

天文観測装置作りの現場を渡り歩いて

SLAC National Accelerator Laboratory

SLAC 国立加速器研究所

<https://www6.slac.stanford.edu/>

内海洋輔 (Project Scientist)
(現・国立天文台チリ観測所准教授)

私は2012年3月に総合研究大学院大学（国立天文台）で学位を取得し、学振PDで天文台に残り、2013年1月から2017年10月まで広島大学特任助教を経験しました。その後、2017年11月からStanford University で Physical Science Research Scientist, 2021年10月から現職に至ります。所属するSLAC (Stanford Linear Accelerator Center) はカリフォルニア州のサンフランシスコから車で1時間弱程度のところにあるStanford (私大) が Department of Energy (DOE; 政府) との契約のもと運営する国立研究所です。かつて素粒子加速器実験のための大きな装置があった建屋に造られたクリーンルームで私は巨大な天文観測用可視光超広視野撮像カメラ開発に取り組んでいます (写真1)。このカメラを Vera C. Rubin Observatory に2024年春頃に空輸し、直径8.4 mの口径をもつ Charles Simonyi 望遠鏡に取り付けて10年間に及ぶ南天の深い可視撮像探査 Legacy Survey of Space and Time (LSST) を行う予定です。Vera C. Rubin Observatory はチリ共和国の Cerro Pachón の山頂に National Science Foundation (NSF) から支援を受けた Association of Universities for Research in Astronomy (AURA) が主導する国際グループが建設中の次世代天文台です。

SLACの素粒子宇宙部門はコミュニティーの付託を受けてプロジェクトを推進する研究機関の一つです。研究者が集まってプロジェクトを立案し、その中からどのプロジェクトに重点を置くかを推薦し、DOEが決断して予算措置されてプロ

ジェクトが始まります。コミュニティードリブンのトップダウン的な組織です。教授などの研究教職員をトップに階層構造が作られる研究室のようなスタイルはあまりありません。プロジェクトマネージャーと呼ばれる人のもと、研究教職員、サイエンティスト、エンジニア、テクニシャン、安全管理者、施設担当者などの異なる職種の人たちが集められ共同して大きな目標に取り組みます。LSSTのような複数の機関を跨ぐプロジェクトは階層構造が何段階にもなり、そして混じりあうのでなかなか理解するのに難儀します。ちなみにカメラプロジェクトのマネージャーは他所の国立研究所から来ていたエンジニア畑の人でした。博士号を持っていない人が指導的な立場に立つことも



写真1 SLACのクリーンルームで出荷を控えたLSST Cameraと筆者。

頻繁にあります。毎週スケジュールを確認し、毎朝8時に今日やることを確認して、ビジネスマネージャーなどの手を借りながら複雑怪奇な制約や組織の中で個々が日々の仕事をこなし、全体としてプロジェクトが進んでいきます。

サイエンティストである私の仕事は実験室でカメラの駆動方法を確立、性能を評価、改善して科学運用に導くことです。エンジニアがサイエンティストの意見を取り入れながら機械的、電氣的、安全的なデザインを行います。レビューを開いて外部の識者にお墨付きをもらいます。お墨付きを得た手続きに従ってエンジニアがテクニシャンの力を借りながら各コンポーネントを組み立てます。サイエンティストはセットアップされたコンポーネントを調べます。不具合もよく起こりますが、状況を理解し解決策をエンジニアと相談しながら見出していきます。そして実験がまとまればレポートなり論文なりを書いて評価を受けます。ハンダ付けのプロがいるのでサイエンティストはハンダ付けもしません。「やるべきことが決まっているので自由がない」と嘆く大学からきた同僚もいました。それでも目の前には普通の大学の研究室では手が届かないような高価なセンサーや機材がふんだんにあります。さまざまな専門家に囲まれる日々は刺激的で充実しています。

職場は素粒子の研究所なのでサイエンティストのほとんどは素粒子の研究者です。彼らはダークマターやダークエネルギーを天文学的手法で解明したいのです。カメラプロジェクトの中で可視光天文の研究をやっていた人は私を含めて2人だけでした。私は観測装置を作ってそれを使って銀河を観測して研究していたので興味の対象が似ているようで違います。また実験装置の理解に費やす情熱もずいぶん違っていました。実験室で各コンポーネントを組み立ての段階から徹底的に測り、繰り返して統計ノイズを十分に減らし、自分たちの作っている観測装置の個性を調べるのです。観測装置の個性を調べるための民生部品も根気良く調

べます。この辺りは論文にまとめてありますのでご覧ください [1, 2]。分野の異なる人たちと働くことで得られたかけがえのない経験だと思っています。

外国に渡るともちろん言語も違いますし、文化も違います。コミュニケーションは多くの場合、言葉だけで成立することはあまりなく、共有する文化的もしくは知識的な背景も重要な役割を果たします。さまざまな職種の人が働いていますので当然バックグラウンドも全く異なっており、ネイティブ同士が英語で話し合っているだけでも噛み合わないことが多々あります。サイエンティスト同士の会話でも背景が素粒子と天文だったりすると想像していることが全く違って議論が平行線を辿ることは多々あります。最初は英語ができないせいかと思っていたのですが、わからなくてもいいことがわかってきてあまり悩まなくなりました。研究所の外に出ても同じです。お店に行ったり病院に行ったり、必要な会話は限られていてポイントを押さえれば、あとは会話と会話を繋げるための無駄な会話や会話を面白くするジョークや婉曲的な表現が繰り広げられているだけだったりします。

渡米する前、チベットに天文台を建設するという野心的なプロジェクトを推進していました [3]。そのプロジェクトは社会的な背景が悪く、予定通りに進みませんでした。4年弱の任期がありましたが、なかなかファーストライトを迎えることができず、それが原因かはわかりませんが任期後の行き先が全く決まりませんでした。任期中にあった出せそうな国内公募は一通り出しましたが全部落ちました。そろそろ潮時かな、と民間就職活動を始め、アポイントを取り始めていたときに大学院の同期がAAS Job Register (アメリカ天文学会の求人情報サイト) に出ていたStanfordのポストを見つけてきてくれてとりあえず応募することにしました。コンタクト先の教授(今の上司)の名前をADSで調べてもほとんど情報がないので不安に思いましたが、細かいことは考えずにとりあえず応募しました。ちなみにこれも彼のバックグ

ラウンドが素粒子だったせいでした。

応募書類にはチベットの前にやっていたすばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam (HSC) の開発 [4] を主軸に書きました。HSC は LSST Camera の 10 年先を行った世界最強の超広視野カメラです。HSC の紹介から作ったコンポーネント、ソフトウェアの紹介、克服した問題点や工夫をしたこと、コミッショニングをやっていた頃のエピソードを中心にいくつか科学的な興味も交えながらまとめて送りました。HSC の評価はアメリカでも非常に高く、開発・コミッショニングに携わり運用にこぎつけたというところが評価されて、心配していたブランクに見える 4 年間の部分は気にされませんでした。お互いに知らないので細かいことよりも大きな流れが重要になったようです。秋頃に書類を出して 2 月の末頃に 1 年任期の打診をもらいました。ただ「1 年任期で海を渡るのはオーバーヘッドが大きすぎるのでやめろ」と共同研究者に諭され、「もうどうとでもなれ」と思いながらトークをしに行った結果、任期が 3 年になったオファーをもらいました。当時の職の任期はすでに切れていたのですが、事情を汲んでもらってお情けで居座らせてもらっている 2017 年の春でした。

この「トーク」は日本の人事委員会を相手にしたトークとはずいぶん雰囲気異なります。人事委員会に限らずオープンなトークです。大学院生からえらい人まで全部です。私の場合は 2 日間滞在しましたが、トーク以外の時間は人事委員会に

限らずさまざまな研究者と 1 時間ずつ会話し、昼食も夕食も一つのスロットです。トークのようなフォーマルな場では言えないことをお互いに探り合います。そしてインタビューした人々が選考委員会に印象を伝えて委員会で採用を決めるのです。私はデザイン、実装から安全、科学的成果にわたって装置開発に対する経験や思いを語り続けたと思います。候補者のこちらも一緒に働く人たちの雰囲気を観察して納得しました。

着任して充実した生活を送っていたので特に不満はなかったのですが、任期があったので出せそうな公募を見つけたら出し続けました。応募するために上司に推薦書をお願いするとその度に任期が伸びたり給料が上がったり昇進したりもしました。今の職場とはマッチングがよく、いいように評価してもらえました。予算が続く限りは 5 年（もしくは 10 年）任期の雇い止めもありません。ポストが獲得できないことに疲れていたのもあって、渡米する前は Stanford を囲むシリコンバレーで民間就職の道を探ろうと思っていたのですが、今はそういう気持ちもすっかりとなくなって、もうしばらくは天文業界を続けていけたらと思えるようになったことが渡米して一番よかったことかなと思っています。

参考文献

- [1] Esteves J. H., et al., 2024, PASP, 135, 115003
- [2] Broughton A., et al., 2024, PASP, 136, 045003
- [3] 内海洋輔, 2017, 天文月報, 110, 30
- [4] 内海洋輔, 2014, 天文月報, 107, 224