

天文台 メモワール

パサデナのTMTのラボ見学にて。
TMTのスタッフの皆さんと。

国立天文台での 6年間とおくる言葉

常田佐久

TSUNETAKA Saku

国立天文台長



2018年4月に台長に就任以来、国立天文台が抱える課題の解決と新規施策に取り組んできました。膠着状態に陥っていたTMT計画では、ハワイ州政府・州議会、米国国立科学財団（NSF）・AURAや文部科学省との連携に力を注ぎました。ハワイ先住民との対話を率先して行い、TMT International Observatory（TIO）の考え方を対立から対話へ根本的に転換しました。先住民の皆さんに対する見方は、当時のTIO指導者たちと私とは大きく異なりましたが、今ではTIO評議会の共同議長に就き、議論をリードするに至っています。2023年8月に行われた文部科学省科学技術・学術審議会によるTMTの期末評価では、これまで10年間の活動が高く評価され、さらに12月にはロードマップ2023に掲載されました。TMTは過去の実績について高い評価を受けただけでなく、今後10年間の活動も認められ、その未来についても実現可能なプロジェクトとして再度国の認定を受けたことになります。国立天文台と天文学コミュニティは、この国の付託を重く受け止め、TMTを必ず実現するべく強い意志を持って、さらに邁進していただくようお願いいたします。

「すばる2」、「アルマ2」の提案についても、学術審議会により、今後10年の継続が認められました。その他、すばるの

老朽化対策予算の確保、東アジア天文台（East Asian Observatory, EAO）のガバナンスの改善、科学研究部の創設、先端技術センターの強化、運営費交付金の配分に伴う種々のきめ細かい改善、超党派の天文議員連盟の発足などを行ってきました。ただ、この6年の台長職の間、こうした様々な取り組みや施策の中でも、とりわけ、TMTやEAOを「あるべき姿に整える」ことに奔走してきたと言っても過言ではないと思います。そして、これらの活動は、執行部の方々のみならず、事務部の皆さんをはじめ、台内外の多くの関係者の方々の協力があってこそ達成できたと思っています。皆様の多大なご尽力とご協力に、心より感謝を申し上げます。

さて、NASAが、JWSTの後継機としてHabitable Worlds Observatory（HWO）の検討を始めました。これまでの飛翔体搭載観測装置開発の実績をもとに、今後、NASAやESAの大型宇宙望遠鏡計画に、国立天文台が主要パートナーとして参画することを期待しています。また、「アルテミス計画」により月面

への輸送手段と月面のインフラが利用可能となり、月面からの天文観測が現実的となってきます。国立天文台の干渉計観測の技術や成果をベースとして、月裏面での低周波電波干渉計の実現、観測に一番乗りすることを願っています。地上での技術を熟成しない限り、宇宙に行くことはできません。国立天文台は地上の天文学の推進を本務としつつ、宇宙望遠鏡計画にも果敢に進出すべきです。

先端技術センター（ATC）、天文データセンター（ADC）は国立天文台のプロジェクトを技術開発面で支える屋代骨です。ATCでは「天文学のための技術を暮らしを支える技術に」を合言葉に「社会実装プログラム」を立ち上げ、量子コンピューター適用プロジェクトチーム、補償光学応用プロジェクトチーム、大型宇宙分割望遠鏡プロジェクトチームの3チームが活動しています。このような新しい試みをさらに発展させて、国立天文台の先端技術を社会に適用し、ウインウインの関係が構築されることを期待しています。ADCも単なるアーカイブ機能から脱却し、ビッグデータ、AI、オープンサイエンスをキーワードにしたアストロインフォマティクスと呼ばれる天文ビッグデータ・AI解析等の研究拠点となっていくことをぜひ目指していただきたいと思います。

最後に、大きな組織でも小さなグループでも、人と人が会話することの大切さ、声をかけあうことの重要性を申し上げたいと思います。私が若い頃は、新しいプロジェクトは井戸端話から始まった感がありますが、規模の大小にかかわらず、どんな仕事や計画でも、同僚や仲間とのコミュニケーションや協力なくしては成り立ちません。国立天文台内外の皆さんが話し合いと会話による理解を深め、国内外の人々と力を合わせ、天文学と関連分野がさらに発展していくことを願っています。

人と人が会話することの大切さ、声をかけあうことの重要性

インドの技術者達の質問に答える
(2023年8月、Indian Institute of Astrophysics)

退職の辞

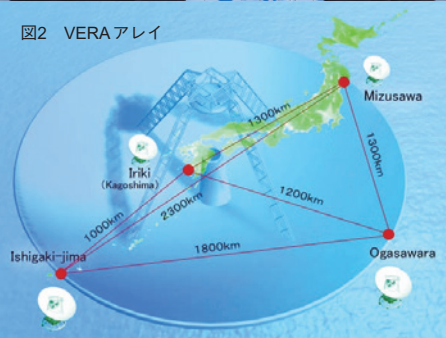
小林秀行

KOBAYASHI Hideyuki
水沢 VLBI 観測所 特任教授

その後、1999年に国立天文台に移り、VERA計画（図2）に参加し、その年の補正予算で予算化され、1年で水沢、入来、小笠原の3局を作ることになりました。VERAは、世界初の2ビームシステムを用いた位相補償VLBIによるアストロメトリ観測に特化したVLBIアレイで、新規設計の口径20mの電波望遠鏡3局を1年で建設するというのは、世界の電波天文学で経験したことのないものでした。水沢を中心として野辺山のVLBIグループも参加して、チーム一体で進めることができ、メーカでの製作の進捗管理をしながら現地での設置、システムの受け入れと全員が能力をフルに発揮して建設したものです。石垣島への日帰り出張を何度も行い、これも若さと体力があったからできたことだと思返しています。その後、建設だけではなく、位相補償・アストロメトリ観測の立ち上げ、精度の検証は若手研究者や大学院生たちと行い、当初の目標であった 10μ 秒角の年周視差の計測を20年の観測運用、研究の成果として達成できたことで肩の荷がおりました。



図2 VERAアレイ



VERAの建設が一段落してから、韓国、中国とともに東アジアVLBI観測網EAVN（図3）の構築を開始しました。韓国のVLBIネットワークKVNの建設、上海における65m電波望遠鏡の建設などと並行してEAVNを組織し、KVNのために建設する予定であった相関器を日韓の協力で東アジアVLBI相関器として増強し、日韓で共同開発することができたことは楽しい思い出です。EAVNは、2018年から共同利用を開始し、着々と独自の成果をあげています。

2010年から2018年の財務担当副台長の時は、アルマ望遠鏡の建設の予算要求と執行、TMTの予算化などを進めました。かつての野辺山の干渉計グループの悲願であったアルマ計画の実現に携われたことで、少しは恩返しのできたのかもしれません。私の研究生生活は、電波望遠鏡を作って性能を評価することばかりでした。日本の電波天文学が野辺山以来、世界の中で確たる地位を築き上げることであった良い時期でした。現在の日本の科学、天文学の状況はたいへん厳しく欧米や中国、インドに比べて予算や人員の伸びが甚だしく少ないという初めての苦境に陥っています。しかし国外の天文学も過去に同様の苦しい時代を経ており、これは日本の天文学が次の段階に進むために経なければいけない経験であり、その後の飛躍の 때가必ず来ると皆さんにエールを送って筆を置きたいと思います。先輩、同僚、学生、事務の方々にお世話になり、家族に支えられ、たいへん楽しい時を過ごすことができました。ありがとうございました。

飛躍の 때가必ず来る

図1 VSOPの概念図

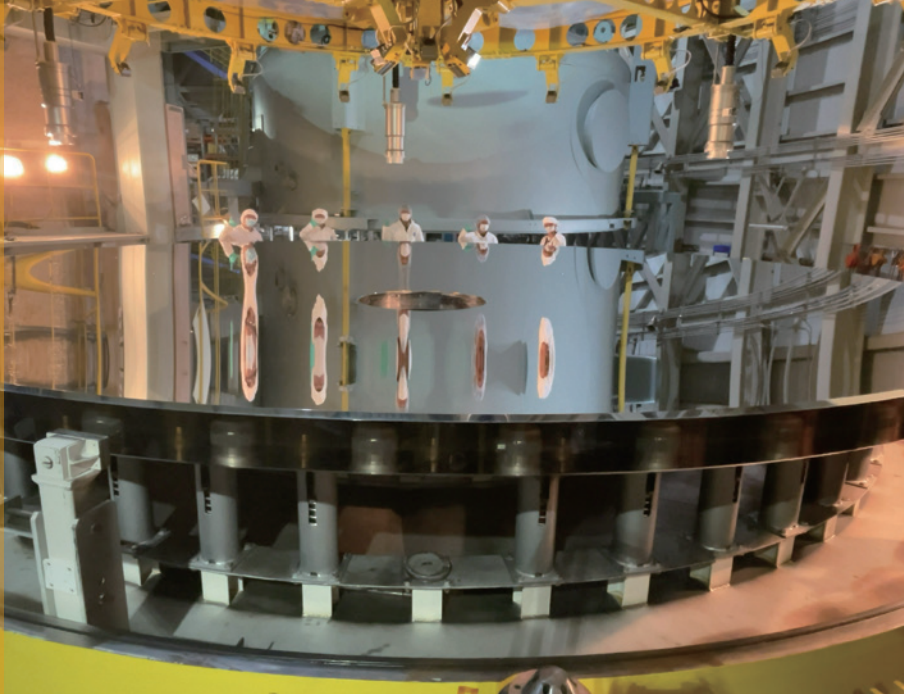


図3 東アジアVLBIアレイ

Jatiluhur 32m

1988年に野辺山宇宙電波観測所ミリ波干渉計による水メーザーの研究で学位取得後、1989年から宇宙科学研究所でスペースVLBI計画「VSOP」（図1）に参加しました。日本で初めての電波天文観測衛星「はるか」の開発で、テンショントラスという設計概念でケーブルだけで精密構造を作るという画期的なものでしたが、ケーブルの絡みには苦勞し、結局はケーブル間にメッシュを貼るという斬新なアイデアで乗り切ることができました。ロケットは、M-V型ロケットの初号機であり、打ち上げ能力の不定性が大きくなかで、重量の削減はロケットグループとのせめぎ合いで厳しいものでしたが、最後はロケットグループから重量よりは良い衛星を作ってくださいと言われたのは感激でした。世界初のスペースVLBIを行うのに、日本にはVLBI用の多局相関器がなく、当時の西村宇宙研所長、古在国立天文台長に直談判を何度もして補正予算で実現することができました。衛星を作って、地上ダウンリンク局を作って、相関器や地上の電波望遠鏡を作ってやっと研究できる、欧米に比べて日本の研究者は、なぜこんなに作らなければいけないのかとも思いましたが、今にして思えばたいへん幸運なことでした。システムをすべて理解し、開発に参加することは自らの理解を大いに進めることができ、VLBIシステムを文字通り体得することができました。

「お皿（TMT主鏡分割鏡の鏡材）がまだ200枚足りぬ」 TMT主鏡製作は道半ば、これからも見守っていききたい



2022年、すばる望遠鏡の（物理的な外径としては）8.3m主鏡の再コーティング直後のできあがり確認。向かって左から沖田博文さん、佐藤立博さん、宮崎聡さん、早野裕さん、筆者。



最終談話会でスーツを着たら、嵐になってしまった。Ramsey Lundockさん撮影。

mémoire

宇宙を映す鏡の 性能を追いかける

林 左絵子

HAYASHI Saeko

TMTプロジェクト 准教授



1985年10月、214から125。これは野辺山宇宙電波観測所の45m電波望遠鏡（ヨンゴ）の鏡面誤差（単位ミクロン）の改善状況である。電波ホログラフィ測定に基づいて、600枚の主鏡パネルの段差や傾きの違いをパネル調整装置（パネ調）で追い込むことで到達できた。翌年の測定では一辺50センチの電波吸収体を鏡面に付け、測定分解能を確認した。写真はその固定作業の様子で、実際の作業は三菱電機の方なのだが、手前に置いてあるヘルメットに東京天文台とあるのでとてもムカシであることがわかる。メーカー、大学（自分は院生の時期）、天文台のメンバーが同じ釜ならぬ皿の飯を食べる風と一緒に取り組み、本格的なミリ波観測の性能を達成していった。電波ホログラフィに基づくメインレフの性能向上は、学位取得後に職を得た15mのサブミリ波望遠鏡でも起きた。昼はパネ調、夜に測定、みるみる効率が上がり、自信を持って共同利用観測を走らせられるようになった。

1980年代に始まった8-10m級大型光学赤外線望遠鏡のプロジェクトでは、ケック望遠鏡が分割鏡方式を採用したものの、日本は単一鏡を選んだ。ハワイから日本に戻って参加したすばる望遠鏡作りでは、主に望遠鏡光学系に関わった。主鏡は最初の硝材の鋳込みから、研磨の最終段階での慎重な仕上げ、そしてハワイ島到着まで8年かかっている。1998年11月山頂に到着後、第1回のアルミニウムコーティングが行われた。写真は、2022年8月に行なった主鏡再コーティング直後の輝かしい主鏡である。

次世代超大型光学赤外線望遠鏡3台のうち、日本がものづくり面で実際にリードしている30m望遠鏡（TMT）にあっては、主鏡を構成する分割鏡を国も違う複数の工場での技術・品質立証および製品について仕様適合審査をきっちり行っていく必要がある。物作りを分担、しかし最終製品は高性能の主鏡の一部となるのだ。

このように望遠鏡は、もの作り面での分担とその結果を融合し、それまで存在しなかった観測手段を人類に提供することができるようになってきた。望遠鏡作りも天文学の研究も、安心して空を見られる平和な環境でこそ進められる。分担・融合を高め、（地球外にも）住^{じゅうこう}劫を見つけていきたいものである（住^{じゅうこう}劫：仏教用語で世界と生物が安穩に続いていくこと、と辞書にある）。

1986年技術シンポに大学院生として参加した際に、ホログラフィ測定に関する集録記事の最後に10m級の光赤外望遠鏡測定をやりたいと書いていた。現在、面積でその約10倍になるものについて、研磨加工やコーティングについてμやナノメートルの単位を使って検討や実験を進めている。「技術進歩路有無」と当て字で書いたが、技術進歩有りどころか、やればやるほど進められる。経験も専門も出身も異なる方々と一緒に、なんとも面白い路を辿ってきた。路すがら、日本国内外で多くの方々にお世話になってきた。心からお礼を申し上げたい。

1986年、45mミリ波望遠鏡上で、ホログラフィ測定校正用の電波吸収体取り付け作業。日暮後で暗いにもかかわらず作業いただいている。このメーカーの方々には、およそ40年前の当時からお世話になってきた。



大物狙いの 研究生活

中島 紀

NAKAJIMA Tadashi

アストロバイオロジーセンター 講師



私が天文台に来たのは、1997年の4月です。それまで、アメリカで12年、そのうち10年は、カリフォルニアで大学院生と、研究員として過ごしました。

当時の小平台長から辞令をいただく時に言われたのは、「何をやってもらいたいから、できれば大きなことをやりなさい」ということでした。私は、天文台に来る2年ほど前に、褐色矮星という分野で一山当てていたのですが、天文台にきて、次の山は何だろうと思いつながら、とりあえずのところは、褐色矮星の研究を続けていました。幸い東大天文教育センターの辻隆先生という、褐色矮星の大気の第一人者がおられたので、分光観測から共同研究をすることができました。

観測天文学では、望遠鏡時間、観測装置、人、予算などの制約がある中で、ターゲットとして最適解を求めることになります。カリフォルニアにいた時は、望遠鏡時間が豊富で、ユニークな観測装置があり、人に恵まれていたので、最適解として、低温褐色矮星の発見を狙うことにしたのですが、日本では、なかなか最適解を見つけられませんでした。

大きな目標が定まらないまま、東大天文教育センターの故川良公明さん、大藪進喜さんと、オーストラリアで仕事をしたり、郷田直輝さんの立ち上げたJASMINE計画に関わったりしているうちに、天文学も、ビッグサイエンスの時代に入ってきて、お金とそれに伴うマンパワーが支配する世界になってきたと思わざる得なくなりました。私は、お金の勘定が苦手で、また大人数と仕事をするにも向いていません。この時点で、「天文学における大きいこと」を狙うのをやめて、私の持つ自由な時間でできるユニークなことを狙ってみようという方針を変更しました。

最初に考えたのは、天文学、天体物理学を概観する1冊の本を書くことでした。しかし、これは挫折しました。天文学は、博物学であって、時間とともに、アメーバのように広がっていきます。末長く読んでもらえるような本は、とても書けないと結論しました。

天文学の本は、諦めましたが、私のバックグラウンドである、物理学は事情が違います。物理学は、基礎物理学という幹がしっかりとあって、その上に枝葉が付いているので、基礎物理学の部分は、普遍性を持っています。ただしこの幹は、非常に太いので、すべてを攻略するのは簡単ではありません。学部生の学ぶ基礎物理学は、古典力学、電磁気学、相対性理論、量子力学、統計熱力学ですが、これらを相互関連まで含めて、マスターした上で、大学院に進む学生は、少数派だと思います。そこで、基礎物理学の諸分野の要点と相互関連を、言葉で概観した上で、教科書や参考文献を紹介する本を書いたら意味があるのではないだろうかと考えて、2007年に、『物理学を学習する大学生・院生のガイドブック』という本を出版しました。出版元の吉岡書店によれば、それなりに好評だったようです。

2016年にアストロバイオロジーセンターが発足して、所属はそちらに移りましたが、田村センター長からは、今まで通りにやって良いと了解を得ました。この頃量子力学の未解決の大問題である「観測の問題」に解決策があると確信して、調べ始めました。これは、褐色矮星の発見よりも、ずっと大きな山です。ノート10冊を作り、論文を10回リジェクトされたのち、2023年について、「Microscopic Quantum Jump: An Interpretation of Measurement Problem」という論文が、出版されました。物理学でも一山当てて安心して退職できることになりました。

私の本や、論文の執筆環境を与えてくださった国立天文台とアストロバイオロジーセンターに感謝いたします。

Brown Dwarf Gliese 229B
(Palomar Observatory)

褐色矮星の発見に続いて、量子力学の大問題「観測の問題」を解決！