

564
64

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4

始



天體望遠鏡

の作り方

パチエーラ・オブ・アツ

山崎正光 著

大正
14
東京
交内

科 學 畫 報 社 版



はしがき

私が天文學に興味をもつようになったのは殆二十年米國カリフォルニア州に渡航してから
 のことである。彼地の晴れた透明な天がいつのまにか私をして天文學に導いてくれた。初め二
 吋の望遠鏡を買求めて色々天體をのぞいた者であるが斯の如き小望遠鏡にては満足することが
 出来ない。どうかして一層大きい望遠鏡を求めたいと思つたけれども高價な爲に其意を得ざる
 中天文雜誌で反射望遠鏡の製造法に就ての通信を讀で直に八吋の反射鏡を製造したのである。
 其後十二吋十五吋等をも製造した。其方法が頗興味あるものであるが故に之を天文同好の士
 に知らしめんが爲に大正十年天文月報に通信した。それが同年八月號から七回にわたつて出た
 のである。此度之を全部訂正増補し且屈折望遠鏡の製造法をも附加して發行することとした。
 反射鏡の鏡面試験法は前記通信よりも一層詳細に説明してあるから此一冊の書へあれば誰
 にも天文用の反射鏡を安價に製造することが出来る。著者は此頃又反射鏡の製造法に就て研

究しつゝあるので經濟さへゆるさば近く二十吋以上の反射鏡を製造したいと考へて居る。最近佛國では百五十吋の大反射鏡を製造する準備で之に用ひるガラスの實驗に成效したと傳へられるようになり著者も日本に六十吋級の反射鏡を製造し得るの日の來らんことを祈つて居る。

前記通信中にある反射鏡の製造法は舊式のものであると非難する人もあるようであるけれども之も必しも氣にする必要はない。若舊式の方法によつては反射鏡が出来ないとならばそれは大問題であつて著者の讀者にわびなければならぬことであるが本書の方法がたとひ最新式の機械力による方法でないとするも素人が手を以てする最上の方法であることはあへて疑はない故に讀者は安心して手引となさるゝがよろしい。同時に一層研究せらるゝことをすゝむ。尙本書は附録として天文講話をのせておる。之には素人が如何にして大學程度の天文學を獨習することが出来るかと云ふことゝ如何にすれば望遠鏡を最有効に使用し得るかと云ふことを目的として居るのであつて素人の爲に天文學の豫備智識を供せんとするのである。故に専門家が讀まるゝも多く得る所は無ゝものと思はれる。

大正十五年二月

萬國共同緯度觀測所に在て

著者識

目次

天文用反射鏡の部

- 一、望遠鏡の發達史……………一
- 二、反射鏡の大きさ及び値……………六
- 三、材料ガラス……………一〇
- 四、插り方(其の一)あらずり……………一六
- 五、插り方(其の二)仕上げずり……………二二
- 六、みがき盤……………二四
- 七、みがき方の整形……………二六
- 八、鏡面の試験法……………三〇
- 九、影の種類……………三三

十、パラボラの影	三六
十一、リツチーの試験法	三九
十二、部分試験	四三
十三、パラボラ化する方法	四六
十四、平面鏡の製造法	五〇
十五、光の干涉	五三
十六、平面鏡の試験法	五五
十七、楕圓鏡	五九
十八、擴大鏡	六〇
十九、望遠鏡の擴大力及分離力	六二
二十、銀びきの方法	六四
二十一、取つけ	七二

二十二、簡單なる時計仕掛	七六
天文用屈折望遠鏡	
二十三、レンズの理論	八二
二十四、色消レンズの製造法	九〇
二十五、レンズの計算	九三
二十六、レンズ製造の順序	九七
二十七、レンズの良否及其取扱方	一〇七
附録天文講話	
一、天文學獨學法	一三四
二、望遠鏡の選擇	一三三
三、月	一三七

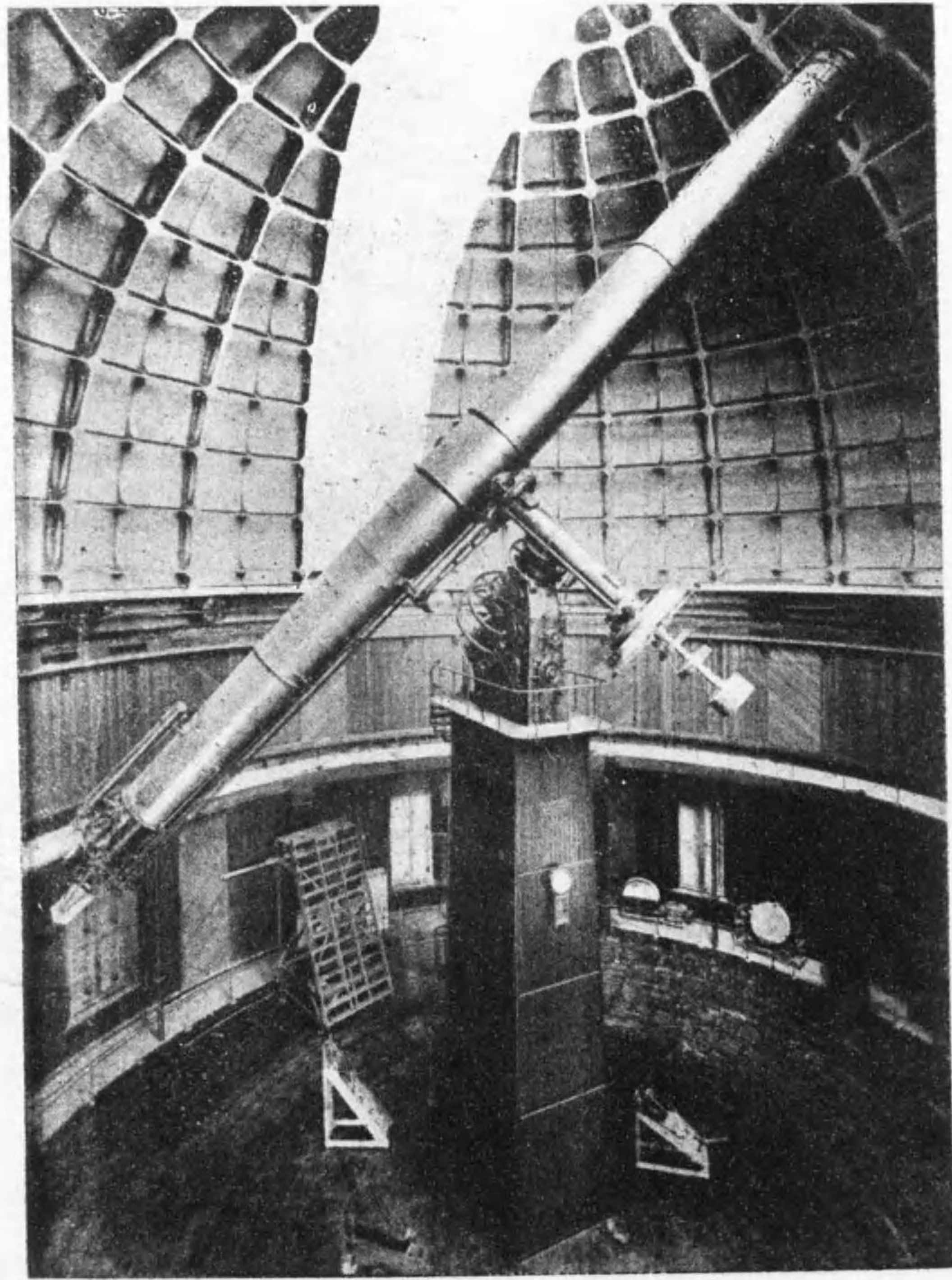
四、太	陽	.....	一四二
五、惑	星(其の一)	.....	一五〇
	水	.....	一五〇
	金	.....	一五一
	地	.....	一五三
	火	.....	一五九
	小惑	.....	一六三
六、惑	星(其の二)	.....	一六七
	木	.....	一六七
	土	.....	一六九
	天王	.....	一七一
	海	.....	一七二

七、彗	星	.....	一七六
八、流	星	.....	一八三
九、天球に關する諸定義		.....	一九〇
十、星座の研究(其の一)		.....	一九五
十一、星座の研究(其の二)		.....	二二五
	南半球の天	.....	二三三
	星圖及び星表	.....	二三四
十二、星に關する一般的知識		.....	二三六
十三、二重	星	.....	二四一
十四、星團及星雲		.....	二四九
十五、變	光	.....	二五五
十六、變	光	.....	二六五

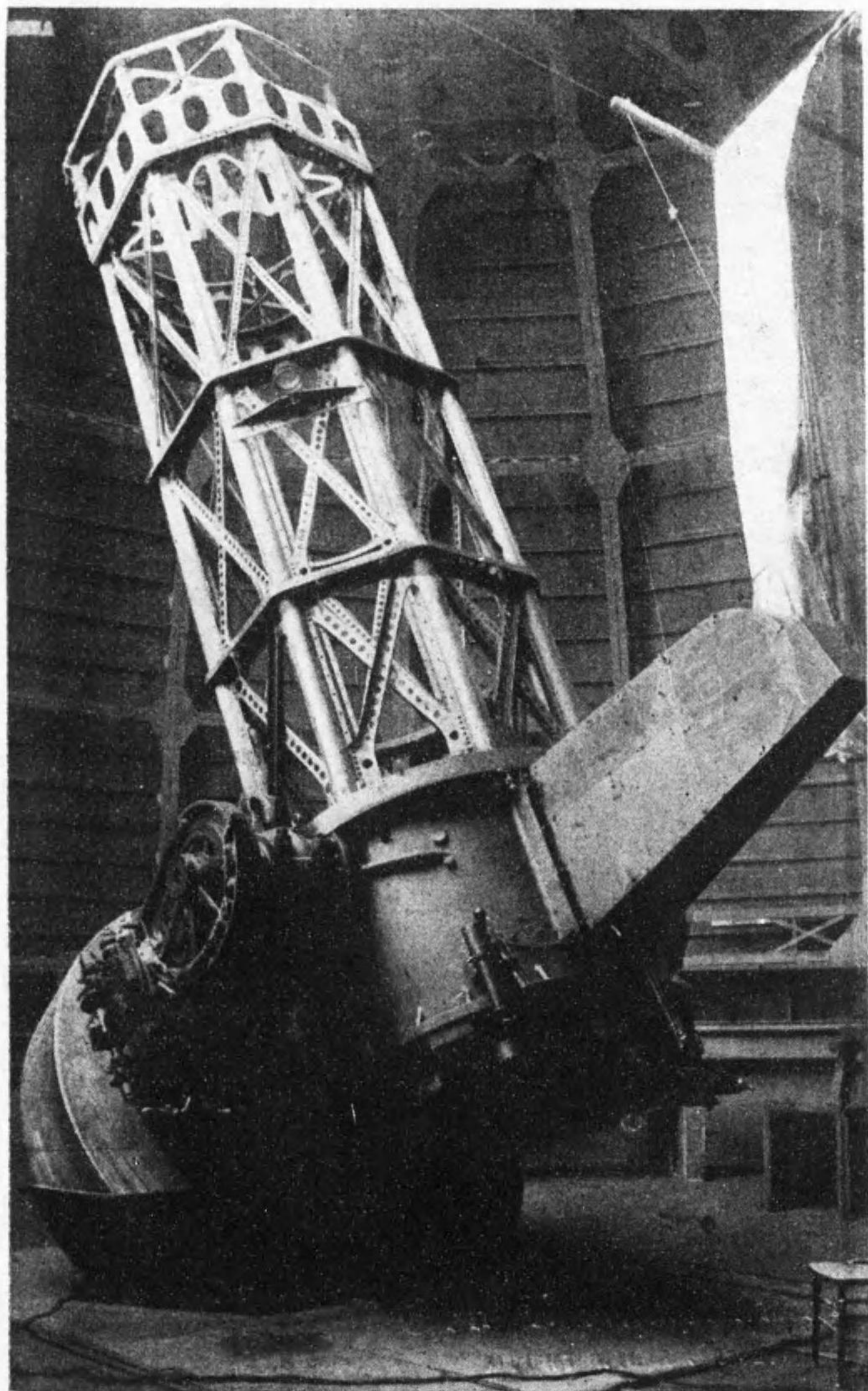


二十は右のそ。鏡折屋時六十三はにムードの央中
るあり鏡折屋時六十四はにムードの端左時

景全の壘又天カツリ □ 1 □



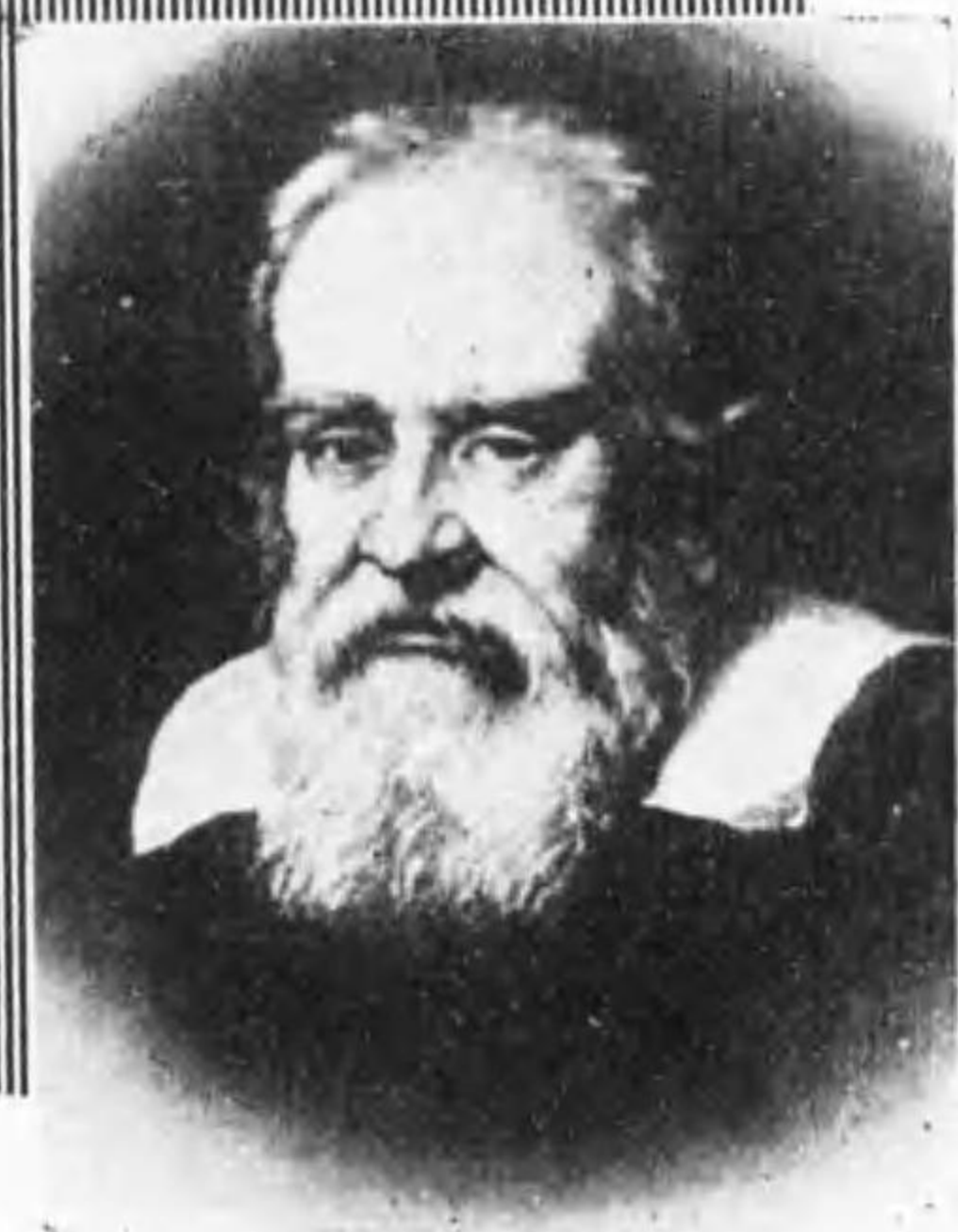
鏡遠望折屈吋六十三の臺文天ツツリ □ 2 □



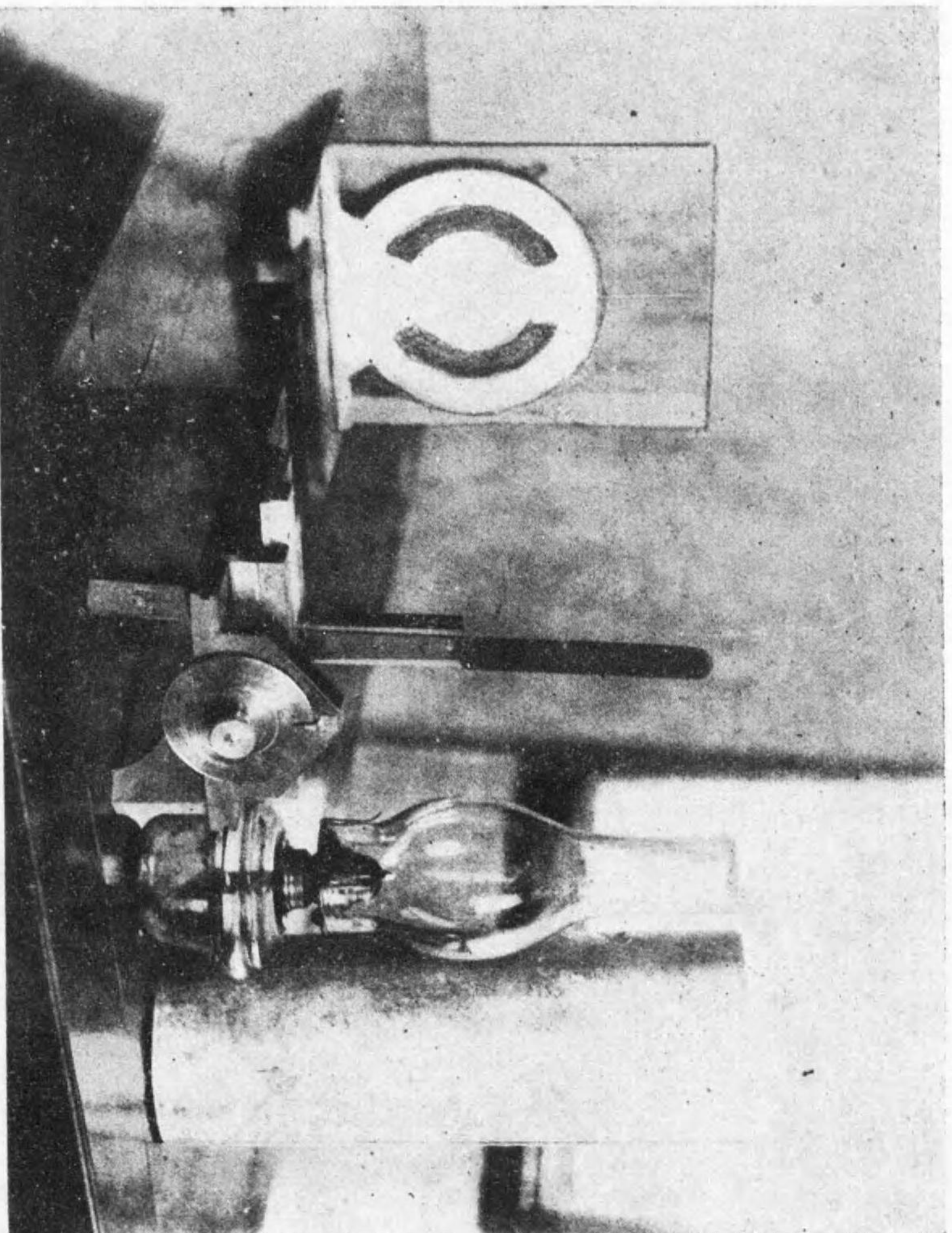
鏡遠望射反吋十六の臺文天ソルキウ □ 3 □



引力説の發見者にして且反射鏡の發見者なるニユートン。



ガリレオ式屈折望遠鏡を初めて天文學に應用したるガリレオ



讀てま吋一の分千は一ターメロクイマ
面鏡の時の験試分部はるな先。るめ

置設験試の影一カーフ □ 5 □

天體望遠鏡の作り方

パチエラー
オプアールト 山崎正光著

上 反射鏡の部

一 望遠鏡の發達史

二個の凸レンズを適當の距離に置いて物體を見る時は其物體を肉眼で見るとより一層よく見ることが出来る。云ふことは十六世紀の末に已に知られて居た。しかし望遠鏡として實用に使用される人々になつたのはオランダの眼鏡師ハンス・リパーシエーが千六百八年に製造してからの事である。此めづらしい光學上の發見をガリレオが聞き傳へて自分に一個製造した。之はオランダの眼鏡師の作つたものよりもはるかに有力であつて五十哩先の物體が五哩の所にあるが如くに見えた。之が即望遠鏡の始であつて天文學が今日の如く進歩したのも此望遠鏡の發見



の御蔭である。ガリレオはついでに數個を作つた。第一のものは學術上用をなさないものであつたが第三のもので月面の觀測を初めたのである。

ガリレオ式屈折望遠鏡に於ては對物レンズが一種類のガラスよりなる凸レンズで出來て居るのであるから丁度プリズムの作用をなし光線が分析せられて色を生じ物體の像が一焦點に集らない。光學上の言葉で Chromatic aberration 色收差の現象がおこる。故に斯の如き望遠鏡では充分なる觀測が出來ない。しかし焦點距離の非常に長い時は比較的色收差の現像を少くすることが出来る。フイゲンの如きは焦點距離の百尺もあるものを作つて觀測した。

ニュートンはレンズに就て研究した末一個のレンズよりなる屈折望遠鏡は決して色收差より脱することが出來ないと云ふ結論に達した。そして彼はパラボラ鏡によつて始めて完全に色收差を脱することが出来ることを示した。彼は千六百六十八年に直徑一吋の反射鏡を作つた。彼の反射望遠鏡に在つては物體から來た光線はパラボラ鏡によつて反射せられ像をむすぶ。其焦點の少し内に小さき楕圓の平面鏡を四十五度の角に置きパラボラ鏡より來りし光線を之によつ

て、外部に導き其焦點の所にアイピースを用ひて擴大するのである。彼の作つた反射望遠鏡は今尚英國學士院に保存せられて居る。今日ニュートン式望遠鏡と呼ぶものは彼の作りし一吋の反射望遠鏡をモデルにしたるものに外ならない。

ニュートンと殆同時にグレゴリーも反射望遠鏡を發見した。彼の反射鏡には中心に小孔が有つてニュートン式の平面鏡の場所に凹面鏡を付けてある。パラボラ鏡によつて反射せられたる光線が再び此凹面鏡によつて反射せられてパラボラ鏡の小孔を通り其外に像を結ぶやうに出來て居る。故に此グレゴリー式に在つては物體を見るには屈折望遠鏡の如く目を物體に向けて觀測するのである。其後千六百七十二年には佛人カセグレンはグレゴリー式の小凹面鏡のかわりに凸雙曲線反射鏡を用ひた。之をカセグレン式と呼びニュートン式に次いで多く用ひらるゝものである。

反射望遠鏡の製造と其應用に於てサー、ウイリアム、ハーンセルに及ぶ者は無い。千七百七十五年には焦點距離の七尺のものを作り其後十乃至四十尺の焦點距離のものをも作つた。四十尺

ものは反射鏡の直徑廿吋あつたのである。彼は之等の望遠鏡を以て二重星、星雲、土星、木星の衛星さては天王星等、無数の発見をなしたのである。

屈折望遠鏡に在つては千七百三十三年に英人ホールなる者フリントガラスとクラウンガラスを組合せて色消レンズを作ることを発見した。然し當時に在つてはフリントガラスを得ることが非常に六づがしかつたので大きい色消レンズが出来なかつた。千八百二十三年にスイス國の眼鏡師によつて十二吋の直徑の色消レンズが作られた。これより屈折望遠鏡も次第に大きいものが出来るやうになつた。

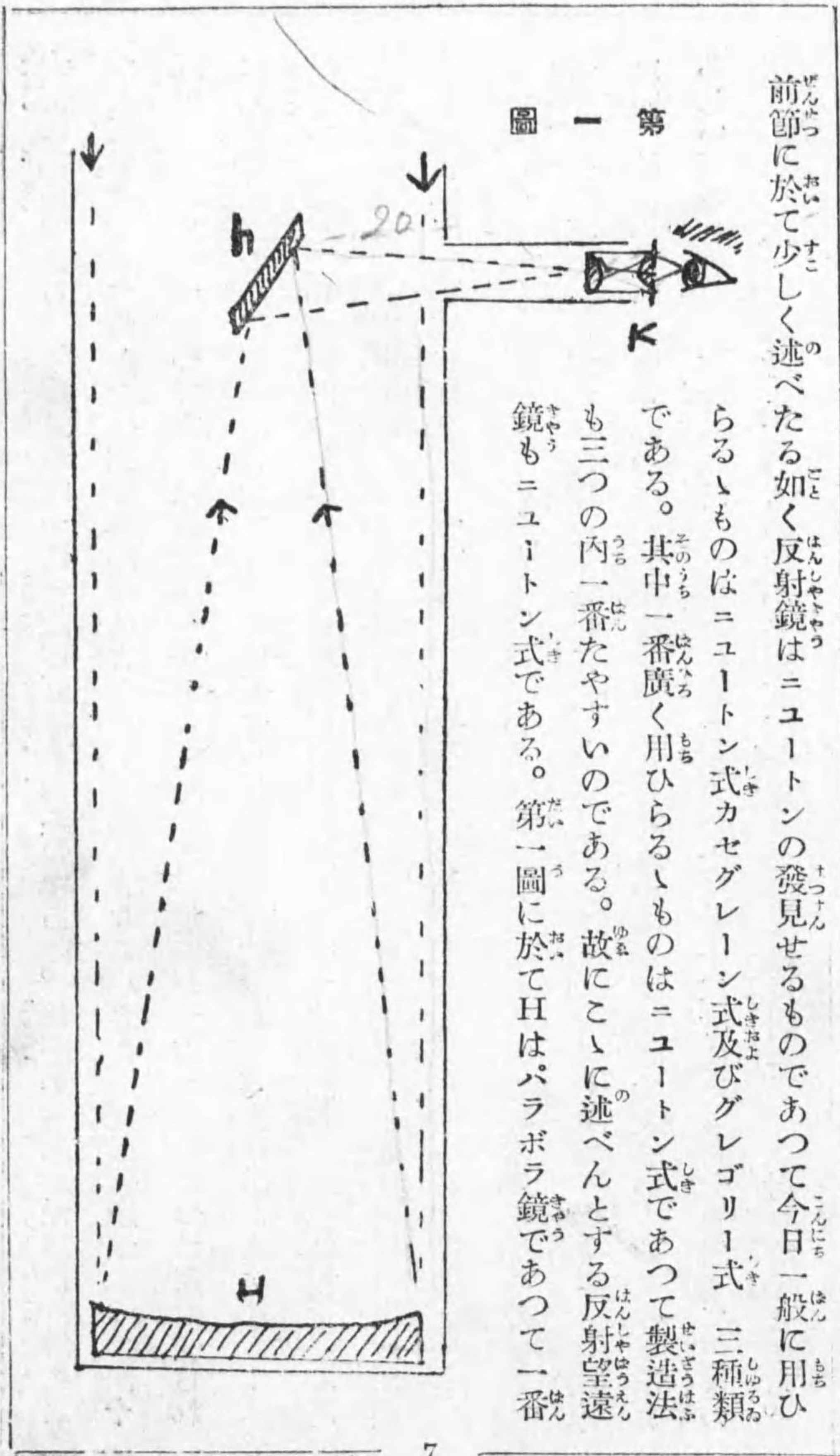
其後反射鏡の製造は益々盛になり千八百四十三年にはアイルランドのパーソンタウンと云ふ所にローズ伯が直徑六尺の大反射望遠鏡を作つたのである。此時代に在つては反射鏡は銅と錫の合金であつて一時は可なり反射力も強いけれども早く光輝を失ふ故に思はしくない。ローズ伯の反射鏡も始數年間は頗よかつたけれどもすぐ光輝を失つて使用に堪へなくなつた。之に反して屈折望遠鏡は色消レンズの発見以來次第に大きいものが出来るやうになり千八百四十七

年には米國ハーバード大學に十五吋屈折望遠鏡が出来た。千八百七十三年には米國のアルバシクラーク氏はワシントン海軍天文臺に二十六吋の屈折望遠鏡のレンズを作つた。つゞいて卅吋のものかロシアのプルコワ天文臺と佛國ニース天文臺にも出来た。千八百八十八年には米國カリホルニアのハミルトン山と云ふ海拔四千二百尺の山上にリツク天文臺が出来クラーク氏は直徑三十六吋(三尺)のレンズを作つた。これ當時に在つて世界最大のものであつた。其後十年足らずの中千八百九十七年には米國ウイスコンシン州にヤーキス天文臺が出来四十吋の屈折望遠鏡が出来た。レンズはやはりクラーク氏のみがいたものである。これ現今に在つて最大の屈折望遠鏡である。ヤーキス天文臺が出来てより卅年の今日末之以上の大きいレンズを作る計畫が無い。最佛國で五十吋のレンズは出来たことがある。之は天文學上何の仕事をもなして居らないから一般には知れて居られない。レンズの大きいものを作る爲のガラスを得るに困難であるが爲に此方面は是以上發達しないのである。之に反して反射望遠鏡に在つてはガラスの表面に化學作用で銀をひくことが出来るやうになつてから益々大きいものが出来るやうになつた。

千九百八年には米國加州ウイルソン山天文臺に六十吋の反射鏡が出来其後カナダ、ヴィクトリヤに七十二吋の反射鏡が出来千九百十九年にはウイルソン山に百吋の反射望遠鏡が出来た。是今日迄人類の作りし望遠鏡の最大なるものである。又千九百二十年の大反射望遠鏡は、現今歐米各國には二十吋以上の屈折望遠鏡や反射望遠鏡は非常に澤山あつて幾多の新発見がなされて居る。ひるがへつて世界の一等國と呼ぶ日本國は如何と云へば東京天文臺に八吋の望遠鏡が二個あり京都には十三吋と十吋の反射鏡が最大なるものと云はれて居るに至つては恥かしくて穴の中にも消え入りたきやうな氣がする。此小著述によつて幾分なりとも望遠鏡に對する智識を得て實際に天文用の望遠鏡を製造する人の多く出で従つて天文学を學ぶ人も多くなり社界も大望遠鏡の必要を認むるやうになれば日本にも數個の大望遠鏡が出来るやうになるであらう。著者は其日の一日も早からんことを願ふものである。

二 反射鏡の大きさ及び値

第一圖



前節に於て少しく述べたる如く反射鏡はニュートンの發見せるものであつて今日一般に用ひらるゝものはニュートン式カセグレン式及びグレゴリー式三種類である。其中一番廣く用ひらるゝものはニュートン式であつて製造法も三つの内一番たやすいのである。故にこゝに述べんとする反射望遠鏡もニュートン式である。第一圖に於てHはパラボラ鏡であつて一番

大切な部分である。望遠鏡の大サは此鏡の直径を云ふのである。物體から来た光線は此鏡によつて反射せられて焦点を結ぶ。焦点の所より少しく内になる小さき平面反射鏡があつて四五度の角になつて居つて之に來る光線を外方に反射する。故にパラボラ鏡によつて反射せられた光線は第二の小平面鏡によつて外方に反射せられて焦点を結ぶ。此焦点にKなるアイピース(擴大鏡)を用ひて觀測するのである。寫真用の反射鏡にあつては此焦点に寫真乾板を置く時は寫真がとれる。直徑卅吋以上もある寫真用の反射鏡にあつては第二の平面反射鏡の場所に焦点を結ばしめそこに乾板を置いて寫真をとるやうになつて居る。

吾人は先づ何れの位の反射鏡を作るか問題である。折角作るならば大きいものを作りたいとは皆の考へる事であるが私の経験や人々の注意によると初から大きいものを作らぬことは出来ない。始に小さいものを作つて充分経験をたんだ後經濟のゆるす範圍で大きいものを作るがよい。そこで私は六吋か八吋のものを作れと云ふ。十吋や十二吋になると大き過ぎて色々の困難に出會ふ。又四吋位のものは小さ過ぎて失望する。私は此書に於て六吋を標準とする。

六吋の望遠鏡になれば木星の表面に幾條もの帯を見ることが出来る。土星の環も二個は明に見ることを得。又火星の地球に接近するときには其表面の觀測は實におもしろい。太陽の黒點の觀測さては月の表面の觀測に至つては其美しくしきことゝても筆にあらはすことは出来ない。星に於ては十二等星まで見え變光星の觀測には最よく且彗星を探ぐるにも適當して居る。六吋の望遠鏡があれば天文學上眞に有益なる觀測をのこすことが出来る。觀測の手引に就ては此書の附録の中に彗星の發見法又は變光星の觀測法等として述ぶることとする。

六吋の反射鏡を自分で製造すれば値はどの位かゝるであらうか。ガラスや金剛砂は比較的安價であつて大凡二十圓もあればよろしい。其他の附屬品は金次第にて如何様にもなすことが出来る。故に大凡三十圓と見積ればよろしい。之を同口径の屈折望遠鏡と較べて其値の安價なること驚く程で屈折望遠鏡の十分の一にも當らない位である。反射望遠鏡は斯の如く安價で出来るものであるが故に天文學に興味を有する多數の讀者が進んで望遠鏡を持たれ出來得る丈多くの觀測をせられ専門家に其研究の材料を與へられんことを希望する。六千萬の人口を有する

一等國で學者の研究するに材料が出来ないとあつては餘り感心した事ではない。私は特に小學校教員諸氏に天文學研究を進めたい。斯の如く高尚にして且世界的の學門に興味をもて家はよし僻地にあらうとも座ながらにして世界の學者と通信し實際することが出来る。従つて喜んで現職をつとめることが出来ると同時に第二の國民に科學的知識を授づけることが出来る。

三 材料ガラス

次は材料のことである。ガラスの厚サは反射鏡の直径の十分ノ一を最少限度とするもので厚き程よろしい。故に厚一吋位の板ガラスをえらび直径六吋の圓板を二枚求める。是位厚きガラスは普通汽船の窓に用ふるものであつてガラス屋にて圓く切つてくれる。厚サは一吋よりも薄きものはよくない。反射鏡は特に温度の變化を感じやすきものであるからなるべく厚きガラスがよろしい。若しガラス屋にて圓く切つてくれることを喜ばない時は直径六吋の圓が取れる丈の大サ

此處は無二の事なり!!
價値を減らす

欠

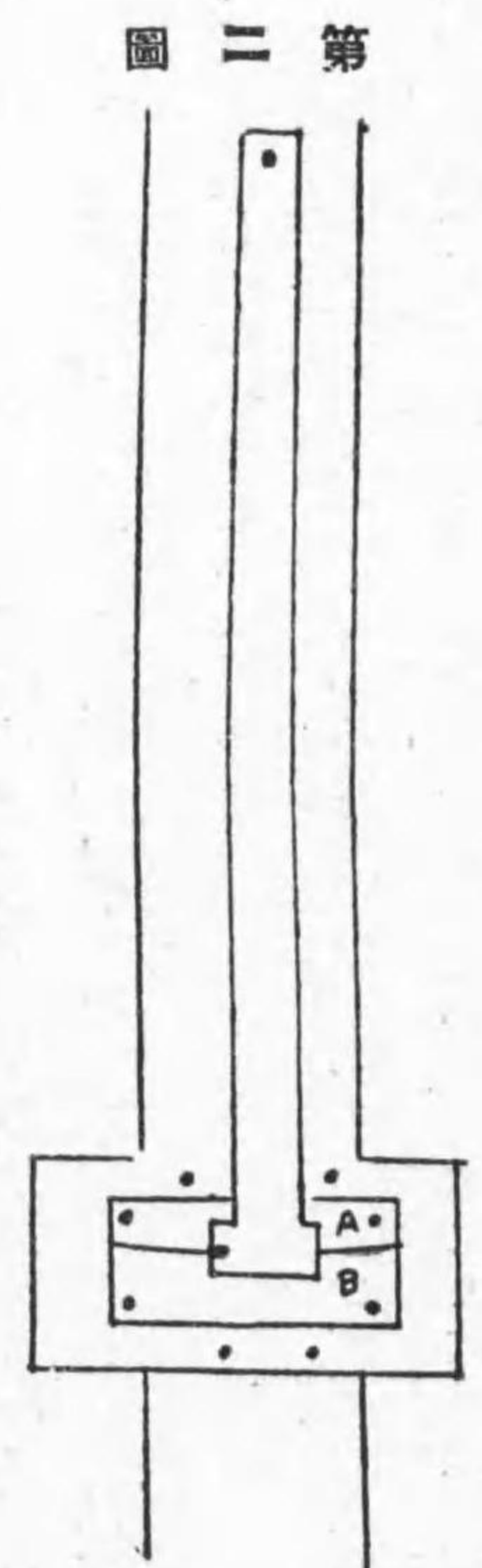
欠

上手
陰つまらぬ
實に然り

はない。たゞ眼視用のものは寫真用のものより焦點距離が長くてよいと云ふまでである。尤
像を出來得るかぎり大きくとりたいと云ふ時には寫真用のものでもずぬ分焦點距離が長い。た
とへば月とか太陽とかの寫眞を撮る爲のものならば其焦點距離も可なり長いものを用ひる。
今迄の經驗によれば眼視用のものは反射鏡の口径と其焦點距離の比は一對八位であつて寫眞
用のものは一對四又は五位である。即ち反射鏡の大サ六吋のものならば眼視用のものは四十八
吋の焦點距離のものであればよろしい。吾人の今製造せんとする所のものは眼視用のものである
るが故に其焦點距離も四十八吋即四尺位のものである。勿論それよりも長きことも又短き
ことも差しつかへはないのである。

反射鏡の表面の曲線をはかる爲に定規がある。レンズ専門屋は球面計(Spherometer)を持つて
居るけれども吾人の場合には其必要がない。たゞこゝに述ぶる簡單なる定規にてよろしい。光
學上からして球面の曲線は其焦點距離の二倍を半徑として書いた圓弧の一部である。そこで吾
人の場合は焦點距離の二倍即八尺の半徑の圓弧を作ればよろしい。

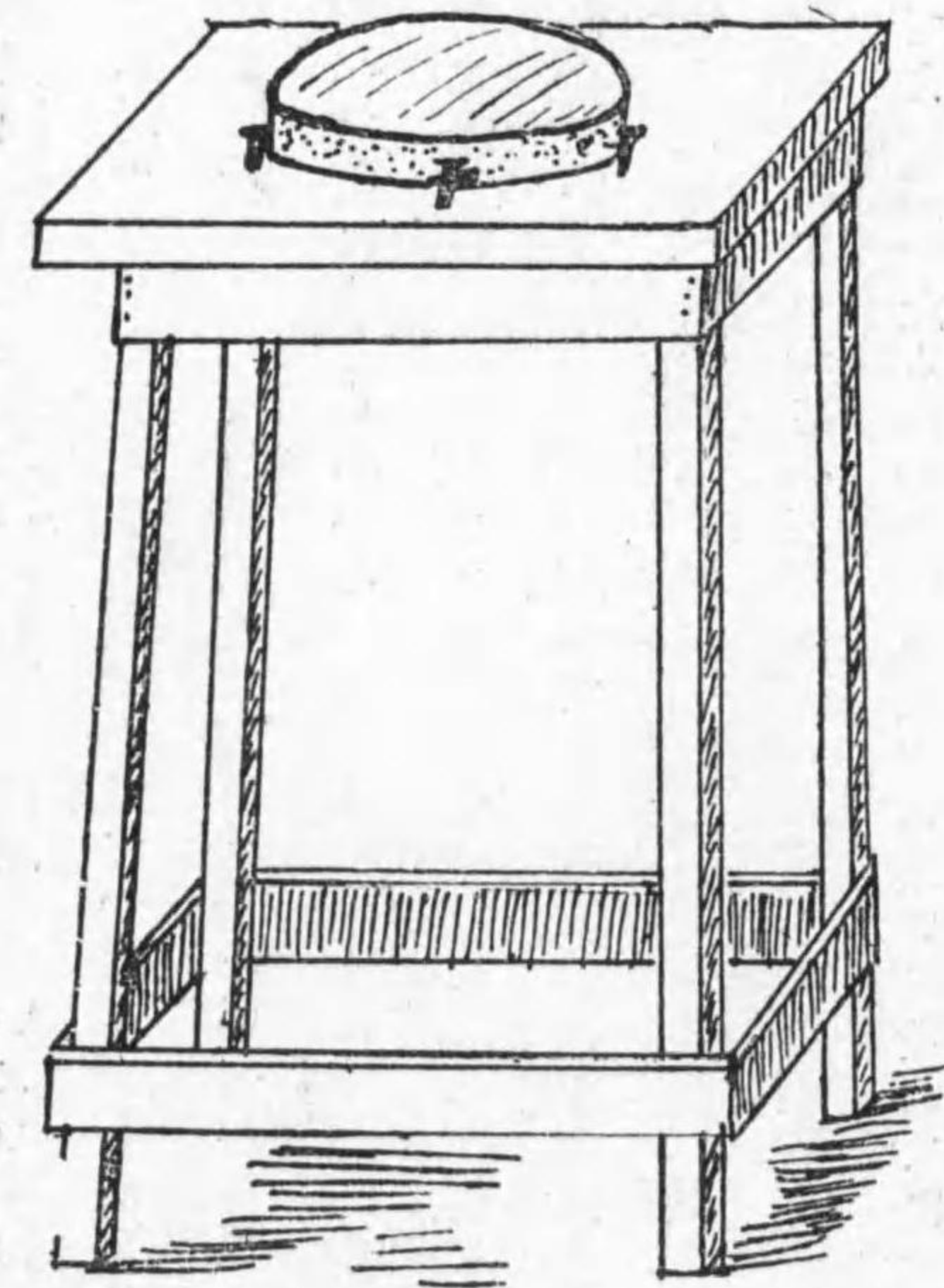
第二圖の如く八尺の竹又は木を柱にかけ自由に動くやうにする。其下端に木片を打ちつけ其上にA Bなる横五寸縦三四寸のブリキ板を打ち付く。目的は此八尺の竹の尖端について居る鋭



き小刀を以つて一回横にひくことによつて此ブリキを切り取るのである。ブリキが厚い時は中々一回では切れない。切る間に此竹が下にさがることがあれば望む所の圓弧とならない。ブリキに代るに薄き板又は厚紙を使用してもよろしい。うまく切れたる時はA Bなる二枚の定規を得るのである。Aは反射鏡の表面の曲線をはかりBは盤の表面の曲線をはかるに用ふる。

四 播り方(其の二)あらずり

以上述ぶる所によつてほど準備が出来たから之より愈々播り初めるのである。反射鏡を播ることは頗氣長きことで短時間で仕上げようとせず出来得る丈完全なものにしようと云ふ決心でやつてもらいたい。サー、ウイリアム、ハーシエルの如きは澤山に反射鏡を作つた。或時などは十六時間も反射鏡から手をはなすことが無かつた。妹のカロラインハ



精神さへあれば成るのである。まして此反射鏡の製造法は小供にても尙なし得る程度のもので

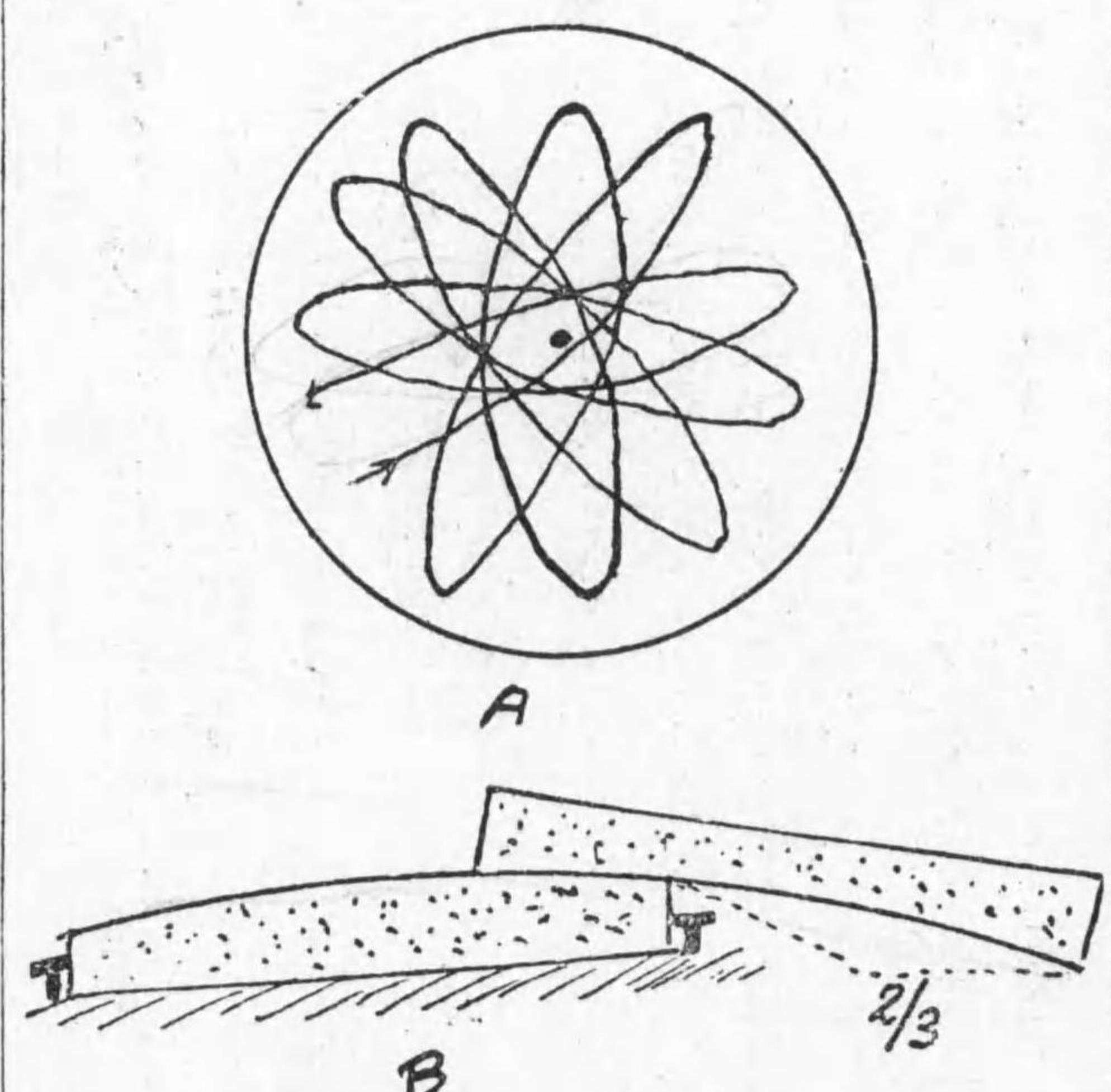
あるから必出来るものと考へてよろしい。

今第三圖の如き丈夫なる机を床上に動かさないように打ちつける。そして其上に表面のよくな
い方の六吋ガラスを三四個のネヂを以てつけネヂとガラスの間に小さき木のクサビを嵌める時
はガラスは動かなくなる。二枚のガラスの中いづれを反射鏡にし、いづれを盤にすべきかは其表
面を調べて見ればよくわかる。若表面の近くに空気の泡の見へて居るものはよくないからそれを
盤になせばよい。尙又ガラスを自分で圓板に切る時縁に多くかけ込んで居るものも反射鏡とし
てはよくない。其等の點を調べてよき表面の持主を反射鏡面とするのである。

楮盤となるべきガラスを机にしかと付けたる時は其上に水をまき六十番の金剛砂を少し散布
し反射鏡を上よりおさへ二三回強くおさへて金剛砂を一樣に平均さすのである。金剛砂は必
水にてよく濕つたものでなければならぬ。それで時々表面に水をしたたらすのである。決して
乾きたる金剛砂の上にて搦つてはならない。

搦方は規則的の直線運動と不規則運動とを行ふ。鏡の直徑の三分の二まで盤の外に出るやう

第四圖



な前後直線運動をなして搦る。それと同時に搦る人は机の周圍を絶へず廻轉する。そして手はいつも鏡の同一の場所を押へな
いように少しづつ鏡を廻轉さすのである。要領はつまり鏡の一點が盤の上の一點をついて二
回通らないように搦るのである。但し鏡の中心は盤の直徑の上を通るのである。第四圖は其
運動の跡である。之規則的運動である。そして時々不規則運動

を行ふ。

挿り始めると金剛砂はすぐ盤の外に出る。それを拾ひ上げて挿ればよい。四五回目には金剛砂が少しも切れなくなる。そこで新しき金剛砂を入れて挿ること前の如くである。よき金剛砂ならば六時を挿るに二十時間も立たば第四圖Bの如く盤は凸面に鏡は凹面になる。そこで前に作りたる定規を以て其表面の曲線をはかる。丁度定規の如く出来たとせば、もつと確なる方法で其焦點を計る。

今鏡を取り出し其表面を水にて洗ひ未水の乾かない中に太陽に向ける時は太陽を反射して圓き像を生ず。そこで鏡の表面の所から糸を引き太陽の像を紙にうつしその像の最少の所の距離を鏡面よりはかる。これ即其鏡の焦點距離である。今其焦點距離が吾々の願ふ長さ即四尺位になつた時は即アラズリは出来たのである。

鏡を挿り始むる前に注意すべきことは多くの物體は温度の高低によつて擴り又は縮むものである。鏡も亦其通りである。今直接に手を鏡の表面にあて、挿る時は手の熱の爲に鏡は膨脹し

爲に其所が特に多く挿れ込む。つまり表面の曲線が手の熱の爲に變つてくる。之を防ぐ爲に鏡と同じ大きさのうすき板を以て圓板を作り前のピツチを温めて此圓板と鏡の裏とに流し直に圓板を押へる時は此の圓板が鏡につくのである。又鏡を挿るにもなるべく温度の一定したる所で決してゴミのかゝらないようにせなければならぬ。用ふる水も室の温度と同じくあるべきものである。

五 挿方

あげすり

焦點距離が吾人の望む通になつた時は之よりあげすりにうつる。盤と臺と鏡を少しも金剛砂の残つていないようにすつかり綺麗に洗ひ臺の上には古新聞をしき其上に盤をもとの如くはめる。あらずりの時に使つた金剛砂水入、衣類の如きものは全部取りかへるがよろしい。萬一にも今迄用ひし金剛砂の一粒にてもあげすりの時盤面に落ちたる時は直に大きいキズとなりそ

れをのぞく爲に困難をする。

此度は粉末金剛砂の水にて分ちしもの中一番あらしものを少し盤面に散布し水を以てよくうるほし鏡をのせて播るのである。運動は前と同じくなればよろしい。盤の外に出でたる金剛砂はひろひ上げてはならない。それはガラスのかけら又は金剛砂の大きいものなどの混合して居る事があつて之を用ひる時は鏡面にキズを興へるからである。六七回も新しきものを入れかへて播り終に水にて洗ひ乾ける時其表面をよく調べて見る。第一キズ無き事。第二表面のキメが一樣になりしか否を知るのである。之には擴大鏡を以てよく全面をしらべて見る。キメが一樣になりし時は盤と鏡とを綺麗に洗ひそして乾きたる時掌を以て盤と鏡面を撫でるのである。斯くすれば表面に今迄用ひし金剛砂が無くなりしものと考へてよろしい。若し鏡面に少しでもかすりきずが出来て居ればそれが無くなるまで播る。其きずが餘り深くして今用ひし金剛砂にては取り去ることが出来ないと思ふ場合には之よりも前の金剛砂を用ひて播り今迄やりしあげすりを再びやり直さなければならぬ。あげすりの時深ききずを作つた時ほど失望するこ

とはない。故に注意して播るべきものである。愈々きずなききめの一樣なるものとならば前述の如く洗ひ次の粉末金剛砂を用ひて播ること前と同様である。即此度は一分間水に浮びしものを用ひる。四五回新しきものを入れて播り洗ひて表面を検査すること前と同じである。そして前述の如き検査法に通過すれば綺麗に洗つて次の番の金剛砂を以て播ること全く前同様である。若検査の時きずがあれば其きずをのぞく爲に一回又は二回もあらし金剛砂を用ひて播り直すべきことは前述の如くである。

斯の如くにして順次こまかき粉末金剛砂によつて播り最後に三十分間水に浮きし金剛砂を以て七八回も播りきずなき時及び表面が一樣になつた時はあげすりは成功である。此最後に少しでもきずがあつてはならない。此時乾きし鏡面はキメのこまかき美しくしき播ガラスになつて居るこのきめのこまかき程よろしい。擴大鏡を以て検査する時は外の方はきめが中央よりもこまかく中央が少しあらいことがある。きめの一樣になつてない時はみがく時一樣にみがけないから充分の結果を得ることが出来ない。愈々最後の検査に通過すれば鏡も盤も机も凡て綺麗に

洗ふ。

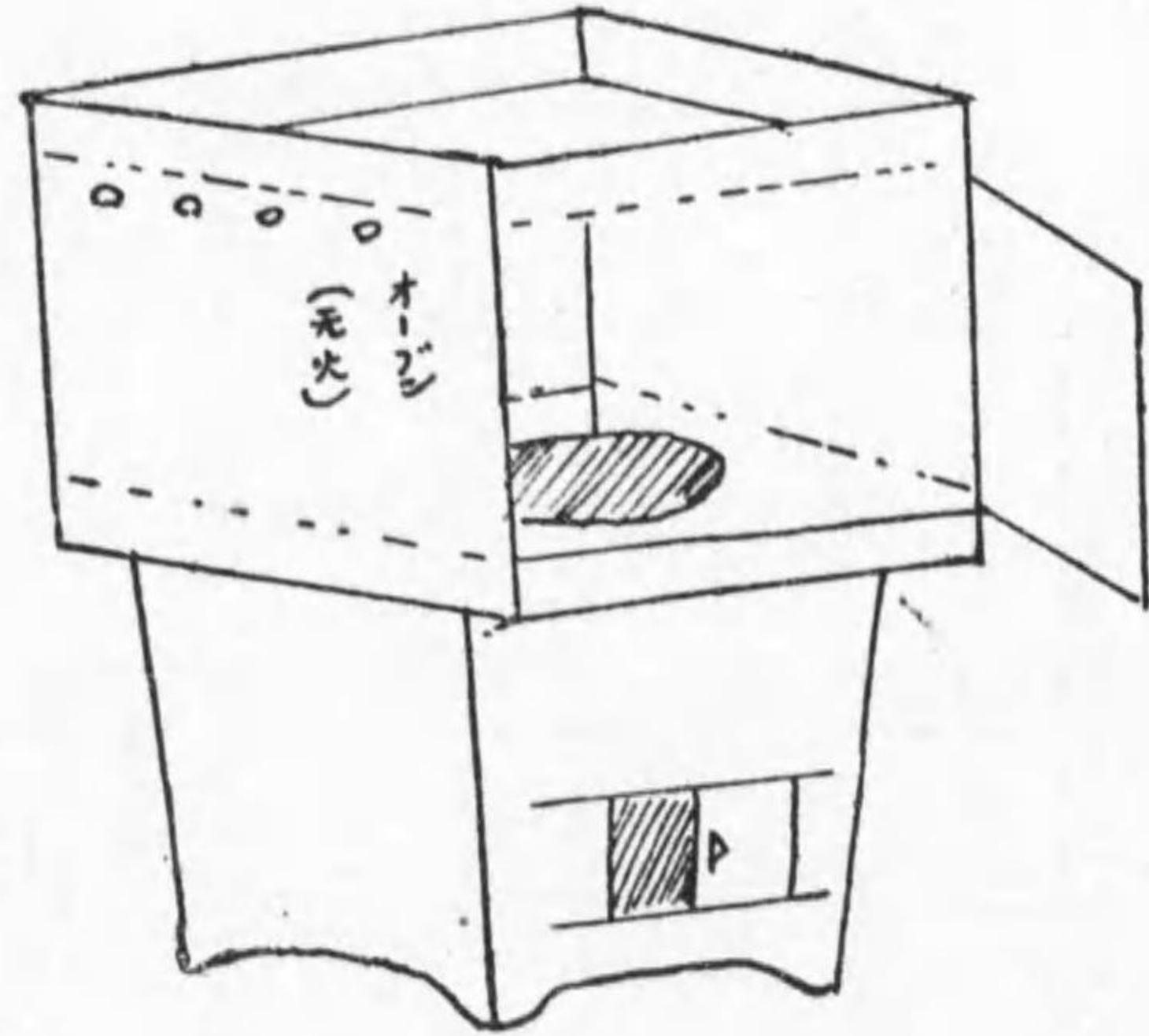
六 みがき盤

みがき盤には今迄使つてゐたガラス盤を使つてもよろしい。又別に厚い板を六吋の直径の圓板に作つてもよろしい。ピツチを小さきブリキのカンか陶器かに入れて天火の中で溶かす。直接に火にかけて溶かす時は空氣泡が出来てホーモジニアスにならないからいけない。日本の臺所には天火即オーヴンが無いから具合が悪い。しかし次の如き方法によれば簡單なる天火が出来て便利である。天火があれば之れによつてパンも焼ければ西洋菓子も焼く又ロースも出来て大へん便利である。

第五圖の如くトタン板の箱中一尺高さ七寸位のものを作り一方に口をとり戸を作る。底には大きい穴をあけ其上には別に棚を作りトタン板をのせておく。箱の上部には二三個の小孔を作り空氣の流通をよくする。小孔のかはりに箱の天井の中央に煙筒を作るのもよろしい。そして

箱の上の外部にも火を入れる事の出来るようになって居る。此天火を火力の強き七輪の上の

せるのである。



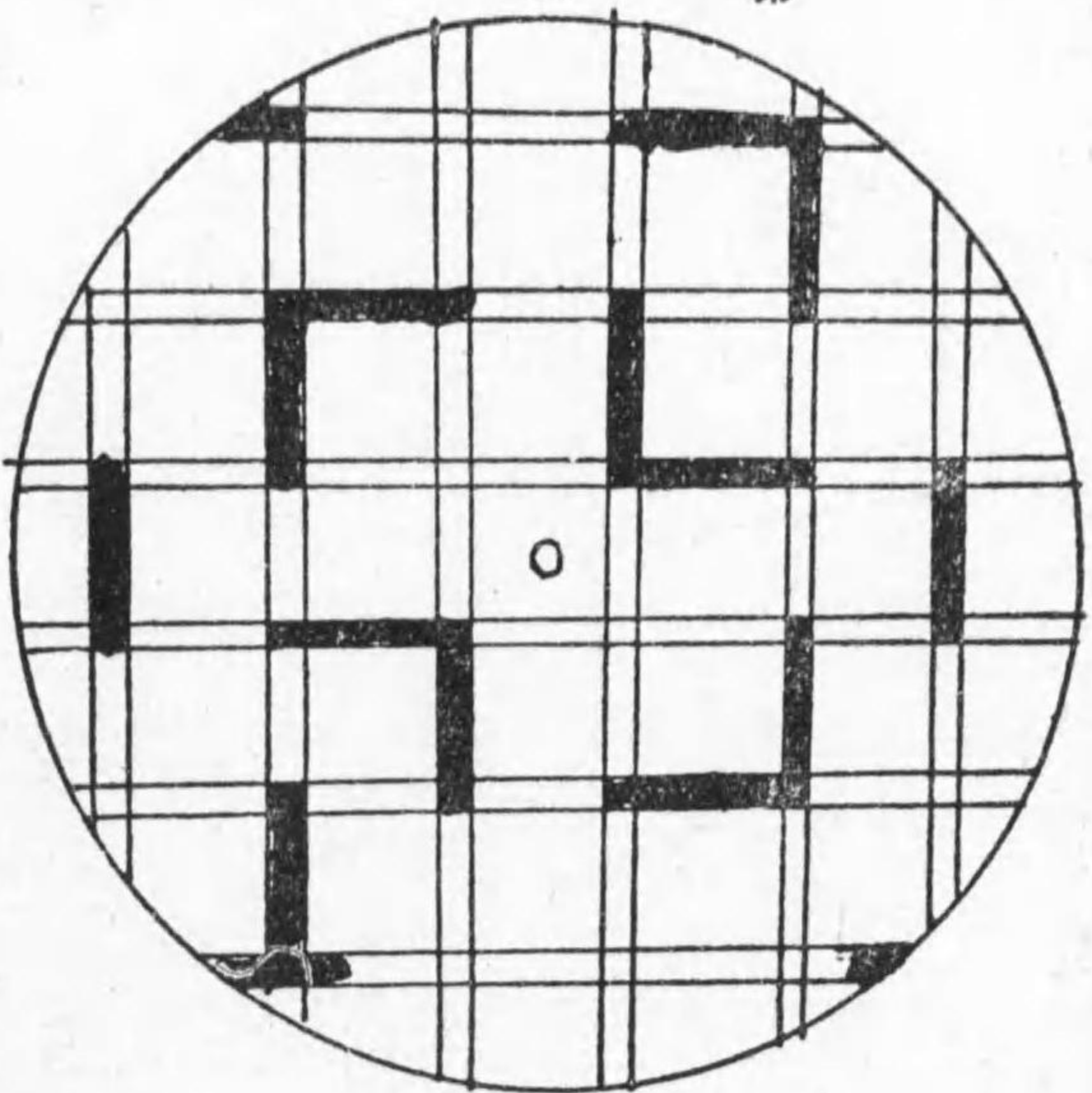
第五圖

指で押して少しくへこむ位にまでかたまつた時湯の中にある鏡を取り出しぬれたるま

今此天火の中にピツチを器に入れて暖める暫

くするとピツチは溶ける。同時に別の器に手を入るとことの出来る位の湯を入れ其中に鏡を入れて置く。又盤となるガラスか又は圓板には盤の表面よりも一分ばかり高く出る様に西洋紙を貼り付け天火の中にて少しく暖める。盤が暖まりピツチがすつかり溶けた時には盤を取り出し其上に一面にピツチを流す。ピツチが一分の厚になつた時にやめて其表面がかたまり初むるま

第六圖



まピツチを上から一つグツと押へけつる。そして直に鏡を横にすらしめて取除く。取除くとき決して上に引き上げてはならない。斯くすれば凸面のピツチの盤が出来る。此盤に碁盤型の溝を作るのである。

今西洋紙を以て直径六吋の圓を作り一時四角の碁盤を畫く。第六圖に示されたる如き黒線の場所を切り取りて穴を作る然して其紙を水にてしめして盤の上に貼り付け今切り取りたる穴にベニガラをぬる。そして紙を取りはづす

時は第六圖の黒線の如きベニガラの線が残る。この線をたよりに筆にベニガラを付けて碁盤を畫き其線をナイフにて切りて溝を作るのである。溝は餘り深く掘る必要はない。こゝで注意すべきは盤の中央を溝が通つてはならない。溝が出来たならば之を再び天火の中に入れて暖める此時決してチヤンが溶けてはならない。其表面が軟くなり爪にて押す時たやすくへこむ位の程度になつた時湯の中にある鏡を取り出して上より押しつく。つよく壓してから鏡を横にスラして取り除く。盤の冷へたる時其表面にベニガラを水にひたして塗り付け乾きたる鏡を其上よりのせ又それをしづかに上に取りのぞく。此場合には横にすらするのではない。そして鏡の表面を検査して見る時ベニガラが碁盤型に一樣につきたる時はそれにてよろしい。若充分つかない場所があれば其場所の盤が鏡面に充分接しないことになる。即其場所のピツチが低き事になるから再び天火にかけ暖めて前同様に鏡を上へのせ取りはづしてベニガラを用ひて検査する。全く一樣にベニガラの付く迄は再三繰りかへしてやる必要がある二回以上盤を天火にて暖める時は溝が餘り淺くなるからナイフを以てよく掘り取つておくのである。最後にいよ／＼盤の表

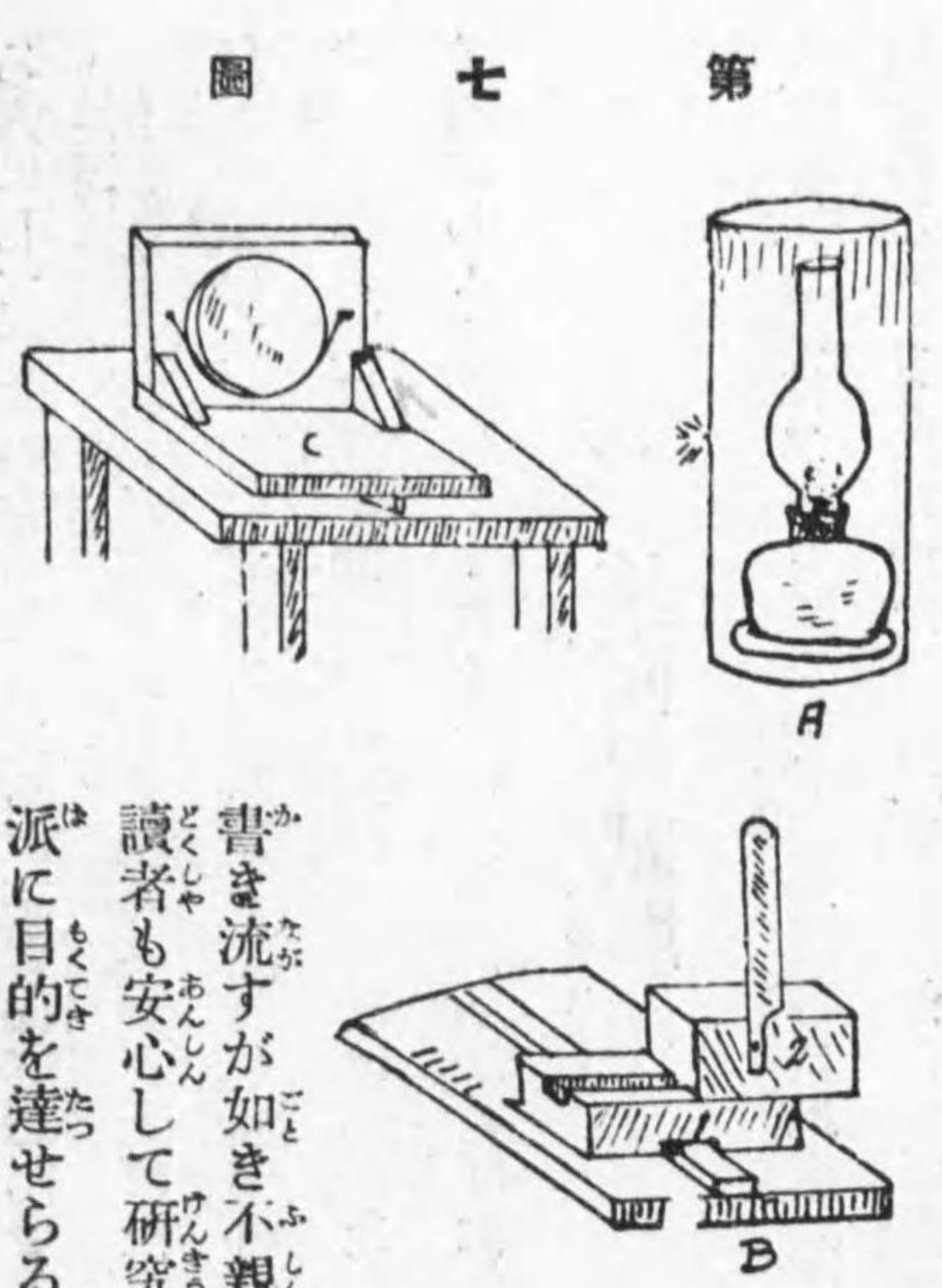
面が鏡面と一致するようになればそれにてよろしいから盤をしつかと机の上につける。みがきの時は鏡面と盤とがよく合致するが爲に非常に盤に力の行く時があり机の如きものもしつかり釘付けて無い時は倒れる程であるからよく注意すべきである。

注意。チャンを溶かす時餘りやわらかなる時は之に松脂を混じ若又餘り堅き時は蜜蠟を混合すればよろしい。程度はピツチの冷へたる時爪にて押せばたやすく爪跡の生ずる位にする。

七 みがき方と整形

前述の方法によつて盤が出来た時は盤面に水を流し之にベニガラを少しくつけて鏡を其上におき前と同様の運動によつてみがくときは次第に鏡の表面が透明になつてくる。之即みがきである。吾人は鏡の表面を單にみがくのが目的でなく其表面をパラボラになさなければならぬ。その様に鏡面の形を作ることを整形（フィギュアリング Figuring）と云ふ此點が反射鏡を作る上に於て最大切なることで又頗る趣味のある所である。それを立派にやる事が出

来るようになれば最早卒業である。若反射望遠鏡製造法に秘密なるものがあればそれは此點である。此整形は各人が経験と研究とによつて得る尊き秘術である。故に私もこゝには一般的方法を述べ特別なる場合は各自の研究にまかすこととする。然し私が此書を公にするに至りし動機は反射望遠鏡を我國人に紹介し之によつて幾分なりとも我國人が在來の通弊たる机上天文学をはなれて晴夜に天體觀測をなす人の多く出でんことを希望したるものであるが故に不必要なる場所は詳細に書き最大切なる場所に来りて簡単に



第七圖

書き流すが如き不親切なるやり方はなし得ないのである。故に讀者も安心して研究せらるゝがよろしい。此書によらば必立派に目的を達せらるゝことが出来る。尙之によつて製造せらる

る人にして疑問の點があるならば著者は喜んで著者の知れるはんに御答をなすであらう。諸反射鏡の製造法には鏡面を全くみがき上げたる後整形するのも一方法であるけれども之は無益の勞をなすものである。みがく間に整形するのが一番よろしい。そこで吾人は鏡面をみがきつゝある間に其鏡面を時々試験をせなければならぬ。その試験法にも色々ある中で最よく行はるゝものはフーコーの影の試験法と呼ぶものである。

八 鏡面の試験法

反射望遠鏡はフーコーの試験法の發見以來(西曆一八六九年)學理的基礎の上にたつて製造せらるゝようになった。此試験法によらば素人の考へる如き偶然にパラボラ鏡となるものではなく全く學理的にパラボラ化するものである。若偶然にパラボラ鏡となるものならば勞力と金錢とを費して自分で製造するのは馬鹿らしくなる。それよりは出來たるものを買ふ方が安價である。しかし事實は之と反對で學理的に全くパラボラ化するものであるからそこに云ふべか

らざる興味と價値があるのである。

此試験をなすに當つて第七圖の如き簡單なる道具が必要である。第七圖のAは厚紙の筒を以てランプをおほいたるものでランプの光の最強き位置に小さき針の穴がある。之を通して出る光線を入造星と呼んで居る。第七圖Bは長さ一尺計の板で其上に中央に道を作る。其上を(1)なる横に溝のある木片が通る。木片(1)の上を木片(2)が横に通る。之にはナイフが動かないように打つけてある。木片(1)の横には指針があつてB板上に作つた目盛を讀むことが出来るようになる。此道具の要點はナイフが前後左右に自由に動く爲である。

尙一層よきものは木片(1)がネヂによつて動き測微器の働をなすようになったものである。又一層簡單なるものはナイフのある木片のみ動いてもよろしい。つまりナイフのみあれば役に立つことになる。然しナイフ丈にては精密なる測定の出來ないことは勿論である。

第七圖Cは直角に打つけたる板であるその縦の板には二個の釘を打つけて之に丈夫なる糸を結びつけてある。それに鏡を戴せ之を机の上に置く。Kは木の楔であつて鏡の角度を自由に換

へることが出来る爲のものである。しかし尙簡單になすには鏡のみ壁に立てかけて置いておき、しつかへのないものである。

今半透明になつた鏡をこの上に戴せ之れより其鏡面の曲線半径の所即反射鏡の焦点の二倍の所(此場合には八尺の所)に同じ高さの机の上にランプAを置き之に接してBをランプの左に置く。晝ならば暗室夜ならば室を暗くなし試験者は椅子によりて人造星を鏡にむける。鏡は之を反射して試験者の方に光線を送りどこかに焦点を結ぶ。其焦点をランプの左五六寸の所で人造星の位置と同じ高さの所に來るようにする。此焦点の所に目を置く時は鏡は恰も月の如く圓く光るのである。初の中は此焦点を見つけるのに中々困難である。若ランプの外にある筒の一方に大きい穴を開けそれを通る光線を鏡に向ける時はランプの像を反射する。紙を以て其像を受ける時は焦点の位置がたやすく判る。そこで適當に鏡の角度を換へ自分の願ふ位置に像が來た時ナイフを左より右に動かして其焦点の位置にナイフの上に白亜または紙片にて印をつけて置き次にランプの外の筒をまわして人造星を鏡に向ける時は直に焦点を見つけることが出来る。

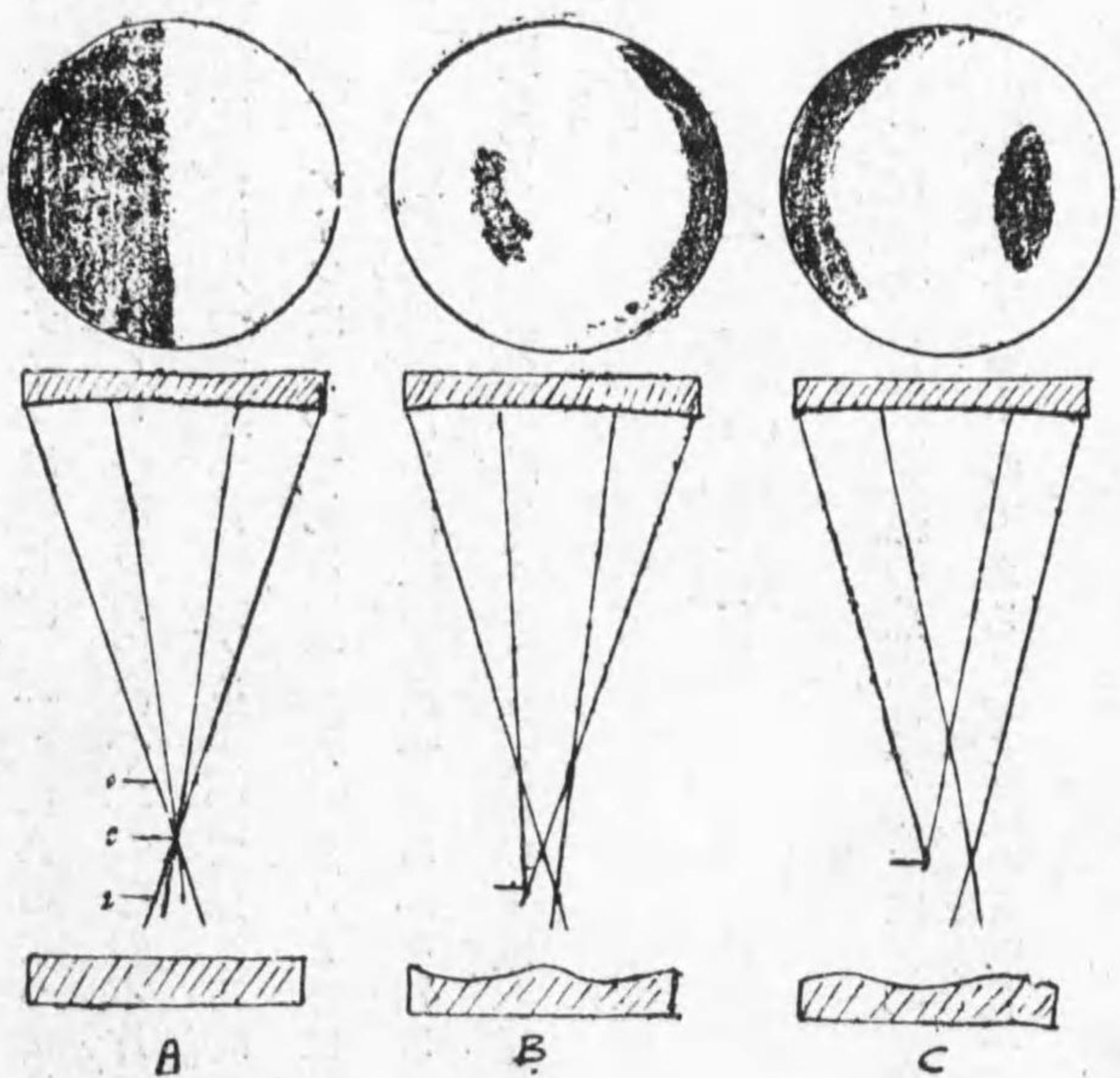
る。そこで人造星とナイフは同じ直線上にあるようになしランプとCは机の上で動かないようにして置く。たゞ動くものはBの中の(1)(2)の木片のみである。

反射光線が目に入つて鏡が月の如くに光つて見える時はナイフを目に接して左から右に動かし反射光線をナイフによつて切るのである。然るときは鏡面に影が出来る。此影の出來方と性質によつて其鏡面が幾何なる曲線のものであるかを知る。之即フーコーの影の試験法と稱するものである。此試験の時アイピースを用ひて像を見る人もあるが之全く不必要且かへつてまどいを生ずる。

九 影の種類

鏡によつて反射せられた光線の焦点をナイフによつて切る時は其鏡面の曲線の性質に従つて種々様々の影を呈するものである。然し之を大別して左の三種類に分つことが出来るのである。

第 八 圖



一球面（スフェヤー）第八圖A
 二偏球（オブレートスフェロ
 イド） 同 B
 三楕圓、パラボラ、雙曲線 同 C

第八圖Aによつて知れる如く球面は其焦點が一點に集るものである。第八圖Aの中O點がそれである。今苦し鏡面によつて反射せられし光線の焦點をナイフを以て切る時其ナイフが丁度此O點に來た時は鏡の表面が右も左も同時に一

様に淡き影を生ずるのである。尙ナイフを右に進むる時は影は強くなつて鏡は全部暗黒になる。若しナイフが反射線の焦點以外の所に來た場合たとへば第八圖Aの中2の點に來た時には如何なる影を生ずるかと云ふに圖によつて知れる如く此2の點に於ては鏡に向つて右の方より來りし光線を切るが故に鏡の右の方に影を生ずるのである。尙ナイフを右に進める時は影は順次左の方に進み最後に暗黒となるのである。もし又Aの(1)の點にナイフの來た時は鏡の左の方より來りし光線を切るが故に鏡面の左に影を生ずることになる。球面のみは其焦點が一點に集るものなるが故にA圖の(1)(2)に於てナイフを以て光線を切る時は其影の縁は必し上下一直線をなすべきものである。若それが一直線をなさなくしてナイフの動きに従つて動く時は之は球面ではない。尙又球面である時は其焦點Oをナイフにて切つた時鏡面全體が一樣に影になるものであるから之等のことによつて球面か否を知ることが出来る。フーコーの影の試験に於ては其鏡の焦點を正確に見つけることが必要である。後に説明する部分試験は鏡面の各部の焦點の差を知ることであるが故にこの焦點を見付けることを充分了解して置かねばならない。

反射鏡の製造に於て鏡面が充分にみがけたる時其表面が右の試験の結果球面であつたならば其鏡は大成功である。球面鏡から之をパラボラ化することは僅に一步に過ぎない。もう之をパラボラになす事は何でもない事である。それ故に反射鏡を製造する人は是非其鏡を先第一に球面にしようとする努力するのである。後に説明する米國のヤーキス天文臺の二十四吋反射鏡やウイルソン山の六十吋及百吋の大反射鏡の製造者として世界に名高いリツチー氏の製法は必其鏡を球面になさねばならぬ。

反射鏡を澤山製造した人は描り初めよりみがきに至るまで如何にすれば球面を作ることが出来るかを知つて居る。今迄述べし方法によれば球面になるべき筈のものであるけれども素人の手によつて中々初めから球面になることを望むことは出来ない。フーコールの影の試験によつて今迄みがきし鏡が球面以外のものであることを見出すにちがいない。そこで其影の性質とそれをパラボラ化する方法を知らなければならぬ。

前に述べし如く球面以外のものでは焦點が一點に集まらない。それ故にナイフを以て其反射

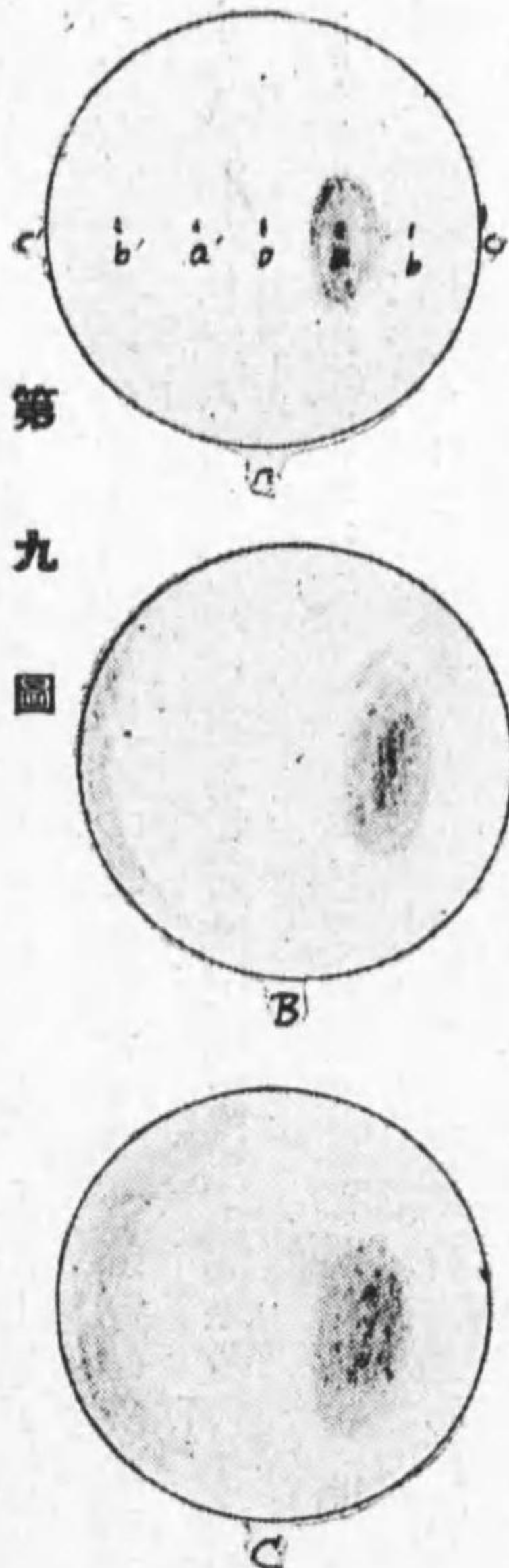
光線を切つた焦點を見つけるのに少々困難する。しかし第八圖の球面の部に於て明かなる如くナイフが焦點の外にある時は影は右に生じナイフが焦點の内にある時は影は左に見へるものである。しかし之とても一樣に云ふことは出来ない。偏球の如きは右にも左にも影を生ずる。しかしナイフが其鏡の焦點より一寸も内又は外にある時は影は明に左又は右に生ずるからその兩點の間の所にナイフを置いて其影の性質を研究すればよろしい。其所を焦點とする。若此點にナイフを左より右に動かして得たる影が第八圖のBの如きものにして右の線と中央より左に半圓の影を生じナイフを右に動かすに従つて其影が大きくなるものならば此鏡は偏球の表面をなして居る。第八圖下方に示されたる立體圖によつて知る如く偏球の表面は縁と中央に山が出て居るのである。それで其山を取りのぞく時は球面になりつゞいてパラボラ化することが出来る。故に偏球の表面はパラボラ鏡を作る上に於て最好都合の表面である。

若又第八圖のCの如く左の縁と中央の右の縁との間に影を生ずる時は之は隋圓かパラボラか又は雙曲線である。そのいれづであるかを知るには影の強弱によつて知ることも出来るけれ

ども後に説明する部分試験によつて正確に知る事が出来る。此外鏡面の性質に従つて色々な影を生ずる。或ものはそれよりつづいてみがかく事によつてバラボラとなす事も出来るが又或物は全々その儘みがいでも無益なものもある。其時はあげずりの終よりやりなほす必要がある。

十 バラボラの影

鏡面がバラボラである場合はナイフが反射光線の焦点にかゝつた時鏡の中心と其右線との中心より少し左即第九圖Aの中a點を中心として薄き楕圓の影が出来る。尙ナイフを右に進め



る時は其影は大きくなりO點からb點にかけて影を生ずる。それと同時に鏡の左c點からb點にかけて影が出来る即B圖の如くであ

第九圖

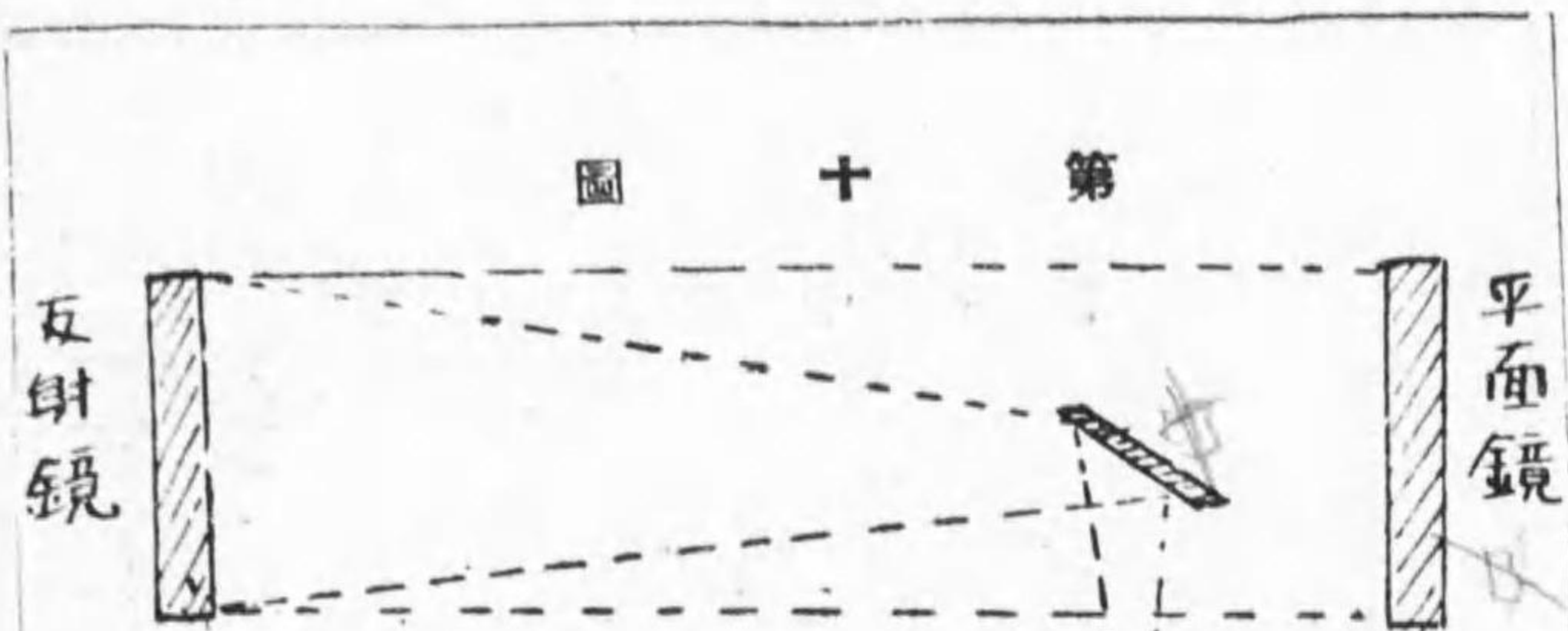
る。ナイフを若一層右に進む時はb點からc點の間に僅に光をのこし又aを中心に楕圓の光を残す。即C圖の如くである。之より一層ナイフを右に進む時は光つてゐる部分は小さくなり遂に全體が暗くなるのである。斯の如き順序に影が出来る時はバラボラ鏡である。

十一 リツチーの試験法

反射鏡の試験に就ては以上述べしフーコーの影の試験法によつて充分了解せられたことと思ふ。米國ウイルソン山天文台の六十吋及百吋の反射鏡を製造したるリツチー氏はフーコーの影の試験に少しく改良を加へた方法を行つて居る。氏の方法はバラボラ鏡を製造するにあつて之と同じ大きさの平面鏡を同時に製造することである。即ち廿四吋の反射鏡を作るには廿四吋の平面鏡をも同時に作らなければならぬ。ウイルソン山天文台は南カリホルニアのパサデナ市の北にそびえたる海拔六千尺の山上にあるのであるが其工場及光學實驗室は凡てパサデナ市に在る。著者は前に其工場をおとづれた時百吋反射鏡を作るに用ひし百吋の平面鏡を見

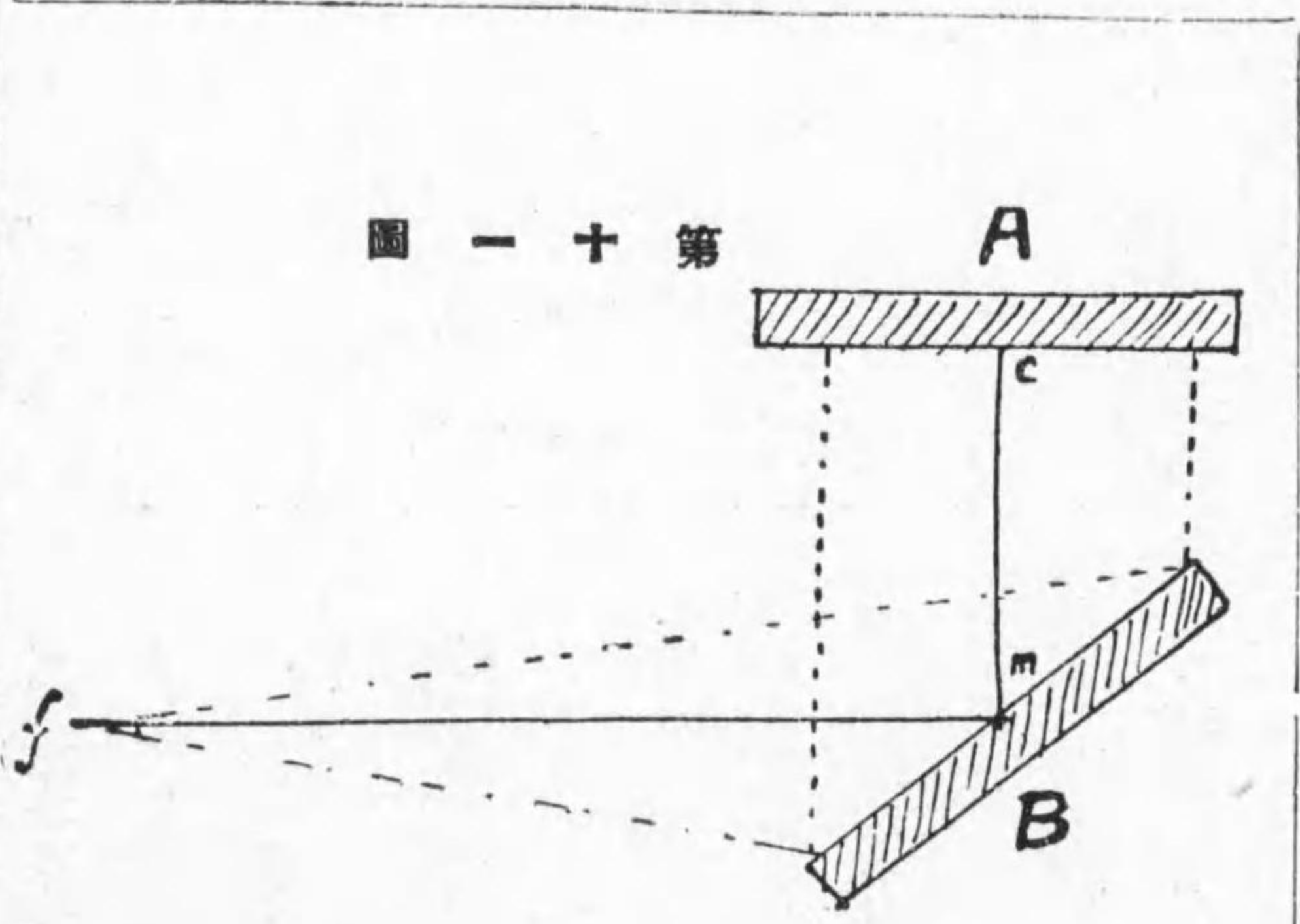
た其厚一尺重量二噸もあるとの事であつた。ガラスの斯の如き大きく且厚きものはそれ自身にて已に偉観である。まして此ガラスは百吋のパラボラ鏡を作る爲の道具に過ぎないと云ふに至つては實に驚くの外はない。リッチー氏の方法は斯の如く一個の平面鏡を一道具として用ひなければならぬと云ふ欠點はあるけれどもたしかによき方法にちがいない。こゝに附言したきは完全なる平面鏡を得ると云ふことは頗困難なる仕事である。小なる平面鏡を得ることは左程困難でもないけれども之が廿吋にもなれば中々困難なることである。且パラボラ鏡と同じ大サの厚きガラスを餘分に求めなければならぬから經費の上から見ても中々よいでない。然るに後に述べんとする部分試験によれば平面鏡無くして尙且理想的のパラボラ鏡を製造し得ると云ふことである。

諸リッチー氏の方法によれば反射鏡のみがきが次第に進みフーコーの影の試験によつてそれが全く球面になつたときは第十圖に示された如く机の上に反射鏡Aを立て之の反射に同じ大サの平面鏡Bを四十五度の角度をなして立てる。此平面鏡もみがきつゝあるものである。平面鏡



の製造法は後に述べる。今Fを人造星とし之を出でし光線は平面鏡によつて反射せられて反射鏡に至り再び反射せられもとの方向に歸り焦點を結ぶ。此焦點にナイフを用ひて影の試験を用ふのである。F點から平面鏡Bを通り反射鏡Aに至るFmCの距離は反射鏡の鏡面曲線の半徑である。

今ナイフを以て左より右に動かし反射光線を切りし時鏡の右と左が同時に影になつた所をFの焦點とする。次にナイフを上より下に動かして得たる焦點をFとする。若反射鏡Aが完全なる球面で平面鏡Bも完全なる平面であるならばF同一の點に在るべきものであつて其點をFとする。然るに若B鏡が少しく凸面である場合はFはF點の外即鏡面よりも遠き方に來り且FはFの外に來る。若又B鏡が凹面なる場合はFはFの内に來り且FはFの内に來るのである。故にFは



第十圖

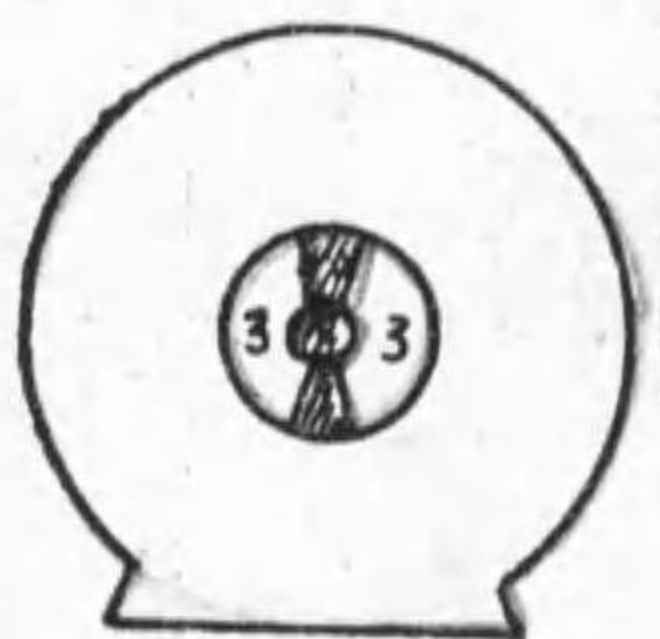
がFと一致する迄平面鏡をみがく。此間反射鏡は球面の儘おいておく。そしてニウトン式望遠鏡に用ふる小き平面鏡も此時同時にみがくのである。斯の如くにして完全なる平面鏡を得たならば次に球面になつておる所の反射鏡をパラボラ化するのである。リッチー氏は此時試験するのに今出来上つた平面鏡を用ふる。第十一圖に於て光源を出でし光線は四十五度の角に在る小平面楕圓鏡にて反射せられて反射鏡に至りこゝにて反射せられて平行光線となり平面鏡に至る。こゝにて又反射せられてもとの方向に歸り光源のもとにて焦点を結ぶ。こゝにナイフを用ひて影の試験を行ふのである。此方法は、大反射鏡

の製造の場合には確に精密なる方法にちがいない。しかし小反射鏡の場合には前にも注意せる如く此方法に従ふに及ばない。次に述ぶる部分試験によつて頗よき結果を収むるものである。

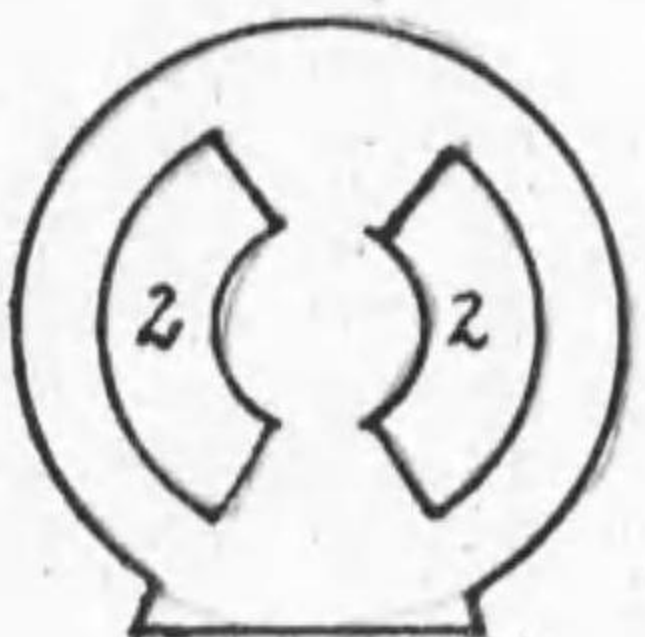
十二部分試験

部分試験 (Zonal Test) と云ふのは反射鏡の面を數個の部分に分ち各部分について試験を行ひ其各部分の焦点距離が公式にて計算したる焦点距離と同じくあるや否を知る爲の試験法であつて各部分の焦点距離の差は僅少なるが故に精密に測る爲の測微器を要するものである。しかし大體を知る爲には第七圖Bの所に説明せる目盛にミリメートル尺を用ふるがよろしい。今六吋即十五センチの反射鏡を三個の部分に別つたために厚紙を以て三個の直径十五センチの圓を作り其一には中央に直径一センチと三センチの圓を書き其間を切りぬく。第二のものには直径一センチ半と四センチ半の圓を書き其間を切りぬく。其切ぬき方は第十二圖IIIの如くである第三の厚紙には直径四センチ半の圓を書きそれより外をI圖の如く切りとる。I II III圖

第二十圖



III



II



I

なし其焦點を測微器によりて精密に測る。測微器の無き場合は台につきたる目盛にて測る。次にII部を鏡面に立て其焦點を測ることと同様である。次にIII部を鏡面に立て其焦點を前に測るのである。斯の如くにして得たる焦點距離が次の公式になつて得たる値と一致すれば即完全なるパラボラ鏡となりたるものである。

各部分の (アンレージョン) $a = \frac{f^2}{R}$ $f = \text{ゾーンの平均半径}$

$R = \text{曲線半径} = 2f$

は即三個の部分である。今外なる部分Iを鏡の表面に立て影の試験を

此式はランプが一定點に在つて動かすナイフのみ前後に動くようになりたる試験方に用ふるのである。ランプとナイフの同時に動く時には $(2f)^2$ なる式による。

今前式によつて吾人のゾーンのアベレージョンを計算せば次の如くなる。

I $f = 1. m$ $a = 0.05 \text{ ズリ}$

II $f = 3. cm$ 0.35 ズリ

III $f = 3. cm$ 1.50 ズリ

焦點距離 $122 cm$ 故 $R = 244$

ゾーンの試験に於ては外のゾーンの焦點が内部のゾーンの焦點よりも正確に決定することが出来るから外のゾーンの焦點を基點としてそれより内のゾーンの焦點のアベレージョンの差を見るが便利である。そこで外のゾーンIとの差は正數にて表はせば

II - I = 0.30 ズリ

III - I = 1.45 ズリ

となる。因て初めに第Iのゾーンによつて其焦點を定め次に第二のゾーンを用ひて焦點を見るに其第Iのゾーンとの差〇、三ミリ第IIIのゾーンと第Iのゾーンの差一、四五ミリと出でたる時は全く正確なるパラボラ鏡である。此各ゾーンの焦點の決定は四五回の測定の平均によるものである。若其差が此計算よりも大なる時は双曲線になつたものでオーバーコレクシオンである。若之よりも少しく小なるときはアンダーコレクシオンである。一般にオーバーコレクシオンは取らずして僅少のアンダーコレクシオンを取るものであるが然し常に正確なるパラボラ鏡を作ると云ふ決心が最望ましきことである。それはレンズ製法上、最必要なることであるからである。

十三 パラボラ化する方法

フリーコールの影の試験法によつて鏡面がパラボラでない場合はそれをパラボラ化させるのである。若表面が球面であれば之は大成功である。それをそのままのみがきつゝある間には自然とパ

ラボラになつてくる。勿論度々試験をなすべきである。そして少しにても薄くパラボラの影があらはれ初めた時はそれを半時間或は一時間以上試験臺の上におきガラスが充分室の温度と同じくなつた時之を部分試験により又單に影の試験によりて出来得るかぎり精密に試験する。そして其が愈々パラボラに近いものであると云ふ時にやめる。即此場合を英語で Slightly under Correct であると云ふ。これは實際望遠鏡の筒にはめて天體を観測する場合に外氣の温度の變化によつてガラス面が變化して其變化が丁度よいパラボラ鏡となるからである。若少しくみぎき過ぎてパラボラの影が強く見ゆるに至れば最早それは双曲線で即英語で Over Correct となつたものである。望遠鏡の筒へはめて天體を観測する場合充分の像を得ることが出来ない。若又半透明の鏡を初めてフリーコールの影の試験によつて試験した時其影が第IX圖Bの如く偏球である時は之亦大變都合がよい。B部の立體圖によつて知れる如く中央と縁とに山があるからそれをすりのぞくのである。それを行ふには短き直線運動をなし時々影の試験を行ひ其度毎に影の圖又は部分試験により焦點の差を書き取りて参考にする。そしてみがきつゝある時

は遂に球面となり尙みがきつゝある時はパラボラとなる。即前述の球面の場合と同じである。

若又半透明の鏡が試験の結果雙曲線の影である場合即第九圖Cの如き影である時は素人は初め之をパラボラの影と區別することが出来ない場合が多い。其時は是非とも之を部分試験によつて其焦點の差を知るべきものである。その結果愈之が雙曲線になつて居る場合にはC圖の立體圖によつて知れる如く中央が低く縁に近き所に山がある。此高き山を少しく低くせなければならぬ。此山を低くする爲には四方の一位の直線運動を行ふ。一體雙曲線を球面にかへすと云ふことは頗困難の問題である。右の方法によつてみがいで見込の無い場合には左の三つの方法の一又は之を混合するがよろしい。

- 一、あげすりの終にまで歸ること。
- 二、みがき盤の溝を適當に大きくすること。
- 三、オーバーハンギング over-hanging によること。

即愈々見込の無き場合は雙曲線の場合にかぎらず凡て他の面白からざる鏡面の場合には早くあげすりの終に歸り一二回三十分又は一時間の粉未金剛砂によつてすり再びみがき盤を作りてみがき始むるのがよろしい。しかし折角殆みがき上げたものを又やり直す事が残念であるが故にどうかして之をよきものにしたいたいと思ふのは人情の常である。かゝる場合には盤に適當に溝の中を大きくする。即鏡の中央に山のある場合には盤の外に溝を大きくなせば自然に中央が多くみがけて山が取のぞかれる。之と反對に外方の山を取るには盤の中央に平均して溝を廣くする。然しかゝる場合には多く其結果として環(リング)を生ずるものである。それを防ぐ爲に英國のエリソン氏はオーバーハンギングと呼ぶ方法を取つて居ることである。其方法は若外方に山のある時其山を取のぞくにはその山の部分をみがき盤のへりに來らしめそれより外の鏡面は盤の外に出して鏡をまわしつゝみがけば僅少の時間内に山がのぞかれる。又中央に山のある時は鏡の中央が盤のへりに來るまで鏡を外部に出し同じ方法によつてみがけば之も僅少の時間内に望の如くなることである。

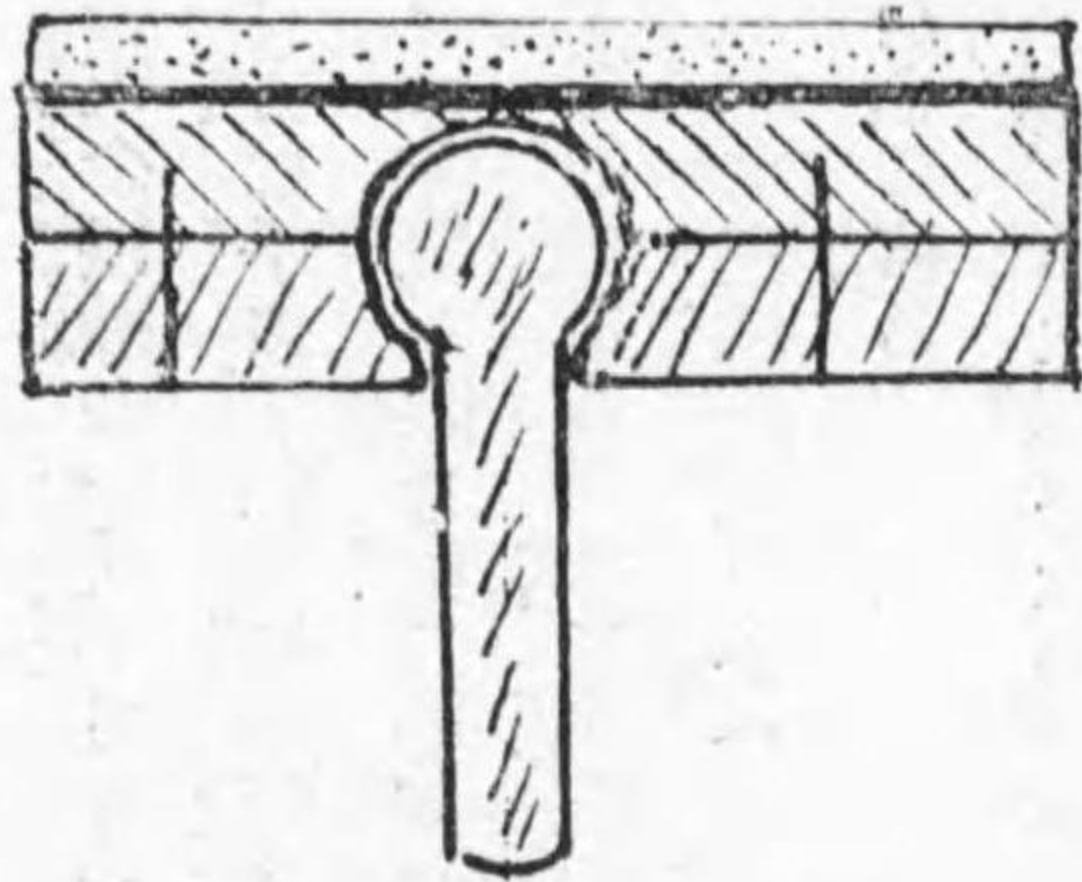
以上三つの方法とゾーンの試験とによらば必立派なる反射鏡を得ることは著者の充分なる確信と経験によつておすしめするのである。
兎に角此みがきと整形とは反射鏡の製作上最興味ある部分であるが故に幾回にてもみがき直して充分経験を つまるところを望ましきことである。

十四 平面鏡の製造法

第一圖のHによつて示されたる如くニュートン式反射望遠鏡には小さき楕圓平面鏡(Disc of Flat)がある。普通吾人が用ふる鏡は肉眼で見れば立派な平面鏡の如くであるが光學的試験による時は之を望遠鏡に用ふるに足るような平面鏡ではないことが知れる。故に吾人は普通のガラスをそのまま楕圓鏡として用ふることは出来ない。それを製造せなければならぬ。
吾人は先に望遠鏡のガラスを買ふ時に直径三吋厚サ四分一吋(二分位)のガラス板三枚を求めて於いた。之が即平面鏡となるガラスである。今板にて第十三圖によつて示されたる如く

き直径七十六ミリ(三吋)の圓板を作り其中央に自由に動くことの出来る柄をつける。之を四個作り一個はみがき盤に用ふる。他の三個にピッチを温めてガラス全體にピッチを流して此板にはりつける。元來此ピッチを斯の如き薄きガラス板にはりつけることはよろしくない。ピッチ

第三十圖

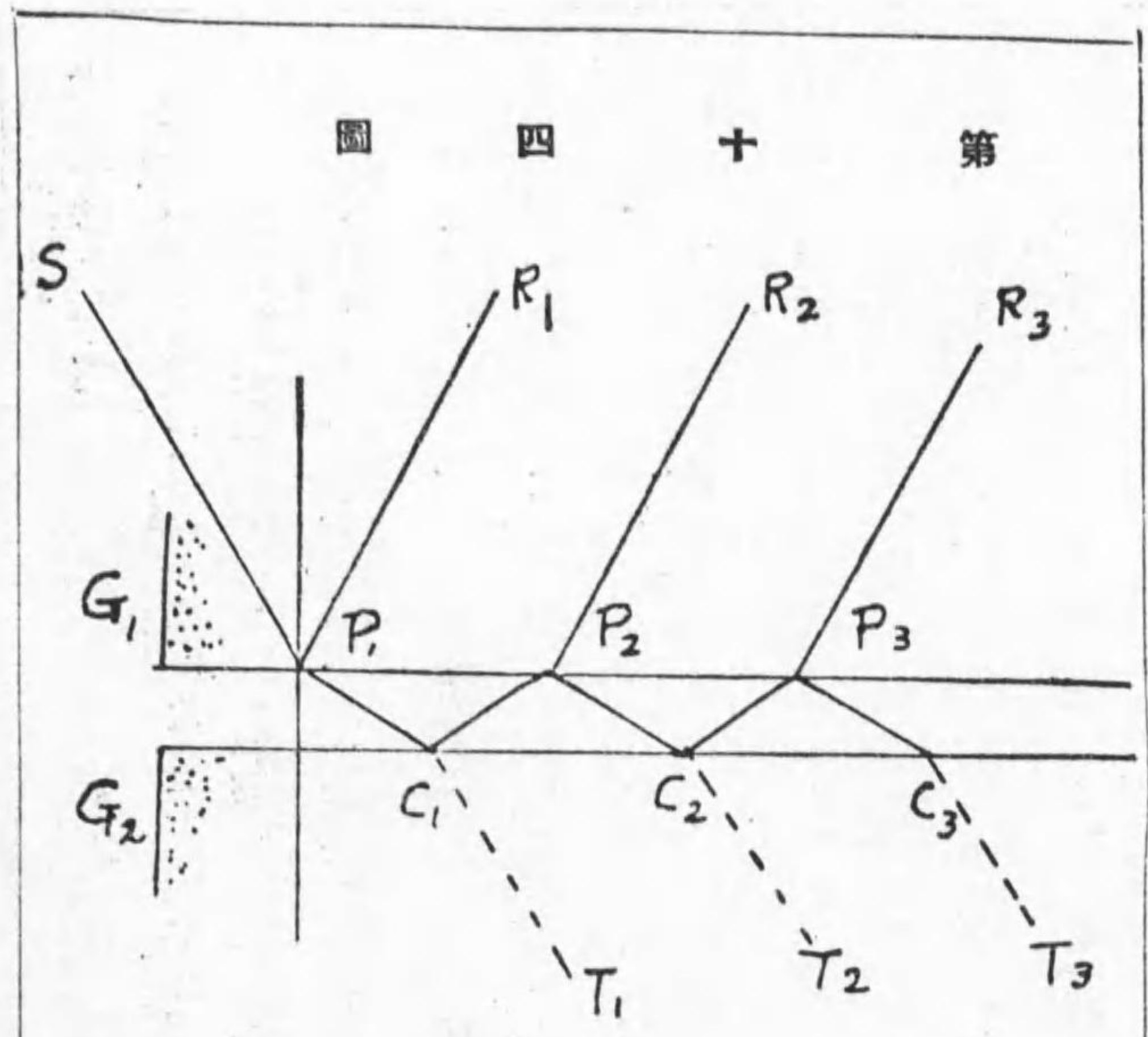


の收縮するに従つてガラス面に不平均のストレスを與へるからピッチのある時と次に之を除いたる時とにより鏡面が一様でないことになる。ガラスが薄ければ薄い程外部のシゲキを感ずることエイピンであるからなるべくガラスにシゲキを與へないようすべきものである。それ故斯の如くピッチを以て直接に板へ貼ることの代りにガラスの横に三個ばかりのネヂのとめによつて板とガラスの間に空氣の通するようになすのがよい方法である。此方法は後に述ぶる

レンズ製法上特に大切なることである。

斯の如くにしてガラスを道具にはめたる時は机の一ヶ所に道具の柄をいゝに足る位の穴をあけ第一のガラスの附きたる柄を此中にさしこむ。此第一のガラスをすり盤として其上に洗ひ分ちし粉末金剛砂の一番小さきものを散布し水にて濕しそして第二のガラスを其上にするのである。すり方は手にて柄を持ち短き直線及び圓運動を行ふ。金剛砂を取りかへるようになれば第一のガラスを取り除き第二のガラスの柄を机の穴に差し込みて之をすり盤とし第三のガラスを其上にするのである。次に第三のガラスをすり盤とし第一のガラスをする。第二回目には順序を取りかへて三個を入れかへて少しづつ一様にするのである。斯の如くにして二三回まはれば次はみがきに移る。

みがき盤は前に述べたる道具の中一つを取り其表面に溶かしたるビツチを、一分厚サ位に塗り濡れたる第一のガラスで押へかたまりたる後二三センチ平方の碁盤を作ること反射鏡のみがき盤を作ると其方法が同じことである。みがき盤の出来たる後はベニガラと水とを用ひてガラスを相互に取りかへてみがくのである。暫くみがけば透明になる。がらすがみがけると同時



に其表面を光學的平面にせなければならぬ。其方法は光の干渉による。

十五 光の干渉

同波長の光線が二個のスリットを通過する時は二個の光線は交る。其交り方を全波長同志交ると二分の一波長同志交るとの二個に區別することが出来る。全波長同志交るときは振幅は二倍になり光を強め後の場合即二分一の波長同志の交る時は光を消すのである。之によつて出来た像は光る部分と暗黒の部分と互違になる。此現象を

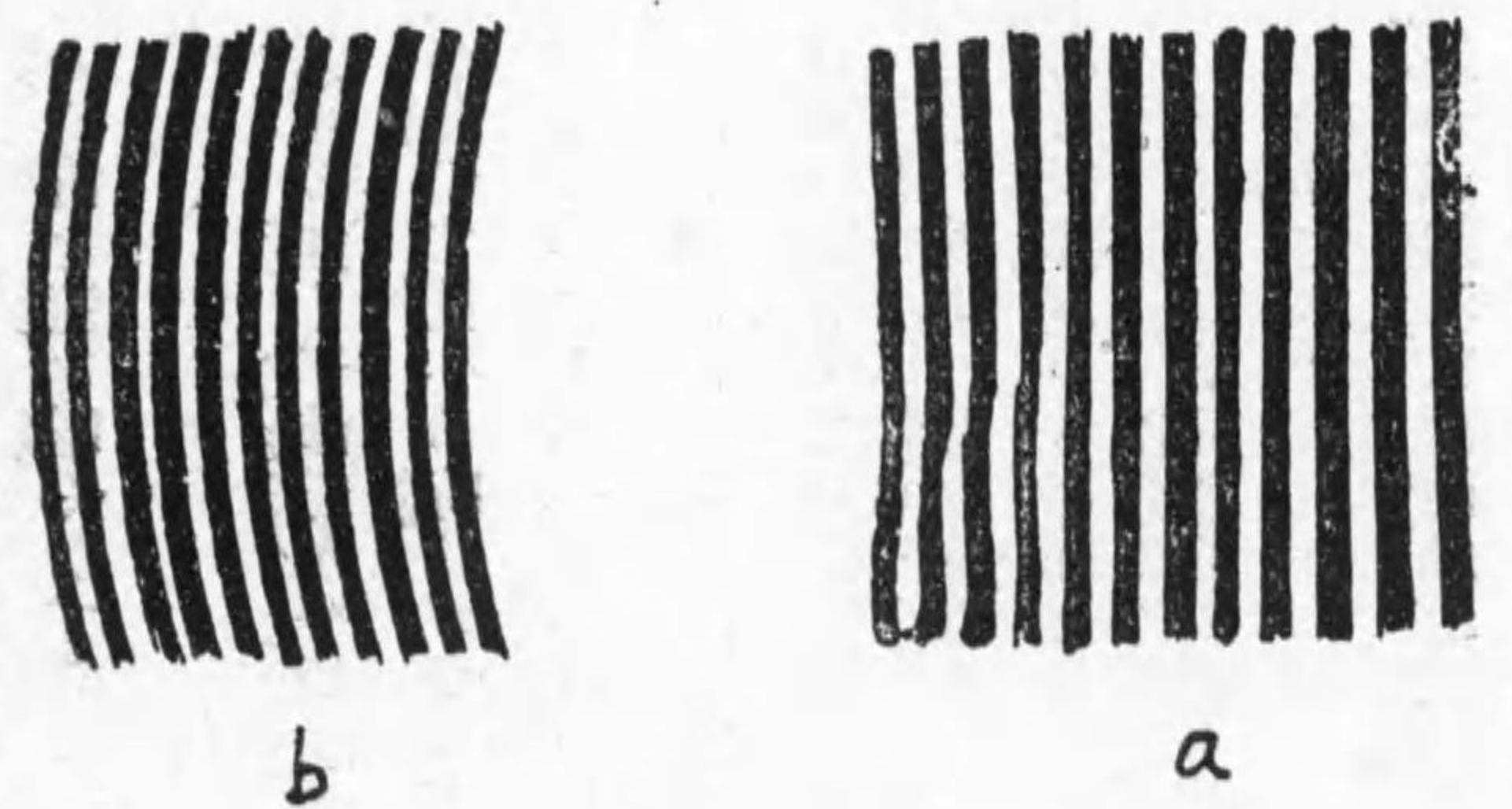
光の干渉と云ふ。

今第十四圖に於て $G_1 G_2$ を透明なる二個の平面ガラスの表面とし $G_1 G_2$ の間には薄き空氣の空間があるとし S を鹽素の光とする。鹽素は實際に於て二個の波長 5786.6390 をもつけれども波長の差が小さいから此試験に用ふるに適當である。

今 S よりの光線がガラスを通過して P_1 に出れば一つは反射して R_1 の方向に向ひ一つはガラスの表面から空氣中に出で屈折し $P_1 C_1$ の方向に向ひ第二のガラス G_2 の表面 C_1 に至りこゝに又一個は反射し一個は G_2 の中に入る。 C_1 にて反射したる光線は R_2 の方向に向ひ P_2 にてガラス G_1 に入り屈折して R_2 の方向に向ふ。 $P_1 P_2 \dots$ は前述の如きスリットの作用をなし之を通る光波は干渉して第十五圖の如き干渉線が見へる。

第十五圖の a は $G_1 G_2$ の表面が全く平面である場合であつて其線は平行直線である。若一方が完全なる平面でない場合は線は b 圖の如く曲つて見へる。故に若吾人が一枚の平面試験板「Plate」を所有せる時は此干渉試験によつてたやすく平面鏡を製造することが出来る。序に平面

第十圖



鏡の製造がリツチノ氏の方法による反射鏡の製造に欠ぐべからざる必要條件なることは前に述べた通りである。

十六 平面鏡の試験法

ガラスが透明になれば之を道具より取りはづす。但平面試験板を所有する場合は取りはづす必要なく直に試験することが出来る。取はづしたガラスは其表面を奇麗に拭ひ少しも塵のなきようにし掌にて拭ふ時は全く塵の無きようになるからそれを重ね合す。若ガラスの有る所ならばブンゼンランプを用ひガス無き所ならばアルコール、ランプに點火し石綿に食鹽水を濕し針金にて火の上に支へる時は黄色の鹽素光線を發す。之を重ね合せたるガラ

スの前方に置き室を暗くす時は干渉線を見ることが出来る。一方のガラスを動かす時は線も又動く。

十五圖 a の如く干渉線が平行線である場合に三個のガラス面は平面である。之に反し b 圖の如く線が曲つて見へる時はガラス面は平面でない。若吾人が試験板を所有せる場合は直に其一方が平面でないことが知れるけれども今吾人の爲しつゝある如く試験板の無き場合はガラスのいづれが悪きかわからない。そこで第二を第三のガラスと取りかへ試験するに前と同じであるとすれば第一がよくて第二第三が悪いか又三個とも悪いかいづれとも全く判断がつかない。それで尙一層注意して度々試験しつゝみかくと同時に其中一個のガラス丈は運動をちがへてみつきつゝあらば其ガラスを基として判断することが出来るようになる。斯の如くにしてみがかつゝあらば遂にはよき平面鏡を作り得るのである。そして其中の一を楕圓鏡とし他は試験板として大切に保存する。

平面鏡の試験法には前述の試験板の代に水の表面を試験板として干渉試験を行ふ方法がある

今一個の平らなる底を有する器たとへば生花をなす水盤の如きものに水を入れ其器の下に三個の楔をはめ其器の中にみがかつゝある平面板をみかきたる表面を上に入れて入れる。然して器の水をサイホン又は管によりて少しづつ取り出し水がガラスの表面に達するまで取りのぞく。然して楔の調節によつてガラスを水平になす。そして前方に鹽素のランプを置かば前記の如き干渉線を見ることが出来る。此ランプを前後に動かすことによりガラスのいづれが悪いかを判断することが出来る。之も頗有効な試験法である。

前述の方法によつて平面鏡を作ることば専門家のなす完全な方法であつて素人の爲には頗るづかしき方法である。折角力を盡して反射鏡を作つたものゝ平面鏡を得ることが出来ないが爲に今迄の努力を無にし失望せしむることは著者の甚遺憾に思ふ所である。因てこゝに頗る簡単にして何の技術をも要しない方法を述べて置く。實際家の爲には唯一の良方法である。それはガラス屋から平面鏡を作る爲に大きい板ガラスを買ひ求め之を自分の望む大サに切る少くとも之を十個ばかり作る。それは圓き必要なく四角形のものでよろしい。然るときは此十個からし

て二十個の表面を得ることになる。此中一個を取り他の残りの九個から出来る十八の表面を干涉試験法によつて試験する。若其中に干涉線が平行に近きものに出會へばそれを取除きて別に精密に試験する。そして十八個の表面が一回すめば次に一個のガラスを試験板として前述の如く他のガラスの両面を試験する。斯の如くに相互に試験しつゝある間には必二三個のよい平面板に出會ふものである。それ等は必しも干涉試験によつて干涉線が完全に平行線となつて表はれないかも知れない。然しなるべく平行直線となつたものを用ふるならば之吾人の場合に於ては目的にかなう平面鏡を得たわけである。平面試験板を有する時は此方法によらば幾十枚ものガラス板の中より簡単に平面鏡を撰び出すことが出来る。試験板の無き時は水面を試験板とする方法にても少しく時間を要するけれども簡単に平面鏡を得ることが出来るのである。歐米一流の板ガラス製造所のもの即上等のハク來品からは此目的にかなう平面鏡を得ることが出来るのである。

十七 楕圓鏡

前述の方法によつて平面鏡を得たならば之を楕圓になさなければならぬ。第一圖のhは四十五度の角に向つて反射する楕圓鏡であつて其表面を擴大鏡(アイピース)の所から見れば全くの圓である。其楕圓鏡が必要以上に大なる時はパラボラ鏡に來る光線を遮るから適當の大サに作らなければならぬ。吾人の製造しつゝある望遠鏡は大サ十五センチ(六吋)で其焦點距離は百二十センチ(四十八吋)である。第一圖のhから擴大鏡までの距離を二十センチとすればh點に於てなす圓錐形の底のなす直徑は

$$120:15=20:x \quad x=2.5\text{cm}$$

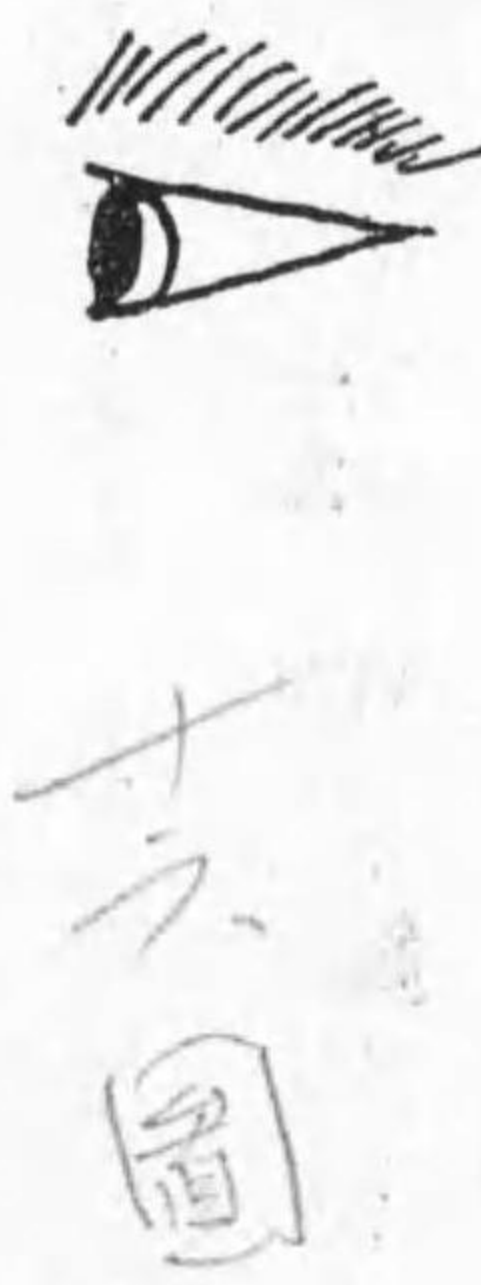
二センチ半即一吋位である。故に直徑二センチ半の圓筒を作り四十五度の角に切る時は其切口のなす楕圓は即吾人の望む楕圓である。それを丁規となしガラス面上に線をひきて切ればよい。其切口は最注意して折角みがき上げし表面にキズの付かぬようにせなければならぬ。

以上述べし方法によつてニュートン式反射望遠鏡製造の大切なる部分は済んだ。残るは擴大鏡、組立及銀びきの方法である。

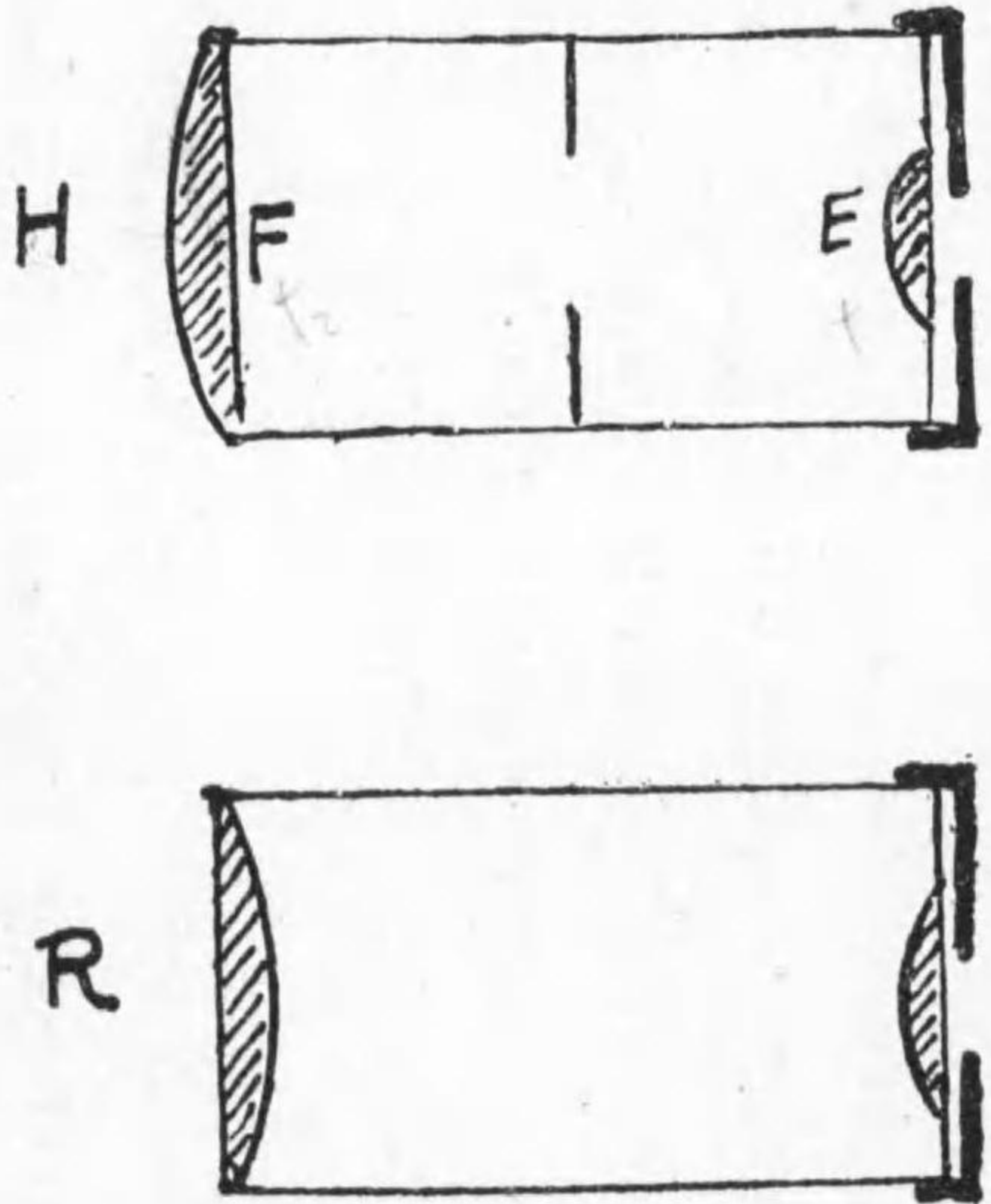
十八 擴大鏡

望遠鏡に於ては對物レンズ又は反射鏡によつて出來た物體の像を擴大鏡（アイピース）によつて擴大して觀測することは言を待たない。天文學上普通に用ひらるゝアイピースには二種類ある。即ちファイゲン式（負）及びラムステン式（正）之である。ファイゲン式アイピースに在つては二個の平凸レンズからなり凸面は同じ方向に目から反對の方に向つて居る第十六圖Hは之を示す。

凡て同質のガラスから出來た二個のレンズに在つては其レンズの距離が各レンズの焦點距離の和の中に等しき時は殆ど色消レンズの作用をなすのである。それでアイピースは此理に従ひ同質のガラスから製造するのが普通である。今日に接するレンズをEとし其焦點距離をfとす



第十六圖



そして他のレンズをFとし其焦點距離をf₂とする時は前述の理に従ひ二個のレンズの距離(a)は $a = f_1 + f_2$ となる。ファイゲン式アイピースに在つては $f_1 = 3f_2$ 即ちFレンズの焦點距離はEレンズの焦點距離の三倍であるから

$$a = 2f_1 \text{ となる}$$

即ち云ひかへれば二個のレンズの距離はEレンズの焦點距離の二倍である。そして此アイピースの焦點は二個のレンズの間にくるから之を以て物體を見るもルーペの用をなさない。之を負のアイピース

と稱す。之には十字線 (Cross hair) を入ることが出来ないから測微尺のアイピースとして使用することは出来ない。但十字線は二個のレンズの間即アイピースの焦點に付けられないことはない。

ラムステン式アイピースに在つては第十六圖Rの如く凸面が向ひ會つて居る。そして

であるから $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ となる。

しかし斯くすればFレンズの表面に在るごみが見へるから實際に於て $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ とする。そして此アイピースの焦點はFレンズの前に其焦點距離の四分の一の所にくるから此點に物體を置けば擴大して見へる。之を正のアイピースと呼ぶ。

アイピースは自己に製造するよりも東京市本郷區駒込林町一七七光學レンズ營業所から買ひ求めた方がよろしい。科學畫報社代理部でもお取次ぎするそうだ。

十九 望遠鏡の擴大力及分離力

アイピースを買ふには其焦點距離を明示せねばならない。それには先自分の製造せる反射鏡に用ひてできる擴大力を知る必要がある。凡て望遠鏡の擴大力は $M = \frac{F}{f}$ によつて表はすことが出来る。Fは對物レンズ又は反射鏡の焦點距離であつてfはアイピースの焦點距離である。それで若吾人の場合反射鏡の焦點距離が120 mm として $f = 2.5 \text{ cm}$ とせば擴大力は四十八倍となる。之によつて見ればアイピースの焦點が短き程擴大力は大きくなるのである。然し望遠鏡に於てはある極限を過ぐればそれ以上擴大するも何の利益もない。あたかもゴム球上に畫を書きそのゴム球をボオ張さす時は畫は擴大せらるゝけれども何も表面が詳しくなることは無いと同様である。普通一センチのレンズに對し二十倍を極限とする。それで吾人の十五センチの反射鏡に於ては三百倍を極限とする。然らば此時のアイピースの焦點距離は前の公式から算出する時は $f = 120 / 300 = 0.4 \text{ cm}$ 即四ミリの焦點距離のアイピースが普通の擴大力の極限となるのである。實際に於て斯の如き強きアイピースを用ひることは無い。擴大力は觀測する天體と空氣の状態とによつて異なる。月や惑星は比較的強き擴大をなすことが出来るけれども

ども變光星の觀測や彗星を探ぐるには視野の廣きをのぞむが故に擴大力は小である。吾人の場合前者に百二十倍後者に四十倍の擴大の出来るアイピースを求むるを適當とす。即ち焦點距離を一センチ及三センチのものを注文するがよろしい。

望遠鏡の分離力 (Resolving Power) とは二個の接近せる光點を明白に二個に分離して見ることの出来る力を云ふ。たとへば二重星の如きものは望遠鏡の大小に従つて見ゆる範圍が異なる。それは分離力が異なるからである。實驗及論理から分離力を次の式によつて表すことが出来る。

$$P = 12.01$$

a は望遠鏡の對物レンズ又は鏡の直徑をセンチで表はす。吾人の場合に於ては分離力は〇、八秒即十分の八秒となる。

二十 銀びきの方法 (Sieving)

化學作用によつてガラスの表面に銀をひくには幾多の方法がある。其中で最よく用ひらる

方法に米國人で名高き光學器械製作者であつたブラツシヤーとルンヂンの方法である。共に獨特の方法であつて何れがよいかと云ふことも出来ない。或人はブラツシヤーの方法に限るとまで云ふ。此方法で銀がよく付けば數回のみがきに堪へるものである。然し又ルンヂンの方法も棄つべからざるもので方法が簡單である所に妙を得て居る。いづれにせよ自分の手になれて最よく銀びきの出来るやうになつた方法が一番よいのである。

A ブラツシヤーの方法 此方法にて銀をひくには蒸溜水か鹽分のなき雨水を用ふ。雨水を集むるには雨が少し降り續きて空氣中のごみが無きやうになつた時高き臺の上に口の廣き器パケツの如きものを出して置けばよろしい。其水を器に集めて保存して置く。

藥品

硝酸銀

三、二五グラム

(a) ボタン 卽苛性加里

三、二五グラム

アカアンモニア Aqua Ammonia

一瓶

西洋角砂糖

五四、五グラム

(b)

硝酸

二、五CC

純粹アルコール

九四、〇CC

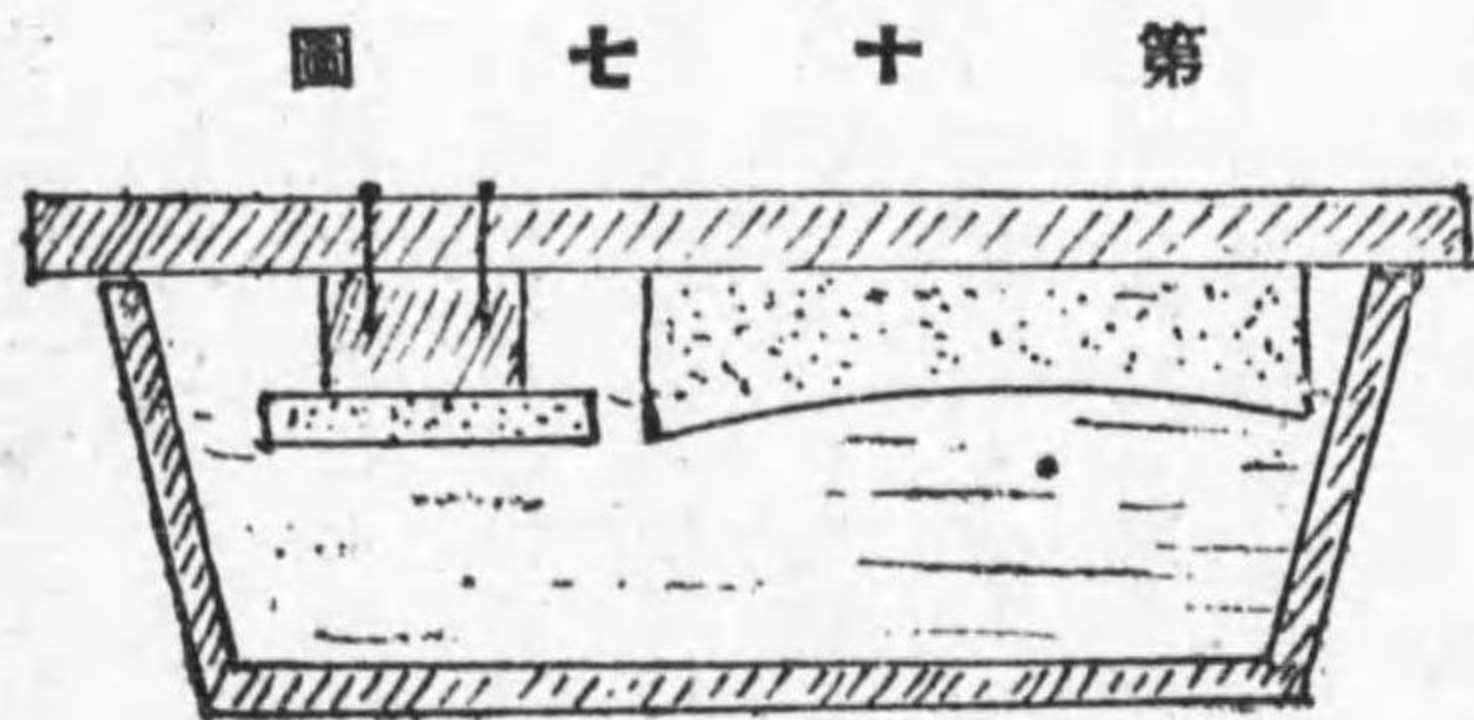
雨水

一九、〇CC

右の藥品中(b)は新しきものはよろしくないから早く混合し之を七五〇CCまで雨水を入れてふやす。そして保存して置く。若此(b)液を混合して直に用ひなければならぬ場合はアルコールを混入する前に沸騰してその冷へたる後アルコールを入れて用ふるとよろしい。此液を還元液 (Reducing Solution) と呼ぶ。

反射鏡と橢圓鏡とを同時に銀びきせんとするには先二個のガラスを一枚の板にピッタリに貼り付く。二個のガラスの表面は板面から同じ高さにあるやうにする。そして其ガラスを入れることの出来る位の大サで深サ五センチ位の桶又は皿二個を用意し其一個に攝氏十五度位の雨水を入れ綿に硝酸をしめしてガラスの表面をきれいにふき右のぬるま湯にて洗ふ。そして其表面

を見るに水が一面に附きたる時はガラスの表面は化學的に清潔になつたのであるからそれを前



記のぬるま湯の中に入れ銀液の用意の出来るまで右の温度を保ちそれより高くない程度に折々湯をそゝいで置けばよろしい若硝酸にて洗ひし時水が鏡面全體につかない時は未充分化學的清潔でないから一層よく硝酸を用ひて洗ふ。ガラス面に油氣のある時は水が附かない。それを洗ひ流す爲であるから洗ふ時は決して手を鏡面にふれてはならない。箸の先に脱脂綿を附けて洗ふのである。

(銀液の調合) 今硝酸銀三、二五グラムを雨水又は蒸溜水六〇CC入りたる皿にとかす。よくとけたる時其十分ノ一位を別の器に取り除く蒸溜水にとかしたる時は決して銀の濁る心配はないが雨水又は井水の時折々濁ることがある。それは其水中に鹽分のある證である。此時はよくない。其時は必ず蒸溜水を用ふべきである。そして此銀液にアンモニアを一滴くそゝ

ぐ。但取り除きし銀液にはアンモニアをそぐのではない。然る時は銀液は直に濁る。それをガラス管にてかきまわしアンモニアを一滴づつ、そぐ時は一時は甚しく濁る。尙アンモニアをそぐつゝある時はだん／＼銀液は晴れて透明になる。晴れ初めた時はなるべくアンモニアを少量用ふることに注意して全く透明になれば止める。

次に雨水又は蒸溜水六〇CC入りたる皿の中に苛性加里三、二五グラムを溶かす。そして之を前の銀溶液の中にそぐこむ。然らば銀液は直に濁る。之にアンモニアを一滴づつ、そぐガラス管にてかきまわしつゝある時は此濁れる液が又透明になつて晴れる。此時前に取のぞきし十分一の銀液を少しづつ、そぐ淡紅色となれば止め用意の銀びきの皿にそぐ第十七圖によつて示されたる如くガラスを入れたる時大きいガラスの半分位つかる迄に雨水をそぐ。最後に還元液十五CCをそぐ込み手早くかきまわす時は色は淡紅色より暗紅色に變じ初む。此時直にガラスをな／＼めに鏡面と液の間に空氣のこらないやうにして入れる。暫くせば溶液の温度の變化するに従ひガラスの表面に銀がつき始め液は益々濁る。器を少しづつゆり動かして沈

澱物を固定しないやうになす時は銀はよく附く。五六分間にして取り出して見銀がよく一面に附きたる時は直に普通の水をそぐてよく洗ふ。此時手を鏡面にふれてはならない。未銀がかたかないから直にはげるからである。よく水にて洗ひし後之を立て、成るべく早くかわかす。水をかわかす爲には團扇を以てあほつてもよろしい。そしてそのまま十時間以上かわかして置くのである。

B ルンヂンの方法銀液

普通の水 (鹽分の無き者)

一〇〇、CC

硝酸銀

四、三グラム

アンモニア還元液

普通の水

二〇、CC

フォルマリン水

四、CC

方法は先反射鏡の表面を硝酸にてふき清め之を一旦水にてよく洗ひ次に亞鹽化錫の飽和液に

てよくぬぐひたる後湯にて洗ひ流す。此時出来得る限りよく亞鹽化錫を洗ひ流すべきである。そしてその表面を驗して水が一面につきたる時は化學的に清潔であるから之を攝氏十度乃至十度の微温湯の中に入れて置く。次に硝酸銀を水にかしアンモニアを一滴／＼そそぎて一旦濁れるものを再び透明になす事はブラシヤーの方法と同じことである之を銀びき用の皿に入れ適當の量になるまで水をそそぎそして還元液をそそぐ時は濁り初む。其時直に鏡の其中に入れることは前述の方法と同じである。數分にして鏡面の銀がつくのである。其時取り出して水にてよく洗ふ。凡て銀びきの時は反射鏡の温度は溶液の温度よりも二三度位高きがよろしい。此ルンヂンの方法は頗る簡單であつて用水も普通の井水にてよろしい。唯缺點は還元液の量が六づかしい。こゝに述べてあるのは著者が自分の八時に銀びきした時の量であつて此量は必ずしも一定では無きことを承知せられたい。讀者は初め試験管にて幾様にも試験して最適當の量を定めらるゝことを望む。著者はルンヂンの方法にても度々銀びきをなすが未理想的の結果を得ない。やはり面倒ではあるがブラシヤーの方法をよいものと思つて居る。故に素人はブ

ラシヤーの方法によるべきものと考へらるゝがよろしい。

前述せる方法の如く溶液中に反射鏡を入れるゝことは反射鏡の小さき時に限りて行ひ得るものであつて大なる反射鏡にありては溶液の中に反射鏡を入れずして反射鏡の表面に溶液をそそぐのである。それには反射鏡のまはりに五センチ位の高になるまでパラフィンを引ける紙をはりつけ水のもらないやうによくしめ反射鏡を洗つた後攝氏十五度位の湯を入れて銀液の用意の出来るまでそのまゝに置き銀液が出来れば湯をとり出して銀液を入れゆり動かせばよし。溶液の量の少き時はブラシヤーの方法に於ては雨水を増加しルンヂンの方法に於ては普通の水を増加し鏡の表面上二センチ位液のあるやうにすればよろしい。銀がつき初むれば表面に沈澱物が出るから之が一ヶ所に止まらぬやうにする爲脱脂綿をちぎりて内に入れて置けば自由に動くことによりて其沈澱物をかき廻すのである。

銀がつけば前述の如く水にて洗ひ直に周圍の紙を取り去りてかわかすのである。

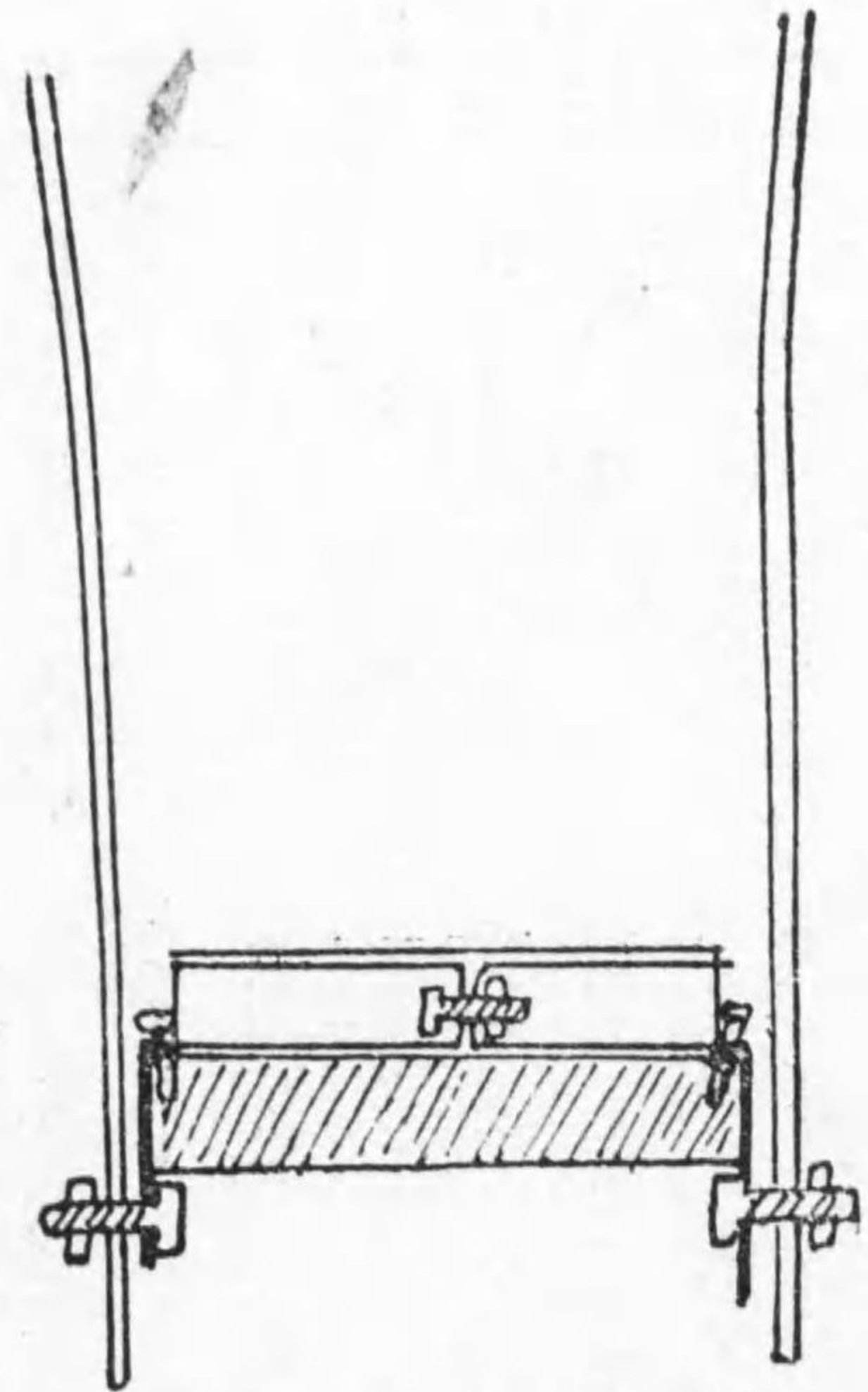
銀の表面をみがくにはナメシ皮のきれに綿をつゝみ之にベニガラをつけて一部つゝ圓運動に

よつて軽くみがければ表面は美しく光澤が出る。適当につきたる銀はあたかも普通の鏡面を見るが如く一點の曇りなく見ゆる。ナメシ皮の無き時は脱脂綿にベニガラをつけてみがけばよろし

5。
よく銀のつきたる反射鏡は其後數回のみがきに堪へるものである。然し土地によつては早く曇を生じて反射力を失ふものである。其時は又前述の方法によつて銀をひきかへるのである。反射望遠鏡を以て夜間天體の觀測なす時は表面に露のおりないやうに注意せなければならぬ。露は銀をうかしむるが故に一度露がおりたる鏡にて觀測は出來なくなる。然る時は直に銀をひきかへる。鏡面に露のおりるのは鏡面が外氣よりも寒き時であるが故に外氣よりも寒くない様に注意し鏡の外の筒を古毛布又はランヤのきれを以てつゝんでおくときは効果のあるものである。いづれにせよ日本の如き濕氣の多い國に在つては屈折望遠鏡を使用することは思はしくない。其レンズにカビを生じて永久的であるべきレンズが短年月の中に其生命を失ふに至るからである。此レンズのカビに就て充分研究した人は未無いやうであるが之を取除くことは困

難でみがき直すより外に方法が無いと思ふ。其故に屈折望遠鏡と比較して頗安價に出来る反射望遠鏡を使用することは日本の如き國柄に在つて大に望ましきことである。

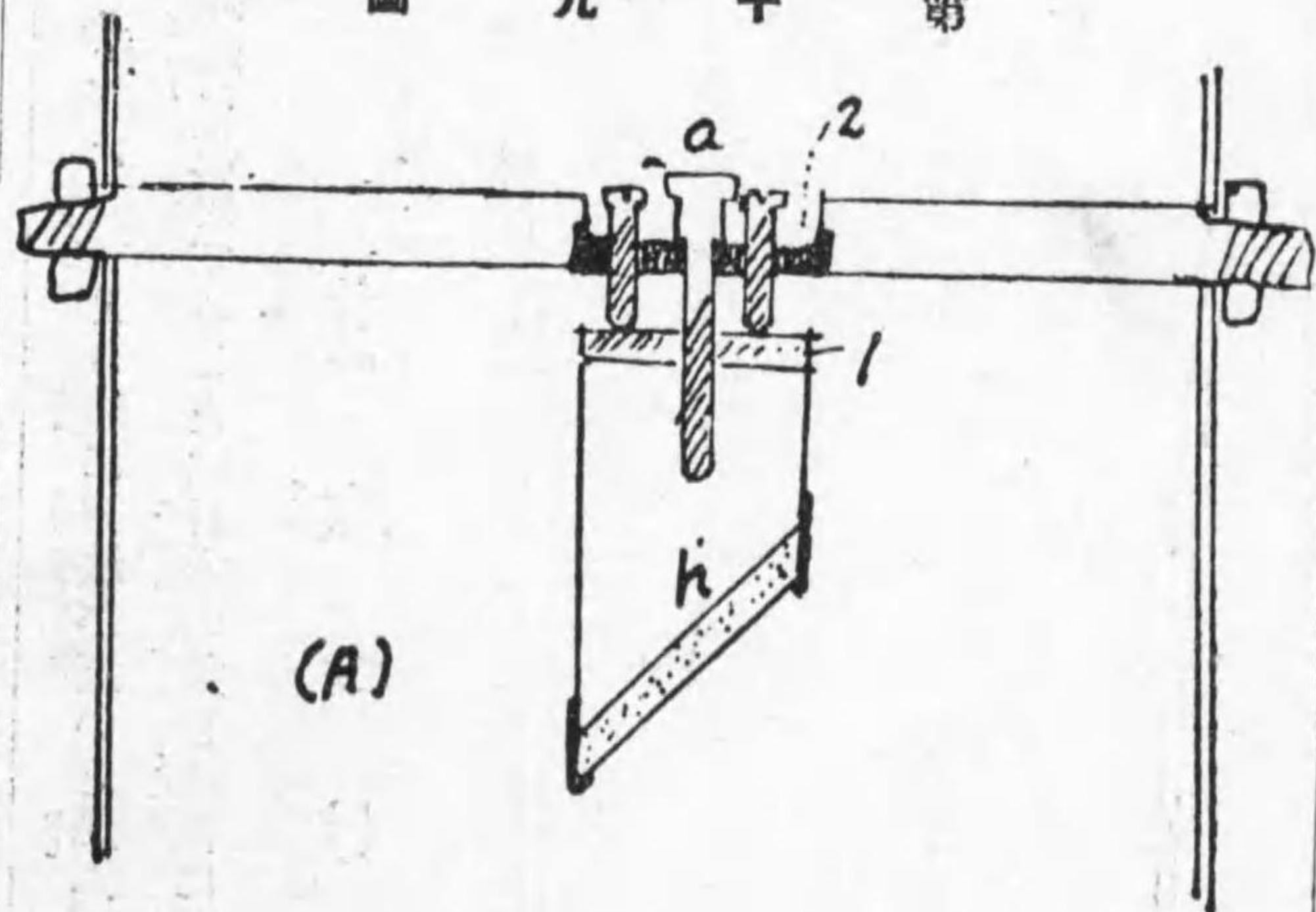
廿一 取つけ Mounting



第十八圖

反射鏡及び楕圓鏡の取つけ方に就ては定まつた方法は無い。唯動かないやうに堅く取り付ければよいのである。しかしながら今迄一度も反射望遠鏡を見たことの無い人にとつては次の方法がよき参考となると思ふ。

圖 九 十 第

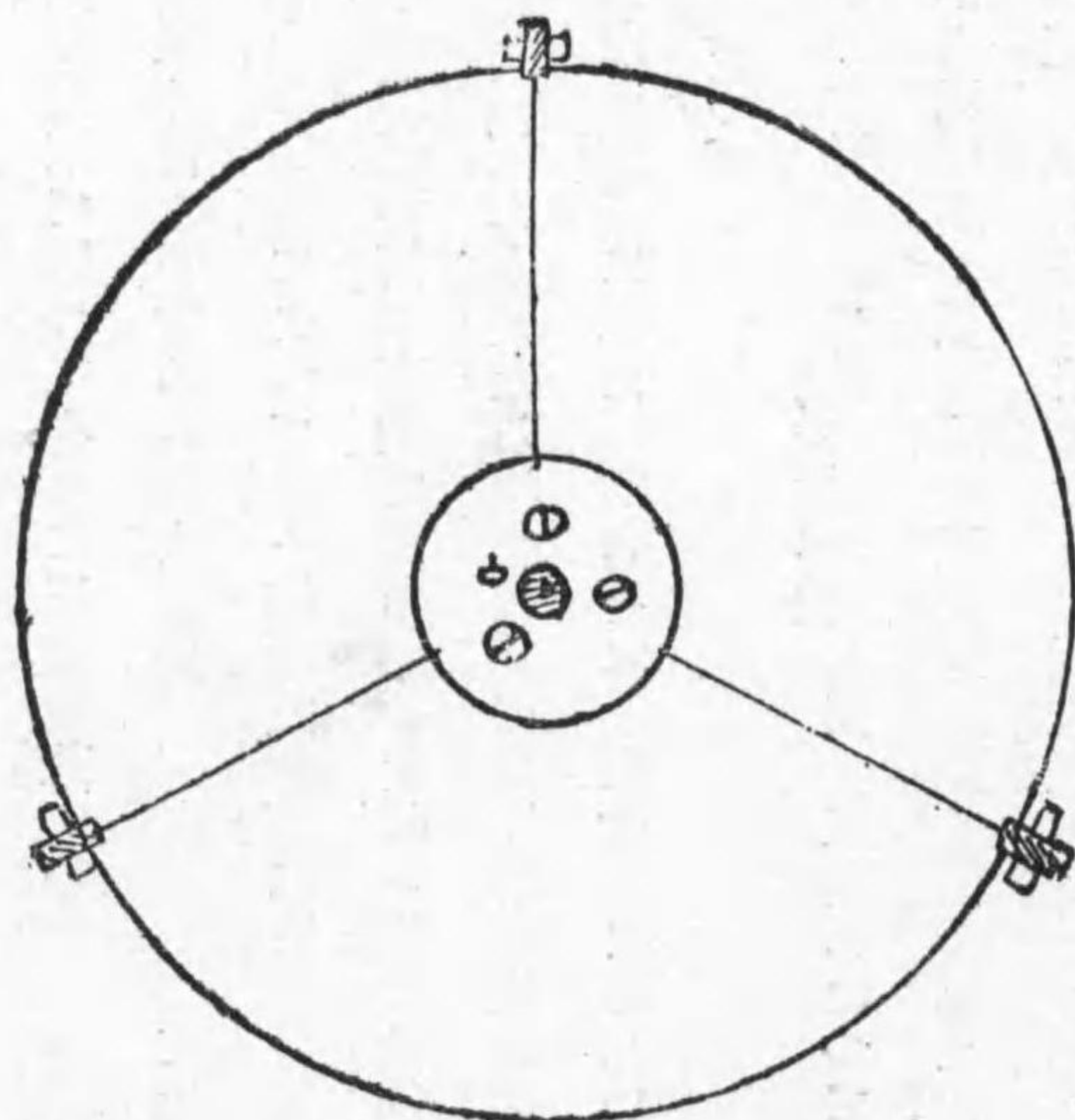


(A)

望遠鏡の筒は薄きトタン板又は板箱或は木の組合のフレームにてもよろしい。之を光の反射しないやうに黒く塗る。今反射鏡の外側にトタンで帯をしめその帯に三四個の脚を付けその脚に穴をあけ平面板に木ネヂによつてネヂ付ける。其板は筒の形に従つて圓く或は四角になるであらう。其板の外側に三個の小さきトタン片をネヂ付ける。

(第十八圖参照)それをボルトによつて筒にはめるのであるが調節の出来る爲に上下自由に動くやうに筒の方の穴を少しく大きくして置くべきである。筒と反射鏡は直角にあるやうにする。楕圓鏡は第十七節で述べし如く圓き木の方を四十五度

(B) 圖 九 十 第



一のものとのみネヂの關係がある。之によつて第二の此板をしめることが出来る。第二の圓板

の角に切りてそれに平面鏡を前述の方法を参照して取り付ける。そして其一方を調節する事の出来るやうにする。

今第十九圖Aは平面鏡の取付けを横に截つた所Bは裏面即望遠鏡の筒口から反射鏡に向つた時の平面鏡の取り付方である。

Aに於てhは平面鏡で其一方の圓き平面に(1)なる金屬製の圓板が付いて居る。その圓板の中心にネヂがある。そのネヂの一方には第二の圓板が付いて居る。この(1)なるネヂは第二の圓板とはネヂの關係が無く第一のものとのみネヂの關係がある。之によつて第二の此板をしめることが出来る。第二の圓板

には又別に三個のネヂがあつて第二の圓板とネヂの關係があれども第一の圓板とはネヂの關係がない。此四個のネヂによつて平面鏡を自由に調節することが出来る。第二の圓板は其縁が少し高く出来て居つてそれに三個の薄き平なる金屬製の柄が出て居る。その一方はネヂによつて筒に堅く付くのである。大きい反射鏡にあつては此柄は四個である。(第十九圖参照)

以上の方法によつて鏡と橢圓鏡を筒に取り付けしならば之をよく調節せなければならぬ。

第一、鏡が筒に直角であるか否を知る爲には筒の外に少しへだたりたる所に立ちて鏡を見る時は鏡が筒に直角なる場合は筒の周圍が一樣に鏡にうつる。若直角でない場合は筒は鏡の所で折れたる如くに見えるからそれを正せばよろしい。そして同時に橢圓鏡が鏡の中央にうつるやうに調節する。

第二、橢圓鏡が鏡の軸に對し四十五度になつて居るか否を知るにはアイピースをはめる筒の方から橢圓鏡を見る時は橢圓鏡は全く圓く見え鏡は此橢圓鏡にうつる。その縁が橢圓鏡に對して一樣に見える。さもなくば橢圓鏡を少しく廻すとか裏面の三個のネヂによつて調節し橢圓鏡

の像が鏡の中心にあるやうにうつつて見えるやうになすのである。之等の調節は少しなれてくれば何の困難をも感じないものである。自製の筒では兎角組合がしつかりしないからゆるみを生ずる。それで観測する前にそれ等をよく調節すべきものである。

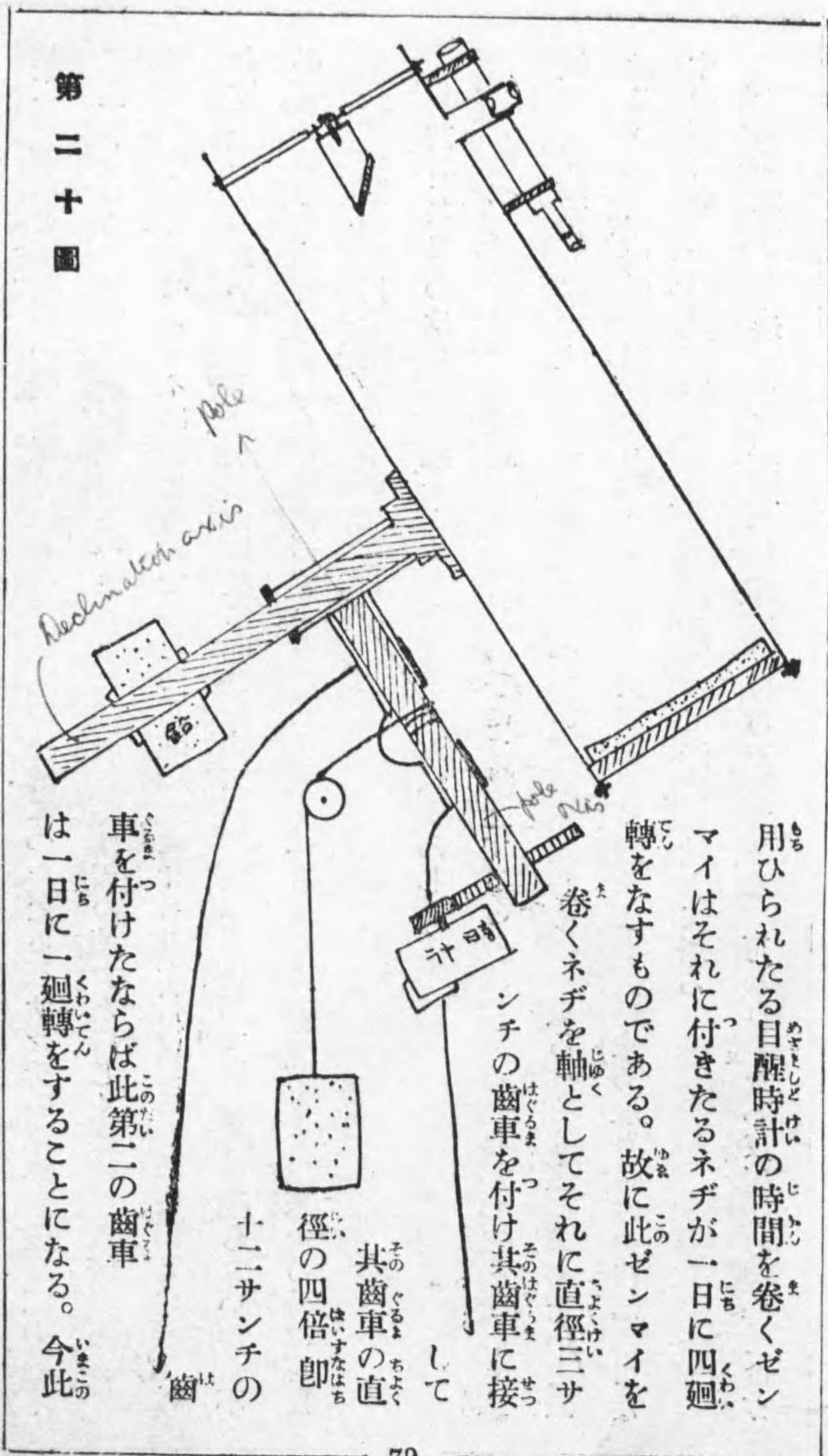
次に筒は如何に取り付ければよいであらうか。最簡單なるものは高度方位儀(一名經緯儀) Alt-Azimuth である。今鏡を取り付けた筒の重心點の横に筒と直角に圓き軸を作り其一方にオモリを付け其軸の重心點の所に又一個の軸を付け臺の上で廻るやうにすれば望遠鏡は高度のいづれの所にも向ふことができると同時に方位角のいづれにも廻ることが出来る。即天のいづれの所にも自由に向けることが出来るのである測量師の用ふるトランシットは此類である。

天體觀測用として最よき取りつけ方は赤道儀である。(第二十圖参照)望遠鏡の筒から直角に出た軸を赤緯軸と呼ぶ。其一端にオモリを付く。オモリは鉛をとかして作ればよろしい。此赤緯軸の一部は二重になつて居つて其外管に赤緯軸と直角をなす軸が出て居る。此軸を極軸と呼ぶ北半球にあつては此軸は子午線上にあつて北極を指すのである。此極軸は又二重になつ

て居つて外の管は堅く臺に付て居る。それ故に筒は赤緯軸によつて自由に廻轉し極軸は北極を中心にして赤緯軸より獨立して廻轉するのであるから望遠鏡を一の星に向け極軸のみを天の運動と同じ速度にて廻轉させると其星はいつまでも望遠鏡の視野を去る事がない。それで此極軸に時計仕掛を用ふる時は星は東の地平線より西の地平線に至るまで視野を去らない事になる。勿論實際に於ては左様にたやすくはないけれどもよき赤道儀は數時間一つの星を同一の視野に見ることが出来るのである。天體寫眞を撮るとか星のスペクトルを撮るには必此時計仕掛のある赤道儀を必要とする。

廿二 簡單なる時計仕掛

前述せる如く天體觀測に於て特別の觀測以外には赤道儀を最便利とし赤道儀には時計仕掛のあるのを第一とする。然し時計仕掛は元來頗精密を要するものであつて素人の手にて作るとは出来ない程のものであるけれども左に記する方法は多少便利なるものである。今日一般に



第二の齒車を極軸の一端に堅く取り付け前述の時計につきたる三センチの齒車を此第二の齒車に接せしむる時は望遠鏡は重心さへよくとれて居る時は天の速力と同じく廻轉する筈である。唯此種の時計のゼンマイは弱きものであるから北極軸にオモリを付けて時計のまわるのを助けないければならない。又望遠鏡を他の星に向ける時二個の齒車が接して居る時は廻らないから必要な時は時計を少しく外にはづすようにして置くべきものである。よく出来たる時は可なり長き時間の間用を辨ずるものである。

尙一層よきものは小型電気モートルを使用すればよろしい。以上述べし事は反射望遠鏡を全々自分の手にて製造する方法である。しかし之必ずしも立派なる反射鏡を手に入れるの近道とは云へない。望遠鏡其ものを成るべく安價に求めたいと云はるゝ人は反射鏡、楕圓鏡及びアイピース二三個を製造所より買ひ求め取り付けを自己にてなすのがよい。反射鏡の優秀なるものは英國にて澤山製造して居る。尙又前述せし方法は小反射鏡の製作に於ける方法である。可なり大きい反射鏡の製作にはガ

ラスとガラスをすり合はすに非ずして道具を用ふるものである。其道具に就ては屈折望遠鏡のレンズ製法の所を参照せられんことを望む。

附記

近頃佛國では百五十吋の大反射鏡を作る計畫があつて着々進行しつつあると云ふことであつたが最近其準備の一端が發表せられた。光度部の主任は彼の百吋反射鏡の製作者として有名なるリツチー氏であつて大きいガラスを如何にして得るか云ふことが第一の問題であるがリツチー氏は直径七十五センチ(三十吋)及百五十センチ(六十吋)のガラスを試験的に得たのである。此の方法は七十五センチの直径ある一枚の平板ガラスで厚さ十三ミリ(半吋位)のものとの其裏に小さき四角の板ガラス(厚さは多分同じからん)のものをゴ盤型にはりつく。其はりつけるセメントは Bakelite (ベークライト)であつて攝氏百四十度の高熱にて數週間保つて置くと全くよくはりつくさうである色々の光學的試験の結果は頗る良好であつて反射鏡製造に適するガラスを得ることが出来るとのことである。多分此方法にて數枚の板ガラスをはり合し

たものが一個の反射鏡用のガラスとして用ひらるゝと思はれる。然る時は一枚の厚きガラスに比して目方が三分の一乃至四分の一にて足り然してガラスを得るに頗たやすいことであるから今後此方法によつて相像に絶する大反射鏡も出来ないとも限らない。我等は今後十年乃至二十年にして天文學上前人未知の大事實を知り得るに至るであらう。ペークライトは三共株式會社にて賣り出して居るそうであるから此方法によつて日本にも六十吋位の反射鏡を作つてはどうであらう。著者は又必しも六づかしいことではないと信じて居る。

天文用屈折望遠鏡の製造法

三三 レンズの理論

光線が一つの媒介物から他の媒介物に通る時には其方向が變ずるものである。たとへば一本の棒を水中に入ると時は其棒が水中に入った所から折れた如く見ゆることは一般の人の知る所

である。之は光線が空氣と云ふ一媒介物から水と云ふ他の媒介物に入つたが故に其方向が變じたのである。又茶碗の中に銅貨を入れそれが茶碗の縁より見へない程度の場所に在りて其茶碗に水をそゞぐ時は其銅貨は目に見ゆるようになるのである。之は水中より出でし光線が空氣に出づると其方向が曲るが故である。此現象を光線の屈折と云ふ。

ニユートンはプリズムを以て太陽の光線を受けし時太陽の光線が美しくしき七色に分れしことを知つた。即ち赤、橙、黄、緑、青、藍、紫の七色に別れしことを知つた。之即ち白色光線のスペクトルと呼ぶものである。そして紫は一番多く屈折し赤は一番少く屈折するのである。之はプリズムの中では紫色光線は赤色光線よりも速力がおそいと云ふことになる。光學上の言葉を以てすれば紫色光線は其波長が赤色光線より短いと云ふことである。それ故にプリズムの中では短き波長の紫色光線は長き波長の赤色光線よりも速力がおそいのである。若厚さ一哩のクラウンガラスがあつて其中を太陽の光線が通るものとせば赤色光線は紫色光線よりも三十尺程さきに出ると云ふことになる。若之がフリント、ガラスであつた時は其差

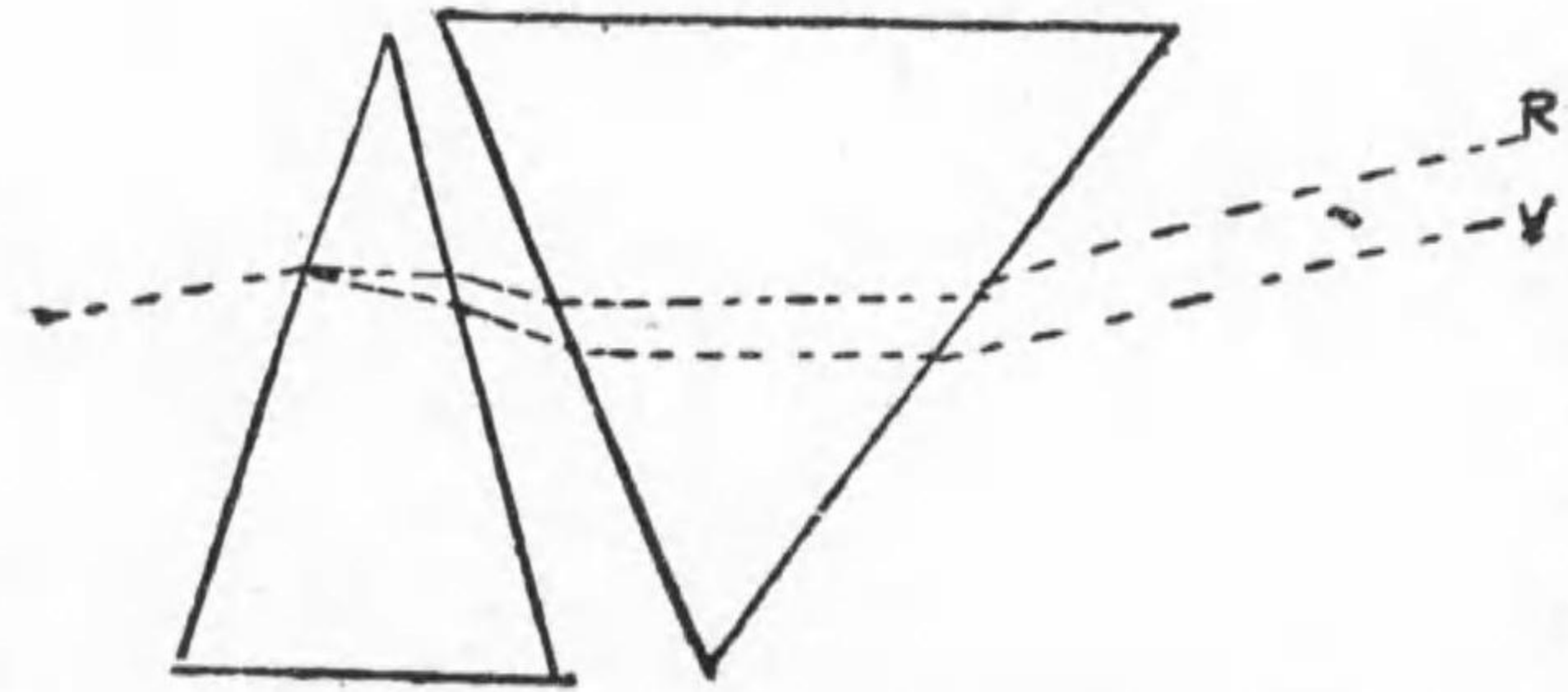
が二倍にもなる。即其屈折の度が二倍にもなると云ふことになる。つまり異りたる媒介物を通る各々の波長の光線は異りたる屈折率を持つと云ふことになる。夫故に今二個の異りたる種類にてなる媒介物よりして適當の屈折角を有するプリズムを作り其屈折角を相反するようにして合す時は白色光線は屈折するもスペクトルに分析せらるゝことがないのである。斯の如きプリズムを色消プリズムと云ふ。凡てガラスは其種類の異なるに従ひ又製造所の異なるに従つて屈折率を異にするが故に一律のものに引き出して例となすことは出来ない然しながら次の如き計算の例によらば色消の理を一層よく解することが出来る。今或會社のフリントガラスとクラウンガラスに於てフラウンホーファー線C D Fに於ける屈折率は次の如くであるとする。

	C	D	F
Flint Glass	1.630	1.635	1.648
Crown Glass	1.527	1.530	1.536

今Aなる屈折角を有するプリズムを光線が通る時其光線の屈曲する角度は(ローI)Aによつて表はさる。nは屈折率である。夫故にフリントガラスのプリズムに在つてはC線の受くる屈曲は0.630AとならF線の受くる屈曲は0.648Aとなる。故にC線とF線の間屈曲角は0.018Aとなる。今又フリントガラスのプリズムの二倍の角即2A角の屈折角を有するクラウンガラスのプリズムに於てはC線は $0.527 \times 2A = 1.054A$ の角だけ屈曲しF線は $0.536 \times 2A = 1.072A$ 角だけ屈曲す。夫故にC線とF線の間屈曲角は0.018Aとなりフリントガラスの時と同じことになる。

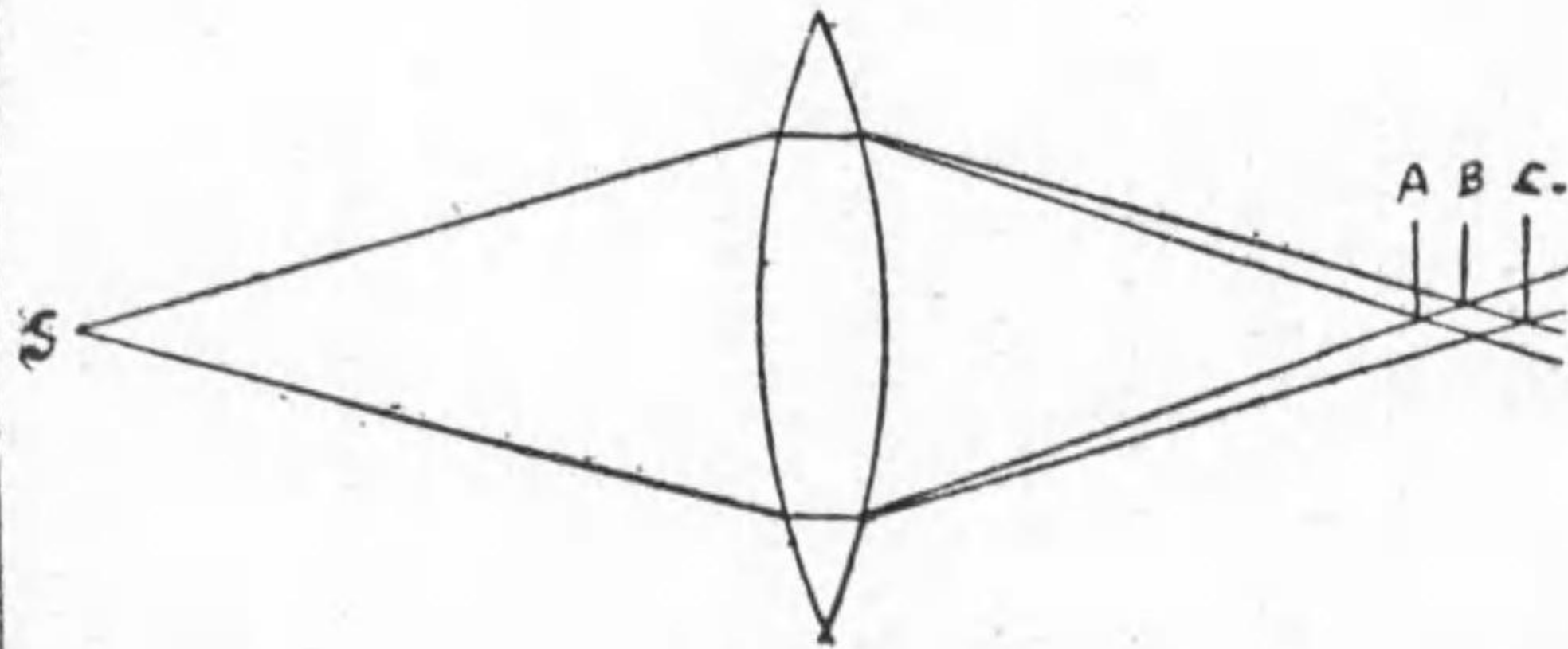
此二個のプリズムを第二十一圖の如く屈折角を相反するように置く時はC線はクラウンガラス、プリズムによりて1.054A角屈曲し、フリントガラス、プリズムによりて之を0.630A角だけでもどすことになる。全體で此差0.424Aとなる。F線に於てはクラウンガラス、プリズムは1.072A角だけ屈曲しフリントガラス、プリズム

圖一廿第



に於て之を $0.518A$ 角だけでもどすことになり全體で其差 0.15 となりC線の場合と全く同じことになる。夫故に此二個のプリズムの組合せによつてC線とF線とはプリズムを出る時は $0.424A$ 角のひらきを以て平行に行くのである。又D線は $1.060A - 0.635A = 0.425A$ となり殆どC線の場合と同じ事である。其他C線の間にある各々の波長は其屈曲僅少の差であるが故に實際の場合之を考へに入れる必要はない。以上は即二個のガラスよりなる色消プリズムの理である。實際に於てクラウンガラスとフリントガラスの屈折率は此例に在る如き都合よきものではない。故に色消プリズムに於てクラウンガラスのプリズムはいつも $2A$ となるものとは思はれない然し大體に於て $2A$ に近きものであると考へて大した間違では

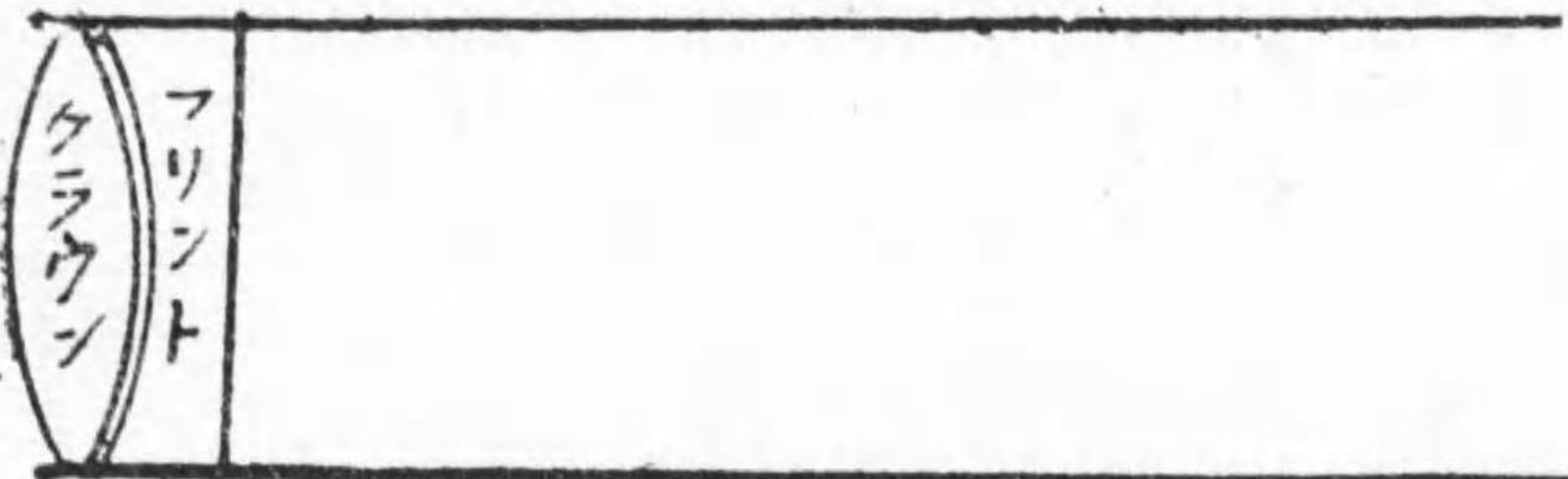
圖二廿第



なし。
色消プリズムは實際に於て何の價値もないものであるけれども其理の應用は即色消レンズの基となるものである。今一枚の凸レンズを光線が通過する時起る現象を研究するに一個の凸レンズは之をプリズムからなりたるものと考へることが出来る故にプリズムの場合の如く光線がレンズを通過せず分散して色を生ず。今第二十二圖に示されたる如く光源Sより出でし光線がレンズを通過せば紫の波長は赤の波長よりも屈折が大なるが故に其焦點はA點に集り赤の光線は紫よりも外のC點にて焦點を結ぶことになる。レンズ全體の焦點は像の一番小さきB點になるのである。夫故にA點に於て光源を見る時は外部は赤色を呈しC點に

て見る時は外部は紫色を呈す然してB點に於て最よい像を見るけれども決して完全なるものでない。それは各波長が異りたる焦點を有するから此B點も完全なる焦點でないからである。凡て一個のレンズよりなる望遠鏡に在つては此現象を呈するが故に天文學上に使用するときは充分なる効果を収めることが出来ない。ガリレオ式望遠鏡は此一個のレンズよりなりしものである。故に常に焦點の不鮮明と色のあるのによつてなやまさるゝ。焦點の非常に長きものに在つては比較的AC點が接近するが故に像もよくなる色消レンズの發見前には焦點の百尺も百五十尺もある架空望遠鏡なるものが使用せられたことがある。そこで此缺點を補ふ爲に色消プリズムの理を應用して色消レンズを作るのである。

色消レンズには普通クラウンとフリントガラスとを用ふ。クラウンガラスは凸でフリントガラスは一方凹面で一方平面なるものもあれば又兩方の凹面なるものもある。各ガラスの屈折率から計算して色消となるように表面曲線を作るのである。望遠鏡のレンズの組合に於ては現今種々の曲線を用ひて居る。ドイツのエナにて出来る光學用ガラスからしてツアイ商會では世



界で最優秀な色消レンズを製造して居る。此會社で製造する寫眞玉の如きは世界に類なきものである。寫眞用レンズの組合は最複雑なるもので到底素人の手にて作ることは出来ない。故に著者もレンズの組合に必用なる計算の如きは全く説く所なく唯素人にも製造し得る程度の望遠鏡用レンズ製法を述べることにする。レンズに就て研究せんとせらるゝ人は各々幾多の光學書によつて研究せらるゝことを望む。参考書として

Gleichen : translated by Ensley and Swaine :

The Theory of Modern Optical Instruments

を讀まればよろしい。此本には光學書の目錄ものつて居るからそれによつて自分の望む本をも撰ぶことが出来る。

廿四 色消レンズの製造法

反射鏡の製造法さへ充分に了解したる者にとつてはレンズの製造法も左程困難なるものではなく之位のことならば一つ自分で製造して見ようと云ふ氣になる。米國の有名なる光學機械並にレンズ製造者であつたブラッシャー氏の如きは初は反射鏡の製造者であつた。彼が若年の時一個の八吋ばかりの反射鏡をみがいておそる／＼當時のアレガニー天文臺長であつたラグレー氏に批評を求めたのが抑々の初で其後彼の工場にて出來し大きいレンズ及反射鏡は天文學上の一異彩である。米國に於ける天文學の發達を今日の如き位置になしたのもブラッシャーの光學工場があつた力ありしものである。又米國にメリツシユと云ふ青年が十數年前反射鏡の製造法をおぼへて素人の爲に澤山の反射鏡を製造して賣つて居つた。著者の如きも氏から色々の點に就て學んだものである。所が彼は現今屈折望遠鏡のレンズをも製造するようになったのである。

著者は未レンズを製造したる經驗はない。然しながら其方法は多くの光學書により又反射鏡の製造法によつて知つて居るから斯くなせば必レンズが出来るものであるとの自信のもとにレンズ製造法に就て筆をとるわけである。故にレンズ専門家の目から見れば多少の缺點があるにちがひない。其點は讀者におわびして置く。

天文用のレンズに用ひるガラスは光學用ガラスの中でも最よいものであつて其備ふべき條件は

- 一 透明なるべきこと
 - 二 凡ての部分の同質なるべきこと即英語の Homogeneous たるべきこと等
- である。反射鏡の場合にあつてはガラスは成可くホーモジニアスであればよい。必要なる點は其表面であつて光線がそのガラスを通過することがないからレンズの場合に於けるが如きやかましき條件はいらない。之に反してレンズに在つては光線が其中を通過するが故に透明なるべきは勿論光線の屈折作用がおこるから其質が充分ホーモジニアスでなければならぬ。之はガ

ラス製作上頗六つかしい所である。ガラス製造所では大きいガラスの塊からしてレンズの大きさのガラスをかき取るのであるから小さきレンズに用ふるガラスを割り取るには左程困難なことではないがレンズの大きさが十吋以上にもなれば同質のガラスを得ることは餘程六つかしいことである。彼のリツク天文臺の三十六吋の望遠鏡用のガラスはパリのフェイ商會で出来たものであるがフリントガラスは比較的早く出来たがクラウンガラスは思はしきものを得る迄に十九回もやりなほしたそうである。ガラスの材料が溶解してルツポに入つてそれが堅くなるまでには大きいものにあつては數ヶ月を要する。それで十九回もやりなほす時は二年以上も要するのである。之によつても大きいレンズ用のガラス製造の如何に六つかしいかが知れる。屈折望遠鏡の高價なるのはガラスが頗高價であるのと其表面の曲線を色消になるように作らなければならぬからである。故に素人が望遠鏡のレンズを作るにしても決して大きいものを望んではならない。先三吋か四吋のものを作るがよろしい。レンズ用のガラスは獨逸のエナガラスは上等であるが英佛でも頗優秀のものが出来る。英國ならば

Parson Optical Glass Co

Little Chester, Derby England

で光度用ガラスを賣て居る、此商會では小レンズ並にプリズム用の光學ガラスを自分の望み通の大サ又は角度に切つて供給する。價も比較的安い。著者は先般此商會から屈折角十五度大サ二吋半のフリント、ガラスのプリズムを買つた。價僅に二圓五十錢位であつた。尙最近四吋對物レンズ用のクラウン及フリント、ガラスの代價を尋ねしに二個にて英價一ポンド六シリング 即邦貨十三圓位であつた。若吾人が四吋對物レンズのよきものを買はんとせば少くとも四百圓を拂はなければならぬのに原料は僅々二十圓足らずのものであることを思はば其製造の如何に有利であるかぞ知れる。手工に長けたる日本人たるもの大に奮發すべきであらう。

廿五 レンズの計算

反射鏡に在つては其表面は唯一つであつて其曲線も何等の計算を用せざるものであるけれども色消合成レンズに在つては其表面が四個ありレンズの種類によつては四個の表面曲線が皆異つて居つて色消となす爲に頗面倒なる計算をせなければならぬので一般に素人が初めて試みんとするには頗る困難である。所がこゝに一つ素人の爲に非常によいレンズの合成法がある。其表面曲線の計算も至つて簡單である。之をリツロー型レンズと呼ぶ。其計算式は左の如である。

先づ合成レンズの焦点距離を l と取りクラウンレンズの前方の表面を第一表面と呼び其表面曲線の半徑を、 r_1 其内方の表面を第二表面と呼び其表面曲線の半徑を r_2 とす。又フリント、レンズのクラウン、レンズと接する表面を第三表面と呼び其曲線半徑を r_3 、他の表面を第四表面と呼び其曲線半徑を r_4 とすれば左の如き關係式が成立つ。

$$\text{クラウン} \quad \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} = \frac{v_1}{(v_1 - v_2)(n^2 - 1)} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{フリント} \quad \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} = \frac{v_3}{(v_1 - v_2)(n_2 - 1)} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{但し} \quad v = \frac{nD - 1}{n_F - n_C}$$

n_C, n_D, n_F は各々クラウンホール線 C D F に於ける屈折率である。今前記ハルゾン光學商會の供給する材料によつて四吋の對物レンズを作ることとする。其ガラスの特性は左の如である。

クラウン	フリント
n_D 1.5168	1.62229
v 60.8	36.95
故に $v_1 - v_2 = 24.8$	

$$\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} = 0.6229$$

$$(1) \text{より} \quad \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} = \frac{60.8}{24.8 \times 0.6229} = 3.9358 \dots \dots \dots (3)$$

$$(2) \text{より} \quad \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} = 24.8 \times 0.6229 = -2.3304 \dots (4)$$

所がリツロー型にあつては第四表面は平面であるから r_4 を無限大とせば(4)より

$$\frac{1}{r_3} = -2.3304$$

又第二面と第三面は曲線が一致する 即凹凸が全く一致するから

$$\frac{1}{r_2} = \frac{1}{r_3} = -2.3304$$

故に(3)より

$$\frac{1}{r_1} = 3.9353 - 2.3304 = 1.6054$$

即 $r_1 = 0.6229$

$$r_2 = r_3 = -0.4291$$

$$r_4 = \infty \quad \text{無限大}$$

天文用の望遠鏡にあつては合成レンズの焦点距離とレンズの直径の比は大凡十五對一である

から四吋合成レンズの焦点の長サを六十吋とすればよろしい。焦点距離は短きよりもむしろ長き方が製造するに樂である。今右の計算の値に焦点距離の六十を乗ずれば各レンズ表面曲線の半径となる。即

$$r_1 = 37 \text{吋} 37$$

$$r_2 = 25 \text{吋} 75$$

尙レンズの計算に就ては天文月報大正十一年八月九月十月號に出でたる山田理學博士の天體望遠鏡に関する講演を讀まるゝがよい。其他グレイズブルツク著

Dictionary of Applied Physics

の中光學に關する部には精密なるレンズ計算の例が出て居る。

廿六 レンズ製造の順序

前記の計算によつて二個のレンズの表面曲線の半径が知れたから之を計る爲の定規を作らな

ければならない。其方法は反射鏡の製造法に於て詳細に述べてある通りであつて唯半徑三十七吋十分の四と半徑二十五吋十分の八のもので凹凸二個、都合四個の亞鉛板かブリキ板の定規を作る。レンズの場合にあつては反射鏡の時と異つて其表面曲線が計算通りのものとならなければならぬから全く定規にたよるのである。それで定規其物が最正確なるを要す。凹凸各一對の定規は之をすかし見て全く一致するように作るべきである。

盤に就ても反射鏡の場合には唯一個あれば足つたのであるがレンズの場合には左様に簡單ではなく左記の盤を必要とする。

第一面用鐵製凹凸盤二個と其代用鉛盤二個、大サ四吋。

第二面用鐵製凹凸盤二個と其代用鉛盤二個、大サ四吋、第三面に兼用。

第四面用ガラス圓盤一個又は二個、大サ四吋厚サ半吋位。

此鐵製凹凸盤は厚半吋位のもので之は自己にて作ることは困難であるから前述の曲線定規を示して型を作る小鐵工所に依頼すればよい。鐵工所にて出来たものは必しも曲線と正確に

一致しないからそれを自己にて修正する。其方法は先第一面用の凹凸盤に就て云はば凹盤は凸レンズ用のもので其凹面を正確に修正する爲に之に全く一致する爲の凸盤を要する。今鐵工所より來りしものを取り其兩盤の表面にヤスリの如きものを以て一吋位の碁盤目を作り一つの凹盤を机にのせ其上に八十番かそれよりも細かき金剛砂を用ひて四分の一位の直線運動により絶へず水にて面をうるほしつゝ播る。二三回金剛砂を取りかへて播りし後次に凸盤を机にのせ凹盤を其上にて播る。斯の如く數回交代して、播り度々定規によつて計るのである、全く定規と一致するようになればよろしい。第二面用の盤も斯の如くにして修正する。此鐵盤は旋盤のある工場にてもたやすく作ることを得。唯其表面の修正は右の如くにして行へばよろしい。

諸ガラス商會から求めしガラスは平面圓板なるが故に初から此平面のガラスを曲面の鐵盤の上にて播る時は鐵盤の表面を甚しく變化せしめ之を修正するのに頗困難する。それで初は大體の曲面を作る爲の代用盤を用ひる。それは厚サ半吋位の鉛の圓盤を作り凹盤となすには槌を以て數回中央を強く打てばよろしい。之は播りつゝある間に必要に應じて度々槌にて打ち

て正すのである。凸盤を作るには鉛盤の外部を打てばよろしい。

楕合成レンズに在つて凸面の試験をなすには色々精密なる機械を使用するものであるが反射鏡によつて凹球面の製造法を知れる吾人に在つてはそれを應用するのが最便利である。即第一第二の凸面に對する試験用凹面レンズを作る。之をテスト、プレートと呼んで居る。テストプレート用のガラスは普通の反射鏡に用ひしガラスにて厚サ半吋位あるものならばよろしい。所が最都合のよきことにはフリント、レンズは一方が平面で第三面はクラウンの第二面と一致し。全く此第二面のテスト、プレートを用をなすのである。故に實際には第一面のテスト、プレートのみ作ればよろしい。

今こゝにリッロー型レンズ製造の順序を云へば第一に曲線定規。第二に鐵製及鉛製盤。第三に第一面用テストプレート。第四にフリントレンズ。第五にクラウンレンズを作ると云ふことになる。そこで順序として此テストプレート即試験板を作ることになる。今試験板となるガラスを机に取りつけ比上に八十番位の金剛砂を散布し水にて濕ほし其上に代用凸面鉛板を

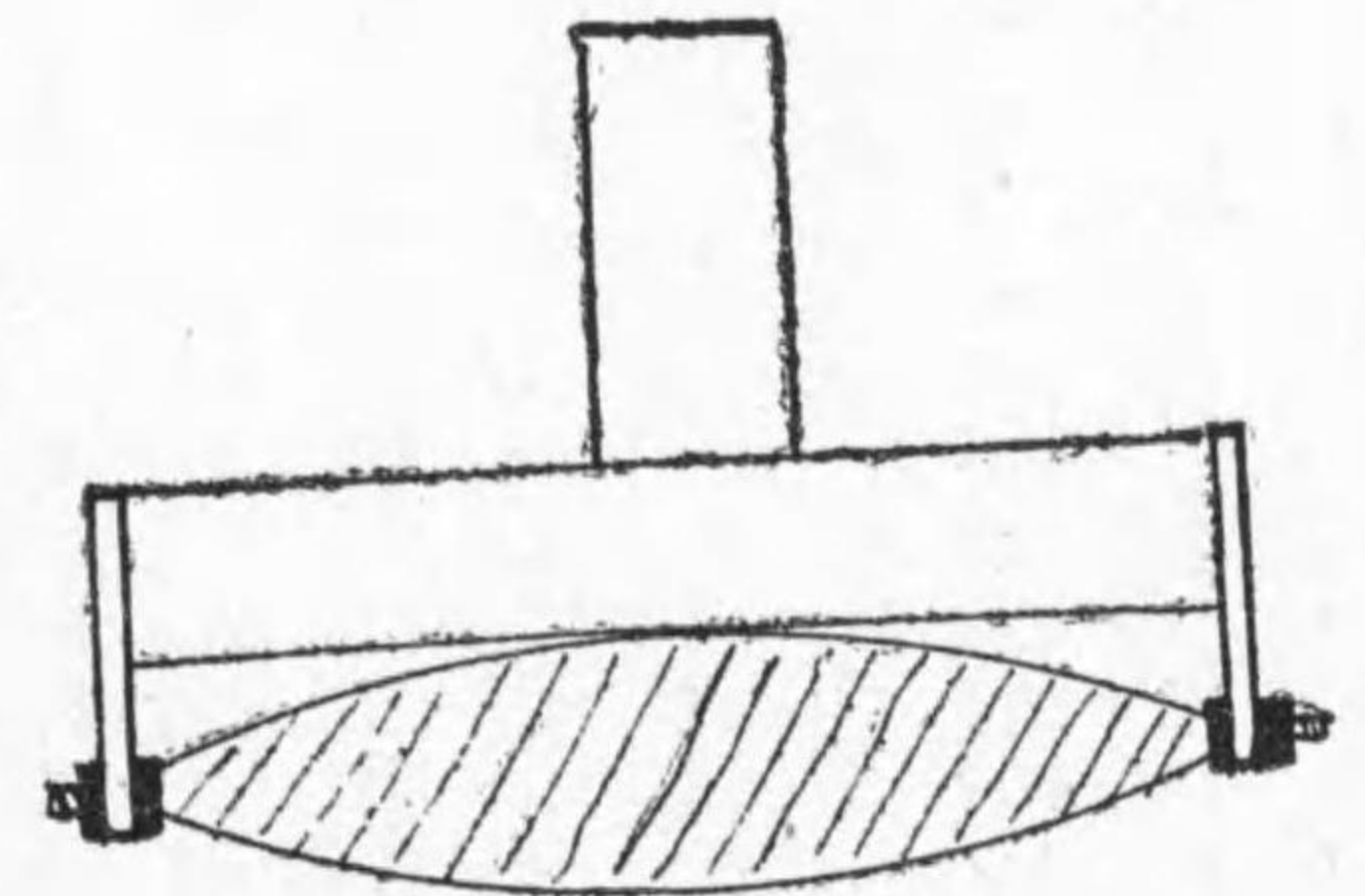
挿る。挿り方は四分の一の直線及び圓運動であつて自分は常に機の周圍をまわり、挿盤も常にまわすこと反射鏡の挿方と同じである。暫く挿れば此度は鉛盤を机に取りつけ其上でガラスを挿る。斯の如く交代にガラスと盤を上下にして挿りつゝ時々定規にてはかつて所要の曲線に近づきし時初めて鉛盤をやめて鐵盤を用ふる。暫く挿る中に鐵盤の曲線が若變つた時は之に對する凹鐵盤にて修正するのである。斯の如くにして定規にかなう曲線となりし時はガラスの表面を水にて洗ひ太陽に向けて其焦點をはかる。其焦點距離の二倍が即曲面半径である。愈々計算通りの半径となりし時には次にあげ挿る。あげ挿る方法は全く反射鏡の時と同じである。唯少しく異りたる方法はあげ挿る終る少し前に此ガラスを半透明にして陰の試験により一層正確に焦點距離を測定し修正すると云ふことである。ガラスを半透明になすには直徑二吋位のみがき盤を作る。みがき盤はガラス板か木板の上にピツチを流して作ることは反射鏡の場合と同じである。此みがき盤は主に一部分をみがく時に必要なるものでローカル、パリツシャ

Local Polisher と呼んで居る。之を以てベニガラと水にて數回ガラスの上を一様にみがく時

はガラスは半透明となる。此ガラスを臺の上に立てランプによる人造星とナイフによつてフール
の陰の試験を行ふ。之によつて正確なる曲面半径を知ることが出来る。若焦點距離の長
過ぎる時にはつゞいて揺ればよし。若又短過ぎる時は之を短くする爲にガラスを下に盤を上
してすれば其中によくなる。二三吋位の焦點距離の變化は僅かの揺方によつて出来るもので
ある。斯の如くにして計算通の半径を得し時はみがき盤を作つてみがき上げる。其間に度々陰
の試験を行ふ。此試験は反射鏡の場合に詳細に説明せる球面を得るの方法である。斯の如く
して正確なる試験用凹レンズを得るのである。

次にはフロントレンズを作り上げなければならぬ。レンズは之を第廿四圖の如くに自由
取りはづしの出来るように取りつくる。先づ第四面の平面を作ることとする。其方法は反射鏡
の場合に説明せる平面鏡の製法と全く同じである。試験の方法も吾人は反射鏡の製造の時平面
試験板を得たから之を以て干渉試験を行ふ。第四面のみがきに成功すれば次に第三面を揺らな
ければならない。此時第四面に過つて傷の出来るのを防ぐために其表面にパラフィンを溶かし

第廿四圖



て塗つて置けばよろしい。次に此第三面は凹面であるから前
述のテストプレートを作りし方法と全く同じようにすれば
よろしい。斯くしてフロントレンズを作り上げしことにな
る。

次にクラウン、レンズの一方を揺る。クラウン、レンズは
凸面であるが故に初めに代用凹面鉛盤によつて揺り後に鐵製
凹盤を用ひて揺ること前述の通りである。あげずりの時は又
別にローカル、パリツシャヤを作つて半透明となし之を水に
てよく洗ひ掌にてごみを拭き取りて暗室にてテスト、プレ
ートを合して干渉試験を行ふ。即ちレンズを下に置き其上にプレートを合し前方に鹽素線の見
ゆるランプによつて見る時は圓き干渉線を見る。其干渉線が一樣の大サで光度も同じであれば
よろしい。その時は引きつゞきあげ揺をなし遂に全く透明になるようにみがく。みがく間に試

験することは勿論のことである。次に第二面も全く同じ方法によつて仕上げる。レンズが各々右の試験に通つた時は之を組み合して一個の合成レンズとなし左の如き方法によつて試験し修正するのである。尙之よりも一層精密なる試験法に就ては第廿七節に述べてある。

合せ方—望遠鏡のレンズは普通にクラウンレンズは外にフリントレンズは内側にある。そして此二個のレンズの組合せ方も頗る大切なるものである。表面の曲線はよくとも組合せ方のよくない爲に像が悪くなる場合がある。又初によくともレンズの横にズレた爲に像の悪くなる場合も亦ある。レンズは頗るデリケートなるものであるが故に常によく注意すべきものである最も一旦よく組合せ凡の試験に及第したるレンズは之を筒にはめた後は愈必用以外にいじることが絶體に禁物である。

今二三尺へだたりたる所にレンズを立て蠟燭に點火して目に接してレンズにうつた像を見る。其像には正負があつて組をなす。若正しき組合の時は其像が一樣に同一の線上に英語で云はば Symmetry にあるのである。シンメツリーに無き時は組合がよくない。レンズの軸が一致

して居ない證據である。レンズをよく廻して多くの部分に就て試験する。そして像がシンメツリーにあればよろしい。

球面収差の試験—ランプの外に被をなし小孔より光を通して人造星を作り之を數十尺へだりたる所に置きレンズを筒にはめアイピスを以て此人造星を見る。人造星の光の餘に弱き時は小さき虫鏡のレンズをランプの外に置き其焦點が丁度外の被の孔に來るようにすれば一層光つて見へる。望遠鏡を以て其人造星を見る時はよきレンズの時は其焦點に於てデフラクシヨン環を見る。其時アイピスを焦點外に引き出すも焦點内に入れるも光輝は同じ程度の圓き像を見る。其像が全面一樣である。若其レンズに球面収差のあるものならばアイピスを焦點外に出して見る時は中央が黒く見ゆ。若又アイピスを焦點内に入れて見る時は中央が外よりも光つて見ゆるのである。其他楕圓の像や尾の出でた像等が見へる。之等は全くよろしくないレンズである。

色収差—此試験の簡單なるものはアイピスを焦點の内にしたる時と外にしたる時とによつ

て完全なる色消でないレンズは像に色を生ず。アイピースが焦点外の時は外部が紫色を呈し焦点内の時は外部が赤色を呈す。尙又人造星の外に赤色のガラスと青色のガラスを別々にはめて其色の焦点距離を試験し其焦点が一致しない時は完全な色消でないことが知れる。凡てクラウン及フリントガラスよりなるレンズは完全に色消をなさない。前述のレンズの理論の所にて述べし如くスペクトルのC F線の間の光波が二個のレンズによつて色消となるような屈折率を備へたガラスを得ることが殆出来ないのである。たゞしツアイズ製の Aplanatic lens は完全に色消をなすと云はれて居る。

以上の試験によつて収差のある場合はこれを適當に修整する。一般に球面収差を直すにはフリントレンズの外面を修整し、色収差を直すには相對する内面を修整すればよろしい。完全なるレンズを得るための最後の修整にはレンズ専門家にあつても多年の経験によつて得たるコツに在るものである。リック天文臺の三十六吋及ヤーキス天文臺の四十吋のレンズ製造者であつたクラーク氏の如きは最後の修整は部分くを掌にてみがいたものであると云はれて居る。

る。

望遠鏡を安價に求むるには其レンズとアイピースとを製造所より買ひ求め自分にてマウンティングをやればよろしい。日本では光學工業會社でよきレンズを作つて居る。其マウンティングの如きは如何様とも自分の好に應じて作るがよろしい。然し天體觀測には赤道儀に作ることが一番便利である。

廿七 レンズの良否及其取扱方

借愈々レンズが出来たならば之を筒にはめて其良否を實際に星によつて試験するのである。レンズ製造の専門家に取つては其試験法も色々の機械と方法によつて精密にやつて居ることと思はるゝが素人が望遠鏡を買求めし時又はレンズのみを買求めて之を組立てたとき其レンズの良否の試験をなし度いことがある。又レンズ一般の取扱方に就て無智の爲に折角のよき望遠

鏡も知らずくの間が悪きものとなすことがある。

故に望遠鏡所有者の爲に特に其試験法と取扱方に就て述べて置きたい前節に於て述べし試験法は全く概念的のものであつて精密の試験法は望遠鏡を星に向け焦點の内外に於て出来る干渉環の研究によるのである。

「レンズとアイピースの軸の一致」望遠鏡を筒にはめし時第一に試験すべきことはレンズとアイピースの軸が一致せるか否にある。若之が一致して居ない時は一流の製造者のレンズも一見して三流のもの如き感がする。今レンズを試験せんとするには星の像の動揺しない静かなる夜高率のアイピースを用ひて中緯度の所に在つては北極星を見て試験するがよろしい。星を視野の中心に來らしめ焦點をよく合して見る時は星は單なる一光點ではなく小さき圓き光であつて其外に數個の環が見える。若レンズの中心とアイピースの中心とが一致して居ない時には像は卵形をなした尾(Coma)を持つて居つて卵形の尖つた方が光が強い。此時アイピースを少しく焦點内に入るゝも又焦點外に出すも其卵形の方が同である。

かゝる時には其光強き方がアイピースに近過ぎるのであるから其方を少しく外に出すのである。よき望遠鏡に在つては其調節の爲にネヂがついて居る。例へば今アイピースにて見し視野の右の方に光強き點があつて尾が左の方に延びて居る時にはアイピースの方からレンズを見し時のレンズの右の方を少し外に出せばよろしい。又は其左の方を内に入れるも同じ事である。此方法は今日一般に用ひられた眼視用の望遠鏡のレンズに就て云ふ所のものであつてレンズのガラスに特別の組合をなしたものに對しては之は其まゝ應用が出来ない。若右の方法によつて却て像が反對になつて悪くなる場合には右と反對の方向にレンズを動かすのである。即コマの光強き方をアイピースに近づくようにするのである。

「色収差」反射望遠鏡の使用になれた人が屈折望遠鏡によつて天體を見る時第一奇に感ずるところとは其天體の外部が紫色に色どられて見ゆることである。素人は之を見て度々色消レンズであるべきものに斯色の見ゆるのはレンズの悪き爲であらうとの疑問をいだくのであるが之は色消と云ふ言葉に餘り重をおき過る結果である。凡て

6月
15日

6月

15日

にする必要がないのである。

「レンズ其物の軸の一致に就て」フリント及クラウンガラスよりなるレンズに在つて此二枚のレンズの軸が互に一致して居らない時には頗悪き像を呈するのである。之を試験するには望遠鏡を天頂に近き光強き二等星又は三等星に向けそして二三個の干渉環の見ゆるようにアイピースを焦點内に入れて環の状態を見るのである。若二枚のレンズの軸が一致して居ない時は其干渉環の一方が赤色に色どられ又他の一方が綠色に色どられて見ゆる。之はフリントレンズの中心が赤色の光の出る方にずれて居ることになる。故に其赤色の光を呈する反対の方向にフリントレンズの中心をもどすべきものである。若二個のレンズの中心が完全に一致して居る時は望遠鏡を地平線の星に向くる時は像は一個の圓き像でなく上下に長きスペクトルを呈する。そして其上部にスペクトルの赤色の部が来るのである。一般にレンズの中心の不一致が天體の像に表はるゝ量が僅少なる時は未熟の人がレンズに手を付けて正すよりもそのまゝにして置き觀測者の目を斜にして見ることによつて之を正すがよろしい。

(一) 天體用屈折望遠鏡のレンズには或特別の例外以外に絶體的色消レンズなるもの無きこと

(二) 人間の目が又絶體的色消でないこと

(三) アイピースが又絶體的色消でないこと

と云ふことを認むるならば右の疑問も自ら消滅してしまふであらう。凡てレンズは或特別の光線に對して色消となるようにつくつてある。故に目的によつて其レンズの色に對する整形が異つて居る。一般に眼視用のものに在つてはスペクトルのB又はC線とD線とが同一焦點に來るやうに出來て居る。それで之以外の光線が同一の焦點に集らない爲に色を生ずるのである。故に第一流の製作者のレンズといへども或一個のアイピースと之に加ふるに觀測者の目とが相一致して始めて完全なる色消となるものである。故に一人の試験者によつて色消が満足でないとせられたるとき尙他の一人によつてよき色消レンズであると發表せられたりとして少しもあやしむべきものでない。夫故に他の試験によつて及第せるレンズならば色消に就ての問題は多く氣

あるあるある

「アスチグマチズム即亂視」レンズに於て最大切なることは中心より等距離の所を通る光線は凡て同一の屈折をなすべきことである若縦より來りし光線と横より來りし光線とのなす焦點が一致しない場合には此レンズにアスチグマチズムがあるのである。望遠鏡を使用する上に於て此アスチグマチズムは二個の原因のいづれか一方又は其混合によつて來るものである。即レンズのアスチグマチズム又は人間の目の亂視によるのである。

今倍率の極少なるアイピイスを用ひ天頂の餘光輝の強くない星に向けて見るにアイピイスを焦點の内外にして干涉環を見る時全く圓く見ゆる時はアスチグマチズムは無きものであるが若焦點内に見し時環が楕圓になつて見へ次に焦點外に見し時其楕圓環が初のものとの軸の方向が直角になつて居る時は之即アスチグマチズムのある證である。それがレンズにあるか目にあるかいづれか一方に缺點があるのであるが理論上之は目に在るものと思はるゝ。そこで果して缺點が目にあるものであるか否を試験する爲には初觀測者の目の位置を一定の方向に置きて前述の方法によつて環の状態を見て見る。次に目を或角度に廻して前同様に環の状態と其

軸の方向を觀測する。若其時初めと其環の軸の方向が異つて居つてそれが目の位置によつて變するものである時には缺點は即觀測者の目に在るのである。然るに若此試験に於て觀測者の目の位置に關係なく其環の軸の方向が常に同じであれば缺點はレンズに於てあるのである。然し一般にレンズのアスチグマチズムは低率のアイピイスによつては見へないものであるが故に果して此時缺點が目非とせば頗奇とすべきものである。次に高率のアイピイスを用ひて天頂に在る同一の星によつて前同様焦點の内外の試験法によつて楕圓環の軸の方向の變化あるか無かを試験する。若目の位置に従つても變化なく焦點の内外の楕圓環が互に直角にある時は缺點は全くレンズに在ることが知れるのである。若斯の如き高率のアイピイスを使用してアスチグマチズムが目にあることが知れた場合は其觀測者の目は非常に悪性の亂視であるものと承知せらるゝがよろしい。凡て眼視的に天體の觀測をなさんとする人は必一度自己の眼の亂視か否を試験し其缺點のある人は適當の眼鏡を使用する必要がある。然らざればよきレンズも自己の目の缺點の爲に惡結果を齎らすものである。

レンズのアスチグマチズムの来る原因には種々あつてガラス其物の悪きこと整形の悪きこと
レンズのマウンチングに無理して居ること等であるがマウンチングの無理は正すことが出来る
けれども其他の原因は之を正すことは出来ない。レンズは二枚を合せる時勝手の場所を合せて
それがよいとしたものではなく種々の精密なる試験の結果二枚の合せ場所が定まるものである
故によりきレンズは勝手に取り離すべきものでなく一旦取り離す必要の生じたる時は必一點
にしるしを附して再び前同様に合すべきものである。

「球面収差」レンズの球面収差を知る爲には高率のアイピスを以て可なり光輝の強き星に向
け焦点の内外に於て三四个の干渉環の見ゆる程度にする。正の球面収差のあるものならばアイ
ピスを焦点内に入れたる時は中央の環はうすく外の環は大にして光輝が強い次にアイピスを
を焦点外に出すときは之と全く反対にて中央の環よりも光輝強いのである。之は外部から来る
光線は中央より来る光線よりも焦点が短いのである。
負の球面収差のあるものならばアイピスを焦点内にして見たる時中央の干渉環が外部の干

渉環よりも光輝強く又アイピスを焦点外にしたる時は外環が中央の環よりも光輝が強い
である。之は外部より来る光線が中央より来る光線よりも焦点が長いからである。

収差の非常に少なるものに在りては一層高率のアイピスを用ひて干渉環の二三個見ゆる程
度で前同様試験する。此場合は環の光輝の差も頗弱きものであるからよく注意して試験すべ
きものである。

「完全なる像」レンズには完全なるものは無いとするも天文學者の以て充分満足する程度の上
等のレンズの作る像は如何なるものであるかと云ふに焦点の内外に在つてなす干渉環が全く圓
く中央より外に至るに従つて少しく光輝を増し其中も間も同じように大きくなり且焦点の内外
の干渉環が全く同じように見ゆるものである。此試験をなすには前にも述べし如く空気の状態
の最静かなるときになすべきものである。斯の如くにしてなした試験の結果全く満足すべき
ものであるならばレンズとしては完全なるものである。
反射鏡の試験に於ても影による机上の試験に次いで此焦点内外の干渉環の試験をも行ふがよ

ろしい。唯反射鏡に於ては完全なる色消であるが故に色収差の試験の必要がない。

右の試験に及第せるレンズなり反射鏡に在つては其發揮する能率は其口径に應じたる力を表すものである。之を試験するには二重星による分離力を見るのも一方法である。望遠鏡の分離力は其口径に比例する。六吋の口径の望遠鏡ならば十分の八秒まで接近せる星を分離し得るのである。二重星の試験に於ては主星と従星の光輝にいちじるしき差のある場合は主星の光にくらんで従星を認ることの出来ない事が多い。故に分離力の試験の爲には成可く光の差の少なる二重星を選ぶべきものである。こゝに一言すべきは望遠鏡の良否は單に二重星の分離力によつて云々すべきものでないことである。必前述の精密なる試験によるべきものである。尙其望遠鏡にて見ゆる星の極限なども観測者の視力によつて大に異なる。之を試験するには卷末にある變光星圖にある星によつて光度の試験をせらるゝがよろしい。今左に分離力及び適當の試験用の二重星の表をかゝぐ。

試験に適する二重星の表

星名	赤經		赤緯		等級		離角
	時分	度分	度分	度分			秒
北極星	1 15	+	88.40	2	8.9		18.3
魚座 α	1.56	+	2.11	4.3	5.2		2.6
牡羊 π	2.43	+	16.58	4.9	8.4		3.2
"	"	"	"	4.9	10.2		25.2
牡羊 ε	2.52	+	20.52	5.7	5.6		1.4
オリオン β	5. 9	-	8.2	0.3	6.7		9.5
オリオン δ	5.35	-	2. 0	2.0	4.2		2.5
大熊 ε	11.14	+	32. 0	4.0	4.9		2.6
牧夫 ε	14 40	+	27.35	2.7	5.1		2.7
牧夫 η ²	15 20	+	37 46	7.2	7.8		1.6
琴座 ε ¹	18.40	+	39.33	5.1	6.0		3.0
琴座 ε ²	"	"	"	5.1	1.4		2.3
白鳥 ζ	21.39	+	28.52	4.7	6.1		1.4
白鳥 s	19.41	+	44.50	3.0	7.9		1.8

分離力

口径		分離力	極限等級
吋	センチ		
3	7.6	1.6	11.6
4	10.1	1.2	12.2
5	12.7	1.0	12.7
6	11.2	0.8	13.7
8	20.3	0.6	13.7
10	25.4	0.5	14.2

「レンズの取扱方」

空気の乾燥せる國に在つてはレンズの取扱方も至つて簡單であつて折々細かき柔らかき毛の刷毛で表面のごみを拂ひ次に油氣の無き柔皮を水にてやはらかに洗ひよくしぼりてレンズの表面をぬぐい置けばよろしい。レンズの表面に決して指をふれてはならない。之は脂肪のつか

ない爲である。然るに日本の如き濕氣の多き國に在つては餘程注意しないとレンズの内部の表面に濕氣を持ちレンズが曇つてくる。之をそのままに置く時は遂に表面にカビを生じそれが爲にレンズの表面はゴミの付きたる如く又は蜘蛛網の如く或は斑點をのこしてレンズを悪くするレンズに於ける此カビは實に恐るべきものであつて其カビの跡はそのまゝにては決して取のぞくことの出来ないものであつて再びみがき直さなければならぬ。そのみがき直したるや頗る困難なることであつて再びその如きよきものを得るや否保證し得ないものである。是屈折望遠鏡の所有者に取つて最大の苦痛である。故に望遠鏡の所有者及び天文臺員は常に此恐るべきカビの發生を防ぐことに心懸くべきである。此點に於て反射鏡には少しも心配が無いから日本の如き國柄に在つて大口徑の望遠鏡を作るならば反射鏡の方をすゝめたい。

一體凸レンズのクラウンと凹レンズのフリントガラスよりなる二枚レンズにあつてはクラウンガラスの内面に早く曇を生ずるものである。フリントガラスにも同じく曇を生ずるもフリントガラスのものはクラウンガラスのものよりもたやすく曇を取り去ることが出来ること云ふ性質

をそなへて居る。濕氣の多き夜観測して居ると露よけの筒のあるにもかゝわらず澤山露を生ずることがある。水澤緯度観測所の如き寒氣強き所にあつては攝氏零下十度以下になる時は其露が霜になることすらある。カビを防ぐ爲には其レンズの上の露を早く干かすことが必要である。最簡單で有效なる方法はフランネルを四五枚重ね合したものをレンズの大きさに作り観測の終に之を火にて充分に干かしたるものを其レンズにあて置く時は其外面の露は直に取り去ることが出来る。そして其内部の濕氣もフランネルの爲に乾燥せられたる空氣の流通することによつて早く乾くのである。之は反射鏡の場合に於ても同じことである。

反射鏡に在つては其表面に銀がある爲に濕氣の原因でカビを生ずることは無いけれども一度其表面に露がつけば銀がはげる。銀がはげる時は又々之を鍍銀せなければならぬ。鍍銀も一ヶ月に多くて一度位ならば左程面倒でないけれども露の生じた爲に一ヶ月に二回も三回も鍍銀せなければならぬようでは頗面倒である。夫故に反射鏡の使用は先第一に其表面に露の生じないようにすることが必要である。鏡面が外氣よりも寒い時には露を生ずる。夜間永く観

測して居る時には始は鏡面も外氣よりは暖かいから露は生じないけれども鏡面も次第に冷えて外氣とほど同じくなる。此時外氣に變動があつて温度が少しなりとも昇ることがあれば鏡面は外氣よりも寒くなるが故に此時露を發生するのである。反射鏡の露を防ぐに一番よき方法は鏡面の外部の筒をフランネル又は古毛布を以て厚くつゝみて観測することである。そして観測の終には前述の如くフランネルを火にて乾かして鏡面を蓋ふのである。

右に述べし方法は常に望遠鏡を使用して居る時に於ける注意であるが梅雨季節の如く長く濕氣の多き天氣がつゞいて望遠鏡の使用も出来ない時、此時がカビの發生に最好季節であつて最恐るべき時である。かゝる季節には二日又は三日に一度位つゞフランネルを火にて乾かしてレンズにあてゝ置くがよろしい。又レンズを長く使用せずして保存するにはレンズを筒より取はづし充分火にて乾かしたるフランネルにてつゝみてブリキ製のカンに入れよく蓋をして置くのである。

次にレンズの表面に餘り多くごみの出來たる場合之を洗ひ度いと云ふことがある。勿論レン

ズは僅ばかりのごみに對しては左程氣にする必要もなく又之は本節の始に述べた方法によつて奇麗にすることも出来るのであるが然し又時に愈々之を取りはづして洗はなければならぬことも起る。其時にはよく前述の焦點内外の干渉環の試験法によつて元の如くレンズを合せ得ると云ふ自信のあるものによつてのみなさるべきものである。一體レンズを洗はなければならぬ状態になるのは五年十年又は二十年に一度と云ふ位の程度のものであつて歐米の天文臺に在つては二十年に一度も其必要を感じないのが普通である。

諸レンズを洗ふ爲に筒より取はづしたる時には第一に其横に合せ場所のしるしを附して置きレンズのはまつて居たりングの場所のネヂ等凡て元の如くなし得るようにする。二枚レンズの合せ方にはクラウンとフリントとの間洋紙一枚の厚位のすきを持たせて接合してあるものと又可なりのすきを有するものとある。前者の場合にあつて其レンズの間に用ひてあるセリも又元の場所にはめることの出来るようにすべきものである。つまり洗つた後全く元の如くに合はすと云ふ考を持つて取扱ふがよろしい。

今レンズを二枚に別らし時は奇麗な器に手を入るゝことの出来る位の湯を入れ石鹼と脱脂綿とによつてよく洗ひ次に清水を以て洗ひ流し次にアルコールにて洗い柔皮を水にてよく洗つたものをしぼりて表面の水分をぬぐい去りて乾すのである。此時指先などにてレンズの面にふれてはならない。乾きし後は元の如く合せて星によつて試験して軸の一致などを正すべきものである。

以上述べしことによつてレンズの取扱方の一般を了解せられしことと信する。吾人が歐米の天文書を読んでもレンズの取扱方に就て學ぶ所がないのは歐米諸國（但英國を除く）に在つては天氣もよく空氣も乾燥して居るから左程注意する必要がないからである。然るに日本は濕氣の多きこととカビの發生に適當なることに於て熱帶地方を除けば世界第一の國では無いかと思はるゝ。故に斯の如き國柄に在つてはレンズの取扱方も天文學者自身が充分の智識を持つべきは勿論一般の素人にして望遠鏡の所有者も之を心得て居らなければならぬ。注意に注意してもカビの生じ易きものであるが故に常に細心の注意を怠らないことを望むのである。

附録 天文講話

一 天文學獨學法

近時我國に於ても大分天文熱が流行し従つて天文に關する著述も澤山に世に出て居る。然して小望遠鏡の所有者も可なり多くなつたことはまことに喜ばしき現象である。之等の素人の中には其望遠鏡を以て折々月や土星木星を見るのを楽しみとなしあへて深く天文學を研究し又は引きつゞき觀測をなさんとするの意志の無い人も多いようであるが又一方には出來得るだけ深く天文學を研究して見たいけれどもそれには高等の教育を受けなければ出來ないものであるとして失望して居る人も無いとも限らない。之等の人の爲には適當の方法によつて其目的の幾分を達し得るよう指導してやることは天文學を一層廣く紹介しやがては天文臺の數も多くなり従つて天文學の發達にこうけんする所以であらうと思はれる。

故に著者は前篇に於て望遠鏡の製造法を述べて誰にても小額の金によつて望遠鏡の所有者となることを教へた。本篇に於ては如何にすれば其望遠鏡を最有益に使用し得るか云ふことを目的として天文學に關する一般的豫備智識をさづけようと思ふ。故に本篇も亦前篇と同じく専門家が讀んで得る所は無いと信ずる、素人が如何にすれば獨學によつて天文學を出來得る丈深く研究し得るであらうかとは多くの人の知らんと欲する所であらうと思ふ。之には先「深さ」の程度を決定することが必要である、天文學は如何に研究すればとて他の學問と同じく終點は無いものである。一生研究しても尙研究の盡きないものである。學べば學ぶ程自己の智識の足らざるを歎ずるようになることは凡ての學問に共通であるが天文學に於ては特に其感が深い。日々新しい研究が發表せられ新方面が展開して行くので我等は其應接にいとまが無い有様である。かの佛國の大天文學者ラプラスが其臨終に於て歎じて云ひし如く「吾人の知れることは僅少にして知らざることは無窮である」との言は永遠に眞理である。

故に獨學によつて天文學を研究せんとする人は先第一目的として大學程度まで進みたいとの

希望を以て研究せらるゝがよい。それが終ればそれより一部門に對して深く突入するがよいのである。其方法は、大體次の如きものであらうと思はれる。

一 中學卒業者たることを前提とす。彼は必、平面三角術の充分の智識あるを要す。

二 引きつゞいて球面三角法と高等代數とを研究すること。

同時に天文学の教科書を學ぶこと。

Young 著 Manual of Astronomy 又は

同 General Astronomy

之は少しく古き書となつたけれども基礎智識を知るに最よき書である。新しき書としては

Jones 著 General Astronomy がある。

三 數學に於ては解析幾何學を研究すること。之が終れば引きつゞき微分學及び積分學の初歩より初むること。微分積分は高等天文学の基礎となる數學であるから充分の智識を得る

ことを要す。

四 微分積分學の初歩が解れば初めて實地天文学の書を読むことが出来る。

一戸氏著 高等天文学、又は

Campbell: Elements of Practical Astronomy

等がよろしい。然しこれはいづれも少々骨の有る研究である。キャンベルの書に於ては其例題に於ける計算を一々やる必要がある。之はやがて後日天文計算を實地にやる爲に頗必要な事である。

同時に物理學に於ては力學の初歩を學ぶべきものである。特に引力に關した部分が必要である。又光學に關しては特に分光學に關係ある方面の部分を研究すべきものである。

其他高等物理一般にわたつて讀むのがよろしい。

五 數學は引つゞき微分方程式の研究に入る、數學と物理の智識は深き程よろしい。
六 以上を學び終れば高等天文学の基礎が出来たのであつて山に登るものとすれば第一の峠

に達したものである。之より道は二つに分れてくる。一方の道を上れば理論天文學一名
引力天文學に達し他の一方を上れば天體物理學と星辰天文學に達するのである。いづれ
も頗すこぶけわしき山であつて特に引力天文山に上らんとすれば獨力にて上ることは甚困
難であつて強力をたのまなければならぬと思ふ。
理論天文學 Theoretical Astronomy を研究するには獨學者の爲には教科書と稱すべきも
のはほとんど無い。有つても今日では絶版になつて居るものが多いので研究に頗困難
である。其中入門としての教科書は

Moulton 著 Celestial Mechanics

がある。此中で先第五章の二體問題から充分研究するがよろしい。然して第六章の軌道
の決定法を讀めば此本に於ては他の場所の研究は一時後まわしにして残しておくがよい
然して惑星及彗星の軌道の計算をなす方面に進むのである。
軌道の計算に關して基礎智識を得る爲には

Luc Picart 著(佛語) パリ Doin et Fils 社發行

Calcul des orbites et des Ephémérides

が最よろしい。代價も至つて安い小冊子ではあるがよく出來て居る。

軌道の計算に關しては二大系統があつて一はラプラーズ系一はガウス系である。ラプ
ラス系に屬する計算法の完全なるものは米國加州大學のロイシユナー教授の法であつて

Publication of the Lick Observatory Vol. VII (第七卷)

に詳細に幾多の例を以て教へてある。其例題第一によつて計算法を充分會得すること
が出来る。計算には二三の對數表や乗除表等を必要とする。

ガウス系に在つては其教科書もすい分あるがおしいことには絶版の物が多い。夫等の
主なるものは次の如くである。

OpPolzer: Lehrbuch Zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten I. II. 絶版
Watson, Theoretical Astronomy (米) 絶版

Bauschinger, Die Bahnbestimmung der Himmelskörper (1906) 絶版

Klinkerfuse-Bucholz, Theoretische Astronomie, 1912 現今

即最後の本だけはまだ得らるゝのであるが他の本を探すも絶望的である。特に残念なるはバオシンの書は教科書として書かれたもので最よく出来て居つたのであるが今日では得ることが出来なくなつた。最近英國王立天文學會の雑誌 Monthly Notices, 1925年第八號にメルトン氏がガウスの方法による軌道計算の新方法を發表して居るから讀まるゝがよろしい。一般にはガウスの方法が多く用ひられて居る。獨學にて之迄に達することは殆不可能と思はるゝからそれ以上のことはこゝに述ぶる必要を認めな

す。

次に他の一方の道なる天體物理學と星辰天文學に關しては教科書と稱すべきものは殆無く多くの専門的雑誌によつて研究すべきものであつて獨學者の深く進み得る方面では無いと思ふ。此方面の参考書や雑誌の主なるものは次の如くである。

Campbell: Stellar Motion.

Eddington: Stellar Movement and the structure of the universe

Stratton: Astronomical Physics.

Astrophysical Journal

Monthly notices.

其他歐米一流の天文臺の報告書等

.....

素人が天文初歩を知り天文學に就て一般的の智識を得るを以て満足するには日本書の幾多の天文書を讀まるゝがよろしい。其中で特別の天體の研究に就ては次の如き書をすゝめる。

フアーナス(米) Introduction to the Study of Variable Stars

オリビエー(米) Meteors

関口

神田氏著 彗星

関口氏著 太陽

雑誌としては

天文月報 (東京天文臺内日本天文学會發行)

天界 (京都大學天文臺内天文同好會發行)

"Popular Astronomy," Northfield, Minnesota, U. S. A.

"Observatory," Greenwich Observatory, England.

いづれも丸善書店にて取次ぐ

.....

こゝに一言すべきは専門家の中にあつてはいわゆるポピュラーの雑誌は讀む價値なしとなしてさげしむかたむきがあるけれども之は甚あやまれる思想であると思ふ。換言すれば天文学は凡て數學の式を以て表わせられないものは價値なしと云ふこと

W.D. M.S.D.
Observatory
England

であつて甚しき謬見である。數學の式をぬきにして言ひ表はし得る程に平易に高遠なる天文学の眞理を世に紹介し得るに至らんことはまことに望ましきことであると思ふ。

二 望遠鏡の選擇

天文学に興味を持つ人の第一に願ふ所のものは望遠鏡を得たいと云ふ事である。専門的天文学者が常に望遠鏡の大きいよいものを持ちたいと願ふ如く素人に在つてもどうかして一つ望遠鏡を手にしたと思つて居るのである。然して此願がかなつて愈々望遠鏡が買へると第一頭をなやます問題は屈折望遠鏡にすべきか反射望遠鏡にすべきかと云ふことである。そのいづれにするがよきかは各人の經濟能力と好に應じて異なる。又其使用の目的によつて反射鏡に限る場合もあれば屈折望遠鏡に限ることもあつて一様に定むることが出来ない。然し其いづれにてもよい場合に在つては選擇に随分まよわさるゝことがある。古來反射鏡と屈折鏡に就て優劣

の議論も中々多く今日に至るも未いつれがよいと相場がきまつて居ない。今左に兩者の特長を記して参考とする。

反射鏡の長所

- 一、反射望遠鏡は屈折望遠鏡に比して甚しく安價なること
- 二、完全に色消なること
- 三、小なる者は自己にて製造し得ること

其缺點

- 一、表面の曲線が外氣の溫度によつて變化し易く爲に像が悪くなり易いこと
- 二、鍍銀をしぼく行はねばならないこと
- 三、調節に不便なること

屈折望遠鏡の長所

- 一、一旦作らば永久的に手をかくる必要なきこと、但日本の如き濕氣多き國柄ではレンズに

屈折望遠鏡の長所

カビを生ずるの缺點がある

- 二、外氣の溫度の變化に感ずること反射鏡よりも少く従つて像もよい。

其缺點

しいて缺點と云へば大きいレンズ用のガラスを得ること至難であつて従つて大きいものを製造し得ざること。萬一大きいガラスを製造し得たとするもレンズ自身の重量の爲に曲を生じ全く使用に堪へないのである。今日世界最大の屈折望遠鏡なる米國ヤーキス天文臺の四十吋のレンズが先づ極限ではないかと思はれる。

ヘール氏の計算によれば三十二吋迄は屈折望遠鏡の方が反射望遠鏡よりも眼視及寫真用として集光力が大なること。三十二吋より五十吋迄は屈折鏡は眼視に於て集光力強きも寫真用には反射鏡の方がよく五十吋以上になれば眼視にも寫真用にも反射鏡がはるかに優つて居ることである。故に今後の大望遠鏡は必反射鏡たるべきものである。彼のウイelson山の六十吋百吋さてはカナダ、ヴィクトリアの七十二吋の如き大望遠鏡の發揮せる驚くべき能力を見て

も之を證明することが出来る。ついでにウイルソン山の百吋六十吋等の大反射鏡の製造者として世界に名高きリッチー氏は此度一百五十吋と云ふ想像に絶する大反射鏡をパリにて製造しつゝあるとのである。十年或は十五年の後完成せらるゝことと思はれるが其能力の偉大さも今から想像することが出来る。

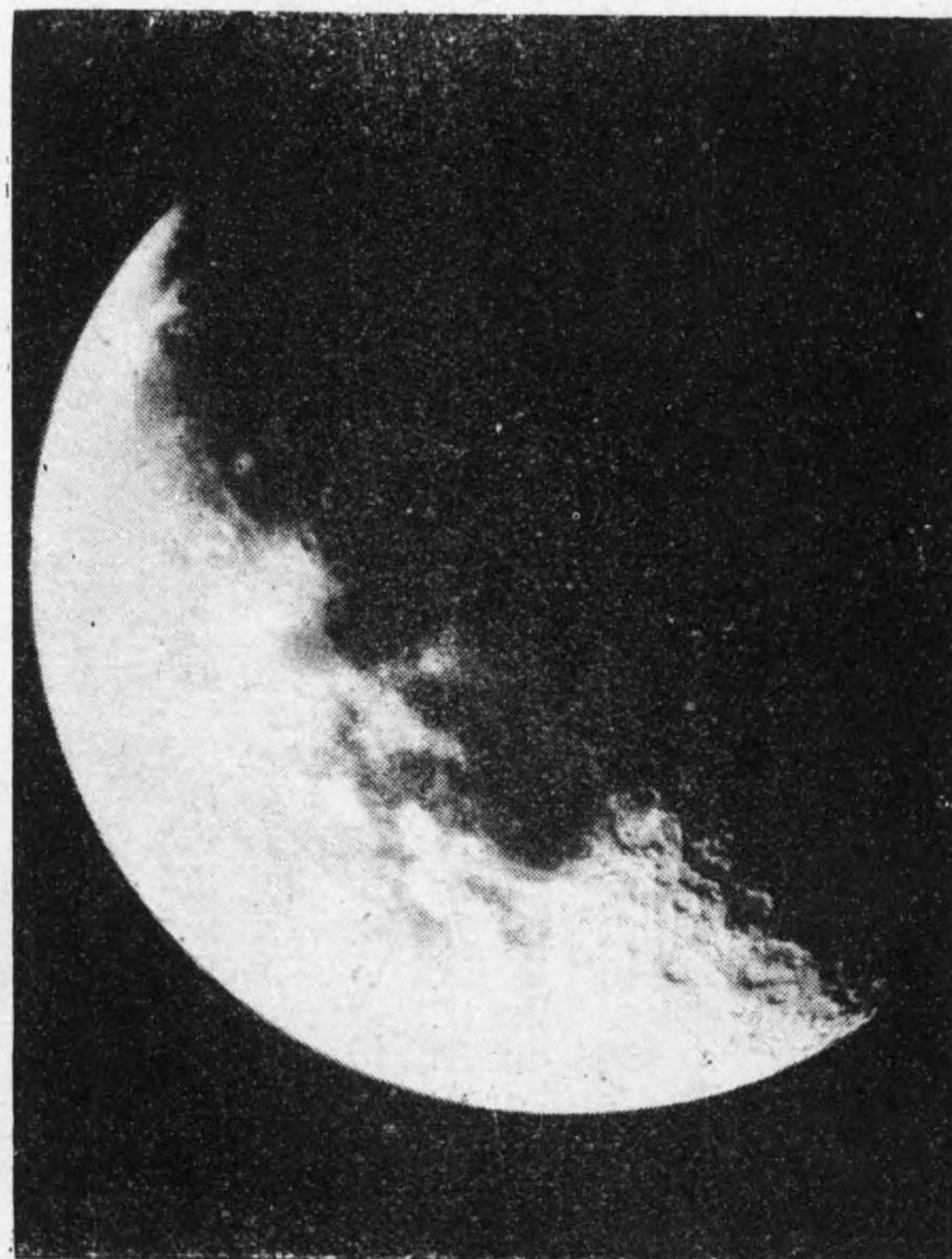
扱屈折反射 兩望遠鏡を比較して見るに何れも特長があつて棄つべからざるものである。反射鏡の第一缺點たる渡銀のことも一二回経験すれば問題にならないほどたやすく出来るものである。素人の反射鏡の最よい點は安價なること、自己にて製作することの容易なる點である。然し一ヶ月に一度位月や土星をのぞく程度の學校用のものならば二三吋の屈折望遠鏡をすゝめる。それ以上大きいものを高等玩具とせらるゝことは餘りもつたないことである。夫故に幾分なりとも天文學上有益なる觀測をなさんとする素人の爲には六吋又は八吋位の反射鏡をすゝめたいのである。

三月

諸君々一個の望遠鏡を手にして之を経緯儀又は赤道儀に取付け天の秘密を探ることとする。望遠鏡を以て天をうかゞふこと程人間を神に近づけしむるものはない。ウオーゾオスの云へる自然を通して自然の神に接するに天文學位よきものはない。信仰なき天文學者は狂人なりとの言も亦一理あることである。不信の世に在つて信仰なき天文學者も亦少くはない。或佛國の有名な天文學者は三十年望遠鏡にて天を見しも未神の所在を見出さないと云つたとのことであるがいかによき肉眼を以てするも靈眼の助によらざれば如何に天をさぐるも神の所在を認むることとは出来ない。天文に興味を持たるゝ多くの人が少しも天體の發見によつて天文學に貢獻する所無くとも靈眼を以て神の所在を見出すを得ば之實に天文學を最有益に學んだ人として心よりの敬意を表したいのである。

望遠鏡を以て見て一番美しくしきものは月である。月は地球を去る平均二十三萬八千八百四十

月半後 圖一第



哩 卽三十八萬四
千キロメートルの
距離にあつて二十
七日三分ノ一で地
球を一廻轉するの
であるが新月より
新月まで又は満月
より満月までは平
均二十九日半であ
つて之を月の一ケ
月と呼ぶ。月が初
弦月として西天に

あらはれしより日々其表面が大きくなると同時に其位置も日々東に去り半月とならば日没には
子午線にあつて見へ満月とならば太陽の没すると同時に東の地平線に見ゆるに至る。満月を
過ぐれば毎夜月の出る時間も遅くなり同時に月の西の方がかけ初め終の半月になれば夜半に東
天に出で遂に新月となつて再び前と同じことをくりかへすことは人の皆よく知れる所である。
月の日々の運動をよく他の星と比較して見る時は今夜或星と同じ位置にありしものが明夜は此
星の東十三度位の所に行いて居ることを知ることが出来る。月は實に三百六十度を二十七日餘
にして一廻轉するが故に一日の行程は大凡十三度、一時間に半度位即自身の直経だけ行かぬ
ばならないのである。又月が毎月通る星座に就て研究するも勝手氣儘の場所を通るものでなく
其通過する星座は皆定まつて居る。此月の通過する星座は太陽も又太陽系統に於ける凡ての他
の惑星も通るものであつて之を黄道十二宮と呼んで居る。
地球にとつて月は太陽に次ぐ最大切なる天體である。天文學上に在つては天體力學の研究
も此月の運動の研究から初まつたものである。彼のニュートンの萬有引力説も月の観測の正確

なるものを得て始めて公表することが出来たのである。又月ありしが爲に日蝕あり月蝕あり、特に太陽の研究の如きも日蝕が無かつたならばプロミネンスやコロナの現象を知ることを得ざるべく其研究も今日の如く進歩しなかつたであらう。

若地球に月無かりしものとして考へて見るがよい。日没後時ならずして暗黒は地を蓋ひ燈提なくしては外出は出来ず強盜殺人は今日よりも必多かつたにちがひない。又月のある御蔭で潮の干満があり海岸の清潔が保たれ夏の暑を忘るゝ海水浴も出来るわけである。又秋風おもむろに吹き水波起らざる湖上に、或は圓山の上に或は又波音高き海岸の松の梢にさし昇る皎々たる明月を見て誰か詩情をもよほさざる者ぞ。荒びたる心を慰さむるものにして月程力あるものはないのである。造物主の人間に與へられし自然物の内で月は確に最よき贈物であると思ふ。

今日望遠鏡を以てする月の表面の研究は餘地なき迄に觀測し盡されて居る。しかし日々に変化する月の山の投ずる影の如きはいつ見ても興味のつきないものである。月には空氣なく水な

く又多分熱も無き死せる天體である。空氣なく水無きが故に風化作用なく爲に表面の變化も全く無きものである。月面及火星の研究で名高い米國のウイリアム、ピカーリング氏の如きは月面に時々僅かばかりの變化あることを認むるも未充分問題とするに足らない。

月面を望遠鏡にて見るには月齡五六日より十日位迄が一番よろしい。満月の時が一番よろしくない。此時には月面に太陽が上より照らす故に山の影が見えずたゞまばゆく見ゆるのみである。月の山は大概圓くて火山の噴火口の如くに見え其中央にも高き山の有るのが多い。月の山の成因に就ては火山の原因であると云ふのと他より流星の落下によると云ふのと二説ある。いづれも缺點があつて結論的ではない。しかし凡の點からして火山の爆發によると云ふ方がむしろ理を得て居るやうに思はれる。地球上の噴火口は其大さ月のものと比較して殆問題にならない。月の噴火口は大きいのは直徑百キロから百五十キロもあり高もそれに相當し數千尺から二萬尺にも達するものがある。表面には實に大小無數の噴火口が見ゆるのである。其大きいものには昔の天文學者哲學者等の名が附けてある。噴火口の中タイコー又はコパーニカス等から

放射線が見ゆる。之は一體何によるか明でない。

月を肉眼で見ると特に黒色を呈した場所があり其形が見やうによつて色々の形を呈する日本では兎の餅搗として見られて居るが西洋では女の横顔、女が本を讀んで居る所又は蟹の形に見られいづれもよくそれに似たものである。

四 太陽

太陽

人間生活の要素は何であるかと問はゞ普通の人は衣食住であると答へる。然し此衣食住其物は何より来るかに就て考へる人は稀である。此要素は云ふ迄もなく日々東に出で西に没し未かつて静止することなき我太陽より来るものである。太陽は實に地球上の生物に生活を供する最大切な天體である。古代エジプト、バビロニア其他の地方に在つて太陽を拜したものであるが太陽は實は造物主に次いで崇拜を受くべきものであつて古代の人類が太陽を崇拜したことは今日の人々が黄金を崇拜するよりもはるかに有意義であつた。歐米各國に在つては今日此太陽の

研究が大分盛になつて來たのであるが太陽を國旗とし自ら日本の民となへて居る國に在つて太陽の研究所の一個もなく又適當の機械のなき國がある。これはどうも其國旗のシンボルに對していさゝか恥づる所が無ければならない。

太陽は地球を距る一億五千萬キロメートルの遠き所にありながら我等に充分の熱と光とを供給してくれる事より考へて太陽其物は非常な高熱のものでなければならぬと云ふことがほゞ想像せらるゝ。太陽は其直徑百四十萬キロ（八十六萬六千哩）あつて地球の直徑の百十倍容積に於て實に地球の百萬倍あるのである。

太陽の表面を望遠鏡にて見る時には之に特別のアイピースを用ひなければ高熱の爲に普通のアイピースを割ることがある。然し二吋位又は六吋位のものを二吋の口徑にしぼつた望遠鏡によらば黒きガラスをアイピースの外につけて觀測することが出来る。小反射鏡の鍍銀してないものを用ひて此方法により太陽の觀測をなすことが出来る。又二三吋の口徑にしぼりたる望遠鏡にアイピースをつけ太陽の像を白紙に寫すときは可なりよく見ることが出来る。多數の

人に太陽の黒點を見せる場合には此方法がよろしい。いづれの方法によっても太陽の表面を見るとき時々黒點を見る。すくなき時は一個多き時は數十個も群をなして見えることがある。其中大きいものをよく見る時は中央は黒く外部はうすく見ゆる。今日見えしものを翌日見る時は數に於て又形に於ていちじるしく變化して居ることがある。今日見えし者は翌日は無くなり又は大に發達して大きくなつたりして居ることを知る。其位置も全體西の方に移動して居ることが知れる。或時には黒點の全く見へ無い日が數日續くことも少くない。之實に太陽の黒點數には増減があるが爲であつてそれが週期的に増減するのであつて其週期も大凡十一年である。又其黒點が日々西方に移動するのは太陽の自轉によるものであつて太陽の赤道は二十五日餘で一廻轉をなすのである。黒點の大きいものになると太陽の一廻轉即二十五日或はそれ以上も太陽面上にあることがあるが多くは短生命のものである。そして絶えず變化しつゝあるのは太陽面の活動しつゝあるが爲である。三吋位の望遠鏡の所有者は此太陽の黒點を日々觀測することは頗有益なことである。太陽の黒點と氣象の關係の如きも近頃大に研究せらるゝやうになつた。

今日學者の最興味を以て研究するものは分光器による研究である。米國ウィルソン山天文臺は元々太陽の研究をなすべく建てられたものであつてそこには高サ五十尺百五十尺等の塔形望遠鏡があつて其下には強力きやうりよくの分光器があつて精密の研究が行はれて居るのである。之によつて太陽を構成する元素の量、氣體の運動、黒點の原因、磁石の分布、紅焰等あらゆる方面の研究が行はれて居る。

地質學者は吾人に告ぐるに地球上に於ける石炭の量は今後百五十年掘れば掘り盡すと云つて居る。石炭は地球上に於ける工業の原動力であつて之が供給が盡きた曉には人類は何を以て代へんとするか。水力電氣による電氣の供給が勿論第一に來るものであらうけれども之とても水に不足せる地方には思ひもよらない問題である。然るに思を一度太陽熱に及ぼさんか地球上より石炭の盡くることは少しも心配はない。今日全く人のかへりみざる太陽熱こそ將來の人間の原動力となるべきものであつて太陽熱を早く利用し得る國民こそ世界に覇をととなへることが

出来やうと思ふ。そして今日不毛の地、神にのろはれし土地として少しもかへりみられざるサ

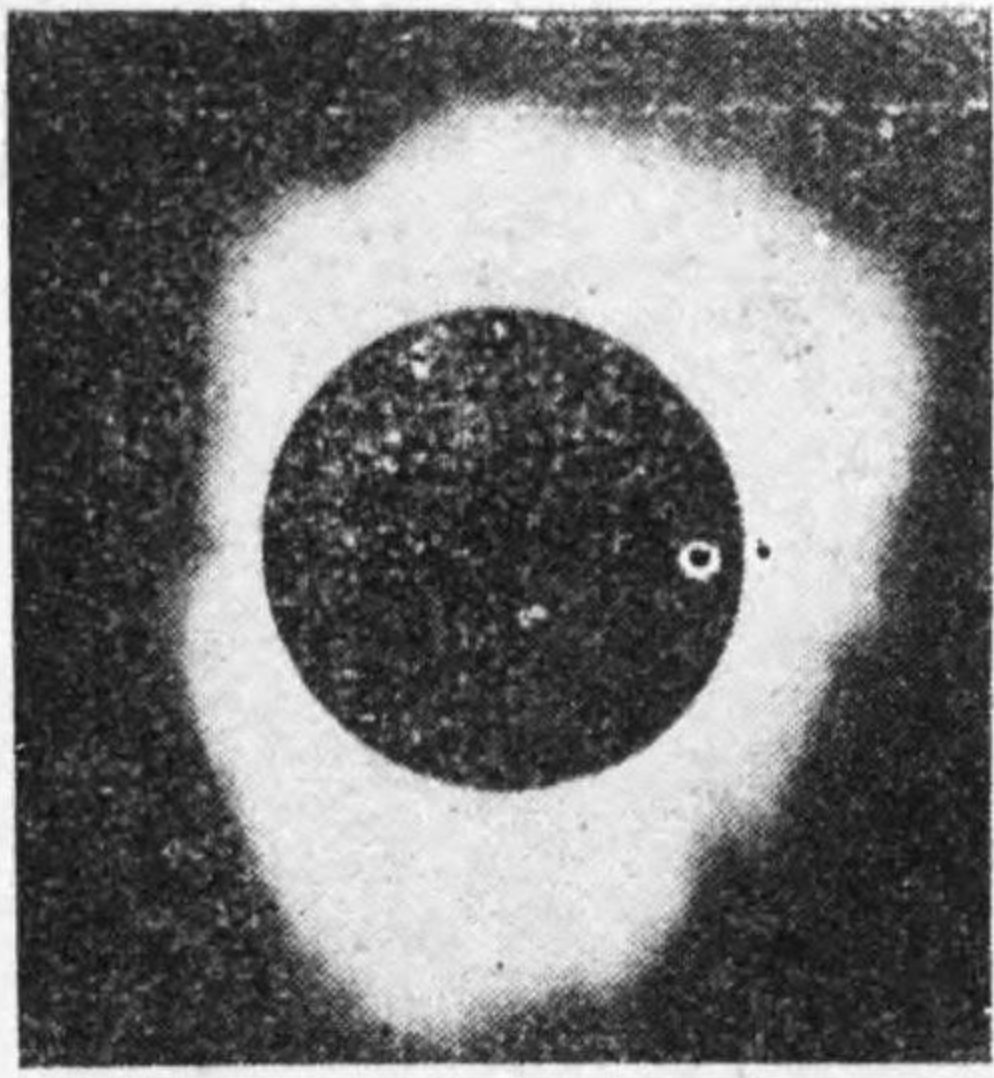
ハラの砂漠も太陽熱の利用によつて化して工業の中心地となるの日は有るであらう。

太陽と月によつて時々日蝕月蝕の現象がおこる月が其軌道上に在つて地球を廻つて居る時月が太陽と

地球の間に來る時に太陽が月に蓋はれて日蝕の現象が起る。月が太陽面を全部蓋ふた時は皆既蝕であつて部分的に蓋ふた時は部分蝕である。又月が太陽面を蓋ふも其視角が太陽のそれよりも少なる時は太陽は外側に圓く光をのこしてあたかも環の如き状を呈するが故に此場合を金環

第二圖

千九百八十六年八月八日の日蝕に於てニコロシナニシテ



蝕と呼ばれて居る。日蝕に於て最興味あるものは皆既蝕であつて太陽が全部蓋はれて暗黒となるや其間は僅に數分間に過ぎないけれども頗面白き現象が見らる。中央の暗黒に對し其外に赤色の紅焰と綠色のコロナと稱する後光が太陽の直徑より長く太陽全體を取り巻いて見ゆるのである。紅焰は分光器を以てすればいつにも見ゆるものなれどコロナは日蝕皆既以外の時には見ることの出來ない現象であるが故に其元素も此時分光器にて寫眞を撮りて研究するのである。又近年やかましく云はれて居るアインシュタインの説の一部を確かむる爲には太陽の近傍の星の圖を撮るの必要があるそれは又皆既蝕以外の時には出來ないことである。又今日迄太陽に一番近き惑星は水星であるとせられて居るが其水星よりも尙太陽に近き惑星は存在して居らないであらうか。最今の所存在を信する學者は無いけれども充分確かめる餘地がある。それを確かむるに最よきは此皆既蝕の時太陽近傍の寫眞をとることである。斯の如く太陽皆既蝕以外にてなすことの出來ない多くの問題があるが故に歐米の天文學者は皆既蝕が良好の土地を通過する時は千里も遠しとせず種々の機械をたづさへて觀測に出かけるのである。

今後東洋に於て見ゆる皆既及金環蝕は次の如くである。

千九百三十六年六月十九日

皆既蝕 地中海に初まりシベリアを通過し樺太島北緯四十八度の所を通過す

千九百四十一年九月二十一日

皆既蝕 南露國に初まり中央支那を通り琉球の一部を通過し太平洋に終る

千九百四十三年二月四日

皆既蝕 中央支那に初まり北海道の中部を通過しアラスカに終る

千九百四十八年五月九日

金環蝕 印度洋に初まり支那を通過し朝鮮の北端を通り北亞米利加に終る

月蝕は太陽地球月と云ふ順に一直線に來りし時月が地球の投ずる影に入りたる時起る現象であつて皆既と部分蝕と半影蝕との三種類ある。皆既蝕の時は月は全部光を失つて全く見えなくなるのではなく薄き銅色を呈す。之は地球の光の反射によつて斯く見ゆるのである。皆既蝕は其

かけ初めより終り迄數時間を要し皆既中にて最も長き時は一時間以上もかゝるのである。月の皆既蝕の時には太陽の時の如き面白き現象は見えない。唯此時は光の弱き多數の星が月の爲にかくれるのであつて其時間を正確に觀測することは月の運動を正確に知るに最よき機會を與へるのである。唯此現象は月さへ見える夜はいつにてもあることである。

部分蝕は讀んで字の如く月面が一部分地球の影に入つて起る蝕である。半影蝕とは月の場合に限つて起る現象であつて地球の影に半影がある。其中に月が入つた時起る現象で觀測に何の興味もなく又よく見ることの出來ない不鮮明のものである。

太陽の研究は今日頗進歩したるものであつて書くべき材料も甚多い。然しそれを凡て述ぶることは此書の目的でないから略して置く。唯こゝに一言すべきは太陽は宇宙に於ける幾億萬の星と同じく一個の星であつて然も星の中には小なるもので、其小なる星の中に小なる地球があつて人類なるものが生存して居ると云ふことは頗奇とすべきものである。

五 惑星 其の一

水星

太陽系統即太陽を家長とする一大家族は八個の惑星とそれにとりなふ廿七個の衛星と一千有餘の小惑星と多數の週期的彗星及流星群よりなるものであつて其中太陽に一番近きものは水星である。太陽を距る五千八百萬キロメートルあり、惑星中最小なるもので其直徑大凡四千九百キロあり、我月の大サ二千四百キロに比して僅に千五百キロ大きいのである。太陽に餘り接近せる故に之を見るのが困難である。其最大離角の時日没後ならば西に日出前ならば東に太陽の方向に太陽と餘り遠からざる點に於て一等星位の光度をはなちて見ゆるのである。望遠鏡を以て見る時は小さき月の如くかけて見ゆるのである。然して中口径の望遠鏡にて見るも其表面に特異の點を見ることは困難である。それが爲に其自轉を確かめることの出来る目標がないから自轉の時間又は日數が明でない。多分其自轉は太陽を一週するに要する八十八日と同じであ

らうとせられて居る。若そうであるとすれば水星の一面は常に太陽に面し非常な熱度であると共に反對の一面は非常な寒サで絶體溫度攝氏零下二百七十三度即華氏零下四百五十九度四に近しいものであらう。

水星を観測するには日没又は日出前の最大離角に於て見るよりも中口径の望遠鏡ならば此最大離角の時に於て日中に太陽の直射光線をさへぎることによつて充分観測が出来るものである。ローエル氏の如きは此方法によつたのである。

金星

水星の次に來るものは太陽を距る一億一千七百萬キロメートルに在る金星である。日本にてはよいの明星又は朝の明星として知られたる美しく輝く星である。よいに見ゆるのは太陽より東に在るが故に太陽の没後西天に輝いて見え曉見ゆるのは太陽の西に在るが故に太陽よりも早く出づるが故に東天に輝いて見ゆるのである。夕方見ゆる時は決して西天に見ゆることは無い。若し朝夕二回見ゆる如くなる時は曉天に見ゆる時は決して西天に見ゆることは無い。若し朝夕二回見ゆる如くなる時は

金星でなくて他の星である。多くは木星を見て居るのである。

金星は直徑一萬二千四百キロあつて我地球の一萬二千七百キロより僅に小さきもので地球と姉妹星である。望遠鏡を以て金星の表面を見るも特異の點が見えないから其自轉の時間も水星同様全く不明であつて金星の太陽を一週する日數二百二十五日であると云ふ説と又二十三時間餘であると云ふのと二説ある。古來眼視觀測によつて之を決定することが出来なかつたので分光器の應用によつて充分決する所があるであらうと思はれて居つたけれども之も今の所確定的の自轉日數を定め得ないのである。

望遠鏡を以て其表面を見る時は水星の場合と同じく月の如くに見える。金星は多分厚き空氣によつてつゞまれてあるらしい。太陽より受くる熱と光線とは地球の二倍であるから其表面をつゞむ氣體が充分冷却しないので爲に空氣が晴れないと見える。若水蒸氣が一面にあるとせば表面は頗る暖であつて植物などがあるとせば隋分盛に繁茂して居ること地球の前世紀の如くであつてそこには大動物が棲息して居るかも知れない。若地球の如き進化の道程にあるものとせ

ば未人間は居らざるべく天晴れて他界が見ゆるようになればエデンの樂園が出来てこゝにアダムエバが創造せらるゝこととなるであらう。

地球

金星の次に來る惑星はそもく我地球であつて太陽を去る一億四千九百萬キロメートルにあり。直徑一萬二千七百キロあつて月と稱する衛星を一個從へて居るものである。其表面には山あり川あり海あり。所々に火山の爆發ありて地中から鬱噴をはらし又地殼の整理にともなう地震ありて地の身震をなすあり、表面をつゞむに厚き空氣があつて晝は直接に太陽の直射熱を防ぎ夜は熱の外界に發散するを防ぐと云ふ仕掛になつて居る。之が又颶風暴風雨を起して地上をはき清めるなど自然的に地球上の手入の程は至れり盡せりである。表面には動物あり植物あり然して之を司るに萬物の靈長と呼ぶ十五億餘の人間が生存して居るのである。此人間にも色々種類あつて黒きあり白きあり黄色あり銅色あり、各々生存地の繩張をなして自家の勢力擴張に努力し之が爲に度々武力にうつたへて勝ちしものが自分の意のままを行ふと云ふ方法にな

つて居る。此人間は又頗智慧に富んだもので海には船をうかべ陸には汽車や自動車を走らしめ又近年になつて空氣中を飛ぶ機械をも作つて盛に飛ぶようになった。尙又此頃無線電信や電話によつて遠方の通信をなして居る。之が發達すれば遂に天界との通信をもなし得るであらうと信じて居る。

此地球を金星又は火星から見ると頗美しくしき天體であることは疑ふ餘地なきものである之を呼んで昔はエデンの樂園と云はれたこともあるが今日では惡魔の住家と變つたと云はれて居る。然し古き記録によれば又遠からず昔の名稱に名實共に歸るのであると書てある。

然して天文學は此地球を足臺として他の天體を研究する學問であつて地球と天文學と直接交渉にあづかることは甚稀である。其中で地球の緯度變化の觀測は直接交渉の部に屬す。然も此事たるや天文學上日本人の世界にほこるに足る事柄の一である。今日岩手縣水澤町に在る緯度觀測所なるものは即此研究をなす所であつて世界共同事業の一である。

そも地球の緯度には變化のあるべきものであるとはオイレルによつて理論的に説明せら

れたるものであつてオイレルは其變化の周期も三百五日であると化した。然して千八百九十八年に獨のキーストナーがベルリンに在つて之を確めた。又米のチャンドラーも之を研究して其周期は三百五日に非して四百三十日であるとなした。之を一層よく研究する爲には萬國共同で同緯度の地點で經度の成るべくはなれた所で一様の器械と同一の方法によつて觀測する必要があるとなし其他點を撰んだ所北緯卅九度八分の點に於て適當の場所六ヶ所を得たのである。即伊國サルヂニア島の附近の一小島のカールホルテと露領トルキスタンのシヤールシユイ、日本岩手縣水澤町、米カリホルニヤ州ユカヤ、オハヨー州シンシナチ、メリーランド州ゲイザースブルグの六ヶ所である。

そこで千八百九十九年末より八十ミリ又は百ミリ口径の天頂儀と稱する特殊器械を以てタルコツト法と稱する方法により同時に觀測を初めたのである。そして其觀測帳を毎月獨逸ポツダムに在りし中央局に送つたのである。中央局では同一方法によつて計算して其結果を發表するのであつた。所が初の結果を發表せる時露國と日本との觀測が悪いと云ふので他の場所の觀

測の半分の價値しか與へなかつた。其理由とする所は多分露國は器械の悪き爲め日本は觀測者の未熟なる爲であらうと思はれた。即今より廿六年前の日本は日清戦争に勝つてやつと世界に名を知られたと云ふ時代であつて學術的研究に於て未信用の無き時代であつたから勢斯の如き侮辱を受けたのである。そこで其局にあたりし緯度觀測所長木村榮氏は日本の體面と自己の責任上其原因を明にせなければならずとなし日夜研究の結果獨逸で計算に用ひし公式に不完全の點があつて起りし自然の結果であることを發見した。即其公式によれば緯度變化は

$$\Delta\phi = x\cos\lambda + y\sin\lambda$$

によつて表はる。λは經度であつてx、yは數學上に於ける座標の附號で北極よりグリニツチに引ける線がx軸となり之に直角なる横線がy軸となるのである。木村氏の研究によつて緯度變化はまだ別に一年を周期とする小變化があるもので之をZ項として右の式に附加すべきものであるとなし

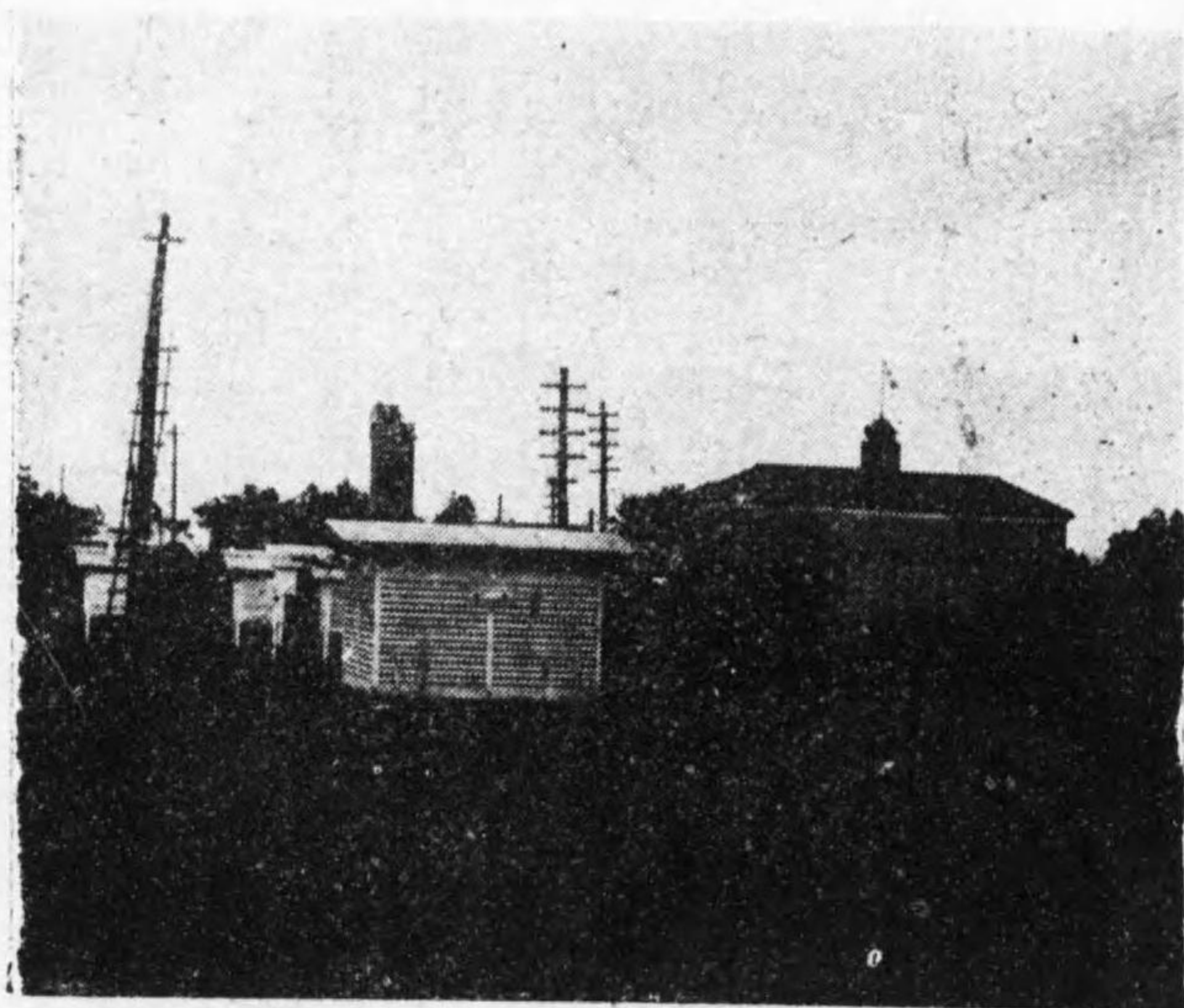
$$\Delta\phi = x\cos\lambda + y\sin\lambda + z$$

の式によつて計算しなほした所日本及露國の觀測も全く之と一致しむしろ他よりも上々の結果となつたのである。即之が有名なるZ項であつてこゝに初めて日本の實地觀測上に面目をほどこしたわけである。

其後歐洲大亂中にも日本伊太利及米國ユカヤの三ヶ所丈は觀測をつゞけて今日に至つて居る。然して千九百廿二年にローマで開催せられし萬國天文同盟會に於て日本水澤の緯度觀測所を緯度變化の中央局となし木村氏が其局長となつて益々研究せられつゝあるのである。之は實に木村博士が緯度變化に於ける世界第一人者であるが故であつて我國の名譽とする所のものである。

諸緯度變化とは何であるか。或地方人が觀測所に來つてこゝには世界に三つしか無いイド(井戸)があるそうですがそれはどこにあるですかと尋ねたとのことがあるが之は全く極端なる例外とするも一般には何のことか解つて居ないらしい。然し簡単に云へば地球の軸が四百三十

所測觀度緯町澤水縣手岩 圖三第



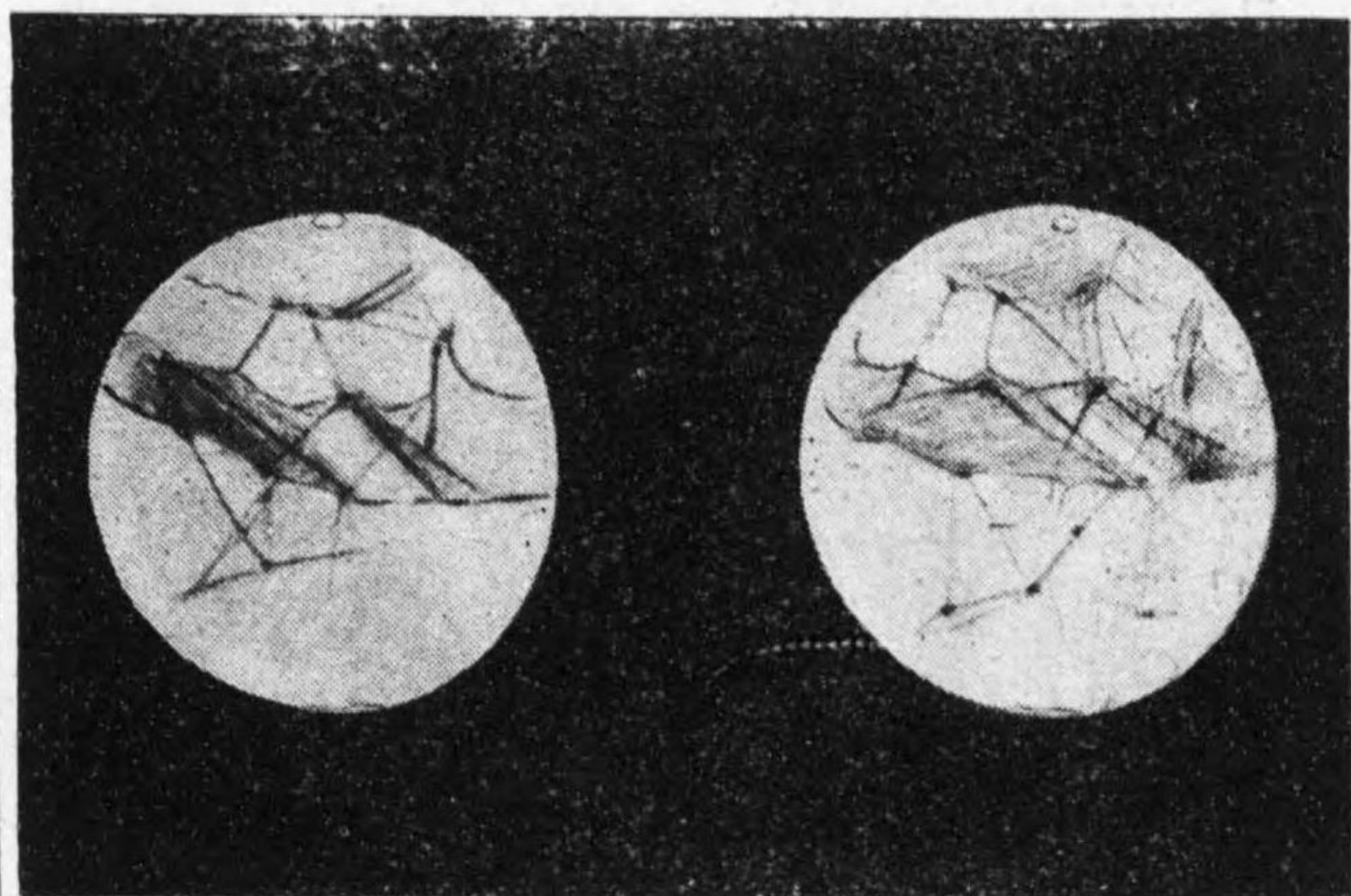
二日にして半徑〇、一八秒即十八尺位の圓を書くのであつてZ項は大凡一ケ年に〇、一秒即十尺以内の周期的變化をなすものであると云ふことである。

火 星

地球の次に來るものは火星であつて太陽を去る二億二千八百萬キロメートルの所にあつて其大サは直徑六千八百キロある。地球よりもはるかに小さき星である。太陽より地球を見透した線上に惑星が來た時を衝と云ふ。此時には惑星が地球に一番近い時である。火星は二年に一度づ

星火るた見てに臺天文ルーエーロ 圖四第

す證をまこいなでシヨジールイがルナカ面裏ヲ見に立獨々各が者觀の人ニ



つ衝に當るのであつて其衝の時でもよい時とよくない時とあるが一番よい衝の時には地球を去る僅に五千六百萬キロに來り其視角も二十秒の大サになる。又地球から太陽を見透した線上に惑星の來る時を合と呼ぶ火星の合に於ける平均距離は三億八千萬キロありて視角も僅に四秒位である。故に表面の研究はいつも此衝の時になすのが便利である。

望遠鏡を以て觀測するには火星は惑星中最興味あるものである。三吋や四吋の望遠鏡にては最よき衝の時すらも普通の視力の人には僅に極冠と薄き大陸の如きひろがりを見る

のみであるが六吋より十吋位の望遠鏡によらばよき観測をなすことが出来る。火星の研究には必しも大口徑の望遠鏡を要しない。惑星を観測する上に於て最大切な條件は

一、空氣の最靜なること

二、デフイニシヨンのよき望遠鏡たるべきこと

である。望遠鏡は中口径以上のものになると第一の條件を満足する場所でなければ其口径の最大能力を發揮することは出来ないのである。彼の火星の研究を以て一生の事業としたる米國のローエル氏の如きは空氣の状態の最よいアリゾナ州フラグスタフに最デフイニシヨンのよい廿四吋の望遠鏡をすえ付けて研究したものである。卅六吋の望遠鏡をもち空氣の状態もよきリック天文臺ですら此ローエル氏の觀測には遠く及ばなかつたのでも此一二の條件の大切なことが知れる。

日本の如き島國にあつては此第一の條件を満足せしむる場所も又夜もないからして其様な所にては中口径の望遠鏡特に反射鏡を用ひて惑星の觀測をなすがよろしい。

望遠鏡を以て火星を見る時第一目につくのは極の白き冠である。之を普通に地球上の雪又は氷と同じものであるとせられて居る。然して火星の赤道近傍には南方へ延びて薄青きひろがりとのに接して淡黄色の陸地狀の場所を見る。青きは海に非ずして多分植物の生へたる地方であらうと信じられて居る。そして此間を長く幾條もの道がついて居る。之を伊太利の天文學者スキアパレリが最初發見しカナリと名づけた。之を誤譯して運河と呼ぶようになった。之より火星の觀測に興味をもつ人が澤山出來米國のローエル氏の如きは其道の第一人者であつて幾多の新カナリを發見したのである。そして其カナリの交叉點には湖水やオアシスがあり極の冠の小さくなるに従つて此カナリが大きく長く延びて行くと云ふことまで觀測した。ローエル氏は其理由を極の雪のとけるに従つて人工的に其水をカナリにみちびき爲に其近傍に植物が發生するのであらうと云ふて居る。尙氏は之をもととして斯の如く幾千キロもあるカナリに短時日の間に水をみちびき得ると云ふのは畢竟火星には地球の人間以上に智力の發達した人が棲息して居るからであると云ふたのである。之即火星に人ありと呼ぶに至つた根底である。然し今日の

研究によれば火星の極の雪は左程深きものではなく其とけし水を運河にみちびきて耕作し得る程の水量は無い。唯一つ確なることは火星は季節的に其表面の色などに變化があることである。之は多分地球に於けるが如く春には青草を生じ秋には枯れて黄色となる植物の成長に似た状態があるであらう。尙又火星には頗る稀薄な空氣と水分のあることも観測上確なことである。火星の太陽より受くる熱量も頗る少なく表面の平均温度は攝氏零下三十度位である。最火星の太陽に最接近時には其赤道の温度は攝氏の零度以上五六度にも昇るであらうとのことである。空氣は稀薄で水分は少なく温度又底きこと火星の如くにして地球の如き人間が生活して居るとは受取難いことである。時々無線電信に變な波長の信號を受くることのあるのは火星よりの通信であらうとは今直に信用の出来ないことである。

火星には二個の小さな衛星(月)がある。一八七七年にワシントン海軍天文臺の二十六吋望遠鏡によつてアサフ、ホール氏が発見したものであつて小望遠鏡にては全く見えないものである。大なる月は直徑六十四キロ小なる月は直徑十三キロ乃至十六キロ位のものである。外なる者

は小にしてダイモスと呼ぶ火星の中心より二萬三千四百キロの所にある。内なるものは大にしてフォボスと呼び火星の中心より九千三百キロの所にある。火星を一週する時間はダイモスが三十時十八分フォボスが七時三十九分であるからフォボスの一ヶ月は火星の一日の三分の一にも足りないことになる。火星の月も其廻轉の方向は凡て太陽系統の他の惑星と同じ方向であつて時計の針と反對の方向に廻つて居るけれども其運動が早いから火星から見ればフォボスは毎日五時間半毎に西から出でて東に没すると云ふ奇現象を呈するのである。火星の表面から見る時はダイモスの大きさは二分四十五秒であるから小さき圓き天體として見へるがフォボスは七分六秒の大きさに見へ我月よりも少し大きく見へるのである。

小惑星

火星と木星の軌道の間にあつて多數の小惑星が存在して居る。現今にては其數一千有餘あつて尙年々歳々新小惑星が発見せられて居るのである。太陽系統の惑星の位置にボーデの法則なるものがある。之必しも法則ではなくむしろ偶然の一致數とでも云ふべきものであるが其數

が頗よく太陽系統の惑星の距離と一致するものであるが故に名高く又小惑星の存在と海王星の発見に當つて歴史的に重要なものであつた。其数は次の如くである。今四の數字を書列へ第二の四に三を加へて七となし、第三の四には三の倍數六を加へて十となし追次加へる數を倍にして得た數を各々十にて除する時は太陽系統の惑星の位置が地球と太陽を一として得る天文單位にてあらはされたる數となるのである。即左表の如くである。

	水星	金星	地球	火星	小惑星	木星	土星	天王星	海王星
ボーラ數	〇・四	〇・七	一・〇	一・六	二・八	五・二	一〇・〇	十九・六	三八・八
天文單位	〇・三九	〇・七二	一・〇〇	一・五二	二・六五	五・二〇	九・五四	一九・一八	三〇・〇五

ボーラが之を發表した一七七二年頃には惑星の數は水星金星地球火星木星土星のみであつたのであるが其後一七八一年にハーシエルが天王星を発見した時其位置がボーラの數によく合致することからして頗評判となり火星と木星との間にも必惑星があるにちがいないと云ふこ

とになり此惑星の発見をなさんと努力した天文學者も可なり多かつた。所が十九世紀の最初の日即千八百〇一年一月一日に伊太利パレルモのピアジが偶然にも一個の小惑星を発見した。之をセレスと名付けた。次で千八百二年にはオルバーが小惑星パラスを発見し千八百四年にはジュノーの発見あり千八百七年には小惑星中一番光輝強きヴェスタの発見があつた。其後一八四五年まで発見なく此年第五の小惑星アストリアの発見ありしより年々発見せらるゝようになつた。今日では天體寫眞器によつて年々澤山に発見せらるゝのである。

之等の小惑星は其大さ至つて小さく其中最大なるセレスすら其直徑僅に七百七十キロに過ぎないのである。大多數は百キロ以内である。故に其表面的の觀測はたとひ最大望遠鏡を以てするも何の得る所もないのであるが天體力學的方面の研究に至つては頗興味のある問題である。軌道の離心率の大きいものゝ一なるエロスの觀測の如きは太陽の視差を知る上に於て頗る便利であつた。千九百三十一年にはエロスが又々地球に最接近する年であるから此時も世界の天文臺が共同して觀測をなすことになつて居る。

今日一千以上も有る小惑星がはたして皆別々のものであるであらうか、或は同一のものに數個の名を付けては居りはせぬかとは素人のいさぐ疑問にちがいないが之に就ては其御心配は全く御無用である。之等の惑星の軌道が充分に知れて居るから其常に有るべき位置も其軌道要素から計算して知れるから決して間違ふことはない。たゞ木星の攝動の爲に其軌道要素にも變化を來し従つて計算上の位置にも變化を及ぼすのである。故に攝動による軌道要素を常に正確に保つと云ふことは頗る面倒な計算であるがドイツの計算局では年々小惑星の軌道要素と衝に於ける位置とを計算した本を發行してをるから之によつて位置も正確に知ることが出來て頗る利である。然し折々觀測數の不充分と木星攝動の爲に一旦見えし星も見失ふことがある。

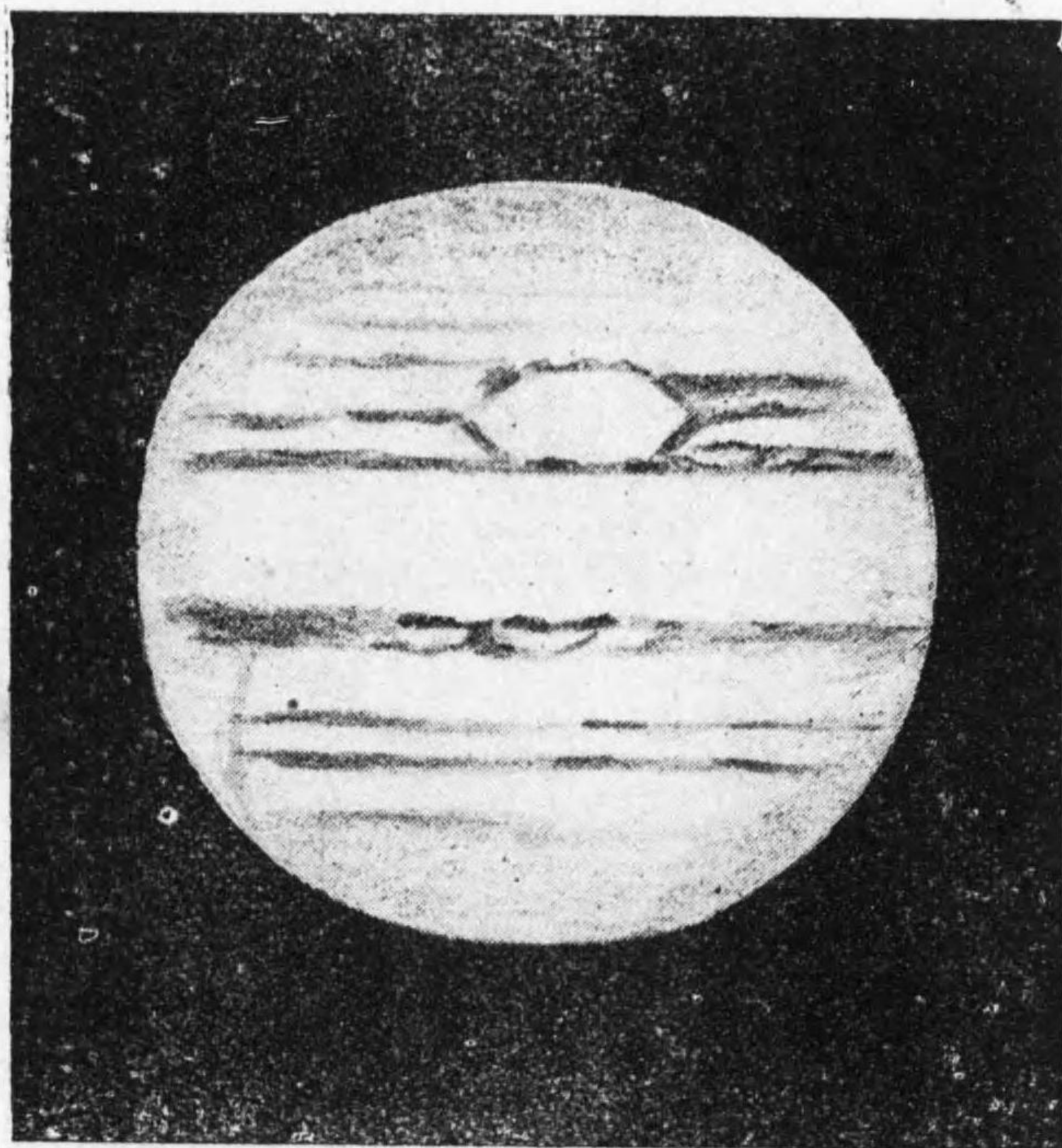
小惑星發見で名高いのは先年亡くなつたヴィエナのパリサ獨逸ハイラルベルヒのヴォルフ等である。皆大きい天體寫眞器によつて發見するのである。日本では東京天文臺で二個發見せられ東京及日本と名付られて居る。素人が眼視的に小望遠鏡で發見せんとすることは絶望である。
よみ未得ル

六 惑 星 其の二

木 星

木星は太陽系統中の最大なる惑星であつて太陽を去ること七億七千五百萬キロメートルの所にあり其直徑十三萬九千キロ即地球の十一倍もある。其光輝金星に次ぐものであつて恒星中最光強きシリアスの五倍もあるのである。太陽を一週するに四千三百三十三日即十一年と十ヶ月餘を要するのである。

望遠鏡を以て觀測するに最興味あるもので小望遠鏡を以てするも火星の最地球に接近せるときよりもはるかによく見ゆるもので其表面には赤道に平行に數條の帯を見ることが出来る。そして時々其中に光れる點や赤き點を認めることが出來之によつて其廻轉時間をも知ることが出来る。今日迄の觀測によれば自轉に要する時間は赤道に於て九時五十分二十五秒、極に於て九時五十五分四十秒である。木星は未ガス状態であつて熱も大多高きものと思はれる。



木星には九個の衛星がある。其中四個は千六百年にガリレオの發見せるものであつて一吋位の望遠鏡によつても、尙よく認ることが出来る。之等が木星を廻轉する時度々蝕を生じ又木星の表面を經過するのである。經過の時は其影が木星面に圓く見へて中々面白いものである。此木星衛星蝕の現像からして千六百七

十五年にデンマルクの天文學者ローメルが光線の速度を發見したので頗名高いのである。ローメルはパリ天文臺に在つて木星の衛星の蝕を觀測せるとき彼の計算時より早く起るときと遅るときとあることを奇とし其理を研究せるに早く起るときは地球が木星に近き時で遅るときは地球が木星より遠き時であることを知つたローメルの觀測によれば其差が二十二分であつた。ローメルは其理は地球の軌道の直型を通るに要する光線の時間であると云つた。今日の觀測によれば其時間は十六分三十八秒である。

夫故に地球と太陽の距離を知らば光線の一秒時間の速力も知れるわけである。今日では光線の速力は、最正確に知れて居つて二十九萬九千八百六十キロメートルとせられて居る。之によつて太陽と地球の距離も正確に知ることが出来るのである。

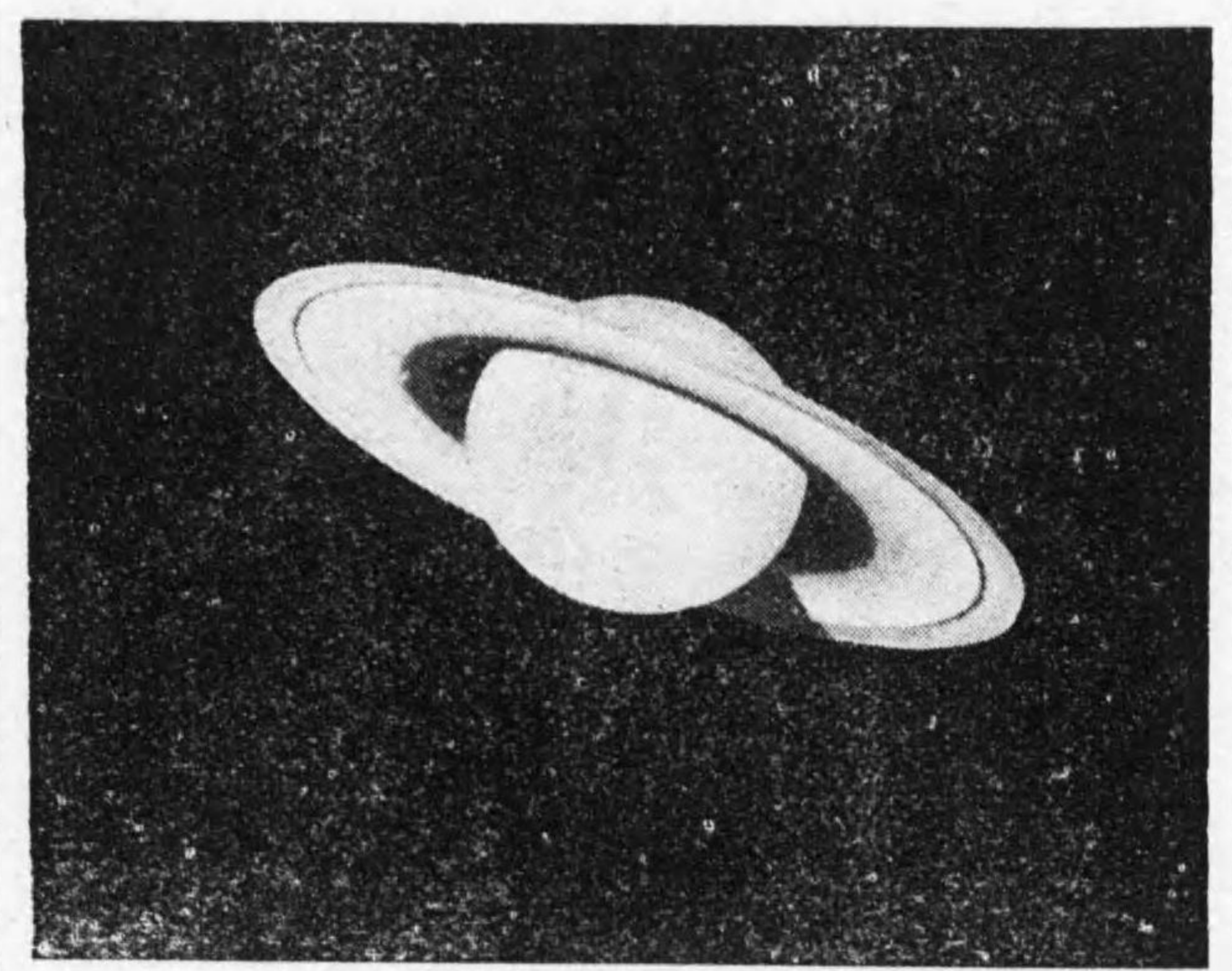
土 星

木星の次に來るものを土星と呼ぶ。環のある星として最珍らしきものである。太陽を距ること十四億二千萬キロあつて其赤道直徑は十二萬一千キロ木星に次ぐ大なる惑星であつて地球

の大凡九倍餘あるのである。太陽を一週するに二十九年半を要し十時間半にて一回轉するのである。土星は三個の環と十個の衛星を持つ最特異の星である。二吋の望遠鏡にても尙一個の環を見る事が出来るが中口径の望遠鏡によれば三個の環を見ることが出来る。内なる環は淡黒色の半透明であるが故に土星を透し見ることが出来る。中央の環は光輝最盛きもので内なる環と接して居るが外部の環との間はよく別れて居る、之をカツシニ分點と稱へて居る。外環Aの直径は二十七萬八千キロあつて其幅一萬七千キロある。中環Bとの間のカツシニ分點は其幅二千五百キロあり、B環の幅は二萬九千キロC環は幅A環とほぼ同じくC環と土星の赤道との間は一萬三千キロ位である。環の幅は頗る大きいけれども其厚さに至つては僅に百キロ内外のものである。環は黄道仰針の都合で太陽一周中に二回まで其平面が地球の軌道の平面と一致することがある。其時は數日間大望遠鏡を以てするも環の全く見へないようになることがある。

環の構成に就ては理論的には之が一個の平板であることが出来ない、必、流星群の集合體

星 土 圖六第



でなければならぬと云ふことが知れて居つた。之を實際に證明したのはキーラーが一八九五年に米國アレガニー天文台で分光器の應用によつてたしかめたのである。即環は無数の流星群が各個の軌道上を廻轉して居るのである。十個の衛星中最大なるものをタイタンと呼び小望遠鏡にてもよく見ることが出来る。

天 五 星

昔時の天文學者は水星金星火星木星土星以外の惑星のあることを知らなかつたガリレオが望遠鏡によつて木星の四個の

衛星を發見したのと、フイゲンが木星の衛星タイタンを發見したのみであつた。然るに天王星は初めて發見せられし惑星である。之は一千七百八十一年三月十三日にサー、ウイリガム、ハーシエルによつて發見せられた。ハーシエルは初彗星であらうと思つて居つたが五ヶ月後にラプラスが軌道の計算からして之は土星の外に在る新惑星であることを發表し當時一般に非常な感動を與へたものである。ハーシエルは之に國王ジョージの名にちなんでジョージアム、サイダスの名を付けたが其後ボーデの付けし天王星（ウラナス）の名が一般に用ひらるゝようになつた。ハーシエルの發見によつて此星は之より前にも他の天文學者によつて二十回位も觀測せられて居つたことが知れた太陽からの距離は二十九億キロ直徑五萬一千三百キロあつて太陽を一週するに八十四年を要する。其表面の状態も詳ききことは知れない。天王星には四個の衛星がある。

海王星

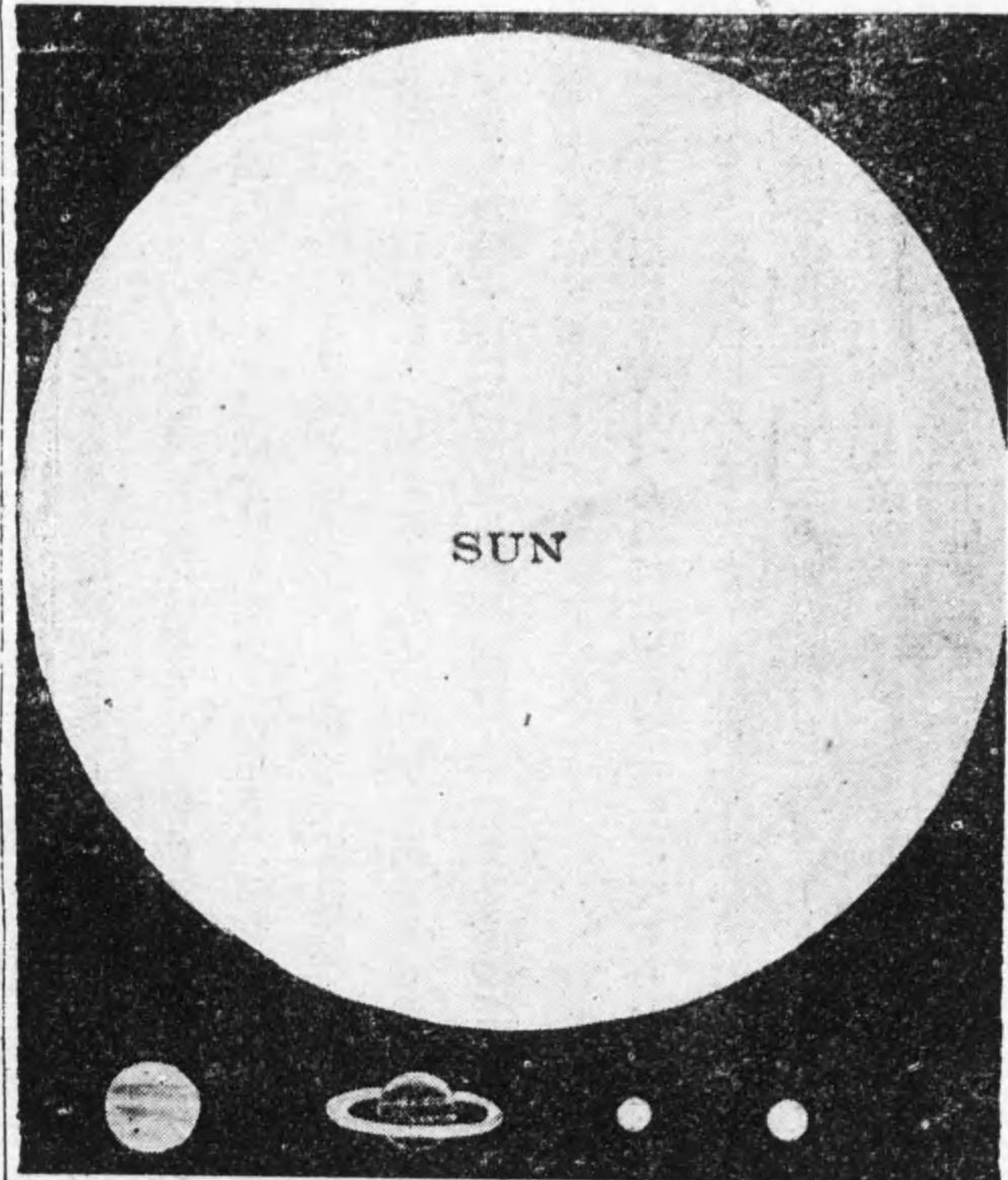
天王星の發見を以て眼視的發見の第一とすれば海王星の發見を以て正に數理的發見の第一と

呼ぶことが出来る。天文を研究するものは數理を詳しいものであるとは一般に信ぜられて居ることであるが數理を一番多く使ふものは天文學中では數理天文一名理論天文學である。日本語にて理論天文と呼ぶのは今日では頗る味の廣いものであつて何でも机の上で數學的に研究するものを理論天文と呼んで居るけれども本來は之を理論天文 Theoretical astronomy と星辰天文 Sideral astronomy とに區別すべきものである。前者に屬するものは天體の軌道、攝道等を研究し後者に屬するものは宇宙の構成恒星の運動等を研究するものである。海王星の發見は即前者の勝利であると呼ぶのである。

ハーシエルにより天王星が發見せられて其運行も充分研究せられしに計算せる軌道を正しく通らず僅少なれども誤差が出るようになり千八百四十五年には角度二分の大差が出来たのである。二分と云へば新銀貨直徑二十三ミリのものを二十メートルの所において見た角度である。斯の如き小さき角度の差も天文學上數理的にはゆるすべからざる大差である。そこで獨逸のベツセルは其原因を研究し之は必天王星の外に一惑星があつて其攝動の爲に此差が生じたので

第七圖 太陽と惑星の大小比較

左より木星 土星 天王星 海王星及地球



あると云つた。
これを元として佛
のルベリエーと
英のアダムスと
が各々獨立に新
惑星のあるべき
位置を計算した
ルベリエーはベ
ルリン天文臺の
ガレ氏に書を
送つて

君の望遠

鏡をアクオリアス星座の黄道上に於て經度三百二十六度の所に向けて御覽なさい。必
其點から一度以内にて光度九等星で大きさの見ゆる新惑星を發見するであらう」
と云つてやつた。ガレは直に其位置を探した所半時間の中にルベリエーが云つた位置から五
十二分の所に於て新惑星を發見したのである。之實に千八百四十六年九月二十三日の夜であつ
た。

之と同時に英のアダムスはルベリエーよりも早く其位置の計算を終りグリニツチ天文臺長エ
ーリーに書を送つて之を探されんことを願ふた。エーリーは當時グリニツチ天文臺によき星圖
がなかつたから餘り氣乗もせずぼつ／＼探して居つたのである。しかし確に其星は二回までも
觀測して居つたから唯位置を計算して見れば知れる迄になつて居つた。

斯の如く海王星は二人の數學者によつて同時に發見せられたことになつたのである。ルベリ
エーは一八七七年、アダムスは一八九二年に亡くなつたがガレは數年前亡くなつた。
海王星は太陽を去ること實に四十五億キロメートルの所にあつて地球と太陽との距離の三十

倍位の所にあり太陽を一周するに百六十五年を要する。一個の衛星を持つて居る。其表面の狀態などは全く観測が出来ていない。

七 彗星

太陽の一族には以上の諸惑星の外に彗星と流星群とが容分となつて附屬して居る。彗星は尾のある星で其形日本在來の帚の如きものであるとして知られて居る。其出顯するや不意に天の一方に表はれ長き尾を有し時には數個の尾さへも見ゆる奇妙な星であるが故に昔時にあつては其出顯は飢饉、疫病、戦争等の前徴であるとして一般に甚しく恐れられたものである。然し今日では望遠鏡又は天體寫直術によつて年々數個の發見があり大望遠鏡を以てすれば殆ど一年中あとへあとと見へるが故に決して恐るべきものでないと云ふことも知れたのである。望遠鏡にては斯の如く年中見ることを得れども肉眼に見ゆるものは僅かであつて平均五個に一個の割であると云ふけれども近年肉眼に見ゆるものは殆ど無い。或年には特に多く肉眼に見ゆる

ことがある。千九百十年のハレー彗星出顯當時にはいくつも肉眼に見へたのである。

第八圖 ハーレー彗星 二九一〇年五月



彗星は太陽の引力によつて遠き太陽系の外壁より來るもので地球に近づくに従つて漸く見へ出すのである。そして太陽に近づくとき太陽熱と光線の輻射壓によつて

彗星頭を構成する物質に活動を起し大きいものになると尾を生ずるのである。其尾は必太陽の反對の方向に延びて居るものであつて初め太陽に近づく時は尾は頭の後に従つて行くものであるが近日點に到ると太陽の反對の方向に延び之れより太陽を去るに當つては尾は頭よりも先になつて行くのである。一體彗星の頭は頗大きいもので幾百萬キロメートルにも及ぶものがあるけれどもそれを構成する物質は稀薄なる流星群の密集せるものであるが故に質量は頗小

なるものである。之より發生する稀薄なるガスと微粒分子とが尾をなすのである。尾には一直線に延びるものもあれば曲りて出づるもの又は色の異なるものもある。

彗星には周期的に顯はるゝものと一旦顯はれた後再地球に見へなくなるものとある。尙又周期的に出顯して居たものが見へなくなつたり周期の無きものが周期的になつたりすることがある。彗星は太陽系の外壁の頗遠き所にありながら太陽の引力に支配せられて太陽の方向に運行して行くのであつて其軌道はパラボラであるから一旦近日點を通過すれば又元の方向に去つて行くのである。唯方向が同じと云ふに止つて決して初に出立した場所に歸るのではない。然るに此パラボラの軌道によつて太陽に近づきつゝある間に惑星に近づくことがある。其中木星の如き大きい惑星に近づくときはいちじるしく木星の擾動に感じて其軌道も變化するのである。其變化に初めパラボラであつたものが楕圓となることもあれば雙曲線となることもある。楕圓となつたものは遂に木星にとらわれて太陽と木星を焦點として周期的彗星となつて數年に一回づゝ太陽を見舞ふようになる。之即木星簇の彗星の出来る道すぢである。其他土星天王星海

王星等も木星の如く攝動を與へるけれども木星ほど多くの彗星の所有者ではない。周期三年より八年位のものには凡て木星簇の彗星であつて現今其數も大凡五十個もある。其中最名高いのはエンケ彗星で周期も一番短く僅に三年半である。大きい彗星でないから肉眼で見るとは面白くないもので無いが長き歴史を有するが故に名高い。海王星に屬する彗星にハレー彗星がある。彗星中最古き紀錄を有するもので紀元前からの紀錄があり七十六年を一期として太陽を見舞ふもので地球から觀測するに最よい場合には肉眼の大彗星として顯はれ頗る長き尾をひいて幾週間も見へるものである。最近の出顯は千九百十年であつて其年五月十九日に近日點を通過した此日最珍らしき現象は計算上ハレー彗星が太陽面を經過し其尾が我地球を包むと云ふことであつた。當時の新聞紙には盛に此事を書きたて米國などの黄色紙は勝手の通信をのせ人々をまどはせたものである。彗星の尾にはサイアノゼンガスが有る爲に地球を包まば地球上の人畜に害があるなどと書き立てた爲め智識程度の底き黑人などは世の末期であると思つて甚だしくおそれをいだいたのであつた。然るに其日も何等の異狀なく又彗星の頭が太陽面を經過したらし