

自然科学研究機構

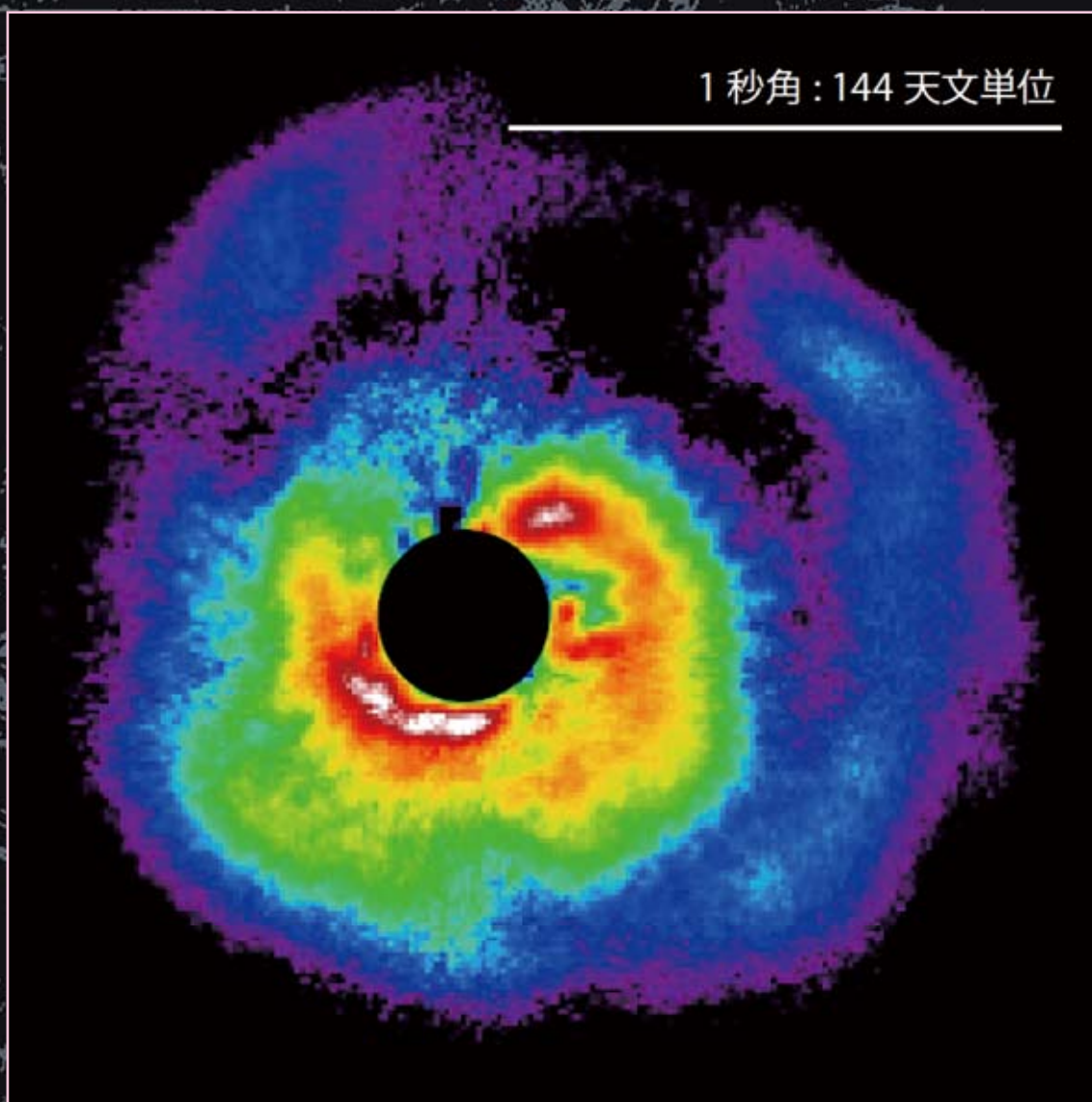

 国立天文台
 NAOJ

国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2011年3月1日 No.212

世界で最も鮮明な惑星誕生現場の画像
 ～巨大惑星が描く円盤の模様を写す～



- 東日本大震災について ― 観山正見
- 天文台メモワール 「夢の狩人」 齋藤泰文
- 「岡山天体物理観測所開所50周年記念式典」報告
- 「すばる」からTMTへ
 すばる望遠鏡公開講演会「太陽系外の惑星を探る」を開催
 第14回 科学記者のための天文学レクチャー
- 平成22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
- 「2010年度 N体シミュレーション大寒の学校」報告

3

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 東日本大震災について —観山正見（台長）

04 研究トピックス

世界で最も鮮明な惑星誕生現場の画像
～巨大惑星が描く円盤の模様を写す～

—橋本 淳（国立天文台）、田村元秀（国立天文台／総合研究大学院大学）

07 天文台メモワール

「夢の狩人」 —齋藤泰文（野辺山宇宙電波観測所）

08 おしらせ

- 「すばる」からTMTへ
すばる望遠鏡公開講演会「太陽系外の惑星を探る」を開催
～「すばる」の観測成果と次世代大型望遠鏡TMTへの展望～
第14回 科学記者のための天文学レクチャー
超大型望遠鏡の時代に向けて—30m望遠鏡（TMT）計画—
- 「岡山天体物理観測所開所50周年記念式典」報告
- 平成22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
- 「2010年度N体シミュレーション大寒の学校」報告

13 連載 絵本のほんだな 4冊目

『おつきさまこんばんは』 —後藤美千瑠

14 連載 Bienvenido a ALMA ! 10回

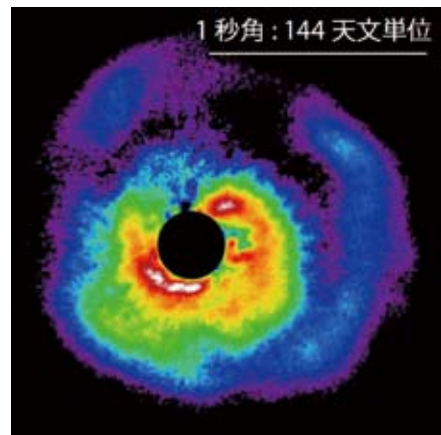
アンテナ制御ソフトの開発と模擬観測試験
—松居隆之・中村京子（ALMA推進室）

15 国立天文台公開講演会 「アルマ望遠鏡で探る宇宙のなぞ～わたしたちはどこからきたのか?～」報告

- 編集後記
- 次号予告

16 シリーズ 分光宇宙アルバム 12

最初の低温褐色矮星のスペクトル
—中島 紀（光赤外研究部）



表紙画像

すばる望遠鏡の新装置HICIAOで撮影されたぎょしゃ座AB星を取り巻く円盤の近赤外線画像。中心星からおよそ20天文単位までの詳細な円盤の構造を捉えることに成功した。

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）



かのに甲羅も芥を吹いた。

イラスト/石川直美

別冊
付録

アルマ ALMA
電波天文学 冒険の プロローグ
広報シリーズ 電波宇宙からの使者

国立天文台カレンダー

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
- 3日（木）光赤外専門委員会
- 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） —（中止）
- 25日（金）教授会議
- 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

2011年4月

- 1日（金）先端技術専門委員会
- 22日（金）電波専門委員会

東日本大震災について

台長
観山正見

被災された方々には、謹んで地震・津波災害のお見舞いを申し上げます。

今回の災害は未曾有の災害であり、皆様のご心痛とご苦労はいかばかりかとお察しします。

私も国立天文台には、岩手県奥州市に支所として国立天文台水沢があります。水沢の職員・家族は無事でありましたが、災害に被災した親類を持つ者もおります。また、観測所自体も被害を受け、このたびの災害に関しては被災者の皆様と困難な状況を共有しております。

国立天文台水沢では、その土地自体が地震のため、東へ2.36メートル、南へ1.23メートル動いたとの報告を受けています。二〇〇八年六月に発生した岩手宮城内陸地震では、西方へ約0.09メートルの移動を記録していますが、それと比較して、今回の地震の規模がいかに大きかったかがわかります。このため、VERAの20メートルアンテナもダメージを受けているようです。また、KDDIから提供を受けた高萩・日立にあるVLBIアンテナ、および、その関連施設も大きな被害を受けているようで、今後の復興計画を立てるため、現在、調査を続行中です。

国立天文台では、震災後、地震対策連絡会を立ち上げました。大震災へ対処するため、様々な取り組みを継続しています。特に三鷹では、東京電力による計画停電実

施の区域に入っているため、三月中数度の停電が発生しました。このため、いくつかの共同利用業務並びに構内見学を中止させていただいたところです。現在、節電に努めながら、業務の定常化に向けて努力をしています。

しかし、夏期には約25パーセントの節電が求められる状況です。このため、スーパーコンピューターなどの計算施設の国立天文台野辺山への移設や先端技術センターの開発業務を自然科学研究機構内の分子科学研究所、核融合科学研究所へ一時的に移転することなどの検討を始めたところです。特に、国際協力事業であるALMA（アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計）の受信機開発、すばる望遠鏡に搭載予定のHSC（超広視野カメラ）の開発は、世界的に責任がありますので、適切な対応をとること、このような事態においてもしっかりと役割を果たしていきたいと思えます。また、直接被害を受けた水沢、高萩・日立のアンテナの復旧も重要です。さらに、福島第一原発の事故による放射能対策についても、職員の健康を守るため、適切な対応を連絡会としてとりたいと思っております。

さらに国立天文台としましては、東日本大震災に関する復旧・援助活動に関して、できる限りの支援を行います。被害を受けた様々な施設の一日も早い復旧と、被災された皆様のご健康を心より願うものです。

世界で最も鮮明な惑星誕生現場の画像 ～巨大惑星が描く円盤の模様を写す～



橋本 淳
(国立天文台)



田村元秀
(国立天文台／
総合研究大学院大学)

系外惑星研究の展開

2010年、太陽系外の惑星候補の数はついに500個を超えました。これまでの系外惑星探査を牽引してきた主な方法は、(1) 惑星の公転による恒星の速度ふらつきを捉えるドップラー法と(2) 惑星が恒星の前を横切るときに生ずる恒星の減光を捉えるトランジット法の2つでした。これらの間接法は、共に恒星の近くを周回する惑星を検出しやすいため、実際に検出された惑星は、恒星から0.1天文単位(1天文単位=地球太陽の距離)以下の軌道をたった数日の周期で周回する巨大惑星(ホットジュピター)という太陽系内の惑星とは似ても似つかないものが多数あったことは大きな驚きでした。これらは、現在、太陽系形成理論としてのコア集積モデルに惑星移動の概念を組み合わせることで説明されています。

いっぽう、これら間接法に対し、2008年から2010年にかけては直接に惑星を撮像するという新しい手法が成功し始めています★。たとえば、HR8799と呼ばれる太陽の約2倍の質量の恒星の周囲には、現時点で4つもの惑星があることが報告されています。最も中心星から離れた惑星の質量はおおよそ7木星質量、その軌道長半径はおおよそ70天文単位にもなります。しかも、その軌道は円軌道に近いと言われています。また、すばる望遠鏡では、太陽に似た恒星GJ758でも海王星以遠の軌道にある惑星候補が見つかっています(天文台ニュース2010年2月号)。コア集積モデルでは中心星から離れたところに巨大ガス惑星(以後、「広軌道惑星」と呼ぶ)は形成されにくいので、このような惑星系を形成することは非常に困難だと思われる。いったいどのように広軌道惑星はできたのでしょうか、その疑問が本研究の出発点となっています。

惑星形成の母体 「原始惑星系円盤」

惑星がどのように生まれたのかを調べるためには、それが生まれる母体である原始惑星

系円盤を調べることが重要です。コア集積モデルによると、円盤を構成しているガスや固体微粒子が集まって微惑星を形成し、さらに微惑星同士の衝突合体を経て原始惑星となり、最終的に現在の太陽系のような惑星系になったと考えられています。したがって、どのような惑星系が誕生するかはその母体である円盤の初期条件に依存します。一般に恒星は円盤に比べ非常に明るいため観測は困難です。特に、私たちが調べたい円盤の内側の領域では、明るい恒星の影響で生じるノイズ(スペckルノイズ)が卓越しているため、40天文単位以下の円盤領域を直接撮像により詳しく調べた例はありませんでした。

すばる望遠鏡の新装置 「HiCIAO (ハイチャオ)」

そこで私たちは、円盤の内側を詳しく調べるために新しい観測装置「HiCIAO (ハイチャオ)」を開発しました。もともとHiCIAOは太陽系に似た惑星系を直接撮像するために作られた装置ですが、円盤の内側を狙う強力な武器にもなります。さらに、大気の揺らぎによって乱れた星像を補正する補償光学装置、明るい恒星の光を抑えるコロナグラフ機構、そして光の偏りを利用して円盤の反射光を選択的に捉える偏光装置と組み合わせることで、HiCIAOはこれまでにない非常に優れた性能

new scope <解説>

▶系外惑星研究の歴史

系外惑星の探査は最近でこそホットな分野になっていますが、その歴史は古く、1930年代から始まりました。惑星自体を直接に観測するわけではない、いわゆる間接法です。初期の頃は、アストロメトリ法を用いたヴァンデカンブ、1980年頃からのドップラーシフト法を用いたウォーカーらが有名です。彼らの長期にわたる観測にも関わらず、確たる系外惑星は発見されず、太陽系以外の惑星系探査は不毛とまで思われた時期もありました。しかし、ついに1995年には公転周期が約4日という思いもよらない系外惑星が、マイヨールとクエロツツによって報告され、すぐさまマーシーとバトラーによって確認されました。この発見は、ついに太陽系以外の惑星系が発見されたこと、その姿が太陽系とは似ても似つかないこと、という2つの意味で衝撃的でした。そして、系外惑星という天文学・惑星科学の新しい分野が展開されていく大きな転機となりました。

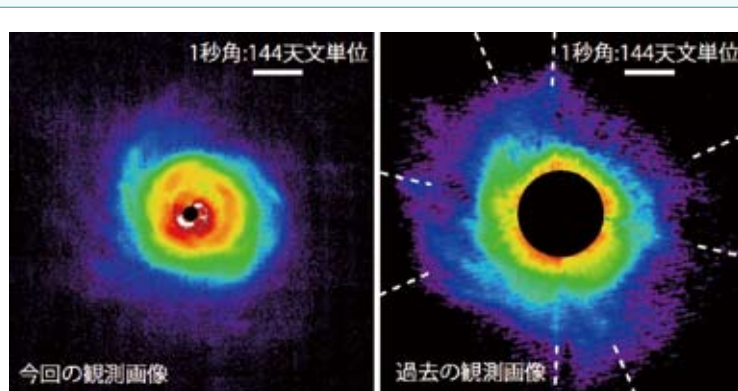


図1 ぎょしゃ座 AB 星を取り巻く円盤の近赤外線画像。右図はすばる望遠鏡の初代のコロナグラフ装置 CIAO による全強度画像。左図は CIAO の後継機である HiCIAO によるもの偏光強度画像。黒い丸はコロナグラフマスクを表します。HiCIAO によってより内側を捉えられることが可能になりました。色は擬似カラーで青→緑→黄→赤→白の順に明るいことを表します。

を發揮することが可能になりました。私たちはこのHiCIAOを用いて、2009年の秋から冬にかけて、ぎょしゃ座のAB星とリックカルシウム15星という2つの若い星を観測しました。

世界で最も鮮明な惑星形成の現場を捉えた

まずはぎょしゃ座AB星（質量はおよそ太陽の2倍、年齢はおよそ400万年、私たちからおよそ470光年かたにある若い星）の観測結果をお見せしましょう。過去のすばる望遠鏡の観測結果と比較すると（4ページ図

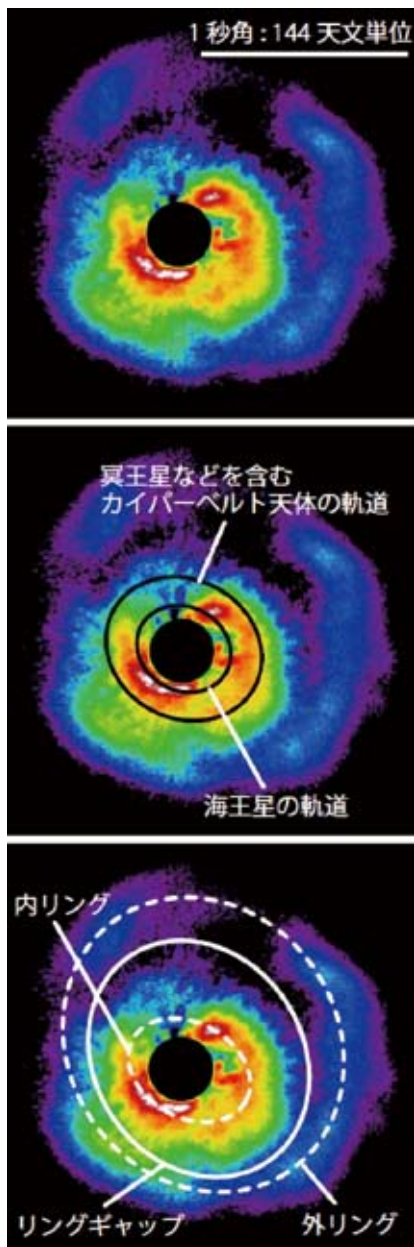


図2 HiCIAOが捉えたぎょしゃ座AB星を取り巻く円盤のクローズアップ図。図は全て同じものですが、中図と下図では特徴に印をつけています。中図では海王星の軌道と冥王星などを含むカイパーベルト天体の軌道を重ねています。下図では点線が内リングと外リングを表し、実線が2つのリングの間にあるリングギャップを表しています。色は擬似カラーで青→緑→黄→赤→白の順に明るいことを表します。

1)、HiCIAOによって円盤のより内側がはっきり捉えられていることが分かります（各画像の中心にある黒い丸は、明るい恒星を隠すためのコロナグラフマスク）。さらに円盤の内側をクローズアップしてみましょう（図2上）。この領域は過去のすばる望遠鏡の結果ではマスクにすっぽりと覆われている領域です。試しに太陽系にある天体の軌道と比べると、冥王星などを含むカイパーベルト天体★や海王星の軌道を重ねられることが分かりました（図2中）。このことは、HiCIAOは太陽系規模の大きさに相当する惑星形成の現場を詳細に調べられることを意味しています。解像度も従来より2倍ほど改善されており、世界で最も鮮明にぎょしゃ座AB星の円盤の内側まで迫った成果となっています。

複雑な円盤の模様

一般的に円盤というと、のっぺりとした単調な円盤を思い浮かべます。しかし、ぎょしゃ座AB星の円盤は変化に富んだ非常に複雑な構造を持っていることが分かりました（図2下）。まず、2つのリング状の構造が内側の円盤に存在することを発見しました。さらに2つのリングの間には、近赤外線の強度が弱くなっているリング状のギャップも見つけました。リングの明るさにもムラがあり、のっぺりとした印象のある円盤とはかけ離れた構造であることが分かります。ここで注意しておきたいのは、私たちが観測している近赤外線は円盤自体が光っているものではないという点です★。私たちは円盤の表面で反射した星の光を観測しています。したがって、円盤の物質が少なくなっている領域では、反射光が少なくなるため近赤外線の強度が弱くなってしまいます。

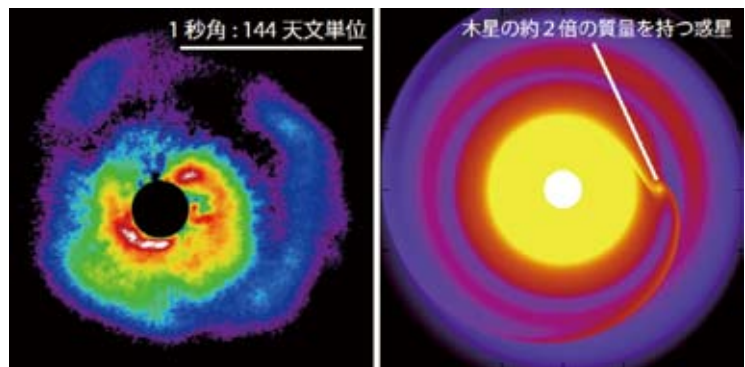


図3 円盤に木星の約2倍の質量を持つ惑星が埋もれている場合の数値シミュレーションとの比較。左図はHiCIAOによる観測結果です。右図はFARGOコードを用いて得られた円盤の数値シミュレーション結果です。円盤に惑星が埋もれている場合に行える構造と観測結果が酷似していることがわかります。

newscope <解説>

▶カイパーベルト天体

太陽系最遠の惑星である海王星よりもさらに外側にある天体で、オールの雲よりも内側にある天体が密集した円盤状の領域（エッジワース・カイパーベルト）にある天体を指します。冥王星やその衛星であるカロンがここに含まれます。地球からの距離が遠いため、まだ発見されていない天体もあると考えられるため、今後の観測技術やさらなる研究によってその数は増えるものと予想されます。

newscope <解説>

▶原始惑星系円盤と近赤外線観測

原始惑星系円盤を高解像度で観測するには近赤外線が有効です。その理由は（1）波長の短い可視光などは星形成領域に多量に存在する塵の影響で減光が大きいため、（2）電波など波長が長くなると解像度が劣化する、というデメリットがあるからです。さらに大気の揺らぎを補正する補償光学が、現在最も有効に働くのは近赤外線であることも近赤外線観測のメリットです。今後、大型電波望遠鏡ALMAが本格運用されるまでは、原始惑星系円盤を高解像度で観測するには近赤外線が必要になります。

円盤の様子は惑星によってできたものか？

ぎょしゃ座AB星の複雑な構造はどのようにできたのでしょうか？可能性の一つとして、円盤に埋もれた惑星によってリング状の様子ができたと考えられます。そこで、円盤に埋もれた惑星が存在する場合、それが円盤の様面にどのような影響を与えるのかを数値シミュレーションを用いて調べてみました(図3)。その結果、木星の2倍ほどの質量を持つ惑星が埋もれていれば、十分なリング状のギャップを形成することがわかりました。シミュレーションで得られた円盤の構造と、私たちの観測結果が非常に酷似していることから、円盤の複雑な構造はリング状のギャップに存在する惑星が引き起こしたものではないかと考えることができます。しかしながら、円盤を傾いた角度から眺めているため、その惑星自体は直接には見ることはできないのです。

惑星が存在すると思われるもう一つの証拠

続いて、もう一つの観測天体、リックカルシウム15星(質量は太陽と同じ程度、年齢はおおよそ400万年、私たちからおよそ470光年かなたにある若い星)の結果を紹介しましょう(図4)。

今回の観測により、(1)中心星の周囲にアーチ状の構造が存在することと(2)その間には近赤外線の強度が弱くなっている領域があることがわかりました。過去の電波観測などから、リックカルシウム15星の円盤の姿は図4右のように想像されています。今回捉えたアーチ状の構造は中心星の近くの円盤の反射光を捉えていると考えられます。さらに外側は円盤の物質が少ないために反射光を十分に検出できないと思われる。同様に、中心星とアーチ構造の間は物質が少なくなっているためにギャップ状になっていると考えられます。このギャップ状の構造は、これまでの

はスペクトルエネルギー分布図などの間接的な手法によってのみ示唆されていましたが、HiCIAOの観測によって直接的にギャップが存在することが初めて確かめられました。また、このギャップの大きさは海王星の軌道に匹敵していることから、リックカルシウム15星においても太陽

系の大きさに対応する円盤の領域に迫ることができました。このギャップの起源としては、ぎょしゃ座AB星同様、惑星が存在することで円盤の物質が少なくなったために形成されたものと考えられます。

広軌道惑星の起源を求めて

私たちは、広軌道惑星の起源を探るべく観測をスタートさせました。この観測は、すばる戦略枠プロジェクトSEEDSの一環として行われています。SEEDSとは、Strategic Explorations of Exoplanets and Disks with Subaruの略です。太陽の比較的近傍の若い星約500個に対して、数天文単位から数十天文単位の領域にある惑星の直接検出と円盤の直接撮像を行い、惑星とその誕生現場を捉え、それらを比較することによって、広軌道惑星の統計や起源に迫ろうとしています。国内外の約25機関100名以上の研究者が参加しており、今後5年間にわたって、すばる望遠鏡の120夜がこの観測に使われる予定です。

今回の結果は、その最初の10夜の、そのまた一部のデータからの成果なのです。その結果、これまで観測が十分行われていなかった約100天文単位以内の円盤の詳細な構造を捉えることに成功し、ぎょしゃ座AB星とリックカルシウム15星を取り巻く円盤に惑星によって形成された可能性があるギャップ構造を発見しました。それぞれのギャップの大きさは、これまで直接観測された広軌道惑星の軌道に匹敵します。今後も世界最高性能の装置を用いて、様々な円盤の詳細な観測を継続するとともに、広軌道惑星の観測サンプル数を増やして、広軌道惑星の起源に迫りたいと考えています。

●HiCIAOおよび補償光学の装置チームの皆さんに深く感謝いたします。また、本研究はSEEDSチームの皆さんとの成果の一部です。本研究は文科省科研費特別推進研究の補助を受けています。

new scope <解説>

▶HiCIAO

原始惑星系円盤の観測において、HiCIAOがその前身であるCIAOより最も大きなアップグレードポイントは同時偏光撮像モードを導入したことです。その特徴は、円盤の表面で強く直線偏光した入射光を直交する2つの電場成分に分け、さらにそれらを同時に検出器に結像させています。このようなアップグレードによって時間変動を最小限に抑えつつ、円盤から光を高精度で取得することが可能になります。世界にある8m級望遠鏡の中でも、円盤からの直線偏光を高精度に捉えることができるのは現在のところHiCIAOのみです。おかげでとてもユニークな観測を行うことができます。



参考文献

- Hashimoto, J., et al.: 2011, *ApJ*, **729**, L17.
Thalmann, C., et al.: 2010, *ApJ*, **718**, L87.

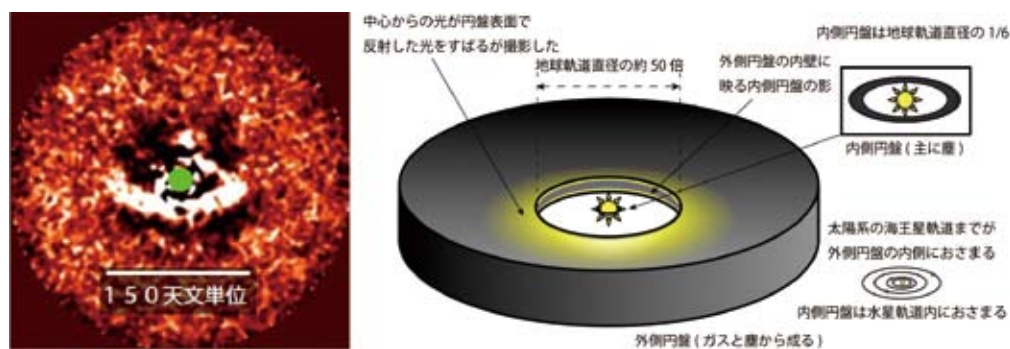


図4 HiCIAOによって観測されたリックカルシウム15星を取り巻く円盤とその模式図。白くアーチ状に見えるのが中心星に照らされた円盤で、それらの間にギャップがあることがわかります。ギャップの大きさは半径約50天文単位で、海王星の軌道(約30天文単位)に匹敵することがわかりました。

天文台メモワール

1989年の暮れ、私は野辺山宇宙電波観測所の所長をしていた森本雅樹さんあて、履歴書を同封して天文台で働きたい旨の、1通の手紙を送りました。その後1990年が開けてすぐ、自宅に森本さんから電話があり、今、技官の募集をしているので面接を受けてみないかと言われ、1月20日に野辺山で面接を受け、受け入れてもらえることになりました。人生は面白いものです。18歳で郵便局に就職した私は、はじめは赤い郵便車相手の郵袋投げをしていました。でも郵政省には現場から管理部門への昇進の道を開く選抜試験の制度があります。この部内研修を利用しない手はないと考え、いろいろ試験を受けてきました。国立の中央郵政研修所での1年間の中等部研修を修了後現場の郵便局に配属され、そこから転用試験を受け関東電波監理局へ移り、今度は駒場の電波研修所本科で2年間過ごした後、東海電波監理局、郵政本省、筑波の国際科学技術博覧会協会を経てまた郵政本省に戻ってまいりました。郵政省から文部省への異動は難航を極めました。それでも森本さんの大変なご努力でこの年の7月から私は野辺山宇宙電波観測所に移ることができました。

野辺山では、私が電波監理局にいたことが縁で、周波数保護の仕事も担当しました。転動してすぐ、通信総合研究所から実験用放送衛星を打ち上げようという話が飛び込んできました。悪いことに、この衛星からの送信電波が電波天文では特に重要な水メーザ 22.235GHz 直近の周波数に計画されていました。森本さんを先頭に私たちは大挙して霞ヶ関に乗り込み、通信総合研究所・NASDA と交渉しました。結果、衛星側にフィルタを8段も入れなければ、漏れ電波を抑えることが出来ないことがわかり、そのフィルタの熱処理ができないことから、送信周波数を22.655GHzから20.7GHzにシフトすることで決着しました。

野辺山では、はじめ私は45m電波望遠鏡チームに属し、共同利用運用やアンテナの保守を担当していました。あるとき、たまたま木更津高専の学生が実習に来て、私が望遠鏡の施設をいろいろ案内しました。その学生から後で写真が同封された手紙が届きました。手紙には「2±n年後にそちらに参りますので、そのときはこの写真を思い出して気軽に声をかけてください!」と書いてありました。その手紙を読んだときは、ははあ、いい子もいるもんだわい、

くらいにしか思っていなかったのに、実際6年くらいたったある日、そのときの学生が本当に総研大生として野辺山観測所に来ました。よい思い出です。

45m鏡チームで5年くらいすると、今度は野辺山の太陽電波観測所に移りました。太陽関係の職場には、当時X線太陽観測衛星 YOHKOH (陽光) の追跡当番がありました。私も内之浦の宇宙空間観測所まで5回ほど出かけました。衛星側のエラーが解消しないため、結婚式を目前に控えたスーパー当番の方と休日運用し、エラーを解消したこともあります。

太陽電波観測所で5年ほど過ぎて、また45m鏡の運用チームに戻りました。5年間のうちに受信機も新しい25マルチビーム受信機が立ち上がり、システムも一段と自動化が進んでいました。私は今度はアンテナでなく、HEMT系の受信機とIF系そしてローカル系を担当し、今日に至っております。45m鏡は現在はシステムがさらに進化し、2SB受信機も実用化し、共同利用運用に供しています。

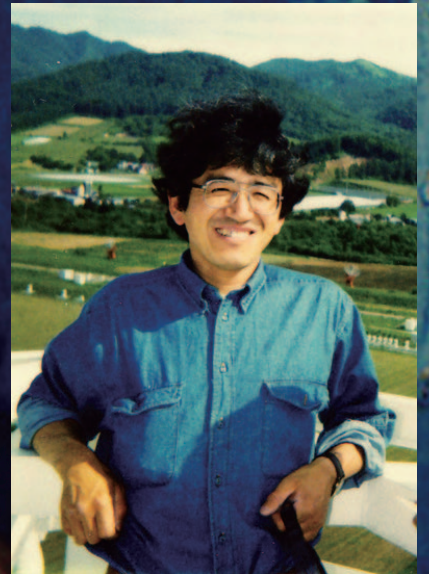
人との出会いは不思議です。ある時、野辺山で研究されていた梅本さんが山梨県立科学館で講演することになり、私も聞きに行きました。そこで学芸主事の高橋真理子さんを中心に行っている市民ボランティア・グループ「星の語り部」を知りました。星の語り部は、天文同好会とは違い、星を観ることだけでなく、星をテーマとして歌やプラネタリウム番組を作り、また目の不自由な方、耳の不自由な方にも天文・宇宙の素晴らしさを伝えようとする科学という枠を超えた奉仕の精神に満ちた人たちの集まりです。ここに顔を出すようになって、私も変わりました。まず、星をよく観るようになり、また星を観る喜びを表現するようになりました。星の語り部のメーリングリストには、日々そのときの星・月・空の様子を俳句で送り、また、プラネタリウムを使った星空解説のコンクールなどにも挑戦しています。

この永い年月、私はいろいろな人に出会い、いろいろな場面で助けられながら、生きてきました。人生は人との出会いであり、またつながりです。これからも素敵な人たちに出会い、夢を追いかけながら、楽しい日々を過ごしてゆきたいと思っています。みなさま、本当にありがとうございました。

永くあり 短くもある 四十年 十八の夢
宇宙(そら) 翔けめぐる (青檜)

夢の狩人

齋藤泰文
(野辺山宇宙電波観測所)



45m鏡サブプレフにて(注:サブプレフに通常は登れません)。1993年。



オペレッタ「メリー・ウィドウ」を演ずる。右端がcascada 役の筆者。2003年。



カール・ジャンスキーのアンテナ(レプリカ)前にて。2002年。

口径 30 メートル！ 超すばる望遠鏡 “TMT” が観る宇宙

すばる望遠鏡公開講演会「太陽系外の惑星を探る」を開催 ～「すばる」の観測成果と次世代大型望遠鏡 TMT への展望～

青木和光 (ハワイ観測所/TMTプロジェクト室)

●すばる望遠鏡公開講演会の開催

すばる望遠鏡は1999年のファーストライト以来、多彩な観測により天文学の発展に大きく貢献してきました。その観測成果はウェブページへの掲載などにより広く公表し、幸いにも報道などを通して広く一般から関心をもっていただいているところです。この観測成果をより深く理解していただく機会として、ハワイ観測所では定期的に公開講演会を開催することを企画しました。この講演会では、天文学者はすばる望遠鏡を使って、現在どんなテーマに取り組んでいるのか、これから10年間で何に挑もうとしているのか、そしてその先はどのように展望しているのか、系統立てて理解を深めてもらうことを目指しています。



熱心に講演に耳を傾ける参加者のみなさん。

すばる望遠鏡による観測で提起された問題は、次世代の大望遠鏡・30メートル望遠鏡(TMT)の課題にもなります。そこで、講演会はハワイ観測所とTMTプロジェクト室の共催で開いていくことになりました。

このシリーズ第1回の公開講演会が、2010年11月21日(日)に、慶応大学日吉キャンパス藤原洋記念ホールにて開催されました。講演会のテーマは「太陽系外の惑星を探る」として、急速な進展をみせる太陽系外惑星の研究とすばる望遠鏡・TMTをとりあげました。

●第1回講演会～太陽系外惑星を探る～

この講演会にあたって、藤原洋インターネット総合研究所代表取締役所長からオープニングトークをいただきました。藤原氏は、(株)ナノオプトニクス・エナジーを設立し、高精度研削技術を用いた望遠鏡製作などを進めています。お話のなかでは、巨大望遠鏡建設の歴史を中心に、天文学の人類史における意義と、産業とのかかわりの重要性が語られました。

田村元秀准教授(太陽系外惑星探査プロジェクト室)からは、「第2の地球を見つけよう」と題して、すばる望遠鏡による太陽系外惑星の研究が紹介されました。惑星の探査方

法はいろいろありますが、星の観測にもとづいて周囲の惑星の存在を知るという方法で見つけてきた約500個の惑星に加え、いよいよ惑星の姿が直接撮影されるようになってきたという研究の最前線が説明されました。現在すばる望遠鏡で進めている太陽系外惑星探査と若い星のまわりの円盤の研究プロジェクト、さらにはTMTを用いて地球型惑星を見つけ、そこに生命の証拠を探るにはどういうアイデアがあるか、語られました。

小久保英一郎准教授(理論研究部)からは、「星くずから惑星へ」と題して、主に太陽系形成を例に、惑星がどうやってできると考えられているのか、理論的な研究を中心に紹介されました。身振り手振りも交えた熱の入った講演で、最後には研究の到達点を示す動画を用いての解説が入りました。

最後に、家正則教授(TMTプロジェクト室)から、すばる望遠鏡の到達点とTMTへの展望が話されました。すばる望遠鏡をはじめとする現在の大型望遠鏡が追求している最も遠い銀河の探査や、大気によって乱される星のイメージを補正して望遠鏡の限界性能を引き出す補償光学技術の進展が紹介されました。そして、それを上回る観測に必要とされる口径30メートルの望遠鏡・TMTの実現にむけた国際協力と国立天文台の取り組みが語られました。



TMT (Thirty Meter Telescope) とは？

すばる望遠鏡をはじめ、現在活躍している望遠鏡で見つかってきている遠方銀河や太陽系外惑星などの正体を見極めたい—この夢にチャレンジするために、口径 30 メートルの超大型望遠鏡・TMT の建設が国際協力により計画されています。国立天文台 TMT プロジェクト室は、すばる望遠鏡と同じハワイ島に建設される予定の TMT 望遠鏡の建設を目指して活動を行っています。

第 14 回 科学記者のための天文学レクチャー 超大型望遠鏡の時代に向けて—30m 望遠鏡 (TMT) 計画—

小野智子 (天文情報センター)

●今後の開催にむけて～すばると TMT～

この講演会には約 220 人の参加をいただき、終了後のアンケートにも半数以上の方から回答をいただきました。話の内容は「わかりやすかった」というものが圧倒的で、これは講師の講演内容の工夫もさることながら、熱心に話を聞いていただくことができた結果と受け止めています。中には同じ日の午前開催された、国立天文台公開講演会「アルマ望遠鏡で探る宇宙のなぞ」と両方に参加された方もいらっしゃって、天文学に強く関心を持っている方には、太陽系外惑星というテーマを軸に、天文学の研究の流れを理解していただくことができたのではないかと考えています。

一方、もっとたくさんの方に興味をもって話を聞いていただく機会をつくることにも力を入れたいと考えています。アンケートでは、宇宙論や銀河の誕生・進化についての話を期待するという回答を多数いただきました。魅力的なテーマと講演を用意して、継続的に講演会を開催していく予定です。また、すばる望遠鏡の観測をさらに深める次世代の大望遠鏡計画についての質問はよく受けますが、その具体案である TMT 計画についてはまだ知られ始めたばかりです。講演会などを通じてその役割を理解していただけるよう取り組んでいきたいと考えています。

●次世代超大型望遠鏡への挑戦

「科学記者のための天文学レクチャー」は、国立天文台が新聞・科学雑誌等の科学報道に携わる方を対象に、天文学の最新の話について理解していただくことを目的に毎年開催している勉強会です。

その第 14 回にあたる 2010 年 10 月 26 日 (火) には、「超大型望遠鏡の時代に向けて—30m 望遠鏡 (TMT) 計画—」と題して、TMT 計画の紹介を中心としたレクチャーを開催しました。講師は、TMT プロジェクト室長の家正則氏をはじめ、山下卓也氏、柏川伸成氏、といったそうそうたる顔ぶれ。まさに進行中のプロジェクトについて、直接現場で携わる研究者からまとまった話を聞くことができるのがこの企画の特色です。

家氏からは、すばる望遠鏡完成時に既に着手していた次世代超大型望遠鏡計画とそれによって明らかになる宇宙像、さらに TMT 計画情勢についての講演がありました。さらに、山下氏による計画中の望遠鏡や観測装置の仕様、柏川氏による期

待される科学成果について、と講演が続ききました。すばる望遠鏡が明らかにした宇宙は、また更なる謎を生み出しています。それを解明するための次世代望遠鏡へ挑戦する天文学者の姿がリアルに伝わるレクチャーになったことでしょう。

このレクチャーには 38 名 (国立天文台職員 11 名を含む) の参加があり、熱心に講演に耳を傾けただけでなく、その後の懇談会も含めて講師や TMT プロジェクト室のメンバーとコミュニケーションをとりながら、TMT についての詳しい状況を直接聞いておられました。

TMT 完成そして初期成果が出た暁には、また同様にレクチャーを開催したいですね。



記者レクチャーでは活発な意見交換も。

「岡山天体物理観測所開所50周年記念式典」報告

2010 10 08

ふしらせ
NO.02

泉浦秀行（岡山物理天体観測所）

平成22年10月8日金曜日午後2時半から、JR岡山駅前の岡山全日空ホテル一階曲水の間で、岡山天体物理観測所の開所50周年記念式典が執り行われました。当日は、約150名のお客様がお集まりくださいました。観測所建設前夜から今日まで、50有余年にわたりお世話になったきた方々です。式典は伊藤義雄総務課長の司会進行のもと、華やかな金屏風を背に、観山正見台長のご挨拶から始まりました。続いて筆者が「岡山天体物理観測所：この50年とこれから」の題で所長としての初仕事に立ちました。岡山天体物理観測所は1960年10月19日に東京大学東京天文台の施設として開所しました。それから50年、所得倍増計画から高度経済成長を経て、バブル崩壊、低成長時代へと目まぐるしく社会状況は変化してきました。時代に揉まれ、技術革新の波に洗われながら近代化を成し遂げてきた観測所の歴史を振り返り、将来像をご紹介しました。

続きまして、来賓の藤木完治文部科学省研究開発局長、石井正弘岡山県知事、栗山康彦浅口市長、海部宣男日本学術会議会員からご祝辞を賜りました（海部氏は急な不都合があり観測所の沖田喜一が代読致しました）。特に藤木局長におかれましては、岡山天体物理観測所に期待することとして、科学的成果を出し

続けること、若手育成の場を提供すること、子供たちに科学の夢を与える役割を果たし科学への関心を持ち続けられるようにすることなどを掲げてくださいました。この過分なる期待と励ましを頂戴し、現場で働く観測所員は大変に勇気づけられたことを、今でも鮮明に思い出します。次の50年に向けて一層の飛躍が求められ、身の引き締まる思いでした。

引き続きこれまで観測所の運営に特に大きく貢献してくださった岡山県殿、浅口市殿、矢掛町殿、株式会社ニコン殿、三井造船株式会社殿、株式会社スズキ麵工殿へ、観山台長から感謝状を贈呈致しました。これをもちましてつつがなく式典を終えることができました。本当に多くの方に支えられ歩んできた50年であったとの思いを新たにしました。

なお、記念式典開催に当たり、穴沢一夫事務部長を始めとする三鷹事務部の皆様には多大なるご協力を頂きました。ここに改めて感謝申し上げます。

式典後は記念講演会が開かれました。ここ10年の観測所発展の立役者である東京工業大学大学院の佐藤文衛准教授が、「岡山で見つけた太陽系外惑星」の題でお話しされました。その分かり易さに聴衆は心をわしづかみにされていました。

続いて隣室の祝賀会会場へと皆様に足を運んでいただきました。古在由秀元台

長の乾杯の音頭で幕が開き、食事の力もあり、あちらこちらで人の輪ができ、話に花が咲きました。皆様には、旧交を温めるよき機会として楽しんでいただけたものと思っております。その中には先日急逝された森本雅樹名誉教授のお元気な姿も



あり、とても嬉しかったことを、この原稿を書きながら思い出しております（どうか安らかに眠り下さい……なんて似合わないですね）。そして話の花がしばむ間もなく散会の時を迎えました。

さて、開所50年を経てもなお、新たな成果を出し続ける岡山天体物理観測所では、各方面でたゆまぬ努力が続けられてきました。10年前に今日の観測所の姿を予想することはできませんでした。今また10年先を見通すことが求められていますが、それは同様に困難なことです。私たち岡山天体物理観測所にできることは、結局は、日々の研鑽を怠らず質の高い観測を提供する努力を続けることではないかと思います。祝賀会で頂いた皆様からの温かい励ましの拍手を胸に、所員一丸となり、これからの岡山天体物理観測所を創って行こうと考えております。



全国から記念式典にお集まりくださったお客様を前に、慣れぬスーツに身を包み、僣越ながら岡山天体物理観測所の50年の活動の歴史と将来計画を説明申し上げる筆者。途中、緊張から、舌が回らず同じ台詞を何度も噛み、怪我の功名で意図せぬ笑いを取ることに成功した。自分では結果オーライだと思っている。また、50周年記念誌をまとめ、お客様にお持ち帰りにいただいた。



- 人物は上から
- ・藤木完治 文部科学省研究開発局長
 - ・石井正弘 岡山県知事
 - ・栗山康彦 浅口市長
 - ・観山正見 国立天文台長



CfCA が保有する Cray XT4 の写真。表面には銀河形成シミュレーションの結果がプリントされています。

平成 23 年 1 月 11 日～12 日に平成 22 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 (★1) (以下、CfCA ユーザーズミーティング) が国立天文台三鷹キャンパスすばる棟大セミナー室で開催されました。ユーザーズミーティングは CfCA が保有・管理するスカラ型並列計算機 XT4、ベクトル型並列計算機 SX-9、重力多体問題専用計算機 GRAPE、汎用 PC システム (★2) のユーザーが一堂に会し、これらのシステムを用いたシミュレーションによる研究成果の報告を行うものです。そのため、参加者はプラズマ物理、太陽、銀河、超新星爆発、大規模構造等、非常に幅広い分野で活躍する方々が集まり、それぞれの分野での発展やシミュレーションを用いた最新の研究成果について、様々な視点から活発な議論が行われます。

プログラムは口頭発表とポスター講演で構成され、その他に CfCA に所属する研究者による発表も行われました。参加者は 56 名で、18 名が口頭発表、30 名がポスター講演を行いました。今年度



懇親会の様子。会場ではポスター講演とともに 4D2U の武田氏による新しい可視化ソフトの発表も行われました。

は昨年度よりも 10 分短い 20 分の口頭講演となりましたが、そのため昨年度よりも多くの方々に口頭発表を行って頂くことができました。CfCA ユーザーズミーティングはシミュレーションを率先して用いる研究者が集うため、発表者は学生やポストドク等の若い方々が多く、そのためか、これまでになかった新しい手法や物理を取り入れた発表が

数多く紹介されました。とりわけ目をひいたのは、CfCA の保有する Cray XT4 とアムステルダムにある Huygens を高速ネットワークで繋ぎ、グリッドコンピューティングを用いることによって超高解像度の宇宙論的 N 体シミュレーション (粒子数 100 億個程度) が可能になったという報告です (石山智明氏発表)。またその他、放射流体や相対論的抵抗性磁気流体等、新しい物理・手法を用いた研究が若い研究者によって盛んに行われ始めていることが印象的でした。

ポスター発表は懇親会会場で行われました。この方式は昨年度も用いましたが、懇親会会場でポスター講演を行うことにより議論の時間を十分に確保でき、また、リラックスしたムードの中、研究内容について忌憚のない活発な議論を行うこともできるため、非常に有益であるという印象です。また、懇親会会場では 4D2U (★3) の武田隆顕氏による多体シミュレーション可視化ツール [Zindaiji] の紹介もなされ、シミュレーションを行う研究者には大きな反響をよびました。懇親会前には小久保英一郎氏による 4D2U ドーム見学ツアーも開催され、こちらも参加者の皆様には大変好評を博しました。

ミーティング最終日、最後には CfCA による計算機システムの運用報告や平成 25 年度にリプレースが予定されている次期システムについて紹介がありました。運用報告はミーティング後に行われたにも関わらず、参加者の大半はこの討議にも積極的に参加され、運用に関する意見や次期システムに対する希望等、普段は

直接聞くことの出来ない多くのコメントを頂くことが出来ました。また、プロジェクト長・牧野淳一郎氏による「HPCI 戦略プログラム」(★4) の紹介もなされ、今後のシミュレーション天文学の発展の展望について議論されました。

総括して今年度のユーザーズミーティングも活気のある、実のあるものになったと言えます。



ミーティングでは、参加者の積極的な質問が目立ちました。

★1

CfCA ユーザーズミーティングは平成 20 年の本格運用以降、毎年 1 回開催されています。参加者は CfCA が保有するシステムのユーザーだけでなく、非ユーザーの方も多く参加して頂いています。平成 20 年度のユーザーズミーティングでは理論懇シンポジウムと共同で会議を開催しました。

★2

CfCA では 4 つの大規模計算機システムを保有しており、それぞれ目的によって使い分けることが出来ます。Cray XT4 は並列スカラ型計算機で並列性のよい計算に用いられます。NEC SX-9 は並列化することが難しく、1 つ 1 つの CPU 性能が重要になる計算に用いられます。GRAPE は多体系重力問題に特化した計算機であり、最近ではプラズマへの応用もなされています。汎用 PC は 1 つ 1 つの計算量は小さいが、多数のモデル計算を行う必要がある場合に用いられます。

★3

国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクト。天体や天体現象を空間 3 次元と時間 1 次元の 4 次元で可視化するために、4 次元可視化実験システム「4 次元デジタル宇宙シアター」を開発しています。物理法則に基づくデータを可視化しており、CfCA が保有するシステムを用いて得られた計算結果をもとに 4 次元可視化を行うこともあります。4D2U の詳細については <http://4d2u.nao.ac.jp/> をご覧ください。

★4

「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI)」戦略プログラム。5 つの分野からなり、国立天文台は分野 5「物質と宇宙の起源と構造」の一部を担当します。この戦略プログラムでは主に神戸に設置される次世代スーパーコンピュータ「京」を用いた科学計算を行います。HPCI 戦略プログラム分野 5 については <http://www.ccs.tsukuba.ac.jp/NGS-project5/html/home.html> をご覧ください。

石津尚喜 (天文シミュレーションプロジェクト)



図1 講義のようす。基本から学べます。

今年度も恒例の「N体シミュレーション大寒の学校」が、2011年1月24日(月)から26日(水)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、実習は南棟2階共同利用室にて行われました。

銀河団、銀河、星団、微惑星系、惑星リングなどの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を重力多体系と呼びます。その重力多体系の進化を調べる有効な手段としてN体シミュレーションは広く使われています。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。

天文学データ解析計算センター(当時)で2001年1月から重力多体問題専用計算機GRAPEシステム[愛称: Mitaka Underground Vineyard(略称: MUV)]の共同利用を開始しました。その後、天文シミュレーションプロジェクト(CfCA)に引き継がれて運用されています。GRAPEはN体シミュレーションの中でもっと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おもしろさと、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。皆様のおかげで2001年から始まったN体の学校も今年で10年を迎えました。初期からこの学校に関わってこられた方も感慨深いことと思います。卒業生もおおよそ150名近くになります。テキストや講習の内容はマイナーチェンジがおこなわれていま

すが、本筋は変わっていません。

さて、今回の参加者は14名で学部3年生から博士課程3年生まで幅広い層となりました。N体の学校は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の手法を学ぶ上でも意義のある学校です。また、GRAPEを使うバックグラウンドでもある重力多体系の物理や数値計算手法についても明解な講義が行われます。多くの大学では重力多体系の物理はあまり講義されていないようなので、この講義を聴くだけでも参加の価値があるのではないのでしょうか。



図2 2日目はコード作成の実習です。

初日は輪講室において講師の方々による講義が行われました(図1)。ここでは、重力多体系で起こる物理的基礎、N体シミュレーションの基礎を学びます。また、GRAPEのハードウェアの仕組みや使用方法を学びます。参加者からは質問が積極的にでていて、非常に内容の濃い講義となりました。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(図2)。この日がこの学校の成否を左右する重要な日です。また、数値計算だけでなく可視化についても学びます。可視化によりリアルタイムでシミュレーションが進んでいくのを見ることができ現象の理解を深めることができます。参加者も進捗状況に差はあるものの、TAのフォローの下で着実に課題をこなしていました。実習後にはGRAPEシステムの見学及び、4次元宇宙デジタルシアターにて、これまで国立天文台で計算されたシミュレーションの立体映像ムービーを見学しました。ムービーにより研究のモチベーションを高めた後、各自残された課題を実習室でおこないました。夜

遅くまでがんばっていた参加者もいました。

そして、最終日である3日目にいよいよ重力相互作用の計算をGRAPE-7(★1)により実行します。前日に作成したコードによる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、ここではより高度なN体計算の手法が講義されました。また、可視ツールなど紹介や重力多体系以外のGRAPEの応用例としてプラズマ多体系(★2)のシミュレーションの紹介がありました。

これまで衝突系の多体問題の専用計算機として長年使われてきたGRAPE-6に代わり、GRAPE-DRの本格運用が始まります。これまでのGRAPEシリーズと異なりGRAPE-DRは重力多体系以外にも取り扱うことができます。このことにより新しい利用者が増えることを期待しています。

●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。学校の開催中にご不便をおかけしましたことをお詫びいたします。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。

「2010年度N体シミュレーション大寒の学校」スタッフ: 牧野淳一郎、小久保英一郎、台坂博、道越秀吾、武田隆顕、和田智秀、馬場潤子、石津尚喜

★1

CfCAでは、GRAPE-7(無衝突系)とGREPA-6(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-7は宇宙の大規模構造形成、銀河形成等の研究、GRAPE-6は球状星団、微惑星集積等の研究に使用されています。

★2

プラズマ同士に働くクーロン力の大きさは重力と同じく粒子間の距離の2乗に反比例するため、GRAPEを用いることができます。



図3 参加者みんなで記念撮影。

絵本のほんだな



今回のゲストは、国際連携室の後藤美千瑠さんです。息子さんも後藤さんご自身も大好きな絵本『おつきさまこんばんは』を選んでいただきました。



国立天文台三鷹の構内には、三鷹市星と森と絵本の家があります。このコーナーでは、絵本の本棚から、さまざまな絵本を紹介していきます。

ご案内 室井恭子

4つ目 『おつきさまこんばんは』

福音館 あかちゃんの絵本 『おつきさまこんばんは』
林 明子 福音館書店
ISBN 978-4834006872
発行 1986/06



お月さまの百面相!

こんにちは。国際連携室の後藤です。

うちの4歳の息子は、小さい頃からとっても絵本が好きです。我が家では「絵本読もう!」という言葉で毎日布団に入ります。「早く寝なさい!」というより親も子ども気分よく布団に入れるので、絵本には助けられています。さて、本日私が紹介する絵本は「おつきさまこんばんは」です。この絵本の魅力は、おつきさまの豊かな表情。それと単純な言葉の響きが声に出して心地よいところではないかと思えます。

この絵本は息子が1歳、2歳の頃、とても活躍してくれました。姉の家からおさがりでやってきた時、息子はまだ0歳でしたが、表紙のデザインがとてもかわいいので、私は一目で気に入り、息子にこの絵本を好きになってほしいなあ、と思ったのを覚えています。でも意外にもあまり食いつきはよくなく、子どもが好きな絵本と大人が好きな絵本って違うな、と思いました。今思えばまだ数か月の子どものには早すぎたのでしょうか。もっと一枚一枚のページの厚い、まだ不器用な子どもの手にもめくりやすい絵本がお気に入りでした。でも成長するにつれて、いつしかこの絵本もお気に入り。

お子さんがいらっしゃる方は心当たりがあるかと思いますが、なぜでしょう、1歳、2歳の子どもって恐ろしいくらい同じ本を何回も何回も何回も「読んで!」と持ってくるので、本当に嫌気がさしました(笑)。絵本を持ってくると…またか…と逃げたくなるような。なぜって、子どもの絵本ってかわいいですし、面白いのですが、さすがに前の日も何十回と読んだのに、次の日も4回目、5回目…となると大人には単純すぎて、飽きてしまうんですね(ごめんなさい!)。そんな時、読み聞かせて面白いなあ、と気がつかせてくれたのが、この絵本です。何回も読んですっかり絵本を暗記してしまった私は、それまで絵本を見て読み聞かせをしていたのですが、なんとなく子どもの顔を見ながら読み聞かせをしました。すると、まるでおつきさまと同じ顔をしていて、それはそれはかわいくて面白かったです。

絵本の始まりはお空が暗くなったところから。そこに静かに優しいおつきさまが屋根の上に現れます。おつきさまが大好き

なうちの子はニコっとします。でも大変、雲さんが邪魔をして…するとおつきさまの顔が曇ると同じく、うちの子の眉間にもシワが…。ああ! すっかりおつきさまが雲に隠れちゃった…と、なるともう泣き出しそうな顔をしています。そして雲さんがどいてくれて、満面の笑みのおつきさまが出てくると…うちの子の満面の笑み。そして、裏表紙の舌を出したおつきさまをみて爆笑するのです。そんな発見をしてからは、その表情の変化が見たくてついこの本を読み聞かせしたくなってしまいました。

今は、もう少し言葉が多くて物語が複雑になっているものを楽しむようになってきましたが、それでもたまにこの絵本を持ち出します。4歳の子には単純すぎるかと思いましたが、それぞれの年の楽しみ方があるみたいで、今は結構真剣な表情で聞いています。何を考えているのかしら。

案内人のしおり

「昼間でも月が見えるんだ!」

お子さんが「今日は半月だね」などと青空に出ている月を見つけて教えてくれたのをきっかけに、後藤さんは昼でも月が見えることにあらためて気がつきました。私は仕事柄、つつい昼でも夜でも空を見上げてしまうのですが、青空の中にうっすらと白く浮かぶ月は意外と見つにくいものです。後藤さん自身は「あれが月だよ」と昼間に見える月を教えてあげたことはないそうなのですが、お

お子さんが自分で見つけるのだそうです。今回ご紹介いただいた絵本に登場してくるおつきさまも夜の顔です。でも、ちゃんと昼間でもおつきさまとわかるんですね。子どもってすごいなあ! と私自身もあらためて感じました。

私自身は、この絵本は絵がかわいいなあ、というぐらいにしが思っていなかったのですが、お子さんが自然におつきさまと同じ表情になるという後藤さんのお話を聞いて、絵本の魅力と読み聞かせる楽しみを知ることができました。お子さんの百面相が見られる後藤さんがうらやましいです(笑)。真剣な表情に変わってきたお子さんが何を考えているのかかわったら教えてください!

皆さん、私たちの百面相の実演はいかがでしたか?



お月さまの表情談話で盛り上がったふたりは、さっそく書棚で顔の表情をテーマにした絵本を発見! …実演もしました。

ゲスト募集中!

「絵本のほんだな」では、ゲスト参加者を募集しています。絵本が好きな台内スタッフのみならず、ふるってご参加ください。お問い合わせは、天文情報センター・高田まで。



Bienvenido a ALMA!

星や科学が好きなただのプログラマですが何か？

ALMA 推進室 松居隆之



米欧にいる同僚とお会いしたいです！



ALMA 推進室 中村京子

10

アンテナ制御ソフトの開発と模擬観測試験

アルマ望遠鏡

検索

●アンテナ制御ソフトの開発

松居隆之

私は、2005年の春にコンピューティングの制御担当の特定契約職員として採用されました。天文台に来る前は天文学ともアカデミックな業界とも無縁な世界にいた者ですし、私なんぞでいいのかなと思いつつ、自己紹介と古い話でお目汚しさせていただきます。

私は、大学を卒業後はF社系のミニコンメーカーでリアルタイムUNIXのカーネルやCコンパイラなどをいじっていました。国内メーカーの独自仕様のミニコンやOSが減んだあとは、組込み機器向けソフトの仕事を中心に、また、ある時期のD社のすべての携帯電話には私の高速化したJavaVMが載りました。ソフトの世界も広いのですが、主にプロセッサやデバイス類などハードを強く意識する仕事をしてきました。

天文台ではACAアンテナの制御担当として、ソフトウェアとアンテナとの間の制御の仕様の策定に参加するのが最初の仕事でした。プロトタイプアンテナはあったのでゼロから始めるわけではないのですが、大枠はあるものの細部は好きに解釈できる程度の事しか書いていません。一般にハードは簡単には直せないの、仕様と異なる物ができてしまったら、仕様の方を変えたりソフトで対応という事もよくあります。しかしALMAアンテナの場合は、駆動や位置のモニタなどの基本動作を含めて、日米欧三者に共通する仕様があります。共通部に非互換ができると大ごとになってしまいます。

過去の私の仕事ではハードのある状態で開発作業が始まるが多かったのですが、相手が100tのアンテナでは、そうはいきません。ソフトの動きに対する実ハードの反応を見ていると動作の癖や出来の善し悪しを感じて、勘が働くようになったりしますが、アンテナの仕事では仕様書とシミュレータ相手の作業がずっと続く状態でした。結局、国内でのテストはアンテナ制御コンピュータ (ACU)

との間のみで、駆動試験はキャンセルされ、2007年9月に現地の山麓施設のSEF (アンテナ組立サイト) で本物のアンテナと初めて接続するという事になりました。

SEFでは空っぽのコンテナハウスに電源やネットワークを引き回す所から始まり、計算機システムの組み立てとOSや制御ソフトのインストールなどの作業を、コンピューティングやアンテナチームのお仲間の助けで進めていきました。現地では予定の作業を淡々とこなしたように思いますが、出張前の半年ほどは、現地の様子の分からなさ、送付機材や制御ソフトやツール類の準備に漏れが無いのか、間に合うのか、ほんとに動くのか、といった不安で、胃の痛くなる日々でした。アンテナが制御ソフトからの指示で初めて動いた時には非常にうれしく感じました。

●ALMAソフトウェアの統合試験

中村京子

私は、2009年4月からALMAコンピューティングに参加しています。公称50%業務 (実質7、80%) で属しているITS (Integration Test and Support) チームは、ALMAソフトウェアの統合試験も担っています。日本のITSチームが主で行うのは、日本が開発しているACA相関器を使用した、エンド・ツー・エンド試験 (模擬観測試験) です。日頃は相関器もアンテナもすべてシミュレータで動作確認をしていますが、ACA相関器に関しては、三鷹のレプリカ機、AOS (チリの標高5000mにある観測サイト) の実機を使った試験も、昨年、時間をかけて行



SEFにて最初の試行でアンテナ駆動に成功した瞬間 (2007年10月)。

いました。AOSの試験は現地で行ったのではなく、三鷹からネットワークを介して実施します。地球を半周してデータが届くため、コマンドを入力して一呼吸後に応答があるのですが、慣れてしまえばそれほどいらいらすることはありません。ただ、ハードウェアトラブルには現地の方の協力が不可欠であり、何が起こったか判明するまで、そして実作業が終わるまで、じりじりしながら待っていました。

さて、昨年の晩秋には、実際のアンテナを使った試験を行う機会がありました。これはITSの活動の一部で、チリのALMAのOSFサイトに赴き、現地のコンピューティングチーム (JAO Computing) と協力して行いました。数々の本物のデバイスを搭載したアンテナを駆動しての試験は、シミュレータ試験と違い、臨場感があって楽しいものでした。ただ、実際のハードウェアを使っているの、日によっていろいろな不具合が生じ、予定していた試験ができないなどもありました。また、慣れないハードウェアを使っていることもあり、JAOのメンバとの話し合いが必須でしたが、単独で現地に赴いており通訳を期待もできず、そしてやはり目の前にいる人の言っていることが正確に理解できなかったのは、かなり痛かったです。ITS内では電子メールのやりとりが多く、英文の読み書きはそこそこ慣れていたのですが、言葉のやりとりには別に訓練が必要と痛感しました。

最近、ソフトウェアの最新バージョンであるALMA8の試験を継続中です。三鷹のレプリカ機を使った試験にも1月末から取りかかり、AOSのACA相関器の試験も予定しています。ITSは週一で電話会議があり、ESOにいるリーダーに進捗を報告し、抱えている問題について助言を得ます。ただ、かれこれ2年近くのつきあいですが、いまだ会ったことはなく、お互いに顔を知らないという不思議な関係にあります。

石川直美 (天文情報センター)

11月21日(日)、東京国際交流館 国際交流会議場(東京都江東区青海)にて、国立天文台公開講演会「ALMA望遠鏡で探る宇宙のなぞ～わたしたちはどこからきたのか?～」を開催し、151名の来場者がありました。



今回の講師陣。左から井口、齋藤、立原(敬称略)。

今回の国立天文台公開講演会は、南米チリに建設中で、2012年からの本格運用予定をひかえている巨大電波望遠鏡ALMAをテーマに取り上げました。なお、公開講演会は、サイエンスアゴラ2010内で開催されました。公開講演会は、講演3本と質疑応答という構成で行われました。ALMAについて、そしてALMAが解き明かす星と惑星系の誕生の謎、宇宙の夜明けと銀河誕生の謎など、ALMAによって新しく切り開かれていく今後の天文学についての話題を講師3人がそれぞれ講演し、来場者も熱心に耳を傾けていました。今回、講演会場の割り当て時間が1時間30分と短い時間でしたが、短めの講演をテンポ良く行ったた

め、短いながらもとても充実した講演となり、来場者もとても満足そうでした。講演終了後は立松ALMA推進室長と3人の講師がステージに上がり、来場者からの熱い質問に答えていました。

★プログラム 開催時間/10:30～12:00

- ・ご挨拶
立松健一 (ALMA推進室長)
- ・講演1
「星と惑星系の誕生のなぞ」(25分)
立原研悟 (ALMA推進室・助教)
- ・講演2
「宇宙の夜明けと銀河誕生のなぞ」(25分)
齋藤正雄 (ALMA推進室・助教)
- ・講演3
「ALMA望遠鏡とALMAが切り開く新しい天文学」(25分)
井口 聖 (ALMA推進室・准教授)
- ・質疑応答 (10分)
司会: 縣 秀彦 (天文情報センター・准教授)



講演の最後、数日前に急逝された森本雅樹国立天文台名誉教授を追悼する1枚のスライドが付け加えられました。



質疑応答も活発。時間が短くてすみません。

この日は午後から慶応義塾大学日吉キャンパスで、すばる望遠鏡の公開講演会も開催されました。最後にそのPRも行い、バトンを「すばる・TMT」につなぎました(嬉しいことに、両方の講演会に参加していただいたお客様もいらっしゃいました。8～9ページの「すばる講演会」の記事も参照してください)。ご来場いただいたみなさま、そしてご協力いただいたALMA推進室のみなさま、天文情報センターのみなさま、ありがとうございました。



最後は拍手! みなさん、ありがとうございました。

編集後記

3月1日に広報担当に着任。「広報とは何か」を考えさせられる事態の中で格闘していくことになりそうです。(h)
ふるさとが地震と津波に襲われました。懐かしいものが壊れてしまいました。未来に向けて自分に何ができるか考えています。被災された皆様に心からお見舞いを申し上げます。(e)
東京への機能集中は、効率的な反面、今回のような災害にはとても脆弱なことがよく分かりました。国立天文台も三鷹一極集中の方向性を考え直すときかもしれません。(K)
今回の大地震で2日間停電の中生活しました。氷点下の夜間、今の生活は電気が無いと何もできないと実感。石油ファンヒーターも給湯機も動かすには全て電気の供給が必要でした。(J)
春は別れの季節。「てっちゃん」として有名なTMT室A君の壮行会が「鉄道バー」なる所で開催されました。店内に縦横無尽に敷かれた線路とそこを走るNゲージ。皆ついついの雰囲気引き込まれて、壮行会というより撮影会になっていた一夜でした。新天地でも鉄分を振りまいて頑張れA君!(k)
帰宅難民を経験。新宿から中野まで2時間歩き、そこで自転車を購入。そこから武蔵小金井まで2時間で帰って、よごんでいたのもつかの間、テレビをみて被害の大きさに愕然。(W)

国立天文台ニュース
NAOJ NEWS

No.212 2011.03

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3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でもご覧いただけます。

3月11日に発生した東日本大震災のため、一部誌面内容を変更しました。また、発行がたいへん遅れましたことお詫びいたします(係)

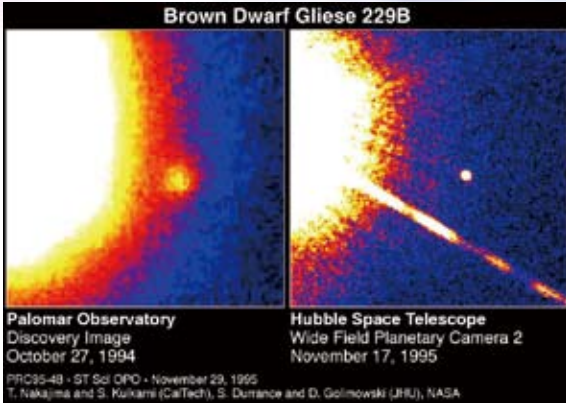


図1 波長0.8ミクロンで撮像したグリーゼ229B。左が、パロマー山1.5m鏡でとった発見のイメージ。右がハッブル宇宙望遠鏡で1年後にとったイメージ。

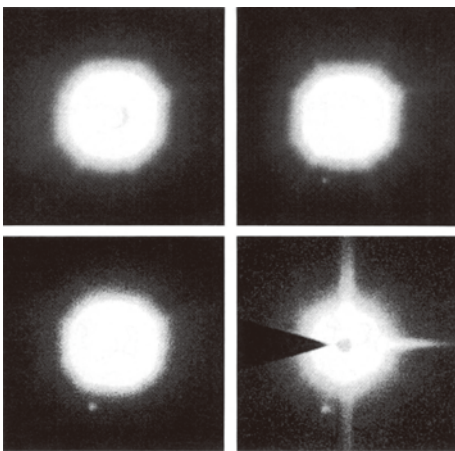


図2 可視光と赤外線でのグリーゼ229のイメージ。左上が0.6ミクロン、右上が0.8ミクロン、左下が0.9ミクロンで、これらは、パロマー山1.5m望遠鏡にとりつけた星像補正装置のついた可視のコロナグラフによるもの。主星Aは、焦点面のマスクに隠されている。また回折光は、瞳面のマスクで抑制されている。右下は、5m望遠鏡にとりつけた赤外線撮像分光装置による2ミクロンのイメージで、主星Aは、焦点面の冷たいマスクに隠されている。
(Nature vol.378, 30 November 1995)

- ・天体名 / 褐色矮星グリーゼ 229B
- ・観測装置 / パロマー山天文台赤外線撮像分光装置
- ・波長データ / 近赤外線

最初の低温褐色矮星のスペクトル

●中島 紀 (光赤外研究部)

褐色矮星とは、質量が太陽の8パーセント（80木星質量）以下で星になり損ねた星。星のようにガスと塵が収縮してできるが、中心温度が、水素燃焼の温度に達する前に、水素が圧力電離されてできた自由電子が縮退して、重力と縮退圧がつりあうために、収縮と中心温度の上昇が止まってしまうそのまま冷え続ける天体である。半径は、質量にあまり依存せず、80木星質量から、木星質量の天体まで、ほぼ木星半径程度である。褐色矮星が、低温星と区別されるのは、表面温度が1800K以下とされていたが、そのスペクトルは、予想不可能であった。そして、1960年代より、あまたの候補が生まれては消えていった。我々は、コロナグラフを用いて主系列星より4等級まで暗い近傍天体を波長0.8ミクロンで探索した結果、1995年、太陽から18光年のところにある赤色矮星グリーゼ229の近傍7秒角（40天文単位）のところに暗い伴星を発見した。追観測で、近赤外線二次元スペクトルを見た観測者の一人 K. Matthews の第一声は、「こりゃ、木星だ」であった。実際、水蒸気とメタンの吸収バンドからなるこの天体のスペクトルは、星よりも、メタンによる木星の反射スペクトルに近かった。

メタンが現れるのは、1000K以下の天体であると東大の辻 隆教授が過去に予想されていて、この新天体グリーゼ229Bは、太陽系外初の1000K以下の天体となった。グリーゼ229Bは、新しいスペクトル分類T型矮星の初めての天体となったが、このTは、辻 (Tsuji) のTもかけてる。

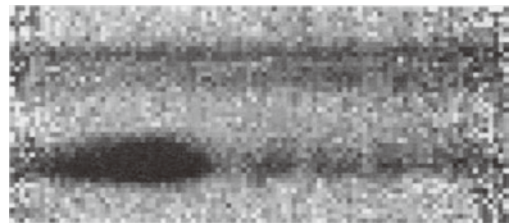


図3 Hバンドの二次元スペクトル。縦軸は、空間幅5.4秒角、横軸は、波長1.5から1.8ミクロンまでをカバー。上方の暗い帯は、望遠鏡のスパイダーで回折された主星Aのスペクトルで、Hバンドを一様にカバーする。それに対して、下方の暗い帯伴星Bのスペクトルは、1.6ミクロン以下に強いピークをもち、長波長側にフラックスが非常に少ない。これは、いかなる恒星にも見られない特徴である。

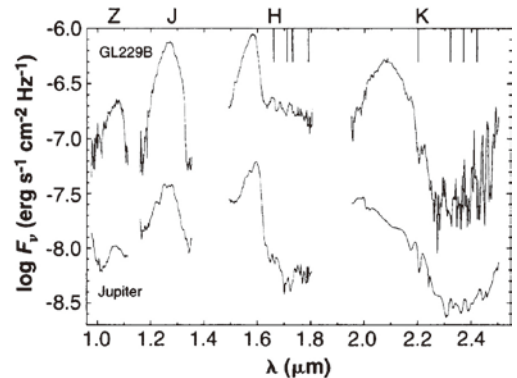


図4 グリーゼ229Bと木星のスペクトル。木星のスペクトルは、比較が容易なように、縦に移動させている。上方の縦棒は、メタンバンドの位置を示している。(図3ともScience vol.270, 1 December 1995)

T型矮星のその後

褐色矮星の探索は、伴星型の探索よりも、孤立天体の広域サーベイが主流となる。2ミクロンスカイサーベイ、スローンデジタルスカイサーベイにつづいて、英国赤外線望遠鏡による広域深サーベイが、より低温なT型矮星の検出に成功している(例:国立天文台ニュース2008年10月号の石井、田村による記事)。T型矮星の近赤外線による分類は、600Kくらいまでが限界で、それより低温の天体の分類には、5ミクロン帯の中間赤外線の測光が必要であるようだ。現在知られている最も低温な褐色矮星は、近赤外と中間赤外のフラックスの比が、3:7である。この観測には、スピッツァー宇宙望遠鏡が使われている。

ふりすむ