

反射望遠鏡の研究 (一)

京都天文臺助手 中 村 要

近來天文趣味の發展と同時により大なる良きしかし廉價な望遠鏡が要求せられつゝある。又素人で反射鏡を求めたい人もある。書物にしても雑誌にしてもまごまつて反射鏡の實用について日本語で書かれたものは無い。此の要求に對し一文を草した次第である。(三七頁上段挿圖は次號)

屈折望遠鏡は日本に於て可なりよく使はれて居るが反射鏡は殆んど無い。此れは全く反射鏡を知らないといふ事や或は知つても書物で使ひにくいものである事を頭に入れられて居るか又はほしくても作つて居る所が分らないといふ様な原因で使はれて居ない。日本で始めて現代の銀面反射鏡を使つたのは神戸のスコフィールド氏であり又始めて天文臺に備付けられたのは京都十吋である。多くの人の經驗により又私自身京都で使つた經驗によれば仲々有力で有望である。此の稿は小望遠鏡についての續稿の様なもので主として自分でエリソン六吋半鏡を買求め其れを組立てるまでに必要上調べた事や或は六吋半十吋を使用した經驗をまとめて今後反射鏡を使用される方の幾分の參考に供したい。反射鏡の普及時代に反射鏡に關する正しい知識を得ておかぬといふか或は惡き反射鏡を使用せる爲に反射鏡は不適當なりとして有力なる反射鏡の普及がまたげられては甚だ残念である。

三二

反射鏡に關し一般的の記事が百濟學士により天界第三號にあるから必ず此れを讀んでから以下を見て頂きたい。自分は素人の眼視用のニュートン式のもの、みについて記する。現代の反射望遠鏡の基を作つたのは一八五六年に於けるスタインハイルの鍍銀鏡一八五七年公表されたフーコーの影の試験法とであつて英國に於て主として發達し近年米國に於て進歩を遂げ所謂 *Schmidt's* 鏡として發見後僅か七十年未滿で百吋まで作られて居る。大口徑對物レンズの製作が行つまつた今日レンズより理論上完全なる拋物線面鏡の發達は目覺しいものである。拋物線面鏡の製作の如きよほど完全になつて居る。特に英國に於ては最もよく普及され素人で十八吋十二吋位の所有者は仲々多く六吋八吋はさらにある。

反射望遠鏡を反射或は反射鏡屈折望遠鏡を屈折と略する事を許されたい

反射望遠鏡 Reflecting Telescope, Reflector Newtonian.

略記八吋反射鏡は 8" f, 8" Spec. を略記する。

反射鏡 Paraboloidal Mirror, Mirror, Speculum.

小鏡 Diagonal, Newtonian mirror, Flat.

反射鏡と平面鏡 Mirror and Flat を簡單にいふ。

メートル制實施の今日時は不都合かも知れないが吋で作られたものであるから吋で記載する。

全稿全くのよせ集めで甚だまごまりの悪いものである。これから始めたらよいかこまよつたが先づ第一に反射鏡を作る所及人を連記する。

反射鏡の製作者及製作所

反射望遠鏡は英國に於て最もよく普及されて居り有名な製作者が多い。一般に自國の製作品を使ふ。

英國 カルバー G. Calver The Manse, Walspole, Halesworth.

反射鏡専門で中口徑のものを得意とする。英國に於ける殆んど大部分はカルバーである。質のよい事は多數の觀測結果が充分に證明する。ウイスの後をうけて銀面反射鏡を完璧に近いまで發達せしめた人である。氏の作つた大口徑のものではベッセマー郷に作つた五十吋が最大であるが費用の無い爲に使ふ事が出来なかつた。リツクのクロッスレー三十六吋はカルバーの原作で鏡は同大のが二個ある。グラップ氏が後年 refigne した。此の外三十吋一個、エスピン二十四吋素人のウォシントン及びエリス兩氏天文臺に二十吋各一個、十八吋は數個ある。日本にあるのは神戸スコフィールド氏の八吋半でベーカーの約四十年前の古物を求められたものである。

完全なる經緯臺アイビス三

六吋半六〇ボンド 八吋半七〇ボンド

六吋半鏡のみ約六ボンド

Irving 135, High street Teddington, London.

反射鏡専門で殆んど四十年の經驗を有してゐる。二十吋まで作る。小口徑のは可なり多いがカルバーには壓せられて居る六吋半のがスコフィールド氏の許にあり銀を三つて太陽觀測に專用して居られる。Refigning もやる。

アーヴィング鏡は比較的廉い。アイビス三個、フアイング一高度水平の兩スローモーシオン付きの完全なもので

八吋半 四十八ボンド 十志 鏡或小平 十四ボンド 十志

六吋半 二十五 十 面鏡共 十五

五吋半 十五 十 一

四吋半 十二 十 三 十

平面鏡を作る。

英國で求められるなら上の二氏がよい。

Sir Howard Grubb & sons Co.

主として大口徑のものを作る。最近に露シーメス四十吋を完成した。ロバート氏の二十吋もグラップである。

W. Olway & Co. Orion works, Ealing, London, W. 5.

活動を始めたのは大戰後であるから余り知られないが最近 Stainless steel mirror を賣り出した。三十吋まで製作する。

彼の有名なコンモン氏は故オットー氏と共同して現在の所に工場を作つた。Orion Works はオリオン星雲からの名である。コンモン Common 氏は大口徑のものばかり作つた。

ハーヴアート六十吋(今は活用されない)ケンブリッジ三十六吋グリニッチ三十吋ヘルワン三十吋ヒル三十吋此の外二十吋位のが二三ある。オットー氏はカルバー氏と深い關係があり大口徑反射鏡の赤道儀には深い經驗がある。反射鏡のみの價、八吋半約十ボンド十吋十二吋二十四ボンド位

Stainless Steel mirror は最近に發達したさびない鐵で作られ

る鏡で従つて鍍銀不用である。此の合金の出現によつて可なりな革命が起りそうになつて居る。所が缺點として反射率が低く七十%は出ないこの事である。平面鏡も作られて居るが平面鏡は銀面硝子の方が僅かな手数でよき光が得らるゝであらうと思ふ。永久に輝くとは言つて居るが果してされ位使えるか反射率を六十五%として

$$.95 \times .90 \times .65 = .55 \text{ 銀面小鏡を使つて}$$

$$.95 \times .65 \times .65 = .40 \text{ 六吋で四吋の集光力、}$$

集光力のはるかに少ない。鍍銀を無精したい人には都合がよさそうである。

素人で名高い人は

Rev. W. F. A. Ellison Armagh Observatory, Armagh, Ireland.

天文臺長で道樂に三十年の經驗を有して居る。道樂にやつて居られる事であるから突然たので作つてもらへるか分らない。學者だけに申し分の無い鏡を作る。氏は素人であるから鏡にはききが多い。しかし實用上差支へない。裏面には製作年と焦點距離と收差と W.F.A.E. のマークがある。

對物レンズは六吋反射鏡は十二吋位まで作る。エリソン鏡は日本に三箇ある。筆者と鳥取大坪氏の六吋半、スコフィールド氏から得られた神戸森下氏の四吋半で何れも良い。六吋半小平面鏡共で六ボンド六シリリング

デウイス其他二三、知名の人がある。書き上げるこ

Davies, Slade, Wignmore, Cope, Linscott

英國に於て先づ發達したのであるが銀面鏡の始めに活動した製作者は With の Browning である。ウイスは十八吋まで作つて居る。ウイスの鏡は今でも仲々多く質も殆んそ完全なものである。ウイス鏡は器械部は總てブラウニングで作りの古物は安心して求め得る。デニング氏が五十年近く木星其他遊星觀測に活用した十吋はウイス鏡である。

英國では反射鏡が普及して居るので十二吋まで殆んそ何時でも古物がある。

米國

John A. Brasher & Co., Ltd., Pittsburgh Penn.

有名なブラシアー社で屈折と兩方やつて居る。反射鏡はむしろ大口徑を得意とし特にカセグレン構成に熟達して居り現今二十吋以上のものを信用して作らせ得るのは此社のみと言つてよい八十時まで製作に應じるが百吋のも注文して作り得る唯一の會社である。京都の十吋はブラシアーである。一九一〇年頃までにはブラシアー氏自身従事し約百個の鏡は作つて居る。昨年まで後繼者で養子であるマクドエル氏が従事しマクドエル氏は死んだがなほヘーデマン氏等が残つて居る。此の社の大口徑用赤道儀はワーナー・スワージー社が作る。一九〇七年の値は次の通りで今では二三割高い。

口径 時計つき赤道儀 鏡のみ

6吋 650弗 40弗 時計無し三脚赤道儀現貨25弗

8 300 80

10 1300 150

12 1850 現在2200 250

18 3000 650

24 3500 1600

30 7500 2800

ブラシアーで作つた大口徑のものは殆んどマクドエル氏の手になるがブラシアー社の作つたものは世界第二のヴィクトリア七十二吋、タクソン四十吋、アン、アボール三十七吋、ミルス三十七吋、アレガニー三十吋等皆カセグレインになつて居る。

米國で求められるならばブラシアーが最も良い。

The Gaerther Scientific Corporation 1201 Wrightwood Avenue, Chicago, Ill.

十二吋まで作る。價はブラシアーに殆んど同様

Alvan Clark & Sons Company Cambridge, Mass.,

レンズ専門であるが故ランデン氏がローエル天文臺四十吋及びハーヴァードの二十四吋二個を作つた。

Prof. G. W. Ritchey

以前ヤーキース天文臺にあつて美事な二十四吋鏡を作りウィルソン山にあつては其の指揮の通りに六十吋及百吋を完成し

た人で此の外スノー望遠鏡の二十四吋鏡二個其他數十吋の大平面鏡を數個作つて居る。

(ウィルソン山天文臺光學工場では天文臺に要する對物レンズ平面鏡反射鏡の總てを作つて居る。)

リッチー氏は天體寫眞の大家で大口徑鏡の試験法マウンチングに於ける改良は多大である。

Mr. John Mellish 1848 Forest Avenue, Wilmette, Ill.

十時まで作つて居る。彗星を二三發見した。ブラシアーに次いで多い。アメリカ素人間にメリツシユは仲々多い。

Mr. Russel W. Porter Jones & Lambson Machine Co.,

Springfield, Vermont.

最近に名を擧げた人で十六時まで作る。自作の六吋が Porter Garden teles cope の名で六百弗ばかりで賣り出されて居る。

Mr. Carreau 226 Butts Bldg, Wichita, Kans.

最近ポピュラーアストロノミーに廣告が出て居り十六時まで作る。平面鏡も。

Lohmann Bros. Greenville, Ohio,

獨逸 Carl Zeiss, Jena

獨逸には近頃まで大口徑のは無かつたがツァイスで作つたものはベルリンバベルスベルグ四十八吋半ハンバーク三十九吋ハイデルベルヒ二十八吋等で小口径のものも廣く作つて居るが仲々高價である。神戸着の價で

六吋(鏡のみ) 二〇九圓

八吋 三七五圓 である。

O. A. Steinheil, München

十五吋位まで作つて居る。京都の八吋太陽鏡はスタインハイ
ルである。

フランスでは餘り普及されて居ないがバリ天文臺四十八吋を
マーチンス、マルセイユ三十一吋をフーコーが作つた。素人
用のは自國でも作つて居るが英カルバー鏡が大分ある。

鏡の材料にしてもマウンチングにしても屈折より簡單である
ので同じ型式のものなれば反射では屈折の五分の一或は以下
で手に入る。

手數さえいさなければ個人で直接注文せられ、ば安價であ
る。英國のものが最も普及されて居るだけ値も安く品物もよ
い。

反射望遠鏡の手製

拋物線鏡の製作は素人でも出来る。山崎正光氏の詳細な記事
が天文月報十四卷九號以下に出て居るから熱心家は作れる。
簡單である様だが最後で簡單でない。

別の方法として反射鏡のみを一流の製作者から買つて他は自
分で設計して組立てるに至極安く出来る。最非一度は完全な
反射鏡を見ておくに非常な參考になる。製作時に注意すべき
事をのべる。

三六

一、筒はフレームでなく筒の方が日本の氣候には良い。

二、大鏡小鏡は作り付けでなく是非三足で傾きをかへ得る
様に作る事は非常に重要である。

一、反射では屈折の様に覗くのに天體の方を見ないからは
非フアインダーは簡單なものでも付ける事。能率が倍に
なる。

一、鏡は餘り大きなものを望まぬ事大きくて八吋位。

一、赤道儀にするなれば筒が廻る様に作る事。

相等アイピースも揃へて一年計畫でほつゝ作るに立派な六
吋半が構造にもよるが二百五十圓位で出来る。土星の輪も鮮
明に見えぬ安物の三吋に大差ない。

次の如き方法で可なりな六吋半が出来よう。

口径六吋半焦點距離F 8 小鏡共六ボンド、フイゲンスアイピ
ース一吋、半吋四分一吋の三個約二ボンドフアインダー一個
一ボンド餘、計十ボンド餘を前金で送る。船積で約五ヶ月で
到着の上運賃、關稅を支拂ふ。合計で百五十圓位。此れから
後設計が面倒だが、筒木製十圓、鏡のセル二十圓小鏡のセル
ミサツポート十圓。三脚十圓、金屬製經緯臺三十五圓、アイ
ピースの取付け臺十圓、計約二百五十圓で出来る。木製の
部分で作られるなれば廉價に出来る。望遠鏡の自作は意外
に面倒なものである。同じ様なアーヴィングの完全なのを輸
入するに約四百圓で。むしろ完全なものを買つた方が下手な

ものを作るよりましこは言えるが自分で作る事はぐれ位爲になるか知れない。

經緯臺の製作の例として圖を入れておく。筒やスタンドの作り方は書けば切りの無い事であるし又此れ等は作る人の自由にさるべき事である。反射鏡は設計製作した人でない活用し得ないといったリッチー氏の言はふべき事である。

以下は自分で作る場合に材料の買入れについて知つておくべき事である。

大鏡の直徑はドイツではセンチ英米は吋であるが、米では五六・七・等端數は使はないが英に於ては普通四吋半五吋 $\frac{1}{4}$ 六吋半八吋半等を使ふ。此れは屈折の四、五、六、八と同じ仕事をするといふ爲に必要であつたのであらうが現在でも端數のついた口徑を使つて居る。

素人向きなものでは六吋半が最もよく四吋五吋では少過ぎるし價も餘り廉くならない。

又焦點距離にしても身長以上になるミ筒先で觀測するから階子が入用になり不便が多い十八吋位になるミ甚だ面倒になる觀測の便利を考へるミ六、八吋位が適當である。

反射鏡の焦點距離は完全な拋物線鏡であれば何れの焦點距離でも完全な像が出来る程であるが他の問題が關係する爲に眼視用にはF 8 寫眞鏡にはF 5 が普通である。

現在の大反射鏡は實視觀測には使はれず殆んミ寫眞専用で

ある星雲寫眞には短いほぎよいが餘り短くては寫野が甚だ狭いミ或は時間等の點でF 5 が普通である。ウイルソン山百吋六十吋ヴィクトリア七十三吋等皆F 5 である。例外としてF 2 等もある。ツァイスで作つたハンブルグ天文臺の三十九吋はF 3 であり。リッチーの作つたヤーキース二十四吋はF 4 である。

極端な高速寫眞用反射鏡で事實作られたものはリック天文臺のシューバル氏の作つた十三吋焦點距離二十吋といふのがある。極めて狹角であるが特別な天體には有力である。英國のコープの作つたのは十二吋F 二十四吋で彗星用に使はれた又ボツダム天文臺のシュミツド四四センチF 九三センチも作られて寫眞用に使はれた。彼のコンモンも口徑二十吋F 四十吋といふのを作つたが今はごうなつたか分らない。これ等の良いのを作るのは甚だ困難である。

ニュートン焦點ではF 5 であるが分光觀測や大スケールの寫眞には不都合なので總て双曲線小鏡ミ平面鏡によつてカセニユートン或は大鏡の中央に穴をあけてカセグレンにするミF 一五或はF 二〇位になるから此れが使はれ又機械構造にしても簡單でよく觀測にも便利である等の實用上の點でF 5 が使はれる。

眼視用反射鏡ではF 8 以下では製作に非常に骨がおれるのミ像及び倍率の點でF 8 が普通である。長い方が高倍率にはよ

いが長いだけ使ひ難いのが缺點である。

ツアイス F 6
ブラシアー F 8
カルバー F 10—8

等であるが F 8 以下は使えないのではないが特に彗星探し等の低倍率にばかり使ふ等の特別な事情の外成るべく避けたい。

硝子材の直徑は少なくとも口徑の八分の一は無いと歪が大きいい。京都の十吋はほほ二吋ある。成るべく厚いがよい。

硝子材は通常良質の厚板硝子が使はれるが小口徑では殆んど差支へが無いが温度の變化に對して一樣なる鏡形を保持する事が出来ない。硝子自身を光が通過しないから差支へなさそうであるがコンモン氏の作つた六十吋等硝子材不良の爲めに使用し得なかつた。

大口徑のものでは總て特製の光學硝子が使はれる。ウィルソン山百吋の製作に際し硝子材に對し非常なる困難に會つた事は衆知の事である。リッチー氏は論文の第一歩として廉價な不平等な硝子材が反射鏡の鏡として充分よいものであると考へるほゞ大きな間違はないと記して居る。同氏の意見では金が許すなれば良質のフラウン光學ガラスが最良であるそうだと

Mirror Cell.

反射鏡を入れる入れものの金屬は歪をさける爲に厚い方がよ

い。鏡ミ底の間には二三枚の圓形の紙を入れるとか或は布が入れてあるが底の穴の直徑ミ位置紙の形等は常に鏡形に重大なる關係を持つて居る。此の形で或程度までの收差を起す。鏡は絶對に堅くしめつけてはいけない

大口徑のものでは歪を除く爲に面倒な事がしてある。底を水銀上に浮べるとか或は一樣に分布された受けによつて支えるとかしてある、此れ等の方面に於てリッチー氏の研究は多大なものである。

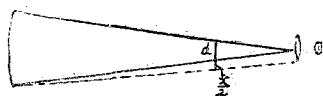
小鏡について

小鏡には通常平面鏡が使用され硝子の形は圓筒に收める爲に楕圓で一見芋を四十五度に切つた様である。厚さはやはり直徑の八分の一はある。ブラシアーでは五分の一波長以上の精度を有して居るとして居る。良い像を得るにはよほゞ精密なものが必要である。其の必要な直徑(短徑)は次の如くに計算する。私のエリソン鏡徑六吋半焦點距離四十六吋。小鏡から焦點まで六吋の場合、焦點面を一點として最小限を求めるミ

$$v = \frac{6 \times 6.5}{46} = 0.851\text{吋}$$

即ち〇・八五吋であるがアイピースが直徑を有する爲に視野の端では全面の光が來ない。ケルナー接眼鏡の十五ミリのものと前玉の徑を〇・八吋とするミ

$$s = 0.8 \times \frac{46 - 6}{46} = 0.70\text{吋}$$



だけ餘分に入用である。加えるこ一、五五吋であるから視野全面に一樣の明るさを持たせる爲には一・五五吋になる。エリソン平面鏡は一・三七五吋であるから少々不足ではあるが普通の用途には差支えない。レンズ徑の小さい高倍率の場合には充分大きい。普通口徑の五分の一あればよい。素人でただ觀望だけにはもつこ少さくても差支へないが變光星觀測をやる人は充分大なる小鏡を使はない場合には二星を視野の中心より等距離におく様に注意しないこ飛んだ大間違をやる。○二等位しばらく誤つて見へる。餘り大きな平面鏡を使ふ事は光の損失と同時に干涉が強く起つて甚だ像が不鮮明になるからよくない。プリズムを使ふ時でも直徑は出来るだけ小さくして其の周りは完全に丸くしないこ像の平等を害する。

平面鏡ミ直角プリズムミ何れがよきや

大鏡で集つた光を直角に筒の方に向きを變化させる小鏡ミして何れも使用し得るが何れがよきやは常に論ぜられる所である。疑も無く平面鏡の方がプリズムよりはよい。

平面鏡

平面鏡は必要な面積より大型に作られて切り取られるのが通常であるから可なり良い平面が得られる、新らしき銀面なれ

ば反射力は普通九十%はある。又其の面積にしても楕圓に切り取られる爲に最小限ですむから光の損失が少い。しかしアーヴィング氏の經驗によるこ完全な平面鏡は百に一つ位だそうだ。良好な厚板硝子から切つただけで光學的平面に磨かれてないものも往々あるが此れ等の不適當は當然である。

直角プリズム

限られた形に於て三面平面に磨かれる爲に完全な平面は得難い。加ふるに硝子自身の質が關係する。短徑二吋以上のプリズムになるこ硝子自身良いものが得難い。従つて大口徑には使用困難である。二面にて反射され硝子自身の厚さの爲に吸收され光を失ふ。又臨界角の都合上短焦點のものには使えない。又形が不規則の爲に餘計な面積を占め光を失ふ點が僅かだが色及び球面收差を起す光學的の缺點がある。ただ便利にするのは鍍銀不用で何時でも同じく輝く事である。

平面鏡では鍍銀は必要であるが鍍銀も大鏡の二倍は充分保ち磨く手數も極く僅小である。直角プリズムは使えないのではない。若し良いものなれば悪い平面鏡は敗ける。成るべく平面鏡を使つた方がよい。差は少い。

プリズム平面鏡何れも短徑で大きさを言ふ。一時、一時四分ノ一、一時半等に作られる。何れも一時半ので約一ポンドである、餘り高價なものでないから最良質のを求むべし。

反射用平面鏡は反射鏡製作所で必ず作つて居る。プリズムは

望遠鏡製作所で得られる。平面鏡は大鏡三一所に求めれば特
に指定しないでも適當なものを送つてくれる。

小鏡を支持する爲に筒に板金或は針金が引いてあるが此れ等
の数は一、二、三、四、等ある。

一箇のは小口徑のグレゴリ式のものに使はれるが通常甚だ大
なる爲に甚だしい干涉を起して星像に太い強い線狀の枝がつ
く。其の所だけ口徑がない爲に此の現象を表す。二つも同じ
く不適當である。

三箇或は四箇が使はれるが三箇の方が眼視用四箇のは寫眞用
のに使はれ五箇以上は使はれない。三本のは像につく條が六
本出来るが四本だミ丁度重り合つて四本になる代り強い。反
射鏡でミつた寫眞には大星の廻りに四本の線がついて居る。

此れは中心を求めるのに便利である等の理由で寫眞鏡に最も
普通である。英では三、米では三、

眼視用には三或は四の何れがよいかと言へば何れも使えるが
低倍率の場合には何れでも好い。火星には四本が少々運河を
見えにくくする他に遊星を見るに差支へない。接近した二重
星を見るには線の方に伴星が重なる時には困る事が多い。

三本の方が少々良い。使用上には四本の方が便利が多い。線
は細いほぎ好い。屈折を使つて居る人でも遊星觀測中電線が
前に來た爲に像が甚だ不鮮明なるは記憶せらるゝ、こゝこなら
ん。太い線は甚だしく像の鮮明を害する。同じ理由で小鏡の
直徑も極小限にする必要がある。

訂 正

前號二四頁十行目午後十時の子午線經度訂正す。
計算尺の誤算なる故最後の衍疑し。

332, 240, 148, 57, 327, 236, 150, 61, 331, 240,
にて各約十度の差あり

下段二行目三三四度は三三二度

五行目 二四〇度は二二二度

六行目 右は左

十二行目 二十二日は二十三日

大部分は校正の誤り。

山本氏よりの通信

小生いよ／＼九月十日頃當地出發佛國パリへ向ふことに
なりました、ついては八月末以後の郵便物はすべて米國經
由で佛國パリ市帝國大使館あてに願ひます。

兩人共達者です。皆様に御傳へを願います。

佛國製の優良なる四吋四分の一及び三吋八分の一の屈折鏡を
賣却したき人あり。詳細は天文臺中村要宛。