

STELLAR LIGHT

ステラライト

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

No. **3**

天文台は何をすところか

施設紹介 観察用望遠鏡

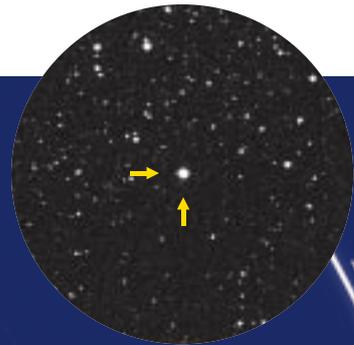
私の観察用望遠鏡の使い方 百海 正明

わし座新星CI Aqlの観測 初山 隆志

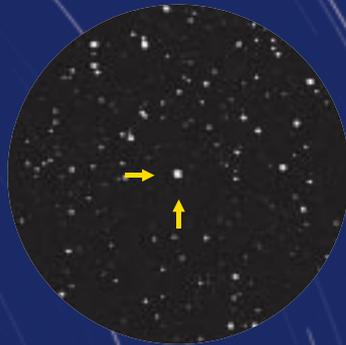
天体列伝 ^{エイチ・カイ} h+ ~ 散開星団からのメッセージ ~

天体観測はじめの一步 望遠鏡のしくみ

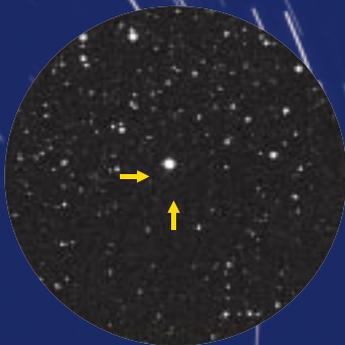
観察用望遠鏡天体画像集



4月29日



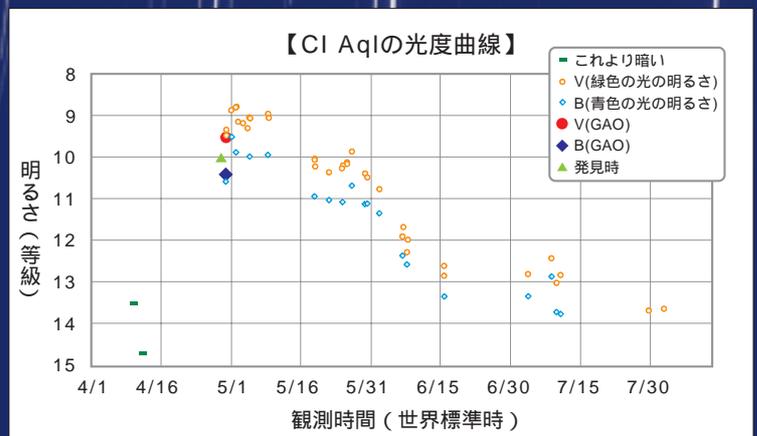
5月30日



9月21日

わし座新星CI Aql

本文5ページ参照



(●と◇はぐんま天文台での観測、その他はVSOLJより引用)

天文台は何をるところか

県立ぐんま天文台参与 清水 実

すばる望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡が活躍している時代であるが、これらの望遠鏡は最先端の観測に忙しく一般の人々は画像を見るだけで直接覗くことはできない。天文研究者も自分自身の観測データを思うように撮ることができないのが実情である。地道で継続的な観測や奇抜な発想の観測も受け入れてもらえない。一方で人々の関心は天文を含むスケールの大きな環境問題に向けられてきている。そのせいもあってか現在国内には200を超える公共天文台ができて活躍している。これらの天文台は、それぞれ種々の特徴をもって運営されている。人材とか経済的理由から観望のみを主とせざるを得ないところ、天文講座、イベントを主催して教育普及に努めているところ、やや専門的な天文教室を行っているところなどさまざまである。特に1m級の望遠鏡を備えている天文台では、大型望遠鏡で直接天体を観察してもらうだけではなく、天文学学校スタイルの比較的小人数での本格的な体験教室を開いているところが目立ってきており、ぐんま天文台でもこの種の観測研究講座をはじめたところである。これは大変良い傾向であり、学問を目指す人たち、特に若者にとっては喜ばしい存在である。なかでも、ぐんま天文台は人材、観測機器、計算機類が揃っておりこのための環境は特に整っている。大型から小型までの望遠鏡、CCDカメラ、各種分光器、赤外線観測装置、太陽望遠鏡など天体観測に必要なものは殆どといってよいくらい揃っている。また研究者も恒星から銀河、宇宙論、波長でいえば 線、X線、可視、赤外、電波の専門家、更には教育専門家と多士済済である。群馬県当局の意欲の強さが感じられる。これを活かすも殺すも職員全体の双肩にかかっている。あわてず焦らず着々と築いていってもらいたいものである。

ただここで心配なのは、あまりにも機材というかブラックボックスが整っていることである。望遠鏡や観測装置の制御にしても解析ソフトウェアにしても教育資材にしてもそのまま使えるものは殆どないと言っては言い過ぎかも知れないが、観測目的や教育目的に合うように工夫改良していくのが科学技術の進歩の上で重要である。ブラックボックスの積み重ねと中身の改良見直しの重要性を常に頭にいれておかなければならない。教育者やメーカーの立場からいえば、確立された学問や技術のみを利用せざるを得ないのかも知れないが、もう少し学問上、教育上の現状の把握と将来の展望が必要なのではないだろうか。例えばぐんま天文台の太陽スペクトルは他所では見られない立派な教育資材である。これらを活用して天体の観測研究とはどんなものかを示す新しいアイデアを生み出すことが可能な筈である。これから稼働を開始する赤外装置や天体分光器についても同じことが言える。最先端の学問が現在どのように発展しつつあるのか、将来どのようなことが期待されるのかを子供たちと一緒に考えていくことが、ぐんま天文台に与えられた課題なのではないだろうか。

天文台にはいろいろな人が訪れる。天文の知識が全くない人、よく知っている人、望遠鏡や技術的なことに興味がある人、美しさや雰囲気だけで感動する人、プロより観測に熱心なアマチュアと称する人、子供から老人まで皆天文台というのはどんなところだろうかとか好奇心を持って訪れる。しかし皆それぞれ種々の分野では専門家であるので説明には神経を使うことが多い。これらの人々の好奇心と向上心を楽しんでいくのがわれわれの仕事であると考えている。



M51(右)とNGC5195(左)。1月9日百海正明氏が観測用望遠鏡1号機にて撮像。親と子が手をつないでいるようにみえることから子持ち銀河の名前で親しまれています。

施設紹介

～ 観察用望遠鏡 ～

観察用望遠鏡は一般の施設見学ではみることのできない施設ですが、観望棟(写真右)に設置されている望遠鏡です。観望棟は天文台の建物群の中の東にあり、横方向にスライドして開閉する屋根の構造からスライディンググループともよばれています。

観察用望遠鏡は、天体観察用の口径15cmの屈折式と、画像撮影用の口径30cmあるいは25cmの反射式の二つの望遠鏡が一組になっていて、観望棟にはこれが6組設置されています(写真下)。6組の望遠鏡は一括して制御することが可能になっており、多人数で同時に同じ天体を観察することができます。利用法とし



ては、この一括制御をいかして、学校などの団体の観望やイベントに利用したり、また、金、土、日曜日の夜10時から翌朝まで望遠鏡を占有して利用することができます(望遠鏡操作講習会で資格取得が必要です)。銀塩カメラ、ビデオカメラ、CCDカメラ、フィルター等、多彩な備品が用意してありますので、フィルムやMO等を持ってくれば、銀塩写真もCCD撮像も可能です。では、そのような占有利用の例を紹介してみましょう。

(観測普及研究員 田口 光)

私の観察用望遠鏡の使い方

群馬県の人口が二百万人に達した記念として天文台が建設されると知り、オープンの日を心待ちにしていた方はたくさんいたのではないのでしょうか。私もその中の一人で、公開前の天文台フォーラムや現地説明会にも足を運んでみました。そして、「本物の体験」や「開かれた利用」など、5つの運営方針が固まるにつれ、期待がさらに高まってきました。

昨年春のオープン後、占有利用のための資格講習会が開かれ、早速、申し込みをしました。講習では台員の方が丁寧に説明をしてくださり、立派な施設にふさわしい優秀なスタッフがそろっているなあと思ったものです。

私がよく利用させていただいているのは、観察用望遠鏡と呼ばれる機材です。私は小学生の頃から天文に興味を持ち、惑星や星雲・星団を眺めたり、カメラに

群馬星の会 会長 百海 正明

収めたりしてきましたが、ここの施設はまるで夢のようです。コンピュータの制御で自動的に天体を導入することができますし、個人ではなかなか所有できないような、明るく、広い視野の望遠鏡がそろっています。また、普通のカメラだけでなく、冷却CCDカメラもあり、気軽に撮像が行えます。架台の据え付けや追尾精度もまずまず良好で、5分程度の撮像ならばガイドエラーも気になりません。

初めて利用した11月には、秋から冬の天体を撮像しましたが、わずか3分の露出でオリオン大星雲の内部構造まではっきりととらえられていたのには驚きました(次頁写真下)。その後も、一月に一回ほどのペースで、CCDカメラでの撮像をメインに、星雲・星団の画像を撮り続けています。

しかし、せっかくの空の暗さと機材があるのですか



渦巻き銀河M81（おおぐま座）。1月9日に観察用望遠鏡1号機にて撮像。アンドロメダ銀河と同様、太陽のような恒星が1000億個程度集まった恒星の大集団です。星がレコード盤のような形に分布しており、M81はそれをやや斜めから見た状態です。



渦巻き銀河NGC891（アンドロメダ座）。1999年11月13日に観察用望遠鏡5号機にて撮像。NGC891は渦巻きを真横から見た状態です。真ん中に黒い筋がみられますが、この部分は濃い星間物質があって星の光を遮ってしまうため、その部分にある星の光が見えなくなっているためです。



オリオン大星雲(M42)。1999年11月14日に観察用5号機で取得したもの。この写真では星雲の光が明るくて見えませんが、小口径の望遠鏡で観察すると中央の明るいところにはトラペジウムという明るい生まれたての四つ星も見えます。星雲は羽を広げた鳥に形容されることもあります。

ら、ゆっくり観望することも忘れてはけません。撮像の合間には、同架されている15cmの屈折望遠鏡で星空散歩を楽しんでいます。また、10cmの双眼鏡も置いてあるので、時間がいくらあっても足りないくらいです。また、今年の夏には本格的な観測にも使えるフィルターが利用できるようになりました。そこで、鑑賞用の画像を得ることに加え、研究的な観測にも利用したいと考えています。

占有利用のための講習会は、希望者が多く、現在はなかなか資格が取れないという話を聞いています。素晴らしい施設ですからより多くの人に利用していただき、星空や自然、ひいては地球環境に思いを寄せる人々が増えていくことを願う反面、個人的には占有利用の予約が殺到し、思うように使えなくなるのも困るというのが偽らざる心境です。

* 画像は著者撮影 *

わし座新星CI Aqlの観測

放送大学学生 初山 隆志

職業人と天文観測の両立

私は天文愛好家の一人ですが、天文学を基本から勉強したいと思っていた時、放送大学があるのを知り、案内書で天文の授業があるのを確認して入学しました。通信制で前橋に学習センターがあることが、群馬県に住む社会人にとって好都合だったのも理由です。一度卒業したのですが再入学し、もう7年も学生でいます。変光星の測光観測は、卒業研究の延長でずっと続けているテーマです。会社員のため、観測は週末が主体になります。又、月に一度程度はぐんま天文台で占有利用観測を行っています。ボランティアもやっていますので、皆様にお会いできる時があると思います。

新星って何？

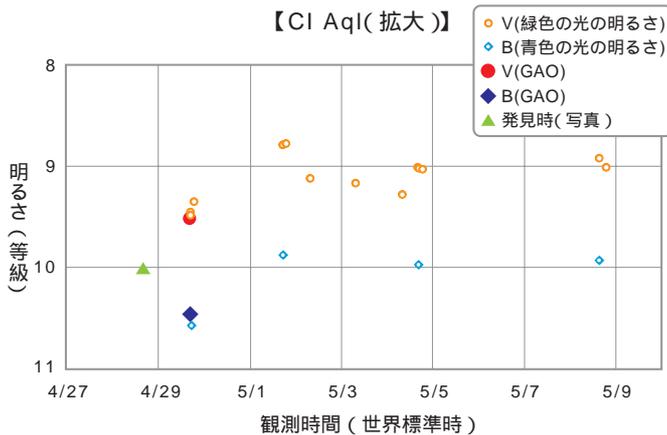
星が数日の内に爆発的に明るくなり、その後ゆるやかに

元の明るさに戻るものを新星と言います。まったく新しい星が生まれたわけではありません。また、新星の中で、爆発が2回以上起きたものを反復新星と言います。4月29日、私たち放送大学チームは、観察用望遠鏡の1号機とCCDカメラを占有利用しましたが、わし座のCIという変光星(CI Aql)の近くで、新星が発見されたというニュースが、日中、インターネットを通じて世界中の変光星研究者に流されていました。そこで、当時ぐんま天文台におられたハキム・マラサン氏の協力を得て、急遽「CI Aqlの近くの新星」を観測することにしました。その時は「CI Aqlの近くの星」と言う認識でしたが、この星がCI Aqlそのものだとは分かったのは数日後のことでした。CI Aqlは過去(1917年)にも爆発した記録があったので、反復新星ということになったのです。

発見後世界で最初のCCD観測か！！

わし座は夏の星座なので、春では夜半を過ぎないと観測に適する高さに上がってきません。八キム氏から教えてもらったそれまでのニュースや座標を元に、CI Aqlが東から上ってくるのを待ち、観測を始めたのは深夜1時を少し過ぎた頃でした。表紙の画像のうち右上のものがその時に撮影したわし座新星(矢印)です。その後の5月や9月の画像を見てみると、だんだん暗くなっていく様子が分ります。

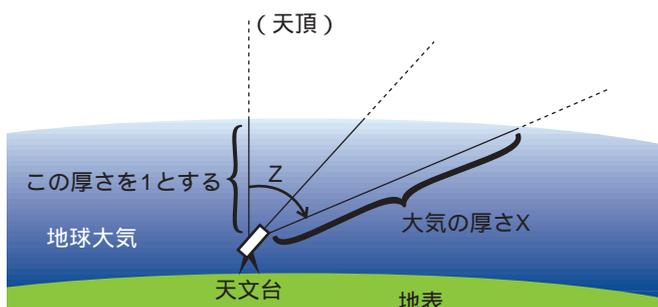
下の光度曲線グラフは表紙のグラフのうち増光当時の部分を拡大してあります。縦軸は明るさに相当しますが、等



級で表されていて、数値が小さい(上)ほど明るいことを示します。4月の観測は、正に増光中の劇的な一瞬でした。増光を発見したという情報がインターネットで流されてからの観測としては、世界で最初のCCD観測となりました。この観測の重要性はそれだけにはとどまりません。実際、その後26分後には別のグループが観測を行っていたことがわかったのですが、それらも含めた観測によると、1時間程度の時間スケールで明るさの変化が見られたので、少しでもたくさんのデータが必要だったのです。光度曲線から、なぜCI Aqlにはこのような変光がみられるのか、その機構の解明が期待されます。

大気による減光の補正

さて、わし座新星を観測した晩、もう一つ重要な観測を行ないました。それは、ぐんま天文台の望遠鏡で観測された等級を世界的に通用する標準等級にやき直すための観測です。この観測は主に二つの理由で必要です。第一に、標

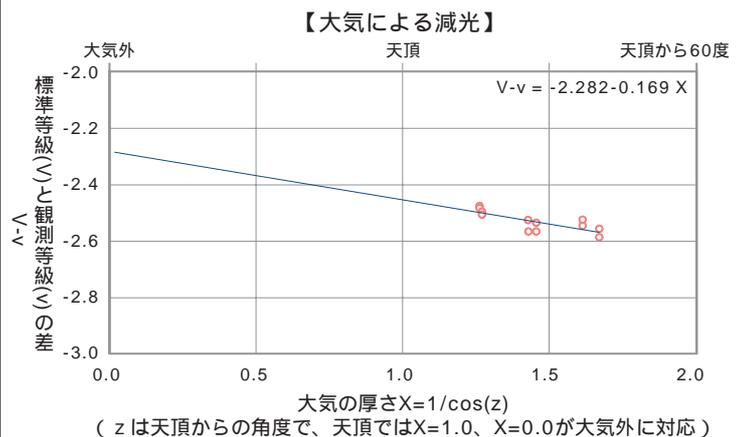


大気による減光の概念図

準等級ではベガ(とその他5つの星の平均)がゼロ等になるように決められているので、観測された等級もベガ他5つの星の平均がゼロ等になるように補正することが必要です。第二に、星の光が大気を通過すると光が弱まります(これを大気による減光と呼びます)。標準等級は大気の外で観測した場合の等級に補正してあるので、ぐんま天文台で測定した観測等級も大気外での等級に補正する必要があります。そこで、私たちの観測では、標準星と呼ばれる明るさ(標準等級)の分っている星を、大気の厚さの違う所で何回も観測し、観測等級と標準等級を比較する方法を取りました。

下のグラフは、4月29日に観測した大気による減光の曲線です。横軸は星の光が通過してくる大気層の厚みです。縦軸はどれだけ星の光が暗くなっているかを表し、下になるほど暗くなっていることを示します。観測点(赤丸)は右下がりになっていますが、天頂(X = 1.0)付近に比べて大気の厚い場所(地平線に近くXが大きい所)では星の光が弱くなることを表しています。観測点の近似式(グラフの直線)から、大気外の値(グラフでX = 0.0のところ)を求めると、標準等級と観測等級の差が出ます。この値が、目的の星の観測等級から標準等級に補正するのに使われます(厳密には、更に星の色による補正を加えることも行われます)。空が澄んで安定していない場合には星の減光の度合いを示す観測点がばらつき近似式が正確に求まらないので、この観測は安定した夜に行う必要があるのですが、この日はかなり安定していたことがうかがえます。

標準星を観測してこのような一連の補正を行なうことを大気の減光補正と言います。このように正確な等級を出すのは結構やっかいです。このような地道な観測を行うことが、より正確な星の光度を求めたり他の観測と比較する上でどうしても必要なのです。CI Aqlの光度曲線のぐんま天文台の観測値もこの補正を施してあったわけです。



天体列伝

h+ ~ 散開星団からのメッセージ ~

ある少年が望遠鏡を買ってもらって初めて見た天体がこれでした。『うわぁ、まるで宝石箱をひっくりかえしたようだなぁ』。その少年は時がたつのも忘れてその天体を眺めていました。彼はやがて成長して流星観測の第一人者となりました。彼の人生を変えるほど魅力的だったその天体。それはh+（エイチ・カイ）とよばれるペルセウス座の天体でした。これはきわめて美しい散開星団ですが、今回はh+をはじめとした散開星団に秘められた天の川の歴史の話をしましょう。

散開星団と球状星団

星の集団には散開星団と球状星団がありますが、その特徴は下の表にみるように対照的です。

数字は典型的な値です。

	散開星団	球状星団
年 齢	100万年～10億年	100億年以上
星の分布	散らばっている	集中している
星 の 数	50～1000個	10万～100万個
星団の位置	天の川沿い	天の川とはほぼ無関係

表 散開星団と球状星団の比較

球状星団は百億年をこえる年をとった星の集団で、星が球状に見事に密集しています（11頁の球状星団M3の画像も参照）。星の数は多いものでは百万個にも達します。一方、散開星団は集中度が低く、星の個数も少なく、また若い星団が多いのが特徴です。また、代表的な散開星団であるプレアデス星団などは写真に取ってみると淡い散光星雲に囲まれています。オリオン大星雲はガスとチリの塊から星が生まれる現場だと考えられていますが、散光星雲がとりまくような散開星団はまだ生まれただけの星団で、母体となった星雲のガスが散光星雲として光っているのだと考えられています。

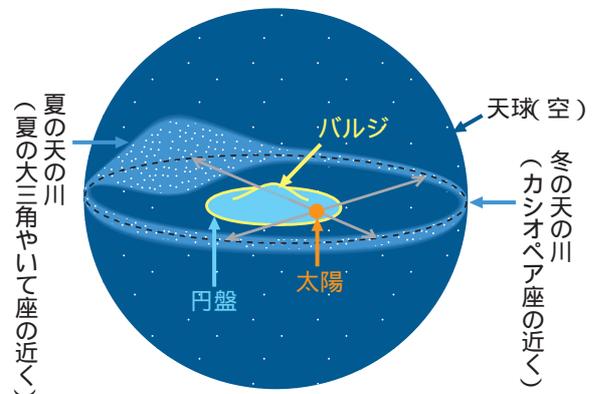
h+、すばる、ヒアデス・・・

h+（画像）はカシオペア座のW字の近くにありますが、カシオペアは秋から冬に見える天の川の中にあります。他の有名な散開星団としては、すばる（プレアデス星団、M45）、ヒアデス星団、Mel 111、M11、

M37、M44（プレセペ星団）、M67、NGC188などがありますが、これらを含めて、ほとんどの散開星団は天の川の近くににあります。天の川には無数の星やたくさんの暗黒星雲があり、散開星団はそれらをバックに見



ペルセウス座の散開星団h+。1999年11月、観察用望遠鏡2号機にて撮像。7500光年のほぼ同じ距離にある二重星団で、画像では右がh、左がh+に対応します。青い星の多い、典型的な若い星団です。背景には無数の天の川の星がうつっています。



天の川に星がたくさん見える理由 図の中心部分は天の川の星の分布を表したもので、星は円盤状に分布しています。円盤の中心にはバルジと呼ばれるふくらんだ成分があります。太陽は円盤上でやや外側に位置しています。天の川の星の分布を太陽から天球(空)に投影してみると、円盤部分の星が帯のように見えます。これが天の川です。夏の天の川ではバルジのため、天の川がふくらんで見えます。

えることも多いのです。

さて、このような星団の物語の舞台となる天の川について簡単に述べておきましょう。ぼんやり光る天の川を望遠鏡で見たことがある人は実はそれが無数の星からなっていることを知っているでしょう。天の川を構成する星々は円盤状に分布しており、その星々をやはり円盤の中にある太陽から眺めるため、円盤の方向の星が重なりあって天の川として見えているのです。

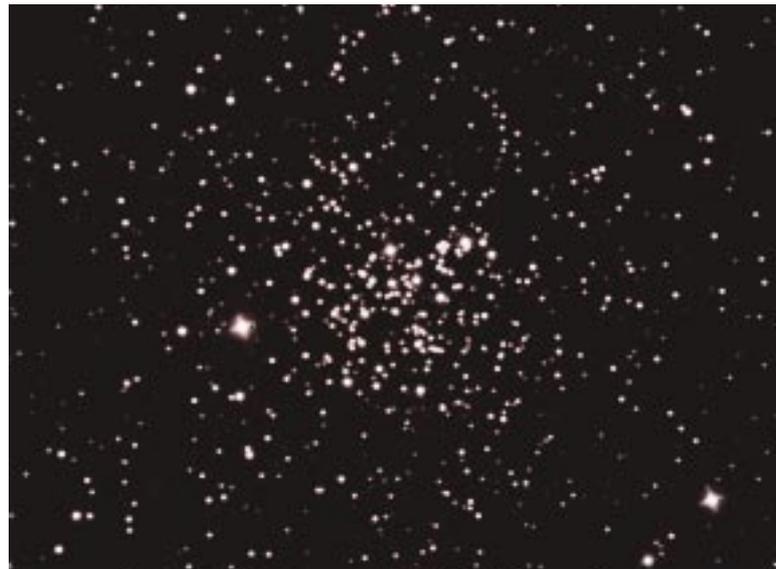
天の川の歴史を語るものは・・・ ～少数派の古い散開星団たち

さて、冒頭の散開星団と球状星団を比較した表では、星団の数字は典型的な値だと書きました。実際、大部分の星団はそのような特徴をもっています。しかし、少数ながら例外的な星団があります。そしてこの少数派の星団こそが銀河系の歴史の貴重な証言をもたらしてくれるのです。

少数派の散開星団は、数千～1万個程度の星を含み、中心集中度が高いものが多く、年齢的には10億～100億年程度です。つまり、散開星団と球状星団の中間的な特徴をもっています。このような星団は散開星団のうちの約10%程度にしか過ぎません。なぜこれらの星団が少数派であるのか、不思議に思われるでしょう。これには普通の散開星団が外部の力に対して安定な構造の集団に進化していないことが関係しています。天の川は実は大変苛酷な環境で、天の川の中をうようよしている(オリオンのような)大星雲に不安定な構造の星団が遭遇すると、たちまちにして集団がくずれ、星団の星々はばらばらになってしまうのです。この効果は2～3億年程度の間に行進するので、見つかった多くの散開星団はほとんどが10億年より若いのです。h+ も若い星が多く年齢は1000万年程度です。ところが、天の川の円盤の外部では星団を崩壊させるような大星雲が少ないため、その領域の星団には長生きするものがあります。先から述べている少数派の古い散開星団の多くは実際天の川の外部に位置しているものが多いのです。

さて、散開星団の年齢はつまりはその星団の形成されたのが何年前であるかを示します。ですから、散開星団の年齢の分布は実は天の川の中での星団(そしてある程度は星)の形成の歴史を反映したものになるわけです。むろん生まれても壊れてしまう星団の割合を推定することは難しいので、年齢分布だけで星形成の歴史を完全に解明することはできません。しかし、たとえば、一番古い散開星団の年齢は100億年程度ですので、天の川の円盤はそれ以上の年齢であること、球状星団と散開星団を明確に区別できない可能性、さらにはまた円盤とハローができた時期も重なりがあるという推定も不可能ではなくなります。また、散開星団の年齢

これらの星々は若いものが多いことも特徴です。一方、天の川の中心部分(いて・さそり座の近辺)のまわりは天の川の幅が広がっていますが、この部分はバルジと呼ばれます。さらにバルジの外側にはハローとよばれる部分が広がっており、古い星が分布しています。従って、古い星を含むハローがまず誕生し、その後、天の川の円盤の中で若い星が生まれたと考えるのが妥当なように思われます。

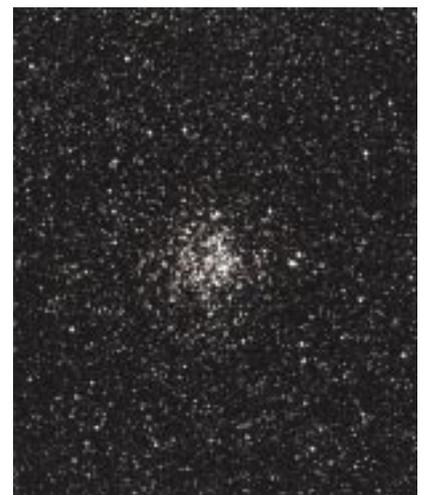


上：年老いた散開星団のひとつのM67(かに座)。3月10日、観察用望遠鏡2号機で撮像。

下：たて座の散開星団M11。M67同様詳しく調べられている星団で年齢はかなり若い。散開星団の中ではかなり密集しており観望会でも見ごたえのある天体の一つ。9月21日観察用望遠鏡2号機で撮像。

分布が連続的であることは、天の川ができてからの星(団)の形成が連続的に続いて来たことを示唆するものと受け取られています。

実は球状星団も年齢的に二種類あって、それらの天の川の中の運動を見



ると若いグループは古いグループと別の運動をしており、別の起源の星団だと考えられています。また、南半球に行くと見えるマジェラン星雲は天の川のすぐ近くにある別の天の川なのですが、マジェラン星雲で同じように散開星団の年齢の分布を調べてみると、星団がほとんど誕生しない静かな時期がある一方で集中し



M35(左)とNGC2158(右)。9月21日に観察用2号機にて撮像。ともにふたご座の散開星団です。この星団の近くの天の川にはM35、M36、M37、M38といった大物の散開星団がひしめき合っています。M35、M37はその中でも明るい星が多く見ごたえのある星団です。画像の二つの星団は空の上では偶然近くに見えますが、M35が生まれたてである一方、NGC2158は約20億年もの間、天の川の中を生き延びてきました。

て星の形成ができた時期があり、我々の天の川の近くにありながらも実はかなり異なった星(団)形成の歴史をたどってきたことがうかがえるのです。

このように、星団の年齢を多数調べることで、部分的ながらも銀河の中の星(団)の形成の歴史についてかいまみることができます。我々が日常に追われている間にも、世界のどこかで誰かが、ハッブル宇宙望遠鏡などを使って、となりの銀河のM31やM33などについても同じような研究を進めているのかもしれない。

むすび

散開星団は小口径の望遠鏡でも観望しやすく星のちらばりかたも多様で実に美しい天体ですが、見かけの広がり大きいので、ぐんま天文台の観望会では望遠鏡の視野の制限のためなかなかその全容を見ることができないものが多いのです。ぜひ、双眼鏡などで観察・観測し、かつての少年のような感激を味わい、また100億年を超える天の川の歴史に想いをめぐらせていただければと思います。

(主任(観測普及研究員) 長谷川 隆)

* 画像は著者撮影 *

天体観測はじめての一步

~ 望遠鏡のしくみ ~

今回は、望遠鏡のしくみについてお話ししましょう。

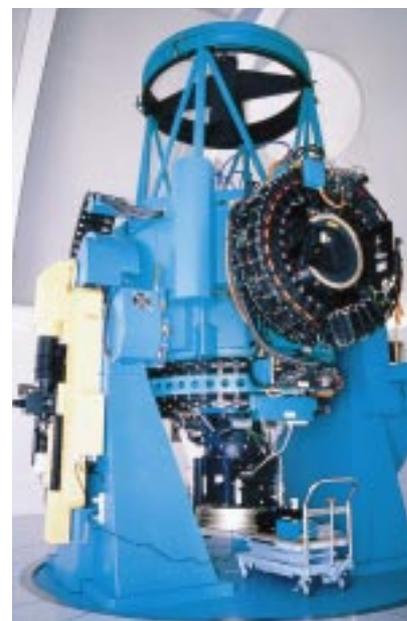
望遠鏡の構造

望遠鏡の大きさや形式は様々です。しかし、どの望遠鏡でも、主に次の2つの部分から成り立っています。集光部...天体からの光を集めて結像させる部分です。鏡筒の先からのぞいてみるとレンズか鏡が入っているのがわかると思いますが、これらのレンズや鏡で入って来た光を集めて像にするのです。

架台...鏡筒を支え、星を追尾する機構です。鏡筒の性能がよくても、架台が不安定であったり、追尾できなくては困りますので、頑丈で精密につくられています。図1には、ぐんま天文台の150cm望遠鏡の写真があり

ますが、緑の部分が鏡筒にあたり、青の部分が架台にあたります。では、鏡筒と架台について説明していきましょう。

図1：経緯台150cm望遠鏡



集光部の種類

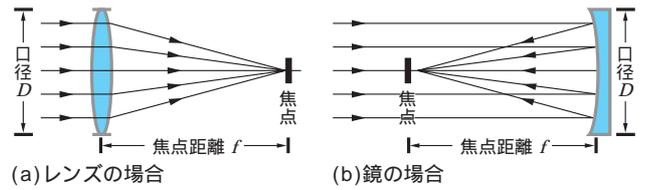
集光部は天体からの光を集め結像させる部分ですが、望遠鏡を大きく分けると、レンズを使って集める方式の望遠鏡(屈折望遠鏡)と凹面鏡などの鏡を使って集める方式の望遠鏡(反射望遠鏡)とがあります。筒先からみて、すぐ手前に大きなレンズ(対物レンズ)があるのが屈折望遠鏡で、一番奥に鏡(主鏡)があるのが反射望遠鏡です。

さて、ここで2つの言葉を紹介しておきましょう。口径と焦点距離です。口径とは屈折望遠鏡では対物レンズの直径、反射望遠鏡では主鏡の直径に当たります。口径が大きい程光を集める能力が高く、望遠鏡の性能を表す上で重要な数値です。ぐんま天文台にある望遠鏡も、150cm望遠鏡、65cm望遠鏡と口径がそのまま名前になっています。焦点距離は、平行に入って来た光が対物レンズや主鏡によって一点に集まるところ(焦点)までの距離にあたります。鏡を何枚か使う反射望遠鏡では、合成焦点距離といいます(図2,図4)。

屈折望遠鏡のしくみは、ほぼ虫眼鏡とおなじで反射望遠鏡に比べると簡単です。しかし、虫眼鏡のように1枚レンズでなく、実際は、凸レンズと凹レンズを組み合わせて、精密にまた色消しをして光を集めるための設計がなされています(図3)。

反射望遠鏡は、屈折望遠鏡に比べて大きな口径を作りやすく(大きなレンズをつくるよりも大きな鏡を作る方が、片面を磨くだけなので簡単で安価)、口径の大きな望遠鏡はたいてい反射望遠鏡です。ぐんま天文台にある望遠鏡もほとんどが反射望遠鏡です。反射望遠鏡のしくみは、鏡をどう組み合わせるかでたくさんの種類に分かれます。なかでも主流なのは、ニュートン式とカセグレン式です(図4)。まず、ニュートン式から説明しましょう。筒先からのぞき込むと、手前に3-4本の支持棒で何かが支えられています。これを斜鏡といいます。筒先から入った光は主鏡で反射し、斜鏡に集められ、さらに斜鏡で90°反射させて光を鏡筒の横にだして観察するしくみになっているわけです(図4A)。小口径の反射望遠鏡は、この光学系が主流です。ぐんま天文台では、観察用望遠鏡の6台のうち3台はこの形式を使っています。

カセグレン式ではニュートン式の斜鏡のかわりに副鏡という凸面鏡がついています(図4B)。星からの光は、



口径とF数($F=f/D$)
図2: 焦点距離

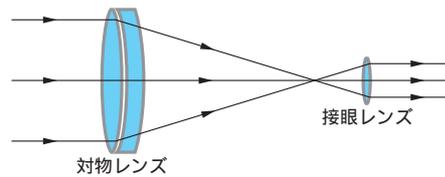


図3: レンズの組み合わせ

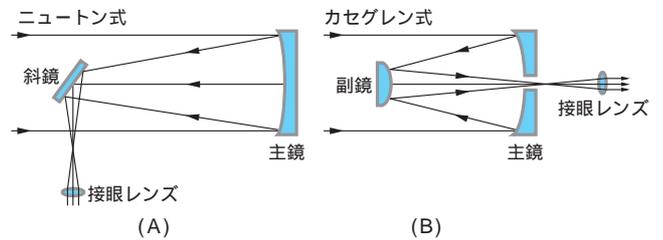


図4: ニュートン焦点とカセグレン焦点

主鏡、さらに副鏡で反射して、最終的には鏡筒の後ろで(屈折望遠鏡と同じように)のぞくようになっていきます。鏡筒の中で光が何回か反射されるので、焦点距離が長くてもコンパクトになりますので、大口径の反射望遠鏡は、このタイプやこれに近い光学系が採用されています。ぐんま天文台の望遠鏡の多くも、この形式か、この形式の変形版です。

これは、他の反射望遠鏡についてもあてはまるのですが、「斜鏡、副鏡や支持棒は、星を見るのに邪魔にならないの?」という質問をよく聞きます。答えは「星をみるのに邪魔にはならない」です。確かに、斜鏡の影になる部分の光は入って来ないので集める光を損することにはなるのですが、天体の像ができる焦点では、主鏡のあらゆる部分にあたった光が一点に集まってくるので斜鏡の形はみえなくなるのです。

架台の種類

架台も、構造によって経緯台と赤道儀の2つに大別できます。

経緯台は、鏡筒を水平方向と垂直方向に動かす方式の架台です。後に述べる赤道儀と異なり、重い鏡筒まで支えることができます。水平・垂直に動かせば、天

体がどこにあっても望遠鏡を向けることができ、水平・垂直の動きは私たちの方向感覚と同じなので、実際に自分で望遠鏡を動かして天体を導入するのは比較的簡単です。しかしながら、架台のもう一つの役割である天体を捉え続けることを考えますと、あまり簡単



図5：赤道儀 65cm望遠鏡

水平、垂直の座標に変換して、時々刻々望遠鏡を少しずつ動かしているのです。

ではありません。地球が自転しているため、天体は(北極星の近くにある)天の北極を中心に東から西へ日周運動をします。日周運動は水平方向あるいは垂直方向にだけ動くわけではないので、天体を捉え続けるためには、水平方向と垂直方向のどちらも動かさねばなりません。手で動かし続けるのは大変な作業になります。150cm望遠鏡は経緯台ですが、コンピュータで星の位置を

65cm望遠鏡は赤道儀になっています(図5)。一見して、一つの軸が傾いているので経緯台より不自然な格好をしています。しかし、赤道儀は天体を捉え続けるためには便利な架台です。天の北極を向いた軸(極軸といいます)を作り、これを一日で一回転させれば星の日周運動にあわせることができます。経緯台では、2つの軸を同時に、それも場所に応じて違った動きをしなければならなかったのが、赤道儀では1つの軸を一定のスピードで動かしていれば、常に天体を捉え続けることができるのです。また、赤道儀のニュートン・カセグレン焦点では日周運動の追尾の際に生じる天体像の回転がないため長時間の観測も簡単です。逆に欠点は、重心と支持点がはなれているために大きな望遠鏡を載せられないことです。また、望遠鏡を手で動かして天体を導入する際には、私たちの感覚と違うので慣れないとなかなかスムーズにはできません。以上、望遠鏡を見るときや自分で買うなどの場合、参考にしてください。

(観測普及研究員 衣笠 健三)

観察用望遠鏡天体画像集

観察用望遠鏡は小口径であるため暗い天体や淡い天体の光を観測するのは難しいのですが、視野が広いことを生かすことで広がった天体の観測には威力を発揮します。観察用望遠鏡で得られた天体画像の例を紹介しましょう。ぜひとも占有利用での利用をお待ちしています。



リニア(LINEAR)彗星の3色合成図。7月10日に百海正明氏が観察用望遠鏡5号機にて撮像。彗星を青、緑、赤のフィルターで続けて撮像して、計算機で合成したものです。彗星は空の上で星と別の動きをします。従って各フィルターの画像で彗星は星に対して別な位置に動いていることとなります。従って、3色合成するときには彗星について位置を合わせると逆に星が別の位置になり、星が信号機のように合成されます。



リニア(LINEAR)彗星のカラーCCD画像。7月9日に五島正光氏、小菅京氏、浜根寿彦氏が観察用望遠鏡2号機にて撮像。この画像ではカラーCCDを使い同時に3色の画像を得ているため、上の百海氏の画像のように星が色によって別の位置に写ることはありません。ただ、カラーCCDを使うと、空間分解能が落ち、また天体の光の強さを測定する位置が色によって微妙に異なるため、光の強さの色毎の違いを厳密に比較することができません。なお、この3枚の画像は時間を隔てて取得していますので、彗星が星の間を移動していることを確かめてみましょう。



球状星団M3(りょうけん座)。3月10日に観察用2号機にて撮像。M13、M92(ともにヘルクレス座)、M15(ペガスス座)などと並び、北半球では代表的な球状星団です。散開星団とは対照的に、中心部までぎっしり星が密集している様子が見えます。また周囲には暗い星がたくさん分布していますが、これは長い時間の間に重い星と軽い星がほぼ同じエネルギーを持つようになったため、暗くて軽い星が外まで飛び出すようになったためです。



こぎつね座の惑星状星雲M27(亜鈴状星雲)。7月10日に観察用5号機で百海正明氏が撮像して3色合成したもの。星雲中央の星のガスが表面から宇宙空間にゆっくり流失し、そのガスが星の光に照らされた反射光が星雲として見えています。中央部の青い光は酸素原子の光、外側の赤い光は水素原子の光です。普通の星の光はいろいろな色の光が混じっているのに対し、惑星状星雲は主に元素に固有の光で光っていることが多いのです。亜鈴状星雲は夏の観望会でよく観察する天体ですが、このような色は写真やCCDカメラで撮像してはじめて見られるものです。



おとめ座銀河団。3月10日観察用望遠鏡2号機にて撮像。我々の天の川銀河の近く(といっても4500万光年程度)にある、銀河の大集団。画像の中央左寄りと左下の明るい銀河がM86とM84で、おとめ座銀河団の中心部にあります。この画像はおとめ座銀河団のほんの中心領域しかカバーしていませんが、銀河団全体では暗い銀河を含めると1000個程度の銀河が集団をなしています。おとめ座銀河団は我々の天の川銀河から近くにあることから、さらに遠い銀河の距離を測る基準となったり、詳細に構造や星の形成率の測定が行われたり、我々の天の川銀河がおとめ座銀河団の引力に引かれて落ち込む速度などが測定されています。ただ、どれもいまだにまだまだ未解決の要素を残しています。

* 画像撮影者氏名のないものはぐんま天文台が撮影提供 *

天 界 四 季 折 々

ぐんま天文台は、11月から3月までは、冬時間となります。昼間の施設見学は午後4時までです。観望会は午後6時から午後9時まで（入館は午後5時から）となりますのでご注意ください。

11月になりますと、土星、木星といった惑星が観望時間中に見ることができるようになります。150cm望遠鏡、65cm望遠鏡ともに、土星の輪や木星の縞模様を詳しく観察できますので、この機会にぜひともご覧ください。なお、この時期のドーム内は大変寒くなります。十分な防寒対策をお願いします。

現在ぐんま天文台では、以下のような企画を予定しています。最新の情報については、ホームページをごらんいただくか天文台までお問い合わせください。

1. 観望会

11/17（金） しし座流星群観望会

午後5時より受付を始め、6時から1時間ほど学習会を行った後、7時から観望会を行います。

学習会は映像ホールで行います。予約不要ですが、定員は先着100名です。

観望会は晴天時のみ実施します。人数に制限はありませんので自由にご参加ください。

2. 望遠鏡講習会

金・土・日曜日は、夜間（22時から明朝まで）望遠鏡を占有して利用することができますが、そのためには講習会で利用資格を取得する必要があります。今年度占有利用ができる望遠鏡は、65cm望遠鏡、観察用望遠鏡、移動式望遠鏡です。

講習会の日程は以下のとおりです（第1回～第4回は終了しました）。2ヶ月前から申し込みできます。望遠鏡を操作して観望するための資格とCCDカメラを利用して天体の撮像を行う資格があり、講習会各回の初日は前者、二日目は後者の講習を行います。二日続けて受講して両方の資格を取得することも可能です。詳しい内容や申し込み用紙は天文台事務室までお問い合わせください。

第5回2001年1月13, 14日

第6回2001年3月10, 11日



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

発行日：2000年11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/>