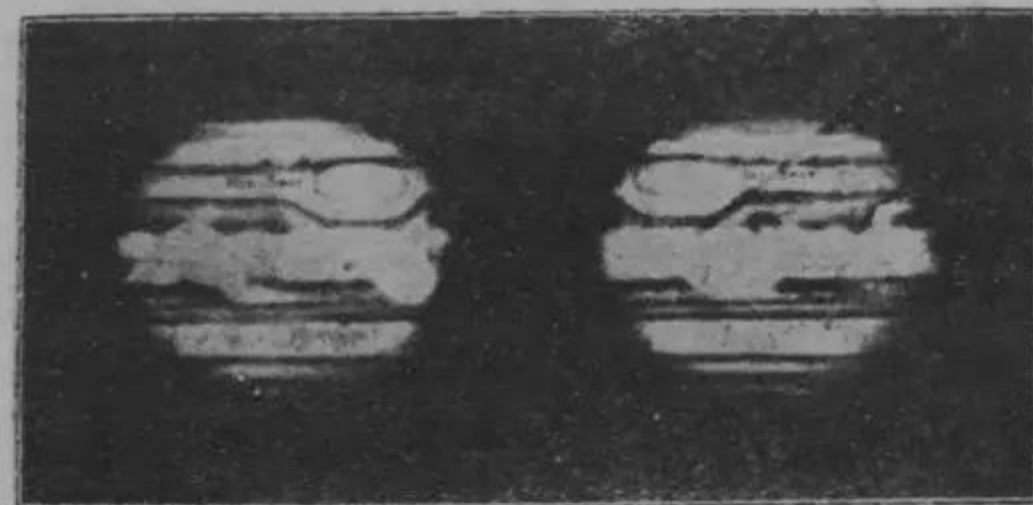




第六十五圖 ポトル氏の畫きたる木星

英國の形を紙で切り抜いて、第一の場合にはそれを通常の形となし、第二の場合には故らに其形を著しく變更したのである。諸君は双方の圖を幻燈によつて幕に寫したのを見て直ちに其變つた形に氣が付くであらう。併し、諸君は火星に居つて此區別を見るに能いか何うか餘程疑はしい。斯様な模様替が英國に行はれたとしても、吾々の有つてゐると同様な良い望遠鏡で見たとして果してそれが火星の人に氣が付くか、恐らく氣が付くまい。第六十四圖に就て見るに、一方は海岸線が眞直になつてゐる。さうして、アングルシーやヘブライ等の島が除かれてある。ティームス河やセヴァン河は二本の直線の運

河に代つて居る。それから又愛蘭は自治に變つて居る。是等の違ひは如何に良い望遠鏡を用ゐても、火星人としての諸君は見出す事が出来ないのである。そこで、吾々が如何にして火星の中に生物の存在すると云ふ徴候を發見する事が出来るか、恐らく諸君は其事の極めて難問題である事を是で了解したのであらう。

火星以外の惑星に就いて見得る事はこれよりも一層少いのである。それは是等の惑星が水星や金星の様に太陽に近過ぎるか、又は木星や其他の惑星の様に火星よりも亦一層遠く離れて居る爲めである。茲に掲ぐる木星の二面の圖は赤點(red spot)を示したもので、其赤點の廻轉によつて木星も亦地球と同様に自轉をしてゐる事が分る。即ち此赤點は表面を通り過つて裏面に隠れ、再び現はれるのに可成り規則正しく約十時間を要する。赤點程大さくはないが明瞭に認められる他の點も亦同じく亦約十時間の後に以前の所に歸るのである。

それで木星が約十時間で一廻轉する事が分る。然しながら茲に一つ吾々の豫想に全く反するものがある。若し火星の人が地球を見て居るものとすれば、其人々は地球の表面に見える物が裏面に隠れて後、正しく二十四時間で再び現はれるのを見る。英國も、愛蘭も、支那も、濠洲も、山も、川も、海も、皆恰度私が地球儀を廻轉する時の様に同じに廻るのである。若し是等のものが常に其一定の位置を保つて居ないとすれば、吾々は地理學を學ぶに甚だしく困難を感じる。然るに吾々が木星を見るに其班點は一定の場所に居ないで、或るものは他に比べて急速に廻轉する。それであるから多少長い時間に亘つて間に合ふ所の木星の圖を作るといふ事が逆も出来ない。それは恰度火星の人が英國や、支那や、濠洲では無い、大洋を走る所の船を見たのと同じである。尤も、火星から地球の船を見やうといふには、吾々が現在使つて居る様な望遠鏡では無効である。併し、地球の上の吾々は次第く、に大きい船を造つて居る。であるから、終にはそれが

火星の人の眼に入るであらう。其時に若し氣を付けて見たならば、彼等は丁度二十四時間の後に其船の位置が前の時と幾らか異つて居る事を見出すであらう。それならば木星の上の點は、其上の大洋を走る船かといふに何うもさうらしくはない、それよりは之を或種類の雲と考へた方が事實らしい。要するに吾々が木星の表面に見るものは、地球の上の國々の様に固定したものではない。それが何であるかは説の別れる所であるが、多くの學者は之を木星の表面の高低所にある雲の作用と認めてゐる様である。

此外私が木星に就て諸君に告げたいのは、其形狀の著しく大きな事である。此處にある木星の模型は一萬哩を一時の縮尺で示したもので、此模型の直径は約九吋あるから、木星其ものゝ直径は九萬哩に爲る。そこで、地球は何れ丈かといふと其直径は一時に足りない。月の如きは僅かに一時の四分の一よりも小さいのである。木星と比べて何んなに小さいか、左様、木星を一週するには、地球

から月迄行くよりも、もつと長い旅をしなければならぬ。

もう一つの大惑星は土星であるが、土星には環があるからすぐ分る。此模型では丈夫な「ボール」紙で輪を造つてあるが、然し實際土星の環が此通り形のある堅いものとすれば、彼の大数学者クラーク・マクスウェルが計算で示した様に環は破壊して土星に落込むであらう。彼の説によれば土星の輪は箇々別々に分離してゐる數千萬の少衛星であつて、種々な速度で土星の周囲を廻轉してゐるものである。併し、是等の小衛星は極めて密接して居るので、吾々の有つてゐる最良の望遠鏡を用ゐても尙之を見分ける事が出来ない。土星では一の班點が他の班點に追付いたり、又は追越されるのを見られるが、土星の環に於ては逆も見られない。兎に角、尋常の方法ではそれを見分ける事が出来ないのである。然るに、光の一の不思議な性質を利用し、分光器を用ゐて之を認める事が出来る。其事に就ては別に詳しく述べやうと思ふが、實際吾々は光源が吾々の方に向つ



圖六十六第
文天山ソソルウ年一九一がドナーバ
眞寫の星土るたし寫てに鏡遠望射反照五臺

月と惑星の見物

て進み、若しくは遠ざかる所の速度を測定する事が出来る。それで、吾々は土星の環を組織する衛星を個々別々に見る事は出来ないが、それ等の衛星の速度の違ひは、分光器によつて明かにマクスウェルの言ふ通りである事が分る。土星の環に就てモ一つ注意すべき事は、それが何時でも同じ形に見えるものでは無く、時には開き、時には閉ぢ斜になつて遂に全く見えなくなる事もある。是からして土星の環が極めて薄いものでなければならぬ事が分つて来る。同時に又環を構成する所の衛星が、極めて小さい物に相違ない事が推測されるのである。そこで、諸君はそれ等の衛星が扁平ならば其丈でも好いではないかと思ふであらう。併し、是等の衛星が異つた速さで互に押合つて居りながら、

其平らな面が常に環の平面の内に有るといふのは甚だ疑はしい。是等の衛星は極めて小さいと言ふ方が何の途、一番理屈に適つてゐる様である。

諸て茲に、太陽から各惑星に達する距離を示した表がある。既に述べた通り、地球と太陽との距離は約九千三百萬哩であるが、今假りに此距離を十吋又は十耗若しくは任意の尺度を用ゐて、之を基礎として太陽と各惑星の間の距離を示せば左の通りである。

	ボーデの法則	距離
水星	四に零を加ふ	四
金星	四に三を加ふ	七
地球	四に六を加ふ	十
火星	四に十二を加ふ	十六
(小惑星)	四に廿四を加ふ	(二十八)

木星

四に四十八を加ふ

五十

土星

四に九十六を加ふ

百

天王星

四に百九十二を加ふ

百九十六

海王星

四に三百八十四を加ふ

三百八十八

是等は實際の距離ではない。併し、實際の距離に近いものであつて、且つ之を記憶するにも、又は書き表はすにも特に便利である爲めに、多くの場合其不正確な事を顧みないものである。

此記憶の方法は最初テイウスと云ふ人が考へ出した事であるから、本來ならば其名を冠すべきであるが、ボーデが此法則を利用して人氣に投じた爲めに、自然に其人の名を呼ぶ様になつたのである。それは兎も角、諸君は容易く右の表の數字の出し方を會得するであらう。即ち先づ四の列を書き列ね、次に之に三を加へて金星の距離とする、さうして、何時も二倍の數字を次へ次へ加へて行

くのである。是等の數字を記憶するに容易な方法は、地球の距離を十、土星の距離を百と記憶する。それ丈覚えて置けば假令法則を忘れても容易く思出す事が出来る。

ボーデが此法則を利用したのは十八世紀の終りの頃であつた。其頃は未だ小惑星が一つも發見せられてなかつたので、前に記した排列に空隙があつたが、今日では既に約一千の小天體が發見されて居る。是等の多くは極めて小さいもので、直徑僅かに數哩に過ぎないものである。此多數の小天體は恐らく吾地球と同じ種類の物質から成つてゐて、地球や他の惑星同様に太陽の光を反射してはゐるが、非常に小さいので、十分に太陽の光を反射する事が出来ない、従つてそれを見る事が極めて困難である。光の強い小惑星は疾うに發見されて居るが、弱いのは毎年今でも續々發見されるので、結局小惑星の數が何の位あるのか殆んど見當が付がない。又小惑星と太陽との隔りに就ても、可成り著しい差違

はあるが、一二の例外を除けば概ね火星と木星との空隙の間に位置を占めてゐる。ボーデの時代には火星と木星の間の空隙に小惑星の在る事が分らなかつたので、それを眞の空隙と考へて居た。ボーデは此空隙に恐らく一の惑星が存在するだらうと考へて居たのであるが、當時何人も一の惑星の代りに多數の惑星があらうとは思はなかつた、唯、失踪した惑星が一箇あると許り考へて居たのである。そこで、ボーデは警官を派出して其犯人を搜索させた。斯う云ふ餘程妙に聞えるが、實際彼は警官として多數の天文學者を擧げて、相呼應して此失踪者を逮捕する爲めに、天の諸方に向はしめたのである。嘗て是等の搜索者の一團を戯れに天文巡查と稱へたこともあるから、私がこゝで彼等を警官に譬へたからとて別段に悪い事もあるまい。そこで、若し犯人が他の掛りの手で捕へられる様なことになる、折角逮捕に向つた警官は恠に體裁の良くないものである。斯んな事は地上の警察には間々起るものである。茲にピアヂ云ふ搜

索團外の一人の天文學者があつた。此人が偶然にも一惑星を発見したので、彼はそれを確むる爲めに數夜觀測して其位置を書留め、之を仲間の學者、即ち警官の一人に送つた。併し其時代には鐵道がなかつたから郵便が随分長くかゝつて、學者達が其惑星を見る迄には餘程の日數があつた。其間にピアヂは不幸にも病氣に罹つて觀測が出来なくなつた。惑星は得たり賢しと(恰度盜賊が群集に追懸けられて居る様に)太陽の中に隠れて仕舞つた。諸君は惑星が太陽の中に隠れたと云ふ事を了解されぬかも知れない、然し、諸君は既に太陽が黃道を巡廻する事を知つて居る。即ち、牡羊、牡牛、雙子と順々に巡廻するのである。太陽が是等の星座を巡廻するに、各星は順次に強い光の中に隠れて行く。四月には牡羊座が見えない、五月には牡牛座が見えないのは此爲めである。さうして是等の星座は一つ許りではなく、其二三が一年中の或る時期には見えなくなる。然るに、或る惑星は一方の星座から他の星座へ動き廻つてゐるので、時に或は見

える星座の中にあるかと思へば、太陽の光の爲めに隠れてゐる星座の中にある事もある。さうして最初に發見された「セレス」といふ小惑星も、發見されると間もなく其位置を變へて見えない星座の中に隠れて仕舞つたのである。そこで諸君は彼等搜索隊は何故「セレス」の出現するのを俟つて再び取押へる事をしないかと云はれるであらう、全く其通りである、併し諸君、一度取逃した盗人が何時、何處に再び現はるゝか容易に想像のつくものではない。警官が必定此出口から出ると思つて警戒してゐても、盗人は屋根から屋根傳ひに逃れて隣の家から下りて、後ろの戸口から出るかも知れない。併し、惑星は盗人程敏捷でもなければ不埒な者でもないから、若し相當に長く其運動を監視して居れば、惑星の現はるゝ所は正確に計算する事が出来るものである。ケプレルとニュートンが惑星の運動を律する引力の大法則を発見して吾々に教へたのは實に是である。併し、萬事は要するに「若し」の一語に歸するのである。若し、吾々が相當に長く



第六十七圖

惑星を注視したならと云ふ條件が伴ふものである。「セレス」はピアヂが病氣に罹る前に鳥渡観測されたに過ぎなかつた。そこで、計算に慣れた人々は皆、其の條件が不十分で到底正確な軌道の計算が出来ないと言つた。諸君は第六十七圖を見て、其計算の六つが敷い事を了解されるであらう。與へられた圓の大部分ABCから中心Oを求めてAよりCまでの弧(點線にて示せる)を描く事は何の造作もない事であるが、若し、其與へられた部分がDE位に短かいとすると、中心Pを求めて圖の残りの部分を描く事は一寸面倒になる。併し、それとても左の難問題ではないが、GHの様な極めて短かいものになる。其の全圓がGHLになるか

或はGHKになるか判斷するのは中々ト通りの事でない。盗人が實際に現はれるのにKに現はれるものと思つて其處に見張つてゐるかも知れない。「セレス」の観測にも之と同様の困難があつたのである。此星が見えなくなる前には、圖で云ふと其僅かの部分丈を示したに過ぎなかつたのである。諸君は時計の一分間隔を見る。此分間隔は言ふ迄もなく全圓の内に六十あるが、今紙に分間隔の一つ丈、即ち一分丈を與へられたとして、全時計面を描かくのは可なり六つかしい作業である。「セレス」は天文學者に對して一分間隔の全體を示さなかつた。彼等に示す處はホンの其半分にも足らなかつたのである。私は斯かる短い一片から全體を描く方法を天文學者に示した人は餘程偉い數學者であつた。信じる諸君も定めし同感であらう。其方法の説明を書いた書物は、確かに世界の存在する限り不朽の大著述である(校閲者曰く大數學者の名はガウス書名は「テオリア・モートス」)。

此惑星が再び発見せられて間もなく驚く可き事には他の小惑星が更に発見された。それから又更に二個の小惑星が発見された。恰度警官が盗人を一人と思つてゐたのに思掛なく四人であつた様なものである。さうして四人ながら手錠を締め、縄で縛つて仕舞つたといふのは、數學者が綿密に惑星の軌道を計算して必要があれば何時でもそれ等の物を見る事が出来る様にした。斯くて世間には又さ泥棒騒ぎがなくなつた。茲に一つ諸君に言ひ残した事がある。それは「セレス」の発見は第十九世紀の第一日即ち一八〇一年一月一日であつた事である。さうして自餘の三惑星「ヴェスタ」「パラス」及「ジュノー」は皆一八〇七年三月迄に発見されたのである。其後四十年間発見がなかつた。續いて他の小惑星を発見したのは、ヘンケであるが、彼は此爲めに十五年に亘つて觀測を行つた。今日吾々の間に知られてゐる丈でも現に數百の小惑星が存在してゐるのに、唯一つの発見に十五年を費したと云ふのは、一面に於て寫眞術を知ら

なかつた時代に小惑星を発見するのが極めて困難であつた事を語るものである。事實発見が寫眞術に依つて頗る容易になつた。天文學者は空の一部を撮影する。其場合、恒星は唯、點に寫るのであるが、若し其中に動いたもの、換言すれば筋を引いて居るものがあるならば、それは恐らく小惑星である。

併し諸君！吾々は斯かる岩石の小片を一々巡歴して大事な惑星を訪問する時日を失つてはならない。是等の小惑星の中には多少の住民も居やうし、又諸君の憧憬する人形の家もあらうが、吾々はそれよりも一層大切な邸宅を訪問しなければならぬ。天王星、海王星の発見以前にはボーデの法則は土星の所、即ち $4+96=100$ の所が止まりであつた。而してハーシェルが天王星を発見すると共に此法則は自然に確められる事になつた、即ち其距離は $4+192=196$ に餘程良く一致するものと認められた。此事がボーデの天文警察の編成に多大の關係を有つて居るのである。

ハーシェルが天王星を発見した事は、曩にハーシールの望遠鏡に就て説明した時に述べた事であるが、最初はそれを彗星だと思つたのである。然るに、爾後漸く其真相が明かになつて來て素晴らしい世間の評判となつた。それは、人間の記憶に存する限り、是迄誰も新たに惑星を発見した事がなかつたからである。昔から知れ渡つて居るものは皆永い年月の間に自然に知られた物許りで、其名は既に週日の名に用ゐられて居る。言ふ迄もなく土曜日、日曜日、月曜日は土星と太陽と月から出た名稱である。所で、英語では他の曜日と惑星の名とは何も關係がない様である。併し、佛語であると「マース」(火星)には「マルディ」、「マーキュリー」(水星)には「メルクルディ」、「ジュビター」(木星)には「ジャウディ」、「ヴェナス」(金星)には「ヴァンドルディ」と悉く惑星の名から來てゐるのである。英語では或る理由から羅馬の軍神であつた「マルス」の代りに之に相當するスカンディナヴィアの軍神「テュヤ」を採つて「トースディ」(火曜日)とし、又羅馬の美と愛の女神なる「ヴェナス」の代

りにスカンディナヴィアの神の名「フレヤ」を採つて「フライディ」(金曜日)としたのである。茲で序に私は曜日の妙な順序に就て説明するのも亦面白い事と思ふ。



第六十八圖

昔の人は惑星と地球の間の距離や、惑星と太陽の間の距離が何の位あるものか知らなかつた。けれども、何の惑星が一番速く移動し、何の惑星が一番遅く運行するか位な事は、彼等ミ云へども容易に観測し得たのである。即ち彼等は惑星を其速さの遅速に従つて排列して先づ最も遅い土星から始め、次に木星、火星、太陽、金星、水星と云ふ順序に並べ、最後に最も速い月を置いた。(第六十八圖参照)昔の占星家は各惑星を時間に割當て、土曜日の第一時間を土星、第二時間を木星、第三時間を火星、以下順に此様に並

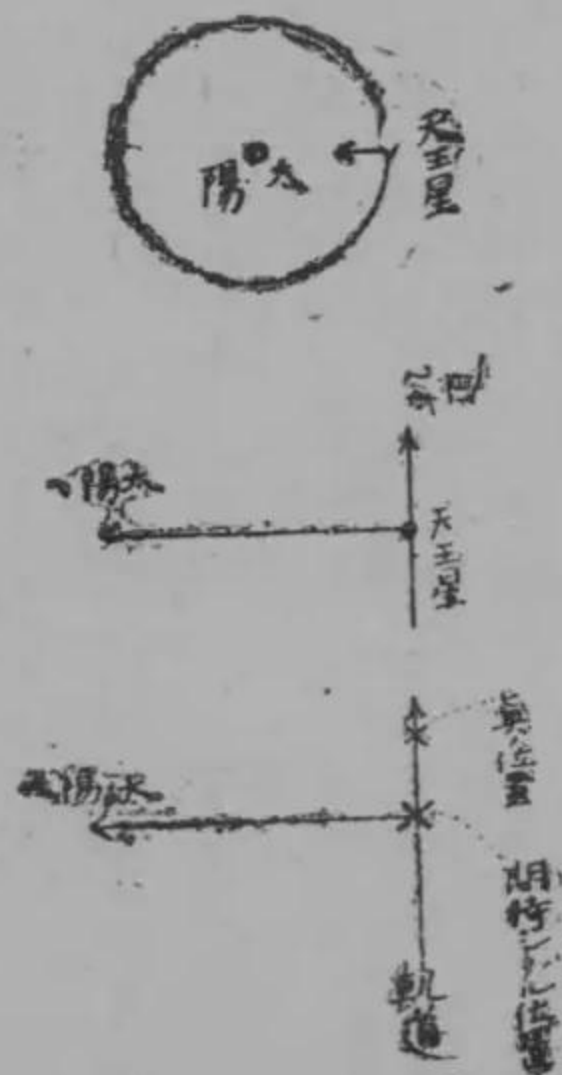
べたのである。斯くして、七箇の惑星を用ゐ盡すと再び土星の順番に戻つて始めの様に反覆するので、二十四時間中、二十一時間で各惑星は都合三回宛割當てられる事になり、次に四回目に土星、木星、火星が來て一日を終る。そこで、翌日の第一時間は太陽の順番になるのである。第六十八圖に於て太陽の次にある二箇の惑星(木星と火星)を措いて土星と太陽と連結する線を引き、太陽が土星に續く事を示すものとす。そこで、翌日を支配する惑星を知るには、金星と水星とを措いて前の如く月に連結する線を引く。斯くして又二箇の惑星を措いて火星に連結する線を描き、順次に斯くの如くするのである。そこで、矢の方向に星を讀んで行けば正しき順序に週の各日即ち土曜日、日曜日、月曜日、火曜日、水曜日、木曜日、金曜日となるのである。尤も、何の曜日を始めにしても宜いが、太陽は頗る吾人に大切なものであるから、普通一週の最初の日を日曜日とする。

天王星の發見された頃には、週日の順序は既に確定的なものになつて居たの

で、週の中にそれを挿し加へる餘地の無かつたのは勿論である。強いてそれを加へやうとし無かつたのは幸であつた。何故かと云へば、それから半世紀の後に海王星が發見されたからである。

海王星の發見は天王星の發見に比べて更に珍らしい事件であつた。それは全く計算の上から發見されたが爲めである。或惑星を相當長い時間注意して觀測すれば、其星の將來現はるべき位置を計算で求め得られる物である事は既に述べた所である。併し、一方に於て惑星同志が各自に引力を有つてゐるので、相互に引張り合つて居る。それで、之を計算するにも唯太陽の引力許りでなく、他の惑星の引力をも考量しなければならぬ。従つて其計算は中々六づか敷い且つ随分煩雜なものではあるが、出來る事である。天王星に就いても長い間の觀測から其計算が行はれた所が、茲に奇妙な事が現はれた、それは天王星が計算した通りに動いて居ないといふ事である。そこで、慧敏な二人の學者、即ち英

國のアダムスと佛國のルヴェリエは各別々に、未だ發見されない他の惑星が外側から天王星を引いて居るに相違ないと考へて、獨立に此未知の惑星の位置を



第九十圖

計算した。さうして事實其位置に發見されたのである。茲に諸君の注意を促した

てゐる事や足跡を見て、それを便りに敵情を判斷する事を聞いたであらう。是等の事に訓練のない素人は較もすれば大事な形跡を見逃すものである。天王星の運動が留める徴候の如きは極めて微妙なものであるから、餘程慧敏な斥候で

なければそれを捉へる事は困難である。今天王星が第六十九圖の上圖に示した圖形の路を運行するものと假定する。此上に實際の天王星と推定の天王星とを各其位置に置くとすれば、諸君は少しも兩者の間の差違を認むる事が出来ない。更に此圖を五十倍に擴大する、さうすれば全體の圖は殆んど此室の大きさ位になるから、其一小部分は殆んど直線になる。

これですら、諸君は天王星の實際の位置と理論上から計算した位置とを見分ける事が出来ない。再び之を五十倍に擴大して始めて其差違を見る事が出来るのである。言ひ換へれば此圖に於ける僅かの差違を二千五百倍にしたものから、アダムスとルヴェリエとが大惑星海王星の存在を認めたのである。

もう一つ注意すべき事はボーデの法則に關する事である。是時迄、世人はボーデの法則を以て信據するに足るものと信じて居た。アダムスやルヴェリエすらも、其計算に此法則を應用したのであつた。ボーデの法則が斯く迄に信用され

るに至つたのは別に怪しむに足らない事である。何故なれば第一に天王星が良く此法則に當て嵌まる、第二に小惑星が発見されて此法則の空隙が埋められたからである。然るに斯くの如く一時は吾々の助けになると信ぜられて居たものも今は反つて障碍になると考へられる事になつた。何故なればボーデの法則は海王星に適合しないからである。諸君は嘗て古い塔の内にある様な暗い、さうして長い階段を降りた事があるであらう。さういふ階段を下りる時に、次の段も又其次の段も大概同じ高さであるを承知して降りて居る間に、突然低い階段又は特別に高い階段に遭ふと、鳥渡吃驚するものである。是と同じ様な事が科學の上にも時々起るものである。即ち吾々が階段の高さに就いて或法則を発見したと信じ、安心して脚を下して見ると意外にもそれが高かつたり、或は低かつたりして驚く。尤も斯かる場合、時には例外な事の原因を探索して或る発見をなす事もある、又永い間其理由を求める事の出来ない事もある。

ボーデの法則による階段が天王星に到る迄は殆んど規則正しく行つて居るのに、何故に海王星の所で急に短くなるか、其理由が未だ吾々に分らない。併し實際其通りである。アダムスとルヴェリエは階段の高さが普通であると確信し、さて脚を下して見て吃驚したのである。けれども彼等は之が爲めに其次の階段を見落す様な事はなかつた。言葉を換へて言へば、彼等は間違なく海王星を発見した。然し、大に跌いて世間を驚かした事は確かである。此事に就いて種々議論も行はれた中に、海王星はアダムス、ルヴェリエの兩人が発見したのではない、偶然に発見されたのであるといふ説さへあつた程である。併し、それ等の議論を一々紹介して居ては長い時間が費るから、諸君の中に數學の好きな人は何時か、さういふ議論を読んで見たらよからう、其事は他に譲つて、茲には唯海王星とアダムス、ルヴェリエ兩者の關係に就いて話し度いのである。

ジョー、シー、アダムスは或惑星が天王星の運動を亂して居ると信じ、其位置を出

さうして計算に着手した。それは彼が劍橋に於て「パチラー、オブ、アーツ」の稱號を受けた許りの青年の時であつた。彼は漸く其計算を了へて之を劍橋の天文學の教授の許に提出した。然るに不幸にも之を受理した教授は頭腦の餘り明敏な人では無かつた。諸君は或は信じないかも知れんが、教授の中には頭腦の如何はしい人もあるし、又仕事を嫌ひ勉強を好まぬ人もある。斯様な先生に教へられる學生は詢に不運である。併し其教授は幾らかの好意を有つて居たので誰か外の學者の助力を受けたり何うかと言つて、綠威の天文臺長イブリーグリーの許に行く事を勧めた。それで其教授は自分の役目が當然終つたものと考へて安らかに眠つて居た(諷刺の意)。其教授はアダムスが實際綠威に行つたか、行つて何をしたか、そんな事は一向尋ねもしない様であつた。兎も角アダムスは綠威に行つて天文臺にイブリーを訪ねたのであるが、折悪しく臺長は倫敦に行つた留守であつた。それから時を経て再び訪問した時には臺長は適々食事

中であつた。忠實な諷刺的召使はそれで主人との面會を謝絶した。可憐な青年は此爲めに多少落膽はしたものの、兎に角食事を了つた後で見えて頂きたいと言つて結果を記した書類を召使に托して歸つた。それには「余の計算によれば天王星の運動の不規則なる事は、次の如き軌道を有する外部の惑星の存在を假定するにより説明するを得」と書いてあつたのである。此記録は現に保存されてある。さうして、それには天文臺長の手で一八四五年十月と日附が記されてある。尤もこれはアダムス自身が此大切な書類に全然日附を書かなかつたのでイブリーが其後になつて大凡の日附を記入したに相違ないのである。是で見るとイブリーはアダムスの計算に對して左程の注意を拂はなかつた事が分る。然し兎に角、彼はアダムスに返事を出したが、其返事は好意的のものではなくて、アダムスの技量を試めず積りの質問であつた。折角苦心して認めた自分の論文に對して斯くも冷膽な挨拶を得たアダムスの失望は言ふ迄もない。斯

くして此事が全く失敗に了つたのは眞に遺憾の事であつた。若し此三人の一人でももう少し忍耐して此仕事に力を盡したなら客易に海王星を発見する事が出来たであらう。若し又其時にハレイの様な學者が居たなら必ずやアダムスの苦心努力を空しく水泡に歸するやうな事はなかつたであらう。兎に角大なる機會は斯の如くして遂に逸して仕舞つたのである。

此間に既に有名な天文學者として知られて居たルヴェリエも亦同じ問題に就いて研究を始めた。彼は數回に亘つて其事に關する論文を發表して、最後に天球の上の海王星の所在を指示したのであるが、それはアダムスが曩に指定した位置と殆んど同じであつた。そこで、イアリーは一ヶ年前にアダムスから受取つた論文とルヴェリエの論文とを比較して始めて、それに依つて新らしい惑星を発見する事が出来るに相違ないと心付いた。そこで、イアリーは劍橋の教授を呼起して(諷刺)それを搜索する事を勧めたのであるが、教授は未だ眞に眼が覺めな

かつた(諷刺)。彼は一度ならず海王星を視たけれども、それを惑星と認識する事が出来なかつたのである。其中にルヴェリエの方では獨逸の天文學者ガルレに



第七十七圖 巴里天文臺に於ける
ガルレの銅像

も最初の晩に其惑星を発見したのである。そこで、此惑星の存在が一度明かになると、一體是は誰の發見であるかといふ事が問題になつた。一人が他の者を

批難する他の者は又第三者を批難する然るにアダムス許りは自分ながら餘りに氣が弱かつたと思ふ外に何人をも恨む事がなかつた。兎も角海王星發見の榮譽は終にアダムスとレヴェリエと二人に等しく頂つべきものであると云ふことになつた。茲に私一己の考へを述べれば、吾々英國人はアダムスの名譽を十分に表彰して居ない。成程ウエストミンスター寺院にはアダムスの頭だけの額が掲けられてある。併し、巴里天文臺の中庭には、ルヴェリエが海王星に擬した球を指して居る立派な像が建てられてある。フランスの方が餘程早く此問題を解決した。

惑星の事は此位にして、是から衛星に就いて述べやうと思ふ。私が最初の講



第七十一圖 ウェストミンスター寺院にあるアダムスの像

演に述べた書物の中に、グリフィスの「空間新婚旅行」と言ふのがあるが、是には木星が尙ほ熱して居るから、知らずに上陸すると足を焦すかも知れない、それ故直ぐ木星に着かないで、先づ其衛星の一つに着いた方が可からうと教へて居る。吾々は木星が實際何れ丈の衛星を有つてゐるのか確かな事は知らないが、少くも八個はある。(一九一四年七月ニコルソン氏は第九衛星を發見した、其中四個は小さな望遠鏡でも容易に見る事が出来る。ガリレイが初めて作つた望遠鏡で觀望した時既に其四つを見たのである。其外の四つの衛星は光が頗る微弱なので近頃に到る迄發見されなかつた。木星は我地球に比較して非常に大きい。従つて其衛星系統も亦地球のそれと比べて頗る大規模のものである。今例を以つて示せば、茲にある小さな地球の模型には二呎離れた所に唯一個の月がある丈である。木星でも其衛星の一つ二つは是位の近い所にあるが、其他の衛星は、同じ縮尺を用ひて、此講堂の外に出る。而かも其内の一つはアルプマ

ル街へ行く迄の中途の所に當るのである。

土星は多数の小衛星からなる環を有つて居るが、其外にも別箇の衛星を幾個も有つて居る。吾々は是迄に九個か十個を知つて居る(第十衛星のある事は既に發表されて居るが、併し未だ十分に認められて居ない)是等の衛星は矢張り惑星から相應に遠く離れて散在して居るのである。

そこで、若し吾々が是等の衛星の何れかの一つに行けるとすれば、全然地球の上で見る事の出来ない經驗を得る。それは何かと云ふに太陽が永く日食の状態にゐて眞に晝間が夜間に變る事である。尤も地球の上でも太陽が皆既食になる事はあるが、併し月は長く太陽を隠せる程大きくないので其食は僅か數分間に過ぎない。諸君の中には「ソロモン王の鐵山」云ふ面白い書物を讀んだ人があらう。初めサー・ライダー・ハッガードが此書物を書いた時、其中に太陽の或皆既食を記した。然るに其皆既食は地球の上では到底有り得ない程、長い時間で

あつたので世界は眞暗になり、人々は手を顔の前に持つて行つても全く見る事が出来ない位であつたと書いたのであつた。或人が恁んな現象は事實である筈がないと注意したと見えて、其後に出版したものには此事が全く省かれてある。私は自分の任務として今日迄可成り多くの皆既食を觀測したが、何の日食も皆數分と續いたものはない。殊に所謂咫尺を辨ぜずといふ程暗くなつた事はない。幾ら暗いと云つても懐中時計の時が分る位であつた。然し今假りに吾々が木星の一の衛星に上陸したとすれば其處ではハッガードが述べて居る様な長い食を眞に見る事が出来るのである。何故かと云ふに、此場合に太陽と衛星との間を仕切るものは我が月の様な小さなものではなくて(第百九圖参照)巨大な木星であるからである。私は今模型を以て此現象を説明するに、電燈から出る光を太陽の光とする。そこで、此模型の一方の側は明るく、他の側は暗くなる。明るい側は晝であつて、暗い側は夜である。併し、此暗くなるのは唯其表面計り

でなく圓錐若しくは圓錐の影と成つて後方に赴く。そこで私は此小さな球を絲で吊り下けて衛星と見做す。此球が圓錐形の影の外にあれば、恰度木星が照らされると同じ位の程度で光線を受ける。さうして、其半面は明るい晝で、他の半面は暗い夜である。併し、今此球を木星の周圍に廻轉させる中に、圓錐形の影の内に這入ると太陽の光は遮斷されて皆既食となり、衛星が影を通過して他の側に出る迄皆既の状態に在る。斯く木星が視線を遮るので、諸君の中には其位置から見えない人があるかも知れないが、併し他の側の人達には良く見える。本當の木星を見るに方つても、吾々の位置は地球が太陽の周圍を巡るに従て絶えず變るので、或時は其現象を見られるが、或時は木星が妨けになつて見えない。

地球が今述べた様な方向に位置を占める場合に二様ある。即ち地球が太陽より近い所にある時と、遠い所にある時とである。此二つの場合に於ける差違からして頗る重要な發見、即ち光が進行するに時間を要すると云ふ事實が發見

されたのである。音響の傳はるのに時間を要する事は反響に依つて分る。今私は「ジャック」と叫ぶと、若干の時間を経て遠方の塀又は小山から微かに「ジャック」と云ふ反響が聞える。聲を出した時から反響を聴く迄の時間を測り、又吾々の居る所から塀又は小山迄の距離を測れば音響の速度が分る。音響の速度は一秒間に約一千百呎である。諸君は此事實を又他の場合にも認める。彼の雷の鳴る時、先づ電光を見て後に雷鳴を聴く。電光を見てから初めて雷鳴を聴く迄の秒数を測つて、それに一千一百を乗すれば吾々の位置と電光の發生した場所との距離が幾呎あるかが分る(續いて聞える雷鳴は少くも其一部は反響から來るものと思ふ)。

諸君は、教會の時計が時を打つても其處に接近して居ないと、決して正確な時が分らないと考へた事があるか。苦し千百呎離れて居ると、實際に時計がなつてから全一秒間経たないミ鳴る音が聴えない。若し一哩離れて居ると、殆んど

五秒後に音が聞える。多くの人は少しも此事を考へないで唯時計の鳴るのを聴いて時を合せるが、是等の人達には五秒位は何うでも可いと思つてゐるのかも知れぬ。併し今茲に一人の人が住宅と事務所とを別々に有つて居て、住宅は三哩、事務所は二哩、市の大時計から離れて居るとする。さうして其人が事務所にゐた時、懐中時計を市の大時計の鳴るのに合せたものとする。然るに宅に歸つてから、更に市の大時計の鳴るのを聞いて時計を見るに五秒進んで居る。そこで、其人は始めは自分の時計が進んだと思ふかも知れぬ。然し、翌日再び事務所に行つて又前日と同じ様に時計を比較して見ると少しも違つて居ないので、自分の時計が一日の間正確に動いて居た事を發見する。そこで、何の爲めに其違ひが起るかを調べて見る、さうして遂に本當の理由、即ち市の大時計と自宅と事務所間との距離に一哩の相違があつて音響が其一哩を通過するに五秒間かゝつて居るといふ事が明かになる。

これと同じ様に光の傳はるにも亦時間を要する事が分る。吾々は時を打つ時計を木星の一つの衛星の食に代へる。又住宅と事務所の位置を太陽の兩側に於ける地球の二つの位置に代へる。即ち其一ヶ所は食より遠いもの、他の一ヶ所は食に近いものとする。丁抹の大天文學者レーマーは此食の起る時、懐中時計の時と見做されるを計算してそれを實測した時、市の大時計の時と見做されると比較して、太陽より手前の側(事務所)にあると、遠い側(自宅)にあるとに依つて規則正しい相違がある事を發見した。それからして彼は光が進行するにも時間を要するに相違ないと推定したのである。光の速度は音に比較して驚く可く速い、即ち一秒間に十八萬六千哩を下らないのである。従てレーマーが發見した差違は頗る微細なものと考へるであらう、併し前の例では住宅と事務所の間隔は一哩に過ぎないのであるが、地球の軌道の端と端との間の距離は非常に遠く、約一億八千六百萬哩もあるから、光の一秒間に進行する距離の約一千倍

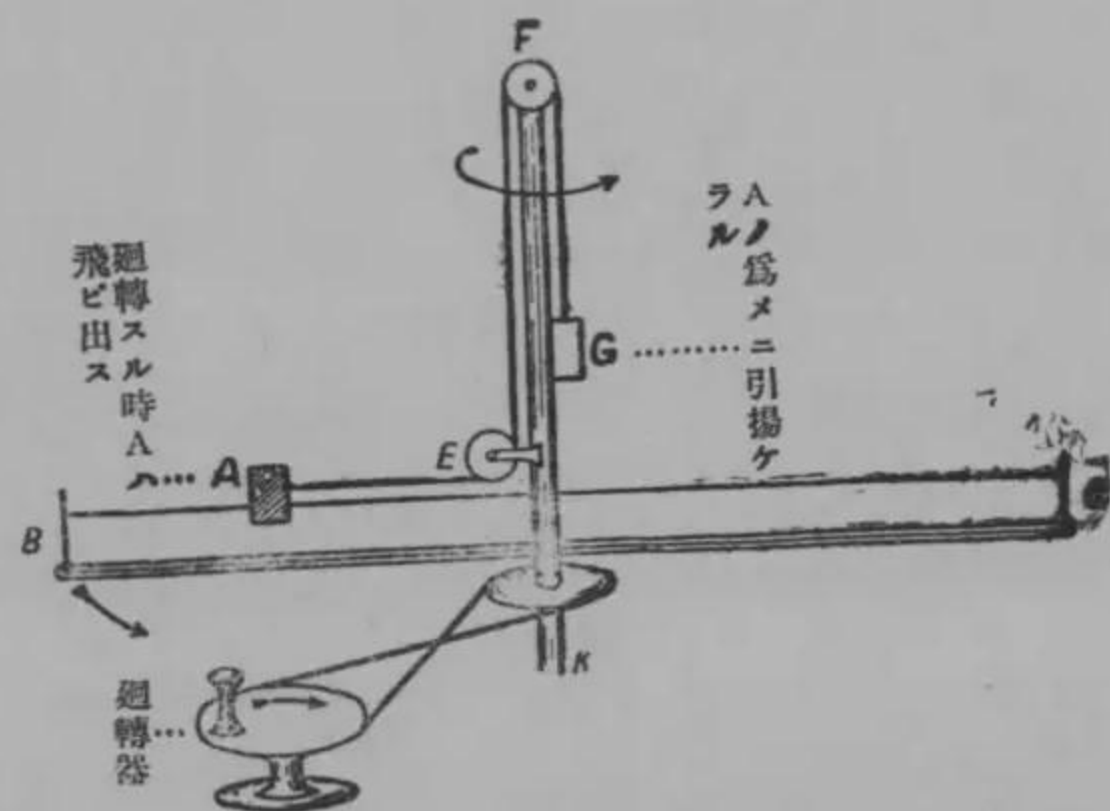
である。それでレーマーは殆んど一千秒即ち約十六分の差違を發見した。此様な方法で始めて光の速度が知られたのである。

斯かる事は一場の物語としては至極興味のあることであるが、諸君は、光の進行の速さを知つた所で、それが吾々の日常の生活とは餘程遠い事であるから、直接必要な知識ではないと思ふであらう。併し諸君！此様な科學的發見は往々非常に重要な實際的結果を生むものである。此處の講堂の入口の室に建てられてある銅像は偉人ミケエル・フラデーである。この人は針金と硝子の小片の性狀に關して種々な發見をしたのであるが、それが至つて非實用的な發見の樣に見えて決してさうではなかつた。電氣鐵道、自動車及飛行機等の發明は實に此フラデーの發見に胚胎してゐるのである。彼に續いて現はれた偉人はゼームス・クラーク・マクスエルである。この人はレーマーの發見した光の速度がフラデーの電磁氣裝置を用ゐて行つた測定と同一である事を發見して、遂に

光は一種の電磁氣作用である云ふ斷案を下した。そこで彼の有名なヘルツは「若し光が波であつて電磁的なものならば電波を起し得べき筈である」と言つて實際にそれを示した。此事からして無線電信が發明されたのである。斯くて近代の最も不可思議な幾多の實用的な大發見も、段々とそれを辿つて見れば、初めは全然實用的に見えないところのレーマーの發見に萌芽して、漸次進歩發達したものである事が分るであらう。

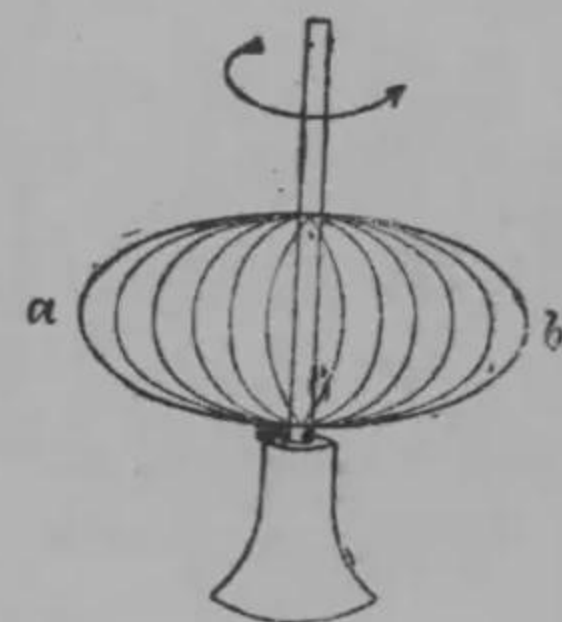
併し、衛星の事を説明するに其食に關する話に移つたのは、多少横道に外れた傾きがある。で、私は本題に戻つて衛星とは一體何んなものであるか考慮して見度いのである。惑星の周圍を廻轉する幾多の月は何故に存在してゐるのか、何故に太陽の周圍に惑星が廻轉してゐるのか、此二つの疑問に對する答は同一である。惑星が太陽の衛星であるのは、恰度月が地球の衛星であり、木星に八個の衛星があるのと同じである。是等の場合に、中心體から脫離し、衛星が出來た

ご考へるには相當の理由がある。先づ第一に、凡て是等の物體は自轉して居る、即ち其軸の周圍に廻轉して居る事を記憶すべきである。私は第一講の中に、振子の實驗に依つて地球の自轉して居る事を證明した。又吾々は木星の赤點の運動によつて木星の自轉して居る事を知つた。なほ其外に太陽の黒點の運動によつて太陽の自轉して居る事も分る（其事は次の講演で説明する）。偕て、物體が廻轉しつゝあれば、其最も外の部分が常に飛散しやうとするもので、若し其部分が本體から離れる事が出来れば直ちに飛散するのである。短艇漕手が濡れた布箒を振廻すと水玉が四方に飛ぶ、此學會には此原理を説明するに用ふる立派な道具が澤山ある。第七十二圖で分銅AはBCなる銅線の上を滑走する。さうしてAにはEFGなる絲を結び其一端にGなる分銅を掛ける。偕て今、全體が靜止して居る時には分銅Gは一番下の處に落ちて滑子Aを中心Eの方に引寄せらる。併し、今此裝置を垂直軸EFの周圍に廻はせば、滑子Aは軸より飛去らうと

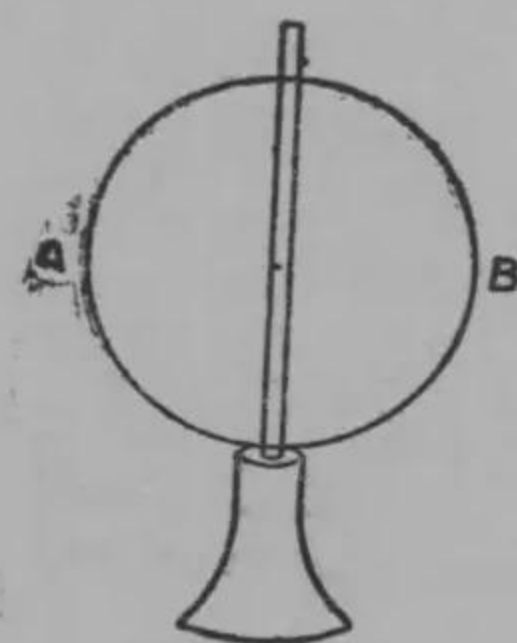


第七十二圖 廻轉器

して分銅Gを引上げる。若しGが十分に重ければAを中心の附近に寄せて置くが、若しGが左程に重くなければAは飛出すのである。乃ちGの重さが十分であるとなひとは其裝置を廻はす速さに關係するもので、若し吾々が之を徐々に廻はせばGはAを中心の附近に寄せて居るが、併し其廻轉を漸次速くすると、中心から飛出さうとするAの力は益々強くなつて、終にはGが支へ切れなくなるのである。此作用は衛星の出来る理由を良く表



圖四十七第



圖三十七第

はすもので、若し母體の廻轉が徐々であると、其重力又は引力(分銅G及糸を以て之を表はす)は其各部を接近せしめてゐるが、併し何等かの理由で廻轉が益々速くなれば其最も外の部分が重力又は引力の力に勝ちて外に飛び出す時期に達する。そこで衛星は分離するのである。何故に廻轉が益々速くなるかと云ふ理由に就いては別に説明するが、幸ひ茲に廻轉器が出て居るから、もう一つ二つ實驗を行つて見やう。第七十三圖は一對の環を示したもので、此環は靜止の状態に在るときは圓くなつて居るが一度廻はすと、第七十四圖に示した様に扁平にな

る。此理由は環の外端のABの部分の軸線から離れやうとするからであつて、第二圖に依つてa bの部分の第一圖のABの部分よりも軸線を遠かつて居るこゝが分る。尤も、此裝置では如何に急速に環を廻轉した處で破壊する様な事はない。私はそんな強い力を有つてゐないので、さう早く廻轉することが出来ないといふ事を諸君に承知して貰ひたい。併し、若し此の環を器械を用ゐて、凄じ程の早さで廻轉せしめると、a bの部分は終に破壊して飛び出すに至るのである。極丈夫な「ハヅミ」車でさへ、廻はす速さの如何に因ては破壊するものである。

茲に、もう一つ面白い實驗をして見る。吾々は普通に惑星自身は動かないで、衛星が惑星の周圍を巡るものゝ様に考へるが、是は間違つて居る。地球と月とは互に舞踏をやつて居る相手の様なもので、唯、其一方が頭抜けて大きく且つ重いので、悠々と僅かに動いてゐる間に、小さい方は大きな相手の周圍を飛び廻つて

居る様なものである。

今、大きな球Aと、小さな球Bとを結付けて(第七十五圖同

じ針金の上を滑らす。今、若し是

等の二球A、Bを中心Cから等距

離の所に置いて、此装置をくる

く廻はせば、大きい球は間も無

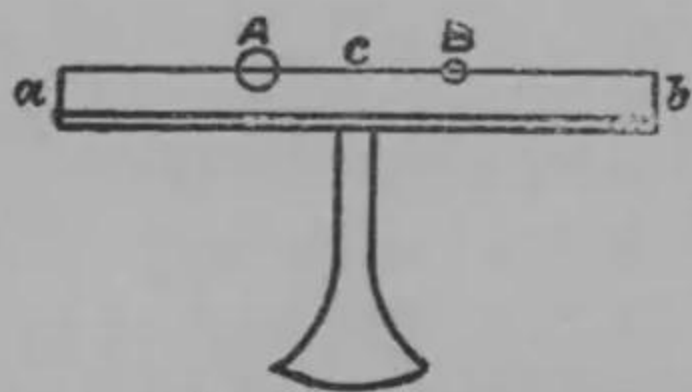
く小球Bを引きながら一端aに

飛んで行く、若し又、A球を真中

置いて(第七十六圖)くるく廻は

せば、小球はA球と共にb端に飛

んで行く、それであるから、この釣



第七十五圖



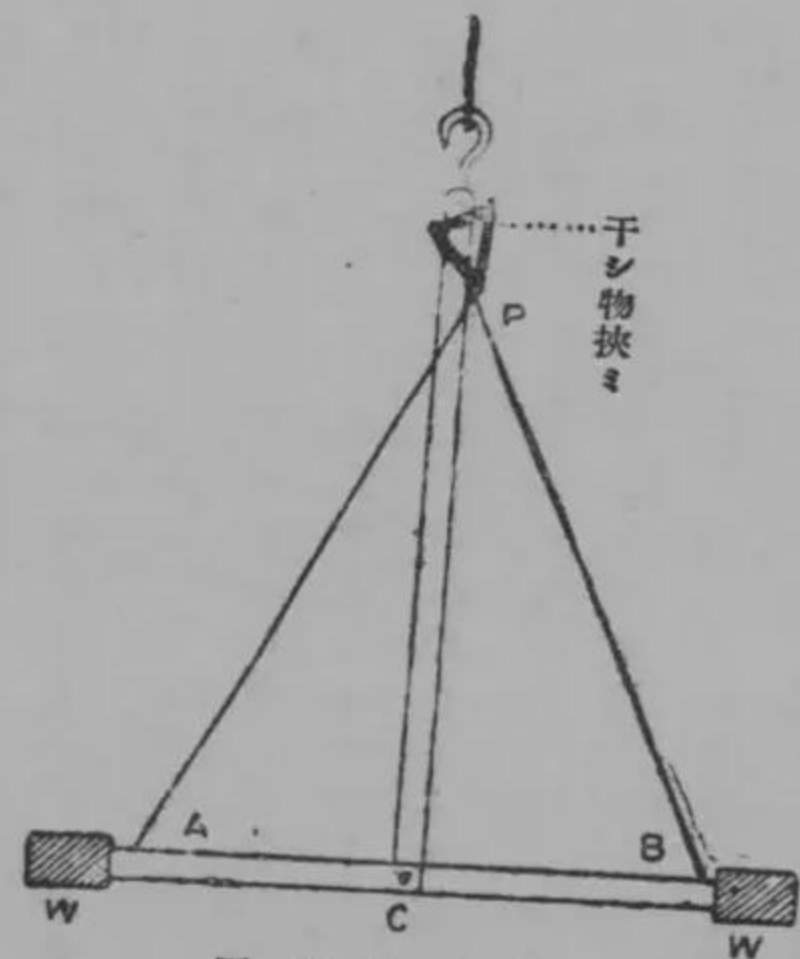
第七十六圖

合を取らうとするには、大球を真中に置かすに少しa端に近い所に置かねばならない。一二度試して見れば、兩方が平衡を保ちて何れも他を引張らない様な

位置を求める事が出来る。此二つの球の平衡を保たせる事は鳥渡面白い遊戯である。今、小球は廻轉をして居る。併し、大球も決して靜止して居るのではない。斯様に我が大きな地球は小さい月と組になつて舞踏をやつて居る。尤も大部分は月が演じて居るのである。

次に吾々は同じ廻轉實驗に依て衛星の分離する現象の大體を模倣して見やう。尤も之には多少手の費る準備を要するのである。今グリーン君は特に吾々の爲めに酒精と水との混合液油と同じ比重の(を製して呉れた。諸君は氏の厚意に對して感謝すべきである。此混合液は特に注意して製したもので、少量の油が小さな鐔の周圍に附着し、上にも下にも動かないで、真中に集まつて居る様にする爲めである。今ピース君(助手)は鐔を廻轉して油の球を旋動せしめる。それで、前に輪の實驗に現はれた様に球は擴り出した。次に彼はもう少し速く廻轉する。今度は見られる通り球から油の滴が飛出して見事に衛星が出来た。

そこで、吾々の考ふべき事は惑星は何故に次第に速く廻はるかである。油の

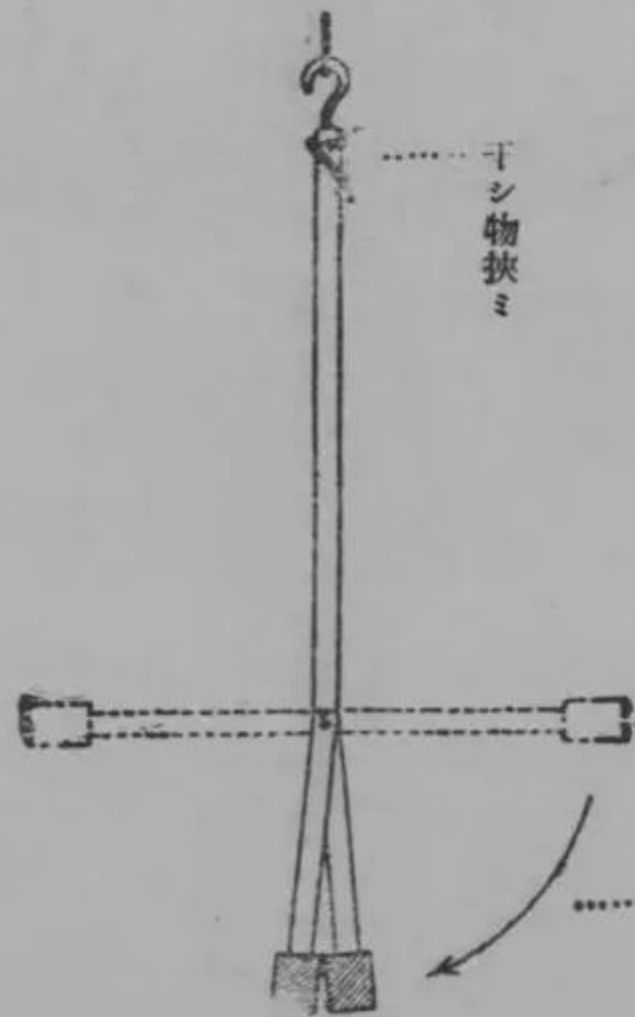


第七十七圖

球を急速に廻はすのは容易な事で、之はピース君に御頼みした丈で可いのであるが、本當の惑星を何物がさう速く廻轉するのであるか其の理由は至つて簡單である。それは惑星が冷却して次第に收縮する。收縮する爲めに廻轉が自然に速くなるのである。

今此の現象を實驗に因つて説明する即ち第七十七圖のCA、CBは二本の棒で、C點が弛い蝶番になつて居る。そこで、一本の絲APBを棒の兩端

に繋ぎ、其真中を干し物挟みの腮で抑へて、棒を水平の位置に保たしめる。さうして、此裝置を上釣で吊り、之を廻轉し得る様にする。又此實驗を一層分り易くする爲めにA、Bの二點に



第七十八圖

鉛の重りを付ける。そこで今、干し物挟の發條を摘むと絲は外れてA、Bの兩端は垂直の位置に下がる。(第七十八圖)初の位置ではA、Bは軸から遠く離れ第二の位置では軸に接近する。本當の惑

星では收縮に數百萬年を要するであらうが、吾々はそんな長い時間を有たないので一秒の分數を用ゐて、それを示すのである。そこで私は棒を擴けたまゝ、今、

此装置を徐々と廻轉する。そうして廻轉の最中に干物挾を外して重りを落す、



第七十圖 廻轉臺

(球承で極、軽く廻轉の出来る様に造つた)の上に兩腕を伸ばし啞鈴を持つて立

落すと同時に廻轉が急に速くなる。斯う云ふ様に收縮は廻轉を速める。それで、惑星は冷却するに共に收縮し、收縮するに共に自轉が迅くなつて終にこれから衛星が生れ出るのである。茲に又棒のかはりに人形の腕を用ゐる面白い實驗がある。廻轉臺

つて居る人形がある。(第七十九圖)靜かに此臺を廻はす。そこで、若し人形の兩腕を下ろすと(第八十圖)それと同時に廻轉が速くなる。

茲に私は近頃の極めて珍らしい發見に就て諸君に話したいと思ふ。曩に私が油を廻はして衛星の發

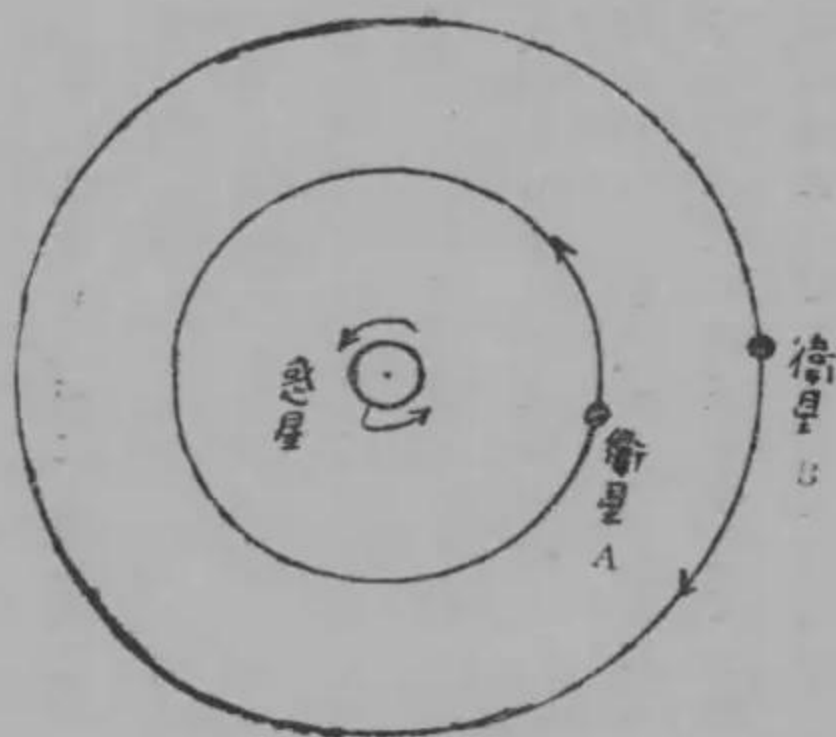


第八十圖 廻轉臺

生を模した時、諸君は衛星が惑星の周圍を同じ方向に廻つた事に注意されたか、何うか知らないが、之は自然の様である。吾々は

矢(第八十一圖)の指す様に廻轉する惑星が、Aの様に廻る衛星を有つてゐる者であつて、Bのやうに反對の方向に廻轉する衛星を有つてゐないと推定するのが至當である。然るに茲に驚くべきは斯かる逆行衛星が發見された事である。

談はハーバート天文臺のダブリュー・エッチ・ビッケリング教授が土星の第九衛星「フェーベ」を発見した事から始まる。初め彼は土星の周りに多くの星の寫つてゐる寫眞を調べて偶然にそれを発見したのであるが、其後に撮つた寫眞にも亦同様なものを認めた。そこで、彼は何時でも見付けられる様に軌道を計算したのである。諸君は「セレス」と云ふ小惑星の事を記憶して居られるであらう。此小惑星はホンの一寸の間姿を見せた丈で隠れて仕舞つてから、彼のガウスが僅々二、三日の觀測で其軌道を算出する方法を発見する迄は天文學者達は再び「セレス」に遇ふ事は出来ないものと斷念してゐたのである。ビッケリング教授は「セレス」に「セレス」の発見者よりも幸運であつた。少くとも、軌道を計算するに十分な觀測を得た——と彼自身は信じた——然るに茲に意外な事は太陽が「セレス」を隠したやうに一度此衛星を隠した後で、彼の待ち設けた處に衛星は何うしても見えなかつた。是は如何にも解し難い事であつた。尤も小さな衛星が或る未



圖一十八第

知の原因で、途中で破壊したのかも知れない。けれども、恁んな事は滅多に信ぜられない。それよりは、此衛星が、
十一圖のA衛星の様に土星の周圍を普通に廻はつて居ると考へたのは誤りであつたかも知れない。實際此衛星はB衛星のやうに逆に運行してゐたのであつた。ビッケリング教授は進まぬ年らも、此反對の假定の下に調べて居ると、計算した通りの場所に、前の小さな衛星が存在して居たのである。何故に彼は觀測の結果を出すのに假定を設けたかといふ人もあらう。それを説明するに餘り長くなるから茲には

省くが、唯諸君はアダムスミルヅリエが海王星を発見せんとした時、ボーデの法則を正しいものと假定して計算したが爲めに、大に迷つたと云ふ事を記憶してゐるであらう。兎に角此様な仕事には計算を簡単にする爲めに、何かの假定が屢々用ゐられるのである。併し、爲し得れば、假定などに據らずに行つた方が良いと云ふ事は、此二つの事實から見ても分る事である。

「フーベ」の發見に關聯して一つ面白い事がある。初め衛星は英米以外の國で發見された。伊太利のガリレイが木星の四個の衛星を発見したのが始まりで、夫から全體で九個の衛星が發見される迄は一つも英國で發見されたものが無かつた。併し、一七八七年に一たび英國で發見して以來一八五一年迄に發見された八個の衛星の中にて七個は英國で發見せられ残りの一個は米國で發見せられたのである。其後、米國では一八七七年に火星の衛星二個を、一八九二年に木星の衛星一個を発見し、續いて一八九九年に至つてビッケリング教授は土星

の衛星一個を発見した。此最後の發見に刺戟されてリック天文臺のペライン教授は一九〇四年に木星の衛星二個を発見して米國の爲めに二點を贏ち得たのである。之で成績は英國七、米國七となつた。

衛星の發見表

年	代	火星	木星	土星	天王星	海王星	國名
一六八五年迄			四	五			外國
一七八七年				二	二		英國
一七八九年							米國
一八四八年				一			米國
一八四六年					二	一	英國
一八五一年							米國
一八七七年	二						米國
一八九二年			一				米國
一八九九年				一			米國

月と惑星の見物

一九〇四年	二									米國
一九〇八年	一									英國
一九一四年	一									米國

(Xニコルソンの一九一四年に於ける発見は依て再び成績は同じになった。)

偕て次に決勝點に飛込んだのは誰？ 諸君！喜び給へ。綠威天文臺のメロツト氏は一九〇八年に木星の第八衛星を発見して英國に一點を加へた。綠威天文臺では特に諸君の觀覽に供へる爲めに、木星と彼の第八衛星の軌道の美しい模型を貸して呉れた。ガリレイの発見した四つの衛星は比較的木星に接近したものであるが、併し、一八九二年にバーナード教授の慧眼は、それ等の内側に在つて極めて微かな衛星を発見した。他の三つはそれ等から相當に離れて居る。ペラインの発見した第六、七衛星は殆んき同距離の處にあるから双子と見てよい。それから是等多くの衛星の遙か外方に、宛かも絲の縫れたやうに澤山の

軌道が錯綜して見えるが、其實は一つの軌道で、メロツト氏が発見した第八衛星が此上を廻るのである。

實際此衛星は木星から餘程遠く離れてゐるので、太陽からも可成り強い力で引かれて居る。謂はゞ此星は諸君の知つてゐる彼の二人の主人に仕へて何ちからも満足でないといふ聖書の中の人の様である。併し、それよりも此衛星に就て特に注意すべき事は、「フューベ」のやうに逆行する事である。逆行衛星で既に吾々の間に知られてゐるのが三つある。(此講演が了つた後木星の第九衛星の逆運動が米國で分つた之で都合四つになる)海王星の衛星が逆行する事は久しい以前から分つてゐたが、此例外の運動が唯一つしか無いので餘り注意を惹かなかつた。然るに、ビッケリグ教授が「フューベ」を発見した時、其逆行が著しく彼を悩ました。さうして研究の結果、終に廻轉儀の實驗に依つてそれを解釋する事が出來た。私は今其實驗を繰返す。茲に木の框に取付けた廻轉儀があ

る。私はそれを廻した後で両手で緊つかり握つて居る。そこで私は今此方向にそろ／＼廻はる(廻轉儀の廻轉と同じ方向に)……別に何も起らない。然るに、若し私が反對の方向に廻るゝ廻轉儀は顛倒^{ひんぷう}へる。諸君の中誰か自分でやつて見給へ。緊つかり握つて居ないといけない。廻轉儀に激しい衝動が起るから落さぬ様に注意せなければならぬ。顛倒^{ひんぷう}へる理由は、廻轉儀はそれを持て居る人が廻ると同じ方向に廻らうとする爲めである。廻轉儀が顛筋斗^{ひんぷう}を打つと廻る方向が反對になる。現に時計の面を下に向けて、針が後ろからでも見えると假定して廻る方向を考へて見れば普通の方向と逆である。南半球に行くと太陽が逆に廻る様に見へるが、それは太陽が逆に行くのではなくて、北半球の人が頭を向けてゐる方に、足を向けて逆に立つてゐる爲めである。人が家の中に居つて地球が顛倒したと考へれば矢張り同じ事である。今、地球が顛倒したと想像する。さうすれば、「フーベ」が土星の周圍を廻る様

に、月は我地球の自轉の方向と反對に廻轉するであらう。そこで、若し地球が更に新しい月を生んだとしたら、吾々は反對の方向に運行する二つの月を見る事になる。私は此方法で「フーベ」の存在を説明する。「フーベ」は土星の長子である。即ち土星は今「フーベ」が示してゐる方向に其軸を向けて自轉してゐた時「フーベ」を生んだのである。そこで、土星が顛筋斗^{ひんぷう}を打つた。他の八個乃至九個の子供等は其後に生れたので、自然と其方向を擇る様になつたのである。然らば土星に顛筋斗^{ひんぷう}を打たせたのは何かと云ふと、之は説明を要する最も肝要な事である。ストラットン氏は潮汐の作用から之に十分な説明を與へた。事實潮汐は吾地球を顛倒させ様としてゐるのである。併し、其作用は極めて緩慢であり且つ微弱であるので、直接に之を観ることは出来ない。

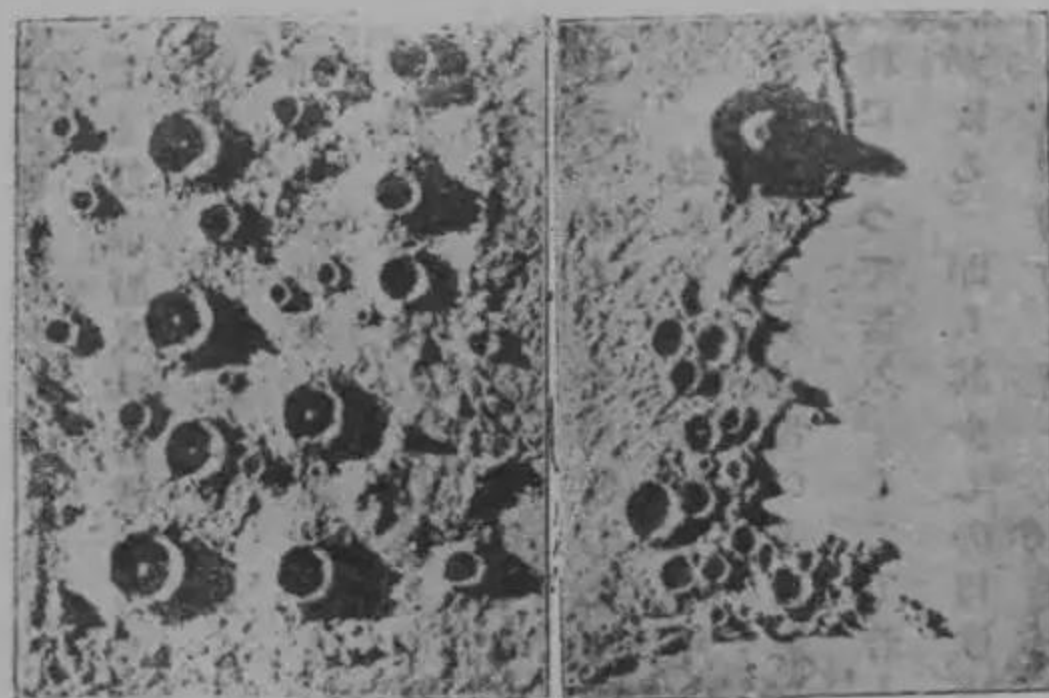
吾々は今、潮汐の事から月を想ひ出した。惑星や衛星の訪問に追はれて、吾地球の大事な子である月の事を閑却してゐた。ジュール・ヴェルンとウエルスは吾々と

違つて月の訪問に全力を注いだ。吾人は先づ二三の月の表面の繪を見やう。それは何れを見ても山許りである。今日では恁んな繪は容易く寫眞で撮れるが、寫眞云ふ大なる助けが無かつた昔は精密な月の繪を描くのに随分長い日を要したものである。一世紀と少し前に、大畫家であり王國美術院會員であつたジョン・ラッセルは月の繪を描くに約二十年を費した。此繪は今でも牛津のラドクリフ天文臺に保管されてある。吾々は今僅か一秒か其以内で繪と同様の寫眞を撮れるのである。併し微細な點になるミ、繪の方が寫眞よりも幾らか優つて居る。何故かと云ふに、今の所では人間の眼の方が寫眞よりも以上に微細な點を観る力を持つて居る様に思はれるからである。之に對して寫眞ならば極めて正直に、極めて正確に撮れるので、幾枚撮つても同じに出来る。假令ば巴里で撮つたものも、市俄古で撮つたものも、其結果に何等の相違がない。先頃逝んだ英國の大天文學者ソンダーは、其様な二枚の月の寫眞を測つて見て、極めて

良く一致して居る事を示した。それ許りではなく、彼は正確な月の表面の圖を描いた。私はそれが或點に於て我地球の地圖よりも優つて居ると思ふ。更に又彼は自分の知識の正確である事に就て極めて顯かな證明を與へて居る。それは恁ういふ譯である。彼が受取つた寫眞には何れもそれを撮つた日時を記してあつた。然るにソンダーは是等の寫眞の中一枚は月が異つてゐる、又一枚は日が違つてゐる事を見出した。撮影に従事した天文學者が、後から此様な間違を指摘されるのは誰れでも不愉快に思ふもので、諸君にも能く想像される事であらう。それで、撮影者は初めは、さうでないと争つた。けれどもソンダーの理由は餘程有力であつた。此様な間違が何うして發見されたかといふに、月の上に何物か、一日、一日ミ動いて居る爲めではない。實際月の表面は全く靜止して居る。若し、さうでなければソンダーが二枚の寫眞の寸分違はず一致して居るのを確める事が出来ない筈である。然れど、地球は毎日、少し宛違つた角度

で月を見てゐる。それで、此角度の差異に對して是非相當の斟酌を加へなければならぬ。所で若し其時日が間違つて居るならば、違つた斟酌を加へる事になるから、何うしても他の寫眞と合ふ道理がない。ソランダールの見付たのは蓋し是であつた。併し、私は敢て茲に彼の仕事に極めて正確であつたればこそ斯かる誤を發見したのだと云ふ必要はない。それにしても、此様な仕事は中々込入つた計算を要するもので、彼は其爲めに數日間面倒な仕事に時を費した。

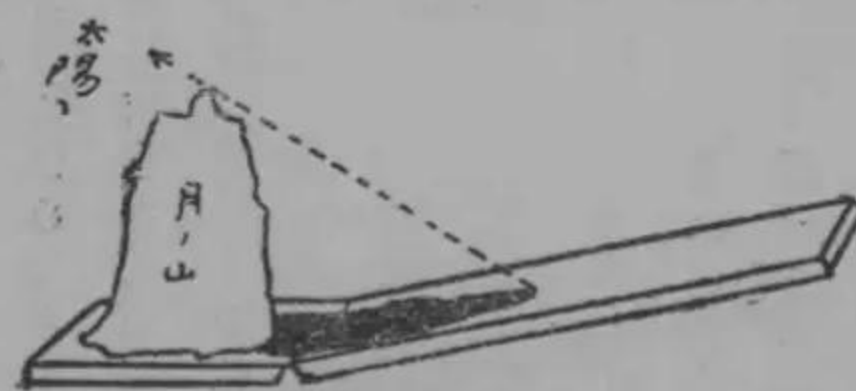
吾々が普通地球の圖を作るに、山の高さなどには餘り注意せずに、唯其位置丈を記入する。尤も精しい地圖には山の高さを示してある。吾々が月の山や、丘の高さを測ると云ふと、一寸不思議な様に思はれるが、それが全く出来るのである。さうして嘗に月の圖許りでなく、凹凸の模型をも作る事が出来る。王國天文學會が月の表面の一部ミズスヴァス附近の精密な模型を特に吾々の爲めに貸して呉れた。この二つを比べて見れば、地球の山は概して月の山よりも小さい事



月ノ一部 ミズスヴァス附近の精密な模型を特に吾々の爲めに貸して呉れた。この二つを比べて見れば、地球の山は概して月の山よりも小さい事が分る。之は地球には常に雨が降るので、山が段々に洗ひ削られる爲めである。地球の山は今日では最早原形を留めて居ないが、月には雨がなから、それが依然として原の儘である。

月ノ山の高さを測る一つの方法は其影の長さを測るのである。勿論影は常に同じ長さではない。諸君が「ラムプ」の前を過ぐる時、其影が或は長く、或は短くなる。位置が變ると影の長さが變り、元に歸ると影の長さも亦元に戻る。若し又「ラムプ」の位置が分れば影の長さを計算

する事が出来る。月の上に影を投ずる「ラムプ」は勿論太陽である。吾々は何時でも航海暦又は其種類の書物から太陽の位置を見出す事が出来る。それであるから、山の高さが分れば影の長さを知る事が出来るし、影の長さが分れば山の高さを求める事が出来る。併し茲に最も注意を要する事がある。夫は若し影を投じた平地が全くの平地でないとする、其處に誤算が生ずる。今、鳥渡した實驗で斯様な例を示す事が出来る。茲に平らな板の上に月の山の模型がある。太陽の代りに「ラムプ」から板の上に影を投げる。板は蝶番で折れる様になつて居る。そこで若し此板を少し折れば、影の長さが變る。即ち其少しの傾け様に依つて影は長くも短くもなる。勿論此場合吾々は板の傾け様によつて影の長さに加減が出来るが、月の

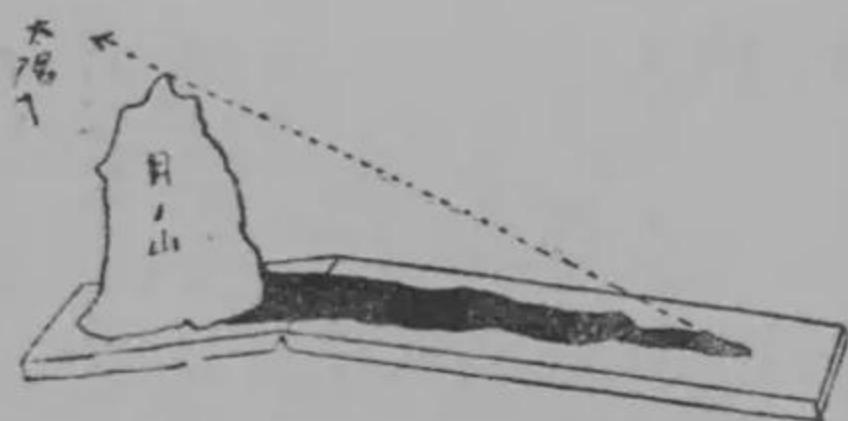


第三十八圖

場合には平地と見えても果して平地か何うか分らない、従て此方法で山の高さを測ると云ふ事は甚だ不確實な譯である。けれども、實際の場合、それ程不確實なものではない。何故かと云ふ

に太陽の運行に依つて、同じ山から違つた方向に向つて異なつた長さの影を投げるのであるから、若し麓の附近の面が一方は高く、一方は低い傾斜であるとするれば、影の長さも亦其通りに現はれるからである。

扱て、若し月にも吾地球の様な山があるとすれば、其處にも亦地球と同様に生物が棲んで居るか何うか。吾々は此講演の始めに火星の場合を考へた。さうして私は火星から反對に地球を見た場合を想像して、火星に生物が居るか居ないか判断する事の如何に困難であることを示した。諸君は其様な



第三十八圖

遠方からは如何に良い望遠鏡を用ゐても、英國の著るしい形の變化さへも分るものではないと云ふ事を記憶してゐやう。然し、月は火星程遠くはない。火星の五千萬哩に對して月は僅かに二十四萬哩に過ぎない。それで、若し千倍の望遠鏡で觀れば、恰度肉眼で二百四十哩の處を見たと同じになる。二百四十哩の距離は近いと云つても尚ほ随分遠い。従て諸君は斯かる遠い處に在るものを大してよく見られやうとは思ふまい。諸君の中で、遙かな水平線の上に現はれた船を見た人があらう。五六哩の距離に在る船でさへ極めて小さく見えるのである。而かも甲板の上の人が見える迄には、餘程接近しなければならぬ。吾々は今日迄、月に何等生物の存在する形跡を認むる事が出来なかつた。然れどそれは決して絶対に存在しないと云ふ證據にはならない。或はずつと以前に存在して居つて今は全滅したのかも知れぬ。其處に僅か乍らも空氣や水がある様に見えるので、さうも考へられるのである。勿論、今は乾き切つて居る。

240
1920
240
4120

けれども、私は一度は其處に確に生物が居つたと信じる。道理上、吾地球と共通な多くのものを有つて居る太陽系内の惑星や衛星に（他の恒星系統は恐らく吾太陽系統と同一の組織を有つて居る故に、其等の系統内の惑星や衛星にも）吾地球と同様、生物が存在して居るといふのは當然である。單に吾地球文一寧ろ斯んな微細な物丈に——に限つて生物が存在するとすれば、それこそ却て不思議な事である。

然れど月にも吾地球と同様に、男や女が住んでゐるのか、又は嘗て住んで居たかといふと、それは全然別問題である。地球にさへも随分種々な生物が棲んで居るではないか、水の中には魚が泳いで居る、空中には鳥が飛んで居る、地の上には昆蟲が這つて居る、穴の中には兎が住んで居る、エッチ、ジー、ウエルの書いた奇談の中に、月世界の生物は、兎と昆蟲の混成動物であつて、土の中に棲む大きな蟲だと書いてある。此本は有益な讀物であるから茲に重ねて諸君に推舉する。そ



第八十五圖 液體空氣の實驗

こで、何故に彼は月世界の生物が土中に住んで居るとしたか云ふと月に空氣があるかないか疑問であつて全く無いと主張する人さへある、あるを以ても極めて少量

であるに相違ない。併し、ウェルスは巧に此疑問を利用して次の如く考へた。月の表面には吾々の認め得べき何物も生存してゐないが、内部には何物か棲んでゐるであらう。彼等は呼吸する空氣を得ん爲め月の内側に住居して居る。併し外側にも少量の空氣がある、但しそれは全く凍つて居る、極めて面白く話を仕組んだのである。尙ほウェルスの所謂「月世界への第一人」は日光の少しも當らない部分に上陸したので畏ろしい寒さの爲めに凍つて居る空氣の雪の上に着いたといふ。昔とは言はず近頃まで凍つた空氣は勿論、液化した空氣でさへ誰も見た者がなかつた。それを今、諸君は眼の當り見る事が出来る。何と幸福ではないか。私は之から液體空氣の一二の實驗を試みて今日の講演を了らうとする。此室の後に常用の液體空氣の溜がある。それは恐ろしく冷たい。寸時、手を入れただけならば何ともないが、少し長く浸けて居ると必ず焼け爛れる。護謨毯を液體空氣の中に入れると固く凍つて、落せばすぐ破壊する。花でも固くな

つて硝子の様に脆くなる。併し此液體空氣の最も鮮かな實驗は之を湯風呂の中に入れるのである。そうすると水面に美麗な白雲が立つ。今誰か聴衆の中の二三人が出て團扇で上の雲を拂つて戴きたい。其下に酷く泡の立つて居る小さな氷空氣の塊がある。私は今、大きな「マツチ」の棒に火を點ける。さうして焰を吹き消して赤くなつてゐる「マツチ」の端を浮氷の一つの泡の中に入れる。さうすると焰は再び燃え上る。若し此泡が水蒸氣であつたら決して此現象は起らない。空氣だから起るのである。是は迅速な蒸發に因て起る凄じい氣流が再び「マツチ」を燃やしたのである。

第五講

太陽

吾々は、今日、最も大事な観物である所の太陽を、望遠鏡の許す限り近よつて見やうと思ふ。太陽がそれ程重要である云ふ事には三つの理由がある。第一は諸君の知つてゐる通り、太陽は吾々の眼に映する總ての光の原である。さうして又吾々の生存に缺く可らざる熱が殆んど全部太陽から來るものであつて要するに吾々の生命の本が殆んど全部、太陽に歸するのである。植物にしても、若し太陽の熱と光が無かつたならば直ちに枯れてしまふ。動物もさうである。動物や植物は一般に太陽の輝いて居る間、それら活動してゐるが、夜になると眠る。人間も眠る。殊に子供等は此間に良く眠つて明日の活動の勇氣を新にする。若し夜の間、眠らずに起きて居たならば、夜と云ふものは寧ろ怖しいものであるといふ考へを抱くであらう。諸君は嘗て「恐ろしき夜の町」といふ詩を

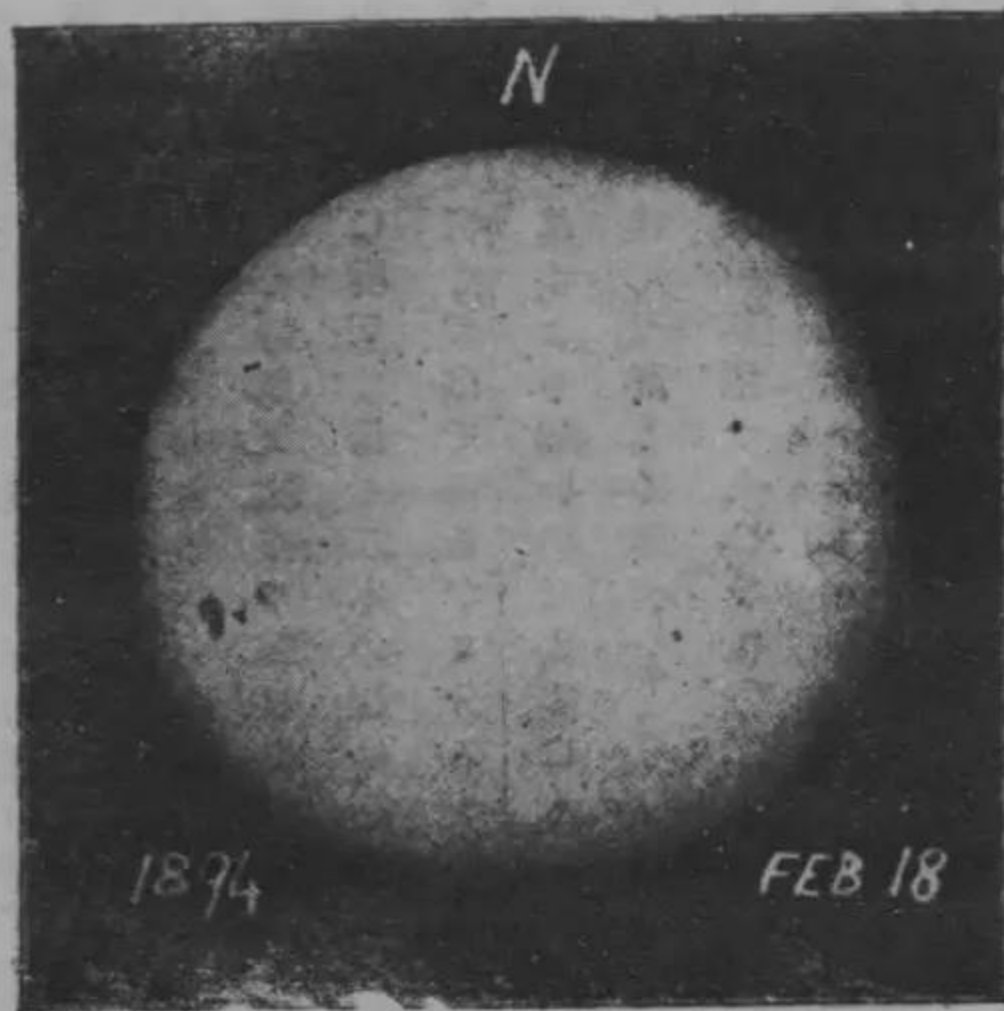
讀んだであらう。夜、眠ることの出来ない人々は、夜が明けて日の出るのを待つものである。地球は廻轉して日の出る所に彼等を選んで行く。其時、鳥は歌ひ始め、獸は起きて餌をあさる。子供等は朝の食事を済まして喜んで學校に行く。而して晝になると又晝の食事をこり、午後は多くは種々な遊び事に日を送る。聴て日が暮れて眠る時刻が来た時に、彼等はもう少しの間、日があればよいと思ふ。何故なれば床に就くのは暗闇の中に入るからだからである。けに子供等は斯くの如く日光を慕ひ、日光を喜び求める。

是は言ふまでもなく、太陽の有ると無いとの問題即ち晝と夜との問題であるが、單に其許りでなく、太陽が多く照るか少なく照るかの問題即ち夏と冬との問題に就ても諸君は何方を選ぶか良く分つて居る。夏が来る前に春は来て草や木に花を着け葉を飾る。鳥は思ひ／＼に巢を造る。子供等は聴て海岸に行つて泳げる夏休みの日を考へ始める。夏が去る、秋が過ぐる。さうして終に冬が

来た時にシックスビーアが「不快なる冬」と云つた通り全く寒い季節となる。動物は其間を眠つて暮す爲めに冬籠りをする。人間は其冬の間の寒い、さうして暗い不快な感じを和ぐる爲めに焚火、燈火を用ゐる。此焚火や燈火でさへも元は太陽から出たものである。若し過去に於いて太陽が無かつたならば、今日石炭の層となつて遺つて居る當時の森林のあらう筈がないからである。

實に太陽は吾々の生存の本である。昔の人が太陽を神として崇拜したのは、尤もなこゝである。吾英國にさへも昔の住民の太陽を崇拜した跡が遺つて居る。ストーンヘンヂには祭壇に用ひられた石の外に一つの大きい石が建つて居て、此兩方の石を結び付けた直線の上に太陽が昇るのは、恰度夏至(六月二十一日)に當る。其日に太陽が祭壇から丁度其大きな石の眞上に見える事になる。人民は此時を期して犠牲を獻じたのである。其當時の光景は見られないが、今でも夏至の日にストーンヘンヂに行けば遺跡の上に現れる太陽を望むことが

出来る。私はまだ其處に行つた事はないが行つた人の話によれば數百の群衆が當日自動車を驅つてそれを見に行くさうである。斯く太陽を崇拜した遺跡はストーンヘンジ許りに在るのでは無い埃及では日の神「ラー」を崇拜した。さうして僧侶達は太陽を籍りて極めて巧妙な方法を用ゐて國王を聖化したと云ふことである。それは僧侶達が豫てから如何なる日に如何なる方向に太陽が昇るといふ事を知つて居るので「ピラミット」又は堂の中に特別な徑路を設けて一年に唯一回僅か一二分の間太陽が其路を通つて輝く様に準備する。さうして彼等は新國王の即位式に之を利用して人民に神聖な感じを抱かせたのである。即ち即位式の當日日出前に僧侶等は人民を其堂内に集める。其時には未だ眞暗である是時講堂の燈火を消す。そこで僧侶等は國王を設けの席に迎へる。暫くして太陽が昇るに人民は後光をさした新しい國王の尊嚴な姿を仰ぐやうに仕組まれたのである。(是時講演者は國王に裝へる一人の少年を「テ

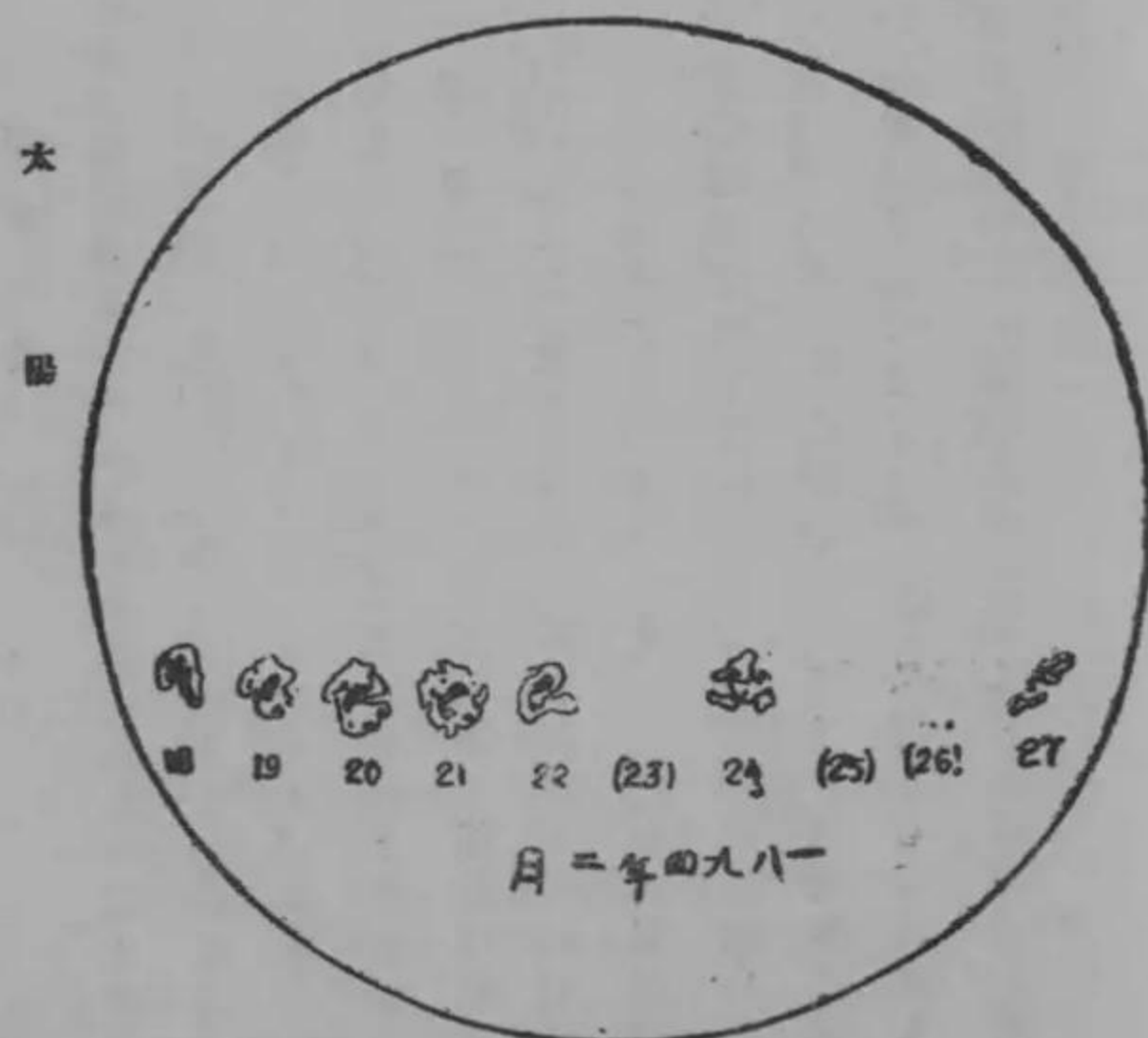


眞寫陽太陽日毎にて臺天文テニリダ 圖六十八第
(日八十月二年四九八一) 枚一の中の

「ブル」の上に起たしめ、後から電燈の光で彼を照らした此少年の如何にも國王らしき態度が大に聴衆の喝采を博した。

太陽が大切であると云ふ第二の理由は、太陽は或意味に於て實に吾々の父親であつて地球や惑星は其滴りに過ぎない事である。地球にも自轉がある、木星其他の惑星にも自轉

がある、さうして衛星は本星の自轉に依つてそれから飛び出したものだ云ふ事は、既に前の講演で述べたことであるが、今茲に太陽にも自轉がある事を述べよう。太陽の自轉はガリレイが黒點の觀測に依つて發見したのである。此處に在る寫眞は、綠威天文臺で毎日撮つて居るものゝ中の一枚である。寫眞の中心を直角に横切て居る二本の線は、望遠鏡の蜘蛛の線であつて、此線によつて、何方が北で何方が南であるか分る。圓い部分の全體が太陽である。見る通り、綠の方が眞中より暗いのは、太陽にも大氣が存在する爲めである。此大氣の事に就ては後で又詳しく述べやう。此寫眞は二月十八日に撮つたものである。此中の黒點が其翌十九日、次の二十日の黒點の位置と較べて、何う動いて行つたか注意して見給へ。其運動は水平な直線ではない、何ぜなれば太陽の軸は傾いて居るからである。然しながら、精密に測つて見る、此の黒點が軸の周りに動いて居つて、其軸は此數日の間動なかつた事が分る。



圖七十八第 綠威天文臺にて撮るたり毎日の寫眞を組合せたるもの

黒點の動いた道は太陽の日々の寫眞から合成寫眞を撮つて見れば、良く分る。合成寫眞とは同じ乾板の上に重ねて撮つたものである、次の圖(第八十七圖)は其合成寫眞から私が寫した圖で、毎日の黒點の位置が夫々數字で表してある。唯二十三日、二十五日、二十六日の三日は綠

威の天氣が悪かつた爲めに、それを入れることが出来なかつた。

太陽の自轉に依つて惑星が生れるといふことを説く前に、是等の黒點に就いて、もう少し言つて置きたいことがある。西洋では一六一四年にガリレイが始めて發見したのであるが、支那人は、それよりもずっと古く、即ち紀元後一八八年以來屢々黒點の大きいのを觀て居る。黒點は疑ひも無く、太陽面の中で最も激しく活動して居る部分である。それはガリレイ自身も既に認めてたことである。然るに其後に至つて、ハーシェルは之を太陽面の穴と考へ、それを通して吾々は内部の暗黒なる部分を見てゐるものだと言つた。けれども太陽の内部が暗黒であつて、唯外面丈が輝いて居るといふ奇怪な説は最早棄てられてゐる。吾々は黒點が果して何んであるか、又何うして出来るか、未だ十分に究めてゐないが、それが怖ろしい旋風の吹き荒んで居る激しい動亂の部分であると云ふ事だけは、最早疑の無いところである。



太陽の面を變化したもの 第八十八圖

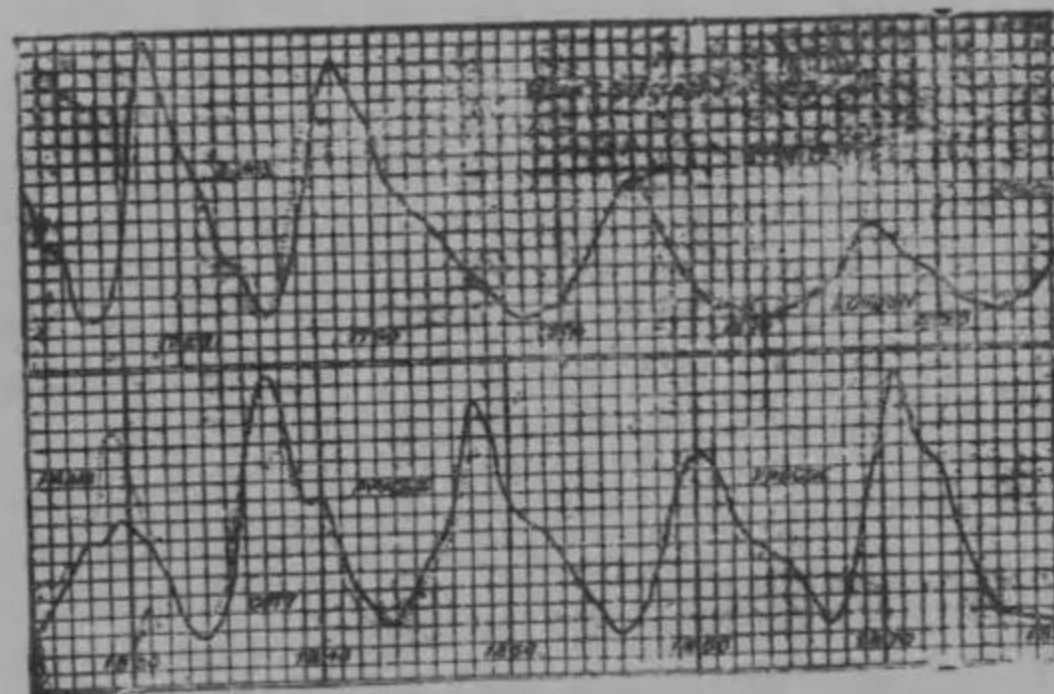
第八十八圖はカーリントン及びホヂソンの兩人が別々に觀測したもので、

特に著しい動亂を示すものである。初め、A、Bに現はれた二つの非常に輝いて居る點が、五分許りの中にC、Dの位置に動いた。さうして其動いた距離は圖の上では左程に見えないが、實際の距離を計算に依つて求めて見ると十萬哩程である。從て其運動の速さは一秒間に殆んど三百哩の割合となる。これから見ても、如何に黒點の

附近の動亂が激烈であるか想像することが出来る。

黒點に就て不思議なのは、凡そ十一年毎に増したり、減じたりする事である。

今は一九一三年の「クリスマス」最近二年の間殆んど黒點を見なかつた時期である。之を極小の時期と名付ける。之から以後黒點が段々に多くなつて、終に極大に達する。それから更に今から十一年後に、再び極小になる。即ち一九二四年が次の極小の時期に相當するのである。吾々は一世紀半以來の黒點の記録を所持して居る。まだそれより以前にも、多少の記録が在るにはあるが、何れも信頼するに足らないもの許りである。其頃は左程太陽に注意を拂はなかつたのである。けれども吾々は餘りそれを咎める譯に行かぬ。何故なれば一二年前迄、何人も太陽の熱と光が果して規則正しく發射されるものか、或は黒點の多寡に依つて異なるものか、といふ様な事を確かむる目的で觀測を行つた事がなかつたからである。唯、漫然と熱と光が規則正しく供給されるものとのみ信じ



太陽黒點の増減のグラフ 圖九十八第

て居たのである。然るにアボット氏は最近に至つて從來の考の誤つて居たことを發見した。事實、太陽から地球に達する熱と光は絶えず變はる。さうして其變化を窺むることは、吾人に取りて最も重要なことなのである。

再び黒點に戻り、之に就て更に詳しく述べやうと思ふ。第八十九圖は黒點が十一年を週期として増減する有様を示すものである。曲線が山の絶頂即ち極大に達した時が最も多い時である。年代は十年毎に底線に沿ふて記してある。諸君は容易に

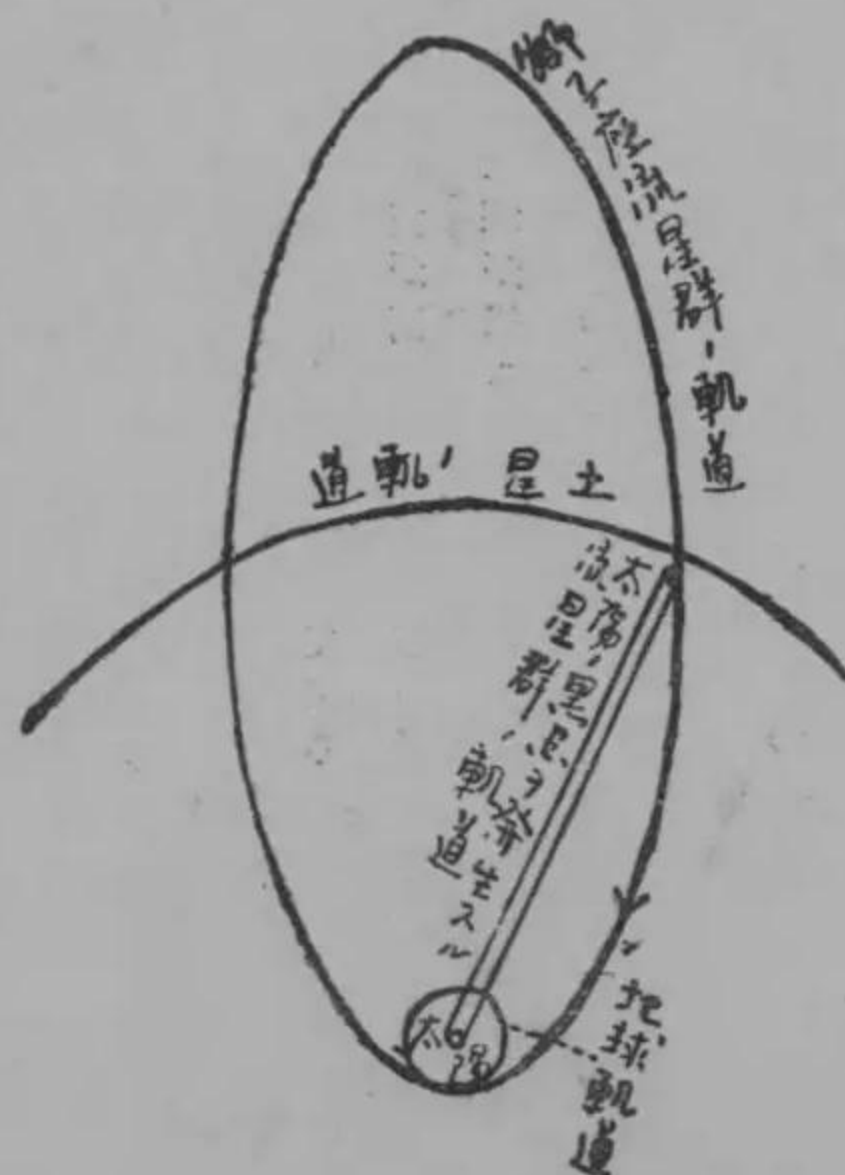
極小の間の期間が何時も丁度十一年で無いことに氣が付くであらう。例へば一七七五—六六、一七八四—五年の間は僅か九年である。之に對して一八一一年—一八二四年の二つの極小の間の期間は十三年に達する。變化は全く不規則である。それには何かの理由が無ければならぬ。私は特に此事柄を研究して其理由となるべきことを發見した。私の考へでは一つの流星の群があつて彗星の軌道の様な細長い軌道の上を動いて居る。さうして此軌道の上の最も太陽に近い點、即ち近日點は殆んど太陽の表面に觸れて居るのである。そこで流星が軌道の上を動くのに、先頭に立つものと、それに續くものと、又それよりもずつと後れて行くものと、恰度長距離競走をして、幾回も選手が「トラック」を廻る間に、落伍者は時として一週も後れる様に、流星群の先頭と落伍者との間に餘程の間隔が生ずるものである。そこで私は流星が近日點を通過する時に太陽の面に觸れて黒點を發生するものと考へる。先頭が近日點を通る時に澤山それ

に續くものがあるとすれば、黒點が其時を期して多く太陽面に表はれる、之に反して落伍者が近日點を通る頃は、其數が非常に減する譯である。然らば何故に其期間が時としては八年、時としては十三年といふ様に、不規則に變はるかさいふに、其事を説明する爲めに暫らくハレー彗星の場合を考へる。ハレーは既に其彗星の週期が時としては一二年も長く又は短くなることを認めて居た。何故週期に其やうな長短が出来るかと云ふに、それは土星の様な外側に在る惑星の擾亂に基づくものである。

私の考へる流星群即ち太陽の黒點を發生せしむる流星群も、矢張り「ハレー」彗星の様に其軌道の外に引出され、種々の著しき變動を受けるものである。さうして、その變動の時期を推定して見るに、恐らく一七六六、一七九九、一八三三、一八六六、一八九九年の頃と思はれる。是等の時期は偶然にも既に以前から天文学者に能く知られて居たもので、丁度獅子座流星群が雨の如く降つたと云はれる

時である。其流星群は殆んど三十三年を週期として太陽を巡る。私の考へでは黒點の流星群が獅子座流星群に接近する毎に攪亂せられるのであつて、既に述べた通り、其流星群の軌道の一端は太陽に觸れ、他の一端は獅子座流星群の軌道に接近して居る。さうして、黒點の流星群は此爲めに規則正しい運動を妨けられる。即ち其攪亂は獅子座流星群が廻つて来る毎に起るのであつて、それに依つて黒點の歴史が新しく開かれるのである。軌道の一端が他の流星群の軌道に其様に接近して居るのは何ういふ譯かといふに、此問題は必ずしも茲に解く必要はないが、併し若し其理由を解するこゝが出来たならば、尙一層私の説が確められるのであるから、茲に簡単に其譯を述べよう。私の考では黒點の流星群が獅子座流星群との交點に於て分れたものである。何うして別れたのか云ふに、其邊に丁度土星の軌道があつて、獅子座流星群が太陽の周圍を一週する間に土星に出會ひ、其處で新しい流星群が発生したのである(第九十圖)。土星は

獅子座流星群とが會合するのは凡そ二百六十五年半毎である。既に述べた支



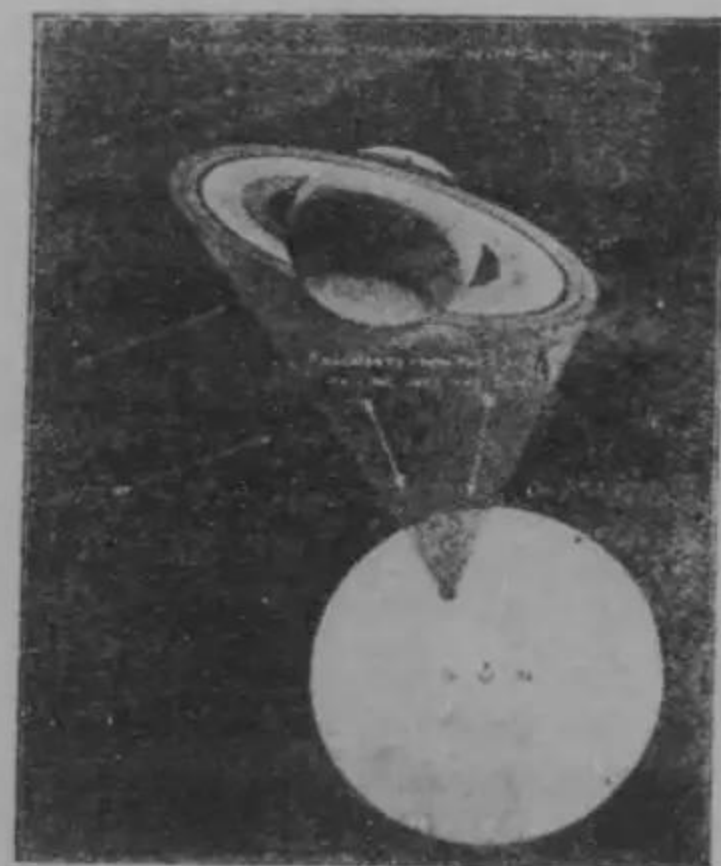
第九十圖 太陽の黒點を流星群に依つて説明する

那の記録に據て此由來を溯つて見ると、確かに其時期に黒點の豐年著しく現はれた年がある。要するに私の考は、土星と獅子座流星群とが衝突して、それが爲めに流星が太陽に落ちる、さう

して黒點となるのである。此考は新らしいので多少世の注意を惹いた。敏捷

な或圖案家は倫敦畫報に次の様な圖(第九十一圖)を出した。私が畫いたなら多少違つたものが出来たであらうが、兎に角其圖は面白いものである。

私は今、此説明を尙一層、明瞭にする爲めに一つの例を擧げやうと思ふ。船が眞向から風を受けて居る時に、舳に波が衝き當つて凄じい音と共に水煙が揚る。風がそれを吹き送つて甲板の上に居る人の顔にかける。舳から相應に遠く離れて居ても、風がそれを運んで來て人の



第九十一圖

顔に水煙を吹きかけるのである。それと同じ様に、土星と其輪が獅子座流星群の波に打ち當つて其流星群の水煙又は土星の輪から出る水煙、或は兩方から出

る水煙が、風では無い太陽の引力に送られて太陽の表面にかゝるのであると私は考へる。太陽迄の距離は相應に遠いが、それでも矢張同じ事である。

正直に云ふが、今の天文學者は餘り私の説を賛成して呉れない。併し、其中には私の説の認められる時期が來ると思ふ。勿論私の説とても絶対に正しいとは斷言が出来ない。從て太陽の黒點が他の方面から解き明されるかも知れない。それでも私は諸君が私の説明の筋道を辿つて、或一つの考から何ういふ風に他の考へに移つて行くかといふ事に興味を有たれん事を望むのである。凡そ何事でも斯様な經過から吾々の知識は少しづつ進歩して行くものである。土星と獅子座流星か二百六十五年半毎に一回出會ふといふ事が、支那の記録に據つて立派に確められた時の私の愉快は、逆も言葉で表はせぬ程であつた。

私が今、特に述べた事は新奇な説には相違ないが、併し流星が太陽に落ち込むといふ事は決して新しい考では無い。事實、或時代に於て、太陽の熱き光とは全

く流星の落下に依つて支へられてゐるものと考へられた事もあつた。彈丸が的に中ると、彈丸も的も熱する。而かも其熱は彈丸の運動が止まる爲めに起るのである。何故に流星が空氣の中に這入つた時に輝やくかといふ事に就ては、茲に再び繰返す迄もなく、前の實驗によつて十分に説明されたのである。即ち空氣の中で電氣接觸を廻して、それが熱したのは空氣が其運動に抵抗して幾分かそれを止めたからである。太陽の引力で引付けられた流星は、非常な速度を以てそれに落込む。其爲めに極めて大なる熱を太陽に供給するのである。太陽が常に非常な熱量を送つて居るに云ふ事は誰でも認むる通である。地球が受けてゐるだけでも非常な量である。水星、金星を始め、其他の惑星が受ける熱は更に非常な量である。さうして又、太陽も何も存在してない空間にも、多量の熱は送られるのである。今地球の受ける熱量から太陽の發散する熱の總量を計算して見ると、それは實に驚くべきもので、地球から太陽迄の距離即ち九千三百萬

哩の長さを有つて居るところの、太さ二哩の氷の丸柱が僅に一秒間に解けてしまふ程の熱量である。然らば、之だけの熱量が一體何處から出て來るかと言ふに、流星がそれを供給するに云ふのは確かに一つの考へであるが、さう極めて計算して見ると、其爲に太陽は餘程の重量を増さなければならぬ。所が、さういふ事實は殆んど認められない。それであるから、流星から供給されるものも幾分あらうけれども、他にそれを補ふものが無ければならぬ。私は茲に、太陽は決して瓦斯や薪が燃える様なものでないことを特に注意して置く必要がある。實際、太陽は白熱電燈の様に輝いて居るのである。諸君は定めし其差別を良く知つて居る。瓦斯や薪が燃え盡くすと其物は無くなる。けれども、電燈の「フィラメント」は大邊に細いものではあるが、直ぐ無くなる事はない。必ず數百時間は保つてゐる。即ち此場合の光は「フィラメント」の燃える爲めに起るのである。無くて、發電所から來る動力がそれを補ふのである。そこで、問題は太陽の發電所、

即ち其動力を供給する源は何處であるかと云ふ事になる。

近頃迄、一般に認められて居た説は、前に述べた流星に因て太陽が大きくなると云ふ説と、反對に冷却に依て縮少しつゝあるといふ説である。前の講演に於て私は自轉が急速になつて惑星から衛星が生れると云ふことを述べたが、それと同じ様に惑星は太陽から生れた衛星なのである。従て太陽は何の途、縮少しつゝあるを認めなければならぬ。然しながら、冷却に因つて收縮し、それに因つて熱が発生するといふのは頗る矛盾した事で、如何にも或事柄を、全く反對した事柄によつて説明して居る様にも見える。然しながら、諸君の一家の中にも斯様な事が有り得ると思ふ。譬へば諸君の家で、假りにお父さんがお母さんに斯んな話をしたと思つて見給へ「今日私は一年間の決算をして見たがね、今年は餘程遣ひ過ぎた様だ、何んとか方法を考へなければならぬが、一層、自動車を廢めやうかと思つて居る」と。お父さんの考へは、金が足りないから自動車を廢

めやうと云ふのであるが、自動車を廢めれば足らないところを補つて餘りがあるのである。結局、家族は其爲に裕福になれる譯である。太陽も其通りで、熱を失つたが爲めに一度は收縮する。けれども、其收縮が原因と爲つて熱を得る、より以上に熱を得る。そこで、結局太陽の温度が段々に高くなるのである。

收縮に依つて熱が発生すると云ふ事は、流星の侵入に因つて熱が発生すると云ふよりも想像し難い事である。然し、それは確かな事で、現に放散しつゝある丈の熱を發生する爲めに、何れ丈の收縮が必要であるか、と云ふ事は計算に依て分るのである。併し、諸君は容易にそれを信じまいと思ふ。何故なれば、我々が太陽の大きさを正確に測り始めて以來二百年の間に、其事を確めることが出来なかつたからである。良い望遠鏡の出来たのは、漸く十八世紀の初めである。それ迄は太陽の大きさを十分正確に測る事が出来なかつた。言換へれば實際に其大いさを測り始めたのは二百年以來の事である。そうして其間に發生した

熱の總量は、十哩の收縮に因つて補はれたことになる。十哩と云へば歩いては相應に長い距離であるが、太陽に對しては極く些細な距離である。目の前の一吋は明瞭に見えるが、百三十五哩を経て、一吋を見たならば何うか、太陽に對する十哩は丁度其割合である。太陽に對しては十哩は愚か、百哩の收縮でも觀測に依つて見出すことが出来ないのである。

然らば太陽の收縮は永久に續くか、何うか、之は甚だ困難な問題である。若し、それが續いて收縮するものせよ、吾々の地球の様に全く固つて仕舞はなければならぬ。今のところでは太陽は固體でない。さうして地球程に密ではない。然し、吾々の地球ですら今でも收縮を繼續してゐるのである。吾々は地震の現象に依て、又山や谷の存在に依て、明かにそれを認める。蜜柑が乾いて收縮すると、皮が皺苦茶になる。地球が收縮しても同じ事で、山や谷は其皺である。收縮に因て緊まる力が強くなつて、褶や皺が段々寄つて来る。其力は暫しの間

は別に何の作用も起さないが、久しく経てば其處に急激な地震が起る。若し、吾々が毎年地球の縮少する高を知る事が出来れば、百萬年の後には何れ丈け小くなるか計算することが出来る。同様に百萬年、二百萬年乃至五千萬年以前には、如何に大きいものであつたかも計算が出来る譯である。太陽に就ても同様である。唯太陽の場合には、熱量が現に何れ丈出てゐるか、其爲めに何れ丈づゝ縮少して行くか分つてゐる。けれども、地球に就ては何等知る處がないのである。

嘗て、ケルヴィン卿が太陽の收縮することから溯つて、それが太陽として現はれて出た時代は、何百萬年以前であるか、それを計算した事があつた。其結果凡そ一億年といふ値を得た。之は太陽の熱が、單に收縮に因て發生するといふ假定に基いて計算したのであるが、其後「ラディウム」を云ふ驚くべき物質が発見されたので、ケルヴィン卿の結果も、其影響を受けない譯にはゆかなくなつた。「ラディ

ウムは新しい動力の供給物であつて、原子の破壊に因て熱が供給されるのであるから、太陽が其熱量を補てゆく爲には最早それ程急速に収縮しなくとも可いのである。寧ろ収縮の必要が無くなつたのである。従てケルヴィン卿の計算は全く反古になつて仕舞つた譯である。

次に太陽が大切である云ふ事の第三の理由を説明する。繰り返へして云ふが、第一の理由は、太陽は熱と光を吾々に與へるもので、結局、生命は皆太陽に歸する。古い時代に太陽を崇拜する風習があつたのも、蓋し其處に起因する云ふ事であつた。第二の理由は、地球や他の惑星は太陽から分れて出たものであつた。月が吾地球の子供であるやうに、太陽は其父であるといふ事であつた。第三の理由は、太陽が吾々に最も近い恒星であると云ふ事である。太陽は確かに恒星である。他の恒星は非常に遠いが、太陽は比較的に近い。近いと云つても、九千三百萬哩といふ距離であるから、諸君は決してそれを近いとは思ふまい。全

ても百七十五年費かる。英國の普通の乗車賃で太陽迄の往復切符を買つたと



太陽の面を見取すの図 第二十九圖

すれば、ざつと百萬磅(一千萬圓)を拂はなければならぬ。吾々が地球と共に、一年の間に略々其三倍の距離を、而かも一文の乗車賃も拂はないで旅行してゐるのだと思ふと不思議な感じがする。事實、吾々は毎日、毎夜極めて便利な列車に乗つて、太陽の周圍を旅行して居るのである。夜は寢臺車、晝は食堂車と云ふ風

に設備が整ふて居て、さうして、音も響も無く、其上で何んな遊戯でも出来る様に靜かに走つて居る。大西洋通ひの大きな汽船の甲板は、其上で子供等が大概の

遊戯が出来様になつて居るが地球にはまだぐ、廣い甲板が備つて居る。吾々はそれに對して衷心より感謝しなければならぬ筈であるが、誰も未だそんな事を考へた者が無い様である。

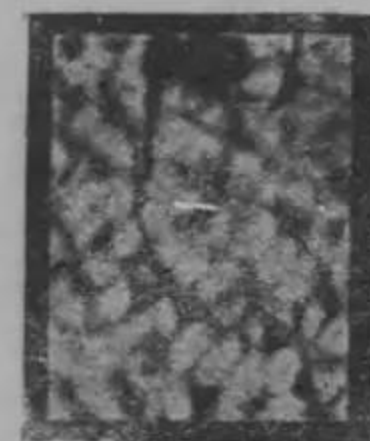
茲に地球よりもずっと早い速さで走つて居るものがある、それは光である。光はそれ程早いものであるから、地球と太陽との間を、汽車で百七十五年も費かるところを僅か八分で行く。八分と云へばホンの鳥渡の間で、一三時間汽車で旅行する時



第三十九圖 ナスミス黒點の太陽の面を見取附

に、目的の着驛前八分にもなれば、乗客はそろ／＼荷物を片付けて降りる仕度をする。八分と云へば其の位、短い間に過ぎない。ところが、恁んな速い光の望遠鏡に乗つて旅行してさへ、恒星に達するには何年、いふ年數が費かるのである。太陽迄の八分とは大分の差である、それから考へても、他の恒星に較べて何れだけ太陽の近いといふ事が分る。恒星は何んな望遠鏡で見ても點にしか見えな

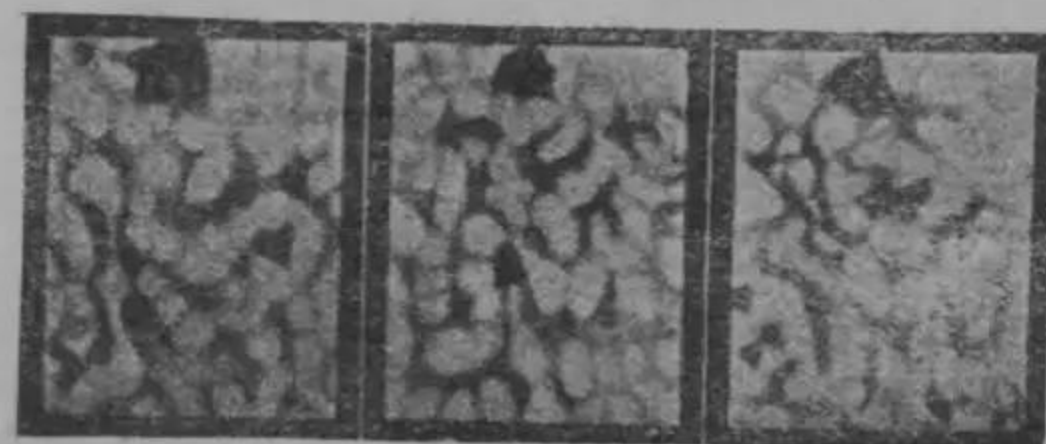
いが、太陽なれば其表面の模様が容易に見られる。それ程太陽が近いのである。茲で、再び太陽の表面の模様を述べやう。近頃逝んだ英國の有名な天文學者ハッギンスは其表面を寄木細工型の様に寫し撮つた。ところが、ナスミス(ステームハンマー)の發明者は、それを柳の葉の様だと云ひ、玆に其様に畫いて居る。又他の人々は之を米粒に譬へた。太陽の表面が、黒點のある所を除いて、悉く此の米粒で埋まつてゐるのである。米粒でも柳の葉でも、それは孰れでも可いとして、此一粒、一葉は表面全體から觀れば極めて小さいのであるが、實際は各長さ



秒五十分七十時四



秒十四分七十時四



秒五十分三時五

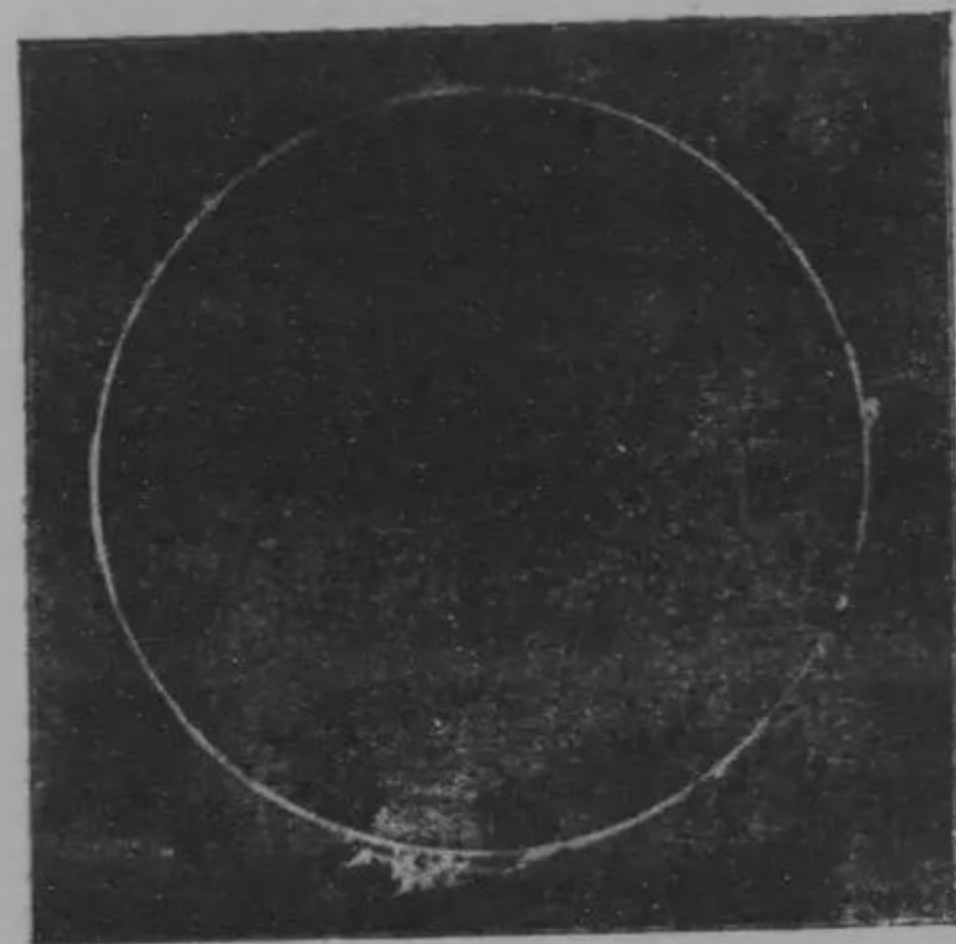
秒五十分四時五

秒廿分六時五

眞寫の分部小一面陽太るたり操のーキスンハ 圖四十九第

が千哩、幅五百哩位の恐ろしい大きなもので無ければならない。そこで、望遠鏡で視たのと、寫眞に撮つたのと、幾らかの相違は免れない。併し、著しい違ひの無い事は露西亞の天文學者ハンスキーの撮つた寫眞と、前の見取圖と較べて見れば分る。ハンスキーは不幸にして溺死した人であるが、外に此事に就

いて深い注意を拂つた人が無い。是等の寫眞に依つて見れば、此粒々の位置が僅か二三秒の間にも全然變つて仕舞ふ程運動が激しいのである。多分、一秒間に百哩位の速さで動くものと思はれる。前にカーリングトンとホヂソンの觀測した太陽面の嵐の例を挙げたが、此處の圖に就て見れば太陽の全面に亘つて嵐が吹き荒んでゐるのである。是は獨り此現象に見る許りでなく、太陽の縁から驚くべき高さに發射する紅焰によつても分るのである。茲で之を焰と見るのは當つて居ない。何故なれば焰と云へば何物か、燃えてゐべき筈であるが紅焰は燃えて居るのではなくて、恰も電燈の「フィラメント」が熱して居ると同じであるからである。さりさて、外に適當に此現象を表はすべき言葉が無いので假りに紅焰と呼んで居る。是等の紅焰は普通の方法では到底見る事は出来ない。けれどもそれが特種の赤色を帯びてゐるので、或手段に依つて認む事が出来る。諸君は二回前、講演の中で色に就いての實驗を記憶して居る筈である。

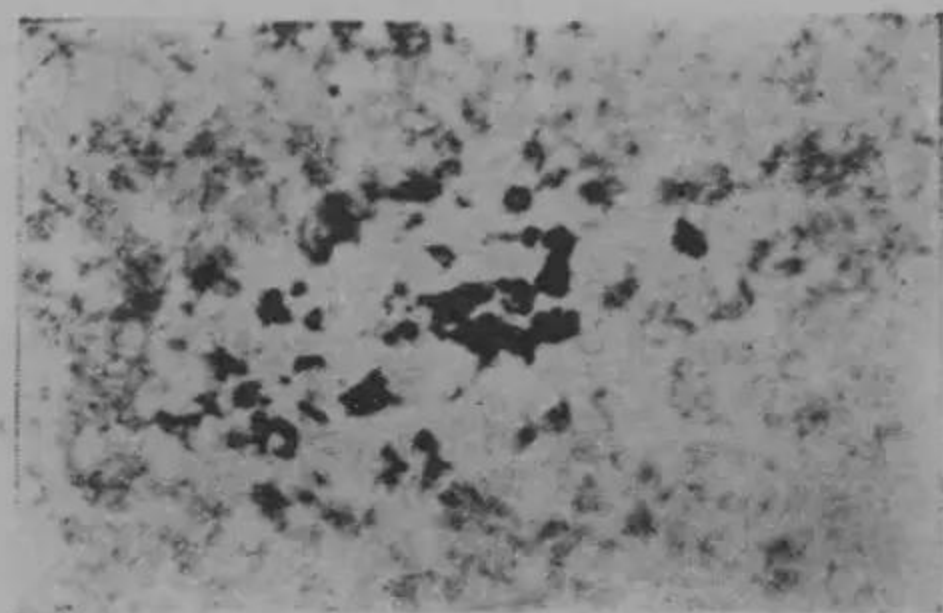


太) 焰紅の周の陽太 圖五十九第
(るたぎ窓を光の面陽)

色い部分丈け寫つて他の部分は顯はれない。假し寫るこしてもそれは極めて

吾々は赤い「リボン」を、赤い光で見れば輝いて見えるが、緑の光では眞黒に見える事を記憶して居る。吾々は又、此室で鹽を燃した時、室の内は黄色の光に充たされて、黄色な物だけが輝いて見えた事を覚えて居る。さうして其場合に赤や青や紫の色が皆消滅して仕舞つた。そこで、若し吾々が此黄色の光の中で寫眞を撮つたならば、黄

薄いのである。私は又其時、分光太陽寫眞器と稱する器械で寫眞を撮る事を諸君に話した。此器械で太陽の縁に見える紅焰



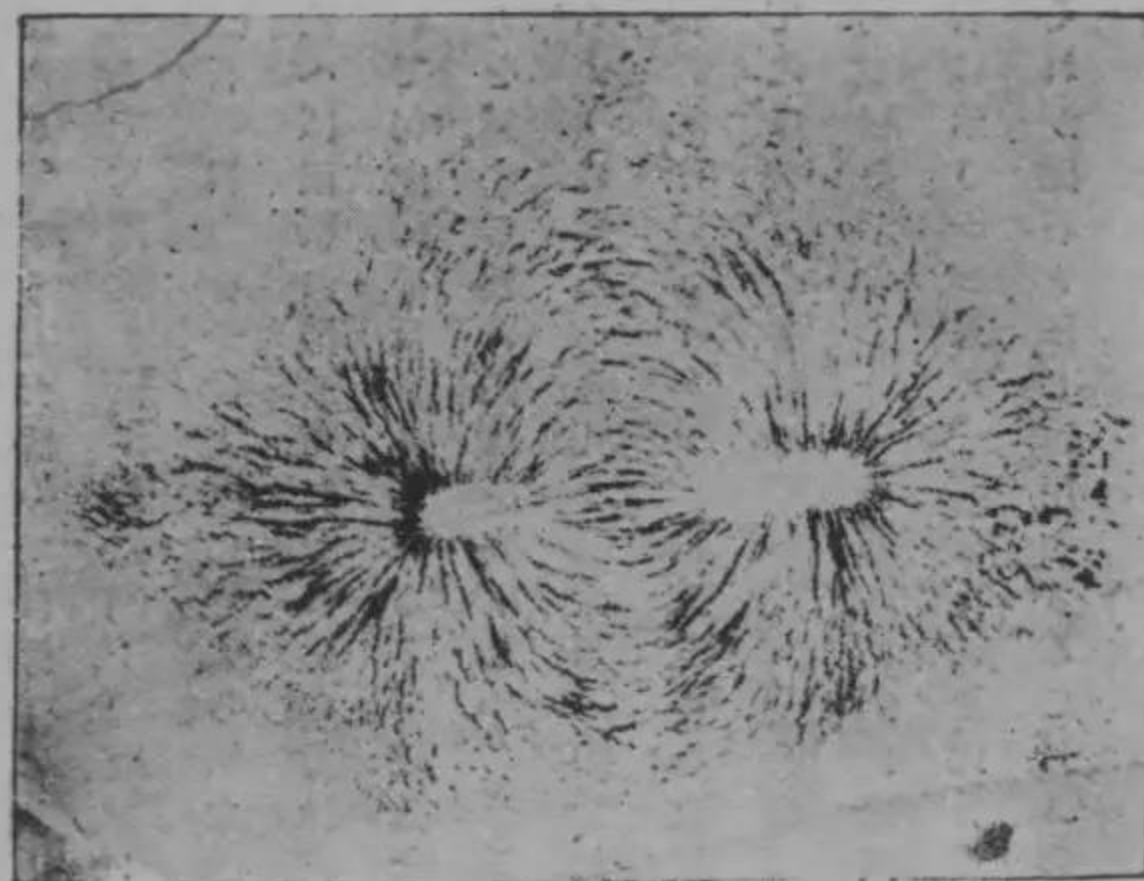
點黒たし寫てに光の「ムウシルカ」 圖六十九第

を寫す事が出来る。それには勿論赤い光を用ゐる。此器械の原理は極めて簡單である。既に諸君の知つて居る通り、硝子の稜鏡を通せば、太陽の光線は種々な色に分れる。そこで、吾々の要求する特種の赤い色の外の光線を悉く除いて仕舞ふ、それには唯、適當の位置に隙間を設けて他の部分を全く蔽ふて仕舞へば可らしい。其色は必ずしも赤に限らぬ。隙間の位置を變へれば何んな色でも望み次第である。實際、赤は寫眞には適しない色であるから、差支へない限

り外の色を選んだ方が可い。尙ほ又、此器械を用ゐて單に紅焰だけでなく太陽の表面の模様を寫すにも可いのである。即ち此器械を用ゐて特別な色の寫眞を撮れば、其色に對する太陽の寫眞が得られる。茲に斯様にして撮つた二種の寫眞がある。之に就て黒點は良い目安になる。何故なれば、周囲の情況が寫眞に依て著るしく違ふので、黒點に對照してそれを見なければ、同一の部分の寫眞とは、逆も思へないからである。此二枚の寫眞は同じ位置を、殆んど同時に寫したもので、寫した時の間が僅か二三分に過ぎないのである。さうして一方は「カルシウム」一方は水素のある特別な光を用ゐたものである。何うして此



圖七十九第
の素水を點黒じ同と圖六十九第
のもたし寫で光



圖八十九第
粉鐵の側の石磁

様に「カルシウム」と水素と全く異なつて太陽の表面にあるのか。第九十七圖を見れば其上に澤山の曲線が現はれて居る。是が抑も兩方の寫眞に相異のある所であつて「カルシウム」の方には少しも其様な曲線が現はれて居ない。さうして此曲線は磁石の傍に鐵粉を撒いた時、出来る曲線を連想せしめる。第九十八圖は其圖である。此曲線を現はすのには、初め硝子の板の上に棒磁石を置き、其上に一面に鐵粉を振り

掛ける。さうした許りでは硝子の表面に抵抗があるから、未だ模様が出來ない。そこで其抵抗を消す爲に硝子の板をトン／＼と敲けば鐵粉は跳び上り、其間に磁石の引力を受けて圖に見える様な曲線に配列する。若しこゝで鐵粉の外に例へば銀粉を混ぜて見れば銀の方は幾ら硝子の板を敲いても曲線には成らないで何處迄もばら／＼になる。之と同じ事で、太陽の表面にある水素は磁石の力を感じる爲に曲線を表はし、「カルシウム」の方はそれと關係無く、何處迄もばら／＼になる。そんなら、太陽の中で、此磁石に相當するものは何かと云ふと、米國の加州に「ウイルソン」山天文臺を建設した大天文學者ヘール氏は、最近に至つて之に美事な答辯を與へた。其證明は偏光の實驗に基くものであつて、今、此處で其實驗を示すことは出來ないが、此講演の終にそれに就いての面白い實驗を諸君に示さうと思ふ。其は兎に角、此答辯の要點は、黒點は一の電氣渦動であつて、それが磁石と同じ作用をするに云ふのである。諸君は多分知つて居る通り、電

氣磁石は針金をぐる／＼棒に捲き付けてそれに電氣を通じたのであるが、それが全く磁石と同じ様に鐵粉を引付ける。捲いた針金の中を流れる電氣は即ち電氣渦動であつて、それが何ういふ方法で起つても磁石と同じ作用をするのである。要するにヘール氏は黒點が一種の電氣渦動であると云ふ事を示したのである。

ヘールの實驗を此處で詳しく説明する事は困難であるが、茲に彼の助手セントジョンの寫した見事な六枚の寫眞がある。これは前に述べた分光太陽寫眞器で寫したもので、之を見て黒點に渦卷の様な吸ひ込む力のある事が分る。諸君は嘗て那威の有名な渦卷「マイルストローム」に就いて何か讀んだ事はないか。小舟が此渦卷に近寄るゝ、最初は外の方をゆる／＼に廻るが、段々に内側に引込まれる。それと同時に廻り方が速くなつて、終に其小舟が吸ひ込まれて仕舞ふ。恰も其處に大きい章魚が居て、長い腕を延ばして小舟をば俄に切つた胃の中に



分二十二時五十三月六 圖三百第



分八十五時四十三月六 圖一百第



日九廿月五年八〇九一 圖九十九第



分二十時六日四月六 圖四百第



分四十時五十三月六 圖二百第

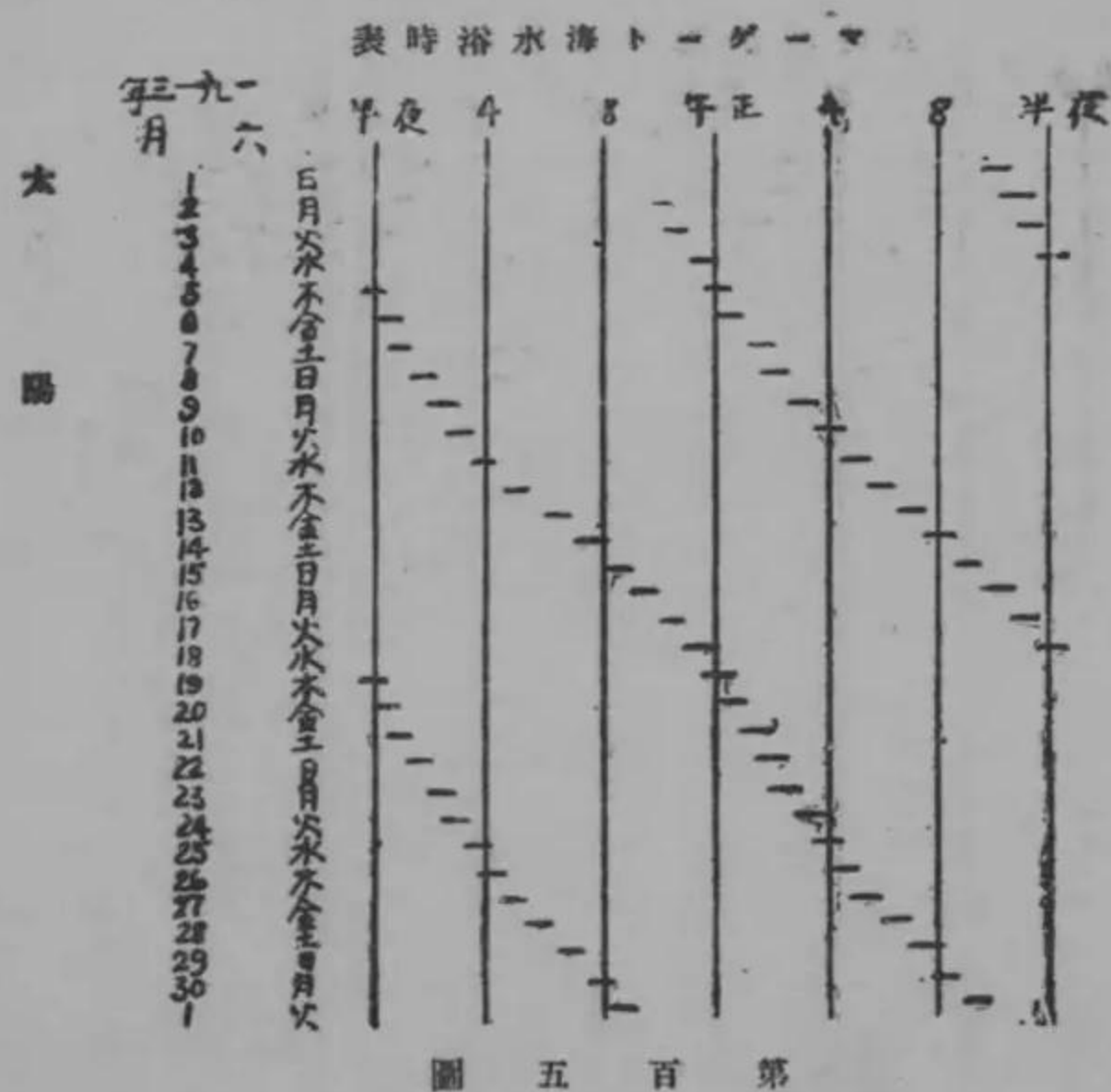


日二月六 圖百第

呑込む様に見える。セント、ジョンが撮つた寫眞に同じ様な光景が現はれて居るのである。各の寫眞の中央に黒點、即ち渦動の中心があつて、其下の方に魚の形をしたものが第百二圖に見えて居る。之は五月二十九日から六月二日迄殆んど靜止して居て其間に唯、其尾が渦動の方に向つたのみである。六月三日には其方向が數分の内に急に變つて、其魚が如何にも尾を捕へられた様になつて、第百三圖には、それが呑込まれつゝある有様が見え、さうして翌日には最早其魚の様な物が全く影を没して仕舞つた(第百四圖)

黒點が磁石の渦動であるといふ事が實際に證明されたのは全く近頃の事であるが、太陽に何か知らん磁力のあるといふ事は、餘程以前から認められてゐた事である。又地上に於て、磁石が黒點の増減に應じて、定まつた様に攪亂されると云ふ事も、既に五十年前から分つてゐたのである。余は茲にモンダー氏が、巧妙な方法を用ゐて地球に起る磁石の嵐が、太陽の影響に因つて起る云ふ事

を、見事に證明した次第を述べやうと思ふ。磁石の嵐は普通の天氣の嵐と同じ様に全く不規則なものである。吾々は通常、天氣の嵐は随分苦に病むが、磁石の嵐が起つても一向知らずに居る。唯、電信技手だけは其爲に酷い迷惑を感ずる、さうして、其嵐が最も激けしい場合には受信、送信共に全く出来なくなる。カーリントンとホヂソンが太陽面の激けしい動亂を觀測した事は、此講演の始に述べて置いたが、恰度、其折に激けしい磁石の嵐があつた。斯様に磁石の嵐は太陽の動亂に關係があるのであるが、其處に一つ六かしい事がある、と云ふのは太陽に動亂が起つても、それに應ずる磁石の嵐が少しも起らない場合があると共に、又、電信技手を手古摺らせる様な嵐が現に地球の上に起つても、太陽の表面には何等特別の動搖を認めない事があるのである。それでモンダー氏が巧妙な暗示を與へる迄は、此關係は甚だ不満足な状態にあつた。私は今其説明を述べる前に先づ卑近な例へを挙げやう。海岸に行つて海水浴をするのに最も良いの



は勿論満潮の時である
そこで此満潮の時は毎
日五十分位づゝ遅れて
ゆくものである。それ
は何う云ふ譯かと云ふ
に、潮は月に因つて起る
もので、月が地球の周圍
を一週するにざつと一
箇月を要する。さうし
て其間に潮時が二十四
時間變はるので、毎日約
五十分づつ遅れて行く



圖 六 白 第

事になる。次の第五百五圖は毎日の海水浴に最も適當な時間、即ち満潮の時を示すもので、満潮は通常、日に二回あつて、時に依つては、其中の一回が夜中になる事もある。眞逆か眞夜中に海水浴をやる人もあるまいが、圖の上にはそれも示してある。そこで、潮時が毎日五十分づゝ遅

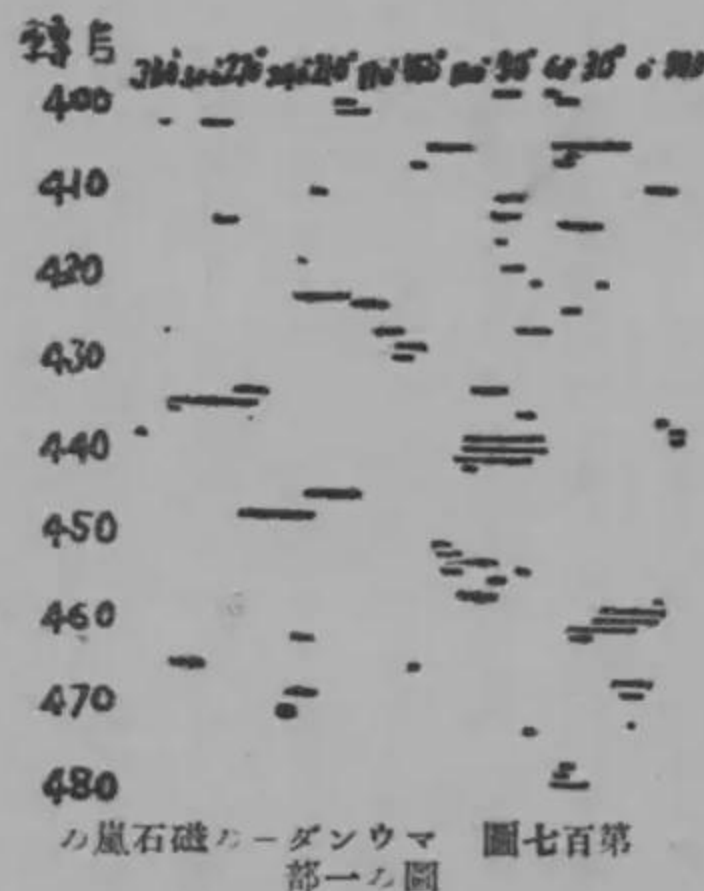
れるために、圖の上の記號が次第に右の方に移つてゆく。此移り具合に依つて逆に吾々は此圖から海水浴に最も適した時が、月に關係のあることを推定することが出来ゐる。それは何故かといふに圖の上の時刻が丁度一箇月で元の位置に戻るからである。

此圖に就て尙、注意して置きたい事は、記號の傾き具合が正しい直線ではなく、幾らか波形になつて居る事である。其原因は潮が唯、月のみに因つて起るものではなく、太陽も亦關係して居る爲めである。然し、其影響は比較的に小さい。そこで、此圖の記號の排列が、何等かの理由で突然に變つて、離れ／＼になつて居るものとす。例へば海水浴に行つて、一ヶ所に長く留つて居ないで、方々の浴場を廻つて歩いたとしたなら、何うなるかと云ふに、假令ば第百六圖の様なものが出来るであらう。私は此圖を米國旅行者の海水浴時表と名付けたい。何故なれば、米國人は決して同じ場所に長く留つて居ないこと云ふ評判だからであ

る。そこで彼等米國の旅行者が或一ヶ所に三日間滞在して居つたとする。さうすると三つの記號が正しい傾きの線をなして並ぶであらう。唯、一日では何も分らないが二日でも其傾き具合が分る。要するに此圖の上に何處かに數日の間續いて居る傾斜があれば、是等の記號が何かの理由で月に關係して居るといふ事が分つて来る。尤も處々斷絶してゐる理由は、海水浴に行つて居たものが米國人であつたといふ事を知らない限り、分らぬ譯である。

此考を以て見て、始めてモンダー氏の磁石嵐の圖が分る。此場合、水平線は二十四時間を表はすものではなく、太陽が一自轉をなすべき二十七日を示して居る。記號は地球の表面に磁石の嵐の起つた時を表はす。そこで、是等の記號が三四本重り合つて群をなして居るのは、時計の長針が恰度、一周した時に時を打つ事を繰り返へす様に、磁石の嵐が恰度、太陽の一自轉の後に繰り返へされた事を示すものである。モンダー氏は太陽が時計の針の様な長い指を延ばして居

つて、それが一處に太陽と共に廻る。さうして、其指が地球に觸れた時に磁石の嵐が起る。太陽が一週して二度其指が地球に觸れたとする。さうすると、更に

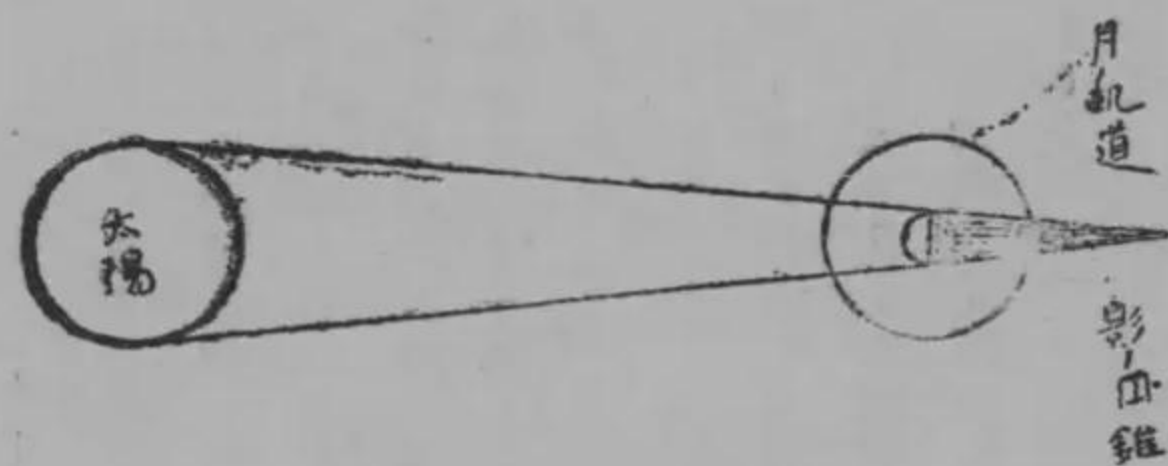


又嵐が起る。新しくして彼の轉々歩き廻る米國旅行者の様に、太陽の指が全く其位置を變へる迄は嵐が繰り返へされるものだと言張してゐる。或一部の天文學者は未だ此指の様なものゝ存在を認めない。併し、何の途、太陽の上に在る何ものかが此嵐を起すものと思はれる。何故なれば、それが常に太陽の自轉と共に繰り返へされるからである。されど、圖の上の嵐の記號は何時も重なつて居るとは限らない。右の方に滑つて居るものもあり、又反對の

方に滑つて居るものもある。これは其磁石の嵐を起すものゝ廻轉が太陽の廻はるのに比べて遅速があることを意味するのである。實際太陽が自轉すると云ふ事には本當に定つた時が無い。何故なれば太陽は固體でないからである。諸君が地下鐵道の停車場に行つて、新しく出來た「エスカレーター」に乗つて見るに、「ブラットホーム」全體が動く。何故なれば、それが固體で出來て居るからである。然るに川の水は岸よりも真中で速く流れる。事實、太陽は「エスカレーター」の様なものではなく、川の流れの様なものである。それで、太陽の黒點は、其赤道の近くでは多少早く動き、兩極の近くでは遅い。モンダー氏の圖の上に示されてある記號の傾は、違つた位置にある黒點の動き方に相當するものである。それで、此傾きに相當する太陽の上の位置を探り出す事は必ずしも六かしい事ではない。

モンダー氏は地球上の磁石の嵐は確かに太陽から來るものであると主張し

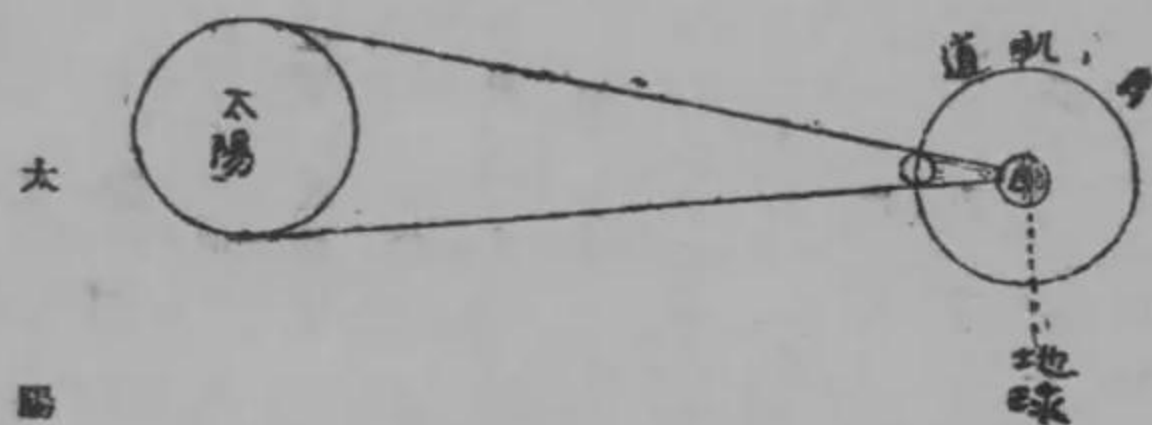
てゐる。私達はそれに同意するものである。さうして是等の現象から考へて、太陽が少くも其一部に磁力を有つて居なければならぬといふ事が分る。ヘール教授は更に一步進んで、其根源に就て研究したのである。教授は其爲めに太陽觀測に關する吾々の日常の業務を一層忙はしくして呉れた。例へば綠威で以前は毎日一回づゝ太陽の寫眞を撮つて居つたのが、それ丈では甚だ不十分で日に幾度も、且つ異つた色で撮るのでなければ太陽の眞の状態が分らないといふ事になつた。それで、ヘール教授は嘗て一世紀前に、ボーデが未知の惑星を探がす爲めに組合を組織した様に、太陽を觀測する目的で一大同盟を組織した。此「天文警察」の新團體は出來る丈け多く、且つ異つた方法で太陽の寫眞を撮る。又、此同盟は世界中に亘つて居るので、假令一ヶ所で日が隠れて居る時でも、必ず他の何處かで、それが見られる様に場所を設けてある。尤も、現在の所では、其天文臺の配置の上に廣い間隙があるが、それは早晚、日本、濠太利亞、新亞蘭の中に或



第百八圖 皆既月食

は其各地に太陽観測所が出来て隙間を充すことが出来ると思ふ。現にコースロンと云ふ特志の富豪は、新西蘭に太陽観測所を建てる爲めに三萬磅の寄附を約した。濠洲政府は又、濠洲の中に建てる筈である。さうなると何時、太陽に變動が起つても、容易にそれを見逃す様な事は無くなる譯である。

所で、茲に何んな方法を用ゐても平常は見る事の出来ない太陽の一部がある。それは稀に起る皆既日食の場合丈に見える「コロナ」である。大抵の人は此皆既日食を見て居ない。此講堂に集つた大勢の中で、それを見たのは恐らく私一人であらう。私は、それを幾度も見たが、其爲めに實に數萬哩を旅行し



第百九圖 皆既日食

た。

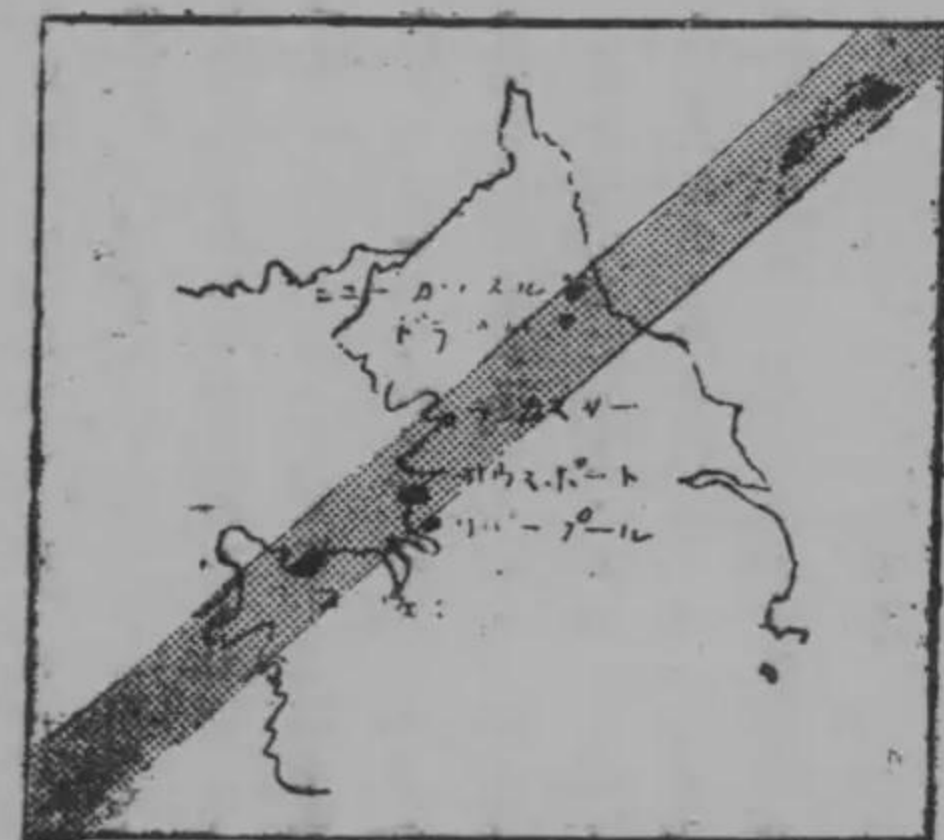
諸君は多分、月蝕の皆既を見て居る。これは地球が太陽と月の間に這入つて、その光を遮るのである。地球は月よりもずつと大きい爲めに、一時間以上も月全體を蔽ふことが出来る。前に話した通り木星の大きい影は、可成り長い間、小さい衛星を其影の中に隠して仕舞ふ。木星の影に較べると、地球の影は遙かに小さいが、それでも尙ほ月全體を呑み込むに十分である。之に反して月が地球と太陽との間に這入つた時には、其影が地球を呑み込むどころか、精々その上に小さな暗い點を印するに過ぎない。其點の中に這入れば、則ち皆既の日食が見られるのである。實際其處に行くには容易な事でない。而

かも此點は一ヶ所に長く止まるものではなくて、地球が動き月が廻ると共に其位置が變はる。それで、此點が地球の上の一つの徑路を畫くことになる。斯様に日食のある毎に定つて出来る此徑路即ち皆既線が長い年數の間に何う移つて行くかと云ふ事は、極めて興味のある事である。太陽の周圍を廻る地球と月の運動は、凡そ十八年目に殆んど元の位置に戻る。若し、それが正確に十八年毎に循環するものならば、皆既線も亦、全く元の位置に戻るのであるが、此循環は決



第百十圖 日食皆既線の族

して其程、正確なものではない。殊に其期間が確切り十八年ではなく、十八年と十日三分の一になる。茲で、此一日の三分の一が大切なので、其爲めに皆既線が地球の周圍を丁度三分の一丈移つて行く事になる。圖に於て(第百十圖)見る通り、一八二四年の皆既線が、それから十八年経つて一八四二年には、左の方に移つて行つた。それから更に十八年を過ぎて一八六〇年、次に一八七八年と次第に左の方に移つて行く。斯く十八年に一段づゝ三段移つて、五十四年目には殆んど元の位置に戻る。唯、茲に「殆んど」と云ふ言葉が必要になる。何故なれば斯ういふ種類の事に正しく循環するといふ事が決してないからである。それで、一八二四年の皆既線の直ぐ上に一八七八年の皆既線、直ぐ下に一七七〇年の皆既線が来るのである。是で皆既線の移つて行き具合が凡そ分つた。他の組に屬する日食の一二本の皆既線が分つて居れば、此圖を雛形に大體、他の線の位置を推し、知ることが出来る。



第一一〇圖 一九二七年七月の皆既線の経路
(年以英皇に始てめ見てるべき)

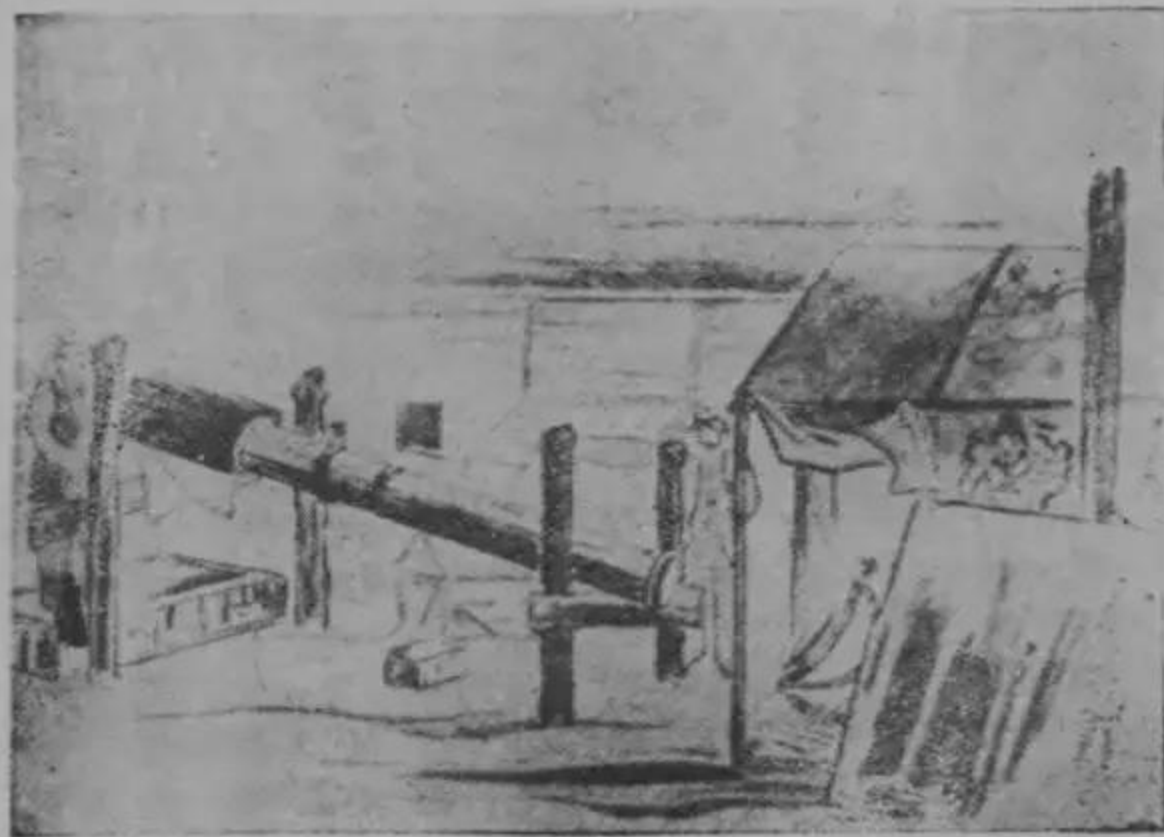
に動くものである。一組の日食が終れば、それと殆んど同時に他の組の日食が

此圖の上で皆既線は次第に北方に動いて行く。それで終ひには北極の處で地球の外に出て仕舞ふことになる。それで此組の日食は終るのであるが、溯つて過去の事を調べて見れば、此組の日食は千二百年に南極の邊で始つたもので、段々北へへと動いて、一九三二年に終るのである。斯様な日食の組が何時でも十二だけある譯で、其内六つは北の方に動き残りの六つは南の方

始まつて、何時でも十二組だけ現存するのである。數年前、一九〇九年に新しい組が北極の附近に始まつた。これが我々に特別な興味を與へるものである。何故かといへば、それから十八年経つて、一九二七年には皆既線が南の方に下つて、第一一〇圖に示す通り、英國の北方を横切る。それで、今から十三年後(今から六年目即大正十六年)に、諸君は英國に居つて皆既日食を見る事が出来る。諸君は餘程幸運な人達である。何故かと云ふに、諸君の両親は固より祖父母、曾祖父母ですら見る事の出来なかつた珍しいものを觀る事が出来るからである。即ち、諸君は始んぎ二百年間に唯一回の機會に出遇ふ譯である。それであるから、今から心掛けて、此千載一遇の機會を逸せぬ様にせねばならぬ。思ふに、それは僅か二十五秒の皆既に過ぎないだらうが、それでも、尙麗はしい「コロナ」を見るのには十分である。

皆既の時間の二十五秒は短い方であるが、然し、最も長いの中でも、數分に過ぎな

ものである。さうして、斯かる短い時間の間に、何もかも観測しやうとする事は容易な事ではない。寫眞術は此様な瞬間的の仕事には非常に良い便宜を與へる。此寫眞作業は適當な時に「シャッター」を開閉するに過ぎないので、至つて簡單な仕事である様に見える。併し、其場合に在んで迅速に且つ誤なく撮影するには、豫め十分の練習を要する。さうでないと、空しく貴重な時機を逸する様な事に成る。例へば新兵が初めは「擔へ銃」の様な簡単な動作でも、故參の兵士に比べると甚だ不恰好であるが、練習すると苦もなく出来る様になる。一體、何事に限らず、或種類の訓練を受けた経験のある者は、容易すく他の種類の訓練にも慣れるものである。それであるから、私は日食皆既の観測に特に陸海軍人の應援を歓迎する。而かも是迄それが屢實施された事を喜んでゐる。前に述べた通り日食の皆既線は屢々地球の上の、遠隔の地に當るので、それを観測する爲めにさう大勢の天文學者が態々出張する事は出来ない。所で、幸にも何んな遠隔な



圖二十百第 「アストロノマー・ローヤル」(國王天文官)が六九八(年日本に於て使用せる「シロ・タツ」及び「望遠鏡」(本日畫家描寫)

地へ行つても英國陸海軍の兵士或は商船の水夫等の應援を受ける事の出来ない所は殆んどない。さう云う便宜があるから、天文學者が唯一人で出掛けて行つても相應な仕事が出来るのである。

諸君は斯様な日食観測の、面白い光景の土産話を以て、家に歸られる様に私は今、此部屋でそれを眞似て見やうと思ふ。此處に其観測をせ人が爲めに、場所を擇んで來た一人の天文學者が居る(豫て訓練を受け

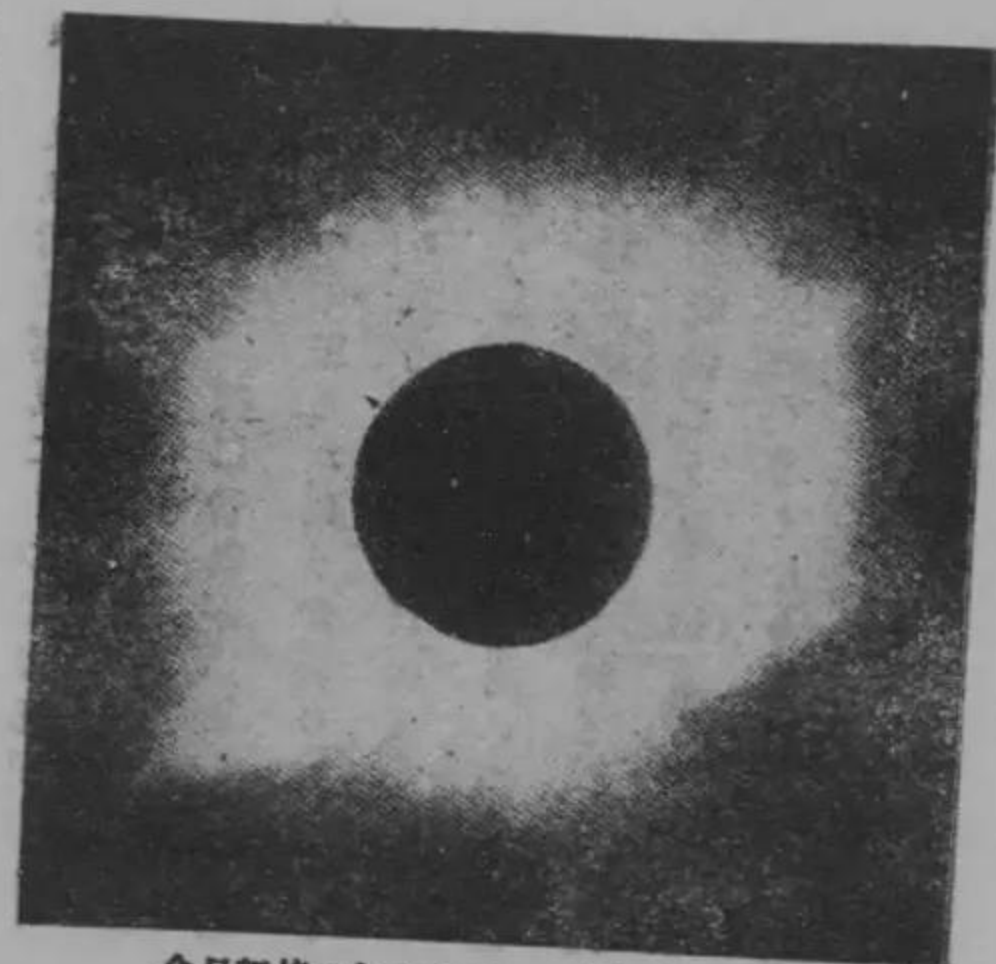
た一人の聴講者が其處に出て、講堂の床の便宜な位置に就いた。其天文學者は軍人の助けを求める(そこで、多數の少年義勇兵が入場した)。彼は土臺や機械を据え付ける爲めに、其軍人達に指圖をする(其處で義勇兵等は「シーロスタット」や望遠鏡の粗製の木造の型を持ち込んで、臺に裝ふた箱の上に其れを据え付けた)。天文學者は今「シーロスタット」を用ゐて居る。それに附いて居る鏡は、太陽の光線を「カメラ」の中に反射するものである。太陽は電燈の光に依つて幕の上に寫し出されてある。日食は既に始つて居る。即ち、太陽面の端の方が月の一端にあるが、さう長く諸君を待たせる事はしないで、此間を利用して、私は是等の人々が爲すべき事を説明する。「カメラ」は恰度「シーロスタット」の鏡に向けられてある。觀測者は皆既の間に、五枚違つた露出の寫眞を撮らうとしてゐる。第一の露出時間が僅かに一秒で、至極短いものであるが、「コロナ」の極めて光の強い部分

を寫すには十分である。何ういふ譯で最初、斯様な露出の短かい寫眞を撮るか」と云ふと、愈々皆既が始つても、何時雲の爲めに邪魔さるゝか分らない。それで、取り敢へず一枚でも早く撮つて置くといふ必要がある。一秒の次に五秒の寫眞を撮る。其次ぎに一番長い四十秒の露出を試みる。これで、「コロナ」の極く光の弱い部分が撮れる事になる。之に續いて十秒、それから二秒、都合で豫定の五枚を寫し了るのである。初めからの露出時間を合せるゝ五十八秒になる。吾々は、この皆既の時間を百秒に假定して居る。然らば残りの四十八秒は無用に費すのかと云ふと、さうでは無い。一枚の露出を了つて乾板を取替へるには如何にしても數秒の時間を要する事を考へなければならぬ。

皆既の時が段々近寄つて来る。日光が著しく弱くなつて來た(是時二三の「ラムプ」を消した)然し、皆既になつても、決してさう暗くはならない。時計の針位は見える。皆既が近寄つて来る。従つて著しく冷氣を感じる。これは寒い風が

俄かに吹いて来る爲めとも云へば又空氣の温度が下る爲めとも云はれて居る。平常でも太陽が雲に隠れると、多少冷やかに感ずるものであるが皆既日食の場合には著しく冷氣を感ずる。それと同時に、何となく恐ろしい様な感じが起るものである。土人などは豫て皆既が起ると教へられてない時に非常に驚く。それで、迷信的な僧侶等は斯かる機會を利用して、自分に都合の好い事を聴かせるのである。印度では昔から日食の間に神聖な水を浴びるのが極めて良い事の様に傳へられてある。斯かる迷信から日食のある際に、大勢の人民が其水の附近に押し合つて来て、其爲めに時には數百人の死人さへ出すことがある。尤も斯かる時に死んだ者は永遠の幸を享けるといふ信仰を持つて居る。英國の官憲では、さういふ出来事を未然に防ぐ爲めに、豫て要處々々に「廻り木戸」を作つて、一人づゝ順番に大急ぎで水を浴びて、一方から直ぐ出て行く様な設備をして居る。此迷信的な慣習は彼の壓制な印度政府ですら禁ずる事をしなかつた。

人間が驚く位であるから、何も知らない禽獸の驚くのは不思議でない。次の講演で私は活動寫眞に依つて皆既が始ると雌鳥が驚いて時に歸へり、又それが終るまで出て来る光景を示したいと思ふ。日食を期待してゐる天文學者にも相應な心配がある。殊に皆既が始まる前數分の間、爲す事もなく、何一つ手落ちなく準備が整つて居るか、何うか繰り返へしゝ考へながら、其時を待つて居る心の中は一通りの苦痛でない。斯様な經驗のあるものは、時として日食の前夜杯に、何の準備もして居ないで、皆既に出會つた夢などを見るものである。さういふ夢を見る時には確かに驚かれて居るけれども、今は觀測者に十分に準備が出来て居る。皆既はもう直ぐ始まる。……今が正に皆既である。(是時幻燈に寫された太陽は全く暗くなり、同時に「コロナ」の繪が表はれて、更に二三の「ラムプ」が消された。さうして、義勇兵の一人が一二三四……秒數を數へ始めた。又一人の義勇兵は暗箱を觀測者に渡し、又一人は「レンズ」の前を開閉して露出を



食日既皆の年九九八一 圖三十 百第

了り、観測者は暗箱を取り脱つして、他の義勇兵に手渡す。それより順序に依り夫々豫定の作業を行つた。最も長い四十秒の露出の間は観測者と助手の義勇兵は幕に寫された「コロナ」を見る機会を得たが、其他の時間には彼等の目は常に各自の受持の仕事に注がれて居た。百秒の後に「コロナ」が消えて弓の様な太陽の形が現はれた。最早皆既は過ぎて、再び電燈が照され、假想的日食観測が茲に了りを告げた。聴衆が大いに喝采した。

是で日食が了つた。さうして若し寫眞が良く撮れてゐなかつたら、残念乍ら次の日食迄待たなければならぬ。やり直しは絶対に出来ないからである。又、幸ひ吾々の假定した日食皆既は晴天であつたが、實際の場合には、態々其爲めに數千哩を旅行して來た天文學者が、曇天又は雨天の爲めに何物をも得ないで歸る事さへある。倅て斯うして撮つた寫眞が、何の役に立つか云ふ質問が出ようが、それに對して此處で十分に説明を與へる事は出来ないから私は唯自分で是等の寫眞を研究して得た二、三の結果を述べよう。然し、是は他の人の研究した事柄と比べて、私の従事した事が、より以上に重要だといふ意味ではない。唯、私が外の事よりも詳しくそれを知つて居るので、特に其事を述べると云ふに過ぎないのである。

私が従事した一つの研究の目的は「コロナ」の光の強さが、太陽からの距離に應じて何う變るか云ふ事であつた。「コロナ」は太陽の近くでは満月又は満月

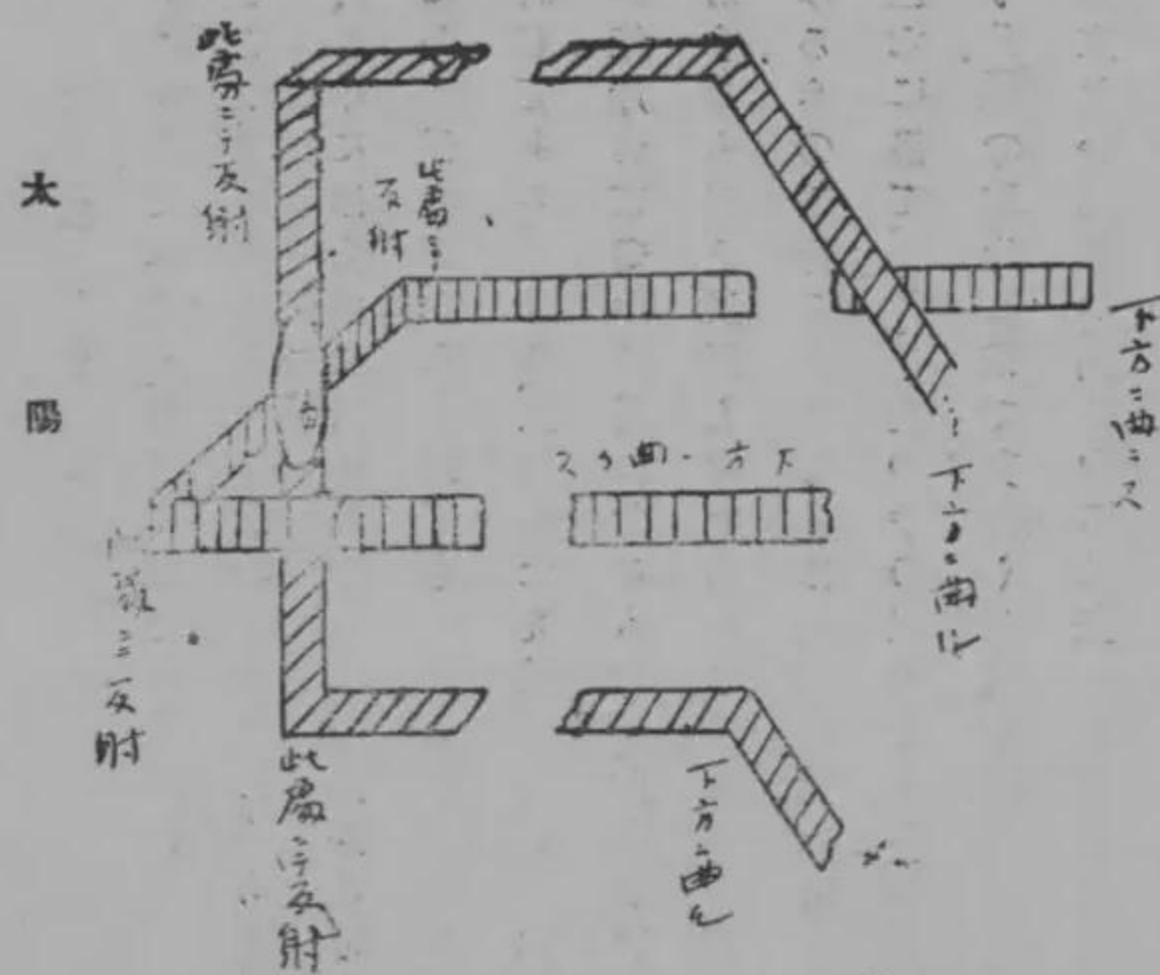
以上に光り輝くものである。然しながら、それが俄に弱はくなつて、太陽から一直徑位な所では見る事も又寫眞に寫す事も非常に困難になる。實際、寫眞の原板を見ると太陽の近くは眞黒になるが、光の弱い部分には殆んど其光が感じない。私の研究は其光の度合を測る事にあるので、能く種板を撮って見るのに、餘りに強く光が感じた部分や、又非常に光の弱い部分は其度合を測るのに非常に困難を感じる。吾々が一秒乃至四十秒迄の違つた露出時間で寫眞を撮つた理由は、蓋し其處にあるのである。光の強い部分を良く測るのには露出時間の短かいのが必要であるし、光の弱い部分を測るのには、長くかけた寫眞でなければならぬ。

「コロナ」の光の強さを測つて何うするかと云へば、元來「コロナ」は何であるか、又何んな物から成立つてゐるかを究めるのに必要なのである。「コロナ」は地球の大氣の様に單純な瓦斯から成つてゐるか、或は其中に例へば大氣中に霧が浮

遊して居る様に固體の分子が存在してゐるか、抑も又「コロナ」は動いて居るか、それとも又靜止して居るか、さうして若し、固體の分子が浮遊して居るならば、それが靜止の状態にあるか、又は非常な速度で太陽から噴出して居るか、或は又、間斷なく太陽に落ちて居るものと云ふ事を究めたいのである。若し皆既が長く續くものならば、「コロナ」の變はる状態から少くも是等の問題の一部を解く事が出来るであらう。所が實際の日食皆既は僅か數分であつて、「コロナ」の變化を認めるのには餘りに短かいのである。況して、次の皆既迄には「コロナ」の形狀が全く一變して居るのであるから、何か特別な方法を考案して是等の問題を解かなければならない。太陽が分子を噴出するものと假定すれば宛かも火花から火花が飛出す時の様に、上に昇るに従つて擴がり、擴がるに従つて光が弱くなるであらう。「コロナ」の光が太陽を遠ざかるに従つて弱はくなるのは、恐らく斯様な理由によると思はれる。然し、吾々は斯かる一般的な説明で満足する事は

出来ない。もつと深く立入つて細かに其説明が果して適當であるが、何うか究めなければならぬ。吾々は「コロナ」の光が次第に弱くなるべきものであると云ふ事の外に、何れだけ弱くなるべきものか計算して見る事が出来る。吾々は又寫眞を調べて、何れ丈弱くなつてゐるか測る事が出来る。そこで、兩方の「何れ丈」を比較してそれが合へば宜し、合はなければ、他の理由例へば分子が間斷なく落ちむといふ様な事に依つてそれを説き明かす方法を考へなければならぬ。私が現に其事を研究して見た結果、「コロナ」の中の固體分子は恰度噴泉の水の様に太陽から吹出して、再び落下するものであるといふ結論を得た。此事に就て詳しく説明する時間はないから、唯、私は皆既の寫眞から、如何なる事が分るか云ふ結果を諸君に知らせたのである。

「コロナ」の中に固體分子が存在するといふ理由は未だ説明しなかつた。此事は偏光と稱する光で寫眞を撮つて見れば分るのである。偏光と云ふと鳥渡



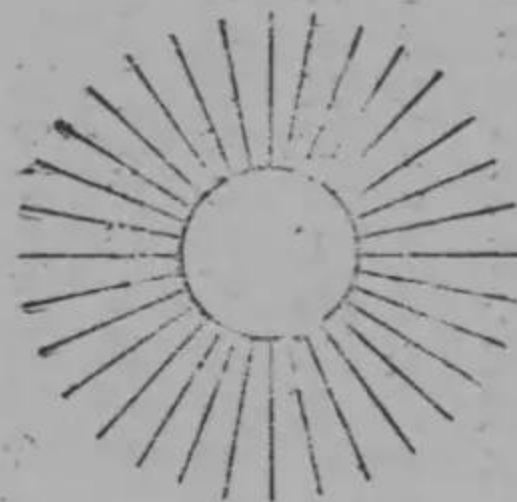
第百四十圖

六ヶしい事の様に考へられるが、併し考へ様に依つては、さう解し難い事ではない。それは光線を「ボール」紙の平らな細片に考へる。其細片は横の方に折り曲けることは容易であるが、面の中で曲けるといふ事は出来ないものである。但し、普通の光線は此様な細片の一片ではなく、謂はゞ種々異つた面を有つてゐる細片の束の様なものである。其束は堅く結ば

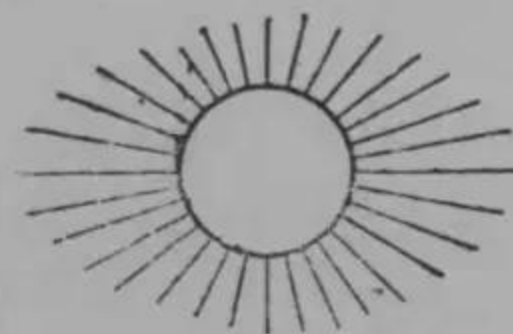
れたものではなく、相互に關係のない様な、ばら／＼なものでなければならぬ。そこで、其束を或方向に曲けるゝしたならば、何う云ふ結果になるかと云へば細片の中には自由に折り曲げる事の出来るのもあり、又其折曲げる方向が面の中にある爲めに、少しも曲がらないものもある。光線の反射する場合が恰度之と同じである。即ち、反射した光線は決して元の光線の全部ではなく、「ボール」紙の細片の束の中に折れ曲るものと、曲らないものゝがある様に、光線の中にも反射するものと、反射しないものゝがある。即ち、反射し得るもの丈が反射光線になるものであるから、それは全部の光線ではない。第百十四圖は太陽から上下左右に出て、「コロナ」の中の固體分子の爲めに反射して、地球にとどく光線を「ボール」紙の細片に依て表はした模型の圖である。折れ曲つて地球に達する事の出来ない光線は、圖の中には表はして居ない。そこで、此四通の光線を地球に於て下の方に反射せしめたならば、何う成るか、上下の光線は其方に曲る事が出来るが、左右の光線には、それが出来ない。そこで、之を寫眞に寫すと、「コロナ」の上下の部分丈が寫つて、兩側の部分が寫らない事になる。下の方に屈折せしめる代りに、右又は左に屈折さしたならば、其光で撮つた「コロナ」の寫眞には左右の部分のみが寫つて上下の部分が寫らない事になる。

「コロナ」が若し純粹の瓦斯體であつて白熱狀態を爲してゐるが爲めに、光を發する物ならば、其光は反射光線ではないから、偏よる事はない。従て何う云ふ方向に反射せしめて寫しても、同じ様な寫眞が出来なければならぬ。之に反して若し「コロナ」の光が全部太陽の大氣中にある固體分子の反射に依つて起るものならば、第百十四圖に示す様に其の光が偏してゐるから、既に述べた通り反射光線を以て寫した寫眞は、光が上下又は左右の部分に限られる譯である。若し、「コロナ」が一部分、瓦斯體で、一部分固體分子であるとしたら、此結果が混つて多少、上下或は左右に偏した寫眞が寫る道理である。そこで、亦、程度の問題が起

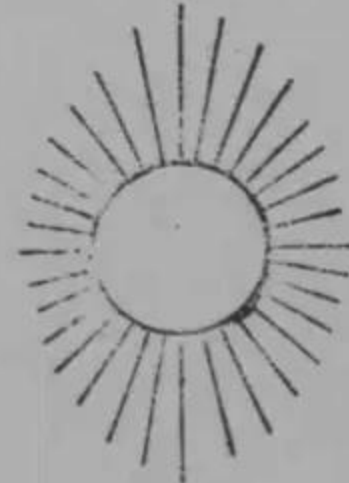
通常の光にて視
たる「コロナ」



完全偏光

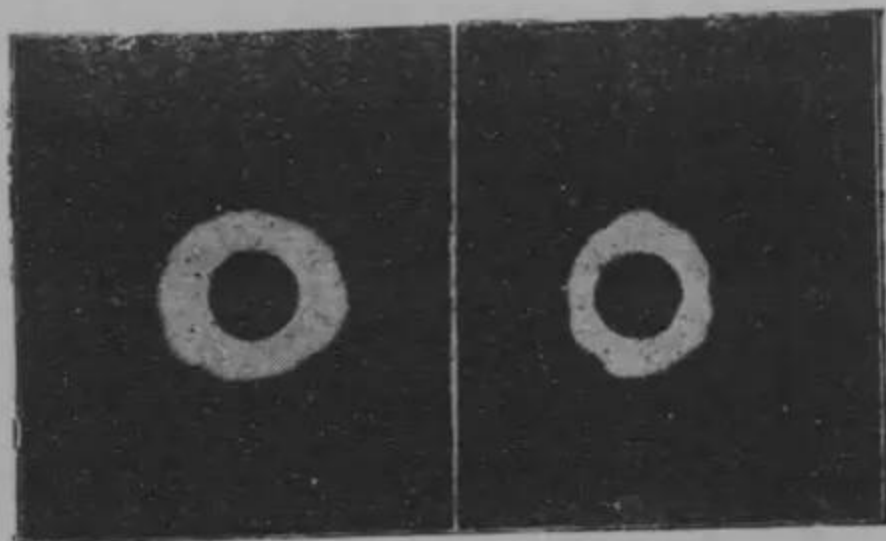


不完全偏光



第百五十圖

る。何れだけ反射光線が、「コロナ」の光の中に混つて居るか、それを知る爲めに



第百六十圖 直角な平面に偏る九〇五の年

は實際の寫眞に就て濃淡の度合を測つて見なければならぬ。第百十五圖は今云つた様な光の偏より具合を示したもので、上の圖は「コロナ」の光が全く反射光線を混へないと假定した時の圖、中の圖は反對に全く反射光線のみと假定した場合の圖であつて、下の圖は實際の場合と同じ様に、幾分反射光線が混つて居る事を表はしたものである。私が一九〇五年に埃及で撮つた寫眞が第百十六圖に示してある。左の方は、普通の光線で撮つたもの、右の方は偏光に依つて寫したものであるが、其相違が明らかに

現はれて居る。それで、此観測から得た私の結論は「コロナ」の中には多数の固體分子が存在するといふ事で、外の天文學者も亦、是と同じ結果を得て居る。

第六講

恒星

これから吾々は恒星迄、最も遠い宇宙旅行を試みるのである。望遠鏡が非常な速さで吾々を運んで呉れても、恒星に達するには尙ほ數年を要する。光が進行するに時を要すると言ふは、鳥渡、異様に思ふであらうが、實際時日を要するのである。例へば私から諸君に向つて、光が進んで行くのに或時間を要する。それは決して長い時間では無いが、諸君は決して嚴密な意味で、現在の私を見て居るのではない。一秒の何分の一か前の私を見て居るのである。光に就ては其速さを認める事が困難であるが、音ならば容易に認められる。私は屢々此講演に於て、光と音の間に似寄つて居る事があると云つた。それは光の場合には大變に難つしいと思ふ事が、音の場合には、至つて簡単に理解されるからである。音の速さに就ていへば、吾々はよく反響を聴くが、これは音が進行するに時を要

する事を明らかに示すものである。吾々が呼ぶ其後から同じ聲が歸つて來るのを聴く。聲を出してから其聲の歸つて來る迄が即ち音の進行に要した時間である。光の場合も全くそれと同じ譯で、諸君が毎朝鏡に向ふ時に、諸君の顔から出る光が鏡に向つて進んで行き、それが反射して諸君の目に歸へる迄に、或時間を要する、其間待つて居なければならぬ譯である。斯様に光が進んで行くには、極めて短かいとは云へ、矢張り時間を要するのである。光が私から出て諸君の眼に映する迄に一秒の何分の一位、費かると諸君は思ふか。左様、諸君は一年が何れ丈長く、一秒が何れ丈短いか知つて居る。然らば、一年が何秒になるかと云ふと、凡そ三千萬秒である。そこで、假り一秒を一年と考へて、それを三千萬分する、其一秒が即ち無線電信の電波の一回振動する時間である。そこで、更に此無線電波の振動時間を、三千萬分に割つたならば、それが大凡光の波が一回振動する時間になるのである。光が私から出て諸君の眼に映する迄の時間、凡そ

無線電波の一振動の時間に相當する。其時間は一秒の非常な分數であるが、それでも尚ほ光が振動する時間の三千萬倍である。

茲に覚え易い爲めに、一つ新案の表を作つた。

光波の振動時間の三千萬倍が電波の振動時間になる。

電波の振動時間の三千萬倍が一秒になる。

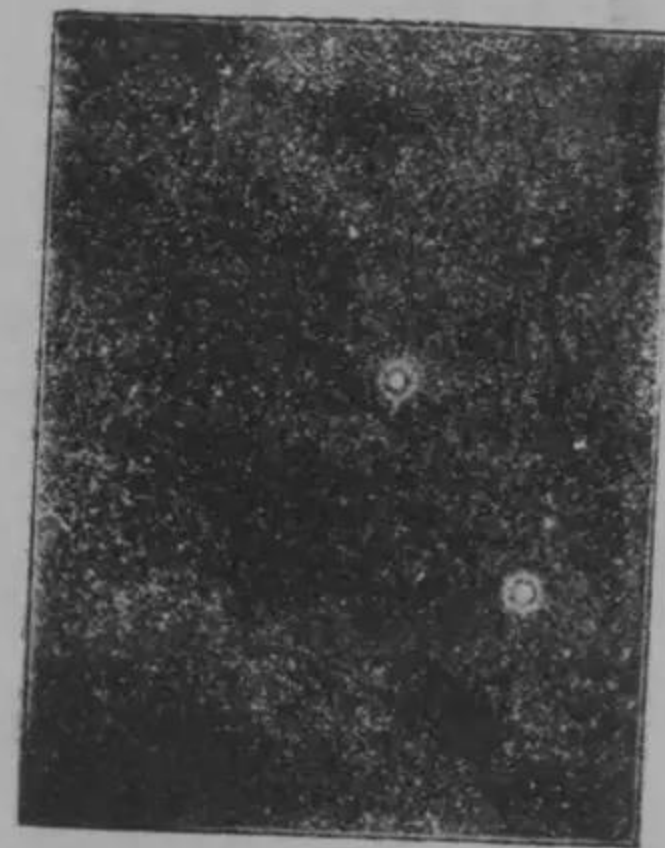
一秒の三千萬倍が一年になる。

然らば、一年の三千萬倍は何になるかといふと、それは此講演の終に述べる。

先づ一年、二年と云ふ處から始めやう。最も近い恒星に達するにも一、二年は費かる。さうして假へば黃道の附近にある多くの大星に達するには、數年若しくは數十年費かる。黃道と云へば牡羊座、牡牛座、雙子座等の事で、諸君は疾うに覺えて仕舞つたであらう。

黃道の上の是等の星は比較的大きく且近いもので、天にはそれよりもずつと

小さな、さうして微かな、肉眼では見えない様な星が澤山にある。特に銀河の附近にそれが多い。第百十七圖は小さな星の密集して居る有様を示すもので、中

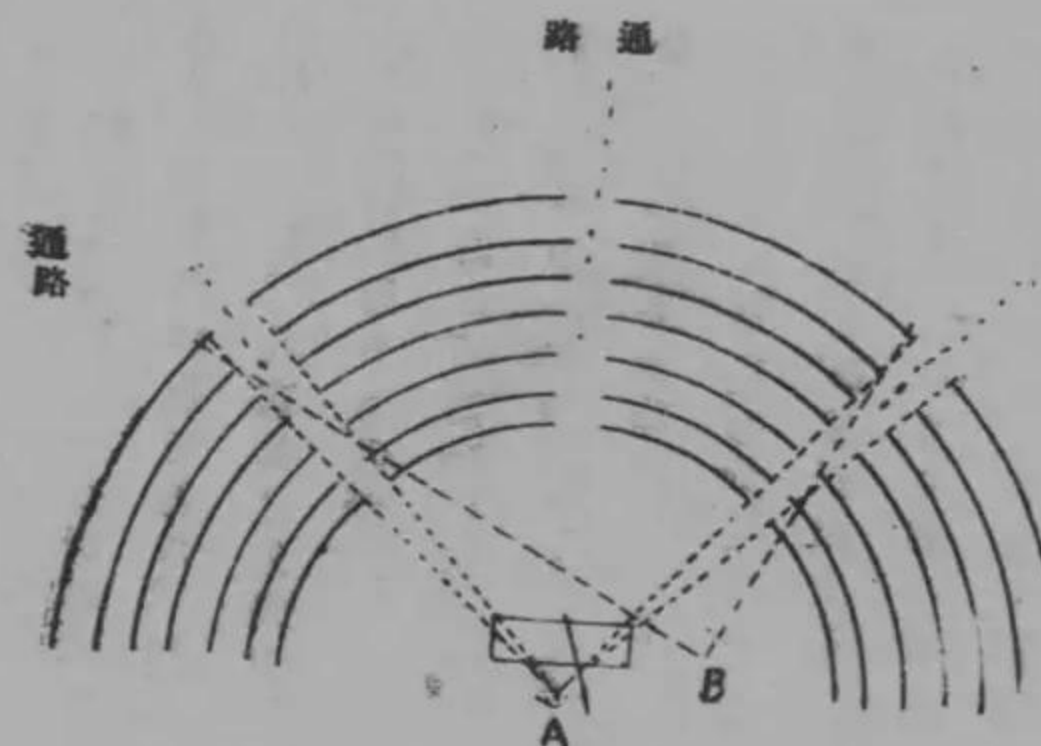


第百十七圖 南十字の附近

星の無い部分であると思ふであらうが、實はさうで無い。是は寫眞が一つの面上に現はれて居る爲めに、吾々を欺いて、さう見せるものである。成程見た所

に二つ丈は特別に大きい、其周圍に寫眞板の裏から、反射に因て出来た「ハロ」(笠)が現はれて居る。此「ハロ」は星の實際の光では無い、單に寫眞の缺點から出来たのである。尙ほ此寫眞には、澤山の小さな星の外に、全く星の無い暗黒な部分が現はれて居る。諸君は定めし是が全く

では如何にも星が一つの平面上に散布して居る様である、然しそれは全く事實と一致しない點である。假に一人の寫眞師が来て今此處で吾々の寫眞を撮つたとする。其寫眞は矢張り平面上に寫るものであるが、實際は何うかと云ふと、此室に居るものが室ごとも何もかも皆平らであると言つたならば、それは大邊な誤である。前列に居るものは比較的に大きく、後列に居るものは比較的小さく寫るのは勿論である。星の場合には何うかと云ふと、大きい明るい星は多分前列に、即ち地球の近くにあるもので、微かなものは多分、後列にあるものであらう。私は茲に「多分」と云ふ言葉を用ゐる。何故ならば、此事は何れの場合にも確かであると斷言が出来ないからである。此室の中でさへ、假令前列に居つても寫眞の上に小さく寫る様な特に小さな人もある。之に反して大人達は後列に居つても、相應に大きく寫るであらう。さういふ場合には、前列後列に關係無く、着物や顔の様子によつて其大きさが違ふと云ふ事を判斷する事が出来るが、星



者演講はA 堂講

圖八十百第

三〇〇
の場合には様子に依つて判断する事が六づか敷い。兎に角大さ丈で距離を判定すると云ふ事は誤に陥り易いのである。

そこで、寫眞の上に顯はれた星の全く見えない部分は何う説明して可いか。此室の中で私の位置から見て人の一人も見えない方面がある。それは恰度、講堂の通路に當る所である。併し是は特に私の位置(A)に立つて見たもので、若し右の方(B)の位置から見たとすれば其間隙が第百十八圖に

示す通り少しも分らなくなる。

もう一つ違つた方法で此事を説明する事が出来る。それは一本の長い筒を持つて来て、其一端を眼に當て、見れば、他の端の空いて居る所が見えるが、若し其筒を傾けたならば、他の端は見えなくなる。尤も筒が短かければ少し位傾けても他の端が見えるが、若し長ければ少し傾けても見えなくなる。

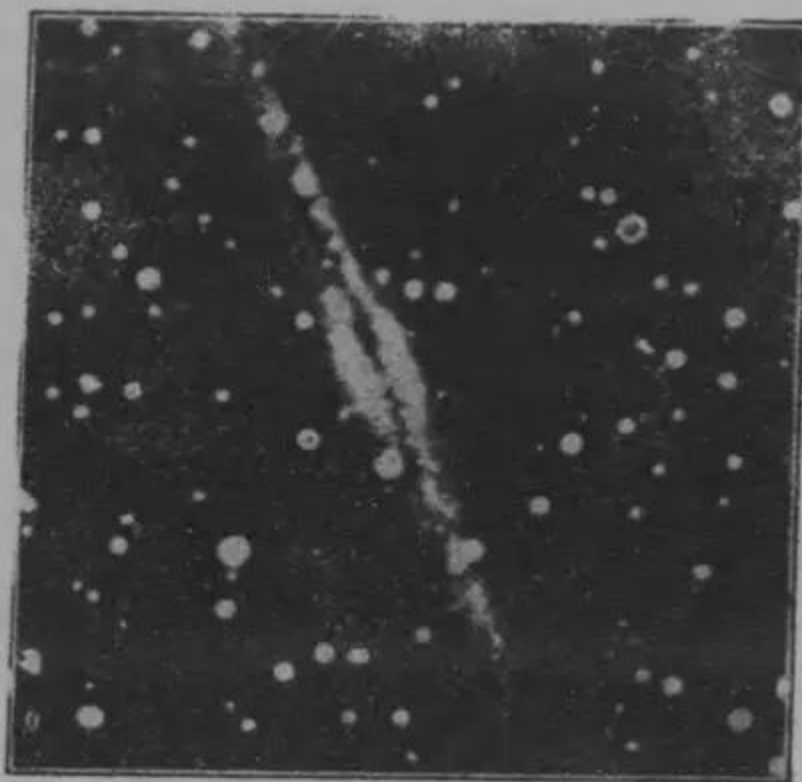
そこで、若し寫眞の上の星の見えない所が實際、何物も存在しない空間であるにすれば、それは非常に長い通路で、而も其筒が丁度吾々に向つて居るものでなければならぬ。茲で非常に長いと云ふ譯は、星が非常に遠い距離に擴つて居ると云ふ證據があるからである。此部屋は随分大きい、然し四方が壁で限られて、聴衆が皆其中に居る。ミこゝで空間には壁が無い。前列の次に二列三列四列と續いて居るが、吾々の現に知つて居る限り、何處迄行つても壁と云ふ物には突き當らない。それで星を此講堂の聴衆と考へて見たならば、其通路は非常

に長いものでなければならぬ。さうして吾々が寫眞の上に現に眞暗な箇所を見る以上は其通路の様なものは眞正面に吾々と相對して居るものでなければならぬ。何故なれば、少しでも其見當が外れて居れば他の端が見えなくなるからである。

さう云う風に、澤山の筒又は通路が眞正面に吾々の蔽^{おほ}ふ地球に、それでなければ貧弱な太陽系に、どれもこれも向つて居ると云ふのは果して有り得る事であらうか。此部屋では三本の通路が皆演臺に居る講演者に集つて居る。何ういふ譯で慍^いうしたか云へば、それは講演者が一番大切な役目に當るからである。若し講演者が居なかつたなら、諸君は皆出て仕舞ふであらう。星の場合に、吾々の地球又は太陽が、何億と云ふ恒星、一般に太陽より、もつと大きい無數の恒星に對して特別に重要な位置を占めて居るとは何うしても考へられない。昔は地球が宇宙を支配すべきものだと思つたのであつたが、段々、人が謙遜になつて來て、

今日では最早地球や太陽を故らに特別扱にするやうな考はなくなつた。吾々は此空間の通路に就て、何うしても外に其説明の方法を考へ出さなければならぬ。それは決して難か敷い事ではない。私は茲に覆ひを持つて來て此講堂の中で、誰も見えない様な部分を容易に造る事が出来る。覆が十分に近いならば極く小さな物でもよろしい。一錢銅貨位なものでも諸君の大部分が見えなくなる様に覆ふて仕舞ふ事が出来る。それと同じ事で、或種類の覆、即ち暗黒な星雲を以て容易く星の見えない部分を説明する事が出来る。

それで吾々は斯う云ふ結論に到達する。即ち天界には非常に微かな星がある許りでなく、全く光を放たない星もある。さうして是等の星は所謂「馬槽の犬」で、自ら輝く事をしない許りでなく、他の星の光が吾々に達する事を妨碍するものである。(譯者曰く、馬槽の犬は自分も食はず、人にも食はせないと云ふ様な質の悪いものをしむ言葉である)。諸君が此説明に同意するか、何うか知らない。



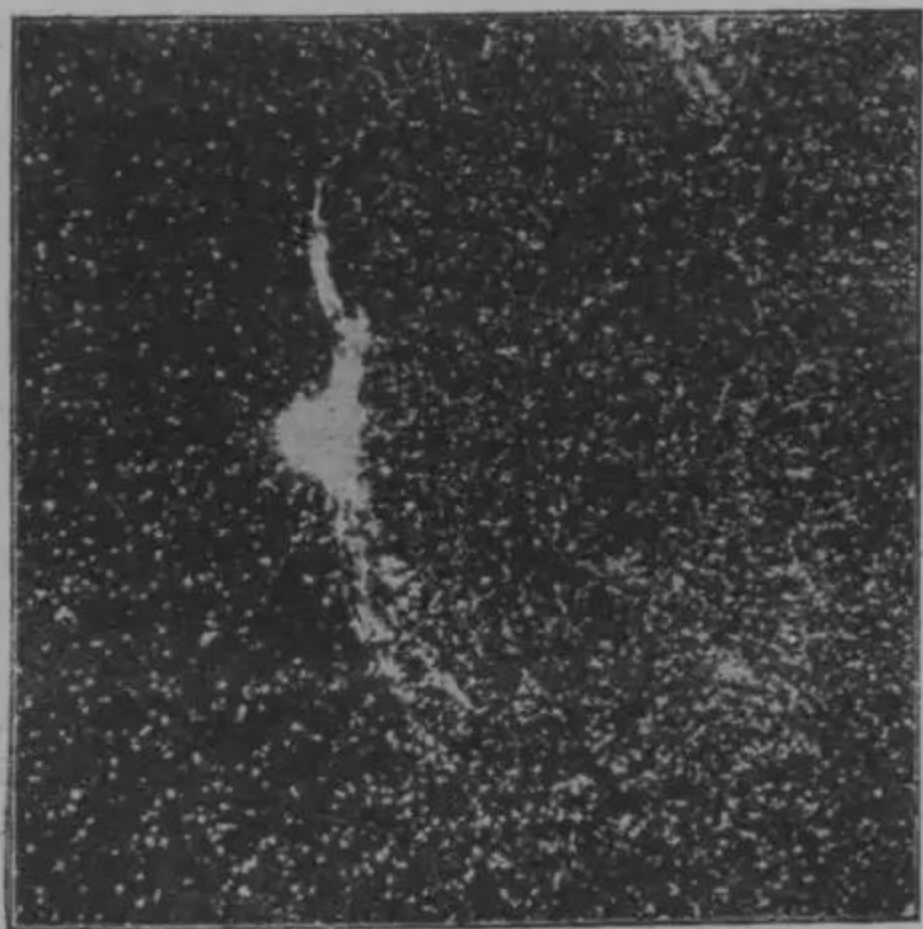
第百十九圖 アンドロメダ座の割れた星雲

いが前に出した寫眞の外に尙ほ二三の著しい例がある。第百十九圖は細長い星雲の寫眞で、それが不思議にも眞中から裂けて居る。此處でも星雲と云ふ物は扁平な一枚の紙の様な物ではなく、量のある座布團の様な物であると考へなければならぬ。さうして、若し裂けてゐる物とすれば、其裂目は恰も座布團が二枚重つて居る様な物であつて、特に其裂目が丁度地球に向つて居るを見なければならぬ。斯様に考へる事は出来ないのである。吾々は一歩進んで、更に

此筋が星雲を圍んで居る平つたい紐の一部分であつて、星雲から出る光を遮る

ものであると云ふ事を認める。

第百二十圖は又他の種類の星雲の寫眞である。此星雲は長い紗の切れの様に見えるもので、此星雲の兩側にある星の数が不思議にも著しく違ふのである。それが實際に違ふのか、或は又何かの理由に因つて、さう見えるのか、若し實際に違ふとすれば、此星雲は地球の方に向つて二つの部分を分けて居る仕切りの様なもので



第百二十二圖 白鳥座の中星雲

なければならぬ。さうすれば地球が此星雲に對して特殊の地位を占めること云ふ事になる。斯様に考へる事も出来ない譯では無いが、併しそれよりは寧ろ此星雲を界さする暗黒な物質があつて、遠い距離にある星の光を遮つて居ると見た方が確實であらう。さうして此星雲の右と左とで、一定面積に對する星の數を比較して見たならば、何れ丈に其光が遮ぎられて居るか分る譯である。

斯く天體の部分々々で星を數へて見るといふ事は至極興味のある事であり、又頗る大切な事である。私は再び此講堂の中に其例を取つて見やう。聽講席の第一列と第二列とを比較して見るに、第一列は稍短くなつて居る。二列三列と後に下るに従つて席が長く、さうして終列に至つて最も長い。そこで、若し吾々が列と列との間隔を知つて居るならば、座席の長さが分るに共に、幾人丈多く座はれるか其數を求める事が出来る。星の場合が恰度それと同じで、若し吾々が光の強い星、即ち或等級以上の星を數へたならば、其次ぎの等級に屬するもの

等級	観測結果	三十八カラ數へタル	三萬二千三百六十カラ數へタル
2,0	38	38	8
3,0	111	151	32
4,0	300	603	129
5,0	950	2,399	512
6,0	3,150	9,650	2,042
7,0	9,810	38,020	8,128
8,0	32,360	151,400	32,360
9,0	97,400	—	128,500
10,0	271,800	—	512,900
11,0	698,000	—	2,042,000
12,0	1,659,000	—	8,128,000
13,0	3,682,000	—	32,360,000
14,0	7,646,000	—	128,500,000
15,0	15,470,000	—	512,900,000
16,0	29,510,000	—	2,042,000,000
17,0	54,900,000	—	8,128,000,000

が幾らあるか、計算に依つて求める事が出来る。それと實際の數を比較して、若し後の列に行くに従ひ座席の收容數に比べて實際の人の數が少なかつたならば、聽衆が後に行くに従つて減る事に心付かれる。それと同じ様に、星の數が地球からの距離を増すに従つて少なくなると云はれる。茲に一つの表がある。是は各等級に對する星の數を示すもので、二等迄の數が實際三十八ある所から、それを標準にして、三等迄の星の數を計算に依つて出したならば、計算の方法を略す(百五十一となつて、さつと四倍になる筈である。然るに、實際の數は、百十一に過ぎ

ない。次の列即ち次の等級迄加へた数が六〇三であるべきに、實際は三百に過ぎない。斯様な具合に實際の星の数が等級の昇るに従つて、比較的益々少くなつて、八等星以上に此計算を續けるのは全く無意味になる。そこで、更に此八等星迄の星の数を標準として、他の等級に對する数を求めて見れば、等級が上るに従つて、即ち星の光が弱はくなる連れて計算で求めた数が、實際の数よりも遙かに多くなるのである。

斯かる結果が出ると云ふことは、この講堂に例を引けば後の方の席が充たされて居ないと云ふことである。この考へからして星が何處までも一様に存在して居るのではなく、或る距離以外には全く存在しないのであらうと云ふ考へが起る。併し、それが果して事實か何うか分らない。假令ば此講堂の周りに壁があるやうに、空間にも或る限界があつて、それより外には星が全く無いかと云ふに、それは信じられない。併し、大きな講堂の中に極く少ない聴衆が這入つた

時の様に、後列に行くに従つて疎らになつて、更に其後の方にはボチリ／＼聴講



第百二十一圖 へクトル座の星圖

者が席を占めて居る様に星が空間に散布して居るといふのは考へ得べき事である。斯様な状態を想像するに最も適切な實例は、天球の所々に見える星團である。第百二十一圖は其一つであつて、星が中央から遠ざかるに従つて次第に疎らになる有様が良く示されて居る。是は一つの集團を外から見た所の圖であつて、一見して其分布の様子が分るが、假り

に吾々が斯やうな集團の中に入つて居たとしたならば何うか其場合には少々難か敷い事になる。けれども、尙ほ星の数を數へて見れば結局分布の模様が分つて來るのである。

併し、其計算を爲すに就いて、兎もすれば間違を起し易い最も大切な事がある。其は前にも述べたことであるが、講堂の中の聴講者の例で云へば、前列には子供が多く後列の方には大人が多い事である。星の場合で云へば、太陽系の附近には小さな星が多く、遠方には大きな星がある事である。先づ此事を念頭に置かないと間違ふのである。茲に一つ面白い例がある。第二百二十二圖は三人の繪である。之を見たならば、誰でも一番大きい者が最も近く、一番小さい者が最も遠くにあると答



第二百二十二圖

へるであらう。何故さう見えるかと云ふと、人間の丈は大體定つて居る、其考で一枚の繪の中に違つた大きさに寫されてあるのを見ると、それは實際の大きさの違ひでなくて距離の遠



第二百三十一圖

近に因つてさう見えるのである。考へるのである。此考へは決して誤つて居るものではない。併し、實は私が故らに此繪で以て諸君を欺いたのである。此三人の繪は第二百二十三圖に表はした様に、一本の

「クリスマス・トリー」に吊り下げた紙人形なのである。距離は格別に違はない

で、人形其物の大いさが違つてゐるのである。それで、始めに諸君が殆んど同じ身丈の人間であると假定した事が全く誤つて居たのである。星に對しても決して斯様な誤つた假定をしない様に氣を付けねばならない。實際、星は紙人形の大きさが違ふ様に種々に違つて居るのである。吾々は、それを實驗に依つて知つて居る。ギル卿が殆んど同じ光度の星を集めて、第二回の講演に述べた様な視差の方法に依つて其距離を測つた。其結果は光度が殆んど一定であるに拘はらず、著しく違ふのである。従つてそれ等の星の大いさも亦著るしく違ふものでなければならぬ。

ギルの一等星の距離の表

星ノ名	一等星ヲ標準ニシタ光度	視差	光年ニテ表ハシタ距離	星ノ直径
シリウス	13	0.37	9	6
カノープス	6	0.00	?	140

リゲル	2	0.00	?	75
ケンタウルス座	2	0.75	4	1
シリウス	1 1/2	0.04	80	18
シリウス	1	0.03	100	20
シリウス	1	0.05	64	11
シリウス	1	0.00	?	55

第一行は星の名である。「シリウス」一名、犬狼星と云ふのは、諸君は多分其名を聞いた事があるだらう。此星は恒星の中で最も大きなものであるから、外の名前は兎に角、是丈は覚えて置く價值がある。第二行には星の光度が出て居る。是に依つて「シリウス」は標準一等星の十三倍の光を以て輝いて居る事が分る。其次の行には所謂視差の價を示してある。然し、諸君はそれよりも次の行に注意するであらうと思ふ。即ち「シリウス」迄の距離が九光年である。其意味は吾

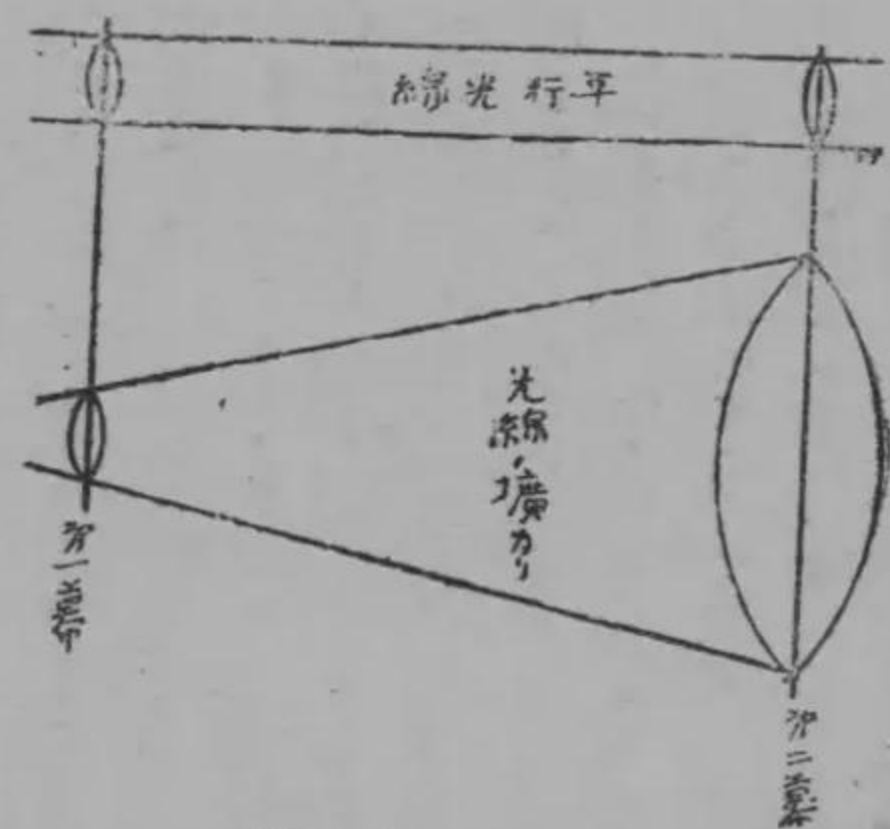
々の知る通り一秒間に十八萬六千哩を進行する光が、「シリウス」から出て、吾々に達するに九年を要すると云ふ事である。哩で表はしたならそれが何れ丈の距離になるか。前に言つた通り、一年はざつと三千万秒であるからして、四十兆哩以上になる。此處で兆と云ふのは百萬の百萬倍の意味である（英語で「ビリオン」と云へば一兆の意味であるが、佛蘭西語で「ビリオン」と云ふのは唯十億であつて一兆の千分の一である）

實に驚くべき遠い距離である。然し前の表の中にある「カノーブス」「リゲル」「スピカ」は何うであるかと云ふにギルは是等の星に就いて遂に其視差を求めることが出来なかつたので、是を零と記してある。これ等の星の視差が若し「ケンタウルス座」「ベーター」位のものか、若しくは其半分位であつたなら、勿論測り得たであらうが、是等の三つの星はそれよりも一層遠いのである。少くも「ケンタウルス座」「ベーター」の二倍、即ち二百光年哩で表はせば四百四十兆哩といふ

驚くべき距離になるのである。

終の行には星の直径を示してある。是は「ケンタウルス座」「アルファ」二を標準に取つたもので、且つ又星の表面の光度を一定と假定した結果である。此假定は正確でない。唯、大體の觀念を與へる爲めに假りにさうしたのである。是等の價に依つて見れば、同じ一等星でも餘程其大いさが違ふ。少くも人形の大きいさが違ふ様に違ふ。私は是迄、五十吋即ち四五尺の人形を見た事が無い。又半吋より小さいのも見た事が無い。此最大の人形を最少の人形に較べると百倍程である。星の大いさの違ふ程度は實に其以上であつて、現に「カノーブス」は「ケンタウルス座」「アルファ」二の少くも百倍でなければならぬ。

そこで、光が如何にして斯様な遠大な距離を進行して來るか、と云ふに、星の光が若し探照燈の様に一方にのみ進行するものならば、吾々は容易く此事を考へる事が出来る。即ち探照燈の光は殆んど平行に出て行くので、光度が衰へずに



第二百四十四圖

長い距離を進行するものである。今、
幻燈を用ゐて、探照燈の光の様な平行
な光線を出して見やう。此光線の断
面は斯様に「レンズ」の前でも、又先の方
の壁に當つた所でも餘りに違はない。
若し、此光線が全く平行であつたなら
ば、少しも光度を減ずる事無しに一億
哩でも、一兆哩でも進んで行くのであ
る。然るに星の光は、それと著しく趣
を異にして、距離が増すに連れて光線
が擴つて行く。恰度一方の幻燈から
出る光の様に(第二百四十四圖)次第に擴がると同時に光度が弱くなる。星の光は

斯ういふ具合に出て行くのである。諸君！此様に星の光は、非常に遠い距離を
進んで来て、極めて弱くなつて居る、而かも尙ほそれが吾々の目に見えたと云ふ
事は驚くべき事ではないか。前に言つた通り、空間には所々に暗黒星雲と云ふ
様な光を遮るものがある。而かもそれ等の妨碍を受けずに、百年若しくは百年
以上も光が進んで来るといふのは、寧ろ不思議と云はねばならない。言ひ換へ
れば其長い距離の間に光を遮るものが餘り無かつたといふ事になる。尤も其
間に非常に稀薄な霧の様なものが多少あつたかも知れない。現今の知識の程
度に依れば、吾々から最も遠い星と吾々の間には幾らか霧の様な物があるとい
ふ事を認めるが、それが決して多くはないといふのである。若し、空間に光を遮
るものが相應にあるならば、吾々は星の熱は素より其光さへも見ることが出来
ない譯である。序に此處に熱に關する事を述べて置くが、吾々が星の光を認め
る事は困難な事で無いが、其熱を認めるに云ふ事は餘程六つが敷い事であつて、

現今の物理學者が凡ゆる智恵を絞つて漸くに測る事が出来たものである。星から来る熱の量の微弱な事は假令、若い婦人の頬の暖かさを、數哩離れて測る事が出来る様な精密な器械があつても、まだ役に立たないのである。

諸君は、星の光が非常に長い、さうして非常に冷たい空間を通過して来る爲めに、其熱が途中で失はれてゐるを考へるかもしれない。空間の極めて冷たい事は事實である。若し、吾々が假想的でなく現實に空間旅行を行つたならば、骨迄も凍る寒さを感じるであらう。諸君は液體空氣の温度を知つて居る。空間の寒さはそれにも増して一層冷たいのである。斯かる寒さの空間を通つて来るのであるから、熱が冷めて仕舞ふと思ふのも無理は無いが、事實は少しも其影響を受けないものでない。それを證明する爲めに茲で一つの實驗をして見やう。此處に、^{フラスコ}壺の中に液體空氣がある。此中を幻燈で熱し、光を通して見るのに、光は其爲めに更に影響を受けない事は容易く分るが、同時に熱も亦、少しも影響を受

けない。云ふ事は此中を通過した光の熱が、一處になつて焦點を作る。焦點に紙の片を當て、居るに、其處が熱して終に火が付くので分る。空間も之と同様に熱に對して透明である。星の熱を量る事は、始めは屢々失敗に終つたが、終には出来る様になつた。

次に再び恒星の説明に戻る。ハレイは二世紀以前に、彗星が再び還つて来るといふ事を豫言した。さうして英國人は之を以て大いなる誇をしたものであるが、彼は寧ろそれ以上に重要なこと、即ち恒星が動くものであるといふ事を警告したのである。人智開發以來、人は恒星を動かぬものと信じて居た。それで之を恒星と呼び、其名が今に至る迄用ゐられて來たのである。然るにハレイは舊い觀測と當時の觀測とを比較して、どうしても或星は動いて居るを指摘した。彼が特に擇んだ星は「シリウス」「アルデバラン」「アークテウラス」「ベテルギウス」であつて、此中、初めの三つは「トレマイオス」(希臘の天文學者)の時代から月の

直徑丈一方に動いて居る。第四の「ベテルギウス」即ち「オリオン」座の「アルファ」星は、反對の方向に殆んど其二倍丈動いて居る云つた。ハレー自身の書いたものに依るに、「昔の人がそれ等の星の位置を誤つて記したことは思へない。何故なれば、三人の観測者が別々にそれを確めて居るからである。是等の恒星は天空に於て最も顯著なものであるから、恐らく地球に最も近いものであらう。それで、若し各自に特有の運動を持つてゐたならば、それが最も明かに認められるべき筈である」。ハレーの説には多少辯解的の傾向が見える、云ふのは、人は一般に何んな明かな證據であつても、新奇な考へを容易に承認しないものである。事を彼が知つてゐたからである。事實、恒星は少しも動くものでない云ふ事は、既に十數世紀以來、何人も疑はない事であつた丈に其信念を解くことが容易でなかつたのである。茲に又、彼が「是等の星は天空に於て最も顯著なものであるから、恐らく地球に最も近いものであらう」云つたのは、全く正しい事ではな

いが、殆んど正しいものである事は前に述べた通りである。即ち其違は部分的なものであつて、大體に於て彼の言ふ所は正しいものである。ハレーが発見した驚くべき事實は、要するに恒星が動く云ふ事である。多分ハレーは、英國人が此重要な事實を発見した事を、彗星の豫言以上に誇りこしたに相違ない。之に就てギルバーは、それが露西亞人であらうが、佛蘭西人であらうが、又土耳其人や獨逸人であらうが、吾人の眼中には何の差別もないと嘲笑して居るが、併し、吾々には何うしても國民的の誇り云ふものがある。さうして英國人が始めて恒星を動くものにしたといふ事は、確かに其一つである（私は又、牛津大學に關係して居るので、ハレーが同大學の人であつた事を誇りするものである）。

ハレーの發見から幾多の重要な結果が知られて來た。第一に恒星の運動が、其光度よりも遙かに良く其遠近を表はす云ふ事である。恒星が非常に遠ければ其運動が非常に遅く見える。ハレー以前の人が恒星の運動を知らなかつ

たのは、要するに恒星が非常に遠い爲であつた。事實、恒星は空間に於て相應に早く動いて居るものである。諸君はデニスンの壯麗な「鷲」の詩を知つて居るか。それは、

曲がれる手に巖を掴み、

大空高く絶島の上に、

動かざる鷲、瑠璃色の

海の世界に這ひ動く

鷲を遙かに瞰下して、

雷の如くに飛び下る。

此詩の中に「這ひ動く鷲」があるは、デニスンが距離の遠いことを云ふ事を連想せしむる句であつて、大きな海のうねりを鷲に譬へたのは、言ふ迄もなく、幾ら大きいものでも遠方から望めば至つて小さく見えることを云ふ意味である。又波の動く

のを這ふと形容したのは、如何に速い者でも遠くから見れば遅く見えることを云ふ事を表はしたのである。斯く、恒星の大きな火の玉が單なる光の一點と見え、又一秒間に百哩といふ様な、非常に速い運動が、蟲の匍ふよりも遅く見える、これが全く鷲の様な鋭いハレイの眼で、始めて発見せられた事なのである。

天文學者は星の運動を知る爲めに、百年にも又はそれ以上にも亘り、正確に星の位置を測つて、それと比較する。或星は非常に速いが、或星は多少早く動く、早く動く星は概ね割合に近いものである。茲にギルの測つた結果の表がある。

星の 名	一等星と對する光度	一年ノ運動	視 差	距離(光年)	星ノ直径
Z.C.五時二四三	1/1000	8.7	0.31	11	1/17
ラクイユ九三五二	1/250	7.0	0.28	12	1/8
印 度 人 座	1/33	4.7	0.27	12	1/3
エロリダマス座	1/25	4.1	0.17	19	2/3
エオミクロン(二)座					

宇宙の旅

座	星	1/21	3.1	0.15	22	1
座	蛇	1/6	2.2	0.13	25	2
座	鳥	1/21	2.0	0.14	24	1
座	ト	1/11	2.0	0.31	11	2
座	ラ	1/100	1.7	0.06	55	1

第一行の星の名は多く迷信的なものであるから、精しく穿鑿するに及ばない。又、此處に掲げた星は、何れも小さいもので、普通の人は知らないものである。第二行に記してある光度が其事を表はして居る。是等の星は最も早く動くものに依つて明かである。視差は何れも相應に大きい。従つて其距離は百光年以内である。終りの行に記してある直徑は、前の表に掲げた星に比較して、遙かに小さい事を示して居る。

校閲者曰く此原書の出版後、一九一六年米國ヤーケス天文臺のバーナード教授は蛇遣座に一年の固有運動十秒三なる十等の小星を發見して前記の「レコード」を破つた。此星の視差は〇秒五二五、距離は六光年四分の一で北半球で見られる最近の恒星である。

要するに、此表は、早く動くものは概ね近く、遅く動くものは大抵遠いものである事を示して居る。併し、餘りに此結論に拘泥するのは可ろしくない。何故なれば、單に外觀許りで判斷するのは兎角間違を惹起し易いからである。諸君は嘗て、汽車が遠方から自分の方に向つて疾走して來るのを注意して見た事があるか、これは停車場に汽車を待つ間によく目撃する事である。遠方から走つて來る汽車は、恰度玩具の汽車位にしか見えない。而かもそれが全く靜止して居る様に見える。諸君は其汽車が聴て停車場に進行して來るに云ふ事を承知して居るが正面に向つて進行して來る場合には實際其動くのが見えない。場合

によつて、反對の方に向つて動いて居るのを、此方に來ると思ふ事さへある。唯、段々に大きくなるのを見て、確かに自分の方に走つて來ると云ふ事が分る。さういふ譯で、星が殆んど靜止して居る様に見えても、それは距離が非常に遠い爲めに、さう見えるのだと早合點をしてはならない。何故なれば、星の運動の方向は種々様々であつて、或星は地球に、又は太陽系に向つて進んで來る、又或星は全く反對の方に向つて動いて行くからである。幸ひに、斯様な特別な運動、即ち吾々に向つて進んで來る運動、或は反對の方に向ふ運動の速さを測り得る巧妙な方法が発見されて居る。ハレーが視線に直角な星の運動を発見したやうに、同じく英國人である所のハッギンスが、恒星が視線に沿ふて何う動くか、分光器を用ゐて測る方法を考へたのである。次に其方法の原理を説明しやう。

もう一度、汽車の例を茲に採つて來る。汽車が進行中に汽笛を鳴らしたとする。假りに其音調を「ピアノ」の高いD(高音)と音さする。そこで、若し其汽車が

※

或る速さを以て吾々に向つて進んで來る場合には、それがDの響きに聞えないで、半音丈高いD「シャープ」と聞え、又、反對に遠ざかつて行く場合には、半音丈低いD「フラット」に聞えるであらう。又時には、汽車が停車場に停らずに汽笛を鳴らしながら素通りして行く事がある。其時、線路の側に居つて、注意して汽笛の音を聞いたならば、其音調の變化が容易に分る。即ち汽車が近寄り來る間は高い音調で響き、通り過ぎるや否や、直ぐ音調が變つて低く聞える。

自動車汽笛を鳴らして通り過ぎる場合も同じ事である。笛を鳴らさない場合でも、機械の唸りを良く注意して聴けば、其速ひが分る。尤も自動車が遅い場合には、其速ひが殆んど分らないが、早ければ早い程良く分る。之で以て自動車が制限以上の速さを出した場合に、蓄音器を利用して、容易く其速犯者を檢舉する事が出來やう。此方法は現に行はれてゐる拙い方法に比べて遙かに優つて居る。それは餘談であるが、何ういふ譯で、斯様な音調の變化が起るか云ふ理

由は既に諸君に於て理解して居るかも知れないが又其説明を求むる人もあらうと思ふから姑くそれを述べやうと思ふ。音響は一種の振動である、振動の数が多くなるに従つて音調が高くなる、吾々が高い音調を叫び出す時には、低い音調を唸り出す時よりも咽喉が多く振動する。それで汽車又は自動車は吾々に向つて動いて来る時は、それが靜止して居る場合よりも一秒間に多くの振動を送つて来る。反對に、遠ざかつて行く場合には、同じ一秒間に少ない振動を送つて来る。例へば汽車が五千五百呎離れた處に靜止して居て一秒間に一回振動する汽笛を鳴らしたとする。そこで音は一秒間に千百呎進行するから、吾々は各々の振動を五秒経つた後に聞くことになる。さうしてどの振動も皆同じ様に五秒づゝ遅れて来る。それで、一秒間の振動數即ち音調には少しも影響がない。ところが、若し其汽車が吾々に向つて進行して来るならば、第一の振動は五秒後に吾々の耳に達するが、第二の振動は五秒よりも早く吾々に達する。さう

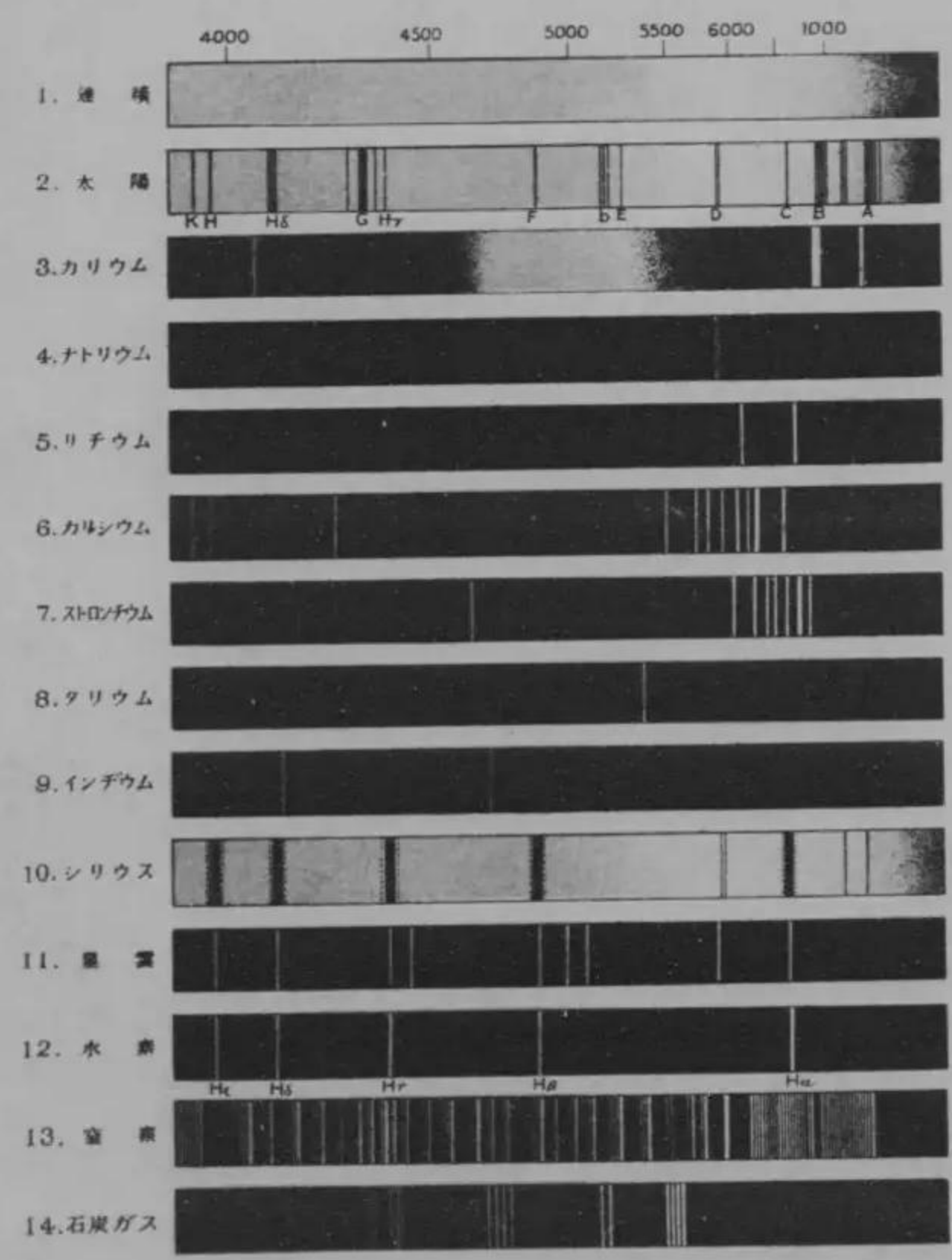
して、其汽車が直ぐ前に來た時には、振動が始まるや否や、直ちに吾々の耳に這入る事になるので、汽車が近寄る場合には振動が込み合つて来る。例へば麵麴を配達するのに、焼いて二日目の麵麴、即ち日曜日に焼いたものを火曜日に配達するとする。斯様に極つて二日目のパンを配達して居れば、毎日一回づゝ間斷なく配達される事となる。そこで、配達の時を段々に繰り上げて、土曜日の麵麴を其日の中に配達したものとすれば、一週間分の麵麴が五日間に配達された事になる。それから又更に配達の時を遅らせて、次の日曜日の麵麴を再び火曜日に配達する様にすれば、一週間分の麵麴が九日間に配達される事になる。之が丁度、汽笛の音調が吾々から遠ざかる場合に低く聞えるのと同じである。

併し、茲に吾々の考ふべき事は音では無くして光である。何故なれば、星は吾々に音を送らないで、唯光を送るのみであるからである。音と光に類似の點がある事は屢々述べた通りである。それで、音に音階がある様に光にも光階があ

る。光階と云へば異様に聞えるが、それは要するに色である。此處に寫し出したのは「プリズム」に依つて分けた色の種類である。之ミ音調との關係を示す爲めに其下に音符を對照してある。最低の音は赤に相當し、それから次第に高くなるに連れて、橙、黄、等となり、紫迄上る。其關係を記憶する爲めに、私は諸君が色の名前をそれ／＼違つた音調で歌ふ事をお勧めする。多分諸君は最後の色



を知らないであらう。之は紫外線と稱せられるもので、吾々の目には見えないが、寫眞には良く感ずる光線である。此處で、注意して置くが、音調ミ色との比較が全く符合すると云ふ譯では無い。唯、音調の高低と同じ様に、色が赤から紫に變つて行くと云ふに過ぎない。



ルークベスの夕種 圖五十二百第

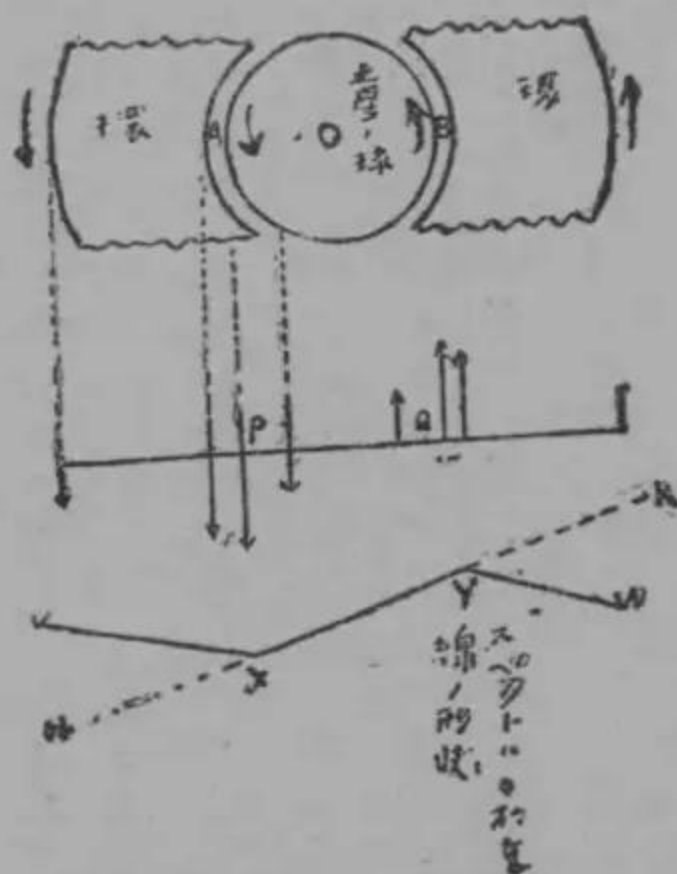
星が緑の光を吾々に送つたとして、若しそれが吾々に近づきつゝあるものとすれば、青の方に上るであらう。又星が同じ光を以て遠ざかり行くならば、黄の方に下るであらう。然らば何れだけ色が變はるか云へば、それは運動の速さに因つて違ふものである。唯私は茲にそれが極めて僅かであるといふ事を云つて置きたい。何う云ふ譯かと云へば、星の運動が如何に早くとも、光の速さに比べたならば、非常に遅いからである。然し其色の變化を認める事や、それを測ることは可能である。天文學者はそれに依つて如何なる星が吾々に接近しつゝあるか、如何なる星が遠ざかりつゝあるか、又何れだけの早さで動いて居るか、色の測定に依つて知ることが出来るのである。

光のみならず、音に就いても面白い一つの現象は、音又は光を發するものゝ早さが一定でなく、週期的に變はる時の状態である。或物が一點の周圍に廻はる時に、それが或時は近寄り、或時は遠ざかるならば、其物から出て来る音又は光が、

其物の運動に連れて變はる。茲に一つ「アルローラ」と呼ばれる面白い物がある。之は尖つた形の木片に糸を結び付けた丈のものであるから誰にも容易く作ることが出来る。今此糸の端を持つて早く振り廻せば、振動に因つて音が出る。そこで若し、私が之を諸君の方から同じ距離で廻せば、音は變はらないが、若し、横向きにして之を振り廻せば、或時は近くなり、或時は遠くなるので、絶えず變はる音が諸君の耳に這入るであらう。

之と同様に、一つの星が他の星の周囲を廻はる場合に、若し吾々からの距離が變らないならば、光も亦變らない。若し軌道が横向きになつて居つたならば、其處に色の動搖が見える。私は特別な意味で色と云ふ語を屢々用ゐたが、それは多少の説明を要する。星の光を分光器に依つて分けると、「スペクトル」即ち色の帶が見える。此「スペクトル」には種々な色の中に澤山の黒い線が現はれる。私が是迄、色が變はる、或は動搖すると云つたのは、其線の位置が赤の方に、或は紫

の方に、移動する事である。



第百二十六圖 土星の自轉

次に、土星及び其環の「スペクトル」の線の移動に就いて面白い實例を示さう。初め、土星の本體即ち球を考へて見やう。其中心Oを通して一つの薄片を切取つたを考へる。自轉に依つて此薄片のAの方が地球に近づき、Bの方が遠ざかるのであるから、分光器を通して此薄片から出る光を見たならば、黒線の一端が一方に移動し、他の一端が他の方に移動するので、垂平線PQの代りに傾いた線XYが現はれる。次に、環に就て考へるに、それが固體であつて、球に固着して居るものならば、XYの線が唯、兩方に延長し

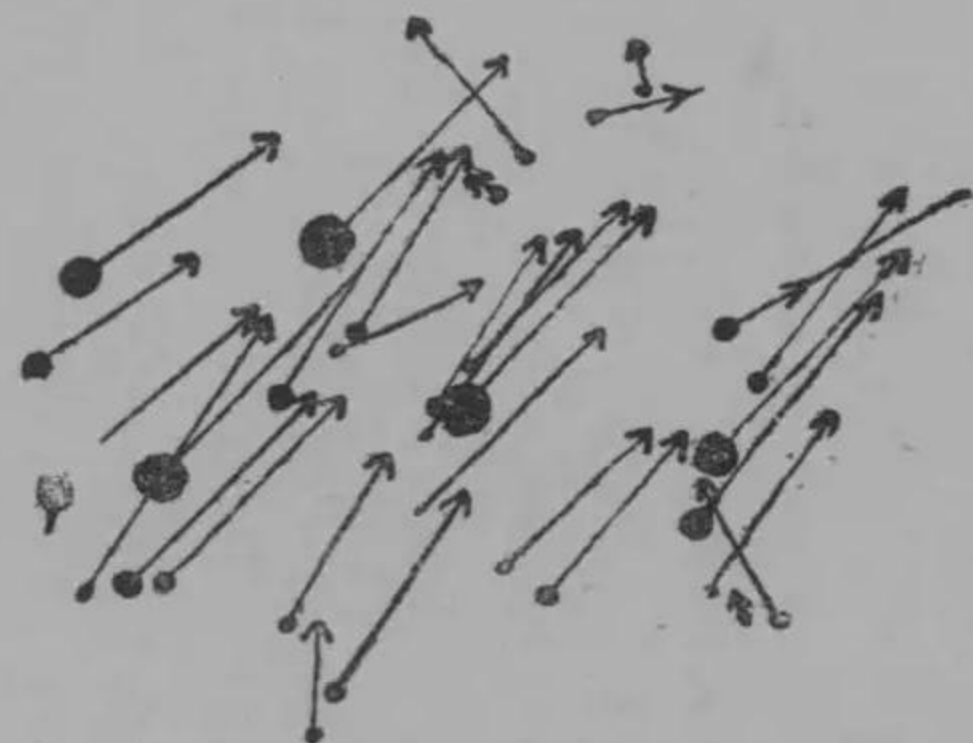
てHK線に爲る丈である。ところが環は前に言つた通り、固體ではなく、小さな衛星の集合である。それで、内側のものよりも外側の物が遅く動く(固體ならば反對)のである。従つて黒線の兩端が固體であつた場合よりも多く移動する事はない、反つて少なく移動して、恰もZと云ふ字を長くした様なVXYW線が現はれる。此事は前からさうなければならぬと信ぜられてゐたのであるが、實際に分光器を應用して見て、果して其通りである事が確かめられた。斯ういふ事から、分光器的観測の十分に信頼するに足る事が分つて來たのである。

此様に、星の運動を測るに全く違つた二つの方法がある。さうして、此方法に二種ある事が吾々の爲めに非常に都合の好い事で、一方から出た結果を、他の方の結果で確かめる事が出来る。次に、是等の二つの方法によつて測つた運動から出て來る所の結果の二三を述べやう。

先づ第一に、二連星(即ち非常に接近してゐる二つの星が、互に他の周囲を廻つ

て居る星)を訪問して見やう。二連星は場合に依つて、二つの星の一方が大幅に大きいもので、恰も地球が太陽の周囲を廻る様に、一方の小さい星が、大きな方の星の周りを廻るものもあれば、又場合に依つては、二つの星が殆んど同じ大いさで、何ちらが廻つて居るとも云はれないものもある。一般に、一方が他の周りを廻ると云ふよりも、兩方が其中間の一點、即ち重心の周りを廻る云ふ方が正しいのである。二連星は屢々異つた色で輝いて居る。即ち一方が青く、他が赤いと云ふ様な例が幾らもある。然し、私が今日此處で述べやうとするのは、斯かる色に關する事ではなくて、各々の運動を知らうとするのである。扱て、此二つの星は恰度一組の舞踏者が舞踏室で踊つて居る様に動いて居るのである。さうして、互に踊り廻つて居るばかりで無く、室の中を一方から他の方に動いて行く。唯、舞踏の場合には、室が限られて居るので、隅の方に行けば仕方なしに方向を變へる事になるが、星の場合には空間に限りが無いので、吾々が其運動を見付けて

か、まだ年代が浅いので、彼等が眞直に空間を動いて居るのか、或は又、多少曲つた軌道の上を動いて居るのか分らない。二連星の或ものが、吾々の注意を惹く様になつて以來、約一世紀の間に一廻り若しくはそれ以上廻つたものもあるが中には其廻り方が極めて遅いものもある。然らば其二つが組になつて居る事が何うして分るか尋ねられるかも知れない。そこで私は答へる、舞踏の場合に二人の舞踏者が少しも廻はらずに唯一處に室の中を動いて行く場合がある。それと同じ事で、二つの星が少しも廻つて居ないでも、一處に空間を動いて行く場合には、それを一組と認めるのである。斯様に、二連星の運動を舞踏に譬へるのは面白い考へであるが、唯、茲に其例の當て嵌らない事が一つある。それは舞踏の場合には一組云へば必ず二人と定つて居る。私は嘗て、三人が戯れに一組になつて踊つて居るのを見た事があるが、諸君は餘りさういふ例外を見て居まい。況して四人五人、或は二十人三十人が一團となつて踊つて居る様な事は

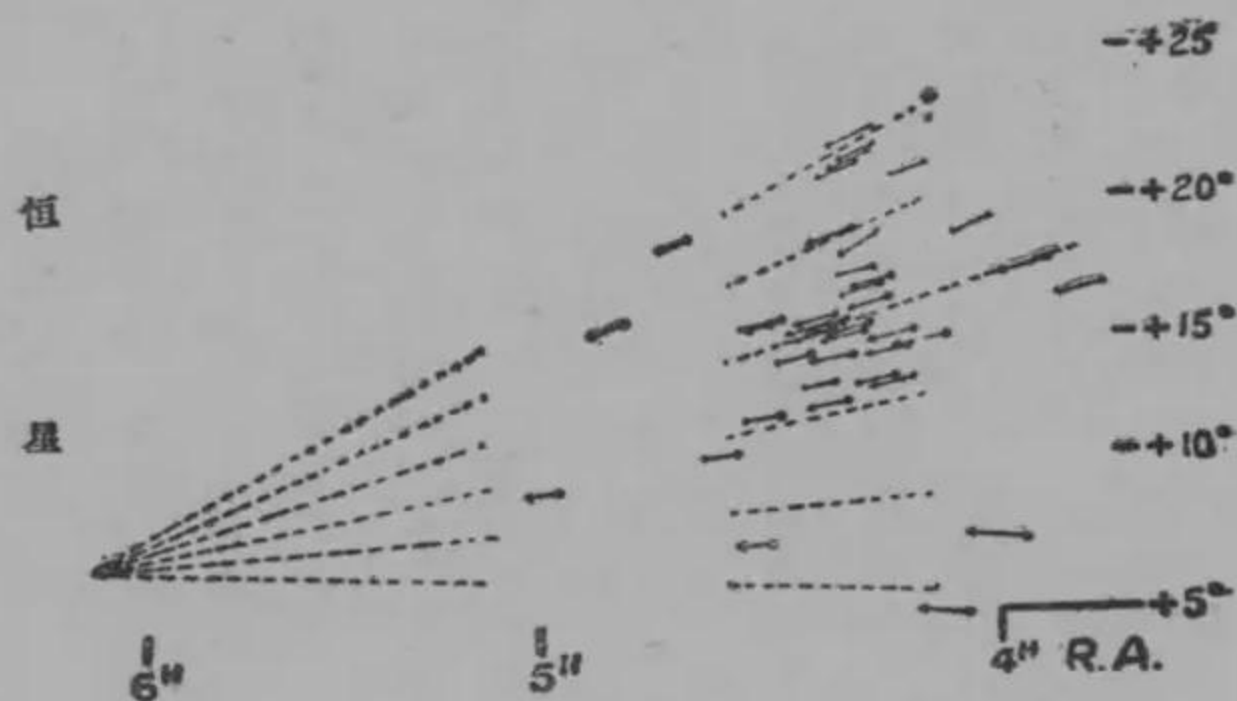


第百二十七圖 昴宿星の運動

實際には無い事である。然るに星の場合にはそれがある。吾々は之を共同の空間運動に依つて知るのである。此場合、互に廻つて居ると云ふ事は有り得べき事であるが、其運動を認めるさういふ事は甚だ困難である。何故なれば、それ等の星は互に引力の法則に依つて引き合つて居る、それ丈は間違の無い事であるが、扱て其結果、各々が何ういふ風に動くか、二つ丈ならば前に述べたケプレルの法則に據つて楕圓運動をなすが、二つ以上になると、何うしても數理的にそれを

解く事が出来なくなるからである。其問題は或は將來に於て解かれるかも知れない。然しながら私は今、餘り其事に言及する必要を認めない。何故なれば、茲で考ふべき主なる問題は二つ以上の星が一團となつて動く事の説明に在るからである。茲に、昴六連星と稱する一群の恒星がある。矢は其運動の長さ、と方向を示すものである。見る通り、其矢の方向と長さが、澤山の星に就いて殆んど同じである。けれども、矢先に依つて出来る星の分布と、本の分布とは餘程違つて居る。これは矢の長さが全く同じでないからである。従つて、何千年かの後の相互の位置は、現在の位置と著しく異なる譯である。是等の星が相互の引力に因つて、各々違つた運動をして居るのであるが、現在も將來も一團となつて動くと云ふ事には少くも間違がないのである。

昴が斯様に一團となつて動くと云ふのは、四五十年前にプロクターが発見した事であつて、最早珍しい事實ではないが、亞米利加の天文學者ボッス氏が発見し



流星氏スツボの中座牛牡 圖八十二百第

た牡牛座の群は、それよりは新しく又餘程珍しいものである。此場合、星の運動は蝸牛の這ふ様に極めて遅いので、それを測るに云ふのは容易な事でなかつた。其結果は第百二十八圖に示してあるが、矢の長さは約五萬年の運動に相當する。特に注意すべき事は、各の矢の方向は平行でないが、それを延長すれば殆んど一點に出會ふに云ふ事である。それで、一寸考へるに、何億年かの後には、是等の星が衝突するであらうと思はれるが、事實、さういふ事は無いのである。吾々が線路の上に立つて、其先の

方を見渡すに二本の「レール」が遠方に行つて一つになる様に思はれるが、實際二本の「レール」の間の間隔は、何處迄行つても同じである。此様に遠方に行つて一つになる様に見えるのは所謂透視の結果である。透視畫法に據れば、平行線は合點を稱する一點に交はるものである。そこで、ボッス氏が發見した星群も、斯様な譯で平行に空間を動いて居るものと認められる。此事は前に述べた第二の方法即ち分光器を用ゐて星の運動を知る方法によつて十分に確かめられる。此所謂合點は第百二十九圖に示す鳥の一群の様に、星が一團を成つ

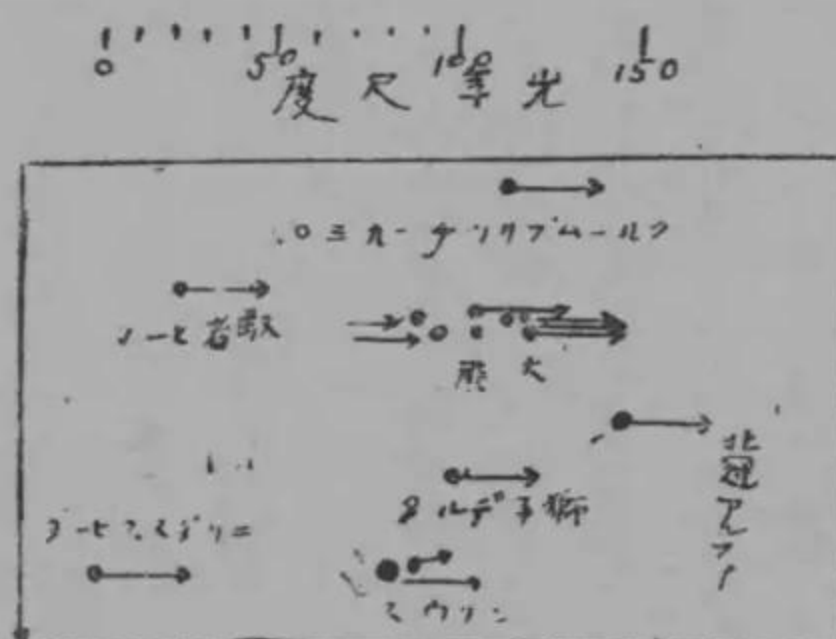


第百二十九圖

て空間を移動してゐる方向を表すものである。

星群の著名なるものが、もう一つある。

其群の一部分はプロクターが餘程以前に發見したもので、彼は北斗七星の第一星と第七星を除いた残りの五つが平行に同じ速さで動くに云ふ事を指示した。ところが、近頃になつて、其外の澤山の星が又同じ群に屬する事が分つた。其中の一つは彼の「シリウス」である。茲で、私は諸君が何ういふ方面に「シリウス」が見えるに云ふ事を知つて欲しい。北半球に於ては、何時でも「シリウス」は南の方に見える。決して東



第百三十圖 「シリウス」星群の平面圖

西の方や北の方に見える事はない。北斗七星は誰でも知つてゐる通り、北方に見える星である。それが南方の「シリウス」と同じ帯に属する云ふ事は、如何にも不思議な事の様であるが、事實さうであるから面白い。此群は恰度吾々の頭の上を飛んで行く鳥の一群の様なもので、其中の或ものは既に頭の上を通り過ぎ、他のものは未だ其處迄達してないのである。此星の群が空間に於て殆んど平行に、且つ同じ速さで動いて居るといふ事は、前に述べた二つの違つた方法で確かめられた事であつて、毫も疑を挟む餘地は無いのである。是等の星に就ては、今日は何もかも分つてゐるので、此系統を模型に表はすことも出来る。茲に其模型がある。是はベラミー嬢が「コルク」の厚い板に帽子の「ピン」をさして作つたものである。此群が殆んど平らに、「コルク」の板から太體同じ高さに並んで居るのを良く注意して見て貰ひたい。譬へたならば、是等の星は平らな大洋の上を走つて居る一つの艦隊の様なものである。此艦隊の配置されてゐる面積

は、素敵に大きいもので先頭から後尾迄の距離が殆んど百五十光年になる。



第百三十一圖 「シリウス」無人星群側面圖

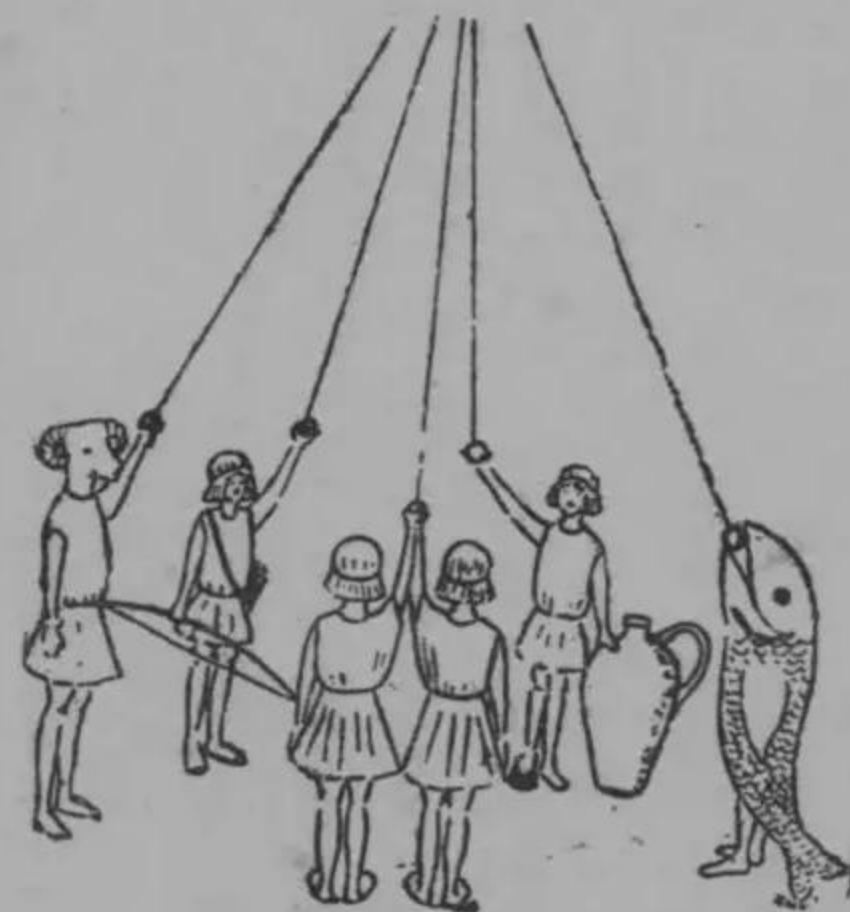
れで、先頭の旗艦に居る司令長官が信號を以て命令を發してから、百五十年経たなければ、それが全艦隊に傳はらない云ふ譯である。此艦隊を観艦式の時の様に、一通り觀て廻るに、何れ丈の年數が費かるか、それは諸君の想像に任せて置かう。

以上述べた通り、星の群が幾つも空間に動いて居る。さうして、群の中の星は、名々幾らか違つた運動をしてゐるが、それでも、一團となつて或る方向に動いて居ると云ふ事は事實である。然らばそれ等は何處から來て、何處へ行くのか、何處迄も同じ様に進んで行くか、或は渡り鳥が一度去つて復た歸つて來る様に、何時かは戻つて來るであらうか、是等の疑問

はさう容易く答へらるべきものでないが、私はそれに對して答辯が出来ると思ふ。即ち此講演の初めに述べた様な星團の中に、吾々が屬して居る云ふ考へが、其答辯を與へるものである。そこで、此の如き星團の中の星の間に働く引力が、各々の星に如何なる運動を爲さしめるか云ふ事を考へて見やう。私は既に星が三つ或は四つ群をなして居る場合に、其各々が引力に因つて何う動くかと云ふ事は、極めて六づか敷い問題で、第一流の數學家でさへも、未だそれを解き兼ねて居る。三つや四つの場合でも其通りであるのに、況して何億と云ふ星の數が互に引き合つて居る場合に、其各々の星が何う動くかと云ふ事を知らうと云ふ問題は或意味に於て簡單になつて來るのである。例へば、其集團の恰度真中にある星は、上下四方から同じ様に引かれて居るので、どちらにも動く云ふ事が出来ない。即ち其星に働く力は互に打消す事になつて、以前から靜止して居たとすれば、其狀態を續けて行くに相違ない。集團の縁にある星に對しては、話が全く別になる。即ち凡ての引力は一方に偏寄つて多少中心の方に向ふ、假令ば或星は中心の右の方から引く又他の星は左の方から引く、それで結局恰度中心の方から引かれたと同じ結果になる。斯様な引力に因つて星が何う動くか云へば、何時迄も縁に靜止して居る事は出来なくなる。或時間の後には、中心に向つて動き次第に中央に侵入する。さうして中心に近寄るに従つて反對の方から引く力が段々強くなる。それで、引力は減するが、それが矢張中心に向つて居るので、速度は段々に増して來る。中心に於ては引力は全くなくなるが、慣性に依つて反對の方に通り過ぎる。此運動は振子の運動と同じであつて、結局星が中心の左右又は前後或は上下に週期的に動く云ふ事になる。星の中には單獨に動くものもあらう、又二連星のやうに、一組となつて動くものも、又群をなして動くものもあらう、併し、それは何れにしても、集團の中心を通して振子の様

とすれば、其狀態を續けて行くに相違ない。集團の縁にある星に對しては、話が全く別になる。即ち凡ての引力は一方に偏寄つて多少中心の方に向ふ、假令ば或星は中心の右の方から引く又他の星は左の方から引く、それで結局恰度中心の方から引かれたと同じ結果になる。斯様な引力に因つて星が何う動くか云へば、何時迄も縁に靜止して居る事は出来なくなる。或時間の後には、中心に向つて動き次第に中央に侵入する。さうして中心に近寄るに従つて反對の方から引く力が段々強くなる。それで、引力は減するが、それが矢張中心に向つて居るので、速度は段々に増して來る。中心に於ては引力は全くなくなるが、慣性に依つて反對の方に通り過ぎる。此運動は振子の運動と同じであつて、結局星が中心の左右又は前後或は上下に週期的に動く云ふ事になる。星の中には單獨に動くものもあらう、又二連星のやうに、一組となつて動くものも、又群をなして動くものもあらう、併し、それは何れにしても、集團の中心を通して振子の様

に動くと云ふのが私の考へである。



第三百二十二圖

らず中心で衝き當るこいふ事になる。

若し、何の星も皆中心を通るものならば、其處に屢々衝突が起るこ云ふ懸念がある。それで、一つの實驗をして見やう。茲に澤山の球(球突の)を天井から同じ長さの糸で吊してある。聴講者の中から選んだ數人の少年男女が、球を一つ宛違つた方向に引いて持つて居る。そこで今、皆が丁度同時に手を放せば、それ等の球は残

れば外づれる。……さて、用意は宜しいか、私が三と言つた時に球を放すのである。球を少しでも横に振らしてはならない、唯、持つて居た指を開けば可らしい。

一二・三！

諸君が今見た通り、一つ二つ外れた球もあつたが、大抵は衝き當つた。併し、それ等の球が未だに動いてゐて、容易に今は衝き當る事が無い。恰も相互に氣を付けて、除けてゐる様にも見える。それは何う云ふ譯か、言へば、或球は多少中心を外れて動いて居る。又或る球は中心を通つても、他の球の通るのと同じで、ない爲めに衝き當らない。大體に於て何の球も中心に近い所を通るけれども、それが容易に衝き當らないのである。私は集團の中の星も、斯う云ふ具合に、中心の前後左右に動いて居て、而も容易に衝突する事は無いと思ふ。

併し、衝突が全く起らないとは限らない。否、な時々新星として見えるものは、多分星と星との衝突である。私は過去に於てそれが、もつと頻繁に且つ一層激

しく起つたと思ふ。然しながら、私は此事に就て餘り諸君を煩はす事を望まない。唯、星が交互に動いて居る事を諸君に知らせたいのである。英語で "to and fro" と云ふ言葉が最も良く此運動の性質を表はして居る。即ち、星は或時期に於て中心に向つて動き、又他の時期には反對に中心から外の方に向つて動くのである。それであるから、或定つた時に於て、中心に向つて動くものと、中心から外の方に動くものと二種に星を分けられる事になる。今、此中第一種の恒星だけを取つて、其運動をそれ／＼適當の長さの矢を以て表はしたならば、其矢は總て中心に向ふ事になる。其有様は恰度第二百二十八圖に示したボッス氏の星群と同様に一點に集合する。所で、此星群の場合に、星が實際一點に向つて動くのではなく、平行に空間の中を動いて居るのに、それが宛かも一點に集りつゝある様に見えるといつたのは、何ういふ譯であつたかと云へば、星の運動を測る第二の方法即ち視線速度の觀測に依る方法が、明らかに其事を示すからであつた。そ

こで若し、此第二の方法が全く無かつたならば、吾々は星が一點に向つて動くか、或は平行に動くか、それを判別する手段がなかつたのである。何故ならば、何れにしても透視に依つて見た結果は同じだからである。けれども、今此場合に星の運動を表はす矢が一點に向ふ事から、直ちに眞の空間の中の運動が平行であるを斷定するのは兎角陥り易い謬である。眞實其運動は平行でなく、或一點に向つて動くものと私は信するのである。卑近な例をとれば、ヘンリーと云ふ名前の子供は、普通略してハリーと呼ぶが、ハリーと呼ぶるゝ子供の本名が何れも皆ヘンリーであると思ふたならば、それは間違である。何故なれば中には本名が實際のハリーである子供もあるからである。星の運動に對しても、斯う云つた様な速斷が兎角起り易いのである。一點に向つて動く様に見える星は、實は平行に動くものであると云ふのはハリーと呼ばれる子供はヘンリーであるといふのと同じである。所がハリーと呼ばれる子供の本名が矢張りハリーであ

る場合が現にある如く、一點に集合する様に見える星の群は單に見える丈でなくして、眞に一點に向つて動く事もあるのである。澤山の恒星が一點に向つて動くと云ふ十分の理由が備はつて居る場合、即ち一つの系統に屬する星が引力に依つて中心の方に引かれるといふ確かな理由がある以上、それ等の星の運動が一點に集まる様に見えるのを、強て平行に動くと解釋するには及ばないのである。中心から外の方に動く場合に就ても亦同じ論法が當て嵌まる。一點から發散する如く見ゆる澤山の恒星の運動が現に斯様に動く理由が十分にある限り、強ひて其運動を平行であるを考へるには及ばないのである。

恒星の運動が、此の如く二つの種類に分たれるを云ふ顯著な事實を説くのに、私は唯、其趣意を簡單にしたい爲めに、今迄其事に關する重要な事柄を省いて居た。其一つは誰がそれを發見したかと云ふ事である。之は今から十年程前、一九〇四年に和蘭グロニンゲン市のカプタイン教授が始めて發見した事である。

それ以來、此事が學者間の問題となつて、其結果多くの人が其事實を認める事になつた。そこで、斯から明白な事實が何故に長い間見逃がされてゐたかと思ふと、それは全く不思議な様である。併し、慙うした實例は屢々學術界にある事である。即ち、一たび其方法を示されると、何人も容易くそれを眞似る事が出来るが、而かも第一着に其方法を示すと云ふ事は、天才ならでは出来ない。さういふ例がよくある事である。諸君は海岸に行つて鵜の卵を探した事があるか、其卵の色は岩の色と殆んど見分けのつかない程、似寄てゐるので、餘程鋭い目でなければ、探し出せないものである。然るに一度あれが卵だと指し示されると、何人にも直ぐわかる。それと恰度同じである。

もう一つ注意すべき事は、星の運動を表す矢が、正確に一點に集合しない事である。現に其中の多數は可成り遠く其一點から外づれてゐる。是が大發見をして大いに困難ならしめた理由で、此場合、唯數百の恒星の平均運動を取る事に

依つて始めて一般的な傾向が分かるのである。蓋し、一般的には中心に向つて、或は中心から動く傾向があるけれども、多數は中心の何れか一方に外づれた運動をしてゐるのである。其事は先刻、玉突の球で二三回振動した後に實驗した通りで、現に球なり、星なりが決して中心の近くを通らない場合がある。それは恰も私が振子の球を前後又は左右に動かす代りにぐる／＼と圓錐面の上に中心の周圍を廻すことが出来る様に動くのである。斯様な具合に動かすには、唯横の方に十分の運動を與へさへすれば可い。諸君が今見る通り、球は殆んど圓周の上に動いて決して中心の近くに寄り付かない。若し總ての星が此様に圓周の上を動いたならば、中心の附近は唯殆んど靜止してゐるもの丈が残つて全く空になり、中心を横切つて動くものが少しも無くなる事になる。此の如く中心又は其附近を通つて前後左右に動くものと、中心に近寄らずに、其周圍を廻るものと、色々混つて居ることは事實であつて、カプタイン教授が恒星の二種類の運

動を發見した云ふのは、實際に中心を通して動搖するものが、相應に多く存在する云ふ事を示すものである。尙ほ諸君の誤解を避くる爲めに茲に一つ注意して置かねばならない事は、カプタイン教授は私の解釋と違つて、二種類の恒星は各々平行に空間を動いて居ると認めてゐる。

扱て、澤山の恒星の中には、中心を横切る事無く、圓形の軌道を描いて、其周圍に動いてゐるものがある。之に就いて多少注意すべき事が一つある。是等の星は中心から遠大の距離に在つて其周圍を動いて居るので、中心の周圍に一つの輪を形成する事になる。此事から彼の銀河―月の明りが餘りに強くない場合に、天空を横切つて見える麗はしい光の道―を説き明かすことが出来る。銀河は南北兩半球に亘つて見れば分る通り、吾々を取り巻いて居る一つの輪である。強度の望遠鏡、若しくは寫眞に依つて、それを見れば無數の星が點々其上に輝いて居る。思ふに此銀河は中心から常に遠く離れてゐる星の輪である。然しな

が、是は未だ確められた事ではない。何故なれば吾々は未だ其等の星の運動に就いて十分の知識を有つて居ないからである。星の運動を測るには、或時期に於て精密に其位置を記し、それから更に或年数を経て其間に如何程動いたか其分量を求めなければならぬ。星が非常に遠ければ其位置の變化も亦極めて遅い。従て其運動を測る爲めには、それに應ずる丈の長い年数を要する。吾々に近い星ならば二三年でも容易く其運動が分る。中には僅かに一週間の中にも或は殆んど一日の中にも、其運動を認める事が出来る程早く動く一二の星がある。併し、さういふのは全く例外であつて十年費つて漸つと其運動の知られる位が寧ろ近い方の例外と云つても可いのである。

私は先頃まで、此様な變化を発見する爲めに、可成り長い時間を費した。其方は、少くも十年の間隔を措いて撮つた寫眞の同じ部分を比較するのであるが、一枚の乾板に寫つて居る數百の星の中から、十年の間に明かに動いたと認めら

れるものは僅かに一つか二つに過ぎない、尙ほ其様な星は銀河の内に在つても又それから隔たつて居つても、一枚の乾板に寫つてゐる星の數は殆んど同じである。所で、銀河の中ならば一枚の乾板に合計約一千の星が寫る。然るに、それから遠ざかつてゐる部分では僅か一百位しか寫らない。それでも尙ほ、其中に明かに動いたと認められるものは、兩方の場合を通じて一枚の乾板に約二つの割合である。此事は一面に於て、残りの九百九十八の星は、十年の間に其運動を乾板の上に表はすべく、餘りに遅いといふ事を語つてゐる、其等の星の運動を認めるには、實に五十年又は百年を要するであらう。若し誰かが五十年又は百年前に其寫眞を撮つて置いたならば、吾々は今日、是等の星の運動を知ることが出来たであらう。然るに、不幸にして其頃の天文學者は微かな星を寫眞に撮る事を知らなかつた。さうして、それが出来るやうになつてから未だ漸く二十年又は三十年にしかならないのである。

以上述べた星の系統的な運動に就いて、吾々は、茲に地球の位置を明かにすべき時期に達したのである。吾々の地球と他の惑星并に其衛星は、常に太陽と共に運ばれて行くものでなければならぬ。星の距離に比べたならば、吾々から太陽迄の距離は實に短いのである。前回の講演で述べた通り、地球から出て、光の翼に乗つて太陽迄飛ぶには、僅かに八分で足りる。然るに、最も近い恒星に達するのには、さへ數年を要する。別の言葉で表はせば、太陽の周圍に在る地球の軌道を此指輪の大いさですれば、最も近い星ですら、同じ尺度で數哩隔つた處にある事になる。それであるから、惑星も、衛星も、太陽と共に空間を旅してゐる所の極めて小さい團體と認められる。又は、さう考へるよりも、太陽が「ポケット」の中に、我地球を始め惑星や衛星を入れて廣い空間を旅して居ると云つた方が或は好いかも知れない。そこで、太陽が空間を何ういふ具合に移動するか、宇宙の中心を通して前後又は左右に動くか、若しくは中心から或距離に留まつて圓周運動

をしてゐるか、と云ふ問が起つて来る。それに對して、吾々が現に用ゐ得べき最も良い例證によつて、太陽は前後に動く、さうして僅か一百萬年程前に中心の附近にあつた云ふ事を知り得るのである。諸君は、一百萬年と云へば随分古い昔の事であるから、其時から見ると餘程遠く中心を離れてゐると考へるであらうが、一百萬年と云つても、一往復の年數約二億年に比較して見れば、極めて些細なものである。それで、私は此講演の初めに示した小さな表を、再び茲に引用して其足りない所を補ふ事にする。

即ち

三千萬の光の振動は無線電波の一振動となり、

三千萬の無線電波の振動は一秒になり、

三千萬秒は一年になり、

三千萬年は一移住期となる。

此處で、私は一移住期、即ち太陽の一往復の年數を二億年としないで三千萬年とした。其譯は第一には表を簡單にする爲めである。第二には二億年云ふ年數は想像に過ぎないものであるからである。併し、私は二億年といふ年數が最も近い値であると推量する。尤も、此推量には恐らく大きい違ひもあらうから、茲には唯、表を簡單にする爲めに三千萬年として置く次第である。

斯の如く、吾々人類は蕞爾した地球の上にあつて、太陽と共に此最も大なる空間旅行をして居るのである。さうして、此旅行は望遠鏡に依る假想的な旅行ではなく、實際に空間を横切て移動しつゝある旅行である。斯様に云つたならば、恐らく、諸君は随分氣の長い旅行であると思ふであらう。何故なれば唯一回の往復にさへ數千萬年を要するからである。吾々の中の一番若い者ですら、一往復の終は無論の事、著しい周圍の光景の變化なきは逆も見られる望が無い。吾々が動いて居ると云ふ事を認めるにさへ一生涯を要する程である。諸君は

嘗てマーク・トエンが氷河に乗つて山を下りたと云ふ話を讀んだ事があるか。マーク・トエンは氷河は實際氷の動く河であると聞いたので、眞面目にそれを利用して山岳旅行を企てた。所が、其流れる速さは一年に僅か一二間である事を知つて非常に失望した。諸君も亦、宇宙旅行をするのに、之と同じ様な企望を有つてはいけない。吾々は現に其旅行をして居る、然し、吾々の短かい一生涯の間に起る周圍の光景の變化に至つては、マーク・トエンの氷河のそれに比べても、尙一層遅いのである。

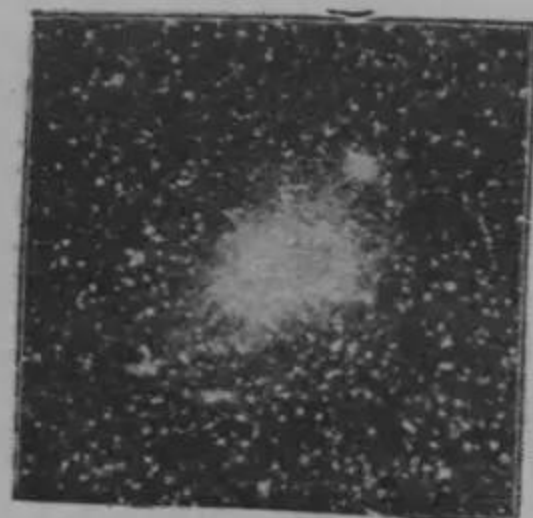
私は、太陽が一方から他の方に行つて、復た歸つて來る期間を表はす爲めに、一移住期云ふ言葉を用ゐた。此移住期が吾々の集團(銀河系の宇宙)に於ける何の星に對しても殆んど同一であると思はれる。それは恰度同じ長さの緯で吊り下げた球の振動時間が、殆んど同じであるのと同様な事である。

併し、私は其期間が精確に相等しいものとは認めない。唯、それが太陽系に於

ける各惑星の週期に相違がある程には違はないと思ふ。惑星の場合例へば最も内側にある水星は太陽の周囲を僅か八十八日で一週する。然るに最も外側にある海王星は其爲めに百六十年を要する。然らば何故に一往復の期間、即ち一移住期が總ての恒星に就いて殆んど相等しいか。其理由は多少長いので、茲にそれを説明する事は出来ないが、要するに大體振子の振動と同じで一振動の週期は其大いさ、即ち振幅には関係がないのである(第一講末尾参照)

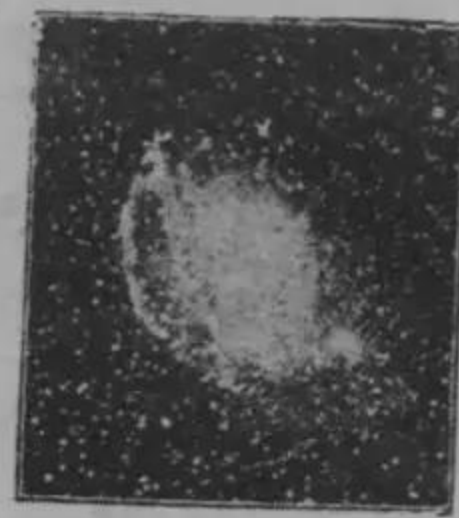
そこで又、反對の方向に移動する二つの星が衝突する事はないかと云ふ質問があらうが、若し斯様な衝突があつたとすれば、其處に非常な變動が起るべき筈である。それで、折々突然に現はれる新星が、或は其衝突の結果ではないかと思はれる。之に就いて説明に困難を感じるのは、二つの星の間の遠大なる距離に比較して、星の大いさが極めて小さい爲めに、衝突の起り得る機會が非常に稀な事である。それよりも遙かに多くあり得べき事は星と暗黒星雲との衝突であ

る(前に述べた通り天空の處々に散在する空虚な部分は暗黒な星雲の存在する爲めでなければならぬ)。茲に、誰でもよく知つて居る競技を籍りて其事を説明しやう。「ゴルフ」の球が空中で衝き當るに云ふのは非常に珍らしい事である。けれども、斯様な衝突は全く起らないとも限らぬ。唯、此衝突を見るには、二つの球が數十萬回、互に接近する場合が無ければならない。併し、「ゴルフ」の球が叢の中に落ち込むのは能くある事である。暗黒星雲は恰度「ゴルフ」競技場の叢や砂の穴の様なもので、能くそれが意地悪く引込む様に思はれるものである。十數年前迄は斯様な考へは單に空想に過ぎないと思はれて居た。然るに、一九〇一年に素晴らしい新星が現はれて、今言つた様な考への實證が擧つたのである。新世紀の新星であつた此「ペルセウス」座の新星は、他の新星と同様に突然に現はれて次第に其光を失つた。所が、此新星が消滅する前に其周圍に星雲が現はれた。さうして其星雲を寫眞に撮つて見たところ、が不思議にも變つてゆくのが



日三十月一十年一〇九一

星るたれは現に圍周の星新座「スウセルベ」 圖三十三百第
大增の質物狀雲



日十二月九年一〇九一

認められた。第百三十三圖はそれである。當時、人は此新星は爆發したもので、周囲の星雲はそれから飛散した破片であると考へた。然るに、其後、其破片の飛散する速度が餘りに大きい事が分つて來て、結局それは破片ではなく、光が周囲の星雲から反射して來る爲めである云ふ説が信ぜられる様になつた。分光器に依つて其光を檢査して見た結果は、それが新星が最も輝いた時の光と同じであることが分つたので、愈其説が認められる事になつた。

私は、諸君の辛棒強い事を十分に試験した。

吾々の宇宙旅行には、是迄屢々行はれたものに比較して、餘程六づか敷い事が多

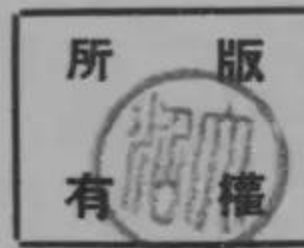
かつた。心安い友人を訪問するよりも、遠い知合を訪問する方が、ずつと氣骨が折れる様に、吾々の星の世界の訪問は、少々面倒な性質のものであつた。それにも拘らず、諸君は能く辛棒して、長い此旅行を共にせられた。私はそれに對して、滿腔の謝意を表し、併せて茲に諸君と共に楽しい新年を迎へる。

宇宙の旅 終

大正十一年十二月十五日印刷
大正十一年一月五日發行

宇宙の旅

定價金二圓八十錢



譯者

大沼十太郎

發行者

飯野四郎

印刷者

川城時造

東京市麻布區筈町七十九番地
東京市日本橋區住吉町十三番地
東京市芝區愛宕町三丁目五番地

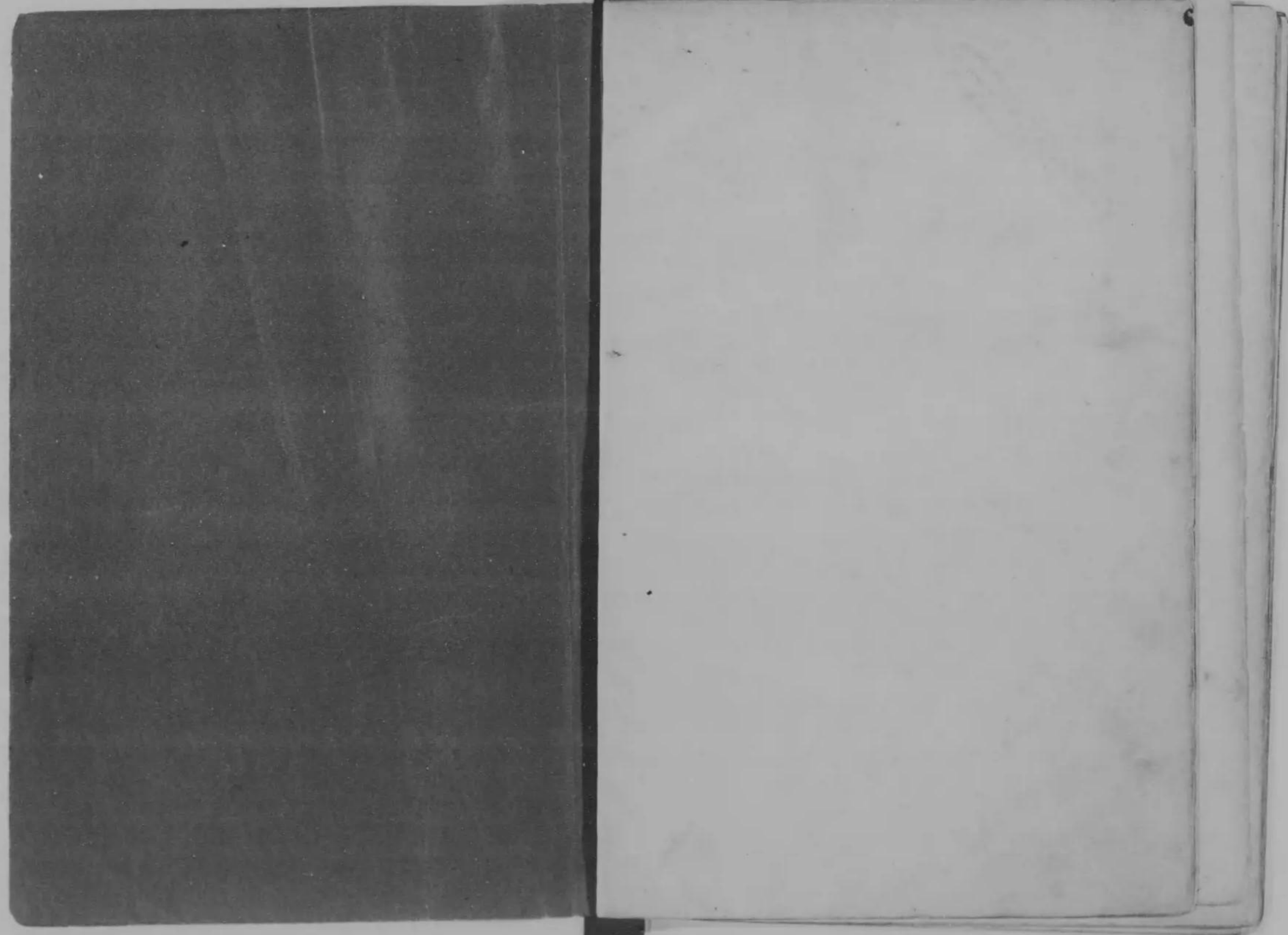
愛生會印刷

發行所

東京市日本橋區
住吉町十三番地

ライト社

電話濱町一六四一
番振替口座東京五八八三九番



885
172

終

