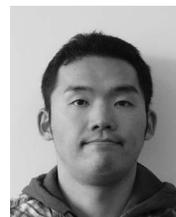


TAO サイト調査 (2)

—miniTAO 望遠鏡とサイトの特徴—



越 田 進太郎

〈Pontificia Universidad Catolica de Chile, Av. Vicuna, Mackenna 4868, Chile〉

e-mail: skoshida@ing.puc.cl

2004年のTAOサイト調査から8年を経て、TAOプロジェクトでは口径1 mのminiTAO望遠鏡を定常的に運用できる体制が整った。miniTAO望遠鏡で運用されている近赤外撮像装置ANIRおよび中間赤外線撮像装置MAX38の観測によって、チリ共和国アタカマ高地のチャントール山頂が赤外線天文学に適した土地であることを証明する科学的成果が得られ始めた。ここでは、miniTAO望遠鏡による科学的観測が行われるようになるまでの経緯と、それによって明らかになったTAOサイトの特徴について述べる。

1. はじめに

南米チリのアタカマ高地は遠い。そして険しい。初めてチャントール山の頂に立ったとき、あたかも火星の風景を眺めているような感慨に襲われたことを覚えている。本稿執筆当時、NASAの火星探査機「キュリオシティ」が火星の地表における鮮明な風景写真を地球に送り続けていたが、ニュースでその画像を見るにつけ、アタカマ高地の風景を思い出していた。火星と違うところといえば、細く流れる雪解け水と灰色に近い緑色をした小さな草花、くもの糸のように砂漠にはりめぐらされた道路、そしていよいよ本格運用に入ったALMAをはじめとする電波望遠鏡のアンテナ群くらいである。アタカマ高地を訪れるたび、そのような場所にいる自分を不思議に感じ、またそんな土地に現代的な天文観測施設を建設した研究者の意思の強さに感服させられる。

アタカマ高地は南米チリ共和国の第3州アントファガスタ州の東部にあり、世界一乾燥した砂漠地帯の一つとして知られている。近年発展したりチウム採掘のほかALMA望遠鏡など最先端の天

文観測施設が現在数多く建設されていることで御存じの方も多だろう。TAO (The University of Tokyo Atacama Observatory) プロジェクトは、このアタカマ高地に主鏡口径6.5 mの赤外線望遠鏡を建設し、この土地の薄く乾いた大気が赤外線を透過しやすいという特徴を活かして、地球上でここでしかできないユニークな天文観測を行う計画である。

筆者がTAOプロジェクトに初めて参加したのは、2009年に東京大学理学系研究科天文学教育研究センターに赴任した後のことで、ちょうど6.5 m望遠鏡のパイロット望遠鏡でもある口径1 mのminiTAO望遠鏡がようやく完成し、初めて天体の光を観測するファーストライトに成功した直後のことだった。当時筆者はTAOプロジェクトを知識として知っていた程度で、その春に行われた茶話会において望遠鏡建設の様子を記録した動画を目にしたとき、高山病対策のためそれぞれが背負っている酸素タンクの息苦しさや排気音になかば他人事のような感銘を受けたのを覚えている。赴任直後「機会があったら1回くらい行ってもらいな」と言われ、一度ならあの景色

を体験してもいいかもしれない、などどのんきに思ったのだが、まさかこのような記事を書かせていただくほどアタカマに慣れ親しむことになると思ひもしなかった。

miniTAO望遠鏡の完成までには、今では考えられないような苦労が山のようにあったそうである。それを体験していない筆者には僭越なことのようにも感じるが、ここではminiTAO望遠鏡の完成と定常的なサイエンス観測が行われるようになるまでの経緯、そしてそれによって明らかになったアタカマ高地の天文観測的特徴について述べたいと思う。

TAO計画の概要については本特集の(1)で述べられているほか、本誌第97巻9号(2004年)「天球儀」では「TAOサイト調査(1)」¹⁾と題してアタカマ高地で行ったシーイング調査など当時までの結果が報告されている。ぜひ参照されたい。

2. サイト調査から miniTAO 建設まで

2.1 山頂アクセス道路建設と山頂サイト調査

2001年から2004年にかけて行われたアタカマ高地平野部パンパ・ラ・ボラにおける予備調査が終わり、望遠鏡の建設地が孤立峰チャナントール山(標高5,640 m)に決まった。その次の段階として行うべきことは、山頂への容易なアクセスを確保することだった。チャナントール山には自動車の道路どころか徒歩で登れる山道すらなかったため、山頂での天候やシーイングの調査すら簡単にはできない状態だった。ちなみに、当時徒歩(しかも酸素吸入なし)でチャナントール山頂に到達したときの苦労は、「TAOサイト調査(1)」に詳しく語られている。今後の計画を進めるためには、トレーラーのような大型車でも登頂できるような道路を新たに建設する必要がある。

2006年4月、全長6.4 kmの山頂アクセス道路が完成した。図1にこの道路の写真を示す。山腹をギザギザと登っているのが、われわれが



図1 パンパ・ラ・ボラから望むチャナントール山とTAO道路。

「TAO道路」と呼んでいる道である。この道は山腹を削って作った幅4 m以上の道路で、観測や機器整備などのために日常的に山頂へ上がるには欠かせない道となっている。ただしアスファルトによる舗装がないため路面が荒れやすく、年に2期の観測を行う前には落石などを取り除き整地する作業が必要になる。後述するが、この道路は6.5 m望遠鏡建設の前にさらに拡張される予定である。

TAO道路が完成したのち、山頂での本格的な気象調査やシーイング調査が行われた。山頂気象条件の調査は、パンパ・ラ・ボラでの予備調査で使われた気象モニタや赤外線雲モニタなどを山頂に運んで行われた。その結果、調査期間の82%が天文学的観測の可能な晴れの天候であり、また全体の69%は快晴夜であることがわかった。さらに、風速は典型的に10 m/sであり、観測に影響の出る20 m/sの強い風が吹くような日は、たいへんまれであることもわかった²⁾。

シーイング調査は2006年11月と2007年4月の2回にわたり、気象調査と同じくパンパ・ラ・ボラでの調査で使われたMEADE社30 cm シュミットカセグレン式反射望遠鏡を改造して作ったDifferential Image Motion Monitor (DIMM)を用いて調査が行われた。その結果、全データの中央値をとっても0".69、いいデータを選べば0".37

というたいへん良好なシーイングが得られることがわかった³⁾。以上の調査によって、まさにチャナントール山頂が天体観測に適した土地であることが明らかになったのである。

当時の写真を見ると、このころには貨物コンテナを利用したトレーラーハウスのような観測室・倉庫が山頂にできていたほか、小さな発電機なども備えられ、だんだん観測所らしい姿が整えられ始めていたことがわかる。

2.2 miniTAO 望遠鏡建設

計画開始から10年弱、ここまで述べてきたような準備期間を経て、2008年末にどうとうminiTAO望遠鏡が建設されることになった。この望遠鏡は主口径1mのリッチー・クレティアン型赤外望遠鏡で、5,640mという地上望遠鏡としては世界一高い標高での技術実証を行うほか、その特徴を活かした天文学的観測を行い、科学的な成果を産み出すことを目的に作られた。

望遠鏡建設当時の話は、プロジェクト内の誰に聞いても「あのときはたいへんだった」という返事が返ってくる。2008年12月10日から始まった工事は、日本の望遠鏡メーカーや地元の建築業者とともに、サイトから約100km離れた町カラマでのドーム土台建設、ドーム製作、望遠鏡仮組みと動作試験、環境モニターシステム構築などの作業ののち、山頂への運搬、基礎コンクリート打ち、ドーム本組み、望遠鏡本組み・配線、調整などの作業を一つひとつ進め、約3カ月半後の3月22日ようやくファーストライトを迎えた。これをもってminiTAO望遠鏡は完成し、地上で最も標高の高い望遠鏡となったのである。そして2011年には「世界一標高の高い地上望遠鏡」としてギネスブックにも登録された。

miniTAO望遠鏡の完成に至るまでには、食事や住居など慣れない日常生活での苦勞から現地業者との意思疎通、高山病との戦いなど、さまざまな困難があったそうである。これらは定常的な運用を行うようになった今でも多かれ少なかれ存在



図2 カラマの町で組み立て中のドーム。



図3 miniTAO 望遠鏡ファーストライトで撮影された土星。

するが、このときの体験をもとにした手引き「アタカマ出張の心得」が作成され、TAOグループ内で共有されるようになり、心情的にはかなり楽になった。この手引きには渡航ルートから高山病の知識、食事上の注意点に至るまでの記述があり、チリという日本人にとってあまりなじみのない国で生活するために必要な知識がつまっている。また専門家の意見も取り入れながら高地での活動についてTAOグループ独自の安全基準を定め、これを守りながら日々の運用を行っている。こうした努力は、過酷な土地で事故なくプロジェクトを進めていくにあたってたいへん大切なことである。

図2にドーム建設当時の様子を、また図3に

ファーストライトのときに撮影した土星の画像を掲載した。この画像は望遠鏡の調整と性能評価のために市販のCCDカメラとフィルターを用いて撮影された。天文学研究的なデータではないが、チャナントール山頂の観測条件の良さをよく物語ってくれる。

3. サイエンス観測の開始とサイトの特徴

miniTAO望遠鏡の技術的ファーストライトを終えて休む間もなく、2009年6月にはサイエンス観測のための装置が取り付けられ、世界で一番高い望遠鏡による科学的データの取得が開始された。miniTAO望遠鏡のための観測装置として、近赤外線撮像装置ANIR (Atacama Near-InfraRed Camera) と中間赤外線撮像装置MAX38 (Mid-infrared Astronomical eXplorer 38) の二つが開発された。これらはそれぞれ近赤外領域と中間赤外領域において、特に大気吸収などにより地上から観測することが難しい波長帯で観測できることが大きな特徴となっている。このような波長帯は地球の大気に邪魔されることのない宇宙望遠鏡からは比較的容易に観測することができるが、地上から観測することによって、比較的大きな望遠鏡口径が実現可能であること、また長期運用によって豊富な観測時間を確保できることといった利点が得られ、宇宙望遠鏡とは異なる切り口のサイエンスを拓くことができる。

3.1 近赤外観測装置ANIR

ANIRは可視(BVRIバンド)から近赤外(YJHKバンド)にかけて感度をもつ汎用性の高い撮像装置である。その一番の特徴は、 $\text{Pa}\alpha$ ($1.87\ \mu\text{m}$)、 $\text{Pa}\beta$ ($1.27\ \mu\text{m}$) など近赤外水素輝線の波長に感度をもつ狭帯域フィルターを搭載していることである。これらの波長帯の赤外線は、宇宙に存在する塵(ダスト)に吸収されにくいという特徴をもっているが、一方で地球大気中の水蒸気に吸収されやすく、観測することがたいへん困

難である。しかしチャナントール山頂の薄く乾燥した大気は、これらの波長帯にある近赤外線を十分観測できる強さで透過させる。その赤外線をこれらのフィルターを通して観測することで、活発に星が形成されて水素輝線を強く放射する領域の分布をダスト吸収の影響を抑えながら観測することができるのである。

ANIRのファーストライトは、そのままminiTAO望遠鏡サイエンス観測の始まりでもあった。望遠鏡の最終調整が終わった2009年6月、こちらも山麓で最終的な調整を終えたANIRが比較的振動の少ないSUV車で慎重に山頂に運ばれ、翌8日にはminiTAO望遠鏡のカセグレン焦点部に取り付けられた。ケーブル類や検出器冷却用のヘリウムホースなどが望遠鏡の向く方向によって引っかかったりしないか、また装置内の温度や真空度が正常な範囲にあるかなどの確認を終えたころには、もうとっぷり日が暮れていた。望遠鏡の操作係、ANIRの操作係、観測情報の記録係など、それぞれが配置に着いたところでいよいよ望遠鏡を天体に向け、記念すべき1枚目の画像を撮像した。

可視・赤外線の観測データを扱ったことのある方はよく御存じかと思うが、何の処理もしてない撮ったばかりの生の画像には、ホットピクセルと呼ばれる動作不良の感光素子の像が画像上の小さな明るい点としてパラパラと散らばっている様子が見られる。これは検出器それぞれに特有のパターンで散らばっており、望遠鏡をどこに向けても画像上の位置は変化しない。モニタに表示されたサイエンスファーストライトの画像には、そのホットピクセルのようなものがパラパラと見えるだけであった。

これはおかしい。もう1枚撮ってみよう。望遠鏡は正しい方向を向いているか。フィルターはちゃんと正しい位置にきているか。主鏡のふたや装置の窓のふたはちゃんと外してあるか。あれこれ確認してみてもやっぱり得られる画像は変わら



図4 ANIRのファーストライトで撮影された銀河系中心のKバンド画像。

ない。首をひねりつつ、何気なく望遠鏡の向きを少しずつして撮像してみると、なんとホットピクセルと思っていたその点々が画像上を平行移動していた。つまり、それらの明るい点々はすべて星であり、私たちが想像していたよりずっとシーイングがよく星の像がシャープに写っていたため、ホットピクセルと見間違えていたのである。図4にそのとき得られた銀河系中心のKバンド画像を示した。星がたいへん密集した領域である銀河中心でも個々の星が十分分解されて見えており、チャナントール山頂のシーイングの良さを示す画像となっている。

そんなサプライズのあった長い1日が終わって、山麓の基地に帰ってきたときはすでに夜更けとなっていた。さすがに誰も夕食を作る元気はなく、レトルトの赤飯でほんのささやかなお祝いをしたあと倒れこむように寝てしまったのを覚えている。

ANIRはその後も大きな故障もなく安定して運用され、銀河系内の星形成領域から活動銀河核までさまざまな天体の観測に使われている。これらの科学的成果については、本特集のほかの記事に詳しい解説がある。また、過去4年間のANIRの観測データから、チャナントール山頂における近

赤外線での実シーイングは $0''.7$ (中央値)、ベストシーイングは $0''.6$ を軽く切るほどの良い値が得られることがわかってきた。これらはDIMMによるシーイング調査の結果とも一致し、想定どおりの性能が発揮できていることを示している。また、銀河系中心Sgr A付近の電離水素 (HII) 領域のフラックスから求めたPa α 輝線光子の大気透過率は15-50%であり、この波長帯による観測が十分可能であることが明らかになった。

3.2 中間赤外観測装置 MAX38

MAX38は中間赤外領域 ($5\text{--}38\ \mu\text{m}$) に感度をもつ装置である。とりわけ $26\text{--}38\ \mu\text{m}$ は地上で唯一miniTAO望遠鏡により観測が可能な波長帯であり、たいへんユニークな観測装置となっている。宇宙望遠鏡よりも大きな主鏡口径のため1ピクセルあたり 1.26 秒角の高解像度撮像データが得られるほか、ANIRと同様豊富な観測時間が確保できる。

$30\ \mu\text{m}$ 帯での観測を実現するため、MAX38にはいくつかの新技术が搭載されている。一つは、チョッピングを行うためのチョッパーを撮像装置の中の冷却光学系として組み込むという技術である。チョッピングとは、背景となる地球大気の放射を差し引くため、数十秒角ほど離れた天域をすばやく交互に撮像する技術である。通常は望遠鏡の副鏡を振動させることによってこれを行うが、冷却光学系として組み込むことで制御が容易になるほか、副鏡が大きくなるため副鏡を用いたチョッピングが困難になると予想される $6.5\ \text{m}$ TAO望遠鏡への応用も可能となる。

もう一つは、金属膜を用いた $30\ \mu\text{m}$ 帯のバンドパスフィルターである。 $30\ \mu\text{m}$ 帯の赤外線に対しては多くの光学材料が不透明になってしまうため、これまではこの波長帯のフィルターは存在しなかった。MAX38の開発にあたって初めて、電波や遠赤外線領域で用いられていた技術を応用し、金属膜に格子状の穴をあけたフィルターが開発された。このフィルターは、パターンの大きさ

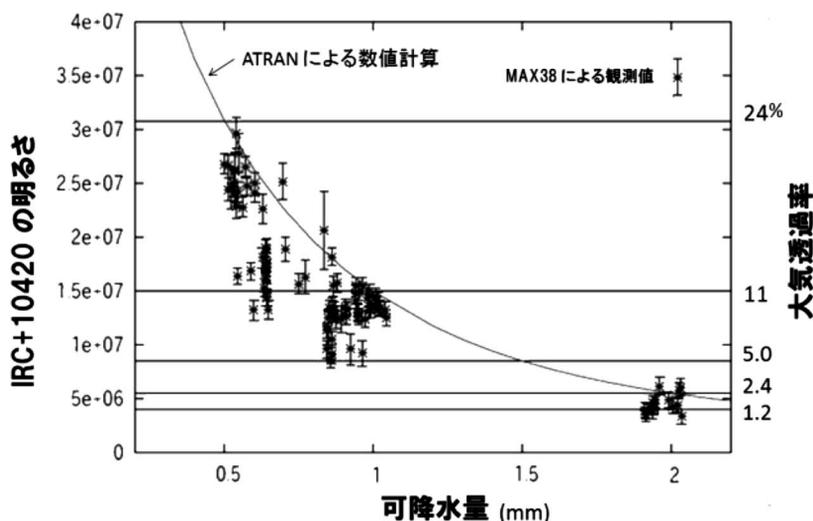


図5 MAX38の撮像データによる天体の明るさと大気放射強度の逆相関関係⁴⁾。

をスケールすることによって透過波長を調整できるため、他の赤外波長帯への応用も可能な技術である。

MAX38は、望遠鏡・ANIRに引き続き2009年10月にファーストライトを行った。私は残念ながらその様子を現地で体験することはできなかったのだが、あまりの山頂の寒さに冷凍機や発電機・制御用のパソコンが動かなくなったり、光学系に不具合が起きて山頂で再調整を行ったりといったトラブルに見舞われたという。しかしそれを乗り越え、みごと世界で初めて地上から30 μm 帯の赤外線を観測するという、ANIRに負けず劣らずのドラマチックな成功があったそうである。この様子については新聞で取り上げられたほか、テレビの取材が日本からきて報道番組で放送されたので、記憶に残っている方がいらっしゃるかもしれない。

30 μm 帯を中心とする中間赤外線はこれまでに地上から観測された前例がないため、得られたデータの適切な解析手法も試行錯誤しながら独自に開発していかなければならなかった。この波長帯のデータの解析で最も問題となるのは、地球の大気が放射している赤外線を取り除くことである。

MAX38による恒星の30 μm 撮像データを調べると、背景となる大気放射の検出器上の明るさと、恒星の検出器上の明るさにきれいな逆相関があることがわかってきた。つまり、大気の放射が明るいときは、その向こうからくる恒星の光はあまり透過してこない、ということである。この現象は、大気の放射や恒星の光の吸収の強さが大気中の水蒸気の量によって決まると考えることで理解できる。大気中に水蒸気がたくさんあると、天体からの光が強く吸収されて暗くなる。一方、水蒸気が中間赤外線でも明るく光るため、大気自体の出す放射が強くなるということである。この逆相関を逆手に取れば、大気吸収がない条件の下で星の明るさがどれくらいになるか推定することができる。また、大気吸収の強さからモデルを介して大気中の水蒸気量を計測することもできる。

図5は、天体の明るさを可降水量に対してプロットしたものである⁴⁾。可降水量とは大気中に含まれる水蒸気の量を表す指標であり、地面から天頂に向かって延びる柱を考えたとき、この柱の中に含まれる水蒸気をすべて雨にしたときの降水量といえる。この図を見ると、可降水量が0.6 mmを切るような好条件が比較的高頻度であるこ

とがわかる。また、最も可降水量の小さなデータでは0.02 mm以下という値が導かれた。これは、望遠鏡を航空機に乗せて高度10,000 m以上の上空で観測を行うSOFIA望遠鏡に匹敵する好条件である。MAX38での観測により、チャナントール山頂の赤外線観測条件の良さが証明された一例である。

4. 観測の効率化

二つの観測装置が完成した2009年秋から、miniTAO望遠鏡は年に2回、2カ月ずつの定期的な観測を行っている。これは、アタカマ高地では真冬の7-8月だけではなく、真夏の1-2月にかけても天気が荒れ、積雪が起ることが主な理由である。夏の荒天はポリビアからの季節風によるもので、ポリビアンウィンターと呼ばれている。

チャナントール山頂は昼間でも氷点下であることが多く、なかなか雪が解けないため、いったん雪が積もってしまうと山頂に簡単にはアクセスできなくなってしまう。ところが可降水量を観察していると、このような降雪の直後に水蒸気の少ない好天になりやすいことがわかってきた。こういった観測のチャンスを逃さず効率的に観測が行えるよう、2011年5月、われわれはminiTAO望遠鏡を麓のサンペドロ・デ・アタカマの町から遠隔で操作できるようなシステムを整えた。

まず、サンペドロから山頂までの50 kmの距離を無線LANアンテナでつなぎ、インターネットを通じて山頂にアクセスできるようにした。また、山頂の風向風速や降水量などの気象条件、また望遠鏡・装置の動作状況などを見られるよう、気象センサーや赤外線雲モニター、温度計、ウェブカメラなどの機器を整備した。さらに、モニタした情報をもとに天候の急変や停電などのトラブルが起こったとき自動でドームを閉じる監視システムを立ち上げた。

これらの遠隔観測システムは2011年春に完成し、直後にANIRとMAX38を使ってサンペドロ

の施設から遠隔観測を行った。遠隔観測を行うことによって、それまで山頂までの往復に使っていた時間も観測にあてることができるため、観測の効率を10%以上向上することができた。2011年の秋には、定常的なリモート観測にも成功している。

5. 得られ始めた科学的成果

miniTAO望遠鏡は、5,640 mという標高において天文観測機器の運用が可能なることを技術的に証明しただけでなく、アタカマ高地が赤外線観測においてほかに類を見ない観測適地であることを科学的成果として示し始めている。

ANIRでは、 $\text{Pa}\alpha$ 輝線による銀河面のサーベイが行われている。これは、ダストの影響を受けにくい近赤外領域の水素輝線によって銀河系内のH II領域のマップを作ろうという計画である。ANIRがこの計画で取得した銀河中心のH II領域画像は、Hubble Space Telescope (HST)にも引けを取らない解像度と感度を示した。さらに地上望遠鏡の豊富な観測時間によって、HSTによるサーベイよりもはるかに広い $1^\circ \times 120^\circ$ の領域を観測することができる。また、そのほかにも赤色巨星の周囲に生成された水分子を、 $\text{Pa}\alpha$ 狭帯域フィルタによって初めて検出することにも成功した。これは、大気中に水分子の少ないTAOサイトならではの観測と言える。

銀河系外に目を向けると、星形成を活発に行っている近傍の赤外線銀河 (Luminous Infra-Red Galaxies; LIRG) の $\text{Pa}\alpha$ による撮像観測が行われている。これにより、LIRGの星形成は銀河の中心で集中的に行われるモードと、銀河腕など外縁部で行われるモードの二つがあることがわかった。これは、銀河の形成過程の解明に手掛かりを与える発見である。また、2,000万年前に衝突して重力的な作用を及ぼし合った伴銀河 TAFFY I の周辺領域の星形成率を $\text{Pa}\alpha$ で正確に計測し、星形成モデルに制限を与えるという研究も行われ

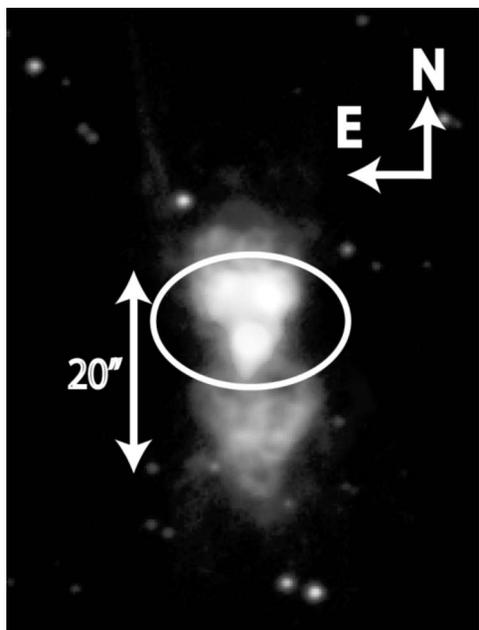


図6 MAX38による双極状惑星状星雲 Mz3 の撮像データ（東京大学浅野健太郎氏提供）。白く囲った明るく光っている領域が新しく発見された低温ダスト。

た⁵⁾。この結果は、*Astrophysical Journal* 誌第138巻に掲載されている。

MAX38による研究成果も次々と発表されている。30 μm 帯をはじめとする中間赤外線は、主に温度が100から数百K程度の冷たいダスト、または太陽系内の小惑星や衛星から放射される。例えば、MAX38の30 μm 帯での観測によって、双極状惑星状星雲Mz3の中心領域にこれまで見つからなかった大量の低温ダストが存在することが示された（図6）。これは従来の見積りの数十倍に匹敵し、銀河および宇宙のダスト生成源の議論に影響を与えうる結果である。また、厚いダストでも透過できる30 μm 帯の放射を用いて、ダストに埋もれた生まれたばかりの大質量星の観測なども行っている。

さらに、太陽系内天体として、2011年11月8日に近日点を通過した小惑星2005YU55の様子を観測し、その結果を国際研究会“Asteroids, Com-

ets, and Meteors 2012”で発表したほか、東北大との共同研究として木星の衛星イオの火山活動の観測も行っている。

これらの科学的成果については、本号と次号にわたるTAO特集の中で詳しく解説されているので、興味をもたれた方はぜひそちらを参照していただきたい。アタカマ高地でのさまざまな苦勞の末に得られた素晴らしい成果について、それぞれの専門家にわかりやすく解説していただけることと思う。また、このほかにも特集に入りきらないほど多彩な研究が進行中であることも申し添えたい。

6. TAO計画の今後

TAOプロジェクトは今、6.5 m望遠鏡の実現に向けて大きく動き出そうとしている。miniTAO望遠鏡の運営は軌道に乗り、赤外線天文学上の大きな成果が期待できることが証明されてきた。また、6.5 m望遠鏡のためのANIRやMAX38とも言える、近赤外撮像分光装置SWIMSと中間赤外撮像分光装置MIMIZUKUの開発も大詰めを迎え、2013年度中には完成する予定である。これらの装置の総観測時間の半分は共同利用として世界の研究者に開放されることになっている。

また、TAOプロジェクトはサンペドロ・デアタカマの町で本格的な研究棟の建設に着手した。この研究棟は6.5 m望遠鏡に取り付ける大型観測装置を受け入れることのできる実験室を備えるほか、研究者が快適に滞在できるような宿泊施設なども併設しており、1年以内に完成する予定である。また、コーネル大学やカリフォルニア工科大学が中心となってチャナントール山に建設を進めている25 mサブミリ波望遠鏡CCATのグループと協力し、より大きな資材を運べるようTAO道路を拡張する計画も進んでいる。そして、6.5 m望遠鏡についても、光学系や構造に関してさまざまなシミュレーションや検討を重ね、具体的な仕様の検討が進んでいる。

火星を彷彿とさせるような苛酷な環境での現地調査や環境整備といった初期メンバーの苦労は、今 miniTAO 望遠鏡の観測成果という形で一つの実りを見せつつある。また、その成果をさらに大きく発展させる 6.5 m TAO 望遠鏡の実現も、すぐそこまで迫ってきている。もし本特集にて TAO に興味をもたれたら、今後も TAO 計画に注目していただき、TAO というユニークな望遠鏡が明らかにする驚くべき成果を楽しみにしていただければと思う。

参考文献

- 1) 本原顕太郎, 宮田隆志, 土居 守, 2004, 天文月報 97, 530
- 2) Miyata T., et al., 2008, Proc. SPIE 7012
- 3) Motohara K., et al., 2008, Proc. SPIE 7012
- 4) Miyata T., et al., 2012, Proc. SPIE, 8444
- 5) Komugi S., Tateuchi K., Motohara K., et al., 2012, ApJ 757, 138

miniTAO Telescope and Observational Characteristics of Co. Chajnantor

Shintaro KOSHIDA

Pontificia Universidad Catolica de Chile, Av. Vicuna, Mackenna 4868, Chile

Abstract: Precedential to The University of Tokyo Atacama Observatory 6.5 m telescope, miniTAO telescope with 1 m primary mirror was constructed on the summit of Co. Chajnantor in 2009. Scientific data after 4 year operation of both near infrared and mid infrared imager on the telescope not only show that the site is one of the most suitable places for infrared astronomy, but also yield unique scientific results. In this article I introduce how miniTAO telescope has been developed and what kinds of scientific results are derived.