

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.364 7 2020



パーセク	: 教えることは、学ぶこと	鳴沢 真也
おもしろ天文学	: 騒がしい赤ちゃん星	伊藤 洋一
from 西はりま	: 西はりま天文台で観察できた久しぶりの日食 見て見て！	本田 敏志
AstroFocus	: 宇宙の大規模構造、電波で光るフィラメント	戸塚 都

教えることは、学ぶこと

鳴沢 真也

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

「私に教えさせて、と言えいいのよ」
ずいぶん前のことになりますが、あるテレビ番組で黒柳徹子さんがお話しされた、この言葉にハッとしたことがあります。

「私は学校の勉強ができないのですが、どうしたらいいですか？」という子供からの相談に黒柳さんが答えたものです。つまり、人に教えることで、逆に自分が理解できる、という趣旨です。黒柳徹子さんといえば、自伝的物語『窓際のトットちゃん』が超ベストセラーになったことは今更言うまでもありません。トモエ学園の独特の教育を受けた徹子さんの言葉には説得力を感じました。

私の妻も同じようなことを言ったことがあります。妻は着付けの講師なのですが、しばらく生徒さんに教えていないと細部を忘れるそうです。着付けについて私は全く知識がないのですが、順番や微妙な位置合わせなど、その世界は

奥が深いのだと思います。マネキンに着せて一人で復習するより、実際に人に教えることで、思い出すというのです。

なるほど。そうかもしれません。私も観望会や講演会などで得意げに星や宇宙の話をするわけです。参加者の皆様からも質問をいただきます。自分はプロフェッショナルだから、天文分野ならなんでも答えられると思っていたら大間違い。改めて問われてみると、知らなかったこともあり、あるいは「確かにどういうことなんだろう？」と即答できないこともしばしばあります。質問されたことで知識や理解を曖昧にしていたことに気づかされるわけです。

職種や経験には関係なく、教えさせてもらう、そしてそこから学ぶ謙虚さを忘れてはいけません。黒柳さんの言葉が胸にしみました。

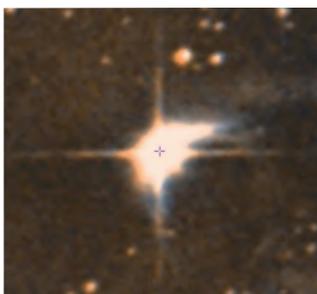
(なるさわ しんや・天文科学専門員)



着付けも、マネキンに着せて一人で復習するより……。
(人物は教室の生徒さん達)



講演中。得意げに話をするが……



おおいぬ座 Z 星の可視画像 (デジタル・スカイ・サーベイより)。中心には 2 つの星があるがこの画像では一つに見える。周りに立派な反射星雲を伴う。写真の視野は一辺が 2.3 分角。

ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

騒がしい赤ちゃん星

伊藤 洋一

1. 星の太り方

半年ほど前に「星なし分子雲」について記事を書きました。分子雲の中には恒星を生む分子雲と、恒星を生まない分子雲があるかもしれない、というお話でした。一方で、恒星は全て分子雲から誕生すると考えられています。分子雲の濃い部分を分子雲コアと呼びます。この濃い部分は自分の重力によってもっと縮まろうとします。そうやって、どんどんと密度が高くなり、分子雲コアの中心に恒星が誕生します。

こうして誕生した恒星を「原始星」と呼びます。誕生した直後の原始星は非常に軽いと考えられており、その周りにはガスや塵が密集しています。これらが原始星に降り積もることで恒星は徐々に体重を増していきます。太陽と同じ重さの恒星の場合、太陽の重さの一億分の一程度のガスが一年間で降り積もると言われています。そして、このような状態が 100 万年続きます。

、、、おかしいですね。太陽の重さの一億分の一のガスが 100 万年のあいだ降り積もったとしても、太陽の 1% の重さにしかなりません。いったい何がおかしいのでしょうか。

その答えは「オリオン座 FU 型星現象」にあると考えられています。オリオン座の FU 星は、オリオン座分子雲で生まれた原始星です。1937 年に突然 5 等級以上も明るくなりました [1]。それから何十年間も明るいままで。なぜ明るくなったのでしょうか。原始星の周りがあるガスや塵が吹き飛ばされて、原始星の光が

届きやすくなったとも考えられます。しかし、星の色の変化やスペクトルを詳しく分析することにより、まわりにあったガスや塵が大量に原始星に降り積もったから明るくなったと考えられるようになりました。ガスや塵が原始星に降り積もる時、ガスは連続光やいくつかの輝線を発して明るく輝きます。最近では、オリオン座 FU 型星現象よりも短い期間で明るくなり、また元の暗さに戻るような現象も見つかっています。

2. おおいぬ座 Z 星

おおいぬ座 Z 星は、太陽の 16 倍と 3 倍の重さを持った 2 つの生まれたての恒星のことをいいます。それぞれ、ハービック Be 型星とオリオン座 FU 型星に分類されています。地球からの距離は約 3500 光年で、二つの星は、太陽と地球の距離の 100 倍ほど離れています。しかし、地球から遠くにあるため、二つの星を分離することは通常は不可能です。

この星の明るさは、昔から良く調べられてきました。普段は可視光で 10 等級程度で、1.5 等級ぐらい明るくなったり暗くなったりします。このような時期を「静穏期」と名付けましょう。これに加えてこの 20 年ほどは突然 2 等級ほど明るくなることが度々報告されています [2]。明るい期間は 3 か月程度と短く、いつ明るくなるのか予測はできません。この期間、すなわち可視光の等級が 9.6 等級よりも明るくなった期間を「活動期」とします。この急激な

増光は、重たいほうの恒星（主星）の連続光の明るさが増したためだと考えられてきました。しかし、なぜ主星が明るくなるのか、そして、暗い時の明るさの変化は主星と伴星（軽い星）のどちらが引き起こしているのかはわかっていませんでした。

3. 観測しよう

そこで、「なゆた望遠鏡」を使ってこの星を観測しましょう。「なゆた望遠鏡」は私たちのすぐ近くにあるので、明るさが変わるような天体を何度も観測することは得意です。観測には可視分光器 MALLS を使いましょう。分光することによって、元素が出す輝線や吸収線を観測することができ、天体の素性をより詳しく調べることができます。私たちは2015年10月から2019年11月にかけて21夜で観測を行いました。その結果、図1のようなスペクトルを得ることができました。このスペクトルはとも変わっています。輝線がたくさんあります。最も強い輝線は水素が出す輝線です。短い波長で吸収線になっていることもわかります。波長

630 nm にある輝線は酸素によるものです。この輝線は禁制線と呼ばれ、密度が非常に薄い場所ではしか生まれません。波長 668 nm にはヘリウムの吸収線があります。また、波長 644 nm、646 nm などに鉄の輝線があります。

4. 輝線や吸収線が教えてくれること

おおいぬ座 Z 星のスペクトルにはたくさんの輝線や吸収線がありました。これらから何がわかるのでしょうか。スペクトルを撮った日の Z 星の明るさと比較をしてみましょう。図2は、Z 星の等級とヘリウムの吸収線の関係を表したグラフです。「活動期」では、Z 星が明るくなると（連続光が強くなると）ヘリウムの吸収線が強くなるのがわかります。このことからヘリウムの吸収線を持つ星が明るくなったと考えることが自然です。ヘリウムの吸収線は太陽の数倍以上の重さを持つ重たい恒星で観察されることが知られています。すなわち、おおいぬ座 Z 星は活動期には主星が可視光の明るさの大半を担っており、変光の主要因であると考えられます。

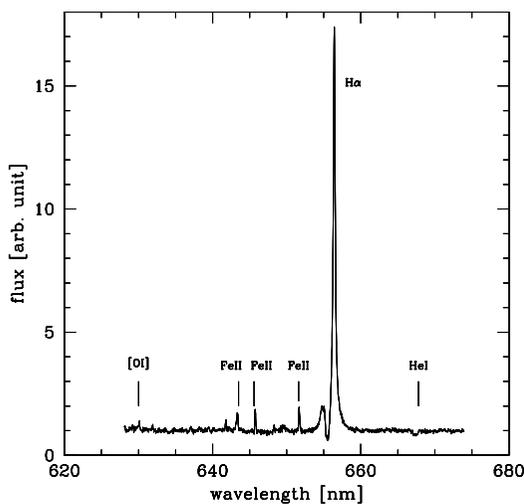


図1：おおいぬ座 Z 星の可視光スペクトル。太陽のような普通の恒星（主系列星）は、ほとんどが吸収線を示します。おおいぬ座 Z 星のスペクトルには輝線がたくさんあり、特徴のある星だということがわかります。

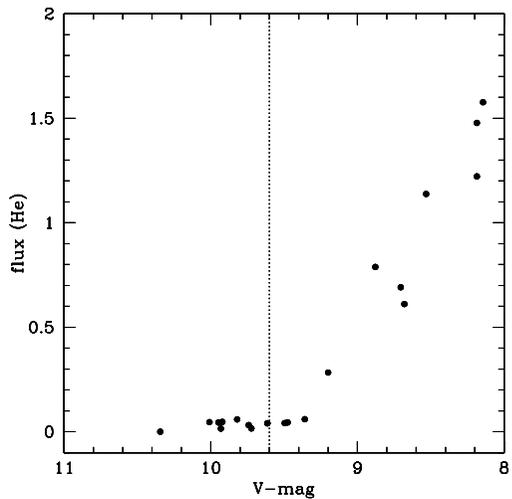


図2：ヘリウムの吸収線の強さと可視等級との関係。横軸は可視光の等級、縦軸は吸収線の強さ（単位に意味はない）。活動期（点線の右側）には、明るくなると（連続光が増えると）ヘリウムの吸収線は強くなる。静穏期（点線の左側）にはヘリウムの吸収線はほとんど見えない。

図3は、水素の輝線の強さとZ星の等級の関係を示したものです。活動期には水素の輝線はほぼ同じ強さのままです。すなわち、水素の輝線は主星からではなく、伴星から発せられていると考えられます。一方で静穏期では暗くなると輝線も急速に弱くなります。従って静穏期ではZ星の可視光の明るさの多くは伴星が担っていることが考えられます。変光も伴星によって起こっているのでしょう。鉄の輝線も同様のふるまいをします。

酸素の輝線は、また違ったふるまいをします。活動期でも静穏期でも強さが一定のままです。酸素の輝線は禁制線で、若い星が噴き出すジェットで光っているものと考えられます。恒星本体から離れたところで光っているので、ほとんど変化しないのかもしれませんが。

以上のことをまとめると図4のようになります。すなわち、静穏期には伴星のほうが明るく、活動期には主星が明るくなります。主星も伴星も、周囲から恒星本体に降り積もるガスの量が増えて明るくなるのではないかと考えられます。伴星には定期的にガスが降り積もって

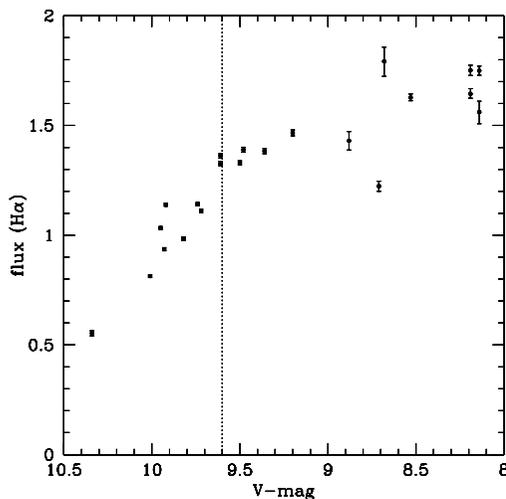


図3：水素の輝線の強さと可視等級との関係。活動期には水素の輝線の強さはあまり変わらない。静穏期には連続光が強くなると（明るくなると）水素の輝線も強くなる。

のに対して、主星はたくさんのガスが降り積もる時期が特別にあるようです。どうしてこのように主星が「やけ食い」をするのか、わからないことがまた一つ増えてしまいました。

この研究は兵庫県立大学物質理学研究科で2020年春に博士号を取得した秋本妃奈子さんが行ったものです。いい研究ができました。

(いとうよういち・センター長)

- [1] Wachmann, A. A., 1954, Zeitschrift fur Astrophysik, 35, 74
 [2] Szeifert, T., et al., 2009, A&A, 509, L7

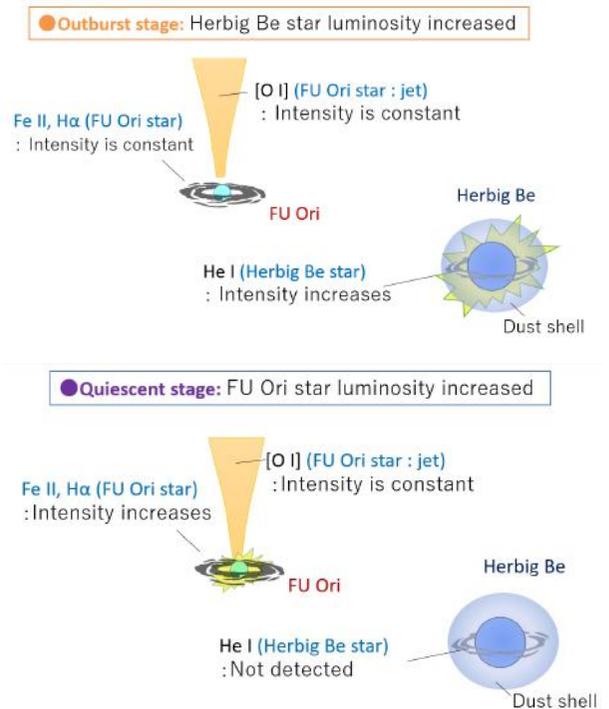


図4：おおいぬ座Z星の想像図。秋本さん作成。英語でごめんなさい。活動期（上）では主星（Herbig Be）が明るく、静穏期（下）では伴星（FU Ori）が活発だと考えられる。

西はりま天文台で 観察できた久しぶりの日食

本田 敏志



6月21日(日曜日)の夕方に日本から見られる部分日食がありました。梅雨の季節ではありませんが、昨年は2回とも曇りで、一昨年は雲の薄くなった一瞬だけ見えた、と言った状況が続いており、今回を逃すと今後10年は西はりま天文台から日食を見ることができません。今回こそは太陽望遠鏡と投影版、ピンホール、鏡、遮光板などを準備し、この時期の夕方に木漏れ日が見える場所を探すなどしました。

ただ、せっかくの日曜日にも関わらず、感染症拡大の恐れが続いているため、天文台に多くの方に集まっていたら盛り上がる、と言ったことは出来なくなりました。そんなこともあって、多くの天文台では観察会をインターネット中継に切り替え、自宅からでも全国の様子が観察できるような環境を作ってくれました。西はりま天文台では、屋外に間隔を空けて望遠鏡を設置し、ソーシャルディスタンスを保っていただくため地面には距離の目安となるテープを貼り、来られた方には順番に見ていただいて、その都度アイピースなどの消毒を行う、ということにしました。

当日は雲が多いながらもたまたま薄い雲を通して太陽が見えるような天気でした。一足早く金

環日食が起こる中東やインドからの中継を眺めつつ、日本各地の様子も気になりましたがとにかく準備を開始しました。

欠け始める16時前にはうっすらと投影版に映っていた太陽も、欠け始めのタイミングで再び曇ってしまい、ヤキモキしました。しかし、その後は薄い雲を通してなんとか形は見えるようになり、最も欠けて見える17時過ぎには日食メガネや太陽望遠鏡で、はっきり欠けている様子が観察できました。

そのまま日食の終わる直前まで何とか太陽を見ることは出来ましたが、ピンホールや鏡、木漏れ日での観察は残念ながら光が弱く難しい天候でした。それでも、太陽望遠鏡を覗く人が途切れることは無く、時間をおいて何度も覗いて形を変えていく太陽の様子に驚かれています。知識では分かっていたものの、実際に見るのは初めてと言う方が多かったようです。西はりま天文台で観察できるのは10年後になってしまいますが、早く世界各地へ移動できるようになってそれまでに次の日食を見たいものです。

(ほんだ さとし・准教授)



声を出さずに模型で日食を説明する小倉専門員



太陽モニター望遠鏡の画像

宇宙の大規模構造、 電波で光るフィラメント

戸塚 都

宇宙を広く眺めてみると、物質の濃い部分と何も無い部分がクモの巣のような構造で広がっていると考えられています。この構造を宇宙の大規模構造、クモの巣の糸をフィラメントと呼びます。クモの巣の結び目のような密度の濃い部分には銀河の集団である銀河団が存在し盛んに研究されてきました。一方でフィラメント部分は、高密度な場所をつなぐ部分にあたるわけで、とても暗く周囲との差も見分けがつきにくいいため研究が困難でした。

このような研究の難しい領域ですが、電波放射をしているフィラメントが発見されました。場所は銀河団 Abell 0399 と銀河団 Abell 0401 をつなぐ部分です。この部分で衝撃波や強い磁場の束が存在し、電波望遠鏡ネットワーク LOFAR によって電子のシンクロトロン放射が検出されました。シンクロトロン放射とは電子が磁場の周りを光速に近い速度でらせん運動することで発生する放射です。しかも予想よりはるかに明るく、この2つの銀河団がこれから衝突をするため強い磁場が出来たのではないかと考えられています。このような広い領域でどのようにして加速機構が出来上がるのかも含めて、銀河団や宇宙の進化解明の一助になるでしょう。

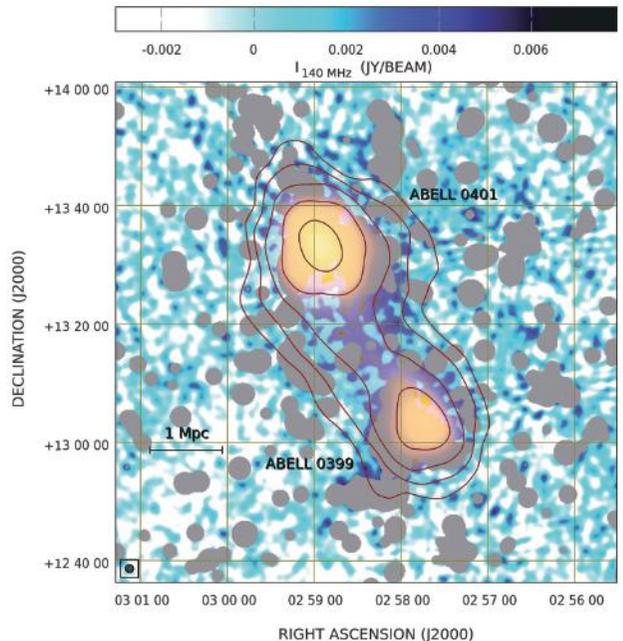
このフィラメントですが、距離900万光年(1光年 $=9.5 \times 10^{15}$ m)にも及びます。西はりま天文台の近くには大型放射光施設 SPring-8 がありますが、シンクロトロンの周長は396mだそうです。宇宙は人間の作るものとはスケールが違いすぎます。私が学生の時にいた研究室でも電子加速を起こす天体を研究している人た

ちがいました。私の先生は、研究室訪問してくる生徒さんに「SPring-8 ひとつ作るのに膨大な労力と時間とお金がかかっているが、宇宙にはもっとバリエーションの豊富な実験場が大量に落ちているようなもので、これを観測した方がもっと効率的に物理の真理に迫れるよね」って言っていました。はたして天文に興味があって訪れてくれた学生さんに響いたのでしょうか。

(とづか みやこ・天文科学研究員)

参考文献：

A radio ridge connecting two galaxy clusters in a filament of the cosmic web
Science 07 Jun 2019: Vol. 364, Issue 6444, pp. 981-984
F. Govoni et al.



写真：二つの銀河団 Abell 0399 と Abell 0401。青が LOFAR によって観測された電波放射。灰色は関係ない電波源を隠している。黄色と等高線はマイクロ波。銀河団と銀河団の間にフィラメントが見える。

★1日(月) 共同利用観測。埼玉大学のチームとZoom(ビデオ会議の一種)で接続。コロナウィルス騒ぎの煽りを受けて、共同利用もこういう形で出発した。3日目なので一応慣れてきたが、なかなか多忙な観測。悪天候でも諦めずにデータを取るの立派だが、こちら側は食事や休憩にも立たず一人で夜通し望遠鏡に張り付く過酷な労働。これだけ頑張っても天気が悪かったのでデータは「期待以下」なのだろうなあ。。

★3日(水) 研究室セミナー。新人の小倉さんによる準解析的銀河形成モデルの話(の前座)。自分の研究以外で銀河形成の研究にふれるのは貴重な機会。こういう最先端の話が内部でできて、それを着に議論ができるのは、当天文台が研究機関として成長している証だろうか。しかし前座で質問が盛り上がりすぎて続きは次回に持ち越しというのは、毎度のことながらすごい。あとはいかにして本質的な議論にフォーカスさせていくかが課題だろう。

★4日(木) 筆者主催のセミナーをZoomを使って開催。画面の共有が便利なので、お互い不用意に近づかないために、オンラインでなくても活用する。コロナ渦で凶らずも現実世界が一步SFに近づいた。今日は銀河派の小倉さん・筆者と、恒星派の高山さん・山下さんという陣容。セミナーに積極的に参加してくれる人が増えて嬉しい。あとはネットワークが貧弱なのを伊藤さんをお願いしてどうにか…なるのかなあ？

★6日(土) 再開後初の観望会。石田さん&本

田さんが担当。新人の小倉さんとともに対応。感染症対策で定員を減らしたら、初回から大人数でドームに収まらず、なゆた観望組と東テラス組の2交代での対応となる。体調チェック・アルコール消毒等々、負担も増える。勤務日でない伊藤さん、鳴沢さんも駆けつけて状況を見守る。適切なスタッフ数も含め、判断は難しい。さらに今日は雷対策もあり、観測担当の大島さんも何だか大変。

★8日(月) 休園日。第4鏡の配線不良を修理。戸塚さんがまとめた手順をもとに、高橋さん&高山さんがナスミス台に登ってはんだ付けをする。ずっとエラーが出ていたのが解消。伊藤さん



狭い巣にぎゅうぎゅうづめになるツバメの雛。緊急事態でもツバメはいつもどおり来訪し、無事巣立っていった。

んは星野(せいや)カメラのトラブル対処。ちなみにこれ、私は勝手に「ホシノさん」と呼んでいる。

★9日(火) 小野里さんの観測中、制御計算機がフリーズ。HDDがそろそろイカれている模様。なゆたもあちこちに爆弾を抱えている…!? それはそうとパールさん作のログ

システムが動き始めたらしい。これが真っ当に使えるものになれば負担は少し軽くなる。

★30日(火) 赤穂高校へ出張講義に出かける。18人の高校生を相手に、天文学の入口となる話をする。日付がいきなり30日まで飛んだのは、上旬にまとめて書いて後で楽をしようという魂胆では決していない(笑)。緊急事態宣言がようやく少し緩和されて、日常を取り戻しつつある。多少は色々考える切っ掛けになったような気もする。ともあれ収束を願う。



Come on! 西はりま



スターダスト 2020 のお知らせ

日にち： 8月12日(水)
 時間： 夕方から翌朝まで
 定員： 車300台

毎年恒例、兵庫県立大学西はりま天文台最大のイベント「スターダスト」を、ペルセウス座流星群の極大日である8月12日に開催します。この日は、流星観察用に天文台敷地の一部を13日朝まで開放します。

今年は、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、講演会、オープンカレッジ、なゆた望遠鏡による観望、屋台の出店などはありません。また、敷地内での三密を避けるため、駐車場の駐車可能台数を300台とし、満車の場合には入場をお断りいたします。

ミュージアムショップにおきましても入場制限をかけさせていただく場合もございます。先にも申し上げましたが、飲食の出店はございませんので、お飲み物など十分にご用意いただき、熱中症などお気をつけいただきたくお願い申し上げます。

今年は静かに流れ星とゆったりした時間をお楽しみください。

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
会員企画の会合や企画イベントの宣伝
[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けます。

#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

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っております。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。よろしく願いいたします。

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182回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：9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

※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22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。

10/10

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：10月10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「OCT」に）

締切：10月3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	()	()	

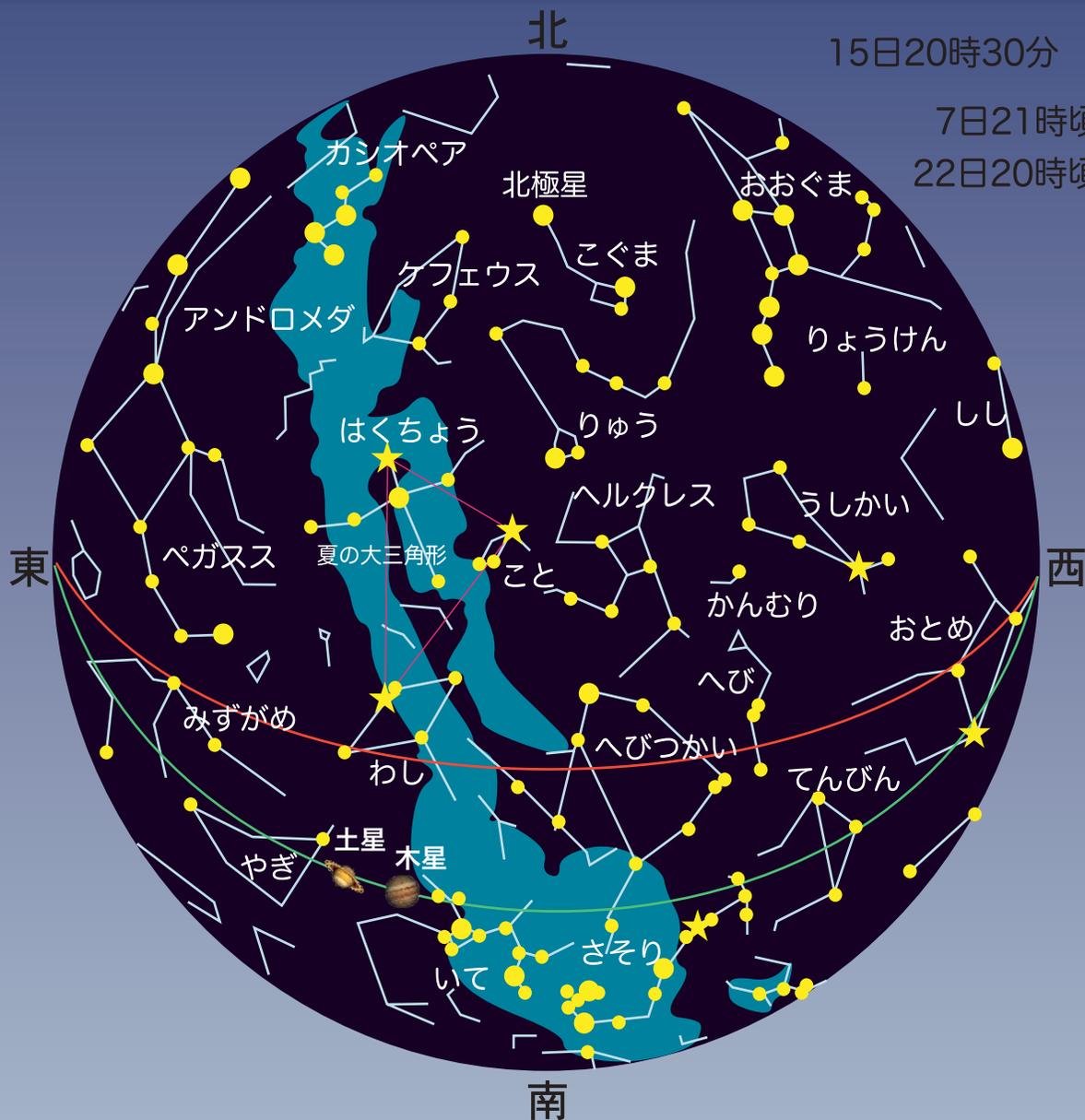
☆ 新型コロナ対策などの影響でイベントの中止や延期、内容変更の可能性があります。事前にお問合せください。

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



8月のみどころ

惑星です！今年の夏は惑星です！木星・土星・火星・織姫彦星に、日によっては月も加わって、今年の夏は賑やかな空になります。ペルセウス座流星群は夜半には月が上がって来ますので、それまでの勝負でしょうか。13日は金星が西方最大離角です。1～7日はスターウィーク。例年ならイベント目白押しなのですが、今年は静かにそれぞれに星を見上げましょう。今年の伝統的七夕は8月25日です。

今月号の表紙

「部分日食」

撮影者：小倉 和幸（おぐら かずゆき）

撮影日：2020年6月21日 17:11

撮影地：西はりま天文台

機材：PENTAX K-30 + 300 mm 望遠レンズ (f/5.8)
遮光板

露光時間：1/250 s

雲の切れ間切れ間ではありましたが、それでもほぼ観測できました。次回、西はりまで観測できるのは2030年です。