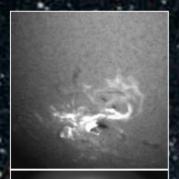
STEEL GARNO. 14 AFF-FAIR GALLET







回想記

「観賞用から観測用への変貌」

インタビュー

奥田治之副台長

天体列伝

ひまわり銀河 NGC 5055 (M63)

金星の日面通過

少年少女研究員

(シニア)

天体観測入門

―スケッチー



Gunma Astronomical Observatory

県立("hま天文台

儬 賞 闖 B S) 儬 测 用 0) 変 貌

平成8年2月26日面会と記録した名刺が残っています。群馬県教育委員会管理課主幹兼指導主事、倉田 巧さん。からっ風が吹くなか県立ぐんま天文台導入機のPRに、地元代理店と西村社長に同行して県庁の教育委員会事務局を訪問しました。私にとって西村転職後の初仕事でしたので、その時の印象をよく記憶しています。その半年前の8月31日に、18年勤務した光学機器専門店を退職して、まさに背水の陣を敷いての転職でした。

この頃の倉田さんは多分、企業の製品PR を聞くのにうんざりしておられたように感じました。主砲の1.5m望遠鏡については既に三菱電機製の導入が決定されており、65 cm望遠鏡と太陽望遠鏡についてPRを行いましたが、話もそこそこに倉田さんと廊下の喫煙コーナーでタバコを吹かし余談に終始した初訪問でした。

その後8月に開催された「ぐんま天文台 フォーラム '96」に参加、その前後に事務 局が県庁から大友庁舎に移転していたこと も知らず、慌ててタクシーを拾って訪問し たことがあります。この日はたいへん蒸し 暑い日で、約束の時間に遅刻した私は、全 身汗だくになりながら製品PRをおこないま した。この顛末が、倉田さんの同情を買い、 弊社も選定候補の末席を汚すことになりま す。後日、選定委員会によるプロポーザル 方式により、弊社製の太陽望遠鏡が採用さ れるわけですが、従来「楽しい太陽実験室」 と名付けた科学館向けの観賞システムは、 ぐんま天文台参与の清水実先生(元国立天 文台) と西村製作所の中井善寛顧問 (元京 都大学附属天文台) の東西二大巨匠の肝い りで、本格的な分光装置と画像アーカイブ 機能を附帯した観測研究用機器に変貌する ことになります。

さて、紆余曲折を経て熟成された太陽望遠鏡ですが、ぐんま天文台に納入することができ、改めて誇りに思っております。国内有数メーカーの機材が集結したぐんま天文台で、直接見学することができない望遠鏡にもかかわらず、日中天気さえよければ素晴らしい太陽像を来館者が直接目に触れることができる唯一の望遠鏡であるからです。また、ぐんま天文台の中で最も稼動率が高い望遠鏡であるということは、多くの皆様に毎日宇宙を体験していただきながら、その信頼性を証明できるできるわけですから、メーカーにとってこの上ない喜びであります。

今秋、弊社は中国の北京天文館に太陽望遠鏡を設置しますが、ぐんま天文台で培った製作経験が大いに活かされるところとなりました。ぐんま天文台スタッフの皆様に関西の望遠鏡屋を世界レベルにまで押し上げていただきました事に対し、書面をお借りして御礼を申し上げます。

西村製作所 川内 義郎



奥田治之副台長-インタビューー

登坂:奥田先生が物理学 科に進まれたのはなぜで すか。

なものが好きでした。しかし、先生からはお前は数学は駄目だといわれて、物理学科を受験したら受かってしまいました。こんな道に進むのがよかったかどうかわかりませんでしたが、わがままを許してくれた父には感謝しております。

登坂:天文学、それも赤外線観測をなさるようになったのはどうしてですか?

奥田:物作りが好きだったこともあって、大学では実験物理をやろうと思ったんです。宇宙線によって発生するチェレンコフ光を観測する望遠鏡も作りました。でも宇宙線の観測そのものでは成果が出ませんでした。それで単純な技術で出来る新しい分野、赤外線を使った天体観測を試みようということになりました。当時はまだまだ未熟な研究分野で、関係の論文も年に10編にならないほどだったから、勉強しなくてもすむのが最大の魅力でした。

登坂:でも、何もないところから研究を立ち上げてい くというのは、大変なことでしょう。

奥田:要するに怠け者なので、生来のあまのじゃくも 手伝って、できあがったものを知るというよりも、幼 稚なものでも自分で考えて作り上げていく気持ちが強 かったのだと思います。

登坂:研究生活のなかではいくつもの壁にぶつかられ たことでしょうね。 奥田:たいした能力も持ち合わせていませんので、は じめから大きなことは考えなかったから、大きな壁に ぶつかったというようなこともなかったけれど…。で も、壁といえば全て壁でしたね。最初はやっぱり物 (技術)がなかったんですよ。そもそも日本のレベルで は感度の高い検出器がなくて、アメリカの感度の高い ものは軍事上の理由で輸入制限がかかっていたから。 それで観測対象を明るい天体に絞って偏光か何かはか れないかと考えたり、日本の観測環境の悪さを気球観 測によって補ったりしました。

登坂:アイデアがすばらしいですね。

奥田:いや、いつも正攻法ではなく、横道や逃げ道を探して何とかごまかしてきたような気がします。一番大きな壁は自分の能力不足でした。これはどうしようもないので、いつも周囲の人々の力を借りて何とか乗り切ってきました。形式、常識、体裁やプライドなどにとらわれている余裕はありませんでした。

登坂:現在は、科学情報があふれる時代ですが、研究 者はどのように研究をしていくべきでしょうか。

奥田:すさまじい技術革新によって、科学知識は爆発的に増加しています。その上、アメリカ的な業績主義や競争原理も入ってきて、大量の論文が消化不良のままお蔵入りしています。それを避けるためにも、個人的趣味に埋没せず、惰性的で冗長的な研究はしない方がいいですね。学問全体における位置づけや意義をしっかり見極めて、量より質を重視した研究を行う努力が必要でしょう。

登坂:一般の方にとって、天文学はどのような意義を 持っているでしょうか。

奥田:天文学は、美しい星空の魅力や、広大な宇宙のロマンなど、人生や日常生活に潤いを与えるものです。しかし、天文学は物理なんですよ。物事を合理的に考えようとする科学的な思考を養う教材として、こんなよいものはないと思います。教育、普及の面でも派手なトピックスに振り回されず、そこに潜む、物理性、合理性を見出す喜びが味わえるものがよいと思います。 天文学は、そのような科学的思考の訓練の一手段として、とても大切なものだと思います。

登坂: 先生のお話をお聞きして、私なりに勉強し直し てみたくなりました。楽しいお話、どうもありがとう ございました。



一天 体 列 伝一

ひまわり銀河 NGC 5055 (M63)

渦状銀河の最大の特徴である渦状腕は、さまざまな形をしています。これらの渦状腕の形は何で決まるのでしょうか?最新の観測結果を交えて、紹介します。

宇宙にはさまざまな形の銀河が存在しています。それらはおおまかに2つにわけることができます(図1)。滑らかなラグビーボールのような形をした楕円銀河、円盤と丸いバルジを持つ渦状銀河の2つです。今回は、このうち後者の渦状銀河のひとつ、NGC 5055 (M63)という銀河を紹介しましょう(図2)。この銀河は別名"ひまわり銀河"とも呼ばれています。

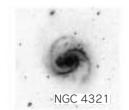






図1; さまざまな銀河たち (Digital sky Survey(DSS)による)

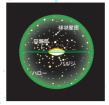


図2; NGC 5055 (すばる望遠鏡による)

上で述銀に近てた。通門では銀がいれている。これでは別がいれている。これでは見がいまり、これではいる。これではいる。これではいる。これではいる。これではいる。これではいる。これではいる。これではいる。

のが、渦状銀河の名前の由来ともなっている、渦状腕です。一言で渦状腕と言っても、さまざまな形があります。近傍の有名な銀河 M51 は、美しい2本の腕を持っていますし、今回主役となる NGC 5055 は、渦状腕というより切れ切れの小さな部分から成っています。このような違いはどこからくるのでしょうか?

このような疑問を抱いたデボラとブルース・エルムグリーン夫妻は、まず、これらの渦状腕の形を分類することにしました。彼らは、渦状腕がどのくらいはっきりしているかという基準で、1から12までの数字で渦状銀河たちを分類しました。このうち、10,11は分類されていません。この分類をアームクラス(arm



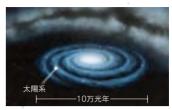


図3;渦状銀河の模式図(私たちの銀河系)。渦状腕は円盤部にある。

class) と呼びます。また、これらを3つに大別して、1-4 を flocculent (フローカレント)、5-9 を multiple (マルチプル)、12 を grand design (グランドデザイン) と呼びました。グランドデザインは、は っきりした2本の腕を持つ銀河、フローカレントはは っきりした腕を持たず、切れ切れの構造が見える銀河、マルチプルはその中間のタイプにあたります。彼らは、このように、渦状腕の形態を分類して、これらと銀河の他の性質とに何か関連がないかを調べることにしたのです。1980年代のことです。

ところが、こうやって分類したアームクラスは、たとえば、星が生まれる母体となる分子ガスの量や、星生成率、明るさ、銀河のほとんどの性質と関連がありませんでした。その中で、やや関連していると思われたのは、銀河の回転曲線の形でした。渦状銀河はその銀河中心の周りを回転していますが、回転曲線は中心からの距離を横軸に、回転する速さを縦軸にプロットしたものです。回転曲線は銀河の運動の様子を示したもので、たとえば銀河円盤の安定度の目安になる場合もあります。フローカレントでは、グランドデザインに比べてバルジが強く、円盤が不安定になりにくいことがわかりました。つまり、きれいなグランドデザインの渦状腕は、円盤が不安定になりやすいとなりやすい可能性があることがわかったのです。

余談ですが、夫のブルース・エルムグリーンは、星 形成や星間物質に関する理論的研究の大家ですが、大 学や公的研究機関ではなくコンピューターで有名な IBMに所属する研究者です。IBMでは、企業の活動に 従事することなく完全に天文学の研究だけを行ってい ます。IBMという企業のポリシーを感じさせる話です ね。

さて、円盤部分が不安定になりやすいかどうかが渦 状腕の形に関連していることがわかりました。これら の違いはどこから来るのか?というシミュレーション をエルムグリーンらが行ったところ、おそらくグラン ドデザインは密度波というポテンシャルにガスが呼応 して渦状腕状に集まり、星を作ることで美しい2本腕の渦状腕ができるが、一方でフローカレントではそのようなポテンシャルがなく、銀河のあちこちでガスが集まって星が生まれ、その結果あのような切れ切れの渦状腕になったのだろうと推測したのです。

その後しばらくして1997年に、あまりフローカレント銀河である NGC 5055 の近赤外線の観測から、この描像に修正を迫るような構造が発見されました。近赤外線で銀河を観測すると、軽いけれど数が多い星、すなわち銀河の中の質量の分布を見ることになり、どこにどのくらい星が集中しているかがわかります。この近赤外線で見た NGC 5055 には、弱いけれど明らかな2本の渦状腕があったのです。この研究を行ったのは、ミッシェル・ソーンレイという若いアメリカ女性天文学者です。NGC 5055 には、分子ガスでも 2本の腕が存在することがわかり、その後、別の数個のフローカレント銀河にも同様に、近赤外線で弱いながら2本の渦状腕が存在することがわかりました

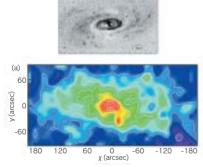


図4;NGC 5055 の近赤外線観測と分子ガス観測*'。近赤外線でも弱い渦状腕があり、分子ガスも渦状腕上に集中している。

このように、渦状銀河では長い連続的な2本の渦状腕の存在が一般的であることが明らかになりました。そうすると、フローカレントとグランドデザインのような腕の形態の違いはどこから生まれたのでしょうか?答えは実はまだわかっていません。しかし、いくつかヒントになる研究結果が得られていますので、紹介しましょう。

グランドデザインである M51 とフローカレントである NGC 5055 には、いくつかの違いがみられます。ひとつは、星生成を反映していると考えられる $H\alpha$ と、星を作る材料に成る分子ガスの位置関係です。M51 では、分子ガスは渦状腕に強く集中して分布し、星生成領域との間に系統的なずれが見られます。これは、密度波によってガスが集められた後、1000万年ほど時間

*1 久野、濤崎ほか 日本天文学会欧文報告 Vol 49、P275

が経った後で星生成が起こっているためと考えられます。一方でフローカレント NGC 5055 では、渦状腕に分子ガスはあるけれど、腕からはずれたところにも同じような大きさで質量を持った分子ガスが存在し、星生成領域との間に M 51 のようなずれは見られません。

この結果は何を示しているのでしょうか?まず、腕 の強さによって、分子ガスや星生成領域の集中する場 所が異なってくることがわかります。腕が強い銀河で の星生成領域とガスの系統的なずれは、腕すなわち密 度波がガスを集めるだけでなく星生成の引き金 (トリ ガー) を引いていることを表しています。一方の腕の 弱い NGC 5055 では、そのようなずれがないので腕 は星生成の引き金にはなっていないと考えられます。 また、M 51の渦状腕には巨大分子雲複合体 (Giant Molecular Association - GMA) と呼ばれる太陽質量 の数千万倍の質量を持った分子ガス雲の存在が確認さ れています。私たちの銀河系では、分子雲はほとんど が巨大分子雲 (Giant Molecular Clouds _ GMC -) となっていますが、これらの質量は太陽質量の数10万 倍ですので、ずっと大きな構造ということになります。 その一方、NGC 5055 の分子雲は、この両者の中間で、 数100万太陽質量でした。これらを考えると、腕の強 い銀河では密度波でガスが集められ、巨大なガス雲が 作られ、星生成もトリガーされる一方で、腕の弱い銀 河ではガスは集められるものの巨大なガス雲の形成や 星の生成のトリガーとしては働かない、ということが 推測できます。

強どさしにい形でれし測めれ、くのいる、違るせ今が検のないがか割状をか。まなさがのはまなさがのにまなされた集のの腕生もしだいれて

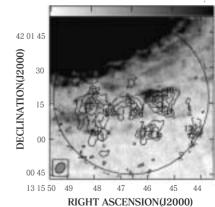


図5; NGC 5055 の分子ガスと星生成領域*2。 分子ガス雲には必ずしも星生成領域が付随していない

いません。これらは今後、多くの銀河の観測を行っていくことで、明らかになっていくでしょう。

(観測普及研究員 濤崎 智佳)

*2 濤崎ほか 日本天文学会欧文報告 Vol 55、P605

一金星の日面通過一

2004年6月8日午後、金星の日面通過という、ごく稀にしか起きない天文現象が日本各地で見られる。これは、今から120年ほど前、1874年12月9日と1882年12月6日と続けて起きて以来の現象である。次回は2012年6月6日に再び起きるが、その後はまた120年ほど見ることができないはずである。

金星と地球の会合周期

金星も地球も太陽の周りを回る角速度は一様でないが、1年あたりの平均角速度は金星で585.1782度、地球だと359.9937度である。その差は225.1845度で、これから金星が地球を追い越すのに要する周期、すなわち会合周期が平均1.598689年(583.921日)と求まる。

この会合周期の5倍は7.99345年とほぼ8年(差は2.4日)であり、76倍は121.5004年と121年半に近く、152倍が243.0007年とほぼ243年である。

■ 面通過の起きる条件

地球を中心として考えると、太陽の動く面(黄道面)と金星の軌道面は3,4度傾いており、黄道面と金星の軌道面は、金星の軌道が南から北に黄道面を過ぎる昇交点と、北から南に過ぎる降交点とで交わる。昇交点を地球は12月上旬に、降交点を6月上旬に通る。日面通過は、金星が地球を昇交点や降交点の付近で追い越す時に起きる。計算すると、交点の前後1.75度がその許容範囲である。地球は1.75度を0.0049年(1.8日)で通過する。

2004年の日面経過は、降交点を過ぎてから1.3度の時に起こり、それから7.99345年たった2012年には、降交点の前1.1度の場所で起きる。前回の1874年12月には昇交点の1.5度前で起き、1882年には、昇交点を過ぎて1.3度のところで起きている。

もし、太陽と金星の方向が昇交点か降交点のごく近くで一致すれは、5会合周期後には、地球は交点から2度ほどはずれてしまい、日面経過は起きない。この場合には、121年毎に、昇交点でと降交点での日面経過が交互に起きることになる。ここ5000年ほどの間は適当にはずれた所で日面経過が起きているので、8年間隔で同じような現象が見られることになる。

天 文単位の長さ

前回の1874年 (明治7年) には、太平洋地域が観測 の適地と予想され、フランス、アメリカ、メキシコは 日本の長崎、神戸、横浜を観測地に選んだ。長崎に来 たフランス隊には、パリ天文台のジャンセンや天体力 学の名著で名高いティスランも参加しており、ウラジ オストクから長崎まで海底電線を設置して、ヨーロッ パの時報が聴かれるようにしたという。私事ながら、 筆者はそれから75年たって、ティスランの全4巻の本 を熟読して天体力学を勉強した。ところで、18世紀な かばから2世紀にわたって問題であったのは、1天文単 位 (太陽と地球の平均距離-1億5000万km) をkmの 単位で表すことであった。公転周期は詳しく決められ るので、惑星の平均軌道半径はケプラーの第3法則を 用い、天文単位では詳しく計算できる。ところが、そ れが何kmにあたるかは、当時は2桁の精度でしか分か らなかったのである。月までの距離が地球の赤道半径 の60.2倍にあたることは、昔からイギリスのグリニジ 天文台と南アフリカの天文台との同時観測で決められ ていた(地心視差57')。ところが、太陽面上には、月 面のクレータのようなはっきりした目標がなかったの で、うまく距離を決められなかったのである(太陽の 地心視差は8.8")。一方、金星が日面通過する時の地 球からの距離は4000万kmと、1天文単位の1/4ほどと 近く、この現象を世界各地から詳しく観測すれば、金 星までの距離が決まり、それから1天文単位の距離が 求められると考えたのである。この観測は、1761年と 1769年の6月の日面通過でも行われたのであるが、さら に精度を上げるため、1874年には、各国が観測隊を世 界の適地に派遣することになった。1882年には、大西 洋を中心として、この現象が観測された。しかし、こ の試みは残念ながら成功しなかった。というのは、金 星が厚い大気に覆われた惑星であるため、何時接触し たか見分けがつかず、接触時刻などを精度よく測定す ることができなかったためである。その後、惑星のレ ーダ観測などが可能になり、現在では1天文単位の長 さはとてもよい精度で決まっている。

2 004年の現象

さて、今回の現象であるが、日本では14時11分過ぎに、金星が太陽の東からやや南よりの縁で接触しだす。 そして、14時30分半ごろ、金星全体が太陽面上におさまる予定である。その後、金星は西南西に進み、20時26分ころまで太陽面上に留まるはずであるが、残念な がら日本ではその前に日没になる。金星が地平線から 沈むのは、東京で18時54分、札幌で19時10分、那覇 で19時20分である。接触時刻は各地ごとに1分以内の 違いがあるが、これは金星までの距離が近いためで、 この時刻の差を1974年には精密に測定しようとしたの である。この日の太陽の視半径は15.8分、金星は0.5 分であり、金星が太陽中心に最も近づくのは17時20分 ころである。また、2012年には、金星は太陽の東北の 縁から太陽面

に入り、その後西南西に進むはずである。金星日面通 過観測の以前の主な科学的価値はなくなったが、これ がごく稀な天文現象であることには変わり

なく、観測で面白い結果がでてくるかもしれない。

(ぐんま天文台長 古在由秀)

一少年少女研究員一

(シニア)

ぐんま天文台では、「子ども天文学校推進事業」の一環として、前回、前々回に紹介したジュニア研究員と同じように、高校生を対象としたシニア研究員の活動を行いました。参加者は高校2年生を主体とする14人(男6人、女8人)で、年間8回、計11日間(宿泊3回)の活動を実施しました。この活動では、誰かが用意してくれた課題をこなすのではなく、観測普及研究員の助言を得ながら、自分たちの漠然とした疑問から解決できそうな課題を導き出し、観測計画を立てて、自らの手で宇宙を探究することを目指しました。日程は表1のとおりです。前半の4回は群馬県生涯学習センターで観測計画を練り、後半の4回はぐんま天文台で観測と解析を行いました。それでは、前半と後半に分けて活動を紹介しましょう。

(A) 前半

第1回は、興味がある事柄やこの活動に期待することなどを自己紹介し合った後、観測計画を練るための準備として、いろいろな天体やぐんま天文台の機材について観測普及研究員から説明を受けました。それから

表1:日程

(1)	第1回	オリエンテーション 6月29日(土)
(2)	第2回	観測計画立案 7月24日(水)
(3)	第3回	観測計画立案 8月21日(水)
(4)	第4回	観測計画立案 8月24日(日)
(5)	第5回	観測機材操作講習 10月19日(土)~20日(日)
(6)	第6回	観測実習 12月7日(土)~8日(日)
(7)	第7回	観測実習 1月18日(土)~19日(日)
(8)	第8回	まとめ、修了証授与 2月9日(日)

まずは自分の興味関心に従っていくつかのグループを 作ることにして、4つのグループを作りました。「銀河」「変光星」「星雲・星団」「太陽系」グループです。まだ どんな観測計画になるかわからないので、この後の進 み具合と興味関心の持ち方によっては入るグループを 変えても良いという前提でしたが、終わってみれば入 れ替わりはありませんでした。

続く第2回から第4回までは、グループごとに観測計画を練りました。それぞれのグループではじめに面白そうだと思った事柄を出発点にして、参考図書や文献を見ながら、調べたい天体、その天体について明らか

表2: 観測計画(前半終了時)

秋 Z· 既则 計画 (例 十 彩) 时 /					
グループ	対象天体	明らかにしたいこと	観測・解析方法		
銀 河	渦巻き銀河	ダークマターの量	分光観測。銀河の回転速度から全質量を見積り、別の方法で求まっている目に見える銀河の質量を差 し引く。		
変 光 星	短周期の変 光星	変光周期	CCD測光。相対光度を測定し、変光の極小時刻を求める		
星雲・星団	かに星雲 (M1)	物質の空間分布	数種の狭帯域フィルターで撮像。		
太陽系	土星	土星までの距離	撮像。視直径を測り、既知の土星の大きさを使って土星までの距離を求める		

にしたいこと、観測・解析方法、そして見込まれる成果を、必要な観測機材を含めて具体的に説明できるようにすることを目標にしました。これには皆苦労したようです。学校では問題が与えられ、答えも用意されていて〇×式の答え合わせができますが、未知の事柄を扱おうとする場合にはそうはいかないのです。いったい自分は何について知りたいのかをじっくり考えて、解けそうな形の"問題"にしなければならない上に、どこにも模範解答がないのですから、全部自分で考えなければなりません。それぞれのグループで戸惑いがあったようで、うまく呑み込めたグループとそうでないグループとでその後の進み方に違いが出てしまいました。第4回にグループごとに他のグループにわかるように観測計画を発表してもらいました。前半終了時点での各グループの観測計画は表2のとおりです。

夏休みの期間に、額を寄せ合ってああでもないこうでもないと計画を練ったのですが、そうしている間に、始めはぎこちなかった高校生たちも打ち解けて話ができるようになり、お互いに連絡先を知らせ合って相談したグループもあったようです。シニア研究員では、学校は違うけれども興味を同じくする同世代の仲間と出会えるようにという「人の輪」づくりも考えていましたので、このことは私たちにとってもたいへん嬉しいことでした。

(B) 後半

さて、秋からはいよいよぐんま天文台に上がって観測実習です。これまでと違って宿泊を伴います。第5回では、晴れていればデータ取りと画像処理の練習もする予定で、望遠鏡と観測機材の使い方の講習をしました。男子6人はこのシニア研究員が始まる前年に望遠鏡講習会に参加しており、学校の部活動での利用を行っての撮像経験もあったことと、たまたま学校の文化祭が重なったために欠席でしたし、おまけにあいにくの雨天でしたが、和気あいあいとした雰囲気の中、





ループは、装置の見 学と分光データの読 み取り練習もしまし た。とはいっても、 本物の天体を相手に した練習ではありま せん。実体験を伴わ

ないまま次回からの本番に突入することになり、本当 に撮れるかどうか不安が残ります。こうなると経験あ る男子が頼みの綱かもしれません。

ところがその第6回は降雪に見舞われてしまいました。天体観測どころではありません。粉雪の冷たさを体感しながら、宿舎に使わせていただいた北毛青年の家に早々と引き揚げです。本当にデータが取れるのだろうか、お互いに成果を発表できるのだろうかと期待よりも不安と焦りが大きくなって年を越しました。

いよいよラストチャンスの第7回です。心配だったお 天気は良好、見事に晴れてくれました。銀河グループ は、ドップラーシフトを測って銀河の回転速度を出そ うと、65cm望遠鏡と小型可視分光器使って、真横か ら見えているいくつかの渦巻き銀河のスペクトルを撮 りました。変光星グループは、群馬大学の岡崎教授に 教えてもらった短周期変光星を、観察用望遠鏡と冷却 CCDカメラを使って撮像しました。星雲・星団グルー プと太陽系グループは夏に立てた計画を変更しました。 前者は、惑星状星雲の物質分布を見たいということで、 150cm望遠鏡と窒素冷却CCDカメラ、狭帯域フィルタ ーを使っていくつかの惑星状星雲を撮像しました。太 陽系グループは、土星だけでなく木星とその衛星も撮 像して、衛星の動きから木星の質量を出そうと、観察 用望遠鏡と冷却CCDカメラを使った観測をしました。 さあ、この夜取得したデータからどんな成果が出てく るでしょうか。

最終回はこれまでのまとめと成果発表です。月を探 究していたジュニア研究員の小中学生たちの前で発表 しました。お兄さんお姉さんの貫禄を示せるでしょう か.

銀河の回転速度は、含まれる物質の量(質量)によって決まります。そこで、銀河グループは、自分たちのスペクトルから求めた銀河の回転速度を、回転速度と質量の関係を表わす式に当てはめて、銀河に含まれる物質の量を求めました。一方で、文献には可視光による観測で求めた銀河の質量が載っています。これと比べるてみると回転速度から求めた質量の方が大きい

ことがわかります。引き算をして残った分が"見えない質量"すなわちダークマターの質量です銀河グループではこれを求めました。

変光星は明るさが変わる星です。変光星グループが 観測した星は、明るさの変化を7時間ほどで規則的に 繰り返す短周期変光星(YY Eriという星)でした。明 るさが変わる星があるということに強い驚きを感じて、 自分たちで実際に調べてみよう、周期を求めてみよう と思ってテーマとして選んだのです。ところで、星は



時々刻々夜空を動いていき ます (動いていくように見 えます)。星の光が望遠鏡に 届くまでには、地球の大気 があります。星が見える高 さが変われば、光が通り抜 けてくる大気の量が変わり、 そのために光の量が変わり ます。ひとつの星だけを見 ていると、星そのものの明

るさが変わっているのか大気の影響なのかわかりにくくなります。そこで、変光星グループでは、星の明るさの変化を調べるために、明るさの変わらない星(比較星)と明るさを比べることにしました。露出時間の設定がまずかったのかもしれませんが、星が明るく写りすぎて明るさを測りづらくなり、あまりはっきりした結果が出ませんでした。けれども、これからもいろいろ撮ってみたいと意欲を見せてくれました。

銀河グループと変光星グループは、いろいろな資料 を見たり使えそうな機材の話を聞いたりして、驚きや 興味を覚えたことを基に始めたためか、どんな天体の どのような性質を調べてみたいかがはっきりしていて、 観測計画の立案から観測とデータ解析まで、苦労はし ましたが滞りなく進みました。対照的だったのが星 雲・星団グループと太陽系グループでした。面白そう な天体を選んで、その天体についてわかっていること、 わかっていないことを調べるということから始めたの ですが、ハッブル宇宙望遠鏡や探査機によって得られ た画像などに引きずられてしまったところがあり、実 際に探究できそうな目標になかなか辿りつけませんで した。この辺りは、観測普及研究員の助言にも至らな いところがあったという大きな反省点となりました。 結局、この2つのグループでは、助言者が示した課題 をやってみるという形になりました。とはいえ、みな 努力したことは間違いありません。

惑星状星雲には、水素やヘリウム、窒素などが含まれます。それぞれの物質は物理環境によって存在形態が変わりますから、どのような条件であれば物質が光を出すかを知っていれば、惑星状星雲の様子がわかるはずです。星雲・星団グループは、始めはかに星雲に拘りましたが、もう少し面白そうなものということで、特定の光だけを通すフィルターを使って惑星状星雲をいくつか撮像してみることにしました。ヘリウムが見える場所は比較的温度が高く、水素が見える場所はそれに比べると温度が低いということで、惑星状星雲の間に違いがあるかどうかを見ようというのです。観測してから集まって議論する時間が少なかったためか、はっきりした結論は出ませんでしたが、違いがあるようなので今度はその理由も探ってみたいということでした

さて、太陽系には木星、土星という巨大惑星があり、 その周りをいくつかの衛星が回っています。太陽系グループは、土星までの距離を出すだけでは面白くないということで、木星の衛星の動きを調べて木星の質量を出そうということになりました。衛星が木星を一回りする時間(公転周期)と衛星と木星との距離にはある一定の関係があるので、そこから木星の質量がわかるというのです。ビデオも併用しましたが、本当は幾晩かのデータがないと公転周期も距離もなかなか出せないものなので、木星の質量を求める方法とデータをどのように当てはめるかを説明してくれました。

以上が、平成14年度シニア研究員の概要です。ぐんま天文台でも初めての試みであり、私たちの反省点も多々ありましたが、みな最後まで参加してくれて、楽しみかつ勉強になったようです。なによりもこのような機会がなかったら出会えなかったはずの同世代の仲

間ができたことが、今後のためには最大の成果だったのかもしれません。シニア研究員の活動が終わった後も、連絡を取り合ってぐんま天文台の望遠鏡や機材を使いに来てくれています。このことは、私たちにとってもたいへん大きな喜びであります。



(観測普及研究員 濵根 寿彦)

一天体観測入門一

スケッチ

ガリレオが17世紀初頭に初めて望遠鏡を天体に向けて 観察した際、残した記録は、現代のようにCCDカメラを 用いたものでもなければ写真でもなく、スケッチでした。 観測者が天体を肉眼で観測し、その有様を絵で表現する という記録手法は、19世紀中ごろに写真術が天体に応用 されるようになるまで、長い間、天体現象の記録手法と して第一線で活躍してきたのです。現在では、可視光領 域の記録には冷却CCDが主流となっていますが、今回は、 紙と鉛筆と自分の眼があればできる(場合によっては双 眼鏡や望遠鏡が必要ですが)、天体のスケッチについて紹 介します。スケッチといっても、星の並びを記録したよ うなものから、ガリレオが始めて見た土星のスケッチ (「耳がある土星))、前世紀にローウェルが見た火星のス ケッチ (「火星表面の運河」) など、非常に様々で、極端 な話、なんでもスケッチしていたわけです。そのなかで、 今回は、太陽黒点のスケッチと、惑星のスケッチについ て紹介します。これらを取り上げた理由は、共に、時間 的に変化をする天体であり、継続してスケッチを取る楽 しみがあるからです。

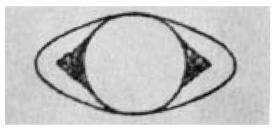


図1;ガリレオも土星のスケッチ

太陽黒点スケッチ

太陽は晴れてさえいれば日中に観測することができますし、日ごとに表面模様が変化するので、ふだんの生活リズムをそれほど変えずに、楽しみながら継続してスケッチを取るのに適しています。惑星のスケッチと同様に望遠鏡を使うのが基本ですが、絶対に直接覗いてはいけません。じっと太陽を見つめるだけでも目に良くないのですから、これからも世界のあれこれを見たければ、望遠鏡で太陽を直接見てはいけません。

では、どのようにすれば安全に観察できるのでしょうか。ぐんま天文台の太陽展示コーナーでも見られるように、「太陽投影盤」に映して見れば良いのです。こうすれば直接目に光を入れないので失明する危険もありません。

それでは、ここで太陽黒点のスケッチの取り方を紹介しましょう。用意するのは、望遠鏡と投影盤の他に、無地のノートで使われているような白い紙と柔らかめの鉛筆、クリップか洗濯ばさみ、それにコンパスです。コンパスは紙に円を描くのに使います。望遠鏡の口径にもよりますが、10cm~15cmぐらいが適当のようです。円を描いた紙をクリップ(または洗濯ばさみ)で投影盤にしっかり固定します。次に、望遠鏡のフォーカスを合わせて、



の上を動いて円か 図2;太陽スケッチを行う様子

す。この太陽像が動く方向が(天球上の)東西方向です。 記録として役に立つものにするために、円の外側に印を つけて、後で方向がわかるようにしておきましょう(図 2参照)。

このあとは追尾できるようでしたら追尾をして、できないようでしたら時折望遠鏡の向きを調整して、スケッチしてください。全体の輪郭を淡く描き始めて、濃淡は塗りを重ねるようにして次第につけていくのが基本です。まぶしくて見づらいようでしたら、ときどき太陽像をはずして描いてください。投影盤から紙をはずしたり投影盤を動かたりしてしまうと正確に描けなくなりますので注意してください。描き終えたら、ちょっと遠目に眺めてみて、実際の太陽像と同じようでしたら完成です。後々の記録として役立てるために、スケッチした日時と、使った望遠鏡についての記述(口径、焦点距離、倍率など)を同じ紙に記録しておいてください。そうそう、観察者の名前も忘れずに。

惑星スケッチ

ここでは特に火星と木星をとりあげました。木星はサイズが大きいために(太陽に近づいた時を除けば)ほぼ年中観測することが可能で、比較的見やすい惑星です。また、表面模様は雲の作る模様なので、その変化を追うという楽しみがあります。一方、火星は木星よりも小さい惑星ですが、2年と2ヶ月に一度、地球に近づいて見やすくなりますし、なによりスケッチの持つ問題点を示す良い例です。まずは火星から紹介します。

火星スケッチ

結局、スケッチとは、人間が眼で見て認識した情報を 絵として記録するわけですから、非常に主観的なもので す。ですから、「火星には火星人が作った運河があるのだ」 と信じて火星を見たローウェルの描いたスケッチには、 無数の細い運河が描かれています(そうした模様は実際 には存在していなかったと考えられています)。ローウェ ルと同時期に、フランスのアントニアジは、非常に詳細 かつ精密な火星のスケッチを残しています。そこには所 謂「運河」は見られず、まるで現代に撮られた写真・C



ローウェル (1909年9月17日)



アントニアジ (1909年10月6日、11日)

図3;ローウェル(運河派)とアントニアジ(反運河派)の火星 スケッチ

CD画像を見ているような錯覚を覚えます (図3)。

この例から学ぶべきことは、いかに客観的に描く努力をするか?が記録としての価値を決めているということです。もちろん、楽しみの一つとしてスケッチをするという場合には、こんな難しいことを考える必要はないのでしょうが、望遠鏡を通して見た天体の姿を余すところなく描き尽くそうという姿勢が、科学的な記録としてのスケッチを残すためには必要なのでしょう。ですから、たとえば口径15cm程度の望遠鏡でのぞいた火星でも、2年2ヶ月ごとの中接近・大接近の時ともなれば、そこに見えているすべての情報を記録するために、1時間もの時間をかけることも珍しくありません。その時間のほとんどは、絵を実際に描く前に火星面を詳細に隅々まで観察するという行為に費やされています(この後の木星スケッチの取り方を参照)。

また、人間の眼には「錯覚」という現象がありますので、これにも注意しないといけません。たとえば惑星などは、漆黒の背景に非常に明るい本体、その中に淡い模様、と非常にダイナミックレンジの広い対象なので、人間の眼は錯覚を起こしやすいのです。常に自分の眼を疑いながら観察するくらいの気持ちが必要です。

木星スケッチ

ここでは、実際の木星スケッチの取り方を紹介します。まずは適当な紙(画用紙よりも、比較的表面のなめらかな紙を用いたほうがやりやすい)を用意します。筆者は、白紙・無地のノートを利用していました。そこに木星の外形を最初に描いてしまいます。木星は完全な円形には見えません。南北両極が多少つぶれて見えます。昔は「木星はんこ」を作って、ある形の楕円をスケッチブックにたくさんスタンプして利用していました。今時ならパソコンで楕円を描いて印刷すればいですね。木星の楕円は、長軸と短軸の比が15:14です。

このスケッチ用紙と画板(下敷き)、鉛筆、消しゴム、 手元を照らすライトを持ち、望遠鏡の前に座ります。で きれば座って作業したほうが、落ち着いてスケッチでき ます(立ったままのスケッチは非常に大変です!)。

まずはたっぷりと木星を観察してください。縞模様は 何本見えるか、濃淡はどうか、斑点のような模様はない か、など、細かに見てゆきます。日本では大気の揺らぎ による像の悪化が激しいので、しばらくじっと見ている ことで、稀にふと良く見える瞬間があります。そういう瞬間を逃さず、しっかりと見ることが大事です。こうして、木星面に見える模様を一つずつ頭の中にたたきこんでゆきます(そういう意味では記憶力もある程度は必要かもしれません)。そうして、およそ全体の様相をつかんだら(ここまで、見始めてから30分以上かかることも珍しくありません)、いよいよスケッチにとりかかります。

スケッチの基本は、「最初は淡く描いて、だんだん、濃くしてゆく」、です。どうしてもしょうがない場合以外、消しゴムは使いません(時間の無駄ですし)。木星は自転が10時間程度なので、1時間も経つと、自転の影響で模様はかなり動いてしまいます。スケッチは時間との戦いでもあります。

木星の場合にはほぼ平行に縞模様がありますから、まずは縞模様から描き始めます (最初は淡く、です)。そして、模様の中でも特に目立つものを、実際の木星をよく観察して、できるだけ正確な位置にすばやく記入します。この時の時刻を記録しておきます。あとは、これらの模様を基準にして、他の模様を描き込んでゆきます。模様の濃淡などは、次第に濃くしていきます。

最後に、スケッチを眼から遠くに置いて、全体を見た 時の印象が、実際の木星を見たときと違わないか確認し ます。(図4に完成例を示しました)

基本的には、以上で終わりですが、スケッチを描いた

紙には、観測開始の時間、 望遠鏡についての記述 (口径、焦点距離や倍率)、 気流の条件(シーイング、 シンチレーション)、それから特に目立った模様 については文章でも記述 を残しておきます。目立 った模様が木星面中央しておけば、そこから、その 模様のある経度を計算

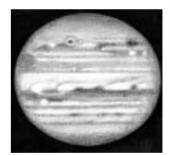


図4;シューメーカー・レビー 第9彗星の木星衝突 (1994) の直後にとられたスケッチ

ることもできます。特に文章による記録を併用するのは 大変、メリットがあります。スケッチを撮った直後なら ばいいですが、半年も経つと、スケッチに描いてあるチョットした模様が、ほんとに見えていたのか、スケッチ のミスなのか思い出せなくなるからです。

以上で簡単にスケッチについて説明をしましたが、ここで言う様に堅苦しく考えず、せっかく眼で見た印象を記録に残しておこうと思って鉛筆をとっていただければいいと思います。もっとも最近では、デジカメでパシャっと撮ったほうが楽だし早いので、みなさん、そちらの方がいいかもしれないですね。

(観測普及研究員 濵根 寿彦、河北 秀世)





GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY
県立("hま天文台

発行日■2004年1月

発 行■県立ぐんま天文台

電 話■0279-70-5300 FAX■0279-70-5544

所在地■群馬県吾妻郡高山村中山6860-86

電子メールアドレス gao@astron.pref.gunma.jp

ホームページ■http://www.astron.pref.gunma.jp/

※広報誌のバックナンバーは上記ホームページからお取りいただけます。※広報誌や天文台の利用について、ご意見をお寄せください。

表紙写真説明 活発な活動を見せた2003年秋の太陽。上から太陽フレア($H \alpha$ 拡大像)、プロミネンス、巨大黒点(白色全体像)、ぐんま天文台で撮影されたオーロラ。



