

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.312 2016 **3**



パーセク : 輝きが戻った鏡
おもしろ天文学 : 今日から始める変光星観測
from 西はりま : [特集] 写真でつづる西はりま天文台の四季
AstroFocus : 重力波

高木 悠平
大島 誠人
圓谷 文明
伊藤 洋一

輝きが戻った鏡

高木 悠平

Essay

PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

本誌の2月号(宇宙NOW No.311)にて、なゆた望遠鏡の主鏡・副鏡・第三鏡が、再蒸着(鏡の表面に着いているアルミニウム膜を新しくする作業)のために西はりま天文台を出発する様子をお伝えしました。その後、数年に渡り使い込まれた鏡面のアルミニウムはきれいにはがされ、再蒸着作業によって、それぞれの鏡は輝きを取り戻しました。

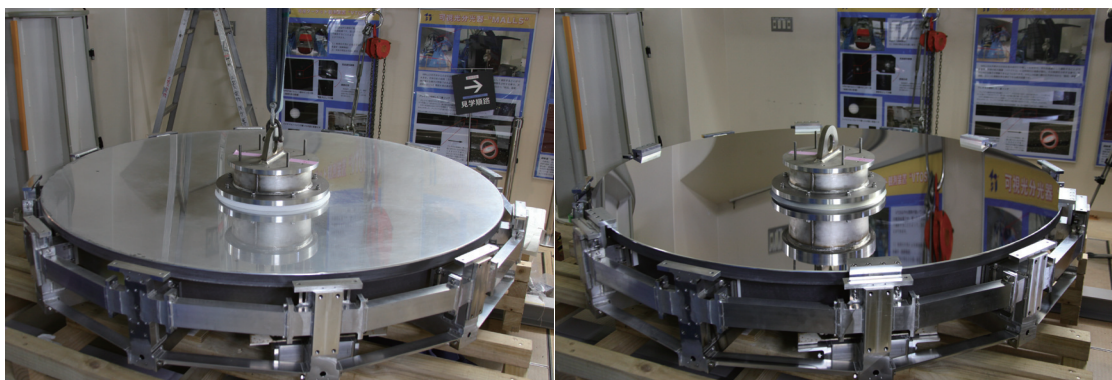
2メートルもの大きな鏡の再蒸着となると、蒸着作業はもちろんのこと、事前準備も事細かに詰めていく必要があります。今回の蒸着に関する最初の打ち合わせを行ったのが2013年10月でしたので、おおよそ2年半をかけた作業になりました。この間に、非常に多くの方にご協力いただきました。ここには書ききれませ

んが、特に蒸着作業を行っていただいた三菱電機、三光精衡所の方々にはとても感謝しています。

なゆた望遠鏡の鏡はすでに西はりま天文台に戻り、2月末には完全に元通りとなりました。復旧後に必要な調整作業も終わり、観望会も再開しました。再開初日はあいにくの強風でシーイングがとても悪かったにも関わらず、「M42やM82ってこれほどはっきり見えたって？」と思える仕上がりになっています。シーイングの良い夜が楽しみです。

主鏡・副鏡・第三鏡がきれいになったことで戻ったなゆた望遠鏡の「フルパワー」を、観望会でお楽しみください！

(たかぎ ゆうへい・天文科学研究員)



蒸着前(左)と蒸着後(右)の主鏡。その差は歴然。

今日から始める変光星観測

大島 誠人

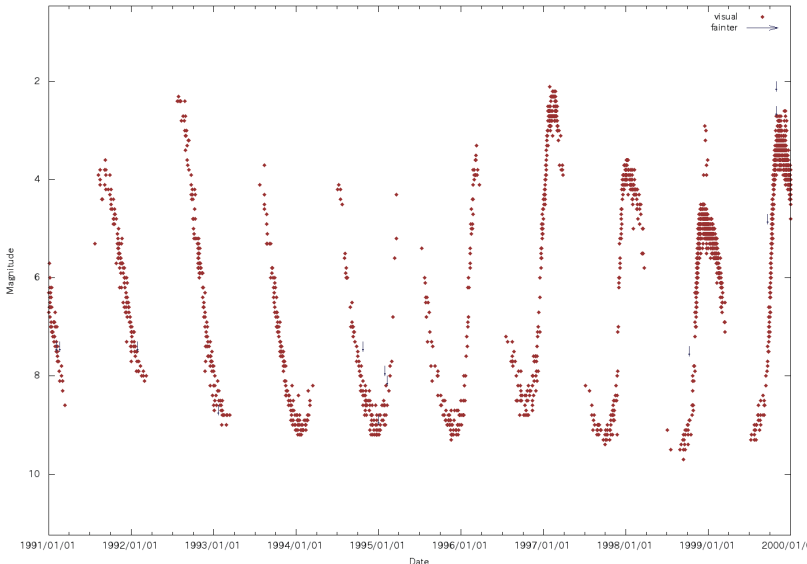


図 1：くじら座ミラの光度曲線（データ提供：日本変光星観測者連盟）

装置なしでできる測光観測？

私は明るさを変える星、変光星を主な研究対象としていますが、変光星の研究方法の一つには無論、「明るさの変化をとらえて、そこから何かを見出す」というものがあります。

星の明るさを測定する、という特別な機械などがないと難しいのでは？と思う方もおられるかもしれませんが、もちろん、天文台などで本格的な研究のための観測をする時は、CCD カメラなどで撮影した画像から測定することになります。でも、もっとお手軽な方法もあります。デジカメの活用？それも一つの方法ですが、もっと簡単なのは「目」を使って明るさを目分量で決める方法です。

目分量なんかでまともに測れるのか？と疑問を持つ方もおられるかもしれませんが、そうでもありません。図 1 をご覧ください。これは、

変光星の代表、くじら座のミラの光度曲線です^[1]。横軸が日付、縦軸が等級となっています。見事な変動がとらえられていますね。ご覧のとおりこれは 90 年代の観測なので、最近アマチュアにも普及しつつある CCD やデジカメの観測は入っていません。すべて、眼視観測によるものです。一部外れている点もあるとはいえ、肉眼だけでもここまでできるのです。もちろん 0.01 等などという精度は

無理ですが、ある程度変動の幅が大きい星なら十分に観測することができます。

この方法の強みは、「お手軽だ」ということです。変光星は時間変動を示す天体なので、できるだけ時間方向にたくさんデータが欲しいものです。いくら精度が良くても、1 点だけ、とか一年に 1 回づつとかではどうしても分かることは限られてきます。ちょっとくらい薄雲があろうが月があろうがどうか観測出来てしまうのが眼視観測のいいところです。必要なのは晴れた空と、後で紹介する変光星図、そして少しの四則演算だけです。

とはいえ、星をパッと見て「何等」と判断せよというのは無理があります。でも、絶対音感を持っていなくても音の高さの違いがなんとなく分かるように、星の場合でも近くの星と明るさを比較することによって明るさを見積もるこ

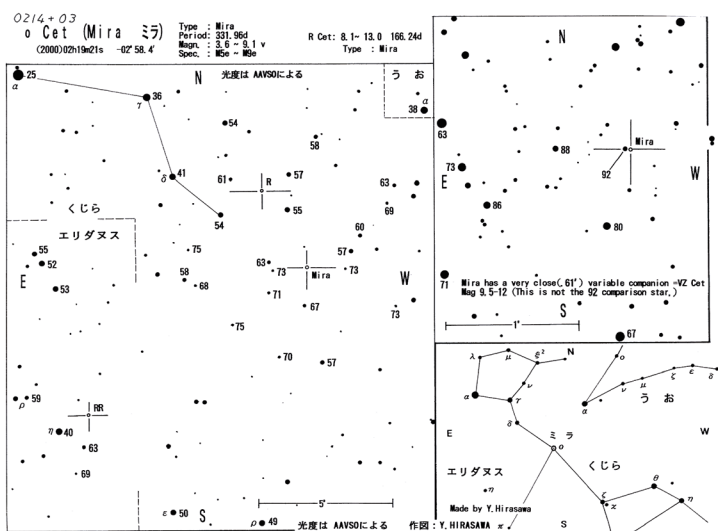


図2：くじら座ミラの変光星図（日本変光星研究会提供・作成者平沢康男氏）

とができます。このような観測を**相対測光**と言います。

というわけで今回の「おもしろ天文学」では、星の明るさを肉眼で見積もる方法について紹介しましょう。

明るさの測り方

図2はちょっとシーズンがずれてしまいましたが、先ほども名前が出たミラの変光星図です^[2]。変光星観測に用いる星図を**変光星図**と呼び、インターネット上や天文雑誌の変光星欄などで入手することが可能です。

ミラの周りの星々の横に、小さく数字が振ってあるのがおわかりでしょうか。これはそれぞれの星の光度で、62というのは6.2等級のことです。小数点は星と紛らわしいので、こういう書き方になります。これらの星と観測したい変光星の明るさを比べて、光度を見積もるのです。比較のために使う星のことを、**比較星**と呼びます。

まず、一番シンプルな場合を考えてみましょう。ミラの明るさが「54」の比較星と同じ明るさだ、と見当づけられる場合。この場合、ミラの光度は「5.4等」ということになります。



図3：明るさの測り方

次に、「36」の比較星と「41」の比較星のちょうど中間の明るさだったらどうでしょう。図3にあるように計算して、3.85という値が求められます。眼視観測で小数点以下第二位の数値はほとんど意味がないので、小数点第二位は四捨五入して39、3.9等となります。

さて、この次が一番難しいものになります。「36」と「41」の間の明るさだけれど、どちらかというと41に近い。そうですねえ、8:2で41に近いんじゃないかな……。こういう場合はどうでしょう。少し面倒な計算になりますが、今度は図3の一番下のようにして計算できて4.0等。最後の部分は暗算をすることになりますが、ノートに取るときには比だけ残して後で計算しても構いません。実際には同じ明るさの星があったり、ちょうど中間ということなどはそれほどなく、三番目のような計算をする場合が多くなります。

なかには、暗い時期は「観測したけど見えなかった」ということもあります。そういうときは見えている星のうち、一番暗い星の数字を取って「その等級以下」と記録します。例えば、

肉眼でミラを見ようとしたが見えず、見えている一番暗い星が「61」の比較星だったら6.1等以下、表記としては前に"<"をつけて<61などと表します。いくつかの注意点^[3]

- ・比較星は変光星であってはいけない
- ・比較星2つの差は、なるべく1等以内に
- ・できれば色の似た星を選ぶ
- ・比較星と変光星はなるべく上下に並ばないようにする

変光星には赤い星が多く、かといって赤い星はたいいてい変光星だったりもするのであまり気にしすぎるのも良くないこともあります。このようにして観測したデータは、等級と時刻を記録してノートなどに記録していきます。一例として、図4に、私の観測ノートの一部を挙げてみました。

変光星にもいろいろな種類があり、それぞれに独特の面白みがあります。ミラを代表とするミラ型変光星は、明るさを変えるスピードが穏やかで、かつ大きく明るさを変えるために初めて変光星を観測してみたいという方にもおすすめです。星同士が隠しあって明るさを変える食変光星も観測しやすいターゲットですが、数時間で明るさを変える天体が多いので、その場合

4.17	3/7日(土)	上野の自宅
2452	T CrB	10.3 78mm + 12.5
2508	W Boo	5.7 6x30
10	P Cyg	3.3 "
16	Al Dra	9.6 78mm + 12.5
19	RUMi	7.4 "
295	TUMi	<116 "
28	IC CrB	8.4 "
23	TT CrB	11.4 "

図4：観測ノートの例

一晩に1点というスタイルではなく、その天体を10分おき、15分おきに何時間か観測し続ける必要があります(図5)。食の最中以外ではほとんど明るさを変えない星がほとんどです。し、変光範囲が狭すぎて肉眼観測が難しいものもありますので、変光範囲や暗くなる時刻などよく事前に調べておきましょう。

どうでしょう？ この方法にある程度慣れてしまえば、あとは継続は力なりです。帰宅後車を下りて空をふりあおいだときにひょいひょい、と観測しておくというのを毎日続けるだけでも、光度曲線に使える立派な観測データとなりえるのです。え、後ろからやってきた車に邪魔だとクラクション鳴らされた？ ……人のいないところでやってくださいね。

(おおしま ともひと・天文科学研員)

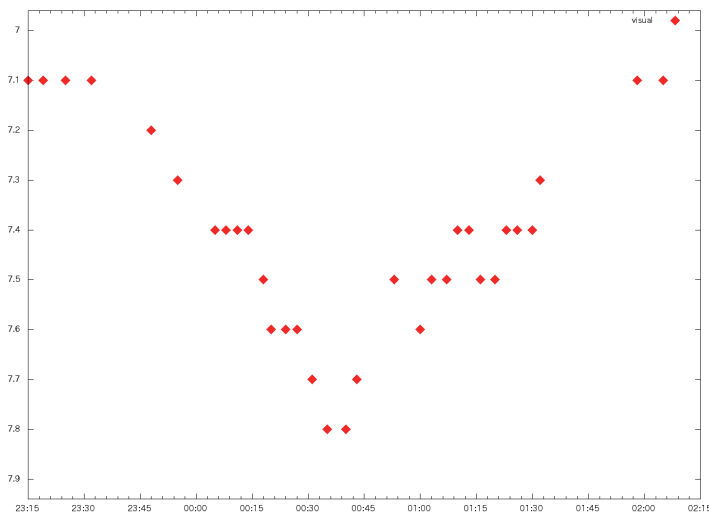


図5：2004年3月25日に筆者が眼視観測したりゅう座AIの食の光度曲線

参考文献

- [1] 日本変光星観測者連盟 (VSOLJ) のデータベースより作成
- [2] 日本変光星研究会 http://nhk.mirahouse.jp/chart/charts_Hsy/cetomicron.gif
- [3] 日本変光星研究会編 天体観測の教科書 変光星観測編 誠文堂新光社

【特集】 写真でつづる西はりま天文台の四季

圓谷 文明



桜と天文台 2015年4月25日撮影



夏空と天文台 2015年8月14日撮影





初秋の天の川 2015年9月13日撮影
はくちょう座サドル付近～
ケフェウス座ガーネットスター付近



秋の夕暮れ 2015年10月11日撮影



冬の朝霧 2016年1月22日撮影
雪が降った翌朝、夜間に晴れて同時に若干気温も上がったために見られた季節外れの朝霧。地面の雪と朝霧の組み合わせは珍しいです。



不思議な夕景 2016年2月20日撮影
太平洋東岸を北上した低気圧が近畿地方を通過して夕方まで雨が降りました。18時頃雨が上がると琥珀色に染まった曇り空に照らされてセピア色のなんとも言えない夕景色。寒ければ雪ですが雨になったために見られた不思議な風景。春が近づいているのでしょうか。田中事務員が撮影。

宇宙 NOW 編集部では、友の会の皆様からの投稿をお待ちしております。画像提供から経験談まで、投稿は電子メールで可能です。詳しくは P10 をお読みください。

(つむらや ふみあき・講師)

重力波

伊藤 洋一

「ついに重力波が見つかった」。このニュースが2月に全世界を駆け巡りました。「アインシュタインの最後の宿題」と呼ばれた現象が、予想から100年後に検出されたのです。

アインシュタインは100年前に何を言っていたのでしょうか。私の手元に「アインシュタイン選集2」（共立出版、湯川秀樹監修、内山龍雄訳）という本があります。これは、私が大学に入学した時に、大学合格祝いとして叔父さんからもらった図書券をすべて投じて購入したものです。

この本は3冊のシリーズで、アインシュタインが発表した論文の和訳が書かれています。2冊目には一般相対性理論の論文が含まれています。その159ページから「重力波について」という論文が載っています（アインシュタインは1916年に重力波を初めて予測しましたが、その論文は日本語では読むことができません）。この1918年の論文は次のような文章で始まっています。

「重力場がどのように伝播するかという重大な問題はすでに1年半以前のアカデミーの論文において私が研究したことである。しかし、この問題に対する当時の私の説明は見通しの良いものでもなかったし、さらに計算違いのために不体裁になっているから、ここでもう一度、この問題に立ちもどって考えることにする」

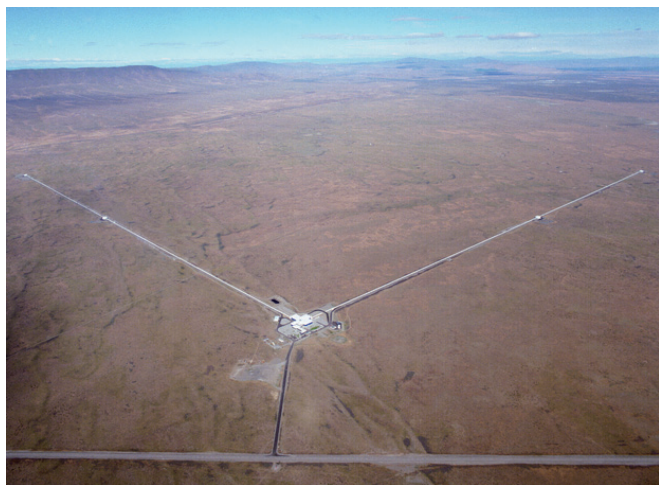
ちょっとびっくりしませんか。アインシュタインは論文に間違った計算を載せてしまって、一年半後に訂正しているのです。

さてこの論文の6番目の式が重力波を予測

した式です（式はテンソルなどの難しい記号が入っているので、ここには記しません）。この式を提示した後にアインシュタインはこう述べています。「式（6）から、重力場は光速をもって伝播することがわかる」。

この後、アインシュタインは「重力場のエネルギー成分」「平面重力波」「力学系による重力波の放射」「力学系に対する重力波の作用」という章を立てて議論を展開しています。天体によって重力波が生まれることや、その重力波をとらえることにつながる議論の展開で、「さすがだな」と思われます。

（いとう よういち・センター長）



重力波を検出した望遠鏡 "LIGO"（カリフォルニア工科大学のホームページより）

★1日(月)「なゆた望遠鏡」の2m 鏡再蒸着関連で、伊藤センター長と高木研究員がつくばへ出張。

★4日(木) 読売テレビのロケ。お笑い芸人のNON STYLE が来台。スタッフ・学生大はしゃぎ。石田副センター長はプロジェクト学習のため、兵庫県立大学付属高校へ出向。

★5日(金) 三田祥雲館高校の実習受け入れ。高橋研究員が対応。

★6日(土) 大島研究員がカノープスを撮影。大撫山頂では、この時期 21 時～22 時くらいに南中して見えるみたいだ。筆者も確認した(寿命が延びた)！

★7日(日) 圓谷講師がキラキラとんぼの異常を発見。本田研究員が調査する。冷え込んだことが原因か。

★10日(水) 消防訓練を実施。石田副センター長、鳴沢専門員、高木研究員、本田研究員、森鼻研究員、大島研究員、修士の秋本さん、筆者が参加。北館4階ベランダから緊急脱出用のシューターを使用しました。地上4階からの脱出に皆ガクブル(すべり台をすべるような楽しさは全くなかった)。

★13日(土) 出版社の記者さんが天文台を撮影して回る。

★14日(日) 昨晚の記者さんが天文台施設を取材。圓谷講師が朝早くからの取材に対応。

★17日(水) 森鼻研究員の発案で、X 線天文衛星 ASTRO-H の打ち上げ中継をパブリックビューイング。みんなで打ち上げを見守りました。衛星は「ひとみ」と命名。「ひとみ」がどんな宇宙の謎を明らかにするのか楽しみです。

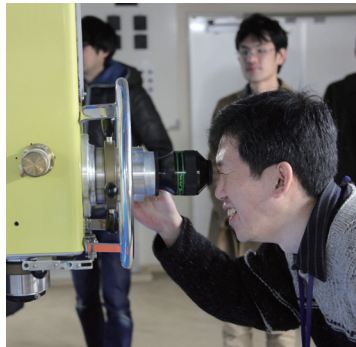
★18日(木) 今日は、プロジェクト学習の発表会。この1年の成果を聴くため、石田副センター長と本田研究員が出席しました。

★21日(日) はりま宇宙講座認定式に伊藤センター長、事務の木南さん、筆者が出席。今年度は、12名の星空案内人と41名の星空案内人が誕生しました。資格認定おめでとうございます！

★24日(水) 再蒸着作業のため長らく茨城県へ行っていた「なゆた望遠鏡」の2m 鏡が無事に戻ってきました。きれいになった鏡面にスタッフ一同釘付けに。報道関係者もたくさん取材に来てくれました。今日から「なゆた望遠鏡」の復旧作業も開始。

★26日(金) 兵庫県立大4回生の卒研発表日。緊張しながらも無事に発表を終えました。

★28日(日) 「なゆた望遠鏡」の復旧作業が完了！三菱電機の作業員の方々には、大変お世話になりました。復旧した「なゆた望遠鏡」をベテルギウスへ向けてテスト。伊藤センター長が直々に見え具合をチェックしま



きれいな鏡での見え具合をチェックする伊藤センター長

した(写真)。その後、「なゆた望遠鏡」は高木研究員による最終調整へ。

★29日(月) 最終調整に使用した器具を「なゆた望遠鏡」から取り外す作業。高橋研究員、森鼻研究員、本田研究員、大島研究員、筆者で実施。完全に復旧した「なゆた望遠鏡」で夜間天体観望会を開催しました。以前と比べて見え方がどう良くなったかは、ぜひ皆さん自身の目で確かめてみてください。今後とも、きれいな鏡になった「なゆた望遠鏡」と西はりま天文台をよろしくお願い致します！



Come on! 西はりま



春休み期間は毎日実施

昼間の星と太陽の観望会

昼間に見える明るい星と太陽を観望します。悪天候の場合は「60センチ望遠鏡」をご案内いたします。

【期間】

3月25日（金）～4月5日（火）

【時間】

1回目：13時30分から

2回目：15時30分から

【場所】

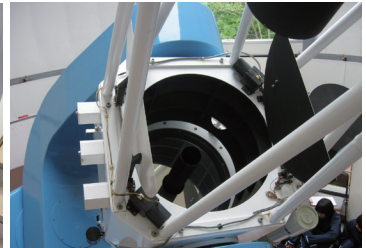
天文台北館2階テラスおよび4階観測室

【対象】

一般（参加無料、申し込み不要）

【お問い合わせ】

天文台 0790-82-3886



なゆた望遠鏡による観望会再開！

なゆた望遠鏡は2m 鏡他の鏡のメンテナンスが完了し、調整も順調に終了したため2月29日より通常通りの運用を再開しております。

なゆた望遠鏡による天体観望会は以下の二つがございます。ぜひご参加ください。

宿泊者観望会

天文台の宿泊施設にお泊まりの方のための観望会です。宿泊のある日に実施しています。

一般観望会

日帰りの方でもご参加いただける観望会です。

参加費は無料です。

日曜日 申し込み：不要

土曜日 祝日

申し込み：1週間前より電話にて受付

0790-82-0598（管理棟）

※ 申込多数の場合、お断りする場合もございます。

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



4/9

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：4月9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 300 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「Apr」に）
 締切：4月2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	()		

5/14

第156回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：5月14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「May」に）
 締切：グループ棟泊、日帰り 5月7日（土）
 家族棟宿泊 4月16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。

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

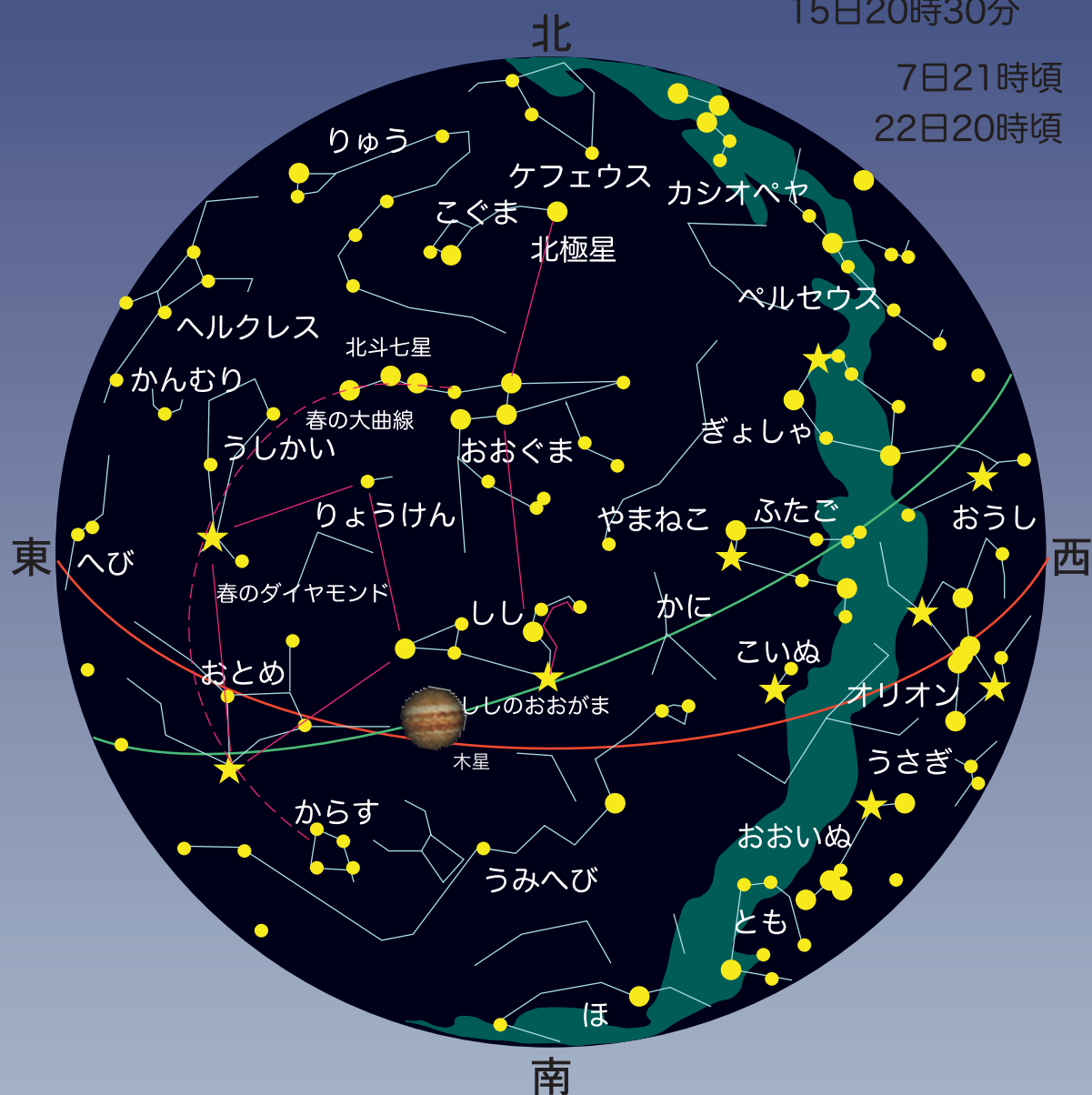
☆ 『喫茶 カノープス』の飲食代 10% OFF

☆ 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。ぜひご利用ください。

15日20時30分

7日21時頃

22日20時頃



4月のみどころ

木星が観望好機です。月があってもなくても、少し透明度が悪くても春の移動性高気圧に覆われる時を狙って望遠鏡を覗いてみてください。

しし座、おおぐま座が高く上っていて、系外銀河を観望するのも良い時期になります。こちらは月のない透明度の良い日が絶対条件。系外銀河を目で認識するのは慣れないと難しいものです。なゆた望遠鏡の鏡がピカピカな今がチャンスかも。

今月号の表紙

「ぎょしゃ座の中の星雲星団」

まが玉星雲 (IC 405)、NGC 1893、M 36

撮影日時：2016年2月7日 20:30~23:00

機材：Opticstar DS-616C カラー冷却 CCD カメラ、Voigtlander APO-Lanther 180mm F4、K-ASTEC GF-50 ポータブル赤道儀、Lacerta M-GEN + 50mm F2 CCTV レンズ オートガイダー

露出：f4、420 秒 x 20