

連載

思い出の星空【1】

天の川と青い星々

小暮智一

1960年代はじめの夏、妙高高原のとどめき荘で銀河天文学の研究会が開かれたときのことで。ある晩、星が綺麗だということで友人たちと外に出て空を仰いでみました。満天の星々の輝くなかで天の川がひとときわ明るく光の帯となって流れています。強い感動を覚えました。夜空の広さと深さが実感されたひと時でした。信濃といえれば晩年をこの地に過ごした小林一茶も天の川に感嘆しています。

美しや障子の穴の天の川
木曾山に流れ入りけり天の川

最近はずべての公務から離れてから時間も経ち、家にこもる日々が多くなりました。『天文教育』編集長の作花さんから「思い出の星空」などについて執筆依頼があったとき、ふと、妙高高原で仰ぎ見た天の川が目には浮かびました。大学卒業以来、天の川や青い星々にはいろいろ思い出があります。いくつかを取り留めなく書いてみました。

1. 南天の天の川

天文台のドーム前に立って見上げると、天の川が東の低い山々から天頂を通過して西の山端へとまっすぐに伸びています。星々がきらめき、明るい星雲と暗黒星雲とが織り成す絶妙さは日本で見たことのない美しさです。大小マゼラン雲も明るく浮き上がり、南十字星は明るい銀河の中でともすれば埋没しがちです。ケンタウルス座の α 星と β 星をポインターとしてようやく探し出します。天の川の南の縁にオリオン座が輝いています。

オーストラリアのストロムロ山天文台で観測していた私には天の川の美しさに思わず感

動が走りました。「うーん、すばらしい。」一緒にいた國学院大学の小倉勝男さんと大分大学の仲野誠さんも同感という顔でうなずきません。私たちは1988,1989年の2回、真夏の1月にこの天文台の188 cm 望遠鏡でオリオン座の星々を観測しました。オリオンは一晩中輝いています。夕方、東の空から上るオリオン座を捕らえ、西に傾くまで追いつけます。幸い好天に恵まれ、観測の合間に天の川的美しさを十分に堪能することが出来ました。

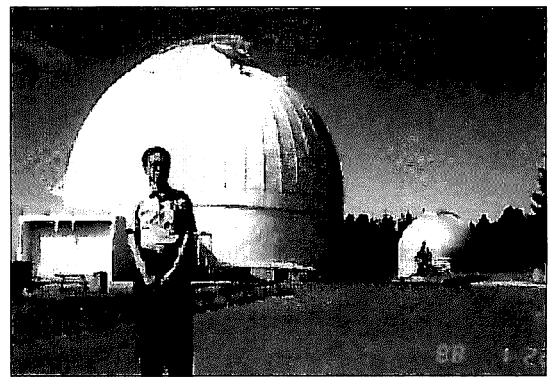


図1 ストロムロ山天文台ドーム (1988)

ここで観測していたのはオリオン分子雲の西に広く分布する $H\alpha$ 輝線星 ($V=12\sim 17$ 等級)です。輝線星は木曾観測所のサーベイで見つけておいたものですが(次節)、対物プリズムで検出した輝線星がT Tau星型の前主系列星であるかどうかを確かめるために、サンプル星についてカセグレン分光を行うのが目的でした。分光器にはBlue Photon Counting Arrayを用いました。150本/mmのグレーティングで波長 $3700\sim 7600\text{\AA}$ の領域に $230\text{\AA}/\text{mm}$ の低分散スペクトルが得られます。

T Tau星型の特徴は電離カルシウム (CaII

H,K: 3968.5, 3933.7 Å) に輝線を示すこと、分光型がK, M型でHR図上主系列よりも巨星側に分布することです。それに星の明るさと輝線強度も不規則に変動します。私たちは観測された34個の星についてカルシウム輝線の検出と分光分類を行いました。輝線を示さない星も2つほどありましたが、大部分はバルマー線とCaII H,K線に十分な輝線を示しました。木曾観測所での観測とあわせてHR図上での分布を求めることが出来ました。それを図2に示します。主系列も示されていますが、これはオリオンまでの距離450pc、星間吸収 $A_v=1.0$ と仮定して導いたものです。星の分布にばらつきがありますが、大部分は巨星側にあります。輝線強度とこのHR図から観測された輝線星は、ほぼ、前主系列星であることが推定されました。

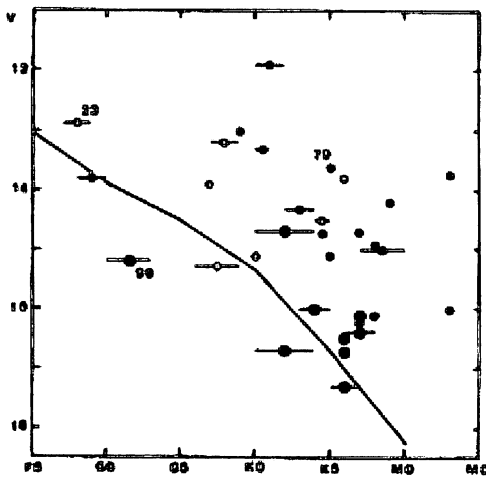


図2 ストロムロ山天文台で観測された輝線星のHR図、大きい黒丸はH α 輝線の強い星、小さい丸は中間、白い丸は弱い星を表す。(Kogure et al. 1992)

観測期間中、私たちは天文台の宿舎で自炊生活をしていました。2年目の年でしたか、東大からストロムロ山天文台に来ておられた吉井譲さんがたまたま不在だったので、その

間に車を借用してキャンベラの町を走り回ったことがあります。天文台から車で20分ほどです。スーパーで自炊用の買出しをしたり、高台に立つ国会議事堂を見て回ったりしました。あるとき、ガソリンスタンドに立ち寄って、自分で給油したのですが、初めてのセルフサービスで勝手が分からず、まごまごしてキャップを閉めるのを忘れたようです。そのまま天文台に戻ってきて後ろの窓を見たら、なんとそこにキャップがちょこんと乗っていたのには驚きました。そのころ、吉井さんからマゼラン星雲の中には若い球状星団もあるのでよと、観測データを示されたのにはこれも驚きました。球状星団といえば古い星の集団とばかり思っていたからです。

この天文台に2003年の1月、激しい山火事が襲いました。188cmドームを始めすべてのドームが焼け落ちてしまいました。図1のドームも今は幻となりました。火事の広がり想像を超える速さであったため、職員は退避するのがようやくであったとか。付近の住宅も焼け落ち、消防士も何人か死亡しています。オーストラリアでも数十年来の大災害であったと記録されています。ジョン・ホワード首相も「極度の乾燥と激しい強風がもたらした稀有の災害である」と述べて遺憾と哀悼の意を表明しています。ニュースは世界中を駆け巡りました。伝統的な望遠鏡群の喪失もちろんですが、チリとハワイに建設中だったジェミニ望遠鏡用のイメージング・スペクトログラフなど観測機器の焼失も大きな痛手であったそうです。幸い、オーストラリア政府の対応も早く、すぐに天文台の復興に取り掛かって2005年10月には第1段階の工事が終了し、新天文台の開所式が開かれて一般人にも公開されたとか。たくさんの救援基金も集まったそうです。本格的な観測開始はこれからでしょうが、開所式の記事を見てまずはほっとしました。

南十字星や大小マゼラン雲を見ると南半球にきたことが実感されます。南天で見た天の川の美しさはいまも忘れがたい思い出です。

2. オリオン座とおおいぬ座の輝線星

スハルジア・D・ピラミハルジャさんがインドネシアからの国費留学生として京都に来たのは1979年でした。彼はバンドン工科大学付属のボスカ天文台で主にシュミット望遠鏡を用いて南天の広視野観測を行っていました。京都でははじめ輝線星雲の表面測光観測などに取り組んでいましたが、やがて、私たちの仲間（小倉勝男、仲野誠、吉田重臣さんたち）とともに星形成領域の輝線星サーベイに集中するようになりました。観測は主に東京大学木曾観測所のシュミット望遠鏡（105/150/330cm）の対物プリズム（頂角4°）を使用しました。このプリズムの分散はH α 線付近で700 Å/mmです。36cm × 36cm角のコダック乾板（103aE）にフィルター（RG610）を付けますと、天域5° × 5°にトレールなしの星のスペクトル（波長域6100 Å - 7000 Å）が無数に写し出されます。その中からルーペを使って輝線星を選び出してゆきます。オリオン領域のサーベイには小倉さんがチリのセロトトロ（CTIO）のカーチスシュミット望遠鏡（61/91/213cm）で撮影された分光乾板も一部使用しました。また、直接写真を撮って星の同定と共に写真測光を行いましたが、写真観測には大宇陀観測所のシュミット望遠鏡（40/70/120cm）も使用しました。



図3 木曾観測所にてスハルジアさんと

私たちのグループは2つの領域で輝線星サーベイに取り組みました。

第1はおおいぬ座のS296と呼ばれる美しい星雲のあたりです。この付近にはS296のほかに輝線星雲や反射星雲が群れています。特にこの一帯はR-アソシエーション（反射星雲の集合）で知られています。観測した木曾天域と主な星雲、分子雲の輪郭と図4に表します。銀河赤道がやや北よりを走っています。銀経220°から235°付近です。

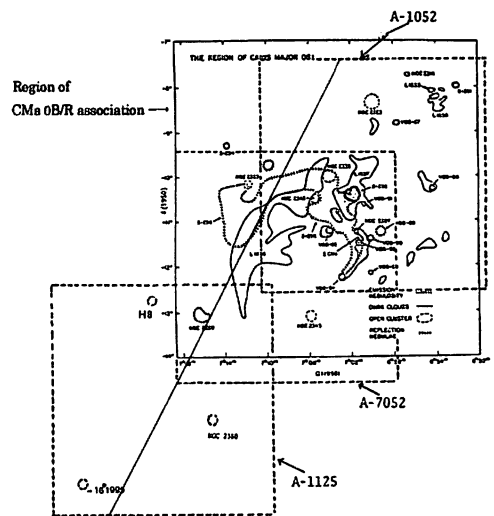


図4 大犬座の木曾天域と星雲、分子雲の輪郭、破線で示された木曾天域は北からA-1052, A-7052, A-1125 (Wiramihardja et al. 1986)。

重複する3つの木曾天域に全体として179個の輝線星を検出しました。そのうち105個はオルフライエ星（WR）、Be星など早期型の輝線星、15個はT Tau型星とその候補星です。その他の星は色だけでは判別できませんでした。この領域について2つの点が注目されました。1つは星形成領域から十分離れてリフェレンス領域と呼んでいた天域A-1125に数多くの輝線星を検出したことです。そのすべては早期型輝線星でしたが、こ

の方向は銀河赤道としては星間吸収が少なく、遠方まで分布する明るい輝線星が見えていたのです。

第2は S296 付近の星形成領域です。検出された T Tau 型星はすべてこの領域に分布します。この付近の連続波電波図 (10 GHz) (ほぼ S296 に重なる) と検出された T Tau 型星の分布を図5に示します。電波図は野辺山宇宙電波観測所の 45m 鏡で観測しておいたもので、淡い電離ガスの分布を示します。この領域までの距離は 1100 pc とオリオン座より遙か遠方にあるので T Tau 型星としては明るい星だけが検出されました。木曾シュミットでは限界等級が 18 等級のため十分なサーベイが出来ませんでしたが、もし、限界等級を 22-23 等級まであげることが出来れば、T Tau 型星の数も大きく増加し、オリオン座のような星形成の様子が見えてくるのではないかと期待されます。

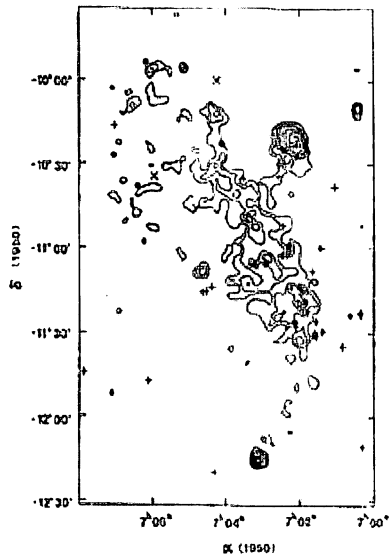


図5 大犬座 S296 付近の CMaOB1/R1 アソシエーションの領域。黒丸は輝線星、プラス印は R1 アソシエーションメンバー、x 印は散開星団 (Wiramihardja et al. 1986)。

次に取り組んだのはオリオン座の輝線星探査でした。おおいぬ座のサーベイが一段落し、時間にゆとりができたころ、あるとき望遠鏡をオリオン星雲付近 (天域 A-0904) に向けてみました。1985 年頃の話です。星雲領域には 1950 年代の昔から Haro や Moreno らによって分光サーベイが行われ多数の輝線星が発見されていました。私たちの乾板にも確かに星雲付近にたくさんの輝線星が群れていましたが、しかし、星雲から離れた西側の広い領域にも数多くの輝線星が検出されたのには驚きました。昔の観測はサーベイ領域が星雲付近に限られていたのです。輝線星の存在領域はさらに外側まで広がっている様子でしたので、観測天域を広げてみることにしました。これがオリオン領域のサーベイの始まりでした。その後徐々に観測域を広げ、1990 年代初めまでに分子雲領域を超えた 325 平方度の天域 (木曾 12 天域) に 1190 個の輝線星を検出しました (そのうち 804 星が新しい検出)。サーベイ領域と輝線星の分布を図6に示します。ここでもスハルジャさんは観測と輝線星の検出作業などにその力を発揮しました。

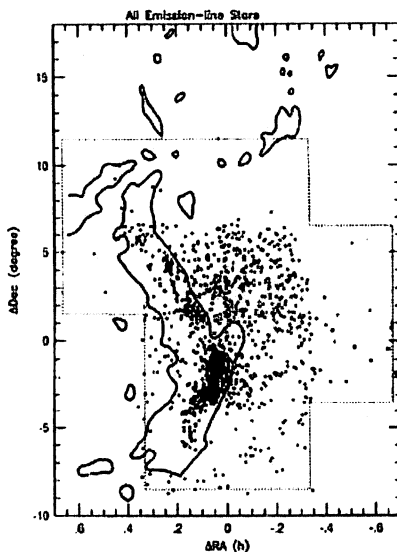


図6 オリオン座領域のサーベイ領域と輝線星の分布 (Nakano 1996)

輝線の強い星は分子雲の近傍に集中しますが、輝線の弱い星は広い範囲に分布します。これは Gomez と Lada (1998) によっても指摘されました。また、Walter ら (2000) は ROSAT 全天サーベイから検出された X 線星と比較し、輝線星と同じように広い範囲に分布することを示しました。X 線星は輝線の弱い (したがって年齢の古い) T Tau 型星と考えられていますから、これらの観測結果はオリオン OB1 アソシエーションと分子雲を中心とする現在の星形成領域の形成以前に広い範囲で小質量星の誕生のあった経歴を示しています。

こうして2つの領域で輝線星サーベイの仕事を終了し、スハルジャさんは元気でインドネシアに帰って行きました。

3. 銀河アトラス

小林義生さんは光学設計の専門家です。昭和 18 年、東京大学天文学科を卒業され、海軍技術士官として広視野カメラの開発に当たり、マクスツフとは独立に球面のみを用いた広視野カメラの設計に成功しました。戦後、神戸市の海技大学校に勤務の傍ら、研究を継続、1976 年に広視野カメラ K-1420 (カメラ口径比 1.4, 焦点距離 200 mm) を設計製作しました。第 1 号のカメラは海技大学校に置かれていました。主鏡口径 300mm、蹴られない視野 17° 、限界等級 14.8 等、角分解能 $30''$ で、直径 64mm の丸い球面フィルム上に鮮明な星像を結びます。写真測光が可能なようにセンチメートルも別に用意されています。このカメラを用いて北天銀河全域の $H\alpha$ 写真アトラスを作ろうという話が持ち上がりました。南天にはすでに RCW と呼ばれるアトラスがありました。それを北天に拡張するのが目的です。参加したのは京都大学宇宙物理学教室の佐々木敏由之、作花一志、仲野誠、辻村民之、それに同志社大学の宮島一

彦の皆さんです (当時の所属)。K-1420 カメラを図 7 に示します。

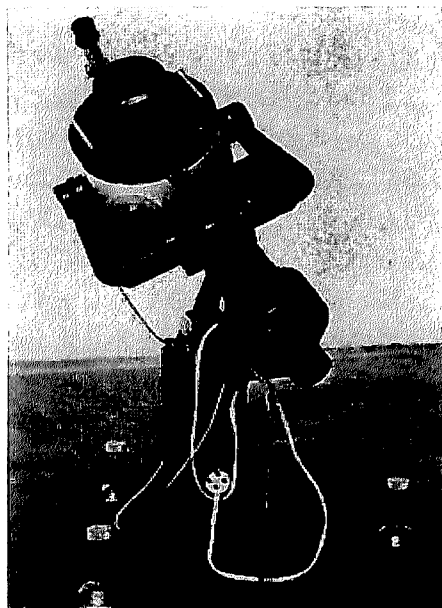


図 7 K-1420 カメラ

観測は海技大学校からカメラを借り出し、主に大宇陀観測所の敷地に据え付けて行いました。1977 年のテスト観測から 1981 年の小林さん自宅の 2 号機 (日野天体観測所) による補充観測まで、完成には 5 年を要しましたが、その成果は宇宙物理学教室から北天銀河の $H\alpha$ 写真星図として刊行されました。アトラスには佐々木さんが作成した同定用のオーバーレイ・チャートが付属しており、明るい星、星雲、星団、X 線源、電波源の位置もそれぞれの記号で示されています。オーバーレイを重ねると各種天体が容易に同定できるので便利です。

撮影された天域は夏、冬銀河の合成写真と、個別天域を 4 倍に引き伸ばした 83 枚の写真図版にまとめられています。図 8 に撮影された天域の一覧図を示します。銀河赤道から $\pm 10^\circ$ が基本でしたが、オリオン座付近では輝線星雲の全体像を撮影するために -20° まで広げました。銀河赤道に沿って主な輝線領

域が網羅されています。

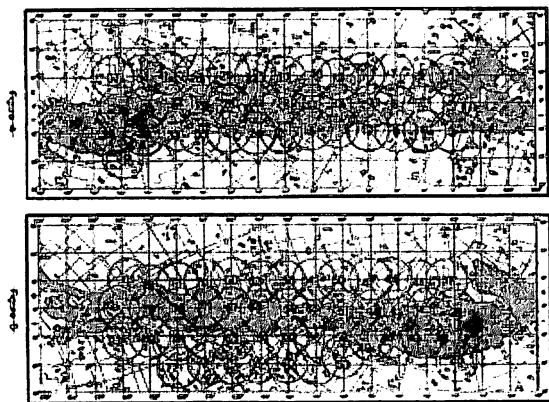


図8 北天撮影領域（銀河アトラス）

上図：銀経 330° - 130°

下図：銀経 90° - 270°

このアトラスは輝線星雲や暗黒星雲の入り乱れた様子を浮き上がられています。アトラスの一枚、白鳥座付近の写真図を図9に示しましょう。中心は銀経 80°、銀緯 0° です。図の中央上方にデネブ（ α Lyr）、中央右よりの分裂した輝線星雲 IC1318 の脇に γ Cyg が見えています。デネブの左側が北アメリカ星雲です。銀河赤道上にありますので暗黒星雲が発達しています。IC1318 を 2 つに割っているのも暗黒フィラメントの一部です。なかでも北アメリカ星雲の南、IC1318 の脇をかすめて銀河赤道を横切り、北西から南東にかけて楕円状に伸びる不規則な暗黒星雲が目されます。南東の星野に広がる領域まで含めると長径は 10° を越すでしょう。周りの輝線星雲をすべて横切っていますからかなり近距離の構造です。その頃、京都大学宇宙物理学教室大宇陀観測所において星数え法で星間吸収量の測定を行っていた富田良雄さんから吸収分布図を見せてもらって比較してみました。確かにこの付近で吸収量が大きくなっています。なにか輝線星雲の手前で大きく広がる暗黒星雲の塊があるかのようです。そのう

ち、吸収量の大きいところ、北アメリカ星雲とペリカン星雲の周辺では Herbig (1958) や Wenzel (1963)らによってたくさんの若い星が見つかっており、すでに暗黒星雲の濃密部分で星形成が始まっている様子を示しています。

銀経 80° は銀河腕の伸びている方向ですから、距離の異なるさまざまな天体が重なって見えています。そのなかにはオルフ・ライエ星や青い超巨星など遠方の星も混じっています。しかし、この白鳥座のアトラス写真では巨大な暗黒星雲がひととき不思議な魅力をたたえています。

そのほか、図版全体について銀河赤道に沿う数多くの暗黒星雲を見ることができますが、H α 輝線の写真アトラスでは輝線星雲との対比によってかえって暗黒星雲が目立つというのが面白い発見でした。



図9 白鳥座付近（80° + 0°）のアトラス

小林さんはアトラス完成後、日野天体観測所で天域を全天に広げる観測を行なっておられました。その後、南天の観測をオーストラリアのパーズで行う計画を立てていました。

その準備の進んでいた 1991 年 5 月、小林さんから私宛の手紙が届きました。それにはアトラスでカバーした領域を含め、Kカメラで撮影できる天域を区分し、撮影済み (341 天域)、撮影予定 (21 天域)、撮影不能 (南天 84 天域) が細かく書き込まれていました。「ベースには 6 ヶ月滞在すれば全天の撮影を完了することが可能です」と書いてありましたが、手紙の最後の部分には体調がすぐれていないことも書き添えてありました。そして、いよいよオーストラリアに出発するという 7 月になって、突然、病に倒れられ、そのまま永眠されました。1991 年 8 月 7 日でした。私には突然のように思われましたが、長い期間、体調の不全があったと伺い暗然としました。その後、Kカメラ 2 号機はご遺族の志により西はりま天文台に寄贈されました。

いまも時々アトラスを見ながら銀河の美しさを堪能したり、小林さんの生真面目ながら飄々とした人柄を偲んだりしています。

最近、長野県小川村の坂井義人さんからお手紙とともに現・日本光学工業顧問の鶴田匡夫氏の論文別刷り 3 部が送られてきました。『O plus E』誌 (2005 年 9, 10, 11 月号) に掲載された 2, 3, 4 とナンバーのある次の記事です。

- 2 共心型と色収差補正型反射屈折カメラ
- 3 小林義生とK型カメラ 1
- 4 小林義生とK型カメラ 2

鶴田氏は岡山天体物理観測所の 91cm 反射鏡の製作者としても知られています。これらの論文は光学設計の立場から広視野カメラの発展を概観したもので、特に 3, 4 では小林義生さんが戦中から戦後にかけて開発したKカメラの由来が詳しく述べられています。その中で北天H α アトラスの制作も小林さんの成果の一つとして高く評価されています。

注：南北銀河の H α アトラス：

北天「An Atlas of the Northern Milky Way in the H-Alpha Emission」 by T. Kogure, Y. Kobayashi, T. Sasaki, K. Sakka, K. Miyajima, and T. Tsujimura, 1982, Department of Astronomy, Kyoto University, (北天銀河のH α 写真星図) (普及版はアトラス刊行会)

南天「Atlas of H Alpha Emission in the Southern Milky Way」(RCW アトラス) by Rodgers, A. W., Campbell, C. T. & Whiteoak, J. B. 1960, Australian National University, Mount Stromlo Observatory.

4. 青い星々、輝線 B 型星の思い出

B 型星は青く美しい星です。明るい星が多く銀河に沿って広く分布します。B 型星の中には輝線を示す星がたくさんあります (Be 星)。それらは輝線スペクトルが時間変化を示すので 19 世紀中葉から多くの観測があります。Be 星はバルマー系列の H α 、H β 、 \dots 、H ϵ 線などの吸収線の中央に輝線を示します。輝線輪郭はシングルピーク、ダブルピークのほかにガス殻吸収線 (輝線中央に鋭く深い吸収線を示す) もあります (図 10)。こうした輝線輪郭の相違を星の自転軸の違いによると説明したのは Otto Struve(1931)でした。

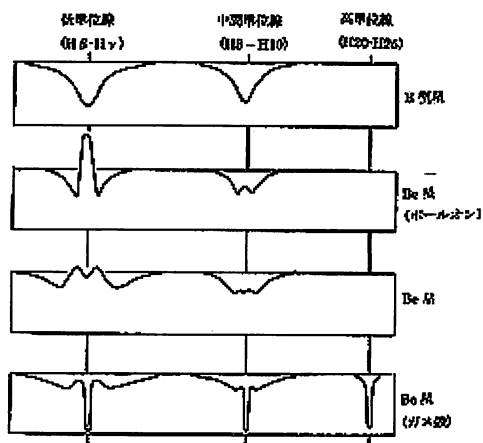


図 10 B、Be 星のバルマー線輪郭

星雲（主に惑星状星雲）については 1930 年代後半にハーバード大学天文台の Menzel, Baker らが再結合機構を定式化して、バルマー輝線の相対強度（バルマー逓減率）を導き、広く応用されるようになりました。その機構はライマン紫外光を吸収し再結合、カスケード遷移によって輝線を生じるもので星雲型放射場として知られています。当初はそれを Be 星に応用する人もいましたが、それではバルマー逓減率 $H\alpha/H\beta$ の観測的ばらつきが大きさが説明できません。Be 星の星周囲の放射場はしばらく大きな課題となっていました。この面で新しい方向を示したのは宇宙物理学教室の宮本正太郎先生でした。先生は Be 星星周囲では 3 準位に単純化した水素原子の再結合過程がその逆過程と釣り合うことを示し、それを Be 星型放射場と呼びました。その特徴は第 2 準位からの電離（バルマー連続光）が重要になるという点です。その特徴に基づいてバルマー逓減率を導きました。その際、パッシェン、ブラケット系列に対し、完全に不透明という仮定を置きましたが、それは少し無理ではないかと感じ、私はその反対に完全に透明という仮定で計算を試みました。その結果、より観測に近い値が得られましたので、その後、宮本モデルと比較しながらこのモデルで Be 星のバルマー輝線の解析を進めることにしました。これが 1950 年代における私の仕事でした。もっぱら理論的な考察でした。

1960 年代に入ると岡山天体物理観測所（OAO）が開設され、全国の研究者にも開放されました。ここで一寸私の観測事始についての思い出に脱線してみたいと思います。それまで理論一筋でしたし、アマチュアとしての経験もゼロでしたから、事始も大変でした。

なにしろ初めての観測だったので、ウイルソン山天文台でグリーンシュタイン先生の下で分光観測をして帰朝したばかりの畏友齋藤

澄三郎さんにお供してもらい、清水実さんはじめ天文台スタッフの指導を受けながらの観測生活第一歩を踏み出しました。まず、第一の難関はガラス切りです。暗室で手札版の乾板をいくつかに切り分けるのですが、切り損じたり、フォルダーに装着がうまくいかなかったり慣れるまで大分時間がかかりました。次は星の同定です。望遠鏡を目的の天体に向けたとき視野に入る星の密集さにまず驚きました。最初の目的星が 9 等級のオルフ・ライエ星でしたので用意した星図の視野に見知らぬ星がたくさん見えてきます。視野の方向を決め星図と見比べるのですがうまくいかず、星を入れるだけで 1 時間以上も冷や汗を流していました。それからまた、星像のトレールも大変でした。星像をスリットから離さないように端から端までを往復させるのですが、当時は全くの手動でしたから、星像は思うように動いてくれません。シンチレーションと星の移動が混乱して絶えずスリットからはみ出てしまいました。それに露光カウンターもなかったので、露出時間は天候を見ながら勘で決めました。雲の多い日には露出の過不足もよくありました。こうして失敗ばかり繰り返していましたが、それだけに最初の分光写真が出来上がり、スペクトルにオルフ・ライエ星特有の幅広い輝線を見たときは大きな感激でした。いまから思えば最初の星は白鳥座の銀河赤道の真上にありましたから星が密集していたのは当然だったのですが、そのときは銀河のことまで思うゆとりもありませんでした。

その後、対象が Be 星に絞られ、岡山では 188cm 鏡のクーデ分光（分散は青色で 10 Å/mm、赤色で 20 Å/mm 程度）と 91cm 鏡のカセグレンプリズム分光を行っていました。しかし、分光解析の手法がなかなか身に付かず悩みの日々が続いていました。

1966 年になって、ムードン天文台（パリ天

文台天体物理部)に滞在し、ルネ・エルマン女史を主任教授とする分光部で分光解析の実際に取り組む機会がありました。ムードンはパリ郊外でベルサイユに近く、空が明るいので、Be星の観測は南仏のオートプロバンス天文台(HPO)の193cm鏡のクーデ焦点で行います。分散はOAOとほぼ同じです。ムードンで最初に驚いたのはHPOで撮影されたクーデ乾板の大きさでした。OAOでは手札版をいくつかに切り分けたのに比べ、幅3cm、長さ30cm程ありますから、波長域が広く取れます。バルマー全域は2枚でカバーできます。測定は楽ですが、乾板全域で適正な露出を得るのが難しくなり、バルマー輝線を主体とすると紫外部がどうしても露出不足になるという問題もありました。OAOでは全域を4枚でカバーしますから波長域ごとに適正露出が得られます。それぞれ特質はありますが、バルマー輝線に焦点を絞ればHPOの乾板でも問題はありません。それにHPO開設(1958)以来の蓄積された乾板がありましたので、星によっては十分な分光変化を見ることも出来ました。

分光部で身近な相談に乗ってくれたのは同じくBe星の観測に当たっていた助教授のミッシェル・ジュバルさんでした。分光部における観測から測定の実際、解析の方法まで多くのことを懇切に指導してくれました。惜しいことにジュバルさんは私の帰国後まもなく交通事故のために亡くなってしまいました。いまま研究室の中心として大学院生や留学生の指導に当たっていた彼の温厚な面影が目には浮かびます。

ムードンではこれまでの理論的考察と比較するためなるべく単純な輝線輪郭をしめすポールオン星を対象に選びました。バルマー輝線が幅の狭い単一ピークを持ち、見かけの自転速度の小さい星です。星を自転軸に近い方向から眺めていると考えられてポールオン

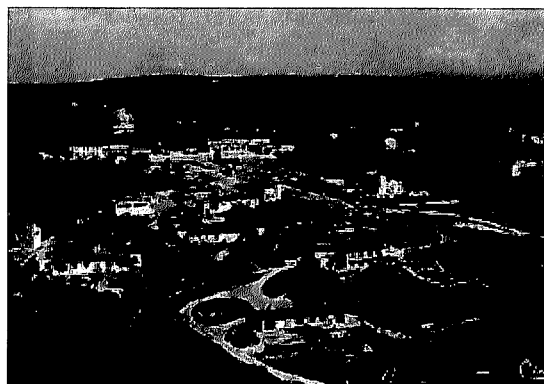


図 11 オートプロバンス天文台(1965年頃)の鳥瞰図。左寄りの大きいドームが193cm反射鏡、右端に宿舎が見える。手前は職員宿舎群。

星と呼ばれています(図10)。この星のH β 輝線輪郭を導くために大気分割法という手法を考えました。これは赤道上の円盤状星周圏をドップラー速度の同じ面に分割し、それぞれの面に平板大気で求めた輝線流束を適用するという方法です。単純なモデルでしたが、計算結果を観測された輝線輪郭と比較するといくつかの新しい特性が分かってきました。例えばポールオン星は通常、シングルピークですが、時にはダブルピークを示すことがあります。その変化は円盤大気の成長の度合いによって理解することができます。円盤外径が小さい時は自転を反映してダブルピークになりますが、外径が大きくなると輝線強度の増加とともに輪郭はシングルピークへと移ります。もちろん、自転軸の傾きが小さい星はダブルピークになることはありません。いくつかの自転角でその様子をモデル化してみました。また、ポールオン星の中にはシングルピークでもワインボトル型と呼ばれる肩の凹んだ輪郭を持つ星があります。それは円盤の外にリング状ガス圏があるとする二重構造でうまく説明できます。Be星放射場の計算と観測との比較が1960年代の私の仕事でした。

京都に帰ってからは、バルマー線の形成機構を低準位から高準位までを含めた一般論に拡張し、輝線とガス殻吸収線の形成がまとめて理解できるようになりました。

それに基づいてガス殻星の吸収線中心強度の計算を行いました。ガス殻星は低い準位の輝線から高い準位の吸収線にわたってスペクトル線の中心に深い吸収線を示します。O. Struve が回転円盤の自己吸収によるものとみなしてガス殻星と呼んだ星です。私たちの理論(小暮、平田、麻田 1978)によると高い準位の吸収線の中心強度の解析から星周囲の光学的厚さが推定できます。その結果、 $H\alpha$ 線に対する円盤の光学的厚さが、ガス殻星では 2000 - 5000 に達するのに比べ、ポールオン星では 100 以下になるという性質が導かれました。これが 70 年代から 80 年代初めにかけての仕事です。1970 年代には平田竜幸さんと良く岡山に通いました。プレオネ(B8Ve)の Be タイプからガス殻星への分光変化を追跡した 10 年間で印象的に思い出されます。1980 年代以降は銀河物理学の仕事が忙しくなりましたが、Be 星についても鈴木雅一さん(金沢工業大)や門正博さん(大阪樟蔭女子大)たちと一緒に少しずつ観測や理論的検討などをやっていました。

最近、これまでの仕事と関連していくつかの観測が興味を引きました。その 1 つは Be 星の円盤からリングへの変換についての Rivinius たち(2001)の観測です。彼らは μ Cen (B2 IV-Ve)と ω CMa (B2.5Ve) の 2 星について輝線輪郭の変化から、これらの星はある時期に円盤構造からリング構造に移ったと推論しました。リングになると輝線幅が小さくなり、輝線等価幅も一定かあるいは減少します。バルマー線輪郭から Be 星にリング構造があると観測的に示したのはこれが初めてではないでしょうか。この結果はムードンで行った計算から予測された変化と良く一致し

ます。先ごろ、西はりま天文台では鳴沢眞也さんによってプレオネに赤道から傾いたリング構造が発見されたとか。面白い発見です。これからは円盤とリングの構造や形成過程などが大きな課題になるものと期待されます。2 つ目は Tycner たち(2005)による光学的干渉計による Be 星輝線源の空間サイズの測定です。それによるとバルマー輝線を形成する領域のサイズ(形成域の外径と星半径との比)が Be 星の分光型サブクラスによらずほぼ一定になります。これは私たちの言葉で言えば形成域の平均希釈度がサブクラスに依らないということ、これも私たちの予想を裏付けるものでした。

はじめは天の川の思い出を書くつもりで書き出したのですが、次第に輝線 B 型星を含めたこれまでの仕事の軌跡の紹介みたいになってしまいました。古い話ですがこれも年寄りの繰言と思ってお許しください。

北天銀河アトラスを 3 名の方に贈呈します(多数の場合は抽選)。ご希望の方は 7 月 31 日までに『天文教育』の作花編集長までご連絡ください。ただし、送料は受取人払いとなります。