

# メートル波帯VLBI観測に向けて：飯館観測所の電波環境

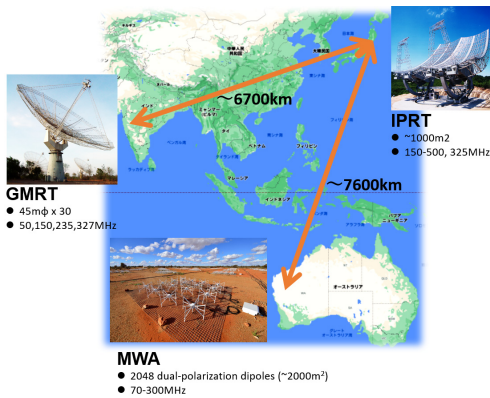
三澤浩昭<sup>1</sup>, 土屋史紀<sup>1</sup>, 小林秀行<sup>2</sup>, 小山友明<sup>2</sup>, 河野祐介<sup>2</sup>, 赤堀卓也<sup>2</sup>, 高橋慶太郎<sup>3</sup>, 鈴木駿策<sup>2</sup>  
 1) 東北大・理 惑星プラズマ・大気研究センター, 2) 国立天文台 水沢VLBI観測所, 3) 熊本大学 大学院先端科学研究部  
 E-mail: misawa@pparc.gp.tohoku.ac.jp

## 要旨

Square Kilometer Array第一期計画(SKA1)の建設プロジェクトが2021年に開始されようとしている。SKA1の可能にする高感度性により、多方面での新たな研究の進展が期待されている。宇宙科学分野では、宇宙の星や銀河の形成、宇宙の構造等が挙げられているが、惑星科学分野でも、特に系外天体の生命維持環境探査～生命維持・居住可能環境の重要因子である磁場や大気の検出・同定～が挙げられている。系外惑星磁場の探査では、磁場が存在する場合に磁気圏プラズマのサイクロトロン共鳴によって放射されると考えられる非熱的電波の検出が有力な方法である。太陽系惑星の非熱的電波の持つ既知情報とのアナロジーから、非熱的電波は磁場の強度や惑星自転の情報を持ち得ると想定され、惑星形成や進化に重要な制約を与えることが期待される。サイクロトロン共鳴過程では放射される電波の周波数は磁場強度に比例するが、想定される系外惑星の磁場強度を用いた予測では、放射される電波の周波数は～300MHzである。このため、地上観測ではデカメートル～メートル波帯の高感度受信が肝要となる。現在まで確実に同定された系外惑星は未だ報告されていないが、この難しさの一つに、対象となる系外惑星から検出された電波現象の“候補”が系外惑星本体から放射されたのか、惑星が回る主星から放射されたのかを分別する必要があること、が挙げられる。この方法の一つに、VLBIの空間分解能の高さを活かした直接的な分別が挙げられる。

本研究グループでは、東北大学の飯館メートル波帯電波望遠鏡(IPRT)とGMRTやMWA、更にSKAを用いたメートル波帯VLBI観測・研究の検討を開始した。本報告では、将来のメートル波帯VLBI観測に向けて、観測システムとしてのIPRTの紹介とIPRTサイトでのRFIの現況を報告する。また、併せて、系外惑星探査に向けたVLBI観測の利点に言及する。

## メートル波帯VLBI計画 with IPRT



- Sensitivity@150MHz (BW=8MHz,  $\tau=10\text{sec}$ ,  $3\sigma$ ) : GMRT-IPRT 80mJy, MWA-IPRT 165mJy, (SKA1-IPRT 20mJy)
- Spatial resolution@150MHz : GMRT-IPRT 0.12", MWA-IPRT 0.11" (SKA1-IPRT 0.11")

## IPRT (Iitate Planetary Radio Telescope)



サイト位置 : N37° 43', E140° 41', H610m (東北大 飯館観測所 福島県相馬郡飯館村前田)

- [アンテナ系諸元]  
 形式 : 非対称オフセットパラボラ  
 焦点距離 : 12m  
 開口面積 : 1023m<sup>2</sup> (33m×16.5m×2sets)  
 開口効率 : 60～65%(325MHz系) ※31% (230MHz)・・・更新中  
 ビーム幅 : Az 1.45°×El 2.1°@325MHz  
 反射面 : ステンレスメッシュ (20mmピッチ)  
 マウント : 経緯台式 (高度≥22°)  
 追尾方式 : チェーン・ドライブ (→ 断続追尾)  
 指向精度 : 0.08° (Az) / 0.06° (El)

- [受信系諸元]  
 形式 : 2-stage super heterodyne  
 周波数 : 325MHz(BW 20MHz)・・・現用  
 650MHz(BW 40MHz)・・・開発中  
 100～500MHz(スペクトル計測用)  
 → VLBI機能追加予定  
 Tsys(常温) : ~150K@325MHz, ~100K@650MHz  
 ※ Trx=65～100K@100～500MHz

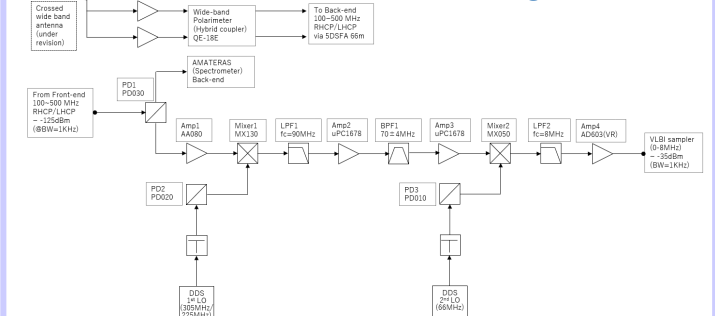
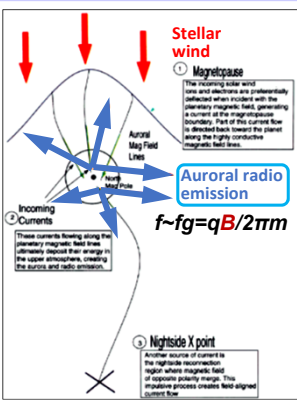


Fig. Design of the 150/235MHz base-band converter (BW=8MHz) for future VLBI observation (・・・on going)

## 惑星科学におけるサイエンス・ケース：系外惑星磁場探査



- 磁場: 大気保持に寄与(?), 自転速情報源
- 磁場強度 ∝ 質量 $\alpha$ ・自転速度 $\beta$  (理論スケーリング)
- 電波は恒星風 or 恒星との相互作用で磁極域からサイクロトロン共鳴で放射
- 惑星電波検出の課題: 主星電波との分別 → VLBI観測

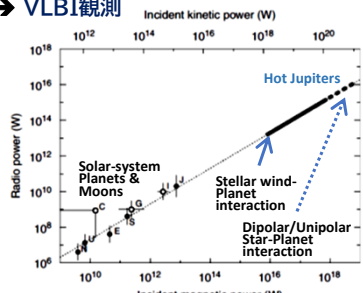


Fig. Expected radio power for 'Hot Jupiters' (Zarka, 2007)

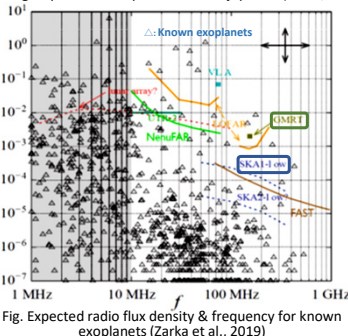


Fig. Expected radio flux density & frequency for known exoplanets (Zarka et al., 2019)

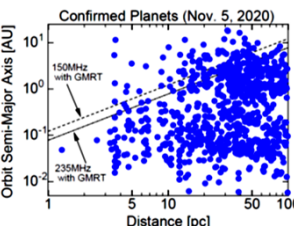


Fig. Distance from the earth vs orbit semi-major axis for confirmed exoplanets (Nov. 5, 2020) and the spatial resolutions @150 (dotted line) & 235MHz (thick line) for the IPRT-GMRT interferometer. The stellar & planetary radio emissions are expected to be distinguished for the exoplanets above the lines. (Data: NASA Exoplanets Archive)

## 飯館観測所の電波環境 (for SKA-Low band)

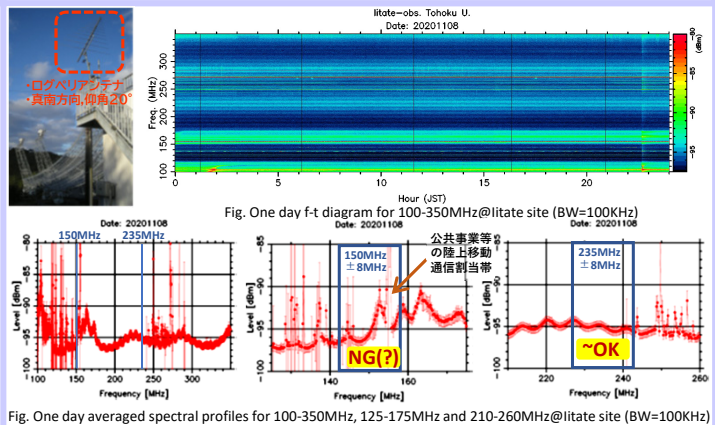


Fig. One day averaged spectral profiles for 100-350MHz, 125-175MHz and 210-260MHz@Iitate site (BW=100KHz)