

海部宣男氏ロングインタビュー

第4回：野辺山45 m電波望遠鏡（前編）



高橋 慶太郎

〈熊本大学大学院先端科学研究部 〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1〉

e-mail: keitaro@kumamoto-u.ac.jp

インタビュー協力：小久保英一郎（国立天文台）

海部宣男氏インタビューの第4回です。海部氏を含む東京天文台グループは6 m望遠鏡で当時始まったばかりのミリ波による星間分子研究に乗り出しました。そして野辺山に45 mの高精度電波望遠鏡を建設することで、一気に世界のトップに躍り出ることになります。これは日本で初めての大型望遠鏡の建設であり、科学的にも科学行政的にもその後の日本の天文学に大きな影響を与えました。今回と次回で45 m電波望遠鏡の建設の経緯、技術的課題、科学的成果などをじっくり聞いていきます。

●日本学術会議勧告

高橋：ではよいよ野辺山45 m電波望遠鏡のお話をお聞きしたいと思います。

海部：僕はね、天文学の大型計画の系譜という話はぜひ残しておきたいのね。これはどうしてかっていうと、今の大型計画のちょっと混迷してる議論にもつながるだけでなく、まあ僕として最後の大事な仕事だった日本学術会議と文科省の全科学の大型計画ということにもつながってくる。まあ言ってみると、僕のモチーフは大型望遠鏡なんだよね。

高橋：なるほど、学術会議と文科省のお話はまた後ほどじっくりと聞くことにいたします。それで45 mの前に6 mのミリ波望遠鏡を三鷹で作って、そこで培った経験が野辺山45 m（電波望遠鏡）につながったということでしたよね。

海部：6 m（望遠鏡）は1968年に作り始めて、その1968年にアメリカで星間分子が見つかったでしょ。で、1970年に6 mが一応完成して観測

を始めるんですが、実際に新しい分子を発見できたのは、1972年から1973年だよな。やっぱり2年ぐらいはかかって、なかなか大変だったんです。一方でね、1970年には、日本学術会議の総会で「電波天文学の振興について」という勧告が出るんですね*1。勧告っていうのは政府に向けたもので、非常に重い。日本学術会議法に書いてあるんです。まあ実際にはやらないこともあるけど、基本的には政府は何かしなきゃいけないという、まあなかなか重いのが出た。それを受けて、東京天文台から概算要求が出るのは1972年だったかな。その頃には、45 mの電波望遠鏡のアウトラインは決まってる。

小久保：45っていう数字はどこから来たんですか？

海部：それははっきりした根拠があるわけじゃなくて、以前お話したように（第2回参照）1965年の段階で天文研連（天文学研究連絡委員会）のワーキンググループに60 m案と30 m高精度案が出ていたわけです。60 mは東北大の高窪（啓弥）

*1 <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/06/08-18-k.pdf>を参照。

さんでパークスの引き写し、30 mは森本（雅樹）さんでこれは小型高精度という特徴があったけど、当時の記録を読むと森本さんの主張はひどく先鋭的で、まわりは少し引いていたんじゃないかな。その後、赤羽（賢司）さんが座長のワーキンググループで45 m高精度という折衷案になった。波長は1~2センチというのでミリ波ではない。カナダのアルゴンキンというところにその頃できた45 mのパラボラの精度が良くて、波長が2センチまで観測できるっていうんでそれを作ろうという、カナダの電波望遠鏡のまねですね。だいたい今作っている中で一番良さそうなあれが欲しいという、まあそういう発想が初期の計画には見えてるわけです。でもそんなのどうやってやるんだ、そんなのお金付きっこないじゃないか、こういう話になった。

高橋: 最初はミリ波ではなかったんですね。

海部: はい、それで6 mを作り始めてミリ波を作ろうということになったその頃、1968年から1969年ですね、それまで45 mは目標が漠然としたものだったのを45 mという数字だけもらってミリ波にした。それが1つ、一番抵抗のないやり方でもあったし、ミリ波では世界最大のものができる。その頃はね、ミリ波望遠鏡として活動したもので一番大きいのは、アメリカのNRAO（アメリカ国立電波天文台）のキットピークにあった11 m。それから、スウェーデンがオンサラに20 mを作るといふ計画があり、それからエスコという会社が14 mのミリ波望遠鏡っていうのを売り始めてた。そういうようなのがいくつかあった。それでアメリカのNRAOは11 mでもものすごい成果が出たんで、65 mのミリ波望遠鏡を作るといふ計画を立てた。

小久保: そのときに世界ではすでにそういう大きな計画があったんですか？

海部: 1970年代の初めにあったんです。ただし、アメリカはVLA（Very Large Array）計画もあって、結局それが先だということになった。僕が

NRAOにいたときには盛んに65 mの議論をやっていました。で、日本が45 mを作るっていう話もしたんだけど、日本がそんなのできるわけねえと、向こうはタカをくくってたと思うんですね。で、実をいうとアメリカの65 m計画は、日本の45 mが進み始めてキャンセルされた。間に合わないというのと、65 mってやっぱりでかすぎてちょっと精度を出すのが難しいっていう判断が、その頃あったと思います。だから、45 mというのは非常にいい大きさだったんですよ。一気に世界のトップに躍りだすことができるし、それで果たして精度が出せるかっていうと、それは確証も何もないんだけど、まあやれると思ったんだ。だから45 mっていうのはその程度のもんです。

高橋: 6 mで日本でも分子が発見されて、それは国際的には認められてたんですか？

海部: それはそうですね。だってこの前も言ったと思いますけど、アメリカの2つのグループだけが分子を見つけた。それだけなんだもん。ヨーロッパなんかまだ何にもやってなかった時代ですよ。驚かれたと思う。

高橋: 日本でもできるのかと。

海部: 「日本が？えっ、ほんと？」とかいう。それで1970年に僕と森本さんと赤羽さんで書いた「45 m大型宇宙電波望遠鏡計画」っていう記事が、岩波の「科学」にありますけど、これがいわばプロポーザルの基本になるんです。ミリ波でこういうことができる、ああいうことができるという。だけどそれだけじゃダメで、どうやって望遠鏡の精度を出すかっていう基本的なアイデアがなきゃ、これはモノにならないでしょ。三菱電機に行っただけでこういう面白いことができるからミリ波を45 mでやりたいって言ったら、「先生、ご冗談でしょう」って。鏡面精度が0.2 mmとか0.3 mmって言うと、「先生、何を言ってらっしゃる。そんな45 mの電波望遠鏡の精度といたら1センチのオーダーですよ。頑張って2ミリでしょう。」と、こう言われたわけよ。0.2 mmとか0.3 mmとか

の精度っていうのはもう次元の違う話だ。

高橋: 観測する波長の数分の一の精度が必要なわけですよね。それをどうするかと。

海部: そこはねえ、やっぱり森本さんだ。森本さんはパークスの望遠鏡を見て、鏡面が自然にたわんで元の設計値よりいい精度が出てくるっていうのがわかってたんですよ。実際そうなの。本来なら変形してだれちゃうわけね。それがね、軸は変わるけれどパラボロイドに近い形状を自然に保つていうそういう構造になってるんじゃないかって話がありまして。アメリカのNRAOに数学者のフォン・ヘルナーってのがいて、その人が理論的にそういう構造が可能だということを出すんですね。それをホモロガス変形っていうんですけど、パラボロイドから別のパラボロイドに重力変形すると。そうすると焦点さえちょっとずらしてやればちゃんと電波が集まるわけ。森本さんはそれに目を付けてね、あれをやろうと言った。これがやっぱり基本的な肝だったんですね。

高橋: そんなに都合のいい構造があるんですね。

海部: で、それを僕らが勉強して三菱電機へ乗り込んで、こうやればできるって言って説き伏せた。三菱に塚田(憲三)さんっていうエンジニアがいてそれに感激したんです。三菱のエンジニアは魅了されたんですね。あれはやっぱり森本さんすごいなあと僕は思った。そういうのをバツと持って来て。

だからミリ波で星間分子をやるって僕がコントロールしたサイエンスと、こうやれば実現できるというホモロガス変形と、その2つが一緒になってできたのが野辺山の45m計画。その2つがなきゃあり得ないね。星間分子のサイエンスがあったから計画に説得力があってですね、物理のお偉方の先生がみんなサポートしてくれたの。やっぱりこれは新しいすごいことができますよと。しかもホモロガス変形法があるっていうんでこれは面白いと。その2つがあったのがこの計画の非常に大きな魅力だったと僕は思いますね。そ

うでなきゃね、1970年に日本学術会議総会で通るわけがない。

高橋: その頃、学術会議の偉い人っていうのはどういう人だったんですか？

海部: 確か早川(幸男)さんとですね、小田(稔)さんあたりが、あの辺でかなり活躍しておられた。小田さんはすごく応援してくれて、早川さんにもすごく褒められたもんね。早川さんはとにかく「野辺山45mはいい」って言ってすごく褒めてくれてたし、もちろん林(忠四郎)さんともですよ。そういう支援があったからですよ。

森本さんの人脈って結構あってですね、例えば伏見康治、学術会議の会長もやりましたね、そういう物理の先生を彼は知ってる。まあもともと物理学の出身だからね。それで雑誌の「自然」があの頃すごくいい雑誌でね。編集長の岡部(昭彦)さんと仲良しで、そういうところに出て座談会をやったりして。まあ物理の人たちとつながりを作ったり、宣伝をしたり、森本さんの才能はそういういわばサイエンティフィックな広報活動でいかに発揮されたなあ……。まあそうやって支持者を獲得していった。東京天文台はどっちかというと、「あいつらにホントにできるのかよ」という姿勢であんまり真剣じゃなかったけれど、外のそういう物理系の先生がすごくサポートしてくれた。ありがたかったな。

それは同じことが実はすばるの場合も言えるんですよ。すばるが海外8mにいったのはそういう先生たちのプレッシャーがあったからだ。それははっきり僕が目撃している。45mのときもそうで、つまり僕らは単なる天文台の中の一握りのグループに過ぎないじゃない。しかも6mなんていううちっちゃいのをまだ作ってる最中ですよ。それがなぜ学術会議総会で満場一致の支持が得られたかと。学術会議の支持がなければ予算は通ってないですよ。実際に予算が通ったのはその8年後ですけども、あれがあるから天文台も真面目に予算の要求を出したしね。

高橋: 天文だけでなくより広い分野での支持を得たんですね。すばるについてはまた後ほど聞きますが、海部さんは45mの頃にはまだ学術会議に参加してないですよね？

海部: 僕はまだその頃はペーペーだったからね、学術会議総会で通った通ったって大喜びしてましたけど。その頃、日本学術会議にはその後ずっと続く天文研連っていうのがあったんですね。天文学研究連絡委員会、学術会議にはそういう研究連絡委員会っていうのがたくさんあったわけ。で、赤羽さんあたりは、その中の電波天文部会とかいうのの委員が何かになって将来計画の議論に参加して、森本さんはまだ入れてもらえないで、まあそんなような状況だったわけですよ。

それで電波天文部会にはね、おそらく空電研(名古屋大学空電研究所)の田中春夫さんがずいぶん重鎮でいた。田中さんってのは太陽電波をやってきた人だけど非常に理解のある人で、45mの運動をする上では僕と森本さんが一番頼りにしてたのが実は田中春夫さんなんだね。つまり電波の世界ではやっぱり田中さんが応援してくれるかしてくれないかっていうので、全く違ってたわけですよ。そうでなきゃあ要するに喧嘩になっちゃったりするわけでしょう。田中さんはそういうところをちゃんとわかって応援してくれて、すごくありがたかった。だから宇宙電波懇談会初代会長を田中さんをお願いしたわけです。それは非常に成功したと思う。

それから野辺山宇宙電波観測所ができたときの初代所長は田中春夫さんだった。これは森本さん・赤羽さんはだいぶ不満だったらしい(笑)。僕はどうしても田中さんじゃないとうまくいかないと。つまり森本さんと天文台の中が承知しない。残念ながら、僕だって森本さんと赤羽さんにしたいのは山々、本当にそう思うけど、まずは田中さんを連れてくるってことで、天文台を納得させないとこれは成り立たないと僕は思ったね。まあ悪いけどこれは僕が独走して、田中さん

にぜひ来てほしいと頼んだ。田中さんはよしよしして、彼は名古屋でまだ定年まで時間があった、所長職もあったのを全部放って来てくれてね。田中さんにとっては1つの犠牲だったわけですが、にもかかわらず良かったと思うよ。つまり、田中さんはやはり日本全体で太陽電波の計画を作るといのが夢だったんです。空電研の干渉計ってのはそのとき世界でも非常に評価されてたんですよ。波長が短いマイクロ波でね。行くときすごいもんだった。もうパラボラがワーツとあっちこち並んでね、大したもんでした。それで、評価は非常に高かった。それで田中さんとしては空電研と東京天文台を一緒にして太陽電波の大きな干渉計を作りたいっていうのがあって、その夢がかなったのが野辺山電波ヘリオグラフ。田中さんが亡くなった後ですが。

高橋: ヘリオグラフの方は完成が1992年ですから、45mよりもずっと後ですね。

海部: だから田中さんが来たことで、結局空電研の太陽の人はほとんど全部が野辺山に移ったんですよ。石黒(正人)君もそうです。石黒君は干渉計っていうことで来てもらって、それで鯉目信三さんにも太陽のヘリオグラフを作るっていうんで来てもらって、というふうにして結局全部移って。そういう経緯があった。

●森本さんと宇宙電波懇談会

小久保: 僕は学生の頃に森本さんと初めてお会いしたんですが、すごいショックを受けたんですよ。日本もこういう先生がいるっていうのを許しているところが…(笑)。当時は学生で、まだそんな偉大さとかわからなくて、ただ天文学会の懇親会でお会いしただけなので、すごくびっくりしてショックを受けたんですね。

海部: だろうなあ…。

小久保: (笑)。当時から、海部さんが大学院で天文台に行かれたときから森本さんは森本さんだったんですか？

海部: ある意味、もっと森本だったかもしれませんね。森本さんって人はやっぱり破天荒な人でね、あの森本4兄弟ってみんな優秀な学者なんだけど、何か聞いてみると、やっぱり4人の中でも特に破天荒だったそうです。で、お父さんがまた破天荒な人で、お父さんが亡くなられたとき、葬儀のときにお父さんの声が、その亡くなったお父さんの声だよ、「ええ、皆さん、今日は私のご葬儀にお集まりいただきましてありがとうございます」というのが流れて、みんなびっくり仰天したって(笑)。森本さんはとにかくエレキがものすごく得意な人で、高校時代から「電波技術」とかそういう雑誌に投稿して新しい回路とか作ってた人なんだね。だけど、作るの実はすごいへたくそ。頭はすごいいいんだけど作るの下手。作るとねえ、なんかもう森本さんの作った回路って、コードがこんなふうになって何が何だかわからないんだよ。全然スマートじゃないんだよ。だから森本さん、自分の工房のことをね、「あかつき工房」と称して。あかつき工房というの、わかりますか? 「あかつき」というのはその頃共産党の新聞があかつき印刷っていうのでやってたんだね。それで森本さんのはあかつきはあかつきでも、垢の付いた垢付きという(笑)。まあそれくらいできた人。で、森本さんがテープレコーダーを作ったら、お父さんが「面白いから、それに俺に吹き込ませろ。」って(笑)。

小久保: テープレコーダーを作ったんですか?

海部: 作ったの。だからまあいろんな意味で天才肌の人でね。森本さんのあれはやっぱり面白いと思う人と、もう忌み嫌う人といえるでしょ。忌み嫌う人も当然いてね、ずいぶんこういろいろと宇宙電波をつまはじきにした人たちがいて、だから宇宙電波は大変だったというのはあるんですよ。まあそこで海部なんて名前が入ったからますますね、「森本・海部」というのが1つの組み合わせの言葉になってるわけ。

小久保: 海部さんはそういう森本さんの破天荒な

部分とかも、なんていうか、嫌と思わなかったというか、気にしなかったんですか?

海部: 僕はねえ、どういうんだろう…、森本さんとは本当にウマが合ったんですねえ。いやあ僕は森本さんのああいうのはまねができないし、僕はあれをそんなにいいとは思わない。時々とっても恥ずかしいよ。あるとき森本さんと一緒にバーベキューの肉を買いに行ったら、森本さんが肉屋のおばちゃんにね、「わー、おばちゃん、いつもながらお美しい」なんて言うと、キャキャキャなんて笑ってね。それからおばちゃんが僕の方を見てね、「あなたね、こんな人と一緒にいて恥ずかしいでしょうね」って。全くだよ(笑)。あれは今でも忘れられないけど。まあでもね、僕はそれほど嫌じゃなかったし…。

小久保: そうですかあ。

海部: うん。それからなんていうかな、森本さんと僕はお互いの言うことがすぐわかった。打てば響くみたいな感じで、そこがすごくありがたかったなあ。もし赤羽さんしかいなかったらね、それは大変だったと思います、正直言って。赤羽さんはとても真面目で篤実で、自分がやると思ったものは工学者としてちゃんと作る方でしたけどね。だけど、冒険とか新しいこととか、そう言ったものにはものすごく消極的だったから、森本・赤羽って2人がね、それこそ水と油。まあ僕が入ったんで、僕はつまりグルーの役を果たすようになったと思うよ。それはまあたぶん古在(由秀)さんも見てるでしょうけど、まあ僕は森本さんに比べればはるかに普通の人ですから(笑)。森本さんとはねえ、本当にいろんなことで、例えば野辺山をオープンにして大勢の人に見てもらおうじゃないとかそんな話をしたり、宇宙電波懇談会を作ろうって話も僕と森本さんと相談して。

小久保: あっ、そうなんですか?

海部: それはね、つまり野辺山を作るときにね、やっぱりちゃんとした研究者組織がないとできないし、後が持たないと。とにかくまだ日本の電波

天文って脆弱なものでしたからね、だから研究者組織を作ろうと。当時、物理ではいくつかそういうのがあった。そういうのを見てね、やっぱり選挙で人を選ぶと、規約があると、メンバーシップがあると、そういう会を作ろうという。それで宇宙電波懇談会を作る相談を森本さんとして、まず第一に豊川空電研へ行って田中春夫先生を説いた。田中さんってのはそういうのはよくわかってる。すぐに賛成してくれた。だから田中さんを委員長に担ぐのが一番良かったんです。その時代、森本さんでも赤羽さんでも務まらなくてね。それでいろんな大学に声をかけて人を集めて、100人くらい集まったんだよね。

その最初の立ち上げで1969年に「宇宙電波将来計画総合シンポジウム」っていうのをやった。なんで「総合」が付いてるんだって言われたけど。そのときに、これもありがたいんだね、森本さんが「海部君、冒頭講演やれ」と言うわけだよ。僕はまだ助手になったばかりぐらいでしょ。あんなことよくやらしてくれたね。そこで45mの計画を打ち上げた。それでやはり干渉計でいくのか、ミリ波でいくのかっていう議論をして、結局は両方いくことになるんですが。その当時はまだミリ波の干渉計という展望は技術的にはなかった時代で、とりあえず単一のミリ波望遠鏡をやろうと。だからまあ森本さんなくて僕はないですよ。**高橋:**僕は残念ながら森本さんにお会いしたことがないんです。お人柄とか騒動についてはいろいろ噂を聞いているんですが(笑)、学問的にはどういう方なんですか？

海部:僕はね、森本さんについては亡くなった後でいくつか書いたんですけど、僕は森本さんの一生のテーマっていうのは結局、電波干渉計だったと思う。森本さんが最初にやったのは、周波数200メガサイクルのアンテナを2つ置いて、太陽から出るプラズマの高さを計るといって、それが最初の論文だったと思いますね。だから最初から干渉計。それが認められて森本さんは天文台の助手

になって、なり立てくらいのときにオーストラリアに引っ張られた。その頃、オーストラリアは太陽電波王国だったんですね。それでカルグーラというところに電波ヘリオグラフという、巨大な円形に並べたアンテナを作って、それで太陽の画像を瞬時瞬時に描くというものを最初に作ったのが、このオーストラリアのグループで、そこへ森本さんが呼ばれて大活躍をしたんです。

僕は森本さんにいろんな自慢話を聞いてるけど、忘れられないのは、太陽の画像が出るんだけどね、それがどうしても楕円形でひしゃげてるんだって。それで困ってね、これじゃ論文に出せないからどうしようどうしようっていうのを散々議論してたら、森本さんが「俺がちょっと思いついて、その制御卓の中へ潜ってってスイッチをひょいっとひねったらパッと丸くなった」という(笑)。要するに、縦横比のどこかがそういうところに漏れててね、そいつを直したんだっていう話を彼はしてて。まあたぶん決してオーバーじゃなくて、向こうでは森本さんてのはすごく高く評価されてるんです。ポール・ワイルドってのがCSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) の所長でね、森本さんのことを非常にかわいがってた。僕も何度か会いましたけど、CSIROってのは科学技術庁みたいなものだから、ポール・ワイルドはオーストラリアのいわば科学技術庁長官みたいな人だったんです。だから非常に活躍をした。森本さんの一番すごいところはそういうひらめきっていうか、そういうのがすごく大きいです。

だから本当に森本さんは人気者で、亡くなったとき(2010年)、まあご存知でしょうけど、鹿児島と神戸とそれから三鷹で追悼の会を3回もやってそれぞれに何百人という人が集まってきた。もうどうしても行くっていう人がたくさんいてね。

●アメリカグループとタイマン

高橋:では宇宙電波懇談会ができて、1970年に

は学術会議で認められて、東京天文台から概算要求を出して、ということでしたね、その後はどういうふうに進んだんですか？

海部: そういう時期をみて、実は僕は1973年にアメリカの国立電波天文台 (NRAO) に行くんです。要するにこれ、予算が付くまでにしばらく時間がかかるから、森本さんが行ってこいって、

高橋: 1972年に出した概算要求はダメだったわけですね。

海部: それはね、すぐになんか通るわけないんだよ。

高橋: 何年かかかると。

海部: 何年か、どうせかかると。というので1973年の10月から1975年の4月までアメリカに行くんです。NRAOのワインレップという人がミリ波をやっててね、森本さんとオーストラリアで知り合った。それで彼の引きで来ないかとか言われて、ワインレップと一緒に開発をやろうと思ってたらしいんだけど、僕は観測に夢中でね。

それで僕はアメリカでSiOメーザーの発見に一役買ってるわけですよ。それまでメーザーっていうと、OHとH₂Oしかなかった。だけどオリオンで見つかった非常にへんてこな、86 GHzのきれいなダブルレットのラインがありましてね。それはシュナイダーとビュールが見つけたんだけど、僕が行ったらそれが壁に張ってあって、「これは謎のラインだ」っていうから、僕が「これはメーザーじゃないか」って言ったらシュナイダーがえらい怒って。彼はケミストだから非常に面白い分子、ダブルレットの分子だと信じてたんですね。だから僕が「これはメーザーの膨張シェルみたいだ」って言ったら怒ってね。

高橋: シェルのこちら側と向こう側のドップラー効果でダブルレットに見えるということですか。

海部: そうなんです。それでその後、キットピーク天文台の観測でたまたまシュナイダーと一緒にあったんだけど、僕の観測時間に雨がざんざん降ってて、ドームを閉じてアンテナをちょっと天頂へ向けてたとき、シュナイダーが「お前のアイデア、

観測してみないか」って言ったんです。これは面白いと思ってね。じゃあ何を見るかって言うから、晩期型星、特にミラ型変光星がいいと。なぜかっていうと、ミラ型変光星はたくさんあるから、いつでも視野の中に何かいるでしょ。それからミラ型変光星はOHではメーザーでやっぱりダブルレットが結構出てるんだよね。それを見ようって言ったらね、シュナイダーが「やろうやろう」っていうから、雨が降ってたからドームを閉じたままで観測をしたんですよ。よくやったもんだ、あんなもん。そしたら最初に向けたVX Sgrという星でズバッと見つかったの。それで、僕がいくつか用意したミラ型変光星のリストからどんどん見つかって、一晩で4つ見つけた [1]。だからもうシュナイダー、兜を脱いでね。彼が見つけたダブルレットっていうのは、結局は膨張シェルだったんです。

高橋: すごいですね。ダブルレットのラインの解釈に貢献したと。Snyder & Buhl 1974 [2]で海部さんの名前がacknowledgeされていますね。

海部: 「お前、いったい電波天文学はどこで勉強したんだ」っていうから、「日本の6 mだ」って。僕は結構6 mで修行したからね、アメリカで観測をやるときに全然負ける気はしなかった。連中と対抗して、タイマンが張れたという。普通、若い人が行くときは誰か先生のところに行くでしょ。僕、そんなの誰もいなかった。ワインレップが来っていうから行ったんでね、別にワインレップの弟子でもなんでもないから。僕は1人で観測して、彼らと協力もするけど対抗もするというような気持ちで行った。6 mの観測の経験があったからね、むしろ望遠鏡のことは僕の方がよく知ってた。アメリカってわりと早く分業が始まるでしょう。そうすると天文学者とエンジニアというのは、「私、観測する人、あなた、望遠鏡の面倒見る人」というので、故障するとすぐ電話して、夜中でもたたき起こして「すぐ来い」とかやってるわけね。あるときに僕は「そこにこういうスイッチがあるはずじゃないか」と言って、実際電話し

て聞いてみると「ああ、確かにそれはそれだ」とか言ってすぐ直したとかね。というので、「お前、いつから電波天文やっているんだ」とか言われてシュナイダーに感心されたぐらい。だから6mの経験はものすごく生きてますよ。僕はシステムのことは彼らよりむしろよくわかってましたね。

高橋: アメリカではその頃すでに作る人と観測する人がわかれていたんですね。日本では当時は自分で作って自分で観測していたわけですよ。

海部: そうですね。それで実はそのダブレットがSiOだということはその頃はわかんなかった。メーカーだってことだけはわかって、それがSiOであるかどうかについては、その後実験室でわかったんですね。

●調査費と本予算

海部: で、向こうに行ってた1975年の3月に日本から電話がかかってくる、「45mの調査費が通った」って言うんだよ。それは大変だっていうので、まあ帰るわけですね。僕はそのとき2年目に延ばすって話をもうしてたんだけど、もうとってもそんなのはやってられないので帰りまして。

ところがだよな、帰ったのは75年でしょ。調査費は付いたんだけど、76年もまた調査費で。普通は調査費が付くと、1年で本予算になるんだよ。でもまた調査費なんですよ。それでね、どうもおかしい。文部省の態度もちょっとおかしい。そういうのってわかるんだよ、不思議なことに。それから三菱電機なんかはやっぱり注文が欲しいから、裏からいろいろ探りをかけるんでね。彼ら、僕らと違う人脈があるんだ。で、どうもね、このままいったら通らないんじゃないかっていう心配がだんだん出てきてね。だから、1977年のときは必死だったよね。もういろんなところに行って、頼んだり聞いたりして、それで1977年の暮れによろやく1978年度からの建設の予算が内示されたんですね。この辺はなかなかね、やっぱりいろんなことがあったよ。45mの完成

想像図を描いて末元（善三郎）台長と文部省へ持っていったりね。いろいろそういうような手順手管も使わないといけないんだ。とにかく1978年からの建設ということになって。

高橋: じゃあ3年間、調査費をもらったと。

海部: 3年間ですよ。75、76、77と調査費をもらった。その頃では異例なんだ。それで、78から建設。

高橋: 調査費というのは、何の調査をするんですか？

海部: まあね、調査費というのは、言ってみると準備費ですね。設計とか基礎実験とかサイト調査とか、まあいろんなことに使える。でもそんなことは僕らは散々やってんだよ。それまで自前でやってるわけですけど、まあでも調査費が付くということは非常に重要なことで、それが付かずにいきなり本予算ということはないからね。

高橋: 本予算が通るか通らないか、ちょっと危ういところだったわけですね。

海部: 本当に僕ら、77年のときは心配しましたね。

高橋: その間に絵を描いて持っていくとか、そういうのが功を奏したんですか？

海部: ある程度、そうでしょうね。パンフレット作って配ったりね。とにかく準備がちゃんとできてるということを示すということですよ。

小久保: 場所は、野辺山というのは、いつ頃？

海部: 場所が野辺山というのはね、実はもう当初からかなり野辺山はいいと思ってたわけ。というのは、あそこにすでに太陽電波の干渉計があったもんね。信州大学の農学部の広大な土地で何か荒れ果てたところでね、湿地みたいになって、あそこはいいんじゃないかっていうのは前から思ってたんですね。ただもちろんちゃんと全国調査しなきゃいけないっていうんで、全国、地図を調べて、平らそうなどころがあると思って行ったらゴルフ場だったとか。まあ大抵平らなところはゴルフ場になってたんだよ、あれも驚いた。それで北海道まで行ったし、最後、富士山麓の朝霧高原というところも、これは名古屋の田中さんたちがいいん

じゃないかって言うんでだいぶ調査したんです。泊まり込んで電波の測定をしたりね。だけど最終的にね、あそこは国立公園の範囲内で、環境庁へ行くと「アンテナ作るんですか？大きいんですか？色はなんですか？白はダメです。緑にしてください。」とかそういう話だよ。

高橋: 緑の望遠鏡 (笑)。

海部: だから、とってもダメだよ。それでも朝霧高原は諦めて。もともと野辺山は非常にいいところなんです。それは間違いないと思う。僕らが知ってる中で、日本ではベストです。平らでなきゃいけない、標高が高くて、冬に天気良くて寒いということが非常に重要なんですね。夏はまあどうせ湿気が多いからしょうがないと。冬はね、温度が低くて晴れてて、そうすると空気中の水蒸気みんな落ちて、ものすごくドライなんです。そういう意味じゃ、日本でもミリ波の観測ができるのは広いところではあそこぐらいしかない。狭いところだったら富士山頂だっていいんだけど。

野辺山に決めるのも、いろいろ紆余曲折があってね。信州大学に貸してもらいに何度頭下げに行ったかって。こういうのは赤羽さんが一生懸命やって。結局、信州大学が貸してくれることになる。だけど広いところは貸してくれない。

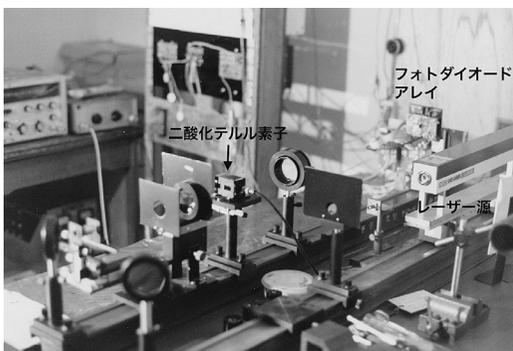


写真1 三鷹6m電波望遠鏡の音響光学型分光器 (国立天文台提供)。レーザー源からの光を2回鏡で反射させて二酸化シリコン素子に入れている。

干渉計の線に沿ってしか貸さないっていうんで、あの端っこの妙なエル字型になったのはそのせいなんです。それはまあ仕方がない。こちらは借り方だから。いろいろ変なことがありましたよ、それに関してもね。

高橋: お金を払って借りるんですか？

海部: あのね、それはできないんです。国と国ではそういうことはしちゃいけない。

高橋: ああ、なるほど。

海部: 信州大学の農学部が持ってたんだけど、あの頃は大きく使ってなかった。でもやっぱり農学部は手放せないっていうんで。結局、その後も大きく使ってない。一時、牛を放したりキャベツを育てたりしてるけども、あまりうまくいかない。

高橋: 今でも借りてるんですか？

海部: 今でも借りてます。

小久保: だから、終わったら返すってなってる。野辺山を閉めたら返す。

海部: そう。

●音響光学型電波分光器

海部: それともう1つ、僕がアメリカから帰ってきた1975年から始めて、75年、76年で作ったのが、音響光学型電波分光計ですね。さっきのレーザーの話で、SiOレーザーっていうのはミリ波のレーザーなので、ちょうどいいテーマなんだよ。強いし、ミリ波でバンバン観測できるから。それで日本に帰って6mでSiOレーザーの観測をしようと思った。とりあえずオリオンのSiOレーザーのダブレット、あれは膨張シェルだから、その時間変化をモニターするとね、膨張シェルがだんだん減速するとか加速するとか見えるはずだから、それを見ようと思ってね。

それで、そのためには高分散の分光器が必要で、それまで作った31チャンネルの分光器では全然分解能が足りない。ピークがものすごく鋭いからです。周波数分解能の高い分光器を安くできないかと思ってたら、音響光学型っていうアイ

デアにぶつかったんだな。

その基本はオーストラリアで開発されたものなんです。太陽で、ある相当広い波長帯に関してバーストが出るんだけど、その周波数がヒューっとずれてくるわけ。それはわりと速くずれるので、いちいち測ったのでは間に合わないのね。それをダイナミックスペクトルといって、スキャンしながら全部測っちゃえという。甲斐（敬造）さんがオーストラリアから帰ってきて、その技術をものにして野辺山の太陽電波でやってたんですね。それを僕は見てね、これは分子に使えるのじゃないかと思ったわけですよ。

高橋: もともと太陽電波の方でそういう技術があって、それを宇宙電波でも使おうと。どういう技術なんですか？

海部: 音響光学型分光計の原理は何かっていうとね、電波を音響波に変えて結晶の中に通すんですよ。結晶の中には音響光学性というのを持つのがある。つまり音を伝えるような結晶があるわけです。その結晶の適当な方向に電極を貼り付けて、そこに電波望遠鏡から来た電波を入れてやると、ピエゾ効果で電波の強弱が圧力の強弱になって音の振動に変えることができるわけです。そうすると超音波になって伝わるんだ。これを回折格子として使う。つまり音波の一つ一つがいわば生きたグレイティングになる。で、結晶の中での音速が遅ければ遅いほど分解能が高くなるんです。

光のスペクトル分光はどうやってやるかという、回折格子って、たくさんの等間隔の溝をガラスに切って、それに望遠鏡からくるいろんな波長を含んだ光を当てると、回折でいろんな波長に分かれて出るから、それを写真に撮るわけでしょ。音響光学型分光計はそれを反対にしたものなんだよ。つまりグレイティングは結晶の中を通る超音波で、それに当てる光は単一波長のレーザーなんだ。だから立場が逆転しただけで、原理は同じ。

高橋: 当てる光は単一波長で、回折格子の方が電波の強弱によって変化して、レーザーの回折の仕

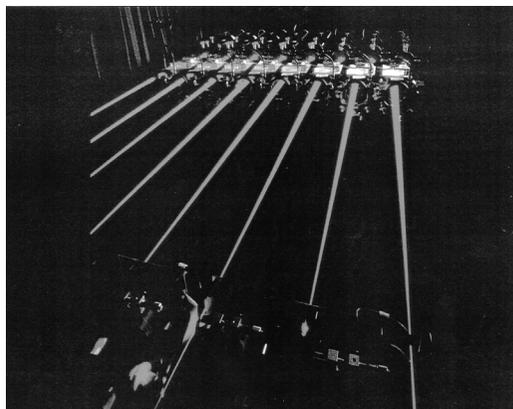


写真2 野辺山45 m電波望遠鏡の音響光学型分光器 (国立天文台提供)。

方が変わるということですか？

海部: そうです。それはもともと宇宙から来た電波からできた超音波だから、その中にもいろんな波長の分布が入っているわけですね。ある特定の波長だけ強い電波が来てたりすると、その波長のその角度のところが明るくなる。

高橋: それで電波の分光ができるということですね？

海部: そうなんです。でもそれはそのままじゃ宇宙電波には使えないんですね。2つ理由があって、1つには分解能が全然足りない。もっと細かい周波数分解能を得るにはどうすればいいのかというので、これは電気通信研究所でやっている人がいるというので、森本さんが連れてってくれた。そこで内田（直哉）先生という人が二酸化テルルの結晶をやっていて、これが良かったんだよ。二酸化テルルの結晶のある方向を使うと非常に遅い音波が出るんですね。

それからもう1つは、マルチチャンネルにしないといけない。太陽電波のはフィルムの上にパッと出しゃいいんですけど、マルチチャンネルにするには一つ一つの周波数の強度を同時に独立に測らなきゃいけない。実はその頃初めてフォトダイオードアレイというものができたんだな。つまり

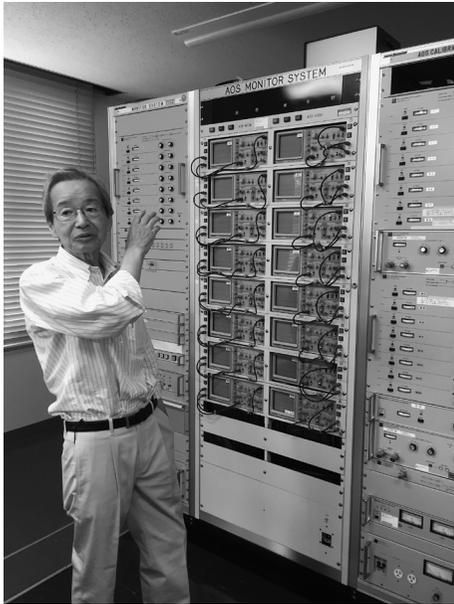


写真3 野辺山45m電波望遠鏡音響光学型分光器のモニターシステムについて説明する海部氏(2017年8月)。

小さなアレイの上にダイオードを100個とか並べてね、一個一個検出できるわけです。それで回折した光をフォトダイオードアレイで受けるわけですね。僕はそのとき確かCMOSを使ったんだ。CMOSのフォトダイオードアレイを、1個100万円ぐらいするのを、一生懸命お金を工面して買って、それからレーザーがどうしても必要だから、これも50万円ぐらいで買って、あとはそこから中からガラクタを集めて、暗室がなかったから、6mの観測室の中をベニヤで仕切って暗幕を張って、定盤もどこかに転がっていたのをもらってきて、面白かったですよ。全部手作りよ。

高橋: だいぶ手作りだったんですね。

海部: ほんと、ガラクタ集めてよくできたもんだ。ほとんどバラックで組み立てた実験装置ですよ(写真1)。それで組み立てたら、ものすごくうまくいったのさ。驚いちゃったな、あれには、ケーブルを6m望遠鏡から引っ張ってきてつないだら、スペクトルが出る。それがねえ、256チャ

ンネルですよ。僕が一個一個、コイルを巻いて作った31チャンネルがバカみたい。31個、一個一個丁寧にもうものすごい労力をかけて作った、31チャンネルのフィルターバンクなんて吹っ飛ばす256チャンネルがいったんにできちゃって、だからあれはね、感激だったんですよ。観測したらすごく安定だしね。これは僕の自慢ですけど、世界初の実用化された宇宙電波用の音響光学型分光器ですよ。あれでSiOメーザーの論文が書けた。

それでこれは使えると思ったんだ。僕は科研費でお金を取って3,000チャンネルのものを作ったんですよ。これが第2世代で、これも6mにつないでちゃんと活躍した。それで野辺山のお金が付いたのは1978年でしょう? だから、そのお金で思い切ってでかいやつを作ろうと思ったわけだ。大々的に全部で32,000チャンネルという、いわば100倍以上のものを作ったわけです。その当時、世界で最大のものが300とか400チャンネルだった時代だからね。そりゃもう、無茶苦茶巨大なものだったんだ。

高橋: すごい飛躍の連続ですね。31から256、そして3,000、32,000と短期間で。

海部: 野辺山ができる頃には、フォトダイオード・アレイも2,000なんていうのができてさ、6m作った頃はまだ200ぐらいが精一杯だったのが、お金もあったからそういうものをいっぱい買えることができた。それから同じ二酸化テルルでも、ちょっと方向が違くと音速が速い。そうすると分解能はそれほど良くないけど、幅の広いブロードバンドの分光器ができるわけですね。そういうのを組み合わせれば、いろんなことができる。二酸化テルル結晶は松下電器の田中さんという若いエンジニアが努力して、そうして作ったのが45mの音響光学型分光器(写真2・3)。あれはずーっと世界ダントツの分光器でね。非常にエンジョイしましたよ。

(第5回に続く)

謝 辞

本活動は天文学振興財団からの助成を受けています。

参 考 文 献

- [1] Kaifu, N., et al., 1975, ApJ, 195, 359
- [2] Snyder, L. E., & Buhl, D., 1974, ApJ, 189, L31

A Long Interview with Prof. Norio Kaifu [4]

Keitaro TAKAHASHI

*Faculty of Advanced Science and Technology,
Kumamoto University, 2-39-1 Kurokami,
Kumamoto 860-8555, Japan*

Abstract: This is the fourth article of the series of a long interview with Prof. Norio Kaifu. The Tokyo Observatory group, including Prof. Kaifu, had started a study on interstellar molecules with the 6 m millimeter-wave telescope at Mitaka. Then, by constructing a 45 m high-precision radio telescope at Nobeyama, they jumped to the top of the world all at once. This was the first construction of a large telescope in Japan, and it had a great impact on Japanese astronomy both in science and science administration. In this and next articles, Prof. Kaifu talks on the background of the construction of 45 m radio telescope, technical issues and scientific achievements.