

飯館惑星電波望遠鏡 (IPRT) 二周波受信系の開発

Development of dual frequency receiver system at the Iitate Planetary Radio Telescope (IPRT)

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[1]

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

[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] 東北大・理・惑星プラズマ大気

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

[1 . はじめに・開発意義] 福島県相馬郡飯館村に設置されている飯館惑星電波望遠鏡 (IPRT) は、木星放射線帯の電子を起源とするシンクロトロン放射 (JSR) の観測をメインターゲットとしている。現在 IPRT では 2003 年春に完成した 325MHz 計測系での観測が定期的に行われているが、当研究グループでは、この 325MHz に加えてもう一つ別の周波数での観測を可能にする二周波受信系の開発プロジェクトを進めている。

JSR は、木星放射線帯の電子が光速に近い速度で磁力線の回りを回転することにより発生する。1960 年代から始まった JSR の長期観測からは、従来、年オーダーのゆっくりした変動のみが確認され、木星の強力な磁場により木星放射線帯は安定であると理解されてきた。ところが近年、複数のグループによる定期的な観測により、数ヶ月から数日単位の短期変動もあることが確実に、放射線帯のダイナミカルな様相の解明が新たな課題となってきた。この解明には時間変動特性を定量的に明らかにしなければならないが、そのためにはある程度長期的に大型電波望遠鏡を占有して連続観測する必要があり、一般に多目的に使われる大型電波望遠鏡では捕える事が難しい。その点、飯館惑星電波望遠鏡 (IPRT) は惑星観測専用開発されており、長期定期的な JSR 観測が可能となる大きなメリットを持つ。

当研究グループが行おうとする二周波観測は JSR 研究において以下の意義を持つ。JSR に強度変動が発生した場合、単一周波数での観測では、木星放射線帯電子のピッチ角変動の度合いや、あるエネルギーの放射線帯電子の増減についての情報が得られる。一方、二周波で観測すると放射線帯電子のエネルギー依存性の情報が得られ、ある特定のエネルギーの電子だけが変動に関与したのか或いは動径拡散変動のように広いエネルギー範囲の電子が変動に関与したのか等の、より詳細な変動過程解明への情報を得る事ができる。

[2 . 第二周波数の選択] IPRT の現行の観測周波数 325MHz では 7MeV 程度の木星放射線帯電子の情報が得られるが、この周波数より低い周波数帯では 7MeV からさほど差のあるエネルギーの電子の有意な情報の取得が期待出来ないこと、一方、高い周波数では、GHz 以上では IPRT のアンテナ性能の制約から十分な強度の JSR 受信が期待出来ないことから、第二周波数としては人工雑音環境計測を経て、TV と携帯電話の強力な電波の隙間の静穏な帯域である 785MHz 中心の帯域幅 10MHz が選択された。785MHz では 12MeV 程度の木星放射線帯電子の情報が得られる。

[3 . 装置の目標仕様・構成] ・目標仕様：JSR の強度は約 5Jy で、木星自転による見かけの強度変化量は約 0.5Jy 程度になる。この 1/10 である 0.05Jy を最小検出感度の目標として設計している。最小検出感度を決定する装置の開発要素は開口効率と受信機雑音温度であるが、それぞれ 60%、100K を目標仕様とした時達成できる。開口効率は給電部アンテナ、受信機雑音温度は前段受信機 (Front End) の主に初段のアンプの性能によって決定付けられる。

・装置構成：本研究で開発される計測系は以下の構成をとる。オフセットパラボラアンテナである IPRT は一次反射面の焦点部が給電点となっているため、到来する電波はこの給電点に設置された給電部アンテナで受信される。その後、給電部に近接した前段受信機 (Front End) で増幅後、中間周波数 70MHz にダウンコンバートされ、更に、66m の同軸ケーブルを介して後段受信機に送られ増幅・検波される構成となる。中間周波数は現行の 325MHz 受信系と同じとするため、後段受信機は現行受信系と共有できる。

・給電部アンテナ：平面リフレクター付半波長ダイポールアンテナに、導波素子を付加させ指向性をしぼったものにする。平面リフレクター付半波長ダイポールアンテナ、導波素子付平面リフレクター付半波長ダイポールアンテナ、それぞれの開口効率はモーメント法による解析の結果、一次反射面による損失を含め 55%、65%が見込まれる。

・前段受信機：初段に設置するアンプの増幅率と雑音指数が重要になるが、初段のアンプは Gain:18.0dB、NF:0.9dB (@785MHz) を用いる。その後は、785MHz 中心で帯域幅 10MHz のバンドパスフィルター、中間周波数 70MHz を取り出すミキサ系、バッファアンプ系からなる。受信機雑音温度は初段のアンプによりほとんど決まり 80K となる。

[4 . スケジュール] 現在は給電部アンテナと前段受信機の初期モデルの作製をほぼ終了し、これらと IPRT を組み合わせた試験観測を行いつつある。試験観測では強度較正電波星の受信を通して、給電部アンテナ・前段受信機・後段受信機全てを含めた開口効率、受信機雑音温度、及び最小検出感度の導出を行いつつ、各部位の調整を行ってゆく。2005 年 4 月までに試験観測を終え、以後、2005 年夏までに実用モデルの開発・設置を終え二周波数での

定常観測を目指す予定である。