

京都大学超高層電波研究センター

深尾昌一郎

“ちょうこうそうでんぱ”って何？ 初対面の人にはいづもこう聞かれてうんざりする。しかし元々我々が苦心して捻り出した名前とあらば問う人を責めるわけにはいかないだろう。この名前は“電波を手段に超高層と中層大気を科学する”バイオニアたらんとする我々の決意が凝縮したものなのだ。まず当センターを祚（かみしも）を着て紹介すると以下のようになる。

『超高層電波研究センターは、昭和36年に設置された工学部電離層研究施設が昭和56年4月に改組され、文部省令による全国共同利用センターとして発足したものである。本拠地は京都大学宇治構内にあるが、大型設備として、信楽 MU 観測所に MU レーダーを有している。本センターの設置目的は、中層及び超高層大気に関する電波観測及びこれに関連する研究を行うと共に、全国の大学その他の研究機関の研究者の共同利用に供することである。研究部門は、超高層物理学、超高層電波工学、レーダー大気物理学、レーダー大気環境科学（外国人客員部門）の4部門であり、信楽 MU 観測所にはレーダー情報処理室がある。地上から中層・超高層までの中性及びプラズマ大気に関して電波観測、理論、計算機実験等の手段により活発な研究が行われている。また、大学院工学研究科並びに理学研究科の構成員として大学院教育が行われている。全国共同利用施設として MU レーダーの共同観測事業も順調に進められ、全国研究者の当該分野の中心的役割を果している』

当センタースタッフ（教官9名）の約半数は、気象関係者とは余り接触はないが国際的に大変アクティブに活躍している研究グループである。そこでは電離層より上のスペース・プラズマ中の波動物理学の研究が、理論や大規模模擬実験、更に宇宙科学研究所との協同による飛翔体観測等により進められている。また強力なマイクロ波電波による宇宙エネルギー伝送に関する基礎研究も進められている。しかし本稿が日本気象学会機関誌に掲載されることから、以下では主としてレーダー大気科学を“生業”にしているグループの活動を紹介したい。

レーダーグループを語るときまず MU レーダーに触れなければなるまい。当レーダーシステムは私達が独自に開発し、滋賀県南部の「狸の焼物」で有名な信楽町に昭和59年11月に完成させたものである。中層大気(Middle atmosphere)と超高層大気(Upper atmosphere)を観測対象としているところから“MU (ミュウ)”と名付けられたものでこちらのネーミングは外国人にも大変好評である。

私達がなぜ“独自”のシステムを開発しなければならなかったか—それはなによりも観測(アンテナビーム)方向を素早く変えて大気運動を3次的に見れるシステムが必要と考えたからである。巨大な送信機を持った古典的なレーダーシステムではこれは実現できない。このため MU レーダーでは475本もの八木アンテナの一本一本にそれぞれ小型半導体送信受信機(TR モジュール)を接続する方式を世界ではじめて採用することにしたのだ。この方式だと位相を低電力段で変えうるので高速ビーム走査が容易である上、アンテナを分割して使用することも可能となる。また全システムの半導体化により高圧電氣を使用する必要がなくなり故障率が小さくなるため長時間安定に作動しうる。更に各部にマイクロコンピューターを組み込み全システムをコンピューター制御することが可能となり多様な観測に柔軟に対処しうる、等々利点が一挙ある。しかしなにぶんこれだけの個数の TR モジュールが位相を揃えて作動する必要があることから、当時の電子工学専門家の中にもその困難さを「幼稚園児に長時間整列を強いるようなものだ」と喩えて酷評するひとがいた。しかし日本の電子技術レベルが大変高くなった時期であることが幸いした。完成した MU レーダーは設計仕様通りの性能を発揮、我々の期待に見事に応えてくれている。

MU レーダーには年間2000人程の見学者がある。その中には MU レーダーが想像した程大きくないがっかりされる方がいる。しかしその方も観測棟の横に「狸の焼物」と並んで一本の八木アンテナの実寸模型(高さ

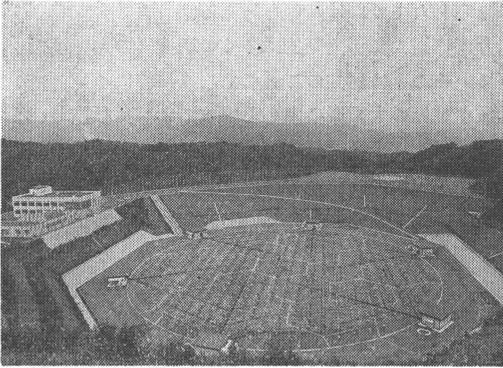


写真1 MU レーダー全景。アンテナはすり鉢状地形の底に設置されている。アンテナ周辺の6棟のブースに計475台の小型送受信機(TR モジュール)が収納されている。同数の三素子八木アンテナは25群に分割され、各群独立に稼働できる。左手の建物は観測棟と共同利用宿泊施設である。

約3.5m)が立っているのを見て納得される様子である。アンテナ面は実に直径135mもあり甲子園球場がすっぽり入ってしまう大きさなのだ。この大きさをもってはじめて中層大気からの極めて微弱な信号を受信しうる。また別の観測者はビーム走査の際、どのアンテナも“案山子”のようにつたっているのを見てとまどわれる。どうやらレーダーアンテナはくるくる廻っているものだと思っておられたのだ。実は私達のアンテナでは電波を送信するタイミングを各アンテナ間で少しずつ変えることによって電氣的にビーム方向を変えているのだ。これにより最大毎秒2500回の速さでビーム方向が変わる。これはパラボラアンテナの機械的走査ではとても実現できない素早さである。

今私達が最も力を入れている研究は中層大気の力学に関する研究である。この領域の大気運動(鉛直流を含む三次元風速)を高い時間・高度分解能で観測することにかけてはMUレーダーをはじめとする大型レーダーの独壇場である。中層大気の流れ系、特に様々なスケールの重力波の検出とその碎波、重力波が運ぶ運動量束、乱流散乱層の構造などについての研究が盛んに進められている。更にMUレーダーは対流圏の気象擾乱の研究にも大変強力な観測手段であることが判明し、前線、台風、寒冷渦、降雨等の観測に成果を挙げている。また音波発射装置を組み合わせたRASS(Radio Acoustic Sounding System)を用いて地上近くから下部成層圏に到る大気温度分布を測定するという試みにも成功している。

1988年7月

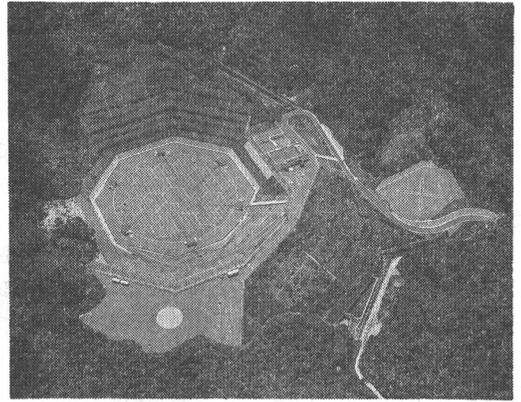


写真2 京都大学超高層電波研究センター信楽MU観測所全景。MUレーダーアンテナとTRブース(左)、観測棟・共同利用宿泊施設(中央)、および電離層観測装置アンテナ(右)。手前はヘリポートとテニスコートである。

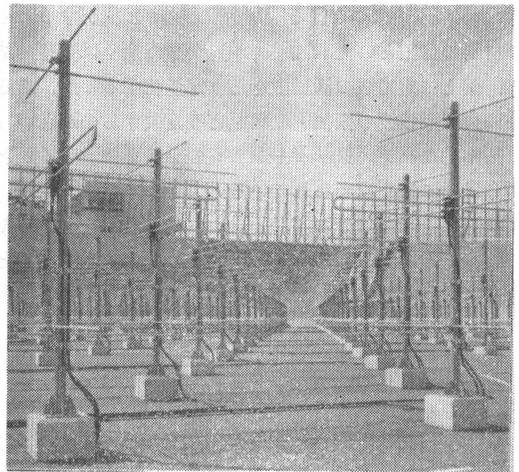


写真3 MUレーダーアンテナ面より観測棟を望む。

また最近になって電離層観測装置と組み合わせ、電離圏の構造と運動の観測研究も始まっている。MUレーダーはアジア地域で唯一の“ISレーダー”として、グローバルな超高層物理学の研究に貴重な存在であり大きな期待がかかっている。

その他、1977年に建設された流星レーダーはいまだに健在で、熱圏下部の平均風、プラネタリー波、大気潮汐波等の観測で大きな成果を挙げている。

MUレーダーは共同利用設備であり、もちろん日本の

気象関係者にも使っていただいている。共同利用研究計画は前・後期の二回全国の大学・研究機関から公募され応募されたものについて当センター運営委員会で審査・採択されている。現在20余課題が採択され実施に移されている。またこの成果を公表するシンポジウムを隔年で開催することになり、既に第1回が昭和63年3月に開催されている。

このレーダーが総勢5人の教官と2人のメーカー派遣技術者で24時間連続に動いていることを聞いて驚かれる方も多い。外国の施設なら優に50人位居てもよい規模である。しかし、レーダーは無人でも動くようになっているからこの点はなんら問題ない。だが、観測データの解析や論文を書くこと(?!)迄は当然自動化されていないから、多量の磁気テープを前に私達がいつも消化不良のような状態である感は否めない。

私達はこれ迄の3年半程の間に50編位の論文を国際誌に投稿している。しかし残念ながらその多くは得られた観測結果をいわば生の材料に近いまま提示しているにすぎない。理論につなげる“解析”(理論を検証するための材料の加工といえよいか)がまだ余りに手薄である。例えば重力波の活動度をどう定量化するのか、あるいは大気潮汐波の振幅・位相をどう定義するのかといった基本的なパラメタリゼーションの手法を確立することが今私達に強く求められている。

私達は将来も当分の間、MUレーダーを駆って進んでいくことになるだろう。しかしその先の将来を語るときにはもはや気象学とか超高層物理学といった古い枠組

にとらわれてはいけないと考える。

今、赤道大気が国際的に多くの研究者の熱い視線を浴びていることは周知のことであろう。特にインドネシア地域は世界の大循環の中心といってよい。私達もいまここに注目し地上より超高層迄の大気を一挙に観測しうる世界最大規模のレーダー(“赤道レーダー”と呼んでいる)を建設しようと考えている。これにより正に大気をひとつの連続体として捉えることができよう。またこの経度には大型レーダーが南北に連なっており緯度変化を見るのに最適である。更に将来これを核に“赤道大気国際研究センター”を作ったらどうかという夢のような構想も持ち上がっている。

私達はこれからも“自然を測り自然に学ぶ”というこれまでのスタンスをかたくなに持ち続けたいと考えている。しかしレーダー大気科学は余りに幼い学問である。様々な専門分野の研究者が多様な係りを持ちうる余地は極めて多いと思われる。特に元気な若手研究者の参加が強く待たれている。

“ボリューム通番”が近く1600を超える。MUレーダー観測データは全て通し番号を付した磁気テープ(6250 BPI)に記録・保存されている。その総数がいよいよ1600巻を越えるというわけである。完成後3年半になって漸くMUレーダーの運用も軌道に乗ったといえる。この数字にひっかけて当日は研究室の仲間とささやかな祝杯を挙げたいと考えている。これが将来の大飛躍の重要な“マイルストーン”となることを願いつつ……。

日本気象学会昭和63年度秋季大会参加申込みおよび参加費等の送金について

日本気象学会昭和63年度秋季大会事務局

昭和63年10月26~28日に仙台において開催される、日本気象学会秋季大会への参加申込みおよび参加費、懇親会費の納入は、会場受付における混雑を防止するため、**原則として郵便振替による事前申込み(送金)**とすることにしましたので、趣旨ご理解の上、下記によりお申し込みくださるよう会員各位のご協力をお願いします。

記

申込方法 必ず7月号に挿入してある**払込用紙**を使用し、必要事項を記入(裏面の通信欄もお忘れなく)の上、最寄りの郵便局窓口にお払い込む

こと(払込料金は不要)。

払込期限 昭和63年10月7日(以後の払い込みは行き違いの原因になるのでご遠慮願います)。

受領証 郵便窓口で発行する「郵便振替払込金受領証」は大会当日受付に提示していただくので、大切に保存し、各自必ず持参のこと。

| | | |
|--------------|------|--------|
| 大会参加費 | 会 員 | 1,000円 |
| | 学生会員 | 500円 |
| | 一 般 | 1,500円 |
| | 懇親会費 | 3,000円 |