

WEB 委員会による突撃インタビュー。今回は国立天文台の教授でいらっしゃいます小笠原 隆亮先生にインタビューさせていただきました。先生は現在国立天文台に籍をおかれながら、チリではアルマ推進プロジェクトを担当され、1年中を通じて日本、チリの往復と非常に忙しいスケジュールをこなされています。そんな中 WEB 委員会の為にお時間をいただきました。

小笠原先生今日はありがとうございました。今日のインタビューの目的はチリで頑張っている日本人の方にその頑張りの内容をご披露いただくということで、私が以前たまたま先生と名刺を交換させていただきましたことがありましたので今回小笠原先生にお願いすることにしました。

現在チリで電波望遠鏡“アルマ”プロジェクトを推進されているということで、是非そのプロジェクトについてとプラスアルファを聞きたいなあと思っております。よろしくお願いします。

小笠原先生：じゃあ、皆さんに先にお土産を渡しておきましょうか！

えっ お土産？ おみやげ？ オミヤゲ？ (みんな うれしそう)

— 小笠原先生のスーツのうちポケットから “アルマ”のパンフレットが顔をみせる —

先生：はい どうぞ これ見ていただいたら私が説明することはありません (と冗談をいながら配る先生)

またまた.. これいいですねえ～

先生：まあどう話せばいいのか。。。“アルマ”の話からしましょうか？

この計画の売り物は日米欧の3局共同でやっているということなんですが、もともと15年程前から日本やアメリカも大きな望遠鏡を設置しようという計画をそれぞれ持っていたのですね。。。

日本の場合は1982年長野県の野辺山というところにある宇宙電波観測所で、今は望遠鏡の数が7個になりましたが、その当時は5個の望遠鏡で電波干渉計の観測が始まりました。またその途中でハワイにあります“すばる望遠鏡設置”という計画も入りました。野辺山に電波望遠鏡ができた当初はその望遠鏡をもっと大きくしようという計画もあったんですが、天文学には電波と光という大きく



二つのグループがありまして、電波で大きいものができたら、次は光で大きいものをということでハワイで光学望遠鏡“すばる”の計画が始まりました。それが1988年から1989年頃。今から15、6年前の話です。“すばる”の場合は色々あって予算がつくまでに数年かかり、その後1992年から1999年までの8年間で建設が終わり、ハワイ観測所として立ち上がりました。

わたくしは“すばる”の最初のデータ処理ソフトウェアの検討が始まったころ、1993年くらいから三鷹で色々検討を始めて97年から8年半、ハワイに滞在しました。



標高5100の“アルマ”建設予定地に立つ先生。
左後ろ遠方はチリ富士とよばれるリカンカブール山

は～ ハワイですか。(うらやまし～)

先生：“すばる望遠鏡”は、ハワイ島のマウナケア山頂 4200mのところ設置したのですが、それを運転する為にハワイ島のヒコという町に大きな研究棟を建てました。まあ 10 何億円という建物なんですけど、2000 平米くらい。そこに日本から来てた人が 25 人程いまして・・・ まあ ハワイということもあったんですかねえ、にぎやかでした。。(笑)

いいですね～

先生：でも最初の 3 年ほどは望遠鏡がなかったんですよ。98 年にやっと望遠鏡の部品がが届いて実際に組み立てられて望遠鏡として立ち上がったのは 1999 年からなんですけど、現在は日本からの赴任者が約 30 人、現地の人を約 80 人程を採用しまして、5 年くらいは完全に世界トップの研究活動を続けています。

“共同研究”と我々言うのですが、全世界の研究者にこぞって使ってもらいたいということで、一生懸命サービスをしています。すばるでは 2000 年からですからすでに 12 シーズン(6ヶ月ごとに新しいシーズンに入る)そういう活動(共同研究)が進んでいまして、実はこのパンフレットにも“すばる”で撮った映像がつかわれています。。今度のチリでの計画が完成すると、“すばる”よりもこんなに綺麗に撮れますよという説明をしている訳なんです。

それが“アルマ”なんですって？

先生：はい。“すばる”の場合は肉眼で空に見える星が非常に細かくみることができるわけです。お月さまの上に 50m くらいの建物があると“すばる”の場合は分解して見つけられます。。まあ月面について(アポロ 11 号の)アームストロング船長の足跡までは難しいですけど・・・(笑)

ハハハッ

先生：月面に建物があると“すばる望遠鏡”だとモヤモヤと「何か構造があるな」というところまで見えるんですけど、それが今度“アルマ”になりますと、月面に人間が立ってるだけで「何かある！」とわかるくらい細かい分解能で宇宙を見ることができるようになります。完成するまでにまだこれから 5 年ほどかかるわけですが、現時点では 66 台の電波望遠鏡が集まることになっていて、将来的には 80 台をめざしています。

今世界でも有数の性能をもつ電波望遠鏡 8 台を並べてやっている計画がハワイ・マウナケアの山頂にありますけど、“アルマ”では、それに匹敵するくらいの台数の望遠鏡が出来上がったところで、初期観測を始めようとしています。それは今から 3 年後くらいですが、5 年後にはさらに増えて、全部で 66 台になるわけですが、その前でもどんどん宇宙を見ていこうという計画をしています。

なぜ、チリのアタカマ砂漠を場所として選ばれたのですか？

先生：そうですね、現在望遠鏡を置いてます場所は 5,000m から 5,200m のアタカマ砂漠ですけど・・・どうして砂漠か？といいますが、人がいるところは明るいし色々邪魔も入りますし・・・(笑)

でも実は空気、水蒸気が一番邪魔になるのです。だいたい 1,000 ヘクトパスカルといいますが、海面上だと水にすると 10m 相当になるんです。でも 5,000m まで上がると宇宙までの間にある水蒸気量は、水にして 1m 程度に減ります。人間が苦しくなる分空気の邪魔がなくなるので観測がしやすい、そういう場所が必要で高いところを選んだと。。。ハワイ島のマウナケア山も 4,200m でしたから。。。それも同じような理由ですよ。

マウナケアにも望遠鏡が 13 個ほどあるのですがそれよりかなり高い 5,200m のところに、こんなパラボラ(パンフレットの写真を指し)を持ち込んで電波観測をする、というのは人間には大きな試練です。

アルマは日本、アメリカ、ヨーロッパの合同計画なんですよ？

先生：そうです。日本の場合も野辺山宇宙電波観測所完成の後、大きな拡張計画があり、アメリカも別の計画を持っていたのですが、1 国でこの計画を立てるのは技術的にもそうですが、経済的にも難しいところがあるので、まず日本、アメリカの 2 国が合体し、そこにヨーロッパも一緒にやろうという、そういう動きができて、現在は日米欧と 3 局の共同で大きな計画を進めています。

今回の計画の予算はどうなっているのですか？

先生：まあ金額的には“すばる”の予算は 300 億、400 億円といわれていますが、アルマクラスになると桁が上がっちゃいます。“すばる”の場合でも日本が丁度パブルがはじける前に検討がはじまったのですが、実際予算がついたときは“はじけはじめてた”んですが。。 前の押せ押せムードで多少技術的な困難があってもお金を少しづつ込んでカバーできるみたいな考え方があったんで、大きなお金で進んだといわれるところもありますが、途中から絞られまして・・・それが今度“アルマ”の場合は全体の予算がもう 1000 億円を超えることになりました。

最終的に総額がいくらになるかというのは色々ね・・・ 10 年から 15 年ほどの計画なので多少動きもできますが、先日 1,100 億円とか新聞にでてましたが・・・そのあたりできっちりと収めるということもまた一つの課題でありまして、やっぱり“性能を求めること”と“経済的に計画の中で収めること”の両方をやりとげて、初めて“アルマ”は成功するという考え方で進んでおりますが、実際には1つの予算を動かすのにもヨーロッパの予算委員会、アメリカの日本でいう文部科学省みたいなNSF (National Science Foundation)、それと日本の文部科学省、これらの間でお互いの交渉が発生しますので、どこかが失敗しますと。。。 ガタガタと。。。みんなそれぞれ自分の枠の中で受け持ちをきっちり進めていくということが基本的な考え方です。

先ほども出ましたが先日新聞に掲載された記事だと総額が 1000 億円ちょっとという桁で、うち日本が 230 億円出すだとかそういう金額が書かれていましたが、日本が大半を出すと言う計画ではないんね？

先生：え〜と。。。 そうなんです。 それぞれのコンポーネントを日米欧で分担しながら進めるということになってたのですが、実は日本はそれに2年ほど遅れをとったんですね。。。

なぜですか？

先生：遅れた理由としては、まあ正式予算がなかなか決まらなかったのが第1の理由なのですが、もともと日本が担当しているのはアタカマコンパクトアレー (ACA) と呼ばれているアンテナ 16 台の望遠鏡のセットなんですけど、日本の提案としてそこを特別に作ったのではなく、もともと全体計画の中でコンパクトアレーが必要だという議論があったんです。ところが米欧は 2002 年からすでに別の部分の建設を始めていたので、ACA を日本が分担するという前提で米欧が担当する部分には踏み込まない形ではじまりました。米欧は 50% ずつの分担で進んできています。

日本が独自でやろうという計画も一時は出てたんですが、基盤整備の検討などをへて、米欧と協力して進めることになり、金額的に日本が全体の約 25% を分担することになりました。

しかも、望遠鏡だけではなくアルマ全部で最終的に準備される予定の 10 波長分の受信のうち、米欧が 2 波長分ずつ、日本が 3 波長分を持ち込む予定になっています。2+2+3=7 で 10 にはならないのですが、残りの 3 つは次の開発として進める予定になっております。

まとめると、日本は、天体画像をより鮮明に観測する為に重要なコンパクトアレーというものを担当していて、それと 3 波長分の受信機を三鷹の国立天文台の中に工場を作りまして、そこでその全システムに供給するために約 80 台をこれから作ることになっています。

三鷹で作るんですか？

先生：そうです。これらはほとんどが開発しながら流れ作業でどんどん組上げるというものなので。。。 通常は 1 台作って、1 台の望遠鏡をのせるのに精一杯なんですけど、我々では。。。 ただそれを“アルマ”の場合は全部の望遠鏡、つまり、日本の三鷹で作られたのものを、米欧の 64 台そしてもちろん日本の 16 台、都合 80 台の望遠鏡全部に乗せるというもので、非常に野心的とはいえますが。。

全部の望遠鏡に？

先生：色々な受信機があるのですが、どの望遠鏡にも 10 個まで載せることができます。ちょうどテーブルの中に 10 個穴があいていてそれぞれに 1 個ずつ。。。 光りていうと赤とか緑とか黄色に相当する電波の波長ですね。ミリ波、サブ

ミリ波というマイクロウェーブ辺りの通信に使うところから、非常に高いテラヘルツ帯、という現在でも技術的にチャレンジングな部分で作ろうというものです。

その全部を積み込むわけですが、普通は一台の受信機でも、きちんと観測できるまでの準備、試験には2年3年かかってたんですね、作りこんで、望遠鏡に入れて、調整して、観測するまでって。。 そういうもの、まあ最初の1台はそれくらいかかるでしょうが2台目以降は1カ月半から2ヶ月に1台の割合で作っていかないと間に合わなくなるんです。その三鷹で作った部品を、世界3箇所の組み立て工場に送って、そこで最終調整をしたものがチリに送られることになります。ですから2段階3段階の調整時間が必要になるわけです。部品を作って大きな入れ物に入れる人と入れた物をチリに運んで、運んできたものを調整して望遠鏡に積み込む人と。。 その作業はチリでは山麓施設 (Operations Support Facility, OSF) と呼ばれる、標高 3,000m の実験室でやるんです・・・ 今はまだ土木工事中ですが、来年 (2007 年) の暮れには体育館くらいの大きな工場ができあがり、今三鷹でやっているような精密な調整がそこで始まります。

受信機本体の中身を作る工程は日本 (注: 米欧それぞれに、開発工場を準備しています。) でやりますが、測定をしてきちんと性能がでるといことがわかってそれに積み込むという作業は 3,000m の場所でやることもあります。

いつ頃届きだすのですか？

先生: OSF では、現在でも 250 人くらいが働いていて、でも、まだなにも届いていません。来年の春くらいからポチポチと届きはじめる予定ですが、それを入れる方の望遠鏡本体も、米国が担当するアンテナ 25 台分が来年初めから順次届き始めます。また日本からは 16 台が計画されておりますがそのうちの 3 台が 2007 年に届く予定です。ヨーロッパのアンテナは 2008 年から届き始めることになっています。2008 年中には全部で 8 台くらいかな？その後 2009, 10, 11 年までは毎年約 15 台ずつ届く予定で、調整が終わるとどんどん 5,000m の所に運ばれてこいう形に並んでいくと (パンフレットに記載されている図を指差して) ことになります。。

全部の望遠鏡に光ファイバーがひかれており、アンテナからとられたデータは、(今は中身はがらんどんで、はまだ何も無いですが) 5,200m の山の上にある建物 (Array Operation Site, AOS といいます) に送られます。日本が計画している次世代スーパーコンピューター (10P (ペタ) フロップスの性能を持つものを4年後に作ろうという計画がある) の 100 倍以上の計算をしないと、"アルマ" の観測データから意味のある情報が抽出できないので、そのための、超スーパーコンピューターも三鷹の天文台グループが、某 F 社と共同で開発中されていて、この AOS に運ばれることになっています。

へ～日本製ですか？

先生: はい。米欧は米欧の計画としてほぼ同じような性能の装置を作ってます。1km から 15km ほど離れた所にある望遠鏡のデータの二つを組み合わせてそこから情報をとり出す際に、相関処理をするものなので相関器と呼ばれています。多分、響きは思い出していただけたと思いますが、どこかで習ったフーリエ変換を超高速で行う処理が基本です。

その結果を元にして宇宙から届いたもとの信号を導き出すと。。その計算量は今世界で一番早いといわれているコンピューターの 100 倍以上早く計算ができます。他の計算はできませんので、相関処理専用、なので。。

15 年ほど前に M 電機の画像処理装置では、12 テラフロップスという、画像処理ではその当時で桁はずれの速さがあったんですがそれに匹敵する専用の計算機です。これは野辺山宇宙電波観測所でも同じようなものがありありますし、三鷹でも、実際の観測に使っている相関器があり、国立天文台としては相関機開発と実際の運用には豊富な経験をもっています。

それらの相関器を高性能にするということで、アルマのプロジェクト全体の相関器を日本製で頑張りたいという話を随分やったのですが、多少出遅れたことと考え方が違うところがありまして米欧の持ち込む 64 台の望遠鏡用には、米

欧が別に開発しました。日本が持ち込む ACA の 16 台の望遠鏡の部分については、日本製の超高速相関器を使ってデータを集めるということで、日本の方では着々と準備を進めています。

これってコンピューターの処理能力の競争みたいなものですね？

先生：はい、そうともいえます。

日本とアメリカとヨーロッパの・・・

先生：はいそうです。競争する部分と競合する部分がありますが、「こちらの方式がいい」「あっちの方式がいい」とか色々でてくると思いますが、競争という部分では望遠鏡を作る会社が日本はM社でお願いしていますが、アメリカ・ヨーロッパはそれぞれまた別の会社になりましたので。。

は～

先生：ただし、やりたいことは同じなんです。同じ目的で使用する望遠鏡が世界3箇所の違う場所、別のメーカーから持ち込まれますので、優劣がはっきりとできますね。

そうですねえ それが一番大事ですね？

先生：楽しみと言えばみなさんにしかられるんですが(笑)、やはり天文学者としては、いい観測をしたいという希望が強く、どこがどう望遠鏡を作ってくるのかというのを手裏煉引いて待っているグループもあると思います。。

まあ1台目の望遠鏡の性能が「でてる」「でてない」という結果がわかるのが 2008 年。今から2年後くらいですね。

今のお話し聞いただけでも日本は予算だけではなく技術面でも必要不可欠だということがよくわかり、日本人としては非常にうれしく思いましたが、やはり日本の役割というものは、アメリカ・ヨーロッパと同じ立場にたちながらも技術をどんどん供与していかないとこの計画事態が実現できなかったのでしょうか？

先生：もう少し厳しく言います。。 ある程度「ここができなきゃ困りますよ」という約束をそれぞれがしているわけですが、最初に予算の話もしましたが、実はかかっているお金とは別に、“この部分をやったらいくらです”とそろばん勘定が“アルマ”の中にはあるんですね。たとえば、日本の予算の 256 億円のなかには、は試験開発の準備、性能測定のための装置、作業のための器具なども含まれますので、実際“アルマ”がはじくそろばん上では、200 億円相当として勘定されています。これは科学研究の国際協力を進める際の基本的な考え方、のひとつです。

ヨーロッパ・アメリカもそれぞれが出している金額の中で実際に観測に使えるのはこれこれになりますよという計算をしておりまして、ヨーロッパ・アメリカが 3 対 3 日本が 2 というくらいの割合で全体ができています。

例えば、約束をした性能が出せない場合、だんだんとそろばん勘定分が減らされていくわけですね。使ったお金は減りませんし、逆にそのような場合には、後処理のために費用がかさむこともあり得ます。最終的には、性能がきちんとでたことを日米欧それぞれが確認し、その結果に基づいて、“アルマ”完成時の観測時間が何パーセントになるかがきまります。。しかし、この貢献度は機械だけではなく、人間の働きもきちんと数えられますので、小笠原の働きが悪いとなると(笑)その分1に数えてもらえなくて 0.7 だとかそういう勘定になるわけですね。

その辺ヨーロッパは国際共同研究について、伝統的に深いノウハウを持っていますので、その考え方にそって、アメリカ、日本も一生懸命サポートしながらなんとか貢献したいと思っています。

日本、アメリカ、ヨーロッパの中でもめ事がおこるといようなことはなかったのですか？

先生：もちろんあります。アメリカというのはもともとヨーロッパから飛び出した国じゃないですか。飛び出した理由がスーパーパワーを造りたい、できる人はどんどん伸ばしたいという考え方が基本にあったのですが、このように共同研究となりますと全体でどこまでやれるかというのをきっちり押さえなくてはいけないでしょ？しかしアメリカは基本的にもっとやりたいという気持ちがあり、けどヨーロッパは全体を見てと手綱を引きしめる方向にいき、日本はどちらかといいますがアメリカのようになりたいという(笑)そういう流れがありまして、たまに緊張感が走ったりします。。

そういうときの対策は？

先生：年に3回必ずフェイス・トゥ・フェイス(全員集合！)のALMA ボード会議(ALMA 計画の最高決定機関)が、日米欧各地域から20人ほどのメンバーが集まって開催されます。そこで綱引きが必要な件について交渉をしたりします。またそれだけではなく毎月1回はこのメンバーで電話会議をやっていて、色々な細かい情報をやり取りしながら全体の進み具合をチェックしているのです。その会議でプロジェクトの進み方を監視し、少しでも修正が必要なことがあれば1ヶ月単位でワーキンググループを立ち上げて、1ヵ月後に結果を出させるとか。

我々日本からみると非常に厳格なものであり、そこで一緒に活動しながら、どちらかといえば我々にとって不得意な、マネージメントに関して勉強させてもらっています。

例えばマネージメントのどういう部分ですか？

先生：日本はどちらかというと技術面ではお手の物なのですが、そういう持てる物をどのように枠組みにはめていけるか？ということがとても勉強になります。でもそれがまたなかなか思うようにいかないという部分ではつらいとこですけどね。

アメリカ主導ではなくてみんな平等に技術を出し合って運営していくと…某世界とは違った気がしますが。。今聞いていて技術本位というのか、日本の意義というのがそれによって明確に打ち出せると思いますがその辺は皆さんどう感じていますか？

先生：日本のいる意義ですか？(笑)

先ほども言いましたがサイエンスと技術というのが日本が得意としている部分なんですね。サイエンス、つまり科学者の頭の部分ではまったく負けていません。またその科学者のやりたいことにどう技術を使ってどう引き出していかという部分はすでに野辺山や“すばる”でやってまして、どちらにしても今までは日本がやってきたやり方は成功してきたと思っておりましたが、現在“アルマ”をやってみて、「その成功の中にももう少し別の考え方とかいいやり方があったのではないか？」、「我々がやってきただけの方法では通じないのでは？」ということが逆にわかってきたりしました。

しかしそういう科学的にも技術的にもいいものを備えている部分を今の“アルマ”を米欧と噛み合わせたやり方の中にどのように持ち込めるかと。。やはりマネージメントが必要なのです。技術やサイエンスそれらをうまく噛み合わせる部分が私の見る限り、今回の“アルマ”では少なくとも日本にとっては難しい課題かなと思っています。それを逆にうまく吸収しながら日本が持っている天文学でどこまでやっていけるか？…というのが科学者としての課題だと思います。

また米欧からの視点で考えると、逆に日本の科学の優秀さを期待されている部分もあるので、現在わたくしもチリへは日本から出張で来てる格好なのですが、日本の制度でどうやっていい人材をチリに送り込むとかそういう部分が大事になってきます。。

ということは日本から小笠原先生のような立派な天文学者がこれからチリに来られるわけですね？

先生：うまくいけばです。なぜなら“アルマ”全体ではチリだけでなくヨーロッパ、アメリカ、日本にそれぞれ研究センターを立ち上げますので、ヨーロッパ、アメリカも日本の優秀な科学者が欲しいと言ってきかぬません。

現在では、必ずしも日本の優秀な研究者が、日本でやっていけるという環境ではなくなってきたのです。本当の意味では“アルマ”が立ち上がった時の研究者の選ぶ場所は国籍・地域にしばられることはなくなります。例えば日本でトップクラスの科学者でも実はアメリカに行きたがっていると。。なぜアメリカかといいますと、その人のやりたいサイエンスがアメリカのあるセンターにあるからです。そのようにアメリカの方がいい環境を準備すると、優秀な研究者がそちらに移ってしまうこともありますので、日本もそれに負けない環境を立ち上げないといけません。。その辺が大きな問題なんですけど、これからは日本人だから日本でやっていくという考え方を捨てるといいますか、“アルマ”という大きな共同研究の中で天文学を極めようという意欲があれば、日本人がどんどん動きやすくなっているのは確かです。あと、もう一つは先ほど3つのメーカーが望遠鏡を持ち込むといいましたが、はっきり言ってそれぞれのメーカーには得

意技があるのです。野辺山や“すばる”の場合はM電機さんにお世話になってきましたが、やっぱり望遠鏡を作る時の技術者として最後の詰めといいますか、精度よく物を仕上げることに関してはメーカーを越える能力といいますか結果といいますか、大変優れていると思います。実は我々はそういう部分を来年、再来年にかけて、他国へここまでできるんだというのを見せたいと思っているんですが(笑)勝つ負けるといわずに“アルマ”全体を切磋琢磨して、最高の性能まで持っていくときのいい材料になるんじゃないかなというのが密かな期待です。

なるほど いいですね～

そういえば小笠原先生はチリと日本を行ったり来たりされていますが、年間何回くらいされているのですか？

先生:チリ日本の往復は今年は6回ですね

6回?! へ～

先生:私の同僚は昨年度 1年間でチリと日本を11回行き来しました。また“アルマ”計画の前に、我々国立天文台ではアステという望遠鏡を一つ、アタカマ砂漠に持ち込みこの5年ほど運転しているものがあるんですが、そのグループのなかには、チリと日本を一年で15回往復した人もいます。もちろん日本でも会議があるし、天文台への報告もしないといけないですし、チリでは望遠鏡を動かしていかないといけないのでどちらにもいけないのですが、よく身体がもつというか……(笑)きついですよー

年15回ということは60日?! 2ヶ月? 飛行機に乗っているってこと? ハハハッ……

先生:パイロットでも空を飛べる時間が45日位じゃないですか?(もったかな)それ以上になると特例だから。。それ以上に飛んでるんですから。。

全員:ハハハッ……

先生:僕がハワイに8年間いた頃のパスポートには日本ーハワイの104往復分のスタンプがありました。ハワイの場合はそれが普通で年に10回の割合で行き来していましたから。。去年の1月にチリにきましたが、それからでもチリーハワイー日本 チリーハワイー日本 は4回ほどやりました。

チリ ハワイ 日本?! チリ ハワイ 日本???? 世界1周?

先生:ハワイー日本の往復を6回とチリーハワイの往復も2回別にありました。。でも、はっきりこれは死ぬかなと思いましたね。。(笑)私の場合は、現在は、日本の三鷹が勤務地なので、三鷹に戻って三鷹からチリに出張ということになっています。

プライベートのお話になりますが、ご家族も皆さんチリにお住まいですか?

先生:そうです。実はチリの前の赴任先ハワイでは子供達が英語で勉強していたので、日本に帰って英語学校を探すのと、チリでインターナショナルスクール(N校)に通うのとどちらがよいかと考えたのですが、結果として家族はとにかくチリに送ろうと。。。娘と息子がおりまして、二人とも高校生なんですが、はじめはN校も外からみるといい学校だというのがよくわかったのですが、実際入ってみるとハワイの学校とは比べられないくらい小規模の学校だということと、周囲を見回すと、〇〇大使の子女、〇〇社社長子息などそういう子供達が多く、少しとまどっています。上の娘はジュニアからの編入でしたが、時折ハワイの学校を懐かしんでいますね。息子はフレッシュマンで入学しましたが、スペイン語はわからなくてもスポーツは別なんでしょう、サッカーとラグビーをしながら楽しんでいるようです。英語で勉強できる学校があるので家族を連れてこれましたし、本人たちもサンチャゴに住みたいという気持ちもあったのですが、文化、生活、習慣となると、すこし考えないといけない部分もあるなあと、一年たって(2005年7月にハワイから引っ越してきました)感じているところです。

また話は“アルマ”に戻りますが、アルマプロジェクトに対するチャレンジングな部分と日本がどれだけ重要な役割を果たしているかということをお伺いして日本の技術、サイエンスを期待しながら結果を待ちたいと思うのですが、まったく素人質問で申し訳ないのですが。。このアルマプロジェクトが成功したらどんなことがわかるようになるのでしょうか？

先生：宇宙に関してわかってないことをあげられればそれだけで学者になれるんですが。。とにかく単純なんです、天文学者というのは・・・ 見ただけなので(笑)

さきほど、すばる望遠鏡では月の上の建物50mがわかるっていいましたが、普通の目でみえる光の波長では“すばる”は世界的にみても大きな進歩だったんですね、以前は月の上の100mくらいのクレーターがしっかりみえる望遠鏡というのなかなかなかったんですね。わたくしも、実は“すばる”で月面を映したことがあるんです。そうするときれいに数 10mの構造物が見えてくるんですが、そういうのが見えるというのがわかるとそれを宇宙の遠くまで持っていくと、ビッグバンが始まって3億年から5億年という、何かの天体ができていたと可能性がわれている時期なんです、それを“すばる”では、見えるか見えないかというギリギリのところなんです、”アルマ”になるときっちり見えますので今まで嘘ついている人はすぐわかる、ということになります。。

オット！！(笑)

先生：ビッグバンが起り、最初は何も無いといわれていましたが実はそこにエネルギーの詰まったものがありそれから130億年経って我々が生まれてきた訳ですが、その歴史全部、つまり宇宙の始まりから、人間が生まれるまでを見たいんですよ 天文学者は。。

人間が、または少し緩めて、生命がどう生まれるかというのは地球上での話ですが、そこに宇宙で最初の天体が生まれたときの状況が今まで引きづっているという話にもつながるわけですね。もし最初に生まれた天体が別の天体だったら我々のような人類の生命が生まれる宇宙はできてこなかったかも知れない。その分かれ目がどこだったかというのがビッグバンが始まってから5億年くらいまでの間に最初の天体で何が起きたかというのが見るとかなり間違った話、正しい話が選別できてきます。どれになるかというのは“アルマ”でさっきいった月面にいる人間なり、多分“アルマ”だと月面の数 cm の構造まではわかりますので、それくらい精度の高い観測をすると我々が今ここに存在したかしないかの分かれ際がわかってきます。それが一つ大きな期待ですね。でもうひとつはつい最近。。あの話しは本当であってほしくないんですが、第2の地球が見えたというような話がそろそろ出だしているんですね。

え～～ 宇宙人がいるということですか？

先生：それに、近いものです。。というのは生命が生まれる条件というものが地球上の研究でわかってくると、その条件を満たす天体がどういうところにあるかというのを、今度は我々天文学者が“あてすっぽ”で言う訳ですね。数打ちあたる、ということで。。それでその条件にあうものを探すというプロジェクトがでてくるんですよ。そうするとかつちりと渡部さん(横にいる渡部氏をしっかりと見て)の顔がそこに見えるわけじゃないですが、いるかもしれない?というのは格段のレベルでわかってきます。というか見つかる可能性が非常に高いのです。

非常に高い? すみません。それが仮に見つかったとするとどれくらいの距離にあるのですか？

先生：まあ多分 10 光年とか。。死ぬ覚悟していけば飛んでいける距離です。

死ぬ覚悟して行けば飛んでいける距離なんですか？

先生：はい。光子ロケットというのが SF の世界では実現していますので(笑)

冬眠とか延命策を施せば多分数百光年までは僕は行けると思うんですね、ただ行ったところで着いたという情報がこっちに戻せないし、こちらからも連絡できない。昔の地球上の大航海と同じですよ、マゼランでも船で「行ってこい」と言われ出発しましたが、故郷に帰ってくれば儲けもの、帰って来なければ生きているのか死んでいるのかかわらない。。

一光年というのは人間の年齢でいうと何百年とかですか？

先生: いえいえ 光のスピードで1年かかるということで、光のスピードに乗ると1年で行けるのですが。。。光は重さがないので光のスピードで進みますが、人間が乗っかかれたとしても[絶対にできないことですが]、その重さで飛ぶ速度が落ちるんです。

普通で速度でいくとそれって何年くらいかかるんですか？

先生: 多分 500 年くらい。。。かな。

500 年

先生: 500 年は今は冬眠したら生きられますよ。。

???

先生: 低温で。

500 年？ 大丈夫 原子力ロケットで。。 コンチキ号探検記みたいなので(笑)

先生: その辺は、8 年前にジョディーフォスターが出演した“コンタクト”という映画があります。あの映画は 18 光年先の VEGA の近くにある“地球”に行くという話ですが、あれはカール・セーガン渾身の作ですし、ジョディーフォスターが役をやったエリイのモデルになったといわれるジル・ターター博士という、現在も地球外生命を探すことをやっているものすごく魅力的な女性がいるのですが、彼女が日本に来たんですあの映画の時に。本人の話として「エリイの 3 分の1は私だけけど、残りの 3 分の2はもう自分じゃないよ」と何かの雑誌にのってました。

実際この人は地球外生命を探すという目的のお金を集めるのに非常に苦労した人なんです。最初は NASA がサポートしてたのですが、91 年に突然予算カットされ、その年の運営費数億円をひねり出さないとつぶれるということで、まあ何ヶ月かで何億円稼いだんだからすごい人ですよ。

映画で稼いだんですか？

先生: 映画じゃないですよ。。映画でやっていたように色々な会社や大富豪を訪ねて。その辺は映画も忠実に事実をなぞってたところもありましたが、ただジル・ターター博士ご本人は「本当にあの通り地球外生命に接したということになっちゃうと私の計画は終わっちゃうのであの映画は好きじゃない…… まだ見つからない見つからないといって 次は何をしようか考えるというのが生きがいです。」と言っていました。この映画も地球外生命にコンタクトして帰ってきた人が、結局みんなに認められなかったという終わり方をしていますが、実際本当に隣の星に同じように皆さんがいらっした時、それが事実だとわかった時に人間ってどういう風に反応できるんだろうと？

話の上では月にうさぎがいたりとか色々言いますが、実際そこに同じ人物がいたとしたら“今の人類の哲学というのは耐えられるんですか？”と。。それがあの映画のテーマだったので難しくなりました。まあ昔みたいに地球にある他の島に辿り付き別に人がいたということを見つけたとしても、それは通訳を通じてコミュニケーションができてきたわけですよ。言葉が通じるというのはやっぱり人類とか人間は一つの DNA を共有しているとそういう部分が根本にあるという考えがありますから。。

もし宇宙の他の場所に、我々人類とは違う生命体が本当にいたときに人類はどう対応できるのでしょうか？ スター・ウォーズでも宇宙会議ってやるじゃないですか、色々な星から集まってね、会議できるというのはあれもみんな仲間なんですよ、ある意味で。それが通じるか通じないかわからない人がいた時に人間ってどう対応するかなって考えるのは実は結構おもしろいでしょう？ 車やコンピュータを持っていても通じないんですよ。

生命が生きる為には絶対水が必要で且つ刺激を与える為に凍ってくれないといけないというのが私が経験した真実です。凍らないと体がなまりますから。

えっ 凍る？

先生: そう、メリハリのある生活をするなら、丁度0℃をはさんだ環境になるというのが絶対的な条件なんです。

へ～ 知らなかった。

先生:いや、これは私の話[笑]なので、もともどすと、生命の誕生については、絶対的というか、こうだったらできるといふシナリオはかなり確かなんです。それ以外の生命の作り方は少なくとも我々はまだ知りません。例えば太陽みたいな黄色くて 6000 度くらいの表面温度の恒星があって、そこから 1 億 5 千万km離れている、しかももし、大きさがつまり重力が地球の半分だったらできていないんですね。組織を結合させるその力がある重力で補強されて体が積みあがってくる訳ですね。重力が弱いと結合も弱いので体が膨らむというか、まずくっつかないというか、うまく組みあがらないでしょう。半分だと無理だし 2 倍だと逆に人間だと潰れちゃうんですね、自分の体重が2倍になりますから。。

もしかすると虫で終わっちゃってるかもしれませんね

先生:そうなんですよ、昆虫みたいに堅くて小さくなるか、象みたいに大きくなって、堅くしようとしても堅くすると重さで潰れるみたいな。。

少なくとも炭素と水素と水でできている体が暮らせるというのは、この重力のお陰なんです。その環境だからできたというよりも今知ってる化合物から他の重力でそういう構造物を作れて 10 何年か活動ができるものを作るのは今は不可能だと思いますよ。ものすごく狭い範囲ではできるかもしれませんが。

まだ人工的な環境では生命はできないんですね？

先生:できないですとか作れないです。我々の世界は炭素で有機物ができていますが、これが存在できる範囲というのはものすごく広いんです。同じ周期族のシリコンとか、ちょっと怖いですがふっ素とかで物を作ろうとすると、ある非常に狭い範囲だと何らかの化合物はできるんです。その条件にピタッとハマれば、別の有機物を土台にした生命が誕生する可能性はありますが、その確率は非常に低いんですね。やはり生命がある可能性とすれば、地球と同じくらいの重力で、絶対温度 300 度、つまり水の氷点と沸点の 0℃と 100℃の間に適当にふらついて収まる、という条件が必要でしょう。

それで 1 回 0 度の環境にならないといけないんですね？

先生:はい。凍るっていうか、冬眠するという環境がないとなかなかしっかりした人間はできません(笑い)。それと太陽は今は黄色い星なんですけど離れると温度が下がります。またシリウスのように、にガンガン明るく光って暖かい星から太陽から 10 倍くらい離れたところで生まれるかといいますと、やはりそれもダメでしょうね。一年の周期のが長くなってしまいますから。

人間みたいな生物がでてくる状況というのは非常に限られているのですが、物理的に温度が何度とか気圧や重力がどれくらいかを計算すると、恒星が出来るときにどういふ惑星ができるかという確率が計算できます。そういう考察にもとづいて、フランク・ドレイク博士という人が銀河に 1 千億個の星があるとすると、こういう地球みたいな環境で人間がいる星というのが 20 個から 200 個あるといっています。

え～

先生:でも 1 千億のうち 20 から 200 だから、まあ多いかどうかは別にしても 0 ではないんですね。

われわれの銀河のほかにも色んな銀河があるんですか？

先生:そうです。他の銀河でも同じような確率計算ができます。例えば、アンドロメダ銀河をみても 20 個や 200 個くらいは物理的に少なくとも地球と同じような環境になっているようなところがある、と考えられます。そこで実際に恐竜がでてきてくじらがでてきてということがあるかどうかはわかりませんが、可能性はあります。そこを探せばいいのです。

その星はこの“アルマ”を使えば 見えるんですか？

先生:今までにここだと言われていたところを見て「ノー」だということは言えます。はずれているというのははっきり言えます。ただ見えた時にそこに人がいるかどうかはまた次をやらないといけないのです。

そこに水があるというのはわかりますか？

先生:非常に近いところまでわかります。水がないというのは逆にすぐわかります。

あるかもしれないということですか？

先生：そうそう。ないということはかなりはっきりわかります。だからないところは探す必要ないと。人間を探すだけが天文学の目的ではありませんが、例えば“すばる”がこの辺にあると言ったとしますよね、“アルマ”ではその中を100倍細かく見えますからどこにあるかはすぐわかるわけです。

それは探したくなりますよね？

先生：それは非常に近いところで、例えば月の上のアームストロング船長の足跡を見つけるというのもプロジェクトになるんです。30年前の足跡が見つけられるかもしれません。そのレベルのものを宇宙に広げると、今いったような細かいところまでできるわけです。

そこまで行くのに 500 年といわれると、宇宙船の中で冬眠するよりはここで冬眠したい気がしますよね。ここで500年待っていると、さっと行く手段が見つかったときに起してくれそうな気がして

向こうに行っちゃうと、もう行った時にはみんな自由に行き来してるってこともありますよね？

先生：人間の身体が地球の重力で生きれるようになってますので、宇宙船のなかでその環境を作らないとまず 500年生きれないですね。今はぐるぐる回すことで実現できている、ともいえますが。

ビッグバンの始まりが見えるというのと、地球外生物がいる可能性がもっと高くなるというのは非常に興味ありますね、別にそれがどうだという怒られてしまいますが。。それで当然小学校の教科書も変わるでしょうし。。

最後にチリの天文学者についてお伺いしたいのですが

先生：チリの方は交渉が上手です。国は小さいけど非常によく考えているので、現在チリの天文学者は世界でも高いレベルの観測が出来ています。

この3年くらい“アルマ”として、日本やアメリカ、ヨーロッパがチリにお金を払いこんでるのですが、その払い込んだ基金で、バルパライソの大学に天文学の教授を雇ったり、コンセプション大学やアントファガスタ大学で天文学講座を作るとか、そういう活動をやってまして、ようやく今年くらいから軌道にのりはじめています。これからも、チリの5つくらいの大学で天文学の教授を雇用して、天文学教室を作る予定です。良い教授が来ると学生も集まってくるし、いい学生が集まると、次の天文学をリードする人がでてくるのではないかと期待しています。

今まで天文学を勉強している優秀なチリ人はアメリカとかヨーロッパに勉強に行ってたんです。しかし外国で天文学博士(ドクター)の学位をとってチリに帰ってきても、それなりの受け皿がなかったのが、結局またアメリカ、ヨーロッパに行くしかありませんでした。

最近チリの中でもビタクラに本部があるESO (European Southern Observatory)が“アルマ”の活動を通じてプロジェクトが倍くらいに膨らみまして、そういう所にも受け皿が広がってきています。ちなみにESO本部では、約100人が勤務していてそのうちヨーロッパから来ている人は約20人です。

この組織は1963年から40年以上、チリと協定を結び、国際機関として活動をしています。チリには天文台も3つほど持っています。南の空では、北半球とは別の天体が見えますので、南半球に天文台があるというのは非常にメリットというかあこがれなんですね。そこがアルマの基礎にもなっているのです。

我々日本とアメリカはチリではまだまだチリでは新参者ですが、ESOにぶら下がるつもりはなく、アメリカ、日本、ESOと3局で対等の立場で“アルマ”を進める、ということまでできるだけ独自の道を開拓しながら、40年以上、チリで実績を積んできているESOのノウハウ勉強し、またうまく活用させてもらいながら、着実にやっていきたいなと思っています。

そこは人の交流はあるのですか？

先生：今のところ直接の交流ははありますが、“アルマ”のパートナーとしての連携はあります。国立天文台からみると、このESOの活動は、国立天文台がハワイに確立した“すばる”のように、ESO職員が欧州から派遣されて、赴

任できる組織として活動しています。私としては、ハワイでのすばるの組織が数年の間にしっかりと活動基盤を作り上げた経験を元に、チリでも日本からの”アルマ”への貢献をしっかりとできる組織作りをしていかないといけない、と考えています。その意味でも、ESO には学ぶべきところがたくさんあります

今日はありがとうございました。今の子供達が普通に思っている夢を実現されつつ、夢のある仕事しかも将来を見る上で非常に重要な仕事をされているなと感じました。日本の元気の源といえますか、技術のあかしといえますか、将来のあり方の縮図を今日はお伺いできました。是非次の新しいお話を聞けることを約束していただくということで、今後も目標に向かわれて成功されることを心からお祈りしております。

先生：第2の地球を見つけるまで、そして宇宙の始めを見つけるまで 頑張りたいと思います。大げさかな…

もの(=望遠鏡、受信機など)が届きましたらアタカマにご招待させていただきます。

ありがとうございます。

行きた〜い！！ ハワイにも！！ 馬頭星雲見学ツアーを是非。。（笑）



雪の中のすばる望遠鏡ドームです。

〔注：“アルマ”は ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array の頭文字をとったもの) のこと。余談ながら、スペイン語では、Alma は魂の意味があります。天文学者の魂がこだまするすばらしい観測所になることでしょう。〕