

岡山観測所における銀河観測 —平成のはじまりの頃



山田 亨

〈JAXA 宇宙科学研究所：〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1〉

e-mail: yamada@ir.isas.jaxa.jp

国立天文台岡山天体物理観測所（岡山観測所）が共同利用観測の長い使命を終えた。筆者は平成元年に大学院に入学し、まさしく、岡山観測所の「飯を食って」育ったうちのひとりである。本稿では、雑記帳さながらではあるが、その当時をふりかえって特に74インチ望遠鏡にCCD検出器が登場した頃の銀河観測の様子を、ひとりの大学院生の視点から綴ることにする。改めて自分の原点が岡山観測所での経験にあることを感じた次第である。

1. 74インチ望遠鏡での最初の観測提案

「岡山で銀河の観測？ なかなか難しいんじゃないの？」大学院に入った頃、ある先輩に言われたものである。ハッブル宇宙望遠鏡が打ち上げられる前年の1989年、すなわち平成元年のことで、その頃の私は銀河が作る宇宙の大規模構造の姿に魅せられていて、藤本光昭さんが「現代天文学講座（第9巻 銀河と宇宙）」に書かれた銀河や銀河団の姿をみるにつけ、また、マーガレット・ゲラーさんやジョン・ハクラさんたちのCfA赤方偏移サーベイの描き出すボイドやグレート・ウォールの姿を見るにつけ、なんとか岡山で銀河や銀河団の観測ができないものかと思っていた。しかし、岡山観測所の74インチ（188 cm）望遠鏡は、1960年の開所当初でこそ世界屈指の大口径望遠鏡の一つではあるが、何といても恒星分光学の研究を主眼とする望遠鏡である。また、私の学生時代は、ちょうど、写真乾板などの観測からCCDを用いた観測への切り替わりのような時期であった。写真乾板での観測はそもそも淡い銀河では難しく、現像しないと結果がわからない長

時間露光も天気の変わりやすい日本の空ではさらに困難である。ごく近傍の銀河ならともかく、100 Mpcの距離（数億光年先）にある14-15等の銀河の分光観測は厳しいんじゃないの、というのがその先輩の言葉である。さて、どうしたものか。

当時、私が修士1年の学生として過ごしていた京都大学の宇宙物理学教室の図書室の端の印刷室には、教室のメンバーが出版した論文の「別刷」（若い人向けの註：雑誌に論文を掲載すると、自分の論文の別刷を100部、200部と購入する習慣があった）が並んでいる棚がおかれていた。ある日、ぶらぶらしていた私は、そこに、宇宙物理学教室の大先輩である若松謙一さんや作花一志さんたちが、岡山観測所のカセグレン分光器を用いて、Hot Spot Nucleusをもつ銀河NGC2782などを観測した論文の別刷が並んでいるのを見つけた。カセグレンI.I.（イメージインテンシファイア）分光器によるもので、実は、これこそがまさに岡山74インチでの銀河観測の夜明けであり、その経緯は「岡山天体物理観測所40周年記念誌」に若松さんが詳細に記しておられるものである¹⁾。当時の私は右も左も、分光器の何たるかもわからないような学生だったが、若松さんや作花さんた

ちが、筆頭著者を入れ替わりながら、何本もの論文をシリーズで書かれているのを見て、何もわからないながらもその「挑戦の熱気」を感じることができ、また、「頑張れば、岡山でも銀河観測ができるんじゃないか」と、一人胸を躍らせていたものである。

とはいえ、胸は躍ってはいたものの、右も左もわからないことには変わりなく、漫然と過ごしていたが、ある日、指導教員の斎藤衛先生が、「岡山で銀河の分光観測をやって赤方偏移を測定しよう」ともちかけてこられた。当時、斎藤さんは、近赤外線（Iバンド）のUKシュミットサーベいのフィルムコピーで銀河面の背後の銀河分布をどこまで観測できるか、という課題に取り組んでおられたのだが、そこに銀河の数密度がかなり超過している構造をみつけたので、それを分光してみよう、ということになった。この研究はシュミットサーベいのフィルムコピーを丹念に「ルーペ」で調べて銀河の計数を行ったのち、銀河面の吸収量と併せて解析する、という学部4年生の課題研究^{2),3)}が基になっている（ちなみに、私は一年浪人して大学院に入ったので、当時「たこ部屋」と呼ばれていたこの作業には加わっていない—たこ部屋に入っていたのはたとえば、現在は東京大学や国立天文台の要職にある人々などである）。ともあれ、10天体あまりの銀河の赤方偏移を測定する、というのが、私が最初に岡山観測所に申し込んだプロポーザルである。観測装置は新カセグレン分光器だが、このときは、写真乾板での観測で申し込んだはずである。おそろしいことだが、このプロポーザルに載せたターゲット銀河の姿は、私の鉛筆書きの「スケッチ」だった。

2. 初期のCCD (TI-CCD) 分光観測

さて、当時はプログラム小委員会による本格的な査読もなかったこともあって、無事に観測時間をもらうことになり、当時の所長は山下泰正先生だったが、ご挨拶をし、今も変わらぬ(?) 応接

室で受付をして、瀬戸内海を見下ろす宿舎に荷物を下ろすこととなった。観測所のスタッフから「実は、写真乾板ではなくて、新しいCCDという検出器で観測ができるようになったのですが、これでやってみますか」と言われたのは、観測前日だったか、もうちょっと前だったか、その記憶がないのだが、「それでは」ということで、CCD検出器での観測を行うこととなった。実は、このため、私は自分自身で「写真乾板」による観測をした経験がないままで現在に至っている。数学年上の太田耕司さんたちは写真乾板でも観測していたはずなので、まさに過渡期である。岡山観測所にCCDが導入された経緯などは、40周年記念誌の川上肇さんの文章⁴⁾に詳しい。ニュートン焦点ではRCA社製CCDによる撮像観測が可能になり、また、カセグレン焦点でも1991年にはフォトメトリクス社のCCDが搭載され、新カセグレン分光器による銀河観測は本格化するのだが、1990年があけたばかりのこのときは、Texas-Instruments社製のCCD、いわゆるTI-CCDである。幸い晴天に恵まれ、10個足らずの銀河の観測を行った。成功したか? いや、この時点ではワークステーションもUNIXもIRAFも（日本の観測所や大学には）ないので、観測データは、直径20 cmあまりの磁気テープに記録されるのみである。これがかついで帰って、大学で解析をするのである。解析は、大型計算機センタのスパコンで、タイムシェアリング（TSSと言いました）で割り込みをかけた演算で行った。エディタは「一行スクロール」のラインエディタである。当時は宇宙物理学教室でもCCDデータ解析の経験がほとんどなかったはずで、何事も経験、とやってみるのだが、ところが、観測データが全く読み出せない! いや、磁気テープのデータ自体はちゃんと読めるのだが、16進数を読み解いても、一向に意味をなさないのである。何故か? 当たり前である。実際のところ、私は、データの格納されているフォーマットを知らなかったのだ。観測所

は責任を持ってマニュアルを整備すべし! というのは後の文化である。斎藤先生もわからない、他に使った人はいない、観測所に電話(もちろん、メールもまだない)して聞いてみると、読み出しシステムを開発された方は、すでにイギリスに留学されている! ということで、困ってしまった。観測から数週間がたった頃、ようやく国際電話でおはなしができて聞いてみると、「いや、あれは、インターレースだよ」。読めないはずであった。FITSフォーマットが流通し、観測データにはヘッダ部が併せて記録されるようになるのも、この後の話である。とにかく、IRAFとかもないので、感度ムラ補正や、波長校正、背景のさっ引き等、斎藤さんにも教えを請いつつ、手探りか見よう見まねでプログラムを書いてやったものである。

3. 初めての論文

この、最初の観測に続いて、修士2年の秋にも観測時間をもらった。まさに修論をかけた観測だったが、突然、望遠鏡の駆動がふっ飛んだ事件に遭遇してしまった。その頃には先輩の手伝いを含めすでに数回以上の観測経験となっていたのだが、それまでに見たこともないような視野の大ジャンプのあと、望遠鏡が止まってしまった。観測所スタッフの渡辺悦二さんが、赤経軸下のギアボックスの扉をあけ、のぞき込むのだが、結局、「クラッチのピンが折れとる」。おそらく、このときの観測は、私の数多い岡山滞在の中でも最も晴れていて、最も透明度が高かった夜である。暗夜で夜空には満天の星で、1年後輩で同じ「斎藤組」だった高田唯史君と夜空の星を眺めながら、74ドームの入り口の階段に腰掛けて「修論どうなんねやろ」と思いながら、夜食のラーメンをすすっていたことを今でも覚えている。

このころの新カセは冷却水を循環させて冷やしていた水冷の部分があり、冬になるとホースの中で水が凍ったりもした。斎藤さんが待機室で薬缶

にお湯を沸かして、ホースに口で吹き込んで溶かす、など、野蛮な対応で観測が復活したり、ということもあった。観測所では時にこのようなトラブルもあったが、大学院時代を通じて、山下さんの後に所長になられた前原さんはじめ、沖田さん、岡田さん、倉上さん、佐々木さん、小矢野さん、清水さん、乗本さん、湯谷さん、渡辺さんほか、スタッフのみなさんには、観測やその準備について、よく叱られ、また励まされながら、本当にお世話になった。

さて、幸い、年明けにもらえた観測時間での観測を併せて、何とか観測データは修論にまとめることができた。それが「いっかくじゅう座超銀河団の発見」という論文⁵⁾である。近傍の超銀河団を何とか、宇宙の大規模構造と結びつけて論じた、というだけのものではあるが、私にとっては、記念すべき岡山観測所での銀河観測論文となった。この研究の後日談はいろいろある。PASJに投稿したら、「もうちょっと論文の体裁というものを整えて投稿しなさい」という、とても現在の私の学生さんには聞かせられないようなコメントをもらってしまった。学会発表をすると、予稿集を見て、おそらく「いっかくじゅう座」「超銀河団」という言葉に魅力を感じたのであろう、某紙の記者さんが斎藤先生を取材にきた。いくつかの新聞にのり、大阪のFM802ではヘッドラインニュースで読み上げられ、挙げ句の果ては、週刊誌に「ローテクの勝利」というコラムまで書かれた。大予算の大型計画もあるなか、「ルーペ一つ」で成果を上げた、という喜んでいいのか悲しんでいいのかわからない論評だった。銀河面背後の銀河観測シリーズは、この後、岡山観測所や、海外の望遠鏡で発展するのだが、そのあたりは斎藤さんが岡山の40周年記念誌に格調高く書いておられる⁶⁾ので、ここでは割愛する。後輩には、高田さんのほか、富田晃彦さん、中西康一郎さん、竹内努さん、岩田生さんなどがいて、京大の斎藤組として、ずいぶん岡山観測所に

はお世話になった。

4. 雑記

合計すると何回岡山に通ったのだろうか。自身のPI観測に加えて、先輩・後輩との協力や、共同研究をあわせると、年に4-5回、大学院の間にも20回くらいは観測に出かけたはずである。岡山観測所から見下ろす瀬戸内海の景色が、とても気に入っていた。真っ青な海ではなく、どちらかというとき鈍い色の海に島々が陰影をつけるのだが、ときに雲間からの陽がさすと、海面がきらきらと輝いて本当にきれいだった。午後の観測準備を終えて、食堂での晩ご飯を食べるまでの間も、夕暮れの瀬戸内海をしばし眺めていたものである。

観測ではないが特に印象深かった出来事では、めずらしく瀬戸内も大雪になって、岡山観測所でも数センチ以上の結構な積雪になったことがある。このときは、学生達で日中に「かまくら」を作った。「かまくら」から瀬戸内海を見下ろして飯を食う、なんて、こんなしゃれたことはない、とはしゃいでいたのだが、夕食までの間のちょっと目を離れた隙に、その頃観測所に居着いていた半ノラの雑種犬が、さっそくその中で用を足してしまい、われわれの計画は台無しにされてしまった。こんな風にはじめると、本当にさまざまな出来事を思い出すのだが、銀河の観測という主題からはどんどん離れていきそうなので、まずはこの辺にしておこう。

5. 大学院生たちの岡山銀河観測

その頃、京都大学の宇宙物理学教室では、「斎藤組」と大谷浩先生率いる「大谷組」があって、ともに、銀河の観測のため、岡山観測所の74インチを使い回していた。もちろん、普段は分け隔て無く院生として過ごしているのだが、観測研究グループとしては「しのぎを削り合っていた」ことになる。斎藤組は、佐々木実さんを筆頭に、太田さん、私、留学生のトマス・ジャマルディンさ

ん(彼のテーマはBe型星でした)、高田さん、富田さん、中西さん、竹内さん、岩田さんなどがいて、矮小不規則銀河の観測や、銀河面の背後の銀河の観測、木曾紫外線カタログ銀河の観測などをすすめており、大谷組は、私が大学院時代で一緒にしたあたりでは、能丸淳一さん、吉田道利さん、小杉城治さん、馬場肇さん、青木賢太郎さんなどである。ちなみに、トマス・ジャマルディンさんは現在は、インドネシアの国立航空宇宙研究所(LAPAN)の所長をされている、と、2013年に東北大学に留学してきたステバヌス・ヌグロホ君が教えてくれた。私も2016年からJAXAに勤めているが、同級生が二十有余年・紆余曲折を経てともにスペース関係の研究所にいるのも不思議な縁ではある。さて、斎藤組と大谷組は、教室にいるときにはテーマを決めて「銀河勉強会」をやったり、光学や装置の勉強会をやったりという一緒にやっているのだが、観測プロポーザルを書いて、論文を書いたりというときにはライブ(?)関係になる。大谷組との違いはと言うと、斎藤組は、観測所では、それほど飲まないのが特徴である。大谷組の小杉さん、吉田さんが中心になって、新カセ分光器はSpectro-Nebulagraph (SNG)⁷⁾と改造され活躍したが、SNGは、×××(伏せ字にします)グループの略称だろう、と言われたのがこの頃である。後に、観測所の食堂での宴会は禁止された。

さて、やがて新カセ分光器にもフォトメトリクス社製PM-CCDが整備され、UNIXやIRAFも日常になったのだが、岡山74インチで(比較的)暗い銀河の観測は、そんなに簡単ではない。博士課程1年のころは、銀河面背後のIRAS銀河の分光観測をやりはじめていたが、星形成銀河なので、輝線観測という意味では15-16等の銀河でも十分に検出は期待できるのだが、問題は分光スリットに載せられるか、である。I.I.オートガイドの小さな視野で、シミのような銀河をファインディングチャート(もちろん、パロマチャートを



図1 1989年と思われる写真。左から、トマス・ジャマルディンさん、山田、佐々木実さん、太田耕司さん。

「コピーして」作る。SDSSもないし、Digitized Sky Surveyもなく、SAOimageもないのですよ)を頼りに見つけ出して、それをスリットに載せるまでが勝負で、これをどれくらい早く手際よくやれるかで観測できる天体数が決まってしまう。ここで「心眼」が磨かれる。「どこに銀河があるのかわからん」と後輩が言っても、分光すれば、ちゃんとH α 輝線が受かっていたものだ。たまに、明るい近傍のセイファート銀河などを観測する機会があると、とにかく銀河中心核がオートガイドで見えることに感激したものである。一夜の観測で測定できる銀河は10個程度あった。

6. 京都大学と東北大学の共同研究によるSNG銀河核観測

活動銀河核、たとえば、1990年代初め頃の岡山の銀河観測で記憶に残るのは、やはり、京都大学と東北大学との共同研究である。谷口義明さんに声を掛けていただいて、とくに京大の宇宙物理の大学院生は放し飼いであったので、大谷組・

斎藤組関係なく、銀河中心核に興味をもつ連中が集まって、SNGを用いて、近傍銀河の中心核のExtended Emission Line Regionを中心に系統的な観測を行うこととなった。東北大は、谷口さん以下、学生の塩谷泰広さん、大山陽一さん、佐藤康則さん、村山卓さんなど、京大側が、吉田さん、小杉さん、青木さんなどが参加していた。2m級望遠鏡ではあるが、CCDの高感度をもって、「注意深く選ばれたサンプル」について、系統的な観測を進める、と言う点で、たいへん勉強させていただいた。2年あまりにわたって、入れ替わり立ち替わりで観測が進められ、NGC4051、NGC2782、NGC5953などの観測結果は論文になっている⁸⁾⁻¹⁰⁾。私自身は、NGC5195の中心核がポストスターバースト状態であることに注目したりして、同じくポストスターバースト銀河核をもつNGC4736の観測をリードした塩谷さんと議論を戦わせたものである。

谷口さんと最初にちゃんとお話したのは、とある銀河の研究会で、まさに最初の岡山観測所での観測で得たスペクトルの一つでCGMW780という銀河のスペクトルについて相談に乗っていたときである。H α が非常に深い吸収線、その両側に顕著な電離窒素の輝線、という教科書ではあまり見ないもので、「何だろう」と思っていたが、当時は木曾観測所におられた谷口さんは、一目見るなり、「お、これと似たのがFilippenko & Sargentの1985年の論文¹¹⁾にあったよ」と教えてくれたものである。実は典型的なポストスターバースト銀河核で、強いH α 輝線が完全に吸収されているものであるのだと気づいた。ポストスターバースト銀河核には、たとえば、有名な銀河では、M51の相棒であるNGC5195など典型的な例がある。これが後年、NGC5195については岡山のSNG観測でポストスターバースト領域が数kpcに広がっていることを見いだした研究¹²⁾につながった。谷口さんは、大学の垣根なくさまざまな教育の機会を作ってくれていて、そうい

ば、木曾観測所で当時の東北大、東大、京大の学生が入り交じったAGNの勉強会「Aの会（ええのかい、と読む。ほかに観測的宇宙論の「Z会」があった!?)」などに参加させてもらったのが懐かしい。このとき、「AGNの放射がPower Lawというのは神話か」という内容のレビューをやったのを覚えている。これも後年、AGNと星形成の共存という研究につながったりした。すばる建設前夜ではあったが、当時の銀河観測の大学院生は先輩からの刺激を受けつつ、かなり自由に交流をしていた、とは言えるだろう。

7. おわりに

今回、編集部から本稿の執筆の依頼をいただき、平成も終わらんとするこの2018年に、平成のはじまりのころのことを思い出帳のように綴らせていただいた。当時の岡山観測所での観測と、例えば、現在のすばる望遠鏡の観測とを比べると、まさに隔世の感もある。予備解析や観測データシミュレーション、観測準備、観測ターゲットのアクイジション（導入）、キャリブレーション、データのアーカイブと解析、解析マニュアルの整備など、どれをとっても大きく進歩したとも言えるだろう。データの整約、クオリティコントロールはもとより、今やデータ解析も最先端の精緻な手法でさえ、世界の天文学者でたちまち共有されるようになった便利な時代である。だが、一方で、観測の一つひとつの事象が何を意味するのか、ほしい情報をとるために何が必要なのか、という点については、30年前の岡山観測所での観測では、「とにかく自身で考える」という機会がやはり多かったとは思ふ。これはもちろん、私自身の学習の過程と言うことでもあり、また、ある

いは、日本における天体観測研究が発展していく間断ない過程の一部に私も参加させてもらった、と言うこともできるのかもしれない。博士課程の頃からすばる望遠鏡が本格的に稼働するまでの数年間には、より高赤方偏移の銀河を観測するため、世界中のさまざまな天文台の望遠鏡にも観測の機会を求めて、岡山での銀河観測の機会は次第に少なくなった。すばる望遠鏡が動き出してからは、岡山観測所が、たとえば太陽系外惑星の視線速度観測などで成果を上げているのを横目に見ながらも、ほとんど岡山に足を運ぶことがなくなっていた。それでも、やはり、自分の原点は、II. ガイドモニタの「見えない」天体に目をこらしていた岡山観測所74インチの観測室にあると考えると、今でも、ちょっと楽しい気分になるのだ。

参考文献

- 1) 若松謙一, 2001, 岡山天体物理観測所40周年記念誌, 163
- 2) 斎藤衛, 大谷浩, 阿曾沼明裕, 柏川伸成, 真木貴史, 西田昌吾, 渡辺毅, 日本天文学会1989年秋季年会, A17
- 3) 斎藤衛, 大谷浩, 馬場歩, 堀田任晃, 亀野誠二, 黒須定雄, 中田賢一, 高田唯史, 日本天文学会1990年春季年会, B61
- 4) 川上肇, 2001, 岡山天体物理観測所40周年記念誌, 101
- 5) Yamada, T., & Saito, M., 1993, PASJ, 45, 25
- 6) 斎藤衛, 2001, 岡山天体物理観測所40周年記念誌, 161
- 7) Kosugi, G., et al., 1995, PASP, 107, 474
- 8) Yoshida, M., et al., 1993, PASJ, 45, 761
- 9) Yoshida, M., et al., 1994, PASJ, 46, L195
- 10) Yoshida, M., et al., 1999, AJ, 117, 1158
- 11) Filippenko, A. V., & Sargent, W. L. W., 1985, ApJS, 57, 503
- 12) Yamada, T., & Tomita, A., 1996, in Ground-Based Astronomy in Asia, Proceedings of the third East-Asian meeting on astronomy, ed. Kaifu, N., (National Astronomical Observatory, Tokyo) 268