

Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.294 2014 9



パーセク :	星空を見つけて ～綺麗な星空を見えていますか～	田村 竜一
おもしろ天文学 :	宇宙初期に生まれた星の痕跡を探して	本田 敏志
from 西はりま :	月明かりでも 2000 人 スターダスト 2014 研究会 Origins 2014 に参加しました	鳴沢 真也 高橋 隼
AstroFocus :	天の川銀河の端はどこ？	高木 悠平

[友の会会員投稿記事]

星空を見つけて ～綺麗な星空を見えていますか～

田村 竜一

Essay **PARSEC**

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～



良い照明機器。フルカットオフ照明。
環境省が設置（大山鏡ヶ成）

宇宙に興味を持つ人や星空を見上げる人が増えて来ましたが、綺麗な星空を見ることが出来る環境が激減しています。「光害」です。照明機器の増加と大気汚染が星空を見えにくくしています。

人類は「明かり」という文明の利器を得ることで夜間に活動ができるようになりました。一方で夜間生活の利便性が良くなる程、星空は見えにくくなっています。24時間営業の店舗や防犯灯や道路照明は知らないうちに浸透しています。

「スターウィーク」や「伝統的七夕」等で「光害」の周知は浸透しつつありますが、「光害」は悪化の一途をたどっています。原因は光が上方に漏れる照明機器の改善がされないまま増加することです。大気の透明度が悪いと、上方に漏れる照明光が乱反射して星空が見えにくくなります。あまり知られていませんが多くの照明機器が上方（星空）を直接照射しています。「上方漏れ光」といいます。多くの照明機器の傘（フー

ド）は不完全で、水平方向より上に光が完全に漏れないものは希少です。LED等の省電力化は熱心に開発がされていますが、器具の傘（フード）の改善で照射効率を良くすることは注目されません。

光の明るさの感じ方は高齢になると鈍くなり、20歳の2～3倍の照度が必要であるという記事が掲載されていました。総合的に判断すると消費電力がLED等で減少しても夜空は明るくなり星空は見えにくくなります。「上方漏れ光」が改善されなければ星空は良くなりません。星空が見えにくいとライトダウンキャンペーンを行う前に照明機器の傘（フード）の改善で「上方漏れ光」を減らすことが簡単かつ効果的な節電対策になります。LEDとの兼用で効果は非常に大きくなると思います。

「天の川」が死語とならずに「光害」が死語となることを願ってやみません。

（たむら りゅういち・友の会 No.2880）

口絵写真：「霽月夜」 オリオン座流星群の極大日です。下弦の月明かりに照らされる雲海（大山蒜山高原）。著者撮影

ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

宇宙初期に生まれた星の痕跡を探して

本田 敏志



初代の巨大質量星の爆発の想像図（画像提供 国立天文台）

宇宙が生まれて間もない頃

私たちの宇宙は約 138 億年前にビッグバンと呼ばれる大爆発によって誕生し、その後、様々な星や銀河が誕生してきたと考えられています。

宇宙の進化を理解するためには、最初にどの

ような星がいつ誕生し、現在の宇宙の姿になるまでどういった歴史をたどってきたのか、ということを知る必要があります。宇宙の昔の様子を知るためには、できるだけ遠くを見れば昔の様子を見ることができますので、私たち天文学者は宇宙の果てを目指して、できるだけ遠くの天体を調べるために、巨大望遠鏡の建設や様々な観測装置の開発を行ってきました。そのおかげで、100 億光年以上遠くにある天体も続々と発見され詳しく調べられてきています。最近では宇宙が誕生して 38 万年たった頃の様子が WMAP 衛星 (Wilkinson Microwave

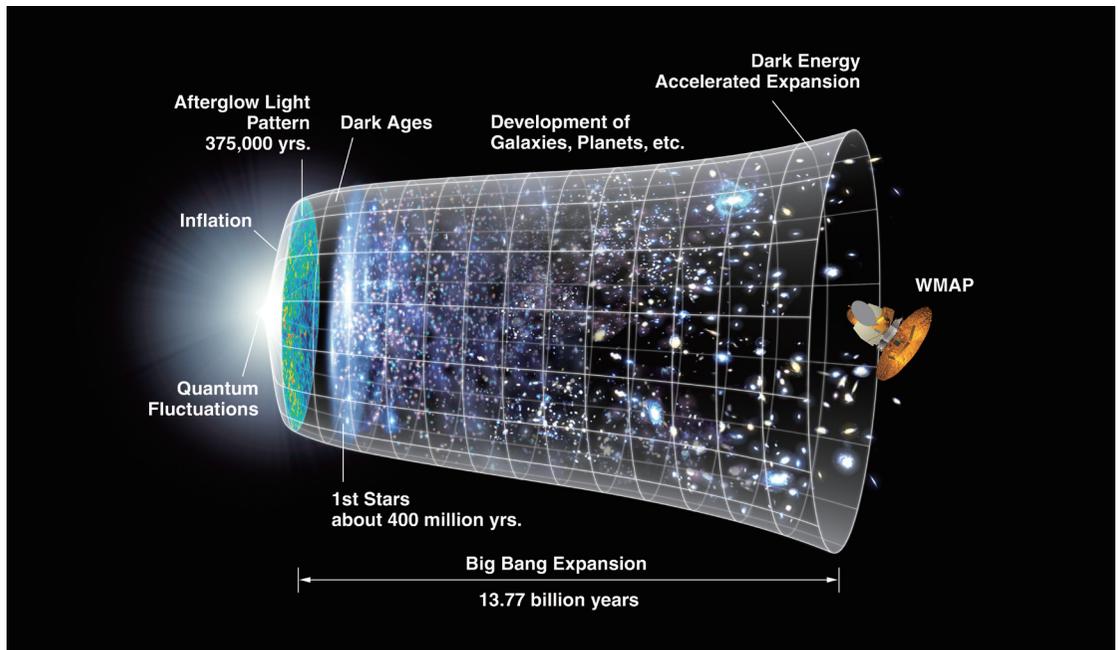


図1：宇宙が誕生してからの時間と広がりについて表した図。約 138 億年前、量子の揺らぎから生まれた宇宙はインフレーションと呼ばれる急激な膨張の後、暗黒時代を経て最初の星が誕生した。その後も宇宙の膨張は続き、近年、今でもさらに加速膨張していることが分かった（画像提供 NASA）

Anisotropy Probe：ビッグバンの残光である宇宙背景放射の温度を調べるためにマイクロ波を全天観測したNASAの衛星）によって直接観測され、計算機によるシミュレーションからもかなり詳しいことが分かってきました。

しかし、未だに分かっていないことはたくさんあります、その一つが、宇宙で最初に生まれた星はいつ頃、どのような星だったのか？ ということです。

星の誕生と元素の合成

とてつもない超高温・高密度の一点から誕生した宇宙は急激に膨張し、約3分後に原子核など物質が作り出され、水素、ヘリウム、極わずかな量のリチウムが合成されたと考えられています。この時には、現在身の回りに存在している様々な元素はまだ合成されません、宇宙初期は水素とヘリウムのガスや、謎の「暗黒物質」だけで占められていたと考えられます。そして「宇宙の暗黒時代」と呼ばれる光り輝く天体が存在しない時代を経て（これが続いた期間も謎）、最初の星が誕生したと考えられています。



図2：惑星状星雲 M97（なゆた望遠鏡 MINT で撮影）

す。水素などのガスが重力によって収縮し、高温・高密度になった中心部で核融合反応が始まると、そのエネルギーで星は輝きだします。これが星の誕生です。重力で縮もうとする力と、中心部から発せられるエネルギーのバランスが取れている星は安定して輝き続けます。この水素の核融合反応は莫大なエネルギーと共にヘリウムを生成します。そして、星の中心部で、エネルギー源である水素がなくなり、ヘリウムばかりになってくると、さらに中心部は収縮し、温度が上がり、今度はヘリウムの核融合反応によって炭素や酸素が合成されます。このようにして、私たちの身体を作っている炭素や酸素は生まれたのです。

星の最期と元素のリサイクル

その後の星の進化と元素の合成は、生まれた星の質量によって大きく異なります。例えば、太陽程度の重さの星は、中心部でヘリウムの核融合反応が起こる段階になると、もう寿命は最期に近くなり、それ以上重い元素はほとんど合成されません。そして重力とのバランスが取れなくなった星は外層が大きく膨らんでいき、宇宙空間にガスを放出していくことになります。その姿を私たちは惑星状星雲として見ることができます（図2）。一方、太陽よりずっと重い星（8倍以上）は中心部での元素の合成がさらに進みます。炭素が反応し、ネオン、マグネシウムと言った元素が合成され、さらに重い星では鉄まで合成が進みます。そして、最も安定な元素である鉄が生成されるとそれ以上反応は進まず、最後は「光分解」と呼ばれる反応によって鉄は一気に分解され、星は大爆発（超新星爆発）を起こします。また、連星系に属する星ではより複雑な反応が起こりますし、太陽より20倍以上重い星はガンマ線バーストと呼ばれる宇宙で最も大規模な爆発現象と関係あるのではないとも言われています。

このように星は生まれた時の質量によって違う一生を歩むこととなり、軽い星は長生きしますが、重い星ほど寿命は短くなり、内部でどこまで元素合成が進むかも質量によります。そして、いずれも最期は合成した元素を宇宙にまき散らしますが、ばらまかれる元素の比率は星によって違ったものになります。ばらまかれた元素は次に生まれる星の素となり、ばらまかれた元素を含む星間ガスから生まれる次の世代の星には、先代の星によって合成された元素が取り込まれます。さらに次の世代の星たちも進化して内部で様々な元素を作り、最後は宇宙にばらまき、と言ったことが何度も繰り返されていきます。宇宙や銀河はこのようにして進化してきたと考えられるのです。

第二世代に初代の痕跡

それでは宇宙で最初に生まれた星はいったいどのような星でしょうか？ 太陽など宇宙の年齢と比べると最近になって生まれたと言える若い星には水素とヘリウム以外の元素（天文業界ではヘリウムより重い元素はすべて金属と呼ぶ）も多く含まれています（もちろん水素やヘリウムに比べれば極わずかです）。一方、上述したように宇宙初期には水素とヘリウムしか存在しなかったため、宇宙で最初に生まれた星には水素とヘリウムしか含まれていないはずで、すなわち、私たちは水素ヘリウム以外の元素が少ない星を探すことで、宇宙初期に誕生した星を探しています。まだ全く金属が含まれない星は見つかりませんが、2005年にはすばる望遠鏡を使って、太陽の25万分の1しか金属が含まれていない星を発見しました。そして、今年2014年にはその星のさらに30分の1以下の金属量である星が発見されています。これらの星にわずかに含まれている元素の比率は、宇宙初期に誕生した星によるものを反映していると考えられるので、これを調べればどの



図3：ばらまかれたガスから生まれた次の星の想像図（画像提供 国立天文台）

ような星によってばらまかれた元素なのか推定することができます。シミュレーションでは、宇宙初期には太陽の百倍以上の星も誕生し、それらがその後の宇宙の進化に影響を与えたとも言われていました。しかしながら、これまでの観測では金属量が極めて少ない星でも、炭素は比較的多く含まれていたことなどから、太陽の数十倍の星によってばらまかれたものである、と考えられ、宇宙初期には太陽の百倍以上の星はもしかしたら存在しなかったのでは？とも言われていました。しかし、今年私たちが発見した星は、金属量こそ極端に少なくはなかったものの、炭素やマグネシウムの比率が少なく、太陽の百倍以上の星が起こす特殊な超新星爆発によるものではないかと思われる星でした。ついに宇宙初期に百倍以上の星が存在した痕跡を発見したのです（図3）。今後さらなる観測やシミュレーションによる研究を進めることで、宇宙最初の星がどんな星だったのか知ることができるでしょう。

（ほんだ さとし・天文科学研究員）

参考文献：

W. Aoki, N. Tominaga, T. C. Beers, S. Honda, Y. S. Lee,
A chemical signature of first-generation very-massive stars
2014 Science Vol. 345 pp. 912-915

月明かりでも 2000 人 スターダスト 2014

鳴沢 真也



8月12日は、ほぼ満月。しかも曇りがちな天候でしたが、おおよそ2000人の参加者がありました。「スターダスト2014 ペルセウス座流星群をみよう」です。今年も午前中から場所取りをする方がいらっしゃいました。

昼間のオープンカレッジは、5つのテーマで開催し、参加者の皆様に喜んでいただきました。

流星の方は、やっぱり、ごくたまにしか見られませんでした。来年は流星が多いという話もありますので、また、ぜひお越し下さい。

(なるさわ しんや・天文科学専門員)



なゆた望遠鏡観望会の整理券を求めて。先頭の方は1時間ほど前から並んでいました



講演会は飯山青海・大阪市立科学館学芸員による「隕石と小惑星とはやぶさ2」。聴講者は120名でした



オープンキャンパスのブース「ながれ星とほうき星」。彗星のモデルを作る高木研究員



子供らに囲まれて。ほしまる君は、いつも人気者

芝生斜面での流星観察。満月の翌日もかわらず、大勢の方に来ていただきました



研究会 Origins 2014 に参加しました

高橋 隼



7月6日から11日まで奈良で行われた「Origins 2014」という国際研究会に参加しました。私は西はりま天文台で行っている地球照の偏光観測についてポスター発表しました。

研究会のテーマは「生命の起源」や「宇宙における生命」。生物系から天文系まで幅広いテーマの発表が行われました。J. I. Lunine 氏（コーネル大学）による「タイタンの生命」についての検討は特に興味深いものでした。タイタンの表面にはメタンの湖があることが確認されています。そこで、「液体があるから生命がいるかも」と言われることもあります。しかし、本当にタイタンの環境で生命活動が可能なのか？、どんな機構が考えられるのか？、具体的に検討した話は聞いたことがありませんでした。Lunine 氏の研究は、生命の入れ物（地球生物では細胞）、エネルギー入手（光合成）、複製（DNA/RNA）という基本的な要素について、タイタンの環境でどのような形態が可能か検討したものでした。まだ結論を出すには早いようですが、3つの要素とも候補となる機構はある



会場の様子。口頭発表は能楽の舞台から

ようです。

「夜更けの討論会」という一日の最後に行われた試みも新鮮でした。これは「生命の定義」「『ハビタブルゾーン』の定義」など様々な意見があるテーマについて、何人かの研究者が壇上で議論をするというものです。予定調和ではなく、侃侃諤諤^{かんかんがくがく}と対立する意見が戦わされました。まだまだこの分野が若くホットであることを示す場面であり、その熱気を存分に感じることができました。



さて、会場の奈良県新公会堂は奈良公園の中にあるので、周りには鹿がたくさん。悠々とした動きで観光客から鹿せんべいをもらう姿は、山を飛び跳ね、野を駆け回る天文台の周りの鹿とはまったく趣の異なるものでした。奈良の鹿の起源と進化についても少し気になりました。

（たかはし じゅん・天文科学研究員）

ポスター発表会場にて。同席した鳴沢専門員に紹介してもらった C. Maccone 氏と議論

注目の話題を解説！

Astro FOCUS

天の川銀河の端はどこ？

高木 悠平

私たちが住む太陽系は天の川銀河の一つの惑星系に過ぎません。天の川銀河には数千億個の星があり、その多くが、銀河を形作る円盤や腕の中にあります。この銀河の円盤の大きさは直径でおおよそ8-10万光年ですが、これよりも外側にあるハローと呼ばれる部分にも星が存在しています。M3などの球状星団もこのハローの中にあります。

ハローにある星を調べることによって、銀河が形成された頃の星形成活動の様子を調べたり、他の矮小銀河との衝突の歴史を紐解くところができるかもしれません。しかし、このような遠い場所にある星は地球から見ると当然とても暗いため、観測は簡単ではありません。これまでに分かっていた天の川銀河の外縁にある星たちまでの距離はおおよそ40-50万光年でしたが、それよりも遠い所に星があったとしても暗すぎて観測することが困難でした。

そこでアメリカのボキャンスキー博士らは、ハワイのマウナケア山にあるイギリス赤外線望遠鏡（UKIRT）で撮影されたデータを解析し、天の川銀河の端にある星を探し始めました。UKIRTでは2005年より赤外線でのサーベイ観測を行っており、これまでに未発見だった暗い星を多く観測できているため、この中に天の川銀河の外縁にある未発見の星が撮影されている可能性があります。

今回の調査でボキャンスキー博士らは、これまで見つかっていたハローの星よりも遠い場所に2つの新しい星を見つけました。ULAS J074417.48+253233.01 と呼ばれる星はおおよそ78万光年、ULAS J001535.72+015549.6 はなんと90万光年の場所にあることが分かりました。天の川銀河の近くにある大マゼラン雲までの距離が15万光年なので、大マゼラン雲よりも5-6倍遠いところにあるということになります。

ボキャンスキー博士らは、これらの星は天の川ができた当時の名残の星である可能性を指摘していて、そうであれば天の川銀河がどのようにしてできたかを知る大きな手掛かりになります。ただこの2つの星がどこからやってきたかを正確に知るためには追加観測が必要であると述べています。今後の調査に期待してみたいと思います。

（たかぎ ゆうへい・天文科学研究員）

スローン・デジタルスカイサーベイで撮影された ULAS J001535.72+015549.6。 (Credit: Sloan Digital Sky Survey)

★3日(日) 観望会で、ソンプレロ銀河の説明をしたら、「メキシコ人のプロレスラーは、ソンプレロ帽をかぶって登場する」とお客様から教えていただく。へえ〜。昨年、読書感想文の課題図書に選定された著書『ぼくが宇宙人をさがす理由』が、最近また読まれているとの情報。嬉しい。

★5日(火) 中学の理科教師の団体に SETI(地球外知的生命探査)の講話。直後にスターダストの全体会議。その後、NHK テレビ『朝イチ』のロケ対応。

★6日(水) 新井研究員、佐用町のケーブルテレビで放送の『キラキラch』のロケ対応。

★7日(木) ひたすらスターダストの準備。会場案内放送原稿を改訂など。

★9日(土) 佐用洪水から5年目。台風11号接近で町の追悼式は中止となる。救援活動の日々を思い出す。

★10日(日) 台風11号赤穂市付近に上陸。佐用町のほぼ上空を通過して北上。天文台の入り口に太い木が倒れて道をふさぐ。二人

がかりでようやく道の脇に移動できたとか。天文台は特に被害無し。

★11日(月) スターダストの準備。職員総出でシカの落とし物拾い。研修室の椅子並べ、プログラムの印刷などが終わって外に出たらカペラ輝く。

★12日(火) スターダスト本番(6ページ参照)。担当者の私は終日、本部テント詰め。

★15日(金) 中日新聞の記者が来台。SETIについて取材。本田研究員はハワイに観測へ。21日まで。

★16日(土) 天文台の近くに落雷。地響き

がしたそう。十数年執筆を続けている『理科年表』、「食連星の推算極小」のページ。来年分の初稿のチェック。

★17日(日) 「ひらめき☆ときめきサイエンス」(高校生実習)。31名参加。19日まで。

★19日(火) スターダスト反省会。観望会でM15。もうそんな季節か。外に出れば「秋の四辺形」。

★22日(金) 今年も JAXA スペースキャンプで講演。長野県の臼田宇宙空間観測所で。

★23日(土) スペースキャンプ2日目。16名の中学・高校生と臼田64mアンテナを用いての送信実験を実行。一方、伊藤センター長は佐賀で講演。

★24日(日) 朝、臼田を出て佐用へ。夜は観望会当番。参加されていた3兄弟、全員が宇宙に関する名前。お母さんが宇宙マニアとか。

★25日(月) 5日にロケがあったNHKテレビ『あさイチ』の放送本番。地球外知的生命の存在の可能性とUFOの正体について解説。ロケ7時間、放送15分。

観望会では、今シーズン初のガーネットスター。

★29日(金) 筆者が神戸新聞に月2回執筆していた随想の最終回が掲載となる。

★31日(日) 今年の8月に筆者が担当した観望会で星が見られたのは片手の指ほど。伊藤センター長は天文台のマネージメントに奮闘、石田副センター長は熱心にアルバイトを指導、圓谷講師は宇宙NOWなどの編集に燃え、高木・高橋・新井・本田・森鼻研究員は、連日の高校生実習などに情熱を注ぎ、田中・木南事務員は窓口対応で、てんやわんや。天気は悪かったけど、皆の心は熱い夏となった天文台。





Come on! 西はりま



皆既月食特別観望会



10月8日、日本全国で皆既月食が見られます。欠けはじめは18時15分頃からで、皆既食が20時前後の50分間、食の終了が21時35分頃となっております。多くの人にとって観察に都合の良い時間帯です。

西はりま天文台では、屋外に幾つかの望遠鏡を準備して、当日お越しいただいた人に皆既月食を観察していただけるようにいたします。望遠鏡で丸い月が欠けて色が変化する様子を眺めてみませんか。

なゆた望遠鏡は月食観望には使いません。なゆた望遠鏡による天体観望は宿泊者のみが対象です。

【日時】 10/8 (水) 18:00 ~ 21:00 申し込み: 不要 参加費: 無料

【場所】 天文台周辺芝生広場

【お問い合わせ】 天文台 0790-82-3886

友の会会員限定オリジナル卓上カレンダーの画像を大募集!

このたび友の会事務局では、友の会会委員様限定でお配りする「オリジナル卓上カレンダー」を制作することになりました。

つきましては来る2015年卓上カレンダーに使用する画像(天体写真、当施設の入った写真)を募集します。採用数は12ヶ月分(12作品)になります。お一人で複数応募が可能です。場合によりましては複数採用いたします。なお採用された方にはカレンダー5部を差し上げます。

このカレンダーは限定非売品になります。友の会会員だけの特典としてお配りします。

一押し画像の応募をお待ちしております。

<応募要領>

☆募集画像

天体写真または当施設の入った写真

オリジナルサイズ(最低でも1600×1200ピクセル)

JPEG形式

☆応募方法

電子メールにファイルを添付してご投稿ください。

件名は「卓上カレンダー画像応募」としてください。

本文に「作品名」と「会員番号・氏名」

宛先: tomonokai@nhao.jp 担当: 木南

☆締切

10月15日(水)

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



10/11

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時：10月11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 750 円 小人 250 円 シーツ代は別途 250 円 ※朝食の申し込みは不可
 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4日（土）

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	()		

11/8

第147回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時：11月8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
 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「Nov」に）
 締切：グループ棟泊、日帰り 11月 1日（土）
 家族棟宿泊 10月11日（土）

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。

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。



10月のみどころ

火星と土星は舞台から去り、惑星と言え、うお座に天王星、みずがめ座に海王星が居ます。しかし、どちらも肉眼で探すのにはつらいですし、拡大しても模様が見えるようなものではありません。公開天文台の大きな望遠鏡を使って眺めてみてください。色のついた小さな粒を確かめることができます。

今月号の表紙

「朝霧に浮かぶ」

写真は今年の5月28日に佐用町在住の小原 明さんがラジコンヘリ（ドローン）を使って空撮したものです。夏を挟んで、西はりま天文台のある大撫山はちょうど朝霧の季節です。春は新緑と朝霧、秋も深まれば紅葉と朝霧のコントラストが楽しめます。