

# シュミット望遠鏡歴訪記

高瀬文志郎\*

1971年の6月半ばから3カ月間、文部省短期在外研究員旅費の交付を受け、欧米数カ国のシュミット望遠鏡を巡歴する機会に恵まれた。折から東京天文台の大型シュミット望遠鏡の建設が、その4年次計画のスタートをきったばかりのところであり、望遠鏡本体、付属装置、あるいはドームなどの仕様を決定する上で、参考とすべき点が多く、収穫の大きい旅であった。

以下、そのおもなものについて、まわった順に記すことにする。天文台名のあとの三つ並んだ数字は、補正板口径/主鏡口径/焦点距離を表わし、単位はいずれもcmである。

## 1. ヘール天文台 (パロマー山, 米国) 126/183/307

いわゆるパロマーの48インチ・シュミットである。この望遠鏡による掃天写真の価値の大きさについては、いまさらここでいうまでもないであろう。

バブコック台長のとりはからいで、私はサンディエゴ氏の共同観測者という名目で、彼とともに山へ上り、シュミット望遠鏡の器械、およびその観測をつぶさに見せてもらった。ヘール天文台の本部があるパサデナ市から車で約3時間、山にかかっただけでも立派な舗装路が続いている。その途中でスモッグの層を突き抜けたとたん、そこから上はまことに美しい青空がひろがっていた。望遠鏡群は高さ1850mのパロマー山の頂上から150mほど低い場所にある広い台地の草原に散在し、木曾観測所の用地選定に苦心した私たちにとっては、まったく羨ましいような場所である。北西約150kmのロスアンゼルス市と、南約100kmのサンディエゴ市の市街光が邪魔にならないかと、夜になってから周囲を見まわしたが、この点も大丈夫であった。

このシュミットの使用乾板は14吋角、10吋角、5×7吋の3種類(厚さはどれも1mm)である。5×7吋はフラットナーをつけるので乾板を曲げないが、大きい二種類の乾板は焦点面の曲率半径307cmの球面に曲げて使う。ホルダーの裏ぶたが曲面になっており、これで押しつけて乾板を曲げるのである。そしてこれらの乾板は、ホルダーに入れる前に曲率半径が2割がた短い曲げ

テスト器で約1分間曲げてみる。この予備試験に合格した乾板が、本番の際に割れることは、特別な衝撃を加えたりしない限りゼロの由、なお曲げテストで乾板が割れる率が1%以下であるが、割れるときは、50秒も経ってからのということもあるとの話であった。

焦点距離の保持は、焦点面と主鏡面の間にあるインバー棒(熱膨脹率 $1\sim 2\times 10^{-6}$ )がうけもち、鏡をつけ変えた時以外は焦点調節の必要がないという。焦点調節のためのナイフエッジテストや、一々写真をとってのテストを毎晩やるのは、シュミットの場合、焦点が鏡筒内部にあり、また乾板も大きいので大変だと思っていたが、インバー棒の威力でその必要のないことを知り、安心した。また主鏡面の汚れは、鏡筒が閉じているためほとんどなく、年2回程度の水洗いで、十分鏡面はきれいに保てる。メッキはほとんどしたことがないとのことであった。これらの点はあとで聞いたよそのシュミットについても同様で、われわれのシュミットの保守を考える上で有益な情報であった。

パサデナの天文台本部では、前台長で望遠鏡光学の泰斗であるボウエン先生にお目にかかり、東京天文台の105/150/330シュミット光学系について意見を伺ったところ、この設計はquite soundである、比較的長焦点であることがよしいとの批評であった。全天サーベには短時間露出が望ましくF比の小さい方が(従ってfの小さい方が)よいが、パロマーの計画が完了した今は、その必要よりも、乾板上のスケール、限界等級および色収差のない波長域の広さといった諸点を重視してfの長い方がよいということで、われわれの考え方が順当だったことを知って嬉しく思った。サンディエゴ氏もいっていたが、パロマーのシュミット補正板は短波長の光に対する透過率がそれほどよくなく、また短波長域では色収差も利いてくる。その点東京天文台のシュミットは有利なので、完成後は短波長域に性能のよい特長を生かした観測をしたいものである。なおパロマーのシュミットは鏡筒の強度の制限があって、その前端に対物プリズムがつけられない点も短所の一つであると思われる。

パサデナでは、天文台主任技師で、いままで多くの望遠鏡機械部の設計を手がけてきた老大家のルールさんにも会うことができた。チリのカーネギー研究所南天文台に作る100インチ反射鏡の仕事の最後に引退されるとのことで、その模型や図面にかこまれた部屋でいろいろ

\* 東京天文台  
Bunshiro Takase: Pilgrimage of the Schmidt Telescopes

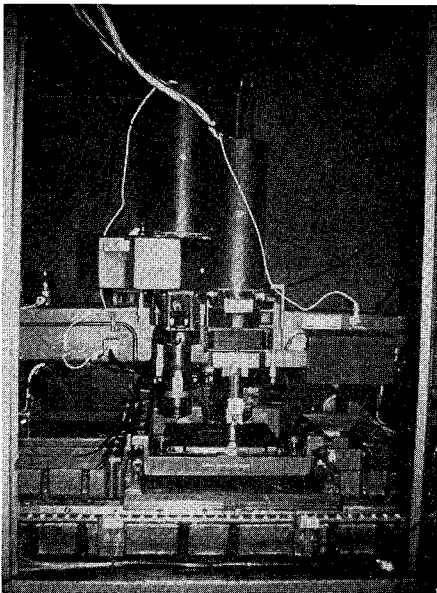
ろ話をきいた。われわれのシュミットの設計上の問題点や、日本光学から頼まれてきた質問などをぶつけたところ、一つ一つに明快な答が返ってきて、得る所が多かった。

パサデナではまた、M. シュミット氏に 48 インチ掃天写真の原乾板保存庫を見せてもらった。保存庫はキャルテクの天体物理学教室の建物の地下 3 階にあり、原版と、そのガラスコピーと、印画コピーが置いてある。原版は膜面をガラス板でカバーし、周囲を枠止めたものを紙袋に入れ、ガラスコピーは裸で紙袋に入れてあって、それらがスチール戸棚の中に LP レコード式に立てて並べてあった。原版 (O) とガラスコピー (G) および印画コピー (P) がどの程度ちがうかを知りたいというので、シュミット氏は M 33 のうつっている部分の O, G, P を抜き出し、比較して見せてくれた。その結果、

1. 限界等級については O と G はほとんど同じで、P がやや落ちる、
2. コントラストは  $P > G > O$  であり、したがって星雲などの微細なトーンの差は O ではよく見えるのに G ではやや見にくく、P ではかなり飛んでしまっている、
3. しかし大局的に見て、G も P も、O に比べてそれほど質が落ちることはない、という結論になった。

## 2. エチンバラ王立天文台 (イギリス) [126/183/307]

ここには、写真乾板上の天体の光度と座標の大型高速自動測定器である GALAXY がある。それを見せてもらうのが訪問の当初の目的であった。それももちろん見た



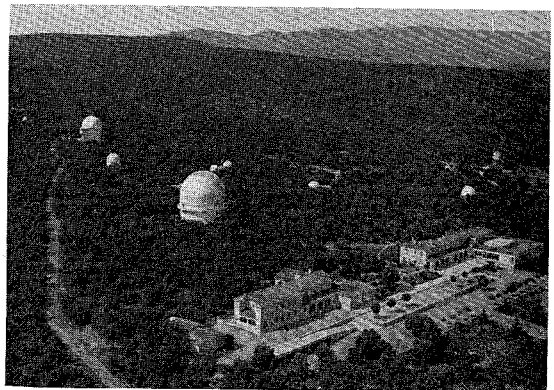
第 1 図 GALAXY の主要部。

のだがこの天文台でパロマーの 48 吋シュミットと同じサイズのものを作る計画があり、それについても聞くことができて幸であった。新シュミット建設の責任者レディッシュさんは、おととい予算が通ったばかりです、といっていて、いろいろ話してくれた。この新しい望遠鏡はオーストラリアのサイディング・スプリングに 2 年計画で建設され、英濠協同運営となるとのことである。同所に建設中の 150 吋反射鏡より一足先に完成の予定で、パロマーの 200 吋に対する 48 吋シュミットの役割を果たすとともに、パロマー掃天写真の南天版を作ることを考えているとの話であった。パロマーのシュミットの完全なコピーであるが補正板や主鏡の材料を新しいものにし、また制御装置を大幅に自動化する点が違うそうである。

スコットランドの主都エジンバラは着いた雰囲気の良い町である。丘には大きな古城がそびえ、目ぬきのプリンセス通りは片側が芝生をしきつめた公園になっていてウォルタースコットやリビングストンの像が立っている。天文台の建物も主要部は渋い焦茶色の石造りで、望遠鏡のドームは、緑青のふき出た円筒形の銅屋根でおおわれている。ただし GALAXY は新しい国際的様式の建物におさめられていた。GALAXY は 1 時間に 900 個の星の位置と等級を測定する能力をもつ超高速器械であるが、よその天文台の乾板測定も引受けて、毎日 24 時間運転をしている由である。日本でもシュミット望遠鏡の乾板の測定器械について、いまから考えておかなければ間に合わないことを痛感した。

## 3. オートプロバンス天文台 (サンミッシェル, フランス) 60/90/210

マルセイユから北東へ車で 1 時間半、サンミッシェル村の北西に連なるなだらかな丘陵地に CNRS (国立科学研究センター) 所属の、この天文台がある。村の方から



第 2 図 南仏オートプロバンス天文台。手前が研究棟、中央が 193 cm 反射望遠鏡ドーム、左上が 152 cm グレー専用反射望遠鏡。

見ると、緑の樹立の中に、南仏らしい赤いタイル屋根に白垂の壁の建物と、白いドーム群が散在し、色や形のコントラストが美しい。193 cm の反射鏡はじめ 152 cm, 120 cm, 81 cm などがあり、最近できたばかりの 60 cm シュミットは、ドームの床を張っているところであった。フェーレンバック台長は、このシュミットと、やはり現在製作中の全自動光電観測望遠鏡を大変楽しそうに案内説明してくれた。フェーレンバック対物プリズムは現在 40 cm の屈折鏡についているが、目下シュミット用に 60 cm のものを製作中とのことである。東京天文台のシュミット仕様書については対物プリズムのことは勿論、その他各項ごとにコメントを述べてくれたが、とにかく望遠鏡のこととなると、好きで仕方がないといった様子であった。サンミッシェル村の副村長もつとめている由であるが、村会に出ているフェーレンバックさんを想像すると、何ともユーモラスな感じである。

前述のとおり、ここは CNRS の天文台なので、フランス中の各機関の天文学者が観測に来る。その宿舎は大変デラックスで立派なホテルなみ、食事も上等で、ワインが飲み放題である。ちょうどパリのムードン天文台で研究中の辻君（東大天文学教室）もここへ観測に来ていて再会を楽しんだが、彼は家族同伴なので、サンミッシェル村にある家族宿舎をあてがわれていた。日本では今すぐにこんな設備を望むのはむりとしても、新しくできる施設は少しずつよくしていきたいものである。

#### 4. ハンブルク天文台（ドイツ）80/120/240

ハンブルク中央駅から南東へ電車で約 20 分、7 つ目の駅ベルゲドルフで降り、バスで 15 分ほどいったところにある。ハンブルク市内であるが郊外住宅地という感じで、天文台は町なみの外れにあり、高台になっている点三鷹の東京天文台とよく似ている。1910 年にハンブルク天文台がここへ移転してきたときは全くの村だったが、第二次大戦後都市化が始まり、現在は市街光になやまされていることまでそっくり同じである。

ここにはシュミット望遠鏡が 2 台ある。一つはシュミット望遠鏡の開祖であるベルンハルト・シュミットが、1930 年代に作製した第 1 号機 (36/44/62) であり、もう一つは 1954 年製の 80/120/240 である。その光学系と鏡筒はカールツァイス（イェナ）が、架台はハイデンライヒ-ハーベック（ハンブルク）が製作した。

乾板は 24 cm 角でその視野 5°7′、直接写真のほか、頂角が 1°7′ と 4° の 2 つの対物プリズムによる分光写真もとる。補正板、対物プリズムともガラス材は UBK 7、4° のプリズムの分散は  $H_r$  で 590 A/mm である。鏡筒は長さ 6 m、外径 150 cm で二重壁構造、さらに熱遮断の

ため鏡筒をフェルトでくるみ、その外側はキャンパスで巻いてクリーム色のペンキが塗ってある。乾板ホルダーはパロマーと同様、水平に倒した鏡筒の下部中央の窓から着脱する。乾板ホルダーの裏ぶたが球面になっていて、乾板を押えて曲げることも同じである。

観測を担当しているリュベックさんと一緒に、この乾板ホルダー脱着窓から鏡筒内部へ潜入して、ホルダー送り機構、焦点調節機構、インバー棒のとりつけ方などを見せてもらい、大変参考になった。また架台はいかにもがっちりした感じのもので、これなら鏡筒の重さ 6.3 トンを支えるには十分余りがあると思われる。その支え方や、望遠鏡の駆動スイッチを入れるとまずそれらの支点へ油が供給されるような機構が非常にうまく出来ているのに感心した。極軸の調整も容易で正確に行なえ、この点パロマーのシュミットよりすぐれている。対物プリズム脱着も見学したが、直径、長さとも 1 m もあるフードを取除くのは大変なので、蝶番で片開き扉式に開いた状態で脱着すること、およびその際鏡筒が動かないように固定する簡単有効な方法なども、教えられる所が多かった。主鏡のアルミメッキは 5 年に 1 回の程度とか。

この 80 cm シュミットの観測室入口には B. シュミットの胸像のレリーフがはめこまれ、ドームの脇には彼の墓があって、望遠鏡を見守っているという感じである。B. シュミットは一風も二風も変わった人物だった由で、リュベックさんからも彼の伝説のいくつかを聞かされた。ちなみに Sky and Telescope 誌 15 巻第 1 号 (1955 年 11 月) に彼の伝記が掲載されている。

#### 5. 欧州南天天文台（ハンブルク本部）100/160/300

いわゆる ESO の本部は、やはりベルゲドルフの、駅から歩いて 5 分たらずのビルディングの中にある。ハンブルク天文台に滞在中 2 度ここを訪れ、最近完成してチリのラ・シヤ (La Silla) 観測所へ送り出されたばかりの 100/160/300 シュミット望遠鏡（正確には 104/162/305）について、技術主任ランベルグさん（スエーデン人）からいろいろ教えて頂いた。

この望遠鏡はハンブルクの 80 cm シュミットの拡大コピーであるが、主鏡の材料と操作盤が近代化されており、使用乾板も 30 cm 角で大きい。対物プリズムは頂角  $\theta = 4^\circ$  (UBK 7) がすでに出来ており、ついで  $\theta = 6^\circ$  の UBK 7 またはこれと同じ分散を与える  $\theta < 6^\circ$  のフリント硝子ものを計画中とのことである。フリントは紫外光透過率が UBK 7 より落ちるが、 $\theta$  が小さくすむので厚さが減り、結局  $6^\circ$  の UBK 7 と同じ透過率になって、薄くて軽いだけ有利だというわけである。いずれにしても複数の、合計 600 kg までのプリズムを一緒にと

りつけることができるように、鏡筒の強度が設計されている。

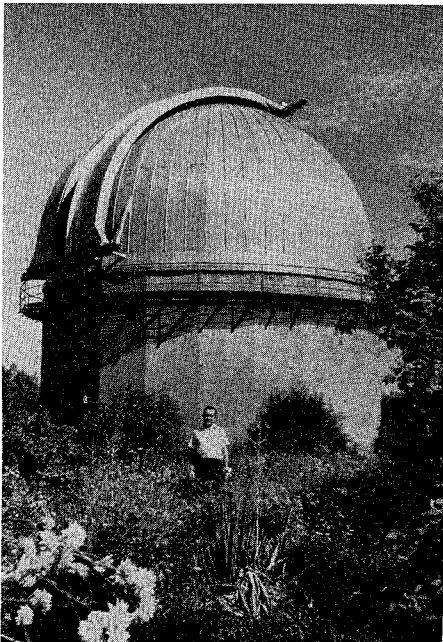
英濠協同の 48 インチとともに、南天の掃天観測を分担することになるのであろう。またマゼラン雲の観測などに威力を発揮することが期待される。

このシュミットの光学部分を製作した西独ツァイス工場のあるオーバーコッヘンへもその後訪問して、天文器械関係のキューネさんに中を案内してもらった。ESO シュミット用のフィルター（約 30 種類、いずれも 30 cm 角で 2 mm 厚のもの）を製作中で、このように大きくて薄いガラスの研磨方法についての知識を仕入れることができた。ちょうど京大飛騨天文台の 65 cm 屈折望遠鏡の最終テストをしているところで、その様子も見せてもらった。

なお、最大のシュミット望遠鏡がある東独タウテンブルクのカールシュバルツシルト天文台へも、何とかして行きたいものと諸種の手段をつくし、ドイツでもハイデルベルクのフリック先生がいろいろ骨を折って下さったがついに入国ビザを得ることができず、誠に残念であった。

## 6. ビュラカン天文台 (ソ連) 100/132/213

ドイツからプラハ経由でモスコへ着き、翌日の飛行機でアルメニヤ共和国の主都エレバンへ向う。モスコ



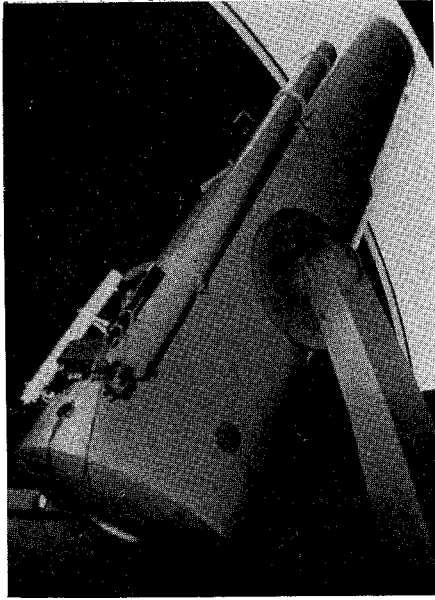
第3図 ビュラカン天文台 100 cm シュミット望遠鏡のドーム。前に立っているのはミルゾヤン副台長。

から 3 時間半、コーカサスの山々を越えたと思ったら、エレバン飛行場であった。南に海拔 5,165 m のアララット山、北に 4,095 m のアラガット山がそびえ立つ広大な高原地帯である。ビュラカン天文台は、アルメニヤ科学アカデミー所属でエレバンから北西へ約 30 km、アラガットの山裾の、標高 1,500 m の所にある。アンバルツミヤン台長はクリミヤへ観測出張中とかで、ミルゾヤン副台長に迎えられ、台内を案内してもらった。エレバンの町の建物も天文台の建物も、日本の大谷石をピンク色にしたようなこのあたりの特産石材で造られている。それらの建物や白く乾いた地面の上に 8 月の太陽が照りつけて大変暑かった。

100 cm シュミットは 1961 年に完成したが、その後補正板も主鏡も一度ずつ取替えたそうである。乾板は 16 cm 角 (4:3 角) で、フラットナーをつけるので曲げない。対物プリズムは頂角が 1°, 3°, 4° の 3 種類あり、分散は  $H_\gamma$  でそれぞれ 1800, 900, 300 A/mm である。1800 A/mm というような低分散でどんな観測をするのかと思ったがこのマルカリヤンさんが実にうまいアイデアの仕事をやっているので感心した。すなわちこのプリズムで、幅つけをしない銀河のスペクトルをとると分散方向に延びた線がうつり、紫外域の連続部が強いものはその部分が太った線になる。この方法で核の特異性をもつ銀河を判別するのである。また直接写真で、同一乾板上に露出時間を段階的に変えた銀河の像を並べてとり、みかけのサイズの変化の様子から銀河のコンパクトさを分類するという試みも面白い。ミルゾヤンさんは、アソシエーションを対象に、やはり同一乾板上に一定時間ごとに露出をくり返して星像を並べ、その濃度の変化からフレア星を探し出すということをやっている。

青みの強い中心核をもつ銀河やアソシエーションに示される天体の非定常な状態は、アンバルツミヤンがつとに注目して、その研究の重要性を指摘してきたテーマである。彼のリーダーシップのもとに、この天文台の人々が、観測的理論的にこの方面の研究を精力的にやっているのをまのあたりに見て、深い印象をうけた。なおビュラカンの天文学者約 30 名のうち、2 人以外はすべてアルメニヤ人の由である（彼らの名前は必ずヤンで終る）。

アルメニヤの出版物でおなじみのように、彼らは 36 文字から成る固有のアルファベットをもち、ロシアよりずっと古い文化をもっていることを誇りにしている様子が至るところでうかがわれた。白人種ではあるがロシア人や一般のヨーロッパ人とは大変ちがった感じで、髪や瞳が黒く、顔のほりが深い。街を歩いていると思わずハッとするような美男美女に会って、何度か立止らされたことであった。



第4図 ウプサラ天文台クビスタベルク観測所の  
100 cm シュミット望遠鏡.

#### 7. ウプサラ天文台 (クビスタベルク観測所・スエーデン) 100/135/300

ストックホルムの北々西約 60 km, 車で 1 時間の所に大学の町ウプサラがある。ウプサラ大学は 1477 年の創立とか。天文台は大学の建物が散在する一角の広い敷地にある。私がここを訪れたのは 9 月 1 日, 青く澄んだ空の下でかすかに紅葉し始めた樹々の葉が風に鳴っていた。まずホルムベルグ台長からスタッフを紹介されたり, 滞在プログラムを相談したりする。100 cm のシュミット望遠鏡の建設と完成後初代の観測所長を担当して来たワレンキストさんは 1970 年に引退されたが, その後も天文台へ来て仕事を続けて居られ, われわれのシュミットについての私の質問に丁寧な答をいただいた。100 cm のシュミットはこのウプサラの真南 40 km のクビスタベルグ観測所にあり, 私は 2 日の晩からここに 4 泊し

て, 現在の観測所長, オヤさんの観測を見学したり, 器械の細部を見せてもらったりした。

クビスタベルグは, スtockホルムで海とつながっているメラレン湖の入江の一つに面し, 森と湖水にかこまれた閑寂な別天地である。アマチュア天文家であったダム氏が持地と資金を寄付して, この望遠鏡と観測所ができたという。彼は建設中に物故し, その宏壮な邸宅も観測所に寄贈され, 今はその邸宅が観測所の本部とも宿舎ともなっている。私もそこに泊り, 食事は毎度所長夫人のお世話になった。

100 cm シュミットの補正板は, フィンランドのヴァイサラ氏とオテルマ嬢が研磨し, 主鏡はウプサラ天文台の工場で磨いたものを上記両氏が仕上げたという。器械部分は乾板ホルダーとその脱着機構のみハンブルク天文台の 80 cm シュミットの設計を借り, その他はストックホルムの工場で設計建造された。部分品はスウェーデンのいろいろな会社や, ウプサラ天文台の工場で作られたとのことである。対物プリズムは直径 80 cm, 頂角  $7^\circ$  のものがある。24 cm 角の乾板 ( $45^\circ$  角) を曲げて使う点, インパーの棒で焦点距離を保持する機構など, カメラ部はハンブルクのシュミットと非常によく似ている。

1963 年末近くに完成してから私の訪れた 1971 年 9 月までの約 8 年間にとった乾板が約 1,200 枚というのは大変少ないが, これは当地での観測可能時間が少ないためである。晴天日数は年間 30 日以下, しかも 1 晩中晴天が続くのは年間 3 回内外, さらに北緯  $60^\circ$  に近いので 5 月始めから 8 月下旬までは白夜で観測できないという悪条件は全く気の毒というほかない。北極星が思わぬ高さにあり, 当時大接近中だった火星の赤い光が南天低くかかっているのが印象的であった。

そのあと 3 日間はストックホルム天文台のゲストルームに泊めてもらって, そこの 65 cm シュミットも見学した。再びウプサラへ帰ってからは, ホルムベルグ台長のもとで数日間, 心静かに銀河天文学関係の勉強をさせていただき, 私の今回の旅行の最後をしめくることができたことを嬉しく思っている。

× × × ×  
× × × ×