



# NICT 機関報告

関戸 衛、川合 栄治、岳藤 一宏、氏原 秀樹、ホビガー トーマス、堤 正則、長谷川 新吾、宮内 結花、竹川俊也、市川 隆一、小山 泰弘、近藤哲朗

## 1. メンバー構成、施設

鹿島宇宙技術センター： 常勤職員：2名鹿島、任期付研究員：2名、有期技術員：1名、

派遣職員：3名、研修生1名

小金井本部： 常勤職員：2名(時空標準研究室)、1名(国際推進部門)

アジア連携センター(タイ)：常勤職員：1名(国際推進部門)

鹿島 34m アンテナ		口径34m
受信機	L-band, 冷却	RHCP/LHCP, 1405-420MHz, 1600-1720MHz, SEFD ~ 460Jy
	S-band, 冷却	RHCP/LHCP, 2193-2350MHz, SEFD ~ 250Jy
	X-band, 冷却	RHCP/LHCP, 8180-9080MHz, SEFD ~ 370Jy
	Wide-, 常温	直線偏波, 6-14GHz, Tsys* ~ 500K
	22GHz, 冷却	LHCP, 22-24GHz, Tsys* ~ 120K
	32GHz, 冷却	3.17-3.37GHz, 未使用
	43GHz, 冷却	42.3-44.9GHz, 2013年度未使用

鹿島 11m アンテナ		口径11m
受信機	S-band, 常温	RHCP/LHCP, 2120-2360MHz, SEFD ~ 4000Jy
	X-band, 常温	RHCP/LHCP, 7700-8200MHz, 8180-8680MHz, SEFD ~ 5000Jy

小金井 11m アンテナ		口径11m
受信機	S-band, 常温	RHCP/LHCP, 2120-2360MHz, SEFD ~ 4000Jy
	X-band, 常温	RHCP/LHCP, 7700-8200MHz, 8100-8600MHz, SEFD ~ 6000Jy

鹿島 MARBLE1 アンテナ		口径1.6m
受信機	広帯域, 常温	直線偏波V, 3-14GHz, Tsys ~ 200K, SEFD ~ 7.e5 Jy

小金井 MARBLE2 アンテナ		口径1.5m
受信機	広帯域, 常温	直線偏波V, 3-14GHz, Tsys ~ 300K, SEFD ~ 1.e6 Jy

## 3. その他

### 3.1 34mアンテナ震災復旧

2011年の東関東大震災により34mアンテナのAZレール、ホイールが破損しアンテナの運用を停止していたが、2013年3月末までにホイール、レールの交換工事を完了し、4月から運転を再開している。



図3 破損したAZ車輪



図4 新品の車輪(左上)、車輪設置はAZ円周軸の芯出しを行ない、その中心軸に対して望遠鏡を使って1.e-5radの精度で設置(上中)、AZレールのベースプレート接合部は0.1mm以下の精度を要求して測定・研磨し、場所によってはシムによる調整を行なった(下左)。レール全周にわたって平面からの残差RMS0.1mmとなるように測定と研磨を繰り返した(下中)。新品のウェアストリップを設置したレール(右)。

### 3.2 RFI対策 L-band超伝導フィルタの導入

2011年頃よりL-bandのシステム雑音温度の上昇、LNA出力に1480MHzの高調波が確認されるなど、携帯基地局のRFIによりLNAが飽和領域で動作していることが分かった。対策として、冷凍デューワー内のLNA前段に超伝導フィルタ(通過帯域: 1405-1420MHz, 1600-1720MHz)を設置した。その結果、LNAの飽和問題は解消されたと考えられる。しかしながら、Tsys=100K程度と高い状況が続いており、原因の調査が必要である。

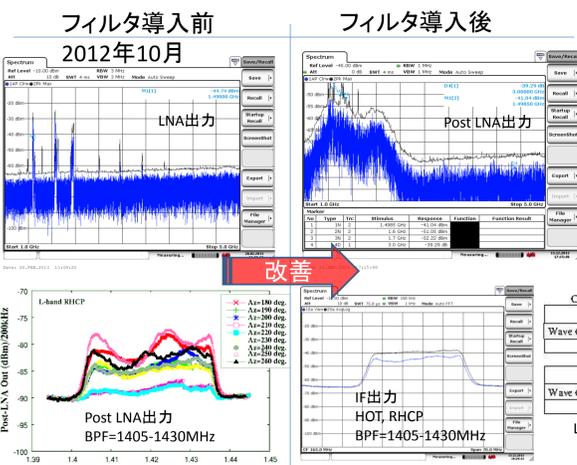


図6 フィルタ設置前後の受信帯域のスペクトル。フィルタ設置によって高調波が消え、携帯基地局(AZ=210度方向でも正常な帯域スペクトルがえられるようになった。

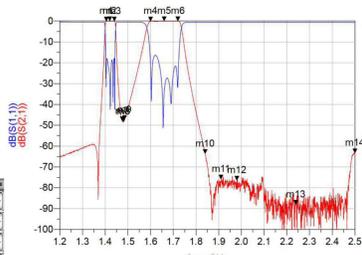
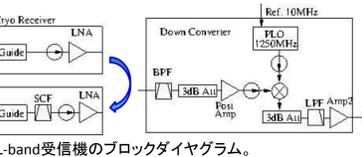


図5 設置した超伝導フィルタの通過・反射特性



L-band受信機のブロックダイアグラム。

## 2. 研究開発:

### 2.1 広帯域観測システムの開発~周波数比較への応用

3GHz~14GHzの帯域を受信し、その中から4つの1GHz/バンドを取得して位相合成し、数p secの遅延計測を行う。従来よりデータレート32倍(256MHz比)有効帯域幅10倍となる計画。広帯域化前の2月に小型アンテナの性能確認、局位置決定を目的としてX-bandによる測地実験を実施し(表1)、11月までに小型アンテナMARBLE1, MARBLE2を広帯域化改修がほぼ終了した。11月には広帯域化後のVLBI試験観測実施した。新しい技術として、周波数変換を不要とするダイレクトサンプリング方式によるサンプリングを導入し、試験観測を実施中。12月に34mアンテナに新しい広帯域フィードを搭載(高周波フィード)。詳しくは講演: 関戸、氏原、ポスター: 16岳藤を参照下さい。

DataBase-Code		I3FEB03XB	
Kashim1	X座標 (mm)	-3997507082	± 2.6
	Y座標 (mm)	3276876928	± 2.1
	Z座標 (mm)	3724240339	± 2.3
Koganei	X座標 (mm)	-3941938397	± 2.4
	Y座標 (mm)	3368149868	± 2.1
	Z座標 (mm)	3702235265	± 2.3
Marble1	X座標 (mm)	-3997598301	± 3.3
	Y座標 (mm)	3276714208	± 2.7
	Z座標 (mm)	3724293104	± 3.0
Marble2	X座標 (mm)	-3942062636	± 3.2
	Y座標 (mm)	3368276237	± 2.8
	Z座標 (mm)	3702003847	± 3.0

表1 2013年2月にTskb32, Kas11, Kog11, MBL1, MBL2の5局で実施した測地VLBI観測の結果。1.5/1.6mのMBL1, MBL2も3mm程度のフォーマルエラーで局位置がえられている。

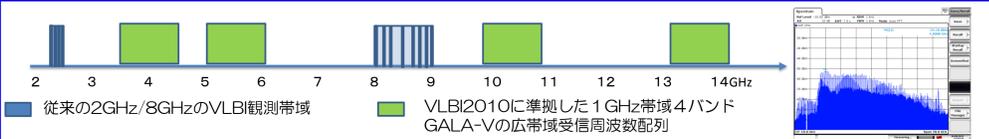


図1 従来の観測帯域とGALA-Vの新しい観測周波数帯域を周波数軸上で示している。Gala-Vでは1GHz帯域幅の4バンド(3.5GHz, 5.1GHz, 9.9GHz, 13.1GHz)で天体の観測を行い、群遅延を計測する。右図はMARBLE1のPCAL信号のスペクトル。3-14GHzの100MHz間隔のトーンを使う。

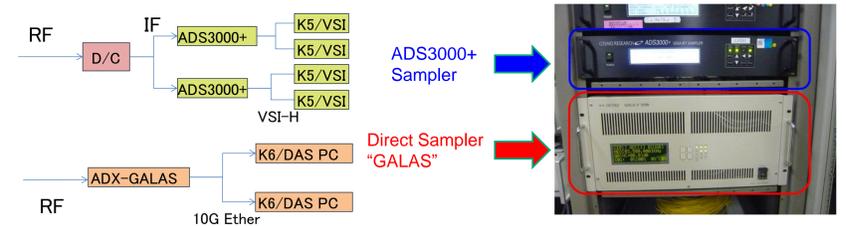


図2 ダイレクトサンプリングGALASは16GHzのA/Dと内蔵デジタルフィルタ機能によって任意の1GHz帯域幅の信号を切り出し、データを10G-EtherよりUDP/IPで出力する。実績のある既存の2GbpsサンプリングADS3000+と周波数変換器(D/C)とダイレクトサンプリング方式を併用し、比較・問題点の洗い出し等を行う。

### 2.2 統合解析ソフトウェア

SLR解析ソフトウェアCONCERTO(大坪他)を発展させ、IERS Conventionsに準拠した基準座標系モデルや衛星軌道計算を含むC++クラスライブラリを共同開発している。その応用のひとつとして、SLRと、GPS、VLBIの宇宙測地技術をデータレベルで統合解析\*1できるソフトウェアを開発している。詳しくはポスター: 14ホビガーを参照下さい。(※1: 従来IERSなどが行なっている統合解析は、分散行列レベルでの統合解析であり、次世代の測地解析としてデータレベルでの統合解析が期待されている。)

### 2.3 相関処理、伝送ソフトウェア、VLBIデータ取得の開発

K5/VSSPの観測・相関処理ソフトは国土地理院の測地VLBI観測で使用されているほか、Sgr-A\*の22GHzモニター観測(坪井他)、偏波分光計の開発(水野他)など天文観測、JSATの衛星管制(軌道決定)に定常的に使用されている。このほか、VLBIの標準データフォーマットVDIFの伝送・記録のC++クラスライブラリを開発し、ドイツWettzellから国土地理院つくば局に観測データをリアルタイム伝送・記録し、国土地理院によるUT1を半自動計測の定常運用を2010年からサポートしている。現在、新しく開発したダイレクトサンプリングGALAS(図2)の記録ソフトウェアもこのクラスライブラリを使って開発している。ADS3000+のK5/VSSP32互換記録やMk5Bのリアルタイム伝送とK5/VSSP32互換記録ソフトについても今後開発・サポートを続けていく。

### 3.3 Sgr-A\* モニタ観測

銀河中心のブラックホールにガスが落下する現象が予測され、Sgr-A\*の増光が期待されている。慶應義塾大学の岡研究室より竹川さんを研修生として受け入れ、2013年初めからSgr-A\*のS/X-bandによるモニター観測を実施している。図7はX-bandで得られた相関係数をNRAO530の相関係数で校正して得られたFluxの変動である(Takekawa et al., Proceedings IAU Symposium No. 303, 2013)。現在のところ有意な増光は観測されていない。

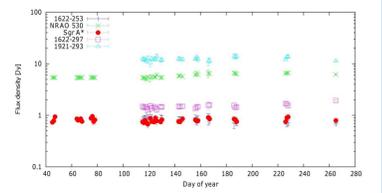


図7 鹿島11m-小金井11mのS/XバンドでSgr-A\*と参照天体のフラックスモニタを行なっている。

2013年10月に鹿島11mアンテナの測地VLBI観測中、信号ケーブルの固定バンドが劣化して緩み、アンテナ駆動でケーブルが断裂する事故が発生した。これにより、鹿島11mアンテナの運用は停止しており、復旧は2月中の予定である。