

自然科学研究機構



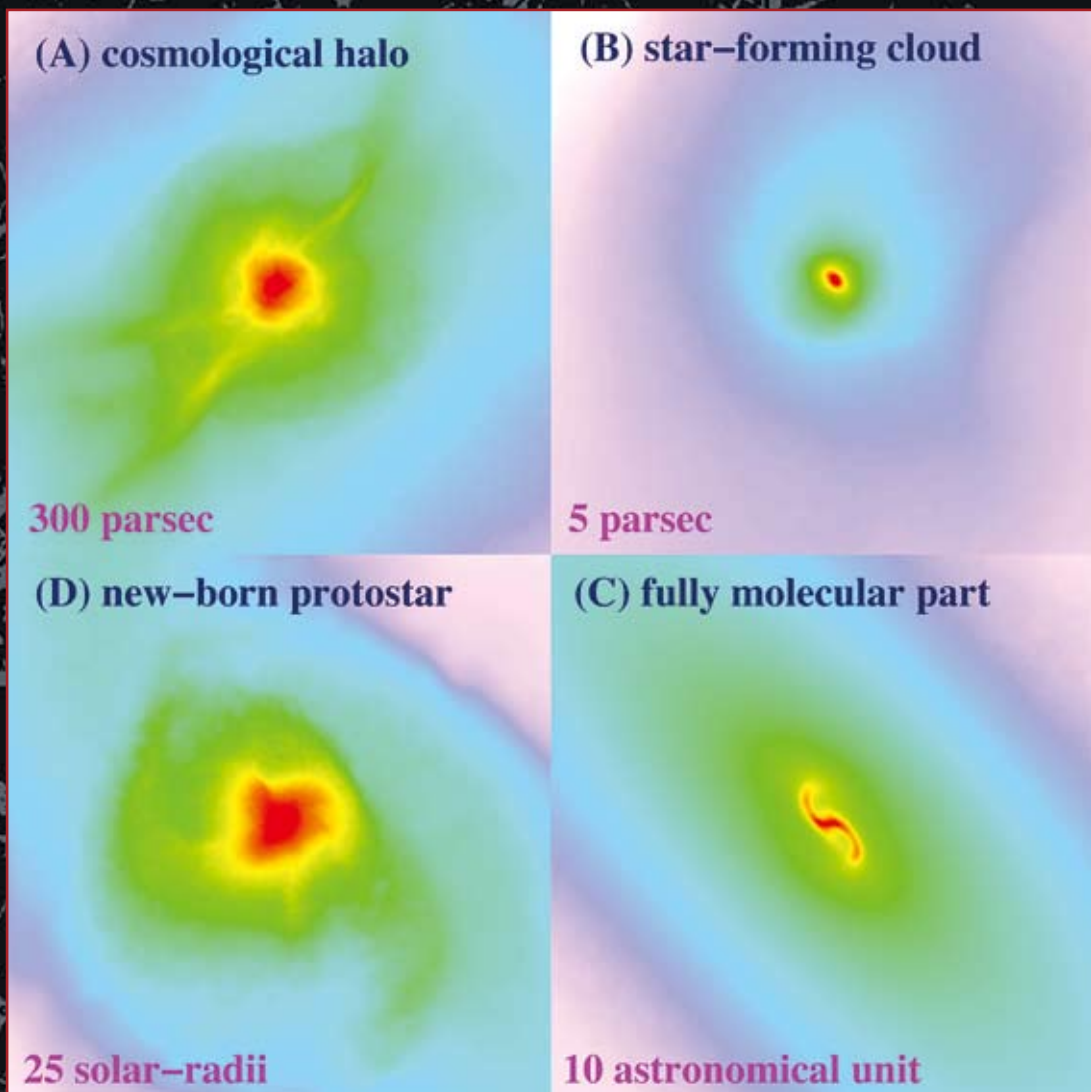
# 国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2008年9月1日 No.182

## ファーストスター誕生

～数値シミュレーションが明かす宇宙最初の星形成～

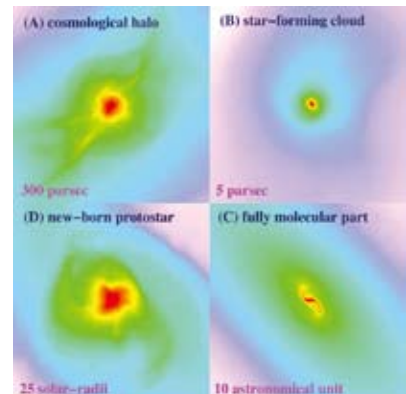


- 2008年度「すばる観測研究体験企画」報告
- 第3回「自然科学研究機構技術研究会」報告
- 「いわて銀河フェスタ 2008」報告
- 「君が天文学者になる4日間」報告
- 「夏休みジュニア天文教室 2008」報告
- 「スター・ウィーク 2008」報告

2008

9

■ 表紙	1
■ 国立天文台カレンダー	2
■ 研究トピックス	
● ファーストスター誕生 ～数値シミュレーションが明かす宇宙最初の星形成～	3
■ お知らせ	
2008年度「すばる観測研究体験企画」報告	4
第3回「自然科学研究機構技術研究会」報告	6
「いわて銀河フェスタ2008」報告	7
● 天文台 Watching 第28回—柴崎清登さん 壮観！ アンテナがずらり84台 太陽電波観測のメッカで新たな理論を！	8
「君が天文学者になる4日間」報告	10
「夏休みジュニア天文教室2008」報告	11
「スター・ウィーク2008」報告	13
● 連載コラム	
アタカマ便り～アンデスの風④～ 石黒正人(JAO)	14
● 国立天文台「天文学振興募金」へのご支援お願い	13
● 三鷹地区特別公開2008のお知らせ	13
● 人事異動	15
● 編集後記	15
■ シリーズ 国立天文台観測装置名鑑 06 野辺山電波ヘリオグラフ 柴崎清登	16



● 表紙画像  
宇宙最初の原始星形成の数値シミュレーション。赤方偏移は  $z=14$  で、宇宙誕生 3 億年後に相当する。パネル A から D へズームアップしている。D が原始星に対応する。密度分布が色スケールで示されている。(Yoshida, Omukai, Hernquist 2008 より)

背景星図：千葉市立郷土博物館 提供

## 国立天文台カレンダー

2008年

### ■ 8月

- 1日(金)～7日(木) スターウィーク 2008
- 3日(日) いわて銀河フェスタ 2008(水沢地区特別公開)
- 4日(月)～8日(金) 電波天文観測実習(野辺山宇宙電波観測所)
- 9日(土) 八重山高原星物語(鹿児島県薩摩川内市)
- 9日(土)～10日(日) 南の島の星まつり 2008(沖縄県石垣市)
- 16日(土) 第20回 ALMA 公開講演会(京都府木津川市加茂プラネタリウム館)
- 19日(火)～20日(水) 岡山ユーザーズミーティング
- 21日(木)～22日(金) 光赤天連シンポジウム
- 22日(金) 電波専門委員会
- 23日(土) 野辺山観測所特別公開
- 30日(土) 岡山天体物理観測所特別公開

### ■ 9月

- 2日(火) 太陽天体プラズマ専門委員会
- 3日(水)～5日(金) 第28回天文学に関する技術シンポジウム(長野県松本市)
- 11日(木)～13日(土) 日本天文学会秋季年会(岡山理科大学)
- 13日(土)～15日(月・祝) 宇宙の日ふれあいフェスティバル(徳島県阿南市)
- 18日(木) 総合研究大学院大学物理科学研究科教授会
- 19日(金) 平成20年度第11回「科学記者のための天文学レクチャー」
- 20日(土) アストロノミー・パブ(三鷹ネットワーク大学)
- 22日(月) 運営会議
- 23日(火・祝) 第6回自然科学研究機構シンポジウム(東京国際フォーラム)  
「星月夜のコンサート」～ライトダウン in あさくち～(岡山県浅口市)
- 24日(水) 総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議
- 30日(火) 理論・計算機専門委員会

### ■ 10月

- 8日(水) 教授会議
- 11日(土) 岡山天体物理観測所「秋の特別観望会」  
まなびピアふくしま参加事業「公開講演会」(郡山市ふれあい科学館)
- 15日(水) 総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議
- 25日(土) 三鷹地区特別公開
- 28日(火) 研究交流委員会



社会教育用50cm望遠鏡(三鷹キャンパス) 切り絵/小栗順子

研究  
トピックス  
TOPICS

ファーストスター誕生  
～数値シミュレーションが明かす宇宙最初の星形成～

大向一行 (理論研究部)



●はじめに

宇宙は熱い火の玉から誕生したというビッグバン宇宙論と重力不安定性による構造形成理論は、既に疑うもののほとんどいない定説となっています。そこでは、宇宙が膨張と共に冷えていく過程で、いろんな天体が形成、進化を繰り返し、現在見るような宇宙が形作られたとされています。また宇宙マイクロ波背景放射(CMB)をはじめとする観測により、構造形成の初期条件である宇宙の統計的性質がほぼ明らかになりました。そこで、現在、この初期条件を用いて計算機上で天体をつくるという試みが活発になされています。今回、東京大学の吉田直紀さんを中心とした我々のグループでは、こうした初期条件から初めてダークマターと水素・ヘリウムからなる始原ガスの進化をシミュレーションし、世界に先駆けて、宇宙最初の星の形成まで到達することに成功しました(図1)。その結果を以下に紹介します。

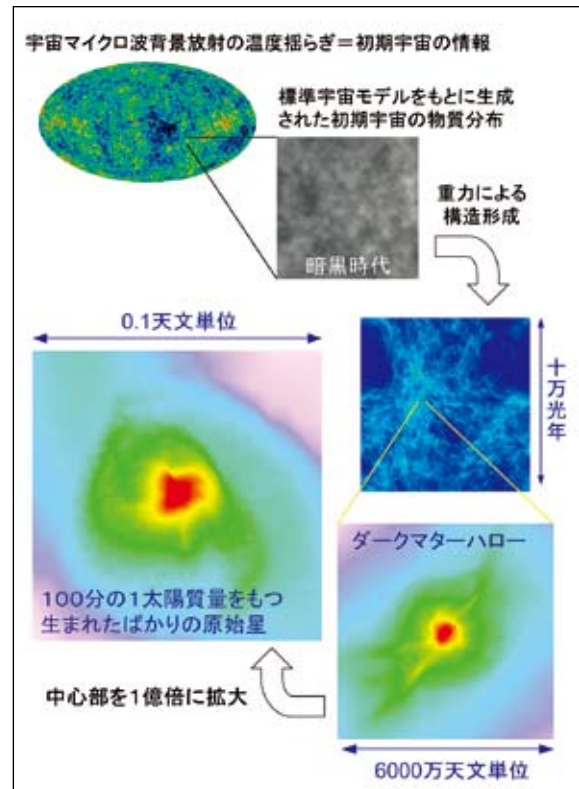


図1 今回の研究の概要解説 (吉田直紀氏提供)

●初代星の形成

現在標準的な冷たい暗黒物質による構造形成シナリオでは、小さな原始銀河が先に誕生します。このように小さな天体中では弱い重力のために、集められたガスが受けるショックも弱く、温度がそれほど上がりません。到達した温度が約1000K以下の時は、輻射によるエネルギー散逸がほとんど起こらず、ガスは収縮できないのですが、暗黒物質も含めた全体の質量が数十万太陽質量を超えると温度も1000K以上になって、この場合には水素分子による冷却が可能となります。このように始原ガスの進化においては水素分子が重要な役割を果たします。そこで始原ガス雲から星が形成される過程を計算するためには、化学反応を解いて水素分子の形成を追いながら、それからの輻射冷却を見積もる必要があります。うまく雲の収縮が進んで、より高密度となると、まずは水素分子の輝線に対して、さらには水素分子の衝突誘起放射という連続波輻射に対して光学的に厚くなります。

そのときには輻射輸送の効果も正しく取り込まないといけません。とはいえ、さすがに3次元輻射輸送を厳密に取り扱うのはまだ困難なので、ここでは近似的な取り扱いを用いています。

そのようにして計算した結果を表紙の4つのパネルに示してあります。(A)から(D)に進むにつれて中心の高密度部分がズームアップされています。左上の(A)は最初の原始銀河である初代天体(ガス質量は約10万太陽質量)です。収縮と共に、その内部にまるっこい高密度の星形成コア(B、1000太陽質量)が形成されます。ここでは水素のうち1000分の1ほどが分子となっています。さらに収縮して中心部の1太陽質量ほどが全て分子となり、同時に光学的に厚くなります(C)。最後に、数密度が $10^{20}\text{cm}^{-3}$ を越えると、温度が断熱的に上昇して、圧力の増大が重力に打ち勝って中心部の収縮が止まり

ます。これが原始星の誕生 (D) です。生まれたばかりの原始星は質量がわずかに 100 分の 1 太陽質量で、現在の星形成で予想されているのと同じ程度の小さなものとなることが分かりました。実は、球対称性を仮定した計算はちょうど 10 年前に我々のグループが実行して、同様の結果が得られていましたが、今回は特に仮定を置かない 3 次元シミュレーションを用いて、宇宙論的な初期条件から始めて、それを確認したということに意味があります。

### ●今後の展望

なんとか最初の星の形成までたどり着きましたが、やっと原始星の誕生まで追えただけです。人間で言えば赤ちゃんが生まれたようなものです。この原始星は、その後周囲のガスの降着によって質量が増していきます。原始星形成時の周囲のガス分布から予想される降着率は、1 年当たり約 1000 分の 1 太陽質量以上という非常に大きな値となります。この値を用いて原始星の進化を計算すると、中心星は何と約 100 太陽質量という巨大なものとなり、そのとき初めて一人前の星である主系列星に達することが分かりました。これ以後もしばらく降着は続いてさらに大きくなると思われるのですが、一体どこまで大きくなるのかはまだはっきり決着がつか

いていません。ファーストスター形成理論に残された最大の課題といえます。

さて理論的には以上のようになるのですが、観測的には全く検証されていません。大質量のゼロメタル星の集団から放射されると予想されている強い He II 輝線を遠方の銀河に探す試みが「すばる」を用いてなされていますが、残念ながら未だ検出には至っていません。今回の我々の結果は  $z = 14$  での星形成でしたが、比較的近傍（とはいえ  $z = 3$  くらい）でも重元素混合が進んでおらず、ゼロメタルの星が形成されている領域があると予想されています。将来、このような天体が発見される可能性はあるので、期待したいと思います。しかしながら星形成現場の直接観測となると、少なくとも当分は不可能です。ただゼロメタルではありませんが、重元素量が異なる環境としては、もっと近くに、銀河系外縁部やマゼラン雲があります。ALMA が完成すると、これらの領域にある星形成領域を詳細に観測することができるようになるので、太陽近傍の領域との比較を通じて、星形成過程における重元素の効果を観測的に検証することができるでしょう。そのためにも、今後は、ゼロメタルだけではなく少量の重元素がある場合の星形成過程の理論の構築が求められています。



## 2008年度「すばる観測研究体験企画」報告

今西昌俊 (ハワイ観測所)

「すばる観測研究体験企画」は、大学学部 2 ～ 3 年生約 10 名を対象とし、事前に望遠鏡や観測装置の仕組みを学ぶとともに、実際にハワイ観測所へ渡航し、すばる望遠鏡を使った観測を行なうことを通して観測天文学研究を体験する企画である。好評を博しており、この体験を通して天文学研究を志し、大学院へと進学した学生は相当数に登っている。

本年度は第 7 回目の開催で、全国各地の大学生 10 名が参加した。例年、3 月に行なわれていたが、この研究体験の後に、参加者が将来の進路を考える時間を充分取れる、晴れる確率が高い、科学観測が春ほど混み合っていないなどの様々な理由から、夏に実施することにした。具体的には、航空運賃が下がる 8 月の夏休みの

最終週に実施することにした。

本年度は、5 月 19 日に参加者募集のお知らせを、日本天文学会のメーリングリスト (tennet)、および光学赤外線天文学連絡会 (光赤天連) のメーリングリスト (gopira) を通して行なうとともに、国立天文台ホームページ、すばる望遠鏡のホームページにも募集要項を掲載した。パンフレットも作成し、全国の大学の天文学教室の事務室に郵送して掲示を依頼し、天文学に興味のあるできるだけ多くの学生の目に触れるように努力した。募集は 6 月 19 日に締め切られたが、本年度は 24 名もの応募があり、応募書類に基づく厳正なる選考の結果、10 名を参加者として選抜した。

本年度の観測研究体験は、Suprime-Cam

を用いて、ほぼ真上から見ている渦巻き銀河 NGC6946 の水素原子輝線での撮像観測を行ない、渦巻銀河における星生成の様子を学ぶことを主目的とした。

参加者同士があらかじめお互いを知ることができるよう、8月12日に国立天文台三鷹キャンパスにおいて観測準備セミナーを行なった。このセミナーでは企画の説明といった基本的なこととともに、すばる望遠鏡を頻繁に使用している研究者の研究紹介を行なった。また、参加者自らにテーマを与え、望遠鏡や観測装置、観測天体について発表してもらった。参加者各自の発表は大変内容が濃く、望遠鏡や観測装置、観測天体への理解を深めることができた。その後は実際の観測手法について小宮山裕氏の説明があり、参加者各自で観測に使用するオペファイルを書くことを課題とし、また観測に必要な諸準備を分担してもらった。

8月25日、ハワイに向けて出発の日である。午前中の大雨のために東海道新幹線が一時不通になり、関西以西に在住の2名の参加が危ぶまれたが、幸い大雨は午後には収まり、成田空港に集合時間前に全員が集まった。渡航はおおむね順調で、8月25日に無事ハワイ観測所へ到着し、林正彦観測所長との対話、布施哲治氏による広報活動の話、山麓施設の見学など行なった。夕方5時から夕食を兼ねたレセプションを行ない、互いの親睦を深めた。

翌8月26日は、ハレポハク(中間宿泊施設)を経由し、山頂施設(すばる望遠鏡)の見学を行なった。間近に見たすばる望遠鏡の大きさ、天文学観測地としてのマウナケア山頂の活況などを実感してもらえたと思う。その後、ハレポハクへ戻った。天気は快晴で、かつ新月近くで夜空が暗いということもあり、すぐそばのオニヅカセンターを訪れ、星空の観望を行なった。肉眼でくっきりと見える天の川、かすかに見えるアンドロメダ銀河、アマチュア向けの小型望

遠鏡ではっきり見える木星と4個の衛星、二重星アルビレオの美しさなど、マウナケアから見る宇宙の素晴らしさに感動してもらえたことだろう。

8月27日の観測日、山頂は快晴で、絶好の観測条件となった。観測装置との通信トラブルが発生し、準備してきたコマンドが使えないという問題が発生したが、効率が低下するものの、何とか対処できて無事観測を実施することができた。

翌8月28日は、下山してヒロに戻り、山麓施設でデータ解析実習を小宮山裕氏の指導の下で行なった。昼食前から開始したが、上記の観測時の通信トラブルのために、fits header の情報が一部欠けており、データ解析パイプラインが一部働かず、マニュアルで解析しなければならない部分があった。そのため、余計な時間がかかり、ヒロで最終画像まで到達することはできず、後日、有志が集まって三鷹で解析の続きをすることになった。翌8月29日にハワイを後にした。

本企画は、前年度までは春に実施されていたが、最初に述べた理由により、本年度は夏に実施した。夏休みで航空運賃がやや割高という問題はあるものの、ハレポハクより上が雪で通行止めになり、すばる望遠鏡の見学、観測が全くできないという最悪の事態に陥る恐れが小さく、今後も夏に実施するのが適当だと考える。今回は、トラブルを克服した上で観測データを無事取得できたという、参加者にとっては二重の経験ができ、例年以上に貴重な体験になったと思う。

最後に、10名の参加者の半数の5名が、一眼レフの高価なカメラで、寒の中夜遅くまで、マウナケア山の美しい星空撮影を行なった。応募書類の文章に基づき、特に意欲の強い学生を選抜したわけであるが、彼らの宇宙への情熱は、私の想像をはるかに超えるものであった。大き



▲すばる望遠鏡カセグレン焦点前で。



▲観測終了直後の全員の集合写真。「貴重な体験でした」。

な刺激を受けると共に、自分も天文学研究に対してより強い気持ちで向き合わなければとの思いを抱き、自分自身にとっても貴重な経験となった。同時に、今回の参加者の中から、近い将来、日本の天文学を引っ張っていけるような優秀な人材が生まれるに違いないと確信した。

★本年度の「すばる観測研究体験」開催に当たっては、財団法人天文学振興財団より援助をいただき、企画

へ参加した学生の旅費・滞在費の一部として使わせていただきました。また本企画の実現に当たっては、観測の現場から各種手続きまでハワイ観測所及び国立天文台すばる室の多くの方々にご協力をいただきました。8月27日観測当日は、古澤久徳氏をはじめとする Suprime-Cam 装置チームに、貴重な技術試験観測時間の最初の約40分を本企画のために提供していただくとともに、進行の遅れによる20分の観測時間延長を、快く承諾していただきました。ここに厚く御礼申し上げます。



## 第3回「自然科学研究機構技術研究会」報告

沖田喜一（技術系職員会議）

研究分野が大きく異なる自然科学研究機構の5研究所で、「技術の交流を通して連携が図れないか」との思いで発足させた機構内の技術研究会が3年目を迎え、今回は、岐阜県土岐市核融合科学研究所で7月24日、25日に開催されました。5研究所が順番で世話人を行い、持ち時間90分を自由にアレンジして発表を行うという形式で開催しています。

今回は特にテーマは設けず、今まで発表機会がなかった人に積極的に参加してもらおうという観点で取り組みました。国立天文台には多くのプロジェクトがあり、技術系職員の業務を紹介するという意味からも、各プロジェクト/センター/研究部を網羅するよう進めています。参加人数は約40名で昨年よりは少ない参加でしたが、核融合科学研究所が整備期間で多忙という関係もあったようです。研究会は、まず核融合科学研究所の須藤副所長の挨拶に次いで、高周波加熱プラズマ研究系の中村幸男教授の「未来のエネルギー源-核融合-」と題しての特別講演があり、核融合について解りやすい解説が行われました。その後、分子科学研究所、国立天文台、生理学研究所、基礎生物学研究所、核融合科学研究所の順で発表があり、国立天文台

からは以下の4件の発表が行われました。

- 「石垣島天文台の建設と運用」宮地竹史
- 「太陽観測所の紹介」篠田一也
- 「木曾紫外超過銀河(KUG)の探査観測とカタログ作成」宮内良子
- 「国立天文台の安全衛生への取り組み 研修・教育等」坂本彰弘

座長と講演内容の概要説明は岡田則夫氏が行いました。今回は聴講を含め9名の参加がありました。分野が異なる発表なので、できるだけ専門用語を避け、解りやすい表現をすること、事前に簡単な予稿集を作成配布して理解を手助けするという形をとっています。その成果が多少出始めたと感じました。発表内容も計算機、情報処理、データ計測など共通する点も多くあり、計測、制御の分野ではLabVIEWの導入が増えている様子が伺えました。また分子研と天文台との技術的共同研究に関する発表も1件ありました。

機構内での研究者間の連携に比べると、技術系の場合は、共通技術を通してはるかにその機会が多く、この技術研究会は機構内交流を着実に促進できると感じています。来年は、基礎生物学研究所(岡崎市)で開催の予定です。



◀ 記念の集合写真。

▼ 質疑のようす。





## 「いわて銀河フェスタ2008」報告

上野祐治(水沢VERA観測所)

緯度観測所旧本館を奥州市に譲渡・改修し完成した「奥州宇宙遊学館」が今年度オープンしたことをきっかけとして、奥州市内での宇宙関連イベントを盛り上げようと、国立天文台-奥州市-NPO 法人イーハトーブ宇宙実践センターの三者共催による「いわて銀河フェスタ2008」が企画され、2008年8月3日に開催されました。国立天文台水沢地区ではこのイベントの一部として施設公開を実施したので報告します。

今年度、水沢地区では本館を中心として耐震補強改修工事が実施されますが、工事に伴う施設機能の移転時期と今回のイベントが重なったため、公開箇所と運営スタッフのマンパワーの大幅な縮小を余儀なくされました。

その様な状況下、水沢地区の公開の出し物として、月探査衛星かぐやの関連講演及び成果発表を奥州宇宙遊学館で行い、また一足早く耐震改修工事が完了した木村記念館のオープン等を実施しました。昨年度までに比較すると出し物はかなり少なかったものの、来場者の関心を引く目玉には成り得たかと思えます。ただ、子どもたちにはわかりやすい出し物がほとんど無かったため不満の声が聞こえたのも事実です。



▲奥州宇宙遊学館の前で、保育園児たち(!)による素晴らしい太鼓演奏。



▲木村記念館はリフォーム後のオープン。館内案内パネルも一新で見やすくなりました。

共催の NPO 法人イーハトーブ宇宙実践センターには、奥州宇宙遊学館を中心としたイベントを担当していただきました。同館では常設の科学体験コーナーでのミニ実験や、市内保育園児による迫力ある太鼓演奏、星空にちなんだ曲をそろえたフルート演奏コンサートなども催され好評でした。夜に予定していた観望会は曇りのため実施できず残念でしたが、最終的な入場者数は約 1000 人と例年を大幅に上回ることができました。

今回、三者での初共催ということもあり計画・運営面での課題は多く残りましたが、今後、奥州市の名物イベントとして定着させられるように、共催団体との関係を強化し来年度は更なる盛り上がりを期待したいと思います。



▲恒例のアンテナツアーはありませんでしたが、巨大アンテナが高速で動く様子に歓声が！



▲奥州宇宙遊学館での「かぐや」関連の講演。関心の高さが伺えます。

## 壮観！ アンテナがずらり 84 台 太陽電波観測のメッカで新たな理論を！



▲ヘリオグラフのアンテナとともに。

### ●太陽の恵み

「カコーン、カコーン」。研究棟の傍らに建つプレハブを覗くと、夕陽色のピンポン玉が右に左に。「いらっしゃい、お昼休みは、ここで身体を動かすんです。高原だから一汗かいた後も爽やかだしね」。女性スタッフのコンビを相手にラリーを楽しむ柴崎さん。「毎日やっているから、それなりに上達はしたかも？ 昔は、天文台の部署ごとに対抗試合をやっていたらしいけど。この記事がきっかけで、挑戦状がきたらどうしよう(笑)」。

野辺山太陽電波観測所には、7つの波長別の太陽電波強度偏波計と1992年に観測を開始した電波ヘリオグラフがある。「4つの偏波計は、国立天文台発足にともなって豊川の名古屋大学空電研究所から移設したもので、3つはここ(旧東京天文台野辺山太陽電波観測所)の装置です。これだけ多波長がそろっている施設は世界でも野辺山だけ。しかも豊川の4つは、半世紀以上も観測を続けている働きもので、約11年の太陽活動周期を5サイクルもモニターしています」。

——そして、電波ヘリオグラフ。これだけパラボラアンテナが並ぶと壮観ですね。

「直径80cmのアンテナを84台連動させた干渉計です。T字型に並べたのは2次元像を得るため、各アンテナの間隔や配置は、与えられた建設条件の下で最大限の性能を引き出せるよう、綿密に計算したものです。太陽全面をとらえる広視野の高解像電波画像を2つの周波数(17、34GHz)で1日8時間連続観測します。太陽フレアや宇宙空間へ放出されるプラズマのようすを最高で0.1秒の時間分解能で捉えることができます。簡単に

今回は、野辺山太陽電波観測所に、所長の柴崎清登さんを訪ねました。たくさんの小型アンテナが並ぶ電波ヘリオグラフは、見るからにユニーク。その観測実績や、柴崎さんご自身の研究について伺いました。

### ●プロフィール

柴崎清登(しばさき・きよと)

野辺山太陽電波観測所長。

広島県尾道市生まれ。名古屋大学で物理学を学び、豊川の空電研究所で太陽電波グループに参加。電波ヘリオグラフ建設のために研究室ごと野辺山へ移住。共同利用のために野辺山を訪れる研究者と非公開で開催する野辺山サイエンスパブで議論をするのが楽しみ。寒くなってくるとスキーも楽しみです。

いうと、太陽電波の撮影ビデオ装置ですね。もともと多素子のヘリオグラフというのは、小田稔さんの発案による日本独自のアイデアで、この装置は日本の太陽電波のシンボルともいえるものです。私は、野辺山の計画には最初から関わったので、周波数やアンテナの口径、感度の決定などに参加しましたが、そこには日本の半世紀に及ぶ太陽電波研究の蓄積が活かされています」。

——観測開始から16年。稼働率98パーセント以上とはすごいですね。

「決められた時間にきちんと観測を行ない続けることが観測者の最大の使命ですから。ただ、最初のころは、落雷で大きな被害が出たり、2波長化したセラミック製の副鏡がいくつも割れたり…。そのたびに改良して、より安定した観測システムへと上げてきたのです。まあ、84個もアンテナがありますから、当然、調子の悪いものも出てくるので、それをできるだけ早く見つけて、致命傷になる前に対策を施すことが大切。技術系スタッフの腕の見せどころです。

また、外部の研究者に使いやすいデータを提供するのも重要な仕事です。ここは共同利用施設ですが、観測に関しては、観測所がすべてを行なって、データをネットで素早く公開し、それを研究者に自由に使うというスタイルをとっています。画像合成や解析のソフトも随時公開して研究を支援しています。





▲雨が降っても観測中。



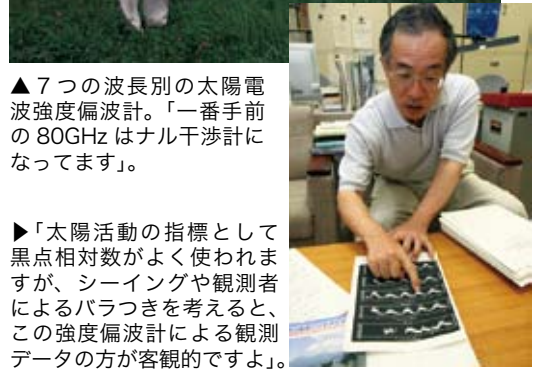
▲「太陽物理でパラダイムシフトを起こしたいな」。トーマス・クーン著『科学革命の構造』を手に。



▲7つの波長別の太陽電波強度偏波計。「一番手前の80GHzはナル干渉計になっています」。



◀落雷対策で取り付けた絶縁リピータ装置。



▶「太陽活動の指標として黒点相対数がよく使われますが、シーイングや観測者によるバラつきを考えると、この強度偏波計による観測データの方が客観的ですよ」。

ともあれ、電波の強みは、お天気を気にせず観測が続けられること。それと、冬に降雪があってアンテナに積もっても、そのまま装置を動かすと、うまく太陽が顔を出せば雪は融けるし、さらに冬は太陽高度が低いのでアンテナ面が急角度になって、自然と雪が落ちてくれる。電波ヘリオグラフは、そういった太陽の恵みにも支えられた観測システムなんですよ(笑)。

### ● プラズマ物理の恵み

——柴崎さんの研究について教えてください。

「プラズマ物理学にのめり込んでます。いま太陽フレアの発生機構は、磁気に蓄積されたエネルギーが磁力線のつながり変え(リコネクション)で解放されるとする磁気リコネクション理論がスタンダードですが、私は異なる考えをもっています。きっかけは、野辺山のヘリオグラフで観測したあるフレアのムービーに、磁気ループから飛び出たプラズマが風船状に膨らんで雲のように上昇する現象が写っていたことです。それを海外のプラズマ研究者から「バルーン不安定性(バルーン・インスタビリティ)」ではないかと指摘を受け、これは面白いと研究を続けています。

バルーン不安定性とは、もともと反磁性体であるプラズマの圧力が高まると、磁場のコントロールを脱して外に飛び出してしまう現象です。高温・高圧のプラズマを磁場で封じ込める核融合実験が難航しているのも、このバルーン不安定性が原因です。リコネクション理論は、磁場に囚われすぎてプラズマの物理に注意が向いていない。私はそこが不満です。もちろん、リコネクションは標準理論だけあって精緻にできていて、それに異を

唱えるのは骨が折れますが、プラズマの振る舞いを組み込んだ太陽物理学を構想すると、リコネクションでは複雑な説明が必要な現象もぐっとシンプルなものになります。電気を持った粒子が磁場の中を運動すると磁石になり、この磁石はまわりの磁場と逆向きで、プラズマは磁場の弱いところに集まります。太陽磁場は表面から遠ざかるほど弱くなっているのでプラズマは上に向かって押されます。温度が高いほど磁石は強くなるので、コロナでは重力に打ち勝ってプラズマが流れ出ることになります。これが太陽風です。また、コロナ磁場はそれが作られる対流層の底につながっているので、対流層の底のプラズマが磁場に沿って上昇してコロナを満たしていると考えれば、高温のコロナを理解できます。対流層の底は200万度ですから。まだまだ穴も多い理論で、賛同者はいないのですが、クーンの本を読んだら、新しいパラダイムってそんなものらしいので(笑)、偏波計やヘリオグラフの観測と同様にマイペースで研究を続けて、いつかみんなをアッとさせたいと思っていますんですよ」。

西空に傾いた夕陽色のピンポン球。柴崎さんが放つ新型サーブのユニークな球跡を捉えようと、今日も84枚のラケットが野辺山の空を一振り！

「バルーン・インスタビリティ」ショー〜ット!





## 「君が天文学者になる4日間」報告

室井恭子(天文情報センター)

### ●今年の君天

「156人」の天文学者の卵の卵。これは、今年で10回目を迎えた「君が天文学者になる4日間(略称:君天)」に参加した高校生の総数です。今回は全国から20名の応募があり、作文審査を経た、14名が7月22日～25日、三鷹キャンパスで天文学の実習をおこないました。

君天では「研究」の面白さ&難しさを味わってもらうために、高校生自身に「観測提案書」を提出してもらっています。いわゆるプロポーザルというものです。何をテーマに研究をするのか、なぜそれを知りたいのか、それを知るためにはどんな観測をすればよいのか、グループごとにしっかりと議論されていないと、スタッフの手厳しい(?)審査を通ることはできません。こうして決まったテーマは「潮汐固定のメカニズムを知る」「3種類の異なる星団・星雲の性質と関連を調べる」「惑星状星雲の色と形状について迫る」「系外惑星を持つ恒星と持たないとされる恒星の違い」でした。毎年バラエティに富んだテーマとなるので、その分野に詳しい学生スタッフがいるとは限らず、指導に苦勞しています。そのため今回は、前もってお願いをした様々な分野の研究者の方に、研究の進め方で困ったとき、アドバイスをいただきに研究室へお邪魔いたしました(ご協力ありがとうございました!)

観測は、口径50cmの反射望遠鏡を使用し、望遠鏡で星を「見る」のではなく、CCDカメラで撮像する、ということが高校生には新鮮

だったようです。

3日目の研究発表会では、たくさんの研究者の皆さんに見ていただき、厳しくもあり温かなコメントを受け取った高校生は「悔しい」「もっと続けたい」という思いを抱いたようです。

最終日には、ハワイ観測所の林左絵子さんにTV会議で講演をしていただき、大学院生になったらすばる望遠鏡で観測してみたい、と思った子もいました。

君天を終えた高校生は「研究していくにつれて、その天体の謎が1つずつ解かれていく楽しさを学べた」「望遠鏡よりもパソコンを使っている時間のほうが多くて意外だった」「自分が関心のある内容の研究ができてよかった」など様々な感想を寄せてくれました。

### ●今後の君天

10周年という節目を迎えた今回は、過去の参加者とスタッフも招き、今後この企画をどのように発展させていけばよいのか、7月26日に検討会をおこないました。国立天文台での開催は今年で終わりにするという解もあります。しかし、研究者のいる施設だからこそ続けて欲しい、という意見が相次ぎました。

今後は、全国どこでも君天に参加しやすいよう、これまで蓄積してきたノウハウを活かして、研究施設以外でも開催する方法を開発していく予定です。まずはモデルケース作りとして、今年から3年間の科研費をもとに、東北地方の科学館で実施します。今後も、応援&ご協力をよろしくお願いいたします!



▲高校生の指導はスタッフも大変。



▶田村元秀さんのアドバイスを受ける高校生。

▶集合写真。充実した4日間でした。





## 「夏休みジュニア天文教室2008」報告

石川直美 (天文情報センター)

2002年より始まり、毎回好評を博しているジュニア天文教室が、7月29日(火)～31(木)の3日間、三鷹キャンパスにおいて開催されました。

ジュニア天文教室は、研究者が天文に関する質問に答える「天文相談室」と、日替わりで研究者によるミニレクチャーや観測、見学などを行う「天文体験教室」の二本立てとなっています。今年は事前に三鷹市内の小中学校の児童、生徒全員に配布できる枚数のPRカードを印刷して学校宛てに送るなど、PRに力を入れました。その結果、昨年よりも開催日が1日少ない3日間にもかかわらず、参加者総数は671名(昨年度は4日間で670名)、天文相談室に寄せられた質問は88件(昨年度は4日間で106件)ありました。三鷹市内からの参加者は全体の6割程度の398名で、三鷹市以外からは、武蔵野市、調布市といった近隣の市からの参加が多く見られました。

天文相談室には、夏休みの自由研究の相談や、

星、宇宙についての様々な質問が寄せられ、研究者と参加者が時間をかけてじっくり話をしているケースがよく見かけられました。また、「夏休みの宿題で新聞を作るので、インタビューをさせてください!」という参加者も現れ、研究者にインタビューしたり、記念写真を撮影したりと、有意義な時間を過ごしていたようです。

天文体験教室では、毎日3回のミニレクチャーを中心に、昼間の観望会、太陽黒点のスケッチ体験、月球儀の工作を開催し、参加者にとって待ち時間が少なく、様々なことを体験してもらえるよう工夫しました。ミニレクチャーや工作教室は大入り満員で、補助席を出すほどの盛況ぶりでした。参加者のみなさんはミニレクチャーや工作教室を楽しんでいたようですが、コスモス会館会議室での開催を続けるには、スペースや座席数、スケジュール面で限界が見えてきたことも事実です。今年以上の参加者を受け入れるイベントにするためには、開催場所、スケジュール等を検討する必要があると強く感



◀ 8月の星空の裏にはジュニア天文教室の案内。きれいに持ち帰って夏休み中使用できるように、ハガキ大のPRカードを印刷しました。



▲ミニレクチャーは、大入り満員の大盛況。

### 【天文体験教室の内容】

ミニレクチャー(1日3回)、昼間の観望会(1日5回)、太陽黒点の観察(1日3回)、月球儀の工作教室(1日3回)

### 【ミニレクチャーの内容】

#### ● 7月29日

11:00～11:30 「電波望遠鏡でさぐる宇宙のなぞ」立松健一 (ALMA 推進室)

13:30～14:00 「Mitaka を使った宇宙探検」高梨直紘 (天文情報センター)

15:00～15:30 「流れ星を観察しよう～ペルセウス座流星群～」佐藤幹哉 (天文情報センター)

#### ● 7月30日

11:00～11:30 「電波望遠鏡は視力が悪い」井上 允 (VSOP-2 推進室)

13:30～14:00 「流れ星を観察しよう～ペルセウス座流星群～」佐藤幹哉 (天文情報センター)

15:00～15:30 「銀河の中にいるんだね」生田ちさと (天文情報センター)

#### ● 7月31日

11:00～11:30 「すばる望遠鏡がめざす宇宙のなぞ」有本信雄 (すばる望遠鏡)

13:30～14:00 「視力 300 でみる太陽」石川遼子 (ひので科学プロジェクト)

15:00～15:30 「Mitaka を使った宇宙探検」高梨直紘 (天文情報センター)



▲簡単そうで、難しい月球儀工作。



▲太陽の黒点をスケッチ…したかったけど、残念ながら今回は無黒点の日が続きました…。

じました。ジュニア天文教室での経験が、天文学に興味を持つきっかけとなるのはとても嬉しいことなので、年々バージョンアップしたイベントを考えていければと思います。

★ジュニア天文教室の開催にあたってご参加、ご協力いただいた皆様にお礼を申し上げます。ありがとうございました。来年も魅力ある企画にしたいと思っていますので、ぜひよろしく願いいたします。



「子どもから大人まで幅広い世代の人々に星空と親しんでもらおう」を趣旨に、スター・ウィークは毎年8月1日～7日を期間として行われるキャンペーンです。国立天文台や、全国の科学館・プラネタリウム、自主的なグループ等の協力のもと1995年に始められ、2008年は14年目となりました。今年も全国から約180の施設・団体の協賛があり、イベント総数333件（登録分のみ）を数えました。

協賛していただいた団体には、毎年協賛団体名を掲載したポスターなどの印刷物を作成して配布しています。例年、ポスターのデザインは実行委員の中で絵心のある人が担当していましたが、今年は初めて外部のデザイナーに依頼しました。例年のポスターのスタイルを脱し、明るく楽しい

## 「スター・ウィーク2008」報告

小池明夫 (天文情報センター)

雰囲気のパスターになりました。

1996年以来、その年のキャッチコピーを決め、ポスターやホームページに掲載しキャンペーンを展開しています。2002年以降は一般よりキャッチコピーを公募しており、今年は約1600件の応募の中から岐阜県の中原博子さん作品、『君の瞳が宇宙になる』が選ばれました。

今年3年目となるバナーキャンペーンは、個人や団体などのホームページに協賛していただき、スター・ウィークのホームページと相互リンクを設定するものです。今年は115件の協賛をいただき、7割がブログを含む個人サイトからでした。

実行委員会企画として、携帯電話やネットを使い全国各地からでも参加できるイベントを行いました。その一



▲「スター・ウィーク2008」ポスター



▲キャンペーンのバナー



▲全国企画「1万人のスターナイト」ホームページ

つ、「星メロアワード」は、星で思いつく歌を投票していただく企画です。今年は、スター・ウィークのテーマソングでもある『コスモス』が第一位となりました。『コスモス』は、小中学校の合唱曲として近年定着しています。

また、2006年より始まった「1万人のスターナイト」は、日時を定めて「星を見た人」から報告を寄せていただく企画です。今年は8



▲スター・ウィーク協賛イベントの国立天文台・ジュニア天文教室の質問コーナー。

月2日と7日の晩を設定し、2日間で51件、1935人の報告があり昨年より増えました。

来年の「世界天文年2009」へ向け、スター・ウィークをさらに充実したキャンペーンとして行きたいと思います。

★スター・ウィークのアドレス  
<http://www.starweek.jp/index.shtml>

## 国立天文台「天文学振興募金」へのご支援お願い

観山正見（国立天文台長）

国立天文台は、発足から創立20周年（東京大学理学部観象台として発足してから創立130周年）を迎えることになりました。

皆様のご支援のおかげで、国立天文台は、すばる望遠鏡など大型観測装置の設置や、それから得られる研究成果などで、世界に伍する天文台として邁進してまいりました。今後は、皆さまから直接のご支援も受けて、研究環境の整備、若手研究者の育成などをさらに実施したいと考えております。このため、広く募金活動を展開することといたしました。

天文学の振興にぜひとも皆さまのご支援を賜りたくお願い申し上げます。

この募金は、

- 国立天文台の教職員が行う研究・教育の充実及びそのための環境整備
- 天文学の研究成果の社会への普及並びに社会との連携
- 若手研究者への研究奨励金及び奨学金
- 世界天文年2009への参加
- その他天文学の振興に資する事業への支援

に使わせていただく予定ですが、特に来年は、世界天文年2009のための資金として活用したいと思っております。

なお、募金の仕方については、

<http://www.nao.ac.jp/bokin/index.html> をご覧下さい。宜しくお願いいたします。



▲天文学振興募金 web ページ。

## 三鷹地区特別公開 2008 のお知らせ

### ●テーマ：「すばる望遠鏡の10年」

1998年末に初めて天体の光をとらえて以来、すばる望遠鏡は宇宙を観つづけてきました。その対象は太陽系天体から遠方の銀河までおよび、観測の方法も多彩です。この10年の観測成果をご紹介します、次の10年を展望します。

●日時：2008年10月25日（土）  
 10:00～19:00（入場は18:30まで）

●場所：国立天文台三鷹キャンパス及び東京大学天文学教育研究センター（東京都三鷹市大沢 2-21-1）

●主催：自然科学研究機構 国立天文台  
 東京大学 大学院理学系研究科附属 天文学教育研究センター  
 総合研究大学院大学 物理科学研究科 天文科学専攻

●後援：（社）日本天文学会、（財）天文学振興財団

●協力：東大生協天文台支所、大沢地区住民協議会、おおさわ学園

### ●公開内容

事前の参加申し込みは不要です（無料）。講演会、主要観測施設・実験装置などの公開および展示、天文相談コーナー、スタンプラリー、天体観望会他を予定しています。

●交通：JR 中央線武蔵境駅南口より小田急バス狛江駅行で「天文台前」下車、京王線調布駅北口より小田急バス武蔵境駅南口行、三鷹駅行および京王バス武蔵小金井駅北口行で「天文台前」下車。

### ●問い合わせ先

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 事務部 総務課

住所：東京都三鷹市大沢 2-21-1

電話：0422-34-3600 / FAX：0422-34-3690

★詳細は <http://www.nao.ac.jp/open-day/index.html>



## サンチャゴの木と花たち その1 石黒正人 (JAO)

今回は、話題ががらりと変わりますが、サンチャゴの珍しい木や花たちをご紹介します。サンチャゴの街を歩くと、背の高いヒマラヤ杉やとても幹の太い椰子の木が目につきます。夏場は雨がほとんど降らないのに、このような巨木やそのほかの街路樹がよく育っています。これは、アンデスの雪解け水が豊富なのと、市民が水遣りに熱心なためではないかと想像しています。サンチャゴでは日差しがとても強いのですが、多くの通りに葉が茂った街路樹があるため、暑い日差しの中を歩くのも快適です。

サンチャゴで「気になる木」の代表格は、なんといってもアラウカリア・アラウカーナ (Araucaria araucana) という舌をかみそうな名前の木です。



▲写真1 流線型がきれいなアラウカリア・アラウカーナの木とその実(ピニオン) (右)。



木の輪郭が弾丸のような滑らかな形をしており、どうしてあのような流線型になれるのかとても不思議です(写真1)。木の高さ80mを超えるものがあり、幹はかつては帆船のマストにも使われていました。チリ南部では枝振りが異なり、高い木でも枝葉が木の頂上付近のみで、綺麗な流線型ではなくなります。こちらの樹形のほうが何故か有名で、絵本やTシャツによく使われています。

アラウカリア・アラウカーナの名前は、チリ中部およびアルゼンチン南西部に居住していたアラウコ・インディアン (Arauco Indian) に由来します。この木の实(ピニオン)は彼らの重要な食料源であったようです。秋にはスーパーの食料品売り場でピニオンを売っていましたので、さっそく買ってみました。皮が硬く、茹でて食べた感じは、栗のようでもあり、松の实のようでもあり、さっ

ぱりとした味です。英語名では、葉がトゲトゲしていて猿が登れない(?) ためか、モンキー・パズルと呼ばれています。

サンチャゴ市内の歩道や公園を歩くと、アラウカリア・アラウカーナのように高くはありませんが、オンブー (Ombu) という名前で、根が巨大な木を見かけます(写真2)。狭い歩道では、根のために歩くスペースがなくなってしまうほどで、この「すごい根」の前に立つと、何度見ても圧倒されます。象やサイなどの大きな動物が寝そべっているように見えるので、よく子供たちが遊び場に使っています。

8月に入ってから、桜や梅のような花が満開となっており、朝晩はまだ寒いですが昼間はもう春のような陽気です。梅のような木の花はすこし小振りでピンク色に近いので、遠めには富士桜のように見えます。また、桃のような木では、八重の花が満開で、青空をバックにするととても綺麗



▲写真2 歩道も塞いでしまうオンブーの木の「すごい根」。

です。そのほか、桜にそっくりな花が咲いている木があります(写真3)。これは、実はアーモンドの木で、この並木道はまさに日本の桜並木のような感じです。近寄って枝をよくみると、アーモンドの種の殻が残っており、桜と違うことがよく分かります。アーモンドが桜のような花を咲かせる木だとは知りませんでした。



▲写真3 桜のような花が咲くアーモンドの木。

## 人事異動

### ●研究教育職員

発令年月日	異動種目	氏名	異動後の所属・職名等	異動前の所属・職名等
H20.8. 1	昇任	宮内 良子	光赤外研究部主任研究技師	光赤外研究部研究技師
H20.8. 1	昇任	岩館健三郎	電波研究部主任研究技師	電波研究部研究技師
H20.8. 1	配置換	大島 紀夫	ELT プロジェクト室研究技師	ハワイ観測所研究技師
H20.9. 1	採用	中屋 秀彦	先端技術センター助教	
H20.9. 1	採用	大須賀 健	天文シミュレーションセンター助教	

### ●技術職員

発令年月日	異動種目	氏名	異動後の所属・職名等	異動前の所属・職名等
H20.8. 1	配置換	浦口 史寛	先端技術センター技術員	ハワイ観測所技術員

### ●事務職員

発令年月日	異動種目	氏名	異動後の所属・職名等	異動前の所属・職名等
H20.7.31	普通解雇	森谷 勝宏	事務部財務課経理係主任	

## 編集後記

- 今月はチリに海外赴任をしている方が一時帰国ラッシュです。世界中にちらばっているスタッフからのお土産(食べ物)も楽しみのひとつですが、チリでの話と焼けた肌を見ると、地球の裏側がやけに近く感じます。(I)
- カナリア諸島に観測に行ってきました。シーイングがまいちで、なかなか思うような観測ができず苦労しました。山の上からの眺めは最高で、日本での忙しい日々を忘れることができました。(K)
- 一人観測当番で、夜中に満月を見えています。今年の中秋は月齢 14.7 ということで、見ると左端がほんのちょっと欠けている。旧暦 8 月 15 日を中秋としています。厳密には満月でなくても良く、13 から 15 あたりになる様で。今年は満月に近く、雨上がりで天気が良くて、まさに名月でした。(J)
- 現在活躍中の月周回衛星「かぐや」によるキムラクレーターの詳細画像が「かぐや画像ギャラリー」[http://wms.selene.jaxa.jp/index\\_j.html](http://wms.selene.jaxa.jp/index_j.html) で公開されています(右画像)。キムラクレーターは、水沢 VERA 観測所の前身である緯度観測所の初代所長で「Z 頂」の発見で名高い木村栄を称えて命名されたものです。(係)
- 超感動！五輪決勝は USA 対 Spain、終始ハイレベルな点の取り合い、Spain の集中力は半端じゃありません。最後はそんな緊迫感さえ楽しんでるかに見える Kobe がゲームを支配し勝利、最高の試合でした。(片)
- 先日河童の故郷を旅しました。長閑な田園風景や深い淵を見ていると本当に河童や座敷童が出てきそうな雰囲気。そういえば夕食でジンギスカンを食べていたとき突然停電。座敷童かなにかの仕業だったのかな？(K)
- 久しぶりに 18 時過ぎという早い時間帯に自宅にいたら、三日月が南西の夜空に沈んでいきました。ビール片手に月の入りを眺めるひとときの幸せでした。(W)



国立天文台ニュース  
NAOJ NEWS



No.182 2008.9  
ISSN 0915-8863  
©2008

発行日/2008年9月1日

発行/大学共同利用機関法人 自然科学研究機構  
国立天文台ニュース編集委員会

〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1  
TEL (0422) 34-3958  
FAX (0422) 34-3952

★「国立天文台ニュース」に関するお問い合わせは、上記の電話あるいはFAXでお願いいたします。  
「国立天文台ニュース」は、[http://www.nao.ac.jp/naojnews/recent\\_issue.html](http://www.nao.ac.jp/naojnews/recent_issue.html) でもご覧いただけます。



▲観測棟内に設置されたバックエンド受信機。フロントエンド受信機からの信号を光ファイバー（ラックの上の黄緑色のケーブル）で受け取り、A/D変換後相関処理する。

◀各アンテナの後ろに設置されたフロントエンド受信機。アンテナで受けた太陽からの電波を電気信号に変換し、さらに光の信号にして光ファイバーを介して観測棟に送る

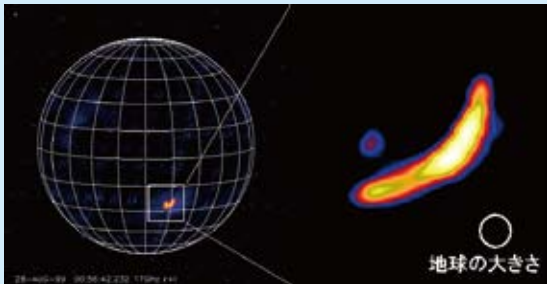
●野辺山電波ヘリオグラフは太陽観測専用の電波干渉計で、電波で見た太陽の撮像観測を行っています。電波干渉計には結像のためのレンズがなく、相関器とコンピュータがその役目を担っています。観測装置は広く分散しています。まず、東西490m、南北220mのT字型の基線の上に、口径80cmのパラボラアンテナ84台があり、それぞれのパラボラの後ろにフロントエンド受信機がついています。ここで受信した信号を光ファイバーで観測棟に集め、相関器で処理します。これがバックエンド受信機です。この相関値から、コンピュータを用いて画像にします。この画像および相関データは、取得されるとすぐ公開され、インターネットを介して世界中の太陽研究者の共同利用に供され、多くの成果を生んでいます。電波干渉計による合成画像の品質を決定するのは、電波の位相と振幅の誤差の除去です。そのための工夫が随所に施されています。

## Specifications

- 完成年：1992年3月（6月末より定常運用）
- フロントエンド受信機：84台
- 観測周波数：17GHzと34GHz（1995年10月より）
- 偏波観測：左右円偏波（17GHz）、強度のみ（34GHz）
- 相関数：20,916組
- 時間分解能：100ミリ秒（静穏時は1秒間積分する）

## ●超高速伝播現象

太陽表面での爆発現象フレアの際に、非常に高速の電子が生成されることが知られています。しかしその加速機構はいまだに不明です。これを明らかにしようというのが電波ヘリオグラフ建設の大きな目的のひとつです。その性能をフルに発揮して観測できたのが、1999年8月28日のフレアに伴って発生した超高速伝播現象です。磁気ループと思われる細長い構造に沿って下端から右上に向かって伝播する明るい構造を検出することができました。太陽表面上でこのループは長さおよそ6万kmもあり、この伝播現象ははしからはしまで伝わるのに1秒弱しかかかりません。電子が磁場に巻きつきながら磁力線に沿って伝播したとすると、ほとんど光のスピードです。直接画像で高速電子の伝播をとらえた初めての観測です。



地球の大きさ

## ひとこと



電波ヘリオグラフの観測装置は、84台のフロントエンド受信機と光ファイバーケーブル、バックエンド受信機、さらに制御系やデータ収録系と非常に多くの部品から成り立っており、設置場所も広く分散しています。この非常に複雑なシステムにも関わらず、1992年の観測開始以後16年間、非常に安定した運用を確保することができています。これが実現できているのは、装置の設計がよかっただけでなく、保守・運用にたずさわる多くの方々の努力の結果です。これに対して**第1回（平成19年度）国立天文台長賞（技術部門）**が授与されました。