

自然科学研究機構

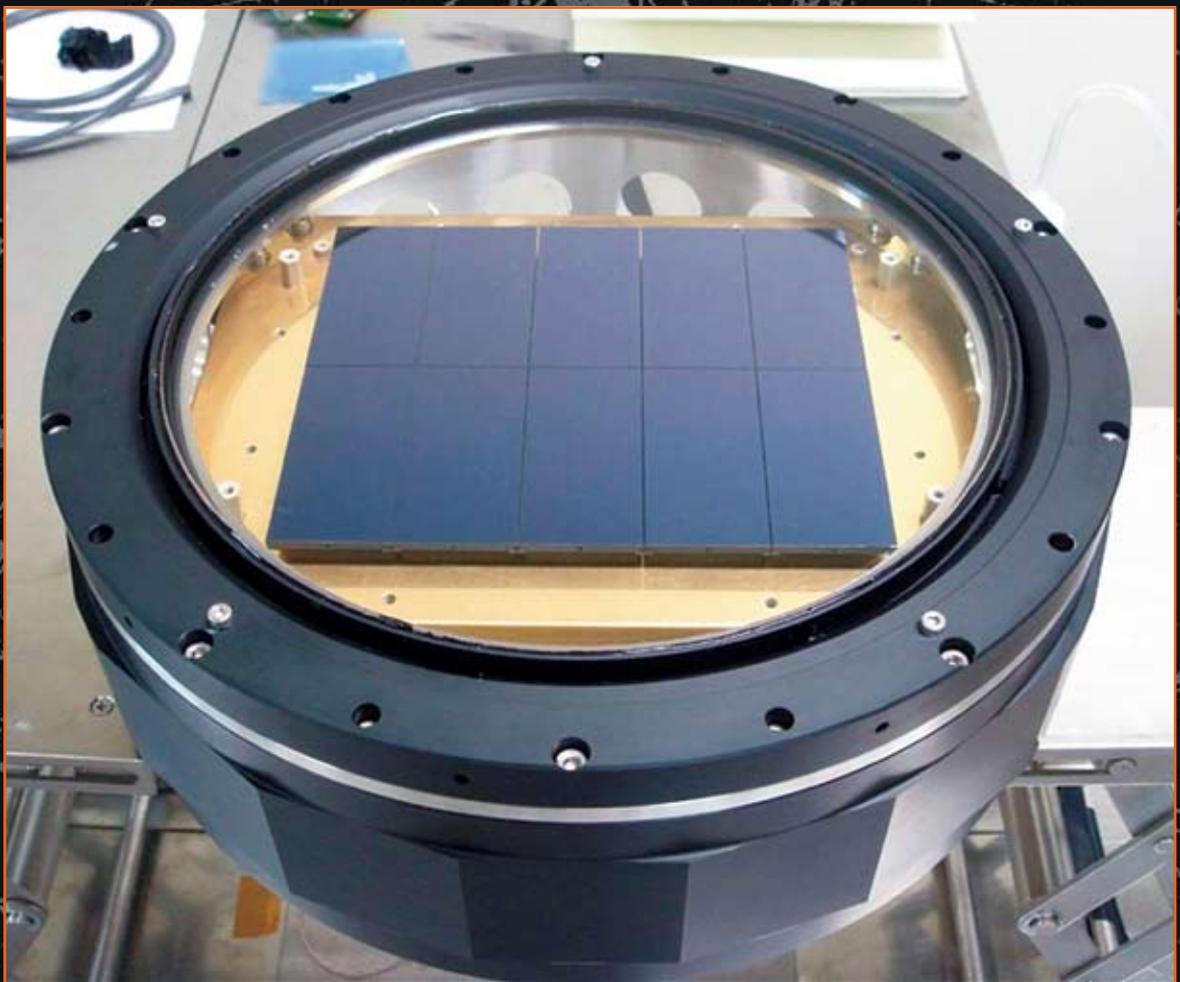


国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2009年1月1日 No.186

すばる望遠鏡の新しい眼 ～完全空乏型・世界最高感度の CCD の開発に成功～



- 巻頭言「2009 年を迎えて」
- 「世界天文年 2009 キックオフシンポジウム」報告
- 「第 6 回自然科学研究機構シンポジウム」報告
- 「まなびピアふくしま 2008 天文講演会」報告
- 「2008 三鷹地区特別公開」報告
- 「君も星だよ」三鷹地区特別公開前夜祭報告
- 平成 20 年度永年勤続者表彰式

2009

1



2009

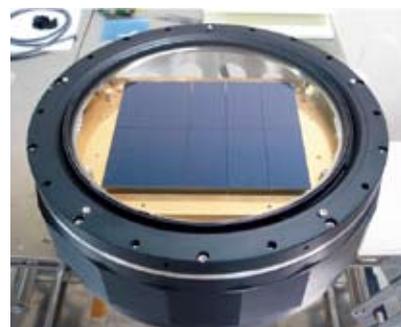
1

NAOJ NEWS

国立天文台ニュース

CONTENTS

■ 表紙	1
■ 国立天文台カレンダー	2
■ 巻頭言 2009年を迎えて 台長 観山正見	3
■ 研究トピックス	
● すばる望遠鏡の新しい眼 ～完全空乏型・世界最高感度のCCDの開発に成功～ 宮崎 聡(先端技術センター)	5
■ お知らせ	
「世界天文年 2009 キックオフシンポジウム」報告	4
第6回自然科学研究機構シンポジウム 「宇宙究極の謎—暗黒物質、暗黒エネルギー、暗黒時代—」報告	7
● 天文台 Watching 第29回—田村元秀さん ブルーすばるに宿る赤外線の見つかる日 系外地球型惑星の見つかる日	8
まなびピアふくしま 2008 天文講演会 「最新CGで見る宇宙の姿」報告	10
「2008三鷹地区特別公開」報告	11
「君も星だよ」三鷹地区特別公開前夜祭報告	12
平成20年度永年勤続者表彰式	15
● 連載コラム アタカマ便り～アンデスの風⑧～ 石黒正人(JAO)	14
■ 共同研究等の公募について	15
● 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 10 HiCIAO (High Contrast Instrument with Adaptive Optics) 鈴木竜二	16



● 表紙画像
Suprime-Cam 用の新デューワーに封入された新開発の CCD。10 枚が隙間なく配置されている。
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

■ 12月

- 1日(月)～5日(金) アジア冬の学校
- 2日(火)～5日(金) プロジェクトウィーク
- 6日(土)～7日(日) 世界天文年 2009 プレイイベント「天文同好会サミット 2008」
- 10日(水) 電波専門委員会
- 18日(木) 天文データセンター専門委員会
- 19日(金) 先端技術専門委員会
- 20日(土) アストロノミー・パブ(三鷹ネットワーク大学)
- 25日(木) 総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議

2009年

■ 1月

- 4日(日) 世界天文年 2009 全国一斉オープニングイベント
- 9日(金) 理論・計算機専門委員会
- 14日(水)～16日(金) 2008年度すばるユーザーズミーティング
- 19日(月) 台長室アワー
- 21日(水) 総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議
- 26日(月) 運営会議
- 28日(水)～30日(金) 2008年度N体シミュレーション睦月の学校

■ 2月

- 3日(火) 教授会議
- 10日(火) 研究計画委員会
- 18日(水) 総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議



野辺山45メートル電波望遠鏡とヘリオグラフ
切り絵/小栗順子

年が明けて2009年（平成21年）となりました。今年もどうぞ宜しくお願いいたします。国立天文台の今年のキーワードは、「確実な進展」「決断の年」「催しの年」の3つであると思われま

す。国立天文台の研究活動は、今年も「確実な進展」を得たいと思います。すばる望遠鏡をはじめとする光学赤外線望遠鏡、野辺山・VERA等の電波望遠鏡群、「ひので」をはじめとする太陽観測装置等による観測的天文学研究、そして計算機シミュレーション等も含めた理論天文学およびデータ天文学研究、最先端技術・実験開発研究、加えて広報普及活動の確実な進展を目指したいと思

います。さらに、国立天文台が法人化されて、平成21年度は中期目標期間の最終年度であり、中期目標・中期計画に基づいた着実な成果達成が必要な年であります。そして何よりもALMA建設計画の確実な進展が重要です。昨年末12月、日本のアンテナ1台が、最初に要求されたALMA性能を達成し引き渡されました。つまり、国際的ALMA天文台の「ファーストアンテナ」に日本の提供物が決まったという快挙がありました。しかし、建設計画はこれからも続きます。日本は、さらにアンテナに関しては15台を順次完成しなければなりません。受信機に関しては、3つの周波数において、全てのアンテナに搭載する受信機を確実に製作しなければなりません。特に、波長が一番短いバンドの受信機は、極めて高い性能が必要であり、その製作は重要課題ですが、



▲ ALMAのファーストアンテナ
© ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

昨年末までに、高い性能を確保することが確認できました。

光学赤外天文学分野では、「決断の年」となるかもしれません。まず、すばる望遠鏡に装着する超広域カメラ(HSC)の基礎仕様を決定



する年であります。現在の広域カメラ(SC)は、8mクラスの望遠鏡に搭載された唯一に近い広域撮像装置であり、これによって、宇宙最遠方天体の発見など数々の成果が達成されました。HSCは、SCよりさらに10倍の広域の観測が可能な装置です。このカメラの実現によって、ダークエネルギーやダークマターの研究が飛躍的に進むと思われます。3月に実施される外部・自己点検評価に基づいて、仕様の決定を行いたいと考えています。また、ハワイ・ジェミニ望遠鏡から提案された広域ファイバー型分光装置(WFMOS:2000個以上の天体の同時分光観測が可能)を、すばる望遠鏡への次期搭載装置とするかどうかの決断です。WFMOSの搭載決定は、その科学的成果への期待が大きいことから、また、国際協力の観点から推進すべきとの強い意見もあります。しかし、一方で、すばる望遠鏡の時間配分において、HSCも含めて、WFMOSの運用時には、サーベイプロジェクトに比重を大きく移す事になると思われ、他の観測装置への影響も懸念されることから議論があります。30mや40mクラスの大型望遠鏡建設計画が世界で検討されている中で、今後10年間を見据えたすばる望遠鏡の研究戦略をどう形成していくのか、コミュニティーともよく相談が必要です。5月に実施される「WFMOS国際会議」は、その良い機会でもあり、結果を踏まえて最終決断をする予定であります。

本年半ばには、次期大型光学赤外線望遠鏡の一つである30m望遠鏡計画(TMT:アメリカ・カナダ等の国際協力計画)の建設地が決定予定です。ハワイ・マウナケア山頂も二つ残った候補の内の一つです。もし、ハワイに建設地が決まった場合、TMTは、すばる望遠鏡の自

然な拡張計画として十分考慮すべき計画であると考えます。また、ハワイ観測所のサイエンスの成果や技術開発の実績を元にすれば、同じハワイという地であることも踏まえて、国際協力の要請を受けることが十分考えられます。もちろん、ALMA 計画の終了後の課題ですが、基礎開発研究の実施など、国際競争の上で十分な準備が必要でしょう。とにかく、TMT の建設がハワイと決まった場合は長期的な方向性の決断が必要でありましょう。

今年、ガリレオが望遠鏡で天体を観測した 1609 年から 400 年の年に当たります。それを記念して、ユネスコや国際連合は 2009 年を「世界天文年」と決めました。様々なイベントや連携事業が計画されており、国立天文台も主催者の一つとして、今年「催しの年」となると思われます。この機会をとらえて、科学のおもしろさや楽しさを伝える事ができればと考



えています。そして、この活動は、世界天文年であるこの一年だけの計画だけでなく、これを最初の年として、天文学や科学の普及により一層努めたいと思います。本年 7 月 22 日には、日本周辺で、皆既日食現象が観測されます。国立天文台は、観測部隊を派遣して、天気とネットワーク事情が許せば、全国の方々に、皆既日食現象をリアルタイムでお届する予定です。これも大きな催しとなると思

われます。

世界天文年等の様々なイベントの実行や、子どもたちに安価な望遠鏡や日食グラスを配布できるように寄付を集めることにしました。天文学の振興や若手研究者の養成も含めて、国立天文台では、昨年より「天文学振興募金」事業を始めています。これについても、皆様のご協力を仰ぎたいと思います。

良い年となるように、がんばりたいと思います。



世界天文年スタート！ 「世界天文年 2009 キックオフシンポジウム」報告

小野智子(世界天文年2009推進室)

ガリレオ・ガリレイが、天体望遠鏡で宇宙を観測して400年となる2009年は「世界天文年」。その記念すべき年がいよいよ始まりました。

世界天文年 2009 日本委員会(委員長：海部宣男)では、世界天文年を盛り上げ、より多くの人々が夜空を見上げ、宇宙や地球へ思いを馳せて欲しいと、前年から様々な企画を検討してきました。そのひとつが「世界天文年 2009 キックオフシンポジウム」で、去る 11 月 23 日(祝)、東京・台場の東京国際交流館・国際交流会議場を会場に、日本委員会の主催、天文教育普及研究会および国立天文台の後援により開催されました。

これまで、岡山での天文学会秋季年会の特別セッションや、国立天文台で開催の科学記者向けのレクチャー紹介する機会はあったものの、広く一般を対象に、世界天文年とは何か、どういった取り組みがあるのかを紹介するシンポジウムの開催は、これが初めてでした。

当日は、およそ 160 名の熱心な聴衆が、海部宣男委員長および渡部潤一企画委員長による世界天文年の解説に耳を傾け、さらに後半の、研究者、教員、ボランティア、等各立場のパネ



▲世界天文年について解説する海部宣男世界天文年 2009 日本委員会委員長

リストを迎えたディスカッションでは、自らも世界天文年への期待や熱意を語り、会場全体が一体となったとてもよい時間となりました。

なお、このシンポジウムは、科学技術振興機構が 2006 年より開催する「サイエンスアゴラ」というサイエンスコミュニケーターが集うワークショップの中の公募企画の一つとして開催されました。そのためか、シンポジウム参加者も、世界天文年を機に、天文・宇宙の伝道師として活動したいという志を持った人が多かったように思います。

すばる望遠鏡の新しい眼 ～完全空乏型・世界最高感度の CCD の開発に成功～

宮崎 聡 (先端技術センター)



Suprime-Cam (すばる主焦点カメラ) は、すばる望遠鏡の高い機械安定性を最大限生かし、30分角という主焦点の視野全面にわたり、極めて高い結像性能を実現した。大口径、広視野、高解像度という3つの特徴を有する装置は、世界的にもユニークで、遠方天体の探査、ダークマター分布の直接計測等、数多くの成果をあげてきた。

Suprime-Camが観測を開始してからおよそ10年経つが、この間、宇宙の加速膨張の発見をきっかけに、ダークエネルギーへの関心が高くなってきた。ダークエネルギー研究には、遠方のIa型超新星や、重力レンズによりわずかな歪みを受けた遠方銀河の形状を数多く観測し、宇宙膨張率の変化や構造形成の進行度を高精度に計測する必要がある。これには、Suprime-Camのような広視野の高解像度カメラが有効である。天体探査の効率は「主鏡の受光面積」、「カメラの視野の広さ」と「光センサーであるCCDの感度」の積で表される。高まるダークエネルギーへの関心を背景に、Suprime-Camの5から10倍以上の探査効率をうたう観測システムの開発が、世界中で行われるようになってきた。

我々も、Suprime-Camの探査効率をさらに上げて、このゲームに参戦したいと考えるようになった。主鏡の口径を大きくするのは無理だから、センサーの感度を向上させて、かつ視野を広げるしかない。これが、我々が新しいタイプのCCDの開発を目指した理由である。独自開発が成功すれば、Suprime-Camの10倍以上の個数のCCDの調達がより容易になり、格段に広い視野を実現できることが期待された。幸い、加速器実験用の半導体検出器で実績がある浜松ホトニクスとの理解を得て、同社との共同開発が始まった。

従来のCCDは、シリコン内の空乏層の厚みが十分でないため、波長の長い光は透過してしまい、感度が低下していた。空乏層とはシリ

コン内で電場が存在する領域で、ここで光子がシリコンに吸収されて電子-正孔対ができると、電場により電荷が回収されて、入射した光子が信号として記録される。シリコン基板全体を「完全」に「空乏化」して、厚い空乏層ができれば、長波長でも高い感度が得られることになる(図1)。我々が開発を目指したのは、このような完全空乏型CCDである。また、CCDは可視光だけでなく、X線検出器としても用いることができる。厚い空乏層が実現すると、エネルギーが高いX線の感度が向上する。このため、次世代X線衛星用のCCDを検討していた京都大学及び大阪大学のX線天文研究者に興味を持っていただき、開発プロジェクトに参加していただけることになった。

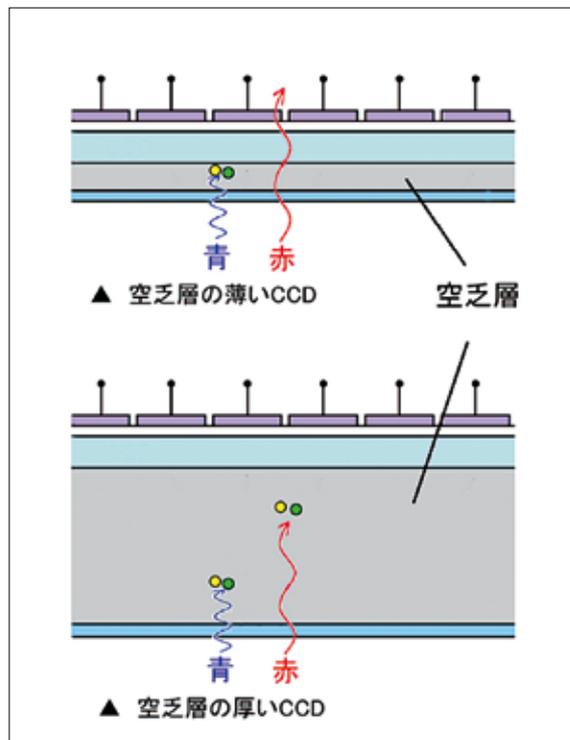


図1 光がCCDに入るとシリコンウエハ中で吸収され、電荷に変換されます。短い波長(青色)の光は、シリコンウエハの表面で吸収されるため空乏層の薄いCCDでも感度があります。しかし長い波長(赤色)の光が空乏層の薄いCCDに入射した場合、光は吸収されずに通り抜けてしまい感度が低下します。空乏層を厚くすれば、長波長側の感度を上げることができます。

不純物濃度が低く、抵抗の非常に高いシリコンを用いると、空乏層を厚くすることができる。n型シリコンは中性子を照射する方法で、高抵抗のシリコンを作りやすい。ところが、n型シリコンをベースに CCD を作った場合、信号電荷となるのは、正孔で、通常の電子に比べて高速で転送することができない。このため、これまでは p型シリコンをベースに電子を信号電荷とする CCD が作られていた。ところが天体観測に用いる場合は、電荷蓄積時間が数分と、一般の用途に比べて長いので、それほど高速に読み出す必要がない。そこで我々は高抵抗 n型シリコンの採用を決めた。

この CCD の構造は、p 型半導体と n 型半導体の間に非常に高抵抗の n 型半導体をサンドイッチした PIN フォトダイオードとほぼ同じである。浜松ホトニクスは放射線計測用の厚い PIN ダイオードで多くの実績があったが、画像センサーである CCD は、構造がより複雑で、光学部品であるため機械仕様に対する要求も高かった。そのため、シリコン素材の選定から、プロセス条件の洗い出し、平坦度を実現するための、組み立て工程の確立など多くの開発要素があった。

このような素子の設計とプロセスは浜松ホトニクスが担当し、国立天文台では、低照度観測を想定した CCD の性能検査システム、冷却デューワーや読み出しエレクトロニクスを担当した。100 個以上になる試作品の詳細な試験は天文台の開発実験センター（現先端技術センター）の鎌田氏が主に担当した。また、X 線 CCD としての性能評価は京大、阪大グループが受け持った。

CCD の性能指標である、暗電流、電荷転送効率等を極微光天体の観測に耐えられるレベルまで持っていくのには当初予測より多くの試作が必要であったが、必要な全ての性能をクリアした CCD がついに完成した。波長 1 ミクロンでは Suprime-Cam の約 2 倍の感度向上を達成することができた。最終試験として、やはり実際にすばる望遠鏡に取り付けて、観測



図2 新生 Suprime-Cam により撮像された散光星雲 M17 (いて座、4200 光年)。新しい CCD によって長波長側の感度が向上し、画像中の左上の領域には、塵に埋もれた若い星が従来より数多く写し出されています。

を行いたかった。小宮山氏、中屋氏らハワイ観測所の研究者の手により、この CCD は新しい Suprime-Cam のデューワーに封入された（表紙画像）。現役共同利用装置として稼働中の Suprime-Cam のアップグレード作業はスケジュール的にたいへん厳しかったが、古澤氏により率いられた試験観測チームは作業を完了し、新 Suprime-Cam は山麓施設での予備試験後、2008 年 7 月にすばる望遠鏡に取付けられた。この試験観測の結果、所期の性能が確認されたため、そのまま引き続き共同利用観測者にも公開された（図 2）。

この成功を受けて、現在我々は、Suprime-Cam の約 10 倍の視野をもつ Hyper Suprime-Cam の開発を進めている。さらに、X 線 CCD としての高い性能も確認されたため、完全空乏型 CCD は次期 X 線衛星 Astro-H への搭載も決定した。このように、様々な天文分野での活躍が期待されている。また、医療機器への応用も期待されている。高い X 線感度を有するということは、従来より少ない照射量で X 線撮影が可能となり、生体への影響をそれだけ小さくできる。観測天文学の要請に基づき開発された技術が、少しでも人々の役に立つなら、たいへんうれしい。

★よりくわしい記事を <http://atc.mtk.nao.ac.jp/ccd/FDCCD/top.html> でご覧いただけます。



第6回自然科学研究機構シンポジウム

「宇宙究極の謎—暗黒物質、暗黒エネルギー、暗黒時代—」報告

児玉忠恭(光赤外研究部/ハワイ観測所三鷹)

表題のシンポジウムが、2008年9月23日に東京国際フォーラムにて開催された。その世話人としてここに簡単に報告させていただく。これは自然科学研究機構で毎年持ち回りで開催されている一般向けシンポジウムで、H20年度は国立天文台の当番であった。過去は、生命や脳などのテーマで開催されてきており、今回(第6回)は宇宙というわけである。一般人のもっとも関心のある自然科学分野の最新の話題を、その道の専門家がわかりやすく紹介するというのがシンポジウムの趣旨である。作家で評論家の立花隆さんがプログラムコーディネーターである。

その立花氏が内容の相談に来台されることになり、まずはシンポジウムのテーマと講演者の叩き台を考えることになった。台長からは、「暗黒物質」と「暗黒エネルギー」を中心テーマに据えたいということだったので、それにすばる望遠鏡が活躍している初期宇宙の「暗黒時代」というテーマを加えて、三つの暗黒問題という風に括ることを大きな方針とすることにした。立花さんと東大教養学部の立花ゼミの学生2人と、こちらは台長と縣さんと事務の方々と私とでお会いしたが、三つの暗黒問題という現在の宇宙論の究極の謎をテーマとすることにご賛同いただいた。そしてこれらの分野において第一線で活躍されている講師を選んでお願いしたところ、全員にご快諾いただいた。謀らずも(?)国立天文台の関係者(現職員と元職員)が多い布陣となった。なお、私自身も講演を行ったが、これは余興で、国立天文台の理論研究部と4D2Uプロジェクトが共同作成した天体シミュレーション動画を解説したに過ぎない。4D2Uは別室にて立体視眼鏡による動画鑑賞シアターも併設し、大変人気であった。

立花氏とそのゼミ学生らは、全国に散らばる全員の講演者のところに自ら赴いて、事前に詳細な打ち合わせを行った。その緻密さと誠意、熱意には大変感心させられた。

ところで、暗黒物質に関しては、素粒子実験を先導しておられた、東大宇宙線研の戸塚洋二先生にぜひお話しいただくというのが、当初の計画であったが、戸塚氏をご病気を患っておられたため、シンポジウムに来て話していただくわけにはいかないが、その代わりにビデオレターにてメッセージを頂戴しようとして世話人間で話していた。ちょうどその矢先の7月10日に、大変残念なことにご逝去されてしまった。今年には日本人のノーベル賞ラッシュであったが、戸塚氏をご存命であったなら、小柴先生に続いてニュートリノ振動の発見に関してノーベル物理学賞は確実であろうと言われていた方である。わずかの差で本シンポジウムにご登場いただけなかったのも、極めて残念であった。心よりご冥福をお祈りする。

シンポジウム参加者は事前申し込みで既に定員の800名に達し、大変盛況であった。当日は立花氏が各講演者の紹介をし、講演後にコメントをするという形式で進行した。時間の都合上、その場では参加者からの質問は受けられなかったのであるが、代わりに質問用紙を配り、それを回収して後で各講師にご回答いただき、ウェブで公開することになっている。大変多くの方からご質問をいただいた(中にはかなり突っ込んだ質問もあった)ことは、本シンポジウムの成功を物語っている。

★最後にこの場を借りて、立花氏とそのゼミ学生を初め、自然科学研究機構事務の脊戸氏他、ポスター、パンフレット、集録作成のクバプロ関係者、国立天文台の世話人一同、そしてすべてのシンポジウム参加者に感謝したい。お疲れさまでした。



▲シンポジウムのポスター。



▲研究室に常備の木星模型を手のひらに。「SEEDS で狙うは、これ！」

ブルーすばるに宿る赤外線の見え方 系外地球型惑星が見つかる日

今回は、田村元秀さんの研究室を訪ねました。太陽系外惑星探査プロジェクト室長として、国際的な発見競争の渦中にある田村さん。今もっとも注目を集める研究分野のひとつですが、はたして地球型惑星は見つかるのか？ さっそくお話を伺ってみましょう。

●プロフィール

田村元秀（たむら・もとひで）

国立天文台准教授。太陽系外惑星探査プロジェクト室長
奈良県宇陀郡榛原町（現宇陀市）生まれ。海外と言えば大学滞在中はハワイにしか行ったことがなかったが、大学院終了後、アリゾナやカリフォルニアで働くことになるとは夢にも思わず。しかし、赤外線天文学の変革期を肌で感じる事ができた。趣味は幅の広い音楽鑑賞。キットピークの1.3m鏡でカセットでガンガン音楽を流しながらの観測は懐かしい思い出。

●つばぜり合い

「大学院で、まだ新しい研究分野である赤外線天文学と出会い、今から20年ほど前のポストドク時代、海外で、当時でも数少ない赤外線カメラを使って星形成領域の観測をしていたころから、恒星と比べてかなり暗く、質量の軽いと思われる星が存在することには気づいていましたが、さすがに系外惑星は見つからないだろうと……。ところが、今では、系外惑星探査は天文学の中でもっともホットな研究分野のひとつとなり、地球型惑星の発見一番乗りをめざして国際的な競争が日進月歩で繰り広げられています。正直、メジャーになりすぎて、私のこれまでの研究スタイルには向いていないんじゃないかと思ったり……」。

1995年、理論的には過去から予測されていた褐色矮星の直接撮像の成功（パロマー山天文台）と、メイヤーらによる間接法（ドップラー法）を用いた系外惑星の発見。この2つの新発見を契機に、以後、系外惑星の研究は急加速し、現在、惑星数は300を超える。この分野の研究成果はノーベル賞級との呼び声も高い。

「そういうわけで、けっこうシンドイんですけど、興味をもってくれる学生も発見数に比例してグンと増えているので、適度な緊張感の中で世界との競争にもまれながら若い研究者たちがうまく育って、いずれ彼らが、地球型惑星を直接撮像してくれればいいな、という思いで研究に取り組んでいます」。

●HiCIAO 登場

2大発見と同じころ、田村さんが開発に着手していたのが、すばる望遠鏡に取り付けるコロナグラフ撮像装置（CIAO、チャオ）である。

「すばるの大口径を活かし、さらにAO（波面補償光学系）を組み合わせることで、可視光よりも高い解像度で星形成の現場を直接観測できます。

2001年に本格稼働して、以後、惑星誕生の現場である原始惑星系円盤の多様な形態の解明、大質量星の周りの星周円盤の直接撮像、若い星のまわりを300AU程度の軌道でめぐる木星の10～40倍程度の重さの惑星の発見など、成果を挙げてきました。ただ、装置の限界が見えてきたので、後継器として188素子の補償光学用に新しいコロナグラフHiCIAO（ハイチャオ）を開発し、ちょうど完成にこぎつけたところです（16ページ参照）。これから、HiCIAOを用いて、中心星の数AUから数十AUの間にある木星サイズの惑星の発見と原始惑星系円盤の観測を系統的に行って、太陽系に似た惑星系の直接撮像とその惑星系の誕生メカニズムを探る5年間の観測計画“SEEDS”を予定しています」。

—地球型惑星の直接撮像についてはいかがですか？

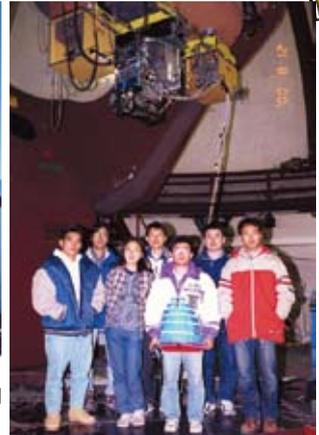
「まだ夢です（笑）。一挙に狙うなら可視域で地球型惑星探査に特化した宇宙望遠鏡だと思います。しかもスペクトルがとれて、生命反応の証拠が見つかったらすごい。でも、実現には、かなり時間がかかりそうです。そこで、SEEDSの次の一手として、すばるを使って赤外線によるドップラー法でM型星を狙うこと考えています。既存の可視のドップラー法の観測対象、たとえば太陽のようなG型星の場合、地球型惑星の速度を測ろうとすると、恒星自体の表面活動による速度変化と見分けがつかなくなってしまうんですね。そこで、もともと太陽質量の半分程度のM型星なら、もし惑星があればとても軽いと考えられるので、そこを高精度の赤外線分光観測を行って、地球型



▲「キットピークの、この小さなドーム。上松ライクな環境ですが、晴天率は数倍良く、好きでした」。

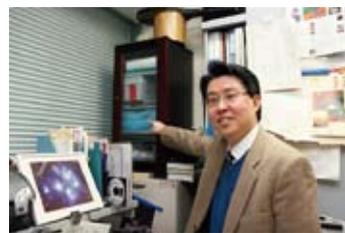


▲南アフリカ望遠鏡 (IRSF) の開所式。現在も、赤外カメラ SIRIUS と偏光観測装置 (SIRPOL) が活躍中。



▲ SIRIUS の、ハワイ大学望遠鏡におけるファーストライトの記念集合写真。

▲田村さんの研究スタイルの原点「京都大学・上松天体赤外線観測室」。「1か月単位で籠っての観測も。でも晴れなくて…。そういうときこそ、赤外ならぬ発想の透過力をフル稼働？ いえいえ、不貞腐れて寝ます」。



◀大事な偏光素子 (波長板・画像左奥) は、この中。

惑星を発見しようというわけです。M型星は、すばるを使えば赤外では十分に明るい(可視では暗い)、数が多いので、つまり近くに観測ターゲットがあって好条件。しかも、ドップラー法が有効な0.1AUといった近距離領域は、恒星が低温な分、ハビタブルゾーン(生命居住可能領域)となつて、そこにうまく地球型惑星が存在している可能性があるのです。

—M型星は寿命が長いので生命進化に十分な時間を経た星も多いかもしれませんね。HiCIAOのような赤外コロナグラフが、生まれたての惑星系を観測対象にしてきたのとは、また違ったアプローチですね。

「はい。高精度の赤外分光器の技術的なメドも立ってきましたし、なにしろ、M型星ならすばるだと一声1000個ものターゲットが集まるので、ぜひ実現したいですね」。

●偏光素子

田村さんの研究のスタイルは「装置作りを伴ったサイエンス」である。

「天文学の世界でも最近では、装置開発だけ、観測だけ、データ解析だけ、という分業の傾向が出てきています。アメリカのような大きなコミュニティでは効率的なシステムなのかもしれませんが、日本の研究現場がそこに向かう過渡期なのかもしれません。ただ、やはり、一研究者の『こういう観測をしたい』という動機から始まり、開発にも深く関わった装置でサイエンスを追及する、という研究者がいるべきだと思います。とくに若いときにそういう経験を積まないと、研究全体を見渡せなくなる心配があります。また、現実問題として日本では、装置開発を手がけながら、若手の研究者の立場とモチベーションを維持させつ

つ、研究の継承を行っていく必要もあります。これは、まあ、私が新興の赤外線天文学の研究に飛び込んで、上松の1mの赤外線望遠鏡で自由に研究させてもらった体験に基づいているのですが、このころから始めて、以後、キットピークやハワイの小さな赤外線望遠鏡を渡り歩いて、小さいながらも、ずっと装置開発を含めて取り組んできているのが赤外線の偏光観測です。地味でしょ(笑)。天文学では、偏光は分光に比べるとほとんど注目されないで、研究者も数えるほど。その分、大競争状態の系外惑星探査とは異なり、じっくりと研究に取り組めるし、未開拓の分野なので、ユニークな成果も十分に期待できます。広い視野の偏光観測やアミノ酸の分子構造の偏りの起源についての研究などでは、今は最先端のデータを出せていると思っています。小さな望遠鏡からスタートして“新しい研究のタネを見つける”トレーニングを積むこと。それが、いずれ大型望遠鏡を舞台に繰り広げられる最先端の研究にも生きてくるのだと信じています」。

☆☆☆☆☆☆☆☆

田村さんのお宝のひとつが、研究室のケースの中に保管されている偏光素子(上画像)。「この前、イギリスのチームと共に、カナリア諸島のウィリアム・ハーシェル望遠鏡に超精密偏光装置を取り付けて『系外惑星からの偏光を調べる』観測を行ったのですが、今のところ最大の収穫は『サハラ砂漠の砂が大気中に舞ったことが原因と思われる、星の偏光の発見!』(笑)。系外惑星のスペクトル観測もいいですが、系内惑星の大気ダストの赤外偏光観測も…悔れませんか」。

▶ CIAO が捉えた FN Tau。太陽質量の10分の1しかない若い星の原始惑星系円盤。おそらく地球型惑星が生まれる現場である。





まなびピアふくしま2008 天文講演会「最新CGで見る宇宙の姿」報告

室井恭子(天文情報センター)

2008年10月11日(土)に、福島県郡山市にある、郡山市ふれあい科学館と共催で「まなびピアふくしま2008」の行事の一環として天文講演会を行いました。郡山市ふれあい科学館は天文系の施設としては珍しく、JR郡山駅の目の前という交通アクセスのたいへん良い場所にあり、来館者も多く、光害は多いものの、人が多い駅前という立地条件を活かして駅前観望会をおこなうなど、天文普及を積極的におこなっている施設です。定期的に星の講演会を開催している、ということもあり、定員いっぱいの220名の参加がありました。

講演は、天文情報センターの渡部潤一准教授による「最新CGで見る宇宙の姿」で、プラネタリウムドームに4次元デジタル宇宙ビュー

ワー“Mitaka”を写し、太陽系やその外に広がる銀河の世界を飛行しながら宇宙の構造を解説しました。また、地球と月の誕生、土星の環の構造、2009年の土星環の消失などをCG(コンピュータグラフィックス)による映像で紹介しました。

講演の後には会場からのご質問にもお答えし、「将来、月や火星に人は住めるのか?」「太陽や星はどうやって作るの?」などという子供たちからの質問が絶えず大盛況でした。東京でふだんおこなう講演会と違って、小さい子供たちからご年配の方まで幅広い層の方にご参加いただけたことがとても印象に残っています。これをきっかけに、天文学への興味が一層広まっていけばよいと思います。



▲ Mitaka を使って講演する渡部氏。



▲ 満員の会場からは、さまざまな質問が。

国立天文台野球部が二冠を達成！ 中島 康(ハワイ観測所)

2008年10月～11月にかけて行われた、2008年度在京大学等職員懇親野球大会(在京)および西東京地区共済野球大会(西東京)の両大会において、国立天文台野球部が優勝しました。

在京の大会では、初戦、2点を追う最終回二死1、2塁からの劇的なサヨナラ勝ち(対東京農工大4-3)で流れをつかみ、決勝戦では強豪の東大を7-1で破り優勝。西東京の大会では準決勝(対東京農工大7-0)、決勝(対東京学芸大14-0)ともに完封勝ち。天文台チームの失策はこの二試合の合計でひとつだけ。そして、準決勝はノーヒットノーラン!

さて、野球部は月水金のお昼休みに天文台グ

ラウンドで練習しています。混じりたいなあ、と思う方は野球の経験の有無に関係なく大歓迎です。気軽に練習中に声をかけてください。



▲ユニフォームの★印が誇りの国立天文台野球部の面々。「ドラフト指名されたらどうしよう」。



「2008三鷹地区特別公開」報告

石川直美(天文情報センター)

2008年10月25日、国立天文台、東京大学天文学教育研究センター、総合研究大学院大学天文科学専攻の3者共催のもと、年に1度の三鷹地区特別公開が開催されました。今年のテーマは「すばる望遠鏡の10年」です。

しかし、週間天気予報では数日前までは「雨」。結局雨は前日に通り過ぎ、当日は何とか雨は免れたものの、朝から曇り空。雨天、曇天時は特別公開の来場者が少なくなる傾向があるため心配していましたが、開門と同時に大勢の人！人！人！で、受付前は長蛇の列！その後も人の波は途切れることなく、過去10年間で最多の来場者、3800人を迎えることとなりました（これまでの最高は、2004年の2800人）。

今年はテーマにちなんだメイン講演会を天文台では「この10年で見た宇宙137億年の歴史」柏川伸成（国立天文台准教授）、「太陽系外惑星とその形成の謎に迫る」田村元秀（国立天文台准教授）、東大天文センターでは「暖かな宇宙を眺める～すばるから最新計画まで～」宮田隆志（東京大学理学系研究科天文学教育研究センター准教授）とそれぞれ開催し、どちらの会場も、大勢の立ち見が出るほどの盛況ぶりでした。しかし、会場に入れなかった方も多く、来年度は講演会の中継も視野に入れて検討していくことになりました。

各プロジェクトの企画も展示のほか、ミニレクチャー、サイエンスカフェ、天文クイズや子ども向けの企画など、幅広い年齢層の方に天文台について、そして最新の研究成果についてわかりやすく紹介し、どの企画も好評でした。また、総合研究大学院生による台内のガイドツアーも盛況でした。

あいにくの曇天で、星こそ観望することはできませんでしたが、グラウンドには協力メーカーの望遠鏡が立ち並び、来場者も集まって望遠鏡の話、星の話に花を咲かせているようでした（終了時刻が迫った18時半過ぎ頃、真っ暗な空からぼつりぼつりと小雨が降ってきて、望遠鏡は少々早めの撤収となりました）。

特別公開は、普段は見られない天文台の施設に入ったり、研究者と直接話をするチャンスです。この機会に天文学や、国立天文台を身近に感じていただければと思っています。2009年は世界天文年。記念すべき年となる来年の特別公開にもご期待ください！

★開催にあたってご後援いただきました（社）日本天文学会、（財）天文学振興財団、ご協力いただきました東大生協天文台支所、大沢地区住民協議会、望遠鏡メーカー、星のソムリエみたか、おおさわ学園のみなさま、ありがとうございました。そして、企画チーフをはじめ、スタッフの皆さん、たいへんお疲れさまでした。2009年も頑張りましょう！



▲今年のポスターは「すばる」が主役。

● 2008 三鷹地区特別公開 Photo Album



▲開門と同時にこんなにたくさんの人が（門は、まだ半分しか開いていませんよ）！



▲「ようこそ！ 今日一日、存分にお楽しみください」（観山台長）。



▲4D2Uのミニ講演会も大盛況。



▲パネルや模型を使って、分かりやすく説明しています。



▲月周回衛星「かぐや」の作った月面図を立体メガネで。



▲太陽フレア望遠鏡も今日は観測をお休みして、みなさんを出迎え。

「君も星だよ」特別公開前夜祭報告

室井恭子(天文情報センター)

特別公開前日の夜には、「君も星だよ」をテーマとした「前夜祭」が三鷹市芸術文化センターでおこなわれました。

学問の天文学とはちょっと違った切り口、そして地元の方々とも交流できるイベントをとということで、今年はおおさわ学園の子供たちに星をテーマにした歌「COSMOS」などを合唱していただきました。さらに、そのCOSMOSを作詞・作曲した音楽ユニットのアクアマリン、作詞家として有名な覚和歌子さんをゲストに迎え、星・詩・音楽を織り交ぜた盛大なイベントをおこないました。

おおさわ学園は、国立天文台からすぐ近くにある三鷹市立第七中学校・大沢台小学校・羽沢小学校の3校を合わせた呼び名です。子供たちは夏休みの間から練習を重ね本番に備えてくれました。当日は、さわやかで元気な歌声が響き、会場全体

が感動に包まれました。

第二部のトークショーでは、有本信雄教授による進行のもと、「君も星だよ」をテーマにしたゲストとの対談がおこなわれ、宇宙や星について言葉を創作していくことについてのお話を伺いました。覚和歌子さんには自作の詩も朗読していただき、目の前で読まれる詩の迫力と魅力に引き込まれた方も大勢いたようです。

最後には、アクアマリンのミニライブそして会場全体でのCOSMOSの合唱がおこなわれ、大盛況に終わりました。また開催して欲しいというご感想をたくさんいただいたほど、とても素敵なイベントで、前夜祭なのに職員の皆さんの多くが参加できない時間帯だった、というのが大変悔やまれるほどでした。他分野とのコラボレーションによる天文イベントの必要性和大切さを感じました。



▲おおさわ学園の子どもたちの「COSMOS」熱唱。



▲トークショーのテーマは「君も星だよ」。



▲アクアマリンのお二人も駆けつけてミニライブ。



▲最後は全員で大合唱。感極まって涙を流す人も。



▲今年は休憩室をご用意しました。「ちょっと一休み」「ゆっくりできるね」。



▲中華鍋を使って衛星放送を受信。電波望遠鏡のしくみを実感できるぞ！



▲先端技術センター。「これは何を作る器具なんだろう？」



▲歴史館の床は人数制限があるので、順番待ちの人がずら〜り。

▼総研大院生による、天文台ガイドツアー。台内の名所を2コースに分けて案内しました。



▲講演会は、あまりの盛況に、人があふれてしまっています。入り切れなかったみなさんすみません……。



▼東大理センターの講演会も立錫の余地のないほどの大入り。

▼プログラムに印刷されたスタンプラリーの枠に、スタンプをぺったん。



▼生協食堂のガラス窓には、本誌のカレンダーコーナーの切り絵でおなじみの図書室司書の小栗さんのステンドグラス風切り絵コレクションが登場。



▲曇天でも、グラウンドに立ち並ぶ望遠鏡にはたくさんの人が集まりました。



▲今年は、天文観察車「ペガサスII」号も出動してくれました。

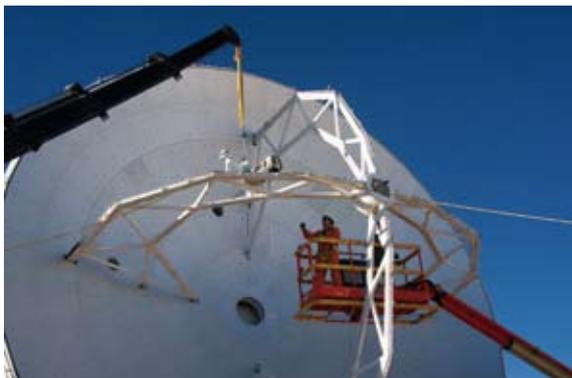
▼恒例の、ペルーに電波天文台を作るためのインカコーラの募金販売。みごと完売です。ありがとうございました。



アルマ建設現場の風景 その3 石黒正人 (JAO)

世界各地の担当機関で製造され、チリに輸送されてくる装置類が増えつつあり、アルマ山麓施設 (OSF) で働く AIV (Assembly Integration and Verification) チームは一段と忙しくなってきました。今回は、AIV に携わるスタッフの活動の一面をご紹介します。今年の6月段階ではチームメンバー数が30名でしたが、11月には40名ほどに増えました。ほとんどのメンバーが2週間を8-6シフト (8日勤務、6日休暇) に従い、半数の約20名が山麓施設に泊り込んで働いています。一部のスタッフを除いて毎週水曜日にチームが交代し、仕事を引き継ぎます。スタッフの多くはチリ人のエンジニアやテクニシャンですが、外国の大学で教育を受けたり、外国企業で働いた経験がある人が多く、英語はとてとても達者で、スペイン語を知らなくても仕事を進める上ではまったく問題ありません。中には日本語ができるチリ人スタッフもいて、彼がときどき開く日本語講座では、私も日本文化の紹介を兼ねて協力しています。

現在の AIV チームは、主にアンテナの鏡面精度・指向精度の測定・評価や受信機のアンテナへの搭載、制御ソフトウェアの検証などの仕事を行っています。アンテナの鏡面精度の測定は、電波ホログラフィという手法を使います。アンテナから300mほど離れた鉄塔の上に設置された波長3mmの発振器からの信号を受け、アンテナを2次元にスキャンして得られたデータから鏡面誤差のマップを計算します。ミクロンオーダーの測定精度が要求されるので、地面からの反射波の影響や、電波の伝搬路のゆらぎなどの誤差要因を低減しなければならない苦労があります。ホログラフィの測定を行う時は、アンテナの1次焦点付近に設置されている副鏡を外し、専用の受信機を搭載します。このときは、写真1のようにスタッフがマンリフトに



▲写真1 ホログラフィ受信機の釣り込み作業

乗って焦点付近まで行き、クレーンで装置を吊り込みます。

このとき鏡面を傷つけないようにしなければならないので、かなり神経を使う仕事です。このほか、小口径の光学望遠鏡をアンテナに搭載して、指向補正データの取得も継続して行われています。

最も大変な仕事の一つは、受信機フロントエンドのアンテナへの搭載です。全部で700kgものフロントエンドをアンテナの受信機キャビンまで持ち上げ、キャビン内の天井に固定します。テレハンドラーという建設機械を使い、10m先で数ミリのコントロールができる熟練したオペレータが地上からキャビンまでフロントエンドを持ち上げます (写真2)。



▲写真2 アンテナへの受信機フロントエンドの搭載作業

その後、人力でフロントエンドをキャビン内に引き摺り込み、細かい位置調整をしながら、電動フォークリフトを使って天井近くまで持ち上げます。昼間このような気を使う仕事をしたスタッフ達も、夕食後は、ギターやケーナの演奏や歌を合唱してリラックスします (写真3)。盛り上がると、ゴミ箱をドラムの代わりに叩いたりして、実験室内は大騒ぎとなります。



▲写真3 実験室内での大合唱

平成 20 年度永年勤続者表彰式

平成 20 年度の永年勤続者表彰式が 2008 年 11 月 28 日に、被表彰者の所属長をはじめ職員が参列する中、行われました。今年度は被表彰者が天文シミュレーションプロジェクト／理論研究部の富阪幸治教授 1 名という表彰式でしたが、観山台長式辞の後、表彰状授与並びに記念品が贈呈され、引き続き玄関前での記念撮影が行われました。

▶富阪さんを囲んで
記念撮影



平成 21 年度共同研究等の公募について

平成 21 年度共同研究等の公募の詳細については、
<http://www.nao.ac.jp/jobs/job000162.html> をご覧下さい。

人事異動

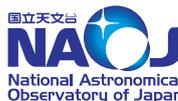
●研究教育職員

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
H.20.12.15	配置換	石井 晃弘	ハワイ観測所 (三鷹)	ハワイ観測所
H.20.12.15	辞職	石井 晃弘	三菱電機マイコン機器ソフトウェア株式会社	ハワイ観測所 (三鷹)

編集後記

- 金沢に帰省しました。北陸の冬はどんよりしていて雪も降っていたのですが、「雪」ついでに「中谷宇吉郎 雪の科学館」に行ってきました。過冷却の実験で、雪の結晶がひとつひとつ違う形になるのがとても神秘的でした。自然に目を向けるおもしろさを改めて感じました。(I)
- 日本では年越しと言えば蕎麦ですが、スペインでは年越しに 12 粒の葡萄を食べる習慣があるそうです。1 月 1 日、路上には、紙吹雪と葡萄が散乱していました。(K)
- あけましておめでとうございます。インフルエンザの流行を聞き、予防接種を受けた時の感想ですが、今までほぼ未接種の人が多くことに驚き。小中学生の時は、任意とは言いながらほぼ強制的に受けていた記憶があるのですが……。(J)
- 残念ながら、せっかく決まった全日本選手権出場が登録違反のため取り消しになってしまいました。お正月は久しぶりのんびり過ごしたいと思います。ピバ！世界天文年!!(片)
- 今年は丑年。一年のんびり仕事をしたいところですが、子年から鼠のような忙しさが続いています。モー困った。(κ)
- 2 年前に見逃したルーブル美術館のフェルメール作品「天文学者」。今度こそ、と張り切って訪ねてみたら、なんとアートランタへ貸し出し中。うーん、どうしてもこの絵にあえない……(W)
- ★2008 年 11 月号 12 ページで、檜皮夢子さんと松尾莉菜さんの絵画の画像が入れ替わっていました。訂正して、お詫びいたします。(係)

国立天文台ニュース
NAOJ NEWS



No.186 2009.1
ISSN 0915-8863
©2009

発行日/2009年1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 でもご覧いただけます。



Specifications

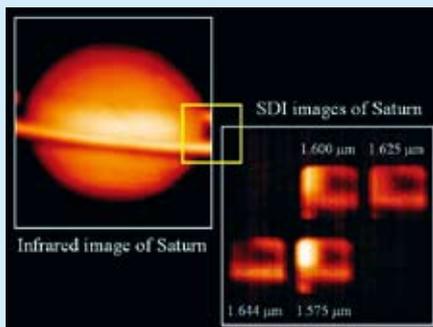
- 完成年：2008年12月(ファーストライト)
- 受光素子：HAWAII-2RG 赤外線検出器 (2048 × 2048 画素)
- 観測可能波長範囲：近赤外線域 (0.8 ~ 2.5 ミクロン)
- 観測モード：撮像、偏光撮像、偏光差分撮像、スペクトル差分撮像、コロナグラフ (全てに共通)
- 撮像視野：20 秒 × 20 秒角 (撮像)、20 秒 × 10 秒角 (偏光撮像、偏光差分撮像)、5 秒 × 5 秒角 (スペクトル差分撮像)
- 空間分解能：10 ミリ秒角
- 製作チーム：国立天文台、ハワイ大学

● HiCIAO (ハイチャオ) は、すばる望遠鏡の補償光学系 (AO) と共に用いる赤外線コロナグラフです。AO、コロナグラフ、差分光学系という3つの技術を用いて、太陽系外惑星の直接撮像、原始惑星系円盤の研究など、高いコントラストを必要とする観測に特化した装置です。大口径のすばる望遠鏡で集められた星と惑星 (円盤) からの光は、AOによって回折限界の像に集光されます。この光をリオコロナグラフに通すことで、星からの明るい光の回折効果を抑えて上手に遮ることができます。またリオコロナグラフ内に差分光学系を持つことで、惑星 (円盤) からの光を効率よく取り出すことができます。HiCIAO は2008年12月にAOと組み合わせたファーストライト観測を成功させました。

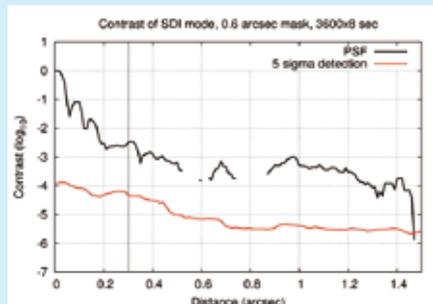
●コロナグラフ性能評価および機能試験観測

HiCIAO はこれまでに、実験室における性能試験と、マウナケア山頂における機能試験 (AO 有・無) を行ってきました。機能試験観測では、差分光学系の機能を確認するために太陽系外惑星である土星の観測を行いました (写真右上)。土星の光球はメタンの吸収があるため、短い波長では明るく、長い波長では暗く見えますが、リングにはメタンがないため、どの波長でも明るく見えます。実際に系外惑星を観測する際には、この吸収による明るさの違いを捉えることで、ガス惑星を直接撮像することができます。また実験室では、AO を模した光学系を用いてコロナ

グラフの性能試験も行いました。写真下はコロナグラフの性能の指標となるコントラストを測定した結果です。

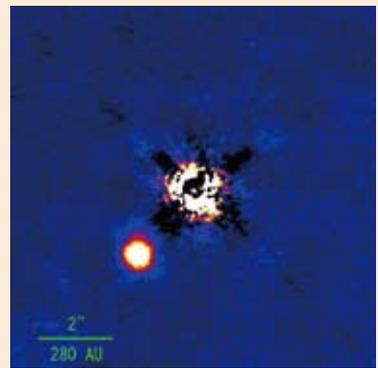


▲ HiCIAO で撮像した土星。右の写真は差分光学系を用いて撮った各波長での土星の画像 (左の写真における黄色い四角で囲われた部分)。



▶ 主星に対してどれだけ暗い惑星が検出できるかを、実験データから求めたグラフ。縦軸は主星と惑星の明るさの比 (対数)、横軸は主星からの角距離。黒い実線が主星の明るさ、赤い実線が検出できる惑星の明るさを表しています。主星から1.0秒の位置で、主星よりも10万倍暗い惑星が検出できることが分かります。

ひとこと



▲ HiCIAO の前身である CIAO を用いて発見された若い太陽型恒星を公転する伴星 (Itoh et al. 2005)。惑星と呼ぶには少しばかり重い伴星でしたが、今後の系外惑星の直接撮像に期待を抱かせる発見でした。

1995 年以来、現在まで300を超える数の太陽系外惑星が発見されていますが、太陽系のような惑星系を直接撮像した例はまだありません。すばる望遠鏡では、2009 年より HiCIAO を用いた大規模な系外惑星探査 (SEEDS プロジェクト) を予定しています。HiCIAO を用いて多くの系外惑星の姿を捉えることで“太陽系のような惑星系がどのようにして生まれたのか?” という疑問に対して新たなデータが提供できることを期待しています。