

STELLAR No. 20 LIGHT

▼雲海



「天文台の気象のはなし」参照



▲雨水

- 台長室から ～天文学の言葉～
- 海外事業報告 ～東南アジア諸国との協力関係～
- 天体列伝 ～小惑星～
- 天体観測入門 ～分光観測～
- 天文台の気象のはなし(最終回) ～逆転層～
- 空を見上げてみよう ～すばる～
- 天文台の素朴な疑問 ～どこまで遠くが見えるのか～

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

天文学には独特な術語があり、一旦これが普及すると、意味が変わっても、言葉はそのままにする場合がある。新星とか超新星といった言葉はきいたことがあるだろう。これらは文字通り、新しく輝きだした星という意味である。事実ある時期までは、これらが生まれたての星と考えられていた。一方現在の解釈では、星の一生の最期に大爆発を起こして非常に明るくなったのが、超新星である。新星もこれよりは小規模の爆発現象である。しかし解釈が変化しても、言葉は変えていない例がこれである。

同じように意味が変わってきたのが、星雲という言葉である。これも、望遠鏡の性能がよくなかった時代にできた言葉で、普通の星が点にしか見えないのにたいし、雲のような広がりを持つ天体をみな、星雲と呼んでいた。18世紀後期、彗星を見つけようという人が見間違えそうな天体を、フランスのメシエという天文学者がリストアップして、星表にした。これが、星雲と分類された108の天体がのったメシエ星表である。

この星表にのった順番に、星雲はM1、M2などと呼ばれている。M1はカニ星雲で、1054年の超新星爆発で出来たガスの雲であり、M2、M3は今では球状星団と呼ばれる星の集団である。また、M31はアンドロメダ星雲で、これは現在ではアンドロメダ銀河と呼ばれることの多い、230万光年先の隣の銀河である。M42はオリオン星雲で、ここでは誕生しつつある多くの星が観測されている。このように、現在ではそれぞれ固有の名前を持ついくつかの種類の天体が、メシエ星表ではみな星雲であり、現在でも星雲と呼ぶことがある。

長さの単位にも、太陽系内の距離を表す天文単位（太陽・地球間の平均距離）とか、もっと遠い天体までの距離を表すのに光年がよく使われているが、これらはやはり、天文学以外では使われない独特な単位といえよう。科学の世界では、長さはメートル (m) を基準とした単位を使うことになっているからである。天体の質量も、キログラム (kg) ではなく、太陽質量を単位として表すことが多い。

天体の呼び名は、天文学者の国際組織である国際天文学連合 (IAU) で決めている。2005年7月末、アメリカのNASAが、第十惑星が発見されたと発表したのが、この天体はIAUの見解では、小惑星である。これは冥王星より大きいというが、そもそも冥王星は月より少しだけ大きいだけの、一番小さな惑星で、これを小惑星に分類し直そうという動きまである。このように、惑星と小惑星の区別ははっきりしていない。というのも、1990年代から、海王星の軌道の外側に、冥王星に近い大きさの小惑星がたくさん発見されだしてからである。観測の技術が進んで、これら暗い天体が見つかるようになったのである。しかし、これらは現在小惑星と分類されている。いずれ、その分類のはっきりとした定義がIAUによって示されると思うが、これも大変難しい仕事である。



海外事業報告

東南アジア諸国との協力関係

1. はじめに

ぐんま天文台には五つの基本方針があり、その中の一つに「国際協力」という事業があります。内容は、諸外国からの研究者・研修員の受け入れや養成、国際共同観測研究などを指します。

天文台建設準備の段階から、これらについてその内容や方法を考えてきましたが、基本的には「東南アジア諸国での天文学や天文教育の発展に寄与する」と「最新の機材を活用したワールドワイドな共同観測の展開」を柱としてきました。

東南アジア諸国の多くは、ようやく経済成長中で、基礎科学、特に天文学については黎明期にあります。また、それらの国々は先進国と貨幣価値の差があること、天文学に関する機材は精巧であること等により、高価であり、一国独自ではなかなか進められない現状にあります。天文学を進めるには、機材を管理更新する技術的な能力、それらを活用して学術的な能力を身につけた人材が必要になってきます。

システムティックに組織が稼働する体制が確立するまで、一人で何役も果たしていかなければなりません。これは、ぐんま天文台のような小規模の教育研究施設でも同じことが言えます。科学的研究を進めるには、まず、天文に関わる人材の育成が最優先であり、ぐんま天文台として、何とかその離陸を手助けできればと考えてきたわけです。

2. 支援や協同活動の実績

表1は招聘した研究者・研修生の一覧、表2はぐんま天文台職員が支援や共同観測に出向いた一覧です。それらに関わる費用は、「JICA」「文部科学省」「群馬県」「IAU」「民間の財団」「天文学振興財団」などの支援を受けています。

表1: 観測研究・研修等のための招聘者

年 度	氏 名	所 属 名
1998~2000	ハキム・マラサン	バンドン工科大学ポツシャ天文台
	王 剛江	北京天文台
1999	バンバン・ヒダヤット	バンドン工科大学ポツシャ天文台
	シンシア・セレブレ	フィリピン大気庁
2000	チャチエフ・クンジャヤ	バンドン工科大学
	ハキム・マラサン	バンドン工科大学ポツシャ天文台
	ブエラクサー・スンスロンサム	チェンマイ大学シリンドン天文台
	グエン・ティ・ウォン	ベトナム国立自然科学・技術研究所天体物理部
2001	シンシア・セレブレ	フィリピン大気庁
	グエン・アン・ビン	ハノイ師範大学
	ハキム・マラサン	バンドン工科大学ポツシャ天文台
2002	ウィツシャ・カリワタナワオン	チェンマイ大学
	トラン・クオック・ハ	ホーチミンシティー師範大学
	カオ・アン・トン	ホーチミンシティー師範大学
	ハキム・マラサン	バンドン工科大学ポツシャ天文台
2003	ヘンドロ・セティヤント	バンドン工科大学ポツシャ天文台
	グエン・アン・ビン	ハノイ師範大学
	カオ・アン・トン	ホーチミンシティー師範大学
2004	バロ・インドラジャ	バンドン工科大学

表2: 支援・共同研究のための派遣

時 期	目 的 地	内 容	人数
2002/4	ハノイ師範大学	○望遠鏡修理、計算機セットアップ	2名
	ホーチミンシティー師範大学	○寄贈望遠鏡セットアップ、使用方法の講習	
2002/7	ハノイ師範大学	○望遠鏡ピエ工事、試験観測	1名
2003 10~11	バンドン工科大学 (ITB)	○リモート望遠鏡構想のコロナキウム等	1名
	ホーチミンシティー師範大学 チェンマイ大学	○観測ルーフ設置、望遠鏡、計算機セットアップ ○タイ国立天文台構想に関わるインフラ等の意見交換	
2004/1	ハノイ師範大学	○ベトナム国立天文台構想に関する意見交換等	1名
	ITBポツシャ天文台	○リモート望遠鏡システム構築	
2004/10	ITBポツシャ天文台	○分光観測に関する講義	1名
2005 2~3	フィリピン大気庁	○測光観測実習、機材保守管理	1名
	ITBポツシャ天文台	○小型分光器に関するコロナキウム、機材の保守管理	
2005/3	ITBポツシャ天文台	○データ処理システム (アーカイブシステム) の構築	1名
2005 7~8	フィリピン大気庁 ホーチミンシティー師範大学	○主鏡洗浄、光軸調整、CCD講習 ○主鏡洗浄、研究方向の確認、ドームの環境等の確認	1名

3. 支援・協力の内容

(1) システムの構築、機材の管理

前述の地域は、ほとんどが高温多湿の国々です。さらに、観測機材がほとんど外国製のため、トラブルが生じても部品等は現地入手が非常に困難です。大切なのは、過酷環境下でも「壊さないこと」なのです。

ある程度のルーティーンワークをしっかりとすれば、物理的に機材を守ることは容易です。たとえば、ボルトやナット、駆動部、電子基盤の錆、光学系のカビやクモの巣などについては、頻りに清掃をしたり、乾燥剤を入れ替えたりすれば概ね対策可能です。ソフトウェアはいつでもネットで更新できます。これらの対策は、どこまで機材に「愛情」や「情熱」を持っているかで、対応が決まってきます。

(2) 構造的、精神的変革

管理者、利用者が「機材は研究推進のための大切な手段」という認識を持ち、我が子のように扱う心が必要です。彼らの手元にある「精解な機材」は、ほとんどが先進諸国からの寄贈物です。この装置を扱うには、「熱意」と同様に「使い尽くして装置の特性を知る」ことが求められます。

研究の黎明期というものは、「予算などの事務の仕事」「機材や施設の維持・修理・管理などの労働」「観測研究に関わる仕事」など、研究者の守備範囲が多岐にわたります。みんなエリートですから、肉体労働をしたがりません。しかし、望遠鏡や装置の癖を知るには「試行錯誤」が必要ですから、どんどん手と頭を動かす必要があります。その一例として、汗をかき、コンクリートを練って、ネジ留めをして、「大切な観測・研究のための機材の基礎は自分の手と目で納得しながら作るのだ」という気迫がまず必要です。

学位は、「研究を進めるための登竜門」ですから、学位を取ることが目的でなく、研究のスタートラインにたったという意識が必要です。大学や研究施設で地位を得たあとは、さらに大変な仕事があるわけで、アグレッシブさを失ってははいけません。

ぐんま天文台での研修は、こういう精神的面を改善することが第一で、次に機材を維持・活用する技術論、観測研究に入っていくように心がけています。また、来台した研修生や現地指導をした学生たちには、この意識を改革することに半分の労力を奪われますが、少しずつ若い学生の意識改革が進んでいます。

4. 成果と課題

過去の研修生は、ぐんま天文台での活動を基に、更に上の学位を取る段階に入っています。選考の時に、ぐんま天文台での観測経験や実践の内容が評価されています。現在、1名が博士課程修了、2名が博士課程履修中、1名が修士課程修了、2名が修士課程履修中です。中には、ここまで基礎的な内容ができているのは珍しい、特に、機材の取り扱いについては模範的である、との評もあります。

また、いくつかの研修終了者の施設を訪れてみると、自力で機材をいい状態に保とう、という努力の跡が見られます。まだまだ

だ満足できないところがありますが、意欲は感じ取れます。訪問のたびに、より上等な指導をして、更に頻繁に綿密に機材に対する姿勢と技術的な対応を具体的に指示しています。

研究者がどういう意識や使命感を持って機材の管理、科学教育、研究活動を行うか、海外協力をしていると、いつもこの命題につきあたります。早く、高等教育や研究の裾野が拡がり、成果勝負の競争が行われないかなあ、と思います。

ぐんま天文台での研修は、これらの課題を意識して彼らのプライドを傷つけないように指導しており、少しずつ成果を上げています。特に、欧米等でさらなる研究を始めた者は、ぐんま天文台で学んだことが実感として分かったと言っています。「論理・方向の正しさ」「手足頭の動く人間」が成果を出す、ということなのであって、そこには「年齢」「学位」「氏素性」は関係ないのです。

(観測普及研究グループリーダー 倉田巧)



2005年7月、フィリピン大気庁附属天文台にて。

天体列伝

小惑星

小惑星とは

小惑星は、火星（平均距離1.52AU）と木星（平均距離5.20AU）の軌道の間を動く太陽系小天体と定義されていた。AUは天文単位で、地球と太陽の平均距離の1億5000万kmである。

小惑星の第一号セレス（平均距離2.77AU）は、1801年1月1日にイタリアのパレルモ天文台で発見され、それから数年間に、太陽から同じような距離に、さらに3個の同じような明るさの小惑星が発見された。これらは4大小惑星と呼ばれており、直径は910、530、240、500kmである。同じような明るさでも大きさに差があるのは、太陽の光の反射能が、小惑星ごとに異なるためである。

その後、小惑星はたくさん発見されてきたが、天文観測に写真術が導入されると、暗い、小さな小惑星の発見数は増え、第二次世界大戦の始まるころには、1600個ほどになっていた。このなかには、火星軌道の内側に入るもの、木星の外側に出るものも発見されている。また、木星と軌道の半径が同じで、経度は木星と60度前後離れて運動する、三体問題の正三角形解に相当する一群の小惑星が発見され注目された。

そして1990年代から、海王星の軌道の外側にも、たくさん的小惑星が発見されている。

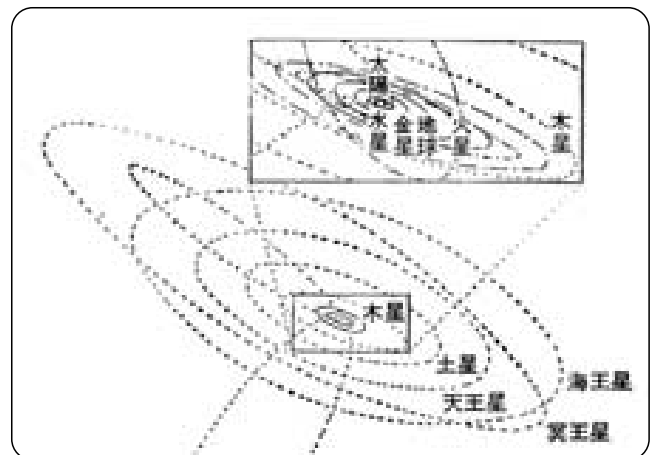


図1: 太陽系の図

小惑星研究の発展

第二次世界大戦後には、測光観測から自転周期が決められ、分光観測や偏光観測などで物理的性質を明らかにする研究が盛んになり、隕石との類似点が注目されるようになった。

小惑星の軌道は、太陽からの距離によって一様ではなく、力学的に興味ある分布をしている。そして、太陽から2.2AUと3.3AUの間に小惑星が一番多く分布し、ここを主小惑星帯と呼

んでいる。

小惑星が発見され、楕円軌道が求められると、仮符号が付く。そして、何年かの観測で軌道が確定すると、確定番号が付けられ、発見者が名前を提案してそれが認められると、名前も付く。1980年代になり、天文観測へCCD検出器が導入されると、とても暗い小惑星も容易に発見されるようになった。また、ここ十年来、地球に近づく小惑星 (NEO) の系統的な搜索がアメリカなどで行われるようになり、発見される小惑星の数は飛躍的に増加し、正式な登録番号を持つ小惑星は10万をこえ、軌道が決まって仮符号を持つものを含めると、その数倍に及んでいる。なお、地球に衝突する可能性のある小惑星は発見されていない。

小惑星は太陽光を反射して光っており、それを地球から観測しているため、小惑星の明るさはほぼ太陽からの距離の4乗に逆比例し、遠い小惑星は同じ大きさでもとても暗く見える。

そこで、地球に近づく小惑星では数十mの直径のものまで見つかっているが、主小惑星帯外縁では、数km以下のものはほとんど発見されていない。

カイパーベルト天体

彗星の起源については多くの説がある。公転周期が200年以下の短周期彗星は、軌道傾斜角が比較的小さい。そこで、それらは海王星の外側の円盤状領域からやって来たという仮説が、1950年ごろ、エッジワースとカイパーによって提唱された。そして、その場所に1992年以来、天体が発見され、これらがカイパーベルト天体 (KBO) とか、エッジワース・カイパーベルト天体 (EKBO) とか呼ばれ、小惑星として登録されている。

KBOは現在では千個以上も発見されているが、35AUと40AUの間に、円軌道に近く、軌道傾斜角の小さなたくさんKBOが運動している。しかし、目立って多いのは、平均半径が39.5AUほどで、離心率の大きな一群のKBOである。この軌道はかなり冥王星に近く、公転周期は海王星 (30AUの円軌道) の3/2倍であり、冥王星はこれらKBOのなかで一番大きなものであると考えられている。

離心率の大きなものも小さなものも、軌道半径が48AUより大きくなると急に少なくなる。しかし、最近NASAが第十惑星として発表したものは、太陽から38AUと97AUの間を動いている。このようにKBOは広く散在しており、100AUより遠い領域にも、直径数百km以上、なかには冥王星より大きなKBOが多数存在すると推定されている。現在知られているKBOは、彗星の核と同じく、汚れた氷の塊と考えられている。

小惑星の大きさ

地球から2AU離れた直径1,500kmの小惑星は、見かけの大きさが1秒角であり、40AUでは直径900kmの小惑星が0.03秒角の大きさに見える。そこで、KBOはもちろん、普通の大きさの小惑星では、その直径を直接に測定するのは難しい。

見かけの明るさから大きさを推定するには、表面での光の反射能を知らなければならない。そのため先ず、表面からの赤外線強度を波長ごとに測定し、その温度を推定する。表面での太陽放射量は分かっているから、こうして、表面での光の吸収率、それから反射能を知ることができる。

NASAが第十惑星と公表した天体は、赤外線観測されておらず、その直径は推定値で、上限値といわれている。KBOも、他の多くの小惑星と同じように、反射能は0.04ほどのものが多い。

また特別な条件が満たされると、小惑星の後ろに恒星が隠れる現象を観測することができる。この観測から大きさが推定できる。この現象の観測の副産物として、いくつかの小惑星には衛星が発見され、二つ衛星を持ったものまである。

さらに、惑星探査機による小惑星の探査も始まり、いくつかの小惑星の写真が撮られている。これで見ると、100kmほどの大きさのものは球であるが、小さなものは不規則な形をしている。

(台長 古在由秀)



図2: 宇宙科学研究本部の小惑星探査機「はやぶさ」が20kmまで接近して撮影した小惑星イトカワの像 (提供 宇宙航空研究開発機構 (JAXA))。最大の長さは500m程度。



天体観測入門

分光観測

こと座の惑星状星雲M57（リング星雲、図1）には、水素、ヘリウム、酸素などの元素があって、中心星からの光に刺激されて可視光を発しています。オリオン座（図2）のベテルギウスとリゲルはそれぞれ太陽よりも低温、高温の恒星で、ベテルギウスの表面温度は約3800K、リゲルは約12000Kあります。おうし座の超新星残骸M1（かに星雲、図3）は膨張しつつあり、場所によって違いはありますが、秒速1000km以上の速さでガスが運動しています。



図1: こと座の惑星状星雲M57(リング星雲)。150cm望遠鏡と冷却CCDカメラで撮影。

図2: オリオン座。デジタル一眼レフカメラで撮影。



図3: おうし座の超新星残骸M1(かに星雲)。150cm望遠鏡と冷却CCDカメラで撮影。

ここであげたような、どんな物質があるか、温度はどれくらいか、運動の向きや速さはどうかといった物理情報は、明るさや距離や広がりなどの情報と併せて、天体の正体を探り現象の謎を解くときに必要です。しかし、図1から図3までのような画像（撮像観測）からは、このような情報を引き出せないか、できたとしても容易ではありません。

詳細な物理情報を引き出すには、光を成分ごとに分ける観測（分光観測）が必要です。図4のようなしくみの装置（分光器、注1）を使い、光を波長（注2）ごとに成分分けをして強度を記録します。

注1: 分光器については、Stellar Light 7号、8号に詳しい解説があります。

注2: 波長とは、光の波動としての性質を表す量で、波としての光が一回振動する間に進む距離を示します。光のもつエネルギーを指定する量でもあり、この場合には光の粒子としての性質を表します。

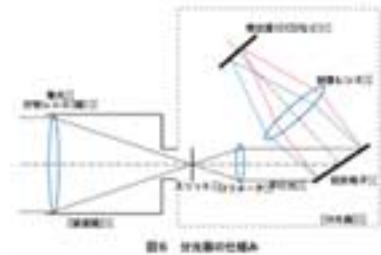


図4: 分光器のしくみ(8号の図6を転用)。

図5はM57、ベテルギウス、リゲル、M1の分光画像（スペクトル像）です。天体が発する光が成分ごとに分けられて波長順に横方向に並んでいます。縦方向はスリットを通して見た天体の姿なので、波長を指定すれば、その波長での天体の像（ただし一次元）がわかります。M57やM1は特定のいくつかの波長でなければ明るく見えないし、波長によって見え方が違うことがわかります。



M57



ベテルギウス



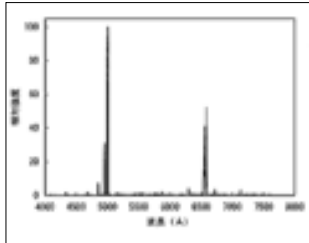
リゲル



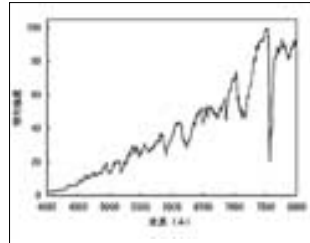
M1

図5: スペクトル像。左が短波長側。M57: 水素、ヘリウム、酸素などの元素が放つ光（輝線）が写っています。ベテルギウス: 成分分けされた恒星の光が横方向にずらりと並んで、一筋の線のようになっています。リゲル: 暗い縞（吸収線）は元素が光を吸収したために生じたものです。M1: 水素などの輝線がまっすぐではなく乱れて写っています。この乱れはガスの運動によって生じており、これを調べると速さがわかります。M57, M1: 65cm望遠鏡と小型低分散分光器（GCS）で取得。ベテルギウス、リゲル: 観察用望遠鏡（口径30cm）と小型分光器（Suzanna）で取得。

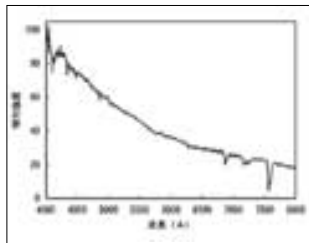
光の波長ごとの強度分布を「スペクトル」と呼びます。天体からの光は、大気中を光が通り抜けてくる距離によって成分比が変わります。すなわち、天体の高度によってスペクトルが変化します。図6にはこのような大気の影響を除去したスペクトルを示しました。望遠鏡や分光器の特性による成分比の変化も考慮してあり、大気圏外に出たときに得られるはずのスペクトルになっています。



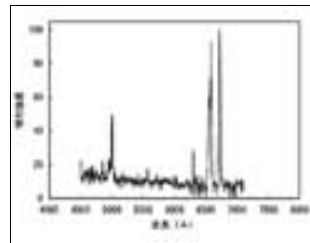
M57



ベテルギウス



リゲル



M1

図6: 図5に示した天体のスペクトル。

M57やM1のスペクトルには鋭いピークをもつ「輝線」がとびとびにあり、緩やかに変化する連続成分がきわめて弱いことがわかります。輝線の位置や強度からは、そこにある物質やその量、運動(速度)などを調べることができます。

ベテルギウスやリゲルのスペクトルには、はっきりした連続成分と、幅の違いはありますがそこから深く落ち込んだ「吸収線」があります。吸収線の位置や深さからも、輝線と同じように物理情報を得ることができます。連続成分からは、最も粗い方法ではありますが、恒星の表面温度も推察できます。

こうしてみると、分光観測が天体の様々な物理情報を得るための強力な手段であることがわかるでしょう。なにしろ、人間がその場に行って調べることができない世界について、一筋の光から知ることができるのですから。

輝線や吸収線、連続成分から様々な物理情報を得るには、これらがどのような条件で生じるかを知っていなければなりません。その基礎になるのは、地上での実験であり、実験に裏打ちされた理論やデータベースです。

元素には光を吸収、放出する特性があります。この性質が吸収線や輝線としてスペクトルに現れるのですが、その波長(たいてい、複数あります)は元素によって決まっており、どの元素がどの波長に輝線(吸収線)を示すかは、地上での実験によって確かめられています。宇宙でも地上と同じ自然界の法則が成り立っています(宇宙原理)ので、輝線や吸収線を調べれば、物質の種類がわかるということになります。たとえば、水素に着目すると、M57やM1のスペクトルには輝線が見られ、ベテルギウスやリゲルのスペクトルには吸収線が出ています。

輝線や吸収線を示すのは単独の元素だけではありません。化合物も同様の性質をもっており、ベテルギウスのスペクトルに

は酸化チタン(TiO)の吸収線(線というより帯)がはっきりと出ています。

同一元素の複数の輝線(吸収線)が観測されれば、原理的に温度を知ることにも可能です。これは理論計算に基づいており、スペクトルと理論計算との比較から温度を求めることができるというわけです。このことから逆に、理論計算の正しさ(有効性)が確認できるとも言えます。

分光観測では、最初に得られるのは波長別の光量を記録した画像です。この画像を処理してスペクトルを得るまでの道のりについてはここでは割愛しますが、ぐんま天文台にはこの画像を得るための観測装置(分光器)が各望遠鏡に用意してあります。特に、深夜の占有利用をされる方が利用できるものとして、観察用望遠鏡3号機に装着する小型分光器(Suzanna)と65cm望遠鏡で使用する小型低分散分光器(GCS)があります(図7)。



図7: Suzanna(上)とGCS(下)

小型だからといって侮ってはいけません。分光観測の良いところは、望遠鏡の口径が影響するのは得られる光量に関してだけという点にあります。成分分けの細かさ(波長分解能)は分光器の性能で決まるので、同じ分光器ならば、望遠鏡が小口径でも大口径でも、得られるスペクトルのきめ細かさは同じになるのです。分光観測の良いところはもうひとつあって、シーイング(大気のみだれ)に影響されにくいという点があげられます。撮像の場合、空の状態が悪いときは像が広がってぼやけてしましますが、分光では像が広がってもスリットを通る光が減るだけで、スペクトルそのものは影響を受けないのです。

ぐんま天文台の空は条件が良くないこともしばしばあるので、分光観測を中心に研究観測を行っており、そのため、他の公開天文台では見られない多様な分光器を備えています。今後の成果を期待していただくとともに、開かれた天文台として、遠く離れた世界を知る強力な手法としての分光観測に挑戦してみようという方をお待ちしています。

(専門員(観測普及研究員) 濱根寿彦)



天文台の気象のはなし(最終回)

逆転層

秋から冬にかけての季節は、関東地方では乾燥した晴天が続き、夜も満天の星を見上げられるチャンスが多くなります。天文台で星を観察するのに一番適した季節というわけです。

しかし晩秋や春先など、いわゆる冬型（西高東低）の気圧配置が長続きしない時期には、しばしば移動性の低気圧が本州を通過することがあります。こんな時は冷たい雨が降ったり、季節はずれの雪に見舞われたりするのですが、時折珍しい気象現象が見られることがあります。

表紙左上の写真は、平成15年の11月に見られた雲海です。麓の高山村の集落がすっぽりと霧に覆われた様子が標高900m近い天文台から雲海として見られたものです。とても幻想的なシーンでした。

この現象は、前線の通過で雨が降ったあと、寒気が流入すると同時に良く晴れたため、放射冷却によって「接地逆転層」を生じたことにより見られたものと考えられます。

普通、地表から上空10kmくらいまでの大気（対流圏）では、上に行くほど気温が下がるのですが、何らかの理由で下層より上層の気温の方が高い状態になっている気層のことを「逆転層」といいます。「接地逆転層」というのは、良く晴れた穏やかな夜など、地表の熱が急激に放射によって奪われ、地表に接した気層の温度が下がることにより上空のほうが気温が高い状態に

なるものです。この状態では下層の空気は上昇しようとしても逆転層を超えて上昇できません（大気が非常に安定な状態。第2回参照）。たとえば煙突から出る煙や車の排気ガスなどは上空に拡散せず、地表付近に滞留することになります。冬の朝、小高い丘の上などから眼下に街並みを見たとき、一定の高さまで層状にスモッグが覆っているように見えたことはないでしょうか。これがまさに接地逆転層なのです。写真の雲海は、前日の雨の名残りの湿った空気が冷やされて雲（霧）となり、盆地状になった村の中心部に滞留したものです。

逆転層には別のメカニズムで生じるものもあります。そのひとつが「移流逆転層」です。冷たい気団と暖かい気団の境である前線では、下層に冷たい空気がある、その上に暖かい空気が乗り上げる形になるため、逆転層が形成されるのです。図1は、平成16年3月18日午前3時の天気図です。この頃、発達した低気圧に伴う寒冷前線が天文台付近を通過しました。寒冷前線は暖かい空気と冷たい空気の境目ですので、前線の通過によって気温が急変します。実際、この日の午前1時、天文台の気温は約13℃もありましたが、午前9時には1.5℃、11時にはマイナス0.6℃まで急激に低下したことがわかります（図2）。つまり、この頃には天文台の上空に逆転層があったと考えられるのです。

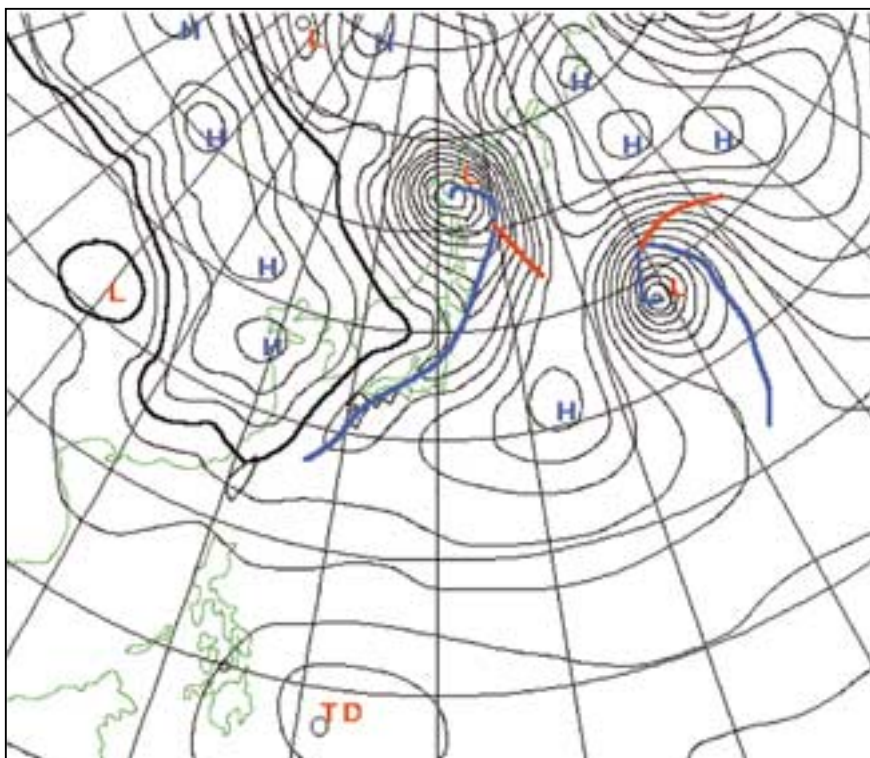


図1: 平成16年3月18日午前3時

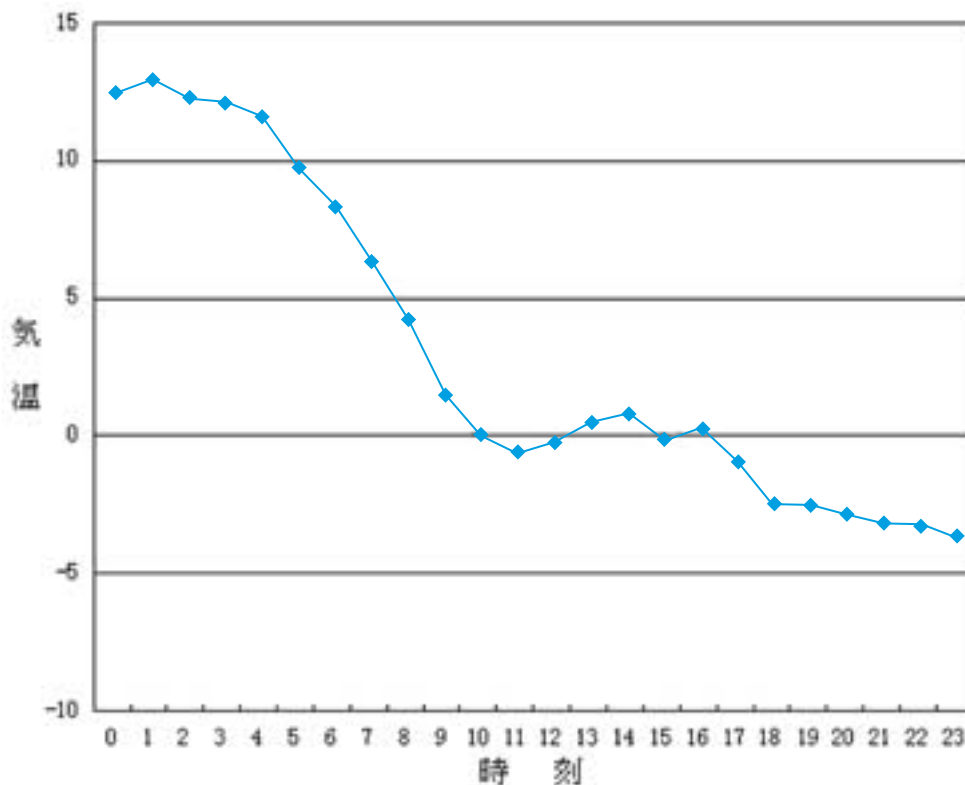


図2: 平成16年3月18日の気温の推移 (ぐんま天文台)。

なぜそんなことにこだわるのかというと、実はこの日の午前11時頃、天文台で非常に珍しい現象が見られたのです (表紙右下の写真)。これは「雨氷」といわれる現象で、過冷却の水滴が雨として降った時に、地上の草木などに付着する瞬間に凍り付き、あたかもアイスキャンディーのように木の枝などを覆ってしまうものです。写真では、ツツジの枝が見事に氷で覆われているのがわかります。

この雨氷現象は、上空で形成された氷晶 (雪のもと) が、成長しながら雪の結晶となって下りてくる途中で逆転層があったために一旦溶けて雨滴となった後、再度氷点下の気層を通過する間に過冷却の水滴となり、地表で木などに当たった衝撃で凝結することにより生じるものだとされています。北米などでは非常に低温 (マイナス10℃前後) の時にこの現象が起こることがあり、雨として降ったものが地表に当たった瞬間に凍り付くため、道路はツルツルに凍結して非常に危険な状態になります ("freezing rain" と呼ばれます)。しかし日本では、地表の気温が0℃前後の時に起こることが多いようです。実際、こ

の時の天文台の気温はマイナス0.6℃、ほぼ同時刻の高層天気図によれば850hPa (約1500m上空) の気温は3℃程度であったと推定されます。

実はこの前日、同僚から「明日は雨か雪か」と尋ねられたのですが、高層天気図の気温から「明日はきっと雪にはならない」と予想していました。結果的には朝の気温は0℃近くまで下がっていましたが、雪が降っても不思議ではない気象条件だったのですが、実際には予想どおり雨となったのです。珍しい現象が見られた裏には、絶妙な条件で生じた逆転層の存在があったのでした。

(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

すばる

「すばる」と聞くと何を思い浮かべますか。群馬でおなじみの自動車メーカー、カラオケでおじさんがよく歌っている歌、それともハワイにある日本の巨大望遠鏡でしょうか。もちろん、これらはすべて、星の「すばる(昴)」にちなんで名付けられたものです。正確には、すばるは一つの星ではなく、数百の星が集まった「散開星団(さんかいせいだん)」とよばれる星の集団のことを言います。古い日本語で一つに集まっていることを表す

「統る(すばる)」から、こう呼ばれるようになったと言われていて、肉眼で見える星が6個あることから「六連星(むつらぼし)」とも呼ばれていました。西洋では、ギリシャ神話のアトラスとプレイオネの7人の娘にちなんで、「プレアデス(Pleiades)」とか「7人姉妹(Seven Sisters)」とか呼ばれています。

すばるは、おうし座のちょうど肩のところに位置しています(図1)。



図1: 2005年12月1日頃のおうし座 (ステラナビゲータ6にて作成)

この冬は、オレンジ色に明るく輝く火星が、ちょうどおうし座の隣にあり、おうし座はオリオン座と火星とに挟まれるようにして広がっています。おうし座の目印は、オレンジ色を帯びた1等星アルデバランとその周辺の暗めの星からなる小さなVの字(おうしの顔の部分で、これもヒヤデスという散開星団の一部)です。このV字から火星寄りに少し離れたところに、小さなブドウの房のように6個ほどの星が密集して見えるところがあります。これがすばるです。

このすばる、意外に思われるかもしれませんが、ぐんま天文台の大きな望遠鏡で見ても、そのほんの一部しか見えず、あま

りおもしろくありません。実はすばるは満月3つ分くらいに広がっているため、暗い天体の細部まで見るのに適した大望遠鏡よりも、むしろ広い視野を持った双眼鏡などで見たほうが、その美しい姿全体を楽しめるのです。空高く輝いている星は、大きさの比較対象になるものがないため、なかなかその広がりを実感できません。ところが、すばるはたまたま月の通り道に近いので、月とランデブーすることがあります。今年もちょうど11月16日に満月とのランデブーがありました。その時の様子を再現したのが、図2です。



図2: 2005年11月16日20時頃、ぐんま天文台から見たすばると月 (ステラナビゲータ6にて作成)

こうして満月と直接比較すると、すばるがかなり大きな天体だということを実感してもらえらると思います。また、メローペなどのすばるの明るい星のまわりには、霞のようなものがありますが、これらは「反射星雲」といって、星のまわりの塵が星の光を反射・散乱して輝いて見えているのです。ちょうど、女神のまわっているヴェールか、天女の羽衣といったところでしょうか。

千年前の日本人である清少納言も「星はすばる」(枕草子 254段)と真っ先にすばるを挙げています。この後、「ひこぼし。ゆふづつ(宵の明星)。よばひ星(流れ星)…」と続くのですから、西洋の美の女神ヴィーナスである金星よりも、すばるのほうが日本人の感性には合っているのかもしれない。

(主任(観測普及研究員) 西原英治)

天文台の素朴な疑問

～どこまで遠くが見えるのか～

ぐんま天文台の150cm望遠鏡で観望した方から、「この望遠鏡を使うとどのくらい遠くの星まで見えるか」というご質問をいただくことがあります。実はこの質問、なかなか職員泣かせなのです。星にもいろいろな明るさのものがあ、それによってどのくらい遠くのものまで見えるかが変わってきます。ですから、どのような星を基準にお話ししたらよいか悩んでしまうのです。また、肉眼で見る場合とCCDカメラのような装置を使った場合でもちがってきます。ここではとりあえず、太陽と同じくらいの明るさの恒星を肉眼で見る場合を例に考えてみましょう。

太陽は、宇宙のなかではごく平均的な明るさの恒星です。とても明るく輝いていて星とは別物の用に思われますが、単に近くにあるだけです。もし太陽が約30光年離れた距離にあつたら5等星ぐらいに見えるはずで、これは肉眼で見える明るさです。明るさは距離の2乗に反比例しますので、さらに約200倍、6000光年も離れると、太陽の明るさは1/50000になります。こうなると肉眼ではとても見えません。ところが150cm望遠鏡は、大きな鏡で天体からの光を集め、肉眼の50000倍の明るさにしてくれます。ということは、この望遠鏡を通して見ると、太陽ぐらいの明るさの恒星は6000光年ほど離れていてもやはり5等星ぐらいに見えるのです。もちろん、太陽より暗い星はもっと近いものしか見られませんが、明るい星はより遠くのものまで見えます。例えば太陽の10000倍の明るさで輝くさそり座のアンタレスのような星なら、さらに100倍、60万光年離れていても見ることができるでしょう。

ここまでは一つの恒星の場合について述べてきましたが、恒星たちは銀河という星の大集団を形成しています。私たちの銀河の場合では、1000億～2000億の恒星があるので、このような銀河を外から見ると、全体として非常に明るく輝いているはずで、150cm望遠鏡を私たちの銀河系の外にある銀河に向けると、見える範囲はさらに遠くなります。150cm望遠鏡を通して肉眼で観察すると、数千万～2億光年の銀河がかすかに見えます。目で見えるのはここまでのです。それより遠いものは、高感度のCCDカメラで撮影してその画像を見ますが、そうすると10～15億光年まで確認できます。さらに明るく輝く「クエーサー」なら、20～40億光年の領域まで何とか確認できます。

このように、150cm望遠鏡では宇宙のはてまでのざっと1/3が確認可能ということになります。それより遠い天体の観測には、5m以上の望遠鏡が大気の影響のない衛星軌道上の望遠鏡が必要となります。夜の観望では、数千万光年離れた銀河に150cm望遠鏡を向けることがあります。望遠鏡を通してはるかなる銀河と向き合ったとき、皆さんはどのような思いを抱くでしょうか。

(指導主事 登坂一彦)

天界四季折々

寒さが厳しくなるとともに、日が暮れるのもずいぶん早くなりました。金・土・日曜日と祝日の晩に行っている一般観望も、11月からは午後6時～9時（入館は8時半まで）と1時間早くなった冬の時間帯で行っております。天文台周辺では、夜間特に冷え込みますので、どうぞ暖かい服装でご来館ください。

★主な観望天体

惑星：土星（1月以降）、火星

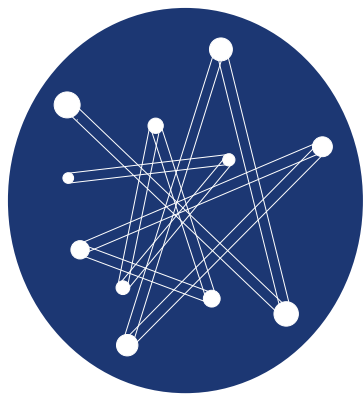
散光星雲：M42（オリオン大星雲）

★イベント・開館情報

ふたご座流星群説明会・観望会：12/11(日)

ふたご座流星群自由観望施設開放：12/13(火)

天文講話：11/19(土)、12/18(日)、1/28(土)



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

発行日 ■ 2005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 ■ 〒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。

100 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。