

自然科学研究機構

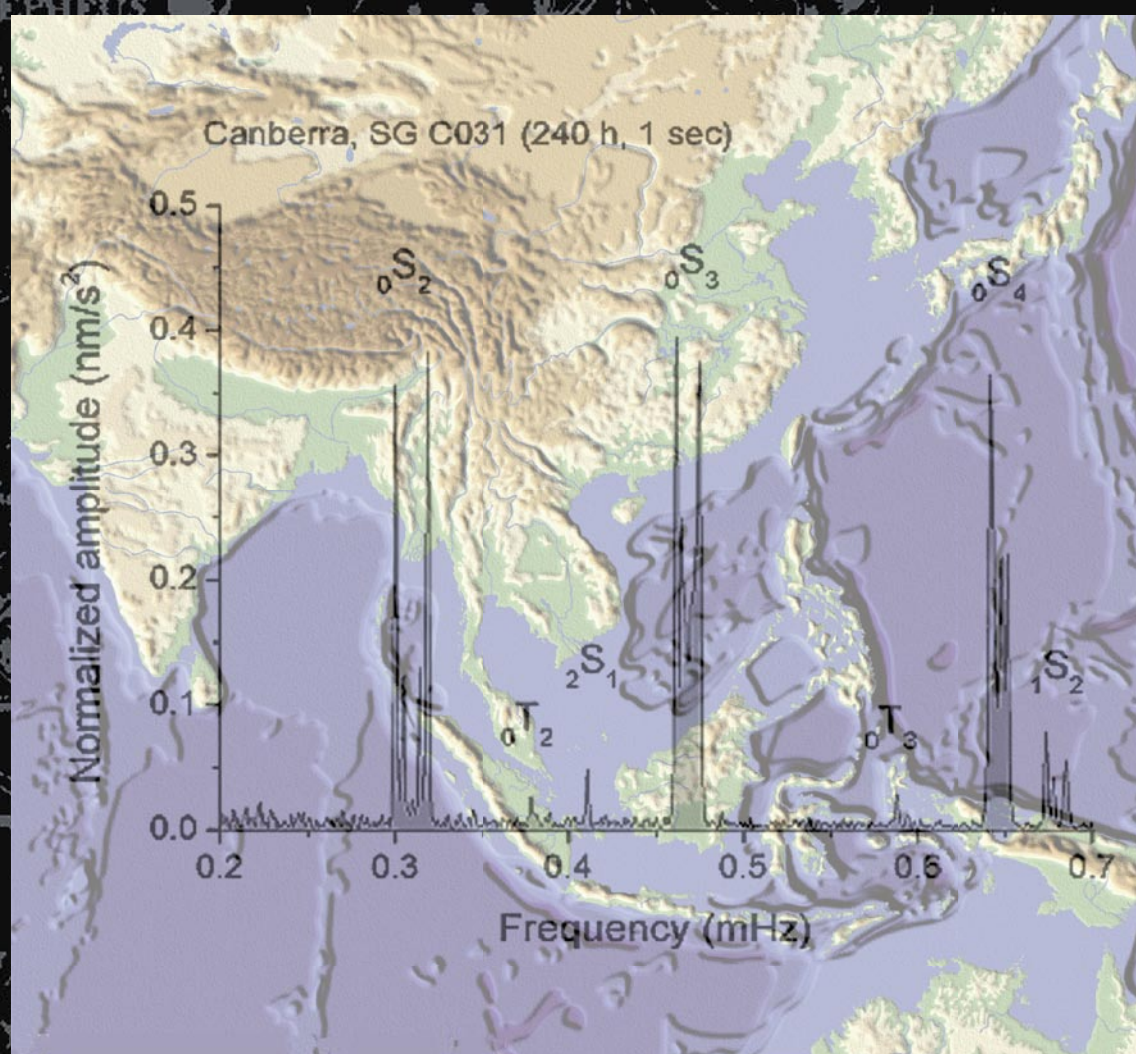


国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2005年4月1日 No.141

スマトラ島西方沖地震で生じた地球自由振動



2005

4

- 天文学の未来を切り開く観測環境の保護—電波観測の現場から—
- 「すばるによる銀河形成進化ワークショップ」報告
- 「FITS画像教育利用ワークショップ」報告
- VLBIワークショップ「mm, μ arcsec, nGalで拓く測地・地球物理」報告

表紙

国立天文台カレンダー

研究トピックス

- 今も続くスマトラ島西方沖地震による地球自由振動

佐藤忠弘(電波研究部・水沢観測所・GGPグループ)

- 天文学の未来を切り開く観測環境保護

大石雅寿(天文学データ解析計算センター)

お知らせ

「すばるによる銀河形成進化ワークショップ」報告

「FITS画像教育利用ワークショップ」報告

平成16年度

「科学記者のための天文学レクチャー」報告

- 天文台 Watching 第1回—谷川清隆さん

編者は考える。カオスは完全な秩序と
完全な無秩序の間の状態である、と。

「イーハトーブ宇宙実践センター

公開展示会・公開ミニシンポジウム」報告

2004年度VLBIワークショップ

「mm, μ arcsec, nGalで拓く測地・地球物理」報告

- 編集後記

共同利用案内

- すばる望遠鏡 共同利用採択結果

- 人事異動

- お知らせ 「すばる望遠鏡で科学しよう」

シリーズ すばる写真館 07

光赤外研究部 家 正則・中島 紀

1

2

3

5

7

8

9

10

12

13

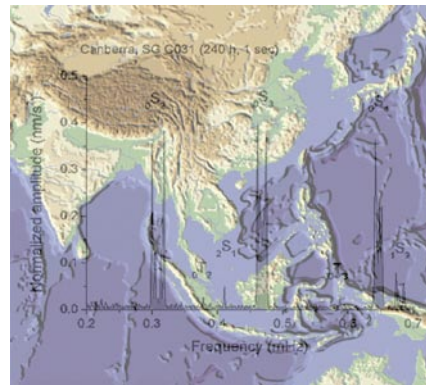
13

14

15

15

16



●表紙

2004年12月26日にスマトラ島西方沖で発生した巨大地震は、高精度な観測機器が世界的に展開されて以後、初めて起こったM9クラスの地震である。地形図に重ねて示したグラフは、この地震によって励起された地球自由振動を、オーストラリア・キャンベラに設置した超伝導重力計でとらえたものである(3ページ参照)。

背景星図：千葉市立郷土博物館

国立天文台カレンダー

2005年

3月

16日(水) セクシュアル・ハラスメント防止講演会

22日(火) 運営会議

24日(木) 総合研究大学院大学学位授与式

28日(月)～30日(水) 日本天文学会春季年会(明星大学)

31日(木) 平成16年度退職者永年勤続表彰式

4月

14日(木) 総合研究大学院大学天文科学専攻入学式

16日(土) 岡山天体物理観測所特別天体観望会

26日(火) 光赤外専門委員会

5月

11日(水) 国立天文台旧職員との懇談会

20日(金) 運営会議



写真：飯島 裕

研究 トピックス TOPICS

今も続くスマトラ島西方沖地震 による地球自由振動

佐藤忠弘(電波研究部・水沢観測所・GGPグループ)



●スマトラ島沖の大地震

2004年の暮れ、12月26日00時58分頃(世界標準時)、M9.0の巨大地震がスマトラ島西方沖で発生した(位置:北緯3.307°、東経95.947°、深さ約30km)。新聞などの報道によると、この地震で発生した津波はインド洋の沿岸各地を襲い、高いところで30mほどにも達し、津波による犠牲者は20万人を越すとも言われている(1月18日現在)。自然災害としては、未曾有の被害である。この規模の地震は、1960年5月に発生し、日本の三陸沿岸にも大きな津波被害をもたらしたチリ地震(M9.5)に次ぐもので、100年に2、3度起きるかどうかなという大きな地震であった。

一方、この地震は、高精度な観測機器が世界的に展開されて以後、初めて起こったM9クラスの巨大地震であった。国立天文台は、高感度な重力計(超伝導重力計)を主要観測機器とする国際観測プロジェクト“GGP(Global Geodynamics Project)”に参加し、岩手県にある江刺地球潮汐観測施設、東京大学宇宙線研究所・神岡観測施設、北極域にあるニーオルセン、オーストラリアのキャンベラにおいて観測を行っている。スマトラ地震の巨大さは、この地震で励起された地球自由振動がこれらの重力計で地震発生後2週間以上も観測されていたこ

とでもわかる。また、江刺地球潮汐観測施設の観測坑に設置されている水晶管伸縮計でも地球自由振動が明瞭に観測された。

地球自由振動は、主に大きな地震(断層運動)が発生した時に起きる地球の振動で、その周期は数分から1時間の範囲にある。小さな鈴はチーンと、大きなつり鐘がゴーンと鳴るように、鐘の音は、主に物の大きさに関係した音程と、材質に関係した音色、そして叩く力の大きさに決まる振幅で特徴づけられる。スイカの良し悪しを叩いて見分けるのも、音が内部の熟度を反映しているからである。地球も大きな鐘のようなもので、地球が出す超々低周波の振動を観測データから調べることで、その内部構造(地球内部での硬い物質、柔らかい物質、密度の分布状態)を詳しく調べることができる。

●振動する地球

今回の地震の特徴は、長い周期の地球自由振動も大きな振幅で励起された点である。図1に見るように、2001年6月23日20時30分頃(世界標準時)にペルー南部に発生したM7.9の地震による地球自由振動のスペクトラムとくらべても、今回のスマトラ沖の地震がいかに大きかったかがわかる。図で ${}_0S_2$ などの記号は、地球自由振動の揺れ方(モード)を表している(図2参照)。

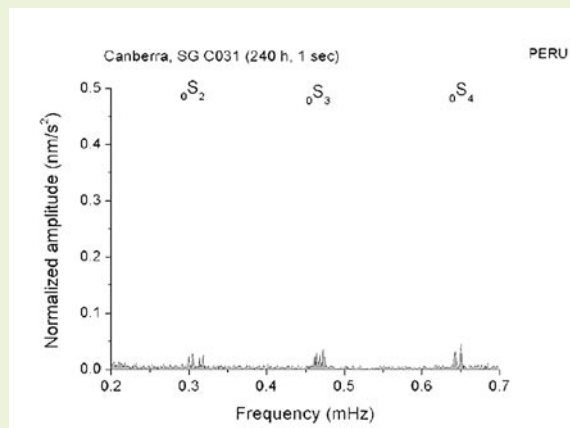
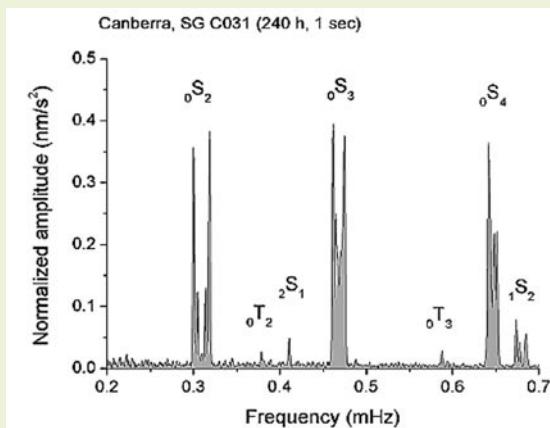


図1 スマトラ西方沖地震で励起された地球自由振動(左の図)とペルー南部地震で励起された振動(右の図)の比較。周期5.000秒(0.2mHz)から周期約1.429秒(0.7mHz)の帯域でくらべたもので、いずれも、オーストラリア・キャンベラに設置している超伝導重力計で観測された。スマトラ西方沖地震で励起された地球自由振動がいかに大きいかがわかる。

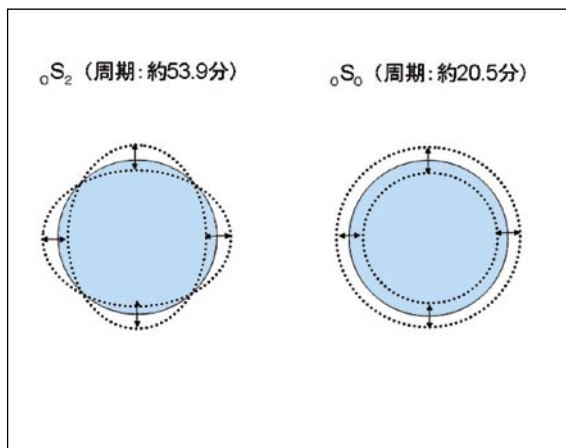


図2 地球自由振動による半径方向の振動の例。

超伝導重力計の特徴に、高い感度と長期安定性があげられる。とくに、周期 1,000 秒以上の長周期帯では、世界に広く分布している通常の地震計より高い信号対ノイズ比での観測が可能である。それは、 ${}_0S_0$ モード（図2の右に示した、地球が半径方向に一様に伸び縮みするモード）が、かつてなかったほどの長期間に渡って観測できたことがそれを示している。

図3は、キャンベラの超伝導重力計で観測された地震発生後の毎日の振幅変化をプロットしたもので、空色の点線は観測のノイズレベルを表している。ちなみに $0.3 \times 10^{-9} \text{ ms}^{-2}$ の重力変化は、この波による地面変位の振幅に換算すると約 $10 \mu\text{m}$ に相当する。図で示した観測限界には、地震がなくとも地球自由振動が励起される地球自由振動の常時励起（国立天文台ニュース No.63、1998 年参照）の現象も、このレベルを規定する一つの要因になっている。

当初（地震発生後 20 日間）の解析から、80 日ごろまでは減衰の状態が観測できると予想していたが、図3から、90 日まで確実に振動を捉えていることが分かる。また、2004 年 12 月 26 日の最初の地震で励起された ${}_0S_0$ が、2005 年 3 月 28 日（世界時）に同地域で発生した M8.7 の地震で新たに励起された ${}_0S_0$ でリセットされたことが分かる。一方、マグニチュードの単純な差から予想される励起振幅の比に比べ、2004 年 12 月の地震で励起された振幅が、たいへんに大きいことは注目される。

国際 GGP には 20 以上の観測点が参加している。新たに、台湾、韓国が参加する予定である。現在、我々のデータも含む、世界の超伝導重力計データが GGP ホームページで公開されている。これらのデータの解析も行っている。その目的の一つは ${}_0S_0$ の振幅の空間分布を調べ

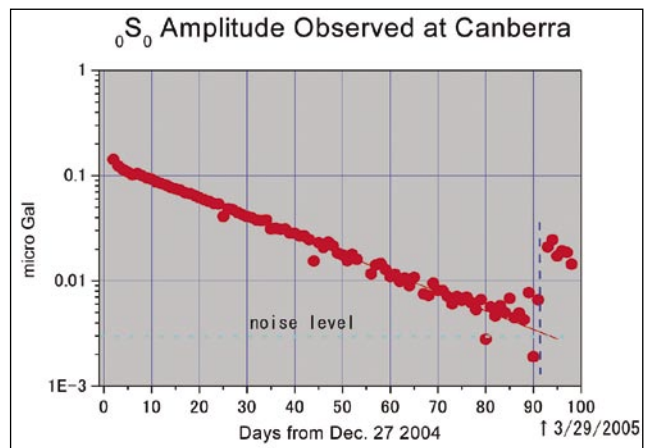
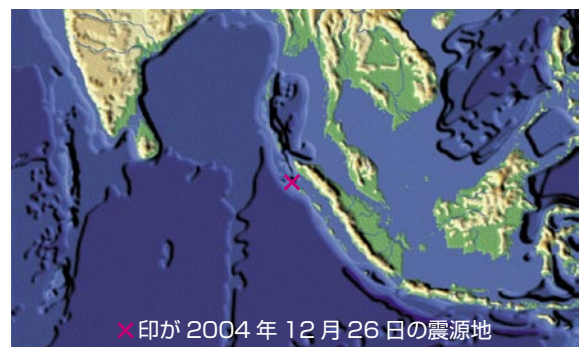


図3 キャンベラの超伝導重力計で観測されている、地球自由振動 ${}_0S_0$ モードの減衰のようす。

ることである。形状、内部構造を含めた球対称地球では、どの観測点でも振幅が同じはずで、それからのズレは即ち地球の球対称性からのズレの効果を表していると考えられる。超伝導重力計による観測では、絶対重力計を使って感度の検定が精密に行われており、この種の研究にその成果が生かされる。今回の地震データから、 ${}_0S_0$ をはじめ、その他の低周波モードについても、今までにない高い精度で固有モードの振幅、周期、減衰定数が議論できることは間違いない。

最後に、国立天文台 GGP グループでは、地球の流体核が起こすと考えられている 3～6 時間周期の振動の検出をめざしている。これが観測されると、地球流体核の密度構造についての我々の知識が飛躍的に改善でき、世界各国で検出が試みられている。しかし、まだ確たる検出事例がない。それは、この振動の振幅が非常に小さいことがあげられるが、今回のスマトラの地震では低い周波数の自由振動も大きな振幅で励起されており、国内外で展開している観測網のデータの解析から、世界で始めてこの振動を検出できるのではと、鋭意、解析を進めている。2004 年 10 月、神岡で超伝導重力計観測を立ち上げた。東隣の松代超伝導重力計観測と比較することで、検出確度を上げることがその目的である。



×印が 2004 年 12 月 26 日の震源地

研究 トピックス TOPICS

天文学の未来を切り開く 観測環境保護

大石雅寿(天文学データ解析計算センター)



●日本は明るい

国の未来の話ではない。夜、衛星から眺めると領土の輪郭がはっきり見える国の代表が日本である(図1)。これだけ明るくては夜に星を見るのは簡単ではない。とくに都会の夜空はネオンサインに占領されている。国立天文台は幸いにも、夜空がたいへん暗いハワイ島マウナケアの山頂に、最先端研究に用いるすばる望遠鏡を建設できた。おかげで、多くの研究成果を出し続けることが可能だ。

じつは、同様の観測環境の悪化が電波の世界でも起きようとしている。国立天文台では非常に高感度な電波望遠鏡を長野県野辺山に建設し、世界に冠たる研究成果を生み出してきた。しかし、電波望遠鏡の観測環境が人工電波により汚染されてしまい、観測が困難になってしまう恐れが出てきたのだ。日本を電波で照らしているのは、携帯電話、無線LAN、衛星放送、衛星通信など現代社会に急激に普及しつつある無線サービスなのである。

●日本の電波望遠鏡

日本には少数ながら全国に電波望遠鏡がある。上記の野辺山の望遠鏡群(45m大型ミリ波望遠鏡、6素子ミリ波干渉計、太陽専門のラジオヘリオグラフ)以外にも、岩手県水沢、小笠原父島、鹿児島入来、石垣島の4つのアンテナから構成されるVERA、北海道大学、東北大学、早稲田大学、名古屋大学、岐阜大学、兵庫医科大学、福井工業大学、高知高専、山口大学、九州東海大学などの望遠鏡がある。これらが観測する波長帯は、短波(波長30m前後)から短ミリ波(波長1mm程度)のすべてであり、太陽、

惑星をはじめ星が生まれる現場や遠方にある銀河など多様な天体の謎を解くために活躍している。天体からの電波信号は、未知の宇宙のさまざまな現象を伝えてくれる、宇宙からの貴重な手紙なのである。

しかし宇宙からの信号は、本当に微かである。月面に携帯電話を置いても絶対に地球と通話などできないことはおわかりであろう。ところが月面に置いた携帯電話が発する電波信号は、電波天体のトップ10に優に入ってしまうのである。電波の強さの単位はジャンスキー(Jy)と言う。これは1932年に宇宙からの電波を発見した米国のカール・ジャンスキーにちなんでいる。1Jyは $10^{-26} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$ である。小数点の後ろにゼロが25個続く数値であり、いかに電波強度が弱いかわかる。おわかりいただけると思う。ところが天体からの電波信号のうち、1Jyは「強い」のである。

このため電波天文学者は工学研究者などとも協同してさまざまな超高感度受信機を開発してきた。摂氏マイナス269度にまで冷やした超伝導素子を用いた受信機は、その良い例である。私たちの体も含め、さまざまな物体からは温度によって決まる電波が出ており、その強さは温度が高いと強くなる。逆に物体を冷やすと放出される電波は弱くなる。受信機の熱雑音によって発生する電波が、宇宙からの電波を隠さないように極限まで受信機を冷やしているのである。これだけ微弱な電波は、強力な人工電波が電波望遠鏡に入ってしまうとひとたまりもなくかき消されてしまう。

このため電波天文台は、可能な限り人工電波が入りにくい山間地などに設置されることが多い。しかし最近では衛星通信が普及し、電波が上空、つまり、天体が存在する方向から降り注いでくる。衛星の電波は地球上のどこにも降り注ぐので、電波天文台は光学天文台のように逃げる場所がないのである。

●電波資源管理機構

そうは言っても電波は天文学だけのために存在しているのではない。テレビ、ラジオ、携帯



図1 地球表面の夜間のようなすを写した画像。日本列島は夜間照明によって輪郭がくっきりわかる。



図2 野辺山の45m電波望遠鏡。電波汚染によって観測環境悪化の懸念が強まっている。

電話、また無線LANなど、さまざまな生活場で電波を活用している。もし人々が「便利だから」と言って、それぞれが勝手に周波数（波長）で電波を放射したらどうなるであろうか？当然混信が起きて使い物にならなくなる。そこで行政の出番となる。

電波を利用する無線サービスがどの周波数を使用できるかを一元的に管理している行政機関は総務省である。周波数の分配だけでなく、それぞれのサービスが守らなくてはならない電波放射強度なども決定し、管理している。電波は容易に国境を越えて伝わるので、電波管理は国際的な取り決めに従って行わなければならない。そのための国際機関がジュネーブに本部を置く国際電気通信連合（ITU）である。ITUには190か国が加盟しており、国際電気通信連合条約に批准した国はITUの規則に基づいてそれぞれの国家の中における電波利用法を決めている。

幸いなことにITUや総務省は電波天文学を「電波利用者」として公式に認知している。電波天文学にとって重要な周波数帯域は、ITUによって優先的に配分されているのである。言い方を変え、電波天文学が無線サービスと共存するための公式な調停（「戦い」？）の場が用意されているのである。

●電波天文学を脅かす「便利な」無線サービス

最近の例をいくつかご紹介しよう。電力線搬送通信（PLC）は、2～30MHzの短波帯信号を電力線に重ね、通信線として利用しようとするものである。電力線がどこにでも敷設されているので「そのまま利用できれば」経済的だという発想そのものは古くからあるのだが、電力線から強力な電波が放射されるという大きな欠点が克服できていない。その一方で電力線を活用してビジネスを展開したいという産業界からの要望がある。このため総務省は2002年に研

究会を開催して技術的な検討を行なったが、電波天文だけでなく短波放送、航空無線、防衛無線、警察無線、アマチュア無線などに障害を及ぼす可能性が高いとして短波帯PLCを許可しなかった。実際に海外では障害例やPLCからの撤退例も多い。

しかし関連企業は妨害波を低減する技術を開発したとし、総務省は2005年1月末に再度研究会を立ち上げて屋内使用に限った規制緩和が可能かどうか検討を始めた。だが、室内通信ならば無線LANで十分である。通信速度が不安定なPLCを何に使うのだろう？

別の例としてウルトラワイドバンド（UWB）が挙げられる。これは3～10GHzという超広帯域に渡って少しずつ電波を出して通信するというもので、近距離（数メートル）に限られるが、数百Mbpsもの速度で通信できるというのが売りである。UWBについても総務省が2003年に研究会を立ち上げて検討を始めたが、ふたを開けてみたら電波天文は当然として放送、衛星通信など多様な無線サービスに大きな影響を与えることが明らかになってきた。いったいいつになったら結論が出るのか、まったくその行方は見えてこない。

さらに悪いことには、野辺山の電波望遠鏡の観測帯域のど真ん中（94GHz）を使う雲レーダー衛星も5月に打ち上げられようとしている。衛星が上空を通過する時には、望遠鏡を破壊しないために観測を一時中断せざるを得ない状況なのだ。

日本では便利なものが盲目的にもてはやされるが、「便利」であればなんでも良いのだろうか？それが電波公害でも？日本がかつて経験した公害のひどさを思い起こすべきである。

●周波数保護は未来の世代の保護

電波天文学の観測環境は、日々悪化することが懸念される。しかし、先に述べたように電波天文学は国際的に正式な電波利用者として認知され、その保護を求める権利が認められている。権利はしっかり主張しなければならない。使われない権利は没収・無視されても文句は言えない。

国立天文台は2004年よりプロジェクト制を導入し、電波関係では4つのプロジェクトが認められた。これらのプロジェクトが連携して未来の観測環境を守る活動を行うことは、プロジェクトが負うべき我が国の天文学に対する重要な責任の一端なのだ。



「すばるによる銀河形成進化ワークショップ」報告

児玉忠恭(光赤外研究部)

2005年1月19日午後～21日夕方の3日間、国立天文台三鷹キャンパス大セミナー室において、「すばるによる銀河形成進化ワークショップ」が開催された。全国から約100名の研究者が集まり、大盛況であった。本研究会のスポンサーは国立天文台で、世話人は太田耕司(京都大学・代表)、嶋作一大(東京大学)、有本信雄(国立天文台)、児玉忠恭(国立天文台)であった。この研究会は、「銀河動物園から銀河科学館へ」という副題がついていることに象徴されるように、趣旨は次のようなものである。

●趣旨

すばる望遠鏡による共同利用観測が始まって3年以上になる。銀河形成領域を見ることは、すばる望遠鏡に課せられた重要使命の1つであるが、この3年間に課題は着実に成果を挙げつつあると言える。非常に遠方の銀河の探査、中間的な赤方偏移での銀河進化、近傍銀河の詳細観測による銀河進化への制限など、多方面にわたる世界トップレベルの研究成果がわが国の研究者の手によって生み出されつつある。しかしながら、まだ銀河形成進化の観測的解明は、ようやくその緒についたばかりで、まだまだ謎だらけである。例えば高赤方偏移宇宙では輝線天体、ライマンブレイク銀河、超赤色銀河などいろいろな天体が見つかってきているが、まだその相互関係がよくわからないし、現在の宇宙における対応物もはっきりしないのが実状である。このような混沌とした状況をさして人は「銀河動物園」と呼ぶ。本ワークショップでは、すばるを中心にこのような観測的研究を展開し

ている研究者と理論研究者が一堂に会して、それぞれの成果をもちより、銀河形成進化のより統一的描像を模索する。そしてすばるの第2期装置を含めて今後の展開も議論しながら、いかに現在の動物園状態から脱し、少しでも「銀河科学館」へと近づくことをめざす。

●プログラム

研究会のプログラムは、まず銀河の形成と進化の時間軸に沿っての4部構成、すなわち、第Ⅰ部「銀河の誕生期($z < 4$)を探る」、第Ⅱ部「銀河進化の激動期($1.5 < z < 4$)を探る」、第Ⅲ部「銀河進化の壮年期($0 < z < 1.5$)を探る」、第Ⅳ部「銀河進化の化石を探る($z \sim 0$)」、とし、最新成果を含めてこれまでの研究成果を理論観測ともども33人による講演でレビューしていただいた。

さらに第Ⅴ部「すばる第2期観測装置による銀河研究の今後」ではMOIRCSとFMOSによるこの分野の発展、期待をそれぞれの装置関係者に述べていただき、最後に総合討論会を行った。なお、講演者の決定に際しては、世話人から個人へ直接講演を依頼するとともに、日本天文学会(tennet)、光天連(gopira)、理論懇談会(ironkon)の各メーリングリストを通して広く参加を呼びかけた。

この研究会を通して、「銀河動物園」について私が勝手にまとめたものを左の図に示す(これはあくまで、筆者のまったくの主観であることにご注意ください!)。それぞれの銀河のイメージから勝手に連想した動物を当てた。ここに示すように、現在の楕円銀河(バルジ成分)の起源については2つのパスが考えられるように思う。1つが、小さなビルディング・ブロックから「叩き上げ」の人生を経て今日に至ったものの、他方が、好運にも「生まれつき」立派であったものである。人間社会と共通していて、親しみが湧いてくる。この絵が将来「科学館」に展示されることを夢見つつ……。

★なお、受け付け対応などで、すばる室の秘書の方々にたいへんお世話になった。この場を借りてお礼申し上げる。



▲筆者オリジナルの「銀河動物園」の園内案内図。



「FITS画像教育利用ワークショップ」報告

矢治健太郎(天文学データ解析計算センター)

「FITS 画像教育利用ワークショップ」が、1月9日(日)・10日(月)に国立天文台解析研究棟大セミナー室で行なわれました。これは、平成16年度国立天文台研究会・ワークショップとして行われたものです。また、天文学データ解析計算センターの共催で行いました。

国立天文台のすばる望遠鏡やハubble宇宙望遠鏡などで得られた最先端の観測画像(FITS画像)を、中学校・高校、博物館・科学館、公開天文台などで教育・普及に活用したいという要求は高まっています。そこで、PAOFITSワーキンググループ(<http://paofits.dc.nao.ac.jp>)では、実際の天文データアーカイブを用いて、教材開発を行い、授業実践を続けてきました。今回のワークショップでは、新たに活動に加わる方を意識して、開発された教材を実際に実習していただき、今後の活用に向けての議論をすることをめざしました。今回のワークショップには、36名の参加者がありました。大学や高校の先生から科学館の職員、大学生、また天文分野以外の参加者があり、非常に幅広い参加者層となりました。

まず、初日に「1AU教材の開発」「セファイド教材の開発」「文系クラスでのFITS教材の有効性」の、3件の研究発表がありました。そのあと、実際にノートパソコンを用いて、教材実習を行いました。実習課題は「散開星団の距離」「ハッブルの法則」「Ia型超新星の距離を求める」「星団の年齢を求める」の4つを実施しました。

実習には「すばる画像解析ソフト・マカリィ」(<http://makalii.mtk.nao.ac.jp/>)を用いまし

た。これらの実習課題は、SMOKA(<http://smoka.nao.ac.jp/>)やHSTのアーカイブデータを元に開発されたのが特徴で、例えば「ハッブルの法則」では、岡山で観測された銀河のスペクトル画像が使用されています。どの輝線が赤方偏移したH α 線なのか、探すのに苦労した参加者もいましたが、最終的にハッブル定数が求まると非常に満足していました。各実習には、最後の議論を含めて90分を割り当てたため、比較的余裕を持って、実習をすすめることができました。また、各実習とも、実習後に活発な質疑応答がなされました。

2日目の最後には議論の時間を設けました。参加者からは「実習を自分で行うことで、教材内容を理解できた」「マカリィの使い方が理解できた」「自分たちで撮った画像を実習に使用したい」「博物館や科学館でこういう実習ができればいい」という感想・意見がありました。それに対して、「テクニカル・チームの理解ががむずかしい」「教える場合はバック・グラウンドがある程度必要」という声もありました。今後の改善点と言えます。

さらに、将来的な展望として、「地学教育が活発でない地域にどう広がっていくか」「地学という枠組みで天文と他の分野(火山・地震など)との連携をすすめる」という意見も出て、非常に活発な議論をすることができました。このような講習会は、今後も継続して行なう予定です。

今回の参加者がそれぞれの現場で今回の実習を実践し、生徒らがリアルな天体画像・データに触れる機会が増えることを期待しています。



◀ワークショップで講師の説明を聞きながらの実習のようす。



平成16年度 「科学記者のための天文学レクチャー」報告

渡部潤一(天文情報公開センター)

7回目となった恒例の「科学記者のための天文学レクチャー」が、1月14日(金)に、三鷹キャンパス・北研講義室で開催された。このレクチャーは、普段忙しい第一線の科学記者・メディアの方々に、天文学最前線的话题をじっくりと聞いていただくための企画で、記者会見とは異なり、いろいろなテーマについて落ち着いて聞くことができると好評を得ているイベントである。国立天文台のプロジェクトの意義やさまざまな成果をまとめて聞いてもらう、という意図もある一方、国立天文台が果たす「天文学におけるナショナルセンター」としての役割として、国立天文台独自で手がけていない分野やトピックスでも積極的に取り上げていくようにしている。本年度はマスコミで話題となった天文教育の現状など、天文学を取り巻くテーマを中心に、その周辺的话题を集め、「天文学をとりまく危機」と題して、ラインナップしてみた。

はじめに「観測環境・電波観測の危機」と題して、光害とは違ってなかなか理解されない部分が多い電波周波数割り当ての問題について、大石雅寿氏(国立天文台)に、じっくりと解説してもらった(本号5ページ参照)。次に小学生の地動説・天動説の理解でホットな話題とな



▲“危機”ラインナップは、一般の人でも関心を持ちやすいと好評だった。

った教育問題について、「天文・理科教育の危機」と題して縣秀彦氏(国立天文台)に紹介してもらった(137号参照)。最後に、実際の報道においてセンセーショナルな話題として取り上げられがちな地球近傍小惑星について「小惑星衝突の危機」と題して吉川真氏(JAXA/ISAS)に解説をお願いした。台内の方々にも広く公開し、出席者は17社およびフリーの編集者などを中心に35名であった。終了後に開催された懇談会には22名が出席し、大いに理解を深めあった。さらに広報普及室に場所を移して、より懇親を深めることができた。

「君が天文学者になる4日間」参加者募集！

今年も高校生または相当する年齢の方を対象に、「君が天文学者になる4日間」の体験学習生を募集しています。天文・宇宙に関心を抱く高校生の皆さん、国立天文台三鷹キャンパスで4日間の研究活動を体験しませんか。関心のある方は、下記の要領にてご応募ください！

- 日 時 8月8日(月)10時～8月11日(木)12時(3泊4日)
- 場 所 国立天文台三鷹キャンパス(東京都三鷹市大沢2-21-1)
- 対 象 高校生または相当年齢の方16名
- 参加費 1万円程度(4日間の宿泊費、朝食・夕食代、傷害保険料含む)。このほか、各自、会場までの交通費、昼食・夜食代などが必要です。
- 応募方法 「私が知りたい宇宙の謎」という題で、自分がやってみたい天文学の研究、天体観測など、800字(400字詰め原稿用紙2枚)程度の作文を6月7日(火)必着で国立天文台宛にお送りください。作文には、住所、氏名、生年月日、性別、電話番号、学校名、学年を明記してください。選考の結果は6月24日(金)までに各人宛に通知いたします。
- 宛 先 〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1 国立天文台広報普及室

封筒の表紙に「君が天文学者になる4日間応募書類在中」と朱書きしてください。

- 内 容 8月8日/開校式、講義、研究テーマ決め、観測実習など
8月9日/データ解析、観測実習など
8月10日/データ解析、研究発表会など
8月11日/講評、施設見学、閉校式など

★参加者4人でチームを組み、冷却CCDカメラと口径50センチ望遠鏡を使用する観測をはじめ、研究テーマを決めることから、データ解析、研究発表まですべて参加者自身に体験していただく天文学の実習です。若い研究者たちと一緒に観測、データ解析、討論などを行なうことで、研究者の日常や研究の進め方を体験し、研究最前線の雰囲気味わえることが特徴です。

- お問い合わせは、広報普及室・室井宛にお願いいたします。

TEL 0422-34-3644

e-mail: kyoko.muroi@nao.ac.jp

この活動は、子どもゆめ基金(独立行政法人国立オリンピック記念青少年総合センター)助成活動によるものです。



編者は考える。カオスは完全な秩序と完全な無秩序の間の状態である、と。

今月号から連載が始まるこのコーナー。最初にご登場いただくのは、理論研究部の谷川清隆さんです。

●プロフィール

谷川清隆 (たにかわ・きよたか)

理論研究部助教授

趣味は外国語を習うこと、数学書を斜め読みすること。三鷹では(裏)外国人係とされている。スポーツはテニス、室内では囲碁。若い頃は飛び込みが好きだった。たくさん日本語で発信することを今後の狙いとしている。1944年、愛知県生まれ。

●最後の七日間

「えっ、ぼくのサイト見てくれたの。うれしいな～。まだまだ未完の記事が多くてね。これから、どんどん追加しようと思っているんだよ」。

と、アニメのトトロを彷彿とさせる風体の谷川さんが朗らかに笑う。春は近いが、外はまだ肌寒い。しかし、谷川研究室の窓は空いている。

<http://yso.mtk.nao.ac.jp/~tanikawa/komaba20/report99/> を見よう。谷川さんのweb ページの一章である。「最後の七日間～編集・谷川清隆(宇宙科学(Ⅱ))～まえがき～」の最初のセンテンスー『**編者は考える。カオスは完全な秩序と完全な無秩序の間の状態である、と。**』。

三鷹のトトロは“読ませる”人である。自分が書いたり編んだりした文章を、多くの人に読んでもらうことに喜びを感じるタイプにちがいない。それはそうだろう。谷川さんは、国立天文台の出版委員長なのだ。

「うん、その仕事は好きですねえ」。

●最初の三体問題

谷川さんの専門は「歳をとっているいろいろ(本人談)」らしいが、天体力学がベースである。

「原点は制限三体問題ですよ。ふたつの重い星のまわりをひとつの軽い星がまわっているときに、どんな運動をするかを考える研究だね。太陽系では太陽と木星が支配的だけど、その中で

小惑星や人工天体がどんな軌道をとるのかを計算するんです。三体問題を進めると、もっとたくさんの天体の運動を組み入れた“多体問題”に発展するわけだけど、これは系がどんどん複雑になるから計算量も膨大なものになっていく。

でも、うまく計算モデルを作ることができれば、何億年も昔の太陽系の姿へ遡れるし、数億年後の未来の姿も垣間見られる。伊藤孝士さん(天文学データ解析計算センター)との共同研究で、太陽系誕生までの50億年分を現在からぐんぐん遡ったコンピュータ・シミュレーション[惑星運動の長期積分(Ito & Tanikawa, 2002)]をしたことがあるけれど、太陽系はとても安定なんですね。ほとんど今の姿と変わらない。太陽系の場合は、どうやら、五体、六体といった複数の天体がグループを組んで重層的に安定化に寄与しているのではないかな。これは、一般の惑星系の成り立ちを考える上でも、とても示唆に富む結果だと思いますね」。

50億年の長きにわたり惑星運動の秩序と安定を保ってきた太陽系。しかし、谷川さんは、それを幸運と考える。「太陽系の安定も、予測不能な不安定性が大きく顕在化する境界ギリギリのところを持ち直して、保たれ続けているという側面があると思います。長くて険しい稜線をうまく歩いてこられたというイメージかな。天体の運行は、正確無比の代名詞としてよく使われるけど、長大な時間スケールをとれば、カ



★かつて緯度観測所で地球の自転速度を測定した経歴をもつ谷川さん。中国の古記録から日月食などのデータを集めて地球の自転速度の変化を探るのも、最近の研究テーマのひとつだ。研究室には中国の歴史書(右)や資料(左)がわんさか。「複数の古記録を関連づけて調べることが大切だね。地球の自転速度の遅くなり方のふらつき周期が、ずいぶん短いことがわかってきました」(谷川さん)。



オス的なふるまいによって、足をすべらせて谷底に落ちる危険はつねにあったのです」。

●最近の多体問題

——いよいよ「カオス」が出てきました。

「もともと、カオスの概念は三体問題から生まれたものです。19世紀末にポアンカレが“ホモクリニック点”を発見して、三体問題の解がきわめて複雑になりえることを証明した。ホモクリニック点というのは、まあ、あちらこちらに顔を出して世界の規則性を壊す不屈きものです。これが1970年代にカオスという題目を得て、いろいろな研究分野に広まった。要するに、宇宙は本来、予測不能な“わからなさ”を内在した存在なんだということです。でもね、その“わからなさ”を、カオスという概念で対象化して、“どのくらいわからないか”という尺度で計り、“できるだけわかるにはどうすればよいか”というアプローチで研究をすることはできる。たとえば、要素を集団化して大づかみに傾向をとらえるといった手法です。

私が、今取り組んでいるのも、カオスの手法を天体力学の世界にフィードバックして、新たな視点で従来の研究を捉え直すことです。中でも太陽系力学モデルの研究は、宇宙における規則性とデタラメぶりのせめぎ合いを知るには絶好のテーマだと思います。先ほどちょっと話したグループ化による太陽系の安定化機構のアイデアは、このカオ斯的発想に基づくものですね。なにしろ、太陽系の力学は、そもそもカオスのふるさとなのですから……」。

●最期の七日目

ふたたび「最後の七日間～まえがき～」を見よう。今度は最後のパラグラフの部分だ。『*敢えて、想像をたくましくしてみよう。一週間で世界が完全な無秩序になるとしたらどんな変化が起こるか？ また一週間で世界に完全な秩序が来るとしたら何が起こるか？*』。

インタビュアーは想像力貧困のため、なかなか具体的なイメージが湧かないが、本当にそんな7日目がやってきたとしたら、このようなインタビュー記事をお届けする必要のない世界になっていることだけは予測がつく。

『我々にとって世界が意味あるのは、それがカオスだからである』(同「まえがき」より)。

「出版委員長、つぎ、囲碁の撮影OKですか？」やはり世界は“編集”可能だからこそ面白い。



かつて、三鷹の将棋・囲碁クラブの会長だった谷川さん。今も研究室には碁盤と碁石が。「えっ、対局中に碁盤上に宇宙が垣間見えるときがあるかって!? ないない、勝つことで頭がいっぱいだよ」。



「イーハトーブ宇宙実践センター公開展示会・公開ミニシンポジウム」報告

松本晃治(水沢観測所)

「宇宙と私たち」をテーマとした展示会が平成17年1月19日から23日まで水沢市横町のメイプル4階の産業文化ホールで、また、これに連動したミニシンポジウムが1月22日に水沢観測所で開催されました。これらはイーハトーブ宇宙実践センター(略称ISAC、<http://www16.ocn.ne.jp/~isac/>)の主催、水沢観測所の共催によって行われたもので、「開かれた天文台」をめざした両者の共同イベントとしては、天文台ニュース136号でご報告したサイエンスメイトに続く第2弾となります。「宇宙と私たち」というのはいささか漠然としたテーマと思われるかもしれませんが、生命・農業・言葉など身近なものを通して宇宙と人間の関わりを考えてみたいという思いがその根底にあります。「天文台ってなんだか難しそう」というイメージを払拭する狙いもありました。

展示会ではオープニングイベントとして第二東水沢保育園の5歳児のみなさんに太鼓演奏をお願いし、開幕を盛り上げていただきました。すばる望遠鏡がとらえた宇宙、ISAC会員らが撮影した天体写真、初めて天体望遠鏡で月を見た幼稚園児・保育園児の描いた月の絵や月観望会当日のようすをおさめた写真、銀河をモチーフにした絵画、水沢観測所で開発に取り組んでいる月探査衛星搭載用観測機器の紹介、広報普

及室からお借りしたマーズ・ハビテーション模型などを展示しました。惑星やVERA電波望遠鏡のペーパークラフトコーナーや宇宙食販売コーナーも設け、家族連れでも楽しめるように配慮しました。会場のある建物にスーパーマーケットが入っていることもあって、買い物ついでに立ち寄ってくださった方も多かったようです。「あっパパ、お星様の写真だよ!」と言いながら会場に駆け込んで来る子供さんの姿が微笑ましかったです。来場者数は5日間で900人を超え、たいへん盛況でありました。

毎年の一般公開では最先端の天文学・地球物理学の成果を分かりやすく解説する講演会を行っていますが、今回のミニシンポジウムでは少し視点を変え、宇宙・地球環境と身近な生活を結びつけるというテーマ設定で、5人の有識者の方に「宇宙・生命・人の営み」、「母なる星、太陽を探る」、「環境の変化と痛み」、「農と自然」、「天文と地域の言葉」というタイトルでそれぞれの専門分野の視点からご講演いただきました。少し難しいテーマではありましたが、みなさん多大な努力をしていただき、どの講演もたいへん興味深い内容でした。

休憩時間にはギター演奏でリラックスするという演出を加え、最後は中高生・主婦を交えたパネルディスカッションを行ない、「身近に感じる宇宙」というテーマで各自の体験を話していただきました。パネリストだけでなく会場の参加者からも意見や感想が活発に出され、とくに理科教育に関して「教室で教科書から学ぶだけでなく、外に出て実際の自然や宇宙に触れることが科学への関心を高める」という趣旨の意見が多く出ました。今後の広報普及活動の展開を考える上でも大いに参考にすべき意見だと思いました。



▲オープニングイベント。5歳児の演奏とは思えない迫力。



◀いつかは火星に住めるかなあ。

▶中高生、主婦を交えたパネルディスカッションのようす。





●2004年度VLBIワークショップ 「mm, μ arcsec, nGal で拓く測地・地球物理」報告

田村良明 (VERA観測所)

2005年1月20日と21日の2日間、国立天文台水沢観測所と同VERA観測所の共催で、「mm、 μ arcsec、nGalで拓く測地・地球物理」と題するワークショップが国立天文台三鷹キャンパスで開かれました。計23件の講演と、多数の参加者による討論を行いました。

国立天文台では、電波源の精密位置計測による銀河系の地図作りをめざすVERA観測が始まっています。また、VERAアンテナの位置を決めるための測地観測も、2004年末から定期的に行われるようになりました。VERAでは、座標の精度として1mm～2mmの精度を維持することが要求されていますが、実際の観測でもこれに見合う精度のデータが出始めていま

す。この精度を維持し、得られるデータを解釈していくには、観測局に変位を与える種々の要因に対して、これまで以上の精度でのモデリングが必要になります。また、測位観測（変位の観測）のみでは、地球物理学的な現象の一部のみを捉えることになり、重力観測などの他の観測手段とのコロケーションが必須になると考えています。

重力観測については、例えば超伝導重力計の国際観測網 (GGP: Global Geodynamics Project) による微細な重力変化の観測や、CHAMP、GRACEといった衛星重力ミッションによるグローバルスケールの重力変動が捉えられるようになっていきます。測位と重力の観測精度の向上は、地球のダイナミクスの理解を深める上で、その重要度は増しています。

今回のワークショップは、天文、測地、地球物理、そして装置開発のそれぞれの分野の研究者が会して、高精度観測を利用した今後の測地・地球物理研究について、そのサイエンス、観測と技術上の課題、今後の展望について議論することを目的に開かれました。今後、観測データの蓄積とともに、この種の研究会を継続していくことにより、新しい学問を拓くであろうことを確信しています。



▲講演のようす。

編集後記

- かなり前の話ですが、娘の小学校から「学校評価アンケート」と称して「学校ではxxの指導を大切にしていると思いますか (xxは教科名)」という質問をされて困りました。「学校評価」の根拠とすべきは「印象」ではなく「事実」であるはず。「事実と意見は分けて読み書きしましょう」と小学校で習ったことを思い出しました。(I)
- 昼間、突然意識を失うことがあり、これはナルコレプシーか？ はたまた SAS か？ いやいややっぱり「春眠不觉晓」の季節ですから……。 (O)
- 3日間ほどがんばって早起きをする用事があったのですが、その後体調が戻るのにまた3日ほどかかりました。サマータイムなど導入されたら結構大変かも。 (Y.H)
- 去年から裏表紙を担当していますが、だんだんネタ切れで、アカデミックでなくなっていくのがわかります。 (N)
- ハワイに1週間ほど滞在しました (もちろん仕事で)。実は、ここでは花粉が飛びません。あれほどひどかった花粉症も、うそのよう。春は、ずっとハワイに居たいなあ。 (F)
- 三鷹キャンパスのみごとな桜並木から花吹雪。心弾む春がやってきました。新しい人との出会いの季節です。『国立天文台ニュース』にもインタビュー記事を掲載する新コーナーが始まりました。みなさんの仕事場にもおじゃましますので、よろしくお願いします。 (係)

すばる望遠鏡共同利用採択結果

ハワイ観測所（唐牛所長）は 2005 年 4 月から 2005 年 9 月までの 6 か月間を、すばる望遠鏡共同利用第 S05A 期として公開しました。公募の結果 139 件、希望総夜数 457 夜の応募があり、プログラム小委員会がレフェリーによる審査結果にもとづき、合計 35 提案を採択し、89 夜の配分を決定しました。採択課題は以下のとおりです。

ID	PI	Proposal Title	Inst	Nts
S05A-007	Motohide Tamura	Spectroscopic Confirmation of the First 'Y Dwarf' with Subaru	CISCO	1TOO
S05A-008	Toru Yamada	Giant Lyman α Blobs and Structure Formation in the Universe	FOCAS,S-Cam	7
S05A-009	Tadayuki Kodama	Panoramic Imaging of Three $z \sim 1$ Clusters and Their Surroundings	S-Cam	2
S05A-012	Tadashi Nakajima	A Coronagraphic Survey for Brown Dwarfs and Planets around Nearby Stars	CIAO+AO	5
S05A-013	Motohide Tamura	Planetary-Mass YSOs in the Ophiuchus Dark Cloud	CISCO/IRCS+AO	4
S05A-015	Nobuo Arimoto	Exploring the Andies with Suprime-Cam	S-Cam	3
S05A-028	Eric Perlman	Searching for the Torus of M87	COMICS	2
S05A-029	Padmavati Yanamandra-Fisher	Mid-IR Imaging of Saturn and Its Rings in Support of Cassini Mission.	COMICS	1
S05A-030	Masatoshi Imanishi	Do ULIRGs evolve into QSOs?	IRCS+AO	2
S05A-032	Norio Narita	Measurement of the Rossiter Effect During Transits of the Exoplanet TrES-1	HDS	1
S05A-038	Tohru Nagao	Nuclear Star-Forming Activities in Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies	IRCS	2
S05A-041	Toru Misawa	Quasar central regions illuminated by intrinsic narrow absorption lines	HDS	2
S05A-042	Mitsuhiko Honda	Search for Crystalline Silicate in Edgeworth-Kuiper Belt Comets II	COMICS	1
S05A-047	Takashi Murayama	Searching for Proto-Quasars: CIV emitters at $z > 4$	FOCAS	3
S05A-056	Wako Aoki	Chemical Abundance Patterns of the First Generations of Stars	HDS	4
S05A-058	Nobuo Arimoto	Abundances in the Most Metal-Poor stars in Dwarf Spheroidal Galaxies	HDS	4
S05A-079	Elena Pian	Exploring the properties of the Supernovae associated with Gamma-Ray Bursts	FOCAS	1TOO
S05A-084	Takuya Yamashita	Detecting debris disk structures caused by orbiting planets	COMICS	3
S05A-086	Tohru Nagao	An Observational Pursuit for Population III Stars through H α Emission in Very High- z Galaxies	OHS	3

ID	PI	Proposal Title	Inst	Nts
S05A-088	Ken'ichi Nomoto	Type Ib/c Supernovae: diagnostics on energies, asphericities, and progenitors	FOCAS	2
S05A-091	Yoshiko Okamoto	Spectro-astrometry to reveal dust distributions within HAEBE disks	COMICS	2
S05A-098	Masato Onodera	Stellar Populations of BzK-selected Massive Star-forming $z \sim 2$ Galaxies	CISCO/OHS	4
S05A-104	Peter Lundqvist	Early evolution of a nearby Type Ia supernova	HDS/IRCS	1TOO
S05A-116	Satoshi Miyazaki	Spectroscopy of clusters detected in Suprime weak lensing survey	FOCAS	3
S05A-119	Masahiro Takada	Weighing Dark Energy and Neutrinos with Suprime-Cam Cosmic Shear Survey	S-Cam	4
S05A-129	Takashi Miyata	Time variation of $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ratio in the final stage of stellar evolution	COMICS	2
S05A-139	Yuhri Ishimaru	Pd and Ag abundances in the weak r-process enhanced stars	HDS	1
S05A-142	Takashi Hattori	Integral Field Spectroscopy of Emission Line Nebulae Associated with ULXs	Kyoto 3DII	2
S05A-143	Susumu Inoue	Probing early Galactic dynamical evolution with ^6Li in metal-poor stars	HDS	3
S05A-149	Masataka Ando	Spectroscopic deep survey of Lyman Break Galaxies at $z \sim 5$	FOCAS	5
S05A-158	Nobuyuki Kawai	Observation of Gamma-Ray Burst Afterglows in the Swift Era	various	2TOO
S05A-159	Nobuhiro Okabe	Weak Lensing Analysis of Merging Galaxy Clusters with Chandra/XMM-Newton	S-Cam	1
S05A-160	Masanori Iye	FOCAS MOS followup of Lyman Alpha Emitter candidates at $z \sim 7$ in SDF	FOCAS	2
S05A-168	Misato Fukagawa	Resolving Dust Property in Newly Found Disks	CIAO+AO	2
S05A-173	Takao Nakagawa	Probing Molecular Torus in AGN through Time Variability of CO Absorption	IRCS+AO	2

人事異動

平成 17 年 2 月 28 日付

● 辞職

谷口優紀子 事務部総務課

平成 17 年 3 月 1 日付

● 採用

工藤哲洋 理論研究部上級研究員

お知らせ

平成基礎科学財団・国立天文台

● 「科学しよう」第1回

～すばる望遠鏡で科学しよう～

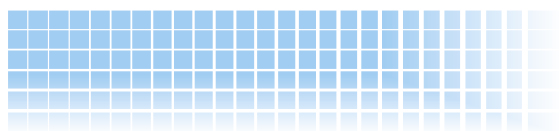
企画 I : すばる望遠鏡での高校生の観測体験

募集数：引率教員をふくめ 16 歳以上の高校生のグループ 10 名以内

締切り：書類選考 5 月 27 日（金）必着

* 学校毎の申し込み

詳しくは <http://www.nao.ac.jp/event/kagaku/>

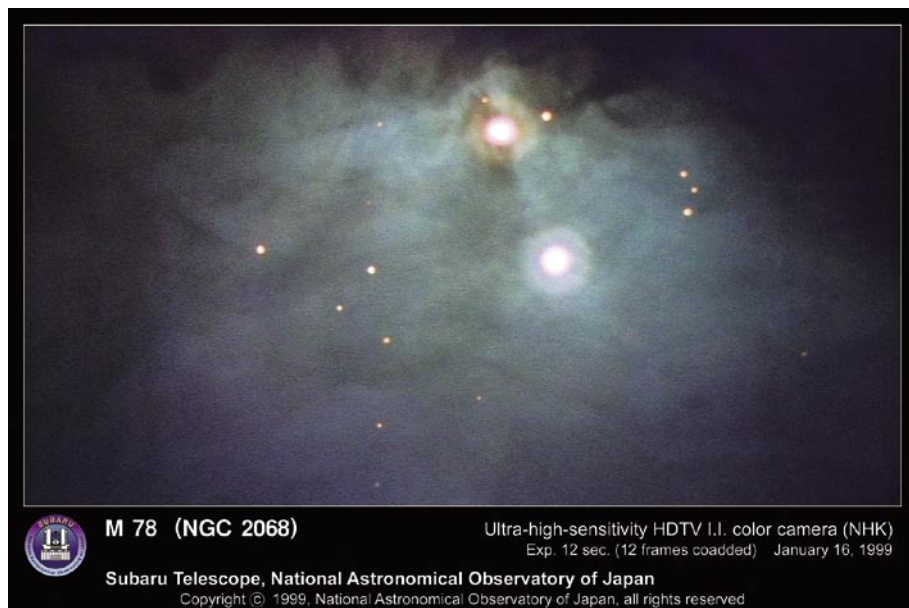


すばる

写真館

07

M78(NGC2068)

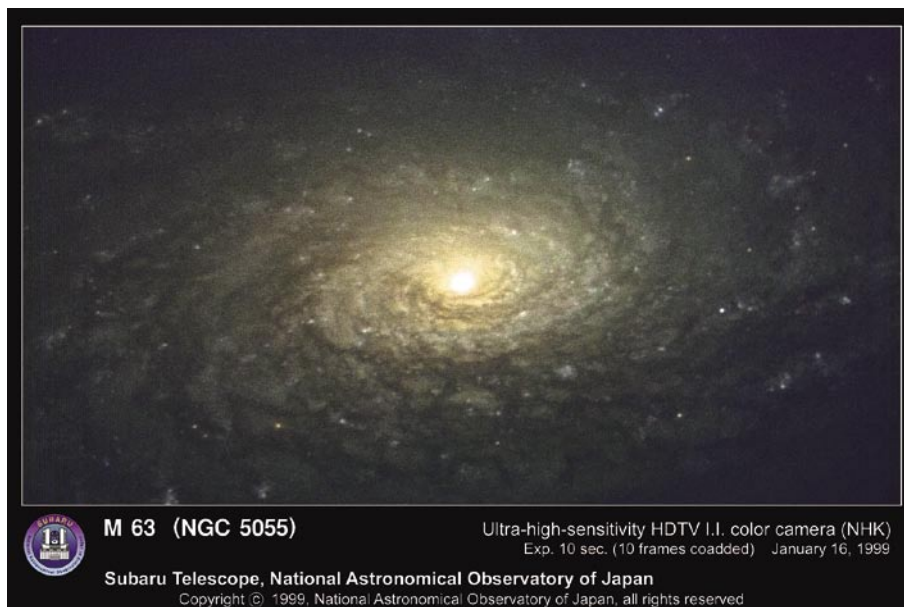


★ウルトラマンの故郷として有名な M78 星雲は、じつは我々の銀河系の中にある。これは、オリオン座のベルトの近くにある反射星雲で、二つの明るい星が周囲にある固体微粒子の雲を照らしている。距離は 1500 光年で、大きさは 4 光年、ウルトラの星はこの明るい星の惑星なのだろうか。すばるからは見えないが、南天には、銀河系のお伴をする小さな銀河、マゼラン雲がある。距離は 15 万光年で、宇宙戦艦ヤマト

に登場するイスカンダルは、ウルトラの星より 100 倍も遠い。SF の世界は、ワープ航法を生み出して、距離の問題を乗り越えたが、相対性理論は、光より速く移動することを禁じている。正確に言うと、もともと光より遅いものが、光より速くなることを禁じているのである。どうやら、ウルトラマンやヤマトなどの超光速移動は、SF の世界だけのことのようである。
(光赤外研究部主任研究員 中島 紀)

M63(NGC5055)

★ 1779 年にメシエの友人メシヤンが発見し、その日にメシエが初めて記録に残した、りょうけん座の渦巻銀河。星々がビーズのように連なる渦巻腕が多数あり、渦巻き模様は小さな中心近くまで続いている。「ひまわり銀河」の愛称で親しまれ、「美人銀河」の一人だ。距離は約 3500 万光年。子連れ銀河 M51 などと銀河群をなす。青く若い星々、赤い電離水素領域、無数のダークレーンを見事に写し出した「すばる」の高解像



画像はとくに絶賛されており、筆者のパソコンのスクリーンセーバー画面の一つともなっている。M63 は整った顔のおっとりした美人で、子連れで目立つ M51 に比べて、その研究論文は意外に多くない。最初にこの銀河にアプローチしたファン・マーネンの回転運動の論文 (1923 年) が後にスキャンダルとなったことなどが不幸の遠因かもしれない。近年、ファブリペロー撮像や野辺山の分子観測などで、この美人に再びスポットライトがあたり始めているが、もっと注目を浴びてよい銀河だ。

(光赤外研究部教授 家 正則)