

宇宙NOW

No.238
2010

1

Monthly News on Astronomy from NHAO



おもしろ天文学：巨大電波望遠鏡『ALMA』で観る宇宙の姿（前編）
from 西はりま：10年目の「キャンドルナイト」

アストロフォーカス：明らかになった太陽風の吹き出し口
太陽のそっくりさんにも系外惑星

佐藤 友美
圓谷 文明
時政 典孝
松田 健太郎



佐用町台風9号災害のご支援御礼

師走の候を迎え、佐用町の代表的な風物詩である大撫山からの雲海もひととき色濃く、冷気の中にふるさとの野山を包んでいます。

佐用町では去る8月9日台風9号による未曾有の大水害に見舞われ、一瞬にして尊い18名の人命を奪われ、今なお2名の行方不明者を残すという悲惨な人的被害、約1,800棟に及ぶ家屋被害、先祖伝来の農地や自然環境の基盤となる山林里山の崩壊など想像を絶する大災害を経験することになりました。

この被災に対し、直ちに全国各地から駆けつけていただいた1万7千人にも及ぶボランティアの皆さんの懸命な奉仕作業、連日のように寄せられた多くの救援の物資により、被災者の皆さんの緊急生活を確保することができました。

また、ともに寄せられた心温まる激励の言葉やメッセージは、被災者のみならず2万の全佐用町民に大きな勇気と希望を与えて下さいました。

あれから早4か月が経過し、全国の善意あふれる皆さまのお力添えにより、ようやく復興への兆しを見せ始めてはおりますが、完全復興までにはまだまだ道程も遠く、多くの新たな課題も抱いております。

再び繰り返すことのない災害に強い町づくり、自然の美しさを誇る「ふるさと佐用」の再生を目標として、創造的復興に全町を挙げて取り組んでいく所存でございます。

多くのご支援に対して、本来であれば早速拝眉のうえ御礼を申し上げるのが本意でございますが、今なお復興の取り組み途上でありますので、大変失礼かとは存じますが、書面での御礼に代えさせていただきます。

今後の皆様方の益々のご多幸とご発展をお祈りし、御礼とさせていただきます。

平成21年12月

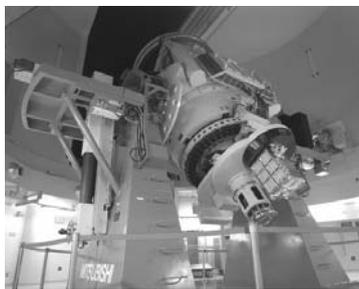
兵庫県佐用町長

庵 盗 典 章

おもしろく天文学

巨大電波望遠鏡「ALMA」 で観る宇宙の姿（前編）

佐藤 友美



45m パラボラアンテナを用いた単一電波望遠鏡（右：NRO 提供）と口径2m 鏡を用いた光学・赤外線望遠鏡（上）



☆ 「電波望遠鏡」って何だろう？

みなさんは、「望遠鏡」と聞いてどんなものを連想しますか？西はりま天文台の「なゆた望遠鏡」のように「鏡」で光を集めるものや「レンズ」を使って光を集めるものを思い浮かべる方が多いのではないのでしょうか？でも実は「望遠鏡」にはいろいろな種類があり、宇宙空間の何を観測対象に選ぶかによって、研究者は望遠鏡を使い分けています。

今回ご紹介するのは、宇宙からやって来る「電波」を観測するための「電波望遠鏡」です。「電波」

というテレビやラジオ、携帯電話など電化製品から発せられる人工的な電波の方が、みなさんにはなじみ深いでしょうか？でも、宇宙からも「電波」は届いているんです。

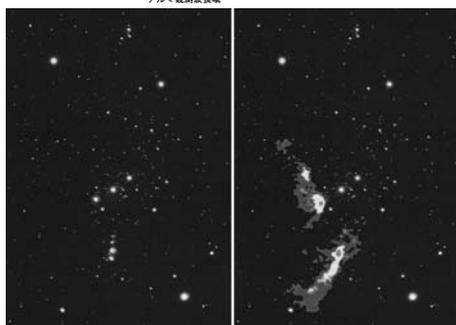
☆ 宇宙から届く電磁波

宇宙からは様々な種類の「電磁波」がやって来ます。電磁波は、波長の長い方から電波、赤外線、可視光、紫外線、X線、ガンマ線と区分されています。20世紀後半以降の観測天文学では、それぞれの波長区分ごとに望遠鏡が作られています。波長によって、見える（知ることのできる）宇宙からの情報が違うためです。大部分の電磁波は、地球を取り囲む大気によって遮られるので地上には届きませんが、可視光と一部の赤外線、電波は地上に望遠鏡を設置して観測することができます（ガンマ線やX線、紫外線の望遠鏡は宇宙空間にあります）。そのため、世界中に「光学・赤外線望遠鏡」や「電波望遠鏡」が建設されているのです。

☆ 「電波望遠鏡」で何が見える？

私たちが普段、空を見上げて目で見ることで見られる星明かりは、波長が400〜700ナノメートルくらいの「可視光」です。口径2メートル鏡を持つ「なゆた望遠鏡」は、可視光や一部の赤外線を

ALMA で観測できる波長域（上：NAOJ）とオリオン座を可視光と電波で観た時の比較（右：NRO）。電波で見ると星が生まれるときの材料になるガスのかたまりが2つあることがわかります

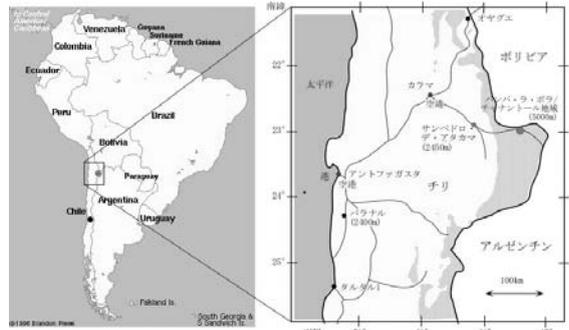


電波														
波長	3kHz	30kHz	300kHz	3MHz	30MHz	300MHz	3GHz	30GHz	300GHz	3THz				
波長	100km	10km	1km	100m	10m	1m	10cm	1cm	1mm	0.1mm	0.7μm			
電波の名称	超長波	長波	中波	短波	超短波	極超短波	マイクロ波	ミリ波	サブミリ波	赤外線	可視光	紫外線	X線	ガンマ線

ALMA観測波長域



専用台車に乗せられて標高 2900m の山麓施設から 5000m の山頂施設に到着したアンテナ (ALMA/NAOJ 提供)



ALMA の建設予定地。南半球の南米チリに建設しています

観測することができる「光学・赤外線望遠鏡」です。一方、「宇宙から届く電波」は「可視光」よりも波長が長く 10 \sim 0.1 ミリです。「電波」は私たちの目には見えませんが、宇宙からの電波をとらえることができる「電波望遠鏡」で観測すると、星が生まれるときの材料なる「冷たい星間ガス」の様子を詳しく調べることができます。星間ガスに混ざっている塵粒子(1 ミクロン)よりも電波は波長が長いので、塵粒子の吸収を受けずに見通すことができます(星は生まれると光や赤外線を出すので、

光学・赤外線望遠鏡で観測できません)。

☆ 巨大電波望遠鏡「ALMA」

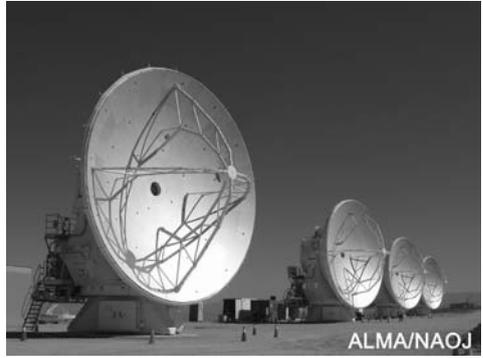
現在、日本、アメリカ、ヨーロッパが協力して、南米のチリ北部アタカマ砂漠にあるチャナンツール高原(標高 5000 メートル)に「ALMA: アルマ」(Atacama Large Millimeter/submillimeter Array の略)アタカマ大型ミリ波・サブミリ波干渉計」という巨大電波望遠鏡を建設しています。ALMA の何がどのように巨大なのかというと、望遠鏡の口径が巨大なので

す。
ALMA は、パラボラアンテナを 80 台組み合わせた「干渉計方式」の巨大電波望遠鏡です。直径が 12 メートルのアンテナが 64 台と、ACA (Atacama Compact Array = アタカマコンパクトアレイと呼ばれる直径 12 メートルアンテナ 4 台と直径 7 メートルアンテナ 12 台) 16 台から構成され、波長が 9.6 ミリ(周波数 31.3 GHz) \sim 0.3 ミリ(周

波数 950 GHz)まで、将来的には 10 種類の受信機がこれらのアンテナに搭載されます。

☆ なぜ巨大な電波望遠鏡が必要なの？

望遠鏡が星空の細かいものを見分けられる能力を「分解能」と言いますが、分解能は、「観測波長 \div 望遠鏡の口径」で決まります。電波は、可視光に比べると波長が長いので、分解能を上げるためには大きな望遠鏡を作る必要があります。大きな単一パラボラアンテナを作るには技術的な限界があります。そこで、大きな望遠鏡を作り出す工夫として考案されたのが、「電波干渉計」という方法です。ひとつの大きなアンテナの代わりに、小さなアンテナを広い範囲に様々に配置することで大きな望遠鏡に匹敵する分解能を作り上げるのです。
ALMA は、アンテナの間隔を最大 18.5 キロまで広げること、直径 18.5 キロの電波望遠鏡に相当する分解能(0.01 秒角)



日本が製作している 12m の ALMA アンテナ

を得ることができます。これは、すばる望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡の10倍の分解能にも相当し、例えば400キロ先にある一円玉も見分けられる分解能になります。

☆「ALMA」の建設されている場所

ALMAでは、宇宙からやって来る「ミリ波」と「サブミリ波」と呼ばれる波長域(10〜0.3ミリ)を観測しますが、このミリ波やサブミリ波は、地球の大気中に含ま

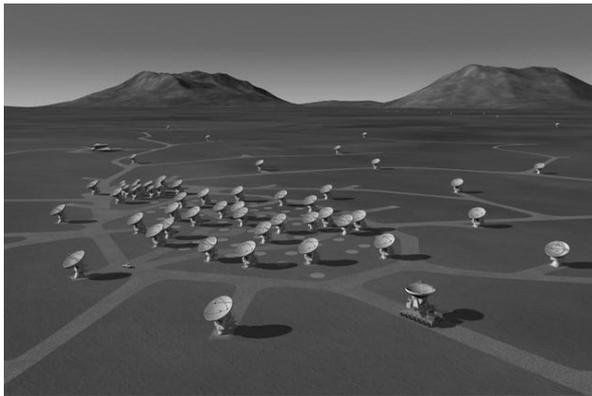
れる酸素分子や水蒸気に吸収されやすいという性質があります。特にサブミリ波は、水蒸気による吸収が大きいので、水蒸気の量が減る、標高が高く乾燥した場所か、気温がとも低い場所が適します。また、ALMAのように広い範囲に望遠鏡を配置するためには、土地が広くて平坦である必要があります。

そこで研究者は、建設地に適した世界中の候補地を一つ一つ調査しました。その結果選ばれたのが、南米チリ北部アタカマ砂漠にある標高5000メートルのチャナンートル高原だったのです。チャナンートル高原は、年間降水量が100ミリ以下で天文学にとって理想的な環境ですが、酸素量が海拔0メートルの場所に比べて半分しかなく、人間にとっては過酷な環境です。

そこで、望遠鏡が設置されている標高5000メートルの山頂施設(AOS: Array Operations Site)の他に、アンテナの組み立てや性能試験、メンテナンス等の運用支援は、標高2900メートルにあ

る山麓施設(OSF: Operations Support Facilities)で行い、専用移動台車(トランスポーター)でAOSに運ばれます。また、チリの首都サンチャゴには、ALMAの本部(日米欧の合同オフィス)があります。

将来的には観測者は直接AOSには行かずに、日米欧にそれぞれ設置される地域センター(ARC: ALMA Regional Center)から



ALMAの完成予想図。専用移動台車を用いてアンテナの配置を変えることができます。運用時には研究目的に最適なアンテナの配置で観測が行われます(ALMA/ESO/NAOJ/NRAO提供)

観測をしてデータを得ます。こうすることで、観測地までの移動時間(日本からは飛行機を乗り継いで36時間かかります)や旅費、観測者にかかる労力の負担を軽減することができます。

* 次回後編では、「ALMA」観測所の様子を詳しくご紹介します。

(ちとつともみ／嘱託研究員)

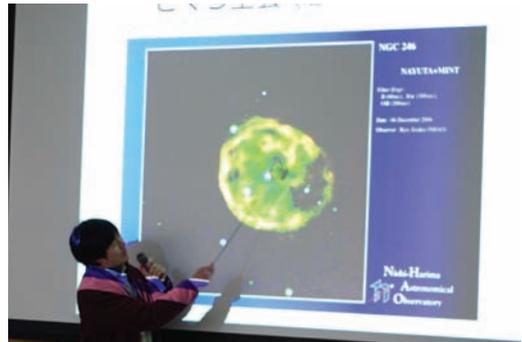
10年目を迎えた「キャンドルナイト」



圓谷 文明

PM5:00 今年も灯った10年目のキャンドルたち。今年は250本ほど用意した。この時点では曇り空

今年も23日にキャンドルナイト（冬の大観望会）が行われました。2000年に初めてキャンドルを実施して今回が10年目になります。その後2003年に「100万人のキャンドルナイト」という全国的な運動も始まって、2004年から賛同イベントとして登録しています。例年、音楽（真空管オーディオ）や映画、小講演と観望会の複合企画ですが、今年はアコースティックコンサートを実施しました。やはり楽器の生音で聴く音楽はすてきでした。（つむらやふみあき／主幹研究員）



PM2:00 天文講演会。星の誕生と進化について語る坂元研究員



天文台北館ミュージアムショップも大盛況。冷えた体を暖めるお汁粉も配られました



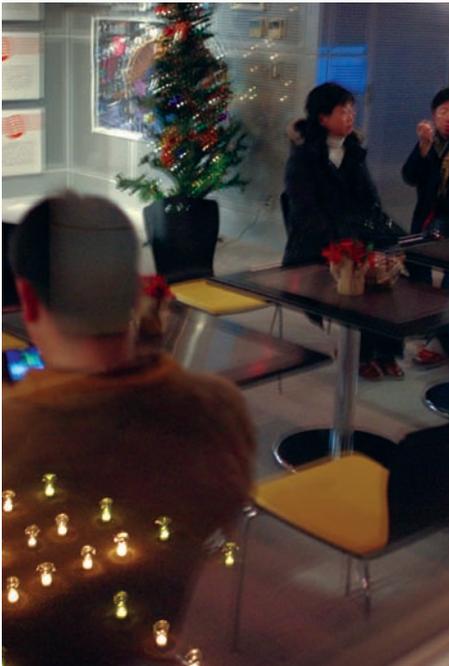
PM6:00 オカリナを中心としたアコースティックバンド「PATATA」のコンサート風景



from 西はりま. . .



PM8:00 観望会の時間には不安だった天気も回復。150人近いお客さまに星空にキャンドル、くつろいだスローライフを満喫していただきました





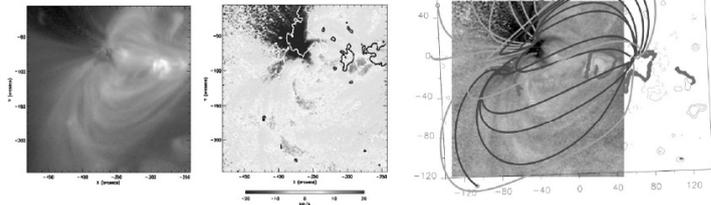
「明らかになった太陽風の吹き出し口」

時政 典孝

最近では太陽活動が穏やかでなかなか黒点が出ないとお聞きになった方も多いことでしょう。ここ数ヶ月、少しずつ黒点が現れるようになってきました。ところで、北極や南極で観察されるオーロラは太陽活動と関係あることはご存知でしょうか。オーロラは太陽からの電気の粒の流れ、太陽風によって発生します。太陽風が太陽のどこから吹き出しているのかが明らかにされつつあることを、宇宙NOW 215号と218号で紹介しました。今回はその続きの研究成果のお話です。

今回明らかになったのは、吹き出しているところが、黒点などのある活動領域の端に存在した磁場の分岐面であったということです。磁場の分岐面とは、N極とS極の磁場が隣り合う境目のところを指します。この磁場の分岐面は、磁力線のつながりかえである磁気リコネクションの発生しやすい場所です。太陽フレアなどさまざまな太陽活動の原動力が磁気リコネクションであることが分かって

きていますが、地球へ届く太陽風の原動力も磁気リコネクションである可能性が高くなってきました。



太陽風の吹き出しが明らかになった磁気境界面（一番右の図の太線）、中央は太陽面の磁場の様子、左はコロナの様子。D. Baker et al 2009 ApJ 705 926-935 より

「太陽のそっくりさんにも系外惑星」

松田 健太郎

最近では新しい系外惑星発見のニュースも珍しくなくなりましたが、その中にはわくわくするようなものもまだまだあります。今回新たに発見が報告された惑星は4つ。おとめ座61星の周囲に3つ、てんびん座23星の周囲に1つです。おとめ座61星もてんびん座23星も、質量が太陽とほぼ同じ、温度も太陽より僅かに低いだけで、太陽とそっくりの星です。おとめ座61星の3惑星の中には、その質量から地球と同じ岩石惑星の可能性のあるものが含まれます。また、てんびん座23星では2006年に続く2度目の惑星発見で、こちらは木星型惑星ですが、公転周期が木星に近く、我々の太陽系と似た振る舞いをする太陽系が形成される可能性を示唆するものです。系外の太陽系にも様々な性質のものが見付かり、我々の太陽系と共通する部分の発見も増えてきました。遠からず地球型の生命が生存可能な惑星が見付かる期待が、また高まりそうです。



DSSによるおとめ座61星（左）とてんびん座23星（右）の画像 提供: SkyView, NASA

▼1日(火) 今年度最後の自然学
校観望会。新型インフルエンザ
の影響で12月までずれ込んだ。
先生方は大変な想いをされたと
思う。それでも自然学校が実施
されたことは本当に喜ばしい。

▼3日(木) 鳴沢研究員、神戸新
聞からSETI関係の取材を受
ける。全国同時SETIの興奮、
まだまだ冷めやらず。

▼5日(土) 世界天文年グランド
ファイナーレ初日に、黒田、石田、
佐藤、丹羽、田村、斉藤、坂元
が兵庫県公館へ。この日は公認
イベントに関わった関係者が集
い、シンポジウムを中心に意見
交換などがおこなわれた。

▼6日(日) グランドファイナーレ2
日目に、黒田、松田、前野、佐
藤、竹内、梶本、坂元、そして
友の会の松井さん、ほしまる君
が出勤。会場を兵庫県中央労働
センターに移して、一般市民を
対象としたイベントとして開催。
プラネタリウム、3Dシアター、
工作教室などが催され、700
名もの参加者があった。坂元は
竹内推進員、松井さんと共に企
画した「宇宙を駆け抜けるト
クショー」を実施。7名もの
有名天文関係者からなる超豪華

トークショーとなった。参加者
も多く満足。夜は近隣の小学校
で観望会。こちらも多くの団体
が参加してにぎやか。天文台で
は九州大学、山岡さんのグルー
プと、圓谷、鳴沢両研究員が共
同研究観測。

▼10日(木) 災害復興と一緒に行
動した教育委員会と天文台公園
の合同忘年会。鳴沢研究員と私
は観望会対応で不参加。残念。



▼12日(土) 松田研究員、新婚旅
行に旅立つ。気をつけてね！

私は三木ホースランドパークで
おこなわれるKSS主催の観望
会の場をかりて、はりま宇宙講
座の実技試験に。気温は低くな
かったが、それでも夜は冷える。
▼13日(日) はりま宇宙講座「星
の文化に親しむ」が加古川市立
少年自然の家で実施される。講

師は黒田園長。午前・午後と2
講義。夕刻からは前野研究員と
自然の家スタッフ、案内人らに
より、講座の実技試験を実施。

▼14日(月) 天文台公園の忘年会。
今年からあらたに仲間に加わっ
た推進員のみなさんの歓迎会も
兼ねてボーリング大会。私は娘
の新型インフルエンザ予防接種
のため、不参加。残念。

▼15日(火) 今年のNHAO@サ
イトプログラムがスタート！
なゆた望遠鏡のトラブルによ
り、2ヶ月遅れの開始となった。
今週は日本スペースガード協会
の坂本強さんが登場。

▼16日(水) 鳴沢研究員、3冊目
の著書「宇宙から来た72秒のシ
グナル」出版。

▼18日(金) 全国同時SETIの
観測結果記者会見。一般市民
からも記者会見について問い合
わせの電話があった。金曜日は
@サイト公開観測日。兵庫県立
大学附属高校の生徒たち10名以
上に参加。熱心な生徒2名が1
時過ぎまで観測につきあう。坂
本さんと進路などいろいろ話を
していた様子でほのぼの。天気
も良く、観測はバッチリ！終
了は朝の7時となった。

▼20日(日) はりま宇宙講座「プ
ラネタリウムを使ってみよう」
を明石科学館で開催。前野研究
員が出席。

▼21日(月) 本日より、神戸大学
のグループが60センチ望遠鏡に
独自装置を取り付け観測。丹羽
研究員が対応。この装置は数年
前になゆた望遠鏡に取り付けら
れて試験されたコロナグラフ観
測装置の改良版。

▼22日(火) ワシントンポストに
全国同時SETI、通称「さざ
んか計画」の記事が掲載される。
▼23日(水) 冬の大観望会。整理
券は145番まで発券。オカリ
ナコンサートも好評。ほしまる
君はもちろん、サンタまで出現
した。キャンドルナイト10年目
にしてキャンドルホルダー風防
パーツを投入。乱流発生を抑え
る優れもので圓谷研究員考案。
閉園し職員が帰宅する時刻に
なっても灯火は消えなかった。

▼26日(土) 近赤外線カメラの調
整試験観測のため、JAXAの
上水氏、ソウル大学の石黒氏が
来台。28日までおこなわれる予
定。圓谷、丹羽、坂元で装置交換。
VTOSは中三階へおいてメン
テナンスモードに。

書籍案内

「宇宙から来た72秒のシグナル」

著者：鳴沢 真也（主任研究員）

KK ベストセラーズ

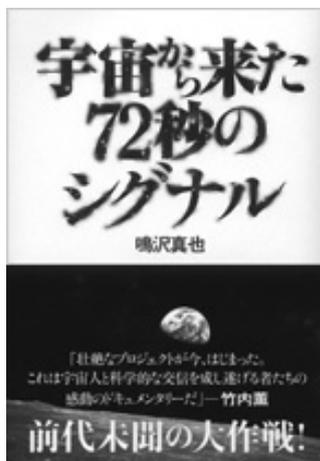
ISBN：978-4584132104

¥1,500 + 消費税

西はりま天文台の鳴沢研究員によるドキュメンタリー。

1977年8月、一人の科学者が電波信号を受信した。周波数、バンド幅とも人類が通信に利用するそれとは異なり、人工衛星、惑星探査機の存在などを考慮してもおかしな信号であった。彼は興奮のあまり手元の観測結果に「Wow!」と書きなぐった。その後の“META計画”でも、5つもの不可思議な信号が受信された。これらの信号の謎は今も解き明かされてはいない。

2009年11月、これらの信号を再受信・検証すべく全国30もの天文台・無線局が集結した。全国同時SETI観測実験『さざんか計画』である。まさしく世界初。しかし、その前には大きな困難が立ちはだかっていた。



12月のおおなで☆便り 園長 黒田 武彦

- 2日、姫路獨協大学で初めての講義。この大学で宇宙の話も初めてだろう。
- 3日、第32回佐用町議会定例会開会。
- 4日、明日から県公館で始まる世界天文年グランドフィナーレの会場準備に神戸へ。
- 5日、世界天文年グランドフィナーレ、海部日本委員会会長挨拶や井戸県知事挨拶、感謝状贈呈や表彰式、座談会、シンポジウムなどがあり、大会宣言で来年以降も活動継続を謳う。華を添えてくれたのがアクアマリンの歌。夜は黒田の進行で懇親会。
- 6日、佐用町の台風9号災害の慰霊祭だが、年度始めに日程が決まっていたホスト役であるグランドフィナーレの2日目。中央労働センターでのイベントは700名ほどの参加者で賑わう。
- 7・9日、佐用町議会一般質問。
- 10日、議会本会議。夜、佐用町教育委員会と合同忘年会。
- 13日、はりま宇宙講座（星のソムリエ）で加古川少年自然の家へ。午前、午後3時間ずつ「星の文化に親しむ」を講義。夜、高校教科書編集会議。
- 14日、終日、高校教科書編集会議。
- 16日、野外活動指導員研修会で淡路へ。線香の産地とあって、お香作り体験。
- 17日、県立大学日食クルーズがクルーズオブザイヤーの優秀賞に選ばれ、東京での表彰式に出席。
- 18日、県立大自然研教授会と忘年会（豊岡）。
- 19日、恐怖の積雪の中をノーマルタイヤで豊岡から戻り、午後の天文楽セミナーと夜の観測デーを行う。
- 23日、冬の大観望会、オカリナ演奏は初めてで感動的。
- 28日、仕事納め。楽しい事、辛い事の入り混じった一年に幕。



天文台インフォメーション

#は友の会会員のみなさんだけへのお知らせです。

宇宙 NOW オンライン版

<http://www.nhao.go.jp/nhao/misc/now.html>

第 119 回 友の会例会

日時：3月13日(土) 18:30(受付)

～翌朝

費用：宿泊 大人 500円 子供 250円
および シーツ代 250円/1枚
朝食 500円(希望者)

申込方法：申込表(下表)を参考に

電話：0790-82-3886、FAX：0790-82-2258

e-mail：Subjectに「Mar」と記入し、

アドレス「reikai@nhao.go.jp」へ

申込締切：家族棟(別途料金要)2月13日(土)

グループ棟泊、日帰り2月27日(土)

◎テーマ別観望会

未定：次号でお知らせします

例会参加申込表

会員 No.	氏名		
宿泊棟	家族用ロッジ	グループ用ロッジ	
	大人	子ども	合計
参加人数	()	()	()
宿泊人数	()	()	()
シーツ数	()	()	()
朝食数	()	()	()
部屋割	男 ()	女 ()	家族 ()
グループ別観望会の希望コース	()		

※ 家族棟の申込締切が早くなりました。

昼間の星と太陽の観察会

日時：1月24日、31日

2月7日、11日(祝)、14日

11:00～12:00、13:30～14:30、

15:30～16:30

場所：天文台北館

参加無料、申し込み不要

内容：お昼にも望遠鏡を使えば、十分に天体を観察することができます。60センチ望遠鏡を使って昼間に見える1等星



をご案内いたします。また、太陽観察専用の望遠鏡を使って太陽観察を行います。

惑星を全部見よう(一般観望会)

日時：1月24日(日)、31日(日)

場所：天文台南館 参加費無料

内容：1年のシリーズを通して太陽系の全ての惑星を観望します。最終回となる第3回目は火星を観望します。火星はおよそ2年2ヶ月に一度、地球との距離が近くなります。2010年1月28日が今回の最接近となり、距離1億km、-1.2等級でシリウスに次ぐ明るさとなっています。先着100名様に記念シールをプレゼント。

長寿星を見よう(一般観望会)

日時：2月21日(日)、28日(日)

場所：天文台南館 参加費無料

内容：2月中旬から3月上旬は、りゅうこつ座のカノープスを観望会の時間帯に見ることができます。日本からは南の空の低いところに輝くので、なかなか見るチャンスがなく、見ることができると長生きできると親しまれています。うまく見つけられるでしょうか？

黒田園長の「天文楽セミナー」

日時：2月20日(土) 15:00～16:00

場所：天文台南館スタディールーム

参加無料、申し込み不要

内容：黒田園長定年までのロングラン講義。楽しくて、ちょっとためになる話題を提供します。今回のお題は？

友の会観測デー

日時：2月20日(土) 19:00～

場所：天文台北館4F 観測室

要宿泊代、友の会会員限定(要予約20名)

内容：友の会会員の皆様限定の観測会です。60cm望遠鏡を利用して天体観望や写真撮影など、様々な内容を企画してチャレンジしています。

編集後記

あけましておめでとうございます。昨年は皆既日食に世界天文年も重なって、国内はちょっとした天体ブームになりました。一過性のものにならぬよう今年もがんばります。

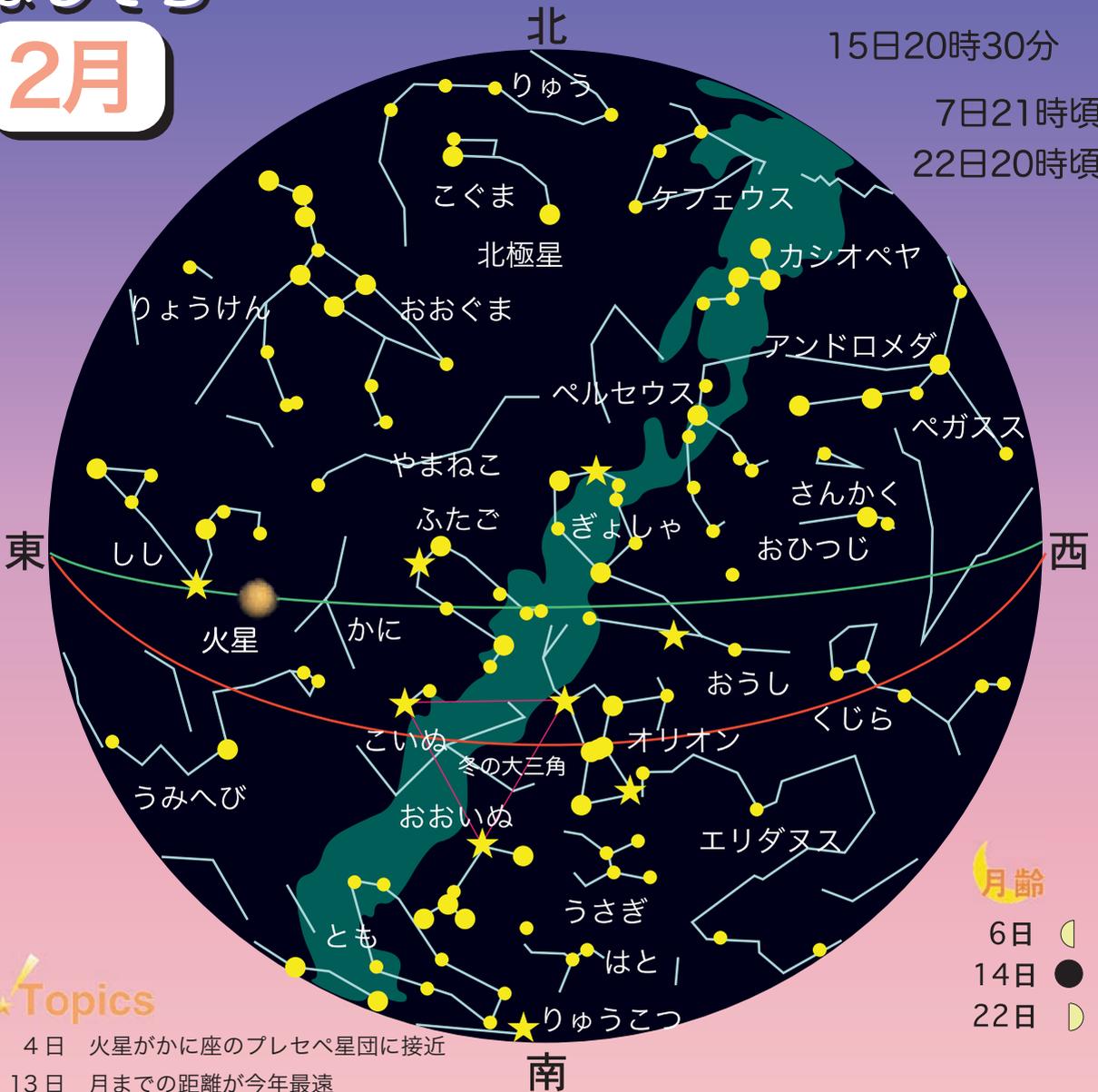
主幹研究員/圓谷 文明

ほしぞら

2月

15日20時30分

7日21時頃
22日20時頃



月齢

6日 ☾

14日 ●

22日 ☽

★Topics

- 4日 火星がかに座のプレセペ星団に接近
- 13日 月までの距離が今年最遠
- 18日 カシオペア座 RZ 星の明るさ極小

表紙の説明

10年目を迎えたキャンドルナイトは不安な天気の下で始まりましたが、日が暮れると一転、見事な星空が広がりました。天文台の周囲には思い思いに星空を見上げる人たち。最後は幻想的な霧も出て、定着した冬のキャンドルナイト。来年も企画を練って、ゆつたりとお過ごしただけするようにがんばります。

(撮影：竹内裕美さん友の会会員)

今月のみどころ

1月28日に最接近の火星が明るく見えます。観望会の対象としてはむしろ2月が見ごろと言えるかもしれません。視直径は木星の半分ほどになつてしましますが、なゆた望遠鏡なら詳しく表面の観察ができます。

オリオン星雲やエスキモー星雲、h星団といった星雲星団は月のない初旬から中旬が絶好です。

また縁起物のカノーパスが観望会中に南中します。21日と28日にはカノーパスをメインにした一般観望会を開催します。見つけるのに自信のない方におすすです。