

# STELLAR No. 13

## LIGHT

ステラーライト

回想記—ぐんま天文台建設

台長インタビュー

天体列伝—ペガサス座51番星

観測報告：ガンマ線バースト GRB030329

少年少女研究員（ジュニア）—後編—

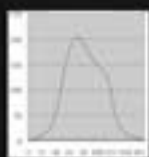
天体望遠鏡の選び方



03/05/21



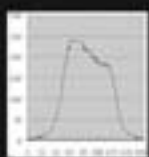
10.8 arcsec



03/06/01



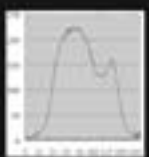
12.3 arcsec



03/06/21



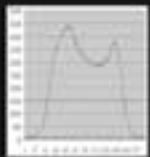
15.6 arcsec



03/06/29



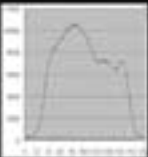
16.5 arcsec



03/07/22



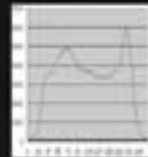
20.1 arcsec



03/08/03



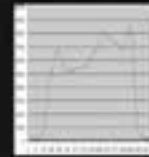
23.3 arcsec



03/08/22



24.7 arcsec



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

# 回想記「ぐんま天文台建設」

(株)高橋製作所開発部長 秦 健一郎

ぐんま天文台の建設中、建設地の山を何度も登り下りした日々が昨日のように思い出されま  
す。雨が降れば泥んこ道、晴れた日は土埃、冬は雪と氷の山路でした。その高山村の県立ぐん  
ま天文台が立派に姿を変えて平成11年にオープンし、そして早くも4年。月日の流れる早さに  
驚きます。以来、ぐんま天文台がこの高山村の豊かな自然の中で、地域社会に開かれた天文台  
として、ここを訪れる多くの方々に星空の美しさへの興味を十分に啓蒙してこられたその活動  
の成果に心より敬意を表したいと思います。

弊社ではこれまでも全国各地で、幾つかの公共天文台建設のお手伝いをさせていただいて  
参りましたが、その中で私どもが一貫して共通に感じたことは、その天文台が今後どのような  
運営がなされるのかということです。もっとも、メーカーとしては天文機材提供にご協力させ  
て頂ければいいのであって、そんな後々までの心配は余計なお節介なのかもしれません。

しかし、私どもは製造業者とはいえ、望遠鏡機材の開発製作に携わる一人一人はそれぞれに  
天文の楽しさを十分心得た者がほとんどであり、その各々が天文に寄せる思いを込めて製作に  
あたっておりますので、やはりそれら機材がその後どれほど多くの方々に喜んで活用していた  
だけなのかは気になるところなのです。しかし実際、中にはその施設が一部のハイレベルな研  
究者たちの専有物になってしまったり、あるいはせっかく高性能な機材もほとんど使用されず、  
埃を積もらせた置物と化してしまった例などに出会うと複雑な思いにさせられます。

天文台は、見せかけの姿かたちではなく、ハードとしての機材設備の機能をいかに最大限活  
用できるかというソフトの充実の方がはるかに重要で、また難しいテーマだと想像します。ど  
のような天文台にするのか、という企画段階でのコンセプトとその運用には、何より有能な人  
材グループを必要とすることと思いますが、ぐんま天文台では充実したスタッフチームが当初  
から組織されており、また計画には、トップレベルの観測技術から初心者クラス対応に到る全  
般の技術が網羅され、あらゆる層の天文への興味を十分に満足させるシステムが完成されてお  
り、その規模の大きさ及び高度な技術レベル、そして運用ソフトの充実は全国でも類例をみな  
い天文台の成功例と言えましょう。

私ども、天文台建設の当初から関わらせていただいた経緯から、倉田巧氏はじめ多くのスタ  
ッフ方々との親しい交わりと、また厳しいご指導を頂く中で、新たなる技術の蓄積を得たこと  
はメーカー冥利の思いこの上ないものと感謝申し上げます。ぐんま天文台の今後さらな  
るご活躍を心より祈念申し上げます。

(注) 高橋製作所製作の望遠鏡は、スライディンググループ内に6台設置され、教育用/占有利用等に好評  
を博しています。



## 台長インタビュー

**角田**：古在台長が天文学の道に進まれたのはどうしてですか？

**古在**：僕は天文少年でも科学少年でもなかったが、大学に入るとき、当時は学部・学科を決めて受験する必要があったんですね。それを考えていた旧制高校3年の10月か11月に、萩原先生（萩原雄祐1897-1979）の「天体力学の基礎」を読んだのがきっかけですね。

**角田**：その本の内容に引き込まれたのですか。

**古在**：とても難しい本で、全部はわからなかった。わからなかったから、大学で勉強したんだけど（笑）。でも、序文に活力のある本でしたね。それから性格的なものもあって、自分は流行にはあわないとずっと思ってきたもので、わりと古い天体力学を選んだんです。

**角田**：研究生生活のなかではいろいろご苦労もあったと思いますが、どのように乗り越えてこられたのですか。

**古在**：だいたい、自分で研究するということがどういうことがわからなかった。でも、体力には自信があったので、根気のいる仕事をコツコツやったら何とかなるんじゃないかと思って取り組んできました。流行を追わなかったので、同じような研究をやる人が少なかった。そんな時にソ連のスパートニク衛星が上がったんです。アメリカはコンピュータを使えば何とかなると思っていたけど、いざとなるとできない。僕は土星の衛星の動きから土星の重力を求めるという研究をしていたので、30（歳）ぐらいでもう経験があったんです。それで、僕が呼ばれたんです。だから、はじめから狙っていたわけじゃないが、流行に乗ってしまうかたちになり、1959年の2月頃、アメリカで人工衛星の軌道の式を作ったんです。

**角田**：20世紀の科学論文50選に選ばれた台長の論文は、どのような点が評価されたとお考えですか。

**古在**：あれは小惑星の研究が評価されたのです。小惑星にも人工衛星の考え方を使ったらできるかなと思ってやった。そしたら、それがほかのことに使えるよううまいのができた。この点が評価されたのでしよう。

**角田**：台長が天文学を研究されてきた間に、最も大きく進歩した点はどんなところでしょうか。

**古在**：日本でも優れた観測装置が使えるようになったことです。今では野辺山の電波天文台やすばる望遠鏡のように、一流の装置がそろうようになったでしょう。以前は外国での発見を指をくわえて見ているだけだった。あの頃の僕の夢は、日本でも自分のすぐ隣でデータが取れるようにしたいということだったね。

**角田**：ぐんま天文台の基本方針に「国際協力」がありますが、その目的は何でしょうか。

**古在**：1950～60年代は、クウェーサーやパルサー、3K黒体放射など、天文学では発見の時代でした。そういうデータは日本では得られなかった。僕らはそういう時代の中でやってきた。だから、望遠鏡のない国の人の気持ちもわかるんですよ。群馬県は県として150cmの望遠鏡を持っている。ベトナムやフィリピンは国として40～50cmの望遠鏡しか持っていない。それらの国で、勉強したい人がいたら勉強できるようにしたいんです。勉強したい人が勉強できないんじゃないとおかしいでしょう。そのうちに、向こうの人達に助けてもらうようになるかもしれないしね（笑）。

**角田**：これから天文学を志す若者に、アドバイスをお願いします。

**古在**：僕が研究していた頃は手回し計算機だったから、先を見通して、「やろう」と決心しないとできなかった。不便な中でも、他の人がやっていないことを「どうなるか」考えながらやってきた。だから、先を見通して根気強くやるという貴重な体験ができた。便利なものは利用すればいいけど、そういう見方は持っていた方がいい。

**角田**：現代社会において、天文学を学ぶことはどのような意義を持つとお考えですか。

**古在**：人間の能力なんてそれほど高くはないと思います。たとえばボイジャーが土星の輪の写真を撮ったのを見て、今まで想像もできなかったことが見えるようになったのです。天文学だけではなく、たとえば人間が便利な製品を作ったと思っていると、それが環境を破壊したりする。だから、私たちは「宇宙のことがわからないように、まだまだいろいろなことがわからないんだ」と思いながら、勉強していかなければならないと思います。

**角田**：台長のお人柄にふれることができている楽しい時間を過ごさせていただきました。ありがとうございました。

（指導主事 登坂一彦・角田喜久雄）







# 天体列伝

## ペガサス座51番星

### 1. ペガサス座51番星

秋の夜空に高く上がるペガサス座の中に51番星と呼ばれる星があります(図1)。5.5等星と肉眼で見えるぎりぎりの明るさで、それほど目立つ存在ではありません。スペクトルの研究から、温度や大きさが我々の太陽とそっくりの主系列星であることがわかっています。この星の距離から我々の太陽を見ると、ちょうど我々がこの星を見ているのと同じような姿に見えるはずですが、ペガサス座51番星までの距離はおよそ50光年で、多くの恒星の中にあつては比較的近所の天体だと言えます。にもかかわらず、あまり夜空で目立つ天体ではないと言うことは、この星や我々の太陽は広い銀河系の中ではごくありふれた天体であり、とりたてて特別の存在ではないことを示しているとも言えるでしょう。いずれにせよ、ペガサス座51番星が特別に注目されることはこれまでほとんどありませんでした。



図1 ; ペガサス座51番星

ところが、1995年にこの地味な天体は一躍脚光を浴びることになります。それは天文学史上、そして人類史上においても極めて重要で画期的な出来事でした。天文学者の間だけに留まらず、社会的にも大きな話題となりました。ペガサス座51番星の周りを巡る惑星が発見されたのです。

太陽の周りには我々の棲む地球を含めて幾つかの惑星が現実的に回っています。しかも、恒星としての太陽自体は銀河系の中ではありふれた天体ですから、他の恒星にも太陽のように惑星が存在する可能性は十分ある、あるいは存在して当然であると考えられてきました。しかし、これまでにそのような惑星の存在が実証されている天体はひとつも無かったのです。あくまでも可能性としてのみ考えられていたに過ぎなかったのです。ところが、ペガサス座51番星の惑星の発見によって、太陽系以外にも惑星が存在することがはじめて観測可能な現実のものとなったのです。実

証を基礎とする現代の科学においてはきわめて大きな進歩でした。

この事実は、地球以外の生命の存在の可能性についても、それを支える重要な観測事実として受けとられています。生命が存在するためには惑星の存在が不可欠だと考えられているからです。少なくともこれまでは、この広い宇宙の中で、我々の太陽系以外に惑星や生命の存在が確認されている天体は存在しませんでした。しかし、太陽以外の恒星の周辺にも我々と似たような惑星が普遍的に存在するとなれば、その中に生命の存在する可能性には確かに現実味を帯びてきます。ごくありふれた安定した主系列(=壮年期)星である太陽の周りを回る惑星のひとつ、すなわち地球の上に生命が事実存在しているのですから。惑星系の存在が特別の珍しいことではないとなると、場合によっては人間のような知的生命の存在さえも全くの夢ではないかもしれないのです。もちろん、惑星系の存在自体が直ちにそのような生命の存在の証明や保証にはなっているわけではありませんが、その可能性を研究するための大きな推進材料になっているのは事実です。

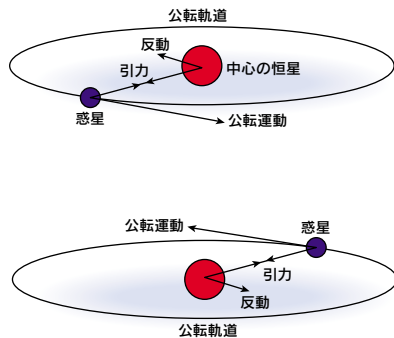
### 2. 惑星系の検出

ペガサス座51番星での惑星の発見はとても重要な意義を持つものでした。しかし、そこに至る研究手法は極めて緻密でありながら、その進展は非常に困難の多いものでした。現代の最先端の観測技術をもってしても、恒星の周りを回る惑星を我々は直接見ることができないのです。太陽系の中で最も大きく最も明るい惑星が木星ですが、それでも太陽系を外から見た場合、その明るさは太陽の明るさの10億分の1に過ぎません。何光年も離れた距離から太陽系を観測しても、太陽からの圧倒的に明るい光に邪魔され、木星からの微弱な光を検出することはできません。観測可能なのは太陽、すなわち中心の恒星からの光だけということになります。そこで、恒星からの光だけの観測から惑星の検出を試みる間接的な手法を考案することが必要になります。

惑星は恒星の周りを公転しています。地球の場合、公転の速度は毎秒30km程度で、太陽との間の引力と公転による遠心力が釣り合って公転軌道を形成しています。この引力は太陽と惑星両者が引き合う力で太陽も同じ力で惑星に引っ張られています。しかし、太陽は惑星に対して圧倒的に質量が大きいため、同じ力で引かれてもその動きはきわめて小さなものになります(図2)。例えば、太陽の質量は地球の33万倍ですから、同じ力が作用しても地球の動

## 1. ペガサス座51番星

秋の夜空に高く上がるペガサス座の中に51番星と呼ばれる星があります(図1)。5.5等星と肉眼で見えるぎりぎりの明るさで、それほど目立つ存在ではありません。スペクトルの研究から、温度や大きさが我々の太陽とそっくりの主系列星であることがわかっています。この星の距離から我々の太陽を見ると、ちょうど我々がこの星を見ているのと同じような姿に見えるはずで、ペガサス座51番



惑星の位置によって中心の恒星の動く方向(速度)が変化する。

図2；惑星の運動による恒星の運動の変化

分光器と呼ばれる観測装置を用いて、天体からの光を観測するとその光で作られる虹、すなわちスペクトルが得られます。このスペクトルには天体からの様々な情報が含まれていて、その詳細な分析からは天体の動く速度を測定することもできます。惑星の影響によって恒星が微妙に動かされていると、その動きが恒星の光に反映され、その光を分光器で観測するとその動きの変化を測定することが可能となります。惑星は恒星の周りを公転していますから、恒星自体の動きもその公転周期と同じ周期で変化するはずで、対象とする恒星を長期にわたって分光観測を行ない、周期的な速度の変化を検出する、このような観測から間接的に惑星の存在を見出すことが可能となるのです。

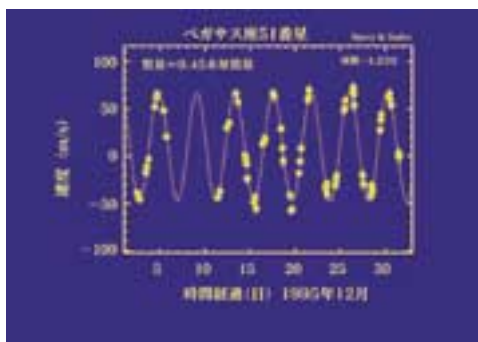


図3；ペガサス座51番星の速度変化(リック天文台提供)

California & Carnegie Planet Search (<http://exoplanets.org/>) からの引用です。

図3に実際に観測された、ペガサス座51番星の速度の変化を示します。周期的な速度の変化から、木星の半分ほ

どの大きさの惑星が4.2日の周期で公転していることがわかりました。速度の変化は最大で100m/sほどです。これを確実に検出するためには10m/sよりも高い測定精度が必要です。毎秒10mは時速36kmに相当し、人間の走る程度の速さです。光速度を問題にすることも稀ではない天体観測においては、これは極度に高い測定精度を要求していることになります。恒星の表面の上で起こる非常に小さな現象や、繊細な観測装置の持つ些細な不安定現象から直ちに測定が難しくなってしまうのです。このため、実際に惑星検出がなされるまでには数多くの困難を乗り越える必要がありました。時には、同じ雑誌に観測結果を否定する論文と、肯定する論文が同時期に掲載されるようなこともありました。そのような、観測努力と議論の末に、ペガサス座51番星における惑星の存在が確認されたのです。

ただし、その姿には我々の太陽系とは違っているところもありました。我々の太陽系では木星や土星のような大型の惑星はかなり太陽の遠方を回っており、その公転周期は何年もかかるものです。しかし、ペガサス座51番星では木星の半分ほどの質量を持つ大型の惑星が水星よりもは

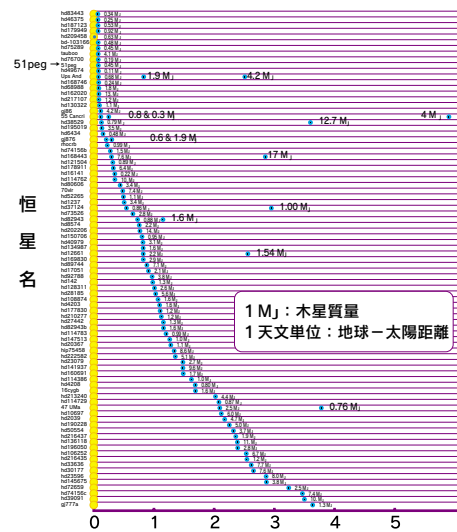


図4；太陽系外惑星 California & Carnegie Planet Search (<http://exoplanets.org/>) からの引用です。

るかに恒星に近い軌道で公転しているのです。ペガサス座51番星以来、今日では100個以上の恒星に惑星が存在することが確認されています(図4)。中には複数の惑星を持つ天体も観測されており、様々な惑星系が存在することが明らかになってきました。我々の太陽系とはあまり似ていないものも少なくないようです。現在の技術ではまだ木星クラスの巨大な惑星の検出が精一杯ですが、地球のような小型惑星を検出する観測手法の開発も精力的に進められています。ひょっとすると、将来、生命や知的文明の存在を観測的に垣間見ることも可能かもしれません。

(専門員 橋本 修)



# 観測報告

## ガンマ線バーストGRB030329の残光観測

### 1. はじめに

ぐんま天文台では、2003年3月29日、150cm望遠鏡、65cm望遠鏡、観察用望遠鏡を使って、ガンマ線バーストGRB030329の赤外および可視光での残光観測に成功しました。赤外線でのガンマ線バーストの残光観測が成功したのは、国内では初めてのことです。また、ぐんま天文台での観測は、世界でも最も早い時間帯に行われましたので、このガンマ線バーストの大変貴重なデータになります。本稿では、ガンマ線とは何か、そして、ガンマ線バーストとは何か、ということから始めて、今回観測したガンマ線バーストの重要性についてご紹介したいと思います。

### 2. ガンマ線とは

「ガンマ線」とは、透過力の非常に強い放射線で、その正体は、波長の非常に短い「電磁波」です。私たちの目に見える「光」も電磁波のごく一部の領域のことを指す言葉です。目に見える光は、波長400~700nm（ナノメートル；百万分の1ミリメートル）の電磁波のことをいい、「可視光線」と言われています。この可視光線より波長の長いものとして、「赤外線」や「電波」があり、波長の短いものとして、「紫外線」や「エックス線」があります。ガンマ線は、波長が0.001nm以下で紫外線やエックス線よりさらに短く、可視光に比べて約100万倍以上もの高いエネルギーを持つ電磁波なのです（図1参照）。

日常生活ではあまりなじみがないかもしれませんが、ガンマ線は、医療の分野ではガンムの放射線治療などに使われています。また、工業の分野では材質検査など、農業の分野でも植物の品種改良などに使われています。エックス線がレントゲンに使われて私たちの役に立っているように、ガンマ線も実はいろいろな使い道があるのです。

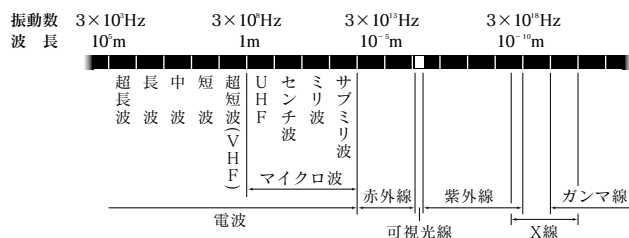


図1；電磁波とその名称  
(広辞苑第五版(岩波書店)より)

### 3. ガンマ線バーストとは

さて、ガンマ線の観測装置を搭載した人工衛星で宇宙を観測していると、1日に1回程度、何の前触れもなく、数秒から数分の短い時間、空のランダムな方向でガンマ線がピカッと明るく輝きます。この現象のことを「ガンマ線バースト」と言います。そして、ガンマ線バーストは、現象自体は30年以上も前に発見されているにもかかわらず、その正体は謎に包まれたまま、現代天文学最大の謎の一つとされてきました。

### 4. ガンマ線バースト研究の歴史

1960年代後半、アメリカは当時のソ連の核実験を監視するために、核爆発の際に発生するガンマ線をとらえる軍事衛星ベラを打ち上げていました。ところが、ベラ衛星が見つけたものは核爆発によるガンマ線ではなく、宇宙から飛んでくる強いガンマ線でした。観測データはすぐには公表されず、数年にわたって軍関係者によって観測が続けられ、1973年にガンマ線バーストとして報告されたのです。ガンマ線バーストはごく短時間の現象であること、また、ガンマ線観測装置がガンマ線の飛んできた方向を正確に求めることができなかったことなどの理由によって、謎の現象とされてきました。太陽系近傍といった比較的近いところで起こっているのか、それとも、宇宙の果てで起こっているのかさえ分からなかったのです。

ところが、1990年代後半からガンマ線バーストの研究が急激に進みます。転機になったのは1997年イタリアのX線衛星BeppoSAXがガンマ線バーストのX線残光を発見し、その正確な位置を決定することに成功したことです。このX線残光の発見に続き、同じ場所に可視残光も発見されました。このような観測では、素早さが観測の成否を左右します。というのも、残光もガンマ線バースト発生後、数時間~1日ですぐに暗くなってしまふからなのです。地上の大望遠鏡などで可視残光のありかを詳しく調べることによって、ガンマ線バーストが、遠方の銀河で起こっていること、つまり、宇宙で最も大きな大爆発であることが分かってきました。しかし、何がそのような大爆発を起こしているのかは、よく分かっていませんでした。

第2の転機となったのは、1998年にガンマ線バーストの残光を探していたときに、偶然その位置に特殊な超新星が見つかったことです。SN1998bwと名付けられたこの超新星は、普通の超新星にくらべおよそ一桁大きなエネルギーを放出していました。ガンマ線バーストの位置に、た



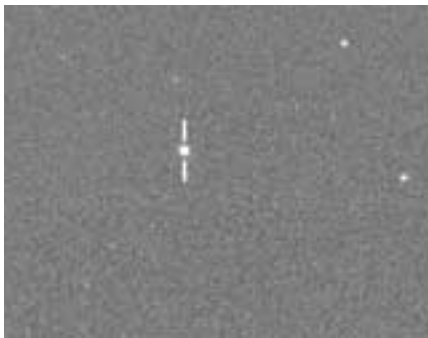
### 3. ガンマ線バーストとは

さて、ガンマ線の観測装置を搭載した人工衛星で宇宙を観測していると、1日に1回程度、何の前触れもなく、数秒から数分の短い時間、空のランダムな方向でガンマ線がピカッと明るく輝きます。この現象のことを「ガンマ線バースト」と言います。そして、ガンマ線バーストは、現象自体は30年以上も前に発見されているにもかかわらず、その正体は謎に包まれたまま、現代天文学最大の謎の一つとされてきました。

### 4. ガンマ線バースト研究の歴史

1960年代後半、アメリカは当時のソ連の核実験を監視するために、核爆発の際に発生するガンマ線をとらえる軍事衛星ベラを打ち上げていました。ところが、ベラ衛星が見つけたものは核爆発によるガンマ線ではなく、宇宙から飛んでくる強いガンマ線でした。観測データはすぐには公表されず、数年にわたって軍関係者によって観測が続けられ、1973年にガンマ線バーストとして報告されたのです。ガンマ線バーストはごく短時間の現象であること、また、ガンマ線観測装置がガンマ線の飛んできた方向を正確に求めることができなかつたことなどの理由によって、謎の現象とされてきました。太陽系近傍といった比較的近いところで起こっているのか、それとも、宇宙の果てで起こってい

図2；GRB030329の残光



(a) 2003年3月29日24時ごろ



(b) 2003年3月30日23時ごろ  
前日に比べ、かなり暗くなっている。

るのかさえ分からなかつたのです。

ところが、1990年代後半からガンマ線バーストの研究が急激に進みます。転機になったのは1997年イタリアのX線衛星BeppoSAXがガンマ線バーストのX線残光を発見し、その正確な位置を決定することに成功したことです。このX線残光の発見に続き、同じ場所に可視残光も発見されました。このような観測では、素早さが観測の成否を左右します。というのも、残光もガンマ線バースト発生後、数時間～1日ですぐに暗くなってしまふからなのです。地上の大望遠鏡などで可視残光のありかを詳しく調べることによって、ガンマ線バーストが、遠方の銀河で起こっていること、つまり、宇宙で最も大きな大爆発であることが分かってきました。しかし、何がそのような大爆発を起こしているのかは、よく分かっていませんでした。

第2の転機となったのは、1998年にガンマ線バーストの残光を探していたときに、偶然その位置に特殊な超新星が見つかったことです。SN1998bwと名付けられたこの超新星は、普通の超新星にくらべおよそ一桁大きなエネルギーを放出していました。ガンマ線バーストの位置に、たまたま無関係な超新星が見つかる可能性は1万分の1以下だと見積もられ、この超新星はガンマ線バーストと関係したものだと考えられました。そして、少なくとも一部のガンマ線バーストは、特殊な超新星が原因なのではないかと考えられるようになってきました。

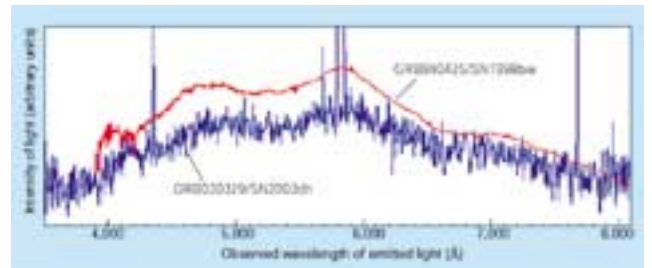


図3；GRB030329/SN2003dhと  
GRB980425/SN1999dwのスペクトル

### 5. 第3の転機？ GRB030329

今回観測に成功したガンマ線バーストは、2003年3月29日に出現したガンマ線バースト (Gamma-Ray Burst) という意味で、「GRB030329」という名前が付けられています。GRB030329は日本がアメリカやフランスと協力して打ち上げたガンマ線バーストの発見を目的としたHETE2衛星によって、2003年3月29日20時37分 (日本標準時) に発見されました。そして、ガンマ線バーストの正確な位置は21時50分 (発見後約1時間10分) でインターネットを通じて全世界へ配信されました。ぐんま天文台では、その通報を受け取ってすぐに150cm望遠鏡の赤外



# ぐんま天文台子ども天文学校

## —— 少年少女研究員（ジュニア）（2） ——

### ■第4回 観測（上弦の月）

平成15年1月11日(土)

みんな少年少女研究員を結構楽しみにしているらしく、久しぶりの再会に話が弾んでいました。グループの絆もすっかりできています。

まずは、前回取った写真のでき具合をチェック。期待と不安が交錯する中、子どもたちの手元に写真が配られます。グループごとに中を見てみると…。

「…」なんとも表現できない声が上がりました。結果は当然失敗もありましたが、よく写っている写真も結構ありました。どうやら観測成功です。うれしさとほっとした気持ちとで、しばらく写真を見ていた子どもたち。初めて自分で天体の姿をとらえた実感をかみしめていたようでした。

次は、写真の整理です。前回観測したときの記録を元に、失敗したものも成功したものもきちんとアルバムに収め、その横に記録を転記しました。こうしてみると、どういう条件のときに失敗し、どういう条件のときに成功したのか、わかりやすくなります。今回はシャッタースピードの違いが写りに大きく影響しています。グループごとに話し合ってみました。結果は1/60秒前後が最も適していたようです。露出時間による写り方の違いも実感できたようです。

そこで「でも、月の大きさ（この場合月齢のこと）が変わったら?」「雲がかかっていたら?」と露出が変化するような状況をあげて、その場合シャッタースピードをどう操作すればいいか、みんなで考え、学習を深めました。ちょうどこの日もほぼ上弦の月。この学習を元に観測計画を考えました。

その後、前回と同じく観測準備。設置が終わるころには青空の中にすでに月が昇っています。今回も練習をしました。ところが、前回は難しかった月を望遠鏡に導入する操作が、今回はスムーズに進みます。改めて子どもたちの技能が上達していることを実感しました。

夕食後、観測へ。今回は前回の経験があるため、ほとんどアドバイス無しです。それでも、子どもたちはどんどん観測を進めていきました。望遠鏡の操作も月の撮影もほとんど手を貸す必要はありません。おもしろいのは、前回の経験からシャッタースピードは1/60が適当とわかっているにもかかわらず、わざと速いシャッタースピードにしてみたり、極端に遅くしてみたりしているところ。失敗するのはわかっているけど、どうなるか気になるようです。しかし、これが後にとても大切な情報を記録することになるとは…。

あまりにもスムーズに観測が進んでしまったため、終了

した班から自由に望遠鏡を操作していろいろな天体を観察してよいことにしました。月と違って星は暗く、小さいため、月と同じようにはいきません。導入にも手間取り、また、導入できてはたして見えている天体が本当にその星なのか…。それはそれで貴重な体験になったことと思います。普通の星だけでなく土星や木星、オリオン座大星雲M42なども観察しました。特に土星はしっかりと輪が見え、感動した子が多かったようです。



観測終了後は150cm望遠鏡での観望。第2回で見学したり説明を聞いたりはしていましたが、観望するのは初めてです。この日は土星やM42などの天体を観察しました。10cm屈折式望遠鏡と違い、大きさや明るさ、そして分解能の違いも体験できました。

### ■第5回 観測（下弦の月、一泊二日）

平成15年1月25日(土)～26日(日)

今までと違い今回は下弦の月が観測対象です。明け方の観測になるため、前日から泊まりこんでの観測となりました。

その前に、今回も最初は前回の写真の整理です。ほとんど大人の手を借りずに写したのですが、しっかりと写っています。経験がしっかりと生かされていたのは感心です。記録整理にも慣れて、わずかな時間で終わってしまいました。

そこで、新たな課題を提示。「2回の観測は同じような月の形だが、本当に同じだろうか」というものです。しばらくは「色が違う」「大きさがちがう」（ここでは満ち欠けによる形の違い）といったすぐ目に付くものばかりしか出てきませんでしたが、「模様は?」と投げかけると、あれこれ議論が始まりました。「同じだよ」という子に対して「違う気がする」と主張する子、中には2枚の写真をじっと見つめたまま、考え込んでいる子もいます。そのうちにあるグループでは薄い紙を取りだし、写真の上に乗せて、月の模様を写し取り始めました。どうするのか聞いてみると、よくわからないので、写し取った月を重ねて比べてみるのだそう。これをきっかけに、他のグループでも、色々と工夫が始まりました。定規で縁からクレーターや模様までの長さを測る子、紙の代わりにアルバムの透明フィルムを切り出して写し取るグループ。やがて、2枚の写真に違



いがあることがわかると、自然と「どうしてだろう」と考え出す子が出てきました。「同じ形の月なのに、なぜ模様の位置が違うのか…」と図に書いて考えたり、仲間と議論したり…。翌日の朝の観測に備えて、この日はここまででしたが、子どもたちは予想もしていなかった事態に、観測に対する関心がより高まったようでした。

合間を見て観測場所の雪かきまでしたにもかかわらず、夜は結構な雪が舞うあいにくの天気。本当に観測ができるか不安を抱えての就寝となりました。実際、起床予定の3時になっても、全天ほとんど雲。幸いうす雲だったので、月なら見えるかもと粘っていたら…。4時ごろになって急に雲が切れ始めました。月も見えるようになりGOサイン。あわてて観測準備を始めました。

眠い目をこすりながら起きてきた子どもたちも、外の寒さと目の前の月の輝きで、ぱっちり目が開き、すぐに観測に取りかかりました。雪のため2台しか望遠鏡が出せなかったため、交代で使わざるをえず、寒い中待ち時間が長いという過酷な観測となりましたが、その後は天気の大きな崩れも無く、技術の向上した子どもたちの手際の上もあって、全部の班が観測することができました。おまけに明け方ひとときわ輝く金星も観察できました。

仮眠を取り、宿泊施設の掃除と食事を済ませたあとは、前日の続き、月の模様の変化について議論です。「月は少しずつ回転しているんじゃないか」などと、原因を探る考えがあらちから出てきます。ついに紙を丸めて月を作り、懐中電灯の光を当てて実験を始める班も出てきました。また、定規で色々なことを測っていた班からは、満ち欠けによる形の変化だけでなく、月の直径が違うとの新たな指摘も出てきました。透明フィルムに写し取った図を重ねてみると、確かに直径に違いがあります。新たな議論の始まりです。

夢中になっていると時間がたつのは早いもの。あっという間に終わりの時間が来てしまいました。結局結論は出ず宿題に。新しい課題とさらなる関心を抱えて子どもたちは帰宅しました。



■第6回 考察とまとめ、修了証授与  
平成15年2月9日(日)

いよいよ最後の回。すでに恒例となった前回撮影の写真

整理から今回も始まりました。手馴れた子どもたちは、てきぱきと写真を整理しています。と言いたいところですが、グループによっては整理するよりも見たり比較したりする方へ先に興味がいつてしまっていて、なかなか進まないところも。前回、月の変化を見つけ出したことが相当印象深かったようです。なんとか整理も終わり、待ってましたとばかりに写真の比較が始まりました。やはり前回の経験が生きて、てきぱきと違いを指摘していきます。前は下弦の月を観測できたため、上弦と合わせれば月の全面を観測したことになります。じゃあ満月もできるかなと写真を切り抜いて合わせてみると…。なんとぴったり合いません。そう、前回ある班が指摘していたように直径が違います。しかも今回ははっきりとわかります。なぜ？

本当に月が大きくなったり小さくなったりするのか？そんなはずはない…。しかし実際に月の大きさが変化していることを目の当たりにした子どもたちは、いろいろと考え始めました。やがて、大きさの変化は見かけ上の大きさの変化であることに気づくグループが出てきました。そうすると変化しているのは…。そう、地球と月との距離だ！月は地球の周りを回っているのだから…。図に描いたり、地球と月に見立てた紙くずを回してみたり…。三球儀を持ち出したグループは懐中電灯で光を当ててみるなどして、満ち欠けの様子までも捉えようとしていました。

最後は発表会。ここで別に行っていた少年少女研究員(シニア)の人たちも合流し、それぞれの成果を発表し合いました。月の大きさが変わる理由としては、月は地球の周りを楕円軌道で回っているというのが多かったようです。こう考えると、月と地球の距離が変化し、それに伴って見掛けの大きさが変化して見えます。実際にその通りで、たくさんの子供たちが、自分たちが観測した結果から事実を導き出すことに成功したのです。

グループによってはうまくまとめられなかったり、結構しっかりした考察を行ったりと差がありましたが、観測結果をもとに考察する過程についてはしっかりと体験できたようです。月の軌道については教科書では学習しないことですが、この自然現象を自分たちで観測し、結果を考察して新しい事実を知るといった体験が、のちに科学的な見方や考え方を育む契機になってくれればと思います。



また、シニアコースの人たちの発表を聞いたのも大きな収穫でした。高校生対象のシニアコースではより学術的な観測や解析を行っており、今後の興味・関心を育てるのにおおいに刺激になったと思います。

これで、すべてのプログラムが完了。規定日数以上出席した参加者へは奥田副台長より修了証と観察用望遠鏡操作資格aが授与されました。

初めてのことで、何かと試行錯誤のイベントでした。た

くさんの課題も残りましたが、活動中の子どもたちの真剣な目や、夢中になっている顔などを見ていると、もっともっと充実したものを用意していきたいと思います。

(主任 倉林 勉)



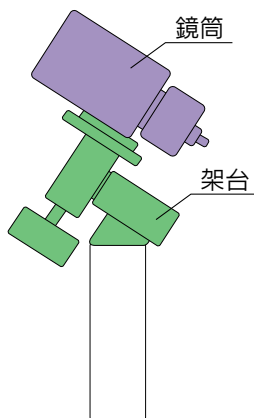
修了証授与

## 天体望遠鏡の選び方

皆さんは夜空を眺めながら天体望遠鏡があったらいいな。と考えたりしたことはありませんか。一口に「天体望遠鏡」といってもたくさんの種類があります。どのような望遠鏡が良いのかわからなくなってしまいますね。ぐんま天文台にもそういった質問や問い合わせが少なくありません。今回は天体望遠鏡についての初歩的な事について触れてみたいと思います。ぜひ、自分にあった望遠鏡選びの参考にしてみてください。

### 1. 天体望遠鏡のしくみ

天体望遠鏡は主に2つの部分によって構成されています。それは鏡筒、架台の2つで(図1参照)、この部分を組み合わせて観察(観望)を行うわけです。それぞれにどのような役割があり、どのような種類があるのか、説明していきたいと思います。



### 2. 鏡筒の種類

まずは、鏡筒から説明していきましょう。「鏡筒」とは望遠鏡本体(光学部)のことをいいます。光学望遠鏡の種類には、屈折式、反射式、主に2種類に分けることができます。

#### 屈折式望遠鏡

屈折式望遠鏡は、レンズで光を屈折して集める望遠鏡です。皆さんが、天体望遠鏡と聞いて真っ先に連想される望遠鏡だと思います。ぐんま天文台でも観察用望遠鏡に同架されています。特徴は、天体の像が比較的安定しており、コントラストも良くできますので万能型の望遠鏡です。また、メンテナンスも、頻繁には必要ありませんので扱いやすく、初めての方にはおすすめの望遠鏡です。しかし、安価なものではピントを合わせても像がにじんだように見える色収差

というものがでてしまいます。色収差を少なくするために、低分散レンズ(EDレンズ、フローライトレンズ等)を使用したものもありますがレンズ部品が高価なため望遠鏡本体の値段も高価になってしまいます。



屈折式望遠鏡

#### 反射式望遠鏡

反射式望遠鏡は凹面鏡を使い光を反射させて集める仕組みの望遠鏡です。ぐんま天文台の大型望遠鏡はこのタイプです。特徴は、小型の望遠鏡の場合、同じ口径なら屈折式望遠鏡よりも比較的安価で購入でき色収差がないことです。しかし、望遠鏡筒内の温度差によって気流が発生するため像が揺らぐので観察前に外気になじませることや、定期的に光軸の狂いをなおす必要があります。



反射式望遠鏡



他にもレンズや補正板と鏡を合わせた複合式望遠鏡があります。やはり、反射式望遠鏡と同じように観察前に外気になじませることが必要となります。

### 倍率

天体観望会に来た方に、頻繁に「この望遠鏡の倍率は何倍ですか?」と聞かれることがあります。倍率は接眼レンズ(アイピース)を交換することによっていろいろ変えることができます。例えば、ある天体を小さな望遠鏡と大きな望遠鏡で、同じ倍率でみた場合にはみかけの大きさは一緒ですが、大口径の方が明るく細かいところまではっきりとみることができます。望遠鏡を選ぶときに倍率は気にせず口径を基準とすると良いでしょう。

口径が大きければ、「集光力」(天体からの光をどれだけ集められるか)や「分解能」(どこまで細かい物を見分けることができるか)が良くなります。口径が望遠鏡の性能を決める基本的要素です。

## 3. 架台の種類

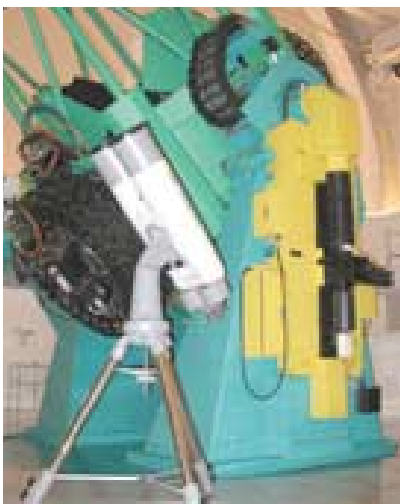
「架台」とは望遠鏡をしっかり支え、天体を導入・追尾する部分です。

望遠鏡の架台には大きく分けて経緯台式と赤道儀式があります。天体望遠鏡を選ぶときには、この2つの形式のどちらにするかを選択しなくてはなりません。

### 経緯台式架台

鏡筒を方位(左右)と角度(上下)を動かし天体を導入する形式の架台です。カメラ用の三脚もこの構造になりますが、天体望遠鏡用の架台は微動ハンドルや微動モーターによって細かい操作ができるようになっています。経緯台式架台は方位と角度で望遠鏡を動かすため、取り扱いは簡単ですが、日周運動によって動いていく天体を追うときには両方の軸を少しづつ動かしますので手動での観測の場合、高倍率での天体追尾は大変難しくなります。(近年、低価格で自動追尾のできる

経緯台式架台もありますので高倍率で天体観測をしたい方はモータードライブ付のタイプがおすすめです。)また、天体を追尾しているうちに視野が回転してしまうため長時間の露出をかける写真撮影には向きません。しかし、低倍率で手



経緯台式架台

軽に観望を楽しむにはとても有効な架台です。双眼鏡をカメラ三脚に載せるだけでも天体観望は十分に楽しめます。

### 赤道儀式架台

天体の動き(日周運動)にあわせて、天体の追尾を簡単に行えるようにした架台です。あらかじめ望遠鏡の一軸(赤経軸)を天の北極に向けて設定(この設定を「極軸合わせ」といいますが乱雑な設定をしてしまうと天体の導入や追尾が難しくなりますので、丁寧に行うことが大切です。)することにより、天体導入後は赤経軸のみを微動させることで天体の追尾を行うことができます。赤道儀式望遠鏡にもモータードライブ付のものがあります。モーターを使えば手動で微動ハンドルを動かさなくても自動的に天体を追尾します。長時間の写真撮影や高倍率の天体観測にはとても有効な機能です。慣れるまでには時間がかかりますが使いやすい架台です。



赤道儀式架台  
(フォーク式)



赤道儀式架台 (ドイツ式)

## 4. 三脚それともピラー

最後に架台をのせる脚には三脚やピラーがありますが、しっかりとした重い物の方が天体観測中(特に高倍率)にぶれなくて良いのですが、持ち運びを考えたら軽い方が良いと思いますので、実際に持ってみて自分の使い勝手の良いものを選びましょう。

天体望遠鏡は、決して安くない買い物だと思います。望遠鏡専門店やデパート、ホームセンターなどで売っていますが、実際に手にとってみて、自分にあった望遠鏡を購入するのが良いでしょう。

(観測普及研究員 田口 光)



# 天界四季折々

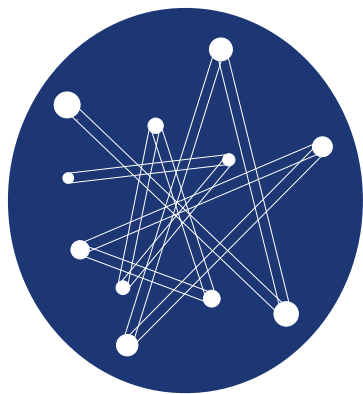
梅雨も明けたら天の川がよく見える夏になります。  
今年は火星大接近の年。8月後半から観望会で見える  
ようになります。

## ●観望天体

惑星 火星（8月後半以降）  
二重星 はくちょう座β星(アルビレオ)、こと座ε星  
球状星団 M13  
惑星状星雲 M57(リング状星雲)、M27(あれい状星雲)

## ★スタンプラリー・クイズラリー

これまで実施していたスタンプラリーが、クイズラリーとスタンプラ  
リーの2種類にリニューアルしました。昼間開館中に実施していますの  
で、ぜひ挑戦してみてください。



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

発行日 ■ 2003年8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 ■ 8月27日に大接近を迎えた火星。下は5月21日から  
8月22日の間にぐんま天文台観望用望遠鏡で撮影した画像。3カ月で  
見かけの大きさが2倍以上大きくなっているのがわかる。

**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。