

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.331 **10** 2017



パーセク :	「かのように」の落とし穴	大島 誠人
おもしろ天文学 :	定説を覆せ - おうし座 T 型星の進化 -	伊藤 洋一
from 西はりま :	予期せぬ時代 ~未来を読むには宇宙から~	田村 竜一
	姫新線の利用促進で沿線活性化 天体観測号 in 西はりま天文台	加藤 則行
AstroFocus :	活動低下中の太陽で起こった大フレア	本田 敏志

「かのように」の落とし穴

大島 誠人

Essay

PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

子供のころ、太陽の表面温度が 6000°C という話と、絶対温度という概念（もちろん、物理的に意味するところなどはまだよく分からなかった）について知ったとき、「なるほどじゃあ、絶対温度としては 6273K なんだな」というようなことを考えたことがある。しかしこれは本当はあまり意味があることではない。 6000 という数字の、一の位や十の位が 0 であることはあまり実的な意味を持たないからだ。

概数、とか有効数字、という考え方を忘れてしまうと、「細かい桁まで出してあげば科学的に厳密そう」という発想をうっかりしてしまいがちに思う。

例えばある瞬間の世界の人口をひとり、ふたり、と数えて一の位まで精度をだすのは無理である。正確に捕捉する手段がないからだ。世界人口を「 74 億 1234 万 5678 人」というより、「約 74 億人」といったほうが科学的でふさわしい態度かもしれないわけだ。

もっと誤差が大きくなることだってある。そうすると、一見どうやっても正しそうな「同じものを測れば、同じ数値が出る」が論理の落とし穴になることもある。

天の川銀河の大きさについて研究が始まったころ、シャプレーという天文学者は大きさ 30 万光年と見積もった。一方で、カプタインという天文学者は 5 万光年という数字を出した。有効数字 1 桁どころか、 6 倍違う。どちらか

がおかしかったのだろうか？ そうではない。巻尺で測れる距離ではなし、二人は見積もるために別々の手法を使っていたせいである。カプタインは星を、シャプレーは球状星団を使って銀河系の大きさを推定していたのだ。もちろんそれぞれに数字を不確定にさせる要素もあるが、決定的な違いは間接的にしか測れないという中で、手法の違いである。これを忘れると「なんで数倍も違うんだろう、どっちかがデータの捏造をしたのでは」などと勘違いしてしまう人もいるかもしれない。

厳密かのような態度をとることと、実際にそれが厳密であるかは必ずしも一致しない。概数について考えてみると、そんな「見てくれだけの科学的態度のあやうさ」もあるのだなということに気づくのである。

（おおしま ともひと・天文科学研究員）



秋の空の天の川。今では 10 万光年の広がりを持つことがわかっている

定説を覆せ^{くつがえ} - おうし座 T 型星の進化 -

伊藤 洋一



スピッツァー宇宙望遠鏡が撮影したブライトリム分子雲 13 (右下のツノ) と 14 (左側の明るい星の周囲)。画像下側が電離領域で、上側に分子雲がある。紫外線が当たっている分子雲が輝いて見える。

生まれたての恒星

私は「おうし座」が大好きです。こう話すと、親戚のおばちゃんが「あら、私、牡牛座生まれよ」と答えます。いいえ、私はおばさんのために「おうし座」を研究しているわけではありません。

おうし座には分子雲があり、ここで太陽程度の重さを持った恒星がたくさん誕生しています。地球からの距離はおおよそ 400 光年で、最も近い星形成領域として数多くの研究がなされてきました。太陽程度の重さを持った恒星は、生まれてから一億年ほどの間に半径を徐々に小さくしていきます。中でも年齢 100 万歳程度の恒星は「古典的おうし座 T 型星」といわれ、周りには「原始惑星系円盤」と呼ばれる円盤があります (図 1)。この円盤から地球や木星のような惑星が誕生すると考えられています。

おうし座 T 型星の特徴

古典的おうし座 T 型星は円盤を持つために、いくつかの際立った特徴を持ちます。一つ目は、赤外線で見えることです。恒星の周囲にある物質は、恒星からの光を受けて温められます。恒星から遠いほど、物体の温度は下がります。ところで、ある温度を持った物体は様々な波長の光を放出しますが、最も明るく輝く波長は物体の温度と反比例の関係があります。原始惑星系円盤は中心の恒星よりも温度が低いので、主に赤外線で見えます。通常の観測では原始惑星系円盤は恒星と空間分離ができません。従って、古典的おうし座 T 型星を観測すると、予想以上に赤外線が強く受かります (これを赤外超過といいます。ただし、円盤の向きなどによっては赤外超過を示さない天体もあります)。また、恒星には原始惑星系円盤の物質 (主に水素ガス) が降ってきます。このため、遠くから見ると水素の輝線が観測されます。つまり、古典的おうし座 T 型星には「赤外線で見える」という特徴と「水素の輝線を示す」という特徴があります。

年齢が 1000 万年程度になると惑星が形成されるなどして円盤が薄くなります。こうした天体を「弱輝線おうし座 T 型星」と呼びます。周りの円盤は「すかすか」なので、赤外線の中でも短い波長である近赤外線域では明るく見えませんし、水素も弱い輝線しか出しません。古典的おうし座 T 型星から弱輝線おうし座 T 型星

T-tauri 星
太陽質量の前主系列星
Classical T-tauri Stars
(CTTSs)
 $H\alpha$ の Equivalent Width $> 5 \text{ \AA}$

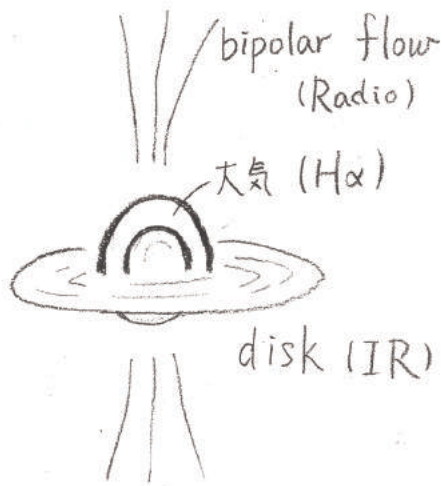


図1：古典的おうし座T型星の模式図。私の卒業研究発表会資料から。「古典的おうし座T型星から弱輝線おうし座T型星に進化する」ということは20年以上前から定説となっていました。

への進化は非常に速く、10万年程度ではないかともいわれています。

以上のことは「おうし座分子雲」で誕生した「おうし座T型星」を詳細に観測したことにより得られた描像であり、定説となっています(図2)。ところで銀河系全体を見ると、恒星の大半は「おうし座分子雲」よりも重い分子雲から誕生すると言われています。そこでは太陽の数倍の重さを持った恒星が誕生します。こうした恒星からは大量の紫外線が放出され、周囲のガスを電離します。このような状況でも「おうし座T型星」は同じように進化するのでしょうか。

ブライトリム分子雲の観測

私たちは、ブライトリム分子雲(タイトル画像)に対して、おうし座T型星の探査を行いました。ブライトリム分子雲の近くでは太陽よりも重い恒星が誕生し、そこから出る紫外線に

よって電離領域が形成されます。ブライトリム分子雲は電離領域に接した分子雲で、紫外線などに圧縮され太陽程度の重さを持った恒星が多数形成されていると考えられています。

観測はインドのIUCAA 2m 望遠鏡を使ってスリットレス分光モードで行いました。スリットレス分光観測は、取得するスペクトルの波長を限定することにより、多くの天体のスペクトルを得る観測手法です。15個のブライトリム分子雲を観測した結果、196個の恒星から水素輝線を検出しました。これらは「おうし座T型星」と考えられます。私たちは、水素輝線の強度(等価幅)から、103個の古典的おうし座T型星と、93個の弱輝線おうし座T型星を発見しました。

新しい種類の天体を発見

これらの「おうし座T型星」はどのような赤外超過を示すでしょうか。おうし座分子雲の恒星と同じように進化するのであれば、古典的おうし座T型星には赤外線超過を示すものと示さないものがあり、弱輝線おうし座T型星は赤外線超過を示さないはずです。

調査の結果、おうし座T型星の新たなタイプが見つかりました。赤外超過を示すにもかかわらず、水素輝線が弱い天体が37個も検出されたのです(図3)。このことは、原始惑星系円盤があるにもかかわらず中心星への降着が弱いことを意味します。円盤はどのような形をしているのでしょうか？私たちは二つの可能性があると考えています。一つは古典的おうし座T型星のような原始惑星系円盤を持っているものの、ドーナツのように中心部に穴が空いた形をしている可能性です。例えば、恒星に近い部分で惑星が生まれれば、惑星の周囲の円盤は消えてしまうことが予測されています。このような円盤は赤外超過は示しますが、中心星への降着は減少するでしょう。もう一つの可能性は、

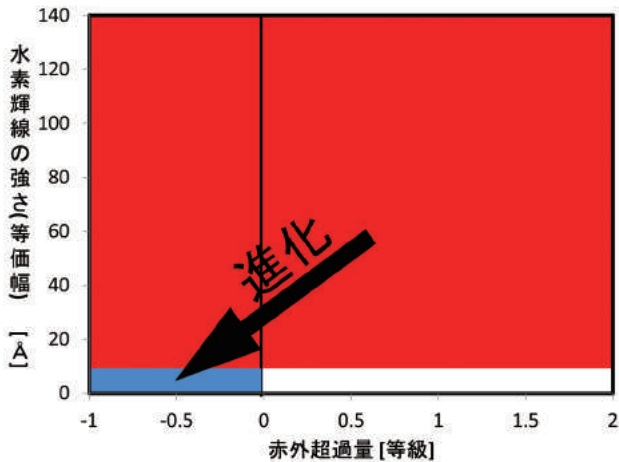


図2：おうし座T型星の分類。水素輝線が強い天体は「古典的おうし座T型星」と分類される。赤外超過を示す天体と示さない天体がある（赤色の領域にプロットされる）。進化が進むと水素輝線が弱くなり「弱輝線おうし座T型星」になる。この天体は赤外超過を示さない（青色の領域にプロットされる）。細谷謙介さんの修士論文を元に作成。

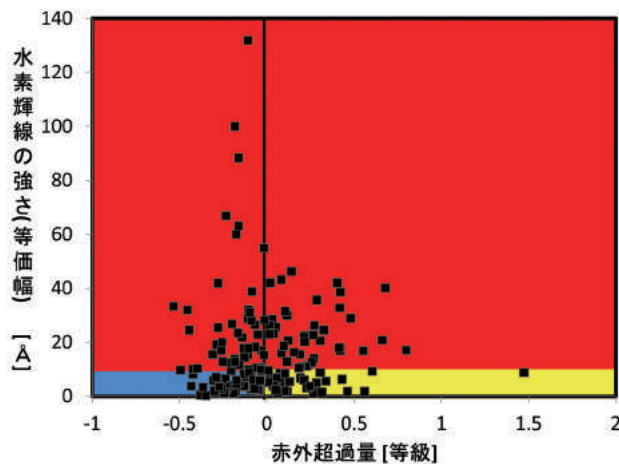


図3：ブライトリム分子雲で検出した「おうし座T型星」。赤色の領域にある天体は「古典的おうし座T型星」、青色の領域の天体は「弱輝線おうし座T型星」と分類される。一方で、おうし座分子雲にはほとんどなかった「黄色の領域にプロットされる天体」が多数見つかった。こうした天体は赤外超過があるものの水素輝線が弱い天体である。細谷謙介さんの修士論文を元に作成。

弱輝線おうし座T型星が持つような「すかすかな」原始惑星系円盤を持っていることです。このような円盤からの質量降着はわずかででしょう。ただし、円盤の外側が膨らんでいれば赤外超過を示す可能性があります。

こうした天体は「おうし座分子雲」には存在せず、ブライトリム分子雲で新たに発見されたものです。ブライトリム分子雲には強烈な紫外線が当たります。紫外線によって原始惑星系円盤の形が変わるのならば、円盤の外側が変形する後者の説がもっともらしいように思います。しかし、今までの研究だけでは、この2つの可能性に優劣をつけることはできません。これから「おうし座分子雲」などの恒星が生まれる

場所を観測していきたい思います。

この研究は兵庫県立大学物質理学研究科博士前期課程をこの春に修了した細谷謙介君が行ったものです。いい研究ができました。

（いとう よういち・センター長）

予期せぬ時代

～未来を読むには宇宙から～

田村 竜一



1枚撮りで飽和ギリギリまで露出した画像を複数枚コンポジットした画像 (M31)。笹ヶ峰高原 (新潟県) にて撮影。

微かな星の光は、遥か彼方から長い年月をかけてやって来ます。こと座のベガは 25 光年の距離ですので 25 年前の光を見ているんです。25 年前にベガを出発した光が、今、到着しているんです。

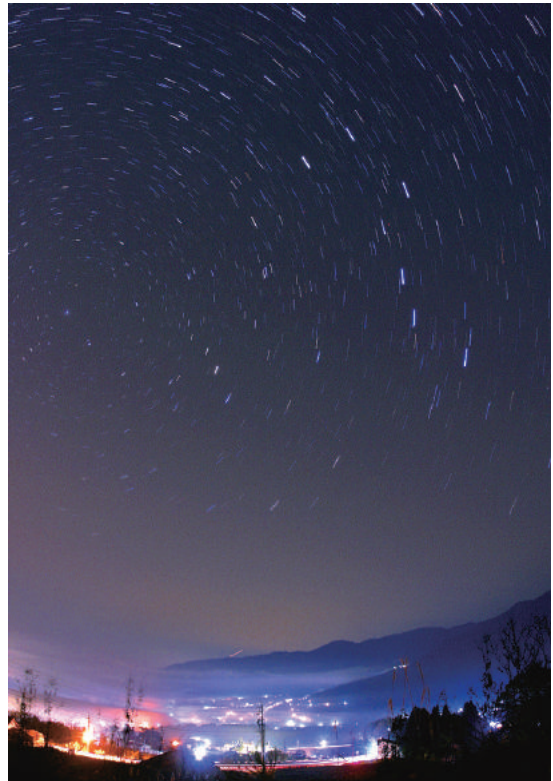
星の写真を撮影する機材もデジタル化により進化した。機材の全てが新しくなったのではなく継続して使用しているパーツもあれば廃止されたパーツもあります。カメラに関してはフィルムカメラからデジタルカメラへ。しかし一眼レフフィルムカメラに使用していたレンズは今でも継続して活躍中です。そればかりか画像処理方法も進化してきました。これも機器の進化が不可能を可能にしました。過去に撮影した画像を現在のデジタル技術を活用して再処理。その昔、流星撮影用にインターバル撮影していた画像を比較明合成やタイムラプス動画に加工できるようになりました。一枚撮りが主流だった過去に撮った画像をコンポジットしてみました。撮影していた当時には予期しようもない画像を得ることが出来ました。

遥か彼方の星から大きな望遠鏡で地球からやって来る微かな光を見れば・・・過去の地球

が見えるかもしれません。星は未来を映す鏡のようです。タイムマシンに乗って過去から未来へ・・・もし、過去の事象を変えられたら未来へ向かって事象は変化するかもしれません。

デジタル機器の進歩や画像処理の進歩は、まるでタイムマシンに乗って天体写真の撮影に行くような感覚で自由自在になりました。過去から未来へ続く川、「天の川」に導かれるように今夜も星空を見上げます。これからも平穏無事に「天の川」が綺麗に見られますように。星に願いを。

(田村 竜一・No.2880)



流星を狙ってインターバル自動撮影 (固定撮影) していた画像を比較明合成した画像。長野県木島平村にて撮影。

姫新線の利用促進で沿線活性化 天体観測号 in 西はりま天文台

加藤 則行



臨時列車「天体観測号」に乗り。これより西はりま天文台へ向けて出発。



車中 DE クイズ大会。優勝者にはステキなプレゼントを進呈。プレゼントをもらうことができず涙するお子さんも。それだけ参加者の皆さんは真剣。

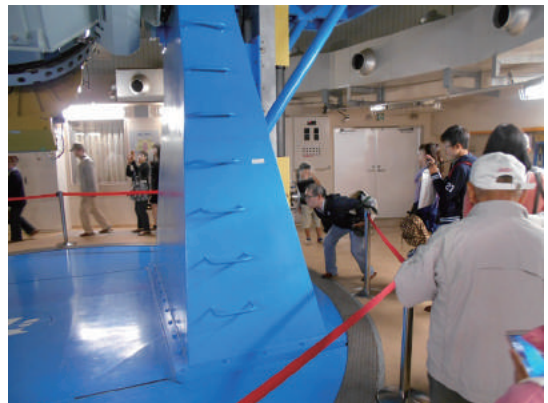
9月30日、兵庫県立大学西はりま天文台は、JR 姫新線の姫路-上月駅間における利用促進活動を展開している姫新線利用促進・活性化同盟会（姫新線沿線の姫路市、たつの市、佐用町やその議会、商工会議所、商工会そして兵庫県で構成）と連携して、臨時列車「天体観測号」を運行しました。

臨時列車は1両編成で、座席数30程度のところ、申込数は100名以上となりました。抽選で選ばれた34名の参加者の方々と姫路駅から乗車し、佐用駅までの車中で天文クイズ大会を行いました。佐用駅までの長旅もクイズの楽しさでアツという間でした。天文台に着いてからは、特別な時間枠で昼間の星と太陽の観察会、なやた望遠鏡による天体観望会を開催しました。特に、今年はいよいよ見納めとなる土星には、多くの方が感動の声を上げました。普段車を運転しないお年寄りから、友達どうし、子ども連れと幅広い参加者の方々に満足してもらえる催しとなりました。

（かとう のりゆき・天文科学専門員）



石田副センター長の太陽の解説を熱心に聞く参加者の方々。



特別観望会。参加者の皆さんに普段は体験できない特別な時間をすごしてもらうことができました。
画像提供（上2枚含）：姫新線利用促進・活性化同盟会

活動低下中の 太陽で起こった大フレア

本田 敏志

9月6日から11日にかけて太陽で4回大きなフレアが起きました。太陽フレアとは、太陽の表面で起こる大爆発のことで（詳しくは本誌2013年3月号参照）、黒点の周辺で起こります。フレアが起こるとX線や電波など様々な電磁波で急激な強度の増加として観測されますが、GOES衛星(1)によるX線観測の強度をそのフレアの規模の指標とすることが多く、小さなものから順に、A、B、C、M、Xクラスとし、10倍ごとにクラスが分けられています。これまでの観測から、規模の大きなものほど頻度が低くなることが分かっており、Cクラス程度のフレアは頻繁に起こっていますが、Xクラスのフレアは太陽活動が高い時期でも年に10回程度しか起こりません。現在、太陽活動が低い時期のため黒点も少なく、あまりフレアも起こらないのですが、今回はXクラスが4回も起こり、しかも6日の日本時間21時に起こったものはX9.3と、Xクラスの中でも規模の大きなものでした。

このフレアではコロナ質量放出(CME)も起きました。噴出物が直接地球にやってくると、人工衛星に影響を与えたり通信障害が起こるなどの被害が出る場合がありますし、北極や南極でしか見られないオーロラが、もっと低い緯度でも見られることがあります。実際、今回のフレアの後、北海道でオーロラが見えた、という報告もありまし

た。

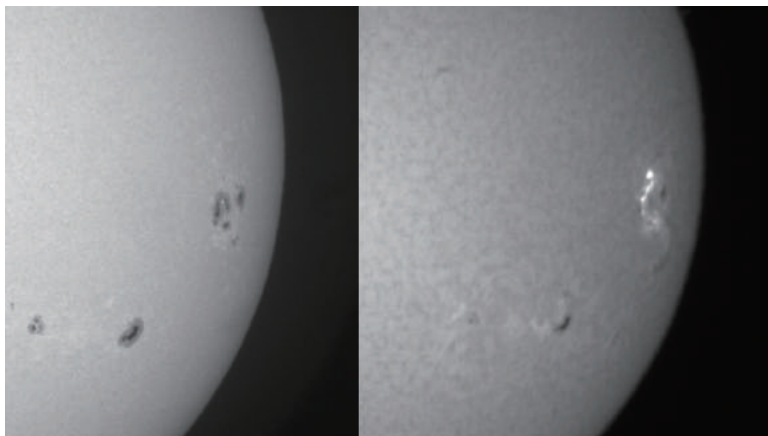
最近では、古い文献からオーロラの記録を探して過去に起こった巨大フレアを推定する研究も行われるようになり、これまで知られていた最大級のフレアより、もっと大きな規模のものが江戸時代に起きていた可能性が示されています(2)。

今回Xクラスフレアを起こした黒点群は、太陽の裏側に回ってもまだフレアを起こしていましたが、再び地球側に来た時にはすっかり穏やかなものになっていました。しかし、いつ、また巨大フレアを起こすか分かりません。今後も太陽活動を注視するとともに、フレア予報の研究に期待しましょう。

(ほんだ さとし・特任助教)

(1) <http://www.swpc.noaa.gov/products/goes-x-ray-flux>

(2) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017SW001690/abstract>



西はりま天文台の太陽望遠鏡がとらえた9月7日16:45の中規模フレア。左は白色像、右はH α 像。H α 像の白く光っている部分がフレア。

★1日(金) 西村製作所が来て 60cm 望遠鏡ドームの保守。高山研究員が対応。

★2日(土) コンタクト・ジャパンの中心メンバーらが鳴沢専門員と面会。

★4日(月) 伊藤センター長が国立天文台(三鷹)に出張。

★5日(火) 加古川高齢者大学の見学に石田副センター長が対応。県立大学附属中学校のプロジェクト学習に本田助教が出席。

★6日(水) キラキラc hのロケ。今月の出演は加藤専門員。県立大学の天体観測実習が始まる(8日まで)。

★9日(土) 友の会例会は夜遅く晴れて、まずまずの成果。

★10日(日) 天文学会秋季年会始まる。伊藤センター長、本田助教が学生らと出張。明日は高橋助教、斎藤研究員が続く。会場は北大。

★12日(火) なゆた望遠鏡の主鏡反射率測定を大島研究員、高山研究員が実施。

★14日(木) 連星系・変光星・低温度星研究会(なよる天文台)に鳴沢専門員が出張。台風18号の接近が気になる。

★15日(金) 台風18号の接近が迫ってきて、勤務や開館、宿泊、イベント開催など、心配ごとについての連絡が飛び交う。太陽モニター望遠鏡、60cm 望遠鏡の台風対策を実施。夕方～宵の口にかけては星が見えるくらいの天気。嵐の前の静けさというやつか。

★16日(土) 荻原地区連合自治会の見学に圓谷が対応。神戸青少年科学館のアストロクラブは台風のため来台中止。宿泊も全てキャンセル。なゆた望遠鏡

の台風対策を実施。

★17日(日) 台風18号接近のため、午後から休園・休館とする。これに伴い斎藤研究員の天文講演会も中止。案の定、夕方4時頃から風雨強まる。

★18日(月) 台風一過。東大、満田さんの共同利用観測が始まる(21日まで)。後期の自然学校も始まる。まずは高田小学校から。パール研究員はグローバル・サイエンス・キャンパス兵庫への出展のため姫路へ。

★22日(金) 舞子高校の実習に大島研究員が対応。

★24日(日) はりま宇宙講座開講で、伊藤、加藤、木南、竹内らが姫路市民会館へ。

★26日(火) 埼玉大、平塚さんの共同利用観測が始まる(28日まで)。自然学校で山野里小学校が来台。

★30日(土) 県民局との共同企画で天体観測列車を実施。参加者は34人、加藤専門員、石田副センター長が対応。神戸大学発達科学部の実習にパール研究員が対応。



15日、台風前の夕暮れ。太陽の周りに内暈とタンジェントアークが見える。(撮影：筆者)



Come on! 西はりま

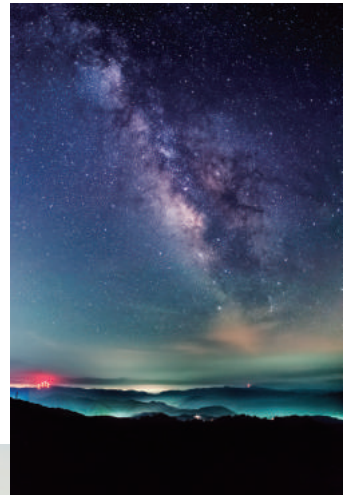


10月 天文講演会のお知らせ

「宇宙の終わり」

講師：シュテファン・パール
(西はりま天文台 天文科学研究員)

宇宙は決して静かな環境ではありません。少しずつ変化しています。講演では、宇宙論の最新の進捗とそれが達成される手段について解説します。宇宙における我々の場所について話します。さらに、未来に開ける天体観測の限界について触れます。宇宙の未来とその哲学的な意味についての講演です。物理学と天文学のさまざまな分野を組み合わせることによって、宇宙の信じられない現実を解明しようとしています。



【日時】

10月22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



11/11

第165回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：11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

A：なやたで秋の銀河をみよう

B：60cm で秋の二重星巡り

C：サテライト B で銀河を撮ろう（一眼レフ）

費用：宿泊 大人 500 円、小人 300 円

※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「Nov」に）

締切：グループ棟宿泊、日帰り 11月4日（土）

家族棟宿泊 10月14日（土）

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。

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 ()			

12/9

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：12月9日（土）19：00 受付

内容：60cm 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 500 円、小人 300 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「Dec」に）

締切：12月2日（土）

観測デー参加申込表

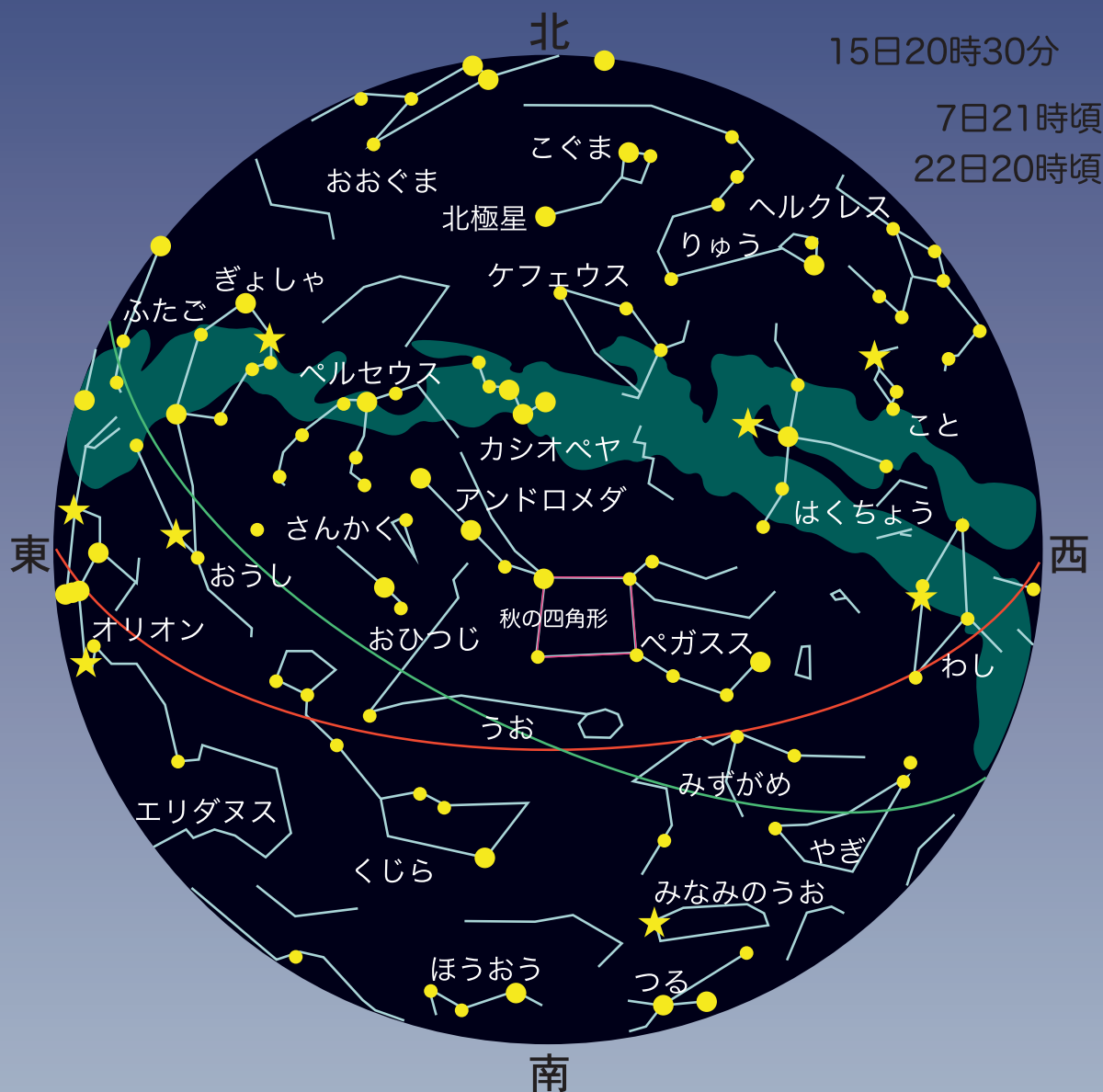
会員 No.	()	氏名	()
参加人数	大人 ()	小人 ()	
宿泊人数	男性 ()	女性 ()	
当日連絡先	()	()	

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。ぜひご活用ください。



11月のみどころ

少し寂しい秋の夜空ですが、天の川を中心に有名な星雲・星団・銀河があります。また東の空には冬の星座も顔を出し始めています。深夜からが本番の天体写真派にとっては冬の天体を撮影する時期です。

一晩徹夜で秋から冬へ移行行く星々と天体たちをまったりと楽しむというのいいと思います。ただ山では寒さと動物たちに注意が必要です。

今月号の表紙

「展望テラスからの朝霧」

昨年の11月3日の早朝、観測帰りに大撫山の展望テラスで撮影。

今年も朝霧の季節がやってきました。10月に入ると、未明の大撫山には、撮影に来た人たちのクルマがぼつぼつと見られるようになります。