

修士論文要旨

木星シンクロトロン電波観測装置の開発 - 位相及び利得較正システムの確立

福田 陽介

(指導教官 森岡 昭 教授)

平成 11年

木星シンクロトロン電波は、木星内部磁気圏の相対論的電子からシンクロトロン放射によって放射される電磁波である。その放射領域である $L < 2$ の範囲の内部磁気圏は、磁力線が閉じた領域であり、高エネルギー粒子にとって木星磁気圏の中で安定した領域であると考えられてきた。ところが、1970年代に、木星シンクロトロン電波の強度が、数日から数週間で変動する観測例が報告され始め、近年の少例ではあるが高精度の短期変動観測の報告によって、その存在は疑いのないものとなった。これは、木星内部磁気圏で粒子分布 (空間分布、エネルギー分布、ピッチ角分布) の様相が急激に変化することを示唆したものである。したがって、木星シンクロトロン電波の変動を地上観測することにより、木星磁気圏における粒子の変動や加速過程を解明することが可能になる。

本研究の目的は、現在開発中の木星シンクロトロン放射専用の観測装置の開発をさらに進め、位相及び利得較正システムを確立し、加算型干渉計として複数基のアンテナの性能を評価することにある。以下に、本研究で得られた結果を示す。

1. ループ法と呼ばれる位相及び利得較正手法により、フロントエント間の相対位相差を 56、相対利得を 0.2 dB 以下に収束させることができた。これにより、複数の受信機系の位相を設計通りに合成することが可能になった。

2. アンテナ 1基及びアンテナ 2基による背景銀河放射の観測を行い、双方から得られた結果の比較をすることにより、アンテナ数の増加に伴う受信感度の増大が確認できた。2基による観測では、銀河中心や銀河面の比較的細かい構造を捉えることが出来た。この結果は、250MHzにおける Ko and Kraus [1957] の結果とよく一致する。
3. アンテナ 2基による太陽電波を用いた計測により、各アンテナ出力の合成点におけるアンテナ間位相差から、アンテナ配置の幾何学的位相差 (電波光路差) θ_0 及びフロントエンド以降の位相差 θ_1 を引いてもなお残る余位相差 θ_2 の定量評価を行った。その結果、4回の測定から、 θ_2 を ± 5 以内のばらつきで求めることが出来た。
4. 1 2 3の結果を踏まえ、4基のアンテナによる位相合成を行い、太陽電波の試験観測を行った。その結果、レベルは 6 dB 以上の増加、ビーム半値幅は 2.15 といういずれもほぼ設計通りの値が得られ、位相合成が効率よく行われていることを確認できた。