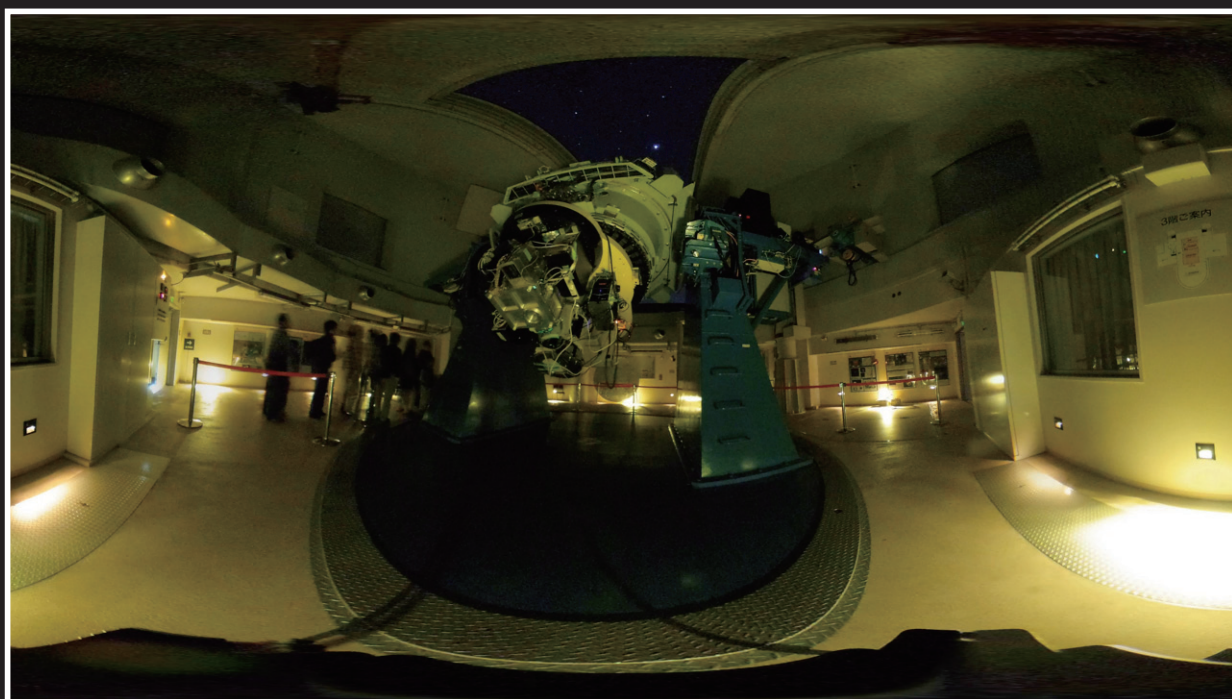


Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.315 6 2016



パーセク : 夏が来れば思い出す 遥かなる星空
おもしろ天文学 : 星の進化 1 ~誕生から主系列星まで~
from 西はりま : 晴れ即ち大盛況「アクアナイト 2016」
西はりま天文台のスカイモニター

AstroFocus : ケプラー宇宙望遠鏡 1284 個もの系外惑星を新たに発見

田村 竜一
高山 正輝
圓谷 文明
細谷 謙介

本田 敏志

夏が来れば思い出す

遙かなる星空

田村 竜一

Essay

PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

日本最後の清流「四万十川」の源流域で、茫々と流れる「天の川」に遭遇した。
かつてどこにでも見られた星空が・・・
星降る夜を体感するために遠路遙々、天狗高原まで・・・
星空の楽園「天狗高原」にて撮影

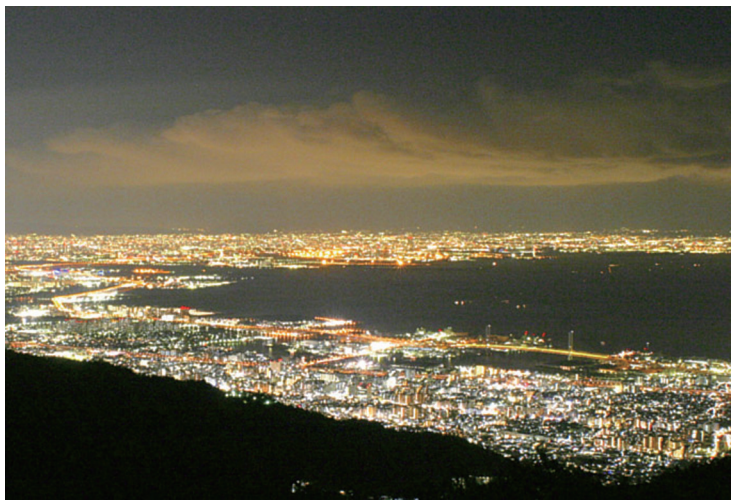
梅雨が明けて夏がやってくると海や山へキャンプ等に出かける機会が多くなります。いつもは見る事が出来ない綺麗な^{きれ}い星空を楽しみましょう。

海岸や高原等は人工灯火が少なく星空が綺麗な場所が多くあります。でも、なぜ日常生活で星空が弱々しく見えづらくなったのでしょうか。夜空の星が減ったり暗くなったりしたのではありません。星空を見えにくくしているのは「光害（ひかりがい）」です。

街中に多い人工灯火のほとんどでは、上空に光が漏れています。地面とは正反対、不必要な場所を照らしています。夜間でもくっきりと雲の形状がわかるほど上空に無駄な光が漏れているのです。日常生活において無駄な光、エネルギーの無駄な損失への認識が低いのが現状です。LEDによる消費電力の削減は意欲的に研究され開発がされていますが、照明器具のフード（傘）等の改善による照射の効率は軽視され

ています。夜間照明は防犯や安全面の為に重要な路面等を無駄なく照射して適度な明るさを確保するのが使命です。空を照らす無駄な光が私たちから星空を遥かな旅先へと遠ざけているのです。過去から未来へ流れる「天の川」が死語となりませんように。星に願いを。

（たむら りゅういち・No. 2880）



ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

星の進化 1 ～誕生から主系列星まで～

高山 正輝

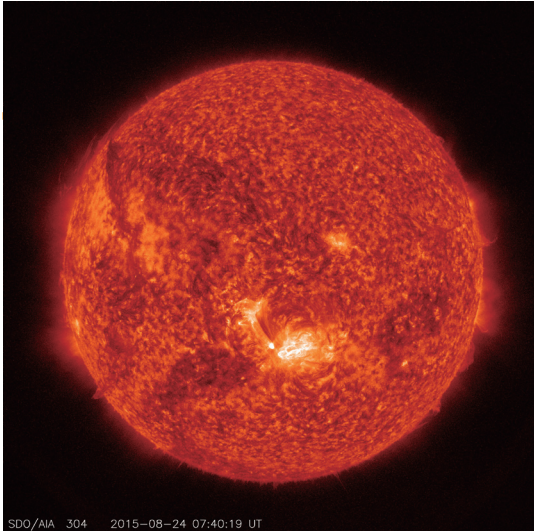


図1：太陽。表面では多様な物理現象が起きているが、星の進化を司っているのは主に中心部での振る舞いである。画像提供 NASA/SDO

「燃えたよ…まっ白に…燃えつきた…まっ白な灰に…」

有名な「あしたのジョー」の矢吹丈が発した名台詞であります。今からおよそ 50 億年後、我々の太陽はまさにこんな姿になってしまうと言われています。一体全体太陽に何が起きてしまうのでしょうか？それを紐解くカギは星の「進化」にあります。今回のおもしろ天文学では、太陽のような星の誕生から現在の姿に至るまでの間に内部（※一般に望遠鏡で直接観測出来ない）でどのようなことが起きているのかを解説したいと思います。

太陽は自ら輝いている星、恒星に分類されます。恒星の主成分は水素とヘリウムのガスです。我々の宇宙にはところどころに恒星の素となるガスがまとまって存在する領域があります。このような領域では時にガスが寄り集まって高密

度の塊が誕生します。後にこのガスの塊が星へと成長するため、こうした領域を星形成領域、あるいは星のゆりかごなどと表現します。オリオン座の有名な馬頭星雲も星形成領域の一つです（図2）。

星のタネであるガスの塊は周りよりも重力が強いので、周囲のガスを次々に引き寄せて取り込み、さらに重くなっていきます。ガスの塊の内部はどうなっているかということ、中心部に行くほど高温、高圧になっています。これはどうしてかと言うと、中心部は上に乗っているたくさんのガスの重さに押しつぶされまいとするため、より高圧である必要があるのです。一般



図2：ハッブルが捉えたオリオン座の馬頭星雲の拡大画像。厚いガスと塵の雲の中には出来たばかりの明るい若い星が見える。この中で今まさに星が誕生している。画像提供 NASA/ESA/Hubble/AURA/STScI

にガスというのは圧縮すると温度が高くなる性質があります。そのためガスの圧力の高い中心部ではガスの温度はより高くなる傾向にあります。

さて、ここで日常生活での出来事を思い浮かべてください。熱したフライパンの上に氷の塊を置いたとします。どんなことが起きるでしょう？ フライパンは氷の熱をさらに奪い、もっとアッチッチになるのでしょうか？ いいえ、フライパンの熱によって氷は溶けて水になり、フライパンはちょっと温度が下がりますね。これは熱いフライパンから冷たい氷に熱が移動したことを意味しています。そんなこと当たり前ではないか、と思われるかもしれませんが、この法則は大変重要な物理法則です。

先ほどのガスの塊に話を戻しましょう。ガスの塊では中心部ほど高温、高圧であると紹介しました。つまり熱は高温の中心部から低温の外側に向かって伝わって（流れて）行きます。中心部では常に熱が外側に出て行ってしまうのでガスの温度が下がり、高圧を保てなくなって少し押し潰されてしまいます。しかし押し潰され

るとガスは温度が上がる性質があるので、また少し圧力が回復します。すると熱がまた外側に逃げ、以下繰り返し、といったことが連続的に起きガスの塊は収縮を続けます。この収縮を重力収縮と呼び、およそ数百～数千万年の時間スケールで続きます。

さて、ガスの塊はこの段階で原始星と呼ばれます。原始星は太陽の数倍くらいの大きさですが、厚い塵の雲に覆われているため赤外線望遠鏡などでしか見ることはできません。その後、原始星に向かって周囲から降ってくるガスがなくなると塵の雲の隙間から星本体が現れ、可視光でも観測できるようになります。この段階を前主系列星と呼びます（図3）。

では再び星の内部に目を向けましょう。原始星から前主系列星の間、星は収縮し続けています。この時星の中心部の温度は上昇を続け、やがて温度が1000万度くらいに達すると四つの水素原子核から一つのヘリウム原子核が生成される核融合反応が始まります（図4）。核融合反応は膨大な量の熱を発生します。そのため中心部のガスは、押し潰されることで熱を作り出

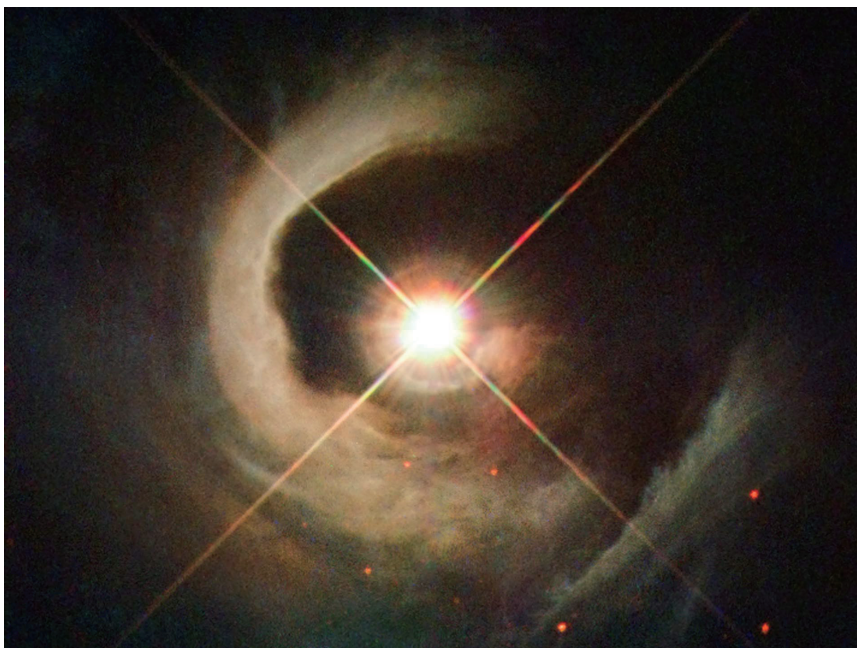


図3：ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた前主系列星段階（Tタウリ型星）の星はくちょう座V1331。塵の雲が晴れ、中心の星が見えている。
画像提供 ESA/Hubble/
NASA/Karl Stapelfeld,
GSFC/B. Stecklum
& A. Choudhary,
Thu[uの上に...]ringer
Landessternwarte
Tautenburg

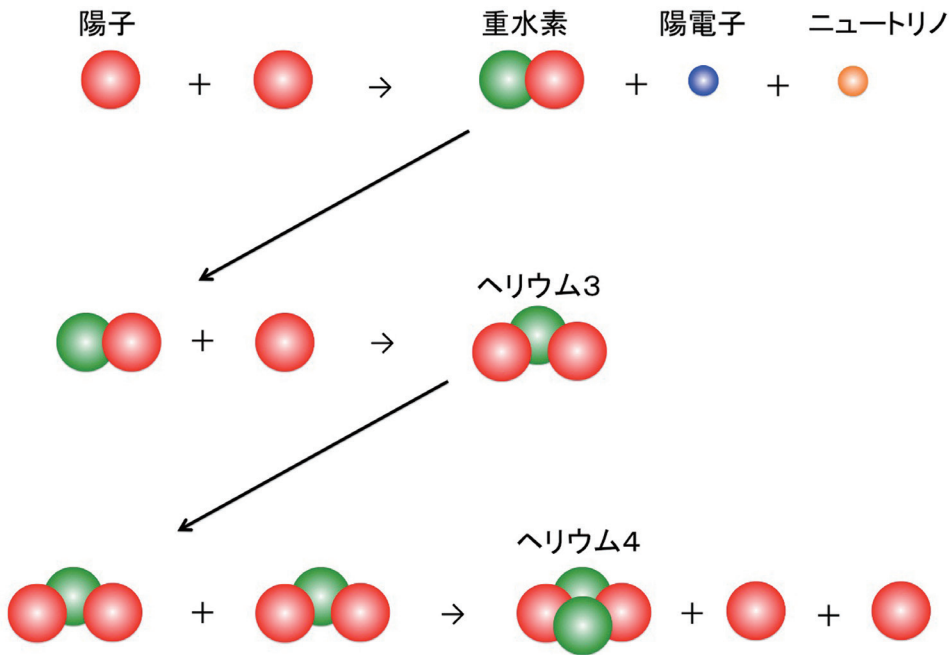


図4：太陽中心部での水素の核融合反応

す必要がなくなり、ガスの塊（前主系列星）の収縮は止まります。この段階に達した星は主系列星と呼ばれ、恒星の誕生を意味します。つまり星の中心部で核融合反応が起きているのは自分自身の体重で潰れないように支えるためだったのです。太陽は現在この主系列星の段階の星で、中心部では水素の核融合反応が起き、その温度はおよそ 1500 万度とされています。恒星の一生の中で最も長い時間を過ごすのがこの主系列星段階で、100 億年と言われる太陽の寿命の大半をこの主系列星の段階が占めています。ところで、この核融合反応ではニュートリノと呼ばれる素粒子が反応物として生成されます。1960 年代に、太陽からやってくるニュートリノの量が理論予測よりかなり少ないことが問題視され始めました。そのため我々が考えている太陽のモデルに誤りがあるのではないかと、大変注目を集めました。この問題を解決に導いたのはカナダのアーサー・マクドナルド氏とその研究チームです。氏は太陽からやってくる

電子ニュートリノが別の種類のニュートリノに変化していること、ニュートリノ全体で数は変化していないことを発見しました。この現象はニュートリノ振動と呼ばれ、重さ（質量）がゼロと思われていたニュートリノに質量があることを決定づける重要な発見でした。こうして太陽ニュートリノの問題は物理学の常識を覆す重大な発見へと繋がったのです。記憶に新しい 2015 年、マクドナルド氏は、地球大気でのニュートリノ振動を発見した東京大学の梶田隆章氏と共にノーベル物理学賞を受賞しています。

いかがでしたでしょうか？ 現在の太陽含め、太陽と似たような恒星がどのように形成され、現在こういった段階にいるか、少しわかったような気になっていただけたら幸いです。次回は（いつになるかわかりませんが）、太陽の今後の半生について解説したいと思います。

（たかやま まさき・天文科学研究員）

晴れ即ち大盛況「アクアナイト 2016」

圓谷 文明



ゴールデンウィーク期間にあたる5月4日に恒例の「アクアナイト」が開催されました。この日は午後になると「昼間の星と太陽の観測会」に加えて「Mitakaを使った3D宇宙シアター上映」、「天文講演会：火星、さらにその向こうへ」と盛りだくさん。天文台館内には常時数百人ほどのお客様がおられる大盛況です。順番待ちの列に並ぶのも大変そうでしたが、みなさま一緒に楽しい時間を過ごされているようでした。当日の来館者はのべ460人にもなりました。

イベントの目玉は何といっても天体観望会です。350人を超えるお客様に春の星座やプレセペ星団、なやた望遠鏡で木星をご覧いただきました。予想以上のご参加に時間も30分延長。午後3時からお待ちいただいたお客様には感謝するばかりです。

西はりま天文台では、このようなイベントを年に3回開催しています。次は8月12日の「スターダスト2016」。ペルセウス座流星群を見て大勢で盛り上がりませんか。

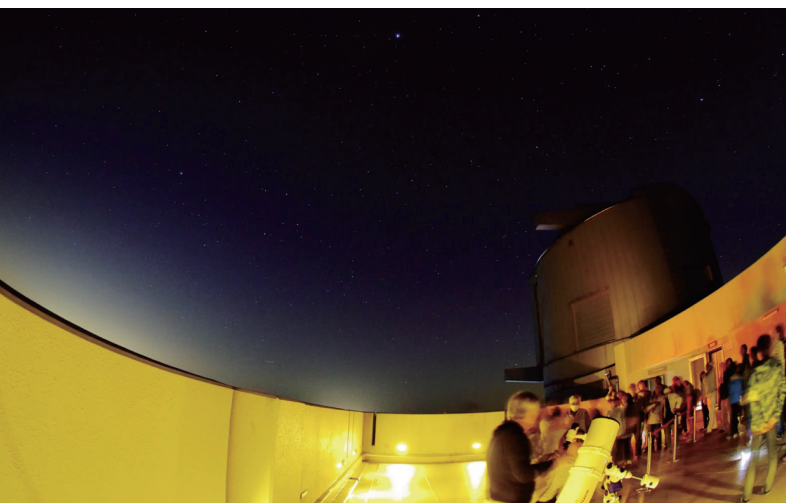
(つむらや ふみあき・講師)



昼間の星と太陽の観測会（上と右）



大人気！3D宇宙シアターに並ぶ列



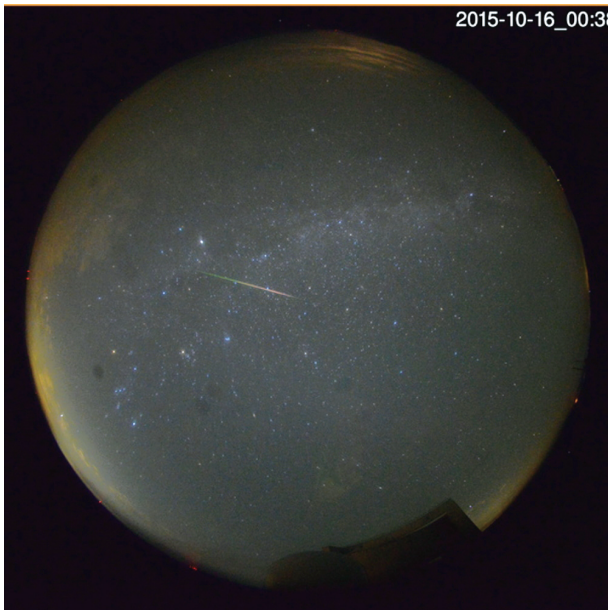
天体観望会の様子。天文台南館東テラスにて



和歌
和歌山大 中串孝志
先生による講演会
「火星、さらにその
向こうへ」

西はりま天文台のスカイモニター

細谷 謙介



画像中央に写っている線の様なものが流れ星の光です。

こんにちは。兵庫県立大学で西はりま天文台に通う大学院生の細谷です。宇宙 NOW には2回目の投稿となります。今回は2014年の4月に自己紹介記事を書かせていただきました。その当時は製作中であったスカイモニターも安定的に運用できるようになり、しばらく経過したのであらためてご紹介します。

西はりま天文台のホームページで見られるスカイモニターは当時学部生だった私と、事務員の田中さんと作ったものです。基本的なシステムは兵庫県立大学 天文科学センター紀要第2号(2014年,13～22頁)に記載されています。

完成から2年、公開からちょうど1年が経過しました。2年の間にスカイモニターは西はりま天文台の空の様々な様子をとりえ続けてきました。毎晩の流れ星はもちろん季節の流星群や月食も見ることができました。つい先日は種子島宇宙センターから打ち上げられた人工衛星

「ひとみ」の光も撮影することができました。

また、1晩の空の様子をつなげた動画も毎朝アップロードしています。天体や雲の動きがよく分かり、とても見ごたえがあります。過去の動画はYouTubeに保存されています。欠けている日も多少ありますが200夜以上の動画がありますのでぜひご覧ください。

スカイモニターはもちろん昼間も動いています。夜間の1分間隔更新とはちがって、昼間は10分間ごとの更新です。1時間に数枚でしか空の様子がわかりませんがごくまれに鳥や虫などの「お客さん」が映り込むことがあります。それなので夜はもちろん、昼間もスカイモニターから目が離せません。このように、西はりま天文台のスカイモニターは見るだけでなくとても楽しめるものになっています。私はこのスカイモニターを研究者の方にとってさらに便利なものに、一般の方にとってもさらに楽しめるものにしていきたいと思っています。

(ほそや けんすけ・大学院生)



画像の上側にお客さんが顔をのぞかせています。クラスでしょうか？

注目の話題を解説！

Astro FOCUS

ケプラー宇宙望遠鏡 1284 個もの系外惑星を新たに発見

本田 敏志



先月5月10日、NASAはケプラー宇宙望遠鏡によって、新たに1284個の系外惑星を発見したと発表しました。

1995年、ペガサス座51番星に惑星が見つかったから20年以上たちますが、今や発見された系外惑星は3000個以上になりました。そのうち2000個以上はケプラーが発見したものです。

系外惑星を見つけるにはいくつかの方法がありますが、ケプラーはトランジット法と呼ばれる手法によって惑星の発見を目指したものです。ただし、ケプラーによって発見されるものは系外惑星「候補」であって、惑星であると確定するためには別の観測を必要としていました。今回、Mortonらは、ケプラーの観測データのみで惑星の存在を確定できるようなプログラムを作成し、候補天体の中から新たに1284個「発見」したとのことです。

右のグラフは年ごとに発見された惑星の数を示したのですが、薄い水色

で示されたものがケプラー宇宙望遠鏡によってこれまでに発見されたもので、今回発見されたものはオレンジ色で示されています。これを見ると今回の発見がいかにすごい数であるか分かります。もはや惑星の存在は一般的となりつつあり、今後はどのような星にどのような惑星が存在するのか、といった統計的な議論が行われることになるでしょう。そして、生命体が存在できるような惑星の観測を目指すことになりそうです。

(ほんだ さとし・天文科学研究員)

画像提供 NASA

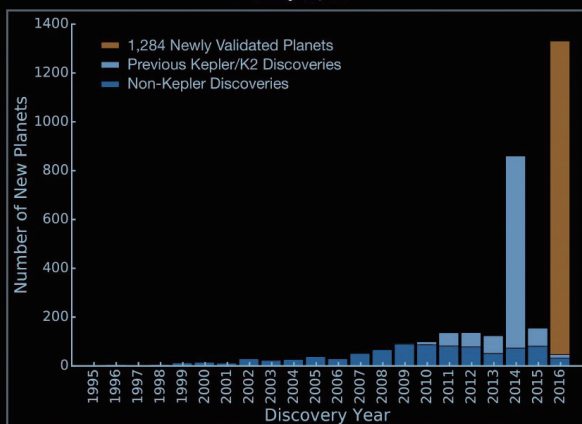
<http://www.nasa.gov/feature/ames/kepler/briefingmaterials160510>

参考文献

FALSE POSITIVE PROBABILITIES FOR ALL KEPLER OBJECTS OF INTEREST: 1284 NEWLY VALIDATED PLANETS AND 428 LIKELY FALSE POSITIVES
Morton et al. 2016 ApJ 822 86

Exoplanet Discoveries Through the Years

As of May 10, 2016



★1日(日) 前夜から筆者の地元の友人たちが家族連れで宿泊。天気にも恵まれ楽しんでもらえたようでうれしい。友人たちに来てもらうことは着任以来の願いだったので、これで思い残すことはない？

★2日(月) 森鼻研究員と JAXA の辻本さん、早朝に 60cm 望遠鏡でひとみ衛星の撮影。

★4日(水) アクアナイト。天文講演会の講師は和歌山大の中串さん。学生時代の「憧れの先輩」に来てもらえて感慨深い。火星居住プロジェクトの紹介も興味深かった。なゆた観望会には約 350 名の参加があり、木星を観望。

★7日(土) 加藤専門員、ボーイスカウトの団体に天文のお話。なゆた観望会には 120 名の参加。

★10日(火) 石田副センター長、プロジェクト学習で兵庫県立大付属中学へ。

★12日(木) 本田研究員、プロジェクト学習で兵庫県立大付属中学へ。田中事務員、スターダスト号の手続きで陸運局へ。兵庫県立大天文部は 60cm で冷却 CCD を用いて観測。

★13日(金) 加藤専門員、上月中学校に昼間の観望会を実施。

★14日(土) 天文工作のキットがリニューアル。木南事務員が力を入れて美しくなった工作キットをぜひ体験してください。友の会例会には 32 名の参加。

★18日(水) 大学院生の池邊さん、矢口くん、筆者で POL から MINT への装置交換。スムーズに進んで 1 時間弱で終わった。

★19日(木) 石田副センター長は阪神シニアカレッジで、鳴沢専門員は佐用高年大学でそれ

ぞれ講義。伊藤センター長、大学本部からの訪問に対応。本田研究員は先月に引き続きハワイに観測へ。学生には前回のチョコのお土産が好評で、同じものをリクエストされていた。

★20日(金) 伊藤センター長、三田で教授会。圓谷講師、60cm 望遠鏡で大気分散補正プリズムを使って木星を撮影。

★22日(日) 大島研究員、接近中の火星を撮影。シーイングがよく、表面の模様もよく写っていた。

★24日(火) 筆者は京都で開かれた TMT Science Forum に参加。TMT は 2020 年代に稼働予定の 30m 望遠鏡。プロジェクト進捗の近況を聞いた。

★25日(水) 大学間連携ガンマ線バーストラートが出たが、悪天候のため観測できず。観測当番の高山研究員はアラートに初遭遇。

★26日(木) 筆者、TMT Science Forum で発表。系外惑星の偏光分光観測の有用性を紹介した。

★28日(土) 読売テレビからの取材に加藤専門員が対応。なゆたで撮影した火星写真の効果

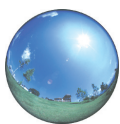


5 月 31 日になゆたで撮影した火星。

か、火星接近に関する取材が増えてきた。

★30日(月) 南光・三河・三日月小学校の自然学校観望会。ほぼ最接近の火星の模様がよく見えた。神戸新聞が取材。

★31日(火) 火星最接近。複数のメディアからの要望があり、観望会後になゆたで火星を撮影。当日の夜のニュースに使われた。低高度だったが、今シーズン初めて観望会で土星を観望。そろそろ土星の見頃がやってきます。



天文講演会のお知らせ

「銀河系の形成と化学進化」

講師：本田 敏志（西はりま天文台 天文科学研究員）

私たちの太陽系は、銀河系と呼ばれる星の大集団の中の一つです。宇宙はこのような星の大集団（銀河）によって構成されています。銀河はどのようにして作られ、現在の姿になったのでしょうか。銀河系や周辺の銀河について、構成している星を詳しく調べることで銀河系の形成史や進化を知ることができます。このような「銀河考古学」と呼ばれる研究について解説します。

【日時】

7月17日（日） 16:30～18:00

【場所】

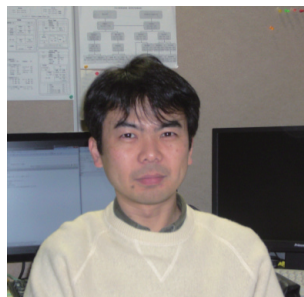
天文台南館1階スタディールーム

【対象】

一般（参加無料、申し込み不要）

【お問い合わせ】

天文台 0790-82-3886



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（圓谷）



西はりま天文台 インフォメーション



7/8-14

施設休園

施設休園期間中は施設への入場はできません。

また、この期間中は各設備の整備・点検を実施しております。作業に差し支える場合がありますので敷地内の立ち入りもご遠慮いただきますようお願いいたします。

夜間の立ち入りにつきましても研究観測や装置点検の妨げになりますのでご遠慮ください。進入路入り口やゲートが閉鎖されている場合、そこから先は進入禁止とさせていただきます。あらかじめご了承ください。

7/16

第157回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：7月16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：2m で惑星めぐり（見る）

B：60cm で月を撮る

C：サテライト A で月・土星を拡大撮影

費用：宿泊 大人 500 円、小人 300 円（グループ棟の場合）

※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。

朝食 500 円（希望者）

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：グループ棟泊、日帰り 7月9日（土）

家族棟宿泊 6月18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	()	()	
グループ別観望会の希望 ()			

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。

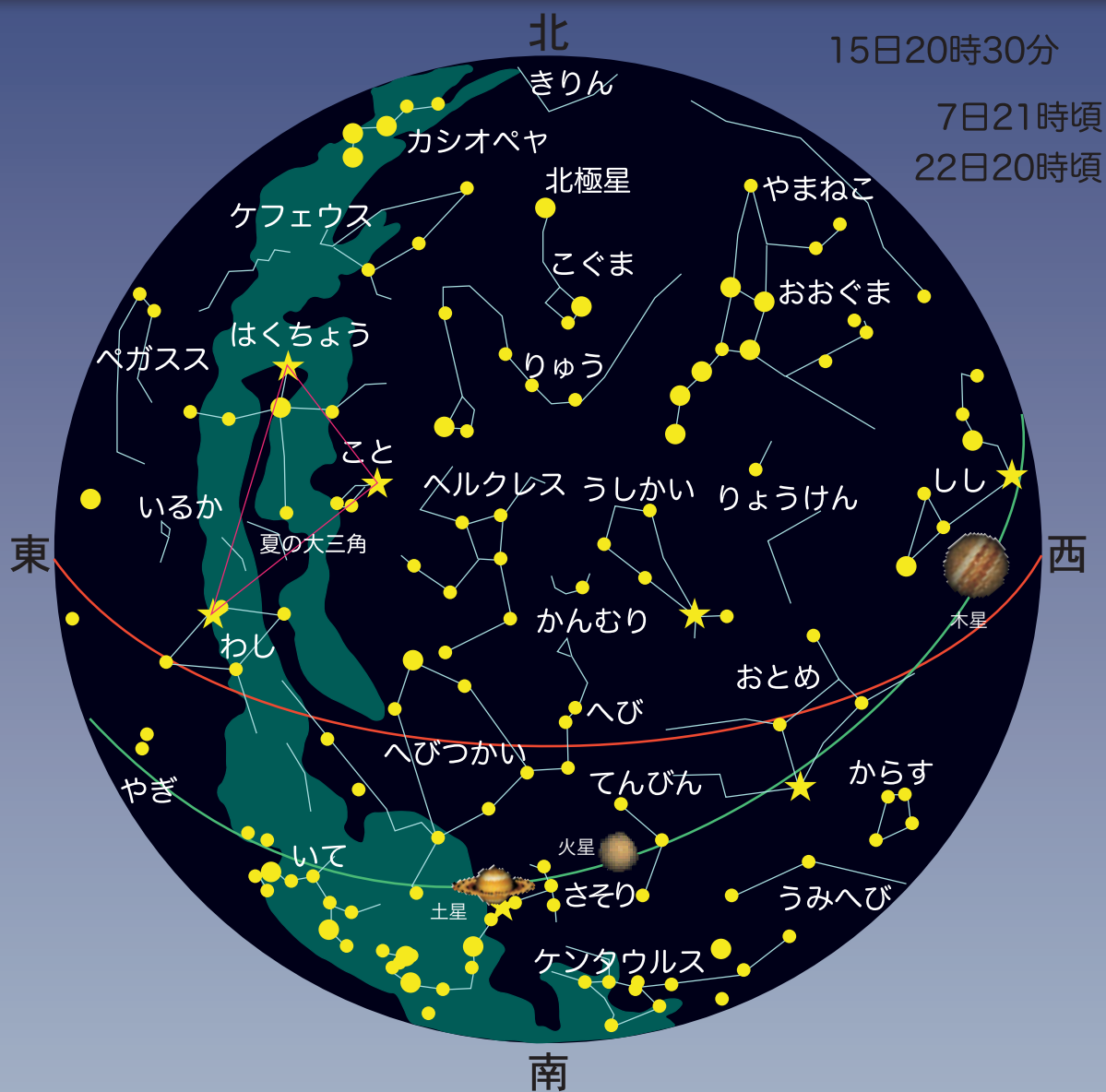
お食事のお申し込みについては、3日前までは無料、2日前 20%、前日 50%、当日 100%のキャンセル料が発生します。

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

☆ 『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 になります。ぜひご利用ください。



7月のみどころ

最接近からは1ヶ月となりますが火星の観察にはむしろ絶好の時期です。空が暗くなる頃には土星とともに南の空に輝きます。梅雨明けの月のない夜に夏の天の川とともに楽しんでみてはいかがでしょうか。

一方で木星はそろそろ終わりです。8月に入ると高度が低くてかなり厳しくなりますので、ご覧になっていない方はお早めに。

今月号の表紙

「アクアナイト 2016 で観望会中のなゆた望遠鏡」

撮影：2016年5月4日

機材：RICOH THETA S

全天周コンパクトデジタルカメラを使って撮影した、なゆた望遠鏡観測室。タイムラプスで撮影、動画に編集した中の一コマ。3次元VR動画はYouTubeの下記URLで見られます。

<https://youtu.be/Cgub-z8r3sg>