

ニウトン

つひ最近までは空中を突進する物體が空氣の抵抗に會ふことを知つたものは少なかつたものです。曾てサー・アイザック・ニウトンはこの事柄を考察し、いつたい迅速な運動を行ふ物に對して加へられる抵抗は頗る大なるものであるから、若し飛行するとしたならば非常の機械力があるわけだといふ結論を下しました。ところが、このニウトンの結論を實驗した人は技術家でもなければ飛行家でもありません。それはアメリカの科學者サミュエル・ビヤポント・ラングリーその人であります。ラングリー教授は一八八七年にその實驗に着手しましたが、その結果ニウトンのこの法則は間違つてゐる、高速度で飛行機を空中に突進せしめるには低速度の場合よりも力が少くて済むもので、ニウトンの法則にあるのよりも二十分の一以下の力で十分であるといふことを發表したのであります。彼は尙ほそれについて、『この新實驗の示すところに依れば、若しかゝる空中運動に於て機が水平飛行に於て支持される如き角度に傾斜し、且つさやうな速度に於て前進するところの一定の大きさと重さとを有する機が

ラングリー教授

水平飛行

ラングリーの法則

あるならば、この運動が迅速なればなるほど、それを支持し推進するに要する力はますます少くなるであらう』といつてゐます。これ今日ラングリーの法則として知られるところのものであります。彼はこの結果に従つて、約二十五ポンドの重量ある模型の飛行機を造り、長さ約半哩の飛行に成功しました。それは一八九六年のことであります。ところが、彼の實驗は當時單なる學者の道樂としか見られてゐませんでした。時、一九〇三年、着陸の際にたまたま故障を生じたため飛行機が破壊したものだから、一般からは非常の嘲笑を買ひ、そのため遂に彼も他の研究に轉ずるの止むなきに至つたのです。その後十一年たつて一九一四年になつて、この機は嚮導者がついでに飛行に使用されたのですが、それ以前に死んだラングリーはその成功を見るに由なかつたのです。然しラングリーの飛行可能についての確信は牢乎として抜くべからざるものがあつて、彼は世界は遂に商業的實際的に飛行機を使用するに至るべく、吾々の頭上に世界航空路が開通されるのも近きにあるべしと豫言しまし

非常な嘲笑を買ふ

飛行機の實用時代

世界の航空路

ライト兄弟
石油發動機

だが、今日では全くそれが的中したのです。かくして、科學者の研究が實に航空史上に一新紀元を劃したといふことが正當にいひ得られます。

一九〇三年十二月ウィルバー・ライト及びオアヴィル・ライトの二人の兄弟が初めて石油發動機に依つて運轉される飛行機で實際に飛行を試みたのも、その實、全くラングリー教授の實驗の結果に則つたものであつて、それに對してはライト兄弟は大に感謝してゐるのです。一九〇五年には彼等は半時間空中に止まり、約二十四哩を飛行することが出来ましたし、また一九〇八年には一般の觀覽に供するに至つたのです。それ以來、發動飛行の進歩は極めて迅速であつて、實に驚くの外はないのです。今日では種々なる型の飛行機が日々世界の空中を飛翔し、殊に軍事上に夥しく使用されるやうになつたことは一般周知の事實であります。また近年は飛行機に止まらず、飛行船も軍事上のみならず、平時の旅客用等にまでの實用化も大に進歩してゐるのです。

飛行船

一一 限界の撤廢

科學と未知の現象……無線電信の學理と實際……マルコニの成功……無線電信と難破船救助……
：ラファオの發達……レントゲン線の學理とその應用……ラディウムの發見とその應用

科學は未知の事實及び現象を明かにすることによつて進歩するものであります。ガリレオは簡単な望遠鏡を以て天體を觀察したところが、肉眼では見えなかつた幾千の星が見えたのです。顯微鏡が發明されると、その助に依つてこれまた未見の世界が現はれ、而もその世界に住するものは天界の星の數よりも遙かに多いことが知れたのです。勿論、これらの何れの場合にも、別に新世界または新生物が創造されたといふわけではない、たゞ知識の擴張といふことが、改善された視力の結果として現はれたのに過ぎないのです。見得らるべき光波の限界は今日非常に擴張されたお蔭で、吾々は無線電信に於て吾々の視官に影響しないところの電波を産出しました探知するのであります。また吾々は暗黒からエックス

科學と未知の現象
ガリレオ

光波

電波

放射

無線電信の學
理と實際

線チューブやラディウムなどに依つて肉眼の世界を超越したところの希望の世界を映出する新しき放射を取り出すのであります。

科學のすべての業績中で一般人の心に最も深刻な印象を與へるものは實に無線電信であります。そしてこの成功もやはりまた、その起原は實驗室並に研究室に於ける學者の研究から出たものであり、また、その進歩は實際的研究よりもむしろ大に學理に依つてゐるとさへいへませう。磁石に及ぼす電流の影響及び電流に對する磁石の影響が決定された場合、科學は實にその説明を求めたのです。即ちその影響は眞空中にか、または硝子木材、その他類似の物質を通じて生ぜしめることが出来る。そこで眞空の空間または物質が眞に電力及び磁力を輸送し得る何ものかを以て充たされてゐるに相違ないといふことが明白となるわけである。アンペアーはこの觀察された事實は一點より他點にこれらの力を輸送し得るところの宇宙に遍在する媒體の存在に依つて説明することが出来るといつ

アンペアー

宇宙に遍在する媒體

ヘンリー
ファラデー

マクスウェル

てゐます。この見解を懷いた者に尙ほヘンリー及びファラデーの二人が居り、またこの説は十九世紀の中頃、數學的物理學者ジェームス・クラーク・マクスウェルに依つて仔細に敷衍し推究されたのであります。

現象の座

力の線

マクスウェルはファラデーの媒體に依れる電磁氣的作用の傳播といふ考をば自己獨得のすぐれた數學上から分析を下し、一層その考を擴大させた人であります。『いはゆる距離を隔ての作用』といふ説は、電力または磁石の傳達には何等の媒體も直接關係がないことを假定しました。然るに、ファラデーは實驗的研究及び推理に依つて、この作用は屈曲線即ち彼のいはゆる『力の線』に沿ふて生起するものであることを明かにしたのであります。マクスウェルはファラデーについて、『ファラデーは全空間に普ねく瀰漫する力の線を見た、然るに數學者は力の中心が遠方にて引き着けてゐると見てゐる。ファラデーは彼等數學者が距離の外に何物をも知らなかつたところに一の媒體を見たのである。そして彼はこの媒體中に行はれる眞の作用中に現象の座を求めたのであるが、彼等數學者は電流の

上に影響する遠方に於ける作用の力の中に、それを見出して満足してゐる』といつてゐます。

マクスウェルはファラデーの實驗的結果とそのはゆる力の線なるものを仔細に吟味した結果、電磁氣激動と光の波動とは同一媒介に依り、同一速度に於て傳達されるものであることを證明し得たのであります。かくして電磁氣的現象と光の現象とは種類に於て同一なものであるが、ただそれらを傳達する媒體、即ち普遍的エーテルの波動の遲速に於て異なるものに過ぎないことが明かになつたのであります。日光はいはゆる真空の空間は九千三百萬哩を超えて吾々に來るし、星の光は更にそれよりも幾十萬倍の距離から吾々に來るのであります。そして共に測定さるべき光波として吾々に到來するのであつて、二者の交叉的影響もまた觀察し得られるのであります。これらの光波の傳達を説明するには必ず媒體を案出しなければならぬ、そしてこの媒體はエーテルといふ名稱を附するのが一番適切であります。何となればエーテルとは天空の意味であり、

エーテルの波動

神々の本土といふ意味だからであります。何人もエーテルを見ることも計ることも、乃至はその一部分を游離することも出来ないが、而もそれは一切の空間に瀰漫し、一切の物質に滲透してゐるのです。そしてそれを通して光や熱の波動と同じく、電磁氣的波動が傳播されるのであります。

一八四二年ジョセフ・ヘンリーは電氣火花がライデン瓶かまたは他の積電器の急激な放電に依つて生ぜしめられる場合には、その火花は一點から他點へと電氣の單一なる跳飛に依つて生ずるものであるが、然しまた二點間の電氣作用の急激な多くの擺動に依つてもやはり生ずるものであるとの結論を下すに至つたのです。放電の全持續期は肉眼にて吟味されぬほど短きものであるが、若しかなり長い期間にまで擴張されると、火花は一點から他點へと振子の如く振動し、それを生ぜしめた大波動が鎮定するまで、かく繼續するのを見らませう。ケルヴィン卿及びフォン・ヘルムホルツは獨立に放電の擺動性に關してヘンリーが下した

電氣火花
ライデン瓶

放電の擺動性

ファラデー
ヘルムホルツ

結論に同じく到達したのです。そしてクラーク・マクスウェルはかかる放電は光の速度を以て空間を進行するところのエーテル波動を生起せしめるに相違ないといふことを明かにしたのであります。

凡そ或る學理が數學的に陳述されるならば、それは結果が實際に觀察される前にそれを豫見することが出來ます。マクスウェルの學理の結果はドイツのハインリッヒ・ルードルフ・ヘルツ、イギリスのサー・オリヴァー・ロッチなる二人の物理學者に依つて明白に理解されたのです。そしてこの二人は擺動的放電に依つて創造されるに相違ないと思はれるところのエーテル波動を探究することに専念したのであります。一八八八年頃マクスウェルの豫言的結論はヘルツに依つて漸く論證されました。即ち、ヘルツは放電回線から放射するところの電波の振幅を増加する方法を發見し、エーテルの周期的波動を鋭敏に探知する検電器を案出しました。かくしてヘルツは科學界が二十年間待望してゐた事實に對して實驗的證明を與へたものであるといはれませう。

ヘルツ
ロッチ

電波の振幅

検電器

ヘルツ波

波頂

光波と電波——發見者の名譽を表彰してヘルツ波と稱してゐます——

との差異は長さの差異、またはエーテル振動の程度の差異であります。吾々の視覺に影響する最短の波は堇の光で、これは一秒間エーテルに於ける約七兆の振動に依つて生ぜられるものなのです。この擺動の度數は青、綠、黃、橙黃、赤と次第に色の系統を下るに従つて減少し、赤は一秒約四兆のエーテル振動に依つて生ぜられます。ヘルツ波は遙かに緩きエーテル振動、即ち一秒二三百萬の振動に依つて生ずるもので、それは直接吾々の視覺に影響することはないが、光の波動が有する他のすべての性質を具備してゐます。事實上、光と電氣とは普遍的媒體に於ける波動の表現の差異を有するに過ぎないものであつて、見ゆる光にあつては長さに於て一時の約三萬分の一乃至六萬分の一であるが、無線電線に影響される電波は波頂から波頂まで一呎乃至一千呎の長さであります。

ヘルツが電磁氣的波動の產出と檢出とに關する顯著な研究を公けにしてから忽ちにして科學界はその重大な價値を理解し得たのであります。

無線電信への應用

クルックス

ヘルツ波は霧や物質的障壁を通過する性質を具へてゐるものでありますからして、それを無線電信法に使用することが出来るといふ説が現はれて來ましたのです。そして科學者中、その可能を明かに認めだものはサー・ウィリアム・クルックスでありました。彼は一八九二年二月の『隔週評論』で次の如くいつてゐます、即ち『今や吾々に新しい驚くべき世界が展開された、その世界は通信を送受する可能性を含まざればそれを認めることが困難なものである。光線は壁をも通過し得ず、また吾人の熟知する如くロンドンの雨霧をも通過し得ない。然るに、波長に於て一碼餘の電氣振動は容易に媒體を貫通する、而もこの媒體は電氣振動にまで透明無礙のものであらう。かくして更に針金も、柱も、電纜も乃至は今日の電信法の如き高價な装置をも全く要しないところの電信の可能が明かになつて來たのである。二三の合理的假説をさへ許せば、すべての無線電信法は必ず完成圏内に入るものであらう』といふのです。ヘルツの使用した受信器は電信作業に適さないものであつたが、それより一層實用的の

受信器

ものが忽ち考案され、一八九四年に於けるローヤル・インスティテューションに於て試みられたサー・オリヴァー・ロッチの講演中に實地に使用されました。そしてその時、この受信器は半哩の距離に於て信號に應ずる装置であると説明されました。そしてその後二年たつてマルコニは電波に依つて信號を傳へる装置を仔細に考案するに至つたのであります。

マルコニの功

電波の發振子

マルコニはヘルツの實驗室内の實驗が實用に供さるべきことを認めただけでなく、更に進んでその實驗をエーテルを通じて電信法に應用しようとしたのであります。彼は火花間隙のために破壊された長き直線の針金を電波の發振子としたが、そのために震動は地に達するまで針金を上下動し、四方八方に波をエーテルにまで送出することが出来るのであります。彼は電波を検出するために一層鋭敏な、そして一層信憑すべき器機を造り、いかなる距離を隔て、も信號することを可能ならしめるためには、いかなるエネルギーが必要であるかも確めました。今日無線電

ソールズベリの野
での實驗

信が商業的發展を遂ぐるに至つたのは、一に彼の知識と信念と勇氣とに歸せねばなりません。彼はソールズベリの野で實驗を試み、二哩の距離を隔て、通信を送ることに成功し、更に一八九八年フルよりワイト島のアラム灣に至る十八哩の距離を隔て、通信を送り、尙ほまた一九一〇年には六千哩の距離に於て電波を検出し、信號を読み得る如き有力な電波を産出することに成功したのであります。而もこの將來非常に有望となるべき顯著なる業績も、その實ヘルツやマクスウェルや、フレデーや、ヘンリー等の純然たる科學的研究の直接的結果に外ならぬものです。マルコニも一九〇〇年に於て『十三年以前ヘルツが光と電氣の同一についての實驗的證明、及び、これまで存在することが知られなかつたところのエーテル波をいかにして産出し、いかにして検出すべきかの知識が、即ち無線電信を可能ならしめたものである』といつてゐるのです。

無線電信と難
波船救助

かくの如く無線電信は今日日常生活の一部となるに至り、曾ては數學

レパブリック號と
フロリダ號との衝
突
無線遭難信號

者に依つて考察され、物理學者の實驗室に於て證明された電波は海を渡り陸を超えて絶えず通信を交換してゐるのです。海軍省は數百哩の海上に浮んでゐる自國の軍艦に命令を傳達することも出来れば、遭難の船舶が暗夜尙ほ救助を訴へることも出来るのです。そしてこの救助の上に無線電信が使用された最初の著しき例は一九〇九年一月中の出来事である大西洋定期航海船レパブリック號が濃霧中フロリダ號と衝突した際であります。レパブリック號の交換手ジャック・ピンスは衝突と聞いて早速、無線遭難信號を鳴らしました。船室の兩側は衝戟のために破碎され、船は暗中でもぐり込んでしまひましたが、たゞ無線電信器だけは故障がなかつたので、彼はその側にゐて先づマサチューセツ州サイアスコンセツトの無線電信局に通信し得たのであるが、その電信局はそれに應じてレパブリック遭難の報をマルコニ装置を有するバルティック、ロレーンその他の船舶に送つたのです。ところが、濃霧のために救助船は迅速に進むことを得ませんでした。それでも遂にバルティック號は接近して行つて

無線電信局

スラヴォニア號の
坐礁

乗客と水夫等を悉く救助することが出来たのであります。

タイタニック號の
破船

この難破事件のあつた二三月後、スラヴォニア等がフロレス島の西南岸に坐礁した際にも無線電信に依つて百八十哩の距離に在つた一船舶が引返して來て救助に従事したことがありました。然し海上で最も見事に無線電信を使用したのは一九一二年四月、世界第一の大船タイタニック號がサザントンからニウ・ヨークへの處女航海の際に氷河に當つて破船した時であります。タイタニック號には日中約五百哩、夜間約一千五百哩の距離にまで感知し得られるマルコニ電信を装置してありました。當時數隻の船舶がタイタニック號救助の無線送信を受けたのですが、衝突後四時間を経て沈没するまでにはとても間に合はなかつたのです。そしていよいよ救助船が到着した時は生残者僅か九百人に過ぎなかつたが、彼等は手早く小船に移され救助されたのです。そして残餘の二千餘人はタイタニック號と共に大西洋の海底に没してしまひました。ただ無線送信のお蔭でとにかく一部分でも救助されたといふことは、せめてもの幸

ヴォルタノー號

でありました。尙ほ一九一三年十月、疾風の最中、大西洋の真中でヴォルタノー號が火災にかつた際にも無線電信が使用され、その時、最初に送信を感受したカルメニア號は更に他の船に送信した結果、十艘の汽船が急を救はんがために寄せ集まり、ヴォルタノー號の甲板上に生き残つてゐた五百餘人を救助することを得たのです。

ラチオへの發
達

光が見え得る最大距離は光の程度と眼の感知性とに依つて定まるものです。十二燭光は五哩を隔てて見えるからして、それを百哩を隔てて見るには約五千燭光であるべきでせう。無線電信に於ては傳達局は視覚を生ずるだけの光波と全く同じき電波を送出するのであるが、電波は肉眼には見えず、そこでその代りに感受器に依つて之を検出するの必要が生じます。この検電器は今日では實に肉眼と同一の感受力を有するほど完全なものに進んでゐます。エネルギーの點からいへば、肉眼で見られるだけの光も、耳で聞き得るだけの響も、受信器を感受せしめるだけの電

検電器は肉眼と同一の感受力をもつ

エネルギー

波も、すべて同一強度のものであります。だから同じ速度でこれら三種のエネルギーが放射し得るとすれば、それ〴〵眼や耳や無線電信器に依つてほぼ同一距離に於てそれらを検出することが出来るでせう。喋る時は吾々の聲は聞く人に聞えるし、理解もされるが、若し無線電信局の送信装置のそれと同じエネルギーを以て喋ることが出来れば、無線受信器が感受するのと同距離に於て音響を検出することが出来るでせう。極めて微かに聞える音響の場合に於て耳の鼓膜に作用するところの振動する空気のエネルギーは、極めて微かに見える星から吾人の眼の網膜に落ち来るエネルギーとは同じであります。識別し得らるべき極めて微かな音響のエネルギーは六月に於ける一葉の草の成長に含まれるエネルギーとは同量であると算定されてゐます。

貴婦人とマルコニとの問答

或る貴婦人がマルコニに向ひ『無線電信で通信するといふのは何といふ不思議でせう』といひかけました時、マルコニは『只今お互に話し合つてゐる半分も不思議ではありません』と答へたといふことであるが、

エッフェル塔

全くその通りであります。發音器管で音響を出し、空中に於ける波動に依つてそれを傳達し、聽管にそれが感受されるといふ作用は一の局で電波を起し、數百乃至數千哩を距て、それを検出する作用と比較して殆ど同日の談にあらざるほど複雑微妙な作用を含むものであります。こゝには無線電信その後の發達に説き及ぶ邊はありませんが、既にエッフェル塔やその他高度の電力を有する無線局から送られる通信は、吾々が懷中に入れてある器械や鐵の欄柵や門に結び付けてある器械を以て讀むことが出来るやうになりました。そして人間の話はヴァージニア州のアーリントンからカリフォルニア州のメーヤ島まで約二千五百哩といふ大距離を無線電信で放送されてゐるのです。否、もはや今日では殆どいかなる遠隔の地からも世界中にラヂオ放送が可能とさへなつてゐます。かうした驚くべき業績を見るにつけても、誰れか將來に於て科學が、いかに、ことに限界を置くやうな無謀を敢てするものがありませうぞ。

ラヂオ

レントゲン線
の學理とその
應用
レントゲン教授

これまた純科學的
研究の結果

クルックス

無線電信に次いで科學の諸發見中、一般人にとつて最も不思議と思はれるものはレントゲン線とラディウムの發見とでありませう。一八九五年當時マールブルヒ大學教授であつたレントゲンが木材や人體の如き不透明の物體をば、硝子よりも容易に通過するところの光線を發見したことを公けにした當時は、殆ど誰れもそれを信ずるものがなかつたぐらゐでありました。然しよく考へて見ると、この發見は彼れ以前の研究者に依つてなされた科學的研究の自然的結果に外ならぬものでありました。いつたい放電が極めて稀薄な空氣を入れた密封された硝子管を通して起される場合には、管は一種美はしき光を以て充たされるといふ事實は、既に彼れ以前に數年來知られてゐたことでもあります。サー・ウィリアム・クルックスはこの種の眞空の管にある空氣を極度に稀薄にして幾度も幾度も實驗を重ね、遂に充電された分子は、電氣を起す器械に結付けるために管に封じ込めた二枚の金屬片中の一枚から放射されることを發見してゐたのです。金剛石や紅玉やその他の物質を、それにこの分子または

ヘルツ

クルックス光線

ルナール教授

寫眞の種板

光線が當るやうに管中に入れて置けば、それは燐光に化し、ぴか／＼する光を發するのであります。
電波の存在を初めて證明したヘルツはこの光線は或る金屬の薄板を通過することを實驗しました。そこでこの種の金屬で型模様を造り、眞空の管中に入れると少しも影を生じない。これはこの種の金屬が普通の光線には不透明ではあるが、クルックス光線には透明であつたからです。確かにこれは一大進歩を劃いたものであります。ところが次に現はれたものはルナール教授である。彼は一八九四年アルミニウム末端、即ち窓を有する眞空の管を使用して空中にまで光線を通ぜしめることを得たのです。而もそのために光線が燐光を發するといふ特質は少しも減退しませんでした。彼は更にかくして眞空に於ける拘束から自由になつた光線が寫眞の種板の上にその倂を記することが出来ることを證明しました。そこで、この知識を利用するためにいかなることをなす必要があるかといふに、それは光線の通路に種々なる物質を置き、感受し得るやうにし

アルミニウムの窓

た寫眞の種板の上にその影を映し出すことに依つてこの實驗を完成することでありませう。そしてこれが即ちレントゲン教授のなしたところでありませう。彼は光線が硝子を通じて逃げて出るからして、アルミニウムの窓が不必要であることを發見したのであります。

レントゲンの實驗

レントゲン教授は放電に依つて發光せしめた真空の管の周圍に、完全な暗室に黒紙の衝立を立て廻はしました。一方の側を燐光を發する物質で掩つた一枚の紙を管の傍に持つて來ると、真空管の光が全く閉塞されてゐるにもかゝらず、きら／＼光を發することを實驗しました。これは或る光線が紙を通過し、而も尙ほ燐光を發する力を保存することを證明したものであります。千頁の本でもこの作用を妨げず、また二束の紙牌も、厚い木板も、乃至はエポナイトもまた、この作用を妨げないのであります。ただ約一時の厚さあるアルミニウムの薄板だけはこの作用を輕減せしめたに過ぎませんでした。また薄くさへあれば銅、銀、鉛、金、プラチナ等の板も光線を通過します。真空管と燐光を發する衝立との間に手

エポナイト

を置くと、仄かに手骨が示され、また周圍の肉の微かな輪廓だけが分かります。その理由は骨は光線に對して殆ど不透明であるが、肉はそれに對して透明だからであります。だから、この燐光を發する衝立の代りに感受板を置くと寫眞が採れ、手の内部的構造と人體の他の部分のそれとを示し得るのであります。

エックス線

このエックス線の性質は、初め吾人に知られた時はいかにも不思議に思はれたものでしたが、その實、この發見はそれ以前の科學的研究の自然的結果に外ならないものなのです。高度の真空に於ける放電についてクルックスが研究を行はなかつたならば、クルックス管もエックス線も共に見られなかつたでせう。レントゲンはクルックス管が燐光を發するもの、換言すれば、或る物質を仄かに照らすものであると考へ、そして或る物質を以て紙を包めば、たとひ管がそれより何等の光も見えないほど密封しても、管の作用中は仄かな光を示すものであることを明かにしたのであります。當時は發光する管を密封し、それ自身の光る色にて見えざるや

うにし、何等か他の物の光で見えさせるやうにするといふことは、いかにも奇異に思はれたのでありましたが、而もレントゲンは見事にこの奇蹟をなしとげました。そして彼は管から射出する見えざる光線は、その實人間の網膜に影響する光線よりも遙かに興味を惹くものであることを實驗したのであります。

醫術への應用

レントゲン線の發見後、忽ちそれは醫術上に應用され、今日ではいかなる病院でもこの線を使用して身體の内部の試験に供してゐるのみならず、或る種の病氣の治療にも用ひてゐるのです。レントゲン線は身體内に埋没した針やその他の物の場處を示し、骨の挫傷や脱臼を見せることが出來ます。然しこの診斷法を廣く應用するのは外科醫よりも内科醫にとつて一層有效でありませう。即ち装置や方法に改良を施した結果、骨の輪廓だけでなく、その構造の一伍一什を詳細に示すことを得るやうになつたからです。否、更に人體内部の柔軟な部分を非常に仔細にさせることも出来るやうになつたのです。かくして心臓の大きさや形や位置を測

内科醫

り勞症によれる肺臓の充血の初期を探知し、結石が腎臓に出來てゐるかを完全に見定め、または食道全體を通じて検査することは極めて容易なこととなつたのであります。

ラディウムの發見とその應用

キユーリー教授夫妻
ラディウム
ポロニウム

吾々がエネルギーを創造し得ないのは恰も宇宙に於ける物質のたゞ一箇の原子をも増減し得ないのと同じく、科學上の公理であります。若し光や熱が費されたならば、エネルギーはそれを生ずるべく費されたわけであるのです。ところが、ラディウム（キユーリー教授夫妻は辛苦研究の結果、瀝青からラディウム及びポロニウムの二元素を游離することに成功しました）は光と熱と電氣との自發的生産者であります。換言すれば、それは計算し得られるところのエネルギーを使用することなしに、それぞれ光や溫度や電氣等の結果を絶えず産出するのであります。光に曝されて後にしか輝かないところの普通の燐光を發する物質とは異つて、ラディウムはその全體が發光的であり、いかなる時といへども、その發光

ラディウム鹽

性を減退しないのです。のみならず、ラディウム鹽は絶えず熱を發するが而も普通の燃焼に於けるが如き化學的變化をしません。そして熱量は、ラディウム鹽の溫度をその周圍の物よりも約華氏三度以上に保つに十分であります。

放射能

ラディウム・エマナチオン

ラザフォードソデイ

放射能ある物質が發出する光線は物質の原子を分解する結果を示す、故にまた原子的分裂の階梯を示すものと考へられてゐます。例へばラディウムはラディウム・エマナチオンと稱せられる瓦斯を發出するが、これはラディウム原子の分裂の所産であります。(ラディウム・エマナチオンは最初の觀察者サー・アーネスト・ラザフォード及びソデイ教授に依つて然か命名されたものです。)かく見れば、放射能ある元素の生命には制限があるには相違ないのです。ラディウムの場合に於ては一グレーションは千七百六十年間に半グレーションに減るのであります。然しエマナチオンはその活動が四日間に半分減るから遙かに生命が短いものです。エマナチオンはラディウムから拾集されますが、いつたい、このラディウムを

瀝青

約一箇月間放任して置くと、完全に舊態に復し、それから新しきエマナチオンが取り得られます。だからラディウムが高價のために求められない場合には、それと全く同性質を具へてゐて、而も廉價なラディウム・エマナチオンを以て代用することが出来ませう。ラディウムが得られる瀝青は比較的稀有であつて、一噸の瀝青鑛から僅かに約一グレーション半のラディウム鹽が得られるに過ぎません。

診断と治療

レントゲン線、ラディウム及びラディウム・エマナチオンはすべて今日主として醫者に依つて使用され、而も單に診断の手段としてのみならず治療上にも利用されてゐます。初めレントゲン線を實驗した人々の中には手先や腕を傷け、そのため遂に死を招いたものがあつたぐらゐです。例へば、セント・トーマス病院のブラッカー博士やハリー・コクス等の如き人々はそれであり、またホール・エドワーズ博士は左手を失ひました。かかる學術のための殉死者は吾々の永く記憶すべきところでありませう。然し今日では、かく有毒性を帯びたものを轉じて治療上に使用し

學術のための犠牲者

潰瘍
癌

得るに至つたのであります。またラディウムは潰瘍や癌を治療するに使用され、ラディウム・エマナチオンは多くの場合ラディウムよりも一層便利であります。今日既にこれらの物の使用が廣く行はれてゐるのでありますから、次の時代にその用途がいかに擴張するかは豫言を許さぬところでありませう。

一一一 無限への憧憬

無限界との面接……天文學は人間の理智の不完全性を教へる……海王星、天狼星、小犬座第一星……星の運動の研究……アルゴル星……見えざる世界への研究の歩武……新方法と新器械とによる天體の研究……科學者はいやが上にも無限界を追求す……パウル・リヒターの夢物語

煌々たる群星が蒼空に輝く時、吾々の心はそれを瞑想するために閑寂孤獨の境地を欲するものであります。實に吾々がかかる刹那にこそ、かの無限界と面接することに氣づくでありませう。そして吾々の精神が天空無限界に憧がれる時、また吾々の力がいかに弱小であるかに氣づくで

無限界との面接

無限への憧がれ

吾が力の弱小
望遠鏡
雙眼鏡
一億の星

ありませう。吾々は何等望遠鏡の力を藉らず、肉眼で天空を仰ぐ時は僅かに三千に足らざる星をしか見ることが出来ないのに、若しも小さい望遠鏡か雙眼鏡かを使用すれば優にその幾倍かの星を見得るでせう。更に今日使用される如き大なる望遠鏡にて望めば、肉眼には僅か三千足らざる星しか見えぬのに、實に天空一面に一億の星を數へることを得ませう。試みにまだ望遠鏡が發明されなかつた時代について考へて見よ。當時人間に見えた宇宙の内容及び範圍がいかに小なるものであつたかは容易に想像されるでせう。星でも他の天體でもとにかく肉眼で見得るだけの數しか知れてゐなかつたであらうし、またく大膽な思索に耽つた當時の哲學者等は、せい／＼自分等が知つてゐる範圍以外に尙ほ數百萬の天體があると想像したぐらゐのことに過ぎませんでした。何れにせよ、當時の人々が見得ただけのものが即ち天上界にある事物の始であり且つ終であると思はれたのでせう。そしてそれ以上に何物の存在するかは毫も考へられなかつたのでせう。

天文學は人間の理智の不完全性を教へる

星は一として恒常不変ではない

天體の運動

ニウカム教授

恐らく諸科學の中で、天文學ぐらゐ人間の理智の不完全なことを教へ且つまた將來に於て到達さるべき範圍に制限を課することを否むものはありません。天體は決して現に見えるがまゝのものではありません。夜の星空を望見すれば、吾々は無限の靜肅と平和の感に打たれ、そして吾々はいはゆる恒常不變の星の群よといふのであるが、而も星は一として靜定不動のものではなく、その多くは地球上に於けるいかなる特別急行列車よりも遙かに大なる速力を以て空間を通して運動してゐるのであります。天文學の知識なき人は、地球を初めその他の太陽系統中の群星は太陽の周圍を回轉運動する外に、尙ほ太陽に依つて一日一百萬哩に近き速力にて未知の空間世界にまで運搬されてゐることを容易に信じ得ないでせう。が然しこれは確かに事實なのであります。

シモン・ニウカム教授はこの種の事柄について極めて面白いことをいつてゐます。即ち、「人間が初めて地上に現はれてよりこの方、またヒラ

太陽系統
ヴィーガ星
始なく終なし

運動の法則

ミッドの建造家の時代よりこの方、人間歴史の各年、各時間、各分を通して、シーザー及びハンニバルの時代を通して、また、歴史が各事件を一々記録するに至つた時代を通して、吾人の地球のみならず、それと共に太陽及び太陽系統も等しくヴィーガなる星に向つて走つてゐたのであつて、而もその旅行には始めもなければ終りもないのである。人間が存在した各瞬間を通じて、人間はこの旅行を繼續したわけであつて、その速度は恐らく一秒五哩乃至九哩であるといふ以上には正確に示し得ないのである。吾人は二三分以前と比較して當の瞬間ヴィーガに數千哩だけ近づいてゐるわけである。そして將來の各瞬間を通じて、而も來るべき幾千年間、地球と地球上に在る萬物はこの星にますます接近するであらう。即ち一分間毎に數百哩づつ現にこの星がある場所に接近するであらう。然らばいつそこに到着するであらうか。恐らく百萬年はかゝるまいが、五十萬年はかゝるであらう。むろん正確にはいへない。然し自然の法則と運動の法則とが今日のまゝで繼續する限りは、どうしても吾々は

星の世界への到達

そこに到着しなければならぬ筈である。星の世界に行くといふことは曾ては哲學者の一見空虚な、單なる願望とのみ思はれてゐたのであつたが、或る意味では全人類は、一秒間六哩乃至八哩の速度にてこの願望を實現しつゝあるといへるのである」云々と。

皆蝕

太陽その物は吾々に見えるところと實際とは非常に異つてゐます。吾々に見える部分は現に輝いてゐるあの平圓面を取捲いて、而もただ皆蝕の際にのみ現はれるところの發光物質の宏大な面と光とに比較すれば可成り小さいものであります。若し地球の大氣圏外の一から太陽を見るならば、それは吾々の熟知する黄色よりはむしろ青味がかつたものに見えるでせう。この青色の球體の周圍には五千哩乃至一萬哩の深さある焔の海の如き輝々たる緋色の層が見え、それより白熱瓦斯の大集團が數萬哩乃至十數萬哩の高さに振り上げられるのを見るでせう。かやうな莫大なエネルギーが現はれるのを見ると、太陽の恒常不變に關する確信を懐くよりも、却つて吾々には一種恐怖の念が起るであります。

白熱瓦斯

一種恐怖の念

太陽の熱量

年々太陽から受ける熱の總量は過去二千年ぐらゐの間はさしたる變化がないといふので、とかく吾々はこの同一状態が將來も維持されるであらうと假定し易いが、いつたい太陽の熱の根源については殆ど何等確かなことが知られてゐないのだから、現状の繼續に對する吾々の信念は單に將來も過去と同一であるだらうといふ純然たる一種の信仰の問題に外ならないのであります。原子その他の變化はいかなる時でも起るものであつて、それがために太陽の溫度に高低を來し、従つて地球に非常の大影響を及ぼして來るものであります。即ちこの種の大變動は全然世界の面相を變化してしまふでせう。吾々の受ける太陽の熱量が十パーセントだけ減じたとすれば、地球は全く凍つた荒野と化してしまふでせう。最近の觀察に據れば、時々太陽は餘計の熱を放射するものであつて、約十パーセントだけ熱量に高下を來し、而もその變動期間は五日乃至十日も繼續するといふことであります。變動は恐らく太陽溫度の局部的不同に原因するものであらうが、それは或は一般的となり、或る方向に進んで

大變動

太陽熱量の變化

天文學

行くやうになるかも知れません。事實、太陽の熱は數百萬年の間、實際不動ではありましたが、それが將來百年間もやはりそのまゝ同一状態を保つべきかは吾々の到底斷言し得ないところでありませぬ。

かくの如く天文學はいかなる時代の知識でも、それを恰も宇宙の完全無缺な知識でもあるかのやうに考へようとする人々に對して、實際何等の保障も與へるものではないのです。吾々は存在すると知られるところの事物については推理することを得るが、然し吾々の感官の範圍内にもたらされた現象以上に、そこには一層有効な、若しくは一層精鍊された觀察の道具に依つてか、或は新なる研究の方法に依つて啓示されることを待つ多くの他の現象のあり得ることを知らねばなりません。例へば過去數年間、天文學者は恐らく輝く星よりも輝かざる星の方がより多くあるといふ確信や、空中こゝかしこに散在する全然空隙の領域は、その背後にある群星の光を抹消するところの非發光的の宇宙的塵埃の仰山な雲を現はすものであるといふ確信をさへ懷いたぐらゐであります。

宇宙的塵埃の雲

寫眞

陪星
彗星

望遠鏡

物質の集團にして最大の望遠鏡の視野を超越したものは寫眞術に依つて示現されました。また多くの輝々たる星はその運動に影響するに足るだけの非常な重さを有し、而も自身發光性をもたない陪星を所有することが發見されました。また日々地球の大氣に入り來り、そして彗星または隕星の姿を呈するところの數百萬の隕石的分子は、實に空間が單なる空虚ではなくして生なき物質の充實界であるに相違ないことを證據だててゐるのです。吾々の視力は器械の改良や研究法の改善に依つて擴大されるものでありますから、従つて新しき世界が吾々の知識圏内に入り來るべきことも容易に理解されるでせう。吾々の眼は事實、大なる望遠鏡のために開かれ、そして大さといふことは決して眼に見えるといふことで測定すべからざることを知るに至つたのであります。望遠鏡に依つて示される星は、肉眼で見ても十分に輝いてゐるところの星とは比較にならないほど多數であるばかりでなく、これらの星は夜半の光景を飾る群星よりもこの地球に送る星光の全量に一層多く貢獻してゐるのであります。

肉眼で見るのは宇宙の局部のみ

吾々の世界に達するところの星光全量の四分の三は實に肉眼で見えないところのこれらの星から來るものであると算定されてゐます。だから吾々が肉眼で見るところは實際は宇宙のほんの局部に過ぎないことが容易に知られるのでありませう。

海王星、天狼星、小犬座第一星

天文学が宇宙には肉眼で見えない物體が存在することを證明するのは決して假定的のものではなくて、實に科學的研究に基いた結果を然か解釋してのこととあります。たとひ物理的原因についてはその作用の機構を一々理解することは出來ないにしても、とにかくそれから生ずる結果はすべて測量もされれば、またその原因に關係して解釋されるのであります。ガリレオは落下する物體の運動の法則を發見し、ニウトンは引力の法則を以て小石が地上に落下するのと全く同じ精確さに於て月や遊星の運動を記述するに足るものであることを證據だてたのであります。而も引力の性質は依然として尙ほ一箇の神祕として残つてゐるのです。

ガリレオ
ニウトン

アインシュタインの相對性原理

ところが、ドイツのアルバート・アインシュタインが近時その非凡な數學的天才によつて時間空間の相對性原理を發表し、この原理によつて萬有引力の本質を説明し得、ニウトン以來の天才者といふ名聲を博してゐることは周知のこととあります。

海王星の發見

石の落下の場合に於ける如き普通に知られるところの事實と推理との關係からして、それより一層大なる引力作用の結果について推理することは容易なこととあります。事實的でないいかなる證據に對しても殆ど全く信じない人たちに對して、海王星の發見は實にこの種の證據に基いた結論を信ずべしとの要求をなすものであります。一八四六年に於ける海王星の觀察は引力の法則に基いて數學が然か見定めた海王星の位置に接近してゐるのであるが、太陽系統に於ける觀測に際して、殆ど何れの場合にも有効なこの引力の法則の著しき効果を實證したものであります。海王星は肉眼では全く見えないが、望遠鏡を籍りれば十分に光輝ある星であることが見得られます。若しこの太陽系統に屬する新たな星が發見

數學的論證

天王星

された時に望遠鏡がなかつたならば、數學的結果の確實性を試験する實際の方法があり得なかつたわけでありませう。綿密な數學的論證の過程は海王星の運動に觸れ、そしてそれを追跡したのであるが、それには肉眼で見るといふ論證が缺けてゐるので、天王星の向ふに大なる星が存するといふ結論は、今後の證明を待つところの一箇の興味ある叙述として認められたのでありませう。

天狼星

星體その物がまだ見られなかつた、以前に何等か未知の物が存するといふことが想定されたのは天狼星であります。天界に於て最も光あるこの星はすべての星と同じく、空間を通じて運動してゐるものではありませんが、その位置の變化のために齊一的に一方向を指して運動するものではないのです。この差は頗る微小でありますから、それを検出するには精巧な器械が必要であります。然しそれが一旦確立した以上は、この差異を認めないわけに行かず、いかにしてもその説明を見出さねばならなかつたのです。この説明を試みたのが一八四四年に於けるベッセルの力

ベッセル

ジョン・ヘルシエル

でありました。彼は天狼星の附近なる暗黒體は天狼星の運動に影響を與へてゐることを指摘しました。ベッセルはこのことについてサー・ジョン・ヘルシエルに一書を送つていひますには『光は物體の眞の性質ではない、無数の見える星の存在といふことは同じく無数の見えない星の存在を否定するものではない』と。即ち、彼はこの觀念を基礎として天狼星は見えない物體と見えない物體とから成つてゐる二重的の星であつて、これ二箇の體が引力に依つて結びつけられて一對と成つたものであるといふ意見を述べたのであります。當時顯微鏡に依つて現はれる星と同じくまた現はれ得ない星とが存するといふことは殆ど信じられないところではありましたが、而もベッセルの考はその後十分の是認理由をもつやうになりました。かかる考を述べてから二十年の後、一箇の微かなる星が天狼星附近に發見され、これが天狼星をしてその直路から外れしめる原因となつてゐるところの物であることが初めて證明されるに至つたのであります。光ある陪星をもつ星は十八世紀の末頃サー・ウィリアム・ヘルシ

ウィリアム・ヘルシエル

双生的の星

ルに依つて發見され、それらが相互の周囲を回轉するものであることも彼によつて一々記述されました。さうした双生的の星の多くは殆どその光度に於て同等でありますが、然し大抵の場合に於て、それは眼に現はれる點に於てそれ／＼差等があります。即ち一方の光ある星はその光度に於て數度低き一方の星との相互引力の力に依つて往々結合されてゐるのであります。天狼星の場合には、その差は著しき程度まで明かになつてゐます。何となれば、それは星の世界に於て最も光ある物であるが、その陪星は非常に光を捕捉する力のある望遠鏡を使用しなければ見えなほゞ微弱な光しか持たぬからであります。

然しこの問題を論理的に考察すれば、かかる差等には眞に何等の奇怪なわけはない筈です。いつたい吾々の薄弱な視力を以て探知し得られるところのものを以て宇宙に存在する物體を測定しなければならぬといふのはなぜでせう。盲人や、反對に何物でも見える人には天狼星といふ輝輝たる星はそれに隨伴する光なき重き物體であるところの陪星の側にあ

陪星

つたならば、さして壓倒するほど大なるものとは見えないでせう。若し吾々が物體の大小に準じてそれ／＼影響されるやうな感覺をもつてゐるならば——例へば視覚が光に影響されるやうに——星なき物體は吾々が天空を仰げば直ぐ見える筈でせう。といふのは、天狼星に隨伴すると見られた微弱な星がたとひ天狼星の光度に匹敵するために一萬二千倍の光度を増す必要があるとしても、とにかくそれを質量の標準で測定する時には、その重さは約半分ぐらゐしかないのであります。

尙ほ他に光ある星の隨伴者が頗る微弱ではあるが、而も光度に比して重さが比較にならぬほど大であるといふ場合があります。天狼星については天文學者ベッセルは小狗座第一星の如き、天狼星よりも約半時間前に昇る星にその運動を亂すところの一箇の光なき陪星があることを指摘してゐます。その後半世紀を経て、一八九六年にこの陪星はシェパーレ教授に依つて發見されましたが、こゝにも吾々はそれが發見されなかつた以前に於て既に存在することが知られてゐたところの星の一例を見出

小狗座第一星

シェパーレ教授

質量と光度との差

すのであります。質量と光度との差異は實に以上の諸例に引いたところの一々の星の存在豫知と発見との間に経過したところの期間を説明するものといへませう。小犬座第一星の陪星は太陽の質量の半分以上の質量をもつてゐるので、従つてその附近なる物體にかなりの引力的影響を及ぼす力があります。然しそれはたとひかかる重さがあるにしても、その光は太陽を群星の間に於けるその星の位置に置いた場合よりも遙かに少いのであります。だから、その星から發する光が微弱であることがまだ見、且つ理解されなかつた以前に於て、既にその引力的影響が探知されたといふことは何等不思議な事柄ではないのです。

星の運動の研究

的中した豫想

以上に擧げた二箇の例、即ち海王星と、天狼星及び小犬座第一星の陪星はそれらの諸星がまだ望遠鏡の助けをかりて見られなかつた以前に於て、既に間接的證據に依つて、見えざる天體が發見されたところの事例に外ならないものです。かくの如くして的中された豫想は、同様の前提

假定的證據

に基いた結論に對する吾々の信頼を刺戟するものでありませう。即ち若し觀察に依つて或る星が空間を一直線に進行してゐないことが明かにされたならば、その觀察はその星の附近に一箇若しくはそれ以上の星が存在すると覺しき假定的證據を與へるものであります。かくして、この問題は星の運動を研究するといふ問題に化したのであります。

星の正確な位置

星の正確な位置に關する年々の比較によれば、各星は無限の蒼空を超えてそれ／＼独自の運動を有するものであることが知られます。地球から見た運動の量は頗る微小であつて、位置を正確に決定して初めて檢知され得るものであります。然し、いかに微小であつても、その存在は確實であるからには正確な天文学に於ては必ずやこれが説明をなさねばならないのです。いかなる運動にも原因があります。そして直線の軌道を外れることが一旦發見されたならば、その星は或は見え、或は見えざる質量の大なる物體のために亂されてゐることが確實であります。

軌道

然し、地球に向つて一直線に進行しつゝある、若しくはそれから離れ

分光器

て行くところの星についてはどうでせう。かやうな運動はそれらの星が映し出されるところの背景即ち天空に於ける位置の變動を生ずることは出来ないものです。これは十分事實ではありませんが、然し他の影響によらなければ検知することが出来ないのです。分光器を使用する天文學者には、星の光は恰も音符にも比べらるべき黒線と明線との交叉した色の全音階のやうなものであります。恰も音調が聽手に向つてまたは聽手に反いて發音體を急激に運動せしむれば、それに依つて或は高く或は低くならしめることが出来ると同じく、光の階梯に於ける光線の位置は、これに類する接近運動または後退運動に依つて影響されるものであります。運動してゐる星と地球との距離が減少しつゝあるならば、分光器に依つて分析された光線は色調に於て増大するし、若しまた、その距離が増大しつゝあるならば、光線は光の全音階の下端に向つて進行するでせう。これを音樂の言葉で説明すれば、光線の音度は低まつたといへませう。斯く分光器は前進及び後退の運動を完全に測定する器械であつて、星の

色調

音度

光なき星

速度は一秒一哩の四分の一以内に決定され得るのであります（勿論星その物は吾々とは不可測の大距離にあるでせうが）。かくして吾々は星の運動を研究する別途の方法を知つたものといへるであります。そしてそれは全く多くの光なき星の存在を證明し得たことのお蔭であります。

アルゴル星
グードリック

かうした光なき星が存在するといふ事實はジョン・グードリックに依つて極めて指示されたものです。彼は生來の聾啞者ではあつたが、その視力は非常に効果的なものであつて、彼の名は天文學者間に喧傳されましたのです。彼は僅か二十二歳で早世しましたが、ヨークに於ける彼の小觀測所に於ける觀察に對して一七八三年に王立協會はその與へ得る最高の名譽であるコプリー賞牌を與へたのであります。グードリックはアルゴル星の光度の變異に關して初めて組織的研究を試みた人です。いつたか、この星は約二日半の間、北極星のそれに匹敵する光を徐々に發し、然る後急にその星を減退するものであります。約四時間半かゝつてこの

コプリー賞牌

北極星

クロノメーター

星の光は約三分の二だけ減じ、また、その後三時間半にして初めの強度を恢復し、それから更に五十九時間は變化せずして過ぎるのです。かうした變異は確然としてその順序を守つて起るのでありますから、アルゴルの光が薄らぐ時間は數年前から豫じめ表示し得るわけであります。だから、かゝる表を手にしてゐれば、航海者でも旅行家でもこの星の光が褪せる時刻を観察し、表示された時間とクロノメーターが示す時間とを比較して自分の時計を正すことが出来るのであります。

一部分的蝕

グードリックはアルゴルの光の急減を説明するために、その星の周囲を廻轉する光なき一物體があつて、地球とその星との間に周期的に出現し、かくして各回轉の一部分的蝕を惹き起すものであると考へたのであります。いつたい、星は光の點としか見えないものでありますから、いかなる望遠鏡を使用しても、例へば一部分的日蝕の間、月に依つて見られる如き、發光的平圓面の上に於て光なき物體の輪廓を仔細に識別することは不可能であります。然しグードリックの説明は、觀察された變異を説

平衡點

明したのであるから、それは確かに眞理として受取られたのであります。尤もこの假説の證明はグードリックが指示した時から一世紀餘もかかつて初めて出來上がったのであります。而もそれは間接的方法に依つてゞありました。アルゴルは光なき陪星を有するものであると假定してさてこれらの二體は共通な平衡點、即ち引力の中心を回轉するに相違ないのであります。光なき方の星が光ある方の星の前面を通過するに先きだち地球に向つて進行しつゝある場合には、後者は必ず後退しつゝあるに相違ないし、また前者が蝕後後退してゐる時には、後者は吾々に接近してゐるに相違ないのであります。だから、アルゴルは若しグードリックの變異を生ずる原因の説明が正しいとすれば、その星の光度の變動の期間と一致するところの期間に於て交互に前進並に後退運動をなすものと認めざるを得ないのであります。

分光器の證明

分光器もまた、このアルゴルの周期的前進及び後退運動が生起することを證明したのです。即ち分光器を籍りて、地球に關係して星の前進ま

フォーゲル教授

たは後退の速度は、實に一秒一哩の分數以内なることを決定したのです。そして一八八八年ポツダム観測所のフォーゲル教授はアルゴルはその光の薄らぐ前に、一秒約二十四哩の速度を以て地球から後退し、また、かく一部の蝕の後、一秒約二十八哩の速度で地球に接近して來るものであることを證明しました。一秒の平均速力は二十六哩二分の一であるとして、さて全期間に於ける平衡點の周圍を回轉する總哩數は容易に算出することが出來ませう、そしてまた軌道の直徑も同時に求め得られるでせう。これらの廣袤と回轉期とを知つてゐれば、ケプラーの第三法則に依つてアルゴル及びその陪星の質量を太陽のそれと比較して決定することも出來るでせう。そして、この推理に依つて達せられた結論に據れば、アルゴルの光なき陪星は太陽とほゞ同一の直徑を有するもの、然し星その物は太陽よりもやゝ大であるといふことであります。

光なき陪星

この光なき陪星は未だ曾て見られたことがなく、恐らくまた將來も見られないでありませうが、而も天文學者間には、その存在は寸毫も疑

周期的の蝕

ひのないことであり、また普通人でも分光器に依つて與へられた證據を考察したならば何人も決してそれを疑ひ得ないでせう。約二十の星はアルゴルと同じやうにして光を薄らげるものと知られてゐます、そしてその各々は周期的に地球と光ある星との間に出現する光なき陪星を有することが知られてゐます。ところが、アルゴル及び同型の他の星が示現する状態は、*もとい、*例外的なものであります。この型の星は、光なき陪星が周期的に地球と光ある星との間に介在するがために、その光は一部分滅殺されるのであります。若しこれらの生なき諸世界が地球から光ある星への視線の少しく上かまたは下を通過するものであるならば、何等周期的の蝕が起らないでせうし、また吾々の見る星の附近に光なき陪星の存在を探知すべき何等確たる手掛りはないでせう。光なき陪星は地球が太陽を回轉する面に何度かの角度だけ傾斜した軌道に於て光ある星を回轉するでせうが、然しその陪星が地球と光ある星との間を通過する刹那、この面に近づく場合に於てのみ、それに依つて生ぜられるところ

光の變異

の光の變異が初めて見得られるでありませう。

蝕に依つて周期的にその光が薄らぐところの二十内外の星のみが、ひとり光なき陪星を有するものと看做されてゐるやうであるが、決してさうではないのです。若し光ある星と光なき星との二星が眞に結合した一對であるならば、各は他の運動に影響するもので、それは二重の共通の平衡點を回轉する方向のいかに問はないでせう。分光器の示すところに據れば、アルゴルはその附近なる見えざる物體に依つて前進し、また後退するものです。かゝる偶然ともいふべき運動に依つて、この光なき物體は三日目毎に、光ある方の星の前を通過し、急激な光の減殺を惹き起すのでありますが、それが直接地球と發光する星との中間に出現しないとしても、分光器は尙ほ光線の高低増減が周期的に行はれることを検出するでありませう。地球への前進的または後退的の星の運動についての分光器的證明は、實際、光の變異とは全く無關係であります。若し前進または後退の運動の決定要素を分析した結果、星が周期的にその速力

前進、後退

引力の支配的影響

を増減するものであることが明かになつたならば、引力の支配的影響に依つて、光ある星をして軌道の上を回轉せしむべき何等か見えざる物體が附近に存在すべきものであるといふ結論を下すことは、初めて是認されるでありませう。

是認さるべき結論

研究の新領土

斯くして研究の新領土が開拓され、宇宙に關する吾々の知識を非常に増大せしめる見込があることが知られたのであります。地球に向ひ、または地球に反くところの運動の測定は、一世紀の三分の一を通じて試みられました。使用された方法が觀察をして高度の正確さに達せしめるほど完全になされたのは僅かに近年のことに屬してゐるのです。然し接近及び後退の速度が正確に決定得られた以上は、もはや今日では運動の正確な分析は從來とは全然その面目を異にするに至りました。從來星が地球からの距離を増減するかを知るのは、さして意味のないことと考へられてゐましたが、今日ではこの運動を仔細に點檢することに依つて吾々は多くの場合、第二次的の前進及び後退の運動を見出すこととなり

地球からの星への距離

そしてこれらは吾々の目撃的證據を有する物體に附け加へて、更に考察さるべき物體の誤りなき證據となるに至つたのであります。

見えざる世界
への研究の歩
武
スパイカ星

スパイカと稱せられる星もまたアルゴルに屬する陪星の如く、光なき陪星を有する光ある星の一例でありませうが、これは蝕に依つて周期的な光の減退を受けないものであります。分光器で觀察した結果に據ればスパイカは四日の周期に於て交互に地球に接近したり後退したりするものであり、またスパイカは見えざる陪星、而もスパイカをば軌道の上を廻轉せしめるだけの重さある陪星を有するものであるといふことを假定して、初めてさきの觀察が完全に説明し得られる筈であります。この陪星はスパイカに極めて接近した黒き物體か、または光微かな物體であるらしい、従つて最も完全な望遠鏡でも別々にこれらの二つの星を示す力がないのです。然し、透明であらうが、不透明であらうが、とにかく分光器の證明に據つて一三年以前までは單一な物體であると思はれた星が

北極星

その實、その存在を發揮せしめたところの陪星を有するものであるといふことが明かにされたのであります。

北極星もまた、その運動に依つて、それはその附近なる一箇若しくはそれ以上の物體の影響の下にあることが明かにされたのです。そして約四日の周期に於て、北極星は軌道に於ける運動の結果として接近または後退することが發見されたのです。のみならず、北極星とその陪星は共に第三の物體を廻轉するもの、そしてこの系統は三位一體として認めらるべき證據があるのです。月及び地球が太陽に關しての運動は、その規模に於て小なりとはいへ、とにかく、これと類似の場合を示してあります。何となれば、月は一箇月に一回地球を廻轉し、地球その物は一年に一回太陽の周圍を廻轉してゐるからであります。

三位一體

上に述べた光なき星の場合は、實に空間に於ける見えざる世界にまで研究の歩を進めた最初の結果に外ならないものであります。今日まで研究されたところに據れば、三箇乃至四箇の星の中、一星毎にその附近に

幾多の天體

見えざる陪星を一箇づつ有するものであると算出されてゐます。若し新たな研究方法が今後発見された暁には、望遠鏡の力以上に吾々の眼に示されるところの多くの天體が示現されるでありませう。然し今日現存の證據だけでも、既に吾々をして未だ見えざる群星の存する廣大無邊の宇宙が存在してゐることを確信させるに十分なのであります。將來の天文學は光を放射する星を研究すると共に、光なき星體の研究に従ふことでありませう。

寫眞のカメラ

分光器は光なき星の實在を論證してくれたが、それを證明するには他にも方法がないではありません。即ち望遠鏡及び寫眞のカメラは、空の間隙的領域は多くの場合に於て、肉眼では認知されないほど微妙な閃光點と發光的天體の領域とに充實されてゐることを示してくれたのであります。尤も無限界の背景を徹視したとて寫眞板の化學的網膜は一見何物をも記録しないかも知れないが、然し一時間内外靜かに徹視すれば、その上に絶えず作用する微かな光線が産出するところの印象が蒐積され、

それに依つて暗黒なる空間にその實光明があるといふことが知られるであります。かくして肉眼では直接見るを得なかつた星やその他の發光的天體は立派に描寫されるのであります。

新方法と新機械による天體研究

天體の研究に於ては、新方法及び新器械を使用すれば、新世界はますます吾々に示現し來るものであることは疑ひのないところであります。然し吾々の最大なる望遠鏡を以て見得るか、若しくはまた寫眞のフィルムに映じ得るところの十億萬といふ夥しい群星は、實際に於ては吾々の宇宙に於て現に輝きつゝあるところのすべての星を示すものであると考ふべき理由があるのです。といふのは、いつたい天界の多くの部分に存する發光的雲霧の流れを寫した寫眞を見るといふと、吾々は地球より見られるところの星の世界は、その範圍に於て制限があるといふ結論を下さざるを得ないのであるからなのです。それは一定の範圍を超えては、天體の光を感受する種板を長く露出して置いても、それ以上の星やまた

發光的雲霧の流れの寫眞

は雲霧の世界を示現しないからです。そこで数と範囲とについていへば、見える星の世界は、完全に討査し盡されたものと考へねばならぬやうに思はれるのであります。

然し、星の数は数へ盡し得ても、無限的空間の深さを測定する錘條は何等考へられないのです。時代の推移するにつれて、人間の知識は宇宙の全體を理解し得るに至るかも知れませんが、然し無限世界は到底人間理智の捕捉を許さざるものであります。従つて無限無邊際的空間には吾吾を取捲くところの世界と同じき世界が幾多存在するであります。吾の有限的知識を以て測定しても星の距離は非常に大なるものであるからには、それについて適切な概念をもつことは吾々には不可能でありませう。而もこの距離がいかに大なるものであつても、それ以上に、更に無限無窮の空間の存在することは依然として變りないものでせう。光微かな多くの星から吾々の受ける光は、恐らく地球に到達するに數百年の時間を要したであります。勿論、それは一秒十八萬六千哩の速度で空

無限的空間の深さ

無限世界は人智を超越す

一秒十八萬六千哩の速度

間を突進したことはないふまでもないことです。尙ほまた、他の星は今夜この地球に光線を接せしめても、その光線は吾々人類の開闢以前に既にその星から發射されたほどの遠隔のところにあるものもあります。それだから、吾々が知つてゐる星の世界の全體以外に、尙ほその光榮に於て吾々の世界にまさつた未知の世界が存在して、而もその光がまだくゞ地球に到着しないものがあると考へることも出来るではないでせうか。

群星の世界を超えた未見的宇宙の存在については、吾々はたゞ單にこれを瞑想し得るに過ぎないのであります。いつたい吾々の宇宙圏内には尙ほ且つ多くの暗黒な物體があります。そして、それが漸く最近になつて明かに示現されたばかりなのであります。いはゆる未見的事物の證據なるものは従來と現在とに變りなく蒐集され、今日星世界の空間には廣大なる宇宙的塵芥の密雲が閉し、多くの暗黒な天體があつて、それは未だ曾て見えもせず、寫眞にも採れないものなのです。肉眼やカメラに映ずる雲霧の諸部分は恐らく非常に廣大な空間を占有する一團の暗黒分

未見的宇宙の存在

暗黒な天體

子であるところの宇宙的塵芥の集中した部分から發出する發光瓦斯でありませう。

科學者はいやが上にも無限界を追求す

天體の進化過程

かく眼に映じ、または寫眞に採られたものは雲霧團の一小部分に過ぎないものです。永劫の時間を経て宇宙的斷片の不規則的な集團は、とにかく定形をもつに至り、そして物質の收縮するに従つて諸部分はそれぞれ分離して或は星となり、そして、この星は地球やその他の諸遊星の如き世界を生むに至つたのであります。初めに宇宙的塵芥の聚塊が現はれ、次に熱または電氣に依つて生み出され、且つ光を受けるところの瓦斯から生ずる雲霧の微光を發する閃光が現はれ、尙ほその次に一切既出の諸物體を擧げて蒸發せしめるほどの強度の熱を有するところの星が現はれ、またその次には流動するほどの熱ある岩石の中核を掩ふところの薄い堅い皮殻を有する地球の如き球體が現はれ、最後に凍つた世界として空間を廻轉進行するところの月の如き球體が現はれたのであります。

これは明かに天體に於ける進化の過程なのであります。

然しその實、吾々は薄ぐらいガラスを通じて仄かにこれらの事物を見るのに過ぎないので。吾々は不可測の空間を模索し、數ある中のたゞ一の宇宙の構造を理解しようとしてゐるのであります。たとひ吾々の宇宙全體を把握すべき一定點が得られても、尙ほそれを超えて他に多くの宇宙が存することを見得ないところの限界が劃然と存在してゐるのです。而も尙ほ科學者は絶えず新知識の追求に依つていやが上にも無限の天體を見究めようとしてゐるのです。彼はいかに焦つても僅かにその一部分をしか知り得ないといふことを篤と承知しながらも、尙ほ且つ天體の符號と驚異とを讀破し、その解釋を發見しようとしてゐるのです。彼は見ゆる宇宙を明かにし、その發展進化のすべての經路を辿り、初めは渾沌たる雲霧の状態から遂には完成した星となり、而もこの星が今日は盛んに光を發してゐても、遂には光も息み、空間に於ける暗黒にして亡び行くところの系統中に編入さるべき時がやがて到來することも覺悟してゐ

科學者は無限の奥より奥へと

パウル・リヒ
ターの夢物語
人間の理智

るのです。

人間の理智は始あり終あるこれらの事物を理解することは出来るであ
りませうが、然し宇宙が無限多に存在し、而もそれらの各々は吾々の知
つてゐるこの宇宙よりも恐らく一層光のあるものであることを想像した
刹那、吾々の想像はたちどころに萎縮せざるを得ないでせう。泣いたり
慄えたりする心情は、到底無限世界にまともに面接することは出来ない
ものでせう。一見忽ちその廣大にして宏壯な形相に威壓されてしまひま
せう。エヤン・パウル・リヒターの描いた美しい夢物語の中の男は天上
界の入口に召され、無限の空間を宇宙から宇宙へとひつほり廻されまし
たが、たうとう彼は、尙ほ前途遼遠なる超越世界の彼方を望見して、全
く茫然自失してしまひました。『それから彼は吐息を漏らして立ち止まり、
身慄えして泣き出しました。苦しみに堪へざる彼の心情は涙となつて現
はれたのです。彼は泣きながら、「天使よ、私にはもはや一步も進む氣は

超越世界

無限世界の苛責

神の世界には始な
く終なし

ありません、人間の心はこの無限といふことに悩まされるものだからで
す。神の光榮も、もはや堪へられなくなりました。希くば私をして墓場
の中に横たはらしめ、そして無限世界の苛責から免れしめよ、私にはそ
の果てが見えませんか……』と、いひました。その時、天使は天中の
天に向つて輝かしい両手をさしのべて、いひますには、『神の世界には終
はない。見よ、また、そこには始もない』と。『だが、然し、科學者はそ
こには始なく終なきことを百も承知しながら、尙ほ且つ、泣かず慄えず、
その無限世界の奥へ奥へと憧がれて行くのであります。』

——をはり——

人名索引

(イロハ順)

- ロスコー (一八三—一九五 英の化学者)……………三四三
- ロツチ (一八五— 英の物理学者)……………三九三
- ローミュール (一六三—一七七 佛の博物学者)……………二二、二五、一八五、三三八
- ハーヴェー (一七〇—一七六 英の生理学者)……………二六、三〇九—三一一
- ハレール (一六五—一七〇 英の天文学者)……………三三、三四三、三四七—三四八
- ハンター (一七六—一七九 英の解剖学者、生物学者、外科医)……………三三、三四、三九三
- ハツクスリー (一八三—一八五 英の生物学者)……………四、四一、五、六、七〇、七三、七七、二八〇
- パーキン (一八三—一八七 英の化学者)……………三四七—三四八
- バスタール (一八三—一八五 佛の化学者)……………六、八、二九—三二、三九七—三〇六
- パリツシー (一五〇—一五八 佛の陶工)……………一〇三—一〇四
- ニウカム (一八五—一八九 米の天文学者)……………七
- ニウコメン (一六三—一七九 英の發明家)……………三六〇
- ニウトン (一六四—一七七 英の数学者、物理学者)……………三、三〇、五一、五五、一〇八、一一三、三三三—三四、三九—三三〇、三四—三四一、三四三—三四七
- ホイゲンス (一六二—一六九 和蘭の物理学者)……………三九—三三〇
- ヘルシエル (ワイリアム一七三—一八三 英の天文学者)……………一〇、七五、九四、一〇〇、一〇一
- ヘルシエル (ジョン一七三—一七九 英の天文学者前者の子)……………八六、一五六
- ヘルムホルツ (一八一—一八四 獨の生理学者)……………三九
- ヘルツ (一八七—一八九 獨の物理学者)……………三四
- ヘンリー (一七九—一八七 米の物理学者)……………三三
- ベツセル (一七四—一八四 獨の天文学者)……………三五—一五六
- ペーコン (フランシス一六二—一六六 英の哲学者)……………一五四、二〇四
- ペーコン (ローシャ—一三三—一三六 英の哲学者)……………一九七—二〇〇、二〇六—二〇九
- ベルツェリウス (一七九—一八四 瑞典の化学者)……………三四—二
- リネ (一七〇七—一七六 瑞西の植物学者)……………一八四

リスター卿 (一八七〇—一九三三) 英の外科醫) …… 三〇六—三〇七
 リヒター (一七六三—一八五五) 獨の文學者) …… 四〇三
 ルナール (一八三〇—) 佛の物理學者) …… 四〇三
 ワット (一七六六—一八八〇) 英の發明家) …… 三五六
 カルノー (一七九六—一八三三) 佛の哲學者) …… 二五三
 カウンティッシュ (一七三二—一八〇〇) 英の化學者) …… 三三九
 ガリレオ (一五六四—一六四二) 伊の天文學者) …… 二〇五、三〇〇
 ダーキン (チャールズ) (一八〇九—一八八二) 英の生物學者) …… 二、三六、六三、九五、二六四—二六六
 ダーキン (エラスマス) (一三三二—一八〇三) 英の生物學者、
 前者の祖父) …… 二六〇
 レーウエンホーク (一六三二—一七二三) 和蘭の博物學者) …… 一八八、二二二
 レントゲン (一八五九—) 獨の物理學者) …… 三三五
 ライエル (一七九七—一八七五) 英の地質學者) …… 二七〇
 ラマルク (一七四四—一八二九) 佛の生物學者) …… 二六二—二六三
 ラムゼイ (一八〇三—一八六六) 英の化學者) …… 九六、九七
 ラランド (一七三三—一八〇七) 佛の天文、數學者) …… 八、七五、二二六
 ラヴォアジエ (一七四三—一七九四) 佛の化學者) …… 二四九、三三—三三三

ラングリー (一八四一—一九〇六) 米の物理學者) …… 三六五
 ウイルヒオ (一八三二—一九〇三) 獨の病理學者) …… 八四
 ウォレス (一八三三—一九〇四) 英の生物學者) …… 二八、二六七—二七〇
 ヴインチ (レオナルド・ダ・ヴィンチ) (一四五九—一五一九) 伊の畫家) …… 二〇〇—二〇三
 野口英世 (一八六〇—一九二七) 和蘭、獨の物理學者) …… 三三〇
 オーム (一七四七—一八二七) 獨の物理學者) …… 二五五—二五七
 グラッドストーン (一八〇九—一八九八) 英の政治家) …… 三
 グードリック (一七四一—一七九六) 英の天文學者) …… 四二七
 ヤーン (一七三三—一八二九) 英の物理學者) …… 二二〇
 マクスウェル (一八三二—一八七九) 英の物理學者) …… 三三四
 マルク (一八七四—) 伊の發明家) …… 三三五
 ケキュール (一八二九—一八八六) 佛の化學者) …… 三三七
 ケルヴィン (一八二四—一九〇七) 英の物理學者) …… 三、三六、八四、九三、二五五、三三四
 ケーリー (一七三三—一八五七) 英の發明家) …… 三三八
 ゲーテ (一七四九—一八三二) 獨の文學者) …… 一八五、二六〇
 ケプラー (一五七二—一六三〇) 獨の天文學者) …… 二五五—二五八、二三八
 フーカ (一八二七—一九二二) 英の植物學者) …… 二七〇

フーコー (一八〇一—一八六八) 佛の物理學者) …… 三三〇
 フランクリン (一七〇六—一七八〇) 米の哲學者、政治家) …… 三三四—三三八
 フレスネル (一七八八—一八七〇) 佛の物理學者) …… 三三三、三三八
 ファラデー (一七九二—一八六七) 英の化學者、物理學者) …… 三、四、三三、三三六、三三九、三四九
 ファーアール (一八三三—一九二五) 佛の昆蟲學者) …… 一、四、二二—二三四
 フラヘ (一五四六—一六〇二) 丁抹の天文學者) …… 二二四—二二五、二三八
 アルノー (一五〇八—一六〇〇) 伊の哲學者) …… 三〇〇—三〇三
 アンゼン (一八二二—一八九九) 獨の化學者) …… 三四二—三四三
 プレストキッチ (一八三三—一八九六) 英の地質學者) …… 三三—三四
 コルディング (一八二五—一八八八) 丁抹の物理學者) …… 二五三
 コペルニクス (一四七三—一五四三) ホーランドの天文學者) …… 一八八、二二九—三〇〇、三三七
 コツホ (一八四三—一九二〇) 獨の醫學者) …… 二九七
 エディソン (一八四七—) 米の發明家) …… 三三五
 エルステッド (一七七一—一八五二) 丁抹の物理學者) …… 八〇、三三三

エーヤリ (一八〇二—一八三三) 英の天文學者) …… 三七四
 ティンダル (一八三〇—一八八三) 英の物理學者) …… 九、二三四、三六六
 デーヴィ (一七八一—一八二九) 英の化學者) …… 一〇、三三三、三三六
 アガツシズ (一八〇七—一八七三) 瑞西後ち米の博物學者) …… 六九、八九、九〇、二二七
 アイんシユタイン (一八七九—) 獨の數學、物理學者) …… 四一九
 アツベ (一八四〇—一九〇五) 獨の物理學者) …… 三七八
 アンペアー (一七五二—一八三六) 佛の物理學者) …… 三三三
 北里柴三郎 (一八五九—一九二九) 日本の細菌學者) …… 三四
 キングスリー (一八二九—一八七五) 英の牧師、小説家) …… 六八、七、七四、七七
 キューリー夫妻 (一八五九—一九〇六、妻一八七〇—) 佛の物理學者) …… 三三五
 キューヴィエ (一七六九—一八三三) 佛の古生物學者) …… 三
 メンデル (一八三三—一八八四) 獨の牧師、植物學者) …… 二七〇—二七二
 シンブソン (一八二二—一八七〇) 英の醫學者) …… 三二—三三
 シュワベ (一七八九—一八七五) 獨の天文學者) …… 一〇二、一〇五
 ジェンナー (一七四九—一八二三) 英の種痘發明者) …… 二二五、三



終