

大阪教育大学 51 cm 望遠鏡：10 年の成果

定 金 晃 三, 松 本 桂

〈大阪教育大学 〒582-8582 柏原市旭が丘 4 丁目〉

e-mail: sadakane@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

e-mail: katsura@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

大阪教育大学の柏原キャンパス内に設置されている口径 51 cm の反射望遠鏡は、教育用の利用のみならず研究用に使用され特徴ある成果を挙げてきた。設置後 10 年間の成果をまとめ、大学の小型観測施設の有効な使い方について考察する。

1. はじめに：10 年の経過

大阪教育大学は 1991 年から 1992 年にかけて大阪と奈良の県境に近い大阪府柏原市のキャンパスへと移転した。それに伴って校舎等の建築が行われ、校舎棟 4 階の屋上に直径 5.5 m のドームが付設されたが、建物の設計時には中身の望遠鏡の設置については予算的な目途が全く立っていない状態であった。ドームだけあって中身がないのでは大学として格好がつかないと、学内のあちこち運動に走り回り、事務局の強力な支援もあって 1993 年度に望遠鏡の予算が付き、1994 年 3 月末に口径 51 cm の反射望遠鏡が搬入された。この望遠鏡は東京三鷹市の M 光器(株)が製作したフォーク式赤道儀で、 F 比 12 のカセグレン焦点を備えている。ちなみに、国立天文台三鷹キャンパスにある社会教育用望遠鏡は、本機の約 1 年後にできた同型の姉妹機である。

観測装置としては、液体窒素冷却の CCD カメラ（視野 15×10 分）があり、広帯域 B, V, R, I 4 色のフィルターと $H\alpha$ フィルター（半値幅 150 \AA ）を備えている。その他、数種類の眼視用アイピースがあり、折々の観望会で用いられている。CCD で撮られたイメージの蓄積および 1 次処理用にワークステーションがあり、それは学内 LAN で

研究室のワークステーションや PC と結ばれている^{1),2)}。この望遠鏡は教育用に使用されることはもちろんであるが、この 10 年間に査読付き論文 16 編、その他の論文 17 編を生産するなど研究用施設としても十分な成果を上げてきた。大学構内において、使いたいときにいつでも使えて時間制限なしという特徴を活かせば、たとえ口径 50 cm クラスの小型望遠鏡でも結構天文学の研究に貢献が可能なることをこの 10 年で示せたと考えている。以下いくつかの事例を示したい。

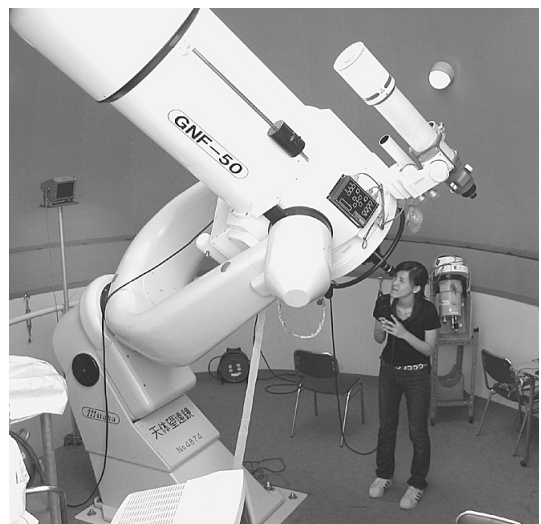


図 1 大阪教育大学天文台。観測ドーム内の様子。

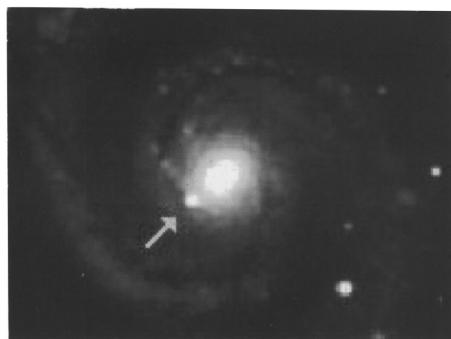
2. 超新星の観測

望遠鏡と CCD カメラが動き始めた矢先の 1994 年 4 月 2 日に、子持ち銀河として有名な M (メシエ) 51 に明るい超新星 SN1994I が出現したとの情報があった³⁾。これは望遠鏡の完成を祝う打ち上げ花火だ、ちょうど良いチャンスだと思い、4 月 5 日夜から V, R, I の 3 バンドで観測を始めた。V バンドで 16 等より暗くなった 5 月 30 日までに計 23 夜の観測ができ、極大時を含む 3 色の光度曲線を得ることができた⁴⁾。

岡山観測所 188 cm 望遠鏡による分光観測で、

SN 1994I in M51

4 月 13 日



5 月 9 日

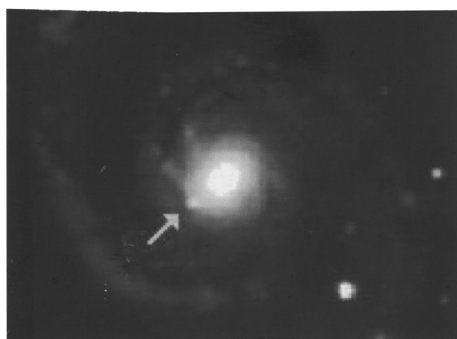
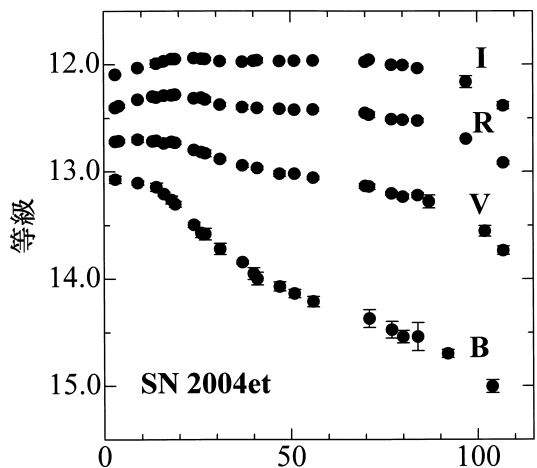


図 2 M51 に出現した超新星 SN1994I のイメージ。極大日 (上) と 26 日後 (下) の CCD 画像。

この超新星は Ic 型と判明した⁵⁾。このタイプの超新星は水素のスペクトル線が見えず、減光が速いことが特徴であり、水素とヘリウムの大部分を失った大質量星の進化の最終段階と考えられている。SN1994I は M51 銀河の明るいバルジ部分に重なっていたため、測光を行うには傾きをもった背景の除去が問題であった。そこで、CCD 画像の上で超新星の部分 (半径 4 秒角の円形) を除く一辺 17 秒角 (11 ピクセル) の正方形領域を 2 次曲面で近似し、それを引き去った画像を用いて等級の測定を行った。結果として信頼性の高い光度曲線が得られた。

その翌年 1995 年 2 月 11 日に、ハッブル南麓天文台の串田麗樹さんが銀河 NGC2962 に超新星を発見された⁶⁾。メールで発見の報を受けたその夜から V, R, I の 3 バンドで観測を始め、5 月 23 日までに計 35 夜のデータを得ることができた⁷⁾。この超新星 SN1995D は Ia 型と報告されたが、この型の超新星は白色矮星を含む近接連星の中で白色矮星への質量降着の結果起きると考えられている。われわれの光度曲線は極大日の 10 日前からのデータがあり、極大時の色指数と V 等級を精度よく決定することができた。超新星の光度曲線データが極大日の 10 日前から記録されることはめったにない。たいていの場合は、発見報告が流れたときにはすでに極大を過ぎている。SN1995D の場合は串田さんの発見が非常に早かったため有用なデータを得ることができた。Ia 型超新星の極大時の光度はどの銀河で起きててもほぼ一定であることが知られており、そのことを利用して宇宙の距離指標の一つとして使われている⁸⁾。観測開始時期が早かったおかげで、われわれの観測結果は Ia 型超新星の極大光度とハッブル定数を論じた論文に使用されている⁹⁾。また、この超新星の観測の様子と結果については天文月報誌上で報告した¹⁰⁾。

ここ数年は毎年多数の超新星の出現が報じられているが、久しぶりで今度は II 型超新星に取り



発見日 (2004年9月27日) からの日数

図3 NGC6946 出現した超新星 SN2004et の暫定光度曲線。

組んでみようと思立ち、2004年9月27日に銀河 NGC6946 に出現が報じられた¹¹⁾ II 型超新星 SN2004et の B, V, R, I 4バンドの測光観測を2004年9月30日から開始した。2005年1月12日までに計25夜のデータが得られたが、爆発後約100日かかって R, I バンドの平坦期(プラトー)が終わったところである。

このような観測は研究室所属の学部3年生を含む10名ほどの学生で観測チームを編成し、当番表を作って行っている。午後3時ころに空模様と気象衛星の雲画像を見て、その夜晴れそうなら CCD カメラに液体窒素を注入して待機し、夜間に晴れ間があったらすかさず観測を行う。場合によっては30分弱の晴れ間しかなく、4バンドのデータがそろわないこともあるが、その夜のデータは翌日になったら取れないのでチャンスを逃さない観測を心がけている。観測チームに入って見習いから始める3年生の多くは、はじめは超新星とは何かを全く知らないが、毎夜のデータから作成した光度曲線が日々更新され、急激に変化する様子を眼前に見ていると、はるか遠方の銀河で展開されている大自然のドラマを感じることができるようになる。このような経験は実物教育として

有効と思われる。

3. 激変星の観測

大阪教育大学では以前から降着円盤をもつ天体の理論的研究に取り組んでいたため、激変星や X 線連星、また次節で取り上げる活動銀河核などの活動的天体を 51 cm 望遠鏡に適した研究対象としてはじめから想定していた。特に観測システムが稼働した1994年当時は、京都大学宇宙物理学教室の有志による VSNET^{12), 13)} が動き出しており、その活動もきっかけの一つとなって、国際性や速報性を活かした突発天体の観測的研究でもいくつかの成果が得られた。

3.1 TT Ari

1994年の秋にはウクライナの研究者アンドロノフ氏が呼びかけた VY Scl 型新星状天体に分類される激変星 TT Ari の国際協同観測計画に参加した。この天体は数日から数分といったさまざまな時間スケールで(準)周期的変光を示しており、それらの変動周期の決定や経年変化の有無の調査が降着円盤の物理を知るために有用と言われていた。ところが周期決定は意外に難しいもので、特に軌道周期に近い約3.2時間の変動はエイリアス(計算上現れる偽の周期)の影響を受けやすいため、そのころこの天体の周期解析は難航していた。そこで多経度連続観測を行うことでその問題を一気に解決してしまおうというのがキャンペーンの主な目的だった。

すでに随所で指摘されていることであるが、日本は太平洋による観測施設の長いブランクが明ける最初の地点であり、変光天体の挙動の連続的なデータを得ようとする場合の地理的重要性が高い。言い換えると、日本(東アジア)での観測がないと24時間連続したデータを得ることは相当困難なのである。このキャンペーン観測の結果、TT Ari の約3時間の測光的周期は分光的周期(=軌道周期とみなす)よりも若干短く、 $P_{\text{phot}} = 0.133160$ 日であることが確定した¹⁴⁾。しかし、こ

れを過去の値と比較すると有意な差が生じており、周期性を変化させる何らかの(未知の)変動要因の存在が示唆され、新たな謎が生じることになった。また後年の観測ではこのタイムスケールの変光周期として通常のスーパーハンプと思われる値が出現しており¹⁵⁾、これについても新たな解釈が求められている。

51 cm 望遠鏡初の国際協同観測への参加は観測者にとってなかなかインパクトがあり、等級の変換、観測波長域の選択、外国人研究者との折衝などなどの点で、学生への教育効果も高かったのではないと思われる。変光星の時間分解測光観測では従来光電管がよく使われていたこともあって、呼びかけ人からはUバンドやBバンドの使用を当たり前のように要求された。確かに降着円盤の高温領域の観測にはこれらが適している側面もあるのだが、大学のCCDカメラでは感度の問題でこれらのバンドでの高速撮像は非常に難しい。そこで結局Vバンドを利用したが、当時の文献にVバンドでの比較星のデータがなかったりといった苦労もあった。

当時の東欧諸国ではインターネット通信は相当たいへんなお金がかかったらしく(日本ではNECのPC98に代わりDOS/Vパソコンが普及し始めた頃)、電子メールは観測の要約だけ、整約済みデータは必ずフロッピーディスクで郵送してくれ、と念押しメールが何度か届くといったエピソードもあった。なお、この天体は普段はVバンドで約11等と激変星では明るい部類に入るが、VY Scl型新星状天体の特徴である一時的な大減光を時々示すことが知られている。最近ではこの現象は一部の超軟X線源が示す可視光域での突発的減光と同様の物理で説明できるのではないかと考えられているが、観測的な検証はまだなされていない。51 cm 望遠鏡で今後行いたい研究テーマの一つである。

3.2 SS433

1995年の春には有名なX線連星SS433の測光観測が行われた。そもそものきっかけは、理研の研究グループによるX線衛星(ASCA)での観測と同期して地上から可視光域で観測しようという国際協同観測キャンペーンへの参加だった。地上観測の主な目的は、約13.1日の連星周期をカバーする光度曲線を取得し、軌道位相を決めてX線食との相関を知ることであった。その上で、X線の分光観測から鉄輝線のドップラー偏移との相関をとり、ジェットの数速度変化を調べようという試みだった。観測時期はASCAの姿勢制御の制約から決められたものだが、それに従うと地上では夜明け前の短時間しかSS433を観測することができない。そのため、どうせやるなら大学望遠鏡のマシントイムを活かしてもっときちんとした光度曲線を取得してみようということになり、学生の卒論テーマも兼ねてASCAの観測期間が終わってもV、R、Iの3色での測光観測を続けることにした。SS433の軌道周期を考えると、良質な結果を得るためには2、3カ月以上の観測期間が必要になり、やや長丁場だが大学にあって占有可能な望遠鏡には適した対象といえる。またこれは51 cm 望遠鏡を利用して学生が組織的な観測を実施する初めての試みとなった(なお、この辺りの

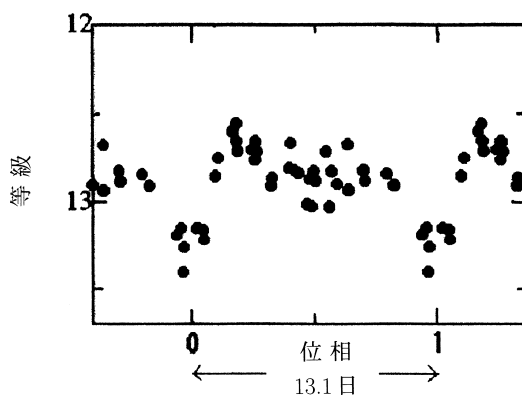


図4 SS433 Vバンドの光度曲線。歳差による微増光成分を補正後のデータ。連星系の軌道周期で折り重ねてあり、横軸は位相を表す。

状況は天文月報誌上での報告¹⁶⁾に詳しい)。結果として図4に示す光度曲線が得られた。公転運動に伴う明るさの変化と食を挟んだ光度曲線の非対称性がしっかりとらえられたことで、観測系の学部学生の卒論として非常に良い題材であった¹⁷⁾。

このような光度曲線のデータは連星系のモデル計算に利用できる。どのような物理パラメータを用いれば観測される現象をうまく再現できるかを調べ、その天体の正体に迫るいわゆる理論的研究である。このときに得られた観測結果は、その後ももちろん研究室の理論系学生の卒論ネタに利用された¹⁸⁾。主星に対する伴星の質量比が2程度で伴星の表面温度が約 17,000 K 程度の状況を考えて観測に近い結果が得られることがわかり、高密度星については理論的にはブラックホールが妥当、などの結論が得られた。これらは最終的に一つの成果としてまとめることができた¹⁹⁾。天文業界では多くの場面でしばしば理論屋と観測屋の分業制が生じてしまうが、一つの学生部屋（地方弱小大学の哀しさで肩が触れ合うほど狭い）に観測する学生とその結果を計算に用いる学生が同居し、相互に影響し合う機会を得ることができたのは非常に有益だったのではないかと感じている。そのような意味で、観測設備を保有することで生じた研究分野の幅の広がりには研究と教育の両面で意義深く、SS433 については理論と観測の連携を学生にうまく体験してもらうことができたと思う。

3.3 超軟 X 線源 (SSS)

1995 年には SS433 の観測と並行して、関連する別の研究テーマの観測も行われていた。秋になると SS433 は夜半前の天体となるため、後夜半を利用して超軟 X 線源 QR And の観測が行われた。超軟 X 線源 (Super Soft X-ray Source = SSS) とは耳慣れない言葉だが、普通の連星 X 線源に比べて柔らかい（すなわち、低エネルギーの）X 線が卓越している一群の天体をこう呼んでいる。当時はまだ発見から間もない時期であり、超軟 X

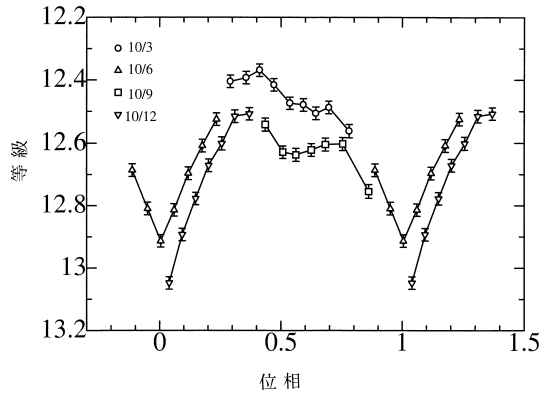


図5 QR And の光度曲線。連星系の軌道周期で折り重ねてあり、観測日によって記号が変えてある。

線源自体にも不明な点が多かったため、とりあえず測光学的な事実を明らかにしておこうと *B*, *V*, *R*, *I* の4色で1995年の夏から観測を始めることにした。以来12月末までの半年間に豊富なマシントイムを活かして精力的に行った観測から、極めて高い精度の光度曲線が得られ、軌道運動に伴う詳細な光度変化が明らかになった²⁰⁾。周期解析の結果から少なくとも過去50年の間には軌道周期は約15.85時間で安定していることが確認されたが、光度曲線の主極小と副極小はそれぞれに左右非対称な形状をもち、しかも数日程度の時間尺度で形状が変化していた。また同様の時間尺度で系全体の明るさも系統的に0.1等ほど増減しているが、そのような変動には色の変化を伴わないことも明らかとなった。この観測結果はSS433と同様に自前で連星系のモデル計算²¹⁾に使っただけでなく、別の研究グループにも使用され²²⁾、この天体の形状（特に降着円盤）についての理解に多大な貢献をした。超軟 X 線源の観測方面での研究は1990年代の活況が今や一段落した感があるが、TT Ari の節で触れた VY Scl 型激変星との関連²³⁾や、超光度 X 線源 (ULXs) との関連²⁴⁾などへと裾野を広げており、今後も興味深い研究対象である。

3.4 EG Cnc

以上の3例は降着円盤をもつ活動的な天体を扱うものではあるが、観測内容としてはいわゆる突発的変動現象を扱ったものではない。しかし、大阪教育大学では他の研究組織がPIとなった共同観測も随時行っており、それらの中では突発天体のアウトバーストの発生に応じた即応および追跡観測の割合が比較的高い。

そのような例の一つとして矮新星¹²⁾ EG Cnc のスーパーアウトバーストの観測がある。この天体は元東京天文台長の古畑正秋氏により1977年に増光が発見された激変星で²⁵⁾、国際的に「古畑の変光星」と呼ばれ激変星業界では有名な天体だった。発見後はしばらく静穏状態が続き観測が難しい状況にあったが、1996年11月30日にドイツのP. Schmeer氏が19年ぶりの増光を発見した。12月1日にそれがVSNETに報じられ、翌日から時間分解測光観測を開始した。初日に得られた光度曲線は、一見するとなんだかよくわからないものだったが、周期解析をすると約0.0581日の周期性が検出され、この周期で折り曲げると二重ピークの波状の変動がそそこの形で現れた。翌日の観測結果を合わせるとスーパーアウトバースト初期におけるこの変動周期は最終的に0.05821日であることが判明した（この辺りの解析には共同研究者である京都大学の加藤太一氏の洞察と示唆に負うところが大きい）。ところが、12月7日以降の京都大学大宇陀チームによる観測では、その変動性に代わって典型的なSU UMa型矮新星のスーパーハンプが現れていた。このようなスーパーアウトバースト期における2種類の変動性の存在、また約20年のスーパーサイクルや7等以上という増光振幅はWZ Sge型矮新星に共通する特徴であり、長い間不明であったEG Cncの正体はここにめでたく解明された²⁶⁾。しかし、EG Cncはこのスーパーアウトバーストからの減光後に6回もの再増光という予想外の現象を示し²⁷⁾、WZ Sge型矮新星の奥の深さをみせつけて

いる。

4. 活動銀河核の観測

事実上点光源（星状）のように見え、しかも激しい時間変動を示す活動銀河核（セイファート銀河核やBL Lac天体）は、小口径望遠鏡の測光観測のターゲットとして格好の天体である。1994年から1996にかけて、BL Lac天体として有名なOJ287の長期測光観測に挑戦してみた。この天体は約12年おきにバースト（突然の増光現象）を起こすことが有名で、11.7年の周期があると指摘されていた。もし周期性が本当なら、次のバーストは1994年から1996年に起きるだろうと予言されていた。観測を始めたころには、周期性があるなんて嘘だろう、そんなものはなかったことを観測で確かめて、あるあると言っている人の鼻をあかしてやろうと考えていたことを思い出す。ところが、観測を始めたばかりの1994年10月と1996年1月に2回の大きなバーストが観測され²⁸⁾、はじめのもくろみは潰れてしまった。この天体については周期11.7年で公転する巨大ブラックホールのバイナリー（連星？）説が提案されている²⁹⁾。この説の真偽のほどは定かでないが、次のバーストは2006年から2007年にあると予想されている³⁰⁾。

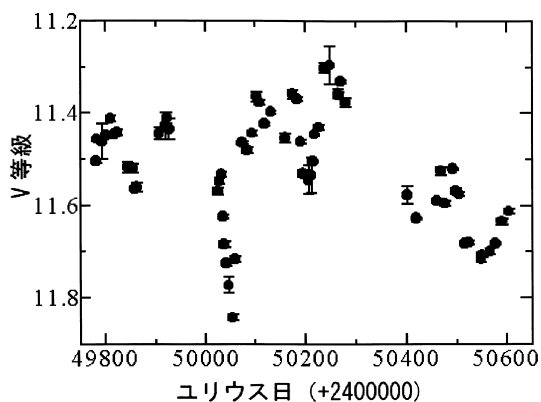


図6 セイファート銀河 NGC4151. 中心核の光度変化。

1995年3月から1997年5月にかけて、有名なセイファート銀河 NGC4151 の中心核の測光観測を行った。この銀河の点状の中心核は非常に明るく、星と思って測光してもそんなに大きな誤差は生じない。1995年11月ころまでは、Vバンドで大体11.4等の明るさで、それほど大きな変動はなかったが、12月に入って急に0.5等近く暗くなり、1996年正月に入ってこんどは急に明るくなるというイベントが観測された³¹⁾。

この変動はわずか数十日の間で起きており、銀河中心核の近くのごく狭い領域(数十光日の範囲内)で激しい変動が起きたことを示している。

可視光の観測だけではあまり面白くないので、X線や電波との同時観測ができるチャンスはないかと考え、BL Lac 天体を世界的な観測網を張って追跡する“全地球ブレイザー望遠鏡=WEBT”のキャンペーンに参加するようになった。2000年にはBL Lac そのものの観測に参加し³²⁾、2003年には3C 66A という天体の観測に参加した³³⁾。世界中から集められた、一定期間ほぼ切れ間なしの連続観測のデータを見るとなかなか見事なものである³⁴⁾。

5. 長周期ミラ型変光星の観測

われわれとしてはこれまでで最も長期にわたる観測から結果を出した例として、長周期ミラ型変光星の周期検出の観測がある。この観測は出口修至氏(国立天文台 野辺山宇宙電波観測所)から話もちかけられたもので、IRAS (Infra Red Astronomical Satellite) 衛星が赤外線で検出した漸近分枝巨星(AGB: 進化の最終段階に近い低質量の星)候補のうち、野辺山での電波観測でSiO(酸化ケイ素)メーザー源として視線速度が決まっている星数十個の明るさの変化を追跡して周期を検出しようとするものである。このような星は絶対光度が非常に明るいこと(したがって、遠方まで見通せる)が知られており、正確な距離と視線速度がわかれば、銀河の運動状態を知るトレーサー

として使える。距離を知るためには、見かけの明るさ(実視等級)と本当の明るさ(絶対等級)がわかれば良いのであるが、距離が遠いので年周視差を求めることはできない。一方これらの星は脈動で変光していることが多いので(ミラ型変光星)、変光周期と絶対等級の関係(周期-光度関係)を用いて絶対等級を求めようというわけである。結局、候補星の変光周期を決めればよいのだが、この種の星の変光周期は300日から600日と非常に長く、数周期の変光を観測をして周期を確認しようとするれば、最低でも4-5年以上の時間をかけなくてはならない。つまり、非常に長丁場の、息の長い地道な観測が必要とされる。この仕事は中国から総合研究大学院大学へ留学してきていた

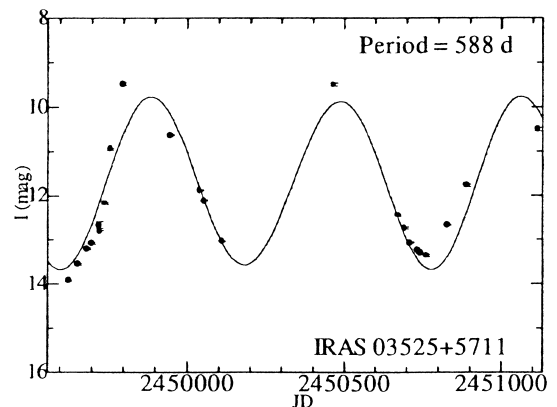
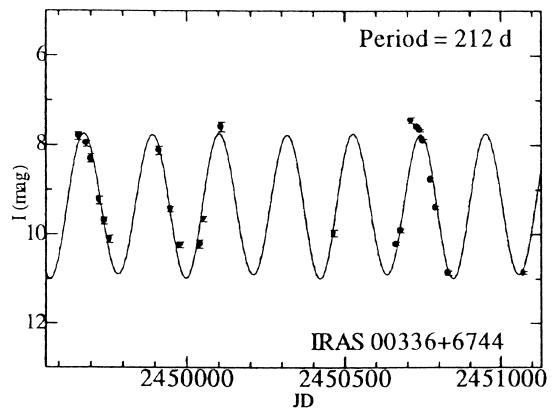


図7 2個の長周期ミラ型変光星の光度曲線。

B. W. Jiang 氏が 1994 年から 1997 年にかけて東京大学木曾観測所のシュミット望遠鏡を用いて精力的に行い、その後 1997 年から 1998 年にかけて大阪教育大学で引き継いで I バンドでの測光観測を行った。結果として足かけ 5 年にわたるデータが集積され、周期解析プログラムを使って 47 個ある候補星のうち 18 個の周期を確定することができた³⁵⁾。このようにして決まった周期は、短いもので 200 日、長いものでは 700 日に近かった。この結果を使って、銀河系内で太陽から外側数キロパーセクの回転曲線の議論ができるようになった。

6. 天文教育用素材の作成

これまで紹介してきた観測の合間をみても、季節季節の著名な天体（例えばメシエ天体とか明るい銀河）の撮像をできるだけ多色で行ってきた。また、彗星が現れればチャンスを狙って撮像し、2003 年の火星接近の折にはたくさんの画像を撮って良いものを選び、3 色合成画像を作成することを試みた。何人もの学部 4 年生が、そのようにして集積したデータを使って卒業論文を作成した。銀河の画像集や惑星状星雲の画像集を含め、いくつかの作品を大学天文台のホームページに公開しているので、お暇なときにでもご覧いただければ幸いです³⁶⁾。これらは今後も充実していきたいと考えている。

7. ま と め

大阪教育大学の 51 cm 望遠鏡はよく活躍しているとしばしばお褒めをいただくが、うまく活動できた理由の一つは、はじめ希望していた口径 60 cm（近くの和歌山大学には 60 cm がある）を諦め、口径を小さくする代わりに高性能の CCD カメラを導入したことにあった。

大都市大阪の近郊（都心から約 20 キロメートル）にあるので、観測条件は必ずしも良いとはいえない（観測ドームから夜間に北西方向を見る

と、1,000 万ドルの夜景が広がっている）。毎年使える資金も潤沢ではない。そこで、観測装置は 1 個だけにし、観測も実視等級 10 等から 16 等くらいまでの天体の測光観測 1 本に絞ったことがうまく動いている秘訣である。さらに、大学にある自由に使える望遠鏡という特性を活かして、長期にわたる観測で成果を上げようと意識的に努力してきた。学生諸君の高い熱意も重要な条件であることは言うまでもない。最近取り上げているテーマとしては、2004 年 2 月にオリオン座の M78 星雲の近くに出現が報じられた³⁷⁾ 新星雲 (McNeil's Nebula = V1647 Ori) の測光観測や、マイクロユーザーとして注目を集めている V4641 Sgr や LS5039 などの観測がある。新しいものに常に眼を向け、チャンスがあったら何でもやってやろうという心構えも大切なことと思っている。最後に、学内の多くの方々からいただいた温かいご支援の効果も忘れることはできない。特に、CCD カメラの保守や液体窒素の供給でご協力いただいている萩原武士、鈴木康文、石川達雄、神鳥和彦の各先生には心からの感謝を捧げたい。

文 献

- 1) 横尾武夫, 定金晃三, 福江 純, 高橋 敦, 1995, 大阪教育大学紀要 第 III 部門 44 巻, 43
- 2) 定金晃三, 横尾武夫, 福江 純, 松本 桂, 有本淳一, 小林英之, 本田敏志, 1995, 大阪教育大学紀要 第 III 部門 44 巻, 55
- 3) Puckett T., et al., 1994, IAUC No. 5961
- 4) Yokoo T., Arimoto J., Matsumoto K., Takahashi A., Sadakane K., 1994, PASJ 46, L191
- 5) Sasaki M., et al., 1994, PASJ 46, L187
- 6) Nakano S., Kushida R., Kushida Y., 1995, IAUC No. 6134
- 7) Sadakane K., et al., 1996, PASJ 48, 51
- 8) 杉山 直, 2003, 天文月報 96, 646
- 9) Parodi B. R., Saha A., Sandage A., Tammann G. A., 2000, ApJ 540, 634
- 10) 定金晃三, 1996, 天文月報 89, 77
- 11) Zwitter T., Muhari U., Moretti S., 2004, IAUC No. 8413
- 12) 野上大作ほか, 2005, 天文月報 98, 10 号予定

- 13) Kato T., et al., 2004, PASJ 56, S1
- 14) Andronov I. L., et al., 1999, AJ 117, 574
- 15) Skillman D. R., et al., 1998, ApJ 503, L67
- 16) 福江 純ほか, 1998, 天文月報 91, 162
- 17) 中島里香ほか, 1996, 大阪教育大学紀要 第 iii 部門 45 巻, 115
- 18) 福江 純ほか, 1998, 天文月報 91, 210
- 19) Fukue J., et al., 1997, PASJ 49, 93
- 20) Matsumoto K., 1996, PASJ 48, 827
- 21) Fukue J., Matsumoto K., 2001, PASJ 53, 111
- 22) Meyer-Hofmeister E., et al., 1998, AA 331, 612
- 23) Greiner J., 1998, AA 336, 626
- 24) Kong A. K. H., et al., 2004, ApJ 617, L49
- 25) Huruhata M., 1983, IBVS 2401
- 26) Matsumoto K., et al., 1998, PASJ 50, 405
- 27) Kato T., et al., 2004, PASJ 56, S109
- 28) Arimoto J., Sadakane K., Honda S., Tanabe K., 1997, PASP 109, 300
- 29) Valtaoja E., et al., 2000, ApJ 531, 744
- 30) Liu F. K., Wu, X.-B., 2002, AA 388, L48
- 31) 本田敏志ほか, 1998, 大阪教育大学紀要 第 III 部門 46 巻, 219
- 32) Villata M., et al., 2002, AA 390, 407
- 33) Bottcher M., et al., 2004, preprint
- 34) <http://www.phys.ohiou.edu/~mboett/3C66A/results.htm>
- 35) Nakashima J., Jiang B. W., Deguchi S., Sadakane K., Nakada Y., 2000, PASJ 52, 275
- 36) <http://galaxy.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/art.htm>
- 37) McNeil J. W., Reipurth B., Meech K., 2004, IAUC No. 8284

Ten Years of the 51 cm Reflecting Telescope at Osaka Kyoiku University

Kozo SADAKANE and Katsura MATSUMOTO

Astronomical Institute, Osaka Kyoiku University, Asahigaoka, Kashiwara, Osaka 582-8582, Japan

Abstract: A 51 cm reflecting telescope was opened at Osaka Kyoiku University in the spring of 1994. Since then, various astronomical research as well as educational programs have been carried out using the telescope. A brief summary of astronomical research activities is presented in this article. They include photometric studies of super novae, cataclysmic variable stars, active galactic nuclei including BL Lacs and long-period pulsating variable stars.