

低周波電波天文観測への誘い - 東北大の取組 -

三澤浩昭, 土屋史紀, 熊本篤志, 笠羽康正(東北大), 北 元(東北工大),
小林秀行, 寺澤敏夫(国立天文台), 榎戸輝揚(理研), 岳藤一宏(JAXA), 久保勇樹(NICT)

E-mail: misawa@pparc.gp.tohoku.ac.jp

東北大では宮城・福島両県に HF～VHF 帯と VHF～UHF 帯の電波観測装置を有し、太陽、木星等の太陽系内天体や系外天体の長期継続的な観測を国内諸機関とも連携し行うとともに、惑星探査ミッションを支援してきた。HF～VHF 帯の電波観測の成果として、電波観測をプローブとした太陽風変動と木星磁気圏活動の関連性の初同定、イオ衛星と磁気圏相互作用に起因する木星極域への周期的なエネルギー流入過程や木星電離圏上層での磁気流体波共鳴現象の同定、木星電波の偏波性の厳密評価に基づく電波発生過程の解釈等を示してきた。また、長時間積分による超高感度観測に基づき、銀河中心方向から到来する周期的なパルスの存在を同定し、パルス源として複数のブラックホールが銀河中心に存在による可能性を示唆してきた。一方、VHF～UHF 帯の電波観測の成果として、木星放射線帯電波の連続定常観測に基づき、より低エネルギーの放射線帯粒子の変動幅が大きいことや、その変動が太陽紫外線の強度変動にコントロールされていること(名古屋大学、NICT、東北工大他との共同観測研究)、また、太陽電波の高時間・高周波数分解観測に基づき、多様な電波バーストの微細構造の検出とその生成過程の解釈等を示してきた(名大、NICT 他との共同観測研究)。また、パルサー他の系外天体のキャンペン観測に基づき、高エネルギー電波天体の電波生成の特徴を探査してきた(東京大、国立天文台、理研、JAXA、東北工大他との共同観測研究)。

現在の観測装置は、HF～VHF 帯は八木、ログペリタイプシングルまたはデュアルアンテナ、VHF～UHF 帯は開口面積 1000 平米クラスのパラボラアンテナ(飯館惑星電波望遠鏡 IPRT)であるが、近未来計画として、前者についてはアレイ・アンテナを用いた一層の高感度化による高時間・周波数分解観測を、後者については低・高両周波数側への周波数を拡張した高感度観測を検討しており、HF～VHF 帯と VHF～UHF 帯を結合した高感度電波観測系構築を目指している。以上の更新を施した観測系による系内天体の単独探査に加え、HF～VHF 帯ではフランス パリ天文台が進める大型低周波数アンテナ・アレイ NenuFAR プロジェクト(2019 年 7 月から初期運用開始中)への参画、VHF～UHF 帯では国外の大型アンテナ群(μ GMRT@India, MWA@Australia, SKA+@Australia)との超長基線干渉計観測による、系内天体(特に氷衛星等)のプラズマや表層環境の高分解探査や、系外惑星の電波検出に基づく電磁環境探査等も検討を開始している。東北大では、本学設備を活用した、皆様からの更なる共同研究(“PPARC 共同研究”:公募制 年度末申請×切)や低周波数帯での共同電波観測提案をお待ちしている。

※PPARC 共同研究: <http://pparc.gp.tohoku.ac.jp/research/collaboration/>

低周波電波天文観測への誘い - 東北大の取組 -

三澤浩昭, 土屋史紀, 熊本篤志, 笠羽康正(東北大),
北元(東北工大), 小林秀行, 寺澤敏夫(国立天文台),
榎戸輝揚(理研), 岳藤一宏(JAXA), 久保勇樹(NICT)

東北大学(地球物理)の現有観測施設

HF (1974~)
Kawatabi: HF obs.
Yoneyama: HF obs.
Sendai (Tohoku Univ.)
Zao: HF~VHF
Iitate: HF~UHF obs.
UHF (2001~)

Hawaii Optical Observatory
Hawaii opt. obs. (2000~)

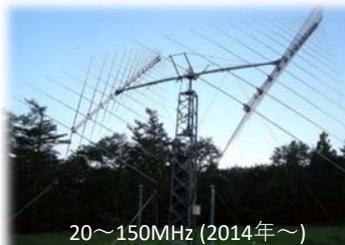
HF~VHF (2015~)

Space Missionへの貢献・支援

- JUICE: 木星氷衛星探査 2022打上、2029着
- Bepi-MMO: 水星磁気圏探査 航行中、2025着
- ERG: 地球内部磁気圏観測、周回探査中
- SELENE: 月探査(終了) データ解析中

<本講演のメッセージ #1>
観測提案・機器持込 歓迎!!
→ “PPARC共同研究”：毎年3月公募

東北大学 地球物理 現 HF~VHF帯観測

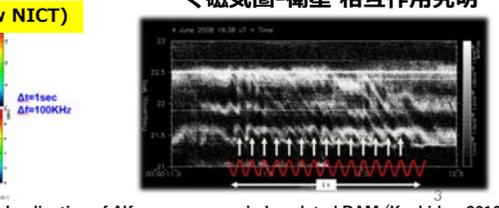
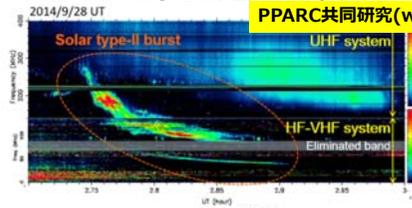


HF(~VHF) antenna
Since 1974
・Yagi/Log-peri. antenna
・f=15~40 MHz
20~40MHz (1991年~)



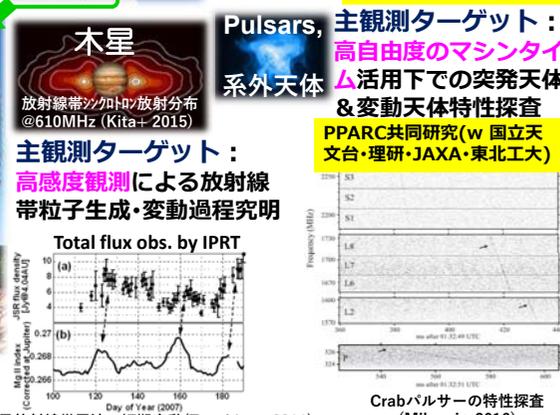
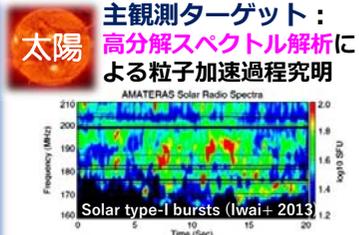
太陽
主観測ターゲット：
太陽高エネルギー粒子現象
(SPE)関連低周波電波現象観測によるSPE発生過程究明

木星
主観測ターゲット：
オーロラ電波(DAM)の
高分解スペクトル解析に基づく
磁気圏-衛星 相互作用究明



東北大学 地球物理 現 UHF帯観測

VHF/UHF antenna
(飯館惑星電波望遠鏡:IPRT)
Since 2001
・Dual offset parabola (A=1023m²)
・f=325, (650:開発中), 150~500 MHz
(80~500MHzへ拡張中)

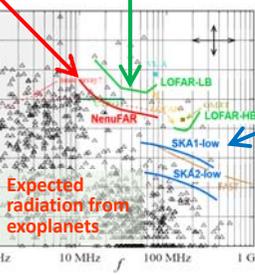


近未来：“低周波高感度”電波観測 with LOFAR→NenuFAR→SKA

参画 & 一部の受信局設置@東北大(計画中)

NenuFAR (Fr) @10~85MHz
(Ae:~25000m²@50MHz)

Now, negotiating for collaborations !!



Future Collab. to SKA, Planetary explorations etc.

SKA-Low @ 50MHz~ after 2020~



● “低周波・高感度”への拡張

[ターゲット：太陽系内]

惑星：高エネルギー活動/変動
雷擾乱活動探索 etc.

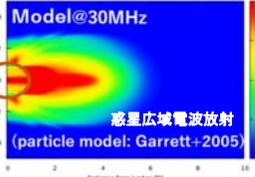
衛星・氷衛星：表層環境radar探索

[ターゲット：太陽系外]

系外惑星：検出 + 電磁環境探索
高エネルギー天体、宇宙初期...

<本講演のメッセージ #2>

議論/検討に参加されたい方 大歓迎!!!



近未来：“低周波高感度”VLBI観測 with Asia-Oceania partners

● “低周波・高角度分解能”への拡張

~ VLBI obs. PPARC共同研究(w 国立天文台)

[ターゲット：太陽系内]

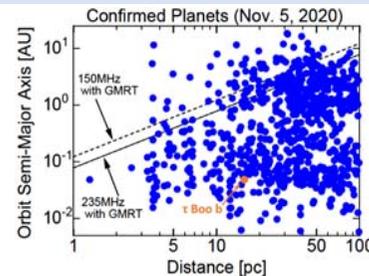
衛星・氷衛星：プラズマ・大気、表層下
Radar探索...

[ターゲット：太陽系外]

系外惑星：電磁環境(生命環境)分別探索 GMRT
宇宙論、星・銀河形成・構造 etc.



$$\Delta\theta \sim \lambda / (\text{base line length}) : \Delta\theta \sim 0.1'' @ 7000\text{km base line}$$



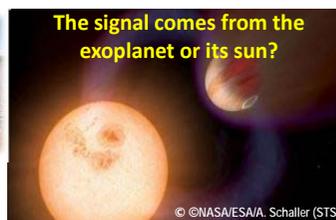
<本講演のメッセージ #2 (再)>

議論/検討に参加されたい方 大歓迎!!!

MWA
● 2048 dual-polarization dipoles (~2000m²)
● 70-300MHz



SKA-low
(obs. 2024~(partly))
● 512x256(x10) LPA
● 50-350MHz



まとめ：低周波電波天文観測への誘い

● 低周波 (HF~V(U)HF帯) 電波天文観測の魅力

[地球/太陽・惑星物理的観点]

- ・系内/系外惑星の磁気圏現象・活動の指標としての寄与(∴ 弱磁場~>低周波)
- ・衛星のプラズマ環境、表層状態探索への寄与
- ・太陽・恒星活動の情報源&高エネルギー粒子加速発現の好適指標(?)

[天文・宇宙物理的観点]

- ・宇宙論(∴ high-Z)・星間物質研究への寄与
- ・突発天体探索・超高エネルギー天体'周辺域'探索への寄与

etc.

● 東北大低周波数観測の取組:

- ・現行: HF~VHF帯 ログペリ・アンテナ群、UHF帯 Single dish パラボラで観測

(専有機の高自由度を活かした連続観測、共同観測で各種成果)

- ・近未来: 既存装置の高感度化(→専用装置による連続観測の利点拡張)

＋大型装置との共同観測(→系内探索で得た知見の系外探索への展開、
高感度・角度分解能で為し得る理論検証 +)

LOFAR~NenuFAR~SKA

“PPARC共同研究”への参画、大型装置観測研究の議論/検討への参加 大歓迎!!!