

宇宙NOW

No.262
2012

1

Monthly News on Astronomy from NHAO



パーセク：新たな旅立ちを

おもしろ天文学：X線で見える宇宙

from 西はりま：森本雅樹名誉顧問 1 周忌

from 西はりま：皆既月食レポート

黒田 武彦

渡邊 瑛里

黒田 武彦／鳴沢 真也

時政／高橋／前野

兵庫県立西はりま天文台公園





新たな旅立ちを

黒田 武彦

2012年の新春を迎えました。本年もどうか西はりま天文台公園をよろしくお願い申し上げます。

さて、天文台公園は1990年の開設ですから、早くも22歳を迎えます。2メートルなゆた望遠鏡が完成し、兵庫県立大学自然・環境科学研究所が附置されてからでも丸八年を迎えます。一見、順風満帆のように見える天文台公園ですが、周囲からはいろんな意見や提言をいただいています。

研究活動が停滞しているのではない、なゆた望遠鏡を生かし切れていない、天文台としてのまとまった活動展開がない、教育・普及活動にも新味がない・・・等々

多くの声が寄せられています。

そもそも、全国にもほとんど例がなかった研究と教育・普及を活動の両輪に据えてオープンした公開天文台でした。まさにこの活動形態で西はりま天文台公園を特徴づけようとしたのですが、天文台長を含め3人〜5人の時代は力不足でした。公開施設ですから、何と云おうが教育・普及が最優先だという風潮が根強い中、それでも力を合わせて国際共同観測に参加して惑星状星雲の中心星の変光を観測したり、ヘールボップ彗星の継続観測をして科学雑誌「サイアス」(朝日新聞社)を賑わしたりしていました。共同が力を発揮した時代でしたが、今ははつきり

と言って修正の時期を迎えています。

私の考えは、職員の自主性を尊重した活動形態の維持でした。自主性とは、自分に関することは自分で処理しようとする性質のことですが、残念ながら自分で好き放題にしても構わないと解釈する向きもあつたようです。これは私の指導性の欠如で、今後は天文台公園の進むべき道は大きくは一つであつてほしいと願っています。

二つのベクトルが、同じ方向を向いていると大きな力になるが、反対の方向を向いたベクトルは何の力にもならない、こう指摘された言葉が忘れられません。

行財政改革の荒波の中で、決して安閑としていられない状況の天文台公園にとって、一致団結して取り組んでいくことの大切さを教えてくれる言葉でもあります。

私は、天文台公園の準備段階から携わらせていただき、以来23年

間、やり残したことの方が多いのですが、一生懸命立ち向かってきたことだけは確かです。この3月で定年を迎えます。多くの方々に世話になり、心より感謝とお礼を申し上げます。

本年4月から若くて有能な指導者を迎えます。新たな天文台公園の一步が始まると思いますので、大いにご期待下さい。(くろだたけひこ・園長)



おもしろ天文学

X線でみる宇宙

渡邊 瑛里

現在私たちがさまざまな用途

で使用しているX線は、宇宙からもやって来いています。もし私たちの目がX線を感じる事ができたなら、普段見ている宇宙とはひと味もふた味もちがった賑やかな世界が見える事でしょう。

今回のおもしろ天文学では、X線についてお話した後、X線を放射している天体やX線を観測する衛星について簡単にご紹介します。

1. X線って何だろう？

★X線はエネルギーが高い電磁波
「X線」という言葉を聞くと、多くの人は健康診断でお馴染みのレントゲンを思い浮かべるのではないだろうか。レントゲン写真を撮影すると、普段私たちが目にしている光（可視光）では見る事のできない体の内部の状態を知ることができます。レントゲン写真では、機器から放射されたX線が体と反応することなく通り過ぎた部分は黒く、体の物質と反応し吸収された部分は白く映し出されます

（図1）。細かなコントラストは、体の内部にどんな物質があるか

や、物質の密度、X線が駆け抜けた距離（厚み）などによって決まります。可視光は体の表面ではじ

きとばされてしまうのですが、X線は可視光に比べて持っているエネルギーが高い電磁波・光子（電気と磁気の波・光の粒）であるため、体の表面ではじきとばされず、体の物質を蹴飛ばしたりしながら、からだの奥深くまで進んでいき、部位によっては反応し吸収されるためこのような写真が撮れるのです。

★エネルギーが高いと振動数が高く波長が短い波になる！

ヒモの先端を持って、新体操のリボンの選手の要領で腕を上下に動かし波をつくる遊びをしてみましよう。腕を1回ずつ上下させると、波が1つ出来ます。この時の振動の回数（振動数）は1とカウントできますね。振動させるスピードが早いと短い時間で波を作る事ができるので、おのずと波と波の間の距離（波長）が短くなる事



図1：レントゲン写真

クレジット：マイクロソフトクリップアート

がわかります。ある一定時間内にたくさん波を作ろうと思うと、体内にあるありったけのエネルギーをつかって腕を上下にたくさん動かさなければなりません。エネルギーをたくさん使わなければ、振動数が高く、波長が短い波は起こせないのです。言い換えれば、エネルギーが高い波は振動数が高く波長が短い波であると言う事ができます。X線は、エネルギーや振動数が高く波長が短い電磁波なのです！

★X線はどうやって生まれるか？

エネルギーや振動数が高く、波長が短いという特徴を持つX線ですが、宇宙空間ではどのように生まれるのでしょうか？これを考えるためには、原子や原子核、電子に登場してもらわなければなりません。原子はあらゆる物質を構

成している粒で、中性子と陽子から成る原子核の周りを電子が回っているという構造をしています。陽子はプラスの電気、電子はマイナスの電気を帯びており、質量は電子よりも陽子の方が約1800倍も大きいという特徴があります。そして原子は陽子や電子の数によってどんな性質であるかが違います。ここでは説明のために酸素原子に登場してもらいましょう(図2)。酸素原子は、陽子、電子をそれぞれ8個持っています。

さて、ある箱を用意して、その中にいくつかの酸素原子を入れてガスをつくり、温度を上げていきましよう(解りやすくするために酸素原子のみで説明していきますが、実際の宇宙空間では酸素原子だけの気体はありません、他の原子もまざった状態であることにご注意ください)。温度を上げていくと、酸素原子の運動のスピードが

アップし、「ここから出してよ!」と言わんばかりに箱の壁にがらんぶつかります。さらに温度を上げていくと原子にある変化が起こります。なんと原子の周りを回っていた電子がはがれたのです!はがれた電子は原子の束縛から逃れて自由に飛び回りはじめます。このような状態の高温ガスをプラズマと呼びます(図3)。

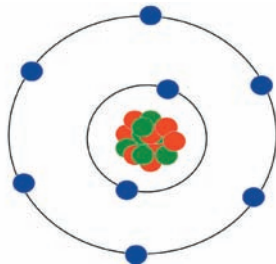


図2 酸素原子

赤が陽子、緑が中性子、青が電子を表している。陽子と中性子で原子核を構成している

このプラズマの温度をもっと上げていくと、原子の周りを回っていた電子が完全にはがれたプラズマになります(図4)。宇宙空間からやって来るほとんどのX線は、図3、図4のようなプラズマからやって来ます。もっともっと温度を上げて行くと、今度は原子核までもがバラバラになっていくのですが、そうなればもっとエネルギーが高い電磁波、ガンマ線

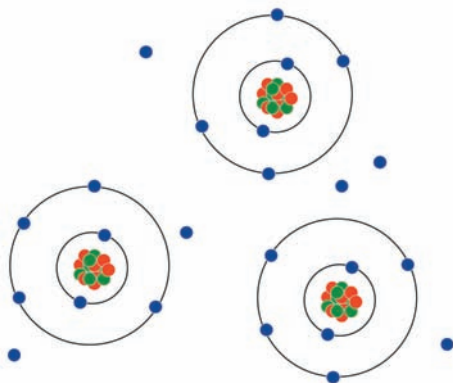


図3 プラズマ (その1)

が生まれるプラズマになります。
 温度が高く、プラズマ状態になったガスの中では、電子がはがれてしまった原子や自由電子、原子核が高速でビュンビュン飛び回っています。互いに高速で動いているために、自由に飛び回っている電子がぼろぼろになった原子の周りをまわる電子にドカンとぶつかり、ビリヤードのように電子を外に蹴飛ばしてしまったり、原子核と電子がニアミスし、電子が原子核にひつばられて運動の向きが変

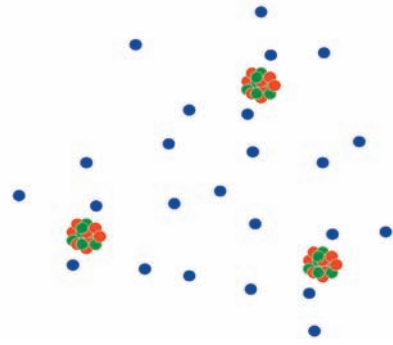


図4 プラズマ (その2)

わったりします。このように電子やぼろぼろになった原子、原子核などが互いにぶつかり合ったりニアミスをおこすことでX線が生まれます(図5、図6左図)。
 運動の向きが変わる(電子が加

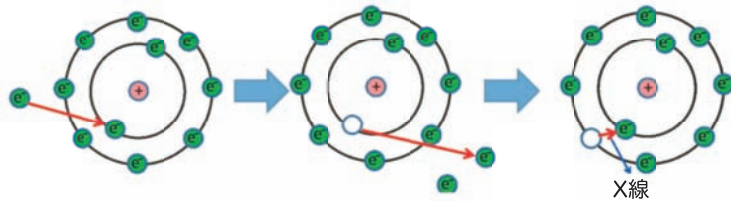


図5 X線 (その1)

速度をうける)とX線が発生することが不思議に思えるかもしれません。理解のために少しイメージしてみましよう。例えば道路を猛スピードで走っている1台のオープンカーがあつたときします。その

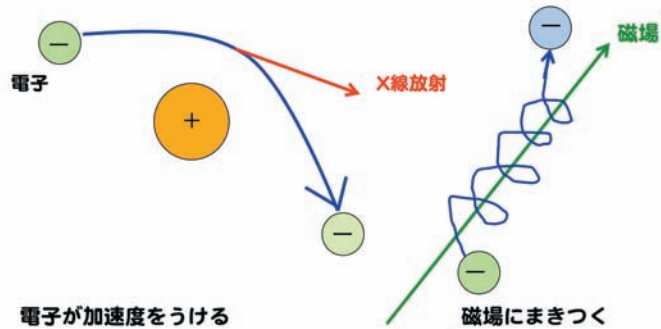


図6 X線 (その2)

オープンカーを電子と考えてください。オープンカーの運転手が予告なしに急にハンドルを切ったら、乗員や荷物は外へ放り出されてしまいます(実際には電子自身が急ハンドルを切ることは無く、原子核や原子の存在によって方向転換を余儀なくされています)。放り出された乗員や荷物を電子の一部と考え、この電子の一部が放射されたX線であると考えることが出来ます。
 さらにプラズマの中に磁場があるような場合はもつと面白いことがおこります。電子のような電気を帯びた粒子と磁場はとっても仲良しなので、電子が磁場の近くを通り過ぎようとすると、磁場がまるで赤ちゃんをあやすように電子と遊ぶのです。どういう風に遊ぶかという、例えば自由に飛び回る電子が磁場の近くを通り過ぎると、磁場にぐるぐるまきつくように運動するのです(図6、右図)。

まきつくことで運動の方向が変わるのでX線が生まれます（なぜ巻き付くのでしょうか？それは中学校で習った「フレミングの左手の法則」を考えれば解決します！）。

生まれたX線は、高温プラズマからスムーズに飛び出して来るのでしょうか？いいえ、そんなことはありません。生まれたX線は電子などにぶつかって吸収されてしまうことがあります。X線を吸収した電子などは吸収した分だけエネルギーが高くなるので、飛び回るスピードがアップしたりします。X線もまた高温プラズマの中で電子などにぶつかったり、蹴飛ばされたりしているのです。そして見事、高温プラズマから飛び出してきたX線が地球で観測されるのです。

★X線はどうやってやってくる？
高温プラズマ内で生まれたX線は、宇宙空間、つまり真空を伝わ

って地球までやってきます。真空中は何もない空間であるはずなのに、電磁波が伝わって来るなんて、とても不思議な気がしませんか？私は長年、それがとても不思議で不思議で仕方なかったのですが、最近恩師と話をしている中でじっくり来るイメージを持つ事ができました。折角なのでそのイメージを紹介したいと思います。それでは一緒にイメージしてみましょう。『みなさんがある山の奥深くにハイキングに行ったある日の事です。楽しく歩いていると、ピタッと水面が止まった美しい湖に遭遇しました。ちょうど図7のような美しい光景です。風もなく、水面は静かにぴたっと止まった状態です。その湖を静かにずっと見ていたら、あるとき木の葉っぱが一枚ひらりとその湖に落ちました。その瞬間、止まっていた水面に図8のような波が立ちました』イメージできましたか？こ



図7 湖の写真
クレジット：マイクロソフトクリップアート



図8 波がたった写真
クレジット：マイクロソフトクリップアート

の水面が波立つイメージこそ、X線が宇宙空間を伝わってくるイメージに大変近いイメージです。真空中は何もない空間であるとしても思っていたのですが、実はそうではなく、いろいろな物の素（質量の素とか、電気の素とか、磁気の素とか）がぎゅうぎゅう詰めになつて、ピンと張りつめた緊張状態の空間であるという事が最新の物理学で明らかになってきています。真空中の中でも重要なのは電気の素と磁気の素です。さきほどの

プラズマ状態の中で原子核や電子がない場所は真空と考える事ができます。その中を電子がピュンピュン動くと、真空中の電気と磁気の素が刺激され、水面に波がたつたのように真空が波立つのです！その波が地球まで伝わってやってくるのです。

2. X線で輝いている天体たち

宇宙に存在するさまざまな天体が、X線で輝いています。1章で、X線はエネルギーが高い電磁波であるとお話しました。そのエネルギーは可視光の数千倍です。つまりX線で宇宙を見るという事は、高エネルギーの電磁波を放射している現場を見ているという事になります。それは地球では考えられない超高温などの極限の世界です。私たちが観測できる宇宙の物質の実に80〜90%はこのような高温の世界だと言われています。天文学者は宇宙にあるさまざまな天体から放射されているX線を観測し、高エネルギーの宇宙の姿を解き明かそうとしています。

天体によって少しずつ環境が違います(例えば磁場の強さ、プラズマの温度など)、X線がどのように生まれるかは、1章のお話がすべて基本になっています。1章でお伝えした原理がいろいろな

天体に応用できるのです!! ここでは2つの天体をご紹介します。X線が生まれているところを想像しながら、X線を放射している天体をながめてみましょう。

★超新星残骸と中性子星

図9の写真は一体何かわかりますか? M1「かに星雲」です。

かに星雲は、太陽よりも重い星(約8倍以上)が最期を迎え、超新星爆発という大爆発を起こした結果誕生した、超新星残骸という天体です。もやもやと見えているのは爆発時に星から放出されたガスです。この超新星残骸の中心には、ガスをばらまいた星が中性子星となつて存在しています。

図9の写真が『かに星雲』だと言われて、少し違和感を覚えた方もいらっしゃるでしょう。この写真は、可視光とX線の写真が重ね合わさった写真だからです。赤は可視光、青はX線で撮像されたも

のです。可視光で見るとおなじみの「かに星雲」を見る事ができますが、X線で見ると中心にある中性子星を取り囲むようにリングとジェット構造が見えます。可視光とX線ではまったく違った世界が見えている訳です! また、この天体からはピツピツと心電図のようなパルス信号がやって来ています。おもしろいでしょう!

では、この天体ではX線はどのようにして放射されているのでしょうか? 実は多くの事はまだ謎のままです。いろいろな物理的な事がらが重なって、最終的にパルス信号やリングとジェット構造ができあがっているのですが、それらすべてをすっきりと説明できる理論はまだできあがっていないのです! しかし、それぞれ天体の一部を見て「こうなっているんじゃないかな?」という理論はありま

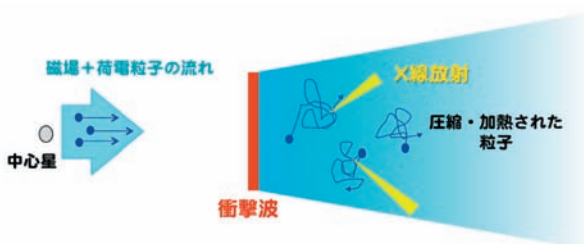


図9 かに星雲の写真(右)。クレジット: [X-ray: NASA/CXC/SAO/F.Seward; Optical: NASA/ESA/ASU/J.Hester & A.Loll; Infrared: NASA/JPL-Caltech/Univ. Minn./R.Gehrz]

図10 中性子星(上)。クレジット: 2010年 山形大学大学院理工学研究科 宇宙物理学研究室 大澤 健 修士論文スライドより

す。例えば、図10をご覧ください。
図10のように、かに星雲の中心にある中性子星からは、プラズマと磁場のエネルギーの風がびゅうと吹き出していると考えられています。その風はずっとどこまでも吹き抜けていくわけではなく、周囲にある超新星残骸などにドカンとぶつかるのです。すると、この風と超新星残骸との圧力などがバランすところ、に衝撃波というものができます。衝撃波は風をぎゅっと圧縮・加熱します。その圧縮・加熱されたプラズマからX線が放射されていると考えられているのです。

★銀河団

図11は何の写真だかわかりますか？これは両方とも銀河団の写真です。左は可視光で見たときの銀河団で、右は同じところをX線で見た時の銀河団です。銀河団と

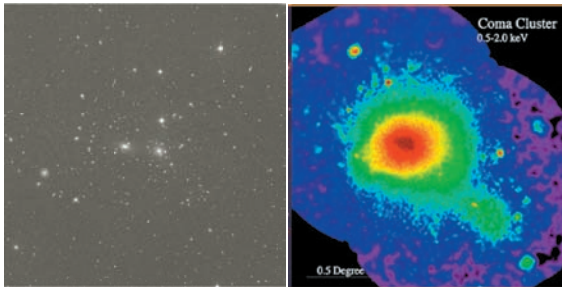


図11 可視光（左）とX線で見た銀河団
クレジット：【DSS】、【ROSAT/MPE/S.L.Snowden】

は銀河が集まってできた銀河の集団です。可視光では、銀河団を構成している銀河たちを見る事ができますが、X線では銀河と銀河の間に満ち満ちている数百万度の高温のプラズマが見えます。銀河団でも可視光とX線では違った世界が見えていくことがわかります！そしてX線は、高温プラズマから放射されています。

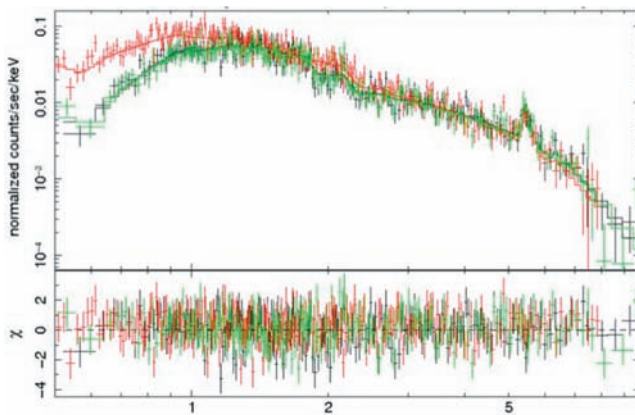


図12 銀河団のX線のスペクトル

縦軸はX線がどれくらいやってきているかを表していて、横軸はX線のエネルギーを表している。スペクトルの右側にある角のように尖った部分は銀河団に鉄がある事を表している。【Watanabe, et al.】

また、銀河団からどのエネルギーのX線がどれくらい来ているかを調べられれば（つまりはスペクトルを調べる事ができれば）、銀河団にどんな元素があるのか、そしてどんな温度の高温プラズマなのかを知る事ができます（図12上段）。

3. X線天文衛星たち

最後に、宇宙から来るX線がどのように観測されているのかをお話します。宇宙からやってくるX線は主にX線天文衛星を使って観測されています。X線は地球の大気に吸収されやすいので、地上に望遠鏡を設置することができません。衛星や気球などを打ち上げて、検出器を大気圏の外へ持つていかなければならないのです。

現在宇宙ではさまざまなX線天文衛星が活躍しています。日本は今までに5台のX線天文衛星を打ち上げており、現在は2005年に打ち上げられた「すざく衛星」が活躍中です（図13）。すざく衛星は2005年7月10

日にM・V・6号ロケットで内之浦宇宙センターより打ち上げられ、570キロ上空を周回しています。今こうしている瞬間にも、すざくは地球の周りをまわりながら宇宙からやってくるX線をとらえているのです！



図13 すざく衛星

★X線天文衛星を少しだけ紹介

X線天文衛星とはどんなものなのでしょう？ 現在活躍している日本のすざく衛星を中心に紹介します。すざく衛星には、X線反射望遠鏡、X線CCDカメラ、

硬X線検出器、マイクロカロリメーターという装置が搭載されています。「難しそうな名前の装置がずらりとならんでいるなあ」とお思いになるかもしれませんが、「反射望遠鏡」は親しみを持てる方もいらつしやるのではないのでしょうか？「反射望遠鏡」と聞くと、みなさんが普段使う反射望遠鏡が思い出されますが、X線は可視光とは違いエネルギーが高い電磁波です。普通の鏡ではX線が鏡を突き抜けてしまい反射することはできません。そのため「反射望遠鏡」という言葉を使っているX線反射望遠鏡は可視光の望遠鏡と構造が大きく違います。

図14をご覧ください。これがX線反射望遠鏡です！ どうですか？ぱつとみると、まるでバームクーヘンのように見えます。さまざまな研究者や技術者がいろんな事を検討して作り出したのだと思うと、とっても愛おしく見えてきますね。バームクーヘンのように



図14 すざく衛星の反射望遠鏡

1枚1枚の薄い板がたくさん並べられており、その1枚1枚がX線反射望遠鏡の鏡たちです。X線反射望遠鏡は、可視光で使う鏡の代わりに薄いアルミ板の表面に金のまくを貼付けた構造をしています。これらの鏡たちをつかってX線を反射させるのです。すべてのX線天文衛星がこのような反射望遠鏡を持つているわけではありません。例えば、アメリカが打ち上げているチャンドラ衛星はまた少し違った反射鏡をもっています。それぞれの国でそれぞれ違った持ち味の衛星を打ち上げており、美しいX線写真を撮る事が得意な衛星も

あれば、X線をたくさん集光し、どんなエネルギーを持ったX線がどこからどれくらいやって来たかを調べる事が得意な衛星もあります。それぞれの得意技が生かせるように、衛星が設計されているのです。「高エネルギーの宇宙を解き明かしたい！」という気持ちはどの世界の研究者もみんな一緒ですが、「それをどうやって達成していくか」というところでいろんな工夫があることがわかります。もしみなさんが自分独自の面白いアイデアを持つ事ができれば、自分だけの分野を切り開く事も夢ではありません！

日本では、現在活躍中の「すざく」衛星をより進化させたAstro-Hと呼ばれる新たなX線反射望遠鏡が打ち上がる予定です。今後はAstro-Hの新たな発見に期待です！

(わたなべ えり・嘱託研究員)



from 西はりま...

森本雅樹・元園長の納骨式がありました

黒田 武彦

森本雅樹さんを天文台公園の園長にとお呼びした責任上、できる限り森本さんの希望に沿うようがんばってきました。「黒田さん、飲みに来ない？」と誘われれば喜んで飛んで行き、「おじさんツアーコンダクターが夢なんだ」と言われれば、事務局となつて「森本おじさんのサイエンスツアー・ひょうごは大きな博物館」を実践したりと随分楽しい時間を送らせていただきました。

そんな森本さんが亡くなつて一年、昨年十一月二十日、東京の小平霊園で納骨式がありました。ご親族、ご友人に混じつて、天文関係者で参列させていただいたのは、森本さんのそれぞれのステージで深く関わった海部宣男さん、宮澤敬輔さん、面高俊宏さん、それに黒田でした。

小平霊園には、鷺ノ宮の森本宅の隣人であつた作家の壺井栄さんのお墓をはじめ、著名人のお墓がいっぱい並び、森本さんもすぐに仲間入りだね、などと話し合いました。



森本さん（右から2人目）と"耐"仲間

森本さんのサインは宇宙は宇宙でも、うかんむりに焼酎の酎を書いたものでしたが、自筆のサインが大きく墓石に刻まれています。モリモトマサキとハートマークももちろんです。

亡くなつても楽しい空間を演出してくれる森本さん、みんなが森本さんの傍に行きたがっています！（くろだ たけひこ・園長）



森本さんの遺骨が納められた墓石、刻まれた文字は必見の価値あり！

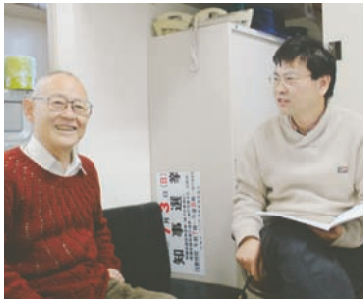


献花される森本夫人・せつさん



森本雅樹一周忌・西日合同 SETI 観測

鳴沢 真也



SETI について議論をするありし日の森本顧問と筆者（右）

11月16日は故・森本雅樹名誉顧問（当時）の一周忌でした。森本さんは電波天文学の権威だったばかりではなく、日本の SETI（地球外知的生命探索）のパイオニアの一人でもありました。森本さんと共同研究者らが書いた SETI に関する論文は「ネイチャー」にも掲載されています。また、森本さんと平林久さん（当時野辺山宇宙電波観測所）は日本人として初めて Active SETI を実行された方です。Active SETI というのは地球の方から地球外知的生命（が存在すると仮定した星）へメッセージを送信することです。森本さんを偲ぶ意味もふくめて11月

16日、日本とスペインの合同 SETI 観測を実施しました。これは私がプロジェクト・マネージャーをしている世界合同 SETI 「ドロシー計画」（本誌2011年3、4月号参照）の第4次観測として行なわれたものです。ターゲットは、海があるかもしれない惑星を持つ（またはその可能性がある）星で、おひつじ座イータ星、かに座55番星、NASAの探査機「ケプラー」が発見した2つの惑星です。高橋無線局（京都市）、和歌山大学、山口大学、高知高専、東海大学（熊本市）、カルドナ観測所（スペイン）の6施設7台の電波望遠鏡がこれら4惑星に向きました。

広大な宇宙に隣人を探すが、小さな地球の平和につながるというのが森本さんの持論でした。そんな森本さんを思い出しました。現在はデータ解析中です。はたして知的生命が送信している電波が受かるでしょうか？森本さんが素敵な発見に導いてくれることに期待しています。

（なるさわしんや・主任研究員）



和歌山大学でのリハーサル観測にて（10月31日）



高知高専／NASA 木星電波観測所（仁淀川町）のログペリオディックアンテナ（右）今回からドロシー計画に参加した和歌山大学の1.2mアンテナ（左）





from 西はりま . . .

皆既月食 中継レポート

時政 典孝



地球の影に入り皆既となった月 (23:20 頃)。地球の大気をすり抜け屈折した赤い光が月に届き、暗く赤い月が浮かび上がりました。透明感のある皆既の月は、何度見ても飽きません (兵庫県立大学附属高校生撮影)

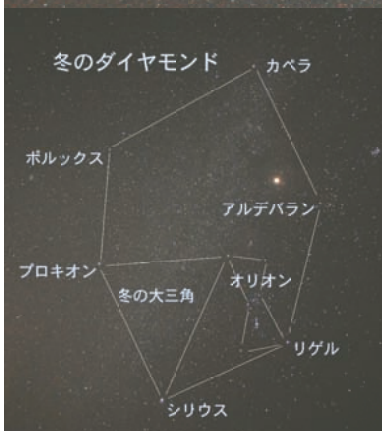
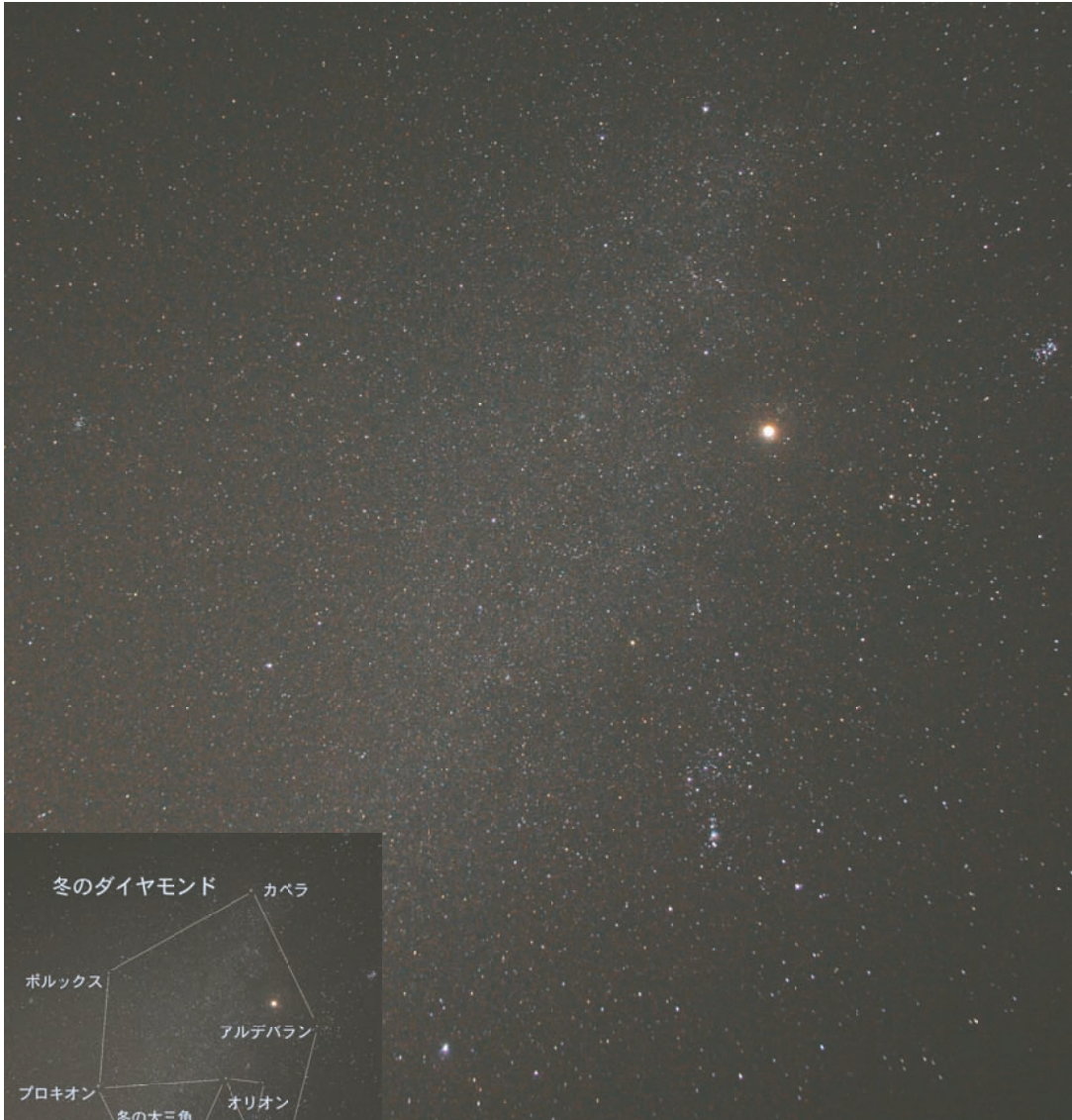


部分月食中の月 (21:50 頃)。欠け始めると見る見るうちに欠けた部分が大きくなっていきます。(兵庫県立大学附属高校生撮影)

部分月食中の夜空の様子 (22:30 頃)。まだ月明かりが明るく暗い星は見えません。ところが皆既になると。左ページの写真と比べてみてください



月食の月の形の変化。時間の順は右からとなっています。地球の影の大きさが想像できます



冬のダイヤモンドの中の皆既月食 (23:40 頃)。皆既になると満天の星空が広がり、冬の天の川がくっきりと見えました。また、ふたご座流星群のものと思われる流星がいくつも見られ、楽しみがつきない天文ショーでした



from 西はりま...

見えた！ほんのり赤い月

～ 400 人で眺めた皆既月食特別観望会～

前野 将太

去る12月10日の皆既月食の日。この日は土曜日で、かつ欠け始めが21時45分と好条件であったため、西はりま天文台公園では特別観望会を開催しました。なゆた望遠鏡では高倍率になり過ぎますので、小型の望遠鏡を3台芝生広場に出し、時々、ライトを使った星座の案内をするなどして24時まで延べ400名の参加者と月食を楽しむことができました。昼間の曇天がまるで嘘のように月食中は冬の天の川が見えるほどの快晴に。月が全て隠れる瞬間や流れ星が見えるたび、寒さも吹き飛ぶくらいの大きな歓声があがりました。

今回の天文現象は、何と言っても5月21日の日食です。東京や大阪などで金環日食が見られ、ここ西はりま天文台公園でも9割以上が欠ける部分日食となりますが、残念ながら平日の早朝であるためにイベントは行いません。ですが、6月4日（水）の金星の太陽面通過の際は観望会を行いますし、8月12日のペルセウス座流星群の極大に合わせて行うスタロダストは今年は夜半まで月明かりに邪魔されずに流れ星の観察ができ、満天の星

と流れ星の競演が楽しいイベントになりそうです。

（まえのしよた・嘱託研究員）



観望会前に月食について説明する鳴沢研究員。参加者が多く、スタディールームには入りきれないので天文台の建物にスライドを投影しました（左）。渡邊研究員は星座の案内を担当しました

欠け始め	21時45分
皆既始まり	23時05分
食の最大	23時31分
皆既終わり	23時57分
食の終わり	25時18分

天文台南館の壁に投影した月食のタイムテーブル。なぜか写真撮影をする人が多かったです



小型の望遠鏡は星のソムリエ®や友の会のみなさんが担当してくださいました。10台用意した双眼鏡も人気が高く、自分で月に向けて喜ぶ小さいお子さんも



皆既月食中の地球照を偏光観測しました

高橋 隼

月が細まるにつれわき上がる歓声を下の方に聞きながら、私は独り天文台北館4階の60センチ望遠鏡観測室にいました。一人で優雅に観望会——というわけではなく、研究のための観測をしていました。テーマは地球照の偏光観測です。

宇宙NOW2011年9月号で記事を書きましたが、地球照は「第二の地球」を発見するための準備として重要な観測対象です。地球照というと、普通は、三日月のようなときに地球の光で月の暗い部分が淡く照らされることをいいます。皆既月食中は赤い月が現れましたが、あの赤い光も地球をかすめた光なので、ある意味で地球照です。

偏光観測とは、光の振動方向の偏りを測る観測手法です。反射を経て届いた光を偏光観測することによって反射する面の情報が得られます。なぜなら、反射面の種類によって偏光の仕方が変わるからです。一度きりの観測ではなく、小さい位相角から大きい位相角まで、角度をできるだけ幅広く変えて観測するほうが、詳しいことがわかります。位相角とは、

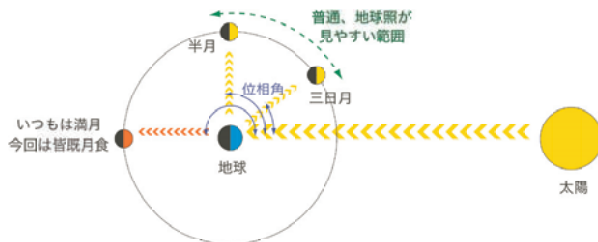


図1. 太陽、地球、月の位置関係と位相角

地球照の場合、太陽—地球—月のなす角のことです（図1）。

普通の地球照が見やすいのは、三日月のように月が細い頃から半月の頃までです。位相角で言うところ、30度から90度くらいまで。位相角が90度よりも大きくなると、月が太すぎて、地球照が見えづらくなってしまう。まして位相角が180度のときは普通は満月なので、地球照の部分がありま

せん。つまり、位相角180度の地球照を観測することは、いつもは不可能なところがある。月食のときだけは、位相角180度の地球照を観測することができる。

ます。特に皆既月食では月光に邪魔されません。今回はそんな貴重な機会ということで、観測させていただきました。天気にも恵まれ貴重なデータが得られました。撮れた画像のひとつが図2です。

友の会観測デーの時間に60センチ望遠鏡を使わせていただきありがとうございました。

というわけで研究にとつては有益な夜でしたが、観測をしていると慌ただしくて月食を落ち着いて楽しむことができません。薄暗い部屋で独りパソコンのモニターばかり見ているのも寂しいものです。今度は多くの皆さんと一緒にゆつたりと月食を楽しみたいとも思いました。

（たかはしじゅん・嘱託研究員）

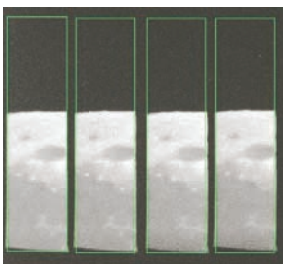
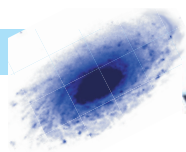


図2. 皆既月食中の地球照の偏光観測画像。4つの振動方向毎に撮像している。4つの画像に明るさの違いがあれば偏光している、なければ無偏光ということになる



銀河団プラズマのダイナミックな衝突！

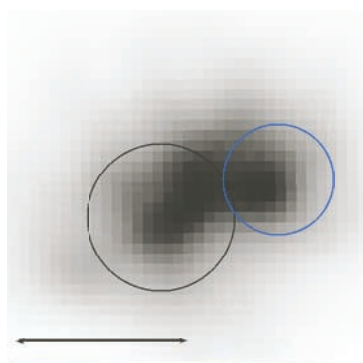
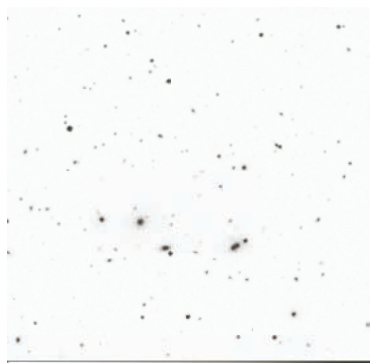
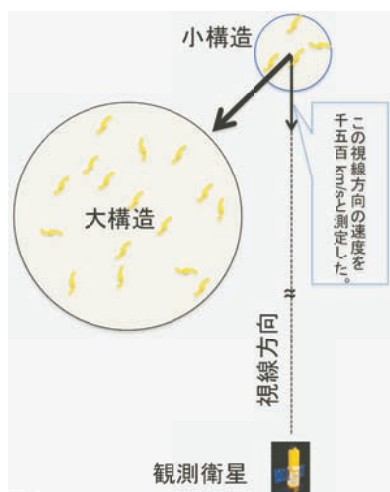
渡邊 瑛里

みなさんは、銀河団という天体をご存知ですか？ その名の通り銀河が集まって集団になっている天体です。銀河団は目で見える電磁波（可視光）で見ると、銀河があつまっている様子を見る事ができますが、もっとエネルギーの高い電磁波である X 線で見ると、銀河のあいだに満ち満ちる高温プラズマ（高温のガス）を見る事ができます。しかし銀河団を構成するものは、それだけではありません。目では直接見る事ができない、暗黒物質が銀河団中にあるのです。銀河団中の銀河、高温プラズマ、暗黒物質のそれぞれの質量比は約 1:5:30 と言われています。銀河団の質量のほとんどを暗黒物質が占めているのです！銀河団は、銀河団同士が衝突・合体を繰り返すことで、より大きな銀河団を形成していくと考えられています。しかし、その現象の詳細（例えばプラズマ同士の衝突速度など）は、観測から直接的に測られたことはありませんでした。

今年 11 月の下旬に大きなニュースがありました。日本の宇宙科学研究所 宇宙科学情報解析研究系の 田村隆幸 助教を中心とする研究グループが、日本の X 線天文衛星「すざく」で Abell 2256 という銀河団を観測し、銀河団の高温プラズマが衝突・合体をしている現場が初めて直接的にとらえられたのです！！それは、大きな銀河団と小さな銀河団の

高温プラズマが秒速 1500km という高速で衝突している証拠をとらえたというものでした。秒速 1500km という、どれくらいの速さか想像ができますか？単純に距離だけを考えれば、地球を出発して約 4 分後に月に到着する事が出来る速さです。

今までは、銀河団の高温プラズマ同士がこのように高速で激しくぶつかり合っているとは考えられていませんでした。銀河団への知識をぬりかえる、新たな発見であったわけです！「どうしてこんなにも高速でぶつかり合っているのか！？」今後この謎に挑む事で、銀河団同士の衝突・合体についての理解が進むだけでなく、銀河団中に存在している暗黒物質の質量や分布を推定するなど、ますます研究が進んでいくことでしょう。



Abell 2256 の写真。右がすざく衛星の撮像した X 線画像。それぞれの銀河団が青丸と黒丸で示されている。画像内の矢印の長さで百万光年をしめしている。左は可視光画像であり、すざくが撮像した領域と同じ領域の画像である。銀河団を構成する銀河が見えている

3日(土) 渡邊研究員、はりま宇宙講座の運営のため、加古川市立少年自然の家へ。

4日(日) 今度は前野研究員が加古川自然の家へ。同じくはりま宇宙講座の講師。たつの市の市民から火球情報。20時40分頃にかなり明るいものが流れたらしい。

5日(月) 昨日の火球について、奈良と加西市の方からも目撃情報。衝突銀河についての質問電話もあり。坂元研究員対応。

6日(火) 係長会議。キラキラch収録、渡邊研究員が松田研究員をインタビュー。ギャラツド彗星について。

7日(水) 天文台スタッフ会議、なゆた望遠鏡による今後の研究観測がテーマ。

8日(木) 野村課長補佐と私、佐用警察署へ、10日の皆既月食特別観望会の警ら要請のため。圓谷研究員は助成金を受けているセコムへ。初年度の研究の報告など。

9日(金) 皆既月食について、一般の方からの質問多数。

10日(土) 皆既月食特別観望会に400人以上参加。ラッキーなことに皆既中はほぼ快晴。友の会観測デー参加の方も月食を満喫。

11日(日) 前野研究員、加古川総合文化センターへ。はりま宇宙講座「星空の文化に親しむ」。



12日(月) 研究の進捗状況を研究員間で検討しあう「サイエンス・ワーキンググループ」を私が主催。今日はその第1回目。ふたご座流星群について問合せ電話多数。夜はシーイングよく、大小複数の渦が見える木星像に

驚愕。
16日(金) 冬の大観望会の打合せ会議。

18日(日) 下代組機工、なゆた望遠鏡の時計のメンテナンス。神戸大学合宿、4月から県立大学教授に内定している伊藤洋一氏も来台。高橋研究員は60センチで地球照の偏光観測。

21日(水) なゆた望遠鏡運用会議。運用委員3名、伊藤洋一氏、天文台全スタッフで熱い議論。本日からおうし座V773の同時観測。X線から電波までの多波長観測。西はりま天文台では、なゆたで近赤外線観測(時政・高橋研究員)、60センチでは中央大学の飯塚亮氏(当天文台元研究員)と松村和典氏が可視光観測。

22日(木) 当天文台の元研究員で名古屋大学の内藤博之氏によるコロキウム、さそり座新星V1280について。退職後もコッコツ研究を継続しているよう。石田天文台長、ひょうごミュージアムフェアで神戸へ。私は21時から豊中高校生にSE

TI(地球外知的生命探索)の講演。熱心な生徒らで、講演後も質問のため研究室を訪ねてこられた。

23日(金) 天文講演会は東京薬科大学の山岸明彦氏による宇宙生物学の話。地球の生命の起源と火星に期待される生物の探索計画。日本の火星探査車が生命を見つける日も近い? 夜は、「星の都のキャンドルナイト」、200名参加。石田天文台長扮するサンタクロースも好評。

24日(土) 強風、降雪のため一般観望会中止。私はおうし座V773の電波観測の補助のため野辺山宇宙電波観測所へ。国立天文台の梅本智文氏とクリスマスイブ観測。野辺山も寒いがこの日は、大撫山の方が降雪量が多かったようだ。

25日(日) サイエンスイベント「ロウソク作り」に小学生16名参加。

28日(水) 仕事納め。2012年も西はりま天文台をよろしくお願いします。



Come on! 西はりま

第177回天文講演会『宇宙に学んだ55年』

日時：3月25日（日）14:00～15:30

場所：天文台南館スタディールーム

対象：一般（参加費無料、予約不要）

講師：黒田 武彦

（西はりま天文台公園／兵庫県立大学）

内容：ちまたでは、憲法9条を嫌う人がいますが、9条は平和を希求する素晴らしい内容です。私が星を見つめ始めた10歳から55年間で得た成果は、宇宙を知るとは人間を理解すること、つまり人間はすべて「なかま」なんだということです。まさに宇宙は平和のエネルギー源、もっと広く伝えていかなければならないと思っています。厚紙を巻いて作った自作の望遠鏡で始まった私の天文人生、大阪市立科学館の立ち上げに参画し、西はりま天文台公園の構想、運営に参画し、日本最大のなゆた望遠鏡の導入にも参画できたことは私の財産であり喜びです。でも振り返るのはまだ早く、今後の展望も含めお話しします。



12月のおおなで☆便り 園長 黒田 武彦

■ 師走早々、寝屋川市立第十中学校の依頼を受けて、中学校区の二つの小学校6年生も加わり体育館で大？講演会。終了後先生方と食事をしてJR東西線に乗ったのが間違い！眠ってしまつて終点三田まで、戻る電車なく三ノ宮までタクシー飛ばす。西明石行きが最終、またタクシーで姫路まで（1日）。7日には神戸市のしあわせの村の中にある神戸市シルバークレッジで講義。講演、講義は車に限りませうね。

■ 光都モーニング倶楽部という地域の社会奉仕団体の一周年に招かれて乾杯の挨拶という名誉に浴す（3日）。天文台研究員の多くがお世話になっている住宅を管理する不動産屋さんが会長。

■ 県立大学関係の仕事が最近多くなっている。毎週の宇宙科学の講義は毎年内容を変えているので準備が大変。毎月定例の附属中学校のプロジェクト学習も生徒たちが熱心に立ち向かってくれるので手は抜けにくい。学長との新学部拡大検討会も定例化して少しずつ具体化していくのは楽しみである（20日）。年に一度の豊岡での教授会は息抜き？の一つ、終了後のカニ忘年会だ（16日）。

■ 読売新聞が紙面一ページを使って天文台公園を紹介してくれる。「探Qひょうご」という地域版の記事で、「ふるさと物知りになろう」というのがキャッチコピーらしい。小学生レベルが対象で、写真とイラスト、文章から成る。いくつかの取材もあり、1月堂々の公開である。桑原記者は仕事納めの28日も星野写真にトライ！

■ なゆた望遠鏡運用会議が開催された（21日）。なゆた望遠鏡のおかれている現状を憂い、心を鬼にして私たちに訴えかけて下さった3人の委員に感謝の言葉しかない。私たちが忘れかけている情熱を委員の側に見ることができた。恥ずかしい限りであるが、これを機に、

県民の負託を受けて活動をしているのだということを十分に自覚して切磋琢磨することが肝要である。



#は友の会会員のみなさんだけへのお知らせです。

長寿星を見よう

日時：2月12日（日）、19日（日）
19:30～21:00（受付19:00から）
場所：天文台南館
対象：一般（参加費無料、予約不要）
内容：2月中旬から3月上旬は、りゅうこつ座のカノープスが観望会の時間帯に見ることが出来ます。日本からでは南の低いところで輝くので、なかなか見るチャンスがありません。見る事が出来れば長生き出来るとも言われるこの星、うまく見つけられるでしょうか？

オリオン大星雲を見よう！

日時：2月26日（日）19:30～21:00
（受付19:00から）
場所：天文台南館
対象：一般（参加費無料、予約不要）
内容：1500光年彼方にあるオリオン大星雲は、天文台公園では月明かりの無い冬の快晴の夜になつた望遠鏡で眺めると、星雲が薄く緑色がかっているのがみられます。

#第131回 友の会例会

日時：3月10日（土）18:30（受付）～翌朝
費用：宿泊 大人500円、子供300円
朝食 500円（希望者）
申込方法：申込表（下表）を参考に
電話：0790-82-3886、FAX：0790-82-2258
e-mail：件名に「Mar」と記入し、
アドレス「reikai@nhao.jp」へ
申込締切：家族棟（別途料金）2月11日（土）
グループ棟泊、日帰り3月3日（土）
◎テーマ別観望会：次号でご案内します

例会参加申込表				
会員No.	氏名			
宿泊棟	家族用	ロッジ・グループ用	ロッジ	
	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 ()	
グループ別観望会の希望コース ()				

黒田園長の「天文楽セミナー」

日時：2月11日（土）15:00～16:00
場所：天文台南館スタジオルーム
参加無料、申し込み不要
演題：2012年の天体現象
内容：黒田園長定年までのロングラン講義。
楽しくて、ちょっとためになる話題を提供します。最終回となる今回は「天文楽総集編～宇宙は私たちのふさと～」です。

#友の会観測デー

日時：2月11日（土）19:00～
場所：天文台北館4F 観測室
要宿泊代、友の会会員限定（要予約20名）
内容：友の会会員の皆様限定の観測会です。
60cm望遠鏡を利用して天体観望や写真撮影など、様々な内容を企画してチャレンジしています。



観測デーで撮影した画像は天文台公園ホームページからご覧いただけます。また、過去の観測デーで撮影した画像のご提供もお待ちしております。<http://www.nhao.jp/tomonokai/tomoday.html>

編集後記

2011年があつという間に終わりました。外部の方たちの協力によって近赤外線カメラの観測が増え、宇宙NOWの誌面や表紙で取り上げられたことは印象的でした。

今後も西はりま天文台公園の活動と天文の情報を誌面でご紹介していきます。2012年も宇宙NOWをよろしく願いいたします。

前野将太

ほしぞら

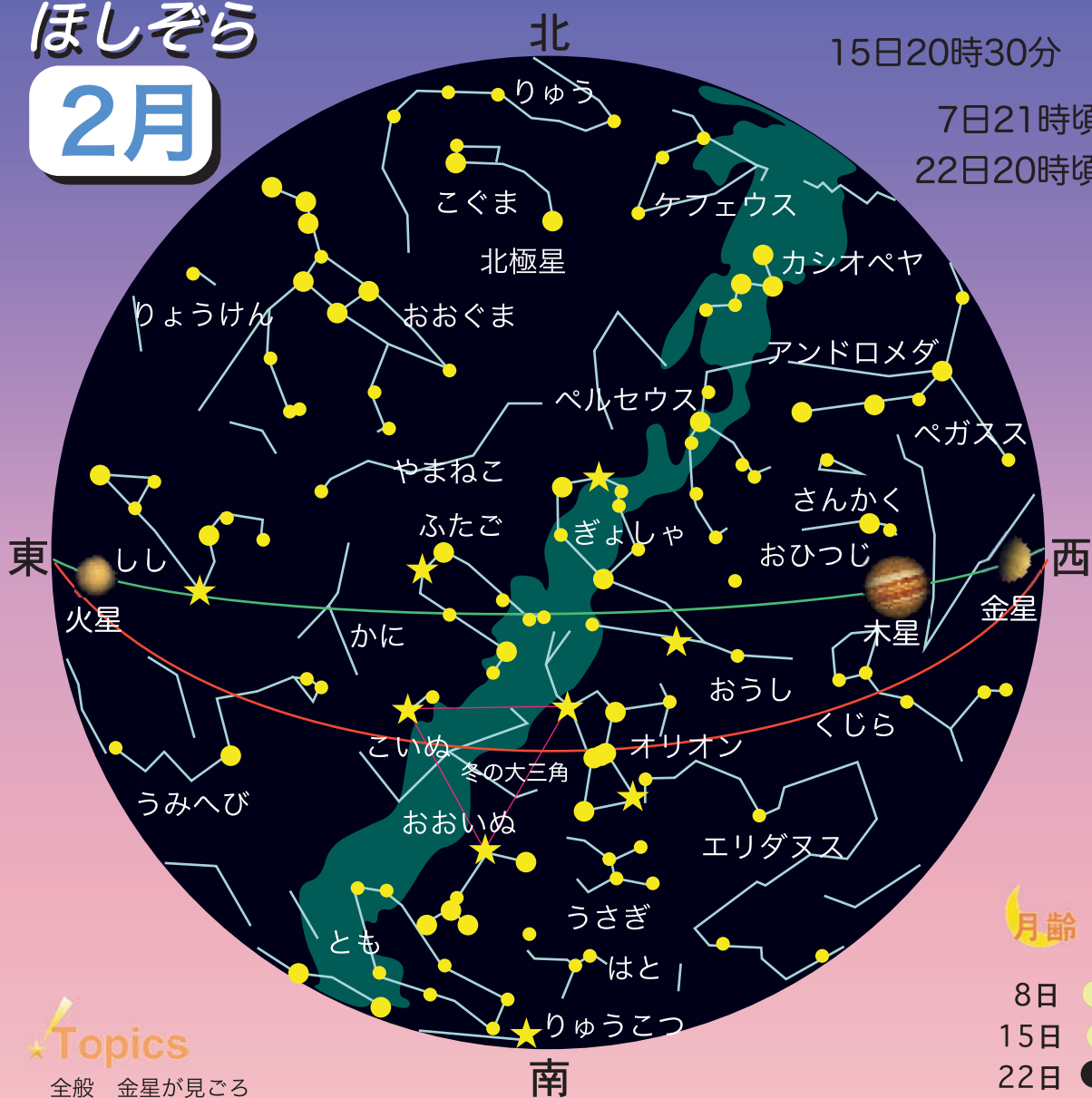
2月

北

15日20時30分

7日21時頃

22日20時頃



★Topics

全般 金星が見ごろ

月齢

8日 ●

15日 ●

22日 ●

南

表紙の説明

11月22日に撮影した光柱現象。光柱は漁り火や街の明かりなどの光が上空の氷の結晶で反射することで見られる気象現象です。光柱は主に日本海側において漁り火が起因となつて目撃されることが多く、山間部で街の明かりによつて見られる例は少ないようです。

カメラ・・キヤノン E O S 20 D、レンズ：E24 70mm F2.8L USM、撮影時間・・18時24分～41分(30秒露出の画像を27枚合成)、撮影者・・前野将太嘱託研究員

今月のみどころ

宵の明星の金星、太陽系最大の惑星の木星、3月6日に最接近となる赤い惑星の火星が輝いており、下旬ごろから観望会で観望することが出来ます。金星はすぐに沈んでしまふという性質上、なかなかゆた望遠鏡で見る機会は少ないのですが、今季はそのチャンスです。

天頂付近には一等星が輝きます。まだまだ寒い日は続きますが、冬の大三角を目印に冬の星座を探してみてください。