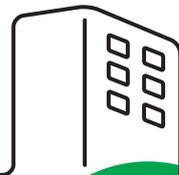


# RECommend!



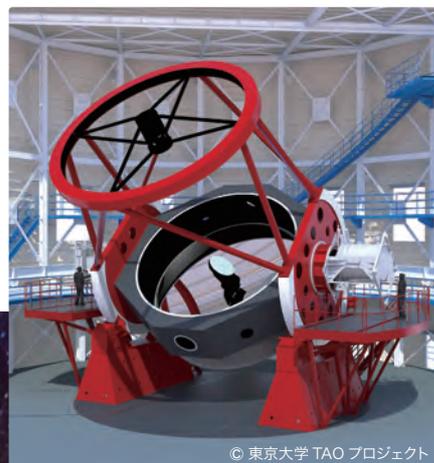
「RECommend!」は勧める・推奨するという意味。  
お客様に知っていただきたい業界情報など、RECのオススメ情報をお伝えいたします。

特別号  
no. 4

特集

宇宙の探査と生命の起源に向けて  
～標高世界一の天文台に大型赤外線望遠鏡～

## 東京大学アタカマ天文台 冷却水設備工事



San Pedro de Atacama

# 東京大学アタカマ天文台 冷却設備工事



© 東京大学 TAO プロジェクト

2024年5月、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が長年にわたり進めてきた「東京大学アタカマ天文台（TAO：The University of Tokyo Atacama Observatory）」望遠鏡サイトが、チリのアタカマ砂漠にあるチャナトル山の山頂（標高5,640m）に完成しました。

TAOプロジェクトの立ち上げは、1998年までさかのぼります。

山頂までのアクセス道路の建設から始まり、2009年には口径1mの「miniTAO望遠鏡」が設置され、「標高世界一の天文台」として、ギネス世界記録に登録されました。

2012年からは世界最高水準となる口径6.5mの「TAO望遠鏡」の製作が開始され、その設置場所となる山頂サイトの工事、エンクロージャー棟<sup>※</sup>や観測運用棟の建設などを経て、26年の月日をかけて完成に至ったのです。

RECに課せられたミッションは、望遠鏡発熱部を外気温と同じにするための冷却装置を設置すること。

今回は、RECが本プロジェクトにいかに関わったかの特集としてお届けします。

※ 望遠鏡および観測室、電気・機械室等で構成





2019年11月-2020年2月

## REC初の海外案件！ 入札から落札までの道のり

東京大学の入札専用サイトに「東京大学アタカマ天文台望遠鏡ドームプラットフォーム冷却設備工事」に関する詳細が公示されたのは2019年11月21日のこと。受注すれば、REC史上初の海外案件であり、RECの事業実績としても拍がつく案件だ。

設計積算部所属の平岡憲司は、営業担当者と共に、入札参加資格を得るための条件を慎重に確認し、祈るような気持ちで申請するも、その申請は通らず。「ここで終わりかー」。そんな思いが平岡の頭をよぎるも、2019年12月26日に再公告となり、再度申請した結果、無事に参加資格を得ることができた。平岡の「価格さえ合えば、落札できる」という読みは的中し、年が明けた2020年1月に入札に参加、2月に無事落札、同月17日に契約を交わした。

なお、日本で新型コロナウイルス(以下、コロナ)の感染者が初めて確認されたのは、2020年1月半ばのことである。

この時にはまだ、コロナが本件の進捗に大きく影響することになるとは誰も思っていなかった。

2020年3月-2020年9月

## 円滑な現地工事に向けた ぬかりない国内での準備

受注した業務は大きく「国内納品」と「現地工事」に区分され進められた。RECが請け負う部分はあくまでも「冷却水設備工事」である。とは言え、現地工事に必要な機器や機材が準備されているわけではなく、現地の過酷な環境(予備知識編の⑤を参照)に耐え得るものを見極め、購入先を決定することからのスタートなのだ。また、「現場で職人たちが施工するのに必要な詳細な図面」、いわゆる「施工図」の作成もRECの業務には含まれている。要するに、この準備段階で何かを見誤れば、現地での工事が頓挫すると言っても過言ではない。その重要な任務担当に抜擢されたのが平岡と犬丸一郎の2名である。両名ともに、かつて多くの空調関係の実績を



積んできた大ベテランだ。平岡と犬丸のコンビは、施主である東京大学や、「設計」を担当する株式会社インテレクトの担当者と緊密に連携しながら、業務を遂行。現地に運ぶもの一式を丁寧に検査することはもちろんのこと、試運転まで行い、準備に心血を注いだ。こうして正式契約から約8か月が経過した2020年9月25日、晴れて国内引き渡し完了したのである。

2020年10月-2023年1月

## コロナによる度重なる延期で ひたすら待った2年余り

ダイヤモンド・プリンセス号の乗



国内倉庫での確認作業



ブラインチラー 輸出梱包済み

客乗員からコロナ感染者が確認されたのは、本件の正式契約から10日余り前の2020年2月5日である。4月には緊急事態宣言が発令され、マスクの着用やテレワークなど、新しい生活様式が徐々に日常化していった。

平岡と犬丸は、そんな状況下で、着々と準備を進めていたことになる。そう考えると、2020年9月に国内引き渡し完了するまでも、多くの困難があったことは想像に難くない。そして、国内引き渡しの時点で延期が色濃くなり、翌月には正式に1年の延期が発表された。当初の予定では、チリでの着工が2020年12月だったため、そこに照準を合わせ、準備をしていた技術部の住吉真吾は出鼻をくじかれる事態に。

そうは言っても、延期は誰のせいでもない。住吉は自身の予定を仕切り直し、1年後となる2021年の秋ごろの出国を予定しながら、国内の別の現場に入り、仕事に励んだ。しかし、2021年秋、2度目の延期が発表される。この時は「6か月の延期」だったため、それまで工期が1年以上の大きな現場ばかりを任されていた住吉は、



山頂(5,000m)付近の資材置場





チャナントール山頂よりリカンカプール山を望む

「工期が6か月以上の現場に入れないことが、とてももどかしかった」と当時を振り返る。

コロナの収束時期が読めない間、結局、延期は計3回も繰り返され、最初の1年の延期と合わせると、「待っていた」期間は2年半近くになった。そして2023年早々、2月の出発が決まったのである。

## 2023年2月

### 出発決定から出発まで約1か月準備の第1歩は健康診断から

RECからは、予定通り、主任技術者として現場管理をする住吉と、技術担当者として現場サポート業務をする平岡の2名が現地へ飛ぶことに。加えて、RECが請け負った工事に含まれる配管工事や電気工事には、RECが絶対的信頼を寄せる協力会社から、専門の技術者2名が同行することになり、REC派遣員は計4名となった。無論、この4名は元請として現地に飛ぶのであり、彼らとは別に、現地には現地の工事業者がいる。

出発に向けての第1歩は健康診断である。工事現場となる「東京大学アタカマ天文台(TAO: The University of Tokyo Atacama Observatory)」(以下TAO)があるのは、チリのアタカマ砂漠にあるチャナントール山の山頂で、そこは標高5,640mという高地だ。標高が2,000mを超えると高山病のリスクが発生することを考えれば、工事現場がいかに過酷な場所かは言うまでもない。したがって、REC派遣員の4名は専門クリニックにて「高地健康診断」と「低酸素耐性検査」を経ての渡航となった。

## 2023年2月20日～

### いよいよチリへ！ しかし入国後も検査に次ぐ検査

2023年2月20日、REC派遣員は晴れて羽田空港からチリに向かい飛び立った。チリは、日本から見て地球のほぼ反対側に位置する国だ。直行便があるはずもなく、まずは約13時間かけてニューヨークに飛び、そこから11時間かけて、ようやくチリの首都サンティアゴに到着。飛行時間だけで丸1日が経過していることになる。翌21日は、サンティアゴから北に約470kmに位置する都市、ラ・セレナに国内線で移動し1泊。

翌22日は、ラ・セレナにある病院にてトレッドミルで走りながら心電図を測定し、高地での作業に耐えうる体力があるか否かをチェック。また、同病院からほど近い大学に場所を移し、酸素濃度を標高5,000mの環境を模した状態で、急性高山病の発症のしやすさもチェック。そして、同日夜には



サンティアゴ歴史地区の中心に位置する「アルマス広場」



グラントーレ・サンティアゴ64階展望台からの景色

ラ・セレナからさらに北へ約870kmに位置するカラマへ国内線で移動し1泊となった。検査はこれで終わらず、翌23日には、カラマにある医療センター(公的機関)にて、標高3,000m以上の場所での全作業者に課せられる「雇用前健康診断」と「運転反応テスト(車の運転者のみ)」を受け、全員がクリア。これにより山頂作業員として許可が下りたことになる。

## 2023年3月1日～4月29日

### ① 通勤編

### 標高差は約3,000m、 気温差は20度以上の毎日

REC派遣員らの生活拠点となったのは、標高2,450mに位置する小さな街、サン・ペドロ・デ・アタカマ(以下、SPA)。そこにある小さなホテルで寝食を共にしながら、REC派遣員らの約2か月にわたる任務がスタートした。

SPA からTAOまでは約70km。この道のりを、REC派遣員らは休日とな



南米最大級の高層ビル、グラントーレ・サンティアゴ(高さ300m)

る日曜以外の毎日、2時間近くかけて車で「通勤」する。毎朝、出発前には必ず血中酸素濃度を測定し、週に1度は血圧も測定し、その上でTAOに向かう。さらには、標高5,000m地点にあるメディカルセンターで、再度、血中酸素濃度と血圧を測定し、そこから先は全員、酸素ポンペを着用し、作業現場となるチャナントール山の山頂に向かうのだ。

SPA(標高2,450m)とTAO(標高5,640m)の標高差は約3,000m。車での移動とはいえ、体力を奪われそうなものだが、住吉は次のように話す。「初日は標高4,000mあたりから酸素ポンペをつけていましたが、だんだん体が慣れていくんです。その証拠に、日に日に酸素ポンペの持ちがよくなりましたね。最終的に、僕は標高5,000m

くらいでも酸素ポンペなしで多少なら動けるようになりました」。平岡も「初日だけ、少し体調を崩しましたが、あとは特に問題ありませんでした。標高差よりも気温差のほうがつらかったです。日中は25度くらいで半袖でも過ごせるのに、夜は5度くらいまで下がってダウンジャケットでしたから」と笑う。

なお、通勤に使用する道路に強盗団出没の情報があり、移動の際は2台以上でのグループ走行が義務付けられていた。

## ② 工事の内容&目的編

### 天文学・天体物理学における最先端研究に寄与する工事

RECが請け負った仕事を端的に言うと、口径6.5mの大型赤外線望遠鏡「TAO望遠鏡」の主鏡用冷却設備を、

エンクロージャー棟内に設置すること。その目的について、平岡は次のように説明する。「主鏡の温度と外気温に差があると、そこにある空気が<sup>かげろう</sup>陽炎のように揺らいでしまいます。望遠鏡の拡大率は非常に大きく、また長時間をかけ撮影するため、空気の揺らぎがわずかでもであると、観測している星の像を歪めてしまうのです。その揺らぎを発生させないようにすることが、冷却装置を設置する目的ということになります」。

真夏の直射日光を受けたアスファルトの上や、自動車の屋根の上に、立ち昇るもやもやした揺らめきを想像すると理解しやすいだろう。この現象を目にしたことがあれば説明するまでもないが、揺らめきの向こう側にある景色は歪んで見える。天文台のエンクロージャー棟では、その現象があってはな



山頂への道路



山頂医療コンテナ  
血圧測定

山頂に掲げられた  
日チリ友情碑の前で



酸素ポンペを背負っての  
作業風景



5000mで健康チェック



らないのだ。つまり、外がどんなに寒くても、エンクロージャー棟内部に暖房設備はない。TAO望遠鏡の設置場所が、標高5,640mにあるチャントール山の山頂であつてもだ(※TAOサイトの気候については「予備知識編」の5を参照)。

### 3 現地での苦勞編

#### 現地には養生テープがない!? 油性マジックもない!?

これまでに体験したことのない作業環境である。マイナス20℃近くなる外気温の中、防寒着を着こみ、酸素ボンベをつけ、紫外線から目を守るためにサングラスを着用しての作業や、現地での慣れない食事<sup>へきえき</sup>に辟易したのではと思いきや、平岡からも住吉からも、そういったネガティブな発言は一切聞

かれなかった。

何に苦勞したかと尋ねると、平岡も住吉も「現地の作業員の仕事の仕方が、日本とはあまりにも違いすぎて危険を感じる場面があった」「現地で手に入ると思っていた養生テープや油性マジックがなかった」など、より安全に、より品質の高い管理をするために

必要なものがなくて苦勞したという話に終始した。一方で、日本国内で調達し、現地に送った資材については一切の不足がなかったという。これについて住吉は「犬丸さん、平岡さんが万全に準備をしてくださっていたおかげです」と話す。

なお、2か月という工期の中で、「ひ



配線工事



ブラインチラー据付

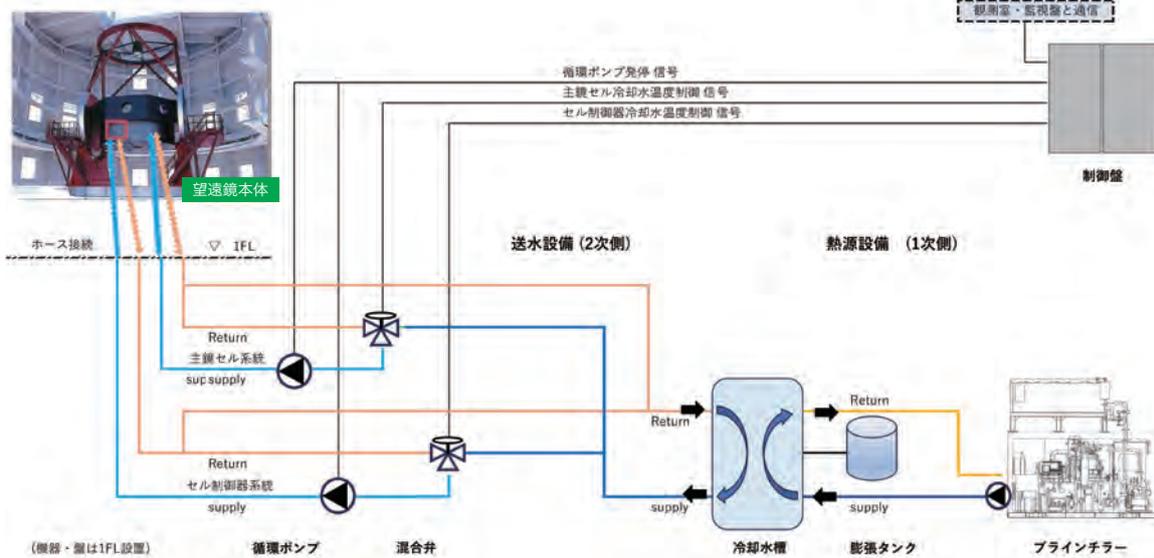


配管工事



制御盤の搬入

### ■冷却水設備 システム図



循環ポンプ置場



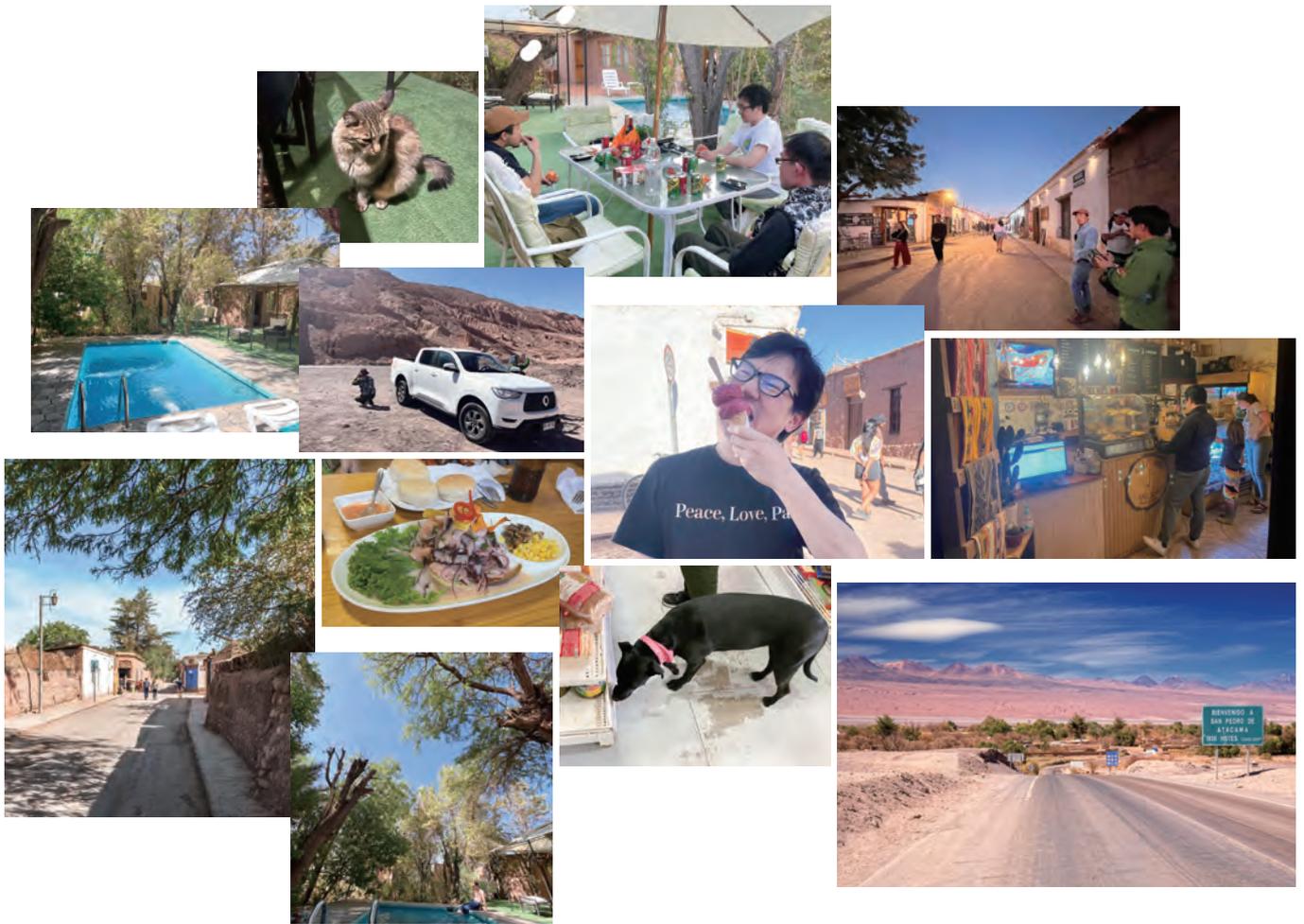
タンク置場



ブラインチラー



制御盤(チラー室内)



と段落」を感じることができたのは、冷却設備に必要なものを全て組み終え、試運転を迎えた4月半ばのこと。ところが、圧力テスト時にねじ込み部より冷却水の<sup>にじ</sup>込みの発生を発見する。現地で必要資材を調達し対応することで事なきを得たが、そういう意味では4月22日に東京大学関係者の立ち合いのもとで「完成検査」を経て、無事に引き渡し業務を終えるまで心底安堵することはできなかったといえるだろう。

### 番外編

生活拠点となっていたSPAは、1時間もあれば町の端から端を歩いてしまふ規模の町である。週に1日だけある休日を、どう過ごしていたのか尋ねると、住吉は「あちこちの店に行くの

ですが、行く先々で知っている顔(現場作業員)に出会いましたね」と笑った。平岡は「スーパーの中や空港の中にまで野良犬が我が物顔でいるんです。誰も追い出さないんですよ」と、自ら撮影した野良犬の写真の数々を見ながら目を細めた。

時には車で近隣の観光スポットへ足を延ばすなど、現地を楽しんだ様子も垣間見えた。また、現地で共に作業に努めた日系人たちとも懇親会を通して絆を深めたという。

ただ、食事には、やや苦勞したようで「最初はおいしく食べていたのですが、みんな同じような味付けで……。米もあるにはあるのですが、パサパサのインディカ米がどうしても口に合わず、パンばかり食べていたら痩せまし

た。日本に帰国してから、日本のおいしい米を堪能して元に戻りました」と住吉は笑顔を見せた。

### 取材後記

RECの公式サイトには「RECの強み」として

- ①大規模工事から小規模工事まで幅広く対応できる施工技術
  - ②お客様へ最適な環境をお届けするためのきめ細やかな設計・提案
  - ③顧客満足度の高い施工品質
- と記されている。

REC初の海外案件となった「東京大学アタカマ天文台冷却設備工事」を完了させることにより、RECの3つの強みは、海外でも通用することを証明したと、筆者は考える。

## RECommend! –アタカマ天文台– 特集に寄せて

TAO望遠鏡は大型赤外線望遠鏡をチリ北部アタカマ砂漠の標高5640mチャナントール山頂に建設し、宇宙の数々の謎を解明することを目指している。天体からの微弱な光を集めるための眼として働くのが「主鏡」と呼ばれる直径6.5mの巨大な凹面鏡である。実は、主鏡の温度を気温に追従して冷却・制御することが精密な観測のために重要である。もし主鏡が暖かいと主鏡表面付近の空気に対流が生じて天体像が乱れてしまうのである。TAO望遠鏡の主鏡とそれを収める主鏡セルを製作したアリゾナ大学の設計では、主鏡裏側に冷風を送って主鏡温度の制御を行う仕組みとなっている。このために主鏡セル内に温度制御された冷却水を循環させる必要があり、東京大学はその設備を製作することとなった。

ところが私は天文学観測の専門家であっても冷却水関連技術の知識はない。いざ冷却水設備の製作を進めようにも設計に基づく仕様・要求を漠然としか理解できず、どのように進めていったらよいか具体的なイメージを描けなかった。そのような状況で請け負っていただいたのがRECさんだった。何度とない打ち合わせを通じて機能・目的を理解して的確な提案をいただき、設備として形にし、ついには標高5640mの観測所内に設置していただいた。冷却水設備に関する技術と経験が豊富なのはもちろん、資材の輸送等の細部にわたり入念に準備・計画するRECさんのおかげである。長きにわたってご尽力いただき、高山の厳しい環境のなか無事に設置作業を終え納品いただいたことに心から感謝を申し上げる。

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

特任教授 峰崎 岳夫

### 【工事概要】

工事名	東京大学アタカマ天文台望遠鏡ドーム プラットフォーム冷却水設備工事
契約形態	現地施工を含む「冷却水設備」のフルターンキー契約
工期	2023年3月～2023年12月
工事場所	チリ共和国 アタカマ砂漠 チャナントール山頂 (標高5,640m)
発注者	国立大学法人 東京大学
設計・監理	株式会社インテレクト
協力会社	[国内納品] 株式会社前川製作所 東洋電装株式会社 日本管材センター株式会社 株式会社ミヤマテラ断熱 [現地工事] Maekawa Chile (前川チリ) 有限会社日水工業 東洋電装株式会社

発注者である東京大学関係者の皆様、設計監理をご担当されたインテレクトの皆様、国内納品を担当してくださった納品業者の皆様、現地での施工にご協力いただいた皆様、皆様の多大なるご支援とご協力により、無事に完成を迎えることができました。心より御礼申し上げます。



チラー室での関係者記念写真

©東京大学 TAO プロジェクト



紫金山・アトラス彗星とTAOエンクロージャーと  
天の川と大マゼラン銀河

撮影 東京大学 TAO プロジェクト/高橋英則

■ お問い合わせ・案件のご相談は、担当またはお近くの支店までご連絡ください。

## 株式会社REC

本 社	〒116-0013 東京都荒川区西日暮里 2-22-3 3F	TEL 03-3803-2400 (代表)
東 京 本 店	〒113-0022 東京都文京区千駄木 3-46-2 7F	TEL 03-5814-1240 (代表)
名 古 屋 支 店	〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-4-11 7F	TEL 052-232-8561 (代表)
大 阪 支 店	〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町 1-6-6 8F	TEL 06-6535-3681 (代表)