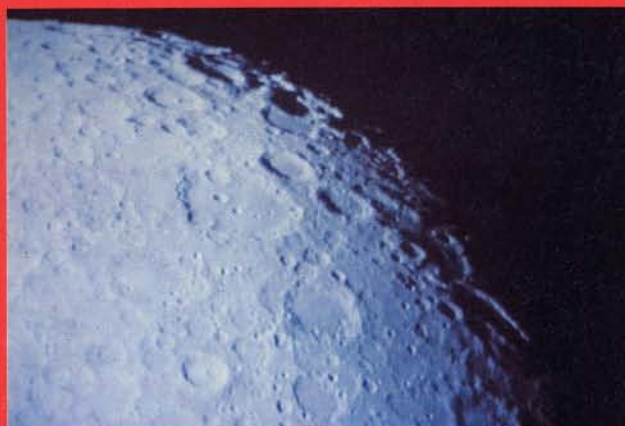


Monthly News on Astronomy and Space Science



No.95
February
1998

宇宙 NOW



天文学NOW γ 線バーストのなぞに迫る

II：理論的側面から 戸谷 友則

新春トーク海部国立天文台ハワイ観測所長に聞く《後編》

天文台めぐり K Y O E I 大原天文台

from 西はりま ハワイすばる望遠鏡訪問記

1. はじめに

ガンマ線バーストとは、一日に約一回、全天のどこかヶ所がバースト的に、すなわち数秒～数十秒程度の間、突然明るく輝く現象である。といっても可視光領域ではなく、ガンマ線領域なので肉眼では見えない。ガンマ線とは、電磁波の一種で、X線よりもさらにエネルギーの高い(波長の短い)ものをさす。ガンマ線バーストのガンマ線の特徴的なエネルギーは約100万電子ボルト(1電子ボルトは 1.6×10^{-12} erg)、またその波長は 10^{-10} cm である。発見から25年たつにもかかわらず、未だその正体は謎に包まれている。昨年まで、我々の銀河系の中の現象なのか、それとも宇宙の果てから来ているのかすら分らなかった。しかし昨年、このガンマ線バーストの距離については観測的に大きな進展があった。GRB970228 と GRB970508 という二つのガンマ線バーストに対応して、暗くなってゆく光学対応天体が発見され(アフターグローと呼ぶ)、GRB970228 にはそのまわりに遠方の銀河のような広がった天体が、GRB970508 では金属の吸収線が発見されたのだ。吸収線の赤方偏移は $z=0.835$ であった。ある z に対応する時刻では、宇宙の大きさは現在の $(1+z)$ 分の1であるから、このガンマ線バーストは宇宙が現

在の半分の大きさしかなかったころに生まれたものである。これらの事実はガンマ線バーストが宇宙論的距離からやってきていることを証明するものである。しかし、ガンマ線バーストが宇宙の果てからやってきていることがわかって、その正体は何なのかは以前聞の中である。(ここという「宇宙論的距離」もしくは「宇宙の果て」とは、宇宙の年齢に対応する約150億光年先を指す。それより先は宇宙年齢以内に光が我々に到達しないので、我々の観測可能な宇宙は150億光年までである。)ここでは、このガンマ線バーストは何か、また、どのようにしてガンマ線が放出されるのか、などについて、現在行われている研究の状況を御紹介したい。また、ガンマ線バーストが宇宙論的起源であることから、宇宙論や銀河形成論との関連も最近話題になっており、その辺りの紹介もしたい。

2. 火の玉モデル

以下では「ガンマ線バーストとは何か?」という問題と、「どのようにガンマ線が放出されるのか?」という問題を分けて考えてみたい。というのは、前者については未だ定説はないが、後者については研究者の間でほぼコンセンサスが生まれ

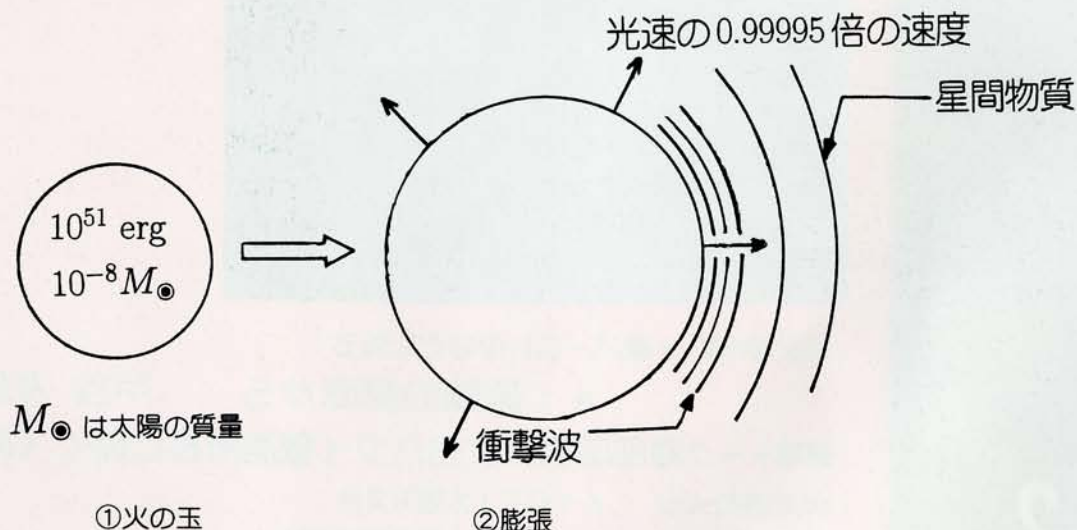
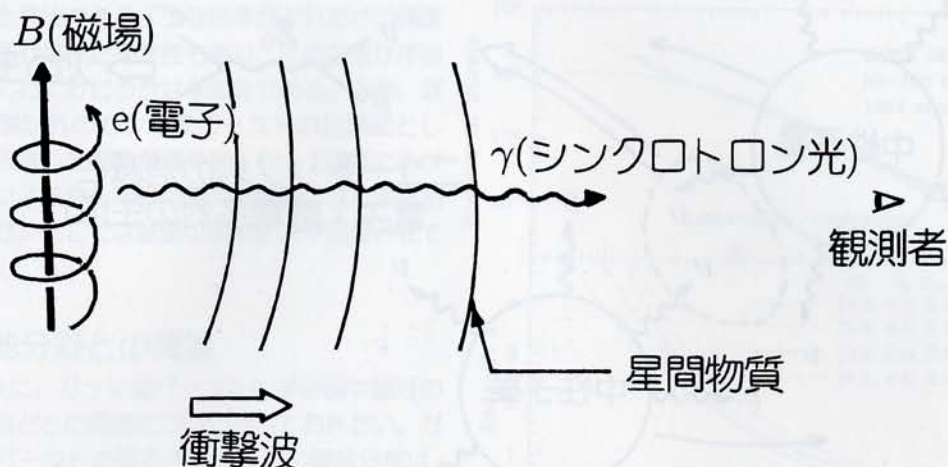


図1: Fireball (火の玉) モデル

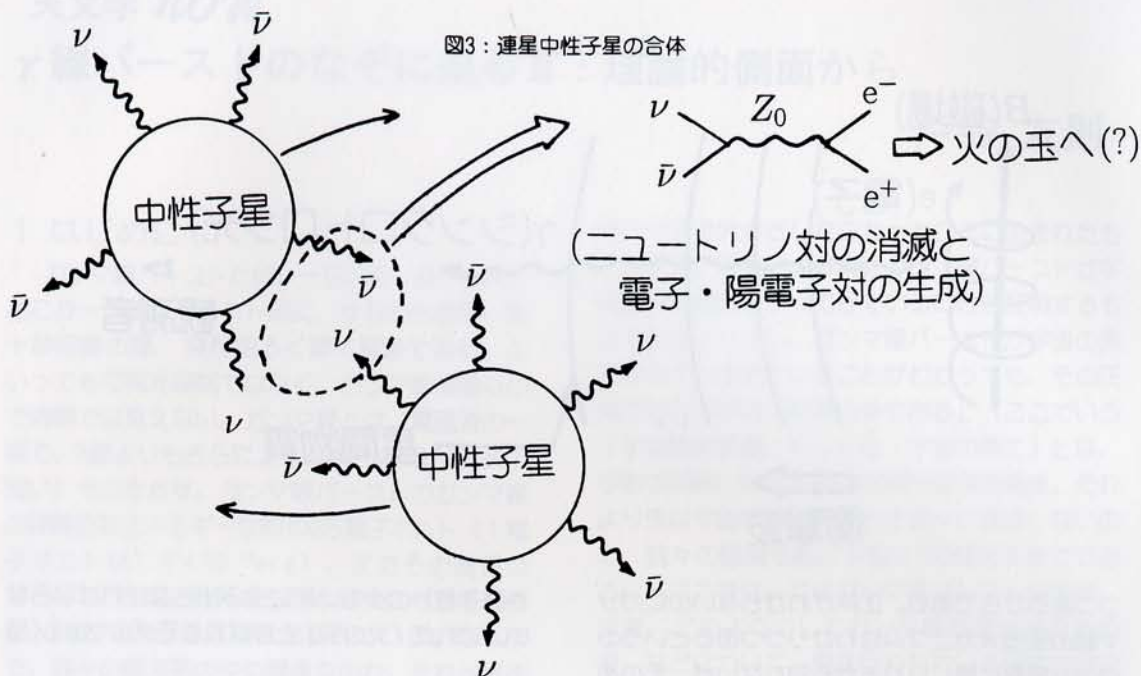
図2: γ 線の放出



つつあるからである。正体がわからないのにガンマ線の放出メカニズムはわかりつつあるというのは少々奇異に感じられるかも知れないが、そのあたりの事情も含めて解説して行きたい。まず、ガンマ線の放射メカニズムの理論、「火の玉 (fireball) モデル」について紹介しよう。ガンマ線バーストから放出される全エネルギーは、距離が宇宙論的であるということと、観測されているフラックスから推定でき、 10^{51} erg 程度である。これは超新星爆発のエネルギーと同じ程度であり、ガンマ線バーストもやはり星の最期に関係したものであるという見方が有力である。また、観測されたガンマ線フラックスのミリ秒程度の時間変動から、放射領域の大きさを数百キロメートル見積もることができる。一つ一つのガンマ線のエネルギーは百万電子ボルトだから、光子の数は約 10^{57} 個である。これだけの光子を数百キロメートルの領域に詰め込んだらどうなるだろう？ 光子同士が衝突し、電子・陽電子の対生成が起きて、光子は外にでてこれなくなってしまう、これではガンマ線バーストにならない。これは長年の問題であったが、相対性理論の効果を考えて解決された。放射領域が相対論的、すなわちほとんど光速で膨張していれば、相対論的な効果によって、上記の問題は回避されるのである。このような相対論的運動をしているということと、全エネルギーが 10^{51} erg ということから、ガンマ線バーストに付随する質量を計算できる。これを計算すると太陽質量の一億分の一しかない。これは通常の星の質量からみて極めて少ない量であり、 10^{51} erg という大きなエネルギーを非常にバリオン（陽子

や原子核）の少ない所に生み出さなければならない。これが「火の玉」と呼ばれるモデルである（図1）。

上に述べたような「火の玉」をつくるのが実は非常に難しいのだが、それをつくってしまえばガンマ線を放出するのは比較的容易にモデル化できる。火の玉は光速の99.995% という相対論的速度で膨張を始め、火の玉を構成している物質は周囲の星間物質に衝突し、衝撃波を形成するだろう。衝撃波を通過した物質は高温に加熱され、また衝撃波によって加速された電子は磁場と相互作用しシンクロトロン放射で光を発する。光が発せられた領域は我々観測者からみれば、相対論的に運動しているので、その光は著しく青方偏移、すなわちエネルギーの高い光、ガンマ線となって観測される（図2）。以上が「火の玉モデル」にもとづいたガンマ線放射メカニズムの概要である。このモデルが研究者の間で広く認められつつあると前述したが、それは昨年のアフターグローの発見で「火の玉モデル」の予言が見事に確かめられたためである。「火の玉」は膨張しながら、まわりの星間物質をかき集めていく。かき集めた物質の量ももとのガンマ線バーストの質量（太陽の一億分の一）程度になると、星間物質にせき止められて膨張のスピードは遅くなってゆく。それにともない、衝撃波による加熱も小さくなり、光の波長も、全体の光度も減少してゆく。従って、アフターグローの特徴的な光の波長はだんだん長い方に移ってゆく。これは実際、X線、光、電波とアフターグローが移ってゆくのが観測されている。また、一つの波長に着目したときの光度の減



少の度合も、火の玉モデルの予言と見事に一致したのである。

3. ガンマ線バーストの正体は？

従って、「火の玉」さえつくればガンマ線バーストという現象の大半は理解できる。しかし、この「火の玉」をどうつくるかが大問題なのである。以下では、この問題も含めて、「ガンマ線バーストは何か？」という問題について、筆を進めて行く。現在のところ、最もよく議論されている説は「連星中性子星の合体説」である。太陽の8倍以上に重い星はその一生の最期に重力崩壊に伴う超新星爆発を起こし、あとに中性子星を残すと考えられている。一方、多くの星は連星系をなしている。二つの大質量星からなる連星系では、二回の超新星爆発を経て、二つの連星中性子星が残ることが期待される。実際このような系はいくつか発見されていて、重力波を放出しながら少しずつ軌道をせばめている。これは重力波の存在の間接的な証拠とされていて、J. H. Taylorはこの発見によりノーベル賞を受賞している。さて、このような中性子星同士の連星が、重力波放出によりどんどん軌道をせばめていけば、最後は当然合体がおこる。その時に放出されるエネルギーは中性子星の質量による重力エネルギーで決まり、 10^{53-54} erg程度である。これはガンマ線バーストを起こすには十分なエネルギーである。この連星合体説が最もよく議論されている背景は、発生頻度

がガンマ線バーストのそれとほぼ一致していることである。ガンマ線バーストが宇宙論的な距離からやって来ている場合、その発生頻度はひとつの銀河で約100万年に1回程度と推定されるが、連星合体の頻度も独立にほぼこの程度であると評価されている。もちろん、頻度が一致するからといって合体説に決めつけるのは非常に危険であるが、他のシナリオでは発生頻度を評価することすら難しいものが多く、その意味では合体説は他を一步リードしていると言える。

では、連星合体からどうやって「火の玉」をつくるのか？これが実は難しい。一つの仮説は、合体時に重力エネルギーがニュートリノとして放出されるのだが、そのニュートリノが対消滅して電子・陽電子対に変わり、さらにそれが光子を作り出して火の玉をつくるというものである(図3)。ニュートリノを考える利点は、火の玉の条件である、非常に低いバリオン密度を実現できることである。実際このようなシナリオにたって、シミュレーションなども行われつつあるが、極めて難しい計算で、まだ研究は始まったばかりである。では、この合体説を観測的に検証する手段はないのだろうか？中性子星の合体は重力波天文学の最も有望なターゲットとして認知されている。現在計画進行中の各国の重力波検出装置が実現すれば、連星中性子星からの重力波が検出される可能性がある。ガンマ線バーストからのガンマ線の時刻や方向と一致した重力波が検出され

ば、連星合体説の決定的な証拠となる。ただ、重力波を検出できるような合体がどれだけの頻度で起こるかは今だに不定性もあり、この方法が本当にうまく行くかどうかは未知数である。なお、連星合体説以外のガンマ線バーストの起源説として、「失敗した超新星爆発説」や、「連星における降着による白色矮星の重力崩壊説」など多数あるのだが、ここでは紙面の都合により割愛させて頂いた。

4. 他分野との関連

最後に、ガンマ線バーストと宇宙論や銀河の進化史などとの関連について述べておきたい。ガンマ線バーストの明るさについての個数分布は、遠方(即ち暗い)バーストほど少なく、宇宙論的效果でよく説明され、宇宙論的起源の有力な証拠とされて来た。ガンマ線バーストの宇宙論的起源が確立されたことで、例えば、この個数分布から宇宙論パラメータを推定するなど、宇宙論との関連も今後脚光を浴びるだろう。また、個数分布は遠方(即ち昔)と現在のガンマ線バーストの発生頻度の進化も反映している。ガンマ線バーストが中性子星の合体ならば、その発生頻度は銀河における星形成の歴史に従って進化する筈である。宇宙全体における星形成の歴史は近年急速に研究が進みつつあるが、筆者は最近、この星形成史を世界で初めてガンマ線バーストの個数分布の解析に応用した結果を公表した。連星合体の頻度は銀河の進化のため、昔ほど高くなっていることを指摘し、ガンマ線バーストまでの距離は今までの推定よりさらに遠く、宇宙が現在の三分の一から四分の一の大きさしかなかった頃のγ線バーストまで観測されていると結論した(図4)。こうした銀河の形成・進化との関連も今後研究が進められて行くだろう。

用語解説

erg: エネルギーの単位。1erg=0.024マイクロカロリー。

フラックス: 一定の時間あたりにやってくる光の量。

シンクロトロン放射: 高エネルギー電子が、磁場の中をらせん運動したときに、そのときどきの運動方向に光を放射する現象。(文責: 編集)

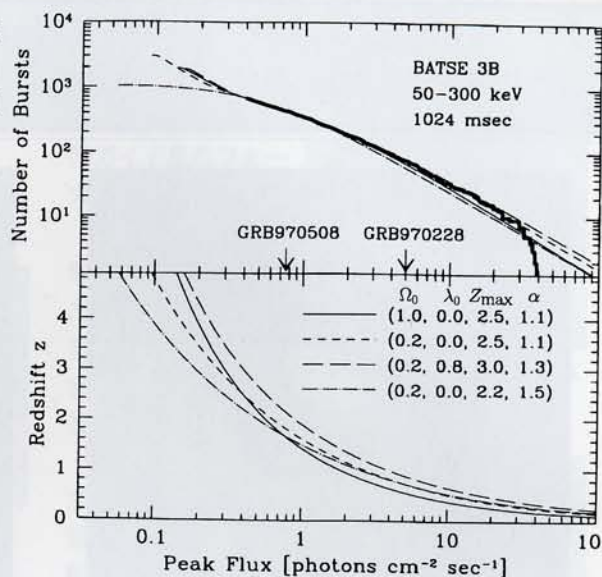
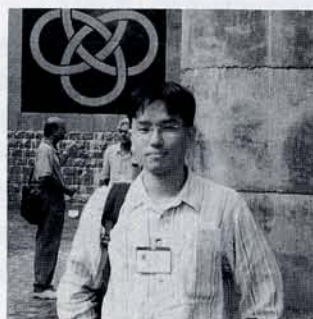


図4: あるフラックス以上の明るさのγ線バーストの数(上)。フラックスと赤方偏移Zの関係(下)。あるZに対応する時刻では宇宙の大きさは、現在の(1+Z)分の1。太線は観測データ、細線は理論計算。

著者紹介



戸谷 友則 (とたに ともり)
プロフィール

1971年愛知県生まれ。東京大学理学部物理学科卒。

現在: 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻に所属する博士2年の学生です。専門は宇宙物理学、特に、銀河の形成・進化論、観測的宇宙論、超新星からのニュートリノ放出、ガンマ線バーストなど。卒業後は研究者となることを目指しています。

シリーズ星を見よう 第18回 「星雲を撮ってみよう」

このシリーズも、いよいよ佳境に入ってきました。今回は星雲や星団、銀河を撮る方法をお話します。このシリーズは、どの解説書にもない、僕が体験した失敗を元にお話させて頂いております。写真を撮らずとも、ぜひお読み頂き、銀河や星雲の写真はこうして撮るんだという事を、知って頂きたいと思います。



図1: M42オリオン大星雲 (FUJIG400, 17分露出)



図2: ガイドの失敗例。ガイドをしなかったり、ガイドをミスすると、星が移動して楕円形になって写る。

【1】ガイド撮影

星雲のように暗い天体を写真に収めるには、長時間カメラのシャッターを開けなければなりません。そのため、カメラを付けた望遠鏡が天体を追いかけていなければなりません。

望遠鏡にカメラをつけ、赤道儀式架台のバロンスや北極軸を合わせれば、望遠鏡は天体を追いかけるように思いますが、望遠鏡を動かすギヤの調子などや、赤道儀の極軸調整のわずかな違いなどによって、完全には追いかける事ができません。微妙な追尾ミスでも、写真には星が線になって写ってしまいます。これは国立天文台の望遠鏡でも同じです。

ではどうするのかと言いますと、カメラの付いた望遠鏡とは別に、天体を追いかけてガイドするための望遠鏡を取り付け、この望遠鏡を覗きながら赤道儀式架台を操作することで、完全に天体を追いかけて撮るのです。

【2】用意するもの

①望遠鏡

写真を撮るための望遠鏡です。以下、主望遠鏡と呼ぶ事にします。始めは短い焦点距離(400~600mm)で、口径の大きな望遠鏡の方が良いでしょう。焦点距離が長くなればなるほど、わずかなズレで星が線状に写ります。口径が大きくなると、同じ天体でも短い入時間で撮る事ができるので、ミスが少なくてすみます。

- ②一眼レフカメラ
- ③カメラアダプター
- ④Tリング
- ⑤レリーズ
- ⑥写真フィルム

ISO400以上の感度の良いネガフィルム

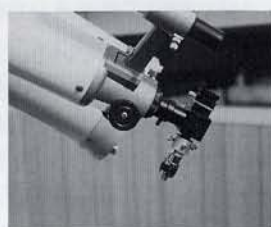


図3: ガイドアダプター

⑦暗視野ガイドアダプター、接眼レンズ

倍率を大きくするためのバローレンズが付いているものとそうでないものとがあります。少々高価ですが、15,000円程で購入できます。

接眼レンズは、焦点距離が9mmぐらいと、低倍率25mmぐらいの物を用意しましょう。

⑧ガイド望遠鏡

ガイドアダプターにバローレンズが付いていれば、主望遠鏡の半分程度の焦点距離を持つ望遠鏡。付いていなければ、主望遠鏡と同じ程度の望遠鏡が良いでしょう。



図4: ガイドマウント

⑨ガイドマウント

ガイド望遠鏡を支えるための台です。上下左右に動かせるしっかりしたものが良いでしょう。ガイドマウントが不安定だと、時

間がたつて望遠鏡全体の傾きが変わったときに、ガイド望遠鏡が主望遠鏡と違う方向を向く事があります。これではガイドをする意味がなくなってしまうですね。

【3】セッティング

- ①望遠鏡を組み立てる
- ②カメラをカメラアダプターとともに取り付ける
- ③ガイド望遠鏡とガイドアダプターを取り付ける

ガイドマウントを取り付け、ガイド望遠鏡を載せます。ガイド望遠鏡がぐらぐらしないか確かめてしっかりと固定します。



- ④全体のバランスをとる
- ⑤北極軸をなるべく正確に合わせる
第5回(No.50号)を参照してください。

【4】撮影の方法

- ①カメラのフォーカスを合わせる

星雲は暗い天体ですので、フォーカスは、あらかじめ明るい星を使って合わせておきます。

- ②撮りたい天体に主望遠鏡を向ける

暗い天体で、カメラのファインダーから見えないときは、近くの星の並びを星図で確かめて位置を決めます。

- ③ガイド望遠鏡をガイド星に向ける

ガイド星には、撮ろうとする天体の、なるべく近くにある見やすい星(3等星ぐらい)を選びます。ガイド星



を導入しにくい時は、まず焦点距離が25mmぐらいの接眼レンズを入れて導入し、9mmの接眼レンズ入れ替えて、視野のほぼ中心にガイド星を導入します。

- ④暗視野照明のフォーカス合わせ

覗くと見える赤いリング型の照明は、用いる接眼レンズによってピンボケにな



図7: リングのフォーカス

ります。したがって、取り付け部に接眼レンズを入れる深さで、覗きながらリングのフォーカスを合わせます。アダプターを望遠鏡に付ける前に、あらかじめ合わせておくのも良いでしょう。

- ⑤ガイド星のフォーカス合わせ

ガイド望遠鏡の焦点ネジを回して、ガイド星が点像になるようフォーカスを合わせます。



図8: ガイド星のフォーカス

- ⑥ガイド星に照明リングの中心を合わせる

ガイドアダプターのつまみを回すと、覗くと見えるリング型の照明が動きます。リングの中心が星に合うようにします。わずかに動かしたい場合は、赤道儀ごと動かしても、写真の視野には影響ありません。



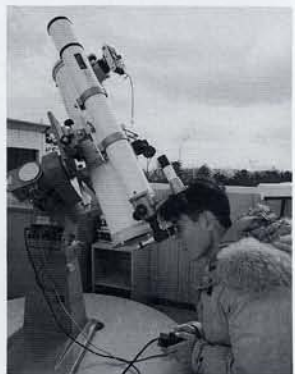
図9: リングを星に合わせる

- ⑦カメラのシャッターを開ける

レリーズを用い、シャッターを開放できるようにしてシャッターを開けます。

- ⑧ガイドを始める

なるべくリング型の照明の中心から星が離れないよう、望遠鏡を微動して合わせます。これがガイドです。赤緯軸赤道軸ともに電動で動かせる赤道儀式架台なら、作業はかなり楽になります。



- ⑨カメラのシャッターを閉じる

いかがですか。星雲や銀河を写真に撮るには、こうして30分も1時間も寒い中ガイドしながら撮らねばならないのです。苦勞がしのばれますよね。手始めの天体としては、夏なら干潟星雲(M8)、冬ならオリオン大星雲(M42)が良いでしょう。どちらも10分ほどの露出で、美しい星雲の様子が写し出される事でしょう。(N.T.)

天文台めぐり

KYOE I 大原天文台



大阪市内から北へ車で約1時間ほどの大阪府豊能郡能勢町に今回ご紹介するKYOE I 大原天文台があります。その天文台の概要は、天体ドームには自社開発・販売をしているマウナケアドームを、主望遠鏡として口径44cmのニュートン式反射式望遠鏡があり、設立当初は府内で4番目の大きさを誇るものでした。

大阪市内からほど近いところに天文台は位置していますが、さすがに市内方面(南)は光害の影響

から年々明るくなり星が見えにくくなってきています。しかし、天頂付近から北天方向にかけては光害の影響もなくまだまだすばらしい星空を見せてくれます。そんな星空の下、昨年10月より月1度の観望会を大原天文台で開催しています。今までの観望会では冷却CCDやCCDビデオカメラを使用した観望会、話題の自動導入望遠鏡を使った観望会等々の興味深いテーマを持って開催しています。自由参加となっていますので興味のある方は是非ご参加下さい。

天文台所在地：大阪府豊能郡能勢町野間大原716

観望会に関するお問い合わせ先：

協栄産業株式会社

〒530-0012 大阪市北区芝田2-9-18 アースクビル1F

TEL：06-375-9701

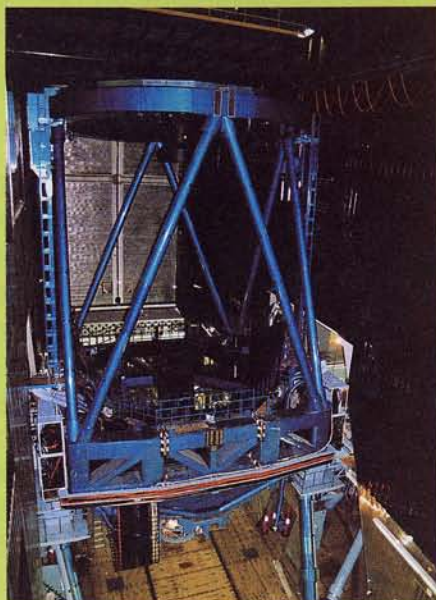


ハワイすばる望遠鏡訪問記

from西はりま



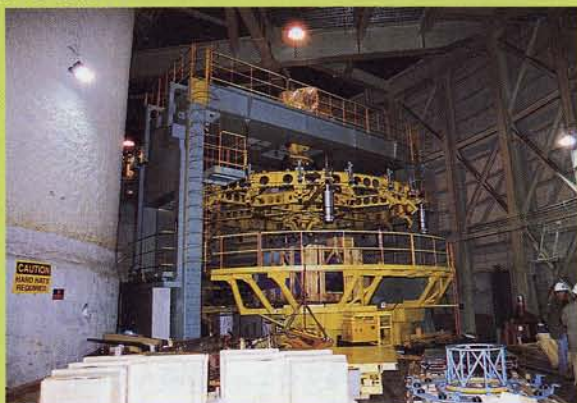
ハワイ観測所玄関に掲げられた「星」の表札



望遠鏡とは思えないすばるの巨大なトラス構造

今秋ファーストライトを迎える予定の「すばる望遠鏡」、もちろんまだ主鏡は入っていないが、一目会いたくてハワイ島、マウナケア山頂に向かった。中間のハレポハクで休憩、一路山頂へ。

4200mはさすがに空気が薄い。教えてもらった呼吸法をやらないと、すぐ苦しくなる。でもその前に広がるすばる望遠鏡のドーム、ケック望遠鏡のツインのドーム、そのほか褐色の無味乾燥な地肌と好対照なピカピカのドームの群れを見ると、いやが上にも興奮する。落ちつけ！呼吸を続ける！今まさに天上の花に最も近い地上の楽園にいるというのに……



主鏡をつかみ移動させる装置

「すばる」はすべてにおいて巨大だ。巨大というよりグレートだ。大きいのに緻密、それも超がつく。これが天上の花を射る日も近い。



マウナケア山頂の落日。手前は、すばる、ケック等のドームシルエット

山頂の落日は神秘的だ。東天の薄雲にマウナケアの影が落ち、時とともに高くなっていく。西空はオレンジ色にもえ、すばる、ケックのドームがシルエットを描く。漆黒の空にいくつもの光点が灯り、山頂は静かに動き出す。興奮醒めやらぬまま、さらば、「すばる」よ。



海部宣男・国立天文台ハワイ観測所長に聞く《後編》

惑星系形成現場を見たい！

黒田 とにかく説明をいただければいただくほどスゴイ望遠鏡が「すばる」だということがわかったのですが、海部さんご自身が、具体的にこの望遠鏡に期待される成果は何か、お聞かせ願えないでしょうか。

海部 私が野辺山からすばる計画に移って最初に提案したものの一つが、先にあげた観測装置「CIAO（補償光学を用いた恒星コロナグラフ）」なんですね。従来の望遠鏡と比べて「すばる」そのものが高い精度をもっているのですが、さらにAO（補償光学）とステラ（恒星）コロナグラフとを組み合わせることで、これまでの望遠鏡では観測不可能だった太陽系外の惑星系を直接観測できるのではないかというアイデアです。これはチリのVLTやマウナケアのGEMINIなど、ほかの8m望遠鏡では未だ考えられていない、すばる独特の装置なんです。CIAOにはいま、田村元秀君や高見英樹君たち気鋭の若手が取り組んでいて、ファーストライトに間に合わせようと頑張っています。

黒田 すばるが完成すると、海部さんも観測なさるのでしょうか。

海部 ええ、当然私も観測を楽しみにしています。私にとって太陽系外惑星の観測へ進むことは、電波での星間物質の研究以来の夢ですからね。21世紀には、天文学は宇宙の生命の問題に真剣に取り組むことになると思います。それができるだけ観測の力を、われわれ人類は持てると思っています。その第一歩を、すばるで踏み出せたら、と願っています。

黒田 赤外線という波長域にも大きな期待を寄せられているようですが……

海部 そう、もう一つは波長の長い赤外線を使って星間物質をもっと観測したいということがあります。特に波長10～20ミクロンの中間赤外線は、未だ十分な観測が行われていない上に、電波では見えない分子やダストの観測には

欠かせない波長域なんです。私は宇宙における物質の輪廻と進化、その先に生み出される惑星と生命の全体を探っていきたいと思っていますが、すばるはこうした観測に極めて優れた力を発揮するものと期待しています。このような観測のために、超高分散中間赤外線分光器など、さらに優れた観測装置を開発してゆくことにも、これからの課題として取り組む必要があるでしょうね。

ハッブル宇宙望遠鏡をしのぐ

黒田 さて、もうすぐ完成する「すばる望遠鏡」は、国民にとっても大きな期待感があります。ハッブル宇宙望遠鏡（HST）が次々と送ってくる天体画像に全世界が注目していますが、「すばる」ではHSTに劣らない観測が可能なのでしょうか。

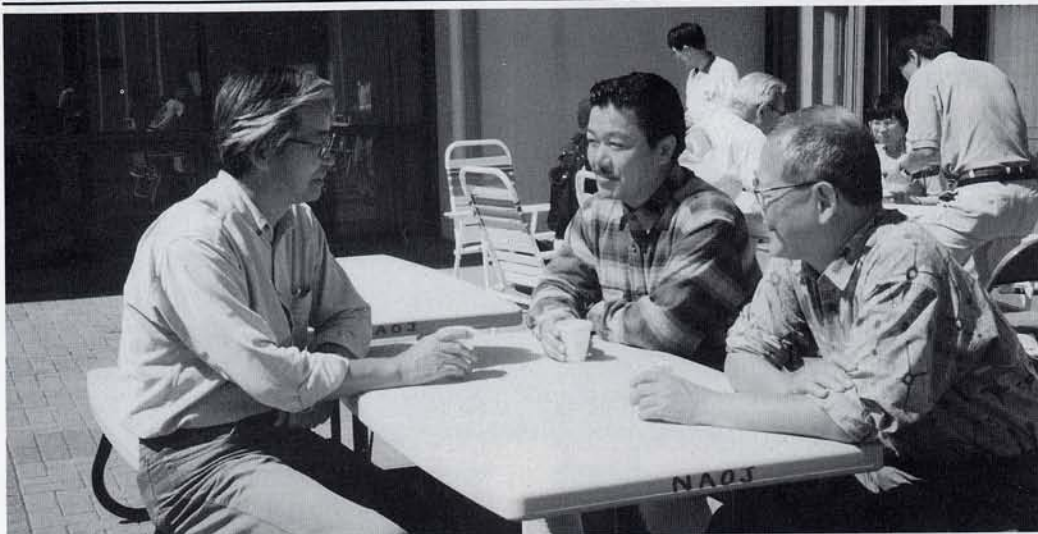
海部 ある面ではハッブル宇宙望遠鏡をしのぐのは難しいでしょうが、多くの面で「すばる望遠鏡」はかつてない優れた観測を展開することが出来るものと思っています。

黒田 HSTには叶わない点といえば、どのような……

海部 難しいのは、何と言っても地上と宇宙空間の違いで、大気に邪魔されて観測が難しい紫外線や赤外線のある波長域では、地上にある「すばる望遠鏡」はハッブルをしのぐことは出来ませんね。

黒田 それ以外なら「すばる」にお任せ、というわけですか。

海部 ええ、大部分の赤外線の波長域では、「すばる望遠鏡」の大口径はハッブル（口径2.4m）の集光力と分解能をはるかにしのいでいますから、遠方の微かな銀河やその波乱に富んだ歴史を映し出してくれるでしょうね。AO（補償光学）の応用で、「すばる」は角度分解能20分の1秒という前人未到のシャープな映像をもたらしてくれるはずですが、観測対象や視野の点ではやや限られますが、映像としてもハッ



ヒロ市のハワイ観測所山麓施設での会談風景

(左から海部所長、黒田、森本公園長)

ブルに決して劣らない素晴らしい観測を期待しています。そのほか、ハッブルにはない素晴らしい観測装置の数々があり、特に赤外線分野では大きな観測成果が期待されます。ここでは競争相手はハッブルではなく、おなじ8mクラスのVLTやGEMINIになるでしょうね。

黒田 でもHSTの8分の1の予算で建設される「すばる」だからといって、その成果も8分の1のエネルギーで生み出されるというわけにはいきませんよね。

海部 当然ですよ。中でも最大の問題はマンパワーにあるかもしれません。ハッブルを擁する宇宙望遠鏡研究所はデータ処理の大きなグループを持ち、NASAの強力な援助によって工夫を凝らした発表画像を作成しているのです。これまでの日本の研究所や大学は、そういったPR (Public Relation=広報活動) を非常に軽視していたので、人員も予算も対応するのが難しい状況です。国立天文台では10年くらい前からこの問題に徐々に取り組み、野辺山や三鷹の広報普及室などの活動を重ねてきましたけれども、まだまだ不十分です。ハワイ観測所では、まずインターネット対応の強化のために協力的なスタッフの導入を決めるなど、ファーストライト以降のデータ発表に何とか対応していきたいと考えているところです。

「すばる」の見学をしたい

黒田 いろいろな御努力で、「すばる」の成

果が国民のわかりやすい形で公表されるようになると思うのですが、期待が大きいだけに、望遠鏡を直接見学したいといった希望も増えてくるでしょうね。このような希望に応えられる何らかの体制はできるのでしょうか。

海部 このことについては私たちも重大に受け止めていて、「すばる」も含めた各国の11望遠鏡の共同体であるマウナケア国際天文台全体との関連も考慮しながら、対応をさまざまに考えています。

黒田 それはありがたいことです。

海部 ただ、最大の問題はマウナケアが標高4200mの高山であることです。マウナケア国際天文台としては、見学者に関しては「宣伝はせず、しかし来るものは受け入れる」という方針をずっととってきました。大勢の観光客が十分な準備なしで酸素が60%しかない山頂を訪れると、高山病に見舞われた場合の対応が困難だからです。山頂にはすべての望遠鏡に酸素マスクが用意され、全体のために救急車が1台待機しています。私たちは山頂に行く前の注意事項を周知し、医師の定期検診を受け、呼吸法などを訓練します。また山頂への道は未だ危険があり、毎年転落事故や死亡事故があります。何時でも誰でもどうぞ、ということで年間15万人の見学者に見えていただいている野辺山宇宙電波観測所のようには行かないですね。

黒田 私が30数名引き連れてチリのアンデス山中で日食観測した時も10数名が高山病にやら

れました。そこで3000mちょっとの高さだったんです。ですから、仰るように気楽に行けるところではありませんよね。それでも人間の習性としては一度は見てみたい……

海部 その気持ちも大切ですからね。今ではマウナケアが広く知られるようになり、広報活動の重要性が再認識されはじめています。道も、少しづつ良くなっています。すでにKECK望遠鏡では展示室ができてあげています。「すばる」も制御棟に展示スペースを確保してあるんですよ。まあ、今後の方針はマウナケア全体で決めていかねばなりませんが、より積極的な方向、たとえば次のような可能性を私としては考えています。(1) 山頂/すばるへの一般の見学者は、ライセンス契約をして緊急対応の出来るツアー会社を通してもらう(レンタカーは危険のため山頂行きを禁止されていますので、一般の観光客は特別に4輪駆動車を手配しないと山頂に上がることは出来ません)。(2) ヒコにおける山麓施設などの見学者は、将来地元との協力でプラネタリウムや資料館をつくるプランが練られている。各観測所と共同で、積極的に協力したい。これができれば山頂見学者の受け皿にもなり、講演や特別展示などさまざまな活動の拠点になる。すでに計画がスタートしているホノルルのビショップ博物館のプラネタリウムにも、協力を考えている。

黒田 広報活動がずいぶん積極的に推進されていることに、とても心強い感じを受けました。ハワイと言えばホノルルを連想する時代から、「すばる」を連想する時代になれば楽しいですよ。

観測成果はお茶の間でも……

黒田 ところで、「すばる」は第一線の研究観測を目指すわけですが、それだけでなく、観測成果を教育や普及に利用できれば……という率直な思いがありますがいかがでしょうか。

海部 野辺山電波観測所では、教育や普及をもっと思いながら、ひどい人手不足で思うに任せませんでした。すばるでは、十分とは言えないまでも「広報体制」と言えるものが出来ると思っています。この数年力を入れてきた三鷹の広報普及体制も、関係者の努力でかなり整ってきました。幸い報道機関の関心も最近高ま

り、この正月は色々なメディアがすばるを取り上げてくれました。

黒田 どのメディアもとても好意的な採りあげ方でしたね。それだけに海部さんの負担も大きくなるのでしょうか……

海部 いまいちばん力を入れているのは、今年秋の「ファーストライト」に際してのさまざまな広報やイベントの計画です。これにはNHKと国立科学博物館が全面的に協力してくれる予定です。黒田さんにも参画していただけてますよね。ハワイの夜中は日本の夕方。すばる望遠鏡によるハイビジョンの動画像をリアルタイムで日本の家庭に直接ニュースとして流したり、特別番組の放送、また全国の博物館や公開天文台、プラネタリウムをネットワークでハワイと結んでの特別イベントなど、現在関係機関と協力して企画を鋭意検討中なんです。

黒田 ファーストライト時のイベント、オープニング時の取り組み、運用が始まってからの恒常的な画像利用など、具体的な方法をこれから考えていかなければならないわけですが、西はりま天文台もその活動の拠点施設として最大限の貢献をしたいと考えています。

海部 ぜひ協力をお願いしたいと思います。そのほかインターネットはかなり普及していますので、インターネット情報の充実には今年から強力に取り組みたいと思っています。広報ビデオなどの製作も考えています。リアルタイム映像やインターネットを通してのすばると学校の現場を結んだ「双方向教育」の可能性についても、いま文部省の関係部局と相談をしているところです。ハワイ現地でもさまざまな教育への参加を求められていますし、できる限りの協力をしていくつもりです。当面はハワイ観測所のスタッフは観測の立ち上げで追われますから、三鷹の広報普及室をはじめとして関係方面の協力を得て、すばる望遠鏡を武器として何とか新しい科学広報の在り方を作ってゆきたいものと思っています。

科学で豊かな人間性を

黒田 世界一ともいえる「すばる」を使った様々な教育や普及は大いに期待できるところで、近年言われてきた理科離れとか自然科学離れなどをぜひ押し止めたいものだと思います。



マウナケア山頂、すばる望遠鏡
キャットウォークにて
(左から、森本公園長、海部
所長、黒田)

しかしながら、私たちが携わっている天文という分野は、人々の関心が高い割には、理科教育、自然科学教育のなかで、あまり重視されていません。天文学は人類が生きていく上でたいして役に立たない分野だから、という意見がありますが、海部さんはどうお考えでしょうか。

海部 日本で天文学が重視されてないのは本当ですが、科学、その中でも天文学が重視されている欧米から見ると、これは驚くべきことなんですね。

黒田 公共天文台を利用される方々と接していると、私たち自身が磨かれるような気がします。天文学って結局は人類を理解するためにあるんだな、と。

海部 そう、自然を広く理解しようとする科学(天文もその中に含めます)は、人類にとって基本的な活動の一つですね。そうした科学なくして人類はない、過去もそうであるし未来もそうだというのが私の考えです。

黒田 何がこんな状態にさせてしまったのでしょうかね。

海部 日本では明治維新の開国に際し、欧米の科学と技術を慌てて輸入したんですね。最大の目標は軍事的に圧倒されないための「富国強兵」にあり、大学に工学部を設置するなど、技術の面では大いに進んだ政策を採ったんです。しかし、その基礎に自然を知り、理解する「科学」があるということはほとんど見落とされてしまった。近代科学、技術はヨーロッパで育ち、アメリカでも花開きましたが、その基礎が自然の仕組みの理解、つまり科学にあるということは、いわば肌身で深く理解されていた面が

あります。ところが日本の場合は、いわば根っ子の科学を見ずに、枝に実ったおいしいような「技術」に飛び付いたわけですね。日本では科学と技術とが区別されずに、「科学技術」と一つにくられるのにお気づきでしょう。政治家や企業家が「科学」というとき、それは金になる、生活を利する「技術」のことではありませんよね。これはアメリカでもそうだと、故カール・セーガンも嘆いていましたが、日本ではひとしおというものです。

黒田 なるほど、単純に「科学技術」なる言葉を使っていますが、よく調べてみるとわが国独特の用語なんですよ。私たち自身が「科学」と「技術」の違いとつながりをしっかりと理解した上で、人類の進歩のために果たす科学と技術を構築し直す必要がありそうですね。

海部 それに加えて、縄張りがはびこる官僚的な教育制度のもとで、天文教育は地学教育の片隅での生活を余儀なくされ、その地学教育も今や瀕死の状態にあるわけですね。子供たちにとってこれほどに関心が高い宇宙の教育を軽視した理科教育、自然科学教育が衰退していくのは無理もないと思いますが、これは重大な構造上の問題です。現代の日本が未だ明治以来たった百余年の状況を脱していないのは当然といえば当然で、私たちはそうした歴史的な認識に立ちながら、科学に関してしっかりとした見方を持ち、社会に対してさまざまな角度から、粘り強く訴えてゆかねばならないのではないのでしょうか。

黒田 私たちも微力ながらがんばります。どうも長時間ありがとうございました。(完)

西はりま天文台日記

(1月) ダイアリストKr

- 4日(日) 仕事始め。世間?の公務員はまだ休み、昨年の27、28日に続き、何となく頑張ってるって雰囲気! ホントかな? 損してるみたいって声が小さく聞こえた? 岡山・鴨方高校の大島氏、鳴澤研究員と食変光星の勉強会、新年早々新発見になるかも(5日迄)。
- 5日(月) CCDカメラ用真空ポンプ、オーバーホールを終えて帰台。
- 6日(火) 職員全員がやっと揃い仕事始め式、管理者・石堂上月町長の年頭挨拶、大型望遠鏡計画順調に進行中との話に一同安堵。
- 7日(水) 西播磨県民局次長ら4名来台、昼間の金星観望。三菱電機2名、新年挨拶に来台。
- 8日(木) 福島大・中村泰久教授、大学院の高野君、食連星観測データ処理で来台、鳴澤研究員と共同作業(13日迄)。
- 9日(金) 福島大グループのデータ整理にワークステーション調子(相性?)悪し、石田研究員、姫工大往復し前田君に協力要請、原因究明に尽力。
- 10日(土) 友の会例会に70名、絶好の天候ではなかったがグループに分かれ、月の写真撮影とスペクトル観察で楽しむ。友の会会員同士の婚約発表、1年近く隠し通した愛?の結末、福澄さんと若山さんおめでとう!
- ☆ ☆ ☆ ☆ ☆
- 11日(日) 天文教室は鳴澤研究員「アベツク天体の謎を解くには……」に20名、師匠(中村教授)の前で緊張したとか、そんなこともあるんだね。
- 13日(火) 鳴澤研究員、上月リベリイラフで佐用郡経営者協会に講演「ますます楽しくなる星と宇宙」。台長、すばる望遠鏡画像の教育利用会議で東京渋谷のNHKへ。
- 15日(木) 理研、上坪播磨研究所長と川合誠之主任研究員来台、望遠鏡等案内。スグー・オーバーホール社長来台。

- 17日(土) 大撫仙人こと薩山忠夫氏と公園前栗園の尾崎行雄氏、仙人の製作なる一丁彫りの龍(天文台2階ウツグに展示中!)のいわれについて打ち合わせに来台、「大撫」の謂れは龍の尾で撫でた云々の文章も展示に。
- ☆ ☆ ☆ ☆ ☆
- 19日(月) 明石天文科学館・井上毅氏、CCDカメラ操作実習に、鳴澤研究員対応。
- 20日(火) 明石・井上氏2日目、時政研究員対応(21日に続く)。
- 21日(水) 小野研究員、環境庁スガウツグ用星野写真撮影。
- 22日(木) 天文台ヨキム、小野研究員が「HOU (Hand-On Universe)およびJAHOUについて」。明石・井上氏、ヨキム出席後離台。
- 23日(金) かなりの雪、今シーズ初の雪かき。ホールもスデールームも寒い! 冬の時代?
- 24日(土) 台長、ふくさき町づくり講演会で講演「宇宙の財産価値」。もちと炎の祭典参加者、昼は星座早見缶づくり(石田)、夜はスガウツグで悪天で観測は中止、クイズ(石田)、見どころ(時政)、望遠鏡案内(鳴澤)。参加者に重々注意していた凍結、石田研究員が滑って打撲! 嗚呼。天文台1階研究室入口ドア故障、10年近くなると次から次へと故障だらけ。石田、鳴澤研究員、帰宅時に大撫山登山道凍結で脱輪した車を引き上げる。
- ☆ ☆ ☆ ☆ ☆
- 26日(月) 休園日で公園職員親善コンテスト大会(姫路青山)、天文台の成績優秀者は台長の2位、時政研究員の4位。
- 27日(火) 1か月以上故障中のスデールーム・I70等ようやく改修、暖かさのありがたきこと。
- 28日(水) 園長、台長ら、ハワイのすばる望遠鏡建設現場見学に(2/1迄)。
- 31日(土) 時政研究員、宇宙研の太陽X線ウツグと太陽面の同時観測に挑戦。小野研究員、岡山県立鴨方高校の特別授業の講師に。大阪市立科学館友の会、川上、渡部氏に引率され合宿に。

☆印は友の会会員の皆さん向けのおしらせです

シリーズ「星を見よう」よりお願い

長らくご愛読いただきましたシリーズ「星を見よう」は、次号を持ちまして最終回を迎える予定です。この最終回では、関西地域を中心とした星見スポットのご紹介を行いたいと考えております。つきましては、読者のみなさまに、よく通っておられる星見スポットがありましたらご紹介いただきたく存じます。天文台・山の上・野原などどこでも構いません。交通アクセス、視界（どの程度低い空まで見えるか、東に山あり、南に街明りあり、など）などの情報も、合わせてお寄せいただければ助かります。みなさまのご協力をお願いいたします。

送り先：西はりま天文台 時政典孝あて

テレフォンサービス：0790-82-3377
毎月の星空のみどころをご案内しています。

☆お便り、質問、表紙写真をお寄せ下さい

「会員now」では、皆さんからのお便りをお待ちしています。近況やご意見、なんでもお寄せ下さい。「どんなモンダイ！」では、ユニークな質問をお待ちしています。難問、珍問に研究員がお答えします。また、表紙写真を募集しています。撮影データや簡単なコメントを添えてお送り下さい。天体写真以外のものも大歓迎！

天文教室のお知らせ

日時 3月15日（日）午前10時半～12時
講師 時政典孝氏（西はりま天文台研究員）
演題 未定

友の会会員募集中！

お知り合いの方を友の会へお誘いしませんか？
すてきな「グリーティングカード」を添えて会員資格をプレゼントすることも！詳細は天文台まで。

☆第48回友の会例会

◇グループ別観望会「月の写真を撮ろう」、「自分で光っている星を見つけよう」（偏光板工作と観望）、「小型望遠鏡を使いこなそう」の3つを予定しています。例会参加申込のときに、どのグループに参加するかご連絡ください。

◇日時 3月14日（土）15日（日）1泊2日

受付18:30～19:00（グループ棟入り口）開会19:30（天文台スタディールーム）

※19:00以降到着の方は、天文台で受付を行いますので直接天文台へお越し下さい。

◇内容 14日（土）全体観望会、天文クイズ大会、グループ別観望会 など

15日（日）朝食申込なしの方も9:20までに起床。グループ棟清掃後、閉会

◇費用 宿泊：250円（シ-ツリ-ング代）※家族棟宿泊の方は別途12,000円 朝食：500円（要予約）

◇申込方法

【家族棟宿泊希望の方】申込表をハガキに記入し、「家族棟希望」と明記の上、天文台宛にお送り下さい（申込表※部は不要）。定員5名。申し込み多数の場合は抽選となります。申込締切：2月21日（土）必着

【グループ棟宿泊または日帰りで参加される方】

（ハガキ）右下の申込表のように必要事項を記入し「グループ棟希望」と明記の上、天文台宛にお送り下さい。

（電話）右下の申込表をご参考に必要事項をお伝え下さい。（FAX）必要事項をご記入の上お送り下さい。電話番号：

0790-82-3886 FAX番号：0790-82-3514 申込締切：3月7日（土）17:00厳守

※宿泊・食事を要しない方も、必ず参加申込を！※部屋割をスムーズに行うため、申込時に部屋割の希望をお書き下さい。男性のみの部屋、女性のみの部屋、家族部屋（男女混合）の各部屋に何名宿泊希望かご連絡下さい。

★電子メールでも参加申込OK★ グループ棟宿泊の方に限り、電子メールでの申し込みが可能です。Subject（題名）にmarと記入してreikai@nhao.go.jp宛に、右下の申込表を参考に必要事項を書いてお申し込み下さい。

◇持ち物：会員カード、懐中電灯、クイズ大会景品、マイ名札、マイカップ（お茶用）、防寒着 など

スタッフ募集！ 会員のみなさんが楽しく例会に参加できるよう、例会のお世話をして下さい方を募集しています。参加申込時にスタッフ希望の旨お知らせ下さい。例会当日は午後4時集合となります。

例会参加申込表 No. 氏名

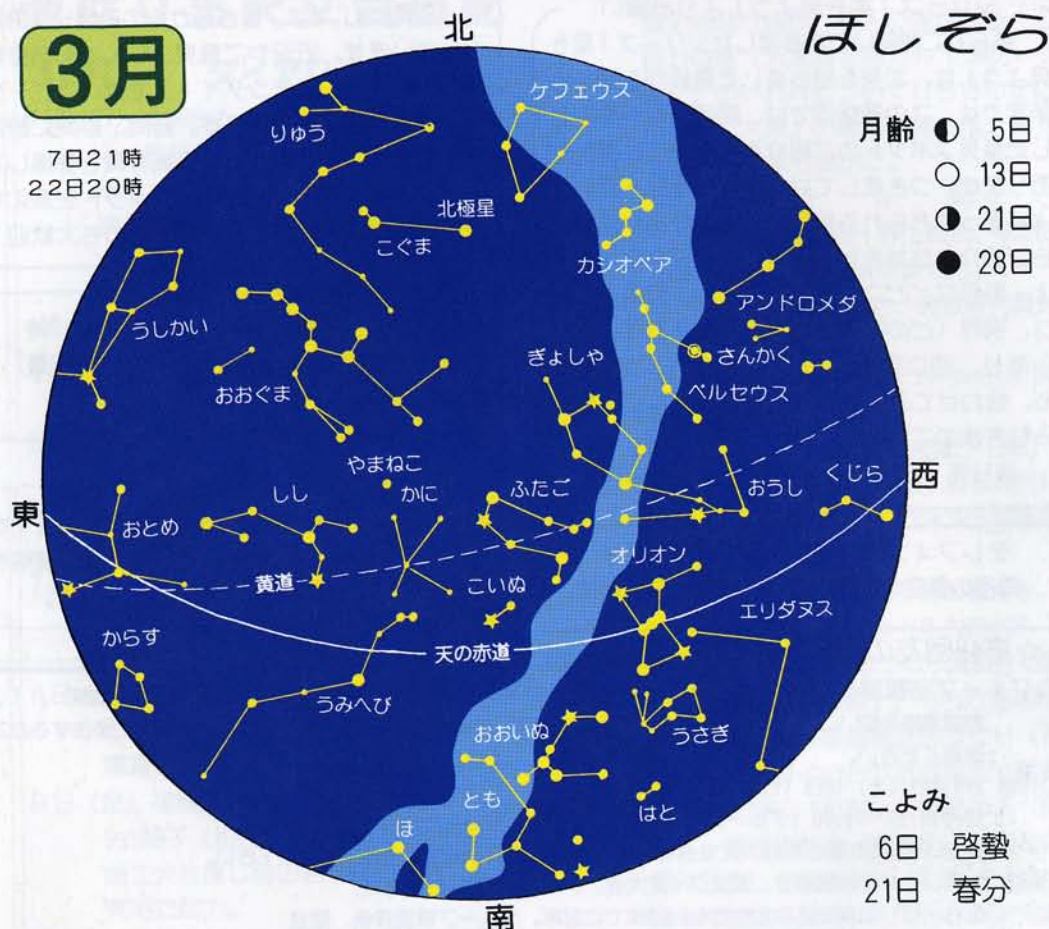
	大人	こども	合計
参加人数			
宿泊人数			
シーツ数			
※部屋割	男（ ）女（ ）家族（ ）		
朝食			
グ観望会			に参加

スタッフやります！ 家族棟／グループ棟希望等

《友の会・年会費》 ジュニア：1,200円 個人：2,000円 家族：2,500円 賛助：10,000円

3月

7日21時
22日20時



《話題》 1月はじめに明け方の東の空に輝いていた水星が、20日に夕方の空で見やすい位置（東方最大離角）になります。また3月下旬には、水星の他に土星と火星、合わせて3つの惑星が、西の空たいへん低いところに集まります。一方、明け方の東の空では、金星が28日に西方最大離角となります。

【今月の表紙】 月面のCRTモニター画面写真2枚

撮影者：松本 力 (No. 1999)

撮影地：自宅ベランダ 撮影日時：1997年11月20日

望遠鏡：アルティマ8PEC、TVカメラ：3CCD 1K T30C、モニターテレビ：KX-27HV1S、スチールカメラ：EOS55

ひとこと：夜空が比較的美しかったので、自宅ベランダに望遠鏡を持ち出し、テレビ画面を撮影しました。

【編集後記】 自転車操業で宇宙now編集をやっていますが、さらにその合間をぬって、他の仕事や出張予定が入ります。今回は、いつもに輪をかけて予定が入っています。宇宙nowは、果たしてちゃんと出せるのか、この欄を書いている今も、まだ心配です。実際にみなさんに届くころには、答えが出ていますね。(T.I.)