

STELLAR LIGHT

ステラーライト

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

No. 11

宇宙からの誘惑 磯崎新

施設紹介 低中分散分光器

いろいろな眼で見る宇宙 X線天文学

占有利用

天体列伝 わたしたちの銀河系

観測報告 γ 線バースト可視光残光の検出に成功!



宇宙からの誘惑

磯崎 新

私の小学生時代はまだ太平洋戦争中で、世間はあわただしく、思い出すほどの本も読んでいないのに、ガリレオ・ガリレイの伝記だけは記憶に残っている。勿論、わが家は戦災にあい、この本も灰になった。たしか翻訳で、その原書のタイトルは「星を見つめる人」だった。

毎晩星を見ていたからこそ、あんなに革新的な科学者になれたのだと子供心に感じ入って、しばらくは肉眼で星座の名前と配置を覚えようとしていた。望遠鏡というものは、学校にも、近所にもどこにもなかった頃だ。

戦後、大学が新制になって私は理科一類というところに進学した。その先は決まっていなかった。アインシュタイン理論の解説などを聞き理論天文学という領域がうまれていることを知って興味をもったけれど、ヌード・デッサンなんかやりながら、美術にハマリ教室に通う暇がなくなって、得意だったはずの数学がわからなくなった。あげくに、技術と美術（実はこの両者は語源的には同じもの）を同じにやれるというたって怠惰な理由で建築学科へいった。

先日、この建築学科の先輩で夭折の詩人、立原道造の詩碑を軽井沢高原文庫の片隅にデザインした。メルヘンのような世界にさそわれるこの建築家＝詩人はその友人の証言によると、建築家にすすむ以前は天文学が志望だったという。私が「星を見つめる人」を読もうとしていた頃のことである。

建築はいたって世俗的で、その実業的な世界を、建築家として超えたいという欲望につきうごかされることがある。建築を重力の支配から解放して空中に浮かせたいと思ったりする。立原道造もそんな衝動をメルヘンのような詩に仮託したのではないか。それを私は未知の宇宙からの誘惑だと考える。私たちの住まう現世にはたくさんのしがらみがある。建物をつくるには重力法則や法制的基準や予算や地勢や民意などのもつれた糸を一本一本ほぐさねばならない。あげくにできあがっても、これらすべての要因の支配下にあることに相違はない。すくなくとも構想は飛翔したい、別の世界を組み立てたい、そんな衝動に動かされる。宇宙が誘惑しているに相違あるまい、と私は考えるようになった。立原道造という先達もいた。建築を超えたいと願っている一群の建築家たちだ。彼らはみんな子供の頃に宇宙の神秘を感じとり、星をみつめ、宇宙の果てに想いを馳せたはずである。

小寺群馬県知事から公開天文台をつくる構想をお聞きしたとき、とっさにあの「星をみつめる人」のことを思い出した。小寺さんには宇宙のことが好きだといった。建築家になる以前に、こんな天文台に行けたなら、星ばかりをみてもすごすようになったかも知れない。そんなふうなデザインをやってみたいとも考えた。

建築家になってから、建築の起源が気になり始めた。ブラックホールやビッグバンの記事を読むたびに、それは宇宙の起源にかかわっていることを知って、そこには建築の起源と同じ問題がひそんでいることが分かってきた。美術にハマって、天文学から遠ざかったはずなのに、対象は違うけれど思考の階段では近いところに来てしまったのではないか。何のことはない。あの子供の頃に星を見つめる場所にもどってしまったのだ。そのためにも、せめて望遠鏡ぐらいはのぞいておきたかったと思っている。そんな望遠鏡が公開される場のデザインができるのは、何にも増して嬉しいことだった。

宇宙より送られた信号の受信装置である今日の望遠鏡に加えて、ロンドン郊外にあるストーン・ヘンジやインド・ジャイプールにあるジャンタル・マンタルのような過去の天文台を、実物大に再現することを知事をお願いしたのも、子供の頃に私たちが感じた宇宙からの誘惑は、人類が有史以前から持ちつづけていることも知ってもらいたいためでもある。新しい「星を見つめる人」たちへの贈りものである。それが私にとってのメルヘンだったと感じてもらえると有難い。

施設紹介

低中分散分光器 (LOGOS)

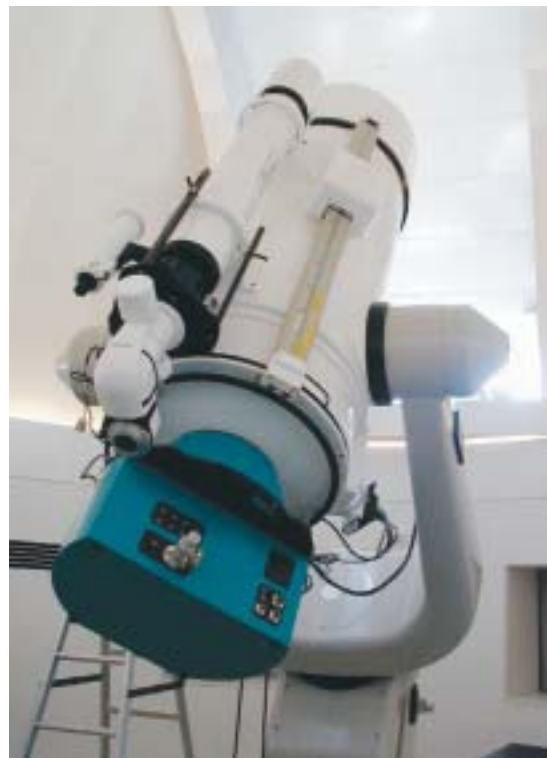
今回は、65cm望遠鏡に取付けられる「低中分散分光器 (LOGOS)」を紹介します。この分光器は150cm望遠鏡にも65cm望遠鏡にも取付け可能となっていますが、通常は65cm望遠鏡で運用することになっています。

分光器の性能を示す指標の一つに「波長分解能」があります。これは光を虹のようにさまざまな色に分ける時、何色に分解できるか？という能力のことです（くわしくは前回の施設紹介を参照）。前回の施設紹介にもあったように、150cm望遠鏡に設置されているエッセル分光器はぐんま天文台で最も波長分解能が高く、極度に精密で高度な装置です。これに対して、低中分散分光器はわずか $1/30 \sim 1/5$ の波長分解能しかありません。しかも同じような波長分解能を持つ分光器は、世界のほとんどの大望遠鏡にも用意されていますので、65cm望遠鏡と低中分散分光器を用いて世界最先端の研究成果を出すことはかなり難しいでしょう。

しかし一方で、低中分散分光器 (LOGOS) より能力の低い小型低分散分光器 (GCS) と65cm望遠鏡を使った天文学的成果が、既にいくつかあがっています。それらの多くは超新星や極超新星といった天体爆発現象の確認・追跡の成果でした。こうした現象は突発的に起きるため、大望遠鏡では追跡しにくいということなのかもしれません。これらの成果は華々しくありませんが、天文学を縁の下で支える役割をしています。

低中分散分光器 (LOGOS) は、小型低分散分光器 (GCS) を更に改良・バージョンアップした設計に基づいています。現在、65cm望遠鏡に取りつけてテストを行っていますが、低中分散分光器では波長分解能などの設定変更が短時間で簡単に行えるようになり、感度も高くなりました。これによって、さまざまな突発現象に臨機応変に対応することができるようになります。低中分散分光器が本格稼働すれば、さらに多くの突発現象の確認、追跡が可能になることでしょう。

(観測普及研究員 河北 秀世)



65cm望遠鏡に取付けられた低中分散分光器
(緑色の部分が分光器)

いろいろな眼で見る宇宙 — X線天文学 —

1. X線とは

X線とは光と同様電磁波の一種なのですが、私たちの目が見ることのできる光（可視光線）に比べて、エネルギーがずっと1000倍も高い電磁波です。一方、前号で紹介がありました電波は可視光線と比べるとずっと100万分の1のエネルギーといったエネルギーの電磁波といえます。

このX線の発見は、最初のノーベル物理学賞となりま

した。ドイツの物理学者W. レントゲンが、1895年、陰極管（真空管）の実験をしているときに、そばに置いてある蛍光紙が緑色に光っていることに気づきました。陰極線（電子線）の当たる陽極から強い放射線が出ていることが原因だと突きとめ、その性質などを調べました。しかしながら、その正体がわからなかったため、レントゲンは未知を表すXからこの不思議な光線をX線と名づけました。その後、最初に述べたように正体は解明されたのですが、相変わらずX線と呼んでいます。

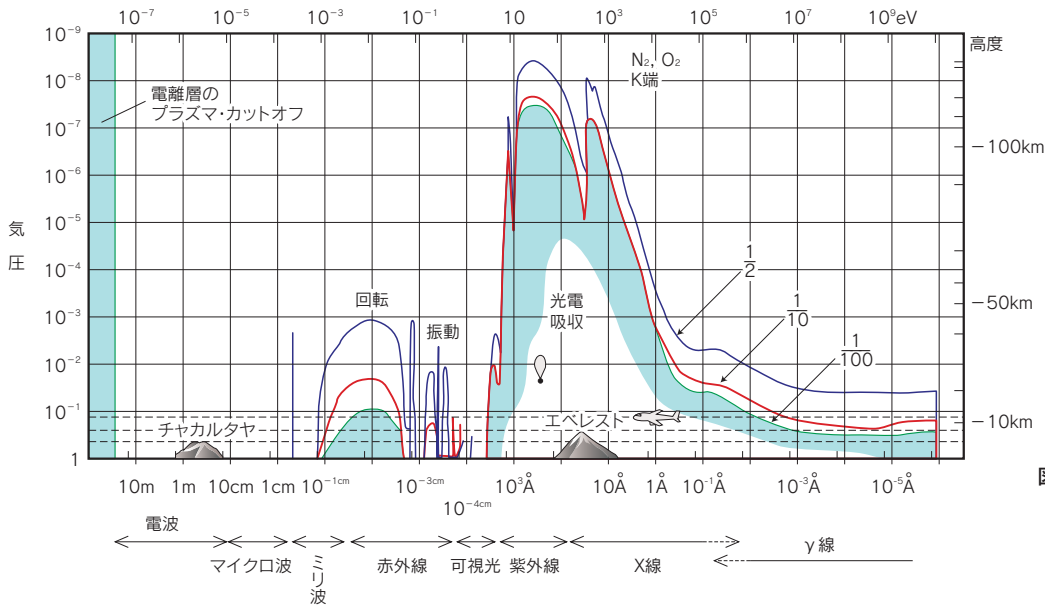


図1. いろいろな波長の電磁波が地球大気で吸収される様子。1/2、1/10、1/100になる高度が実線で示しています。

2. X線天文学って？

ところで、X線はレントゲン写真が撮れるくらい透過力が強いし、天体からやってくる光や電波は地上まで届くので、X線なら地球の大気も素通りして地上まで届いているのだらうと思われる方がいらっしゃるかもしれませんが、X線はエネルギーが高い、つまり波長の短い電磁波なので、物質を構成する原子と相互作用（お互いに影響を及ぼし合うこと、衝突、吸収などが含まれる）することになります。ですので、X線が行路にどれだけ原子が存在するかでX線がどれだけ吸収されてしまうかが決まります。人体を通るより、大気を通ってくる方が大量の原子と出会うのです。つまり、X線天文学というのは、ロケットや人工衛星にX線の観測機器を積みこんでの観測を行わなければならないのです。

3. X線天文学の誕生

第二次世界大戦後、観測機器を大気圏外に運ぶことがロケットにより可能となってきました。太陽からのX線が最初に検出されましたが、予想どおり、それほど明るくはありませんでした。他の天体からのX線を考えると、その距離が太陽に比べれば桁違いに遠いため、当時の技術では検出できないだろうと思われました。しかしながら、アメリカのロッシやジャコーニは「自然は我々より、もっと空想に富んでいるかもしれない」と思い、ロケット観測を行ったのです。名目は、

月からのX線（もちろん、反射された太陽からのX線）を測るというものでした。月からのX線は検出されませんでした。月から数十度離れた方向、さそり座の方向から、想像を遥かに超えたX線が検出されました。全天一明るいX線天体、さそり座X-1と呼ばれる天体からのX線でした。こうして、X線天文学が誕生したのです。このX線天文学の誕生、宇宙X線の発見により、今年度、小柴先生とともにジャコーニはノーベル物理学賞を受賞しました。

4. すだれコリメータ

これ以降、ロケット観測によりX線天体の数は増大していきます。当時使われていたX線観測装置は、ガイガー計数管や比例計数管というものなのですが、これは一方向に窓がある弁当箱のようなもので、その窓から入ってきたX線を数えるというものでした。X線は可視光のようにレンズは使えず、また、限られた条件でしか反射しないため、X線望遠鏡なるものはありませんでした。そのため、天体の位置については1度程度の精度でしかわかりませんでした。点源であるのか、広がっているのかさえわからなかったのです。このX線望遠鏡のかわりとなったのが、日本の小田稔先生が発明したすだれコリメータでした。これは、計数管などの窓に、格子状のもの（すだれ）を2重にとりつけるといった簡単なものです。このようにすると、角度によって天体が見えたり隠れたりします。これを解析することにより、X線天体の位置を一分程度の精度（ほぼ肉眼での精度）まで求めることができるよう

になったのです。すだれコリメータを使った観測により、X線天体の可視光天体との同定が可能となりました。1966年には、まさに東京天文台岡山観測所とパロマー天文台によってさそり座X-1の対応天体が発見されたのです。(ここらへんの顛末もまた面白いのであるが、ここでは述べない。ぐんま天文台参与清水実先生にお尋ねすれば、当時のことを振り返ってお話し下さるかもしれない。) この技術により、X線天文学は天文学として認知されたといっても過言でないでしょう。(小田稔先生は、2002年3月1日、日本のX線天文衛星「あすか」が衛星の寿命を終え大気圏に再突入した一日前に亡くなられました。今日までご存命であれば、小田稔先生もノーベル物理学賞を受賞されたであろうことは想像に難くないでしょう。)

5. X線天文学の発展

1970年12月、アメリカがケニア沖から打ち上げた初めてのX線衛星「Uhuru」は、全天サーベイを行い、339個のX線天体を発見しました。これまでのロケット観測なら1回の観測が10分程度であったのに対して、比較にならないほど効率がよくなりました。さらに、イギリス、オランダなどもX線衛星を打ち上げていきました。1978年に打ち上げられた、アインシュタイン誕生100年を記念して名づけられたアインシュタイン衛星は、初めてX線望遠鏡を搭載した画期的な衛星でした。位置分解能3秒といった精度を達成し、人類がはじめてX線天体画像を手にしたのでした。X線は高いエネルギーを持つ電磁波であるため、X線天文学では宇宙の活動的な姿が見えます。その姿を実際に見ることができるようになってきたわけです。

日本では、1979年に打ち上げられた最初の衛星「はくちょう」が広視野すだれコリメータを搭載し、続いて1983年に「てんま」衛星、さらには、1987年大面積比例計数管を搭載した「ぎんが」衛星が打ち上げられました。さらには、1993年今までより高いエネルギーまで対応したX線望遠鏡と世界ではじめてのX線CCDを搭載した「あすか」が打ち上げられました。世界をリードしてきたアメリカがアインシュタイン衛星以降、衛星を持たなかったのに対し、日本ではおよそ20年常に衛星を持ちつづけていたのです。1990年代は、ヨーロッパのローサットと日本の「あすか」が世界のX線天文学をリードしたのです。特に「あすか」はX線天文学を熟成させた衛星、また、X線CCDを搭載するなど、次代への大きなステップをもたらした衛星といえるでしょう。

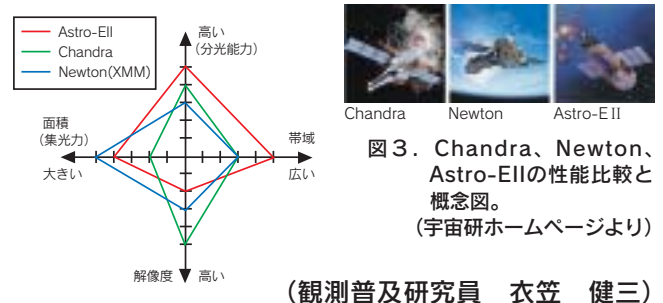


図2. ヨーロッパのX線衛星ローサットで撮像されたオリオン座付近のX線画像(左)と可視光での画像(右)(可視光の画像で最も明るく写っているのは月だと思われます。一方、X線画像ではかに星雲になります。)

6. 現在のX線天文学と将来

21世紀の幕開けとともに、X線天文学も新しい時代へ突入しました。1999年7月アメリカがアインシュタイン衛星の後継機というべきチャンドラ衛星を打ち上げました。1秒角を下回る精度のX線望遠鏡とX線CCDを搭載した衛星で、ハッブル宇宙望遠鏡のX線版といったような衛星です。そのクリアな画像はみなさんもどこかで目にしているかもしれません。また、その望遠鏡を追うように、1999年12月、ヨーロッパ宇宙機構からXMM-ニュートン衛星を打ち上げました。この衛星は、最大のX線望遠鏡とX線CCDを搭載し、チャンドラ衛星に比べると分解能は劣るものの、5倍程度高感度といった性質をもった衛星なのです。この衛星たちと並ぶはずだったのが、日本の衛星「Astro-E」なのです。2000年2月打ち上げられたのですが、御存知のとおりロケットの打ち上げに失敗し、X線衛星となるはずだった観測装置たちはまさに日の目を見ることがありませんでした。この衛星は、初めてX線カロリメータという装置を搭載し、X線の色(エネルギー)を詳細に見分けるといった特徴をもつ衛星でした。この衛星の打ち上げ失敗により、「あすか」の後を継ぐ日本の衛星がなくなり、1979年以降常にもち続けてきた日本のX線衛星は2001年3月の「あすか」消滅に伴い、途切れてしまいました。しかし、「Astro-E」の持つ特徴は他では真似することができないし、その性能を活かせないのは残念といった声もあり、2005年に「Astro-E II」として打ち上げを目指しています。チャンドラ、XMM-ニュートン、そして、「Astro-E II」が揃い踏みをする時代が本当のX線天文学新時代の幕開けといえるのかもしれません。

三つのミッションの比較



占有利用

望遠鏡の夜間貸出利用

ぐんま天文台では、望遠鏡と関連機材を安全にまた大切に使うために、「望遠鏡操作資格取得講習会」を開催し、試験に合格した方に「望遠鏡使用資格証」を発行しています。資格には、最も基礎的で初心者が必ず取らなければならない観察用望遠鏡操作資格 a から本格的な研究観測ができる65cm望遠鏡操作資格 c までの5種類があり（表参照）、取得した人は誰でもその資格の範囲内で望遠鏡と関連機材を一晩中使うことができます。このような望遠鏡の夜間貸出利用のことを占有利用と呼んでいます。

占有利用できる望遠鏡は、移動式望遠鏡、観察用望遠鏡、65cm望遠鏡の3種類で、それぞれに取り付けることができる機材もあらかじめ申し込んでおけば利用できます。利用可能日は週末（金土日）の3日間のうち最長で連続2日間、各日午後10時から翌朝6時までとなっています。予約は原則として利用希望日の3ヶ月前から1ヶ月前までに受け付けますが、65cm望遠鏡については審査を行い、望遠鏡の性能を十分に生かせない場合や観測計画に無理があるなどの場合にはお受けできないことがあります。

ところで、占有利用のための資格には3年間の有効期限があるのですが、毎年1回「ユーザーズミーティング」に参加すれば、有効期限がやって来た時に3年後へ自動更新されます。ユーザーズミーティングというのは、機材の現状・改善点・更新状況や利用の仕方の変更などをお伝えするための会合です。ここでは利用者の要望などもお聞きして、運用に反映させていくようにしています。

占有利用は平成11年度に始まり、来年度で5年目を迎えます。この間600人以上の方が講習会に参加し、

現在有効な資格をお持ちの方が約500人います。天体観測というと個人での利用を想像されるかもしれませんがそればかりでなく、学校の先生や団体の指導者が資格を取って、理科の学習や部活動、自然体験教室などに活用していらっしゃいます。このように多くの方にいろいろな目的で利用していただいた成果を、昼間の施設見学や一般観望で来台される皆さんにも見ていただきたいと、昨年夏には「占有利用成果発表会」を開催して1ヶ月ほど天体画像や合宿利用成果などを展示しました。

ぐんま天文台の夜間貸出利用のしくみを皆さんもぜひご活用ください。

（観測普及研究員 瀧根 寿彦）



図：65cm望遠鏡占有利用風景

●望遠鏡操作資格の種類

資格種別	対象*	利用できる機材
観察用望遠鏡操作資格 a	初心者	移動式望遠鏡、カメラボディなど
観察用望遠鏡操作資格 b	中上級者	観察用望遠鏡、カメラボディなど
観察用望遠鏡操作資格 c	中上級者	観察用望遠鏡、CCDカメラなど
65cm望遠鏡操作資格 b	上級者	65cm望遠鏡、専用観望用接眼部、カメラボディなど
65cm望遠鏡操作資格 c	上級者	65cm望遠鏡、CCDカメラなど

*対象 初心者：望遠鏡を設置して操作した経験のない人

中級者：望遠鏡を設置して操作でき、天体の位置を調べて観測できる人

上級者：観測条件を考慮して観測計画を立て、機材を適切に選択・使用できる人

天体列伝 我々の銀河系

■まずは天の川の散歩から

夏の天の川は夏の風物詩というほど目立つ存在です。実は天の川は全天を一周しています。夏も夜更けになると白鳥座から北上してゆく天の川が見えますが(図1左)、さらにその北には冬のカシオペア座があり(図1中央)、天の川はその中を流れて今度は南下してオリオン座のやや北を流れていきます(図1右)。春の時期には南下していますが、夏にはまたいて座を流れてさそり座やわし座の方へ北上して来るわけです。どうやら空の上では一周している円みたいな形になっています。倍率の高い天の川の写真をみれば暗い星が群れていることもわかります。

■天の川はどんな形に星が集まっているのだろうか？

自分が鳥になったとしましょう。空高く飛べば森の形を見るのは簡単ですが、森の中にいると、森の全体の形を想像するのは容易ではありません。同様に我々も天の川の中に住んでいるので、天の川の形を想像するのは簡単ではありません。ここで二つヒントになる

ことがあります。一つは空の上で天の川は円みたいに見えること、もう一つは宇宙をみてもアンドロメダ(図2)のような円盤の形の天体がたくさんあること、です。現在の理解では、図3にあるように、天の川はアンドロメダのような円盤状の星の集まりで、太陽系はその中で中心から半分位はなれた所に位置し、円盤を見通す方向は多くの星が重なって天の川として見えると考えます。天の川は星の集まり(銀河とよびます)であり、アンドロメダなど他にもたくさんある銀河の中の一つと言う意味で、今後は(我々の)銀河系と呼ぶことにします。

これで銀河系の格好がみえてきたでしょうか。ここでは単に『円盤』と今まで言っていた格好を少し詳しく見ておきましょう。図3にも示してありますが、銀河系は、直径約10万光年、厚さ約1000光年の円盤と、その中央の膨らんだ部分(バルジ)から成り、太陽は円盤中央から約100光年離れた位置にあります。電波の観測から、アンドロメダ銀河と同様、円盤には渦巻きがあることが知られています。また、円盤とバルジをとりまいて約20万光年の大きさのハローと呼ばれるまばらな星の広がりがあります。



図1. 天の川写真

左/夏の三大角(画像中央部)の間をぬって流れる天の川。下(南)の方が中心部になります。二手に分れるように見えるのは、その間の領域の空は星間物質の影響で暗くなるからです。

中央/カシオペア座(画像右下端近く)を流れる天の川。中央やや左には、すばるやヒヤデス星団がうつっている。

右/オリオン座(画像中央やや左下)の近くを流れる天の川

(ぐんま天文台撮影)



図2. アンドロメダ銀河

我々の銀河系の近くにある銀河。我々の銀河系とアンドロメダは30万光年程度の大きさに広がる50個程度の銀河の集団『局所銀河群』の中心的な銀河である。
(ぐんま天文台撮影)

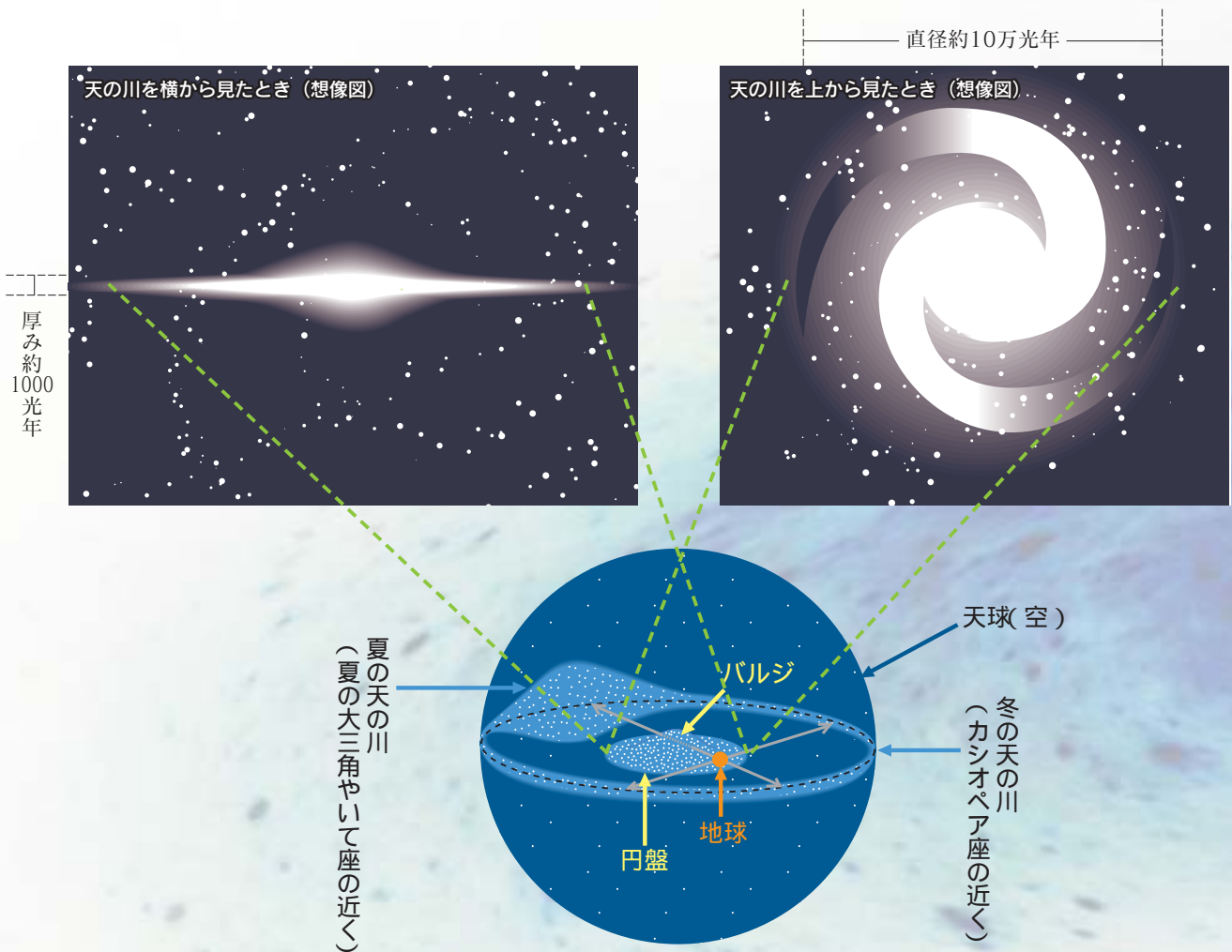


図3. 銀河系の模型図

天の川が空の上で帯状になって見えるわけ：太陽から我々の銀河系の円盤にある星を結んで空の上に投影してみると、全天を一周する帯になって見える。ふくらんだバルジの方向の天の川は広がって見える。

■銀河系には何がある？

みなさんはどんな種類の天体を挙げる事が出来ますか？一番身近なのはやっぱり惑星や彗星といった太陽系の天体でしょうか。空に見える数限りない太陽みたいな星や、他に白色矮星や褐色矮星、中性子星、ブラックホール、惑星状星雲、超新星残骸。また、散光星雲、暗黒星雲、散開星団に球状星団、銀河団やクエーサー。この中で銀河系で見つからないのは最後の二つです。銀河系は立派な天体の博物館なのです。

ここに挙げたさまざまな天体はその典型的な年齢が大分違ってきます。暗黒星雲や散光星雲は星が生まれる現場です。次に若いのは散開星団で500万年から古いもので50億年くらい、球状星団は120億年から150億年くらい。惑星状星雲は星の死の直前の姿、超新星残骸を残して死んだ後重たい星は白色矮星になります。褐色矮星は軽かったため星として光ることができなかった星々でした。

これら多様な天体の銀河系の中の分布はかなり特徴的です。分布は概ね天体の年齢で別れていて、銀河系の初期からみられる天体はバルジやハローに、若い天体は円盤に集中して分布しています。暗黒星雲や散開星団などは円盤に集中し、球状星団などは天の川から離れてバルジやハローといった領域に分布しています。散開星団のうち、若い星団は渦巻きに沿い、古いものは渦巻きへの集中が無いことから、星団は渦巻きの近くで生まれ、時間がたつにつれて渦巻きから離れて行くものと想像できます。

ここでは可視光で見える天体しか挙げませんでした。これらの天体のない空間が真空になっているわけではありません。円盤の中には 1m^3 あたり1個程度の水素原子と、もっと少ない分子ガスがあります。

■ほんとうに円盤とハローしかないのか？

上に述べた銀河のハロー、円盤構造という見方は、銀河の成分をきっぱり二分した見方です。しかし、本当にそれでいいのだろうか、という疑問もあります。銀河を作るモデル屋さんからすれば、いくつもの成分を作ることはたくさんの要因を考えなければいけないので、『複雑になり何が本質なのかわかりにくくなる』ということになります。しかし、現実はやっぱり複雑なのではないか・・・そしてその複雑さが生じて来た原因にも何かしらの本質が含まれているのではないかと、そんな考えもあるように思われます。

銀河系の構造と言う意味では、ハローと円盤の中間

的な成分が存在するのか、これは長い間の問題でした。中間的な成分とは、あるとすれば上に述べた厚み1000光年の円盤よりも倍くらい厚くて星の数はその円盤の2%程度だと思われていました。このわずかな成分を検出するには、円盤の厚みの方向で星の数を数えるしかありませんが、なにせ天球上に投影入された星を数えることで検出しなければなりません。ですから広い視野で多くの星を数える必要がありました。最近になってスローン・デジタル・スカイ・サーベイという観測が行われ、決着が見えてきました。これはもともと銀河系の外にある系外銀河の探査のために発案された観測でしたが、当然その画像の中に銀河系の星も写ってくるので、これらを解析して見ると円盤の10%にもおよぶ厚い円盤成分が見えてきたのです。

では、こういう分布からみた中間的な成分というのは、その他の特徴、例えば星の運動や年齢、にも中間的な特徴がみられるのでしょうか。現在のところ、Yesであると思われています。またこうした成分は北半球で見える一番おとなりの銀河、アンドロメダでも検出されたという報告もあります。案外かなりの割合の渦巻き銀河にはそんな成分があるのかもしれませんが、どうしてこのような成分が存在できるようになったか、というのは面白い問題のように思いますがいかがでしょうか？現在思われている考えを書いても良いのですが、皆さんの想像を待つことにしましょう。ヒントは、星と星の間隔はそれを星の半径で測るとその約1千万倍にもなるのですが、銀河同士の間隔は自分の大きさの約10倍程度、ということです。そういえば、楕円銀河にしても、すべてがきれいな楕円系をしているわけではなく、その周りにリップルとよばれるさざ波のような形の星の並びが見られることもあります（図4）、これも原因は同じかもしれません。



図4. 楕円銀河ripple
丸い形の銀河には、この銀河のように周囲にさざなみのような形で星が分布する銀河もある。

■銀河系はまだ研究題材の宝庫？

銀河系についてはまだまだ重要な問題が残っているようです。なんとといっても銀河系の進化と誕生の問題があります。銀河系の150億年にわたる進化の一つのものさしで語ることは難しいですが、一つのもの



図5. ω-Cen星団

南天の雄ω-Cen星団はぐんま天文台からでも南の地平線すれすれにみることが出来る。南半球では肉眼でも十分見ることが出来るそうだ。球状星団は丸い形のものが多いが、ω-Cen星団はかなりつぶれた形をした異常な星団で、我々の銀河系の外から降ってきたのではないかとという説もあるくらいである。その真偽はともかく、銀河系はそのまわりの環境と孤立したものではないということである。

(ぐんま天文台撮影)

さしとしてよく使われるのは金属量*1と呼ばれるものです。金属量が銀河の進化の一つのものさしになるであろうという予想は、銀河系の中の星の形成の輪廻と関係しています。星はオリオン大星雲のようなガスのかたまりの中から集団で生まれて来ると考えられています。ですからある星がその内部に含んでいる重元素の割合は星の原料となったガスの重元素の割合です。ところで星は進化の最後にその質量の大半を再び宇宙空間に放出しますが、この中にはできたときには含まれていなかった重元素が増えています（これは星が輝くために星の中心部で核融合反応を続けた結果生成されたものです）。ですから、金属量が時間と共にどのように増えて（あるいは減って）きたかを見ることは星がいつごろ盛んに誕生したかを見ることになり、ある意味では銀河の進化を見ることになるのです。銀河の中での星の動きとあわせることで、銀河の進化と誕生が解明されようとしています。

銀河の構造を良く調べて見ると厚い円盤もあって、教科書的な円盤とバルジというだけで考えるわけにはいかないことを上で述べましたが、南天の雄、ω-Cen（ケンタウリ座ω星団）もそんな例の一つです（図5）。球状星団は銀河系の形成とほぼ同じ時期に一気にできた天体と書きましたが、そうであれば一つの球状星団の星の金属量はみんな同じになるはずですが、しかし、ω-Cen星団の星々の金属量はどうもそうは

*1 金属量というのは、全質量に対する、水素・ヘリウム以外の元素（天文学ではこれらをまとめて重元素と呼びます）の質量の割合です。

なっていないのです。こういう天体を理解することこそが新しい理解を得るための原動力になるのです。

また、いままで銀河中心の話をしてきませんでした。銀河中心は現在さかんに解明がすすんでいる領域の一つです。約十年前までは可視光か電波の観測が主でしたが、可視光で銀河中心をみるとその光の強さが1兆分の1になってしまうため観測が進みませんでした。従って、電波で観測するよりなかったわけです。しかしこの十年で赤外線での観測（それも高解像度、広視野）が可能になりました。電波はガスの出す電波を捉えることは得意ですが、特殊な星以外の星を見ることはほとんどできませんでした。赤外線で見えるようになってわかってきたこともいくつかあります。その中で二つ、とりあげることにしましょう。

一つは銀河中心近くで数個の若い星団が見つかりました。若い星団は数百個の星の作る重力でメンバーの星を閉じ込めて星団としての一体性を保ちます（星団が分解してしまわないという意味です）。しかし銀河中心は数千万個の星に相当する重さがあり、星団の数百の星の作る重力より圧倒的に強い重力があるので、星団は早晚分解してしまうことは必至です。星団の年齢がわかれば銀河中心でもどのくらい生き延びることができるのか、そんなことがわかってくるでしょう。その前に、そんな劇的な場所で星間雲から星が生まれることが出来たのも驚きです。

もう一つは、銀河中心の周りを周回する星が沢山見つかったことです（図6）。地球が太陽のまわりをまわるのと全く同じ原理で星も銀河中心のまわりをまわります。その周期が何と約15年のものもあることがこの10年弱の観測でわかってきたのです。このことは銀河中心に巨大な質量が集中していることを意味し

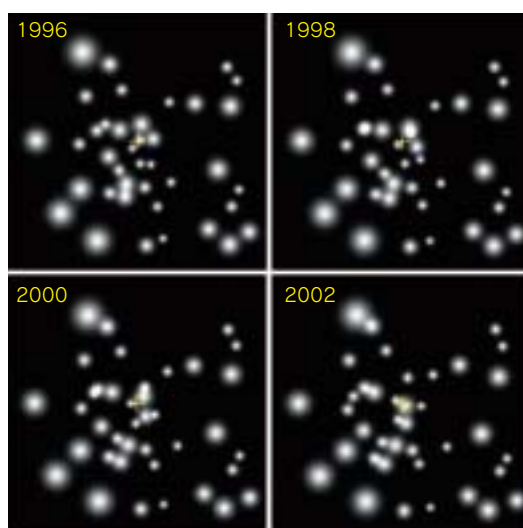


図6. 最近ついに観測された銀河系中心部（赤外線による）。中央の“+”印が中心の方向で、その近くの星であれば、2年間隔のスナップショットでも位置を変えているのがわかる。

ます。それと、天体の姿がかわるタイムスケールのほとんどが人間の一生のタイムスケールよりはるかに長いことを考えると、人間の一生の間に星が銀河中心のまわりを5回くらいまわることができるというのは、すごいことのように思えますがいかがでしょうか。

■我々の銀河系の仲間では

我々の銀河系を研究する重要性は、つぶさに、つまり一つひとつの星を、観測できることにあります。そういう意味では、我々の銀河系の外の銀河については、南半球で観測できる大小マゼラン星雲(約15万光年)で個々の星を見るのがせいぜいでした。これらにしても、星と星が重なって見え、正確な個々の星の明るさ

はなかなか測定出来なかったのです。アンドロメダ(230万光年)になると個々の星は暗くなってしまっ
て見ることすら出来なかったのです。ところがハッ
ブル宇宙望遠鏡やすばる望遠鏡ができて状況が変わ
ってきました。まずハッブル宇宙望遠鏡はそのすぐ
れた分解能でマゼラン星雲やはるか100万光年の
銀河まで、個々の星に分解して観測することに成
功しました。すばる望遠鏡(口径8.2m)はぐんま
天文台の最大の望遠鏡の集光力の25倍もあるの
でアンドロメダやM33といった銀河の明るい星
なら分解して観測できるようになってきたのです。
機会があればまたこういったお話をするにしまし
ょう。

(観測普及研究員 長谷川 隆)

観 測 報 告

γ線バースト可視光検出に成功！

2002年12月11日、ぐんま天文台65cm望遠鏡での観測によってγ線バーストGRB021211の可視光残光観測に成功しました。

γ線バースト(GRB)とは、宇宙のある方向において数秒間にわたって突然γ線(可視光に比べて約100万倍ものエネルギーをもつ電磁波)で明るくなる現象です。長い間、謎の現象とされてきましたが、最近になって、X線や可視光でその残光が発見され、遠方の銀河で起こっている大爆発であることが分かってきました。しかしながら、どのような天体がそのような大爆発をおこすのかは未だに分かっていません。また、その残光もγ線バースト発生後、数時間~1日ですぐに暗くなってしまいうため、迅速な観測が必要となります。

GRB021211は、理化学研究所がアメリカやフランスと協力して打ち上げたγ線バーストの発見を目的としたHETE2衛星によって2002年12月11日20時18分(日本標準時)に発見されたγ線バーストです。HETE2衛星によって発見されたγ線バーストの位置は、発見後約1分でインターネットを通じて全世界へ配信されました。ぐんま天文台でもその通報を受け取ってすぐに観測準備をし、21時40分頃(γ線バースト発

生後約1時間20分後)、その位置が東から登ってきたところで観測を始め、その残光が暗くなっていくところを捕らえることに成功したのです。それから2時間半ほど観測をし、約21等級となっているところを突き止めました。日本では、西日本は天候が悪く観測できなかったようすし、東京大学の木曾観測所が翌日観測を行なったようですが、すでに暗くなっており検出することができなかったようです。残光が減光するスピードは発生後しばらくしてから急激に早くなることが知られていますが、ぐんま天文台の観測時間はその減光の速さが変化する時期にあたり、貴重なデータとなると思われます。

(観測普及研究員 衣笠 健三)



図1. ぐんま天文台65cm望遠鏡でとらえたGRB021211の可視光残光(緑色の円の中心の星: 約21等級)

天界四季折々

空にはオリオン座も高く上り、1年で最も寒い季節もそろそろ過ぎようとしています。この時期は、人気の高い木星・土星の2大惑星を観望することができます。

天文台敷地内には一部雪が残っています。来館される際には足下にご注意下さい。

● 主な観望天体

惑星 木星・土星
散光青雲 M42(オリオン大星雲)
散開星団 M52

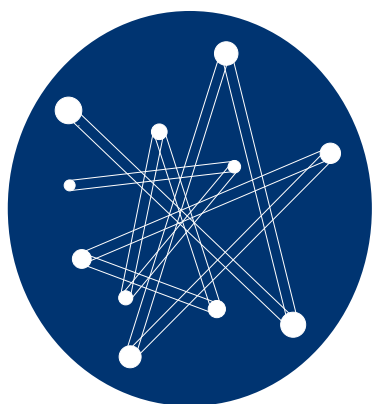
● 開館情報

3月末まで、昼間の施設見学は午前10時から午後4時まで、一般観望は午後6時から9時までです。4月からは各々午前10時から午後5時、午後7時から10時になります。また、昼間の施設見学では、スタンプラリーを実施しています。

● ユーザーズミーティング

占有利用者のためのユーザーズミーティングが、4月19日(土)に開催されます。

詳細はぐんま天文台までお問い合わせください。



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

R100

古紙配合率100%再生紙を使用しています

発行日：2003年2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。

表紙説明：雪景色のメインドーム