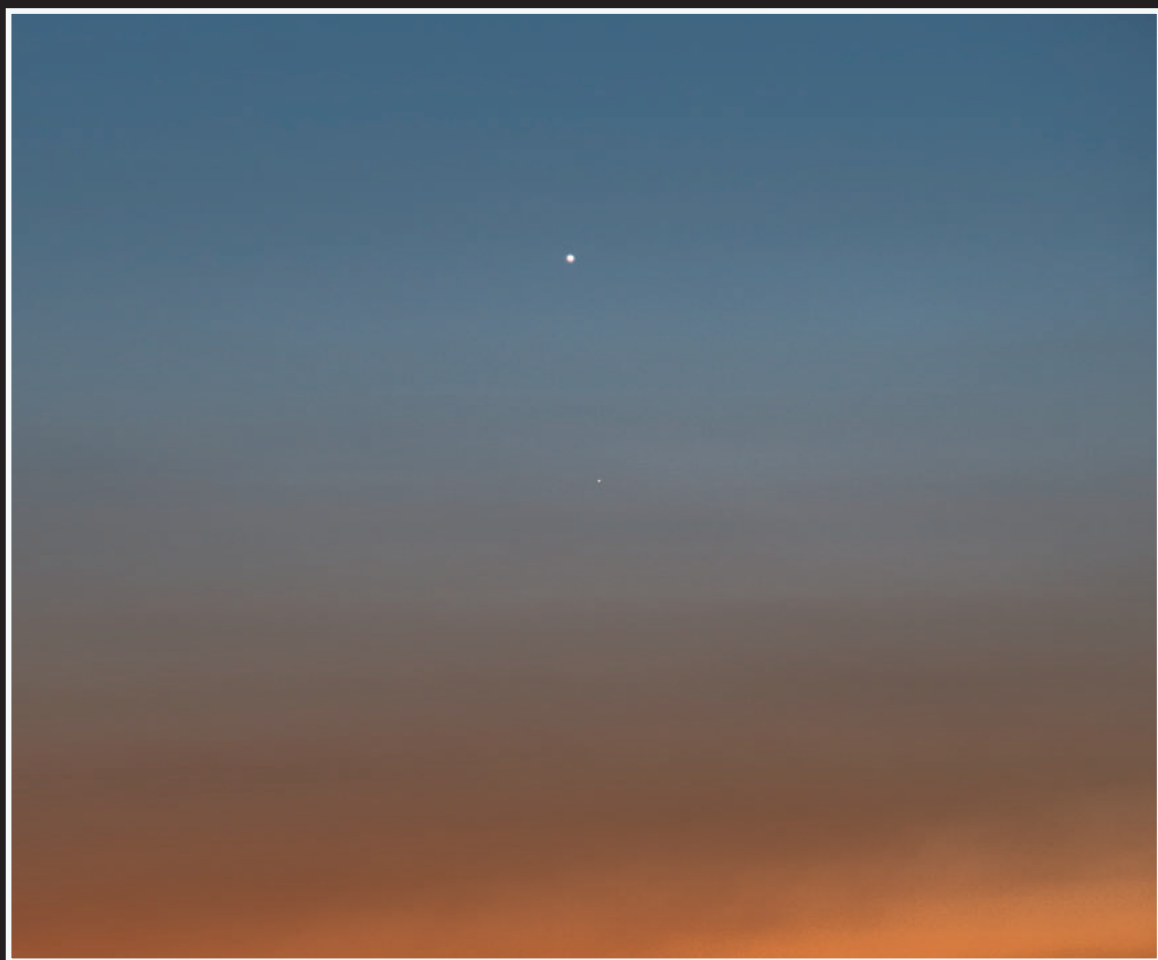


Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.375 6 2021



パーセク	: 人工光合成	高橋 隼
おもしろ天文学	: 古典的セファイドについて（その4）	石田 俊人
from 西はりま	: カシオペア座に現れた新星	大島 誠人
	: 西はりま天文台花だより	
AstroFocus	: 十機十色の天文衛星	戸塚 都

人工光合成

高橋 隼

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

先日、豊田中央研究所が発表した「太陽光でCO₂を資源に！人工光合成の飛躍的進展」というニュースリリース*が目にとまり、たいへん興味深く読みました。太陽光のエネルギーを使用し、二酸化炭素と水のみからギ酸を合成する人工光合成を、36 cm 角というこれまでよりも大きなサイズのセルで実現し、このクラスでは世界最高の太陽光変換効率 7.2% を達成したとのことです。この変換効率は植物を大幅に上回るそうです。

このニュースが目にとまったのには、背景があります。高校生のころ、大学に入って何を研究しようかと考えていたとき、候補のひとつとして思い浮かんだのが「人工光合成」でした。当時から、大気中の二酸化炭素濃度の増加による地球温暖化は問題視されていました。その対策の多くは「なるべく二酸化炭素を出さない」類のものであるように感じられ、「大気中から二酸化炭素を減らす」という積極的な方法はないものか、と思っていました。人工光合成が実現すれば画期的ではないか、やりがいもあって面白そう、などと考えたわけです。今では天文学という（すぐには）役に立たない学問の代表にも挙げられる活動に勤しんでいる私ですが、このように大いに役立ちそうな研究に興味を持っていた時代もあるのです。

結局、人工光合成の研究には進まなかったのですが、最近になって、自分の研究と光合成が関係しつつあります。太陽系外惑星の発見

に伴い、「生物が居住する系外惑星を見つけるにはどうしたらいいのか?」、「生物が居住することを指し示す観測兆候（いわゆるバイオマーカー）は何か?」といったことが真剣に議論されるようになりました。バイオマーカー候補の中でもよく注目されるのが、光合成をする生物（植物）の反射スペクトルに見られる特徴である「レッドエッジ」です。私もレッドエッジとは違うタイプの光合成兆候に注目した研究を始めたところですが、そのようなわけで、植物と人工光合成装置は、天文学的な観測で区別できるのかが少し気になります。

（たかはし じゅん・特任助教）

* <https://www.tytlabs.co.jp/cms/news/news-20210421-1932.html>



なゆた望遠鏡の外側通路から見える植物たち



ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

古典的セファイドについて (その4)

石田 俊人

1. 前回のお話から

筆者の専門である脈動星の一つの種類である古典的セファイド（以後セファイド）について、一連の文章を書き始めています。恒星の中には部分的に電離している領域があること、脈動星ではそれが内部を動き回ることや、脈動を維持するメカニズムなどについてお話ししました。今回は、セファイドを利用する、つまり、セファイドを使った天体までの距離の測定に関わることをお話ししましょう。これは、ある程度有名なお話ですので、どこかで読んでいてご存知の方もおられるかもしれません。ただ、これはセファイドの重要な性質ですので、今回まとめてお話させていただきたいと思います。

2. リービットの発見

20世紀の初め頃に、リービットという人が大小マゼラン銀河の中の明るさを変える星（変光星）の研究を行っていました。そしてその中で、まず1,777個の変光星の中に、明るくなる時は急速で、暗くなっていく時はゆっくりと明るさが変わっていくという特徴があり、周期が1日以上以上のグループがあることに気づきました。そしてさらに、周期を決めることができた星では、明るいほど周期が長いことに気づきました。その後、周期の測定の星の数を25個まで増やしたのですが、周期順に並べてみて、この周期と明るさの関係を確かめました。リービットの結果をまとめたものが図1です。左側は、横軸が日数単位での周期で、右側が周期の10を底とする対数(Log10)を取ったものです。

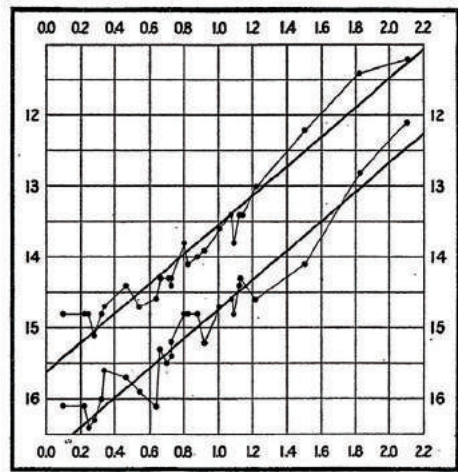
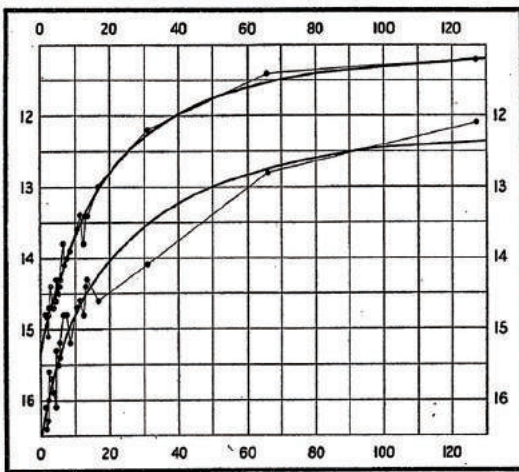


図1：リービットによる小マゼラン銀河中のセファイドによる周期光度関係。左は横軸が日数単位での周期。右は横軸が日数単位の周期の10を底とする対数。縦軸はいずれも見かけの明るさで、上の折れ線、曲線、直線はそれぞれの恒星で最も明るいときの見かけの明るさ、下は最も暗いとき。(Leavitt and Pickering, 1912より)

縦軸は見かけの明るさで、左右とも折れ線が2本あるのは、それぞれの星で最も明るいときと最も暗いときの明るさを描いているためです。

これらのセフィイドも含めマゼラン銀河の中にある星は、地球からの距離がほぼ同じであると考えられます。発見したのは見かけの明るさと周期の関係ですが、本当の明るさについても同じような関係があることを示していると考えられました。周期から本当の明るさを求めることができれば、見かけの明るさと比べることで、ただちにこのセフィイドまでの距離を求めることができることを意味していました。これが、現在、近くの銀河などまでの距離を測るときに最も精度の良い方法の一つとされている、セフィイドの周期光度関係と呼ばれている性質の発見でした。この関係はリービットの法則(Leavitt's law)と呼ばれることもあります。

その後、セフィイドの絶対等級を決めて距離を求めるための研究が行われました。最初に求めたのはヘルツシュプルングで、このとき求められた小マゼラン銀河の距離は、3万3千光年でした。現在の値よりかなり小さいのですが、もう一つ驚くべきことは、当時、個別の天体で距離が推定されていたのは、ヒアデス星団の130光年が最も遠かったことです。リービットの発見が、私たちの知る宇宙を一気に広げることがおわかりいただけるかと思います。

3. シャプレイの推定

さて他方、球状星団の中の変光星で、周期が1日より短い変光星が見つかっていました。これらは、現在ではこと座RR型変光星と呼ばれている脈動星です。周期が違う星同士でも、明るさがほとんど同じであることが特徴です。球状星団の変光星も基本的に同じ距離にあると考えられますので、こちらも天体までの距離の推定に使うことができると考えられます。しかし、残念ながら当時は、このタイプの変光星の本当

の明るさを直接推定する方法が見当たりませんでした。

そこで、シャプレイは、球状星団の中に見つかることのある周期が1日以上の変光星が、リービットが小マゼラン銀河で見つけたセフィイドと同じ周期光度関係に従っていると推定しました。そして、そこから球状星団内の周期1日以下の変光星の明るさを推定し、さまざまな天体までの距離を推定することに使用しました。実は、この球状星団中の周期1日以上の変光星は、現在では種族IIのセフィイドと呼ばれている変光星で、リービットが発見したマゼラン銀河中の変光星とは、同じ周期での明るさが異なっていました。

4. バーデによる恒星の種族の認識

さて、さまざまな天体の明るさや距離を推定する中で、アンドロメダ銀河と私たちの銀河系で、最も明るい球状星団の明るさが異なっているということになることがわかってきました。これは、バーデがアンドロメダ銀河の中心部や、伴銀河を観測して、恒星の種族が認識されるまで解決されませんでした。

バーデの観測は、写真乾板を使用して行われたのですが、観測をまとめた論文には、細心の注意を払ったことが書かれていて興味深いです。アンモニアで増感した乾板を使用したとか、一晩中ほとんど温度が変わらずに、焦点のズレがほとんどない夜の観測を使用したとか、長時間露出を行うためのガイド星で、コマ収差の出方を観察して温度変化による像の変化がなかったことを確認していたといったことが書かれています。通常の写真乾板ではなく、赤色の光での感度が高い乾板を使用したことも書かれています。そのようなさまざまな注意を払ったことで、それまで個々の恒星に分解することができていなかったアンドロメダ銀河の中心部などを、分解して、明るさを測定することができたのです。その結果、アンドロメダ銀河の中心部

には、太陽周辺とは異なり、青色の明るい恒星がないことなどがわかりました。

この論文の中で、バーデは図2のような模式的なスペクトル型等級図を示しました。区別がつけにくいのですが、斜めの線が描かれているのがアンドロメダ銀河中心部などにある恒星集団で、現在、種族IIと呼ばれています。灰色に塗られているのが太陽近傍などに見られる通常の恒星集団で、現在、種族Iと呼ばれています。その後、シャプレイが同じ明るさとしてしまった球状星団の中の、周期1日以上の変光星は種族IIで、現在古典的セファイドと呼ばれている種族Iの天体より1.5等ほど暗いことがわかったのです。

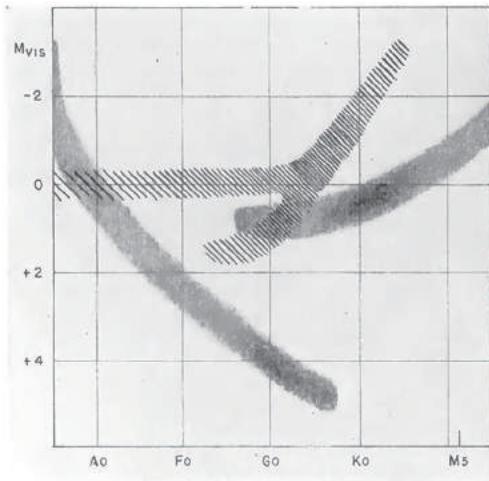


図2：バーデによる2種類の恒星集団。横軸は恒星のスペクトル型。縦軸は本当の明るさ。斜め線が描かれているところがアンドロメダ銀河中心部などにある恒星集団で、現在種族IIと呼ばれているもの。灰色に塗られているのが太陽近傍などに通常見られる恒星集団で、現在種族Iと呼ばれているもの。

5. 最近の話題

その後、散開星団中のセファイドを使って、周期光度関係が求められました。また、最近ではGaia衛星によって距離を求めたセファイドを使った周期光度関係も求められています。そして、古典的セファイドによって距離がわかっている天体中で、さらに明るさが決まっている天体を探すことで、より遠くの銀河までの距離

や、宇宙膨張などが発見されたりしていきました。

実は、その宇宙膨張の速さについて、最近食い違いが見つかって話題になっています。遠くの日体になっていったときに、宇宙膨張の速さがどれだけ増加していくかというハッブル定数という量があります。このハッブル定数が、宇宙の初期の宇宙背景放射から推定したときと、セファイドなどでの距離の測定を伸ばして求めてきたときで、誤差の範囲以上に食い違っているということなのです。この食い違いは「Hubble tension」と呼ばれています。この食い違いの原因は、まだわかっていません。セファイド関係の研究者の側からは、測定精度の向上が試みられています。

古典的セファイドは、天体までの距離の決定と、そこからつながる私たちの宇宙全体の性質についても、ホットな話題を提供し続けています。

(いしだ としひと・副センター長)

カシオペヤ座に現れた新星

大島 誠人



3月18日に三重県の中村祐二さんが発見された新天体カシオペヤ座の新星 (V1405 Cas) は、徐々に明るさを増したことで、すでに皆様もご存知かと思います。5月中旬には6等星まで明るくなり、空の暗いところなら、肉眼でも探せるまでになりました。ここ西はりま天文台では大島研究員が撮影。

明るくなったとは言っても6等星。普通に街中では見えません。というわけでこの1枚。

まず、カシオペヤ座を探すところから始めてみましょうか。

新星は、カシオペヤのW字型の並びから少し北極星側に入ったところにあります。この写真ではよくわからないのですが、散開星団M52のそばにあります。写真で見ても明らかに赤い色をしていて、周りの星からひととき目立っていますね。

(おおしま ともひと・天文科学研究員)



撮 影：大島 誠人
撮 影 日：5月26日(水)
撮 影 場 所：西はりま天文台

機 材：PENTAX KP+smc PENTAX-DA 18-135mmF3.5-5.6
露 出：60秒
感 度：ISO1600

西はりま天文台花だより



緊急事態宣言が出て、西はりま天文台もめっきり寂しくなりました。今年はツバメの来台も少なくより寂しく感じます。それでも健気に咲く花たちをお届けします。5月は白い花が多いのです。琵琶やカリンが小さな実をつけ始めています。



イボタノキ（水蠟樹・疣取木）

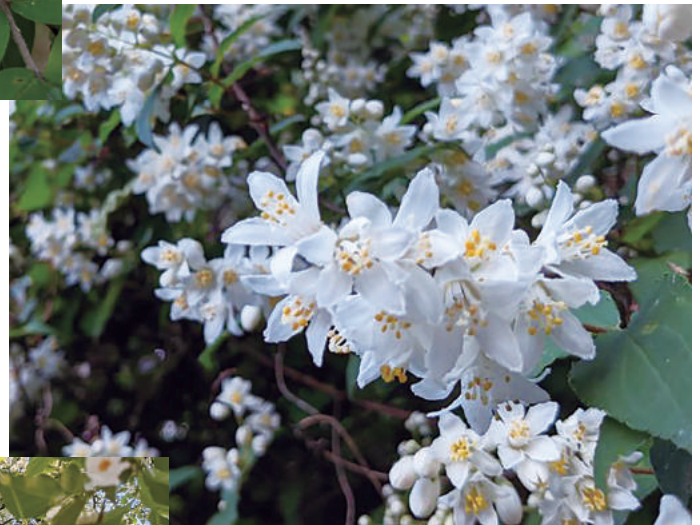
ここ、西はりま天文台ではとにかくたくさんの虫達が集う木です。

ウツギ（空木・卯木）

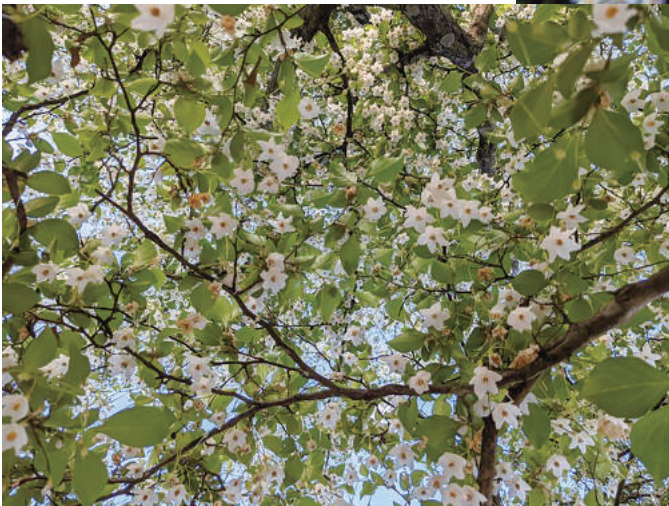
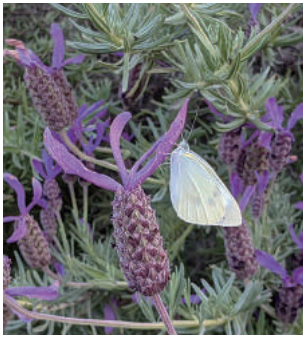
ここ、西はりま天文台までの山道に雪崩をうつように咲いています。万葉集に素敵な歌がありました。

「五月山 卯の花月夜 ほととぎす

聞けども飽かず また鳴かぬかも」（作者未詳）
何となく頷ける歌です。天文台にはぴったりです。



花は紫ですけど
この日は
モンシロチョウが
たくさん休憩して
いました。



チシャノキ（高苜の木）

ポロポロと花が落ちます。
木の下は落ちた花で真っ白です。
大伴家持も歌に読みました。

「知左（ちさ）の花

咲ける盛りに愛（は）しきよし
その妻の子と

朝夕に 笑みみ笑まずも」



十機十色の天文衛星

戸塚 都

地球の大気を通り抜けて地上まで届かない光を観測しようと思うと、地球大気の外まで望遠鏡を持って行ってあげなくてはなりません(図1)。紫外線やそれよりも波長の短いX線やγ線、他には赤外線や電波の一部の光です。この様な光を観測をするために、様々な国や機関が天文衛星を打ち上げています。

X線の分野に絞ると、日本で来年の2022年にXRISM衛星が打ち上げ予定です。海外では1999年からヨーロッパ宇宙機関(ESA)が運用しているXMM-Newton、同じく1999年から運用しているアメリカ宇宙航空局(NASA)が打ち上げているChandra衛星という天文衛星が現役で頑張っています。その他にもNuSTAR(2012-、NASA)、AstroSat(2015-、インド)、eROSITA(2019-、マックスプランク研究所)など様々な衛星があります。さらに2030年になると、日本とNASAの国際協力でFORCE衛星が、ESA、NASAおよび日本の国際協力でAthena衛星が打ち上げられる予定です。

天文衛星は地上の望遠鏡とは異なり、一度打ち上げてしまうと触ることができません。データを撮るための検出器を交換することもできません。それぞれの衛星は検出器に応じた得意不得意があることとなります。例えば、先ほど名前を挙げたChandra衛星はとても詳細な写真を撮ることができます。その代わりに、光を波長ごとの強度に分けたスペクトルはあまり詳しく調べられません。逆にXMM-Newton衛星は写真はあまり詳細には取れませんが、詳しいスペクトルデータが手に入ります。2022年に打ち上がるXRISM衛星は新しい技術のおかげでこれまでにないほど詳細なスペクトルデータが期待されています。ですが、この検出器には写真を撮る機能はありません。一緒に搭載しているCCDカメラで同時に撮影します。

新しい衛星が飛ばば、これまでわからなかったことが全てスッキリ解決とはなかなかありません。それぞれの衛星の特徴を上手く活かして、少しずつ宇宙の謎を解明して行くことになるわけです。

(とづか みやこ・天文科学研究員)

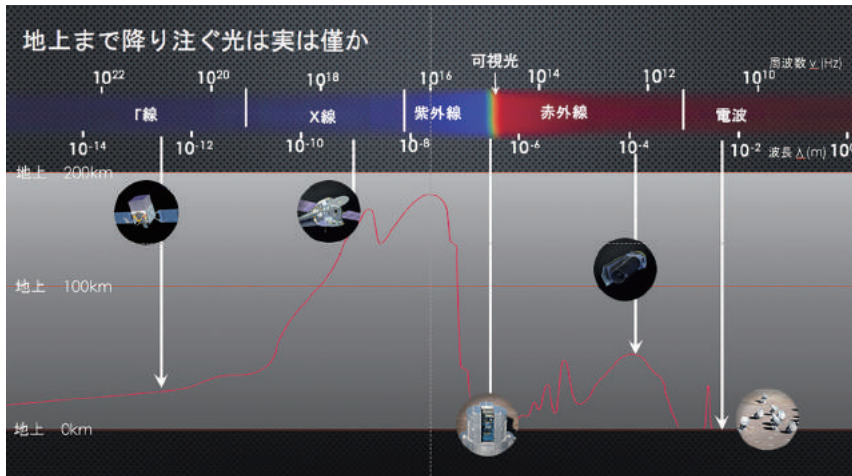


図1: 宇宙から光が地上何kmまで届くのか。X線、γ線、赤外線の一部は地上まで届かない。国立天文台「多波長で観る宇宙」の画像を一部使用。

★1日(土) 感染症拡大防止の緊急事態宣言発令中のため、今月も天文台の営業は休業でスタート。

★4日(火) アクアナイトが予定されていた日、残念ながら今年も中止で静かな連休。研究員総出でなゆた望遠鏡主鏡の掃除実施。見た目はあまりきれいに見えないが反射率は良くなった。

★5日(水) 鳴沢専門員自然学校の打ち合わせ。

★6日(木) 高山研究員プロジェクト学習で附属中学へ。

★7日(金) 当初11日までだった緊急事態宣言は今月31日までの延長が決まる。施設の営業は夜7時までとの要請があり、夜間観望会はできないが天文台は12日から昼間の営業のみ再開となる。

★10日(月) 天文台の再開に向けて展示物のチェックや開館の準備作業。高橋助教とロビーの電灯交換などを行う。

★12日(水) 今日から天文台は昼間のみ再開、宿泊や観望会は中止のまま夜は7時に閉鎖。



★14日(金) 早くも夏日となり暑い！埼玉大学の共同利用観測、高橋助教が対応するも天気が悪い。

★15日(土) 昼間の観望会が再開されたが、曇りのため60cm望遠鏡の案内。石田副センター長が対応。

★16日(日) 佐用町は朝から強雨と雷のため、高橋助教、戸塚研究員がなゆた望遠鏡の雷対策のため出動。雷に怯える季節がやってきた。この日から兵庫県も梅雨入り、例年より3週間も早い。深夜に再び雷雨となり、高山、斎藤研究員と、石田副センター長が対策を行う。

★17日(月) 月食についての取材対応。高橋

助教は、大学間連携の学生向けIRAF講習会の対応し、その後、ひょうご科学技術協会助成金贈呈式にリモートで出席。夜は早稲田大学の共同利用観測。斎藤研究員が対応だが雨で観測できず。

★18日(火) プロジェクト学習のため附属中学へ、生徒の皆さん自分たちでしっかり調べている。石田副センター長、宇宙科学の講義。鳴沢専門員自然学校の打ち合わせ。今夜も早稲田大学の共同利用観測だが、雨でデータ取得できなかった模様。

★21日(金) 前日からの大雨で中3階雨漏り。伊藤センター長は教授会。

★22日(土) 午前は久々に晴れて太陽の黒点が見えたが、昼間の星の観望会では曇ってしまう。夜は晴れて学生の井出君が新しい観測装置の構築に向けて試験観測。

★25日(火) 自然研佐藤所長來台。伊藤センター長東京へ出張。石田副センター長は講義。

★26日(水) 皆既月食だが、天候が心配。カメラを構えて月

の出から空を眺め続けるも最後まで全く月は見えず。鳴沢専門員キラキラch撮影の対応。

★29日(土) 久しぶりの晴れ間、昼間の観望会でシリウスやポルックスを見ることができた。緊急事態宣言の延長が決定、天文台は来月20日まで引き続き昼間だけの営業となる模様。

★30日(日) 大島研究員太陽望遠鏡の調整作業を行う。ぼちぼち黒点が見られる日も増えてきた。

★31日(月) 今夜から国立天文台の共同利用観測。リモートで行うため事前に通信のチェックなどを行う。



Come on! 西はりま



西はりま天文台開設 30 周年記念・第 20 回知の創造シリーズフォーラム
兵庫県立大学 宇宙天文科学シンポジウム

宇宙、ムチュウ、観測中 ～ここまでわかった宇宙の姿～

コロナ禍により再び延期となったシンポジウムの再々始動が決定しました！

以前にお申し込みいただきました皆様には、お手数ですが再度のお申し込みをお願いいたします。

今回も WEB 参加が可能です。講師の方々も皆さまの前で講演できることを楽しみにしております。

会場で、ご自宅で最新の研究成果の一端にぜひ触れてください。

日 時 2021 年 9 月 19 日 (日) 13:00 ~ 17:00

場 所 神戸新聞松方ホール

(神戸市中央区東川崎町 1-5-7 神戸情報文化ビル 4 階)

定 員 250 名 (申込制、先着順、参加費無料) ※ WEB 参加も可能とします。

お問い合わせ・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

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 1000x1000 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



7/10

第187回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：7月10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「Jul」に)

締切：グループ棟宿泊、日帰り 7月 3日(土)

家族棟宿泊 6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		
	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。

7/18

天文講演会のお知らせ

「LSP：赤色巨星の超長周期変光」

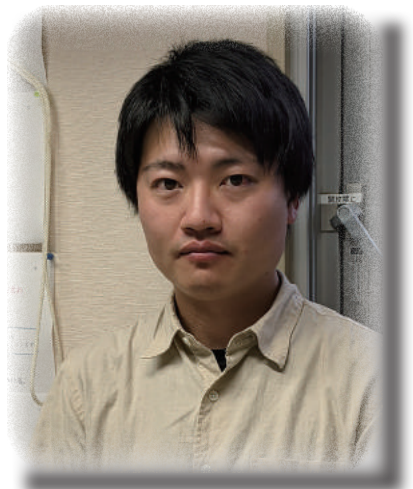
日時：7月18日(日) 16:30～18:00

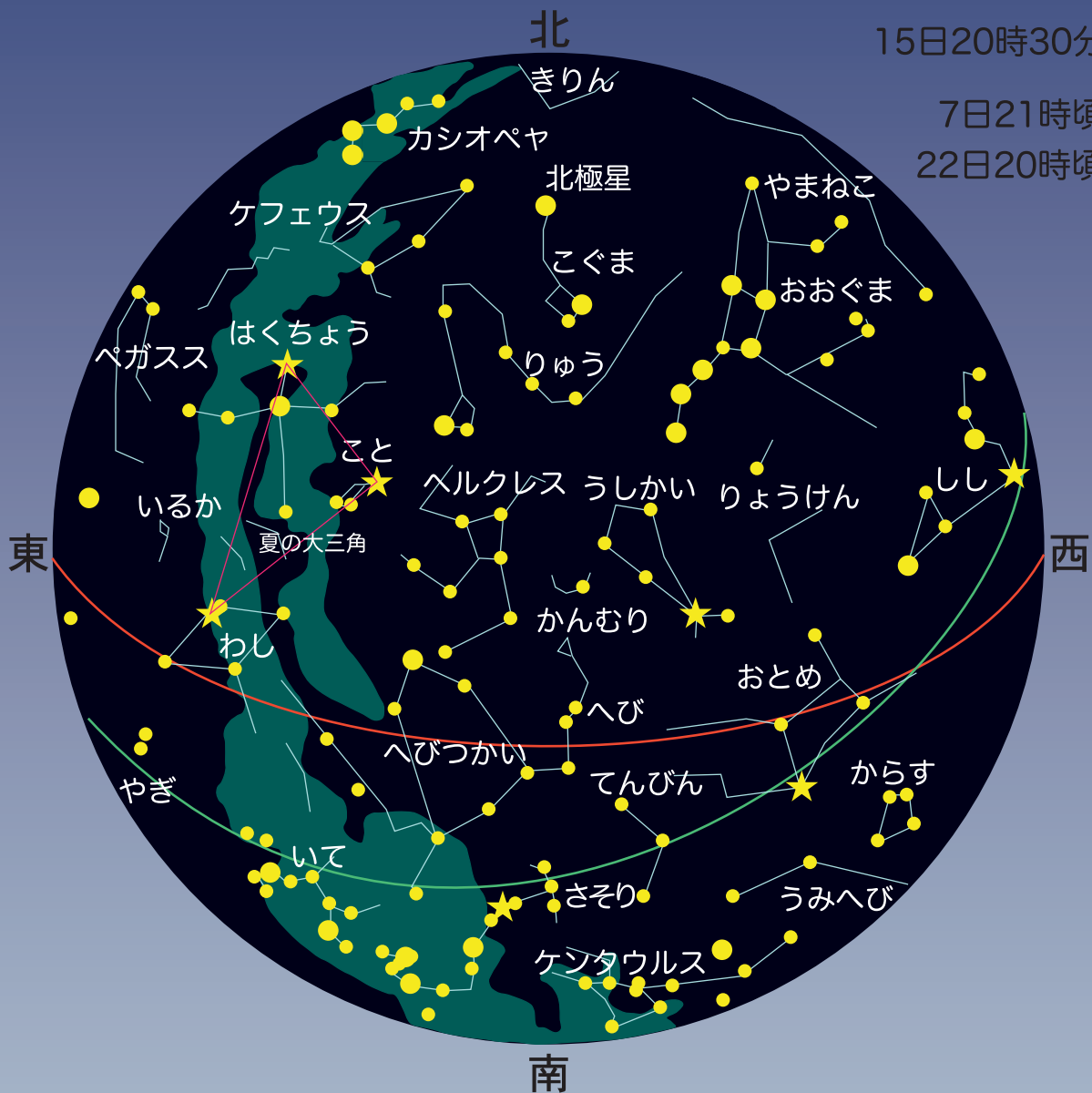
講師：高山 正輝(当天文台研究員)

場所：西はりま天文台 南館1階スタディールーム

費用：無料・申込不要

赤色巨星は太陽の数百倍の半径を持つ、進化の末期の恒星です。このような天体は多くが変光星として知られています。変光の原因には星の脈動の他に、連星の食や、回転楕円星も見つかっています。しかしこれらとは別に、1000日前後の長い周期の変光現象が1999年に見つかりました。Long Secondary Period(LSP)と呼ばれるこの現象をめぐっては、理論・観測の両方から「説明できない」との研究結果が後を絶たず、現在でも謎のままです。今回はLSPの研究の歴史からその最前線までを網羅的に紹介します。





7月のみどころ

西日本では例年より早くに入った梅雨ですが、明けるのはいつも通りのような予報もあって今年は長い雨の季節となりそうです。金星が宵の明星となっています。12～14日にかけてかなり火星が接近しますが（12日には月も！）、火星もそろそろ2等星。肉眼では見えないかもしれませんが。下旬に月と木星・土星がそれぞれに接近します。満月前後になりますから、これらの星たちの独壇場です。そろそろと夏の星座たちも登場です。

今月号の表紙

「金星と水星」

撮影：大島 誠人

撮影日：5月30日（日）

撮影場所：西はりま天文台

機材：PENTAX KP+smc PENTAX-DA

18-135mmF3.5-5.6

露出時間：1秒 ISO400

夕方の空で接近中の内惑星、水星と金星です。初夏は夕方に水星を見やすい時期ですが、東方最大離角からは10日ほどたってかなり低くなってしまいました。