

東京大学アタカマ天文台 TAO 6.5 m 望遠鏡

吉 井 讓

〈東京大学大学院理学系研究科天文学教育研究センター 〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1〉
e-mail: yoshii@ioa.s.u-tokyo.ac.jp



東京大学アタカマ天文台 (The University of Tokyo Atacama Observatory; TAO) は、南米チリ・アタカマ砂漠の標高 5,640 m 地点に位置し、念願であった口径 6.5 m の TAO 望遠鏡の完成を数年後に控えている。本望遠鏡の実現には、10 年を超す長きにわたる光赤外線天文学大学間連携の協力関係が欠かせないものであった。ここでは知られざる大学間連携の経緯と、連携のさらなる発展に向け邁進する望遠鏡製作現場から現在の進捗状況を紹介する。

1. はじめに

光赤外線天文学大学間連携は、本特集号でおわかりいただけるように、発足から 4 年間で多数の成果を上げており、中小規模の地上望遠鏡が連携して最先端の研究を推進する枠組みとして有効に機能している。他方、連携観測をさらに発展させるためには、それを超える規模でフレキシブルに運用できる大学望遠鏡が必要である。

私たちは現在、大学間連携の枠組みの中で、東京大学アタカマ天文台 (The University of Tokyo Atacama Observatory; TAO) 計画^{1), 2)} を推進している。現時点では口径 1 m の mini TAO 望遠鏡が設置され連携観測に参加しているが、数年後には口径 6.5 m の TAO 望遠鏡が完成予定である。

地理的な利点もある。TAO サイトは南米チリ共和国北部アタカマ砂漠のチャナントール山頂。天文台の標高としては 5,640 m と世界一を誇り、眼下には ALMA 望遠鏡群を一望する。大気吸収の影響が著しく少ないため他の地上望遠鏡では観測が困難な赤外線波長帯での観測が可能である。晴天率やシーイングも抜群で、世界屈指の観測サイトである。日本が光赤外望遠鏡をもたない南半球の経度に位置するため、日本国内では観測不可

能な天域、時間帯を補完する重要な役割も果たす。独創的な研究を推進し、連携の発展に大いに貢献できる。

本稿では、連携に至る経緯と TAO 計画の具体的な進捗について述べる。なお、mini TAO 望遠鏡における科学的な成果については学術誌³⁾⁻⁷⁾ で発表されているほか、本誌第 106 巻第 1, 2 号 (2013 年) で解説されている。2016 年春季年会 (首都大) の企画セッションでは、TAO 望遠鏡を使ったサイエンスなどについて議論を行う予定である。こちらもぜひ参加いただきたい。

2. 連携開始への経緯

光赤外線分野での大学基盤強化、大学間連携という言葉が本格的に使われたしたのは、国立天文台のすばる望遠鏡が観測を開始した頃にさかのぼる。なかでも、2000 年 4 月 4 日、東大本郷で天文学会春季年会の開催中、光天連総会での京大・東大・東北大、それぞれの望遠鏡計画の紹介がきっかけだったように思う。京大は国立天文台の岡山観測所の移管を視野に 188 cm 望遠鏡の後継機を建設する計画。東北大はみちのく望遠鏡の実現のため阿武隈山系に口径 2.5 m 望遠鏡を建設する計画。東大はチリ北部のアタカマ高地に口径 6.5 m

望遠鏡を建設する計画。このとき東大は初めてTAO計画を公表したばかりであり概算要求はこれからという段階であった。各大学はそれぞれの研究目的、考え方に基づいて独自の望遠鏡計画を推進中であり、それらの計画の相互の位置づけや、大学間連携の必要性の議論は遅々として進まず、2003年の新春早々1月6日になってようやく京大で「大学連合拡大運営委員会」が開かれることになった。京大、東大、東北大、名大が参加して、各大学の計画の進捗状況や連携・協調の可能性について胸襟を開いて語り合った。その後、それぞれの望遠鏡計画の意義や必然性の理解が進み、文科省と予算折衝がなされつつあるなかで、各大学がばらばらに予算要求して行ったのでは、光赤外線以外の他分野からはその意図に疑念を抱かれるかもしれない。ともかくこのままではいけないという危機感もあって、国立天文台と各大学間で基本的な進め方について以下のような合意形成が必要であるとの共通認識ができた。

1. 各大学の計画の相互の位置づけと連携について、整合性のある共通の理解（戦略）をもって外に対しても説明するようにする。
2. 複数の大学望遠鏡を、大学共同利用研究所である、国立天文台の基本方針のなかに包括的に位置づけて、密接な協力関係のもとで計画推進を図る体制を確立する。

4月8日には、京大、東北大、東大、名大、広大の望遠鏡計画責任者が一同に会して、国立天文台の海部宣男台長（当時）と懇談する会が催され、それが締めくくりとなって、4月23日に学術会議天文研連から特別議事録が出された。大学の光赤外望遠鏡計画の重要性がうたわれ、大学望遠鏡と国立天文台の共同利用型望遠鏡、それぞれの役割や相補についての認識が天文コミュニティー全体で共有されることになった。

その後、国立大学の法人化による組織再編、文

科省の概算要求仕組みの変更、東北大の望遠鏡計画の見直しなど、情勢が大きく変化するなか、2004年9月17日、京大の舞原俊憲教授から筆者宛てにメールが届き、両大学の緊密な連携・協力の下でそれぞれの望遠鏡計画を推進することを確認する覚書の提案があった。当初、この提案に戸惑いがあったものの、やがてTAOもその方向で困難な情勢に共同で対処しようということになった。これが契機となり2005年1月21日には光天連から東大6m級と京大3m級の望遠鏡計画の推進を望む運営委員会声明が出された。当時の海部台長の英断で、国立天文台の大学支援の形として、大学間連携事業費を2006年度概算要求で提出しようという動きになった。具体的には両大学はそれぞれの責任で望遠鏡予算獲得を目指す、国立天文台が両大学の計画の事前調査費に相当する経費を一括して概算要求するというものであった。これには東大と京大の協力関係の格段な強化が前提であり、その覚悟について国立天文台から決断を迫られたのである。紆余曲折はあったものの、議論を重ねることによってその前提を受け入れる最終決断をした。2005年2月21日に国立天文台執行部に対してその旨を報告し、つづいて2月23日にはすばるユーザーズミーティングで両大学の望遠鏡計画の一体化について講演を行い、5月18日には天文研連より新情勢に対応した両大学望遠鏡計画とその協力関係を評価する特別議事録が出るに至った。締めくくりとして6月9日に京大にて、「東大および京大の望遠鏡プロジェクト推進に関する協力関係についての協定」が締結された（図1）。これは舞原提案であり、のちに言うところの東大と京大の歴史的な文書である。これを受け、国立天文台から2006年度概算要求「大学間連携による先端的天文学の共同拠点形成事業（東大、京大、国立天文台）」が文科省に提出された。このときは残念な結果とはなったが、これが現在の大学間連携概算要求の最初の枠組みであり原点であった。翌2006年、大学における



図1 東大と京大の協力協定締結時（2005年6月9日 17:20）の写真。署名者は右から、筆者（東大理学系研究科天文学教育研究センター長）、長田哲也教授（京大理学研究科宇宙物理教室主任）、柴田一成教授（京大理学研究科附属天文台長）。

次世代赤外線技術開発体制の構築を掲げ、さらに名大と広大を加えて2007年度要求ということで再挑戦したが前年同様の結果となり、要求の再検討が必要になった。

いったん休止した概算要求の再開は国立天文台にとってハードルが高かったに違いない。東大と京大は両大学の協力協定をよりどころに手を携えて関係各所に大学間連携事業推進の必要性を説いて回り、国立天文台に幾度も概算要求の再開をお願いした。これまでのように両大学の計画を中心に据えた内容ではなく、全国の大学の口径1-2mの望遠鏡を有機的に結びつけて突発天体観測の広域ネットワークを構築する。それによって研究推進、学生教育、人事交流を促進し、両大学の望遠鏡計画を下支えする。以上の新しい切り口で、国立天文台が光赤外線分野で概算要求の再々挑戦に踏み切る決断をしたのは実に4年ぶりの2010年。観山正見台長（当時）のリーダーシップの賜物であった。この要求は大学望遠鏡の重要さを認識しつつあった文科省に好意的に受け止められ、幸いなことに2011年度から予算が措置されることになった。大学間連携が議論されて10年を超す長い道程後の壮挙であった。

その2年後の2013年1月、東大TAO 6.5 m望遠鏡計画に対する補正予算が内示された。さらに

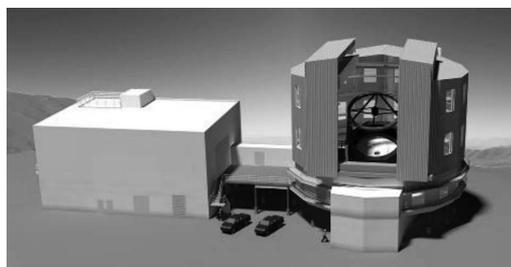


図2 チャナントール山頂のTAO 6.5 m望遠鏡ドームと観測運用棟の完成予想図。

翌2014年には京大3.8 m望遠鏡計画にも補正予算の内示があった。大学間連携事業が運用中にもかかわらず、相次いで予算措置がなされたことは、とりもなおさず、両大学の大学望遠鏡が重要との認識があったからにはほかならない。一翼を担う私たちは、この大学間連携の流れをさらに発展させる使命があるとの気概をもって、現在、TAO 6.5 m望遠鏡の完成に向けて邁進している。次章ではその製作現場からの進捗状況を報告する。

3. TAO計画の進捗

口径6.5 mのTAO望遠鏡の建設費が補正予算で措置されてから2年が経過し、TAO計画は現在、各部の製作フェーズに入っている。すでに望遠鏡や付帯設備の基本的な設計を終え（図2）、製作が大詰めを迎えている。現時点で、主鏡・副鏡・第三鏡およびこれらのミラーセル、望遠鏡架台、ガイダー・波面測定装置、鏡輸送洗浄システムとエンクロージャの一部製作を行ったほか、山頂設備および蒸着装置の設計も進んでいる。現地ではTAOサイト最寄りのサンペドロ・デ・アタカマ市の東大所有地にTAO山麓研究棟が完成し、2014年11月21日に完成記念式典が催された。

完成予定の2017年度まであと数年と迫るなか、スケジュール管理や契約などの取りまとめを一手に引き受けるのは宮田隆志准教授だ。東京大学の事務部をはじめ国内外の企業、TAOグループ内部の調整業務に明け暮れている。製作は基本的に

表1 TAO望遠鏡の主要パラメーター.

サイト	
標高	5,640 m
緯度, 経度	-67.7422°, -22.9866°
望遠鏡本体	
タイプ	リッチ-クレチエン系
最終F値	12.2
視野	25分角
焦点面	ナスミス×2, ペントカセグレム×2
主鏡外径	6,500 mm
主鏡有効口径	6,154 mm
主鏡構造	ガラスハニカム軽量鏡
架台	トライポッド-ディスク型式経緯台

企業で行われるが、詳細な仕様決定や進捗管理はTAOグループで行っている。10日に1度の頻度で技術検討会を持ち、グループ内の部担当が集合、情報交換および技術的な各種決定を行っている。2014年1月と7月には、製作に携わる企業・研究所とTAO関係者が一堂に会する拡大技術検討会を開催、しっかりと情報共有を進めている。

2013年7月と2014年7月にはレビュー会議を実施、望遠鏡の建設運用経験が豊富な方々をレビューアールとしてお招きした。主に設計や仕様で抜け落ちている部分がないかなどの議論を行い、計画全体から各部の詳細に至るまで貴重な意見をいただいた。

今後はそれらのご意見を十分検討し、TAO望遠鏡の製作に活かすとともに、企業や研究所と力を合わせTAO望遠鏡の完成に向けて設計・製作をいっそう加速していく。

3.1 TAO望遠鏡本体

TAO望遠鏡の最大の特徴は世界最高の赤外線観測条件をもつ標高5,640 mのチリ・アタカマ高原・チャナントール山頂に建設することにある。優れた観測条件を活かしつつ厳しい周辺環境において効率的に観測を遂行するため、TAO望遠鏡は赤外線観測性能と保守運用性の両者を追求する。

主鏡の口径は6.5 m、光学系瞳を副鏡に置いた



図3 アリゾナ大学ミラーラボで製作したTAO 6.5 m主鏡。TAOメンバーとアリゾナ大学関係者の集合写真。

視野 ϕ 25分角の広視野リッチ-クレチエン系を採用し、観測装置搭載焦点としてナスミス焦点2カ所と将来拡張用のペントカセグレム焦点2カ所を備える(表1)。観測装置は各焦点部に取り付けたまま運用することを想定し、第三鏡の回転による光線切り替えのみで迅速に観測装置を交代させる。望遠鏡単体での星像結像性能は、波長 $0.5 \mu\text{m}$ で星像の80% encircled energy直径 $\theta_{80}=0.33 \text{ arcsec}$ 、半値全幅FWHM=0.22 arcsecを仕様とし、サイトのシーイングを劣化させない光学性能を求めている⁸⁾。赤外線観測性能だけでなく紫外線観測性能にも優れた観測条件を活かすべく主鏡・副鏡・第三鏡はいずれもアルミニウムコーティングとした。また焦点面の最終F値をすばる望遠鏡と同じ12.2とすることで、同望遠鏡との観測装置の相互運用を可能にしている。

主鏡、副鏡、第三鏡およびこれらのミラーセルは、アリゾナ大学・ミラーラボで設計・製作が完了している(図3)。現在、高地サイトに対応した主鏡アクチュエーターの製作や主鏡セル制御システムソフトウェアの詳細設計が行われている。望遠鏡本体、ガイダー・波面測定装置については株式会社西村製作所、京都虹光房にて設計・製作され、本体主要構成部分について組立調整が進められている(図4)。望遠鏡制御ソフトウェアに

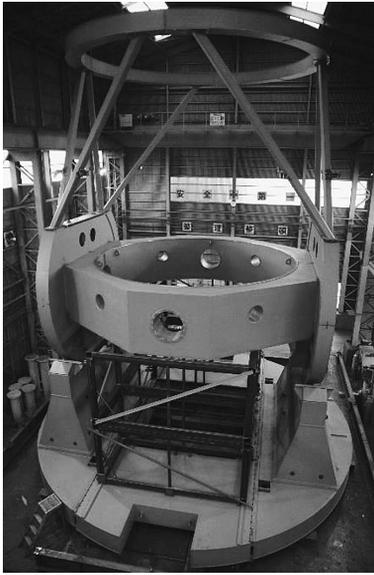


図4 TAO望遠鏡本体仮組. 全体の高さは15 mにもなる。

についても主鏡セル制御システムに組み合わせる形で概念設計が進められている。

これらの設計・製作を支えるのは、峰崎岳夫助教および諸隈智貴助教だ。製造を分担しているアリゾナ大学および国内企業との間では要所所で協調が必要となるため、峰崎と諸隈は多いときは毎週のように国内ないし米国・ツーソンへの出張をこなし、製造現場の確認と打ち合わせに余念がない。出張の無い日も電話やskype会議に追われる忙しい日々を過ごしている。

主鏡にはボロシリケイトガラス（オハラ社E6ガラス）を素材とする軽量ハニカム鏡を採用した。外周厚み71 cm、内周厚み39 cmの大きさにもかかわらず、中をくり抜いたハニカム構造により重量は約9トンと軽い。主鏡支持機構として100本以上の空力アクチュエーターを用いる。TAOサイトの低温環境に耐えうるアクチュエーター・プロトタイプ品の試験も終え結像性能仕様が満たされることを確認済みである。

望遠鏡架台はトライポッド-ディスク型式の経緯台とし、望遠鏡方位軸・高度軸ともに流体静圧

軸受とフリクションドライブを採用した。望遠鏡本体および駆動装置の詳細な設計を進め、望遠鏡本体の製作を開始し組立を完了した。全高（ピラーを含めず）約15 m、不動点高約5.5 m（ナスマイス床より）、直径18 mの半球のなかに収まる構造とし、総重量は約200トンである。巨大な構造物であるが、それでも6.5 mという口径にしてはコンパクトな構造となっている。

これだけの巨大な構造物になるため鏡筒や主鏡の重力変形は避けられない。このため観測中に望遠鏡焦点面に設置したガイダー・波面測定装置によって観測装置の視野外（かつ望遠鏡焦点視野内）の参照星を常時観測し、これにより得られる望遠鏡光学系の波面誤差情報や追尾誤差情報をもとに副鏡位置や主鏡形状・望遠鏡架台を能動的に補正する手法（能動光学）を採用した。鏡筒・架台の重力変形が能動光学機能により十分補正可能な量であることも望遠鏡本体の設計に基づき確認している。

ガイダー・波面測定装置の波面測定手法にはシャックハルトマン方式を採用した。TAO望遠鏡の視野が広く副鏡瞳光学系であることによる困難はあったが、光学配置を工夫することにより星像位置と波面誤差の測定について十分な精度を保てる設計を得ることができた。この設計に基づきガイダー・波面測定装置の製作を開始し組立を完了した。星像位置測定装置と波面測定装置が一体となった構造であり、それぞれに付属するピックアップミラーが独立に駆動することにより任意の位置の参照星を星像位置測定装置と波面測定装置のそれぞれに導入することが可能である。

今後は、望遠鏡本体性能のさらなる向上のための調整を図るとともに、望遠鏡本体駆動、ガイダー・波面測定装置、主鏡・副鏡駆動を統合して能動光学機能を実現する制御システムの開発を進めていく。

3.2 蒸着装置

主鏡を含む各種鏡の再蒸着は山頂で行われる。

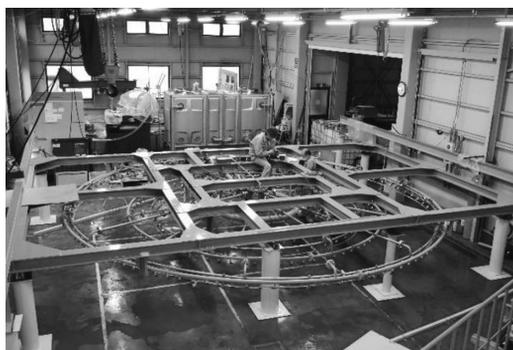


図5 水酸化ナトリウム（アルカリ）を用いた主鏡洗浄装置。

このための蒸着設備は、高橋英則特任研究員が主体となり株式会社三光精衡所と協力し、綿密な調査と実験を重ね着実に製作を進めている。

蒸着チャンバーは望遠鏡関連部品の中で最も重量が大きく、主鏡セルは蒸着チャンバーの一部を兼ねる構造となっている。再蒸着の際には、まず望遠鏡下に昇降移動台車を配置、主鏡が入った主鏡セルをチャンバー下部に降下・結合する。そのまま観測運用棟に移動し、主鏡アルミ膜の剥離と洗浄を実施、その後チャンバー上部と結合し蒸着作業に入るといった流れになる⁹⁾。2014年度末までに主鏡運搬用移動昇降台車と旧膜の剥離・洗浄装置の製造が完了している（図5）。

洗浄装置は、すばる望遠鏡のような回転式噴射装置ではなく、複数の固定リング形状を選択した。角度可変の噴射口の数を増やすこと、液体タンクバッファを中央に設けることなどの工夫で一様かつ安定した薬剤、洗浄液の噴射が可能になっている。またエアの噴射系統も独立に設置することで、鏡面上の残液によるムラなどを防ぐことができる。洗浄試験では想定された剥離・洗浄が実現できている。

主鏡セルとチャンバーを運搬するための移動昇降台車は、最大で60トン以上の耐荷重、4個の台車を独立に昇降できるジャッキアップ機構（最大上昇量：1,750 mm）、望遠鏡・洗浄エリア・蒸着

エリアの各所で安全に停止できる移動機能を有している。

また、特殊な形状の蒸発源（フィラメント）の試作も行なった。3本のタングステン抛り線をコイル状にした芯線にタングステンネットを巻くことで、蒸着時の溶融アルミの落下を防ぐとともに、より多くのアルミを含浸できる独自の構造となっている。6.5 m鏡の蒸着を模擬した試験で、このフィラメントが実用可能であることも実証済みである。

今後は早期の完成を目指し、スプレーパターンの詳細試験、蒸着チャンバーの詳細設計・製作を計画している。

3.3 山頂施設および山麓施設

チャナントール山頂のTAO 6.5 m望遠鏡を格納するエンクロージャと隣接する観測運用棟、サンペドロ市の山麓研究棟を含む、現地のすべての建物建設を牽引しているのは酒向重行助教である。国内外の企業や研究者と日夜打ち合わせをこなし、時に現地と日本の価値観の相違に頭を悩ませつつも精力的に進めている。

山頂施設

チャナントール山頂施設は、TAO 6.5 m望遠鏡エンクロージャ、観測運用棟からなる¹⁰⁾。エンクロージャの上部は株式会社西村製作所と共同で、エンクロージャの下部と観測運用棟はJAG国際エナジー株式会社と共同で設計製造を進めている。

エンクロージャ上部については、2015年3月に株式会社三陽鉄工サービスにて構造体が完成した。エンクロージャ下部および観測運用棟に関しては、山頂土地利用、構造、設備などの概念設計が完了している。構造計算とエンクロージャ内の熱計算も実施し、基本設計のチリ仕様への変更も終えた。2014年11月には港町であるアントファガスタ、メヒヨネスを視察し、山頂施設の建設に必要な資材の輸送ルートや仮組み施設に関する調査も実施した。

さらに小西真広特任助教も加わり、建物に対する雪氷災害および風の影響調査も行っている。2014年6月には国立極地研究所の極地工学グループと神奈川工科大と共同で、防災科学技術研究所雪氷防災研究センター（山形県新庄市）にて、山頂施設の模型と山頂付近の地形模型を用いた雪風洞実験を実施した。また、九州大学応用力学研究所と環境GIS社との共同で、九州大学のスパコンを用いたチャナントール山の全地形を含む大規模な風況計算も実施している。この計算で得られた風況情報と山頂施設への影響（風圧など）は、エンクロージャーおよび観測運用棟の設計にフィードバックした。今後、建物形状や指向方向を変えたいくつかの解析を実施し、その結果をもとに最終設計への修正を図る。

土居守教授および田村陽一助教によるチャナントール山頂アクセス道路の拡張工事、電力線およびネットワークの敷設工事の検討も進んでいる。道路の拡張は、建設時に山頂へ輸送する物資の大きさ、運用時のメンテナンス性を考慮しながら設計を進めている。電力は中腹に発電機を設置する方法と、ALMAから供給を受ける方法を検討している。ネットワークはALMAのインフラへの接続を想定しており、東京大学理学系研究科情報システムチームの協力を受けながら進めている。

山麓施設

TAO望遠鏡の運用と開発の拠点となるTAO山麓研究棟も、サンペドロ市内の建設会社SEKAI M.Z.と1年超に及ぶ奮闘の末完成した（図6）。研究棟は、市の中心街に徒歩でアクセスできる便利な場所に位置し、約500平米の建物面積を有する。大型実験室や研究室、宿泊室、キッチンなどを完備し、管理人が常駐する体制となっている。TAO山麓施設の竣工式が催された翌年、2015年1月からはTAO関係者に加え、共同研究契約を結ぶ国立天文台ASTEプロジェクトのメンバーによる長期利用を開始している。今後、住環境の整備、実験器具の整備、円滑な運用体制の構築を進



図6 サンペドロ市内に完成した山麓研究棟。竣工式典（2014年11月21日）が終了した後の集合写真。

めていく予定である。

3.4 観測装置

TAO望遠鏡に搭載する第一期観測装置として、近赤外線2色同時多天体分光器SWIMSおよび中間赤外観測装置MIMIZUKUの計2台の開発が進められている（表2）。開発は2009年度に開始し、いずれの装置もすでに製作を完了している。現在は天文センター（東京・三鷹）にて動作・制御試験や性能評価を進めており、2016年からすばる望遠鏡を用いた初期科学観測を行う計画である。TAO望遠鏡の完成後はチリに輸送しTAO望遠鏡に搭載しファーストライト観測に臨む。また第二期装置として大気透過率が高くなる短波長を重視した可視撮像分光装置や周波数コムで波長較正精度を高くした近赤外線高分散分光器なども計画中である。

第一期装置の開発メンバーは主に若い研究者や学生で構成され、明るく若いパワーで活気づいている。SWIMS開発の中心メンバーは、本原顕太郎准教授（PI.）、小西真広特任助教、高橋英則特任研究員を含むスタッフ・学生合わせて7名、MIMIZUKUは宮田隆志准教授（PI.）、酒向重行助教、上塚貴史特任研究員をはじめとした計7名である。すばるでの観測を目前に控え、開発は大詰めを迎えている。残りの開発項目を潰すべくメンバーは一丸となり連日フル稼働で実験をこなし

表2 TAO第一期観測装置仕様 (TAO望遠鏡搭載時).

装置名	波長	視野	波長分解能
近赤外線観測装置SWIMS			
青アーム	0.9-1.4 μm	ϕ 9.6分角	700-1,100
赤アーム	1.4-2.5 μm		600-1,000
中間赤外線観測装置MIMIZUKU			
NIRチャンネル	2.0-5.3 μm	1.2分角 \times 1.2分角	110-600
MIR-Sチャンネル	6.8-26 μm	2.0分角 \times 2.0分角	100-170
MIR-Lチャンネル	24-38 μm	31秒角 \times 31秒角	60 (計画中)

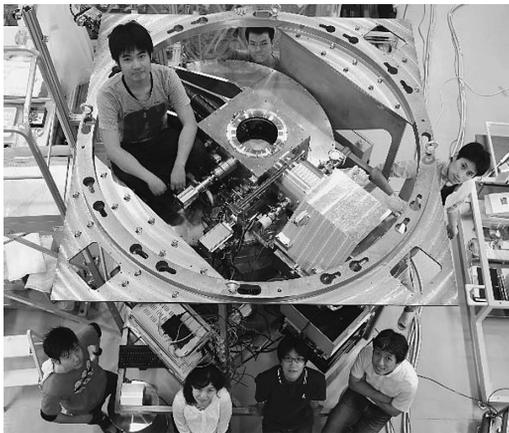


図7 近赤外線観測装置SWIMSと開発メンバー.

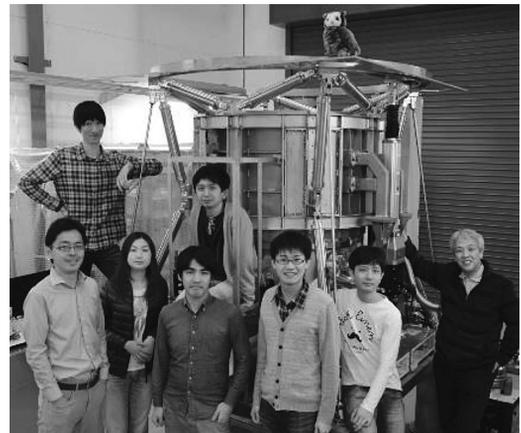


図8 中間赤外線観測装置MIMIZUKUと開発メンバー.

ている.

近赤外線観測装置SWIMS

SWIMS (Simultaneous-color Wide-field Infrared Multi-object Spectrograph; 図7) は近赤外線の2波長域の同時撮像, または全波長域を一度に多天体分光することができる¹¹⁾.

チャナントール山では赤外線観測の妨げとなる水蒸気が極めて少ないことが実証されており, これにより近赤外線波長域 (0.9-2.5 μm) のほぼ全域において透明度の高い大気を通した観測が可能となる. この利点を活かすために, 2010年度からは, 広がった天体に対して, より効率的に情報を抽出できる面分光機能 (IFU) の開発も進めている.

現在までに, ハワイ輸送へ向けて各部試験・調整およびそれらを組み合わせた全体冷却動作試験

を進め, 観測時と同様の環境 (冷却状態で装置が傾いた姿勢) において駆動系が正常に動作することを確認済みである. 引き続き, 光学素子を搭載した冷却試験を実施し, 結像性能と駆動系のノイズや動作安定性の評価を行い, 2016年度内に国立天文台ハワイ観測所へ輸送する予定である.

中間赤外線観測装置MIMIZUKU

MIMIZUKU (Mid-Infrared Multi-field Imager for gaZing at the UnKnown Universe; 図8) は広い観測波長帯 (2-38 μm) と高精度の測光・分光観測能力を特徴とし, 近・中間赤外線の長期モニターリングを実現する. MIMIZUKUは, 離れた二視野を結合し同時観測することを実現する「フィールドスタッカー機構」を搭載する. これにより標準星と観測天体を同時観測し, リアルタイムな大

気透過率校正を行うことで、地上中間赤外線観測では難しい高精度の測光・分光観測を実現する。この能力を利用したモニタリング観測を行うことで、時間変動を切り口に天体周囲のダストの形成・破壊・変性過程に迫ろうとしている¹²⁾。

本装置も開発の最終段階を迎えている。真空・冷却系や光学系の開発はすでに完了し、現在はこれらを組み合わせて、装置の姿勢変化に伴う結像性能の変化や、光学系を搭載しての冷却試験を進めている。検出器制御システムの開発も進めており、低温バッファ回路のノイズ評価試験も良好な結果を得た。今後、検出器本体の搭載試験も進め、装置全体として2015年度内の完成を目指している。

4. おわりに

今から数年後には標高5,640 mにTAO 6.5 m望遠鏡がその雄姿を現す。そこから出てくるデータを使って、若い研究者が続々と独創的な研究成果を発表して世界を驚かす。その日が来ることを夢見て、大学間連携ひいては日本の光赤外線天文学の発展に貢献できるよう、私たちは望遠鏡の完成に向けていっそう製作を加速させている。

TAO計画が開始してから17年間、天文コミュニティーの方々をはじめチリ関係者、大学・企業関係者など数え切れないほど多くの方々に支えられ、遂にTAO 6.5 m望遠鏡の建設までこぎつけることができた。ご支援いただいたすべての方々に改めて感謝の意を表すとともに、今後も引き続き、私たちの奮闘を見守っていただけるよう心からお願いしたい。

参考文献

- 1) Yoshii Y., et al., 2002, Proc. the IAU 8th Asian-Pacific Regional Meeting II, eds. Ikeuchi S., Hearnshaw J., Hanawa T., (Pedagogical Univ. Press) p. 35
- 2) Yoshii Y., et al., 2014, Proc. SPIE 9145, eds. Stepp L. M., Gilmozzi R., Hall H. J., (SPIE) id.914507
- 3) Komugi S., Tateuchi K., Motohara K., et al., 2012, ApJ 757, 138
- 4) Müller T. G., Miyata T., Kiss C., et al., 2013, A&A 558, A97
- 5) Yoneda M., Miyata T., Tsang C. C. C., et al., 2014, Icarus 236, 153
- 6) Konishi M., Motohara K., Tateuchi K., et al., 2015, PASJ 67, 4
- 7) Tateuchi K., Konishi M., Motohara K., et al., 2015, ApJS 217, 1
- 8) Morokuma T., et al., 2014, Proc. SPIE 9145, id.91453C
- 9) Takahashi H., et al., 2014, Proc. SPIE 9145, id.91454N
- 10) Sako S., et al., 2014, Proc. SPIE 9145, id.91454P
- 11) Motohara K., et al., 2014, Proc. SPIE 9147, eds. Ramsay S. K., McLean I. S., Takami H., (SPIE) id.91476K
- 12) Kamizuka T., et al., 2014, Proc. SPIE 9147, id.91473C

The University of Tokyo Atacama Observatory Project

Yuzuru YOSHII

*Institute of Astronomy, School of Science, The
University of Tokyo, 2-21-1 Osawa, Mitaka,
Tokyo 181-8588, Japan*

Abstract: The University of Tokyo Atacama Observatory (TAO) is located at 5,640 m above the sea level in the Atacama desert in Chile. We are developing a new 6.5 m telescope which will be completed in a few years. Cooperation among the optical-infrared inter-university collaboration for a long time has enabled us to realize this large telescope. I here introduce a brief history of the collaboration and the current status of the telescope development.