

特集

岐阜大学 11m電波望遠鏡による宇宙教育

須藤広志、高羽 浩（岐阜大学 工学部 電子電子・情報工学科）

1. 電波天文学と電波望遠鏡

宇宙をさまざまな波長の電磁波で観測すると、我々はまったく異なる宇宙の姿を見る。例えば、恒星のように数 1,000 K もの高温の物体は主に可視光で輝き、星間ガスのように数 10 K という低温の物体は主に電波を放射する。すなわち、宇宙の理解のためにはあらゆる波長の電磁波の観測が極めて重要である。

波長が cm から m 程度の波長帯の電波は、可視光と同様に地球大気の透過率が比較的良く、地上での観測がしやすい。このような宇宙電波を検出するために用いるのが電波望遠鏡である。形状は BS 放送用と同じパラボラアンテナと同じであるが、そういったアンテナに比べて電波望遠鏡はかなり巨大で、例えば国立天文台野辺山には口径 45 m の電波望遠鏡がある。これは、宇宙電波は極めて微弱なため感度を稼ぐことと、空間分解能を向上させることが主な理由である。

2. 岐阜大学 11m電波望遠鏡

岐阜大学のキャンパス内には口径 11 m の電波望遠鏡が設置されている（図 1）。これは、元は通信総合研究所によって首都圏の地殻変動の調査のため測地観測用に作られたものだが、その使命を果たした後、2002 年に天文観測用に岐阜大学へ移設されたものである。これに伴い、観測周波数を測地で用いられる 2/8 GHz から、天文で用いられる 22 GHz に変更するため受信機等の開発・整備を行った。これにより、水蒸気が放射するメーザーと呼ばれる輝線の観測が可能となった（図 2）。また、各地の電波望遠鏡と光ファイバーで結合して電波干渉計として用いる VLBI と呼ばれる観測モードも整備された。

3. 教育活動

3.1 研究室の運営

著者らは岐阜大学工学部で応用物理コースに所属しており、宇宙に関する教養教育、物理学や情報処理の基礎教育、また 3, 4 年生および修士の研究指導を行っている。研究室に配属された学生は電波望遠鏡を題材に卒業研究を行っており、11m 電波望遠鏡のシステム開発、時系列データの解析、恒星やブラックホールなどの宇宙物理の研究が主なテーマである。時には装置の設置や真空引きなどの地道な作業も行う。指導の上で重視していることは、①論理的なものの考え方を身に着けること、②1 つ 1 つの仕事の積み重ねを大事にすること、③失敗を恐れずトライすること、である。電波望遠鏡を通じて、このような社会に出て役につく力を身に付けてほしいと考えている。卒業後は、宇宙航空業界への就職を希望する学生も増えてきた。



図 1 11m 電波望遠鏡。

3.2 他大学との連携

2017 年から、愛知教育大学からの見学・実習を受け入れている。なかなか接することがない電波望遠鏡を間近に見てもらい駆動の原理などを理解してもらおうと共に、メーザースペクトルの受信実験や干渉計の原理に関する演習問題に取り組んでもらっている（図 3）。キャンパス内に観測装置があることのメリットの 1 つである。

また鹿児島大学との連携も深めており、お互いの観測データをシェアして卒業研究等に利用している。鹿児島大・国立天文台が運営している入来 20m 電波望遠鏡との同時観測なども行っている。

3.3 TV 会議システムを用いた宇宙工学講座

2016 年から岐阜大学 地域協学センターの主催で、岐阜県内の高校生向けの宇宙工学の講座が行われている。TV 会議システムをインストールした PC を使って、本学工学部・岐阜高専・JAXA 等の教員により宇宙開発やロケット・人工衛星に関する遠隔授業を 10 回程度実施するもので、著者も初回の授業「地球サイズの電波望遠鏡で宇宙を見る」で講座の導入部分を担当している。岐阜県とも連携して、宇宙に興味を持つ人材の育成に一役買っている。

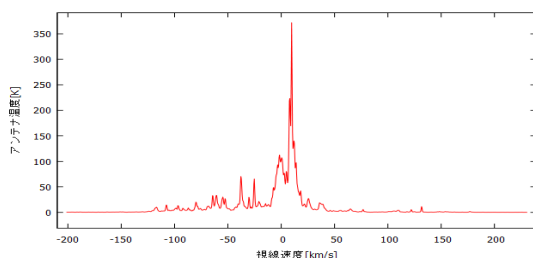


図 2 11m 電波望遠鏡で取得された星形成領域 W49N の水メーザースペクトル

複数の輝線が見えているのは、異なる速度を持つ水蒸気メーザー源のドップラーシフトを反映している。

4. 今後に向けた課題

教育面では一定の役割を果たしている 11m 電波望遠鏡であるが、同時に研究成果も上げていきたい。比較的小口径ゆえの感度面の難しさはあるものの、時間が占有できるメリットを活かして、できるだけ高い信頼性で高頻度にデータを出していきたい。また、学生もしっかり巻き込んで進めていきたい。

一方、すでに完成から 20 年以上が経過しており、電子機器やエンコーダーなどにトラブルが発生し始めており、また近年は落雷などの天災にも見舞われた。保守や修理の資金確保も大きな課題である。

いずれにせよ、天文教育普及研究会や各大学・国立天文台等との連携でつながった縁を大事にして、引き続き学生への教育、研究を一層進めていきたい。

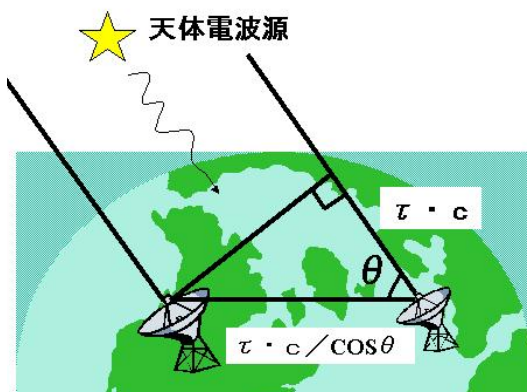


図 3 電波干渉計の原理図

角度 θ にある天体電波源からの平面波は、左の望遠鏡に比べ右の望遠鏡には遅延時間 τ だけ遅れて入射する。望遠鏡間の距離が既知なら、幾何学的に τ から θ を計算で求めることができる。距離が離れているほど θ の測定精度が向上し、大陸間での干渉計（VLBI）ではミリ秒角を切る精度にまで達する。

須藤 広志