

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

# 宇宙 **NOW** No.376 7 2021



パーセク	: 今日も境界線上にいます	大島 誠人
おもしろ天文学	: 地上大型望遠鏡の進化	本田 敏志
from 西はりま	: [友の会会員投稿] 普通のカメラ&三脚で天の川	鈴木 克彦
AstroFocus	: Gaia	伊藤 洋一

# 今日も境界線上にいます

大島 誠人

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

近頃、メディアで天文現象が取り上げられることが増えてきたように思う。それ自体は嬉しいことなのだが、話題になってるわりにまったくピンとこないニュースもある。その筆頭がスーパームーンである。「ピンとこない」というのは、「実感がない」からだ。昔から眼視で変光星を見ているから明るさの違いには敏感なつもりだが、ついぞスーパームーンの夜にいつもより強い月明かりを感じた記憶がない。

単純に見積もると、距離に応じて満月の明るさは30%くらい変わるようだ。等級なら約0.3等。比較光源があればともかく、「絶対光感」として分かる人が毎回話題にするほど多くいるほどの変化かと言われるとちょっとよくわからない。ちなみにふたご座のポルクスとカストルの差が0.4等である。元は占星術の言葉らしいので実感が伴わないのも当然かも知れないが、実際の星空を見る人向けの専門誌の表紙にそろってスーパームーンの文字が並んでいるのを目撃した時はちょっとがっかりしてしまった。

ではスーパームーンが非科学的だと天文学者から批判されているかということ、そんなこともないようだ。空を見上げるきっかけになるんなら科学的な正しさとかどうでもいいんじゃないの？という人すら少なくないんじゃないかと思う。それもある意味当然で、天文学の研究は「星空を見上げること」とはほとんど関係がないからである。研究対象を、見

上げた星空に肉眼でくっきり見ることができる人というのはほとんどいない（自分も無理）し、星空そのものには関心がない研究者は珍しくない。もっとも先日、店頭でそんな関心のなさを得意げに書いている天文書を見かけて、つい本棚に戻ってしまった。おかしいことではないとは言え、ここまで来るとなにかもやっとする。

まあ、個人の自由ではある。ただ、私はどうせ月を見るなら満月じゃない日に欠け際のクレーターを見てほしいし、どうせ空を見上げるなら月のない晩に見上げてほしいと思う。ミラが極大ならなおよい。最後に本心が入った気がするが、しかしこういう見方はどうやら「天文現象で盛り上がる人」からも「宇宙を研究ターゲットとする人」からも、少し外れているようだ。あるいはどちらから見ても「向こう側の人っぽい」のかも知れない。

少しかっこよくいえば、どっちの風景も見えている境界線の住人、とも言えるのだろうか。境界線の住人。「両方の理屈がわかる」なのか「どっちつかず」なのか、さて実態はどっちなのだろう。

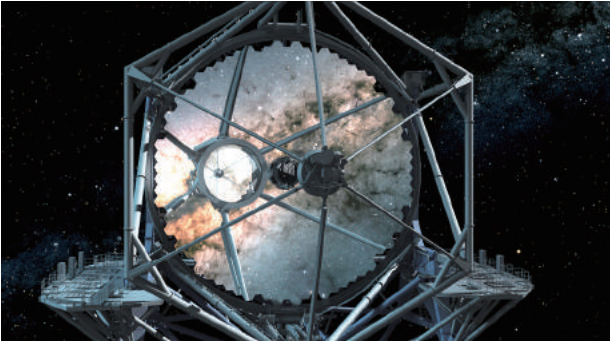
(おおしま ともひと・天文科学研究员)

ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

## おもしろ天文学

# 地上大型望遠鏡の進化

本田 敏志

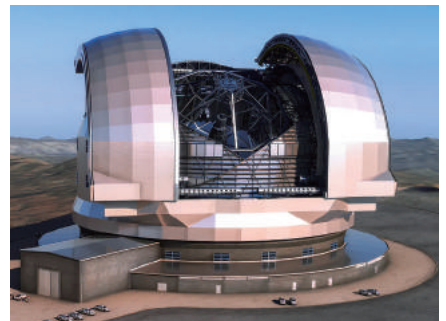
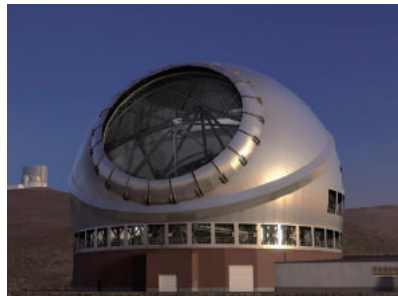


西はりま天文台のなゆた望遠鏡は 2004 年に完成しました。口径 2 m の光学赤外線望遠鏡は当時日本国内で一番の大きさでした。また、その少し前の 1999 年にはハワイのマウナケア山に口径 8.2 m のすばる望遠鏡が完成し、1 枚鏡の望遠鏡としては世界最大でした。なゆた望遠鏡やすばる望遠鏡については本誌でなんども紹介されていますが、他にも様々な大型望遠鏡が建設され活躍中です。人類は、より遠くを、さらに詳しく、知るために新しい望遠鏡を作り続けています。今回は現在建設中のものを含め、地上の大型望遠鏡を一部紹介したいと思います。

### 次世代の超大型 30 m 望遠鏡 (TMT)

TMT (Thirty Meter Telescope) は日本とアメリカ、カナダ、中国、インドの国際協力で建設を進めている口径 30 m の望遠鏡です。すばる望遠鏡より 10 倍以上の集光力を持ち、補償光学という地球大気のゆらぎによる影響を補正する技術によって、宇宙望遠鏡よりも高い解像度を得ることができます。世界では口径 10 m を超えるような望遠鏡がすでにいくつか活躍していますが、どれも 1 枚の鏡ではなく複数の鏡を並べた分割鏡です。TMT も直径 30 m の主鏡は、1.44 m の鏡をなんと 492 枚も使って実現します。全てを隙間なく正確に並べなければピンボケの像しか得られないことになってしまいます。そのため、非常に高い精度の鏡を大量に作り、全てをコンピュータで制御しなければなりません。

この望遠鏡の心臓部ともいえる鏡を作っているのは主に日本の企業です。望遠鏡はすばる望遠鏡のある、ハワイ島のマウナケア山に設置されるのですが、山頂の環境に配慮した非常にコンパクトなドームに収まるようになっているのも特徴の一つです。TMT で観測できるのは北天が中心となりますが、南天には ESO (欧州南天天文台) の E-ELT (European Extremely Large Telescope) という、やはり分割鏡を用いた口径 39 m の望遠鏡がチリに建設中です。こちらは、1.4 m の鏡を約 800 枚並べるとのことです。TMT は 2032 年度完成予定で、まだ少し先になりますが、これら超大型望遠鏡が宇宙のどんな姿を見せてくれるのか楽しみです。



上：TMT の完成予想図。下：E-ELT の完成予想図



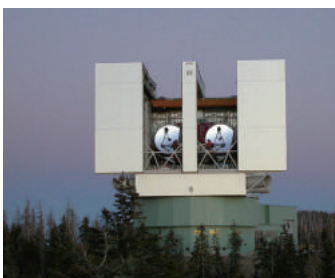
## 大型双眼望遠鏡 (LBT)

現時点で最も口径の大きな望遠鏡は、アメリカのアリゾナにイタリア、ドイツ、アメリカの共同開発によって2004年に設置されたLBT (Large Binocular Telescope) となります。この望遠鏡は8.4 mの鏡2枚を同架した、かなり特徴的な姿をした望遠鏡で、大型双眼望遠鏡と名付けられています。2枚合わせると口径11.8 m相当の集光力となり、これはカナリア諸島にある口径10.4 mのGTC (Gran Telescope Canarias) を上回ります。また、8.4 mの鏡は単一の鏡としてもすばる望遠鏡を上回るサイズなので世界最大です。なぜ、このような双眼鏡形式の望遠鏡を作ったのでしょうか？もちろん大量の光を集めて、天体の詳細な情報を得ることが重要ですが、8 m級の望遠鏡を結んで干渉計として利用するための技術獲得もこの望遠鏡の建設目的の一つのことです。干渉計は電波の観測で多く用いられていますが、2台以上の別々の望遠鏡がとらえた光のわずかな違い（位相差）を測定することで、極めて高い分解能を得ることができます。LBTは2枚の鏡を少し離して設置することで、口径22.8 mの望遠鏡と同程度の分解能が得られるようになっています。チリにあるESOのVLT (Very Large Telescope) も8.2 mの望遠鏡4台を結ぶことで、干渉計として130 m相当の望遠鏡と同じ分解能が得られるようになって

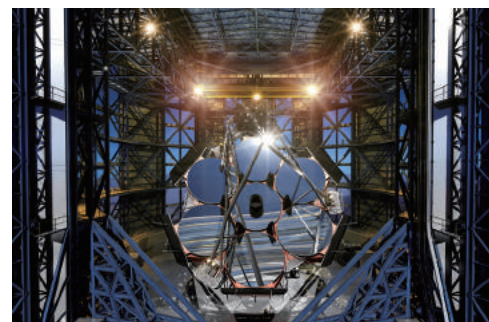
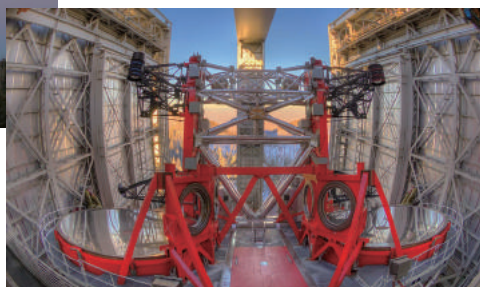
います。このように将来の技術開発も意識し、Keck望遠鏡のように同時に複数台の望遠鏡を建設することも世界では多くなってきています。LBTは8.4 mの鏡を2枚ならべていますが、さらに8.4 mの鏡を7枚並べて、実際に集光力としても口径22 m相当になるGMT (Giant Magellan Telescope) という、次世代の超大型望遠鏡もチリのラスカンパナス天文台に設置予定で開発が進められており、すでに一部は鏡の製作も済んでいるようです。

## 高度を変えないホビー・エバリー望遠鏡 (HET)

アメリカ、テキサス州のマクドナルド天文台にあるHET (Hobby-Eberly Telescope) は主鏡に11.1 × 9.8 mの分割鏡を用いた望遠鏡です。この望遠鏡はできるだけ予算を抑えて大口径を得るために、望遠鏡の高度は動くようになっておらず、55度の角度で固定されています。天体の高度方向の追尾は、望遠鏡先端にある観測装置側を動かすことで対応するという特殊なものです。アレシボ天文台の電波望遠鏡の仕組みと同じものです。高度の低い天体は観測できないなど、機能に多少制限はあるものの、他の9 mクラスの望遠鏡の15～20%程度の予算で建設できたとのこと。その後、南アフリカ天文台にも同じ仕組みで口径10 mの望遠鏡SALT (Southern Africa Large Telescope) が建設されています。大型望遠鏡の建設では予



上・右：LBT



下：GMTの完成予想図

算が大きな問題となりますので、割り切った機能の望遠鏡とする考えもあるかもしれません。

## 日本の大型望遠鏡開発

さて、日本としては現在 TMT 計画に力を入れている訳ですが、新たな望遠鏡開発は続けていかなければ取り残されてしまいます。京都大学は、新技術望遠鏡としてせいめい望遠鏡を2年前に岡山に完成させました。口径 3.8 m の国内初の本格的な分割鏡で、なゆた望遠鏡は国内 2 番目になってしまいましたが、日本の望遠鏡技術が発展を続けていることの証とも言えます。せいめい望遠鏡は研削による鏡の製作や、フットワークの良い軽い架台と言った特徴があります。また東京大学がチリに建設している口径 6.5 m の TAO (東京大学アタカマ望遠鏡) は赤外線観測を重視し、5640 m の世界で最も高い場所に設置される望遠鏡となります。望

遠鏡は日本国内で作られ、チリに輸送されます。すでに厳しい環境の中でどのように整備を進めるか、メンテナンス作業をできるだけ少なくする運用方法など、最新の技術を取り入れた設置作業が進められており、観測開始ももうすぐです。

他にも様々な地上望遠鏡が新たに開発され活躍を続けています。ここで取り上げたのは一部です。各望遠鏡の状況や使わせていただいた画像などは以下のサイトで確認できます。

TMT : <https://tmt.nao.ac.jp/>

E-ELT : <https://elt.eso.org/>

LBT : <https://www.lbto.org/>

GMT : <https://www.gmto.org/>

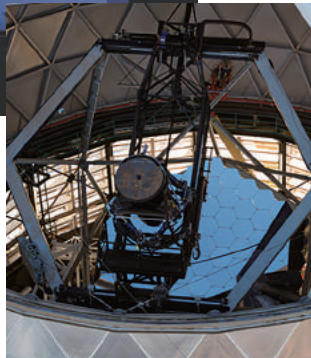
HET : <https://mcdonald.utexas.edu/for-researchers/research-facilities/hobby-eberly-telescope>

SALT : <https://www.salt.ac.za/>

せいめい : [https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/general/facilities/okayama/seimei\\_tel/](https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/general/facilities/okayama/seimei_tel/)

TAO : <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/TAO/>

(ほんだ さとし・准教授)



上・右：HET  
下：SALT



上：せいめい望遠鏡。  
右：TAO (2018年1月の兵庫県播磨町で行われたお披露目会の時のもの。石田副センター長撮影)。

## [友の会会員投稿]

# 普通のカメラ&三脚で天の川

天の川シーズンの到来です。

普通のカメラと三脚を使って固定撮影した天の川を職場で見て頂く機会がありました。

皆さん「綺麗だ!」とか「こんなの撮りたいけど、高価で専門的な機材が必要なんでしょう?」と…。やはり天体写真って敷居が高いんだと再認識しました。「普通のカメラでも撮れますよ」と説明すると、チャレンジしてみたいという人もいました。

友の会の会員の方の中にも星を見るのは好きだけれど、写真は無理だと諦めていらっしゃる方もいるのではと思い、今回の画像と記事を投稿させて頂くことにしました。

天体写真を本格的にやっておられる方からすると私など、万年初心者の域を出ませんが、少しでもお役に立てれば幸いです。

## 【天の川と北斗七星】







## 1. 三脚にカメラをセットし、構図を決める

※広角レンズを使う

標準レンズより焦点距離の長いレンズですと 10 秒程度で星が流れて線状に写ってしまいます。

※カメラのモードは「B」「B」が無い場合は「M」

※ ISO は高めに設定

ノイズとの兼ね合いで、私の場合は 3200 までですが、ノイズの少ない機種ですと、6400 も大丈夫かもしれません。

※ f 値は可能な限り開放に

レンズによっては周辺の星像が点像じゃなくなりますが、それは諦めましょう。

そこまで求めると星も点に写りますが目も点になるくらい高価です。

## 2. ピントを合わせる

※液晶モニターを可能な限り拡大表示にし、星が一番小さくなるところで、ピントリングを固定する（マスキングテープなどを使用します）

※星座を目立たせるためと星の流れを目立たなくするために、ソフトフィルターを使うのも良いと思います。

## 3. 撮影開始（撮影は RAW ファイルで記録するように設定しておきます）

※焦点距離に合わせて ISO と露光時間を調整します。何度か試写してみると良いと思います。

設定が決まったら、三脚やカメラに触れないようにして、十数枚撮影します。

タイマーリリースがあれば便利です。純正のものは高額ですが、Amazon 等で販売している 2000 円弱のもので十分です。

## 4. 画像処理

※撮影した画像（RAW または TIFF）をフリーソフトの Sequator で読み込み、説明に従って処理をするだけです。

ダウンロードとソフトの使い方はここを見ればよく分かります。

<https://www.photografan.com/basic-knowledge/multiple-exposure-stacking-sequator/>

（すずき かつひこ・西はりま天文台友の会会員）



# Gaia

伊藤 洋一

星を眺めてみましょう。きらきらとまたたいて見えるかもしれません。きらきらと見えるのは、星が明るく見えたり暗く見えたりするからです。同時に、星は上下左右に動いて見えます。星の揺らぎは地球の空気によって生じます。水蒸気の多い空気は光の屈折率が大きく、水蒸気の少ない空気は屈折率が小さいのです。「同じくらいの量の水蒸気を含む空気のかたまり」が風によって動くと、星からの光は違った空気のかたまりを通ることになります。この結果、星がダンスして見えるのです。このダンスは非常に速く、毎秒10回から100回程度の運動をしています。星の位置を観測しようとして1分間、カメラのシャッターを開けてみましょう。するとその間に星は何百回も位置を変えます。これでは、星の位置を正確に測ることができません。

さて、どうするか?

宇宙に出ましょう。空気がないので星の位置が正確に求まります。星の位置を正確に測るための最初の衛星は「ヒッパルコス」という衛星で、1989年にヨーロッパが打ち上げました。望遠鏡の口径は30cmです。天体の位置が測定できれば、年周視差によって天体までの距離が求められます。また、天体の動き、すなわち固有運動も求めることができます。ヒッパルコス衛星は、地球から100パーセク以内の天体の距離を正確に求めることができました。

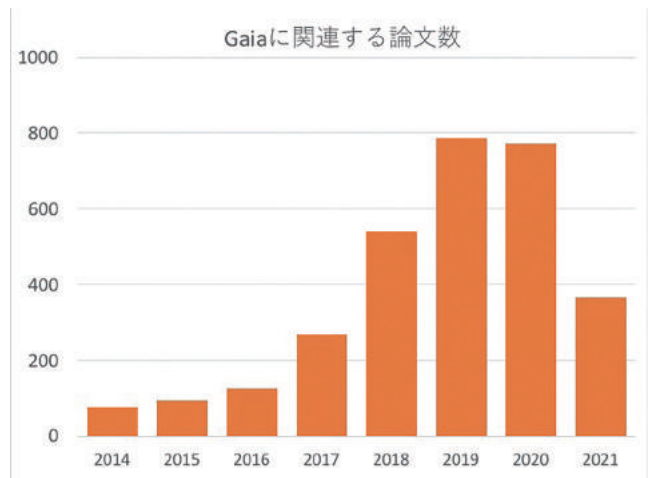
ヨーロッパはもっと大きな望遠鏡を2013年に打ち上げました。それがGaia(ガイア)衛星です。望遠鏡の鏡は1.4m x 0.5mの楕円形です。銀河中心ぐらい(およそ8000パーセ

ク)の遠くの星まで観測することができます。2018年に発表された観測データ集第2版には17億個もの星の位置、地球からの距離、固有運動などが記されています。

このデータは、いろいろな研究に使われています。下のグラフは、概要にGaiaという文字が含まれている論文の数を表しています。データ集第1版が出版された翌年から論文の数が増え、第2版が出版されると、年間で700本以上の論文が出版されています。ちなみに「すばる望遠鏡」の昨年の論文出版数は160本です。

このように、「星の位置を測る」という機能に絞った望遠鏡でも、多くの成果を出すことができます。おもしろいですね。

(いとうよういち・センター長)



Gaiaに関する論文の数。2021年は6月中旬までの数値なので、1年間では700本を超えるでしょう。



★1日(火) 6月は共同利用観測ではじまり。国立天文台の行方<sup>なめかた</sup>さんがリモートで接続。諸々の計算機の調子が悪く、本田さんや伊藤さんが昨日からいろいろ苦労している模様。ちなみに大島さんは赤穂高校で出張授業をしてきたらしい。珍しくスーツ姿だが、ヒゲが伸びている。さてはマスクで見えないと思って油断しているな、とここで突っ込んでおく(笑)。

★2日(水) セミナーで高山さんの発表。脈動変光星の話は得意ではないのだが、自分の研究とは違った話を聴くのも悪くない。夜は帰りがけに上月で蛍の乱舞を見る。以前、高山さんの同期二人が来てくれたときに皆で蛍を見たことを思い出す。田舎に住むのも悪くないと思う瞬間。

★5日(土) ひっそりとした研究室をよそに、見学者の方はそこそこ。緊急事態もそろそろ緩和かとも思わせる雰囲気。昼間の星の観望会を知らせる石田さんの声が響く。明後日からは夜の観望会も時短バージョンで復活か。ちなみに午前中には取材が入ったらしい。鳴沢さんが対応。

★7日(月) NIC で新しい結果が何とか出たので9月の学会に出すことに。高橋さんを共著に引っ張り込む。しかし毎度ながら、予稿提出の締切は随分と早い。もうちょっと後なら「見切り発車」の度合いが下がるのに、とも思うが、いつが適切なかはよくわからない。

★9日(水) 観望会再開後初の開催。本田さんが担当だったが、時短バージョン(19時-20時)ではまだまだ明るく、苦労していた。筆者はそのまま観測に突入。夜の短さにまいる。冬なら

あともう1天体くらい行けるのに。

★13日(日) 院生の村瀬さんが高橋さんと一緒に MALLS の CCD カメラを下ろす。ナスミス台の上がえらくすっきりした。新しい CCD カメラの性能に期待。

★14日(月) 観測で出勤すると、MALLS に新しい CCD カメラが載っていた。立派なカメラと真空ポンプで、墨俣城のごとくナスミス台が一夜(?) にしてぎっしりと。学生の修論テーマという意味でも重要。高橋さん、高山さん、戸塚さんら、研究系ほぼ総出で作業したらしい。ついでに戸塚さんは雷対策の解除にも走る。獅子奮迅の活躍とはこのことか。

★18日(金) 再開後初の観望会担当だが、宿泊者なし。わざわざ来る方も少ないようだ。

★21日(月) 今日は夏至。筆者は休みだが、観測屋には特別な日。ちなみにシェイクスピアの「夏の夜の夢」は直訳すると「夏至前夜の夢」だという説がある。洋の東西を問わず夏至は特別な扱いだ。

★23日(水) セミナーで、先週に引き続き高橋さんの発表。

高精度の偏光測定で何が嬉しいか、少しわかったような気分になる。夕方は奇しくも見事な虹が出る。虹は偏光しているので、偏光フィルターで見ると楽しい。

★24日(木) 中3階で院生の山下さんがムカデに遭遇。虫の苦手な人に限って遭遇するのだろうか。高山さんと筆者で退治に出勤。この他にも今日は雷対策に奔走する。この時期は色々面倒だ。





# Come on! 西はりま



## アカデミック・ツーリズム・プログラム

地域連携・社会貢献ということで一般にその門戸を開放するのが公開講座。多くの大学で開催されていますが、兵庫県立大学も多種多様な教育施設を県内広くに抱え、それぞれの持ち味を活かした講座を開講しています。先月に続き、今回はアカデミックツアーのご案内です。

### 世界に誇る科学施設「SPring-8」と「西はりま天文台」

SPring-8は、世界最高性能の放射光を生み出すことができる大型施設で、純粋な科学研究から産業に直結する研究まで、幅広く利用されています。また、西はりま天文台には、公開望遠鏡としては世界最大の「なゆた望遠鏡」があります。本ツアーでは、兵庫県が世界に誇る、これら2大科学施設を見学します。各施設の研究者による、分かり易い解説もあります。

日時：10月27日(水曜日)8時30分～18時00分

開催場所：SPring-8、西はりま天文台

講師：(SPring-8) 公益財団法人高輝度光科学研究センター 主席研究員 上杉 健太郎、  
(西はりま天文台) 自然・環境科学研究所 天文科学センター 准教授 本田 敏志

受講料：5,100円

定員：30名(中学生以上)

問い合わせ先：本部事務局地域貢献課 TEL:078-794-6653

<https://www.u-hyogo.ac.jp/cooperation/lifelong/index.html#ACADEMIC>



兵庫県立大学では年間を通して様々な学ぶ機会を提供しています。

ぜひ、こちらも併せてご覧ください。

<https://www.u-hyogo.ac.jp/cooperation/lifelong/index.html>

<https://www.hitohaku.jp/musepub/SeminarTop.aspx>

☆ 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。

### みなさまのご感想・リクエスト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。



# 西はりま天文台 インフォメーション



9/11

## 第188回 友の会例会 ※友の会会員限定

日 時：9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、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 14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。

8/12

## スターダスト 2021 in 佐用

日 時： 8月12日(木) 13:30～18:00

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(夜間は建物は閉館します)。

昼間は宇宙・星空について最前線的话题を扱った講演会とオープンカレッジ、夜間は天体観望会を開催します。

天文講演会

演題：「宇宙の謎に迫る：最先端からの報告」

講師：川邊 良平 氏 (国立天文台)

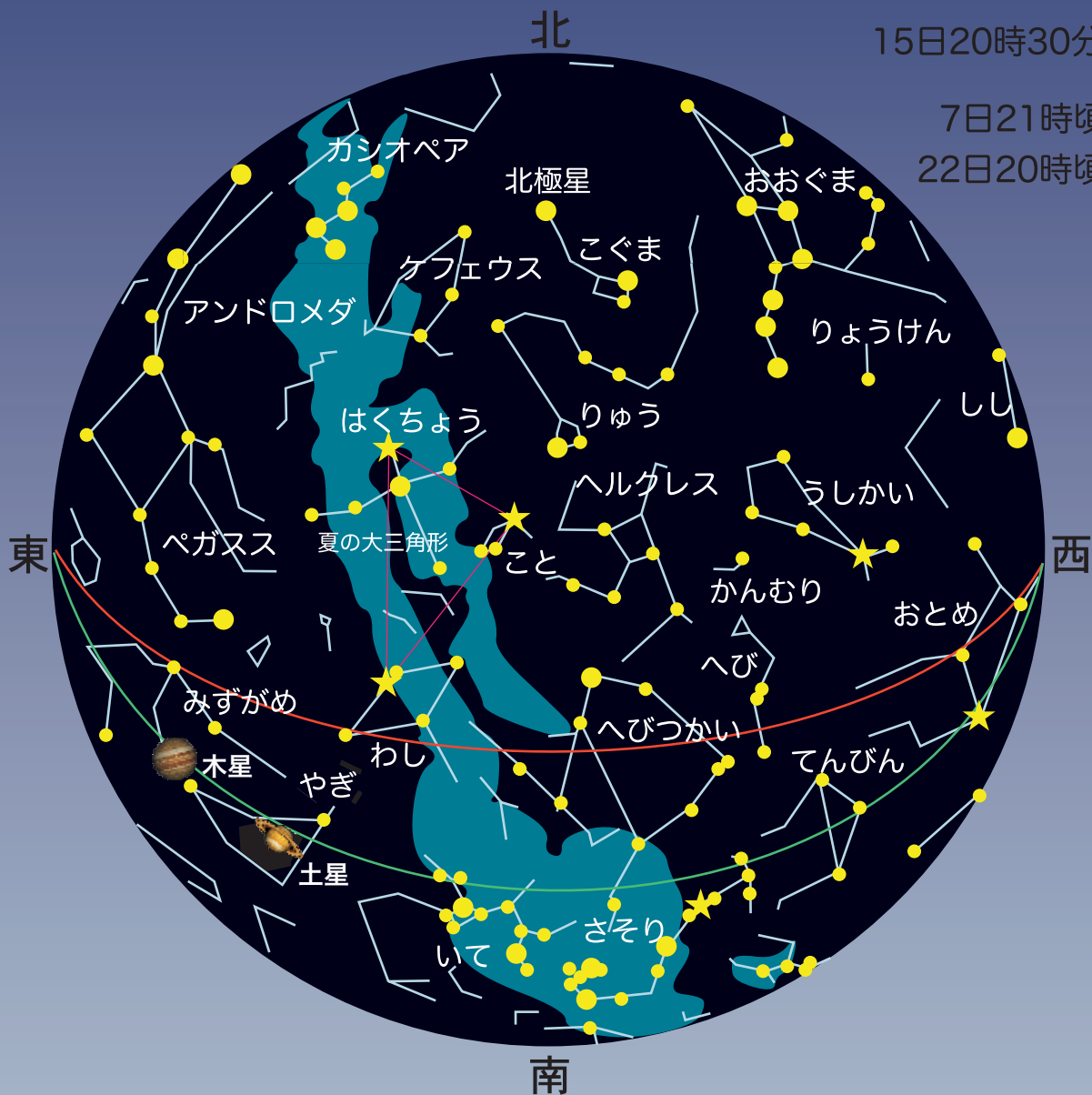
オープンカレッジ：天文台の研究に関わる実演などを行います。

大観望会：なゆた望遠鏡での観望会(当日 整理券を配布します)

申し込み：不要 参加費：無料

☆ 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。



15日20時30分

7日21時頃

22日20時頃

### 8月のみどころ

土星、木星が観望しやすい時間になってくるようになりました。8月には相次いで衝となります。「衝」とは、太陽系の天体が、地球から見て太陽とちょうど反対側になる瞬間のこと。衝の頃の惑星は、地球と惑星との距離が近くなります。

13日明け方、ペルセウス座流星群が極大です。12日、細い月は夜半には沈みます。観測にはもってこいの夜になるでしょう。14日は伝統的七夕。いわゆる旧暦の7月7日ですが、実は梅雨が明けて晴天率も高い、理に適ったイベントだったのです。

### 今月号の表紙

「虹」

撮影：大島 誠人

撮影日：6月23日（水）

撮影場所：西はりま天文台

機材：PENTAX KP+Tamron AF 17-50mm

西はりま天文台では、年に数回虹が現れます。太陽の反対方向に現れるので、今回はちょうど二つの建物を渡るような虹になりました。