

P-167 臼田64mアンテナによる電波天文観測、性能評価および開発

村田泰宏、坪井昌人、竹内央(JAXA)、藏原昂平、中西裕之(鹿児島大)、上原顕太、石川聡一(東大)、春日隆(法大)

臼田64mは、世界的にも有数の後継を持ち、特に、国内で国立天文台が運用している野辺山45m観測では観測できない22 GHz帯より低い周波数の観測をすることが可能となっている。現在L帯(1.4~1.7GHz), S帯(2.2GHz, 探査機受信と共用), C帯(4.7~5.1, 6.7GHz), およびX帯(8.2~8.5 GHz, 探査機受信共用および、8.2~8.7 GHz受信専用広帯域)で観測が可能である。本講演では、2016年度に行っているこれらの帯域を使った電波天文観測を紹介するとともに、その観測性能の評価とそれを受けた現在の開発の状況を紹介する。現状、観測ができるというレベルであり、今後科学的にインパクトを与えるような結果を出すためには、観測装置をトップレベルに引き上げ、独創的なアイデアで観測する必要があり、そのための検討を行っている。

電波天文観測が可能な JAXAのアンテナ



現在臼田で行われているVLBI装置を使った観測

VLBI観測用に整備された観測信号伝送系および、記録装置(バックエンド)を利用し、電磁波を波として記録できるため、超高分散分光観測($R > 1,000,000$)等、下記に示すような様々な観測が可能

観測方法(大項目)	研究テーマ	備考
地上VLBI(天文観測)	活動銀河核、星形成領域などの高解像度観測	大学連携VLBI観測(天文台および各大学との共同VLBI観測網)に参加。
スペースVLBI観測	ロシアRadioastron計画への参加によるスペースVLBI観測	
臼田単独での天文観測	パルサー観測の観測、分子、中性水素スペクトル観測等1~8 GHz帯、連続波観測	
太陽系天体の電波科学観測	探査機からの送信派を利用した天体の大気観測	
軌道決定VLBI観測	VLBIによる深宇宙探査機軌道決定	軌道決定への応用
局位置決定測地VLBI観測	(局位置の維持、)	深宇宙探査機追跡、VLBI観測に必要



臼田64m現状

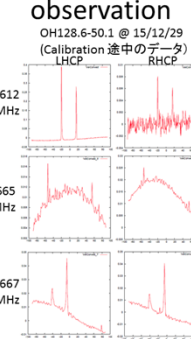
- あかつき、IKAROS, GEOTAIL, はやぶさ2、PROCYONの追跡
- 観測可能帯域: C(4.7-5.1, 6.7 GHz), L(1.4~1.7), S(2.2), X(8.2~8.7 GHz)
- L, Cは、VLBI用のホーンを利用
- S, Xについては、追跡用の初段増幅器の後段から信号を分岐している。
- バックエンド(記録装置)
 - VSOPターミナル(JVN用) S2, VLBAは廃止
 - K5/VSSP 16ch (IP-VLBI, 測地用)
 - K5/VS1 + ADS3000+ (軌道決定、広帯域観測など)
- X帯については、受信専用ホーンを利用した、システム雑音温度の改善を2014に行った。運用系の約半分の雑音温度と広帯域

臼田64mの性能の再評価

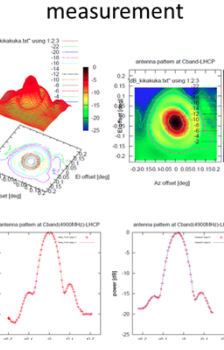
X帯(8.4 GHz)は、ほぼ立ち上げが終了、性能測定も終了、性能、3倍以上、L帯(1.4-1.7 GHz)、C帯(4.7-5.1, 6.7 GHz)については性能測定を行い、C帯については、受信系をアップデートすることにより、2倍以上の性能向上が見込まれるため、現在受信機の開発中。CHラジカル@3.3 GHzの重要性も提唱されており、法政大学で現在追加可能か検討を行っている。S帯(2.2GHz)については手を入れられず、今のところ現状のままの予定。

Band	Frequency (GHz)	Tsys (K)	Antenna Efficiency (%)	Dual Pol.	Comments
L (1.4 GHz)	1.4 - 1.45	~96	34	○	HI
L (1.6 GHz)	1.6 - 1.75	~85	46	○	OH
S (2.2 GHz)	2.2 - 2.3	~75	測定予定	x	
C (3.3 GHz)					新規開発中 CH
C (5 GHz)	4.7 - 5.1	~70	解析中	○	新受信機開発中 OH, H ₂ O
C (6.7 GHz)	6.5 - 6.7	~80	解析中	x	大学連携VLBI CH ₃ OH
X (8.4 GHz)	8.2 - 8.7	~35	45	○	大学連携VLBI

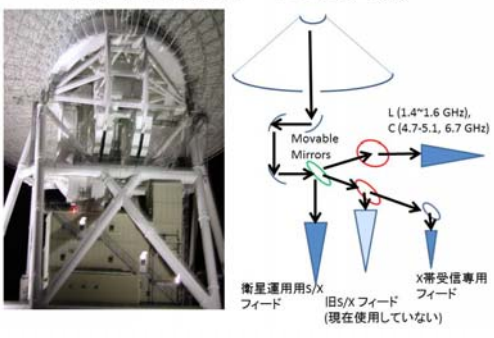
OH maser test observation



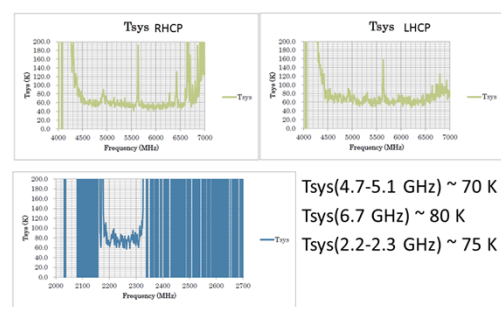
C-band beam pattern measurement



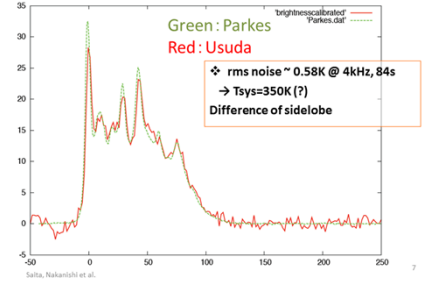
臼田64mのビーム伝送系



C-bandとS-bandのTsys測定



HI line comparison with Parkes 64m (tentative result)



2016年試験観測履歴

- 2016年1月28日 スペースVLBI観測(ロシア Radioastron)活動銀河核観測(L帯)
- 2016年1月30日 s16030大学連携VLBI観測広帯域イメージング試験観測(臼田、山口、つくば、鹿島、日立、VERA(入来、水沢、小笠原、石垣))
- 2016年2月6日 スペースVLBI観測(ロシア Radioastron)活動銀河核観測(L帯)
- 2016年4月17日 スペースVLBI観測(ロシア Radioastron)活動銀河核観測(L/C帯)
- 2016年5月29日 PROCYONによる備波確認3F X帯受信系の備波確認。
- 2016年7月1日 アンテナビームパターン測定(S帯)
- 2016年7月22日 アンテナビームパターン測定(X帯)
- 2016年8月10日 アンテナ指向精度測定(X帯3F)
- 2016年8月12日 X帯、低仰角Tsys測定
- 2016年8月30日 u16243a 大学連携VLBI観測メタノールメーザ観測
- 2016年9月2日 u16246a 大学連携VLBI観測WR Stars観測
- 2016年9月7日 u16251a 大学連携VLBI観測WR Stars観測
- 2016年9月21日 X帯、低仰角Tsys測定
- 2016年9月23日 X帯、低仰角Tsys測定
- 2016年10月7日 測地観測向け試験観測
- 2016年10月26日 臼田64m 測地観測(24H 観測)つくば34m
- 2016年10月27日 スペースVLBI観測(ロシア Radioastron)活動銀河核観測(L帯)
- 2016年12月21-22日 X帯、低仰角Tsys測定

将来にむけて

- 中性水素やOHラジカルの観測には強力なアンテナである。また、低周波で観測しやすいパルサー、超新星残骸、活動銀河の観測にとっても重要である。
- これらの観測は現在国際的に検討が行われ、日本も参加を検討しているSKAでも重要な観測対象であり、国内最大のアンテナである臼田64mで観測や機器の試験ができることの意義は大きい。
- アンテナの口径は世界屈指であるが、Tsysが現在の世界標準に比較して高い。一方、X帯はTopレベルの性能がでていることから、給電部の損失が大きいのをできるだけ冷却し、付加雑音を減らすことが重要である。
- TOPレベルにもっていくためには、必要な観測時間が確保できることも重要で、今後観測頻度を上げていく努力も必要である。
- 現在、Cバンド、Lバンドにおいて低雑音化が実現できるかの検討を進めている。
- また、OH同様CHラジカルについてもその重要性が提唱されており、CHの3.3 GHzの受信の可能性も検討している。
- 10mアンテナについても、現在22 GHzでVLBIに成功し、気球VLBIの地上局として利用可能、将来SAR衛星で利用予定。

臼田10mアンテナの状況

- 現状:
- 常温の22 GHz RXを搭載し、性能確認中
 - Tsys ~ 200~300 K, H₂O maser from Orion KL, W49Nからの信号を受信。
 - ADS-3000+, ADS-1000, K5/VSSP32でVLBI観測および分光観測が可能。
 - 気球VLBIの地上局として使用予定。
 - 教育用・実験用に最適である。
 - 2017年にX帯冷却に変更 SAR衛星地上局として利用予定