STELLAR LIGHT No.19

ステラーライト

▲球状星団　M13

台長室から　～「理科離れ」で思うこと～
観測報告　～宵の明星～
天体列伝　～太陽～
天体観測入門　～フィルター（2）～
天文台の気象のはなし　～雷の季節～
空を見上げてみよう　～夏の大三角とベガ～
天文台の素朴な疑問　～昼間は何をしているの？～

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY
県立ぐんま天文台

台長室から　「理科離れ」で思うこと

台長　古在　由秀

最近、若者の「学力低下」、「理科離れ」といった言葉をよく耳にする。「学力低下」は、文部科学省の唱えた「ゆとり」教育のせいだということで、授業時間を増やしたりして、その回復を図る学校が増えたという。また、全国一斉テストを行って、学力を調べようという計画もあるときく。

そもそも、学力と試験、特に入学試験が結びつくと弊害が起き、入学試験の制度もたびたび改善が図られてきたのは、よく知られている。

学力とともに、体力という言葉も単純ではない。小中学校の生徒の身長、体重は、第二次世界大戦後、右肩上がりの増加のカーブを示している。一方、いわゆる体力テストの短距離走、幅跳びなどの記録は、むしろ落ちてきていると、しばしば新聞紙上で目にする。

もちろん、一流の陸上競技、競泳などの選手、特に女子選手の記録の向上は目覚ましいものがある。例を一つあげれば、1932年のベルリンオリンピックのマラソンの優勝記録をだしても、最近では女子選手は日本代表に選ばれない。しかし、一般の子どもたちの歩く、あるいは走る持久力は、50年前よりはるかに劣っているのではないだろうか。

また、よい記録を持つ一流選手の健康状態も、必ずしも良いとはいえない。甲子園で活躍した投手も、その後一流になるとは限らない。

学力についても、同じようなことがいえるのではないかと思う。入学試験のために勉強し、見事に合格しても、本当の学力がついたわけではない。試験のためにと、理科の本に書いてあることを覚えることばかりしていれば、理科が嫌いになるのは当たり前のような気がする。

私の学校時代の友人で、我々が試験の前に化学反応の式を覚えようとしていると、「なぜそれを覚える必要があるのだ。考えれば分かるではないか」と言った人がいた。化学反応の基礎の考え方を理解すれば、試験勉強などする必要がないということらしい。これを、実験で確かめつつ、生徒に理解させるのが本当の化学教育で、「理科離れ」を避ける一番よい方法なのであろうが、これは誰にでもできることではないだろう。しかし、それに向かって努力しなければ、「理科離れ」は防げないであろう。

化学反応だけでなく、自然現象をよく観察すれば、そこに基本原理があることが分かるはずである。こうして、自然科学は進歩してきたのである。我々のぐんま天文台でも、「本物を見せる」ことを目標にし、来館者が天体に接して、そこから宇宙の仕組みを見つけてもらえたらと希望している。その第一歩として、自然は美しいものであることを感じてもらいたいと思っている。

昔から、日本人は自然をこよなく愛し、自然と共存する仕組みを長年かけて実現してきた。この自然をよりよく理解し、よりよい共存の途を探るのが、理科教育の大切な目的のはずであると考えている。

観測報告　宵の明星

上野　宗孝（東京大学大学院総合文化研究科）
大月　祥子、佐川　英夫（東京大学大学院理学系研究科）

金星は宵の明星とか明けの明星と言われるように内惑星ですから、宵の明星と呼ばれる季節には、薄明も終りようやく天体観測が本格的にできると思うころには太陽を追いかけるように西の空に沈んでしまいます。金星の観測を行っていると、夕方早めに観測装置のキャリブレーションデータを取り始めながら太陽が沈むのを待ち望み、運良く西の空が晴れているとすかさず望遠鏡を動かし観測を行い、金星が沈んで空もすっかり暗くなった後に校正用の天体の観測を行い終了させるということになります。こうして毎日の天気を恨めしく思いながら細切れの観測を続けることになります（普通の天文観測と比べると極めて健全な生活となります、ただし明けの明星はこれに比べると大変ですが・・・）。

金星は地球と双子星であると言われ、金星の直径は地球の大きさと近く、また地球と同程度の密度を持つ固体のまわりに大気を持っているなど似通った部分が多くあります。しかし金星の地表温度は 470℃程度という灼熱地獄のような環境であり、海も存在せず大気は非常に乾燥していることが知られています。これは金星が90気圧にも達する炭酸ガスの大気に覆われ、非常に強力な温室効果により地表面の温度が高くなっているためです。双子星と言われながらも、地球と金星とは天国と地獄のように現在の環境に差があります。二つの惑星の大きな環境差の要因は現在でもきちんと理解されていませんが、太陽系外の惑星系が多数発見される時代にいる我々にとっては極めて重要な研究テーマです。いったいどのような条件が整えば地球のような環境をもたらし、何が欠けると金星のような環境になってしまうかは興味深い話題です。それは系外惑星系の中での生命圏を考える良い指標となるからです。

この金星観測においては、近赤外線波長がホットな窓となっています。長年にわたって金星は濃い大気の内側を見ることが出来ないと考えられてきました。美しく輝く美の女神ヴィーナスが分厚いヴェールを纏（まと）っているのですからミステリアスな事この上ないのですが、現在の観測者はそのヴェールの隙間を赤外線波長を使って垣間見ようとしているわけですから、ヴィーナスも世の中が下品になったことにあきれていることでしょう。赤外線観測のきっかけとなったのは、1983年に発見された『金星大気の窓』の存在であり、その後の精密な観測により、1.01，1.10，1.18，1.27，1.31，1.74，2.3μmの各波長帯に、金星の厚い大気にも透過帯があることが判ってきました。これらの波長が『地球大気の窓』の内側に存在していたので、地上の望遠鏡でも金星大気の内側を覗（のぞ）き見ることが可能なのです。これを受けて日本でも2009年の打ち上げを目標に金星探査機(PLANET-C)が準備されており、至近距離から金星大気の詳細観測を予定しています。金星大気の微細な構造はPLANET-C到着までおあずけですが、大局的な構造を調べることは地上望遠鏡でも挑戦できます。そこでぐんま天文台に近赤外線の分光器があることを幸いに、金星の押しかけ共同観測を始めました。特に観測時間についてかなりのご無理をお願いしているにも拘わらず、西原さんを中心に快く対応していただいており関係者一同本当に感謝しております。実は赤外線観測装置が徐々に普及して来ている現在でも、近赤外線の分光器を有する望遠鏡は世界中でも十指に満たず、特に金星観測のような惑星系の観測を本格的に行っているのはマウナケア観測所においても IRTF（NASA 赤外線望遠鏡）くらいしかありません。ぐんま天文台の赤外線分光器は惑星観測においても極めて貴重な存在です。

以下にぐんま天文台で観測を行った結果の一部を示します。我々の金星観測では望遠鏡の動きを通常の恒星時に合わせて追尾しています。金星は恒星の運動に対して速度を持っていますので、赤外線分光器のスリット上を金星がゆっくりと移動していくことになり、分光器のデータを時系列で見ると金星全面をスキャンしたものとなっていることになります。このため得られたデータから３次元のデータキューブを構築し、そこから波長情報一定の面を取りだす操作を行えば、ある波長での金星全面の画像を得ることが出来ます。文章で書くと簡単ですが、キャリブレーションまで含めると少し面倒な作業になります。現在も観測データの解析を続けており、大気光や CO ガスの分布などに関する成果を得ることが出来ると期待しています。

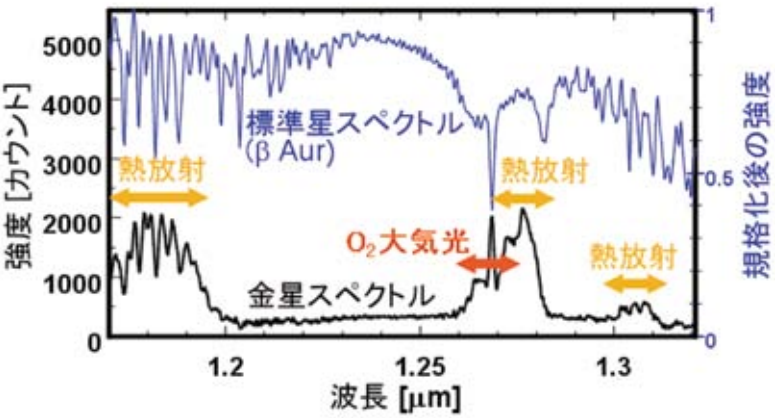


図1：　2004年5月11日に得られたJバンドスペクトル。黒線が金星のスペクトルであり、1.269μmの鋭いピークを中心とした三つ山が金星の酸素分子による大気光、青線は校正用に取得した標準星（βAur）である。

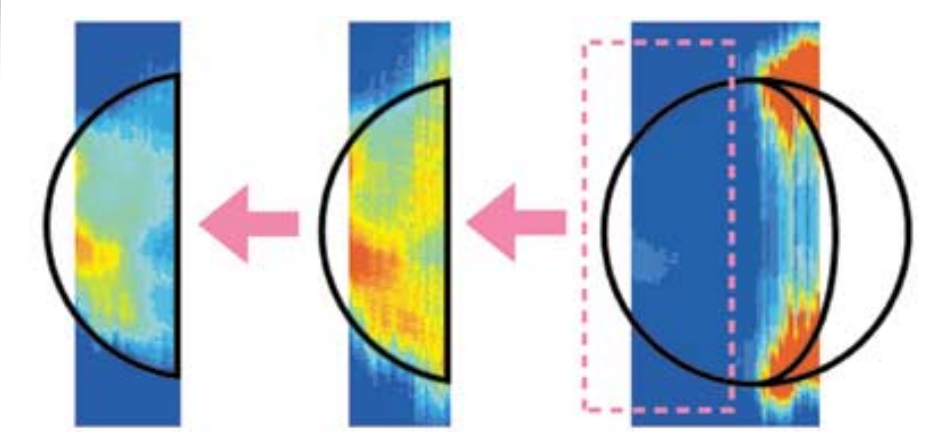


図２：　図１で示したスペクトル情報から大気光の成分のみを取りだし金星画像を再構築したもの（左図）。反太陽点よりやや朝側（ディスクの左端側）に強度のピークが見られており、従来からの観測上の特徴と一致している。今後の詳細な解析により大気光発光層温度分布を求めていく予定である。右側がJバンド全体の強度分布であり、昼面からの光の漏れ込みが見られる。

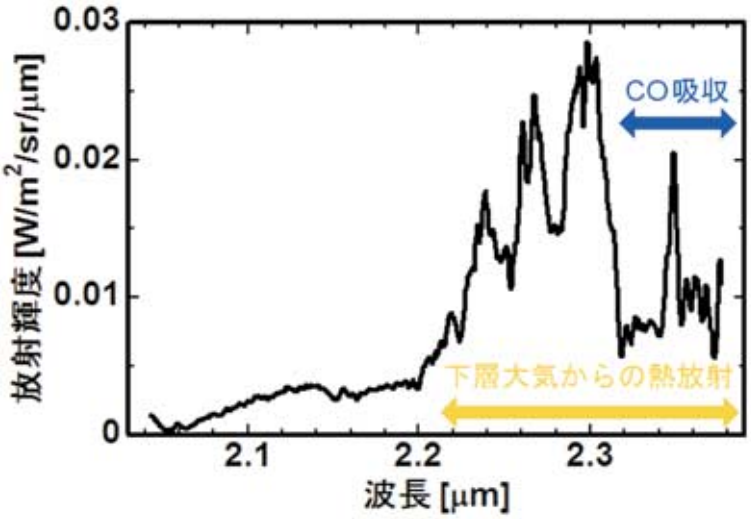


図３：　2004年7月４日に得られたKバンドスペクトル。下層大気の熱放射のスペクトルの上にCO分子の吸収が見られる。

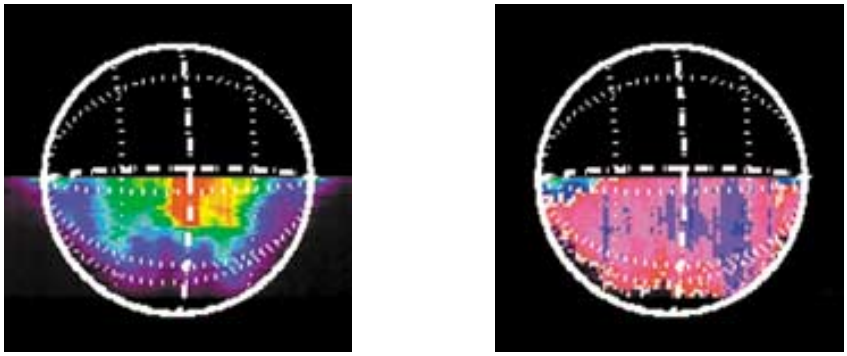


図４：　Kバンドのスペクトルデータから熱放射成分を切り出して金星画像を再構築したもの（左図）。熱放射の明暗から金星の雲の濃淡構造が分かる。右図は同様にCOの吸収を示す再構築図。

太　陽

Hα線で見る太陽の活動

減光処理をして一般的に見る可視光の像を「白色像」と言います。太陽のエネルギーは「彩層」(図1参照)の下層にある「光球」から放出されています。

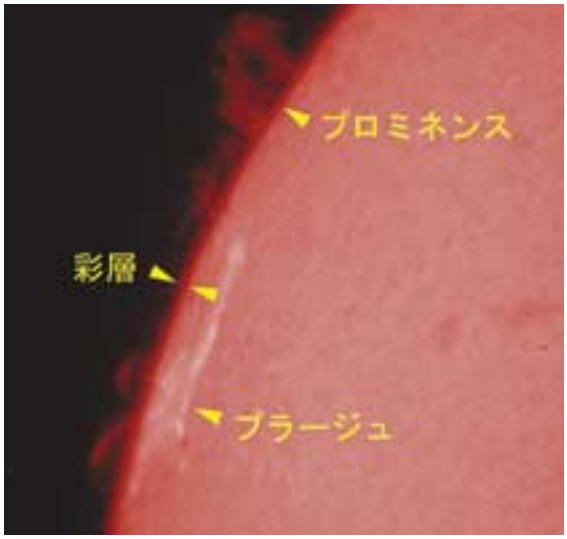


図1：　彩層　2005年５月３日撮影

Hα線とは、水素原子の出す6563Åの赤い光です。光球から放出された光のうち、Hα線は光球より上層の彩層に大量に存在する水素原子によって吸収されます。すると、Hα線だけを通すフィルターをつけて太陽を見ると光球は見えず、その代わり、光球の上にある彩層のようすがよく見えます。彩層では、いろいろな活動現象（プロミネンスなど）が発生しており、地上太陽観測ではHα線での彩層観測が有力です(図2参照)。

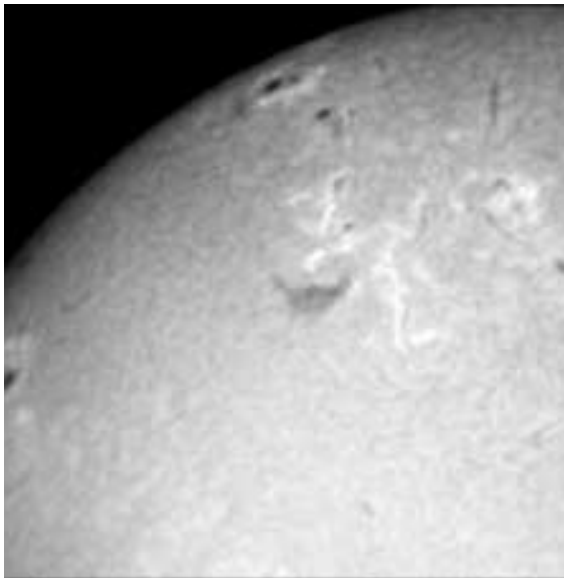


図2：　Hα拡大像

図2をみると、彩層は筋模様だらけだとわかります。この筋は磁力線に沿って分布した水素原子のようすです。特に黒い筋模様は、ダーク・フィラメント（暗条）と呼ばれます。また、図3で太陽の縁から突き出して見えるのがプロミネンス（紅炎）で、数千～１万度のプラズマです。プラズマとは、中性の水素原子が電離してイオンになった水素気体[1]のことです。見た目では全く異なるダーク・フィラメントとプロミネンスは実は同じもので、プロミネンスは背景に明るい物体が無いので白く（カラーでは赤く）見えますが、ダーク・フィラメントのように背景に明るい光球が輝いている場合には、光球を隠すので黒く見えるのです。どうも、昔の人が別物と考えて命名したようです。プロミネンスの速度は秒速数百km、ある日突然噴出したり、ガスが細長い形でジェット状に噴出（サージ）したり、太陽の光球面上ではダーク・フィラメントが突然消失することもあります。

図3:　太陽の巨大プロミネンス　2004年10月23日撮影

さて、Hα線で見る太陽活動のハイライトは、時々、太陽面の一部が突然明るく（白く）見えるフレア（太陽面爆発）です(図4参照)。フレアは黒点の近くで現れることが多く、数十分から数時間続くこともあります。フレアが起こると、水素爆弾100万個以上を同時に爆発させたほどのエネルギーが発生するので、地球に深刻な影響を及ぼすこともあります。

太陽フレアが発生すると、実はいろいろなところで大騒ぎになります。まず、約8分後に強いX線や紫外線放射が地球に届き、地球の超高層の大気から電子をはぎとって原子を電離させます。この過程で太陽の放射エネルギーが熱に変換され、電離した超高層大気の温度が急激に上がり、地球大気が外へ向けて

[1] 中性の原子が残っていてもよい。

膨張します。すると、人工衛星が飛んでいる高さの大気密度が大きくなり、人工衛星が受ける空気抵抗が増し、衛星の高度が落ちたり、姿勢が変わったりします。異常に強いフレアによっては、高エネルギーの粒子が放出されて人工衛星の電子回路や太陽電池に当たり、通信衛星や気象衛星を壊すこともあります。

また、電離層の反射を利用する通信には特に障害が起き、フレアが終わるまで回復しません。以前、レーガン大統領が乗ったジェット機が中国へ向かっている途中で無線連絡が途絶えた経験から、アメリカ軍は太陽活動に注目しているようです。さらに、軌道上の宇宙飛行士には地球大気のようなバリアもなく、宇宙船の薄い外壁しかありませんので、致命傷になる可能性があります。船外活動はもちろん即刻中止、急いでフレア待避用のシェルターに避難しなければなりません。

このように、宇宙時代を迎えて、太陽フレアが地球に与える影響はますます増加しています。今後も太陽活動を注意深く観測して、正確な宇宙予報を提供する必要性が高まっています。

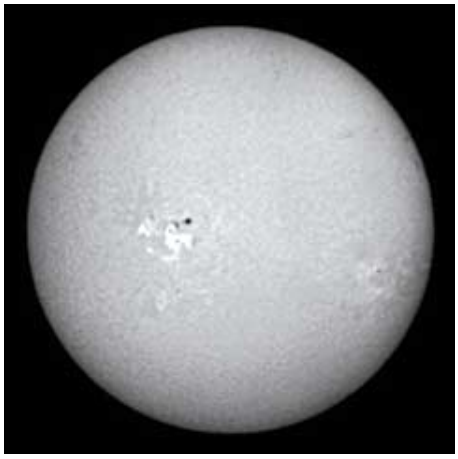


図４：　太陽フレア　2004年7月22日撮影

フレアでは何が起きているのか

太陽のエネルギー源はその中心部分での核融合反応です。このエネルギーは外へ向かって伝わり、太陽の光球面まで到達してから宇宙空間へ放出されます。では、どうして時々フレアを起こすのでしょうか。実は、太陽は強い磁場を持っており、それが原因で次のように発生すると考えられています。

図5(a)の矢印は磁力線を表していて、左側と右側とで磁力線の向きが逆向きになっています。このように反平行な磁場成分を持つ磁力線どうしが近づくと、その部分に拡散が生じて、図5(b)のようにX状に交わり、図5(c)のようにつなぎ変わって（磁気リコネクション）上下に２組のとがった構造を持つ磁力線ができあがります。磁力線はゴムひものような性質があり、とがった形はゴムひもを引っ張った状態に対応します。磁力線はゴムひも[2]のように上と下へそれぞれ弾かれていきます。そして、上下の磁力線が切れて横の磁力線と再結合します（リコネクション）。下側にできた頭がとがった「カスプ」と呼ばれる構造が丸くなると、図の真ん中の空いた場所では圧力が下がり、左右からまた磁力線が流入してつなぎ変えが繰り返されます。このとき周囲のガス(プラズマ)が磁力線に巻き込まれていっしょに運動します。左右からやってくるプラズマは互いに衝突して（磁気流体スローモード）衝撃波をつくり、そこで熱を発生します。この過程が急激に大量に起こっているのがフレアだと考えられています。

[2]これは「パチンコ効果」と呼ばれる、ゴムひもの張力で玉を飛ばした昔の子供の遊び道具のパチンコ。

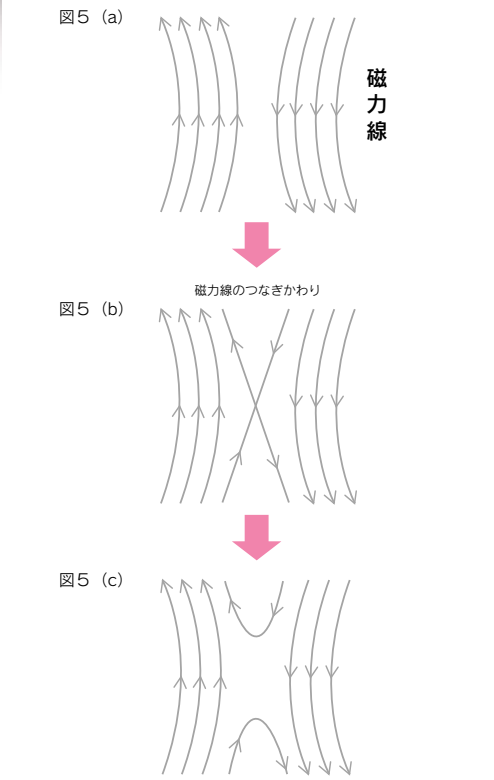


図5：　磁気リコネクション

1991年に打ち上げられた「ようこう（陽光）」衛星は、磁気リコネクションモデルが予言したのとそっくりな形のとがったカスプ型の高温ループを発見しました(図6参照)。また、温度を測るとカスプの外側で最も高く、カスプの内側になるほど温度が低くなっていましたが、これも、ループの外側ではリコネクションが起きたばかりなので高温のプラズマが外から積もってきて、内側では冷却の効果によって温度がだんだん低くなるという理論モデルからの予言とよく合っています。近年では、リコネクションに伴う流れも見つかり、磁気リコネクションモデルが正しいことがほぼ決定づけられました[3]。

フレアのエネルギーが解放されるメカニズムはわかってきましたが、フレアに至るエネルギーを蓄積する機構やフレアが生じるきっかけについてはほとんどわかっていません。特に、フレアが発生する条件を明らかにすることは、現在の地上観測でもある程度迫ることができ、ぐんま天文台の太陽望遠鏡と分光器で貢献していきたい分野です。

(主任(観測普及研究員) 中道 晶香)

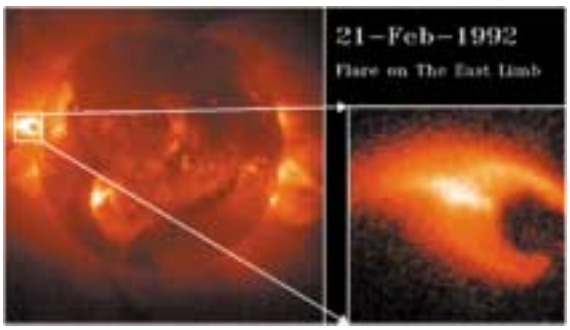


図6：　「ようこう」軟X線望遠鏡がとらえたカスプ型フレア　1992年2月21日(JAXA宇宙科学研究本部提供)

[3]今でも磁気リコネクションモデルに異議を唱える研究者が存在する。

天体観測入門

フィルター（2）

前号では天文観測でどのようなフィルターを使うのか説明しました。一言でいえば、自然界の光にはいろいろな色(波長)の光が含まれているので、そのうち必要な波長の光だけを切り出すのがフィルターの役割、ということでした。観測の前にはどういう波長の光を取り出すのが面白いサイエンスにつながるか、考えつくすものです。

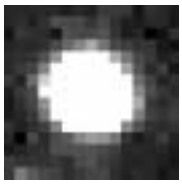
さて、今回はフィルターを使った天体画像の測定例を紹介しましょう。表紙の写真の天体は、今ごろの観望会でもよく見る球状星団M13です。青い星、赤い星が入り交じっていますが、これらの星についてどのように測定してどのような情報を引き出しているのでしょうか。

測定

表紙のM13は*B*、*V*、*I*のフィルターを通して取得した画像が別々にあります（図1)。これらはもともと白黒の画像ですが、仮の色がつけてあります。

さて、各フィルターの画像で星の明るさを測ります。星の明るさを測る手順はだいたい図2のようです。ただし、これはまわりに同じような明るさの星がほとんどないと考えられる場合で、今回の球状星団のように星が混み合っているところでは図3のようにして間接的に測ります。これはプロファイル・フィッティングとよばれます。

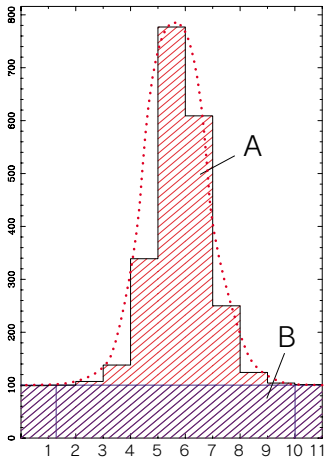
ここでは緑に近い*V*バンドと赤から赤外にかけての*I*バンドで明るさを測りました。その明るさの比が色に対応します。例えば青っぽい星は*V*バンドの光が*I*バンドの光の量の倍に、逆に赤っぽい星は*V*バンドの光が*I*バンドの光の半分しかない、といった具合です。天文学ではこの色という人間の感覚を「*V*バンドの光が*I*バンドの光の何倍」というふうに数字に置き直して表現します。こうすることで、例えば、*V*バンドの光が*I*バンドの光の5倍の星は、2倍の星より青いということが言えるように



a

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	101	101	101	101	99	100	101	101	100	100	99
10	99	101	100	102	102	101	101	101	100	101	99
9	100	100	100	102	102	105	104	104	101	99	100
8	100	100	101	105	114	127	125	115	105	102	100
7	101	100	102	116	175	303	272	163	113	103	102
6	99	100	107	138	339	777	609	250	124	104	101
5	100	102	106	131	290	599	450	184	116	102	101
4	100	100	103	112	150	199	169	122	106	102	100
3	101	99	102	104	109	113	111	106	103	101	100
2	99	100	101	101	103	101	103	100	101	101	100
1	98	101	101	102	102	102	103	101	99	99	100

b



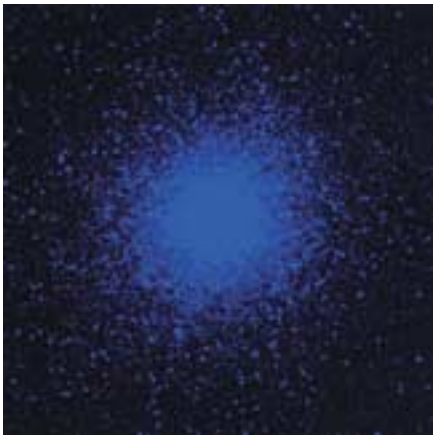
c

a：星の画像(図1の一部を拡大したもの)。画像は細かいマス目(ピクセル)から成り、各ピクセルに星から来た光の明るさが(数字として)記録されています。

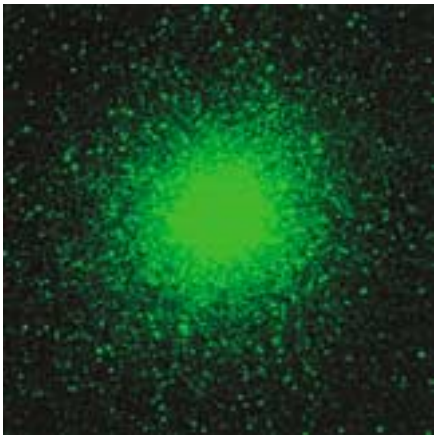
b：ピクセルの明るさを数字化したもの。星の中心部分で明るく、数字も大きくなっています。星から離れたところでも明るさがあります。これは大気などが原因で、「空の明るさ」とよびます。

c：bの明るさを横線にそってグラフにしたもの。赤で塗った部分が星の明るさ、青の部分が空の明るさ。星の明るさを測るには、まず星の場所の明るさを測ります(A＋B)。これには空の明るさ（B)も含まれるので、空の明るさを星のまわりの場所で測って、星の場所の明るさから引いて補正します。別の方法として、点線のように近似してその点線の明るさを星の明るさとして間接的に測ることもあります。

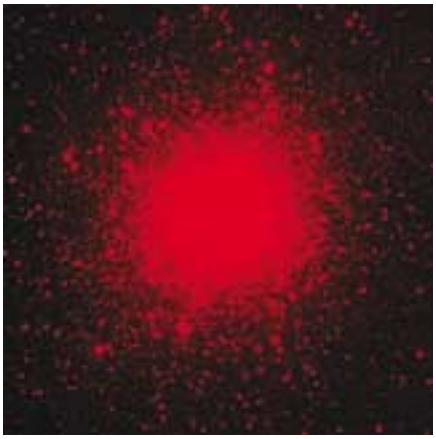
図2： まわりの星から十分離れている星のるさの測りかた



*B*バンド



*V*バンド



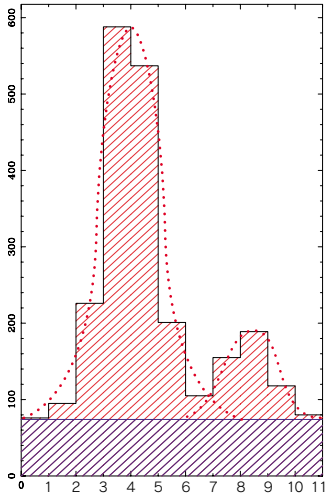
*I*バンド

図1： M13の*B*バンド、*V*バンド、*I*バンドの画像

a

77	75	73	72	71	73	72	73	75	74	71
75	74	73	74	75	73	73	72	71	72	71
73	75	77	82	84	79	75	76	75	73	72
73	78	101	150	159	110	90	95	102	87	76
74	90	187	486	489	216	115	152	200	127	85
76	95	226	588	537	201	105	155	189	118	80
76	85	132	221	186	112	86	95	99	88	77
72	74	82	94	90	80	76	74	76	77	74
70	72	75	76	78	76	73	72	71	71	71
71	73	73	74	76	75	72	70	70	70	70
71	72	72	71	73	72	70	71	70	70	73

b



c

a：重なってみえる星の画像
b：明るさを数字化したもの。
c：明るさの変化を横軸に沿ってプロットしたもの。この場合は、一つの星の場所に隣の星の明るさがかぶってくるので、直接は測れません。それぞれの星の明るさを点線にそって間接的にはかります。

図3： 星が混み合っている領域での星の明るさの測りかた

なりますし、測定誤差がなければ非常に小さな違いまで言えるようになるのです。図4には、このようにして明るさや色を測定したM13のたくさんの星々について横軸にVバンドとIバンドの比で表される色を、縦軸にVバンドの明るさそのものを示します[1]。これが色と明るさ(等級)の関係を表したもので色等級図とよばれます。図に記した全ての点はそれぞれがM13の画像上のどれかの星に対応しており、そのうちいくつかの点はそれが画像上でどんな星であるかを示しました。図4で $V-I$ = −0.2〜0.2で、V = 15.5を中心にかたまりになっている星たちがありますが、画像上でどのように見えているか、探してみませんか。

大部分の星は赤く測定されていますから、このかたまりの星たちは画像の上では大部分の星より青くみえるはずです。明るさとしては、大部分の星は V = 17〜19と暗いですから、かたまりの星は、比較的青く、明るい星として見えるはずですね。

[1]天文学では、さらに慣習として、明るさは、その対数を使い、符号を反対にして表します。m (等級) = $-2.5\times\log_{10}(L$(明るさ)$)$。ですから、明るさを等級として表した縦軸は、数字が小さいほど明るくなります。またVとIバンドによる色(明るさの比)を表した横軸は数字が大きければ赤くなります。

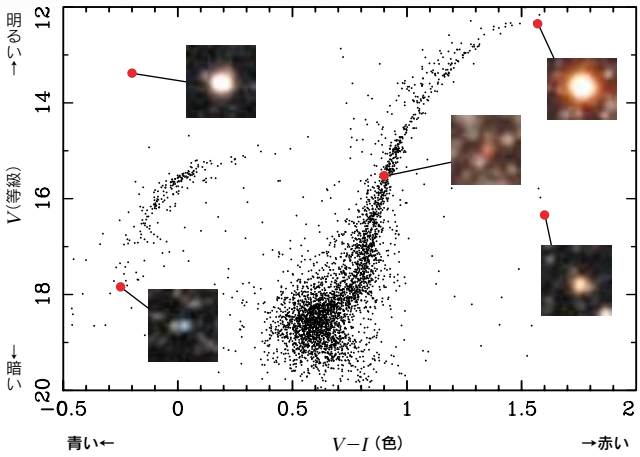


図4： M13の色等級図。いくつかの星について、それが画像上でどう見えるか示してあります

ここでのべた色を使う方法は、銀河までの距離を調べて宇宙の中でどのように銀河の分布が変わって来たのかなどにも適用できます。色を測ることはシンプルですが、暗い天体の探査や研究には他をもって変えがたく、今でも何百本という論文が書けるほど強力な武器でもあるのです。

何を読むか

サイエンスのはじまりはこれからです。図4からどんなことを読むのでしょうか。一例として、図5に二つの極端な年齢、1億年と100億年、の星が、色等級図でどこに分布するかを示しました。これを図4のM13の色等級図と比較すれば、この球状星団はまぎれもなく100億年に近いことがわかることでしょう。むろん、この星団の年齢が100億年なのか110億年なのかはもっと詳しくみないといけませんが、こういう年齢といった情報をひきだし、それらをもとにして、たとえば、天の川の進化のストーリーを作り上げていくのが天文学なのだと言ってもいいのです。

(主任(観測普及研究員) 長谷川 隆)

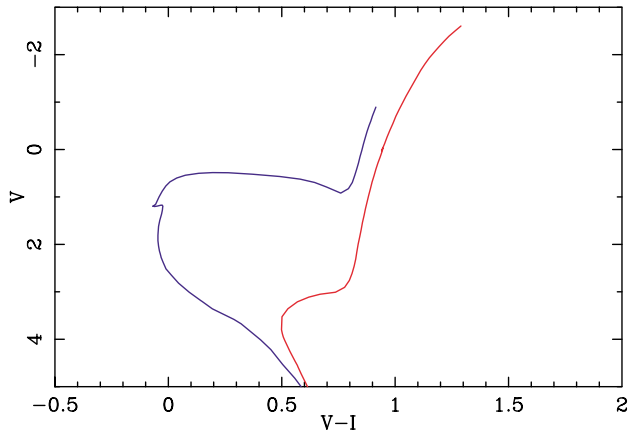


図5： 1億年（青線）と100億年（赤線）の年齢の星が色等級図上で分布する範囲

天文台の気象のはなし

雷の季節

群馬の夏の風物詩といえば雷です。ここ高山村でも暑い夏の夕方には頻繁に雷雨に襲われます。昼間はかんかん照りでほとんど雲もないのに、夕方になって「今夜は天の川がきれいに見えるかな」と期待していると、にわかに雲が空を覆い、あっという間に真っ暗になって激しい雷雨に見舞われる、なんていうことも珍しくありません。どうして群馬は雷が多いのでしょうか。そもそも雷雨になるメカニズムとはどのようなものなのでしょうか。

雷雨の予感（雄大積雲）

夏、天気予報で「明日は大気が不安定になるので関東では広い範囲で雷雨となるでしょう」というようなコメントを耳にします。実はこの「不安定」というのがポイントなのです。たぶん、みなさんは「大気が不安定」と聞くと、何となく空気が激しく波を打っているとか、鳴門海峡のうず潮のように乱れている、というようなイメージを持つのではないかと思います。実は「大気が不安定」というのは、正確には「大気の状態が不安定」ということで、簡単に言うと、通常より上層の空気が冷たく、下層の空気が暖かい状態のことなのです。このようなときには雷雲が発達しやすくなるのです。では、雲はどのように発生するのでしょうか。

雲の正体は小さな水滴（または氷粒）だということはご存じだと思います。空気中の水蒸気が飽和して空気中に水滴や氷粒となって漂っているのが雲というわけです。なぜ水蒸気が飽和するのかといえば、それは空気が冷やされるからです。空気には多かれ少なかれ水蒸気が含まれていますが、温度が高いほど空気が含むことのできる水蒸気の量は多くなり、温度が低くなるほど含むことのできる水蒸気の量は少なくなります。つまり同じ水蒸気の量であっても、温度が低くなれば湿度が上昇するのです。

今「空気の塊」を考えます。この空気の塊が何かの力で上空に持ち上げられると、上に行くほど気圧は低くなりますから空気の塊は膨張します。するとその空気の塊の温度が下がります（熱力学第一法則）。その結果、相対湿度が高くなり、ある高さまで持ち上げられた空気の水蒸気は飽和することになります。そして、それ以上持ち上げられれば雲が発生することになります。つまり、雲が発生するには空気の塊を持ち上げる力が必要なのです。

実は夏に雷雲を発生させるのは地上付近の「上昇気流」です。夏の強い日差しを受けると地上付近の空気は暖められ、暖められた気塊は軽くなるので上昇しようとします。そのまま上昇を続ければその気塊の温度はどんどん下がってついに雲が発生するはずです。ところが飽和していない空気が上昇するとき、一定の比率(A)（約1℃/100m）で温度が下がりますが、通常は周囲の空気層の気温が下がる比率(B)（高度１０kmくらいまでは約0.4～0.7℃/100mの割合で上空ほど温度が低くなります）よりも気温の低下が大きいため、一定の高さまで上昇すると周囲の空気と上昇した気塊の温度が同じになり、それ以上上昇することはできません。たまたま何かの力によって水蒸気が飽和するまで上昇すれば雲が発生するわけですが、飽和した空気が上昇する場合の温度の減率(C)は飽和していない空気の気温減率より小さく0.5℃/100m前後ですから、もしＣ＞Ｂであれば、それ以上気塊は上昇できず、雲は発達することはできません（この状態を「大気が安定」といいます）。しかし、何かの事情でＣ＜Ｂという状態にあれば、気塊はさらに上昇を続け雲はどんどん発達して、積乱雲と呼ばれる雲に成長し、ついには激しい雷雨をもたらすことになるのです。このようなことが起こるのはどういう場合かといえば、地上付近の温度が高く、上空の温度が非常に低いような場合（上空にふだんより冷たい空気が入ったとき）ということになるのです。これが「大気の状態が不安定」ということなのです（図１）。

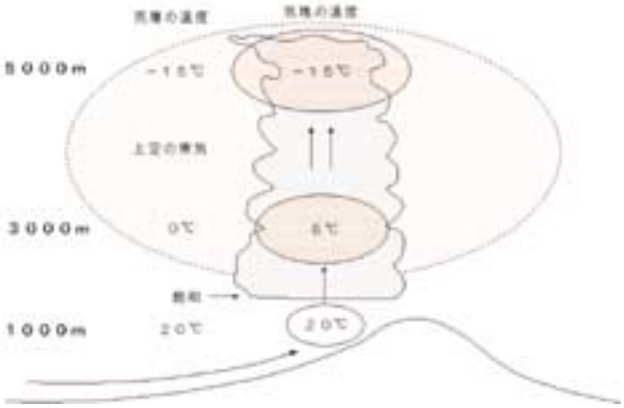


図1

地表付近の空気が夏の強い日射で暖められると上昇流が発生するわけですが、雷雲は関東平野の真ん中よりも群馬県や栃木県などの山沿いで発生することが多いのはなぜでしょうか。夏の日差しが地表を熱するのは平野部でも山間部でも同じですから、平地でも山沿いでも同じように上昇気流が発生してもよさそうです。

ところが、山沿いと平地の地面付近の空気がそれぞれ同時に暖められたとしても、山沿いの空気の方が最初から高い位置にあります。空気は一斉に上昇するわけにはいきませんから、平地の空気は山沿いで先に上昇した空気のあとを補充する役割に回らなくてはならないのです。そのため、暑い日には最初に山沿いで上昇気流が発生し、関東平野では山に向かって南東よりの風が吹くことになります。こうして午後から夕方にかけて山間部で発生した雷雲は、発達すると日差しが弱まって北西寄りの風に変わった関東平野を南東方向に下ります。吾妻方面から吾妻川沿いに、また利根方面から利根川沿いに雷雲が平地を襲うのはそのためです。

（前総務グループリーダー 佐藤 武夫〔気象予報士〕）

空を見上げてみよう

夏の大三角とベガ

夏の大三角を見つけよう

夏の夜空を見上げると、まず３つの明るい星が目に付きます。この３つの星をつなぐと大きな三角形ができます。これが「夏の大三角」と呼ばれる星の並びです。この夏の大三角も前回紹介した北斗七星と同じように星座ではありません。北斗七星はおおぐま座の一部でしたが、夏の大三角を形作る３つの星は、それぞれ別の星座に属しています。

こと座のベガ、わし座のアルタイル、はくちょう座のデネブです。どれも１等星クラスの明るい星なので、さがすのはそれほど難しくはないと思います。夏の星座を探すのに一番の目印になりますので、ぜひ探してみてください。

七夕伝説の織姫星と彦星

夏のころ、特に７月になると決まって聞くのが七夕の伝説、牽牛と織女の恋物語です。このうち牽牛(彦星)に当たる星がわし座のアルタイル、織女(織姫)に当たる星がこと座のベガです。二つの星の間には夏の天の川が横たわっています。月明かりのないよく晴れた夜に、山の上などの空気の澄んだ場所で見ると、薄い雲のように見えます。七夕の伝説のとおりアルタイルとベガは天の川を挟んで離れ離れになっているのです。しかし、太陽からの距離はそれぞれ16光年と25光年です。二つの星の距離もおよそ16光年ですので、7月7日の晩に年1回のデートをするのは現実的には無理な話です。

織姫星も北極星？

ところで前号の歳差運動の話を覚えていますか？前号11ページの図を見ると西暦14000年ごろには地球の地軸がベガの近くに向くのがわかります。ということはそのころにはベガが今の北極星と同じ役割を担うことになります。また逆に14000年前にはベガが北極星だったわけです。織姫星は七夕だけでなく1年中見える星だったわけですね。

織姫星は特別な星

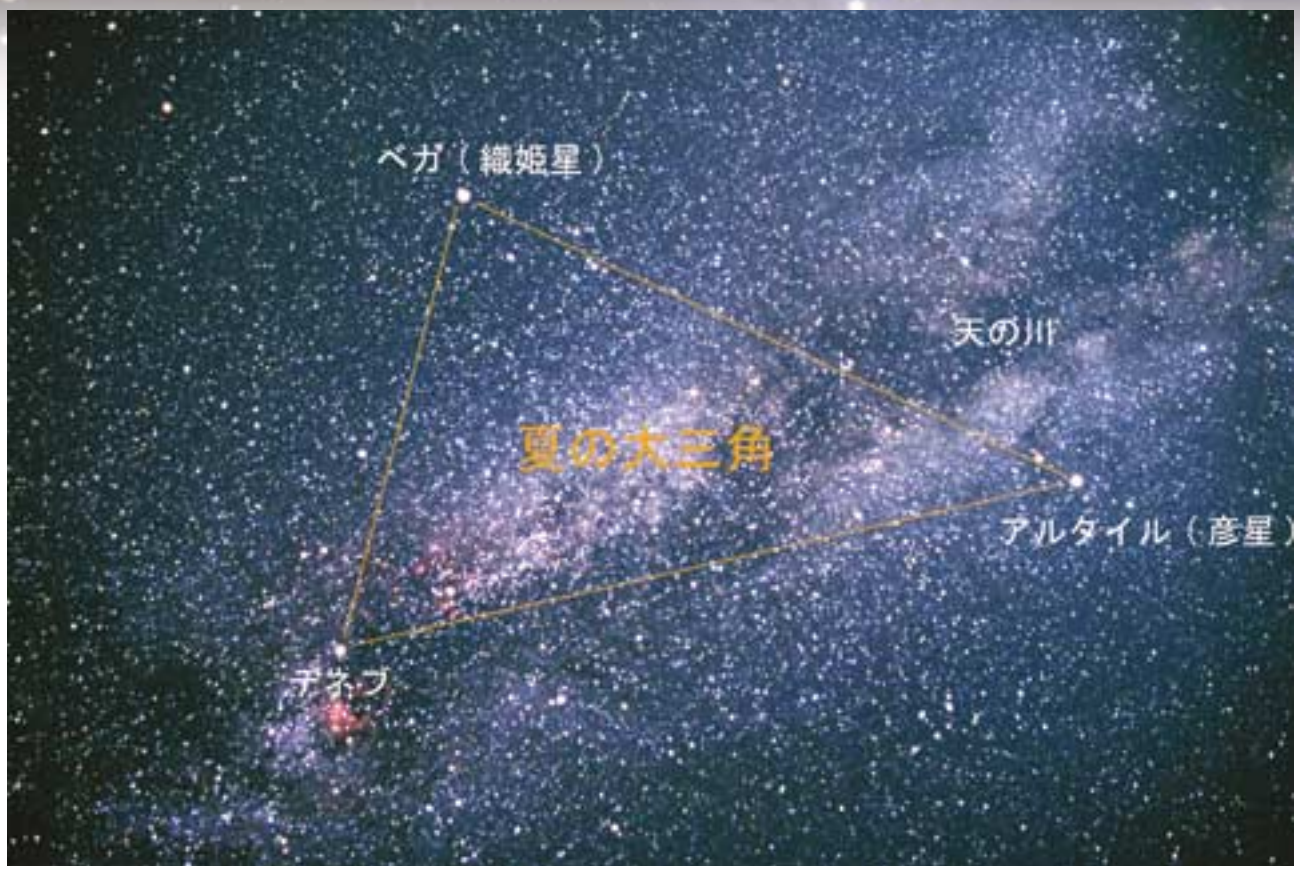
また、ベガは天文学上でも大変重要な星です。地球から見るとちょうど0等星の明るさで輝いていますが、実際には表面温度が約1万度、光度は太陽の約50倍で直径が太陽の3倍もある星です。スペクトル型はA0Vで、連続スペクトル測定用の第1次標準星としての役割を担っています。これは連続スペクトルを測定する際にすべての星のデータがこのベガのスペクトルと比較されることを意味します。つまり、星を観測するために得られたデータを補正するための基準になる星なのです。全天に輝くたくさんの星の中でもっとも特別な星なのです。

織姫星の周りはほこりだらけ！

また、ベガは波長の長い赤外線で観測すると意外なほど明るく輝いています。この事実は1981年に打ち上げられた赤外線天文衛星IRASによって明らかにされました。波長の長い赤外線で観測されるのは絶対温度で数十K～数百Kという温度のところです。しかし、前にも述べたとおりベガの表面温度は1万度です。通常であればこのような赤外線が観測されるはずはありません。そこでこの事実をうまく説明するために、ベガの周りにはたくさんの塵が存在し、その塵がこの赤外線を放出していると考えられています。生まれたての星や年老いた星の周りで塵の存在を示す証拠が検出されたことは以前からありましたが、主系列星の周りを取り巻く塵の存在を示す証拠が得られたのはベガが初めてだったので、この事実はまったくの予想外だったのです。

現在では赤外線のスペクトルが詳しく調べられ、太陽系の2倍もの広い範囲に分布していることもわかっています。もしかしたら太陽系と同じように惑星系が形成されているかもしれませんね。

(指導主事 倉林 勉)



天文台の素朴な疑問　？　昼間は何をしているの？

天文台というと、みなさんはどんなことを思い浮かべますか。まずは望遠鏡、そして星でしょうか。星といえば夜です。ああそうか、望遠鏡を使うのは夜だから、天文台は夜になると活動する施設なんだな。「いいなあ、毎晩望遠鏡を覗いて星を見ることができて」と、こんな具合でしょうか。星といわず、星雲、星団や銀河などの天体を見ることができるのは夜ですから、天文台が夜に活動する施設であることに間違いはありません。でも、天文台にある望遠鏡は天体を見るだけの道具ではありません。

みなさんが目で見て何かの様子をつぶさに知ることを観察といいます。見るものが天体の場合は特に「観望」といっています。道具を使って何かの量（位置や速度、光の強さなど）を測ることは観察とはいわずに「観測」といいます。どんな光がどれくらいやってくるかを調べて天体の成分や速度、温度などを知るのが天体観測です。望遠鏡で集めた光を目的に応じて成分分けする観測装置、光の強弱を電気量に置き換える検出器、その電気量を数値化するA/Dコンバータ、そして数値を記録するのがコンピュータです。光の強弱の情報は最終的には数字の集まりとなってコンピュータ上にファイルとして保存されます。これがデータです。データを画像として見るには、数字が大きいところほど明るく小さいところほど暗くなるようにしてディスプレイで表示します。このようなデータを手に入れるために最初に光を受け止める道具、それが望遠鏡なのです。

さて、データを見てすぐ、この天体の明るさは○○等級で、温度は◎◎度で、成分は△△が◇◇、▽▽が□□入っているなどとわかるのでしょうか。そんなことはありません。データには、望遠鏡と観測装置、検出器それぞれに特有の性質からくる情報の歪みが入っています。観測したときの天体の高度や気象条件などによる地球大気の影響が入ります。たとえば、画像の周辺が暗くなったり、ノイズが乗ったり、天体の光に地球大気の発する光が混ざったり、光の成分の比率が変わってしまったりします。このような歪みや影響を取り除いて純粋に天体からの光だけの情報に直さなければ、天体の光の強弱を正しく測ることができません。

このようなデータ解析と呼ばれる作業には、コンピュータの助けと時間が必要です。さらに、測った量が天体について何を語っているのかを読み解かなければなりません。これにも時間が必要です。そんなわけで、天文台は夜は観測をし、昼間は（天気の悪い日も）データ解析と測った量の読み解きをしています。

このような研究と呼ばれる活動のほかに、ぐんま天文台ではさまざまな教育活動や普及活動を行っています。こうした活動は、打合せや準備などの時間も含めて、昼間も夜も行っています。

天文台はいったいいつ眠るのでしょうね。

（専門員(観測普及研究員) 濵根 寿彦）

天界四季折々

うっとうしい梅雨が明けると夏本番。夕涼みがてら星を見に来られてはいかがでしょう。街の灯りから遠く離れ、よく晴れた月のない晩に空を見上げると、煙のような雲のようなうっすら白い天の川が見えるかもしれません。8月10日(水) から16日(火) までは、夏休みの特別開館期間として、晴れれば毎日一般観望を行っております。

★主な観望天体

二重星: アルビレオ
惑星状星雲: M57 (リング星雲)
球状星団: M13 (表紙参照)

★イベント・開館情報

特別開館期間: 8/10(水)～16(火)
ペルセウス座流星群説明会・観察会: 8/12(金)
ペルセウス座流星群自由観察施設開放: 8/13(土)
群馬県民の日イベント: 10/28(金)
天文講話: 7/16(土)、8/21(日)、9/17(土)、10/15(土)

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY
県立ぐんま天文台

発行日■2005年6月
発　行■県立ぐんま天文台
電　話■0279-70-5300　FAX/0279-70-5544
所在地■〒377-0702 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。

表紙説明■ヘルクレス座の球状星団M13、距離2.35万光年。65cm望遠鏡で撮影。

R100 SOY INK
古紙配合率100%再生紙を使用。印刷インキは大豆油インキを使用しています。