られるからである。
(2) Expériences sur la respiration des animaux et sur les changement qui arrivent à l'air en passant par leur poumon; *Mém. Acad. Sci.* 1777, 185. 訳と解説 (武藤伸) 生物学史研究 No. 23, 28, 1973.
(3) レオミュール (René Antoine Ferchault de Reaumur, 1683—1757) の温度計は1種のアルコール温度計で、実質的には定点を1ヶ所しか設けず、液の膨張によって温度を定めており、水の氷点と沸点の間がおよそ80度になる。
(4) De la combustion de la matière dufeu avec les fluides évaporables et de la formation des fluides élastiques aëriiformes; *Mém. Acad. Sci.* 1777, 420.

〔原典翻訳〕

A. L. Parson : 磁子説による原子構造論

Part II・III の訳

藤 崎 千 代 子

(新潟大学教養部)

第II部 原子構造

§5 磁子間の力

磁子が円電流の性質をもつと仮定し (§1), 廻転している環状荷電としてそれを描き, この荷電の挙動は普通の電気力学の法則と一致すると考えてきた. 現在の理論に必要な磁子の性質の輪廓を更に描くためにこのモデルを用いるだろう.

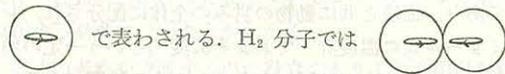
第一に, 2磁子間に作用する厳密な性質, とりわけ2磁子が合体しそうにびったりと引き寄せられる条件が考察されねばならない. もし自然発生するならば, 合体は避けられない現象であり, そうならば原子の, 化学作用にかかわる磁子としては考えられないからである (我々は磁子構造の本質を研究しなくても2磁子が最もびったりと接触することを合体として定義できる). もし一定の大きさ, 周速, 同じ直線上に磁子軸を有する2磁子が, 距離 d はなれているならば, 2磁子間の力は次の式になるだろう.

磁的引力又は反発力 (M) は, 磁子半径に比して d が小さい時 $1/d$ に, d が非常に大きくなると $1/d^4$ に等しい. 電気反撥力 (E) に対応する関数は $1/d, 1/d^2$ である. したがって合体直前で d が小さい時, その力は磁子の周速 (v) と同じ速度で, その長さの方向に動く, 一定の長さの平行な線荷電間の力と同じである. それからもし c が光速ならば, 力の比 M/E は v^2/c^2 に等しい. したがって, $v < c$ ならば, $M < E$ で磁子は合体できない. また合体は d のあらゆる値に対し, 反撥力である. なぜなら, d が増大すると M は E より急速に減ずる. $v=c$ の時でさえ, d がゼロになる限界値を除くと, M/E は1より小さい. これは合体を認めることである. しかしもし, 磁子が外力により初めて接近するならば, の話である. 私は磁子の“厚さ”を無視してきた. このために合体するには c が v より少し大きいことが必要だ. $v=c, v > c$ の場合, ここでは相対律 (The law of relativity) に違反しないといえよう. なぜならば, 磁子

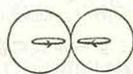
の周囲に連続的に分布する荷電は v のあらゆる値に対し, 一様な場を磁子に保証するからである).

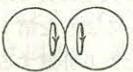
さて磁力が化学作用を十分に説明しうる程大きければ, v は c より非常に小さくないことは, §6 で示すつもりである. したがって $v=c$ と仮定するのが最も単純である. 合体しない磁子では磁子間の相互誘導は小さく, たとえ2磁子が合体しても1磁子あたりの磁力率は半減されるだけだから, 接近する磁子間の相互誘導は無視できる.

化学結合の現象に戻れば, 静電理論では解決しにくい H_2 分子の結合を説明することはいとむずかしい. H_2 分子の結合は各々1磁子を含む電気的中性な2原子間の磁的引力に帰することができる. 図を書くとき H 原子は



で表わされる. H_2 分子では



又は  である (これらの図は化学的観点から

等は等しく満足しているが, 磁的性質は非常にむずかしい). 磁子が陽球の中心から引き離され, H_2 分子が H 原子と更に結合しないという事実は陽球の妨害作用——陽球が妨害して, 2磁子が相互に接近する程には他磁子は接近できない——によって説明される. しかし残余磁力は残っており, それは構造式には示されないが, 凝集現象の最も一般的表現にみられる, 分子と他分子の部分間の作用の一部, 時には殆ど全てを説明する (§§ 11, 16) (このモデルを用いた H_2 分子の解離熱の計算は § 18 を見よ).

1個以上の磁子を含む原子の研究を進める前に, 次のことを指摘するのが適当かもしれない. 磁子と陽球というこの理論の基礎的概念自身は単純だが, 陽球と磁子から生ずる状態は数学的観点からは非常に複雑なので, 厳密な定量的処置は実際上不可能である. それ故に以下の部分では色々な影響について相対的度数 (relative order) 以上を求めるつもりはない. しかしそうだともし理論を展開する時つきまとう不確定性の故に適用しても無意味でない程度に, 広範に互る事実に対しその理論を拡張

できると思われる.

§6 8磁子群

陽荷電球内に静止している少数の電子の配置は J. J. Thomson の著書『物質の電子理論』(The Corpuscular Theory of Matter) の pp.102~106 に書かれており, その中で3, 4, 6電子は3角形, 4面体, 8面体に配置されているが, 8電子の対称的立方体配置は不安定だと述べている. しかし磁子はその課題の中に2要素を持ち込んでいる. 一つには電子は散開環状 (extended ring shape) であり, 更に重要なことは“2極”性磁力だということである. 最小の磁的エネルギーをもつ配置をとるために, 磁子の隣接部分の電流は平行かつ同方向にあるか, あるいはより動的だが未完成な形をとるために, どちらを向いても磁子のNとS極は交互に置かれねばならない. この観点から“3, 4, 6, 8磁子”群を考えてみよう (明らかに5, 7は他の数になる可能性はない).

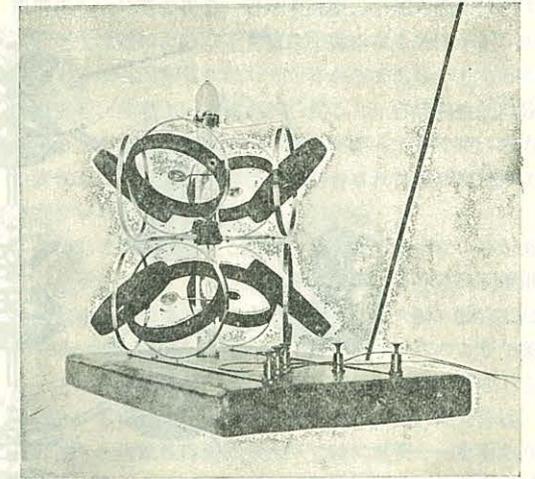
3磁子の最も安定な配置は  で示される. 4磁

子は  の配置をとり, この配置は対称な静電的

条件の下では不規則な4面体を形成する (1つのモデルから作り出される4面体は反対の1対の磁子を紙面上に持ち上げると想像すれば描かれる). 6磁子の8面体構造は多分3対の磁子から同様の方法で作られるだろう. しかし6磁子群は, それ程対称性は高くない8面体構造より, 低い磁的エネルギーをもつ配置をとる. つまり3磁子の, 平行な2群からなる三角プリズム配置である.

しかしこれらの配置の中のいくつかは3次元的対称性に欠けているが, それは全く別としても (その配置の影響は間もなく見られるだろう), それらのどれをとっても8磁子の立方体配置ほど低い磁的エネルギーをもつことはできない. これは3本の4重対称軸をもち, 磁的にみれば理想的である. そして球電子の場合, 立方体配置は安定さを欠くが, 磁子なら非常に安定なことは疑えない. というのは8磁子群の他の配置はそれほど対称性が高くないからである.

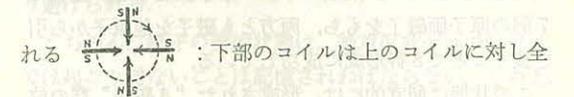
この8磁子群に期待される独特な性質を説明するために, 私は絶縁された8本のワイヤーコイルがコイルの半径の2.5倍の辺をもつ立方体の隅のジンプル (コンパスやクロノメーターを水平に保つための十字つり装置——訳者註) に保たれたモデル (写真I) を作った. しかしこのモデルは無理に立方体配置がとられ, 距離は動かせず, 電気は流れていないので, 群の挙動を完全に説明



8群の配列 (写真2の説明をみよ)

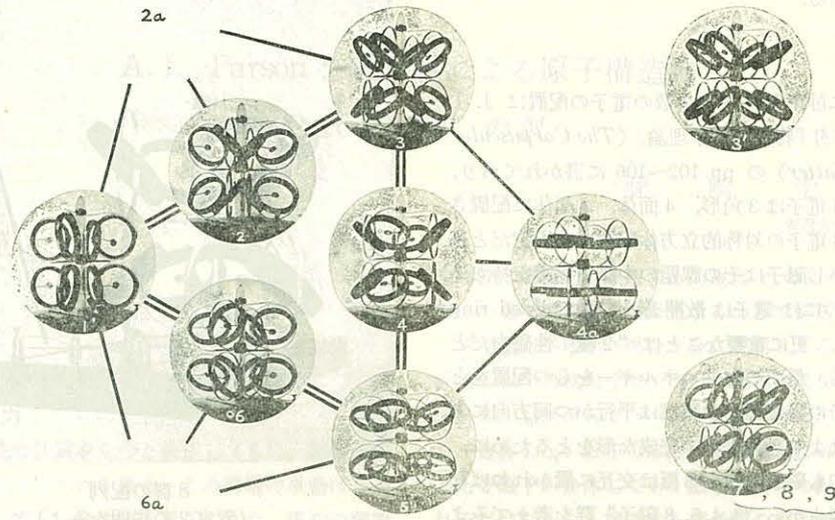
写真1

できない. だが電流で刺激されたら, こういう条件の下でこの“8磁子”群からどんな配置が仮定できるかを示している. これらの大部分は写真2に示されている. ここでの最も対称的で安定な配置は, 相互に密接に関連し容易に変わりうる6つからなるサイクルに変わる (1~6). 1, 3, 5の空間配置は相対的な差はあるが, それ以外は一致しており, 同様のことは2, 4, 6についても言える. このように群は極めて安定だが, 非常に動き易い. というのはその磁子は簡単には同一性をくずさずあらゆる方向に変わり得るからである. “8磁子”群は分子運動のためにたえず遭遇する外部の不定な場を全体として変える必要なしに自己調節できるので, 3次元対称があつてはじめて可能になるこの可動性が, もう一つの安定性の原因である. 写真の図1の上部の4コイルの電流 (currents) と流れ (flux) の方向は次の断面図に示さ



れる. 下部のコイルは上のコイルに対し全く逆転している. 7磁子からなる対称性の低い配置は, カメラに最も近い4コイルが左側にN極を, 他のコイルは右側にN極をもつことは簡単に分かる (又は逆). これらの配置はみな磁気モーメントがない. したがって1原子に磁気モーメントが存在すれば反磁性が大きくなるだろう.

いくつかの可能性について考えれば容易に分かることだが, その完全な対称性, 可動性, 非常に低い磁気エネルギーからみて, 8群は, 8以下又は8よりあまり大きくない数からなる群よりも, 安定性が増大する結合



8 群の配列

配列1のコイルを傾けた時、写真1を横切る線により示される方向に存在する地磁気の影響を示す。また配列3と3'では、コイルの電流方向のみが相互に異なっている。

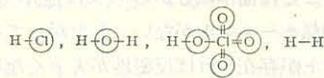
写真 2

(combination)である。だから、この8群が他群より形成され易いだろうと想像することは合理的である。

その上、8群において1磁子を支えている力は、2つの孤独な磁子 (two single magnetons) の間の力——おそらく完全に2倍の大きさ——より決定的に大きくなければならない。そしてもし磁子が光速で廻転するならば、ある場合には、磁子が1原子から他原子へ移動しはじめるのに十分な大きさになるだろう。その時我々は酸素や塩素の特長と思われる電気的に陰性な (electronegative) 原子に特有の、ある種の結合作用を、この影響に帰することができる。

後述するように、酸素は6個の原子価磁子を、塩素は7個の原子価磁子をもち、両方とも磁子を他原子から引き抜くことで8群形成に成功している。

この状態は便宜的には、形成された“8磁子”群の位置にあたる。各原子の記号のまわりに円を書くことによって構造式の中に以下のように表示できる。



こうみてくると、電子の移動が化学結合にはさけ難くつきまとうものだと要求しなくても、この理論はある場合には電子の移動を認めており (H-H分子と比較せよ)、周期律の短周期に見られる原子価の関係に、厳密に従っている。

8磁子を含む原子は、他原子から磁子を引き抜くことも、普通の状態では分離することもなく、He の特性をもつだろう (§1の He の反磁性も比較せよ)。だから写真2はこの理論に従った He 原子の図的表現である。

§7 原子の構造

“8磁子”群の独特な性質から、周期律全般に互り、元素の因果的順序 (sequence) が説明できる。原子価磁子以外の原子の全磁子を、8群ずつまとめて分離することは、“オクターヴ律”を理想的に説明できると、直ちに分かるだろう。実際、例えば1つの大きな群に対し、化学的、磁気的事実を説明しうる、真に迫ってさえるモデルを描きうる磁子配置は、他にはない。それ故に、以下ではこういう群を形成しうる条件を見つける観点に立って、陽球内の大多数の磁子の挙動を分析してみよう。

等価を示す陽荷電の球内でいくつかの磁子は、磁気エネルギーと電気エネルギーの動きの間で各々が最小になるような1つの平衡を確保しようと配列するに違いない。磁気エネルギーは、磁子を集めて1つの非常に密度の高い群になることで満足し、電気エネルギーはひとかたまりの磁子 (single magnetons) を平らに分布することで満足するだろう。そして距離が減少するにしたがい、磁力が電気力より急速に増加する事実を考慮すれば、2つの動きの間に起こりそうな歩み寄り、低い磁気エネルギー、それと同時にその群、つまり8群が対称性と可動

性をもって矛盾しないような最低数の磁子を形成することだろうと考えられる。しかし、この問題をもっと注意深く研究すると、1磁子がある位置から移動する時、その磁子は規則正しく分布する方式に従う。つまり戻そうとする静電引力は、その対抗する磁力よりも大きいことが分かる。結果として、安定な条件は、規則正しい分布になるわけである。

しかし、今まで述べたことは陽球が硬いと仮定している。もしも逆に陽球が圧縮するならば、我々は更に考えねばならぬ一連の条件がある。つまりこの陽荷電の圧縮率は、原子容量の関係、ガス状における衝突現象、α粒散乱の現象を説明するのに必要なことが分かるだろう (§16の終りのノートを見よ)。したがって陽球の圧縮性をここで導入しよう。

我々が用いている仮想的陽球は、2組の異なった性質をもつと仮定されねばならない。第1に、それは一様な陽荷電をもつて空間に無限に膨張する傾向がある。第2に膨張する静電力と平衡な多少弾性的と思われる力による結合力 (coherence) を有している。したがって仮想的陽球が磁子から分離されるときは、膨張状態にあり、極めて圧縮され易い。その上、異なる陽球が個性を保つためには、我々は流体よりむしろ弾力的固体のような内部構造を仮定する必要がある。以上に述べてきたことは、はじめ考えた程、現在以上に複雑な仮定を陽球に対し押しつけないだろう。仮想的陽球は単に固い凝集力を弾力的な凝集力に置換するだけでなく、原子にもう1つの自由度を増やす利点がある。

このような球では、各磁子は静電気引力により、陽球内の内部や周辺に陽荷電を凝集させるので、他磁子に対する静電作用を弱めるだろう。陽球に弾力を与えると生ずる第1の影響は、電気、磁気的作用の下で、容積が全般に減少することである。体積の減少で磁子が完全に中和されないように孤立された陽球において得られる弾性張力は荷電密度がある値に増加すればゼロになり、圧縮に変わり、荷電密度が更に増加するのに対抗するような静電反撥力と結びついて符号を変える。もちろんこういう符号の変化は“弾性的 (elastic)”という言葉の用い方にも示唆されてはいるが。

このような原子状態をやや詳しく研究できるが、それは複雑であり、いかに限定しても論ずることはむづかしい。電気力、磁気力作用の下での容量の減少は別としても、“静的状態 (static conditions)”の下では弾性球は多くの点で剛球と同様に振舞うだろう。つまり、多分、自然発生的に群に分離することはないだろう。この説は非常によく考察された推論とはいえない、というのは、

規則正しい分布の場合、陽球の反撥力が弾力性に依存する複雑な性質のため、不安定な平衡になる条件かどうかを決めることが非常に難しくなるからである。もちろん規則正しい分布という観点から見ると、自然発生的に分離するためには、磁子が群形成に向かって動く時、磁力の変化率は、電気力と弾性力の結合された力の変化率より大きいことが必要である。

しかし2状態 (弾性と剛性) に異なる大切な1点がある。分子が衝突すると、弾性球は剛球より非常に不規則に攪乱をひきおこす。こういう攪乱は、一瞬、独立した群 (separate groups) を形成するだろう。このような条件下で形成され易く、かつ平均して最も長時間存在しうる群というのは最小の磁気エネルギー、大きな対称性、可動性——可動性は動的条件下で特に重要——をもちうる最小の群だろう。したがって原子における8群形成が、平均的状态だという可能性は強い。

原子の静的状態を支える機構を見出すことは、明らかに人を満足させるだろうが、これから述べようとしている効果だけでも、おそらく原子の性質を決定するには十分だろう。もし静的に分離することが本質的な概念で、陽球の弾力性のため静的に分離できないことが分かったならば、磁子の大きなひとかたまりの群 (a single large group of magnetons) という概念にたよるよりも、磁子又は原子の陽部分に関して、もっと恣意的な仮定をする方がまじらうと思う。なぜなら“8群”形成は事実を非常によくモデル化してくれるからである。このような一連の仮定は Dr. D. L. Webster の示唆による。つまり磁子の場合、適当な小距離では、電気力より大きい磁力が作用すると仮定する (あたかも v が c より大きいかのよう)。この条件が群に分離させるのである。そしてこういう磁子の合体は、非常に小距離になるまで“逆立方”の法則にしたがうとする新しい反撥力の仮定により避けられる。

もちろん、原子の静的状態は、絶対温度ゼロの時以外では起こり得ないことは記憶されねばならない。その上、原子内で分離されて8群を形成すると、原子の内部と外部に攪乱 (inter- and intra-atomic disturbance) が起こる以外は、静的に安定しているかのよう、原子価磁子の反応は起こらない。一方、8群形成がこれらの攪乱によるものならば、どんな温度でも有機分子構造が不変で、とりわけ光学異性体が安定だといういちじるしい性質を、原子価磁子がどういう方法で保ち得るかを知ることは難しい。しかも実際、光学異性体の安定性が、磁子概念を導入するための根本理由の1つである (§§1,3)。しかし直接的観点に立てば、振動している原子内で、8群の数

の増加(an increase in the number of groups of eight) は(いずれにしても“陽結合”を形成する場合: §9 を見よ) 原子価磁子の影響を次第におさえ込むので, 現実に観測される炭素, 珪素, チタンの“有機”化合物のあの相対的安定性を見出せることを, 我々は期待できる。

これ以上問題を完全に解くことはやめて, 私は以下の理論のために次の仮定により議論を補足したい。つまり分離して8群を形成することは, 原子内での配置変化の可能性と振動の動的概念を捨てることなく, 静的条件下で起こりうるという仮定である。そしてこれから見られ

るように, これが本論文の論じ方の基調でもある。

さて, 添付の表に示された方法で, 全元素の原子構造に迫ってみよう。ただ1個の磁子をもつ水素の次には空所がある。それから(γ で表わされる) 8群を有するヘリウムが来て, 表は $Li(\gamma+1)$, $Be(\gamma+2)$, $B(\gamma+3)$ と規則正しく進む。これは短周期では非常にうまくいくが, 長周期になるとその方法を変えねばならぬのは明らかである。なぜなら, $Mn(3\gamma+7)$ は $Cl(2\gamma+7)$ と非常に異なる挙動をとる。今やバナジウムを, クロム, 硫黄と比べ, 塩素をマンガンと比べ, 鉄, コバルト, ニッケ

磁子による原子構造を有する元素の周期的分類

	長周期	二重長周期	長周期
	A 3γ	Kr 5γ	Xe 7γ
	K $3\gamma+1$	Rb $5\gamma+1$	Cs $7\gamma+1$
	Ca $3\gamma+2$	Sr $5\gamma+2$	Ba $7\gamma+2$
	Sc $3\gamma+3$	Y $5\gamma+3$	La $7\gamma+3$
	Ti $3\gamma+4$	Zr $5\gamma+4$	Ce $7\gamma+4$
	V $3\gamma+5$	Nb $5\gamma+5$	Ta $7\gamma+5$
	Cr $3\gamma+6$	Mo $5\gamma+6$	W $7\gamma+6$
	Mn $3\gamma+7$		
	Fe $3\gamma+8$	Co $5\gamma+8$	Ni $7\gamma+8$
	Cu $3\gamma+9$	Ag $5\gamma+9$	Au $7\gamma+9$
	Zn $3\gamma+10$	Cd $5\gamma+10$	Hg $7\gamma+10$
	Ga $3\gamma+11$	In $5\gamma+11$	Tl $7\gamma+11$
	Ge $4\gamma+4$	Sn $6\gamma+4$	Pb $10\gamma+4$
	As $4\gamma+5$	Sb $6\gamma+5$	Bi $10\gamma+5$
	Se $4\gamma+6$	Te $6\gamma+6$	
	Br $4\gamma+7$	I $6\gamma+7$	

Trans	He	Ne
.....	γ	2γ
I	H $\gamma+1$	Li $2\gamma+1$
II	Be $\gamma+2$	Mg $2\gamma+2$
III	B $\gamma+3$	Al $2\gamma+3$
IV	C $\gamma+4$	Si $2\gamma+4$
V	N $\gamma+5$	P $2\gamma+5$
VI	O $\gamma+6$	S $2\gamma+6$
VII	F $\gamma+7$	Cl $2\gamma+7$

....., プロト元素 (§8をみよ).

——, 未知元素, その存在の可能性は理論的に討論されていない。

—+—, 稀土類元素, $7\gamma+5$, , $7\gamma+20$ ($=8\gamma+12=9\gamma+4$) という構造の可能性がある。§13をみよ。

図 1

ルの3つ組元素をアルゴンと比べるならば, VからMnまでは $3\gamma+5$, $3\gamma+6$, $3\gamma+7$ によって表現される系で, 第4番目の3つ組元素で8群を形成するような傾向はなく, そして 4γ が実際に $3\gamma+8$ に相当するならば, 長周期の金属は我々が期待する, まさにその性質をもつ。これを表現するために私は原子価磁子を指示している数の上に—を書いた。例えば, $3\gamma+5$, $3\gamma+6$, $3\gamma+7$, $3\gamma+8$ のようである。通常, 小群(subgroup) AとBと呼んでいるものの間の差を非常にうまく説明しているこの事態は, $3\gamma+9$, $3\gamma+10$, $(3\gamma+11)$
 $(4\gamma+1)$ $4\gamma+2$ $4\gamma+3$

の構造をもつ銅, 亜鉛, ゲルマニウムの順に程度を漸減しながら進んでいく。立方体を形成しない“8磁子”群はIV群のゲルマニウム($4\gamma+4$)に達するまではしっかりした形にならない(立方体を形成しない——訳者)と仮定される。これらの元素にあてがわれる構造はこの論文の§13で論じられるだろう。

私はこの8群が(立方体)を形成しない理由を知ることにはできないし, それを保証するような付加的仮定も示唆できない。各長周期は原子内ですでに奇数の8群をもってはじまるが, それが何か特殊な意味をもつとは思われない。ある場合に8群が形成されない時, それは補足的仮定として分類されるだろう (§§15, 16)。しかしその補足的仮定からされる推論がいかによく多くのいろいろな事実と合致するかを以下に示そう。1つの結果だが, 銅, 亜鉛, ゲルマニウム(やそれらの同族)の原子に帰せられる互変異性(tautomerism)は特に効果のある概念だと思われる。

§8 原子内の磁子数

以下の表は van den Bröek の“原子番号 (atomic number)” (Bohr によれば原子の電子数) 及び元素の原子量と, 前章で原子に割当てられた磁子数を比較している。(図2)

2組の数字(磁子数と原子番号)は重原子の場合には Rutherford が α 粒子散乱から計算した電子数と一致する。しかし軽原子の場合, 最初は原子番号の方が有利である。第1に原子番号は原子量のほぼ半分に近いが,

これは水素又は重原子にはあてはまらない。第2に実験結果から求められる最も明確な計算は——第2次レントゲン線に関する Berkla の研究によるものだが (Phil. Mag., 5, 685~698, 1903; 21, 648~652, 1911)——軽原子の場合原子量のおよそ半分の電子数を示す。

しかし, ここで強調されるべき点は, 以下の理由のためこのような計算はいずれも何ら意味をもたない, ということである。

α 線散乱の現象から得られた Rutherford の原子番号は, 電子の全荷電が小さい陽核の荷電と等しいと仮定している。しかし本論文に述べられている原子モデルの場合は, 核が何かあるとしても, 中性でなければならない (§16の終りのノートをみよ)。また原子番号より1ずつ小さい Mosely により得られた“特性番号 (characteristic number)” は, 陽核の概念によらなければ, 原子の電子数と関連づけられないことも記憶されねばならない。

Berkla の研究に話を戻せば, Thomson 式による絶対値の計算はある仮定が必要である。1つは, 電子の大きさはレントゲン線の瞬間波動 (pulse) の長さに比べると小さい, ということである。これは磁子には全くあてはまらない。もう1つは原子内の電子は非常に離れているので, どんな波動も1度に1つしか作用しえない, ということである。このことは原子番号の仮説のすぐれた適用である Bohr 理論の原子の内輪 (半径 10^{-10} cm) の電子に対しては, 殆どあてはまらない。その上, 計算に用いられた e と e/m の値は, あるあいまいさを伴っている (容認されている e を 1.13 から 1.55×10^{-20} へ変更した結果, 空気の平均分子量として計算された電子数は 25 から 14 へ変わった)。そして最後により小さい角で散乱された放射線の大部分は Thomson 式によっては説明されないことが Crowther によって示され, Webster は, Thomson が離れている電子からの散乱線の相互補強を無視した結果だと指摘した。多くのあいまいさをともなった Berkla の結果から出る現在の計算は, どんな原子構造の理論に対しても厳密な意味をもつことはできない。

原子番号の仮説は, 元素の化学的性質と一致しない。J. W. Nicholson は最近の評論の中で (Phil. Mag., 27,

	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na...	S...	Fe	Co	Ni...	Os	Ir	Pt	Au...
磁子数 (N)	1.....8		9	10	11	12	13	14	15	16	17...	22...	32	32	32...	80	80	80	81...
原子番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11...	16...	26	27	28...	78	79	80	81...
原子量	1	4	7	9	11	12	14	16	19	20	23...	32...	56	59	59...	191	193	195	197...

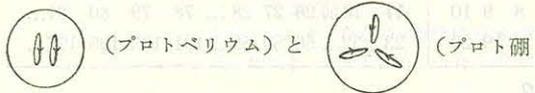
図 2

541~564, 1914) Bohr の原子モデルの電子の挙動に関する彼の議論は批難せざるを得ないこと、たとえば Bohr が Li にあてがった3電子をもつ系は実際には不活性ガスのような挙動をとることを指摘した。本理論に適用しても、この仮説 (Bohr の電子配置, 訳者) は同じ混乱をひき起こすだろう。たとえば (原子番号の仮説にしたがえば—訳者) 原子に7磁子をもつNは最大の電氣的負元素になるだろうし、唯一つの8磁子群をもつOは不活性になり、弗素 (原子番号の仮説では9で $\gamma+1$ に相当) は Li のように振舞うはずである。

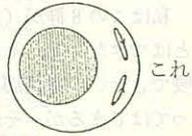
この仮説を代表してしばしば言及される1つの事実は、He の荷電原子である α 粒子が、いつもかきり2単位の荷電を有する、ということである。 α 粒子の速度が 0.82×10^{10} cm/sec におちる時、 α 粒子が突然消失するのはこの時点で中性化する以外には考えられない。あの巨大な速度で電子が中性になりえたとしても、中性化が巨大な速度のあらゆる電子をあまり速くない速度におとすとは考えられないだろう。そして Rutherford のような理論又はその変型の Bohr 理論は、電子が2個しかないとしてもなぜ2電子が1つずつ失われないのかという理由を示していない。それに反し本理論は、中性の He 原子が 0.82×10^{10} cm/sec の速度まで安定ならば、その速度以上のかんりの範囲に対して2磁子を失っても安定であると予言している。その理由の一部は、各 He 原子の次の磁子が最初の磁子より引き抜かれにくいからだが、理由の大半は、残っている“6磁子”群は、“7磁子”群又は“他の小粒子”群より、磁的な安定性は (安定な) “8磁子”群に近いからである (§6)。

最後に H と He 原子の間に中間の質量をもつ原子が存在するという明確な証拠がないことが、原子番号の仮説の主な論拠である。現在の理論にしたがえば、原子内で2から7磁子までを含む、理論的に存在しうる6元素が、地球の地殻に関する観測からもれており、その原子は H (1) と He (γ) 間の空隙を埋めるはずであることは記憶されねばならない。しかし考えてみれば (次に述べる例外はあるが)、たとえこのような元素が存在しても、それらが不活性なことは明白である。というのは、陽球においてのみだが、2から7磁子までは、原子の表面に向かって分散されている“8磁子”群の存在状態よりも、非常に低い磁的エネルギーを形成できるからである。

こういう仮説的原子中の最初の2原子内の配置は



素) で、おそらく第3番目は (プロト炭素) で不規則な4面体の隅に4磁子を有しているだろう (§6 をみよ)。これらの後の2元素は磁気モーメントをもたず、したがって離れている他磁子と引き合うことはない。また原子内の磁子間力は非常に大きく、結合のために分離できないので、H原子と接触した時でさえ安定に結合できない。最初の原子プロトベリウムはモーメントをもち、1個のH原子と結合しうる (というのは2磁子は強く引き合っているので2磁子が別々に作用できないから)。しかし H-Cl におけるH原子のように他原子内に“8磁子”群を形成するために1磁子を手放すとは考えられない。プロトベリウムの考えられる挙動は、ベリウム原子のモデルを考えることからベリウムの挙動と比較できよう。このようにしてプロト原子群に可能と思われる唯一種の結合は、8磁子群が原子自身のどこに作られるかということである。



は5個位の磁子を含む原子以外は不可能だろう。しかしプロト弗素 (7) はたしかに F ($\gamma+7$) より一層強い“負”元素であろう。

これらの原子が不活性で、Hとのみ結合する限りでは、Heさえ徐々に大気から漏れ出ると信じられているから、プロト原子は漏れ出るのに十分な程軽く、地球上に存在しないだろうと予測される。しかしプロト酸素とプロト弗素の欠如 (又は極めて稀薄) は Ne, Kr, Xe の稀薄なこと、マンガン族の明らかな欠乏を決定しているのと同じ未知の原因に帰せられねばならない。

プロト原子が存在する強力な証拠は、未知元素コロニウムに由来する未知の輝線の太陽コロナ (太陽では重力は地球より大きい) のスペクトルの存在である。同じ理由に基づいて元素ネブリウムは星雲 (nebulae) に存在すると信じられている。こういう元素は見たところでは周期表において He の前以外に見出せる位置はない (異なった観点だが、プロト元素が J. W. Nicholson により討議された。Phil. Mag., 22, 864, 1911)

この磁子説の注目すべき特長は、遷移元素の各3組元素 (Fe, Co, Ni; Ru, Rh, Pd; Os, Ir, Pt) 中の3元素原子に対し、同数、同配置の電子を有する構造を導いたことである。元素のレントゲン線スペクトルの Moseley の計算 (Phil. Mag., 26, 1024~1034) にしたがえば、原子間に1単位 (おそらく1電子) という一定の差があ

り、他元素と同様に3組元素に対してそれを適用している。核の中には何かこのような規則正しい差が実際に存在するかもしれない。しかし我々は、Moseley の結果が、現在の理論の原子モデルの“外殻”に対して、何もうまく説明できないこと、これらの元素の物理、化学的性質に基づき、3組元素を一群に集める方法は、原子の“外殻”の構造にあまり基本的な差がないことを強く示唆している。

第三部 原子価

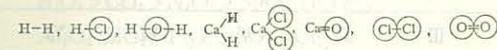
§9 2種の結合作用と3種の結合 (bond)

“結合作用 (combination action)” に対して、数的要素 (原子価, 強さの要素 (親和力?), 符号 (形式的な化学的意味での) の概念のすべてを、用語自身の中に包含するような巾広く一般的に用いられている簡単な言葉はない。したがってこのすべてを含めるために、原子の作用 (action) について度々述べたいと思う。

§§6,7 の結果から、我々は2種の原子に対する作用をはっきりと区別できる。

1. 原子の中に“8磁子”群を形成せずに、個々の原子価磁子による磁力によって、原子が他原子と結合する場合がある。このことは、“正 (positive)” として常に分類されてきた原子の特性であり、その言葉はこの種の作用を記述するのに都合がよい。しかしこの意味で正電気と“正作用”の関係は、付随しておこるにすぎないことが明らかにされねばならない (たとえば、H原子がCl原子と結合するとき、塩素に1個の磁子を与えると、H原子に陽荷電が残る。しかしこれは H₂ においてHと他のHが結合したり、CH₄ においてCとHが結合するときには生じない。以下を見よ)。

2. 負 (negative) 作用、ほぼ8に近い原子価磁子をもつ原子は、他原子から磁子を引き抜くことで8群を形成するのに成功している。以下の典型的な分子では Ca と H は正作用を、O と Cl は負作用を示す。



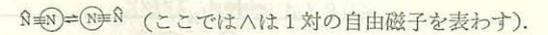
しかし、H-O-Cl₂ において Cl は正に作用している。

Cl₂ と O₂ の表現については説明を要する。Cl₂ では各々7個の原子価磁子を含み、普通は負1個である2原子がある。その2原子が両方とも同時に8群を形成することは明らかに不可能なことであり、また分子衝突のために、他原子を犠牲にして永久にこのような群を形成す

ることは考えられない。だとすると、我々はこの群が2原子間で振動しているにちがいないという考えになる。もし振動がおこるならば、一時的に14磁子からなる1つの集中された群が形成され、その群はナフタレン分子がベンゼン分子にかかわると全く同様に8群にかかわる。もし配列 I (§6 をみる) で上の4コイルを貫く水平断面をとるならば、我々は を得る。14磁子の集中

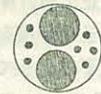
された群を貫く同じ断面は である ()

と を比較せよ)。この群がある程度根本的な安定性をもつたろうことは、断面図から分かるが、この群はより対称的で可動的な8群には及ばない。同じ方法で O₂ 分子は“12磁子”群を一時的に含むことができる。そしてその群は各垂直列に2ではなく3コイルをもつと想像すれば描くことができる。N₂ の10磁子に集中された群は想像しにくい、そこでは“負”作用を有する同じような振動がおきている。

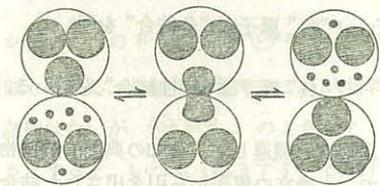


集中された群の中間形成体をもつ2原子間の (たとえば8磁子形成の) 負作用の幾分急速な振動を認めたこの種の結合は“負”結合といわれるだろう。

次に図式的に Cl 原子を表わそう。

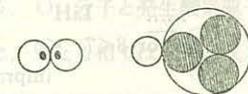


と Cl₂ 分子の全体の挙動は、つぎのようになる。



我々は を“負”結合とよんだので、H-H を陽

結合、H-Cl を中性結合とよぶのが適当だろう¹。H-H と H-Cl 分子を図に描けば、つぎのようになる。



1 中性結合の場合、この形式的な命名法はやや技巧的であり、多分誤解されるだろう——その理由は磁子の移動で電気的な極性が分子内に生ずることは正しいが、一方、この結合は電気的中性分子を生ずるような反対荷電イオンの結合の概念を、中性結合と関連づけたからである。

しかし、いかなる場合にも、ここで用語の選択はむずかしい。おそらく説明的な点から最適なのは Bray と Branch により“原子価と互変異性(Valence and Tautomerism)” (J. Amer. Chem. Soc., 35, 1440~1447, 1913) において与えられている。彼等の“極性”結合は、本論文での“中性結合”とほぼ一致している。しかしここでは正結合とよんでいるものを言葉で表現するために、彼等の用語“無極性(non-polar)”を用いることは2~3の点で不可能であ

The action of an atom	The bond between atoms			Criticism
positive negative	positive	neutral	negative	Formal.
extensive intensive	.....	.....	.....	Vaguely descriptive.
dispersed collected	.....	.....	.....	Describes electric effect.
.....	non-polar (not always)	polar	ambi-polar	Describes arrangement of magnetons.
.....	linear	cubical	oscillating cubical	Vague.
simple compound	simple	compound	oscillating compound	Gives number of magnetons used.
.....	two-	eight-	oscillating eight-	

(上図は前章の断面図の大きさのほぼ半分で書かれている。原子価磁子を表わす黒点はどんな状態にあろうとも、それらの実際の分布を示していない)

この理論との関連で正、負、中性という用語を厳密に用いれば、一方では原子の作用を、他方では原子間の結合を表わしており、以下のようなのである。

1 “正”原子+1 “正”原子は“正結合”を用いる。



1 “負”原子+1 “負”原子は“負結合”を用いる。



1 “正”原子+1 “負”原子は“中性結合”を用いる。



以下の表は周期表と関連して、周知の典型的酸化物と水酸化物の表で、本論文の原子から引き出された結合作

Group	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
Highest normal oxide	.....	Li ₂ O	BeO	B ₂ O ₃	CO ₂	N ₂ O ₅	.....	.....
Positive valence	0	1 >	2 >	3 >	4 >	5 >	6 >	7
Hydrides	.....	LiH	(CaH ₂)	BH ₃	CH ₄	NH ₃	OH ₂	FH
Negative valence	0 or 8 <	7 <	6 <	5 <	4 <	3 <	2 <	1
		impracticable			?			

図 4

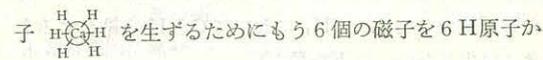
る。というのは、正結合は2~3の場合“極性(polar)”になるからである(たとえば金属水素化合物の場合、ここでは論じられないが§16をみよ)。現在の目的は、分子の挙動に対する最終的影響よりもむしろ分子形成の機構により結合を分類することである。しかし“極性”“無極性”という用語を用いることは、著者が意味する純粋に形容詞的な意味では、非常に望ましいことである。負結合は以下に示すように“両極性(ambi-polar)”と書かれるべきであろう。

いくつかの考えうる術語からなる以下の表は、最も形式的でその上概念をよく総合しており、おそらくもっとも信頼できよう。

これらの術語に関しては、私が述べた他の批判をも躊躇せず示しているだろう。

用の数値と相対的強度(定性的)を有している(図4)。

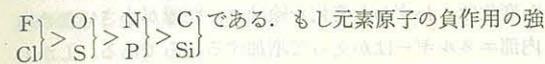
この理論のいくつかの仮定か直接かつ機械的に得られる結果のこの表は、Abegg の名と結びつけられた“原子価(valencies)”と“逆原子価(contravalencies)”のよく認められている表の特徴のすべてを含んでいる。つまりそれはまたI-III族の逆原子価がなぜ単なる仮説か—例えば2原子価磁子をもつCa原子は静電的考察から分



子を生ずるためにもう6個の磁子を6H原子から引き込む傾向は殆どないか全くないと考えられる。その代りに正結合を用いて2磁子と簡単に結合しH-Ca-Hを形成する。

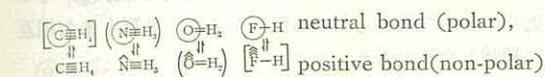
負作用を示すこれらの原子にとって、8群を形成する

ために要する外側の磁子数がふえるにしたがい、負作用の強さが減少するだろうということは、期待されることである。なぜならば、付随して生ずる静電的歪力が増加するからである。従って強さの順序は、



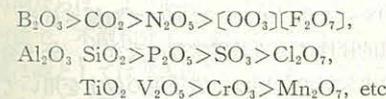
だが、H又は金属との結合し易さによって判断されるならば筋の通ったことだが、NとPはこの点ではかなり弱く、CとSiは負結合する傾向は殆どない。これこそ我々が期待する理論へ導くものである。

更に8群を形成する傾向の順序から考えると、これらの元素の分子では考えられる2つの結合型の間に動的平衡(dynamical equilibrium)又は一種の互変異性(tautomerism)が生じねばならぬという結論になる。次のようである。



極性化する分子の割合は極性化の小さいCH₄から大きいHFまで規則正しく増加していく。このことはあらゆる分子の絶え間ない振動を考えると、C原子が8群形成に成功せず、Nが成功する静的状態よりは、機械的に考えてもありそうな状態である。これらの分子構造は化学の基礎的重要性を有する。なぜなら上述の4分子は古い型理論の典型的4分子だからである。これらの中、NH₃、OH₂、FHは代表的なほとんどすべてのイオン溶媒を代表している。我々がみてきたように、これら3つの無極性互変体は、自由な、つまり不飽和な原子価磁子のある数(常に偶数)を含んでいるという点で、CH₄とは異なっている。

1原子の正作用の強さに関しては(典型的な酸化物にみられるように)、代表的な酸化物を形成する時、I族からVII族へ進むにしたがって、静電的な理由のために、1原子から引き抜かれる磁子数の増加は酸化物の安定性の減少を導びく。このため安定性の関係は次のようになる。

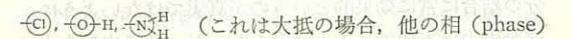


I族からVII族へ進むにしたがって、水酸化物の、塩基性から酸性への進み方は、非常に興味ある問題であり、親原子(parent atom)から異なった数の磁子が引き抜かれることで生ずる静電歪力を考えることは、その問題に光を当てることができる。原子が磁子を“保有する力(retaining power)”を扱う時、やや定量的にこの問題を討論するつもりである。

この章においては、周期表上の縦の元素の集合において類似した原子間の関係は討論されなかった。これも後述する。

§10 負結合を含む分子

いくつかの元素の、より典型的な化合物については、前章で簡単に分類した。多くの不規則な型の化合物は負結合による一般的分類の中に入れることができる。たとえば $\text{Cl}^{\ominus}-\text{Cl}^{\ominus}$ の場合のように負結合は負に作用できる原子と基の間に形成される。いくつか挙げてみよう。



を呈している。§9をみよ)、 $\text{O}^{\ominus}-\text{SO}_2-\text{O}^{\ominus}-\text{H}$ これらの2元(成分)化合物の中には以下のものがある。



このような分子はHCl, H₂O, H₃N分子(§9)と同種の互変異性の関係にある。しかしどちらか半分でも互変異性化するので、互変異性は非常に複雑である。たとえばH₂O₂に与えられた構造は非常に動き易い分子のいくつかの振動の中の1つの相である。半極性互変異性体 $\text{H}-\text{O}^{\ominus}-\text{H}$ はすぐに $\text{O}^{\ominus}-\text{H}$ にかわる。これはヒドロ

キシルアミンの $\text{H}-\text{O}^{\ominus}-\text{N}^{\ominus}-\text{H} = \text{O}^{\ominus}-\text{N}^{\ominus}-\text{H}$ の変化と全くよく類似している。単純な物質ではこれが生ずるといふ明白な証拠はないが $\text{O}^{\ominus}-\text{N}^{\ominus}-\text{C}_2\text{H}_5$ のようなアミン酸化物を得ようとすると、いつも(第3アミンでなければ)β-ヒドロキシルアミン $\text{H}-\text{O}^{\ominus}-\text{C}_2\text{H}_5$ を生ずる。

O₂分子における負“2重”結合に関しては、大半を占めていそうに思われる不飽和分子、 $\text{O}^{\ominus}=\text{O}$ が、ガス状酸素による酸化(“自動”酸化現象と比較せよ)の第一段階と思われる、全分子への付加の段階を説明するだろう。O₂分子と発生酸素原子の結合で形成されるオゾン

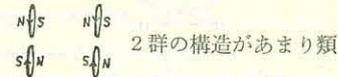
は、異なる相では $\text{O}^{\ominus}=\text{O}=\text{O}$ (§11をみよ) 又はリングのまわりを振動する負結合をともなつた $\text{O}^{\ominus}=\text{O}=\text{O}$

なのかもしれない。

§11 残余力, 磁気と電気

前ページで原子間の作用を論じた時、我々は第1次の、つまり原子価、磁子の影響のみを考えて、磁子のあらゆる結合により、多少の差はあっても、ある範囲に作用の及ぶ残余磁力について説明しなかった。ところで、一般にこれらの力は第1次力より非常に弱いので、ガス状で安定な分子内原子“数”を決定する時には無視される。第1次力がガス分子(N2O4又はI2と比較せよ)の一部分の結合に常に効果的というのが真実ではないように、残余磁力は不要であるとは限らないが、分子内残余力はガス分子の性質にかなり影響を与えている。残余力は磁力なので、可能な場合はいかなる場所でも引力だろう。そして我々は多くの場合にその分布、大きさ、分子への影響の大きさばな概念を形成しうるのである。

最初に2磁子間の引力の大きさを決定する力を考えてみよう。たとえば各々2個からなる単純な群では、何か大きな引力が存在するならば、図に示すように相互に向かいあって、ある“補完的”な態勢をとるにちがいない



ことは明白である。2群の構造があまり類似していないならば、このような補完的態勢は生じない

だろう。たとえば図の2群、Diagram showing two groups of two atoms each, with magnetic moments (N↑S) and electric moments (S↓N) aligned in the same direction.

いた相対的位置にある時には相互に引き合えるが、最初述べた対称的な対ほどではない。

この原理は全く一般的だと思われる。そして現在の理論にそれを適用する時、異なった2つの群型に区別される。(1)安定な対称配置をもった8群、(2)磁子が“自由”又は陽結合の状態にあるあまり対称性の高くない群形成(むしろ、ここで更に区別される)。

“8磁子”群は対称的であるが、非常に変化に富んだ場(checquered field)を持つ。そして1個の磁子又は“8磁子”群に類似していない群を引きつけるには適していない。同様に、規則性の低い群の間では条件がよければ“8磁子”群より大きい引力を相互に持ちうる。

これらの引力の性質の中で大切なことは、どんな種類の構造をもつ群にせよ、群の外部の場は、隣接する群に対して同じ構造をとるように押しつけるだろう。その結果、それらの間の引力は増加し、相互エネルギーは低下する。不規則な磁子群は、あまり強く結合されていないので、この傾向は、不規則な群に、8群に及ぼす以上の影響を及ぼすだろう。その結果、不規則な群はそれら

が相互に引き合う配置をとることが多い。もちろん磁力の性質から、いくつかの群の中における磁子間距離より大きい距離では、磁子群は相互に影響し合えない。というのは、群と群の間の相互エネルギーを減少させるような変化は、わずかな変化を除けば、距離が小さいために内部エネルギーはかえって増加するからである。しかし磁子半径は、原子と同次元(order)だと仮定したので、分子内の(磁子間の—訳者)距離は大きすぎはしないだろう。

磁子間の相互作用について、以下のような通則を得た。

- 1. 8群は相互に引き合うことができ、不規則な群同志は、不規則な群が8群と引き合える以上に大きく引き合う。
2. 8群はそれに隣接して、こういう他の群を形成する傾向がある。そして逆に分子の不規則な部分は、その近くのどんな群をも弱める傾向があり、8群もまた相互に補強し合うだろう。

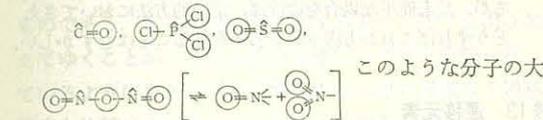
これらの原則は炭素化合物分子の“負”群の影響と関連ある重大な約束である。というのは、原子の負作用は、前述の群形成の傾向と同一視できるからである。もう1つの適用は不飽和分子の性質に対してである (§§12, 13) というのもし現在の結論が正しければ、不飽和分子の自由磁子は8群に対し攪乱するような影響を自然に示すだろう。

また、考えられるべきものに、残余静電電力がある。HClのような分子の結合は、静電的的で、磁子の引き抜きの原因は何であれ、Cl原子がH原子の電子を引き抜くことで、HClが存在しているのである。仮定上、このようにして分子内に生じた電氣的極性は、J. J. Thomsonの“原子間力と化学親和力(The Forces between Atoms and Chemical Affinity, Phil. Mag., 1914)”と題する最近の論文において、多くの現象を説明するのに用いられた。また電氣的極性の影響は、より化学的観点から、G. N. Lewisや他の人々により“原子価と互変異性(Valence and Tautomerism, J. Amer. Soc., 35, 1448~1455, 1913)”において議論された。ところで、電氣的極性による誘電率の大きさ、分子会合の範囲、他の事象等の説明は、磁子説の仮定を用いて説明しても影響をうけない(Lewisらがいくつかの問題を、もっと明確にさせないならば)。しかし分子間の静電誘導による可能性が高まるのが分かるだろう。もちろん生ずると思われる静電誘導は、殊に個々の分子の作用では、上述された磁気誘導と同様の効果をもつことは注目されねばならない。しかし磁気誘導によってのみ説明される

炭素化合物の分子内の影響は非常に多い。これを私は将来の論文で論じたい。しかし、分子の電氣的極性は、8群を形成する磁子の再配置に原因があるので、2つの影響(静電気と磁気)は、現在の理論によれば、密接に相互に依存し合っていると指摘できるだろう。

§12 無機化合物の不飽和

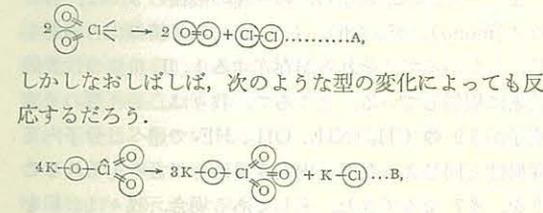
正に作用する原子が、その最大値より小さい原子価をもつときのみ、無機化合物に不飽和現象が生ずる。というのは負原子価は決められており、たとえば、6個の原子価磁子をもつ原子は6以下なら手放すことができるからである。しかし原子自身の中に8群をつくるためには、原子は厳密に2個取り込まねばならない。次の式はそのことを説明している。



部分では、不飽和分子はΛで表示される一対の磁子をもつ。自由磁子(free magnetons)が対になるこの傾向は、再度以下で言及される。

さて、これらの自由磁子は分子内で2つの効果を生ずると考えられる。1つは明らかに、対応する飽和分子CO2, PCl3, SO3, N2O3, N2O4を形成し、磁気エネルギーを低めるが、その結果、常に電気エネルギーを上昇する傾向にある。たとえばSO2ではS原子は4磁子を、SO3は6磁子を失い、飽和を妨害する傾向がある。これらの傾向の間の平衡点は、分子の準安定な状態を別にすれば、周期表のIV族からVIII族へと進むにしたがって、自然に飽和点からだんだん離れるだろう。これらの族の酸化物を検べると、この予言が事実と一致することが分かる。

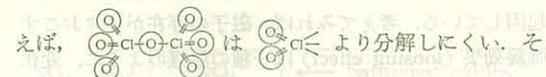
もう1つの効果は、すでに形成されている結合に及ぼす自由磁子の影響によるものである。我々は自由磁子が隣接する8群を弱めることをみてきた (§11)。もしそれが可能ならば、より飽和している他の型の分子を形成する方法で、不飽和分子が破壊する傾向をもつ効果になる。破壊は時としては基本的な分子を形成することにより、以下のように反応するかもしれない。



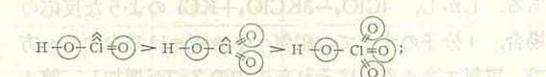
Bは自由磁子の2つの効果をかね備えている。

もし、反応の結果生じた基本的分子(elementary molecules)が飽和されていないならば、A型の変化は容易におこるだろう。なぜなら結果として生ずる基本的分子が完全に飽和されていないならば、逆の反応は簡単には起こらないからである。基本的分子の性質はこの段階では論じられない。しかしガス状の硫黄や磷が高い分子量を、炭素や珪素が高融点を示すことは、それからの酸化物が不飽和のときでさえ、構成元素に分解されないという事実と一致し、一方窒素酸化物が準安定性を示すことは、N2分子の飽和性と一致している。いかなる理論からも独立に、これらの場合の事実は単なる不飽和の概念だけから予言されたが、すぐ以下で述べる類似例については同じことはいえない。

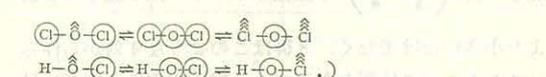
結合をゆるめる自由磁子の影響を明確に知るために、酸化物がすべて準安定のようなある元素、つまり酸素と直接結合しない元素の酸素化合物を比べる必要がある。したがって、我々は硫黄、炭素などの場合の結果を混乱する逆の作用(reverse reaction)を排除く。弗素と酸素は酸化物を形成するには負が大きすぎる(O3は例外)。しかし塩素は理想的例である。塩素の酸化物についてい



えば、この注目すべき結果は、前者の分子に自由磁子が欠如していることにより説明される。というのは、2分子の中ではあとの酸化物の方が高エネルギーをもっているにちがいないからである。塩素のオキシ酸の場合、等しい状態の下での分解速度は以下の順である。



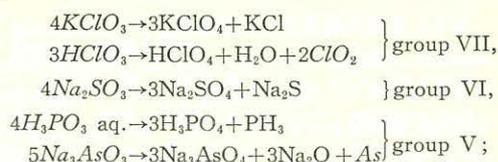
そして同じことがカリウム塩についてもいえる。また完全にKCl+酸素に転化するための熱放出はKClO4よりKClO3の方が非常に大きく、KClO2は更に大きい可能性はある。(Cl2OとHOClは以下に示すように負結合を含んでいるから説明しなかった。



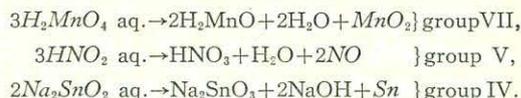
臭素と弗素では、その関係は規則性が小さい。HBrO4は知られておらず、HIO4(2H2O)はHIO3より安定性は小さい。窒素の場合、オキシ酸は規則にしたがうが、酸化物の大部分はしたがわらない。直接、酸素と結合しないという条件を満たす負元素は他には存在しない。

B型の変化例として、加熱により生ずる以下の反応が

ある。



そして以下のものは常温で自然に生ずる。



(不飽和分子はすべてイタリックにした。)したがって、これらの例の2~3は重要な意味はないと考えられるが、その影響は非常に普遍的だと思われる。多くの場合(亜硝酸、亜臭素酸塩、亜沃素酸塩のような)、こういう変化は観測されていないが、電気的歪力は常に不飽和分子より飽和分子の方が大きいことが記憶される時、ここに集められた証拠だけで、自由磁子の干渉作用の原則を確立するに十分だと思われる。

反応して自由エネルギーが減少しなければ、反応はおこらないが、化学的資料を説明することの難しさは、反応速度はそのエネルギー減少量に無関係だという事実起因している。考えてみれば、磁子の存在がひきおこす弛緩効果(loosing effect)は一種の触媒のように、変化を抑制するよりも促進する時(Clのオキソ酸の分解におけるように)、よりはっきりした影響をもつはずだと思われる。というのは、分子内の自由磁子の存在による磁気エネルギーが、飽和にともなう電気エネルギーの増加より大きいかどうかを予測することは不可能だからである。しかし、 $4ClO_3 \rightarrow 3KClO_4 + KCl$ のような反応の場合、4分子のすべての磁気エネルギーは減少する一方で、電気エネルギーはそれらの中の3つが増加し、第4番目は大幅に減少する。

原子が最大原子価を示さぬ時、正原子価は最大原子価より2単位ずつ小さい値を示すという規則(多くの例外はあるが)は現在の理論と一致する。なぜならば、“2磁子”群($\frac{N}{2}, \frac{S}{2}$)の磁気エネルギーは1磁子の2倍より小さいだけでなく、8群はこのような4対から作られるから、その性質からみて、8群の安定性を非常に妨げていないからである。3磁子群はどんな配置をしても、1磁子と同程度の攪乱効果をもつにちがいない。また4自由磁子は緻密な対称配置を保てない。というのは、4自由磁子は原子の外層にあり(§7, 14), 2磁子からなる2組として作用するため乱されるのだろう。したがって2磁子からなる1対の2倍の攪乱を惹き起こす。

これに従えば、 $\text{Cl} \left(\frac{S}{2} - \frac{S}{2} \right)$ と $H - \text{O} \left(\frac{S}{2} - \frac{S}{2} \right)$ は全く珍しく、非常に不安定である。

例外として $\text{O} \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right)$ と $\text{N} \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right)$ は、5, 6原子価元素の場合に、‘原子内に偶数の自由磁子をもつ酸化物は $\text{O} \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right) \left(\frac{S}{2} \right)$ のような厄介な分子になるはずである。

原子外部でしばしば従属的群のような比較的安定な一対の磁子群が発生する。それを示すため、ここではへを用いた。

炭素化合物の不飽和現象は全く異なるものであり、現在の論文では論じられない。

1 もちろんここに示唆されている運動エネルギーは、原子の挙動のどんな完全な分析においても考慮されるべきであるが、最も簡単な場合を除けば、定性的方法においてさえどうすればこれが考慮されるかを知ることはむずかしい。

§13 遷移元素

§6で遷移元素に以下のような構造をあてがった。

Ti	V	Cr	Mn	(Fe Co Ni)	Cu	Zn	Ga	Ge
(3r+)	5	6	7	8	9	10	[11]	
(4r+)					1	2	3	4

これらはある特殊な場合(たとえば長周期の真中に)、自由磁子が8以上になっても“8磁子”群が形成されないという恣意的な仮定に基づいている。恣意的な仮定を正当化するものは、これ以上、いかなる仮定をも立てないで、一見すると非常に不規則にみえる、特徴あるこれらの元素の性質を、我々が系統立てたり説明できることである。

第1に、最初の4元素の性質のいくつかは、全く普通である。たとえば、Mnは負に作用しないが、 $3r+7$ で Mn_2O_7 (Cl_2O_7 と比べよ) や $KMnO_4$ に示されるように、7価の正原子価をもつ。同様に4元素の高次の酸素誘導体の性質では、VとCrはPとSに似ている、Fe, CO, Niには $3r+8$ を与えた。それらが8価を示すことは知られていないが、同族元素Ru($5r+8$)やOs($9r+8$)の酸化物は RuO_4 と OsO_4 である。

また一方、Cu, Zn, Gaの一連の最後の3つは、各々モノ(mono), ディ(di), トリ(tri)原子価の化合物を生じ、したがって、それらが存在するI, II, III族の代表的元素に類似している。ところで、我々は、これらの元素原子が§9の CH_4 , NH_3 , OH_2 , HF で述べた分子内互変異性と同一ような原子内互変異性をだと考えられることを、§7でみてきた。そしてある場合、我々は2相を

期待して大ざっぱな割合を表わすために、[]を用いた。我々が、これから、長周期に対して予言するものは、実際、あらゆる場合、事実と一致する。(4r+1の相)による1価のCuの化合物は(以下に説明するように $3r+9$ 相による)2価のCu化合物より安定性が小さい。一方(4r+3による)3価のGa化合物はGaの他の化合物より安定である。Znの場合、両相とも2価のへ進むことがみられよう。他の2つの長周期においてはあまりよい一致はみられない。

すでに言及した個々の性質の他に、この一連のあらゆる元素は塩基性酸化物で、その一連の左側では3価、右側では2価の傾向にある。これらの酸化物の規則性は一見すると関係ないように見えるが、どの道、これらの原子の3r相($3r+$) 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11に起因するものである。塩基性酸化物に関する限り、磁子を次々加えてゆくことが、これら遷移元素にわずかな影響を与えているように見える(稀土類元素の一層の単調さと遷移元素を比較せよ。§7のおわりの周期表を見よ)。

もちろん、たとえばCuに $CuCl_9$ のような9価の安定な塩を予期できない。なぜなら、これに対する力学的な妨害があるだけでなく、Cuが多くの磁子を引き抜くことは比較的大きな静電力に対抗するように作用しねばならないからである。負の群の方へ向かう磁子は不飽和で、9磁子のいくつかは自由の状態だろう。このことから§12で論じた自由磁子の攪乱作用の原則を更にもう1つ適用できるようにする。我々は原子が自由磁子をもてばもつ程、負ラジカルと結合するために使える磁子は少なくなるという、一見すると逆説的な結果をうる。もし原子が自由磁子すべてを使えないならば、ある数以上では不可能だということである(Cl_2O_7 と Mn_2O_7 の不安定さを比較せよ)。このことは3価から2価への一定の変化(progress)を説明するだろう。遷移元素の塩化物のリストを追加しよう。

太字の数字は酸化又は還元に対して最も安定な塩化物を表わし(その関係が確かめられる限りでは)、左から右へかけて有効原子価は明らかに減少している。カッコ内の数値は必ずしもこの案(scheme)に属するものではなく、原子構造の他の相に帰すことができる。しかし2相の傾向はZn, Cd, Hgの場合のように一致するかもしれない(第1水銀は Hg_2^{++} と示されているから、Agが1価

であるという意味では、1価Hgは疑わしい存在である)。

Agの場合は注目すべきである。たとえ $AgCl_2$ や $AgCl_3$ が $AgCl$ のように安定でないとしても、存在すると考えられる。しかしAgは例外なく殆どの塩が1価であるが、不飽和原子の特性でその不飽和により規定されているAgの錯イオン形成能力は、私は後で述べたいと思っているが、 $3r+9$ 相の存在を示すよい証拠である。

この説明全体は単純性、一貫性に欠けてはいるが、これら元素の物理的性質の本質により強く支持されている。というのは、これらの元素の高融点、電気伝導度、磁化率と遷移元素原子の大きい自由磁子数との間に、いちじるしい対応性(parallelism)が存在するからである。遷移元素の小さい原子容量も次章でみられるように、この論文の結論と一致している(§14)

	X_2O_5	XO_3	X_2O_7	XO_4	← Saturated oxides		
	V	Cr	Mn	(Fe Co Ni)	Cu	Zn	Ga
3r	4	...	4	...	...	...	...
	3	3	3	3 3 3	...	...	(3)
	2	2	2	2 2 2	2	(2)	2
	...	...	...	...	(1)	...	1
5r	Nb	Mo	—	(Ru Rh Pd)	Ag	Cd	In
	5	5	...	...	...	...	...
	...	4	...	4 4 4	...	...	...
	3	3	...	3 3 ...	...	...	(3)
2?	2	...	2 2 2	...	(2)	2	
...	...	...	...	(1)	...	1	
9r	T ₂	W	—	(Os Ir Pt)	Au	Hg	Tl
	5	5	...	...	...	...	...
	4	4	...	4 4 4	...	...	...
	3	...	...	3 3 ...	3	...	(3)
...	2	...	2 2 2	2?	(2)	...	
...	...	...	...	(1)	1?	1	
+	5	6	7	8	9	10	[11]
					1	1	1
				[r+1]	r+2	r+3	

[雑報]

「Ambix 最近の11年」追記

柏木 肇

(名古屋大学教養部)

前号 Ambix の紹介記事の中で、最近の Ambix には、19世紀以降を扱った論文の数もかなり多く、学会の名称中“Early Chemistry”ということばは、実際的ではなくなっていることを指摘した(本誌、3号、p. 18). おそらくこの実状に基づくと思われるが、Ambix のサブタイトルは、Vol. 22 (1975) から The Journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry に改められた。なお余白をかりて、近着 Vol. 22, No. 1; No. 2 に掲載された論文の表題と著者名を記しておく。

No. 1 D 1-9 LEICESTER, Henry M. Lomonosov's Views on Combustion and Phlogiston.

F 10-20 MARTIN JR., Luther H. A History of the Psychological Interpretation of Alchemy.

D 21-38 BOWLES, Geoffrey John Harris and the Powers of Matter.

E 39-51 FULLMER, June Z. Davy's Priority

in the Iodine Dispute: Further Documentary Evidence.

D 52-57 KOHLER, Robert E. Lavoisier's Re-discovery of the Air from Mercury Calx: A Re-interpretation.

D 59-70 LE GRAND, H.E. The "Conversion" of C.-L. Berthollet to Lavoisier's Chemistry.

No. 2 C 81-101 REES, Graham Francis Bacon's Semi-Paracelsian Cosmology.

B,C 102-10 10 Pls. HILL, Christopher R. The Iconography of the Laboratory.

B 111-24 SADLER, Lynn Veach Alchemy and Greene's FRIAR BACON AND FRIAR BUNGAY.

B 125-33 WILLIAMS, A.R. The Production of Saltpetre in the Middle Ages.

B 134-50 MÜLLER-JAHNCKE, Wolf Dieter The Attitude of Agrippa von Nettesheim (1486-1535) towards Alchemy.

F 151-3 FARRER, W.V. Examination of some compounds isolated from maddr, 1845-1855. Letters to the Editor.

D 154-5 MCVAUGH, Michael The "Venerable Collection" in the History of Chemistry at the University of North Carolina.

[編集後記]

会誌第4号をお届けします。巻頭には大阪大学・大阪市立大学名誉教授小竹無二雄先生から日本化学史上の重要な示唆を含めた玉稿を賜わり、掲載できたことを感謝申し上げます。解説論文として大岩先生から上野彦馬の『舎密局必携』についての労作を頂きました。同書が近く復刻されるので、会員の皆様に役立つと信じております。

編集委員会は会誌がより親しみやすく、質的にも高いものとなるよう努力しています。会員の皆様からの

多数のご投稿をかさねてお願申しあげます。ご投稿にあたっては投稿規定をご参照下さるようお願いいたします。本号において引用された書名や論文名の表記に適切にかくものが目につきましたが、とくにこれらの表記にはご留意下さい。

諸物価高騰のおりから経費の節減につとめ、印刷所を変更し、やむを得ず本号は減頁しました。会収入の増加をはかるため広告をとったり、会則を一部変更して賛助会員の制度を設けたりすることを考えています。これ以上の減頁はくいとめ、誌面の拡充に努めたいと思います。ご協力をお願いします。(K)

化学

CHEMISTRY

★月刊
★毎月1日発売
★定価 460円

若い化学徒とともに歩き
化学の進歩を総合的に取り扱い
人間の科学として化学を
世界の目でやさしく表現する

★現代に甦える思想と人生／待望の評論・随想集★

故 榎田龍太郎(大阪大学(理学部)教授・理博 昭和37年没 59歳)は、日本の錯塩化学に冠する学問的業績だけでなく、敗戦直後には、わらじ履きで畦道を行き、篤農家を訪ね歩いてその経験を自分の知識と結びつけ、荒れた土地を子孫に残すなど「硫安」論を主張し、資源の濫費は「未来人への侵略」であると糾弾するなど、鋭い同時代批判者としての行動的な化学者でもあった。榎田龍太郎にとって化学とは、人びとがその力を使って豊富、消費型の生活をするためのものではなく、その力で資源を節約し、平和な、長く生きる人間のためのものであった。日本の繁栄、高度成長が環境汚染(公害)や破壊の上に築かれた楼閣であることが露呈された時、多くの人が二、三十年前の榎田龍太郎の意見を思い起こし、むしろ現代にこそ意義あることに愕然とせざるを得なかった。この卓越した先見性の根底にあるフイロソフイと人生は：各紙・誌上で絶讃を博している遺文選集。

榎田 敦・榎田 劭 編集
井本 稔・黒谷寿雄 解説
四六判・二五〇頁・定価一〇〇〇円

化学者
榎田龍太郎の意見

化学同人 本社 604 京都市中京区柳馬場御池下ル 電話(075)211-8391 *振替京都5702
営業部 607 京都市東山区山科西野野色町5-4 電話(075)592-6649 *図書目録進呈

一科学者の足跡

日本の化学と
柴田雄次

田中 実著 A5判・上製・箱入 4800円

化学界の長老柴田博士の90余年にわたる足跡を通して、きびしい社会的制約のもとでの日本の自立と発展の歩みを科学史としてとらえた労作。

〈おもな内容〉日本の近代百年の化学、柴田承桂と息子たち、東京帝国大学理科大学学生、在外研究への出発、ライプチヒの1年、チューリヒの化学教室、大正年間の研究と教育、錯塩研究の展開、地球化学のはじまり、第2次大戦までの錯塩化学と地球化学、科学政策に対する助言と批判、名古屋帝国大学理学部長、東京都立大学総長、日本学士院長、柴田雄次略歴

〒104 東京都中央区銀座1-9-10 大日本図書 TEL.03-561-8671 振替東京 9-219

東京湾史

菊池利夫著 四六判・900円

東京湾の生い立ちから変遷のあとを探り、埋立・造成による自然破壊が、東京湾をどう変貌させたかを明らかにする。〈おもな目次〉東京湾という地名、東京湾の自然、先史時代の東京湾、中世の東京湾、埋立、海上交通、汚れた湾

瀬戸内海

津田覚他著 四六判・1200円

死に瀕する瀬戸内海の自然、変遷、利用から汚染の実態、今後の課題など、総合研究の成果をわかりやすく説く。〈おもな目次〉瀬戸内海の変遷、地質と地下資源、景観・交通、汚染の実態、赤潮、環境保全と今後の課題、埋立

化学史研究 第4号 1975年11月15日発行
編集・発行 © 化学史研究会 代表者 玉虫文一
〒102 東京都千代田区飯田橋2-5-4 汲古書院気付
振替口座・東京 175468

発売 汲古書院
印刷 第一印刷所
本会入会ならびに本誌購入の申込みは
東京都千代田区飯田橋2-5-4 汲古書院内 化学史研究会