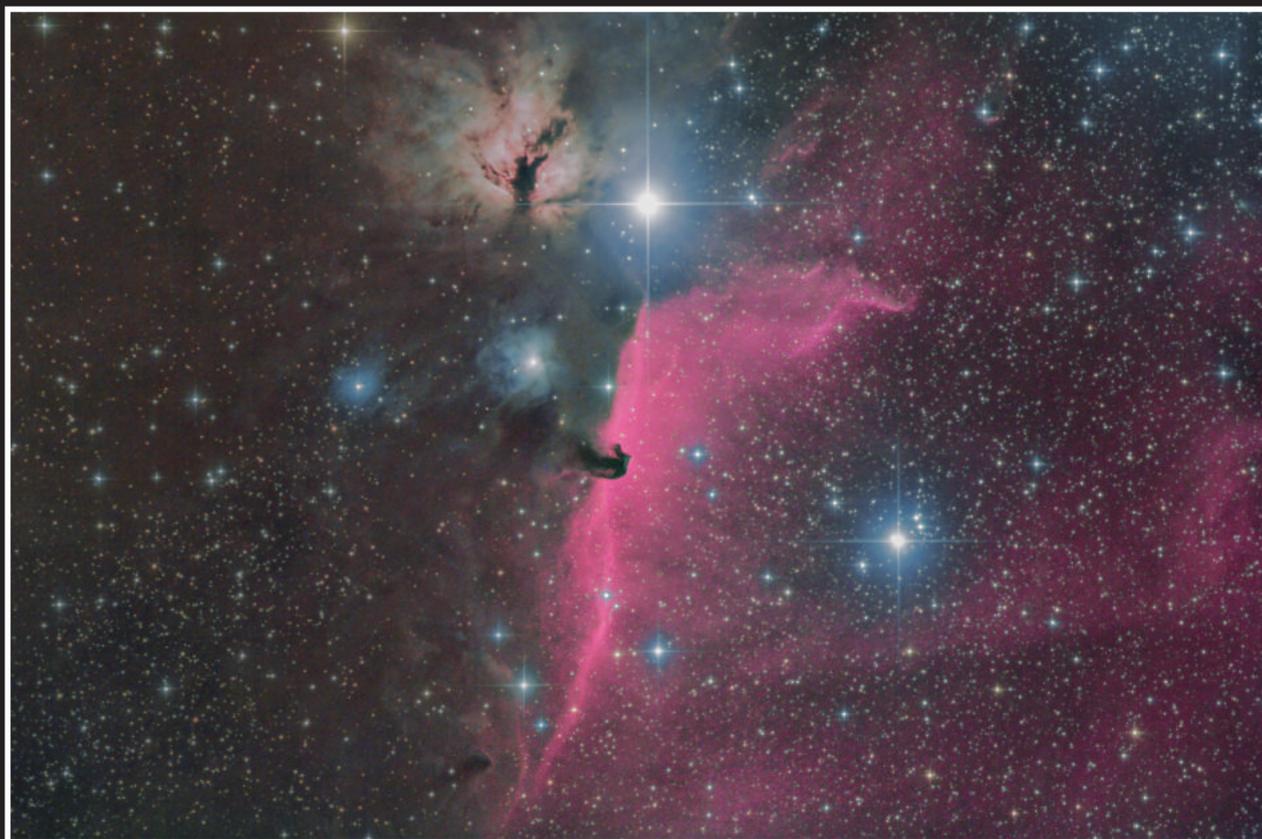


Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.334 2018 1



パーセク :	カメムシと C-130 と状況証拠	斎藤 智樹
おもしろ天文学 :	星の個性は何で決まる？	高山 正輝
from 西はりま :	海部名誉台長のコロキウム	伊藤 洋一
	恐竜と星と蠟燭と ～キャンドルナイト 2017～	鳴沢 真也
AstroFocus :	月面天文台	伊藤 洋一

カメムシと C-130 と状況証拠

齋藤 智樹

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

天文学というのは、望遠鏡で天体からの光を待ち受ける「受け身の実験分野」である。自ずとその研究は、ある程度、状況証拠からの推理に頼ることになる。

話は跳ぶが、ロッキード C-130 輸送機のエンジン音は独特である。私が国立天文台にいた時分のこと、しばしば上空に飛来する C-130 の姿を見た。アビエーション・オタクの私はそのたびに、

— あ、C-130 だ

と、視線を音のする方に向けてしまう。悲しい性である。が、それはさておき、ある日2つの事象が発生した。

1. オフィスにいる時、C-130 の音がした。例によって窓から空を見上げてみる。しかし、空を見渡せる範囲はそう広くはないので、機影が見えるとは限らない。その時も、音は聞こえど姿は見えず、というケースだった。まあ、よくある話だ。

2. 拍子抜けして視線を戻すと、窓に何かが止まっているのに気づいた。見ると、緑色のカメムシである。人の気配を察してか、彼奴は羽音を響かせて飛び去っていった。

— なんだ、カメムシか

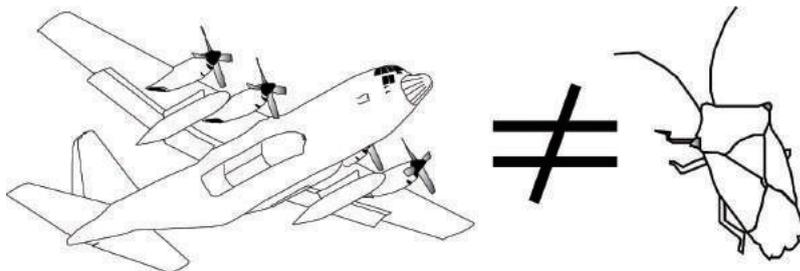
と、私は思わず呟いた。

さてこの2つの事象、本来は何の関連もない。が、同時に起きたおかげで、あろうことかこの私が「カメムシと C-130 の音を聞き違えた」ような状況証拠が出来上がっていたのだ。業界随一のヒコーキ・オタクにしてエンジン・フェチであるこの私である。カタギの人にはどうでもいいことだが、私にとってこれはオタク権威に関わる一大事だ。

いやいやいや、別に、聞き違えたんじゃないんだよ、と弁解したところで、誰かが聞いているわけでもない。誰一人、否定も肯定もしない。単にそう解釈できる状況が、偶然成立してしまっただけなのだ。どんな弁解もここでは意味を成さない。もしこの状況を天文学者が見ていたらどう思われたらだろうか。私は甚だ不安である。

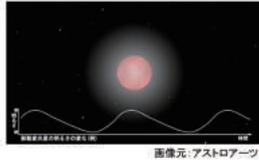
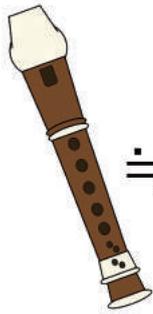
「状況証拠」とは、かくもいい加減なものである。天文学者の言うことなど鵜呑みにするものではない。

(さいとう ともき・天文科学研究所)



ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学



星の個性は何で決まる？

～ 赤色巨星の脈動変光星の場合 ～

高山 正輝

はじめに

人間にも一人一人個性があるように、星々にも個性があります。しかしその星が持って生まれた性質や育って来た環境が、どのような形で個性として現れるかは、人間同様非常に判別が難しいところです。

今回のおもしろ天文学では、赤色巨星という種族の星の振動現象から見つかった「ある個性」について、どのような「性質」で決まるのか、その研究の経過を紹介したいと思います。

赤色巨星

太陽のような星は中心部で核融合反応の燃料を使い果たすとやがて膨張します。この膨張段階は2段階あり、最初の「赤色巨星分枝段階」と2回目の「漸近巨星分枝段階」でいずれも数十万年から数百万年という（星の寿命からすると）短い時間に急激に膨張します。この段階にいる星を「赤色巨星」と言います。

赤色巨星は文字通り赤く巨大な星で、膨張するに従って表面の温度がおよそ4,000度から3,000度を切る程度まで下がります（太陽はおよそ6,000度）。また半径は太陽の数十倍から数百倍へと膨らみます。この間星の明るさは増加し続けます。

星の振動現象

さて、話は変わって星の振動について紹介します。星が振動すると聞いて驚くかもしれませ

んが、日本に住んでいる皆さんにとって身近なものが星の振動現象だったりします。地球の振動と言えば地震なのですから。

では星（恒星）の振動とはどういったものでしょうか。星を構成しているのはガスです。ガスでできているということは、音波を伝えることができるということでもあります。

空気中を音が伝わるのは、空気には縮んだり膨らんだりできる性質があるためです。そして縮む、膨らむ、縮む、膨らむ、が遠くまで伝搬していくことが音波の正体です。星の内部では実は様々な音が鳴り響いています。ガスの小さな塊が別の大きなガスの塊に衝突した打撃音や、（熱）エネルギーが輸送されるときにガスそのものを直接圧縮・膨張させてしまうことで「縮む、膨らむ」のキッカケを作るといったことが起こると考えられています。

星内部で発生した音波は星の表面まで進んで行って跳ね返ります。同様に星の中心に向かって進む音波も進んで行き反射して戻って来ます（図1）。この時「ある固有の振動数」を持った音波の場合のみ、この進む音波と跳ね返った音波が共鳴を起こします。すると音波は定在波となって星の内部に留まることができるようになります。この時星は音波と同じ振動数で周期的な膨張・収縮を生じ、それに伴って星の明るさが増減します。これが星の振動現象です。星の脈動とも言います。

振動の音階

音波と定在波が関係する星の振動現象は、楽器（管楽器）と全く同じです。リコーダーやフルートの管には空気が入っていて、その中で空気を振動させて音を出しています。その音の高さ（振動数）は管の長さや太さという性質で決まっているもので、これが固有振動数と呼ばれる個性として現れます。星の場合は星の平均の密度と、内部の構造で固有振動数が決まります。振動が起きるかは別として、密度の小さい星はより低い振動数で振動することが可能です。つまり同じ重さの星でも半径が大きいとゆっくりと振動することができます。または同じ大きさの星であれば、軽い星ほどゆっくりと振動することができます。重ねてですが、振動できるからと言って振動するかどうかはまた別の問題です。加えて楽器にオクターブという概念があるように、星の振動にもオクターブに似た概念があり、基本振動、倍振動、などと言った振動数の異なる固有振動数が無数に存在します。

赤色巨星の脈動変光星と周期光度関係

ここから本題です。たくさんの赤色巨星の脈動変光星の観測から「振動の周期が長い星ほど

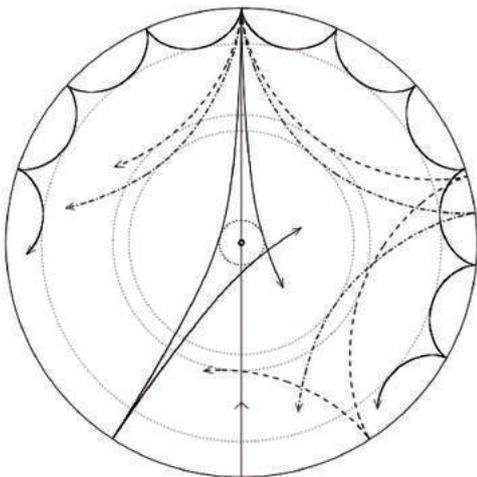


図 1：星の内部を音波が駆け巡る様子の模式図 (Christensen-Dalsgaard, Lecture Notes on Stellar Oscillations)

明るい」という個性（周期光度関係）が見つかりました（図 2）。そして、星のどのような性質によって周期の違いという個性が生まれるのかが議論的となっています。

周期が長いということは平均の密度が小さいということです。赤色巨星は年々明るさが増加し、また半径も大きくなります。すなわち年齢が進むと平均の密度が小さくなるという性質があります。そこでまず考えられたのは、周期光度関係上の明るい星はより進化が進んだ赤色巨星だ、という仮説です（図 3）。すなわち「星の年齢」という性質が「周期の違い」という個性を決めている、という仮説です。しかしこの仮説には問題がありました。見ての通り周期光度関係は何本も存在します。その一本一本が「何々倍振動」の周期に対応していますが、周期の比の理論的な予想は観測された周期比と明らかにズレがあったのです。

その点に着目した我々のチームは、個々の周期光度関係同士の「周期の間隔」を正しく説明するためにはどうしたらいいかを考えました。理論的なモデルと観測データとの比較の結果、周期光度関係の明るい方（周期の長い方）の星ほど重い星であることを見つけました（図 4）。「星の重さ」という性質が「周期の違い」という個性を生んでいるという結論です。重い星はそれだけ大きく、平均の密度も小さいため周期が長くなると解釈できます。

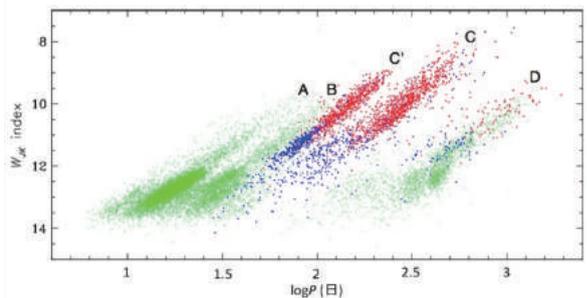


図 2：小マゼラン星雲の観測で見つかった、赤色巨星の周期光度関係 (Soszynski et al., 2011, Acta Astron., 61, 217) 横軸は変光周期、縦軸は星の明るさ。

最近の研究では、先の二つのどちらとも異なる結論が得られました。すなわち星の進化が進むに従って、より周期の長い隣の周期光度関係に移動していく、というものです (図5)。これは「年老いた重い星は周期が長く、若くて軽い星は周期が短い」と言えます。「星の重さ」と「星の年齢」の両方の性質が星の「周期の違い」という個性を決めているという結論です。

このように赤色巨星の脈動変光星はまだまだ議論すべき問題がたくさんあります。今後の動向に要注目です。

(たかやま まさき・天文科学研究員)

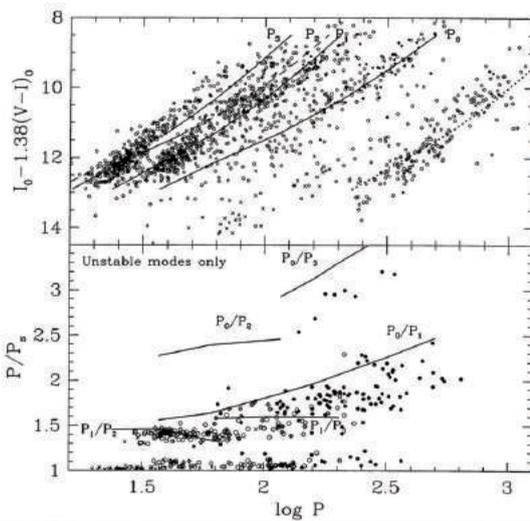


図3：(上) 観測から得た周期光度関係と理論的な計算の結果の比較。横軸は周期、縦軸は星の明るさ。
(下) 上の図の観測データとモデル計算の結果と同じものを使って得た2つの振動の周期の比の値をプロットしたグラフ
(Wood et al., 1999, IAU Sympo., 191)

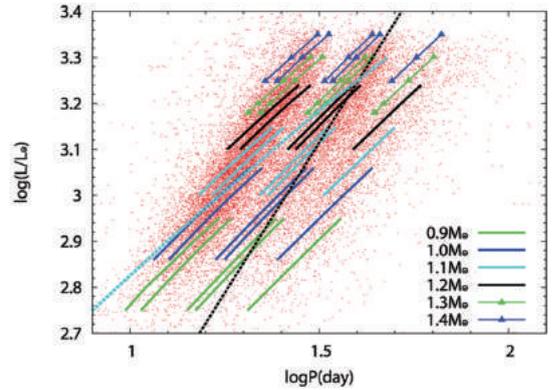


図4：周期の間隔を上手く説明する理論的なモデルの計算結果と、大マゼラン星雲の赤色巨星変光星の周期光度関係の比較
(Takayama et al., 2013, MNRAS, 431, 3189)
横軸は周期、縦軸は全放射等級

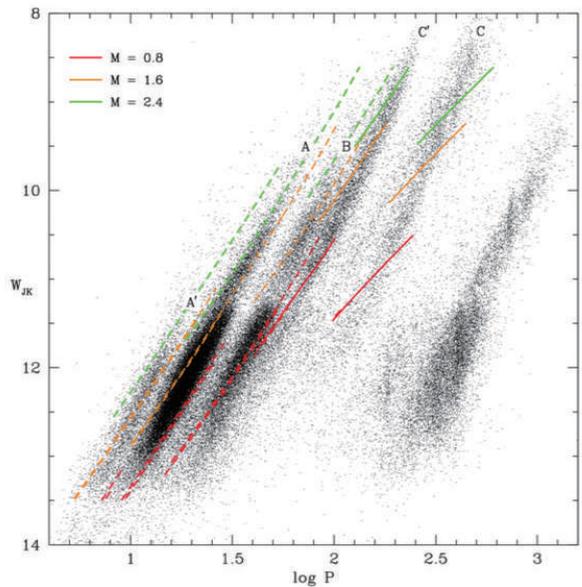


図5：様々な星質量のモデルを使って周期光度関係を上手く説明するための計算結果
(Wood, 2015, MNRAS, 448, 3829)
横軸は周期、縦軸は明るさ

海部名誉台長のコロキウム

伊藤 洋一



海部名誉台長にお越しいただき、「地球の生命・人類・文明」をテーマとしたコロキウムを12月19日に開催しました。海部先生は国立天文台の台長や国際天文学連合の会長などを務められ、天文学の発展に大きく寄与されました。ただし、海部先生は「一流の天文学者」というだけではありません。深い教養があります。現代日本の知の巨人の一人です。

コロキウムは午後2時に始まりました。天文台のスタッフや天文台で研究をしている大学院生や大学生の大半が参加しました。お話は「生物の定義は？」ということからです。生物には「膜」「代謝」「生殖」の3つの要素が必要だと一般的には言われます。海部先生は「ダーウィン進化」も重要であると考えています。ただし「よりよい生物になろう」というような方向性は進化にはないそうです。また遺伝子の中には機能していない遺伝子がたくさんあり、こうした冗長性があるので、生物はある程度の環境変化に適應できるようです。地球に海ができるとすぐに生命は誕生し、原核生物から真核生物、多細胞生物へと発展しました。この間には、地球の全球凍結や大気中の酸素分子の増加など様々な環境変化が起き、生物は何度も大絶滅を経験しています。ただし、その度に新たな種類の生物が繁栄します。人類の誕生は地球の歴史を考えればつい最近のことです。人類は二足歩行ができるようになったことで道具を扱うようになった、そして文明は古代社会で世界で同時多発的に起きた、というお話をなされました。

このように、お話は「地学」「生物」「歴史」などを融合したものでした。質問もたくさん出ました。「原核生物は眼がないのに、なぜ獲物に近づいたり、危険を避けたりできるのか」「原



講演中の海部名誉台長。活発な意見交換が行われました。

核生物から真核生物への進化のジャンプでは、途中の段階の生物はいなかったのか」「泳ぎが得意ではなさそうなプテリディニウムという多細胞生物は、どうやって地球のあらゆるところに移動できたのか」「眼の形の進化を追うコンピューターシミュレーションを更に進めると眼はどんな形になるのか」「筋肉質だったら女の子にもてそうなのに、なぜ脂肪がたまるのか」など、様々な高度な質問(最後の質問を除く)が出ました。

「地球型惑星と望遠鏡による生命探査」についてもお話をいただく予定でした。しかし、たくさんの質問が出て時間切れです。また西はりま天文台にお越しく下さい。話の続きをお願いします。

(いとうよういち・センター長)



恐竜と星と蝋燭と ～キャンドルナイト 2017～

鳴沢 真也



「キャンドルと星明かりのもと、街明かりが賑わうにつれて忘れていた ゆったりとした時間を大切な人と過ごしませんか？」をキャッチフレーズに、毎年12月23日に開催している「星の都のキャンドルナイト」、昨年は前身イベントも含めると17回目の開催となりました。

午前中までの予報では、夜の天気は悪いというものでした。そのためか、参加者は180人と例年に比べて少なくなっていました。それでも、中には今回で5回目になるという方や、年中行事になっているので何回参加したのか数えられないというご家族もいらっしゃいました。

美星スペースガードセンターの二村徳宏先生による講演は、太陽系が暗黒星雲の中を通過したため、地球大気中に増加した固体微粒子により地表に届く太陽光が減少、寒冷化で恐竜が絶滅したという「星雲の冬説」についてのとてもわかりやすい解説でした。恐竜の絶滅は隕石衝突が定説となっていますが、とても斬新なアイデアで刺激的なものでした。

夜になりますと、天は私たちに味方をしてくれました。晴れたのです！二村先生の講演にちなんでターゲットに選んだオリオン大星雲を見てもらいました。

満天の星々の輝きと240本のゆらめく蝋燭の炎、参加された方の心の癒しになったのでしょうか？

(なるさわ しんや・天文科学専門員)



あっ！ほしまる君だ！



X'mas レクチャ「クリスマスリース」
リースのお話の後、クリスマスリースを作成。
個性豊かなリースが出来ました。



講演会では二村先生が子供たちにもわかりやすく説明してくださいました。



天に星 地に灯火



月面天文台

伊藤 洋一

11月上旬にアメリカのトランプ大統領が訪日しました。「いわゆるイヴァンカ基金に相当な額を投資した」といったニュースが流れていましたね。この時に、私たち天文学者にとっては重要な合意が日米間でなされました。それは、日本とアメリカが協力して宇宙探査を推進するということです。この探査計画には有人月面探査も含まれます。人類の月面着陸が実現すれば、アポロ計画以来の出来事になるでしょう(ちなみに私の生まれた日はアポロが月を周回し始めた日です。生まれた日の新聞を親が残してくれていました)。

月面に降りたら何をしたいですか？アポロの時には足跡の写真を撮って、アメリカの国旗が掲げられ、地球に石が運ばれました。次に人類が月面に降りたら、建物を作り車を走らせることになるでしょう。もちろん、月面天文台も作ってほしいですね。

「月面に天文台を作ろう」と書いた最初の論文は、1966年に出版されたTifttによるものだと言われています。まだアポロ宇宙船が月に着陸する前のことです。論文にはこう書かれています。「大口径望遠鏡の建設地として月面には数多くのメリットがある。そこに天文台を作ることが、何年か後には真剣に検討されるだろう」。

月面天文台のメリットは次のように考えられています。

- 1) 真空であること。あらゆる波長で観測ができる。また、空気がないので回折限界のシャープな像を得ることができる。
- 2) 土台が安定していること。物を運びやすい。

また地震がない。

3) 温度が安定していること。月の一日は長く、温度変化が緩やか。極のクレーターは非常に冷たく温度が安定。

4) 月面基地の近くに作れば保守点検などが容易なこと。

こうした利点があることから、月面天文台の検討が進められました。

しかし、その後のロケット技術の改良などによって、宇宙望遠鏡でもこれらの利点の多くが実現されました。特にスペースシャトルを使ってハッブル宇宙望遠鏡の機能を更新できたことは、技術面での大きな進展でした。2019年にはハッブル宇宙望遠鏡に続くジェームス=ウェッブ宇宙望遠鏡が打ちあがります。こうした望遠鏡に比べて月面天文台の利点は何でしょうか。筆者は、大きな構造物でそれほど厳密な建築精度を必要としない長波長の電波望遠鏡が最初に作られるのかな、と考えています。

(いとうよういち・センター長)

参考文献

Tiftt, W., 1966, *Astronautics & Aeronautics*, 4, 40



西はりま天文台で撮影した月

★2日(土) 石田ははりま宇宙講座「昼間の星を観察しよう」の講師。合わせて3回分担当予定。しかし、今回はキャンセルなどで受講者なしに。夜は同じくはりま宇宙講座「星空案内の実際」で加藤研究員、竹内事務員らに対応。

★3日(日) 元研究員の国立天文台の高木さんが共同利用観測。本田助教が迎えに。5日まで。

★5日(火) キャンドルナイト全体会議。大島研究員は赤穂高校へ出前授業。

★7日(木) 石田は環境人間学部で講義。今日は14日と21日も。共同利用観測で埼玉大の木内さんら。8日まで。

★9日(土) はりま宇宙講座「昼間の星を観察しよう」と「星空案内の実際」。夜は友の会観測デー。今年度は天候が悪く中止ばかりだったが、ようやく実施。しかし、結局天候は良くなく、観測はできず。2月に期待ですね。

★11日(月) 休園日。石田はWebサーバのOS等のアップデート。

なゆた望遠鏡は仮復旧に使っていたモータを交換。本田・高橋助教ら対応。またエンクロージャを保守。大島研究員対応。いずれも12日まで。夜、忘年会。

★12日(火) 共同利用観測で東大の森谷さんら。15日まで。

★13日(水) 装置交換。大島・パール・加藤・戸塚研究員ら。8日に悪天候で延期していた兵庫県立大学附属中学校プロジェクト学習天文班2・3年生合同の夜間観望会を3年生担当の本田助教と実施。雲が広がる時間帯もあったが、観望可能な天体は大体カバー。終了して片付け始めたらひどい雪に。片付け終わるまで待ってほしいところ。

★14日(木) 伊藤センター長、舞子高校に出前授業。高山研究員は津名高校へ出前授業。

高橋助教とパール研究員は大学間連携ワークショップで三鷹へ。

★15日(金) 兵庫県立大学附属高校実習で来台。高山研究員が対応。

★17日(日) 共同利用観測で東大のJiangさんら(20日まで)、愛媛大の寺尾さんら(21日まで)来台。岐阜大学実習。大島研究員が対応。

★18日(月) 本田助教、洲本高校で出前授業。

★19日(火) 海部名誉台長によるセミナー2回目。質問が多く、予定していたところまで進まず、嬉しい悲鳴。詳しくは6頁を。夕方、加藤研究員NHK大阪のラジオ番組に電話出演。

★20日(水) 午後、消防署の査察に管理棟の竹田係長と対応。

★21日(木) 天文台南館北館で使用していたコピー複合機を新機種に更新。共同利用観測で東北大の小久保さんら。22日まで。石田は環境人間学部での講義の受講者を対象とした夜間観望会。やはり姫路の街中は明るいことを実感。

★22日(金) 自動ドア点検。圓谷講師キャンドルナイト関連でラジオ出演。

★23日(土)キャンドルナイト。約180名参加。詳しくは7頁を。

★24日(日) 装置交換。学部4年の伊藤良太さんが取り組む観測装置WFGS2を加藤・斎藤研究員らと共になゆた望遠鏡に取り付け。

★26日(火) 伊藤センター長は兵庫県立図書館で高校生向けセミナー。本田助教はプール学園の実習対応。

★27日(水) 装置交換。高山・斎藤研究員ら。佐用町生涯学習課サイエンスツアー来訪。鳴沢専門員対応。

★28日(木) 年末年始の休園期間に。新年は4日(木)から。





Come on! 西はりま



「月食特別観望会」

2018年は2回の皆既月食があります。1回目が1月31日。2回目は7月28日。あいにくと7月28日は夜明け前から始まるため、皆既の最中に月は沈んでしまいます。1月31日は皆既の始まりが21時51分、終わりが23時8分と観測しやすい時間に起こります。みんなで楽しく月食観望いかがでしょうか。赤い満月と満天の星空は月食ならではの星景です。

日時： 1月31日(水) 20:20～24:30

申込不要 参加無料 人数制限無し

場所： 西はりま天文台 芝生広場

主な内容：

20:20～20:48 講話

20:48～24:30 観望会

(小型望遠鏡などでの月食観察)

(なゆたでの観望会は宿泊のお客様のみとなります)

お問い合わせ

電話：0790-82-3886

メール：harima@nhao.jp



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



3/10

第167回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：3月10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

※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「Mar」に）

締切：グループ棟宿泊、日帰り 3月3日（土）

家族棟宿泊 2月17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	家族棟ロジジ / グループ用ロジジ		
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	()		

2/10

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：2月10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「Feb」に）

締切：4月7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。ぜひご利用ください。

