

宇宙 now

1995 March, No.60

Monthly News on Astronomy and Space Science



林野友紀「遠宇宙に巨大構造を探す」

パーセク:DANDAN(出雲晶子)「プラネタリウムの困ったちゃん」

天文台めぐり:久万高原天体観測館

写真サロン:スターウォッキング

シリーズ「銀河系をさぐる」第13回:渦をたどって

ミルキィウェイ:まま母の陰謀!! -おひつじ座-

NISHIHARIMA
ASTRONOMICAL
OBSERVATORY

遠宇宙に巨大構造を探す

林野友紀

宇宙nowの読者の皆さんの中には兵庫県にお住まいの方が大勢いらっしゃると思います。この度の阪神淡路大震災で被害に会われた方々に心から御見舞い申し上げます。

報道によれば、この地震の前にも、異常電波や河川のラドン量変動など地質学の周辺領域で様々な徴候が見られたとのことです。地震予知科学がもっと幅広く進んでおり、地震後に初めて表に出たそれらの現象が事前に把握総合されていれば、今回の地震も予兆を掴むことができ被害を減じ得たのではと悔やまれます。不斷に作用し合い影響を及ぼし合う自然の本性からも、関連するあらゆるものを積極的に統合する姿勢が研究者に求められていると思うのです。例えば、宇宙論建設における天文学と物理学の協同はそのような科学本来の姿の一例といえるでしょう。

1. 宇宙の大構造

天文学の発展は宇宙の描像を次々と塗りかえ遂に銀河を大きく上まわる途方もない構造を見つけ出しました。最新の宇宙地図によれば数十万個もの銀河が長さ数億光年に及ぶ壁を作り、周りには空虚な空間が巨大な泡のように拡がっているというのです。

宇宙の泡構造、グレートウォールなどと呼ばれるこうした大規模構造は今ではすっかり有名になり、耳にされた方も多いことでしょう。10年前ですら宇宙最大の構造はせいぜい銀河団だと思われていたのに、一挙に百倍にもスケールアップしたのです。とはいってもこれらの発見は宇宙の地平線までとくらべればまだまだ近くのこと、宇宙の現在の姿です。

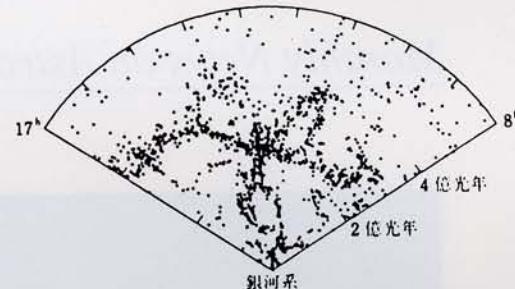
それでは遙かに遠く百億光年の彼方、即ち百億年昔の宇宙はどうでしょう。ところでここでは宇宙年齢が130億年となるバラメータ(ハッブル定数 $=50\text{km/s/Mpc}$, 減速パラメータ $=0.5$)を採っておきます。その時代すでにたくさんの銀河が在ったことは大体分っています。ではグレートウォールに匹敵するような巨大構造もいち早く登場していたでしょうか？遠宇宙の大構造は宇宙論の根幹に関わるはずです。遠い宇宙の地図を描く手掛りはないでしょうか。これが今回のテーマです。この小論では始めに宇宙誕生の様子を垣間見て、次に構造形成を支配するダークマターの問題に触れ、その後遠宇宙に大構造を探して筆者等が行なった研究を紹介しながら、遠い宇宙の姿を探っていきましょう。

2. ビッグバン宇宙～進化する自然～

【インフレーションから火の玉宇宙へ】

宇宙はビッグバンの名を持つ高温の火の玉から歴史が始まったことは御存知の通りです。最新の宇宙論は更にその先、火の玉宇宙を登場させた事件についてまでシナリオを描きます。いわば“始まりの始まり”、宇宙誕生の瞬間を寸描しておきましょう。

宇宙の進化を表す最も基本的な法則=AINSHUの重力方程式には「宇宙項」の存在が許され



宇宙の大規模構造：15.5等より明るい銀河の空間分布。
銀河の殆どない空洞領域をポイドとよぶ。

ます。これは空間を急速に押し広げる斥力の働きを行ないます。そこで時空が未だ卵にすぎなかつた“素宇宙”的時代に、ある特殊な素粒子の「場のエネルギー」が宇宙頂の役目を果せば空間は急激に膨張する筈です。素粒子の力が宇宙を生み出したというのが、現代宇宙論の主張です。

この時の膨張は宇宙を一挙に 10^{100} 倍にも膨れ上がらせる壮絶なもので、空間を殆ど無尽蔵に生み出すことからインフレーションと呼ばれています。

インフレーション後の宇宙は膨張前にくらべエネルギーの低い状態に落ち込むため差額分のエネルギーが宇宙の各地から滝のように吹き出し、全宇宙に火が付きます。こうして誕生したのがビッグバンの火の玉宇宙です。十数行で記述したこの過程はわずか 10^{-33} 秒で完了したとされています。

火の玉宇宙はこの時すでに巨大な大きさになっています。とてもその言葉から想像される小さなものではないことに注意しましょう。

【冷めてゆく宇宙～一様すぎる晴れ上がり】

火の玉宇宙はその後比較的ゆるやかに膨張し冷えていきます。冷えるにつれ物質はその時々の温度に適した姿をとり、クオークの世界、陽子の世界と変貌していきます。摂氏 10^9 度まで下がった時、すなわち宇宙の温度が原子核の結合エネルギーを切った時、ヘリウムやリシウムなど軽元素が完成します。約100秒という時間で宇宙は最初の元素合成を終えたのです。

構造形成にとって重要な出来事は宇宙の晴れ上がりと呼ばれる中性原子の登場です。10万年膨張を続けた宇宙は遂に摂氏4000度を切り、おとなしくなった電子は陽子に捕まって水素原子をつくります。それまでの宇宙は電子と陽子がばらばらのプラズマ状態だったのです。その中で電子や陽子に散々ぶつかって物質に圧力をかけていた光子は、中性原子ばかりの世界になって衝突相手が見えなくなり、物質の動きを邪魔しなくなりました。やっとガスが集まって星や銀河をつくれる様になったのです。構造形成の開始です。この時を宇宙の晴れ上がりと呼んでいます。

自由になった光子はその後宇宙膨張に身を任せて波長が伸び、我々の手もとに届いた時には宇宙背景輻射と呼ばれる絶対温度3度の光=電波～赤外線になっています。天文衛星COBEはこれを非常に高い精度で測定し、極めて一様な輻射であると報告してきました。温度ムラはわずか10万分の1にすぎないのです。背景輻射が温度一様なら自ずから晴れ上がり宇宙も温度一様です。そうすると、晴れ上がる直前、プラズマ時代の物質密度も均一だったことになります。

やっと宇宙が晴れ上がり、いよいよこれから星や銀河に満ちた美しい宇宙を築こうというのに、膨張冷却の末にたどり着いたその世界は構造形成など及びもつかぬ程、物質が一様に分布していたのです。

3. 構造形成

【ダークマターが主役】

ビッグバンが用意したかくも均一な宇宙から出発し、宇宙年齢=130億年の内に銀河や更にはグレートウォールを完成できるでしょうか。膨張する空間の中で物質が集まって構造を作るのは容易ではありません。調べられた結果水素ガスなど普通の物質=見える物質はやはり晴れ上がりの密度が一様すぎ、自力ではとても現在の宇宙の姿に達しません。

天文学はここでもまた隠れた物質=ダークマターの援助を仰ぐことになりました。ダークマターはこれまで銀河団の内部運動や銀河回転の特徴を説明するため必要とされており、その総量は見える物質の10倍はあろうという、まさに宇宙のドンです。

重力を除けば普通の物質と殆ど相互作用しないダークマターは自分の存在を悟られることなく、プラズマ宇宙をかなり自由に動きまわれます。そこで、晴れ上りの時すでにダークマターの密度ムラは見える物質の数十倍と充分大きくなっています。この密度の高い場所に見える物質も重力で集められ天体が形成されたと考えられます。

【宇宙の再現競争～CDMに軍配か】

それではダークマターの助けを借りれば銀河や銀河団、泡構造など宇宙の姿をリアルに再現できるでしょうか。しかしダークマターは依然として正体不明で質量さえも予測できません。そこでこの10年、軽くて高速のホットダークマター(HDM)や正反対のコールドダークマター(CDM)などいろいろなものが仮定され、現実の宇宙構造を再現できるモデルが計算機シミュレーションによって模索されてきました。

まずHDMは実在するニュートリノという素粒子に微かの質量を仮定するモデルなので最も現実的です。しかし構造形成シミュレーションからは分がよくありません。ニュートリノが軽すぎてあちこち飛び廻り、銀河のような“小”構造をつくりにくいのです。それに対し、重い低速粒子を仮定したCDMは銀河を早い時期に仕上げてくれます。しかし、逆に泡構造やグレートウォールが不得手で製造に時間が掛りすぎる上、出来上りが余り実物に似ていません。

オリジナルCDMはこのように欠点が多いのですが、その後改良が施されました。ダークマターの密度が高い所でのみ天体がつくられるとするバイアス説です。宇宙項を適量加えることも宇宙年齢を稼ぎます。こうして工夫を凝らしたCDMは、泡構造を含め現在の宇宙の姿をある程度忠実に再現できるようになりました。CDMの実体も素粒子の超対称理論から予言される粒子などを起用でき、不自然とはいえません。

では、ダークマターはCDMで決まり、宇宙の構造形成史は大枠がつかめたのでしょうか。確かにCDMで宇宙論をまとめていくという気配も感じられます。

【鍵を握る遠宇宙】

しかしここで注意が要るのは、大構造についてCDMが再現に成功したのは現在の宇宙の姿だということです。大構造の形成に時間のかかるCDMでは泡構造などがいつ登場したかは特に重要です。もしも100億年前、既に大構造が現われていたのなら改良されたCDMも苦境に立ちます。CDMの宇宙像が正しい



かみのけ座銀河団中心部

ならあまり遠くに大構造があつては困るのです。

こうして遠宇宙の大構造の探索は、今や標準宇宙模型となったコールドダークマターモデルを判定する重い責任を負うことになりました。構造形成の鍵を握るのは宇宙の子供時代、遠宇宙の姿なのです。

4. 遠宇宙の観測

【銀河までの距離】

宇宙の構造を調べ地図にするには銀河までの距離が必要です。それには宇宙膨張が使えそうです。すなわち、銀河からの光は宇宙膨張による後退運動によって波長が伸びています。御存知のドップラー効果です。そこでその光をスペクトルに分け、特定の元素が出す決まった光の波長がどれだけ伸びたか、その伸び率=赤方偏移 z を測定して銀河の速度を割り出します。車のスピード取り締まりの原理です。そして遠くの物ほど大きな速さで遠去かる宇宙膨張の性質を用いて、銀河までの距離に換算します。例えれば、 $z=1$ は80億光年、 $z=2$ は100億光年となります。

ところが、この観測が大変です。数十億光年以上も向こうの銀河は余程特殊なものでないと暗すぎて銀河の光による赤方偏移の測定が難しいのです。遠宇宙にもっと明るい天体はないのでしょうか。

それはクエーサー(QSO)です。 $z=5$ 、宇宙の年齢が10億年の頃のものまで見つかっているQSOは銀河の1000倍も明るい天体です。これを使えばQSOまでの視線上にある銀河の情報が得られるはずです。

【クエーサー金属吸収線】

QSOからの光は地球に届くまでにいろんなことを経験します。途中、銀河に広がる炭素、マグネシウム等の金属ガス雲に出くわせば、元素に特有の波長の光が吸収されQSOスペクトルに線状の影を落します。これがQSO金属吸収線です。銀河が我々から遠去かっていると吸収線もドップラー効果で波長が伸びるの

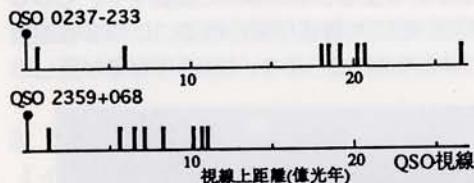


図1 クエーサー(QSO)視線上の銀河配置の例
黒丸はクエーサー、太い縦棒は銀河(金属吸収体)

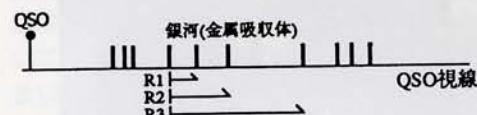


図2 R1,R2,R3の定義

で、先程と同様、赤方偏移 z から銀河までの距離が求まります。こうして銀河自体は見えずともQSOの強力な灯を頼りに、我々との間にある遠い天体までの視線上距離を求めることができるのです。

これは労力のいる仕事ですが、1980年以降金属吸収線の測定が次第に増え、各々のデータを用いて遠宇宙の構造が調べられてきました。結果は $z=1$ 以上で銀河分布はほぼ一様、大構造は見られずCDMは安泰というのが大方の見解でした。ところが・・・。

5. 吸収線が明かす宇宙の姿

【クエーサーカタログ最新版】

1993年8月、7000個のQSOの赤方偏移や光度など様々な情報をまとめたQSOカタログがアメリカの天文学会誌に掲載されました。ヒューウィットとバービッジの二人の天文学者が多数の観測データをまとめあげたものです。7000のうち400個のQSOは金属吸収線が測定されており、1200を越す吸収体の赤方偏移が記載されています。現在のところQSOと金属吸収線についてこれが一番まとったデータです。

その中からいくつかのQSOについて、金属吸収体=銀河がQSO視線上にどう並ぶか示したのが図1です。距離は宇宙膨張の効果を取り除くため「共動座標系」で表わされています。この図から銀河が数億光年の範囲に群がっている(クラスタリング)のがうかがえます。

もちろんランダムに散らばるケースも少なくないので、この図の例はたまたまこう見えているだけかも知れません。視線上での銀河の分布を詳しく分析する必要があります。そこで東北大学理学部の土佐誠教授と筆者が共同で行なった研究を見てみます。

【クラスタリング解析】

QSO視線上、ある銀河から隣までの距離をR1、一つおいて隣までをR2、更に隣までをR3と図2のように定義し、銀河のクラスタリングの様子を図3で調べま

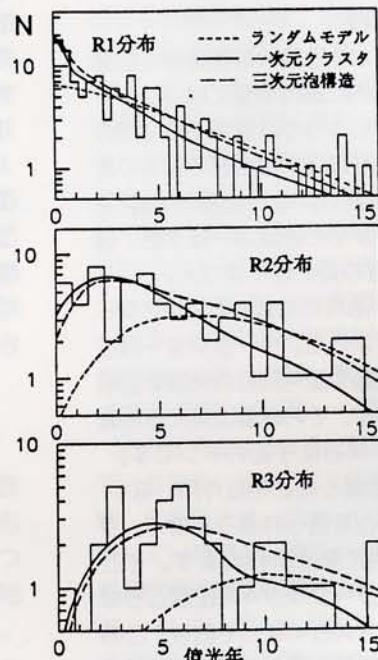


図3 視線上銀河のクラスタリングテスト
ヒストグラムが観測データ

す。R1, R2, R3分布は視線上銀河の2, 3, 4体相関をそれぞれ反映するはずです。用いたQSOは、 z が2.2～3.0、銀河の位置もQSOから4～24億光年の間に限定しています。いろんなバイアスを避けるためです。その結果解析する銀河の z は1.7～2.8、宇宙の年齢が20～30億年の頃の若い銀河たちです。

図3には銀河が視線上にランダムに並んだ場合に期待される分布が点線で示されています。データをうまく再現できていません。特にR1分布では1億光年以内、R2とR3分布では数億光年以内で観測データがランダムモデルを大きく上まわります。ランダムモデルでは”隣”や”隣の隣”的銀河が数億光年以内に並ぶことは多くないからです。やはり図1で見たクラスタリングは”まぐれ”ではなかったのです。

【一次元クラスター モデル】

それでは簡単化したモデルによって図3の相関データを再現してみましょう。まず一次元モデル、図4-Aを考えてみます。長さ1億光年弱の銀河密度の高いサブ(小)クラスターが平均5個、8億光年の範囲に集って大クラスターを形成、それ以外は銀河の少ないボイドだと考えます。サブクラスターの銀河密度はボイドの15倍とします。実線曲線で示したこのモデルは図3の各相関データを完全に再現します。

【三次元泡構造 モデル】

今度はもう少しリアルに、三次元構造を考えます。図4-Bを見て下さい。直径8億光年の丸い泡が表面を互いに接するぐらいいの数密度でランダムに浮んでいます。泡の内外は銀河密度の低いボイド、泡の膜は1.5億光年厚の中密度部と中央の0.5億光年厚の高密度部から成るとし、銀河密度は1:4:17とします。図3に破線で示されたこのモデルも相関データの殆どの傾向をうまく再現することができます。

【遠宇宙でも銀河は群がっていた】

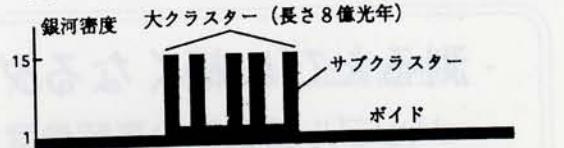
以上の様に、図3の相関データは銀河の一様分布モデルを退けることが確実で、観測結果の再現には一次元、三次元どちらで考えても1億光年、8億光年両スケールのクラスター的構造が必要なことが分りました。コントラストも $z=2$ の時期にCDMから期待されるものを遥かに越えると思われます。

このようにして吸収線で調べた遠宇宙の地図には泡構造やグレートウォールに匹敵する巨大構造が描かれていたのです。

6. もうひとつの証拠

吸収線解析を行なっていた昨年、銀河の直接観測から遠宇宙の大構造を示唆する論文が現れました。ただし、距離が赤方偏移 z で求められた銀河は少なく、殆どがフィルターを使って見かけの色から

A 一次元クラスター モデル



B 三次元泡構造 モデル

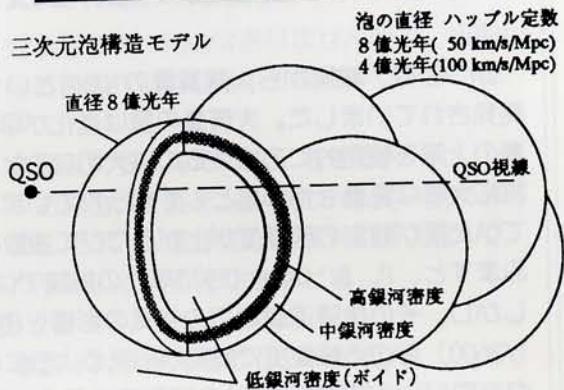


図4 遠宇宙の大構造 モデル

遠近を推定したものです。その結果、 $z=3.4$ のあたりに太陽質量の 10^{15} 倍もある大銀河団を発見したという報告です。かかる構造をこの時期につくるのはCDMでは難しいとその著者達は述べています。この銀河団は我々の吸収線解析ではサブクラスターの方に相当するはずです。大クラスター発見の報告は未だ聞こえてきませんが、それでも強い味方が現れたのです。

同様に、 $z=1$ 以上に銀河の集団を見い出したとする論文も相次ぎ、構造形成の標準モデル=CDMも新たな試練を迎えたようです。

7. 違い宇宙に

”すばる”的稼働をはじめ、あと数年で10m級大型望遠鏡が次々と観測を開始します。更に遠くの宇宙が姿を現してきます。その時ここで描いた遠宇宙の地図はどうなっていくでしょう。もちろん、それがその通り確立するとは限りませんが、少なくとも現在の標準的な構造形成モデルが全てをカバーすることにはならない様に思えます。観測が進めば既存のモデルで予想される結果が一部得られると同時に、予期せぬ新たな局面が現われるるのは殆ど確実に思われます。それほど宇宙は多彩で容易には汲み尽せない存在です。

人類は、宇宙にこれからも、いやこれまで以上に早いテンポで新しい天体や現象を見い出し続け、その視野を広げ深めながら、我々を生み出した母なる宇宙の像を追い求めていくことでしょう。

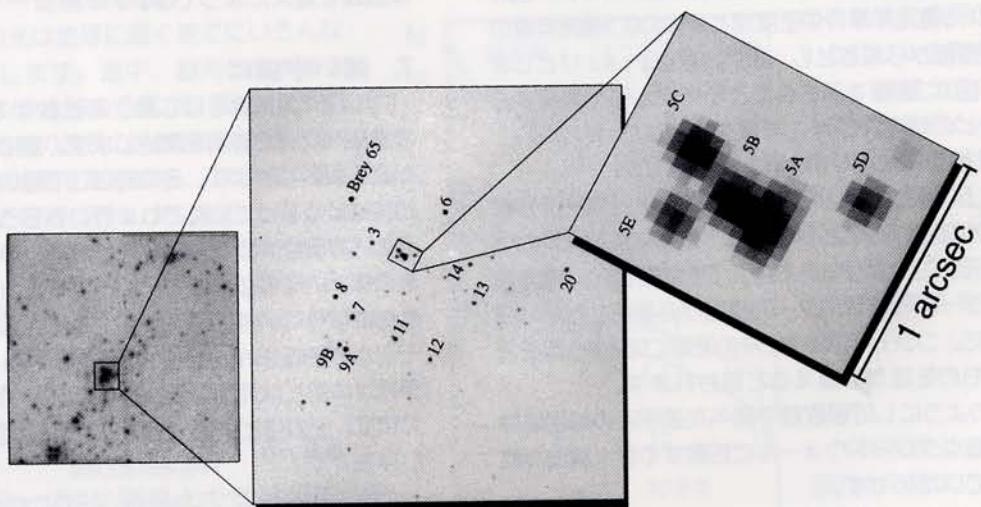
(はやしのともき・東北大学理学部物理)

測るたびに軽くなるダイエットに励む星？

ハッブル望遠鏡の高解像度カメラで大質量星にせまる

かつては、観測から太陽質量の100倍といった理論的には考えられないような大質量の星が発見されていました。大質量の星は進化が早く周囲の星間に与える影響も大きいので、星の質量の上限を観測的におさえるのは大切なことです。大マゼラン雲にあるかじき座30番星も、非常に大きな質量を持つ星として知られていました。しかし、以前にはひとかたまりだと思われていた星が観測の解像度が上がるたびに複数の星に分離されてきました。文献をさかのぼってみると、P. S. Osmer(1973年)の結論では太陽質量の90倍の星として観測されています。しかし、その後望遠鏡周辺の空気の影響を極力抑える努力がなされ、地上でも1秒角(1度の1/3600)を切る解像度で観測が出来るようになりました。ヨーロッパ南天文台のニュー・テクノロジー・望遠鏡(NTT)の観測では多くの星々に分解され、上限を太陽の50倍まで下げました(M. Heydari-Malayeriたち: 1993年)。彼らの観測でも、それらの大質量星がいくつかの星のかたまりであることはわかつたのですが、地球大気のためにちゃんと分離することはできませんでした。高解像度を求めるなら大気のない宇宙空間での観測が最適です。そこで、N. R. Walbornたちは、補正レンズをつけて絶好調のハッブル宇宙望遠鏡をそれらの星に向きました。するとHeydari-Malayeriたちが観測したもっとも大きな星は5つの星に分離するなど、多くのことがわかりました。これらの星も今後、分光観測などによってさらに複数の星に分離されるかもしれません。まだ、星の質量の上限を決定するには時間がかかりそうですね(アストロフィジカルジャーナル1995年2月1日号より)。

「星に願いを」と最後の望みを星にかけることがあります。かなわぬダイエットの夢を実現するにはもってこいの星ですね。でも、残念なことに日本では見ることができません。(MO)



地上の最先端の望遠鏡(NTT)で得られた領域(左)をハッブル望遠鏡で拡大すると(中央・右)多くの星に分離される。右の5つの星は今回初めて分離された。

海外 now

プラネタリウムの困ったちゃん

DANDAN(出雲晶子)

早いもので、プラネタリウムに勤めはじめたて12年になります。皆さん、最近プラネタリウムに行かれましたか？如何でした？なになに、投影はまあまあだったけど、2度と行く気がしない？むむ、それはもしかすると、プラネタリウム内に「困ったちゃん」がいたからではありませんか？

●困ったちゃんその1：泣く子供

(というより、それをつれ出さない母親)

困ったちゃん筆頭ですね。どんな名解説、名番組も台無しです。だれも、お子様には腹をたてません。つれ出さないおかあさん、そして職員に腹をたてるのですねえ。投影を中心してでも連れ出した方がよさそうです。

●困ったちゃんその2：おしゃべりする子供

これも気が散って投影どころではなくくなってしまいますね。自分の子供がかなりの大声でしゃべっていても、注意をしないご両親が多いです。その割に他人のお子様がしゃべっていると、うるさいといいます。お子様は、注意しに行くと、ほとんどはすぐ静かになります。でも、その横で若いおかあさんが私をにらんでいたりします。

●困ったちゃんその3：おしゃべりする生徒

お友だち同志..という集団は、その場にいって大声で注意をすると、注意されているのが自分たちだと周囲にばれるため、よくきます。女の子だと、終了後「ごめんなさい」とあやまりにくる子供もいて、(お客様に注意をした私の方があやまるべきなのですが)しばしが洗われます。

●困ったちゃんその4：おしゃべりする大人

えー、天文雑誌の投書にもありましたが、知ったかぶりのおしゃべりは他人を不快にさ

せるだけで、利点はありませんので、投影中のおしゃべりは心の中でなさって下さいね。

●困ったちゃんその5：ちぎる人

お見合いで置をムシるという笑い話がありました。入場券をコナゴナに切り刻んで、バラまいて帰る方がときどき…

●困ったちゃんその6：たたむ人

同様にリーフレットなどで鶴を折ってそのままおいて行かれる方がときどき…。作品はお持ち帰り下さい。

●困ったちゃんその7：おしこむ人

かんでいたガムを(場内は飲食禁止なっていますが)イスのくぼみ、ネジ穴などの細いすきまに押し込んで帰る人。置いて帰つてもいいから、紙にくるんで下さい。

★困らない人：寝ている人、2人の間に言葉はいらないカップル。全然困らないので、どうぞごゆっくり、あつカップルの人！くれぐれも行動は起こさないで下さいね！

(いづもあきこ・(財) 横浜市青少年科学普及協会)



「プラネタリウム版・マスターの法則」

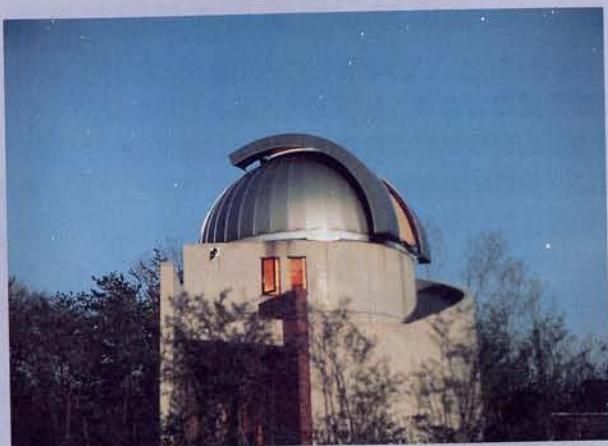
その8. 同業者やプラネおにくサ来ている時に限って、故障する。

②加藤おさむ@ハピコ・アストロドーム.

天文台めぐり

久万高原天体観測館

今回は四国の天文台をご紹介しましょう。四国には行ったことがないという方も多いことだと思います。交通の便が悪いのですが、そのおかげでどうか、光害も少なく満天の星空を楽しむことができます。その四国・愛媛県の山間部、久万町に久万高原天体観測館があります。当館は久万高原ふるさと旅行村という観光総合施設の一施設として'92年にオープンしました。6mドーム、40席のプラネタリウムと口径60cm反射望遠鏡



を備えています。天文台の周りには貸別荘（ケビン）やキャンプ場があり、泊りがけでゆっくりと星空を眺めたい方には便利です。その他ふるさと旅行村内にはフィールドアスレチック、釣堀、山村歴史館、復元民家、りんご園などがあり、家族やグループで自然を満喫することができます。また町内には美術館、ゴルフ場、スキー場、テニスコート、温泉もありますので、昼間は芸術やスポーツを楽しむこともできます。

光害の少ない当地では肉眼で見る星空も美しいのですが、何といっても60cm望遠鏡での星空散策は格別です。私たちの天文台では少人数で約1時間の観望会を1日3回行います。スタッフがその日、その時間の最も適したおもしろい天体を次々と入れて皆さんに見てもらうのが特徴です。もちろん易しい解説も交えながら宇宙の素晴らしさを体感していただきます。星たちの魅力を伝えるため、スタッフ一同お待ちしています。ぜひ一度自分の眼でお確かめ下さい。

天文台利用案内

- 時 間：毎週 火・木・土曜日
19時・20時・21時より（季節によって変更する場合があります）
- 受 付：予約制になっていますので、電話でご予約お願いします。
予約は3カ月前から受付開始、定員になり次第締め切ります
- 料 金：大人300円、高校・大学生250円、幼児・小・中学生200円
- 休館日：毎週月曜日、祝祭日の翌日、年末年始
- その他：当日が雨や曇りの場合は、観測会は中止となります。少人数向け宿泊設備、貸出機材もあります。希望者はお問合せ下さい。懐中電灯をご持参下さい。
- 交 通：JR松山駅から久万・高知行きバスに乗り1時間、久万駅下車後タクシー 10分

お問合せ先

久万高原天体観測館 TEL:0892-41-0110
〒791-12 愛媛県上浮穴郡久万町大字下畑野川乙 488番



スターウォッキング

「スターウォッキング」、別名「全国星空継続観察」というのをご存知でしょうか？

環境庁大気保全局と（財）日本環境協会の共催で1988年から夏・冬の年2回、全国各地で行われている行事で、自分たちの住んでいる地域の夜空の明るさを星をつかって調べてみようというものです。方法は、(1)肉眼での天の川の観察、(2)双眼鏡を使った星の計測（夏はベガの付近、冬はすばる）、(3)写真撮影（夏はベガ、冬はアルデバランを中心とした星野）の3つです。特に、(3)は、背景の濃度を測定機で正確に測り、夜空の明るさを客観的に決める材料になります。

こうして全国各地の夜空の明るさが毎年測られていますが、残念なことに、都市部を中心として日本の夜空は年々明るくなる一方のようです。

右の写真は、佐用・上月両町にまたがる大撫山で撮影した写真です。さて、今年はどうでしょう？十分に暗い天体を楽しめるほど西はりまの夜空は暗いでしょうか？

夜空が明るくなると、暗く淡い天体の観望や観測に支障をきたします。これを私たちは「光害」と呼びます。夜空が明るくなり星が見えにくくなることは、私たちを取り囲む大気環境が悪化していることを表します。ですから、一種の「公害」と言っても大袈裟ではありません。これまで、「光害」は公害対策基本法の中にも入っておらず、政府の対策として取り上げることはありませんでした。しかし、昨年12月の閣議で「環境基本計画」の中にこの「光害」が生活環境に悪影響を及ぼすものとして盛り込まれ、国の政策として「光害」に取り組む姿勢が示されました。

無秩序に夜空に放たれる光が、美しい星空を私たちから奪っています。その中には無駄な光がたくさんあるはずです。環境問題への関心が高まっている中、大気環境だけでなくエネルギー問題という見方からも、この「光害」について考えてみましょう。

(T.O.)

宇宙から見た夜の地球、日本列島のなんと明るいこと！



1994年8月7日撮影（80秒露出）
こと座のベガを中心とした星野



1995年1月31日撮影（150秒露出）
おうし座のアルデバランを中心とした星野



どんなモンダイ！

「恋するオリオン座」ということばをきいたことがありますけど、どうしてですか？

佐用郡上月町
景山ひろ子（10歳）



「うへん、聞いたことないぞ、私は」と困ってしまった研究員・小野智子がお答えします。（黒田台長いわく、「『恋する夏の日』なら知ってる！」）

しかし、なかなかいきな言い回しですねえ、コレ。いったいどこで聞いたんでしょう？

オリオンといえば、ギリシア神話の中では勇敢な狩人の姿で描かれていますから、「恋するオリオン座」なんてちょっとイメージが合わない気がしますね。でも、実は彼にまつわる恋物語はたくさん伝えられているようです。

オリオンは、メローペというキオス島の王女をひと目見て恋をし、結婚を申し込んでいます。でも、王様があまり結婚を先のばしにするものですから、とうとう怒って、メローペを力強く自分の中にしようとしたところ、王様に両目をつぶされてしまったそうです。

その彼の目は神通力(?)で治ったのですが、その後クレタ島に渡ったオリオンは、そこで狩猟の女神・アルテミスに仕えます。そして、ここでもアル

テミスと恋に落ちてしまいます。でも、勇者オリオンはたいへんもてる男だったようで、他の女性とも仲よくなります。アルテミスの妹である暁（あかつき）の女神・エオスとも恋をしたので、嫉妬したアルテミスは彼のもとにさそりを送って彼を殺しました。

死後、星座として夜空に上げられたオリオンは、今も未練たらたらで、昔結婚を申し込んだメローペ（プレアデス星団の星のひとつ）を毎晩追いかけているということです。

勇敢な狩人のほんとうの姿、とても「恋多き若者」だったようですね。



黄道12星座 ーおひつじ座ー

まま母の陰謀!!

おひつじ座は一般的に
勇気があり、冒険好き。
目的に向かってつき進む・・・という長所。
わがままで、細かいことを気にしすぎる。
けんか好き・・・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？

おひつじ座自体は、少しも目立たない星座です。でも、神話はとっても「すさまじい」話で、「泥沼」の世界です。というのも、イーノーという継母の存在のために起った悲劇でしょうか？

テーバイのアタマス王と、雲の精ネベレ（最初の妻）との間に2人の子どもがいました。その後、王は、イーノーを2番目の妻として迎えその間に子どもが生まれました。しかし、イーノーは自分の子どもの王位継承が遅れるのを我慢できず、先妻の子どもたちを追放することを思いつきました（おそらく計画の始まりです）。

まず手始めに、その年を大凶作にして、「神のお告げ」をうけるように仕組みました。そのお告げによれば、先妻の子をいけにえにすればいいということなのです（もちろんウソ！）。それを聞いた国中の人々は国王に「お告げ通りにしてください」とお願いしました（来年も凶作ではたまりませんから当然なのでしょうか・・・？）。

それに国王も仕方なく同意したのです（かなり冷たい）。イーノーは、計画通りに進んでいくのを満足そうに見ていました。

でも、そう簡単にはいかなかつたのです。

イーノーに追い出された先妻が、天に祈り続け、願いが通じたのです。神の使いのヘルメスが、子どもたちを助けるために『金のおひつじ』を送つたのです。



空から子どもたちを救ったおひつじは、そのままコルキスという国へ向かいました。しかし、途中で妹のヘレが海へ落ちてしましました。あまりに高いところから下を見たので目がくらんでしまったのです。兄のフリクソスも、妹を失い動揺してしまったのですが、おひつじが、「勇気」を吹き込み、無事に助けることができました。

その後、ヘルメスはコルキス王に金のおひつじの毛皮をおさめ、毛皮をはがされたおひつじを星座にしました。

おひつじは2人を助けるという使命を果たした後に、毛皮をはがれ、その毛皮を巡っての争い（50人の勇士を乗せアルゴ船がコルキスへ向かい毛皮を獲得する）が起こり・・・なんだか“かわいそうな脇役”（悪いことをしたわけじゃないのにね）。

さて、イーノーの「陰謀」は、結果として果たされたわけです。自分の目の前から2人を消し去れたわけですから。でも、この一族は、イーノーの策略以外にも争いが起り、あのヘラまでもが絡んできてイーノーの子どもも命を失い・・・（怖そうでしょう？）。おひつじの印象が薄くなるくらいの「血生臭い」話がこのあとにまだまだまだ続くのです。

（天文台・内海陽子）

シリーズ 銀河系をさぐる 第13回 潟をたどって

前回までのお話

読者のみなさんは、ちゃんと覚えておられるかもしれません、このごろ書いている本人のほう、どういう話をしていたか忘れがちなので、最初にちょっと思い出させてください。

このシリーズは、私たちの地球や太陽をはじめとする何千億個もの星が集まった「銀河系」を、みなさんといっしょにさぐっていこうというものです。このシリーズには、銀河系の中にあるいろいろな天体が登場します。それ以外にも、いろいろな「さぐり方」も登場します。このシリーズを読んだみなさんが、何か不思議なものに出会ったときに、ワクワクするような好奇心を持ちながらいろいろとさぐってみるようになってもらえば、そして、できればそのときに、このシリーズで取り上げたことが少しは役に立つてもらえば、と考えながら書いています。なかなかそんなにうまくお話できませんけどね。

それで、これまでの具体的な内容は、銀河系の中にある、星団や星雲といった天体や、星と星の間にいるガスなどをさぐったあと、前回と前々回では銀河系の中のたくさんの星がどんなふうに動いているのか、そして星が動き回っているどんなことが起こるのかといったお話をしました。

1. はじめに

銀河系というのは、たくさんある銀河の中の一つと考えられています。これがわかるまでには、なかなかたいへんだったのですが、そのお話はまたそのうちにということで、とりあえず、たくさんある銀河を眺めてみましょう。銀河というと、渦を巻いているものをすぐに思い浮かべる人もいるかもしれません、他にもいろいろな銀河があります。大きい銀河、小さい銀河、細長い（楕円型の）銀河、なんだかグチャグチャの銀河、赤っぽい銀河、青っぽい銀河などあるのですが、私たちの銀河系は、どんな銀河なのでしょう。他の銀河だったら、私たちは外から眺めていますから、どんな形をしているのかすぐにわかるのですが、私たち自身がいる銀河系の姿は、なかなかわからないのです。

たとえば、みなさんは自分の顔がどんな顔だか、どうやって知りましたか？ 鏡を見て？ でも、銀河系を写して見せてくれるような大きな鏡が、

宇宙に浮かんでいるわけがありませんね。鏡がなければ、自分の顔がどんな顔だか、どうやって知ったでしょうか？

こういうときには、とにかく、他の人でいいから、顔を見てみるしかなさそうです。「おや、あの人の顔には、あんなものがあるぞ。私の顔にはあるかな？」と、触ってみて、あるかどうかを確かめます。同じようなものがあったら、「あの人の顔と少し似てるんだな。」と考えて、どんな顔か想像してみる。とにかく、こういうことを繰り返していくしかないでしょう。このとき気をつけないといけないのは、何の顔を見るかはちゃんと選ばないといけないということです。トンボの顔のアップの写真を眺めても、私たちの顔を想像するのはたいへんです。人の顔でなくてはいけません。

2. 人のふり見て

銀河系の姿をさぐるためにには、他の銀河の姿を眺めてみるというのが、たいへん役に立ちます。星雲や星団を眺めても、銀河系の姿はわかりませんが、銀河を眺めれば、いろいろと想像ができます。人のふりを見て、自分の姿を考えようというわけですね。

銀河系には、他の銀河にあるような渦はあるのでしょうか？ それとも、ないのでしょうか？ これをさぐるために、他の銀河の姿を眺めてみましょう。そうすると、渦のある銀河の渦の場所に

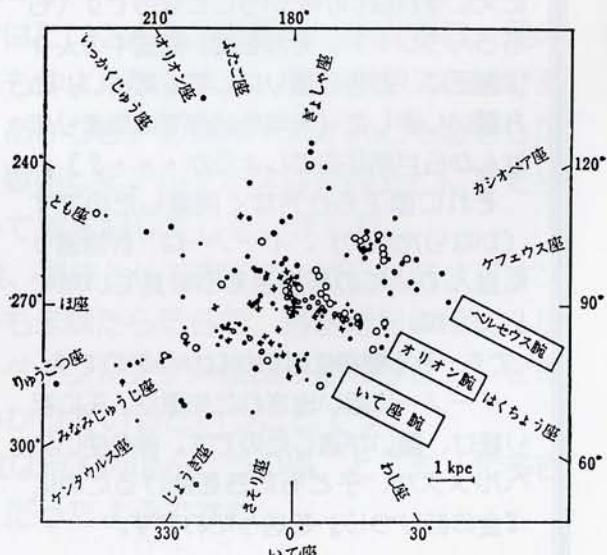


図 1

は、若くて青い星の集団や、水素の赤い色で光る星が生まれている場所などが並んでいます。細長い銀河だと若くて青い星の集団は見当たりません。青い星の集団は、グチャグチャの銀河にもありますから、青い星があるというだけでは渦を巻いているとは限りませんが、青い星の集団がどこにあるかをちゃんと測って、地図を書いてみれば良さそうです。渦があるのなら、その渦に沿って、青い星の集団が並んでいるのがわかるはずです。こうやって作られた地図が図1です。

この地図には、青い星の集団の他にも、他の銀河で渦の場所に見えていくものをいろいろとさがして書き込んであります。どうも、渦には見えませんね。でも、だいたい3本のすじに沿っているように見えますね。

考えたように行かず失敗してしまいました。これは、今考えてきたさぐりかたにまずいところがあるからです。星と星との間には、光を吸収してしまうことがあります。このために、遠くの方にある青い星の集団は全然見えないので、銀河系全体でどんな姿に並んでいるかたどっていくことができないのです。このことを考えておかなくてはいけません。

3. 電波はお見通し

図1のようすだと、銀河系には渦はあります。では、どんなふうにさぐれば、銀河系全体の渦巻の姿を知ることができるでしょうか？渦に沿って並んでいるものをたどらないといけないとには変わりありません。さきほどたどることができなかつたのは、遠くを見通すことができなかつたからですので、渦に沿っていて、しかも、遠くからでも見通すことができるものをたどつていけばいいはずです。

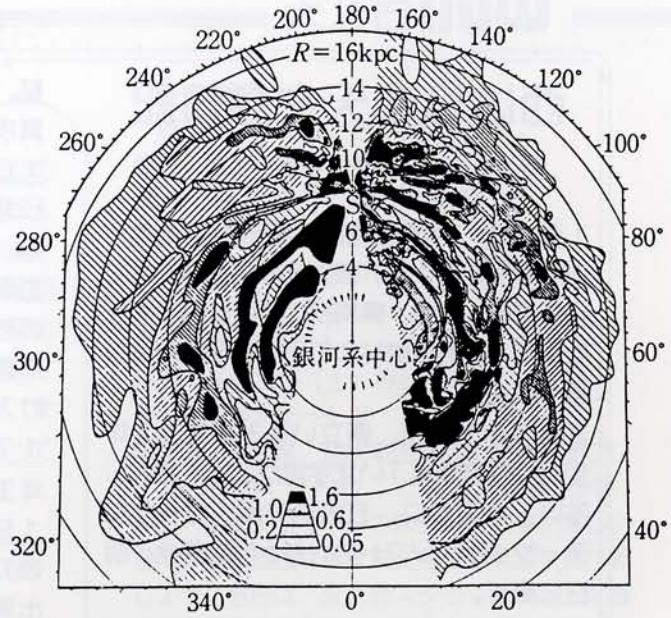


図2

光は星と星との間を通った後では、青い光がたくさん吸収されて、赤い光の方がたくさん残ります。つまり、青い光よりは赤い光の方が、赤い光よりは、赤のもっと先にある光の方が、遠くまで見通すことができるのです。赤の先には、赤外線、そのもっと先には電波があります。電波なら銀河系は、ほとんどお見通しということになります。

波長21cmの電波で中性水素の雲の濃さを描くと図2のようになります。「中性水素」などという言葉はわかりにくいかかもしれません、とりあえず、電波で見て、しかも渦に沿って見つかるものです。

ほんとうに電波を使って地図を描こうとする、他にもよく考えながら描かないといけないこともあります。今では、もう少し詳しく調べられていて、銀河系には渦だけではなく、真ん中の方に棒もあるらしいと考えられています。

(天文台主任研究員・石田俊人)

会員now

去る1月17日の兵庫県南部地震で、多くの会員の方が被災されたことと思います。心よりお見舞い申し上げます。被災地の会員の皆様、被災状況や安否はもちろんのこと、物資面・メンタルな面とともに必要なものに関する情報を天文台までお寄せ下さい。友の会としても、被災された会員の方々の地域を中心とした救援活動を呼び掛けたいと思っております。全国に散らばっている会員の皆さん、被災地へ向けての友の会のエールに是非ともご協力ください。

西はりま天文台日記

《2月》

1日（水） 兵庫県南部地震の被害の大きさに驚愕した1月、被災地の皆さん、共に頑張りましょう。県南部の交通は遮断されたまま、群馬県館林市こども科学館からの視察中止。

2日（木） 台長、県立いなみの学園3年生向け教養講座「いま宇宙がとてもおもしろい」の講師に。石田研究員、ワークステーションのソフトの立ち上げに懸命、明日に続く。

3日（金） ソフトの立ち上げの結果、パロマ写真星図CD-ROMもユニックスから読めるように。

5日（日） 名古屋市民御岳休暇村・河島総支配人他3名、遠路地震の見舞いに参上、義援金や品戴く。天文台公園は無被害なので使途を相談。一般観望会に15名。

7日（火） 小野研究員、シューメーカー・レビー彗星衝突時の木星像のCCD撮像データを一次処理して国立天文台渡部氏へ送付。

8日（水） 尾久土研究員、公開用パソコン立ち上げ作業。

10日（金） NTTの秋田氏、ミノルタの豊島氏来台、六甲天文通信館、プラネタリウム館などの地震被害状況を聞く。

11日（土） 地震で霞んでしまったが火星最接近日、時政研究員60cm望遠鏡で取りあえず？観望。大東市理科教育研究会の天文台研修も中止。

13日（月） 石田研究員、国立天文台計算機共同利用で野辺山宇宙電波観測所へ出張（21日まで）。

14日（火） 尾久土研究員、CCDカメラのホストコンピュータの調整。

15日（水） 出張の石田研究員を除く全員で、地震で狂った60cm望遠鏡の極軸調

整。方位、高度ともかなりのずれ、終了は真夜中。

16日（木） 国立天文台の伊藤節子氏から地震見舞いの義援金、友の会へ送付される、会で救援活動に使わせてもらおう。県労働福祉課の江良課長補佐、地震被災援助のあいさつに来台。被災者用に確保していた宿泊施設、グループ用ロッジのみ一般受け入れ再会。

17日（金） 台長、県立いなみの学園4年生教養講座講師に。

19日（日） 地震発生時に受信された電波の取材にNHK来台、時政研究員説明、出演。一般観望会は4名。

22日（水） 台長、地震被災者救援現地打ち合わせに神戸へ、須磨区役所と近隣の小学校、県庁など訪問、見慣れた光景の無惨な姿は言葉で言い表せない空しさ。久々の宿泊者向けに観望会をやった小野研究員、大感激！やっぱり宇宙はすばらしい！

23日（木） 天文台コロキウムで石田研究員紹介「大マゼラン雲での二重周期セファイドの発見」

24日（金） 天文台コロキウムで台長紹介「BL Lac天体と銀河集団の関係」

25日（土） 台長、地震救援活動打ち合わせで淡路島へ、北淡町、東浦町など人口比の被災数は最大、やはり「阪神」大震災ではまずい。

26日（日） 一般観望会に12名。

27日（月） 石田研究員、国立天文台計算機共同利用で三魔の天文台本部へ出張。

28日（火） 「2月は逃げる」、「3月は去る」などと昔人が言ったように、月日の経つのがこのほか早い。この冬すいぶん寒かったような気がするが、これは地震の恐ろしさのせいもあるらしい。平年より1月は0.6度、2月は0.3度高く、暖冬気味だったというのが気象台の発表。もうすぐ春、地震被災地にも早く本当の春が訪れるよう…（T. K）

☆印は会員の皆さんだけへのお知らせです。

☆【第30回友の会例会】

前号で中止の旨をお知らせしました友の会例会ですが、グループ棟一般宿泊受け入れ再開に伴いまして、1週間遅れの実施とすることになりました。急な決定でご迷惑をおかけしますが、多数のご参加をお待ちしています。なお、翌日行事の野外活動については中止とさせていただきます。また、参加申込方法が通常の例会と異なっておりますのでご注意下さい。

- ◆日時 3月18日（土）・19日（日）
 - ※翌日行事なし、宿泊のみ
- ◆受付 午後6:45～7:15 天文台ホールにて
- ◆内容 お話、クイズ大会、観望会他
- ◆費用 宿泊：250円（シーツクリーニング代）
 - ※宿泊はグループ棟のみです。
朝食：500円（要予約）

◆申し込み方法：

電話にて、会員番号、氏名、参加人数、宿泊人数、朝食数をお申し込み下さい。また、「スタッフやります」のひと言をお待ちしている（スタッフは当日午後4時集合です）。

申し込み電話番号：0790-82-3886

- ◆申し込み締切 3月17日（金）午後5時
 - ※宿泊定員になり次第締め切れます。

◆持ち物

会員カード、懐中電灯、コップ等
もちろん防寒着をお忘れなく！

☆【第31回友の会例会】

日時 5月27日（土）・28日（日）です。
ご注意下さい。

【第29回天文教室】

日時 4月9日（日）午後2:00～3:30

場所 天文台スタディルーム

演題 「惑星の誕生を電波で探る」

講師 面高 俊宏 氏（鹿児島大学教養部教授）

電波望遠鏡によって暗黒星雲中に回転するガス円盤が発見されるようになった。この円盤は惑星を生み出す源になっている。次々と明らかになっている原始惑星系誕生の謎を電波観測の現場から報告する。

【一般観望会】

宿泊なしで参加できる観望会です。

日時 毎週日曜日 午後7:30～9:00頃

受付 午後7:00～7:30 管理棟にて

※3月から夏期時間帯となっています。

※悪天候の場合は中止（午後6時決定）

【春の大観望会】

日時 4月29日（土）みどりの日

受付 午後5:00～6:00

観望天体 火星、球状星団M3、散開星団プレセベ（M44）、二重星コルカロリ等

ゴールデンウィークのスタートです！美しい星空が広がる西はりま天文台公園へ足を運びましょう。当日は、天文台スタッフによる天文講演会や豪華景品があたる天文クイズ大会など、メニューは盛りだくさんですよ！

☆天体写真大募集!!

6月に佐用町の画廊喫茶「亞都里絵（アトリエ）」にて、友の会の天体写真展を開催します。写真は四ツ切以上、バネルまたは額付き（できるだけ）、タイトル、写真撮影者等を付して応募下さい。締切は5月27日（例会日）。詳細は天文台へお問い合わせ下さい。

☆【投稿大募集！】

「写真サロン」では、皆さんからの投稿をお待ちしています。カラー写真に600字程度の文章を添えてお送り下さい。また、「会員now」では皆さんからのお便りを、「どんなモンダイ！」では楽しい質問をお待ちしています。どんどん投稿してね！

【友の会会員募集中!!】

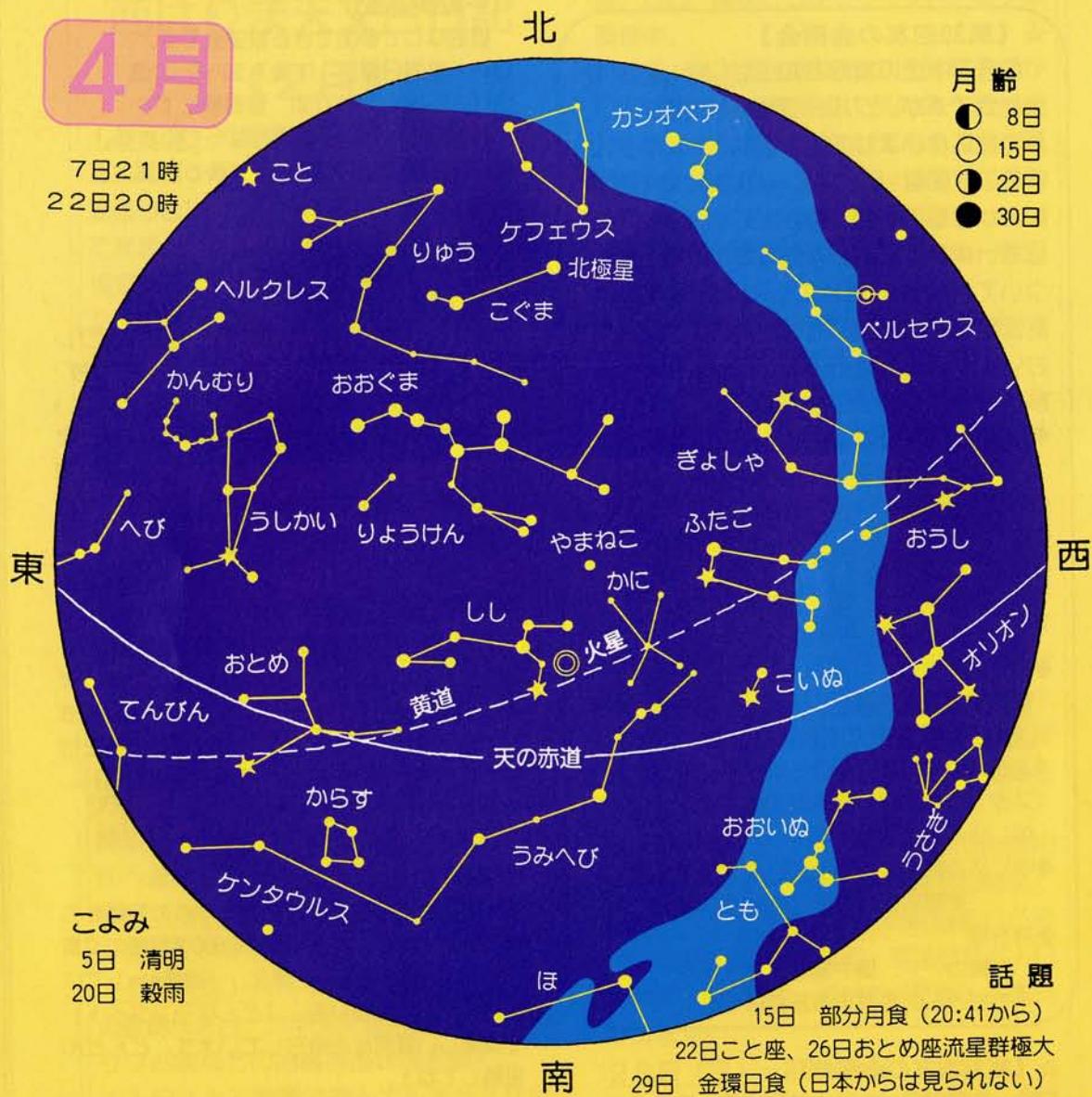
お友達や知り合いの方に友の会への入会をお勧め下さい。プレゼント会員制度もあります。

【表紙のデータ & 編集後記】

『冬の星々と天文台』1994年11月中旬撮影

Nikon FM2+Nikkor 24mm F1.4→3.5 (exp. ~60min)

ちょっと早めの宇宙nowをお届けします。弥生、吹く風もすっかり春らしくなってきました。とはいって、これを書いている現在、窓の外では小雪が舞っています。まだまだ油断は禁物。季節の変り目、健康には要注意ですよ！（T.O.）



早いもので、寒い寒いと言っているうちにもう春ですね。夜空も春の星座が、冬の星座達を押しのけるように広がってきています。頭の上付近にある赤い星は火星です。今はどんどん遠ざかっていますので、模様が見える日も少なくなっています。星座では、春が本番の北斗七星が堂々と輝いています。北の空高くにひしやくをひっくり返したように星が7つ並んでいます。このひしやくの柄のカーブを南の空への伸ばしていくと、1等星のアーカトゥルス、スピカへとたどれます。

さて、今月15日には全国で部分月食が見られます。月の北側が20時41分に欠け始め、21時18分に月の1割程まで欠けて21時55分に地球の影から出てきます。この月食は、今年唯一の月食ですし時間帯も程良く、30分間の天体ショーですから見逃すではありません。またこの日、月のすぐ西(月3個分)にはスピカが輝いています。