

第十九講

X光線とラジウム

X光線の發見

X光線發見は極く最近の事で、二十歳から二十五歳位の今の青年達は、かの一八九五年の有名な面白い發見を記憶して居られる事であらう。

この發見が偶然であつた事は事實だが、偶然と云ふ事も或る程度の條件を必要とする。この場合は、路を歩いてゐる人が偶然路傍に金の袋を發見したやうな場合は全然その趣を異にしてゐる。寧ろ金の探掘者が思ひ掛けない豊富な金鑛に掘り當てた場合に類似してゐる。レントゲン教授は、眞空管中の稀薄な瓦斯に電氣を放電して生ずる現象を實驗して居つた。彼は黒い厚紙で眞空管を蔽ひ、管中の放電に依つて生ずる光が外に洩れないやうにし、自分は椅子に腰掛けて、白金シアン化バリウムと稱する化學藥品を塗つた螢光紙を手にして居つた。この化學

品は、紫外線(スペクトルの眼に見えない部分の光線)に當れば光輝を放つものである。これは丁度燐光性の物質と同様であるが、次の様な相違がある。即ち燐光性の物質を普通の光に當ればこの刺激力がなくなつた後までも輝くし、螢光性の物質は刺激力が働いてゐる間だけ輝くのである。

この感光膜は科學實驗に於て重要なもので、既に二十年前から用ひられて居つた。前講に於て和蘭の實驗者が眞空管中に生ずる陰極線に就ての研究に際して、この感光膜を用ひた事を述べた。レントゲンは彼の大發見をなした當時、ウルツブルグ(獨逸)にある彼の實驗室に於て、矢張りこの感光膜を使用して種々の實驗をして居た。彼が電流をかゝの隠された管に通じた時、感光膜は螢光を放ち、その膜を横切つて黒い影或は黒い線が現はれた。これは光線に依つて投ぜられる影の様であつたが、黒い厚紙の蔽ひは完全に光線を遮り、管中の光線は決して外に洩れる事は出来なかつた。レントゲンはこれから感光膜を發光せしめる眼に見えない射線が、蔽はれた管から射出するのであるといふ事を知つた。

教授はこれ等の光線が眞空管を包んでゐる厚紙の蔽ひを通してゐるのを見つけて、その貫通

力を調べた。紙、木、布はこの射線の通路に對して殆んど何の抵抗をも示さない。即ちガラスが普通の光線に對して透明な様に、これ等の物質はこの新射線に對して透明であると言ひ得る。金屬片は、非常に薄い箔でない限りは、可成りの抵抗を示す。即ち金屬片は普通の光線と同様に此の新光線に對しても不透明である。然も世界一般の人が最も興味を感じたのは、體内の骨格が生きたまゝ見られるといふ事であつた。その方法は次の如くである。

生きたまゝの骸骨

X光線の管を、實驗者の方向に射線を投ずる様に適當な位置に置く。そこで感光膜を管と實驗者との間に吊し、そして化學品を塗つた表面は實驗者の方に面して置く。射線は容易にその膜の裏を透して、その面に螢光を發せしめる。斯くして膜の全面は一樣に光を放つが、手を膜の裏に當てれば、極めて明かな影がこの感光膜に映る。これに依つて彼は手の骨が運動する状態や、骨格の模様を調べる事が出來た。即ち手を以て射線を遮り、手で蔽はれた膜の部分だけを映出したのである。併し肉は殆んどこの射線に對して透明であり、影を投ずる事は殆んどない。

然も骨は遙かに不透明であるから手で蔽れた膜の部分に射線を遮り、従つて手の骨格の暗影が感光膜の上に映るのである。これは普通の影と異り濃淡の度を異にしてゐる。といふのは射線は、骨の中央の厚い部分よりもその縁の方が貫通し易いからであり、その結果普通の影とは全く異つた、圓味を帯びた影を生ずる。骨の影は最も濃いものではなく、指に蔽めた指環は遙かに濃い影を生じ、又手に持つた針が完全に骨によつて蔽はれてゐる場合でも、その影は骨の影と明かな相違があつて、容易に辨別する事が出来る。

レントゲンはすぐ、これを全く新しい種類の射線と認めた。即ち黒色の厚紙の蔽ひは眼に見えない紫外線を通さない筈である。そこで紫外線が螢光に少しでも關係があるとは考へられな。事實紫外線は特別の貫通力を持つてゐないからである。けれども、教授はこの新しい射線が光に屬するものであるかどうか未だ分らなかつた。それで代數の様式に従ひ、Xが未知數の意味から、これをX光線と命名した。今日ではX光線が光線と同じ性質のものである事が證明された。

骨格を生きてゐるまゝ實際に感光膜の上に見得る事が偶然發見された事は別段不思議な事で

はなかつたであらう。實際、感光膜の前に何かの物體を置く際に、早晚發見されるに違ひないものである。併しレントゲンがこの問題を研究する様になつた徑路を考へると、必ずしも偶然ではなかつた。彼が多くの物質の透明度を調べてゐる際に、或る種のガラスや、石は比較的不透明であるのに、革やゼラチンはX光線に對して殆んど抵抗を示さない事を知つた。そこで骨は肉よりも不透明であらうと考へて、試みに手を膜の裏に當てた處が、そのあまりに明瞭な對照を發見して驚いたのである。肉を通して骨格を見た最初の人は即ち彼であつた。

X光線發見の導因

レントゲンの發見の導因は、寫眞の乾板或は感光紙に及した光線の影響であると、述べられてゐる事が多いが、是れは恐らくこの問題に關する最初の著者の一人の誤つた記述に原因するものであらう。彼は「レントゲンがベンチの上に寫眞紙を置いた」といふ事に就いて語つてゐるが、白金シアン化バリウム紙は寫眞になるものではなく、單に射線を受ければ光を發するものに過ぎない。然もこの記述から多くの著者が次の様な事を言ひ傳へるやうになつたのである。

「この發見の導因は殆んど偶然であるといつてもよい。レントゲンは暗箱に入れた乾板が、偶々電氣の通つてゐる眞空管の近くにあつた時、宛も光線に曝された様に朦朧となつたのを氣附いたに過ぎない。」と。

X光線と寫眞

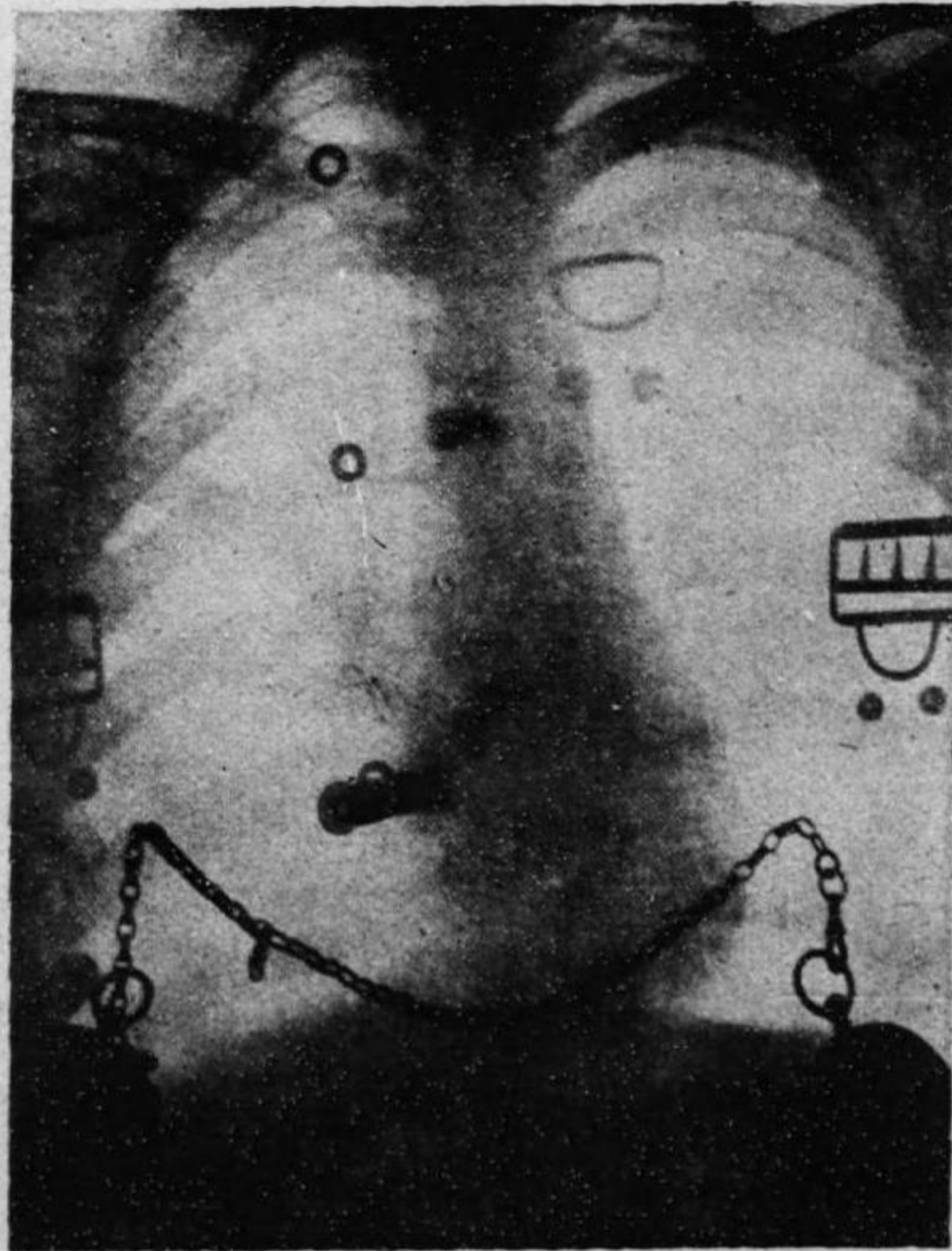
この發見の實際の經過を見ると寫眞は少しもこれに關係を持つてゐない。X光線の寫眞は感光膜に寫つた影像の發見に對する自然の結果である。紫外線は眼を刺戟しないが、寫眞の乾板の藥品に影響するといふ事は既に知られて居つたので、新しい射線も亦或は乾板に影響するかも知れないと云ふ事は當然來るべき豫斷であつた。即ちレントゲンは金屬を入れた木箱をX光線の管と感光紙との間に置いて、この金屬の寫眞を撮つて上述の豫斷を實證し得たのである。そこで彼は更に木机を通して手の寫眞を撮り、手の中の骨格の影像を得た。

體内の骨格を寫眞に撮り得る事が一般に知れ渡ると、人々の中には將來の寫眞師は室の壁を通して、室内に遊んでゐる人や、働いてゐる人々の骸骨の寫眞を撮り得る様になる事であらう

と云ふ空想的な期待をする者すら現はれた。そこで見世物師は「令婦人の生きた骸骨を見物していらつしやい」と囃し立てた。それは言ふまでもなく本當の骸骨を寫してそれが先程同じ場所に寫された若い婦人の生きた骸骨であると觀衆を欺いたのである。前に螢光膜に表れたX光線の影像を見た事のある人は、恁んな手に乗りもしなかつたであらうが、その方法は未だ一般には知られてなかつたので、尠ならず見世物師に儲けられたと云ふ事である。勿論生きた骸骨の影像を感光膜に見る事は出来るが、その外觀は全く異つてゐる。本頁に對する挿圖は盛裝した人の骨格の寫眞である。

外科術にレントゲン線を應用した事は非常な進歩であつた。骨に筋肉中に這入つた金屬片を検出し得るばかりでなく、挫傷した骨を調べる事も出来る。それから又、X光線の浸透度は骨の眞空の程度に依る事が發見された。種々眞空度の異つた管を用意すれば、これによつて心臓、肺臓及び其の他の器官を見たり寫したりし得る事が分つた。膽石の様な外來物の存在も檢出し得るだらうし、肺結核に犯された肺の状態すら調べ得るであらう。

現在、本書の目的とする所は發見の領分にある。そこで、X光線の發見に關する、進歩發展

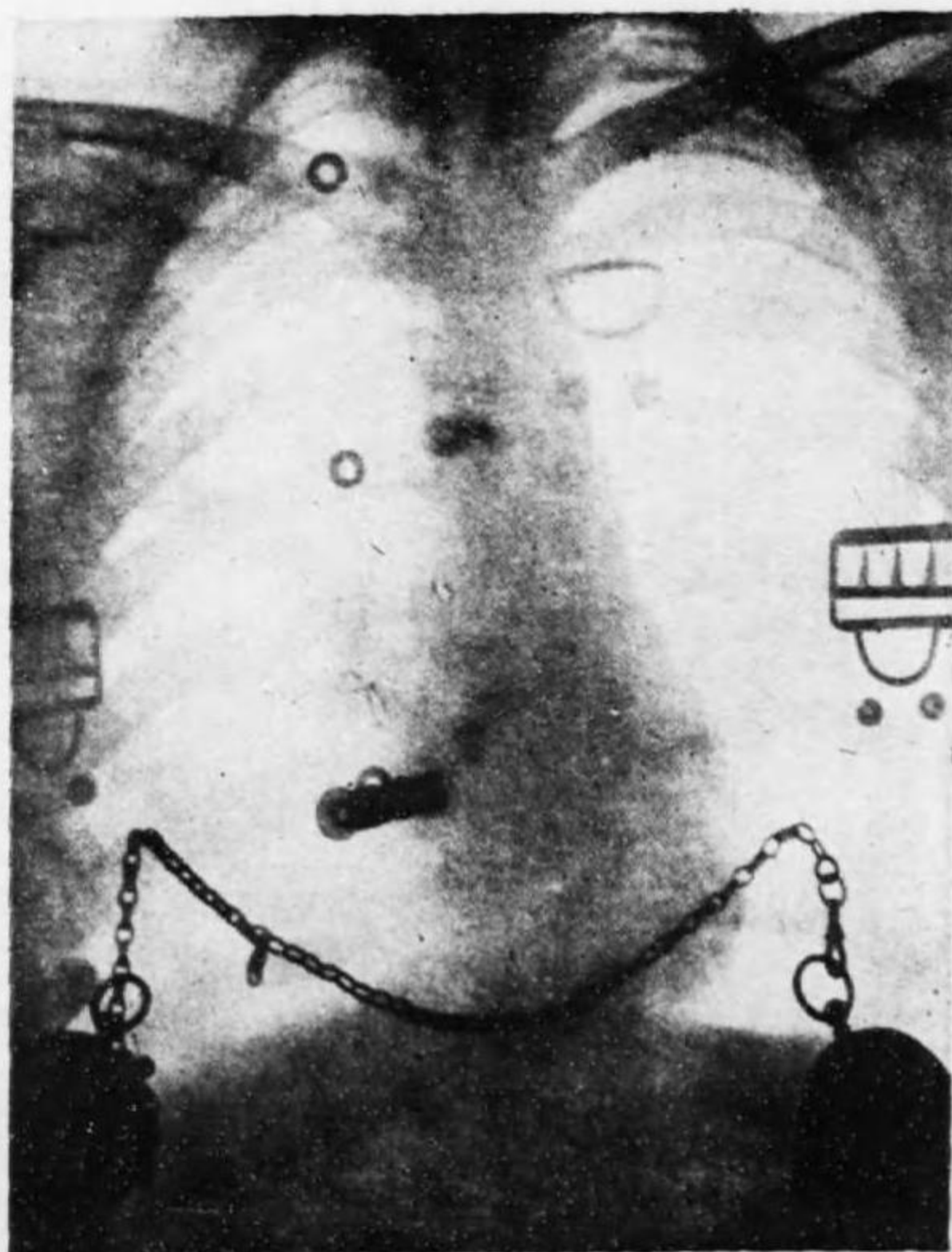


ンボズ。いなら透が線光はに屬金・人たし裝盛た見て線光X・
リクさ鉤の個二中就。るえ見てし通を骨が鉤屬金の革後のり吊
。る居てれば現に瞭明も最がミブツ

と云ふ空想的な期待をする者すら現はれた。そこで見世物師は「令婦人の生きた骸骨を見物していらつしやい」と囃し立てた。それは言ふまでもなく本當の骸骨を寫してそれが先程同じ場所に寫された若い婦人の生きた骸骨であると觀衆を欺いたのである。前に螢光膜に表れたX光線の影像を見た事のある人は、恧んな手に乗りもしなかつたであらうが、その方法は未だ一般には知られてなかつたので、尠なからず見世物師に儲けられたと云ふ事である。勿論生きた骸骨の影像を感光膜に見る事は出来るが、その外觀は全く異つてゐる。本頁に對する挿圖は盛裝した人の骨格の寫眞である。

外科術にレントゲン線を應用した事は非常な進歩であつた。嘗に筋肉中に這入つた金屬片を検出し得るばかりでなく、挫傷した骨を調べる事も出来る。それから又、X光線の浸透度は管の眞空の程度に依る事が發見された。種々眞空度の異つた管を用意すれば、これによつて心臓、肺臓及び其の他の器官を見たり寫したりし得る事が分つた。膽石の様な外來物の存在も檢出し得るだらうし、肺結核に犯された肺の状態すら調べ得るであらう。

現在、本書の目的とする所は發見の領分にある。そこで、X光線の發見に關する、進歩發展



ンボズ。いなら透が線光はに屬金・人たし裝盛た見で線光X・
リクさ鉤の個二中就。るえ見てし通を骨が鉤屬金の革後のり吊
。る居てれは現に瞭明も最がミブツ

の鎖を辿つて見る事も興味ある事であらう。同時にX光線の發見が至極當然の歸着であつて、決して單なる偶然の發見でなかつた事を明かにしたいと思ふ。吾々は茲に、假令レントゲンがこの現象を観察し得なかつたとしても、誰れか他の者が早晩これを發見したに違ひないと言つた處で、それがレントゲンの大發見の價值を傷ける理由とはならないと信ずる。實際眞空管や感光紙はずつと以前から用ひられて居つたので、この發見は寧ろ數年も早く現はれるべき筈であつた様に思はれる。

遡つて見ると、レントゲンは前講に述べた和蘭の教授や其他の人々の實驗を承け繼いだのであつて、これ等の實驗者も亦、それから二十年も前に始めて眞空管に關する實驗を試みたクルツク一派の人々の仕事を繼承したのである。更にクルツクの仕事は一七九〇年の昔に他の人が著手した實驗の延長である。そして進歩の連鎖は更に百年の昔、即ち眞空の不十分な晴雨計を振蕩した時、水銀の蒸氣に依つて燦然たる光輝を發した發見にまで遡る。兎に角一世紀後即ち十八世の末には、眞空放電に關する確かな實驗が行はれ、次いで十九世紀の前半に至て他の實驗者等がこれを繼いだ。就中フアラデイの名は一般の讀者に最もよく知られてゐる。その當

時用ひられて居つた空氣ポンプによる眞空度は、エーテルの攪亂を起こさしめるのに必要な電子の衝擊——即ち吾々がX光線と稱する所のもの——を惹起するには餘りに不充分であつた。つまり、この空氣ポンプが用ひられてゐる限り（一八三八年）X光線は發見されなかつたのである。

然るに、一八六五年水銀空氣ポンプが發明されてからは、非常に高い眞空度が得られる様になつた。この眞空管を用ひて試みられた實驗に於て、電子がガラス壁を衝擊する結果としてX光線が射出されたであらう事は殆んど疑ふ餘地がない。唯だ、當時實驗者がこれに氣附かなかつたのであらう。吾々はレントゲンが此の未知の射線を發見した時、この管の作用に就いて更に進んで種々の現象を發見しやうと努めてゐた事を知つてゐる。故に、彼の大發見は假令豫期しないものであつたとは言へ、決して單なる偶然ではない。若しこれを偶然と言ひ得くんば極めて制限された意味の偶然であらう。

本講に於てX光線の發見とラヂウムの發見とを一緒にしたのは、事實この二つの發見の間には實際に密接な關係があるからである。

ラヂウムの發見

放射能の發見は屢々偶然と考へられるが、事實は決してそうではない。二人の科學者——一人は倫敦に於て、他は巴里に於て——が各々全く獨立して、燐光性の物體がX光線を放射するや否やに就ての研究に着手したのである。X光線が螢光性の物質に及ぼす作用と反對に、全く逆の作用があるらしいといふ考へが、同じくこの兩教授の頭に浮んだ。電氣モーターが發電機の逆である理由は前章に述べた。即ち發電機に於ては機械的運動を作用せしめて電流を得るのであるが、モーターに於ては電流を通じて機械的運動を得るのである。X光線は螢光を生ぜしめ得るが、果して螢光はX光線を生ずるかと思ふのである。

レントゲンの發見後數ヶ月、この兩教授は互に知る事なく別々に、燐光性の物質が暗箱中の寫眞乾板に影響を及ぼすX光線を放射し得るか否かを試み始めた。彼等は燐光性の物質と螢光性の物質を、感光板を入れた黒い袋の上に置いた。そして日光の刺戟からこの物質をして盛んに燐光或は螢光を發せしめる様にし、感光板は光線の影響を受けない様に完全に密閉して置い

た。斯くして乾板を暗箱から出して調べて見ると、兩教授共に、光線が蔽ひを通して乾板に影響してゐる事を發見した。倫敦の教授（シルヴァヌス、ビー、トムソン）はこの問題について他の教授達と打合せして居る間に、一方巴里の教授（ヘンリ、ベックェレル）も彼と同様な而も全く獨立した實驗の結果を發表した。

放射能を有する物質の實驗

ベックェレルは更に實驗を進めた。或日實驗の裝置をし、ウラニウムの鹽を感光板を入れた黒い袋の上に置いた。併し是日太陽が曇つて居つた。彼は太陽の光線がこの鹽類の作用を刺戟するのに必要であると信じて居つたので、一時實驗を見合せ、用意した感光板や鹽を引出の中に入れて、更に都合のよい時を待つて居つた。

兩教授がレントゲンの發見と全く反對の作用を發見し得たといふ印象を受けた事は明かである。彼等は太陽の光線で刺戟さるゝと、螢光性の鹽類に放射が起り、ために蔽れた寫眞の乾板に影響する事を信じて居つた。又これがX光線である事も疑はなかつたのである。

ベックェレルの實驗の話に戻る。かの寫眞の乾板とウラニウム鹽とは黒い袋を間にして、一週間放置された。教授はこの間に鹽類から何か放射が起つて居ないか調べやうと思ひ、乾板を開けて見て、鹽類を太陽に曝した時と同様な著しい結果が表れて居つたのに驚いた。鹽類は暗所に於ては螢光を發しないから、螢光が放射された射線と關係のない事、及鹽類自身がかくの如き性質を持つてゐる事が明かである。かくて物質の新しい性質が發見されたが、この放射能は物質の中のあるものが有つてゐるのである。

前節に述べた發見の一部分は確かに偶然である。或る者はベックェレルは何ものかを發見しやうと豫期して、感光板やウラニウム鹽を暗所に置いたのではない、と言ふものがあるかもしれない。然し、彼は何か起つてゐないかを見るために、意識的に乾板を開いて見たのは事實である。兎も角この射線の發見は決して偶然ではない。それはこの第二の發見がなされた「時」の問題に過ぎない、何故ならば既に系統的な研究の行はれてゐた當時に於ては、早晩明かにさるべき事であつたからである。

ラヂウムとそのエネルギー

ウラニウムがこの新に発見された射線を放射する性質を有つてゐる事が分れば、次にはこの鹽が太陽の光線の様な外部からの刺激を受ける事なしに、どの位の長い期間放射を続け得るかを知らうとするのは當然の要求である。それは、テニソンの詩にあるやうに「射る光は流れの如く永劫に続く」のではあるまいかと思はれた。さうすると、寧ろ厄介な問題が起る、といふのは、若しウラニウムが他處からエネルギーを得る事なくして、他にエネルギーを發散し得るものとしたならば、エネルギー保存の定則は危険を感じるやうになるからである。事實吾々はエネルギーを創造する事も無くす事も、出来ないと思つてゐたのである。けれども、それは何んでもない事が明かになつた。その事に就ては後で説明する。

ベックエレルはウラニウムから放出するこの射線について更に多くの事實を發見した、それで他の科學者は彼の發見に敬意を表して、これを「ベックエレル光線」と命名した。又、この射線は周圍の空氣を常態よりも良好な電氣の導體とする力を有つてゐる事が發見された。尤もX光線

がこの性質を有つてゐる事は以前からも知られて居つた。前章に述べたやうに、充電された物體は次第に電氣を失ひ、遂に全くこれを失つて了ふ。そしてX光線或はこのウラニウム光線が存在すると、一層電氣が速かに逃れ去つて了ふ。この事は電氣裝置に經驗のない人々には直ぐ明瞭に理解出来なからうから、茲にその事に就て少しく叙べて見ようと思ふ。

電氣の存在を簡単に調べるには、帶電體を金箔顯電器の近くに置けばよい。この裝置は絶縁された眞鍮棒の端に一對の金箔片を吊し、硝子瓶の中に入れたものである。棒の他端は上方に突き出て、硝子瓶から離れ、その頂きには眞鍮の握り或は平板が附いてゐる。帶電してゐる物をこの金屬平板に近けると、平板、棒、箔の中の陰電氣は斥けられ、陽電氣は引きつけられる。二枚の金箔はかくして陰電氣を帶び、そして互に反撥する。近くの電氣の影響が除かれると共に平板、棒、箔の中の電氣は再び分散し、箔は元の狀態に戻る。

帶電體を顯電器の平板に接觸せしめた場合は又これと異つてゐる。平板、棒、箔はこれに接觸した物體と同じ電氣を帶び、物體を去つても顯電器は尙電氣を失はない。箔は其のまゝにな

つてゐる。そしてこの電気は極めて徐々に逃れ去るのである。併し周囲の空氣が乾燥してゐて支柱がよく絶縁されて居れば、金箔は長い間互に反撥した状態を續ける。若しX光線を周囲の空氣に放射すると、箔は直ちに閉ぢて了ふ。これによつて、周囲の空氣が導體となり、絶縁されて居つた電氣を逃れ去らしめた事が分る。ベックエレルはウラニウムから出る射線がこれと同様な——もつと弱いものではあるが——働きを有つてゐる事を發見した。即ち茲に非常に役に立つ、放射性物體の存在を知る検出器が發見されたわけである。金箔顯電器のこの作用に依つて、異つた物質の相對的の放射能を比較する事が出来る。即ち放電が速ければ速い程、その物質の放射能は多いのである。

ベックエレルが放射能と命名したこの新しい物質が、科學界の異常な注意を惹いたのは尤もな事である。併し局外者はこの事に就いて何等特別の興味を有つて居なかつた。現に著者(余)は或る重要な科學協會の會合に出席した時、二人の研究生がベックエレルの發見を紹介したが、聽衆は少しも感興を涌かした様子もなかつた事を覺えてゐる。但し、放射性の効力がウラニウムの場合に於ては少ないと云ふ事だけは充分理解して置かねばならぬ。

巴里のキューリー教授と彼の門下生の一人であつたその夫人は、更に精巧な顯電器即ち電位計を用ひてウラニウムの種々の鹽及びその他の物質を表はす放射能の量を試べ、放射能の兆候のある物質はすべてウラニウム或はソリウムを含んでゐる事を發見した。ウラニウムを取る鑛石瀝青ウランの種々の試料を調べてゐた時、キューリー夫妻は、この瀝青ウランはそれから取つたウラニウムよりも多くの放射能を有てゐる事を發見して自ら驚いた。乃ち瀝青ウランの中に、ウラニウムよりも多くの放射能を有する何か外の物質が存在するに違ひないと思はれた。そこで瀝青ウランを分析して、この放射體を發見する事は化學者の解くべき興味ある課題となつた。

キューリー夫妻はこの複雑な化學的分析に向て極めて慎重な注意と努力を拂つた結果、ウラニウムより多くの放射能を有つてゐる二つの異つた物質の發見に依つて立派に其勞に酬ひられた。そして其の中の一つの放射能は他のものよりも遙かに卓れて居つた、彼等はこれをラジウムと命名した。この發見は一九〇〇年になされたもので、ベックエレルのウラニウムの放射能に關する發見から四年後の事である。又、他の佛蘭西の化學者は、この瀝青ウランから第三の放

射體を得た。

ラヂウムは非常に放射能に富んでゐたので、科學者ばかりでなく、一般の人々もこれに興味を懷く様になつた。多くの人は又、この結果を極めて過大に想像したのである。ボイラー、蒸氣機關、發電機、モーターの様な不細工なものは、近き將來に於て忽ち廢れて了ふであらう。實際ラヂウムの一少片から到底使ひきれない程のエネルギーが得られるのであるとか、或はこの新元素は吾々の生存に必要な光と熱とを與へ、不治の病もこの世界からなくなつて了ふとか直ぐにも黄金時代が来るかのやうな空想に耽つてゐた者もあつた。併し科學者のラヂウム發見に關する見解はもつと合理的であつた。

ラヂウムの放射線

ラヂウムの放射線には各々異なつた三種ある事が明かに分つた。これは各希臘文字で、 α (アルファ) 線、 β (ベータ) 線、 γ (ガンマ) 線と命名された。 γ 線は貫通力は遙か強いが、性質は全くレントゲン線に酷似してゐる事が發見された。 γ 線が厚さ六吋の花崗岩の圓石を貫通した

後、これに依つて鉛の像の寫眞を採る事が出來た。併しこれ等の γ 線は放射線全體の僅か一部分に過ぎない。吾々がラヂウムの實驗をするといふのは、鹽化物や臭化物の如き、ラヂウム化合物を意味する事は記憶しなければならない。

β 線は貫通力を有つてはゐるが、 γ 線よりは遙かに少い。 β 線はアルミニウムの薄い箔を貫通するも、少し厚い箔—— γ 線に對しては殆んど抵抗を表さない程の——を通す事は出來ない。 β 線は宛も陰極線のやうに陰電氣を帶びた微粒である事が分つた。そして其の性質から、これ等前講に詳しく述べた電子である事が間もなく發見されたのである。

残る α 線は、ラヂウムの放射する全エネルギーの凡そ九十五パーセントを占めてゐる。 α 線は殆んど貫通力がなく、數吋以上の空氣を通す事が出來ない。それは普通のノートの紙一枚ですら完全に遮れて了ふ。後、この α 線の微粒子は實際物質の原子である事が發見された。これ等は二一九頁に述べた稀有な瓦斯ヘリウムの原子である。

このヘリウムの原子はラヂウムに依つて、秒速一萬哩の速さで射出される。併しこれは一體何處から来るのだらうか。ラザーフォードとソディは「ラヂウムの原子の中には崩解するも

のがある。これ等の原子は廻轉してゐる電子より成り、その電子の中のあるものは逃れ去つてβ線と稱せられるものを作り、他のものはヘリウムの原子を構成する、是即ちα線と稱するものである。」と説明して居る。

ヘリウムの原子はラヂウムの原子よりその質量が遙かに小さいと思はれるであらう。事實ラヂウムの原子量は二二五であつて、ヘリウムの原子量は僅か四に過ぎない。ラヂウムは既知の元素のすべての中で、第三番目の重い元素であるが、ヘリウムは第二番目の軽い元素で、原子量の單位であるところの水素の原子と次いでゐる。

電子が崩解した原子から急激に逃れ去る事は、自からα線即ちX光線の存在を説明してゐるのである。即ち眞空管中に於ける電子の急激な停止に依つて、電氣的にX光線の生ずると云ふ事は既に讀者の記憶してゐる事であらう。

ラヂウムの存続期間

前に述べたやうに、ラヂウムの三放射線は崩解した原子で説明される。そしてラヂウムは急

激な爆發で消失するやうな事はない、極めて徐々になくなるのである。それは百億年に近い原子の中、一秒間に崩解するのは僅か一原子に過ぎない。而もラヂウムの微片の中には數千万億の原子が存在するのであるから、眼に見える程の少片が實際に消失するのは、極めて緩慢なものである。事實この崩解は極めて長年月を要し、吾々の個人の存在に比べては殆んど永劫に消失しないと言つても可い位で、事實數千年を要するのである。

ラヂウムに關する他の面白い發見は、これが絶えず眼に見えない瓦斯——即ちエマネーション——を發散してゐるといふ事である。そして此の發見の經過亦頗る面白い。キュリー夫妻はその實驗中、放射能が傳播する様に思れた。それはラヂウムの近くに置かれた物體はすべて、一時はそれ自身が放射能を有つてゐる様になるからである。この一時的性質は、數時間或は數日間存続する。キュリー教授自身も時々放射能を得て、彼が居ると敏感な電流計に充分な影響を及ぼす位の程度になつた。實に實驗を進めてこの後天的の放射能はα、β、γ線の様なラヂウムの放射線とは全く無關係である事が發見された。物體をこの三つの放射線から保護して置いても、尙この物體の放射能を得るのであつた。かくしてラヂウムが放射線の外に何か物質

を發散する事が明かになった。

ラヂウムの放射する瓦斯

ラヂウムの發散するすべての瓦斯を、硝子管を通つて、燐光性の物質を入れた球に導く装置が作られた。そして放射線は決してこの物質に達し得ない様にし、又活栓をこの導管中に入れて、栓のしてある限り瓦斯が廻り抜け出さない様にして、そこで室内を暗くして、栓を開くまでは何も見えなかつたが、同時に、燐光性の物質が發光し始め、放射性瓦斯がラヂウムから發散して、硝子管を通りこの物質に達した事を示した。

ラヂウムは何處から來て何處に去るか

このエマネーションが數週間にして消失して、不燐光性の物質に代つて了つた。此の事は最も興味のある現象である。併し、茲では「世界のラヂウムが消失して了ふまでにはどの位時間がかかるか」といふ、諸君の問ひさうな質問に答へる以外には、この問題について述べる事がない。

ない。

消失の速さと同様に發立の速さも亦問題となる。ラヂウムがより重い元素ウラニウムからいくつかの中間の階段を経て進化したものである事は最早疑ひない。ヘリウムがラヂウムから進化したものであることは上に述べた。故に無機界に於ても眞の進化があるといふ證據を得たわけである。原子は最早變化しないものでも、永久的なものでもないのである。

吾々は更に進んで、光線といふ題の下に分類された、一般的な放射を考察して見やう。この題は眼を刺戟する光線ばかりでなく、寫眞の感光板に依つて檢出される光線を含み、又更に輻射熱もそして又無線電信を傳へる刺戟をも包含してゐる。

第二十講

光線に關する發見

光の性質と古代人の考へ

古代人は光線に關して種々の臆測をしてゐるが、何れも學說と稱し得るものではない。中には月は緑の乾酪^{チーズ}から出來てゐるとさへ言ひ出したものもあるが、勿論これは極端な例であつて、光線に關する古代人の暗示は、この月に對する考へ程爾く幼稚なものではなかつたのである。光に關する考への中でも、光は眼線といふ形をなして眼から射出されるものであるといふやうな事は最も不合理な方である。彼等はこれを眼の射出する見得ない光の流、或は神聖な火と考へた。そして、この眼線は恰度昆虫の觸角のやうな、微少な觸試の役目をする^{と考へてゐた}のである。或る著者は古代人の考へは唯だこれだけであつて、此の問題についてはこれ以上突き込んで深く考へる事が出來なかつた。若しさうでなかつたなら彼等は何うして闇の場合を説

明するのかが出來たであらうか。彼等の考へを以てすると、その眼を閉ぢない限り、暗中でもこの微妙な眼線を用ひ得ないといふ理由はない。彼等は又、眼に見える物體は何んでも宛も光源の様に同様な線を射出してゐる。そして人が物體を見得るのは眼線がこの外部の射線に觸れる時のみであると信じてゐた。これは紀元前凡そ四百年、プラト^ン時代の科學者の考へである。

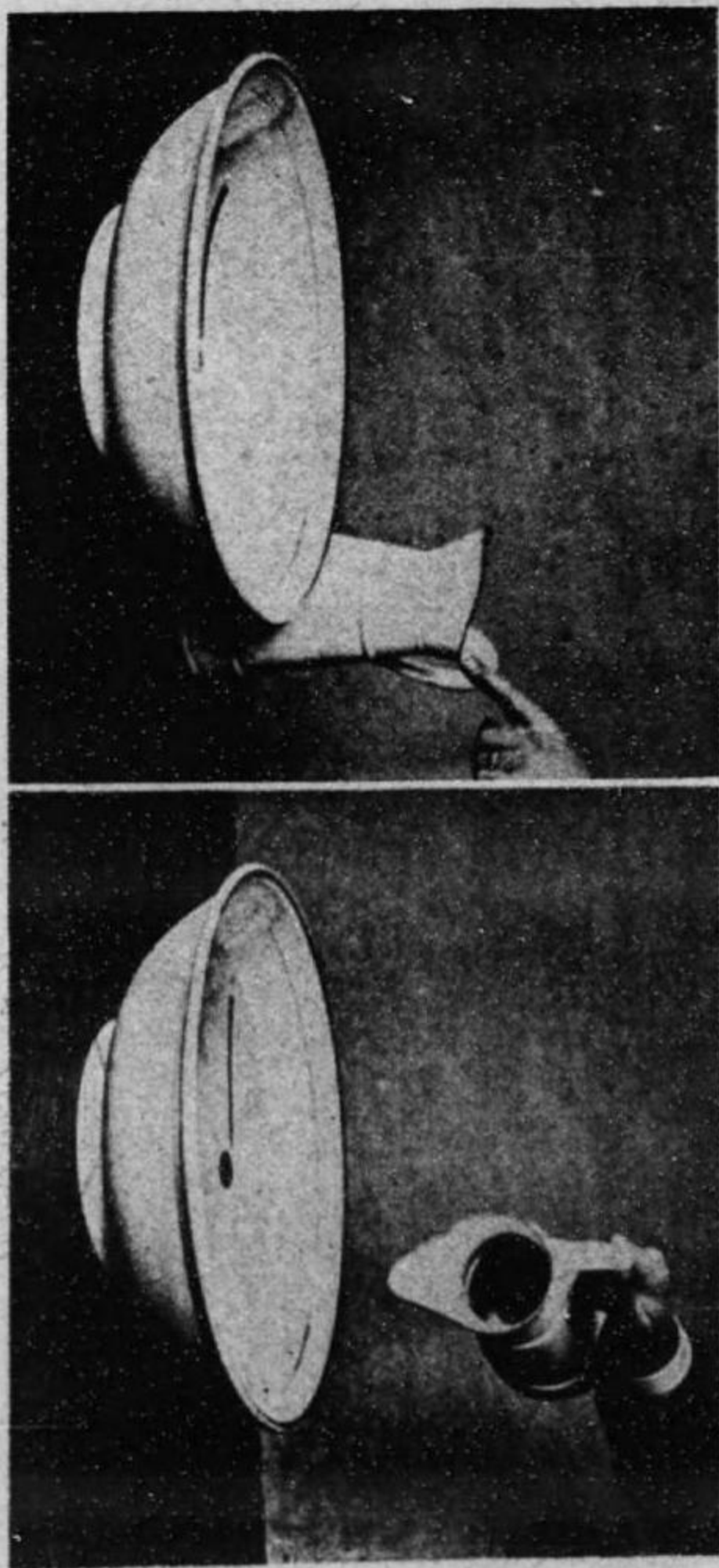
然るに、更に古代の人々になると、反て遙かに合理的な考へを有つて居つたのは不思議な事である。ピタゴラス(紀元前六百年)の時代には、光は物體の表面から眼中に向つて射出される物質の極微粒子に依ると考へられた。プラト^ン學派の人々が何が故にこの考へを黜けて、故らに煩しい眼線説を主張したのか、その理由は想像出來ないが、兎に角、古代の方の考へが遙かに合理的なのである。

古代の發見

プラト^ン時代にまだ一青年であつたアリスト^トトルが、次のやうな考へを抱いて居つたとい

ふ事は、特に注意すべき興味ある事柄である。即ち光は眼或は物體から射出される物質ではなくて、ある媒質中の單なる運動に過ぎない。これは恰も池の波が物質ではなく、水中の單なる運動に過ぎないのと同様である。このアリストートルが恚う考へたのは、實に約二千餘年の昔である。而も彼の考への正しい事が確められたのは漸く近代に入つてからの事である。勿論これはアリストートル自身だけの單なる考へに過ぎなかつたのであらうが、而も彼は又この推測を支持するに足るべき理由も有つて居つたのである。

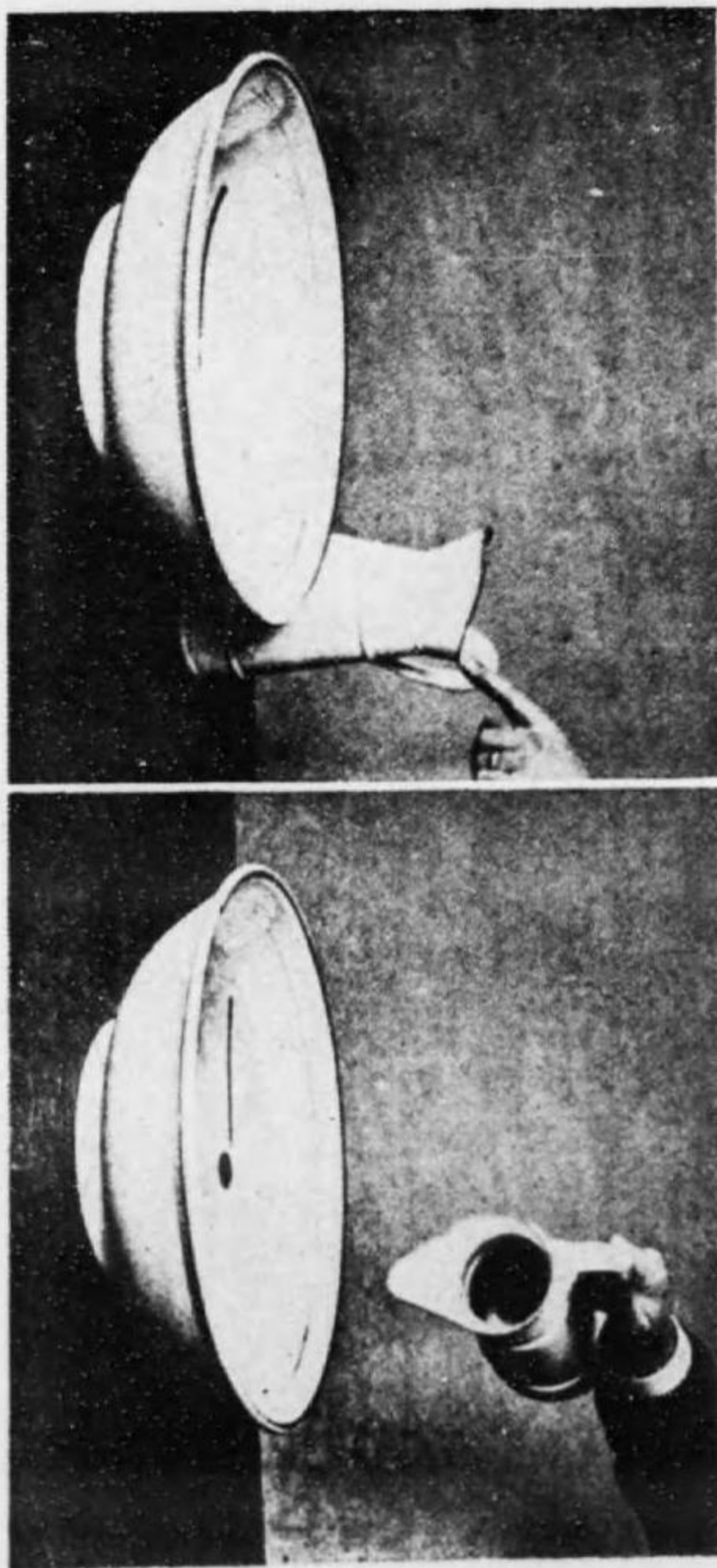
唯だ、アリストートルの考へは實驗を経たのではないのだから、彼を以てその發見者と見る事は出来ない。併し彼は虹の理を實際に發見した人である。彼は虹が太陽の光線の水滴に反射した場合の現象である事を教へた計りでなく、觀る者が太陽を後にしてゐる時、オールの水沫からも生ずる事を觀察した。吾々は子供の時、外輪船の水沫から生ずる小さな虹を見た事がある。古代人は光が直進する事と、又その反射の根本法則をも發見した。光が一媒質から他の媒質に入るとき、その直進路から屈折する事は既に認めてゐたが、その法則は十七世紀に至るまで發見されなかつた。そして、この面白い屈折の實驗が昔の人に依つて發見された事は記憶して



(照參文本)・驗實のらひ昔るす關に折屈の線光・

ふ事は、特に注意すべき興味ある事柄である。即ち光は眼或は物體から射出される物質ではなくて、ある媒質中の單なる運動に過ぎない。これは恰も池の波が物質ではなく、水中の單なる運動に過ぎないのと同様である。このアリストートルが恚う考へたのは、實に約二千餘年の昔である。而も彼の考への正しい事が確められたのは漸く近代に入つてからの事である。勿論これはアリストートル自身だけの單なる考へに過ぎなかつたのであらうが、而も彼は又この推測を支持するに足るべき理由も有つて居つたのである。

唯だ、アリストートルの考へは實驗を経たのではないのだから、彼を以てその發見者と見る事は出来ない。併し彼は虹の理を實際に發見した人である。彼は虹が太陽の光線の水滴に反射した場合の現象である事を教へた計りでなく、觀る者が太陽を後にしてゐる時、オールの水沫からも生ずる事を觀察した。吾々は子供の時、外輪船の水沫から生ずる小さな虹を見た事がある。古代人は光が直進する事と、又その反射の根本法則をも發見した。光が一媒質から他の媒質に入るとき、その直進路から屈折する事は既に認めてゐたが、その法則は十七世紀に至るまで發見されなかつた。そして、この面白い屈折の實驗が昔の人に依つて發見された事は記憶して



。(照参文本)・驗實のらか昔るす關に折屈の線光・

置くべき事である。彼等は銅貨を不透明な鉢の底に入れ、観者から見えない様にして置いた。次に水を鉢に充たした時、銅貨からの光線は屈折して観察者の眼に達した。この實驗は此處に掲げた寫眞の如き 實驗に依つて容易に了解されるであらう。

左方の圖に於ては鉢の中は空で、寫眞機は銅貨が殆んど見えない様な位置に置かれてある。此の場合、昔の實驗の様に全く隠さない方がよい。そして、銅貨の位置を明かにするために、黒色の紙片が鉢の底に貼つてある。右方の寫眞では鉢の中は水が注がれてゐる。寫眞機、鉢、銅貨は依然として前と全く同じ位置にあるのだが、銅貨は光線の屈折のために明かに見えるやうになる。實際鉢の隅々までも見える。昔の人が水平線の下に少し沈んでる太陽を見得る事を理解したのは、二千年前のこの實驗に依るのである。

吾々は子供の時分に *Twinkle, twinkle, little star,* と云ふ添寝の歌を覺えた。古代人は星のちら／＼するのは、吾々と星との間にある空氣の動搖による事を發見した。彼等は又、靜に動いてゐる水を通して星を見た時、この動搖が更に著しい譯も承知して居つた。

寫眞術の基をなせる發見

十七世紀——オリバー、クロンウェルとその共和政治の時代——に入つて、光學に關する多くの重要な發見が行はれた。就中伊太利に於けるバプテスト、ボルタの發見は、後に至つて寫眞術の基となつたのである。彼はシッターの孔を通して暗室に光を導くと、その球を反射してゐる物體の像が映する事を發見した。これから Camera obscura 即ち内部の白い水平の布或は卓子に、外部の周圍の有様が寫る仕掛になつてゐる暗室が發明された。併しこの像を固定する方法即ち今日のカメラが發明されるまでには實に二百年の年月を経過してゐるのである。

望遠鏡の發明

これと殆んど時を同じくして他の重要な發見、即ち遠方の物體の形を擴大して見る方法が發見されたが、これが今日の望遠鏡の祖先であつた。殊にこの發見は和蘭に於て、子供達の遊んでゐる時に行はれたものであると云ふから、少年諸子にとつては一層興味を感ずる事であら

う。この子供達の父は眼鏡師であつた。ある日、子供達が父の仕事場で眼鏡のレンズを弄くつて遊んでゐると、彼等は偶々凹凸の二つのレンズを少しの距離を隔てゝ置いて、そして此の二個のレンズを通して見ると、すべての物が實際よりも大きく見える事に氣が附いた。少年は直ぐ父を呼んでこの不思議な現象を見せた。そこで父は二つのレンズを管チューブに收めて所謂望遠鏡を作り始めたのである。

この發見が行はれた時、恰も和蘭と西班牙との戦争中であつたので、この發明者はその器具を秘密にする事を政府から要求された。併しその事の報道が少し許り伊太利に達すると、豫て望遠鏡の製作を考へて居つたガリレオは、それから種々と工夫を凝らして、終に望遠鏡を作つたのである。

色とは

他の重要な發見は、太陽の光線が吾々の知つてゐるすべての色を含んでゐる事である。これはサー、アイザック、ニウトンの發見した事で、彼は白色の光線を三角形のプリズムに通すと、

このプリズムを通過した光線は虹のすべての色を現して居つたのを見た。これから種々特殊の色を有つてゐる物體に關する新しい觀念が起つたのである。色は物體そのものゝ一部分ではなくて、太陽の光りが物體の上に當るとき、その中のある色光線は物體に吸収され、殘の光線は反射して眼に達するといふ事が明かになつた。

ニウトンはこの大發見をなした計りでなく、光に關する多くの知識を吾々に遺して呉れたが彼は尙、光の物理的性質を發見する事には成功しなかつた。勿論それは今日ですらまだ充分分つてゐない事である。彼は極微粒子が太陽其の他の光源から射出されるのだといふ考へを固持してゐた。これは光のニウトン説、或は微塵論として有名な説となつた。後世の科學者がこの説に反對した時には大紛亂が起つた。それは、かゝる行爲はニウトンの偉績を傷けるものであると言ふのである。併し、吾々は最早今日に於てはニウトンの所謂微粒子説に同意する事は出来ない。彼は既に根本から誤つてゐた。彼の説はその時代の人々をして彼の光の作用に關する講義を了解せしむるに便利な觀念を持つてゐると主張した行掛りから遂にこの説を發達せしめたものであつた。彼は明かに、「光の現象に關する自分の考へを説明するとき、聽衆に満足を與へ

んためには、宛も自分が微粉子説を假定し、これを信ずる事を提議したかの様に説明せねばならなかつた」と語つてゐる。彼は尙ほ繰返して、「自分としては、光の性質に關して何等説を爲さうとは思はない、自分がこの空想的な考へを齎したのは、この様な考へを有つて居ないと光の現象を了解し得ない人があらうと思つたからである」と立派に自白してゐる。併しこの事實を強調するために彼は自ら多くの困難を感じてゐたのである。

光の速度の發見

ニウトンが三十四歳の時、丁抹の天文學者レーメルは光は一所から他所に達するのに時間を要する事を發見し、更に彼はその光の速度をも見出した。これは極めて重要な發見であつて、彼の白色光線の構成に關するニウトンの發見から十年後の事である。

ニウトンが生れた年に死んだかの偉大なるガリレイは、光の到達に果して時間を要するか何うかを發見しやうと試みた。そこで彼は提灯を持つた二人の人を、可成り距つた丘の上に立たせる、初め兩人はその提灯に蔽ひをして置く、次に第一の人がその蔽ひを取るや否や、第二の

人もこれに應じて提灯の蔽ひをとる。かくして第一の人は光が自分の丘から他の丘に達し、再び戻つて来るまでの時間を知らうと云ふのであつた。この實驗の結果、光はこの距離を行くのに少しの時間も要せない。即時に達する様に思はれた。然らばこの丁抹の科學者は如何にしてその速度を究めたのであらうか。

レーメルが発見した事を正確に説明するのには、數學の助けを借らなくては困難である。併しその主要な事實に就ての一般的原理の概念を得る事はさう六つか敷い事ではない。地球は十二ヶ月に一回太陽の周圍を廻ると考へよ。その廻轉の途中に於て、地球はかの大惑星である木星に最も近寄る時がある。地球の軌道の最も木星に遠い所では、兩者の距離は殆んど六億哩あるが、最も近い部分に來ると、約四億哩になる。そこで木星の光のみについて考へると、その光の速さを知る事は出來ない。それは光は間斷なく續いて來るからである。けれどもこの場合には木星の周圍を廻轉してゐる月の一つを考へる。この月は全く正しい間隔を置いて、時には木星の影に隠れ、次いで再び現れる。茲にガリレイの提灯の明滅にいくらか類似した點が認められる。この光が消えたり、現れたりする時間は分つてゐる。そして木星から最も遠い軌道の位

置に在る時、光はその一定の時よりも十五分以上遅れる。そこで、其の光の再現する一定の間も吾々にはよく分つてゐるのであるが、この場合には光源に最も近い點にある時より約十六分二分の一遅れて吾々に達するのである。換言すれば光は地球の軌道を横斷するのに約十六分二分の一を要する事となる。次の様な方法で、簡単な暗算をすれば、大凡光の速さを知る事が出来る。

十六分二分の一は約一千秒であり、又地球と太陽との距離は凡そ九千三百萬哩であるから、地球の軌道の直径はその二倍、即ち一億八千六百萬哩である。故に若し一億八千六百萬哩を行くのに一千秒を要するとすれば、一秒間の速さは果して幾何であらうか。この簡単な計算は鉛筆や紙を持ち出すまでもない。即ち兩方の零を三つ宛消せばよいのである。一千秒に一億八千六百萬哩行く事は、一秒間に十八萬六千哩行く事と全く同一である。

光は一秒の八分の一で地球を一周する程の速さであるから、ガリレイが極めて近距離で光の速さを計らうとした試みの失敗したのは尤も千萬な事である。併し今日では地上の如何なる所に於ても實驗に依つて光の速さを計る事が出来る。唯だ現在吾々の目的とする處は、光の速度

の發見にあるのであるから茲には丁抹の天文學者オラウス、レーメルが木星の衛星に依つて光の速度を發見した事を紹介するに止める。

光が物質でないと云ふ證明

アリストートルが一千餘年以前に於て、光は空間に充滿してゐる媒質中の單なる運動に過ぎない事を暗示した話は既に前に掲げたが、事實彼の考へは漠然たる暗示である。故に光の波動説の基礎をアリストートルに求める事は出来ない。

和蘭の科學者ホイヘンズはニュトンと同時代の人であるが、彼は彼の波動説を提議した。そして幾多の光の現象に就て説明したが、其の説には多少の無理がある様に思はれた。波の屈折は知られてゐる。たとひ湖、池の表面、或は海上にこの事實を認め得ないとしても、尠くとも音波の屈折は常に觀てゐる筈である。吾々は屈折し來つた音響を耳にする。唯だその屈折の原因をなした物が分らないのである。光の屈折を信じない人は此の原因不明の故を以て波動説を翻けてゐるに過ぎない。

ニュトンは光の性質に關する波動説に對して如何なる態度を持してゐたのであらうか、尤もその時代の波動説は光の作用に就て觀察された事實を説明すべく餘りに薄弱であつた。殊にこれ等の哲學者達は、波の形式に就て既に誤つた考へを有つて居つた。彼等は空氣中の音波は縦波であつて、彼のある點に達せんと努め乍ら前後に波動する人々の群の様な運動ではないと信じてたのである。

ニュトンと同時代のある英國人は、光の波は水面の波と同じ種類のものでなからうかと暗示した。事實此の種の波の運動は波の進む方向を横切つてゐる。換言すれば振動が傳播の線に直角をなしてゐるので、横波と呼ばれる。これは簡単な例に依つてこの問題を明かにする事が出来る。今、穩かな海上に漂うてゐるボートの中に、寢轉んでゐる人を想像せよ。その時、蒸氣船が近くを通過し、その周圍に波を起す。この波のあるものはボートの方向に向つて進んで來る。ボートとその漕手は波のために運動を起すが、その運動は波の進む方向にでなく、唯だ波の方向に直角に上下するのみである。若し海が無風状態で完全に靜穩であるならば、ボートは岸に近寄りも、遠ざかりもせず、元の場所に上下してゐるであらう。併も光がかくの如き横波

であるといふ考へを持してゐるものは多くなかつた。かくて一世紀以上の間、この考へは葬られて居つたのである。

十九世紀の初め、佛蘭西の哲學者フレスネルは光が横波であるといふ考へを復活したが、既にこれより十年前、倫敦學士院の自然哲學の最初の教授、トーマス、ヤング博士は、光は物質の微粒子の衝擊に依るのではなく、空間に充滿してゐるエーテル中の波動であるといふ事を明かに立證して、この問題に一大光明を投じた。

ヤングの發見はかくの如くしてなされたのである。彼は鉛箔の^{スクリーン}膜の一つの小さい孔を通して光線を入れ、この小光線を次の鉛箔の膜に導き、そして其處に接近した二個の極く小さな孔を穿つた。かくて鉛箔の他の側からも二個の小光線がさして來た。そこで、この二個の孔は恰度極く接近した二個の光源の様な働きをした。この二光源からの光が白色のスクリーンに當る時、若しその當時の科學者が信じて居つた如く、光が物質の微粒子から成つてゐるならば、この二個の光線がスクリーンの上で重なり合つた場所の明度は増加しなければならぬ筈である。併し其處は明度が高くはならないで、單に明暗の交互になつた帶が表はれたのみであつた。

この現象の唯一の説明は、光線は物質にではなくてエーテル中の單なる波動であり、ある波の山と他の波の谷とが一致して其處に干渉が起るのであるといふ事以外に何等の現象はあり得ないのである。斯様な想定の下に吾々は次の説明が出来る。ある波が媒質をある方向に動かそうとする時、これと同一の場所にある他の波は、反對の方向に媒質を動かそうとし、其處に風が生ずる、この波動の存在しない事はかの暗い部分に依つて示される。ヤング博士が波の實際の大きさを發見したのはかくの如き實驗に依るのである。彼は又、光の速度は既に分つて居つたので、波長からその振動數をも計算し得たのである。

ヤングがその波動説に關して重要な講演をした時、ある批評家が所謂「光のニュートン説」——これは前述の如くニュートンの本意ではなかつた——の確實性を疑つたのが悪いとて彼を非難した。殊にこの講演に關するある評論の如きは、ヤングの考へは形而上學的に不合理である。實際科學の始まつて以來かくの如き不合理な暗示は未だ嘗つてないと駁し、更に「の考へは多くの空想、錯誤、基礎のない假説、理由のない虚構を並べてゐる、これ等はすべて偉大なるヤング博士の豊富な、而も實を結ぶ事のない頭腦から割り出されたものである。」とさへ罵詈雑言したの

である。

ヤングの正しい説を了解した上で、前の批評を読むと大に興味がある。當時ヤングは彼の立場を辯護するために一冊のパンフレットを公けにしたが、それさへ買つて見るものがなかつた位である。

光が横波であるといふ事實を實證したのは佛蘭西の物理學者フレスネルである。彼は偏光に依てこれを證明したのであつた。

偏光といふのは寧ろ奇妙に思はれる語である。事實フレスネル自身すらも友達に手紙を送つて、偏光の意味を説明した書物を求めた位である。これはその時よりも百五十年程前に發見された現象であるが、これを説明する事は出来なかつた。フレスネルは、彼が偏光の意味を研究した年に、漸くこの難問を解決し、光が水面の波の如き横波であつて、音波の如き縦波ではない事を證明した。

偏光とは

偏光は次の重要な發見にも密接な關係があるから、その明瞭な概念を得て置く事は無要な事ではない。偏光の現象はその名前が暗示する程奇妙なものではない。前に述べたやうに、水面の波はその進む方向に直角であり、従つて水面に對しては垂直である。併し光は無限の媒質中の横波であり、表面に存在するものではないから、この場合には垂直といふ事はあり得ない。その結果、光波はあらゆる角度に於て存在し、而もすべて傳播の方向に直角をなしてゐる。これは普通の光線に於ける複雑な状態にある横波である。

例へばある長さの柔軟な繩の様なものを取るとする。繩の一端から他端に向つて横波を送る事はさして困難ではない。次に木製のスクリーンに穿れた穴に繩を通し、その半分をスクリーンの一方の側に、他の半分を他の側に出す。繩に沿ふて横波を送れば、波は木製のスクリーンのために止つて了ふであらう。併し乍ら、郵便箱の長い孔の如く、このスクリーンに長い豎孔を穿ち、横波を垂直の方向に動かせば、波は木製のスクリーンを通つて繩の他端に達する。併し横波を水平の方向に左右に振動せしめれば、豎孔は何等役に立たないで、波はスクリーンのために止つて了ふ。この波を通すためには普通の郵便箱の如く長い横孔を穿たねばならぬ。又

一方、この横孔は垂直の波には何の役にも立たない。

更に又、木製のスクリーンに大きな長い孔を一つ穿つならば、その孔を任意の位置に置くためには、その板を廻せばよい事は言ふまでもない。波動がこの長孔と同じ平面にない時には、波はこの孔のために止つて了ふ。

ある透明な鑛石——例へば氷州石の如きものは右に述べた長孔のある板を通して波動せしめた繩と全く同様な作用を、光線に對して持つてゐる事が發見された。電氣石の薄片は偏光器と同様な働きを有ち、その波動が偏光器の位置に對して唯だ一方向にある波のみを通過せしめる。そして通常氷州石から偏光器を作る。

百五十年程前、光線が氷州石を通過すれば、別々の二光線に分裂して、宛も二重屈折の如き現象を呈する事が發見された。この光線は兩方共偏よるが、茲ではその中の一つを用ひる。といふのはプリズムはその中の一つを斷つ様に作られてゐるからである。このプリズムはその發明者の名に従つてニコルプリズムと呼ばれて居る。

ニコルプリズムに普通の光線を通過せしめるとする。通過した光の量は著しく減少し、その

波はすべて一平面内にある。今説明の便宜のために垂直の平面内にあるとする。この偏光の道路に第二のニコルプリズムを置く時、この第二のプリズムを第一のプリズムに相對する様な位置に置けば、波は容易に第二のプリズムを通過する。若し第一のプリズムを其儘にして置いて第二のプリズムを徐々に廻轉して、第一のプリズムに對應しない位置を保つ様にすれば、光線は第二のプリズムの爲めに完全に遮られて了ふ。再び茲で繩の比喩に注意して見よう。

各々大きな長孔を有する二枚の木製のスクリーンを考へる。第一のスクリーンを一定の位置例へばその長孔が垂直になる様に固定して置く。若し第二のスクリーンをこれと同じ様な位置に保てば、繩に起つた垂直の波は、兩方のスクリーンを通過する事が出来る。次に第二のスクリーンを四分の一廻轉せしめて、その長孔を水平の位置にすれば、繩の波動は第一のスクリーンを通過しても、第二のスクリーンのために止つて了ふ。何故ならばその長孔は其處に達した波動を通さないからである。二個のニコルプリズムの場合に於てもこれと同様である。光を偏らす第一のプリズムは偏光器と呼ばれ、廻轉された時光線を通さない第二のプリズムは偏光受稜と呼ばれてゐる。既に述べた如く、光波がエーテル中の横波である事を證明したのは、この

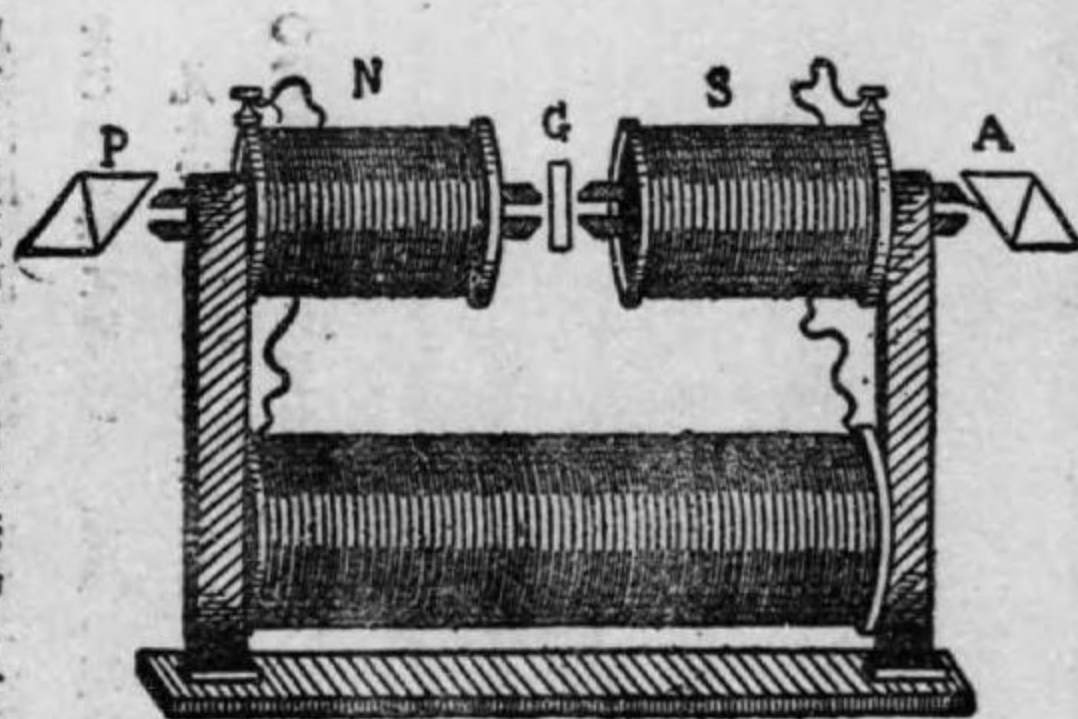
偏光の現象である。

光と電氣との密接な關係

ついで凡そ三十年の後、フアラデーの光波と磁氣との關係に関する發見があつた。これは決して偶然の發見ではない。光が充滿せるエーテル中の波動であり、電場及磁場が光と同一の媒質中に存在するといふ事實からフアラデーは光と磁氣との關係を研究したのである。フアラデーは強力な磁石を取り、圖の如き裝置をした。

電磁石の兩極(N及S)は、光線がPより這入つてAに出づる様に、端から端まで孔が穿たれてある。光線はPにあるニコルプリズムを通る。このプリズムは偏光器の作用をなし、Aに置かれた第二のプリズムは偏光受稜となる。

フアラデーの考へは、一平面内にある偏光をして磁石を通らしめ、Gに於ける強力な磁場に置かれた透明體を横切らしめて磁場が光波の振動面を攪亂し得るや否やを見やうとしたのである。これを檢べるために、一平面内にある偏光は第二のプリズムを通り、スクリーンの上に光



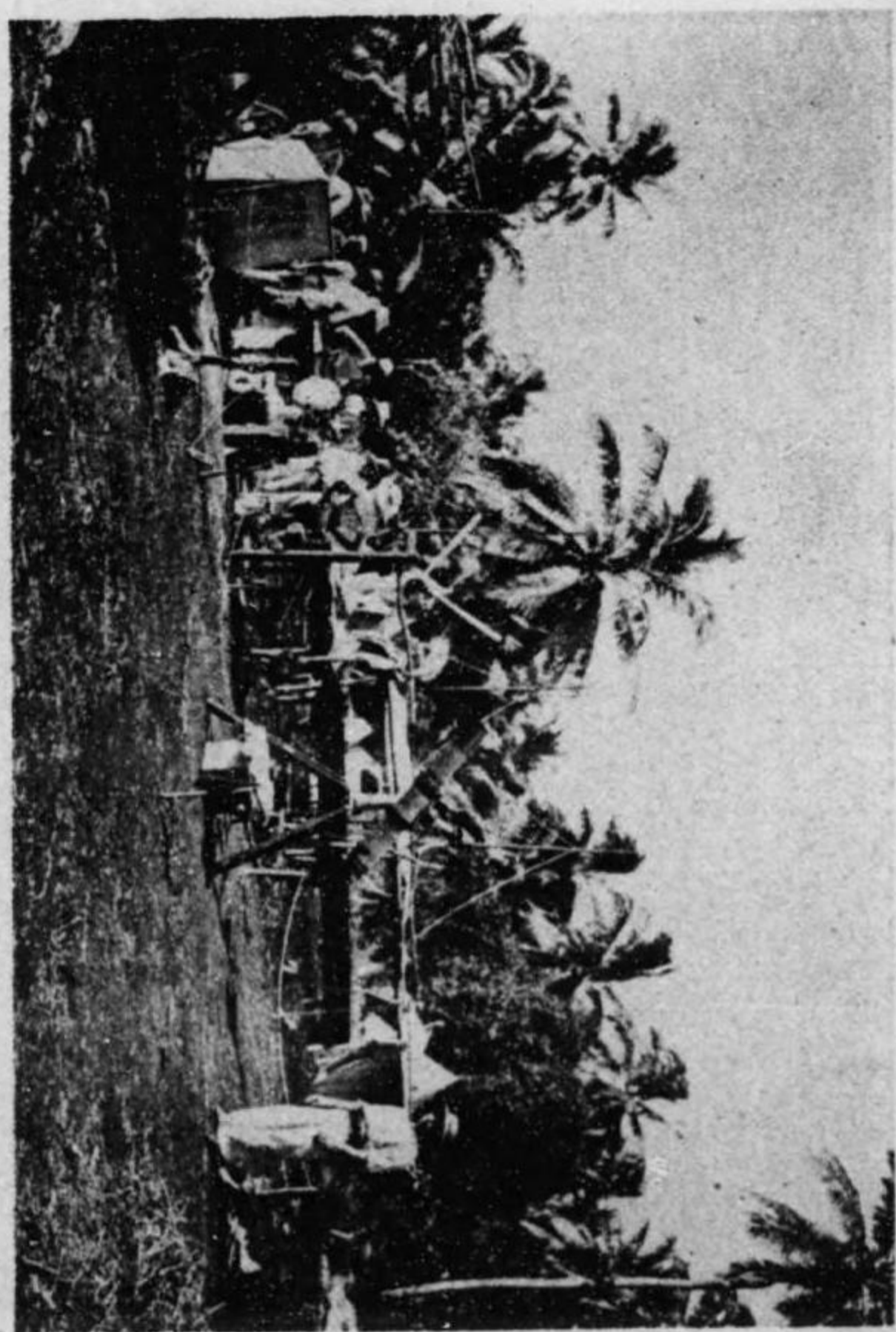
第六圖 光と電氣との密接な關係
フアラデーの有名な實驗で明説は教科書に出てゐる
P 偏光器 N 電磁石 S 電磁石 A 偏光器 G 磁場

點を作る様になつてゐる。次に第二のプリズム即ち分光器を充分光波を遮るだけ廻轉する。かくて光は斷たれ、光點はスクリーンの上から消失してしまふ。以上は電磁石が働いて居ない場合であるが、磁石のコイルに電流を通するや否や、スクリーン上の光點が再び現れる。これは磁場が偏光に影響を及した證據で、光波の振動面はその爲めに他の位置に轉じて他の偏光受稜を通過する事になる。是は大發見であつて、光と電磁氣現象との密接な關係を示したものである。

この實驗はGにある透明體がなくとも行ひ得るであらうが、フアラデーは、光の振動の面の廻轉の量は光が磁場に於て通過する媒質の如何に依る事を發見した。これが空氣である

ときには、ある種類のガラスの場合よりも多くはない。彼はフリントガラス（鉛ガラス）の少片をこのG點に置いて、廻轉の現象を増す事を得た。

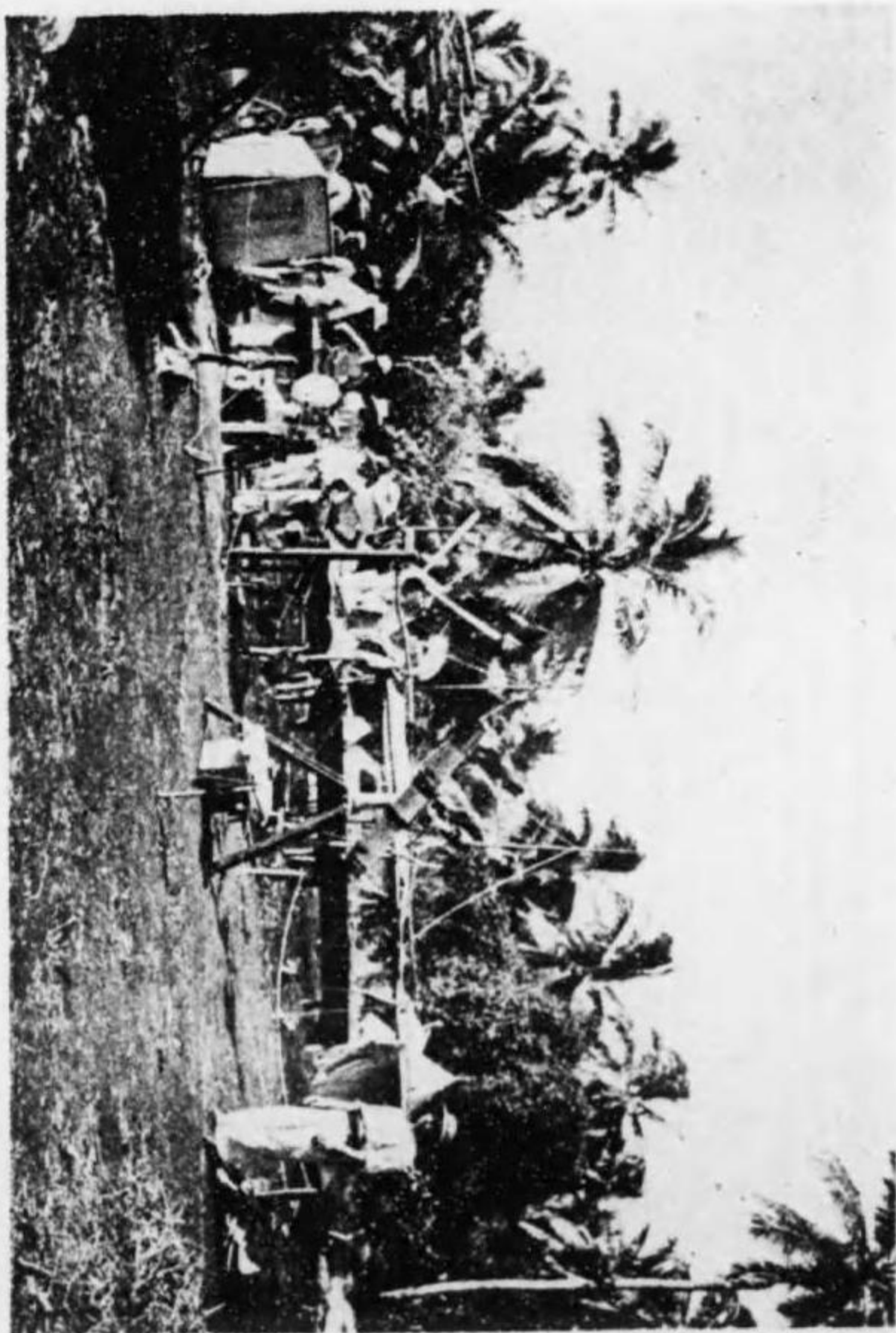
凡そ二十年の後、有名なスコットランドの科學者（クラーク、マックスウェル）は、ファラデーの電磁氣誘導の發見に次いで、光が事實エーテル中の電磁波である事を提議した。



監の士博—アキジロは府政國英にめ爲るす測觀を食既皆の陽太年——九一・征遠陽太・
間時其てへ了を備準に正は圖。たし遣派に島ドシレフの洋平太南を隊征遠陽太に下の督
。あこさるゐてつ待を來到の

ときには、ある種類のガラスの場合よりも多くはない。彼はフリントガラス(鉛ガラス)の少片をこのG點に置いて、廻轉の現象を増す事を得た。

凡そ二十年の後、有名なスコットランドの科學者(クラーク、マックスウェル)は、ファラデーの電磁氣誘導の發見に次いで、光が事實エーテル中の電磁波である事を提議した。



監の士博アキジロは府政國英にめ爲るす測觀を食既皆の陽太年一〇九一・征遠陽太・
間時其てへ了を備準に正は圖。たし遣派に島ドソレフの洋平太南を隊征遠陽太に下の脅
るこさるあてつ待を來到の

第二十一講

星の成分に關する發見

誤つた豫言

地球に最も近い恒星でさへ尙ほ數百萬哩の數百萬倍も離れてゐるのは周知の事實である。たとひ吾々の曾祖父が、星の成分などは全然分るものではないと決めてゐたからとて、彼等の無能を責める譯には行かない。事實、十九世紀の博學な哲學者（譯者曰くオーギュスト、コントの事である）は、星に就ては唯だ空間に於けるその位置と運動位は知る事は出來やうが、星の成分などは到底分るものではないと斷言してゐたのである。

分光器とその作用

如何に強力な望遠鏡を以てしても、星は矢張り一點の光としか見えない。故に單なる觀測だ

けでは到底彼の成分などを知る事は出来ない。さうかと言つて化学者達が星の試料を實驗室に求めやうとしてもそれは絶對不可能な事である。然らば何うして幾兆哩の遠方に在る星の成分を分析し得るか云ふと、これを知る爲めには既に述べた分光器^{スペクトロスコプ}について考察しなければならぬ。

分光器の重要な部分は硝子のプリズム(稜鏡)である。或は光線中の種々の異つた波長を分解する他の装置である。既に白色光線の成分に關するニウトンの發見に關聯して、プリズムが光線を分解して凡ての虹の色を表はす事を述べた。波長の最も短いエーテル波、即ち吾々の紫色と感ずるものは、他の波長のより長い波、即ち吾々に青、緑、黄、橙、赤の感覺を與ふるものよりも、その正規の通路から屈折する度が多い。この重り合つた色の帯はスペクトルと呼ばれてゐる。

視覺に映じない光線

スペクトルは實際は赤に始まり、堇に終るのではなく、赤よりも波長の長い波、堇よりも波

長の短い波が存在するが、これ等は吾々の視覺には少しも映じない。この非常に短い波は堇外線又は紫外線と云はれ、スペクトルの他端にあるものは赤外線と呼ばれてゐる。この光線は兩者とも肉眼で検出する事は出来ないが、この眼に見えない光線も寫眞に撮る事は出来る。勿論すべてのエーテル波は眼に見えないのであるが、吾々の視覺に映する方を光線と呼ぶ習慣となつてゐる。

序だから注意して置くが、赤外線即ち熱線は、スペクトルの其の部分に鋭敏な寒暖計を置いて、それを検出する、堇外線はスペクトルの堇の外側の部分に熾光性の物質を置くと分る。併し差當り吾々の目的に沿ふためには、所謂眼に見えるスペクトルと稱する部分に就て話さうと思ふ。

太陽のスペクトル中の暗線は何を教へてゐるか

プリズムに光線を通して有色スペクトルを現はす實驗に於て、ニウトンが一筋の光線を作るために、シャッターに圓形の孔を穿つたといふ事は一般に信ぜられてゐる。それから百五十年の後

圓い孔の代りに長い孔を用いた方が、遙かに良好なスペクトルが得られる事を発見した。この装置を用ひて太陽の光線について實驗した結果、有色スペクトルを横ぎる暗線が多數に存在し、その特別な部分に光の缺けてゐるのを示してゐる事が発見された。この発見をしたのは英國の化學者であつたが、これ等の線の位置を實際に確めたのは獨逸のある光學者である。この研究は暗線が発見されてから十二年後の事である。

この獨逸の光學者は望遠鏡を用ひ、プリズムを巧妙に配置して非常に明瞭なスペクトルを得た。そして約六百本の暗線を太陽のスペクトル中に発見したのである。尙ほ彼は色々の物質で出来たプリズムを用ひたのであるが、暗線は依然として現はれ、その位置は常に同一であつた。彼は又同様な方法に依つて星の光を分析した時、暗線はやはり現れたが、太陽とは異つた暗線であつた。そして、星の異なるに従つて、その黒線の異なる事が発見された。それから約五十年の後に至つて、獨逸の一教授が暗線の性質を究めたのである。分光器を完成したのは彼ともう一人の獨逸の教授とであつた。分光器には、シャッターの一端に光線を通する小さい狭孔を有つてゐる管がある。光線はプリズムに導かれ、こゝに達して分散した光は、望遠鏡の筒に入り、其處

で擴大され、そして焦點に集中される。そこで實驗しやうと思ふ發光體を前記の狭い孔の反對の側に置き、觀察者は眼を望遠鏡の對眼レンズに當てる。

獨逸の化學者がスペクトルの暗線の性質を発見したのは偶然であつたとは屢々言はれる事であるが、發見者自身は決して偶然ではないと述べてゐる。兎に角、彼が種々の原素のスペクトルの状態や各スペクトルの暗線の位置をすらも明かに知つてゐた事は想像される。彼は太陽スペクトル中の非常に明瞭な暗線は、ナトリウムに依つて生ずる輝線と同一の位置にある事を觀察した。そこで、彼は分光器に依つて太陽光線のスペクトルを調べ、ナトリウム線に相當すると思はれる暗線に特別の注意を拂つた。そして、ナトリウムの焰を狭口の前に置いた時、忽ちこの暗線が更に黒くなつたのを發見した。茲に白熱蒸氣の光が暗線でなく輝線となつて現はれる理由を少しく説明されねばならぬ。

實驗者はこの二つのスペクトルを同時に比較して、ナトリウム線が兩者に於て一致してゐる事を知つた。太陽スペクトルのこの特殊の暗線が太陽中のナトリウムに因る事は最早疑ふ餘地がない。この實驗の經過から考へても太陽スペクトル中のナトリウム線の發見が偶然と稱する

事は大に不穩當であると思ふ。

種々の元素の検出

この問題の研究が續けられてゐる中に、若し光のすべての種類の連續スペクトルを生ずる光、例へばアーク燈の光の如きものを、より冷い蒸氣（この蒸氣は輝線を生ずるのである）と通せば、蒸氣の輝線に相當する場所に暗線の現はれる事が發見された。それは蒸氣が自身の放射する光波と同種の光波を吸収し、不連續スペクトルの暗線を生じた事は明かである。つまり、光波の進行が止り、この失はれた光が當然達すべき部分に空所が出來たと想像しても誤りではなからう。そして、これ等の波が何うして生ずるのか分れば、以上の事實は更に明かになる。

種々の物質の光輝を驗べて見て、各元素は蒸氣となるとき一定の光波を放射し、一定の線を生ずる事が明かになつた。これは實際大發見である、といふのは白熱體の光に依つてその物體中に含まれてゐる種々の元素を知り得るからである。かくして其處に太陽と其の他の星の化學が起る。これらの光を分光器に依つて分析し、そのスペクトルの寫眞を撮れば、種々の元素を

示す種々の線が出来る。斯様な方法から太陽中に種々の元素の存在する事が分つた。太陽の成分中には、鐵、銅、ニッケル、亜鉛、水素、ナトリウム等がある、この元素は各々顯著な線となつて現はれるが、その數は或る元素に於ては數本に過ぎないで、他の元素に於ては非常に多數現はれるのである。

光源——分光器と電子の發見

分光器に關しては面白い事が非常に多い。殊に宇宙についての大發見には分光器の助けを借りたものが多い。これ等は次の講に於て述べるが、その前にスペクトルの線が如何にして生ずるかを研究して見る事は興味深い事であらう。そのためには先づ如何にして光が生ずるかを考察しなければならぬ。

前に電子の發見を取り扱つた時、分光器がこの大發見の重要な役目を擔任した事を述べた。讀者は又、和蘭の一教授がナトリウムの光輝中の原子の周圍を廻轉してゐる電氣を検出し得た事は記憶して居るであらう。

實現された豫言

光は原子の周囲を廻つてゐる電氣を帯びた微粒子の運動に依つて生ずるものであるとは既に久しい前から豫言されて居つた。若し果してかゝる微粒子が存在し、そして光のエーテル波を放射するものがこの微粒子であるならば、強力な磁場に依つてその運動に影響を及ぼす事は可能な筈である。

和蘭の二教授が成功したのは此實驗の結果であつた。彼は強力な磁力をナトリウム焰に作用せしめた時、そのスペクトルの或る一線の固有の位置は變化して、二本の線に分離し、その一線は一方の方向にスペクトルに沿ふて僅かに移り、他の一線はこれと反對の方向に動いた。

この固有の單線を生ずる光が變化して、そのある波の振動數が増加し、他の波の振動數が減少し、かくして前節に述べた如き、二本の新しい線を生じた事は明瞭である。

すべての光は振動する電子の運動に依つて生ずる事は既に分つて居る。單に白熱體の光ばかりでなく、普通の物體の反射する光も亦同様である。この場合に於ては電子は太陽その他の光

源から物體に來るエーテル波のために運動を起すのである。ある物體はエーテル波の衝擊を受けても自由に振動し得る電子を、殆んど全く持つてゐないと思はれる。事實、この種の物體は太陽の光線が當つても、何等エーテル波を放射する事がない。かゝる物體を黒いと呼ぶのである。併しかゝる物體も白熱するときには良好な放射體をなす事が出来る。

色は何うして生ずる

種々波長の異つたエーテル波が異つた色覺を與へる理由はすぐ了解出来る。視覺に映する最も長い波は赤色の感覺を與へる。そして振動數が増加するに従つて、橙、黃、綠、青、靑の感覺を生ずるのであつて、これ等種々の波は、電子の振動數に因つて生ずるのである。

白熱した物質は比較的振動數の低い電子のみを含んでゐるものと思はれる。(低いと言つても尙毎秒四兆位の振動數を持つてゐるのだが)そして斯かる物質に依つて放射される波長の長い波は、只吾々に赤色の感覺を與へるに過ぎない。素人化學者はよくこの赤色線、綠色線、或は青色線を生ずる化學的混合物を作つて實驗してゐる。この場合、彼等自身には氣が付くまいが、

彼等はある能力を持つた電子を働かして、一定の波をエーテル中に放射せしめてゐるのであつて、これ等の波は又その振動数に従つて吾々の色覺に作用を及ぼすのである。

一定振動数のエーテル波が、この振動数に應じ得る電子を持つてゐる物體に達すると、その電子が運動を起すのは勿論である。更に廻轉する電子がその屬してゐる原子から離れずに居る事が出来れば、衛星の様な働きをなして廻轉を続け、電子に運動を起さしめた波と同様なエーテル波を放射する。

そこである物體に達した赤色光線は赤色光線として反射されるであらう。併し運動を起した電子がその各々の原子から離れ、原子から原子に無理押しに移り歩いて、終に他から這入つて來たエネルギーを段々に消耗されて了ふ事がある。この場合にはエーテル波を放射する事は無いが、外來のエネルギーは吸収され、赤色光線を受けてもこれを反射せずに、黒く見えるのである。

茲に一枚の白紙の様なものを想像せよ、これは赤、橙、黄、緑、青、藍の感覺を與へるすべての種類の振動をなし得る電子を含んでゐる。かゝる物體は白色と呼ばれる。若し赤の感覺を

與へる特別の波のみが白い物體に當れば、これに應じ得る電子のみが運動を始め、これと同様な波を生ず。故にこの物體は赤く吾々に見ゆるのである。かゝる物體はこれに當る波が如何なる種類の波であらうとも、或る時は橙に、或る時は黄に、緑に、青に、藍に見えるが、併しあらゆる波長の光が同時にこれに當ると、白色の物體として現れるのである。以上は最も簡単な場合である。

又、この混合光線(即ち白色光線)が、單に赤の感覺を與へる波を放射する電子しか有つてゐない物體に當る場合を想像せよ。この場合赤色光線のみが反射され、其の他のエーテル波は吸収されて了ふ。かゝる物體を赤色と呼ぶ、併し色が吾々の感覺に過ぎない事は勿論である。

今、前に述べた様な赤色の物體を暗室に入れ、提灯から出る白色光線でこれを照らすと、この物體の赤く見えるのは言ふ迄もない。次に提灯から赤の感覺を與へる波を除けば、残りの波はたとひ物體に達しても、その電子を振動せしめる事は出来ない。かくしてエーテル波を放射し得ない物體は黒色に見える。斯かる赤色の缺けた光線で物體を最初に見る時、吾々はこれを黒色と信するに違ひない。そして赤色光線を除くためのスクリーンを取り去る時、吾々はその

物體が實際は明るい赤色であるのを見て意外に思ふのである。

色 盲

前述の實驗に依つて、色盲の人の視覺を明かに説明する事が出来る。色盲の人の場合にも、兎も角赤色光線は存在するのであるが、唯だ彼等はこれを檢出すべき赤色の感覺を有つてゐない。即ち赤色を烏羽玉の様な黒色と信じて、自らの不具を知らないでゐるのである。

外部から入り来るエーテル波が如何にして電子に依つて反射されるか、或は吸収されるかは上に述べた通りであるが、反射の場合に於ても、吸収の場合に於ても、そのすべての作用は極く表面に近い部分に於て行はれるのであるから、物體を着色するには、その表面に薄く繪具を塗れば充分なのである。そして反射の場合にも、吸収の場合にも、外來の波に應じ得る電子を必要とする事は同様である。反射と吸収との相違は、前者に於ては電子が原子を離れない、後者に於ては電子が原子から原子に移り歩く事である。然らば、若しエーテル波に應じ得る電子をすべて缺いてゐる物質があるとしたら、如何なる結果になるであらうか。

透明な物體

この場合に於ては外來の波は反射もされないし、吸収もされないから、波は物體を通過するに違ひない、かゝる物質を透明といふのである。硝子はかくの如き透明體であるが、電氣の傳導と視覺との間に宛も何等かの密接な關係がある様に思はれる。

電子の作用は太陽スペクトル中の暗線の存在を説明する。太陽中の白熱した瓦斯の塊は、一定振動數の波を放射するに違ひない。この瓦斯の塊は遮ぎられる事のない限り、實驗室内の白熱瓦斯の塊と同様に、スペクトル中に輝線を表はすであらう。けれども、太陽の周圍には、より冷たい瓦斯が太陽を包圍してゐるが、此の瓦斯は内部の白熱瓦斯と同種のものである。茲に問題を簡單にするために、これ等の瓦斯の中の二つ、例へば水素のみを考へる。よく知られてゐる水素線を示す輝線が生ずべき筈であるが、白熱した水素の放射する輝線を生ずべき光波は、太陽を圍繞する冷たい水素瓦斯に出會ふ。そこで眼に見えない水素瓦斯が光波を反射する事は既に知られてゐるが、而かもこの水素瓦斯の電子は白熱した水素の放射する光波のためにその電子

から離れて了ふから、この外來の光波は吸収される。そして他の光波はこれを通過して地球に達するが、太陽スペクトル中の水素輝線の生ずべき所に空處が現はれる。併し乍らこれ等の空處は輝線と同様に容易に了解する事が出来るから、太陽の光線を分析する際にある線の缺けてゐる事から、太陽中に存在する元素が明かに分るのである。

太陽遠征

太陽に關する多くの知識は、太陽の皆既食を觀察するために、常に地球の各地方を訪れる、所謂太陽遠征に依つて得られたものである。本頁に對する挿圖は、ダブリュー、ゼー、エス、ロッキアーの指揮の下に行はれた英國太陽遠征の寫眞である。

太陽は吾人に一番近い、そして最も重要な關係ある恒星である。吾々は既に星の成分に關する話から分光器の事に及び、進んで星の光と色の性質を分析する方法まで説明し來つたのである。第一講に述べた科學の各部門の如何に多數に涉つてゐる事、そして其の間に互に密接の關係を有つてゐる事はこれで了解されるであらう。

既に光と呼ぶエーテル波の作用や、分光器に依て知り得るその振動數に就て、大體の説明を了つた上は、吾々は更に全宇宙に關する一層興味ある發見に向つて進み得る資格が出来た譯である。地球を全宇宙に較べては、話にならぬ程の蕞爾たる一點に過ぎない事は更めて言ふまでもない。

發光するバクテリア

以上述べた外に尙ほ二、三の異つた光源ある事は既に知られてゐる。冷却せる眞空管からも、土螢からも光は得られる。又或るバクテリアには光を放射するものがあるが、極めて巧妙な方法で、これ等の光を寫眞に撮る事が出来る。この光は必ずある熱を伴ふ原子の白熱した振動状態とは異つた方法に依て電子が運動を初める事は明瞭である。土螢の秘密は最近發見されたがそれは可動管に依る燐光性物質の酸化に因るものであるといふ。

燐光の原因

電子の運動に關する説明から、燐光の現象を了解する事が出来る。普通の物質中の電子はエーテル波がこれを衝擊してゐる間だけ、これを反射するのであるが、ある二、三の物質に於ては、電子は刺激がなくなつた後までも、相當の時間中振動を續くるので、光も亦其間持續するのである。これが燐光性の物質の特徴である。

第二十二講

宇宙に關する發見

天文學の全問題

本書の第一講に於て、吾が地球——と云つても太陽に附屬する惑星の中の一つに過ぎない——と空間に於けるその位置とに關して發見された事柄の一、二を考察した。外界の宇宙に關する發見を考察する事は、即ち天文學の全問題に關係する事であるが、茲には其中の最も顯著な、そして興味ある發見に就ての二、三の事實を述べて見よう。

分光器に依て種々の星の成分を確めた事は、前に述べた。そして吾が地球を構成してゐるものと全く同一な物質が、これ等遠距離の星にも存在してゐる事や、星の中には瓦斯狀のものゝある事や、極めて温度の高い事が發見されたのである。

星の温度の測定

太陽は高い熱度を有つてゐる物體であつて、吾等は常にその熱の供給を受けて生活して居るのである。天空幾千萬の星は殆んど皆、吾等から極めて遠距離に在る太陽であると云つてもよいのである。そして吾等は實際にこれ等の星の温度さへ計る事が出来る。

茲に本頁に對する挿圖には、敏感な光度計で星の温度を計つてゐる觀測者がゐる。この光度計は大赤道儀の對眼レンズに取付けられてあつて、星の焦點を假設の星と並べて置くやうに準備されてある。假設の星の影像は金屬線のランプからの光に依つて寫し出されたもので、光度を計る標準に用ひられる。即ち一つはこの假設の星から發する光線により、一つは觀測中の實際の星からの光線によつて、都合二つの影像が現はされるのである。そして、この二つのスペクトルの必要な部分を隔離する爲めに、これ等の光線は着色された液體を通過せしむる。

假設の星から發する光線はニコル、プリズムを通過して來るので、この星の光は實際の星からの光と同じ程度に調節することが出来る。そこで、實際の星と假設の星とのスペクトルの比



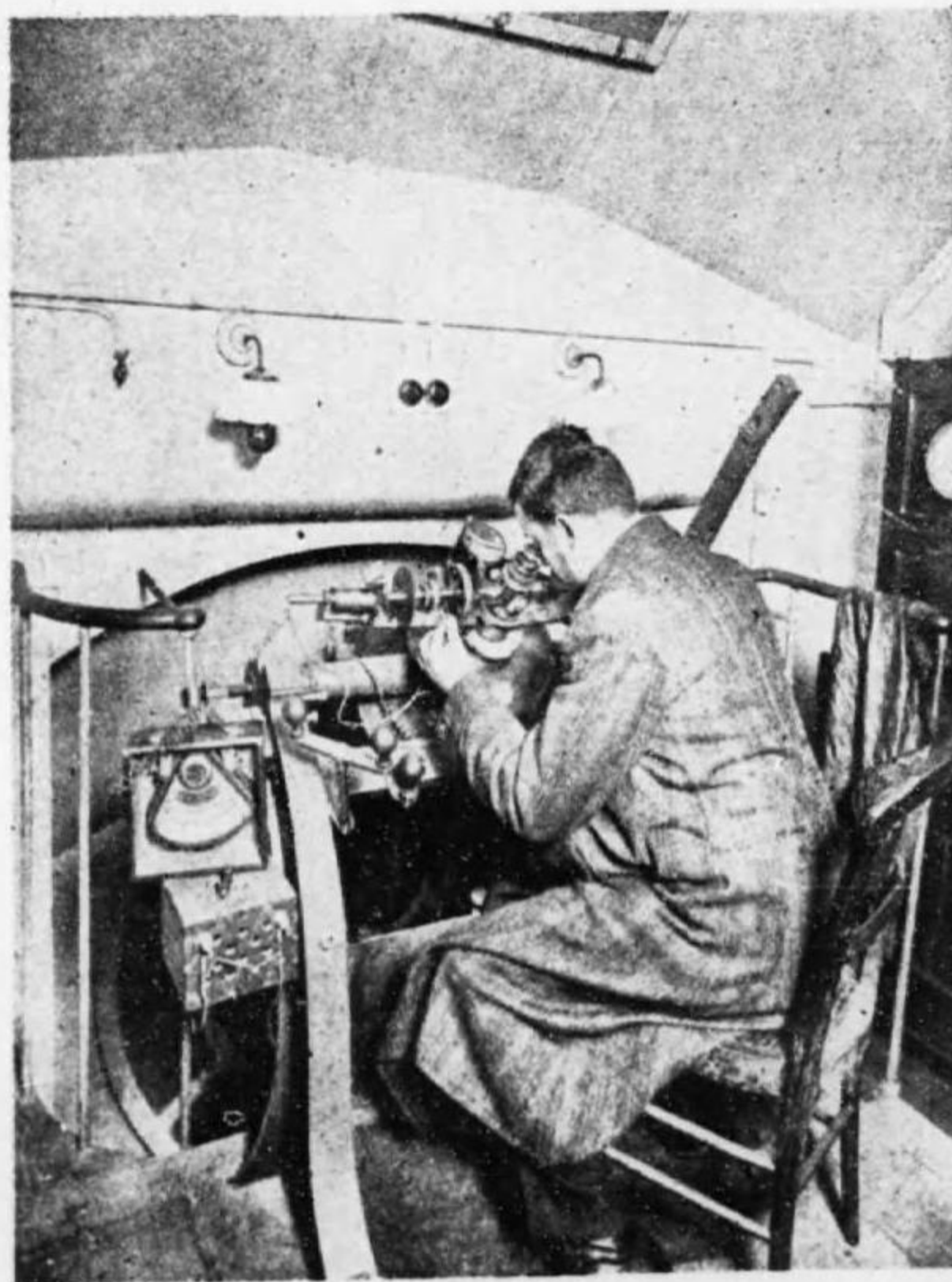
に確精な度光の星るつ距を里兆幾は者測觀・測觀の度光の星・
示に文本け附にズンレ眼對の鏡遠望を計度光はれそ。るす測觀
。るす定測で法方たし

星の温度の測定

太陽は高い熱度を有つてゐる物體であつて、吾等は常にその熱の供給を受けて生活して居るのである。天空幾千萬の星は殆んど皆、吾等から極めて遠距離に在る太陽であると云つてもよいのである。そして吾等は實際にこれ等の星の温度さへ計る事が出来る。

茲に本頁に對する挿圖には、敏感な光度計で星の温度を計つてゐる觀測者がゐる。この光度計は大赤道儀の對眼レンズに取付けられてあつて、星の焦像を假設の星と並べて置くやうに準備されてある。假設の星の影像是金屬線のランプからの光に依つて寫し出されたもので、光度を計る標準に用ひられる。即ち一つはこの假設の星から發する光線により、一つは觀測中の實際の星からの光線によつて、都合二つの影像が現はされるのである。そして、この二つのスペクトルの必要な部分を隔離する爲めに、これ等の光線は着色された液體を通過せしむる。

假設の星から發する光線はニコル、プリズムを通過して來るので、この星の光は實際の星からの光と同じ程度に調節することが出来る。そこで、實際の星と假設の星とのスペクトルの比



に確精な度光の星るつ距を里兆幾は者測觀・測觀の度光の星・
示に文本け附にズンレ眼對の鏡遠望を計度光はれそ。るす測觀
。るす定測で法方なし

較は何うして知るかと云ふと、光度計は、必要な温度を読むために、それを華氏の二五五〇度から六五〇〇度までの種々な温度に熱せられた電気爐の内部にかざして、標準光度に合せる。電気爐の温度は第十七講に於て説明した様な高温計に依つて計るのである。

太陽の温度

この星の温度計を以て、星の温度を測定するのは、次の様な事實に基くのである。即ち、若し二個の發光體のスペクトルがその兩端の光度は著しく違つて、その中央部に於て同一光度であるならば、スペクトルの青の部分が最も明かな方の發光體は、一方よりも高温度であると云ふのである。この方法で太陽を観測して見ると、その温度は華氏の九六〇八度、(攝氏五三二〇度)であることが分る。又電気アークの温度は華氏の六五一二度、(攝氏三六〇〇度)である。

スペクトルから得た吾々の知識

星の温度を比較するのに、今一つの便利な方法はこの最も有用な器械、即ち分光器を用ゐる

ことである。例へば鐵棒に、電流を通じてそれを熱すると想像せよ。先づ最初に、その鐵が赤く灼熱し初めるに従つて、スペクトルの赤色の端が光り出すのが見える。そして溫度が昇るに従つて橙、黄、綠、青、及び紫が現はれるまで擴がつて行く。吾々の はそれ以上認め得ないけれども、スペクトルは溫度の昇ると共に更に眼に見えない葦外線の部分まで延び續けて行くのである。若しそこに眼の代りに、寫眞の乾板を置き代へると、この線が益々延びて行くのが明かに認め得られるであらう。即ち溫度計の水銀の上昇は、溫度の上昇を示し、分光器中のスペクトルの伸長は星の溫度の上昇を示す。

スペクトルの所謂熱線を含む部分といふのは、葦外線とは反對の端の赤色線外にあるのである、溫度の上昇に依つて起るスペクトルの伸長は、葦外線の方の端よりも寧ろこの熱線の方の端に起ると考へる人があるが、併し我らの熱の感覺を刺戟するものはエーテル中の振動數が低いもの、即ち波長が長いもののみである。然るに一方溫度が上昇すると共に、振動數の高い光波が従つて増加する。そしてこれ等の光波は狭い範圍内では吾々の眼を刺戟するが、次第に振動數が増加するから、間もなく視覺を刺戟しない様になる。宛も熱線に於て、振動數が増加す

ればそれが吾々の熱の感覺を刺戟しない様になるのと同じである。

非常な速力で吾々に近づく星

分光器に依る今一つの發見は、極めて遠距離に在る星で、刻々吾々に近づいて來るものもあり、又、吾々から遠ざかつて行くものもあるといふ事實である。吾々は常に遠方に居る電車が今、自分の方に向つて來るのか、それとも遠ざかつて行くのか、鳥渡の間分らない事がある。況して只一點の光としか見えない星が何うして視線中に動いてゐるか否かを見分ける事が出来るか、眼に映る星の直徑は常にゼロであつて、如何なる場合でも増しもしなければ、減りもしないのである。

簡単な類例に依つて、この發見の原理が理解出來ようと思ふ。若し諸君がドップラーの原理——發光體の色彩は、その物體が進退するに従つて變化しなければならぬといふ原理——を知らないなら、茲でこれを音響について實際に證明しなければならぬ。汽笛を鳴らしてゐる汽關車が通過する時、軌道の附近に立つて居れば、機關車が通過するや否や、汽笛の音調が下る

事は著しい事實である。機關車の汽笛は絶えず一定の調子の音を送り出してゐるのだが、機關車が觀察者から驀進し去る時は、それが近づいて來る時よりも秒毎に達する空氣の波動が少ないのであつて、遠ざかる時には機關車は波長の長い波動を置いて去るのである。

英國の一星學者は前述のドップラーの原理を分光術に應用した。光度の高低はスペクトルの線の僅かな變化に依つて示されるのである。即ち振動數が減すれば赤の端の方に輝線が表はれるし、振動數が増せば紫の端の方に輝線が表はれる。

星の光が分光器に依つて驗べられて、例へば水素輝線がその正規の位置よりも稍赤の方に偏してゐることが發見されれば、振動數が減じて居つた事が明かである。この場合光源は吾々から遠ざかりつゝあるに違ひない。

變化の度は如何に僅少でも計量する事が出来る、この方法で星の運行の割合が大凡測定されるのである。その結果、大狼星(シリウス)が急行列車の五百倍の速度で吾々に近づいて來てゐる事が發見された。幸にもその行程は、非常に長いから、吾々が地球が、現在の場所に居つて、大狼星の到着するのを待受ける事が出來さうもないから、吾々はそれが接近して來るからとて

驚かなくてもよい。他の星の中にはもつと速い速度で吾々に接近して來るものもあり、又種々の速さで吾々から遠のいて行くものもある。

星 雲

これ等近代の發見はいづれも分光器の恩恵を受けたものが多いのであるから、吾々は先づ第一にそれに就いて考究したのであるが、この器械に依つて行なはれた今一つの天文學上の發見は、星雲の多くは、恰度眞空管中の稀薄にされた瓦斯の場合と同じ様に、スペクトルに輝線を顯はす冷却した瓦斯の塊りであると云ふ事である。そしてその理由も全く同様である。星雲の場合は電子の流れが稀薄にされた星雲の團塊を放出するのである。

天王星の發見

分光器の話の次ぎに更に面白い海王星の發見がある。それは全く數學に依つて發見されたからである。昔は珍らしい雲狀帶と環を有つてゐる土星が、太陽系の最も外側を廻つて居ると考へ

られてゐた。次いで十八世紀の殆ど末に、偉大なるハーシェルに依つて今一つの大惑星が発見された。この星は、その軌道は土星の外側にあるのであるが、発見者は時の國王ジョージ三世の名に肖つて、この星に王の名を附けたいと提議したのであるが、何んな偉い人であらうと惑星に儼ない人間の名前を與へる事は極めて不穩當であると云ふので反對された。これと同じ理由で、この惑星をハーシェルと呼ばうといふ一部の人の提議も却けられた。そして希臘と羅馬との神の名を採らうと云ふ事になつて、終に天王星(ユラニース)と呼ばれた。ユラニースは希臘神話中で、サタン(土星)の父神である。

それから、半世紀後に発見されたのは海王星であるが、天王星と海王星の発見との間には最も興味ある關係がある。初め天文學者達は天王星の軌道を精密に計算して、その運行圖に書き留めて置いた。然るに天王星は當然通過すべき筈の此豫定軌道に少し逸れてゐると云ふ事が後から分つた。それは天王星が豫定の時間に豫定の場所に來ないからである。勿論この計算の根底は引用の法則に據つたのである。そこで、斯く天王星が軌道を逸れるには他に何等かの未知の原因がなくてはならぬ。それは恐らく天王星の外側にもつと大きい惑星があつて、それから引付

けられる結果、天王星が軌道を亂してゐるのではないかといふ暗示を得たのである。けれども餘程強度の望遠鏡でもなければ、斯かる眼にも映らないやうな一小光點を見出し得る望は少ないのである。諺にある枯草の堆積の中に埋れてる針を捜し出すよりも一層困難な仕事であつた。

この極めて面倒な計算に着手したのは、當時劍橋大學で漸くパチュラー、オブ、アーツの稱號を得た計りの一學生(ジェー・シー・アダムス)であつた。彼は或る惑星が天王星の運動を亂してゐるに違ひない信じ、直ちにその位置の計算を始めたのである。即ち彼は天王星の豫期の運動から推測して、その惑星の引力、そして其位置を計算する爲めに實に二ヶ年を要したのである。斯くて彼は推定の時刻に未知の大惑星の出現すべき大體の位置を指示して、是をグリニッチ天文臺の一教授に提出し、その位置の觀測を要求した。元來天文學者ではない、まだ駆出しの青年數學者であつた彼の提議は、不幸にしてその教授の注意を惹くに至らなかつた。天文學者でも分らない未知星の位置が、何うして卒業した許りの學生などの力で決定出來やうと云ふのが教授の考へであつたらしい。

恰もこれと同年(一八四五年)に、佛蘭西の一數學者がアダムスとは全く別個の研究に従事し

てゐた。それはルヴェリエであつた。其後でグリニッチ天文臺の人々が、偶々これ等全く關係のない二人の計算が同一の結果に到着して、早速この未知の星が現はれるべき天空の一劃を豫言した事を知つた時、彼等は俄に噪ぎ出して今度は本氣になつて搜索する事を決心した。そこで彼等が星圖を用意してゐる中に、一方、佛蘭西のルヴェリエは伯林の天文學者に彼が豫言した場所の搜索を依頼した。二人の助手は立派な星圖を携へて、直ちに觀測に着手したが、即夜、助手の一人は、ルヴェリエの豫言した殆ど丁度その場所に、未知の星を發見したのである。そして、ルヴェリエはこの新星に命名することを依頼されて、海王星(ネプチューン)と云ふ名前を與へた。ネプチューンは羅馬最高の海神である。

海王星に先鞭をつけた人

海王星が發見された五十年も以前に、この光點が既に恒星として星圖に記入されてゐた事が記されてゐる。この星を見たのは佛蘭西の大星學者で、事實彼はこれが惑星である事を殆ど發見する間際まで漕ぎつけたのであつた。彼の第二回目の觀測には、この星が最初に見たのと同

じ場所になかつたので、彼は多分先きの觀測に僅かの誤りをしたのに違ひないと考へた。斯様に推定するのは自然な事である。既知の大きな惑星は實際太陽系の限界であると思はれてゐたからである。

太陽の周圍を只一度廻るのに百六十五年も費かる様なこの遠方にある最も外側の惑星は、素人天文家などの容易に搜し出せるものではない。古いボンチ(倫敦)の中に次ぎの様な面白い文句がある。(一八四八年發行)

惑星の逃亡

おゝ、さうだ！ さうだ！ これは大變な事だ。海王星といふ星が逃亡して、何處へ行つたか分らないのだ。彼奴は先月の或夜出て行つた。そしてそれ以來見えなくなつて了つた。彼奴は彗星に遭ひに行つたのか、又は何處かに白を切つてゐるのであらう。どちらにせよ、彼奴が散歩してゐるのに出會つた者は、誰でも彼奴を見守つて居らなきやならない。もと／＼彼奴は遠方へ行く權利はないのに、兎角無斷で出て行く。見つけた人は皆んな先拂で巴里天文臺のレヴ

リエル君に知らしてやる事だ。問題の星は海王といふ名前に相應しい、ひどく敏捷な奴で、同じ處に決して長くは居ない云々。

フェーベとヴァルカン

この洒落を読むと、一八九八年に土星の新衛星が発見された當時のことを想起す。これは彼の大きな環のある土星の第十九番目の月であつて、偶然寫眞板の上に一光點として現はれたのである。多くの星學者は初めはこの発見を非常に疑つた。発見者がこの新衛星を希臘神話のアポロの神の妹の一人に與へられた名に肖つてフェーベと命名した時、或る天文學者はこの美しいフェーベは、ヴァルカンを捜しに行つて了つたのだと揶揄した。彼が言つたヴァルカンとは彼の昔羅馬にその殿堂があつて、エトナ山の下に鍛冶場を持つて居て、ジュピターの神のために雷電を作り出すのだと言はれてゐる羅馬の火神ではなくて、水星と太陽との間にあると想像されてゐたヴァルカンと云ふ想像の星の事であつた。併しこの想像は誤つてゐることが分つたので天文學者達はこの新衛星フェーベの存在をも疑つて居たのであるが、數年後再びこの星が発見

され、今日では正に動かす可らざるものとなつた。

火星と木星との間の大きな間隙——小惑星の発見

天文學者達は火星の軌道と、木星の軌道との間に何故大きな間隙があるのか分らなかつた。他の星の軌道間の間隔から推測して、此の間には何うしても、今一つの惑星がなければならぬ様に思はれた。殊に天王星が発見されてからは、この廣大な空間には必ず何物かが見失はれてゐるのだと云ふ考へが一層強くなつて來た。果然、第十九世紀の第一日に、伊太利の一天文學者はこの空處に極めて小さな惑星を発見したが、數年後、同じ處に又、他の小惑星群が発見された。現在では斯種の小惑星が數百も存在してゐることが知られてゐる。その最も大きなものでも、その直徑は僅かに五百哩に過ぎない。

これ等の小惑星は嘗て火星と木星との間で、太陽の周圍を運ぐつて居つた一惑星であつたが爆發して碎片となつたのであると想像されてゐたが、或る理由のために、此の考へは認められなかつた。第二の想像は、これ等小惑星は、木星の強大な引力の近くにあつたために、一惑星

を構成し得なかつた物質の碎片であると云ふのであるが、この説は幾分合理的である。

彗星と尾

次に興味ある問題は彗星である。彗星の事は古代から種々に取沙汰せられて來たものであるが、サー・アイザック・ニュートンが、彗星は引力の法則に支配されてゐる惑星の如き物である事を證明するまでは、吾々は彗星の性質に就ては何も知つてゐなかつた。彼の友人であつた天文學者ハレイは、現在彼自身の名を冠されてゐる彗星が實際太陽の周圍を巡つて、やがて再び地球を訪れるであらう事を彼に話した。そして更に精密なる研究の結果、この彗星は必ず七十六年後に再び現はれると云ふ思ひ切つた豫言をしたのである。即ち彼はその生涯中には何としても實現も證明もし得ない大豫言を遺して永へに眠りに就いたのであつた。そして、愈々彼の豫言した年が廻つて來た時、天文學者達はこの約束した訪問者を忘れなかつた。この彗星はその年のクリスマス、デーにサクソニヤの一農夫に依つて認められたのである。

再び七十六年が經過して、ハレイ彗星は再度訪問して來た。そして吾人の多數は、この彗星

が最近一九〇九年にも訪れた事を記憶してゐる筈である。けれども、それが今度再び戻つて來る時、この世に残つて居て、それを眺め得る人は極めて少數に違ひない。

彗星の尾に關して非常に面白い事實が発見された。彗星の尾は太陽と反對の方向を指すことは以前から知られて居つた。太陽に接近して來る彗星が、その後方に尾を引いて居るのは全く自然であるが、太陽から遠ざかつて行く時にも、長い光の尾をその前方に引いて居るのを見るのは頗る奇妙で、如何にも不自然の様に思はれた。この謎は、彗星の尾は「太陽から遠ざかるのだと云ふ彼の有名な法則」で説明が出来る様に思つてゐる人もあつたが、併しこの問題は一九〇一年までは解決されなかつた。

光の壓力

この奇妙な現象は、光の壓力に依つて、彗星の薄い尾を、太陽から吹き飛ばされるのであると解決された。凡そ四十年前にクラーク、マックスウェルは、光の壓力が存在する事を明言しその微少な値を計算した。實際その光の壓力は極めて輕微なものであるから、それを檢出し得

た事は決して容易な實驗の結果ではない。

光の壓力が實驗的に示された方法の大體を示す爲めに、茲にその類例として普通の熱車^{ラジエーター}を用いた場合に就て話して見やう。併し、その作用は實際の光の壓力の場合と著しく異つてゐるから、これは只一の類例に過ぎないのである。即ち、一方は明るく、一方は暗くしたアルミニウムの一組の車翼を用ゐる。そしてこの翼は殆ど眞空にされた硝子球の中で自由に廻轉し得る様に裝置してある。この小さな熱車は眼鏡屋のショー、ウィンドなどにあるのを折々見る事がある。太陽の光線が直射すると車翼は廻轉する。この作用するものはエーテルの長い波動、即ち吾等の視覚には感じない輻射熱線である。この熱線は暗面に吸収されて、その温度が増加する。そして白色面よりも、大なる速度で反撥される様に、瓦斯分子を放射する。斯様にしてこの一組の車翼は運動し出すのである。

併し、今述べた様な熱車では、光の機械的壓力を検出するのに何の役にも立たない。光の壓力を検出するためには、出来る限り空氣を排除しなければならぬ。そして、餘程高度の眞空を得なくては全然効がないのであつて、この高度の眞空内に極めて軽い翼が細い硝子線に依つて吊

されてゐる。翼はその一端に、一方は磨かれ、一方は暗くされた圓盤が附けてある。明い方はその上に投射するエーテルの波動を反射し、一方黒色の方はそのエネルギーを吸収する。翼は熱車の様に廻轉はしない。その廻轉は極めて微少であるから、翼を支へてゐる硝子線に小さい鏡を裝置する事が必要である。この小さい鏡に反射する光線は極めて輕微な示壓計として働き如何なる微細な廻轉運動も、認め得る程の移動を反射光線に與へるのである。そこでアーク燈からの光線が翼の上に集中せしむると、前の方法に依つて光線の機械的壓力を認める事が出来る。斯様に壓力の數値が計算されて見ると、それが三十年以前にクラーク、マツクスウェルが數學上の計算から豫言した所と全く一致してゐることが分つた。

吾等は今、彗星の尾が太陽から遠ざけられるのは、この光の機械的壓力であると云ふ事實に殊更、興味を感じてゐる。彗星が太陽から遠のいて行く時は、彗星の尾は、烈風中を疾走してゐる汽船の煙が、船の先導をしてゐるのに類似してゐる。光の壓力は吾等の周圍の如何なる物に對しても全然影響を認め得ないけれども、彗星の尾を構成してゐる様な極めて微細な物質の分子には前に述べた様な運動を惹起せしむることが出来るのである。これ等の微粒子はその極め

て微少な體積に比して割合に廣い面積を供へてゐるから、體積にのみ作用して、その表面積には影響しない太陽の引力は、體積には關係なく、その表面積の廣さに従つて作用するエーテル波動(光)の壓力のために負けて了ふのである。

彗星の光

彗星は冷却した物體であり乍ら、自ら發する光に依つて輝くことが分光器に依つて明かになつた。併しそれ等は恰度、眞空管が光を發するのと同様な意味に於いてのみ、發光するのである。然らば何處から彗星の光のエネルギーが得られるのかと云ふと、それは眞空管中の稀薄にされた物質が、電子の驟雨を浴せられた時に發光する様に、彗星を構成してゐる稀薄な物質、即ち星雲狀のものが絶えず電子の流れを浴せられて發光するのである。

極光

南北兩極の上層空氣に極光の出現するのは、即ち地球の磁氣作用に依つて、外らされた電子

の流れである。

宇宙に關する發見は殆んど天文學の全部を包括してゐる事は、既に本講の初めに述べた。茲には唯だ、一般的の興味のある二、三の顯著な發見に就ての梗概を示したに過ぎない。今日の人間の知識は、彼の彗星は人間の罪惡が上空で燃えて出來たものであると信じてゐた數世紀以前の時代とは全然異つてゐるのである。

今、科學的發見の宏大な問題に關する筆を擱くに花み、各講で考察し來つた發見から得た知識を概括して、茲に吾が太陽系——殊に吾々の現に住める地球の創造に言及する事も決して徒爾な業ではなう。

第二十三講

宇宙の創成

宇宙の變化

凡そ、科學を學んだ人で、吾々の周圍に起る變化の狀態が單に吾が地球にのみ限られてゐると考へ得るものは恐らく一人もあるまい。全宇宙が常に變化してゐることは明白である。人間が地球に生存する様になつて以來、恒に太陽や月や星が、今日吾々が見ると全く同じ様に見えるてゐた事は眞實である。けれども人間が生存して來た全日月は、この地球が存在して來た悠久な時間に比すると、物の數にもならない短日月であつた事を記憶しなければならぬ。

或る過去の時代に、地球と月とは一體の塊りであつた事、又更にその以前には全太陽系が一個の塊であつた事を、今日の科學者は誰も疑ふものはない。

無から有

一度、有形の宇宙が與へらるとすれば、第三講に考察した變化を想像するに難くない。吾々は熱を放射してゐる膨大な白熱瓦斯の塊が溶解し、やがて硬化するのを見る。併し、是等は皆創造と云ふのではなくて、寧ろ進化と呼ぶべきである。然らば何うして物質は創造されたのか、何うして無から有が造り出されたのか。

吾々は唯だ、「神が天地を創造し玉ひし最初に未だ地球は影も形もない虚無であつた」といふ創世紀の第一章に寫された創造の時に、何んな現象が起つたかといふ事を遙かに推測し得るだけである。それは吾々が今まで考察し來つた發見に關して得た觀念を綜合して描いた想像である。

吾等は「未だ形影なき虚無の」全空間を充してゐるエーテルの大海原を想像する。それは物質としては全く存在しない際涯なきエーテルの大洋である。この虚無から宇宙が創造された事を吾等は信ずる。然らば斯くも稀薄な虚無から如何にして物質を構成する事が出來たのか。

渦 輪

このエーテルの大洋に小さな渦巻^{うずまき}が起つたと想像せよ。これ等は幾億萬とも知れぬ、計量する事も出来ない程無限に微小な物である。この微細な渦輪は一個々々判然としたものであつたらしい。この事は一寸類例を舉げて見れば容易に理解出来る。

吾々はこの渦輪をもつと有形的な、吾々の生活してゐる空氣の大洋中で作る事が出来る。喫煙家の中には煙の輪——それは單に煙で着色された空氣の輪に過ぎない——を作る事の出来る人があるが、又機關車が連續した美しい煙の輪を作るのを時々見受ける事がある。一側に圓い穴を明けた厚紙製の函を用ゐて容易に煙の輪を幾らでも作り出せる。即ち函に煙を一ぱい入れて函の背をコツ／＼と叩けば、煙の輪は或る間隔を置いて空氣中に飛び出す。

斯様な煙の輪を二つその端の方を撞き合はせると、恰度彈力體の様に運動する。この明かな凝結性は輪を作つてゐる空氣の分子が、急激な旋回運動を起した爲めに生れ出たのである。煙は單に着色された物質に過ぎない。遠方にある蠟燭の焰に向て煙の輪を送り、その光を吹き消

すことが出来る。そして函の中の煙が皆出て了ふと、今度は眼に見えない空氣の輪が送り出され、前と全く同様に作用する。そこで、吾等はエーテルの大洋中に無限に小さな渦輪が作られるのを想像し得る。然し空氣の渦輪(煙の輪)は間もなく消えて、再び空氣の大海原の一部となつて了ふ。エーテル中の渦輪もこれと同様に、短時間しか續かないのではなからうか、それは只旋廻運動が續く限り、續くのであると云ふ事だけは空氣の渦輪と同様である。空氣分子の運動は、空氣分子がそれを圍繞してゐる分子と磨擦するために、間もなく阻止されて了ふがエーテルにはこの磨擦がないので、渦輪の運動には何等抵抗がないから、何時までも運動状態を繼續するのである。同様に吾が月も、その運動を阻止するものがないから何時までも地球の周圍を巡つてゐるのである。

電 子

そこで吾等はこの永久不變の極微な渦輪が無限に、エーテルの大洋中にあると想像する。吾々はこれを電子と呼ぶ。即ち電氣の單位である。而かも予は曩に電子の觀念を斯様な形式で得

たものだとは言はないで、實驗的に發見したのだと述べた。勿論、電子が果してエーテルの渦輪であるか否かは分らないが、電子が何うしてもエーテルの何等かの運動或は纏れでなければならぬ事を信するのである。

原子と分子の形成

次に吾々はこの電子がその一部として運動してゐる原子の構造に就て想像して見る。是等同量の電氣量を有つたものは物質の原子を構成する。次ぎに我々は原子が電氣引力に依り結合されて物質の分子を構成すると考へる。さうすると、夫れが再び電氣的に結合して、吾々が實在世界を構成してゐる物質、即ち肉眼に認め得る物質の群塊を作るのである。

元素創造の順序

斯くて、最初に最も單純な原子の構成を想像し、次ぎに、一層複雑になつた循環組織を心に描く。即ち初めには最も軽い要素である水素を、そして最後に最も重い要素のウラニウムを配

する。

既に第三講に於て、吾が地球上の海洋の構成を考察したが、空氣の構成も亦想像することが出来る。空氣は元素瓦斯の混合物であつて、その中でも窒素と酸素とが殊に顯著である。

蒼天の創造

創世記中の創造の詩句には空氣のある所を蒼天と呼ばれ、「海洋の眞中に蒼天を造らせ給へ。そして海と海とを區切り給へ。斯くて神は蒼天を造り給ひ、天の上にある海と、天の下にある海とを區別し給へり。」と叙べてある。そして現在も猶そのまゝに成つてゐる。蒼天の下(空氣界)には大洋となり、沼湖となり、河川となつて水が存在し、蒼天の上には雲の形となつて水がある。

安全な豫言

吾々が露の命を宿す此の地球といふ惑星が永劫的なものでない事は分つてゐる。それは始め

があつた故に必ず終りがなければならぬ。全き宇宙は終に虚無に還る時が来るであらうか。それは吾等人間が今まで宇宙を見て來た様な短時間では到底判斷することが出来ない。星がすべて冷却しつゝあると云ふ直接の證據は勿論、この地球が眞に冷却しつゝあると云ふ事の證據すら有つてゐないのである。星の温度は極めて多種多様であり、中には未だに法外に高温のものもある。故に星の中には冷却して行くものと、反對に温度が増して行くものとあると言つたのはその事である。地球には放射能を有する元素があるために、その温度が増して行くことさへ云はれてゐる。吾等は造物主が永遠である様に宇宙も亦必ず永久のものであると確信する。

X X X X X X X

吾等は物質の原子の内に貯へられた絶大なエネルギーを想像する。これは極めて微少なラヂウムが崩壊する時に生ずる現象に依つて證明する事が出来る。すぐと將來には、人間はエネルギーの源泉を直接汲み取る何かの方法を發明するかも知れない。若しそんな事にでもなると他のエネルギーの源泉は皆、無意味なものになつて了ふであらう。兎に角、今から數世紀の後には著はされる科學上の發見物語は、若し吾等がそんな書物が讀める時代に甦る事が出来るも

のなら、如何に驚くべき事實を以て充されてゐる事であらう。



近代學科二十二講

大正十三年十一月十三日印刷
大正十三年十一月十五日發行

譯者 大沼 十 太郎

發行者 仲 摩 照 久

印刷者 猪 木 卓 二

印刷所 京華社印刷所

東京麹町區田町二ノ五〇

東京市麹町區下二番町三番地

發行所

新

光

社

總發東京四三二四〇番

定價二圓七錢

趣味の科學叢書

第一期十二冊

當代の通俗科學界に勇躍する新人の筆にりなりしもの、其行文流麗、興味津々、よく科學上の問題を叙し、吾々をしてその知識欲を満足せしむるものである。

理學士 原田三夫著	海の科學	定價二圓三十錢 送料十五錢
同	山の科學	定價二圓三十錢 送料十五錢
同	星の科學	定價二圓三十錢 送料十五錢
同	地震の科學	定價一圓八十錢 送料十五錢
理學士 石井重美著	世界の終り	定價二圓七十錢 送料十七錢
古川龍城著	星のロマンス	定價二圓 送料十五錢
同	月の科學	定價二圓 送料十五錢
ターナー著 大沼十太郎譯	宇宙の旅	定價二圓六十錢 送料十七錢
能澤麟著	生物ロマンス海の巻	定價二圓三十錢 送料十七錢
村林仁八著	遺傳の科學	定價二圓三十錢 送料十七錢
理學博士 渡邊十千郎著	風景の科學	定價二圓八十錢 送料十七錢
文學士 小熊虎之助著	心靈現象の科學	定價三圓五十錢 送料十九錢

好評の科學書類

我新光社發行の科學書類
は「趣味の科學叢書」な

始め、噴々たる名篇の集成である。一讀あれ

工學士 妹尾太郎著	原子の秘密	定價一圓 送料十一錢
林學博士 上原敬二著	國立公園の話	定價一圓 送料十一錢
古川龍城著	火星の生物	定價一圓 送料十一錢
文學士 黒田鵬心著	建築と趣味生活	定價二圓三十錢 送料十七錢
宮里良保著	自動車ハンドブック	定價二圓五十錢 送料十三錢
松村光三著	自動車の運転手 になりたい人へ	定價一圓六十錢 送料十三錢
石井勇義著	西洋草花の知識	定價二圓五十錢 送料十七錢
コーリンス著 大沼十太郎譯	無線とアマチュア	定價二圓 送料十五錢
ザッブソン著 大沼十太郎譯	近代科學二十三講	定價二圓七十錢 送料十七錢
理學博士 渡邊十千郎著	趣味の鑛山物語	近刊
ラッセル著 寮佐吉譯	原子の常識	同
小川敬次郎著	鐵筋混凝土の話	同
古川龍城編	星座の圖	定價一圓 送料十一錢

トエ 4V
-14

文藝・歴史・紀行

麻生氏の三部作の真價

はすでに世の知るまこ

ろであるが、ヴァン・ルーン著神近氏譯の「人類物語」

上下二巻はこれ又人類の教書として萬人必讀の名篇

である。上原博士の紀行文又寶玉の如き名文になる。

麻生 久著 濁流に泳ぐ 定價二圓六十錢
送料十七錢

同 生きんとする群 定價二圓三十錢
送料十七錢

同 黎 明 定價二圓五十錢
送料十七錢

林亨博士 上原敬二著 わたり鳥の記 定價二圓
送料十五錢

同 神秘郷をたづねて 定價一圓八十錢
送料十三錢

同 ハワイ印象記 定價二圓
送料十三錢

ヴァン・ルーン著 人類物語 上 定價二圓八十錢
神近市子譯 卷送料十七錢

同 同 下 定價二圓五十錢
卷送料十七錢

全世界讀書界を異常な人氣沸き起せし勞働小説！

ジエームス・ウエルシュ著

麻生 久・渡邊康長夫共譯

どん底の英雄 定價二圓六十錢
送料十七錢

終