

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.290 2014 5



パーセク： 来訪者
おもしろ天文学： ペラペラ鏡を使って見る世界
from 西はりま： [投稿] 科学館巡り～旭川サイパルの巻
しんぐう楽市楽座に参加してきました
AstroFocus： 遥かなり？ 太陽系外生命探査

石田 俊人
森鼻 久美子
竹内 裕美
木南 典子
圓谷 文明

来訪者

石田 俊人

Essay

PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

毎日のように通勤のために自動車を利用して
いると、時折虫が紛れ込んでいるときがある。
当方は虫には無案内なので、なんという虫かは
まったくわからないことが多い。窓を閉め忘れ
ていたというわけでもないのに、運転を始めて
すぐに気がつくことが多いので、どこかに虫な
らば入ることができる隙間があるのだろう。

ある程度の大きさの虫でないと気づかないこ
とや、運転中に目に入るところに出てきたもの
しか気がつかないので、実際にはもう少し入っ
ていることが多いのだろうが、それにしてもそ
れほど頻繁に目にするわけでもないので、入っ
てくることのできる隙間は、かなり小さいもの
に違いない。そうであれば、たまたま入ってき
てしまった虫にとっては、隙間から出て行くこ
とは、かなり困難ではないかと考えられる。車

の中には虫にとって食べ物になるものがあると
は思えないので、脱出することができなければ、
やがては車の中のどこかで死んでしまうに違
いない。

こちらとしては、虫も植物も同じ生き物とい
う日本的な生命観を持っているもので、むざむ
ざと死なせてしまうことは忍びない。そこで、
窓を開けて何とか逃がしてやろうとするのだ
が、強い風を感じると収まるまで待つ習性でも
あるのか、なかなか出てくれないことが多い。
とうとう目的地に到着してしまっても出てく
れないということも、けっこうある。

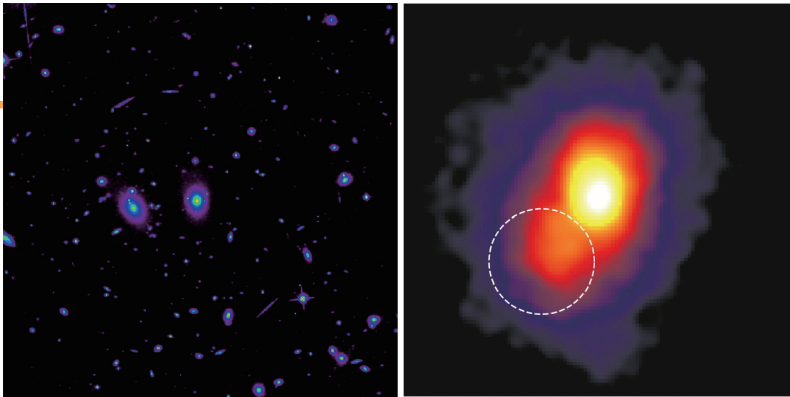
当方は、かなりの距離を通勤しているので、
虫が最初に入ったところとは、かなり離れたと
ころで出て行くときもあるわけだ。元々暮ら
していた場所と全然違う場所で、無事生きてい
けるのかという、別の心配も出てくる。また、か
なり寒い時期に、テントウ虫が入っていたこと
もあった。こういうときには、寒い車外に出す
のが良いのか悪いのか迷うところだ。これから
どんどん暖かくなっていくと、紛れ込む虫も増
えていくことになる。

おや、今日は、久方ぶりの来訪者。

(いしだ としひと・副センター長)



ペラペラ鏡を使って見る世界



森鼻 久美子

図1：約50億光年の距離にあるRXJ1347銀河団のハッブル望遠鏡による可視光画像（左）とチャンドラ衛星によるX線画像（右）。右図の白丸の領域で2億度を超える高温ガスが発見された。図の1辺は約200万光年に対応（<http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/flash/2008/1028/>）。

なゆた望遠鏡をはじめ、天体望遠鏡は天体からの光を曲げて集め、焦点面上に天体画像を作ります。望遠鏡の鏡は大きければ大きい程、より多くの光を集めることができ、より遠くの天体、より暗い天体を見ることができます。反射望遠鏡の鏡面は、天体からの光を集めるために、光の到来方向に向けられています。このように可視光を集める望遠鏡の他に、実は天体からのX線を捉える望遠鏡があります。今回は、このX線望遠鏡の仕組みについて紹介したいと思います。

天体からのX線をどうやって捉える？

みなさんがX線と聞いてまっさきに思い浮かぶのは、レントゲンではないでしょうか？レントゲンで分かるようにX線は私達の体を突き抜けてしまうほど透過力の強い光です。X線を出す物質の温度は、数百万度から数千万度にも達します。この性質から、宇宙での高温現象（例えばブラックホールなど）を捉えることができます。その醍醐味は何かというと、可視光など他の光と一緒に天体を見ることで、天体の

別の姿を見ることができることではないかと私は思います。例えば、銀河団は可視光で見ると、銀河の集まりとして見えますが、X線を使うと銀河と銀河の間の何もないように見える場所が光って見えます（図1）。これは、銀河団が数千万度という高温ガスで満たされていることを表します。つまり、銀河団は単に銀河の集まりだけでなく、高温のガスの中に銀河が浮かんでいるとも言えます。このように可視光だけでは見えない世界が見えるX線ですが、天体からのX線は地球大気で遮蔽されています。そこで主に人工衛星を用いて宇宙に上げた望遠鏡で観測します。

X線をどうやって曲げる？

ところで透過力の強いX線をどのようにして曲げて集光するのでしょうか？実は、X線は非常に滑らかな金属（アルミニウム）の鏡面すれすれ（鏡面から1度程度!!）に入射したときのみ、効率よく反射することができます（金属はX線に対する屈折率が1より小さいことを利用し、全反射を用いて光を集める）。イメー

ジとしては、川に石を投げ入れてぴょんぴょん何度も跳ねさせる遊びに似ています。この性質を使うため、望遠鏡の鏡面は光がやってくる方向に向けられているのではなく、図2に示すように横向きに置かれています。

しかし、このように鏡を配置すると、円周に沿った鏡1枚の小さな面積でしか光を集めることができません。太陽のような明るい天体からのX線信号を捉えるにはこれでもよいのですが、暗い天体からのX線信号を捉えることができません。そこで、図2のように横向きの鏡をまるでバームクーヘンのように同心円状に並べて、有効にX線を集めます。例えば、日本のJAXAが打ち上げた「すざく」衛星の場合175枚もの鏡を同心円状に並べて、集光面積を稼いでいます。これで多くのX線を集めることができるわけですが、多くの枚数を並べるとなると、相当なスペースが必要では？鏡だけでかなり重くなってしまうのではないかとと思われるかもしれません。人工衛星の場合、スペースは限られます。できるだけ軽く、小さく、安く作る必要があります。

しかし、この鏡の重さは175枚全部あわせてもたった20kgしかありません！その秘密は、1枚1枚の鏡がペラペラなことにあります。どれくらいペラペラかと言うと、1枚の厚さは0.00017mmです。さて、どのようにしてこのペラペラの鏡を作るのでしょうか？

ペラペラ鏡の作り方

X線望遠鏡の鏡は、アルミニウムの上に金など電子密度の高い物質をコーティングしています。その方が鏡への入射角度を大きくしてX線を効率よく集めることができるためです。この鏡の作り方はどうするかというと「レプリカ法」という方法を使います。これはまず、表面が滑らかな円柱状のガラスの型を使用し、その表面に金の薄い(0.02 μm)膜を作ります。

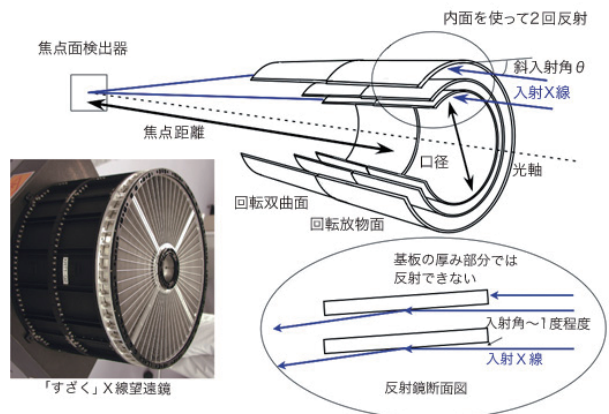


図2：X線望遠鏡の仕組み (©JAXA/ISAS)

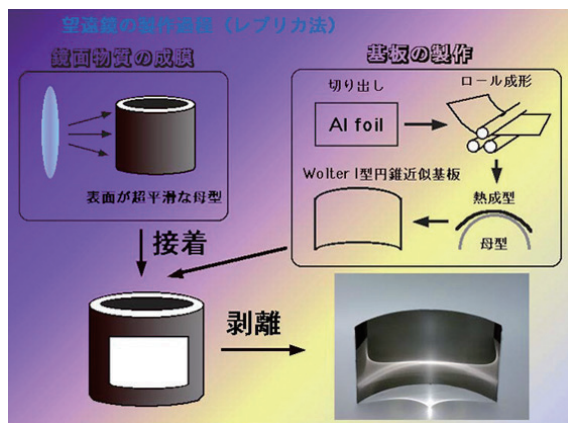


図3：レプリカ法による鏡の作り方 (http://www.u.phys.nagoya-u.ac.jp/r_e/r_e2.html)。

その上に接着剤をつけ、ペラペラなアルミニウムの板を貼付けます。接着剤が固まった後、アルミニウム板を剥がすと金の薄い膜がアルミニウムに写しとられます(図3)。これによって、滑らかなガラスの表面がザラザラだったアルミニウム板の上に写しとられて(レプリカされて)、ペラペラの鏡ができるというわけです。

ペラペラの鏡を数多く薄く大量に重ねあわせることで、X線を集光する面積を稼ぐことができます。さらに視野を稼ぐためには焦点距離をできるだけ短くしたい。そこで、「すざく」衛星では、2回反射で集光する角度を大きくして結像させる工夫をしています。その一方で、鏡

図4：X線でみた天の川銀河の一部分（チャンドラ衛星による）。もやもやとして見えるのは高温のガス（<http://chandra.harvard.edu/photo/2009/gcenter/>）。

が薄いため、その形状にはゆがみが出やすく、角度分解能が他の衛星に比べて劣るという欠点もあります。つまり、集光面積と角度分解能の両方をとることは難しいことになります。

一方、角度分解能に特化したX線衛星もあります。例えば、米国の「チャンドラ衛星」は0.5秒角（1秒角＝3600分の1度）という角度分解能を達成しています。「チャンドラ」衛星の場合、望遠鏡の鏡は少なく4枚です。X線を高い精度で1点に集めようとする、X線の波長に近い精度で鏡を作る必要があります。鏡の熱変形などを考えると、鏡は逆に厚く作る必要があります。そうするとバームクーヘン状に重ね合わせることで鏡の枚数が限られてしまいます。つまり角度分解能を上げる代わりに、集光面積を犠牲にすることになります。

このように一口にX線望遠鏡と言っても、各望遠鏡ごとに得意、不得意があり、望遠鏡も人間と一緒にだなあと思います。

X線望遠鏡でとった画像は見るができる？

では、今まで紹介してきたX線望遠鏡による観測データは一般の人でもどこかで見るのことができたりするのでしょうか？これは、なかなか見るのことができないように思われがちですが、気軽に見ることができます。実際に、

可視光で光っている星が、X線ではどのように見えるのか？または見えないのか？を簡単に知ることができます。その1つが、JAXAが公開しているJUDO^{*注}（JAXA Universe Data Oriented： <http://www.darts.isas.jaxa.jp/astro/judo/index.html>）です。これはGoogle skyの天体版のようなもので、マウスをクリックしたところにある天体のX線イメージを見ることができます。こちらは主に「すざく」衛星を始め、日本の科学衛星によりとられた画像を見ることができます。さらに、天体からのX線を虹のようにスペクトルで見てみたい！という方にはUDON（<http://www.darts.isas.jaxa.jp/astro/udon>）がおすすめです。ちなみにお分かりのようにどちらも日本の文化にちなんだ名前になっています。また、「チャンドラ衛星」のイメージは<http://chandra.harvard.edu/photo/>で色々見ることができます。

みなさんもペラペラの鏡が集めた素敵な世界を楽しんでみませんか？

（もりはな くみこ・天文科学研究員）

*注：5月6日現在、サイトはメンテナンス中のようです。復旧にはしばらくかかる予定です。

科学館巡り ～ 旭川市科学館（サイバル）の巻

竹内 裕美



ちょっとお出かけした先に、あると入りたくなるもの。その一つに科学館があります。今回は、まだ雪深い最中の旭川にお出かけいたしました。

旭川といえば「旭川市科学館（サイバル）」。「ほとんどが体感タイプの展示です。子どもたちに交じって、つい熱中する大人気ないのが約2名…。すべての展示には解説リーフレットがついていて原理を学ぶことができます。

この日のお目当ては、サイバルのプラネタリウム投影機、カール・ツァイスのスターマスターZMPとイエナZKP-1。偶然にもプラネタリウムコンサートの催しがあり、“宇宙船サイバル号”で、SF映画の名曲たちの流れる中、しばしの宇宙旅行を楽しみました。

また、こちらの天文台では開館日の晴天時は「お昼の星の観望会」などが開催されています。本来ならこちらがメインとなるべきところ、生憎と私たちの行った日は曇天。あとで、望遠鏡だけ見に行けばいいかあとと思っていたら…、展示室で時間いっぱい遊んでしまっただけという為体…。

ああ、また来なきゃ…旭川…。

忘れてならないのが、ミュージアムショップです。つい、妙なライバル意識があったり…。こちらもぎっしりと、豊富な品揃えでした。

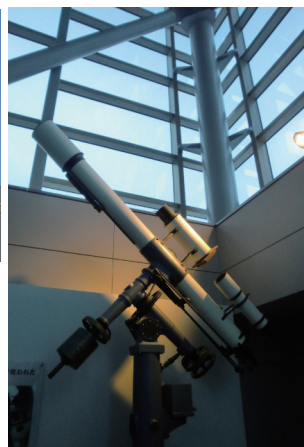
(たけうち ひろみ・友の会 No. 1336)



左がイエナ ZKP-1 No.165。(ZKP-1 は 1952 年から 1977 年までに 257 台製造)。右が STARMASTER ZMP No. 578



お見合いしているドーム。65cm カセグレン式反射望遠鏡、20cm 屈折望遠鏡が収納されています



前身、旭川市天文台で使用されていた 15cm 屈折望遠鏡。昭和 25 年から 55 年間稼働していたそうです。186 兄弟の 1 台

西はりま天文台には月 1 くらいでショップに出没。科学館や美術館や博物館が大好きだが、他施設のショップを見ると偵察に出ずにはいられない。

現在、全国どぐキャラ探訪の旅を計画。蛇足に申せば、旭川はどぐキャラ最北の地でした！（どぐキャラ＝土偶なゆるキャラ）



サイバルキャラクターのコロックル（左は旭川市博物館キャラクター、ドグー）

しんぐう楽市楽座に参加してきました

木南 典子



播磨地区を中心とした、ご当地ゆるキャラと特産品が集まるイベントに「しんぐう楽市楽座」があります。3月9日（日）たつの市新宮総合支所で行われた第8回しんぐう楽市楽座に、ほしまるが参加してきました。天候に恵まれ、たくさんの来場者で賑わっていました。

たつの市のマスコットキャラクター「赤とんぼくん」がおもてなし役となり、総勢 40 体のキャラクターが集まりました。佐用町からも「おさよん」「コロたん」「ビスラくん」が参加しました。姫路からは「かんべえくん」、加古川から「てるひめちゃん」など兵庫県内は元より、奈良県からは有名な「せんとくん」もかけつけるなど、ご当地キャラのお友達がたくさん集合しました。

会場には特売店やバザーなど 70 もの出店があり、地元の特産品や観光 PR タイムで来場の皆さんとの交流を楽しみました。ご当地グルメも大集合し、売完続出の大盛況ぶりでした。

（きみなみ のりこ・事務員）



遥かなり？ 太陽系外生命探査

圓谷 文明

ハノ・レインらカナダ・トロント大学、東京工業大学、アメリカ・マサチューセッツ工科大学の3人の研究者が発表した論文によると、恒星を回る系外惑星の分光観測で生命の兆候を探そうとしても、大気を持った衛星の存在があれば、その成分が邪魔をして決定的な結論を出すのは難しいということです。系外惑星の大気成分を調べるには、問題となる惑星の大気を透過してきた恒星の光を分光してスペクトルを分析します。ここで例えば、生命の存在しない酸素を持つ惑星と生命の存在しないメタンを持つ衛星の組み合わせでは、大気成分にはあたかも生命の兆候があるような結果が出てしまうのだといえます。

現在の望遠鏡と観測機器の技術は惑星系の中の恒星と惑星を分離して調べることがようやくできるようになってきたところ。ここへ来て惑星とその周りの衛星も分離しろと・・・もしくは、その惑星に衛星がないことを証明しろという問題が浮上してしまいました。このようなスペク

トル観測を実現するには口径数百メートルの望遠鏡を宇宙空間に建造する必要があります。

今後の技術進歩によってどうなるかはわかりませんが、このままいけば、途方もない資源投入を必要とする観測設備の実現に相当の時間を要するでしょう。太陽系外生命探査ということでは、系外惑星研究の知見を元にした SETI（地球外知的生命探査）によって、知的生命の発する意図的な信号がキャッチされることに期待した方が早いかもしれません。

（つむらや ふみあき・講師）

参考記事

PHYS・ORG

<http://phys.org/wire-news/160246138/search-for-extraterrestrial-life-more-difficult-than-thought.html>

<http://phys.org/news/2014-04-trio-exomoon-atmospheres-false-positive-life.html>

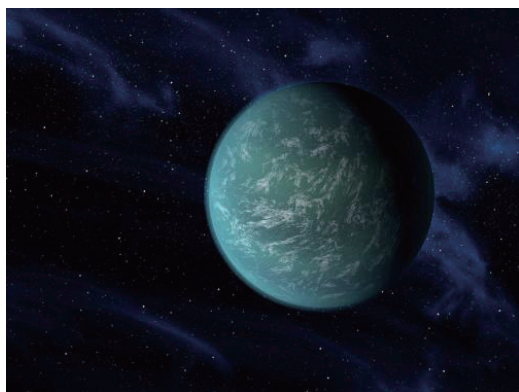


図1：系外惑星 Kepler-22b の想像図。恒星からの距離が生命が存在するのに可能な範囲に位置することが知られている（提供 NASA/Ames/JPL-Caltech）

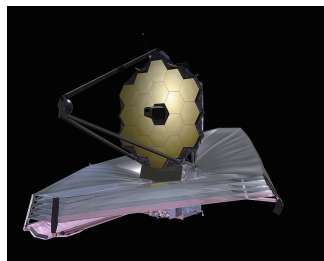


図2：ハッブル宇宙望遠鏡の後継たるジェームズ・ウェッブ望遠鏡は口径6.5メートル（提供 NASA）

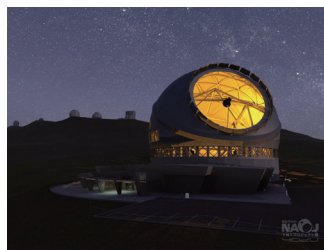


図3：日本も参画する次世代地上望遠鏡 TMT の口径は30メートル（提供 国立天文台 TMT 推進室）

★1日(火) 南館研究室を模様替え。新4年生の富田さんが力作業に大活躍。研究員の席は、探り合いの神経戦と最後はじゃんけんによって決められた。私は窓際に。大学間連携ネットワークの進捗報告会がテレビ会議で行われた(2日も)。新井研究員、はくちょう座に発見された新星の分光同定に成功。国際天文学連合に報告。

★5日(土) 本田研究員、研究会で神戸へ。JAXAの飯塚さんの公募観測の夜だったが、生憎の雨。5回に分けて実施された観測は、今夜で終了。毎回関東からはるばる来られた飯塚さん、おつかれさまでした。

★6日(日) 観望会は曇天で少しも観望できず。その後は天候が回復し、彗星や地球照をMINTで観測。

★7日(月) 伊藤センター長、理学部の講義スタート。履修者が100人超えの盛況だったそう。



★8日(火) 圓谷講師の講義も開始。公募観測で東大の小久保さんが来台(9日まで)。森鼻研究員対応。

★9日(水) 満開の桜を背景にキラキラチャンネルの撮影。見映えは桜に完敗(写真参照)。

★11日(金) 観望会は約130名の大入り。森鼻・高木研究員、高橋で担当。「オリオン大星雲が見たい」というリクエストがあり小型望遠鏡で向けてみたが、月明かりと低空のため残念ながらはっきりとは見えず。

★12日(土) 卒業研究の相談で神戸大の伊藤真之さんと森山さん来台。森鼻研究員と高橋がお話を伺う。

★13日(日) 月明かりが作る虹「月虹」が現

れる。細谷さんと本田研究員が写真撮影に成功。

★14日(月) 南館東テラス、制御室前の巣につばめが戻って来た。去年と同じつばめなのだろうか？

★15日(火) ネットワーク設定作業、石田副センター長対応。今まで手で開け閉めしていた駐車場前のチェーンゲートがリモコン式になった。雪や雨の日の開け閉めはつらかったのがうれしい。

★16日(水) 毎週水曜日はゼミ。今回は高木研究員が若い星の進化の研究について発表。

★19日(土) 友の会観測デー。

★22日(火) 兵庫県立大附属中学のガイダン

スキャンプスタート(24日まで)。昼のプログラムは、石田副センター長、鳴沢専門員、本田研究員が担当。夜の観望会では、今シーズン初めて土星を見れた。まだ高度が低いのでぼやけた像だが、あと1ヶ月ほどすれば美しい

姿を見られそう。

★23日(水) 消防訓練、火災時の放送や消火作業について確認。ガンマ線バーストのアラート発動。NICで検出成功し、明るさの測定結果をGCN回報に投稿した。こういう夜は大忙し。

★24日(木) GWに向けて芝生広場のお掃除。22日からの観測期間中、珍しくずっと晴れて、良いデータを取れた。

★26日(土) 鳴沢専門員肝いりの新企画「太陽系クイズラリー」スタート。敷地内10箇所に太陽系の天体に関するクイズが展開されているので、ぜひ挑戦してみてください。

★29日(火) サテライトAの調整に関して、圓谷講師が業者と打ち合わせ。



Come on! 西はりま



友の会プレゼントコーナー 5月

友の会の会員に向けて、不定期ですが、天文のレアグッズや、いろいろな所で手に入れたものをプレゼントするコーナーを始めることになりました。

5月のプレゼントは「旭川市科学館」(オリジナルキャラクター コロツ・クル) グッズ。
抽選で3名の方にプレゼントします。

応募は、郵便はがき・インターネットのメールで受け付けいたします。

会員番号、お名前をご記入の上お申し込み下さい。

応募先：郵便はがき

〒679-5313 兵庫県佐用郡佐用町西河内 407-2

「西はりま天文台友の会 プレゼント」係

メール tomonokai@nhao.jp

件名 「友の会 プレゼント 5月」

応募締切：平成26年6月15日(日) ※当日消印有効

当選者発表：6月末賞品の発送をもって代えさせていただきます。



友の会会員からの投稿記事募集中です！

宇宙 NOW 編集部では友の会会員様からの投稿記事と投稿画像を募集中です。

募集の対象となるコーナーは次の4つです。

- ・パーセク
星や自然、友の会のことなどを綴るエッセイ
[文字数 800 字程度。関連する画像、イラストなど 2 枚]
- ・from 西はりま
友の会行事や個人活動の報告や紹介
[文字数 800 字程度。関連する画像、イラストなど 2 枚]
- ・Come on! 西はりま
会員企画の会合や参画イベントの宣伝
[文字数 400 字程度。関連する画像、イラストなど 1 枚]
- ・投稿画像
天体写真や施設を含む風景写真など
[JPEG。文字数 400 字以内のコメントと撮影データ]

投稿要件：

原稿は「テキストファイル」を電子メールに添付してください。字数制限を守ってください。

画像やイラストは 1000×1000 ピクセル以上の Jpeg。

電子メールにファイルを添付してご投稿ください。

掲載号にご希望がある場合は、その旨をメールにお書き添えの上、掲載希望月の1ヶ月前の15日(7月号であれば6月15日)までにご投稿願います。記事の掲載に際しては必ずしもご希望に添えない場合もございます。あらかじめご了承ください。原稿の訂正やページレイアウトはメールにて投稿者に送付し事前に確認をしていただきます。

採用された原稿は宇宙 NOW への掲載1回のみ使用いたします。

バックナンバーは PDF 化され Web 上で公開されます。

採用された方には記念品を贈呈します。

投稿は「氏名(よみがな)、会員番号」をお書き添えの上、下記のアドレスまでお願いいたします。

宇宙 NOW 編集部 now@nhao.jp
電話によるお問い合わせ 0790-82-3886 (圓谷)



西はりま天文台 インフォメーション



6/14

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：6月14日（土）19：00 受付
 内容：60cm 望遠鏡を使って様々な観測体験をします。技術や知識を身につけ、サイエンス
 ティーチャーとして活躍する方も誕生しています。天体写真を撮ることもできます。
 費用：宿泊…大人 750 円 小人 250 円 シーツ代は別途 250 円 ※朝食の申し込みは不可
 場所：天文台北館 4 階観測室
 定員：20 名
 申込：申込表（右表）を参考に、下記の方法でご連絡下さい。
 電話：0790-82-3886 FAX：0790-82-2258
 e-mail：tomoobs@nhao.jp（件名を「June」に）
 締切：6月7日（土）

観測デー参加申込表

会員 No.	()	氏名	()
参加人数	大人 ()	小人 ()	
宿泊人数	男性 ()	女性 ()	
当日連絡先	()		

7/19

第 145 回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：7月19日（土）18：30 受付開始、19：15～24：00
 内容：天体観望会、テーマ別観望会、クイズ、交流会など
 費用：宿泊 大人 500 円、小人 300 円（グループ棟の場合）
 ※今年度は友の会から宿泊料金の助成があり、シーツ代込の料金です。
 朝食 500 円（希望者）
 申込：申込表（右表）を参考に、下記の方法でご連絡下さい。
 電話：0790-82-3886 FAX：0790-82-2258
 e-mail：reikai@nhao.jp（件名を「Jul」に）
 締切：グループ棟泊、日帰り 7月5日（土） 電話
 12日（土） メール、FAX
 家族棟宿泊 6月21日（土）

例会参加申込表

会員 No.	()	氏名	()
宿泊棟	家族棟	ロッジ / グループ用	ロッジ
参加人数	大人 ()	小人 ()	合計 ()
宿泊人数	()	()	()
シーツ数	()	()	()
朝食数	()	()	()
	男性 ()	女性 ()	
部屋割り	()	()	
グループ別観望会の希望	()		

* 7月8日（火）～14日（火）まで施設休園のため申込締切が変則的になっております。
 ご注意ください。

直前のお申し込みや、キャンセルは控えていただくようお願いいたします。
 お食事のお申し込みについては、3日前までは無料、2日前 20%、前日 50%、当日 100%のキャン
 セル料が発生します。

友の会会員の特典のお知らせ

友の会の方は来園時に会員カードご提示で

☆ 『喫茶 カノープス』の飲食代 10% OFF

☆ ミュージアムショップ『twinkle』でのお買い物 1000 円以上で 10% OFF
 になります。ぜひご活用ください。



15日20時30分

7日21時頃
22日20時頃

6月のみどころ

木星は観望会の舞台から退場。次の冬までしばしのお別れです。火星もまだまだ大きく見えます。土星も夏まで見られます。空の透明度もあがってくるので前半夜は系外銀河を見るのもいいでしょう。深夜になると夏の天の川が見えてきます。問題は梅雨ですね。火星が行ってしまう前に晴れの日が続くことに期待です。

今月号のひとこと

今月の表紙は「空に浮かぶエンクロージャ」
ってところでしょうか。

さて今月は友の会に関わるお二人から記事をいただきました。竹内さんは天文台のミュージアムショップに貢献していただいている会員さんです。執筆者に新しい人が加わると新鮮ですね。

みなさんの投稿をお待ちしております。