惑星状星雲と共生星



田村眞一
東北大学理学研究科 教授

1．序

まず初めに、岡山天体物理観測所（OAO）の開所40周年を心からお祝いしたい。又、74インチ望遠鏡を導入し、「天体物理観測所」とした先人・諸先生方の意気込みとその識見を改めて思い起こし敬意を表したい。OAOの役割は、日本全体の天文学者に天体物理学的センスで観測天文学を遂行する場を与え、世界を視野に入れた研究の土壌を培うことにあったものとして記憶したい。40年間に、写真乾板が固体撮像素子にとって代わられ、アナログからディジタルへの変換時期であった。それに応じて、種々の観測機器が次々に作られた。東京大学の付属天文台から国立天文台となり共同利用機関として、観測プログラム決定の面で、競争的原理がそれまで以上に個々の研究者に好むと好まざるとにかかわらず意識されることとなった。このような74インチ鏡周囲の状況の変化は、論文発表等の研究成果の公表に否応なしに影響を与えた。これらを踏まえて、与えられた課題、惑星状星雲と共生星関係のまとめを試みたい。

2．惑星状星雲（Planetary Nebulae, PNe）

惑星状星雲研究の最大の課題は、中小質量星の進化途上における質量放出機構と電離ガスが作る形態の成因を明らかにすることである。輝線に関する物理過程は、すでにほぼ確立していたから、PNeについては電子温度・電子密度・化学組成を明らかにするための基本情報として、輝線強度比を多数のサンプルについて測定することが必要であった。私自身のPNeについての観測上の初仕事は、36インチ鏡光電スペクトルスキャンナー* を用いたものだった（Tamura, 1970）。この装置では、オリオン星雲中心部の構造を解析する仕事も行われた（Tamura, 1976）。尚、36インチ鏡では、山崎・橋本・神戸・マラサンと共にNGC1501中心星の短周期変光を検出するキャンペーン（Bond et a1. 1996）に加わった。PNeについては、その特徴である膨張速度場の解析が、昔も今も重要であることに変わりはない。これについての観測は、74インチ鏡で行われた。院

編集者注：＊本誌ではグレーティングスキャン測光器と称している。

生時代にマルティスリットを設計し、クーデ分光器での観測を行ったが、写真乾板が主流であったことと、イオンの階層構造を知るためのスリットレス分光単色像を得ることの難しさとが重なり、みるべき成果が得られなかった。NGC2392, 6543, 7662のような明るいPNeでさえHα輝線を得るため、8時間以上の露出を試みた頃である。その後、Image Intensifier（Ｉ.Ｉ.）が導入されたが、Ｉ.Ｉ.自身のノイズも増幅されたため本質的改良にはならなかった。高分散スペクトルが順調に得られるようになるまでには、1979－1980年頃のIDARSS（Intensifed Diode Array Rapid Scanning System）の導入まで待たねばならなかった。IDARSSは一次元1024素子の光検出器であったため、コンパクトなPNeが主たるターゲットになり（Tamura and Shibata, 1990）、後には視直径の大きいPNeまで含まれるようになった（Tamura et al. 1996）。Abell30（Yadoumaru and Tamura,1994）やIC4997（Tamura et al. 1990）のような個々の成果と共に、約70個のPNeについて得た膨張速度データの集約の最終段階にある。この仕事に関連して、PNeの距離決定を試みたTajitsu and Tamura（1998）は、OAOでの直接の資料を使ってはいないが関連した重要な仕事なので上げておく。日本におけるPNe研究の成果としては、日中共同によるNGC2242のPNとしての確認（Maehara et al. 1987）があげられる。OAOでのPNeの観測は、新カセグレン分光器や近赤外分光器（OASlS）の開発によって、新局面を迎えることとなる。カセグレン分光器は、非常にfaintなPNeの分光診断を可能にしたし（Tamura and Weinberger 1995; Tajitsu et al. 1999）、OASlSでは、近赤外域での観測からPNeの進化を論ずることを可能にした（Tajitsu, 1999, 博士論文；Saito et a1. 1999）。Image Rotatorを備えたHlDESの登場によって、私の若い時期の苦闘が解消されることになろう。今後もなお、74インチ鏡の活躍の場が備えられていることを意味し、次世代の研究者の働きに期待したい。

3．共生星

私の共生星研究は、偶然のことから始まった。14等星以下の暗い星が短期間に増光し、その低分散スペクトルからPN形成の現場を示す天体ではないかと考えられたHBV475の出現であった。74インチ鏡にカセグレンＩ.Ｉ.分光器が備えられたタイミングでもあったため、世界的にも同等の環境を得て競争できる研究が始まった。HBV475に関する初期の基本的観測は全てこの装置によってなされた（Tamura, 1977, 1989）。この後、クーデ分光器とIDARSSの組み合わせによる、高分散スペクトルの解析を行なう研究が主となる。しかし、日本での共生星の研究はすでになされており、CH Cygについての有名なYamashita and Maehara（1979）の仕事ある。又、PU VulについてのYamashita et a1.（1982）やKanamitsu（1991ab, 1992）の仕事が続いた。CH Cygは、連星系である共生星として、例外的にきわめて長い軌道運動周期を持っており Yamashita and Maehara（1979）は世界で初めて5750日の周期を検出したが、そのための地道な努力に敬意を表したい。ここには、中小口径望遠鏡を用いた息の長い観測がもたらす成果として、今後の74インチ鏡の使い方に関して示唆的でしかも教訓が含まれていることが感じられる。共生星の研究の基礎をなす観測資料は、変光星としての光度曲線や中低分散のスペクトルである。変光周期は不規則ながら100日程度から1000日以上にも及ぶ。日本では測光については、天候とこの長期にわたる観測のことを考え、初めからあきらめ外国との連携に期待することにした。歴史的に長い伝統を持つ、Tatranska Lomnica（旧チェコ・スロバキア、現スロバキア）の研究者との共同研究がはじまることとなる。その成果がいくつかの論文になっている（Skopal et a1. 1996ab, 1997 ; Chochol et a1. 1998）。一般に、共生星は測光だけではなく高分散スペクトルでも種々の尺度の時間変化を示すので、これを考慮した輝線輪郭の解析には常に非常な困難が伴う。これを統計的に解析する手法を提示したのが、Ikeda and Tamura（2000, submitted to PASJ）の成果である。HBV475が連星系としたとき、外国での仕事は、きわめて不自然なMass Functionを示したが、上記手法を用いた詳細な解析からrealな結果を与えこの問題を解決したのはIkeda and Tamura（2000）である。

4．おわりに

OAO開所40周年という節目で、与えられた分野

のまとめを私流に試みた。私自身が関与した論文について、かなり省略したことは許されるとしても、日本全体の研究の完全なまとめになっていない危惧がある。欠けている点については、ご容赦願いたい。例えばPNeのProgenitorsであるPost‐AGB関係は、このまとめに含めなかった。引用した論文については、岡山文献リストに従って各著者について検索していただきたい。

いろはカルタ

元観測所副所長の石田五郎氏は石田語録を多く残した。その中にいろはカルタがあるが少し紹介してみよう。

- **夜食の後には手を洗いましょう**（バターなど汚れた手で大事な観測機器に触るな）
- **ニュートン地獄、クーデ極楽**（冬の－10℃にも冷えて込んでいるときニュートン観測台に乗って１時間もガイドをしていると手足の感覚がなくなってしまう。一方暖房の効いたクーデ室でガイドをするのはさほど苦にならない）
- **鞆雲は１時間**（観測所から西南方向に雲が出てきたら１時間後には曇る）
- **ニュートンからリンゴが落ちる。**（ニュートン焦点で観測をするときはポケットから物を落とさないように注意しなさい）
- **睡眠も芸の内**（観測中、曇って待機している少しの時間でもすぐ眠れると疲れがまるで違う）
- **赤外終わって黄色フィルター**（分光観測で8000Å（1次光）より長波長を観測する時には2次光の4000Åの波長が重なる。そのため、よく短波長をカットするために黄色フィルターを用いる。次の観測に4000Å付近を観測するときに黄色フィルターを取るのを忘れると何も写らないことになる。観測所ではそのような失敗をすると”ヨタローサン”と呼ばれていた。ヨタローとは落語に出てくるヨタローサンのこと）
- **念には念の導通テスト**（写真乾板時代は今のように試し撮りというわけにはいかずいきなり長時間露出もよくある。観測終了時には分光器のコリメーターの蓋をする。観測開始前に蓋をとるのを忘れて観測、現像後何も写らないことになる。よくある失敗である）
- **オーバーロードはリレー**（188cm望遠鏡の旧制御系は機械式リレーロジックであった。分光観測中にスリットから星がずれると観測者はハンドセットを使用し望遠鏡の微動操作を行う。シーイングの悪い日などに気の短い観測者がハンドセットのボタンを頻繁に押すとリレーも頻繁に働き、モーターも正転、逆転を繰り返し、過電流が流れリレーは加熱し、非常停止になる。オーバーロードリレーが働き観測中止となり夜間当番の出番とあいなる）
- **油断大敵 雪の花**（曇っているからといって安心していると（スリットも閉めずに）、主鏡の上が白くなるよ）
- **乾板かえたらかけこむトイレ**（特に寒い冬、ドーム上部の吹きさらしのニュートン観測台でガイドをしていると用をたしたくなるが、他人に代わってもらうわけにもいかず我慢することになる。露出が終わったらトイレに走ることになる。又、そのようにならないように露出の前には用をすませておけ）