

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.377 8 2021



パーセク	: 一番楽しい時間	高山 正輝
おもしろ天文学	: びっくり仰天。はくちょう座 CH 星の见えない星	鳴沢 真也
from 西はりま	: [友の会会員投稿] 写真で見る近代天文台の鼻祖 —水運儀象台—	劉 幸宇
AstroFocus	: 古典的セファイドで天の川の腕をたどる	石田 俊人

一番楽しい時間

高山 正輝

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

先日、「天文学の研究をやっていて一番楽しいのはどんな時ですか？」と訊かれる機会がありました。いつ、誰に、どういった文脈で聞かれたのかすっかり忘れてしまったのですが、とても印象的な質問だったと記憶しています。

私にとって最も楽しい時とは「新しいことを発見した瞬間から、それを論文として公開するまでの時間」に他なりません。これについて説明するには、天文学者(=研究者)の生態について少し触れなくてはならないでしょう。

大学などで研究をしているいわゆる天文学者と呼ばれる人々は、自身の研究成果を論文として発表し、それを業績とする^{なりわい}ことを生業としています。論文を書くことで業績やキャリアアップに繋がる点が、アマチュア天文家と天文学の研究者との大きな違いと言えます。だからこそ我々は新しい発見をしたら、それを論文にしてせつせと公表したがるのです。

また忘れてはならないのは、論文として発表できるのは新しい発見、新しい知見のみだということです。昔誰かが見つけたことを再び指摘しても、それは二番煎じにすぎません。天文学には追観測といって、再度同じ天体を観測することもあります。それでも前回に比べ精度が高い観測をすとか、別の手法で観測するなど必ずオリジナリティを打ち出し

てきます。

さて、ここまでで天文学者の生態について幾分知っていただけたかと思います。では最初に戻って、なぜ「新しいことを発見した瞬間から、それを論文として公開するまでの時間」が私にとって一番楽しい時間なのか。それはこの時間だけは唯一、私だけが新しい事実を知っている瞬間だからです(それがたとえ後発の研究で覆されるにしても)。人類史上、まだ誰も知らなかったことを、この時だけは私一人が知っているのです。これほど優越感に浸れる瞬間はありません。しかし天文学者としての使命によって、新しい知識は論文として社会に広く公表しなければいけません。知られたくない、しかし知らせなくてはならない、そんなジレンマを抱えつつ今日もせつせと答えのない研究に励むのです。それゆえに「自分だけが知っている瞬間」が、たまらなく楽しい時間なのです。

(たかやま まさき・天文科学研究員)

ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

びっくり仰天 はくちょう座 CH 星の见えない星

鳴沢 真也

天の川の中を一羽の白鳥が飛んでいます。大神ゼウスが化した白鳥が羽ばたいている姿。そう、はくちょう座ですね。この星座には火星軌道にせまる大きさがあるにもかかわらず、まったく見えない天体がある、と言ったら読者の皆さんは驚かれるでしょうか。今月はこの不思議な星を紹介します。

ここで紹介することはイタリア北部にあるアジアゴ天文台の飯島孝さんが主にされた研究内容です。元当天文台の職員・内藤博之さんと筆者も共同研究者となっていて、この研究をまとめた論文はイギリス王立天文学会の学術誌に掲載されました。

なおアジアゴ天文台については飯島さんと内藤さんが書かれた本誌 2011 年 2 月号をご参照ください。蛇足ですが、飯島さんはテレビ番組『世界の村で発見！こんなところに日本人』にもご出演されたことがあります。ご覧になった方はいますか？

はくちょう座 CH 星は異質な組み合わせ

さて、その星の名前は、はくちょう座 CH 星といいます。以下では単に CH 星と呼ぶことにします。図 1 のように星座絵では白鳥の西側の羽の箇所位置しているこの星、通常の明るさは 7 等です。裸眼で見える最も暗い星が 6 等級ですから、残念ながらどんなに目をこらして眺めても見ることはできません。地球からの距離

は約 600 光年（1 光年は約 9.5 兆 Km）です。

この CH 星は実は連星系です。連星系というのは本書ではしばしば登場する言葉ですから、読者の皆さんもおわかりでしょうか。2 つの恒星がお互いに公転している（まわりあっている）天体が連星系です。連星系のペアのうち明るい方を主星、暗い方を伴星と言います。

ところで、連星系と言っても 2 つの星の組み合わせは様々です。同じような星の組み合わせも珍しくありません。ところが、CH 星の 2 つの星は、まったくタイプが違うのです。まず、一つの星は赤色巨星という種類の星です。これは文字通り赤っぽい色をしていて、太陽の何十倍もある大きな星です。一等星でいうとアークトルゥスやアルデバラン、ポルクスなどが赤色巨星に属しています。一方、相手の星は白色わい星というタイプに分類されるものです。こ

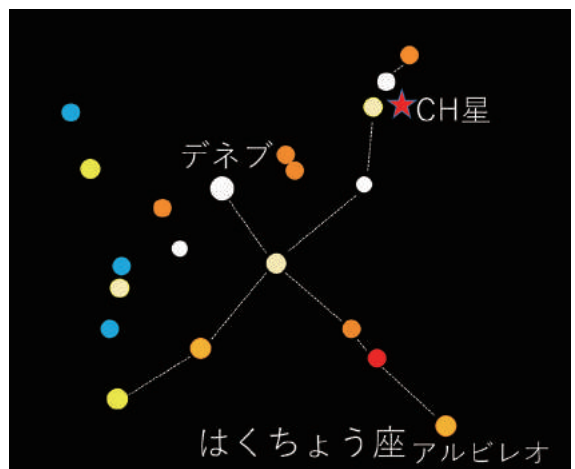


図1 はくちょう座 CH 星の位置

ちらは逆に小さな星で、そのサイズは地球ほどしかありません。それでも質量は太陽くらいありますので、たいへんに密度の高い星です。角砂糖一つ分が軽自動車くらいの重さにもなるほどの密度です。一等星のシリウスとプロキオンは連星系なのですが、それらの伴星が白色わい星です。白色わい星は小さな天体ですので、地球で観測されるCH星からの光のほとんどは、相手の赤色巨星が出していると考えてください。

このようにCH星は、まったく種類の違う星の組み合わせなのですが、この2つの星は2年ほどかけて公転しています。なお詳しい観測により、赤色巨星の方から白色わい星の方へガスが流れ込んでいることもわかっています。

第3体は巨大な星なのに光を出さない

ところで、CH星は15年ごとに明るさが2等級ほど暗くなります。暗くなる時期は8ヶ月ほど続きます。これはどういうことでしょうか。みなさんは日食の原理はご存知ですか。地球から見て太陽の手前を月が横切るのが日食です。このように2つの天体が重なる現象を「食^{しょく}」といいます。CH星の場合も食で説明がつかないのでしょうか。CH星には3つ目の星が存在していると考えます。そして、地球から観察すると3つ目の天体が15年ごとに主星を隠して食が起これるというわけです。このように3つの恒星が回りあっている天体のことは三重連星系といい、その3つ目の星は第3体と呼ばれます。

はたしてCH星は三重連星系なのでしょう。飯島さんはアジアゴ天文台の122 cm望遠鏡（写真）などでCH星の観測をしました。専門的になってしまうので結果の詳しい説明は略しますが、CH星に第3体の存在を考えない



写真：アジアゴ天文台の122 cm望遠鏡
(内藤博之さん提供)

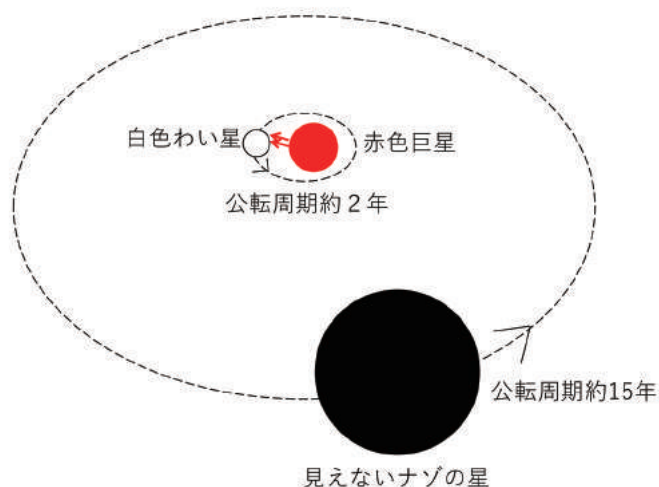
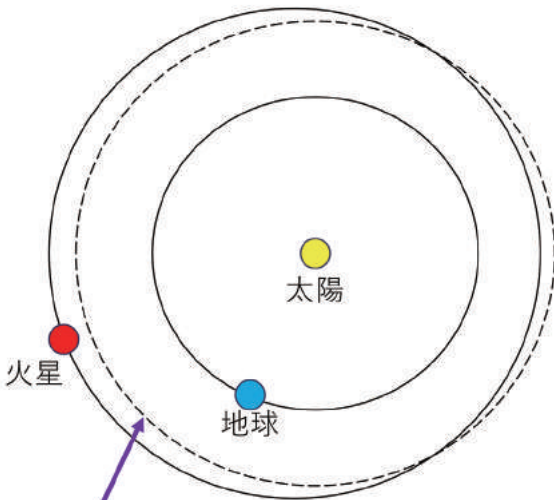


図2：はくちょう座CH星の想像図

と、白色わい星の質量が理論的にはありえないほど大きな値になってしなう、ということがわかりました。つまり、CH星は三重連星系と考えて間違いなさそうです（図2）。

さて、観測から推定される第3体の質量は太陽とそれほど変わりません。ところが、まか不思議なことがあるのです。観測によるとCH星から出ているのは赤色巨星と白色わい星の光だけなのです。つまり第3体は光を出していないのです。さらに驚くことは第3体の大きさです。食が継続する期間である8ヶ月をもとに計算してみると、その直径はなんと火星の公転軌道と同じくらいなのです。つまり、もしこの第3体を太陽系に移動させて、太陽の位置に置いたとすると、その外側は火星軌道にせまるほどです（図3）。こんなに巨大な天体なのに光を出さない？ いったいその正体は何でしょうか。

第3体はダストの塊かもしれない



見えないナゾの星の大きさ

図3：はくちょう座CH星の見えないナゾの星（第3体）の大きさ

私たちはCH星の第3体の正体はダストの塊かもしれないと考えています。天文学でいうダストというのは、固体の微粒子のことです。固体の微粒子ですから、それ自体は光を出しません。簡単に言うと巨大な濃い煙の塊が主星の手前を通過して食が起こっているのではないか、というわけです。

実は、このようなダストの塊を持つ連星系は現在までに2例が知られています。ぎょしゃ座イプシロン星（本誌2009年8月号参照）とこじし座のTYC 2505-672-1星です。どちらも、地球から見るとダストの塊が主星の前を横切っていくので、CH星と似た食を起こします。言い方を変えますと、ダストの塊を持つ連星系というのは、まだ2例しか知られてなかったとても珍しい天体なのです。

この2例ともダストの中には恒星が存在していることが分かっていますが、CH星の場合はダストだけの塊なのか、それとも、その中には星がかくされているのか、だとすればどんな星が入っているのか、今の段階では皆目わかりません。いずれにせよCH星で起こる次の食は2027年6月後半から始まると予想されていますので、この時の観測から第3体の正体解明に向けての手がかりが得られるかもしれません。宇宙のミステリーにまた一つ科学のメスが入ることでしょう。

（なるさわ しんや／天文科学専門員）

写真で見る近代天文台の鼻祖—水運儀象台—

筆者は、2011年～2019年、三回にわたり長野県下諏訪町今昔館「儀象堂」に訪れ、立派に複製された水運儀象台を見学、撮影しました。



下諏訪町「今昔館」に聳え立つ水運儀象台。見学者は後を絶たない

水運儀象台は、天体の運行に時刻を合体させ、水を動力源として運転されていた大型天文観測時計塔です。西暦1092年（中国の北宋時代）に蘇頌（宰相、科学者）などが宋の都開封で開発、製造したものであり、西暦1124年に戦乱により破壊されました。水運儀象台は中国宋の時代における天文学と機械工学の偉大なる発明であり、機械式時計のルーツとも言われています。また、近代天文台の鼻祖とも言われ、近代科学技術が誕生する前に人類が作った最も大きい、最も精密な科学機械です。下諏訪町に複製された水運儀象台は原寸大であり、その高さは約12メートル、下層の幅は約6メートル、極彩色の美に輝いて甚だ壮観です。同水運儀象台の複製の経緯ですが、1990年代初頭に、著名な書家吉澤大淳氏が下諏訪町から地域振興の

相談を受け、北宋時代の水運儀象台の複製プロジェクトを提案されました。同提案は現地の行政機構、科学技術史学術界、精密機械業者の賛同と援助を得ました。京都大学人文科学研究所教授山田慶兒氏、株式会社精工舎時計事業本部長土屋榮夫氏の主宰で、また建築史、服飾史などの専門家の協力の下で、4年の歳月と4億円をかけ、1997年3月にこの複雑な複製プロジェクトはついに完成されました。

立派に複製された水運儀象台には、科学史学者達が視察に訪れ、東京、京都、大阪など各地の学生が科学技術の歴史を学びに訪れています。なお、これをきっかけとして下諏訪町と中国古都開封市とは友好交流の協定書が調印されました。2019年4月には中国蘇頌学術研究会と蘇頌の末裔視察団15人が視察に訪れています。



水運儀象台の外観



1階にあるからくり時計

この複製された水運儀象台は世界中を見ても10台もありません。諏訪湖のこの水運儀象台は原寸大だけでなく、水力で駆動もできます。そればかりでなく、珍しいのは蘇頌を扮した口ロボット人形が二時間おきに水運儀象台から出てその科学的な成果を見学者に説明することです。2001年、天文学の権威、元国立天文台長海部宣男氏が複製された水運儀象台を見学後、「宇宙ステーションに匹敵」と絶賛されました。また、2010年～2019年の間に3回も同複製品を視察された水運儀象台研究の権威的学者・北京大学の管成学教授は「世界で最も立派に複製されたもの」と高く評価されました。

下諏訪町今昔館「儀象堂」の顧問吉澤大淳氏が「複製レベル世界一の水運儀象台は、時計等精密機械の発祥地である下諏訪町のシンボル及び日中文化交流の賜物です。これからも積極的に世界に発信していきたいです」と抱負を語られています。

2階にある浑象（星座表示装置）
等身大の人形は北宋の時代の皇帝最上階にある浑仪（星座の位置を測定する計器）
等身大の人形は中国元の時代の天文学者郭守敬

(りゅう こうう・西はりま天文台友の会会員)

古典的セフィイドで 天の川の腕をたどる

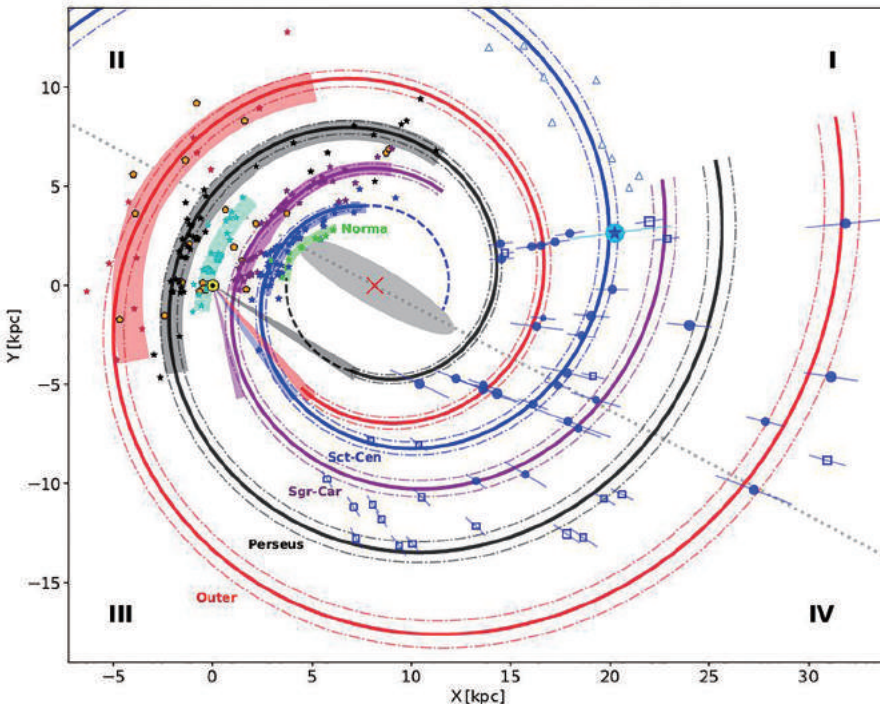
石田 俊人

古典的セフィイドは、膨らんだり縮んだりして明るさが変わる脈動変光星の一つです。その変動の周期と本当の明るさに決まった関係（周期光度関係）があることから、非常に精度良く距離を決めることで知られています。天の川の中でも若い天体で、渦巻の腕に沿ったところに散らばっていることでも知られています。

さて、この古典的セフィイドの脈動現象からは恒星の内部構造に関する理解が深まるのですが、その一方でその特徴を利用して、私たちの天の川銀河の腕などの構造を捉えるためにも使われています。私たちは天の川銀河の円盤の中にいますので、向きによってはいくつもの腕が重なってしまい、区別をつけることが難しくなってしまいます。しかし、古典的セフィイドは距離がわかりますので、腕がどの位置にあるかをたどることができるのです。以前は、天の川方向は光が大きく減光するため、実際に古典的セフィイドで腕をたどることができるの

は、太陽系に近いところのみだったのですが、最近では、近赤外線による測光で、銀河中心を越えた遠くの円盤の古典的セフィイド候補が見つかってきています。そのような研究の一つとして、チリ・カトリック大学の Minniti らは、近赤外線による測光と分光観測を組み合わせ、より確からしい古典的セフィイド候補を使って、腕をたどる試みを行いました。Minniti たちは、以前の研究で銀河系中心からの距離による鉄などの量の減少量が、太陽近傍で観測されているものと大きくは変わらないことなどを見つけていました (Minniti+, 2020, AA 646 A92)。今回の研究では、銀河系の渦巻構造が主要な腕2本に、それぞれから枝分かれした腕2本というモデルに少し修正を加えるとよく合うと議論しています (Minniti+, 2021, arXiv:2107.03464)。

(いしだ としひと・副センター長)



図：Minniti た (2021) の論文から銀河系中心より遠くを含む天の川の古典的セフィイドの分布と腕構造。X=Y=0にある黄色の◎マークが太陽系の位置。赤のXが銀河系中心。青い●が一連の研究で使用した分光観測で確認した古典的セフィイドの推定位置。線は距離の誤差範囲。●の大きさは古典的セフィイドの推定年齢の逆数。青い□は他の研究で見つかった古典的セフィイドの推定位置。その他の記号は、いずれも以前の研究で位置が推定されていた腕の場所にあると考えられる天体。複数の種類の天体を含んでいる。灰色の楕円形は中心の棒状構造。腕の位置は曲線で示されており、主要な腕がペルセウス腕（黒）とたてーケンタウルス腕（青）で、それぞれからいてーりゅうこつ腕（紫）と外部腕（赤）が分かれている。私たちの太陽系は、局所的な腕の切れ端（水色）の上にある。また、彼らは、中心より手前にあるじょうぎ腕（緑）はペルセウス腕（黒）とつながっていると考えている。

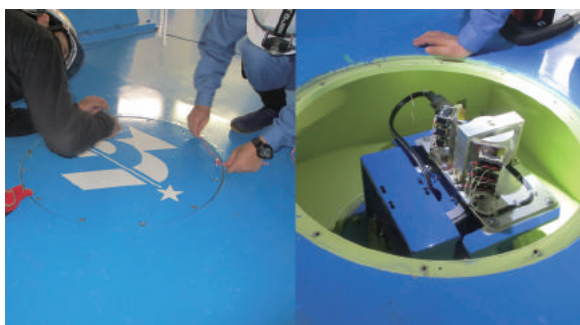
★1日(木) 佐用町立上月小学校が自然学校で来台(3日まで)。昼間には鳴沢専門員による天文クイズ大会、夜の観望会には佐用町のケーブルテレビの取材もありました。

★3日(土) 兵庫県立大学の大学院院試がありました。伊藤センター長が理学部に。

★6日(火) 本田准教授、プロジェクト学習で附属中へ。

★7日(水) 赤穂西・坂越小学校連合が自然学校で来台(9日まで)。夕方から激しい雨が降り始め、19時には佐用町に2号配備が発令されました。そのため、生徒さんは宿泊棟から出ることができず、夜の観望会や次の日の外での予定も無くなってしまったとか。大雨の中でも何か思い出ができればよかったのですが。

★9日(金) 京都府立桃山高校生実習、広英保育園実習、自然学校最終日とコロナ禍ではとても珍しい賑やかな1日に。7日から雷雨続きでしたが、昼前に



なゆた望遠鏡の足元「n」マークの下。普段は見るできない部分も保守点検で見ることができるとのこと。

ようやく晴れ始めました。自然学校の生徒さんも出発前の僅かな晴れ間にはしゃいでいる様子でした。高校生は80人越ということで、天文講義もなゆた望遠鏡の見学も全てグループ分けして複数回行うことになりました。石田副センター長が保育園の園児達を誘導し、なゆた望遠鏡の見学。入れ替わるようにして高山研究員から高校生に望遠鏡の説明を行い、別グループの高校生に著者が天文講義を行うという、コロナ禍特別バージョンともいえるスケジュール。3団体が密にならないように、お昼の場所やバスの出入り等、管理棟の方や学校側に配慮していただき無事に終了。

★10日(土) 友の会例会。5月は中止となったため3月以来の例会となりました。

★12日(月) なゆた望遠鏡の三菱電機保守点検(14日まで)が行われ筆者が立ち会い。3日間とも激しい雷雨のため、一時中断することになりましたが、無事に全て点検終了しました。普段開けない場所を開けるので、見学しているだけでも楽しいです。

★13日(火) 西村製作所による60cm望遠鏡や太陽望遠鏡の保守点検が行われ、大島研究員が立ち会い。60cm望遠鏡は古く、ドームの電気系統は色々ガタガタ。古い機械は交換するのも難儀なので色々課題が多そうです。

★18日(日) 天文講演会。高山研究員から

「LSP：赤色巨星の超長周期変光」という題目で、長い周期をもつ変光星について、研究の歴史から最前線までのお話がありました。

★20日(火) アマゾン創業者、ジェフ・ベゾス氏が立ち上げた

『ブルーオリジン』の民間宇宙船が世界初の一般人だけの宇宙旅行を成功させる。これからの時代、宇宙を仕事にするにも民間を含めるとも幅が広がりそうですね。

★23日(金) オリンピック開会式

★26日(月) 大阪教育大学附属高校天王寺校舎が日帰りで来台。高橋研究員と齋藤研究員でなゆた望遠鏡の見学や天文講義を行いました。9日に来台した桃山高校もそうでしたが、コロナ禍ということでやはり日帰りの強行スケジュールだったようです。早くコロナを心配せずに宿泊し、観望会に参加できる日常に戻って欲しいです。



Come on! 西はりま



天文講演会のお知らせ



日 時： 9月11日(土) 16:30～18:00
 講 師： 齋藤 智樹(当天文台研究員)
 場 所： 西はりま天文台南館1階スタディールーム
 無 料・申込不要



兵庫県立大学宇宙天文科学シンポジウム



こちらは Web 参加のみ受付中です。

日 時： 9月19日(日) 13:00～17:00

お申込・お問い合わせ先

兵庫県立大学事務局 社会貢献部 地域貢献課
 〒651-2197 神戸市西区学園西町8丁目2-1
 電話：078-794-6653 FAX：078-794-5575
 E-mail：chiikikouken@ofc.u-hyogo.ac.jp

- ※1 お申込みの際は、参加場所 (WEB)、参加者全員のお名前、連絡先をお知らせください。
- ※2 お申込み後 (電話申込以外)、当方から受付確認のメール、FAX を返信いたします。数日中に届かない場合は、お手数ですが、再度ご連絡をお願いします。

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



西はりま天文台 インフォメーション



9/11

第188回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：9月11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

※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（希望者のみ）

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「Sep」に）

締切：グループ棟宿泊、日帰り 9月4日（土）

家族棟宿泊 8月14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	()	()	()
部屋割り	男性 ()	女性 ()	
グループ別観望会の希望	()		

宿泊ができない場合もございます。その場合は日帰り観望会となります。

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。

お泊りのキャンセルをされた場合にはシーツ代などのキャンセル料が発生します。

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。

10/9

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：10月9日（土）19：00 受付

内容：60 cm 望遠鏡やサテライトドームを使って様々な観測体験や天体写真の撮影をします。技術や知識を身につけ、天文指導員として活躍する方も誕生しています。

費用：宿泊 大人 1000 円、小人 500 円 ※朝食の申し込みは不可

※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「Oct」に）

締切：10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	()		

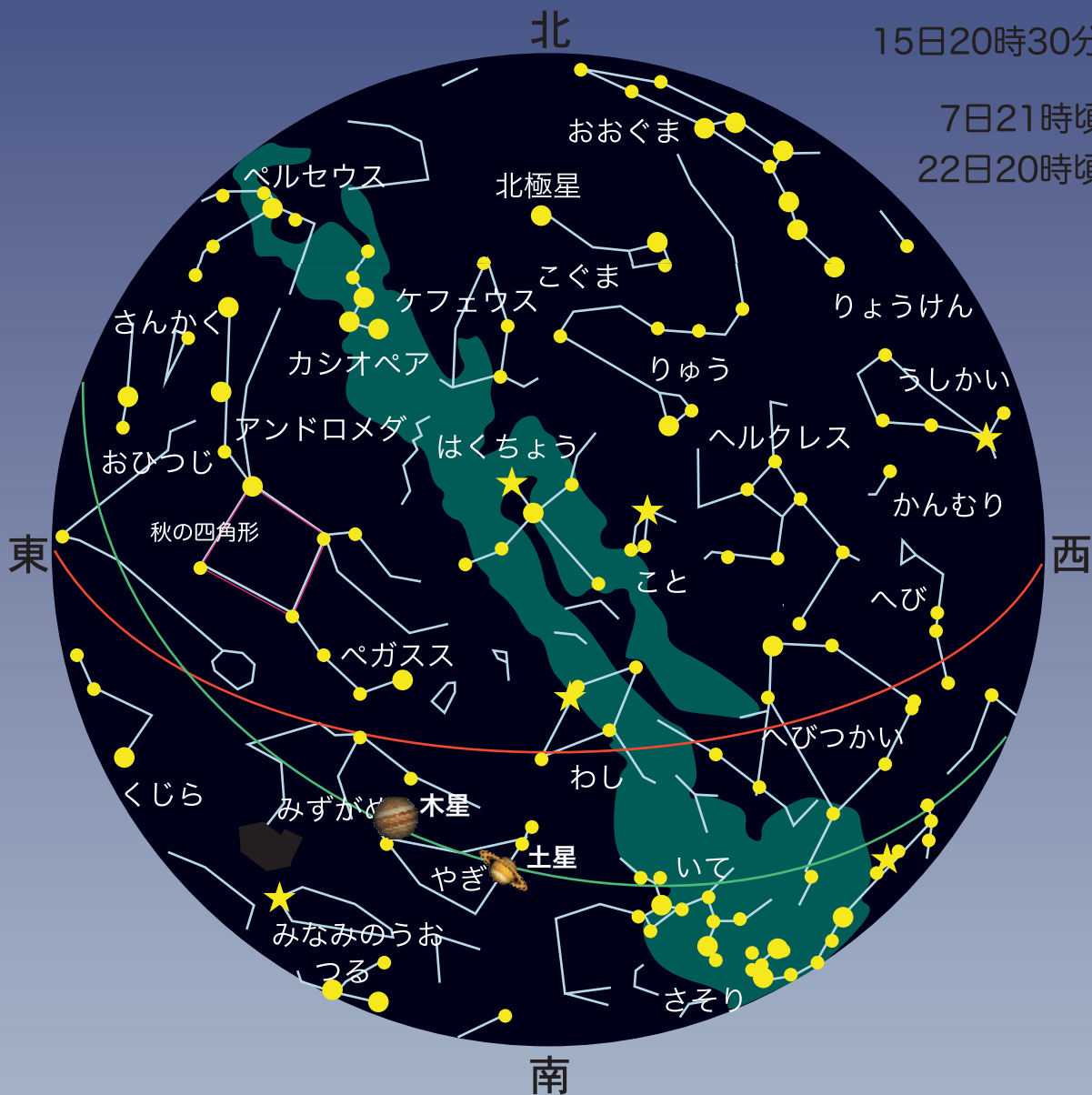
☆ 新型コロナ対策などの影響でイベントの中止や延期、内容変更の可能性があります。事前にお問合せください。

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割引があります。ぜひご利用ください。

☆ 『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



9月のみどころ

明るい星のないやぎ座ですが、土星・木星がぴったりと寄り添っていますので、探しやすいかもしれません。古代バビロニアの時代には冬至点のあった重要な星座だったそうです。

10日は月・金星・スピカが並びます。17日に土星、18日には木星がそれぞれ月と並びます。21日は中秋の名月。今年は満月です。月見の風習は縄文時代まで遡るといいます。月は変わらなくても、見える星たちは随分違うでしょうけれど。

今月号の表紙

「襲いかからんや」
撮影：竹内 裕美
撮影日：8月3日（火）
撮影場所：西はりま天文台
機材：Pixel5

観望会の帰りにふと振り返れば、サソリが天文台に今にも襲いかかりそう。そういえば、西はりま天文台には、オリオンの眷属がいたのでしたっけ。カメラの持ち合わせはなかったのですが、最近のスマホは夜目が効きます。