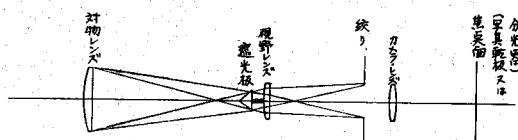


## II. 光学系について

岩田 稔\*・高橋泰夫\*\*・川井誠一\*\*\*

コロナ・グラフはその光学系の内部で人工的な日食状態を作り、太陽コロナの分光観測を行なう望遠鏡である。この光学系の設計に当っては、太陽の光が非常に強いので、対物レンズの僅かの傷や埃、レンズ内部の気泡、脈理などが散乱の原因となり、コロナよりも強いハローを生じて観測を不可能にするという点に注意しなければならぬ。また対物レンズ枠の強い回折光、対物レンズによる二次反射像なども除去しなければならない。

コロナ・グラフの構成は通常第5図のようである。



第5図 コロナ・グラフ光学系構成図

対物レンズおよび視野レンズは光の散乱を考慮して単レンズを用い、視野レンズの前方に太陽像を結像させる。この像を円錐形の遮光板で外側に散らして、視野レンズにはコロナ部分だけを通し、これを後のカメラ・レンズにより結像させる。対物レンズ枠の強い回折像は、視野レンズによる対物レンズの像点位置に絞りを置いて除去するが二次反射像もここで除去する

のが望ましい。

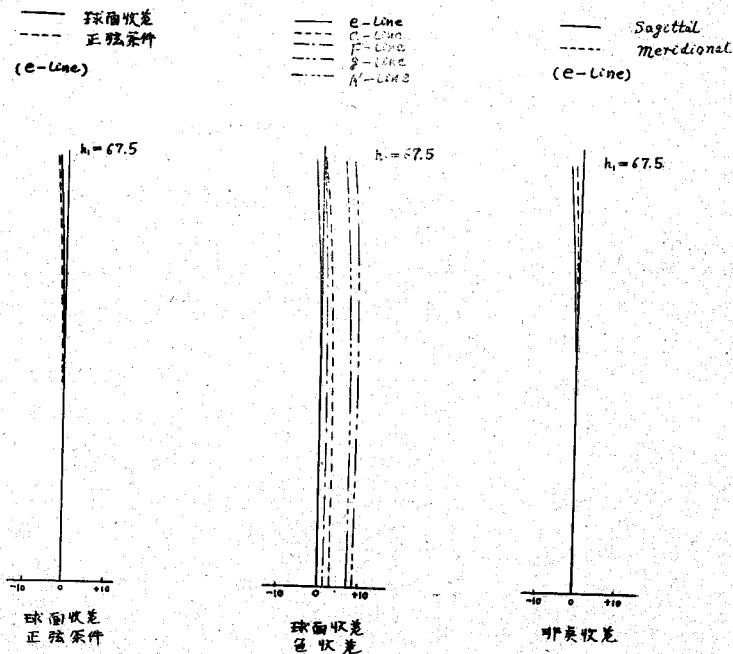
以上の制約に基づいて、本コロナ・グラフには、絞りとして平行度の良い平行平面ガラスを使用し、その外側のホールダー枠で回折像を除去し、ガラスの中央の直径3mmのクローム蒸着面により、二次反射像を取り除いた。また、太陽像を回転させて、任意の位置角で観測できることが望ましいので、第5図のカメラ・レンズをコリメーターと結像レンズとの二つの成分に分け、この間に屋根型のドーププリズム（イマーデ・ローター）を挿入した。カメラレンズは合計4枚の最低で設計した。

対物レンズおよび視野レンズは前述したように散乱光を極度に防止しなければ

ならないため、内部散乱および表面の反射をできるだけ取り除くよう考慮せねばならない。このため光学ガラスの中で最も散乱光の少いBK7を使用し、とくに硝子メーカー（小原光学硝子製造所）での溶解から充分注意し、ロンキー・テストなどによって、光学的に安定したものを選んで用いた。また特殊な研磨剤を使用し、特別に塵埃の少い部屋で細心の注意をもって研磨し、反射防止膜もせずに仕上げた。

対物レンズは単レンズなので、球面収差と色収差が、後方に配置されるカメラレンズにより、どこまで補正ができるかが問題である。しかしカメラレンズも散乱などの問題から考えて、特殊光学ガラスは避け、一般的なしかも安定した硝子を用いたので、補正手段に若干の制限を受けることになった。

対物レンズで球面収差を最小にすべき条件としては、BK7を用いた場合には、 $r_1 : r_2$  が約 1:6 となる ( $r$  は曲率半径) のが望ましいが、一応平凸レンズを用いることにした。marginal ray で約 2.7 mm の補正不足である。この収差をカメラレンズによって最終的には 1.94 mm の補正不足とすることができた。このレンズ系の明るさは約 1:1.5 であるから、Rayleigh limit は約

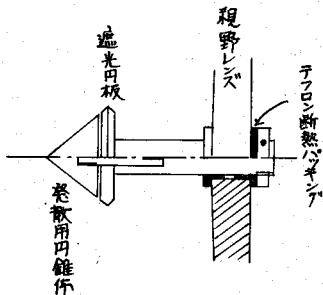


第5図 対物レンズ、合成収差曲線図

\* 宇宙開発推進本部

\*\* 旭光学株式会社

\*\*\* 測機舎株式会社



第7図 遮光板取付図

2.4 mm でよいわけで、充分満足できる量であると考えられる。

またカメラレンズの設計に当って最も重点を置いたのは、全系を通じての正弦条件の補正であり、第6図の収差曲線で解るようにほとんど補正し得た。全系を通じての色収差は、一応 C-line と F-line の色消しになるように補正してある。また非点収差も実用の範囲内では支障のない値と考えられる。対物レンズの色収差はそのまま残留しているので、各波長の像を正確に遮光板に結像させるように、収差量だけ対物レンズを移動できるようになっている。(全長で 150 mm) e-line の焦点位置を基準にした時、各波長に対する移動量は第1表のようである。

対物レンズの設計数値表は第2表に示す。

なお太陽像は最終焦点面で常に一定の大きさであるこ

第1表 対物レンズの移動量(色収差)

波長 (m $\mu$ )	移動量 (mm)	波長 (m $\mu$ )	移動量 (mm)
404.7 (h-line)	-44.91	656.3 (G-line)	+17.59
453.8 (g-line)	-31.28	768.2 (A'-line)	+29.26
486.1 (F'-line)	-14.49	101.4	+44.63
587.6 (d-line)	+7.62		

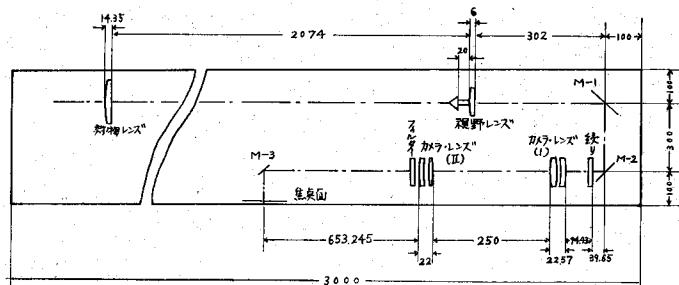
第2表 主望遠鏡レンズ設計表(e-line 基準)

面積	曲率半径	レンズ厚さ	レンズ間隔	レンズ高	材質
1	1069.191			67.5	
2	$\infty$	14.35	2074.00	67.1	BK 7
3	255.426			40.0	
4	$\infty$	6.00	769.01	40.0	BK 7
5	1370.000			25.0	SF 13
6	196.875	5.57		25.0	
7	180.000		10.00	26.2	SK 5
8	- 552.040	7.00		26.3	
9	403.219		250.00	25.8	SK 5
10	- 306.000	7.00		25.7	
11	- 216.000	5.00	10.00	24.8	SF 13
12	- 594.375			24.8	

対物レンズ焦点距離  $f_o = 2063.12 \text{ mm}$ ,

全系後側焦点距離  $BF_e = 723.789$

包括角度  $\pm 1^\circ$

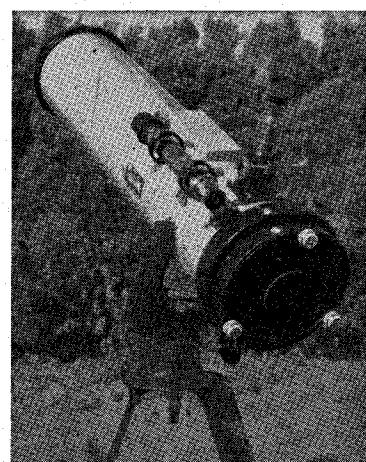


第8図 光学系配列図

とが必要である。季節的な太陽視半径の変化、波長による像の大きさの相違などを補正して、常に一定の大きさの太陽像を得るために倍率調整は、カメラレンズの各成分をそれぞれ独立に、光軸に沿って移動させることにより行なうことができる。本機では前側の成分の移動量を 100 mm、後側のものを 20 mm に探ってある。

遮光円板は視野レンズに取り付けられた保持棒に、発散用円錐体を挿し込むようになっていて(第7図)着脱は非常に簡単であるが、この繰返しにより円板中央部の穴が偏心して、円板の中心が光軸から偏ることも起りうる。工作精度としては、円錐体の心棒と円板の中央穴の径の差を 1/100 mm に押えたが、観測の時には注意する必要がある。遮光円板は太陽視半径の季節的な変化

### カンコー天体反射望遠鏡



二十種 CG 式  
焦点距離二段切換  
天体反射望遠鏡

- ★ 天体望遠鏡完成品各種
- ★ 高級自作用部品
- ★ 抛物面鏡、平面鏡、軸外し抛物面鏡
- ★ アルミニウム鍍金
- ★ 電源不要観光学鏡 (カタログ要 30 円切手)

### 関西光学研究所

京都市東山区山科竹鼻 TEL 京都 58 0057

に伴い、径の異ったものを用意しなければならない。後述するように追尾精度を $3''\sim 5''$ としたので、太陽視半径 $15'45''\sim 16'18''$ に対応するものを $3''$ 刻みに12枚、 $15'25''\sim 15'58''$ に対応するものを $3''$ 刻みに12枚合計24枚用意した。

本機の光学系では、対物レンズより最終焦点面までが

約3800 mm あるので、3 m の光学ベンチに一列に配列することができないから、第8図に示すように配列し、全体に遮光用カバーをかぶせた。光路を $90^\circ$ 曲げるために三枚の平面反射鏡を使用したが、鏡面の汚れによる散光を生じ本来は望ましくない。これを防ぐ意味で頻繁に鏡面を掃除することが必要になってくる。

### III. 光電追尾装置について

岩田 稔・高橋泰夫・川井誠一

望遠鏡の自動追尾は赤経、赤緯の両成分に分けて考える。赤緯成分のずれは at random な微小量だけなので、これを誤差信号出力として取り出し、これによりサーボモーターを駆動し、誤差を取り除けばよい。赤経成分の追尾方法として次の三つのものが考えられる。

(1) 日週運動に基づく定常的な運動は、シンクロナス・モーターで駆動して、ディファレンシャル・ギヤーで結合されたサーボ・モーターを、誤差信号出力により回転させることにより誤差分を除去する。これは一番普通の方法である。シンクロナス・モーターを駆動する電源周波数が、安定しておる時には有効であるが、自家発電等により電源周波数が不安定の時は、あまり有効と思われない。

(2) 追尾のずれを誤差信号出力に変換し、これによりシンクロナス・モーターに供給する電源周波数を変えて、モーターの回転スピードを調節する。これは Sacramento Peak のコロナ・グラフの自動追尾に採用されている。(Electronics, May, 1951, p. 118~122)

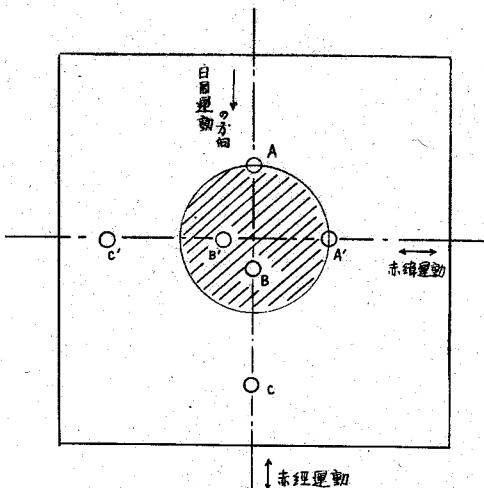
(3) 赤経成分の追尾も、誤差分を誤差信号出力とし

て、サーボ・モーターに入れて、自動追尾を行なう。この場合、日週運動による太陽の動きは定常的であるから、サーボ・モーターは常に回転を続ける。

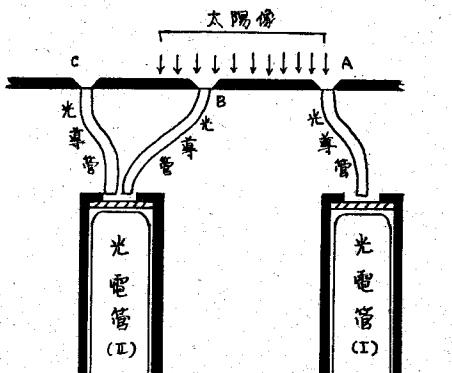
こずれの成分においても、一定な光入力と、変化する光入力とを、それぞれ独立して光電管に入れ、この両者の電気出力の差を、誤差信号として使用するということは、すべての方程式に共通である。

本機においては、その設置場所の関係で、電源周波数の安定性に問題があるので(1)は除外し、(2), (3)のいずれを探るかということが問題となつたが、設置場所が遠隔の地であり、補修等のことを考えて、できるだけ故障の起らぬ、また修理が簡単であることが要求されるので、回路構成の簡単な(3)を探ることにした。追尾の精度としては、対物レンズの口径が135 mm だから、分解能は $5303 \text{ \AA}$ に対して約 $1''$ である。またシンティレーションによる太陽の周辺の動きを $\pm 3''$ 程度を見て、大体 $3''\sim 5''$ 程度の追尾精度があれば充分ではないかと判断して、電気回路を設計した。

本機の電気回路は、赤経および赤緯成分の誤差信号検出回路が全く同一であるから、同じ増幅器を二つ併行して並べる様な恰好になり、製作にも回路の点検にも非常に便利であるという利点がある。



第9図 aperture と太陽像の位置関係（太陽を完全に追尾している時）



第10図 光導管及び光電管の配置図