

# 宇宙 now

1994 November, No.56

*Monthly News on Astronomy and Space Science*



海部宣男「21世紀の宇宙をみる」～第26回天文教室より

パーセク：石田蕙一

「市民天文台と研究者が接触する機会を増すために」

天文台めぐり：日原天文台

写真サロン：固定撮影に挑戦！～教師のための天体観察入門実習より

シリーズ「銀河系をさぐる」第12回 めぐりあい・星

ミルキィウェイ：オールマイティ？－いて座－

WESTERN ASTRONOMICAL OBSERVATORY

11

## 21世紀の宇宙をみる 海部宣男 ～第26回天文教室より～

望遠鏡を作るということは、私にとってはほとんどライフワークになっています。一番最初は森本雅樹先生が始めた6mの小さな電波望遠鏡、小さいと言っても当時世界で一、二を争う性能の望遠鏡だったのですが、それに参加させてもらいました。それから始めて、野辺山で45mの大きな電波望遠鏡を作りました。そして今は、ハワイに大きさ8mの望遠鏡を作っているわけです。今まで世界で一番大きな光の望遠鏡の大きさは5mで、有名なパロマー山の望遠鏡です。それを上回る望遠鏡を作ろうというのが、今の仕事です。

では、その望遠鏡の話の前に、天文学という目でみると、21世紀というのはいったいどういう時代なのかということをやっと考えてみましょう。私たちは一足跳びに未来のことを予測することは出来ないけれども、その際に過去のことを考えてみる。歴史を考えてみると、我々は今どういう立場にいるのか、従ってこれからどういうことが分かりそうかということもある程度考えることができます。

天文学というのは実は何千年も昔からあるのですが、私たちからみて一番革命的、エポックメイキングといえる出来事があったのは、17世紀の初めです。1610年にガリレオ・ガリレイが直径2cmという小さなレンズを筒に付けて、それで宇宙を観測した。それが宇宙を大きく変えた望遠鏡の発明です（望遠鏡そのものを発明したのはガリレオ・ガリレイではありませんが）。それで、彼が何を見たかという、それまでは鏡みたいなつるつるのものだと思われていた月にでこぼこな山や谷があるということを見つけた。それから、神聖なものだと思われていた太陽の表面には黒いシミ（黒点）があって、見ているうちにだんだん位置が変わっていき太陽をぐるっと一周した。それから、天の川、ギリシャ・ローマ神話ではミルクの川ということになっていますが、それが無数の星の集まりであること

がわかった。このような発見から宇宙に対して近代的な考え方を持った、月にも地球と同じ山や谷があるんだから地球と同じものでできているんだと、だから地球にある物質を調べれば宇宙のことがわかるんだと、そういう一種の確信を持ったのがこの時代です。

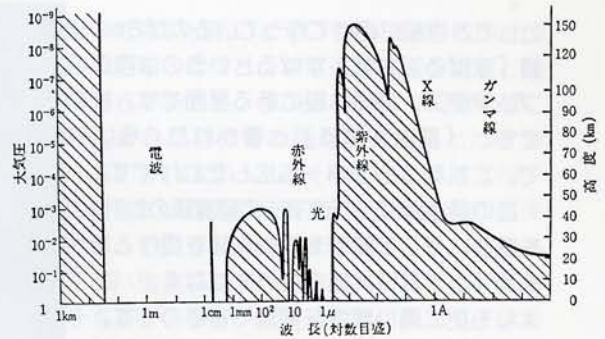
18世紀というのは基本的には、17世紀に確立したニュートンの力学を受けて、宇宙の天体の動きというものが万有引力で説明できる、それを軸にどんどん宇宙を解釈した時代です。更に、19世紀には望遠鏡の大きな発達ということになるのですが、特に大きな反射望遠鏡が作られました。この反射望遠鏡はニュートンの発明ですが、レンズではなくて鏡で光を集めます。レンズは大きく重くなると筒で支えるのがたいへん難しいのですが、鏡ならかなり大きなものでも裏から簡単に支えることができますし、また、金属製の鏡なら非常に大きいもの作れます。こうして18世紀から19世紀には、単に宇宙には天体があってそれが回っているというだけでなく、宇宙にはいろんな現象があるということがわかってきました。特に19世紀は、我々の周りの様々な物が一体どうやって成り立っているのか、或いはそれがどういう性質を持っているのかを調べる物理学、それが天文学と結びついた時代です。実験室の中で天体を分析する事はできませんけど、望遠鏡で遠くからくる星とか太陽の光を集めてそのスペクトルを地上にある物質と比べることで、その星の物質がわかる、性質がわかる、温度がわかる、密度がわか



すばる望遠鏡完成予想図

わかる、どんな運動しているのかもわかる、と、たいへん細かいことまでわかるようになってきたのです。

現在はそういうものの上に立っているわけですが、特にこの20世紀になってから天文学というのは非常に大きく変わりました。ひとつは、光だけではなく、電波や赤外線やそれからX線といったいろんな望遠鏡ができた。20世紀には様々な技術、特にエレクトロニクスがたいへん発達して、そのおかげで私たちは現在、眼で見える光だけではなく、テレビやラジオに使われる電波だとか、波長が長くて眼に見えない赤外線だとか、それからレントゲンに使われるX線・非常にエネルギーの高い、波長の短い光だとか、そういうものが実は宇宙からやってくるということに気付いたのです。このような技術を総動員した結果、私たちの住んでいる宇宙を広くみると、その全体がどんどん膨張しているということがわかった。それからその宇宙が、昔は火の玉のように熱かった。昔ビッグ・バンという非常に大きな爆発があって、その火の玉からこの宇宙が膨張とともに冷えてきたということもわかった。つまり、私たちのこの宇宙はもともとは火の玉のような非常に温度が高く、密度が高くて、今の物質がすべてなかった時代があった。原子も分子もない、原子核もない、素粒子もない、もっと細かい素粒子を構成しているクォークという要素それすらもおそらくクォークでなかった時代があって、そういう時代から宇宙は150億年もかけて広がってきたんです。宇宙全体が膨張して広がるにつれて、その中のエネルギーの密度は下がって薄くなり、そして冷えます。私たちの宇宙は、非常に熱い状態から冷えてきて、冷えながらその中にいろんな物質ができてきた。すべての物質は冷えながら膨張してきた宇宙の中で次々にいろんな形をとる。その中で銀河が生まれる。それから星が生まれる。そしてその中の一つとして太陽が生まれる。太陽が生まれたときにそれを取り巻く惑星がたくさんできて、そのうちの一つが地球。その地球の上で、生命という非常に複雑な物質が生まれて進化してきたわけで、いわば私たち人間というのも宇宙の膨張と進化という歴史が生み出したものである。このようなことをこの20世紀という時代が明らかにしたわけです。



電磁波の大気中への進入高度（強度が1/2になる高度）。斜線部分の電磁波は殆ど地上へは届かない。

それでは、21世紀は私たちにどう宇宙を明らかにしていくのか。それは、答を言うことはできないんですが、多分宇宙へ乗り出すということが非常に大きいと思います。現在、宇宙時代と言われていて、向井さんとか毛利さんとか盛んに外へでていますけど、あれはまだ地球の表面をはいつくばってるだけで、その外には広大な宇宙があるわけです。おそらく21世紀というのは、人間はそういう所へもっと自由に飛び出すようになるだろうと思います。人間が宇宙へ飛び出すということは、天文学にもたいへん大きな変化、進歩をもたらすと思います。天文学にとって宇宙へ飛び出すということはどういう意味を持つのか。私たちの眼で見えている光、或いは電波、或いはX線、γ線、赤外線、これらは全て電磁波といって、電気と磁気の波が空間を伝わるものです。宇宙はこのようにいろんな電磁波で満ち満ちているのですが、地球から観測できるのは可視光と電波だけです。赤外線もちょっとだけ漏れてくる。これは地球の空気が、そういう他の波長の電磁波を透さないもので、そういう波長では全然宇宙が見えない。もし宇宙へ乗り出すと、すべての電磁波が自由自在に観測できる。これはやはり天文学の大きな革命になるわけです。実際は既にそういう観測がやられているわけですが。

それから、地上でいろんな宇宙を調べることが21世紀にはできるようになります。技術が進めば新しい宇宙が見えてきます。今までの歴史が明らかにしたように、新しい望遠鏡、大きな望遠鏡ができればこれまで想像もできなかったような新しい宇宙が次々にわかってくる。

それで、私たちはいつも新しい望遠鏡を作ろうということを考えているわけです。その一つ

として21世紀に向けて作っているのが8mの望遠鏡「すばる」です。すばるというのは西洋名でプレアデス、おうし座にある星団です。枕草子でも、「星はすばる」と書かれたくらい有名な、これをニックネームにしたわけです。

この望遠鏡は、パロマーの望遠鏡の2.7倍の光を集め、そして20倍も暗い天体を受ける事が出来ます。それは大きさだけではなく、パロマーよりも更に高い精度を実現できるのです。そして太陽系から150億光年、ほとんど宇宙の観測できる果てまで観測できます。

ところで、宇宙からやってきている赤外線は、地球の空気の中の水蒸気の子が邪魔をして殆ど地上に届かないのですが、所々その水蒸気の子の邪魔しない波長があるんです。そういう赤外線を観測できる。それから、赤外線の今まで観測してなかったような波長も観測しましょうということで、そのためにこの望遠鏡はハワイの高い山の上に作ります。作ろうとしている場所はハワイ島の高さ4200mのマウナケア山。4200mというと富士山よりだいぶ高いですよ。たいていの人は山の上へ登ると頭痛がします。ひどい人は肺炎をおこしてしまうことすらある非常にきびしい場所ですけど、そこはたいへん空気が透明なんです。それから、都市の灯や天気の問題、いろんな理由からハワイを選んだわけなんです。

まず望遠鏡の鏡を作る、これをスタートしたのはもう3年以上前です。これは温度が変わっても膨張しない、アメリカのコーニング社製のかなり性能のよい特別なガラスを使っています。それを六角形にします。この六角形に切った板を磨いた後で次々と合わせて、全部で8.3mのひとつの大きなガラスにしてしまおうという



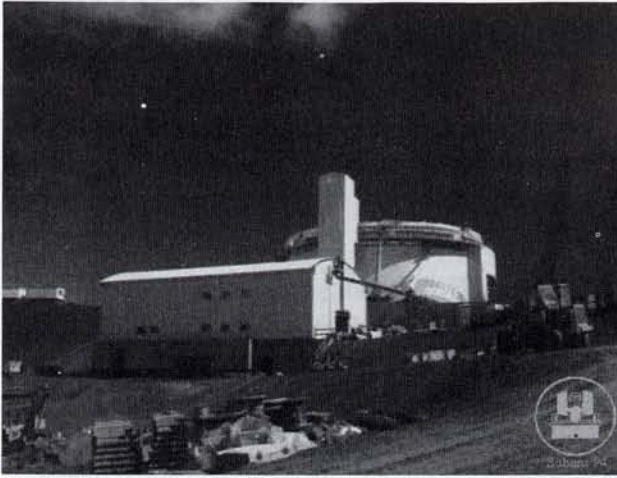
一体化作業後の8 m鏡

わけです。六角形の板を次々と敷き詰めてそれ全体を大きな炉に入れてお互いくっつくように溶かし合わせる。一体化作業といいます。こうしてできたガラスを最終的に整形します。全体がお皿みたいにへこんだ凹面鏡です。実は厚さはたった20cmしかないんです。ガラスというのは固いものですけど、これだけの巨大なガラスともなると柔らかい、つまりたわみやすくなります。実はそれを利用して、この鏡をコンピュータでコントロールしてやるということを考えているんですが。

この鏡は現在コーニング社から船で、オンタリオ湖からエリー湖を通過してピッツバーグへ輸送中です。ピッツバーグの工場ではこの鏡を磨きます。ある程度磨いたら、上から光をあててちゃんとした形になっているかよく調べます。磨いては測り磨いては測りして3年間かかるんです。ガラスを作るだけで3年、これから磨いて本当に精度の高い最高の鏡に仕上げるまでまた3年かかります。1987年の完成予定です。

でも、いくら精度が高い鏡といっても、望遠鏡を傾けると、この鏡はどうしても自分の重さで変形してしまふ。それから、いくら特殊なガラスでも温度が変わるとやはり少しは変形します。ほんの少しでも、相手が光ですから僅かな変形も許されない。そこで、その変形を感じとりコンピュータに伝えて全部その変形を直しすという機能を付けます。鏡の後ろにはモーターとてことスプリングがあって、コンピュータの指示で変形を感じたらそれ元に戻すことができます。こうして鏡をいつも最高の形にする。これが可能だということで初めて8mの望遠鏡を作ろうという気になったわけですね。

この大きな望遠鏡は、一度日本の工場て全部組み立てて運転まで一応やってみてから、またばらしてハワイの山の上に運びます。ハワイの山の上へ行って組み立てたら上手く組立たないということになったら困りますので。この組立は組立は今年から一部始まりまして、来年本格的にスタートします。ハワイのマウナケア山の山頂は望遠鏡銀座になっていて、世界各国の望遠鏡がならんでいる。ここにあるのが、まだ下半分しかできていませんが、すばる望遠鏡の土台ですお隣はアメリカのケック望遠鏡ですが、出来上がるとこれと同じ高さになるわけなんです。この台は高さ14mあってこの上に望遠鏡が載りま



建設中のすばる（9月）。  
手前は観測棟、高い棟はエレベータータワー

す。そしてその周りにドームができるんですが、既にドームの下の部分を作っています。それから、手前の建物が観測棟です。実際に観測する時はいっさい人が望遠鏡の側にいないようにします。観測の大敵は空気の揺らぎ、ちらつきです。でも、その大気のちらつきのかかなりの部分は望遠鏡自身がつくっています。望遠鏡の周りのコンピューターや観測装置やそれから観測する人間自身が熱を出すとか。人間ってだいたい100wの電球つけているのと同じくらいの熱を出します。このすばる望遠鏡ではこのような熱源をいっさい排除します。だから観測は隣にある制御棟からします。

というわけで、今どんどんそういう仕事を進めているところです。2年後の1996年になるとマウナケア山頂で全体の組立が始まります。それまでは、あちこちでいろんな部分を作っているわけですが、アメリカ磨いている鏡は1997年には完成して、それをはるばる太平洋を超えて船で2ヶ月かけてハワイへ運ぶ。そこから後は大きな車に乗せて山頂まで運びます。勿論組み込む前には、磨いたガラスを真空のお釜の中に入れてアルミニウムを蒸着する、つまり鏡の反射面を作るという仕事を、山の上で私たち自身がやるわけです。で、いよいよ1998年にファーストライト、初めて望遠鏡が宇宙からの光を受けるといふ実際にエキサイティングな時がくるという予定でいるわけです。

ではいったいどういうことをやるかという話をしますと、すばる望遠鏡の精度と大きさがあると、今から100億、150億年前に生まれた初めての銀河をみることが出来る。それはずっと遠くにあるわけですが、宇宙というのは結局遠くを見ると昔が見える、そのくらい遠方まで見ることができると、生まれたばかりの銀河が見える。そうすると、宇宙が膨張してきた中で、天体というものはどうやって生まれたかということがわかってくるのではないか、こういう大きな期待があります。それから、太陽系以外の惑星系が見える。その見え方には二つあるんですが、惑星が誕生している現場

をおさえる、それはまずまちがいで出来る。というのも、もう既に野辺山の電波望遠鏡も含めていくつかの望遠鏡はどうもそれらしいというものを沢山おさえつつあるんです。今度はそれをすばるでばっちり拡大して見ることが出来る。赤外線による感度の高いシャープな観測ができるとその現場が非常に詳しくわかるんです。もう一つは、これはちょっとできるかどうかまだよくわからないんですが、もしかすると太陽から近くにある恒星を木星ぐらいの惑星がまわってる、それを直にみられる可能性があるわけです。これはすばる望遠鏡にちょっと特別な装置をつけて、それで観測すると、理論上は見つけられるはずであると思っていて、そういう装置を今現在作りつつあるわけです。

他にも沢山あるんですが、いずれにせよ、すばる望遠鏡というのはみんなで使うものです。何しろこれを作るのに予算400億円です。高いか安いかわからずそれぞれ人によって意見が違ふと思いますが、これは日本人一人一人、つまりおじいちゃんやおばあちゃんから赤ちゃんに至るまで、一人一人から400円ずつ貰うということ、それのできる。それでいったい高いのか安いのか、それだけの価値があるのかということもいつも考えるんですが、皆さんにひとり400円ずつ入場料払ってもらって、こういう宇宙がわかりましたと言えるようにしたいなあと思っております。

（かいふのりお・国立天文台教授）

## 宇宙と星とどっちが古い?? ~宇宙の年齢若くなる!?

よく観望会の参加者に「宇宙は、今から150億年ほど前に誕生した」と言ってきましたが、どうも怪しくなってきたようです(困ったなあ、何て説明しよう・・・)。それでは、「宇宙の年齢なんてどうやって知ったの?」(「どんなモンダイ」向き?)から話を始めましょう。

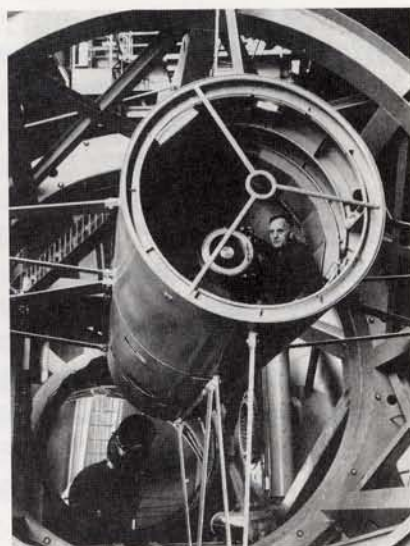
1913年、スライファーは約10個の銀河(当時は「渦巻き状星雲」と呼ばれていた)のスペクトル(光を虹に分けたもの)を観測して、驚くべき発見をしました。なんと、それらの「星雲」が私たちから皆、遠ざかっていたのでした。そこで、ハッブルはヒューメイソンの協力を得て18個の銀河について距離と後退速度を求めました。すると、遠くの銀河ほど私たちから速く遠ざかっていることを発見しました(これが有名な「ハッブルの法則」)。このことは、実は私たちの宇宙が膨張していることを意味するのです。

そこで、逆に時間をさかのぼっていくと銀河はどんどん近づいて、1点に集まってしまいます。つまり、宇宙は始まりがあることとなります。今あるこの宇宙を1点に押し込めるわけですから宇宙は信じられないくらい熱くなります。言い換えるなら「火の玉」が膨張して今の宇宙があることとなります(ビッグバン・モデルと呼んでる)。

光の速さが有限(秒速30万km)であるために遠くを観測すればするほど昔が見えてきます。つまり宇宙の遥か果てからは宇宙の始まったときの火の玉の光がやってくるはずですが、1965年ペンジアスとウィルソンは偶然このかすかな光(伝わる間に宇宙の膨張のために電波になってしまってる)をとらえたのでした。この発見により、ビッグバン・モデルは単なる想像ではなくなりました。現在の宇宙論(宇宙がどうしてできたかを考える学問)の多くはこのビッグバン・モデルを基本にできているのです。

ところが、そのビッグバン・モデルを揺るがす事実が明らかになったのです。宇宙の年齢は膨張速度が遅ければ古く(逆算したときに1点になるまでが長くなる)、速ければ若くなります。この膨張の割合をハッブル定数と呼んでいるのですが、最新の観測、それも別々の2つの観測でほぼ同じ値が求められました。1つは、Freedmanらによるハッブル宇宙望遠鏡での観測から(ネイチャー10/27号より)、もう1つはPierceらによるハワイのマウナ・ケアにあるカナダ・フランス・ハワイ望遠鏡での観測から(ネイチャー9/29号より)求められました。ハッブル宇宙望遠鏡はもちろんのこと、ハワイ山頂でも大気の影響を極力抑える工夫をし、おとめ座銀河団の中にある銀河の距離を求めました。距離の指標としてセファイドという変光星を使いました(53号のシリーズ参照)。

その値から年齢を計算すると、もし宇宙が有限だとすると70億年!という非常に若い年齢になってしまいます。これは、私たちが知っている古い恒星の年齢よりはるかに若い年齢です!!??まさか、宇宙が出来る前に星が生まれていたわけもないし・・・どうしたものでしょうね。宇宙論がまたまたおもしろくなってきましたね。(MO)



5m望遠鏡の主焦点の中のハッブル

## 市民天文台と研究者が接触する機会を増すために

石田 蕙一

この小文は、末尾の提案を読んで頂ければと思っ  
て書いているものです。もともと、黒田武彦  
彦台長に、手紙を書いたところ、それを「宇  
宙now」に書いては、と言うお誘いを受けま  
した。それと言うのも発端は、「公共天文台点  
検」(天文月報87巻385頁(9号)1994年)  
を読んで、関連して「オランダにおける天文学  
普及活動」(同上84巻560頁(12号)1991  
年、85巻24頁(1号)1992年、大脇直明、  
難波収)を思い浮かべた事でした。

さて、わが国の地方自治体が、国から受ける  
補助金財政から少しでも独立して地方分権を得  
るには、いわゆる「むらおこし」が必要です。  
「来るべき宇宙時代」の「むらおこし」と言え  
ば、文化施設として天文台を、と思いついた人  
も多いと言うことでしょう。市民天文台の数  
は、今や全国に150を超えるとのこと。特  
に、1980年(昭和55年)頃から、急にピツ  
チが上がって毎年平均8-9天文台が建設され  
るようになりました。

このように、多数の市民天文台が建設される  
については、資金の確保をして下さった方々の  
努力があったことを、先ず銘記すべきです。そ  
して、その背景には市民の強い関心があり、建  
設計画の実現を促した原動力になったに違ひあ  
りません。その市民の有形無形の強い関心を背  
に、直接に建設に携わった方々の努力の結晶と  
して天文台ができあがったものと思います。

百聞は一見にしかず。市民にとって、天体観  
望は、最もすばらしい体験です。彼のガリレ  
オ・ガリレイも望遠鏡で、木星にまわりつく  
四つの衛星を見て、「地球は動く」と心から実  
感したに違ひありません。市民天文台の担当者  
は、今や夜に日をついで、熱心に活動をしてい  
ます。天体観測器械は、大型精密/ハイテク器械  
です。保守維持には、常に最高性能がでるよう  
に調整に調整を重ねています。さらには、それ  
ぞれの経験を持ち寄って、全国の天体観測施設  
の会を開催して研さんに励んでいます。

ところで、市民天文台の運営方式と規模は多  
様ですが、その設置目的は、市民の文化施設で  
あり、普及教育に加えて娯楽観光にかかりの

重点があると思います。その実態を認めた上で  
尚、私は、文化施設である以上は、わずかなり  
とも研究に時間を割くことに心がけるべきだ  
と思います。すなわち、市民天文台が学問の一  
端を担っていると言う認識が必要です。

教育活動は、文化を発展させる基本的な仕事  
です。市民天文台における教育活動の対象は、  
年少者から中高年者にわたります。特に今後、  
成人教育は、社会の成熟化と共に大きな位置を  
占めるようになるでしょう。

市民天文台と大学・学校との間の接触交流  
は、研究においても、教育においても大切です。  
市民天文台から大学への接触は、研究者の  
研究集会に参加することから道が開けます。大  
学から市民天文台への接触の例として、初等教  
育者養成の実習の場を提供してもらうことが可  
能な場合もあるでしょう。

市民天文台と研究者等の間の接触交流は、希  
望があり意欲がありながら、相互にきっかけが  
なくて埋もれている場合も多いのではないで  
しょうか。市民天文台の希望と研究者等の意  
欲を掘り起こして、接触交流の幅を広げる手  
助けが必要です。

それは、人材バンクを作ることです。「あな  
たは、来年度中に、どんな題で講演をしてくれ  
ますか」とのアンケート用紙を、講師になっ  
てもらえるよさそうな人(例えば、日本天文  
学会特別会員)に発送します。意欲ある回答を  
まとめて、講演題目と講師の連絡先一覧表を作  
ります。一方、市民天文台にも「聴きたい講  
演題目と講師の希望」を記入するアンケート  
用紙を発送します。希望のある市民天文台は、  
一覧表のなかの講師と交渉し、講演会の日時  
を決めます。講演の謝礼は、予めどんな人  
でも一律に、例えば5000円+交通費と決  
めておきます。

人材バンクの世話役は、市民天文台の一つ  
が引き受けるのが適当だと思います。西はり  
ま天文台、あるいは全国の天体観測施設の  
会の幹事で持回りもいいでしょう。電子メ  
ールで、ある程度は発送の手間が少なくな  
ります。大変ですが、やり甲斐のある仕事  
だと思います。

(いしだけいいち 東京大学名誉教授)

# 天文台めぐり

## 日原天文台

日原天文台がオープンしたのは1985年8月31日でした。75cmの口径でコンピュータ制御経緯台、当時最新鋭の望遠鏡も早くも10年目に入ってしまいました。当初の高い理想も観測機材の使いこなしや、人材の不足、個人的妥協などから今に至っています。天文台というものに求められるものが、日原天文台後変化や増加したことは間違いないようです。それがいいことなのか悪いことなのかは、時間が答えてくれることでしょう。ただ言えることは、天文台というものは資金と人材が必要だということでしょう。



現在、私達日原天文台では、星を見てもらうとともに、宇宙の大きさや地球環境について考えていただくように努力しています。宇宙的視野で地球を見ることのできる人材を作るには、地球の重力圏から抜け出すことで

しょう。天文台の大型望遠鏡で宇宙の散歩に出かければ、見たことのない世界がひろがります。また意識を宇宙に運べば、私達の地球をも振り返ることができるはずです。大型望遠鏡でその擬似体験ができれば素晴らしいことです。今年地球環境をテーマにした「星と森の科学館」を併設いたしましたので、津和野町の観光のついでにでもお寄り下さい。



### 利用案内

#### <日原天文台>

時間：施設見学 10:00~17:00

天体観測 19:00~22:00

(7月20日~8月15日までは時間変更あり)

料金：施設見学300円/天体観測500円

定休：毎週火曜日/第二・四水曜日

#### <星と森の科学館>

時間：10:00~21:00

料金：大人500円・高校生以下200円

#### <天文資料館> (天文台・小ドーム・テニスコート受付)

時間：10:00~22:00

交通：JR山口線日原/中国自動車道六日市 IC

お問合せ先：〒699-52 島根県鹿足郡日原町枕瀬北斗台 日原天文台

TEL:08567-4-1646 FAX&テレホンサービス:08567-4-1234

併設施設：テニスコート、レンタル小ドーム(要予約)

ペンション北斗星(全12室、要予約TEL:08567-4-1010)

キャンプ場・バンガロー(お問合せ先TEL:08567-4-0003)

【お詫びと訂正】先月の天文台めぐりで佐治天文台の入台料に間違いがありましたのでお詫びして訂正いたします。  
入台料/(誤)大人300円、小人200円 → (正)大人200円、小人100円



## 固定撮影に挑戦！ ～第3回教師のための天体観察入門実習より～

小中学校教員対象の天体観察実習が、ここ西はりま天文台で8月22～24日に行われました。参加したのは兵庫県をはじめ岡山県・大阪府の51人の先生たち。殆どの方が「入門」の文字に誘われて参加したというこの実習のメニューは、天体望遠鏡キットの工作、望遠鏡操作、固定撮影、観望会の計画と実践等など。ここでご紹介する写真は1日目夜の固定撮影実習の成果です。天体写真の「入門」はやはり固定撮影から！ こうこうと夜空を照らす満月とにわかに湧き出た雲を尻目に、わいわいがやがやとグループでの賑やかな撮影実習。初めての撮影はハブニングがつきもの、でも失敗も何のその、どんどんシャッターは押されていきます。撮影の傍ら、望遠鏡で土星を観たり、双眼鏡でアンドロメダ銀河を捜したりの観望も。？年ぶりに箱から出されたという持参の望遠鏡も大活躍でしたヨ！



(上) さそり座からいて座にかけての天の川。M7が写っています。(もう少し高い方をねらったらM8が・・・)

(下) 天文台とカシオペア座  
満月とそれに照らされた雲が絶妙の効果を生んでますね！



何してるかって？昼間の空の金星探しです！

皆さん、2泊3日にわたる実習お疲れ様でした。お天気にも恵まれ、存分に西はりまの星空を楽しんでもらえたのではないのでしょうか(やはり勉強するためにはまず楽しまなくちゃ！)。今度は担任の子どもたちと一緒に星空を楽しんで下さいね。実習後に友の会に入会された先生方がたくさんいらっしゃいました。また例会でお会いしましょう。

(T.O.)

## どんなモンダイ！

宇宙はいつごろから黒くなったの？

加古川市・どうせいやすひろ（9歳）



4年前に娘（当時7歳）が描いたヨレヨレの天文台長・黒田武彦がお答えします。

宇宙が黒い、つまり夜空が暗く見えるってことなんですが、宇宙はどこまでも続いていて、星はいっぱいありますから、ホントだったら夜空はめちゃめちゃに明るく輝いているはずなんです。これは正しい結論です。ところが、暗く見える。おそらく宇宙空間には光をさえぎる物質がたくさんあるからなんだろう、と考えられました。これはまちがった結論です。

単純そうに見える夜空の暗さの解決には、宇宙が膨張しているってことが必要だったのです。実は膨張によって、遠くにある天体ほど速いスピードで遠ざかっています。例えば、その速さは330万光年につき1秒間に100kmくらいです。だから約1000万光年かなたの天体は秒速300kmで遠ざかっていることになりますよね。じゃあ、逆に秒速30万km（光速）で遠ざかる天体までの距離はとなると……計算できましたか？ $30万 \div 300 \times 1000万光年 = 100億光年$ 。そう、100億光年の距離にある天体は光の速さで遠ざかっていますから、それより向こうは観測できません。私たちが観測できる宇宙は有限ってことが夜空の暗い理由の一つ。

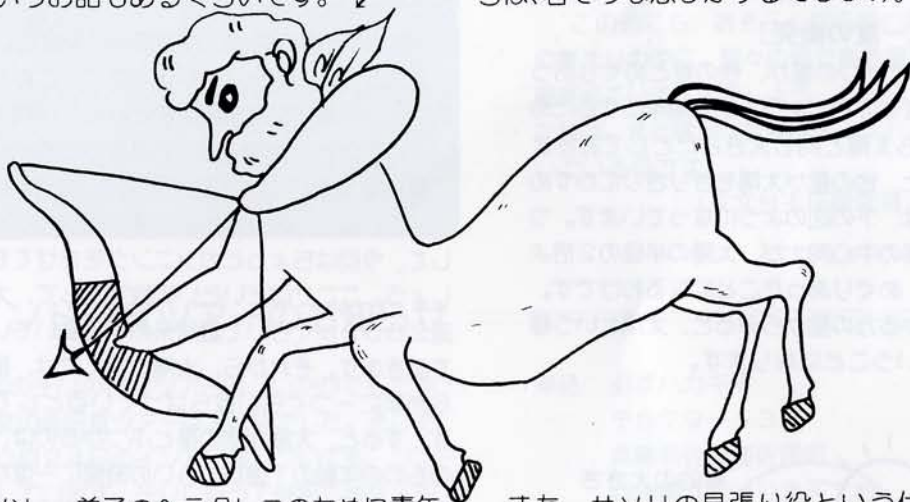
では、いつから暗くなったんでしょうね。宇宙はおよそ100億年前、小さな小さな火の玉のような状態から大爆発をしてはじまりました。もちろん最初はまばゆいばかりの光だけの世界でした。10万年もたつと、温度が数千度まで下がり、それまでバラバラであった素粒子が原子核をつくり、さらには原子を形成していったと考えられます。それでも数千度もあるわけですから、太陽に近い明るさだったんでしょうね。この明るい「空」も膨張にともなって黄色からだいたい色になり、赤くなって、やがてスーツと暗くなってしまおうでしょう。色が変わっていくのは、宇宙の膨張とともに光を発する「空」が遠ざかり、遠くなるほどその速度が大きくなり、あの救急車のピポピポ効果（ドップラー効果）同様、色が赤い方にずれていくからなんですね。これらは結構急激な変化ですから、まあ、空が暗くなったのは、宇宙誕生後、10万年くらいってところでしょうか。

## 黄道12星座 -いて座-

### オールマイティ?

いて座は一般的に陽気で、正しい判断力をもっている。几帳面・・・という長所。落ち着きがなく、おおげさ。注意力が足りない。・・・という短所をもちあわせています。と星占いでは言われていますが、神話の中ではどうだったのでしょうか?

いて座になった、ケンタウルス族の賢者ケイロンの体は、上半身が人間で、腰から下は、なんと馬なのです。彼は洞穴に住み、医術にすぐれ、薬草を栽培して多くの病人を助けました。火だるまになった母胎から、胎児を救い出し、立派な青年に育てたというお話もあるくらいです。✓



しかし、弟子のヘラクレスのために毒矢に当たって死んでしまいました。というのも、ヘラクレスが冒険の“成功祝い”で酔っぱらってふざけて射た矢が当たったのです。それとは別に、ヘラクレスが戦いの際に、間違っただけでケイロンまでも射ってしまったとも・・・ま、どっちにしても弟子のせいね(でも、どうして、自分の傷は治せなかったのかしら?おかしいね)。で、優秀だった彼を、ゼウスが惜しみ星座にしたというわけです(惜しまれる人ほど・・・?)。

中国では古くから、北斗は「死」、南斗は「生」をつかさどるとされていました。北斗七星(おおぐま座)と対になって、南で輝く射手座は、南斗六星と呼ばれています。赤ちゃんが産まれると「死」と、「生」の神がその赤ちゃんの寿命を決めます。ある日、赤ちゃんの寿命がとても短いと神のお告げを受けた両親が神様の所へお願いにやってきました。「どうか、私たちの息子の命を延ばしてやって下さい」と。そうして、2人の神様が長い間話し合い、「死」の神が、青年の寿命を「19」から「91」にひっくり返して、長生きにしてみましたというお話もあります。でも、半人・半馬のケイロンは、老人や仙人というイメージから少しはずれますね(イラストからは、若そうな感じがするでしょ?)。

また、サソリの見張り役という仕事も持ってるようです。サソリの拳動に不審があると、ただちにサソリの心臓に向けて放たれるらしい・・・(本当は、心臓より少し外れて「おしり」なんですって)。

人の寿命を決めたら、病気を治して、今度はサソリの見張り番・・・忙しいね。まだあった、ギリシャの英雄になった人たちの先生もしていました。多種多業???(副業が多いのか、本業がないのか・・・?)。

(天文台・内海陽子)

## 1. 織姫・彦星

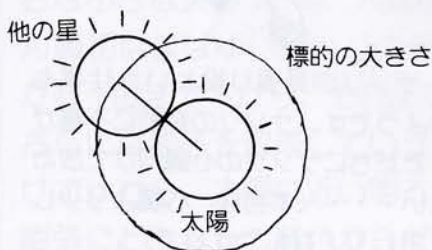
星についての物語の中で、七夕の織姫と彦星の伝説は、私たちにとっていちばんポピュラーなお話でしょう。もう秋ですから、なんだか季節はずれに思われるかもしれませんが、どちらの星もまだ夕方の西の空に残っていて、天文台の観望会でもよく見えています。

ところで、七夕のお話によると、織姫星と彦星は一年に一度出会うことになっています。それは無理だとしても、この2つの星はいつか同じ場所にくっつくことはあるのでしょうか？いや、この2つの星でなくてもいいから、銀河系の中にあるたくさんの星同士がめぐりあうようなことはあるのでしょうか？ただし、七夕の2つの星なら「めぐりあい」と言っていますが、太陽に他の星がぶつかってくることを考えれば、大パニックですね。

今回は、銀河系の中での星と星とのめぐりあいについてさぐっていきましょう。

## 2. 「X年に一度の衝突」

銀河系の中で一つの星が、他の星とめぐりあうのは何年に一度なのでしょう？話を簡単にするために、星はどれも太陽と同じ大きさだとしておきましょう。すると、他の星が太陽をぎりぎりにかすめて行ったときは、下の図のようになっています。つまり、2つの星の中心同士が、太陽の半径の2倍より近くなると、めぐりあったことになるわけです。これは、ぶつかる方の星からみると、太陽という標的の大きさということになります。



さて、次に、太陽は銀河系の中を動いていきますから、ある時間たつと、この太陽の標的が動いたあとは筒の形になります。この筒の中に星があれば、その星とはぶつかっていることになります。時



間が短いと、この筒の中に星が入っていることは、ほとんどありません。でも、長い時間がたつと、ついには筒の中に間違いなく一つぐらいい星が入っているようになります。つまり、この時間たてば一回衝突すると考えて良いわけです。ですから、「何年に一回ぶつかる」と言っても、ちょうどそれだけ時間がたてば、星が一つぶつかってくるといったものではありません。もっと長い時間がたって、何回もぶつかった後で、ならして考えると、何年に一回になるかということです。

では、太陽の場合これは何年に一度になるのでしょうか。先の説明からわかるように、これを知るためには、太陽が銀河系の中をどれぐらいの速さで動いているかと、太陽の近くでは星がどれぐらい離れて散らばっているかとをさぐらなければなりません。これは、このシリーズの後の回でさぐることにして、今回はちょっとカンニングをさせてもらいましょう。ここではだいたいの数字として、太陽は秒速200 kmぐらいで銀河系の中を動いているとしておきます。それから、太陽の近くでは、星は3.8光年一つぐらいい散らばっているとしておきます。すると、太陽が他の星とぶつかるのは、宇宙そのものの年齢の1億倍ぐらいの時間に一度だという答えになります。もちろん銀河系の中にはたくさんの星がありますから、どこかの星はぶつかったことではしょうが、まあ「星と星とは、ほとんどぶつかることはない」と言って良いでしょう。これは、広大な宇宙空間に比べると、星の大きさはものすごく小さいということでもあります。

ほんとうは、2つの星には引力が働きますので、標的はもう少し大きくなります。また、ぶつかってしまわなくても、すごく近づけばいいとすると、さらに標的は大きくなります。それでも、宇宙そのものの年齢より、ぶつかるまでの時間の方が長いことに変わりはありません。

### 3. めぐりあいて・・・

実は、たなばたの伝説以外にも、星と星とのめぐりあいを考えてみる理由があります。それは、星と星とがすぐ近くと、お互いの引力で、動く向きが大きく変わることです。

このシリーズで以前ご紹介したように、星は、星と星の間にあるガス（星間ガス）から生まれてきます。ですから、星が生まれたときの動き方は、星間ガスからもらった動きということになります。ところが、他の星とめぐりあうと、動き方が変わってしまいます。つまり、生まれたときの動き方を忘れてしまうということになります。

ふつうの星が、ほぼ経験することのないめぐり

星が生まれているバラ星雲



## インド日食ツアーのお知らせ

今年の子りの日食ツアーは、いかがでしたか？ 今回の友の会日食ツアーは大好評でした。そこで、来年10月24日のインド日食についても、ツアーを企画しています。チリに行って味をしめた人も、断念してくやしい思いをした人も、ぜひご応募ください。

**期間** 10月22日（日）～29日（日）  
**行程** 大阪－デリー－アグラ（日食観測およびタージマハール等見学）－ジャイプール（象に乗っての観光他）－デリー（市内観光）－大阪  
**定員** 40名  
**費用** 20万円程度（自由行動の日の昼食以外全食事付き）

あいによって、母なる星間ガスからもらった動き方を忘れてしまう。このように考えてみると、星と星とのめぐりあいは、運命の出会いと言っても良いかもしれません。

### 4. 星間ガスの記憶

星を一つ一つ考えることと、星の集まりを全体として考えることは、必ずしも同じではありません。星の集まりを全体として考えると、もっと着実に、そのようすを変えていきます。

しかし、星一つ一つの動きから星間ガスの記憶を直接見つけ出すのはたいへんです。むしろ、星の集まりを全体として見たときに、星間ガスの記憶ではないかと考えられるものがあります。それは、星の動き方をくわしく調べて、星の動き方がどんなふうに散らばっているかを整理して見つけられました。つまり、星の動きの「乱れぐあい」をよく見てみると、星間ガスのようなものの「乱れぐあい」と似ているようなのです。ただし、この「乱れぐあい」を、まったく違う原因でできたものとして説明する人もいますので、これがほんとうに星間ガスの記憶かどうかは、まだ確かなことは言えません。

この他にも、おそらく何らかの形で、星や、星の集まりの中に、星々の母である星間ガスの記憶が残されていることでしょう。しかし、残念ながら私たちは、まだ確かな証拠を手に入れることができないのです。

（天文台主任研究員・石田俊人）

**申込** 必ずハガキで  
〒679-53  
兵庫県佐用郡佐用町  
兵庫県立西はりま天文台  
時政典孝 宛  
1994年12月26日までに申し込んでください。上記締切前でも、定員になりしだい締切しますので、申込はお早めにごぞ。

なお、この日食ツアーは、大阪市立科学館星の友の会との共同ツアーです。太陽活動の極小期ですので、赤道方向に少し伸びた、整った形をしたコロナが現れることでしょう。あなたも、数分間しか見られない天体ショーを楽しみに行きませんか？

# 西はりま天文台日記

## 《10月》

1日(土) 4階観測室は結構危険、頭をぶつけたり、段差でつまづいたり、足を落したり、痛い目にあう人が多いと小野研究員、制御卓を含め何とかせねば。

2日(日) よく晴れて一般観望会に45名。

3日(月) 台長と尾久土研究員、公営宿舍天文施設の会に御岳へ出張、5日まで。

4日(火) 石田研究員、ワークステーションのX-windows立ち上げに懸命。南光町三河小などの先生方に望遠鏡の使い方実習。自然学校、宝塚逆瀬台小にお話と質問回答。

5日(水) 逆瀬台小、土星、M31、M13など観望。

6日(木) 神戸市婦人連絡協議会44名見学。富山市天文台計画で建築業者視察で来台。東京学芸大の学生5名(2名は明日)観測に来台、10日まで。

7日(金) 香川大の松村氏、学生引き連れ実習に。初めての出張観望会「星の出前がやってきた」上月幕山地区へ台長、7人集まり感涙?!曇った!曇りだ!と一人はしゃぐは小野研究員、観測続きでナルホドだが、実習や観望にはヒンシュク。

8日(土) 親子自然体験教室参加者の観望会。北海道から北見天文同好会8名視察に、北見市からの補助金があったとか、スゴイ。

9日(日) 天文教室に九州大の山岡均氏、「星は優秀な錬金術師」と題して講演、聴講25名。夜遅くまで山岡氏、東京学芸大学生を交え、懇親の宴?

11日(火) 台長、天文学会で札幌出張、14日まで。

12日(水) 時政研究員、天文学会出張、14日まで。香川大の学生10名、自主ゼミで来台。

13日(木) NTTから4名、天文教育VTR用に天文台撮影に来台。自然学校の三日月小、月、土星を観望し天プラで仕上げ。

14日(金) 5年もたつとCCDカメラのケーブルやホストコンピュータなどの寿命が近づいていると尾久土研究員、これも何とかせねば。

15日(土) 宇宙now発送したよ。

16日(日) 業務課の清水君結婚式、天文台から台長と時政研究員出席、ナント4時間近い披露宴!

17日(月) 台長、西播磨教育事務所管内学校事務職員研修で「宇宙から学ぶもの」と題し講演。

18日(火) 石田研究員、大撫山将来計画打合会に。ドーム回転不調、ああ、ここにきてアチコチにガタがウウ。自然学校の赤穂三校連合に星座早見缶作り、夜観望会。

19日(水) 石田研究員、佐用郡納税貯蓄組合25名に「たのしい彗星衝突入門」と題し講演。

22日(土) 石田研究員、年報編集最終段階か?!時政研究員、来年版カレンダー原案作成。

23日(日) 園長と台長、佐用ライオンズクラブ25周年記念式典に。

25日(火) 大阪経済大の久保田氏、時政研究員とフレア資料の相談に来台。尾久土研究員、公開天文台ネット(PUBNET)を宣伝に教育研修所へ。南アフリカ天文台のI.S. グラス氏、小野研究員のエスコートで来台、公共天文台にも大きな関心。

26日(水) グラス氏離台、小野研究員とともに三菱電機へ。台長、赤穂市の小学校国語教師の教材指導。

27日(木) 姫路妻鹿駅前こども会30名太陽観察など。

28日(金) 自然学校の神戸花山小、天気にも恵まれずスライドと質問回答でお別れ。

29日(土) 園長と台長、南米チリへ日食観測に、6日まで。珍道中の話題はいずれまた。

(T.K)



☆印は会員の皆さんだけへのお知らせです。

## 【第28回天文教室】

日時 12月11日(日) 午後2:00~3:30

場所 天文台スタディールーム

演題 「彗星の巣が見つかった！」

講師 渡部 潤一 氏(国立天文台助手)

1992年、冥王星軌道の更に外側を巡る小さな天体が発見されました。それはカイパーが予測した彗星の巣とおぼしきベルトの位置と一致しており、俄然脚光を浴びることとなりました。

## 【冬の大観望会】(西播磨CSR委員会共催)

日時 12月25日(日) 午後5:00~8:00

場所 西はりま天文台公園

受付 午後4:00~5:00 管理棟前

観望天体 オリオン大星雲(M42)、プレアデス星団(M45)+天然プラネタリウム 他

寒いけれど夜空の美しさは抜群のこの季節、天文台公園で美しい冬の星空を見上げましょう。天文講演会や豪華景品が当たるクイズ大会もあります。また、CSR委員会による豚汁等の無料サービスがあります。

## 【'94クイズラリーでおおなで山を征服しよう】

日時 11月27日(日) 9:30~14:00

内容 クイズラリー、大鍋でのカレー作り

対象 西播磨管内小学生以上100名(先着順)

費用 1人500円(当日徴収)

申込方法 11月17日(木) 迄電話で申し込み  
申込・問合せ先 0790-82-0598(天文台公園)

## ☆【第27回友の会例会】

とき 1994年1月14日(土)・15日(日)

受付 18:45~19:15

内容 (1日目)クイズ大会、観望会他

(2日目)野外活動・もちつき(予定)

※天文講演会:1日目17:30~18:30(予定)

例会プレプログラムとして天文台スタッフによる興味深い天文の話題を提供する講演会を企画中です。詳細は11月例会で決定、次号でお知らせします。

### 例会参加費用

宿泊:250円、朝食:500円、野外活動:数百円

家族棟宿泊者は部屋代12,000円が別途必要

定員 120名(定員になり次第締切ります。家族棟宿泊希望者多数の場合は抽選です)

参加申込 1つの会員番号につき1枚の往復ハガキを使用し、次のような申込表を書いて天文台宛にお送り下さい。(シーツや食事を必要としない乳幼児は人数には含まれません)

申込締切 **12月24日(土) 必着**

(年末年始のため家族棟・グループ棟ともに締切が早まっています。ご注意を!!)

家族棟希望者は「家族棟希望」と明記

スタッフ募集 例会の運営をお世話し下さる方を募集します。参加申込に「スタッフやります」と書き添えて下さい。

### 例会申込表

会員番号

氏名

	大人	子ども	合計
参加人数			
宿泊人数			
朝食			
野外炊飯			

スタッフやります、家族棟希望 など

### 【一般観望会】

参加自由ですが受付が必要です。

悪天候時は中止となります。

日時 毎週日曜日・午後6:30~20:30

※11月から開始時刻が早くなりました

受付 当日午後6:00~6:30 管理棟にて

【テレフォンサービス】TEL: 0790-82-3377

毎月の星空のみどころをご案内しています。

### 【年末年始休園のご案内】

12月29日~1月3日まで休園させていただきます。なお、来年7月分の宿泊予約開始は1月5日午前9時からになります(但し、7月21日~8月31日分の宿泊予約は全て電話で承ります)。

### 【表紙のデータ&編集後記】

『夜明け』1994.10.3.撮影(AM6:00頃だったかな?)

NikonFM2+Nikkor50mmF1.4 FUJICHROME4000 F=1.4 1/8

観測明けで迎えた朝のワンショット。夜明けかしくることが多かった10月はこんな美しい夜明けとの違いがよくありました。そして日の出を拝んだ後は、佐用名物・朝霧の中大撫山を下り、家の布団の中でしばし眠りにつくのです。さすがに朝は随分冷え込むようになりましたよね。(T.O.)

# 12月

7日 21時  
 22日 20時

月 齢  
 ● 3日  
 ◐ 10日  
 ○ 18日  
 ◑ 26日



こよみ  
 7日 大雪  
 22日 冬至

話題  
 9日 金星最大光度  
 13日 双子座流星群極大 (条件最良)  
 30日 木星食 (9:11で難しい)

冷え込む日が多くなってきましたね。寒い冬の到来を思わせますが、その分すっきり晴れわたる日が多くなってきました。アンドロメダ銀河が目で見える日は、星に手が届きそうです。ペガサスの四角の北東よりの星（アンドロメダα星）から北東に連なる星々がアンドロメダ座です。アンドロメダ銀河は、α星から北東に2つ目の星の少し北、この図でアンドロメダの「ド」の字の辺りにぼんやり見えます。

ところで、夜半頃になって見えるしし座のすぐ西に、何やらあやしげな赤い星があるのに気付いたことはありませんか。来年春に2年ぶりの接近を迎える火星です。今はまだ木星の4分の1程の大きさでしか見えませんが、これからもう少し大きくなるとともに、明るく輝いてきます。(N.T.)