

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

# 宇宙 **NOW** No.309 2015 **12**



パーセク：	楽しむ余裕	森鼻 久美子
おもしろ天文学：	進化する市民天文学	高橋 隼
from 西はりま：	京都賞	伊藤 洋一
AstroFocus：	ケプラーが発見した奇妙な変光を示す星	本田 敏志



# 楽しむ余裕

森鼻 久美子

Essay

PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

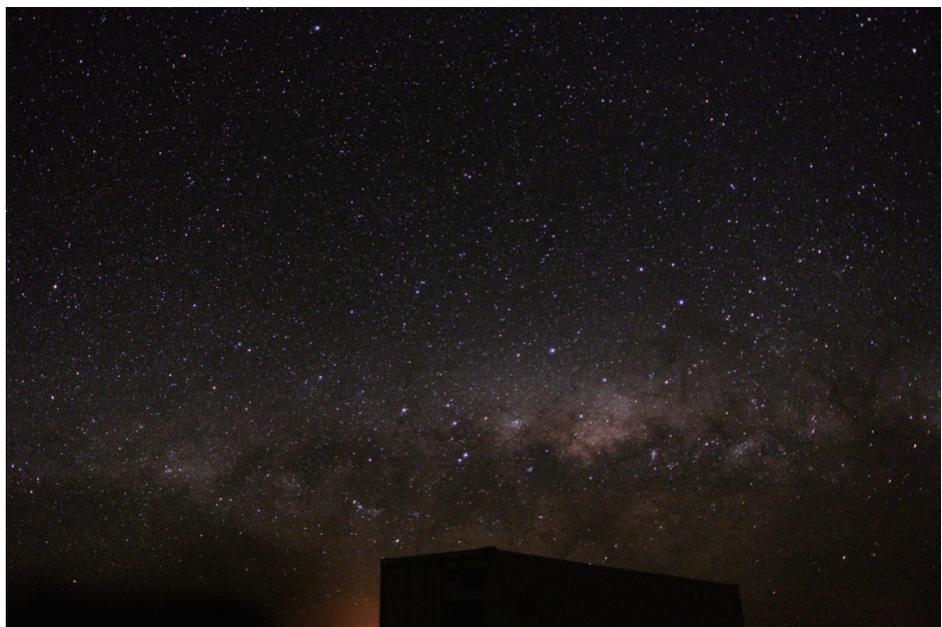
研究者が望遠鏡を用いて観測する際に、自分の観測対象がある方向を望遠鏡で向けて、データを取りながら星空を楽しむというのは中々難しいように思います。観測時間の貴重さ、一晚望遠鏡を動かすのにかかるコストを考えると少しでも多くのデータを得るため、時間を無駄にしないように考えながら観測するためです。私自身、特に海外での観測の場合、星空を楽しむ余裕は観測中に今までありませんでした。

それではいけないと、最近は観測の合間に星空がカメラで撮れそうなら撮っていくことにしました。特に海外での観測時には、そこでしか見えない星空を楽しもうと思うようになりました。写真は、南アフリカで自分の観測対象（天の川銀河の銀河面）に望遠鏡を向けているときにデータを取りながら、カメラで天の川銀河の方向を撮ったものです。私の観測対象は、天の川でも日本では観測できない場所の天体が多いため、これまで中々自分の観測方向をカメラで撮ることができませんでした。カメラ初心者なのでまだまだですが、自分の観測対象がいる方向と思うと愛着が湧きます。なゆた望遠鏡で観測を行っている時

は、制御室のすぐ隣りがテラスのため、こういう楽しみには便利です。長時間露出をかけている間に、テラスに出て星空を楽しむこともできます。10分くらい見ていると運がよければ、流れ星に出会えます。

私たち研究者の仕事の一つは、研究により新たな発見を導き、その結果を世に論文や発表という形で公表することではないかと私自身は考えています。新たな結果を生み出す中でもがいているうちに、いつの間にか楽しむ余裕がなくなりそうになることもあります。楽しむ余裕をもって研究していけるようにバランスよく生きていきたいものです。

（もりはな くみこ・天文科学研究員）



ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

# おもしろ天文学

## 進化する市民天文学

高橋 隼



NAYUTA/MINTで観測した不規則銀河M82と2014年に出現した超新星(矢印)。今、銀河の形態分類や超新星の発見に市民天文学が貢献している。

インターネット技術の発展等によって天文学における市民科学に新しい潮流が出てきているようです。最近、Marshall, Lintott, Fletcherが“Ideas for Citizen Science in Astronomy”(「天文学における市民科学を考える」、Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 2015)という論文で、近年の市民科学の動向をまとめていました。この論文では、市民科学を「科学研究の実行に対して金銭の支払いを受けない(「市民」である)が、科学研究に知的な貢献をする人たちの活動」と定義しています。そして、天文学における市民科学(以下「市民天文学」)を、1. 観測、2. 人間の目による分類、3. データモデリング、4. 市民主導の探求に整理して記述しました。以下、主にMarshallらの論文を参照しながら、多様化する市民天文学の一端を紹介します。

### 1. 観測

Marshallらによると、市民と職業天文学者の協力の先駆けは、1715年にEdmund Halley(Halley彗星の回帰予測で有名)が日食

の観測を市民に呼びかけたことです。この例が示すように、市民天文学のなかで最も長い歴史を持つのが「市民による観測」です。市民観測者は、数多くの超新星、新星、小惑星、彗星などを発見し続けています。西はりま天文台に關係するテーマでは、地球に非常に接近した小惑星2012 DA<sub>14</sub>(なゆたも観測。2014年7月号参照)は、スペインのLe Sagra天文台のアマチュア天文家のチームによって発見されました。さらに、岡山県の藤井貢氏は40cm望遠鏡と自作の分光器を用いてこの小惑星最接近時のスペクトルを取得することに成功し、L型という非常に珍しい小惑星であると分類することに貢献しました<sup>1)</sup>。このように、新天体の発見のみならず、天体の特徴づけにも市民による観測が大きく貢献しているのです。

これらの例は、観測者が自ら「積極的に」観測するものです。これに対し、市民による「消極的な」観測という少し趣の異なるものについてもMarshallらは言及しています。LangとHoggはウェブで“Comet Holmes”と検索し、2000枚以上のJPEG画像を集めました<sup>2)</sup>。そして、かれらが開発したAstrometry.net<sup>3)</sup>というシステムを使って、画像に映り込む背景星の位置を既存の天体カタログとマッチングさせ、視野の天球座標を求めました。さらに、その位置情報をもとに彗星の軌道要素を算出したところ、NASAのジェット推進研究所(JPL)が提供する値とよく一致しました(JPLの標準偏

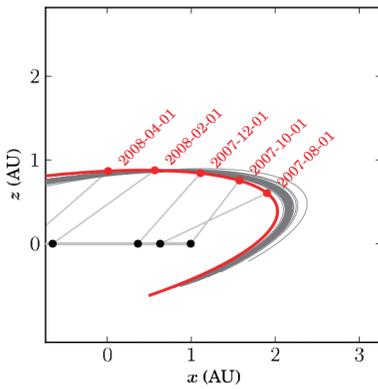
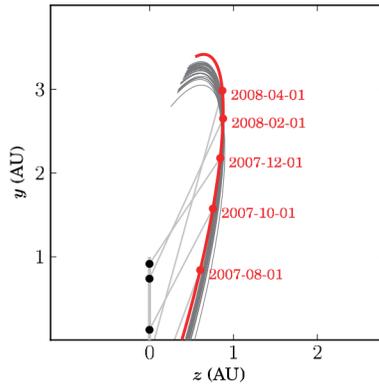
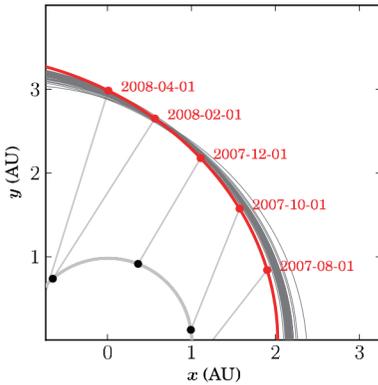


図1：3次元空間内での、ウェブで取得した画像から得られた彗星の軌道（複数の細い線）とJPLの軌道（赤線）。ほぼ一致している。太い灰色の線は地球-月系の重心の軌道。



差の数倍以内、図1)。画像の撮影者は科学的な研究に参加する意識ありませんでした。市民による大量のデータと強力なデータ解析技術を組み合わせることで「無意識の市民天文学」が成立する可能性を示したと言えます。

## 2. 人間の目による分類

市民天文学は観測だけにとどまりません。天体画像やライトカーブ（天体の明るさの時間変化を表すグラフ）を市民が目がよく見て、天体種別や現象の分類を手助けをする事例が増えています。近年、自動化された望遠鏡による大規模な観測プロジェクトによって、職業天文学者だけでは目で見きれない膨大なデータが生み出されることが背景にあります。

この分野で最も成功を収めているのが、Galaxy Zoo（直訳すると「銀河の動物園」）プロジェクトによる銀河の形態分類です（図2）。2007-2009年に行われた初めてのGalaxy Zooは、Sloan Digital Sky Survey (SDSS) で得られた銀河画像をウェブサイト上に表示し、



図2：現在のGalaxy Zooの銀河分類ウェブ画面 (<http://www.galaxyzoo.org/>)。「スムーズ」「特徴あり、または円盤状」「恒星、または天体でない」の3択。選ぶと次の質問が現れる。トップページから1クリックで分類が始まる。

ボランティアが6種類（時計回り渦巻き、反時計回り渦巻き、真横向き、楕円、合体、恒星または不明）に分類するものでした。SDSSは自動化された望遠鏡が全天の1/4の領域を観測するものです。SDSSで得られた100万個近くの銀河画像に対して、Galaxy Zooで4000万回以上の分類が行われ、30万個強の銀河が十分な信頼性で分類されました<sup>4</sup>。参加した人の数はおよそ10万人に及びます。Galaxy Zooで得られた分類結果はカタログ化され、公開されています。そして、後継のプロジェクトを含めて、Galaxy Zooは現在までに48本の科学論文を生み出しています。

Galaxy Zooから派生して、「超新星版Galaxy Zoo」も実施されました。これは、自動観測で得られた超新星候補の画像を、いち早くボランティアが目で確認し、いくつかの質問を通して「おそらく超新星」、「たぶん天体現象だが超新星ではなさそう」、「天体現象でない」と分類し、追観測を行う天体の選定に役立つものです<sup>5</sup>。同様のプロジェクトは東京大学木

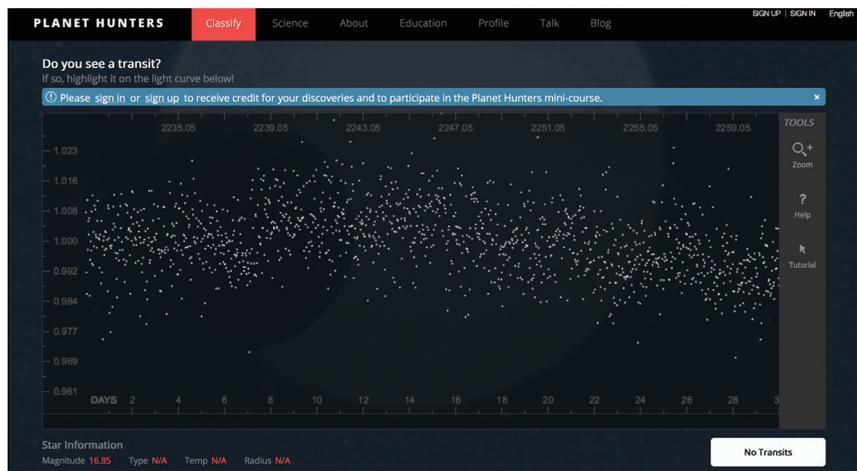
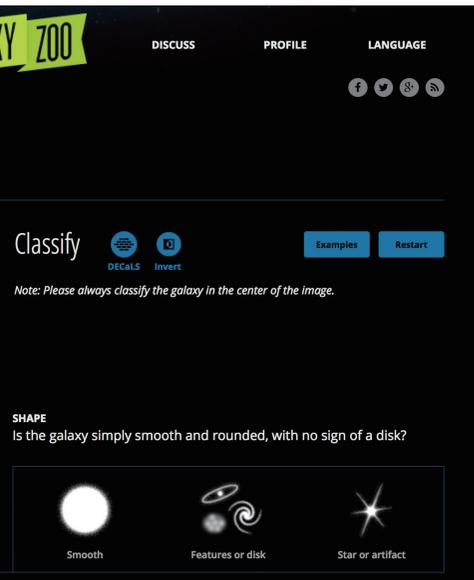


図3: Planet Hunters のライトカーブ分類画面 (<http://www.planethunters.org/>)。横軸が時間で縦軸が明るさ。系外惑星トランジットによる減光だと思えるものがあれば、減光部分に印をつける。こちらも非常に簡単な説明のみで分類が始まる。

曾観測所も実施しました。

さらに系外惑星の分野では Planet Hunters というプロジェクトが走っています (図3)。これは、Kepler ミッション (宇宙望遠鏡によるトランジット系外惑星探査) から得られたライトカーブを、ボランティアが目で見、興味深い現象を探す取り組みです。自動検出プログラムが見逃した50個を超える系外惑星候補が、このプロジェクトで見つかりました。中には珍しい惑星もあります。例えば、PH1bは2つの恒星 (連星) の周りを回る惑星で、初めて見つけた「4重連星系にある惑星」です<sup>6</sup>。また、ボランティアが「奇妙な」「興味深い」現象を特定した KIC 8462852 という恒星については、その後の観測でなんと最大20%にも及ぶ減光が5-80日続く、不可解な現象が発見されました<sup>7</sup>。この減光の原因は、恒星の手前を通過する彗星の大群であるとの説等が提案されていますが、まだ謎に包まれています (関連記事P8)。

以上のような市民の視覚的分類による成果は、ソフトウェアによる機械的な自動解析は (もちろん必要不可欠で有用ですが) 完璧ではなく、優れた認識能力を持つ「人間の目」が活躍する余地が大いにあることを教えてください。

さて、1. 観測、2. 人間の目による分類、という形態の市民天文学を紹介しました。さらに、3. データモデリング、4. 市民主導の探求にも市民天文学は広がっていますが、紙面が尽きてしまったのでこれらについては回を改めて紹介します。

ここで紹介した Galaxy Zoo、Planet Hunters は、それぞれ、Zooniverse プロジェクト群<sup>8</sup>のひとつです。Zooniverse は「誰もが研究者になれる」「専門知識はいらない」と宣言して、天文学や生物学等の様々なプロジェクトが、人々の協力を求めています。興味を持たれたら、ウェブサイトをご覧くださいませんか。

(たかはし じゅん・天文科学研究員)

(参考文献、注釈)

\*1 Urakawa et al., 2013, Publications of the Astronomical Society of Japan

\*2 ウェブ検索の結果なので、「Holmes 彗星の撮影画像」ではないものも含まれる。Lang & Hogg, 2012, The Astronomical Journal

\*3 <http://astrometry.net/> で誰でも利用できる。

\*4 Lintott et al., 2008, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society

\*5 Smith et al., 2011, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society

\*6 Schwamb et al, 2013, The Astrophysical Journal

\*7 Boyajian, et al. 2015, arXiv:1509.03622

\*8 <https://www.zooniverse.org/> 現在、合計39プロジェクトが走る。

# 京都賞

伊藤 洋一



11月10日、京都賞の授賞式に出席しました。京都賞は、京セラの稲盛名誉会長が私財を投じて設立した稲盛財団が授与する賞です。先端技術部門・基礎科学部門・思想芸術部門の3部門からなり、「日本のノーベル賞」とも呼ばれています。

今年の基礎科学部門は、太陽系外惑星を発見したミシェル＝マイヨール博士に贈られました。精密な分光観測に基いて「木星の半分程度の重さの惑星が、周期4日で公転している」ということを、

1995年に明らかにしました。「太陽系外惑星はそんな変な姿をしているのか」。これが当時の一般的な第一印象だったでしょう。私もそう思いました。なぜなら、理論研究では、太陽系を作るために提唱された「林モデル」が代表的なものでした。また、マイヨールの発表の直前には「12年間にわたり太陽系外惑星を探したけれど、何も見つからなかったよ」という観測の論文も発表されていました。12年間という期間は木星の公転周期と同一で、「他の惑星系も中心星から5天文単位ぐらいの所に、木星ぐらいの巨大惑星があるだろう」と、ほとんどの人が思っていたのです。

マイヨールは、それまで太陽系外惑星を専門分野にしていたわけではありません。精密な分光観測によって連星の軌道を正確に求める、という地味な研究を行っていました(1991年のDuquenois & Mayorという論文は、連星



バンケットの後で。右から反時計回りに、柴田一成さん(京都大学教授)、縣秀彦さん(国立天文台准教授)、佐藤勝彦さん(東京大学名誉教授)と奥様、岡村定矩さん(東京大学名誉教授)と奥様、須藤靖さん(京都大学教授)、筆者、青野由利さん(毎日新聞編集委員)。ああ、私だけ場違いだ..

に関する観測の「バイブル」と言われています)。1980年代後半から90年代前半に転換期があったようです。口の悪い研究者は「専門家ではなかったから太陽系外惑星を発見できたんだ」とも言います。

授賞式ではオーケストラの演奏(しかも指揮は大友直人)があり、能も披露されました。高円宮妃殿下もご出席になり(たった2ヶ月でまたお会いした)、iPSの山中さん、建築家の安藤忠雄さん、政治家の前原さんなど総勢1000人が参加しました。権威ある賞とはこういうものなのか、ということを感じました。なんだか、すごかったなあ。

(いとう よういち・センター長)

# Come on! 西はりま

## 2016 年版 オリジナルカレンダーを配布します

2016 年版の「西はりま天文台オリジナルカレンダー」ができました。どなたでも、ご来園の際にお持ち帰りいただけます。

またご来園いただけない場合でも郵送致します。郵送をご希望の方は下記の二つをご用意のうえ、天文台カレンダー係までお申し付けください。

### 【ご用意いただくもの】

- ・ 送付宛先を書いたラベル  
(9cm×5cm 程度)
- ・ 切手 (送料)

1 枚 : 120円    2 枚 : 140円    3 枚 : 205円  
以降 6 枚まで : 250円

※お申し込みは 1 名様 6 枚までとさせていただきます。

### 【お申し込み先】

679-5313

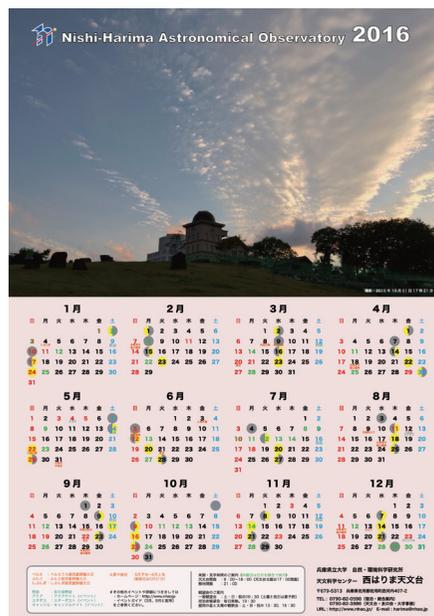
兵庫県佐用郡佐用町西河内 407-2

兵庫県立大学西はりま天文台

カレンダー係

### 【お問い合わせ】

TEL : 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)

## ケプラーが発見した奇妙な変光を示す星

本田 敏志

ケプラー宇宙望遠鏡の観測データから、変わった明るさの変化を示す星が発見されました。その振る舞いから、人工建造物の存在を考える研究者もいたことから話題になりました。

ケプラー宇宙望遠鏡はアメリカ NASA が 2009 年に打ち上げた、系外惑星探査を目的とした宇宙望遠鏡です。地球大気の影響を受けない宇宙空間で、はくちょう座付近の星を非常に高い精度で 30 分ごとの明るさの変化を 4 年間測り続けました。もし、観測している星の前を惑星が通過すると、惑星が星の光をわずかに遮るため、星の明るさはほんのわずかに暗くなるのです。ケプラーはこのような観測を 15 万以上の星について行い、膨大な数の系外惑星発見に貢献しました。アメリカ、エール大学の Boyajian らの研究プロジェクト (Planet Hunters project : 市民ボランティアも貢献。関連記事 P3) は、ケプラーによって観測されたデータを詳しく解析した結果、KIC 8462852 が不規則に 20% 以上もの減光を示したことを発見しました (1)。惑星による減光の場合、周期的に減光が起こるはずですし、星全体の明るさを 20% も暗くするというのは、

惑星には大きすぎます。この星までの距離は約 1480 光年で、温度は 6750 度、太陽の 1.5 倍程度の半径を持ち 0.88 日で自転することが彼らの観測によって示されています。また補償光学 (AO) による高分解能の観測で、少し離れたところに赤色矮星の伴星を持つこともわかりました。しかしながら、この変光の原因については、多数の彗星や小惑星群によるものや星の扁平など、いくつか考えられていますが、いまだにはっきりしておらず、さらなる観測研究が待たれます。ところが、この解釈としてペンシルバニア州立大学の Wright らが、このような謎の変光について巨大建造物の集合体による光の遮蔽と考えることもできる (2)、と発表したことから一躍この星が注目されることになりました。あまりこの説は支持されていないようですが、観測によって新たな現象が発見され、その解釈を考えるのは楽しいことですね。

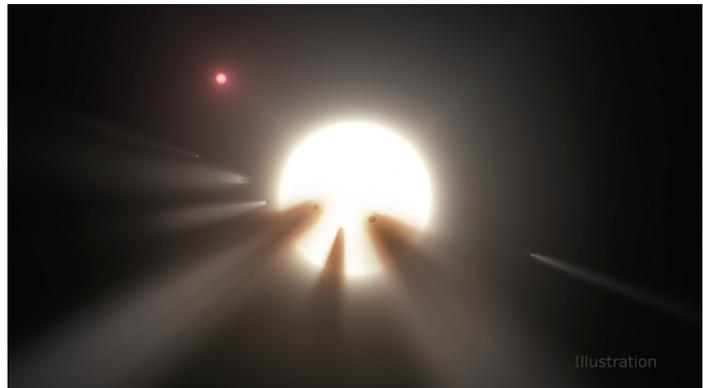
(ほんだ さとし・天文科学研究员)

### 参考文献

1. <http://arxiv.org/abs/1509.03622>
2. <http://arxiv.org/abs/1510.04606>



ケプラー宇宙望遠鏡 (NASA のサイトより)



星の前を通過する彗星の絵 (NASA のサイトより)

★1日(日) 木南事務員、「ゆるキャラカップ in 鳥取砂丘」に出張。ほしまるくんも一緒。石田副センター長、今年3回目となる「望遠鏡にチャレンジ」だがまたも悪天候。

★2日(月) 本田研究員と秋本さん(学生)、薄雲がちの空の下、激しく上下する湿度の合間を突いて分光観測。多分、山頂直上に霧が出ているでしょう。

★3日(火) 文化の日は晴れて、鳴沢専門員が昼間の星の観望会など実施。夜間も天気良く、本田研究員の研究観測も順調だったもよう。圓谷は夜まで残って製作中の観測システムにつかう冷却 CCD 1号機の試験。

★4日(水) 伊藤センター長と高木研究員、なゆた望遠鏡の主鏡メッキの件で国立天文台三鷹へ出張。この日の夜も晴れて、なゆた望遠鏡は研究観測と広報画像撮影に活躍。

★7日(土) 岡山理科大の福田さん、非常勤講師の依頼で高木、森鼻両研究員と打ち合わせ。週の後半から天気崩れてきて、夜はとうとう雨。

★10日(火) 鳴沢専門員、後期のトライやるで忙しい、やってきているのは県立大附属中の生徒。龍野高校が実習、高木研究員が対応。伊藤センター長、京都賞の式に出席のため京都へ。夜はシーイング悪いも快晴。圓谷はこの夜も観測システムにつかう冷却 CCD 2号機の試験。

★11日(水) 大学間連携ワークショップで高橋研究員、伊藤センター長は国立天文台三鷹へ。

★12日(木) 大阪産業大学の实習に森鼻研究員対応。キラキラchの収録で鳴沢専門員がトライやるの様子を紹介。県立大学天文部が

HIMITSU で来台、60cm 望遠鏡で天体画像を撮影。

★16日(月) ウェザーニュースが設置機器の点検で来台。圓谷が対応。赤穂高校が日帰り実習、高木研究員対応。大学間連携で埼玉大学から4名が実習に来た。このところ天気が悪く満足に観測できず。

★20日(金) 石田副センター長、阪神シニアカレッジで講演。夜は薄雲状態でも一晩持ちこたえ久しぶりに朝まで観測できたよう。3連続観望会当番の加藤専門員もようやくお客様にまともに星を見せられたか。

★21日(土) 洛星中学高等学校が来て、なゆた望遠鏡での観測を見学。大島研究員が対応。

★25日(水) 午前天文台南館のエレベータ点検、ウェザーニュースが設置している設備の点検修理で各業者が来台。高木研究員は国立天文台三鷹へ出張。夜は天候不順のため観測できず。圓谷は冷却 CCD 3号機の試験。

★27日(金) キラキラchの収録で圓谷が出演。12月

のキャンドルナイトについて宣伝した。学生の蔡さん、ドクター論文の予備審査が理学部で行われた。

★28日(土) 圓谷はこの日天文当番。13時半から終業時間まで合間無し。舞子高校が60cm望遠鏡で観測実習、大島研究員が対応。

★29日(日) 武庫川女子高校が実習で来台。森鼻研究員は研究会でフランスへ出張。

今月は全般的に天気が悪かった。12月は本格的な冬がくる前に、晴れが続いて欲しいものだ。



筆者が実験中の機器の様子。暗室が使えないので夜になるのを待って実験。

Come on! 西はりま

輝く星々とキャンドルの灯を見つめながら  
ゆったりとした時間を過ごしてみませんか

12月23日（祝）

16:00～21:00

予約不要、参加無料

#プレゼント（先着200名）、ホットドリンク、  
お菓子のサービスあり

兵庫県立大学 西はりま天文台

# 星の都のキャンドルナイト 2015



## 主な内容

16:00～19:30 受付（プログラム、整理券、記念品を配布）

16:30～18:00 天文講演会「宇宙に生命の起源を探る」

小林 憲正（横浜国立大学大学院工学研究院 教授）

彗星に生命の原材料を探り、タイタン（土星の衛星）に生命誕生に至る化学進化の痕跡を探り、火星に地球とは別の生命形態を探る。本講演では、生命起源探査のこれまでと、今後の展望を語ります。

17:30～21:00 キャンドルタイム

19:30～21:00 観望会

21:00 イベント終了（22時閉園予定）

お問い合わせ 電話：0790-82-3886 メール：harima@nhao.jp





# 西はりま天文台 インフォメーション



1/上-3/下

## なゆた望遠鏡の運用停止

「なゆた望遠鏡」の主鏡を再メッキする予定です。期間中は「なゆた望遠鏡」による観望会や見学はできません。夜の観望会は60cm望遠鏡を使って実施いたします。なゆた望遠鏡の性能を維持するために必要な措置となっています。ご理解いただきますようお願い申し上げます。

1/9

## 第154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. 冬の星座を固定撮影しよう
- B. サテライト B でオリオン大星雲を撮ろう
- C. 60cm で二重星を見よう

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「Jan」に）

締切：グループ棟泊、日帰り 12月26日（土）

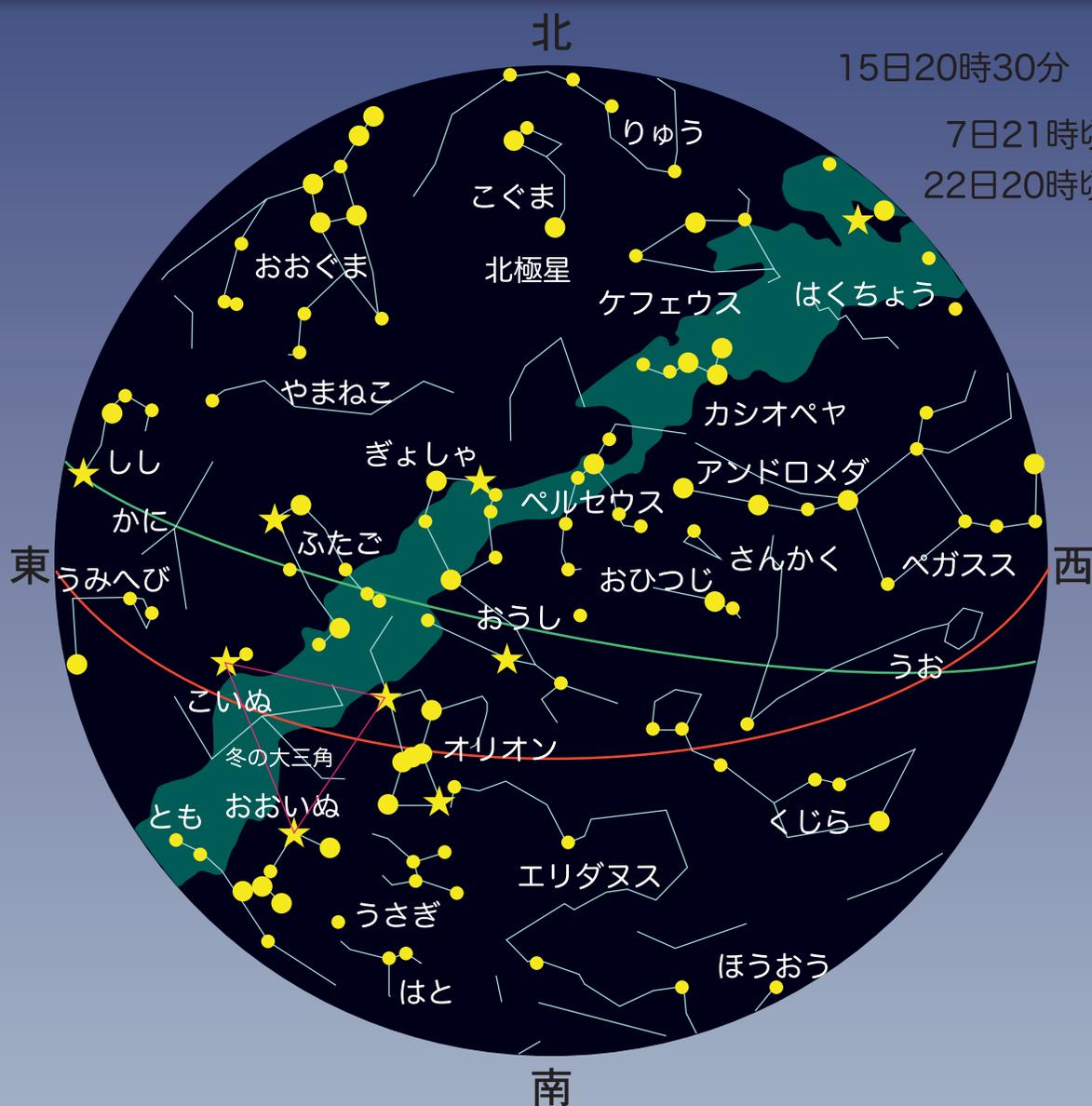
家族棟宿泊 12月12日（土）

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
	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。



### 1月のみどころ

オリオン座が冬の星空を象徴しています。おうし座の1等星アルデバランも真上に輝いています。正月は月の出も遅いので、オリオン星雲やプレアデス星団などを家族で楽しんでみてはいかがでしょうか。

これらは双眼鏡でも初心者向けの小型望遠鏡でもよく見える対象です。

### 今月号の表紙

撮影者：浦野 豊（会員番号 3681）

撮影日時：2015年11月12日

機材：Nikon D700, 20mm F2.2

この日、雲があったので借りている天体望遠鏡はあきらめ星景を撮りました。快晴の夜空もいいですが、雲があると特徴的な星景写真が撮れることもあります。雲の形は一期一会で写真は二度と同じものが撮れない貴重な一枚となります。