

STELLAR No. 22

LIGHT

ステラーライト

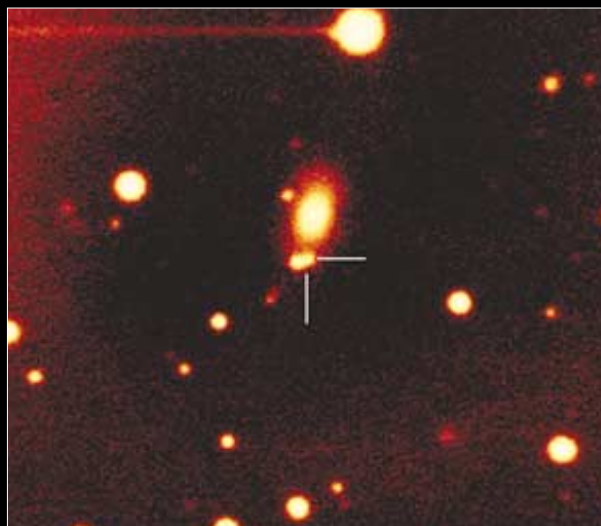


図1：超新星SN2006bb

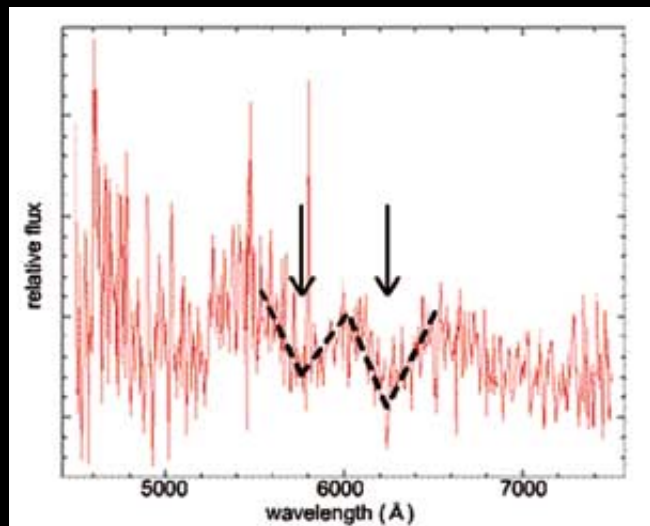


図2：SN2006bbのスペクトル



図3：可視低分散分光撮像装置

観測報告「超新星SN2006bbを世界に先駆けて波長分析、Ic型超新星と解明」参照

台長室から ～天文教育改善への一つの提言～

天体観測入門 ～デジタルカメラ(2)～

観測報告 ～超新星SN2006bbを世界に先駆けて波長分析、Ic型超新星と解明～

事業報告(1) ～本物を見て変わる子どもたち～

事業報告(2) ～平成17年度天文学学校「太陽」顛末記^{てんまつ}～

空を見上げてみよう ～台風一過の快晴の夜に天の川をたどる～

天文台の素朴な疑問 ～天文台にある「ネギボウズ」みたいなものは何?～

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

台長室から 天文教育改善への一つの提言

台長 古在 由秀

ぐんま天文台には、一年間に七、八十もの学校関係の団体が訪れる。最近の傾向として、高等学校の数が増え、また天文台の施設を利用して学生実習を行う大学も現れた。これは、天文教育には観測が不可欠であるという考え方が、先生方にゆきわたってきたためだと、歓迎している。

天文台では、毎年連携協力校を選び、協力してよりよい天文教育を目指す試みを行ってきている。昨年までの二年間は、沼田市の薄根中学校が連携協力校であった。

小学校や中学校の理科の教科書には、天文が取り上げられているが、教科書の順番通りにたどっていくと、天文は、中学校では三年生の二学期に教えることになる。そこでは、太陽や惑星の見かけの動きも、もちろん勉強することになっている。

中学の教科書には、宵の明星、明けの明星として知られる、金星の動きを観察せよという課題が出ている。朝早く起きての観測を避けると、夕方金星が見頃になる時期は、一年半（より正確には19カ月）ごとである。よく観測できる時期は一カ月以上続くが、観測の好機は中学三年間で二、三回しかないことになる。去年はそれが秋にやってきたが、次は来年の六月になる。そこで、今年の三年生は、あらかじめそのことに気付いていないと、教科書通りにすれば、金星の観察をしないで卒業することになる。

太陽の位置や星座の移り変わりの観察も、年間を通じて行わないとできない課題である。そのことに注意しないと、この項目も、教室で教科書を通じて習うだけになってしまう心配がある。

連携協力校の薄根中学では、あらかじめ教える課題の順番を組み直し、実際の観察を可能にして、授業を実施した。この指導方法で、生徒諸君も、内容をよく理解したとの、報告がされている。

私の子どもが小学生の頃といえば、ずいぶんと昔の話だが、ある日、「月の出の時刻を三日続けて観測せよ」という宿題を与えられてきた。ところがその時期は、月は夜中過ぎにならないと出てこないことが分かっていた。そこで、私は、「その宿題はしなくてよい」と、子どもに言い聞かせた。先生にすれば、それが教科書に出てくる頃には、月も夕方の適当な時刻に空に現れると考えていたのだろう。ところが、月は教科書に出てきても、実際には空に現れてくれない。

ぐんま天文台での試みが、各分野でも行われ、理科の指導要領改訂にまでつながればと希望している。こうして、自然に親しむ機会が増え、理科現象の理解が深まる学校教育になってもらいたいと、考えている。

天体観測入門

デジタルカメラ(2)

前号(ステラライトNo.21)ではデジタルカメラでの天体撮影のさまざまな方法を紹介しました。しかし、フィルムカメラに比べ感度の高いデジタルカメラをもってしても、淡い天体を写すことは容易ではありません。そこで、多くの人は、天体写真をより鮮明なものにするために、画像処理を行っています。今回は、画像処理とは、どのような手順で行っているのか。どのようなフレーム(画像)が必要になるのか。その一例を紹介したいと思います。

画像処理をするために必要なフレーム

(1) ライトフレーム(天体画像)①

天体の写っている画像を「ライトフレーム」と呼びます。すべての撮影は、高画質設定で行います。ほとんどの一眼レフデジタルカメラは、RAWデータでの保存ができます。640万画素のデジタルカメラでは、RAWデータは1枚あたり、13MBほどの大きさになります。

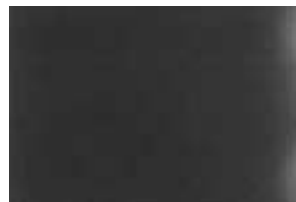
撮影時には、デジタルカメラはISO感度を設定することができます。過度に高く設定してしまうと、粒子感が粗く写ってしまいます。カメラにより差はありますが、ISO 400~800の設定が適当ではないでしょうか。

淡い天体の撮影には、長時間の露出が必要となりますが、デジタルカメラにはダークノイズが発生しており、時間とともに蓄積されていきます。天体撮影用CCDカメラには、冷却機構がついており、ダークノイズを軽減させることができますが、デジタルカメラはできません。長時間露出によってダークノイズが、多量に発生し、天体の光はダークノイズに埋もれて見えなくなってしまいますので、長時間露出をおこなう場合は、短時間のもの(3分程度から長くても10分くらいが理想的です)を数枚とってコンポジット処理を行うことで代用します。コンポジットとは、画像を何枚も重ね合わせる方法で、画像処理においては非常に効果的な方法です。



(2) ダークフレーム②

露出時間を短時間にしても、どうしてもダークノイズは出てきます。そこで、ダークフレーム(ダークノイズのみの画像)を撮影し、ライトフレーム(天体の画像)から取り除きます。ダークフレームは、カメラに光があたらない状態にし、ライトフレームと同じ露出時間で撮影します。これにより、ダークノイズのみが記録された画像が得られます。ダークノイズは、温度依存性がありますので、厳密には天体の撮影の直前か直後の撮影が望ましいですが、効率を優先し終了後に撮影しても良いでしょう。



(3) フラットフレーム(明るさのムラ)③

ライトフレームとダークフレームの画像を組み合わせることにより、効果的で簡単な画像処理をおこなうことができますが、さらに良くするため、フラットフレーム(明るさのムラの画像)の撮影をしておきます。望遠鏡やレンズには、光学特性から、写真の中心部分と端の方の明るさが違うことがあります。(周辺減光) また、ゴミやカメラ自体の感度特性によっても、撮影した写真の明るさにムラができてしまいます。そこで、薄明の始まった空や、白い板や壁に、光を当てて一様な明るさのものを撮影し、そのムラを記録します。



(4) フラット用ダークフレーム④

フラットフレームにもダークノイズが入っていますので、フラット用ダークフレームも撮ります。



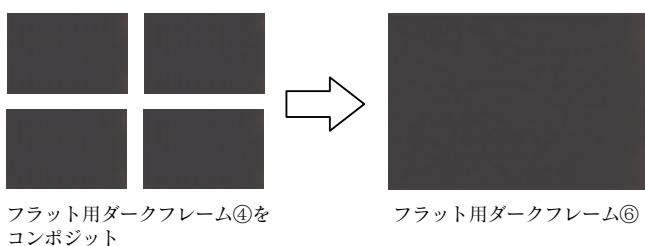
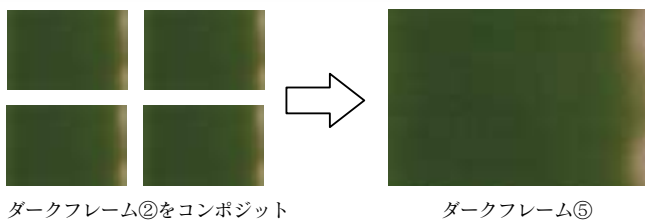
以上の4つが画像処理に必要なデータになります。各データについて複数枚のデータを撮影します。

画像処理の手順

それでは、①~④のデータを使って画像処理の一例を紹介します。画像処理は、ステライメージやフォトショップなどのソフトを使って行います。ソフトによって、やり方には違いがあります。また、ファイルのサイズが大きいため、高性能(メモリが大きく、処理速度の速い)のパソコンが必要となります。

(1) ダークフレームをつくる。

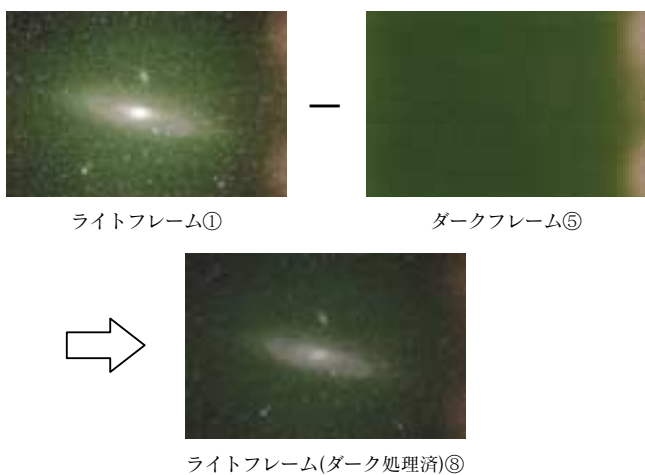
天体用ダークフレームとフラット用ダークフレームの2種類のダークフレームの撮影された枚数すべてを、それぞれ、加算平均コンポジットします。



(2) フラットフレームをつくる。
 フラットフレーム③を一枚ごとにフラット用ダークフレーム⑥で引くことでダークノイズを除去し、加算平均コンポジットします。



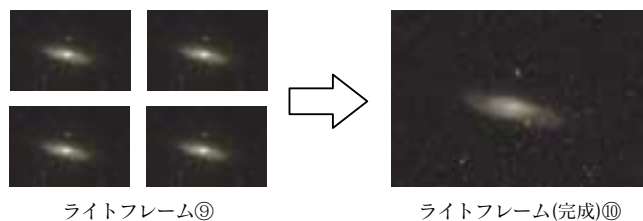
(3) ライトフレームからダークフレームを引く。



(4) 天体画像のフラット補正を行う。
 (3)で得られたライトフレーム⑧を(2)で得られたフラットフレーム⑦で除算することにより、フラット補正前にあったレンズの周辺減光などが補正されます。各ライトフレームごとにこの処理をおこないます。



(5) 天体画像のコンポジット
 (4)で得られたライトフレーム⑨のコンポジットを行うことにより、ノイズが少ない画像が得られます。



(6) 天体画像の調整
 トーンカーブ補正、色調補正などの機能を使って、画像を調整します。



画像提供 明石真也氏

以上で画像処理は終了です。今回紹介した方法は、ほんの一例ですのでやりやすい方法を見つけると効率が良いです。

(主任(観測普及研究員) 田口光)



観測報告

超新星SN2006bbを世界に先駆けて波長分析、Ic型超新星と解明

ぐんま天文台の150cm望遠鏡に取り付けられた可視CCDカメラ（低分散分光撮像装置）にて、超新星SN2006bbの発見から6日後の3月31日の夜、世界に先駆けてスペクトルを取得することに成功しました。

SN2006bbは、アメリカのアマチュア天文家T. Puckett、R. Gagliano両氏により3月25日に、やまねこ座にある銀河UGC4468において17.4等の明るさで発見され、26日には17.3等にて確認された超新星です（国際天文学連合回報（IAU Circular）8454号）。表紙の図1は、ぐんま天文台150cm望遠鏡と可視CCDカメラ（低分散分光撮像装置）にて得られたUGC4468とその超新星の画像です。銀河の中心核から南に27.5秒角のところ（印をつけたところ）に超新星が出現しているのがわかります。

この超新星の出現については26日の発見報告により情報を得ていたのですが、天候などの理由により観測のタイミングが得られませんでした。数日経過した31日、雲は多いものの観測ができそうな天候でした。そこで観望会終了後、可視CCDカメラ（低分散分光撮像装置）と150cm望遠鏡を使って観測を試みました。17.3等と比較的暗い超新星であることと雲が多くて観測しづらい条件だったため十分な光量を得るのに多少の苦勞をしながら、1時間以上時間をかけて観測を行いました。

観測終了後直ちに得られたデータの解析を行った結果、表紙の図2にあるようなグラフができました。6200Å付近や5800Å付近に矢印にて示したようにくぼみがあり、Wの形に似た構造があることがわかりました。この構造はIc型の超新星の最大光度時に特徴的なものです。そのため、この超新星は最大光度近くのIc型であろうと結論づけました。この結果は、4月2日に天文電報中央局454号にて発表されました。世界に先駆けてぐんま天文台でSN2006bbの正体を解明したことになります。ぐんま天文台における超新星の初期観測成功は、今回で10件目となります（表1参照）。しかしながら、その後この超新星は最大光度を2週間ほど過ぎたIa型の超新星ではないかという報告がありました。本当はどうなのかと思われるところですが、3月7日の光度は18.5等級であったことやスペクトルなどから出した膨張速度などからしても、最大光度時のIc型に近いと私たちは考えています。しかし、決定的な結論はまだ出ていないので、今後のこの超新星の研究が期待されます。

ところで、今回で10件目となる超新星の初期分光観測の報告なのですが、今回の観測はこれまでと全く違った点があります。それは、観測に使った装置が全く違うのです。これまでの観測には65cm望遠鏡に取り付けた小型低分散分光器（GCS）だったのですが、今回の観測に使った観測装置は、150cm望遠鏡のペントカセグレン焦点1に取り付けてある可視CCDカメラ（表紙の図3）です。一昨年ほど前より、このCCDカメラに低分散分光モードを付加するための改造を行ってきました。撮像性能は従来のままなので、撮像測光観測はこれまで同様のできるのですが、それに加えて分光観測もできるようにしたので、装置の完成は昨年8月でしたが、それ以来観測性能を確かめるためのテスト観測などを重ねてきました。今回の観測は、

17.3等と暗めの超新星を観測してみて、どの程度暗い天体までの分光観測が可能なかを試す意味においても実行しました。表紙の図2に見られるデータの上下のばらつき具合が天体からの信号（シグナル）に対しての雑音（ノイズ）の大きさを示しています。これ以上データのばらつきがあると吸収線などのスペクトルの特徴がわからなくなってしまいます。150cm望遠鏡で低分散分光を行うにあたって最も暗い天体の一つかもしれないですが、今回の観測にて17等程度までの超新星ならこのような分光観測が可能であることがわかりました。これまで65cm望遠鏡で行ってきた観測に比べて2等程度暗いものまで観測が可能になったということです。

さらに、その後もタイミングよく早期観測を行う機会があったので、この装置を使った観測結果を新星と超新星について報告しました。4月5日に新星の出現報告があったので、その夜のうちにその新星の分光観測を行いました。その結果を国際天文学連合回報8698号にて報告を行いました。その結果を受けてこの新星はV2362Cygと名づけられています。もうひとつは、SN2006bkといった超新星です。これもそれほど明るくない16.8等級の超新星でした。4月5日と9日の2日にわたって観測を行った結果、これもIc型の超新星であることがわかり、天文電報中央局475号にて発表しました。

3月下旬から4月上旬の年度末、年度始めの忙しい時期にくつつかの超新星、新星の出現があったため観測を行うことになりましたが、これらの一連の観測を通して150cm望遠鏡に取り付けてある「可視低分散分光撮像装置」は、今後もこのような速報を出すことができる装置であることが実証できたような気がします。

表1: ぐんま天文台で行った分光観測の成果が報じられた国際天文学連合回報または天文電報中央局回報（電をつけて表す）

観測年月	回報No.	超新星が現れた銀河	超新星の番号	超新星の型
平成18年4月	475号(電)	MCG+6-33-20	SN2006bk	Ic型
平成18年3月	454号(電)	UGC4468	SN2006bb	Ic型
平成16年12月	8456号	NGC4038	SN2004gt	Ib型
平成16年4月	8317号	NCG3786	SN2004bd	Ia型
平成16年1月	8266号	NGC6207	SN2004A	II型
平成14年3月	7848号	NGC3190	SN2002bo	Ia型
平成14年3月	7844号	NGC1821	SN2002bj	II型
平成14年2月	7815号	UGC9299	SN2002ao	Ic型
平成14年1月	7811号	M74	SN2002ap	Ic型、極超新星
平成13年5月	7625号	MCG+04-42-22	SN2001bf	Ia型
平成13年5月	7622号	NGC2608	SN2001bg	Ia型

(語句解説)

超新星: 今までなかったところに突然星が出現することから「新星」という名や「超新星」という名がつけられましたが、本当は太陽の8倍以上の星がその進化の最終段階で起こす爆発のことです。一部には、白色矮星^{わいせい}へ物質が降り積もり、ある質量以上となった場合に起こす超新星もあります(Ia型超新星)。超新星は、その爆発の仕方やもとの星の種類などによっていくつかのタイプに分かれます。Ia、Ib、Ic、IIb、II-L、II-Pなどのタイプに分かれますが、今回のような観測と分析を行うことによって、その超新星がどのタイプなのか判断できます。

Ic型超新星: 水素やヘリウム、さらにはケイ素のスペクトル線が存在しないか、あまり顕著でない超新星のタイプです。太陽の8倍以上の質量をもつ恒星が進化の最後の段階で起こす爆発ですが、通常の星とは異なり、爆発の前に非常に多くの物質を放出して、水素やヘリウムの外層がはがれた星が起こしたものと考えられています。このタイプの超新星でもとになる星が非常に重いものであるような場合は、極超新星などを起こすと考えられています。

(主任(観測普及研究員) 衣笠健三)



本物を見て変わる子どもたち —ぐんま天文台連携協力校事業—

概要

ぐんま天文台の連携協力校事業は、天文台が小・中学校の教育活動にどのように役立つことができるかを、学校での実践を通して検証することを目的に始められました。平成16~17年度は、中学校理科の天文分野に焦点を絞り、本物の観察を通して考える力や学習内容が身に付く授業の実現を目指して、沼田市立薄根^{うすね}中学校と連携した事業を行いました。

平成14年度実施の新しい学習指導要領では、観測にもとづいて科学的な見方・考え方を育成することが求められています。したがって、「四季の星座の移り変わり」や「内惑星の観察」などは最低でも1年におよぶ長期的かつ計画的な観測が必要になるはずですが、多くの指導計画では、中学3年時にわずか20時間程度の学習が組まれているにすぎません。そのため、長期の観測を要する内容については、実際の観測をすることなく画像やインターネットなどを活用した間接的な学習に頼っているのが現状です。

そこで私たちは、薄根中学校の協力を得て、指導計画の見直しと新しい指導計画に沿った授業を行いました。そして、その成果を子どもたちの変容や意識調査、学力検査から検証しました。その結果、意識調査の達成感、学力検査の正答率がともに向上し、子どもたちの様子からも大きな成果が得られたことが分かりました。

「本物を見せたい」という思いから

しばらく前に「小学生の4割は太陽が地球の周りを回っていると考えている」というニュースが話題になりましたが、天文台では大人の方にも「季節や時刻によって見える星座が異なる」ことを説明しなければならないことがしばしばです。ニュース

を聞いて日本の教育を嘆いた方も、ちょっと我が身を振り返ってみてください。季節とともに移り変わる星空を眺め、太陽の周りを回る地球の動きを実感したことがあるでしょうか。知識として知っていても、それを実際の現象と結びつけることができているということは、意外にたくさんあるのではないのでしょうか。

自然との関わりが希薄になったにもかかわらず情報だけは豊富な現代、子どもたちは本当の自然と向き合い、目的意識を持って観察をすることがなくなってきました。だからこそ、子どもたちに本物を観察させたい、そしてそこから地球の動きや太陽系の構造を理解させ、科学的に自然と向き合う心を育てたい、こう思った時に、これはまさに指導要領の教科の目標そのものであることに気付いたのです。こうして、指導要領の内容を実現することを目指してこの事業はスタートしました。

指導計画の見直しと授業の実践

事業の目的を達成するため、まず長期にわたる観察を可能にする指導計画をつくりました。「四季の星座の移り変わり」など、長期にわたる観察は第2学年の2学期から計画的に行うようにしました。

この新しい指導計画で改善した内容とその授業の実践記録は以下の通りです。従来の学習内容を●、本事業で改善した学習内容を◎で示しました。観察の内容によっては休み時間や放課後を使ったため、要した時数は従来の指導計画より若干増えた程度でした。天文台職員は観察の指導を中心に行い、学校の先生にはその結果をもとに授業を展開してもらいました。

①天体の日周運動

- 星の日周運動の観察は宿題とし、太陽の観察記録を用いた学習が中心。
- ◎夜間の観察を行い、星座が時間とともに動いてみえることとその規則性を観察・記録した。

②四季の星座の移り変わり

- コンピューター・シミュレーションを使って一年間の星の動きを再現し、これをもとに学習を組み立てた。
- ◎2年生の秋から5回にわたり各季節の星空の観察を行い、実際に星座の移り変わりを観察・記録した。

③季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化

- 生徒たちが太陽高度等の変化を日常経験から把握していると仮定し、季節変化の生じる理由を学習した。
- ◎2年生の秋から5回にわたり、各季節の太陽の動きを透明半球上に記録した。その結果から太陽高度等の変化を確認し、季節変化の原因を考察した。

④太陽の特徴

- 写真資料等で太陽表面の様子を学習した。
- ◎望遠鏡で太陽黒点やプロミネンスを観察し、その結果から太陽の特徴をまとめた。

⑤内惑星の見え方

- 資料を使って内惑星の見え方の変化を確認し、その理由を学習した。
- ◎9月～12月にかけて、放課後3回、望遠鏡による金星の観察を行った。

⑥惑星と恒星の特徴

- インターネットで惑星や恒星について調べ、まとめた。
- ◎夜間の観察で望遠鏡により惑星と恒星の見え方の違いを確認し、距離や構造の違いを学習した。

事業の検証

さて、これらの実践の成果を子どもたちの様子と学力テスト・意識調査から検証しました。
まず、授業中の子どもたちの様子を、学習内容ごとにまとめてみました。

- ①天体の日周運動については、夜間の観察で67名中約50名の生徒が天体の日周運動に気付いた。
- ②四季の星座の移り変わりについては、季節の星空・天体の観察を通じて星座の位置の移り変わりが予測できるようになり、雲が多く星座がたどれない条件のなかでも、ほとんどの生徒が予測にもとづいて代表的な恒星を同定できた。
- ③季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化では、昼夜の長さや太陽高度に季節変化が見られることは確認できたが、透明半球を設置する方位が不正確になり、一部の生徒に混乱が見られた。
- ④太陽の特徴については、黒点・プロミネンスが好条件で観察できたこともあり、感動の声が挙がった。黒点の様子から太陽の形状がわかることをほとんどの生徒が理解した。
- ⑤内惑星の見え方については、前回までの記録をもとに3回目

さとも正しく予想した。

- ⑥惑星と恒星の特徴では、恒星がきわめて遠いことを示す観察事実について正しく答えられた生徒は67名中6名にとどまった。ただし平成16年度の3年生では61名中1名であった。

次に意識調査・学力検査の結果を見てみましょう。調査は平成17年度と平成16年度の3年生について実施し、双方の結果を比較することによって事業の効果を検証しました。用いた検査用紙は同じものですが、検査実施後に回収しました。意識調査では、「とてもよくできた」「よくできた」という回答の割合が、平成16年度3年生の38%に対し平成17年度3年生は62%と大きく向上しています。学力検査の結果は表1の通りです。学力調査でも平均点が10点以上向上しています。内容ごとの正答率も全ての内容で平成16年度を上回り、特に「四季の星座の移り変わり」など指導方法を改善した箇所では15ポイント以上高くなりました。

表1 平成16年度と平成17年度の学力検査結果

平成16年度3年生

平均点	観点別正答率			
42.4	実験・観察の技能	58.7	科学的な思考	30.1

内 容	天体の動きと地球の自転		四季の星座の移り変わり		昼夜の長さ・太陽高度の変化	
	実験・観察	思 考	実験・観察	思 考	実験・観察	思 考
問題別正答率	45.9	45.9	55.7	44.3	72.1	65.6
	内惑星の見え方		太陽の特徴		惑星と恒星の特徴	
	思 考	実験・観察	実験・観察	思 考	思 考	
	23.0	54.1	62.3	30.3	0.8	

平成17年度3年生

平均点	観点別正答率			
52.3	実験・観察の技能	69.4	科学的な思考	39.6

内 容	天体の動きと地球の自転		四季の星座の移り変わり		昼夜の長さ・太陽高度の変化	
	実験・観察	思 考	実験・観察	思 考	実験・観察	思 考
問題別正答率	46.3	50.7	76.1	59.7	82.1	80.6
	内惑星の見え方		太陽の特徴		惑星と恒星の特徴	
	思 考	実験・観察	実験・観察	思 考	思 考	
	46.3	58.2	76.9	36.6	8.2	

まとめ

生徒の様子から、観察から現象の規則性に気付き結果を予測する力が身に付いたことがわかると思います。意識調査・学力検査の結果からも、本事業が生徒の学力向上に役だったといえます。これらのことから、本事業によって、生徒の関心のみならず技能、思考力、知識・理解の全ての面において成果が得られたと考えています。

おわりに

連携協力校事業を行うにあたり、沼田市立薄根中学校の先生方には大変お世話になりました。また、協力校の選定にあたり、当時、利根教育事務所の指導主事をなさっていた増田校長先生のご協力を頂きました。この事業が一応の成果を得られたのも、これらの方々のご協力があったことです。この場をお借りしてお礼申し上げます。そして、私たちと一緒に学習に取り組ん

でくれた薄根中学校の生徒の皆さんに心より感謝します。皆さんがこれからも夜空を見上げて天体の動きや宇宙の広がりを楽しみはせてくれることを期待しつつ、報告を終わります。

(利根教育事務所 指導主事 登坂一彦 (前所属 ぐんま天文台))



事業報告(2)

平成17年度天文学学校「太陽」顛末記

方針を決定するまで

ぐんま天文台では、「本物の体験」の一つとして、主に高校生以上の方を対象とした天文学学校を毎年開催しています。本格的な観測研究を体験したい方々が毎年参加され、天文台職員と参加者の方々の共著論文が出版されたこともありました(ステラライト4号「平成12年度観測研究講座レポート」参照)。しかし、天文とコンピューターをよく知らない普通の方が参加をためらうようになっていたことは否めません。そこで、平成17年度は初心者の方を対象に開催することにしました。

次に、開催時間帯の決定です。今回は、深夜の観測や宿泊を伴う今までの天文学学校には参加できなかった方も参加しやすいように、太陽を分光観測する昼間の日帰りコースとして開催することにしました。

太陽スペクトル観測の準備

何をどのように観測するのかを決める前に、分解能が1万程度しかない(はるかに高分散の分光器を所有する「京都大学付属飛騨天文台」や「葛飾区郷土と天文の博物館」で実施される講座と同じテーマで実施するのは無理です)太陽分光器で観測可能なスペクトル線を同定し、太陽吸収線と地球大気による吸収線の両方がCCDの同じ視野に写る領域を探さなければなりません。ぐんま天文台の太陽望遠鏡では、集めた太陽光線の約半分を分光器に入れて約85cmの透明板に約4000~8000Åのスペクトルを展示しています。ぐんまの分光器の構造上、透明板の中央付近しか厳密なピントが合わない(展示用の眼視では全く問題ありません)、グレーティングを回転させて望みのスペクトルを中央に移動させてから太陽調整室内のCCDカメラで撮影します。

CCDの視野には約125Å写るので、重なりを多めにとり可視域で97枚のスペクトルマップを撮影しました。IRAFを使用してスペクトル画像の解析を行い、Moore著“The Solar Spectrum 2935Å To 8770Å”と格闘して波長同定をしました。「波長とピクセルの関係式」が視野ごとに異なるので解析に時間がかかり、地球大気による淡い吸収線を分解できる視野

を5箇所選び出せた時には夏も終わりに近づいていました。選んだ領域は赤い方に偏っていましたが、青い方には地球大気の吸収線が無いので仕方ありません。

参加者募集とソフトの選定

10名程度の定員で参加者を募集し、応募多数の場合は抽選を予定していたところ、14名の参加申し込みがあり、全員に参加していただくことになりました。半数の7名は県外(東京、埼玉、長野、栃木)からの参加で、女性の参加者は過去最高の3名でした。天文学学校常連が1/3を占めつつ、初めて参加される初心者の方も多く、参加者層は広がりました。

参加申込書にコンピューターの使用経験に関するアンケートを添付し、自分のノートパソコンを持参可能か、可能な場合は機種、OS、モニター画面の大きさ、保存メディアの種類、LANの接続についても調査しました。ほとんどの参加者(13名)はWindowsの使用経験がありましたが、Linuxの使用経験がある人は2名のみでしたので、スペクトルの解析に用いるソフトとしてWindowsベースのソフトを選ぶことになり、太陽スペクトルの解析に必要な機能を備えているという観点から、美星天文台の川端哲也さんが開発したBeSpecを用いることにしました。参加者所有のノートパソコンの持ち込みを奨励したので、一人または二人に1台パソコンがあるという環境を実現しました。

紙と定規に納得のスペクトル解析

今回の主題は、太陽スペクトルの解析を通して「分光とは何か」を理解していただくことです。基礎的な事柄に力を入れて、23ページほどの資料集を執筆して配布しました。

1日目(2005年10月1日)

午前10時開始。屋根に登って太陽望遠鏡を見学し、調整室に入って太陽分光器を見学しました。ふだんは入ることのできない場所なので、常連の方々も喜んでくれました。

基礎的な内容の講義では、光は波であり粒子であるというところで質問が続出しました。「知識としてはわかったけど、それを実感として理解できない」というご意見はもっともです。

午後は分光器の講義後、簡易分光器を各自が工作して蛍光灯や電球のスペクトルを観察しました。簡単な工作ですが、分光器の仕組みの理解に役立つと好評でした。自宅に持ち帰ってスリット部分を2枚の剃刀の刃が可動するように改良し(写真1)、フラウンホーファー線を撮影した参加者もいて、担当として嬉しい限りです。最後にBeSpecをインストールして終了時刻の午後4時となりました。



写真1: 改良した簡易分光器 (松下明広さん製作)

2日目 (10月22日)

悪天候だったので事前に撮影したH α 付近のデータを使いました。午前中に波長較正と波長同定について講義をしましたが、初めての方にはピクセルを波長へ直す概念がわかりにくい難所です。そこで午後は、H α 付近のスペクトル写真を紙に印刷して配布し、波長較正と波長同定をやっていただきました。定規を配ると、皆さん1センチが何ピクセルに相当しているかを計算してから波長を同定し始めました。この地道な実践によって、波長較正とはどういうことなのかを納得できたのです(写真2)。

その後、パソコン操作を解説した簡単なテキストを配布し、パソコン上で参照スペクトルのデータ・ファイルを作り、BeSpecを使って波長較正・波長同定を行いました。パソコン操作に不慣れな方も多かったのですが、同じことを紙と定規で経験済みだったことが理解の助けになりました。

3日目 (11月5日)

ようやく晴れました。この日は、清水参与から観測指導がありました。まず講義で輝線と吸収線の復習をしてから、眼視で彩層とプロミネンスのスペクトルを観察しました。事前にどのように見えるかを予想し、輝線ということを予想できなかった参加者もじっくり考察して納得できました。黒点や白斑も観察

し、太陽の活動現象について解説を聴きました。

午後は、清水参与による天体分光学概論、日本と世界の太陽望遠鏡・分光器などの特別講義の後、少人数に分かれてプロミネンスのスペクトルをCCDで撮影しました。スリットのあたり具合によって輝線の傾きに若干の差が出てしまいました。

4日目 (2006年1月14日)

雨だったので、BeSpecを用いて前回撮影したプロミネンスのスペクトルを解析しました。ぐんま天文台の太陽分光器では0.1Åを測定可能なので、ガスの速度成分が視線方向に4.57 km/s以上あればドップラー・シフトを検出できますが、その日のプロミネンスの向きによっては検出限界以下も有り得るので、やってみるまではドキドキでした。近づく方向に9.59 km/sという値を出せた時には嬉しかったです。3日目終了後に自宅で解析して速度を求め、既にメールで報告してくれた参加者もいました。自宅でも自分で解析できるようになることを念頭にテキストを執筆したので、担当冥利につきます。当日、近づく方向へ9~24 km/sと参加者全員が求められました(各自が空間方向のどの部分を解析したかによって値に差が出ています)。

最後に他の天体の分光について講義し、天文学校の運営と内容に関するアンケートをそれぞれ配布して終了しました。アンケートには「中道さんと倉林さんのコンビは教育漫才で面白かった」との記述が複数ありました。漫才とは想定外でしたが、楽しんでいただけてよかったです。

(主任(観測普及研究員) 中道晶香)



写真2: 紙と定規で納得のスペクトル解析



空を見上げてみよう

台風一過の快晴の夜に天の川をたどる

ぐんま天文台がオープンしてから、8年目になります。着任してから毎日星空を眺めていたわけではありませんが、群馬県で南の空低くまで天の川が見えるような「超」快晴に出会ったのは一回だけです。その時は台風一過の晴れでした。天の川のずいぶん暗い星が見えて、あまりの星の多さに、星座の形も分からないほどでした。また、心なしか夜空が緑かかっていたような記憶があります。印象ほどあてにならないものはありませんから、そんなばかな、とも思うのですが、ひょっとしたらそれでいいのかもしれない、と思うこともあります。それは、さらに昔、山奥で月もない真っ暗な空でアンドロメダを双眼鏡で見た時に、似たような色をしていた記憶があったからです。また確かめられる機会があればいいのですが。台風の被害は困りものですが、台風一過の快晴は待ち遠しいことです。

そう、なんといっても夏は天の川の季節です。織り姫（こと座）と彦星（わし座）、夏の大三角には飽きたなあという方は、もう少し小さな星座にも目を向けてみましょう。天の川の真ん中には南斗六星（南にある柄杓の形をした六つの星なのでこう呼ばれますが、この近辺が、いて座です）、東には、や座、いるか座、西には、ヘルクレス座、てんびん座、へび座、へびつかい座などが見えてくるでしょう。さらに南には、さそり座があり、今年は近くに木星も見えるはずです。

ヘルクレス座と言えばM13です。ほかにM92もこの星座にあります。御存じかもしれませんが、これらは両方とも球状星団です。球状星団は天の川の中央部分を中心に広く分布しているので、天の川の季節は球状星団の季節でもあります。アンタ

レスの西横のM4も双眼鏡で探して見るには楽しい天体です。こと座にはM56、や座にはM71、へびつかい座にはM12などの大物球状星団がめじろ押しです。南斗六星の柄杓の付け根にあるM22はメシエ*以前に発見されていたそうです。

ところで、天の川は星が集団で生まれる場所でもあります。たて座には散開星団M11があり、双眼鏡で十分見つけられる天体です。また、ある晩望遠鏡で観測しながらドームの外で天の川を双眼鏡で観察していたら、さそりの尻尾の東横に散開星団らしき天体が二つも視野に入ってきました。星図で確かめたら、M6とM7という散開星団でした。他にも天の川の中には、その存在を偶然気づかせてくれる天体がたくさんありました。そして、何も知らないところで偶然みつけた天体を、カタログという過去の記録と照らしあわせるのも、案外わくわくするものだという事に気づきました。みなさんも試してみたいですか？

今回は南に天の川をたどりましたが、天の川を北にたどるとすでにカシオペアが上がって来ています。天は夏を越えてもう冬の準備をしていたのでした。

（専門員(観測普及研究員) 長谷川隆)

*シャルル・メシエ (Charles Messier; 1730年～1817年) は、フランスの天文学者。星雲・星団・銀河などをまとめたメシエ・カタログを作った。M13などの天体名は、このメシエ・カタログの13番目に記載されている天体という意味。

天文台の素朴な疑問

～天文台にある「ネギボウズ」みたいなものは何?～

「あの『ネギボウズ』のようなものはなんですか。」皆さんからよく聞かれる質問です。天文台に「ネギボウズ」とは。知らない人はちょっとイメージできないでしょう。ぐんま天文台には畑は無く、もちろんねぎの栽培もしていません。この「ネギボウズ」とはこれ(写真1)のことです。



写真1: 天文台の「ネギボウズ」

確かに「ネギボウズ」みたいでしょう。これは「イオナイザー」といいます。天文台を守ってくれる頼もしい味方なのです。何から守るかというと・・・。

正解は雷です。ぐんま天文台は、きれいな空気と暗い空を求めて現在の場所に建設されましたが、群馬県は夏から秋にかけて夕立が多いため、雷に悩まされています。精密機器がたくさんある天文台にとって、雷は脅威です。雷が落ちると、地中を通じてさまざまな配線から強い電気が進入してきます。これが、天文台のコンピューターや望遠鏡の制御装置、観測機器、通信機器等に影響をおよぼします。これは、避雷針では防ぎきれません。

一番よいのは、雷を起こさなくすることですが、それはさすがに無理です。では、どうしたらよいか。次によいのが、雷を落とさないようにすることです。雷が遠くで鳴っても、近くに落ちなければ影響はありません。そこで、ぐんま天文台が導入したのが、雷を落ちにくくする最新式の防雷システムです。

落雷は、上空にたまった負の電荷が地中の正の電荷を引き寄せるため、上空と地上の電位差が高くなっておこる放電現象です。そこで、防雷システムでは地中にたまった正の電荷を、空中にじわりじわりと放出します。放出された電荷が一種のバリアーのような働きをして、天文台周辺に雷を落ちにくくするのです。イオナイザーは先端放電現象という技術を用いて電荷を空中に放電する役割をしています。ドームの周りに張り巡らされている針のようなもの（写真2）や、観望棟付近にある傘のような形をしたもの（写真3）も同じ働きをしています。このシステムによって直接雷が落ちることを防ぎ、天文台を雷の被害から守っているのです。

天文台の「ネギボウズ」は最先端技術を生かした天文台の守り神なのです。

(指導主事 倉林勉)



写真2: ドーム周りのイオナイザー



写真3: 観望棟のイオナイザー

天界四季折々

8月10日(木)から8月16日(水)の「お盆特別開館」は、期間中休まずに開館し、11時と14時に「館内案内ツアー」を行います。さらに、晴れた晩には、150cm望遠鏡・65cm望遠鏡を使った天体観望も行います。ふるってご来館ください。

★主な観望天体

惑星：木星

二重星：アルビレオ

球状星団：M13

惑星状星雲：M57 (リング星雲)

★イベント・開館情報

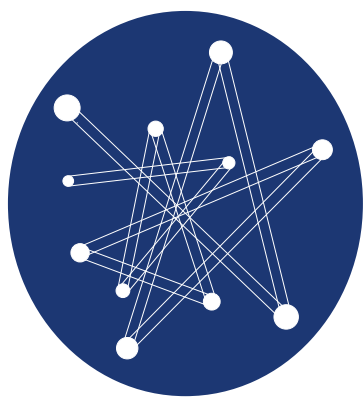
望遠鏡使用資格取得講習会：7/8(土)

持ち込み望遠鏡講習会：7/29(土)

お盆特別開館：8/10(木)～16(水)

ペルセウス座流星群説明会・観察会8/12(土)

天文講話：8/5(土)、9/9(土)



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

発行日 ■ 2006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

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。

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。