

自然科学研究機構

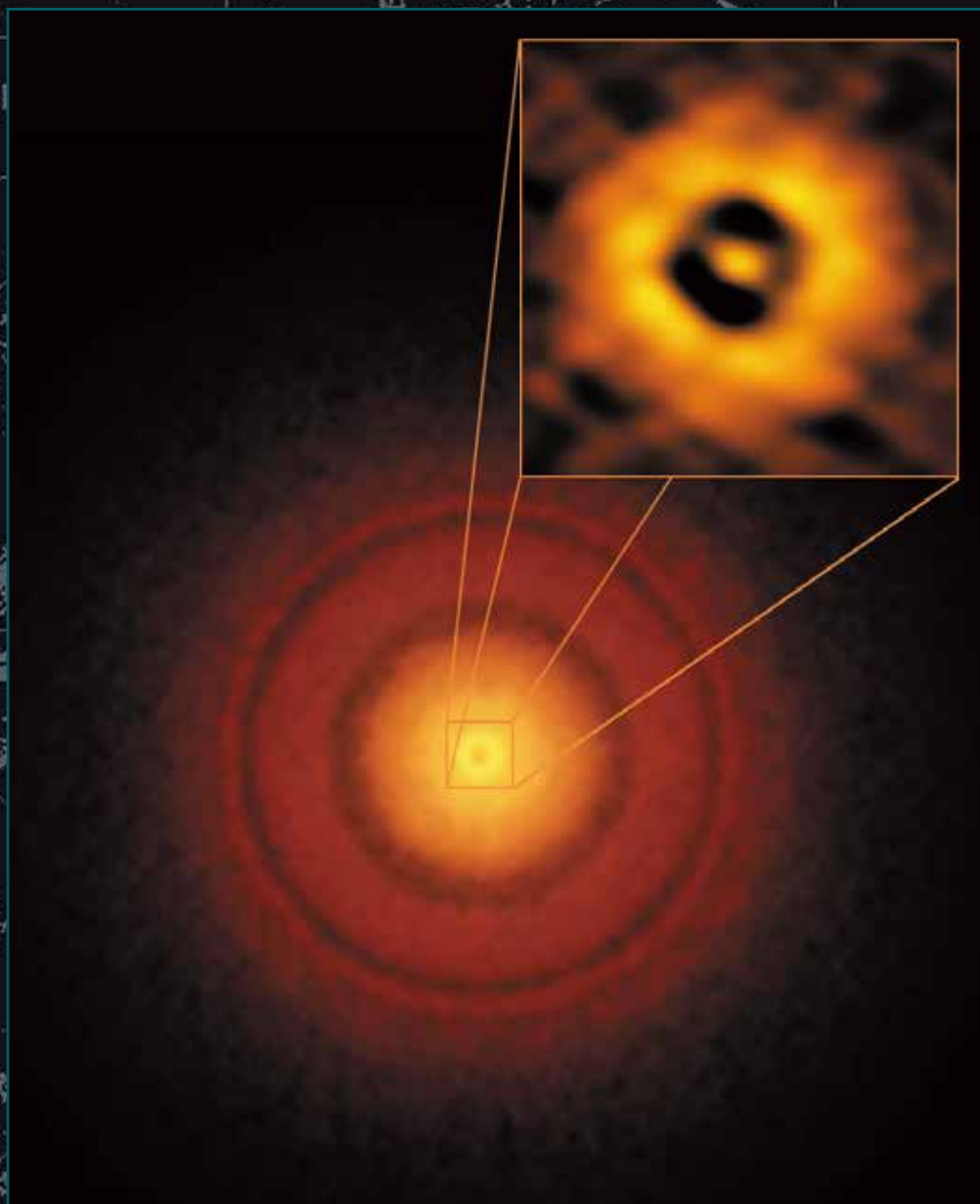

 国立天文台
 NAOJ

国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2016年4月1日 No.273

最近のアルマ望遠鏡の観測成果



- 「ひので10年目の成果とSolar-Cを柱とする太陽研究の新展開」報告
- 「“Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity Ⅲ”」報告
- 平成27年度「天文シミュレーションプロジェクト・ユーザーズミーティング」報告
- 2015年度「N体シミュレーション大寒の学校」報告
- 国立天文台寄贈の60cm望遠鏡、レバノンでの活躍に期待が高まる
- 「2015年度総研大アジア冬の学校」報告
- 2015年度「スターアイランド15」報告

★ 特別附録「アルマーの冒険06」

4

2016

- 表紙
- 国立天文台カレンダー

03

研究トピックス 最近のアルマ望遠鏡の観測成果

—— 平松正顕 (チリ観測所)

06

おしらせ

- 太陽研究者連絡会シンポジウム
「ひので10年目の成果とSolar-Cを柱とする太陽研究の新展開」報告
—— 勝川行雄 (ひので科学プロジェクト)
- 石垣島で、国際研究会開催！
International Workshop on “Exoplanets and Disks : Their Formation and Diversity III” —— 宮地竹史 (水沢VLBI観測所/石垣島天文台)
- アルマ望遠鏡 施設公開はじめました！
- 平成27年度「天文シミュレーションプロジェクト・ユーザーズミーティング」報告 —— 福士比奈子 (天文シミュレーションプロジェクト)
- 2015年度「N体シミュレーション大寒の学校」報告
—— 松本侑士 (天文シミュレーションプロジェクト/千葉工業大学)
- 国立天文台寄贈の60cm望遠鏡、レバノンでの活躍に期待が高まる
—— 宮地竹史 (石垣島天文台)
- 2015年度「総研大アジア冬の学校」報告
—— 関井 隆・渡邊鉄哉 (ひので科学プロジェクト)
- 2015年度「スターアイランド15」報告
—— 砂田和良 (水沢VLBI観測所)

06

授賞

田中雅臣助教が2015年度日本天文学会研究奨励賞を受賞
平成27年度国立天文台長賞は、2プロジェクトに！
平成27年度退職者永年勤続表彰式

15

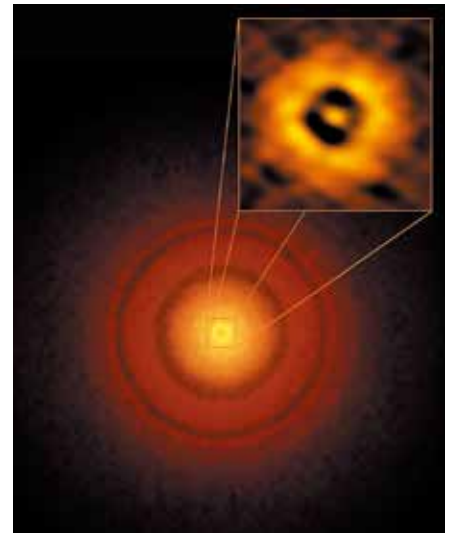
- 編集後記
- 次号予告

16

新連載！「アルマ望遠鏡観測ファイル」01

おうし座HL星

—— 平松正顕 (チリ観測所) / 秋山永治 (チリ観測所)



表紙画像

アルマ望遠鏡が捉えた若い星うみへび座 TW 星のまわりの原始惑星系円盤。中央部分の拡大図では、星に最も近い円盤の隙間が写し出されています。Credit: S. Andrews (Harvard-Smithsonian CfA), ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

背景星図 (千葉県立郷土博物館)
渦巻銀河 M81 画像 (すばる望遠鏡)



アルマ特集号恒例の電波天文まんが「アルマの冒険」06回を附録で同封します。今回のテーマは「電波天文学の歴史02・日本編」です。

国立天文台カレンダー

2016年3月

- 1日(火) 運営会議/天文データ専門委員会
- 2日(水) 光赤外専門委員会
- 4日(金) 教授会議/台長賞授与式
- 11日(金) 4次元デジタルシアター公開/観望会(三鷹)
- 15日(火) 幹事会議
- 19日(土) 4次元デジタルシアター公開(三鷹)
- 24日(木) 安全衛生委員会(全体・三鷹)
- 26日(土) 4次元デジタルシアター公開/観望会(三鷹)
- 29日(火) 電波専門委員会
- 30日(水) 幹事会議

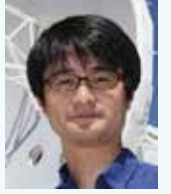
2016年4月

- 8日(金) 4次元デジタルシアター公開/観望会(三鷹)
- 16日(土) 4次元デジタルシアター公開(三鷹)
- 21日(木) 幹事会議
- 22日(金) 安全衛生委員会(三鷹)
- 23日(土) 4次元デジタルシアター公開/観望会(三鷹)

2016年5月

- 13日(金) 幹事会議/4次元デジタルシアター公開/観望会(三鷹)
- 16日(月) 先端技術専門委員会
- 21日(土) 4次元デジタルシアター公開(三鷹)
- 26日(木) 安全衛生委員会(全体)
- 27日(金) 安全衛生委員会(三鷹)
- 28日(土) 4次元デジタルシアター公開/観望会(三鷹)
- 30日(月) 運営会議
- 31日(火) 電波専門委員会

最近のアルマ望遠鏡の観測成果



平松正顕
(チリ観測所)

2011年に科学観測を開始したアルマ望遠鏡。観測に使用できるアンテナ数と周波数帯は次第に拡大し、アンテナ配置も最大で10kmを超える配列での科学観測が進んでいます。ここでは、最近発表されたアルマ望遠鏡の観測成果を4つご紹介します(★08~09ページに最近のアルマ望遠鏡の画像と施設公開情報も掲載しています)。

星と惑星の誕生を探る

アルマ望遠鏡の科学目標の一つが、「惑星の誕生の謎」に迫ること。一昨年発表された超高解像度で見えるおうし座HL星を取り巻く多数の同心円状の円盤は、研究者をあっと驚かせました★01。その後も、アルマ望遠鏡は星や惑星の誕生領域の観測で大きな成果を挙げています。

若い星うみへび座TW星のまわりで、アルマ望遠鏡は中心星から1天文単位のところに原始惑星系円盤の隙間があることを発見しました(表紙画像および画像01)。うみへび座TW星は地球から175光年の距離にあり、原始惑星系円盤を持つ星としては最も地球に近い星の一つです。この近さと、アルマ望遠鏡のアンテナを14kmに展開した超高解像度観測のおかげで、原始惑星系円盤の最奥部、地球軌道に相当する領域の様子を初めて捉えることに成功しました。原始惑星系円盤に刻まれた隙間は、そこで惑星が誕生し、その惑星の重力によって塵が掃き寄せられた結果である、という考え方があります。つまり今回の観測結果は、うみへび座TW星から1天文単位のところに惑星が作られていることを示している可能性があります。うみへび座TW星の原始惑星系円盤にはさらに外側、20天文単位と40天文単位(それぞれ天王星、冥王星の軌道の大きさに相当)のところにも隙間がはっきりと写し出されていて(表紙画像)、おうし座HL星と同じように、複数の惑星が同時に形成されて

いるところなのかもしれません。

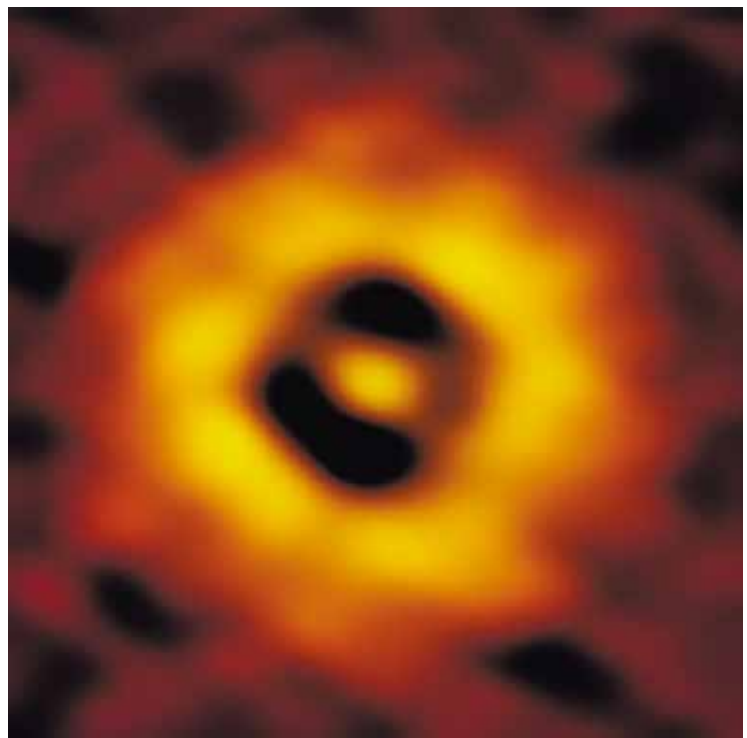
一方でおうし座HL星の原始惑星系円盤に見られる同心円状の隙間については、惑星形成の証拠ではなく、円盤内の塵粒子の成長と破壊によるものであるという説、塵粒子とガスの摩擦によって不安定性が生じリング構造ができるという説など、さまざまなメカニズムが提唱されています。このため、うみへび座TW星のまわりでも「地球と似た軌道に惑星ができていいる」と断定はできませんが、いずれにしても原始惑星系円盤の詳細について理論研究とアルマ望遠鏡の観測画像とを直接比較できるようになったことで、惑星形成の研究はさらに大きく前進しつつあるといえるでしょう。

newscope <解説>

★01 おうし座HL星



アルマ望遠鏡が観測した、若い星おうし座HL星の画像。アルマ望遠鏡の長基線試験観測キャンペーン中に観測されたもので、生まれて100万年程度の若い星を取り巻く塵の円盤がはっきりと写し出されています。



画像01 アルマ望遠鏡が捉えた若い星うみへび座TW星のまわりの原始惑星系円盤の中央部分の拡大図。星に最も近い円盤の隙間が写し出されていて、この隙間の半径は地球と太陽の間の距離とほぼ同じで、まさにここで地球のような惑星が作られている可能性を示しています。

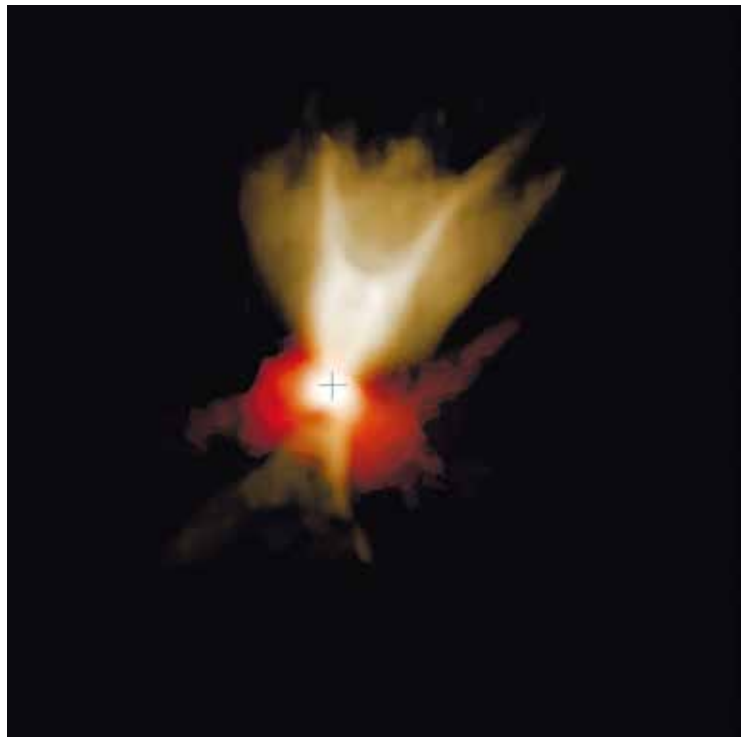
Credit: S. Andrews (Harvard-Smithsonian CfA), ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

アルマ望遠鏡は、惑星誕生の現場である原始惑星系円盤そのものの誕生メカニズムの謎にも迫っています。東京大学大学院理学系研究科天文学専攻の学生である麻生有佑氏と国立天文台ハワイ観測所の大橋永芳教授らのグループは、原始星 TMC-1A をアルマ望遠鏡で観測しました（画像02）。この星はうみへび座 TW 星よりもずっと若く、原始惑星系円盤のさらに外側に大量のガス雲（エンベロープ）をまとっています。アルマ望遠鏡による観測により、研究チームは原始星を取り巻くガス円盤と、そこに向かってゆっくりと落下するガスを初めて直接見分けることに成功しました。ガス円盤とエンベロープは連続的につながっているため従来の研究ではこれを見分けることは困難でしたが、高い感度を持つアルマ望遠鏡を用いることで内側にある円盤の回転速度とその広がりが高い精度で求めることができ、結果としてその外側で異なる速度構造を持つエンベロープとの境界を特定することができたのです。エンベロープから円盤に向かって流れ込むガスの速度はおおよそ毎秒1km、その量は1年間に太陽質量の50万分の1程度であることもわかりました。従来、ガスは単に重力に引っ張られて落下すると考えられてきましたが、今回見つかったガスの流入はそれよりも緩やかであり、これまでの描像とは大きく異なります。磁場の力によってガスの運動が妨げられているのが原因ではないかと考えられます。これは原始星とそれを取り巻く原始惑星系円盤の成長を理解する上で重要なポイントになることでしょう。

遠方宇宙の謎に迫る

アルマ望遠鏡は遠くの銀河からの電波を観測し、宇宙の進化の謎も明らかにしようとしています。

チリの天文学者タニオ・ディアス・サントス氏を始めとする研究チームは、124億光年彼方の塵に覆われたクエーサーをアルマ望遠鏡で観測しました（画像03）。事前の赤外線観測によれば、この天体 W2246-0526 はその中心部に活動的な超巨大ブラックホールを持ち、太陽の350兆倍という猛烈な赤外線を放射しているこの宇宙で最も明るい銀河です。こうした天体はホット・ドッグス（Hot DOGs: Hot, Dust-Obscured Galaxies: 「塵に覆われた熱い銀河」）と呼ばれる珍しい種族の天体です。研究チームはアルマ望遠鏡を使ってこのクエーサーを観測し、内部に広がる炭素イオンの分布と運動を明らかにしまし



画像02 アルマ望遠鏡で観測した原始星 TMC-1A（中心の十字）周囲を取り巻くガスの分布を赤で表しています。また原始星には一般的に見られる、原始星から噴き出すガス流をアルマ望遠鏡で捉えた様子を白色で合成しています。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Aso et al.



画像03 銀河 W2246-0526 の想像図。乱流が激しく渦巻く様子を表現しています。
Credit: NRAO/AUI/NSF; Dana Berry/SkyWorks; ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

た。炭素イオンは波長158マイクロメートルの赤外線を放射しますが、宇宙膨張に伴う赤方偏移^{★02}によって波長が5倍以上引き伸ばされ、アルマ望遠鏡で観測できる波長域に入ってきます。観測結果によればこの銀河に存在する炭素イオンの速度分散は秒速500 km 以上であり、猛烈な勢いでガスが運動する激しい乱流状態であることがわかりました。しかもその乱流状態は8000光年の範囲にわたって存在していました。この莫大な

newscope <解説>

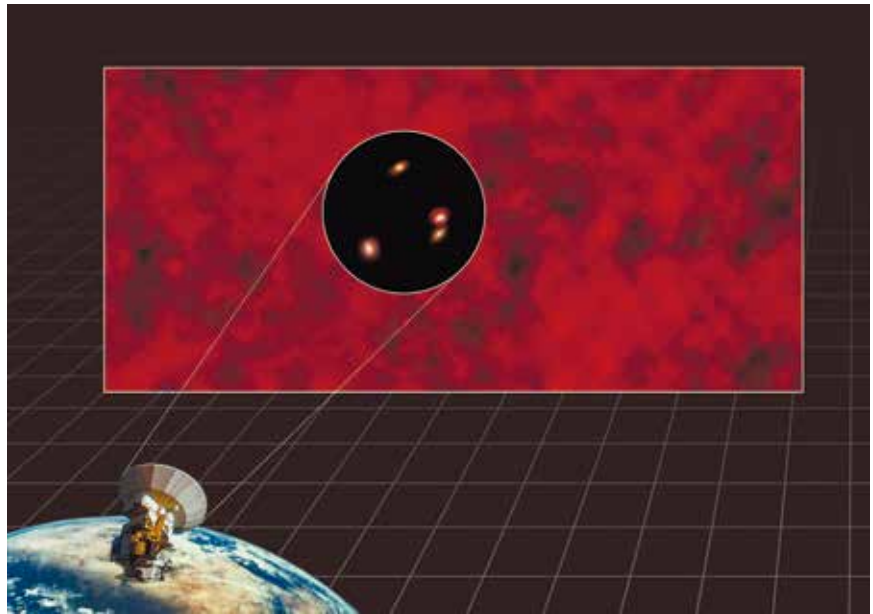
★02 赤方偏移

宇宙は膨張しているため、その中を飛ぶ電磁波の波長も引き伸ばされます。可視光なら赤くなるように波長がずれるため、「赤方偏移」と呼ばれます。遠方の天体からくる電磁波ほど赤方偏移が大きくなり、約80億光年の距離からくる電磁波の波長は2倍（赤方偏移 $z=1$ ）に、約105億光年の距離からくる電磁波の波長は3倍（赤方偏移 $z=2$ ）になります。

エネルギーの源は、大量の物質を飲み込む超巨大ブラックホールです。物質の流入によってブラックホール周辺は非常に明るく輝き、その光のエネルギーが銀河全体に乱流を励起させていると考えられます。エネルギー量を考えると、この銀河に含まれるガスや塵はやがて銀河の外に吹き飛ばされてしまうでしょう。今はこの銀河は塵に覆われた姿をしていますが、やがてそれも吹き飛ばされ、可視光でも明るいクエーサーに進化していくかもしれません。この観測は、超巨大ブラックホールの活動が母銀河に与える影響の一端を明らかにしてくれたのです。

一方で、アルマ望遠鏡の高い感度を活かした「暗いほうの端」の観測も進んでいます。東京大学宇宙線研究所の藤本征史氏（理学系研究科天文学専攻大学院生）と大内正己准教授をはじめとする研究チームは、宇宙に満ちる赤外線放射（赤外線宇宙背景放射：CIB）の起源に迫るため、アルマ望遠鏡データアーカイブに蓄積された約900日間に及ぶ観測データを調べました。その結果、観測史上最も暗いミリ波天体の検出に成功しました（画像04）。これまで発見されていたものよりも5倍暗い天体まで、アルマ望遠鏡で見ることができたのです。観測データからはこうした暗い天体が合計133個発見され、その明るさと数を足し合わせると、CIBがほぼ100%説明できることがわかりました。

こうした暗い天体の正体を調べるために研究チームはハッブル宇宙望遠鏡やすばる望遠鏡の観測データとアルマ望遠鏡のデータを比較しました。その結果、アルマ望遠鏡で発見された暗い天体のおよそ60%は、可視光赤外



画像04 モヤモヤとした赤外線宇宙背景放射（CIB）が、今回のアルマ望遠鏡を用いた研究により個別の天体に分解された様子のイメージイラスト。

Credit: NAOJ, Fujimoto et al.

線観測でも捉えられる遠方の銀河であることがわかりました。こうした銀河では盛んに星が作られていると考えられ、そうした星からの可視光や近赤外線を銀河に含まれる塵が吸収し長い波長の電磁波として再放射するため、アルマ望遠鏡では観測することができます。一方で、残りの40%については可視光赤外線観測では対応する天体が見つかりません。研究チームではこれらの天体の正体は大量の塵に覆われた質量の小さな銀河ではないかと考えています。これまで質量の小さな銀河は塵が少ないと考えられてきましたが、その常識を覆す新しい種族の銀河が遠方宇宙に数多く存在していることを示すものかもしれません。研究チームは、アルマ望遠鏡を使ってこれらの謎の天体をさらに詳しく観測し、その正体に迫ろうとしています。

新連載のおしらせ

今月号より新連載「アルマ望遠鏡観測ファイル」が始まります。アルマ望遠鏡のすばらしい画像とその観測成果を研究者のコメントとともにご紹介します。アルマ望遠鏡が解き明かす最新の宇宙像をご堪能ください。
→裏表紙へ！



画像05 アルマ望遠鏡山頂施設に立ち並ぶアンテナ（2016年3月撮影）。一時的にメンテナンス中の1台を除く65台が標高5000 mに設置されていました。

田中雅臣助教が2015年度日本天文学会研究奨励賞を受賞

理論研究部の田中雅臣助教が2015年度日本天文学会研究奨励賞を受賞しました。この賞は1988年度から日本天文学会が実施している賞で、優れた研究成果をあげている若手天文学研究者を対象に表彰しているものです。

今回受賞となった田中氏の研究テーマは「重力波天体の電磁波放射に関する研究」です。重力波天体である連星中性子星合体からの電磁波放射の様子を明らかにした研究成果が評価され、研究奨励賞の受賞となりました。その成果は、重力波が検出された後にどのような電磁波観測を行うべきかの指針となるもので、重力波天文学と電磁波天文学が連携した「マルチメッセンジャー天文学」の発展に大きく貢献するものです。田中氏自身も、自らの理論的予言に基づいて東京大学木曾観測所シュミット望遠鏡や国立天文台すばる望遠鏡を用いて重力波天体の追観測に参加しており、突発天体・重力波天体の探査観測において中心的な役割を果たしています。

賞状を手に、「今回の受賞は、多くの方々との共同研究の結果によるものです。重力波天体のシミュレーション研究、また観測研究と一緒にやって下さった共同研究者の皆様へ感謝致します。重力波天文学の黎明期にこの研究を行えたことは非常に幸運でした。これからの重力波天文学、そしてマルチメッセンジャー天文学の発展にぜひご期待下さい。」(田中さん)。



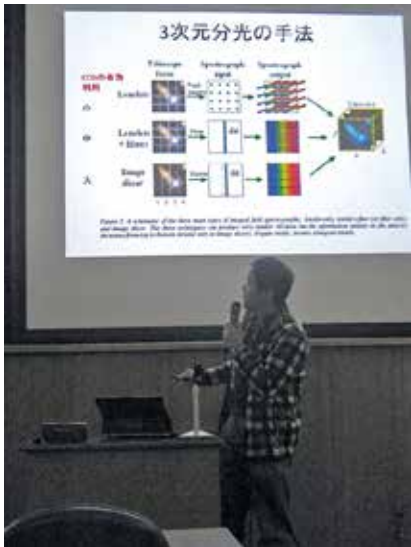
2016 02 15 - 17

おしらせ
NO.01

太陽研究者連絡会シンポジウム

「ひので10年目の成果とSolar-Cを柱とする太陽研究の新展開」報告

勝川行雄 (ひので科学プロジェクト)

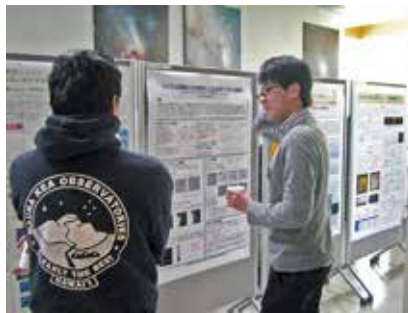


末松准教授 (国立天文台) による面分光装置の講演。

太陽研究者連絡会 (太陽研連) では、年に一度、太陽研究者が一堂に会するシンポジウムを2013年度から開催しています。3回目となる今回は国立天文台三鷹にて開催されました。3日間あわせて92名の参加があり大変盛況でした。

太陽研連シンポでは国内太陽観測施設の状況報告とともに、最新研究成果の発表が行われます。議論することを重視しており、設定したテーマに沿って招待講演をして頂くとともに、議論の時間を十

分とるようにしています。今回のメインテーマは、2006年に打ち上げられた太陽観測衛星「ひので」が今年10年目を迎えることから、これからどのような観測や課題に取り組むべきかについて議論することでした。「ひので」は順調に観測を続けていますが、近頃は「ひので離れ」もささやかれており、海外の新しい人工衛星も使う研究が増えています。某先生からは教科書に残るような研究ができるはずだがまだできていない、という厳しい指摘もありました。「ひので」の今後の観測計画に含めていくことになります。



ポスターセッションでの議論の様子。

今回の太陽研連シンポのもう一つの目玉は、サイクル4で公募が始まるALMAによる太陽観測と、次期太陽観測衛星

SOLAR-Cをはじめとした将来の太陽観測への期待です。SOLAR-Cはミッション再提案に向けて前回の弱点を克服する検討を進めています。大型の人工衛星に限定しない新しい観測手段も検討・推進されており、ロケット搭載紫外線偏光観測CLASPや気球望遠鏡Sunriseといった実験的観測や、小型衛星・地上望遠鏡でできる新しい太陽観測についても講演してもらいました。新しい観測へのコミュニティの期待は高いのですが、その実現にはさらなる努力が必要です。2025年頃の太陽活動極大期にどのような観測で臨むのか、ここ1、2年が勝負になりそうです。中日に行われた懇親会では平成27年度で退官される桜井先生による乾杯の音頭のあと、夜遅くまで熱く太陽を語り合いました。



桜井教授 (国立天文台) による懇親会の乾杯。

石垣島で、国際研究会開催！ International Workshop on “Exoplanets and Disks : Their Formation and Diversity III”

宮地竹史（水沢 VLBI 観測所／石垣島天文台）

国際ワークショップ「系外惑星と円盤：その形成と多様性の理解Ⅲ」が、2月21日（日）～24日（水）まで、石垣島のホテル日航八重山にて、開催されました。

この研究会は、文部科学省科学研究費（新学術領域研究）による「太陽系外惑星の新機軸：地球型惑星へ」（代表：林正彦国立天文台長、約10億円、5年間）によるもので、5年間の研究の集大成となる研究会でした。

これまで、2回の研究会がハワイで開催されましたが、最後となる今回は、海外からの要望もあって、石垣島での開催となりました。

参加者は、8か国（日本、アメリカ、デンマーク、フランス、イギリス、ポーランド、台湾、ドイツ）27機関（海外10研究機関）から、109名（国内96名）でした。発表数は、口頭発表54件、ポスター発表47件で、石垣島での天文研究会としては、久々に大きな研究会となりました。

島の行事などもあり、会期が短縮されたため、22日（月）からの研究発表は、毎日朝8時30分から開始されましたが、常時満席状態で、熱心な発表、質疑が続きました。

この10年間でハビタブルゾーン（生命居住可能領域）に存在する地球型惑星が、次々に発見されており、系外惑星と円盤に関する研究は新たなものになって



国際研究会「系外惑星と円盤」会場風景。



参加者一堂の記念写真。

いて、発表も若い研究者が多く、活気に満ちていました。

すばる望遠鏡をはじめ、世界最大級の光学・赤外線望遠鏡によって、直接に撮像・分光された系外惑星の研究成果も発表されました。また、多様な形態の円盤が高い分解能で観測されるようになっていて、アルマ望遠鏡からは興味深い観測的成果が発表されました。

円盤内でのダスト成長と微惑星形成過程についても、理論的な数値シミュレーションと室内実験による興味深い発表もありました。

この研究会では、この間の研究の進展と成果を確認し合い、系外惑星と円盤の観測・理論に関する最新の研究成果を共有するよい機会になったと思われます。

今回の研究会では、初日の2月21日（日）に、希望者によるエクスカージョンが企画され、石垣島天文台、VERA石垣島観測局や、島の景勝地・川平湾の見学ツアーが組まれました。参加者は13名でしたが、林台長が案内役となって、石垣島天文台のむりかぶし望遠鏡やVERA望遠鏡の上部機器室まで見学して頂きました。

参加された方からは、望遠鏡や観測成果について耳を傾けて頂き、多くの質疑も交わされました。中には、会議を終えて帰国した後に、共同観測の打診などのメールを送ってくる方もいました。石垣島天文台にとっても、今後の新しい観測的研究を進めるきっかけとなりそうです。

天文学に関する研究会で100人を超えるのは3回目ですが、これまでに今回も入れ大小7回の研究会が開催されており、また関連分野も入れると10回を超



▲林台長が案内役となって、施設見学（VERA石垣島局）。




▲VERA見学に参加した未来の天文学者。

えています。21日の夜は歓迎セレモニーでしたが、サプライズでこの日誕生日の林台長にバースデーケーキが贈られ、参加者で祝いました。また、23日の懇親会には、石垣市の漢那副市長が歓迎の言葉を述べられ、林台長らと最後まで天文・宇宙談義で楽しんで頂きました。



漢那副市長と懇談する林台長。

今回の研究会開催にあたっては、会場のホテル日航八重山、石垣市観光文化課、健康福祉センター、市内の各ホテルなどの皆さんに大変お世話になりました。深く感謝申し上げます。



月に照らされるアルマ望遠鏡山頂施設のアンテナ群と南天の星たち。写真左側には天の川が立ち上がり、その中にケンタウルス座アルファ星・ベータ星（中央やや下の明るい2つの星）や南十字星（中央やや上に横倒しになった十字の星）が見えています。右ページには、大小マゼラン雲も写し出されています。

アルマ望遠鏡 施設公開はじめました！

アルマ望遠鏡山麓施設（標高2900m）では、毎週土日に予約制（定員40名）で一般見学を受け入れています。コントロールルームや実験室、メンテナンス中のアンテナやアンテナ運搬台車などを間近で見ることができます。詳しくはアルマ望遠鏡ウェブサイトをご覧ください。<http://alma.mtk.nao.ac.jp/j/aboutalma/visit/>



展示室でアルマ望遠鏡の紹介映像を見る見学者。



専任ガイドによる詳しい紹介（スペイン語と英語）。



メンテナンス中のアンテナを見る見学者たち。



平成27年度「天文シミュレーションプロジェクト・ユーザーズミーティング」報告

福士比奈子 (天文シミュレーションプロジェクト)

平成28年1月28、29日の二日間にわたり、平成27年度天文シミュレーションプロジェクト(以下CfCA)・ユーザーズミーティングが行われました。CfCAはシミュレーション天文学専用のスーパーコンピュータCray XC30「アテルイ」、重力多体問題専用計算機「GRAPE」、さらにスーパーコンピュータにはなじまない小規模な計算などをおこなう「計算サーバ」といった計算機の共同利用運用を行っています。CfCAユーザーズミーティングは、これらのシステムを利用する研究者らが一堂に会し、その研究成果の報告と今後の運用について議論を交わす機会として、年に一度開催されています。

今回、CfCAユーザーズミーティング初の試みとして、国立天文台水沢キャンパス(岩手県奥州市)内にある奥州宇宙遊学館を会場に行いました。全国から集った総勢62名の参加者のほとんどが、水沢に来るのは初めてという方々ばかり。例年よりも多くの利用者に参加いただき、充実した議論を交わした会となりました。29件の口頭発表は研究対象ごとにセッションが分けられ、星・惑星形成、プラズマ・太陽物理学、ブラックホールや中性子星、超新星爆発、銀河進化、宇宙論に至るまで多岐にわたります。また、このような研究に応用されるコードやアプリケーションの開発についての発表も行われました。京都大学から参加した木内建太さんは、アテルイの大規模実行によるブラックホールと中性子星の合体のシミュレーション結果について報告しました。



02 水沢の紹介講演をする本間希樹所長。

利用者の発表に加え、水沢VLBI観測所長の本間希樹教授をお招きし、歴史ある水沢観測所において行われるVLBI観測を使った研究について紹介いただきました。さらに、TMT推進室長の臼田知史教授が



01 平成27年度CfCAユーザーズミーティング参加者。後ろは会場となった奥州宇宙遊学館。

参加し、アテルイを使って行われたTMT望遠鏡本体構造の免震性能解析についての報告もされ、国立天文台のプロジェクト間協力的一端を知ることができました。

セッションの他に、今回は特別企画としてCfCAスタッフの解説によるアテルイの見学ツアーが行われました。普段は研究室からリモート接続をして利用するため、ほとんどの利用者はアテルイの実物を見たことがありません。LED照明により七色に輝くアテルイの実機を目の当たりにし、「思っていたよりもコンパクト」「想像していたよりも静か」などの感想を口にしながら、皆それぞれアテルイを写真におさめたり、システムについてCfCAスタッフに質問したりしていました。さらにVERA運用スタッフによ



03 アテルイ見学ツアーの様子。



04 セッションの様子。会場を埋め尽くす参加者。

り、VERA20m電波望遠鏡やアレイオペレーションセンター、相関器室の見学も行われました。懇親会では岩手のお酒が振る舞われ、水沢の冬の寒さに負けない熱い議論を後押ししていたようでした。

ユーザーズミーティングの最終セッションでは、この一年間のCfCAの計算機運用や計算基礎科学連携拠点の活動に関する報告、そして今後の運用に関する議論がされます。より適した計算資源を配分するための新しい利用申請カテゴリの導入の報告、アテルイのストレージにおけるデータ保存期間の変更について、またGPUシステムの導入検討についての意見交換などが行われました。さらに、各種講習会の開催時期や、研究者が開発したコードの公開、ソフトウェア・ライブラリなど利用環境についての要望などを利用者から受けました。ここで頂いた意見や要望は、今後のCfCAの活動へ反映させ、より良い共同利用環境を作っていきたいと考えています。

さらに今回のCfCAユーザーズミーティングは地元新聞社2社の取材が入り、紙面やウェブサイトで取り上げられました。アテルイに対する地元からの期待を、CfCAスタッフをはじめ研究者の方々も直に感じることができる機会となりました。

今回のCfCAユーザーズミーティングの開催にあたり、奥州宇宙遊学館のみならず、水沢VLBI観測所のみならずには多大なるご協力をいただきました。ことを、CfCAスタッフ一同、心より感謝申し上げます。

全国からようこそ!
(UM中もちゃんと計算してましたよ(笑))
※2月号2ページ参照



2015年度「N体シミュレーション大寒の学校」報告

松本侑士 (天文シミュレーションプロジェクト) ★

今年度も天文シミュレーションプロジェクト (CfCA) と天文データセンターの主催する「N体シミュレーション大寒の学校」が2016年1月20日 (水) から22日 (金) までの3日間にわたり開催されました。講義は中央棟 (東) 輪講室及びすばる棟院生セミナー室にて、実習は南棟2階共同利用室にて行われました。

N体シミュレーションは銀河団、銀河、星団、微惑星系、惑星リングなどの重力多体系の進化を調べる有効な手段として広く使われています。重力多体系とは、多くの天体から構成されていてその進化が重力によって支配されている系です。N体シミュレーションでは、天体をたくさんの粒子で表現し、その粒子間の重力相互作用を計算することで個々の粒子がどう動き、全体として天体がどう進化していくかを調べることができます。

CfCAでは重力多体問題専用計算機GRAPEシステム [愛称: Mitaka Underground Vineyard (略称: MUV)] の共同利用を行っています。GRAPEはN体シミュレーションの中で最も計算量の大きい重力相互作用の部分を超高速で計算するハードウェアです。GRAPEを使うことにより大規模なN体シミュレーションが可能になります。N体シミュレーションの面白さと、MUVのさらなる有効活用を促進するために、N体シミュレーション大寒の学校が企画されました。

参加者は16名で学部生11名、修士課程3名、博士課程2名でした。N体学校ではGRAPEの使い方を習得するだけでなく、コーディングやチューニング、可視化といったプログラミングの手法を学ぶ上でも意義のある学校です。理論研究には欠かせないこれらの手法を身につける

ために、ここ数年は多くの学部生が参加しています。受講者の中にはN体学校後、共同利用計算機のユーザとなった受講者もあり、特に今年度は2名の受講者が来年度のGRAPEの利用申請を行っています。

N体学校初日には講師の方々による講義が行われました。まずはじめに校長の小久保英一郎教授より開校の挨拶が行われました。次に各講師により重力多体系での物理的基礎、N体シミュレーションに必要な数値計算法の基礎、GRAPEについて学びました。またK&F Computing Research社から福重俊幸さんにきて頂きGRAPEの基礎から最新の情報まで話して頂きました。



02 天文情報センターの武田さんによる可視化の講義。

2日目は実習室に移りN体シミュレーションのコード作成の実習です。実習ではC言語を用いてコードを作成しますが、あまりC言語を使ったことのない人もいたため、プログラミングの基礎から順に実習していきます。またN体シミュレーションの学校では数値計算だけでなく可視化についても学びます。可視化により実際に銀河形成の素過程や銀河の衝突合体の様子を見ることができ、現象の理解を深める事ができます。可視化はデバッグをする上でも非常に有効なツールとなり得ます。実際の研究の可視化として、4次元デジタル宇宙シアターの鑑賞会を行いました。参加者も講師・TAのフォローのもとで着実に課題をこなして行きました。

そして、最終日はN体シミュレーションをGRAPE-9★01により実行します。前日に作成したコードによる通常

の計算機でのシミュレーションとの計算速度の違いを体感できたのではないのでしょうか。この日も講義が行われ、ここではツリー法★02などのより高度なN体シミュレーションの手法が講義されました。また、天文情報センターの武田隆顕さんによりシミュレーションの可視化についての講義が行われました。その後は実習室



03 講師やTAによるサポートを受けながら参加者は実習に取り組みます。

に戻りシミュレーションの続きを行います。実習後には現在CfCAで運用しているGRAPEの見学を行いました。

ここでは最終日に使用したGRAPE-9も見学しました。実習生の皆さんも遅くまで頑張り、GRAPEによるシミュレーションを行って今回の学校を終えることが出来ました。

●今年度も南棟2階の共同利用室を占有して実習に使用させて頂きました。学校の開催中はご不便をおかけしましたこととお詫びいたします。天文データセンター並びに関係者の方々のご協力に厚く御礼申し上げます。

★2015年度 N体シミュレーション大寒の学校スタッフ: 小久保英一郎、押野翔一、木村優子、松本侑士

★01

CfCAでは、GRAPE-9 (無衝突系) と GRAPE-DR (無衝突系、衝突系) という目的に合わせて最適化された計算精度をもつ2種類のGRAPEシステムが運用されています。GRAPE-9は本年度より本運用を開始した最新のGRAPEでこれまで利用されてきたGRAPE-7のおよそ10倍の性能です。衝突系の対象は宇宙の大規模構造形成、銀河形成、惑星リング等、無衝突系の対象は球状星団、微惑星集積等です。

★02

遠方にある質点の集合を1つの質点とみなして計算することにより計算量を削減する方法です。



01 今年度「N体シミュレーション大寒の学校」参加者。

国立天文台寄贈の60cm望遠鏡、レバノンでの活躍に期待が高まる

宮地竹史 (石垣島天文台)

2015年6月11日に、国立天文台とレバノンのノートルダム大学 (NDU) との間で結ばれた研究協力協定 (国天ニュースNo.235・2014年8月号参照) に基づき、国立天文台の国際連携室では、2016年2月21日から3月5日までノートルダム大学で、贈呈された60cm望遠鏡の仮組とコンピュータによる動作試験をおこないました。

出かけたのは、当初からこのプロジェクトにかかわる関口和寛さん (台長特別補佐/元国際連携室長) と、鳥居泰男さん (重力波プロジェクト推進室・当時) と私の三人です。この時期になったのは、大学が休みに入り、クレーン設備を備えた吹き抜けの広い床のある実験工場が使えることからです。仮組試験を前に、昨年12月に日本から発送した望遠鏡が無事に届いているか心配で、到着後さっそく工場に出向き、大学に保管されている木箱をまずは確認しましたが全く無傷な状態で安堵しました。

組立作業は、日本での組立て、解体、改修などに立ち会ってこられたロジャーさん (准教授) とハジャー (学生) さんを中心に数人の学生や教官、工場長も参加しました。作業が順調に進む中、工学部長、理学部長、副学長に、他の学部の教官や生徒たちも次々と見学に訪れて、大きさに驚きながら説明を聞き完成を待ちわびていました。



NDUの教官も参加して組み立て調整作業が進む。

組立完了時には、天文台を建設する予定地の州知事も見学に来られ、また仮組完了のお祝いの席には、学長、副学長や学部長などが集いましたが、日本大使館の参事官も駆けつけて、「日本との学術面での交流を支援したい」と、今後の進展に期待を寄せてくれました。

この時期、レバノンは晴れることが少なく、寒い工場で架台部と望遠鏡の組立てが続き、電気系の配線や信号の確認が進められました。作業は学生たちが中心で、問題があればスマホで教官と相談しながら進めていました。駆動ソフトの最終的な組み合わせでは、少してこずってしまい、夜遅くなることを覚悟しましたが、大学側のリーダーのロジャーさんは、すぐに街に出て、夜食にと大きなピザパイと飲み物を買って来てくれました。

電気系の配線などでは、少し手間取りましたが、大学で自作の制御ソフト (SKY6+ASCAN) の試験は問題なくつながら、今後さらにGUIを含め、観測に合わせたソフト制作や改良を加えてゆくことになります。

今回の組み立て試験は、ほぼ目的を達したため、再び解体して木箱に入れられ、大学構内の倉庫に保管されました。この望遠鏡を設置する新しいドーム付の天文台は、年内にも完成させたいと大学では計画しており、完成すれば再びレバノンに出向き本格的な組立て作業に協力する予定です。

この60cm望遠鏡は、五藤光学研究所の創立者である五藤齊三さん (故人) が、1981年に、郷里の comet ハンター 関勉さんの活躍に感動され、高知県に寄贈されたもので、県立芸西天文学習館に設置され2007年までの26年間、小惑星の発見 (22個) や、天体観望会を通じての天文教育、普及に活躍してきた望遠鏡です。

国立天文台では、この望遠鏡が引退することをお聞きし、2009年の世界天文年に合わせて天文学の発展途上国で役立つよう計画、高知県教育委員会にご理解を頂き、五藤光学研究所のご協力で引取り保管された後、国立天文台へ無償譲渡されました。その後、私たち3人で国際連携室の事業として、五藤光学研究所でこの望遠鏡にかかわったことのあるOBの方々の協力も得て改修作業を進める一方、譲渡先を国内外で探してきました。

研究・教育にも活用できるようにと使いやすさも検討し、光学系をニュートン式からカセグレン式に変更するために副鏡を新たに製作し取り付けました。赤道儀式望遠鏡なので高知県と同じ緯度 (約



駆動用プログラムで動作試験をする学生たち。



時には駆動ソフトを製作する学生たちと喧々譁々の議論も。



組みあがった望遠鏡を、州知事や大学関係者も視察に訪れる。



組み立て完了を祝して、IDUの天文学科のスタッフとささやかな昼食会。

北緯33度) の場所に贈ることとし、極軸の傾きはそのままにして改修費を抑えたりもしました。譲渡先は、数か所の候補地から、緯度が約34度のレバノンのノートルダム大学が選ばれました。

レバノンはアジアの最西端にあります。最東端の日本との間で、天文学を通じた東西交流が始まることになり、今後の発展が大いに期待されています。

2015年度「総研大アジア冬の学校」報告

関井 隆・渡邊鉄哉 (ひので科学プロジェクト)

今年度の「総研大アジア冬の学校」(天文科学専攻開催分)は、平成28年1月26日～28日の3日間、国立天文台三鷹キャンパスにおいて、太陽物理学をテーマにひので科学プロジェクトと天文データセンターが共同で実施した。今回は130名を超える参加希望者が集まり、選考によってこれを30名に絞った。旅費の全額補助を受けた参加者が21名、部分補助が3名、補助なしが4名である(加えて、2名が天文科学専攻所属で対象外)。国別の内訳は、所属機関ベースで韓国=8名、インド=5名、インドネシア=4名、イラン=4名、台湾=3名、米国=1名、中国=1名、フィリピン=1名、マレーシア=1名、日本=2名であった。過去のイベントに比べると、ポスドクの数少なく、学部生が増えているのが今回の特徴である。査証や宿泊の手配でドタバタするのは毎度のことながら、直前にはこれも何とか収束し、無事に本番を迎えることが出来た。前の週に降った雪がようやく消えかかる頃のことである。

初日には天文科学専攻の教員による講義が行われた。末松芳法准教授が太陽大気の高分解能観測について2コマ、桜井隆教授(当時)が太陽フレアについて1コマと、太陽活動が地球に及ぼす影響について1コマ。最後に関井准教授が(日震学・ダイナモを含む)太陽内部全般に関して2コマの講義を行った。いずれの講義においても、参加者からの質問は非常に活発で、休憩時間中にも質問に来る



末松准教授の講義に聴き入る参加者。

参加者が絶えなかった。初日の終わりにはコスモス会館でレセプションを行ったが、ここでは食べ物はいわばアペタイザー程度しか出さず、この場はサッサと切り上げて、ここで出来た新しい仲間と、食事に出かけることを推奨していた。実際、その様にコトは運んだようである。

2日目は最初に、昨年秋に成功裡に行われたロケット実験CLASPに関する特別講義を石川遼子助教が行い、好評であった。その後は7つのグループに分かれ、地理的には3箇所に分かれて計算機を用いた実習を行った。主に「ひので」のデータ解析をテーマとしたが、Solar Dynamics Observatory (SDO)の搭載機器のデータ解析を行ったグループもあり、また数値シミュレーションを取り入れたグループもあった。実習担当講師には、国立天文台所属の教員・研究員5名の他、宇宙科学研究所の研究員も2名招いてご協力を戴いた。うち1名は、2007年度の冬の学校に韓国から参加した、いわば「先輩」である。どのグループも、

熱心に課題に取り組んでいたのが印象的だった。

3日目の昼過ぎになると、実習もそろそろまとめに入る。あれこれ議論しながら、それなりに出た結果をまとめ、プレゼンの準備をして、午後後半は成果発表会を行った。全員が順番に話すスタイルを採用するグループ、数名が代表して話すスタイルを採用するグループなどいろいろだったが、一番若い学部生が度胸よく、堂々と仕切っているグループもあった。ここでも大変活発な質疑応答が行われた。



実習中の風景。

今回は熱心な参加者のお蔭もあり、非常に雰囲気の良いイベントとなった。また、知識やスキルの獲得の面からも、太陽物理学に関する興味を新たに掻立てる面からも、さらには国際交流の面からも、参加者の満足度は非常に高かったようである。総研大への留学に関する問い合わせも数件あった。

●最後になるが、査証に関する手続き・作業においては、国際連携室に大変お世話になった。ここに謝意を表する次第である。



最後に全員集合。

2015年度「スターアイランド15」報告

砂田和良 (水沢VLBI観測所)

2016年2月14日に、VERA小笠原観測局の施設公開イベント「スターアイランド15」を開催しました。国立天文台の施設公開では、年度の一番最後に開催されるイベントです。地元の皆さんの声もあり、1年で一番の閑散期である2月開催が恒例となってきました。毎年このイベントを楽しみにして下さる地元の方も多く、天文台施設公開の中で一番地元によく溶け込んだイベントになったと思っています。最も海が荒れる時期でもあるので、本土からの参加者は運が悪いと大変な事になるのですが……。

2月13日：25時間半の長い都内移動 (!!)の末に父島に到着した一行8名は、すぐに宿にチェックインし、お昼ご飯もそこそこに翌日開催の公開日の準備を行いました。その日の夜には、地元天文倶楽部主催の「天体観望会」が開催されました。天候に恵まれ50名程の方々が、星の話に耳を傾け、思い思いに望遠鏡でいろんな天体を見て歓声を上げておられました。高く上がるカノープスが、遙か南にやってきた事を感じさせてくれた夜でした。

2月14日：いよいよ公開日本番です。昼は観測局での施設公開、夜にはビクターセンターでの宇宙講演会と忙しい一

日です。天気はあまりよくなく最後の準備中にも激しい通り雨に見舞われるなど、雨に悩まされる一日となりました。現地スタッフ、地元中学生・高校生の生徒の皆さんと我々総勢24名でお客様を待ちます。今年の目玉の一つが、TMT紹介ブースです (01)。これ以外にも、ミニ講演会 (02)・記念撮影 (03)・アンテナ駆動体験・ポスター展示、中高生によるふしぎ理科実験 (04と05) と盛りだくさんな内容でイベントを盛り上げます。当日は、無料チャーターバスが1時間毎に運行され多くのお客さんが利用されます (06)。中には、親子で遊歩道 (結構な登りです) を歩いてくる元気な家族連れもいらっします。来場人数は、222名。少ないと思われるかもしれませんが、父島の人口が約2000人であることを考えると、島民の1割以上の方が見学されイベントに関わるという驚異的な数字です。あらためて毎年熱心に来場して頂ける事に感謝したいと思います (そして最近では、普通の日でも、観測局見学をコースに組み込んで寄って下さる観光ツアーも増えてきました)。

施設公開が終了した後、後片付けもそこそこに宇宙講演会を開催しました。雨や他のイベントの影響もあり、例年よりも参加者は少なく約30名程に留まりましたが、TMTとVERAの2本立て講演を熱心に聞いて下さりました。質疑応答では、毎年参加する小学生の鋭い質問に、たじたじになる事もありました (07)。

今回は滞在期間中、天候に恵まれず後片付けも難儀しましたが、来場者のみな



03 (左) 銀河をバックに記念撮影のコーナー。
04 (右) 地元中・高校生たちが用意したふしぎ理科実験「電気クラゲ」で熱心に遊ぶ子どもたち。これに飽きたら今度はアンテナ駆動体験で、アンテナを好きなように動かして大満足。



05 トンボ他的小笠原固有種についての硬派な研究発表もありました。



06 受付風景。来場者の受付とクイズラリーの答え合わせをしています。奥に見えるのがチャーターバス。バスの発車間際と到着時には、大忙しとなり事務の方々も大奮闘中。

さんの熱い思いに支えられて、無事全イベントを終えることができました。



01 特別参加のTMTブース。美しい映像と立派な模型で注目を浴びていました。



02 ミニ講演会で奮闘中。2タイトルを計5回講演しました。



07 宇宙講演会の一コマ。小さい子どもと侮るなかれ、なかなか鋭い質問がとんできます。

平成27年度国立天文台長賞は、2プロジェクトに！

平成27年度国立天文台長賞の授賞式が3月4日に行われました。27年度の台長賞を受賞したのは、「ALMAプロジェクト」および「電波天文周波数小委員会」の各運営部門です。受賞されたみなさま、おめでとうございます。



受賞されたみなさん。

歴代受賞者 & プロジェクトリスト

- 19年度
 - ・技術部門：川島進、篠原徳之、北條雅典、関口英昭（野辺山太陽ヘリオグラフ）
 - ・研究部門：四次元デジタル宇宙プロジェクト、ひので科学プロジェクト
 - 20年度
 - ・研究部門：天文情報センター
 - 21年度
 - ・研究部門：RISE 月探査プロジェクト
 - 22年度
 - ・研究開発部門：太陽系外惑星探査プロジェクト室
 - ・運営部門：乗鞍コロナ観測所観測職員
 - ・広報普及部門：世界天文年2009
 - 23年度
 - ・研究開発部門：ALMA推進室・先端技術センターバンド10開発チーム
 - ・広報普及部門：天文情報センター 中桐正夫、アーカイブ室
 - ・特別賞：水沢VLBI観測所 佐藤克久、浅利一善、天文保持室
 - 24年度
 - ・研究部門：太陽観測所・太陽の長期継続観測とデータベース作成チーム
 - 25年度
 - ・研究教育部門：水沢VLBI観測所
 - ・技術部門：先端技術センター 福田武夫、西野徹雄
 - 26年度
 - ・チリ観測所・先端技術センター
- ★歴代の受賞者・プロジェクト名は、中央棟玄関ロビーに受賞プレートが掲示されています。

平成27年度退職者永年勤続表彰式

今年も長く天文台を支えてくださった方を称える退職者永年勤続表彰式が2016年3月30日に行われました。退職者の謝辞に続き、職員を送辞の後、退職者の所属長や式に参列した職員を交えての記念撮影が行われました。27年度の被表彰者は、次の4名です。

- 櫻井 隆（太陽観測所）
- 佐々木五郎（天文情報センター）
- 鳥居泰男（重力波プロジェクト推進室）
- 飯塚吉三（先端技術センター）



前列左から、佐々木さん、飯塚さん、林台長、櫻井さん、鳥居さん。

編集後記

今月から新たに編集委員に担当させていただきます。東北はちょうど現在（4月中旬）桜が見頃になりよいよ新年度の始まりを感じる今日この頃です。（は）

三鷹では、散り納めの桜と竹の子掘り（もちろん腕章つき）を同時に家族で体験。今年は長持ちだった桜、来年はどうなることか、それを思案するのも春の楽しみのうちです。（い）

またもや「イラストなんじゃないの？」と思わせてくれるほど素晴らしい新しい原始惑星系円盤の画像がアルマから届いた（表紙参照）。百聞は一見に如かずだけど、見えることで深まる謎もある。だから面白い。（h）

今年の三鷹の桜は少し元気がなかったような。新宿御苑のお気に入りの八重桜（御衣黄）もあまり花をつけてなかったし。気候のせいなのかな。少し心配です。（e）

あれから5年、記憶が薄らぎつつある頃に大きな地震。日本では、いつでもどこで起こるか分からないことを思い出させられた。今被災している方々のことを思いながら、普段から備えておくことの大切さを改めて考えさせられた。（k）

満を持して迎えたとある領域の観測。なんと視野のすぐ近くに木星がいることが発覚！月の位置や天体の高度などは気にしていたものの、まさに惑い星である-2等の木星の存在には考えが至らなかったのです。幸いそれほど影響はなかったのですが、花見に浮かれているはいかんと思い知らされた春の宵でした。（k）

今年も桜。しかし天文台の桜も、ちょっと花が少なくなった気が……。そろそろ寿命か、、、植え替え計画を始動させた方が良いかも。。。（w）

国立天文台ニュース

NAOJ NEWS

No.273 2016.4

ISSN 0915-8863

© 2016 NAOJ

（本誌記事の無断転載・放送を禁じます）

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・副台長）／小宮山裕（ハワイ観測所）／寺家孝明（水沢VLBI観測所）／勝利行雄（ひので科学プロジェクト）／平松正顕（チリ観測所）／小久保英一郎（理論研究部／天文シミュレーションプロジェクト）／伊藤哲也（先端技術センター）
- 編集：天文情報センター出版室（高田裕行／岩城邦典）●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.naoj.ac.jp/naoj-news/>でもご覧いただけます。

はろろろ

5月号は、小・中学生と天文学者との交流を様々な形で実施する国立天文台のアウトリーチ活動の特集をお届けします。お楽しみに！

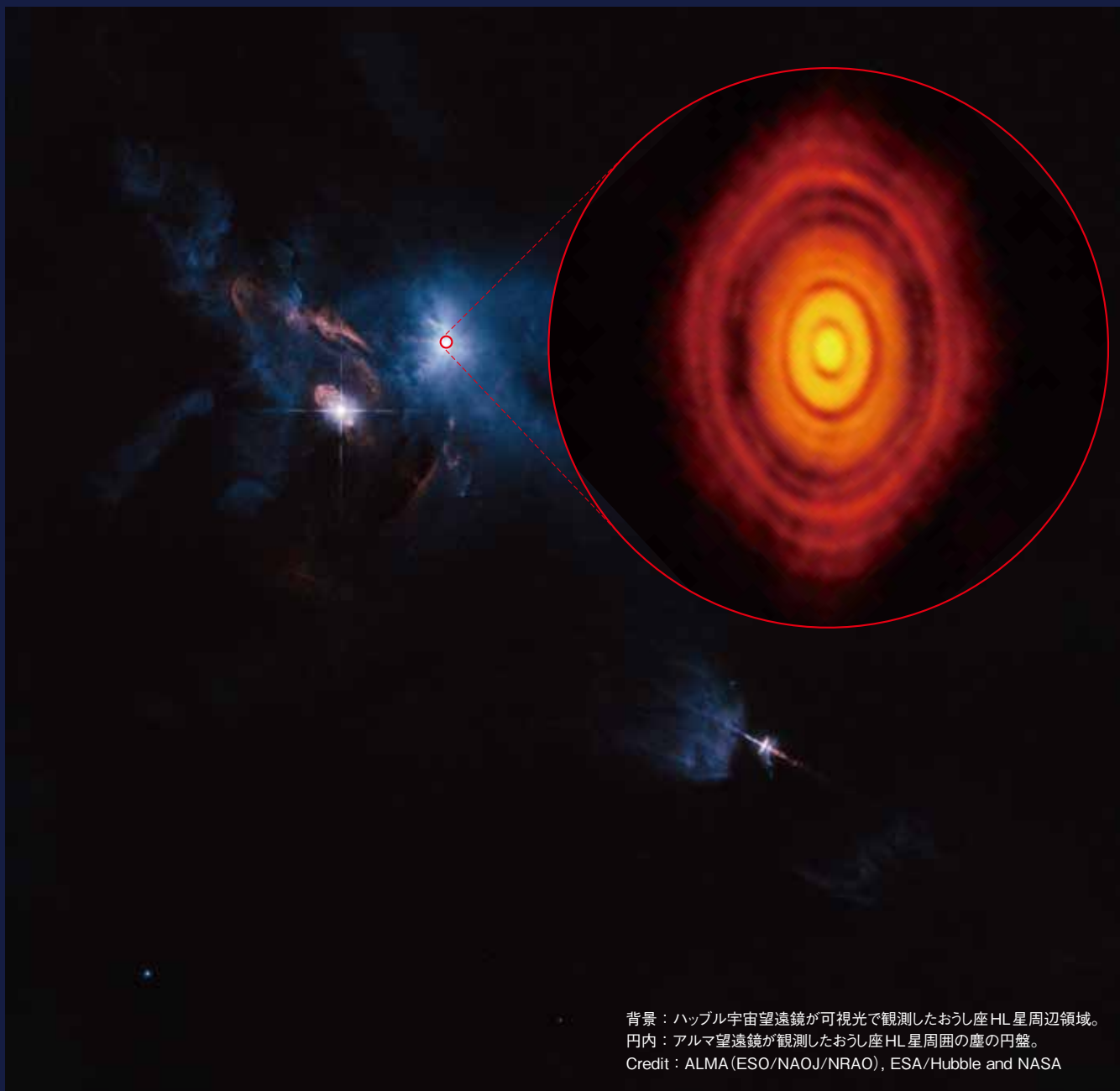


アルマ望遠鏡 観測ファイル01 おうし座HL星

Navigator
平松正顕 (チリ観測所)

●アルマ望遠鏡が「視力2000」に相当する解像度で捉えた、若い星おうし座HL星を取り巻く塵の円盤。ハッブル宇宙望遠鏡の画像では輝くガス雲に隠されて見えなかった円盤が、アルマ望遠鏡ではっきりと写し出されました。

若い星のまわりの円盤は、惑星の誕生現場といえます。円盤に幾重にも刻まれた溝は、そこですでに惑星が形成されている証拠と考える研究者もいますが、惑星がなくても溝ができるメカニズムを提唱する研究者もいます。



背景：ハッブル宇宙望遠鏡が可視光で観測したおうし座HL星周辺領域。
円内：アルマ望遠鏡が観測したおうし座HL星周囲の塵の円盤。
Credit：ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), ESA/Hubble and NASA

研究者の声

秋山永治 (チリ観測所)

想像の世界でしか見られなかった光景、アルマはその真の姿を鮮やかに写し出しました。人類の英知の結集である一枚の画像は惑星系誕生の神秘性をも写し出し、畏怖の念を抱いたのを覚えています。その後の研究で惑星系の兆候はあるものの、ジェットや激しい質量

降着と円盤が共存していることや惑星系の形成時間が想定より短いことなど、標準理論では説明できないことが明らかになりました。世界中の研究者に投げかけられた新たな謎は、今後アルマが写し出す画像によって、徐々に解明されていくことでしょう。

