

## 飯館惑星電波望遠鏡を用いた木星シンクロトロン放射2周波観測装置の開発

## Development of a dual frequency receiver system for the Jovian Synchrotron Radiation using the Iitate Planetary Radio Telescope

# 今井 浩太 [1]; 三澤 浩昭 [2]; 土屋 史紀 [1]; 森岡 昭 [3]; 渡辺 拓男 [4]; 工藤 理一 [5]

# Kota Imai[1]; Hiroaki Misawa[2]; Fuminori Tsuchiya[1]; Akira Morioka[3]; Takuo Watanabe[4]; Riichi Kudo[5]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 明星電気(株)宇宙機器技術部; [5] NTT

[1] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [2] PPARC, Tohoku Univ.; [3] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [4] meisei electric co.,ltd; [5] NTT

木星にはその非常に強力な磁場の下、巨大でエナジェティックな放射線帯が形成されている。この木星放射線帯に存在する相対論的電子からは、木星シンクロトロン放射 (JSR) が放射され、近年、数日程度の短期変動が確認されている。この変動は、直接計測の困難な木星放射線帯粒子の未知のダイナミクスを解き明かすための手がかりとして非常に重要である。本研究は、JSR 観測を主としている飯館惑星電波望遠鏡 (IPRT) の既存受信系 (325MHz) に加えて、もう一つ別の周波数 (785MHz) の受信系を開発すること、そして、2つの周波数でのスペクトル観測を可能にすることを目的として行われている。2周波数でシンクロトロン放射を観測した場合、木星放射線帯電子のエネルギー分布の情報、及び、電子の空間変動に関する情報を得ることが可能になると期待される。

2周波数で観測を行うことが出来るシステムを開発するにあたり、まず、IPRT の第2周波数受信系装置として確立したものを作り上げる必要がある。本研究では、785MHz 単独の受信系を製作し、その評価を行った。

785MHz 受信系の装置の目標仕様としては、最小検出感度 0.1Jy を設定した。これは JSR の典型的な強度である約 5Jy の中に含まれる、木星自転に伴う見かけの強度変化量約 0.5Jy と、従来の研究から JSR 強度の 20% ~ 30% とされる放射線帯電子のダイナミクスに関連する固有の変化量を明確に識別しうる感度である。最小検出感度を決定する装置の開発要素は受信機雑音温度と電波望遠鏡のアンテナ有効開口面積であるが、目標とする最小検出感度 0.1Jy を実現しうる値として、IPRT の場合、それぞれ 170K、360m<sup>2</sup> を設定した。これらの値は、一般的な 785MHz の受信機およびパラボラアンテナの特性値を考慮した場合、十分実現可能な値と考えられる。受信機雑音温度は主にフロントエンド受信機の初段低雑音増幅器の雑音温度とアンテナから初段低雑音増幅器までのロス、アンテナ有効開口面積は主に給電部アンテナの特性によって決定付けられ、これらが開発上、特に留意された。なお、IPRT は2つの全く同型のアンテナ・受信系から構成されている電波望遠鏡であり、フロントエンド受信器、給電部アンテナも夫々2系 (A 及び B) が開発・作製された。

フロントエンド信号増幅部は、アンテナからの信号と Cal 用の信号を選択することができるリレー系、微弱な信号をロスなく増幅し、強力な人工電波をカットする RF 増幅系、増幅やフィルタリングを容易にし、スペクトルの形を整えるミキサー・IF 増幅系から構成した。開発したフロントエンド信号増幅部を IPRT に実装し、バックエンド信号増幅部も含めた実際の電波観測が可能な状態で特性計測を行った結果、増幅率・受信器雑音温度は、A 側が 71.48dB、172K、B 側が 71.46dB、157.4K、AB 合成で 71.27dB、163K と求まり、目標値を満たすことが確認された。

一方、給電部アンテナとしては、既存の 325MHz 受信系でも用いられており、JSR 受信で実績のある平面リフレクター付ダイポールアンテナを採用した。このアンテナを実際に IPRT 焦点部に設置して、電波強度が既知の校正電波源を観測することにより、アンテナ有効開口面積を導出した。その結果、A 面は約 140m<sup>2</sup>、B 面は約 170m<sup>2</sup>、合成で約 330m<sup>2</sup> と見積もられた。この結果は、最小検出感度を満たすアンテナ有効開口面積の目標値に対しては、ほぼ満足する値となった。

以上の実測から得られたアンテナ有効開口面積、及び、受信器雑音温度を用いて、開発された 785MHz 受信系の現在の最小検出感度は、0.11[Jy] と求められ、目標仕様の 0.10[Jy] をほぼ達成した。この結果を受け、本研究の観測目標である JSR の試験観測を行い、785MHz 受信系のシステム性能の最終確認を行った。JSR に重畳する背景放射の受信レベルに若干の揺らぎがあったものの、木星の入感を捕えることが出来、JSR 受信システムとして十分機能するものであることが確かめられた。

本研究の次のステップとして、325MHz と 785MHz の受信系の IPRT への数値計算による見積りでは、両系の給電部アンテナを約 50cm 離れた場合、両系ともほとんどロスなく電波受信を行いうることが見込まれている。現在、実測による検証作業を進めている。