

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

Development of observational system for Jovian synchrotron radiation -Establishment of phase and gain calibration system

福田 陽介[1], 渡辺 拓男[1], 土屋 史紀[1], 三好 由純[1], 三澤 浩昭[1], 阿部 利弘[1], 森岡 昭[1]
Yohsuke Fukuda[1], Takuo Watanabe[1], Fuminori Tsuchiya[2], Yoshizumi Miyoshi[3], Hiroaki Misawa[1], Toshihiro Abe[1], Akira Morioka[4]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気

[1] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., [2] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., [3] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., [4] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.

<http://pparc.geophys.tohoku.ac.jp/>

木星シンクロトロン電波の短期時間変動の解明を目的として、東北大学惑星プラズマ・大気研究センターで開発を進めている木星シンクロトロン電波観測装置全システム9基のうち、昨年の1基を含む4基を立ち上げた。各アンテナ出力の合成点における信号間位相差を幾何学的位相差、受信機以降の位相差、未知の余位相差に分け、太陽を用いた観測により余位相差を $\pm 5^\circ$ 以内で求めた。受信機以降の位相差は、較正系により解消した。こうして、4基のアンテナからの信号を同位相で合成することに成功し、4基で太陽を観測した結果、単体レベルから6dB以上の増加、ビーム半値幅 2.15° という設計通りの値が得られ、位相及び利得較正システムが確立した。

木星シンクロトロン電波は、木星内部放射線帯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 $L < 2$ の範囲の領域は内部磁気圏奥深く、高エネルギー電子にとって木星磁気圏の中で安定な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、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、木星内部磁気圏で電子分布(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するものである。したがって、木星シンクロトロン電波の変動を地上から観測することにより、木星磁気圏における電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のアンテナ複数基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、フロントエンド間の相対位相差を 5.6° 、相対利得を0.2dB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基による背景銀河電波の観測を行い、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を確認した。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まで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)及びフロントエンド以降の位相差を引いてもなお残る余位相差 r の定量評価を行った。その結果、4回の測定から、 r を $\pm 5^\circ$ 以内の誤差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6dB以上の増加、ビーム半値幅は 2.15° といういずれも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した。