

平成 25 年度国立天文台共同開発研究報告書

平成 26 年 4 月 21 日

国立天文台長 殿

研究代表者	氏 名	(ふりがな) ふじさわ けんた		
		藤澤 健太		
	所属・職	山口大学 時間学研究所		
	電話	083-933-5973	E-mail	kenta@yamaguchi-u.ac.jp
研究テーマ	鹿島 34m 用超広帯域受信システムの開発			
研究実績	【背景】 2014 年現在、測地 VLBI は VGOS (VLBI2010 Global Observing System) とよばれる 2-14GHz の超広帯域 VLBI システムへ向け世界各国で新しいアンテナの建設が進められている。そこで、NICT では鹿島 34m アンテナを超広帯域化するためプロジェクト Gala-V (ガラヴィー) を立ち上がり、VGOS システムに準拠するよう超広帯域フィード、ダイレクトサンプリング技術などを幅広く取り入れる検討をおこなっていた。 【本研究の内容】 本共同開発経費により平成 25 年度、広帯域フィードの整備を実現した。これは 3GHz から 15GHz までの超広帯域を 30 メートル級のアンテナ受信することができる世界初の広帯域フィード（愛称：イグアナフィード）である。現在までに実現されている広帯域フィードはビーム幅が 90 度前後と広く、焦点面まで距離が長い既存の大型アンテナに搭載することが難しい。一方、新開発のイグアナフィードは鋭いビームパターンを広い周波数帯域にわたり作成することに成功した。広帯域フィードは入れ子構造であり、内部フィードは 6GHz から 15GHz、外側フィードが 3GHz から 7GHz をカバーする。図 1 は 2013 年 12 月、実際に鹿島 34m アンテナに搭載されたイグアナフィードである。34m アンテナは副鏡を調整することで任意の焦点位置に焦点を移動できる。実際に副鏡を最適な位置に調整して、アンテナの受信効率を測定すると 6GHz から 13GHz まで 1000 から 2000Jy の値であった（図 2）。 2014 年 4 月現在、10GHz 以上の帯域でより高感度のプロトタイプ 2 号機を搭載して調整中である。2014 年 1 月、星形成領域 W3OH にアンテナをむけたところ、6.7GHz と 12.2GHz の 2 つのメタノール輝線を同時に観測することができた（図 3）。これは国内初の受信成果であり（NICT が発行しているニュース記事として配信した（VLBI ニュース vol129））。2 つのメタノール輝線を同時観測することで星形成領域の温度・密度を測定する新しいツールとして期待される。			



図 1：世界初の 30m 級アンテナ用広帯域フィード

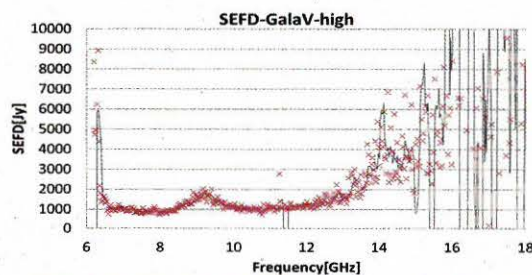


図 2 : 34 m アンテナ受信効率。6 GHz から 13 GHz で 2000Jy 以下

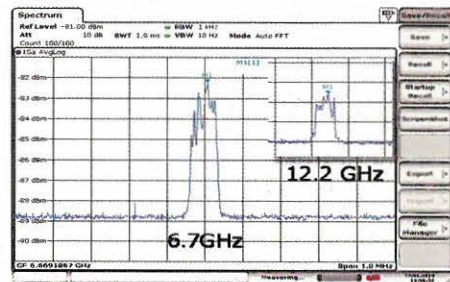


図 3 : 6.7GHz と 12.2GHz の 2 つのメタノール輝線

【学会発表等】

- ① "GHz バンド幅の広帯域 VLBI へむけて", 岳藤 一宏, 氏原 秀樹, 関戸 衛, 2013 年 12 月, VLBI 懇談会シンポジウム
- ② "VLBI による高精度周波数比較へむけて", 岳藤 一宏, 川合 栄治, 関戸 衛, 市川 隆一, 堤 正則, 宮内 結花, 長谷川 新吾, 氏原 秀樹, Hobiger Thomas, 小山 泰弘, 2013 年 6 月, 第 12 回 IVS-技術開発センターシンポジウム
- ③ "NICT/Kashima における 3-15GHz の広帯域受信", 岳藤 一宏, 氏原 秀樹, 関戸 衛, 2013 年 12 月, 宇宙電波懇親会シンポジウム
- ④ "Evaluation of the RF Direct sampler Galas in the VLBI2010 era", 岳藤 一宏, 堤 正則, 氏原 秀樹, 関戸 衛, 2013 年 10 月, 第 2 回国際 VLBI Technology Workshop
- ⑤ "鹿島 34m アンテナ 1.4-1.7GHz の Crab パルサー観測と今後の広帯域観測について", 岳藤 一宏, 関戸 衛, 2014 年 3 月, 宇宙線研究所共同利用研究会
- ⑥ "広帯域フィードの開発" 氏原秀樹, 岳藤一宏, 関戸衛, 市川隆一(情報通信研究機構), 第 12 回 IVS 技術開発センターシンポジウム (2013/6/6, NICT 鹿島宇宙技術センター)
- ⑦ "広帯域フィードの開発", 氏原秀樹, 岳藤一宏, 関戸衛, 市川隆一(情報通信研究機構), 31th NRO ユーザーズミーティング (2013/7/24-25 国立天文台野辺山宇宙電波観測所)
- ⑧ "広帯域フィードの開発 (V)", 氏原秀樹, 岳藤一宏, 関戸衛, 市川隆一(情報通信研究機構), 日本天文学会秋季年会 (2013/9/10-12, 東北大学)
- ⑨ "広帯域フィードの開発", 氏原秀樹, 岳藤一宏, 関戸衛 (NICT), 中西浩之 (鹿児島大), 本間稀樹, 松本尚子 (国立天文台), 藤沢健太, 杉山幸一郎, 木村篤志 (山口大学), 2013 年度 VLBI 懇談会シンポジウム (2013/12/24-26, 筑波大学)
- ⑩ "電波天文用広帯域フィードの開発", 氏原秀樹 (NICT), 長谷川豊, 木村公洋, 小川英夫 (大阪府大), 川口則幸 (国立天文台), 大田泉 (甲南大), 貴島政親 (和歌山大), 三谷友彦 (京都大), 第 253 回生存圏シンポジウム (2014/3/14 下記と併催)
- ⑪ "広帯域フィードの開発", 氏原秀樹, 岳藤一宏, 関戸衛, 市川隆一(情報通信研究機構), 第 14 回 「ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ」 (2014/3/3-4 茨城大学)
- ⑫ "広帯域フィードの開発 (VI)", 氏原秀樹, 岳藤一宏, 関戸衛, 市川隆一(情報通信研究機構), 日本天文学会春季年会 (2014/3/19-22, 国際基督教大学)

研究の活用	【機器開発】 当初の Gala-V のフィードは入れ子になった二つのフィードのうち外側の母フィードで 3.2-6.4GHz を、内側の娘フィードで 9.6-11.2GHz,12.8-14.4GHz を受信して VLBI による時刻比較実験に用いる仕様であったが、本テーマに応じるべく受信帯域拡大のための研究・開発を行った結果 2.2-18GHz 以上を受信可能なフィードを設計できた。その反面、母フィードの制作は 2014 年度に持ち越しとなったが、当初は母娘で分担していたメタノールの 2 輝線を娘フィードだけで同時受信を達成できた。他の大型カセグレンアンテナにも活用可能な技術ではあるが、広帯域観測は始まったばかりであり、他局に応用されるには時間がかかるだろう。また、これまでになかったツールであるだけに性能が遺憾なく発揮できるようにユーザ側に積極的に働きかけて行くとともに、今後も VLBI2010/VGOS だけでなく SKA への応用にむけて広帯域受信システムの研究を進めて行きたい。 【サイエンス】 本計画を開始した時には、おもにメタノール・メーザの 2 周波同時観測を科学研究の目的としていたが、実際に観測ができるようになって来た現在、様々な科学研究課題の案も出てきた。たとえば A G N など連続波天体のスペクトル指数観測、低周波数ラインサーベイ、パルサー観測である。これまで日本ではあまり行われていない研究分野であり、他にはない広帯域観測能力を活かした科学研究が鹿島から発展する可能性がある。この目的に特化した小研究会も開催予定である。
--------------	--