

No.119  
Feb.  
2000

# 宇宙 NOW



天文学 NOW:アマチュアによる新変光星の大量発見

パーセク:ただいま海外武者修行中

シリーズ:天文学を変えたこの一枚

第5回:温度のゆらぎが宇宙の構造を決めた!

2



## アマチュアによる新変光星の大量発見

吉田誠一・門田健一

郊外に出かけたとき、ふと空を見上げて、子どもの頃と変わらずに輝く夜空の星座たちに、思わず童心に戻ることはありませんか？ そう、宇宙は悠久、地上に棲む人間たちがどんなに変わっていったとしても、天空の星々は永遠不変に輝き続ける、そんなイメージがありますね。しかし、よく観察してみると、実は、日々明るさが変わっていく、そんな星もあるのです。変光星と呼ばれるこれらの仲間は、1年くらいかけてゆっくりと変化したり、ある日突然明るくなったり、逆に突然見えなくなってしまったりと、実にさまざまな種類があります。今、コンピュータを使って、天体写真から未知の変光星を発見しようという試みが、世界中で始まりつつあります。

### 1. 変光星の見つけかた

夜空の星の多くは、いつも同じ明るさで光っていますが、中には、明るさの変わる星があり、変光星と呼ばれています。例えば、1999年12月に発見された「わし座新星」も、この変光星の1つです。新星は、変光星の中でも特に劇的に明るくなるタイプの星で、あたかも何もなかったところに急に新しい星が誕生したように見えることから、新星と呼ばれるようになりました。他にも、1年くらいの周期で明るくなったり暗くなったりを繰り返すミラ型変光星、2つの星が回り合って時々相手を隠してしまう食変光星など、いろいろなタイプの変光星が知られています。

変光星を見つけるのは、簡単です。夜空を毎日観察して、星の明るさを記録し、むかしの記録と比較してみて、明るさが変わっているものを見つければよいのです。もちろん、ほとんどの星は明るさが変わりませんし、毎日観察するというのはとても大変です。しかし、夜空には文字通り星の数ほど星がありますので、変光星は少なくありません。現在では、何万個もの変光星が発見されています。

### 2. 変光星探しのニューアイテム

天文の世界でも、複雑な計算や処理が得意なコンピュータは、欠かせないものになりました。また、かつてはプロしか使えなかった冷却CCDカメラという、超高感度のカメラが、アマチュアでも利用できるようになって、これまでより短い時間でたくさんの方々の天体を観測することが可能になりました。また、冷却CCDカメラで撮影した画像は、デジタルデータですので、コンピュータですぐ処理することができます。私たちも、このコンピュータと冷却CCDカメラという2つのニューアイテムを使っ



冷却CCDカメラ。感度が高く、光害の影響をコンピュータ処理で除去できるため、空が明るい場所でも天体の撮影ができる。



て、大量の新変光星を発見することができました。

### 3. 新天体発見プロジェクトの始まり

著者の1人、吉田がまだ学生だった頃、すでに世の中には冷却 CCD カメラが普及し、多くのアマチュアが美しい天体画像をたくさん撮影していました。しかし、せっかくの画像も、観賞用としてホームページを飾ったり、尾を伸ばした彗星を観測したりと、ごく限られた目的にしか利用されていませんでした。もしかしたら、そこには新しい星が写っているかもしれないのに、新天体が存在しているかどうか、調べられていないように思いました。そこで、吉田は、世界中の天体画像を集めて、新天体が写っていないかどうかを調べることを目標とした、「MISAOプロジェクト」を旗揚げしました。1997年4月のことでした。

膨大な天体画像を扱うMISAOプロジェクトの活動では、天体画像を自動的に処理する必要があります。吉田は、ちょうどコンピュータを扱う情報科学の修士課程に進学したばかりでしたので、この天体画像を自動的に検査して、新天体を探し出すようなソフトウェアの開発を研究テーマにしました。これが、天体画像自動検査システム PIXY の始まりでした。1997年中は、ずっとこのソフトウェアの開発にかかりきりでした。そして、1998年の初めには、システムがおおよそ動作するようになってきました。

### 4. 共同でサーベイを開始

1998年3月、もう1人の著者、門田がMISAOプロジェクトに加わり、共同で活動を始めました。実際に自分たちでも冷却 CCD カメラを使って撮影を行ない、新天体を探しつつ、PIXY システムを改良していこうとしました。当初は、茨城県美和村の花立山天文台(美スター)で、天文台の冷却

CCD カメラを使ったサーベイを行ないました。しかし、週末だけの観測だったので、天候にも恵まれず、9月までの7ヶ月間で、わずかに4回しか撮影できませんでした。それでも、200枚ほどの画像を得ましたが、新天体は発見できませんでした。しかし、PIXY システムの改良には役立ちました。

1998年10月には、自分たちの冷却 CCD カメラを購入しました。そして、ひんぱんにサーベイを行なうと、新天体が発見できる確率も高くなると考えて、門田が自宅付近で、定期的に撮影することにしました。撮影した画像は、吉田がPIXY システムを使って画像の検査を行ない、新天体を探します。こうして、門田が撮影し、吉田が探すという、2人の分担が固まりました。今でもこの分担のまま続いています。

この頃は、長野県の高見澤今朝雄氏がたくさんの新変光星の発見を報告されました。また、愛知県の長谷田勝美氏が最初の新変光星を発見されました。こうして、国内でも新変光星の発見がだんだんとポピュラーになってきていました。

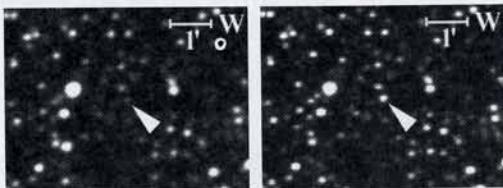
私たちは、当初は視野が広いカメラレンズでサーベイを行なっていましたが、1999年1月からは、もっと暗い星を写すために、焦点距離をアップしました。しかし、同じ場所を1ヶ月ほどの期間を空けて撮影し、PIXY システムで検査を行なってみても、新天体は見つかりませんでした。でも、すでに見つかって名前がついている変光星や、あたかも彗星のように見えるゴースト像などは、区別できるようになってきました。未知の天体には出会わなかったものの、もし新天体が写れば、PIXY システムで確実に見つげられることに自信ができてきました。そして、将来ほんものの新天体が写った場合に備えて、PIXY システムが測定した星のデータをデータベースにして、後で同じ場所を撮影した時に、自動



的に比べて、新しい星があればすぐに見つかるしくみを整えておきました。

## 5. 第1号新変光星の発見

1999年3月22日に、桜井天体と呼ばれる「いて座」の変光星を撮影した画像を、PIXYシステムで検査したところ、15等の新天体が見つかりました。2月にも同じ場所を撮影していたのですが、かすかに写っていただけで、PIXYシステムの検査には、引っかかりませんでした。ゴーストやすでに見ついている星ではなかったので、未知の変光星であることは確実です。念のため、3月31日にもう一度撮影したところ、その星は同じ位置にあり、しかも14等まで明るくなっていたのです。これが、MISAOプロジェクトの発見による変光星の第1号(MisV0001)が誕生した瞬間です。私たちが探していた変光星がついに見つかったのです。

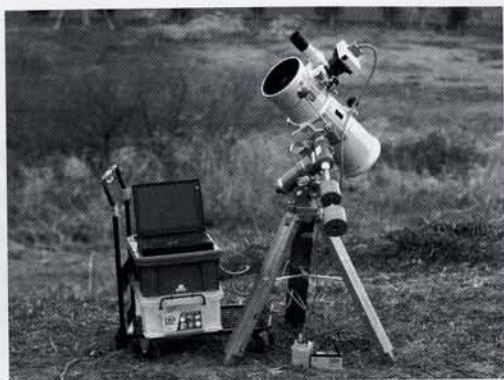


(左)1999年2月12日撮影。17等で写っていたが、極限等級よりも暗く、検出されなかった。

(右)1999年3月22日撮影。15等級まで明るくなった星をPIXYシステムが検出して、MisV0001が発見された。

## 6. 続々見つかる新変光星

その後、天の川を撮影した別の画像から、あいついで12等から15等の変光星が見つかりました。天の川には、たくさんの星が密集していますので、まだまだ暗い変光星がひそんでいるかもしれません。そこで、16等までの星を写すことができる16cm反射望遠鏡を使って、変光星を探することにしました。



サーベイで活躍する口径16cmの反射望遠鏡。ノートパソコンで冷却CCDカメラを制御。

1999年4月から11月までの8ヶ月間で、30回のサーベイを行なって、およそ3000枚の画像を撮影しました。サーベイは野外で行なわれ、望遠鏡は毎回自宅から運搬し、組み立てました。コンピュータで制御されていないので、導入から撮影まで、すべて手作業です。サーベイ画像はすべてPIXYシステムで検査しました。

1回のサーベイでは、約100枚の画像が得られ、約20万個の星が検出されます。PIXYシステムで検査すると、過去に同じ場所を撮影した画像と比べて、約200個の変光星候補だけが出力されます。こうして絞り込まれた候補を2人が目で確認し、ほんものの変光星だけを選びます。こうして、最終的には1回あたり50~100個の新変光星が発見されます。継続してサーベイを行なった結果、2000年1月までに私たちが見つけた新変光星は、815個になりました。

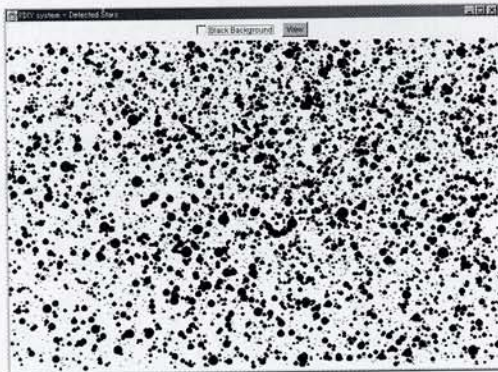
## 7. 「自分の星」を見つけよう

MISAOプロジェクトの新変光星サーベイでは、確実に変光している星を探しています。発見した変光星は、画像を見るだけで明るさが変わっていることがすぐわかるほどです。望遠鏡を使っても目で見ることは難しいですが、冷却CCDカメラなら簡単に写すことができます。また、私たちが探し





16cm 反射望遠鏡で撮影した画像。視野角は 1.5 度×1 度で、20 秒の露出時間で 16 等までの星が写る。



PIXY システムで検査すると、5000 個以上の星が検出される。

た場所は、夜空のほんの一部です。未知の変光星は、まだまだたくさん残っているでしょう。

今まさに、世界中の搜索家たちが、コンピュータと冷却 CCD カメラを使って、変光星を残らず見つけてやろうとがんばっています。MISAO プロジェクトのホームページでは、共同で新天体を発見するため、天体の画像を募集しています。みなさんもこの壮大でホットなレースに参加して、「自分の星」を探してみるというのは、いかがでしょうか。

MISAO プロジェクトのホームページ：  
<http://www.info.waseda.ac.jp/muraoka/members/seiichi/misao/index-j.html>

### (著者紹介)



吉田誠一 (よしだせいいち)

1974 年生まれ。25 歳。(株)システム計画研究所勤務。本業はプログラマー。学生時代から趣味で天文活動始める。時々筑波山に登って彗星を見るのが好き。現在は、多数の天体画像を集めて新天体を探す「MISAO プロジェクト」に取り組んでいる。



門田健一 (かどたけんいち)

1961 年生まれ。38 歳。高知県出身。(株)アストロアーツ勤務。14 歳のとき、天文に興味を持つ。趣味は、天体観測とサーベいで、夜な夜な望遠鏡を積んだ台車を押して、自宅付近を歩き回る。夢は、新彗星の発見。妻と男の子二人の四大家族。埼玉県上尾市在住。



## ただいま海外武者修業中

野上大作



宇宙Now! をお読みの皆様、お久しぶりでございます。以前にイギリスで開催された研究会に参加した折りのことを、この欄に書かせて頂きました。当時私は修士課程の2回生。それから4年程の時が流れ、現在 postdoctoral research fellow (略称ポスドク：博士号取得者の期限付き研究員) として、ドイツはゲッティンゲン大学附属観測所 (写真参照) に赴任しております。

天文業界での就職ってのはこれがなかなか大変です。そこで私は一年程前から「ここは一丁、海外進出を果たしてハクを付けて帰ってくるべえ。」ってなことで、海外のポスドクの応募にしまくってました。これも当然なかなか厳しくて、10件目でようやくお声がかかりました。そう、そこはビールとワインとソーセージとジャガイモの国、ドイツ！ゲッティンゲン大学といえはかつて何人ものノーベル賞受賞者を生み出した名門。もう喜び勇んで (不安な点は極力感じないフリをして(^\_^)) やって来ました。

この観測所、19世紀初期に数学者として有名なガウスが建てたものです。ある程度の改築はされているものの、傾いていて完全に木造の階段など随所に200年弱の歴史を感じさせてくれる建物です。またガウスが実際に使って観測していた望遠鏡が、さりげなく置かれていたりして驚かせてくれます。

さて、こちらに来てから3ヶ月半が経過しています。ようやくこちらでの研究ペースに慣れてきたところです。呼んでくれたボイアマン教授はこと天文学に関しては非常に厳しく、妥協を許さない職人肌な感じの方で、これまでの私の『甘さ』を痛感させられることしきりです。他の先生方

やポスドク、院生も和気あいあいとした雰囲気ながらもよく活発な議論を交わしており、いつも刺激を感じています。

研究ばかりの生活というわけでもなく、この間は観望会に連れてってもらいました。なぜこんなところに観測所が作られたんだろうと不思議に思うくらい普段は天気の良いところなのですが、この夜は雲一つなくすばらしい観測日和。実は私は観測天文屋といいつつ、望遠鏡を肉眼でのぞいたことは数えるほどしかありません。「うわー、土星の輪っかってこんなにきれいに見えるもんなんやぁ♪」「すばるってめちゃめっちゃきれいやん！」とか、30cmの屈折望遠鏡で楽しませてもらいました。強烈に寒かったです。:-)

そんなこんなで、私ただいま海外武者修業中。大変貴重な体験をさせてもらっていることに感謝しながら、毎日研究頑張ってます！



(著者紹介)

野上大作

(のがみだいさく)

ドイツに来てからうどんを打つことにはまり、やっぱり日本食っていいなあと感じつつあるナイスガイ (自称)。詳しくは <http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/~nogami/> をどうぞ。

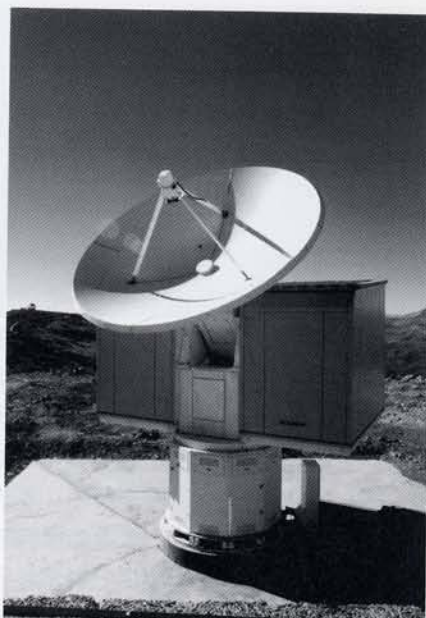


## 南米チリで活躍する、なんてん電波望遠鏡

今から約5年前、私が名古屋大学の天体物理学研究室（通称A研）の博士課程に進学した頃、名古屋大学には2つの、パラボラアンテナの直径が4mの電波望遠鏡があり、名古屋から見える空の、宇宙に浮かぶガス雲の分布を次々に明らかにしていきました。しかし、ここから見えるところは限られています。南半球から見える空にも、おもしろそうな天体がたくさんあるのです。天の川の一番太い部分である、いて座やケンタウルス座の方向、南十字星の横にある石炭袋（暗黒星雲）、直径が角度で30度以上もある超新星残骸ガム星雲、今、銀河系で一番重い星が何個も激しく生まれているというエータ・カーリーナ星雲。

そこで、かねてからの希望（計画）どおり、1995年、そのうちの1台の電波望遠鏡（写真上）を、南米チリのラスカンパナス天文台に引っ越しさせました。ここで、この望遠鏡の運営の一部は、民間企業や市民のみなさまからの寄付で成り立っていることを、付け加えておかなければならないでしょう。この望遠鏡は、公募の結果「なんてん」という名前がつけられました。

約1年の調整期間の後、なんてん電波望遠鏡は次々に新しい成果を出してくれました。そのうちの1つが、大マゼラン銀河の観測です。（8ページ記事参照）この銀河は、有名なアンドロメダ銀河（約230万光年）よりもずっと近く、銀河の研究を進めるには欠かせない天体です。また、薄いガス雲で私達の天の川銀河ともつながっています。近いので見かけも大きく、より詳しく調べることができます。実際に何度もチリに出かけ、観測・研究を進められてきた名古屋大学の山口玲子さん（博士課程1年）は「大マゼラン銀河は、私達の銀河系の化石のようなもの。私達の銀河系の過去の姿を知ることのできる貴重な存在です。



今後、ほかの銀河も調べることによって、銀河がどのようにしてできるかを知り手がかりになると思っています。」と話しています。

なんてん望遠鏡は他にも、上で示したような南天のさまざまなガス雲の観測を進めてきました。その成果が、日本天文学会の欧文報告1999年第6号に、約200ページにもわたって掲載され、世界中の注目を集めています。ちなみに、チリでの観測の苦労話が宇宙nowの1996年12月号（No.81）にありますので、お持ちの方はあわせてお楽しみ下さい。

またさらに、このなんてん望遠鏡の活躍で証明されたように、南米チリ、アンデス山脈の砂漠は、電波天文学の観測にとって条件の良い土地です。日本が、そしてアメリカやヨーロッパが、協力し合って10メートルの電波望遠鏡を100台以上、アンデスの高地に置こうという計画（LMSAまたはALMA計画）も、ハワイのすばる望遠鏡に続く計画として、現在進んでいます。（尾林彩乃）



## 大マゼラン銀河での星の誕生

今から約500年前の1520年、探検家マゼランにちなんで名付けられた大・小マゼラン銀河（マゼラン雲）は、南の空にあるので日本からは見るできません。しかし、アニメ「宇宙戦艦ヤマト」で日本にもよく知られた存在となりました。距離はどのくらい？ と聞かれて、「14万8千光年」とすぐに答えられる人もいます。天の川銀河に住んでいる私達にとって大マゼラン銀河はおとなりにもかかわらず、謎の多い銀河です。

南米チリにある名古屋大学の「なんてん」電波望遠鏡は、大マゼラン銀河（写真）にある星間ガス雲の観測を行い、その分布を明らかにしました。写真上に書いてある黄色い線が、星が生まれるもととなるガス雲です。写真左側にあるひとときわ明るいピンク色の星雲が、毒ぐも星雲で、この近くで超新星 1987A が爆発したことは、記憶に新しいでしょう。電波でしか見えない雲は、その下に点々とつながっていました。1つのかたまりで、太陽 100 万個分の量があります。

大マゼラン銀河では、今、天の川銀河では作られていないたくさんの星の集団（球状星団）が作られています。毒ぐも星雲のまわりはまさに、そのような星団が集中しているところ。星はガス雲から生まれるので、この観測で見つかった雲の性質をよく調べることから、なぜ違っているのか解明されてゆくでしょう。（尾林彩乃）

（7ページに関連記事）





## 研究者として磨きあう：天文台コロキウム

天文教育、普及活動に日ごろ大きなエネルギーを注いでいる私達は、なかなか個人の研究にまとまった時間を取ることが難しいです。そこで日ごろの研究を発表して、他の天文スタッフからの意見を聞き、さらに研究を深めようというねらいで行っているのが、天文台コロキウムです。これもなかなか開催する事がたいへんなので

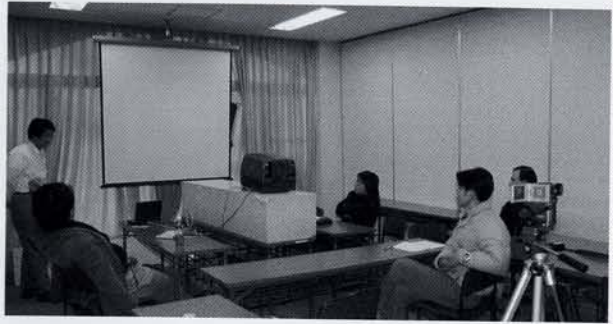


写真1：天文台コロキウムの様子。皆しんけん。

すが、1ヶ月に1回を目標に開いています。森本園長も、時間をさいて参加していただくことが多いので、我々にはとてもありがたい事です。私達が思いもしなかったようなユニークなアイデアを出してくれる事があるからです。コロキウムの最中は、私達はお互いに平等な研究者となります。仕事上の先輩、後輩は関係ありません。後輩から、(科学的面で) 厳しい意見が出されることもあります。1月のコロキウムでは、石田主幹研究員が、長い周期を持つ変光星の新しい分類について発表しました。フレディ君も参加したので、スクリーンに書かれていた説明文は英語でした。1時間半ほどの発表が終わった後も、ある研究員と熱い議論が続いていました。

このコロキウムは公開性となっていて、ホームページや電子メールで広く参加を呼びかけています。姫路工業大学天文部の生徒はほぼ毎回、聴講に来ていますし、近くの天文台職員や一般の方が来られる事もあります。天文教室よりは、ややハードな内容なのですが、友の会の皆さんもぜひご参加下さい。

なお、次回のコロキウムは私の当番で2月24日(木)に行われ、脈動変光星を含む連星系についての発表をする予定です。

コロキウムについては、以下の天文台行事予定のページで案内しています。また電話でお問い合わせ下さってもかまいません。

<http://www.nhao.go.jp/schedule.html>  
(主任研究員：鳴沢真也)



写真2：発表する石田主幹研究員。まじめ。



## どんなモンだい!?



質問：NASAが遠紫外線分光観測衛星(FUSE)の観測結果をもとにしたコンピューター画像(下図参照)を発表しました。それによれば、われわれの銀河系はガンマ線で光るかさ(ハロー)に包まれているそうです。ハローは銀河系の渦巻きの上下に五千〜一万光年の厚さにラグビーのボール状に広がっており、温度は五十万度ほどだとのこと。もしそうなら、なぜ銀河の中にいる我々が焼け死なないのでしょうか?

大阪府にお住まいの佐藤好之さんからの質問です。  
圓谷文明がお答えします。



こたえ：温度というのは何かに立ち返って考えてみましょう。それは気体ならば、その中に含まれる原子や分子などの粒子が、どのくらいの速度で運動しているか(正確には運動エネルギー)に置き換えることができます。光で言うなら、どのくらいの波長(正確には振動数)の光子が飛び交っているかということです。これらの概念は統計力学と言って、たくさんの粒子を統計的に扱う力学によって、熱物理量(温度、圧力など)と結びついています。温度が与えられると、どの運動量の粒子(どの周波数の光子)が多いかが決まります。

さて、うーんと温度が高い、“日常感覚で思うところの密度”の気体の中に我々が入ると、粒子が皮膚に猛烈な勢いで膨大な回数叩きつけ、酷い目にあうこととなります。やけどを負ったり、温度によっては焼けてしまうかもしれません。温度の高い周波数分布を持つ光でも“日常感覚で思うところの光量”ならそうです。

さて、ところで宇宙空間というのは、我々の日常で想像する“真空よりも”さら

に何桁も低い密度を持っていることを思い出してください。うんと密度が低いと、いくら勢いの良い粒子がぶつかるとは言え、その頻度は極端に少なくなります。結果、対したダメージにはならないのです。

もっと日常的な例で言えば、人間は100℃のお湯に浸かったら死んでしまうでしょうが、100℃のサウナではめったなことでは死なないでしょう?そういうことです。

銀河円盤はだいたい170℃くらいですが、その温度が保たれているのも、ハローの温度が50万℃あるとはいえ、密度が低いために、銀河円盤はそこからの熱を十分にブロックできているということなのです。



## 参考：FUSE の観測結果とコンピュータ画像について。



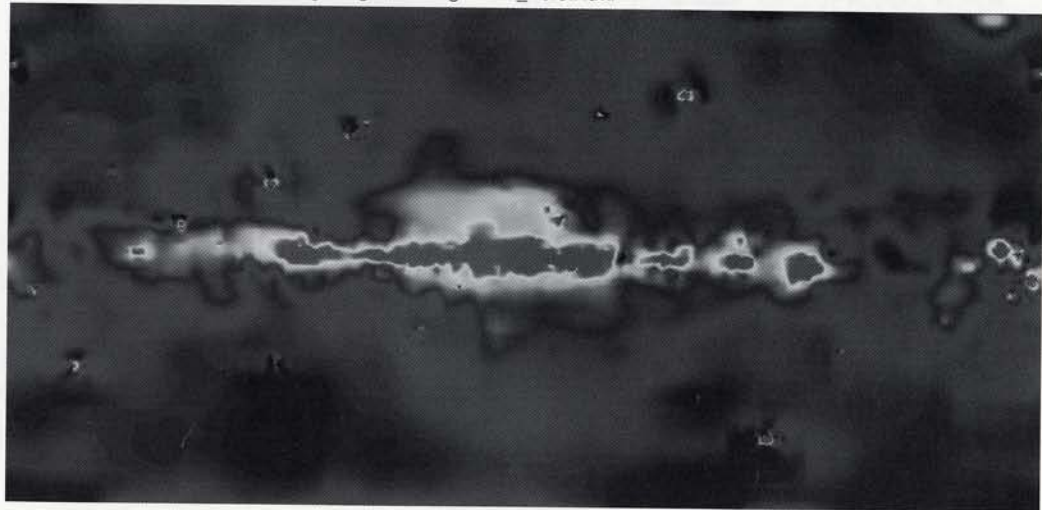
星は、星の間にあるガス雲で生まれ、一生を過ごし、そして死んでいきます。そして、このサイクルは銀河ガスの分布と性質に影響を与えます。FUSE がもたらした新しいデータは、星の間にあるガスのうち高温の成分と銀河の円盤面から広がって「ハロー」を形成している高温のガスが、いずれも超新星という星の破局的な死の際に加熱されてできたものだという仮説を強く支持しているのです。ハローの高温ガスは、「銀河噴水」とでもいうべき現象によってできたと考えられます。つまり、超新星として知られる死にゆく星の大爆発によって、銀河円盤内のガスが銀河円盤から吹き出し、ハローへと上ります。このガスは冷えれば元に戻っていきませんが、次々と起こる超新星によって高温ガスも供給されますので、しばらくたつと銀河を高温のガスが取り巻くようになるのです。

<http://fuse.pha.jhu.edu/pubinfo/AAS195/pressinfo.html>

## 参考：ガンマ線観測衛星でも捉えられた高温ガス。

銀河をとりまく高温ガスの存在は、少し前にコンプトン・ガンマ線観測衛星に搭載された EGRET という観測装置でも発見されています。天の川を中心とした全天画像（下図）の中で、まん中に横たわってはっきりとわかる白く縁取られたようなところは、銀河円盤にあるこれまでも知られていた強いガンマ線を出す天体です。ところが、その他に上下にぼんやりと広がったところからも弱いガンマ線が届いています。どのような天体がこのような広がったガンマ線を生じたのかについて、いくつかの可能性が考えられていましたが、はっきりした原因はわかっていません。

[http://universe.gsfc.nasa.gov/galleries/gamma\\_halo.html](http://universe.gsfc.nasa.gov/galleries/gamma_halo.html)





## 第5回：温度のゆらぎが宇宙の構造を決めた！

大昔、とても小さな宇宙は、とても熱かった—その名残が3 K (−270°C) という暖かさで宇宙を満たしている、これが1965年にペンジャースとウィルソンが偶然に発見した宇宙背景放射です。この放射温度は、どの方向からも等しく届いており、温度の差はなく全く一様であると思われていました。ところが、人工衛星による精確な観測で、宇宙背景放射にごくわずかながら違いがあることがわかったのです。これは現在の宇宙の構造を説明するのに大きな役割を果たすことになりました。

## 1. ビッグバン宇宙の証拠

宇宙の始まりは小さな火の玉であった、と考えたのは1948年頃のガモフでした。火の玉が大爆発をして膨張し、今のような宇宙になったというのがビッグバン宇宙論です。高温の火の玉は、膨張によってどの程度にまで冷えたのだろうか、理論的な計算を行ったのはディッケです。しかし、その温度は数K程度と考えられ、かんたんに観測できるものとは思われていませんでした。

発見は偶然でした。アメリカ・ベル研究所のペンジャースとウィルソンは、ホーン型電波望遠鏡を使って、電波源のない部分の電波強度を観測していました。いくら観測しても温度に換算して3 Kほどの成分が残ってしまいます。アンテナの鳥の糞まできれいに掃除して観測をやりなおしても結果は同じでした。ディッケに相談をしたところ、これこそがビッグバンの名残の放射であろうということになったのです。

## 2. 宇宙背景放射を精確に測ろう

ビッグバンの名残の温度が測定されたことを受けて、多くの観測者たちがより精確に求めようと試みました。そして宇宙背景放射は2.74 Kという値が得られるに至りました。

しかし、もっと精度良く観測しようという試みがなされました。1989年、アメリカの宇宙背景放射観測衛星(COBE)がそうです。大気圏外から観測できるという利点を生かして、2.735 Kという詳しい値を得ることに成功しました。そればかりではありませんでした。全天にわたる観測を詳細に分析した結果、10万分の1度という極めて小さなゆらぎが見つかったのです。

COBEの観測チームは、その頃確立しはじめていた宇宙の泡構造(大規模構造)の説

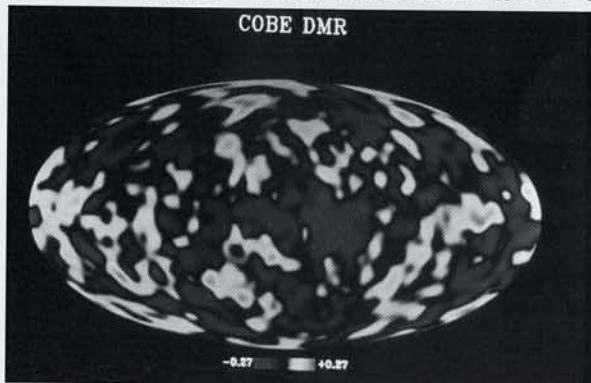


写真 宇宙背景放射観測衛星(COBE: COsmic Background Explorer)が観測した宇宙背景放射のゆらぎ。濃いところと薄いところの温度差が10万分の1度程度。濃淡の一つの大きさは10度以上の広がりがあり、実際の泡構造を忠実に示しているわけではない。



明として、宇宙の初期には密度のゆらぎ（ムラ）があったはずだ、そのゆらぎが温度のゆらぎとして観測できるのではないかと考えていました。もちろんその観測には極めて高い精度が要求されましたが、COBEはそれを成し遂げたのでした。

### 3. 宇宙の大規模構造

アメリカ・ハーバード大学のゲラーたちは、たくさんの銀河の距離を測定し、宇宙空間における銀河の分布地図を作っていました。そして彼女たちは1981年に驚くべき結果を発表したのです。ほぼ一様に分布すると考えられていた銀河が、ひしめきあう泡の表面に沿うように存在し、泡の中は銀河のない空洞（ポイド）になっているというものでした。その後も銀河の数を増やして泡構造の存在の真偽を確かめましたが、やはりこの構造は消えませんでした。宇宙の成り立ちを考える上で、大きな問題の提起となる事件でした。とても小さな状態から大爆発によって始まった宇宙は、どこでも一様で等方的（同じような銀河の分布状態）だと考えられていました。それが銀河の密に分布しているところとそうでないところが見つかり、宇宙論は再検討を余儀なくされたのでした。

### 4. 泡はゆらぎのなれの果て

身近なところにすばらしい例があります。パンを焼いたことがある人なら納得のはずです。小麦粉とふくらし粉、イーストを混ぜてよく練り、どこもムラのないような生地を作ります。ところがオープンに入れて焼くとどうでしょう。パンを割ってみると、空気の穴がいっぱい空いています。小麦粉そのものはその空気の穴を取り巻いています。ムラのない生地のように見えても、実際には小さな気泡が焼くことによって膨らみ、たくさんの穴を作ってしまったのです。

宇宙の初期の物質のゆらぎ（ムラ）は取るに足らないものであったことは言うまでもありません。小さな小さな物質のゆらぎが、COBEが観測したようにごくわずかな温度の差としてとらえられました。ゆらぎは小さくとも、少しでも物質の多い方が重力が大きいわけですから、長い時間の後にはゆらぎが拡大していきます。ビッグバンによる宇宙の膨張にともなって、物質のあるところと無いところの差はますます顕著になっていくでしょう。物質のあるところでは銀河が誕生し、現在見るところの泡構造をした宇宙を形成していったと考えられているのです。小さなゆらぎでも、宇宙をゆるがす大きな発見でした。（黒田武彦）

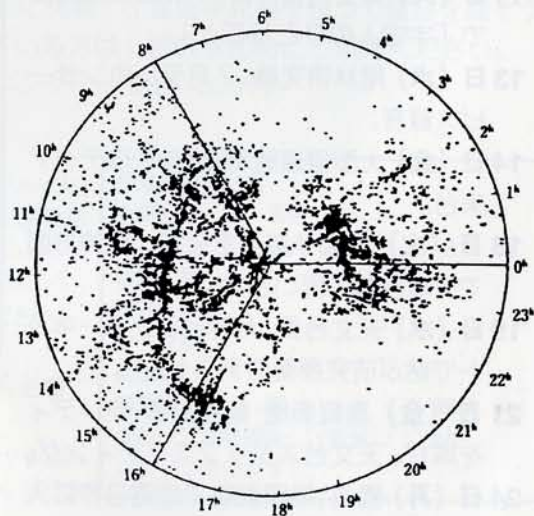


図 宇宙の大規模構造 約6億光年の範囲内の銀河の分布は、明らかに密なところと疎なところに分かれる。円の中心が銀河系の位置。



# 天文台日記～西はりま天文台の1月～

- 1日(土)** 天文台長、午前1時に毎日新聞社主催ミレニアムカウントダウン特別試写会前の講演、全日空H泊。天文台コンピュータ、Y2K問題クリアか。
- 3日(月)** 元職員・佐用町役場・井村氏ご母堂葬儀に天文台長参列。
- 4日(火)** 仕事始め。
- 5日(水)** 天文台長、園長とともに県庁へ、教育長、義務教育課長、労働部次長、労働福祉課等と懇談。
- 6日(木)** 石川島播磨重工より新年挨拶に。時政研究員、第一子誕生。
- 7日(金)** 天文台長、佐用町商工会賀詞交換会。午後仕事始め式。園長、尾林研究員、LMSA天文研連シンポ出張。カワサキヘリコプター新年挨拶に。西村製作所、新年挨拶に。
- 8日(土)** 第59回友の会例会に48名、観望会、グループ別活動等予定通り遂行。
- 9日(日)** 第72回天文教室・石田研究員「変光星で探る近くの銀河の世界」に30名。
- 11日(火)** 天文台長、神戸甲北高校講演会で「宇宙人のひとりごと」。
- 13日(水)** 尾林研究員、2月テレホンサービス録音。
- 14日(金)** 大型望遠鏡関連、ユーロテクノロジー来台。
- 18日(火)** 公園予算査定会議。阪神方面で火球目撃の問い合わせ。
- 19日(水)** 天文台長、大阪とインターネットで結ぶ研究授業のテスト。
- 21日(金)** 産経新聞・細井記者、フレディ取材。天文台スタッフミーティング。
- 24日(月)** 園長、網膜剥離で姫路日赤に入院、天文台長同行。職員互助会新年ボウリング大会で阿山主事優勝。
- 25日(火)** 天文台長、夜上月町活性化推進協議会で笹が丘荘へ。
- 26日(水)** 読売新聞・浦記者、フレディ取材。園長、網膜剥離手術。天文台長、園長代理で大阪リーガロイヤルHで講演。
- 27日(木)** 天文台長、国立天文台ビデオ制作委員会で三鷹へ。
- 28日(金)** 天文台コロキウム、石田研究員が「長周期変光星の分類について」。
- 29日(土)** 佐用、加西消防署長ら4名見学、時政研究員案内。

なにぬねノート No. 5

## 「惑星の運動は単純？」

惑星どうしや衛星どうしの公転周期の間に、とてもかんたんな整数比があることが知られている。例えば木星と土星の公転周期の比は2:5、天王星、海王星、冥王星のそれはほぼ1:2:3である。木星の衛星イオ、エウロパ、ガニメデの公転周期の比は1:2:4、土星の衛星ミマス、エンケラドス、テチスもほぼ2:3:4となっている。

このような関係を尽数関係といい、長い時間をかけて互いの引力の及ぼし合い(摂動)で生じるものらしい。単純な尽数関係にある場合に限り軌道は安定である。

また惑星や衛星の公転、自転の間にも同様の関係が見られる。月は余りにも有名で公転と自転周期は1:1。木星のガリレオ衛星も1:1らしい。水星の自転と公転周期は2:3である。このような尽数関係は潮汐力の結果だと考えられている。





#印は会員の皆さんだけへのお知らせです。

## 第74回天文教室

日時 3月12日(日) 10:30から  
場所 天文台スタディールーム  
講師 圓谷文明(西はりま天文台・主任研究員)  
タイトル

「西はりま天文台は2m望遠鏡の夢を見る」  
西はりま天文台で計画中の2m望遠鏡と  
予定されている観測装置でどんなものか  
見えてくるのかについてお話しします。  
参加無料、人数制限無し、受付不要

## 友の会会員募集中!

お知り合いの方で、星や天文に興味のある方へ友の会を紹介してください。親しい方に友の会会員資格をプレゼント。プレゼント会員をご利用ください。お問い合わせは天文台まで。

会員数 1998年12月 : 676人  
1999年12月現在 : 719人

#友の会会員の特典「例会」に参加しませんか?近隣の星仲間と語らう楽しい時間。初心者でも気軽に参加できます。 ↓

## 西はりま天文台ホームページ

<http://www.nhao.go.jp/index-j.html>

## 西はりま天文台テレフォンサービス

0790-82-3377

天文台研究員が総力あげて執筆!!

## 「西はりま天文台発 星空散歩」

<神戸新聞総合出版センター>

お近くの書店でお買い求めになれます。天文台公園食堂「カノープス」でも販売中。

## #第60回友の会例会

☆日時 3月11日(土)・12日(日)

受付 18:30~19:00 グループ棟玄関ロビー 開会 19:30 天文台スタディールーム

☆内容 観望天体の説明、天文クイズ、全体観望会、グループ別観望会、  
台長のなにぬねノート、交流会、自由観望など

グループ別観望会:11月例会は、下記の内容で行います。

1)春の二重星を見よう 2)ガイド撮影に挑戦 3)星座早見盤を作って星座を探そう!

☆以前例会に参加して**名札**を受け取っている方は、例会参加時にご用意ください。

☆費用 宿泊:250円(シーツクリーニング代)、朝食:500円

☆申込方法

下記の申込表を参考に、

「はがき、電話、FAX(番号等裏表紙参照)、電子メール」で天文台にお申し込み下さい。ご希望のお部屋(男性部屋、女性部屋、家族部屋)と人数もお忘れなく。

※電子メール:subject(題名に)「Mar」と記入して、「reikai@nhao.go.jp」宛に申込表をお送りください。

☆申込締切

グループ棟、日帰り参加:3月4日(土)必着

☆スタッフ募集!

あなたも例会の簡単なお世話をしてみませんか?申込の際に「スタッフやります」とお書き添え下さい。当日午後4時より打ち合わせがあります。

※お車で来られる方へ

天文台周辺は一般車両進入禁止ですので、お車は管理棟横駐車場か、グループ棟周辺園路にご駐車下さい。

### 例会参加申込表

会員No.	氏名			
	大人	こども	合計	

参加人数

宿泊人数

シーツ数

朝食数

部屋割

男( )女( )家族( )

グループ別観望会「(番号)」に参加

スタッフやります!



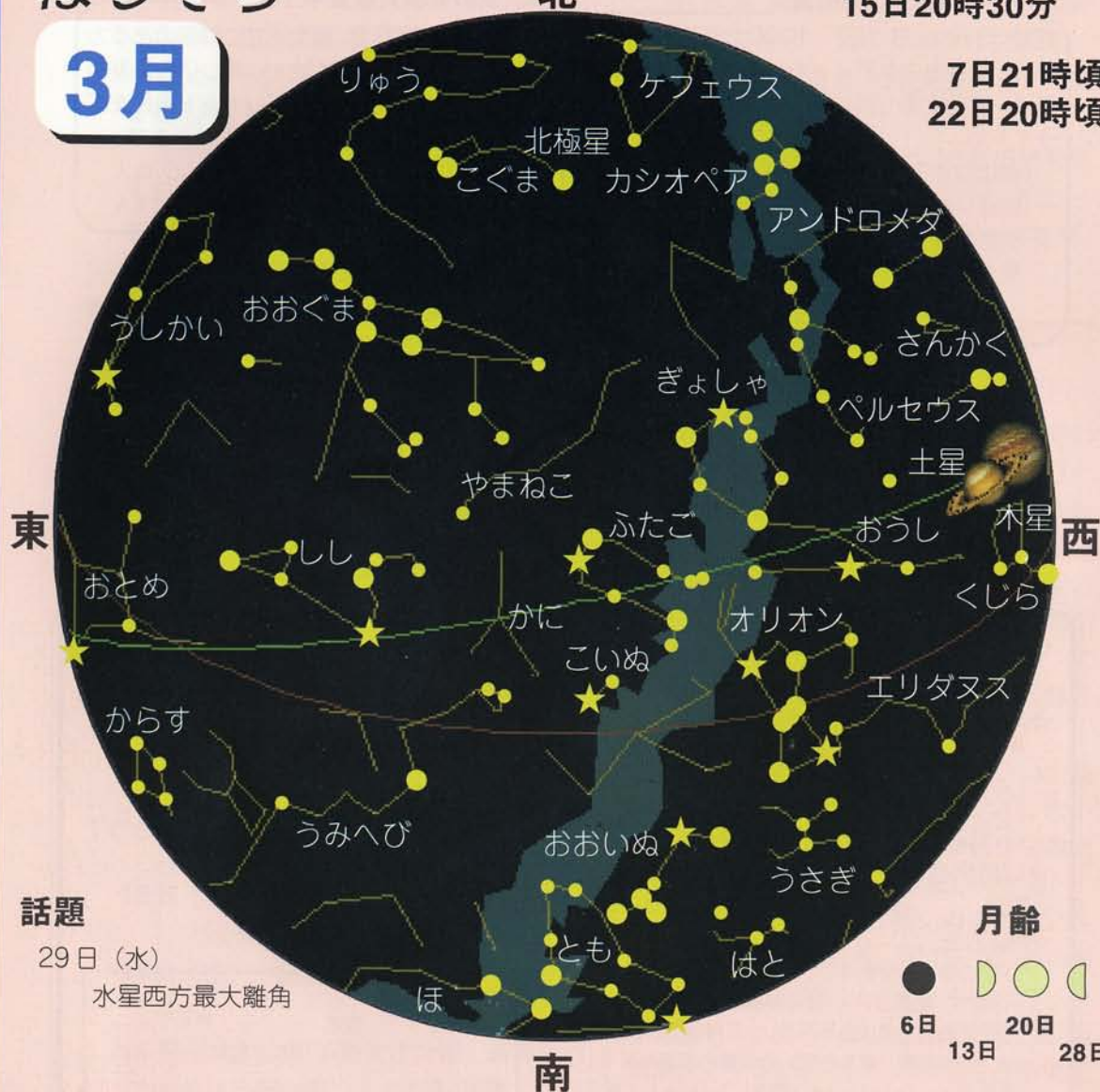
# ほしぞら

## 3月

北

15日 20時30分

7日 21時頃  
22日 20時頃



### 話題

29日 (水)  
水星西方最大離角

### 月齢

● 6日  
◐ 13日  
● 20日  
◑ 28日

29日は水星西方最大離角で、先月とは逆に朝方東の空での観望好機ですが、地平線からの高さは今回は低くなっています。先月と同じく西の夕空には火星・木星・土星が見えます。

### 今月の表紙

『夏の思い出 天の川』 撮影者：佐藤好之(No.1887)。撮影日時：1999年8月9日20時ごろ。撮影場所：大分県飯田高原。赤道儀：ピクセンGP。カメラ：キャノンFRb 50mm f 2.8。露出：15分。

### 編集後記

天文台にかぜがはやったために発行が遅れました。みなさんのところでは大丈夫でしたか？ (Ish)