

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.369 12 2020

パーセク	: ブレーカーを買う	戸塚 都
おもしろ天文学	: 太陽に似ているようで似ていない星	大島 誠人
from 西はりま	: ポスターアワード 2020	兵庫県立大学附属中学校
AstroFocus	: リチウムの豊富な赤色巨星はクランプ星	本田 敏志

ブレーカーを買う

戸塚 都

Essay

PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

皆さんのお家にはブレーカーがあると思います。玄関の上などにあったりするでしょうか。普段の生活ではそれほど気にしなくても、停電の時に「ブレーカーが落ちたのかな?」と思いつくのではないのでしょうか。電気事故を防ぐ目的で、大きな電流が流れたり、電線がショートしたときに、周辺の電線や電気製品が損傷しないように電流を遮断する装置です。

なゆた望遠鏡の望遠鏡に指令を送る制御架にもブレーカーがついています。合計 22 個。そして、このブレーカーを電源スイッチのごとく毎日立ち上げたり落としていたりしています。そんな風に使用していると、ブレーカーも消耗してしまいます。立ち上げをおよそ 1 万回繰り返すとブレーカーもへたってきてしまうそうです。そこで今回新しいブレーカーを購入しました。日常生活では、ブレーカーを買う事なんてそうそう起こりません。私も今回の買い物で初めてブレーカーを扱うメーカーを知りました。様々なタイプのブレーカーがありますが、一般に大量に流通する物ではないためか商品の型番がとても複雑。例えば「299-3-11R1RS-51-1-8-0.25-61-3-8-10-61-3-8-10-A」とこんな感じ。制御架の 22 個のブレーカを確認すると、同じ型番のものもありますが 1 箇所だけ数字が違う物も結構あります。本当に間違えていないのかなんて不安です。不安なままブレーカーを 22 個発注。物が届いた時には、発注書との確認作業をしましたが、品物自体も全部似たり

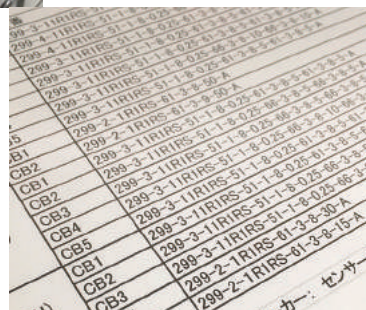
寄ったり。ちゃんと発注通りだと確認してもやはり不安。

休園日にセンター長と高橋さんが、このうちの 1 つを既存の物から新しい物に交換したそうです。無事、動いてホッとしましたが、交換作業は予想以上に大変だったそうです。1 日に 1 個交換が精一杯だとか。残り 21 個。正しい物が購入できているのかという不安、既存品との交換がとても重労働だという落胆。積み上がった残り 21 個のブレーカーの箱に怖気付きそうです。

(とづか みやこ・天文科学研究員)



左：制御架付随の 22 個のブレーカー



右：このリストで本当にあっているのだろうか



ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

太陽に似ているようで 似ていない星

大島 誠人

太陽は黄色ないしは白っぽい星だとよく言われます。そのため夜空の似た色の星を「太陽を遠くから見たらこんな風に見えます」と表現したりもします。

けれども、それらの星は太陽に「よく似た星」なのでしょうか？となると、少し話が違ってきます。今回は、そんな「色は太陽と似ているけれど、実態はあまり似ていない星」を、今の季節の夜空から見てみましょう。



カペラ

まず、みなさんにもおなじみの1等星カペラから見ていきたいと思います。しばしば「遠くから見たら太陽もこんな感じに見える」

という例に挙げられますが、もしカペラの距離に太陽を持っていったら肉眼では晴れた日にやっと見えるくらいの明るさになってしまいます。

というのは、カペラは太陽よりはるかに明るいからです。恒星が出している黒体放射という原理による光は、温度が同じなら単位面積あたりの光度は等しくなります。そのため、明るいということは半径そのものが大きいことを意味します。つまりカペラは太陽より大きいのです。

ではどれくらいの大きさなのでしょう。カペラの光度は0.1等なので、地球からの距離がわかれば簡単に求められそうですが、実はそうもいきません。というのは、カペラは2つの黄色い巨星がごく接近して回っている連星だから

です。太陽と金星くらいの距離しか離れていないので、肉眼ではもちろん普通は望遠鏡を使っても分離できないのです(図1)。そのうえ二つの星の明るさがあまり変わらないので、ただ計算しただけだと星2つぶんの値が出てしまうのです[1]。

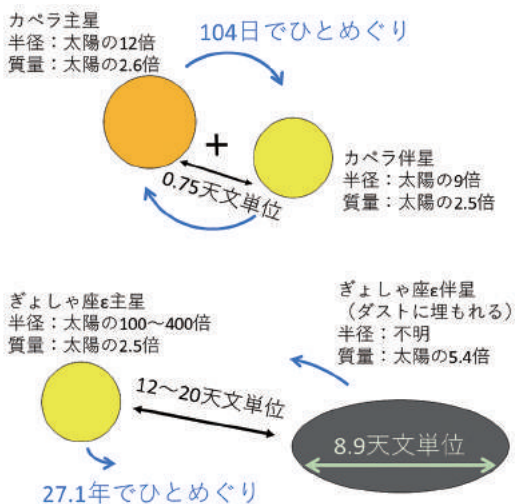


図1 連星系としての、カペラとぎょしゃ座εの模式図
([3][10]などのデータをもとに作成)

詳しい研究によると、カペラ主星はスペクトル型G8(表面温度4970K)の巨星とわかっています。太陽(G2、5770K)より少し低いですね。伴星の方はスペクトル型G0(5730K)で、こちらは太陽と同じくらいです。半径は太陽の10倍くらい、質量は2.5倍くらいですが、主星の方がどちらも少し大きい値となっています。

巨星というと星が燃え尽きる前の段階だという話をどこかで聞いたことのある方は、「カペ

うもそうなのかな？」と思い当たるかもしれません。さらに「でもあれば「赤色巨星」だったな。カペラは黄色だから違うのかも」と思う方もいるかもしれません。

確かに、水素が燃え尽きはじめると、星は表面温度が低く膨らんだ赤色巨星へと進化していきます。ただ、その後ヘリウムによる核融合が始まると、いったん縮んで表面温度も高くなります。そのため、時期によっては黄色っぽい色で見えることもあるのです（図2）。

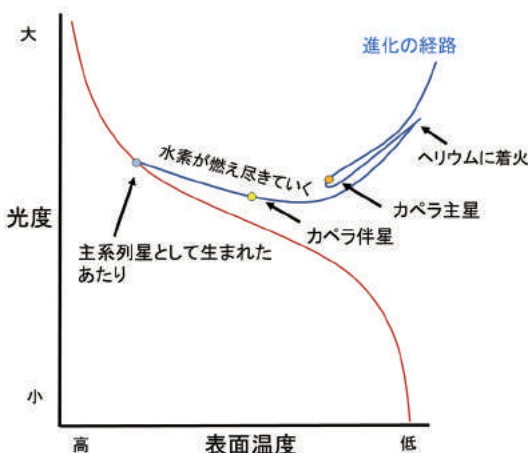


図2 カペラの主星・伴星の、進化の経路上におけるおおよその位置。実際には質量が少し異なるので、まったく同じ経路をたどるわけではない。

カペラの場合はどうなのでしょう。面白いことに、カペラの主星はちょうどヘリウムに火がついていったん熱くなった星、伴星はいまから赤色巨星へと進化していく途中の星であると考えられています [2][3][4]。そっくりな星が回りあっているのに、恒星としての状態は異なるのです。



カシオペヤ座 ρ カシオペヤのWの一番端の星の近くにあるカシオペヤ座 ρ 星は、スペクトル型がF8-G2(約6000K)と色は太陽にそっくりな星ですが非常に明るく、太陽の数十万倍の明るさがあります。半径は研究者によって見積もりがばらつくのですが、お

およそ太陽の700倍～800倍くらいと考えられています [5]。そのため、超巨星よりさらに上、極超巨星と呼ばれます。非常にまれな天体で、銀河系でも数個しか見つかっていません。

このカシオペヤ座 ρ は、だいたい太陽の40倍くらいの質量の星が主系列を離れた姿だと考えられています [6]。質量の大きな星は寿命が短く、 ρ 星も年齢は数百万歳くらいだと考えられています。このような大質量の星は文字通りの「赤色」超巨星にたどり着く前に超新星爆発を起こしてしまうので、おそらくこのカシオペヤ座 ρ もそのうちに超新星爆発を起こし、ブラックホールになってしまうだろうと考えられています。

この星は変光星としても知られていますが、普段は目で見てはっきりわかるような目立った変化はありません。ところが数十年に一度、大きく暗くなることがあります（図3）。これは星が大量のガスを放出するため周りを取り巻いて光をさえぎってしまうためと考えられています。1949年には6等まで暗くなりましたが、しばらくして戻りました。最近では2001年にガスの放出自体は起きたことが分かっているのですが [7]、あまり明るさには寄与しなかったようです。放出された方向が少し違ったのかもかもしれません。

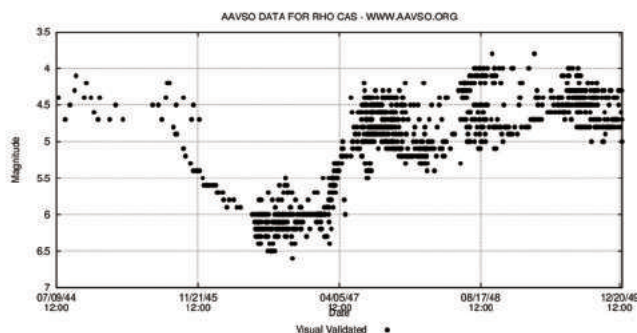
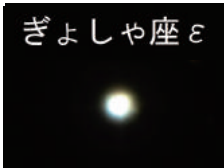


図3 1946年に大きく暗くなった時期における、カシオペヤ座 ρ の光度曲線（アメリカの変光星観測者団体AAVSOのデータベースによる）。

ぎょしゃ座ε



カペラのとなりの3等星、ぎょしゃ座ε星もスペクトル型F0(7750K)と黄色味を帯びた超巨星です。

この星も連星系です。ただ、すぐ近くを回りあっているカペラとは違い、こちらはお互いがうんと離れており、太陽と天王星くらいの距離があります(図1)。

そのため公転周期も27.1年とかなり長いのですが、この星が珍しいのはこの公転周期でありながら食を起こすということです。公転軌道を真横から見ると、明るい星の前を暗い星が通り過ぎたとき食が起きて暗くなります。二つの星が離れているほど食は起きにくくなるため、食を起こす連星はほとんどの場合軌道周期が数日かそれ以下です。ここまで長い周期のものはほとんどありません。

主星は前に述べた超巨星ですが、問題は伴星です。正体が良く分かっていなかったのですが、最近では普通の星が中心にあり、その周囲を巨大なガス円盤がとりかこんでいると考えられています(図1)。食は主にこのガス円盤によって起こるのです。

少し年配の方だと、かつてこの星の名前が「一

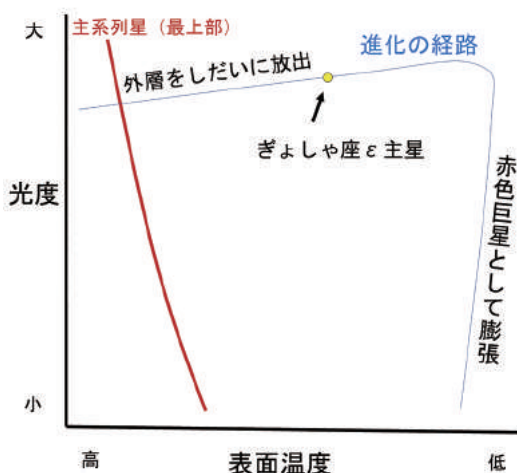


図4 ゃょしゃ座ε主星と、進化の経路上におけるおおよその位置関係。

番大きな星」として図鑑などに出てきたことを覚えておられるかもしれません。これは、かつてはこのガス円盤の広がり星の大きさと考えていたためです。

なぜこのようなことになっているのでしょうか。実は、このガスは主星から放出されたものだと考えられています。主星は赤色巨星を過ぎて、外層を放出しつつある時期にあります。この吹き飛ばされた外層は、通常ならそのまま星の周りに広がっていった惑星状星雲となります。ところがぎょしゃ座εの場合、この吹き飛ばされた外層が遠方を公転しているもう一方の星の周囲に降着してしまい、巨大な円盤となっているのです[8][9]。

(おおしま ともひと・天文科学研究員)

[1] なお正確には、このほかに暗く赤い星がさらに2つ回っていて合わせて四重連星を作っているのですが、これらは暗いので明るさへの寄与はほとんどありません。今回は巨星2つだけに着目して、明るい方を「カペラの主星」、暗い方を「カペラの伴星」と呼んでおくことにします。

[2] Torres, G., Claret, A., Young, P. A. "Binary Orbit, Physical Properties, and Evolutionary State of Capella (α Aurigae)", *ApJ*, 700, 1349 (2009)

[3] Torres, G. et al. "Capella (α Aurigae) Revisited: New Binary Orbit, Physical Properties, and Evolutionary State", *ApJ*, 807, 26 (2015)

[4] Pilachowski, C. A., Sowell, J. R. "The lithium abundances of the Capella giants", *AJ*, 103, 5 (1992)

[5] van Genderen, A. M. et al, "Pulsations, eruptions, and evolution of four yellow hypergiants" *A&A*, 631, 48 (2019)

[6] Lejeune, T. & Schaerer, D. "Database of Geneva stellar evolution tracks and isochrones for UBVRIJHKLL'M, HST-WFPC2, Geneva and Washington photometric systems" *A&A*, 366, 538 (2001)

[7] Lobel, A. et al. "High-Resolution Spectroscopy of the Yellow Hypergiant ρ Cassiopeiae from 1993 through the Outburst of 2000-2001", *ApJ*, 583, 923 (2003)

[8] Parthasarathy, M. & Pottasch, S. R. "The far-infrared (IRAS) excess in HD 161796 and related stars." *A&A*, 154, L16 (1986)

[9] Griffin, R. E. & Stencel, R.E., "Merging Recent and Historic Spectra of ϵ Aurigae: Properties of the System's Components, and Discovery of a Mass Transfer Stream", *PASP*, 125, 775 (2013)

[10] Muthumariappan, C. "A study of K I 7699Å and related shell lines during the recent eclipse of ϵ Aurigae", *MNRAS*, 445, 2884 (2014)

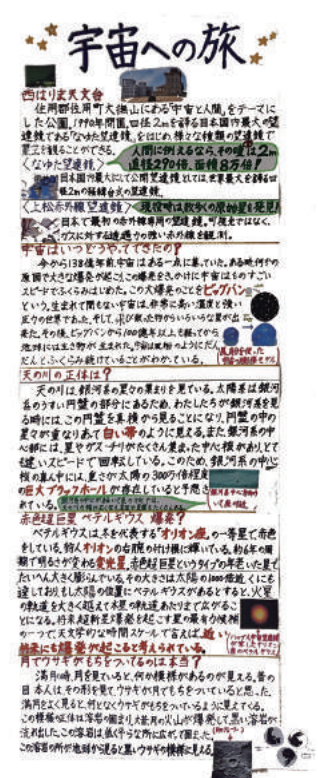
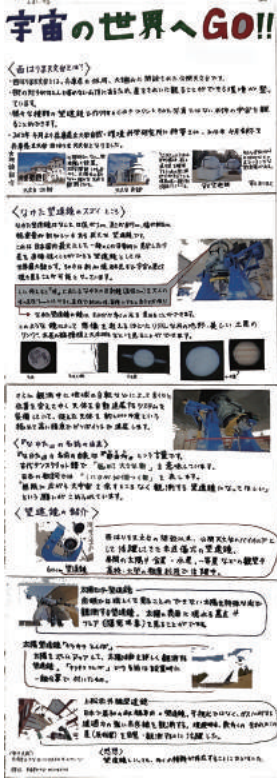
見出しの写真は、各天体をなめた望遠鏡で撮影したものです。

ポスターアワード 2020

昨年度から兵庫県立大学付属中の生徒さんによるポスター発表が西はりま天文台で行われています。今年も力作が集まりました。色々な攻め方があるものだと感じしきりのことです。

こちらは、これ好き！といったポスターに投票していただいたりもしています。今回も接戦となりました。

さて、みなさまならどのポスターに投票なさいますか？



リチウムの豊富な赤色巨星は クランプ星

本田 敏志

リチウムはバッテリーなどに使われており、今や身近で重要な元素の一つですが、天体に含まれるリチウムも宇宙を理解するために様々な情報を与えてくれる重要な元素の一つです。中国国家天文台 Yan 氏らの研究グループは、進化した星である赤色巨星でリチウムが多く含まれるものを多数発見し、それらがレッドクランプ星と呼ばれるヘリウムの反応によって輝いている進化段階の星であることを突き止めました。

リチウムは宇宙誕生のビッグバンで合成される元素ですが、それ以外にも様々な天体現象で合成されると考えられています。しかし、宇宙全体では炭素や酸素、鉄と比べると非常に存在量の少ない元素です。これは、リチウムが比較的低温で反応するため、恒星の大気中ではいったん作られたとしてもすぐに壊されてしまうためです。そのため、星が進化するとリチウムは減少すると考えられ、星のリチウム量は年齢

の指標としても使われることもあります（詳しくは 2015 年 7 月号）。

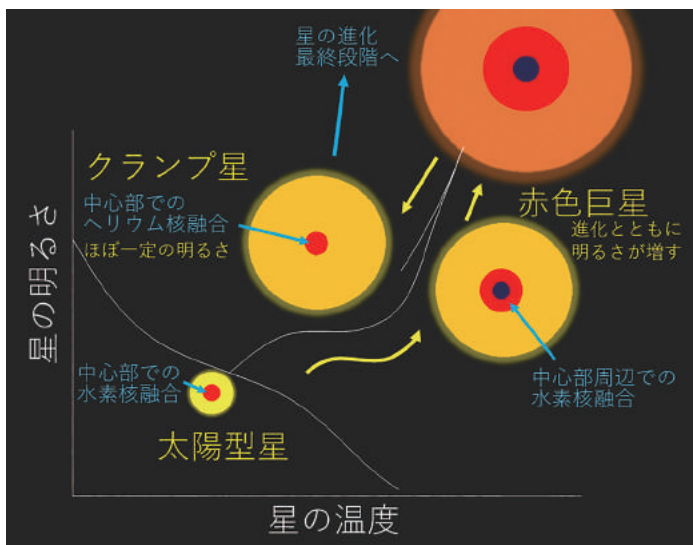
ところが、極わずかですがリチウムが異常に多い赤色巨星が存在します。今回、中国の LAMOST 望遠鏡とすばる望遠鏡でリチウムが多いとみられる星を多数観測し、通常の赤色巨星よりも百倍から数千倍もの量を含む星が確認されました。このリチウムはどこから来たのでしょうか？それを探るためには、これらの星の進化段階を明確にすることが重要です。比較的質量の低い星では主系列後、中心にヘリウムが溜まり水素はその周りで殻状の反応となって、星は膨らみ赤色巨星へと進化します（赤色巨星分枝星）。その後、ヘリウムの安定な反応が始まると再び星は安定した状態になります（レッドクランプ星）。これらの星は内部構造が大きく異なるものの、見かけ上は区別することが困難です。そこで、星震学と呼ばれる星表面の振動を利用して内部構造を探る手法がこれらの星

に用いられました。その結果、ほとんどがレッドクランプ星であることが分かりました。どうやらこれらのリチウムは、赤色巨星へ進化した後、に何らかの理由で増えた結果のようです。これらの星の窒素組成や質量の情報などを組み合わせてさらに詳細な研究が進められています。

Yan et al. 2020 Nature Astronomy

（ほんだ さとし・准教授）

国立天文台 Web サイトより
<https://subarutelescope.org/jp/results/2020/10/05/2904.html>



★4日(水) 埼玉大学の大学院生、石岡さんらの共同利用観測。今年度はコロナウイルス感染防止のため、ほとんどの共同利用がリモートからの観測になった。テレビ会議越しに石岡さんと手順を確認しながら、小野里研究員が観測を遂行した。まだまだ足りない部分もあるが、リモート観測もだいぶ軌道に乗ってきたと思う。観測は太陽系外惑星のトランジットを近赤外カメラ NIC でとらえるというもの。条件の厳しい観測だが、天候にも恵まれ良いデータが取得できたのではないかと思います。

★5日(木) 兵庫県立大学理学部の3年生6名が天文台にやって来た。毎週木曜日の夕方に「研究室体験」という企画がスタート。卒業研究の研究室選びはとても重要なので、この「体験」をもとにいい研究室を選んでください。伊藤は東京出張していたため、高橋特任助教と大学院生の平野君が対応。

★7日(土) 西はりま天文台のwebサーバーが不調に。原因究明と復旧に石田副センター長が全力で対応。しかし元に戻るまでに4日程度かかった。

★10日(火) 西はりま天文台が参画している光赤外大学間連携事業のワークショップが始まる。12日まで。大学院生の川上さんと八木さんが研究成果を発表した。他の大学の人にも興味を持ってもらえたようで何より。

★14日(土) 友の会例会。コロナウイルス感染予防のため、規模を縮小して開催。日付を越える前には終了した。斎藤研究員が「なゆた望遠鏡」を操作。

★15日(日) 小倉専門員が西はりま天文台の講演会でお話。「広い範囲の観測が大事！～理論モデルと広視野探査観測から見る宇宙の構造」というタイトル。西はりま天文台にもいろいろな分野を専門とするスタッフが増えてきました。

★18日(水) 自然学校のため、佐用町立南光小学校と三日月小学校が天文台に宿泊。観望会にも参加。観望会の担当は鳴沢専門員。今年度の自然学校の受け入れはこの団体で最後。コロナウイルスに左右され、イレギュラーな対応が多かったが、どうにか全て無事に終了した。



小倉専門員、天文講演会デビューです。

★24日(火) 翌日からの共同利用観測に備えて、愛媛大学の長尾教授、大学院生の城君らが来台。こうして天文台に来てもらえると、それはそれでやっぱりうれしいですね。

★26日(木) 本田准教授は「なゆた望遠鏡」

の観測装置を制御するコンピューターの整備に、戸塚研究員は WFGS2 に取り付ける新しい分散素子の開発に、高山研究員は「なゆた望遠鏡」のトップリングに取り付けるフラットランプの開発に励んでいる。日頃から行っている望遠鏡や観測装置のアップグレードはとても重要です。

先月に続いて今月も天気の良い日が多かったです。「なゆた望遠鏡」でたくさんデータが撮れました。今年はまだ暖かい日が続いています。冬になると大島研究員はあちこちで静電気を拾い、しょっちゅう悲鳴を上げていますが、今年はまだそんなことはなさそうです。



Come on! 西はりま



2021 年のカレンダー出来ました



2021 年のカレンダーが出来ました。

今年の写真は本田准教授撮影の「大きな虹」。
友の会会員の方にはすでにお届けさせていた
だきましたが、いかがでしたでしょうか。
ご希望の方は天文台までお手紙にてご連絡く
ださい。その際、以下のものの同封をお願い
いたします。

返信用宛名カード
9 × 5 cm 程度のもの

返信用切手

1 枚 200 円
2 枚 220 円
3 枚 300 円
4 ～ 5 枚 350 円

[お申し込み先]

〒679-5313

兵庫県佐用郡佐用町西河内407-2

兵庫県立大学西はりま天文台カレンダー係

TEL : 0790-82-3886

誠に勝手ながら、1 名様 5 枚までとさせていただきます。

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日までにご投稿願
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



1/9

第184回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：1月9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： A：60センチで秋から冬の散開星団をたくさん見よう！

B：なやたですばるの暗い星は何等まで見えるか星図で比べよう！

C：知っている星座の間にある、マイナーな星座を覚えて撮影しよう！

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「Jan」に）

締切：グループ棟宿泊、日帰り 1月4日（月）

家族棟宿泊 12月12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	()		

＊ 例年、翌日行事として餅つきを開催していましたが、今回は中止となります ＊

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

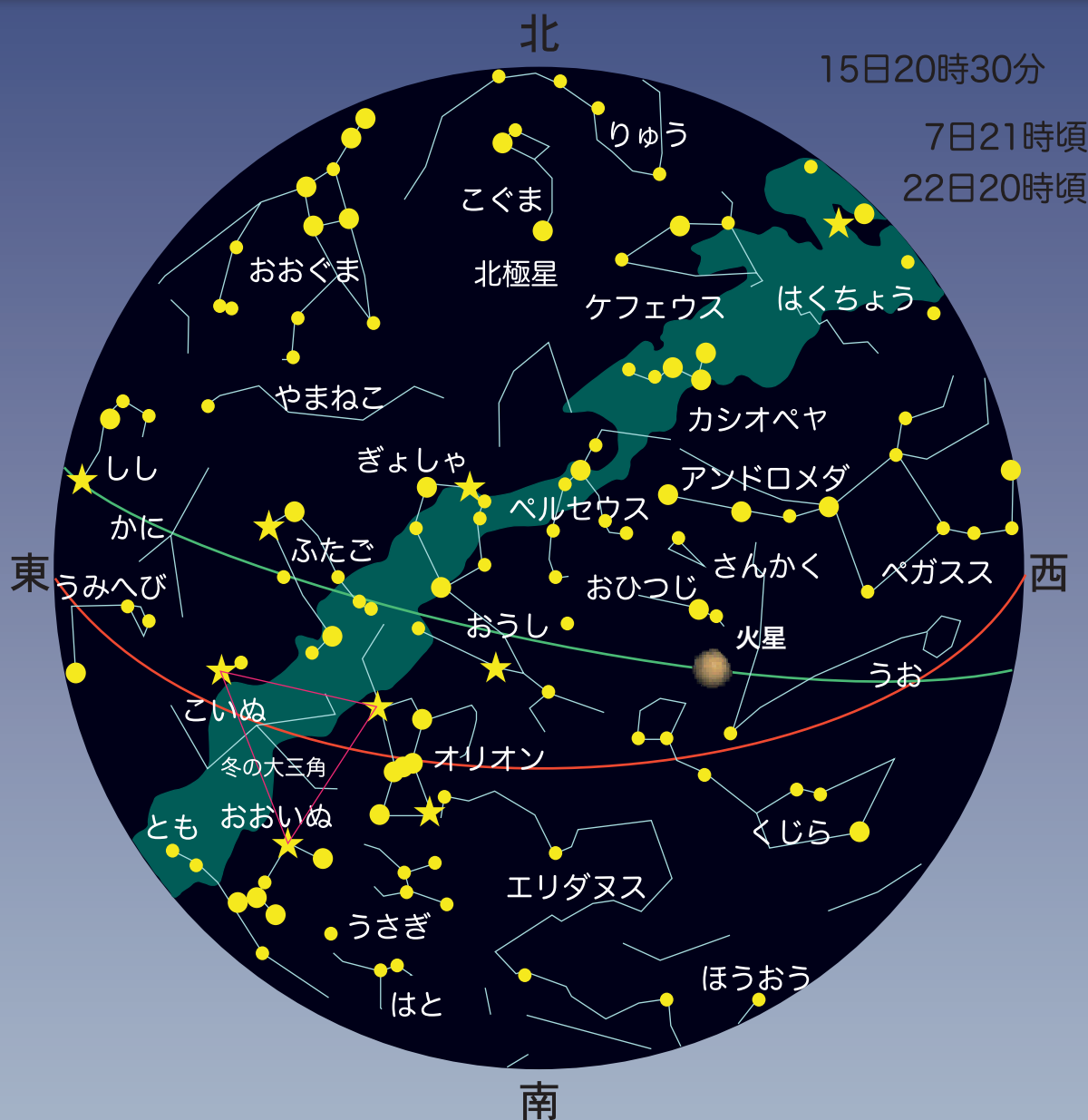
e-mail：tomoobs@nhao.jp（件名を「Feb」に）

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	()	()	
当日連絡先	男性	女性	
	()	()	

☆ 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。



1 月のみどころ

年の初めのしぶんぎ座流星群。天文始めにされている方も多いのでは？ 今年では3～4日にかけてが極大日です。20日月が少し残念なところですが、火星はだんだんと暗くなって来ましたが、それでもまだ0等級。夜空では存在感を示しているでしょう。21日、上弦の月と近づきます。24日は水星が東方最大離角、西空で水星チャレンジはいかがでしょう。

私事ですが、来月から担当が変わります。二年間とりとめない眩きにお付き合いいただき、ありがとうございました。

今月号の表紙

「おうし座流星群」

撮影者：脇 義文（わき よしふみ・友の会会員 No.1574）

撮影日：2020 年 11 月 14 日 24:31:51 より露出 10 秒

撮影地：西はりま天文台

機 材：Canon PowerShot G7 X Mark II マニュアルモード
にて撮影 広角端 F1.8 ISO3200

友の会例会終了後、登って来た冬の星座を撮りたくってコンデジで撮影。周りで「流れたー！」と歓声が挙がった方角を見ていたので肉眼では見る事が出来なかったけど、カメラを確認するとバッチリ写っていました。