

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.395 2023 **2**



パーセク	:	クルマの進歩と星空観察	高山 正輝
おもしろ天文学	:	アルゴル型連星系の謎に挑む	鳴沢 真也
from 西はりま	:	はりま宇宙講座 2022	竹内 裕美
		太陽系初期のタイムカプセル	清水 正雄
Astro Focus	:	二種類の長期変動を示すこと座 RR 型星	石田 俊人

クルマの進歩と星空観察

高山 正輝

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

クルマが好きだ。クルマに乗ることは勿論、眺めるのも触るのも好きだ。そんなわけでクルマを取り巻く情勢に一喜一憂することもある。それは時に天文活動にも関わる事柄であり、クルマとクルマ社会の変遷は無視できない。

近年の例の一つ挙げよう。「オートライト」だ。2016年10月の道路運送車両の保安基準改正により、新型車は2020年4月以降から、一般の継続生産車両も2021年10月以降から搭載が義務化された。オートライトは自動でヘッドライトをON/OFFしてくれる機能だ。薄明時に早期点灯することで事故防止に役立てる目的だが、利便性も高い。実際筆者はトンネルが何個も続く山間部の高速道路ではオートライトを便利に感じる。

では星を眺める者の立場からこの機能を考えるとどうか？ 搭載義務化後の車両は夜間、エンジンを始動すると同時にヘッドライトが点灯する。また、走行中はライトの消灯ができない。星見スポットの中には公道でも無灯火走行が常習化している場所もあるようだが、今後はできなくなる（公道では違反だ。また過去に無灯火車両による重大事故があったことも付しておく）。おまけに近年普及しているLED

ヘッドライトは、その照射範囲に入ってしまうとかなり眩しいため星空観察どころではない。そう、昨今のヘッドライト事情は星空観察者には手厳しいのだ。

だが、クルマが変われば社会も人々の価値観も変わる。オートライト搭載車の普及が進み、あと5年もするとオートライトしか知らない世代が出てくるだろう。10年すれば星見スポットだろうとヘッドライトが自動点灯することは世代を問わず常識となるだろう。むしろ消灯して走行していた時代が「ゆるい」だけで、本来の道交法に則った姿になるだけだ。

そうなると、ライトを消してでも星空の綺麗な場所まで車で行こうとすることが光害対策のあるべき姿だったのかと過去を振り返る日が来るかもしれない。車はずっと手前に駐車し残りは歩いて向かう、といった光害対策も今後の選択肢としてあるはずだ。それができない場所であればヘッドライトの自動点灯について二つの意味で目を瞑ることになるだろう。クルマの進歩と美しい星空の保存が正しく両立する未来を考えていきたい。

（たかやま まさき・天文科学研員）

	オートライト 義務化後の車両	手動ライトの車両
夜間エンジン始動時の 自動点灯	○	×
夜間エンジン停止時の 自動消灯	○	×
夜間停車中の手動消灯	○ (Dレンジでは不可の車種あり)	○
夜間走行中の手動消灯	×	○

アルゴル型連星系の 謎に挑む

鳴沢 真也

筆者は、西はりま天文台に勤務してほぼ30年になりますので、今月はこれまでの研究の中から短周期アルゴル型連星系の相互作用についてまとめてご紹介したいと思います。

アルゴル型連星系とは

2つの恒星が共通重心のまわりを互いに公転する天体を連星系といいます。詳細は拙著『連星からみた宇宙』（講談社ブルーバックス）をご参照ください。恒星のおおよそ半数は連星系ですが、その中で2星がなんらかの相互作用を及ぼすほど接近して公転しているものは近接連星系と呼ばれています。さらにその中でも、質量が小さい方の星（伴星）から相手の質量の大きな星（主星）に、自身の外層のガスを移動させている（質量移動）ものをアルゴル型連星系（以下アルゴル系）といいます。さて公転周期が一週間より短い幾つかのアルゴル系（図1）には、以下のような特徴があります。

- ・理論的には予測できないような光度の変化がある（光度曲線変動）
- ・公転周期が突如として $10^{-3}\%$ 程度変化する（突発的周期変化＝SPC）
- ・質量移動に伴い主星の周辺にガス（星周物質）が存在する

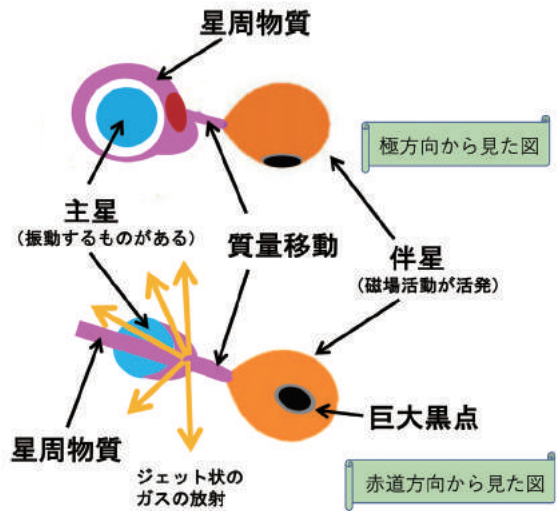


図1：短周期アルゴル系の想像図。実際には星周物質の形状はもっと複雑。

筆者が学生時代には、光度曲線変動とSPCの原因は不明でしたが、星周物質の形成と消失が原因であるとする考えが一般的でした。そこで筆者は、この説を裏付けるあるいは別に原因があるか否かを調査することを研究テーマとしました（図2）。

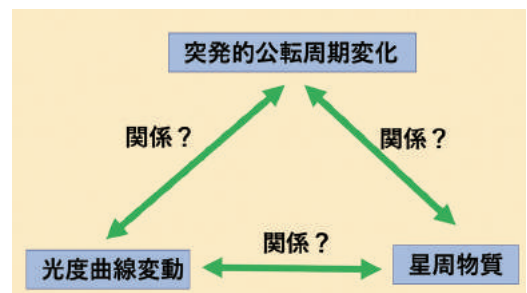


図2：短周期アルゴル系について筆者が研究をスタートした時点での課題。

光度曲線変動の原因は脈動にあった

西はりま天文台に勤務した直後に行ったのは、最も頻繁に光度曲線変動やSPCが起こるカシオペア座RZ星というアルゴル系の分光観測を行ったことです。この観測には国立天文台岡山天体物理観測所（当時）の188 cm望遠鏡を使いました。その結果、たしかにこのアルゴル系には星周物質が存在していることを見出しました。ところで、この時に複数の観測者に精密な光度の測定を同時に行うというキャンペーンを依頼しました。西はりま天文台の60 cm望遠鏡も使われました。これにより主星は、たて座デルタ型（以下デルタ型）とよばれるタイプの振動（大きさや形状が周期的に変動すること）をしていることがわかりました（図3）。

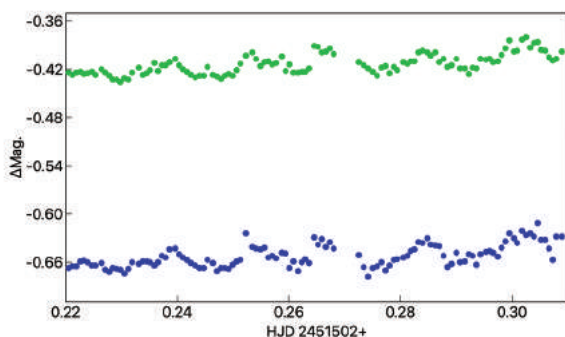


図3：カシオペア座RZ星の主星の振動による変光。1999年11月19日、西はりま天文台の60 cm望遠鏡に光電測光器を装着して観測したもの。横軸はある基準から経過した時間（単位：日）。縦軸はある基準からの光度差（単位は等級）。上は黄緑色の、下は青いフィルターを通しての観測結果。

これによって少なくともRZ星に関しては、振動が光度曲線変動の原因であることが判明したのです。この発見が契機となって、近接連星系となっている星に振動を検出する観測が世界的なブームとなりました。現在ではNASAのケプラーやTESSといった宇宙望遠鏡が非常に精度良く明るさの測定をしていますので、これらが取得したデータがこの分野では精力的に使われています。これによって、続々と連星系をなす星に振動が発見されています。

振動が検出されていない場合は？

RZ星の光度曲線変動の理由はこうして解明されたのですが、では振動していないのに光度曲線変動が起こるアルゴル系はどう説明したらよいのでしょうか？ その代表がかんむり座U星です。この系の主星はおそらく振動してないのですが、光度曲線変動が知られているのです。昨年の春にTESSがこの星の明るさを観測したので、この時は美星天文台で分光観測を行いました。今度は宇宙と地上での同時観測というわけですが、美星天文台ではかつて筆者らの同僚だった前野将太さんが主に観測をしました。

さてこの系にも星周物質があるのでしょうか？ 答えは「ある」です。しかもなかなか複雑な形状をしています。一方で、TESSのデータは分析中なのですが、どうも明確な光度曲線変動はなさそうです。星周物質と光度曲線変動についてはまだまだ調査が必要となります。

金属が少ないと振動周期は短い？

やや脱線しますが、RZ星の話に戻ります。この系の主星と、また別のアルゴル系であるエリダヌス座AS星の主星の振動はデルタ型としては非常に短いと言う特徴があります。この原因は両星の大気の組成にあると考えて、分光観測により大気の組成を調査しました。こちらは完成したばかりのなゆた望遠鏡やハワイのすばる望遠鏡で取得されたデータを使っての解析でした。これにより、両星は鉄、マグネシウム、アルミニウム等の金属が欠乏している特異な星の一種であることを発見し、これが短周期の振動の原因となっていることを示唆しました。ちなみにこれをまとめたのが筆者の博士論文です。

一方で周期が短いことに関してはまた別の説を提唱しているグループもあります。サンプルが増えてくると、振動の周期は連星系としての

公転周期と関係があることがわかってきたからです。公転周期が短いと振動周期も短くなる傾向があるのです。たしかに RZ 星も AS 星も、公転周期は比較的短いのです。どちらの説が正しいのか今後のさらなる研究が求められます。

SPC は磁場活動に関連？

ところで、岡山での観測で RZ 星の星周物質が検出された時には SPC は発生しませんでした。他の系でも同様なことが報告されていて、星周物質が SPC の原因と考える研究者は今では少数派となっています。最近では SPC というのは、実際に起こっている現象ではなくて、少しずつ変化している成分と 2、3 の周期的な変化の合成によるみかけ上のものとする説が有力視されています。その一つの要因とされているのが（太陽活動の 11 年周期に類似した）伴星の磁場活動の周期です。アルゴル系の伴星は磁場活動が活発化していることが理論的に予測されます。磁場活動によっては表面の一部の爆発であるフレアが起きると考えられていますが、実際アルゴル系でフレアが観測されています。これらのフレアと SPC との間にはなんらかの相関はないのでしょうか？ これが現在、筆者が取り組んでいる研究テーマです。これまでの研究を通じて短周期アルゴル系について筆者の考えをまとめたものが図 4 となります。

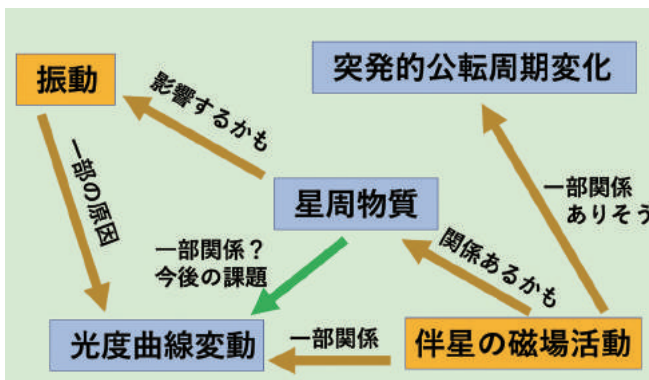


図 4: 短周期アルゴル系について現在までにわかってきたこと。

なお、太陽の磁場活動は地球の気温にも影響します。17 世紀中頃から 18 世紀前半は活動の停滞期にあり、その時地球はやや寒冷化していました。しかしまだこの分野は研究すべき点が多々あり、多くの星の磁場活動も調査すべきなのです。ですから、私が今取り組んでいる研究は SDGs の 13 番のゴール（気候変動に具体的な対策を）にも関連しています。この視点からも、この研究に今後も力を注ぎたいと思っています。

筆者の研究活動は多くの共同研究者に支えられています。この場を借りて御礼いたします。とりわけご尽力いただいている福島大学名誉教授の中村泰久先生には特に感謝を申し上げます。

(なるさわ しんや・天文科学専門員)



図 5: SDGs の 13 番目のゴールのロゴマーク

はりま宇宙講座 2022

竹内 裕美



西はりま天文台他、兵庫県内の天文系施設が共同で開催している「はりま宇宙講座」ですが、コロナ禍により、例に漏れず 2020 年度から中止を余儀なくされていました。

昨年からは少しずつ、色々と緩和されていく中で、2022 年度こそは再開できないかと話を重ねましたが、コロナの波は去っては来るの繰り返し。他地区の講座の対策を聞いたり、対策勉強会に参加させていただいたりしながら、検討を重ね、実施の方向に舵を切ることになりました。

募集人員を今までの半分にし、会場は西はりま天文台と星の子館の 2 館のみ、選択科目は実施しない短期開催となりました。Zoom を使用してのオンライン講義も今回は取り入れました。3 年ぶりの開催ですから、すぐに埋まるか、時期的に最後まで埋まらないかと不安なところでしたが、ちょうどその間に行くような感じで定員満了となりました。

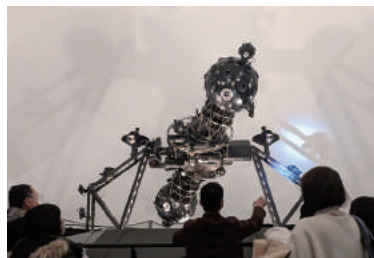
オンライン講義では少々トラブルがあったものの、この度、無事に修了式を迎えることとなりました。

必須科目のみの開催でしたので、それでも宇宙講座ならではの何かを付加できないかと思案して、遠足と銘打っての施設見学や「星空案内の実際」の見学として西宮での観望会の見学などを取り入れたりもしました。

にしわき経緯度地球科学館 テラ・ドームでの遠足では、講師を勤めてくださっている高原氏が新旧『へそ』見学から夜の観望会までご案内くださいました。

明石市立天文科学館ではプラネタリウムでの天文教室への参加、ドーム見学、井上館長よりプラネタリウムの講義をいただきました。

観望会の裏側を見学させていただいた、星空案内 in 西宮ガーデンズのみなさま、色々ご助言くださった星空案内人「コロナ感染対応と何でも情報交換会」のみなさま方にもお礼を申し上げます。



太陽系初期のタイムカプセル

会員番号 3766 清水 正雄



C/2022 E3 彗星は、Zwicky Transient Facility(ZTF) サーベイによって、2022 年 3 月 2 日に発見されました。核の大きさは 1km 程度で、約 8.7 時間かけて自転しているそうです。11 月末から明け方の空に見え始め、うしかい座、りゅう座、こぐま座を北上。2023 年 1 月末には一晩中観望可能となり、2 月に入るとカペラ、火星、アルデバラン、ヒアデス星団の近くを駆け抜けて行きました。

彗星は、その美しさも然る事乍ら、太陽系初期のタイムカプセルという側面があり、私にとって興味深い観望対象です。

1 月 22 日は漆黒の空

未明には薄雲が広がる予報に反して晴れ渡り、りゅう座から、こぐま座の辺りまで移動してきた姿を捉えることができました。

イオンテールは写っていませんが、ダストテールと彗星軌道面の円盤上にある粒子によって引き起こされるというアンチテールらしき尾が確認できます。

機 材：eVscope (約 3 分間露光)
撮影日：2023 年 1 月 22 日 5 時 12 分
月 齢：新月
撮影地：佐用町下石井
(若干の画像処理を施しています)



近地点間近の ZTF 彗星

1 月 24 日、午後から降り始めた雪が、翌朝には 60cm を超える積雪となりました。その後も曇り空が続き、時より雪がちらつく空模様。雪を除けて望遠鏡の設置場所を確保できた 31 日の夜、やっと星空が広がりました。既に 20 時前から観望できる位置にまで達していました。

22 日の撮像に比べ、テールの広がりが大きくなったように思います。

機 材：eVscope (約 3 分間露光)
撮影日：2023 年 1 月 31 日 21 時 01 分
月 齢：9.3 日
撮影地：佐用町下石井
(若干の画像処理を施しています)



(しみず まさお・友の会会員)

二種類の長期変動を示す こと座 RR 型星

石田 俊人

こと座 RR 型星というのは、周期が 0.2 ～ 1 日程度の、古くて低質量の動径脈動変光星で、銀河系の分厚い円盤、球状星団内などに存在します。星の進化の段階としては水平分枝の一部であるため、平均絶対等級がほぼ一定で、距離の指標となる重要な天体の一つです。また非常に数が多いことも特徴の一つで、たとえば最新の天文年鑑では 10000 個を超えていると出ています。そのこと座 RR 型の中のかかなりの割合（半分程度とも）で、脈動の周期よりも長い期間の間に、明るさが変わる幅などが増減するような変動を示すことが知られています。この現象は発見者の名前を取って「Blazhko 効果」と呼ばれています（図 1）。原因は諸説あって、まだ明確にはなっていません。

最近、雲南天文台の Li たちは、非常に変動幅の小さい「Blazhko 効果」が見つかったはくちょう座 V838 星の長期間の変動を解析しました（arXiv:2301.04081, 2023）。通常は

「Blazhko 効果」の研究は、日付とそのときの明るさの非常に多数の組をデータとして、詳しく解析するのですが、この天体では変動幅が非常に小さかったため、一定の脈動だった場合と実際の観測の差（O-C）について詳しく解析しました。その結果、この星では脈動より長期間での変動が長短二種類あること、変動周期 60 日ほどの短い変動は「Blazhko 効果」の特徴を示していること、変動周期 840 日ほどの長い変動は別の天体の軌道運動が原因となっているかもしれないこと、などがわかりました。

先にも書いたように「Blazhko 効果」の原因となっているメカニズムは、まだよくわかっていません。一方、この星のように複数の変動が観測されるということは、それだけ多数の情報が届いていることになります。複数の変動が観測される天体が増えることで、「Blazhko 効果」についても理解が深まることが期待されます。

（いしだ としひと・副センター長）

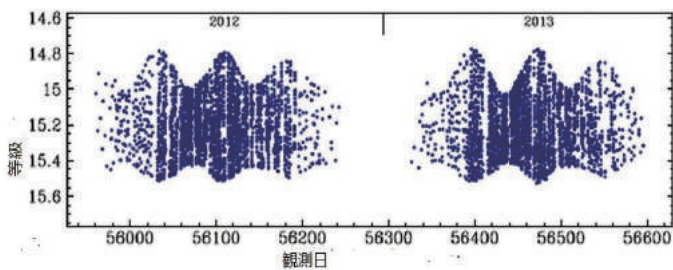


図 1：Blazhko 効果を示す天体の一例。横軸は日付、縦軸は明るさ。明るさの変動を 2 年分まとめると、明るさの変化の幅が長期間の間に変動するパターンが見られる。（OGLE Atlas of Variable Star Light Curves のページの Blazhko 効果の説明図に、日本語の説明などを付加。http://ogle.astrouw.edu.pl/atlas/RR_Lyr.html）

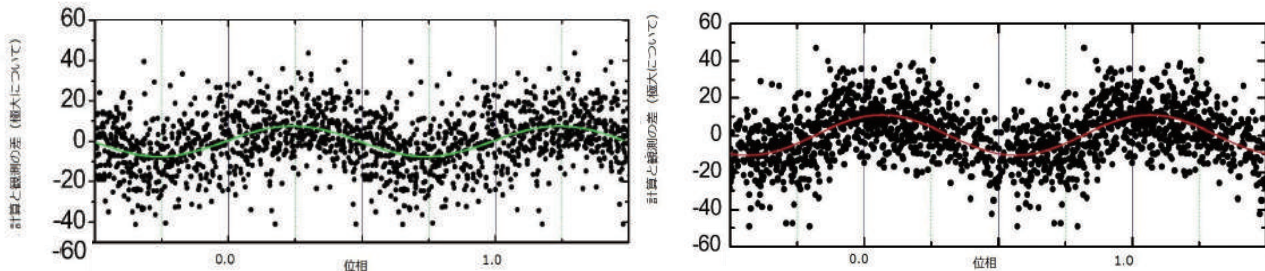


図 2：はくちょう座 V383 星の O-C 図の一部。長期の変動がなければ、すべての点が中央の 0 付近に集まる。(左) 約 60 日の「Blazhko 効果」と考えられる周期で折り返したものの。(右) 約 840 日で折り返したものの。別の天体の軌道運動が原因かもしれない。他にもさまざまな観測量が変動を示しており、どのような量の変動が見られるかによって、(左) の変動は「Blazhko 効果」らしいことが推定できる。（Li, et al. 2023, arXiv:2301.04081 の図より一部抜き出しと日本語の説明の付加）

★5日(木) 今年始めの観望会は、龍野高校、洲本高校が参加する大人数での観望会。龍野高校は観望会以外に、天文工作教室、昼間の星と太陽の観望会、天文講義、60cmでのオリジナル観望会と盛り沢山の実習を希望され、高橋研究員、斎藤研究員2人に対応する。

★7日(土) 三田祥雲館高校の実習。大島研究員が天文講義の対応をした。

★9日(月) 鳴沢専門員がフジテレビ「世界何だコレ？ミステリー」の取材を受ける。

★11日(水) 大学間連携 OISTER の装置開発プログラムが国立天文台で行われ、高橋研究員、斎藤研究員と学生さんが参加した。

★12日(木) なゆた望遠鏡の天体追尾がいつの間にか外れるトラブルが発生する。エラー表示やアラーム音も出さずにいつの間になゆた望遠鏡が止まっている状態に。原因がわからないので、心当たりを手当たり次第にチェックする。伊藤センター長や高橋研究員、私がいろいろ調査し、結局3日ほどかかって復旧した。解決したのでよかったが、直接の原因は分からないままになった。

★13日(金) 共同利用観測でソウル大学の Geem さんがリモート観測。wfgs2 を使って偏光観測を行う予定だったが、この日はあいにくあまり天候が良くなかったようだ。

★14日(土) 友の会の例会。ここ最近無事に開催できるようになってきて、少しずつコロナ前に戻りつつあるのかと実感する。

★15日(日) 高山研究員が観測当番のこの日、なゆた望遠鏡の天体追尾トラブルと入れ替わりで、副鏡とミラーカバーのドライブにトラブル

が起こるようになった。先月から何回かたびたび起こるようになったので、いよいよ本格的に三菱の方に相談。解決できるといいなと思う。

★16日(月) 共同利用観測でプリンストン大学から国立天文台に移動したばかりの小久保さんが天文台に來台される。悪天候の天気予報だったが、天候に恵まれた。小久保さんは NIC と wfgs2 の二刀流の観測をされた。

★24日(火) 10年に一度の大雪。午前中はよく晴れていたのに油断していたところ、夕方頃から急に雪と風が強くなった。雪が降り始めてから吹雪になるまで30分ほどだったように



思う。学生さんには早い帰宅を促し、職員は望遠鏡の風雨対策を施す。そんな中、共同利用観測で国立天文台の鳥羽さんが奈良女子大学の学生さんを引き連れて來台された。26日まで、さんざんな滞在となったはずだが、鳥羽さんは「夜に外に出たのですが、やはりここの星空は素晴らしいですね」と感想を言って帰っていかれた。一方で私たちは、連日の雪かきに追

われた。特に26日は天文台まで除雪車が来られなかったので、天文台の手前で車を乗り捨て、天文台まで徒歩で移動。途中から息が上がり体力が落ちたことを痛感し、今年は運動を始めようと決心しつつ天文台に到着。そこから雪かきを開始。伊藤センター長(休日出動!)の号令の下、本田准教授と私が上から、センター長が下から一心不乱に雪を掻いているところに、高山研究員も出勤し加勢。その後は連日、降雪と除雪を繰り返すことになった。前日一生懸命雪かきした場所が一晩で真っ白に戻っているのを見ると心が折れそうだった。



Come on! 西はりま



西はりまのこんなところ、ご存知ですか？

播磨国風土記をご存知でしょうか。700年代初頭に編纂された書物で欠損も多いとされていますが、播磨地方の神話や地名の由来などが記されています。

では、播磨ってどこからどこまででしょう。東は明石（と神戸の一部）から西は佐用・上郡・赤穂、北は宍粟・神河・多可といった広い地域になります。東・北・中・西と大きく4つに分けられ、中でも西播磨は兵庫県の5分の1を占める広大な地域なのです。ですから、もちろんその中身も盛り沢山！ いろんな見所を不定期にご紹介していきます。例会や観測デー帰りなどにちょっとお立ち寄りしてみてください。

佐用都比賣神社

大撫山の麓にある神社です。佐用の名前の由来にもなりました。まだ、「讃容」であったころ、二柱の兄妹神が国争いの結果、妹神が勝利したのですが、その時、兄神が発した言葉の中に「五月夜（さよ）」という言葉がありました。以後、五月夜（さよ）の郡という名がつき、妹神は賛用都比売命（さよつひめのみこと）という名前がついたといわれています。山中鹿之介や宮本武蔵が詣でた逸話なども残っている古刹です。



たつの市新宮町西山公園

流れ星伝説は色々なところであるのですが、西はりまにもあります。西はりま天文台から車で30分ほど東に走ったところにある小高い丘の上にある西山公園には「重ね石」「烏石」という二つの巨石が鎮座しています。播磨風土記には「昔、天に二つの星あり、地に落ちて石になりき」という記述があるのですが、これらがそれと語り継がれています。「重ね石」の方には「安山岩質溶岩ないし凝灰角レキ岩の節理」の立て札も。

新宮の町を一望できる、春には桜が美しい絶景スポットですが、けっこう長くて急な坂道を登らなければなりません。



上：重ね岩
右：烏岩





西はりま天文台 インフォメーション



☆ 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。

3/11

第196回 友の会例会 ※友の会会員限定

日 時：3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、クイズなど

テーマ別観望会： A.60cm で二重星めぐり

B.2m で春の銀河めぐり

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）

グループ用ロッジ宿泊の場合の費用です。

家族等は別途料金が必要です。

詳細は事務局（申込先）までお問合せください。

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 4日（土）

家族棟宿泊 2月 11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 ()	()
観望会参加人数 ()	()
テーマ別観望会の希望 ()	()

4/8

友の会観測デー ※友の会会員限定

日 時：4月8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。

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「Apr」に）

締 切：4月 1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 ()
観望会参加人数 ()	()
当日連絡先 ()	()

※ 観望会では人数制限があるため、観望会の参加の有無もお伺いいたします ※

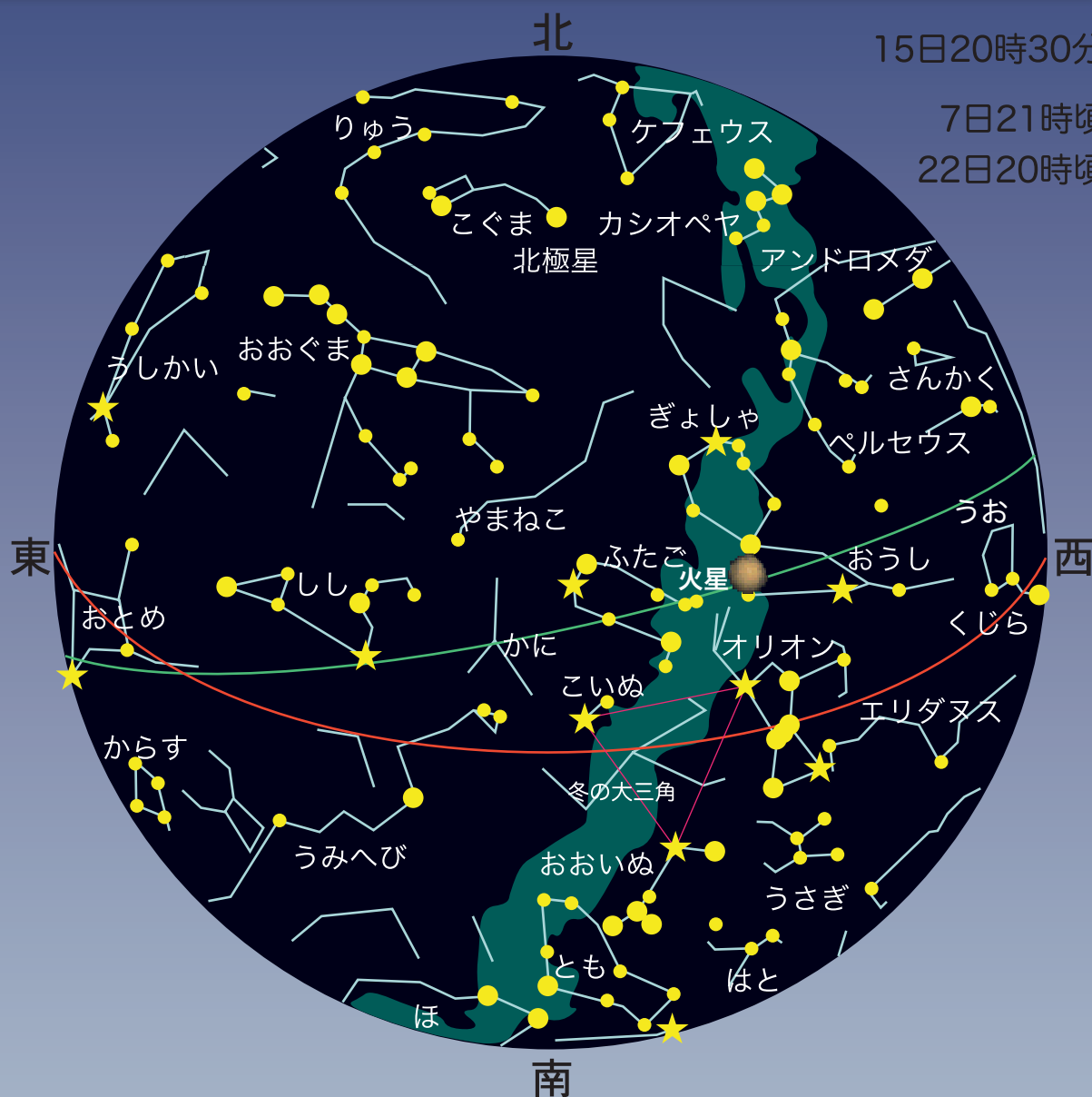
会員の皆様へ

コロナ禍により停止、復活した例会、観測デーですが、会員の皆様のご参加につきましては、復活の兆しが見えません。その状況で過去と同じ助成を維持するのが難しくなっています。特に観測デーにおきましては、状況が厳しく、2023年度より日帰りのみとなる可能性がございますことをご理解賜りたくお願い申し上げます。

15日20時30分

7日21時頃

22日20時頃



3月のみどころ

2日、木星と金星が接近します。日の入り直後の明るい空ですが、両惑星ともマイナス等級。比較的見つけやすいのではと思います。24日、金星と三日月が近づきます。美の女神がネックレスをしているかのようです。九州南部や沖縄では金星食になります。晴れていれば、ライブ中継もあるでしょう。28日は火星と半月が接近します。こんどは軍神が刀を携えてといったところでしょうか。

今月号の表紙

「厚化粧のオリオン」

撮影：鈴木 克彦（友の会会員 No.3604）

カメラ：CANON EOS KissX6i（SEO SP4 天体改造機）

レンズ：TAMRON 15-30mm 28mm 域使用

LEE ソフトフィルター（No.3）使用

A P赤道儀 +MGEN3 で追尾撮影

f3.2 ISO800 SS180 秒 18 枚撮影

私の大のお気に入りです。秋と冬の夜長は澄んだ夜空の星を見るに限ります。機材の調整をして、いつでも撮影に行けるよう準備をしておきたいと思います。