

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.352 7 2019



パーセク : プロフェッショナル
おもしろ天文学 : ブラックホールを見つけるもう一つの方法
from 西はりま : 【一般投稿】私を救った天文台
はじめまして
AstroFocus : 貴金属の起源

伊藤 洋一
高山 正輝
影山 理恵（仮名）
赤塚 由佳子
小野里 宏樹

プロフェッショナル

伊藤 洋一

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

「センター長は『からす座』もわからないんですか？」友の会例会の懇親会で、ある会員の方からこう言われた。ごめんなさい。わかりません。

友の会の会員の中には、星座に詳しい人がたくさんいる。きれいな写真を撮る人も多い。そして、天文学に対する情熱を持ち合わせている。それに比べると私は知らない星座も多いし、きれいな星野写真も撮れない。しかし、私は天文学者として給与と肩書をもっている。

身分が保証されて給与をもらっている天文学者でも、天文学のことをすべて知っている人はいない。自分の研究対象が何座にあるのか知らない研究者も数多い。中には、天文学に対する情熱を失ってしまったり、自分の名誉のために天文学を利用しているだけのように見受けられる人さえいる。しかし、彼らはプロフェッショナルと呼ばれる。

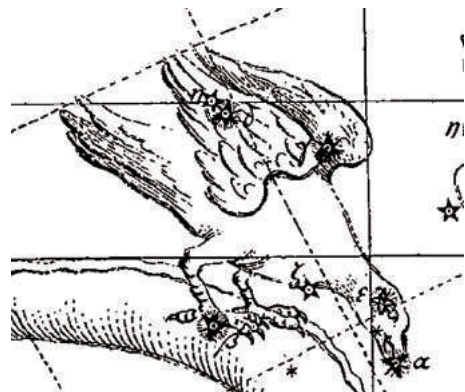
プロフェッショナルとは何だろうか？身分だろうか？常勤の研究者はプロフェッショナル？とすると、西はりま天文台にいる任期付きの研究者はプロフェッショナルではないのだろうか。いや、決してそのようなことはない。給与があるかないかで決まるのか？だとすると、西はりま天文台の天文指導員のようなアルバイトはプロなのか、プロではないのか？

私は研究に対してはプロフェッショナルだと思う。それは、研究の方法の訓練を長いあいだ受けてきたからだ。では教育はどうか？もう

10年以上も大学で講義をしているが、教育の方法について訓練を受けたことはない。講義や研究室の運営方法は自己流で、改善すべき点がたくさんあるように思える。さらにわからないのは、普及活動についてだ。西はりま天文台は日本で屈指の公開天文台であるが、そこで何をすればいいのか？何をすれば最も効果的なのか？7年間勤務しても、なかなか答えは見いだせない。

もしかしたらあまり考えるべきことではないのかもしれない。しかし、NHKの「プロフェッショナル 仕事の流儀」という番組の最後に「プロフェッショナルとは？」という問いかけがあるぐらい「プロフェッショナル」の定義は明確ではないのかもしれない。いずれにせよ、この問題は、西はりま天文台に勤務して初めてはっきりと認識した問題である。他の大学の普通の研究室では悩まなかった事柄だろう。

(いとう よういち・センター長)



からす座。梅雨が明けたら大島研究員にでも教えてもらおう。

ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

ブラックホールを見つける もう一つの方法

高山 正輝

今年4月に世界を駆け巡った、ブラックホール撮影成功のニュースを覚えておられる方も多いことと思います。人類が初めて捉えたブラックホールの生の姿に、天文学者だけでなく多くの人々が興味と関心を掻き立てられたニュースでした。しかし、光を出さないブラックホールを我々はどのようにして見つければよいのでしょうか？今回は数あるブラックホールを見つける方法の中から4つ紹介します。なお今回は重力マイクロレンズや重力波による探査には触れません。これらはブラックホールが関係する突発的な現象が起こったときのみ観測できるもので、見逃すと二度と起きないためです。

【ブラックホールとその周辺環境】

探査方法の紹介の前に、ブラックホールがどのような天体なのかをしっかりと定義しなければなりません。ブラックホールの存在は20世紀半ばまでは机上の空論でした。アインシュタインの一般相対性理論からは「特異点」と呼ば

れる超高密度の「何か」が存在し得ることが予言されていました。また特異点に「ある距離」よりも近づくと、その強大な重力によって光さえも脱出できなくなることもわかりました。この「ある距離」を事象の地平面と呼び、これより内側に入ると、光さえ外側に戻ってこれなくなります。このような「特異点」は、しかしながら実際の宇宙ではありえないと長年考えられてきました。

ところが星の進化の理論的な理解が進んだ結果、太陽の10倍より重い大質量星は最終的に超新星爆発を起こし、残った星の核が高密度に収縮して「特異点」が形成されることがわかりました。このような光さえ脱出できない強い重力を持った天体を今日ではブラックホールと呼んでいます。恒星質量ブラックホールとも呼ばれるこの種の天体は、なんと1970年代に日本人によって観測的にその第1号が発見されました [1]。

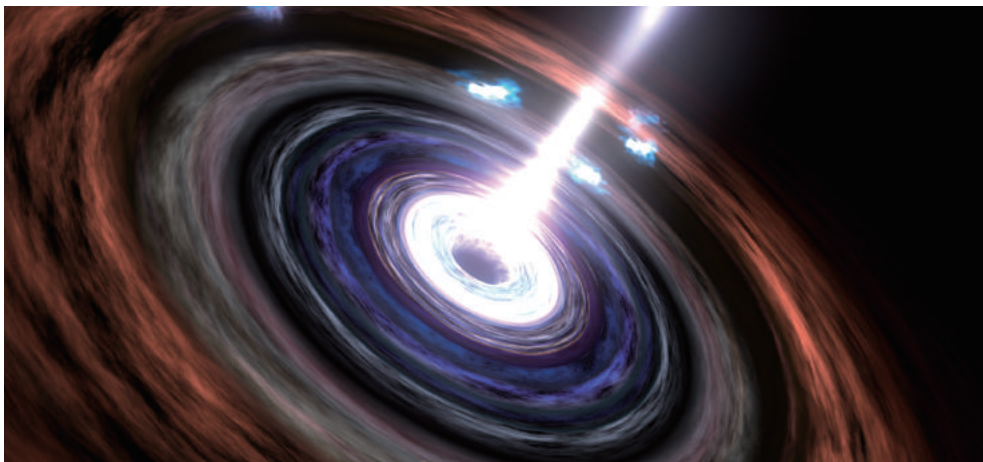


図1 ブラックホールの周りのガスが、旋回しながらブラックホールに落ちて行くために形成される降着円盤の想像図。中心に見える明るい筋は、ガスが勢い良く放出されているジェットと呼ばれる現象（写真提供：NASA）

【ブラックホールシャドー法】

冒頭のニュースになった観測手法がブラックホールの影(シャドー)を捉える方法です。真っ暗闇の中において、光を当てても反射しない真っ黒な服を着た犯人を捕まえるにはどうしたらよいでしょう? そのためには誰かが後ろに回って懐中電灯で照らせば、影絵の要領で犯人の姿を見つけることができます。同じことをブラックホールで行うのがこの方法です。ブラックホールの周りを囲む薄いガスはプラズマ状態にあり、光を放っています。我々がその現場を見れば光っているガスの真ん中にブラックホールの影絵が見えるはず(図2)。とはいえこの影は非常に小さいため極めて高性能な望遠鏡が必要です。今回ブラックホールの撮影が成功したのは、現代の最先端の技術を投入した成果だと言えます。また、光では見えないというブラックホールの性質を逆手に取った、大変ユニークな手法です。

【X線観測】

続いて紹介するのは、X線の観測によってブラックホールの周りの降着円盤の証拠を探す方法です。前述の恒星質量ブラックホール発見の

第1号である、はくちょう座X-1は正にこの手法で見つかりました。しかしなぜX線に着目するのでしょうか? それは降着円盤がおおよそ1000万度の高温のガスでできていて、そのガスが主にX線を出しているためです。またブラックホール周りの降着円盤のサイズは非常にコンパクトです。狭い領域から強いX線が出ていることがわかれば、その出所はブラックホールの降着円盤である可能性があります。

【固有運動解析】

ブラックホールのすぐ近くの星は残念ながらその重力によって飲み込まれてしまうかもしれません。しかし、十分に離れた所を通過すれば飲み込まれずにブラックホールの周りを回り続けることができます。銀河系中心付近ではいて座A*と呼ばれる電波源天体が知られていました。一方A*の近くにはS2と呼ばれる明るい星があり、この星の位置を長年記録したデータの解析から約16年周期でA*の周りを回っていることが明らかになりました(図3)。

S2の軌道から推定されるA*の質量は太陽の

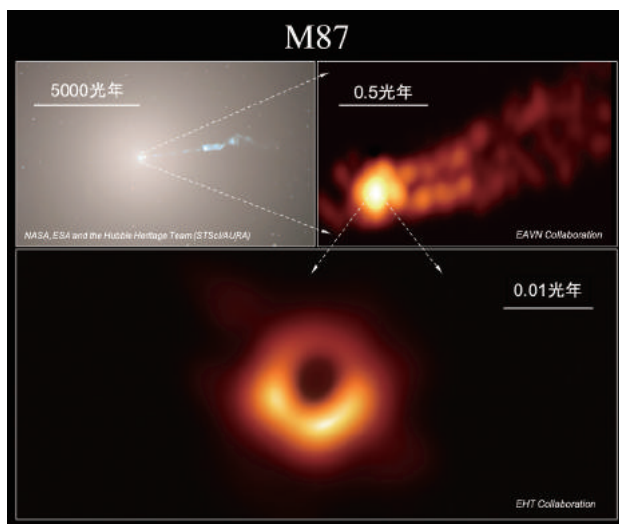


図2 イベント・ホライズン・テレスコープの8つの電波望遠鏡が捉えたM87の超大質量ブラックホール。ドーナツ状の中心の黒い領域が、ブラックホール(事象の地平線)によって作られる影(写真提供: EHT collaboration)

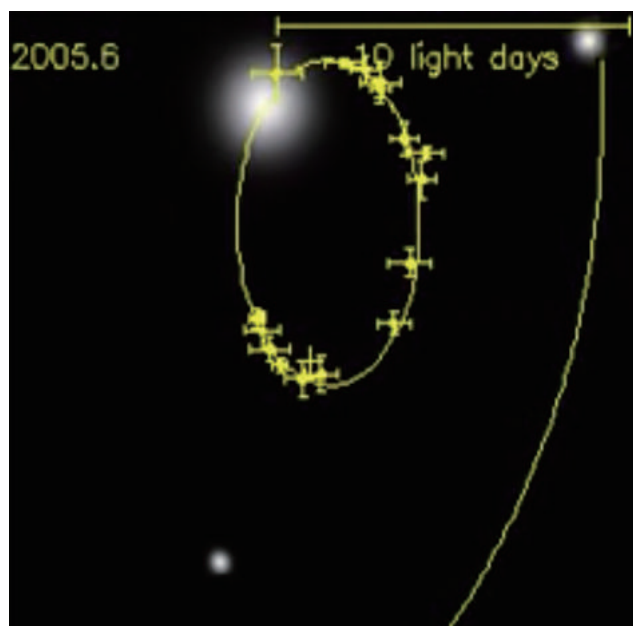


図3 S2の固有運動の軌跡(黄色の十字点)と、そこから予想される軌道(黄色の楕円)(写真提供: ESO)

およそ 400 万倍もあります。したがって座 A* の場所には超大質量ブラックホールが存在すると考えられています。

【FM 法】

最後に紹介するのが表題にもなっている「もう一つの方法」です [2]。残念ながらこの方法ではまだブラックホールは見つかっていませんが、その原理は大変ユニークなものです。例を使って説明します。今、遠くの駐車場で救急車がサイレンを鳴らしながら円を描いて一定の速度で走行しているとします。サイレンを聞いていると、救急車が近づくときには音が高くなり、遠ざかる時には低くなるように聞こえるはずです (図 4)。つまり音の高さの変化だけから救急車が円を描いて走行していることがわかってしまうのです。では救急車を星に置き換えてみます。星の中には脈動変光星といって一定の周期で明るさが変化するものがあります。この変光をサイレンの代わりだと思えば、星が近づく時は変光の周期が短くなったように見え、遠ざかる時は周期が長くなったように見えるはずです。このように周期が変化することを周波数変調 (frequency modulation, FM) と呼びます

(FM ラジオの語源です)。

救急車はハンドルを切れば円に沿って走れますが、星にはハンドルが付いていません。円を描いて運動するためには太陽と地球の関係のように、円の中心に重い星がいて、その重力で変光星を引きつける必要があります。もし変光星の近くに他の星が見つからないにもかかわらず、周期に FM の効果が見つかったとしたら、その変光星は、光を出さない星つまりブラックホールの周りを回っている可能性があります。FM 法では今のところブラックホールは見つかっていませんが、観測技術の進歩によって発見される日が来るかもしれません。

(たかやま まさき・天文科学研究員)

[1]Oda et al., 1971, ApJ, 166, L1

[2]Shibahashi et al., 2012, MNRAS, 422, 738

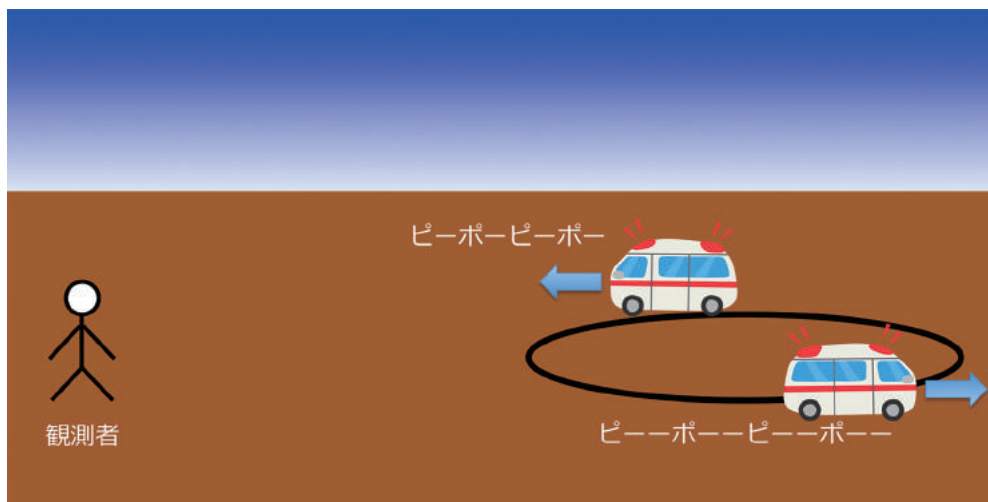


図 4 円を描いて走行する救急車とそのサイレンの音を表現したイラスト。救急車が観測者に近づく方向に走るときと遠ざかる方向に走るときで聞こえるサイレンの音に違いが生じる。

【一般投稿】

私を救った天文台

影山 理恵

(仮名)



西はりま天文台がふるさと佐用町に完成したのは、私が小学生の頃でした。私が毎晩見上げている星空は素晴らしい宝物なんだ、と感動した事を覚えています。数え切れない星を毎日見れるのですから、贅沢な事です。ですからわざわざ天文台に行く事はほとんどなかったと思います。

高校を卒業し、街で働きながらの生活では夜空を見上げる事もなく、都会の空は見つめるものもない、そこに星が存在している事も忘れるくらい空っぽな黒い天井でしかなかったのです。星を見て、訳もなくドキドキしたり、宇宙を想像したりして育った私にはとてもさみしい夜空でした。

時が過ぎ、平成十七年、長男の小学校入学を機に、生物好きの彼の為に、自然豊かな佐用町に戻り、当時アスレチックがあった天文台でよく遊ばせていました。そして、宇宙に興味を示した子供の為に「友の会」に入会させていただきました。当時の私はとても大きな勇気が必要な時期で、宇宙の話でも聞いて、少し現実逃避でもしてみようか、くらいの気持ちだったので

す。天文台の研究员さんのお話は理解できない単位の数字や、聞いた事もない言葉の連続だったけど、宇宙に存在する中で地球の様な惑星は他に確認されておらず、空気がある事、水がある事、風が吹く事、土で植物が育つ事、当たり前前に存在している事全てが奇跡なんだと知りました。

「私の悩みや不安などちっぽけなものだ。でも私は奇跡の星に生まれた貴重な人生をもらったんだ。毎日を大切に、勇気を出してやりたい事にチャレンジして、毎日精一杯楽しく生きてゆこう」と強く思いました。

きっかけをくれた長男も今年成人式を迎え、佐用町を離れました。帰省した時は妹達を天文台に連れて行ってくれます。ふるさとに天文台がある事を誇りに思って欲しいです。昼は山々の緑を眺め風を感じ、夜は星を見て宇宙の果てを想像するもよし、宇宙人を探すもよし、私にとって天文台はそんな大切な所です。

(かげやまりえ(かめい)・佐用町在住)



本職は美容師です

はじめまして

赤塚 由佳子



はじめまして。赤塚由佳子です。

西はりま天文台でみた星の美しさに魅了され、滋賀県大津市から引っ越してきました。大津で星を見るための道具として私は双眼鏡を使っていました。なにげなく月を双眼鏡で眺めたとき、クレーターがはっきりと見えたことがきっかけです。

肉眼でなんとなく見えるプレアデス星団を双眼鏡でとらえた美しさは忘れられません。

もっと自分で見てみたい。

すぐに図書館へ走り、星座の本を借りて色々な星を探しはじめました。

明るい星をたよりに、暗い空の中で星団を見つけられた喜びは何度も味わいたいものです。目には見えないけれど、確かにそこには星が輝いている。私の好きな金子みすゞさんの詩が浮かんできます。

そして、もっともっとその先へ、その奥へということで西はりま天文台にたどり着きました。

天文台で働けるなんて思ってもみませんでした。現実今私はここにいます。

本当に私をここまで導いてくださった、センター長様はじめ全ての方々に感謝申し上げます。

(あかつか ゆかこ・事務員)



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

貴金属の起源

小野里 宏樹

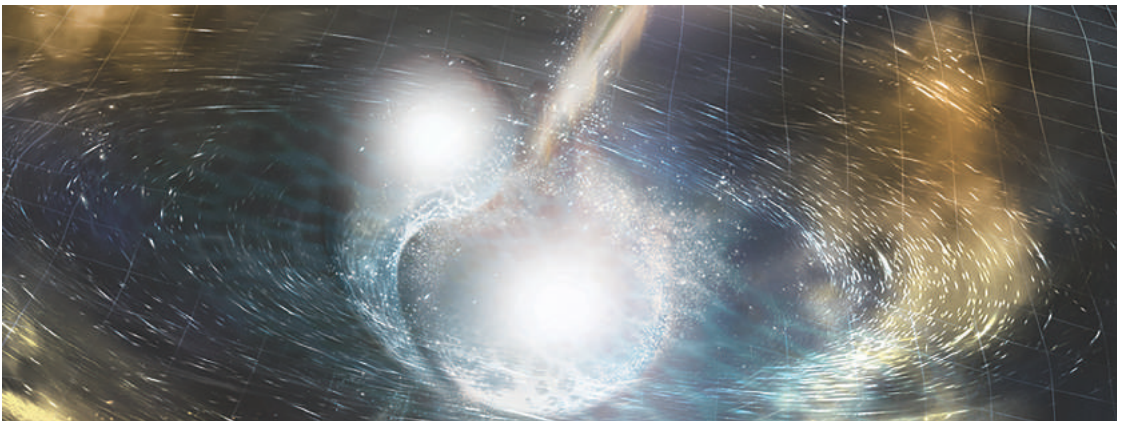
2019年4月1日にアメリカのLIGO、ヨーロッパのVIRGOという重力波検出器が第3期の観測を開始しました。天文学者が重力波の観測に力を注ぐ理由の一つは、貴金属などの原子番号の大きい元素（r過程元素という種類の元素）の起源を解明できる可能性があるためです（詳細は宇宙NOW2017年3月号などを参照）。

2017年8月17日に中性子星という星の合体が起源の重力波が検出されました。このイベントについては様々な観測がなされ、中性子星の合体でr過程元素が生成されていることまでは確認されました。すると次に気になるのは、身の回りの金などのr過程元素の起源を中性子星合体で説明できるかどうかです。これまでに中性子星合体で作られたr過程元素の量は「合体の起こった回数×1回の合体で作られる量」になるので、起源を説明できるかの判定のためにはこの二つを調べる必要があります。合体がどれくらい起こっているかは、重力波検出器で合体を検出する頻度から知ることができます。

一方、1回の合体で作られる量は合体が起こったときの明るさと関係があり、可視光線や赤外線などの観測が重要です。また、光を波長ごとに分ける分光観測により、生成された元素の種類の手がかりを得られるかもしれません。ただし、重力波検出器が特定できる重力波の到来方向は精度がそれほど良くなく、1台の望遠鏡が観測できる空の範囲よりもはるかに広いことがほとんどです。そのため、世界中の望遠鏡がまずは重力波の対応天体を探そうとします。

第3期の重力波観測でも中性子星合体起源と思われる重力波が検出されています。近い将来には身の回りの金やプラチナが中性子星合体でできたと言ってよいのか決着がつくかもしれません。

（おのざと ひろき・天文科学研究員）



図：中性子星合体と生成された物質が放出される様子の想像図
(Image credit: NSF/LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet)

★ 3日(月) 自然学校 佐用・利神上月小連合スタート。観望会は家族も含め125名が参加。ガイドは鳴沢専門員。高橋特任助教、斎藤研究員、戸塚研究員が補助。

★ 4日(火) 本田准教授、県立大学附属中2年生のプロジェクト学習を担当。

★ 5日(水) 石田副センター長、書写キャンパスで講義。高山研究員、県立大附属中3年生のプロジェクト学習を担当。

★ 7日(金) 青谷愛児園の方が来訪。大島研究員、保育園児童など45名参加の観望会の担当。

★ 8日(土) 友の会観測デー。多くの天体(例:木星、土星、ミザール、アルギエバ、M13、M57)が撮影できた。

★ 11日(火) 自然学校 相生市立青葉台小スタート。

★ 12日(水) 博士課程3年生の秋本さん、博士論文の中間発表。

★ 16日(日) 自然学校 南光・三河・三日月小連合スタート。

★ 17日(月) 本田准教授は三鷹の国立天文台

に出張。

★ 19日(水) 赤穂オートキャンプ場 荻野氏来台、木南事務員が対応。石田副センター長と高山研究員は望遠鏡再生計画のため附属高校で望遠鏡のチェック。観望会を小野里研究員が対応。参加者から質問がたくさん出て、楽しかったそう。

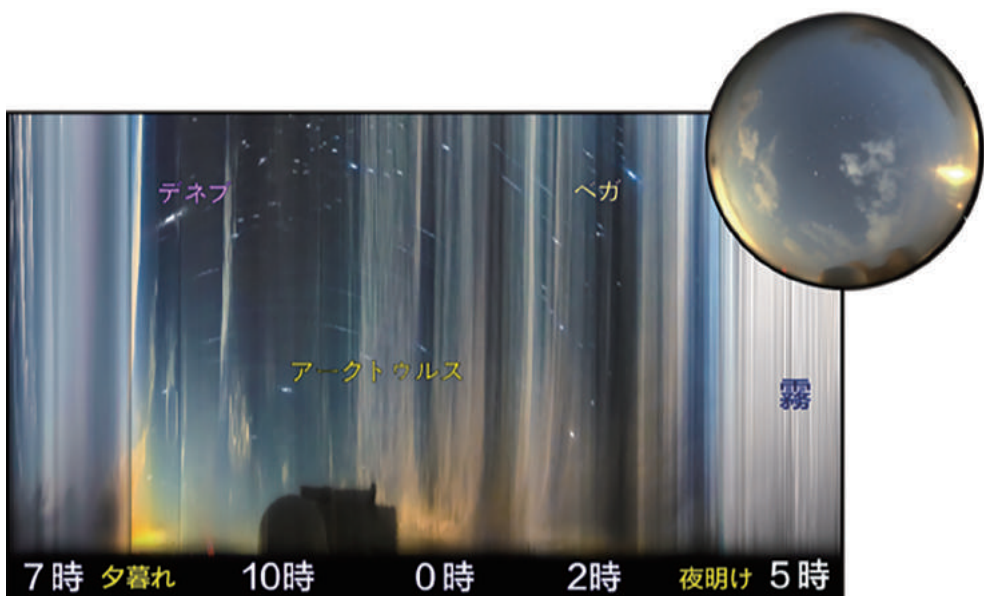
★ 20日(木) 伊藤センター長星の子館運営委員会に出席。石田副センター長、阪神シニアカレッジへ出張。鳴沢専門員、殿原町老人クラブの見学の対応。

★ 21日(金) 自然学校 南光・三河・三日月小連合の最終日。

★ 25日(火) 石田副センター長は書写キャンパスで講義受講者向け観望会。

★ 27日(木) 私は観望会を担当。残念ながら、雨が降っていたが、お客様は3Dシアターで見る宇宙を楽しんでいらした。京都大学の有松さんが共同研究のため来台した(28日まで)。

★ 28日(金) 加藤研究員、観望会担当。テラスに参加者が出たら、星空にすごい歓声があった。



今月の天気は変わりやすかった。写真はスカイモニターがとらえた6月3日の夜から朝までコラージュ。1000極座標変換から作成したイメージ。



Come on! 西はりま

in さよう

スターダスト2019

この夏、星がいちばん流れる夜

8月12日(月)

兵庫県立大学
西はりま天文台

最新情報は

<http://www.nhao.jp>

をご覧ください。

13:30 ~ 観望会整理券配布開始

13:30 ~ 18:00 オープンカレッジ

天文台の研究に関する実演や工作
「彗星と流星」、「偏光で探る宇宙」、「プラネタリウム」、普段は見られない天文台の裏側を巡る「天文台マニアックツアー」、「ミタカ3Dシアター」、他

13:30 ~ 14:30 昼間の星と太陽の観望会1

14:30 ~ 15:30 天文工作教室

15:30 ~ 16:30 昼間の星と太陽の観望会2

16:00 ~ 19:00 模擬店

ホルモン焼きうどん、他

16:30 ~ 18:00 天文講演会



「宇宙138億年の歴史、
そして未来」

講師: 大内正己さん
(東京大学宇宙線研究所)



19:30 ~ なゆた望遠鏡による観望会

観望会参加には整理券が必要です。

翌朝まで 流星自由観察

敷地内を解放します。(天文台建物は観望会終了後に閉館)
グループ棟の解放は行いません。

主催: 兵庫県立大学 自然環境科学研究所 天文科学センター

後援: 佐用町、佐用町教育委員会

協賛: 株式会社ピクセン、西はりま天文台友の会

夏恒例のスターダスト2019。

昨年は豪雨被害のため、西はりま天文台での開催は

中止となりましたが、壊れた道路も復旧しました!

みなさまのお越しをお待ちしております。

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割引があります。ぜひご活用ください。

☆ 『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



西はりま天文台 インフォメーション



9/14

第176回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：9月14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 で土星を見よう。
 B. 60cm で二重星を見よう。
 C. 満月のうさぎを撮ろう。

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7日（土）
 家族棟宿泊 8月17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	()	()	()
	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。

10/12

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：10月12日（土）19：00 受付

内容：60 cm 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 1000円、小人 500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「Oct」に）

締切：10月5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	()	()	

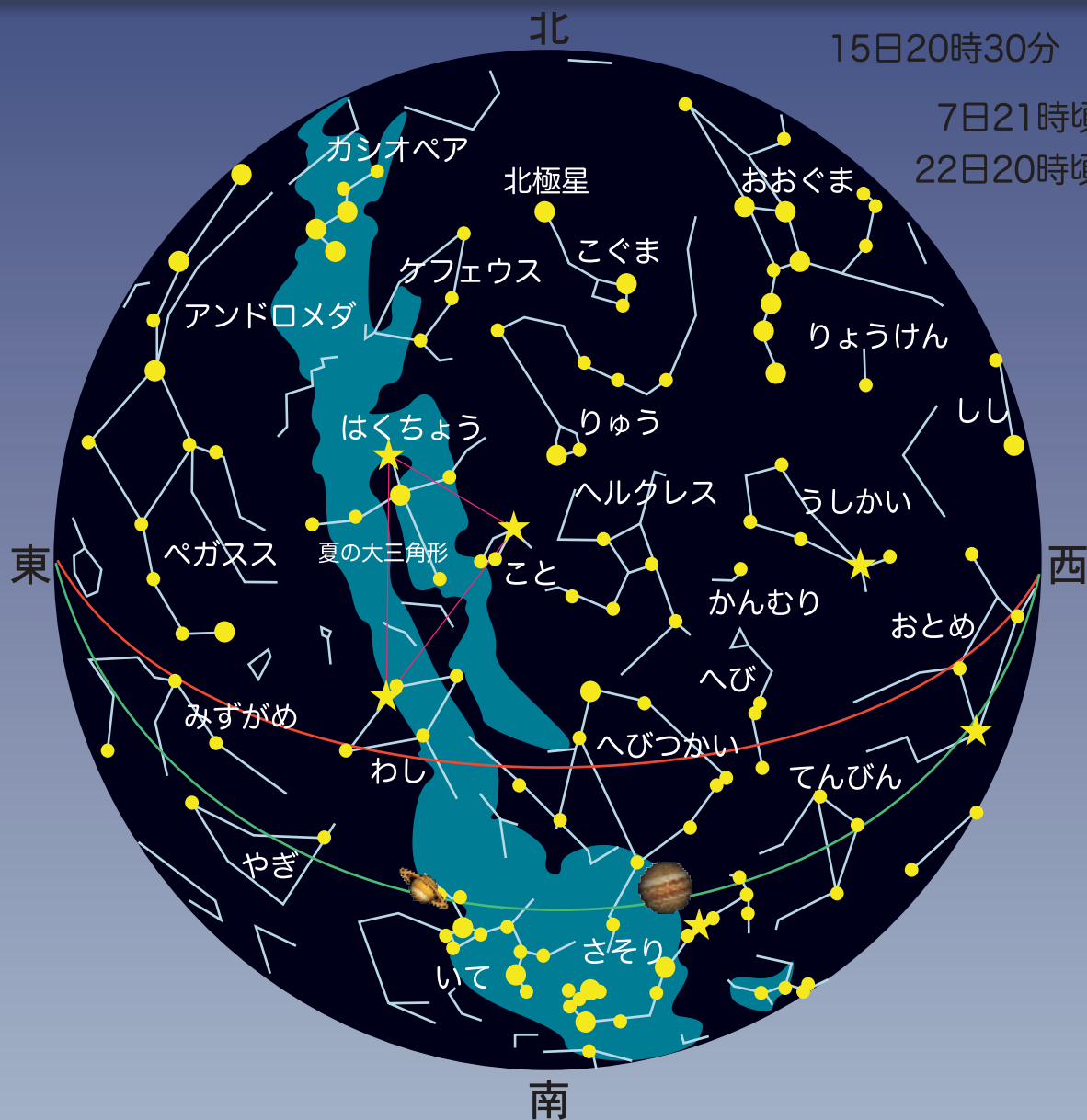


昼間の星と太陽の観察会・工作教室 7月20日～8月31日まで 夏休み中毎日開催

昼間の星と太陽の観察会
 工作教室

時間：13：30～、15：30～
 時間：14：30～

無料
 100円 定員：20名
 いずれも申し込み不要



8月のみどころ

7日は「伝統的七夕」です。梅雨の明けた(たぶん)この時期の方が牽牛織女にはいいかもしれません。8日は「月面X」が見られるそうです。月の明暗境界線付近に見られる光と影のちょっとしたお楽しみです。「月面〇〇」をまとめるとちょっとした夏休みの宿題が出来そうですね。ひとつの、月の遊び方です。13日はペルセウス流星群の極大となりますが今年はその月明かりが煌々とありますので、見える数は少なくなりそうです。

今月号の表紙

「南館とさそり座」

8月を除く偶数月第2土曜日は友の会会員限定の観測デーです。6月は雨に祟られることが多く、この日も天気予報は絶望的でした。が、雲がちながらもまずまずの星空となり、予報の為、かなり人数が少なかったために多くの天体を見たり撮影したりすることが出来ました。

撮影日：2019年6月8日

撮影者：片岡英司(友の会会員 No.3718)