

教育系大学における天文教育の現状と未来 (連載第5回)

—福島大学教育学部での天文学—

大 木 俊 夫*

連載も5回目ともなると、これまであまり縁もなかった読者のかたがたも教育学部での天文学というものについてなにかのイメージが出来て来たであろう。何しろ、教育学部というところは、学生に小・中・高校の教員免許を与えることが目的であるので、どうしてもそのカリキュラムは教育職員免許法の規程に制約され、どこかの大学でもあまり変りばえのないものになってしまう。だから今回は、すこし観点を変えて、私がこの大学でやって来たこととかかわらせながら「教育学部での天文学」について触れて見ることにしよう。

1. 天文学者の資格はセメントをこねること

これまでの連載でも紹介されているように、教育学部の学生はそれぞれが将来立つべき教壇の種類によって、「課程」に大別される。たとえば小学校教員を目指すものは小学校教員養成課程に属している。こういう課程はほかに中学校教員養成課程、幼稚園教員養成課程、養護学校教員養成課程などがある。以上は大部分の教育学部に存在する課程であるが、そのほか、大学によっては盲ろう学校教員養成課程、特設科目教員養成課程、日本語教員養成課程等々、多様化した学校種別や教科種別に応じて種々の課程が置かれることがある。

福島大学には、小学校・中学校・幼稚園・養護学校のほかに、特設科目として理科教員養成課程がある。この特設理科は、つぎのようないきさつで設置されたものである。

1960年代の半ばごろ、高度経済成長に伴って科学技術教育の推進がさげばれ、高校の理科教員の需要が急増した。ところが理学部出身の学生はもっと「陽のあたる」研究所や民間企業に流れ、理科教員の人材が足りなくなった。そこで急遽、いくつかの教育学部に特設理科という課程が設置されたのである。福島大学の特設理科は1966年に設置され、これに伴って天文学の講座が新設された(誤解のないように付け加えておく。「講座」といっても教育学部の場合には、理学部等のそれとは全くちがいで、教官1名か2名程度で構成される「学科目」のことをいう)。それ以前は天文学は地学の一部として、非常勤講師(東北大学から一柳先生が来られていた)の授業があっただけであった。したがって、新設の天文学のポストに筆者が着任したときには、望遠鏡はおろか理科年表の1冊もない状態だったのである。着任早々、地

学実験の一部として天文観測を担当させられ、慌てて東北大学の天文学教室からユニットの7cmポータブル赤道儀を借りて来て、太陽の表面やら金星や木星を見せとお茶を濁したことを覚えている。

次の年、とにもかくにも20cmの反射赤道儀と、それを入れるドームを作ったが、予算を節約するために、私自身ヘルメットをかぶってセメントをこねたものだった。東北大学の学生だった頃、当時太平洋の孤島で日食観測をされて帰って来られた高窪先生が、「天文学者はまずコンクリート工事と炊事の腕が必要だ」と言われたことがある。その時は笑い話として聞いていたのだったが、先生の言われることは万にひとつも間違いのないものだったとつくづく思い当たったのもその頃のことである。

2. 学生時代の成績は「優」だったけれど

こうして何とか星を見ることができ体制が出来た。最初につき当たったのが学生実験および卒業研究のテーマの選定とその指導の問題であった。教育学部の学生は、将来、教師として学校現場に出る。学校では是非、子供たちに実際の星空を見せて、この大自然の美しさを実感させてやってほしい。ところが大学生は、受験戦争の中で、「傾向と対策」という本だけしか読んで来ていない。だから特に教育学部の学生には、できるだけ実際の星と接触する機会を作ってやって、教壇に立ったときその経験を生かせるようにしてやりたい。こうした理由で学生実験は、理学部のそれとは全く違い、星座の観察やその写真撮影からはじめて、木星や土星などを望遠鏡で観望(鑑賞?)し、ついでに赤経赤緯や時刻の測定などをやらせたのである。

また、卒業研究としては20cmの望遠鏡で小惑星の写真を取り、その位置を決定しそれをもとに軌道を計算するというテーマをまず選んで見た。何しろ、焦点距離は1.5mある。マイクロメーター付顕微鏡で $\pm 5\mu\text{m}$ まで測定できれば0.7%の測定精度が出る筈である。小惑星の位置は、ソ連の小惑星暦に出ているけれど、それは0.1%の桁までしか与えられていない。それを1桁改良するのだから、研究テーマとしては立派なものである。位置天文学に素人の私は、こう考えたのだった。

ところがやって見ると、実にいろいろ副次的な問題にぶつかった。何よりも、赤道儀の軸と運転時計のレートの問題である。当時の赤道儀は商用周波数によるシンクロナスモーターで運転されていた。この精度では、観望

* 福島大 Toshio Ōki: Teaching of Astronomy in Fukushima University

には十分でも、写真で $\pm 5 \mu\text{m}$ まで追尾するのは至難である。赤道儀の極軸も、学生時代に仕込まれた方法で極限まで合わせたつもりだったが、既設の建物の屋上に乗せた「天文台」は、実に見事に気温の変化に応じて 24 時間周期で床が変動することも知った。こうして 1" はおろか、5" の精度で測定するのも大変な仕事であることを体験したのである。学生時代、天体測定学については吉田正太郎先生から「優」の成績で単位をいただいたけれど、いざ実戦になって見ると赤道儀のギヤの歯数比とかコンクリートの膨張係数とか、天体測定学の講義には出てこなかった問題があることを認識させられたのである。

3. カメラメーカーの番付表

次に選んだテーマはやはり写真を用いて星の明るさを測ることだった。フィルターとフィルムの組合せさえうまく選べば、いろいろな色で測光できる。散開星団やアソシエーションのラッセル図を作るぐらいは簡単なことだと考えたのである。写真測光といっても、もちろん貧乏大学ではデンストメーターやアイリスフォトメーターなどに手が出る筈はない。最も単純な星像直径法を用いたのである。

まずは標準測光がなされている星団の写真を取り、星像の直径と等級の関係を作っておく。これを未知の対象に適用して等級を決定する。いくつかの色でやれば、色一等級図が作れるという寸法である。幸いこの頃、地方大学にも計算センターなるものが置かれるようになった。私どもの大学では、コンピューターなど使うひとはまだ殆んどいなかったのだから、計算センターはわれわれの研究室の独占物であった。今から思えば当時のマシンはメモリーは 16 キロ、演算速度はミリ秒という、ポケコン程度のものであるけれど、当時はものすごく威力を発揮した。星像の直径と等級の関係をあらわす正規方程式の最小二乗法による整約は、学生のプログラミング実習にも好適な例題となった。

けれども測定の結果は惨めなものだった。その原因はフィルターの平面性であった。市販のフィルターは 35 mm カメラ程度ではアラが見えないが、望遠鏡に取りつけて星を写すとたちどころに馬脚をあらわしてしまう。丸く写るべき星が、まさに星形になったりハート型になったり、どこを直径とすればよいか全くわからない。この年の卒論は、いくつかのメーカーのフィルターの番付表になってしまったのだった。

4. われらのアグネスチャン

大学の予算には、一般の講座費のほかに特別設備費というものがある。普通の年次予算ではまかなえないような大型の機器は、文部省に別途に要求してこの予算で購入する。特別設備費にも数百万円位のものと数千万円位

のもの二種類ある。私たちの大学では、前者は一年に数件、後者は 0.5~1 件ぐらいの割合でつく。この種の予算は自然科学系の講座が優先されるので、われわれからすると 10 年に 1 度ぐらい数百万円のもの、数十年に 1 度数千万円のものを買うということになる。

私どものところで光電測光装置を導入したのは前者の予算によるものだった。全く普通の光電子増倍管 (1P21) に直流増幅器をつけたものである。これを 20 cm の望遠鏡のニュートン焦点に取りつけて星をいれて見ると、6 等星ぐらいは簡単に針がふれる。本当にうまく光度曲線というものが書けるのだろうか？ ハーディーの教科書と首っぴきで每晚星をのぞいて見た。最初はうまく答えが出るものの方がいいだろう、ということでアルゴルを対象にした。ちゃんと教科書通りの曲線がかかるではないか！ 喜んで東京天文台の北村先生にお眼にかけたところ、過分なおほめの言葉をいただいた。これが私を食連星に病みつきにさせた最初である。北村先生のご指導で、その後 VV Cep, UU Psc, AN And, ϵ Aur 等の食連星の三色測光を行うこととなる。

話を光電測光装置に戻すことにする。予算の要求のときには当然、電源からレコーダーまで、フルシステムの金額で出した。しかし、これも当然のように実際につく金額は削られてくる。こういう悪習があることを知っているわれわれは、通常、実際に欲しいもののクラス上のものカタログをつけて要求する。削られてちょうど目的のものが買える、という寸法である。ところが光電測光装置は、この当時、わが国で作っているのはただ一社、種類しかなかった。要求書につけるカタログはこれしかない。一ランク上、という常套手段を使うわけにいかない。結局、削減された予算ではフルシステムを買うわけにはいかない。われわれは、実際にはペンレコーダーをカットし、その代りにアンメーターを購入したのだった。理学部やら、歴史の古い教育学部ならペンレコーダーぐらいはどこにでもころがっている。そうでなくとも、その程度のもは経常経費で買えるから、何とか間に合わせられる。ところが新設の講座では、利用できないものは何にもないし、経常経費もとても振りむける余裕がない。アンメーターしか使えないので、暗いドームの中でペンライトを頼りに、針の振れを読みとるのである。シンチレーションで、メーターの針は不規則に振動する。数十秒間にらみつけ、心の中でその平均値を求め、紙に記録する。こんな作業を数時間続けると、ヘトヘトになってしまうが、平均値の推定にも個人差があるので、交代するわけにもいかない。観測能率があがらないことおびたしい。

やはりこの頃、IC というものが秋葉原で手に入るようになって来た。考えて見ると、アンメーターの読みの

平均を求める操作は、要するに積分であるにすぎない。それなら一層のこと、それをやる回路を作って見よう。こういう仕事の好きな学生がいたおかげで、ICを組み合わせて光電流積分装置を作りあげた。トランジスターハンドブックを頼りに、何度秋葉原に通っただろうか？しかも、IC 1個 300円とか、OP アンプ1個 75円とかのために、いちいち公費支払の手続きをとるのは面倒である。殆んどすべて、ポケットマネーで購入することになる。こうして出来た光電流積分装置は、ついに備品番号の入らないものになった。この装置は、主力になって作った学生の憧れのスターの名前をとって、アグネスと名付けられた。アグネスチャンが「草原の輝き」を歌っていた頃、といえばこの装置の製作年代もわかるというものである。

5. 三十年一遇のチャンス

1982~84年、駈者座ε星の食が起った。周知の通り、この星はこれまで知られている食連星のうちで最も長い27年という周期をもち、一回の食の期間が2年かかるという悠長な星である。明るさ2.9等、減光量0.8等という値も、われわれのような小さな望遠鏡に最適である。われわれは、この三年間すべてをこの星の三色測光に注ぎこんだ。学生たちも最大限の努力を払った。

結果は美事な光度曲線が得られ、いくつかの所で引用していただける評価も得たが、本稿ではそれに触れない。ここではこの星が教育学部の学生の卒論のテーマとしても好適である理由を述べることにする。

まず第一に、駈者座が黄道のごく近くにある星座であって、したがって太陽の位置関係から5月~7月には見ることが出来ないということを想起していただきたい。ところが教育学部の学生諸君にとっては、この期間はちょうど教育実習(5月~6月)と、教員採用試験(夏休み中)があり、卒論に殆んど取り組めない時期なのである。やっと落ち着いて望遠鏡に取りつける季節に、東日本のお天気も落ち着いて晴天に恵まれるようになるが、この星はちょうどその頃から観測適期に入るのである。

第2に、この星のミステリーが非常にわかりやすく、学生たちにとっても好奇心をそそる対象だということである。この星が普通の食連星としては解釈が不可能で、伴星が非常に変わった「星」なのだということは講義でも話しているが、実際に自分で書いた光度曲線を見ていると学生たちにもそれが実感されるらしい。年度末の卒論発表会のとき、立派な食連星の立体模型を作って説明したり、美しい想像図を書きあげてスライドにして下級生にもわかりやすく解説する学生を見ていると、「教育学部の学生なんだなあ」とつくづく感心する。

この星の食期間が足かけ3年間もかかるおかげで、それを卒論テーマにする学生が3年度にわたって続いた。

研究室というものは、よい意味での「徒弟制度」があることによって持続性と活力ができる。理学部のように、ODや院生などの「小じゅうと」がゴチャゴチャいると、学部学生は隅っこの方でちごこまっているが、院生もすくない(教育学部の院生の大半は現職教員の再研修者であって、学生との接触はすくない)教育学部の場合は、卒論生が次年度生を助手に使ってたたきこみ育成するという関係が生まれてくる。とくに同一の星をテーマにする場合には、目的星を視野に入れるコツやら観測のタイミング、変光のくせに至るまで、三年生のうちに呑みこんでしまうので、卒論に入ったときもスムーズに取りかかれる。この星の食期間が長いことは、その意味でも好適な対象だった。

この時期にちょうど卒論に取り組むことができた学生は、IAUの報告にまで名前が残るチャンスに恵まれた結果となった。その学生の中に、現在中学校の理科教師をやっている者がいるが、彼の夢は次回の食(2009年~11年)までに自分の望遠鏡と光電測光装置を作り、またこの星を測光観測することだそうである。「その節はまたご指導を」と言われた時は、この男は私の年齢に27を加えたらいくつになるかの算数すら出来ないのかしら、と思ったことだった。

6. 自分に向けて飛んでくる星

最近、16~20cmクラスのシュミットカメラが安く手に入るようになった。広瀬秀雄先生や吉田正太郎先生などからシュミットカメラというものの話をはじめてお聞きした時代には、非球面レンズの製作がむづかしいので高価になるのだというご説明だったが、これがコンピューター制御で簡単に、安価に出来るようになったのだという。早速これを購入し、星を写して見た。ほんとうに美しい写真がとれる。星像も、顕微鏡で見ても隅々まで丸くシャープである。20年前に苦勞した赤道儀のガイドもパルスモーター制御で安定しているし、光学系が明るいおかげで露出は短時間で済むため、少々の極軸の変動も気にならない。そこで、以前に失敗した星の位置測定に再びチャレンジして見た。20年前には、基準星表もボスのGeneral Catalogueを使ったが、今ではスミソニアン(SAO)星表がマシンリーダーダブルで用いることができる。シュミットは視野が広いので、1枚のフィルムにSAO星が200個以上も写ってしまう。

シュミットの焦点面が球面なので、星像の位置はフィルムの湾曲によって系統的に移動してしまう。星像のxy座標をマイクロメーターで測り、この系統誤差を取り除いて整約すると、±1"程度の分散で測定できる。こう口で言うのは易しいが、CCD読みとりのコンパレーターがあるわけではないし、200個もの星をひとつひとつ十字線に合わせてマイクロメーターのパルニヤを読

むのは容易でない。しかし、負け惜しみを言うわけではないが、フィルムを直接顕微鏡でのぞいていると、いかにも宇宙の奥深くを直接自分の膚で感ずるような気がしてくる。

この方法でいくつかの小惑星や、測地衛星“あじさい”などの位置を測らせている。さらに先日は、双子座流星群の放射点に向けて露出したところ、殆んど観測者に向かって飛んで来る流星（いわゆる静止流星。角速度が小さいので、微光のものでも写真に写る）をとらえることが出来た。これなども卒論テーマになるのではないかと考えている最中である。

7. 東北地区の大学で最大の望遠鏡と“はね駒”

以前からもうちょっと大きい望遠鏡が欲しいと思っていた。大学の移転新築の時に作ったドームは直径 5m、この中に 20cm の反射をいれていた時はまるで風呂おけに金魚が泳いでいるという風情だったが、予算の順番は望遠鏡には仲々まわって来なかった。一昨年、やっとこの要求が通り、 $n \times 10^7$ yen の予算がついた。これは、「アグネスチャン」の項目で説明した大きい方の予算であって、教育学部などでは在職中に一回もらえるかももらえないかという程度のものである。これで口径 45cm の反射赤道儀を作ることにした。東北・北海道地区の「大学の」望遠鏡としては最大口径である。

光電測光が主目的であるが、どうせならすこし応用のきくものにしてしようという考えで、古畑元天文台長のご助言もあり、すこしぜいたくにクーデ焦点をつけることに

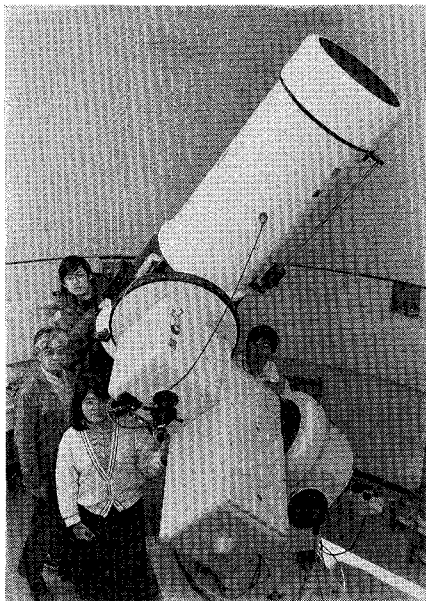


写真 1 45cm クーデ望遠鏡

手前: ナスミス焦点
右下: クーデ焦点

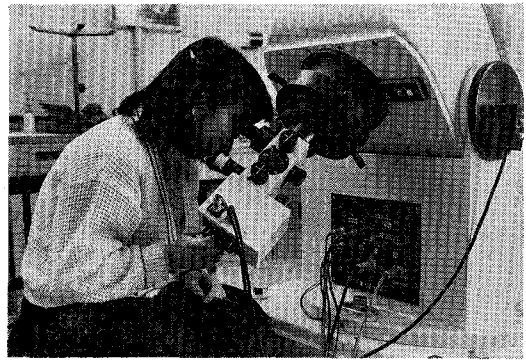


写真 2 45cm 望遠鏡クーデ焦点につけた光電測光装置

した。また、カセグレン焦点のかわりにこれも赤道儀としては珍らしく、ナスミス焦点をつけた。こうして眼視や写真はナスミス、測光はクーデと、ミラー切換で簡単に行うことができるようになった（写真 1）。

クーデといってもクーデ室があるわけではなく、極軸のうしろに焦点が出ているだけである。見学に来られたたびに、「据付の赤道儀にも極望遠鏡が必要なんですか」と聞かれて説明に困ったが、この焦点は不動なので、ちょっと大きめのアダチメントでもスペースやバランスウエイトのことを考えずに取りつけることができる。さしあたって光電受光器をつけてあるが、必要によって他のものに替えることが出来る。クーデは光学系の性質上、カセグレンのように迷走光がまぎれこむことが少いし、何よりも固定位置で観測できる便利さがある。これでもまだあまり完全な光度曲線のとれていない近接食連星の測光を継続的に行うことにしている（写真 2）。

ところで 1985 年、地球がたまたま木星の赤道面を通過した。そのため、木星の 4 大衛星が相互に食や掩蔽を起こした。木星の公転周期は 12 年近くだから、こういう現象は 6 年に一回しか見られない。しかも、前回も次回も、木星と地球の位置関係からして見にくい季節になる。今回は絶好のチャンスであるので、これもひとつの卒論テーマとして光電測光をさせて見た。

この仕事は、時刻の測定精度が物を言う。精度のよい時計が欲しい。時間ならば、今の水晶発振器はよい精度を保ってくれる。しかしこれで時刻を保持するためには厄介な回路を組んで JJY と同期をとる必要がある。しかし JJY は電波強度も条件により一定せず、しかも中断時間も入ってくる。けれどもよく考えて見れば、木星衛星食ならば、50 ミリ秒の精度で測ればよいわけで、JJY の精度は不要である。もっと手軽な時計はないだろうか？ 東京天文台の富田先生に電話時報を利用することを教えていただいた。電話の音はレベルは一定だし、精度はよいとはいえないけれどこの目的には十分である。何しろ面倒な時刻保持作業をやらなくとも、1 回

10円で年中無休でUTCが使えるのは魅力である。電話時報をフィルターをつけて取りだし、記録計にほうりこむ。前に説明したアグネスチャンはもう年をとっているのだから、新しいアイドルを作ることにし、光電流と時報を同時にメモリーにとりこむことの出来る回路を製作した。この年、NHKでは福島を舞台にした連続ドラマを作ったが、そこに出てくるオッチョコチャイだけれど身を惜しまず働く主役の名をとってこの装置には“おりん”と命名した。木星衛星食の観測結果は学会にも報告し、天文台の中村さん、相馬さんにもお送りすることが出来た。

8. まとめにならないまとめ

長々と私たちの模索の足どりを書いて見た。多分、理学部や天文台などの人たちから見たら、教育学部というところは何かと前近代的なところなのだろうかと思えるに違いない。金もない、人もない（能力もないとは言わないことにする）こういう所で、細々と星を見ている一群がいるのだということだけは認識していただきたい。

教育学部の学生諸君は、研究者になることは減多にない。大部分は、教壇であくせくと毎日子供たちと苦闘する身になるのである。しかしながら、そういう教師に教えられる子供たちが次代の日本を背負って立つのである。今の知識偏重の社会では、ケプラーの法則の計算が出来、核融合反応の方程式が書ける生徒が進学出来る仕組みになっている。一回も星を見ることなく、下を向いてマークシートの上に●を書くことによって大学の門はくぐれるのである。

私はそれに対していささかの抵抗をしているつもりである。子供たちにこの美しい星空をぜひ見せてやってほ

しい。大自然の不思議さを体験させてやってほしいと願うからこそ、次の時代に教壇に立つ連中に、学生時代に星を見る機会を与えてやりたいのである。私の頭が悪いことを合理化しているといわれそうだけれど、教育学部の学生に天体電磁流体力学の数値実験をやらせたり、恒星大気連続吸収係数と再結合係数を計算させることが決して悪いこととは思わないが、同時に、無心に星を見て、その美しさと運動に感動し、その感激を次の世代の子供たちに伝えることができるような教育もまた必要だと思っているのである。この文章で、私のそういう気持ちがすこしでもわかっていただけたらどうか。

9. 附 記

‘月報’にプライベートなことを書くのは不謹慎といわれそうであるが、小生、家庭の事情でこの三月、福島大学を退職した。

偶然ではあるが、時を同じうして福島大学では最初の節に述べた特設理科教員養成課程を廃止することにした。最近、子供の数が減少し、理科教員需要が減少したからである。

課程の廃止は当然カリキュラムにはね返る。理科課程が廃止されたため、自然科学専門の教官ポストは過剰になる。こうして退職者の後任は補充せずに、他の教科へまわすことになる。私のこれまでのポストも、理科教育学の方で埋めることになった。「天文教育も出来る人」という公募になる筈だが、これまでのように天文学にだけかき切りになるわけにはいかないだろう。

このように、教育学部という所は、学問体系上の理由よりも人口構成などによって教官組織も左右される弱い所だ、ということも認識していただきたいものである。

お知らせ

昭和62年度(第4回)井上学術賞候補者募集について
井上科学振興財団より本会あて下記要項で推薦依頼がありました。希望者は庶務理事までご連絡下さい。(学会締切りは9月5日(土))

記

1. 候補者の対象

自然科学の基礎的研究で業績が特に顕著なもの。ただし、研究者の年齢が昭和62年9月19日現在で満50歳未満のものに限る。

2. 学術賞

本賞及び副賞200万円 受賞者は原則として1件について一人とします。特に複数であることを必要とするときは、それらの研究者の寄与が同等である

ことを示して下さい。

3. 推薦件数は1件です。

第20回日本アマチュア天文研究発表大会

期 日: 1987年10月10日(土、体育の日)及び同11日(日)の2日間

会 場: 財団法人日本教育会館(東京都千代田区一つ橋 2-6-2) 電話 03-230-2831

地下鉄東西線「竹橋」または「九段下」下車 徒歩5分

研究発表: 申し込みは8月10日(月)まで

参加費: 1,500円

問合せ先: 〒156 東京都世田谷区桜 3-7-11

アマ天東京大会事務局 電話 03-426-0820