

京大シュミット・福知山の4年間

今 川 文 彦*

まえがき

昭和47年5月福知山市に設置された、京都大学理学部宇宙物理学教室のシュミット望遠鏡は、いろいろな事情から移転せざるを得なくなり、すでに今年3月、観測室の撤去と望遠鏡の格納を終り、この秋には奈良県大宇陀町に、新観測室が誕生する運びとなった。いまここに、福知山の4年を振り返ってみることにする。

光学系の概要

最初に光学系の概要をまとめておく。

- 40/70/120 cm, F/3, 蹴られなしの視野 7.1°,
- 焦点面のスケール 172"/mm, 限界等級 18.6
- 主 鏡: 曲率半径 240 cm, 面精度 $\lambda/4$, 材質パイレックス
- 補正板: 中心厚 18 mm, 基準波長 5461 Å,
- 材質 BK7
- 対物プリズム: 有効径 40 cm, 頂角 5°, 材質 LF5,
- 分散 487 Å/mm (H_r), 1848 Å/mm (H_a)
- カセグレイン副鏡: 口径 16 cm, 合成 $f=700$ cm,
- $F/10$ (現在製作中)
- 案内望遠鏡: $f=200$ cm, $F/20$

なお、望遠鏡の写真は、天文月報昭和47年月6号表紙を参照されたい。

苦心談二つ

最も苦心(ただしこれは前時代的苦心かも知れない)したのは、いうまでもなく補正板の研磨である。研磨は、池田市の大阪工業技術試験所で行ったが、同所としても始めての経験だったので、研磨——テスト——また研磨、ときに収斂ときに発散を繰り返しながら、多大の時間と労力を費やした。その間最大のトラブルは、面がかなりの精度に仕上がったとき、平面側に僅かなクラックを生じ、観測には別にさしつかえなかったが、将来クラックが進行してはいけないと思って、平面側を約5mm研りとった。これが失敗の原因となり、厚さが13mmに薄くなったため、以後の研磨に多大の支障をきたし、ついに新しい補正板を改めて製作せざるを得ないという苦渋を極めることになった。

すべて光学系の研磨にはその検査方法が附物である。



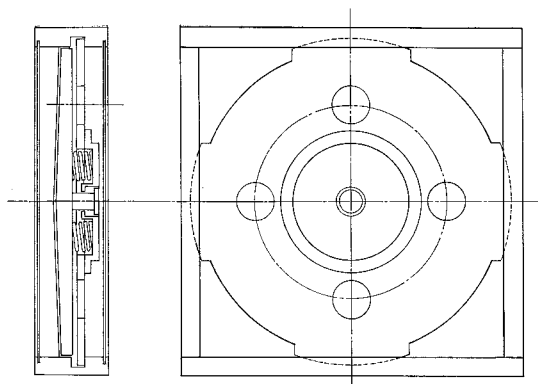
乾板ホルダー

大工試には残念ながら、実験室で非球面の形状を光学的に検査する装置がない。(目下、レーザー光を利用して、トゥワイマン・グリーン干渉計の原理を応用した検査装置を実験中である)したがって、NC 研磨機の水平方向キャリッジに、電気マイクロメーターを取り付けて、その尖端を研磨面に接触させ、これを数値制御の指令で直径方向に動かし、各点の測定値を求め、これにキャリッジの垂直誤差を補正して形状を検査するという、機械的な方法を採用せざるを得なかった。各測定値の10回の平均誤差は、古いセンサーを用いた形状測定器で最大、 $\pm 0.9 \mu$ 、より安定なセンサーを用いた新測定器で $\pm 0.3 \mu$ であった。このような事情から、機械的な検査の限界に到達した後は、検査はすべて星像テストによらざるを得ない。かくて福知山⇄池田の往復が2年間続くことになる。

テスト観測は、初めての段階では直接像による輪帯テスト、後はもっぱらハルトマン・テストで量的に収差を求めた。現在、周縁部5mmを絞って使用しているが、ハルトマン常数は約1.4である。また、乾板上最小星像の大きさは約 25μ である。

苦心談の二つ目は乾板ホルダーの製作である。フィルムを使用するか乾板を使用するかは、最初からの問題であったが、乾板を使用する場合は、短焦点距離の故に、常識的に考えて像面平坦化レンズを挿入する必要がある。しかし、これは大工試の意見により、初めから考えずにフィルムを使用することにしてきた。ところが、本格的な観測を始める頃、コダック社に問い合わせたところ、最小発注量が著るしく多量となり、(われわれの用いる 16×16 cmで、1種類につき25枚入り107箱、以前は15~25箱であった)教室の財政上からも、年間使用量からも、これを購入することは不可能に近い。それで乾板の彎曲の可能性をテストすることにして、簡単な

* 京大理宇宙 F. Imagawa: Four Years of Research with the Kyoto Schmidt Telescope at Fukuchiyama.



乾板ホルダー

圧曲装置を作った。そして延べ 10 数枚のテストを行ったが、1/3~1/4 は圧曲の途中でこわれ、成功したのもそのまま放置しておく、はやいものでは数分、おそいものでも 2~3 時間後にはこわれるものがかかりあって、にわかに採用に踏み切れない。使用した乾板は、コダックの厚さ 0.040 インチ (0.030~0.044) のものである。

一方、各国の状況を調査するために、光学系の大きさが、われわれのものと同程度のシュミットをもつ天文台 21 カ所にアンケートを出した。約 7 割が回答を寄せてくれたが、それによると、 $f=150\text{ cm}$ 以上のものは例外なく乾板を使用、 $f=120\text{ cm}$ 以下のものは必ずフィルムを使用するか、平坦化レンズを挿入している。そしてフィルムの場合、やはりわれわれと同じ悩みがあるようで、ある所では他の天文台と共同購入している。とくに参考になったのが、レンパンのボッシュ天文台のシュミットで、 $f=127\text{ cm}$ でわれわれのものより少し長いだけであるが、厚さ 0.030 インチ (0.024~0.030) の乾板を使用して成功していることがわかった。これに力を得て圧曲装置の改良に着手し、何回かの試行錯誤の結果、漸く現用の乾板ホルダー第 1 号まで漕ぎつけた。その設計図面を図に示す。図中のスプリングの力は約 20 kg に相当する。現在のところ乾板の破壊率 (圧曲中にこわれるものは皆無、2 時間以内の率) は約 10% であるが、いまま少し改良を加えて 5% 程度にはしたいと思っている。まず、スプリングの力を 15 kg ぐらいに下げられないかを検討中である。工学部の材料試験の専門家とも相談したが、われわれの場合ガラス板の弾性限界ギリギリの圧曲をしているので、ガラス内部の目に見えないクラックや非均一性などが大きく影響して、これ以下に破壊率を小さくすることは困難であろう。それでも、フィルムを用いるよりは、あらゆる点ではかになりに有利であり、短焦点シュミットでの乾板使用は、まずは成功したと思っている。乾板に替えてから、星像のデフィニションも著しく良好となり、とくに周縁部まで像が乱れない。大き

なフィルムを使用する場合は、やはり真空引き装置でも付けられない限り、機械的な圧曲だけでは駄目であることもはっきりわかった。

観 測

以上述べたような事情から、ほんとうに良い写真が撮れて、観測らしい観測を始めてからは、まだ半年ぐらいにしかならない。いよいよこれからというときに、冒頭に書いたように、半年以上も観測を中断しなければならないことは、非常に残念なことであるがこれも致し方あるまい。ここでは今まで行ってきた観測から、将来の見透しといったものを 2, 3 述べるに止めざるを得ない。

(1) 測光のためのフィールド誤差とプレート誤差の観測

天球上数度に亘って多くの光電標準星を含む、ヒヤデスとコマ・ベレニス散開星団の観測から求めた。標準星の V 等級とそのアイリス・フォトメーターの読みから、乾板ごとにキャリブレーション曲線を求める。等級幅約 6 等級の間の曲線を 2 次式として、その係数 a, b, c の値とそれぞれの平均誤差、および求めた 2 次曲線の平均誤差を最小二乗法により計算する。これを、①全標準星、②乾板中心より半径 2° 以内の標準星、③半径 2° から周辺までの標準星について、おのおの求めた結果の一例は、

	a	b	c	曲線の m.e.
①	0.020 ± 0.0011	-1.497 ± 0.064	31.56 ± 0.88	± 0.18
②	0.020 ± 0.0015	-1.502 ± 0.086	31.62 ± 1.2	± 0.19
③	0.020 ± 0.0016	-1.501 ± 0.089	31.61 ± 1.2	± 0.15

3 曲線とも、V の明りい僅かな部分を除いてほとんど完全に一致し、中心部と周辺部とでの測光誤差は、たかだか 0.03~0.04 等級程度である。

(2) 赤外線星の掃索・発見

全整色乾板と黄色フィルター、および赤乾板と赤色フィルターの組み合わせによる。白鳥座など星間物質が多く存在している星野の二色測光と、対物プリズムによる観測とを行うことにより、赤外線星を発見できることは、すでにアッケルマン (A & Ap 8, 315, 1970) 等により実証されているが、われわれも彼と似たような手法で観測を実施した。その結果、彼の得た結果以外に、新しい赤外線星らしいものを数個同定することができた。対物プリズムによる観測により確認する必要があるが、この種の観測は将来充分期待できるものと思っている。なお、アッケルマンの観測は、ハイデルベルヒの 25/40/90 cm のシュミットで、対物プリズムの分散は $3500 \text{ \AA}/\text{mm}$ (A-バンド) である。

(3) 銀河団の観測

われわれのシュミットはとくに視野が広いので、この

特徴を生かす有効な観測の一つである。乙女座銀河団の代表的な銀河 M87 など3つを選び、長軸と短軸方向のマイクロフォトメーター走査の結果を、マルカリヤン (Astrofizika, 1, 38, 1965) 等のものと比較してみた。未だ資料不足で正確な測光的議論はできないが、M87 を例にとると、控目に見積っても、中心から $110'' \sim 6 \text{ kpc}$ (乾板面上で約 0.6 mm)、表面輝度 23 等級までぐらいは有効に測光できそうである。大宇陀の空は福知山に比べて、少なくとも 0.5 等級は暗いので、 $130'' \sim 7 \text{ kpc}$ ぐらいまでは伸ばせると思っている。なお、マルカリヤンの用いたシュミットは、ビュラカンの 100/131/213 cm F/2.1 で、中心より $184'3 \sim$ 約 10 kpc、24.24 等級までの輝度分布を求めている。

(4) 星団ハローの観測

これも上と同じ理由で有効な観測と思っている。代表的ないくつかの散開星団について予備的な観測を行った。福知山での限界等級は 17.8 等級であったが、大宇陀では 18 等級をかなり超えることは確かである。

カセグレン非球面副鏡の設計・製作

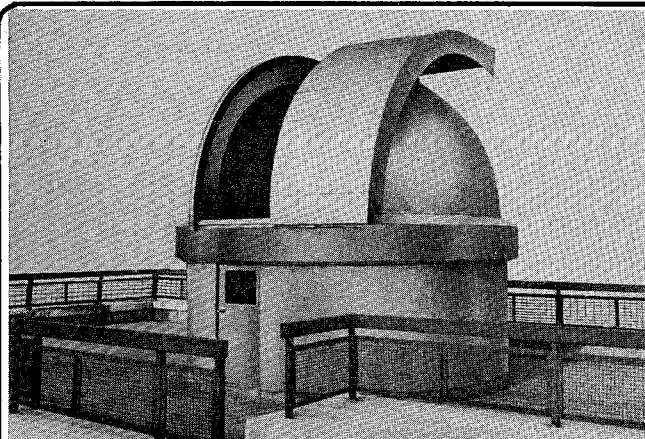
大宇陀での観測が開始されるまでの半年間の空白を利用(?)して、いまこの副鏡の研磨を急いでいる。教室の分光・測光観測者からの強い要求で、カセグレンとして

使用する場合は、補正板を取り外して有効径 70 cm にするというのが当初からの計画であった。となると、副鏡は当然高次の非球面とならざるを得ない。副鏡の設計・製作、副鏡の取り付けおよび焦点調節、分光器の設計・製作 (シーイングと収差像の大きさとのコンポリューションの問題も含めて) など、あらゆる光学的・機械的検討をした上で、最終的に採用した。設計は次の非球面として計算したが、それでも光軸から僅かに離れることによって、急激に像の錯乱が起こる。点像のスポットダイヤグラムで見ると収差像の大きさは、入射角 $0''$ (光軸上) で $1 \mu (0'')$ 、 $5''$ で $22 \mu (0'6)$ 、 $10''$ で $44 \mu (1'2)$ の程度となる。

この副鏡も大工試で製作中であるが、秋頃には大体目鼻がつく予定である。次は、カセグレン焦点に設置する光電測光器と写真分光器の設計・製作の段階となるが、前者については、本年度予算で具体化できそうな状況なので、いまその準備に着手したところである。

あとがき

この小文が印刷される頃には、大宇陀での建設工事も始まっていると思うが、いまはまだ本年度予算の内示を首を長くして待っている次第である。



営業品目

- ★天体望遠鏡ならびに双眼鏡
- ★天体写真撮影用品及び部品
- ★望遠鏡各種アクセサリ
- ★観測室ドームの設計・施工



← L N-10 E 型
25cm 反射赤道儀

★総合カタログ
ご希望の方は切
手 300 円同封お
申込みください

ASTRO 光学工業株式会社



〒170 東京都豊島区池袋本町2-38-15 ☎03(985)1321