



文部科学省

国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory

VERA観測局現る！



水沢局（岩手県）



鹿児島局（鹿児島県）



父島局（東京都）



2ビーム受信機駆動機構

7月号

目次

表紙	1
国立天文台カレンダー	2
研究トピックス	3
VERA観測局現れる 電波天文学研究系 助教授 小林 秀行	
お知らせ	4
ALMA 調整委員会東京会議報告 スター・ウィーク～星空に親しむ週間～ 「君が天文学者になる4日間」が開催されます 国立天文台野辺山特別公開 ハイテクビデオコンクール受賞	
エッセー	6
ありがとう すばる望遠鏡 そして BIG ISLAND 前国立天文台ハワイ観測所 事務長 有井 博文	
人事異動	8
総研大博士論文の紹介	8
続・もっとも若い原始星の発見 アルチェトリ天文台（イタリア共和国） 古屋 玲	
光遅延器による能動型超高位相安定 光ファイバー周波数信号伝送装置の開発 水沢観測センター 助手 佐藤 克久	
編集後記	11
天文台紹介	12
「国立天文台歴史館」公開始まる	

国立天文台カレンダー

<6月>

1日(金) 運営協議員会
4日(月) 太陽・天体プラズマ専門委員会
8日(金) 評議員会
11日(月)～12日(火)
 ALMA調整委員会(ミュンヘン)
22日(金) VERA水沢局 完成式(水沢市)
23日(土) 水沢観測センター - 施設公開
28日(木) 光赤外専門委員会

<7月>

25日(水)～8月3日(金)
 ハワイ観測所会計実地検査
30日(月) 運営協議員会
30日(月)～8月2日(木)
 君が天文学者になる4日間

<8月>

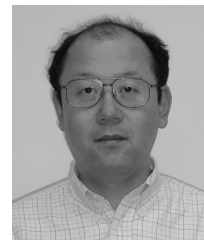
1日(水)～7日(火)
 スタ・ウィーク
 ～星空に親しむ週間～
5日(日) 岡山天体物理観測所特別公開
25日(土) 野辺山地区特別公開

表紙の説明

天文広域精測望遠鏡(VERA)の3局(水沢局、鹿児島局、父島局)が平成13年3月に完成した。口径20mの電波望遠鏡で、最大2度離角まで離せる2ビーム機構を有している。水沢局では、既存の10mアンテナ(20mアンテナの向かって右側)を位相補償VLBI観測の精度検証のために用いる。右下の図は、2ビーム駆動機構の工場試験時の様子。残る石垣島局を平成13年度内に建設し、世界初の位相補償VLBI観測を行い銀河系の精密立体地図作りを行う。

VERA 観測局 現れる

電波天文学研究系 助教授 小林 秀行



VERA(天文広域精測望遠鏡)は、平成11年度補正予算によって岩手県水沢市・鹿児島県入来町・東京都小笠原村に観測局の予算が認められ建設に着手しました。VERA 観測局は世界初の2ビーム機構を有する口径20mの電波望遠鏡とそれに付帯する22GHz,43GHzの受信機、1GHzの高速サンブラと磁気記録装置を含むバックエンド、水素メーザなどによる時計装置などから成ります。また既存三鷹相関局のVERA 対応の改修などが必要でした。さらに必要な観測棟などの付帯施設も整備され、VERA の上記3局が本年3月に無事、完成しました。(表紙写真参照)各担当メーカーおよび天文台関係者・鹿児島大学関係者の努力の賜物とたいへん感謝しています。

VERAは、電波干渉計のなかでもVLBIという観測手法によって観測する装置です。VLBIというのは、遠隔の電波望遠鏡で受信された信号をテープ上に記録し、それらを相関局に持ち込んで干渉信号を得るもので、干渉縞を得るために1マイクロ秒程度の正確な観測時刻と 10^{-12} 程度の時間精度を必要とします。しかしこの精度をもってしても、局内の遅延誤差や時刻の誤差また大気による天体信号の伝搬長のゆらぎによる誤差によって干渉縞の位相はゆらいでしまい、それが天体の位置計測の精度を劣化させていました。言い方を変えれば、2つの観測局で天体からの電波の到達時刻の差を正確に測定しても、観測局の上空の大気によって到達時間がゆらいでしまうために測定の精度が上がらないというのが従来の観測でした。これを近傍の2つの天体からの電波を同時に観測することにより、2つの天体の大気による到達時間差の影響は同じであると考えて、相互の天体で得られた到達時間差を差し引くことで誤差を補正し、正確に天体の方向を測定するのがVERAの大きな独自性です。VERAの観測局間隔は最長2300km(水沢局 石垣島局)になります。この基線で天体からの受信信号の到達時間差を50ミクロンの精度で計測すれば角度になおして5マイクロ秒角の精度になります。観測は最大基線のみで行うわけではありませんので、典型的には10マイクロ秒角の精度を目標にして

います。10マイクロ秒角というのは、月面の10円玉の大きさに匹敵する精度です。つまり月面の10円玉1つ分天体が動いたら、それを検出する精度であるということになります。この精度で我々の銀河系内の天体の位置を精度良く求め、地球が太陽のまわりを公転することによる天体の見える方向の違いによって三角測量の原理を用いて天体の距離を求めることができます。これで銀河系全域にわたって10%の誤差で測量を行うのがVERAの大きな目的です。それによって銀河系の立体地図や運動が詳細に観測できます。

さて、このようなVERAのアンテナですが、平成11年度の予算によって水沢局・鹿児島局・父島局の建設が認められました。平成12年の4月に入札が行われ、アンテナを始め、受信機・デジタルバックエンド・磁気記録システム・基準時計装置・相関処理システムなどの担当業者が決定されました。その後1年間をかけて3つの局の建設を開始しました。アンテナは、最大離角2度の2つの天体を同時に観測するために受信機を焦点面上に沿って駆動する必要があります。そのために「すばる」で開発されたスチュワート・プラットホームという構造が採用されました。「すばる」のものよりずいぶん大きなものですが基本的な考え方はおなじみものです。(表紙写真参照)これは6本のジャッキの長さのみを制御することにより並進・回転の運動を行うもので、自由度の大きさ・試験の考え方の単純さという利点があります。これの駆動精度・自重変形などの測定は、厳冬の丹波篠山の工場で行われ、出荷ぎりぎりまで測定・精度の検証を行いました。またVERA 観測局では2ビームでの観測を行うために受信機・バックエンドなどは基本的には通常のVLBI観測局2局分のものが必要になります。したがって通常のVLBI局6局分の製作が並行して行われ、各担当メーカーともにこのような多数のセットを同時に製作したことははじめてのことであり、所要性能の達成と納期を維持することはたいへんなことでした。またアンテナの現地設置工事においても、水沢局では15年ぶりの豪雪に悩まされ、小笠原局では離島

での建設の困難さがあり、特に資材の輸送計画で特段の配慮が必要でした。また入来局では秋の長雨に悩まされました。しかし担当業者の方々をはじめ天文台の研究系・管理部の各担当者そして鹿児島大学の仲間たちが一丸となって設計・製作にあたり、電波望遠鏡本体と観測棟を平成13年3月に完成させることができました。また地元で協力をしていただいた関係者にも厚くお礼を申し上げたいと思います。

先日、VLBA計画(アメリカで口径25mのVLBI観測局を10局有するプロジェクト)の建設に参加した研究者に会い、VERAは3局を1年で完成させたことを話すと、まさに驚異的なことであると驚かれました。スペースVLBI

を世界で初めて成功させた時もそうでしたが、日本の研究者とメーカー技術者の連携が見せた底力であると思っています。

さて今後は、最後の仕上げ石垣島局の建設があります。これからは我々研究者がシステムを立ち上げて、観測・成果に結びつけていかなければなりません。まずは今年度内にフリンジを検出することを大きな目標にして行きたいと考えています。欧米では、衛星を用いた高精度位置天文学衛星の製作が進められています。VERAは唯一、銀河系全体を見通すことのできる高精度位置天文学の装置ですが、これらに決して遅れをとらぬようチーム一丸となって進めたいと思っています。

お知らせ

ALMA 調整委員会東京会議報告

日本・北米・ヨーロッパの委員から成るALMA調整委員会(ACC)が4月6日、新宿・京王プラザホテルにて開催され、ALMA(正式名称は「アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計」に変更)計画の全体構成の立案を日本を含めた3者で進めることについての決議書にそれぞれの代表者(日本:海部国立天文台長、北米:Eisentein NSF 数理物理部長、ヨーロッパ:Cesarsky ESO 台長)が署名した。ALMA計画の舵を握る最高の意思決定機関であるこの委員会の日本側の委員は、池内了(日本学術会議会員、名古屋大学教授)、奥田治之(国立天文台評議員、宇宙科学研究所名誉教授)、海部宣男(国立天文台長)、五代富文(文部科学省宇宙開発委員会委員)、小平桂一(文部科学省科学技術・学術審議会委員、総研大学長)、田中靖郎(国立天文台評議員、宇宙科学研究所名誉教授)の6氏である。

これによって、日本の「大型ミリ波サブミリ波干渉計(LMSA)」計画、アメリカの「ミリ波干渉計(MMA)」計画、ヨーロッパの「大型南天干渉計(LSA)」計画として独立に構想され検討が進められてきた世界の大型のミリ波サブミリ波干渉計計画は、すべてALMA計画として一本化され、画期的な“世界干渉計”の実現を国際協力によって目指すことになった。日本の国立天文台が北米・ヨーロッパと対等な3番目のパートナーとして参加し、チリもまたホ

スト国として参加することで、ALMA計画は基礎科学研究の分野でも数少ない真のグローバルな計画となった。日本の参加により、特にサブミリ波での撮像性能や分光性能に大きな向上が期待されている。

この委員会での方針決定を受け、5月10、11日にはパリで3者の各ワーキンググループ幹事レベルでの調整会議が開かれ、3者ALMA計画の全体構成と日本・北米・ヨーロッパの分担案についての基本的な合意を得た。さらに6月11、12日にミュンヘンで開催されたACCの臨時会議においてこれらの方針の合意に至っている。これを受けて各国は2002年内の建設予算獲得に向けて予算折衝を行う。

なお、4月6日のACC東京会議の決議に関する記者会見には24社29名の記者の出席で活発な質議があり、当日の夜のNHKニュースや4月7日の朝刊各紙で大きく取り上げられた。

(電波天文学研究系 阪本成一)



決議書に署名する日本・北米・ヨーロッパの代表

「スター・ウィーク ～星空に親しむ週間～」

毎年8月1日～7日の一週間を中心に「子どもから大人まで幅広く星空に親しんでもらおう！」という趣旨のキャンペーンです。今年で7年目をむかえます。

8月という夏休み期間中に天文イベントを実施することで、普段、夜間には外出しにくい小学生や中学生にも実際の星空を眺めてもらう機会を提供することができます。広い意味での理科教育、生涯教育の一環として、また、普段以上に親子の触れあいをする機会としても意義のある企画と考えております。

以上の趣旨にご理解いただき、ご協力下さいますようお願い申し上げます。詳しくは、

URL <http://www.nao.ac.jp/pio/starweek/> をご覧下さい。

(スター・ウィーク実行委員会事務局)

「君が天文学者になる4日間」が開催されます

三鷹キャンパスでは、来る7月30日～8月2日にスター・ウィーク関連事業として、高校生を対象にした宿泊体験学習会「君が天文学者になる4日間」(通称「君天」)を行います。今回が3回目の実施となります。

「君天」では、全国から集まった高校生が、4人でチームを作り、若手研究者・大学院生の支援のもと、協力して宇宙の謎解きに挑戦します。チームごとに研究テーマを決めることから始まり、計画の立案、観測、データ解析、研究発表まですべてを高校生自身に体験してもらいます。主旨ご理解の上、ご支援・ご協力よろしく申し上げます。

開催期間：7月30日(月)～8月2日(木)
(3泊4日)

開催場所：三鷹キャンパス
(講義室・50cm望遠鏡・コスモス会館他)

募集人数：高校生16名

内容に関する問い合わせ先：

天文情報公開センター 縣 秀彦

TEL 0422-34-3929 e-mail:h.agata@nao.ac.jp

国立天文台野辺山 特別公開

国立天文台野辺山では、下記の要領で、特別

公開を開催いたします。

・日時 2001年8月25日(土)午前9時から午後4時まで。今年は例年より開催日が早くなりましたのでご注意ください。

・場所 国立天文台野辺山

・展示・見学

通常の見学コースのほか、45メートル電波望遠鏡・ミリ波干渉計・電波ヘリオグラフの各観測室、観測データを処理する計算機などを見学できます。宇宙・太陽からやってくる電波をとらえる観測装置のしくみや、最新の観測結果を展示します。工作体験コーナー・質問コーナーなどもあります。

・講演会

「宇宙は爆発・ジェットだらけ！ 太陽フレアからガンマ線バーストまで」柴田一成(京都大学) 11:00 - 12:00

「暗黒の宇宙を電波でえがくアンデスの巨大電波望遠鏡ALMA(アルマ)」長谷川哲夫(国立天文台) 14:00 - 15:00

・ご注意

入場無料・雨天決行。スリッパを各自ご持参ください。天文台内では食事の提供・販売はいたしませんので、ご了承ください。天文台入口駐車場は大型バス・障害者専用となります。その他の自動車の方は、野辺山スキー場の駐車場をご利用ください(スキー場からの無料シャトルバスを運行)。特別公開当日は、会場準備の都合上9:00-16:00のみの開場となります。

問い合わせ先

国立天文台野辺山

〒384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山

電話：0267-98-4300(代表)

<http://www.nro.nao.ac.jp/openday/>



ハイテクビデオコンクール受賞

国立天文台ビデオ第3巻「宇宙の果てに挑む」が第11回ハイテクビデオコンクール2000年度奨励賞を受賞しました。二百数十点の応募作品の中からの受賞でした。平成13年4月20日に、機械産業記念事業財団TEPIAホールにて受賞式があり、賞状と副賞のポヘミアカットグラスが企画者国立天文台と製作者株式会社リブラに授与されましたのでご報告致します。

この作品は、ガリレオ以来の人類の宇宙観の発展を紹介し、日本の天文学者がすばる望遠鏡に寄せる期待と意気込みを描いたものです。前半では20世紀初頭の銀河宇宙に関するシャプレーとカーチスの大論争、エドウィンハッブルの膨張宇宙の発見、ビッグバン宇宙論の確立などの経緯を分かりやすく紹介します。後半は日本の天文学界が、岡山天体物理観測所や木曾観測所の建設から、ハワイ観測所のすばる望遠鏡建設に至った経緯の紹介と、すばる望遠鏡と観測装置の建設に携わる国立天文台職員のインタビューから構成されています。

ビデオは、400年前に初めて望遠鏡を宇宙に向けたガリレイ・ガリレイ(ハワイ観測所職員ブライアン・エルムス)が自作の望遠鏡を手にすばる望遠鏡を訪ねる場面から始まります。ラ

ストシーンの撮影はすばる望遠鏡のファーストライト直後の1999年1月、雪の残る夕暮れの山頂で、冷たい風の吹く中皆凍えながらも、監督やカメラマンの納得の行くまで撮影が繰り返されました。三鷹の旧図書館を舞台にしたシャプレー(外国人客員教授ウラダス・バンセビシウス)とカーチス(外国人客員教授ウラジミール・コルチャーギン)の迫力ある熱演や、皆さん顔なじみの職員の個性あふれるインタビューも受賞に大きく貢献したものだと思われます。

個人的感想になりますが、企画案からシナリオ作成、ロケ撮影、声優によるアテレコ、オリジナル曲の音入れなど、ビデオづくりの一部始終に立ち会う機会を得、映画づくりの醍醐味を体験させて頂きました。特に声質や口調を自在に変えられる声優さんの技や、素編集ビデオを見てイメージに合ったオリジナル曲をシンセサイザーで当てて行く作曲家のプロの技には、本当にびっくりしました。

なお、このビデオは英語版も製作し、ハワイ観測所等では、地元講演などに利用していただいています。日本語版は天文学振興財団から2950円で販売されています。貸し出し用もありますので、まだ見ていない人は是非一度ご覧下さい。お勧めです。

(天文台ビデオ委員会 家 正則)

エッセー

ありがとう - すばる望遠鏡、そしてBIG ISLAND -

前国立天文台ハワイ観測所 事務長 有井 博文
(現 木更津工業高等専門学校 会計課長)



1999年9月16日すばる望遠鏡の完成記念式典前夜、紀宮清子内親王殿下の観望会にお供し、すばる望遠鏡で直に、この目で何億光年も先の宇宙を眺めた、その時の感動は、今もって鮮明に蘇る。マウナケア山頂で眺める星々の多さと鮮明さ、まさにマウナケアがすばる望遠鏡を待ち望んでいるがごときであった。野辺山の反対側である山梨の増富ラジウム温泉の近くで生まれ育った幼い頃、月明かりと天の川の明かりで稲刈りを夜遅くまでしたのが懐かしく思い出された。2年4月という短いハワイでの勤務であったが、本当にありがとう - すばる望

遠鏡そしてBIGISLANDよ -、夢を、希望を、そして感動をありがとう！貴方の使命は、最先端の技術の推移を駆使して完成したものであるから、必ずや世界に誇れる研究成果を出し、日本国民にもっともっと夢と希望を与えてくれるものと信じています。

1998年12月14日、妻とともに成田空港を2人の子供と義父に見送られ、夜半近く出発した。僅かな期待と大きな不安をジャンボ機に乗せ、一路ホノルル経由でハワイ島に向かった。

人生のいたずらか？褒美か？23年前に新婚旅行で訪れたハワイ島に、まさか勤務出来る

は夢にも考えたことはない。これが二度目の海外経験である。もう居直るしかないと自分自身に言い聞かせるも、ホノルルのエアポートに降り立った時は、このまま引き返そうと本当に考えた。国立天文台ハワイ観測所勤務を打診されたとき、家族会議を開き皆の意見を聞いたとき、安易にも私たちがハワイに遊びに行けるかも知れないので、行ったらどうと素っ気ない反応に、興味津々もあり、特に迷うこともなく返事をした。しかし、ローカルなヒロ空港に降り立ったときは、その思いは極限に達していたが、もはやどうにもならない、迎えに来てくれた石野君を見れば現地ロコボーイそのものの感じがしたが、あの体型どおり優しい彼を見て、もう観念するしかなかった。私に限らず、ハワイに赴任する者、特に事務官は必ずこんな心境になるのではないか？

やっとハワイ島に腰を据え、平静さを取り戻したころ、ファーストライトを1999年1月29日に迎え、この大プロジェクトに参与した数知れない人々の期待と不安を画面の向こうと目の前に見、成功を祈るのみであったが、すばる望遠鏡に初めて星の光が入り、コンピュータ上に映し出されたときの海部所長を始めとする関係者の感激の拍手、歓声は、今でも忘れることは出来ない。

妻は、2週間後に帰国し、初めての単身生活を、しかも海外で経験することとなったわけであるが、どちらかという孤独を好む自分にとっては、寂しさはなく、いろいろチャレンジし、ここでの生活をエンジョイする考えに段々なっていた。片言の英語ではあるが、気持ちは通じ、理解してくれているものと勝手に考えていた。言語、商習慣、文化等々日本とはかなり違い、戸惑いもしばしばあったが、ヒロは日系移民が創った街ということもあり、日本色豊かで、しかも気候が温暖で1年の気温差が4度くらいしかないと聞かされ、ビックリしたものである。が、雨の多いのには、いささかうんざりすることもあるが、コナ側にはない緑豊かな地が非常に気に入ったものである。

ハワイ観測所在任中は、本当にスタッフに恵まれました。特に事務室の面々は、頑張りやで気のいいやつが多く、伸び伸び勤務に精励できたことに感謝しています。少ない事務スタッフであるため、常に人間関係には気を配り、和気藹々の中にも厳しい姿勢で臨

むよう心がけました。また、現地雇用の事務スタッフも皆、日本人であり良い人たちで然も良く頑張ってくれ、本当に感謝に耐えません。先生方も事務室の意見を良く聞いてくれ、良い雰囲気の中、勤務することが出来ました。しかし、前にもふれたように、習慣及び文化の違いは、やはりあり、英語スタッフの現地雇用職員との安全管理上の問題、年次勤務評価の方法、運営への参画、連絡体制等の問題で所長を始め、頭を抱える問題も多々あり、未解決の事項もあります。しかし、現在は、かなり改善もされ、理解しあえる部分がかかなり増えたと思っています。

私が、赴任してから帰国までの間に、山頂との往来に際して、車による事故が発生し、この解決策が緊急の課題となっています。今後、抜本的な改革が必要と思われませんが、これをなし得なかったことに非常に悔いが残ります。

話は戻りますが、ハワイ滞在中の大きな思い出としては、すばる望遠鏡の完成記念式典は一大イベントでした。同日に、4200mに位置するすばる望遠鏡ドーム内での式典、ハワイ大学ヒロ校キャンパスセンターでの祝賀会を実施し、紀宮清子内親王殿下、海部元首相、森山真弓元文部大臣等国会議員4名、フォーリー駐日大使、佐藤事務次官、ホノルル総領事、ハワイ大学長等の御来臨を賜り、ホノルル在日本国総領事館経由外務省経由宮内庁との殿下対応は、本当に良い思い出です。圧巻であったのは、海部所長の発案である、ドーム内での式典に際し、望遠鏡を倒し、上げるときにくす玉を割ったのと、メインシャッターを開けドームを回転させたとき、感動のあまり殿下が立ち上がり、それに見入られたことです。また、日本において相当メジャーな施設となったすばる望遠鏡の視



察者対応で、国内勤務中は、到底会うことのない人々と接することができました。そして、最後は、何と言っても米原子力潜水艦グリーンビルと宇和島水産高校のえひめ丸との水難事故支援でした。ハワイ観測所から延べ10名もの者が、事故に遭われた9名のご家族のお世話を担当し、事故の悲惨さをまざまざと体験しました。

振り返れば、本当にハワイ勤務をしてきたのかと自問自答したくなるような2年4か月でし

たが、良き上司、良き先輩、良き同僚、良き後輩に恵まれ、かつ、数々の貴重な体験をさせていただいたすばる望遠鏡に再度、...ありがとう...と言いたい。君は、必ずや素晴らしい成果をもたらしてくれるものと確信しています。

今、千葉は菜の花が本当に綺麗です。しかし、一年中花を咲かせるBig Islandももっともって素敵です。大きく成長した君に、いつかきっと、また会いに行くからね!

「すばる望遠鏡...万歳...」

人事異動

平成 13 年 6 月 1 日付

転入

有本 信雄 光学赤外線天文学・観測システム研究系教授
(東京大学大学院理学系研究科
附属天文学教育研究センター)

総研大 博士論文の紹介

博士論文終了 2000 年 3 月



続・もっとも若い原始星の発見

アルチェトリ天文台 (イタリア共和国) 古屋 玲

ご記憶の読者も多いと思うが、1998 年 12 月号の国立天文台ニュースに「宇宙でもっとも小さな原始星ジェットの発見」という記事を書いた。この研究は「A Microjet: A Protostar's Cry at Birth」という学術論文にしては刺激的なタイトルで ApJ レターに掲載 (542 巻, L135) された。また和文でも、天文月報 (2001 年 2 月号) や核融合・プラズマ学会誌 (76 巻 p.633-) に書く機会に恵まれたこともあり、いまさら... という気がしてならない。が、編集部の強い勧めを断るわけにもいかない。

現在、もっとも若いとして知られる原始星、Class 0 天体は 38 天体が同定されている。実は、Class 0 天体の定義の一つである非常に冷たいエネルギースペクトル (SED) は、星なし分子雲コアの SED と区別がつかないのである。Class 0 天体と星なし分子雲コアを分ける大きな特徴は、Class 0 天体にみられる細く絞り込まれた巨大な CO 分子流の存在である。これらの CO 分子流は、降着円盤から磁場の力によって、細く絞られ両極方向に噴出しているジェットによって、駆動されている、と考えられてい

る。CO 分子流の有無といううがちに留まらず、Class 0 天体と星なし分子雲コアの物理的ギャップは大きく、中間の進化段階にある原始星が存在するはずである。そのような原始星はどのような特徴をもつのであろうか?

この疑問に答えるための格好の実験室が S106 FIR である (距離 600 pc)。我々は、VLA、VLBA による H₂O メーザーの超高分解能観測を行い、直径 10,000 AU の分子雲コアの中心 (図 a) にサイズがわずかに 25 AU の原始星ジェットを見つけた (図 b, c)。注目すべきは、VLBA 観測によって発見された U 字形に分布する、数 AU スケールのコンパクトな H₂O メーザー源である (図 c)。これは噴出したばかりの超コンパクト原始星ジェット 私たちが「マイクロジェット」と命名した が分子雲コアを掘り進むときに生じる衝撃波領域で励起されている、と考えられた。マイクロジェットの固有運動と視線速度から求められた天球面からの傾き角は 15° 程度と天球面にほぼ平行で、3 次元的な衝撃波面の伝播速度は 40 km s⁻¹ と求められた。マイクロジェットが原始星が噴出した最初の

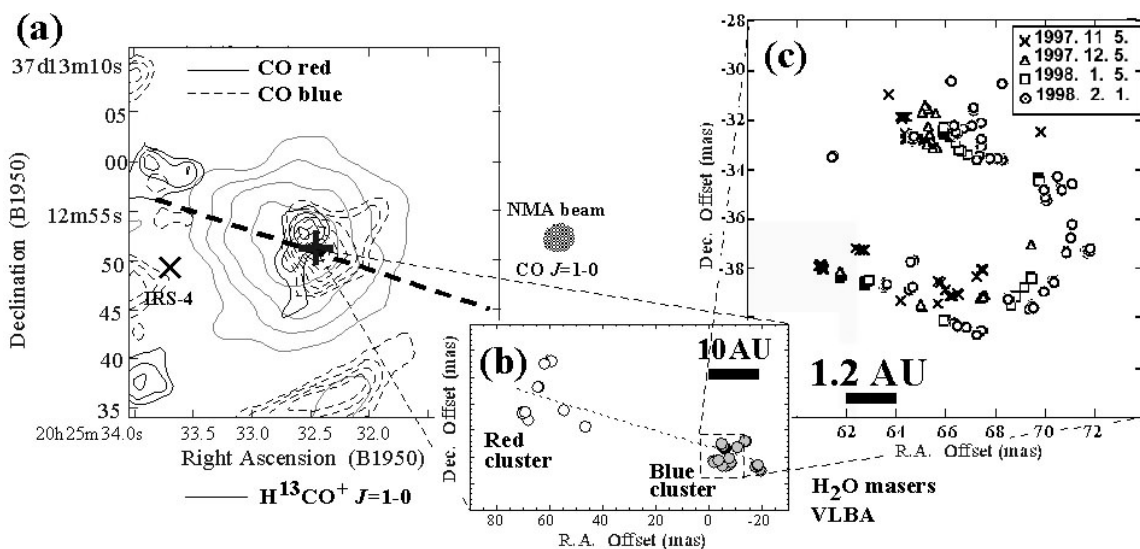
ジェットであるならば、CO分子流は形成され始めているのであろうか？

そこで、我々は野辺山ミリ波干渉計(NMA)を用い $^{12}\text{CO } J=1-0$ で、さらにCSO 10.4m鏡を用いて同2-1、3-2輝線での探査に取り組んだ。しかしながら、極めて高い感度でも、CO分子流は検出されなかった。NMAで得られた空間分解能3.0のCOマップ(図.a)では、COガスはメーザー源を中心にたかだか10~15の広がりしか持たない。これは、 $\text{H}^{13}\text{CO}^+ J=1-0$ でトレースされる高密度分子雲コア中心部のガスの分布を示している。レッドシフトしたCOガスは、メーザー源の北東に分布し、ブルーシフトしたCOガスはメーザー源の位置をピークに全体に分布する。私たちは、COガスの起源のひとつとして、回転しつつ動的降着しているエンヴェロップである可能性、形成初期段階のコンパクトCO分子流と回転エンベロップの複合した構造の可能性を考えている。重要なことは、Class 0天体の特徴である巨大なCO分子流はマイクロジェットの軸方向に検出されなかった、ことである。さらに、COガスの半値幅はたかだか 5 km s^{-1} と H^{13}CO^+ のそれの約2倍と細く、wing成分も見られない。マイクロジェットと高密度分子雲コアの存在は、マイクロジェットがガスを掃き集めて分子流を産み出す能力をもつことを示している。それにも関わらず、典型的なCO分子流が検出されなかったことは、S106 FIRは巨大な分子流を駆動する前段階の原始星であることを強く示唆する。では、この原始星の年齢はどれほどであろうか？

ひとつの示唆は、 $\text{CO } J=3-2$ 観測において分子流に特徴的なウィング成分が観測されなかったことから与えられよう。すなわち、マイクロジェットの先端が 40 km s^{-1} の速度で成長を続

け、CSO 10.4m鏡のビームサイズに到達するまでに800年を要する。さらに、S106 FIRは分子流を持たない唯一のClass 0天体であることから年齢を推定できる。Class 0天体の年齢(10^4 年)に、Class 0天体のうち分子流を持たない天体の数の比を乗じて得られる250年を目安にできる。いずれにせよ、推定される年齢は、これまでに報告されているもっとも若い原始星よりも、1桁若い。S106 FIRのずばぬけた"若さ"は、その質量放出現象の活動性の低さからも裏付けられる。仮に、年齢を1,000年とすれば、全光度で規格化された分子流の運動量フラックスの上限値 ~ 1.2 は、他のClass 0天体のそれらよりも3桁も小さい。このことは、S106 FIRはジェットを噴出したばかりで、ジェットの活動性のピークに達していないことを物語っている。つまり、星形成のもっとも初期段階のサンプル 星なし分子雲コアからClass 0天体へのミッシングリンク が遂に発見されたのである。さらに、本論文では、NMAで行った2mm帯連続波の観測結果とあわせて、S106 FIRのエネルギースペクトルの解析結果を報告している。この解析で得られたS106 FIRの全光度の上限値は、 $1,080 L_{\odot}$ と明るい。上述のように、質量放出現象の活動性が低いにも関わらず、このように明るいとは、原始星進化の最初期では質量降着率が増加していることに起因するのであろうと論じた。

修士課程の大学院生として在籍した大学の指導教官は、 H_2O メーザーをプローブに低質量原始星を研究しようという私の方針に「何がわかるのか?」とかなり懐疑的だった。が、結果はご覧の通りである。一生に一度の修士、博士論文、本当にやりたいことをやるべきだと思う。



光遅延器による能動型超高位相安定光 ファイバー周波数信号伝送装置の開発

水沢観測センター 助手 佐藤 克久



1. はじめに

周波数を基準とした物理現象観測では周波数標準器からの基準周波数信号が必要不可欠ですが、実際の観測システムでは周波数標準器と観測機器間は離れて設置されている事が多く、周波数信号伝送経路には環境温度変動や伝送ケーブル自身の動きによる位相変動が生じます。

周波数信号を安定に伝送する試みは、PTTI (Precise Time and Time Interval) 分野で活発に成されております。特に、NASAのJPL (Jet Propulsion Laboratory) グループは、DSN (Deep Space Network) アンテナ群への安定な周波数信号伝送という見地から精力的に開発を進めています。私が所属する国立天文台のグループは、1990年代初頭に、野辺山宇宙電波観測所へ移設設置した6m鏡で周波数信号伝送や中間周波信号伝送へ位相安定化光ファイバー (Phase Stabilized Optical Fiber) ケーブルを応用した世界で初めての測地VLBI観測を行い、信号伝送の位相安定度向上へ貢献してきました。

VERA やサブミリ波帯電波干渉計アレイ等の観測機器側からの周波数信号伝送路への安定度要求や、周波数標準器自体がイオントラップ型等の従来のものと比して一桁以上安定なものが開発されている事などから、信号伝送路の位相変動に対しての応答性が良く、世界最高の安定度を有する能動型超高位相安定光ファイバー周波数信号伝送装置を開発し、博士論文にまとめました。

2. 装置概要

本装置の動作原理は、光ファイバー中を伝送された周波数信号を、受信端から送信端へ返送し、送信端側で送出周波数信号と返送された周波数信号を位相比較する事により伝送路中で生じる位相変動を検出した後、検出総位相差の半分を補償し受信端での位相変動をゼロとするものです。この位相変動補償部分に世界で初めて光遅延器 (ODM) を採用し、位相変動に対する応答が1秒以下という世界最高レベルのレス

ポンス特性を実現しています。本装置の位相安定度を図1に示します。

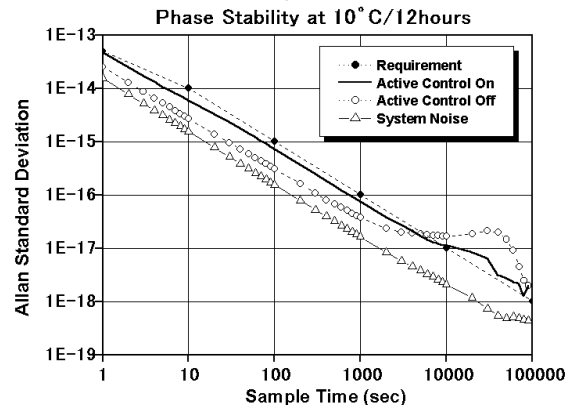


図1：能動型超高位相安定光ファイバー周波数信号伝送装置の位相安定度

本装置は、12時間で10℃変化する環境温度変動下で、アラン標準偏差値が7.5E-17 (積分時間1000秒)、1.1E-17 (積分時間10000秒)を示す世界最高レベルの位相安定度を達成しています。能動制御off時の安定度が全体的に悪化傾向にあるのは、使用したODMにバックラッシュが有るためと考えられ、今後の改良ではバックラッシュの無いODMを採用する事が必要となっています。本装置の外観図を図2に示します。



図2：能動型超高位相安定光ファイバー周波数信号伝送装置の外観図。右側が周波数信号伝送装置、左側が測定系

3. 位相安定度測定システム

世界最高レベルの位相安定度測定には、測定

系にも対応のシステム位相安定度が要求されます。これまでの位相安定度測定システムの主流は、Dual Mixer Time Difference (DMTD)方式と呼ばれるものです。しかしながら、今までのいずれの安定度測定システムをもってしても、今回開発した能動型超高位相安定光ファイバー周波数信号伝送装置の位相安定度が良すぎて評価測定が出来ません。そこで、今回新たに位相安定度測定装置も併せて開発しました。原理は、ベクトルボルトメータの位相比較直接DC出力信号を長時間積分しつつA/D変換を行うものです。図3に、今回開発した位相安定度測定システムのシステム安定度を示します。

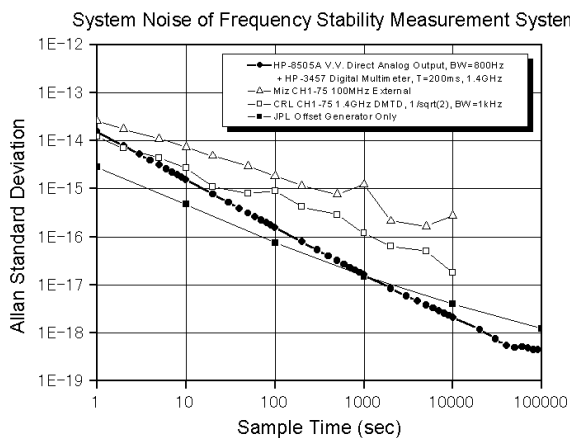


図3：ベクトルボルトメータ位相比較直接DC出力と長時間積分A/D変換による位相安定度測定システムのシステム安定度

今回開発した、ベクトルボルトメータ位相比較直接DC出力と長時間積分A/D変換による位相安定度測定システムのシステム安定度は、既存のDMTD方式位相安定度測定システムのシステム安定度より一桁以上良好な特性を示すと共に、JPLグループの位相比較部と比して長時間積分側で良い値を示しており、世界最高レベルの位相安定度測定システムとなっています。

4. まとめ

能動型超高位相安定光ファイバー周波数信号伝送装置を開発し、アラン標準偏差値が $7.5E-17$ (積分時間1000秒)、 $1.1E-17$ (積分時間10000秒)となる現在世界最高の安定度と1秒以下の応答速度を示しました。

更に、ベクトルボルトメータ位相比較直接DC出力と長時間積分A/D変換による位相安定度測定システムを開発し、アラン標準偏差値が $1E-18$ (積分時間10000秒)オーダーという世界最高のシステム位相安定度を達成しました。

ODMの応答性の良さは、光信号の遅延制御分野で応用可能と思われます。開発した能動型

超高位相安定光ファイバー周波数信号伝送装置は、VERAやサブミリ波帯電波干渉計アレイやイオントラップ型超安定原子周波数標準の基準信号分配伝送等での利用が待たれます。世界最高のシステム位相安定度を達成した位相安定度測定システムは、安定度測定分野での応用が期待されます。

謝辞

国立天文台・水沢地区の皆様には、長年に渡り物理的な物事の考え方や観測データの解析手法をご教授頂きました。また、人間の発する熱すら望遠鏡鏡筒の伸縮要因となると言う、一晩6時間にも及び凍てつく夜間の緯度観測では、一人佇みながら無私の境地で事象と対峙する心構えを学んだと思っております。こうしたご指導や経験により、装置開発と世界最高の安定度測定に際して心穏やかに臨む事が出来たと感謝しております。

本博士論文をまとめるにあたり、たくさんの方々のご協力を頂きました。特に、国立天文台河野宣之教授にはご指導と論文の細部に渡って適切なお助言を頂きました。元国立天文台原忠徳助教授と鹿児島大学西尾正則助教授には本研究の指針を与えて頂きました。また、国立天文台久慈清助助手と浅利一善助手には多くのお助言を頂きました。この場を借りて、皆様にあらためて深謝いたします。

編集後記

この4月から、ごくフツの女子大生に天文学の「基本のき」を教えることになりました。まだ数ヶ月ですが、講義で実感したことは、天文学に対する非常な熱心さと旺盛な好奇心です。へたに優秀な大学院生より、よっぽど鋭い質問をしてくるため、講師側は、毎回ハラハラしどおしです。ああ、しんど。(F)

Solar-B搭載望遠鏡の電気機器のプロトモデル品が出来上がりつつある。この号が出る頃はSolar-Bのプロトモデル電気試験が始まって、不具合発生で苦境に面しているのが目に浮かぶ。でも今のうちに不具合を一杯出しておくのが、飛びもの製作で重要なこと。(シ)

4月の異動で約5年ぶりに再びニュー・スを手がけることになりました。かつては割付表に文字数を数えて入れ、頁を作っていたのに、今ではすべてパソコン。時の流れの速さに驚いたり、戸惑ったりしている今日この頃です。よろしく願います。(Y)

天文台紹介

「国立天文台歴史館」公開始まる

昨年7月より始まった、国立天文台三鷹キャンパスの常時一般公開は予想以上の反響を呼び、開始8ヶ月の今年3月末で6千人を越える見学者を迎えることができました。お陰様で大好評と書きたいところではありますが、もっと詳しく天文学に触れたい、詳しい説明を聞きたい、もっと広い範囲を公開してほしい等の要望も多く、わざわざ天文台を訪ねていらっしゃる方々の関心の高さに驚く日々でもありました。

せっかく来て下さるみなさんに、もっと楽しく天文学に触れていただけるよう、また、国立天文台について詳しく知っていただけるよう、このたび、大赤道儀室をリニューアルし、「国立天文台歴史館」をゴールデンウィーク初日の4月28日にオープンしました。今まで平日は前室からしか65cm望遠鏡を見学できませんでしたが、この日より毎日、前室、観測床さらに1階部分の展示も見学できるようになりました。また、従来どおり土・日、休日、夏休みなどは、説明員をつけております。みなさんも是非一度ご来館ください。
(天文情報公開センター 縣 秀彦)

展示内容：

1. 前室 明治最古の望遠鏡（子午儀）
65cm 屈折望遠鏡操作盤 ほか
2. 観測床 65cm 屈折望遠鏡
国立天文台の歴史パネルと説明PC、
展示ケース2基(クロノメーター他)
観測と発見の歴史大パネル、65cm望
遠鏡紹介用50インチ映像、PAONET
ほか
3. 1階 ライトボックスで天体写真乾板を見る
コーナー(65cm、堂平シュミット
カメラ、木曾シュミットの乾板(複
製))プリンクコンパレーター、万能
投影機、手回し計算機などを触っ
て体験できるコーナー、天体シミュ
レーションソフト入りPC4台、レク
チャーコーナー、すばる天体画像と
三鷹構内の写真パネル ほか

