

# 素人の見た NRAO

中野 武 宣\*

私は1969年9月から1971年7月まで、客員研究員としてアメリカ国立電波天文台(NRAO)に滞在した。電波天文学はおろか、観測についてほとんど何の知識も持たない私がNRAOに行なったことを、不思議に思う人も多いと思う。それは、林忠四郎先生と私が行った原始星の進化の仕事が、星間雲の観測をしているNRAOの研究者の目にとまったことと、この人が林先生に会いたくて来日したとき、林先生はNRAOで行なわれたシンポジウムに出席しておられて、私が相手をするという偶然が重なったためである。招待の条件は何をやってもよいということだったので、一度外国へ行ってみたいという気持ちも手伝って、招待に応じた。初めは電波天文学の勉強もし、機会があれば観測もやってみようという気持はあったのだが、生来の不精者で、とうとう何もしないで帰国してしまった。ここ数年のNRAOの活躍は目を見張るものがあるので、門外漢の見聞記でも何かの役に立つかと思って、愚文をしたための次第である。

## 1. NRAO の設立

いくつかの大学や研究所で個々に行なわれてきた電波天文学の研究も、1950年代になると、一層の発展をとげるためには巨大で高価な装置が不可欠であることが痛感されるようになってきた。このような装置を一つの大学で建設するのは財政的に不可能なので、国の強力な援助が必要である。また、こんなものをいくつも作るわけにはいけないので、どの大学の研究者でも利用できるように運営しなければならない。このような天文台を建設してほしいという電波天文学者の要求が、1954年にNational Science Foundation(NSF)に提出された。NSFはこのような天文台の実現の可能性と有効性の検討をAssociated Universities, Inc.(AUI)に委ねた。AUIは巨大研究施設の設立と運営のために作られた組織で、アメリカ合衆国東部の主要9大学によって構成されており、現在NRAOの他に、原子核実験のためのブルックヘブン国立研究所を運営している。やがて、NSFの資金でAUIがNRAOを建設し運営することが決り、大々的な敷地探しのすえ、West Virginia州のGreen Bankの近くに決定した。

設立の趣旨からわかるように、NRAOの性格は日本の共同利用研究所と非常によく似ている。日本最初の共

同利用研究所である京都大学基礎物理学研究所設立の動きが始った時期と、NRAOの必要性がさげばれ始めた時期はほぼ一致している。国と研究分野は違っても第二次世界大戦後の研究の仕方に何か共通するものがあるのであろう。

## 2. Green Bank

現在、NRAOの施設は3カ所にある。そのうち一番重要なのはGreen Bankである。ここはアパラチア山脈の中に位置し、両側を低くならかな山にはさまれた海拔900mの寒村で、住民は農業や牧畜を営んでいる。私の見た範囲では、工場らしいものは一つも見あたらなかった。ほとんどすべての電気機械、自動車、飛行機、さらにテレビ受信機さえもが電波の雑音源になり、精密な天体観測の妨げになるので、このように人口が少なく、産業が興らず、交通量も少ない土地が選ばれたのである。ここが建設地に決ると、連邦政府とWest Virginia州政府はそれぞれ法律を定めて、人工の電波雑音をこれ以上ふやさないための処置を取った。これによって、例えばこの近くに新しい通信施設を建設するためには、NRAOの承認を得なければならない。

NRAOの敷地は東西に3km、南北に4kmの広大なもので、その中に数個のパラボラアンテナが設置されている。土地はほぼ平坦で、大部分は草原であり、一部に林もある。小川も流れており牧歌的な所である。NRAOに買収される前からあった木造家屋が数個今にも倒壊しそうな状態で残っており、望遠鏡と奇妙な対照をなしている。広い構内での機器の運搬や人の往来に自動車は欠かせないが、ガソリンエンジンの車は点火の際に電波雑音を発するので、ディーゼルエンジンの車が使われている。研究室、技術部門、訪問者の宿舍等がある入口近くのごくせまい地域を除くと、一般の車は遮断機にさえぎられて入れないようになっている。構内には滑走路が一本あり、小型飛行機が離着陸できる。NRAOの利用者が希望すれば、例えばWashington, D.C.の空港まで迎えに行き、交通の不便を補うためである。

Green Bankには3つの望遠鏡がある。そのうちの1つは25mパラボラアンテナ3個からなる干渉計で、そのうちの1つはNRAOの敷地が決ると間もなく建設が始まり、1959年に完成した。初めはシングルディッシュとして使われていたが、1964年と1967年に残りの2つ

\* 京都大学理学部物理学第二教室

も完成し、現在は干渉計として使われている。この2つは数十個の車輪のついた台車にとりつけられており、長さ1,500mのアスファルト道を移動することが出来る。舗装してあるとはいえ、路面は相当ひどく波打っており、これで精密な観測ができるのかと疑問に思ったが、これは素人の思いすごしかもしれない。この他にトレーラーの上に建造された直径13mのアンテナがあり、NRAOの敷地外に設けられたいくつかの観測点へ運んで、上記の干渉計と組合せて長い基線での観測に使われている。私は残念ながらこれを見ることはできなかった。

直径92mのトランシット型アンテナは、一昨年ボンに100mの望遠鏡が出来るまでは、方向が換えられる電波望遠鏡としては世界最大であった。Green BankのあるDeer Creek Valleyをドライブして行くと、かなり遠方から見える大きなものである。これは1962年に完成したが、建設費はたった85万ドルで、設計から完成まで23カ月しかかからなかった。聞くところによると、次に述べる42mの望遠鏡が中々完成しなかったので、急いでこの望遠鏡を建設したということである。

直径42mの望遠鏡はNRAO自慢のものである。短波長の観測用に設計されており、波長2cmまで観測可能である。ボンの望遠鏡が出来るまでは、赤道儀としては世界最大であった。この望遠鏡の設計はNRAOの設立が決まると同時に始まったが、色々の技術的困難にぶっかり7年の月日を費し、1,400万ドルの巨費を投じて、1965年にようやく完成した。この間の事情はSky and Telescope 30 (1965), 267にくわしい。建設途上の生々しい写真が多数あり、完成品の写真とは違った迫力があるので、一覧をおすすめする。

この他に、地球の自転によって一日に一度電波源Cassiopeia Aの方向を向くように設置されたCalibration Horn Antennaがある。また、入口近くには、Janskyが使った天体観測用のアンテナの実物大の模型があり、見学者を楽しませている。いかにもアメリカらしい配慮である。

### 3. Tucson

NRAOの電波望遠鏡が設置されている所がもう一つある。アリゾナ州の避寒地Tucson(トゥーソンと読む)の郊外、メキシコ国境に近いKitt Peakという高山である。ここにはKitt Peak National Observatoryという光天文学でのNRAOの対応機関があり、その一隅にNRAOの直径11mのミリ波望遠鏡が置かれている。ミリ波は大気、特に水蒸気によって吸収されやすいため、このような海拔1,800mの高山が選ばれたのである。その上、アリゾナ州は砂漠が多く、特にTucsonは年間日照時間が平均3,800時間という乾燥した所なので、格好の場所

といえる。この望遠鏡は1968年に完成し、最近星間分子線の観測に大活躍をしている。色々な意味でここは一度訪れたい所であったが、ついにその機会が得られなかったのは残念である。

### 4. Charlottesville

NRAOのもう一つの重要な施設は、直角三角形をしたVirginia州の重心から少し北よりにある小さな大学町Charlottesvilleにある。ここには州立のUniversity of Virginia(U. Va.)があり、そのキャンパスの片隅の丘のふもとにある、思ったより小さく、飾り気のない三階建の建物がNRAOである。NRAOの研究者の大部分は、ここで仕事をし、観測する時だけGreen BankやTucsonに出かける。そのため、ここには望遠鏡以外のすべての設備が整っている。技術部門の人達も多数いて、観測装置の開発などに従事している。CharlottesvilleとGreen Bankは約200km隔っており、アパラチア山脈中の険路をドライブして3時間かかる。NRAOの車が毎日一往復しており、両施設間の電話は大学構内の電話と同じで、これだけ隔っていてもあまり不便を感じていないようである。

Charlottesvilleの研究所ができたのは1965年である。42mアンテナの建設が軌道に乗ったので、このような研究所の建設を考える余裕が生まれたのであろう。これを作った最大の理由は、Green Bankが遊びすぎることであろう。ここは無医村なので、幼児のある家族には特に住みにくい所である。また、観測をしない時は、学問的考察に没頭するために、望遠鏡から少し離れた方がよいと考えたのかもしれない。同じ離れるなら、天文学教室があって違った分野の人と議論ができる所がよい。Green Bankから程好い距離で、このような条件を満している所としてCharlottesvilleは唯一の町であろう。いや、人口密度の低いアメリカでこのような格好の場所があったのは、むしろ幸運というべきだろう。

NRAOには30人足らずの研究者がいる。各人の身分はあまりはっきりしないが、私の見たところ permanent staffが5,6人、Associate ScientistとAssistant Scientistがそれぞれ6,7人、Research Associateが8,9人である。その他に私のような容員が2,3人いる。AssociateとAssistant Scientistは任期がきても契約を更新する機会が多いようだが、Research Associateの任期は原則として2年で、任期満了後Assistant Scientistに昇格されなかった者は、NRAOを去らねばならない。NRAO固有の学生はいないが、どこかの大学に籍を置き、NRAOの研究者について勉強している大学院生が数人いる。

研究者とほぼ同数の技術者がいて、受信機の開発や組立て、新しいアンテナの設計などをやっている。博士号

を持っている人も多いようである。NRAO では homology antenna の建設を検討しているが、そのために建築学の専門家を抱えている。作るかどうかわからないものにこれだけの投資ができる柔軟な体制は、日本の大学では考えられないことであり、うらやましい限りである。

私が NRAO に2年間もいて一度も観測をしなかったことを、日本の電波天文屋さんは何と勿体ないことと思われるにちがいない。NRAO には私の滞在中6人の理論屋がいた。そのうち、私も含めて2人は観測経験なし、1人は誘われて一度だけ観測に加わったがそれっきり、1人は理論が主だが時々観測もする、2人は観測が主である。NRAO 滞在が長い人ほど観測の比重が大きい。観測をやらない人達の専門は、パルサーの理論と、X線と星間ガスの相互作用で、電波天文学とのつながりという点では私と大差ない。従って、私が決して NRAO で特殊な存在でなかったことを申し添えておく。

## 5. NRAO の日常生活

NRAO での生活は渡米前に聞いていた大学での生活と大差ない。研究員の出勤は遅く、平均9時半である。事務員や技術者は早いので、建物から遠い駐車場に止めてあるのは決して研究員の車である。観測屋さんは観測データの解析のために計算機室に出入りしたり、論文や本を読んでおり、理論屋と何の変りもない。3時頃に coffee break があるのはいずれも同じである。Associate Scientist 以上は個室を持っているが、それより下は2~4人の相部屋である。coffee break の時間以外でも廊下や図書室での立話が多く、活発だが騒々しい研究所であった。

観測の際には、望遠鏡の操縦者がいるので、研究者はどの方向をどの波長で観測せよと指示するだけである。もっとも、研究者は観測中は操縦者に付添うことが義務づけられている。これなら、少し勉強すれば私にもできたはずである。観測の仕方といい、日常生活といい、東京天文台を訪れたときに見せていただくのと大違いである。日本の観測屋さんは全くお気の毒というほかない。

すでに述べたように、NRAO は共同利用研究所である。その施設はアメリカ中の研究者と大学院生に解放されている。利用したいときは、観測の内容を書いて天文台長に申し込む。台長はその学問的評価のできる人を referee に指名し、NRAO で採用すべきかどうかの判断をたのみ、それによって観測時間を割り当てる。要求時間の半分も満せないで、採用されないものもかなりあるようだ。利用者一般の意見を NRAO の運営と将来に反映させるために Users Committee という委員会がある。また、天文学の色々な分野の第一人者を委員にした、Visiting Committee があり、NRAO のあり方や将来な

どを大所高所から議論しているようだ。このような委員会が開かれるたびに、dinner party があるので、楽しみの一つであった。しかし料理は大味で、味覚の洗練された日本人の口に合わないものが多いのには閉口した。

NRAO と U. Va. の天文学教室の合同コロキウムがほぼ隔週に開かれる。内部の人が話すこともたまにあるが、大抵は面白い研究をしている人を呼んでくる。話題は天文学全般にわたるが、やはり電波天文学の話が多い。討論も含めて約1時間の短いもので、私には少し不満であった。

広大な国なので、コロキウムのためにはかなりの旅費が必要である。また、普通の大学や研究所では、研究者自身が NSF などに研究費を申請することが多いが、NRAO は全体が NSF に支えられているので、個人が申請する必要はない。NRAO の研究者は色々な面で非常に恵まれているといえる。星の内部構造などの理論的計算のためには、電子計算機の記憶容量が小さく、演算速度がおそいのが、私の唯一の不満であった。

電波天文学の開祖 Jansky をたたえる“Jansky Lecture”が毎年秋に行なわれる。これは一流の天文学者を呼び、U. Va. の講堂で市民を対象にした天文学の講演をしてもらうものである。講師は数日間 NRAO に滞在し、その間にコロキウムで講演したりする。講師を囲む party が開かれることは言うに及ばない。私の滞在中の講師は Hoyle と Dicke であった。

毎年12月の天文学会の直前に“International Symposium”が開かれる。これは NRAO の研究員が最近の研究について報告するもので、一応すべての研究員に義務づけられている。私のような英語のダメな者でも容赦してくれない。1人約15分で、朝早く始め、1日でやってしまうので、つらい1日である。いつもは薄汚い身なりをした輩も、この日だけはネクタイなどを結んでくる。全員レストランで昼食を取るからである。

6月初めから8月末までは夏休みで、コロキウムもなく、比較的のんびりしているが、1年中で一番騒々しい季節である。この期間、NRAO は summer student を約30人採用する。彼等は天文学、物理学、又は電子工学を学ぶ、大学や大学院の学生で、電波天文学を専攻する大学院生も少しはいるが、大部分は全くの素人である。彼等に電波天文学の面白さを教え、優秀な人材を引き寄せるのが目的で、この中から優れた研究者が何人か出ているようである。月給は約500ドルと減法よく、競争率は2倍以上である。研究員は少なくとも1人の学生を所持し、問題を与えたり、勉強させたりする。また、研究員は Charlottesville と Green Bank で一度ずつ講義をする。誰か1人が電波天文学入門を2,3回で話し、他の人はテーマを自由に選ぶ。ほとんどの人は自分の専門分野

の解説をするが、あまり学問的でない話をする人もある。‘宇宙における生命’などという話をすると、学生に受けること受合いである。高度な考察を要する問題は学生の手には負えないので、見通しのはっきりした、電子計算機にかける問題を与える人が多い。教育的見地から問題を選ぶよりも、自分の研究の一部を手伝わせる人が多いようである。この期間の計算機の混み方はひどく、計算機を使う者にはいやな季節である。2年目の夏は、私につくことになっていた学生が急に徴兵されたので、幸か不幸か私はのんびりと帰り支度をする事ができた。

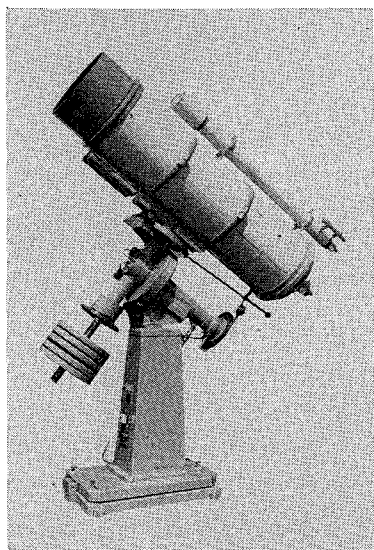
## 6. 再び Charlottesville

将来 NRAO に行く人が出てくるかもしれないので、Charlottesville がどんな町かを簡単に紹介しよう。この町は、アメリカの独立宣言を起草し、第三代大統領になった Thomas Jefferson の町と呼ばれている。彼はこの町の郊外で生れた。非常に多芸な人で、数カ国語に通じ、数学や自然科学に興味を持ち、音楽や芸術を愛好した。郊外の丘の上に、彼自身が設計した Monticello と呼ばれる邸宅がある。特別豪華というわけではないが、色々と面白い工夫がこらされていて、Charlottesville 第一の観光地である。5セントのコインにはこの邸宅が刻まれている。U. Va. も Jefferson によって創設された。

自動車で30分程西に走ると、Shenandoah National Park がある。ここは海拔1,000m前後の山脈で、ドライブウェイがあり、週末に出かけるのに手頃な所である。Virginia はアメリカの中では一番早く開けた所であり、南北戦争までは Massachusetts と並ぶ重要な州だったので、周辺にはこの他にも見るべき所が多い。Washington, D. C. もその一つである。日本の食料は Charlottesville で手に入るものもあるが、高価なので、よく D. C. へ出かけ、大量に買い込んできた。往復5,6時間のドライブである。Charlottesville は大学があって、日本人がいつも数家族はいるので、日本人にとってそんなに住みにくい町ではない。

私がこの町に着いた頃に最も驚いたのは、緑の多いことであった。これは Virginia や Maryland などの小都市に共通することであるが、特に Charlottesville は丘陵地帯に町があり、小さな downtown を除くと、森の中に民家が点在しているような所である。四季折々の自然は美しいが、特に新緑の頃に、遠くから見ると桜の花に似た dogwood の花をはじめ、種々の花が咲き乱れ、真赤なカーディナルなどの野鳥が飛び交う景色は忘れることができない。こんな歌がある。

Carry me back to old Virginy....



天体望遠鏡  
ドーム、製作

## 西村製の天体望遠鏡

### 40 cm 反射望遠鏡の納入先

- |        |                     |
|--------|---------------------|
| No. 1  | 富山市立天文台             |
| No. 2  | 仙台市立天文台             |
| No. 3  | 東京大学                |
| No. 4  | ハーバート大学 (USA)       |
| No. 5  | ハーバート大学 (USA)       |
| No. 6  | 台北天文台 (TAIWAN)      |
| No. 7  | 北イリノイズ大学 (USA)      |
| No. 8  | サン・ジェゴ大学 (USA)      |
| No. 9  | 聖アンドリウス大学 (ENGLAND) |
| No. 10 | 新潟大学高田分校            |
| No. 11 | ソウル大学 (KOREA)       |
| No. 12 | 愛知教育大学(刈谷)          |

606 京都市左京区吉田二本松町 27

株式会社 西村製作所

TEL. (075) 771-1570  
691-9580