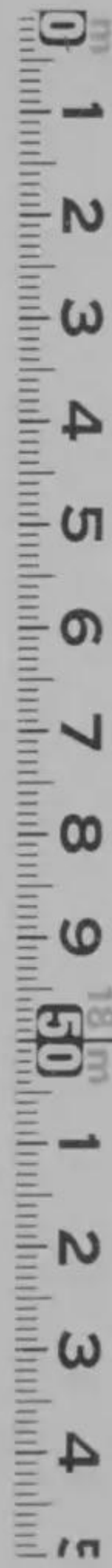




385

172



始



385-172

宇宙の旅

大沼十太郎 譯

大正
11. 12
刊 交 社

牛津大學教授
理學博士、法學博士
東京帝國大學教授
理學博士
エツチ、エツチ、ターナー原著
平山清次校閱

UNIVERSITY OBSERVATORY
OXFORD

1921 April 22

O-m N^o Hirayama

It is a great complement
to me to have my book translated
into Japanese. I enjoyed my
visit to Japan in 1896 immensely
& wish I could come again.
I fear the children I saw then
will have grown up so much
that they may not care for this
book:— still I had "children" of
all ages at the lectures, including
one of 92, who seemed thoroughly
appreciative. So perhaps the book
may still appeal to them—and
of course there are always new
children. My kindest regards to
them all!

Yours sincerely

H H Turner

拜啓、余の著述が日本語に翻譯せられ候事は余に取りて大なる光榮と致す所に有之候。余は一八九六年（明治二十九年）日本を訪問して多大の好感を享け爾來機會あらは再び訪問せん事を望むものに候。唯、其當時余の面接したる幼年は今生長して最早此書に記したるが如き事には何等の趣味をも感ぜざるに到りしかる存候。然るに余の講演には始んど各時代の「幼年」を網羅し、中には九十二歳の老「幼年」さへも加はりて十分の興味を感じ候ものも有之候。右の次第なれば恐らく此書は尙ほ當時の幼年にも多少の感興を與へ得可しと存候。勿論、其後に生れたる、新時代の幼年も可有之、何卒、其等の諸君に對し貴下より宜敷御傳へ被下度候。 勿々敬具

一九二一年四月二十二日

平山様

エッチ、エッチ、ターナー

校閱者曰く、ターナー教授は明治二十九年日食皆既觀測の爲め日本に來り、釧路國厚岸に觀測所を設けて其準備を爲せしも、曇天の爲め空しく歸國せり。余も亦、當時、一學生として同地に出張しターナー教授に面接の機會を得たり。

序

一般の學者、特に天文學者を非常識な學究のみ思ふのは誤である。牛津大學のターナー教授は學者であると同時に奇抜な常識家である。世界中到らざる所なき旅行家としても、又況く文學、政治其他に通じて居る點から見ても尋常一様の天文學者でない事は明かである。殊に想像力の強い事に於て、逆も平凡な吾々の及ぶ所ではない。

是迄出版された彼の著書は「近世天文學」(Modern Astronomy)「天文學發見史」(Astronomical Discoveries)及び「宇宙の旅」(Voyage in Space)の三種であるが、何れも皆面白い書き方で、千變萬化極りなしといふ風に、専門の讀者にさへ次の頁に何んな事が出て來るか、殆んど想像の着かない様な書き振りである。ターナー教授の、所謂「學者らしい學者」でない事は何人も彼の著書によつて認める所である。此「宇宙の旅」の中に出て來るものでも「感謝すべきいたづら小僧」や、「寢惚け學者」や、「トートム柱」や、「クリスマス樹の吊し人形」や、舞踏や、「クリケット」の如き、慙んなものが天文の講義の材料にならうとは何人も思ひ浮ばぬ所である。

此書の翻譯者大沼君は余の親戚の一人として豫て懇意にして居る所から、此面白き讀物の翻譯を勧めて見た。同君は欣んで之を引受け、同時にターナー教授に書面を發して其承諾を求めた所が心よく應じて呉れた。其結果余の校閲を経て出來上つたのが本書である。

翻譯は決して直譯の意味ではない。原書は殆んど講義の速記録其儘のもので、所々説明の長過ぎる所があり、又多少不十分と認められる所もある。又時代の進歩と共に多少修正を要する個所もあるので、幾分内容を増減した所もあるが、何處までも原著者の主意を尊重し、之を保存したのは勿論である。

終りに一言する、大國民たるには宇宙の大を知らねばならぬ。さうして其思想を大なる自然と結付けなければならぬ。其爲に本書の如き簡易なる、而も面白き讀物が必要であると、余は信ずる。

大正十年十月

於東京天文臺

校閱者 平山清次誌

目次

第一講	地球を出發點として……………	一
第二講	行程幾億里——空氣の層を抜け出で、……………	五
第三講	望遠鏡によつて……………	二五
第四講	月と惑星の見物……………	一七
第五講	太陽……………	一七
第六講	恒星……………	三五

第一講

地球を出発点として

宇宙旅行の考は決して今新らしく起つたものではない。既に二千年の昔希臘の作者ルーシアンは適々空中を飛行する人間を想像して、其者をイカロメニボスと呼んだ。之は空中旅行を初めて行つたのがイカロスである云ふ傳説に據つたもので希臘の古い物語の中にイカロスの父ダエダロスがイカロスの身體に美しい翼を着けて遣つた所が此翼は唯臘で附けたものであつたので、イカロスが太陽の近くに飛んで行つた時臘が熔けて遂に墜ちたと説いてある。

之に較べるとルーシアンの想像したイカロメニボスは餘程知慧が進んで居つた。それは鷲と鷗とを捕へて、先づ鷲の左の翼を切り取り、之を並べて強い帶革を以てそれを背中に縛りつけ、さうして其翼の端には輪の様なものを附して、之を手に握る様にしたのである。イカロメニボスは此方法で、最初は緩つくり飛

地球を出発点として

ぶことを練習し追々大膽に飛び廻る様になつて、終には月世界に行ける迄に遠者になつた。彼は月の上から地球を瞰下ろした。所が地球で見た月よりも、月で見た地球の方が餘程小さかつたのには聊か驚いたと言ふ。ルーシアンの此物語の中に驚の翼を取つて來て、其最も鋭敏な眼の力を暗示せしめたのは、鳥渡念の入つた趣向である。太陽を直視し得る程の強い視力を有つものは、獨り驚だけだと言はれてゐる。イカロメニボスは此鋭い視力を繕りて、遠い地球の上に取りつゝある事を、手に取る様に見られた譯なのである。

勿論、今日では望遠鏡があるから驚を頼む必要はないが、望遠鏡の發明されたのは、ルーシアンの時代から千年以上も後の事である。それで、此時代にルーシアンが最も強い視力を有つて居る云はれた驚を引合に出してイカロメニボスに一種の魔力を與へ、遠い／＼處にある物事を明かに見せたといふのは、如何にも面白い思付である。唯、悲しい事には驚の眼には望遠鏡のやうな擴大力が

ない、それで、遠い處にある物は極めて小さく見える。イカロメニボスは地球上の都市は、宛かも蟻の塔に過ぎないと言つた。勿論、現在でも地球を宇宙に較べると、其小さいことは逆もお話にならない。宇宙の一小部分である太陽系に較べてさへ、地球の如き殆んど取るに足らない程小さなものである。之は宇宙と言ふ宏大無邊なものを考へる時に、何うしても起る考なのである。ルーシアンが宇宙旅行を想像した當時、既に其談の中に此考を入れたと云ふことは、確に注意すべき事である。

ルーシアンの時代より後にも、地球を飛び離れて一二の惑星に旅行すること、を想像的に企てた人が少くなかつた。私は少年の折、ジョルジュ・ヴェルンの著した本を讀んだ事がある。是には三人の人を入れた彈丸を大砲に填めて、月の世界に向けて打出したといふ想像談が書いてある。……凄まじい音と共に、彈丸は大砲を飛び出した。烈しい衝動を受けて彈丸の中の人々は、何うして生きて得ら

れたか云ふと、此様な事は全く神秘的であつて、逆も尋常の人の考へ得られな
い事である。ジュール・ヴェルの様な『偉い』作者でなければ其理屈が分らぬ。

兎に角、彼等は不思議に存命して、此空想的な冒険旅行の途に就いた。彈丸は
非常な速さを以て月世界に向つた。進行中、彈丸の中の人々は、其行先に就いて
更に精しい計算を試みた、其結果驚いたのは出發の方向を誤つた事である。だ
が、己に晚い。言ふ迄もなく、慙んな事は出發する前に繰返し、確めて置かな
ればならない事である。……然し、若し其彈丸が間違なく月に達したとしたら
話は至つて平凡に了つたであらう……出發の方向を誤つた爲めに、彼等は何う
しても月の世界に達する事が出来なかつた。唯、其周圍を廻つた丈である。最
後に彼等は巧妙なる方法を工夫して、再び地球に歸へる事が出来たと云ふ、それ
が談の筋道である。私は尙ほ諸君が自身に此面白い冒険談を読まれる事を希
望する。

近代に至つてエツチ、ジー、ウェルスは『月世界への第一人』といふ本を著した。

ウェルスはジュール・ヴェルの様に、冒険者を大砲から打出すのではない。『カゾライ
ト』といつて重力を殺く作用を有つ不思議な物を發明して、それで箱を包み發射
も、爆發もなく、ずる／＼と空中に向つて昇り得るやうな方法を用ゐたのである。
總て、中の人々は難なく月世界に着いた。するさ其處には一向に人らしい物は
見當らないで、唯、蟲の様な動物が住んで居た。その動物は吾々人間に比べて遙
かに小さい、如何にも弱々しく見える。さうして、不思議な事に彼等の家畜は化
物の様な恐ろしい大きな物であつた。這うした珍奇な話やら、種々の冒険談が
載せてある。而かもウェルスは現代に於て吾々が實際に望遠鏡を通じて得た知
識と、彼の想像の談とを、成るべく調和させ様としたのである。勿論、『カゾライ
ト』といふ不思議な物は今以て全く世に知られてはゐない。

ヴェルンやウェルスの著作は少年の讀物として面白い許りでなく、天文學者の讀

物としても亦興味あるものである。それは是等の想像談が何れだけ本當で、何れ丈誤つて居るかを仔細に吟味して見るのが、天文學上最も有益な仕事だからである。私が此外に讀んで興味を感じたのはジョルヂ・グリフィスの『空中新婚旅行』である。此本は確か六片位で購へる。其書き方は如何にも學問離れがしてまるで小説を讀んでゐる様な、盡きぬ興味の中に知らず／＼天文學の知識を得るゝ云ふ仕組に依つたものである。私も此講演に於て爲し得れば然うしたいのであるが、遺憾ながら私の談はグリフィスやウエルの談の様な連續的なものではない。今日先づ私が茲に述べたいと思ふのは、宇宙旅行の極めて困難であるゝ云ふ事である。何故に、さう云ふ困難が起るか、それに就いて十分に諸君の了解を得たいのである。

何故に地球を離れる事が、左様に困難であるかゝ云ふと、吾々が跳び上ると、重力によつて再び地上に落下する爲めである。併し、吾々は茲で唯、重力を云ふ名

稱を知つた丈で満足してはならぬ。重力とは何か、さうして、夫を吾々に教へて呉れた人々は誰か、それ等の事も知らなければならぬ。何故なれば、重力の發見は學問上實に偉大な事績だからである。今から二千年前、希臘の大學者アリストテレスは之に就いて極めて妙な考を有つて居た。それは「軽い物と重い物と同じ形の二箇の物體を、同時に落せば、重い方が其重さに比例して早く落ちる」といふのである。

此説に據ると、十斤と一斤との二箇の物體を、同じ高さから同時に落せば、十斤の方が十倍丈早く落ちる。手短かに云へば、物體の軽い重いに因つて、其落下する速さに相違があると云ふのである。悠んな事は今では恐らく何人も信じない事であるが、唯、アリストテレスがさう言ふた許りに、二千年の間多くの人が、因襲的に之を信じて來たのである。

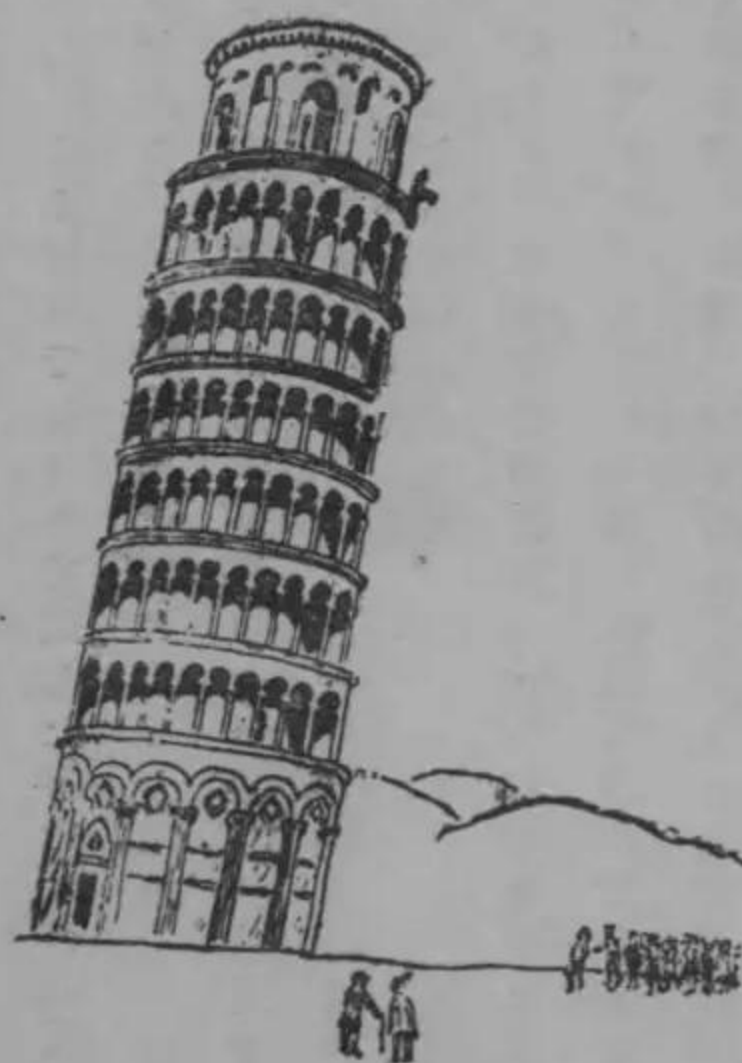
諸君！何事でも人が教ふる通りに信ずるのと、又自ら試みて始めて夫を信ず

るのと、何れが可いか、之は中々六ヶ敷い問題である。鳥渡考へた處では、人の言ふところに其儘従つた方が可いやうにも見える。例へば、人が火は物を焼く事を教へる。諸君は其事實を確むる爲めに、故らに手を焔の中に入れる必要はない。又、人が毒だき教へて呉れるものを、慫々食つて見るには當らない。此様に吾々は多くの人の長い間の経験に依つて、種々な禍を免れ、又利益を享けることが出来る。然り、人が何事でも實際に経験した事を、正しく吾々に教へて呉れるものならば、吾々は全然それに信頼すべきである。然れど、吾々は不幸にして人の言ふ事が、何もかも、其實験を眞實に語るものであると考へる事が出来ない。否、確かにそれに反した場合が幾らもある。若し、アリストテレスが眞に自から物體落下の實驗を行つたならば、二個の物體が其重さに比例して速さを異にする、と云ふ様な、間違つた事を吾々に教ふる筈がない。それにも拘らず、アリストテレスの言つた事が長い間、信ぜられて居た。云ふのは、第一彼は深く信じて其

事を記して居る。さうして、彼は他の方面で大なる尊敬を受けて居た。それから又人は幼い時代に良く人の教を聴くものだ、と教へられて居たからである。併し、中には何事でも自分で試した事でなければ、何うしても承知の出来ない少年がある。此様な少年は、兎角世間から厄介者扱ひにされ、我儘者と見られる。それで、假令其爲めに手を焼いたり、毒を飲む様な事はなくとも、折には鞭の痛さを感じる資格がある。けれども、世界は此の所謂厄介な少年に對して感謝しなければならぬ譯がある。

ガリレイは確かに此種類の厄介者であつた。さうして、其爲めに罰を蒙つた一人である。見られる通り、此室に掲げてある繪は、ガリレイが牢獄の苦を嘗めて居る所の繪であつて、元はコローンの美術陳列場にある密畫の寫である。ガリレイの苦難は先づ、アリストテレスが、十斤の物體と一斤の物體とを同時に落とす時に、十斤のは一斤の物體に比べて、十倍の速度を以て落下する、と記してある

のを見て疑ひを起した事から始まる。さうして、彼は實驗的に重力に就いて一



第一圖ガリレイの「サビ」塔の二個の物を落す

つの光明を見出し得たのである。ガリレイは彼の斜な塔で有名な伊太利北部の小さな都會ピサに生れた。後、彼はフロレンスの學校で修業して故郷ピサの數學の教師になつた。そこで彼は例の斜な塔を利用して十斤と一斤の物體に就いて彼の有名な實

驗を行つたのである。

彼は多くの人々の面前で、此二箇の物體を同じ高さから同時に落した。果して是等の物體はアリストテレスの説に反して同時に地上に落下した。其時でさへ、人は古い考を捨てる氣になれない、多くの人々は、現に目撃した事柄を信ずる事を欲しなかつたのである。アリストテレスに對する世人の尊敬は依然として深いので、眼の當り此明瞭なガリレイの實驗を見ても、人はそれは實驗の誤りであつてアリストテレスの説には誤りのあらう筈がないと、公言して居たのである。

ガリレイの名を彰す爲め、私は今日其實驗を此處に行ひ度いと思ふ。吾々は斜な塔を有たないが、此建物の天井は可なり高い。吾々の中にガリレイは居ないが、其代理にならうと懇ろに申出た人が居る。其人は此木と鉛の二つの球を上の天井から同時に落すので、吾々は此二つの球が同時に砂の上に落ちるか、何うかを實驗することが出来る。それ見られよ、諸君は今、三百年前にピサの斜な

塔から二個の物を落したと同じ實驗を見て居る。唯、恐らく諸君はガリレイの代理人が、此二個の物體を全く同時に落さなかつたのではないかと疑ふかも知れない。私は其人が必ず同時に落したと信ずる。されど、其疑を除く爲め、高い所に二個の球を一所にうける仕掛をして置いた。誰れでも宜ろしい、此長い糸を下の方から引けば、球が同時に其所から落ちて来る。是等の二つの球は諸君が見られる通り、全く一所に落ちた。さうして、木の球は砂の上に留つて居るのに、鉛の球は全く隠れて仕舞つた。それは、砂の中に深く埋つた爲である。此事實は二個の球の重量の差違を示す點から見れば、興味のある事ではあるが、今は左程吾々に關係のある事ではない。併し乍ら、吾々は次の講演に於て、隕石の事を話す場合に、地球に打着かる物體が、地球の中に深く埋まると云ふ事を覚えて置く方が便利である。大偉人チャーレス・ダーウソンは、常に「吾々が實驗から得た知識は、それが必要であらうが無からうが、必ず記憶すべきものである」と云て居

た、それで、此重い物體が砂の中に深く埋つたさうな様な事は、ダーウソンならば必ず書き留めて置く事である。

扨て、本論に戻つて、二つの球の落ちる時間の間に、僅かな違ひがあつたかも知れぬ。否、確かにあつた。吾々は其原因を知つて居る。それは、即ち空氣の抵抗であつて、この空氣の抵抗は重い物體よりも、軽い物體に餘計に働くものなのである。今、吾々が使用した木と鉛の二個の球の間には、この抵抗の差は、それ程大きくはないが、若し、吾々が羽毛或はさう云つた他の軽い物體を用ゐたならば、それは必ず遅く落ちるであらう。之は決して羽毛に働く重力が、鉛に働く重力に比べて弱い爲めではなく、空氣の抵抗に因つて其落下が著しく妨害される爲めである。若し、空氣が無かつたならば、羽毛は必ず木や鉛の球と同一の速さで落下するであらう。私は此部屋から空氣を抜き出して、此實驗を諸君に見せる事は出来ない。それは空氣がなければ、吾々は生きて居られないからである。

併し、若し諸君が極めて短かい距離の落下で満足するならば、私はこの丈の高い
壘を使つて實驗する事が出来る。これは以前から屢々行はれた事であつて、之
を「羽毛と貨幣の實驗」と云ふのである。さうして、此實驗に用ふる貨幣は「ギニア」
金貨を使ふのが普通であるが、恐らく諸君は誰も其んな古い貨幣を有つて居ま
いし、且つ一磅金貨さへ貸して呉れまいから、私は自分の有つて居る金貨を使ふ
事にする。そこで先程、球を落す時に用ゐた様な小さな「うけ」の上に、金貨と羽毛
を並べて置いて、此壘を密閉して中の空氣を盡く抜き出すのである。尤も昔は
空氣を抜くのに、手押唧筒を用ゐたが、それには相當な力業が要つた、併し當學士
院には、幸に立派な裝置があるから、唯管をつけて栓を廻さへすれば可い。さ
うすれば、二三分の間に殆んど完全な眞空が得られる。今、私が「うけ」を外すと
貨幣と羽毛とは同時に落下する。此處で再び栓を廻して空氣を入れる、さうす
ると、羽毛は空氣の爲めに吹き廻され、貨幣はそれに關係なく、直ちに壘の底に落

ちる。偕て茲に又、直接吾々に關係はないが、記憶して置くべき事がある。是は
空氣の抜かれた所に外から、急激に空氣が進入する場合であるが、それと反對に
若し壘の中に空氣が一杯になつて居て、其外側が空虛である場合に、栓を開いた
とすれば、空氣が忽ち拔出して、直ちに壘の中に、少しの空氣も残らない様になる。
それで、此講演の初めに述べたジュール・ヴェルンの本の中に、人々が犬を伴れて彈丸
の中に這入り、飛行した所が、可憐な犬は死んで仕舞つたので、彼等は蓋を開けて
犬の死骸を投げ出したと云ふ事が書いてある。是は非常に危険な事なのであ
る。何故なれば、彈丸が一度地球を離れると、外の空氣は非常に稀薄になるから
である。これに就いては次の講演で、地球の周圍に在る大氣の厚さが、何の位あ
るか、と云ふ事を説明するが、兎に角、彈丸は僅か數秒で此空氣の層を抜け出でる。
従つて一たび戸を開いて其可憐な犬を出したら、最後、彈丸の中の空氣は、直ちに
抜け出して、其爲めに人々は絶息して仕舞ふ筈である。さうすれば此談もそれ

で終らなければならぬ。そこで、若し吾々が其談を續ける必要があるならば、吾者ジュール、ヴェルンをして、其譯を説明せしめなければならぬ。併し、其事を心中に留めて置く事が、必ずしも有害ではないから、吾々はモ―一度保留をして置かう。何故ならば、吾々は今日重力に關係ある他の事實に就いて、特に注意を促す必要があるからである。

人が跳ね上ると、直ぐ地上に落ちるのは、地球の重力の作用である事は、前に述べた通りである。偕て、ジュール、ヴェルンの想像した旅行者が、彈丸の蓋を開けて、可憐な犬の死體を投げ出した時――其場合、旅行者は相應に強い力を用ゐたであらう、何故ならば、旅行者は其爲めに餘分の空氣を失ふ惧があるからである。――に丁度吾々が地球から跳び上つて、其處を離れやうとしても、直ぐ又それに戻ると同じ様に、犬は再び彈丸に向つて戻るであらうか、吾々は地球が他の物體を引きつける事は知つて居るが、他の物體も亦是と同じ様に、他の物を引き付ける

であらうか。吾々は實際、地球の引力を感じるけれども、他の物體の引力を感じない。假令、私が此卓子の傍に立つて居ても、卓子から何等の引力をも感じない。然しながら、實際は卓子が私を引いて居る、同時に此室にある物が、皆悉く私共を引いて居るのである。唯、其引力が極めて微弱な爲めに、吾々が之を感じるに至らないのである。斯く、凡ての物體が皆他の物體を引いてゐる事は、重力の一法則であつて、其強さは、第一は引く物體の重さに因り、第二は引く物と引かるゝ物との距離に因つて異なるのである。偉人アイザック・ニュートンが、今から約二百五十年の昔、始めて是等の法則を證明した。吾々は恰度前にガリレイの實驗を回想したのと同じ様に、茲にニュートンの行つた證明の方法も、回想して見たいと思ふ。然し、差當つて唯、諸君に注意して置きたいのは、地球の様な大なる物體は、此卓子や、或は旅行者が犬の死骸を投出した彈丸の様な小さな物體に比べると遙かに強い引力を有する事である。そこで、彈丸が犬を其後から引戻さうとする

のは疑ひない事であるが、唯其力が極めて小さい爲めに、効力が無いので、犬は次第に遠く彈丸を離れる事になる。吾々は實際、何れ丈強い力を以て犬を投げ出したか、それを知らない限り、其死骸が何う云ふ風に動いて行つたか、知ることが出来ない。

若し、或る物體に相當強い力を加へたならば、其物體は地球を離れる事になる。實際ジュール、ヴェルンの物語の眼目は、大砲から彈丸を打出して之を地球の外に送るに、如何なる方法を用ゐたならば十分に力を出す事が出来るかにあるので、此力は實際非常に強くなくてはならぬ。何故なれば、地球は其質量が極めて大きい従つて其引力も非常に強いからである。之に反して、彈丸の引力は、非常に微弱である、従つて僅かな力でも、犬が再び戻つて來ない様に投出す事が出来るのである。然しながら、是は物語の中に記してある事とは一致しない。それに依ると、犬は近寄りも離れもしないで、恰度衛星のやうに、即ち月が地球の周圍を運

行する様に彈丸の周圍を運行したとある。で、私はジュール、ヴェルンが再び誤つた考をした事を遺憾に思ふ。併し、其理由を十分に説明するには、少し長い時間を要する惧れがあるから、唯、吾々は茲に大きな物體は小さい物體に比較すれば、其引力も亦大きいと云ふ大切な事實を認める丈で満足しやうと思ふ。

そこで、恐らく諸君は、此事實は何もさう驚く様な事ではない。即ち大きい物體に大きい力のあるのは、當然であると考へるかも知れない。併し、アリストテレスが大間違をしたのは、要するに輕々しく事を當然の結果と信じた爲めである事は、先刻も諸君に話した通りである。アリストテレスは大きい物體は小さい物體に比べて、落下の速度の大きいのは當然であると速断したのであるが、ガリレイがそれを實驗してアリストテレスの誤つてゐることを證明した。で、若し私が大きい物が、小さい物より強く引くと云ふことに就いて、それが「當然である」といふ事の斷定以外に、それに對する適當な理由を有つて居ないとしたら、私

は諸君に向つてそれを信する事を望まない。所が其理由は十分である。何故なれば從來幾度も之に就て確かな實驗が行はれて居るからである。

一七九八年、ヘンリー・キャヴェンディッシュは有名な一實驗を行つた。併し、此實驗は獨りキャヴェンディッシュばかり行つた譯ではない。事實天文學者が毎日之を行つて居るのである。何故かと云ふと、若し此事實が萬一違つてゐるならば、彼等の計算した結果は全く信するに足らないものとなるからである。

然り、吾々は凡ての物體は、極く小さな分子さへも、それ相應に引力を有つてゐる事を承認する。さうして此微小な分子が、合して地球の様な大塊を成すに至つて始めて容易に其引力を感知し得るのである。従つて地球に比べて更に大なる塊、例へば太陽の様な物は、一層強い引力を有つてゐるのである。然らば、何故に太陽は其強い引力に依つて吾々を地球の外に引出さぬか云ふに、之には他にも理由はあゝが、太陽の距離が非常に遠い云ふのが其一つである。そこ

で、吾々は引力に關する第二の事實、即ちそれが距離に因つて變ると云ふ事を考へる。

近い物は強く吾々を引く、距離が遠くなるに従つて其力が弱くなる。數學者は之を「引力は距離の自乗に反比例する」と云ふ。此法則を平易な言葉で表せば一つの物を二倍の距離に遠ざくれば其引力は以前の四分の一となる。若し之を以前の距離の二分の一に減すれば、引力は四倍になる云ふのである。私は是から引力發見の歴史に移り、ニウトンが何うして之を發見したかを述べやう。ガリレイが伊太利に居た頃、又丁抹にもティコブラヘと云ふ一人の奇人が居た。この人も亦ガリレイと同じやうに、相應に權威のある事に對しても疑があれば決して服さない人であつた。例へば當時、惑星の位置を記した書籍があつた。これは多少不正確なもので、實際とは餘り良く合はないものであつたが、それでも、猶ほ一般からは信用されて居た。然るに、例のティコは之に満足しないで、自ら

惑星の位置を精密に観測して、現在ある書籍や表よりも一層正確なものを作らうと決心した。彼はフニと云ふ小さな島に立派な天文臺を建て、之を「ウラニボルグ」天文臺と名づけた。「ウラニボルグ」は天の都といふ意味で、専ら天文学の研究をなす所である云ふ事から、さう名づけたのである。國王や貴族は屢々此天文臺に彼を訪問して、親しくその事業に敬意を表した。彼自身も亦之を最も神聖なる業務と信じて、観測をする時には、何時も立派な禮服を著用してゐたのである。當時は未だ望遠鏡がなかつたので、彼は小銃に用ゐる照尺のやうなもので観測を行つた。即ち、照尺を眼に近づけ、棒の他端にある照尺を星に向けて其方向を定めたのである。之を吾々が今日使用する望遠鏡の観測に比べたら、それは實に粗糲極まるものである。併も、引力の法則は、實に斯の如き観測から研究されて出たのである。尤も引力の法則が発見されたのは、ティコが死んでから、餘程後の事である。彼は存生中に随分澤山な観測を行つた、併し、それが何

ういふ結果に達するかも知見ずに死んだのである。幸にも、彼の下には熱心な門



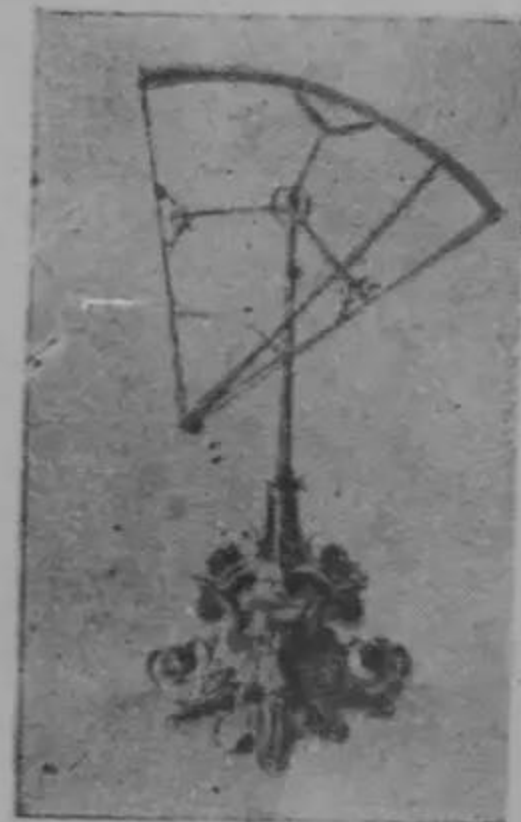
第二圖 エフソ島に於けるコイブラヘの天文臺

弟ケプレルが居つた。ケプレルは獨逸の人で、ティコが貽した観測を精しく研究して、其から彼の最も重要な三法則を発見したのである。

畫像に遺つて居るケプレルは一本の「コムバス」を持つて居る。

これは彼が物を測る事が好きであつた表徴であつて、實際天文学者の主なる職
地球を出発點として

務は測定を行ふ事にある。即ち、單に天體を觀望する許りでなく、それ等の間の距離、其の他測り得べきものを、一も漏さず測る事が必要なのである。ティコブラへは常に最も忠實に此測定を行つた。若し彼の此努力がなかつたならばケプ



第三圖 使用したての六分儀のヘラ

レルは終に其結果を利用する事が出来なかつたであらう。

ケプレルは之を用ゐて、惑星の運動に關する三大法則を發見した。さうして、是等の法則は發見者たる彼の名を冠してケプレルの法則と稱せられる。ケプレルの第一法則は、惑星は太陽の周圍を運り、其通路は橢圓形の軌道をなすと云ふのである。

諸君は、絲と二本の製圖用留針とさへあれば、容易く橢圓を描く事が出来る。



第四圖 第ニのルブレ像
Nil deus, quod rutid est?
J. Kepler

第四圖 第ニのルブレ像

それには先づ、製圖板に二本の留針を固く刺し、其周圍に環に結んだ絲を置き、之を鉛筆の尖で引張り、三角形にして靜かに鉛筆を引き廻せば可いので、是時に於ける留針の位置を橢圓の焦點と云ふのである。惑星が太陽の周圍を橢圓形に運ぐる時、太陽は其焦點の一つに居る。

次にケプレルの第

二法則と云ふのは、惑

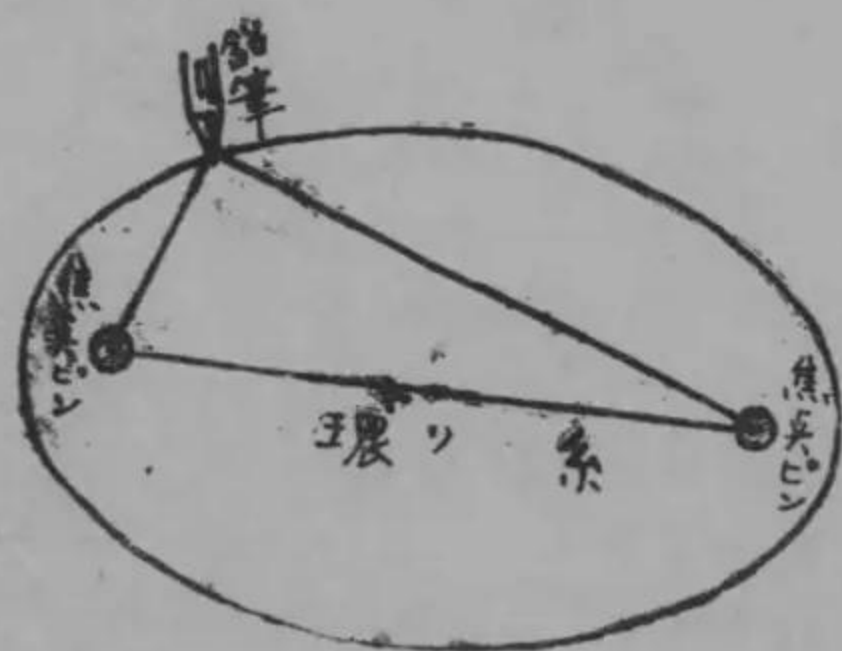
星の運動は太陽を遠さかつた時に遅く、反對に太陽に近寄つた時に速いと云ふ事である。

地球を出發點として

ケプレルは之を一層的確な言葉で言ひ表はしてゐるが吾々は唯次の様に記憶して居れば十分である。即ち惑星又は彗星が太陽に近づく時は其速さが大

きくなつて速かに其附近を通り過ぎる。之に反して太陽を遠ざければ其速さが緩み、太陽から一層遠く離れた時に、是等の惑星又は彗星の速さは著しく減る云ふ事なのである。

終りに、ケプレルの第三法則を説明しやう。若し、一つの惑星と太陽との距離を、地球と太陽の距離の四倍であるとしたならば、其惑星が太陽の周囲を一周するに要する時には地球が太



第五圖

陽の周囲を一周するに要するものゝ八倍、即ち八ヶ年を要する。若し、其距離が九倍ならば、之に要する時間は二十七年で、若し百倍ならば、一千年を要する譯である。

諸君は是等の數字の間の關係を、次の表に據つて知る事が出來やう。

基	數	二乗	三乗	四乗	五乗
1	1	1 × 1	1 = 1	1 × 1 × 1	1 = 1
2	2	2 × 2	2 = 4	2 × 2 × 2	2 = 8
3	3	3 × 3	3 = 9	3 × 3 × 3	3 = 27
4	4	4 × 4	4 = 16	4 × 4 × 4	4 = 64
10	10	10 × 10	10 = 100	10 × 10 × 10	10 = 1000

四は二の二乗、八は其三乗で、九は三の二乗、二十七は其三乗である。ケプレルの第三法則は距離が其の數字の二乗で表される時、時間は同じ數の三乗で示さ

地球を出発點として

れると云ふのである。尤も惑星には一つとして正確に是等の數字に適合するものはない。例へば地球と太陽との距離の恰度九倍に相當する距離に在る惑星はない。唯、土星は地球と太陽との距離の約十倍に相當する距離に在る。即ち、九倍より少し大きい。それで、吾々は前の表に據つて土星が太陽の周圍を一周するに要する時間は、廿七年以上であると知る事が出来る（實際は二十九年半を要する）けれども、吾々が若し此有名なケプレルの第三法則の意義を了解したならば、正確な數字に煩はされる必要はないのである。

サー、アイザック・ニュートン及其他の學者は、右の法則に關する研究の歩を進めて、幾何もなく夫が引力の法則を示すものである事を發見した。諸君はニュートンと林檎の話を聞いた事があらう。それは、實際の話と思はれる。茲にニュートンの家の庭から持つて來た林檎の木がある。是は目下王國天文學會に所屬して居るのを、私は此機會に於て、借りて來たのである。諸君は又、此講堂の入口の室

に在るニュートンが林檎の樹の下で、考へに耽つて居るこの美しい繪を見たであらう。此林檎の話が事實であるとしても、ニュートンが林檎の落ちるのを見て、直ぐ引力の法則を考へついたと云ふのは事實でない。彼は其爲めに二十年を費して居るのである。如何にも、彼は林檎の落ちるのを見て考へ始めた。即ち、其林檎を地上に落したり、或は我々が跳ね上つた時に、再び地上に歸らせるものは地球の引力であるが、此引力は地球を遠く離れた場合にも亦、同じ様な結果を生ずるのであらうが、さうすれば、何う云ふ風に其力が距離によつて變つて行くかと云ふ事に就て種々考へを廻した。彼は益々其考へを遠方に及ぼして、終に月が地球の引力を感じてゐるか、何うかと云ふ事を考へた。其爲めに彼は月の運動を考へ、更に又惑星の運動を研究して自然にケプレルの第三法則を考へる事になつた、さうして引力は何ういふ風に距離に依つて變つて行くかといふ事を、其法則から導き出すに至つたのである。

ニウトンの研究は引力以外に数学、力学、天文学、物理学に涉つて頗る汎いものであるが、其中に地球の自轉を説明する一の方法がある。此方法は初めニウトンが英國學士院の幹事フックに頼まれて、書いて送つたものであるが、故あつて、それが發表されず、また其原稿も失せて仕舞つたのであつたが、今から三十年程前に「トリニティ、カレージ」(劍橋大學のニウトンの屬してゐた「カレージ」)で、偶其原稿が発見されたので有名になつたものである。此方法は嘗てガリレイが行つた様に、高い塔の上から物を落すのであるが、唯、同じ實驗を異つた方面から見るのである。即ち、其物が地上の如何なる點に落ちるか、若し地球に自轉が無いならば、其は眞直に鉛直線に沿ふて落ちるが、自轉がある爲めに、幾らか前方に落ちる事になる。さうして、何れ丈離れた所に落ちるか、それに依て地球の自轉が分る云ふのである。私はニウトンの名譽の爲めに、其實驗を茲に繰り返へしても可いが、然し、それよりは二三年前に始めて實驗された様に、「アットウッドメシ

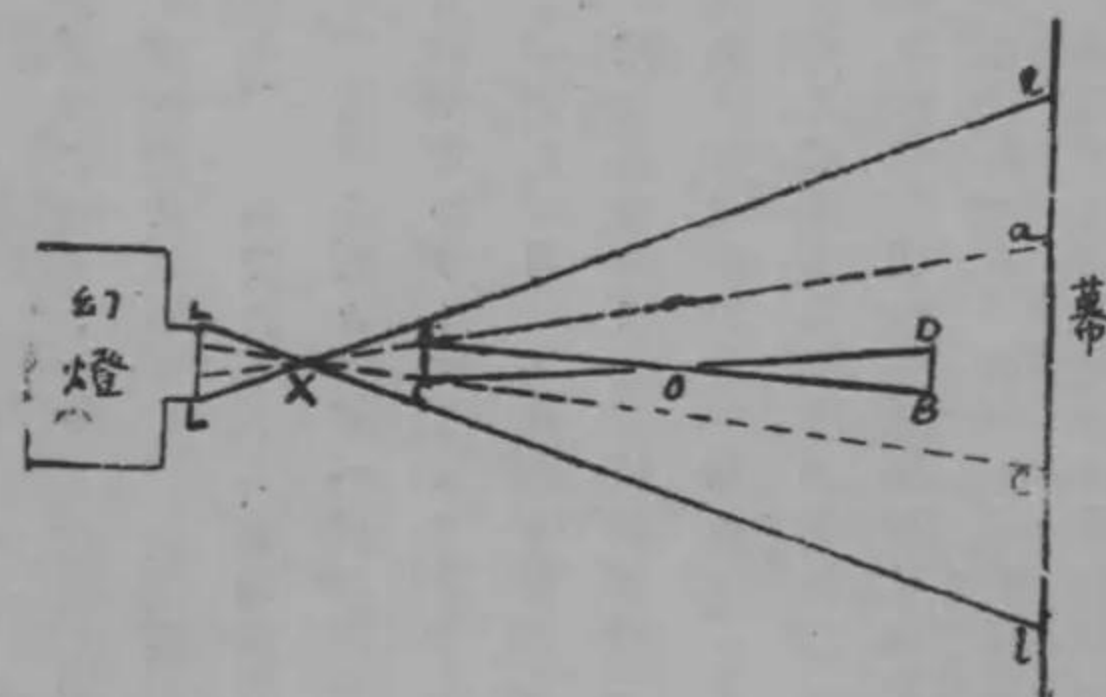
ン」と稱へる器械を用ゐて物を落した方が可い。茲に當學會で屢々使用された精巧な「アットウッドメシン」がある。見る通り、是は一本の絲の兩端に分銅を結び付け、之を滑車に掛けたものである。一方の分銅の重さは他方のものよりも重い。重い方が落ちれば、自然に軽い方が引上げられる。併し、其落下の速度は割合に遅い。若し、兩方の重さを殆んど等しくすれば、落下の速度は加何程にも遅くすることが出来る。之に對して、横に外れる運動の方は、少しも影響を受けない。それであるから、時と共に、其影響が擴大して表はれるのである。ニウトンが初め考へた方法では、落下の速度が大きい爲めに、横に外れる運動が十分に表はれる丈の時間が無い。「アットウッドメシン」をそれに應用したのは、まことに良しと思ひ付きである。諸君！此巧妙なる思附きは何處から出たと思ふか、夫は法王廳の天文臺からである。三百年以前、地球の自轉を主張したが爲めにガリレイを獄に投じた法王廳の天文臺が、今は此新らしい裝置に依つて地球の自轉を

證明してゐるではないか。眞に時代の變遷は不思議なものである。

されど、ハーゲン師(法王廳の天文臺長)の巧妙なる方法を用ゐても、僅か數分間に誰にでも分る様に、地球の自轉を示すといふ譯には行かない。それにはフーコーといふ佛蘭西人の考へ出した方法が遙かに優つてゐる。是は長い振子を用ゐるもので、此振子が少しの横振もなく、正しく前後に振つてゐる時は、地球が其下に在つていくら自轉をしても、振子は依然として元と同じ方向に振動するものである。茲に、地球儀の上に附着した小さい振子がある。私は此振子を振らせながら地球儀を廻轉する。振子は前と同じ向きに振つて居る。地球儀を約四分の一廻轉丈廻轉して見る、振子は矢張り元の向に振つて居る。そこで、假りに、此地球儀の上に人間が生存してゐるとしたら何うであるか、恐らく彼等は私が之を廻轉したことを知らないで、却つて振子の振つて居る向が直角だけ廻つたと思ふであらう。其様に、此長い振子の振動の面も實は變らないのである。

が、吾々にはそれが變るやうに見える。振子の面が變つたのではない、實は地球が廻轉したのである。所で、吾々の地球が四分の一廻轉を爲すには六時間を要する。それであるから、其振動の面の變はるのを認めるには相當の時間が費かる。其間に、吾々は家へ歸つて茶でも喫んで來る事が出来る。併し、今はそんな必要がないサー、ゼームス、デワールの工夫した方法を用ゐて擴大すれば、僅か數分の間に、容易く其變化を認めることが出来る。

茲に後の方に絲で結び付けた振子がある。私は今、此絲を燒き切る。振子は直ちに前後に振動を始める。そこで、振動の一端に、振子の絲に極く近く燈火を置く、幻燈の幕に振子の絲の太い影が映る。振子の運動が之に依つて著しく擴大される。従つて、其振動に極めて少ない變化が起つても、容易にそれを認めることが出来る。然れど、此變化は前に言つた通り、振子の上に起つたものでは無い、實は其下に在る地球の廻轉、即ち自轉に因つて起つたものである。斯く、吾々は



第六圖 フーコーの振り子 効果の増大

僅か、一二分の間に地球の自轉を確める事が出来る。【第六圖に就て説明すれば振子の錘が第一回の振動にてD點からC點に動くとするればX點から幕に映し出される影は、其振動に要する時間の大半を幕の中央部にて費すことになる。併し、錘がC點に達した時、其影は右方のc點に映る。さうして、間もなく地球の自轉の爲めに錘の通路がBAに變り、從つてA點の影は遙か左の方のa點に出来る】私は今、此絲を焼き切つて振子を動かす。さうすれば、振子の絲の影は先づ右

の方に現はれ、間もなく左の方に移るのを認める。諸君は彼のビーター、パンが妖怪の談をした後に、仙人を信ずる者に向て拍手を求めた事を知つて居るか、私は決して諸君に未だ見ないものを信ぜよとは言はない。然し今、諸君が地球の自轉を眼の當り見る時、即ち絲の影が右の方から左の方に移るのを見る時に喝采せられ度い。

フーコーは、もう一つ違つた方法を用ゐて、地球の自轉を證明した。其方法は廻轉儀、即ち獨樂を迅速に廻して之を一定の姿勢に置いたのを用ゐるのである。凡て、廻轉して居る物體は、振子が其振動の面を持続せんとするのと同じ様に、常に同一の姿勢を持続しやうとする著しい傾向を有つて居る。諸君は多分、廻轉儀を廻して見たことがあるであらう。さうして、それを廻すに恐らく絲を用ゐたであらう。然るにグラスゴーのグレイは小さな「モートル」を用ゐて廻す所の廻轉儀を發明した。茲に其廻轉儀が急速に廻つて居る。そこで、若し此軸の

地球を出發點として

一端を臺の上に置いて、之を垂直に立てると、廻轉して居る間は決して倒れるものでない、廻轉儀の重量は絶えず、それを倒さうとするけれども、それは唯、傾いて居る軸を廻らせるに過ぎない。若し又、軸が傾いて廻轉して居る間に、其上端を指で上の方に押せば、それは揚らないで、唯、軸の廻轉の方向が押して居る間、逆になる丈である。

此原理は、近頃に至つて、船の進む方向を定める爲めに、磁石の代りに應用される様になつた。即ち、大なる廻轉儀の軸を水平に水銀の中に浮べて置く。若し軸が東西を指す時には、地球の自轉は常に其軸の西端を揚げやうとする。されど、其は唯、其軸を水平に廻轉せしむる丈である。此事實は軸が正しい南北を指す場合の外、如何なる位置に於ても起る事であるので、軸が正しく南北の方向にのみ靜止すること、恰も磁石の針が常に磁極に向つて靜止すると同じである。此事は、既に久しい前から知られてゐた事であるが、之を利用して實用の羅針儀

を作り得る様になつたのは、漸く近頃の事である。斯くして、地球の自轉と云ふ驚くべき事實が立派に證明せられ、同時に完全なる羅針儀が發明されて、幾千の生命を托する船舶が世界の何れの端迄も、是に依て自由に操縦せられるのである。

然らば、其實用的な羅針儀と言ふのは、一體何んな所に發明の特色があるのかといふ質問が起るであらう。諸君は、建築者が建築物を垂直に建てる爲めに、振下けを用ゐるのを見た事があるだらう、さうして又、諸君は、其振下けは振子と同一なものであることを知つてゐる。それであるから、若し其振下けに少しでも振動があつたならば、振子と同様に、暫くの間振動を續けるので、其間は振下けとしての用を爲さない。建築者は振動を停める爲めに、屢々水桶はけつに水を汲んで来て、錘を水に浸すのである。併し、此水で錘を濡らすといふ事には何の意味も無いが、此場合唯、其抵抗に因つて無用の振動を停めるのである。さて、其廻轉羅針

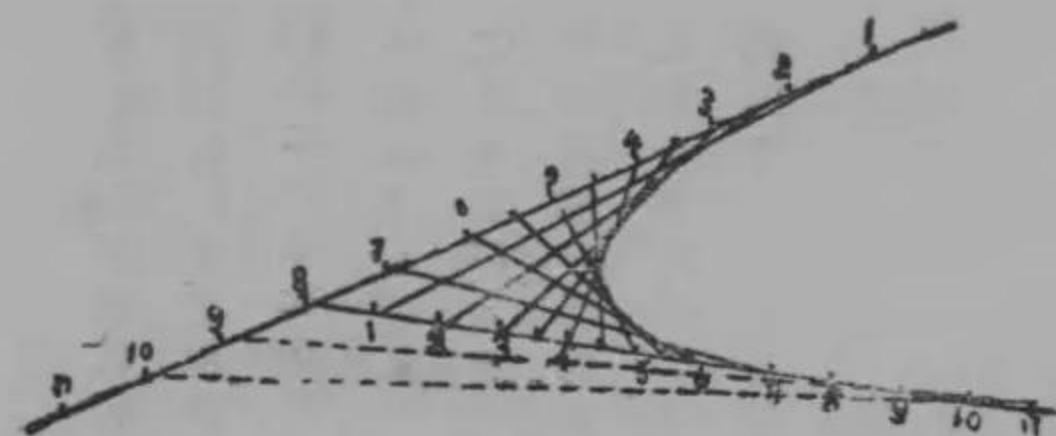
儀を動かし始めるのに、最初から正確に北を指す(恐らく無い事である)のでなければ、羅針は北方を指さうとして左右に動揺する。恰度、垂直の位置を求むる爲めに、振子が左右に動揺すると同じである。然るに、廻轉羅針儀の振動は振子の振動に比べて遙かに緩やかであつて、且つ永く續くものである。この動揺を停める爲めに、獨乙の發明家が工夫した装置は、廻轉儀が廻る爲めに自然に起る氣流を利用したものである。氣流が精巧に出来て居る金屬の舌狀片を通過するによつて、振動を起す傾向が抵抗を受ける事になる。所で、此廻轉羅針儀の發明の動機が頗る面白い。獨乙の發明家は、最初海底を潜つて、北極に行く事を企てた。此場合に當然起るべき問題は、端艇の舵を操る方法である。普通の羅針儀に依れば、眞の北極から數百哩距つた磁極に達する。天體は氷の下からは見えない。そこで、彼等は普通の羅針儀にも依らず、又天體の觀測にも依らないで、北極に達するには、廻轉儀に依て地球の自轉を利用するより外に方法が無いと考

へた、それで、以前から知られて居つた廻轉儀の性質を利用し。種々工夫を凝して、遂に磁石羅針儀に優る羅針儀を完成するに至つたのである。

校閲者曰く、北極探險の爲めと稱して發明した廻轉羅針儀を、戦時中盛んに潜航艇に用ゐたのは、烏渡考へるに不思議の様だが、其處が獨乙の獨乙たる所かも知れない。

之より再び、ニウトンの引力の話に戻るが、ニウトンは引力によつて、天體は楕圓形の軌道を運動するものである事を證明した。楕圓は所謂圓錐曲線である。圓錐體を切斷すると、其の切斷面は楕圓形になるのである。併し、楕圓のみが圓錐曲線ではない、拋物線も亦其一種である。拋物線は一種の所謂開曲線で、其兩端が開いて無限の距離に到るものである。私は此處で、拋物線の畫法を述べやう。拋物線の畫法は寧ろ楕圓の畫法よりも容易い、今、二本の直線を描いてそれを各、等距離に分ける。例へば一時、半時、又は任意の長さに分ける、次に、圖に示す

地球を出發點として



法畫線物拋 圖七第

様に一方の線では外の方に、他の線では内の方に順々に對應する點を結び付ける。私は或學校で、絲では等の諸點を結び付け、拋物線を形作つて、それを裁縫の練習に用ゐて居たやうに覺えてゐる。是は必ずしも(8)の點で止めるに及ばない。直線を適當に延長して、何處までも同じ方法で進む事が出来る。乃ち拋物線の兩端が無限の距離に達する事が此畫法によつても分る。

一時彗星は拋物線軌道を畫いて動いてゐるもので、再び還る事はないと信ぜられてゐた。然るに、ハレイは彗星も惑星と同様に楕圓軌道を動く、唯其軌道は極めて長いので宛も無限の軌道を動くやうに思はれる。

が事實決してさうでない、再び戻つて來るものであると云ふ事を發見した。是



星彗大の年八五八一 圖八第

が實に、彼が熱心にニュートンを助けて引力の研究を成就せしむる事に盡した當然の報酬と謂ふべきである。尙ほ茲に附け加へて諸君に話して置きたい事は、彼が王國學士院に臨んで得意の態度でニュートンの大著述を報告した當時、

學士院の資金が乏しいので、到底それを出版する事が出来なかつた。ハレイは

地球を出発點として

其事を知つて驚いた。そこで彼は喜んで自分の所持金を提供して、此出版費用に當てた。併し、彼は元々それ程の金持ではなかつた、唯彼の義心はそれを禁じ得なかつたのである。斯くて彼の熱心、彼の義舉は遂に彗星が再び還つて来るものであるといふ彼の偉大な發見によつて立派に酬いられた。

初め、彼は彗星が拋物線軌道を動くものと假定して、出来る丈け多くの彗星の觀測から其軌道の計算をした。斯の如くして、彼が算出した軌道の數は總計廿四であつた。此軌道の計算法は極めて複雑なものであるから、茲にはそれを略すが、凡て數字が同じに表はれる場合、其各の數字に如何なる意味が含まれてゐやうとも、同一なる數字は、同一のものに關係してゐると、推測するのが當然である。ハレーが三箇の彗星に就て算出した數字は、即ちそれである。其彗星の一つは、一五三一年に、次は一六〇七年に、其次は一六八二年に現はれたものである。ハレーは此三つの軌道を別々に計算して次の如き結果を得た。

彗星の出現せる年	交 點	近日點	傾 斜	距 離
一五三一年	四十九度	三百〇一度	十八度	〇、五七
一六〇七年	五十度	三百〇二度	十七度	〇、五九
一六八二年	五十一度	三百〇三度	十八度	〇、五八

今、是等の數字を見るに、全く同一なもの云ふ事は出来ない。併し、若し此數字に依つて三個の軌道を描いたならば、鉛筆は殆んど同じ線の上を走るであらう。そこで、ハレーは「此三個の彗星は各々異なるものではなくて、同一の彗星が、同一の通路を三度通過したものに相違ない。さうして其軌道を一周するには約七十六年間を要する。それで、此彗星の通路は決して再び戻らない所の拋物線ではなくて、長い楕圓でなければならぬ。七十六年目、即ち一七五八年には、再び吾々を訪問する筈である」と言明した。併し、ハレーは一七五八年には最早この世に居ない事を承知して居る。それで、若し彼の豫言が的中したならば、何うか

世人は其豫言をしたものが、一人の英人であつた事を記憶して貰ひたい云ふ意味を、拉句語に認めて貽したのである。拉句語を用ゐた譯は、當時全世界の人に讀ませる目的で書く學術的の論文は、凡て拉句文で認るのが例で、隣國の國語さへ知らない人も、拉句語だけは大概知つて居た爲めである。

ハレイは其成功を決して自分一人の誇りとはしないで、彼自身の國民の誇りとした。此の國民的の誇りは、獨り吾の尊敬を償する許りでなく、他の國民からも大なる賞賛を受くるに至つた。余の友人ホリス君は嘗て巴里に居た時、ハレイ彗星の一枚の想像畫を見て、購つて歸つた。茲に掲げてあるのはそれであつて、一人の天使がハレイを墓から呼び起して、彼が思ひ切つて豫言した彗星の出現を告げてゐるところである。

ハレイが一たび、此彗星が七十五年毎に還つて來る事を發見した結果同じ彗星が昔現はれた時代をも容易に計算する事が出来る様になつた。其昔、エルサ



第九圖 ハレイ彗星の出現を見る圖

レムの攻圍された時彗星が現はれた事はヨセフスの筆に貽つてゐるが、其は矢張り此ハレイ彗星であつた事が分る。ヨセフスは其光景を「エルサレムに火の劍が懸つた」と記した。之が轉てエルサレム没落の前兆となつたのである。當時の人は痛く彗星を怖れた。さうして、彗星の出現する時は必ず災害の伴ふものと信じてゐた。併し、ニウトンとハレイが彗星も亦、一定の法則によつて現

はれることを教へてから、世人は始めて彗星に對する恐怖の念を去つたのである。

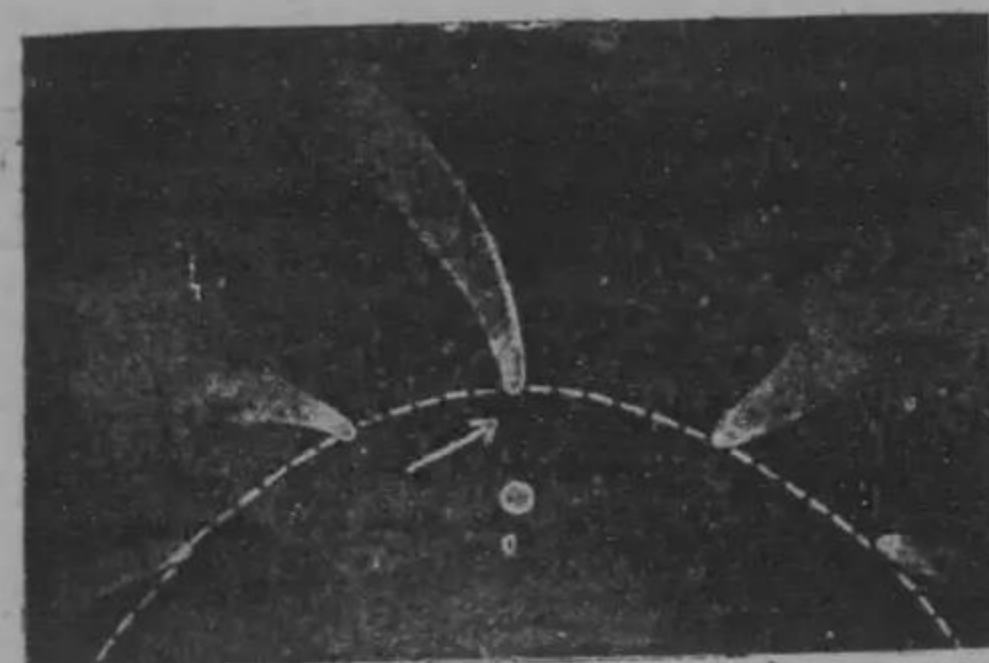
歴史の上から彗星の出現と恰も時を同うして起つた或る災害を探し出す事は左程困難でない。吾英國史にも或出來事と、ハレイ彗星の出現とが偶然一致した二三の實例がある。例へば此彗星は一〇六六年ノルマン人の英國征服の歲に現はれた。マチルダ女王が夫君の勝利を祝する爲めに縫つた巻物(バイヨイ)の繪巻物と稱へられ、今尚ほ佛國バイヨイ市に貼つて居るにそれが寫されてある。天の一方に現はれた此の不可思議な現像によつて、ノルマン人の



第十圖 バイヨイの繪巻物

の士氣は益々旺盛となり、英國人は驚愕の餘り、意氣頓みに阻喪して戦争は遂にノルマン人の捷利となつた。

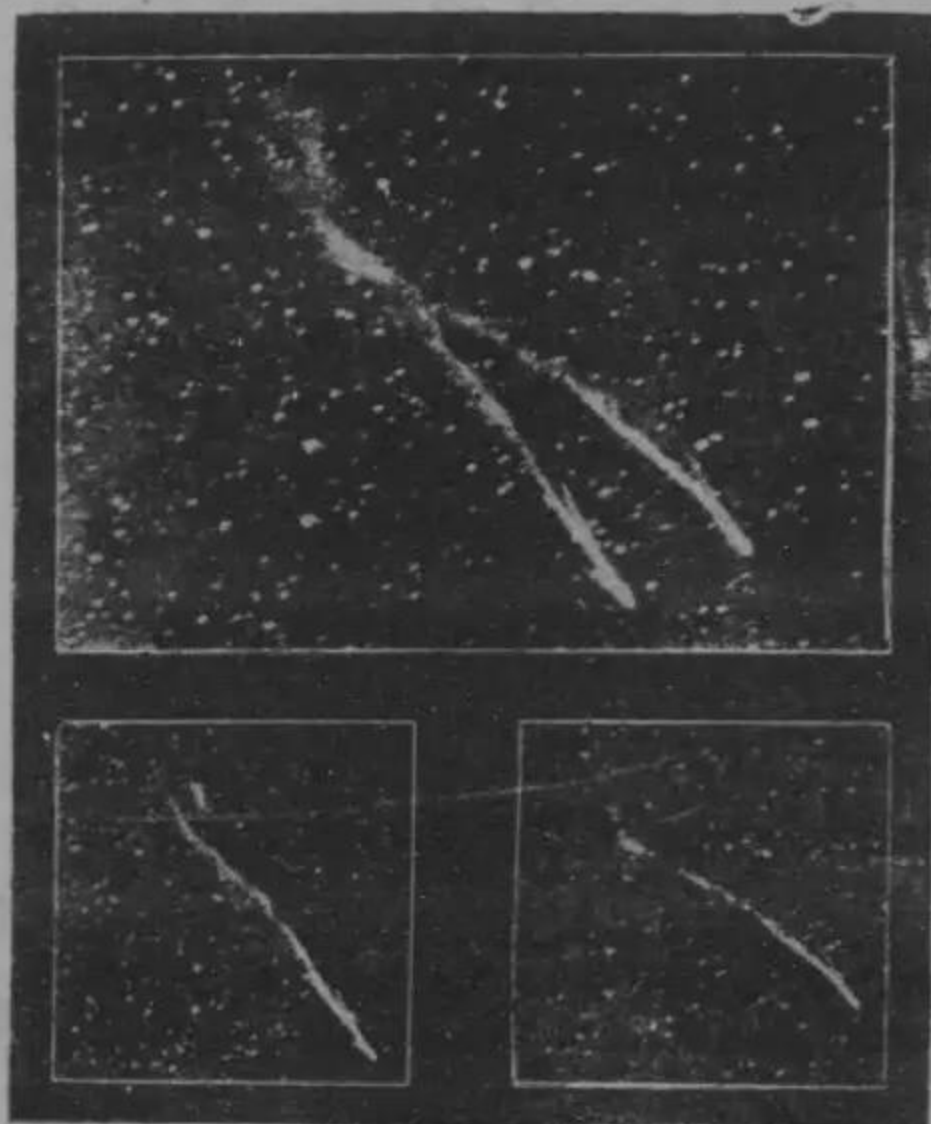
彗星に就ても、もう一つ興味のある事柄は引力の外に尙ほ一種の力が彗星の上に働いてゐる事である。彗星の頭部は唯、太陽の引力を受くる丈であるが、其力は太陽に近づくに従つて強く、離れるに従つて弱くなる。然し、彗星の尾は別に他の力を受けて全く違つた動き方をする。即ち此尾は彗星に随つて動くのではなくて、機關車から吐き出す煙の様に、太陽の反對の方向に向ふのである。之は其頭部を太陽の方に引きつける引力の外に、反對の方向に働く他の力が存在する爲めである。此力は恰も太陽が彗星の尾を吹いて居るやうなものである。勿論、之は人間が息で吹く様に吹いて居るのではなく、電氣の反撥力が、さもないれば光の壓力、即ち太陽の強い光が、疾風の様な作用をして彗星の尾を吹き拂つてゐるのであらう。



第十圖 彗星の尾の各種の變化

續けて撮つた二枚の彗星の寫眞を比較すれば太陽が其尾を吹き拂つてゐる模様が良くなる。茲に米國ヤーケス天文臺の熟練な寫眞師バーナード教授の撮つた一對の寫眞がある。教授は此面白い彗星の尾の變化を始めて寫眞に撮つた人である。彼は夜分早く彗星の尾の寫眞を撮り、更に一二時を経て又同様の寫眞を撮つた。最後に彼は是等の二枚の寫眞を、其兩方に現はれて居る澤山の星が精密に一致して居る様に、極めて巧妙に組合せて一枚の寫眞とした。此寫眞によつて彗星の頭が如何に移動したか、又其尾は

機關車に隨ふ煙のやうに彗星の頭部に正しく隨ふものでない事が分るであらう。尤も彗星の尾の



第二十圖 彗星の尾の變化

變化を究めるには精密な研究を要するが、少しく注意して見れば、種々な變態が頭部から次第に後方に進んで行くことが分る。斯様に、吾々が空間旅行を試むるに方つて、第一に考量を要する

る主なる力は從來述べて來た通り、引力である事は勿論であるが、又一方に彗地球を出發點として

星の尾のやうな極く軽い分子に作用する所の他の星の存在をも認めなければならぬ。で、吾々は空間旅行に出ても、此軽い分子の様に吹き飛ばされない要領が肝要である。

地球が自轉する事と、重力が吾々を地球に引付けて居るといふ事は、吾々に取ては極めて大切な事實ではあるが、而かも吾々は是等の事實に餘りに慣れ切つてゐる。従つて茲に此當り前の事實に就て、故らに多くの時間を費すといふ事は寧ろ諸君の不思議に感ずる處であらう。然し、古い諺に「牝牛は其尾を失つて始めて其尾の價值を知る」といふ事がある。實に、吾々が地球を離れて空間に出發したとすれば、地球の自轉と重力とを兩つながら失ふ事になる。地球の自轉を失へば、同時に晝夜の變化が無く、若し嘗て吾々の祖先が信じたやうに、地球が空間に靜止してゐて、太陽と星が其周圍を運ぐるものとすれば、吾々は空間旅行中にも晝夜の變化に伴ふ所の或變化を保有する事になるが、併し吾々は既に靜止して



圖三十第

ゐるのは天で廻轉してゐるのは地球である事を知つて居る。それで、一たび地球を離れたら、最早晝夜の變化はなくなる。従つて吾々は靜な夜間の睡眠を喪ふ事を覺悟しなければならぬ。次に、旅行中にも懐中時計は變りなく時を示すが、重量によつて動き、振子に依て調整さるゝ所の振子時計は全然其用を爲さぬ事になる。因に、振子が一定の振動時間を保つ事を最初に發見したのはガリレイである。彼はピサの寺院で「ラムプ」に火を點するのを見て、此發見を爲したのであるが、是時「ラムプ」は長い振子の様に屋根から吊り下けられてあつた、寺の番人はそれを一方に引寄せ火を點けて放した。「ラムプ」は振動を始めた、ガリレイは其振動が次第に小さくなるに従つて、其時間が速くなるか、或は遅くなるか、孰れであるかと考へ、それを決する爲めに自

分の脈搏によつて其振動の時間を測つた。其結果奇妙に振動時間の少しも變らない事を發見したのである。今此の振子の實驗を認識する一つの方法として、振子以外のもので、それに類似した振動を爲すものを取り、それが振子と同様に、等時性を有つて居るか、何うか、試めて見るのも面白い事である。

例へば第十三圖に示す様に、斜面AC及びCDを合せB球がAC斜面を下つて他の斜面CDに昇り得るやうにする。唯、兩斜面の接合部C點の邊を圓くして球の滑走を便にする。それで、球は恰も振子の球のやうに左右に往復する。唯、それが時を保たない丈である。といふのは終りになるに従つて、球の往復する範圍が小さくなり、同時に往復に要する時間が短くなる。併し振子には斯様な違ひが無い、一往復の時間は振動の大小、即ち振幅に關係なく、始から終まで一定不變である。懸時計を調整するに振子の必要なのは此爲めである。懸時計は又、聴講者が講演の輕率な個所又は重苦しい個所にひどく中てられない中に、講演者をして早

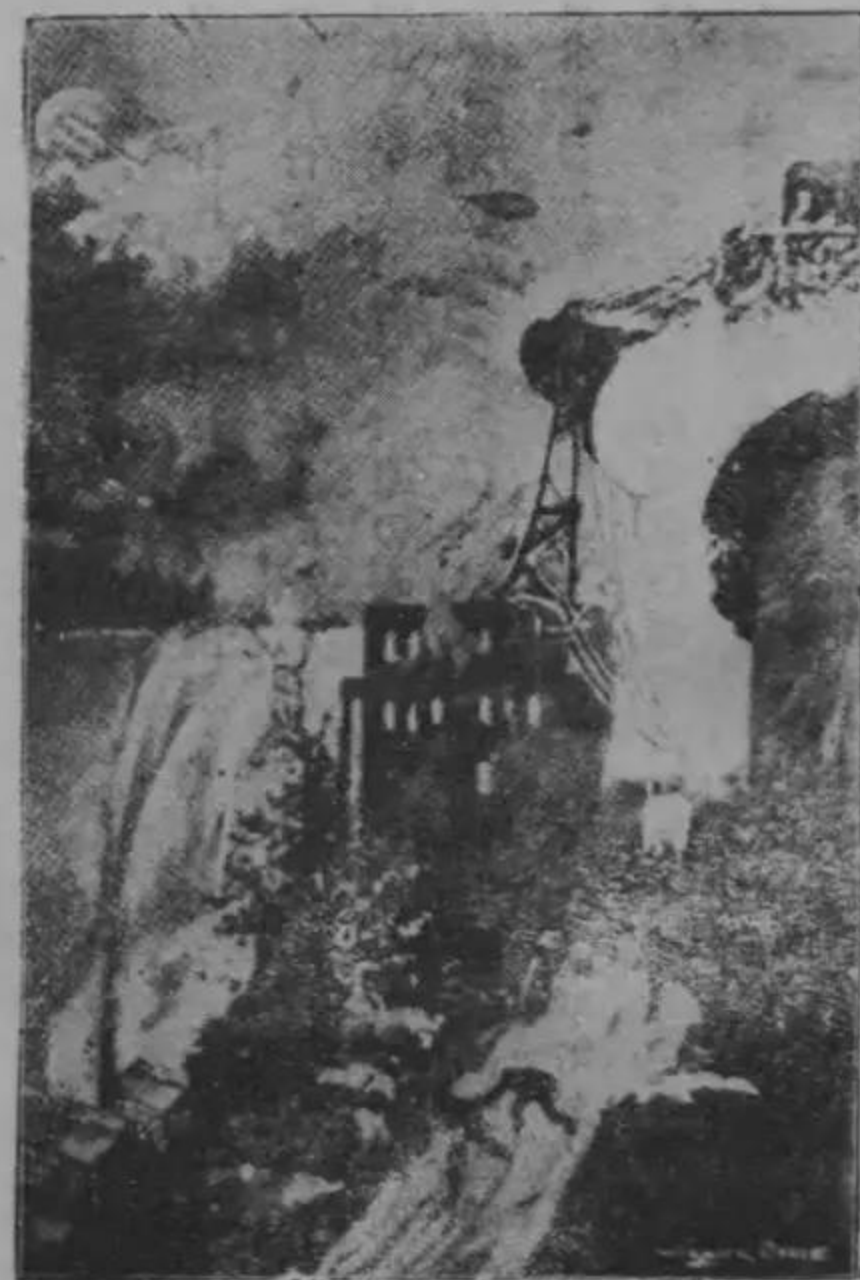
く講演を終もせる爲めにも必要ではないか。

第二講

行程幾億里——空氣の層を抜け出でて

既に述べた通り、吾々が少しでも地球を離れるに云ふ事は、極めて困難な業である。けれども、それが全く出来ない相談でもない。と云ふのは、彼の氣球さか又は飛行機のやうなものを利用すれば、或程度迄は此實體地球を離れることが出来るからである。新聞の記事に依れば、飛行機で約四哩の高さに昇つたものがある。(譯者曰く、最近の「レコード」九哩)そこで問題は此四哩の高さが果して吾々が要求する程度の高さであるか、何うかと云ふ事である。若し、吾々が月世界を訪問しやうと思へば、四哩位の事では何にもならぬ。何故なれば、月の距離は實に二十四萬哩もあるからである。それで、吾々が飛行機に乗つて月世界に行かうとすれば、現在の「レコード」を全然打破つて仕舞はなければならない。月の距離が地球の周囲の約十倍あると聞いてさへ、果して斯かる距離があるか何うか、それを

認めるのは容易な事ではない。今から數年前米國の「ビアソン」雜誌に、或米國人



第四十圖 假想大探照燈の破壞

が膨大な探照燈を用ゐて、月に「月石鹼を用ゐよ」と云ふ廣告を映さうとした話が載せてあつた。第十四圖は此場合の光景を想像して畫いた繪であるが、見たところ

では左程の困難がなく出来さうにも思はれるが、併し月は二十四萬哩も遠方に

ある。それで、その上に映し出す各々の文字が、數百哩の大きさになる事を思へば如何にして、さういふ廣い場面を照らし得べき強烈な探照燈が出来るか、と云ふ疑問が起る。全く出来さうもない事だ。併し、米國人の事だから今後何んな事を仕出すかも知らない。

茲に月の距離が廿四萬哩であるといふ、此簡單な事柄を知つた丈で、諸君が満足する事は私の望まない處である。私は何うしてそれを測るか、こゝで其方法を説明しなければならぬ。吾々は人から聞いたことを其儘信するよりも、自身に手を下して實驗を行ふ方が何れ丈利益が多いか、夫は改めて言ふ迄もない事であるが、彼のガリレイがあれ丈の大發見をしたのも、要するに自分で實驗した結果である。吾々は今、此室内で月の距離を精密に測定する事は無論出来な

いが、併し何うかして其方法丈は眞似て見られる。尤も、前に吾々が天井から球を落してガリレイの實驗を眞似た様に、月の距離を測る方法を適切にまねる事

は六ヶしいが、私は出来る丈其方法を模擬して見る積りである。

天文學者が月又は星の距離を測定する方法は測量師が地上で行ふ測量と同じ方法であつて事實、何人でも眼を開いてゐる間、常に行つて居る事である。吾々は常に兩眼を用ゐて人と物とが自分より何程隔つて居るか目測する。例令ば今、此處で前方にゐる少年諸君は本講演の目的とする聴講者である。後方に居るゝ諸君は傍聴者である。私は傍聴者が前方即ち聴講者たる少年諸君の中に混つて居はしないか、それを調べる爲めに前列と後列とを寄視ヨセミする。乃ち、私は兩眼を内側に寄せて、前列の中の誰かに視線を集中する時、其爲めに何れ丈寄視するか心に感ずる、次に同じく後列の誰かに視線を集めて今度は左程寄視するに及ばぬことを感ずる。此様な事は吾々が是迄幾千萬遍も繰返した事なので、全く無意識に行つて居る。それで、吾々の筋肉と神経とが、其結果を正しく吾々に傳へる。斯の如く傳へられた事から、私は茲に傍聴者の多數が、正しい

座席に就てゐると云ふ事を認める。

目測に依る距離の決定は至つて曖昧なものである。即ち吾々の目測は一の物が他の物より近いとか、遠いとか、又は大凡同じ距離にあるとか判断する丈であつて、呎や吋で其距離を測るのではない。假令ば巻煙草に火を點けるには、煙草の端と「マッチ」とが同じ距離にある事を兩眼で確かめなければならぬ。何故なれば「マッチ」を餘り近くに持つて來ると、煙草の中頃に火が點く、又離し過ぎると全く火が點かない。此様に距離の等しい事を確めるには、是非兩眼を用ゐて寄視をしなければならぬ。諸君は、諸君のお父さんが、短い巻煙草に火を點ける時の眼許メカシを良く氣をつけて見たならば、それは酷どく寄視をして居るに相違ない。若し、其巻煙草が此處にある様な「ジャイアント」巨人といふ、恐ろしく長い葉巻であつたら、寄視する度合が少くなると同時に、火を點ける事が餘程六ヶしくなる。若し又、それが假りに此室の長さ位の巻煙草であつたならば、假令私達の手

が其處迄とゞく程長いとしても、其端に火を點ける事が大差に六ヶしくなる。さうして、此場合には寄視する度合が殆んど感じない程少くなる。それであるから煙草の端から一尺も離れた所に「マッチ」を持つて行つても、其度合が殆んど變る事はない。

天文學者が月の距離を測定するにも、今述べた様な方法を用ゐる。そうして矢張り、今述べた様な困難に遭遇する。勿論彼等は兩眼を使はない、其代りに二個の望遠鏡を用ゐる。即ちAの場所に一箇Bの所に一箇を置く。此AB線を基線と稱へ、先づ其長さを測定する。此基線は極めて必要なものであるが、其長さは必ずしも一定でない、或は數尺の事もある、或は數百萬哩に及ぶ事もある、吾々は自分の兩眼の間の距離、即ち日常用ゐる基線を、一々測定する必要のないのは、知らずくゝの間に之を熟知してゐるからである。要するに、基線の長さは測量しやうとする距離の長短によつて違ふのである。それで、吾々が或距離を測

定するには、先づ基線の長さを知る必要がある。次に兩端にある望遠鏡を月又は測定しやうとする他の目標に向ける、斯くして此の二つの望遠鏡の寄視する程度を測るのである。或人は此場合希臘語の *Parallax* (視差) 云ふ語を用ゐた方が適當であると言ふであらうが、併し我國にも *Squint* (寄視) といふ古い良語があるから私は姑く之を用ゐることにした。

今、寄視に依つて距離を測定する方法を實驗して見やう。唯、時間を節約する爲めに一方の眼丈で寄視した場合を實驗する。言葉を換へて言へば、基線の一端にある望遠鏡は少しも寄視することなく、眞直にC點に向けてある。(第十五圖参照) 今、私は此巻尺を用ゐて、A點から十二呎離れた所にB點を取り、ABを基線とし、B點に寄視する事の出来る第二の望遠鏡を置く。併し、望遠鏡では一度に唯一人しか見るこゝが出来ないから、其代りに小さい探照燈を置いて誰れにでも其方向を見られるやうにした。諸君はBの探照燈が其光をC點に投射する

時、何れも其方向を観ることが出来る。又、一々距離を測定する爲めの時間を節

約する必要から、私はA點から六呎、十

二呎、十八呎等の各所にC點を置き、そ

れぞれ其位置を書き留めてある。そ

第 十 五 圖

ここで、諸君は是等の點の何れに光線を

投射したか認むる事が出来る。所で

私は諸君の中で、誰れが一人幕に背を

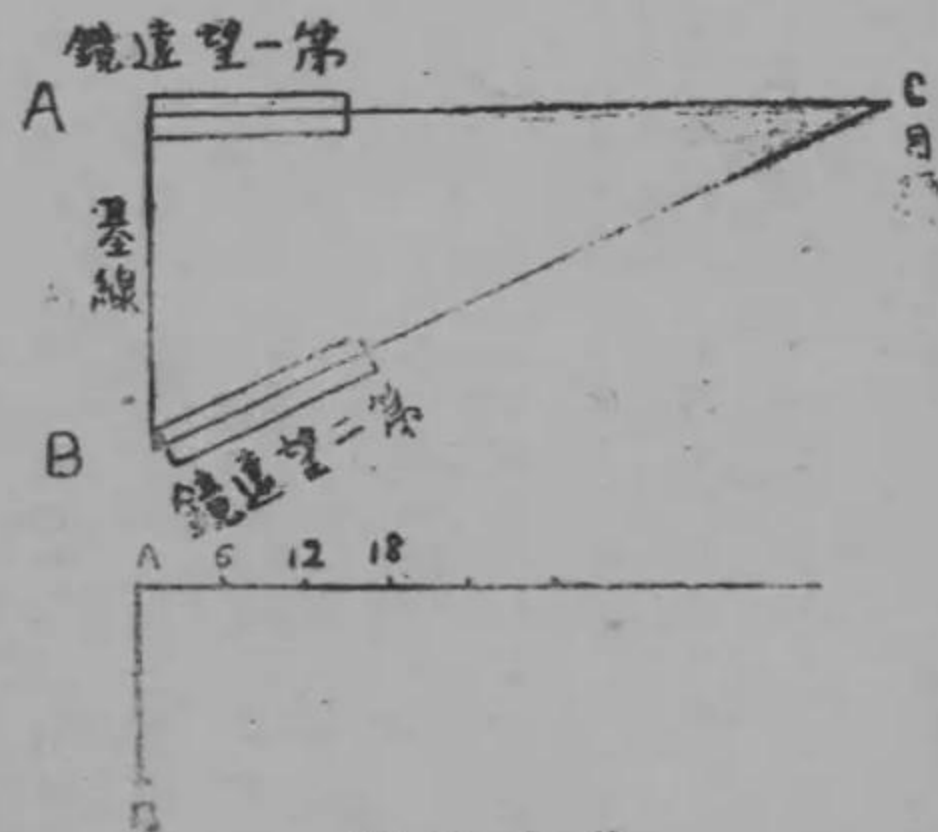
向けて、光線の當つて居る點を見る事

の出来ない様な位置に居て貰ひたい。

さうして、其人の見ることの出来る範

圍は、此「カード」に記された寄視の度合

である。彼は其寄視を讀んで光線の當つてゐる點を諸君に告げることが出来る。



る。今、私は斯様に望遠鏡を向ける。彼は寄視を見て1の符號の付いた寄視は

其距離が十二呎に當る事を諸君に告げる、果して其點に光線が當つて居る。そ

こで、私は方向を變へる。此時、彼は一と二分の一の寄視、即ち距離が基線の一

半(即ち十八呎)である事を告げる、實際其通りである。再び之を變へる。彼は是時

寄視が一と二分の一の間であると告げる、それは吾々の六呎と十二呎の間の距

離の意味である。斯様に吾々が幕に現はれて居る距離を知り得る様に、彼も亦

寄視によつて同じ距離を知る事が出来るのである。これは決して手品でも何

でもない、極簡単な且つ明瞭な方法である。天文學者が月の距離を測るに用ゐ

る方法は結局是である。

併し、月に行く前に吾々は寄視の「カード」に就て、もう少し説明したい事がある、

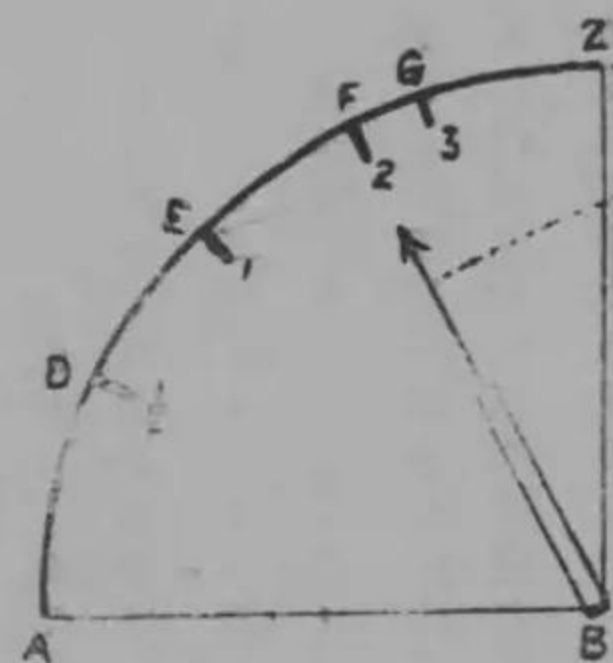
(第十七圖)吾々は基線と同じ長さ丈離れた目標の寄視を1と定めた。此場合基

線は十二呎である、併し其長さが一哩の場合にも之を同一の「カード」を使用する

行程幾億里—空氣の層を抜け出て

事が出来る。唯、其場合には寄視の1に相當する距離は一哩にある。又記號2

半分の距離に示す。



ドーカの視 圖六十第

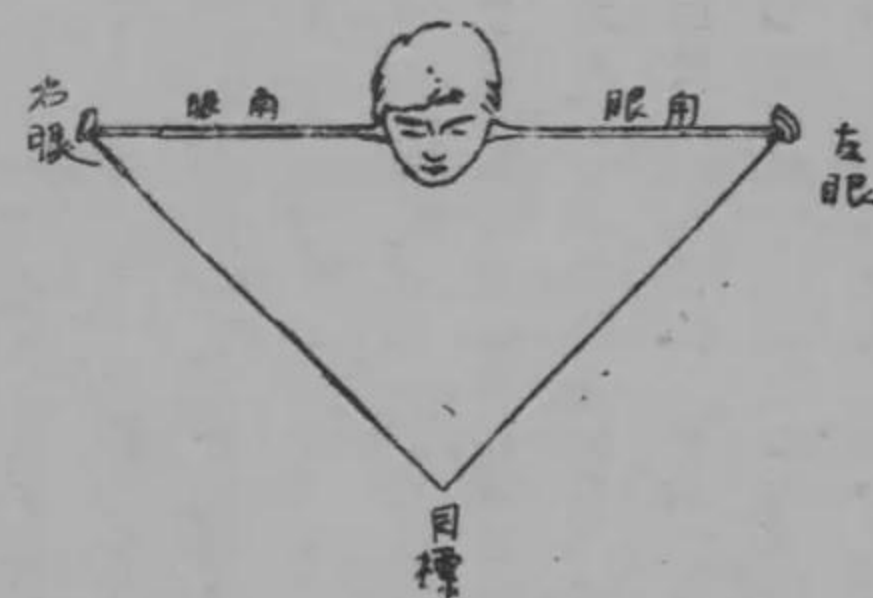
は距離が基線の二倍に、記號3は基線の三倍に相當することを示す。又半分の距離に對しては二分の一の寄視、其他の分数に對しても同じ事である。唯、茲に諸君に注意をして置きたいのは1より大なる距離に對する記號は皆弧の半分の内に在る事である。即ち是等の記號は皆EとZとの間にある。そうして、弧AEの部分では凡ての記號が皆1より少い距離に相當する。

同様に2迄の距離はEZ間の可なりの部分を占め、残りのFZの内に2よりも大なる距離全體を包括する。3はFZ間の主なる

部分を占め、それ以上の距離には僅にGZを餘す丈である。此區分には456等の少い數より、數百或は數百萬等の大數が弧の上に次第に細かく集合する。從て、之を區分して記號をつけることは、數が多くなるに従つて益々困難になる。諸君は家に歸つて、自分で「カード」を作り、如何程多くの寄視を精密に記す事が出来るか試して見られよ。10又は20位迄は記し得るであらうが、それより多い數になると殆んど不可能である。時計は一廻り大抵六十分に分割されてある。そこで、一分の間隔は10の寄視の記號に相當(殆んど)するから、それを二等分したものが略ほ20に相當する。即ち其二分の一の間隔が10と20の間の記號を包括し、他の二分の一が20より大なる記號全部を含まなければならぬ。吾々が兩眼を使つて距離を目測する時には「カード」を用ゐない、其代りに神經と筋肉が感覺を受ける。此感覺は長い距離の違つた寄視に對しては殆んど區別がなくなる。恐ろしく長い巻煙草の端に火を點ける事の六ヶしいのは、全く此理由に因るの

行程幾億里—空氣の層を抜け出て

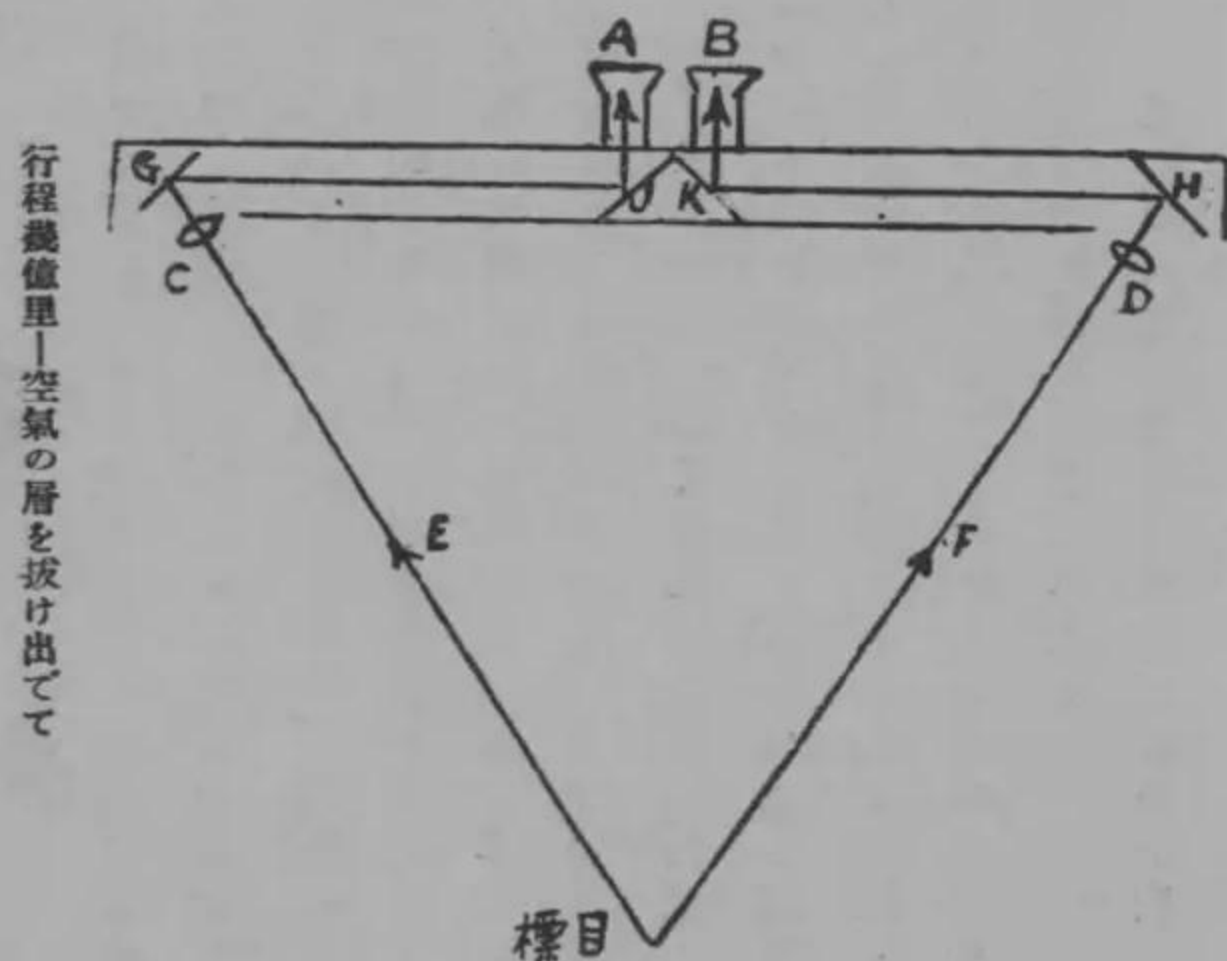
宇宙の旅
である。



第十圖

事になるからである。吾々は恁んな人間のある事を嘗て聞いたことがない。

それで天文學者が例へば月のやうな極めて遠い目標までの距離を測るには寄視が甚だ少いので大なる困難に遭遇する。併し私は未だ述べなかつたが茲に其困難を緩和する一の方法がある。若し吾々が左右に一、二尺も突出した角(蝸牛の角の様な前の方に突出したのではなく)の兩端に眼を置く事が出来たとすれば普通の眼で視るよりも餘程精密に遠い距離を測する事が出来る。(第十七圖)それは今迄二時の基線を用ゐてゐたのが、數呎の基線を用ゐる



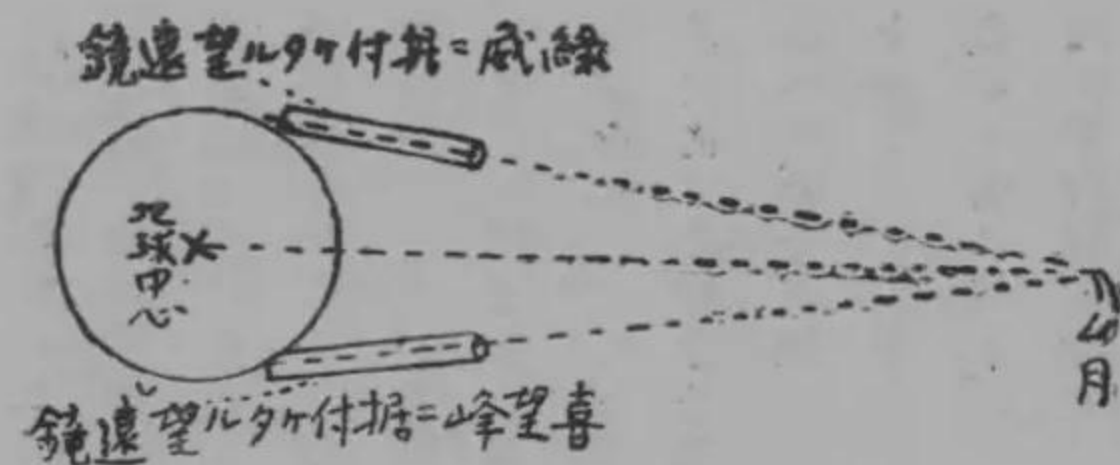
第十圖

昔は今と違つて随分酷い虚偽でも通つたもので、サ、ジョン、マウンドウィルは不可思議な其「旅行者物語」の中に肩の下に頭が附いてゐる人種があるを書いて居る。けれども角の先に眼が附いてゐる人種があるとは書いて居ない。所が、現在、彼の陸海軍人が敵の距離を測る爲めに用ゐる測遠器と云ふ器械は恰も長い角の先に眼を附けた様なものである。

第十八圖に就いて説明すれば、A Bは観測者が肉眼を當てるところでC Dは人工的な眼、即ち二個の「レンズ」である。さうしてC Dの後方には反射鏡G Hが備付けられてある。此二個の「レンズ」を螺旋の装置で、目標に向ける事が出来る。これは筋肉の作用で肉眼を目標に向けると同じである。そこで、遠方に在る目標からC點に投射する光線ECは、Cの後方に在る小反射鏡Gによつて反射せられG Jの方向に進み、更にJに在る他の小さい反射鏡によつて反射せられて肉眼Aに入る。又FD線に沿ふて進んだ光線は、同様にH K Bに反射して肉眼Bに入る。観測者は少しも肉眼を動かすことなく、螺旋を廻して人工的な眼C Dの寄視を測る。斯くして観測者は敵の距離を測り、之を僚友に告げ、小銃の照尺をそれに合さしめる。若し斯様に照尺を合はす事が出来なかつたら、彈丸は空しく敵の頭の上を飛んで行くか、或は前方に落ちる。

天文學者は、其大なる困難に打勝つ手段をよく承知して居る。それは當然、基

線を出来る丈け長く取る事である。自然は吾々の兩眼の間隔を餘りに狭く造つた。其爲めに基線の長さが極めて短かい。此様な短い基線では、精々煙草の端迄の距離か、或は同じ室内の人迄の距離を測る位のところで、半哩も前方の敵の距離を知らうとするには、餘りに短か過ぎるのである。そこで、測遠器が發明され、ずつと長い基線を有つ様に作られて、此困難は著しく減じた譯である。然し、此様な測遠器を用ゐた處で、月の様な極めて遠いものゝ距離を測るには、直接兩眼を用ゐたと同様、何の役にも立たないのである。斯かる場合、基線の長さが數呎位では無意味である。少くも數哩以上、出来る丈遠く離す事が必要である。例へば、第十九圖の様に地球の反對の側にそれを置く。斯くの如くして始めて十分な月の寄視が得られるのである。月の距離が前に述べた通り二十四萬哩あると云ふのは、此様にして測つた結果である。此種類の測定を行ふ目的から英國政府は北半球の綠威、南半球の喜望峯とにそれぞれ天文臺を設立した。



第九十圖

然しながら、是等の天文臺は決して十分な距離に在るとは言へない。南極と北極とに、それを設ける事も出来るからである。けれどもさうなるに誰が見ても観測者は餘り幸福でない。幸福の爲めには何物かを捨てなければならぬ。

さり乍ら、此歴史的な困難は未だ除かれてない。吾々は更に、太陽の距離を測るに方つて、一層大なる困難に遭遇する。それは太陽が月に比較して更に一層遠い距離即ち殆んど一億哩も離れた所にあるからである。それで、吾々が地球の上に取りする事の出来る最大の基線を用ゐても、太陽の距離を測る爲めの寄視は極めて少いのである。そこで、天文學者は平生よりも割合



第十二圖 地球と反対側の通過

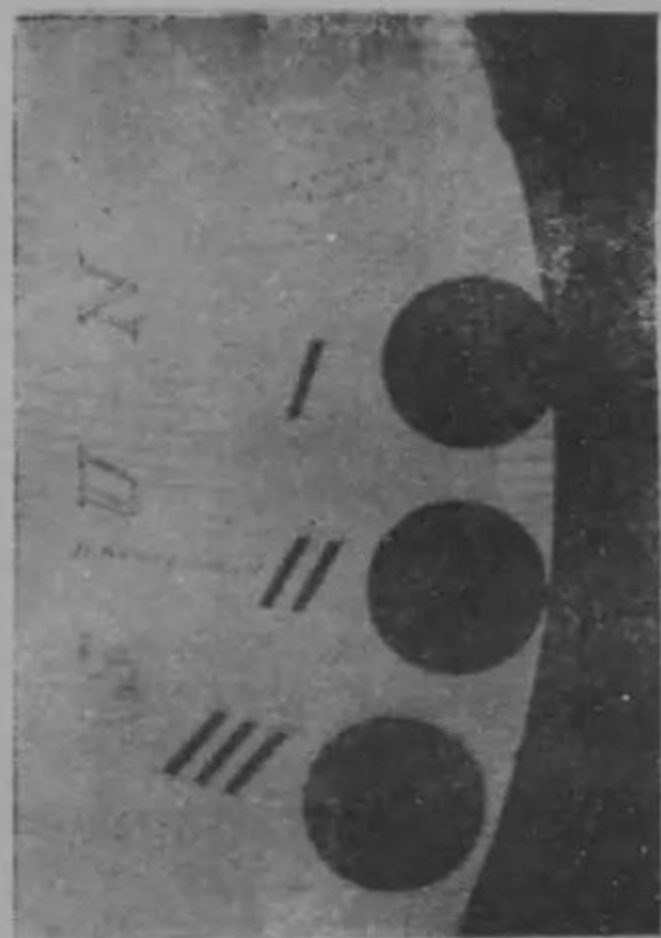
行程幾何里—空氣の層を抜けて

に観測の困難の少ない、特別な機會を利用する事が必要になる。此特別な機會といふのは、金星が太陽面を通過する時である。聴衆諸君は金星の太陽面通過に就て餘り御存知無いと思ふが、諸君の両親又は祖父母は多少此出来事を知つて居らるゝ筈である。何故なれば、最近に於て金星が太陽面を通過したのは、諸君が未だ生れない前の事で、一八七四年と一八八二年であつたからである。

さうして、此次は二〇〇四年と二〇一二年であるから、假令諸君がそれを観る事が出来るにしても、餘程高齢に達した後である。併し、斯様な珍らしい現象は久しい間人の記憶に残るものであるから、諸君も其金星通過と云ふのは一體何んな事か、知り度いと思ふであらう。

併し吾々が現に考へつゝある太陽の距離の測り方丈に就いて言へば、金星の太陽面經過は唯、其困難が平素よりも少い場合の一つに過ぎない。吾々は地球の外に脱け出すことが出来ないから、用ゐるべき基線の長さは限られて居る。即ち吾々が爲し得る最上の方法は、地球上の相對する二點に吾々の眼、即ち望遠鏡を置くのであつて、實際は地球の上の凡ゆる方面にそれを置く事である。それで、天文學者は布哇、新西蘭、濠洲、墨其哥、ケルグレン島、極めて寂しい土地埃及並に其他都合の好い地點に出掛けた。さうして皆、金星が太陽面を横斷する（即ち經過する）のを觀測し、特に經過の始めと終りとを最も精密に觀測したのである。彼等は此の方法に依つて如何にして太陽の距離を測る事が出来るか、諸君は特に其方法に就ての精しい説明を求めは仕まい。第二十圖を見れば其要領が大體に會得されるからである。即ち、若し地球の一方の端のA點から觀れば、金星はCDなる通路に由つて太陽面を通過する。然るに、それを地球の端B點から

觀れば、金星は以前の場合と違つてEFの通路を經過する。そこで、太陽の距離が近い程此二つの通路CD EFの違ひが少く、其距離が遠い程大きくなる。言ひ換へ

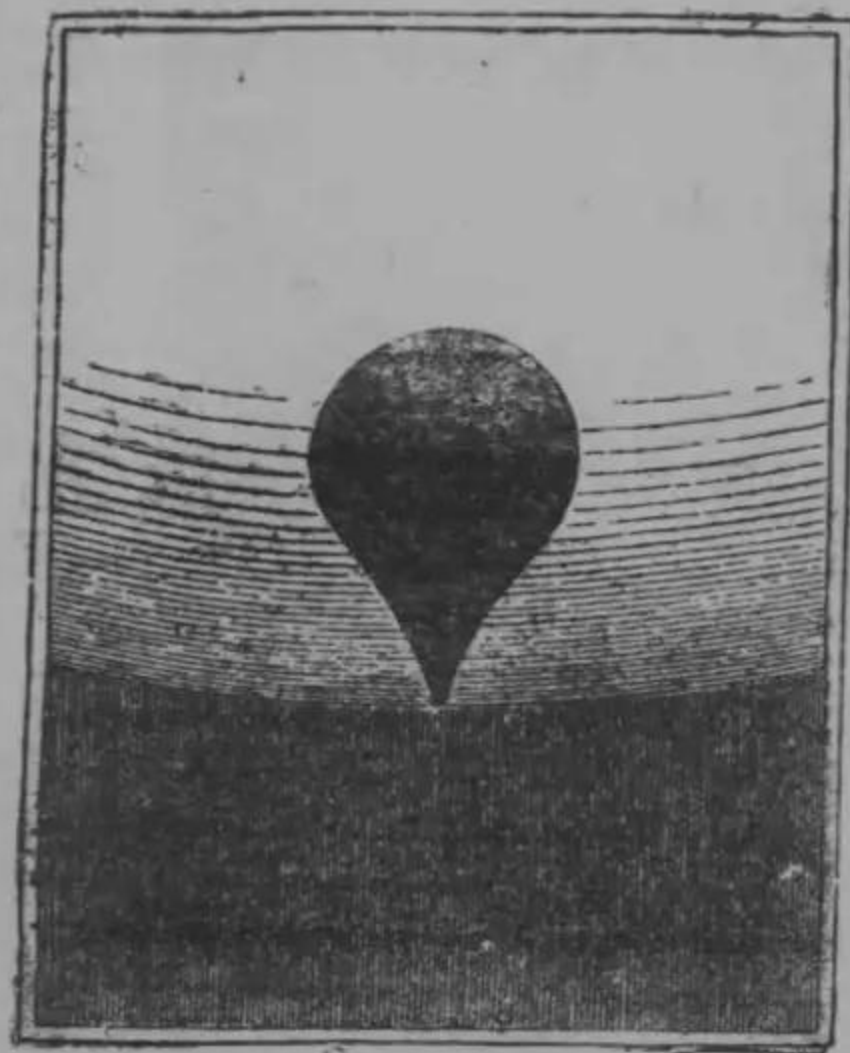


金星の像の通過 圖一十二第

ると、若し吾々が此二つの通路の違ひを精密に測る事が出来れば、それからして逆に太陽の距離を求める事が出来るのである。

然るに天文學者は此千載一遇の時機に際して、今いふ通路の違ひを精密に測る事の出来な事を知つた。彼等は經過の始めと終りの時刻を、秒迄も精密に測り得ると信じてそれを望んで得たのである。若し、黒い金星の圓面と太陽の縁とが丁度

相接觸する場合、即ち第二十一圖の(II)に示す様な瞬間があつたなら、其場合こそ



第二十圖 天文學者の想像せる太陽の通過の際に見ゆる金星の形

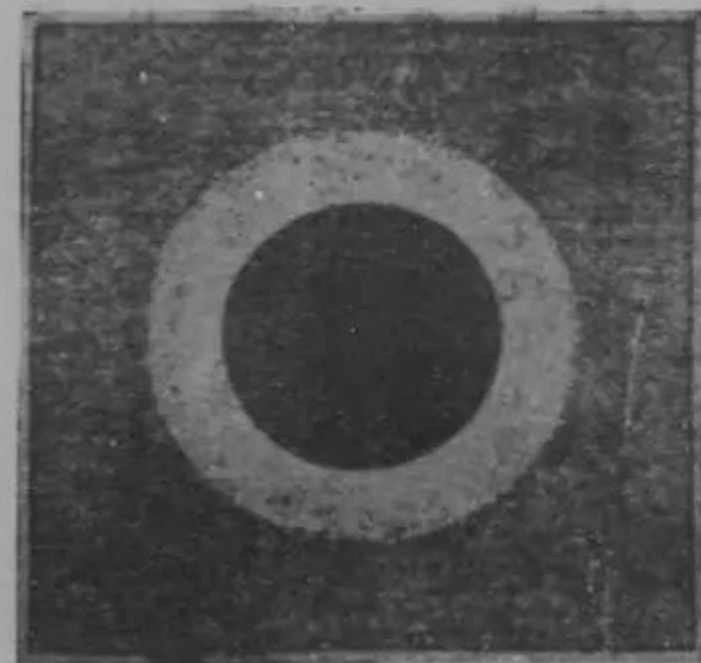
観測者につつて最も大事な機会である。即ち其瞬間の前には(I)に示した様に、金星の黒い圓面の一部が太陽の縁の外に出て居つて、其後には(III)に示す様に、金星の黒い圓面が全然太陽の内側にあるのである。

そこで若し(I)と(III)との間に(II)の様な一の瞬間があつて、其時刻を正確に記録に留むる事が出来れば、観

測者はそれによつて精密に太陽の距離を測定する事が出来るのである。

然しながら事實は不幸にも其期待に背いた。尤も天文學者は以前の金星経過から推測して豫め其事を承知して居つた。即ち、恐らく(II)に示す様な有様を見る事は出来ないで、第二十二圖に掲げた様な形、即ち金星の黒い圓面が正しい圓にならないで、幾分下の方の尖つた梨の實の様な形に見ゆるであらうと思つて居たのである。是が金星の眞の形でない事は勿論である。何故かといふに金星が全く太陽の面の上にあるときには、其形が第二十三圖に示す様に確かに圓形を爲して居る事が分るからである。吾々は金星にも我が地球と同様に大氣があつて、太陽の光線が此層を通過する際に屈折するものである事は既に知つて居る。然し金星が此様に梨の實の形を爲すのは、其大氣の照らされる爲めに生じたものではなく、尤も此大氣が照らされる爲めに一種異つた面倒が起るけれども、光線を遮つた場合に起る光の特種の性質に因つて起るものである。

即ち遮る物の端に近い所には、光の廻折と稱する特別の現象を呈するものである。諸君が若し二本の指尖を殆んき相接觸せしめ、其隙間から唯一眼だけで



第二十三圖 金星と大氣

空を望めば、此廻折現象を見る事が出来る。即ち此二本の指尖が極めて接近すると、まだ眞に接觸しない内に指尖がくつ附く様に見える。天文學者は豫め此の様な廻折現象の起るべきを知つてゐた。それで、彼等は前以て金星經過の模型を作つて豫習を行ひ、此現象に因る障礙を除かうとしたのであるが、彼等は諸々方々の測點で觀測した結果を集めて、それを比較研究する前、既にそれに對して十分の期待が出来ない事を知つた。何故かと云ふに、二名の觀測者が相並んで而も同種の望遠鏡を用ゐて觀測した

ならば同一の時を得べき筈なのに、全然違つた時を得たからである。それで、彼等の觀測の一方、或は双方に大なる誤のあることが分つた。言ふ迄もなく誤つた觀測から、正しい結果を得る事は出来ないのである。

校閲者曰く、全く誤つた觀測から良い結果を得る事は出来ないが、多少誤のあるものから確からしい結果を得る事は可能である、原著者は勿論此事を承知して居るが、繁雜を避ける爲めに斯く言ひ切つたのである。

金星の太陽面經過は極めて稀な現象である。今後に於ける二回の金星經過（金星の經過は丁度雙子の様に常に對を成して起るものである）は、二〇〇四年と二〇一二年とにあつて、過去に於ける最後の金星經過が一八七四年及一八八二年とにあつた事は既に述べた通りである。又其以前の金星經過は一七六一年と一七六九年とにあつた。さうして、一七六九年にそれを目撃した人の一人は彼の有名なるキャピテン・クックである。クックはそれから十年後に布哇の土人の爲

行程幾億里—空氣の層を抜け出て



第二十四圖 ホロックスの金星通過を観測す

めに殺された。尚ほそれよりも一層名高い金星経過は一六三九年に起つたものである。何故なれば、それ以前にはこれを観た人が無かつたからである。當時ホロックスといふ青年牧師があつた。彼はそれ迄何人も想像しなかつた此現象が、或は起るかも知れぬと云ふ考で其日を計算した。所が、それが恰も日曜日に當るのであつた。そこで、彼は當日、太陽が東天に現るゝや直ちに望遠鏡を以て之を観測した。何故なれば、金星経過が何時に始まるか正確に時刻を知らなかつたからである。其中に時は

次第に進んで教會に出勤すべき時刻は近づいた。言ふ迄もなく彼は渺からず義務と嗜好の矛盾に悩んだのである。金星の太陽面経過は決して日曜日毎に起るものではない、教會に赴いて職責を果すべきか、將た又、此稀有の現象を観測すべきか、然し彼は其探るべき道を誤らなかつた。彼はネルソンよりも遙に以前の人であつたが、而かも『英國が各人に期待する』てふ義務を十分に了解してゐた。彼は例の通り教會に赴いて其任務を果たし、了るや否や法衣を脱いて自分の書齋に入つた。是時、恰かも金星が太陽面を通過する所であつたので、彼は之を見て大いに喜び、機織であつた其友人クラブトリに其事を告げ、兩人で最初に金星の太陽面通過を見たのである。此時未だ一青年であつたホロックスは惜しい事に纔か二十四歳の短命で世を去つた。彼には生前既に多くの功績があつた、それで一部の人は、若し彼が長く生きて居つたなら、恐らくニュートン以上の大人物となつたであらうとさへ言つて居る。

今迄述べた事に依つて、吾々の空間旅行は極めて遠い旅行である事が分つた。即ち、月迄すら二十四萬哩ある。太陽の距離は實に九千三百萬哩である。それであるから、最初數哩の間、地球を離れる事に就ての心配の如きは殆んど問題にならない譯である。けれども、諸君が汽車旅行を爲す場合に、汽車が停車場を離れる迄に相當の時間を要するやうに、又船に乗つて航海を爲す場合に、先づ船を船渠の中から出すのが一仕事であるやうに、相當の準備は要るものである。そこで吾々が先づ其中を通過して上昇せなければならぬ所の空氣に就いて、暫時の間考へやうと思ふ。

吾々は地球を離るゝに、花んで空氣を看過する事は出来ない。空氣は悉く吾々を圍繞して居つて、誰も其壓力を感じてゐない様であるが、其實空氣は毎平方吋に就いて實に十五封度と云ふ強大な壓力で、絶えず吾々を壓迫して居る。誰れでも皆、常に内からも外からも此大壓力を支へて居るのである。若し、吾々に外

側から加へらるゝ壓力がなければ、内側の壓力の爲めに恐らく破裂するであらう。さうして又、吾々に内側からの壓力がなければ、外部の壓力の爲めに扁平となるであらう。茲に吾々は昔から行はれて居る實驗に依つて、此壓力の存在を、容易に證明することが出来る。それはマグデブルグ半球の實驗である。今吾々が二個の半球若しくは、二個の杯の様な物を緊かと合せる、若し其内にも外にも空氣があれば、容易く引離す事が出来るが、若し排氣機を用ゐて中の空氣を悉く抜いたなら、其半球は質の良い眞鍮で製したものであるから、押潰されて扁平になる様な事はないが、それを前の様に二つに引離す事は極めて困難になる。

そこで今、此半球の中の空氣が充分に排除された。私は茲で前列に座席を占めてゐる腕力の強い二名の少年に頼んで、此半球を引離さうとする。さうして、私ミヒース君とは、二人の少年の後に立ちて、萬一球の中の空氣が全部排除されてゐない爲めに、無造作に引離されて不慮の間違が生ずるやうな場合を警戒して



第二十五圖 引離きとんすを
第二十五圖 引離きとんすを
第二十五圖 引離きとんすを

居る。されど半球の中の空氣は充分に排除されてあつたので、流石の腕力家が互に全力を盡して引張り合ふても到底引離すことが出来ない。次に、私とヒース君と彼等に助勢して引張つて見る。密着せる半球は依然として引離れない。そこで今度は空氣を半球の内に送り込む、さうすると最初と同様に極めて容易に引離れるのである。必ずしも空氣唧筒を用ゐる必要はない。吾々は自分の手を固く合せて、其中の空氣を除く事が出来る。其様な風にして奇怪な音を出す事の出来る人もある。私は茲に綺麗な二枚の平面板(譯者曰く硝子?)を有つてゐる。此板の作り方は嘗てホワイトウース氏が話した事がある。それは兎も角、今此平面板は互に密着して排氣機を使用しな

いでも空氣を除くことが出来る。併し、それには普通に物を合せる様に唯、板を合はせてはいけない。一枚の板を他の板の上に滑走せしめなければならぬ。さうすると、間の空氣は良く排除されてマゲデブルグの半球と同様に二枚の板を引離す事が容易でなくなる。

以上二通りの實驗に依て、空氣が偉大な壓力を有つて居る事が分つた。けれども、空氣の壓力は地面に近い所でこそ此様に強いが、上層に昇るに従て段々と減する。或はもつと都合好く言へば、空中から下に降りるに従つて壓力が段々と増加する。下層の空氣は其上層の總體の空氣を支へる爲めに、壓力を受けるのである。第二十六圖は牛津博物館に陳列してある「トータム」柱の繪であつて、之は聴衆の一特志家と其母君とが、特に私の爲めに畫いて呉れたものである。(元來此「トータム」柱といふのは昔種々の動物や天然物を彫刻して、其家又は種族の表章に用ゐる、之は禮拜の目的に作つたものである、之は米國の印度土人の酋長の幕

屋の外にあつたものである。構造は下に鴉が居て其上に獵師を抱いて居る熊があり其上に亦他の鳥があり、又其上に獵師を抱いた熊が載つて居るのである。

第二十六圖



第二十七圖

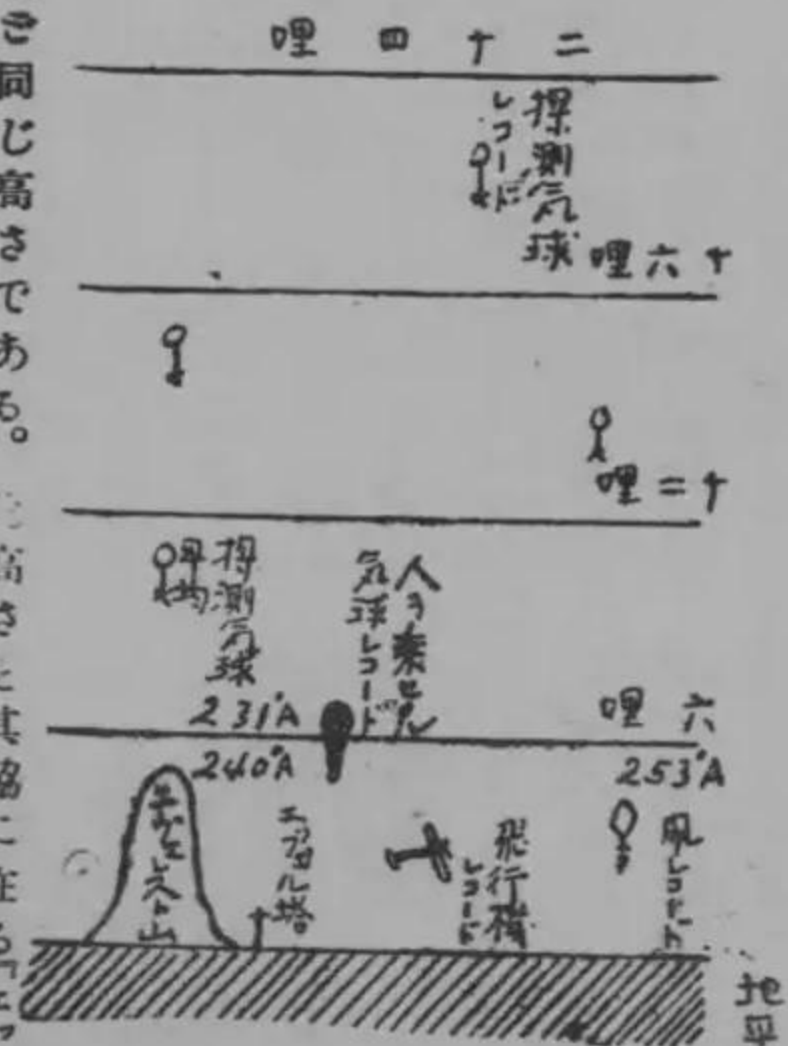


想ふに是は昔、一の蠻族が他の蠻族を征服すると、其「トーテム」を自分達の「トーテム」の下に置き、而して若し其蠻族が又他の蠻族に征服されると、征服した蠻族の

「トーテム」が再び其頂上に置かれるといふ様にして出来たものである。其は兎に角、是等の動物は皆丈夫に出来てゐるから、幾ら上の方に積み重ねられても一向平氣で押潰される様な事は更に無いが、空氣は「トーテム」柱と違つて、下層の空氣は上層の空氣の爲めに酷どく壓縮される、之を假りに「トーテム」の繪で示せば第二の圖(第二十七圖)の様になるのである。即ち、下の鴉は上の重みに押されて酷どく平たくなり、其上にある熊でさへ可なり平たくなる。地面に近い空氣が上層の空氣に壓縮される有様は丁度此通りである。之に反して、高さを増すに従つて空氣は次第に稀薄となつて、丁度第二の圖の頂上にある酋長の像と同様に十分に延びる。頂上では何物もそれに壓力を加へないからである。尙ほ「トーテム」柱は種々な動物に區分されてゐるが、空氣は次第くゝに稀薄となるだけで、何等の層にも區劃されて居ない。

それでも今は便宜の爲め假りに第二十八圖に示す様に、空氣が種々の層から

成立つて居るものとする。此圖はサウス、ケンシントンの氣象臺(諸君は是非此氣象臺を參觀すべきである、氣象に關する面白い物が何でも此處にある)に在つ



層の氣大 圖八十二第

んき同じ高さである。高さと共に其脇に在る「エッフェル」塔と比べると「エッフェル」塔の低い程度が分る。又飛行機の昇つた最高の記録は約四哩(譯者曰く現在の「レ

た綺麗な繪から複寫したものである。空氣の第一層は其高さ約六哩これは山嶽の層でも云ふべきもので地球上の最高峰である彼のヒマラヤ山脈中のエヴェレスト山は此第一層と殆

コード』は九哩であるから第一層は又之を飛行機の層とも謂へるだらう。紙寫は之よりも幾分か高い所迄昇つた。第二層には人の乗つた輕氣球が僅かに入りかけた丈である。それであるから吾々人類の空氣に對する知識は實際第一層に限られて居つて、それより上の空氣の層に就いては最近に至る迄殆んど知る所がなかつた。此上層の空氣に關する吾々の知識は皆氣球を用ゐて得たもので、其氣球は形こそ大きいが玩具の氣球に類したものである。現に此家の屋根から其氣球を擧げてあるから、講演が了つたら降ろして見やうと思ふ。是等の氣球は人を乗せるのではなくて、單に機械を裝置したものである。此裝置は極めて巧妙に作られてあつて、上層の空氣の状態をよく吾々に示すのである。そこで、上層に昇るに従つて空氣の壓力が次第に減ずるのは、吾々の豫想する通りであるが、意外にも全く豫想しなかつた事柄が同事に現はれて來た、と云ふのは吾々は高く昇るに従つて、益々寒くなるべき事を豫想して居つた。然るに探測

行程幾重——空氣の層を抜け出て

氣球の示す所に依れば、空氣の第一層を離れてからは、最早寒さが増さない、第二十八圖に示した各層の温度を見れば、第一層を離れてからは温度の餘り降らない事が分る。尤も、是等の温度は所謂絕對温度と稱せられるものである。諸君は熱があると思ふ時、お母さんが諸君の口の中に差し込む體温計を知つて居る。校閲者曰く英米兩國では普通華氏の體温計を用ゐる。それで測つた温度と絕對温度とは大邊に違ふものである。若し諸君のお母さんが氣象臺で用ゐる寒暖計で體温を計つたなら、夫こそ驚く事であらう。何故なれば體温は大抵百度以下にあるのが、氣象用の寒暖計では三百度以上になるからである。

今いふ通り吾々は近頃になつて、始めて空氣の上層に於て、温度が餘り降らないといふ驚くべき事實を發見した。

扨て探測氣球が高く昇ると、終には破裂する。同時に氣球に裝置してある器具は地上に墜落する。二十哩も高い所から墜落するのであるから、それ等の器

具は當然粉碎される筈であるが、破裂した氣球は恰度落下傘の様な作用をするので、落下の速度は著しく緩和される。其上に此裝置は「蜘蛛手」と稱する輕い巧妙な棒に取付けられてある爲めに、減多に壊はれる事はない。幾度も之を使用する事が出来る。斯くして、吾々は此探測氣球に依つて、是迄人の達した事の無い上層の空氣の中の種々の現象を知る事が出来る。さうして、是等の新しい事實は科學者にとりては甚だ興味の多い事であるが、餘りに細かく立入るゝ反て一般の興味を殺ぐ事になるから、吾々は寧ろ今一度最下層に戻つて、其層の中に發生する二三の現象を述べやうと思ふ。

先づ、山嶽の氣象から述べるが、多くの人は好んで高山に登り、雲の上に出でて存分に山嶽氣分を味ふ。カリフォルニア州にウッソソン山といふ高さ六千呎の山がある。此上の頂上に壯麗な天文臺があつて雲の上に聳へて居る。

天文學者が山嶽を利用するのは、單に埃や雲の上に出る爲めばかりでなく、多

量の空気の外に出でんが爲めである。キャンベル教授は時々合衆國の頂點と稱せられるホイットネイ山に登つて火星の観測を行つた。特に、火星の大氣が水蒸氣を包んで居るか、何うか云ふ事に就て研究した。彼は地球に屬する水蒸氣と、火星の大氣の中の水蒸氣と混同する事のない爲めに困難な高山観測を行つた。それは高い山の上に在る観測者と、火星との間にある空氣は比較的少量である爲めに、今述べた様な混同は餘り起らなくなるからである。此観測によつて彼は火星には殆んど水蒸氣が存在しない(非常に乾燥して居ると思はれる所の月程にもそれが存在しない)と云ふ結論を得た。キャンベル教授は此爲めに随分長い間ホイットネイ山頂の寂しい假小屋の中で観測を行つたのであるが、平生はそれよりも樂な高さ四千呎の山の頂上のリック天文臺に起臥して居る。茲に掲げた繪は余がキャンベル教授から「クリスマス」に贈られた冬のリック天文臺の美しい寫眞である。



行程幾億里—空氣の層を抜け出て

Living Christmas
1913

Elizabeth B Campbell
Rick Observatory

臺天文ツリの冬 圖九十二第

吾々が飛行機に對して大に興味を感じるのは、如何に高い山に登つても、尙ほ吾々は地球と接觸を保つて居るが、飛行機に乗ると眞に地球を去つた感じが起るからである。近頃になつて飛行機は餘りに普通になつた爲めに、誰がそれを發明したか、又それを發明するに何んな苦心をしたかと云ふ事などは、もう疾の音に忘れて仕舞つた様に思はれる。一體此飛行機「エーロプレーン」を

ふ語は誰が始めて用ゐたかといふに、此様な場合、漫りに質問を發して良く知りもしない人を困らせるのは善くない。それよりか字書を見る方が早い。併し字書を見るよりも尙ほ確かなのは、字書を作つた人に聞く事である。」

幸ひ、牛津には大字書を編纂しつゝあるサー、ゼームス、マレイ(此本の印刷中死んだ)が居て、これに就て面白い話を私に談つた。「エーロブレーション」は初めマレイが一八八八年に字書のAの部を出版した頃には、空中で實驗に用ゐる平らな板の意味であつた。然るに同じ語が佛國では全然別の意味に使用されて居る。即ち「ブレーション」なる語は平面の板の意味で無くて、鳥の如く飛ぶを云ふ意味である。此「エーロブレーション」といふ語を、二種の全く異なる意味に用ゐるのを、次の様に説明する事が出来る。即ち、此紙片の如きは「ブレーション」(翼)である。さうして、若し此紙片を機械的な腕木の端に着けて廻せば、紙片に加はる壓力の量を知る事が出来る。又其様な翼を數枚組合せて玩具の風車を作る事も出来る。それは固

より科學的なものでないが、少し變へれば科學的になる。玩具の風車の翼は皆同じ角度に取り付けられてあるから、氣持よく廻轉するが、若し此翼の取付具合を多少變更して、或翼は或る向きに、他の翼は他の向きに取り付けて、互に反對の方向に廻轉する様にすれば、風が如何程強くとも、少しも廻轉しない様な物になる。それで、科學的な一の器機が出来る。レイリイ卿は玩具の風車の様な簡單な器機を作つて多くの實驗を行つた。そうして其翼は種々な角度を取り得る様にしたものである。此様な器機の翼が即ち英語の「エーロブレーション」であつた。そこで、同じ紙片を用ゐて他の種類の「エーロブレーション」即ち飛ぶ所の「エーロブレーション」を作る事が出来る。諸君は多分良く其作り方を知つて居る。こゝに、グラハム、ホワイト、會社が親切に貸して呉れた美事な飛行機の模型がある。これはヘンドン競技會で懸賞を得たものであつたと思ふ。何んな物でも、此講演で諸君に見せる爲めだといへば皆が喜んで貸して呉れる、諸君は餘程仕合せな少年達である

一九一〇年に、私は太陽の研究に従事する天文學者の集會に出席する爲めに米國に出張した時、適々飛行機大競技會を観る事が出来た。此競技會に於て、特に私の興味を惹いたのは、グラハム、ホワイトが假想的に記してある船の煙突に白堊の彈丸を投下する事であつた。飛行機が全速力で飛んで居る最中、百呎の上空から彈丸を投下して、それに命中させるのは、中々六ヶ敷事である、殊に戦争中であるをすれば、飛行機は敵の射撃を避ける爲めに、百呎よりはずっと高い所を飛ばなければならぬ。最後にグラハム、ホワイトは遙かに高い上空から此實驗を行つた。此場合には硬い白堊の彈丸では危険であると考へてか、雞卵を落した。其後で傳聲器を持つた人が現はれて、次のやうに報告した。

「グラハム、ホワイトは千七百呎の上空から十一箇の雞卵を落したが、其雞卵が何處に落ちたか見つからない。」

群衆は此の奇妙な報告を聞いて思はず笑つた。それは雞卵が途中で解化して

鳥になつて飛んで仕舞つたといふ面白い暗示を與へたからである。

吾々は今の飛行機に對して賛稱する事を禁じ得ないのであるが、而も昔の風船乗が極めて勇敢な、極めて痛快な放れ業を行つた事も亦忘れる事が出来ない。茲にゼームス、グレイシャーの著はした『空中旅行』といふ面白い本がある。是は風船の操縦法を説明したもので、多分今は絶版になつて居るかも知れぬが、圖書館に行けば覽られると思ふ。此本には雲の上を飛行しつゝある美麗な挿繪があつて、それに又不思議な日の出の光景が出て居る。或時は搭乗者が雲に映つた自分達の影を見た、又一八六六年には非常な流星雨を見たのである。殊に最も興味のある話は、彼等が高さ約七哩の上空に昇つた時であつて、是時寒さが最も強かつた爲めに、グレイシャーは全く意識を失つて仕舞つた。そこで、同乗者のコックスウヰルは風船を降す爲めに瓣を開けようとしたが、是時既に彼は凍傷に罹つて手の動かぬ事に氣が付いた。仕方なく彼は肘と膝とで辛うじて攀ぢ登つ

て、齒で瓣を開けた。すると風船は急速に降つて、前よりずっと暖かい空氣の層に來たので、漸く蘇生の思ひをしたさういふ事である。グレーシャーが斯く空中に高く昇つたのは、上層の空氣の壓力と溫度とを研究する爲めであつた。其爲めに彼は種々の器械を携行したさうして多くの發見をしたのである。實際の處、吾々は近來迄グレーシャーの發見した事柄以上の知識を有たなかつた。さうして七哩は彼の昇つた最高の『レコード』であるから、吾々はそれ以上の上層の空氣に就いては毫も知る所がなかつた。唯、單に斯うだらう位に推測して居たのであるが、其推測は全然謬つて居つた。

氣象學者は永い間、上層の空氣の模様を知らうと勉めて居た。さうして遂に探測氣球によつて成功したのである。初め、彼等は特別な形の紙鳶を揚げて試験をした。此紙鳶は普通のものとは違つて、殆んど箱の形をして居るもので、近頃は玩具にさういふ形のが出来て居るから、諸君は左程珍らしくも思ふまいが、吾

々の小供の時代として考へれば全く奇妙なものである。そこで、斯様な紙鳶を順繰りに結付けて、非常に高い所まで揚げる事が出来るのである。さうして、一



哩七空昇 圖十三第

の發條は寒暖計である。さうして是等の器具は皆前の方にある紙に其經過を

行程幾億里—空氣の層を抜け出て

書き現はす様に出来て居る。諸君は又一本の絲に結び付けた「ピンポン」球は何んな用を爲すのかと思ふであらう。これは風力を示すもので、風が紙鳶から球を引離さうとする力の強さが、圖に書き表はされるのである。斯くて空中から紙鳶を降せば是等の圖が讀まれる、それで上層の空氣の状態がよくわかるのである。此様な紙鳶が數哩の高さに昇つた時に、針金(此場合絲を用ゐないで針金を用ゐる)を引く力は酷い力であるので、其爲めに針金を捲く特別な器械が必要である。

併し、近頃になつて、氣球を使ふ方が、紙鳶を使ふよりも優つてゐる事が分つた。氣球には水素瓦斯を詰め込むのであるが、水素瓦斯は極めて輕いので、氣球は高く／＼昇つて行く、さうして終に破裂する。何故破裂するかといふと、氣球が高く昇れば昇る程、外の空氣が益々稀薄になり、同時に其壓力が非常に減する結果、内部の壓力が極度に氣球を膨脹せしめる爲めである。若し吾々の身體の外に

空氣が無ければ吾々は恐らく破裂するであらうとは嘗て述べた事であるが、氣球が非常に高く昇り、其周圍の空氣が稀薄になつて、外側から殆んど壓力を受けない様になれば、氣球は極度に膨脹して遂に破裂する。破裂した後の氣球は宛も落下傘の様に降つて來て、紙鳶と同様貴重な記録を吾々に齎らすのである。勿論、紙鳶の方は機械で針金を繰卷いて靜かに降ろす事が出来るが、氣球の方はさういかぬ。それは非常な高い所から落ちて來るのであるから、地上に達した際に著しい震動の爲めに、記録の裝置や器具に故障を起さぬ様にするのが肝要である。殊に是等の器具は何れも高價なものであるから、成る可く何回も繰返して使用しなければならぬ。それで之を前に述べた通り「蜘蛛手」と名づける輕い框に取り付け、此「蜘蛛手」は三本の竹の棒を、各の中點で一所に結付け、一本が他の二本と直角に置かれる。さうして棒に各其位置を保たしむる爲めに、細い絲で端を結付ける。此框は重量の割合に強いので、何んな高い所から落ちてても損

傷を受ける事はない。さうして又其中心の部分に大切な装置が丈夫に取付けられてあるから、何ういふ向きに落ちても、何時も棒の先で地に着く事になる。諸君がよく知つて居る通り、猫は高い所から落ちても、極めて巧に體を交はして其重みを彈機の様な足の先で受けるから、少しも傷害を受けない。『蜘蛛手』は上下四方に足を持つて居るので、それに似寄つた作用をするのである。諸君は自身に此『蜘蛛手』を作つて、其強さと輕さを試して見たら面白い事であらう。此處にベラミー君が作つた小形の『蜘蛛手』がある。これは三本の葉と絲で作つたので、極く輕いものであるから、玩具の風船でも、それに適當な分量の水素瓦斯を詰めれば容易く引揚げる事が出来る。私は今それを實驗しよう。そら風船が昇つて行く、天井に行つて岡へたが、其處にはまだ例のガリレイが居る。ガリレイが風船の球を破る。そこで、破れた風船が一所に『蜘蛛手』は落ちて来る。所で、私は大事な事を一つ忘れて居た。それは風船即ち探測氣球の落ちる場所の事で

ある。是は無論初めから定まつては居ない。都會の眞中に落ちる事もあらうし、又邊僻な片田舎に落ちる事もあらう。『蜘蛛手』は落ちて地上に立つて居るから遠くからでも見つける事が出来る。誰れか、それを拾ふ。拾ひ上げて見ると、『之を發見して氣象臺に送り届けた人には、報酬として五志を呈す』と書いた札が附いて居る。五志の金は結構諸君の役に立つ、だから私はお勧めする、田舎に往く事があつたら一生懸命に『蜘蛛手』を探す事である。

然るに茲に探測氣球を用ゐても、未だ知る事の出来ない事が一つある。それは上層の空氣を少し取つて來れば出来る事で、恐らく近い中に實現する事と思ふ。其上で十分に確めらる可き事であるが、最下層には極めて少量に存在するもので、高く昇るに従つて、益々其量を増す所の二三の瓦斯體がある。私達は小供の時分に空氣は酸素と窒素と、炭酸瓦斯と、水蒸氣から成るもので此二元素、二化合物の外には何物も含まれて居らないと教へられたものである。所が、一八九四

年レーレイ卿が牛津に開かれた英國協會に於て發表した所に依ると、彼は空氣中に成る瓦斯を發見した。此瓦斯は窒素瓦斯に類似してゐるので、之を分離する事は極めて困難であるが、若し充分な注意を拂へば兩者を分離する事が出来る。この言明は、著しく一般の興味を惹いた。何故なれば吾々は空氣の性質を既に知り盡して居ると信じてゐたからである。此新瓦斯體は「アルゴン」と名付けられた。其後間もなく、ウ井リウム、ラムゼーによつて他の新らしい瓦斯體が發見せられた。「ヘリウム」「ネオン」「クセノン」其他多數の瓦斯が即ちそれである。さういふ譯で、今の學校生徒は吾々の少年時代の様に、空氣は單に酸素、窒素、炭酸瓦斯及び水蒸氣から成るものと覺へた丈では足りない事になつた。其外に澤山の名稱を覺へなければならぬ。それにつけても、世の中の事は益々面倒になる許りだ。

是等の瓦斯體が、何故に今迄發見せられなかつたか云ふに、其理由の一つは

下層の空氣の中に極めて少量しか含んで居ない爲めである。彼の「きべりたては」と言ふ蝶は英國には極めて稀で、それを獲る事が甚だ困難であるが、外國に行けば別に珍らしくない。それと同じ事で、若し吾々が上層の空氣の中に自由に行く事が出来れば、斯様に稀な瓦斯でも容易に得る事が出来やう。是等の瓦斯の名を一々記憶するのは多少煩はしい事だが、茲に一つ諸君の興味を惹く事がある。それは其瓦斯の中に電氣を通すれば種々の美しい色が現れる事である。茲に種々な瓦斯を詰めた一組の硝子管がある。若し今、此管に電氣を通じたなら、諸君は種々な奇麗な色の現はれるのを見るであらう。

茲に又上層の空氣に關する事を知る一方法がある。それは、風船の幻燈の一枚に現れてゐた流星によつて判斷するのである。流星は星の様な光を發して空中を飛ぶものであるが、實は星でもなければ星さは何の關係もない石又は金屬の破片に過ぎない。茲に二三の隕石及隕石の破片があるが、流星の多くは是

等の隕石に比べると著しく小さい、小さい故に全く燃えて仕舞ふのである。何故に石又は金屬が美しい光を發して燃えるか云ふと、それは空中を突進する



第三十一圖

際に起るの所摩擦に因るのである。諸君は二本の木片を摩擦すれば火の出る事を知つてゐる。摩擦が急激な程早く火が出る。然し人間の力では、さう酷く摩擦する事が出来ないから火を出す事も容易でない。隕石は少くも一秒間に五十哩の急速で空中を突進して來るのである。吾々が自動車に乗て一時間五十哩の速さで走つてさへ酷い速さだと思ふ。一秒間に五十哩といへば殆んど其四千倍に當る。こんな速さを出す事は恐らく警察もで許可しまい。併し若し吾々が自動車を

走らして段々に速さを増す事が出来たとすれば、最初徐ろに吾々の顔を掠めた冷かな空氣は、次第に強い風になり、終には少しも冷氣を覺えず、反て熱さを感じる様になる。さうして吾々が隕石の速さの幾分にも達しない内に、其温度は最早堪へられない様になるであらう。斯くの如く稀薄で、さうして軟らかな空氣が摩擦合つて堅い木片を摩擦したと同じ結果を生ずるといふのは、如何にも不思議な様であるが、吾々は實驗によつて其事を證明する事が出来る。ゼームス・デワールは第三十一圖に示す様な巧妙な器械を工夫して實驗を行つた。其構造は腕木ABは其一端Aの周圍を廻轉し得る様になつて居る。此廻轉によつてB端はかなりの高速度で空氣中を突進する。尤も其速度は到底之を隕石の速度に較ぶべくもないが、摩擦によつて熱を起さしめるには充分である、又その發生する熱も左程高温ではない、併し吾々はそれを認める事が出来る。今、異つた金屬で作つた二本の針金の兩端を接ぎ合せ、其の接目の一方をA端に置き、他の

行程幾億里—空氣の層を抜け出て

接目をB端に置く、若し一方の接目が他の接目より強く熱せらるれば線内に電流が起る。其電流を我々は電流計を用ゐて容易に認める事が出来る。今、衝立に光の點が見えて居る。諸て電流が針金を通ると、光の點は右或は左の孰れかに動く。此際吾々はB點を熱した時、光が何の方向に動くか前以てそれを知る必要がある。そこで前列の座席に居る一人の婦人の方に鳥渡の間其頬をB端に向けて戴きたい。宜しい、光の點は右の方に動いた。之に因つて吾々はB端が暖かになれば、光の點が右に動く事を知つた。そこで此腕木を出来る丈け速く廻轉する。光の點は確かに右の方に動いた、それでBなる接目に熱の起つた事が分る。

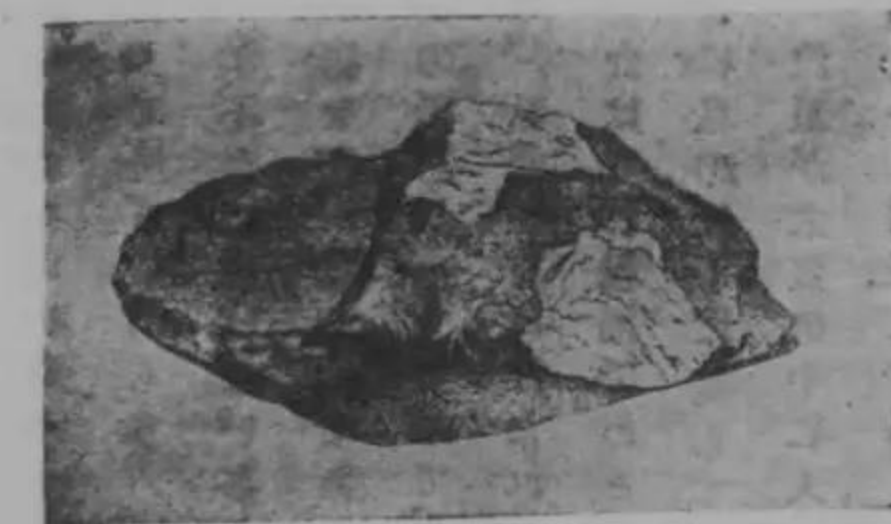
若し吾々が非常に速く此腕木を廻はす事が出来れば、針金は甚だしく熱せられて流星の如く輝き、恐らく燃え上るであらう。唯、諸君はそれ程に速く廻轉の出来ない譯を知つて居る。流星の中には随分大きいものもあつて、地上に達す

るまでに未だ燃え盡きないものもある。それが隕石となつて地中に埋まる。

諸君はガリレイが天井から鉛の球を落した時、土砂の中に深く埋まつた事を記憶して居るであらう。それと丁度同様である。私は諸君が此隕石に命中する様な不幸に遭はない事を希望する。何故なれば隕石は彈丸よりも遙かに重い損傷を與へるからである。嘗て一人の僧が天幕の内に眠つて居た所に、偶ま一個の隕石が落ちて来て、天幕と僧と寢臺とを貫いて、深く地の中に埋つた事がある。私が隕石に打たれた事を聞いたのは唯之だけである。隕石の降つて來る場合はそれ程稀である。グレゴリーさんは其蒐集した隕石の珍らしい標本を特に私の爲めに貸して呉れた。此處にあるのはそれである。

流星が大氣の中に入る迄は、極めて烈しい寒さの空間の内にあるので、其眞髓迄も冷却されて居る。そうして空氣の中を通過する間に熱せらるゝ事は既に述べた通りであるが、其速度が極めて早い爲めに空氣の層を貫通する時間は僅

か数秒に過ぎない。従つて其外部は甚だしく熱せられるが、中迄熱せらるゝ時



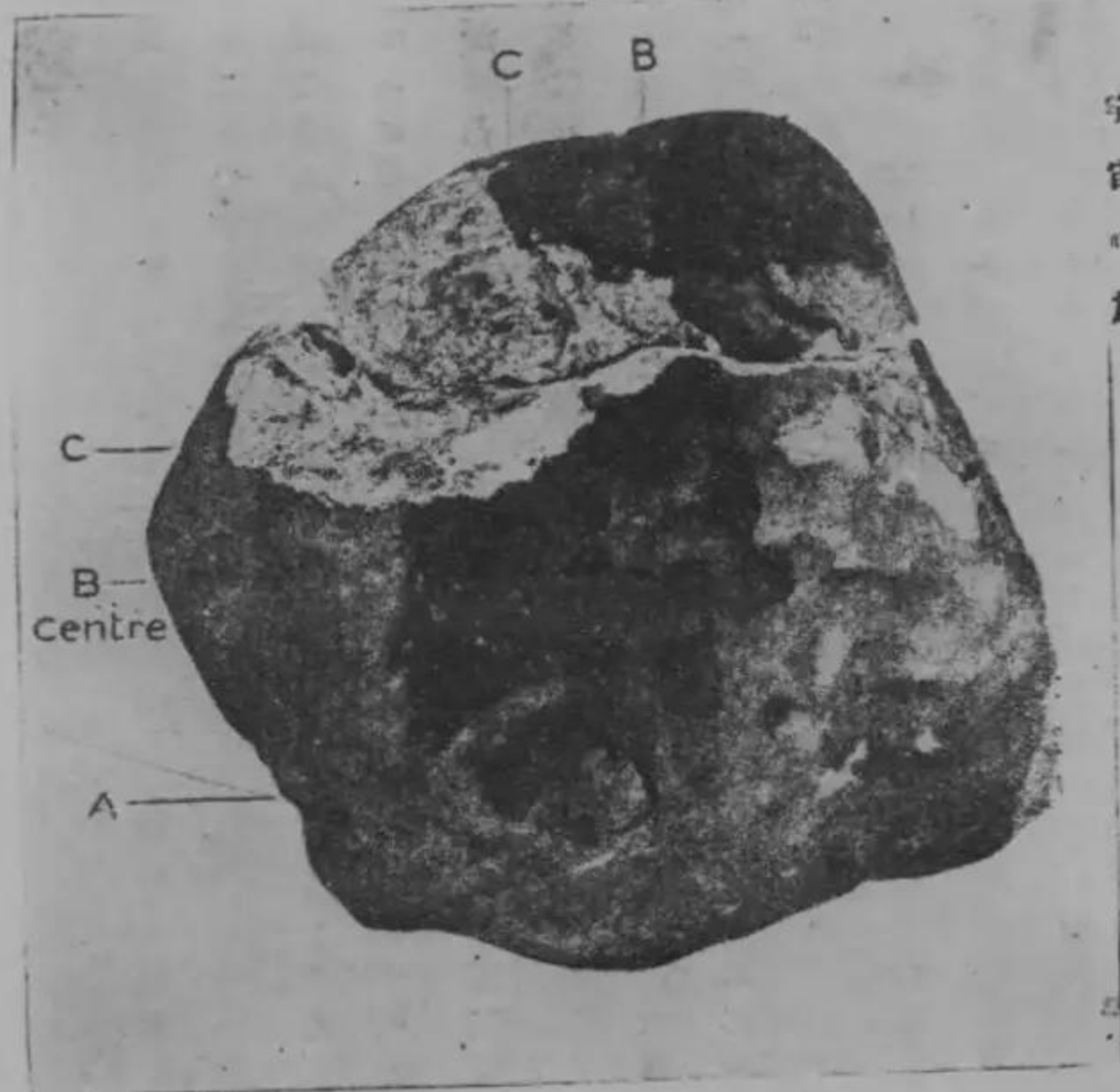
石隕「ナガイディスツロク」 圖二十三第

ゝる隕石のニツ三ツを切開いて、諸君が其薄い外殻の止まつて居る個所を見る

間がない。内部は依然として極度に冷えて居る。唯、其表面に近い薄い殻だけが熱せられるのである。そこで、隕石が地上に落ちて静止の状態になると、其外殻の熱は直ちに内部の極寒の爲めに失はれ、今迄燦爛たる光を發してゐたものも、僅か數分間で眞白な霜を結ぶ様な低温となる。流星の落ちるのを見た人達が、此状態にある隕石を發見するのは屢ある事である。彼等は流星の落ちた地點を目當てに、出来る丈速く其場所に行つて拾ふのである。グレゴリーさんは特に其所有にか

事の出来る様にしてある。諸君は隕石の熱せられた時間の極めて短かい事をそれによつて見るであらう。

茲に、特に貴婦人方の興味を惹くべき参考品がある。それは此標本には「ダイヤモンド」を含んで居るからである。此「ダイヤモンド」は左程大きなものではないが、併し正真正銘の品である。此事に就て、彼の蒸氣「タービン」の發明者として有名なパーソン氏が嘗て私に向て話した事がある。それは「ダイヤモンド」が二個の隕石の衝突した場合に出来るのであらうと言ふ事である。私は前に、隕石は一秒間に約五十哩若しくは百哩の高速で飛ぶ事を述べた。それで其様な二つの隕石が衝突した場合の壓力は極めて高いもので、地球の上では逆も出す事の出来ない壓力である。それでパーソン氏は凡ゆる金剛石は皆此原因によつて出来たのだと信じて居る。彼は人工的に幾度も「ダイヤモンド」の製作を試みたが一度も成功しなかつた。そこで、其不成功の原因は十分に強い壓力を得る事が



第三十三圖 ソアブレイプリツ石

出来ない爲めだと考た。さうして天然の「ダイヤモンド」は皆過去の時代に於て地球に落ちた隕石の産物である。信するに至つたのである。此事によつて吾々は一層「レゴリー」さんの蒐集品に對して尊敬の念を増すのである。

る。

併、隕石の中に含んでゐる物質は、唯「ダイヤモンド」に限らない、其中に種々の瓦斯が密閉せられてある事が分つた。然らば何處から之を持つて來たかといふと、多分我地球の大氣の上層に於て得たのであらう。既に述べた通り、探測氣球が未だ上層の空氣の標本を吾々に齎らすに至らないのは、如何にも遺憾に堪えない事であるが、幸にも隕石に依つて、或る範圍迄其成分を知る事が出来る。乃ち隕石が劇しく突進する間に、瓦斯を其内部に包容し且つ密閉する。それを化學者が取出して分析して見た結果、屢々水素を發見した。さうして其事が他の方面からも分つて來たので、結局最上層の空氣に多量の水素が包まれて居る事は最早疑のない事である。けれども生憎それ等の瓦斯は化學者の手にかゝる前に、出て仕舞ふ事が屢々ある。それは皆、外の被覆を爆破して出るので、レゴリーさんの標本の中にも、瓦斯が抜出したと思はれる孔が多少見えて居る。

行程幾億里——空氣の層を抜け出て

斯の如く吾々は近來に至り、種々の方法で上層の空氣に關する知識を得たのであるが、是は恰度吾々が航海を爲すに方つて、港を出る際は是非共通らなければならぬ道筋を知つたと同じ譯である。空氣は益々稀薄になり益々寒冷となつて結局ハ素瓦斯に變る。偕て、其先は何うなるかと云ふ、其處からは寒冷な且つ非常に靜寂な空間に出る事になる。諸君は多分其處で全く音の感覺を失ふ事に氣が附かぬであらう。吾々の祖先は天體が微妙な音樂——天球の樂——を奏でて居ると云ふ考を持つて居た。然し、空間には是等の音樂を傳ふべき媒體がない。吾々の耳に入る音響は、それ許りではないが、多くは空氣の媒介によるのである。今茲に一本の棒がある。此棒は床から地下室に通つて居る。さうして此地下室には自動奏樂器「オルゴール」が備付けてある。そこで、音樂は此棒に依りて此室に傳はるのであるが、音が弱いので、棒に接近しなければ聴く事が出来ない。併し、若し聴衆の中二人が此盆を棒の上に置くと、盆は共鳴器の作

用を爲るので、室全體で自動奏樂器の音を聴く事が出来る。斯く空氣以外の物質、假令ば棒の如き物でも音を傳へるのであるが、大氣の外の空間には少しの物質もないので、音は何處へも傳へられないのである。そこで、吾々は空氣がなければ音が傳はらないと云ふ事を此鈴でもつて實驗が出来る。乃ち今、此硝子瓶の中で鈴を鳴らせば、外からでも明らかに之を聴く事が出来るが、若し此硝子瓶の内の空氣を悉く排出すると、鈴の音は全く聞えないで、唯槌が變りなく鈴を打つて居るのが見える丈である。さうして次第に空氣を硝子瓶の中に送り入れると音は再び聞える様になる。要するに、音を出す装置は全く同一であつても、其音を傳へる空氣がなければ、周囲の材料(硝子)の如き物だけでは、逆も諸君が聴き得る程度の強さには聞えないのである。

そこで、吾々は空中旅行を試みるに方つて、非常な靜寂に對する準備をしなければならぬ。ジュール・ヴェルンの話に、旅行者が彈丸の中に這入つて月に向つて

大砲から打出された時、彼等を送出した凄まじい爆音をさへ聴かなかつたと書いてある。成程、彼等は音の速さに比べると遙かに大なる速度で進行したので、音を聴く事が出来なかつたのであらう。さうして、弾丸の中には空氣があるから、中文では自由に話が出来た譯であるが、外の音は全く聞えなかつた筈である。それで、他の弾丸で、假令吾々が是迄海上で聞いた汽笛に比べて一層強い音の霧笛を吹いたとしても、それを聴き取る事が出来ない、折角の警告も少つとも其用をしなかつたといふ事になる。

吾々がこれから直ぐに、靜寂な空間に進入する事は考へ物だ、殊に此講演を繼續しやうと思へば、猶更の事である。何故なれば諸君は空氣のない處で私の言ふ事を聴く事が出来ないからである。それで、私は其様な困難に出遭ふ事なく、始終此室に滞まつて居て、楽しく旅行の出来る方法をこれから後に述べようと思ふ。

第三講

a.m. 8.
Mar 5.

望遠鏡によつて

吾々は既に地球と云ふ體と共に心まで引寄せるところの舊友に遺憾なく告別の辭を述べた。停車場も港も既に視察して愈出發すべき時となつた。唯一つ残つて居るのは乗物の事である。そも如何なる物に乗らうか、良く考へてそれを選ばなければならぬ。此前述べた通り、飛行機や飛行船では漸く六七哩の高さに達し得るに過ぎない。然るに吾々の行きたいのは恁んな近距離ではない。ジュール・ヴェルンの試みた方法は大きな彈丸の中に三名の人を入れ、之を發射して遠く月世界に送らうとするのであつた。併し此方法を用ふるには彈丸を非常な速さで發射しなければならぬ。旅行者が何うして其衝動に堪えられるか。それは唯、著者が夢中に想像したものに過ぎない。次にウェルスは「カヴォライ」と稱する新發見の物質を用ゐて重力の作用を殺ぐといふ頗る面白い考案を

望遠鏡によつて

凝らした。其爲めに彼の所謂「球」の窓に目隠しを嵌めて重力を遮ぎつた。さうして、それによつて「球」を浮かし説明の出来ない或方法を用ゐて、兎も角月世界に赴いたのである。其處まで行けば別にさしたる困難もなく、もつと遠くへ行く事も出来やうが、恁んな事をしてゐたのでは、幾ら時が費かるか分らない。吾々の希望はそれよりも、ずつと迅く行きたいのである。そこで、私は不圖例のマーク・トウェンの「海外徒歩旅行」の記事から一つの暗示を得て、それによつて旅行をするより外に良い方法が無いまいふ事を覺つた。諸君は多分此本を読んでマーク・トウェンが危険を冒してリッフェルベルク山に登つた後に、此登山には實際七日間を費したモンブランに登らうと考へた事を記憶して居るであらう。併し、彼は實際に登山するには非常な危険を冒さねばならない事から考へて、結局望遠鏡で登山する事に極めた。其考は要するに次の様な話から出たのである。彼はシ・モニースの田舎町で、一人の男が熱心に望遠鏡で登山の一隊を覗いて居るのを

見た。登山隊が頂上に達した時、其男は自分も亦一所に登つた氣になつたと見えて、思はず喜びの聲を揚げて邊りの人を驚かした。さうして、人々から注意されて始めて我に還つて、再び、シ・モニースの人となつたといふ面白い話である。

望遠鏡で旅行するのはマーク・トウェンが書いてる通り、先づ第一に極めて安全である。私は飛行機乗りの免狀を有つて居ないが、有つて居たとしても随分險呑なものだ。望遠鏡は安全である計りでなく、極めて迅く吾々を運んで呉れる。今、二年で太陽に行かうとする。何れ丈の迅さで行つたらよいか、既に述べた通り地球から太陽迄の距離は九千三百萬哩である。二年を分に換算すれば約百萬分となる。それであるから、一分間に約九十三哩の迅さで行かなければならない。恁んな迅い乗物は今の世にあらうか。然し、望遠鏡を用ゐれば、是よりもずつと迅く旅行が出来る。茲で私は、今直ぐに星に達するに云ふ處であるが、其實、今直ぐよりまだ早く達するのである。何故かといへば吾々が今日見るのは

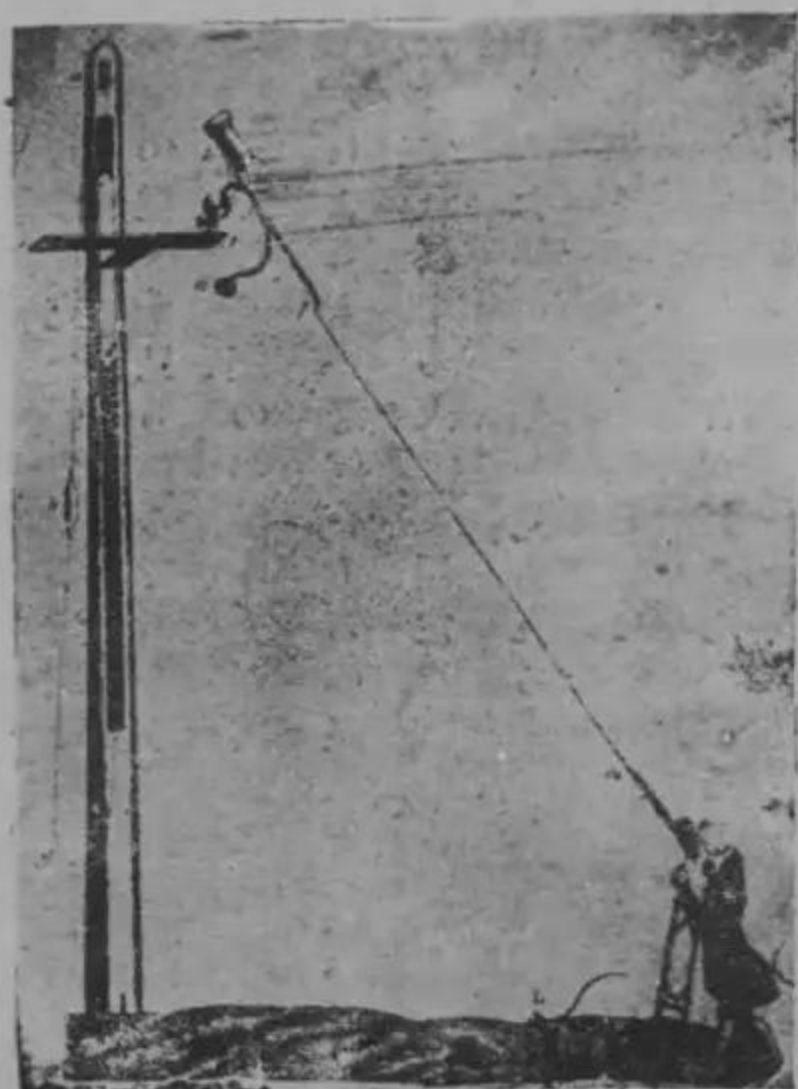
今より數十年以前の狀態であるからである。これは丁度諸君が外國に居て二、三日又は一週間前の新聞を読むのと同じである。諸君はそれによつて二三日若しくは一週間前の友人の消息を知るのである。偕て、光は非常に迅速に進行するが、それでも尙ほ時間を要する。遠方の星から來る光は實に數年前或は數千年前の出來事を今に至つて吾々に告ぐるものである。さう想つて見ると吾々は一種不思議な感じに打たれる。吾々が幼ない頃外に出て始めて蒼空を見つた時、吾々を照した光の一部は蒼空に反射し、一部は保姆の眼に入り、保姆は其光によつて吾々を見たのであつて、若し其光の反射がなければ、幼兒が見られなかつたのである。さりとて、保姆は幼兒から反射する光の全部を見たのではない。其一部は保姆を通り過ぎて、天使の望遠鏡若し天使が望遠鏡を持つて居たとすれば、這入つて天使は此光で幼兒を見たのである。併し幼兒の姿が保姆の眼に映じてから、天使の眼に達する迄に多少の時間を要して居る。又保姆の眼に

も入らず、天使の眼にも這入らなかつた光の一部は、恐らく或る恒星に達する。但し、それには數年の長い時間を要する。そこで、若し諸君が今直ぐに其恒星に飛んで行つて、充分強力な望遠鏡を以て見たならば、諸君が始めて歩き出した時の幼兒の様子が見られるであらう。此場合諸君が久しく地上に生きて居て其處に飛んで行く迄の年數を、光が其處に達する間に費した事になる。若し又諸君がそれよりも一層遠い或る恒星に行つて、さうして一層強力な望遠鏡を以て見たますれば——大なる假定ではあるが——諸君は諸君の祖母さんが始めて歩き出した時の有様を見られる譯である。

斯の如く、望遠鏡を用ゐるに、吾々は直ぐと云ふよりも迅く天體に行かれるのであるから頗る都合が好らしい。そこで、私は是から此不思議な乗物である望遠鏡の事を述べようと思ふ。

天文學者が現代に於て用ふる多くの望遠鏡は、實は望遠鏡ではなくて大仕掛

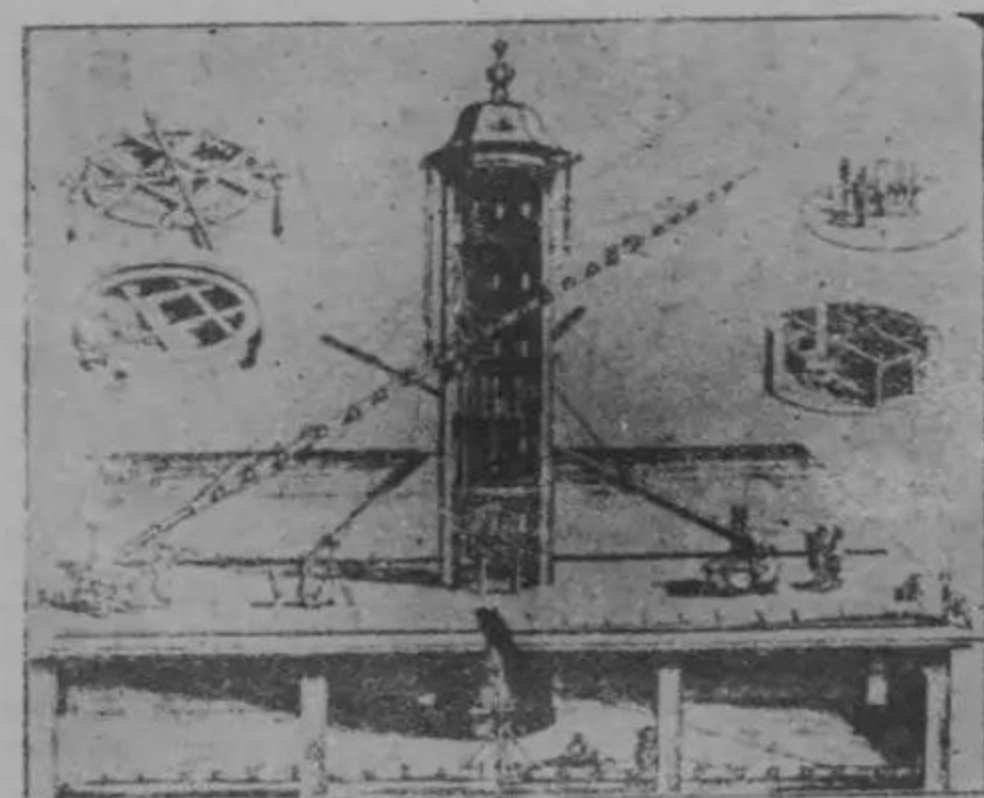
の寫眞暗箱である。それで、吾々は望遠鏡で旅行するといふよりも、暗箱に這入



圖四十三第

を恐らく望遠鏡とは見ないであらう。即ち其一端は高く空中に懸り、他の一端

つて旅行するといつた方が穩當なのである。併し、古い頃の望遠鏡は確かに暗箱ではないので、吾々も矢張り望遠鏡を呼ぶ事にする。最も古い時代の大望遠鏡は頗る細長いものであつた。諸君は第三十四圖に示した様な物



圖五十三第

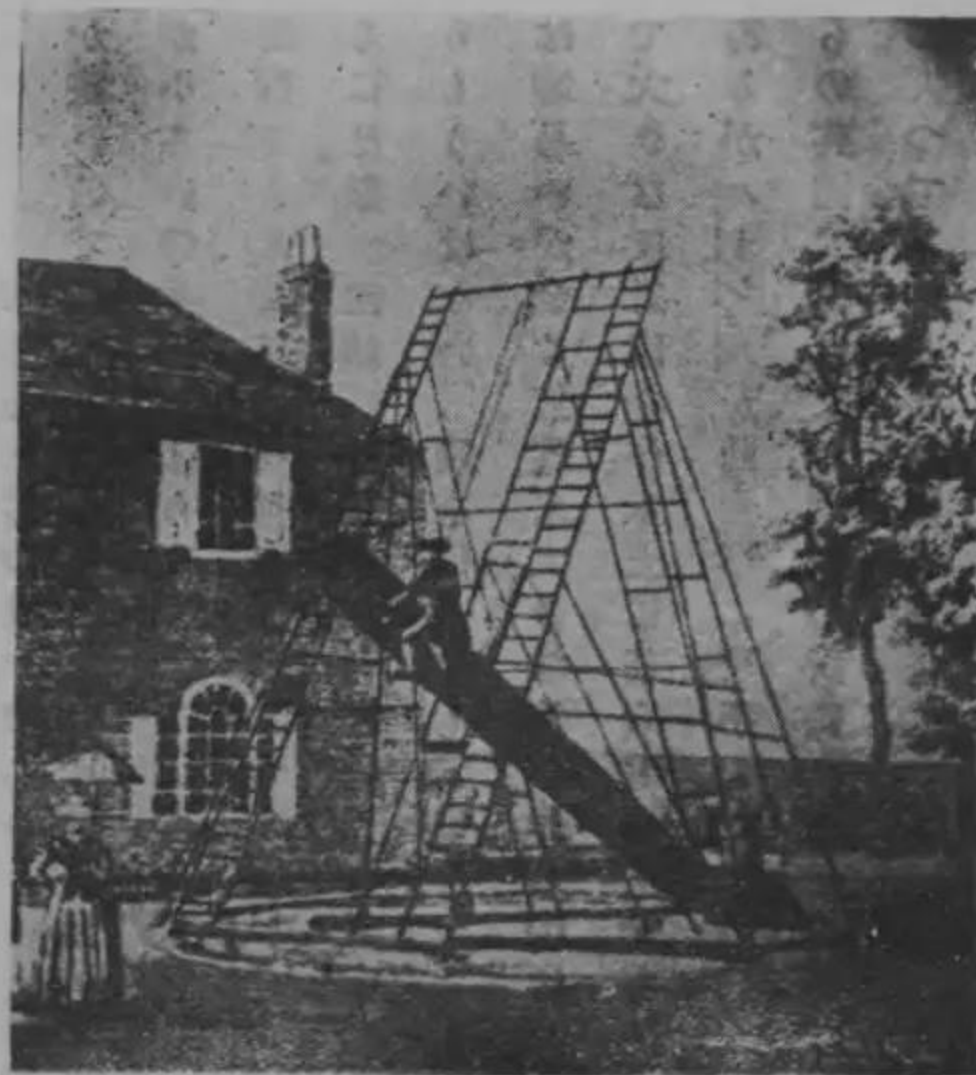
望遠鏡によつて

は地上にある。是等の望遠鏡の長いのが時に二百呎にも達した。恁んな長いものになるに、取扱が非常に困難であつたに相違ない。而も、それを使用して非常に精密な結果を求めた當時の觀測者は、餘程熟練な人であつたと言はなければならぬ。吾々は今日頗る短い望遠鏡を用ゐて満足して居るのに、昔の人は何うして其んな恐しく長い物を使つたかと云ふと、それは昔の學者は色で酷く悩まされた爲めである。私は程なく二三の實驗を行

つて色の意義を明かにする積りで居るが、兎に角、色は之を適當に使用すれば天文學者に大なる便益を與へるものである。然るに昔の天文學者はそれを厄介なものと考へて、故らに取扱の不便な細長い望遠鏡を作るに至つたのである。

第三十五圖に掲げたのは大天文學者ヘヴェリウスの考案した長い望遠鏡であつて、彼は此發明を大なる誇として一冊の本を書いて居る。發明の要點は望遠鏡に筒の必要がない、即ち四枚の板で細長い箱の様なものを作る必要が無い、數枚の「しほり」を板の所々に取付ければ一枚の板で澤山だと云ふのである。彼の望遠鏡に對する私の見解は、或は妥當を缺くかも知れぬ。何故かといふに、ヘヴェリウスが發明として誇つて居るのは、寧ろ望遠鏡を不用の場合に片附ける床の裝置と、それを引揚げる裝置にもある様に思はれるからである。

是等の機械を運轉するのに種々と大きな困難が伴つて來るのは知れ切つた事なので、天文學者は他の方法によつて色の故障を除く工夫をするに至つた。



第三十六圖 ルエシーの彼と望遠鏡

即ち二三の人々が各獨立に「レンズ」の代りに鏡を用ゐて完全に色を消す事を考へた。私はこれから實驗を用ゐてそれを説明しやうと思ふが、其前にもう少し望遠鏡製作の此新しい傾向に就いて説明すれば、鏡を以て作つた望遠鏡即ち反射望遠鏡は最早以前の望遠鏡の様に細く作る必要はない、反つて鏡の

面を廣くする方が利益なので成るべく太く作る。鏡面の廣い望遠鏡で見る方が狭いので見るよりも明瞭なのは無論だからである。併し大きい鏡を作るのが小さいのを作るよりも、ずつと六つかしいのは、恰も「クリケット」の競技で十點を採るよりも百點を採るのが六つかしいと同じである。「クリケット」で百點を採るには數十回續けて球を打たなければならない。其間に一回でも誤があつたらもういけない。鏡を作るのも丁度それと同じで、瑕の無い小さな鏡を作るのは容易いが、全く無瑕な大きな鏡を作るのは極めて六つかしい事である。そこで、大きな反射鏡を作る上に新しい紀元を開いたのはウエリアム・ハーシエルであるが、ハーシエルが此仕事に著手したのは三十七歳の時であつた。彼は生れからの英國人ではない、幼少の折には父兄と共に獨乙のハノヴァー聯隊の軍樂隊に入つて居て、其後英國に移住し、バスに來て風琴の樂師になつた。樂師を志願して其試験を受けた時既に彼が異常な才能を有つてゐたことを表はす一の話

がある。勿論それは後で天文學上に驚くべき貢獻を爲す事を暗示する程度のものではないが、其話と云ふのは斯うである。選拔試験に一人の候補者が極めて巧妙に弾いたので、それを聴いて居たハーシエルの友人は、逆もあゝ、旨くは弾けさうもないと彼に囁いた。するに、ハーシエルはそれに同意して「私にも、あれが指で弾いたのとは思はれない」と答へた。聽て彼は樂壇に登つた。而も彼は前者に優ることも決して劣らない巧みな弾き方をしたので、試験員は彼を採用する事に極めた。驚いたのは前に彼に囁いた友人である。一體何うしてあの様な巧みな演奏が出来たのかと彼に尋ねた。其時ハーシエルは得意氣に眼を光らせながら、衣囊から二枚の鉛の板を取出して「前刻言つた通り指許りでは逆もさう旨くは弾けない、私は茲に二枚の板を有てゐる、私はその一枚を低い調子の上に置き、一枚を高い方に置いた。それで自由に中部の「キー」を押す事が出来た。」と答へた。此手段は至つて簡単な事であるが、それを十分に活用するには、餘程の

熟練を要したに相違ない。斯かる事は素より凡人には思もよらぬ事であらう。併しハーシエルは實にそれ所で無い、非凡な人であつた。彼が鏡の製作に興味を持つたのは殆んど偶然であつたが、一度から二度、二度から三度と成功に成功を續けていつた。前に私は大



第三十七圖
キヤロリン・ハーシェール

きな鏡を磨く事を「クリケット」で百點を取る事に較べたが、ハーシエルは全く其様な深甚の注意を以て鏡の製作に従事したのである。彼は其爲めに晝夜殆んき食事を取る閑もなく、十二時間も續いて働いた事は珍らしくない。始終彼の仕事を助けて居た妹キヤロリンは何時も食物を彼の口の中に押込んでやつたと云ふ事である。キヤロリンは彼に取つて實に適れな妹であつた。といふの

は彼が望遠鏡の製作を終つた後で、其望遠鏡で觀測した事を一々記録に留めたのも、又直ちに出版の出来る様にそれを清書したのも皆彼女であつたからである。それのみではない、ハーシエルが望遠鏡を使用しない時にキヤロリンが自ら之を使用してさうして、多數の彗星を發見した。ハーシエルの努力は實に驚嘆すべきであるが、彼を助けた妹キヤロリンの努力も亦決してそれに劣るものではなかつた。吾々はハーシエル同様にキヤロリンに對しても敬意を表すべきである。ハーシエルの最も大なる功績は天王星と云ふ惑星の發見である。彼は此發見に對して熱心に彼を奨勵せられた國王ジョルヂ三世の名に因んで「ジョルジアム」星と命名せんとした。然るに、一方には發見者の名譽を表はす爲めにハーシエルと呼ぶ人もあつて、多年の間、兩方の名が用ゐられたのであるが、惑星に人の名を附けるのは、發見者であらうと國王であらうと、餘りに大き過ぎる榮譽であると云ふ説が多數を占めたので、結局天王星と呼ばるゝ事になつた。ハーシエルの最大の

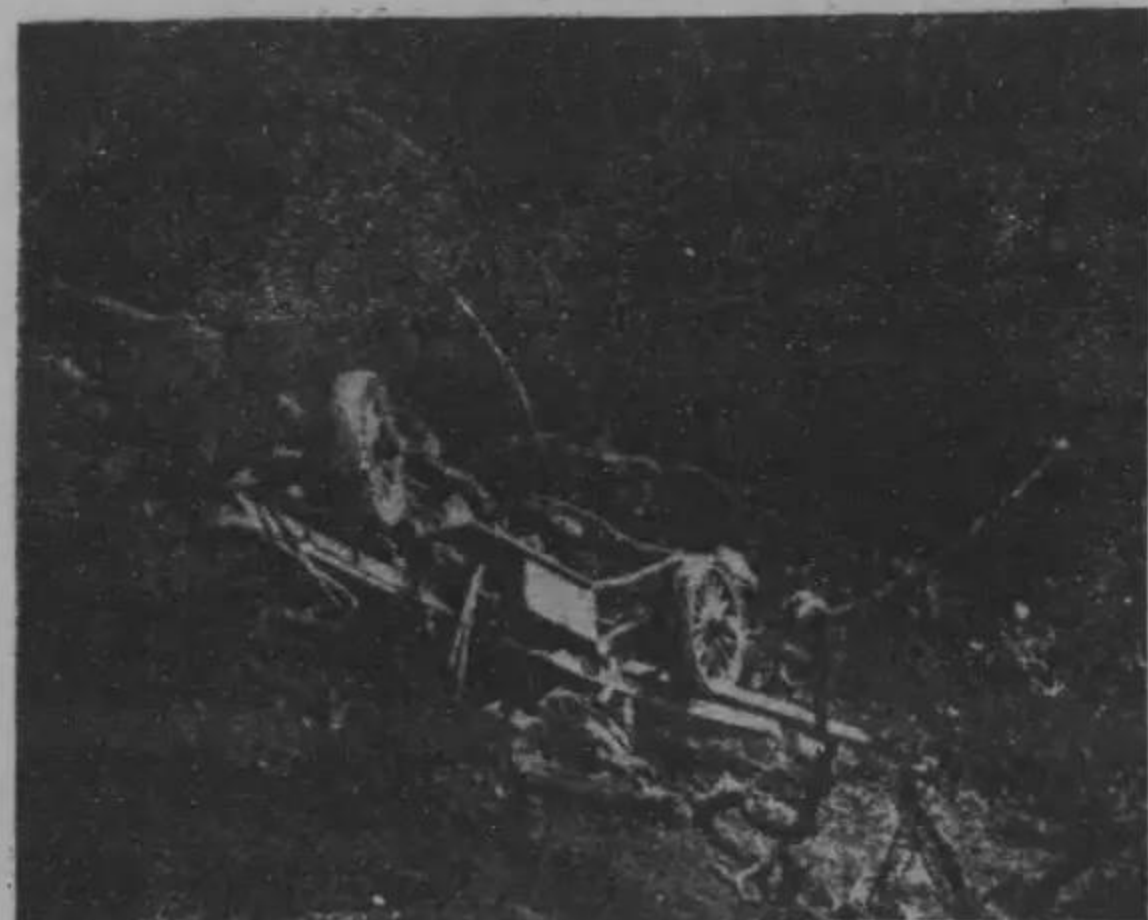
反射鏡は直徑四呎であつた。其後ロッス卿は直徑六尺の反射鏡を作つた之が今日迄の最大の望遠鏡である。此望遠鏡の口許は人が優に立たれる位である。斯かる巨大な反射鏡は之を作ること丈でも中々一通りでないのに、況して之を容易に操縦の出来る大望遠鏡に作り上げるのは大事業である。此様な事業になると一に工學上の技巧に待たなければならぬ。ロッス卿の様な大技術家に頼つて始めて達成されるのである。彼の息子の一人が又卓越した技術家であつた。それは彼の蒸氣「タービン」を發明したので有名なパーソンズ氏である。彼は幾度か失敗を重ねて随分落膽した事もあつたが終に成功したのである。隕石の中の金剛石に就いての彼の意見は前に述べた通りである。

ハーシエルの四呎反射鏡及びロッス卿の六呎反射鏡は尚ほ現存してゐる。さうしてロッス卿の反射鏡は今も實際に使用されてゐるが、ハーシエルの反射鏡は既に取外づされてある。併し是等の反射鏡の表面は双方ともに曇つて仕舞つて最



第三十八圖 十六吋大望遠鏡をウソル山に搬送の光景

早物を明瞭に寫し得ない様になつた。是等の反射鏡は鏡鋼と稱する特殊の合金を用ゐて作つたのであつて、或年限の間は光澤を保つて居るが、年を歴るに従つて次第に曇つて來て、それを元の通りにするのは中々困難になる。そこで、是様な曇を防ぐ爲めに、近頃では反射鏡を硝子で作つて其表面を薄く鍍銀する事になつた。此鍍銀の膜も時日を経過すれば曇るのであるが、併し此膜は僅か



第三十九圖 ウィルソン山運搬中の出来事

の酸で洗へば容易く溶ける其後
を新らしく鍍銀すれば全く元の
通りになる。此方法で直径二三
呎の反射鏡が可なり多數に製作
されたが、眞に大きいのを作つた
のはイーリングのコムモン博士
である。それは直径五呎であつ
た。之はロッス卿の望遠鏡(口径六
呎程大きくはないが併し以前の
反射鏡に比べると餘程進歩した
ものである。コムモンはこれで
以て星雲其他珍らしい天體の寫

眞を撮つたが、幾らも経たない内に死んで仕舞つたので望遠鏡は合衆國ハーヴァ
ード大學の天文臺に賣られた。

それから程なくコムモンの望遠鏡よりも良い直径五呎の望遠鏡が作られた。
これはカリフォルニア州のウィルソン山に据付けたのであるが其成績が非常に良
いので、今度はそれよりも一層大きな反射鏡——直径百呎即ち八呎四吋——を
作る計畫をして居る。

校閲者曰く、百呎の反射鏡は一九一七年に出来上つて現にウィルソン山天文臺
で使用して居る。

若し此大望遠鏡が出来上つたら、ロッス卿のよりも遙かに大きな世界第一の望
遠鏡となる譯である。此様な大望遠鏡を作る丈でも容易でないのに、而も之を
高さ六千呎の山頂に運搬するといふのだから決して並大抵の困難ではない。
私が初めてウィルソン山に登つたのは一九〇四年であつた。其時は未だ山頂に

通ずる道幅が僅かに三呎位で、一方は険しい絶壁、一方は深い溪谷である。路と云つても漸く驢馬一頭が通れる丈で、若し一步踏みはづす底知れぬ谷底に墜ちる様な所である。けれど、驢馬はそんな危険を感じないと云つた風に、態と崖際の方を先を争つて行くので、乗つた者の心配は一通りでなかつた。へー、教授は五呎反射鏡と其の架臺とを運送する時、先づ其前に道幅を五呎に擴けて、それから運んだのである。其後、此路は更に擴けられて、今は恐らく十二呎位になつたと思ふ。だから、百呎反射鏡が出来て之を山頂に運ぶにしても、昔の様な困難は無いのである。五呎反射鏡は長い間、山頂で使用されて、天空の遠い所にある天體の非常に立派な寫眞が撮られた。乃ち數年前迄は不可能と考へられて居た遠い空間旅行も、此立派な望遠鏡に乗つたと想像して、實際に出来るこいふ見當が附く事になつたのである。

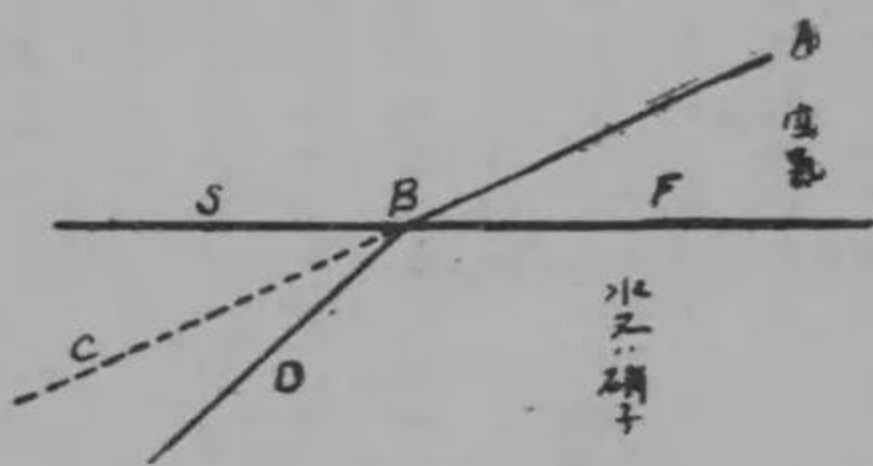
私が是迄述べたのは大反射望遠鏡即ち世界に於ける最大の望遠鏡の歴史で

ある。是より再び元に還つて色の故障を避ける爲めに、「レンズ」の代りに反射

鏡を用ふる理由を少しく述べやう。

「レンズ」を用ゐて望遠鏡を作るのは、屈折と稱する光の性質を利用するのであつて、屈折とは羅句語で「折れ曲る」の意味である。諸君は「クリケット」球を打つ時に、或距離迄眞直に進んだ球が、地面に當ると共に打球手が與へた廻轉によつて折れ曲る事を知つて居る。光線の屈折するものも、それと同様で、眞直に進んで來たものが、或る表面に當るに其方向を變ずるのである。

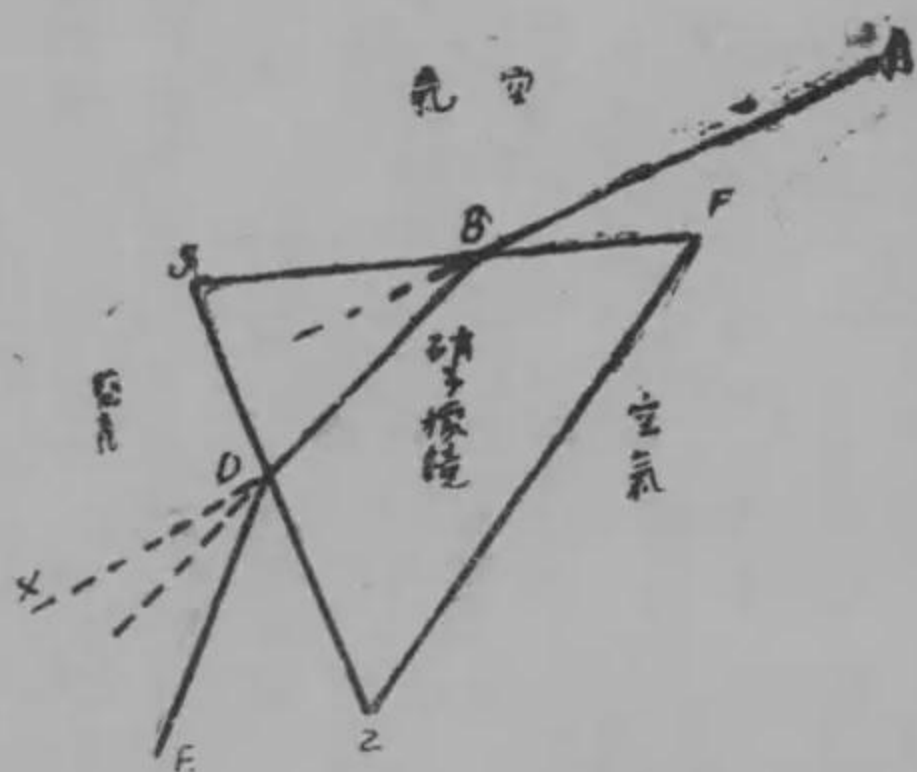
第四十圖に於て、光線ABがAよりBに直進しBにて硝子面若しくは水面SFに當る。さうすると、光線ABはBCに沿つて直進せずに、



第四十圖

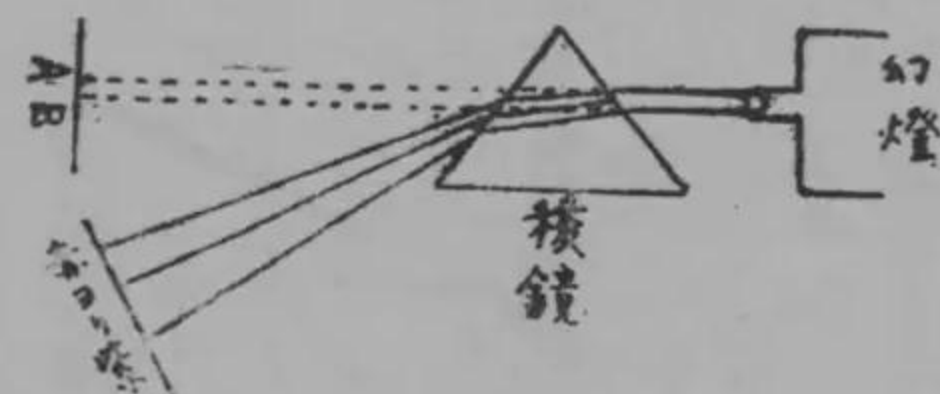
B 點で折れ曲つて其方向を變ずる。即ち屈折して BD の方向を取る。「レンズ」を使用すれば其兩面即ち光線の進入する面と進出する面と二つを考へなければならぬ。さうして此兩面は共に彎曲して居るので複雑したものになる。それで成る丈け問題を簡單にする爲めに私は先づ稜鏡を取る。稜鏡とは二面が平らな硝子である。今、光線 AB が第一面 SF (第四十一圖) に當ると屈折して方向を變ずる其方向を BD とする。光線 BD が第二面 SZ に至り硝子の外部に出でんさする時、再び屈折して DF の方向を取る。諸君は光線が稜鏡を出づる點 D に於て DF の方向に進行すると云ふのは間違で DX の方向に進行するのであらうと考ふるかも知れないが、實際稜鏡を用ゐて試験して見れば光線が圖に示してある通りに進む事が分る。光線は此場合同じ方に屈折して、元の方向 AB とは全く異つた方向を取つて進む。之と同時に光線は虹の様な色を現はす。光線を屈折せしむれば必ず色が現はれるのである。今、此稜鏡を光線の通路に置くと、光線は其

爲めに屈折するので、最早其光が前方の幕に映らない。其傍にある幕に映つて同



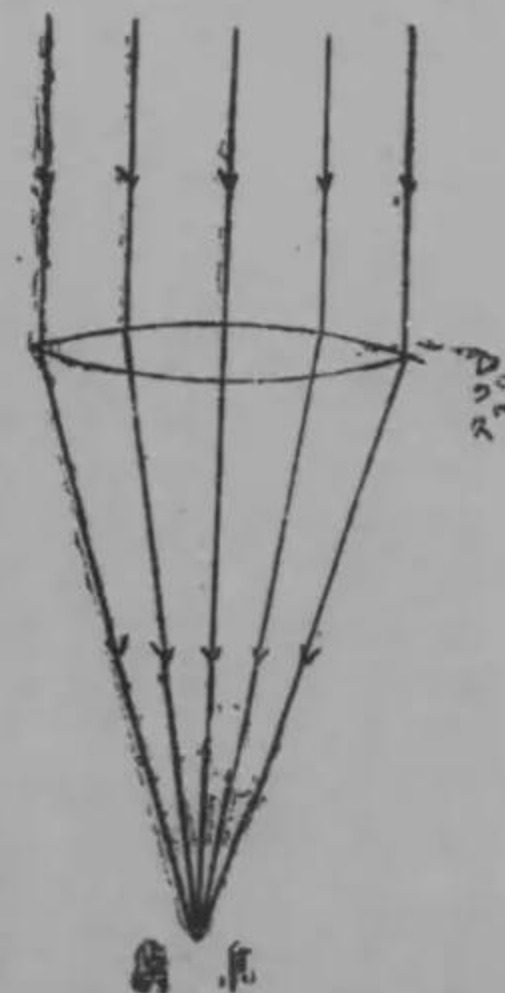
圖一十第

時に美しい色彩が現はれる。(第四十二圖参照)其譯は斯うである。青色の光線は黄色の光線よりも多く屈折する、又黄色の光線は赤色の光線よりも多く屈折する。「ラムブ」からは凡ての色が皆同一の光線の中に含まれて一所に發射するのであるが、それが稜鏡を通過する際、各其屈折の度合を異にして居る爲めに、別々の光線に別れるのである。是等の色は近頃に至つて天文学的に極めて價值あるものとな



第四十二圖

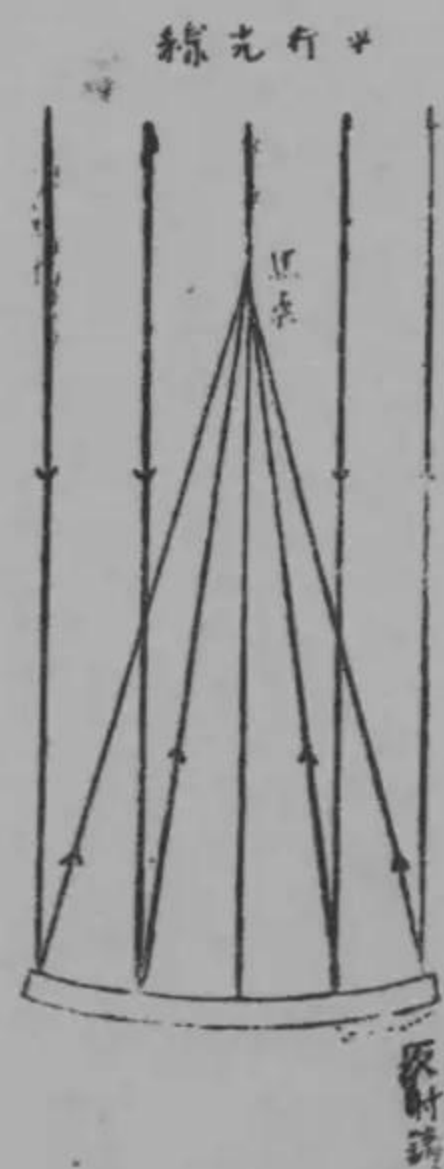
つたが、以前は、これを厄介視して居たのである。「レンズ」は曲面を有つてゐる硝子の一片であつて、其表面に投射する光線は屈折して焦點第四十三圖に集まる。



第四十三圖

所で、光線の屈折が此場合無用な色を生じる。それでも昔は光線の屈折を止めずに色を消す方法を知らなかつた。天文學者は唯屈折を小さくして色の出るのを成る可く少なくするより外

に手段が無いと思つて居た。さうするには、光線を焦點に集める前に、長い距離を通過させなければならぬ。昔の屈折望遠鏡の極めて細長く作られたのは其爲めである。若し之に反して、太く短い望遠鏡を作つたならば、色の妨害が甚



第四十四圖

鏡を用ふる事を考へたのである。鏡を特殊の形に削り抜けば、それを用ゐて光線を焦點に集める事が出来る、諸君は普通の油燈の反射鏡を用ゐて此實驗を行ひ得る。即ち、それを用ゐて火取眼鏡で光線を焦點に集める様に光線を集める

望遠鏡によつて

事が出来る。(第四十四圖)

私は茲に、一種特別な稜鏡^{プリズム}を諸君に示すが、此稜鏡^{プリズム}を光線の通路に置く、見る通り光線は屈折しないで不思議にも色彩が現はれる。此現象は一體何うして起るか、吾々は屈折によつて色の生ずる事を知つてゐる。然るに、此場合には屈折なしに色が生じたのである。其理由は、實は此稜鏡^{プリズム}は二つの稜鏡^{プリズム}から出来てゐる。さうして、其中の一つは光線を屈折して色彩を生じ、他の一つは、く。色。彩。を消さないで、それを反對に屈折して元の方向に戻したのである。是は確かに新しい且つ重要な考案である。即ち此屈折は消えても色は消えないといふ事實が、反對に屈折を消却しないで、色のみを消却する事が出来るといふ事を吾々に暗示するからである。實際、此方法に基いて色を顯さない「レンズ」が出来る。そこで、天文學者は再び其大望遠鏡に「レンズ」を使用する事を考へ、さうして、次第に大きな「レンズ」の製作に成功して、遂に四十吋の直徑を有する大「レンズ」が出来

る迄になつた。現にシカゴ近在のヤーケス天文臺にある大「レンズ」がそれであ

る。



第四十五圖

中央部の鮮明にして周囲の甚だ鮮明なる圖

る。それは二枚の「レンズ」を重ねて双方の色の影響を消し、屈折の方をば消えな

望遠鏡によつて

い様にする爲めである。此の如き「レンズ」の四つの面は何れも皆反射鏡の一つの面を磨くのと同じ様に、十分の注意を以て磨上げなければならない。又硝子に微細な瑕があつても、望遠鏡の焦點に故障が起り且混亂を來すものであるから、其實質にも亦出来る丈の注意を拂はなければならない。斯の如く、反射鏡を作る事は比較的容易なのに、天文學者が何故に骨を折つて「レンズ」を求めるか云ふと、之には幾多の理由があるが、其中の一つは「レンズ」ならば一時に廣い部分が見える様に作られるが、反射望遠鏡を通して視る時或はそれを用ゐて寫眞を撮る時と言つた方が説明が簡單になるには、其中央の部分だけが良く焦點に合ふが、端の方は良く合はない。諸君の中に手提寫眞器又は「ブローニーズ」或は他の種類の寫眞器を有つて居る人は、多分「レンズ」の良否によつて起る畫像の差異を知つて居るであらう。即ち「レンズ」の良い寫眞器で寫した畫像は焦點が全體に良く合ふが、貧弱な「レンズ」では端の部分が不分明になるものである。而も反

射鏡には何等變更し得べき餘地がないから、此缺點を補ふ事が出来ない。即ち若し、それを補ふ爲めに表面を多少修正したならば今度は畫像の中心が焦點に合はなくなるので、却て修正しない方が利益である。之に反して「レンズ」には四つの表面があるから、それ等を適宜に調節する事が出来る。即ち、曩に色に對して行つたと殆んど同一の方法で、一つの面を少しく變へると同時に他の面にも適當な修正を施せば、別に中央の部分に害する事なく、視界の端の方迄可成り鮮明に寫す事が出来る。此修正は二枚以上三枚又は四枚の「レンズ」を用ゐた場合に一層容易である。それで以て、何處にも不鮮明な個所のない大きな畫像を撮影する事が出来る。

次に私は世界中で最大の二三の「レンズ」に就いて少し話したいと思ふ。是等の「レンズ」は殆んど皆オルヴァン、クラークと云ふ米國の會社で作られたものである。若し、それが英國で出来たのならば吾々は一層満足に思ふ所であるが、併し

クラーク會社の優秀な技能を認めて、それを世間に紹介したのが、英國人ダブリュー・アール・デーエスであつた事は聊か慰むべき事である。同會社で始めて竣工した大望遠鏡はワシントン天文臺に据付けられた口径二十六吋のものである。さうして間もなく此望遠鏡で火星の小衛星二個を発見した。それ迄は火星に衛星がないと信ぜられてゐたのである。一八三二年にテニソンが「技藝の宮殿」を書いてゐた時、天文に關する次の詩句を入れた。

彼女は月なき火星の、雪に鎖されたる極地を見たり

併し此句は其詩の中から除かれて、一八九八年迄出版されずにあつた。所が、火星の二衛星が発見されたので、次の様にそれを書變へた。

彼女は火星の二つの月と、雪に鎖されたる極地とを見たり

火星の衛星に關して、もう一つ面白い事がデイン・スウィフトの著はした「ガリヴァー」旅行記の中にある。それにはラプタの天文學者が火星の周圍を廻る二個の小

星即ち衛星を発見したと書いてある。勿論、是はスウィフトが戯れに書いたものであつたが、所謂「戯談の中にも屢々眞實がある」と云ふ昔の諺が、此場合見事に證明された譯である。

此事があつて間もなく、露國の皇帝は聖彼堡の附近ブルコワの自己の天文臺に、世界第一の望遠鏡を据付ける事を企てた。そこで、オルヴァン、クラーク會社に三十吋「レンズ」の註文を發し、同時に漢堡のレブソルド兄弟會社に其「レンズ」を用ゐる望遠鏡の各部の機械を作らしめた。私は一八八四年に、天文學の研究を始めたる一青年として、漢堡の工場で此大望遠鏡の構造を見學する許可を得た。其時私は、唯それが大きい許りでなく、それを操縦する爲めの精巧な意匠、特に眼許に於ける種々な装置の多いのに驚いた。觀測者が望遠鏡を用ゐて觀測する時、眼を離さずに測定の結果を記録する事が出来れば極めて便利である。ハーシニルには妹のキャロリンがあつて、彼の觀測の結果を能く書き取つて呉れたが、他の天

文學者には生憎さう云ふ献身的な妹が無い。それで、レブソルド兄弟會社では觀測者が眼を離さずに、恒星や惑星の觀測をして居ながら、假令ば甲の釦を押し若しくは乙の螺旋を廻せば、星の位置又は状態が自動的に書き表はされる様な装置を作つた。併し此装置は未だ完全なものではなかつた。私が獨逸に滞在して居つた當時、其望遠鏡を檢查して居つた或る有名な獨逸の天文學者は、「此様な込入みつた装置には今に屹度、葉卷の灰がどつさり溜るだらう」と言つた。是は呑氣な露國人には恐らく斯んな緻密な機械は使ひ切れまいと云ふ事を諷したものである。

世界第一の「レンズ」の所有者であつた露帝の名聲は永く續かなかつた。それは、リツク天文臺に備ふる爲めに新らしくオルヴァン、クラークス會社で三十六吋の「レンズ」を引受けて、此事にそれを作り上げたからである。ゼームス、リツクは桑港の富豪で、随分と風變りな人であつた。若し、ジョルヂ、デヴィットソンと云ふ天文

學者の熱心な勧誘がなかつたら、恐らく其資金は天文臺とならずに、全く違つた方面に費やされた事であつたらう。ゼームス、リツクに就いては随分面白い話がある。其中の一つを茲に話さうならば、彼が澤山の志願者の中から使用人を選ぶのに極めて妙な方法を用ゐた。彼は何んな不合理な命令を與へても、悉くそれに服従する事を以て使用人たるに必要な條件と信じて居た。人が彼の許に就職を申込むと、彼は其者に向つて樹木を倒まに、即ち根を空中に枝を地中に植える事を命ずる。若し、其者が従順に此命令に服従すれば可し、若し理由を尋ねたり抗辯したりすると直ぐ斷はられる。恁んな奇矯な人物であつた丈に、彼は其財産の使途に就ても、常に變つた考を持つて居たのである。彼は自分の爲めに、何でも大きな記念物を貽す事を切りに望んで居た。そこで、デヴィットソンは熱心に大望遠鏡が絶好の記念物である事を勧めたので、彼は遂に同意してリツク天文臺が出来たのである。ゼームス、リツクの遺骨は現にハミルトン山頂三

十六吋大望遠鏡の下に、永へに納められて在る。唯、彼は其望遠鏡の完成しない前に死んだので、一時他に假葬されてあつたが、大望遠鏡の完成と共に、彼の選定した記念物の下に改葬されたのである。所で、彼の静かな眠を妨げるものが唯一つ其處にある。カリフォルニア州は地震の多い地方である。是迄もリツク天文臺は二度も劇しい地震に遇つた。數年前、桑港が地震の爲めに大損害を被つた時、其處から幾らも距つてゐないリツク天文臺は、幸にして大きい損害を免れた。望遠鏡は極めて微妙なる器具であるから、劇震に遇ふと兎角損害を受け易いのである。吾々は同天文臺の永く平安に存在する事を望んで已まない。

リツク望遠鏡で行つた仕事の中で最も著名なものは、一八九二年木星の新衛星を發見した事である。尤もバーナード教授の慧眼があつたればこそ出來た事ではあるが、同時に又、この大望遠鏡の效も認めてやらねばならぬ。何故か云ふに、既に發見されて其位置を知つて居るものを視る事は、それを發見するよ

りも遙かに容易であるに拘らず、木星の新衛星を視る事の出來る望遠鏡は世界中、唯二三に過ぎないからである。

ゼームス・リツクは、其望遠鏡に對して一週間に一夜だけ公衆に觀覽させること云ふ條件を附したので、土曜日の夜には多數の見物人が山上に押掛ける。けれども、是等の人々は多くは失望する事であらうと思ふ。何故なれば、多くの人々は兎角書物で讀み又は繪で見たものを其通りに見られる事を豫期するからである。書物の中にある多くの事柄は、熟練な觀測者が綿密な注意の下に漸く觀測し得たものである。従て斯様な状態又は現象は何時でも見られるものでない。又「見る眼」がなければ少しも見えないものである。併し、見物人の中には單に大望遠鏡を覗いたと言ひ度い丈で、見るものには何の注意も興味も有たぬ人もあらう。

現在世界で一番大きい「レンズ」は、シカゴ附近のヤーケス天文臺の望遠鏡に用

ゐられてあるものである。ヤークス天文臺はシカゴから約七十哩も距つて居るので、其附近に在るに云ふのは穩當でないといふ人があるかも知れぬが、併し其天文臺の建設費を寄贈したシカゴの富豪ヤークスはそれをシカゴの誇としたいと云ふ希望であつたから、吾々は此天文臺をシカゴに屬するものと看做す義務を持つて居る。此天文臺は一つの湖水の岸に建てられてある。湖水の名はセネヴ湖であるが、それよりもキシワウケトクといふ印度人の名稱が大足といふ意味で、其形を表はして居るから面白い。

ヤークス天文臺の大望遠鏡は長さ六十呎で、其運轉には巧妙で且つ強力な各種の機械を用ゐてゐる。さうして、床は自由に上下が出来て、觀測者が何んな位置にある天體でも樂に視られる様に出来て居る。此装置は電氣仕掛で、横桿を引く丈で自在に動く。又、別の横桿を引けば電動機が動いて大きな丸屋根が容易く廻轉する。而して一般に何れかの横桿を引けば小さな天文臺で、手で爲

る様な仕事が可能である。此天文臺で使ふ電力は、望遠鏡の在る所から少しく離れた所の發電所から供給される。そこで、或物好きな見物人が斯く發電所を遠くに置くのは、萬一發電所が破裂したら十萬弗の價格ある望遠鏡の破損するのを恐るゝ爲めかと質問した。それに對して、天文學者は「其んな譯では無い」と答へた、彼等が決して爆發を怖れる爲めでない事は、發電所の附近にある彼等の住宅に、千萬金にも換へ難い愛兒を置いてある事實から考へても分ることである。

校閱者曰く、發電所を觀測室の附近に設けないのは、煙と地面の震動とを避ける爲めである。

諸君は斯様な大望遠鏡が、何れ丈の倍率を有つて居るか尋ねるであらう。それに對して、私が「お望み次第」と答へたならば、定めし諸君は訝るであらうが、事實だから仕方が無い。如何なる望遠鏡にも千倍の倍率を與へる事が出来る



第四十六圖

が唯諸君が何時も其結果に満足するとは限らない。望遠鏡の倍率は對物「レンズ」或は對物鏡、肉眼に接近する小さな「レンズ」即ち對眼鏡の如何に依つて異なるものである。

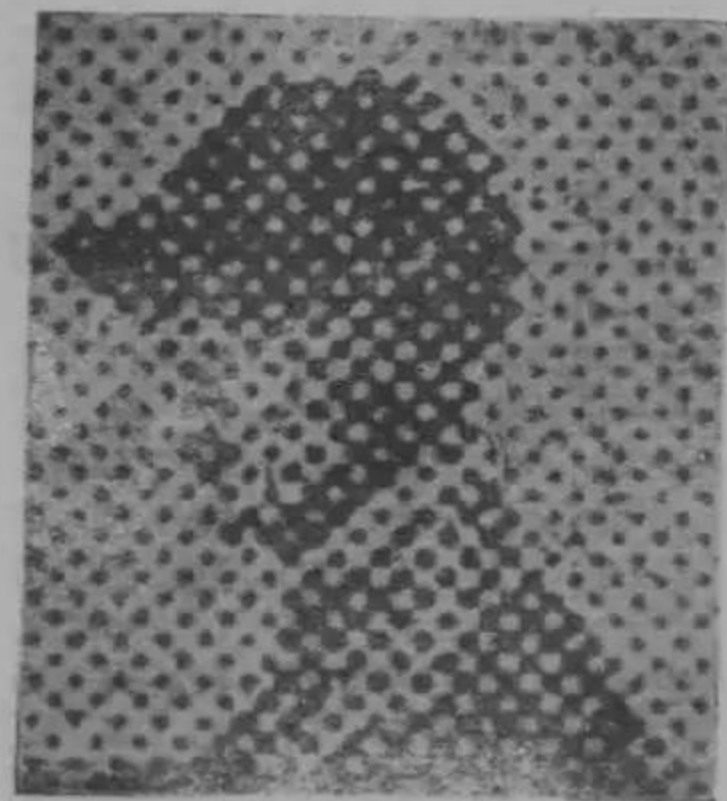
若し、廓大が十分でないと思へば、對眼鏡を除いて、それよりも倍率の大きな別の對眼鏡を

嵌めるのである。諸君は多分自分の寫眞を引延した事があるであらう。それと同じ様な事が望遠鏡にもある。對物「レンズ」若くは對物鏡は小さな像を作り、對眼鏡は之を廓大するものである。諸君は自分の寫眞を引延ばして見て、元の小さな寫眞の中には殆んど認め得なかつた所の幾多の缺點が顯はれる事、引延ばせば引延ばす程益々其缺點が著しくなる事、さうして或程度以上にそれを引延ばしても何の效もない事に氣が附いて居るであらう。第四十六圖は「デリーグラフィック」誌から轉載した或る競馬騎手の寫眞である。第四十七圖は騎手の頭部を引延した圖である。此引延した圖は、全部小さな點から成つて居る。さうして、是等の點は元の圖で見れば別に邪魔にもならないが、引延した圖で見れば恐ろしく目障りである。是と同じで望遠鏡の中に出來た像を或程度以上に廓大すれば、其缺點が著しく目立つて來るので、何の役にも立たぬ。何故に斯様な缺點が生ずるかといへば、一は「レンズ」又は反射鏡の製作上の缺陷と、一は

大氣が動揺する爲めである。空中には絶えず氣流があるので映像が混亂した

り、不明瞭となつたりする。さうして、

此混亂や不明瞭な事は映像を餘り廓大しなければ見えないが、過度に廓大すれば著るしく現はれて來るのである。



第四十七圖

競馬騎手の畫は又、大望遠鏡に就いて他の事柄を吾々に想ひ起さしめる。それは、外でもない、吾々は一度に多くの部分を見る事が出来ない事である。原圖には騎手許りでなく乗馬も共に見えて居るが、それを引延した圖の中には、騎手の頭丈しか見えて居ない。そこ

で、諸君は何故に全體の圖をもつと大きくしないかと云はれるであらうが、私は

望遠鏡で見た通りのものを諸君に示したのである。其場合、諸君は見ゆる範圍が一の環によつて限られる事を知つてゐる。

是が所謂「視界」の極限である。諸君は望遠鏡を用ゐる時、對眼鏡の小さい孔に眼を當てなければなら



第四十八圖「アンメロドニア」大星雲の圖

ドメロダ」星座に於ける大星雲の寫眞であつて、其被の孔が恰度大望遠鏡で一度望遠鏡によつて

に見られる程の範囲を示すものである。若し吾々が其望遠鏡を移動すれば、眼に映る光景も亦從て變化する。之と同様に、茲に貼つてある板を切取つて孔を圖の上に移動すれば、それによつて全體の觀念を得られる。斯様な方法は至極面倒な事ではあるが、併し、未だ天體を寫眞に撮る方法を知らなかつた時代にはこれが唯一の方法であつた。從つて當時の學者が、是等の天體に關して極めて不完全な觀念を持つて居たのは已むを得なかつた事である。有名な觀測者として知られてゐるトルーヴロは寫眞術を知らない時代に、此星雲の圖を畫いたのであるが、彼は暗い裂目を直線で表した爲めに全體の形狀を誤つた。

されど寫眞を撮るには對眼鏡を取除いて、光を直接に乾板の全部に涉つて照射するのであるから、最早小環の圈内ではなく、眞實に星雲全體の寫眞を撮る事が出来る。さうして其結果によつて見ると、是等の裂目は直線ではなく幾分か曲つて居る。此事は中央に在る核の周圍を數箇の環狀の物が旋廻して居る事

を示すものであつて、吾々が恒星は星雲から發達したものであると云ふ事を考ふる上に、極めて重要な關係を有する事である。從つてトルーヴロの描いた圖面は何の意義もないものとなつた。

校閱者曰く、「アンドロメダ」座の星雲の如きものを螺旋形星雲といふ。恒星は螺旋形星雲から發達したものであるといふ説は、所謂「星雲説」であつて原著者が此講演をなした頃迄は信ぜられて居たが、近年に至り殆んど廢棄されて螺旋形星雲は一の宇宙であるといふ説が専ら信ぜらるゝ事となつた。

次に又大望遠鏡に關する他の要點を述べやう。吾々は既に宇宙旅行用の乗物として望遠鏡を選んだ。そこで、夫を使用する方法と共に尙ほそれを組立てる方法や、其他全般に涉つた事を知らなければならぬ。併し、ロッス卿の望遠鏡の様な、中に人の立つて居られる程大きい望遠鏡の組立てになると、それは寧ろ一つの事業になる、第四十九圖に示した望遠鏡はそれ程大きくはないが、人が偏

仰して取付を爲し得る程度の物である。此望遠鏡はヴィクトリア女王に對して

敬意を表する爲め、マッククリーン

博士が喜望峰の王國天文臺に寄

贈した大ヴィクトリア望遠鏡であ

るが、私はジョルヂ五世王の爲めに

も何人かが大望遠鏡を寄贈され

ん事を切望する。諸君も共にそ

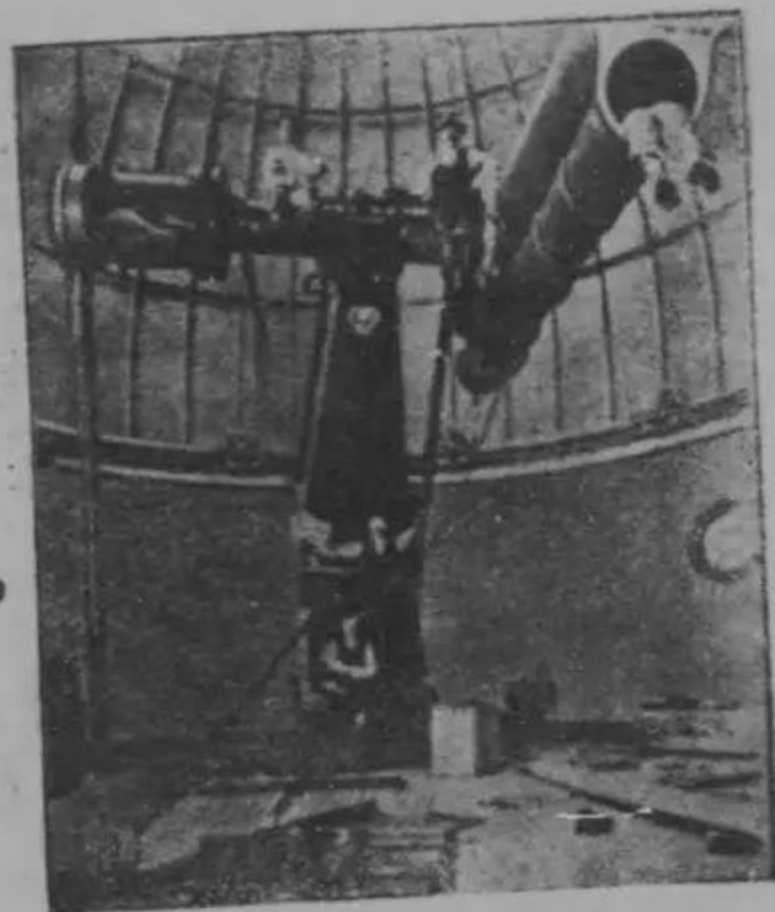
れを希望すると思ふ。此様な大

望遠鏡になると、それを取付ける

丈でも容易でないが、尙ほ其の上

に特別な装置を施さないで、取付けた後でそれを使用するの中々面倒なもの

である。此種類の新しい装置で至極工合の好いのはヤークス天文臺の所で



喜望峰天文臺に於けるヴィクトリア望遠鏡 第四十九圖

話した、上下の出来る床である。此装置は元來サー、ハワード・ダグラスがリツク天文臺の大望遠鏡の爲めに設計したものであつたが、今は一般に此式の大望遠鏡に用ゐられて居る。尙ほ是から大望遠鏡の種々な使用法を述べやうと思ふが、其前に諸君に承知して居て貰ひたいのは、地球は常に其地軸の周圍を絶間なく廻轉して居るので、望遠鏡を時計仕掛に依つて、それと共に動くやうに作らないと直ぐ星を見失つて仕舞ふ事である。

諸君は星座が一年中種々に變る事を知つて居るであらう。茲にワッド博士の作つた詩がある。星座の名を記憶するに便利である、諸君の中には既に知つて居る人もあると思ふ。

牡羊牡牛其次に、

並ぶは雙子蟹の宿

狂へる獅子と乙女子に

望遠鏡によつて

又

傾く秤這ふ蠅

弓持つ射手に山羊叫び

水瓶の水に魚ぞ棲む

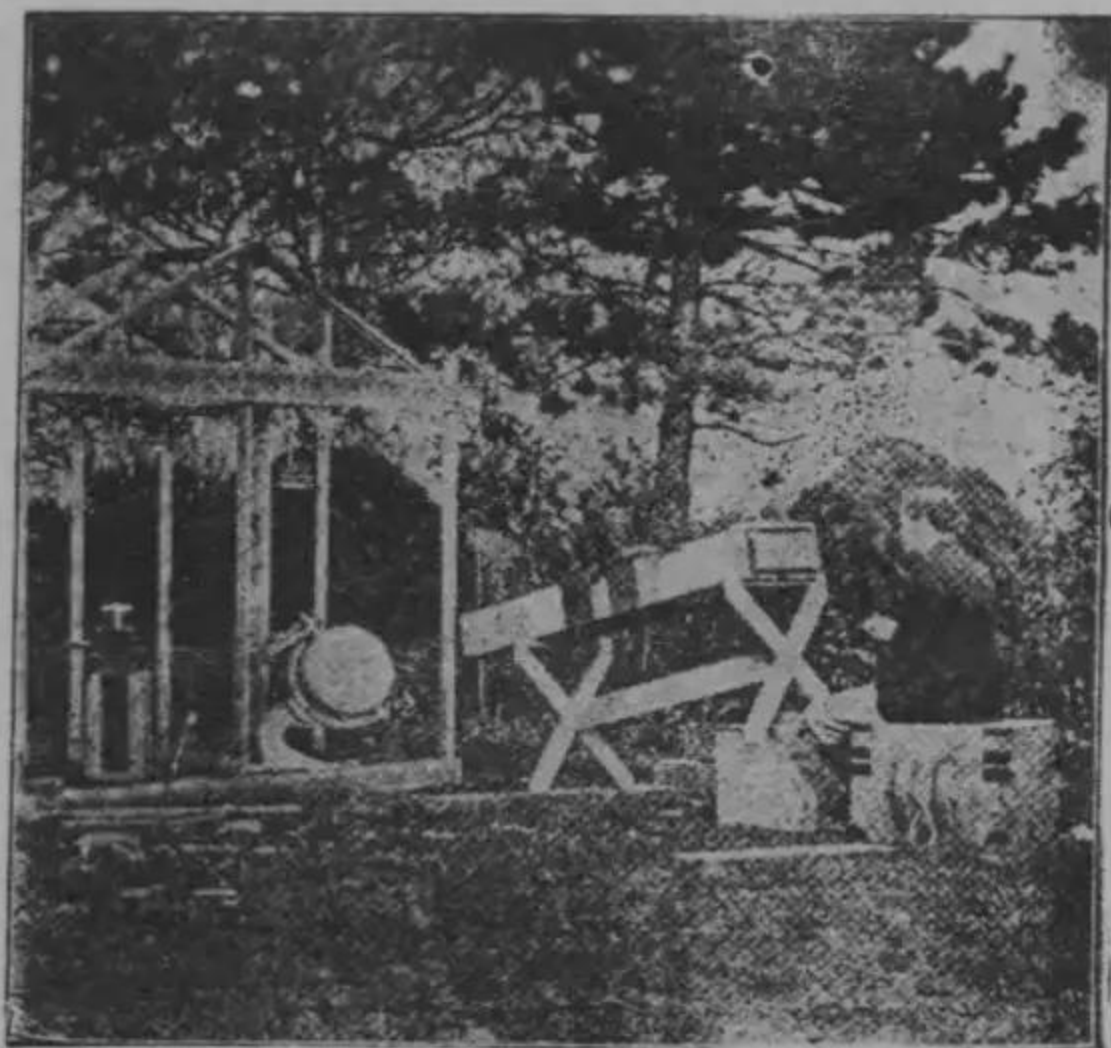
茲に原詩を直譯する代りに先頃天文月報第十四卷第十號に掲げられた某氏の新作十二宮の歌を轉載した……譯者

是は所謂獸帶(又は黃道)の中に在る星座の順序を歌つたものである。太陽は年に一回順々に是等の星座を巡る様に見える。それは實は地球が太陽の周圍を運ぐる爲めである。地球が其軸の周圍に自轉を爲す事は既に第一講に於て述べた處であるが、此の轉によつて、是等の星座は皆毎日天空を過るのである。尤も星座の中には太陽に近いので天空を渡るのが見えないものもある。それ等は晝の中に天空を過ぎるものである。夜中に天空を過ぎるものは良く見える。今頃の季節(一月早々)ならば雙子座が日没後にもなく東天に昇り、太陽の運ぶると同じ様に天空を横切つて、吾々が寢てから長い時間の後に西天に没する。

そこで若し固定した望遠鏡を用ゐたならば、其間に唯一度しか雙子座を見る事が出来ない。之に反して、望遠鏡を時計仕掛で廻轉すれば、星座の全部又は一部を夜中絶間なく見る事が出来る。天文學者は斯様な方法で終夜同一の目標を絶間なく觀測する事がある。又星雲の様な光の極めて微弱なものを寫眞に撮る爲めに、長い時間、乾板を露出する事がある。其場合觀測者は目標に望遠鏡を向けて時計仕掛をかけ、さうして、別な望遠鏡寫眞器に固定してあつて同じ時計仕掛で廻轉するを用ゐて、果して其時計仕掛が平らに且つ正確に動いて居るか何うかを監視する。そこで、若し其運轉が正確でなければ、電氣押鈕を押して修正する様な裝置が出来てゐる。斯様にして長い時間監視して居るのは中々樂な仕事でない。夜通し油斷なく働いて、夜が明るくなりかけて來て望遠鏡に蓋を被せる。それで、始めて氣が休まるといふ譯である。是程にしても尙ほ十分な露出の出来ないものがある。それは目的とする天體が極めて微かな場合で、冬

の夜、十二時間に亘つて露出してさへ十分でないのである。其場合には何うするかと云へば、日中乾板に光の入らない様に嚴密に望遠鏡を包んで置く、さうして暗くなつて東の方に同じ天體が現はれたならば、望遠鏡をそれに向けて再び時計仕掛を働かせ、蓋を開けて前夜と同様に監視するのである。二夜に亘つても不十分であれば三夜も四夜も續ける。其間毎晩晴天が續くことは限らない、雨が降つたり曇つたりした場合には、幾日でも望遠鏡を包んだなりで天氣の良くなる迄待たなければならぬ。それで、時には乾板を望遠鏡の中に入れた儘、數ヶ月かゝつて始めて十分に露出し得ることもある。斯様な譯で、諸君が容易く見る事の出来る美事な天體の寫眞の中には、それが何れ丈長い時間を要したか恐らく想像のつかないものもある。

これから、また元に戻つて大望遠鏡を取扱ふ方法を述べる。最新式な望遠鏡の一種は、望遠鏡其物に時計仕掛を裝置する代りに、其中に光を反射する所の反

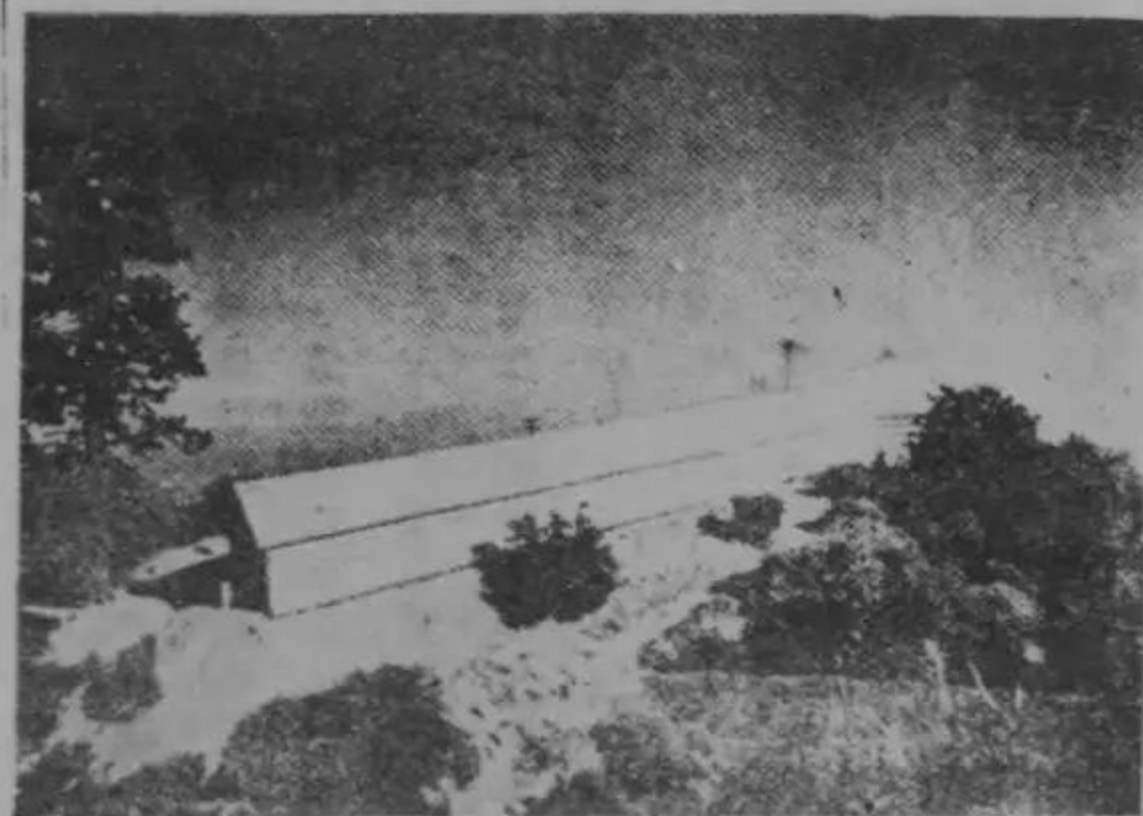


圖十五第 一八九六年の日食觀測準備 爲め津に據

射鏡に、時計仕掛を裝置するものである。此場合反射鏡は平面鏡であつて光を焦點に集める凹面鏡ではない。即ち其表面は完全な平面であつて、少しも光線の進み方を變へず、唯其方向を轉ずる丈のものである。此平面鏡を適當に時計仕掛によつて廻轉すれば、反射した光線は常に一定の方向に向ふ。

そこで望遠鏡を其方向に据へれば最早それを動かす必要はなくなる。斯様に装置した鏡を「シーロスタット」と稱へる。之は「静止する空」といふ意味である。其譯は若し此鏡で空を見れば實際の空は動いて居るに拘らず、鏡に寫つた空は少しも動かない様に見える爲めである。

「シーロスタット」を使用すれば或る範圍内で望遠鏡を任意の向きに据付けることが出来、且つ最も自然的な向きは、それを水平に置くのである。大望



鏡遠望一ノス 圖一十五第

遠鏡を地上に横へて置けば倒れる憂もなく、取扱ひにも頗る便利であるので、多くの大望遠鏡は既に其様に組立られてある。ウイリソン山のスノー望遠鏡は其

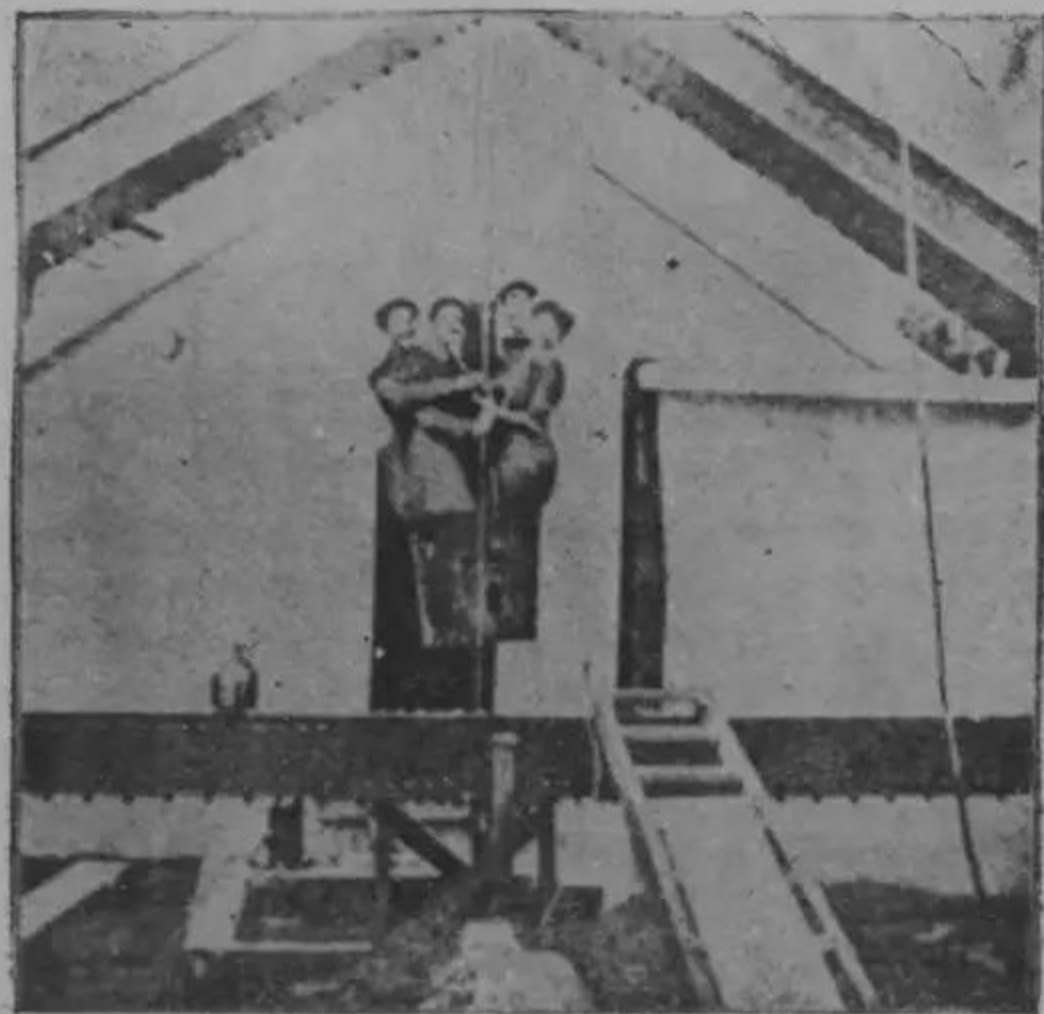


鏡遠望塔高山ソルィウ 圖二十五第

適例であつて、圖に示してある長い小屋が即ちそれである。小屋の一端には光(此場合の光は星の光でなくて太陽のである)を望遠鏡の中に反射せしめる所の「シーロスタット」がある。

併し、望遠鏡を水平に置く事には又、一方に大なる損失が伴ふ。それは土地が日中熱せられる爲めに氣流が起つて映像を亂すからである。加之、望遠鏡を水平の位置に据付ける事は自然

に氣流の發生を助ける事になる、此爲めにヘール教授は水平に置く事を廢めて望遠鏡を直立せしめる計劃を立てた。それは、高さ六十呎の塔を築いて頂上に「シーロスタット」を据付け、太陽又は星の光線を塔の麓に送つて、其處で觀測したり寫眞を撮る様にしたのである。此新しい方法は大に成績が良かった。



第五十三圖 一九〇一年ウソルン山天文臺にて女子計算員が始め高塔望遠鏡に昇るとする光景

たので、更らに大仕掛の望遠鏡を作る事になつた。それは、高さ百五十呎の塔の頂上に同じく「シーロスタット」を据付け、それから、太陽の光線を地面に向つて反射せしめ、更に塔の下に深さ八十呎の井戸を掘つて、光が塔の頂上にある鏡から反射し、全長二百三十呎の間を通つて井戸の底に達する様にした。乃ち、昔々は二百年以前に頗る不便に感じて居た細長い望遠鏡を、今茲に再び用ゐる様になつたのである。併し、今は望遠鏡を廻轉する必要がないから、最早昔の様な不便がない。唯、斯様に望遠鏡を百五十呎も高く直立せしめて、風の爲めに少しも動揺しない様にする事が困難である。そこで、ヘール教授は此動揺を防ぐ爲めに簡単な、さうして鳥渡魔術の様な方法を考へ出した。此方法は聞かない中は六ヶ敷い様だが、一度聞けば何でも無いと思ふ様な事である。若し諸君の中に自分の腦力を試み度いと思ふ人があるなら、其方法を自ら考へて見るが可い。其爲めに茲に特に其説明を省く事にしてある。(本講の終りに其説明がある)第五

十三圖はウィルソン山天文臺で計算に従事する婦人連が昇降機エレベーターの代りに「バケツ」に乗つて始めて高さ百五十呎の塔に昇らんとする處である。塔の下の方には種々な装置がある。それを一々説明するには、數回の講演を要するから、茲には面倒な事を抜きにして、唯其大體の事丈けを述べる。

先づ、最初に望遠鏡の三つの要部に就て考へやう。それには如何なる望遠鏡でも可いので、ガリレイが用ゐた最初の望遠鏡に就て言へば、それには筒で連結した二枚の「レンズ」がある。此の筒と二枚の「レンズ」との三つが望遠鏡の要素であつて、それ等は各特別な歴史を有つて居る。尤も、此事に就ては前にも多少説明した筈であるが、先づ筒の事から述べやうならば、諸君が記憶して居る通り、昔の望遠鏡は色の見えるのを防ぐ爲めに、筒を恐ろしい長いものに作つた。次に一方の「レンズ」(對物「レンズ」)を反射鏡で置換へ、其形をズツト大きくして同時に筒の長さを適當に縮少した。それから、色の故障を除く方法が發明されて再



景夜 市開スルゼンアムロ及ナデサバるだん望らか上頂の山ソッルイウ 圖四十五第
機望遠望ヤウツ

び「レンズ」が用ゐられる様になつた。「レンズ」が次第に大きくなると同時に筒はそれに伴なつて長さを増す事になつた、其結果は又昔の扱い難い不便が新たに繰返される云ふ事になつた。そこで吾々は再び筒のことに戻り「シーロスタット」を研究して終りに「ヘール」教授の百五十呎の塔に及んだのである。斯様に吾々は再三、對物「レンズ」の筒の構造の變化を述べたが、望遠鏡の他の一端即ち接眼「レンズ」の事は全く度外視して、鏡子扱にして居た様な譯であつた。併し實際、其沿革は近頃に至つて始めて開けた。而して一度開けて以來、三部の中で最も出來事の多かつたのである。これには他の物よりも過かに多くの變化があつた。乃ち對物「レンズ」と筒とは、主として其の大きさが變化した、一方に於て、接眼「レンズ」は寫眞乾板、分光器、光度計、分光太陽寫眞儀等に變つたのである。實際に觀測者は成るべく迅速に且つ容易にそれ等の部分を別な物と取換へる必要がある。ヘール教授は之に對して是迄にない最も良い方法を考へた。諸君の

中には朝の食卓に牛酪でも、焼パンでも、或は果糖でも自由に廻轉して、任意に取る事の出來る所謂「給仕要らず」(食卓用道具の一種)を用ゐて居る人もあらう。是が恰度高さ百五十呎の塔の下に深さ八十呎の井戸を掘つて、其底に設けた仕掛と同じである。諸君が最初に焼パンを食卓から取り、次に「ジャム」を取るのと同じ順序で「ヘール」教授は先づ第一に、分光太陽寫眞儀を据へ、次に偏光計を据へ以下順次に其必要に應じて使用するべき物を据へるのである。

吾々は望遠鏡の接眼鏡を取外して、其代りに寫眞乾板を用ふる事が出来る。其事の利益は一部分、既に述べた通りで、特に一時に廣い空を見る事の出來る利益がある。且つ私は幾時間も乾板を露出し得る事を述べたが、それは確かに眼で見える以上の利益である。其譯は極めて微弱な光を集積する事が出来るからである。肉眼では如何に視凝めて居つても何の得る所がない、唯徒らに疲勞する許りである。寫眞乾板のそれ以外の利益は一度之を現像する、之を複寫し

て到る處へ持つて行く事が出来るし、又幾年でも保存して置く事が出来る、而して又何時でもそれを測る事が出来る。乾板を用ゐる事の利益は斯の如く多く且つ大きいのである。要するに天文學上に寫眞術を應用したと云ふ事は確かに新學の革命と云つても差支ない。

分光器を用ゐるに至つた事は、それにも劣らない革命であつた。前に述べた通り、最初は邪魔物として扱はれて居た所の色によつて星の成分が分るのである。嘗て或有名な學者校閱者曰くオーギュスト、コントの事なりが、星の成分は到底知る事の出来ないものであると云つたが、事實は此斷定を裏切つた。諸君は稜鏡を用ゐて虹の七色を見る事が出来る。私は今、是等の色彩が必ずしも同一なものではない事を諸君に示し度い。先づ普通の光を用ゐて其色を幕に投射して見れば、是等の色は吾々が普通に見慣れて居る通りのものである。然るに少量の「ナトリウム」鹽を其光源の中に投ずれば、黄色が外の色よりも著しく強く

輝くのを見る。此作用は「ナトリウム」鹽の一種である普通の食鹽でも生ずるものである。それで吾々は光源の中に「ナトリウム」を含めば黄色の光が輝いて顯はれる事を確めた。所で、「ナトリウム」は黄色の部分全體を輝かすものかといふにさうではない、唯其特種の部分若くは線のみを輝かすものである。若し吾々が此分光裝置を少し改良すれば、其線は二本に別れる、更に一層それを改良すれば是等の線は益々明瞭に分離して、而も其間に數百本の線が現れるに至るのである。是等の細かな線を何處迄も研究しやうならば、恐らく一生を捧けても尙足りない。然し今は唯、分光器の概念を得る爲めに、最も簡單な事實を知つた丈で満足す可きである。

茲に又別の實驗をやつて見る、再び光源に「ナトリウム」を入れる、さうすれば、前の通り黄色の輝線が現はれる。併し、間もなく此輝線は暗線に變はる、何うして暗線に變つたのかと云ふに、「ナトリウム」が蒸發して雲なる様に、光源の前にそ

れを置けば「ナトリウム」の雲は黄色な光だけを遮ぎつて、他の光を皆通過せしむる爲めである。此事を知つたのは實に偉大なる発見であつて、之が爲めに吾々は書物を読むと同様に天體を読む事が出来るのである。乃ち此事實が発見される迄は、何人も太陽の「スペクトル」中にある暗線の意味を了解する事が出来なかつた、一時は之を種々の色彩の境界線であるとかへ考へた程である。然るに今は蒸氣の状態にある「ナトリウム」や、其他の元素が中間に存在して居るが爲めに、特種の色を有する光を遮り、其他の光だけを通過せしめるものだといふ事を確め得たのである。譬へて言ふたなら、佛蘭西の警官が汽船の舷門に見張つてゐて、佛人たる船客全部の上陸を差止めてゐるとする。さうして佛國人以外の國民例へば英國人、獨逸人、葡萄牙人、支那人、ホツテントット人及其他の諸外國人に對して佛國警官は之を拒止する權利がないので、彼等の通過するに任せる場合を考へれば、舷門から出る群集の中には一名の佛人も見ない譯である。そこ

で、若し、其群集の中に佛人の居ない事に氣が付けば、それは必ず佛國の官憲が舷門に於て、佛國人の上陸を拒止し居る爲めだと言はれる。恰度是と同様に太陽から来る光の中に「ナトリウム」の色若しくは鐵の色の無い事が分れば、それは必ず其通路に「ナトリウム」から出る光若しくは鐵から出る光を遮る「ナトリウム」又は鐵の蒸氣が存在する爲めであると言はれるのである。

天體から地球に達する光を考へないで、反つて途中で遮られる光を考へるといふのは鳥渡不思議な様である。何故に暗線よりは先づ第一に輝線の穿鑿をしないのであるか、然り、吾々は時に輝線を見てそれを穿鑿する。併し暗線は輝線よりも遙かに多くの事實を吾々に教へて居る。事實、星の大多數は極めて強く熱せられてゐて、従つて其周圍に多量の蒸氣が発生して居る。光は此蒸氣の中を通過しなければならぬ。そこで、特種之光が遮られて「スペクトル」に暗線が出来る。これが實に星の光の最も著しい特徴である。

諸君は此簡単な説明によつて、分光器といふものゝ何であるかを了解されたであらう。分光器の主要部は光を色帯に分解する稜鏡である。たと吾々は勉めて光を狭い線、即ち細隙に限らなければならぬ。さうしなければ、光の遮断を明瞭に見る事は出来ない。吾々は此結果を肉眼で観る事も出来れば、又之を寫眞に撮る事も出来る。而して之を撮影する事の便益は直接の光の場合と同じである。

吾々は光を斯様に分解して其大部分を除き、單に一色の光のみを擇る事が出来る。さうすれば何んな物でも其光を持たないものは輝かない。それで、私は稜鏡を用ゐて他の一二の實驗を行て見やう。茲に例の通り七色が出てゐる。今赤い紐を取つて、それを赤い光に照して見る。さうすれば此通り見える。併しそれを緑の光、若しくは青い光に照らすと黒く見える、即ち全く光を出さない。茲に又黄色の紐がある。これを黄色の光に照らせば普通の通り見えるが、若し

赤、青若しくは緑の光に照らせば眞黒である。

もう一つ違つた實驗を行つて見る。今度は光を七色に分解する代りに單色の光を用ゐる。最も簡單に單色光を得るには、食鹽の少量を酒精燈の焰の中に投ずればよい。さうすれば、酒精燈の焰は「ナトリウム」獨特の黄色の光を發する。今茲に各種の色の紐の束がある。之を普通の光で見れば、各の色が其儘に見えるが。室内を暗くして「ナトリウム」の單色光で見れば、黄色の物だけが其儘に見える。他の色は皆黒色に見える。茲に又種々な色で書いた文字や繪畫がある。是等を單色光で見れば他の部分が全く見えなくて、唯黄色な部分だけが輝いて見える。

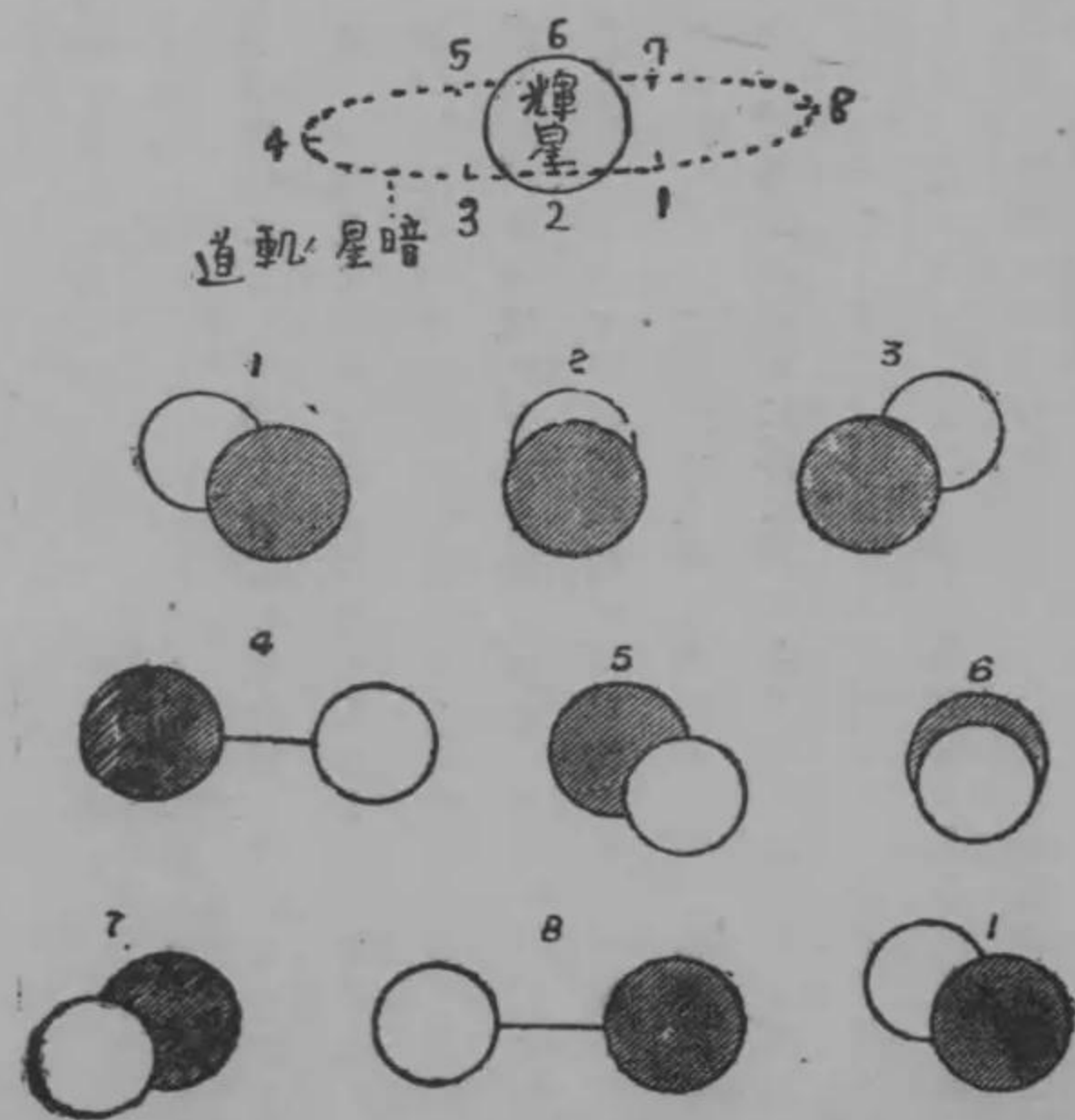
此原則に基いて望遠鏡の接眼鏡に代るべき一種の器械が作られた。此器械は恐ろしく長い名で分光太陽寫眞儀と呼ばれる。「スペクトロ」は色「ヘリオ」は太陽「グラフ」は記載の意味で、色別けにして太陽の寫眞を撮る所から、さう呼ば

望遠鏡によつて

れるのである。要するに此分光太陽寫眞儀の仕事は太陽の寫眞を一色で撮影するもので、恰度吾々が一枚の繪を黄色なら黄色の光丈けで見るのと同じである。此器械によつて吾々は一見して太陽の何の部分に「ナトリウム」なり、水素なり、或は其他の原素が存在するか良くわかる。此様な方法を地球に應用して黄金の所在を示す圖が作れるとしたなら、それこそ實に旨い工夫である。倫敦、紐育を始め其他の大都會は、其圖の上に輝點となつて現はれるに極つて居る、さうして「アラスカ」の金礦が、若し未だ全部發掘されて居なければ、其部分が全體に明るく見えるであらう。さうして又、是迄何人にも知られてない場所、地下に多量の黄金の存在する個所が明かに顯はれるであらう。さふいふ事が分れば、定めし多くの人間が其金産地に向つて押寄せる事であらう。太陽を寫眞に撮つても別に黄金の様な人氣のある物の所在が分る譯ではないが、併し、其寫眞は天文學者に取つて非常に興味の深いものである。それで、私は今に太陽の見物をす

る際に更に此事を詳しく説明しやうと思ふ。

望遠鏡の端に嵌める物に就ても、もう一つ話したい事がある。尤も餘りに複雑な事の説明になると、却て諸君の興を殺ぐ様になるから、今度は稍簡單に夫を述べる。此器具の特徴は唯、光に對して感じの非常に強い事であつて、肉眼で認める事の出来ない光の變化を檢出するものである。星の中に「アルゴール」と云ふのがある。吾々は之を「不思議」と譯して居る。「アル」とは亞刺比亞語の定冠詞「ゴール」はアラビヤ夜話杯に魔神さか、仙人さかを表はすに用ゐてゐる語である。尤も此語「ゴール」即ち食人鬼と混同するのは餘り良い氣持でない。此星の光は恰度、燈臺の光の様に、時には明るく時には暗くなる。即ち三日程の間は平らに光を放つて居るが、其後に光が暫し暗くなる。是は別に望遠鏡を用ゐないでも良く見えるのである。斯く光が減ずるのは、光の前に何物かが來てそれを遮る爲めでないかと思はれる。今二つの物體が互に廻轉して居て、一方を輝體、



第五十五圖

一七八
他を暗體であると想像する。然る時は暗體が輝體から離れてゐるか若しくは暗體の前に在る場合には、輝體は平らに光を發するが若し暗體が輝體の前に來るに食が起つて光が減ずる事になる。分光器が星に應用され

る事になつて、此想像説は實に不思議な様に確められた。此爲めに吾々の知識の進歩した事は實に著しいものである。それは此事實が賢いリード君の漫畫



第五十六圖「上天の無頼漢」の「ルーゴル」の「チンパ」の「アール」

ミナつて「パンチ」誌に現はれた事に
よつても分かる。余は版權所有者
から幸に承諾を得て、其繪を茲に諸
君に紹介する。

無頼漢は異様な風態をして巡査
の周りを廻る。無頼漢を輝體巡査
を暗體に比し、「アールゴール」と「ア
ルコール」ミ音の似寄つて居る所

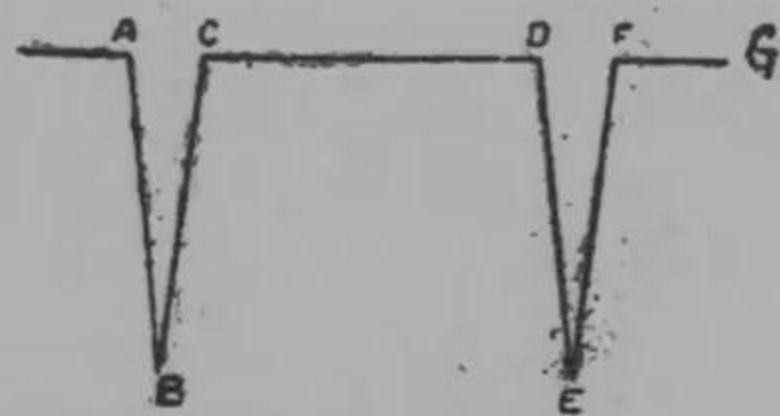
から無頼漢を醉漢と見て居る。

私が茲に述べたいと思ふのは、米國のステビンズ氏が發明した新式の光度計

望遠鏡によつて

を用ゐて、それを一層精密に観測して得た結果である。其原理は實驗に依つて容易に説明が出来る。「セレニウム」と稱する物質は鋭敏に光に感ずる性質を有つてゐるものである。光に照されると其電気抵抗が變つて、幕の上の光點が動く。今此處にある「セレニウム」は、光の作用を受けない様に箱の中に密閉してある。さうしないと、幕に映する光點が動揺するからである。併し、今室内を眞暗にして箱を開く。そうすれば、「セレニウム」が暗闇の中にある限り、光點は靜止してゐるが、「セレニウム」に蠟燭の火を當てるや否や、光點が幕の外に飛び出す。それで、諸君は「ステビンス」氏が此原理を應用して星の光度の變化を測り得た事を了解されるであらう。併し、彼は其成功を見る迄に幾多の困難に遭遇した。一例を挙げれば、彼は其裝置が氣温の差に因りて性質の變る事を知つた。そこで、之を防ぐ爲めに、氷で器具を包み、始終氷點に其温度を保つた。米國では何時でも多量の氷が得られる。併し、多くは飲料を冷す爲めに消費されるので

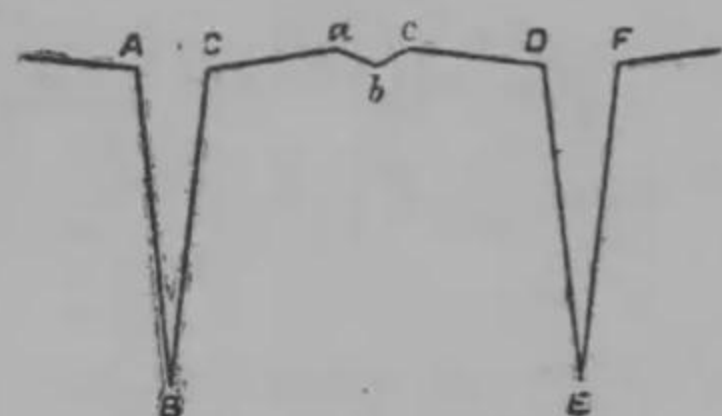
ある。當時ステビンス氏が光度計を冷却する爲めに用ゐた夥しい氷の調書を



第五十七圖

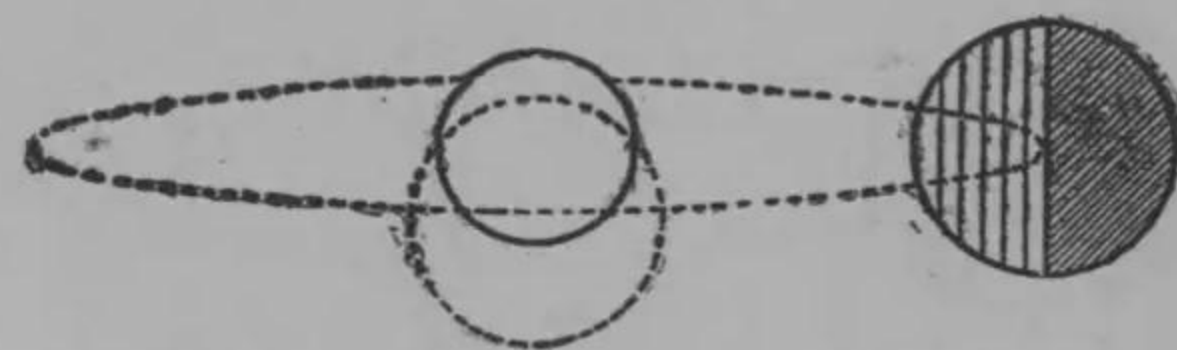
差出したとき、掛の者は随分澤山の飲料を用ゐたと云ふ風を見せた。併し、彼はそんな些細の様な事には頓着せず、益々研究を進めたのである。私は今、彼が何んな立派な結果を得たか諸君に話さうとする。肉眼で観測した結果を圖に表はせば、第五十七圖のようになる。此圖に於て光の一定な時間はCD及FGの様な水平線で表はされ、食の期間は急に降るABC及DEFで示される。「セレニウム」光度計で最初に發見した事は、直線の部分(若しくは從來直線の部分)を考へられて居た部分の眞中に小さな凹みがある事である。此凹みは頗る小さいので、肉眼では看逃がされて居たのである。此事は何を意味す

るかさいへば、大なる凹みABCは、暗體が輝體の前に來た事を示し、小さな凹みは輝體が暗體の前に來た事を示すのである。暗體が全然暗黒ならば、さういふ事は生じない道理である。そこで第二體は全然暗黒ではない、多少の光を發するものであつて、輝體が前になれば、其光が遮られると云ふ事になる。是が實に最初に發見されたものである。併し是許りではない。残りの部分が第五十八圖に示す様に反對の方向に少しく傾斜して居る事も分つた。此事からして二つの天體が互に離れて居つて、其間に食の現象が起らない時でも、光は矢張り幾分か變化して居る事を認められる。ステビンズ氏は容易にこれを説明する事が出來た。彼は恰も太陽が地球及月を照すと同様に、輝體が暗體を照らして居るのであると説明した。即ち輝體が暗體の半分を照らし、其の照された半分が時としては吾々の方に面し、時としては吾々に見えなくなるので、恰度月が時に満月となり、時に新月となるのと同じである。此事は月の場合には容易く認めら



第五十八圖

れるが、「アルゴール」星では二つが離れるのを見る事が出來ない、單に雙方から出る光の合成したものを見るに過ぎない。それにも拘らず、吾々は此精密な觀測によつて二體の中の一方が何時丸くなるか、何時虧けるか、恰も曆に満月と新月とを記入する事が出來る様に容易く推定する事が出來る。忍耐の結果何んぞ驚く可き結果が出たではないか、而かも此外に更に驚嘆すべき事がある。ステビンズ氏は是等の二つの天體の間の距離、其大きさが、何の位あるか計算した(第五十九圖)此結果に依つて、輝體の光度は、吾太陽の二百四十倍であるべき事と、是迄「暗黒星」と稱へ來つた光の微弱なものでも太陽に比べて十六倍の光度を有つてゐる事が分つたのである。此發見が如何に大なる知識を吾々に與へたかと云



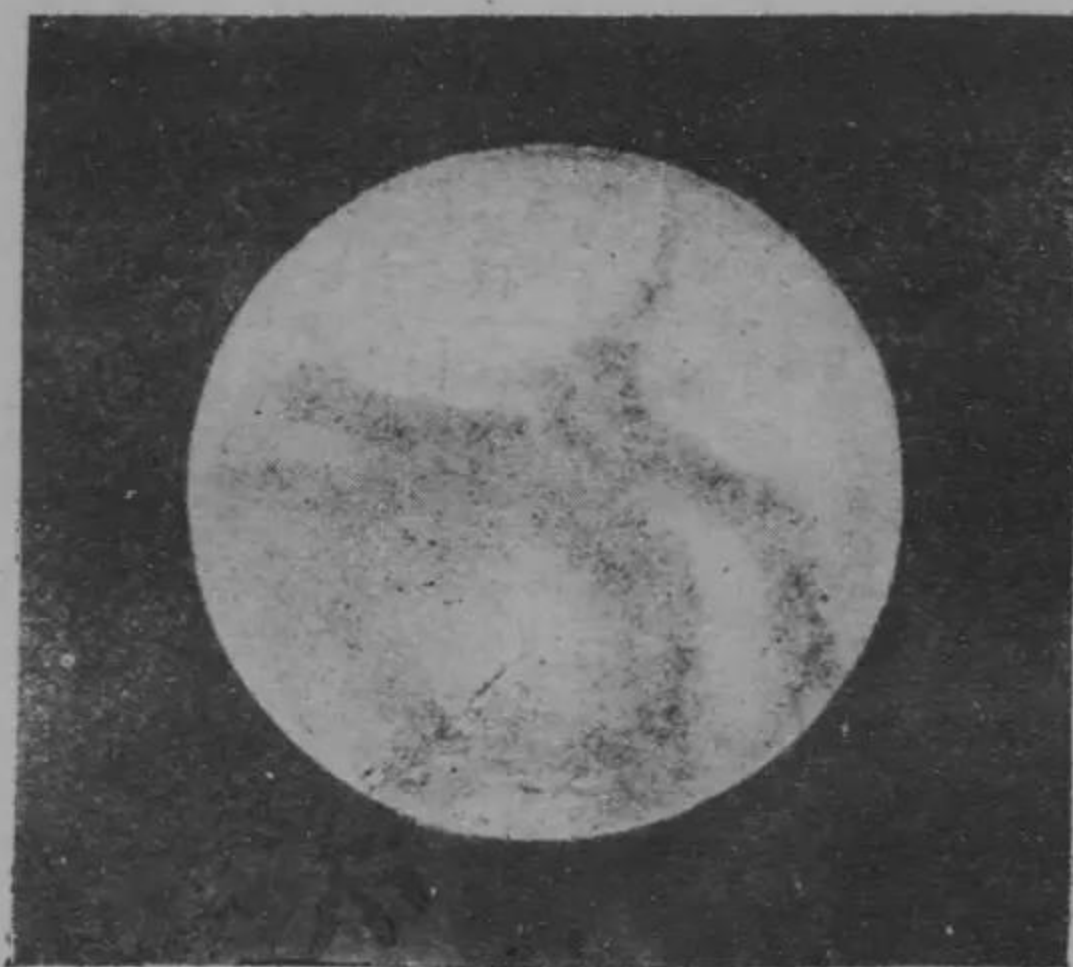
第五十九圖 スピネ氏の「ルーゴラ」の圖

ふ事は諸君も恐らく認める事であらう。吾々は又、外觀の單に一つの星に過ぎないものが、其實二個の星から成つてゐて、其間に若干の距離があり、一方は光が強く、他は光が弱い、即ち一は自ら光を發し、一は他より照されて居るものであることを知つた。さうして、光の弱い方でも尙、太陽に比べて十六倍の光度を有つてゐることが分つた。而かも斯様な發見を爲し得たのは大なる望遠鏡を用ゐた爲めではなく、唯、普通の望遠鏡の接眼鏡の代りに鋭敏な裝置を用ゐた爲めである。

偕て茲に本講演を終るに方つて、諸君に説明しなければならぬ事が一つ残つて居る。それはヘール教授の塔に關する宿題であつた。即ち塔の動揺しない理由に就いて

の答解である。茲に一本の葦を取り、之を管の中に封入すれば、風が吹いても中の葦は動揺しない。風は管を吹いてそれを動揺せしむるかも知れないが、管の中の葦まで動かす事は無い。ヘール教授の考へは先づ棒で塔を作り、それを管の中に入れる、さうして各の管を接ぎ合せて外側の塔を作る。風が外側の塔を吹いてそれを動揺せしめても、内の塔には全く影響しない。「シーロスタット」は勿論動かない様に内側の塔に取付られる。然し「ブディング」の良否は食つて見なければわからない」と諺にもある通り、此様な考案の良否は試験によつて始めて分るものである。實際に此設備を試験した結果は果して良好であつた。ヘール教授は假令如何なる強風が吹荒んでも、塔型望遠鏡の中に映する太陽の像は毫も振動しない事を確めた。

第
四
講



星火るけ畫のシリダ 圖十六第

月と惑星の見物

今迄、吾々は宇宙旅行の出発點と、旅行に要する乗物の選擇と、如何程遠い處迄行かなければならないかに就て研究を重ね、既に其爲めに六講の中三講を費した。諸君は随分長い準備が入るものだと思ふであらうが、天界の嚮導者たる吾々の偉い(諷刺)先輩達も、矢張り其必要を認めた。ジュール、ヴェルンは第一冊の全部を通じて

出發に關する事柄を述べて居る。それには、人を砲彈の中に容れて、月世界に向て發射するに用ゐる大砲の構造や、月世界への道中を監視する爲めに必要な大望遠鏡を備付ける事等が述べて居る。さうして、實際に出發する所が第一冊の終となつて居る。

そこで、吾々は先づ火星に向て出發する。さうして、假令、火星に上陸し得ない迄も望遠鏡で視られる限り火星に接近したものとする。假りに吾々が肉眼で見ると、約一千倍火星に近づいたとする。私は前に望遠鏡には望み次第の倍率を與へる事が出来るが、併し餘りに大きくし過ぎると其結果は反つて良くない事を述べた。最も良い望遠鏡でも倍率は大體一千倍が程度である。即ち地球から火星迄の距離が望遠鏡によつて約一千分の一に減するので、それが五萬哩か十萬哩位になる譯である、これが望遠鏡で近寄る事の出来る最短距離である。又、天文用の望遠鏡で物を見る一の特徴は、それが顛倒して見える事であ

る。從て普通南の方を上にする。それであるから、圖の上の方に見える白い所は北極ではなくて、南極である。私は何人かが今、火星の南極探検をやつて居りはし無いかと思ふ。扱て、此白い所は一體何であるかと云ふに、我が地球の兩極にある様な氷と雪とであらうと云ふのは多くの學者の説であるが、併し中には此説に同意しない人もある。其理由は分光器を用ゐて觀測すれば、火星の大氣中には、兩極に氷や雪が出来る丈けの水分が有るか何うか頗る疑はしいと云ふのである。併し、火星の夏になると其白い帽子の様な物、即ち極冠が小さくなつて恰かも氷や雪が融解した様に見える、火星の冬になると其大いさが増して氷や雪が多くなつた様に見えるのは確かな事實である。けれども、水以外の物でも斯様な外觀を呈する事がないとは限らぬ。それは此講演の終りに一二の實驗を行つて、液體空氣が恰も皚々たる雪の様に見えるものであることを示さうと思ふが、要するに火星の極冠が氷や雪ではなく、液體空氣が又は氷結した炭酸

瓦斯か或は火星の表面が極めて寒冷である爲めに氷結して居る所の他の瓦斯體であるといふ事はあり得べき事である。

此の圖には又他の模様も現はれて居るが諸君が見たいと思ふのは恐らく彼の有名な運河であらう。併し氣の毒ながら此の圖には運河らしい線は現はれては居ない。何故なれば之れを描いたエヌ・エー・グリーン君は火星に何等運河らしいものを認めないと云つてゐる人だからである。實際或一部の人は運河を見ないだからそんな物は無いといふ。之を何う始末して良いか誠に困つた譯である。恰度或者が竊盜の行はれた事を證言した後で、其事實を見ないと云ふ證人を呼出した様なものである。そこで實際に何物かを目撃して、それに關して意見の一致して居る人々の主張は十分に認める必要があるが又一方に於て假令少數であつても、それと反對の事實を目撃したと云ふ人々の意見も亦聽取らなければならぬ。陪審者は人の罪を決するに方り、先づ慎重に其者の申

分を聽かなければならぬ。(譯者曰く英米兩國に於ては陪審者が被告の有罪無罪を決す。陪審者は人民の中より選ぶ)又被告に對して少しでも愛憎の念があつてはならない。それであるから誰でも知つて居る通り被告を知らない人々を陪審者に採る爲めに有らゆる手段を用ゐるのである。而かも火星の運河の場合、敵でも味方でも無い公平な陪審者を得る事は寧ろ普通の裁判の時よりも困難である。或人々は惑星の中に何物かが住んで居ると信じ切つて、何か火星に生物の徴候らしい物が現はれれば直ちに探つて自己の主張に利用せんとする。一方には又全宇宙に於て生物の棲息して居るものは獨り我小さな地球のみであると信する一群の人々がある。此方は何さなく利己的に聞える。併し科學上の最大なる一の發見を助けた、さる知名の大學者は公平な見地から之に關して一冊の大部な本を著して、其中に斯う述べて居る。吾々の地球は其形こそ小さいが、生物の住家としては全宇宙唯一であると。思ふに天空幾千萬の

星は皆我が太陽の様な物である。而して是等の星の周囲には、それ／＼皆地球が太陽の周囲を運る様に運つて居る所の惑星があるであらう。併し、アルフレッド・ラッセル・ナレーズさんは是等幾千萬の星の中に一として生物の存在するものが無いと眞面目に信じて居る。

校閲者曰く、此部分嘲笑的である、最大発見といふは生物進化論を指し、大學者といふはナレーズの事である。

要するに、火星の状態及火星に生物が存在するか何うか云ふ事に關しては種々の意見が行はれて居る。故に諸君が公平な陪審者である事を欲するならば、最も慎重に双方の申分を聴かなければならぬ。併し、短かい時間では到底其んな詮議立は出来ない。吾々は唯、双方に理屈のある事を考へて、輕々しく決心する事を慎まなければならぬ。若し、諸君が強ゐて何れかに決心しやうとするならば、一の手段として澤山の書物を讀む事である。然し、そんな面倒な事を

するよりも何れとも決心しない方が此場合得策かも知れない。もう一つの手段は適當な人を選んで、其人の意見に従つて決心する事である。恐らく諸君は私にそれを依頼するかも知れぬ。私はそれを適當な手段とは思はぬが、實は私自身も未だそれを決心して居ない。少くも火星の生物に對しては未だ決心して居ない。ナレーズさんの所謂、吾々の小さな地球丈が生物の住家であると云ふ大問題に對してならば私は決心して居る、今の所でそんな事があるとは考へない。私は念入に彼の著書を讀んだが、斯かる奇抜な考を立證する丈の論據は何處にも見出さない。生物は獨り我地球のみに限らないと云ふのは、私は眞實であると思ふのであるが、さうしてローエル氏が眞に火星に生物の徴候を見出し得たかと云ふと、それは亦一層疑はしいのである。が、然し、疑の無い事はローエル氏の著書の極めて巧妙に書かゝれてある事である。兎に角、此本は澤山の事實を教へ、同時に種々珍奇な物語を載せてある、私はそれを讀まれん事を切に

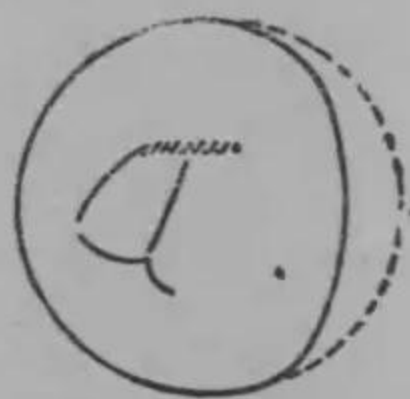
諸君にお勧めする。

ローエル氏の火星に就ての物語は大體次の通りである。火星は乾燥して居つて地球に在る様な大洋がない。従つて土地を潤はし植物の發生を助くべき降雨が無い。火星に水分の極少い事には何人も同意である。さり乍らローエル氏は火星には多少の水分がある、さうして、大部分兩極に氷結して居るといふ。そこで春夏の候になつて、氷結した水分は端の方から融けて来る。居住者は其時を逸せず、敏速に長い水道に依つて其水を乾燥して居る土地に送る。それで、是等の水道の兩岸に間も無く草木が發生して青々とした廣い地帯が出来る。恰度是と同じ現象がナイル河の汎濫の前後に埃及に見られる。即ち、汎濫前の兩岸は唯褐色をなした廣漠不毛の地であるが、汎濫後には一面に穀草を以て蔽はれるのである。若し、月又は火星からそれを觀測したならば、乾燥期の荒廢したナイル河岸を觀る事が或は出来ないかも知れぬ、併し汎濫後の緑色の河岸一

帯の地を見落す事はなからう。火星に對しても恰度其通りであつて、運河は時々見えなくなる。之は運河の中に少量の水があるか、或は全然無くなつて、其兩岸一帶の地が乾燥した礫礫の地となる爲めである。極冠の氷や雪が溶解して水が水道に流れ込み兩岸に穀草が發生すれば、狭い水道も地球から望遠鏡で觀るに足る程の廣さを有つ事になる。それが吾々の眼に運河となつて見えるのであるといふ。ローエル氏は更に水道の配置と其眞直ぐな事から推測して、是等の水道は理智ある動物が造つたものである、即ち此運河の存在は火星に生物のある證據である、と説いて居る。

若し實際に火星に廣漠たる一帶の耕地があるならば、此問題に關して意見の相違が起る筈が無いと諸君は思ふであらう。如何にもさうである。けれども、一方に火星の運河を見たと言ふ人があるかと思へば、一方に其んなものは全然見えないと言ふ人もあるのは一體何故であるか。私は其一の理由を容易に諸

君に示すことが出来る。諸君は今此幕に映つて居る映畫を明瞭に見て居る。然るに、望遠鏡内に映する物の像は氣流の爲めに兎角明瞭に見える場合が少ない。今幻燈師は一寸した仕掛を用ゐて氣流を模倣する。さうすると、映畫は最早明瞭でなくなる、殊に細かな所が朦朧となる。但し、諸君が視凝めてゐる間に時々明瞭になることがある、さうして直ぐ又不明瞭になるから、諸君はチラと見た事が實際であつたか何うかと云ふ疑が起る。それで、更に明瞭になる時を待つて前に見た事を確かめる。併し、斯かる場合に誰か外の人も同じものを見て居れば猶ほ確かである。氣候が悪くと望遠鏡觀測の困難なのは斯ういふ譯である。氣流が減ずるかと思つて、觀測者が高山に昇つて觀測するのも亦此爲めである。ローウェル氏の様に火星を研究する爲めに、特に良い氣候の場所を選んで大望遠鏡を据付けてさへ、一度に僅か二三の細部を見得たに過ぎなかつた。而かも同時に畫いた二枚の圖に、それを寫した人が違ふ爲めに著しい相違があ



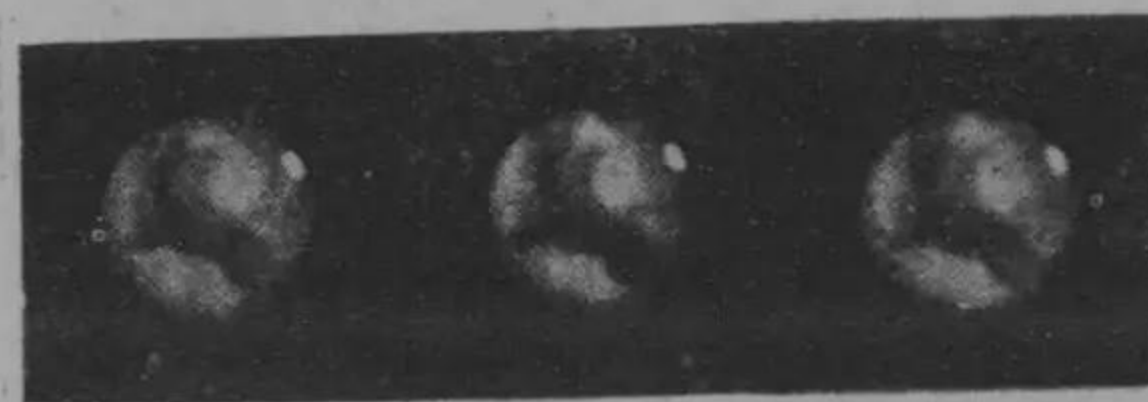
ス ク ヲ サ 星火 ルエウーロ・ルッヂーバ

日四十月八年六九八一 圖一十六第

る。第六十一圖はローウェル氏と其助手が八月十四日に寫した二枚の圖である。當時兩氏は其觀た所を出来る丈け忠實に寫取つたのであるが、見る通りローウェルの見た運河は殆んど南北に直線を爲し、又其助手の見た運河は東方に傾いて居る。此様な相違は、澤山の圖を作つて、唯一人が視た丈のものは拋棄して、多くの人の眼に映じたの丈を採用するより外に方法がない。火星の最も信頼すべき圖を作るにはそれより外に手段がない。そこで諸君は何故に寫眞を撮らないのかと問はれるであらうが、寫眞では肉眼程に良い機會を捉える事が出来ない、従つて之を寫しても到底満足の結果は得られないので

ある。然し、連続して澤山寫眞を撮れば、其中から最も良いのを選ぶ事が出来る。尤も、此方法は漸く近頃になつて始めて行はれた事であるが、既に其方法で撮つた火星の良い寫眞が幾枚も吾々に提供されて居る。第六十二圖はバーナード教授の撮つた三枚の寫眞であつて、極冠が明瞭に現はれて居る。

併し、結局火星に關して或結論を得る事の困難な事は吾々を其處に運んで行つた大望遠鏡を火星に据え付けて、其處から反對に地球を観たとしたら良く了解されるであらう。勿論其爲めには人工的な圖が入用である。第六十三圖は我地球の二種の望遠圖で、二つは或點に於ては相違してゐるが、併し双方共我々の一番良い望遠鏡



星火るたし寫てに「ズンレ」時十四臺文天スケーヤ 圖二十六第



圖三十第六第

を用ゐて實際に火星から觀望したもののよりは優つたものである。此兩圖に於て亞非利加其他の主なる輪廓に就いては別に言ふ可き事がない。双方共全く同じである。唯英國のみが故らに違はせてある。それは、是等の圖を作るのに、成るべく同じ狀況の下に、地球儀を二度撮影したのであるが、



圖四十六第