

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.370 1 2021



パーセク	: 論文誌の編集作業	小野里 宏樹
おもしろ天文学	: 原因はなに？超長周期変光	高山 正輝
from 西はりま	: 会員投稿写真館 2020	西はりま天文台友の会
AstroFocus	: Wow 信号領域に太陽にそっくりの星	鳴沢 真也

論文誌の編集作業

小野里 宏樹

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

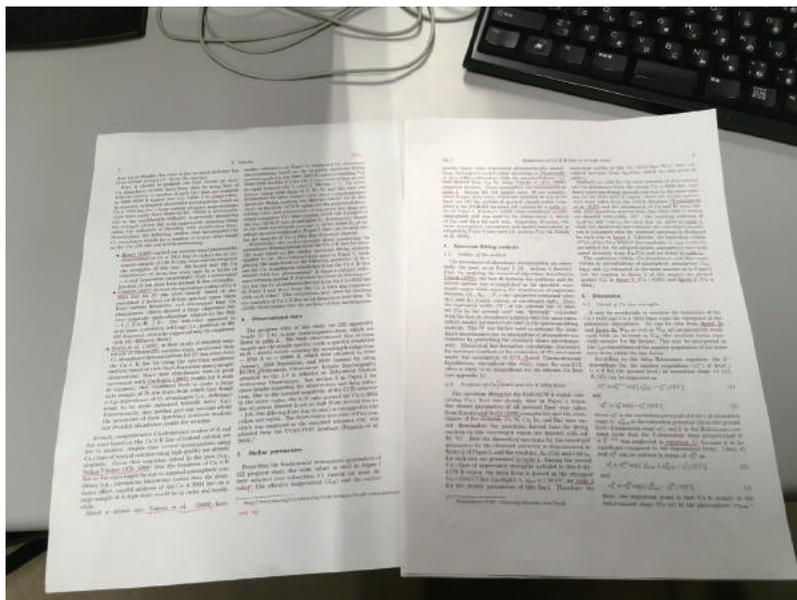
西はりま天文台では毎年の年末に Stars and Galaxies という査読誌を発行しています。査読誌とは、研究者が書き上げた論文が掲載される前に、論文の内容を審査する「査読」という過程が入る論文誌のことを言います。この査読は「偉い」研究者に依頼され、先行研究は適切に引用されているか、実験・観測の方法や結果の見せ方に問題がないか、結果から導く考察に論理の飛躍がないか、などの審査が行われ、問題点がある場合には著者に修正の提案がされます。著者はその提案にしたがって論文を修正し、査読者が OK を出すと論文の掲載が決定します。論文の掲載が決定するまでには著者と査読者の間で2、3回程度やりとりをする場合が多いです。

掲載が決まった論文はそのまま発行するわけではなく、最後に編集作業が入ります。今年は筆者が編集作業の担当となりました。編集作業では論文の書き方の間違いがないかを確認したり、体裁を整えたりします。具体的には、参考文献の書き方がルール通りかどうか、セミコロン (;) とコロん (:) の使い分け、アルファベットの大文字と小文字の使い分けなどがあります。こうやって書くとあまり難しくはなさそうですが、実際には注意深く見ていく必要があります。意

外と大変です。著者によって書き方の癖や間違いやすい場所も違ってくるので、そこにも注意を払う必要があります。編集作業を終えた後、最後に天文台のスタッフでチェック作業を行い、晴れて論文誌として発行されます。

これまで筆者は論文を投稿する側の立場でしたが、今回、編集作業に関わることで論文出版までの裏側の作業の一部を知ることができました。多くの査読誌で論文の投稿に安くはないお金がかかるのもうなずけました（研究者以外にはあまり知られてはいませんが）。今後、自分で論文を執筆するときに気をつけるべき点の参考にもなりました。

(おのぞと ひろき・天文科学研究員)



編集でチェックポイントに印をつけている様子



ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

原因はなに？ 超長周期変光

高山 正輝

筆者が10年かけて解明に取り組んでいる謎の現象があります。それはLSP(long secondary period)と呼ばれ、もしかしたら将来太陽でも発現するかもしれない現象です。今回はLSPとは何か、なぜ未解決なのかを紹介していこうと思います。

1. LSPの発見

1990年代、重力マイクロレンズ現象と呼ばれる、アインシュタインの一般相対性理論から予言された天体現象を求めて様々な観測が行われていました。これらの観測は、何年にも渡って星の明るさを観測し続けるというものでした。それも1つや2つの星ではありません。数千万個に及ぶ膨大な数の星の明るさの変化を監視していたのです。実のところ重力マイクロレンズ現象の観測では思ったような成果が出なかったのですが、これらの観測のおかげで無数の星の明るさの変化の様子を捉えることに結果的に成功しました。このうち、MACHO(マッチョ)と呼ばれるプロジェクトで得られたデータを解析していたオーストラリアのピーター・ウッド氏は1999年、それまでの常識より遥かに長い周期で変光している赤色巨星のグループを発見しました。赤色巨星とは、太陽のような星が死ぬ間に膨張した段階の星です。発見された変光の周期はだいたい1000日程度で、一般的な赤色巨星の変光の周期である100～400日より随分長い周期の変光現象であることが特徴でした。ウッド氏は赤色巨星研究の第一

人者ですが、その彼をしてこの長周期の変光は「理解不能」だったのです。そしてウッド氏はこの長周期変光をLSPと名付けました[1]。

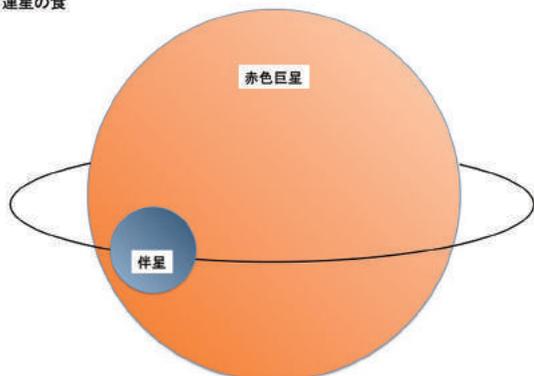
2. LSPを巡る初期の考察

太陽しか身近にない我々からすると信じがたいことですが、赤色巨星は大きくなったり小さくなったりを周期的に繰り返しています。しかし望遠鏡を覗いても半径の変化を見ることはできません。なぜ膨張・収縮しているのかがわかるかというと、それは膨張・収縮に伴い星の明るさが周期的に変化しているからです。先ほど述べた100～400日程度の変光は赤色巨星の脈動が原因の変光です。そして理論的には赤色巨星の脈動周期の上限の長さは400～600日程度と見積もられていました。ウッド氏が最初にLSPを「理解不能」と考えたのは、理論的な脈動の周期よりも遥かに長い周期の変光現象だったからです。

2000年代前半、LSPの原因を説明しようと多くの仮説が提唱されました。代表的なものは3つあります(図1)。一つは連星の食です。赤色巨星の周りを小さな天体が回っているとすると、赤色巨星を横切る「食」のときには光を遮るため暗くなります。二つ目は赤色巨星の周りでの周期的な塵(ダスト)の生成です。赤色巨星は質量放出といって大量のガスを周囲に放出しています。ガスの中にはダストの元も含まれていて、星から十分離れたところでガスが冷えるとダストが生成され、赤色巨星を覆い隠す

可能性があります。三つ目は黒点です。太陽でも知られる黒点は周囲よりも温度の低い領域のことです。自転する星の表面に巨大な黒点があると、黒点の見え隠れによって増減光するはずですが。研究者たちはLSPの新しい観測結果が出てくると、どの仮説が最も観測に合致しているかで一喜一憂していたのです。

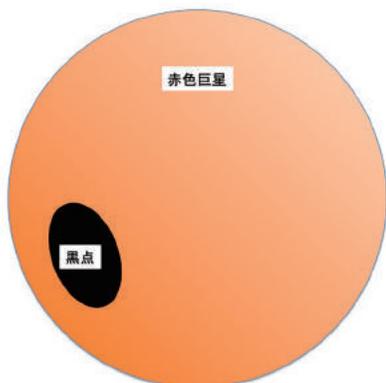
連星の食



星周ダスト



巨大黒点



3. 数々の観測結果

LSPの観測からわかってきたこの現象の特徴をいくつか挙げます。まずは図2のように変光の周期と星の明るさに比例関係があります [1]。これはウッド氏が発見当時から指摘していた特徴ですが、変光周期が長い星ほど明るいことがわかっています。似たような性質は赤色巨星の脈動現象でも見つかっています。この性質は連星の食では上手く説明できません。連星の場合、公転周期 (= 食の周期) は中心星 (ここでは赤色巨星) の明るさに依らないと考える方が自然だからです。2つ目の観測結果は変光周期そのものの長さです。LSPの典型的な長さは1000日程度ですが、連星ではお互いの距離が離れていれば公転周期はいくらでも長くできるので1000日の周期だとしても不自然ではありません。しかし黒点説にとって1000日というのは厄介です。なぜならLSPの星の自転周期は2800日よりも長いことを示唆する観測結果が得られたからです [2]。ところがLSPの光度変化の仕方を調べると、黒点による減光に近い振る舞いをしています [3]。3つ目の特徴は変光が周期的に繰り返すことです。これはダスト説にとって悩ましいところです。ダストの生成が周期的に起こるためには、赤色巨星が周期的にガスを放出する必要があります。そのようなメカニズムとして星の脈動が考えられますが、前述の通り脈動の周期はLSPの周期よりも短いのです。一方で中間赤外線による観測結果は、星の周りにダストが存在する可能性を示していました [4]。

他にも重要な観測結果がありますが、いずれにしても「○○なら△△やなあ。でも××ってことは△△じゃないなあ」と、まるでどこかのお笑いコンビのコントのようなことを研究者たちは延々と続けていたのです。

図1：LSPの原因の候補となっている代表的な3つの仮説。しかしこのどれも観測結果と矛盾する。

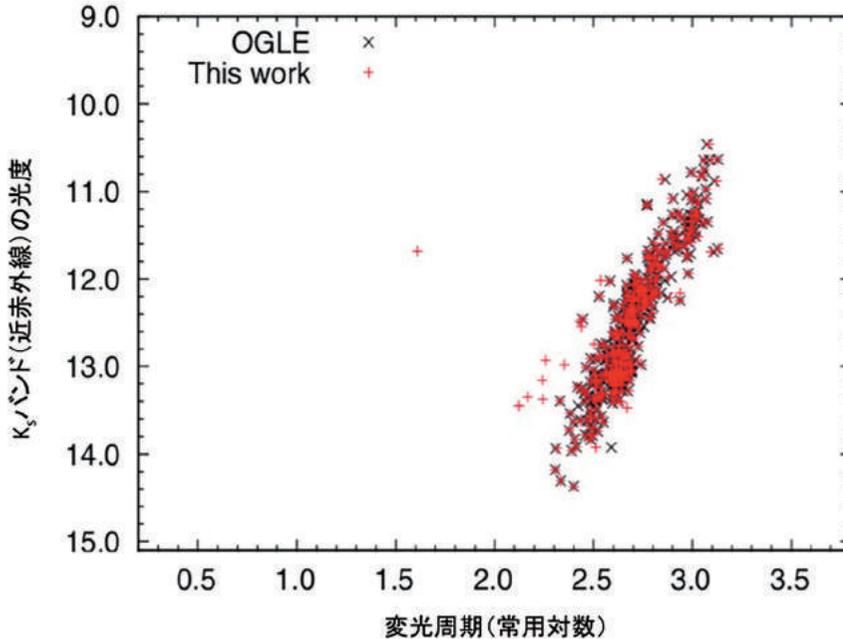


図2：小マゼラン星雲のLSP候補天体の変光周期と星の光度から得られた周期光度関係 ([6] の Figure 1 を改変)。

4. 近赤外線の数値

2010年頃になると、LSPの解決は相当難しい、という空気が漂ってきました。しかし大学院生だった筆者は無謀にもこの問題に手をつけてしまったのです。当然1人ではどうにもなりません。ウッド氏に共同研究を依頼しました。加えて、新しい観測データを用いてLSPの謎に迫ることにしました。そのデータとは近赤外線での星の明るさの変動のデータです。近赤外線での振る舞いは素晴らしい証拠を見せてくれました。筆者たちはダストによる減光、および黒点による減光のモデルを作ったのですが、観測結果はモデルと一致しなかったのです。これはダストも黒点もLSPの原因ではないことを決定づけました [5]。そこからさらに研究を進め、可視光と近赤外線では明るさの増減のタイミングが微妙に異なることを発見しました [6]。これは連星の食にとっては説明が苦しい結果です。なぜなら中心星を遮る食の場合、どの光の波長で見ても減光のタイミングはほぼ等しいはずだからです。

5. LSPの解決に向けて

現時点でLSPの原因として広く受け入れられているものはありません。筆者は先の結果から「変な脈動」ではないかと考えていますが、議論の余地がありそうです。太陽もあと40～50億年後には赤色巨星となります。太陽でもLSPが発現するか否か、筆者はその答えを知りたいのです。

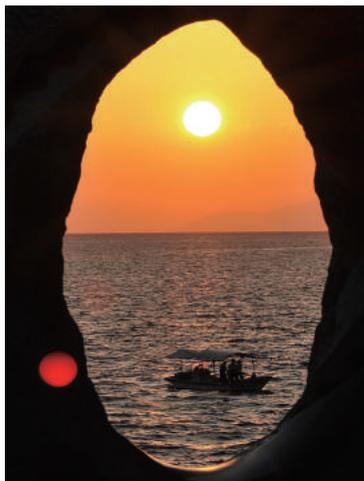
(たかやま まさき・天文科学研究員)

参考文献

- [1] Wood et al., 1999, I. A. U. Sympo, 191
- [2] Olivier and Wood, 2003, ApJ, 584, 1035
- [3] Soszynski and Udalski, 2014, ApJ, 788, 13
- [4] Wood and Nicholls, 2009, ApJ, 707, 573
- [5] Takayama et al., 2015, MNRAS, 448, 464
- [6] Takayama and Ita, 2020, MNRAS, 492, 1348

会員投稿写真館 2020

昨年も会員の皆様にはたくさんのご投稿ありがとうございました。紙面の都合でなかなか掲載出来ず申し訳なく思っています。それでも皆様にも見ていただきたい投稿も多々あり、今年度も一挙公開させていただきます。今年もみなさまのご投稿お待ちしております。



No.3604 劉 幸宇さん

左「夕日 (夢レンズより)」
下「夕陽 限り無く好し」
右「瀬戸内海の朝日」



No.3604 鈴木 克彦さん

「くらげ星雲」
夜空をふわふわ漂っている赤いくらげ（茹でダコに見えなくもないですが）がなんとも楽しそうです。
人の多い所に出かけるのは避けたいですが、夜空を見上げる分には問題ないでしょう。こんな時だからこそ、コロナに負けず夜空を見上げて想いを馳せるのもいいかもしれませぬ。

《撮影データ》

撮影日時：2020年1月4日0時08分頃～撮影

撮影地：岡山県備前市八塔寺

赤道儀：タカハシ EM200FG-Temma2Z

カメラ：CANON EOS kiss X6i (SEO SP4 天体改造機)

ガイド：焦点距離 100mm f2.8 ガイド鏡 + QHY-5L II M +PHD2

レンズ：FS-60CB (タカハシ屈折望遠鏡) + FC/FS マルチフラットナー 1.04x = 370mm f6.2

ISO：1600 SS：480秒 ライト 26枚 ダーク 13枚 フラット&フラットダーク 各48枚

処理：RAP2 (ダーク&フラット処理) → SI7 (コンポジット&レベル調整) → Ps & Lr (強調処理)



No.13F 筏 裕明さん

「ふたご座流星群」
 デジカメを買ったので、ふたご座流星群を撮影したいと思いました。
 明るい流星がオリオン座の下に出現し「やった!」と思いました。

撮影データ
 撮影日時：2020年12月13日01時35分20秒
 撮影地：西はりま天文台
 機材：オリンパスTG-6

No.3446 田中 直樹さん

「木星土星超接近」
 少しわかりにくいのですが、木星の衛星たちも捉えることができました。
 (2つがかるうじて判る、が本誌の限界です。申し訳ございません。(編集部より))

撮影データ
 撮影日時：12月21日17:48
 撮影地：西はりま天文台
 機材：20cm反射望遠鏡
 (ビクセンVMC200L
 焦点距離 f=1950mm
 F9.5)
 Canon EOS 50D
 直焦点撮影 ISO400
 露出 1/15 秒



No.3738 塚田 哲也さん

「昇る火星」
 撮影終了間際に飛行機が1機。「あ〜あ」。写真が台無しになったか、アクセントになったか。

撮影データ
 撮影日：2020年10月6日19:46
 撮影地：岡山県備前市日生
 機材：OLYMPUS E-M5 Mark III
 12mm (35mm換算24mm) (f/2)
 露光時間：20秒 (15分) 比較明合成

Wow 信号領域に 太陽に似た星

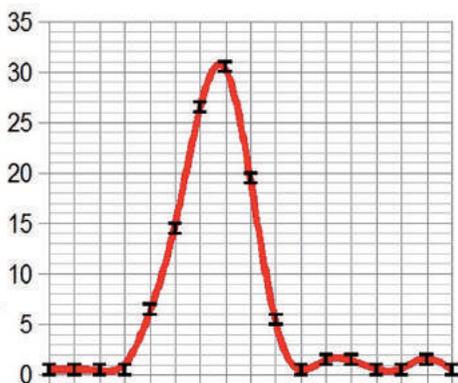
鳴沢 真也

Wow!

記録用紙を見ていた天文学者が興奮のあまり余白にこう書きこんだのは、1977年8月のことです。オハイオ州立大学の電波望遠鏡による観測結果が打ち出された記録用紙の余白にです。いて座のある領域から通常の30倍以上の電波が到来してきたのです。しかもこの電波の性質は自然界が出したとは思えない特徴がいくつもありました。ひょっとすると地球外知的生命が送信してきた電波かもしれません。これが「Wow 信号」と呼ばれるものです。

その後、オハイオ州立大学の関係者も、また別の複数の観測者も同じ場所の観測を続けていますが、今日まで同様の電波は検出されていません。このWow 信号については、天文学上最も権威あるものも含め、現在でも学術雑誌に論文が掲載されて議論が続いています。ところが、その正体は受信から40年以上たった今でも謎に包まれたままです。

3年前には彗星が発した電波ではないか、という説も提唱されましたが、これは直ちに否定されました。Wow 信号の性質は、彗星から発



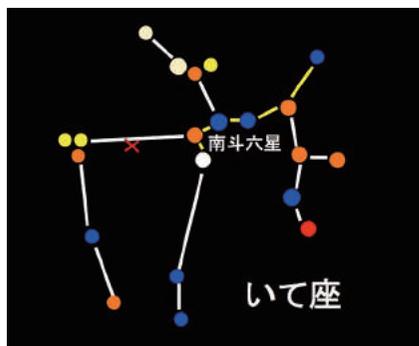
Wow 信号の電波強度グラフ。横軸は時間の流れで、左から右に進む。1目盛りが12秒。縦軸は電波強度で雑音の強度を単位としている
Wikimedia Commons より

信されるような電波とは考えられないのです。そもそも信号が受信された時に、彗星はアンテナの視野には入っていませんでした。

さて、スペインのアルベルト・カバイェロ氏は、ヨーロッパ宇宙機関の宇宙望遠鏡ガイアが観測したデータを詳しく分析して、Wow 信号が発せられた領域に太陽によく似た恒星があることに気がつきました。約1800光年先にあるこの恒星の表面温度や光度は、太陽のそれにほぼ一致しているのです。太陽に似ている星の周囲を公転する惑星の方が、そうでないものよりも生命が誕生する可能性が高いと多くの科学者が考えています。もちろん、Wow 信号がこの星から出たのだとは断定できたわけではありませんが、もし知的生命の送信した電波だとすれば、今後のこの星に関する研究に期待が高まります。

カバイェロ氏のこの報告はたいへん興味深いのですが、実は私と共同研究者は、いくつかの自然現象が偶然重なるとこの未解明の電波が説明できるかもしれないと考えています。これは現在まさに研究をしている最中ですので、その結果はいずれご紹介できればと思います。

(なるさわ しんや・天文科学専門員)



Wow 信号が到来した領域 (x 印)

★1日(火) 筆者は観望会担当。雲が広がったり薄くなったりという天候。冬型になってきたためか。一方で東京大学が観測実習。独自テーマの観測予定だったが、すぐに曇ってしまう。対応は本田准教授。

★2日(水) 春名建設が望遠鏡の鏡の再メッキの時などに使用するハッチの状況確認。対応は高橋助教。防火訓練。学生さんたちに天文台内で散らばっていただいて、避難誘導の訓練も行った。

★3日(木) 夜間の観測では、大学院生の村瀬さんも参加。以後、12月中に何度か大学生・大学院生の観測を実施。

★4日(金) コープこうべの冊子「ステーション」の取材。対応は小倉専門員。

★5日(土) 太陽観察に参加30名。本田准教授と天文指導員の藤東さんが対応。小倉専門員は太子町あすかホールへ出前観望会。

天文台では、当日の勤務者全員で、はやぶさ2の撮影、観測、解析、広報などの対応。

★7日(月) 甲南大学岩崎氏の共同利用観測。9日まで。

★9日(水) 新型コロナの感染拡大の状況から、26日(土)に予定していたキャンドルナイトは中止することに。

★11日(金) 伊藤センター長、舞子高校へ出前授業。天文台では西宮高校が実習で60cm望遠鏡でのオリジナル観望会などを実施。斎藤研究員が対応。

★12日(土) 友の会観測デーに18名参加。薄雲の中、さまざまな天体を観望しました。

★13日(日) 夜間観望会に参加48名。鳴沢専門員の他、筆者、高橋助教、小野里、大島、

戸塚研究員が対応。ほぼ晴れてさまざまな天体をご覧いただいた。埼玉大学・石岡氏の共同利用観測。

★15日(火) 高山研究員、附属中学校のプロジェクト学習(2年)対応へ。

★17日(木) 高橋助教、福崎高校へ出前授業。ウェザーニュースが天文台屋上に設置している機材のメンテナンスに来訪。東北大学・小久保氏の共同利用(継続)観測を斎藤研究員が実施。

★18日(金) 六甲アイランド高校が実習。天文講義と2m見学。本田准教授と小野里研究員が対応。

★21日(月) 佐用高校が日帰りで実習。昼間の星、天文講義、2m見学など。本田准教授が対応。本田准教授、観望会前に木星と土星の接近の撮影。大島研究員も前後の期間を含めて撮影。

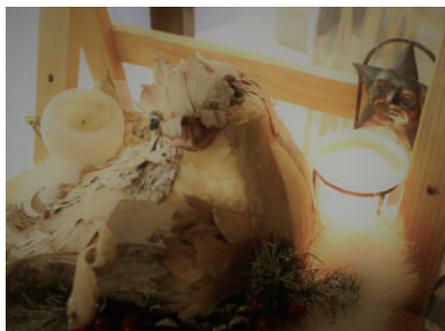
★22日(火) 東京工科大・須田氏の共同利用(継続)観測を小野里研究員が実施。

★27日(日) 太陽観察のとき一時的に晴れ間が出て、黒点のある太陽を観察していただけたが、ほぼ曇りの1日。夜間観望会もキャンセルなどで開催なしに。

★28日(月) 高山研究員、2m望遠鏡で観測するときに使用するフラットランプの更新のための配線作業。夜間は、小野里、戸塚両研究員ら、研究観測や試験観測。

★29日(火) Stars and Galaxies 第三号を発行。

★30日(水) 戸塚研究員、観測データの解析に必要なデータの取得のため天文台へ。雷対策も実施。



12月だけのtwinkleの看板鳥です



Come on! 西はりま



宇宙ムチュウ観測中 Web 参加受付中



西はりま天文台 30 周年記念シンポジウム「宇宙ムチュウ観測中」につきましては、会場参加は定員に達しました。ありがとうございました。

Web 参加は引き続き受付中です。みなさまのご参加をお待ちしております。

日時 2021 年 2 月 20 日 (土) 13:00 ~ 17:00
お問合わせ・お申込み

兵庫県立大学 社会貢献部 地域貢献課
TEL 078(794)6653 FAX 078(794)5575
E-MAIL chiikikouken@ofc.u-hyogo.ac.jp

※お申し込みの際は、参加場所 (WEB)、参加者全員のお名前、連絡先、団体名 (個人以外の場合) をお知らせください。

みなさまのご感想・リクエスト・投稿をお待ちしています。

みなさまに親しまれる宇宙 NOW を目指して、みなさまのご意見をいただきたいと思ひます。ご感想や「こんな話を読みたい」といったリクエスト、友の会へのご要望、色々お待ちしております。宇宙 NOW 編集部までお寄せください。よろしくお願ひいたします。投稿は「氏名 (よみがな)、会員番号」をお書き添えの上、宇宙 NOW 編集部 now@nhao.jp まで。電話によるお問ひ合わせ：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 日までに投稿願ひます。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ひいたします。
宇宙 NOW 編集部 (メール) now@nhao.jp
電話によるお問ひ合わせ 0790-82-3886



西はりま天文台 インフォメーション



3/13

第185回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：3月13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「Mar」に）

締切：グループ棟宿泊、日帰り 3月6日（土）

家族棟宿泊 2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	()	()	()	
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。

2/13

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：2月13日（土）19：00 受付

内容：60 cm 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 1000 円、小人 500 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「Feb」に）

締切：2月6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	()		

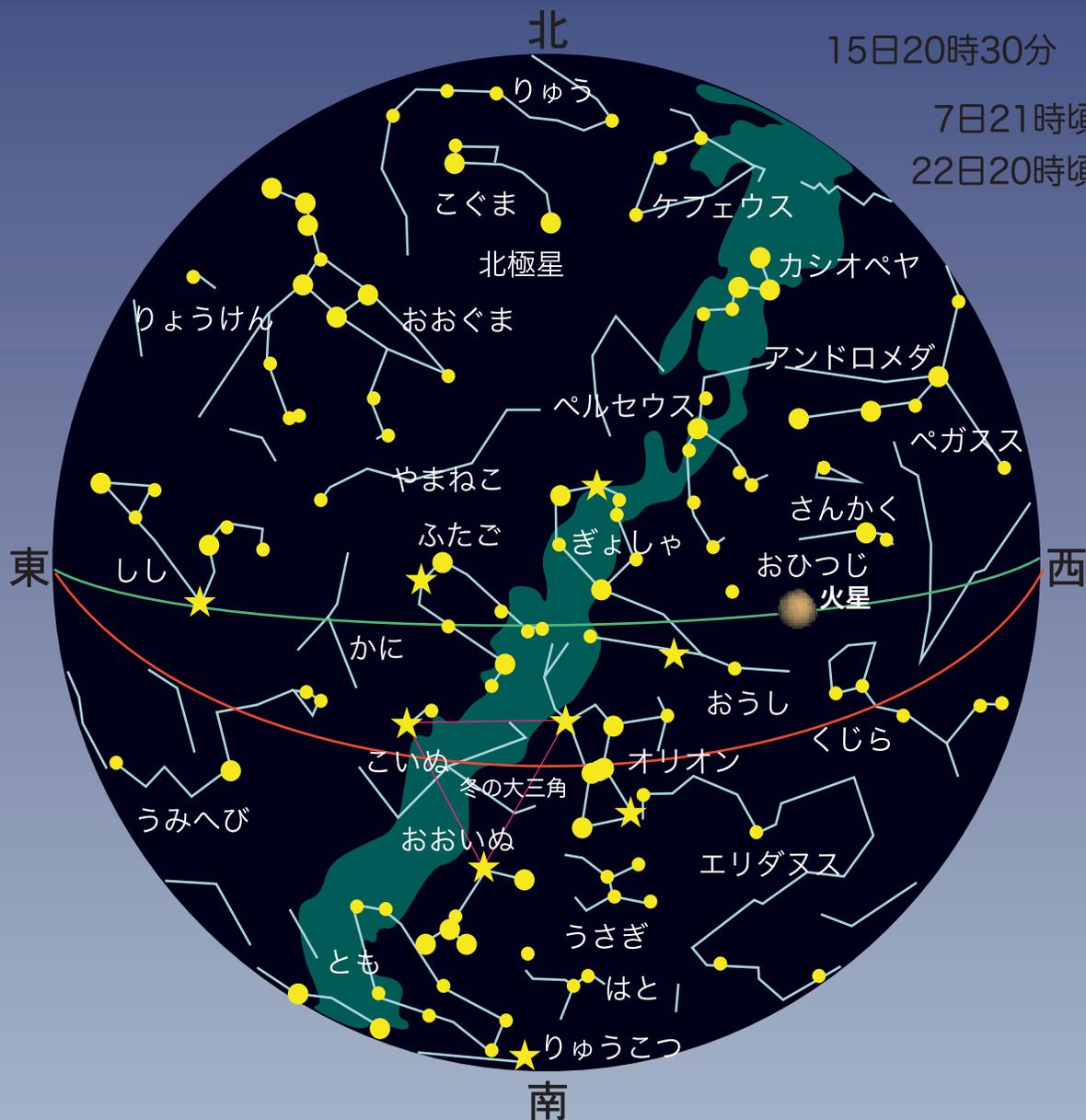
☆ 新型コロナ対策などの影響でイベントの中止や延期、内容変更の可能性があります。事前にお問合せください。

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



2月のみどころ

下旬、プレヤデスと火星・月が接近します。19日には月を火星とアルデバラン、2つの赤い星が挟みます。カノープスが夜更け前に南中しますので探しやすいです。寒いですが南の空がひらけた場所で探して見ませんか。「この星を見ると寿命が延びる」という言い伝えでも有名な星です。大きな天文現象はありませんが、もっとも空の華やかな季節です。東の空には春の星座たちが登場です。

今月号の表紙

「月と金星の大接近」

撮影者：筏 正明 (いかだ まさあき・友の会会員 No.13F)

撮影日：2020年12月13日6:12

撮影地：西はりま天文台

素晴らしい月と金星の大接近でした！

5センチ7倍のニコン双眼鏡でコリメート撮影しました。

画角を合わせるのに苦労しましたが、うまい具合に円形に写りました。