

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.336 3 2018



パーセク：	志を果たしていつの日にか…？	高橋 隼
おもしろ天文学：	地球外文明は何色のレーザーを送信するか？	鳴沢 真也
from 西はりま：	なゆたでFU Ori型星を観測してみた	高木 悠平
	怪奇月食！？ ～とても不思議な皆既月食～	田村 竜一
AstroFocus：	太陽のダイエット	高山 正輝

志を果たしていつの日にか…？

高橋 隼

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

ここ数年、西はりま天文台では、近隣の福祉・医療施設での天体観望会、天文活動のインクルーシブデザインといったプロジェクトを行っている。これには私の個人的な背景が関係している。

大学院で天文学を始める前、私は「たんぼぼの家」という福祉系 NPO で働いていた。ボランティアとして活動していた時期を含めると 10 年間ほど通った場所であり、故郷のような存在である。たんぼぼの家は、障害のある人たちのアート活動、あるいはアートを通じた障害のある人たちの支援に力を入れている。

たんぼぼの家の活動はアーティストたちに支えられており、かれらから刺激を受けた。私が天文学を始める動機にもつながっている。アーティストたちはアートを通して社会貢献をしているわけだが、社会貢献のためにアートをしているのではない。アートは第一義的には自分の好きなことであり、その追究の延長で、他者のためにもなることに面白さを感じている—アーティストたちからはそのような印象を受けた。課題解決を直接の目的として行う活動だけではできないことが、「好きなことの延長としての社会貢献」にはできることもある。何より、アーティストたちのスタンスが羨ましかった。

「アーティストにとってのアートは自分にとっては何だろう？」と考えた末の答えが「天文学」だった。そこで、たんぼぼの家を辞め、大学院に入学して天文学を始めたのが 2007

年のことだ。

このような経緯があるので、西はりま天文台に来てからも、たんぼぼの家での経験と天文学を絡めた活動をしたいと考えていた。でも、研究や日々の業務で余裕がなく、なかなか始める踏み切りがつかずにいた。

そんなとき、大学内で地域貢献事業の助成金公募があり、某上司から締切当日 (!) に申請書作成を命じられたため、慌てて、冒頭のプロジェクトを提案した。めでたく提案は採択され、プロジェクトを実施することに「なってしまった」のだった。

これらのプロジェクトでは、かつての同僚やお世話になった人たちに協力していただいている。約 10 年の時を経て立場は変わったが、また一緒に仕事ができるのがうれしいし、感慨深い。たんぼぼの家で学んだことを今の環境で少しずつでも形にしていくことが、恩返しにもなるのかなと考えている。

研究や業務に余裕ができるのを待っていたら、永遠に始めることはできなかつたらう。結果的に背中を押してくれた某上司にも感謝している。

(たかはし じゅん・
特任助教)



たんぼぼの家で筆者が編集に携わった「インクルーシブデザイン・ハンドブック」

地球外文明は何色のレーザーを送信するか？ ～マジック波長の話～

鳴沢 真也

今回の話題は、「ニュー・アストロノミー」という学術誌にこのほど掲載された私の論文の解説です。「宇宙 NOW は中学生にもわかるように書くべし」（黒田元園長）ですので、そのようにがんばってみます。なお、この研究は、青田達也さんと岸本良さんとの共同研究です。

「マジック周波数」ってなに？

まず一言で結論を書くとすると、それは今回の論文のタイトルを聞いていただければよいかと思えます。タイトルを訳すと「地球外文明は何色で信号を送信するか？」というものになります。

地球外知的生命探査 (SETI) は、主に彼らが放射している（と仮定して）電波かレーザー光線の検出を目的とするものが主な手法です。まず前者についてですが、一口に電波と言っても、いろいろな種類があります。この種類は、「周波数」というもので分類されます。かりに知的生命が地球にまで届く電波を出していたとしても、そしてそれが来る方向にアンテナが向いていたとしても、その周波数がわからないと受信ができません。ところが電波の周波数は、その幅がとてつもなく広いのです。

そこで、前もって彼らが出している電波の周波数が予測できないだろうか？ という話になります。そういった周波数のことは“マジック周波数”と言いますが、具体的なものが50年以上前からいくつか提案されています。

天文学者が注目する波長のレーザーはある？

次は知的生命の放射するレーザー光線の検出を目的とする場合についてです。光の場合は、その種類を示すのに、周波数よりも「波長」の方をよく使います。波長というのは、つまり色に相当します。光にもいろいろな色がありますね。そして、光の場合は電波に比べたら、波長の幅は狭いのですが、それでも知的生命が放射してくるレーザー光線の波長を事前に予測できていたら効率がよいというものです。つまり、知的文明が地球に送ってくるのは何色のレーザー光線だろうか？ という予測を前もってしておこうというわけです。

これまで、電波のマジック周波数の予測はあったのですが、レーザー光線の“マジック波長”の予想はありませんでした。そこで、私がそれを予測したというわけです。世界初挑戦です。今から10年も前からあれこれと考えを温めていました。

例えば、地球の天文学者が星の光を分析するときに、特に注目して調べている波長があります。これに注目です。そのような波長はいくつかあります。

とりわけ注目されているのは、393.4 nm（ナノメートル）という波長（およびその周辺）の光で、これは紫色の光になります。この色にはどんな秘密があるのでしょうか？

太陽には磁場があり、その活動は11年の周期で変化していることはご存知でしょうか？

太陽の 393.4 nm の光などを詳細に分析すると、その様子は 11 年周期で変化していることが知られています。

そこで、太陽に類似した多数の恒星の光に対しても、この 393.4 nm の光を長年調査したアメリカの天文学者チームがいます。その結果はとても興味深いものでした。磁場活動が周期的に変化している星がいくつもあったのです。その周期は太陽と同じ 11 年ではなく、より長いものやより短いものと様々ですが、他の星もいわばハイテンションの時期と落ち込む時期とを繰り返していることが判明したのです。

よその星の知的生命も、きっと同じことに気がついているはずです。そして彼らは、地球の天文学者も 393.4 nm の光を丹念に調べているだろうと考えるでしょう。つまりこの色は、有力なマジック波長になりえるというわけです。

救いの手段 SHG と SFG

ところが、ここで問題が生じます。レーザー光線は、どの波長も出せるというわけではないのです。(レーザー光線の種類によっては例外がありますが) 原則としてある特定の波長しか出せないのです。

さあ、どうしたらいいのでしょうか？ ここで 2 つのレーザーの性質を知ってください。この研究のコアな部分ですので、がんばって読んでください。レーザー光線のある結晶に当てますと、波長が半分になって結晶から出てくるという性質があり、これを SHG といいます (図 1)。

また、別の結晶に 2 つの異なる波長のレーザー光線を入れると、これまた別の波長のレーザーが 1 つ再放射されます。こちらは SFG と呼ばれています (図 2)。入射する 2 つのレーザーの波長がわかっていると、SFG により結晶から出てくるレーザーの波長は計算で予測することができます。

この SHG と SFG をうまく組み合わせれば、

先ほどの 393.4 nm のレーザーを実現することはできないのでしょうか？

マジック波長ができた！

ここでは話を簡略化しています。そして、実際の研究の経過には、いろいろと苦労話やエピソードもありました。でも、それらは省略して、結論だけ書きますと、うまくいったのです。図 3 のような SHG と SFG の組み合わせによって、波長が 393.8 nm (紫色) のレーザー光線を作りだせることがわかりました。これは、先ほどの 393.4 nm にほぼ一致します。これがわかった瞬間は、心の中で小躍りしました。それでも、そんな幸運 (偶然) があるのだろうか？ と半信半疑で、何度も検算を繰り返しました。論文投稿の直前も確かめたほどです。

詳細は割愛しますが、さらに 532.1 nm (緑)、589.1 nm (オレンジ色)、656.5 nm (赤) も、有力なマジック波長であることがわかりました。そして、これらの波長のレーザー光線も SHG や SFG によって実現できることをつきとめました。

SETI とレーザー光線と天体物理学の 3 つの分野に関係していたせいか、審査には時間がかかりましたが、論文も無事パスしました。おそらく知的生命は、レーザー光線で恒星間の通信を試みるとすれば、これらの色のレーザー光線 (特に 393.8 nm) を使うだろうと私たちは考えています。そして、今回提唱したマジック波長が、今後の知的生命探査の効率化に役立つことを願っています。

より詳しくお知りになりたい方は、以下の論文を参考にしてください。また、ご質問があれば著者に問い合わせてください。

Narusawa, S., Aota, T. & Kishimoto, R. 2018 *New Astronomy* 60, 61

(なるさわ しんや / 天文科学専門員)

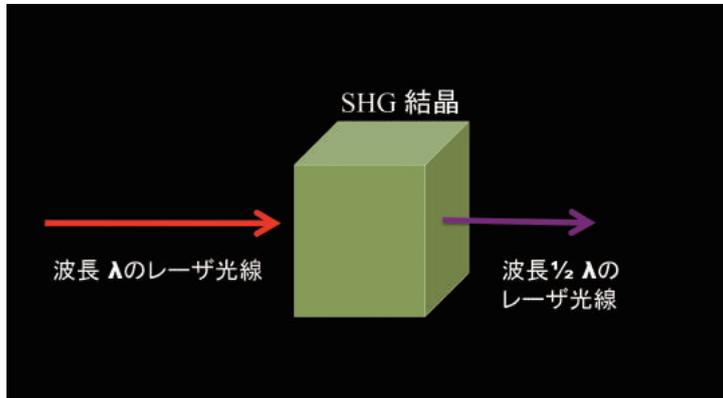


図1 : SHG のしくみ

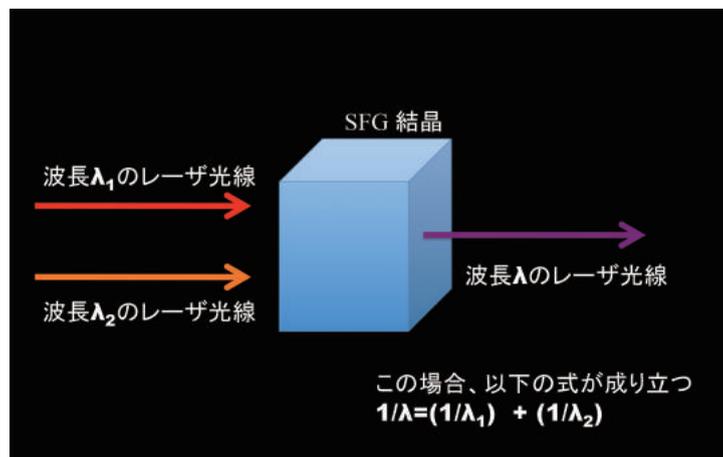


図2 : SFG のしくみ



図3 : SFG と SHG のくみあわせで 393.8 nm のレーザー光線が実現できる

なゆたで FU Ori 型星を観測してみた

高木 悠平



ご無沙汰しています。2016年3月まで研究員でした高木です。本誌2016年4月号で「なゆた望遠鏡での研究成果を論文にする」と言いましたが、ようやく結果を世に出すことができました。

私は若い星の研究が好きなので、西はりま天文台で研究員をしていた頃、「なゆたでどんな若い星の研究ができるだろう?」とぼんやり考えていました。というのも、若い星は分子雲に埋もれていて普通の星より暗いため、なゆたをもってしても観測は簡単ではありません。そんな時、いっかくじゅう座にある若い星が、なゆたで分光観測するにはちょうどよい明るさ(10等星程度)に増光しました。「FU Ori 型星」と分類される星です。聞き慣れない名前かもしれませんが。

分子雲の近くで急に明るくなる若い星の一種をこう呼びます。若い星の周りには円盤があり、惑星はこの円盤の中にあるチリやガスが集まって生まれます。ただ、円盤の中にある物質が全て惑星の材料となるわけではありません。若い星自身も、円盤中の物質を取り込み成長します。言い換えれば、若い星は円盤を食べながら成長します。ただ、食事のペースは一定ではなく、まれに暴飲暴食をします。このとき、若い星はおおよそ数10~100倍程度明るくなります。これがFU Ori 型星です。

若い星はこのイベントを数回経験するのですが、夜空に浮かぶ星々の中でこのイベントはあまり頻繁

に観測されません。そのため、明るくなる仕組みなどは実はあまり知られていません。

冒頭でふれた星が明るくなった当時、「この星は論文になる」と思ったわけではなく、「とりあえず観測してみよう」という程度の気持ちでした。しかしながら、大型鏡を使ったFU Ori 型星の年単位の継続観測がこれまでなかったこと、想定以上にスペクトルが変化したなどが幸いし、FU Ori 型星の増光源とその変化について迫ることができました。なゆたを使ってたっぷり観測できたこと、恒星分光や突発天体の専門家とじっくり議論できたこともラッキーでした。そういう意味では、西はりま天文台にいたからこそできた研究だなと感じています。

(たかぎ ゆうへい・国立天文台)

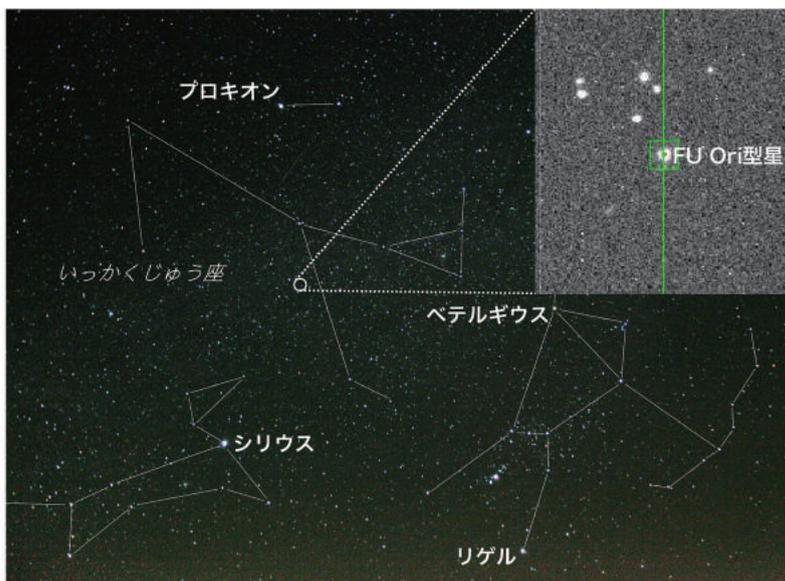


図1: 観測したFU Ori 型星の場所。冬の冬三角の中に位置します。右上はなゆた望遠鏡と分光器MALLSのスリットビューワで撮影した画像。

"The spectroscopic variations of the FU Orionis object V960 Mon", Takagi, Y., Honda, S., Arai, A., Morihana, K., Takahashi, J., Oasa, Y., & Itoh, Y. 2018, AJ, 155, 101

怪奇月食！？ ～とても不思議な皆既月食～

田村 竜一



何といっても皆既月食の醍醐味は赤銅色の月と星空です。

皆既食中の月は赤銅色になります。毎回、同じ赤銅色にはなりません。地球の大気等の状態によって色彩や濃淡が違います。しかも地球の本影を通過する時、色彩や濃淡は一様ではなく変化します。

皆既食の直前や直後、半影と本影の境目を月が通過する時に月縁が淡い青空色に見えることがあります。ターコイズフリンジと呼ばれています。

フィルムによる写真撮影が主流の時はターコイズフリンジなんて話題にもならなかった現象ですが、デジタルになって注目されています。それまでも同様の現象は観察されていましたが皆既中の複雑な色の一部としてとらえられていました。

今回、皆既月食の観測条件は最高です。特にターコイズフリンジや皆既食中の変化を撮影することを楽しみにしていました。しかし、天気予報は絶望的な予報です。夕方にかけて雲が徐々に厚みを増してきます。すっかり油断して肩の力を抜いていると快晴になり月の出です。急遽、撮影準備です。月食開始時に晴れていたものの徐々に雲行きが怪しくなり半分くらい欠けたところで皆曇に。やむなく撮影中断です。しかし、気象衛星の雲画像をチェックすると小さな晴天域があります。

雲の進行方向と速度から晴れ間は皆既食中に遭遇しそうです。

皆既食の最大頃に少しだけ見られそうです。落胆していると皆既食開始直前に……。プラネタリウムか？ 夢か幻か？ 晴れています！ 慌てて撮影を再開します。レンズを広角に変えて、

かに座を入れた星野写真を撮ろうとした瞬間でした。晴れ間、終了！ それは、皆既日食の皆既食中みたいな不思議な感覚でした。まるで壮大な宇宙のマジックです。

今のはいったい何だったんでしょうね。とても不思議な皆既月食でした。

(たむら りゅういち・友の会会員 No.2880)



ターコイズフリンジ
2018年1月31日 21時55分27秒
ケンコートキナー 800mm
Canon イオス KissX3
ISO800 F8 5秒



皆既月食
2018年1月31日 22時00分41秒
タムロン 400mm ×1.5テレコン
Canon イオス KissX7
ISO800 F11 10秒



太陽のダイエット

高山 正輝

最も身近な恒星である太陽は、他の星に比べて遥かに詳細に調べられてきた天体です。その太陽について最近、また新たな調査が行われました。調査の大きな目的の一つは「太陽がどれくらいダイエットに成功したか」です。これがわかると、地球を含め太陽の周りを回る惑星の公転運動がこの先どの程度安定して継続するかの見通しを立てるのに役立ちます。

さて、太陽のダイエットと惑星の公転がなぜ結びつきがあるのか、簡単に説明します。太陽と惑星は重力によってお互いに引き合っています。しかし地球や他の惑星は太陽に落ちて行く気配はありません。それはこれらの惑星がものすごい速さで太陽の周りを回っているからです。このとき惑星には遠心力によって外側に飛び去ろうとする力が働きます。これが太陽の重力とちょうど釣り合って、今現在の公転軌道を回っているのです。しかし太陽がダイエットして軽くなり、その重力が弱くなったらどうなるでしょう？惑星は今までよりも遠心力を少し弱めなければ太陽の重力と釣り合いが取れません。惑星に働く遠心力を弱める方法は今の公転軌道よりもわずかに外側を回ることによって実現できます。

このことに着目したNASAとMITの合同チームは、太陽の重力変化を最も受けやすい、太陽系最内惑星である水星に、探査機「メッセンジャー」を飛ばしてその公転軌道の変化の調査に乗り出しました。調査は2008年から2015年までの7年間に渡って行われました。現在

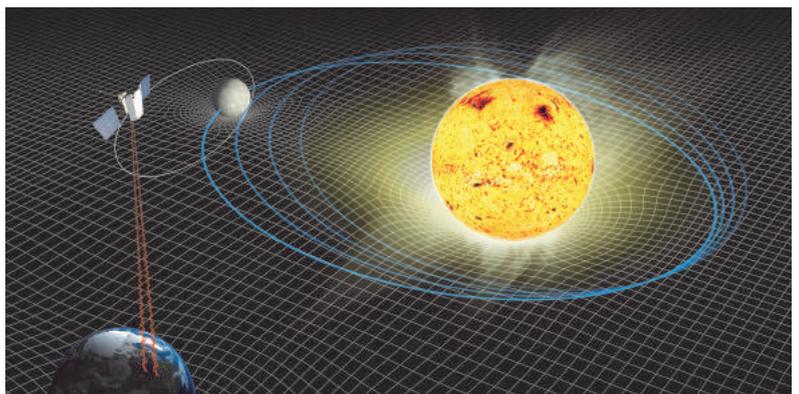
の理論では太陽は100億年で0.1%減量すると予想されていますが、水星の公転軌道の調査から、そのペースは予想よりいくらかゆっくりであることがわかりました [1]。

またこの調査にはもう一つ重要なミッションがありました。それは重力の法則の根幹である重力定数の値が本当に「定数」であるかの検証です。検証の結果、重力定数は（たとえ変化したとしても）100億年で高々0.04%増加するだけであることがわかりました [1]。これは重力定数が真に「定数」であることを支持する結果です。

今回の調査は、太陽の質量変化がもたらす惑星の公転軌道の変化を観測するための新しい調査方法の一つです。今後も独創的な観測手法が考案され、思いもかけない発見が飛び込んで来ることに期待です。

（たかやま まさき・天文科学研究員）

- [1] Solar system expansion and strong equivalence principle as seen by the NASA MESSENGER mission, Genova et al. (2018), Nature, 9, 289.
 [2] <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/nasa-team-tudies-middle-aged-sun-by-tracking-motion-of-mercury>



太陽の周りを公転する水星と、水星の軌道を探査する探査機「メッセンジャー」のイメージ
 (画像元：NASA[2])

★1日(木) 石田さんプロジェクト学習で附属中学へ。天文台には前日の雪が残るので雪かきをする。この冬はこれで最後にしてほしい。

★2日(金) 高橋さん、パールさん、60cm 望遠鏡の月食観測を行った観測装置を取り外し。

★3日(土) 加藤さん、斎藤さん、神戸大グローバルサイエンスキャンプの対応。昼過ぎまでの雪はやんで、2回目の昼間の星の観測会を圓谷さん実施。

★4日(日) 8日まで共同利用観測のため、元研究員で現在京都産業大学の新井さんが来台。久々のなゆた観測だが、少し操作してすぐに使い方を思い出したとのこと。

★5日(月) 伊藤センター長がインドより帰国、現地の新聞で観測のことが取り上げられる。スカイモニターが映らなくなったのでパールさんと屋上に上って調査、カメラの故障だった。

★6日(火) プロジェクト学習で附属中学へ。

★7日(水) 修論発表会で理学キャンパスへ。研究室の院生二人も素晴らしい研究成果発表。

★8日(木) 高山さん地元佐用高校の実習対応。夜は寒いがとても良く晴れる。

★9日(金) 南館で水漏れ発生！寒さのせいで水道管の一部が凍結し破裂した模様。高橋さん、加藤さん、伊藤センター長が場所を特定。やはり今年は特に寒かったのか。

★10日(土) 友の会観測デーは悪天候のためまたも中止に。この冬、比較的天気は良いが、なぜか週末は晴れないことが多い。12日まで初代星・初代銀河研究会のため呉市へ出張。

★13日(火) NIC 取り外し作業を高橋さん、斎藤さん、高山さん、大島さんが行う。私は加藤さんと 60cm 望遠鏡の反射率調査など。休

園日はやることがたくさん。

★15日(木) WFGS2 の取り付けを学生の伊藤君と高山さん、大島さんが行う。

★17日(土) はりま宇宙講座認定式で伊藤センター長らは姫路へ。雪のため一般観望会は見学会になるがこんな時は鳴沢さんがトークで盛り上げる。

★18日(日) 大島さん太陽望遠鏡の調整で悪戦苦闘。

★19日(月) NIC の改良作業のため禅野さん来台。この日から天文台のトイレ改修工事が始まる、温水洗浄式便座になります。

★21日(水) 高橋さん、斎藤さん、加藤さんと NIC の取り付け作業。望遠鏡のバランス調整が大変。夜は WFGS2 の試験観測で学部生

の伊藤君と戸塚さんが観測。

★22日(木) 鳴沢さん見学の案内対応。プロジェクト学習発表会に石田さんと参加、興味深い発表もありました。

★23日(金) 戸塚さんキラキラchの口ケ。

★24日(土) 25日まで天体スペクトル研究会に参加。研究会終了後、京大岡山 3.8m 望遠鏡の見学ツアーに参加、カラフルな望遠鏡だった(写真)。なゆたが国内第2位になってしまう日も間近であることを実感。「岡山天体物理観測所」が無くなってしまふのはこれまでお世話になってきただけに、少々さみしく感じる。

★26日(月) 休園日。なゆたの雷対策を行うもうまく行かず再検討。

★27日(火) 卒研発表会。研究室の学部生二人はなゆたの故障を乗り越えてしっかり結果を出しました。





Come on! 西はりま



なゆたで見よう!

来年度前半のなゆたでの観望会の見どころをご案内いたします。

もちろん、雲の具合や人数によって、見える天体は変わります。「必ず」ではありません。ご了承ください。

一般観望会（参加費は無料です）

日曜日

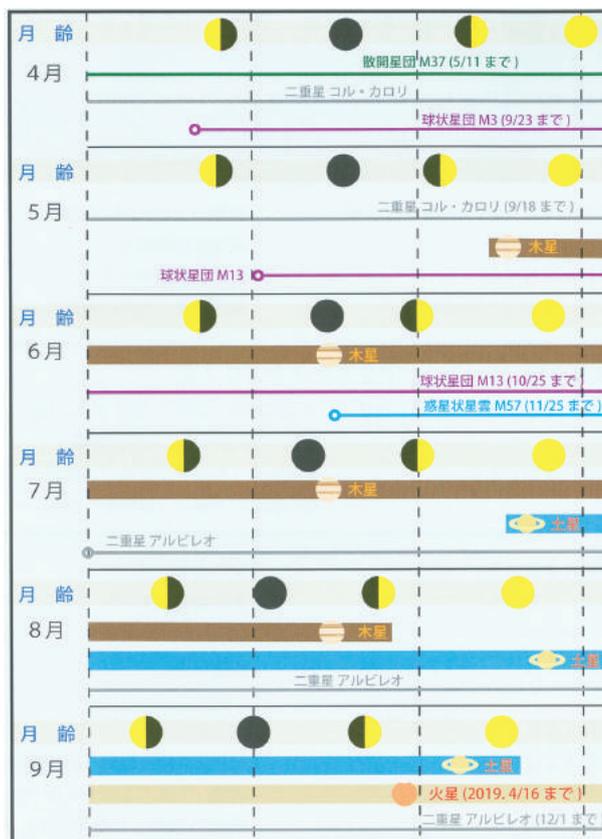
申し込み：不要

土曜日・祝日

申し込み：1週間前から電話にて受付
0798-82-0598（管理棟）

定員：宿泊者と合わせ 100名

お気軽にご参加ください。



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



5/12

第168回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：5月12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：未定

費用：宿泊 大人500円、小人300円

※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：グループ棟宿泊、日帰り 5月5日（土）
家族棟宿泊 4月14日（土）

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。

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	()	()	()
部屋割り	男性	女性	
グループ別観望会の希望	()	()	

4/14

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：4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500円、小人300円 ※朝食の申し込みは不可

※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。

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7日（土）

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	()	()	

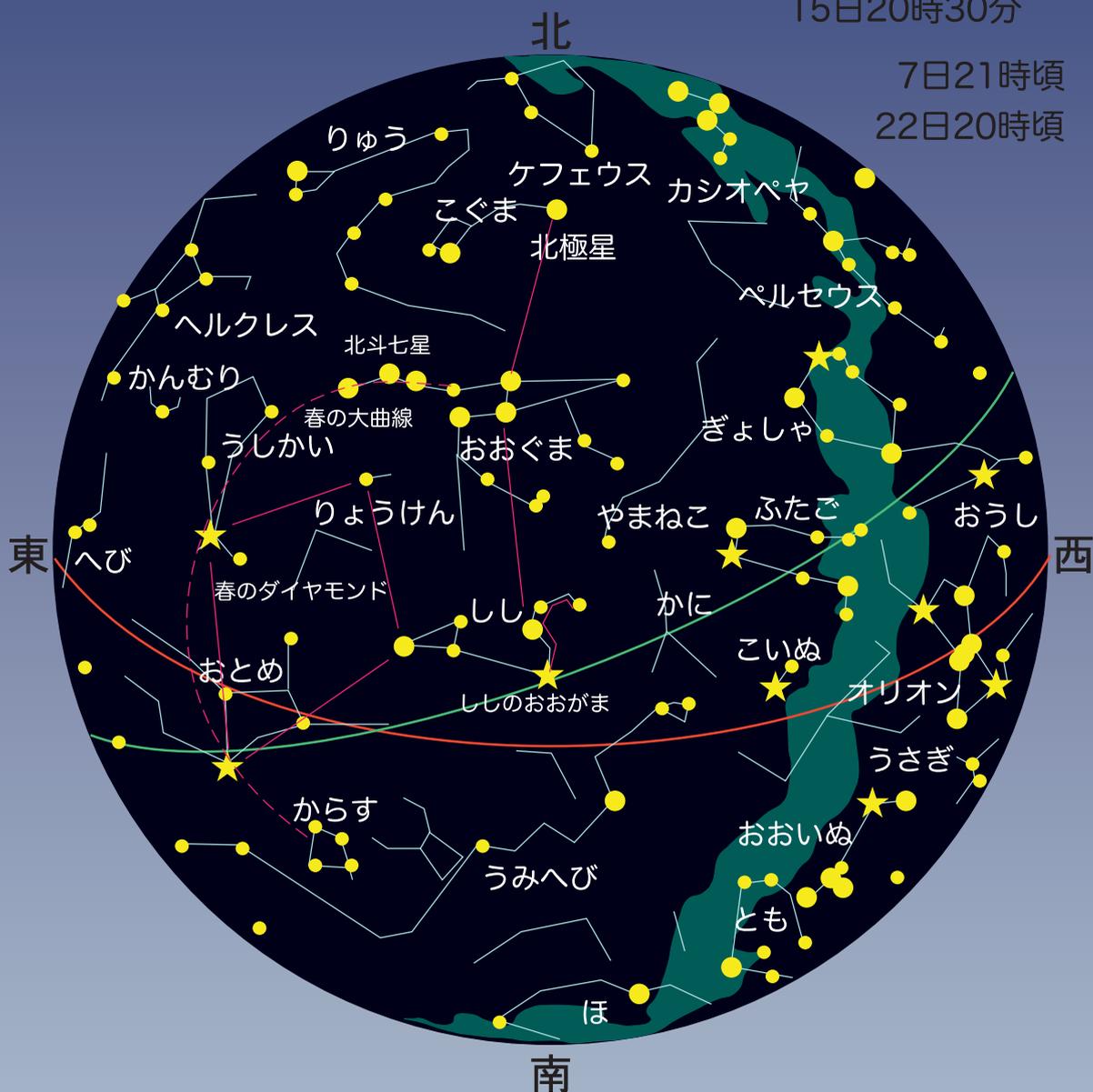
友の会会員の特典のお知らせ

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

今月号の表紙

春は特徴的な銀河や星雲が見られます。暖かくなって来ましたから、外に出て双眼鏡でそれらを巡るのもいいかもしれません。明け方には2年ぶりの火星も姿を見せています。今年の夏は、金星・木星・土星・火星の揃い踏み。今からワクワクします。とはいうものの、明け方はまだ冷えますから、ご油断召されませぬよう。

「雪化粧の利神城」

西はりま天文台から見るのが最も美しいもの…。そのひとつに利神城があります。朝霧に浮かぶ利神城はその様から「雲突城」とも呼ばれました。佐用の「天空の城」です。撮影者：竹内裕美