

最近明るみに出た反射望遠鏡の尖端兒

シュミット・カメラの製作記

f 1.5 寫野は10度に及ぶ

木 邊 成 鷹

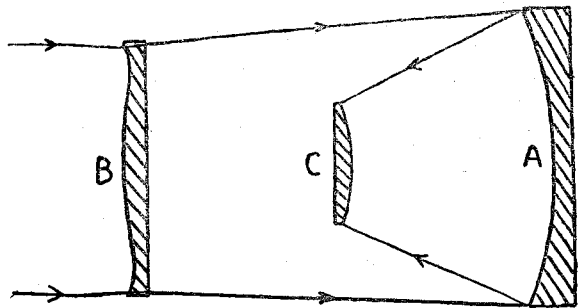
はしがき 由來、反射望遠鏡の最大の缺點と云へば、其の視野の狭い事である。眼視的には左程影響の在る事では無いが、寫眞用の場合には明るければ明るい程（f 数が小さくなる程）其の視野は極端に狭くなる事は周知の事實である。一例を示すと、故中村氏の作つた f 3（口径は 16 cm）鏡で、満足な像の得られるのは、僅かに 30' に過ぎず、コマを我慢しても 1° がやつとであつた。其の爲めに、巨大な、50 cm も、100 cm も、或は其れ以上の反射鏡になれば、廣汎な天空を撮影するのではなくて、極く狭部分の、即ち、微光の星團とか、星霧の研究、或ひは集光力に物を云はせて分光方面を狙ふとかに現在活用されて居るのであるが、普通我々が入手出来る程度の口径では、とても上記の目的達成に及ばないからして、極く篤志家を除いては、殆んど利用されて居らないと云ふのが現状である。所で、色々の改良、考案の結果、數年前、シュミット氏に依つて名案が工夫されたのである。然し、其の當時耳にした所では、コマを避ける爲めに球面が使用され、補助レンズを附加して、彎曲した結像面で數度は撮影出来ると云ふ程度しか聞か無かつた。又事實發表された處でも、何等實際的な機構に關して論及されて居らなかつたのであるから、殆んど役に立つと云ふ程のものではなかつたのである。だから今迄は、若し此のシュミット・カメラを作らうとするならば、殆んど暗中摸索的に仕事をせねばならなかつかわけなのである。然るに、幸ひな事には、近着の外誌に、コックス兄弟が 6 吋 $\frac{1}{2}$ 、f 1.5（以下本文は不本意乍ら吋單位で示す事にする。其れは作例が吋であるのと、もう一つは、すっかりメートル法に換算すると、正確な數字が出難く、更に製作中の生きた感じが失はれるからである事をば了解願ひ度い）のシュミット・カメラを作つた明細な記事が見當つたのである。但し、未だ作られてから充分に時日を經過して居ないし、従つて天體に向けて使用して如何程鮮明な結

像を見せるかに就いても、寫眞を見て居ないから、今直ぐ作つて見やうとするのは考へ物である。然し、記事から見れば、 $f1.5$ と云ふ短焦點の反射鏡で、 $5^\circ \sim 10^\circ$ の天空が相當満足に撮影出来る様であるから、大した進歩には違い無い。素人がいざ作らうとするのには少し程度の高い作業であるが、とにかく一應解説を試みる。且つ作るか、作らぬかは別としても、必ずや會員諸氏の御参考になる點は多いと思ふ次第である。

構造 未だ此のカメラの根本的な構造を御承知にならない方が在ると思はれるから、簡単に其の説明から始める。御承知の如く、拋物線鏡を主鏡にして居る反射望遠鏡では、投射光線が鏡心に垂直、乃至は極めて其に近い場合にのみ良像を得るのである。だから少し廣い範圍に涉つて天空を撮影しやうとすれば、其の寫眞の周縁一

第 1 圖

體は、コマの爲めに像が急速に延びてとても氣持の悪いものである。所で此のシュミット・カメラでは、球面鏡を主鏡を使用して先づ此の難點を除去し去



るのである。所が、球面を使用すると、コマはなくなるが、今度は球面収差で又困るのである。其れでシュミット・カメラでは、大體主鏡の球心の所に、薄い特殊の補正用のレンズを置いて、球面収差を除去するのである(第1圖)。この薄いレンズが此のカメラの特色なのであつて、此の補助レンズは必ずしも一樣の型式に限られて居るのでは無いけれども、同じ事であれば、出来るだけ色収差の少ないものが良いのは云ふ迄も無い。其の爲に最も都合良いのは、中央部が弱く集光作用をし、端は弱く分散作用をするもの、云ひかへれば中央部は弱凸、端部は弱凹になる様なものである。しかも製作の點も考慮して、この様な面は外側のみで、主鏡に向つて居る面は平面にして置いてよいのである。

所で、實際この外側の面の凸凹の量と云ふのは、極めて微量に過ぎないのであつて、平坦な面からズレて居る最大の量でも、此の作例の場合には、僅かに

0.0039時に過ぎ無いのである(圖は極端に示してある)。然し、此れ程の量とは云へ、此んな變手古な面を作る研磨法は、今までのありきたりの方法では駄目なのであるから、従つて、此のレンズを作るのが最も作業上困難な部分なのである。

結像面 扱て此の様に出来上つたシュミット・カメラの結像面は、實は平面ではなく、彎曲して居るのである。然し、其の彎曲度は、丁度主鏡の焦點距離の長さを半徑にしものと同じ球面であつて、主鏡に對して凸になつて曲つて居るのである。だから、視野が曲つて居るから、乾板は使用出来ないであつて、フィルムをば、其の曲率に合ふ様に曲げて使用しなければならないのである。

作例の概規 彼等の作つたのは、主鏡(1圖 A)は口径9吋で、焦點距離は9.65吋である。次に補正レンズ(1圖 B)は口径7吋で、其れを6吋 $\frac{1}{2}$ に絞つて居る。但し其の厚みは僅かに $\frac{1}{8}$ 吋と云ふ薄いものである。フィルムを取付ける部分は(圖の C)9.65吋の凸になる様にベークライトで作つて居る。此の作業中、やはり最も中心であり、且つ面白いのは、補正レンズの所であるが、順序として先づ主鏡の製作から簡単に記述しよう。

主鏡 9吋 f1 の鏡と云へば、中心で0.53吋も凹まされねばならない。其の爲めには80番のカイボランダムで正味66時間かゝつて居る。いづれにしても、こんな深いものを作るのは困難な仕事であるが、然し方法としては普通の凹面鏡を作るのと別段變りはないから、工程に關しては省略する。只、問題になるのは其の試験方法なのであつて、普通行ふ所のナイフエツヂで人工星像を切つて影を見るフーコ1試験は、こんな數f數の短かいものには利用出来ない。だから近時著名になつたロンキ1・テストを使用して居る。然し此の場合でも、光源とグレーチングを十分に接近させる事は不可能であるから相當苦心して居る。何故ならば、若し光軸外から見ると、やはりf數が極端に短かいから、鏡面が歪んで見え、十分に試験出来ないのである。故に、結局、中途に銀の無い平面を45°に傾けて置き、人工星から出た光りが其の平面に當つて、直角に折れて主鏡に向ひ、反射して其れが平面まで來て、今度は平面を通過して、(だから非常に光力は失ふが鍍銀してはいけ無いのである)其の直背後のグレーチングに

當る様にしたのである。

補助レンズの作成 前記した様に、凸と凹の混合した様な面を作るのは、とても今迄行はれて居る研磨方法では出来ない事は明らかである。其れ故、失敗を見越して豫め2個作る事にしたのである。其の第1個目は、或る種の非對照的な不規則運動で磨き上げ様としたのであるが、到底其れには技倆が及ばなくて失敗した。其れで第2個目の方は、一度或る單純なカーブを與へてから、再び修正磨きをすると云ふ方法を採用して、見事成功したのである。此處には成功した方法だけを記述する。

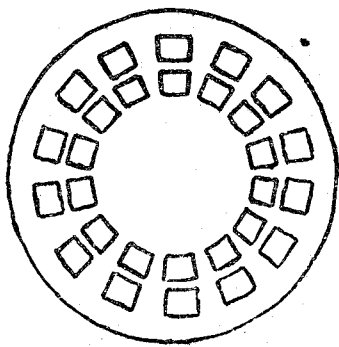
さて、先づ主鏡に面した平面の方であるが、是れは普通の方法に従つて、同大の硝子と摺り合せ、磨きは4吋(約半分の口徑であるのは、此の仕事は全部器械で行つたからである)のピッチ盤で行つた。そして出來上つた所は、0.0005吋以下まで正確に近ずける程度である。これは平面としては決して上作の方ではないが、作者の云ふ所では、これ以上精密は要し無いそうである。猶ほ仕上げ摺りの最後は、500番のカイボランダムで行つて居る。

いよいよ次に問題の中心になる面だが、其の中央部を0とすれば、他の部分は如何程の出入りがあるかを示すと、次の如くである。

半径(吋)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.75	3	3.25
深さ($\frac{1}{4000}$ 吋)	0	0.25	0.95	1.79	3	3.78	3.9	3.74	3.26

以上の如く、大體として中央部が凸であるが、最も凹んで居るのは半径2.75吋の所にある。即ち約0.004吋(約 $\frac{1}{40}$ ミリメートル)なのである。其れで逆に考へて、端に較らべて、中央が3.26ミル(1ミルは吋の $\frac{1}{4000}$)の凸面に先づ作り、其れから特に窪みの大きい所だけ摺り減らす算段を立てたのである。其の爲めには、先づ同大の硝子盤の上に、スポンヂゴムの同大のものを貼り付け、更に其の上に第2圖の様に、四角い鉛板を並べて貼り付けたのである。其して、丁度此の鉛板の並んで居る所が、最も摺り減らさねばならない所に當るやうにしたのであ

第 2 圖



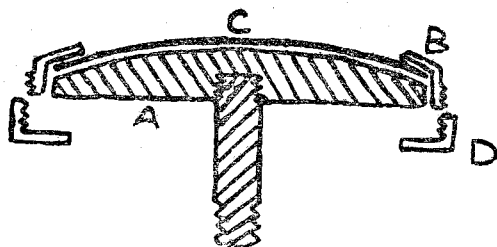
る。こう云ふ風な特殊な盤を使つて、600番の金剛砂で3時間許り描つた所、先づ大體目的近い恰好になつて來たのであつた。一言附加せねばならないのは、此の試験法と云つては別に無いから、極めて正確な球面計で、描れて行く量を慎重に0.0001吋迄計りつつ進めた事である。

然し1%と2%時の所に凸輪が出來、て其の除去には難澁し、又數時間を費して、やつと全部が計算値近く出來た様である。

さて次に磨きであるが、こんなカーブをして居るものは、普通のピッチで磨けない。出來るだけ軟かいも

第 3 圖

ので行ふ必要がある。其れで最初はコルクでやつたが、やはり堅すぎるので、コルクの上に、松脂とビーワックスを混じたものを塗り付けて磨いた様である。此の場合、ピッ



チではどうしても頑強すぎて、全面に磨きがかからないらしく、さりとて初めから、ピッチで此のやうな部分的な盤を作つて行ふのには作用が弱すぎるらしい。とにかく、苦心して、どうにか満足に作り上がった様である。

フィルムの取替 是れが亦相當難物である。然しこれは金物細工だから、金物店で作れば割合樂に出來そうである。先づ第3圖を見ていただき度い。其の中のA即ち土臺はベークライトで作つて、其の主鏡面側には豫定の曲率を付けて、金屬棒が背後にささつて居る様にした。そしてBとDの組合ふ金具があつて、フィルムCをハソんで、グルグル廻し乍ら締め付けると、フィルムはベークライトの面に擦れて、巧く曲つて呉れて、端で皺にならずにすんだと云ふ。此の部分全體の支持は、反射望遠鏡に使用する平面の場合を應用すれば良い。

焦點合せ 此のカメラでは、焦點は極めて鋭敏であつて、僅か0.003吋ズレても良くない。其の爲めに焦點合せの精密なネジ装置と、其れから此の面が主鏡に對して傾かない様に注意する必要がある。然し其等の事は、共に平面の支持の場合と根本的に違つて居ない筈であるから、さして性質上困難ではない。只極めて微細な動きが出来る様に、ネジは出来るだけ細かい方が良いわけである。

其他 鏡筒、或ひは鏡枠等は、いづれも反射望遠鏡の時の事を標準にすれば良い。但し、常に焦點が極めて鋭敏で0.001時のズレでも影響はあると云ふ事を念頭に置いて置くべきである。詳しくは省略する。

試寫 いよいよ試寫の段取りとなつたが、満足に焦點が合ふ様になるまで20枚も寫して居る事でも、上記の注意は了解出来るだらう。試寫の結果は、殆んど満足すべき程良く出来た。強いて云へば、極く僅かアスチグマチズムがある様だが、多分其れはフィルムの曲りが充分よく出来てない事に起因するのかもしれないと云ひ、いづれ、更に各所に涉つて不満な點はあらうから出来るだけ改良する様に心掛けたいと云つて居る。とにかく、10分間位の露出で随分良く撮るらしい。然し當本人が、London に居るから、空の明るさで10分間以上の露出は面白く無いらしいので、もつと空の良い所で試寫したいと云つて居るから、更に後報を待つ事にする。

最後に私感を附加すると、大切な補助レンズの硝子質に關して述べられて居ないから、正確な計算をする事の出来ないのが心残りであつた。然し、いづれ光學硝子である事は云ふに及ばないが、中でも多分紫外線の通過の最も良好なものであるに違ひないから、先づボロシリケートクラウンあたりだと思へば最も近いだらう。若しパイレックスで光學用のものが出来れば更に良好である。然し口径が7吋で厚さが $\frac{3}{16}$ 吋と云ふのは、如何に色収差を恐れて居るにしても、35分の1以下と云ふのではあまり薄く、果して彼が云つた程に面が保たれて居るか如何か？ 案外アスチグマチズムも其處らが一役買つて居るのではあるまいかとも思はれた。もう一つは、視野の點にも正確な事の記してない事であつた。將來この型のものがどの程度まで大きくなるか？ 又普及するか？ 光學硝子其のものから云へば50 cm 位まではさして心配はないが、そうなればいよいよ色収差問題が、再びゆるがせには出来なくなるだらう。或は又更に改良されるかも知れない。然し、いづれにしても、少々の不備は忍んでも、明るくて廣いのだから、流星だの、黄道光だのと云ふ方面に活用出来たら随分面白からうと思つて居る。自分も時間と餘裕が付けば(相當に設備が入要である)一つ位試作して結果を報告して見たい。