

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.297 **12** 2014



パーセク： お気軽な天体観察 ～流れ星をみよう～
おもしろ天文学： 明らかになってきた太陽系外惑星の世界
from 西はりま： 科学館巡り～明石市立天文科学館の巻
なゆた望遠鏡 10 周年
AstroFocus： アルマ望遠鏡が惑星系円盤の全貌を捉えた

田村 竜一
加藤 則行
竹内 裕美
鳴沢 真也
圓谷 文明

お気軽な天体観察

～流れ星をみよう～

田村 竜一

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

潮騒をききながら・・・流れる雲と眼下の太平洋を月明かりが照らします。水平線の彼方に・・・冬の星座たちの彼方に・・・。

ニュースや天気予報で天体ショーが取り上げられること多くなってきました。そんな時、望遠鏡を持って、星空の綺麗な場所や天文台に行かないと見る事が出来ないと思いませんか？

身近な天体に太陽や月があります。日食や月食は稀にしか起こりませんが、秋のお月見は日常生活に浸透しています。暦は太陽や月の運行から作られ、現在は太陽暦を使っていますが地域によっては旧暦（太陰暦）で七夕等の行事を行っています。望遠鏡とは無縁な天文行事もあるのです。

もちろん月のクレーターや木星や土星等、惑星の様子は望遠鏡を使わないと見る事が出来ません。昨年、話題になったアイソン彗星等、多くの彗星も同様に望遠鏡や双眼鏡が必要です。しかし実は違うんです。星を見るのに道具は必要ないのです。

都市部でも明るい星や月は見えています。明るい流星も見えます。「明日、晴れるかな？」程度で夜空をまず見上げてください。これが最も重要です。星を見ようと行動を起こすことで

す。実際の星空を自分の目で見るという事が星空観察の第一歩なのです。望遠鏡や双眼鏡がなくともすぐに出来ることは星座探しです。オリオン座やさそり座を探してください。すぐに見つけられるようになったら時刻や季節による見え方の違いを観察してください。北の空なら北斗七星とカシオペア座を北空の時計にみためて観察するのが面白いと思います。

星座がよくわからないという人には流星を観察することをお勧めします。特に流星群の夜はお勧めです。「ペルセウス座流星群」、「ふたご座流星群」は毎年、安定して多くの流星が見られます。流星はいつどの方向に現れるかわかりません。広い視野が必要なので望遠鏡や双眼鏡は使えません。よく観察すると流星のスピードや発色等の違いや流星群ごとの特徴が解り面白いと思います。

天文学が「天文が苦」とならず「天文楽」となるように・・・少しでも多くの人が星空に興味を持ち楽しんでいただければ幸いです。

(たむら りゅういち・No.2880)

明らかになってきた太陽系外惑星の世界

加藤 則行



図1：ケプラー宇宙望遠鏡とケプラーフィールド。白線の長方形が CCD1 枚の視野を表す。42 枚の CCD を使うことで、105 平方度と広い視野を一度に撮影することができる。

太陽以外の恒星を公転する惑星を太陽系外惑星（系外惑星）といいます。1995年に初めて発見されてから19年、その発見数は1800個を超えます。そのうち、およそ半数の系外惑星は、ケプラー宇宙望遠鏡が発見しました。今月のおもしろ天文学は、ケプラー宇宙望遠鏡とケプラーミッション、そしてケプラー宇宙望遠鏡が明らかにした系外惑星の世界をご紹介します。

太陽系外惑星（系外惑星）

私たち人類が初めて発見した系外惑星は木星のような巨大ガス惑星でしたが、中心の恒星をたった4日で公転する驚くべきものでした。このような惑星を“ホットジュピター”といいます。その後も、楕円の軌道を公転する惑星“エキセントリックプラネット”や、地球の数倍も重い岩石惑星“スーパーアース”といった系外惑星が見つかりました。系外惑星が発見される以前、系外惑星や系外惑星系は太陽系に似ていると考えられました。しかし宇宙には、太陽系

の惑星と異なる多種多様な惑星がありふれて存在していると分かったのです。

ケプラーミッション

では、どんな惑星や惑星系がこの宇宙にはどれくらい存在するのでしょうか？ この疑問に答えるべく、NASA（アメリカ航空宇宙局）は宇宙望遠鏡による探査を計画しました。これがケプラーミッションです。

このミッションでは、主に次のことを調べることを目的としていました。

- ・地球に似た惑星は存在するか？
- ・複数の惑星（惑星系）を持つ恒星はどのくらい存在するのか？
- ・連星系（2つの恒星がお互いに回りあっている天体）に惑星はどれくらい存在するのか？

一度に多くの恒星で惑星や惑星系を探すため、後述のトランジット法と呼ばれる手法が採用されました。トランジット法では地上よりも宇宙から探した方が見つけやすいので、専用の宇宙望遠鏡を打ち上げて探すことになりました。惑星を探す対象となる恒星は、ある期間ずっと観測し続ける必要があるため、観測する領域は固定されました。この領域をケプラーフィールドといい、はくちょう座とこと座の間にあります（図1）。ミッションでは、ケプラーフィールドにある約16万個の恒星を約3年半にわたり観測しました。

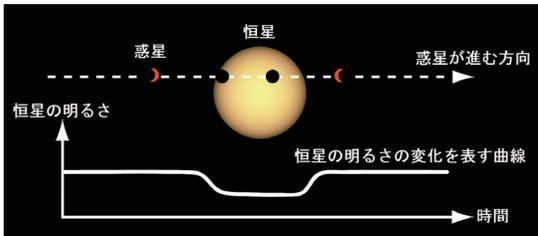


図2:トランジット(惑星が恒星の前を横切る)のイメージ。惑星が横切る間だけ、恒星の明るさが暗くなる。

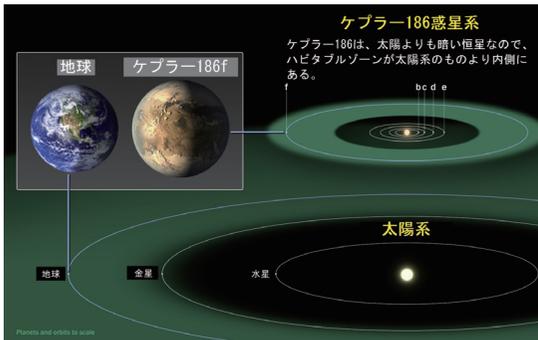


図4:ケプラー186惑星系と太陽系の比較イメージ。緑のドーナツ状の領域がハビタブルゾーンを表す。ケプラー186fは、大きさが地球と同程度で、ハビタブルゾーンの中に存在する。

トランジット法

系外惑星を探す手法の一つです。望遠鏡から見て、恒星の前を惑星が横切ったとき、惑星が横切っている間だけ恒星はほんのわずかに暗くなります(図2)。この減光が同じ間隔で繰り返し起こることを確認できれば、間接的に惑星の存在を証明できます。

惑星による恒星の減光の大きさ(減光率 ΔF)は、恒星の半径 R_s と惑星の半径 R_p の比で決まります。

$$\Delta F = (R_p/R_s)^2$$

ΔF が大きくなるほど、減光は大きくなります。例えば、地球が太陽の前を横切ったとき、太陽は元の明るさより0.01%しか暗くなりませんが、木星が横切ったときは1%も暗くなります。

トランジット法で系外惑星を見つけるためには、そもそも望遠鏡から見て惑星が恒星の前を

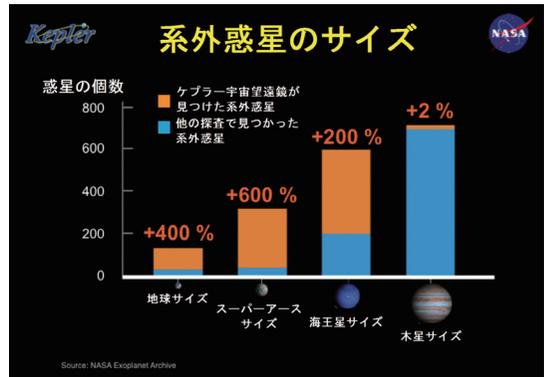


図3:惑星サイズごとの発見数。オレンジがケプラーミッションで見つかった系外惑星の個数を、青がその他の探査で見つかった個数を表す。ケプラー宇宙望遠鏡が見つけた木星サイズの系外惑星は、全体の2%しかない。一方、海王星サイズとスーパーアースサイズ、地球サイズでは、他の探査よりもそれぞれ2倍と6倍、4倍多く見つけている。

横切る軌道を持っている必要があります。太陽と似た恒星をホットジュピターが公転している場合、この惑星が恒星の前を横切る軌道を持つ確率は10%しかありません。さらに、横切っているときにその恒星を観測していなくてはなりません。トランジット法による系外惑星の検出確率はとても低いため、一度に何千、何万個もの恒星を観測する必要があります。

ケプラー宇宙望遠鏡

地球のような系外惑星を地上からトランジット法で探すことは、たいへん難しいです。地球型系外惑星が引き起こす減光の大きさは、0.01%とほんのわずかです。この減光量は、地球大気のゆらぎのために、検出できません。ケプラーミッションでは、宇宙望遠鏡を使うことで0.005%以上の減光を検出することを可能にしました。

ケプラー宇宙望遠鏡は、直径が1.4mの鏡と約9500万画素のCCDカメラを搭載しています。このカメラは、一度に105平方度の視野を撮影できます。この視野は、夜空に満月を525個敷きつめた広さと同じです。

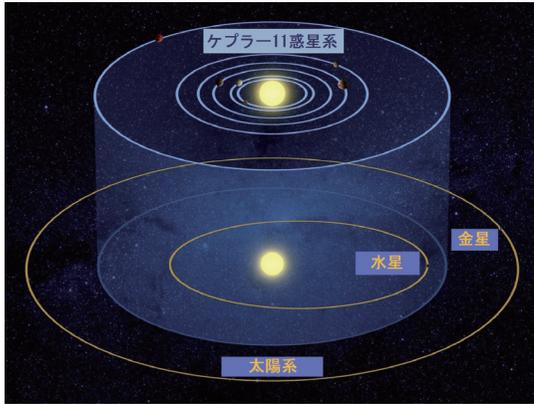


図5：ケプラー11惑星系のイメージ。6つの惑星は、太陽系での金星の軌道よりも内側に相当する軌道を公転する。さらに5つの惑星は、水星よりも内側に相当する軌道を公転する。



図6：ケプラー16AB連星系とケプラー16b。Aは連星系の主星を、Bは伴星をそれぞれ表す。ケプラー16bは、主星もしくは伴星の周りを公転するのではなく、双方の恒星を取り囲むような軌道を公転する。このような惑星を周連星惑星という。

明らかになった系外惑星の世界

ケプラー望遠鏡は、これまでに989個の系外惑星を発見しています。さらに、惑星かどうか確認がまだとれていない候補天体は4234個もあります。これまでに見つかった系外惑星について、木星サイズ、海王星サイズ、スーパーアースサイズ、地球サイズの4つに分類して、それぞれの発見数を比較します(図3)。ケプラーミッションでは、海王星サイズよりも小さい系外惑星が多く見つっていると分かります。

次に、ケプラー望遠鏡が見つけた系外惑星を

いくつか紹介します。

・ケプラー 186f

地球とほぼ同じ大きさの系外惑星の中で、ハビタブルゾーンで初めて見つかった惑星です(図4)。ハビタブルゾーンは、恒星の周りで液体の水が存在できる領域のことを指します。ケプラー186fには、液体の水が存在するのではないかと期待されています。

・ケプラー 11 惑星系

ケプラー11は、6つの惑星を持つ恒星です。これら6惑星のケプラー11からの距離は、太陽と金星の距離よりも短いです(図5)。このようにコンパクトな惑星系の形成過程は、まだ分かっていません。

・ケプラー 16 (AB) b

ケプラー16(AB)bは、初めて発見された周連星惑星です。周連星惑星は、連星系の周りを公転する系外惑星です。この惑星は、ケプラー16Aとケプラー16Bという恒星からなる連星系の周りを公転しています(図6)。

ケプラーミッションの今後

ケプラー望遠鏡が観測した膨大なデータは、今なお解析の途中にあります。4234個の惑星候補天体はさらに増えると考えられます。その中から新たな地球型系外惑星や惑星系、周連星惑星が見つかるかと期待されます。ケプラーミッションは、まだまだ私たちが知らなかった系外惑星の世界を明らかにしてくれるでしょう。

(かとう のりゆき・天文科学専門員)

参考・出典：

NASA ケプラーミッション web ページ

http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html

科学館巡り ~ 明石市立天文科学館の巻

竹内 裕美



科学館や博物館、美術館など、色々なイベントが催されているものですが、去る9月21日、明石市立天文科学館にてちょっと変わったイベントがありました。その名も「ビブリオバトル」。最近、知られてきたイベントですが、まだご存じない方も多いのではと思います。ルールは簡単。

1. 発表参加者が読んで面白かった本を持って集まる。
2. 一人5分間で本を紹介。
3. 発表後に参加者全員でその発表に関して2～3分のディスカッション。
4. 一番読みたいと思った本に投票し、最多票を集めたものを『チャンプ本』とする。

この日、明石で行われたそのテーマは「月」。時間にして1時間ほど、紹介された本は5点というミニイベントでした。天文科学館で行われ

るイベントなので、どっぷり「月」な本を想定していたら、あに凶らずや…。この日紹介されたのは

『虎と月』『有栖川の朝』『月のえくぼを見た男』『吸血鬼ドラキュラ』『月へ』

人によって、さまざまな「月」の捉え方があるものだったのでは。チャンプ本は『月へ～アポロ11号のはるかなる旅～ブライアン・フロッカ著』。絵本ではありますが、宇宙への入門本に加えたい1冊であると思います。

あっというまの1時間で、発表側に参加すれば良かった…とってしまったイベントでした。明石市立科学館はユニークなイベントも多い科学館です。お近くの方は、ぜひ色々チェックしてみてください。

ビブリオバトルに関して言えば、明石市立西部図書館さんで定期的開催されているようなので興味をもたれた方はぜひどうぞ。

『知的書評合戦ビブリオバトル』で検索！

(たけうち ひろみ・No.1336)



一押し本をプレゼンする発表者と熱心に聴き入る参加者

なゆた望遠鏡 10 周年

鳴沢 真也



日本国内最大、常時観望もしているものとしては世界最大の望遠鏡、2m なゆた。これまでに何万という方に生の天体を観察してもらいました。

恒星における二重傾斜円盤の発見（06年3月号参照）、超新星発見の国内最遠記録（当時、07年10月号参照）などもなゆた望遠鏡によるものです。VTOSという装置をなゆたにつけた場合、可視光での分解能は、パロマー天文台5m、ハッブル宇宙望遠鏡などと並び、世界屈指となります。高分解能画像による成果もではじめております。

さて、この我らがなゆた望遠鏡での観望会が開始されてから、この11月で10周年を迎え、9日(日)に記念イベントを開催しました。まず、夕方に「なゆた望遠鏡 今まで10年の活躍とこれからの展望」というタイトルで、伊藤センター長と石田副センター長がリレー・トークをしました。記念観望会には、10年前になゆたで初めて観望された一般市民第一号である、佐用町の岡本勝也さん一家をお招きしました。

ところで、2m望遠鏡の愛称は、全国公募による3651通の候補から、当時高校生だった清水（旧姓：小嶋）美穂さんが提唱してくれた「なゆた」に決まりました。11月8日（土）の友の会には、清水さんを現在住まわれている山梨県からスペシャルゲストとしてお招きし、メッセージを頂きました。

これからも、なゆたは多くの方々にも本物の天体の姿を見ていただき、宇宙のロマンを伝えていくことでしょう。また今後の科学的成果にも期待して下さい。

（なるさわ しんや・天文科学専門員）



なゆたでの一般観望者第1号、岡本勝也さんご一家。10年前はM15を見てもらいました。



愛称「なゆた」の提唱者、清水美穂さん。なゆたと10年ぶりの再会

注目の話題を解説！

Astro FOCUS

アルマ望遠鏡が惑星系円盤の 全貌を捉えた

圓谷 文明

11月6日、南米はチリのアタカマ砂漠（標高5000m）にある大規模な電波干渉計アルマ（図1）が「おうし座HL星」を観測し、中心から外側まで抜けのない惑星系円盤の全貌を詳細に捉えました（図2）。この成果はアルマの高空間分解能観測の試験で得られたものです。電波干渉計では、二つの電波望遠鏡で捉えた天体からの電波を干渉させることで、電波望遠鏡間の距離と方向に応じた画像情報を1つ取得できます。

電波干渉計施設は、多くの電波望遠鏡を配置するほど、干渉させる二つの望遠鏡の組み合わせの数を台数以上に確保することができます。今回の観測で使われたのはアルマの中でも欧米が中心になって建設した高空間分解能観測専用の12mアンテナ50台の設備です。一度の受

信で得られる干渉の組み合わせの数は50台をフル稼働させると1225組（=1225点の画像情報）にもなります。この画像の緻密さはアルマの並外れたアンテナ台数によるところが大きいと言えます。今後、日本が中心になって建設したアルマ内のモリタアレイ（ACA：12mアンテナ4台と7mアンテナ12台）と組み合わせられて超高精細な（情報量が豊富な）電波画像が次々と得られることでしょう。

（つむらや ふみあき・講師）



図1：アルマのアンテナ群（2012年）。写真中央、アンテナ群で言えば中央上端に密集して小さく固まっているのが日本のモリタアレイ。提供：ESO, NOAO, NAOJ

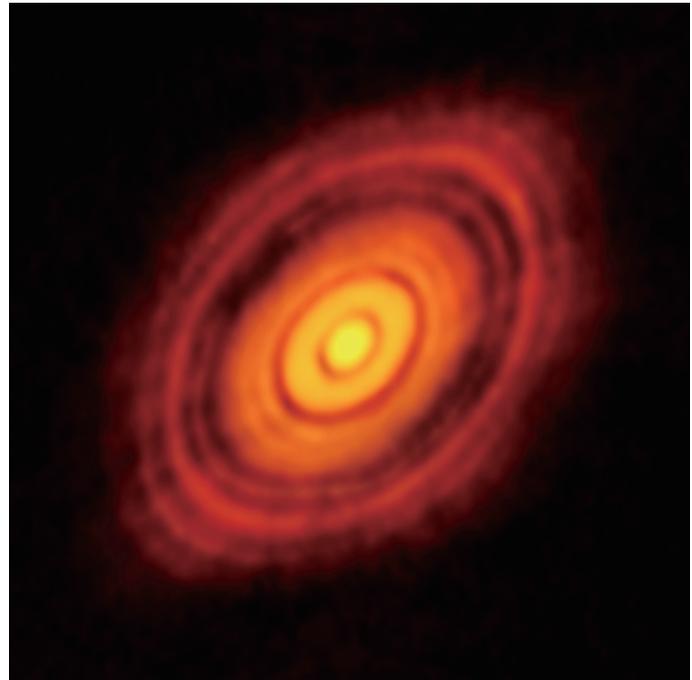


図2：アルマ望遠鏡によるおうし座HL星の塵の円盤。同心円状に幾重にも環が並んでいる様子が見て取れます。この円盤の拡がりには私たちの太陽系（太陽～海王星）と比べると3倍の大きさがあるそうです。提供：ESO, NRAO, NAOJ

★1日(土) 望遠鏡にチャレンジ。悪天候にも関わらず4名の参加。松永氏(東京大学)の公募観測、この日まで。鳴沢専門員は芦屋で講演。

★2日(日) たつの市新宮図書館からの70名が一般観望会に参加も悪天候で観望できず。

★3日(月) 今年度最後の自然学校。相生市立双葉小学校に小型望遠鏡操作実習と観望会。

★4日(火) 石田、附属中学校にて2年生のプロジェクト学習対応。

★5日(水) 森鼻研究員、佐用町のオリジナル番組「キラキラch」の収録。

★6日(木) 本田研究員、附属中学校にて3年生のプロジェクト学習対応。

★8日(土) 友の会例会。参加36名。

★9日(日) なゆた望遠鏡10周年行事で、伊藤センター長と担当しながら、この10年を振り返り、今後を考える講演を。

★10日(月) 高木研究員、研究会参加のためオランダへ。16日まで。天文台ではトライやる2名に鳴沢専門員対応。

★11日(火) 高橋研究員、クレーン講習受講。14日まで。

★14日(金) 鳴沢専門員、名古屋で講演。トライやるに来た生徒たちの総仕上げ。観望会本番が実施された。

★15日(土) 石田、兵庫県立いえしま自然観察センターにて、イベント参加者に夜の星空案内。参加43名。ここ数年晴れなかったのだが、今年は快晴。天の川もよく見えた。伊藤センター長は岡山大学での集中講義へ。29日も。

★16日(日) 前原氏(国立天文台岡山観測所)の公募観測開始。17日まで。

★17日(月) 高木研究員、理科教育法の天体観測実習の指導に県立大学工学部へ。

★18日(火) 高木研究員、出前授業の対応のため赤穂高校へ。25日も。

★22日(土) はりま宇宙講座の「昼間の星の観察」と「望遠鏡を使ってみよう」が西はりまで。石田は「望遠鏡を使ってみよう」の講師を務める。森鼻・高橋両研究員は2m望遠鏡の装置交換。

★23日(日) 高橋研究員の天文講演会「地球照の観測と第二の地球探し〜偏光編〜」。約30名参加。諸隈氏(東京大学天文学教育研究センター)の公募観測開始。28日まで。良く晴れて、一般観望会には150名参加。

★26日(水) 龍野高校に昼間の星と講義(森鼻研究員)および小型望遠鏡実習(高木研究員、加藤専門員)。

★27日(木) 石田、環境人間学部での講義の後の観望会を実施。良く晴れて、1時間ほどのうちに、月、ベガ、アルビレオ、コートハンガー、カペラ、すばる、アンドロメダ銀河を観察。

★28日(金) 加藤専門員、佐用町のオリジナル番組「キラキラch」の収録。

★29日(土) フジテレビが佐用町を紹介する番組の制作で天文台も取材。圓谷講師が太陽観察やなゆた望遠鏡の紹介などで対応。夕方に月面X。木南事務員、サイエンスティチャーの古谷さんらが観察、簡易撮影するも、本格的に撮影しようとしたところで曇ってしまう。鳴沢専門員連星研究会へ。12月1日まで。



29日夕方に見られた月面X。
兵庫県立大 岸本 良さん撮影



Come on! 西はりま



2015年版 オリジナルカレンダーを配布します

2015年版の「西はりま天文台オリジナルカレンダー」を配布しています。ご希望の方は直接ご来園の際にお持ち帰りください。またご来園いただけない場合でも郵送致します。郵送をご希望の方は下記の二つをご用意のうえ、天文台カレンダー係までお申し付けください。

【ご用意いただくもの】

- ・送付宛先を書いたラベル（9cm×5cm程度）
- ・切手（送料）

1枚：120円

2枚：140円

3枚：205円

以降6枚まで：250円

※お申し込みは1名様6枚までとさせていただきます。

【お申し込み先】

679-5313 兵庫県佐用郡佐用町西河内407-2
 兵庫県立大学西はりま天文台 カレンダー係
 TEL：0790-82-3886



宇宙 NOW では友の会会員からの投稿記事を募集中です！

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
会員企画の会合や企画イベントの宣伝
【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
天体写真や当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。字数制限厳守をお願いします。

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日までに投稿願います。ただし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。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（メール） 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



12/28
-1/3

施設休園

年末年始の施設休園期間中は公園内施設への入場はできません。
この期間中は職員不在のため公園内で生じた問題への対応ができません。公園内の立ち入りはできるだけご遠慮いただきますようお願いいたします。夜間につきましても研究観測の妨げになる場合があります。進入路入り口やゲートが閉鎖されている場合、そこから先は進入禁止となります。あらかじめご了承ください。

1/10

第148回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：1月10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
テーマ別観望会

- A：カノープスを撮ろう
 - B：なゆたでお気楽木星撮影
 - C：60cm で二重星巡り
- 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「Jan」に）

締切：グループ棟泊、日帰り 12月27日（土）

家族棟宿泊 12月13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		
	大人	小人	合計
参加人数	()	()	()
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 ()			

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。

2/14

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：2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

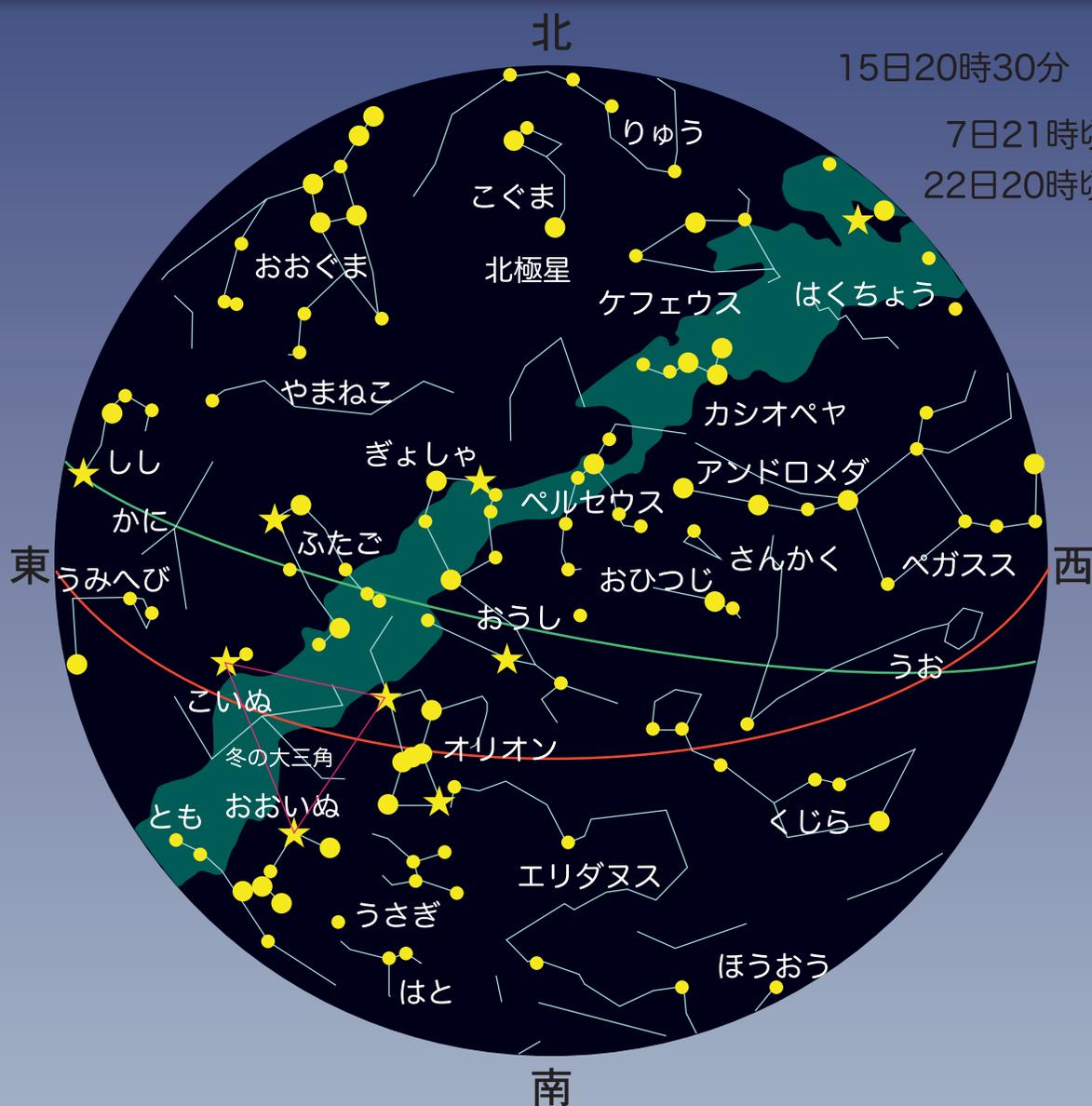
申込：申込表（右表）を参考に、下記の方法でご連絡下さい。

電話：0790-82-3886 FAX：0790-82-2258

e-mail：tomoobs@nhao.jp（件名を「Dec」に）

締切：2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	()	()	



1月のみどころ

秋の地味な星々は西に追いやられ、賑やかな冬の星空がやってきています。新年の始まりは満月期で空の高いところに明るい月が朝まで居座り続けます。西はりま天文台の冬空では月がないと賑やかな冬の星々と天の川に感動を覚えることがあります。寒さを我慢する価値がありますので1月中旬の月のない夜にお越し下さい。

今月号の表紙

「12月の虹」

「本日は関西では午後から気温が下がりだし、真冬並みとなるでしょう。12月ではなく2月と思ってお出かけください」と報じられ、午後は雪か雷か・・・と心配された12月初日の15時過ぎ。パラパラと降る冷たい小雨空に見事な虹が見えました。なんともちぐはぐな気がするお天気ですが、虹がきれいならそれでよし。