

355
108

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 90 1 2 3 4 5

始



355-108



現代
算學之基礎
全

大正
10. 9. 16
購求

序

拙譯『新知識』の序をとの青木氏のお依頼で、私は筆を執ることになつたが、別に書くこともないので、私の讀後の感想と簡單ながら『新知識』の梗概とを書いて其責を果さうと思ふ。勿論、此の書自身が既に説明的に仕組まれてあるのだから、別に梗概を書く必要もなからうとも思はれるが、私のさうした仕事を敢てするのは、かういふ種類の科學の書物を手にした經驗のない方々に幾分でも役立てばとの心からである。

新知識はデュンカンの著書である。其の説くところは主として電子と放射性能做元素の發見とに依り科學界に齎された革命、言ひ換へるならば、近代文明の基調であつた十九世紀科學界に於ける二大潮流、ダルトンの原子説とマックスウェルのエーテル波動説との根底に動搖を與へた新科學に關するものである。勿論新らしい科學、新らしい知識といふてもX線の研究より導かれた方向の知識、例へば、物質はそのもの特有のX線を有つといふ

モーズリーの研究や今常に問題になりつゝある量子説などに就ては叙ぶるところがない。主として電子説に關するものであるが、併し、それだけでも誠に驚くほどの内味があるのである。

結論を前以て述ぶるならば、電子説による物質の究極は陰陽二種の電氣體であるといふのである。即ち原子説が獨立せる不可物の八十幾個かの元素を假定して、是れを以て物質の基礎とするとき電子説は物質を以て、陽電氣を帯びたあるものを中核とし、此を圍繞する幾つかの電子の多様の配列によるものとしてをる。而して、此圍繞する電子の数は原子量の順に配置せる原子番號と同數であるといふ。斯やうに電子説は原子説による物質觀を破壊した許りでなく、從來計量することすら夢想せられなかつた莫大なエネルギーが原子の内に貯藏されてをることをも解明したのである。是等のこと、原子を構成する電子、電子の本性放射性能做元素と放射能、原子の崩壊と轉化等の略説こそ此梗概の眼目である。著書ヂュンカンは實に新しいチンダルであり、バックスレーである。錯雜せる事實のう

ちちるて然もその要を捕へ難澁の理論を述べて平易に且つ明晰である。併し彼に於いて卓越せるものは單に是等の點ではない。彼の想に詩趣あり、その筆に魅力あることである。然り、魅力は第一の征服者である。而して彼は征服者たるべき資格を多分に有つてをる。改造せられた時代がやがて來るであらうが、もし來たとすればその時代の人々はラヴァージーやベクレルの偉大なる發見時期を以て、新しい時代の第一世紀とするであらうと。是れはヂュンカンの言葉であり、又、吾等の確信である。果して然らば吾等は今常にやがて來らんとする世の黎明のうちにあるのである。光明を求めて幾千年の間暗黒のうちを漂浪ひ歩いた人類の吹く角笛の音は、希望の曙光を獲て今や高らかに響いて來る。今こそ眠れる石が目醒め、死せるものが生きんとする時だ。そして人類の前に威嚇の暗黒が消え失せて、生氣に溢るゝ光明が展開するのだ、例へば、北の國に特有な濃霧が一時に霽れ渡つて輝やかなしい自然の景像が澄澗として眼前に躍り出すやうに。

放射性能做物質をベクレルが発見したのは實に千八百九十六年の事である。一體自然界

には燐光體といつて太陽の光線に曝露して置くとその光線を吸収するために、暗黒の場處では光輝を發する物質があるのであるが、放射性能物質には此と異なつて太陽の光線に曝露せなくとも、自然に、自體から光線を放射する性質がある。即ちベクレルの偉大なる発見とは此の點を指して言ふたのである。何故に偉大であるか。それは此の梗概の最後に至つて白づと明白になることであるから、今は單にそれらの物質が而して一般の物質が何等人工的の制約をうくることなく、本然的に自體から放射線を發することを注意して置かう。然らば放射線とは何か。諸君の既に知らる、如く、是れは所謂放射性能物質、即ちベクレルの發見せるウラニウム、キュリウム夫妻の發見せるラヂウム、トリウムの如き元素から放射される光線である。が、其珍らしい特徴ともいふべきことは該物質の周圍にある空氣を電離すること、普通不透明と稱せらる、物質を、その密度に逆比して透過すること、並びに前記の如く暗室内に於いて乾板に感光する能力を有すること等であるが、此の光線には三種あつてその二種は全然普通の光線と趣を異にしてをる。放射元素のある

ものは其一種を、又或ものは其二種を又三種を放射するのである。例へばラヂウムの如きは三種の光線 α 、 β 、 γ の三線を放射する。 α 、 β 、 γ 線は電氣を帯びた微分子の飛躍で眞の光線ではない。即ち、 α 線は陽電氣體の流れでその速度は光線の約十分の一であり β 線は微粒子——電子——の集合で、その速度は光線のに近似的である。微粒子即ち電子は水素原子の約千八百分の一の大いさを有して陰電氣を帯びてをる。 γ 線は微粒子の飛躍に依つて惹起される一種のエーテル液であると推量されてをる、而してその性質はX線の性質に似てをる。

ラヂウムは此等の放射線以外に自體と全く性質の異なるエマネーションといふ氣體を射出し、此氣體は順次に變質して最後には恐らく鉛に變質(轉化)するであらうと推定されてをる。而して此の變化の速度は外的條件に因はる、ことなく、全く一定してをる。此の如きラヂウムの變轉の一系統をラヂウムの壽命といふ。此等の興味ある事實と次ぎに叙べんとするとは、本書のうちの近代の鍊金術と原子の崩壊との章のうちに誠に面白く

述べられてをる。

六

さて吾々はラヂウム元素原子、ヘリウム元素原子の轉化——崩壊——を見て原子は必らずしも終極の物質ならざるを知つた。乍併、崩壊し變質するものは唯だ放射性元素にのみ限らるゝ事實であらうか。元素を原子量の順に、輕なるものより重なるものにと次第を追ふて配置せるものにメンデレーフの所謂週期表なるものがある(週期律の章参照)。その表によればウラニウムは二三八、ラヂウムは二二六の原子量を有つてをる。ルサフォード及びソッデーはいふ。放射性元素は不安定状態にあるが故に一定時間に一定数の原子を爆發的に崩壊するのであると。而してウラニウム、ラヂウム、及びその他の放射性元素は悉く原子量が大きい。原子量の大きなものほど原子として不安定状態にあるべきは當然である。吾々は現在に於いては崩壊する元素の單に放射性元素の中にのみ是れを認める。而してその崩壊作用に對しては制過も進進も吾人はなし得ない。吾々は全くの傍觀者である。それは兎も角、原子量の大小といふも比較的事である以上、元素の安定、

序

不安定といふも畢竟比較的事であらねばならぬ。即ち其速度に遲速の差ありとしてもすべての元素は當然崩壊し得べき筈であり、従つて元素は皆放射能を有すべき筈である。此の推定は誤つてゐないらしい。自然界のうちいたるところに放射能が存在してゐる(放射性能の遍在の章参照)。放射性能こそは物質の新しい一つの性質である。

斯くの如き性質が物質にあることの明示せらるゝと、直ちに地球の年齢の計算が問題になつた。一體地球の年齢は物理學者と、地質學者生物學者との間の多年の諍論であつたが放射性元素の發見と其特性とは、地球を自己冷却體であると同時に自熱體であると想定する根據を與へたので兩學者間多年紛糾の問題も満足なる解決を得ることとなつた。即ち一瓦のラヂウムは毎時約百カロリーの熱量を放散する。例を執つていふならば一瓦のラヂウムは攝氏零度の水一瓦を一時間後には沸騰點の高さにあけ、四十時間後には是れを分解して水素と酸素とに分離するほどの熱量を放散するといふのである。従てもしも地球の單位體積毎に二・六瓦の一億萬分の一の、尙ほ十萬分の一のラヂウムがありさへすれば現在

序

七

の如き地球としての年齢の数をば、自己冷却體としての計算による数の數萬倍となし得るといふのである。猶ほ太陽の熱源如何との問題に就ても太陽内に於ける放射性元素の存在といふことに依て満足に説明さるゝやうである。何故に地球上では太陽内にある放射性能微物質が感知されぬかといふ理由は讀者も知るを欲するところのものであらうが、是れは^{アルファ}線の透過力は三十吋の水銀柱に相當する氣壓のうらを透過し得ず、從て地球の空界を透過し得ぬのであると説明されてをる。放射性能微の存在といふことから重原子の崩壊が豫期されて輕原子の増加といふことのみが考へられるのであるが、自然界には是れが補正的作用とも認められるものもある。即ち、ロッカーの天體スペクトルの研究に依ると無機の進化は温度の下降といふことが、唯一の條件であるが同一温度にある二箇の星體を取つてそのスペクトルを研究すると同種類の元素を同數づゝ含有し乍ら、然も一は温度の下降狀態即ち無機の進化途上にあり、他のものは温度の上昇即ち無機的退化の途上にあるといふやうに、結局、自然界とは元素の破壊と建設との兩方向の作用が存在して互に他のもの、

補正をしてをるのである。(天界の解離、無機の進化の章参照)。

さて前記の叙述のうちに微粒子——電子——といふ語が度々現はれたが電子とは果たして如何なるものであらうか。そして如何なるところに存在するものであらうか。先づ、第二の疑問から先きに答へるならば、電子はあらゆる物質のうちに存在する、否、寧ろ物質はすべて電子から成り立つてをるものと言はねばならぬ。美はしい人の肉體も醜い土龍の死骸も、涼しい河原の撫子の花も、暑苦しい夏の雲も、死せるが如き冬の大地も、奔馬の如き怒濤も、金も木も、紅蓮の焰も、又、妙なる響を宿せる琴の弦も悉く電子そのものに外ならない。電子は萬物である。哲學者の石である。延命の靈藥である。誠に不可思議にして而も有り難きものではある。

マールテルリングが「永遠の生命」のうちで述べてをる。靈魂は不滅である、そして個々の人格を有つてゐる靈魂は「オド」——放射性磁力體——として抽出し得ると、それ故祈禱者が祈禱に依て全人格を傾倒した所謂御水なるものが他の病弱者に的確に働くのであると。彼

はいふ、オドは實に物質の根本にして而も物質ならざるものであると。電子は質量のみを有して重量を有してゐない。物質そのものにして而も重さがない。不可思議なる電子よ。靈魂はオド、心の働きは電子の働きであるかも知れない。或は然らん。併し吾等は心を落着けなくてはならぬ。瞑想のうちに心配し過ぎてはならぬ。明るい天地のうちで快活に而して眞面目であらねばならぬ。(定義の改正の章参照)。

電子の存在の初めて學者間に知られたのは、千八百七十九年になされたクルックスの真空管放電現象の研究からである。クルックスは陰極線を以て物質の集合となしたのであるが後、ヂェー・ヂェー、トムソンの研究に依てその物質は電氣を帯びた微分子であることが確證された。電子は前にも述べたやうに、物質を構成する與材であるから、單に真空管内の放電時に許り發生するものではないが、最も顯著にその活動の感知さるゝ場合は、上の場合の外、放射性能做元素の放射線、金屬、炭素などを高温度の状態に熱した時である。(氣體の電離の章参照)。

電子の大きいさ、質量、荷電量等に就てはその詳細はその測定法とともに本書の叙述に譲ることとして、茲には極めて簡單にその大體のことを紹介することとしよう。

電子の大きいさは普通の分子の約十萬分の一で、直径は一種の一億萬分の一の十萬の四であり、質量は一瓦の 9×10^{-31} で、水素原子の質量の千八百分の一にあたり、その荷電量は靜電氣單位で 4.773×10^{-10} ある。(求められたる唯一物の章参照)。

誠に細かな數でその大きさといい、質量と云ひ、到底吾等の確實に把握し得ぬ者である。それに就けても複雑なる此等の研究に對するとき、今更らながら學者の頭と手とそしてその撓まぬ勤勞——學者自身に對しては是れ自身が愉快なる報酬であらうが——とに對して感謝と尊敬の念を禁じ得ぬのである。猶ほ科學者の恐るべき頭の力と尊敬すべき勤勞の例としては本書のうちの光線の機械的壓力の章を見るがよい。

一八七三年マックスウエルが非物質なるエーテルの壓力を有すべきことを豫言して、光壓——光線は電子の飛躍によるエーテルの振動である。——を計量する公式を理論的に制定

したのであるが、其後千九百〇一年に至つてピーター・レベデフに依て實驗的に光壓が測定され、ニコル、フルの兩氏に依り太陽より地球に至る光壓は一耗平方につき一咫、即ち全地球面に對して七萬噸の壓力を有つことが明らかにされたのである。電子及び光壓に関する學者の研究により古き種々の問題を解くを得るに至つたが、その顯著なるものを舉ぐれば、先づ第一に空中雷、即ち空界の電氣現象や上層雲の形成、流星と星雲、紅焰とコロナ、黄道光、極光、彗星の尾等に指を屈せねばなるまい。(古き問題と新らしい知識の章参照)。次ぎに私は此等の電子がいかやうに原子を構成するかを説かねばならぬが、その前に原子が電子で構成せらるべき理由を叙べよう。

兎角、事實といふものは人の想像力を鈍らせて、人を單なる現實の奴隷たらしめる傾向のあるものであるが、天才者に對しては全く別である。その頭腦に映じた事實は寧ろ彼の想像力に翼を與へる、それで、天才は現實の背後に潛む何物かを握み出して來る。恰度それは白熱の坩堝に投げ入れられた鑛土から白銀の塊が拆出されるやうなものである。

メンデレーフの週期律はかうした産物である。元素の發見に大いなる役目をなした週期律の詳説は後のこととして、今は單に表示せられてをる原子の關係に就いて叙べることにするが、其處に原子量の順に配置された原子は己れの正しき位置と權限とを越ゆることなく己の務にのみいそしんでをるのであるが、是等の原子の活動を見ると誠に修道院に生活してをる勤行の士を思ひ出すのである。そして此等の勤行の士が神の愛の前に聖なる血族の關係を有つやうに、彼等原子の群も何ものかに依て血族的に關係づけられてをるに違ひないと想像されるやうになる。實際、此のことは放射性能體の發見で明らかに證據立てられたのである。原子は自然に崩壊する、そして一般の原子も亦然らざるを得ない。即ち彼等は電子に依て血族的であるのだ。而して、此の電子に依て血族的である事實はモーズレの研究で一層確實にされる。何となれば彼の研究によれば原子は各自に特有のX線を有つてをるといふことであり、X線は實に電子の振動によるものであるから。さて、原子の構造は電子のいかなる配列に依るか。

一九〇四年ヂェー・ヂェー・トムソンが此問題に就いての數理的論文を哲學雜誌上に發表したのが此の方面の研究の最初のものである。その原子構造論は誠に巧妙なもので、例へば元素の物理的化學的性質及びその相互の作用、約言すれば週期律に表はれたる各原子の特性が明瞭に説明されるのである。本書中原子の崩壊の章にその一部が叙べられてをるがその理論の巧妙にして整然たることはヂュンカンの叙述の魅力を加へて、一段の強さを増し讀者の心を奪つて暫し讀者をして恍惚たる心境に逍遙せしむるであらうことは、恰度、巧妙な奇術士の變幻極りない魔術を観ると全く同様なものがある。

千九百十三年ボールの訂正構造論に依てトムソンの説は完美したものとなつた。次ぎに私は本書のうちに説かれたるところの原子の構造と原子が相互に集合して分子をつくるべき化學的親和力とに就いて略説を試みよう。(原子の崩壊の章、定義の改正の章参照)。原子は一つの中核と是れを圍繞して廻轉する若干箇の電子とから成り立つてをる。中核は陽電氣を帶びたあるものと若干の電子とでできてをるが全體としては陽電氣が過剰してをるの

で陽電氣體のやうに働く。中核を圍繞する電子は此の過剰せる陽電氣量を中和するに相當なだけある。而して此電子の數は原子の原子量の順位に配列した原子番號の數に等しい。原子内の電子の數が多くなると中心を同じうする幾層かの環に配列する。外層の環の電子は外力に依て一時的に分離し易い。中核を圍繞して廻轉する電子は一定の軌道を執るものであるが、他の軌道へ移動するときエネルギーの變化が起る。尙ほ放射能元素に於いてはその中核は中核自身を構成する陽電氣體の一部又は電子を自然に分離する。即ち放射線はそれで、分離された陽電氣體の二單位のものはヘリウム原子として α 線に、又分離された電子は β 線となるのである。次ぎに原子より分子を構成するに問題となるべき化學的親和力に就て叙べよう。化學的親和力は電氣力である、そして是れには二種あるらしい。即ち一つは一箇の磁石がそれ自身のうちに於いて磁力が平衡してをり乍ら、然も他の磁石に接近するとき磁氣の兩極を現はして此に作用するやうに、原子内に於ける陰陽の電氣力が平衡してをりながら然も他の是れと同種の原子に對するとき磁石の場合の如く作用する

ものであり、又他の一つは原子によりて容易に電子を遊離し、または是れを吸収するものあるに依つて生ずるものである。即ち陽イオンを生ずる水素及び一般金屬元素は一箇もしくは二箇の電子を分離し、陰イオンを發生する元素は一箇もしくは二箇の電子を吸収し又は己に惹きつけるのである。例へば食鹽(鹽化ナトリウム)の合成の場合に於いては一つの電子を分離したナトリウム原子は一單位だけの陽電氣量を餘分に有してをることとなるので、一箇の電子を添加し得るのであるが、此の場合鹽素原子は先きに吸収せる一單位の陰電氣量電子のためそれだけ餘分に陰電氣を有つこととなるので、兩者の間に電氣的引力が働くこととなり化合するのである。依つて化學的親和力はいかなる場合に於いても電氣力であると結論され、従つて一般の化學變化に對しても此の結論は眞實となされるのである。

是れで簡單ながら、電子と原子の構造、放射性能做元素とその不可思議なる性質等に就て叙べたから、是れからその歸結として與へられる二箇の問題を記述して此の梗概の終り

としよう。

讀者の既に知らる、如く、現在に於て吾々が利用し得る化學的エネルギーと稱するものは實は原子と原子との原子價に依る化合に起因するところの、極微量のものに過ぎぬのであるが、放射性元素の放射線を研究するに至つて、その微分子マイクロが驚くべき速度を以て飛躍することから、元素原子の内部に莫大な量のエネルギーの貯藏されてをることが知られたのである。例へば一瓦の水素原子内に貯藏さる、エネルギーを以てすれば優に百萬噸の物質を一百碼の高處に索き上げ得るのである。で、斯くの如き計算は他のすべての原子に就いても同様になされるのであるから、もし此等の原子内エネルギーを悉く利用し得るものとすれば、限られたる利用可能のエネルギーを有つ現代の社會と全然性質と面目とを一新せる社會が即座に實現されるのであるが、惜しい哉、吾等は眼前に崩壊しつゝある放射性能做元素の活動作用に對してすら、何等の制御方法をも知らずに、全くの傍觀者たらねばならぬ故、現はに放射性能做を有することなき原子に對しては、その崩壊は、勿論、内部

エネルギーの利用などといふことは到底考へ得られぬのである。が併し人類は過去の發達史に於いて知ることによつて求め、求むることに依つて獲て來た如く、必らずや吾等の要求は充されるに違ひない、殊にX線を物質に投射すればその物質から多分の α 線を放射するであらうと思はれるS線なるものの放射されることが既に觀察されてをるから、此と類似の手段を執つてゆくならば、原子を崩壊してそのうちのエネルギーを支配し得るに至るかも知れない、それ故吾人は飽くまで要求し飽くまで努力せねばならぬ、と著者はいふ。尙ほ原子内エネルギーの支配とともに原子の人為的變換といふことが考へられる。此は誠に面白い問題で少なくとも昔時の鍊金術家の説くところより、遙かに確實にそして合理的である。原子の如き微細なるものを崩壊して是れを他の原子に變質轉換するには此に對して一時に莫大なる量のエネルギーを集中的に投射すればよい、即ち前述の如くX線 α 線 β 線の投射は此等の條件を満足するものである。或は久しからずして原子轉換の可能が吾人の耳に達し來るかも知れない。既にサア・ウィリアム・ラムゼーの如きは原子の合成をすら

報じてをる。猶ほ我が茨城の銀學者羽鳥翁の如き、あらゆる物質を化成して銀となし得ることを主張し、丸澤博士の如き學界の大家が高温測定器を携へて此に師事して研究してをるといふことが、最近の新紙に報じられてをるが、原子轉換の問題を合せ考ふるとき誠に深き興味を覺える。兎も角放射性元素の發見に依り暗示さる、物理科學者將來の事業は原子の轉換と原子内エネルギー支配との方法發見である、(知識の確實性の章参照)。

以上は新知識の梗概である。譯書は原書の魅力を十分に傳へてをらぬに違ひない。それは原著者と讀者との寛恕を乞はねばならぬ。

最後に本書が大日本文明協會から出版されるに際し、私のために深き厚情を示されたる谷津直秀先生に心からの感謝を捧げたい。猶ほ協會の青木氏に對しても深く感謝する。

一九二一年八月十日

小野寺一勇

緒言

科學の近代的傾向に追隨したい、と思ふ科學界の一般人士は、大概次ぎの二つのうちの一つに制限されてをる。即ち正確な説明といふ點よりは、寧ろ劇的效果を興へるといふことを主眼にして編輯する雜誌の、所謂、假の科學を讀むか、さもなければ發見者自身が同僚の作業者のために書いた、専門的で學術的なものを讀まねばならないのである。後者に於いては、専門的訓練が確實に保證されてをるのであるから、いかに學識高く且つ思慮深くとも、一般の讀者は全く手のつけやうがなく、絶望せざるを得ないものである。斯うして世界に知つてをりながら言ひ得ない人と、言ふて併も知り得ない人との二部に分割される。ハックスレーやチンダルのやうな偉大な説明者はも

うゐない、さうして未來の偉大な説明者、一般民衆に知識を通譯する人はまだ生れて來ない。本書の著者は彼自身を此等の困難な條件の重荷の下に投じた。彼は唯だ、此の新らしく興味深き知識のある解釋の必要のために、又彼自身の眞實を求むる心のために、敢へて此の計畫を企てたのである。彼は讀者に、普通の教育と當代に於ける自然に關する知識の愛好の念以外には何もかも期待してゐない。此當代の自然的知識に對する愛好の念は正當である。此の科學と無學との境界線のまはりには特に人の心を惹きつける。サムシングがある。それは戦線である——而して、戦闘の光景を愛好するのは頗る人間的であり、自然的である。著者が讀者の前に展開せんとするものは、畢竟化學者の原子の本性に關する現代の闘争である。原子の本性は、一寸考へると實際上の興味の範圍内には入り難いほど深遠であるやうに思はれる。が、

そのやうな速断は恐らく保證されないであらう。物質の原子は宇宙を組立てる煉瓦である、諸君も余輩も、又、彼の天の河も天狼星も悉く此の原子で構成されてゐる。原子に影響するものは亦吾人にその影響を及ぼすのである。事實それには、極祕的なこともなく、抽象的な點もない。その知識は了解さるべく充分に明瞭であり且つ頗る重要である。其うちには太陽の熱の原因、電氣の本性、宇宙の進化、並びに物質の誕生と衰退とが悉く封じ込まれてゐる。其處には亦恐らく、結核病に對する治療も熱を伴はぬ光線も、又、今日まで疑惑の目を以て見られてゐたエネルギーの豊富にして無盡藏なる貯藏の證明も、又、それに比しては吾々の熟知するエネルギーの型式は、絶對的に無意義なことも、前代未聞の自然状態に於ける物質の發する全系列の放射線も悉くあるのである。十年前、人々は極度の肯定的態度を以て事物に就いて

語つた。有名なる學者は「科學の破産」に就いて引證多き論文を書き、その書中に於て知り得る根本的に必要な事物はすべて知られた、残れるものは唯だ僅かに微細の點だけであるといふことに證斷した。此恐ろしき告訴に對て科學は果して如何なる答辯を與へたか。それは末節に拘泥する言語ででなく、行爲でなされたといふのが適切である。何となれば、傍觀者の眼にも目眩ぐるしきほどに新たなる事實が陸續として發見されたからである。ヘルツの電磁波の發見、モアツサンの電氣爐に關する革命的研究、レントゲンのX光線、レーレー及びラムゼーの大氣内稀瓦斯の發見、及びドワールの水素の液化の如きその例である。而して最後に、在來の思想觀念をすべて根本的に顛覆するキュリー夫妻の有名な發見が現はれた。此發見の本體とその科學界に及したる結果とに關する考察は主として本書の主題を形造くるものであ

る。前に古き科學のために踏み固められた歩道のあつた處に、今はともすれば形態を變ゆる砂の堆積があるだけである。十九世は原子を以て初まり、現に吾々の有する如き文明の諸種の道具の發明と發見とに終はつた。二十世紀即ち現代は原子内の原子を以つて初まつてをる。而してその結果を判斷するならば、將來の文明は此等の研究に依て迅速に變化され、そして、現在の吾々がその極微の瞥見さへも有たぬやうな姿に全く變換されることであらう。著者は本書を論理的に組み立て、而してある程度まで此等の新らしい知識の總合を作ることをして著者の第一の願望としたのであるから、著者は古い科學の基本的概念を規定する定義から初めて、進歩の總勘定をする定義の訂正にまで進んでゆくのを適切であると考へた。即ち斯くの如き方式に於いてのみ、一般の讀者は主題とするところの事實を合理的に領解して握むことがで

き、又、著者も此の方式に依てのみ讀者にその確實性に對する理知的確信を強要することができるのである。

此方面の知識を總括しようと努めた教科書は未だ世間に現はれてゐない様子であるから、その方面の最も意義ある事實と理論とを蒐集した此の著書が教師諸氏及び學生諸君に對して有益であり援助となることは著者の切望するところである。

進歩的な教師(殊に高等學校及び單科大學の)諸氏は屢々、知識のオリヂナルの源泉に極めて接し難いことを感ずるのである。

學生諸君は、現に高等學校又は専門の單科大學に籍を有すると、もしくは既に修業して現在機械的又は専門的活動の實際戦闘場裡にあつて活躍しつゝあるとの別なく、例令、進歩する知識と並行してゆかうといふ熱望があつて

も一般に、是れらのオリヂナルの源泉を追求する暇がないか、又は暇があつても兎角好まぬかするものである。

物理的科學から派出する一般の知識的分野に交渉を有つ教師學生諸氏は彼れらの知識をその最近の思想に相關せしむることを切望するものである。

此等の諸氏及び新思想を愛好する一般讀書子に對して、本書に呈供された簡單なる説明と大要とが、便宜を與へ有益に役立つ、且つ、承認せらるゝことの実際に説明せられることを著者は深く希望する。

カンサス大學
化學教授
ロバート・ケネデー・ヂェンカン

第五版の序

本書は初版以来、頗る迅速に版を重ねたので、私は遂に訂正する機会を獲なかつたが、此の版で書中の誤植を訂正することができた。誤植と云へば、此の誤植のためには讀者に對して随分説明の手紙を私は認めねばならなかつた。それらの讀者には誤植が叙述の矛盾を示すやうに見えたのであつた。が、此の改訂版で著者はそれらの點から解放されることにならんと思ふ。

感謝と好意との手紙を寄して下された、内外の讀者諸氏に對して私は心の底から深く感謝したい。書中に於いては、私の感謝は、人間の理性の美に對してのみ訴へて、全然感情には訴へない。感情的な手紙はよろこんで頂いたが、併し決してそれに換はれはせなかつた。次ぎに、私は私の批評家諸君に對して感謝したい。諸君は、私が撤回せねばならぬやうなことは一つも指摘されなかつた。此のことは私には限りなくうれしいことである。最

(三)
後に私は、放射性能做の研究者に、その賞讃と尊敬との好意ある言葉に對して、深き感謝を捧げたい。

アール・ケー・ヂュンカン

例言

本書は米國ロバート・ケネデー・ヂュンカン(R. K. Dunkan)氏の原著“*The New Knowledge*”(新知識)を譯し『現代科學の基礎』と命名せるものである。氏はカンサス大學の化學教授であつて其理事明徹の文字は如何に氏が立派なる學者であるかを十二分に物語つて居る。

本書は著者自身第五版の序文中に述べ居る如く上梓以來頗る迅速に版を重ねたものも然も此版に至つて初めて遺憾なく書中の誤植を訂正されたので著者の叙述も讀者に了解の出來得ること、信ずる。氏は乾燥なる一個の學研ではなくして、その心底には絶えず美化されし詩の泉が柔しい音を立て、流れ、その閃きが無趣味なるべき筈の科學的著述の上に其の姿態を現示して居る。

從來の人達は正鵠な説明と云ふよりは、劇的效果を與へんことを主眼とせる假の科學を

讀まさる、か、左なくば發見者自身特種の人々に専門的の知識を附與せしめんとし一般人士には手の付け様もないものであるかの何れかであつた。

折角科學的知識を汲み入れようと望む人も徒らに難澁な矢面にたじろがざるを得なかつた。著者は彼自身を此困難なる條件に投入して、新らしく感興ある知識を世間に理解せしめ眞理を探求する尊い自己の知識欲の爲めに本書を著して此の弊を避け様として居る。其説く所は、電子と放射性能燄元素の發見の爲め來たされし科學界の革命、即ち十九世紀科學界の二大潮流たりしダルトンの原子説とマックスウエルのエーテル波動説とに動搖を與へし新科學に關するもので、モーズレーの研究や量子説に關しては叙ぶる所はないが、主として説く電子説そのもの、内にも既に喫驚に値すべき程の新知识が含まれて居る。然して著者が本書を論理的に編纂して或る點まで新らしい知識の總體を作らんとすることを第一の主眼として居るので、古い科學の基本的概念を規定する定義より、進歩の總勘定たる定義の訂正まで歩を進めて居る。従つて一般讀者は主要なる事實を確實に握む事が出來、

著者自身も讀者に理智的確信を強ゆることが出來るのである。本書の概括論は、譯者小野寺氏が序文中微細に論述されて居るからそれに準據して貰ひたい。

協會が特に本書を選定せる以所は世人應々にして科學的知識の尊むべきを知りつ、も、乾燥無味の故と、良書とを缺ける爲めにこれを忽諸に附し易きを知り、本書の如き大著を得これを一般讀者に紹介し誠に得る所多かるべきを信じたるが故である。尙ほ協會は本書を御推選下されし谷津直秀博士に敬意を表し、亦繁忙の期を割愛され本書の反譯に勞を取られ且つ長序を御送り下さつた小野寺一男氏に深腔の謝意を呈するものである。

大正十年八月十五日

大日本文明協會識

目次

第一編 現代の化學的概念

第一章 三箇の實體

物質の定義——物質を司配する質量の不滅則——空間と虛無——エーテルの存在——
 副射の本性と二箇の解釋——微塵說と波動說——運動と靜止——エネルギー——エネ
 ルギーの不滅則とその批判——人類の確信——一宇宙は根本的に一なり——統一實在
 物の追究。

第二章 元素と化合物、分子と原子

宇宙の多様なる事物は悉く八十幾箇の元素の順列と錯列とより成る——事物の分割性
 と性質の持續——究極微體存在の假定——原子・分子・化合物元素に對する定義。

第二編 週期律

第一章 物質の神秘

宇宙の森羅萬象と原子相互の作用——萬事の變幻性と原子の流轉——自然現象の解釋手段としての原子——原子と吾人の興味。

第二章 元素の原子

原子は宇宙の建築材料なり——原子は個々特務の創造物か、はた、比較的單純なるものより進化せるものか——原子の秘密とその開くべき唯一の鍵——元素と元素相互關係の有無——元素相互の關係と原子量——ブラウットの假説とその誤謬——原子量測定と水素及び酸素原子量との比較——倍數の奇異なる整數的近似——ドベライナーの三つ組元素——元素の原子量的配列と元素の化學的作用相似性の週期的出現——ニユーラングのオクタブ説とメンデレーフの週期律——各元素背後に唯一事物の存在することの暗示

第三章 週期律の表

メンデレーフの最初の表と最近のもの——週期律は宇宙の神のアルファベットなり——週期律の正規性——元素の列族の關係——元素の諸性質はその原子量の週期的函數なり。

第四章 週期律の吟味

一八七一年に於けるメンデレーフの三箇の未發見元素に對する豫言——豫言の適中と週期律の價値——一八九三年ロード・レーレ空氣中よりアルゴンを發見す——週期表の零族新設——週期律と原子價——週期表とラザエーム。

第五章 週期律の意義

週期律に表はれたる原子相互の關係より、各原子の特殊的創造物たるべきか、又は、より微細なる成分素の聚合體なるべきかを論ず——原子の合成體構成に於ける一定の數量的關係と方式——原子團の元素的化學作用——前記の事實より原子の亞原子的構造に對する推論——亞原子——原子より微細なる物體の存在とその追究——原子の種屬的關係とその無機的進化の所産なりてふ結論。

第三編 氣狀イオン

第一章

物理學上なり觀たる氣體如何にして氣體は電氣を傳導するか

(四) 週期律に表はれたる事實より歸納せる合理的假説——該假説を根本的に解明すべき一事物とその事象發見の導火線たるべき氣體——氣體の電氣傳導度——漏電に對する從來の觀念と空氣の輕微なる傳導性——氣體の微弱なる電氣傳導度を増進する種々の方法。

第二章 イオンの發見、新らしい種類のパーチクル……六

蠟燭の焰と檢電器の放電現象——氣體の傳導性は果たして條件か——その本性、條件にあらずしてパーチクルなり——陰陽二種のパーチクルと兩極間に置ける焰の分裂——イオン——氣體の電離。

第三章 微粒子の發見……七

低温度高氣壓下に於ける針金と陽イオンの發生——高温度低氣壓下に於ける針金と陰イオン——微粒子——の發生。

第四章 微粒子の發生作因、實驗……七

微粒子の發生作因としての莖外線——微粒子の發生裝置——磁石と微粒子の射線——微粒子の質量・速度・荷電量を決定すべき方程式。

第五章 微粒子の速度とその則定法……八

速度を決定すべき方程式——微粒子の速度を變化する種々の條件——微粒子の速度と光線の速度——外觀上靜止物體と見ゆるもの必らずしも絶對の靜止物體にあらず。

第六章 微粒子の電荷量とその質量との關係……八

e/m を決定する式。(e 微粒子の荷電量、m 微粒子の質量)——實驗に依る e/m の値の決定($e/m=10,000,000$)とその一定性——その根源物質と發生方法との如何によりて微粒子に變異なきこと——最輕原子として知らるゝ水素イオンの e/m は微粒子のもの、約千分の一にして、 $10,000$ なり——此の差の起因は果たして何か——イオンの質量に於ける差か、荷電量の差か、はたまた、兩者の組合たるものか。e 決定の必要。

第七章 微粒子の電荷量を測定する方法、雲の形成と微粒子……六

雲の形成に及ぼすイオンの效果——微粒子荷電量の測定法——eの値の決定。

(五)

(六)

第八章 微粒子質量の測定法……………九二

mの決定——微粒子と水素原子との質量の比較——水素原子は微粒子の約千倍の質量を有す——遂に「一事物」を發見す——自然界に於ける幾多の神秘を開くべき鍵。

第九章 微粒子の特性陰極線……………九四

眞空管放電の現象——陰極線は微粒子より構成せらる——燐光と陰極線——微分子の檢出手段としての燐光性——微分子と化學作用——微分子——陰極線と加熱作用——微分子の物質透過力——レナード線——吸収の法則——微分子の透過力は物質の密度に反比例す——微分子——陰極線とX線——微分子と聚集作用——雲の形成——微粒子に就いて知り得たる諸性質。

第十章 陽イオンは別種のパーチクル……………一〇六

陽イオンの發生作因と微分子との性質比較——微分子と自然の神秘現象の解釋——微分子は吾人の思索挺子の支點なり——鍊金術家の追究せる一事物即ち哲學者の石は遂に發見せられたり。

第四編 自然の放射性能、物質の性質……………一二

第一章 先驅的發見……………一二

物質の新性質なる放射性能はアンリー・ベックレルに依りて發見せらる——線の系統より觀たる陰極線、X線、ニューウイングロウスキー線とベックレル線との關係——X線發見とその珍奇なる一特徴——燐光性——ニューウイングロウスキーの硫化カルシウムに於ける燐光性の實驗的研究——硫化カルシウム光線と微粒子線との相違——屈折。

第二章 放射性能の發見……………二七

ベックレルの最初の考——X線と燐光性との關係——氏の實驗——ウラニウム放射線の發見——ウラニウムと燐光との無關係——放射性能——物質の新性質。

第三章 放射性能元素の發見……………三三

ベックレルの研究に依りて刺戟せられたるキュリー夫妻の研究心——放射性能はウラニウム礦内に存する不純物に起因するにあらざるか——原礦ピッチブレンド

(七)

(八) とウラニウムとの放射力比較——キュリーユウの放射性能微元素の析出研究とその成功——放射性能微元素ウラニウム、ラザユウム、ポロニウム、アチニウムの析出。

第四章 ラヂユーム……………二五

スペクトルに依るラヂユームの新元素としての決定——週期表に於けるラヂユームの位置——バリユームとラヂユームとの類似點と相違點——溶解度——原子量の決定。

第五章 ラヂユームベックレル線……………三〇

ベックレル線と吸収則——ベックレル線は所謂不透明物質を透過する能力を有す—— β 線の透過力は物質の密度に反比す—— β 線と陰極線との類似——乾板に作用する力はX線に類似す——投射する物體に熾光性を帯びしむる點は陰極線の微粒子に類似す—— β 線の生理的効果はレントゲンのX線に類似す—— β 線が帶電體をして放電せしむる點は陽イオン、微粒子、X線と相同なり——化學的能力は微粒子及びX線に類似す——ベックレル線本體の指數——磁石による β 線の曲折—— α ・ β ・ γ 線の分離。

第六章 アルファ、ベータ、ガンマ線……………三三

α 線と陽イオンとの比較及び類似—— α 線は強力な磁石で微かに曲げらる—— μ 線微分子の速度とそのエネルギー——スピンスコップの構造と、その美麗なる現象の解釋—— β 線と微粒子との比較——唯一の相違は速度——微粒子の速度は毎秒一〇、〇〇〇—九〇、〇〇〇哩、 β 線の速度は毎秒七五、〇〇〇—一五〇、〇〇〇哩にして優に一秒間に、地球の周圍を五回廻り得—— β 線は微粒子なり—— β 線は磁石で曲げらる—— γ とX線の關係——X線は微粒子的振動によるエーテルの波動也—— α ・ β ・ γ 三線に對する斷定——最後の斷定による科學界一大驚異事實の解明——放射性能微は物質の一の新(自然的)性質にして條件的性質にあらず。

第七章 エマネーション……………三五

放射性能微以外のラヂユームの特異性——エマネーションの放出——エマネーションは α 線を放射し、且つ、その被投射體に一時的の放射性能微を附與す——エマネーションの本體——キュリーユウ夫妻の實驗——エマネーションは攝氏零下百五十度にて凝固す——エマネーションは果して氣體なりや——現在科學者の手にあるラヂユームの量は餘りに僅少、從つて捕集せらる、エマネーションの量も、分光器の實驗に適せぬほどの極少量なる故、此の問題の解決は現在に於いては未決なり——エマネーションの放出せるラヂユーム(デエマネーテドラヂユーム)は如何なるべきか——放射三線

(10)

中のいづれかを失ふか。尙ほいかなる線を放射するか——エマネーションを放出せる所謂テエマネーアドラヂウムはエマネーションの放出後約一時間、金放射能の七十五パーセントを消失し、且つ、 α 線のみを放射す——珍奇なる事實——エマネーションの放射能消失と根源ラヂウムの放射力恢復とは同一速度同一法則に於いて行はる——此の場合根源ラヂウムの化学的型式は問題に無關係なり——ラヂウム原子の不可思議なるフランクシオン——ラヂウム原子の崩壊と新元素の形成。

第八章

エマネーションXとヘリウム……………一六七

エマネーションXは固體にして、他の物體に放射力を附與す——エネルギーより親たるラヂウム、エマネーション、エマネーションX三者の關係——ラヂウムの全能力は固體ラヂウム内圍にある三者の平衡の結果なり——ラムゼー及びソツターのエマネーションスペクトル研究中に起りたる事實——ヘリウム、スペクトルの顯現——ヘリウムはラヂウムエマネーションの崩壊生成物なりとの断定——物質の轉移と鍊金術家の空想。

第九章

トリウム、ウラニウム、ポロニウム、ア
クチニウム……………一七三

ラヂウム以外の放射性能成元素——それらのものとラヂウムとの比較——放射性能成強度の相違——トリウムがトリウムとトリウムエマネーションとの中間能力を有する固體に分解すること——能成元素の崩壊生成物の表。

第十章

放射性能成の遍在……………一八五

放射性能力は能成物體のみの専有にあらずして、自然界至るところに存在することが立證される——今後の研究に依り釋明せらるべき二箇の疑問——自然界に遍在する放射性能力は其處に混交せらるるラヂウム不純物に起因するものなりや、將又、あらゆる物質の自然的性質なるべきや——一箇の豫言——重原子量物質の自然性質としての放射能力の所有。

第五編

原子の崩壊……………一八九

第一章

近代的鍊金術、物質の轉化……………一八九

物質の流轉と唯一實在に對する人類の要求——古代の鍊金術と近代化學との類似點單純性と完全性とを兼備する一箇のエレメントの想定——鍊金術家は物質間の變化を生物の生長發育と同一視す——近代の化學は實に夢想的鍊金術に對する懷疑より生れ

(11)

(一三)

然かも再び物質の轉換性を信ぜんとしつゝあり。放射性能做元素の崩壊と轉換——二十世紀に於ける科學の使命とフアラデーの言——金屬の分解と其の再形成及び嘗ては不合理と看做されたるところの變轉性の想念の實現とは、實に將來、化學者の解決すべき問題である——近代化學の鍊金術への復歸。

第二章 原子の崩壊

三二

吸收則と原子の微粒子的構造說の事實的證明——物質轉換の原子的、從つて、微粒子的なること——元素間關係に關する既存諸法則の微粒子的説明プラウトの假說、ドベライナアの三つ組元素、週期律、週期表に於ける族關係、同じく列關係、原子價、零族の不活潑元素、元素の電氣化學的諸性質、放射性能做と不安定なる原子の存在——原子の構造に對するトムソンの說——原子は微粒子組織の複合なり——物質の神秘——放射性能做——放射性能做は原子的大變動なり——物質の轉換。

第三章 原子内エネルギー

三七

ラザユームの放熱現象と來るべき將來に於ける化學界の偉業——一瓦のラザユーム化合物は毎時百瓦カロリーの熱、即ち氷點に於ける同量の水を一時間後には沸點に達せしむるに足る熱、從つて四十時間後には此を分解して水素と酸素とに分離せしむるに

足る熱量を放散す——ラザユームの放熱作用は、線に起因す——放射性能做は何故に普通の化學作用に歸因せしめ得ざるか——放射性能做はラザユーム原子自體内に貯藏せらるゝ、宏大なるエネルギー——原子内エネルギーに起因し、其原子の不安定状態時に原子の大變動、即ち、放射性能做起り原子の崩壊となる——一秒毎に崩壊するラザユーム原子の數とラザユームの平均壽命(約二四五〇年)——ラザユームは唯一の可轉物質か——ラザユームとウラニウムとの關係——元素としての放射性能做物質は作用不活潑なり——原子内エネルギーとトムソン教授の計算——一瓦の水素の原子内エネルギーは優に百萬噸の物質を一百碼の高さに上ぐるに足る、而して、エネルギーの量は元素原子を構成する微粒子の數に比例するが故に、硫黃、鐵、鉛の如き元素の原子内エネルギーは水素のそれに比して遙かに莫大なり——吾人が現在利用するエネルギーは單に原子相互の作用の所産にのみ限らる——吾人は、將來、果たして無盡藏の原子内エネルギーを利用し得べきや——吾人の報いらるべき信條「要求せよ、要求は充さる」——本問題研究方法に對する一暗示——X線とその第二次X線(エス線)——吾人の希望は科學的研究の加速性に繋がる——將來の人類の有すべき新時代の紀元は、キユーリユー及びラザユームが、原子内エネルギーの存在とその範圍とを顯示せる日を以て第一年とせらるゝならん。

第四章 物質の電氣的性質

四〇

(一三)

(一四)

運動第一則に示されたる慣性と物質概念——慣性の電氣的なることを明示せるトムソンの論文——物質質量のすべてはその荷電量に起因す——と、カウフマンの實驗的證明——電子論——電子論は假説なれど殆んどあらゆる問題を説明す——將來解決せらるべき問題——陽電氣の本性重力の本性——生命と心。

第六編 無機的進化

二七七

第一章 天界の解離

二七七

微量物質検出の手段としての検電器と分光器——分光器は百萬分の一ミリグラムの物質を検出し、且つ、検電器の作用能力の到達し得ぬ範圍、即ち、十億哩遠方にある物質の物態とその運動速度とを測定し得——スペクトル分析に依る天体内に於ける元素解離の研究——サアルマン・ロッカーの研究——太陽に於ける鐵、マグネシウム、カルシウム等のスペクトル——他の星體に於ける實證。

第二章 無機的進化

二九五

太陽と一般星體の超強度の熱に起因する解離生成物なる原始元素の存在——有機的進化は無機的進化の繼續なり——無機的進化の司配者は温度にして、進化そのものは温度の急速なる下降に結果するものなることの證。

第三章 無機的退化

三三二

宇宙間に宇宙の進化と平衡する補整的退化行はる——その證明——ロッカーの星體表による熱の上下——吾人は宇宙間に無機的進化と有機的進化との並存することを認む——即ち再生作用現行の承認。

第七編 新らしき知識と古き問題

三三三

第一章 宇宙の問題と放射性能

三三三

太陽の熱は如何にして生成され如何にして持續せらるゝか——同問題に對する諸種の説明とその批評——星雲説を基礎とするヘルモホルツの説明とその弱點、地質學的年代計算に關する——ロードケルビンの集合に要する消耗熱の計算とヘルモホルツ年代延長的訂正——熱源と放射性能物質——太陽内に存在するヘリウム元素——問題に對するルサホードの數理的研究——太陽内放射性物質の地上にて感知せられぬ理由—— α 線の透過力——地球の年齢に對する物理學者と地質、生物學者の意見の相違——ロードケルビン卿の計算——放射性能物質發見以前の假説とそれ以後の假説——

(一五)

(二六)

地球は自己冷却なりとの説と自己冷却體なると同時に自熱體なりとの説——ルサホ
1下の證明と地球の年齢に關する兩科學者意見の乃協。

第二章 光線の機械的壓力とその結果……………三三二

光壓に關するマツクスウェルの數理的豫言(一八七三)とビーター・シペテフの實驗的
證明(一九〇一年)——光壓の測定法——ニエル、フルの測定——光壓と重力的引力——
光壓の發見と彗星の尾・紅焰・コロナ・黃道光・北極光・大氣の電氣・流星と星雲との形
成と光輝等に關する問題の合理的なる新解釋。

第三章 宇宙の改造……………三四七

宇宙のあらゆる活動は果して絶對の靜止に對つて進行しつゝありや——「然り」といふ
近代科學の標語の絶對的確實性は熱力學第二則の眞實性如何に依つて決定せらる——
第二則とその限界——第二則が絶對的に行はるゝものとせば、幾百萬劫前の過去には
エネルギーの全部が利用可能であり、且つ唯一の創造作用に依りて始發せられたる嚴密
なる瞬間があることとなり、従つてそれ以前には法則の働かぬ時代があることとなる
——現代科學の合法的標語——宇宙は無限に持續す。

第四章 科學定義の改正……………三五六

放射能の科學に誘導されたる新科學的哲學の見地より下せる、宇宙の基本問題に關
する記者獨自の定義——陽電氣、陰電氣、質量、微粒子、原子、化合、物質、分子、
放射能、慣性、電流、電氣の自己感應、輻射、磁氣、質量の不滅、エーテル。

第五章 新知識の確實性……………三六六

全編の總括、パルファオアの演説——眞理とは何ぞや——眞理と不完全なるもの必らず
しも過誤を意味せず——完全に統一せられたる虚偽——絶對の眞理に到達する道と眞
理鑑識の標準——眞理の承認と科學界に滲透せる信仰——系統の進化と知識の擴大
——二世紀間に於ける科學界の二大事業——元素の轉換性と原素内エネルギーとに關
する概念の實現。

(二七)

目次終

挿畫目次

第一圖 原子容の週期……………三三

第二圖 融點の週期……………三四

第三圖 メンデレーフ最初の週期表の一部……………三六

第四圖 最近の週期表……………四〇

第五圖 第二族の關係……………四二

第六圖 第七族の關係……………四四

第七圖 焔の分割……………七一

第八圖 高熱状態にある針金より發散するイオンを研究する装置……………七四

第九圖 微粒子の速度を決定する實驗……………七八

第十圖 眞空管内の現象……………九五

第十一圖 活動状態にある眞空管の寫眞……………九七

第十二圖 ニュウイングクロウスキーの實驗結果……………一〇五

第十三圖 ベツケレルの最初の實驗……………一一九

第十四圖 ラヂウムとカルシウムとのスペクトル比較……………一三六

第十五圖 ラヂウム放射線の透過力を示す放射写真……………一三一

第十六圖 ベツクレル線の磁氣的偏向……………一三七

第十七圖 ラヂウム放射線の透過力を示す放射写真……………一三八

第十八圖 ベツクレル線は少なくとも二種類より成る……………一三九

第十九圖 他の證明……………一三九

第二十圖 (a)放射性能做研究に用ふるキューリーの検電器……………一六一

(b)同前圖解……………一六一

第二十一圖 ラヂウム恢復の速度とエマネーション衰退の速度とを示す曲線……………一六六

第二十二圖 ヘリウムとのスペクトル……………一七一

第二十三圖 トリウム恢復の速度とトリウム衰退の速度とを示す曲線……………一七六

第二十四圖 二箇の微粒子の配置……………二一八

第二十五圖 三箇の微粒子の配置……………二一八

第二十六圖 浮揚磁石の執る聚合型式……………二二〇

第二十七圖 炭素のスペクトル……………二八〇

第二十八圖 セリウス……………二八一

第二十九圖 フランホーヘル線……………二八三

第三十圖 太陽斑點鐵線(ケンシントンにて)と紅焰鐵線(パレルモ)との比較……………二八四

第三十一圖 鐵線の相違に依て表示されたる運動速度の相違……………二八五

第三十二圖 無機的進化と有機的進化との持續の比較圖……………三一〇

第三十三圖 無機的退化を示すスペクトル……………三一五

第三十四圖 星雲より暗黒星への進化……………三二一

挿 畫 目 次 終

現代科學の基礎

第一篇 現代の科學的概念

第一章 三箇の實體

物質の定義。物質を司配する質量の不滅則。空間と虚無——エーテルの存在。副射の本性と二個の解釋、微塵説と波動説。運動と静止——エネルギー。エネルギーの不滅則とその批判。人類の確信——宇宙は根本的に一なり——統一實在物の追究。

吾々が吾々の環境を形成する世界に關する考察を眞面目にやり始めると、第一にその複雑な外觀に壓倒されて困惑して仕舞うのである。幾千とも數知れぬ現象が、自分の眼前に解きほぐす術もないかのやうに紛糾して現はれて來て、遂にそれらのものを調和統一するところの簡単な方法もないかのやうに考へられる。乍併、宇宙は調和的ならんとは人性の

根本的要求であつて、而も、此の信念は間違つてはゐない。實際一度び手を下して事物の分類と整理とにとりかゝると、それらのことはよろこばしいほどの滑かさで進行する、そして、時と空間とから成り立つてをる宇宙に關する吾々の全知識は、是れを全部三つの精確な區劃のうちに分類しても差し支へないといふことが明瞭になるのである。吾々は此の三箇の各區劃に對して、

一、物質

二、エーテル

三、エネルギー

といふ附箋を貼る。

此等物質、エーテル、エネルギーは、實に吾々が物理的宇宙を領解せんとする場合必ずや忘るべからざるところの三箇の物理的實體なのである。心的活動に關係して人の心のうちに認識される宇宙的内容は、すべて此の三箇の區劃のうちに存するものである。次に我

我は原子なるもの、本性を明瞭にするために、是れら三箇の實體に對する定義を與へねばならない。勿論、此の書の進展とともに、それらの定義は如何様に變更するかそれはわからぬが、兎も角、それまでは、現在一般的に行はれてをる概念に依てそれらの定義を與へる必要があらう。

物質

物質の本性は果して如何なるものか、此の疑問に對する解答は全然絶望的である。畢竟するに、それは形而上學者の問題とすべき性質のものである。物自體(Ding An sich)の追究は永久に科學の範圍外である。すべて人が事物の内容のみに就いて爭論するを以て、是れ足れりとせんか、言ふまでもなく社會の進歩文化の興隆はこゝに停止するであらう。科學は素朴である。彼女は事物を、その來るがまゝに把握する。而して物質と非物質とを區別するに有效なる實際的定義を與ふることを以て十分とするものである。即ち、化學に於

いては、一定の空間を占め、一定の重量を有するところのものを、物質と定義とすればその應用の目的が全く一時達せられるのである。此の二箇の特徴の利用により吾々は諸々の感覺に現はる、異様の現象から物質なるものを容易に篩ひ分け得るのである。而して、此のことは此の場合吾々には望ましい。即ち、木材、水、銅、油、及び空氣は、明らかに重量を有し且つ空間を充たしてをる故物質である。併し光、熱、電氣及び磁氣等はそれに相當する空間を充たしもしなければ、又、それに相當する何んらの重量をも示さぬ故、非物質である。同様に、優美、慈悲、正義及び眞理等は、物質と同じく存在實體ではあるが、疑ひもなく非物質の部に屬するものである。此の定義は物質と非物質とを區別する手輕な試金石である。

さて、此處に全物質界を司配する一大基礎法則がある。此の法則は所謂質量不滅の法則であつて、物質は如何に微細なものであつても、製造することも又破壊し去ることもできぬといふのである。王の有する全兵馬を擧げて是れに對するも尙ほ一箇の微々たる針の頭

の如きものすらも消滅させ得ないのである。成程、吾々はその針頭を粉粹することも、又は、酸で容解するか、電氣爐で燒盡するかすること、換言すれば、吾々は此に對してあらゆる破壊作用を用る得るのであるが、それにも拘はらず、此の針頭は依然としてその存在を支持するのである。繰り返へして言ふが、物質の破壊が不可能であると同様にその創造も不可能なのである。語を換えて云へば、吾々は「無」から「有」を創造し得ない。すべての存在物に對しては材料が供給される必要がある。宇宙内の物質の總量は磅である、而して此のものが、言語と事業とに依て、無数の形式を通じて軍搬さるゝにせよ、それは正しく精確に磅であつてそれ以外の量ではない。

前文に於いて吾々は古い科學の而して現に實際的に行はれてをる概念を用ゐて、物質に就いて叙述したのであるが、あらゆる時代を通じて、物質の破壊もしくは創造が不可能であるとか、又は、實際現に物質は少しも創造も破壊もされてゐないなど言ふならば、却つて大きな間違を敢てすることになるであらう。「吾々」は今日に於てはそれを爲し得ないと

いふだけのことである。現在創造や消滅が實際行はれてをるものとしても、吾々人類は單に傍觀者の位置にあるのであつて、その因果關係の範圍のうちにはあらぬのである。此等の事實の解明は當然、亦本書の義務であらねばならない。

エーテル

エーテルに關する論議の道は、大道を外れて懷疑の道へと通じてをる。事物はその性質に依て定義せらるべきものである。然るに、エーテルの有する性質は大部分負的ネガティブである。茲に一人の人あつて、エーテルは目にも見ることができず、又、耳に聴くこと、舌に味ふこと、消費すること、計量すること、すべて此等のことのできぬものであると口に大膽に言ふ時彼は心中私かに健全なる心の所有者は、皆此もの、存在に對し確實なる否定の信念を抱いて負的性質を有するエーテルに對するであらうと思ふに違ひない。併し、此のエーテルなる事物は感覺的の肉眼に見えぬにしても、誤解の傾向の遙かに少ない心眼には確實

に見えるのである。此の事實の立證には、日光の灑ぎかくる通路の眞中に、ラヂオオミタアを据えさへすればよい。此の機械は一部分眞空部を有する硝子球であつて、その眞空内にはアルミニウム製の小型の風車が均衡の位置を執るやうに懸けられてをる。光線が風車に衝突すると、風車は直ちに廻轉を開始する、そして間もなく、箇々の翼が肉眼で辨別されぬほどの早い速度になる。さて此處に心眼を適用する。前記の事實から判斷すれば、何物か太陽から九三・〇〇〇・〇〇〇哩の距離を飛び來つて、彼の風車の翼を廻轉せしめたのに違ひない。而して、此のあるものは當然、光と熱との副射であらねばならぬであらう。是れらの副射の本性に關しては吾等の二箇の解釋のうちのいづれかの一つを選ばねばならぬ立場に置かれてをる。

太陽から進行して來る光と熱との構造は微粒物パーティクルか波である。是れ以外の解釋は考へ得られない。

太陽の光熱の微粒物で組み立てられてをるといふ第一の假説は、所謂「微塵説」として知

られてをるものであつて、是れは數年前、ローヤル・ソサイティーの論戰で一刀の下に兩斷され、その儘、學界から葬り去られたものである。

第二の波の假説は所謂「波動説」であつて、一般學界の承認を得たのである。是れは既知の全事實を解釋する唯一の完全なるものである。それ故、彼の風車の翼を動かした太陽の副射は波であるといふことになる。然らば——茲に心の必然的反省が起る——それは如何なるもの、波であるか。一度び光線の波であることを確かめると、心は是れらの波のあるものうちに生ずべきことを主張して止まない。海洋の波は水、音の波は空氣で構成されてをるが如く、光波はあるもので構成されてをると言ふべきである。此のあるものは空氣でも、水でも、又は、吾々の知る如何なる型式の物質でもあり得ない。なんとなれば太陽と吾人との間に横たはる九三・〇〇〇・〇〇〇哩の宏大なる距離の間には、唯だ空虚なる空間のみが存在してをるからである。乍併、此の空虚なる空間は充たされてゐねばならない。而かも隅まで充たされてゐねばならない。空虚といふやうな事物は存在しない。宇宙の隅

から隅まで、星輝き光線の射るところ、總べて、此の普遍の圍繞媒體なるエーテルに依て填充されてゐる。エーテルは只だに星間、空間許りでなく、亦全世界のうちにも、又は、その多様の複雑なる型式を探つて、吾々自身の肉體のうちにもすべて存在する。萬物は恰も水中に浸つてをる海綿のやうにエーテルのうちに浸り、且つエーテルに圍繞されてをる。吾々自體が如何ほどの程度にまで物質であり、又、エーテルであるかは當今に於いては未だ解決されてゐない問題である。空虚な事物の存在せぬと同様に、靜止する事物も存在しない。靜止事物の相對的意味に於ける存在すら疑はしい。吾々の生存する此の殆んど剛體とも思はれる地球を構成する微細物質（ミクロ）即ち相對的には斯くの如くに固定し且つ靜止するかに見える微粒物すらも間斷なき振動状態——所謂、温度——にあるのである。此の振動は吾々に此の振動を認めるほどの肉眼があれば、實際的に、その靜止状態にないといふことを認めることができるのである。

さて、此の運動は甲の速度から、乙の速度へと絶えず變化してをる。而して、吾々をエ

エネルギーの信念に導いたと同一の推理過程は、物體の運動の遅速は、ある原因の存在することに依て生ずるものであるといふ信念に、吾人を導くのである。此の理由、即ち物體の運動状態を變化する力はエネルギーである。物質が、それに相當する無数の型式を有するやうに、エネルギーにも亦型式がある。その型式を表示すると次ぎのやうになる。

- | | |
|------------|------------|
| 1 運動のエネルギー | 6 化學のエネルギー |
| 2 重力のエネルギー | 7 電氣のエネルギー |
| 3 熱のエネルギー | 8 磁氣のエネルギー |
| 4 弾性のエネルギー | 9 放射のエネルギー |
| 5 凝着のエネルギー | |

此の表はエネルギーの型式を表はしたもので、性質の異なるエネルギーを表はしたものではない。何者、是れらのエネルギーは同一不二のものであつて、そのすべてのものが相互に他の型式に轉換され得るのである。エネルギーは、直接若しくは間接に、他の型式へ

轉換されるのであるから、性質上、變幻自在のものである。従つて、是れらのものは同一物の種々の相であつて、異種事物の相ではない。例へば、燃焼する石炭のエネルギーは熱機械的エネルギー、電氣エネルギーと次ぎ次ぎに轉換されて、最後には、程遠き市街に導かれて孤燈の放射エネルギーになるのである。是れらの型式すらも、尙ほ事實相互には相違するものでなくて、恐らくは單にそれだけの運動の種々の變轉に過ぎぬものであらう。

兎も角く、エネルギーは轉換可能であると同様に、轉移も可能でもある。換言するならば、我等はエネルギーを甲物體から乙物體へと轉移することもできるのである。エネルギーをダイナモに導き、而してダイナモから機械へ導くことができる。物質は恒にエネルギーの總量のみは、是れを變ずることなく一定に保ちつゝ、然かも、甲の物體から乙の物體へ又、ある型式から他の型式へと、無限に靜止することもなく、此處彼處にエネルギーを導くところの踏石である。轉移され轉化する、エネルギーの量の多少に拘はらず、甲型式のエネルギーの若干量が消滅すると同時に、それと嚴密に等しい量のエネルギーが他の型式

(若しくは數多の型式)で現はれる。物質に於けると同様に、量がいかに微小であらうとも、エネルギーの若干量すらも吾々は是れを創造も破壊もなし得ないのである。そして、エネルギーは宇宙に於ける唯一の偉大なる作業者であるから、吾々は無に對して有を獲ることはできない。即ち言ひ換へるならば、いかなる機械もエネルギーを製造し得ないといふことになる。然し、此の事實が一般の人々に殆んど了解されてゐないのは誠に不思議至極と云はねばならない。噂によれば特許局では、永久運動を確信する人が多くあるので、その取扱ひのために専任技師を使用する必要を感じてゐるといふことであるが、實に不可思議なることである。さてエネルギーは甲の型式から乙の型式に轉換され、且つ、物體から物體へと轉移されるものであり、その上、此のものの創造も破壊もできぬものであるから、吾々は物質存在の確信に對すると同様の基礎を、此の現實的實體としてのエネルギー存在の確信に對して有つことも容易に考へ得られる。エネルギーの「存在する事物」であるといふ考を合理的のものとして主張するのは正當である。現代に行はれてをる科學の定言

即ち、エネルギーは新らしく創造することも、又は、全然是れを消滅することもともに不可能であるといふに關しては、物質に就いてなしたと同様に、即ち永久的に破壊不可能であり、創造不可能であるといふのでもなく、又、現にそれが消滅の途上にあるとしても吾はそれをいかんともなし得ないといふだけのことである。エネルギー不滅の法則は今日にあつては寧ろ猛烈なる打撃をうけてをるのである。而して、此の概念がその效力を弱めるかどうかには就いては將來の決定に待たねばならない。

斯やうに、吾々は、宇宙を物質——エーテル——エネルギーの三箇の術語のうちに壓縮し得たのであるが、次に、吾々は此の三位一體的概念が一層深き程度の總合に耐え得るかどうかといふことに就いて考察せねばならない。吾々人類はすべて、その心の奥底に宇宙の根本的に一なりてふ根深き確信を有つものやうに想はれる。而して、此のことを確めるためには、吾々は此等の三つの事物を、結局その根底に横はる不可知の實在の種々の型式もしくは相^{フフェイス}、又は、此等のものの外觀は箇々別々の美こそあれ、それらのものはす

べて、人類の理性力に依て全然捕捉し得ない何か神祕的方式に於いて統一されてをる一事物と假定する必要を生ずる。

第二章 元素と化合物、分子と原子

宇宙の多様な事物は悉く八十幾箇の元素の順列と錯列とより成る。事物の分割性と性質の持続。究極微體存在の假定。原子、分子、化合物、元素に對する定義。

物質の型式の數、即ち、空間を占むる種々の可量的事物の數は、吾々の世界だけでも、驚嘆すべきほどの總額に達してをる。他の個々の事物と明瞭に性質を異にする事物の數は控目に計算しても恐らくは二十五萬ほどあるであらう。假りに吾々が、科學の雜誌に發表される種々の型式の物質の記述を、一日二十四時間宛費やして、毎日讀むものとしても、それは恐らく骨折損の疲れ儲に終ることであらう。是れらの事物は所謂化合である。

乍併、化合物はそれ々に個々の特性を有つてはをるが、その組成はまた一様でない。食鹽は水に浮くナトリウムといふ金屬と鹽素といふ黄綠色の瓦斯とに分解し、又、青酸は水素、窒素の兩瓦斯體と炭素といふ固體とに分解する。斯やうに、此等無數の異質的物

體は、各自に、物體自身よりは目方の小さい比較的單純なものに、それからそれへと、分解されてゆくのである。此の單純な物體は總體で約七十ほどもある。化學者の所謂元素である。元素はそれらのものがいろいろの方式で相互に結合されて合成するところの物質と性質上何んの關係も有つて居ない。元素のうち例へば鐵、硫黃、磷の如きものは現に事實の示す通り、遊離して存在するか若しくは他のものと化合して存在してゐるのであるが、カルシウムやセシウム、弗素の如きものは常に化合してをつて、決して遊離してはゐない。元素には塵埃のやうにざらにあるのもあれば、又、黄金よりも幾百倍も稀なものもある。讀者の最も注意すべき點は、是れら八十幾つかの同一元素が、化學的親和力なる力に依て種々の方式と量とに於いて結合されて、讀者の見らるる如き萬物を構成してをることである。是れらの事物は至るところに遍く存在する。地球が泥土で構成されてをるとすれば、太陽も星も矢張り同様である。それらのものも同一事物で構成されてをる。鐵と水素とは他の諸々の元素とともに太陽のうちに發見される。カルシウムとマンガンとは狼星のう

ちに、又、生命の要素と謂はる、炭素の如きは、あらゆる星のうちに存在する。空間のいづれの部分の化學も皆同一である。

斯やうに、化合物とは全然是れと性質を異にする二箇以上の物質に分解もしくは分離さる、一物質をいふのである。

元素とは今日までのところに於いて、分解のあらゆる努力に抵抗する物質を指していふのである。

分子と原子

物質は無限に分割し得らるか、もしくは然らざるかである。中間的可能性は存しない。古いスコラ流の概念に従へば、最初は實際的に、次ぎには精神的に、任意事物を、次第に小さいな部分に永久に連續して分割し得られる。換言するならば、事物はいかに極微であつても、常に二分さるべき部分を有つといふのである。乍併、此の概念に就ては、此の概

念を以てしては、既に觀察されてをる宇宙間の全事實を絶對的には説明し得ぬものであるといふ點を指摘してだけ置く。結果の豊かな概念——物質現象を驚くべきほどの程度にまで説明するばかりでなく、現在猶ほ知られてゐぬ數多くの物質型式を巧みに豫言する概念——は、我々の知る如き物質型式は、決して無限に分割し得らる、ものではなくて、寧ろ終局の微粒物で構成されてをるといふこと——物質は膠様體ではなく、粒狀物で組成さる、ものであるといふこと——を假定してをるのである。

例を食鹽に取つていふならば、實際的に是れを分割して微細なものにする場合、それ以上分割すれば、食鹽の性質を失ふ二箇の全く異なる物質、詳しく言へば、金屬ナトリウムと鹽素瓦斯になるといふところにまで進んで行く。

此の分割の極限的食鹽を食鹽の分子といふのである。一封度の食鹽は食鹽 x 分子に過ぎない。吾々は、是れらの所謂分子なるものは、熱の影響をうけると分離せる箇々の物體として相互に動き廻るものであること、分子は物質の相同性を破壊することなくしては分割

不可能なる、物質の極限であることを信ずる。

原子

原子食鹽の分子が分割してナトリウムと鹽素との微粒（イオン）になるといふたが、此の分子の成分である微粒が、物質の原子である。それ故、吾々は、化合物を元素で構成されてる物質と定義する代りに、元素の原子で組成されてをるものと定義しても差し支へない。勿論元素と同數の原子があり、原子の結合は物質の化合物を形成する。さて、約七十箇の元素があるから、原子も亦約七十箇ある。それで、順列と錯列とで得る數を考へると、約二十五萬の違つた分子を獲るのは頗る當然のことになる。一箇の物質は x 分子であり、一分子は原子を組立て煉瓦とする一小建築である。そこで、我々は次ぎの如く、定義をし直さう。

分子とは遊離状態に於いて存在し得る物質の極微體であつて、比較的大なる質量を有す

る物質と同様の組成を有つてをる。

原子とは分子内に存在する元素の極微體である。

化合物とは二種もしくはそれ以上の原子を包含する分子を有する物體である。

元素とは一種類の原子のみを包含する分子を有する物質である。

第二篇 週期律

第一章 物質の神秘

宇宙の森羅萬象と原子相互の作用。事物の變幻性と原子の流轉。自然現象の解釋手段としての原子。原子と吾人の興味。

現今に於いては、神の宇宙なる世界と星群とにある萬物は、悉く、原子のx、y、z量の配列に依て構成されてをるといふことを信ぜねばならない。男も女も、二十日鼠も象も、木星の赤色帶も、土星の環もすべて同様である。あらゆるものは絶えず變化し、不斷に流轉する原子の群に過ぎない。地球と空氣、火と水とのすべての機械的仕事は勿論のこと、彼の忌はしき犯罪の行爲もはたまた楽しき戀愛の私語も、又は賞讃すべき任侠の人道的行爲も、すべて是れ甲原子群の乙原子群に對する關係そのものに外ならぬのである。

此處に氈ひ、閃めく勇敢なる一團の原子群がある、——人は是れを兵士と呼ぶ。——而し

て、此の原子群は幾千哩隔たれる南アフリカの草原の上で瓦解する——他の原子の小群に依て確實に瓦解する——人は後の原子の小群を鉛と謂ふ。

幻の如き舞踏こそは原子の舞踏である。儀式の司祭者——事物の變幻性——に對する嚴肅なる務よ。是れらの同一原子及び是れと同様な他の原子群は互に打ち振ひ、うち群れ相抱擁し、相結合して再び此の世に現はれ來つて、或は嬋妍たる婦人となり、艶麗の花と化し鶉となり、蝗蟲となる。が併し、悲しきは明日の日である。明日の日には原子の舞踏に再び止んでその姿は見えなくなる。ある原子は舞踏を微塵に粉碎した熱病の胚種となり、又ある原子は「墓場に生ふる緑の髪」となる。他の原子は海面を吹き捲くる海風のうちに廻轉する。驚嘆すべき變幻性。涙ぐましき悲哀。それは事物の運命である。見よ。物はみな相次いで、

砂漠の醜き面に降れる淡雪の如

暫しの間輝やきて——消ゆるなり。

物質の變幻極りなき舞踏は果てしもなく、未來永却に渡つて進行する。

却説、吾々が原子を神の小天使と呼んでも、又は悪魔の奴僕と言つても、それは各自の勝手であるが、只だ一事だけ確かなことがある——此の時空の境界内にあるものは死せるもの、生けるもの、あらゆる事物のすべての行動は甲原子群の乙原子群に對する作用であるといふ一事である。蓋し、是れらのものを外にしては、單だ空蟬の虛無のみがあるだけだ。それ故、吾らが原子を以て、「唯一の物」を追究する努力の出發點としようとも、但しは、唯だあらゆる物理的作用と存在物との基礎にそれを限定しようとも、兎も角、原子は吾人に執つて最も大切な物である。何者、原子は少なくとも、物理的には吾々人間であり而してそれ故に、原子もしくはは原子間の關係に就いての知識は原子の條件づくる憐れなる吾々人間に對しては悲劇的興味を有してをるからである。

第二章 元素の原子

原子は宇宙の建築材料なり。原子は個々特殊の創造物か、はた比較的單純なるものより進化せるものか。原子の秘密とそを開くべき唯一の鍵——元素と元素相互關係の有り無し。元素相互の關係と原子量。プラウトの假説とその誤謬。原子量測定と水素及び酸素原子量との比較——倍數の奇異なる整數的近似。ドベライナーの三つ組元素。元素の原子量の配列と元素の化學的作用相似性の週期的出現。ニユーラングのオクタドープ説とメンデレーフの週期律。各元素背後に唯一事物の存在することの暗示。

此等の原子は宇宙を建築する材料となる煉瓦である。此のものの順列と錯列とに依て全存在物が構成される。此のうちには、讀者の古い馴染の友である銅や鐵、硫黃、銀、金等が混つてをる。その大多數のものは地球上に莫大にあるが、他のものは、地球の隠れた處に潜んでをるから、その獲得と分離とは非常な能力と資本とが要る。インヂュームは金に比べて四倍、ドリユームは九倍、セシユームは十五倍、ラヂユームの如きは非常に不純なもの

原子量の表 (1904)

0=16

あるみ(ゆーむ) Al	27.1	れおぢむ	Nd	144.3
アンチモン Sb	120.2	ネオン	Ne	20.2
あるごん A(Ar)	39.88	ニッケル	Ni	58.68
砒素 As	74.96	窒素	N	14.01
バリウム Ba	137.37	おすみうむ	Os	190.9
蒼鉛 Si	208.0	酸素	O	16.00
ほうそ B	11.0	パラヂウム	Pd	106.7
臭素 Br	79.92	鎢	Pt	31.07
カドミウム Cd	112.40	白金	Pt	195.2
セシウム Cs	132.81	カリウム	K	39.10
カルシウム Ca	40.07	プラセオヂウム	Pr	140.6
炭素 C	12.00	らぢうむ	Ra(Rd)	226.4
セリウム Ce	140.25	ロヂウム	Rh	102.9
塩素 Cl	35.45	ルビヂウム	Rb	85.45
クロム Cr	52.0	ルテニウム	Ru	101.7
コバルト Co	58.97	さまりうむ	Sa	150.4
くらんびうむ Cb(NB)	93.5	スカンジウム	Sc	44.1
銅 Cu	63.57	セレン	Se	79.2
えりびうむ Er	167.7	珪素	Si	28.3
弗素 F	19.0	鍍	Ag	107.88
ガドリウム Gd	157.3	ナトリウム	Na	23.00
ゲルマニウム Ge	69.9	ストロンチウム	Sr	87.63
ぐりゆしなむ GI(Be)	9.1	硫黄	S	32.07
金 Au	197.2	たんたる	Ta	181.5
へりうむ He	3.99	てるる	Te	127.5
水素 H	10.08	てるびうむ	Tb	159.2
いんぢうむ In	11.48	たりうむ	Tl	204.0
沃素 I(J)	126.92	トリウム	Th	232.4
イリヂウム Ir	193.7	つりうむ	Tm	168.5
鐵 Fe	55.81	錫	Sn	119.0
クリプトン Kr	82.92	ちたん	Ti	48.1
らんたん La	139.0	アルフラム	W	184.0
鉛 Pb	207.10	ウラニウム	U	238.5
リチウム Li	6.94	プナゲン	V	51.0
マグネシウム Mg	24.32	くぜのん	Xe	130.2
マンガン Mn	54.93	イテルビウム	Yb	172.0
水銀 Hg	200.6	イトリウム	Yt	89.0
モリブデン Mo	96.0	鉛	Zn	65.37
		ジルコニウム	Zr	90.6

でも幾千倍も稀有である。此の外全く手に入れることのできぬほどに稀なものもある。此等の稀有な元素は不撓の勞力の報酬として初めて手に這入る。クリプトン・サマリウムなどはその例である。普遍的に存在してをりながら減多に手に入らぬものもある。例へば銀色のカルシウムの如きはそれである。此のものは全く文字通りに塵埃のやうに普遍である。此のものの存在せぬ道路はない。一バレル(二十三貫五百二十匁)の石灰石の七十一%がカルシウムであるが、カルシウムの價は指箱ほどの量が十四弗にも相當する。すべて元素の高價なのは取り出すのに困難なためである。(此の書の著述後、カルシウムの價格は一封度約一弗になつた。それは新しい採取法が發明されたためである)。

是れらのスフィンクスは果たして何ものか。元素は單一な、各自別箇に創造された、分割不可能な小存在物であらうか、それとも、他の創造と同様にそれは比較的單純な存在物からの進化を語るであらうか。兎も角いかやうな身の上話が原子に就て談らる、にもせよ、それを告げ得るものは、結局、此等の元素を措いては他にあり得ない。吾々の現在の問題

は、元素はその相互間に關係を有つてをるものかどうかといふのである。さて何んらかの關係が元素間にあるとすれば、その關係は重量のうちに示されねばならない。で吾々が第一に注意するのは前表のうちに示されてをる元素各自の數である。此の數は所謂、原子量即ち換言すれば、最輕であり従つて單位に選ばれたる水素原子と特殊原子との、重量上の倍數に相當するものである。此等の數は、科學の示し得る手と腦との力の最高度の「精密さ」の實例である。一寸附記して置くが讀者は單位に選ばれた水素の原子量は一でなくして、一、〇〇八であることを認めたとに違ひない。此の水素原子量を一として計算する理由は後に説明することとする。

始めて原子の比較量を測定した時、數箇の元素の原子量は、水素を單位として計算すると完全數かその近似數かになることが明らかにされた。一八一五年ブラウトは、此の數の一定する理由は種々の元素の原子が、水素原子の凝聚であるがためである、といふ假説を提唱した。酸素原子の重量が水素原子の重量に精確に十六倍し、炭素原子の重量が十二倍

するとするならば、是れらのものはそれ／＼に十六箇と十二箇との水素原子で組織されるといふことになり、而して、是れで物質の神祕は永遠に終りを告げるのである。此の觀念は、最初、非常に歓迎されたのであるが、實驗が益々精密になるにつれて、ブラウトが、實驗上のエラーに起因するものとして整数の帯べる小數を冷靜に捨て去つた方法は誤りであり、且つ、是れと同様の方法はすべて誤解に導くものであるといふことが、承認されるやうになつた。

整数に近い原子量が不思議にも澤山あるが、併しそれらのものとても確に整数ではないのである。例へば、酸素の原子量は十六ではなくして、十五、八七九である。

乍併、前記の如く近似數の一定するといふことは確かに奇異である。猶ほ、酸素の原子量を十六として、是れを基礎に他の原子量を計算すると、その大部分のものは全く整数になり、その他のものは整数に極めて近似した數となる。前掲の原子表は酸素 \equiv 十六を基準として配列されたものである。而して、是れはある實際上の考察から化學者間には重寶が

られる配列法である。吾々の期待に反して水素を一、〇〇八とせずにとする理由は實に此處にあるのである。

讀者が注意して此の表を見らる、ならば、全部のうち約二十一箇(ゴチック文字のもの)が小數點第二位までの整数であり、十七箇(平假名のもの内)が著しく整数に近似し、その餘のものはその中間に動搖する數であることを發見するであらう。一體何が故に七十八箇の元素中二十一箇のものが實際に整数であるのか公算律を基礎とする偶然と看做してもそれは説明し得られない。此のことは他の二十八箇の驚くべき近似に就いても同様である。

此の奇異な對稱的近似の説明は如何様であらうとも、兎も角、此の點にある隠れたる關係の存することを見通してはならない。それは吾々の好奇心を進め、吾々を遙か先の研究に導くには充分なことである。

(110)

ドベライナーの三つ組元素

その後幾許も経過せぬうちに、亦、一つの不可思議な、そして面白い発見が現はれた。それは元素表の此處彼處から、相互に強い関係性質を有する元素の小群を選出し得ることが明白にされたのである。例へば、それは同一の村落から徴募した一群の兵士のうちに力強い血統の類似性から、此處に一人彼處に一人と、性質なり體格なりの似寄りのものを選び出して幾つかの同胞の小群を作れるのに似てをる。此の相關原子の小群は所謂ドベライナーの三つ組元素として知られてをるものである。次ぎにその例を三つ擧げよう。

原子量

カルシウム	四〇・一	鹽素	三五・四	硫黄	三二・一
ストロンチウム	八七・七	臭素	八〇・〇	セレンニウム	七九・二
バリウム	一三四・四	沃素	一二六・八	テルリニウム	一二七・五

元素カルシウム、ストロンチウム、バリウムの化學的相似性は極めて顯著である。外觀は勿論その作用も類似してをる、加之、その變化に於いても順次に變化するのである。他の二群に就いても同様である。

是れらの事實を暗示する奇怪な発見は、是れらの群の任意のものを選んで、その第一元素と第二元素と第三元素との平均原子量を求めると精確ではないが第二元素原子量の近似数となることである。即ち、

原子量

原子量

原子量

カルシウム	四〇・一	鹽素	三五・四	硫黄	三二・一
バリウム	一三七・四	沃素	一二六・八	テルリニウム	一二七・五
計	一七七・五	計	一六二・二	計	一五九・六
平均	八八・七	平均	八一・一	平均	七九・八
ストロンチウム	八七・七	臭素	八〇・〇	セレンニウム	七九・二

(111)

讀者は此の表示から、是れらの各組の元素原子量の近似に對してある隠れたる理由存在すべしといふ確信を刺戟されるであらう。それは兎も角、此のことに依て原子は何んらかの方式で相互に關係あるもので吾々の疑惑が確實にされた理である。

週期律

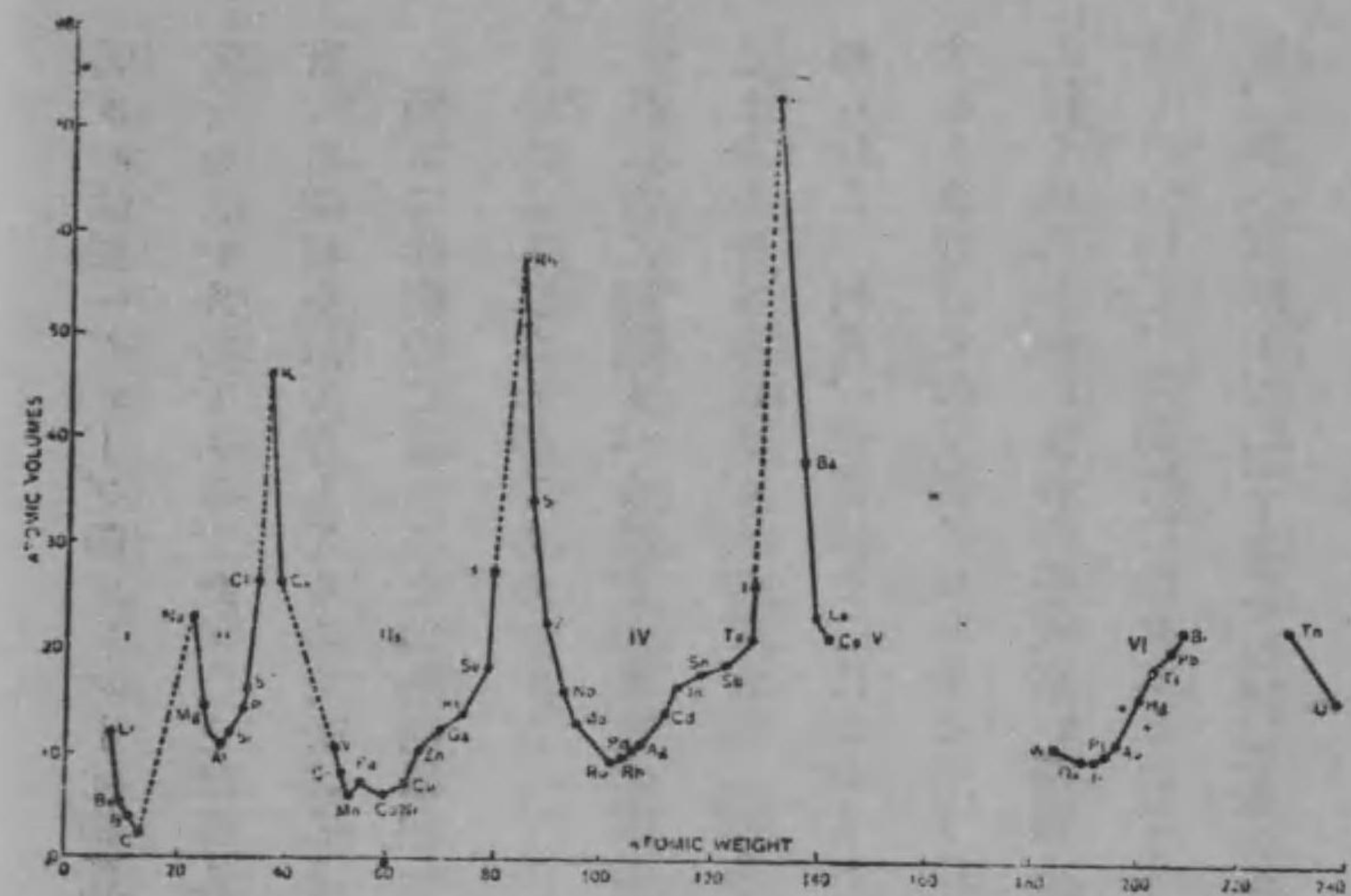
現在の元素の週期律は、露西亞のメンデレーフと獨逸のロタール・マイエルとに依て、各獨立に而して始んど同時に發見されたのである。但し、發見の胚種はニューラングのオクターヴ説にあることは言ふまでもない。

一八六三年ジョン・ニューラング氏は化學新誌に簡単な手紙を送つて、元素を原子量の順に水素を一とし、ウラニウムを二四〇として配列して表を作ると、化學的働作を相似にする諸元素は自然的に同一のグループに集まるやうになるといふことと、任意の元素とそれに相似な次ぎの元素との間に存在する元素の數は七箇であるといふことを指摘した。換

言すれば同一グループのメンバーは相互に音樂上のオクターヴの極と同様な關係に相當してをるといふのである。此のことは吾人に是れらの宇宙の小基本物間には一箇の關係が確實なる調和を以て存してをるといふことを思はせるのである。

簡單に學術的に言へばその法則は、「一元素の諸性質はその原子量の週期的函數である」といふことになるのである。

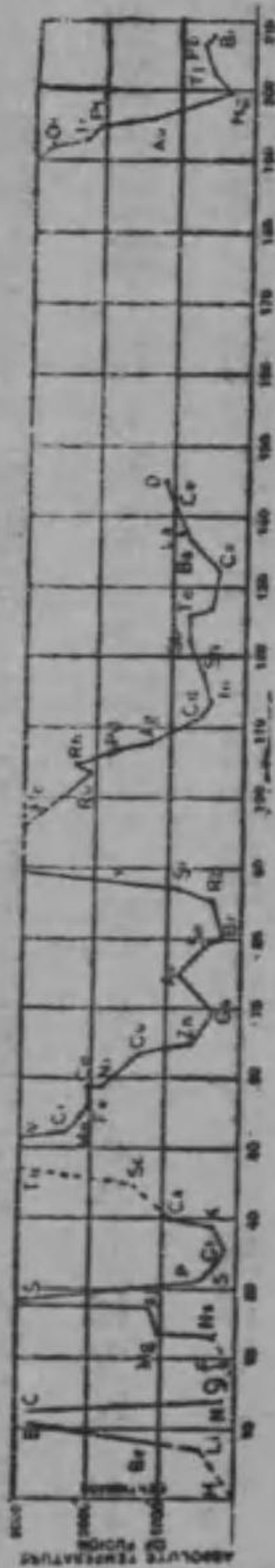
此は實に驚嘆すべきほどの事實の頗る簡潔な叙べ方ではある。此の敘述は徹頭徹尾次のことを意味するにとどまつてをる。即ち、元素の原子量を知るならば、その性質は隨意に知られる。何者、性質はそこに定められてをるから、といふのである。振子が左右へ動揺するとき再び元の位置に戻り來るやうに、又、月がその軌道を回歸するやうに、又、流轉し行く歳月が恒に陽春の香氣高い薔薇を持ち來るやうに、元素の諸性質は原子量の高まりゆくにつれて、週期的に再來するのである。此の事實を立證するためには、一箇の特殊性質、例へば原子容(原子量を固體元素の比重で除せるもの)を採つて、一枚の設計用紙の上



(三三)

第一圖 原子容の週期性

に、原子量を左から右へ讀むやうに(横軸)又、原子容を下方から上方へ讀むやうに(縦軸)配列して、表を作ればよい。それで種々の元素の種々の位置を、その原子量と原子容とに準じて配列して曲線を描くと、第一圖に示すやうな表になる。吾々は此の表から、直ちに原子容は原子量の週期的函数であることを知る。原子量の増加とともに原子容は交互に増減する。週期は曲線を構成するところの正規的に回歸する丘と谷とのうちに自己の位置を主張する。五つの丘と谷との上に相似の位置を占むるところ



第二圖 原子容の週期性

の諸元素は非常に相似な性質を有つてをる。斯くの如くにして、讀者は五つの丘の各々の頂上にリシウム、ソジウム、ポッタシウム、ルビジウム及びセシウムを發見し、且つ、これらの元素はすべて驚嘆するほどに相似な性質を有つことを知るであらう。第三の丘の傾斜面上の小點S(硫黄を意味す)を見よ、然らば讀者は他の二丘の是れに對應する相似の位置にSe(セレンニウム)とTe(テルリウム)との小點を發見するであらう。是れら諸元素の性質は實に相似である。次ぎに全然前と異なる他の性質、例へば、元素の融解點を採つて、

同様の圖(第二圖)を畫き見よ。然るとき、讀者は第二圖と恐ろしく類似せる曲線を獲得であらう。但し、此の場合には第二圖に於いて曲線の丘上にある元素は底部にある。融點曲線は原子容曲線及びその他の同一一般型と同様に嚴密に週期的である。二箇の曲線の正規

(三五)

的不正規性を注意せよ、而して亦、一箇の週期とともに、曲線の各斜面上に複週期の存することを注意せよ。相似の曲線は他の多数の性質に對しても畫かれるであらう。果たして然らば吾々は是れらの原子——吾々がすべてそのうちに生き、動き且つ吾人が存在するところの是れらの微細なる不可視體——を、各個別に創造され、任意に製作されたる、相互に關係なき個體と想像し得られるであらうか。否、殆んどさうは考へられない。何者、原子の一定構圖に準據して創造されたことは明白であるから。願はしきは、此の構圖の残る隅なき全部の了解である。

それは恐らく、存在のヴェールの背後の確實なる瞥見に違ひない。併しながら、吾人がアルファからオメガまで讀み得ぬならば、未來の文字は將來の人の開發に任せて、吾人は吾人の能ふだけのものを説明せねばならぬ。もし又、此の宇宙の暗號のうちに、當然讀まるべき暗號の存在することを確實に知るならば、吾人は少なくとも知識の端緒に到達したることを以つて敢て足れりとしよう。

第三章 週期律の表

メンデレーフの最初の表と最近のもの。 週期律は宇宙のアルファベットなり。 週期律の正規性——元素の列族の關係。 元素の諸性質はその原子量の週期的函數なり。

此の元素原子の週期性と、元素が一定の構圖に従つて配列されるといふ事實とは、メンデレーフの考案せる表に非常によく表らばはされてをる。研究のために、吾々は先づ、メンデレーフの初めて作製した週期表の第一部を考察することとしよう。(第三圖)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27	Si 28	P 31	S 32	Cl 35.5	
4	K 39	Ca 40		Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, 59 Ni 59

今、水素は表のうちにないものとして、リジウムから初める。元素を原子量の順に順次に配列して弗素に至ると、次ぎの元素即ち第八番目の元素ナトリウムはリシウムと相似の性質を有つことが観察される。それで、ナトリウムをリシウムと同一の垂直行に配置し、それから次ぎの元素を原子量の順に並べると、マグネシウムがベリウムの行に來、アルミニウムが硼素の行に、硅素が炭素、磷が窒素、硫黄が酸素、鹽素が弗素の行に來そして是れらの元素の諸性質はそれ／＼に二つ宛とれば非常に似通つてゐる。次ぎに第三線を次位の元素カリウムで初めて、前のやうに原子量を逐ふて元素を配置する、即ち表に示さる、如くカルシウムはベリウム、マグネシウム、テタニウムは炭素と硅素の行に、ヴァナヂウムは窒素と磷、クロミウムは酸素と硫黄、マンガンは弗素鹽素との行に配列される。此の場合にも亦、各組の三つのメンバーの間には顯著な類同が現はれる。各組のメンバーは非常に相似な性質を有つてゐる。吾々は此の構圖でドベライナーの三つ組元素の證明を得たことになる。何者、各群に於ける三箇の元素は、彼の発見した性質の三

つ組を構成するからである。同様に吾々はそれはニューラングのオクターヴの證明であることを知る。乍併、やがて明瞭になる如く、ニューラングは此の大膽な擴張——各八番目の元素が第一番目のものに類似するといふ事實と、現象の週期性とを重要視する——の觀界を極めて微かに瞥見したに過ぎない。此の重要視する事實の意味を捕捉するためには、此の配列をして、眞實に且つ確實なるものとするために、メンデレーフが第四列の第三群に、その當時には未だ発見されてゐぬ元素のために空處を取つて置く必要を感じたことを注意せねばならない——彼は此の必要感を以て足れりとせずして、進んで、それら元素の発見されたら場合にその元素の有すべき性質を豫言したのである。

今日世に存する元素の完成せる週期表は次ぎの如きものである。

此の原子の週期律は宇宙の神のアルファベットである。吾々は此により、たゞ此のものに依てのみ、創造の歴史と將來とを解決すべく望むことができる。唯だ吾人の前に、創造——勿論、創造の主——に對する主語——(オーブン・セサメ)——だけが缺如してゐるので

週期律の表

列	零族	一族	二族	三族	四族	五族	六族	七族	八族
0	x								八族 Fe=55.9 Co=59 Ni=59 (Cu) Zn=65.4 Ga=70.0 Ge=72.3 As=75.0 Se=79 Mo=96.0 Br=79.95
1	y	H=1.008							
2	He=40	Li=7.03	Be=9.1	B=11.0	C=12.0	N=14.04	O=16.00	F=19.0	Rn=101.7 Rb=85.4 Sr=87.6 Y=89.0 Zr=90.6 Nb=94.0 Mo=96.0 Tc=98.0 Ru=101.7 Rh=105.0 Pd=106.5 (Ag)
3	Ne=19.9	Na=23.05	Mg=24.1	Al=27.0	Si=28.4	P=31.0	S=32.06	Cl=35.45	
4	Ar=38	K=39.1	Ca=40.1	Sc=44.1	Ti=48.4	V=51.4	Cr=52.1	Mn=55.0	Pt=195.1 Au=197.2 Hg=200.0 Tl=204.1 Pb=206.9 Bi=208 Po=209 U=239
5		Cu=63.6	Zn=65.4	Ga=70.0	Ge=72.3	As=75.0	Se=79	Br=79.95	
6	Kr=81.8	Rb=85.4	Sr=87.6	Y=89.0	Zr=90.6	Nb=94.0	Mo=96.0		
7		Ag=107.9	Cd=112.4	In=114.0	Sn=119.0	Sb=120.0	Te=127	I=127	
8	Xe=128	Cs=132.9	Ba=137.4	La=139	Ce=140				
9									
10				Yb=173		Ta=183	W=184		
11		Au=197.2	Hg=200.0	Tl=204.1	Pb=206.9	Bi=208			
12			Rf=231		Th=232				

(R10)

第四圖の近景圖 表

ある。此の系統が假りに正規で、完全に對稱的であるならば、吾々はその神祕を領解するか——即ち、神祕が全然なくなるか——又は、此の神祕を解決する希望の上に永久にあることとなるであらう。がその歡喜と希望とは寧ろその正規的不正規性のうちに横はつてをるのである。吾々は暫時の間、その不正規性を構成する該法則のきまぐれさをそのままにして置いて、先づ、此の

法則の正規性

に就いて考察するとして。

第四圖の表を一瞥すれば、讀者は物質の各元素は表中にそれ特有の一箇の小區劃を有つことを知るであらう。此の區劃は元素自身に屬するものであり、且つ、その元素は他の何れの場合へも行くことを拒絶する。

此の事を立證するためには、吾々の注意を任意の元素の上にとゞめ、而して、その元素とその水平線か垂直線かにある他の元素との關係を考察すればよい。

(R11)

週期律の表

(四二)

任意元素に就いて水平の位置にある諸元素を列と呼び、垂直の位置にあるものを族と言ふ。

表中にある元素の實際的位置は、唯だその原子の重量に依てのみ定められる。而して、一度定められるが最後その他の諸性質は、その列と族との關係から、必然の事實として定まる。

任意の同一列にある諸元素は一定の步調で變異するが、元素相互の間には劃然たる分化がある。而して、それらのものは表の一方から他方へと前進的に變化して種々の型を形成する。一族の諸元素は上方から下方へと前進的に變化するが、その變化は相互に親密に類似してをり、確實に同一の型をなしてをる。事實、それらの關係は、是れらの族を確實なる自然の種屬と呼び得るほどにさへ密接なものである。

斯くの如き族關係の一例として、第二族の元素に就いて考察して見よう。是れらの諸元素を原子量の順に、配列すれば、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、亜鉛、ストロン

(四三)

チウム、カドミウム、バリウム、水銀、及びラチウムとなる。是等の諸元素を研究すると不可思議な事實が認められる。即ち同一族の元素はすべて相互に類似してをり、そして、云はゞ同一血統であるのに、それにも拘はらず、二箇の亞族——而して、各亞族のメンバーは特に相互に似寄つてをる——に分割されることである。是れらの亞族は

A 亞族

B 亞族

カルシウム、ベリリウム、

ストロンチウム、マグネシウム、

バリウム、亜鉛、

ラチウム、カドミウム、

水銀、

二箇の亞族の相互關係を、カルシウム、バリウム、ストロンチウム、ラチウムが姉妹的で、ベリリウム、マグネシウム、亜鉛、カドミウム、水銀等に對しては、從兄弟的である

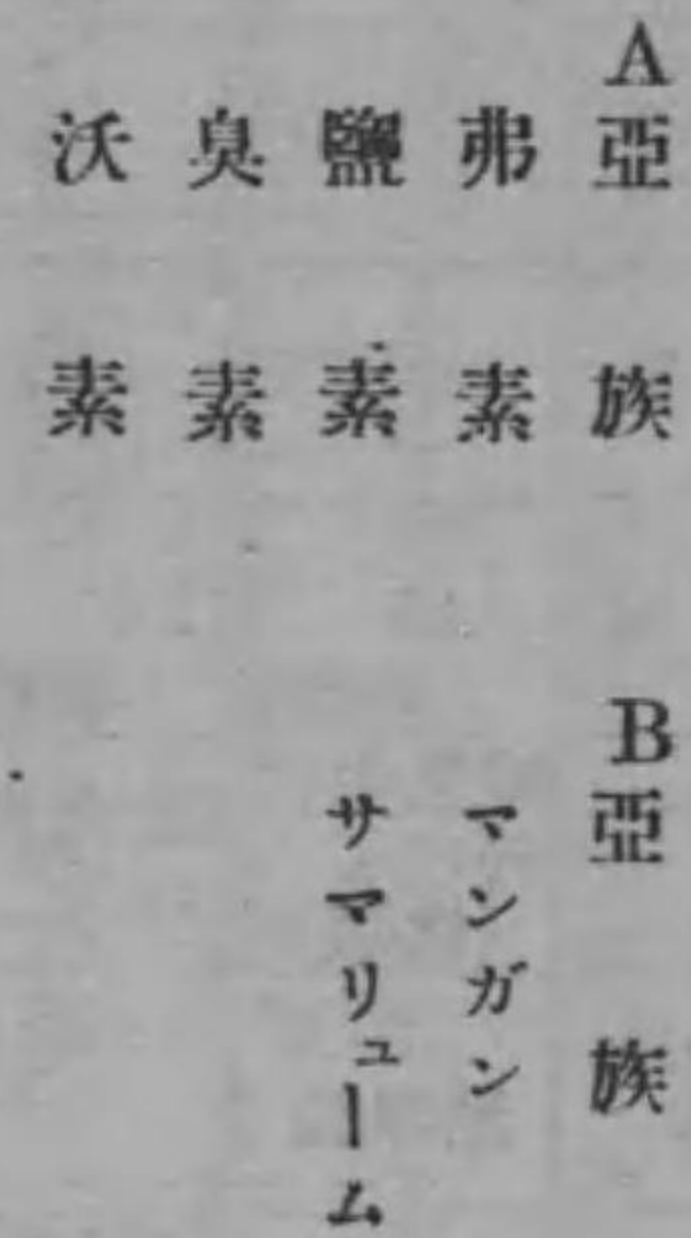
とでもいふたならば、それらの関係は最も巧みに表現されるであらう。
 此の同一族内の複関係の奇異な性質は、他のあらゆる族の元素が是れと同一の方式で、
 相似の関係を示すところの二箇の亞族に分割される事實で一層明確にされる。原子容と融
 解點との曲線に於ける複週期性に就いては既に讀者の注意を喚起してをいたが、此の同一
 族に於ける複関係はその論理的結論である。是れらの姉妹元素が、性質上、いかに明瞭な
 る關係を有するかは次ぎの表で知らる、であ
 らう。

元 素	カルシウ ム	ストロン チウム	バリ ウム
原子の質量	40	88	137 →
比 重	1.6	2.5	3.6 →
炭酸鹽類の 解離 温 度	600°C	1100°C	1400°C →
攝氏十五度に於け る一立の水に溶解 する水酸化物の克	1.32	18	50 →
鹽化物の生 成熱 (單位にて)	170	185	195 →

第五圖第二族の關係

此の表を一覽すれば、非常に異なる性質に
 於いてさへも、是れらの元素の動作が著るし
 く相似であることが分るであらう。此の相
 似性は、任意の化學反應に於いて、カルシウ
 ム、ストロンチウム、バリウムのいづれかの

一つに代へて、一般的文字を置いても差し支へないほどに大きい。乍併、圖解の主なる目
 的は、元素が相互に變化して行くとき、その變化は前進的で、歩調が一定であるといふこ
 とを示すにあるのである。次ぎに、他の族、例へば所謂ハロゲン族として知らる、第七族
 の元素を探つて見よう。此の族は矢張り二箇の亞族で成立してをる。



A 亞族の表は次ぎの如く、その變化に於いて前進的に且つ同一の歩調を示してをる。此
 の表示に依て、最も重要視すべき點は、元素が異なるにつれその變化の歩調が原子量の高
 まるに随ひ前進することである。表中の矢の方向は各性質の前進的變化の方向を示してを
 る。却説、第二族と第七族とに就いて適用さる、事實は、又、系統の他の族に就いても同

性質	弗素	鹽素	臭素	沃素
原子の質量	19	35.5	80	127
沸騰點	-187°C	-33°	+59°	+184°
比重	1.15 (液體)	1.5 (液體)	3.2 (液體)	5 (固體)
水素との化合	暗黒内に於いて(常溫)	日光内にて	赤熱状態にて	赤熱状態にて但し不安
水素化合物の全成熟	37.6 熱單位	22	8	-6.1
水素化合物の安定度	大安	概定	分解する(1500°Cにて)	(800°Cにて)
			(180°Cにて)	

第六圖第七族の關係

様々に適用される。言ふまでもなく、物質の諸元素は自然に族の列に落ちつく。各族は自然に二箇の亞族に分たれる。而して、此の亞族はある一定の性質に就いて相互に誤まることなき關係を有つものであるが、各亞族の成分メンバーの性質は驚くべきほど相互に類似してをり、従て一般的に、甲のなすところを乙が行ふと言ひ得るのである。即ち、彼らの性質の差は實に一定の歩調に於ける前進的變化にあるのである。猶ほ、是れらの關係はすべて原子容と融點との曲線に圖解された法則——元素の性質はその原子量の週期的函數である——に於いても眞實である。

第四章 週期律の吟味

一八七一年に於けるメンデレーフの三箇の未發見元素に對する豫言。豫言の適中と週期律の價値。一八九三年ロード・レーン空氣中よりアルゴンを見出す。週期表の零族新設。週期律と原子價。週期表とラザユーム。

一元素の原子量を知ると、その元素の性質は定まる。此のことは全く決定的である。此の事實がいかに眞實であるか、それは説明に依て充分に示されるであらう。法則の表(第四圖)を見、而して、第三族の第三、第四元素なるSc(スカンデニウム)とGa(ガリウム)及び第四族第四元素なるGe(ゲルマニウム)とを注意せよ。メンデレーフが彼の法則を宣言して、その表を初めて作れるとき、彼は、彼の表を眞實ならしむるためには、未發見の元素に對して空處をよめ置くべき必要を感じたのである。而して、彼れは此の事のみを以て満足することなく、一八七一年には法則を基礎として、それら元素の發見されたる場

合に、それらの諸元素の當然有すべきところの諸性質に就いて豫言したのである。

叙知の神の創造せる宇宙の基礎たるべき七十八箇の物質のうち、三個缺けてをる。此の三箇の元素に對して彼れは極度の綿密さを以てそれらのものは斯く斯くの性質を有つべしと断定したのである。而して彼は此三箇の假設的要素をそれ／＼エカボロン、エカアルミニウム、エカシリコンと命名した。が、自分の豫言の適中を、生きてるうちに見ようとは夢にも思はなかつた。」と彼は獨語した。乍併、事實は正に豫言の如くであつた。未知の暗黒世界から、是れらの元素は相次いで現れて来て、彼に面會を求めた。その一人はスカンヂナヴィヤの丘陵の上から、又、次ぎの一人は佛蘭西のピレニースから、そして最後のものは獨逸の礦坑からやつて來たのだ。此の三つの元素はスカンヂューム、ガリウム、ゲルマニウムと命名された。それらのものはそれ／＼に彼の豫言元素エカボロン、エカアルミニウム、エカシリコンと非常に似てをるばかりでなく事實そのものなのである。此の事實がいかに確實であるかは、例へば、メンデレーフのエカボロロンと、その後ニルソンの發

見したスカンヂュームとを比較して見れば、それが容易に了解されるのである。

エカボロン

スカンヂューム

原子量 四四

原子量 四四

酸化物 Eb_2O_3

酸化物 Sc_2O_3

硫酸鹽はアルミニウムの硫

酸鹽に比して可溶性小

同上

炭酸鹽は水に溶解せず

同上

鹽類は無色にしてカリウム

同上

及びアムモニアと膠様沈澱物

を形成す

豫言性質は發見性質と一致してをる。假設的要素はスカンヂュームのうちに、それ自身を發見した。

同様にして、他の二元素もそれ自身をガリウムとゲルマニウムの中に発見した。吾は此の見事な三重の豫言のうちに、研究手段として、週期律の活躍範圍と能力とを見ることができる。吾々は此の法則が事實の表現であるべきことを確信的に認識する。假りに一人の占星師があつて、讀者の星を觀て、君の星は君の生涯のうち、いつかは不明ではあるが、三人のある特別な人に遭遇することを表はしてをると告げ、而して、極めて特殊的にそれらの人々の體重なり、毛髪の色なり、鼻の大きさ恰好なり、一言でいふならばそれらの人々と他の人々を積極的に區別立てるに足る身心のすべての習慣を告げたと假定しよう。而して、讀者は豫言と寸分も違はない種々の性質を有つた人々に遭遇したとしよう。そのとき讀者は恐らく占星術を信ぜずには置くまい。

併し、占星術は是れらの確實なる豫言をなし得ない。それに反して、化學は週期律に依つて實に前記の如き豫言をなし得るのである。で、吾々は週期律を信するのである。吾々は元素の原子量が一の大なる關係の構圖に於いて、その性質と位置とを決定するものである

ことを確く信するのである。讀者は未來の胎内にある諸々の元素のために用意されてある數多の空處を週期表のうちに発見するであらう。化學者は此の法則を徹頭徹尾信じてをるので、幾度となく、ある「我儘」な元素を「その當然占むべき位置へ」据えようとするのに躊躇せなかつた。インヂウムやベリウム、ウラニウムなどは、原子量の古い測定を基礎として表中の適當な區劃に適切に納まらなかつた。併し測定をやり直した結果、これら元素の古い測定の誤であることが明瞭になり、そして精密に調整された新しい原子量は、是れらの元素として、その自然に屬する、そして現に今日それらのものが維持してをる、表中の位置に正しく落ちつかしめたのである。

週期律の確實性に對する斷定として、斷定的な吟味が、ロード・シーレーとサー・ウェリアム・ラムゼーの空氣内に含有される稀氣體の発見のうちに見出されたのである。彼等の発見史には頗る興味がある。一八九三年ロード・シーレーが精密なる現代科學すべての方法を盡くして窒素の密度を決定しようと企てた。然るに驚くべきことには空氣から採取し

た窒素と化合物のうちから捕集した窒素との量に相違のあることを発見した。その差は極めて微少なものではあつたが、恒に一定であつた。此の不思議な異常性から、従來の化學者には窒素と看做されてゐたもの、うちから、一箇の新しい、是れまで夢にだも考へられなかつた元素の発見が生れた。此の新元素はアルゴンと命名された。此のものは吾々の呼吸する空氣のうちには、その約一%近くも含まれてゐるのである。その後、此のアルゴンはその儘では不純であることが発見された。而して、是れからヘリウム、ネオン、クリプトン、クセノンの四箇の他の元素が分離された。此の五箇の新元素の特徴は毫も他のあらゆる元素と化合する力なきことである。

週期表のうちには是れらの元素の占むべき箇處がないので、是れらのものはそれだけで新しい獨立の一族を別に形成した。尙ほ、週期律は自然界のありとあらゆる元素の位置を発見しようとした。法則の効力は屢々脅やかされた。事件はよく眞劍であつた。で、吾は週期律がいかに手際よく、又、完全に證明されたかを事實と照し合はして見ることに、

しよう。週期律と關聯してゐる事實のうちで最も奇異なもの、一は、原子價の正規的な増進である。原子價とは一原子の、化學的に他の原子と結合し得る力、換言すれば、原子が他の原子を掴む掴み手である。で、原子價を假りに、原子の有つてゐる手とすると、第一群から第八群までの元素は順次に1 2 3 4 5 6 7 8の手を有つことになるのである。此の掴み手の變異は(例へば)第三列にある原子が弗素と化合して弗化物を形成する方式のうちによく表はされてゐる。

一 原子のナトリウムは一原子の弗素と化合して、一分子の弗化物を形成する。

一 マグネシウムは一

一 アルミニウムは一

一 シリコンは一

一 燐は一

一 硫黄は一

鹽素は弗素と全然化合しない。是れは明らかに兩元素とも同一族に屬してをるので、性質を等しくしてをる、云はゞ姉妹元素であるためであらう。

却説、前述の五箇の新元素、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、クセノンは全然化合力、云はゞ、手を有つてゐない。それ故、是れらの元素は、一つの手を有つ第一群の

前に來る一の獨立群を組織すべきであらう。併し、そのやうな位置に適合するであらうか。事實適合するのである。原子量はそれらの元素を實にその適當なる位置に自然的に且つ必然的に挿入するのである。

列	零族	第一族
2	ヘリウム 4.0	リシウム 7.03
3	ネオン 19.9	ナトリウム 23.05
4	アルゴン 38	カリウム 39.1
5		銅 63.6
6	クリプトン 81.8	ルビヂウム 85.4
7		銀 107.9
8	クセノン 128	セシウム 132.9
9		
10		

うに思はれた。此の法則は、自身で充分に此の難關を切り抜けたのである。而して、元素

で、初めには一撃の下に撃破されるや

議院に新らしく登場した此の興味深い一族はその恰好なる坐席をメンデレーフの最近の表中零族ゼロ族のうちに發見したのである。

週期律の最後の試験、特に決定的吟味として、同表の第二族第十二列の空處に注意せられたい。此の元素は頗る奇怪至極のものであり、且つ、それに就いては吾人が次章で詳細に語るべき多くのものを有つてをるのであるが、その原子量は此の元素を必然的に、元素系統に於けるその適當の位置に——化學的性質の姉妹たるべきバリウムの直下に——導くのである。

第五章 週期律の意義

週期律に表はれたる原子相互の関係より、各原子の特殊的創造物たるべきか、又は、より微細なる成分素の集合體なるべきかを論ず。原子の合成體構成に於ける一定の數量的關係と方式。——原子團の元素的化學作用。——前記の事實よりする原子の亞原子的構造に對する推論。亞原子——原子より微細なる物體の存在とその追究。——原子の種屬的關係とその無機的進化の所産なりてふ結論。——

前の數頁で、吾々は、物質の元素原子に關する特異の事實をいろ／＼と知り得たので、今はそれらの原因を追究する段取りとなつてをる。既にブラウトの法則やドベライナーの三つ組元素、ニューラングのオクターヴ論などで觀察したやうに、原子量の正規性に對する驚くべき近似、而して最後に週期律に於ける神祕の總合等は、原子間に一つの配列構圖のあることを印象深く立證するのである。斯やうな構圖は公算論を基礎とする、單なる偶然の結果ではあり得ない。此の配列の構圖はサムシングを意味すべきであり、且つ、此の

サムシングは根本的に重大なものであるべきである。

全構圖の主なる特徴は相互の關係である。元素は自然界に於ける斷片的な、相互に關係のない事物でないことは明らかである。元素は、實際、眞實の意味で、相互に關係を有してをるものである。而して、吾人が週期律の意義のうちに追求すべきことは、此の關係の表現である。吾人は、原子は單一で不可分的な、各別々に單獨に創造された終局的な事物であるといふ假定からか、又は、是れと反對の假定からか初めるとしよう。假りに、原子が事實終局的なものであるならば、前述の神祕の解明は是れを望むも遂に徒勞に終はるであらう。此處には積極的に何んらの思考し得べき解明はないのである。

然るに、是れに反して、是れらの原子が別箇の「部分」から構成されてをると假定すると前記の事實は一箇の單純にして合理的な方式で説明される。何者、もし原子が單一のものでなく、成分素で構成されたものとする、是れらの部分即ち成分素は吾々の謂ふところの原子なる合成體を構成するためには、ある一定の數と方式とで結合すべき事が當然とな

る。それは恰度、原子が化合物の分子を構成するために一定の數と方式とで化合するのと同じである。而して、是れらの事實が實際に行はれてをると假定するのは不合理ではない。炭素には一組の化合物があるが、それを週期律の方式に配列すると、分子量の變異と性質の相違に相互の著るしい類似を示すのである。例へば

化合物	分子量
メタン CH_4	一六
エタン C_2H_6	三〇
プロパン C_3H_8	四四
ブタン C_4H_{10}	五八
ペンタン C_5H_{12}	七二

のやうな化合物を $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ の分子式を有するものまで探つて、表を作つて見ると——分子量は常に十四宛の正規的增加を示してをる——その性質は、恰度一族を構成するもの

やうに、正規的に變異して行く。それ故、原子族が相互に結合して相關性質と族關係とを有つ物質を形成するとすれば、原子の族が相互に結合して相似の族關係を有つ原子を構成せぬといふ理由はあるまい。吾々は化學で、屢々元素の役目を實際的に演ずる原子の小群を發見するのである。所謂、アムモニウム團として知られてをる「 NH_4 」なる小團體は、その獨立性を維持し、且つ、ナトリウム若しくはカリウム元素と、驚嘆すべきほどに似通つての働作を行ひながら、化合物から化合物へと通過してゆくのである。此のことから吾々は原子團が物質の元素を模倣することを認識する。そして、疑ふまでもなく、元素に明白な性質の關係と週期性との構圖を、その合理的にして自然な解釋を元素原子は亞原子から構成されてをり、そしてその亞原子は、分子内の原子の如く、原子内で働作するものであるといふ假説のうちに發見するのである。是れは全く自然的であり、又、合理的必然的である。但し、それには唯だ一事——一原子よりも小なる一物體の存在——のみが必要である。此の事を追究し發見することは、又、本書の一つの重要な務であるが、獨り亞原子性

の事實のみが週期律の唯一の秘密ではない。吾々は既に性質の相違に就いて許りでなく、亦その相似性と關係とに就いても語つた。吾々は又元素の姉妹と從兄弟、換言すれば、類同の關係ならざる、眞實の關係に就いても話した。既に姉妹たり從兄弟たるものに就て語り得たとすれば、何故に父たり母たるもの猶ほ進んでは祖父母たるものに就いて語り得ぬことがあらう。生物學的科學全體を一貫して、種屬關係は確實に共通の起源を意味するものと思惟されてをる。進化は此の假説を基礎とする。生物學者が動植物のいづれを問ふことなく、その構造に於いて數々の形態類似點を表示するところの一團の生物を發見する時は常に、即坐に次の如く斷言するのである。「是れらの生物は一箇の共通祖先を有つてをた。是れらの生物はすべて、より單純なる形態のものから進化した」と。實に此の論法こそ吾々を必然的に導いて、原子種屬は、生物學に發見さるゝいかなるものにも劣ることなく嚴格に定義せらるゝ種屬關係を現示してをるものであるから、原子種屬は共通の祖先を有つ、そして、それから由來したものの、即ち吾々の知る如き原子は、進化——無機的進化——

の所産であると、結論せしむるのである。於茲、原子進化の充分なる確證を追求し且つ發見することは亦、本書の他の大なる務となるのである。

吾々が今まで論じて來た範圍内では、吾々の結論は積極的——必然的可證的確證の上に起つてはるない。それは、前述の二箇の結論的假説として用ふることに依て事件が解明されるといふだけである。即ち、それを假説として用るなければ何事も解明され得ぬといふ單なる事實の假説的確證である。

第三篇 氣狀イオン

第一章 物理学上より見たる氣體

如何にして氣體は電氣を傳導するか

週期律に表はれたる事實より歸納せる合理的假説。該假説を根本的に解明すべき一事
 物とその事物發見の導火線たるべき氣體。氣體の電氣傳導度。漏電に對する従来の
 觀念と空氣の輕微なる傳導性。氣體の微弱なる電氣傳導度を増進する種々の方法。

是れまでの章では、主として、吾々の解釋を説明するためには一事物を發見せねばならぬといふことを示さうと努めたのである。吾々は、元素間を相互に連結する不思議な法則の存在することを認識した。而して此の法則は、物質の原子は、それよりも遙かに小さいイオンで構成されてをる微體であること及び吾々の知る如き原子は比較的簡單な状態からなる型式を進化した、といふ如き合理的結論を導くのである。乍併、吾々は此のこ

とに就いては何んらの積極的證明をも有つてゐない。それは觀察事實を基礎とする一箇の合理的假説に過ぎない。例令、吾々が實際に此の證明を有つてをるものとしても、恐らく週期律の意義と物質の神祕とは解き得られまい。僅かに一事が缺けてをる。化學者は彼れ獨特の研究に就いて喋々と語るかも知れない、併し、吾々の要求する眞理の實際的試金石を與ふることができない。それ故、吾々は化學者をそのレットトや坩堝、ビュレットや冷却器のうちに放任して、解決を求めて他へ向かはねばならない。それで物理學者の研究所に行くこととしよう。

此處は化學者の世界とは全く別天地である。精確な光學、電氣、磁氣學上の道具が吾々の周圍に置かれてをる。そして此處の空氣は總べて精確を以て鳴り響いてをる。化學の場合と同様に研究の對象は「事物」であるが、併しその觀方は全然相違してをる。従つて、原子なる對象物は化學者同様物理學者にも興味深いものであるが、研究方法は全く別様である。

此の方法の相違の實例として、吾々の研究對象たるべき一事物の發見の導火線たる氣體

に就いて考へよう。化學者は氣體の化學的性質及び他の物體に對する氣體の作用といふ點を主として考察するのであるが、物理學者は、反對に、先づ氣體の物理的性質に就いて考察する物理學者には、此の場合氣體の種類といふことは寧ろ關係がない。何者物理的性質に於いてはすべて氣體は實に驚くほどよく似てをるからである。此の類似性は、壓力と熱との影響下に於ける氣體の收縮と膨張との相似で容易に證明されるのである。

吾々の研究に最も關係の深い物理的性質は氣體の電氣傳導度である。正常状態にあるすべての氣體は極めて微かに電氣を導く。例へば空氣の如きものが非常に鋭敏な傳導體であるならば、電線は明らかに不可能になる。何者、電氣は放電されるから。而して、空氣の傳導度の極めて輕微なことは、所謂檢電器に依て容易に證明される。

檢電器は絶縁した垂直の銅板に一枚の金箔を貼附して作つたもので、金箔と銅板とに電氣を傳へると、同性の電極間の反撥力は、金箔を反撥さす。即ち、反撥の角度に依て電荷量を測定することができる。此の場合、一般に充電が次第に衰へて行き、最後に金箔が靜

かに銅板の上に落つることが實驗で示される。

併し、此の漏電は非常に輕微であるから、從來の物理學者は、空氣や周圍の氣體が自然に電氣を傳導するといふことを信じないで、漏電の原因を絶縁の不完全な方法や氣體のうちに存在する微細な塵埃に歸してゐた。今日の研究は斯やうな漏電は實際空氣及びすべての正常の氣體を通じて走るもなること、従つて氣體を傳導體と呼ぶべきことを肯定さす。氣體の微弱な電氣傳導度は種々の方法で増進される。氣體の傳導的になる例を擧ぐれば、

一、氣體をある一定の溫度にまで熱するか、又は焰、弧燈の近傍から捕集するか、二、氣體を赤熱状態にある金屬か炭素に接觸させて置くか、三、放電が現に通過しつゝあるか、又は通過した痕跡のある空間を通じて氣體が擴散するか、すると傳導的になり、又、四、氣體の中をX光線か、五、陰極線かが通過すると、瓦斯は傳導性を帯びるやうになり、猶ほ、六、ウラニウム、トリウム、ラヂウム、ポロニウム、アクチニウム、などの化合物が、存在してゐると氣體は傳導的になり得るのである。七、氣體は莖外線の作用を受けるか、

八、溶解せる燐の上を通過するか、水中を泡立て、通過するかすると亦傳導體になる。さて氣體の電氣傳導性に就いて前述の如き知識を獲た。次ぎに此の知識が吾々の研究に於いて吾々を何處に導くかを發見するとしよう。

第二章 イオンの發見、新らしい種類の パーチクル

蠟燭の焰と檢電器の放電現象。 氣體の傳導性は果たして條件か。 その本性、條件に
あらずしてパーチクルなり。 陰陽二種のパーチクルと兩極間に置ける焰の分裂。 イ
オン。 氣體の電離。

氣體は、普通、軽度の電氣傳導度を有つてをるといふ事實も、此の傳導度は氣體が頗る
良好な傳導體になるまで増進されるといふことも、特別に人の注意を惹かぬやうに思はれ
る。が併し、此の表面は單純に觀える事實は實は他のあらゆるものに優つて、人間に自然
の胸底に注意深く抱擁されてをる知識を報告すべく運命づけられてをるのである。事實に
よつては宇宙の深い意義で底の底まで充滿されてをるものがあるが、此のことなどは正に
その一つである。

此の外觀的に大して大切でない事實に取り掛かるには、先づ蠟燭の焰で研究を初めるの
が最もよい。充電した小檢電器の上に蠟燭を支へて見よ。然るとき讀者は金箔の衝突する
ことを觀察するであらう。即ち、此の事實は前記の、焰の附近にある氣體は電氣の傳導體
であるといふ事實を立證するのである。さて、事實を知つたから、次ぎにはその理由を發
見するのが大切である。而して、吾々はその理由を傳導する氣體の特性のうちに發見する
のである。

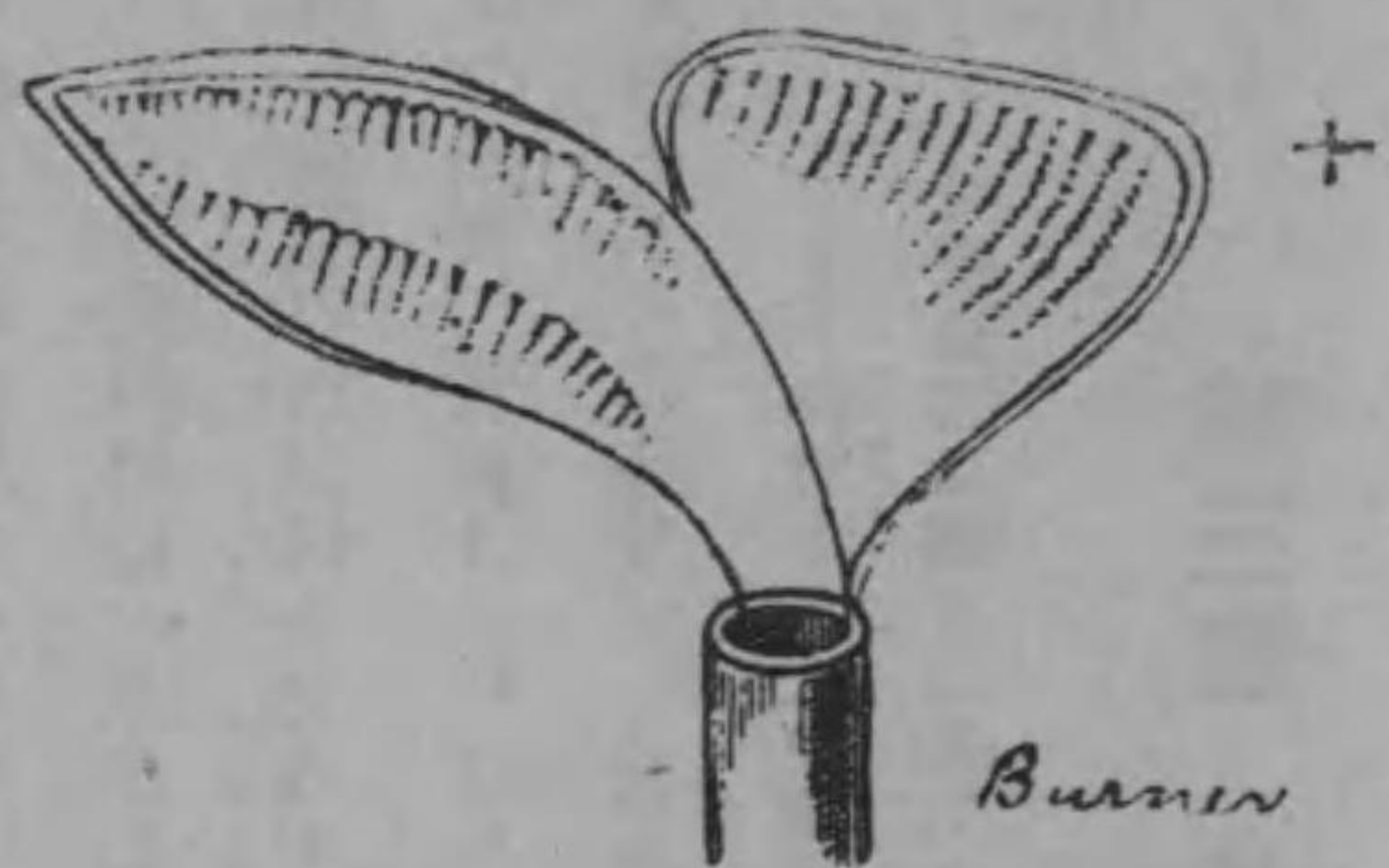
兎も角、焰から發生する氣體は、焰の部分から若干距離離れ、且つ、周圍の空氣で冷却
されても猶ほ、その傳導性を保持してをる。焰を離れた後六七分間はその傳導性を保持す
るものであることが證明された。讀者は自身でその證明ができるであらう。

今假りに此のことに就いて化學者の助力を求めるとしよう。化學者はいふであらう。
「焰から發散する氣體は炭酸瓦斯と水分としか含まない。それらのものうちには何も特
別なものはない。」と。

「成る程」と吾々はいふ「だが、傳導性を含有してゐますね」。化學者は答へる、「傳導性は條件で事物ではない」と。

だが、吾々は果してその眞實なることを認めるであらうか。焰の發散する氣體を石綿の填め物のなかを通過さすか、水中を泡立たして發散さすかして、それから檢電器に到達させて見よ。そのとき、傳導性のあらゆる痕跡の除去された確證が驚くべき結果として示されるであらう。そして實驗追求の結果、傳導性は氣體を、電流の通過してゐる空間内を、通行せしめると、前と同様に除去されることが發見される。

で、説明は明瞭である。傳導性は單なる條件ではあり得ない。吾々が甲の場所から乙の場所へと、傳導する氣體を吹くことができるものとすれば、又、氣體を石綿のなかを通過さすか、水中を泡立たして、傳導性を濾過して分離することができるものとすれば、此の傳導性は氣體を混合してゐる實際的の事物、即ち、濾過で除去されたもの、に起因すべきことは全く明白である。



割 分 の 焰 圖 七 第

此のある事物は——氣體は全く透明であるから——微細分子的のものであり、又、此等のパーティクルは——傳導するパーティクルであることは留意せねばならぬ——正當状態にある氣體のパーティクル又は分子と違つてをらねばならない。尙ほ、此等のパーティクルは、電氣と傳導する氣體を電流の通過する空間を通過せしめることに依て除去される事實は、パーティクルの電氣を帯びてゐることを證明するのである。加之、電氣を傳導する氣體は全體として何んらの帶電を示さないから、此等のパーティクルは陰陽の兩者であらねばならない。此の最後の事實は、焰を陰陽別々に充電した板の間に置く（と第七圖のように二箇の部分、一方は陰電氣他の一方は陽電氣を帯びてをる）に、焰が分裂するので容易に證明される。

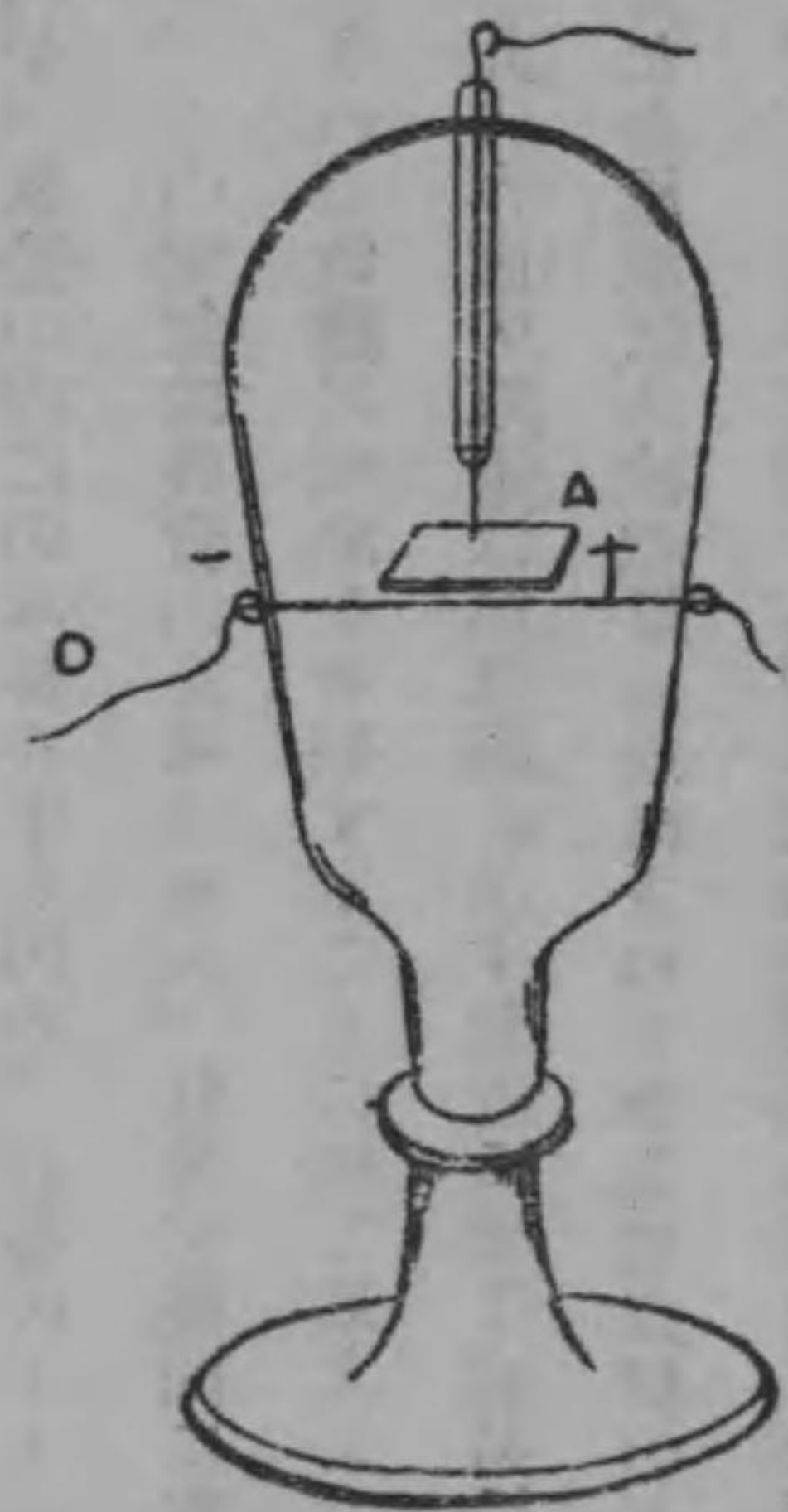
吾々は斯くの如くにして、傳導氣體のうちに荷電されたパーチクルの存在することを發見するに至つた。此等のパーチクルは所謂イオンである、而して氣體の傳導體に化される過程は、即ち氣體の電離である。

第三章 微粒子の發見

低温度高氣壓下に於ける針金と陽イオンの發生。高温度低氣壓下に於ける針金と陰イオン——微粒子——の發生。

氣體イオンの發見で、吾々は化學に於いて何事も言はれてゐない新しい種類のパーチクルに確實に遭遇した。で、直ちに問題の生ずるのは勿論のことである。此等のイオンは何か。氣體の内にのみ存在するのか。此等のイオンは分子か原子か、原子より小なるものか。その電氣的性質の意味は如何。此等の疑問に對しては、灼熱する金屬や炭素に依て生産される電離の現象を考察することに依て最もよく答へ得られるのである。

此の作因の効果は第八圖に示す装置に依て容易に證示される。硝子の容器内にある絶縁した金屬板はA檢電器に連結されてゐる。此板の下方には一條の金屬線が支持されてあつて、此のものはCからDに電流を通することに依て容易に灼熱状態になる。第一に、容器



第 八 圖
高熱状態に於ける針金の発光
散らすイオンの研究装置

が觀察される。此の荷電は針金が黄熱化する(針金のマキスマムの温度状態)まで確實に増加するが、此の状態を通過すると荷電は針金の温度の増加とともに急速に減少する、而して、針金が輝かしい白熱状態に達すると板のうける荷電は頗る微小になる。

是れで吾々は、高熱状態にある針金は蠟燭の焰と等しく荷電體を構成すること、又、針金から板に通過する此等の氣體イオンは必ずしも電氣の兩性を運ぶに及ばぬこと、(即ち此の場合には陽電氣のイオンである)等を知り得た。さて、實驗の此の状態に於いて、針

金を熱したる儘にして置いて容器内の空氣をポンプで排出する。一寸注意して置くが、今までは容器内の氣壓は大氣の壓力に等しかつたのである。最初は金屬板上の陽性荷電に何の變化も認められないが、排氣が進んである點(此は針金の温度に依繫する)に達すると、板上に於ける電氣の記號が變化する。即ち、陰電氣ネガティブとなる、而して全然ではないが殆んど空氣が排出されると、此の陰性の荷電は大きな値に達する。

此のことから吾々は、氣狀のイオンは陰陽兩種(電氣)のパーチクルを包含することを認識する。で、吾々は次に、ある點以上温度が昇ると板上の陽性荷電が減少する理由を究めねばならない。それは明らかに、ある温度に於いて陰性のパーチクルが陽性のものとともに進展され初め、此等のパーチクルが兩々相携えて針金から金屬板へ飛行するとき彼等の效力を相殺即ち中和する傾向あるためである。即ち、低温度高氣壓は陽イオンの生産に便であり高温度低氣壓は陰イオンの生産に適してをるのである。此等の陰性パーチクル即ち陰性イオンには特別に他の名稱が與へられてをる。微粒子ミクロパーティクルとは、即ちそれである。

第四章 微粒子の発生原因—實驗

微粒子の発生原因としての紫外線。 微粒子の発生装置。 磁石と微粒子の射線。 微粒子の質量、速度、荷電量を決定すべき方程式。

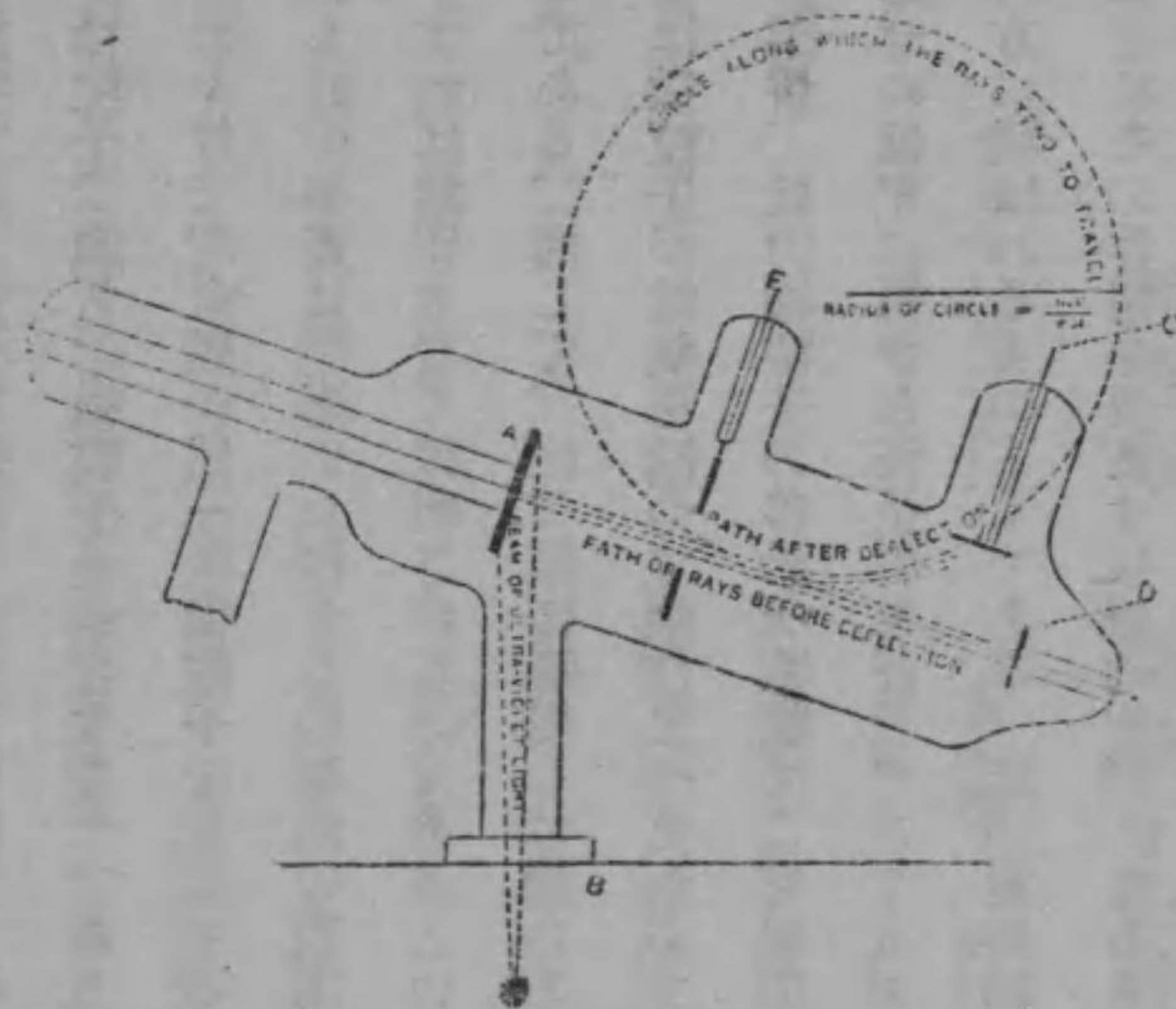
微粒子に就いて、今日までに発見されてる事實はその現に燃焼しつゝある金属、又は、灼熱せる炭素、瓦斯焰等から跳り出る、負性の電氣を擔ふてをる小體であるといふことである。それで、次に、(一)微粒子の放射の速度、(二)電荷量、(三)質量を知らうとするのは全く合理的な好奇心といふべきであり、そして、吾々が此の三つの要素を知りさへすれば、先づ、此の微粒子に關する知識を可成得たものといふべきであらう。で吾々の研究を繼續するとすれば、その方向は當にその方面に向けらるべきであらう。

是れらの數値は、微粒子が高温状態にある金属から射出されるときに容易く決定されるのであるが、此處では、紫外線の衝突した金属面から射出する微粒子に就いて、その數値

を誘導する方が一層便宜である。既に吾々の熟知する如く、灼熱の金属が負電氣を帯びたる微粒子、即ち、微粒子を射出するのであるが、熱を少しも與へずに、たゞ光線に曝露されただけで、金属が同一の微粒子を射出するといふのは讀者には全く耳新しい話である。併し此の事實は、磨いたばかりの亜鉛の表面に電氣を傳導して是れを孤燈の光に曝露さへすれば造作もなく證明されるのであるといふのは、亜鉛板がその電氣を迅速に消失するのである、而して、此を前に適用した場合と同類的に推理すると、どうしても、充電の消失は微粒子が電氣を擔つて飛び去つたためであると結論せねばならなくなる。

乍併、此の微粒子の移動を惹起する光線の能動的成分は紫外線——即ち、肉眼の視覚に感ぜぬほどに短少な波長の光波で、プリズムを通じて分析するとスペクトラムの紫色部の外方に現はれるもの——である。此の紫外線光波は肉眼には感ぜぬが、寫眞の乾板や皮膚などにその作用を及ぼす能動的な原因となるものである。日光には貧弱である。併し、弧燈の光線や、マグネシウム線の燃焼で生ずる光線のうちに又は、亜鉛かカドミニウムかを

兩極とする感應コイルを放電する場合には非常に豊富に供給される。



第九圖 微粒子の速度を決定するに用いる装置

さて、吾々の務は金屬板が莖外線の影響をうけて、微粒子を放射する場合、その微粒子の運動と荷電量を測定することになるのであるが、此のためには第九圖の装置が用ひられる。Aはその上に莖外線の投射する帯電せるアルミニウム板である。此の光線は感應コイルに連結せる鉛極の放電から進行して来て、Bなる水晶の窓から管のうちに這入る。(水晶は莖外線の光波を殊によく透

過する)。Eは中央部に穿孔せる他の金屬電極であつて荷電された板Aと装置の右側の部分とを區劃し、而して、微粒子が右手の室に飛びゆくところの窓口となつてをる。DとCとは檢電器へ連結する金屬製の小板である。

此の装置は全部排氣して殆んど眞空になつて口の閉じた硝子管のうちに納められてゐる。莖外線を水晶の窓Bから送ると光線は荷電されてるアルミニウム板の上に落ちて、微粒子がAと直角の方向に飛び出し、そして、Eなる衝突の窓を通過してDなる金屬板を衝つて此に電氣を與へる。此の電氣の存在はDに連結せる檢電器に現示される。是れで装置の説明は、大概すんだのであるが、次ぎの問題は、此の装置をいかに用ゐれば微粒子の質量と速度とを測定することができるかといふことである。先づ第一に吾々の注目するところは、D板に連結せる檢電器が、微粒子の衝突で荷電されても、Cに連結せる檢電器が少しも影響されないことである。此の事實から微粒子は直線的に進む傾向のあることが認識されるのである。さて、第二に注意すべきことは、磁石を近づけると、微粒子がCの上に

落ちるやうに偏向し、而して、その檢電器はそれに対応する偏向を示すのである。

此の事實、詳しく言ふならば、磁石が微粒子の射線を屈曲さす事實は、吾々の疑問を解決するのである。微粒子射出線に磁石を置くと、各微粒子は磁力の方向と直角に一つの圓を畫く傾向があること、又、此の圓の半径は $\frac{mv}{eH}$ (m は微粒子の質量、 v は速度、 e は荷電量、 H は磁力の總量) に等しいこと、が、疑惑を挾はさむ餘地のないまでに、明瞭に證明されるのである。讀者は、装置の圖解から、此の微粒子運動の圓の半径を測定し得ることを恐らく發見するであらう。何んとなれば、磁力が微粒子を全部、 C 電極の方向へフレサすに充分であるときは、微粒子は此の圓の弧に沿ふて E か C へと旅行するから。圓の大きさは圖解してあるがその半径は E と C との相對的位置で決定される。

却説、微分子を C 極へ偏向さすに足る磁力は容易に測定される。その方程式を次ぎに擧げよう。

$$\text{圓の半径(既知)} = \frac{mv}{e \times H(\text{既知})}$$

$$\therefore \text{圓の半径(既知)} \times \text{磁力(既知)} = \frac{mv}{e}$$

即ち吾々は $\left(\frac{\text{微分子の質量} \times \text{速度}}{\text{荷電量}} \right)$ に對して一定の數値を有つことになるのである。次ぎに、吾々は微粒子の速度を決定せねばならない。

第五章 微粒子の速度とその測定法

速度を決定すべき方程式。微粒子の速度の變化する種々の條件。微粒子の速度と光線の速度。外觀上静止物體と見ゆるもの必らずしも絶対の静止物體にあらず。

微粒子の運動速度を決定するには、吾々はアルミニウム板Aから微粒子が飛び出して、衝立Eの窓を通過するまでに微粒子がいかほどのエネルギーを、二箇の荷電された電極板AとEとの間にある電場から獲得するかを考察すればよい。で、二箇の板の間の電位差をvとし、微粒子荷の電量をeとすると、此のエネルギーはVeで表はされることになる。却説、一物體の有する運動エネルギーは、公式 $\frac{mv^2}{2}$ で表はされるから、此の式と前の式とを等しいと置いて、 $mv^2/2 = Ve$ の式を得る。(mは微粒子の質量、vはその速度、V、eは前述のもの) 次ぎにVを方程式の左側に移す。 $e = mv^2/2V$ 又、磁氣偏差の方程式 $R = mv/eH$ から $e = mv/RH$ を得、従つて、 $mv^2/2V = mv/RH$ となり、約して

$$v = 2V/RH \text{ 即ち } v$$

$$\text{微粒子の速度} = \frac{\text{電位差の二倍}}{\text{圓の半徑} \times \text{磁力}}$$

となる。此の方程式の右側にある三箇のもの、値は既知であるから、従て、問題は解決される。

斯くして決定し得た微粒子の速度は莫大な數である。

是れに比べると最も迅速なライフルの彈丸速度さへも物の數でない。微粒子の速度は全然一定ではない。それは速度が微粒子の擔ふてをる電氣力と眞空管内に排除されずに残つてをる空氣の量とに依るのである。が、一時間二千哩の速度を有つ最大速射砲の彈丸の、一千倍の速さも微粒子の速さに比しては物の數でもない。微粒子の速度と比較し得る唯一のものは光線の速度——毎秒一八六・〇〇〇哩——である。微粒子の速度は此の速度の約二分の一であることが觀察されてをる。事實、微粒子の速度は、條件に依ても違ふが、先づ、毎秒一〇・〇〇〇哩乃至九〇・〇〇〇哩のものと考えてよからう。

吾々は以上の事實から、蠟燭の焰や灼熱状態にある針金董外線に曝されてる金屬等の決して、その外觀に現はれてるやうな静止物體でないことを認識する。斯くの如き物體の附近にあるものはすべて、驚くべきほどの速度で飛來する彈丸の、不斷的攻撃をうけねばならない。而して斯くの如きものが斯くも久しい間、吾々の注意すら惹くこともなく存在してゐるのであるから、その随分小さなものであることが想像されるであらう。乍併、いかに微細なものであらうとも、吾々はその重量の測定を放棄してはならない。而して此の目的を果すためには先づ第一に e/m の値を誘導する必要がある。

第六章 微粒子の荷電量とその性質との關係

e/m を決定する式 (e 微粒子の荷電量、 m 微粒子の質量)。 實驗に依る e/m の値の決定 ($e/m = 1.000000000$) とその一定性。 その根源物質と發生方法との如何によりて微粒子に變異なきこと。 最輕原子として知らるゝ水素イオンの e/m は微粒子のもの約千分の一にして、 1.0000 なり——此の差の起因は果たして何か——イオンの質量に於ける差が、荷電量の差が、はたまた、兩者の組合たるものか—— e 決定の必要。

e/m の値は微粒子の性質を説明するに、最も重要なものである。が、 e/m は畢竟するに、微粒子の荷電量 e の、その質量 m に對する比に過ぎない。而して、微粒子の質量を知るためには、此の値を獲れば、その次ぎには荷電量さへ決定すれば、それで充分なことが明らかである。即ち次ぎの方程式から e/m の値を獲るのは容易である。

$$RH = \frac{mv}{e} \dots \dots \dots (1)$$

$$v = \frac{2V}{RH} \dots\dots\dots(2)$$

(1)式のvの値を(2)式に代入する。

$$RH = \frac{m \times 2V}{e}$$

$$\therefore \frac{e}{m} = \frac{2V}{(RH)^2}$$

$$\frac{e}{m} = 10,000,000.$$

$$\therefore m = \frac{e}{10,000,000.}$$

さて、V・R・Hは既知であるから、此の問題は難なく解ける。實驗を基礎とすれば、

此の式に於いて、微粒子の荷電量を決定すれば、その質量は得らるゝのである。

猶ほ先きへ進む前に、 $\frac{e}{m} = 10,000,000$ 、 $000,000$ に關する吾々の注意的考察に値する興味ある事實を叙べよう。第一の事實は微粒子の本源(灼熱金屬、瓦斯その他)如何に拘はらず

——又、微粒子發生方法の如何に拘はらず(光線、電氣、熱)——又は、 $\frac{e}{m}$ 値の誘導に如何なる實驗方法を用ゐてもすべて、實驗的エラーの範圍内に於いては結果が一定——約 $10,000,000$ 、 $000,000$ ——してをることである。此の事實からして、吾々は微粒子はすべてその根源物質の種類と關係なきものなることを承認するのである。第二の興味ある事實は最輕化學原子として知られてをる水素の $\frac{e}{m}$ の値は約 $10,000,000$ (微粒子のもの、千分の一にあたる)に過ぎぬことである。

で吾々の心には疑問が起る。「イオン」と微粒子との間にある此の千倍の差はイオンの質量に於ける差に起因すべきものか又はその荷電量の差に依るべきものか、それとも兩原因に起因すべきものであるかと。それで、事件を解決するためにeを決定するとしよう。

第七章 微粒子の荷電量を測定する方法 雲の形成と微粒子

雲の形成に及ぼすイオンの効果。 微粒子荷電量の測定法。 七の値の決定。

微粒子の荷電量を発見するためには、雲の形成に及ぼすイオンの影響を考察するのが一番によい。此の雲の形成は、イオンの存在が濕潤せる空氣の上に惹起する顯著な影響である。此の場合、イオンの正負は問題でなく、唯、空氣がその最初の容積の四分の一だけ擴張しさえすれば、それで雲は形成されるのである。

事實は、微粒子が、空氣の濕氣をその周圍に凝集せしめる核の作用をするのでその結果目に見える水滴の中心となり、而して、前に、目に見えぬ濕潤せる氣體の在つたところに突如として美事な雲を現はすのである。

第一章に擧げた電離を行ふ作因に胚胎する微粒子は此の雲の凝集を惹き起すのであるが

此の目的を果たすのに最良なもの、一つはX線である。X線はその通過するすべての氣體のうちに、雲を形成するのに、特別に強い効果を有つてをる。實驗のメカニズムは、要するに、硝子管内に密閉した一團の濕潤せる氣體である。此の管内を弱いX線が通過してをり、そして、その管内で濕氣を含んでる空氣が突然擴散すると同時に水滴の雲を形成するのである。併し、此の方法で多數の因子(微粒子の荷電量を決定するに必要な因子)を決定し得るのは實に驚くべきほどである。その順序は大略次ぎの如くである。各水滴の落下する速度を測定する。此の事から、水滴の半径が計算される。水滴の半径を知ると、次ぎには計算と實驗とで、雲から沈澱する水の質量を決定することができる。此の二つの因子を知ると、方程式 $n = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi a^3}$ から水滴の数が即坐に計算される。(nは水滴の數、從て微粒子の數。 $\frac{4}{3}\pi a^3$ は水滴として沈澱する水の容積。a水滴の半径)、氣體のうちに含まれてる微粒子の數を知ると各個體微粒子の荷電量は、實驗的に荷電の總量を決定し、そして、是れを微粒子の數で除することに依て得られるのである。

eの値は静電氣單位で〇、〇〇〇〇〇〇〇〇〇三四であることが立證されてをる。是れで吾々はいよく微粒子の質量——物質の量——を知ることができる。

第八章 微粒子質量の測定法

mの決定。 微粒子と水素原子との質量の比較——水素原子は微粒子の約千倍の質量を有す。 遂に「一事物」を見出す。——自然界に於ける幾多の神を開くべき鍵。

讀者諸氏の記憶してをらる、やうに、 e/m 一〇、〇〇〇、〇〇〇〇であるから質量 $m = e/10^7$ となるのであるが、eは既定の如く、 $e = 〇、〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇三四$ 、従て m エクオール 千萬分の $〇、〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇三四$ となる。此が微粒子の重量である。併し、此の値を分數に換算して、一瓦の幾分の一を微粒子が占むるか等といふことを論議するには及ぶまい。小數に書き直したなら、頁の端から端へずらりと連續するほどにもなるであらう。吾の特に知りたきことは微粒子の質量と原子の質量の關係である。

此の關係は巧く吾々の手に這入る、といふのは、「水素原子の荷電量は、實驗的エラーの範圍内に於いて、微粒子の荷電量と精確に同一である」からである。讀者の記憶にあるや

第九章 微粒子の性質陰極線

真空管放電の現象。陰極線は微粒子より構成せらる。 燐光と陰極線——微分子の検
 出手段としての燐光性。 微分子と化学作用。 微分子——陰極線と加熱作用。 微分
 子の物質透過力——レナード線——吸収の法則——微分子の透過力は物質の密度に反比
 例す。 微分子——陰極線とX線。
 微分子と聚集作用——雲の形成。 微粒子に就いて知り得たる諸性質。

吾々が是れまで考察した電離を行ふ作用がない場合には、極めて高い空気の抵抗は、唯
 だ、強度の電力の使用に依てのみ、征服されるのである。そのやうな時には電氣の放電や
 稲光などの場合に目撃するやうに、放電の代りに急劇な閃光が起るのである。併し、此の
 火花放電は空氣が瓦斯か、一吋平方に就き約一五磅の氣壓にあるといふ事實に起因する
 のである。壓力を是れよりも減少し初めると、その現象は變化し初める。そして、此の變
 化は前進的に進んで、遂に吾々の心を魅いらすほどに興味深いものとなるのである。



第十管内の眞象

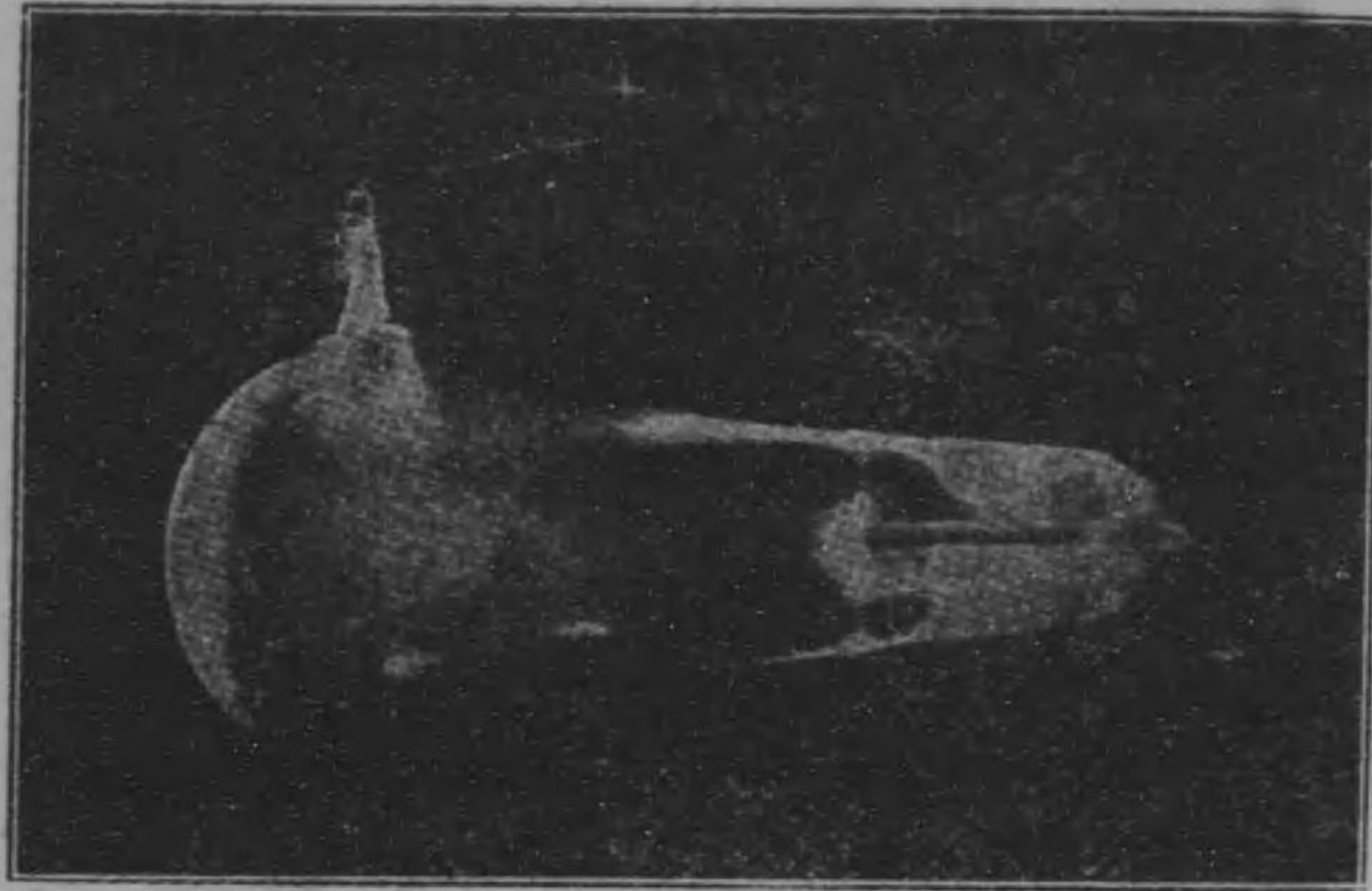
壓力が小さければ小さいほど、電力の影響下にあつて、是れらの負性の荷電微粒子を形
 成するのは一層容易である。今、空氣を漸次に抜き去ることのできるやうに、空氣ポンプ
 に連結装置を施した硝子管に、金屬の極を附けて、是れに電動機か感應コイルかを連結す
 ると、物理科學の實驗のうちで一番美麗なものといふても過言でない現象が現はれて、微
 粒子の性質を明瞭にするのである。空氣を排除して、氣壓の一萬分の一のものにすると、
 最初の顯著な効果が管のうちに現はれて來る。(第十圖)
 陽極の附近には光芒燦然たる光線の雲が漂ひ、而して氣壓と電流との値がある一定の
 限界に達するときは、此の雲は動搖する美麗なる縦線を現はすのである。
 陰極即ちカソードKの廻り
 には微光がゆらぎ、その微光
 の先きKからりまでは暗黒な
 空間が續く。管内の空氣を一層よく排除すると、管内の暗黒空間が先きへ先きへと擴がつ

て行つて最後に、管の反対面に達し、そして、硝子壁を衝つ。此の暗黒部が硝子壁に衝突すると輝やかしい燐光が現はれる。硝子が曹達を含むときには燐光は緑色になり、鉛を含むときには青色になる。而して硝子そのものも、亦、管内にある金属もX線の發源部となるのである。

第十一圖は斯かゝる活動中の管の寫真的表現である。一、十はそれ／＼に陰陽の兩極（カソード及びアノード）を示す。

此の圖に於いて、電流の管を離れようとする電線の部分、即ち陰極（一）に、管内の電極を廻つて「びろうど」のやうな光線の漂へるを注意するであらう。その前方の空間は暗黒部次ぎの微光部は陰極光と呼ばれる。管の末端梨状の部分の輝やかしい燐光は白色の塊のやうに見えてをる。

其後間もなく、管末の燐光は陰極附近から飛來する線に依つて苦心起されることが明白になつたそれは固體を陰極と管末との間に置くと管壁の上に陰影が投じられることからで



第十一圖活動狀態に於ける眞空管の眞寫

もわかる。投影の形から判断して、燐光の原因は直線的に進行すること、それは陰極から眞直に來ることなどを認識するのである。所謂カソード線（陰極線）なる名稱は、實に此の燐光を發生する作用に對して與へられたものである。陰極線は、微粒子の速度と等しい速度と、水素原子の約千分の一の質量とを有する、負の電氣を帯びたパーチクルから構成されてをる。

燐光

陰極線の微分子の砲撃に曝露されると、燐光を發する物質は非常に多い。此の燐光は實に美麗なものであつて、その色彩は微分子の衝突

する物質の性質に従つて相違する。是れらの物体の與へるスペクトラムは連續的のものが普通であるが、エトリウムやうな稀土類は微分子の砲撃に遭ふて輝線スペクトラムを與へる。此の事實は稀土類の研究に極めて大切なことである。

是れらの光線下に於ける燐光に對する硝子の能力に就いては既に叙べたのであるが、時間の経過するにつれて、硝子が「疲勞する」ことを特に注意して置く必要がある。硝子の上にそれまで投じた物体を去ると、その陰になつた部分の硝子の燐光は、周囲の硝子のものに比較すると遙かに輝やかしい。

白金シヤン化バリウムとカルシウムダングステートとは微分子の衝突に對して極めて敏感である。事實、是れらの燐光性は微分子存在の發見に用ゐられるのである。

化學的效力

微分子はその落下する物体に化學變化を惹き起すものである。例へば岩鹽の如き、微分

子の衝突で美麗な藍色に變るのである。此の變色は濕氣に曝露せぬ限りは、數年間、その儘で在る。鹽化リシュームは微分子の衝突に對して驚くべきほど敏感である。此の鹽類の上を、磁石で微分子の射線を徐々に導き動かすと、鹽類の表面に有色の帯が現はれて、射線の通路を示すのである。

加熱效力

微分子はその落下する物体を熱する。彎曲型の陰極を用ゐて、微分子を一點に集中させ、白金の一片を取つて、是れを焦點に置くと加熱されて白熱化する。物体が硝子の場合には熔解し、ダイヤモンドの場合には炭化する。

微分子は、物体に衝突すると、此を後方へ押すやうな傾向を有つて在る。即ち、陰極線の微分子が衝突するとその通路にある小さいな風車が陰極から陽極の方へと移動してゆくの

物質を透徹する力

最初、微分子は固体を絶対に透徹し得ぬものであると想像されたのであるが、現今ではその然らざることが認識されてをる。レナードはそのうちにアルミニウム箔の窓のある管を製作して、此の窓に微分子を投射したところ、微分子は窓を真直に通過して管の外へ出たのを發見した。それで、陰極線の硝子管を通過して外氣のうちに射出したものをレナード線といふ。

レナード線

此の光線が、アルミニウム窓を通過して來た微分子のみで構成されてをることと、管内の陰極線や一般の微分子と決して相違してゐぬことは、讀者に容易に了解されるであらう。此の線は吸収の法則を決定するのに極めて有用であることが立證されてをる。普通

光線の種々の物質による吸収は、吸収媒體の密度と何んの關係も有つてゐない。鐵の如き堅き金屬もコルク、水の如き輕き物も、讀者の知る如く、普通の光線に對して或は透明であり、半透明であるのである。が、是れに反して、レナード線の微分子の吸収に於いては、是れと非常に違ふ現象が現はれるのである。

一定の厚さを有する物質は、その氣體たると液体、固体たるとを問はずすべて、此の光線を單にその密度に比例して吸収して、その他の性質には全然關係してをらぬ。斯くの如くにして、最輕物質の密度は最重物質のものに比して六千萬分の一に過ぎぬが、此の范圍たる範圍内にある物質は、空氣、炭酸瓦斯、紙、銅、硝子、金の別なく、すべてその物質の相對量に正比例して、此の光線を吸収するのである。

微分子とX線

陰極線を發生する管内の氣壓が、非常に低くて、管の硝子壁が目眩しいほどに燐光を發

して來ると、陰極線や微分子と全く性質の違つた別種の光線が発生する。此の光線は燐光を發する衝立を照光し、乾板に作用し、而して、普通の光線に對しては半透明であるところの物質を透徹する不思議な力を有つてをる。此の光線はX線である。線といふ名稱を與へたのは、發見當時その本性が未知であつたためであるが、その性質の或る點に於いては現在にあつても尚ほ然りなのである。此の光線は微分子ではない。然し、微分子がX線を發生するといふことは、微分子の最も興味のないところの性質の一ではない。その微分子に對する關係と性質とに就いては、他の問題を解釋するためにその必要を感じるとき、考察することとしよう。

微分子の凝集

放射性能^{ラジオアクティブ}の現象に於ける場合は特別として、是れらの超原子的バーチクル即ち微分子は獨り、高温度にある金屬や瓦斯のうちに、もしくは、良好なる真空のうちに存在する低

壓のうちのみ見出されるのである。此の理由は、微分子が解放されると、利用し得る他のいかなるものとも直ちに結合する傾向あるためである。此のいかなるものとは他の微分子であつても原子又は分子のいづれであつてもよい。で、微分子が衝突の數多い機會から解放されてる通路のある、良好な真空管の長い広い空間のうちのみ存在するのである。常溫、常壓では解放されると直ぐ、核となつてその周圍に原子と分子とを聚合させ、遂に瓦斯の最初の分子に數倍する集塊を形成するに至るのである。此は微分子の存在するなかで雲を形成する現象に就いて吾人の學び得た事實と一致するものである。

微粒子に就いて知り得たる諸點

微粒子の產生根源

- 一、燃焼状態にある氣體
- 二、赤熱状態にある金屬及び炭素

- 三、低壓の氣體内に於ける放電
 - 四、X線
 - 五、紫外線と衝突せる金屬
- 性質と特長

- 一、微粒子は負の電氣を帯びたるパーチクルである。
- 二、微粒子の速度は毎秒一〇、〇〇〇哩——九〇、〇〇〇哩である。
- 三、水素と同量の電氣を帶ぶ。
- 四、その質量は水素原子の千分の一に等しい。
- 五、荷電せる物體を放電さす。
- 六、磁石でフ、レ、テ圓形に進む傾向あり。
- 七、靜電氣力でフ、レ、る。
- 八、その衝突する物體に燐光を惹き起す。

- 九、その衝突する物體内に熱を發生せしむ。
- 十、その衝突する物體に機械的運動を傳へる。
- 十一、衝突する物體内にX線を發生せしむ。
- 十二、物體の密度に比例して、あらゆる物體に吸収せらる。
- 十三、原子と分子とをその周圍に凝集せしむる核の働きをする。

第十章 陽イオンは別種のパーチクル

陽イオンの發生作因と微分子との性質比較。 微分子と自然の神秘現象の解釋。 微分子は吾人の思索挺子の支點なり——鍊金術家の追究せる一事物、即ち哲學者の石は遂に發見せられたり。

蠟燭の焰と赤熱状態にある針金との瓦斯状のイオンが、陰陽の電氣を帯べる二種のパーチクルから構成されてをることを讀者は既に忘却せられたであらうか。負のパーチクル即ち微分子コロバスケルは未曾有にして然かも豫期せなかつた性質を有することが明白になつたから、次に、正のパーチクルに關する吾人の疑問を新らたにすべきであらう。

此の正のパーチクルには亦、吾人を驚嘆せしむるものがある。その發生は前記の諸方法のいづれのものをも以ても行はれるのであるが、その性質は殆んど對角線的に微分子と異なるのである。

- 一、正の電氣を帶ぶ。
- 二、速度は微分子の速度に比して小。
- 三、荷電量は普通原子と同一級にあり。
- 四、 e/m の値は微分子のもの、千分の三十である。
- 五、質量は微分子の質量の一千倍で、普通の物質の原子の質量に略等しい。
- 六、磁石に依てフレ、るが、併し輕微に過ぎない。然も此のフレ、を起すためには強力の磁場を必要とする。

二種のパーチクルの比較から、コドリンは吾人の友人であるがショルトは然らず——微分子は陽イオンでない事實が明瞭である。今後、陽イオンを參考することが再三あるであらうが、物質の誕生とかその衰退、物質の本性、電氣の本性、電氣の物質に對する關係、太陽と太陽光線との本性、重力の可能的原因、雲と雨との原因、及びその他多數の神秘の合理的解決——すべて是れらの事實に關して何事かを知らんと欲するならば、微分子こそ

吾人に最もよく委細を報告して呉れる友人である。

是れまでの章で叙べた處には、是れらの問題の研究に資せらるべき節が始どない。たゞ吾人は微分子のうちに、思索挺子に對する支點、哲學者の願望、即ち、吾人の解釋を説明すべき一事を有つてをることだけは確かである。此の一事物を練金術アルケミーがいかに熱心に中世紀の暗黒にして朦朧たる光のうちに尋ね探したことであらう。彼らは此をフィロソフ哲學者の石と呼んだのである。而して、煉金術の娘なる化學は此のもの、ために、自己自身を週期律と一致せしむる必要を強く感じたのである。

此の一事物の探究に、あらゆる年代を通じて——彼の微やかなる蠟燭の光の下で歴大なる書籍に熱心に目を曝らした中世紀の學者も、亦、電燈の光燦然たる研究室内で研鑽する近代の博士もすべて、文字通りに、真理の光りを全身に浴びてゐた——即ち此の一事物ワシントンで手も足も顔も砲撃されながら、唯だ演繹力の横はつてゐる、腦の最奥の中心と網膜との間にある、「知る」といふ僅少の空間だけが砲撃されずに居たのかと思ふと實に面白い。

實際、

真理は吾人の内部にある。人はいかに信じようとも、それは決して外的事物からは生じない。

.....而して知る、といふことは幽囚されてをる壯美の遁れ來る道を拓くことで外界に存在すと假想さる、光明に入口をつけてやることではない。

第四篇 自然の放射性能、物質の性質

第一章 先驅的發見

物質の性質なる放射性能はアンリー・ベックレルに依りて發見せらる。線の系統より觀たる陰極線、X線、ニューウイングロススキー線とベックレル線との關係。X線發見とその珍奇なる一特徴——燐光性。ニューウイングロススキーの硫化カルシウムに於ける燐光の實驗的研究。硫化カルシウム光線と微粒子線との相違——屈折。

本編の題目は新事實——物質の新たなる一箇の自然的特性の發見と、既知の術語による此の特性の解釋とである。

發見者——此の仕事の開始者——に對つて、彼自身のことには就て問ふ人あるとすれば、彼は恐らく斯う答へるであらう。自分の仕事は、多分、サムシングであるが、自分自身はナッシングであると。彼れの言ふところは、ある程度まで正しいのである。何んとなれば、

彼れの業績が永遠に持續するにも拘はず彼は二三年にして此の世を去るかも知れぬからである。それにも拘はず、吾人は彼を彼の業績のために知らんことを願ふ。であるから少くとも彼に就いて此處に語るのは確かに間違ひでないと思ふ。

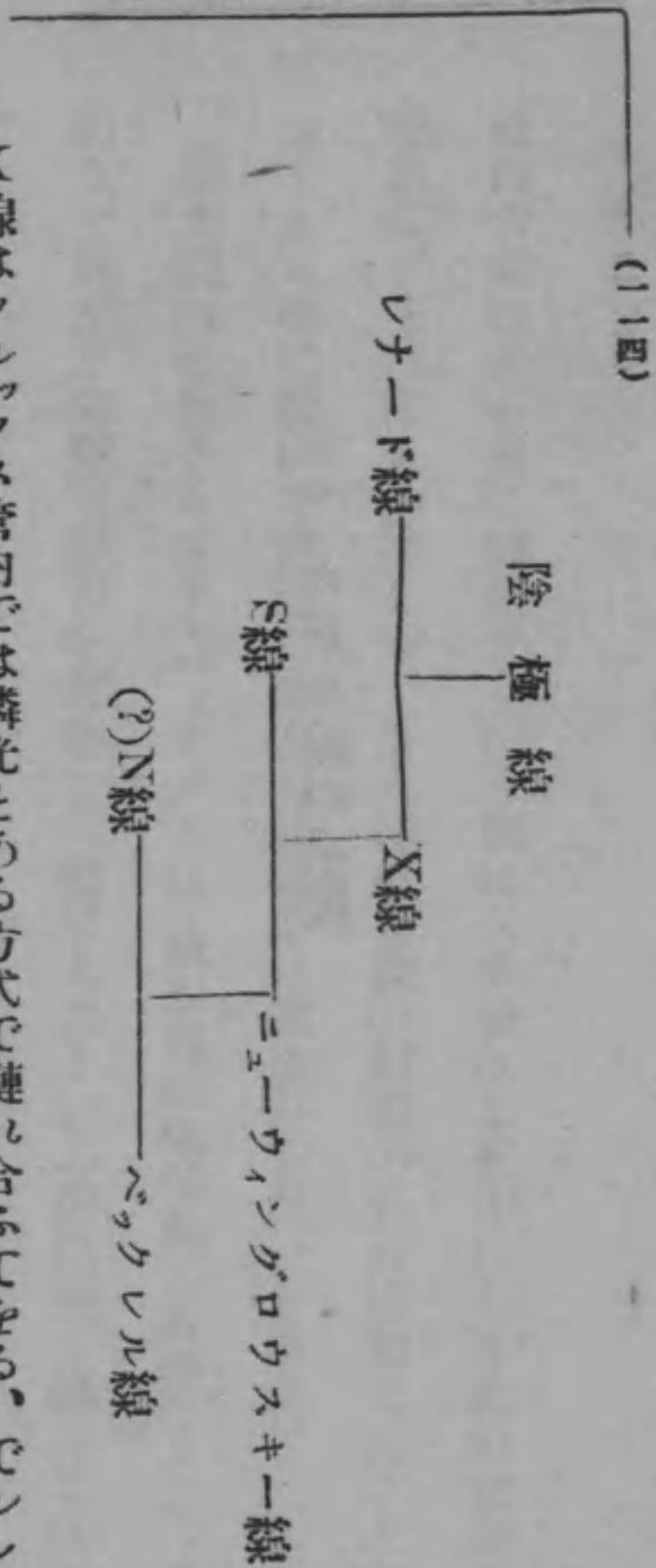
學士院の會員アンリー・ベックレルは放射性能現象の基礎なるベックレル線の發見者である。彼がその發明能力を父祖から繼承したといふのは全く誤りではない。彼の祖父なるアントニー・シーザー(一七八八—一八七八)は、その六十年の不撓不屈の努力を通じて礦物學と電氣とに關する五百有餘の報告と論文とを發表してをり、彼の父アレキサンドル・エドモンド(一八二〇—一八九一)は光學と電氣との關係に關する過去六十年間の歴史を實際的に構成する多數の報告の著者である。その子息なるアンリー・ベックレルは是れらの名譽ある人々の訓練と影響とをうけたのであるから、彼が、遺傳と境遇とから、その心靈を不可視の世界のうちに送る人の顔容を帯ぶるは少しも不可思議でない。

相當の歳月を経過せる後、彼は物理學の教授に任ぜられて、父の講座を繼承し、而して、

ヂャルダンド・ブランテに於けるキューヴェルの古色蒼然たる住宅内にある彼れらの實驗室でその仕事に着手したのである。其處で彼は、レントゲンのX光線が、ベックレル線と放射性能との發見で最頂點に達したところの研究の動機を與へるまで、その名聲に相應はしく立派に研究に従事したのである。

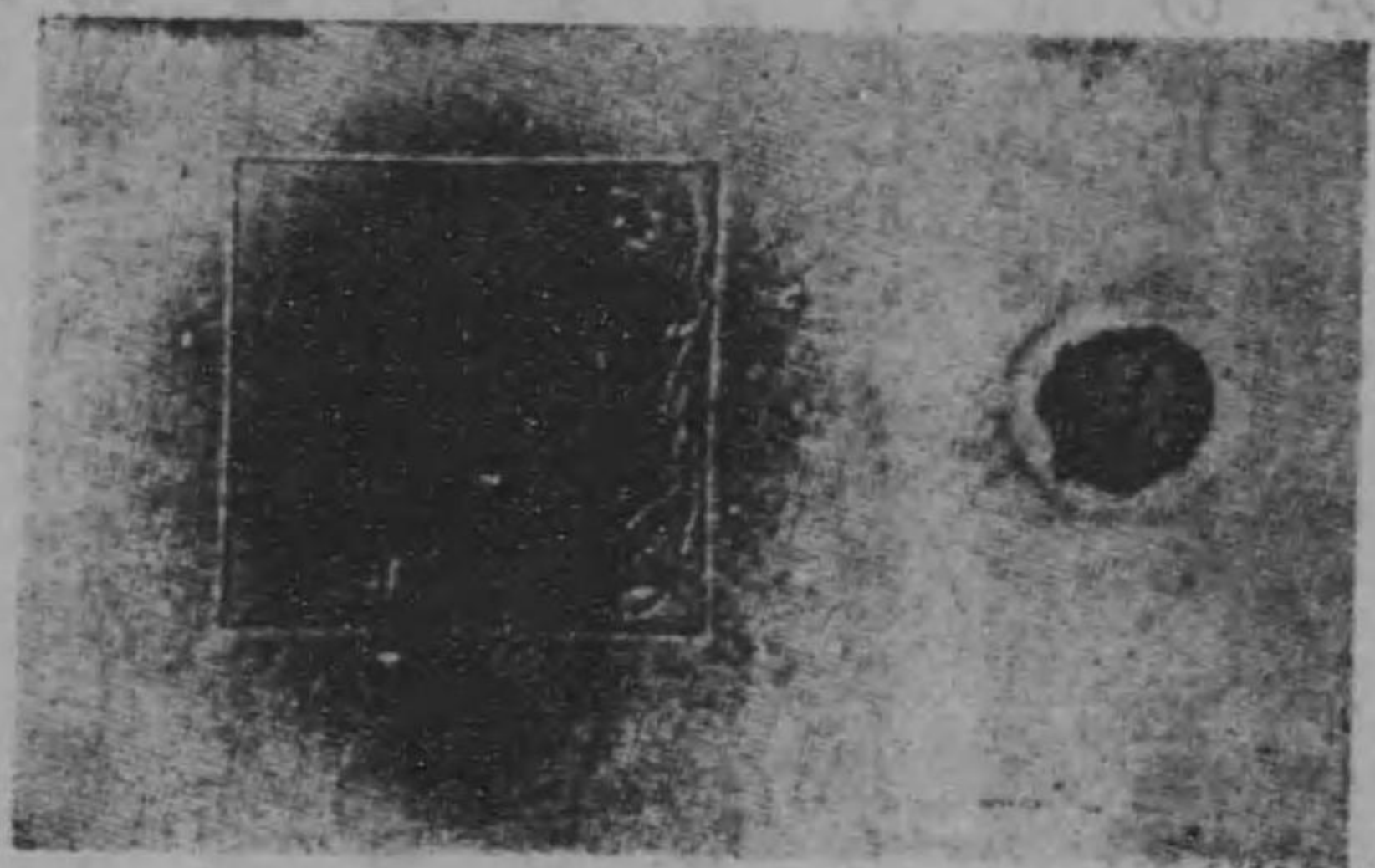
ベックレルはその線と放射性能とを決して無^{ナッシング}から發見せなかつた。あらゆる科學的發見は獨自の系統を有つものである。先驅する概念の親なくしては、いかなる發見も世界に出現するものでない。次ぎの表は正しくベックレル線の系統を示すものである。

ベックレル線の系統



(114)

X線はクルックス管内では燐光とある方式で纏れ合ふてをる、でレントゲン教授の發見は人々をして、物質を透過する光線を射出する力は或は一般に燐光を發する物質の有する性質にあらざるなきかてふ疑惑を抱かしたためたのである。此の實例を示すものはニューウイングロウスキーの實驗である。彼は斯くの如き光線が實際的に射出さるゝと、少なくとも多量に射出さるゝものであるといふ面白き發見をした。彼の實驗は其後ベックレルに反復されて完全に確實のものとなつた。硫黄とカルシウムとの一種の化合物、硫化カルシウム(發光性顔料の基礎)は燐光を發する。ニューウイングロウスキーは乾板挟みに一枚の乾板を



第二十圖
ニユーウイングロウスキーの實驗結果

ねばならない。それで自然に對して疑問が呈出される。「此の硫化カルシウムは果して、

(115)

入れ、而して、坐板の代りに薄片のアルミニウムを嵌入した。斯くして乾板は日光の作用から完全に保護される。次に彼は薄い方形の硝子をアルミニウム板の上に置き、其上に豫かじめ日光に曝らして置いたある、硫化カルシウムの塊を据えて、その上をドーム型の時計硝子で掩ふて外部からの影響を防ぐことにした。此の装置を暗室内に二十三日間放置して置いた。それから乾板を取り出して現像した。寫眞板の影像は(第十二圖)讀者に微塵の曖昧な感をも與へぬであらう。

乾板の上には硝子の方形と時計硝子の截断面の圓形とが影畫されてをる。光線は是れらの形を印象するためにはアルミニウムの掩ひ板を眞直に通過せ

硝子板と金屬板とを透過して乾板に作用したものであらうか」と。自然はその解し易い記號で答へる。「此の物質は然りと、又、是れらの透過線は光線であるのか」と。解答は同一の板上にある。それは肯定的である。試みに讀者が此の板上にある硝子の方形像を仔細に吟味するならば、讀者は光線の觸れなかつた完全に白色な線で區劃されてをることを注意するであらう。此の事實は、光線が硝子の切斷面を空氣中に通過するとき屈折されたのであるといふ假定に依つてのみ解釋されるのである。パーチクル即ち微分子ミクロモルより成る光線は最輕度に於いても屈折され得ない。光線は性質上、波動の如くであり、又、さうあらねばならない。それ故、ニューウィングロウスキーは不透明物質と一般に思惟さるゝところの金屬の薄片を通過し得る、透過光線——X線でも微分子でもない、特筆すべき價值のある光線ライトレイを發見したのである。乍併、是れらの透過光線が自然の状態にある硫化物からは放射されぬ事實は常に記憶すべきことである。前以てそれは日光に曝されねばならない、而して、そこからそのエネルギーを誘導し來るのである。

第二章 放射性能做の發見

ベックレルの最初の考——X線と燐光性との關係。氏の實驗。ウラニウム放射線の發見。ウラニウムと燐光との無關係。放射性能做——物質の新性質。

乍併、ベックレルは研究の同一波動と平行してニューウィングロウスキーと同様に考へたのである。彼言ふ。「初めてレントゲン教授の發見を知つたその日から、私の心には、此の透過光線を射出する性質は燐光性と密接な關係を有つてをるのではあるまいかといふ考が漂つてをつた」と。彼の思索はその後間もなく具體的に表現された。何んとなれば、種々の燐光性物質を採つて、是れを黒紙に包んだ乾板の上に順次に置き、紙を透過して下方の乾板に感じさせ、それでそれらの物質の有つてる秘密を語る機會を與へた。此の點では彼の仕事はニューウィングロウスキーの仕事に似てをるが、その重要な點を而してその幸運な點は、彼が種々の物質に就て實驗したことである。試験した種々の物質のうちに、永い間、

此の尊い日の來迎を待ちくたびれてたもの——ウラニウム——があつた。一晝夜二十四時間といふもの、此の物質は黒紙で包装された乾板の上に横へられてゐた、而して、それから、數知れぬ幾年代かの期待の後に初めて物をいふたのである。此の乾板は感光してゐた。第十三圖を見ればそれは明瞭になるであらう。注意して檢すれば、光線の通路にあつた銅の十字架が現像されてゐるのが知られるであらう。乾板は、恰度近いて來る黎明の繪のやうに朦朧としてゐる。而も、それは黎明に等しく意義がある。それは透過光線の存在以外には何もものをも啓示せない。「私は此處にをる」と自然はいふ、「さあ！、私がニューウイングロウスキー線だか如何だか言ふてお覽。」そのとき私は考へた」とベックレルがいふ「此の透過射出を惹き起すには前以て物質を日光に曝らして置く必要があると、だが、それから間もなく、此の物質を前以て日光に曝らさぬやうに完全に保存して置いて、光線の射出が自然的に生成されるものであることを認識したのである。」此で問題が解決される。ニューウイングロウスキーの光線は、直接に、光線を射出する物質に及ぼす太陽の作用に起



第三十圖
ベックレルの最初實驗

因したが、ベックレル線は此の光線の射出と製造とを、その自然的特性とする物質から生ずるものである。猶ほ此處に附け加へて言ふて置くが、此の實驗に用ゐられたウラニウム化合物の斷片が射出するところの光線は、今日までその能力に何んらの減退徴候をも示してゐぬことである。是れは明白に此の形式の物質の永遠的特性である。尙ほその後間もなくいかなるウラニウム物質を用ゐても變りないことが證明された。ウラニウムを含有する物質はすべて光線を放射するのである。モアッサン電氣爐で採取した金屬ウラニウム自體はそのいかなる化合物にも

優れて多量の光線を放射した。加之、光線の射出は燐光とすら全然無關係であることが證明された。ウラニウム物体は燐光性を有すると否とに拘はらず、すべて光線を放射するのである。燐光を發する場合にはニューウイングロウスキー線のやうに轉化された日光を蓄積してをるのであるが、物質から連續的に射出する透過光線は日光と何んの關係もない。普通の状態にある化學的物質から發して、銅を眞直に透過し得る光線は、實に物質の新らしい特性——自然界に於ける一の新たなる事物——である。

心のうちに斯くの如き思想を抱き、手に乾板を擁へてベックレルがその夜實驗室内に佇んだとき彼は正しく過去のあらゆる年代に對せる影法師の如くに見えたのである。彼は、二千年前一塊の琥珀をその上衣の袖に摩擦してその紙片を牽きつくることを注意し乍ら、猶ほ此の一塊の琥珀がアラデンのランプにも匹敵するものであることを知らなかつたテオフラスタスにも、若しくは全人類の最初の發見者として磁石の牽引力を注意せる石器時代の未開人にも比較されよう。物質の新特性は稀有のものであるから、その意義を誇張する

ことはできない。物質の此の新らしい特性は、所謂放射性能做である。それは放射性能做として磁氣、電氣、光、熱の傍にその位置を占めるのである。

第三章 放射性能做元素の發見

ベックレルの研究に依りて刺戟せられたるキュリー夫妻の研究心。放射性能做はウ
ラニウム礦内に存する不純物に起因するにあらざるか。原レピッチブレンドとウラ
ニウムとの放射力比較。キュリーの放射性能做元素の拆出研究とその成效。放
射性能做元素ウラニウム、ラザウム、ポロニウム、アクチニウムの拆出。

放射性能做——物質の新しい特性——が發見されたが、その根源は果して何んであら
うか。「金屬ウラニウム自體から發見されたのであらう」と讀者はいふ「蓋し、それが光線
を放射するから」と。全く然りであるが、併し尙ほ疑問——極僅かの疑ひ——が残つてを
る。光線を射出する能力、放射性能做はウラニウムのうちに包含されてをる極微量のあ
る夾雜物に起因してをるのではなからうか。此の疑ひは實に他の發見物の充滿してをる室の
戸を開く鍵であつた。

此の疑問はベックレル教授の仕事に興味を感じてゐた二人の研究家の心のうちに起つた。

此の二人とは實に巴里の物理工藝化學校の物理學教授エム・ビール・キュリーとその夫人
なるスクロドウスキー・キュリーとである。彼れらは、ウラニウムの原礦なるピッチブレ
ンドの放射性能做に就て研究しようと思ひ出した。而してピッチブレンドの選抜標本が金屬
ウラニウム自體に比して四倍の放射性能做を有することを發見して非常に喜んだ。自然
はその我儘で吾々を侮辱することは決してしない。吾人はキュリーの次ぎの辭を發見す
る。「ピッチブレンドが此のやうに強烈な放射性能做を有つてをるのは、礦石が、ウラニウ
ムとも又既知のあらゆる單體のいかなるものとも異なる、強力な放射性能做物質を微量に
含有してをるためであらう」と。

「吾々は此の物質をピッチブレンドから拆出しようと言ひ出した、そして、事實、普通の
化學的分析の方法でピッチブレンドから金屬ウラニウムに比して殆んど二〇〇・〇〇〇倍
の放射性能做を有つ物質を拆出することの可能を證し得たのである。」

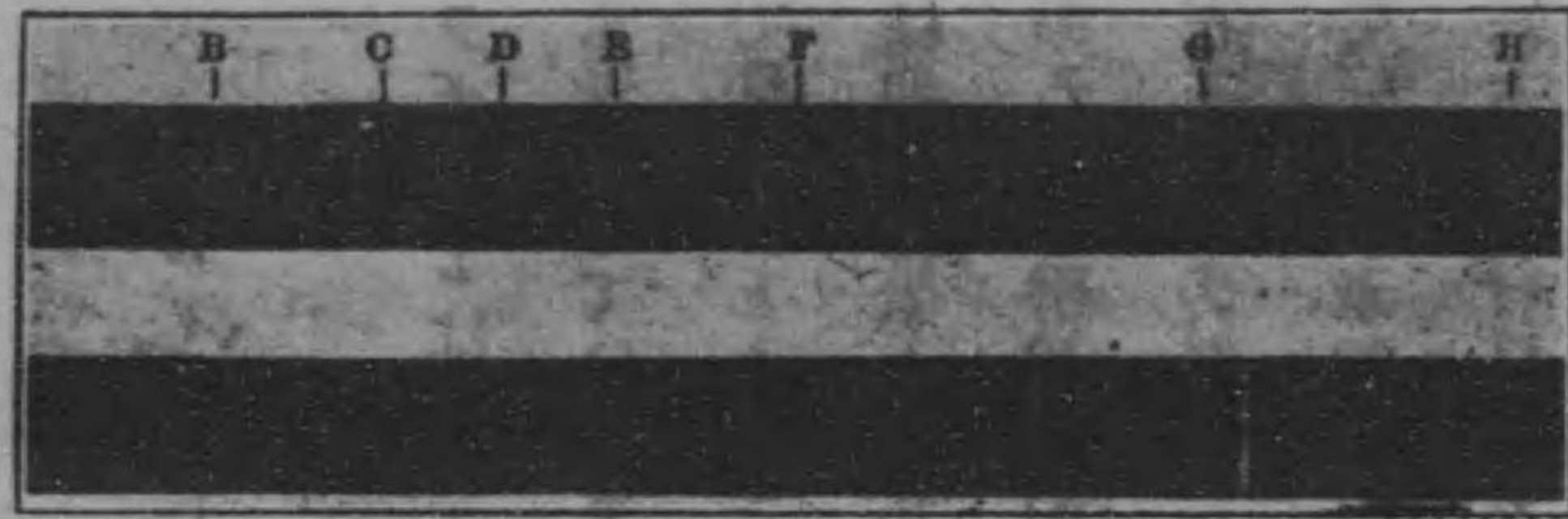
斯う簡単にキュリー夫妻が、ドビールンとともに發見したところの超光線放射能力を

有する三つの新元素——ラヂウム、ポロニウム、アクチニウムの發見を報告したのである、此の二つの元素はその後發見されたものである。物質世界に於ける是れらの新人のうち、ラヂウムは容易に手に入れることができるから、是れを研究の第一對稱としよう。ラヂウムの發見はそのウラニウムに比して一〇〇・〇〇〇〇倍の光線放射力と共に、ベックレル線の性質を決定する有力な研究機關を、研究家の手のうちに置いたのである。

第四章 ラヂウム

スペクトルに依るラヂウムの新元素としての決定。週期表に於けるラヂウムの位置。パリウムとラヂウムとの類似點と相違點——溶解度。原子量の決定。

ラヂウムは今日までのところでは、その化合物から分離されてゐない。此のものは遊離元素としては、金や鐵のやうに是れを肉眼で見ること、それに觸れることも、手に取つて見ることもできない。唯だその化合物の性質中に顯現されてゐるのである。従來の研究は他の元素との化合物、主として鹽化物もしくは臭化物の型式のものを取り扱ふたものである。乍併、自然界に於いては、他のあらゆる物體と異なる性質を有する元素として、存在するものなることが、各元素が獨特の信號帳——スペクトラム——を有する事實を通じて完全に承認される。此の信號帳に依つて彼はその存在を署名するのである、而してそれは太陽に發見せらるゝと、又は星群もしくは研究室内に發見せらるゝとに拘はらない。



第十四圖

ラヂウムと姉妹である。(第四圖)讀者が週期表を検するならば、バリウム (Ba=137)

ラヂウムとは姉妹である。(第四圖)讀者が週期表を検するならば、バリウム (Ba=137)

第十四圖はエム・ドマルケーがキュリー教授の呈供せる化學的に純粹なる鹽化ラヂウムの少量から獲た、ラヂウムのスペクトラムである。圖の上方に記號を附した諸線は地上は勿論天空間内に未知なる元素に依て生起されたものである。即ち、ラヂウムは新元素である。乍併、もし果してラヂウムが元素であるならば、それは當然週期律の族團のうちをその位置を發見すべき善である。而してそれは實際に然るのである。ラヂウムの化學的動作の検査はその性質全部に於いて此のもの、バリウムに類似することを示してをる。事實、その類似は此の兩元素を相互に分離することの殆んど不可能なほどに密接である。族類似性は確實である。バリウムと

の第二族にあること、其族中にはその當時尙ほ未發見であつた、元素のために川意された黒線記號の空處數箇あることを注意するであらう。若し週期律が事實の表現であるならば、ラヂウムは是れらの空處の一つに適合すべき筈である。無論、その決定因子は原子量である。此のものが表中に於けるラヂウムの位置を決定する。キュリー夫人は嚴密なる測定に依てラヂウムの原子量二二五を獲た。此は第二族に於いて水銀の下位にある空處を占むべき元素の原

第二族	
MO.	
Be	9.
Mg	24.
Ca	40.
Zn	65.
Sr	87.6
Cd	112.
Ba	137.
<hr/>	
Hg	200

子量である。ラヂウムが化學的にバリウムに類似してをるのは決して不思議でない。何となれば、それらの元素は同一族に屬してをるから。ピッチブレンド内に含有さる、ラヂウムの總量は、海水中の金含有量よりも稀で、千萬分の一よりも小である。ポロニウム及びアクチニウム等の量は遙かに稀で文字通りに無限小である。分析の困難は無限である。ボヘミヤのヨーヒムスタールでラヂウムを析

出したピッチブレンドの残滓は佛蘭西のアイヴリーにあるキュリー教授の實驗室に送られる、其處でそのうちに含有されてるラヂウム以外の他の元素を分離するために、沈澱と結晶化とが驚くべきほど幾回も幾回も繰り返される。最後に、一噸に就いて二三ゲレン（一ゲレンは大約一厘七毛に當る）の物質が非常に不純な鹽化（もしくは臭化）ラヂウムとしてキュリー教授自身の許に届く。そのうちには尙ほラヂウムの量の幾倍もある姉妹バリウムが含有されてるが、それがキュリー教授自身の手にて依て分離結晶法の最後の過程をうけ、それで徐々にバリウムが除去されるのである。溶解度に於ける輕微の差が分離遂行の唯一の手段である。而して、その進行は物質の線射出能力の増加で吟味されるのである。此の能力はベックレルが初めて新性質——放射性能做——の存在を立證したウラニウムの能力の二、〇〇〇倍から初まつて一〇、〇〇〇倍一〇〇、〇〇〇倍に高まり最後に純ラヂウムとして、一、三〇〇、〇〇〇倍となる。乍併、一噸の材料から辛うじて一瓦の百分の一位しか獲られぬとは實に驚くべきことである。例へばそれは、一エーカー

もある地面に一輪の花の花粉を撒いて、それを寄せ集めようとする試にも似てをる。

原礦なるピッチブレンドの値から許り考へても、ラヂウムの値は一瓦少なくとも一萬弗はするであらう。事實世にある量は一瓦もない。無論その量は徐々に増加してゆく、而して今日では種々の度の純ラヂウムの幾ミリグラムかは世界の化學的市場で此を購ふことができるのである。

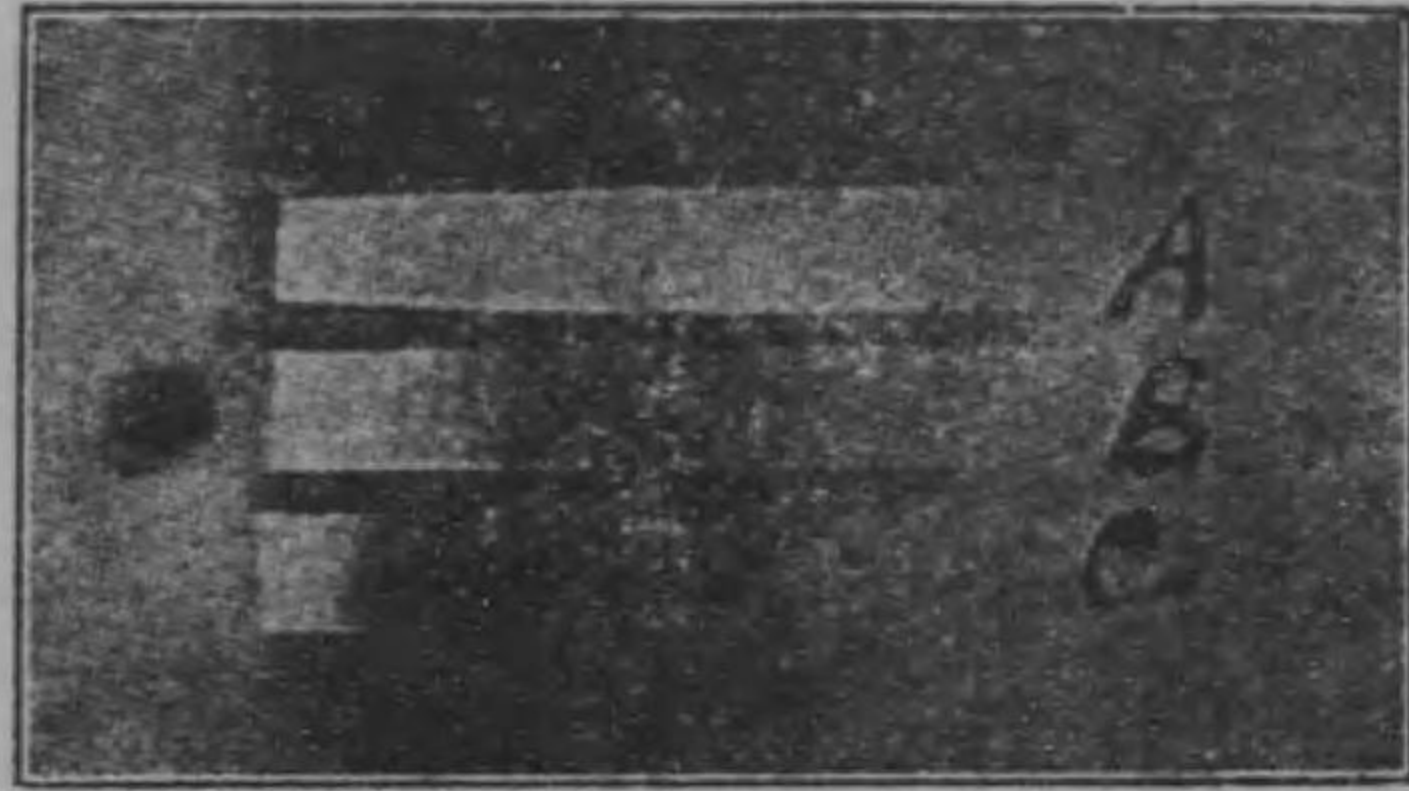
第五章 ラヂュームのベックレル線

ベックレル線と吸収則。ベックレル線は所謂不透明物質を透徹する能力を有す。ベ線の透過力は物質の密度に反比例す。ベ線と陰極線との類似。乾板に作用する力はX線に類似す。投射する物質に熾光性を帯びしむる點陰極線の微粒子に類似す。ベ線の生理的效果はレントゲンのX線に類似す。ベ線が帯電體をして放電せしむる點は陽イオン、微粒子、X線と相同なり。化學的能力は微粒子及びX線に類似す。ベックレル線本體の指數——磁石によるベ線の曲折。αβγ線の分離。

此の實驗科學者間に分布されたラヂュームは極めて微量のものであつたが、それでもベックレル線の性質を證明するには充分であつた。

吸収の法則

一般に不透明と考へられてをる物質を透過する此の卓抜なる能力こそ吾人が既に知り得



第十圖
ラヂューム放射線の透過力過
示す放射寫眞

たる如き發見の導火線となつたのである。であるから、此能力は先づ第一に吾々の研究すべき性質の一つであらねばならない。その後幾干ならずして此の能力はその通過する物質の種類と全く無關係であることが確かめられた。それは挿入さる、物質の密度に依つてのみ影響される。例へば輕量なアルミニウムのベックレル線に對する關係は硝子の光線に對する如きものであつて、比較的透明であるが、反是、重量重い鉛は比較的不透明である。實際、是等のことは吸収の法則（第三編レナルド線の部参照）に従ふものである、而して此の點に於いては此の光線は陰極線の微分子に類似してをる。（第十五圖）

カメラプレート
乾板に作用する力

放射寫眞を撮影する能力に於いてはラヂウムのベックレル線はX線に似てゐる。此の線による寫眞はX線寫眞のすべての特徴を有つてゐる。

燐光性

ベックレル線に曝らすと多くの物質は暗室内で光輝を發する、即ち、燐光性を帯びる。ダイヤモンドやルビーは鹽化ラヂウムの放射に曝らされると美麗な光輝を發する。螢石や硫化カルシウム、シアン化白金バリウム其他の多くの物質も同様である。ベックレル線で惹き起された燐光性は非常に強烈であるから、臭化ラヂウムの管を額上に押しつけて置いて目を閉すると燦爛たる光りが見える。是れは網膜自體が燐光性を帯びたためである。ベックレル線はラヂウム物質自身の上にも反射するから、その物質は亦發光體となつて光り輝くのである。此の光輝はラヂウムの發見以來、毫末も變化したやうな形跡をも示さない。此の自家燐光性に依て、ベックレル線は、此の線を放射するラヂウムを寫眞

に撮影せしめるのである。ラヂウムの此のベックレル線は不可思議なものである、不可思議ではあるが、併し、その線の衝突する物體內に燐光を發生せしむる此の能力の點に於いては該線は全く陰極線の微分子に似てゐるのである。

生理的效果

ラヂウムの放射するベックレル線の生理的効力は非常に強烈——殆んど信すべからざるほどに強烈——である。硝子の閉管内に容れた微量のラヂウム鹽を、厚紙で作つた函内に置き、此の函をキューリウ教授が一時間半ほど自身の上衣の腕に結んで置いた、ところが、そのために強烈な炎症を起して化膿性の腫物を發し、治療に三ヶ月以上をも費した。又、ベックレル教授が或る仕事に従事中、便宜上何んの氣なしに硝子の閉管に容れたラヂウムをポケットに入れて置いた、氣の毒なことには教授はそのため劇痛のある腫物を發して治療に非常に永い月日を要した。ラヂウムの放射するベックレル線を二十日鼠や蝶蛾

類の幻蟲にあてると麻痺を惹起する。適度に稀薄化したものは人體の疾患に確實な治療的效力を及ぼすものである。生理的作用に於いてはラヂウムのベックレル線はレントゲンのX線に著るしく似たるものがある。

電氣的效果

寫真乾板と帶電體とは非常に相違してをる。が、ベックレルは殆んど同時に此の両者が彼のベックレル線に依つて、作用されるものであることを發見した。乾板黒變し、帶電體は放電する。兩者はともに放射性能做の看破者である。ラヂウムの發見とともにその放電效力の著るしく明白になつたのは無論である。帶電に依つて金箔の開放したる檢電器に極微量のラヂウムの容つてる硝子管を近づけると、金箔は放電のために直ちに搏撃する。ラヂウムの接近と金箔の放電とは同時である。研究に依れば、此の結果はラヂューから自然に放射される光線が空氣の傳導體化したためであるといふ、即ち、金箔の帶電は銅線

を連結した場合のやうに容易に飛び去つたのである。事實、帶電された物體は寫真乾板以上に放射性能做のよりよき敏感な看破者である。此の帶電された物體を放電する性質に於いては、ベックレル線は陽イオン、微分子、X線などと全く同一である。

化學的效力

ベックレル線は化學作用を惹き起す。ラヂウムから放射するベックレル線は紙片を變色させ、又、硝子に董色の染點をつけ、酸素をオゾンに、磷を赤磷に、鹽化第二水銀を甘汞に轉化し、且つヨードホルムを分解する。此の化學作用を惹起する能力に於いて、ベックレル線は陰極線の微分子やX線などに類似する。

ベックレル線の秘密

吾人はベックレルがいかにしてその線を發見したか、又、線はいかなる性質を有するも

のであるかなどに就て知り且つ研究した。吾人は今や最も重大なる問題に直面する。ベックレル線の本體は果して何か。是れまでの研究に於いて、吾人は、蠟燭の焰や加熱せる電線もしくは、クルックス管などで射出される陽イオンや微分子、X線などと共有せぬ性質は一つも發見してゐない。果してベックレル線は是からの物體と同一物であらうか。若し同一物であるとすれば、そのいづれのものであらうか。幸なことには該線がも一つの不思議な性質を有つことをベックレルが発見した、而して此の性質は後になつて明瞭になるやうに該線の本性を開くべき主鍵を呈供するのである。

磁石はベックレル線を曲折する

ベックレルは其特徴的な收獲の多い併し乍ら、簡単な實驗で此を證明した。黒紙で包んだ一枚の幅の狭い寫眞乾板を取つて、此を水平の位置に強力な電磁石の兩極間に置いた。彼は此の黒色包装の上に微量のラヂウム化合物を夾持せる小型の鉛製溝を置いた。で、放

第十六圖 ベックレル線の磁氣的偏向



方に曲折されて乾板に衝突し

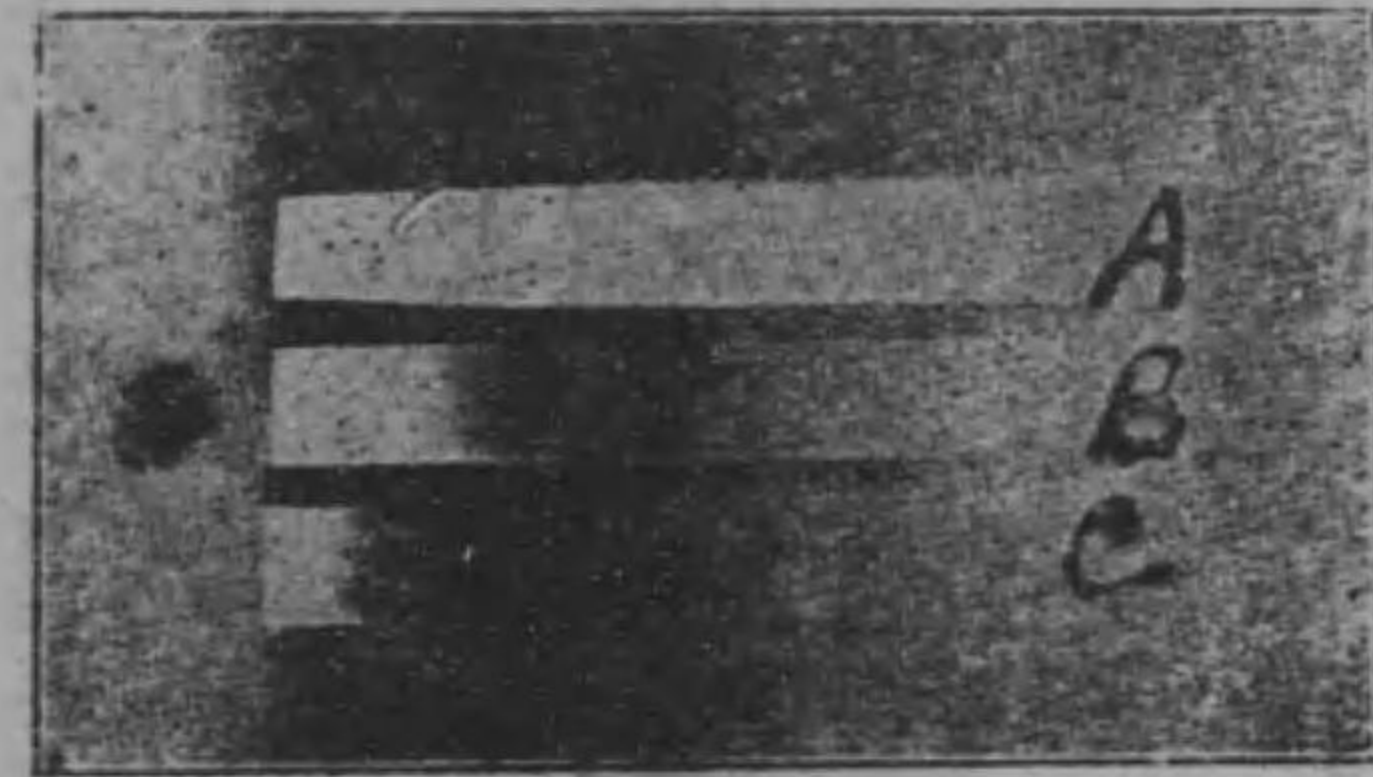
たことを證するものである。

帯が一箇でなくて二箇あるの

は磁氣極の逆轉が放射線を反

射方向に曲折せしめたことを證するのである。ベックレル線は磁石で曲る。乍併、該線はすべて一樣に曲るのであらうか。即ち、同質であらうか。同一種^{ホセニウス}の他の乾板を取つてその上に白金、アルミニウム紙の薄幅のものを並置し、乾板の端には前のやうにラヂウム化合物を容れた鉛製の小溝を置いた。もしすべてが一樣に曲るのであるならば放射線が乾板

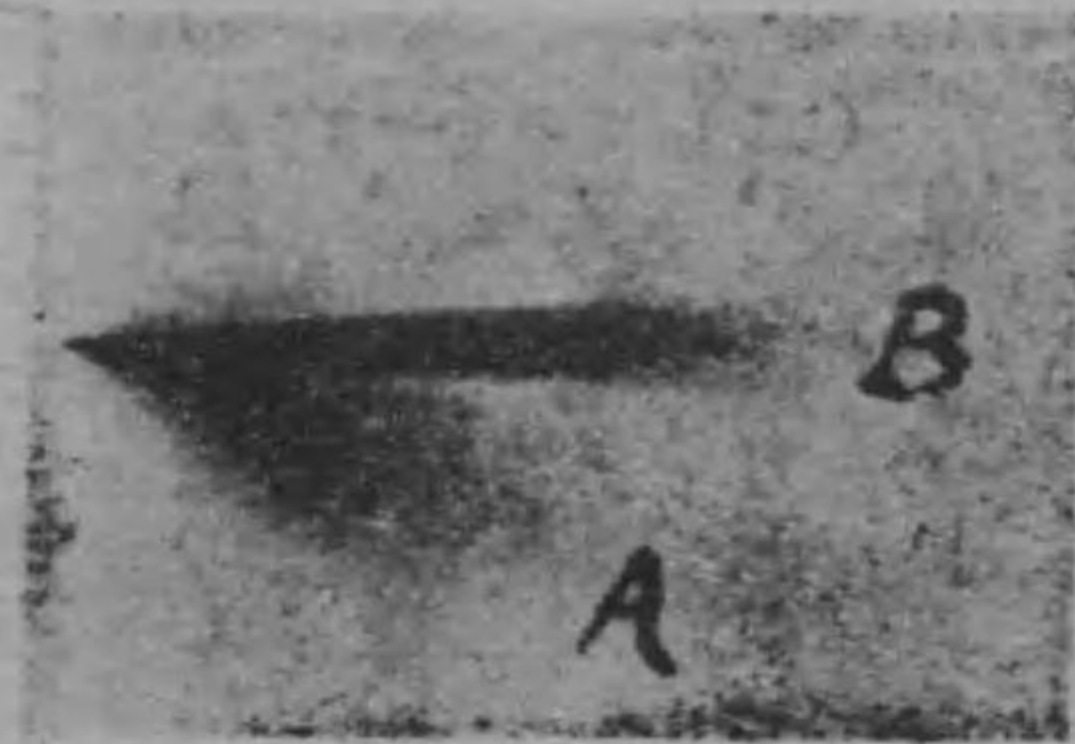
に遭遇するときには一條の線を形造くり、然らざるときには一箇の帯パシドを形成すべきであらう。磁氣を通じて、而して、乾板を現像して彼は第十七圖に示す如き結果を獲た。線の曲



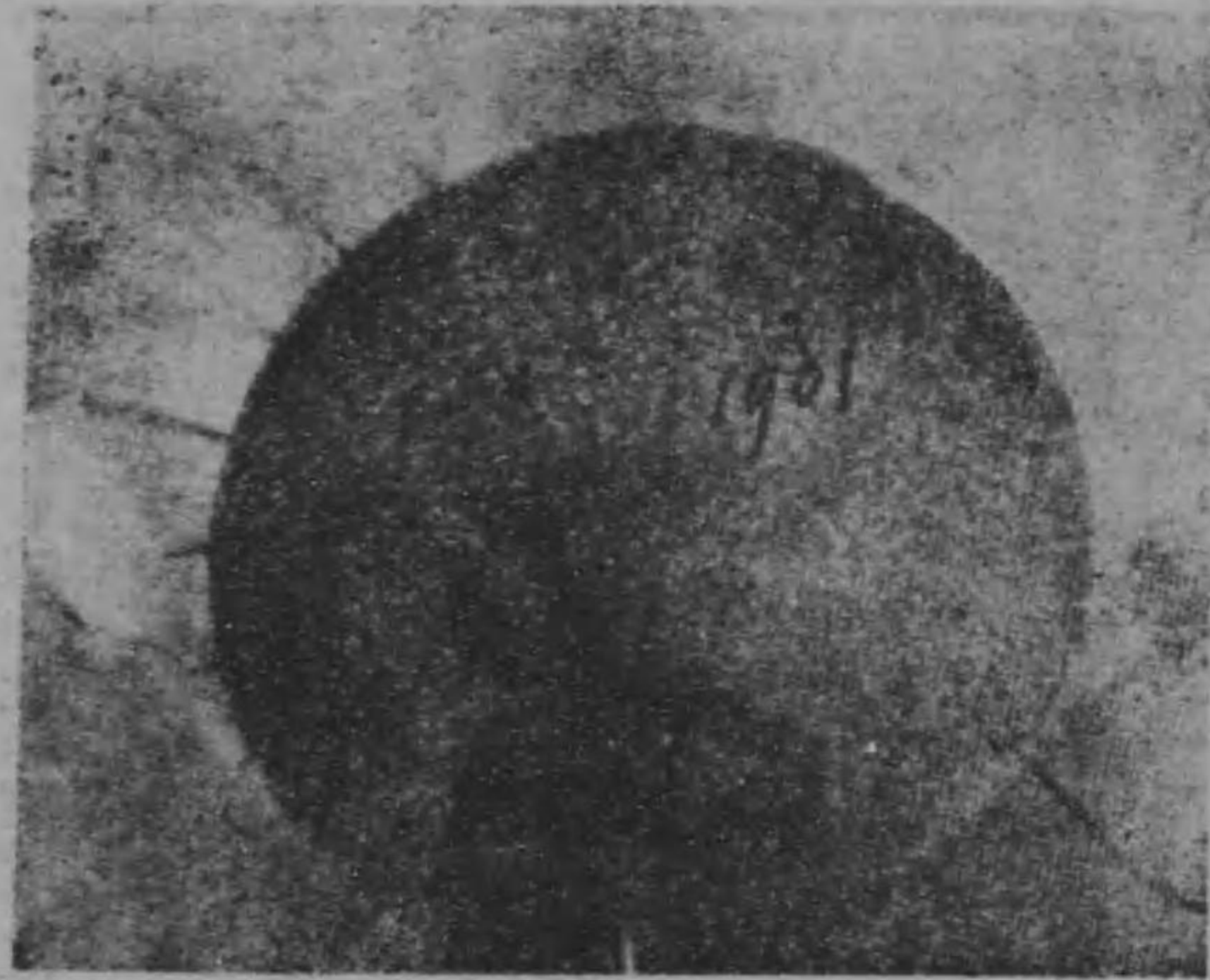
第十 七 圖
ゲラ ムー 放射線透過力
示す放射寫真

るのは一様でない。放射線は路廣い帯、不均等に曲る光線の無限の確實なるスペクトラムを形成する。同一の寫真板は亦同様に、線がスクリーンを白金を最も少なく、アルミニウムを次ぎに、紙を最も大きく透過することをも示す線はすべて曲るのであらうか。線のうちのあるものは磁石の作用を全然うけることなく、而して全く曲折せぬのではあるまいか。此事實を發見する

ために寫真乾板を、磁氣の兩極間に水平でなく、垂直に置かぬのか。此の考を實行した、そして、結果はすべての疑問を超越して明らかである。ベックレル線は少なくとも二種類



ベックレル線は少なくとも二種類より成る



第十 九 圖 他 の 證 明

の放射線から成立してをる。その一種A(第十九圖)は磁氣で曲折するが他のものは明らか

にその影響をうけないで曲らずに通過する。磁氣の下で撮影した寫真は一層明瞭に二種の放射線の存在を示してをる(第十 九圖)。

科學は此の二種の放射線で一時の間満足したが、それは誤りであつた。といふのは、最後にルー

サッホードが非常に強力な磁力を用ゐて、所謂曲らぬ放射線の一部を、既知の曲る線とは反