

初期の實驗家が大氣中の電氣を用ひて植物を刺戟したるを見るは興味あるべし。フランクリンの發見後、空中の電光を集めんが爲めに避雷針は造られ、電氣栽培家は之を利用せり。即ち金屬の導體を大氣中に置き、電氣を植物の近傍に導くにあり。之に依りて植物の外觀を良くし、又其の結實力を増すを得たりとの報告ありき。

古書に據れば、植物送電に別法あるを知るべし。其の法は、園丁は絶縁せられて電氣の地中に逃るゝことなき車の上に乗し、絶縁せる針金より手に持てる如露の罐に電氣機より電氣を送る様になせり。之に依り水に送電せられ電氣は噴出する水に依りて植物に至るなり。

他の古き實驗は特に興味あり、何となれば精密に植物を測定して之を記録し、同時に又同境遇に於て成長せる植物の送電せられざるものと比較するを得べければなり。芥子種を別々の鉢に蒔き、一鉢は對照試験に供する爲めに送電せず、此の鉢に蒔きたる種子の成長を標準となすなり、第二の精密に之に同じき鉢に送電し、二週間の終りに其の結果を比較したり。送電せざる苗は一時八分の

一の高さに達したるに、送電したる苗は二吋四分の三の高さに達し、普通の成長の二倍以上なりき、尙送電せる植物は強健にして又其の高さに比例して繁榮せり。

同實驗家は友人なる醫師の實驗に據り、水仙屬の植物にして大に衰弱したるものを大なる電氣機を使用する室内に置き、頗る強健のものとなし得たることを示せり。實に此の植物は異常の高さとなり、従つて強健にして立派なるものとなれり。

斯かる電氣栽培の結果を大規模に實用に供せんとする企圖は未だ有らざりき、是れ當時は硝子板製の電氣機を手にて廻して電氣を起すに過ぎざるを以て、敢て驚くに足らざるべし。其の後暫くして十九世紀の半頃、或學者は此等の實驗の結果を疑ひ、電氣が植物の成長に何等の影響あるにあらざること宣言し、『斯かる結果の現るゝは他の不明の原因に由る』と言へり。此の思想何時とはなしに立ち消え、此の發見は實際忘却せられたり。

植物の成長に電氣の影響あるを再び發見したるは十九世紀の終りにして、發

見者は瑞典の一教授なり。或有名なる學者は、此の發見は全く偶然なりと言ひたれども、之には幾分の誤解あり。此の人の説に據れば、瑞典の教授は北光といへる北天の美麗なる現象を模倣せんと目的を以て電氣實驗を爲したることあり、教授は此の實驗を温室内に行ひたるに、機械に最も接近したる植物が發電の影響に依りて能く繁茂したることを「偶然に注意し」たりといふ。

然るに當の實驗家は温室内の出來事を重要なものとなさざりしが如し、即ちそは彼の書きたるものに其の由を記載せざるを以て知るべし。若し之を發見の機會なりとせば、そが當然記載せらるべきは何人も豫期する所なるべし。此の題目の第一頁に於て彼は記して「此の問題の研究を始めたる原因は多し」と言へり、而して彼の植物の成長の早き觀察は極地に數度の航海を爲せる際に在りとせり。彼は極地に於て土地及び温度の狀況の不適當ならんと思はるゝ處に於て植物の盛んに成長せるを見て驚けり。此の植物は僅の期間に於て成熟するのみならず、花の色香麗しく葉の緑の鮮かなることは一見人をして驚奇せしむるに足る。彼曰く、「種々の理由により余は電流の原因を探るに至れるが其の

結果は極光に在り」と。されば温室内の實驗は、此の電氣説の眞なるを證せんが爲めに態々行はれたるものなるや毫も疑なかるべし。

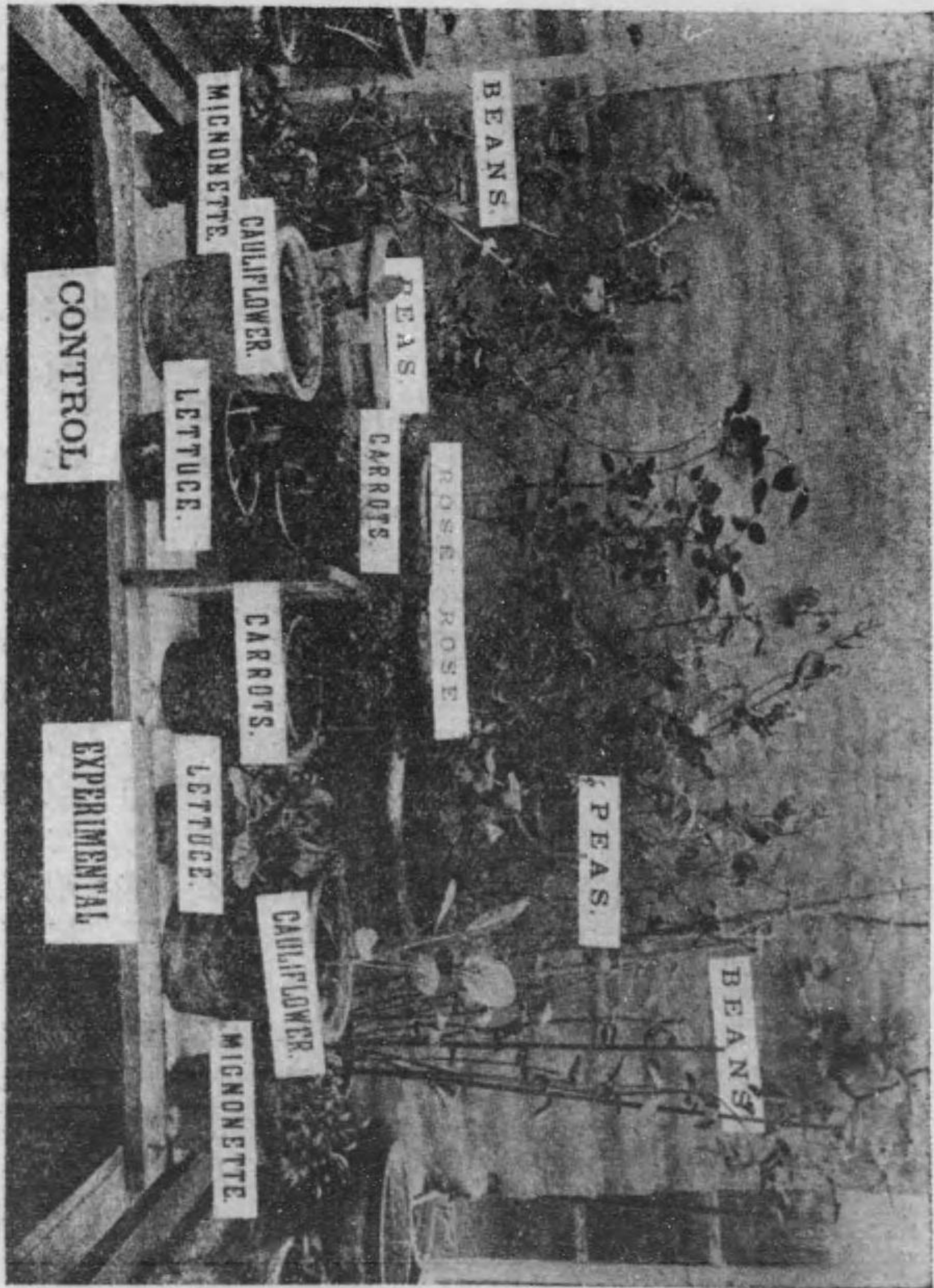
此の瑞典の教授は、電氣の植物並びに野外の作物の成長に及ぼす影響を決定せんが爲めに種々の實驗をなせり。其の興味あり且有益なる實驗記録を残して、彼は現世紀の初めに没せり。記録は英國に收められ、發電法は油を燃したる小き蒸氣機關を以て廻轉せしむる靜電氣機なりき。其の後電力を増し、放電線をして地上遙に高き處に置きたり。最初の實驗にては線は地上十八吋許に支へられしが斯くては大なる不便ありしは勿論なり。後には大規模の電氣設備をなし、線を電柱にて支へ、地上十五呎の高さに置くことを得たり。之に依りて線は農夫の通路を妨げず、滿載せる車輛も其の下を通過するを得るに至れり。

電柱は甚だしき障害とならず、何となれば架空線は軽くして一エトカーに就き一柱を要するのみなればなり。電柱より同列の他の電柱までは七十碼の距離あり、次の並行列までは百碼を距てたり。電氣は發電所より各列の電柱に沿へる電線に依りて導かれ、細線は斯かる重き線より十二碼毎に横に張り出でた

り。結局、架空網を造り、網目は一方百碼、一方十二碼のものなり。  
 斯かる架空線は蒸氣機と發電機によりて送電せられ、其の電流はコイルと辨  
 とを用ひて極めて高壓のもの、とせらる。其の細密なる點は此處に説くを要せ  
 ざるべし。兎に角、此等の線に依りて靜に眼に見えずして地中に放電し、其の作  
 物に對する影響は顯著なり。或場合には電域内の穀物の増加は四〇パーセン  
 トにして、藁の増加も亦極めて大なりき。實驗は馬鈴薯、豌豆、胡蘿蔔、トマート、オ  
 ランダイチゴ等に行はれたるが、何れも送電の結果の良好なること極めて顯著  
 なりき。

斯かる野外の實驗は高壓電氣を以て行はる。人若し靜に眼に見ざる放電  
 の架空線より地に達するや否やを疑ふものあらば、次の簡單なる實驗は之を證  
 するに足るべし。即ち架空線の下に二人佇立し、其の間に或長さの金屬を置く  
 ときは、二人は此の金屬線より火花を取ることを得べし。之に依りて地に接せ  
 る空間は電氣のエネルギーを保有せるを發見すること容易なり。  
 電氣機械を据附けたる小發電所を訪ふとき、若し機械の兩端より短き針金を

物植るたし長成てり由に氣電 圖四十第



實験の右方は實驗植物にして水銀蒸氣燈の力により成長したるもの。對照の植物  
 は全く同様の屋内に成長し、同様に取扱はれたれども電氣の放射に當りしめざり  
 しもの。二箇の高置又は二箇の花椰菜を比較せよ、此の實驗は藤格岡マンリー  
 ンのイシューダグソン氏の成せしものなり。

接近せしめ、一呎以内に保つならば其の間に放電して火花を發し小距離内に電光の閃くを見るべし。此の一端よりの線を地に通じ、他端よりの線は電氣を架空線に通ずる様になれり。架空線と地即ち第二の線に等しきものとの間は十五呎許なり。火花は此の距離を通じて發することなし、されど電氣は絶えず放射し、靜なる放電をなすなり。送電は晝夜連續するにあらず、日没後數時間又曇天にして太陽の作物に作用せざるときは晝間も送電せらる。電氣作用の眞の價値を證明せんが爲めには、全く同一の區域に同時に同一の種子を蒔くこと必要なり、即ち甲地域を實驗地として乙地域を對照地とし、斯くして結果の眞の比較は爲し得らるべし。

日光の不足せるとき電氣を用ひて日光の力を増加せんとの思想は、凡そ三十年前サー・ウィリアム・シーメンスの發意にかゝる。彼は所有の温室内にアーク燈を點じ、廣大なる實驗をなせり、温室内には豌豆、佛蘭西大豆、小麥、大麥、燕麥、花椰菜、並びにオランダイチゴ、クロイチゴ、桃、葡萄、トマト等ありて此等は莫大の面積を占めたり。

一見すれば、強力なるアーク燈よりの光は植物に有害なるが如し、依りて彼は蒸氣を噴出せしめて、光と植物との間を曇らしめ、以て電光を弱くするの法を設けたり。此の變更は確に植物に利益する所ありしも、其の結果は失望に終りたり。依りてアーク燈を硝子のホヤの内に入れたるに、植物に對する有利なる結果は最も明白となれり、殊に最も顯著なる結果を呈せしはオランダイチゴにして、電氣を受けざりし果實の色を呈せんとする前、十分に成熟せしむるを得たり。斯かる實驗は倫敦の王立植物園に及びたり。此處にてはアーク燈を自動機に仕掛けたるを以て、燈は温室の屋根に沿ひ、極めて徐々に前後に動く。加之、水を入れたる障壁を用ひて電光を多少變化し、燈は每晚數時間點ず。數週内に於て電氣を受けたる植物、菊、天竺葵、トマトは對照室に於ける電氣を受けざる植物に比し二倍の高さに達したり。亞米利加に於ても之と同様の試験ありしが、何れも成功を遂げたり、但し光に甚だしく接近するは可ならざりき。第十四圖は大なる水銀蒸氣燈を裝置したる温室、内植物生育の狀を示せり。左方に在るは普通の境遇に成長したるもの、右方には之と全く同境遇なれども、唯、每晚數時

間、水銀蒸氣燈より射出せる電光に浴せしめたるのみ。花椰菜に就き對照の分と實驗の分とを比較せよ、加之一般に何れの種に於ても成長の差異顯著なり、電光を受けしめたる豌豆と大豆の成長の旺盛なるは極めて明白なり。

以上述ぶる所に據れば、作物並びに植物に電氣を作用せしむるの價值大なるは疑ふべからず、されば天候不良の節は必要なる電氣放射に依りて大恩惠者なる太陽の缺を補ふを得るの日は期して待つべきなり、豈快ならずや。

本章に述べたる實驗は小庭園にのみ行はれたるに非ずして、數町歩の作物にも行はれたるものなることを附記す。

#### 第十四章 物質の組成

昔の思想——仙丹——金屬に關する奇異なる思想——化學の新思想——燃燒とは何ぞや——「フロジストン」に關する珍奇なる思想——空氣とは何ぞや——空氣の種類——酸素の發見——水とは何ぞや——ドールトンの原子——原子と分子との相違——原子量——週期律——大膽なる豫言の的中——新元素——太陽のみに存在すと思はれたる物質我が地球に發見せらる

茲に物質の組成と題せるは、現今の化學に關する事項を説かんとするに在り、其の術たるや既に數千年の昔より存在すと雖、其の學問の起れるは近世に在り。古人は死體に防腐し、染料を造り、硝子、石鹼を製せんが爲めに化學的方法を用ひたれども、斯かる方法は皆偶然に發見せられたるものにして、専ら實地に則り其の學理を發見せんとする者は毫もあらざりしなり。

古代には物質の性質に關して冥想せる哲學者多かりしも、此等は何れも推測に止り、實驗又は研究の上に學說を樹てたるにあらず。化學工藝の如きに關係するは品格を下すものと信じ、一學說の發表せらるゝことあるも、之を發表せる當人も其の他の人も實驗に依りて之が當否を證せんとするものなかりき。

古代の最も大なる哲學者アリストテレスは諸物は空氣、水、土、及び火より成ると公言せり。此等を「元素」と呼びたれども、之を以て單體とせるにあらずして一物の有せる種々の性質と考へたりしなり。されど「元素」てふ語の意義に關しては、古代の哲學者間に一大混雜あるを見る。或哲學者は水は諸物を造れる一物なりとし、地球も水より成るとさへ言ひ、他の哲學者は空氣は根本の物質にして「如何なる物も空氣より來り空氣に歸す」と言へり。此の哲學者に據れば、雨は空氣の凝縮せるものとなせり。又火を以て原始物質なりとの思想を持つる者あり、又土を以て原始物質と稱せる者ありき。

アリストテレスは四元素が互に變換するものなることを信ぜり、即ち水は空氣に、空氣は水に互に變化すと信ぜり。其の他總ての物も斯くの如く變化すべしとせば、普通の金屬を貴き黄金に變ぜしめんと欲望の起るは當然なり。之を得んとする煉金家が其の仕事を祕密にせるも亦當然なり、蓋し若し斯かる方法の發見の普く世人に知らるゝときは、金は賤しき金屬の如き普通のものとなりて、其の特に貴重なる性質を失ふべければなり。貴金屬を得んとは是れ鍊

金家の大目標なりき。九百年前の字書に「化學とは人工的に金と銀を生産するをいふ」と記せり。

鍊金家と自稱せる無頼漢も多かりしが、又熱心に「仙丹」を求めんとせる者も亦少からざりき。仙丹とは魔法的の事にあらずして普通の物質なるが、賤金屬を金銀の如きものに變化するに必要な化學變化を起すものと信ぜられたるものなり。仙丹の他の性質は長壽藥なりと屢、謂はれたれども、之とは全く關係なし。不老不死の性質を與ふるものは、驚くべき強壯劑ならざるべからず。他に第三の物質あり、そは何物をも溶解するものにして、萬能なる溶劑なることなり。當時の人々は金屬に關して珍奇なる思想を有し、金屬は地中に生じ、其の増殖を其の儘に放任するときは、再び元の寶の山となりて新しき金を出すと思へり。鍊金家は不可能の目標に近づかんとして所謂無駄骨を折りしが、之が爲めに化學の知識を得たること頗る多かりき。されど此等は仙丹の方向に近づくにあらざれば、熱心なる鍊金家に取りては少しも之に興味を有せざりしなり。

四百年前の頃、瑞西の鍊金家は、化學の眞の目的たるや金を造るにあらず、醫藥を製するに在りとのことを教へたり。されど彼の思想は餘に革命的なりしを以て、彼は國外に追放せられて放浪生活を送るに至れり。然れども時勢の進歩するに従ひ、人心の歸向する所は正に彼の思想なりき。即ち人體の健康、疾病は全く體内の化學作用に依從すてふことは定論となり、化學の主要なる目的を以て疾病治療の醫藥を製するに在りと考ふるに至れり。更に進みて十七世紀の中頃に至り、高名なる英國の化學者は、化學の主要なる目的は物の組成を研習するに在りと説けり。茲に於て始めて今日の化學の基礎を見たるなり。

化學の事項は極めて廣大なるを以て、本章に悉く之を説くは不可能なれば、總に空氣の成分水の成分、燃燒の性質といふが如き最重要なる發見の數者に止む。化學に於て最初に討究せられしは燃燒の問題なり、全一世紀に亘り此の神祕を闡明するは化學の主要なる目的なりき。其の間、化學者は他の化學作用に關し多くの發見をなすを得たり。著者の『今日の科學思想』中に發見の順序によりて列擧したる元素表を掲げたり、之を見るときは此の當時までに發見せられた

る元素の多きこと明らかなり。されど十七世紀の半以前に於ては、元素の意義に關し適當なる考を有せざりしことを銘記するを要す。當時までに發見せられたる元素は唯、新しき化學的物質といふに止り、單體なるを發見したるは其の後のことなり。實に十七世紀までは多くの化學者は尙、アリストテレスの四元素説に執着せり。近世化學の基礎を置きたる英國の科學者ロバート・ボイルは、當時の鍊金家がアリストテレスの教を疑ひしものを非難し、『彼等は煤けたる無智の經驗家にして、烟の爲め眼は暗み、腦は疾めり。アリストテレスを理會するなどは到底不可能なり』とさへ言へり。然るに其の後、ボイル自身は、元素は分解すべからざる物質にして、元素にあらざる物質は種々の元素の微分子の結合せるものなりと公言するに至れり。ボイルは、化合物を斯かる簡單なる方法にて造り、又之を破壊するの法を教へたり。然るに彼は、燃燒の問題を解決するを得ざりしが、空氣は此の神祕的作用に對して重要な役目をなすことを明らかにせり。ロバート・ボイルの直弟子なる化學者中には、奇異なる思想を輸入したる者ありて、燃燒の何物なるかを發見せんとして、總ての燃燒體内には精微

なる物質ありて、此の物は熱の爲めに燃燒體より驅逐せらるると言へり。此の火の元素に『フロジストン』の名を與へ、石炭の熱によりて殆ど皆消滅するは殆ど皆『フロジストン』より成るに由ると考へたり。

＊本會第二期刊行書『今日の科學思想』參照。

此のフロジストン説はロバート・ボイルが元素に關する説を發表したる後にあらずして、それ以前にありしものならんとは、何人も想像する所なり。されど實は然らず。フロジストン説は百年以上も有力にして、更に一層奇とすべきは、此の酸素の發見者と雖、恰も其の死せんとする前までフロジストン説の忠實なる賛成者なりしことなり。

燃燒の性質の適當なる解釋は、化學者が空氣の成分を發見せるまでなかりしことや明白なり。未だ化學を學びたることなき人にして、空氣は何より造らるるかを見せよと言はるゝとせば、如何なる點より出發せんとするか。いでや空氣の組成の知識を得たる次第を討ね見ん。

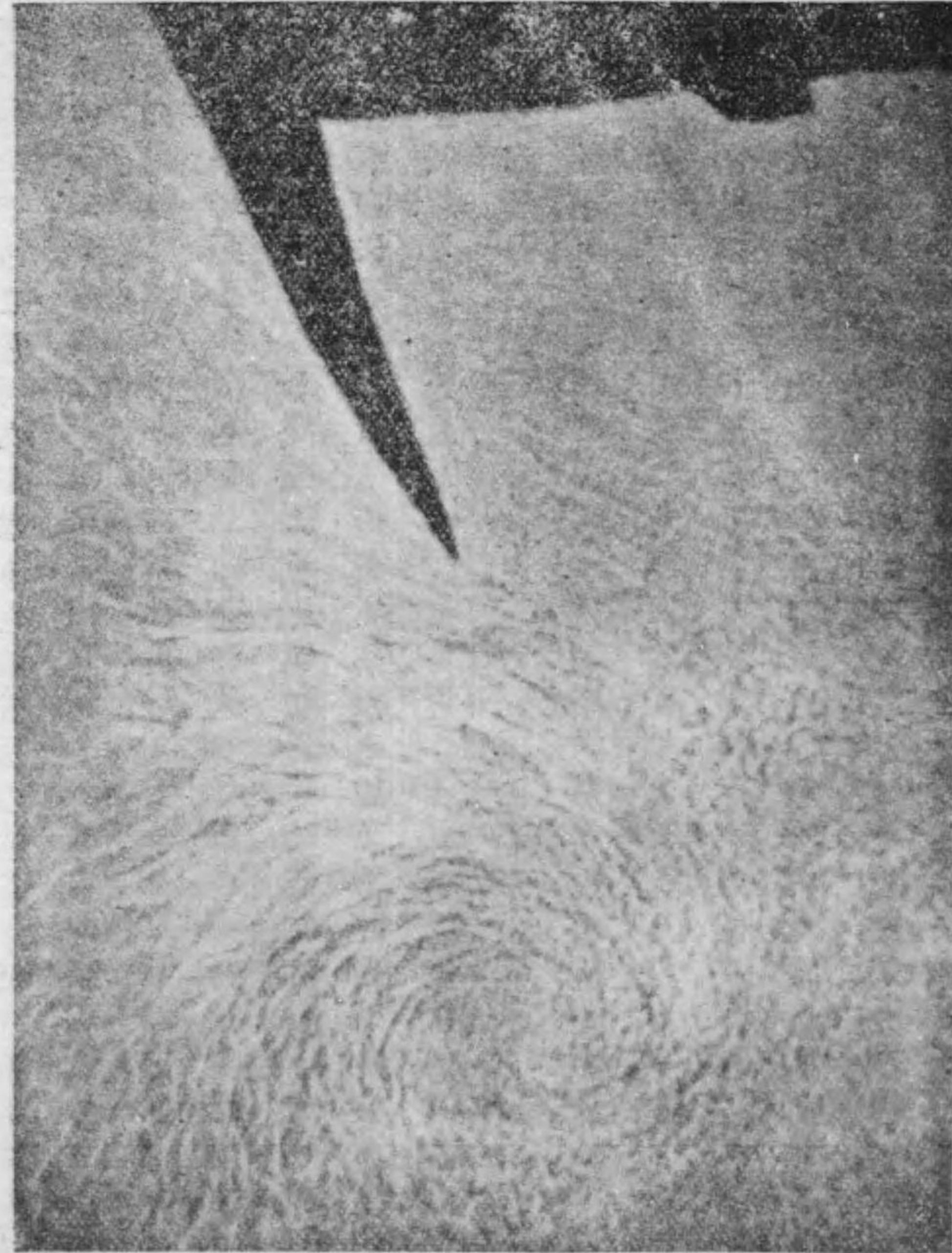
空氣を元素の一と數へたる古人は勿論エリザベス女皇の代を過ぎ、十七世紀

に生活せる化學者にありても尙之を簡單なる物質と考へたり。空氣が簡單なる物質にあらざることの全然明瞭となりしは、十八世紀の終り頃なりき。他の瓦斯の發見せられたるときも、此等は普通の空氣が單に状態を異にせるに過ぎずと考へられたり。ボイルは空氣の一成分が燃燒の爲めに必要なことを提言したりと雖、彼は之を空氣中より分離すること能はざりき。こは酸素の發見に由りて爲し得られたれども、此處に至るまでには、一百年の長きを要したり。

斯くて他の瓦斯は直に發見せられたり。多くの化學者も、空氣の一成分は燃燒と生活とを支へ、此の物は燃燒物又は生活せる動物を硝子鐘の如き閉塞せる物の内に置く時は消耗せらるゝものなることを觀察せり。之を『火氣』と呼べり。化學者は或物質殊に硝石は之と同じき火氣に富めることを觀察したれども、之より深く進むことを得ざりき。

空氣の性質に關して最初の確なる發見は、ジェームズ・ワットを助けたる蘇格蘭人の手に成れり。此の發見者の名はジョセフ・ブラックといひ、潜熱の事と關聯して世人に能く知らる。彼は多年、グラスゴー大學の化學講師にして、後にエドゥンボ





よに動運るな速迅のーラペロアの機行飛  
得をる視てり撮に眞寫は動運の氣空てり

ロ大學の教授となれり。彼は、當時知られたる新化合物なる炭酸マグネシウムに熱を與へ、大に普通のものとは異なる或空氣(瓦斯體)を得たり。彼は、此の新發見の瓦斯が石灰に吸収せられ、石灰の變じて白堊となるを見たり、因りて彼は此の瓦斯を『固定瓦斯』と名づけたり。是れ今の炭酸瓦斯にして、閉塞せる場所にて蠟燭を燃し、又呼吸の際、呼出する所のものに同じ。ジセフブラックは、これは普通の空氣の變物性なるのみならず、之と異なる物質にして、恰も他の物質の互に種類を異にせるに同じく、唯、瓦斯の種類は眼に見えざるの相違あるに止まることを十分明らかせり。

ブラックのエドゥンボロ大學の教授たりしとき、一學生は學位を獲んが爲めに論文を書くこととなり、彼は『蠟燭の空氣中にて燃燒したる後に残留せる空氣』てふ題目を與へたり。學生は、蠟燭を密閉せる場所にて燃燒せしむるときは、固定瓦斯(炭酸瓦斯)は残留瓦斯の唯一部をなすことを發見せり。即ち此の固定瓦斯を石灰水と化合せしめたるに、尙他の瓦斯にして燃燒を支へず、又石灰の吸収すること能はざるもの、残留せるを發見せり。されば蠟燭の燃燒に由り固定瓦斯

(炭酸瓦斯を生ずること明らかかなりと雖、普通の空氣中には蠟燭の燃焼に由りて火氣酸素の除去せられたる後にも尙、残留する他の瓦斯あること明白となれり。是れ吾人の『窒素』と名づくるものなり。

當時の理學者が此の問題を見たるや次の如し。或物質の燃焼するときにはフロジストンを發出すとし、空氣より酸素を吸収すとは考へず、却て蠟燭のフロジストンが空氣中に入りたるものと考へたり、因りて残留せる空氣(窒素)に『フロジストン抱合氣』の名を與へたり。『窒素』(Nitrogen)の名は後に佛蘭西の化學者の命名せるものなり、是れ硝石(Nitro)は多量に此の瓦斯を含有するに由る。

譯者、ナイトロジン(窒素)の語硝石より來りたりとせば、之を硝素と譯するも可なり。

空氣の成分と關係して次に重要な發見は、ジョセフ・プリーストリ博士の手に成れり。彼が此の問題に關係したる次第を敍するも一興あるべし。彼が僅の給料を得て牧師たりしとき、一學校を開き、給料を補はんとし、學校に人氣を集むる方便として實驗の機械を用ひ、理學の一部を教授せんとせり。數年後、彼は新なる職に就くや、醸造所と連續せる家に住むことゝなれり。彼は豫て發見せら

れたる固定瓦斯(炭酸瓦斯)の事を讀みたることありて、そは酸酵の際發出するものなることを悟れり。されば醸造所の桶内には多量の固定瓦斯なかるべからず、プリーストリは之に就きて自ら實驗を爲すに好機會なりと考へたり。

プリーストリは、水が此の固定瓦斯(炭酸瓦斯)と抱合することを發見し、數分間に於て極めて快味ある一杯の水を造ることを得たり。彼は、又此の瓦斯に壓力を與ふるときは、水は多量に之を吸収し、一層快味の水を生ずることさへ知れり。今人にして炭酸水の壺の栓を抜き其の爆聲を聞きて、ジョセフ・プリーストリ博士を追想するもの果して幾人かある。

固定瓦斯の實驗よりプリーストリは、他の瓦斯體を驗出せんとするに至れり。彼は種々の物を熱して瓦斯を得んとしたりしが、嘗て酸化水銀を熱したるとき、一種の瓦斯を發生し、其の燃焼を支ふること普通の空氣に優れるを發見せり。依りて彼は之をフロジストン分離氣と名づけたり。是れ彼もフロジストンの存在を確信したるに由る。此の名稱は頗る奇異なるに似たり。恰も燃焼を支持するを得べき瓦斯が『フロジストン抱合氣』と稱せらるゝと等しく思はるゝな

らんも、往時の化學者は全く今日とは反對の思想を抱き、空氣が燃燒體よりフロジストンを取ると考へ、空氣より酸素を取ると考へざりしなり。換言すれば、吾人の酸素と呼ぶものは、自體は何物をも有せずしてフロジストンを吸収するの能あるものと考へたり。窒素を呼ぶに「フロジストン抱合氣」を以てするは、それがフロジストンにて飽和するを以て燃燒を支へず、フロジストンを吸収することの不可能なるに由る。斯く今日とは反對の見解なることを忘却するときは、如何なる瓦斯がフロジストン抱合氣にして、如何なる瓦斯がフロジストン分離氣なるやに迷ふことあるべし。

ブリストリは新に發見せる瓦斯を「良氣」又は「生活氣」と名づけたり、是れ生活の維持に必要なるに由る。當時、鼠を密閉器中に入れて之を證したり、即ち器に此の生活氣を満つるときは、普通の空氣を入れたるよりも動物は頗る長く生活するを見たり。後、之に「酸素」(Oxygen)の名を與へたるは、當時の化學者が之を以て酸類の緊要元素なりと考へたるに基けり。希臘語の酸類又は酸味に對する語は *oxys* (σξύς) と *genes* (γενής) は發生の義なり。

初めて化學を學ぶ者は、酸素氣中に赤熱せる木片を入れるとき閃光を放つを見て興味を感ずべし。酸素氣中に懷中時計の撥條を白熱となして入るときは、普通の燃燒體の如く燃ゆべし、斯く酸素は勢能く燃燒を支ふるものなり。空氣の性質に關する此等の實驗は總て英國の化學者の手に成れり、次に有名なる佛國の化學者ラヴアジエ、現れ、燃燒の完全なる意義を發見せり。彼は、物體の燃ゆるときは空氣中の一成分と化合するものにして、フロジストンの如きものは存在することなきことを明らかにせり。金屬の一片を焼くときは、フロジストンを失ふにあらずして、却て重量を増し、空氣中の酸素の一部が之と化合すること天秤に依りて證明したり。酸素の名を命じたるは即ち此のラヴアジエなりき。

更に深き發見は、先の章に於て引用したる有名なる化學者ヘンリ・カヴェンディッシュの創意に係かる。彼は空氣の主要なる二成分なる窒素と酸素を化合せしめ得ることを發見せり。されど空氣中に於ては化合せるにあらずして、單に混合せること、恰も砂と砂糖とを混合したるが如しとせり。カヴェンディッシュは、空氣中

に於ける此の二瓦斯の混合の割合を發見せるが、此の發見には非常の忍耐を要したるを以て特に著明なり。彼は連続的に電氣の火花を通じて、二瓦斯を極めて徐々に化合せしめて硝酸を得たり。當時、電氣の火花を造るには硝子板の起電器を手にて廻轉するにありき。カヴェンディッシュと其の助手と交互に機械を動かし、此の實驗を二週間以上連續せり。

實驗の結果により、空氣中に於ける二瓦斯の混合の割合を定むることを得、容積にて凡そ窒素の五分の四と酸素の五分の一なることを明言せり。彼は尙、此の外、空氣中には明らかに少量の他の瓦斯あることを明白に述べたり。後に空氣は少量の炭酸瓦斯、アンモニア、及び水蒸氣あること發見せられ、此等は皆空氣中にて遊離せるものと信ぜられたり。其の外、最近に於て新しき成分の發見せられたるは後に説くべし。

今茲にカヴェンディッシュの水の成分の發見を記するは策の得たるものなるべし。此の時までは化學者は水の成分に就きては何等の考へもなかりき。水が一の『元素』にして、變化して空氣又は地中に入るとの思想は多數の化學者の放棄せる

所なるが、尙、水は單體にして化合物にあらずと考へたり。カヴェンディッシュは、酸素と水素との混合物の密閉器中に入れたるものが爆發性あることを發見せり。此の瓦斯は爆發後、消失し、器内に少量の水蒸氣を残すを見る、即ち二瓦斯は結合して水を成せるや明白なり。

ジェームズ・ウオット及びラヴォアジエは共に水の成分の發見者として世に稱へらるゝと雖、事、ラヴォアジエに關するとせば、カヴェンディッシュの實驗は其の發表せらるゝ以前にラヴォアジエに通ぜられたるや疑を容れず。又ジェームズ・ウオットの友人が互に功名を争ふことなからんと信ずべき理由あり、即ちウオットもカヴェンディッシュの實驗の發表前に之を熟知せしことは最も信ずべく、而して其の發表は發見後數年を経過せるを以てなり。

水の如き液體が二種の瓦斯體により組織せらるゝのことは、全然斯かる事實に親まざる人に對しては奇異の感あるべし。然れども其の眞義は後章、物質の構造を述ぶる時に明瞭となるべし。水は水素と酸素との化合せるものなりとの事のみを證明するは容易なり。是れ此の二瓦斯を結合せしめて水を得るの

みならず、水を分解して二瓦斯を得なければなり、即ち器に水を充て之に電流を通ずるときは、水を分解し、水は次第に消失して唯、水素と酸素とを残し、水素の容積は酸素の二倍となるべし。此の分解法の詳細は電氣の問題を論ずる時に譲るべし。

斯くて多數の物質が二三の單體即ち元素の化合物なることの一般に認めらるゝや、學者は、物質を元素に分解せんとして多大の努力をなしたり。十九世紀の初めには元素の分離せられたるもの僅に二十八箇<sup>\*</sup>に過ぎざりしが、其の後新元素は一年に二或は三の比を以て發見せられ、一元素をも發見し得ざりし年は稀なりき。十九世紀の初めより今日に至るまでに五十二新元素加はり、總て約八十箇の元素の知らるゝに至れり。其の大部分は比較的稀なる元素にして、普通の人には知られざるものなり。

\*時としては十八世紀末に三十三箇の單體知られたりと謂はるれども、元素の表を見れば、其の中には單體にあらざりしものあり、又當時は光又は熱を以て單位と考へたりしなり。

前世紀の劈頭に於て、クエーカ<sup>†</sup>教徒なるジョン・ドルトンは元素に關して新事

實を發見せり、爾來、化學上の發見は陸續として現れたり。ドルルトンの發見とは、單體(即ち元素)の化合物を造るには重量に於て一定の比を爲すといふに在り<sup>\*</sup>。

\*定比例の定律

ドルルトンをして此の發見をなさしめたるは、瓦斯の分析を成せる際、沼氣中の水素の量は生油氣中のその正に二倍なること、又炭酸瓦斯中の酸素の量は、酸化炭素のその正に二倍なることを發見したるに由る。物質にして眼に見えざる原子より成るとせば、斯かる比をなす所以を説明することを得べし。續いて出でし實驗は之に新しき證據を與へたり。例へば、二元素の化合の比を異にするに由りて三種の化合物を生ずるが如し。其の一は二元素の量相等しく、其の二は一方の量は他方の二倍、其の三は正に一と四との比をなすものなり。又元素中には化合の比に差異あるに由りて、之に應じたる種々の物質を生ずること發見せられたり、例へば、窒素と酸素は五種の物質を生ずるが如し、即ち窒素の十四分を取るときは、酸素の八分、十六分、二十四分、三十二分、四十分と各、化合せしむるを得るなり。酸素の量は八にて除することを得。斯くしてドルルト

ンは、元素は簡單なる倍數を以て化合すとのことを發見せり\*。

\*倍數比例の定律

往古の哲學者は、總ての物質が眼に見えざる原子より成ることを述べたり。ドールトンは此の思想を復活せしめたるのみならず、之に全く新しき意を加へたり。今の化學者は水の分子の構造に就き確實なる想像を有す、然るに水素の一原子が酸素の一原子と結合せりと信じたるは、此の當時なりき。原子並びに分子が全然見るべからざるものなるは言を俟たず、最高度の顯微鏡を以てするも猶遙に及ばざるものなり、又吾人は箇々の原子の實際の重量を言ふ能はず、されどドールトンは其の相對的の重量を發見せり。元素の「原子量」を言はんとすれば、或元素を以て標準とし之を單位とせざるべからず、此の標準に照して總ての他の元素の重量を言ふを得べし。ドールトンは最も輕しとせられたる元素（水素）を標準とせり、斯く水素の一原子を單位としたるは極めて當を得たり。彼は出來得るだけ簡單なる方法を以て他の物との比較を取れり。而して水の分子は水素の一原子が酸素の一原子と化合するものと考へ、酸素の原子量を以て

八とせり、即ち水を造るには水素の一分と酸素の八分を要すと考へたりしなり。二元素が種々の化合物を造る方は一にして足らざるを以て、ドールトンは各元素は常に一原子同志化合するものにあらざるを悟りたるが、一原子と一原子といふが如き最も簡單なる場合を以て比較の基礎となせり。然るに當時の分析上に有する熟練を以てしては彼は之より一步も進むこと能はず、彼は自ら假定の上に立ち唯、等價を取扱ふに過ぎざることを自ら能く悟りたり。

其の後、水の一分子を造るには水素の二原子と酸素の一原子とを化合すべきこと發見せられたり、因りて酸素の原子量は十六となれり、但し酸素の一原子は水素の二原子と化合するを以て、化合の比は一と八なること尙舊の如し。之より原子は化合に一定の力を有すとの發見起れり。或元素の原子は他の元素の一原子を握り、又他の或原子は他の原子の二原子を握り、又他の原子は他の元素の三四等の原子を握るが如し。こは「原子價」と謂はるゝ大發見なるが、ドールトンの原子説より五十年後のことに屬す。

更に其の後に於て諸元素を原子量の順序に排列する時は、各、八番目の元素は

化學的性質に於て一致せること即ち一定のオクタヴあるを發見せり。例へば、軟き金屬のソディウムとポタシウムの如し、其の性質の大に類似せることは初學者も尙能く熟知せる如く、其の小片を水面に投ずるときは金屬の球は發火するに至るべし。元素の週期表を見るときは、ソディウムとポタシウムとは正に一オクタヴだけ離れたり。他の元素も亦之に同じ、されば元素は七つづゝの若干の群に分れ、第一オクタヴの第一の元素は他のオクタヴの第一の元素に一致し、第二の元素は他のオクタヴの第二の元素に一致し、以下之に準ず。

此の化學オクタヴの法は「週期律」と呼ばる、其の發見は大に興味あれど、茲にはこれだけに止め、其の他の細目は補遺三六〇頁に譲れり。局外者に取りて最も面白きは其の法則の發見者が週期表に空位を残せしことなり、斯かる空位に相當する元素は當時未だ發見せられずと雖、斯かる元素は後來發見せらるべきものとして、發見者は其の元素の化學上の性質を豫定せり。こは大膽なる豫言と謂ふべし。

余は再び前に戻り、更に空氣の組成を考ふべし。三十年前にロード・レーレ

は極めて精密に酸素、水素、及び空氣の比較的重量を決定せんとして、自ら其の仕事を始めたり。酸素と水素とは特別に困難なることなかりき、然るに窒素の實驗に於ては、空氣より得たる窒素と化合物より得たる窒素との間に原子量に相違あるを見たり、即ち空氣中の窒素は化合物より得たるものよりも僅に重きことを發見せり。多くの化學者は計算上、何等かの誤謬あるに由るものと考へき。されどロード・レーレとサー・ウィリアム・ラムジとは此の事に就き爭論し、レーレは、化學的に製したる窒素の輕きは何等かの輕き物質を有するに由ると言ひ、ラムジは、空氣中の窒素の重きは他に窒素より重き何等かの物質を有すとすは眞に近からんと言へり。兩人は研究に着手し、此の問題を解決せんとせり。

サー・ウィリアム・ラムジは空氣を赤熱せる銅を通過して酸素を吸収せしめ、更に之を赤熱せるマグネシウム屑を含める長管中を通過せしめて窒素を吸収せしめ、是に由りて空氣中より酸素と窒素即ち其の主要成分を除去し得たり。残留せる瓦斯を取り、之を實驗して新元素を得、之を「アルゴン」と命名せり。此の物は、大氣の殆ど百分の一を成すも、從來の化學者は之を窒素と共に計量したり。其

の後、アルゴン其物も亦不純なるものにして、少くとも四箇の他の元素之に附帯せること發見せられたり。此の稀有なる五元素の群は奇怪にして、此等の元素は原子價即ち他の元素を握る力を缺き、一として他の元素と結合することなし。五元素中の一(ヘリウム)は特に面白き性質を有す。こは既に一八六八年に於て、サー・ノー・マン・ロッキヤーの太陽内に存在することを發見したるものにして、多年太陽並びに他の星に限らるゝ元素なりと信ぜられたり。星の化學の發見は後章に説くべし。之にヘリウムの名を命じたるは最初、太陽にて發見せられたるに由る、而して希臘語の「ヘリオス」は太陽の義なり。從來は太陽は我が地球になき元素を有するものと考へたりしが、サー・ウィリアム・ラムジのアルゴンの發見後、彼は「クレタエート」と名づくる礦物(ウラニウム礦の一種)を實驗し、殆ど窒素を混ぜざる瓦斯を得、分光器を用ひ、此の瓦斯は太陽中に存在する不思議なるヘリウムと全く同一のものなることを發見せり。

## 第十五章 再び化學上の發見に就きて

有機化合物とは何ぞや——『生活力』の滅亡——自然の爲す所を爲すこと——護謨製造に於て自然と競争するを得べきや——合成護謨——牛乳は製造するを得べきや——有機物の成分——何故に之を組成すること困難なりや——奇異なる化學作用と難問題の解決——普通の空氣は液體となる

化合物の自然に成生するもの尠しとせず、蔗糖並びに他の植物は其の中より砂糖を取る液汁を生ず。吾人は植林をなし、之より彈性護謨を取る、是れ自然の分泌物なり。其の他の植物より染料、護謨、樹脂等を得べし。

又生活せる動物の體內に自然に生産する物多し。魚類より油を搾り、又人體内にも種々の用を爲す所の種々の液を有す。從來、此等の自然の生産物は、化學實驗室に於て製する化合物とは全く異なるものと考へられたり。實に今より約百年前には總ての化學者は、生活物の中には生活力ありて、そが自然の生産物なる化合物を造るに缺くべからざるものなることを信ぜり。此等の化合物を特に『有機化合物』と命名し、之に對せるものを『無機化合物』として兩者を區別せ



十九世紀の初めに瑞典の大化學者は有機化合物を分析し、其の普通の元素より成れることを發見したれども、化合物を生ずるには生活力を要すと信じたり。其の後、生活力の思想に大打撃を與ふる大發見あり。獨逸の一化學者は、明らかに實驗室に於て吾人人體内に生ずる化合物の一を製するを得たり。是れ即ち神祕的なる生活力の助を藉らずして無機物より有機物を製し得て成功せるものと謂ふべし。

化合物を造る化學作用を合成法といふ、こは希臘語の「合一」の義なり、之に對するは分析法にして、希臘語の「分離」の義なり。總て製したる化合物は皆合成したるものにして、化合物は即ち合成物なり。

上述の如き合成的有機物の製法の發見は極めて價值ある結果を齎せり。化學者は實驗室に於て、吾人が態々遠國より輸入する藥品の如き有機化合物を製するを得たり。但し化學者が之を商業的大規模に於て製造する方法を發見するに至るまでには、若干の年月を要したるは言を俟たず。輸入物と同一又は之

よりも廉價に製造し得るまでは、化學製品は實業上の競争に加はること能はざりしや勿論なり。

當時、アリザリンといへる染料を製せんが爲めに、歐洲大陸には茜草の大栽培あり、然るに化學者は實驗室に於て之と全く同一なる物質を製する法を發見せり、そは代用品又は模擬品を得たるにあらずして、茜草内に自然に生ずるものと全く同一のアリザリン其物を製し得たるは珍とすべきなり。

化學的作業を大規模に行ふを得、輸入品よりも遙に低廉なる價格を以て此の染料を製するを得たるときより、茜草栽培は必要ならず又有利のものにあざることゝなれり。

自然の染料が同一法にて人工的に合成し得らるゝのみならず、其の他の物質例へば樟腦、支那、日本の樟樹より得られたるもの、の如きも亦人造するを得たり。今や化學者は莫大なる有機化合物を製するを得、其の中には單に學術上面白き仕事なりといふに過ぎざるものあれども、又商業上の目的を以てせらるゝもの少からず。

近年、『人造彈性護謨』の名を聞くこと多し。人造の語は正當なり、何となればこは代用品又は模擬品にして眞物にあらざるを以てなり。此等の化合物は自然の彈性護謨に他の物質を混合したるものなり。然るに眞の合成護謨は實驗室にて造り得べく、栽培物より採る護謨と競争の價格にて生産し得るの希望あり。合成護謨を大規模にて造るに當り、困難の一は之を製するに要する原料を廉價にて得ることなり。多大の苦心の結果、澱粉は最良のものなること發見せられたり。澱粉は酸酵作用によりてブーゼル油に變化せしむるを得、更にイソブロンと稱する物質に轉化せしむるを得、而して護謨はイソブロンを重合するに由りて製せらるゝなり。換言すれば、イソブロンは護謨と同一の原子より成るも、其の結合の模様を異にし、之に必要なは原子の組合せを變じ、護謨と同一の化合法を取らしむるに在り。

今日の主なる化學者はイソブロンを重合する方法の發見に腐心せり。其の一人は此の研究に従事し、或年、休暇の爲めに旅行に出掛けたる際、イソブロンとソディウムとを接觸せしめ置き、二月許を経て歸り之を検したるに、イソブ

ロンは護謨の固塊に變じたるを發見せり。此の問題を研究せるは多く英國人なるが、獨逸の一化學者も全く獨立して同様の發見を爲し、別の道より同一の目標に到達せり。

素人には人造護謨と合成護謨とを鑑別することは困難ならんも、合成護謨は自然に生ずる護謨と全く同一のものにして、少しも不純物を混ぜざるの大利益あり。

合成護謨の製法を探究せる際に當り、アセトインの極めて廉價にて製し得ること發見せられたり、こは彈藥の製造に使用せらるゝ有機化合物にして、其の供給に制限あり。歐洲の如何なる政府も皆アセトインを要するを以て、比較的廉價を以て無限に之を供給し得る方法の發見は大なる價值あるものならざるべからず。

一九一三年の初めに牛乳の合成的に製造せられたりとの報道獨逸より傳はれり。砂糖、脂肪等の合成の事實を容易に承認したる者も、牛乳の實驗室にて製造し得らるゝの報を聞きて頭を振り、そは眞の乳と同一のものにはあらざるべ

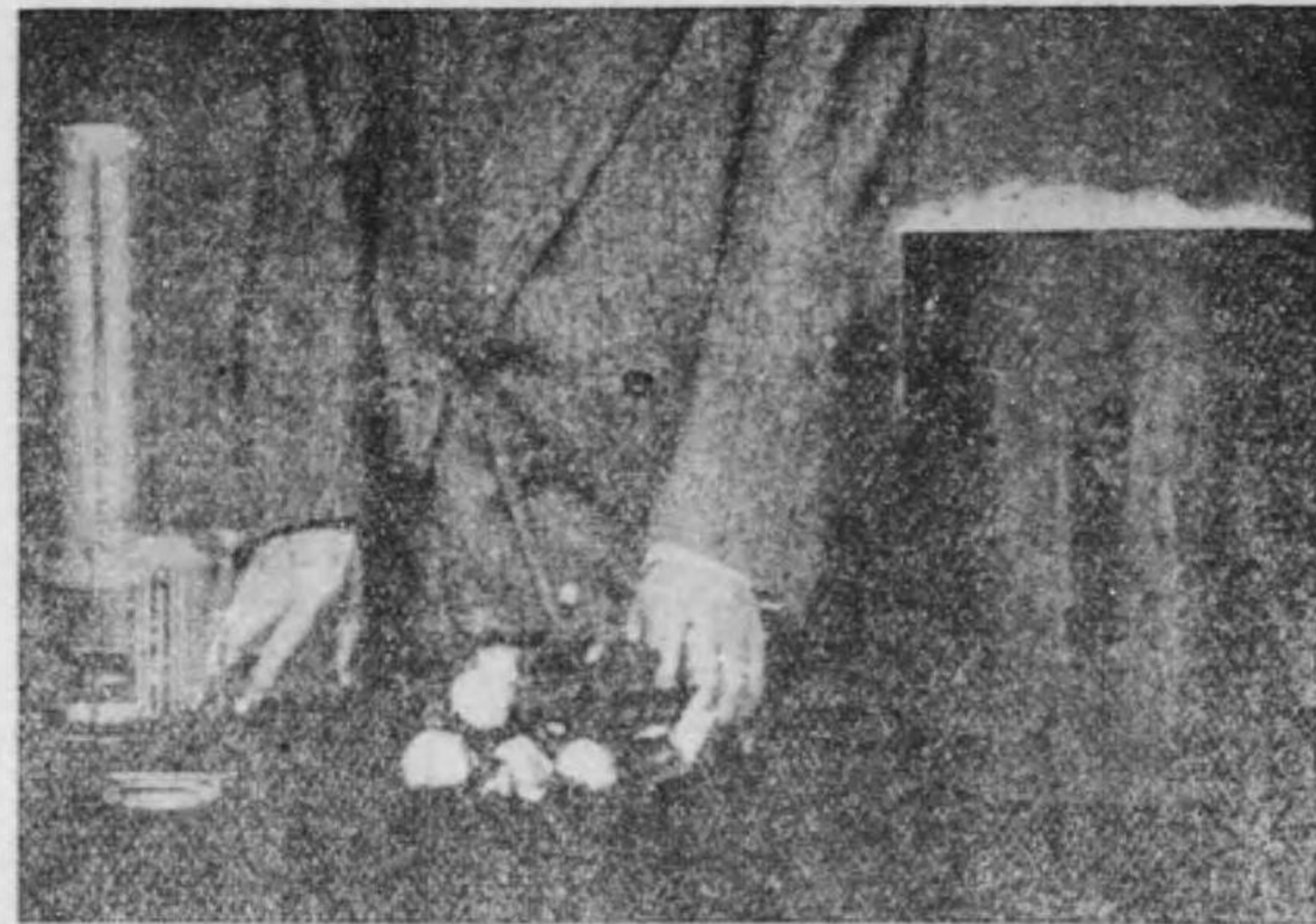
しと言へり。されど今や生活力は驅逐せられたるを以て、化學者が食物として必要なるものを悉く製し得たりとするも、之を會得するに何等の困難を感ずることなかるべし。乳は自然には一の腺より製せらるゝものなるが、之と同一の物が他の方法に依りて製し得ずとの理あることなからん。但し現時の人々は多くの食料品が實驗室にて製せらるゝを見るを得べしとは思はれず、されど將來に於ては、總て人類の食物は科學的食品製造場より渡さるゝ日の來ることあるべし、こは無稽の言にあらずして生活費の高價を如何にすべきかとの問題解決の一となるべし。

斯かる破天荒の變化が急激なる革命となりて來らざるは結構なり、然らざれば我が農夫又は農事に従事する者は如何になるべきや。こは工業界に於ても亦然りとす、其の變化は革命よりは進化の形を取る。而して其の時には又之が爲めに労働者の損害を受くるもの尠からず。機械織りの發見せられしより百年以上も経過せり、而して今尙、田舎には手織をなすものを見ると雖、若き男女は其の法を傳へられざるを以て、舊法は極めて徐々に消滅するなり。自然食料よ

り合成食料に移るの極めて徐々なるは、吾人の今日の立場を見れば之を理解することを得べし、左に之を絮説すべし。

吾人は八十元素を知るも、其の中自然の有機化合物の大多數のものを成せるは唯、四元素あるのみ、即ち炭素、水素、酸素、窒素是なり。就中、炭素は最も緊要のものにして、他の三有機元素の一、二、或は三と種々の割合を以て化合す。斯かる事實は一見、有機化合物が容易に此等の數元素に分解し、又容易に之を組成するを得べきが如しと雖、實際は大に然らず。又有機化合物の分析は容易の業にあらず、現今のあらゆる方法を用ふるも完全に分析し得られざるもの多し。されど其の組成の詳細に知らるゝもののみに就いて言へば、種々の元素を結合せしめて所望の化合物を製するを得るなり。斯かる物とて實際は外見の如く簡單なるものにあらず、何となれば之に要する元素の比は一定するも、此等の原子の結合は種々にして、結合の如何によつては全然異種の化合物を形成することあるを以てなり。例へば、澱粉と木綿は同一の原子が全く同一の比にて化合し居れども、其の相違は原子の結合法を異にせるに存す。

驗實の氣空體液 圖六十第



上 同 圖七十第



どれきし如の水觀外。器璃破るたれ入を氣空體液はる在に方の手左、はきとゝる入に中氣空體液を蔽蓄るせ示に圖上。りな度温き低め極、るなく如の圖下てし碎粉ばて打を之、りなく脆く堅

又果實に含まるゝ酸と乳を酸敗せしむる酸とを分析するときは、此等の二物は全然相違せるものなれども、同一の元素が同一の比を以て化合す。一方は甘けれども一方は苦く、一方は液體なれども一方は固體なり、又一方は結晶を成せども、一方は少しも結晶することなし。

以上述ぶる所により、合成食料の製造が簡單なるものにあらざる所以を了解し得べし。即ち複雑なる有機化合物は之を分析することの殆ど不可能なるのみならず、縦し之を成し得たりとするも、同一の原子が種々の方法に結合し、所望のものとは遂に相違せるものを生ずるを以て、之を再び製出するは極めて困難なるにあり。

化學に於ける他の興味ある發見は「接觸作用」と呼ばれるものは是なり。それは二物を混合するも化合すべくも見えざれど、第三者の存在するときは之を化合せしめ、第三者其物は外見上何等の變化なきことなり。例へば、酸素と水素を混合し、數年之を放置するも決して化合することなし、然るに海綿狀白金の極めて小なる片を混合物の中に入るゝときは、瓦斯は俄然化合して激烈なる爆發を起す。

爆發後、海綿白金を検するに、其の化學上の成分は初めと毫も異なることなきを見るなり。

此の事項は佛蘭西の化學者に依りて詳細に研究せられ、之に依りて海綿白金が酸水二素の混合物中に入るときは、白金は水素と急激なる化合をなし、此の新化合物の形成せらるゝ瞬間に酸素に作用し、原子の急激なる運動(爆發)を起し、酸素と水素とは化合し、白金をして元の如くならしむること發見せられたり。此の接觸作用は其の關係の範圍廣くして、實用化學に於ては多大の利用あり。

譯者註、酒類製造の際、葡萄糖よりアルコールを生じ、麥の崩發の際、澱粉より麥芽糖を生じ、其の他、乳糖の乳酸に、アルコールの醋酸に變ずるが如き酸酵作用は、總て接觸作用にして、酵母の存在に由る。酵母は無生物なることあり、又菌類の如き生物なることあり。

總ての接觸作用が爆發を伴ふものにあらざるや論なし。又化學的化合の遲速の度を異にすることも明白なり、即ち如上の如き酸素と水素との化合は急激にして、空氣中の酸素と石炭の炭素との化合は之よりも遅く、又空氣中又は水中の酸素と鐵の化合して鐵錆を生ずるは極めて遅し。

其の他の興味ある發見にして化學よりも寧ろ物理學の範圍に屬するものあれど、便宜上茲に記載すべし。約四十年前に酸素、窒素、及び水素を液化せんとしたり。二人の佛蘭西の化學者は、非常に大なる壓力を加へたるものを非常に低き溫度に冷却して、此等の瓦斯を液化せしめんと努めたり。其の考案は急に壓力を緩め、之に依りて瓦斯の分子をして其の振動力の大部分を使ひ果さしむること是なり。かくして生ぜしめたる冷却は壓縮したる瓦斯の微分子を密接せしめて、「液體」といへる状態を成さしむるに足るものと思はれ、二人の化學者は當時、液化に成功したりと信じたり。彼等は此の時、装置器の内面に瓦斯の液の小滴を見たりと思へり、されど今日より之を見れば、斯くの如き装置に依りては唯、蒸氣の眼に見ゆるに至りたるに過ぎず。

其の後數年を経て、露西亞の二化學者は一層壓力を増し、溫度を下して、酸素と窒素とを液化するを得たり。されど水素を液化すること能はざりき。其の一人は二年後に普通の空氣を液化せしめたり。其の後十年を経るも、彼は水素を液化すること能はざりしなり。

英國にては二十年前倫敦の王立研究所に於て頑固なる水素を液化せんと試みられたり。サー・ジェームズ・デーヴィーは終に成功せり。空氣の液化する温度は零度以下一九〇度攝氏なるに、水素にては液體となる前には零度以下二五〇度に下らしめざるべからず。

空氣を液化し得たる事實は、一般の世人に興味あるものなり。多量に製造する装置の出來上りし後は、種々の面白き實驗は公衆の前に行はれたり。吾人の呼吸する空氣が上記の如き低き温度に於て、外見水の如き液體に化するを得ることを考ふるときは、奇異の感あるべし。液體空氣を器より器に注ぎ、其の机又は床に落つるとき蒸發するを見るも面白し。其の温度は極めて低きを以て、普通の温度の物體を之に入るときは、液體空氣は激しく沸騰し、花類、葡萄類を入るときは、植物質は全く堅く且脆くなりて、之を打てば細き堅き粉末となりて破碎すべし(十六、十七圖を見よ)。

## 第十六章 電氣の發見

最初の電氣實驗——之に關する新光明——晴雨計の管を以て爲せる面白き實驗——  
導體と絶緣體——起電器——電氣の二種——人に電氣をかくること——ライデン壺——  
電光に擬す——教授の偶然なる電氣死刑——理學者と長靴下——正負の電氣——ガル  
ヴァニの蛙——電流の發見——發見者は誰か——水の成分の證據——二箇の稀有金屬  
の發見——電燈の發見

電氣の應用は總て近世に起原すと雖、吾人は遡つてエリザベス女皇の御代の電氣實驗のみならず、又遠く三千年前の状態を觀察せんとす。

最初の發見は極めて簡單なるものにて、琥珀の片を摩擦し、其の藁又は他の輕き物を引きたりといふ舊めかしき實驗なり。輕き物の琥珀の方に動きて之に附着する様を見て生命の感を生じ、古人は摩擦により熱と生命とを生じ、琥珀は神靈を有すとして此の現象を説明せり。

世は次第に移りて殆ど二千年間、人は摩擦に依り輕き物體を引くが如き特異の性質を有するものは唯、琥珀のみと信ぜり。三百年前までは何等の進歩せる

發見なかりき。エリザベス女皇の侍醫ウィリアム・ギルバートは、硫黄樹脂及び硝子の如き多くの普通の物體も亦琥珀と全く同一の作用あることを發見せり。『電氣』てふ語を用ひたるも亦彼なり。希臘語の『エレクトロン』は琥珀の義なり。此の時までは電氣と空氣中の電光との間に何等の關係あるやを知らざりき。然るに獨逸の實驗家が硫黄の球を軸に附け、之を手に當て、廻轉して硫黄の大片を摩擦し、斯くて大規模に電氣を生ずるときは、光と音電氣の火花を發することとを發見せり。電氣の火花の外見は、直にそが電光の小なるものに似たりとすることを思はしめたり。

又輕き物が刺戟したる硫黄棒に引かるゝや、棒に觸れたる後は拒反せらるゝこと發見せられ、又刺戟したる棒に觸れざるも之に近く支ふるときは、帶電の徵候を呈すること發見せられたり。されば電氣の火花同一の帶電體間には拒反あること、近接物との間に感應あることは、皆十七世紀の初め頃に發見せられたり。

之と同時に他の奇異なる發見は偶然に起れり。或實驗家が水銀を有せる晴

雨計の管を用ひて研究せる際管内の眞空の模様甚だ良からざりし爲め管を振りたるに、水銀の微分子と管との摩擦に依りて電氣を起し、管内の水銀蒸氣と空氣の微分子とは美麗なる光を放ちたり。此の實驗は好成績にして特に興味あり、即ち電氣の火花以外に電燈の最初の證明を與ふるものなればなり。現今の水銀蒸氣燈は斯かる往時の實驗を擴張せるものなり。

次の發見は餘り興味なき事なれども頗る重要なものなり。或實驗者が硝子管に電氣を起さんとしたるに、其の端に挿入したるコルク栓が輕き物を引くことを發見せり、但し栓は摩擦して電氣を起したるにあらず。實驗者は之を奇とせり、何となれば電氣は硝子管を傳ふものにあらず、又硝子管の一部を摩擦して電氣を起したるに過ぎざればなり。されど電氣は栓を傳ひ、其の硝子と接觸せる部分より遠く擴りたるものなるや明らかなり。之に由り實驗者は電氣が縦の棒を傳ふことを發見し、次に小包絲にて造りたる導體を傳はしめ、遠距離に送電せんとせり。初めは絲を麻絲を以て支へたるが爲め成功せざりしが、次に絹絲を以て之を支ふるに及んで電氣を若干の距離に輸送するを得ることを發見

せり。

斯かる觀察を續けて、或物體は電氣の良導體にして他の物は不良導體、又或物は全く電氣の通過に抵抗することを發見したり。

電氣の實驗はエリザベス女皇治世の初頭に其の端を發したりと雖、前條に記せる發見に到達するまでには若干の年月を要せり。琥珀が電氣を起す唯一のものにあらざることの發見と、導體、不導體の發見との間には百年以上經過したりと聞きて一部の讀者は驚くならん。其の間に於て全ステアート家は相踵いで王位に登り、ハノーヴァー家之に代れり。

ジョージ二世の治世に存命せし智者は、理學者の硝子と樹脂の棒を摩擦しつゝ、徒に時間を費せるを見て首肯し難きものありしならん。電氣に二種あることを發見したりとて、斯かる傍觀者には何等眞に重要のものにあらざるべし。遮莫此の發見は極めて簡單なる方法に依りて成れり。自由に支へたる輕き物體を帶電せしむるときは、之を帶電せしめたる硫黄球に依りて拒反せらるゝことは既に觀察せられ、總ての帶電體は恰も互に拒反するが如く思はれたり。然る

に更に硝子棒に依りて帶電したるものは帶電せる硝子棒に依りて拒反せらるゝと雖、同一の物體は樹脂の帶電體の爲めには引かるゝこと發見せらるゝに至れり。

斯かる實驗に由り、硝子片を摩擦して生じたる電氣と、樹脂片に同様の摩擦を與へて起したる電氣との間に差異あること明白となり、輕き物は其の何れにても引かるゝも、此等の帶電體の一に接觸するや拒反し、之に他の帶電體を近づくるときは引かるゝなり。

電氣の二種を區別せんが爲め之に名を與へ、硝子棒を摩擦して起したる電氣を『硝子電氣』樹脂にて起したる電氣を『樹脂電氣』と名づけたり。硝子電氣を帯びたる二箇の物體は互に拒反し、之と同じく樹脂電氣を帯びたる二箇の物體も相拒反するも、物體の一方に硝子電氣を與へ、他方に樹脂電氣を與ふるときは互に相引くなり。されば何れも帶電せざる物體を引くと雖、電氣に二種あることは疑ふの餘地なかるべし。

電氣に二種ありとの極めて重要なる發見は、佛蘭西の實驗者の手に成る。彼



は唯、硝子と樹脂の棒を用ひたるのみ。之より凡そ六十年前、獨逸に於て發明せられたる硫黄球起電器並びに英國にて之より凡そ三十年前に發明せられたる硝子球起電器は用ひられざりしが、此の思想再び勃興し、獨逸の實驗者は起電器に多大の改良を施せり。

人を絹製の紐又は絶縁臺に立たしめ、電氣をして地下に逃るゝこと能はざらしむるときは人體を帶電せしむるを得、體の何れの部分よりも火花を引出すことを得、其の他如何なる物體にても絶縁臺にて支ふるときは帶電せしむるを得るを知れり。

前條の發見は英國に起りしものなるが此の知識は其の後數年を経て和蘭に於て一步進みたる發見を見たり。即ち一物體を帶電せしむるも極めて完全に絶縁するにあらざれば、電氣は迅速に逃ぐとのこと觀察せられたり。ライデンの一教授は、硝子は電氣の不導體なるを以て硝子壺中の水に電氣を蓄ふるを得ざるやと思ひ、若干の水を入れたる硝子壺を取り水中に鐵釘を下し、其の先端を壺外に出し、水中に電氣を導くの用に供したり。電氣を起すには改良起電器を

用ひたり、斯くて壺内の水中に電氣を送りたる後、教授の實驗を助けたる富裕なる一市民は鐵釘に觸れ、可なり驚くべき電撃を受けたり。教授は驚くに足らずとの確信を持ち、再び此の實驗を反復したるに意外なりき、實驗の後、彼は佛國の大科學者に書を送りて曰く、電撃は實に激烈にして、其の報酬として佛蘭西の王位を與へらるゝも二度之を試むるの勇氣なしと。

教授は斯くも電撃の結果に就き誇大の言をなしたるにも拘らず、此の裝置の研究を中止せず、其の後暫くして壺内に錫箔を入れるれば水と同一の用を爲すと、尙、壺の内外に錫箔を張れば一層良好の結果を齎すことを發見せり。此の壺は其の起原の土地に因みライデン壺と名づけられたり。

多くの科學者がライデン壺の作用の考究を始むるや、錫箔の内面は外面と反對の電氣を有せること知られたり。ライデン壺の説明をなしたるはベンジャミン・フランクリンにして、電光は巨大なる電氣の火花に外ならずとの事を立證したるも此の大理學者兼政治家なりき。

往時の起電器の生ずる長き火花は明らかに電光の閃くに等しく、兩者は同一

のものならんとの信念を抱く人多かりしも、其の學理を實證するは容易の業にあらざりき。フランクリンは、金屬の導體を高く空中に揚ぐる時は雲より電氣を引くことを得べきことを示せり。彼の最初の考は極めて高さ塔に金屬棒を結び附けんとするにありしを以て、フィデルフィアに建築せらるゝ高塔の落成を待たんと決心せり。然るにこれは餘り待遠きことなるを見て他の方法を取り、導體を空に運ばんが爲めに風を揚ぐることにせり。彼の此の事項に就きて書きたる論文の佛蘭西に達するや、一實驗者は直立せる棒を用ひ大氣中より電氣を引きて成功せり。當時は蒸氣船發明前の事とて新聞紙は頗る遅く渡來したれば、佛國に於ける實驗の報導の亞米利加に達せざるうちに、フランクリンは風の實驗を終はりたり。

フランクリンの風は風雨に耐ふるやう絹にて造り、集電子の用をなす尖りたる金屬を附し、風より地に電氣を導かんが爲めに普通の風の糸を用ひたり。麻糸は電氣の良導體にあらざれども、起電器の實驗に於て麻の濕ふときは可なり導體となること知られたり。フランクリンは雷雨の將に來らんとする際に

實驗をなしたるが、糸は雨の爲めに濕ひたり。糸の下端に金屬の鍵を附し、之を絹製の紐を以て繋げり。彼は小屋の内に立ちたれば、絹紐は雨に濕ふこと無く不導體の用を爲せり。之に依り彼は金屬の鍵を帶電せしめ、火花を出すを得、又ライデン壘に電氣を蓄ふるを得たり。

ベンジャミン・フランクリンの爲せる此の大膽なる實驗に倣ひ、他の實驗者は風の糸の代りに針金を用ひ、之に依りて十呎の長さの火花を出すを得たり。然るに不幸にも露西亞の教授は電光を導かんが爲めに鐵線を己の室に引きたるに、激烈なる雷雨の際、突然電撃を受けて不歸の客となれり。

以上の事は皆ジョージ三世の即位前の事なりき。當時の習慣として絹製の靴下を穿てり、一理學者は一度に二枚の靴下を穿てるを以て一見奇人なるが如し、恐らくは粗末なる靴下の上に良き靴下を穿ちしなるべし、尤も彼の實驗は黒と白の靴下を以て行はれたり。一枚の靴下を脱せんとする際、上下の靴下の間に憂然たる音を聞きたれば彼は靴下の帶電せるを知れり。此の極めて簡單なる觀察は研究の端緒となり、彼は上の靴下は下の靴下を引き、上の二枚又は下の二

枚は互に拒反するを見たり。之に依り彼は二十年程前に發見せられたる電氣の二種を得たること明らかなり。二種の電氣ありとの事實は再び喧傳せられて更に精査せらるゝに至れり。ベンジャミン・フランクリンは電氣の流動體なるの説を輸入し、正(陽)電氣、負(陰)電氣の語起れり、そは帶電の二状態の差異は、一體は精微なる電氣てふ流動體を多量に、他の體は之を缺乏するに由るとの思想なりき。

當時十八世紀の後半起電器は多くの實驗室又は個人の家に備へられたり。伊太利の醫師にして又解剖學の教授なるガルヴァニは、起電器を用ひて冷血動物の神経系に電氣の實驗を行はんとせり。或日恰も殺したるばかりの蛙の足を起電器の近傍の金屬の棒に懸けたるに、起電器の火花を出す毎に蛙の足の痙攣を起して收縮するを見たり。之に由りガルヴァニは、殺したるばかりの蛙の足は電氣放電の好指針にして、今日の所謂驗電器の用を爲すことを知れり。

其の後六年を経てガルヴァニは、雷雨の際、大氣中に放電あるや否やを檢せんとして、殺したるばかりの蛙の足を驗電器として使用せんと考へ、蛙の足を取り縁

側に出でき。足を鐵の欄干に掛け、足の上に銅の鈎を當てし時、彼は足の痙攣を起して收縮すること、恰も起電器の影響を受くる時と同様なるを見たり。斯くガルヴァニは蛙の足を以て電氣の存在を檢せんとせしに、此の驗電器は外見上、何等の原因なくして作用せる不思議の現象を發見せり。電氣は何處より來りしか。教授の答は、電氣は動物の體内に發生し、神経に附着せる銅が鐵に觸れ、鐵は筋肉に觸るゝを以て、茲に放電を起したりといふに在りき、即ち殺せし許の蛙の筋肉と神経は常に電氣を發し、斯くして絶えず放電せらるゝものと考へたり。

其の後五年を経てガルヴァニは此の實驗を説き、結論を附して出版したり。そは彼の實驗室にて偶然、蛙の足の痙攣を發見せるより十一年の後なりき。

他の伊太利の教授ヴォルタはガルヴァニの説明に反對し、蛙の足は發電と何等の關係あるにあらず、そは二箇の異金屬の接觸に由ると言へり。熱烈なる論争二人の間に起り、互に自説を執つて動かざりき。

第三の伊太利教授は、濕したる肉の化學作用は發電の用を爲すと提言せり。凡そ七年後、ヴォルタは銅圓盤と亜鉛盤とを相接し、其の下に酸性の水にて濕した

る羅紗を置き、次に如上の一對の金屬盤を置き、又濕したる羅紗を置き、斯くの如くにして一對の金屬盤と羅紗とを積み上げて柱を造りたるに、蛙の足はなくとも電氣の發生するを見、以て前言の虚ならざることを證せり。

濕へる羅紗は直に乾燥し電氣作用止むを以て、彼は金屬の一對づゝを酸性の水を充てたる硝子器内に入るゝことゝし、斯かる電池を幾つも連結したるに大に電氣の流れを起すことを得たり。

こは大發見にして電流は茲に生れたり。總て現時の電池は單にヴォルタの最初の電池の變形に過ぎず。茲に面白きは、電流の發見者をガルヴァニとすべきかヴォルタとすべきかといふ争論是なり。一八七六年に記せる有名なる學者の説に據れば、『ヴォルタは學問上にガルヴァニと殆ど同一の名を留むるの權利あれども、發見の早きより一般の人をして功をガルヴァニに歸するに至らしめたり』と。されど此の言は多數の人には寧ろ奇異の感を抱かしむべし、ガルヴァニは蛙の足の痙攣てふ奇異なる現象を發見したれども、彼は動物組織は電氣を發生すとの事を説明したるのみにて、此の問題の結論を附け、以て満足したり。解剖學の教授

には此の問題は唯、解剖學的の興味ありしのみなりき。然るにガルヴァニに於ては吾人は之より進むを得ざるべし。然るにヴォルタは此の問題を其の儘に葬らずして熱心に眞理を探究したる結果、電流の大發見をなせり。茲に於てか争論の餘地なきが如し。ガルヴァニの爲せる蛙の痙攣の發見の眞に重なる點は、ヴォルタをして後來の大發見を爲さしめたりといふに在り。ガルヴァニの最初の發見とヴォルタの著名なる發見との間に十二年を経過せることは、一般の人の十分に會得し居らざるが如し。

ヴォルタは伊太利より書を倫敦の學士院院長に寄せて電流の發見を告げ、金屬柱の事を記載せり。多くの人は直に實驗を始めたり、固より装置の構造は容易なりき。二人の英國の實驗者は共に研究しつゝ、水中に電流を通じたれば、瓦斯の氣泡の電氣の導線の兩端より發出し、電氣を水中より外に導くことを發見し、一線より出づるは水素にして、他線より出づるは酸素なることを知れり。こは最も重要な發見にして、こは水の成分としてカヴェンディッシュが言ひし二瓦斯に分離したるなり。之と同様の實驗は之に續いで現れ、多くの鹽類を分解する

ことを得るを發見せり。

水の電氣分解後七年にしてサー・フリップ・デーヴィは此の實驗を進め、極めて強力なる電池を用ひて從來、單體とせられたる多くの物質を分解して成功せり。彼は苛里と曹達が未知の金屬の化合物なることを發見せり。デーヴィが倫敦なる王立研究所に於て、巨大なる電池の電流を少量の苛里に通じ、金屬(ポタシウム)の美麗なる球の現れたるを見たる時、大喜悅の餘り學生の如く實驗場を跳ね廻りたりといふ。斯くて彼は大發見をなし、新しき未知の金屬の發見を見、又電氣分解の大工業の基礎を置きたり。

凡そ六年後、デーヴィは電流に依りて極めて明らかなる光を得ることを發見せり。二千の電池を繋げる大電池の導線を取り、其の兩端に木炭筆を括り、木炭の兩端を接近せしめて後少しく之を離し、輪道に小間隔を置かしめれば、木炭の端は白熱となり極めて強き光を生ずるを得たり。彼は鉛筆を水平に固定し之に電氣を通じたるに、白熱せる空氣の昇る爲めに光は上方に弧狀を爲すを見たり。斯く光の弧狀を爲すに由りアーク(弧狀燈の名を得たり。されど現今のア

ーク燈は炭素を鉛直に置くを以て、弧狀の光を見ざるなり。

サー・フリップ・デーヴィの簡單なる發見は、電氣工業の發展を來せり。されど發見の當時に於ては大規模に電氣を用ふるの望みなかりき、是れ化學的電池に由る外は電氣を生ずるの良法なく、用に任ふべき電氣を生ぜしめんには、極めて大なる電池を要するを以てなり。

次の章に於て電氣を起す他の方法の發見の由來と、此の後の發見の電氣工學の基礎を置きたる次第とを述べべし。

## 第十七章 電氣工學の發展を來せる發見

磁氣と電氣との親密なる關係——磁石の製法——電流は磁石と同様に作用す——磁石の極めて輕便なるもの——廻轉銅板の實驗は大發見の基となる——電氣の感應——初期の發電機——熱は電流を生ず——電信機の發明を來したる發見——無線電信並びに寫眞電報の發明を來したる發見

前章に述べたる電池の發見は、電氣を自由に使用し得るに至らしめたり。單に絶縁したる物體の荷電又は放電を事とする間は、電氣の實地應用の望みは皆無なり。

曩に電流の發見ありて強情なる物體を電氣にて分解することを得、又實際の電光の大發見を齎せることを説けり。されど巨大なる電池を据え置かざれば大規模を以て電氣を應用すること能はず。斯くの如きは多額の費用を要するのみならず、電池の電流は早く弱るを以て、間斷的に使用する場合の外は實用に供すること能はず。茲に大規模に電流を起す實用的方法の發展の基となる發見を追跡するは興味あることなるべし。

最初の發見は極めて簡單なるものなりしも、其の非常に重要なるや言を俟たず。丁抹の教授ハン・スクリスティアン・エルステッドは、磁石針を電流を通ぜる針金の近傍に持ち行くときは、小磁石針が廻轉し、針金に直角の方向を取ることを發見せり。こは磁氣と電氣との親密なる關係の絶對的證據なりとす。針金に流るゝ電流の方向を變ずるときは、磁石針も其の位置を變じて再び線に直角の位置を取る、但し北極は前と反對の方向を取る。

エルステッドの發見は往々單に偶然の發見なりと謂はるゝも、吾人は、電氣と磁氣の關係あるべきことは其の以前に暗示せられたることあるを以て、丁抹の教授が其の關係の如何を發見せんとしたる一人なるを記憶せざるべからず。

此の丁抹人の發見の實地應用の初めは磁針電信機にして、小磁針は之に接近せる針金のコイルを通ずる電流に感じて左右に動くやう装置せられたり。當時は萬事悠長にして磁針電信機を用ひ、始めて實地の實驗をなすまでには十七年を経過し、公衆が此の發明に依りて利益を得るまでには二十五年の長きを要したり。されど吾人の現在の趣味は發見に在りて、實地の應用の如何は深く

問ふ所にあらず。

佛國の物理學大家アンペールは、電磁氣の作用を支配する法則に關して多くの重要な發見をなせり、されど吾人の目下の趣味は之よりも新現象の發見に一層深く關係せるを以て姑く之を省かん。

電流が之に接近せる磁石針に影響あることの發見あるや否や、英國の科學者(デーヴィ)及び佛國の科學者(アラゴ)は各、獨立に、普通の鋼鐵の針は接近せる電流の影響に依りて磁氣を帶びしむるを得べきことを發見せり、而して電流を運ぶ針金を螺旋狀に巻きたるコイルの中に針を置くときは效果の一層大なることを知りたり。此の時までは磁石を製する唯一の法は鋼鐵片を天然磁石磁鐵(鐵)を以て撫づるか、或は斯くして造りたる他の磁石を以て撫づるにありき、されば新法は舊法に比して大に歩を進めたるものなり。

アラゴは、又電流を運べる鋼線は恰も鋼鐵の磁石に同一の作用を爲す事を見し、斯かる線を鐵粉の中に埋め、之を引き出すときは鋼線は鐵粉を以て蔽はれ、電流を絶つときは鐵粉は皆落つるを見たり。其の後英國人は最も重要な發

見をなせり、そは軟鐵が鋼鐵よりも一層容易に磁氣を帶ぶとの事にて、尙一層重要なるは、軟鐵が周圍の針金に電流の流るゝ間磁石となり、電流の流れ絶ゆるときは又元の軟鐵に復することはなり。此の發見によりて任意に磁力を興へ得る最も便利なる磁石を造るを得たり、是れ「電磁石」にして、其の實地應用はモールの電信機、電話機及び電鈴となれり。

倫敦の王立研究所に於て、ミケール・フラデーは、汝々として電流と磁石との實驗に従事し、遂に電流を運べる針金を磁石の近傍に於て廻轉せしめ得ることを發見せり。此の簡單なる實驗に於て吾人は發動機の根本思想を見ると雖、フラデーは當時斯かる考を抱かざりき。

佛蘭西に於てはアラゴは、汝々として磁石の研究に従事せり、彼は針を磁石に變ずることに成功し、此の磁針の磁氣の強度を決定する法を發見せんと苦心せり。彼の設計は羅針盤の針の如く、磁針を支へ、地球の作用によりて磁針が一分間に何程の振動をなすかを見んとするに在り。先づ彼は木片に刻せる刻度圓板を用ひ、之を振動する磁針の下に置き、磁針の運動を見るの便を計れり。或時、

磁針の運動を見んが爲めに標準點を附せんとして銅片を用ひたりしに、同一の磁針が木板よりも銅に於ては振動すること少きを見たり。次に銅片の代りに銅の圓板を用ひたりしが、こは磁針の運動に對し一層強き制止器となりて作用し、磁針にして銅板に近ければ近き程其の牽引力は大なりき。

之に由りて銅盤と磁針との間に幾分の牽引力あるや明らかなり。之を検せんが爲めにアラゴは銅盤を動かし、之と共に磁針を引くを得るや否やを見得べき装置を造りたり。斯くして彼は磁針を偏らしめたるのみならず、暫くにして偏りを増し、遂に小磁針が銅盤と同方向に廻轉するを見、速度の緩慢となるときは其の後方に退くを見たり。磁針の動くは空氣の障害に由るにあらざること確むる爲め、廻轉盤を支へたる磁針との間に紙片を置けり。然るに其の運動は前と異ならざりき。此の作用はフラデーの發見あるまでは説明せられざりしなり。

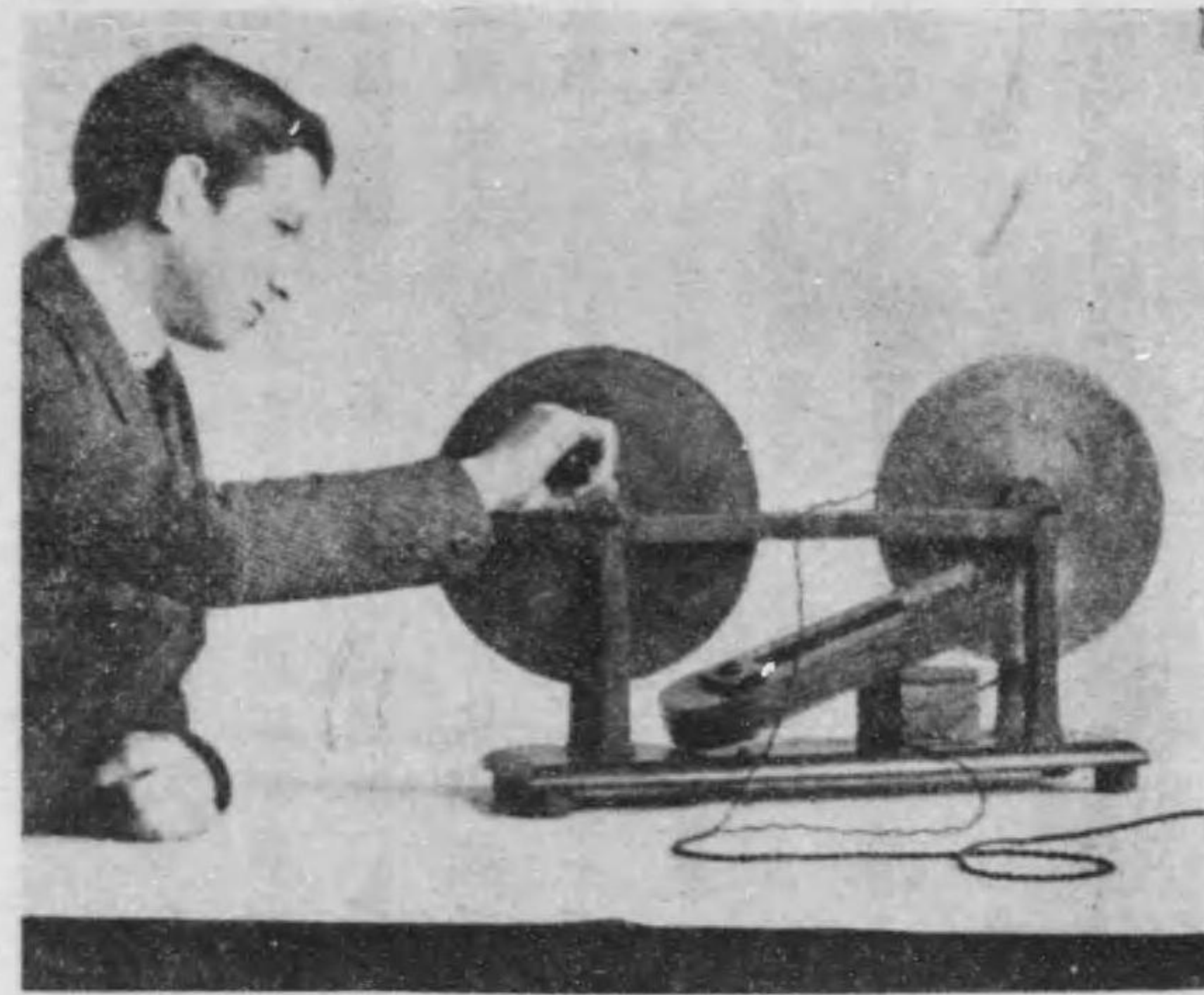
フラデーは尙、王立研究所にて實驗を續け、彼の廻轉線の發見(前に述べたり)の後凡そ十年にして頗る遠大なる發見をなせり。彼は、電流を針金に通じ又は之

を止むるときは、其の都度其の近傍に平行せる針金の輪道に一時的の電流を生ずることを發見せり。

此の作用の結果を大ならしめんとして、フラデーは二本の針金のコイルを木片に附け、コイルは其の間に細絲の層を置きて能く絶縁し、一本のコイルの端を電池に他の一本の端を電流計に繋ぎて之に電流の起るや否やを検し得るやう装置せり。第一のコイルに電流を通じ又は之を止むるときは、電流計は其の都度第二コイルに電流を生ずることを示せり。第一コイルに引續き不變の電流を送るときは第二コイルに影響なし、即ち第二コイルに電流を起すは第一コイルの電流の斷續する時に限れり。此の發見は大なる感應コイルの發明となり、第一コイルの電流の斷續を極めて速かならしむるときは、之に應じて第二コイルに感應電流を起すことを得たり。尙、第二コイルの針金の廻轉を頗る多くするときは、生じたる電壓は之に應じて大なりとのこと發見せられたり。斯くて電流を非常なる電壓に上らしむることを得たり。往時の感應コイルにて、第二コイルの針金の長さ二百八十哩のものありて、四十吋の長さの火花を出すこと



を得たり。感應コイルは今日、X線の電流を起し、又其の他の目的に用ひらる。



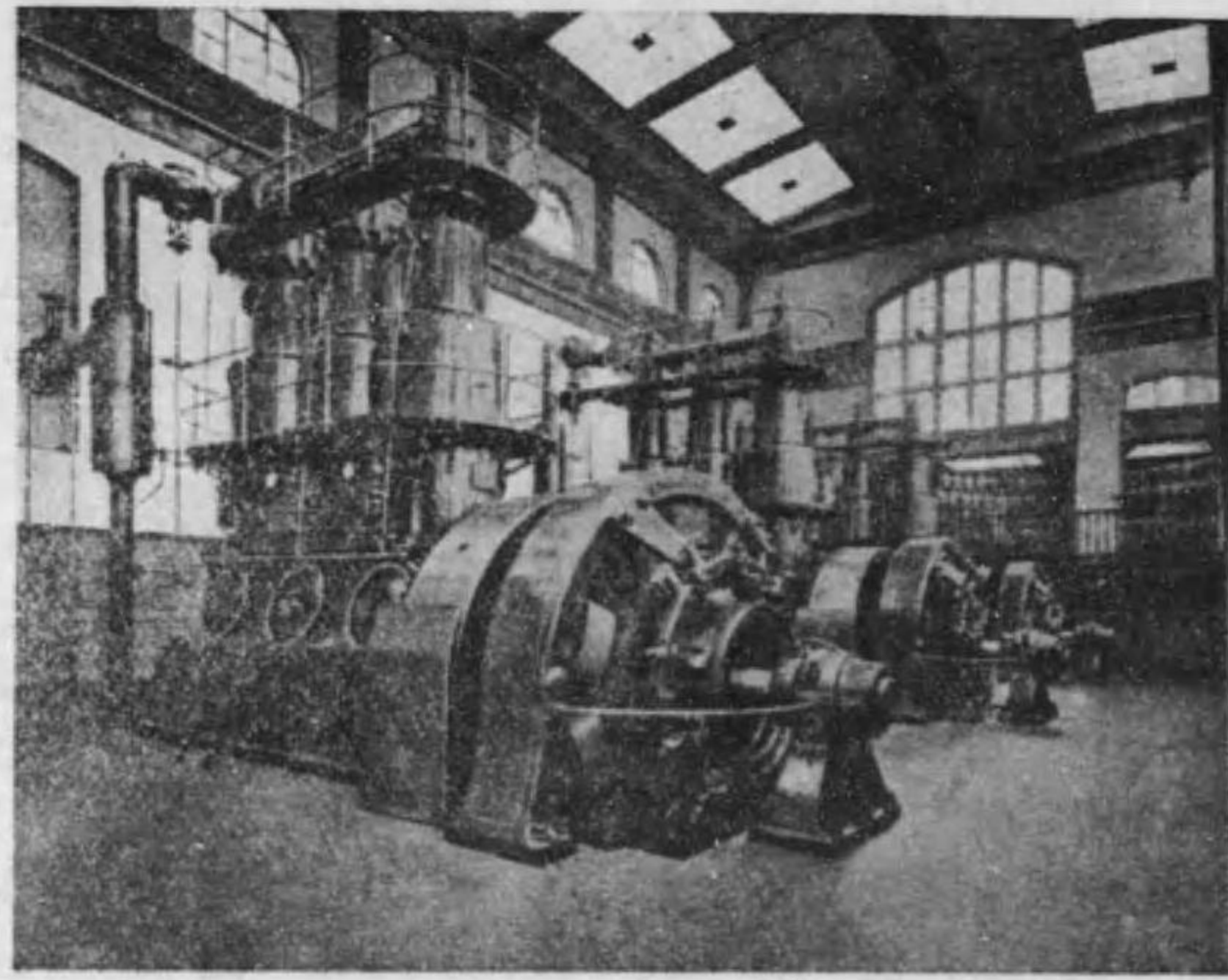
圖八十第 フラデーの歴史的實驗  
に用ひたる銅盤と磁石を示す。

又フラデーの爲せる他の大發見は、アラゴの銅盤が磁針を引きたる理由を説明せるのみならず、更に重要なものは電氣工學の基礎を据えたることはなり。此の發見は簡單なるものにして、實際、アラゴの實驗の反對のものなり。

を得たり。これは實に大發見にして、此の時までは電流を起すは化學的電池のみ

フラデーは圓き銅盤を強力なる磁石の間に廻轉せしめ、之に依り銅盤に電流を起すことを得、銅盤の軸と周縁に接して摩擦を爲すやうにして、電流を廻轉銅盤より導くこと

の發見後四十年以上なり。茲には實地の應用に就きては深く述べざるべしと



第九十圖 フラデーの發見に基き造りたる現る發電機

なりしが、今や磁石の近傍に在る導體の器械的運動に由りて電流を生ずるを得

て全然其の趣を異にするに至れり。磁石の近傍に廻轉せしむるものは、導體なるも磁石なるも可なり。之を廻轉せしめんが爲めに簡單なる器械は造られたり。吾人は娛樂の爲め斯かる磁電機を用ひて電氣の火花を造りたる經驗を有す。是れ原始的發電機にして、吾人は初期の發電機たる銅盤を廻轉せしめたる最初の實驗を観察せんとす。此の實驗の装置の一部は第十八圖に示せるが如し。

實用の發電機の生れたるはフラデー

雖、次の如き注意を爲すべし。即ち發電機にては銅盤の代りに針金のコイルを用ひ、永久磁石の代りに強力なる電磁石を用ひたり、されば發動機によりて廻轉せらるゝコイルよりの電流の一部は電磁石を刺戟し、之をして磁石とならしむ。因に言ふ、電氣發動機は恰も發電機の反對にして、コイル即ちアマテューアは電流を受け、之に接せる電磁石は之を引くに由りて連續せる方向變化即ち廻轉運動をなすなり。

ファラデーの器械的運動に依りて電流を生ずる發見をなすに先だち、獨逸の教授は全く他の方面にて一法を案出せり。彼は、異種の金屬の二片を連續し、針金を其の遊離せる兩端に撃ぐこと電池に於けるが如くし、單に二金屬の連結點を熱せるのみにて電流を起すを得たり。こは金屬によりて其の作用に良否あり、最上のものはピスマスの片をアンティモニの片と連結するに在り。斯くして巧妙なる「熱電堆」は造られしも、大電流を起すには實用上の價值あることなし。

斯かる熱電堆は他の方面に實用上の價值あること確められ、鼓風爐並びに之に似たるものゝ溫度を記する「高熱計」として用ひらる、即ち容易に熔融せざる

金屬の二片を連結し、之を耐火磁器の管に入れ、二本の針金を此の長管の一端より外に出し、管の他端を爐中に入るゝなり、然るときは溫度の高上すれば速に電流を生じ、外なる針金の四線に傳はる。熱大なれば生ずる電流も亦多く、電流は小磁石針の位置を變ずるを以て、電流多ければ其の指針の動くことも亦多し。針の指示するは電流の強さなれども、是れ亦之に相當する溫度の高上を表すを以て、溫度の目盛りは記せらる。是れ普通の寒暖計の用を爲さざる如き高溫度又は低溫度を見る方法の一なり。

實用電氣學の大發見は總て本章に述べたる實驗に基因するものなれば、序に此等の發見を一瞥すべし。之には針金のコイル中を通過する電流の爲めに、磁石針の偏倚するの理に由れる磁針電信機あり、又電磁石が鐵片を引き離すに由りて挺子を動かす、運動せる紙片上に點又は線を記すやうになれるモールスの電信機あり、又電磁石が鐵片を引き、或は離すに由りて鈴を打つやうになれる電鈴あり。炭素棒に作用しハンフリー・デーヴィの創意に成れる電弧の實驗を再現する電燈あり、尙デーヴィは、小さな炭素棒に電氣を通ずるときは之を白熱となすこと

を發見し、之より次第に進みて真空球内に細き炭素線を入れたる白熱電燈を造るに至れり。又蒸氣機關を以て電磁石の兩極の間に在る針金の太コイルを廻轉し、大規模を以て電流を起すの發電機あり、是れ亦ファラデーの創意に成れる實驗を反復するに過ぎず、又發電機の反對なる發動機あるは前に述べたるが如し。

電話機は電磁石の發見に基づけるものといふを得れども、こは他の發見に依るものなり。鐵片の周囲のコイルに電流を通じ鐵片を磁石となし、コイルの電流を開閉する途端に鐵片の音を發すること發見せられたり。此の音は鐵を打つ音とよく類似せるものなるが其の後音は開閉に由り、又電流の強弱を變ずるに由りて變化することを知れり。音の調子は電氣の脈動の度を増すに由りて高まるを以て、樂音を遠方に送るを得べきこと發見せられたり。此の發見は次第に電話機の發明となり、此の機械にては電氣の脈動は聲音に由りて振動する薄き金屬板に依りて左右せらる。斯かる電氣の脈動は針金を傳うて遠方に行き、遠方なる電磁石に作用し、第二の薄き鐵板をして發聲板と全く同一に振動せしむ。今、受話機を耳に當つるときは、中間の空氣は鼓膜を振動せしめ、談話者が

數多の器官、例へば肺聲帶、口、舌、齒唇等を以て發聲したると全く同一の感覺を與ふ。

電氣の他の實用は特殊の發見に由れるものにして、即ち無線電信機なり。茲に至れる最初の途は、若き獨逸の教授の極めて重要な發見なり。電氣の火花の例へば感應コイルの端に生じたる時、電波は續々周囲のエーテルに送らるるものなれども、何人も此の波の存在を證明し得たるものなかりき。若き獨逸の教授は、火花の間隔を置ける針金の簡單なるコイルにて波の存在を發見するを得たり。之に依り、波を鉛の重き壁より反射せしめ、波の干涉を起さしめて眼に見えざる波の長さを測ることを得たり。

電波を捕捉する此の簡單なる發見は、信號を空間を通じて遠方に送らしめんとの考へを浮ばしめたり。數年後、他の發見あり、此の度は佛國の實驗者の手に成れり。彼は他の方法を用ひて電波を發見せり、彼は、金屬粉を軽く積み重ねたるものは之を通ずる電波に大なる抵抗をなすも、周囲のエーテルの電波之に當るときは、電氣の抵抗が著しく減ずることを見たり。

此の發見は無線電信の實用受信器の發明となれり。金屬粉を有する管は電鈴と電池との輸道中に置かれたり。金屬粉の管の目的は、遠方の送話器より空間を通じ來る電波の爲めに極めて鋭敏なる作用をなして電鈴を押さしむ、電波の管に當るや金屬粉は接着し、電流をして電鈴に達せしむ、次いで電鈴の撥は管を打ちて之を振盪する様の装置となれるを以て、金屬粉は打たれて正常の状態即ち接着せざる原狀に復歸し、電流の通過を許さず、他の無線信號を受取るの用意をなす。更に他の發見ありて一層鋭敏なる受話器の發明となれり、されど實際の應用は此の叢書の他の書に於て記載せらる。<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>著者の『近世應用電氣學』(本會第二期刊行書)、『現今の電氣學』、『電信機と電話機の運用』  
とに之を説けり。

序に寫真電報を一言すべし、寫真電報の發明となりし發見は極めて簡單なり、即ち光線をセレンニウム(金屬片)に當つるときは、金屬の電氣に對する抵抗は之に當る光の量に由りて變化あることの發見是なり。光の筆が透明なる寫真板を通過しつゝ、漸次其の全面を通りセレンニウムに作用するとき、電流の強さを變化す。此の絶えず變化ある電流は遠方の地に到達して第二の光の筆を左右し、

感受面に前と同一の寫眞の寫しを再現するなり。

以上、電氣工學の發展を來し、並びに電氣の種々の應用を來したる發見を追跡したるを以て、餘す所は電氣の本質に關したる發見とす、左に之を述べべし。

譯註、寫真電報に關しては『附錄二十世紀の發明』の同項參照。

### 第十八章 電氣と物質の本性に關する發見

電氣に關する珍奇なる思想——空間に於けるエーテル——真空管並びに之に依りて得たる知識——真空管より陰極線を逸出せしむる企圖——如何にして之を爲し得たるか——飛散する粒子——電子とは何ぞ——其の發見——進行の速度——荷電とは何ぞや——電流とは何ぞ——磁氣とは何ぞ——原子の構造——分子の構造——液體空氣

前章に於て電氣に二種ある事は遠き昔に發見せられたることを述べたるが、科學者が電氣を以て精微なる流動體と考ふるは自然なるべし。其の記載の一例に「電氣は極めて燃え易き流動體にして、僅少の擊動に由りて火焰を出すものなり」とあり、又往時の電氣學者の中には、「電氣の火は絶縁したる物體より逃出でて大氣と混合す」と言へる者ありしは普通の事なりき。

斯道先鞭者中には電氣の流動體には二種ありと假定せる者あり、又電氣の二種は一種の流動體の過量なるか又は少量なるかに由ると假定せる者ありき。されど此の流動體は確に計量し得べき重量を有せざるを以て、極めて不思議のものならざるべからざること明白となれり、餘に不思議なるが爲めに之を發見

すること能はず、遂に斯かる流動體は實際に存在するものにあらずとの輿論を生ずるに至れり、即ち電氣は光熱に於て發見せられし如く、單に運動の種類に過ぎざるが如く見えたり。

光と輻射熱とは元は物質なりと考へられたるも、其の後空間に瀰蔓し、隨處に存在するエーテルの波動なること發見せられ、物體の溫度は其の微分子の振動に由ること發見せられたり、従つて熱き體は冷き體より何等の物あるにあらず、唯、其の有様の相違あるのみ。果して然らば電氣も亦之に漏るゝことあらんや。されば一時は電氣は眞に存在せるものと考へられざりき。因りて荷電又は放電は何物を加ふるにあらず、又減ずるにもあらず、荷電によりて變化したるは其の有様の變化に過ぎずと假定せられたり。

或意味を以て言へば、吾人は空間にエーテルの存在せることを發見したりといふを得べし、是れ其の存在によるにあらざれば電氣光、輻射熱等の現象を満足に説明すること能はざればなり。又他の意味を以て言へば、空間のエーテルは未だ發見せられずといふを得べし、こは吾人が手に觸るゝが如き物質にはあらざればなり。されど吾人は、此の神秘的なる媒質が到る處の空間を充填し、太陽並びに多くの遠

き星より吾人に達する光波を選び、無線電信の電波を運ぶ等の用をなすものを信ずるなり。此等の波は皆エーテルの波に外ならずと謂ふべし。

此の見解は、クラーク・マクスウェルのエーテル内に電波の存在せるを豫言せるに依りて強められたり。彼は數學的に光は單にエーテル内に於ける電磁波に過ぎざることを證し、感應コイルの放電の際は極めて長き電波を生ずる事を主張せり。此の電波が獨逸の若き一教授の實際に發見せるものなるは前に説けり。之より電氣は單にエーテルの運動なりとの説は翕然として起れり。英國の主なる學者は、一八九二年に、『長らく電氣と呼ばれたる怪物が、エーテルの一種にして寧ろ其の表現の一態なることは、現今、物理學に於て最も確證する所なり。而して送電と電氣的といふ二語は存置するも可なり、されど電氣といふ語は漸次廢滅すべし』と言へり。然るに此の極めて確實ならんと思はれたる説も、僅に數年後の新發見に由りて消滅したるは大に注意を要す。

是より凡そ十年前に和蘭の慧眼なる一教授は、光の電磁波が物質の原子の周圍を廻轉せる微小なる核子に因りて起さると言へり。此の核子は物質の殆ど

無限に小さき粒子にして荷電し、其のエーテルに作用するは此の運動せる電荷なり。

此の核子説の起る凡そ一年前英國の科學者サー・ウィリアム・クラックスは真空管を以て種々の面白き電氣實驗を爲せり。彼は管内の空氣を抽きて或度の真空となすときは、陰極より管内に放射する線あるを發見せり。彼は、更に此の光輝ある線は必ずしも直接に陰極より陽極に進行するものにあらざることを發見せり。彼は陽極を管の一侧に置きたるも、線は其の位置に頓着せず尙、直線に射出せり、又陰極を平盤形とするときは線は盤面に直角に射出し、更に陰極をコップ形とするときは線は一點に集中すること、恰も凹面鏡に光の燒點を成すが如きことを發見せり。

クラックスは此の線は物質の粒子の流れならんと信ぜり。真空管には抽氣前に充したる空氣又は他の瓦斯の痕跡を有するを以て、此の瓦斯の粒子は管内の放電の作用により大速度を以て射出せらるゝものと信じたり。更に實驗を重ねたるに、假定的の物質の粒子の流れは恰も電氣を荷へる導體の如く作用する

を以て、クルックスは氣體よりも一層稀薄なるもの即ち氣體外の第四體を發見せるかの如く見えたり。

獨逸の科學者は、此の線が物質の粒子より成るとの見解を認容せず、之を「陰極線」と名づけたり、而して其の性質に關する學説は未決の問題なり。

獨逸の一教授の助手は進んで陰極線の性質の發見に腐心せり。管の硝子は此の線を閉塞して出づるに途なからしむるを以て、彼は窓を造りて之より逃れ出でしめ、管内を必要なる真空の程度に保たしめんとして石英の窓を造れり、彼は、石英は斯くの如き眼に見えざる莖外線を透すものならんと考へたるなり。莖外線のことは光を論ずる章に於て述べし。然るに石英の窓は硝子と同じく陰線を逸出せしめざることを發見せり。

數年後、同じ實驗者は面白き發見をなせる他の教授の助手なりき。陰極線が燐光を發する物に當る時光を發するに至るは能く知られたる事實なりしが、此の教授は、線の通路に於て燐光物の前に金屬の薄板を置きたるに、線は金屬を透して燐光作用を生ずることを發見せり。

此の實驗は助手に左の考へを浮べしめたり、若し金屬の薄板は彼の前に用ひたる管の窓の作用をなすに足る唯一のものなりとせば陰極線を管外に出すことを得んと。因りて線の透し得る金屬の薄板の厚さを發見せんが爲めに、彼は教授と同様の實驗をなし、此の放射線は意外にも著しく厚き金屬の薄板を透すことを發見せり。彼は其の舊管の石英窓の代りにアルミニウムの薄板を造り、之に依りて線を閉塞なる大氣中に逸出せしむることを得たり。管内に線の存在せることは、稀薄なる瓦斯の粒子の光輝を放つに由り、又燐光物を刺戟するの能力あるに由りて明白なり。線を稀薄ならざる大氣中に逸出せしむる時は、眼に見えざるに至ると雖、其の存在は其の通路に燐光物を置くに由りて知るを得べし。之に對する普通の人の結論は次の如くなるべし、此の實驗は放射線をして固體の窓を透さしめたるにより、放射線は光又はエーテル衝動の一種の形状なるを證すと。

普通の人の斯かる結論に達するも強ち不當なりと謂ふべからず、何となれば實驗者自身さへ之に依りて陰極線はエーテル内に於ける衝動なるを證したり

と信じ居たればなり。然るに陰極線の磁石の爲めに偏ることは是より以前に知られたり。英國の科學者は偏りの度と之を生ずる力とを調査し、又電荷と此の電荷を荷へる物の質量との比を計算せり。彼は電荷を荷うて飛散せる粒子あるものと初めより假定せり。若し最初の假定の如く物質の粒子なりとせば、飛散する粒子の質量は物質の一分子の質量と一致せるか否かを算出せざるべからず。彼の計算に由りて質量は極めて小なるものならざるべからざるべからず。彼ら計算に由りて質量は極めて小なるものならざるべからざるべからず。明らかなとなり、餘りに小なるが爲めに却て怪まるゝが如きものなりき。されど實驗者は、陰線の流れに或性質の粒子の存在せることを疑はずして之に「陰極粒子」の名を與へたり。計算したる質量の餘りに小なるが爲めに、他の科學者は彼の結論を承認すること能はず、彼の計量法には何等かの誤謬あるにあらざるやとの疑懼を抱かしめたり。其の後、前に記載したるが如く、放射線が金屬の窓を透して逃れ得るとの発見ありしを以て、是れ飛散する粒子の計算に何等かの誤謬あるを證したるものゝ如し。獨逸の實驗者は、彼の窓を付けたる管の實驗は飛散する粒子のなきを證し得たりと信ずること五年の長きに及べり、然るに新し

き事實の発見に由り、獨逸の科學者の説は誤謬にして、英國の數學者の説は全部正當なること全然明白となれり。茲に於てか飛散粒子は實在物なること確定したり。

陰極線の進行する速度は極めて早しと雖、稀薄ならざる大氣の爲めには殆ど直に抑止せらるゝこと発見せられたり。放射線は普通の空氣にては四吋以内に止めらる、然るに大氣の氣體粒子が斯くも迅速にエーテルの衝動を止むること能はざるや明らかなり。因りて結論は次の如し、陰極はエーテルの衝動にあらずして、實に物の極微の粒子より成ると。

上述の発見に依り、陰極線は陰電氣の粒子の流の如く作用することを明らかにせり、今日までに知られたる最小の物體は水素原子にして、電荷の最小量は電氣分解溶液に電流を通じて之を分解することの際、一原子の荷ふものなり。電荷と陰極線の粒子の質量との此の計算を適用するときは、粒子の質量は今日までに知られたる原子よりも一千倍小なるか、或は電荷は今日までに知られたる最小の電荷より一千倍大なるかの孰れならざるべからず。電氣分解の際、物質



の一原子の荷へる電荷は電氣の單位なりと信すべき理由あり。茲に於てか陰極線の粒子は今日までに知られたる最小の原子(水素の原子)より千倍となるものなること明白となれり。

斯かる陰極線の粒子は普通の物質の形状なること能はず、而も總ての物質は斯かる粒子を保有せるなり。ケンブリッジのカヴェンディッシュ實驗所のサー・ジェー・ジェー・トムソンは此の問題に多大の光明を與へ、爲めに早くも吾人は物質の原子よりも斯かる「核子」に就きて多くを知ることを得たり。「核子」といふ語は稍普通の物質なるかの如き臭氣を帶ぶを以て、新に「電子」の語與へられたり。斯かる電子は如何なる物より之を得るも皆同一のものにして、同一の質量と同一の帶電を有し、常に陰電氣なり、即ち電子は陰電氣の單位なり。

斯かる電子が、凡そ十六年前に和蘭の一教授が粒子は光體の物質の原子の周圍を飛び、吾人の光と名づくるエーテルの波を造ると言へると同一なるは、奇遇にあらずや。他の和蘭の教授は、斯かる飛べる粒子の存在は疑の餘地なしとの發見をなせり。若し斯かる電荷にして瓦斯の燐の原子の周圍を運動せるもの

とせば、此の運動は強力なる磁力の爲めに影響せられざるべからず、そは眞空管に於ける飛散粒子の影響せらるゝが如くなるべし。此の和蘭の教授は之を検せんが爲めにソディウムの焰を選べり、是れソディウムの光を分光器にて檢するときは、スペクトルの黄色部に於て二箇の極めて鮮かなる線を有するを以てなり。

\*譯者註、ゼーマン氏なり、スペクトルにてD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>の記號を附せるもの即ち是なり。

後に説くスペクトルの條に至れば、各の線はエーテル(波光)の一定の振動度を表すを見るべし。スペクトラムの線はピアノの鍵に等しく、スペクトルの一端に近ければ近き程、調子は低く、振動數は小に、他端に近ければ近き程、調子は高く、振動數は大なり。

實驗者は分光器を裝置し、ソディウムの光を見て、鮮かなる唯一本の黄色線を見得る如くせり。ソディウム焰を其の儘になし置く時は、其の廻轉する電子が陸續、正常の速度の波を送り出すを以て、スペクトルに此の一定せる線を現するなり。然るに實驗者は焰を極めて強力なる電磁石の極の間に置きたり、こは此の時までは行はれざりし實驗なり。電流を電磁石に開始するや否や、焰は強き磁場の

中に置かれ廻轉する電子の運動は磁場に對する廻轉の方向により或は早く或は遅くなれり。斯かる變化の起るときは、スペクトルの線は或方向或は其の反對の方向に於てスペクトルに沿うて極めて除々と動くなり。

和蘭の教授は磁石を焔に作用せしめたる時、頗る熱心に分光器に注意せり。電流を開閉したる瞬間に一本の鮮かなる線は直に二線に分れ、一線は極めて徐と左に、他線は右に動きたり。即ち眼に見えざる電子の廻轉は斯く人の爲めに左右せられたり。此の發見は一八九六年にして、余は之を以て電子説の出生の年とす、實に電子説は多くの難題を合理的に説明するを得しめたり。

サー・ジェー・ジェー・トムソンは、真空管内に飛ぶ電子の實際の速度を發見せり。彼は長き真空管をして電場と磁場とを同時に管内の飛散粒子(電子)に作用せしめ得るやう装置し、一方の偏りを他方にて反對せしめ、雙方を中和せしむるに要する力を發見せり。從來知られざりし速度は恰も電場の力を磁場の力にて除したる數に等しきことを發見し、雙方の力は計算せられたり。

斯くして真空管内を飛散する電子は一秒數千哩の速度にて進行することを

發見せり、而して速度は真空管の内容物に關す、之をして一層稀薄ならしむるときは其の速度は大なり。極めて能く稀薄となせる管に於ては速度は一秒十萬哩の大に及び、然らざるものにては一秒五千哩なることあり。

電子の電荷と其の質量との此の發見は容易に決定せらる。即ち大さの定まりたる電力を用ひ、飛行する電子を正常の直路より引くが如くす。斯かる方法に依り、總ての電子は同一なり、即ち管内に如何なる瓦斯を用ふるも、其の瓦斯を抽く(幾分の瓦斯を残す)ときは、電子は常に同一の比を示すなり。

電子の質量に至るときは、電子の電荷は電氣化學分解に於ける水素原子の荷へる電氣の單位と同一なりと假定せられたり。こは合理的假定なり。其の後、一原子の電荷を實際に計量する方法考へられたるが、之に依りて如上の假定の正當のものなるを證せり。茲に於てか電子の速度、電荷及び質量は實際に發見せられたり。

電子の發見は極めて困難なりし數多の問題に新しき光明を與へたり。帶電體の何たるやは疑問なりしが、今やそは陰電氣の過多なるか缺乏せるかにあり

と考ふるに至れり。帯電せざる物體が陰電氣の普通量を中和するに足る陽電氣の一定量を有せるものなるべきは明白なりと雖、惜しいかな、陽電氣てふものは未だ發見せられず、それは飛散する電子の如く物質を離れたるものにあらざるべし。されば陽電氣は幾分か想像を以て見ざるべからず、而してそれは陰電氣の如き原子的性質を有するものにあらざるを以て、最も簡單にして困難を避くる法は、陰電氣の如く物より物に移る自由を有せざる陽電性の小き場所ありと想像することはなり。

硝子棒を絹のハンカチーフにて摩擦するとき、離るべき電子は硝子より絹に逃れ、これより實驗者を通じて地球に至るなり。斯くて硝子棒には電子の缺乏を生じ、陽性の場所の電氣優勢となる。吾人は之を呼んで硝子棒は陽電氣を帯びたりといふ。若し絹の電氣の逃れざるやう絶縁するとき、絹には電子蓄積す、即ち陰電氣を帯ぶなり。

電氣に關する知識の猶幼稚なる時代に於て、既に電氣は一種のみ生ずること能はず、一方に陰電氣を生ずるときは、他方には陽電氣を生ずること發見せられ

たるが、電子の實際に一方より他方に移るの事實は此の理を明らかにせり、即ち一方は之を失ひ一方は之を得るなり。又反對の電氣を帯べる二物間に放電あるの理由も亦之に依りて解すべし、即ち一方の優勢となりたる陽性の電氣は之より離れたる他方の陰性の電子を引き附くるにより、電子の一方より他方に投げ出さるゝを見るなり。此の場合、電子は一方より他方に一度に飛ぶにあらず、或場合には物體と物體との間に電子が彼方此方と幾度も振動をなし、遂に正常に復し、全部の移轉を了し、唯、第二のものゝ僅少の摩擦を起すのみなるあり。

\*譯者註、兩電氣が同じポテンシャルとなるをいふなり。

然らば電子の發見は電流の本性を理解せしむるの補助となるや如何。吾人は導線の一原子は次の原子に一時に一電子を渡すものと想像するを得べし。此の移轉は一線に沿うて一方向に進むことあり、或は原子と原子との間に電子が彼方此方と振動することあり、先なるは直流の場合にして、後なるは交番電流の場合なり。

次に磁氣が電子の發見によりて如何に變化せるやを述べべし。電子説以前

に於ては、鐵の一原子は自體小磁石にして、普通の鐵の一片に數千萬の原子は亂雜の状態に在りて相互の磁性を中和すと考へたり。此の假定に據り、例へば、電磁石に於て軟鐵片の周圍を巻ける針金に電氣を通ぜる場合に於ては、各の小さい原子は近傍の針金の電流の影響を受けて磁石となるといふに在り、即ち之に由り原子の磁石の幾千萬のもの、全部が北極を一方に南極を他方に向けて位し、其の協力に依り、小磁石は磁性を表すといふなり。こは磁性の合理的説明なれども、各原子が何故に磁石なるかを知らずして、單に之を假定せしに過ぎざりしなり。

導線を流るゝ電流は磁石と同一の作用をなすを以て、電流は鐵の各原子の周圍を廻轉せるものと假定することを得べし、されど電子の發見までは、如何にして電流が各原子の周圍に存在するかを理解すること能はざりき。尤も吾人が電子を知らざる前にても、廻轉盤に依りて廻轉しつゝ運ばるゝ電氣は電流に等しきことを知れるを以て、吾人の電子と名づくる小き電荷は、鐵の原子の周圍を廻轉せること、恰も遊星の太陽を環れるが如きものと想像することを得べく、斯

くて原子の電流の觀念を得べし。吾人は、此の電流が磁石の如き動作をなすを知るを以て、運動せる電子はエーテルに波を起すものと想像す、是れ吾人の磁場と呼ぶ所のものなり。

フレデーは電流の感應の大發見をなせりと雖、其の作用をなすは電子に在ること彼の夢想だにせざりし所なり。彼は一の針金の電流を脈動せしむるときは、他の之に並行なる針金に脈動せる電流を起し得たるが、是れ第一輪道に於ける電子の運動の急激の變化がエーテルの運動を亂し、エーテル運動の變化が又第二の針金の電子の運動を亂し、斯くして相互影響するに由るものなり。

電子の發見の最も興味ある點は、恐らく之に依りて吾人をして物質の組織を精しく想像するを得しめたることならん。電子の何物なるを知らざりし以前に於て吾人は、元素の原子は集りて分子を造り、分子は遊離状態に於て存在する最小のものなりと想像せり。分子は元素の集りたるものにして、原子は元素の性質を有する最小のものにして、元素の分子は二箇、三箇、四箇、或は五箇の同一の原子より成り、化合物の分子は二箇、或は三箇以上の異なりたる元素の數原子集

りて成る、複雑なる化合物の分子は箇々の原子の數百相集りて成るなり。  
電子説に據れば、最初は原子は廻轉せる電子より成れる小太陽系の如きものと想像すべし。未だ陽電氣の本性を發見すること能はざるを以て、それは陽電氣の小さき場所内に數多の電子が運動するものと想像せられたり。電子の運動を繼續せるは、遊星の太陽系に於けると同理由にして、何物も其の運動を底止する能はず。

其の後に至り原子の想像は稍變化せり\*。されど其の陽電氣と陰電氣とより成ることに變化なく、又之には然あらざるべからざる證據あり。唯現在にては、原子は土星の如きものにて、土星其物は中心に在る陽電氣を表し、外輪なる電子は遊星の如く周圍を廻轉すといふに在り。舊説は、遊星の電子の運動はエーテルの波の衝突に由りて方向を變化すといふに在りしが、最近の説は、遊星の輪は原子の周圍に一定不變の運動をなし、唯エーテル波の衝突に由りて其の運動に幾分の振動を生ずといふに在り。

\*譯者註、是れ我が長岡半太郎博士の發見にして、西洋人の賞揚する所となれり。

如何なる原子も陰陽の電氣より成るを以て、金の原子も水素の原子も共に同一原料なり。斯かる説を初めての人に説くときは、彼は、それは合理的の説ならんも單に想像より描きたるものにて、實際に自然より得たるものにあらざるべしと言はん。こは尤もなることなり、されど次章に説く如く、自然は電子の存在の證據を供するによりて斯かる説を生ぜしなり。

因に言ふ、吾人は、原子は電氣の引力に依りて保たるといへるを以て、化學的親和は實に電氣的親和なるを知るべし。水の分解に於て電池に聯絡せる陰陽兩極の引力の優れたるに由りて、水素原子も酸素原子も分離せらるゝなり。分子の相互に保てる粘着の引力も亦化學引力の變形なるを知るべし。

## 第十九章 X線とラディウム

X線の發見は偶然なりや——生ける人の骨髄——X線の寫眞——X線の由來——物質の放射性——此の放射性の發見は偶然なりや——放射能を有する物質の精緻なる試験——ラディウムのエネルギーは何處に在るか——放射能は傳染的なりや——ラディウムの發出する瓦斯——ラディウムは何時まで存続するや——ラディウムは何處より來り何處に去るや。

X線の發見は極めて最近の事に屬するを以て、今日、二十歳又は二十五歳の青年が一八九五年に於て世人の耳目を聳動したる此の發見の興味を追憶するを得ずとは信ずる能はず。

此の發見の偶然なりしは争ふべからずと雖、斯く言はんには幾分の制限あるを要す。こは路上を歩行する人が途中にて偶然、金入りの墓口を發見したると同日の論にはあらず、寧ろ金掘りが偶然、非常に豊富なる金鑛に掘り當てたるに比すべし。レンツェン教授は、真空管を實驗し、管内の稀薄なる瓦斯の放電によりて生ずる現象を研究しつゝありしが、或時彼は研究せる管を黒色の厚紙を以て

蔽ひたり、之により管内放電の際生ずる光は之を通過せざるべきなり。彼は腰掛に踞して青化白金バリウムといへる化合物を塗れる螢光紙を手にしり。此の物は、紫外線(眼に見ゆるスペクトル以外の線)に依りて焼かるゝときは光輝を放つものなり。其の外観恰も燐光の如きも、燐光は普通の日光に曝すときは刺戟の去りたる後も尙輝き、螢光は刺戟の繼續する間輝くに過ぎざるの差異あり。

此の發光板はレンツェンが二十年前より使用し來りしものなり。前章に於て、余は、蘭國の實驗者が真空管内に生ずる陰極線に對し發光板を用ひたることを述べしが、レンツェンは、此の大發見の當時は、ウエルツブルグの實驗室に於て此の結果並びに他の實驗を追跡しつゝありしを以て、發光板は其の後の研究にも使用せんとしたるものなりき。レンツェンは、黒紙にて蔽ひたる管に電流を通じたるに、發光板は螢光を發し、又板上に黒き影或は線の映れるを目撃せり。こは恰も光の映せる影の如く見えたるも、此の時、管は黒き厚紙にて蔽はれたるを以て光の逸出する憂なし。茲に於てかレンツェンは、直に發光板を光らしめたるは眼に見えざる放射線が蔽はれたる管より發出したるものなることを確むるを得た

此の眼に見えざる放射線は真空管を包める厚き紙を透したるを以て、教授が其の透過力を探究すべきは當然なり。紙、木、羅紗は此の放射線の通過に抵抗を與ふることなし、實に此等の物が新しき放射線に透明なるは、恰も硝子の普通の物體に透明なるが如し。金屬片は極めて薄き板にあらざれば著しき抵抗あるを以て、其の新しき放射線に對して不透明なるは、普通の光線に對するに同じ。其の世人を喜ばしむるに至りたるは、生ける人の骨骼を透視するを得たること是なり、其の實驗法は次の如し。

X線の管を適當の位置に置き、X線が觀察者の方向に來るやうになし、發光板を觀察者と真空管との間に置き、板の藥品を塗れる面を觀察者の立つ方に置くなり。X線は板の裏なる紙を透すに何等の困難あることなし、斯くて藥品の面をして螢光を發せしむ。板の全部は一樣に等しく光るも、觀察者が手を板の平なる面に置くとときは、觀察者は發光板上に恐ろしき影を見るべし。又手の運動せる時の骨の模様を見るを得べく、手の骨の細微の點をも檢するを得べし。此

の場合、手はX線を妨げんとし、手にて隠れたる板面の一部を蔽ふ。されど人の肉は此の透過線に對して殆ど透明にして殆ど影を生ぜず、骨は之に比すれば數層不透明にして、線の板面に達するを妨ぐるを以て、光板上に手の黒き影寫眞を造るなり。そは普通の影の如きものにあらざ、濃淡の差あり。X線は骨の圓き頭を透すことは厚き中部を透すよりも一層容易なるを以て、普通の影と全く異なる圓き様を呈す。骨の影と雖、最も濃きにあらず、指輪は之よりも更に濃し、手に針の刺さるゝときは全部骨中に埋まるも、尙濃淡の差の大なるに由りて容易に之を發見することを得べし。

レントンは、直にそが全く別種の放射線なることを認めたり、何となれば黒き厚紙は眼に見えざる莖外線をも通過せしめざるを以て、板上に螢光を發せしめたるは莖外線にあらず、且莖外線は特別なる透過力を有せざるを以てなり。教授は、此の新しき放射線を光の種類と看做して可なるやを知らざりしを以て、代數にてXを未知量とするの法に倣ひ、之をX線と名づけたり。世人は發見者の記念の爲めレントン線の名を與へたり。

人の骨格が實際、發光板上に映じたることを偶然發見するとするも敢て驚くことなかるべし。斯かる發見は、觀察者が板に對して種々の物を持ち出せば、早晩發見し得らるゝものに相違なし。レンツェン氏は次の如くにして之を検するに至れり。彼は多くの物質の透明度を検し、革、膠の如きはX線に殆ど抵抗することなく、却て硝子、石の如きは比較的、不透明なることを觀察せり。されば彼は骨は肉よりも一層不透明なるべしと考へ、手を板後に置きたるに、骨と肉とは明瞭なる對照を現したるを見て、今更ながら驚けり。生ける骨格を初めて見たるはレンツェン其人なり。

レンツェンの發見の由來が寫真板即ち感光紙上にX線の影響を及ぼしたるにありとは往々謂はるゝ所なり。斯かる誤謬を來したるは、恐らくは此の問題を初めて世に傳へたる人の記載に基づけるものなり。一記者はレンツェンが腰掛の上に置きたる螢光紙を『寫真用の紙』と誤記したり。青化白金バリウムを塗るたる螢光紙は寫真用にあらず、唯放射線の衝突に由りて發光するのみなり、蓋し如上の記載は多くの記者をして『此の發見は殆ど偶然なりといふを得べし、レン

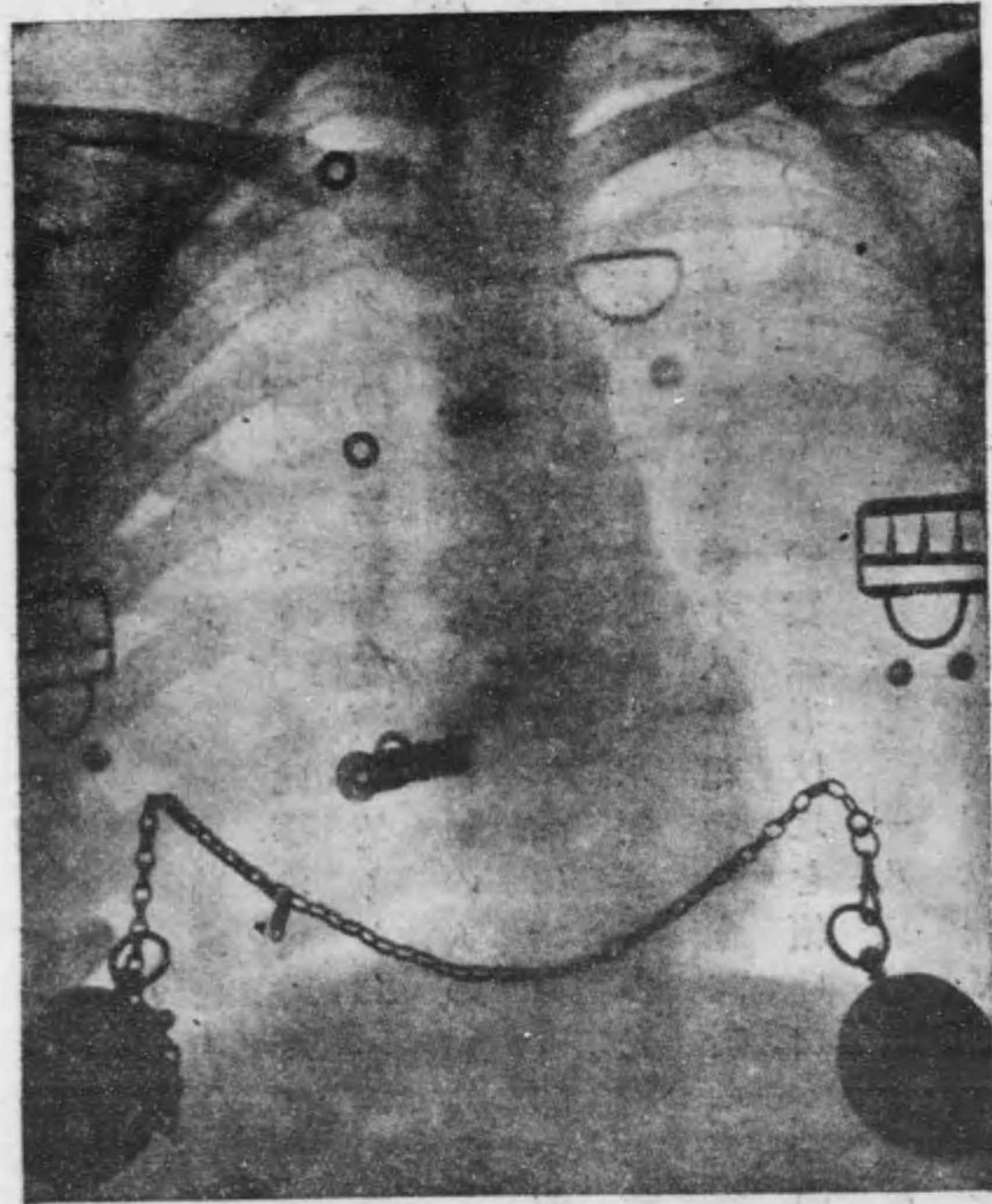
ツェンは、高度に空氣を抽きたる管内に電流を放電せしめ、其の附近に置きたる包みたる乾板が恰も日光に曝されたるが如く感じたり』と記さしむるに至れり。

余は發見の實際を述べたり、而して寫真は何等の關係なし。されどX線の寫真は發光板面の映像の發見に伴ふ自然の結果なり。葦外線は眼を刺戟する力なしと雖、寫真板の藥品に作用することは夙に知られたり、されば此の新しき放射線の寫真板に影響すべきことを豫言するは敢て難きにあらず。レンツェンは、金屬の錘を入れたる木の箱をX線管と感光板との中間に置きたるに、錘の寫真像即ち影寫真を得次に机越しに自己の手の寫真を取り、手の内なる生ける骨格の像を確に取ることを得たり。

生ける骨格を撮影し得を知らるゝや、多くの人は之に就き奇怪なる想像を抱けり、曰く、未來の寫真師は壁越しに寫真を撮り、室内に遊戯し、或は仕事せる人の骨格を撮影するを得んと。興業師は『大方の諸君來りて貴婦人の生ける骸骨を見よ』と廣告し、骨格を反射鏡にて映せしめ、見物人をしてこは數秒前に見たる同じ若き婦人の骨格なることを信ぜしめたり。されどX線の影寫真の螢光板



線 X の 人 る せ 装 正 圖 十 二 第



リ釣ンボズ。しべる見をるな明透不に線光過透の此は體物の製蜀金  
 に瞭明はめ止飾襟と鈕鈕の箇二。ゆ見てし透を骨は部屬金の紐後の  
 。ゆ見

上に映じたるを見たる者は欺かるゝことなし、但し其の方法は一般公衆には十分に知られざるなり。生ける骨骼を發光板の上に映ぜしむるを得れども、之と彼とは其の外観を異にす。第二十圖は盛装したる人の骨骼を示せり。  
 レンツェン線の外科術に於ける應用は莫大なる價值あり、金屬片を肉中に發見するのみならず、骨の破碎又は傷害せられたるものをも見るを得べし。X線の發見後幾許ならずして線の透過力は管の抽氣の度に由ること發見せられ、抽氣の種々の度のもを排列するときは、心臟、肺臟並びに他の器官を見、又は撮影するを得、膽石の如き外物の存在を發見するを得べく、結核肺の狀況をも檢するを得るなり。

吾人の現在の範圍は發見史以外に出でず、さればX線の發見と關聯して其の進化の徑路を辿るは趣味あるべし。斯くの如きはX線の發見が自然的に來りたるものにして、單に偶然の發見に依りては何事も爲し得らるゝものにあらずるを會得するの幫助となるべし。レンツェンにして此の現象を觀察せざりしとするも、何人か早晚之を爲したるべし。斯くいふも是に依りてレンツェンの大發

見の功を没すること毫もなかるべし。真空管と發光紙とは多年用ひ來りしものなるに、此の發見は何故之より數年前に起らざりしや之には何等の理由なきが如し。

遡りてX線の由來を尋ねれば、レンツェンは前章に引用したる和蘭の教授並びに其の他の人の實驗を行ひしなり。又此等の實驗者はクルツスの研究を行ひたるものにて、クルツスの真空管の實驗は是より二十年も昔の事なり。クルツクスの研究も亦既に一七九〇年の遠き昔に他の人の始めたる實驗を擴張せるものなり。進化の連鎖は當時より更に百年前に始まり、即ち前章に記せるが如く、抽氣の不十分なる晴雨計の管を振りて水銀蒸氣の光輝を放ちたる發見に胚胎すと謂ふべし。遮莫其の百年後十八世紀の終りに於て、真空管にて放電の實驗あり、十九世紀の前半に於て他の實驗者は之を續けたり、其中、フラーデーの名は一般の讀者の最も能く知る所なるべし。一八三八年まではX線は發見せらるべくもあらず、何となれば抽氣の度は當時用ひたる空氣ポンプにては今日X線と名づくるエーテル運動を起すに要する電子の衝突を生ずるに足るものを得

ること能はざるを以てなり。

水銀ポンプの發明せらるゝや(一八六五)高度の真空を生ぜしむるを得、真空管を用ひたる實驗の中には電子が管の硝子壁に衝突しX線を發出したるや疑なし、唯、實驗者は其の存在に氣附かざりしのみ。レンツェンが此の未知線の存在を發見したりしとき、真空管の作用に就き大に發見せんと努めたりしは前に述べたるが如し。されば彼の大發見は豫想外のものを得たりと雖、全然偶然にあらず、之を偶然と謂はんには極めて其の意義を制限せずんばあるべからず。

本書の題目はラデイウムの發見とX線のそれとを連結せんとの目的に出づ、何となれば此の二發見の間には極めて實際、相關聯するものあるを以てなり。

放射能の發見も往々偶然なりと謂はるゝも實は然らず。二人の科學者あり、一人は倫敦に、一人は巴里に在りて、互に關係なく、燐光體はX線を發出するや否やを發見せんとして仕事を始め、二科學者は螢光體上にはX線と反對の作用あるものなかるべからずといふ同一の考を起したり。前章に電氣發動機は發電

機の逆なりと述べたり即ち發電機は機械的運動を與へて電流を生じ、發動機は電流を與へて機械的運動を生ずるものなり。之と同じく、X線は螢光を生ぜしむるものなれば、螢光はX線を生ずることなきか。

レンツェンの發見の數箇月後、上記の二科學者は、互に相知らずして燐光體は包みたる寫真板に作用する如きX線を出さざるや否やを檢せり。二人は感光板を黒きものにて包み、其の上に燐光體と螢光體とを置き、日光をして能く之を刺戟せしむるやうになし、二物をして十分に燐光又は螢光を放たしめ、乾板は日光の透らざるやう十分に包みたり。板を現象したりしに、放射線は包みを透し板に作用したるを見たり。茲に於て倫敦の教授シルヴァナス・ビートン・ブソンは此の問題に就き他の有名なる教授に書を送りたり、偶然にも之と同時に巴里の教授アンリ・ベックレルは同一にして而も獨立に爲せる實驗の結果を出版することとなれり。

ベックレルは更に實驗を進め、或日寫真板を包める黒き覆ひの上にウラニウム鹽を置きて装置を整へしも、偶、曇天となりしを以て實驗を行ふことを中止せり、

彼はウラニウム鹽の作用を刺戟するには太陽の光は必要なるものと信じられたれば、遂に折角用意したる寫真板とウラニウム鹽とを其の儘抽出しに仕舞ひて便宜の時を待つこととせり。

二人の教授は、レンツェンの發見したるものと逆作用をなすものを得たりとの感を抱き、螢光を放つ鹽類を日光にて刺戟するときは、包みたる寫真板に作用する如き輻射作用あるものを得、こはX線なりと信じたり。

再びベックレルの實驗に戻らんに、彼の寫真板とウラニウム鹽とは其の間に黒き覆を隔てたる儘一週間も抽出しの中に仕舞ひ置かれたり、教授は、其の間に鹽より何かの放射なきかを穿鑿せんとの考を起し、寫真板を現象したるに、驚くべし、其の結果は鹽を日光に曝したると同一のものなりき。此の鹽は暗處にては螢光を放たざるを以て、螢光は此の作用には與らざるや明らかなり、即ち鹽自身此の性質を有するなり。茲に於てか物の新性質を發見せり、即ち或物質は放射能を有すること之なり。

前條の發見は偶然と言はゞいへ、ベックレルは何物かを發見せんとして寫真板

とウラニウム鹽とを暗處に置きたるにあらざりき、されど彼は何か變化の起りしにあらざるとして故意に乾板を現象したるなり。兎に角放射線其物の發見は前に説述せるが如く偶然ならず、斯かる放射線にして發見せられたりとせば、之より第二の發見は唯、時の問題にして、系統的の研究の時代に於ては早晩明瞭となるに相違なきものなり。

斯くウラニウムが放射線を出す如き新性質を有すること確められたれば、斯かる放射線を發出する力が日光の如き外部の刺戟なくして何時まで繼續するかを檢するは當然なり。其の答はテニヌンの『小河』の詩の如く輻射は永久なるべきが如し。されどこは人を惑はしむるものなり、何となれば若しウラニウムが斯くの如く他より何物も受けることなくして無限にエネルギーを出したりとせば、エネルギー保存の定則は危険に瀕すべければなり。又ウラニウムの如きは實際にエネルギーを生ずるか、或は之を創造するものなるが如し。然るに吾人はエネルギーは創造せられず又破滅せられずと信ず。而もこは驚くに及ばざること次第に明白となれり。

ベックレルはウラニウムの發する放射線に就きて數多の發見をなせり。他の科學者は發見者の名譽を表せんが爲めに之に『ベックレル線』の名を與へたり。彼は、此の線が周圍の空氣をして其の常態にあるよりも更に能き導體となすことを發見せり。X線が此の性質を有することは前に發見せられたり。余は前章に於て、物體が荷電せらるゝときは電氣が徐々に漏洩し、放電することを述べたるが、X線又はウラニウム線の存在するときは、電氣をして遙に速に逸出せしむる如き極めて著明なる作用を爲す。こは電氣裝置の知識なきものには明瞭を缺くなきを保せざるを以て實際の模様を記載すべし。

電氣の存在を檢する極めて簡單なるものは金箔驗電器なり、此の器は金箔を眞鍮の棒の下端に下げ、棒を絶縁して硝子器を被らせたるものなり。棒の遊離端は上方に出で、其の頭には圓球又は圓盤を有す、若し荷電體を金屬板に近づくとときは、盤、棒及び金箔に感應し、若し荷電體が陰電氣なりとすれば、陽電氣を引きて陰電氣を拒反し、二枚の金箔は陰電氣を帯び、相拒反するを以て開き、荷電體を遠ざくるときは金箔は閉づべし。若し荷電體を驗電器の盤に接觸せしむる

ときは之と異なり、盤棒及び金箔は之に觸れたると同一の電氣を帶び、荷電體を遠ざくるも金箔は閉づることなく、徐々として放電するなり。若し周囲の空氣乾燥し、爲めに棒は能く絶縁せらるゝときは金箔は長く開き居るべし。然るにX線を此の周囲の空氣に入射せしむるときは金箔は直に閉づ、こは周囲の空氣が導體となり、絶縁したる電氣を逸出せしめたるに由る。ベックレルは、ウラニウムよりの線がX線と同様に作用するも、之より一層弱きことを發見せり。金箔驗電器は放射能を有する物質の存在を検する極めて重要な物なり、又金箔驗電器の如上の作用は物の放射能を比較するを得しめ、放電の速なるものは放射能の活潑なるを示すなり。

此の新奇性に對しベックレルは「放射能」の名を與へたるが、其の科學界に多大の注意を惹起せるは固より當然なり。然るに路頭の人は之を聞知することなく、例令之を聞くも格別の興味を起さざりき。著者は嘗て重要な科學の集會に出席し、二人の研究者がベックレルの發見を證明したりしも、傍聽者には何等の感奮を惹起せざりしことを記憶す。されどウラニウムの放射能は微弱なるを解

せざるべからず。

巴里のキリー教授及び其の夫人弟子の一人なりきは、一層精微なる驗電器を裝置し、ウラニウム並びに他の物質の放射能度の検査を始めたり。而して兩人は、幾分にも放射能を有するものはウラニウム又はナトリウムを有することを發見せり。ウラニウムはピッチブレンドといへる礦物より取らるゝものなるが、兩人は此の礦物の種々の標品を検したるに、此の礦物自身がウラニウムよりも放射能の大なるを見て驚きたり。乃ち此の礦物即ちピッチブレンドの中には、ウラニウムよりも一層放射能の大なるものゝ存在すること明らかなり。茲に於て化學者の仕事を生ぜり、そはピッチブレンドを分析し、極めて放射能ある物質を捕ふることなり。

キリー夫妻は複雑なる化學分析の爲め極めて綿密なる注意を拂ひ、之が爲めに多大の勞力を費消したるが、其の勞空しからず、ウラニウムよりも一層放射能の大なる二種の物質を以てせり。其の一は放射能物質中、斬然頭角を顯せるものなり、二人は之を「ラディウム」と名づけたり。此の發見は一九〇〇年にして、正に

ベックレルの發見の四年後に在り。第三の放射能物質は、佛國の他の化學者に依りて發見せられたり。

ラジウムは放射能の大なるものなれば、科學者は勿論、一般の公衆も亦之に興味を持ち、多くの人は想像を逞うし、蒸氣機關、發電機、發動機の如き不細工なる物は近き將來に其の影を没するならんと思ふに至れり。實にラジウムの小片は吾人の使用に要するものより遙に多きエネルギーを出すなり。斯くて此の新元素は吾人の要するあるゆる光と熱とを供給すべく、又從來、不治と謂はれたる難病も世に其の跡を絶つに至るべきが如し、「一千至福年」の到來と考へられたるも宜なりと謂ふべし。されど科學者はラジウムの發見に就きて左の合理的の見解を取れり。

ラジウムの出す線に三種の別あること發見せられたり、之に希臘文字の $\alpha$ (アルファ)、 $\beta$ (ベータ)、 $\gamma$ (ガンマ)の名は命ぜられたり。其の放射の模様は何れも異なれり。ガンマ線は恰もレンツェン線の如しと雖、一層透過力に富み、六吋の厚さの花崗岩を透して、鉛製の形の寫眞即ち其の影寫眞を取ることを得たり。此のガ

ンマ線は放射全量の極僅の部分を成すのみ。因に言ふ、總てラジウムの實驗といふときは、其の鹽化物、ブロム化合物等の化合物なることを記憶するを要す。

ベータ線は幾分の透過力あれども、ガンマ線に遙に劣る。アルミニウムの薄板を透す力あれども、厚き板にてガンマ線には少しく抵抗するに過ぎざるものは之を透す力なし。ベータ線が陰電氣を荷へる粒子なるは恰も陰極線の如しとのこと發見せられたるが、其の後直に電子なることを發見せられたり。

残れるアルファ線はラジウムの發出するエネルギーの凡そ九五パーセントを有す、透過力は殆どなく、數吋以上、空氣中を通過すること能はず、普通の筆記用の紙一枚にて全く止めらるゝものなり。其の後、アルファ粒子が物質の原子なること發見せられたるが、それは稀有瓦斯として前章に記したるヘリウムの原子なり。

ヘリウム原子は一秒一萬哩の速度を以てラジウムより射出せらる。然れども原子の來るは如何なる時なるか。ラザイフォード及ビソッパディの答は、「ラジウムの原子の中には片々に破壊せらるゝものありて、此の原子は廻轉せる電子より成り、原子の中には分離して逸出するものあり、一はベータ線と名づけたるもの、

一はヘリウムの原子を成すものにして、初めにアルファ線と名づけられたるものなり」と。

何人もヘリウムの原子はラジウムの原子よりも質量の小なるものならんと豫想すべし、こは事實にして、ラジウムの原子量は二二五にして、ヘリウムのそれは僅に四なり。ラジウムは今日までに知られたる元素中第三に最も重きものなるが、ヘリウムは第二の最も軽きものにて水素に次げり、水素の原子量は單位にして一なり。

電子が崩解する原子より逸出するとき原子の急に發出するが爲めに、ガンマ線又はX線の存在せるものと考ふるを得べし。前にも述べたるが如く、X線は真空管内にて電子を急に止むるに由り、電氣を以て生ぜしむるを得。

上述せる所に據り、ラジウムの發する三種の放射物は、物質の原子の片々に崩解するが爲めに生ずることを知るべし。ラジウムの標品は急に爆發して消滅せざれども、極めて徐々に消滅するものなることを言を俟たず。是れ蓋し百億の原子は一秒に一原子づゝ破壊するが、ラジウムの眼に見えざる一點の内の原子

は百億の數百倍あるを以て、眼に見ゆる程の大きさのラジウムの消滅は非常に徐たるものなり。實に其の破壊は永年を要し、人類の壽命に比すれば永久なりと謂ふも可なり。さればそが消滅するには實際、數萬年を要すべし。

ラジウムと關聯せる興味ある發見は、其の「エマナティオン」と名づくる眼に見えざる瓦斯を發出することはなり。此の發見の法も趣味あり。キュリー夫妻は實驗中、放射能が感傳的なることに氣附きたり、即ちラジウムの近傍の物は何物に限らず、一時は放射能を有することあり。此の獲得したる性質は數時間、時として數日も續き、キュリー教授自身も時としては放射能を有し、感じ能き驗電氣に感ずるに至れり。更に研究を進めたるが、主にラザリーフォード教授の方面に於て、此の獲得したる放射能は前に記したるアルファ、ベータ、ガンマ線とは全く獨立せるものなること發見せられたり、即ち此の三種の放射を妨ぐるも、物は放射能を獲得するなり。さればラジウムは他に放射するものあること明白となれり。

適當の裝置を設け、ラジウムの發出する瓦斯體を硝子管を通じて、燐光體を有する圓球中に導き、球の位置をしてラジウムより放射するものは何物も之に到

達し得ざるやうにし、導管に活栓を附せり、されば活栓を閉づるときは如何なる瓦斯體も通過することを得ざるなり。次に室を暗くしたれば何物も見ゆることなかりしが、活栓を開きたれば燐光體は光輝を發するに至れり。是れ放射能ある物質のラジウムより逸出し、硝子管に沿うて燐光體の方に至れるを證明せり。

此のエマナティオンは數週間に消滅し、不活潑なる物質となり、其の進化に關して趣味あること多しと雖、余は更に此の問題を追跡するを止め、單に世界のラジウムの悉く消滅するは何年を要するかの問題の一部に答へんとす。

そは死期の問題のみならず、生期を尋ねざるべからず。ラジウムはウラニウムの如き重き物體より種々の中間の段階を経て進化したること明らかなり。既にヘリウムのラジウムより進化することは前に述べたるが如し、茲に於てか無機界に於ても眞の進化の證據を得たり、原子は不變のもの又は永久のものにあらざるなり。

余は之より「光」の名の下に彙類する一層廣き放射の考察に移らん。此の名の

下には眼に見ゆる光のみならず、寫真板に作用する光を含み、又此の題目の下に輻射熱並びに無線電信の電波をも包含せしめたり。



## 第二十章 光に關する發見

光の本性に關する古き思想——古き發見——星は何故に輝くか——寫眞術に導きたる發見——望遠鏡の由來——色とは何ぞや——ニュートンは光の核子説を信ぜしめんとせりや——光の速度の發見——光が物質にあらざる證據——薄透の科學者——偏光（分極光）とは何ぞ——光と電氣との親密なる關係

往古に於ては光の本性に關して様々の推測を逞しうせり、されど此等の思想は『學說』として分類するを得ず、蓋し其の思想を支ふるが爲めに觀察せられたる事實の提出せられざりしを以てなり。人あり、月は綠色の乾酪より成ると言はんも、此の提言たるや學說と稱するに足らず。されど光の本性に關する古人の提言は、前に述ぶるが如き月の本性に關するものよりも一層合理的なり。

恐らく最も理に乏しき古き思想は、光が所謂『眼光線』の形となりて眼より出づるものとせしことなるべし。古人は眼光線を以て眼より發射する眼に見ゆる光の流れ即ち神火なりと記載せり。此の眼光線は昆蟲の角即ち觸角の如く極めて鋭敏なる感覺器の作用をなすと假定せり。或著者は、此の古き提言はこれ

以上に出でざるものと假定し、古人が深く此の問題を考へたるにあらず、又暗黒を如何に説明し得るかを論ぜり、何となれば若し眼より光を出すものとせば、眼を閉ぢざる限りは晝夜共に之を用ひ得らるゝ筈なればなり。されど其の提言の全部を考ふる時は古人を正しとせざるべからず、彼等は總て眼に見ゆるものは發光體の光を出す如く光を出すものと假定し、人の物の存在を知り得るは眼光線が物體より出す光線に接觸せる場合に限るとせり。斯くの如きは紀元前凡そ四百年前、プラトンの時代の科學者の思想なりき。

之より一層古き時代の人にして頗る合理的なるが如く見ゆる思想を抱きたるは奇なりと謂ふ。ピタゴラスの時代紀元前六百年頃、に於ては、光は物の極めて小き粒子にして、物體の表面より眼に發射せらるゝものと假定せられたり。何故にプラトンの學派の人々は此の思想を黜けて眼光線の如きを拉し來りしかを想像するは困難なり。今日より之を見れば、舊思想の方遙に合理的なるが如し。

プラトーン時代に青年なりし大アーティストテレスが、光は眼又は物體より發

射する物質にあらずして、或媒質中に於ける運動なりと提言並次に主張したりしことを茲に記するは特に興味あり。此の説に據れば、光が物質にあらずして、運動なるは、恰も池水の波が物質にあらずして、唯水の運動なるが如しといふに在り。アリストテレスの提言は二千年以前に存在せしものなるが其の正常なるを發見したるは漸く近世に在り。此の説はアリストテレスに於ては唯推測に過ぎざりしと雖、彼は此の思想を支持するには一種の推理法を有せしこと前陳の如し。

余はアリストテレスを以て發見者とは考へず、何となれば彼は實驗せず、唯單に哲理を弄したるのみなればなり。さはいへ、彼は虹の性質を發見し、之を以て太陽の光線の雨滴より反射せるに由ると言へるのみならず、觀察者にして太陽を背にするときは、權の水烟を揚ぐるに由り虹を成すことを觀察せり。古人は光が直線に進行することを發見し、又反射の根本法則を發見せり。彼等は、光が一の媒質より他の媒質に通過するときは屈折すべきことを知りたれども、屈折の法則が十七世紀に至るまで發見せられざりしは稍不思議なり。屈

折の實驗として兒童を喜ばすものが古人の發見に係かりしことを記するは興味あるべし。古人は不透明なる器の底に貨幣を置き、之を觀察者の丁度見られざる位になし、器に水を入るときは貨幣より來る光線は屈曲するを以て觀察者の眼に達す。二十一及び二十二圖は之を反復したる實驗の圖なり。

第二十一圖は器の空虚なるものにて貨幣を半ば表したれども、實際は眼には見えぬやうになすなり。黒き紙片を器の底に附けて錢の位置を記すの便に供せり。第二十二圖にては器は水にて滿されたるものなり、貨幣は水が光線を屈折するに由りて見ゆるやうになれり、實際、器の底をも見ることが得るなり。既に二千年前に此の實驗ありしにより、古人は太陽が水平下に沒したる後も暫く太陽を見得ることを理會するに至りたり。

「きら／＼きらと小き星よ」

何れかは知らんが不思議なものよ」

との子守歌あり、古人は、星の閃くは吾人と星との間の空氣の運動に歸すとの事を發見せり、又其の光輝は徐ろに動ける水を透して見るときは一層輝くことを



太利に達せり、同地にてはガリレオが望遠鏡を造りかけ居たりしかば、上記の發見の記事の彼の許に達するや、彼は實際に機械の再發明をなせり。

他の極めて重要な發見は、太陽の光が今日まで人の造り得たる色の總てを含有すといふこと是なり。此の發見はサー・アイザック・ニュートンの手に成れり。彼は日光をプリズム(三稜玻璃)に通じ、其のプリズムを出づるとき虹の總ての色を現じたるを見たり。之に依り色を有する物に關する思想は一變せり、即ち色は物自體の一部を成すにあらずして、日光の之に當るや、有色光線の一部は吸収せられ、殘餘の一部は反射して眼に達するに由り色を生ずること明瞭となれり。ニュートンは此の發見をなせしのみならず、光の知識に多大の貢獻を爲したり。されど彼は光其物の物理的性質を發見し得ざりき、こは今日も尙十分には了解せられざるなり。

彼は、極微の粒子が太陽其の他の光線より射出すとの説を採れり、之を光の「ニュートン説」又は「核子説」といふ。其の後、科學者が此の説を破壊せんとして物議を惹起したることありき。是れ斯かる企圖は先哲アイザック・ニュートンを輕視する

業なりとせられたればなり。されど吾人は、核子説を以てニュートンの説として崇拜するの可なるを知らず、寧ろ彼は之を放棄せよと言ひたる最初の人なるべし。彼は此の説に關しては何等執着する所なし、彼は之を提言し、又之を敷衍したるに相違なしといへども、是れ唯、當時の人が光の作用に關する彼の講義を理會するの補助となさんが爲めに、光に關して何等かの想像をなすの必要を主張したりしが爲めなるに過ぎず。彼は、光の現象に關する思想を説明するに當り、聽講者を喜ばしめんが爲めに、核子説は「余は之を假定し、一般に信すべきものとして之を述べ」との趣旨を明らかに吾人に告げ居るなり。又彼は幾度も光の本性に關しては彼一個としては何れの説をも採るを好まずと述べ、想像説を持出したるは光の現象を理會し兼ねたる人の爲めにせるに外ならざるやを力説せり。

ニュートンの生存中、彼の三十四歳の時、丁抹の天文學者、レーメルは大發見をなせり。此の科學者は、光が一處より他處に進行するに若干の時間を要すとのことを發見せるが、殊に重要なものは、彼が光の實際の速度を發見したること是なり。

こはニュートンの白色光の成分の發見の正に十年後に當れり。

ニュートンの誕生の年に歿したる大ガリレオは、光の進行には時間を要するか或は瞬間的なるかを發見せんとせり。彼の考は若干の遠距離の丘上に二人をして燈を持たしめ、二人は初め燈を隠し、甲が燈を出すや乙は之を見て直に燈を出すやうにせるなり。其の意は甲の位置より光が遠き丘に至り、再び歸り來るまでに何程の時間を要するかを知り得るかを檢せんとするなり。此の實驗の結果は、光は瞬間的にして、觀察せらるゝ距離を進行するには時を要せざるが如く見えたり。然らば丁抹の學者は如何にして其の實狀を觀破し得たるか。

此の天文學者の爲せる事は數學を借らずしては精密に説明すること困難なるも、其の主要の事實を説けば彼の發見の大意を明らかにするを得べし。我が地球は十二箇月に一回、太陽を一周するものにして、其の旅行中、或時は木星に近く、或時は之に遠ざかる、其の最も遠きは六億哩弱の距離に在りて、其の最も近き時は僅に四億哩に過ぎず。木星より地球に達する光は連續せるを以て光の速度を知るを得ず、されど木星の周圍を廻る衛星を考ふれば、此の月は木星の影と

なりたるときは見えずして、其の見ゆるまでには一定の時日を以てす。茲に於てかガリレオの遠隔せる燈の開閉に似たるものあり。吾人は、月の何時隠れて再び現るゝか、其の時間を計算に由りて知るを得べし、然るに地球が木星より最も遠き位置に在るときは、豫定の時間よりも四分の一時間遅るゝことを發見せり、即ち吾人は光の實際に現れたるは何時なるかを知るも、其の光の地球に達するまでは地球の軌道が光源に最も近き時よりも十六分許遅るゝことを知りたり、換言すれば、軌道の直徑を通過するに十六分半を要するなり。こは次の如く考ふるときは暗算にて光の總ての速度を知るを得べし。

十六分半は實に千秒にして、吾人と太陽との距離は九千三百萬哩なれば、軌道の直徑は其の二倍即ち一億八千六百萬哩なり、一億八千六百哩を行くに一千秒を費すとせば、一秒に何哩を行くやとの簡單なる問題は、 $186,000,000$  を  $1,000$  にて除し、零を三つ削除すれば可なり、即ち一秒に  $186,000$  (十八萬六千哩) となるや明らかなり。

是に由りて之を觀れば、ガリレオの如き短距離にて光の速度を測定せんとす

るは絶望なり、何となれば光は一秒の八分の一にて全世異を一周するを得べければなり。現今は全く地球上の實驗に依りても光の速度を發見するを得べきも、余の現在の趣味は光の速度の實際の發見に繋るを以て之を措きて論ぜざるべし、以上述ぶる如く、光の速度は木星の衛星に關係せる觀察法を用ひ、丁抹の天文學者オラウス・レーメルに依りて發見せられたり。

アリストテレスは、一千年前に於て、光は宇宙に彌蔓せる媒介物の運動に過ぎずと言ひしも、彼の思想は唯、漠然たる推測に過ぎず、何人もアリストテレスに向つて光の波動説の基礎如何を問ふものなかるべし。

和蘭の科學者(ホイゲンス)は恰もニュートンと同時代の人にして、光の波動説を主張せり。彼の説は光の種々の現象を説明せり、然るに茲に障害有るが如し。吾人は、波は角を廻りて曲り來ることを知る、湖水、池又は海の表面にて之を見ずとも、少くとも音波が角を廻りて曲り來ることを觀察せざる筈なし、人は角の向ふに在る音を聞くことを得るも、角の爲めに隠れて其の物體を見ること能はず。此の外見上の困難ある爲めに、光は角を廻りて曲るものにあらずと信じ、波動説

を排せんとせる人ありき\*。

\*譯者註、光も音の如く角を廻り來るものなり、是れ斜光の現象なり。

ニュートンは好んで光の波動説を承認せしならんも、彼の時代の波動説の進歩の程度は、光の作用に關する事實を説明するには不十分なりしなり。波動説の眞の困難は波の考へを誤りしに在り。彼等は空氣中に造らるゝが如き縦の波(音)と考へたり。即ちそは前後に振動し、恰も群集が一の目的に達せんとして一進一退するが如き運動に等しとせり。

ニュートンと同時代の英國人は光の波は水の波と同種ならんと言へり。此の波は『横波』と名づけらる、是れ運動は波の進行せる方向に直角なればなり。簡單なる例を以て横波の何たるかを明らかにせん。人あり、風死し波穩なる海上に小舟を浮べて悠々舟の行くが儘にせる時、附近を蒸氣船の通過するあり、而して大なる波は四方に擴がり、波の中には舟の進行と同方向なるものありと假定せよ。舟と之に乗れる人は動かさるゝも、波の進行の方向に進むにあらずして波の方向に直角に動かさるべし。若し風なくて海が全く平穩に、又舟が深海に泛

べるときは、舟は岸に近寄り或は遠ざかるにあらずして、原位に止まりて唯、上下の運動をなすに過ぎざるべし。光が斯かる横波なりといふ提言は、多くの賛成者なくして一世紀以上も空しく葬られたり。

十九世紀の曙光に佛國の理學者(フレスネル)は横波説を復興したりしが、之より十年前極めて重要な発見は英國教授の手に成り、此の問題に多大の光明を與へたり。倫敦の王立研究所の博物學の最初の教授トーマス・ヤング博士は、光は物質の粒子の衝突に由るにあらずして空間のエーテルの波動に過ぎざること疑なしと證せり。

ヤング博士の発見は次の如くにして成れり。彼は鉛の薄葉に小さき針の穴を穿ち、之を通じて光線を入れ、此の小さき光の筆を第二の鉛の薄葉上に受け、茲には二箇の一層小さき針の穴を相接して穿てり。此の鉛葉の他方よりは二本の小さき光の筆出で、恰も二箇の光源を密接して置きたると同様の作用を爲す。此の二光源の光は白色の板の上に落つるやうにせり。若し光にして當時の科學者の信ぜる如く物の粒子より成るとすれば、二光線の板上に重なりたるときは光

輝を増すべかりしなり。然るに光輝を増すべき場所には明暗の帯を交互に生じたり。此の現象の説明 光線は物質にあらず唯、物の波動にして、波が互に干渉し、一光波の峯は他の光波の谷と相合したること是なり。之に依り、一波は媒質中を或方面に動き、同一點に於ける他の波は媒質中を之と反對の方向に動かんとし、爲めに平穩となり、波動のなきは黒帯となりて現るゝなり。斯かる實驗に依りヤングは波の實際の大きさを発見するを得たり、波の速度既に知られたるを以て、波の大きさより一秒に幾許の波の通過するか、換言すれば振動數を計算するを得たり。

此等の重要な発見の有様を述べたるを以て、吾人は更に進んで説かざるべからずと雖、茲に興味ある事は、ヤングが此の波動説の講演を爲せる後、批評家が彼を以て光の所謂「ニュートン」説の輕重を問へる生意氣者として非難せること是なり。されど所謂「ニュートン」説が「ニュートン」自身の好める説にあらずしは前に説けるが如し。又他の批評家はヤングの思想を以て無鐵砲のものとし、且科學の成立以來の愚説なりとせり。此の批評家は更にヤングの講演を引用して曰

く、論の進むにつれ、一層の空想、過誤、無根の臆説、勝手なる假説を含めり、而してこは悉くヤング博士の豊饒なる而も成果なき腦漿より出づ」との冷罵を浴せかけたり。

ヤングの説の全然正當なるを知りて斯かる批評を讀むは一興なるべし。ヤングは自己の論旨を辯護せんが爲めに小冊子を出したれども、賣れたるは唯、一冊に過ぎざりきといふ。

光が横波なりとの事實を主張せしは、佛國の物理學者フレスネルにして、彼は偏光に就きて之を證せり。

『偏光』(又分極)とは頗る不思議に見ゆる語にして、彼自らも友人に一書を送り、『光の分極』の意義を説明するに足る書物の送附を乞へる程なりき。此の現象は當時より百五十年程前に發見せられたるものなるが、そは何等説明せられざりしなり。彼は偏光の意義を原ねたりし年に此の謎を解き、光は水の表面の波の如き横波にして、音の如き縦波(濃淡の波)にあらざること證せり。

今之を説くに當り、偏光の明瞭なる概念を造るの要あり、是れ次の重なる發見

の一部をなすを以てなり。如何にも此の名の如き不思議ある現象は他に比類なし。水の波は前にも述べたるが如く進行の方向に直角にして、従つて水の面に鉛直なり、然るに光は無際限の空間に於ける横波にして、其の波及は一面にあらざるを以て、此の場合、鉛直なるものあることなし。其の結果は波は如何なる角度をも爲す、されど波及の方向には直角なり、是れ光線の横波の複雑なる所以なりとす。

譬を以て之を言はゞ、茲に屈曲自在なる繩ありとせよ。繩を動かして其の一端より他端に横波を造ることを得ん。此の繩を木板に穿ちたる穴を通過せしめたりとせよ、然らば繩の全長の半は一方に、半は他方に在るべし。今、繩に横波を送るとせば、そは木板の爲めに留めらるべし。若し板面に縦の長さ孔を穿ち、横波を縦の方向に動かさしむるときは、吾人は繩をして木板を通らしめ、繩の端まで波動を續くることを得べし。されど波を水平に左右に動かすときは、木板の爲めに止められ、縦の孔は何等の用をなさざるべし。斯かる波を通過せしめんとすれば、大なる水平の孔を切らざるべからず、而して水平の孔は縦繩の波に



は何等の用をなさざるべし。

上記の理に基づき、若し振動繩の實驗を續くるとし、又木板に一の大きな孔を穿ちたりとせば、板を倒すときは孔は縦にも横にもなるべし。兎に角、孔は之と同半面の波動を通過せしめ、其の他の波動を止むべし。

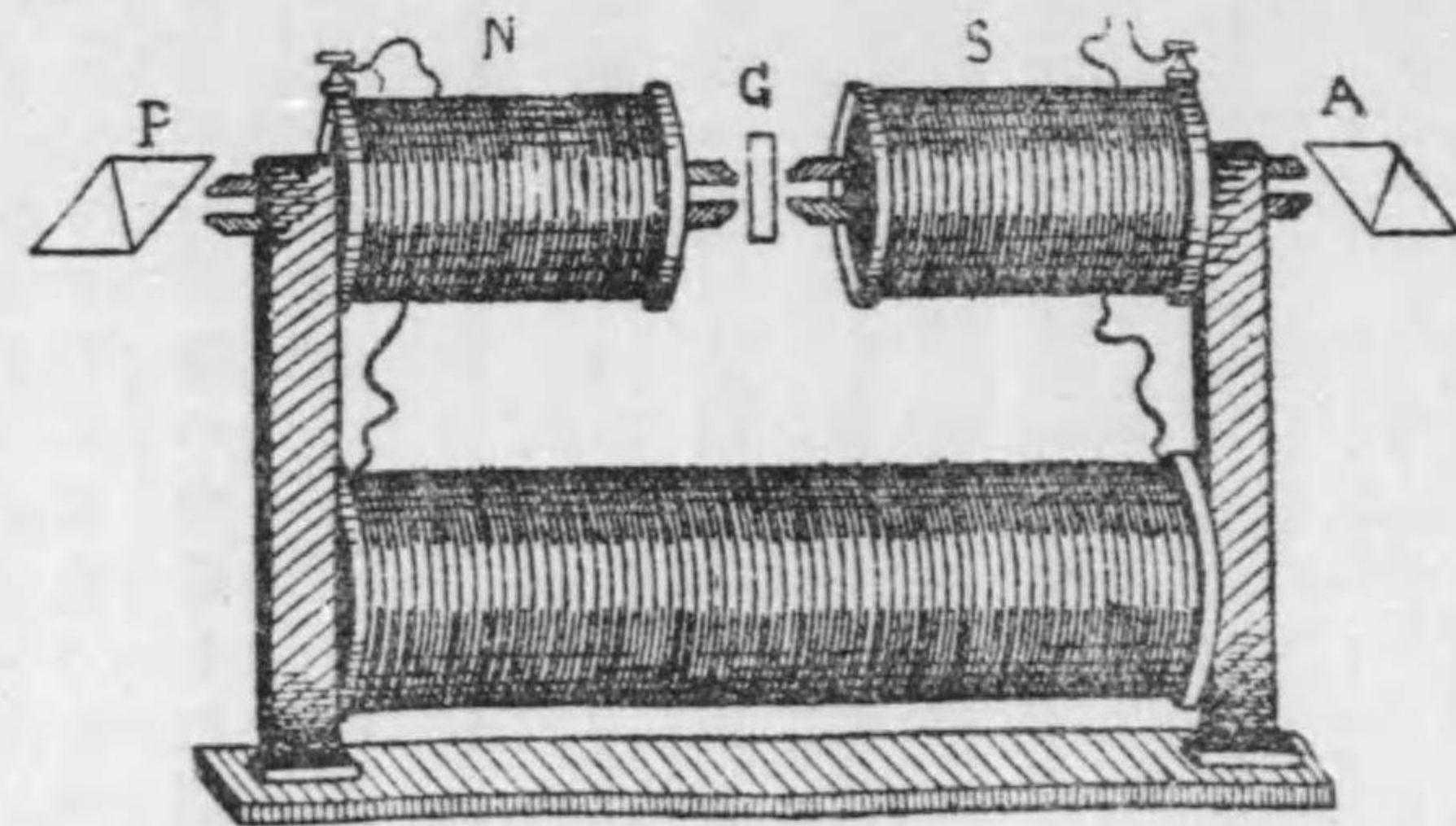
而して氷州石(透明方解石)の如き透明なる鏡物は、恰も孔を穿ちたる板の振動する繩に對すると同様の作用をなすこと發見せられたり。又電氣石の薄片も亦光を偏らしむるものにして、偏る方の位置に對して一定の方向に振動する波をのみ通過せしむ。偏光器は氷州石より造るを常とす。一世紀半前に於て、光が氷州石の薄片を通過するときは分れて二條となり、所謂重屈折をなすこと知られたり、此の光は各偏れり、されど吾人は其の中の一を用ふるのみなれば、光の一方を除くやうプリズムを造る、之を發明者の名に因みて「ニコルプリズム」といふ。

今、普通の日光がニコルプリズムを透して入り来るものと假定せば、光は之を透過するが爲めに其の量を減じ、之を通過したる光線は皆一平面となる、説明の

便宜上、今、之を縦の波とすべし。斯く偏りたる光の通路に第二のプリズムを入れ、第一のプリズムと一致せる位置に置くときは、波は之を通過するに何等の困難を感ずることなし、されど第一プリズムを其の儘となし、第二のプリズムを徐徐に廻轉し、第一のプリズムに對して或位置を取るときは、光は全く止めらるべし。余は再び繩の例を考へん。

前の例に於て吾人は二枚の木板は各、大なる孔ありとせり、今、第一の板を或位置に固定し、例へば、孔を縦になし、第二の板も之と同位置となす時は、二枚共に繩の縦の振動を透すべし、若し第二の板を四分一圓だけ廻轉したりとせば、其の孔は水平となり、第一の孔を通りたる繩の運動は第二の孔の爲めに止めらるべし、即ち水平の孔は之に至れる波動の通過を許さざるべし。二箇のニコルプリズムの場合も亦之に同じ。第一のプリズムは光を偏らしむるが故に之を偏光ニコルといひ、第二のプリズムにして第一と同一なるも、之を廻轉して光を絶つものを分析ニコルと名づく。前に光の波のエーテル海にて横振動をなすを證せるは斯かる偏光現象あるに由る。

絡 聯 の 氣 電 と 光 圖 三 十 二 第



直、し透をP器光偏りよ燈を光は彼。す示を驗實的史歴のーデラフは圖の比  
 硝重るけ於に場磁はG。りためしせ過通をA器析分、てし透をSN石磁電に  
 。りせ明説に文本は驗實。りな片一の子

の間、電磁石を働かしめざりしが、電流を磁石のニールに開通せしむるや否や、光點の消滅したるもの再び現れたり、是れ磁場の偏光に作用し、振動の方向を變化して、妨害すべき分析ニールを通過せしめたるを證せり。こは、大なる發見にして、光と電磁現象との親密なる關係を明らかにせり。

此の實驗はGに於て透明體を置くの要なし、されど之に依りてファラデーは、光の振動面を變化するの度が磁場に於て光の通過する媒質の如何に依ることを見たり。空氣にては或種類の硝子に於けるが如く大ならず、ファラデーはGに「重

其の後凡そ三十年にして、ファラデーの光と磁氣との關係の大發見あり。こは偶然に發見したるにあらず、光は宇宙に瀰漫せるエーテルの波にして、電磁場も亦同一の海に存在するの事實は、ファラデーをして光と磁氣とに何等かの關係なきかを探求せしむる基となれり。ファラデーは強力なる電磁石(二十三圖参照)を用ひたり。

電磁石の極NとSは端と端と一本となりて貫通せるを以て、光線はPより入りてAより出づ。今日光をPに置けるニールプリズムを透して入らしむるときは、プリズムは偏光ニールとなり、Aなる第二のプリズムは分析ニールとなりて作用す。

ファラデーの考へは偏光線を磁石内に通ずるとき、其の光は強力なる磁場Gに置ける透明なる物體を通過すべきを以て、斯くして磁場は波の振動の面に如何なる障害を與ふるかを見んとするに在り。之を檢せんが爲め、光をして第二のプリズムを通過せしめ、板面に光點を造らしめたり。次に第二のプリズム(分析ニール)を廻轉し、恰も十分に波を妨げ、板面の光點を消滅せしむる如くせり。其

硝子』即ち鉛の硅硼酸鹽を用ひ、之に依りて變化現象を増すことを得たり。  
 凡そ二十年後、蘇格蘭の科學者、クラーク・マクスウェルは、ファラデーの他の大發見なる電磁石感應の實驗を繼續し、光は實に空間のエーテル海に於ける電磁波なることを説明せり。

## 第二十一章 如何にして星體成分は發見せられしか

偽りの豫言——分光器及び其の用——眼を刺殺せざる光——スペクトルの輝線——其の理由の發見——太陽のスペクトルの黒線——諸種の元素の發見——分光器と電子の發見——豫言は適中せり——光の原因——色の原因——光の反射と吸收——色盲——物體の透明なる理——太陽のスペクトルに於ける黒線の原因——太陽研究の遠征——發光バクテリア——燐光の原因

地球に最も近き星にても幾千億哩の遠きに在るを以て、吾人の曾祖父等が獨斷的に星體の成分を知るは全然不可能なりと言ひしとて、吾人は之を咎むること能はざるべし。十九世紀の或有識なる哲學者の一人は、吾人は星に就いては空間に於ける位置と運動とより外には知ること能はずと言明せり。

最も強度の望遠鏡を以てするも、星は一點となりて見ゆるのみなれば、星を望みて其の成分を發見するを得ず、又此の地球上の化學者は星の標本を取り寄せて之を分析するが如きは不可能の事なり。されど吾人は數兆哩の遠方に在り

て星を分解するを得。之を知らんには前にも記したる分光器を説くの要あるべし。

分光器の要部は硝子のプリズム又は其の他のものにて、兎に角、光線中の波動の異なるものを分解し得るものなり。

ニュートンの白色光の成分の發見と關聯し、プリズムが光を分解して虹の色を生ずることは前に説けり。最も短きエーテル波を有し、莖色の感覺を與ふるものは長き波を有し、青、綠、黃、橙、赤の感覺を與ふるものよりも屈折力大なり。總て重り合へる色の帶を「スペクトル」と名づく。

スペクトルは實は赤に始まりて紫に終るものにあらざること發見せられたり、赤より長き波あり、又莖より短き波あり、孰れも視覺に上らず。前にも極めて短き波を莖外線として記したるが、スペクトルの他端に在る長き波を赤外線といふ。吾人の眼を以ては此等を發見すること能はざれども、此等の線は寫眞板に影響するのみならず、斯かる見えざる線の寫眞を取ることを得るなり。勿論總てエーテル波は見るを得ざるも、其中、視覺に上るものを習慣的に「見る光」と呼べるなり。

赤外線即ち熱線は、スペクトルの該部に感じ能き寒暖計を置き、莖外線は莖色以外のスペクトルの部に燐光體を置きて之を發見するを得べし。本書に於ては見ゆるスペクトルの部に専ら注意すべし。

光を硝子プリズムに通じて色のスペクトルを造るに、ニュートンは圓き孔より光を入れたり一般に信ぜらる。殆ど一世紀半後に至り、圓き孔よりも細き孔を用ひたる方、良きスペクトルを得べしとのこと發見せられたり。此の裝置を用ひ日光を驗するとき、色のスペクトル中に若干の黒線ありて、其處に光の缺乏せるを指示せること發見せられたり。此の發見は英國の化學者なれども、此の線の位置を研究したるは獨逸の光學者にして、凡そ十二年後の事なり。

\*譯者註、フラウンホーフェル氏

望遠鏡を用ひてスペクトルを見るときは、鮮明なるスペクトルの像を生じ、獨逸の光學者は太陽に於て黒線の數六百許を見るを得たり。彼は種々の材料にて造られたるプリズムを用ひたるに、黒線は常に同一位置に在りたり。彼は同

一の法に由り星の光を分解したるに同じく黒線を生じたれども線の位置を異にし、星によりて其のスペクトルを異にせるを見たり。斯くの如きは他の獨逸教授の黒線の意義を發見したる五十年前より知られたり。分光器を完成したるは、彼並びに他の獨逸の教授<sup>\*</sup>にして、一管は一端に黒き閉閉器ありて細隙を有す、光をプリズムに入るゝときはプリズムを透り、分散したる光は望遠鏡の管に入りて廓大せらるゝなり。検査すべき光體は細隙の前に置かれ、觀る人は眼を望遠鏡の接眼鏡に置くなり。

\*譯者註、キルヒホッフ氏なり。

獨逸化學者がスペクトルの黒線の意義を發見せるは偶然なりと謂はれたることありしも、發見者自身は然らずと言へり。彼は種々の元素のスペクトルを熟知し、其の線を描きたり。彼は太陽のスペクトルの極めて特別なる黒線がソディウム元素の生ずる輝線と同一位置に在ることを觀察せり。之を「最も直接の法を以て」彼の語を用ふ、檢せんが爲め彼は分光器を以て日光のスペクトルを見、特にソディウムと等しく見ゆる線に注意せり。斯く爲しつゝソディウムの焰を細隙

の前に持來り、之を見たるに此の特異の黒線は尙一層黒く見えたり。然らば白熱蒸氣の光は常に太陽の黒線の位置に輝線を生ずるものとして説くことを得べし、其の眞意は直に明瞭となるべし。

實驗者は、太陽とソディウムの二種のスペクトルを同時に比較し、ソディウムの線が兩者共に相一致することを見たり。斯かる特有の線は太陽内にソディウムの存在せるに由るや疑なし。されば太陽のスペクトルにソディウム線ありといふ此の發見を以て偶然となすは無理なるべし。

彼は更に此の研究を進めたるに、例へば、アーク燈の光の如き光の種々の連続スペクトルを生ずるものを一層冷き蒸氣蒸氣だけにては輝線のスペクトルを生ずるを通過せしむるときは、蒸氣の輝線に一致したる處に黒線を生ずること發見せられたり。之に依り冷き蒸氣は同種の光を吸収するの力あること明白なり、即ち之に由り光の進行止まり、スペクトルに於て此の波の來るべき位置に空位を生ずるものと想像するを得べし。如何にして斯かる波を生ずるか、今少し後に於て判明すべし。

種々の物質の燐を驗する際各元素が蒸氣となるときは、一定の光波を發し、スペクトルに於て一定の線の連續を生ずること明らかとなれり。

こは實は大發見にして、之に依りて白熱體中に含まるゝ元素の何たるかを知らるを得。茲に太陽並びに他の星の化學を生じたり、即ち分光器を以て其の光を分解し、スペクトルの寫眞より種々の元素を代表する線の連續を描き出し、此の法に由り吾人は太陽には種々の元素あるを知りたり。即ち其の成分中には鐵、銅、ニッケル、水素、ソディウム等ありき、此等は皆白熱の瓦斯となれり。其の各は一定の線の連續を有す、但し元素により線の少きあり、又多きあり。

分光器に關聯して興味あることは極めて多く、此の機械に依り吾人は宇宙に關して發見したる所少からず、そは後章に於て述ぶることとし、茲にはスペクトル線の生ずる所以を穿鑿せん。之が爲めには先づ總て光は如何にして生ずるかを考ふべし。第十八章に於て電子の發見を論じたる際、分光器は此の重要な發見の一部を爲すことを記せり。和蘭の一教授は、ソディウム燐内に於て、電氣が物質の原子の周圍を廻轉せることの發見を遂げたるは、尙記憶せる所なるべし。

し。光は荷電せる粒子が原子の周圍を廻轉するに由りて生ずること豫言せられたり。斯かる廻轉せる粒子の存在し、そが光のエーテル波を生ずるものとせば、其の運動の極めて強力なる磁場に影響すべきは理の當然なり。

右の和蘭の教授は之を成し遂げたり、即ち其の結果は次の如し。ソディウム燐のスペクトルの一線は其の燐に強き磁力を作用せしむるときは其の位置を變じ、一線は分れて二線となり、其の一はスペクトルの一方に、第二線は其の反對の方向に位置を占めたり。

是に由り元の一線を生じたる光は變化し、或波は振動數を減じ、他の波は之を増し、斯くて二箇の新しき線を生じたるなり。

今や總ての光は振動する電子の運動に由りて生ずることを知れり。白熱體の光のみならず、普通の物體より反射したる光も亦然り。此の場合に於ては、電子は太陽又は他の光源よりエーテル波に依つて運動を起して物體上に衝突するなり。或物體はエーテル波の衝突に由り自由に振動する電子の甚だ少きあり、斯かるものは太陽の光の之に當るも實際、エーテル波を送ることなし、同一の

物體にても之を灼熱するときは能く輻射することあり。振動數の異なるエーテル波は種々の色感を生じ、最も長き波は赤の感覺を生じ、振動數の増加するに従ひ橙、黄、綠、青、堇等の感覺を生ず、其の波の振動數の異なるは電子の振動數の之に一致せるに由る。

灼熱せる物體にして比較的振動の遅きこれとても一秒四百億回許電子のみを有する物の出す長き波は、吾人の眼を刺戟して赤の感覺を生ずるなり。素人の化學者は藥品を混じて好んで赤、綠、青等の色物を造るべし。此の場合知らず識らず或性能を有し空間のエーテルに一定の波を生ずる電子を實際に排列したるなり。此の波は其の振動數に應じたる色の感覺を與ふ。

一定の振動數を有するエーテル波が其の振動に應じ得る電子を有する物體に當るときは、電子は無論運動を始む。此の際、左の二事を生ず。若し廻轉する電子が其の所屬の原子に附着するときは、電子は衛星の如き作用をなして廻轉し、之を動かしたると同様のエーテル波を造るべし。されば或物體に赤色の光の當るときは赤色の光となりて反射すべし。されど電子が動かされるとき、

箇々の原子に附着すること能はずして原子より原子に彼此に押合ひ、入り來れる波のエネルギーを徒費することあり\*。此の場合エーテル波は出でずして入り來れるエネルギーは吸収せらる、即ち物體は之に來れる赤色光を反射せずして黒く見ゆ。

\*譯者註、光の吸收せらるゝときは光のエネルギーは變じて熱となるなり。

例へば白紙の板の如きを見るに、如何なる振動數にも振動し得べき電子を有し、赤、橙、黄、綠、青、堇等の感覺を生ぜしむ。斯かる物體は吾人の『白色』と呼ぶものなり。若し赤の感覺を起す特別の波にして白き物體上に落つるときは、之に一致せる電子だけ動き、之を動かしたると同様の波を出す、因りて其の物體は赤色の如く見ゆ。白き物は如何なる振動數の波の其の上に落つるも同様の波を出し、或は橙に、或は黄に、或は綠に、或は堇に見ゆべし。されど此等の波長を異にせるもの皆同時に物體上に落つるときは白き物の如く見ゆ、こは最も簡單なる場合なり。

されど此の全部の混合せる光(白色光)が吾人に赤色の感起す波を送ること

を得る電子のみを有する物體上に落つと假定せよ、然るときは赤を生ずる波のみ反射し、其の他のエーテル波は吸収せらる。斯かる物體は之を赤色といふ、尤も色は吾人の感覺なるや論なし。

上記の赤色體を取りて暗室に置き、普通の白色光の燈を以て照すときは、物體は勿論赤色に見ゆ。若し燈光より赤の感覺を生ずる波を除去して、殘餘の光を物體に當つるときは、電子を振動せしむること能はずして物體は黒く見ゆ。初め赤を除去せる光にて物體を見れば物體は黒しと思ふべく、次に除光板を除くときは其の實は鮮紅なりしを見て喫驚すべし。

上記の實驗は、即ち色盲が如何に見るかの好説明となるべし。色盲に於ては赤を生ずる光線は何程存在すとも之を發見すること能はず、即ち赤の感覺を起すことなし。斯かる人は葬式に赤き服を纏ふも自ら黒の服なりと信ずべし。

以上述ぶる所に據り、入射するエーテル波が衛星的電子に依りて反射せられ、或は吸収せらるゝの模様を知り得たるべし。何れの場合にても其の作用の全部は極めて近く表面に接したる所に行はるればこそ顔料を薄く塗るも之に

着色するを得るなれ。反射、吸收の孰れの場合にても物は入射する波に應ぜる電子を有す、されど前の場合にては電子は原子に附着し、後の場合に於ては電子は原子より原子に離れ行くなり。若しエーテル波に應ずる電子一も無しと假定するときは如何。

此の最後の場合に於ては入射したる光線は反射せず、又吸収せられずして眞直に物體を通過せざるべからず、是れ「透明」なり。硝子は即ち此の類にして、電氣の傳導と光學性との間に幾分の聯絡あるが如くに思はる。

電子の作用は太陽のスペクトルに黒線の存在を説明す。太陽の白熱瓦斯塊は一定の振動數を有する波を送り、此等にして障害を受けずんば確にスペクトルに輝線を生ずるは、實驗室にて灼熱せる瓦斯の呈するが如くなるべし。然れども太陽の周圍には一層冷き瓦斯の包圍あり、こは白熱瓦斯と同一のものなり。今、説明を簡單にせんが爲め、一瓦斯、例へば水素のみに就きて考へんに、吾人は太陽のスペクトルに於て水素の線を表示する輝線を得ざるべからず、されど白熱する水素より發する波にして特有の輝線を生ずべきものは、其の途中に於て太



陽を包圍せる冷き水素瓦斯塊を通過すべし。水素は此の波を反射することなく、白熱水素の送る一定の振動数の波に依つて離さるゝ電子を有するを以て、入射せる波は吸収せらる。さればこれ以外の振動数の波地球に達し、水素の輝線を見るべき位置に空位を生ずるなり。此等の空位は輝線の位置と見るを得べく、太陽に存在せる元素は日光の分解に於て斯かる空位を生ずるが爲め却て顯明となると謂ふを得べし。

太陽に關する多大の知識は、太陽研究の遠征隊即ち日蝕皆既を観察する爲め時々、地球の諸處に到る遠征に依りて得られたり。

星殊に我が太陽は吾人には最も重要なものなるが、以上、其の成分の研究に端を發し、分光器を記載し、遂に光の色の性質に及びたり、斯くの如きは同卷劈頭に述べたる科學の分科中に親密なる關係あるの點に想到せしむべし。

吾人は光と名づくるエーテル波の作用を考へ、振動数の分光器にて知らるゝことを述べたれば、大宇宙に關する興味ある發見を理解し得るの點に到達せり、地球は僅に其の小點に過ぎざるなり。

本章に於て述べたる白熱體並びに反射によりて出すエーテル波と異なる光源あり。即ち冷かなる真空管の光と螢の光是なり。或細菌は光を發し之に依りて寫眞を取るを得べし(第九圖參照)。此等の場合に於て、電子は多量の熱を伴へる白熱體の振動せる原子的狀態以外の方法に依りて運動を起すなり。螢に就きては尙、秘密の發見せらるべきものあり。

電子の動作に關して述べたる所により、燐光の現象を理解するを得ん。普通の物體の電子はエーテル波の之を射る間光を反射するに過ぎざれども、或ものに於ては刺戟の去りたる後も暫く長く電子振動を繼續して光を送る、斯くの如きを燐光體といふ。

る測を度温の星 圖四十二第



み讀を度温の星る在にき遠の倍萬百幾又の倍萬百の哩萬百は者測觀  
 度温し屬附に鏡眼接の鏡遠望の平水は計暖寒用體星。りなるあゝつ  
 。得をとこむ讀てりよに法方るせ説解に文本は

### 第二十二章 宇宙に關する發見

星の温度を測ること——太陽の温度——スペクトルの温度を知らしむること——莫  
 大なる速度を以て我に突進し來る星——星雲——新遊星——枯草の堆裡に針を探る  
 よりも難し——數學者の名譽大なり——海王星は殆ど五十年前に發見せられたり  
 ——一遊星を失ひたり——フイーベとヴァルカン——火星と木星との間の大間隙——極め  
 て小き遊星の發見——彗星と其の尾——尾は何故太陽に遠ざかるや——光の機械的  
 壓力——彗星の光——極光

本書の初めに於て、我が地球並びに其の空間中の位置に關して發見せられたる事項を述べたり。扱、全宇宙に關するあらゆる發見を取扱ふは天文學の全體に亘りて考察することなるべしと雖、顯著なる數種の發見の跡を述ぶるは又興味あるべし。

前章に於て分光器に依れば種々の星に存在する元素を知るを得べきことを述べたり、又我が地球を構成すると同一の物質は遠隔せる星體中にも存在し、而も此等は瓦斯體をなして極めて高温なるを發見せり、吾人は或星が他の星よ

り熱度高きを知る。如何にして吾人は斯かる事實を發見したるか。

太陽は熱體なるに相違なく、其の熱を送り出すことは吾人の感知する所にし、星は極めて遠隔の位置に在る太陽なれば是れ亦熱體なりと推定することを得べし。吾人は實際に星の「温度を計る」ことを得るなり、其の法一にして足らず。

第二十四圖は、觀察者が鋭敏なる光度計を用ひて星の温度を量る状を示す。星體用の光度計は大なる赤道儀<sup>\*</sup>の接眼鏡に附屬し、星の燒點の像は人工の星の像の近處に来るやう、排列せらる。人工の星の像を造るには像め度を測りたる金屬線のランプの光に由る。斯くて二箇の像は造らる、一は人工星の光に由り、一は觀察せる眞の星の光に由る。此の二光線は二箇のスペクトルの必要なる部分を分離する爲めに有色液を満てたる器を通過せしむ。

\*譯者註、赤道儀は地球の運動と共に望遠鏡の動くやうになり、絶えず天體を觀測し得るの便あるものなり。

人工星の光はニコルプリズムに依りて制限せられ、其の光は眞の星の光に等しくなるまでに弱めらる。斯くして眞の星と人工星とのスペクトルの比較を

なし得べし。光度計は必要なる温度を見る爲め之を華氏の二五五〇度と六五〇〇度の間に熱せらるべき電氣爐の内部に向はしめて標準を定む。電氣爐の温度は既に述べたるが如き高熱計に依りて見るを得べし。

上記の如く星體用の寒暖計を以て温度を決定するの法は次の事實に基づく。即ち二箇の光體のスペクトルが其の中央部に於て強さ相等しく、兩端に於て強さ相異なるときは、青の區域にて鮮明なるものほど高温なることなり。斯くして太陽を見るときは、其の温度は華氏九六〇八度攝氏五三二〇度なるを知る。アーク燈の温度は華氏六五一二度攝氏三六〇〇度なり。

星の温度を比較する便宜なる一法は、重寶なる分光器を用ふるにあり。今、鐵棒に電流を通じて之を熱したりと假定し、其の發出する光を検査すとせば次の如し。初めに金屬は赤熱にて光り始むるを以て、スペクトルは赤色端より光り始め、温度の昇るに従ひスペクトルは漸次擴大して橙、黄、綠、青、堇となる。吾人の眼はこれ以上を見ること能はずと雖、尙進むや疑なし、即ち温度の昇るに従ひスペクトルは次第に眼に見えざる堇外線の部に擴がるなり。分光鏡の眼を寫眞

板に移すときは、其の莖外線の次第に擴がるを見るを得べし。水銀寒暖計にては水銀の昇るを見て温度の昇るを知れども、分光器にてはスペクトルの擴大を見て温度の昇るを知るを得べし。

『熱線』を有するスペクトルの部分は其の一端にして、赤色以外なるは記憶するを要す。温度の上昇の爲めに生ずるスペクトルの延長は、莖外線の方よりは赤色線以外の方ならんと考ふるものあるやも計り難しと雖、實際は然らず、吾人に熱の感覺を與ふるは、振動数の少きもの即ち長波のもののみに限る。之に反して温度の上昇は振動数の多き波を益増加し、或程度を超ゆるときは眼を刺戟し、振動数の更に増すにつれて見えざるに至る、是れ恰も下方にて熱線が熱覺外となり、振動数の大なるものは『熱線』と呼ぶを得ざるが如し。

分光器に歸せる他の發見は、極めて遠隔なる星中には吾人に遠ざかるものと又近づき來るものとあることは是なり。時に遠く距たれる電車を見て、其の我に近づき來るや、我より遠ざかるやを知ること困難なりとす。然らば星の如く單に光の一點に過ぎざるものゝ運動を知るを得るや。星の外見は直徑なきもの

なれば、其の遠ざかるも近づくも直徑の増減することは確に之なし。

簡單なる譬喩は此の發見の原理を明らかにするを得ん。若し吾人にして嘗て光體の色は物の近づくか若しくは遠ざかるにつれて變化せざるべからずといふ『ドプラー』の原理を聞かざりしとせば、吾人は音に於て其の實際の證明を見たるに相違なし。汽笛を鳴して機關車の通行するとき鐵道線路に接近して立たば、列車が觀察者の面前に來りて、汽笛の音調の低下する瞬間に機關車は通過し去るなり。機關車の汽笛は一定の調子の音を絶えず送るも、機關車が觀察者を離れ去るや、其の近づき來るときよりも一秒毎に來る空氣の波は遙に少し。其の遠ざかるや波を少しづつ、遠方に送るなり。

英國の一天文學者は『ドプラー』氏の原理を分光器に應用せり。光の『調子』の高低はスペクトル上に線の位置の少許の變動となりて現る。振動数の減ずるときは、線をして赤色端の方に、振動数の増すときは線をして莖色端の方に動かす。

今、星の光を分光器にて検査し、水素線が其の正常の位置よりも赤色端に少し

く近づきたる時は、振動数の減じたること明らかになれば、光源は吾人を遠ざかるものならざるべからず。其の變動の度は小なりと雖、之を測定するを得、斯くして其の進行の度も亦大體之を知るを得べし。天狼星(シリウス)は急行列車の五百倍大の速度を以て吾人に突進し來ること發見せられたり。幸にも其の行路の長きを以て吾人は驚くに及ばず、其の決着を見るとき既に我が地球は恐らく此處には存せざるべし。尙、一層大なる速度を以て吾人に近づき來る星あり、又種々の速度を以て吾人より遠ざかる星あり。

以上は最近の發見なるが、事、分光器に關するを以て便宜上茲に述べたり。他の天文學上の發見にして此の重寶なる機械を以て發見し得たるは、大星雲にはスペクトルに鮮かなる線を生ずる冷き瓦斯の塊りなるもの多きことなり、是れ恰も真空管の稀薄瓦斯の如く、又之と同理なり。即ち星雲の場合にては、電子の流れは星雲の稀薄塊を撃てるなり。

以上、分光器の問題を終りたるを以て、茲に海王星の發見を述ぶるは特に趣味あるべし、蓋し是れ數學上より發見せられたるものなればなり。土星は珍しき

帶環を有し、昔の遊星系の最も外なる圓周を廻れり。十八世紀の末、一遊星は大ヘルシユルの發見する所となれり。此の遊星の軌道は土星の外に在り。彼は之を當時の王の名を取り「ジョージ三世」と名づけんと、議を提出したれども、斯かる大星に冠するに露命の如き人の名を以てするは其の宜しきを得たるものにあらずとの説ありき。或人は「ヘルシユル」の名を命ぜんとしたりしも、同じ理由によりて廢棄せられ、舊慣に従ひ希臘及び羅馬の神の名を留むるの説は歡迎せられ、「ウラナス」(天王星)と名づけられたり、こは希臘の神話に於ては土星(サターン)の父とあればなり。

されど天王星の發見は吾人の述べんとする海王星と如何なる關係あるか、左に之を述べべし。天文學者は天文圖に於て天王星運行の圖を描きたり。こは極めて綿密なる計算の下に造られたれど、新星は此の行路を取らざること發見せられたり、即ち其の差は小なりと雖、一定の時に豫定の場處に來らざりき。引力の法は普遍的ならざるべからず、即ち計算は之に基づくものなればなり。然るに實際の之に符合せずして運動の不規則なるが如く見ゆるは、他に何等かの

原因なかるべからず。即ち天王星外の遠方に大なる星ありて此の星を引き之をして數學上取るべき行路を取らしめざるに由らざるべからず。然るに天空は茫茫たり、悠遠なる星の眼に見えざるは勿論、強力なる望遠鏡を以て見るも一光點に過ぎず、誰か能く之を發見するを得んや、こは諺に所謂枯草堆裡に針を探すよりも尙、困難の業とす。

ケンブリッヂ大學の一學生は敢然此の問題を解決せんと志し、其の學位を得るや否や、天王星をして現在の行路を取らしむるには如何なる他の力あるを要するや、又斯かる力は天王星に對して如何なる位置に在るべきやを決定せんが爲に最も精密なる計算を始めたり。二年の歳月を費し、彼は此の問題を解決したる自信を得、未知の星は或特定の日には如何なる位置に在るべきやを決定せり。彼は數學者にして天文學者にあらざるを以て、グリニッチの天文臺に依頼するに、天の特定の位置に於て之を探らんことを以てせり。此の依頼の趣旨は餘り價値あるものと思はれざりき。數學者が如何にして未知の星の位置を決定するを得んやとて大に疑はれたり。

之と同時(一八四五年)に佛國の數學者は全く獨立に同一の仕事を企てたるに、雙方の獨立せる研究家は不思議にも同一の結果に到着し、未知の星は天空の特定の場處になかるべからずと言ふに至れり。茲に於てかグリニッチの天文臺員は始めて十分の探究を爲さんことを決心せり。佛國の數學者は伯林の天文學者に書を寄せ、指定の場處に於て觀測せられんことを乞へり。二人の助手は、精良なる星圖を手にし、直に仕事を始めたるに、數時間にして一人の助手は、數學者の指定したると正に符合せる場所に於て未知の星を點出せり。佛國の數學者は新星の命名を求められて、之にネプテューン(海王星)の名を與へたり、ネプテューンとは羅馬の海王の長なり、渺茫たる天海の遠き一角に在りて光輝を放てるもの即ち是なり。

海王星發見前の五十年間は星圖には恒星とせられたりき。初めて之を見たるは佛國の大天文學者にして、彼は殆ど其の遊星なることを知るの點に達したり。彼は或時此の星が彼の最初に之を見たと正しく同一の點に在らざることを觀察せるも、彼は曩に僅の誤算をなしたるものとのみ信じ居たり。斯く信

ずるも無理ならず、何となれば既に知られたる大遊星は我が太陽系の限界なるが如く見えたるを以てなり。

此の最も悠遠にして太陽系の最も外圍に位し、太陽を一週するに我が百六十五年を要するが如き遊星は、素人天文學家の何人も容易に發見し得ざるものなるや論なし。嘗て倫敦の『ボンチ』紙(一八四八年出版十五卷一四五頁)に『星の失踪』と題し次の語ありき。

『扱ても、諸君に申すことは、海王といふ星が逃亡して何處へ參つたか分らぬ、何でも先月の夜であつたといふが、其の後、サブアリ顔を見せぬ。或は彗星に逢ひに行つたと謂はれ、或は此の宿無し者は星のぞきだとも謂はれて居る。いづれに致せ、途中で逢つた天文學家は能く之を番して呉れと頼まれた。何分にも此の星は斷りなく出て出かけ、又、フザケ散らす権利などあるものでない。そこで諸方から手紙を巴里の天文學のレヴェルリエー君に宛て返信附で出した。處が拙者は海王星といひ、恒星ではござらぬ時々御免蒙つて同じ處に長くは居ないといふことが分つた。先づは十二宮萬歳！』

とありき。

此の諷刺は又一八九八年新しき衛星が土星を廻轉することの發見せられた

る當時の状況を追想せしむ。こは大遊星の有する第九の衛星なるが、其の存在の唯一の證據は寫眞板に一點の光を印せるのみにして、多くの天文學家は其の發見の公言を疑へり。發見者は之に希臘の神話に見ゆるアポロの妹なるフィベの名を命ぜり。或天文學家は、此の新しき月を見ること能はずして、美しきフィベはヴァルカンに逢ひたさに出で行きたりと言へり。ヴァルカンとは羅馬の火神にて、往時の羅馬に於ては此の神の爲めに殿堂を建てたり。エトナ山下に鍛冶場を有し、ジュピターの爲めに雷電を製造すとの話ある神なるが、天文學家の滑稽的に言へるヴァルカンはこれにはあらずして水星と太陽との間に在りと假定せられ、而も其の假定の誤謬なることの發見せられたる想像的の遊星を指せるなり。然るに此の衛星は其の數年後再び發見せられ、今日は天文學書に明記せらるゝに至れり。

天文學家は火星の軌道と木星の軌道との間に大なる間隙あるに驚けり。他の遊星の軌道より之を推せば、右二星の間には何等かの遊星あるべきが如し。天王星の發見せらるゝや、此の思想高まり、第十九世紀の初めに於て伊太利の天

文學者は此の定位に極めて小なる遊星を発見し、數年後にして「小遊星」の存在するを發見せり。今日は斯かる小遊星が三百餘も存在することを知れり、其の中の大なるものも直徑五百哩に過ぎず。

此等の小遊星は、火星と木星の間に在りて太陽を運行せし遊星の破砕せる片なりと謂はれたれども、こは承認せられざりき。第二の提言は、小遊星は木星の強大なる引力に餘りに接近せるが爲めに遊星を形成し得ざりしものなりといふに在り、後説の方一層合理的なり。

他の興味ある問題は彗星是なり。古人も亦之を知れり、されど其の何たるかは、アイザック・ニュートンが彗星は引力の法則に支配せらるゝ遊星體なりと證したるまでは不明なりき。ニュートンの友人なる天文學者ハリは、彗星今や彼の名を負へるものは現に太陽を運り、時々地球上に見ゆることあるを示せり。彼は此の星は七十六年にして再び現ると豫言せり。自己の生存中に有無の證明せられざる豫言を爲すは頗る策の得たるものなり。されどハリは狂人にあらず、彼の豫言せし年の來るや、天文學者等は此の豫期せられたる珍客を待てり。果せ

るかな、豫言せられたる年のクリスマス日にザクセンの一農夫は之を天の一方に望みたりといふ。

更に七十六年を経過しハリ彗星は現れたり、讀者の多數は、去る一九〇九年に此の雄大なる彗星の出現せるを記憶するならん。されど此の次に來るを目撃し得るものは少かるべし。

彗星の尾に關して極めて興味ある事實は發見せられたり。彗星の尾が常に太陽に反對の方向を取るといふことは久しく知られたり。彗星の尾が太陽に近づくときに尾を後方に引き來るは全く自然的なれども、其の太陽を遠ざかる時に其の前方に微かなる尾を有するは、極めて奇異にして不自然なり。さればこは彗星の尾が「太陽と反對の方向に向はざるべからず」といふ一種顯著なる法則に支配せらる」との言に依りて説明するを得べしとせられたり。此の問題は一九〇一年までは解決するを得ざりしなり。

彗星の尾が光の機械的壓に依りて太陽より「吹き飛さる」といふは、此の奇異なる現象の解決なり。凡そ四十年前にクラーク・マクスウェルは光の機械的壓ある



べきを豫言し之を計算せり、但し其の力は小なりき。そは餘りに小なるを以て、實際の壓力を發見したる功は顯著なりとす。

光の壓を實驗的に示す方法の大意を説くは興味あり。普通の熱車を以て譬へんか、こは單に譬にして作用の原理は之に異なれり。熱車に於てはアルミニウムの風見の一方は光り、一方は黒くせるものにして、風見は大部分の空氣を抽きたる硝子球内にて自在に廻轉するやう造らる。讀者は此の小さい熱車の眼鏡師の店頭に見るを見ることあるべし、直接の日光の之に當るや風見は廻轉し始む。此の時活動するは長さエーテル波にして吾人の視界に入らざる熱線なり、即ち熱線が黒き面に吸収せらるゝや、溫度を増し、打ち當る瓦斯の分子は光れる面のものよりも一層の速度を以て黒き面より反射し、斯くして風見を廻轉せしむるなり。

上記の熱車は光の壓を検するには何等の用なし。光の壓を發見せんには空氣を出來得る限り引き去る、即ち高度の真空となすにあらざれば、用を爲さざればなり。斯かる高度の真空内に極めて輕き風見を細き硝子の線にて支ふ、而し

て風見は兩端に圓盤を有し、一は磨かれ、一は黒くせられたるものなり。光りたる方は之に落つるエーテル波を反射し、黒き方は之を吸収す、但し此の風見は熱車の如く廻轉することなし。廻轉は極めて小なるを以て、風見を支ふる硝子線に小さい鏡を固定するを要す。此の鏡より反射する日光は重量なき長さ指針の用をなすを以て、極めて些少なる廻轉にても反射日光は著しく光の場處を變ずるなり、アーク燈の光を風見の上に集むるときは、光の機械的壓は上記の法に依りて見ることを得べし。此の壓力の價は計算せられたるが、そはクラーク・マクスウェルが既に三十年前に數學的計算に依り豫言せしものと同一なること發見せられたり。

彗星の尾を太陽より遠ざからしむるは此の光の機械的壓なり。されば彗星の太陽より遠ざかるとき、恰も其の尾は汽船の煙が強風の前に靡けるが如し。光の壓力は吾人の周圍に在る如き普通の物體には全く無力なりと雖、彗星の尾を成せる物質の微粒子には運動を與ふるの力あり。此の粒子は其の有せる極めて小さい質量の割合には比較的大なる表面を有す。太陽の引力は質量に作用

し、表面に關せざるも、エーテル(波光)の壓は質量に關せずして之に曝さるゝ表面に作用するなり。

分光器に依りて彗星は冷き體にして、而も自己の光にて輝くことの事實を闡明したり。それは真空管の光を放つと同一義なりと知るべし。然らば彗星の光のエネルギーは何處より之を得るや。真空管の稀薄なる物質が電子の雨に打たれて輝く如く、彗星又は星雲を成せる稀薄なる物質は連続せる電子の流れに打たれて輝くなり。かの南北兩極の上層空氣中に極光を生ずるは、我が地球の磁石の爲めに逸出したる電子の流れなり。

本章の初めに述べたるが如く、宇宙に關する發見は天文學の全部を包括するを以て、吾人は世人の興味を喚起すべき顯著なる發見をのみ述ぶるを得たり。之に依るも、人の知識は數世紀前と今日とに於て其の間に霄壤の差あるを見るべし。實に古代に於ては彗星は人間の罪惡の天空にて燃燒するに因るものと考へられしなり。

科學發見の廣汎なる問題を終るに臨み前章に論じたる諸發見に依りて得た

る思想を總括し、太陽系殊に吾人の棲める地球の創造の模様を描くは價值あることなるべし。

## 第二十三章 創造の想像

宇宙の變化——無より創造せらる——無とは何ぞや——渦輪の實驗——何故に消失するか——電子は何故に永存するか——原子と分子の形成——元素創造の順序——「蒼穹」の創造——間違なき豫言

科學を學びたる者にして、吾人の周圍に行はるゝ變化が我が地球にのみ限らるゝものと思ふこと恐らくあらざるべし。全宇宙は我が地球と同じく變化しつゝあるや明らけし。人の地球に棲むに至りし以來、地球太陽、月及び星は今日、吾人が見ると同一に見ゆ。されど人類の生存せし今日までの時期は、地球の生存するが如き悠久なる時間に比すれば殆どなきに近しと記憶せざるべからず。科學者にして、悠久なる遠き昔に於ては月と地球とは一體を成し、尙遠きに泝れば全宇宙は一體を成せしことを疑ふものなかるべし。

一度、物質的宇宙の現るゝや、吾人は第三章に於て論じたるが如き變化を想像するを得べし、即ち白熱せる瓦斯の大塊は其の熱を輻射して溶融せる體となり、次に固體となりしなり。されどこは創造と謂はんよりは「進化」と謂ふを可とす。

然らば物質は如何にして創造せられたるか、即ち如何にして無より造られたるかを問はんとす。

吾人は「元始に神天地を創造り給へり、地は定形なく曠空し」とある事(創世紀第一章)を追想して之を推測するのみ。以上の語は創造の詩的記述なり、次に論ぜんとするは前に述べたる發見に由りて得たる思想を綜合せる想像に外ならざるは讀者の諒とせられんことを乞ふ。

吾人は、全空間を滿せるエーテルの大海は「定形なく曠空し」とある如く、物質とはなく渾沌たる無際涯、無區分のエーテル波の大海なりと想像す。吾人は無より宇宙が創造せられたることを信ず。斯かる微弱なる無より有形の事物は如何にして生ずるを得しか。

今此のエーテル海に小き渦巻き起りたりと想像せよ。そは無限に小く、吾人の測り得る最小のものゝ百萬分の一の又百萬分の一に過ぎざる小き渦巻きなりとせよ。斯かる小き渦巻きは箇々の單位なり。一の譬を設けて之を明らかにせん。

吾人の生存せる一層實質的なる大氣の海に渦巻きを造ることを得べし。又喫煙者は煙の輪を造るを得、こは唯煙の色を帯べる空氣の輪なり。時としては汽罐車が美麗なる煙の輪を造るを見ることあるべし、又厚紙箱の一侧に圓き穴を穿ちて容易く煙の輪を造ることを得べし、即ち箱に煙を入れ、箱の屈曲する背部を打てば、煙の輪は僅の距離を隔て、大氣中に飛び出すべし。

若し斯かる煙の輪が其の端に於て衝突したりとせば、恰も彈性體の如く作用すべし、其の外見固體の如きは渦巻きを造れる空氣の粒子の迅速なる渦狀運動をなせるものにて、煙は單に色を附する物なるのみ。厚紙箱の中より煙を除き去るも、吾人は之と同様の作用をなし、而も眼に見えざる空氣の輪を造ることを得べし。

空氣の輪煙の輪は速に消滅して大氣の大海中に分配せらるべし。エーテルの輪も亦之と同じく消滅するものなりやといふに然らず、空氣の粒子の運動は、周囲の空氣の粒子との摩擦に依つて直に妨げらるゝも、エーテルには斯かる摩擦なきを以て、渦巻き運動に何等の抵抗なく、永久運動すべきは恰も月の地球

を廻るが如く、何物も其の運動を妨ぐるものなし。

斯くの如く吾人はエーテル海に於て極めて微小なる永久の輪を想像するを得べし。こは『電子』と呼ぶものにて、電氣の單位なり。電子の思想は斯くの如くにして出でたるにあらず、實驗的に發見せられたるものにして、吾人は電子は實にエーテル海の渦巻きなるや否やを知らずと雖、兎に角、エーテルには何等かの運動或は錯綜せる狀の存在せざるべからざることを信ずるものなり。

次に吾人の想像するは原子の形成なり、原子を造るには電子は其の一部をなす。『電子』は陽電氣の等量と共に物質の原子を造る。此の原子は電氣引力に依りて結合して物質の分子を造り、又電氣の力に依りて眼に見ゆる物質を造り、終に實在せる此の地球を造るべし。

原子も最も簡單なるものは初めに出來、一層廻轉の複雑せるものは後に出來るものと想像す。最初は最も輕き水素原子を生じ、終は最も重き『ウラニウム』を生ず。

曩に第三章に於て地球上に大洋の生ずることを想像せるが、之と同じく吾人

は大氣の海を想像するを得べし、こは元素瓦斯の混合せるものにして、窒素と酸素とは最も其の多きを占む。

創世記に記せる創造の詩的記述には大氣の區域を「蒼穹」と名づけたり。「神言ひ給ひけるは水の中に蒼穹ありて水と水とを分つべし。神蒼穹を造りて、蒼穹の下の水と蒼穹の上の水とを分ち給へり。即ち斯くなりぬ」とあり。今日も尙然り。蒼穹大氣の區域の下なる水は集まりて海、湖、河を成し、蒼穹の上なる水は雲を造るにあらずや。

吾人が短き年月の間住める地球は永久不滅にあらず、始めあり、又終りあり。然らば全宇宙は無に歸すか。そは短き時間にて知れる人の知識にては到底之を斷ずること能はず。吾人は、星が皆冷却しつゝあり、我が地球さへ冷却しつゝありとの直接の證據を有せず。星の温度は種々にして、其の中には非常なる高温度のものあり、又或星が冷却しつゝある際他の星が溫暖となりつゝあるは理由ある事なり。又地球は放射能を有する元素の存在せるが爲めに温度を増しつゝありとさへ謂はれたり。宇宙は無に歸するものにあらず、造物者の無窮なる如く、宇宙も亦永久なるものと信じて可なり。

る如く、宇宙も亦永久なるものと信じて可なり。

吾人は物質の原子内には偉大なる力の籠れるを想像す。こは極めて微小なるラヂウムの粒子の飛來によりて生ずる現象を以て證するを得べし。されば後世に於て、人はエネルギー源を取り出す方法を發見するの日あるべし、此のエネルギー源に比すれば他のエネルギー源は物の數にも足らざるべし。兎に角、若し吾人にして甦ひて今後數世紀の「學術的發見史」を讀むを得ば、そは吾人の喫驚措く能はざる幾多の事實を包含するならん。

## 補 遺

左の補遺は、本書中に載せたる各種の發見に關する完全なる年表を編成せんが爲めにあらず、唯、本書の讀者の便を計り之を略記せるに止まる。而して本書の序(原序)に説明せるが如く、學術發見てふ題目は極めて廣大なるを以て、之に關する人名と月日を羅列すとせんか、それは徒らに讀者の煩累を増すに過ぎざるべし、されど左に記する所は讀下しとなし、本書に就き詳細の事を知らんとする讀者の便を計れり、又本文と對照の便を計らんが爲めに章を追へり。

第一章 アルキメデースの發見は紀元前二百年以上の事なり。事至つて簡單なれども往々誤解せらるゝを以て、之を述ぶるは有益なるべし。或書に「アルキメデースの發見は、水中に在る物體は何人も初めて考ふる如く其の容積の如何に關するものにあらずして、常に同量の水を排除す」とあり。然るに初めの考の方正當なりしなるべし、即ちアルキメデースの發見を述べたる此の文は正しく反對の事を言へるを以てなり。若し金の一立方吋と他の金屬の一立方吋を取れば、孰れも水を滿てたる器の底に沈み、正しく水の一立方吋を排除す、此の場

合に必要な限定要素は容積にして重量にあらず。然るにアルキメデイスの爲せるは之に異なり、彼の考は吾人が種々の物體の重量を比較すると殆ど同一の事なり。人をして一の物を持たしめ、次に他の物を持たしめ、其の孰れが重きやを問ふを得べし、若し鉛片を興へ、次に同容積の木片を興ふる時は、二者の中孰れが重きかを決定するに何等の困難あることなし。アルキメデイスも亦天秤を用ひて之と同一法に従ひ、密度を知らんとするものを水中にて秤りたり。彼の目的は、ハイロ王の冠に就き、金と銀の比較的容度を決定せんとするに在りき。説明上の便宜より一層極端なる一例を擧げん。今、空氣中にて普通の方法にて秤りて一磅の重さのものを取り、之を天秤桿の下に釣りたる儘、水中に沈めて其の重量を秤れば、水が之を支ふるに由り其の重量を減ずべし。此の時、排除したる水の量は即ち金の減じたるだけの重量なり、之に依り金は水の何倍重きかを知るを得べし。次に一磅のアルミニウムにて同様の事を行へば、金はアルミニウムよりも密度の大なるを知るべし。金と銀の密度の相違はこれほど顯著ならずと雖、アルキメデイスは難なく王冠の純金なるや否やを驗するを得たり。

**第二章** 地球は太陽を運行するものなりとの説を初めて出したるは、ピタゴラス(紀元前凡そ五〇〇年)にして、彼の考へは其の後棄却せられ、十五世紀に於てコペルニクスの之を復活せるまでは此の説全く絶えたり。其の後約百年にしてガリレオは此の問題を唱道し、世人をして熱心に之を考ふるに至らしめたり。地球の圓きことを公言せしはアリストテレイス(紀元前三五〇年)なり、但し其の提言を支持する事實は之を發見すること能はざりき。

**第十章** 初めて微生物を観察したるは和蘭のリンネル商にして、其の名をアントン・ヴァン・レーウエンヘークといふ(一六三二年に生れ一六七三年に死す)。彼が之を自製の顕微鏡にて發見せることは興味あり。

植物質が暫時之を沸騰し、嚴封して空氣の侵入を防ぐときは分解を抑止するを得べきを發見したるは伊太利の牧師ラツァロス・バラランツァニにして、一七二九年に生れ、一七九九年に死せり。彼は當時、著名の教授にして、科學上有益なる研究をなせり、但し彼の名は餘り知られざりき。

空氣を清淨ならしむるときは、空氣は存在するも分解することなしとの發見

をなしたるは、獨逸の二生理學者シュヴァン及びシュールツェにして、十九世紀の半ばなり。

本章に於てルイ・パスツールの名は大に赫灼たり、彼は一八二二年に佛蘭西に生れ、一八九五年に死せり。彼の名は細菌と共に常に記憶せらる。

既に本書に述べたるが如く、脾脱疽熱の微生物を發見したるは有名なる獨逸の細菌學者ロベルト・コッホにして、こは一八七六年に爲せり。彼は微生物界に多大の發見をなせるが、其中世人の最も興味を惹きしは一八八二年に結核菌を發見したることなり。

實扶的里亞と戰ふ反毒液を發見したるは、ペーリングとルーの二氏にして、一八九四年なり。該病は一八二一年に其の特殊の疾病たることは認められたれども、此の微生物を明らかに記載したるはクレブスとレプレルの二人にして、正に一八八三年なりき。

第十一章 天然痘豫防の種痘の事に關聯して其の名を知られたるエドワード・ド・ジエナーは一七四九年英國に生る。彼は一七九六年に種痘を始め、一七九八年

に其の結果を發表せり。人民に此の發見の價値を鼓吹する爲めには數年を要せり。ジエナーは其の餘生を種痘の興味の中に送れり。

麻酔藥の發見に關する進程は次の如し。

- 一八〇〇年 サイ・ハンフリー・デーヴィスは笑氣の麻酔性を發見せり。
- 一八一八年 ミケール・ファデーは硫化エーテルの蒸氣の同様の結果を生ずることを發見せり。
- 一八四二年 エーテルを用ひ、苦痛を感ぜしめずして齒を抜きたる亞米利加之齒科醫は、ポストンの、モートン博士なり。彼は其の後、手術を行はんとする外科醫の請に應じ、病者にエーテルを與へたり。
- 一八四七年 ジームズ・ヤング・シンブソンは、クロロフォルムの一層便利なる麻酔劑なることを發見せり。此の藥品(クロロフォルム)は其の麻酔性の發見せらるゝ十六年前に知られたりき。

消毒藥の發見を以て不朽の名を傳へたるリスター卿(ジョセフ・リスター博士)は一八二七年英國に生れ、一九一二年に死せり。

第十二章 柳の枝の實驗を爲したるは、ヴァン・ヘルモント(一五七七一—一六四四)なり。是れ植物生理學の第一の實驗なり。植物が大氣中より窒素を吸收せざる



ことは、一八六〇年に發見せらる。

細胞生長の法(之を『滲透』といふ)は一八六二年に發見せらる、一八四七年にフラウプは大なる人工細胞を造れり。

植物に雄木、雌木の別あるを發見したるはカメラリウスにして、一六九四年なり。されど顯花植物の受精法の發見は一七八〇年—一七九〇年に在り。

第十三章 電氣栽培を再び發見したるは、瑞典のレムストロム教授なり。一八八五年に實地の實驗をなせり。

此の實驗は彼の死後、ジェーイー・ニューマンに依りて英國に採用せられ、ニューマンは一九〇四年に實驗を始めたり。

アーク燈を用ふる實驗は、ウィリアム・シーメンズに依りて一八八〇年に始められ、ピー・エー・チ・スウェイトに依りて一九〇七年、倫敦植物園に廣く用ひられたり。

他の實驗は亞米利加にて施行せらる。

水銀蒸氣燈を用ふる實驗は、イー・シー・ダグジョン嬢(蘇格蘭ダンフリースの人)が一八一〇年に始めたり。

第十四章 化學の主要目的は仙丹を發見するにあらずして醫藥を製するに

ありと言ひし瑞西の化學者はバラセルサスにして、其の眞の名はテオフラスト、ス・ボンバストゥスなり、一四九三年に生れ、一五四一年に死せり。

近世化學の基礎を建立せしはロバート・ボイル氏にして、一六二六年愛蘭に生れ、一六九一年に歿せり。彼はコーク侯の第十四子にして第七男なり。

ジョセフ・ブラック博士より研究問題を與へられ、之に依り窒素を發見したる學生はダニエル・ラザイフオードなり。

近世化學の進歩に重要な位置を占め、赫々たる高名を負へる佛國化學者ラヴアジエーは一七四二年に生れ、『驚怖時代』に際し一七九四年死刑の宣告を受けたり。彼は或實驗を終結せしめんが爲めに二週間の猶豫を請へり、されど斷頭臺は猶豫なく執行の命を果せり。

原子量に依りて元素を七つ宛分類せる『週期律』は、次の如くにして起れり。一八一五年に原子量が外見上整正の數を示し、其の重さ水素の何倍かに相當するを以て、總ての元素は水素原子の凝縮したるものなりとのことに提言せられた

り。されど原子量は常に整数ならざること發見せられ、ブラウットの提出せる如上の假説は當らざることゝなれり。

獨逸の化學者デーベライネルは、元素の原子量の内より極めて類縁ある三元素の群を選びを得べきことを發見せり。斯かる『三つの物』にては、第一と第三の元素の原子量を知れば、第二即ち中間の元素の原子量は殆ど其の中間に在り。

更に歩を進めたるは、一八六三年英國の化學者(ジョン・ニューランツ)なり、彼は倫敦の『化學新報』に書を送り、元素を原子量の順に列するときは、極めて類似せる二元素(ポタシウムとソディウムの如き)の間に在る元素の数は七なり、即ち八番目の元素は關係あるが如しと言へり。『ニューランツのオクタヴ』は『週期律』の基礎となれり、されどニューランツは其の價值を十分に捉ふるを得ざりき。週期律を大に擴張したるは、露西亞の化學者メンデレーフと、獨逸の化學者マイエルなり。二人は全く獨立して殆ど同時に之を成せり。

第十五章 一八一四年に於て、有機物も普通の元素より成ることを發見したる瑞典の化學者は、ヨハン・ヤコブ・ベルジリウスにして、彼は男爵の尊稱を有す、一

七七九年に生れ、一八四八年に歿せり。セレンウム元素を發見せるは彼にして、其の電氣に對する性質は後章に説けり。彼はサー・ハンフリ・デーヴィと共に電氣化學に關する學説を提出したるの榮譽を負へり。

初めて一八二八年に於て實驗室に於て有機化合物を造りたるは、獨逸の化學者ウエーレルにして、該化合物は『尿素』にして、體內並びに尿内に存在する結晶體なり。

一八二八年、ウエーレルの開始したる有機化合物の構成は、佛國の化學者ベルトルロに依り大に發達せられたり。彼は一八二七年に生れたり。彼はコールタールより美麗なる染料を分離したるに由り、彼の名は工業界に於て噴々たり。

『合成護謨』の問題に關して述べたる化學者の名は、ダブルユー・エーチ・パーキン、サー・ウィリアム・ラムジ並びにマッシュ・イズ教授なり。巴里のバスター、ール研究所のフェルンバハ教授は、イソブリンを廉價にて得らるゝ、酸酵の作用を發見せり。

海綿白金の片は爆發を起さしむるも、自體は其の儘にて變化せざることを見し、接觸作用を一層明瞭ならしめたるは、ベルトローなり。

液體空氣の製造に關する年代は次の如し。

- 一八七七年 佛國のカイエーとピクテールは酸素、窒素及び水素を液化せんと企てたるも、唯霧狀の液體にして速に蒸發したるものを得たるに止まる。
- 一八八三年 露國のウロブレフスキー並びにオルスツェフスキーは酸素と窒素とを全く液體となせり、水素を液化すること能はざりき。
- 一八八五年 ウロブレフスキーは大氣を液化するを得たり。
- 一八九五年 倫敦のデューワーは遂に水素の液化に成功せり。

第十六章 電氣の知識の眞の起始は一六〇〇年頃に在り。當時、エリザベス女皇の侍醫の一人ウィリアム・ギルバートは多くの實驗をなし、琥珀を摩擦したる古き實驗に新しき光を入れたり。

硫黄球を廻轉するものゝ上に附して初めて起電器を發明せしは、オット・フォン・ゲリケ(一六〇二年、獨逸に生る)なり。

抽氣の不完全なる晴雨計の管を振りて水銀を動かしたるとき光輝を發するを發見したるは、往々フランス・ホークスビーなりとせらる(彼は十七世紀の後半に英國に産れたる人なり)。されど此の現象終に真空管の實驗を來せるものを

發見せしは實は彼にあらざしてピカードなり、初めて此の現象を説明せし人はホークスビーなり。

コルクを嵌めたる硝子管の實驗をなし、電氣の導體の知識を生ぜしめたるはステイヴン・グレーにして、既に十八世紀の事に屬す。彼は一六九六年に生れ、一七三六年に死せり。

電氣に二種あるを發見したるは佛國の理學者デニユエーにして、凡そ一七三三年の頃なりき。

ライデン壘の構成に導きたる觀察をなしたる和蘭の教授は、ライデンのピエテル・ヴァン・ムッセンブレックにして、彼の書を寄せたる佛國の科學者はレオミュールなり、其の寒暖計に彼の名を冠せるは人の能く知る所なり。或著者はライデン壘の發見を以てムッセンブレックの弟子キューネウスにして、其の受けたる電擊は教授の注意を惹起せりといふ。何れにせよ、ライデン壘其物の組立は教授の考案なるや疑なし。此の發見は一七四六年に在り、されど或人の説に據れば、一七四五年、他の實驗者(デアン・クライスト)は壘と水を以て同一の發見をなせりと

いふ。

ベンジャミン・フランクリンの研究は本書に於て詳説せり。フランクリンの大氣中の電氣を導引する實驗法の提言に従ひ、フランクリンに先を越したる佛蘭西人は理學者ダリパールなり。

雷雨の際大氣中より電氣を導引する實驗を行ひつゝありしとき、不幸にして死せる露西亞の實驗者は聖彼得堡のリヒマン教授なり。此の時彼の助手も亦地上に倒されたれども、暫時にして蘇生せり。

帯電せる靴下の實驗をなし、デュ・フェーの説を大成するに至りたる理學者は、ロバート・シンマーなり(一七五九年)。

電氣の單液説を唱へたるはベンジャミン・フランクリン(一七〇六—一七九〇)にして、之より正陽電氣、負陰電氣の名は英國の科學者サー・ウィリアム・ウオトソンの提出せる所なり。舊名硝子電氣、樹脂電氣はデュ・フェーの造りたるものなり。

ガルヴァニとヴォルタの發見に關係したる第三の伊太利の教授は、化學作用はヴォルタの柱の電流を生ずるに與つて力あることを提言したり、そはフィレンツェの

ファブローニ教授なり。

ヴォルタの書を送りたりといふ英國學士會院の院長は名をジョセフ・バンクスといふ(四十四年間院長の職に在りき)。電流を通じて水を分解せる二人の實驗者は、カーライルとニコルソンなり、こは一八〇〇年の事なりき。

第十七章

次の事に就き發見の年を明白にするは有益なるべし。

一八一九年

磁石が近傍に在る電流の影響を受くといへるエルステッドの大發見は、一八一九年に行はれたり。此の年はエリザベス女皇の誕生の年に當れるを以て、

英人の記憶し易き年なり。

一八二〇年

翌年(一八二〇年)デイヴィは倫敦に於て、アラゴは巴里に於て、獨立して、銅

一八二一年

鐵の針は近傍の電流に由りて磁石となることを發見せり。

一八二一年

アラゴが水平の線を絶えず磁場の縦の線に廻轉せしめ、電流を帯びしめたる實驗を爲せしは一八二一年なり。

一八二一年

ゼーベック教授(獨逸人)が電流の熱に依りて生ずることを發見せるは此の年なり。

一八二四年

アラゴの一八二一年の發見に續ける事件の連鎖に戻りて之を述べれば、アラゴが銅盤を廻轉し、廻轉せる銅盤が磁石を引くとの事を發見したるは一八二四年なり。

一八二五年 倫敦のウイリアム・スタージオンは一八二三年に電磁石を発見せり、されど詳細の事は一八二五年に至りて發表せらる。

一八三一年 フラデーの電磁感應の大発見は一八三一年なり。同年に於て彼は、磁場に於て導體を動かすときは電流を生ずることを発見せり。之に依りて電氣工學の基礎を置けり。

一八三七年 實用的の磁針電信機は、一八三七年に於てクックとホイートストーンの發明する所となり、同年、モールス電信機は電氣技手(モールス)の發明する所となれり。

一八〇二年—一八五八年 サイ・ハンフリ・デーヴィは一八〇二年に電弧を発見せり、雖、實用の弧燈の用ひられたるは一八五八年なり。白熱燈は一八八〇年にスウォンとエディソンの炭素線燈を發明するまでは實用とならざりき。

一八三七年—一八七六年 電話機の發明に導きたるものとして傳へらるゝ往時の實驗は、一八三七年、ページ(北米合衆國)の創めたる所にして、一八六〇年、ライスを繼ぎ、最初の實用電話機は一八七六年、亞米利加のグレン・ベルの發明に係る。

一八八八年 電波を発見し、無線電信の基礎を建てたるは、ハインリッヒ・ヘルツといふ若き獨逸の教授なり。此の発見は一八八八年にして、ヘルツの三十一歳の時なり。彼は一八九四年、三十七歳を一期として黄泉の客となれり。ヘルツの名は後章にも記載せらるべし。

一八九〇年 金屬の粉末の塊りが電波の之に當るとき接觸すといふことを発見したる佛國の實驗家は、エドゥアール・ブランリにして、彼は一八九〇年に此の重要な實驗をなせり。

一八九六年 六年後、マルコニは實用無線電信に初めて手を着けたり。

**第十八章 電氣が至つて燃え易き流動體なることを主張せしは、佛國のアップ・ノレーなりき。**

本書に述べたる二種流動體説はロバート・シンマーにして、靴下の實驗を爲したることは前に記せり。一種流動體説一は過剰一は缺乏なりとの説はベンジャミン・フランクリンなり。

クラーク・マクスウェルは一八七三年に光の電磁波説を解明せり。

一八七五年にボルティモアのローランドは、廻轉板の帯べる充電が電流に等しきことを発見せり。クラーク・マクスウェルは其の然らんことを豫言せり。

光の電磁波が、原子の周圍に廻轉する微小粒子の爲めにエーテル内に生ずるものなることを提言したるは和蘭の教授にして、其の名をロレンツといひ、アムステルダムの人なり。彼は此の説を唱へ、又之が實驗を遂行せり。

サー・ウィリアム・クルックス(倫敦)は一八七九年に真空管の實驗を始めたり。陰極線を真空管より逸出せしむる法を考へたるは、前教授の助手レナードなり。一八八八年に先づ石英の窓を以て實驗し、次に一八九二年アルミニウムの窓を以て實驗して成功せる時彼はヘルツの助手なりき。

帯電とレナード線の質量との比を計算したるは、教授アーサー・シュースターなり。シュースターが陰極線は極めて小さき粒子なりとの言は、五年間、レナードの容るゝ所とならざりき。

ケンブリッジのサー・ジェー・ジェー・トムソンの研究は彼の名を掲げて本文に記載せり。

ソディウム燐の周囲の磁場の影響に由りスペクトルの分るゝことを發見したるは和蘭のゼー・マン教授にして、其の發見は一八九六年なりき。

### 第十九章 X線とラジウム發見の系統は左の如く追跡するを得べし。

第十七世紀 抽氣の不完全なる水銀管を振りて光輝の生ずるを發見したるは十七世紀の後半なり。其の説明は一七三〇年、ホークスビーの現るゝまではなかりき。

彼は是れ眞空に於て水銀蒸氣の帯電に由ると言へり。

一六五〇年 有効なる空氣ポンプは一六五〇年、オット・フォン・ゲリケの發明に依る。

一七九〇年 アッペ・ノレー(佛蘭西)は眞空内に電氣放電を通過せしむる電氣實驗をなせり。此の時用ひられたる硝子器は今日「電卵」の名を有するものなり。

一八三四年 サイ・ダブルニュースノー・ハリスは眞空管を以て此等の實驗を擴張せり。

一八三八年 ミケール・ファデーは眞空管を用ひ多くの實驗を行へり。ガイスレルも亦之を爲せり。

一八六〇年 ブリュケルとヒットルフ(獨逸)は眞空管の作用に就き更に一層深き研究を爲し、放電に於ける磁石の影響を發見せり。

一八六五年 スブレンゲルは水銀空氣ポンプを發明せり、之に依り一層完全なる眞空を得るに至れり。

一八六九—一八七六年 ヒットルフは一層研究を進めたり。ゴールドスタインも亦之を爲せり。

一八八三年 サイ・ジェー・ジェー・トムソンは此の問題を考査せり。

一八八三年 ヘルツは陰極線の研究を始め、一八九三年に於て彼の助手レナードは管内のアルミニウム板を透過することを示せり。

一八九二年 フィリップ・レナルド博士は直に石英窓を通じて眞空管より陰極線を逸出せしめんとして失敗せり。

- 一八九四年 レナルドはアルミニウム板の窓を用ひて成功せり。
- 一八九五年 ウエーカー・レンツェン教授は此の實驗を繼ぎX線の大發見をなせり。
- 一八九六年 アンリー・ベックレル(巴里)及びシルヴァナス・ビー・トムソン(倫敦)はX線の逆のものを見たりと信ぜり。ウラニウム鹽の如き物質は寫眞板に感ずる如き放射をなすものを見せり。
- 一八九六年 ベックレルは、此の作用はX線の逆のものにあらず、物質固有の性質なることを發見せり。此の放射性を放射能と名づけたり。
- 一九〇〇年 キュリー教授並びに同夫人(巴里)は一層放射性の強き物質ポロニウムを發見せり。
- キュリー夫人並びにベモンは尙一層、放射性のラデイウムを發見せり。
- デビートルンは、ビッチブレンドに於て第三の放射性物質を發見せり、之に「アクテニウム」の名を命ぜり。
- ラザイフォード教授はラデイウムより三種の放射あることを研究せり。
- 一九〇二年 ラザイフォードとソッディは原子崩解の説を進め、ヘリウムは放射元素の變化の結果として生ずることを豫言せり。
- 一九〇三年 サイ・ウィリアム・ラムジとソッディとがラデイウム・エマナチオンのスペクトルを研究しつゝありしとき、鮮明なる線の現るゝことを發見せり。是れラデイウムより間接に生ずるヘリウムに由ることを發見せり。

第二十章並びに第二十一章 光に関する發見を追跡すれば次の如し。

- 一六〇八年 和蘭の眼鏡師ヤンゼンの子供等は、二箇の眼鏡レンズを用ひ像を廓大せしめたるが、此の事父の注意を惹きたりと傳へらる。他の和蘭の眼鏡師ハンス・リップベルシヤイは同一の發見をなし、其の報告を一六〇八年に發表せり。
- 一六〇九年 ガリレオは之を開き望遠鏡を發明せり。
- 一六二一年 和蘭の數學教授スネルは屈折の法則を發見せり。
- 一六六五年 グリマルディは干涉の現象を發見せり。
- 一六六六年 サイ・アイザック・ニュートンは白色光を有色スペクトルに分解せり。
- 一六七〇年 パーソリナスは、氷州石を通過せる光の重屈折を生ずることを發見せり。
- 一六七二年 フック(倫敦)は光が横波運動なることを提言せり。
- 一六七六年 レーメル(丁抹)は光の速度を發見せり。
- 一六七八年 ホイゲンス(和蘭)は、光の波動説に就き最初の明白なる思想を提言せり。彼は反射と屈折を説明し得たるも、他の現象を説くには適せざるなり。
- 一八〇二年 ウォラストン(英國の化學者)は太陽のスペクトルに於ける黒線を發見せり。
- 一八〇三年 ヤング(倫敦)は有名なる光の波動説を發表せり。
- 一八一四年 フレスネル(佛蘭西人)は、光波は横波にして縦波にあらずとのフックの思

想を再説せり。彼は偏光の現象を説明するを得たり。  
一八四四年 フラウンホーフェル(獨逸人)は、太陽のスペクトルを見る爲めに望遠鏡を用ひ、黒線の數百のスペクトルに一定の位置を有するものを抽出するを得たり。彼は又星がそれらのスペクトルを有し、其の線は星の出す光に由ることを發見せり。

一八四五年 ファラデーは光と磁氣との間の直接の關係を發見せり。

一八六〇年 キルヒホッフ(獨逸人)は、初めてウオラストンの注意し(一八〇二年)、フラウンホーフェルの研索せる(一八一四年)スペクトルの線の意義を發見せり。

一八七三年 クラーク・マクスウェルは光の電磁波に關する彼の顯著なる説を發表せり。

一八八〇年 ローレンツ(和蘭人)は、光は原子の周圍を廻轉する粒子の作用に歸すとのことを提言せり。

一八九六年 セーマン(和蘭)は分光鏡、ソディウム燐、及び強力なる電磁石を用ひ、電子の廻轉を検出せり。

第二十二章 サイ・ウィリアム・ハッギンズは、『ドップレル氏の原理』を分光鏡に應用せり。之に依りて吾人は視線に入れる星の運動の知識を得たり。こは一八六八年に行ひたるものにして、ドップレル氏が物體の色は其の遠ざかると近づく

によりて變化すとの事を提言せしは一八四二年なりき。

一七八一年 サイ・ウィリアム・ヘルシエルは天王星を發見せり。

一八〇一年 伊太利の天文學者ピアッツィは木星と木星との間に小遊星を發見せり。

一八四五年 アダムス(ケンブリッジ大學)、ル・ヴェリエーは、數學上より天王星以外に運行せる遊星あらざるべからざることを發見し、其の天空の位置を豫言せり。

一八四六年 此の遊星(後に海王星と名づけられたるもの)の觀察者は伯林のガレルにして、豫定の場所を検索するやう言はれて數時間内に觀察せり。

一八九八年 木星と地球との間に於て、カール・ウィットは小遊星エロスを發見せり。



## 學術的發見史終

## 附 錄

### 二十世紀の發明

#### 第一章 電信に關する發明

##### 寫眞電送

電送法に關聯したる最近發明中に於て、一般的に最も興味あるものは疑ひもなく寫眞電送法なり。現に寫眞を電送するに數種の異なりたる方法ありと雖、特に發明てふ見地よりして最も著明にして而も興味あるものは、一九〇四年、當時、獨逸のミュンヘン、今は伯林の教授、アルトゥール・コルン氏の考案したる方法なりとす。大體に就いて言へば、寫眞を以て電流を加減し、此の電流が一度遠距離に送らるゝときは、再び前と同様の寫眞を現出するものなり。

非金屬元素セレンウムが、其の結晶状態に於ては光線に遇ひて著しく其の電

氣抵抗を變ずる性あること已に約三十年以前より知られたる所なり。  
 コルン教授は一箇の柔軟にして透明なる寫眞板を作り、之を硝子製の圓筒の  
 圍に巻き付け、ネルンスト燈より發する光線をレンズを通して集中し、其の焦點  
 を恰も此の寫眞板上に落るやう装置せり。若し此の光の焦點が寫眞板上の不  
 透明の部分に落つるときは、光線は内部硝子圓筒に透入することなく、又透明部  
 に落つるときは、光線は硝子筒内に透入して其の内部に装置せる直角稜鏡に衝  
 り、直角に反射して硝子筒の軸に沿ひて其の一端に出で、セレンウム片上に落つ。  
 寫眞板の總ての部分に焦點を落さんが爲めに圓筒を廻轉せしめ、同時に圓筒を  
 其の軸の方向に動かすこと、恰も蓄音機に於ける蠟管の如くす。斯くして圓筒  
 形の寫眞板は其の一端より他端まで光線の焦點を以て連續的螺旋狀の軌跡を  
 畫くべし。此の關係と同様のものを受信側にも装置す。焦點が寫眞板上を動  
 くときに、其の光の強度の連續的變化は圓筒の内部を通してセレンウム片上に  
 落つ、之と共に電流の連續的變化はセレンウム片を通して起るべし。之を遠距  
 離の地に送傳して以て同様の書畫を描出するなり。されど此のセレンウムの

抵抗の變化には幾分の時間を要するものにして、是れ此の發明の第一困難なり  
 き。

コルン教授は特殊の整調装置を發明し、以て此の抵抗慣性の困難を避けたり。  
 即ち二箇のセレンウム片を用ひ、之をホイートストーン氏電橋の反對の側に結  
 び、電池を二群に分つて此等を他の相對する側に結合す。第一のセレンウム片  
 は慣性小にして抵抗高きやう作らる、故に其の動作は敏捷なれども電流は僅小  
 を通過し得るのみなり。第二のセレンウム片は大なる慣性と小なる電氣抵抗  
 とを有す。前述の寫眞板より來る光を受けて動作する第一のセレンウム片の  
 電路を分岐して之に電流計を結合す。此の電流計は第一セレンウム片の動作  
 に伴うて動作し、其の附屬機械の作用にて第二のネルンスト燈より出で、第二の  
 セレンウム片上に落つる光線の量を加減調整し、依つて以て第二のセレンウム  
 片を通ずる電線の變化を生ぜしむ。電流の緩慢なる増加又は漸次の減少に代  
 るるに光線を以てせば、そが光を通過し又は遮斷することに依り急激に電流の  
 變化を生じ得るなり。

斯くして制御したる電流は遠距離に送られ、其の受電端に達するや、電流計に働くこと恰も送電端に於ける整調装置と同様なり。受電端に於ては電流計に附属せるアルミニウム箔遮断器は送電端より來りたる電流の作用を受けて、ネレンスト燈より來る光を制御し、之を廻轉圓筒を圍繞せる鋭敏なる感板上に送りて撮影をなす。斯くして電送寫眞の騰寫をなし得るものなり。而して茲に用ひたる電流計は恰も電池電流を制御する爲めの繼電器の用をなすものなり。寫眞感板の代りにセレンウム片を用ひ之に光線を落せば、其の中を流るゝ電池電流を制御して之に連結せる第二の電流計を働かす。此の器に備へある第二のアルミニウム箔遮断器は第二のネレンスト燈より來る光線を制御し、其の光線の焦點は寫眞感板を保護する衝立上にある小隙を通過して感板上に落つ。若し静止の状態に於てはアルミニウム箔遮断器の蔭は此の小隙上に來り、感板には此の二の光線をも投ぜざれども、若し電流計動作せば遮断器偏倚して光線の通過を許す。電流多大なれば、罅隙上に來る光線を増し、感板に深き印象をなす。

若し廻轉圓筒の並軸運動の割合大ならんか、受電端に印せらるゝ像は明確なる線を以て表さるゝならん、何となれば光の焦點は受電端に於ける圓筒上に疎らなる螺旋を描くを以てなり。然れども如何に細密に之を畫かしめんとするも、實際に於ては電流計の遮断器の動作に従つて其の太さを異にする線として現るゝものなり。勿論感板を圓筒より取外し平面上に置かば、螺旋狀には見えざるも平行線として現るゝならん。

コルン教授が最も困難なりとせしは、受電電流に正しく比例して電流計の動作することなりき。今、最大受電電流によりて遮断器は完全に罅隙を開放し、最大光線を通ずるやう整調し得たりとせんか、其の半量の電流に對しては必ずしも罅隙を半開せず、従つて光線は半減するものにあらざるべく、其の他の電流に對しても同様ならん。彼が此の困難を避けんが爲めに用ひたる方法の一は、罅隙の形をして、それが開放せらるゝ度合の減少するに従つて漸次、光線通過の割合を大とするが如きものとせること是なり。彼は、其の罅隙の形を直角三角形とするを以て最も適當なるを發見せり。斯くするも猶、不完全なるを以て、一方暗

黒にして漸次透明なる一箇のボカン膜を隙の後方に置き、以て送電端の光の量に比例するやう光の量を加減するを得たり。

各局には送電器と受電器と並列する場合、電流計は二箇を用ふる必要更になく、一箇を以て送電にも受電にも共用することを得るなり。彼が苦心の結果成功したる第二の困難は、鋭敏なる感板を有する受電端の圓筒が送電端に於ける圓筒と完全に歩調を同じうすることなり。若し此等二者間に定期律なきときは、受電端の感板上に映じたる多くの平行線は互に固有關係を失ふに至るべく、此等によりて生成せられたる結果は何等價值なきものとならん。彼は或卓越せる方法を用ひて圓筒の各廻轉の終りに期律を調製することを採用せり。即ち二箇は各同型の電動機を以て廻轉せられ、受電端に於ける電動機は送電端に於ける電動機よりも百分の一廻轉位進むものを用ふ、即ち送電端の圓筒の一廻轉の終りに至らんとする僅か以前に受電端の圓筒は已に其の一廻轉を終了するが如く調製す。受電端に於ける圓筒は一廻轉の終りに達するや否や、掣子に捕へられて電動機は同步調にて廻轉せるにも拘らず、圓筒のみは自働的に留め

らる。若し送電端に於ける圓筒が其の一廻轉を終了するときは、強大電流を通過すべく、其の電流は受電端に達して電磁石に入り、其の電磁石の作用にて掣子を外し、受電端の圓筒は次の廻轉を始むべし。斯くして受電端の圓筒は常に進まんとする傾向あるも、各廻轉の終りには掣子に捕へられて、送電端の圓筒の廻轉を終了するを待つて完全に歩調を整ふ。

調律電流は送電線を通じて來ること勿論なれども、之を受電端にある電流計を通過せしむること能はず。是れ斯くの如き大なる電流を電流計に通ずるときは、之を破損する虞あればなり。之に對する保護装置として、若し掣子によりて圓筒の靜止せる間は電流計の回路は送電線より切り離され、掣子外るときは直に電路は再び作らる。調律電流は恰も感板の繼ぎ目に光の落つる位置に於て送らるゝを以て、其の時は畫像を形成する線には無關係となる。

圓筒を廻轉する電動機は一分間約三千回轉とし、齒輪にて減ぜられて圓筒は一分間約三十回轉とす。今、送電せんとするときは、運轉手は先づ電動機の電磁石と直列に結合せる一箇の電氣抵抗器を加減して其の速度を變化す。運轉手