

自然科学研究機構



# 国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2011年2月1日 No.211

## 衝突する直前の2つのブラックホールを発見



3C66B VLA 20cm/optical © AUI/NRAO 2006

- 「太陽多波長フレアデータ解析研究会 NSRO-CDAW10」報告
- 「SKA-Japan Workshop 2010」報告
- 「第7回東洋天文学史国際会議 (ICOA-7)」報告
- 「すばるユーザズミーティング2010」と  
「すばる将来装置計画ワークショップ」報告
- 「すばる秋の学校」報告～新装置のデータ講習が加わって新たな発展
- 「第6回最新の天文学の普及をめざすワークショップー惑星探査編ー」報告

2

2011

# NAOJ NEWS 国立天文台ニュース

C O N T E N T S

- 表紙
- 国立天文台カレンダー

## 03 研究トピックス

衝突する直前の2つのブラックホールを発見

——井口 聖（ALMA 推進室）

## 06 受賞

ハワイ観測所研究員 福江 翼さんが井上研究奨励賞を受賞

## 06 おしらせ

- 「太陽多波長フレアデータ解析研究会 NSRO-CDAW10」報告
- 「SKA-Japan Workshop 2010」報告
- 「第7回東洋天文学史国際会議（ICOA-7）」報告
- 「すばるユーザーズミーティング2010」と「すばる将来装置計画ワークショップ」報告
- 「すばる秋の学校」報告～新装置のデータ講習が加わって新たな発展
- 「第1回国際科学映像祭」開催～3D元年の映像戦略～
- 「第6回最新の天文学の普及をめざすワークショップー惑星探査編ー」報告

## 14 連載 Bienvenido a ALMA ! 09回

ALMA データ解析ソフトウェアCASAの開発

## 15 平成22年度永年勤続者表彰式 New Staff 人事異動

- 編集後記
- 次号予告

## 16 シリーズ 分光宇宙アルバム 11

デブリ円盤天体HD165014のスペクトル

——藤原英明（ハワイ観測所）



表紙画像

中心領域に巨大な2つのブラックホールを持つ巨大電波銀河 3C66B（電波と光の合成画像：赤が電波、水色が光）  
（米国国立電波天文台（NRAO/AUI）提供）

背景星図（千葉市立郷土博物館）  
渦巻銀河 M81 画像（すばる望遠鏡）



「ふたりだと寒くないよね。」

イラスト／石川直美

## 国立天文台カレンダー

### 2011 年 1 月

- 7日（金）理論専門委員会
- 12日（水）運営会議
- 13日（木）～14日（金）ALMA ユーザーズミーティング
- 14日（金）科学記者のための天文学レクチャー
- 15日（土）アストロノミー・パブ（三鷹ネットワーク大学）
- 19日（水）総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議
- 19日（水）～20日（木）すばるユーザーズミーティング2010
- 25日（火）電波専門委員会

### 2011 年 2 月

- 7日（月）～11日（金）東アジア干渉計冬の学校
- 10日（木）研究計画委員会
- 16日（水）総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議
- 18日（金）天文情報専門委員会
- 19日（土）アストロノミー・パブ（三鷹ネットワーク大学）

### 2011 年 3 月

- 2日（水）先端技術専門委員会
- 5日（土）岡山天体物理観測所春の観望会
- 7日（月）研究交流委員会
- 16日（水）総合研究大学院大学物理科学研究科専攻長会議
- 16日（水）～19日（土）日本天文学会春季年会（筑波大学）
- 29日（火）運営会議
- 30日（水）平成22年度退職者永年勤続表彰式



# 衝突する直前の 2つのブラックホールを発見

井口 聖

(ALMA 推進室)



## どのようにして銀河は進化してきたのか？

ビッグバンにより宇宙が誕生し、今日の宇宙へと変貌する中で、どのようにしてさまざまな銀河は誕生し、そして我々が住む地球が存在する天の川銀河が出来たのか？ この大きな謎を解き明かすべく、理論的にも観測的にもさまざまな研究がこれまで行われてきました。

理論的研究においては、さまざまなシミュレーションが実施されています。国立天文台4D2Uの中で、その軌跡を追いかける研究成果が報告されています。宇宙の大きさが現在の約1/40であった約130億年前から現在までに、宇宙の大部分の質量を担うダークマターの分布や運動がどのように進化してきたのかを、大規模多体シミュレーションで調べた結果 (<http://4d2u.nao.ac.jp/t/var/download/index.php?id=iss>) を映像化したものがあります。これにより、ビッグバン直後の一様に広がっていた宇宙に、どのようにして星等が集まり、そしてそこに銀河が誕生したのかを、解明する手掛かりが得られています。そして、銀河が多数集まった銀河団と呼ばれるものが形成され、それらが時間をかけ衝突を繰り返し、巨大な楕円銀河が形成されると考えられています。この説に基づいて行われた、1000個以上の銀河の密集した領域で数多くの銀河の合体により巨大銀河へと成長してゆく過程 (<http://4d2u.nao.ac.jp/t/var/download/index.php?id=cdgalaxy>) をシミュレーションしたものがあります。そして、数十億年という時間をかけて銀河同士の衝突や合体が起きていると思われ、今まさに2つの銀河が衝突しようとしている姿を鮮明に解いた銀河衝突のシミュレーション結果 (<http://4d2u.nao.ac.jp/t/var/download/index.php?id=GalacticMerger>) を映像化したものがあります。

観測的研究では、これまでさまざまな望遠鏡によって、バラエティー豊かな銀河の構造が観測されています(図1)。これらの銀河の構造は、銀河と銀河の衝突が幾度も繰り返

行われ、そしてその最終段階に巨大楕円銀河が誕生するシナリオを強く否定するものではないのです。そして、今まさに2つの銀河が衝突している姿も観測されています(図2)。銀河の中心にはブラックホールが存在すると考えられているだけに、2つの銀河が衝突し合



図1 宇宙の大規模構造(画像提供:ハッブル望遠鏡(HST:NASA/ESA))。

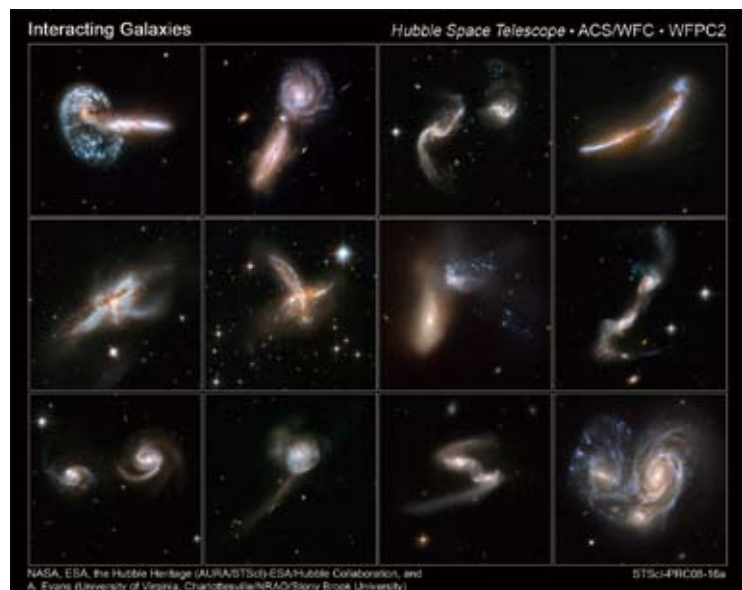


図2 合体する銀河(画像提供:ハッブル望遠鏡(HST:NASA/ESA))。



図3 巨大電波銀河 3C66B（電波と光の合成画像：赤が電波、水色が光）（米国国立電波天文台（NRAO/AUI）提供）

体した後の巨大銀河の中心には2つのブラックホールが存在すると思われます。

最新の研究ではブラックホールの進化と銀河の進化には密接な関係があると考えられており、これらの進化の関係をひも解くことが宇宙の構造形成を理解する上で重要であるという認識が共有されてきています★1。

## 銀河の中心に2つのブラックホールは存在するのか？

私達は、2003年、2.8億光年先の電波銀河 3C66B の中心核の公転運動を観測することで、この中心に2つのブラックホールが存在することを発見することに成功しました（米国の科学雑誌「サイエンス」に掲載）。3C66B は、30万光年にも広がる電波ジェットを持つ超巨大電波銀河であります（図3）。3C66B は楕円銀河としても有名です。銀河形成において最終段階に楕円銀河が誕生すると思われるだけに「3C66B の中心には、今まさに衝突しようとするブラックホールが存在する可能性がある」と我々研究チームは考えていました。

このような2つのブラックホールを“バイナリーブラックホール”と呼びます。バイナリーブラックホールでは、質量の重い方のブラックホールと質量の軽い方のブラックホールが相互作用しながら軌道運動しております。近年、バイナリーブラックホールの存在を示唆するさまざまな研究論文が発表されており、最終的に衝突する2つのブラックホールを観測できる予感が高まっています。

## 2つのブラックホールは今後どうなるのか？

2つのブラックホールは、太陽と地球の関係と同じように、質量が重いブラックホールと軽いブラックホールの重心を中心として軌道運動をします（図4）。どちらか1つのブラックホールよりジェットが出ていと仮定します。するとジェットは、このバイナリーブラックホールの軌道運動によって、振らされると同時に、そのブラックホールの回転速度の影響を受けます。この回転速度の方向は時間と共に変

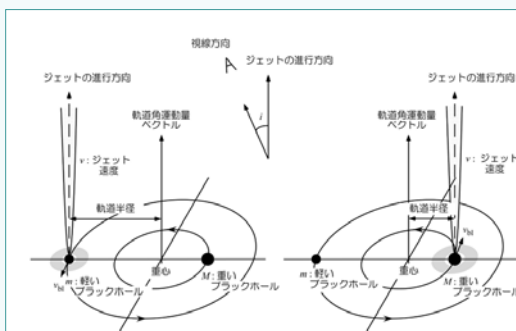


図4 （左）ジェットは軽いブラックホールから。（右）ジェットは重いブラックホールから。

化し、軌道を1周したら、元の同じ方向に戻ります。そして、バイナリーブラックホールの軌道運動によって“くねくねとねじ曲がったジェット”から放射される強度は周期的に変動することが予想されます。

そこで、我々研究チームは中心にバイナリーブラックホールが存在すると思われる巨大楕円銀河・電波銀河 3C66B の強度変動を調べるために、野辺山ミリ波干渉計とフランス・ドイツが共同で運用する IRAM 観測所 PdBI 干渉計を使い、3年にもおよぶ期間をかけて詳細なモニター観測を実施しました。そして、我々は、3C66B の中心領域からの放射が約93日の周期で非常に弱い強度変動することを観測することに成功しました（図5）。

我々は、これらの観測結果から2つのブラックホールの質量とその間隔の距離を導き、質量が重い方のブラックホールはなんと太陽質量の約12億倍、そして小さい方でも7億倍もあり、2つのブラックホールの間隔は0.02光年（太陽と地球間の距離の約1200倍）であることがわかりました。これほどの巨大なブラックホールがここまで隣接していることを観測することに成功をしたことは初めてで

### ★ newscope <解説>

#### ▶ ブラックホールの種類

ブラックホールにはさまざまな重さのブラックホールが存在すると思われており、大きく分けて3つのグループに分類されます。1つ目は、「恒星質量ブラックホール」と呼ばれるグループで、恒星の進化の最終に見せる姿と考えられています。2つ目は、銀河の中心核に存在し、太陽の100万倍から数十億倍の質量を持つ「大質量（巨大）ブラックホール」と呼ばれるグループです。これが、まさに銀河を支えている要となっているブラックホールであります。どのようにしてブラックホールは進化し形成されるのか、近年、恒星質量ブラックホールから巨大ブラックホールへと進化するというシナリオも描かれはじめています。この進化の中間段階として、「中質量ブラックホール」と呼ばれる3つ目のグループが存在することが理論的にも観測的にもわかりだしてきています。ブラックホールの進化・形成メカニズムにおいて、ブラックホールの合体が深く関係することが考えられており、今回の観測結果はこのシナリオにおいて大きな意味を成すものとなります。

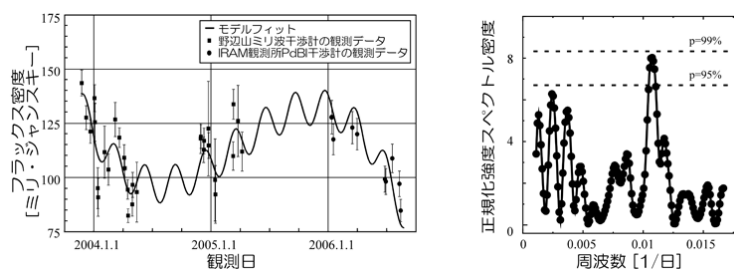


図5 （左）観測データ、（右）スペクトル解析結果。

あります。そして、ブラックホールの衝突合体の過程で重力波★2が放射されることが予見されていることから、この2つのブラックホールはあと500年程度で衝突することがわかりました。

宇宙が誕生してから今まさに我々が見ている銀河へ進化していく過程の中で、銀河と銀河の衝突が幾度も繰り返し行われ、そしてその最終段階に巨大楕円銀河が誕生すると考えられています。この巨大楕円銀河の中心から合体直前の2つの巨大なブラックホールが発見されたことは、これまでの銀河形成史の仮説を強く支持する結果を得たことになります。

## 今後の展開

今回の観測により約500年後に2つのブラックホールが衝突することがわかりましたが、誤差は250年から6500年とまだまだ大きなものでした。また、2つのブラックホールがどのように関係をしており、その後どのように衝突していくのかの詳細についても、まだ完全に解明できておりません。

そこで、現在建設中のアルマ（アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計）（図6）を用いて、より高精度なモニター観測を実施することを目指します。アルマ望遠鏡は、従来の望遠鏡に比べ解像度が10倍程度そして従来の電波望遠鏡に比べ感度が100倍程度も向上する究極の望遠鏡であると同時に、観測精度もまた従来の電波望遠鏡に比べ10倍以上改善します。この究極の望遠鏡を用いて本研究と同様の観測を実施することで、精密に2つのブラックホールの衝突の仕方を解き明かし、さらに精度よく衝突までの時間を見積もること

が出来ます。

そして、我々研究チームは、最終的にどのようにして2つのブラックホールが衝突合体して、さらなる超巨大なブラックホールが誕生するのか、そしてその誕生（衝突）の過程で放射されると予言されている重力波との関係を解きかして行きたいと考えています。

●この研究は、著者が統括し、名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室の奥田武志助教と岐阜大学工学部の須藤広志助教とで進めています。そして本研究成果は2010年12月1日発行の米国の天体物理学専門誌「アストロフィジカル・ジャーナル・レター」に掲載されました。最後に、この記事をもとめるためにご協力して頂いた皆さまに、この場を借りて感謝いたします。

### 参考文献

- Iguchi, S., Okuda, T., Sudou, H.: 2010, A Very Close Binary Black Hole in a Giant Elliptical Galaxy 3C66 Band its Black Hole Merger, *ApJ*, **724**, L166-L170.
- Sudou, H., Iguchi, S., Murata, Y., Taniguchi, Y.: 2003, Orbital Motion in the Radio Galaxy 3C66B: Evidence for a Supermassive Black Hole Binary, *Science*, **300**, 1263-1265.
- Rodriguez, C., et al.: 2006, A Compact Supermassive Binary Black Hole System, *ApJ*, **646**, 49-60.
- Lobanov, A. P., Roland, J.: 2005, A Supermassive Binary Black Hole in the Quasar 3C345, *A&A*, **431**, 831-846.
- Valtonen, M. J., et al.: 2009, A Massive Binary Black hole System in OJ287 and a test of general relativity, *Nature*, **452**, 851-853.
- Boroson, T. A., Lauer, T. R.: 2009, A Candidate Sub parsec Supermassive Binary Black Hole System, *Nature*, **458**, 53-55.

### ★ newscope <解説>

#### ▶ 重力波

重力波とは、一般相対性理論において予言されている波動であり、時空のゆがみの時間変動が波動として光速で伝播すると考えられています。重力波は巨大質量をもつ天体が光速に近い速度で運動するときに強く発生すると思われています。たとえばブラックホールや中性子星などのコンパクトで大きな質量を持つ天体が連星系を形成し、そのスパイラル運動もしくはそれらの最終的な合体段階で発生する重力波は、検出実現性がある重要な候補として考えられています。

### ★ newscope <解説>

#### ▶ ALMA が解き明かす銀河形成とブラックホールの進化

近年、サブミリ波観測技術の向上に伴い、宇宙初期に多数のサブミリ波銀河が存在することが明らかになってきました。サブミリ波銀河の特徴の一つとして、高い星生成率（単位時間あたりに生成する星の質量）があります。これは、宇宙初期の時点で激しく星を生み出す銀河がすでに存在していたことを示します。そして、サブミリ波銀河には多数の星が誕生していることから、すでにもしくはその後の成長過程において多数の恒星質量ブラックホールが存在しているかもしれません。また中質量ブラックホールの観測においても、ALMAは非常に有用なツールとして考えられています。それは、ALMAを用いれば、ブラックホール周辺の星やガスの運動を直接的に観測することが出来るかもしれないからです。そして、今回の我々が観測した巨大ブラックホールの衝突・合体も、ALMAを用いることで、さらに深い理解を得られることでしょう。ALMAを通してさまざまなブラックホール現象や銀河が観測されることにより、銀河とブラックホールの密接な関係も含めて、宇宙の構造形成の理解がさらに深まることが期待されます。



図6 アルマ望遠鏡完成イメージ図（画像クレジット：ALMA（ESO/NAOJ/NRAO））



## ハワイ観測所研究員 福江 翼さんが井上研究奨励賞を受賞

2011 02

2011年2月、ハワイ観測所研究員の福江翼さんが第27回井上研究奨励賞を受賞されました。この賞は、新しい領域を開拓する可能性のある優れた博士論文を提出した若手研究者に贈呈されます。福江さんが京都大学に提出した博士論文は「星惑星形成領域の偏光研究」というテーマでした。福江さんは次のように話しています。

「私は、星や惑星、そして生命が宇宙のどのような環境で、どういった物質から誕生し進化していくのかについて研究しています。若い星や惑星の周囲にはたくさんの塵などが漂っていて、塵が光を散乱する際に光の振動に『偏光』という特徴的な影響を残します。

博士論文ではとくに、星・惑星形成領域の偏光に着目して理論と観測の両面から研究をまとめました。生命の起源や宇宙生物学(アストロバイオロジー)の観点からも議論を展開しています。このたびの受賞は、偏光の理論・観測的研究や宇宙生物学といった新しい分野の研究に対してたいへん大きな励みになり、本当に感謝しております。

博士論文をまとめるにあたっては、長田哲也教授にご指導いただきました。多くの方々に支えて頂きました。お世話になっているみなさまに厚く御礼申し上げます。また、多くの先生方、先輩方から続いてきた継続的で独創的な努力のうえで新しい観測や研究が成り

立っています。その重要性について改めて認識を深める機会となれば幸いです。引き続き努力を重ねて参りますので、今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます」。



福江さんは2009年から国立天文台ハワイ観測所研究員として勤務。2010年4月には「宇宙の特殊な光から地球上の生命の起源に新知見」で記者会見発表(国立天文台ニュース202号参照)。2011年2月には『生命は、宇宙のどこで生まれたのか』(祥伝社新書229)を執筆されるなど積極的に活躍されています。

## 「太陽多波長フレアデータ解析研究会 NSRO-CDAW10」報告

2010 10 25-29

おしらせ  
NO.01

下条圭美(野辺山太陽電波観測所)

異常に暑かった夏が過ぎ去り、あっという間に秋を通り越して、最低気温が氷点下になってきた野辺山の2010年10月25日～29日、太陽多波長フレアデータ解析研究会 NSRO-CDAW10が開催されました。NSRO-CDAWは1999年から野辺山太陽電波観測所で開催されている研究会シリーズで、今回が10回目の開催となりました。本研究会は、研究会前に研究テーマおよび解析対象のイベントを確定しておき、研究会内で観測データを実際に解析しながら議論し、科学的成果を挙げる、CDAW(Coordinated Data Analysis Workshop)タイプの研究会です。今回は、太陽電波データに馴染みのない方や学生に野辺山電波ヘリオグラフの観測データを理解して頂き、より多くの科学的成果を挙げて頂く為、研究会の初日から2日目午前にかけて太陽



各チームに分かれて観測データ解析中。

観測データ解析初心者講習を行いました。この初心者講習が功を奏し、総勢18名の参加者の内10名が学生という、若く活気のある研究会となりました。



最終日に開かれた成果報告会。最年少参加者の発表練習の場でもあります。

本研究会のメインテーマとして、フレアにおける加速電子の空間分布、特に高エネルギーの解明と、硬X線を放射するkeV電子とマイクロ波を放射するMeV電子のエネルギースペクトルの比較という2つを掲げました。このテーマに沿って参加者を4つのグループに分け、研究会2日目午後から本格的なデータ解析を行いました。野辺山太陽電波観測所が外界と隔離されているためか、データ解析は毎日深夜まで続き、白熱した議論が行われました。本研究会では、教育的観点から解析グループの最年少メンバーが研究会



研究会終了後の集合写真。成果発表も終わり、みなさん晴れやかです。

最終日の成果報告会で発表することが慣例化しているため、発表者の中には、ほぼ徹夜で成果報告会に臨む事になった人も居たようです。この成果報告会にて、今後の研究の方針および天文学会2011春季年会にて成果を発表する担当者を決め、研究会は成功裏に終了しました。

今回のNSRO-CDAWから、今年度から設けられた野辺山電波ヘリオグラフ科学運用コンソーシアムによる主催となり、研究会のかなり前から議論が行われました。その議論の結果、以前にも増して濃密で実りある研究会となりました。コンソーシアムのメンバーに感謝し、また研究会開催のために協力して頂いた野辺山宇宙・太陽電波観測所の皆様へ感謝の意を表して、報告を終わります。

# 「SKA-Japan Workshop 2010」 報告

高橋慶太郎 (名古屋大学)、 中西裕之 (鹿児島大学)

2010 11 04-05

ふしらせ  
NO.02



図1：参加者の集合写真。

2010年11月4・5日に「SKA-Japan Workshop 2010」が三鷹キャンパス大セミナー室で開かれました。これは2008年に続くSKA-Japanコンソーシアムの2回目のワークショップです。ワークショップには合計98人（海外から12人、産業側から12人）が参加し（図1）、17件の招待講演、6件の一般講演、14件のポスター講演が行われました。今回のワークショップの目標はSKA計画の概要と現況把握、SKAに向けた日本からの貢献の方向性を決めること、国際ネットワークとの連携の強化などでした。

まずSKAについて簡単に説明しましょう。SKA (Square Kilometer Array) は次世代大型電波望遠鏡の国際的プロジェクトで高感度、広視野、広帯域、高分解能の観測によって生命の起源から宇宙の始まりまで様々な謎を解決します。望遠鏡は2000～3000台からなる電波干渉計で開口面積は名前の通り約1平方キロメートル、周波数は70MHz～10GHz（あるいは25GHz）をカバーします（図2参照）。基線長は最大3000km以上で、VLBIなみの高い空間分解能を実現しま

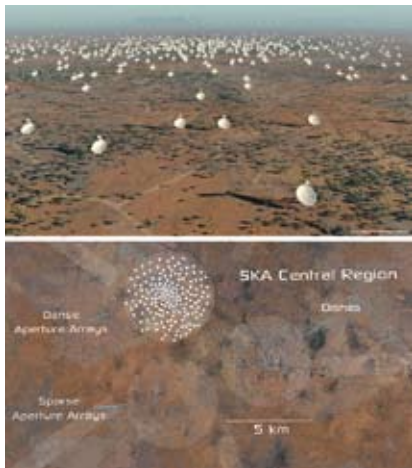


図2：SKAの完成予想図（上）。SKAはAperture ArrayとDish Arrayから構成され、それぞれ低周波、中高周波観測で使い分けられます（下）。

す。建設地としては電離層を含む大気が安定していて人工電波が少なく、広大な土地が確保できるという点からオーストラリアと南アフリカが最終候補地となっています。計画では2016年から建設が開始され2020年に初期運用開始、2024年から本格運用が始められる見込みです。

ワークショップではまず計画の科学的・技術的概要についてSKA本部SPDOのメンバーによる講演がありました。それを踏まえてオーストラリアのASKAP、南アフリカのMeerKAT、ヨーロッパのLOFARなどSKAのprecursor/pathfinderプロジェクトについての講演や韓国のSKAコンソーシアムの活動報告などがありました（図3）。こうした海外の状況を把握することが日本の活動の方向性を決める上での第一歩になりますので活発な議論がなされました。ASKAPやMeerKAT、LOFARなど、既に進行中のプロジェクトでは新たな共同研究はいつでも歓迎であり、まずは現行の国際共同研究のメンバーの一員として活動を開始することが日本のSKAに向けた活動の第一歩として大切であるということも言及されました。

現在日本のSKAコンソーシアムには87名の方が登録されています。サイエンスワーキンググループとエンジニアリングワーキンググループが結成され、前者はさらに6つのサブグループ（宇宙磁場・遠方宇宙・パルサー・位置天文学・活動銀河核・星間化学）に分かれてサイエンスの検討を進めています。私達はこれまで「センチ波広帯域で探る宇宙」というキーワードのもと日本独自のサイエンス・技術で国際的コミュニティに貢献できるようそれぞれのグループで議論を進めてきました。ワークショップではそれぞれのグループの代表が広帯域観測で

可能になるサイエンスや技術開発について講演しました。これは日本のコンソーシアム内での報告であるばかりではなく海外のコミュニティへの日本の活動の発信という意味合いもあります。実際、海外からの参加者からも多くの質問があり日本の活動への興味の高さがうかがわれました。

2日間両日とも30分の議論の時間を設け、SKAに向けた日本の活動の方向性について議論しました。まずは今回のワークショップのサブタイトルとして掲げた「広帯域」を今後も日本の活動のキーワードとしていくかということについてです。広帯域観測は多様なサイエンスを可能にし、技術開発においてもチャレンジングな課題であるという意味で日本が目標として設定して独自性を発揮できる魅力的なテーマであることが確認されました。また国際コミュニティから日本への期待も大きいということも改めて感じられました。さらに今後サイエンス側で必要とするスペックの詳細を明らかにし日本の研究者が必要とするSKAシステムというものを検討していくことが課題として掲げられました。今後さらに多くの方に協力いただき組織の強化をめざしていきたいと思います。

2日間両日とも30分の議論の時間を設け、SKAに向けた日本の活動の方向性について議論しました。まずは今回のワークショップのサブタイトルとして掲げた「広帯域」を今後も日本の活動のキーワードとしていくかということについてです。広帯域観測は多様なサイエンスを可能にし、技術開発においてもチャレンジングな課題であるという意味で日本が目標として設定して独自性を発揮できる魅力的なテーマであることが確認されました。また国際コミュニティから日本への期待も大きいということも改めて感じられました。さらに今後サイエンス側で必要とするスペックの詳細を明らかにし日本の研究者が必要とするSKAシステムというものを検討していくことが課題として掲げられました。今後さらに多くの方に協力いただき組織の強化をめざしていきたいと思います。



図3：講演の様子。

今回このようなワークショップを開催することができたのは国立天文台および天文学振興財団による援助のおかげです。また本ワークショップ開催にあたってLOC・SOCをはじめとするたくさんの方々に協力を頂きました。この場を借りて深く感謝申し上げます。



吉田二美 (国際連携室)

現代天文学は西洋天文学から発展した天体物理学が主流ですが、天文学の歴史はもっと古く、素朴なところから始まっています。古代中国では天を地上を写すものと考え、天の動きを観察すること

で、地上で起こる出来事の予言に使い、時の政治に大きく影響したと伝わっています。星の動きをたよりに海を航海したり、砂漠を旅したり、そんな時代には天は学問の

対象ではなく、もっと人々の生活に密着したものだったはずです。

しかしながら、このような歴史は西洋天文学には記されていません。「ICOA (International Conference on Oriental Astronomy)」は歴史に埋もれようとしている、東洋に伝わる天文の歴史を掘り起こそうと、そしてそれらを世界に伝えようと、1993年に韓国の延世大学のNha Il-Seong先生によって始められ、今回は第7回目を迎えます。これまで、韓国、中国(南昌)、日本(福岡)、中国(南陽)、タイ、オーストラリアで行われ、今回再び日本での開催となりました。開催日は2010年9月6～10日、会場は国立天文台・三鷹キャンパスです。海外から31名(韓国、中国、インド、インドネシア、イラン、オーストラリア、タイ、ウズベキスタン、フランス、オランダ)、日本からは25名が参加しました。

会議では古代天文学から近代天文学の発展の歴史までが扱われます。天文考古学、巨石建造物と天文学との関係、古代

日食の予言、中世の宇宙観、古星図、古月面図、古代の天文観測儀、東アジアに伝わる古代の時間測定装置、西洋の占星術がどのように東洋に伝わったのか等、興味深い話題が満載でした。また今回は、イスラムの天文学も紹介されました。

4日間の会議の後のエクスカージョンでは、諏訪にある水運儀象台(古代

中国の水力で回転させる天文観測時計塔を再現したもの)と野辺山電波観測所を訪問しました。野辺山では観測所の御子柴廣さんの案内で、日本最古の電波望遠鏡も見学しました。今年は特別に暑い東京を出て、信州で高原の涼しい空気に触れられると思いきや、やはり暑かったです。この会議での発表は集録にまとめられ、2011年3月に出版の予定です。



コスモス会館でウェルカムパーティのひとこま。



野辺山宇宙電波観測所の見学。

## 東方天文学史国際会議



Korean Astronomical Tower at Kyungju (7th century)



Cancer & Libra in Star Mandala (Kumeta-dera temple, 12th century, Osaka, Japan)



Replica of the equatorial armillary sphere of the Ming dynasty (15th century), Beijing, China



Istanbul Observatory (16th century)



Jantar Mantar, Jaipur, India (18th century)



会議参加者の記念写真。



# 東洋天文学史国際会議 天文学史国際会議

## ますます広がりをもせた ICOA-7 ——相馬 充 (光赤外研究部)

### ●戦後史も登場

以前のICOAに比べて今回は、近代の天文学史についての発表がとて多かったように感じます。東洋天文学史のテーマは元来、伝統的に中国文化圏とインド・イスラムの天文暦学が中心でしたから、20世紀以降に発展した天体物理学、電波天文学などの戦後史を会議で扱うことに関しては、特に古参のICOAメンバーから抵抗を感じるという声が聞かれました。しかし、アジア各国の天文学には戦後の歴史しか持たない国も少なくありませんし、電波天文学で戦後まもなく目覚ましい成果をあげたオーストラリアなどの例もあります。第2次世界大戦後すでに65年も経っていますから、今では戦後史も立派な歴史の範疇と認めざるを得ないでしょう。そうした観点から、オーストラリア、タイ、ウズベキスタンに加えて、戦後日本の電波天文学、天体物理学の歴史に関する発表も行なわれました。

広範にわたる今回の会議の発表のすべてをここで紹介することは不可能です。そこで、ここでは、発表の中から観測装置に関するものを中心に選んで、ざっと紹介してみます。

### ・アストロラーベ

アストロラーベは天体の出没などを決める機械で、特にイスラム世界で広く使われていました。インドでは16世紀のムガル帝国の時代にラホール付近でアストロラーベが多く作られていました。当時のアストロラーベについては、サン

スクリットで書かれたものも含め、多くの記述が残っています。それらについて、S.M.R.Ansari氏が報告しました。その技術は中国を経て韓国にももたらされました。Y.B.Lee氏は韓国にあるアストロラーベの一種である簡平儀がイエズス会修道士を通じて韓国にどのようにもたらされたかを発表しました。18世紀に再現されたその装置は韓国の博物館に保存されています。

### ・ノーモン

ノーモンは平地に立てた棒で、日時計として使われたものです。城地茂氏は中国の秦と漢の時代のノーモンによる観測地を議論し、辺の比が「3:4:5」や「5:12:13」の三角形が直角三角形であることに当時の中国人が気付いていた可能性があることを指摘しました。I.-S.Nha氏は極東地域の日時計を分類し目録を作成しつつあるプロジェクトについて報告しました。M.-H.Nam氏は韓国国立故宫博物館に実物大で再現されている15世紀の李氏朝鮮の時代の水時計について報告しました。北の空に見える北斗七星は時計として使われたものの中で最も古いものかもしれません。S.Maeder氏は北斗七星をかたどったと思われるものが古代の多くの記念碑に残されていることを指摘しました。

### ・日時計からの発見

日時計は日常生活に使う暦や、太陽・月・惑星の位置を示す天体暦にもつながります。中山茂氏は中国の暦法における幾何学的描写の長所と短所について発表

し、G.-E.Choi氏は韓国で19世紀から20世紀にかけて発行された天体暦に関する研究結果を報告しました。さらに、大橋由紀夫氏は古代インドの数理天文学体系について発表しました。天体暦は日食観測とも関係しています。L.Li氏は中国の明の時代に使われた回回暦法の日食予報の精度について報告し、J.Sauter氏は4世紀にGeorgiaで観測されたとされる日食が皆既食であった可能性を指摘しました。また、A.Qu氏とU.K.V.Sarma氏はそれぞれ古代中国と古代インドの惑星運動理論について発表しました。

### ・近代の天文学

近代の天文学の歴史についてはS.Ehgamberdiev氏とB.Soonthornthum氏がそれぞれ、ウズベキスタンとタイの状況を、田島俊之氏が日本の状況を発表しました。また、K.-W.Lee氏は1904年に日本政府が韓国に作った仁川気象台の歴史について報告しました。吉田省子氏は小惑星の族を発見した平山清次による恒星進化論について発表しました。20世紀に入って発展した電波天文学の歴史については、日本の状況を林正彦氏が、オーストラリアの状況をW.Orchiston氏やR.Stewart氏が発表しました。

ここで紹介できなかった発表も数多く行われました。詳しくはICOA-Website <http://optik2.mtk.nao.ac.jp/~somamt/ICOA-website/ICOA-index.html> を参照ください。  
★8ページの史料画像はwebトップページに掲載されています。

### ●すばるユーザーズミーティング 2010

すばるユーザーズミーティングは、年に1回すばる望遠鏡を運用するハワイ観測所のスタッフとユーザーが一堂に会して、望遠鏡や観測装置の運用状況、観測結果などを報告するとともに、コミュニティとして今後の観測所の運営について議論するたいへん重要な機会です。今年度のユーザーズミーティングは、1月19日と20日の2日間に三鷹キャンパス大セミナー室にて開催され、三鷹での参加者136名に加え、ハワイ観測所、東北大、神戸大などからのテレビ会議での参加者がありました。



会場の様子。ほぼ満席です。

すばる望遠鏡は2000年の共同利用開始以来、世界最先端の科学的成果を継続して生み出すため、新たな観測装置の開発、望遠鏡の機能向上、運用の改良を行ってきましたが、さらなる大きな変化を迎えつつあります。まず、新装置Hyper Suprime-Cam (HSC) ★1の2011年度の試験観測開始が予定されています。国立天文台先端技術センターを中心とした着実な開発状況が報告されました。

そして、今回のユーザーズミーティングでの最も大きな議題は、次世代の観測装置として提案されたPrime-Focus Spectrograph (PFS)でした。これは、東京大学数物連携宇宙研究機構 (IPMU) が中心となって計画しているもので、すばる望遠鏡の主焦点1.5度の視野に2400本の光ファイバーを配置して、一度に天体のスペクトルを取得することを可能にする、HSC同様非常に大規模な観測装置です。2010年からこの計画の議論が進められてきましたが、ユーザーズミーティングがコミュニティとしての意思をまとめる機会として設定されました。

PFSは多くの銀河の距離を測定し宇宙膨張を精密に測定することを主な目的としていますが、昨年来の議論を経て、

様々な天文学にとって大きな可能性をもつ装置仕様が提案されるに至ったことが認識されました。大型望遠鏡として空前絶後の同時天体観測数を実現する強力な装置となると期待されます。たいへん複雑かつ大規模な装置であるため、開発体制の確立が急務であることや、装置交換などすばる望遠鏡の運用に与える影響が大きく、他の装置を用いる観測時間が減少するなどの課題も指摘されましたが、議論の結果、コミュニティとしてPFSをすばる望遠鏡の将来装置計画として推進することが多

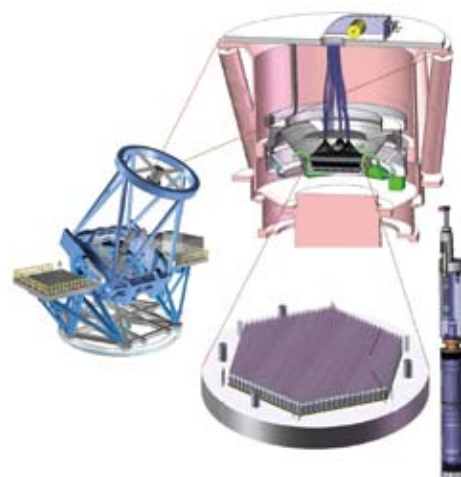
数によって支持され、計画をさらに具体化すべく検討が進められることになりました。次回2011年度のユーザーズミーティングで、その成果をもとにさらなる議論が行われることになるでしょう。

PFSはアメリカ、フランス、ブラジルなど複数の国の機関が参加する国際プロジェクトです。今回のユーザーズミーティングでは参加を予定する各国機関からの多数の参加者も発表を行い、日本の研究者とPFSをめぐって議論を交わしました。

さらに、すばると同じマウナケア山頂に望遠鏡を持つGemini、Keck両観測所長やハワイ大学などからの参加も得ることができました。Gemini、Keckとの時間交換の観測で得られた成果が報告されると共に、さらなる協力を進めていくことへの期待が語られました。今後それぞれの望遠鏡が特長を活かした装置に重点を置く傾向が進めば、望遠鏡時間の交換は、研究の多様性を維持する上で極めて重要な意味を持つことになるでしょう。

### ●すばる将来装置計画ワークショップ

ユーザーズミーティング前日の1月18日には、同じ場所で第2回目の「すばる将来装置計画ワークショップ」が開催されました。このワークショップでは、すばる望遠鏡への持ち込みを計画している中・小規模の観測装置に焦点を当て、今後すばる望遠鏡での観測を希望している開発中の装置が多数紹介されました★2。これらの装置は規模は相対的に小さいものの、従来にはない機能を有し、それを活かしたユニークな成果



PFSの概念図。すばるの主焦点に2400本の光ファイバーを配置する次世代装置です。

を挙げることが期待されます。また、その開発を通じて、次世代の望遠鏡であるTMT★3向けの装置開発につなげていく、という展望がたびたび語られました。装置開発は継続によってステップアップしていくものです。特に大学での装置開発によって、次世代を担う開発者が育っていくことが何よりも大切と言えるでしょう。今後すばるそしてTMTの装置開発に向けた活動をさらに盛り上げていくためにはどうすればよいか、活発な意見交換が行われました。大学での装置開発への国立天文台のサポートの重要性が改めて認識され、すばる、TMT等の装置開発のためのワーキンググループの設立が提起されるとともに、装置開発者間の情報交換とさらなるコミュニティのひろがりを目指したワークショップの開催を提案する声がありました。これらの提案から日本国内での装置開発のさらなる活性化が実現していくことを期待したいと思います。

#### ★1

HSC：すばるの主焦点で従来の7倍以上の広視野を実現するカメラ。国立天文台を中心に国内外の機関が協力して開発を進めており、完成後には重力レンズを用いた宇宙論や太陽系天体、近傍から遠方に至る銀河研究などを行う大規模サーベイの実施を目指しています。

#### ★2

「すばる 将来装置」でウェブ検索をかけると集録をご覧頂けます。

#### ★3

TMT：Thirty Meter Telescope。国際協力によってすばると同じハワイ島マウナケアに口径30mの超大型望遠鏡を建設する計画。日本は国立天文台TMTプロジェクト室を中心に参加を検討しています。



青木和光、仲田史明（ハワイ観測所）、吉川智裕（京都産業大学）

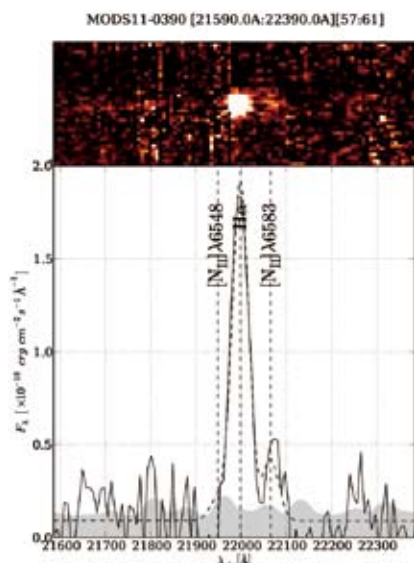
ハワイ観測所・光赤外研究部・天文データセンターの共催で、恒例の「すばる秋の学校」が開催されました。今回は晩秋（12月14～17日）の三鷹での開催となり、大学院生12人、学部生2人がデータ解析講習を受講しました（講習への応募は22人ありました）。

「秋の学校」は、主に大学院修士課程の学生を対象に、今後すばる望遠鏡を用いて研究をバリバリとすすめる、第一線で活躍できる人を育成することを目的に開催しています。このため、すばる望遠鏡のデータの解析にすぐに役立つような実践的な内容を中心としています。今回は3つの観測装置のデータ解析を習得するための講習を準備し、参加者には希望に応じて3つのグループにわかれて実際にデータ解析に取り組んでもらいました。

今回の目玉は、多天体近赤外撮像分光装置 MOIRCS による分光データの講習



講習風景。今年は MOIRCS のデータ講習も行われました。



MOIRCS でとられた分光データ（CCD 画像・上）と、その処理を行って得られるスペクトルの例（下）。



集合写真。今年は 14 人の受講者が参加しました。

を初めて行ったことです。MOIRCS は 4 分×7 分の広視野の近赤外線撮像（撮像モード）に加え、世界に先駆けて近赤外線一度に多数の天体のスペクトルデータを取得（MOS モード）できる装置として登場しました。MOIRCS の講習には 6 名の学生が参加し、赤方偏移した遠方銀河のスペクトルを MOS モードで取得したデータの解析を行いました。講師から装置、観測、データの概要とデータ解析の流れについて一通り説明があった後実際にデータ整約を行い、輝線を検出、測定するまで、一つ一つの手順を確認しながら実習を進めました。受講生は、講習会後に解析したいデータを持っている学生も多く、積極的に講師に質問しながら、それぞれの目的に応じて理解を深めているようでした。

また、主焦点カメラ Suprime-Cam のデータ解析講習は何度も行われてきましたが、今回は 2008 年から使われるようになった新しい検出器（CCD）のデータを初めて扱いました。この CCD を用いて取得された撮像データも、他の装置によるデータと同様に、観測者の占有期間が終了した順に一般への公開が始まっています。Suprime-Cam の講習では、用意されたサンプルデータの画像解析は、最初の 2 日間で終了します。そこで、あとの 2 日間では、最終画像の作成後に必要な、位置較正、標準星解析と測光較正、天体検出についても解説を行いました。今回は、新 CCD 用に講習テキスト

の改訂を行って初めての講習会になりましたが、講習参加者の皆様からは多くのコメント・質問があり、さまざまな改善点があることが分かりました。これらは、次回以降に反映していく予定です。5 人の参加者は、不完全なテキストに悪戦苦闘しながらも、最後まで熱心に受講していました。

このほか、例年どおりではありますが高分散分光器 HDS による恒星スペクトルの解析実習も行われました。また、データ解析講習の他にも、データ解析の作業の背後にある考え方や誤差論の講習、観測提案書（プロポーザル）の書き方をはじめとした研究の進め方の議論など、多彩な内容の学校となりました。

この種のデータ解析実習では時間的な制約があるため、「テキストにしたがって解析手順を追うだけに終わってしまった」という声が聞かれることが多かったのですが、今回はそういう感想はなく、むしろ「内容の理解が深まった」という感想が複数ありました（終了後の参加者レポートより）。これは講習内容が工夫された面もありますが、一方で受講者のほうですでにデータに触ったことのある人や予習をしてきた人が増えたこともあるようです。こういう点では、「秋の学校」の本来の目的に一步近づけたのではないかと考えています。今後も新しい観測装置・観測モードに対応しながら、意欲ある大学院生・学部生に学んでもらえる学校にしていきたいと考えています。

# 「第1回国際科学映像祭」開催～3D元年の映像戦略～

縣 秀彦 (国際科学映像祭運営委員長)、平井 明 (事務局長代理)

2010 09 11-10 11

ふしらせ  
NO.06



3D フェスタの会場となった秋葉原UDX。

3D元年と称された昨年、第1回国際科学映像祭が、2010年9月11日から10月11日までおよそ1か月間にわたって首都圏全域で開催されました。本映像祭は、国立天文台が提案し有馬朗人実行委員長を中心に国立天文台、(財)日本科学技術振興財団、理研、JAXA、東京大学、慶応大学、京都大学などの大学・研究機関をはじめ五藤光学研究所、コニカミノルタプラネタリウム、ソニー、パナソニック、日本ビクター他の関連企業、ディスカバリー・ジャパンやグーグル、府中郷土の森博物館や日本科学未来館ほかの多くの科学館・プラネタリウム館、さらに(社)映像文化制作者連盟や3Dコンソーシアム、3Dフォーラムなど関係団体など100を超える組織・団体が参加して任意の実行委員会が組織され(国立天文台は共催団体)、天文情報センター科学文化形成ユニットが事務局を担当しています。ご協力・ご支援いただいた各位に心より御礼を申し上げます。

国際科学映像祭実行委員会は、①良質な科学映像コンテンツを広く国内外に紹介し、多くの人々に見ていただく機会を提供する。②コンテンツ制作や技術開発に関わる人々の情報交換を促進する。③国立天文台が養成している科学映像クリエイターなど新進クリエイターの作品発表の場を設け、国際的に活躍できる場とコミュニティを創出する。という3つの目的を掲げ、新たな国際的な科学映像祭を創設・発展させていくことにしました。昨年3月には「国際科学映像祭ドーム&立体プレイベント2009」を実施し、その後も毎月運営委員会や勉強会を実施し、このイベントの準備をしてきました。そして今年、経産省が推進する「JAPAN国際コンテンツフェスティバル(コ・フェスタ)」のパートナーシップ・イベ

ントとして、そして「第2回東京国際科学フェスティバル(TISF)」の主要イベントとして「第1回国際科学映像祭」は開催されました。

主な企画は、31館のシアター(科学館やプラネタリウム館を含む)が参加した「スタンプラリー」、YouTubeやディスカバリーチャンネルからの映像配信、「ドームフェスタ」、「サイエンスフィルムカフェ2010」、「3Dフェスタ」などです。スタンプラリーは第1回国際科学映像祭期間中に5館以上回ると景品がもらえる仕組みで、応募枚数は115枚(スタンプ数で587か所)でした。サイエンスフィルムカフェ2010は、9月18～20日に科学技術館4階の宇宙のひろばで実施され、科学技術映像祭入選作品を中心に優れた映像とその作り手のトークショー等を楽しみました。ドームフェスタは9月26～28日に府中郷土の森博物館で実施され、ジム・シュバイツァー氏とカータ・エマート氏の基調講演をはじめ数か国からのプレゼンとドーム映像を楽しみました。3Dフェスタは10月2日秋葉原UDXシアターにて実施され、優れた3D作品を楽しむことができました。これらの個々のイベントの詳細はウェブページをご覧ください。

2010年は3D元年とも呼ばれますが、国立天文台では2001年から4次元デジタル宇宙プロジェクト(4D2U)に取り組み、今では、4D2Uのメンバーはもちろん、さらに科学文化形成ユニット修了生の科学映像クリエイターたちが、日本科学未来館の立体ドームシアター「ガイア」での上映コンテンツをはじめ、全

国のプラネタリウム館向けに映像コンテンツを制作中です。国立天文台の4D2Uドームシアターに訪れた観客の中には、「アバターを見たけど、ここの映像のほうが面白い」と言ってくれる方もたくさんいます。学術研究での利用に留



3D フェスタ会場(UDXシアター)。



ドームフェスタ会場(府中郷土の森博物館プラネタリウム)。



サイエンスフィルムカフェ会場(科学技術館宇宙のひろば)。

まらず、科学を文化として楽しむうえで科学映像はとても魅力的なツールです。今春完成予定の三鷹キャンパス内の新展示室(西棟1階)にも、新たな立体視シアターがお目見えする予定です。今後の科学映像文化の発展をどうかご支援ください。



ドームフェスタ参加者記念写真。



# 「第6回最新の天文学の普及をめざすワークショップー惑星探査編ー」報告

伊東昌市（天文情報センター）

2010 11 22-24

おしらせ  
NO.07

2010年度の国立天文台主催「最新の天文学の普及をめざすワークショップ」が、2010年11月22日～24日の3日間、JAXA宇宙科学研究所（ISAS）・相模原キャンパスで開催されました。参加者は12名の研究者を含むプラネタリウムや科学館の職員、教員、大学院生などで総勢53名でした。研究者からは惑星比較学、惑星大気と生命の存在、Planet-C関連であかつき計画や金星観測、衛星や探査機の作り方、宇宙輸送系、IKAROSミッション、木星総合探査、地上観測などが話されました。また科学館の現場などで、惑星に関する学習がどのように行われているのか、科学館の職員側からの紹介がありました。さらにキャンパス内施設の見学や、隣接する相模原市博物館の見学会も行いました。



今回(第6回)は惑星探査編ということでISASで開催。ロビーでは、探査機の模型を使って講義が続きます。

このワークショップは2005年にスタートし、今回で6回目の実施となります★1。なぜこのような事業をおこなっているのか、開催することになった経緯を少々述べてみます。

近年の天文学研究の進歩・発展は目を見張るばかりです。500を超える系外惑星が発見され、宇宙の年齢が信じ難いほどの精度で明らかになり、宇宙の歴史も大まかに描けるようにさえなりました。同時にダークエネルギーやダークマターの謎も深まっています。

ところで、こうした宇宙への理解を伝える教育の現場はどうでしょう。科学館等で天文教育を行っている職員のバックグラウンドはさまざまです。物理や天文学を専攻し専門職員として採用された方々がいますが、通常の異動で事務職と



第1回は、西はりま天文台で開催。

して科学館職員を任せられた方々も多くいます。特にプラネタリウムの場合、理科の教育よりも青少年の健全育成施設として運営を行っているところが多いのです。近年指定管理会社の社員や派遣社員などが増えています。このような環境の中で担当職員が天文学研究に関わったり、天文学を学ぶ機会は限られています。しかし地域科学館の活性化は、職員の資質向上こそ最も効率的な方法であるはずです。「現代の宇宙観を大勢の人々に伝えるためには、研究者たちに天文学の最前線を語ってもらい教育現場との連携を図るワークショップが是非とも必要である」と危機感を抱いたのがきっかけでした。

ワークショップ開催に当たっての当初からの問題は開催費用をどのように捻出するかということでした。このワークショップは研究者と科学館等の職員が寝食を共にし、研究現場と教育現場双方の情報を共有し合い、連携して最新の天文学や宇宙科学の普及を図ることを目論んでいます。また実際の観測なども出来るだけ取り込みたいとの思いもあり、観測施設での開催にこだわってきました。しかし、財政的な援助を得にくいこの頃は、理想と考える形態での開催を維持しにくくなっています★2。

このように旅費等の予算獲得に苦労しているとはいえ、国立天文台、さまざまな大学、研究機関の方々からは驚くほど献身的な協力をいただいています。第一線で活躍する大勢の研究者の皆さんが世話人やコーディネータを引き受け、実施プログラムの策定と講師の選定・依頼を引き受けてくださいました。これまでに60人以上もの研究者の方々と250人を越える教育現場の皆さんが参加してくれました。科学教育に携わる職員が最新

の科学研究の面白さに共鳴し、強力なサイエンス・コミュニケーターとなって地方の科学館を活性化することになれば、研究者にとっても好ましい研究環境に繋がるはずです。何はともあれ、こうした勉強会を続けることによって最も恩恵を受けるのは子どもから大人までの国民の皆さんに他なりません。地味ではありますが、これからも「最新の天文学の普及をめざすワークショップ」開催の努力を続けてゆきます。今後とも皆さまの温かいご支援をお願いいたします。



第3回は、飛騨天文台で太陽をテーマに。

## ★1

第1回のワークショップは趣旨賛同する幾人かの科学館の職員と研究者が企画し、「太陽系外惑星」をテーマに「あなたが学生にもどる3日間」と称して2005年9月5日から3日周兵庫県の西はりま天文台公園で開催しました。当時の海部国立天文台長によるオーバー・ビュー「太陽系外惑星観測への期待」でスタートし、系外惑星観測について、惑星形成の理論、惑星と生命の進化等々の講義や科学館の職員が行ったトランジット観測の報告が行われました。また当日の晩に起こる予定のトランジットを、実際に「なゆた望遠鏡」を使って観測する予定でしたが、残念ながら台風の接近で中止となってしまいました。第2回は「宇宙論」をテーマに国立天文台野辺山宇宙電波観測所を会場に2006年7月に、第3回は「太陽」をテーマに京都大学附属飛騨天文台を会場に2007年9月に、第4回は「ブラックホール」をテーマに広島大学東広島天文台を会場に2008年9月にそれぞれ二泊三日の日程で実施していますが、第5回からは国立天文台の主催事業とし「銀河編～すばる望遠鏡が俯瞰する銀河の形成と進化～」をテーマに国立天文台岡山天体物理観測所を会場に2009年11月に開催しました。

## ★2

第1回は特定領域研究の会議に我々のワークショップが相乗りするという形で開き、研究者の皆さんには会議への出席を兼ねての講義としていただきました。第2回は国立天文台の助成をいただいた開催、そして第3回、第4回は子ども夢基金助成による実施でした。第5回は国立天文台の研究会開催助成をいただきましたが、第6回は特に財源はなく、日帰り可能なJAXA相模原キャンパスでの開催となりました。参加者の多くは休暇を取り、交通費や宿泊費など、自費での参加となっています。科学館など、ほとんどの施設は、勉強会参加の予算を持っていないのが実情です。ただ、ありがたいことに趣旨に賛同いただいている日本プラネタリウム協議会から毎回援助をいただいています。





# Bienvenido a ALMA!

「生化学者でも使えるソフト」を目指しています!!

ALMA 推進室  
(左から)  
中里 剛・杉本香菜子  
川崎 渉・川上申之介

09

## ALMA データ解析ソフトウェア CASA の開発

アルマ望遠鏡

検索



### ● CASA (カサ) とは？

ALMA で使われるデータ解析ソフトウェアは、CASA (カサ) と呼ばれています。CASA は「Common Astronomy Software Applications」の頭文字です。全波長帯の中でも電波だけ、しかもまだ ALMA と EVLA (後述) で正式採用されているだけであるにもかかわらず、なかなか野心的なネーミングです。

CASA は 2005 年から開発が始まった新しいソフトウェアで (図1)、日本・北米・欧州・豪州の総勢 20 名強によって開発が進められています。その中で、開発の中心となっているのはアメリカで、特にニューメキシコ州ソコロの米国国立電波天文台 (NRAO) に、開発者の約半数が集中しています。ソコロ近郊には、巨大な電波望遠鏡 VLA (映画「コンタクト」にも登場。因みに最近、大幅に性能を向上させ、EVLA と改称しました) があり、30 年以上の間、華々しい成果を上げてきました。その VLA を長年運用し、ソフト開発の実績もあるソコロが CASA 開発の中心になるのは、自然の成り行きと言えるかもしれません。2010 年 5 月には、CASA の開発に直接・間接的に関わる人間がソコロに集まり、1 週間にわたって会議を行いました。普段のやりとりは電子メールや電話会議が主で、全員が顔を合わせる機会は稀なため、非常に有意義なものでした (図2)。

### ● チリ、いざよい、私たち

さて、その CASA 開発チームですが、日本からは、天文台 ALMA 推進室コンピューティンググループの私達 4 名が参加しており、「いざよい」を構成する 4 台の 12 メートルアンテナが取得するデータを解析するための機能を開発しています。ALMA は基本的に干渉計というタイプの電波望遠鏡ですが、「いざよい」の 12 メートルアンテナ 4 台だけは運用方法が特別で、干渉計としてではなくそれぞれ 1 台のパラボラアンテナとして独立にデータを取得します。観測の手法が異

なるので解析方法も違っており、その開発は「いざよい」を担当する日本が行うというわけです。電波望遠鏡自体には、既に長い歴史があり、データ解析に関するノウハウは

かなり蓄積されています。しかし、ALMA に対する性能要求はこれまでにない高精度なもので、当然ソフトウェアにも相応の性能が求められています。そこで私たちは、これまでのノウハウに基づく解析ツールの開発に加え、新しい観測手法とデータ解析方法の検討といった新たな試みも行っています。

……と、恰好いいことを書きましたが、実は私達の中に電波天文出身者は一人もおらず (中里・杉本は理論、川崎は光、川上は X 線出身)、初めのうちは戸惑うこともありました。そんな私達にとって、電波の専門家であり、現在ソコロの CASA 開発チームに所属する堤貴弘さんの存在は、とても心強いものになっています。私達が出張でソコロに滞在する時も、公私にわたってお世話になっています (感謝)。

私たちが開発している CASA はデータ解析ソフトウェアですから、正直な話、データさえあれば開発も試験もできます。ですから、誰かがデータを日本に持ってきてくれさえすれば、私達がわざわざチリに出向く必要はありません。そのため、

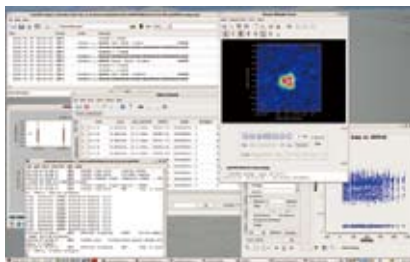


図1 CASA 使用中はこんな感じ。



図2 ソコロに集結したCASA開発者・関係者一同 (2010年5月)。

チリにある ALMA の施設を訪れる機会は無いとずっと思っていました。ところが 2009 年の 12 月、チリ現地でアンテナの性能評価を進めているスタッフと直接顔を合わせて議論する話が持ち上がり、奇跡的に ALMA の山麓施設を訪れることができました。行ってみると、山麓施設の過酷さは話に聞いていた以上でした (筆者の一人、中里は、頭皮の一部が日焼けして「鶏皮煎餅のように頭から外れ」ました)。このような厳しい環境下で ALMA 建設に携わる人々に敬意を払いつつ、藍色の空に向かって立つ ALMA の白いアンテナを見上げ、CASA の開発も頑張らねばと、改めて思ったのでありました。

### ● “mi casa es su casa”

ところで、スペイン語には “mi casa es su casa” という言葉があり (直訳は「私の家はあなたの家」)、自宅を訪れた友人などに「(自分の家のように) 寛いで下さい」という意味を込めて言う言葉だそうです。ソフトウェアの CASA に対してこの言葉を当てはめるとすれば、「(使い慣れたソフトのように) CASA を使って下さい」という感じでしょうか。CASA が ALMA の要求精度に耐える高精度・高機能なソフトウェアでなければならないことは大前提ですが、それに加えて、宇宙電波観測のエキスパートから初心者まで幅広いユーザー層をカバーできる、高い操作性を備えたソフトウェアとなることを目指して、今後も開発を進めていく所存です。





平成22年度の永年勤続者表彰式が2010年11月25日に所属長をはじめ職員が参列する中、行われました。観山台長による式辞の後、各人に表彰状授与並

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。永く天文台を支えてこられ、表彰された方は、右の11名です。

佐々木 晶 (RISE 月探査プロジェクト)  
牧 野 淳一郎 (天文シミュレーションプロジェクト)  
奥 村 幸 子 (ALMA 推進室)  
林 左絵子 (ハワイ観測所)  
泉 浦 秀 行 (岡山天体物理観測所)  
西 川 淳 (光赤外研究部)  
亀 谷 收 (水沢 VLBI 観測所)  
並 川 和 人 (ハワイ観測所)  
篠 田 一 也 (太陽観測所)  
岩 下 光 (先端技術センター)  
吉 田 隆 (事務部財務課)

## NEW STAFF ニュースタッフ



芦田川京子  
(あしたがわ きょうこ)  
所属：ALMA 推進室  
出身地：埼玉県

1月1日付で研究技師に着任しました芦田川京子です。2008年4月からALMA推進室特定契約職員としてソフトウェア開発・試験を担当していました(その前は民間で転々としてつづ先端ネットワークの研究とやりに携っていました)が、チリに赴任した矢先に身分が変わりました。初心を忘れず、まずはALMAの完成に専念したいと思います。といってもチリにいる間、仕事ばかりでなくワインとシーフードも大いに楽しんでいるのですが。趣味は写真撮影と音楽観賞(クラシックロック大好き)で、憧れのミュージシャンと話したいがために英語力を磨いたのが今は仕事に役立っています。どうぞよろしくお願いします。

## 人事異動

### 研究教育職員

| 発令年月日            | 氏名     | 異動種目 | 異動後の所属・職名等                | 異動前の所属・職名等             |
|------------------|--------|------|---------------------------|------------------------|
| 平成 22 年 12 月 1 日 | 野口 卓   | 昇任   | 先端技術センター教授                | 先端技術センター准教授            |
| 平成 22 年 12 月 1 日 | 小麥 真也  | 配置換  | 電波研究部助教 (ALMA 推進室チリ事務所)   | 電波研究部助教 (ALMA 推進室)     |
| 平成 23 年 1 月 1 日  | 芦田川 京子 | 採用   | 電波研究部研究技師 (ALMA 推進室チリ事務所) | 専門研究職員 (ALMA 推進室チリ事務所) |

## 編集後記

スーパーサイエンスハイスクールの某都立高校で授業。高校生の真剣な眼差しにこちらも力が入りました。質問もたくさんしてくれてうれしく楽しい時間でした。(e)  
梅が綺麗に咲いているのに大雪。これも東京の冬の風物詩ですね。昨年の3月の大雪の際には車の運転で悲惨な目にあったので、今年は雪道では運転しない安全策をとります。(K)  
晴れの朝は道路脇に積った雪を除くために人が沢山道に出ます。結構年配の方が一心不乱に雪かきをしておられます。こちらは横を車の運転中。みなさん、雪かきに熱中して道の真ん中までシャベルが突き出ていることに気がつかないようで、運転には気を使います。(J)  
先日、武蔵小金井駅前で開催された物産展に「せんとくん」が来ていて感激したのですが、その日の夜のニュースでは九州で活躍する「せんとくん」の姿が…。やはり徳の高い人(?)は、分身が瞬間移動くらい朝飯前なんですかね?(K)  
梅が真っ盛り。水戸に来て、梅を楽しむ余裕無くとんぼ返りする私ってどうかなあ……。 (W)

## 国立天文台ニュース NAOJ NEWS

No.211 2011.02  
ISSN 0915-8863  
© 2011 NAOJ  
(本誌記事の無断転載・放送を禁じます)

発行日/2011年2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編集委員会

●編集委員：渡部潤一(委員長・天文情報センター)／小宮山 裕(ハワイ観測所)／寺家孝明(水沢 VLBI 観測所)／勝川行雄(ひので科学プロジェクト)／佐藤友美(ALMA推進室)／小久保英一郎(理論研究部) ●編集：天文情報センター出版室(高田裕行/山下芳子) ●デザイン：久保麻紀(天文情報センター)

★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。  
なお、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。

3月号の研究トピックスは、すばる望遠鏡が捉えた史上最も鮮明な原始惑星系円盤を紹介。別冊付録「ALMAの冒険」もお楽しみに！

次号予告

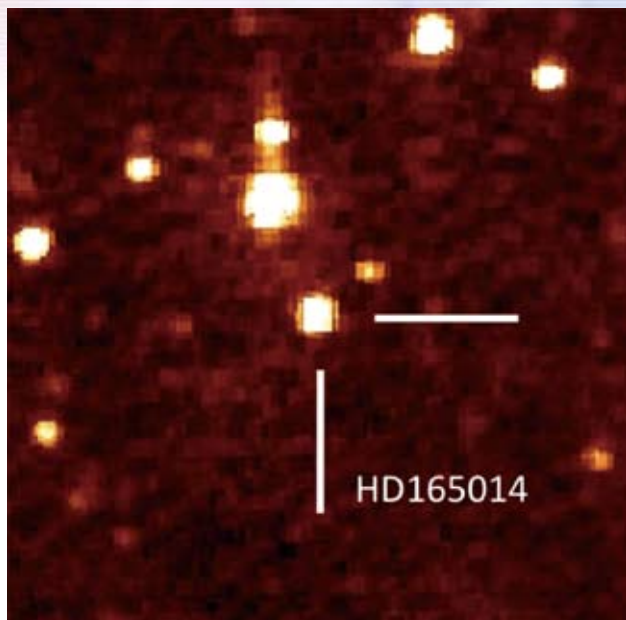


図1 「あかり」によるHD165014の中間赤外線（波長9マイクロメートル）画像。画像の大きさは0.1度×0.1度。

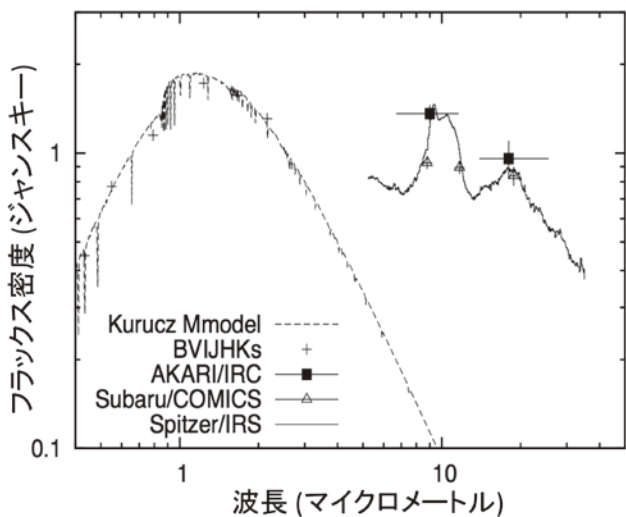


図2 HD165014のスペクトルエネルギー分布。赤外線域では中心星放射成分（破線）よりもはるかに強い放射が見られるが、これがデブリ円盤からの熱放射である。

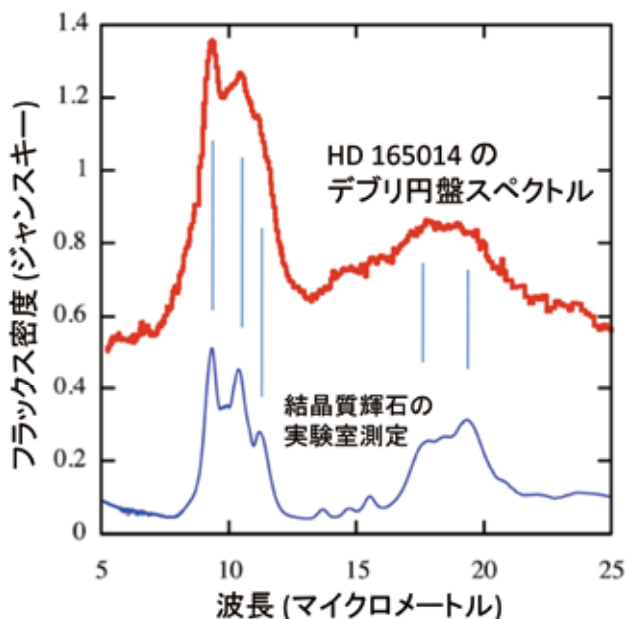


図3 スピッツァー宇宙望遠鏡によるHD165014の中間赤外線スペクトル（赤）。垂線で示した位置に見られる顕著な凹凸パターンが、結晶質輝石（青）と一致する。

- ・天体名 / HD165014
- ・観測装置 / スピッツァー宇宙望遠鏡  
InfraRed Spectrograph (IRS)
- ・波長データ / 中間赤外線

## デブリ円盤天体 HD165014 のスペクトル

●藤原英明（ハワイ観測所）

街明かりの少ない場所では、日没後の西の空、あるいは夜明け前の東の空に、地平線からふわっと伸びる光芒が見えることがある。黄道光——太陽系の彗星や小惑星から放たれたダストが太陽光を散乱して光っている姿だ。太陽以外の恒星にも「黄道光」を持つものがあり、デブリ（残骸）円盤と呼ばれている。デブリ円盤のダストは、惑星が作られる過程で微惑星同士が衝突する際にまき散らされた破片であると考えられており、恒星の周囲で温められたダストは熱放射により中間～遠赤外線で見える光る。1980年代にIRAS衛星の観測でベガが最初のサンプルとして見つかった以降、最近も日本の赤外線天文衛星「あかり」などによる赤外線広域探査によって、いくつものデブリ円盤候補が見つかった。

さらに、デブリ円盤ダストから来る熱放射の赤外線スペクトルには、鉱物ダスト特有の凹凸パターンが焼き込まれており、惑星の材料物質が何で出来ているのかを診断する手がかりになる。最近のスピッツァー宇宙望遠鏡の赤外線分光器IRSによる分光観測から、デブリ円盤ダストはどうやらバラエティに富む組成をしているらしいということが分かってきた。例えば「あかり」が見つけたデブリ円盤天体HD165014には、結晶質の輝石ダストが他の天体と比較にならないほど豊富に存在していることが明らかになった。二酸化ケイ素ダストが卓越している天体も見つかった。今後、実験室での鉱物測定や太陽系内天体の観測などと比較しながら、多様なダスト種が生成された過程や母天体（惑星の材料）の性質に迫る研究の進展が期待される。

宇宙の「デブリ」というと厄介者扱いされてしまいがちだが、デブリ円盤は惑星誕生の秘密を調べる上で非常に興味深い天体である。

### ダストの 「濃さ」に注目！

デブリ円盤中のダストの「濃さ」の指標として、中心星に対するダスト放射の光度比が使われる。

2010年に見つかったHD165014のダスト放射光度比は太陽系内ダストの1000倍以上の大きさ。最も有名なデブリ円盤・がく座ベータ星に匹敵するトップクラスの濃さだ。それほど天体がこれまで知られていなかったのは、HD165014が銀河系中心方向にあり、周囲にある数多くの天体に埋もれてしまっていたためだ。IRASよりも高精度な「あかり」の全天サーベイ、そしてすばる望遠鏡による高解像度での確認観測が発見の決め手であった。デブリ円盤におけるダストの「濃さ」も大事な情報だ。HD165014では微惑星帯が力学的に不安定な状態にあり、激しい勢いで衝突が進んでいるのかもしれない。