

シュミット望遠鏡と測定機器

—SAM 海の口研究会から—

小 暮 智 一*

1. はじめに

恒星天文学研究グループ (通称 SAM) は毎年夏に研究会を開き、今年は10年目に当る。このひとむかしの間に観測面にも大きな進歩があったが、今年はシュミット望遠鏡計画が具体化への道をふみだした年として意義づけたい。研究会のテーマもそれに就いてシュミット光学系と測定機器が取り上げられたわけである。

この小文では本年7月19日から4日間、八ヶ岳連峰に近い海の口温泉で開かれた SAM 研究会のうち、表題に関連した部分の2日間の様子を要約する。研究会はシュミット計画についての経過と現状にふれた清水彊教授 (京大理) のあいさつに始まり、以下のテーマについて順次検討が進められた。

2. シュミット光学系

シュミット望遠鏡の基礎となる光学系については吉田正太郎教授 (東北大) から解説していただいた。

いま、ある光学系に入射する単色光束についてザイデルの5収差 (球面収差, コマ, 非点収差, 像面の彎曲と歪曲) のうち、はじめの3つを考へてみる。もっとも単純な光学系として球面鏡と球面の曲率中心におかれた絞りだけで作られる系を考へると、像面が球面になることを許すならば、これだけで広い視野にわたってコマ, 非点収差のない良質の像がえられる (第1図)。しかし、これでは光束が大きいため球面収差が残る。この球面収差を除くために第1図の絞りの位置に非球面の補正板を入れたのがシュミット望遠鏡である。非球面の形は第2図の座標系で通常次のように表わされる。

$$\xi = \frac{y^4 - kH^2y^2}{K}, \quad K = 4(n-1)r^3 \quad (1)$$

ここで、 H は補正板半径、 n , r はそれぞれガラスの屈折率、球面鏡曲率半径、 k は 1~2 の範囲で経験的にきめられる引数、そして (ξ, y) が非球面の座標である。

現在計画中のシュミット光学系は $2H=105$ cm, $f=$ $r/2=330$ cm, 球面鏡直径 $2R=150$ cm で、この光学系のスポットダイアグラムによる検討結果は宮本昌典氏 (東京天文台) から中間報告として、主として乾板取枠に

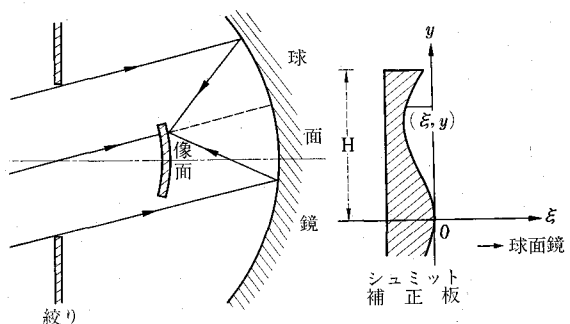
よる光束遮蔽の状況が述べられた。星像の質は補正板 120 cm ($f=360$ cm, $2R=210$ cm) のシュミットについて計算した川井・小暮の場合より良くなることが期待されるが、問題は色収差の許容される波長域の大きさであろう。それによって補正板交換の必要性も変わるかも知れない。

この光学系については、とくに大木俊夫氏 (福島大) から、球面鏡直径が 150 cm に押さえられたとしても、視野と明るさの条件が変えられるよう補正板に工夫できないか、(1) 式の k を決定するさい、光軸近傍で光束がいつも遮蔽されることを考慮して、少しでも星像を良くすることはできないか、といった重要な問題が指摘された。その他、補正板交換の技術的問題、像面の平面化のためのファイバー光学の応用など、種々の意見が交換された。

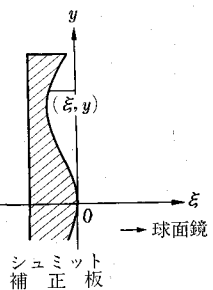
3. 対物プリズム

大型シュミット望遠鏡にフェーレンバック式対物プリズムを装備しようという試みは世界でも最初のものであるから、それだけに問題も多く、討論も盛んに行なわれた。

フェーレンバック式というのは対物プリズムに直視式を用い、同一視野を 180° 回転して2回撮影することによって反転した2本の平行なスペクトルを得るようにしたものである。反転したスペクトル線の間隔から天体の視線速度が測定される。富野暉一郎氏 (東大理) は計画中のシュミット望遠鏡に付属する対物プリズムをプリズム頂角 1° 、分散 1400 \AA/mm にとった場合について、



第1図



第2図

* 茨城大学理学部

Tomokazu Kogure: Schmidt Telescope and Instrument for Measurements.

視線速度の測定精度と極限等級を検討し、コンパクトで赤方変位の大きい恒星状天体の発見と同定にたいして大きく貢献できるであろうとの期待を述べられた。香西洋樹氏（東京天文台）は堂平観測所の50cm彗星写真儀とそれに付属した対物プリズムの現況を報告された。また、石田五郎氏（岡山天体物理観測所）はフェーレンバックの考案による視線速度測定用の特殊コンパレーターと、その測定法を紹介され、夜光の明るさ、スペクトルの乾板上のつまり方による極限等級についての検討も報告された。

フェーレンバックによるとこの型の対物プリズムはシュミット望遠鏡には不向きであるという。その理由はレンズを明るくすると空の光が入って極限等級が下がること、また、中口径望遠鏡でも十分観測できること（彼の場合、40cm望遠鏡で14~15等まで掃天している）といった点であろう。それに対しては富野氏の指摘するように、輝線の強い恒星状天体ならば18~19等まで観測できるので、フェーレンバックのいい分をそのまま受取る要はないであろう。測定精度の点からいえば森本雅樹氏のいうように、シュミット本来の任務は掃天と発見であるから、もっと気楽に作ったら良い、ともいえるわけである。

4. 測定機器

シュミット乾板は大型（20~30cm角）、広い星野（4°×4°）が特徴で、乾板一枚に含まれる情報も多い。その上、掃天に伴って乾板の蓄積も急速に進むであろう。このような乾板を有効に処理するためには測定機器の工夫と処理機構の整備が要求される。測定機については測定精度の維持のほか、測定速度、信頼性、安定性が要求され、測定の自動化およびデータ自動処理システムも重要な課題である。

今回の研究会では各研究機関での現有機械についての使用経験から、シュミット乾板測定のさいに予想される問題点を検討する、という方法がとられた。測定機になじみの薄い読者のために、研究会でとりあげられた測定機の簡単な説明を第1表に示そう。紙数がつきたので、各測定機については気のついた点だけ述べることにしたい。

コンパレーター 富田弘一郎氏（東京天文台）は最近購入されたD.マン社（米）を中心に数社のコンパレーターを比較紹介され、測定能率向上のためプリセットの採用を強調された。一方、畑中至純氏（東京天文台）は天文測定用にシュミット乾板がどの程度使えるかを検討された。長焦点望遠鏡にくらべて測定精度の落ちるのは止むを得ないが、視野の明るい点を利用して、近傍の赤色矮星の測定に有効ではないかと畑中氏は示唆している。

マイクロフォトメーター 大脇直明氏（東京学芸大）はシュミット乾板測光についての一般的考察を行ない、データ自動処理におけるハードウェアの重要性を述べられた。山下泰正氏（東大理）は分光測光の立場から東大

第1表

コンパレーター（座標測定機） ：乾板上の距離を精密に測定する。星の位置、スペクトル線の位置（波長）と幅などの測定に使用される。
マイクロフォトメーター（測光濃度計） ：写真乾板の黒み（濃度）を測定する。付属変換装置を用いて濃度を光の量（光度）に変えることもできる。天体の明るさ、スペクトルの強度の測定などに使用される。
アイリスフォトメーター（アイリス濃度計） ：星像を円形の絞りの中心におき、絞りをとおる光量が一定になるよう絞りの直径を調節し、それによって星の明るさを測定する。星野写真上の星の等級を迅速に測定することができる。
イソフォトメーター（等濃度曲線用濃度計） ：広がりのある天体（星雲、銀河など）の明るさの分布を測定するため、マイクロフォトメーターと同じ原理で濃度を決め、同一濃度の曲線を書かせる装置である。
ブリンクコンパレーター ：異なる時期にとった同一星野の2枚の乾板を一定周期（1/10~1/2秒）で交互に視野に入れ、像のちらつき（blink）によって位置または明るさに変化のあった天体をえらびだすことができる。

で製作中のものにダイレクト方式を採用した事情を説明された。日本では通常バランス方式が良いとされているが、測定の高速度と電源安定器の性能向上がダイレクト方式を可能にしたとのことである。

アイリスフォトメーター 今川文彦氏（京大理）、高柳和智氏（竜谷大）、下田真弘氏（東大理）がそれぞれ京大理学部、ハーバード天文台、スチュワード天文台の装置を紹介され、問題点を指摘された。

イソフォトメーター 石田蕙一氏（東京天文台）は東京天文台で計画中の新しい装置を中心に概要を報告され、アウトプットに工夫の要ることを指摘された。

ブリンクコンパレーター 富田弘一郎氏は日本光学で製作された装置について報告し、星の極限等級近くまで監視すると非常に疲れると述べられたが、高柳和智氏はハーバード天文台で星野をテレビでうつし出すことによって監視が著しく楽になった例をあげられた。

星像直径高速測定機 田鍋浩義氏（東京天文台）はパロマー星図上の星像直径を迅速に測定するための新しい装置について紹介された。

各測定機の内容および討論の詳細は近く刊行される集録を見ていただくほかはないが、測定機器について感じられたことは、われわれはすでに多くの経験をもっており、シュミット乾板用の特殊な測定機でも十分製作していけるであろうという見通しであった。ただ、データ自動処理方式についてはその重要性が多くの人から指摘されたまま、具体的な検討まではすすまなかった。今後の大きな問題であろう。