

## 星の分光観測：晩期型星



辻 隆  
東京大学 名誉教授

### 1. はじめに

1960年に開所した岡山は40周年を迎えるが、丁度同じ年に大学院に進み観測的天文学を志した私たちにとって、岡山はまさに全研究生生活40年間にわたり様々の関わりを持った重要な存在であった。ここでは晩期型星の分光観測をもれなくレビューすることなどはもとより不可能であり、私が関わったクーデでの光学観測を中心に思い出すことを簡単に記すにとどめる。

### 2. 写真乾板の時代（1960・70年代）

岡山の観測プログラムでは、藤田先生が主導された低温度星の分光観測が、当初からかなり大きな比重を占めていた。これは、当時まだ比較的未開拓であった写真赤外領域をコダック写真乾板によってM、S、C型星などを撮影することが主であった。これら写真乾板ではS/N比はせいぜい10程度であったと思われ、今日からみればかなり粗雑なデータであったことは否定できない。しかし、これらのデータからも幾つかの興味ある結果が得られている。藤田先生は多数の炭素星を精力的に観測され、写真赤外領域で始めて可能となったCN分子のRed Systemにおける同位体効果や禁制線を含めた原子スペクトルの研究を進められた。炭素星の研究は、内海、平井氏などが加わり岡山における中心的テーマの一つとして発展した。またM型巨星（山下）、バリウム星（西村）、S型星（辻）、長周期変光星及び共生星（前原・山下）など殆んど全ての低温度星のスペクトルの研究が岡山での観測にもとずいて精力的に進められた。このような写真乾板による観測は1980年代まで行なわれ、かなりの乾板が蓄積されている。おそらく、岡山で観測された低温度星のスペクトル乾板は、かつてのウイルソン山天文台でのこの分野の先駆となる膨大な観測に次ぐもので、これだけまとまった低温度星のスペクトル乾板は岡山以外には存在しないであろう。これらのデータが今後必要な場合には利用できるようなアルカイブされることを望みたい。また、写真乾板の利用には測定器が不可欠で、三鷹ではようやく1981年にPDSマイクロ・デンシトメーターが導入され、初期には野口（猛）、宮内氏、その後最近までは佐藤（英）氏のお世話にな

って、多くの測定に使用された。今後もアルカイクされた乾板と共に、このような測定器も必要であろう。

### 3. 過渡期 (1980年代)

しかし、岡山188センチ鏡は創設当初は世界的にみても10指に入る大望遠鏡であったが、1970年代から諸外国で続々と4m級の望遠鏡が建設され、我が国の光学観測はかなり困難な状況に追い込まれた。また新しい検出器が次々と天体観測に応用されるようになり、岡山でも、清水氏らによるイメージ撮像管 (I. I.) や西村氏らによるIDARSSなどがクーデ焦点で試みられ、低温度星にも応用されたがいろいろ問題も多く、この時期は本命となる検出器を暗中模索した過渡期である。一方、この頃には岡山以外の共同利用観測施設として、木曾シュミット観測所について野辺山宇宙電波観測所が活動を開始し、光領域のみでなくミリ波領域でも低温度星の分光観測が可能となった。海野先生、海部氏などと一緒に低温度星の電波分光観測を試みることができ、様々の低温度星に45m鏡を向けると光では観測できない暗い星からもCO, SiO, HCNなどの分子線が次々と受かり、光領域の分光観測とは全く違った貴重な経験をする事ができた。このプロジェクトに大学院生として参加していた泉浦氏は、45m鏡で炭素星の観測を精力的に行なってきたが、電波観測だけに飽きたらず光領域での観測を目指して岡山で後述するエシエル分光器の開発に中心的役割を果たすことになる。多波長領域の連携が、人の交流を含めて国内で可能となったことも注目すべきことである。

### 4. CCDの時代 (1990年代)

岡山では上記の試行錯誤の後、家氏を中心にCCDが導入され、クーデ焦点でも実用化された。ようやくかなり暗い星が良いS/N比で観測できるようになったことは画期的であった。しかし、写真乾板を念頭において最適化された188センチ鏡クーデ分光器とCCDは必ずしも相性が良いとはいえず、特に写真乾板では分解能50,000程度が得られていたが、CCDでは特にピクセルサイズの小さなものを用いても分解能20,000程度に劣化してしまう。このことは、特にスペクトル線が密集している低温度星

スペクトルの研究には致命的であった。分解能20,000 (速度分解能15km/sec) では高分解能とは言えず、クーデ分光器の役割を果していないが、やむをえずこれで比較的簡単な炭素同位体比を決定する試みを始め、5,6年かかって100個以上の様々な炭素星を観測した。これらのデータは大仲氏が修士論文としてまとめ、またハロー炭素星は青木氏がまとめたが、この分解能でも解析の方法によって十分有用な結果が得られることを示した。また、岡山では写真乾板やI. I.の時代からM型矮星の分光観測も試みてきたが、CCDの導入によりようやく数十個のM型矮星のスペクトルを観測することができた。しかし、同位体比ではなく化学組成そのものの定量解析にはやはり分解能が不足し、これはやや無理なプロジェクトであったようである。岡山での晩期型星の観測は、今までM, S, C型などの低温度星にほぼ限られてきたが、もう少し柔軟に観測対象をひろげ観測装置の性能に適したプロジェクトを考えたいほうが効率的であった可能性も否定できない。

### 5. 21世紀にむけて (2000年代)

創設当初以来のクーデ分光器が非常に不十分であり、その刷新が急務であることが指摘されていたが、ようやくその実現を強力に推進された前原所長のもとで、泉浦氏以下岡山スタッフにより新しいエシエル分光器HIDESが完成したことは岡山の分光観測にとって画期的である。すでにこのエシエル分光器の優れた性能は、泉浦氏らによる炭素星外層に起因するC2分子線の発見という興味ある初期成果により示されている。岡山ではすでにその創設期に大澤所長・清水氏によりエシエル分光器が開発され、5×16センチの大きさの写真乾板一杯に高分散エシエルスペクトルを撮ることが可能であったが、写真乾板しか利用できない時代ではその性能を十分生かすことが出来なかったのは残念である。しかし、エシエル分光器の原理が見出されたのは比較的新しく、コンパクトな設計が可能なることからスペース観測には早くから利用された例があるようであるが、これをいち早く1960年代に地上での高分解能分光器として実用化したのはおそらく岡山が世界最初であり、世界的にエシエル分光器が地上望遠鏡に装備されるようになるのはこれよりかなり後のことであ

る。この誇るべき岡山の伝統がようやく今回の新しいエシェル分光器の完成によって継承・発展させられたことはたいへん喜ばしいことである。さらに、“すばる”の高分解能分光器HDSとの有機的な役割分担により、わが国における高分散分光の今後の発展に大いに活躍することを期待したい。

## 6. おわりに

岡山はわが国で建設された本格的な天体物理観測ができた最初の共同利用観測施設である。共同利用としての制約はあるにしろ、これにより常時観測が可能であったことの意義は極めて大きい。様々の事情により必ずしも意図した観測から直接的成果が得られない場合でも、岡山上で着想された初期的試みが様々な形で発展し、例えば海外望遠鏡を含めて他の観測装置で行なわれる研究に発展した例は多い。そして今や岡山上で限界に達した観測は、“すばる”による観測で大きく発展させることが可能である。また、岡山上での観測結果の解析の必要から発展した研究もあり、特に低温度星は高温の星にくらべるとそのスペクトルの解析の基礎は確立されておらず、観測の傍らこれらの問題を解決する必要があった。そのため、M型矮星からAGB星までを含めて低温度星大気の基礎的研究にかなりの時間を要し、観測データの解析まで十分手がまわらず今後に残された問題も多い。実際、コンピューターの進歩は早く観測よりも大気構造の研究が先行してしまった面もあるが、天体を解明する最終兵器はコンピューターではなく望遠鏡であることは言うまでもない。岡山上での

観測は低温度星の研究に観測データを提供したのみならず、星からの生の情報に接することを可能にし低温度星の研究に常に有用な示唆を与えてきたと行うことができる。さらに、岡山上での観測は教育上も重要な役割を果たした。岡山上の観測により修士・博士を得た人は多く、大学院教育に大きな役割を果たした（かく言う私は多分岡山上のデータによる修士第1号である）。また例えば、岡山上の観測結果は東京大学理学部において何人かの卒業研究の格好のテーマとしても役立った。また、田辺氏とともに担当した実習では、太陽スペクトル並の低温度星の高分散スペクトルを使用し大変有効であったが、これは岡山上で岡田氏と協力してCCDカメラを装備した太陽クーデ分光器で観測したものである。岡山上が天文教育に果たす役割は今後益々重要となることは間違いない。

以上の断片的な思い出からも、岡山上の存在は低温度星はもとより、わが国の天文学の研究・教育の発展に大きく貢献したことは明らかである。それは、目にみえる研究成果もかなりあるとしても、岡山上の果たした役割はそれを遥かに越えて、わが国の天文学が40年前の状態から現在に飛躍する原動力の重要な一環をなす有形・無形の貢献を意味する。このような岡山上観測所を40年以上前に構想し、また、40年前にその建設を推進し、立ち上げに尽力された先達の方々、および40年間にわたり岡山上の運営と発展に貢献された岡山上スタッフの方々に深く感謝し、今後、21世紀にむけて岡山上の一層の発展を期待する。