

VERA観測システムの現状と今後

国立天文台水沢VLBI観測所
開発部門 河野裕介

VERA観測システム [保守部門]

	Kバンド	Qバンド
開口能率	39~48 %	35~50%
受信機雑音温度	27-49 K	45-95 K
背面系都合温度	25 K	25 K
フィードーム損失	16 K	33 K
システム雑音温度	150~K	250~ K

受信機雑音温度

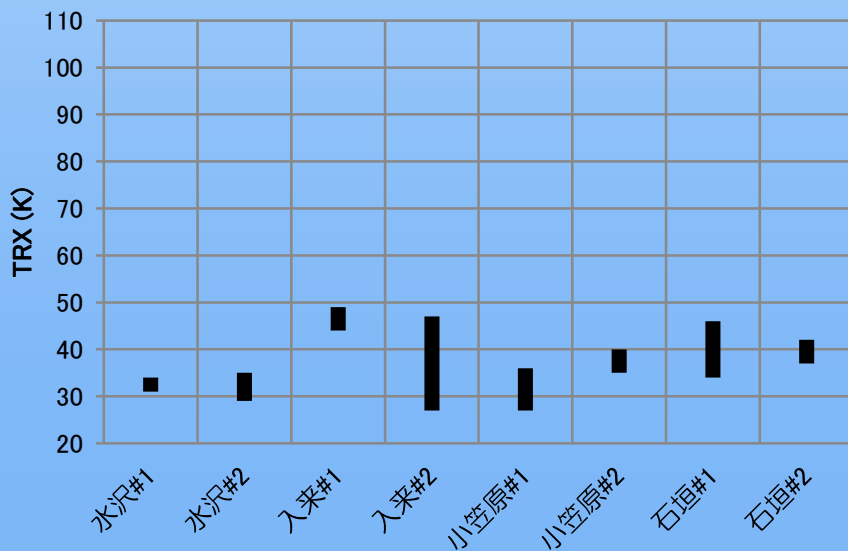
[保守部門]

■ K-band 平均35K

Q-band:平均75K

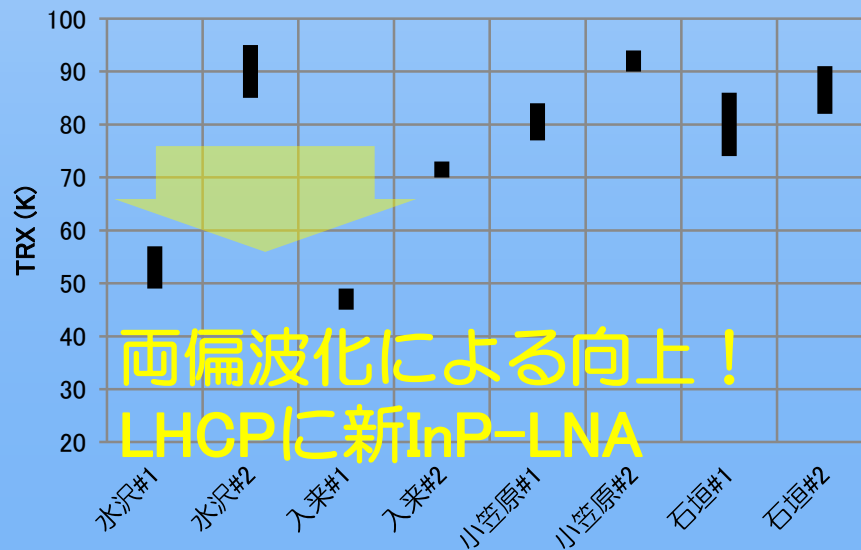
K-band

BBC出力でのHOT-COLD測定
(BBC LO=4.9GHz,5.7GHz,6.5GHz)



Q-band

BBC出力でのHOT-COLD測定
(BBC LO=4.9GHz,5.7GHz,6.5GHz)



開発の現状

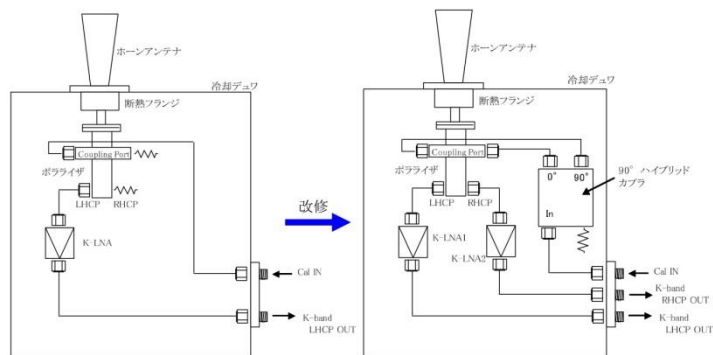
1. DIR2000, FX相関器リプレイス (小山)
 1. 現行システムと並行導入・順次移行
2. 両偏波化 (萩原)
 1. Q-bandの両偏波化の開始
3. C-band (松本)
 1. 2011年共同利用観測を試験的にオープン
4. 光結合VLBIと基礎開発

VERA両偏波同時受信化の現状

萩原、両偏波開発グループ

これまでの作業と現状

- 水沢と入来の2局において、既設のLHCP(左旋偏波)受信機に加え両偏波同時受信できるように、RHCP(右旋偏波)受信機を1 beam分(#1側)だけK帯及びQ帯で新規増設した。RHCP受信用の周波数変換機(DC)はK帯でのみ増設をした。
- 現状では、K帯でのみ水沢と入来の2局において両偏波受信可能。
- VFS: 両偏波観測に対応したシステムの改修を進めている。



・RHCPポートにLNAを追加
・ハイブリッドカプラでCal信号を2分配して両方のポートに接続



改修前



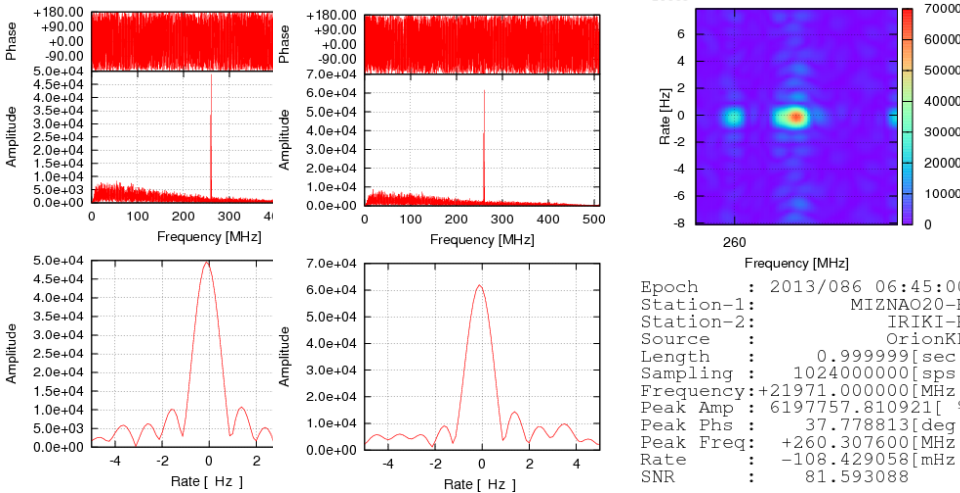
改修後

K帯改修部

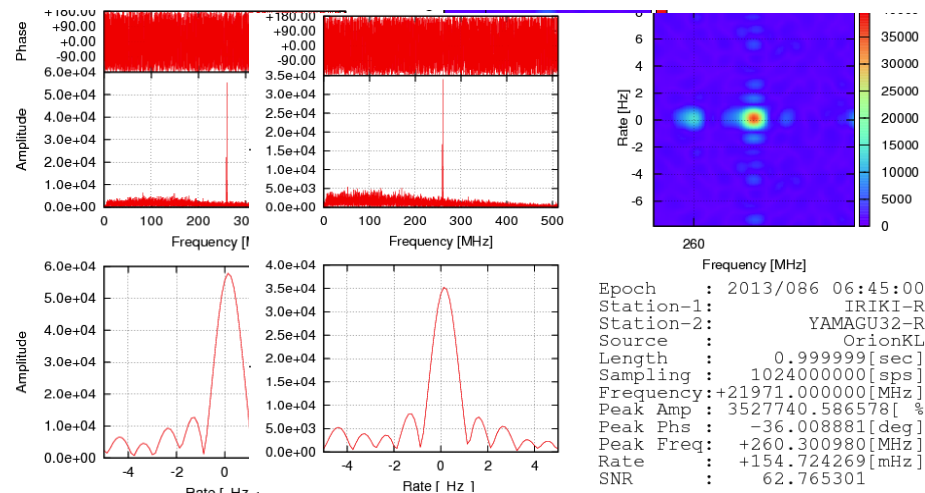
FRINGE試験観測

- VERA2局を入れた国内VLBI局での、K帯左右両偏波同時受信、記録、相関処理、FITS変換まで一連のパスを通すことが目的。
- VERA2局(水沢、入来)と山口、高萩局の4局でK帯で3月27日に実施した。
天体:W49N=>BLLAC=>Orion=>3C279=>OQ208
- Quick-lookで見て、ほぼ全基線で、LHCP/RHCPとも相関が出たことを確認した。(次ページ)
- 偏波相関処理モード(RR/LL/LR/RL)でソフト相関処理をする(処理待ち)。

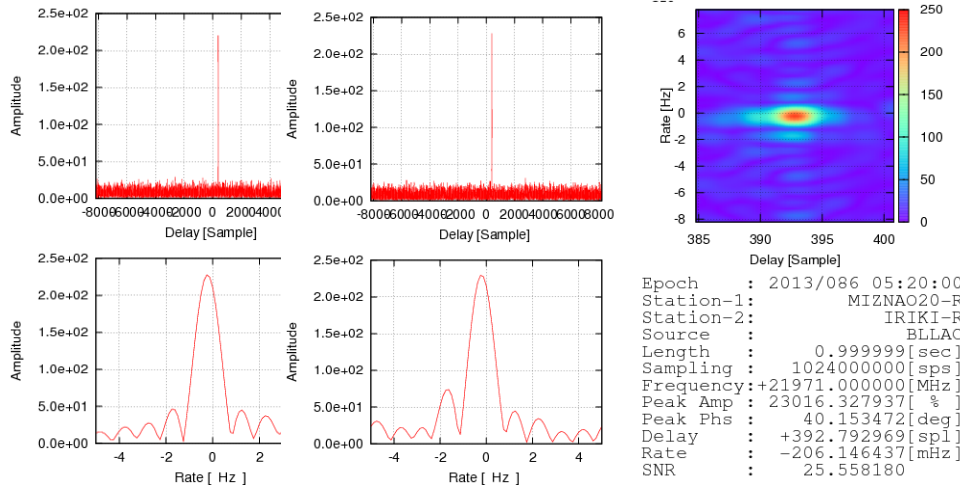
両偏波フリンジ図



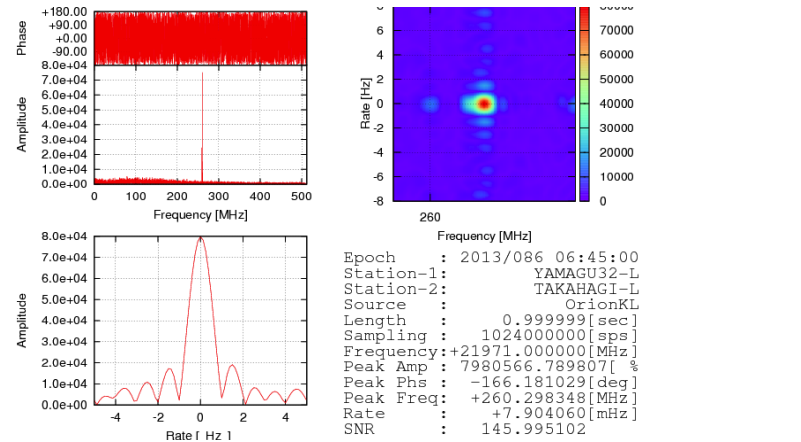
↑輝線 (Orion 水沢-入来 (左LHCP, 右RHCP))



↑輝線 (Orion 入来-山口 (左LHCP, 右 RHCP))



↑連続波 (BL-LAC) 水沢-入来 (左LHCP, 右RHCP)



↑輝線 Orion (高萩-山口 (LHCP))

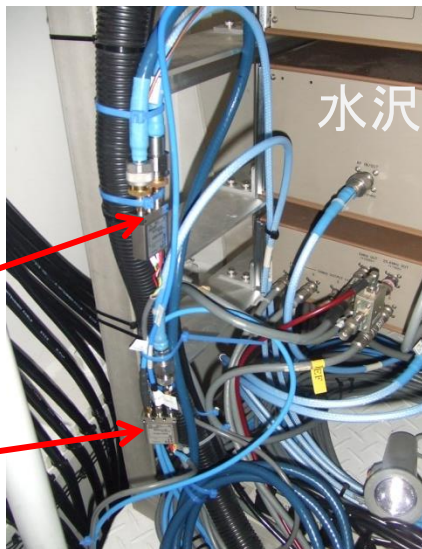
2013年度の作業

- 偏波観測モードに遠隔操作で切り替えるためのIF同軸スイッチの設置と試験

- 偏波観測モードに切り替える際は、計算機からコマンドを入れることで観測モードの切り替えが可能になった(Bビーム LHCPのIFに、AビームのRHCPのIFを切り替える。

- 水沢局に設置作業、試験を行った(2013.6)。試験運用を開始した。

- 入来局に年内設置予定



偏波 Mode切替SW 拡大図

偏波
Mode
切替S

C-band
切替SW

Timeline

Year	2011	2012	2013	2014
VERA 水沢	K/Q-帯 受信機 デュワー2偏 波化 K帯: DC設置		両偏波受信用 IF切り替えス イッチの設置 (2013.6)	
VERA 入来		K/Q-帯 受信機 デュワー2偏 波化 K帯: DC設置	同上 (予定)	
立上げ 試験観 測		フリンジ試験 (2013. 3実施済 ソフト相関処理 待ち)	両偏波較正試 験 (D-term測 定) (予定)	KVNとの VLBI試験観測 (予定)

C-band受信機ステータス報告

報告：松本尚子 (NAOJ)

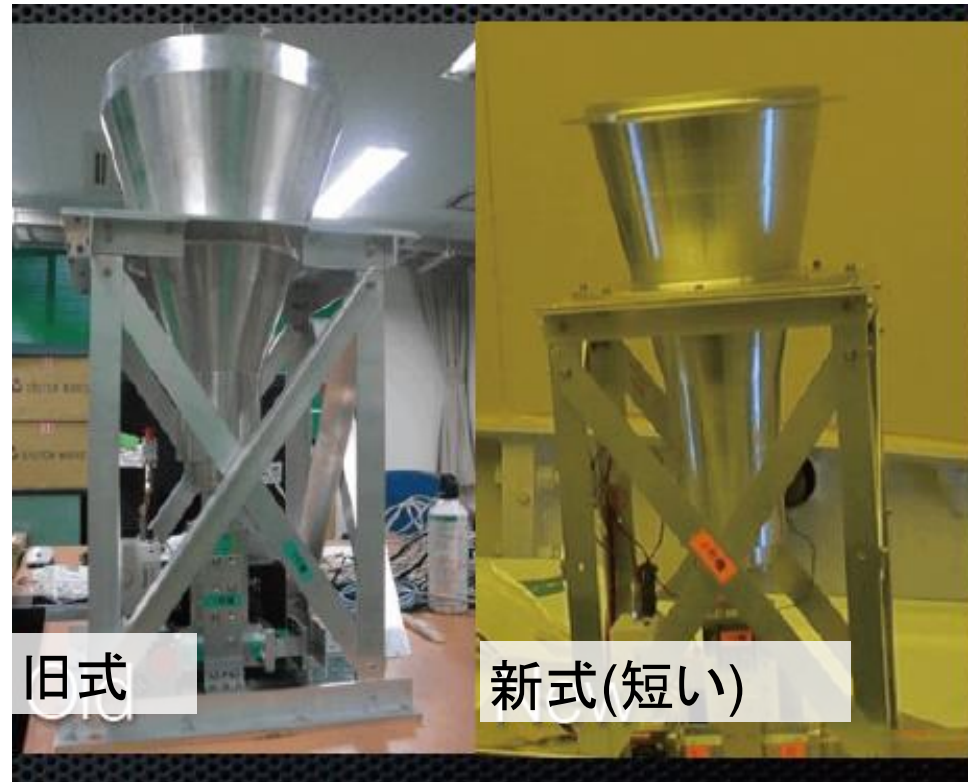
統括：本間希樹 (NAOJ)

技術協力：小川英夫，木村公洋，他大阪府立大メンバー，
氏原秀樹 (NICT)，浅利一善 (NAOJ)



VERA C-band受信機システム

- C-band フィードホーン
- 旧 式：石垣島局(11月新式導入)
- 新 式：入来局、水沢局，小笠原局
- 常温受信機
- 観測方式：1ビームのみ(A側)
- 振幅較正：R(終端器)-SKY 可
- 開口能率： $A_e=0.50$ (誤差10%)
※順次測定&解析予定
- 振幅の絶対値の精度10-20%



受信機作製:大阪府立大学 小川研究室

VERA C-band受信機システム

- 2009年11月から定常観測開始
- 2011年VERA共同利用観測を試験的にオープン
- 2013年現時点で下記の不具合を徐々に解決中。

解決

-昨年からの発振対処により、C-band受信機後段アンプへの入力信号過多による発振及びレベル異常が、悪天候時の報告以外発生しなくなった。

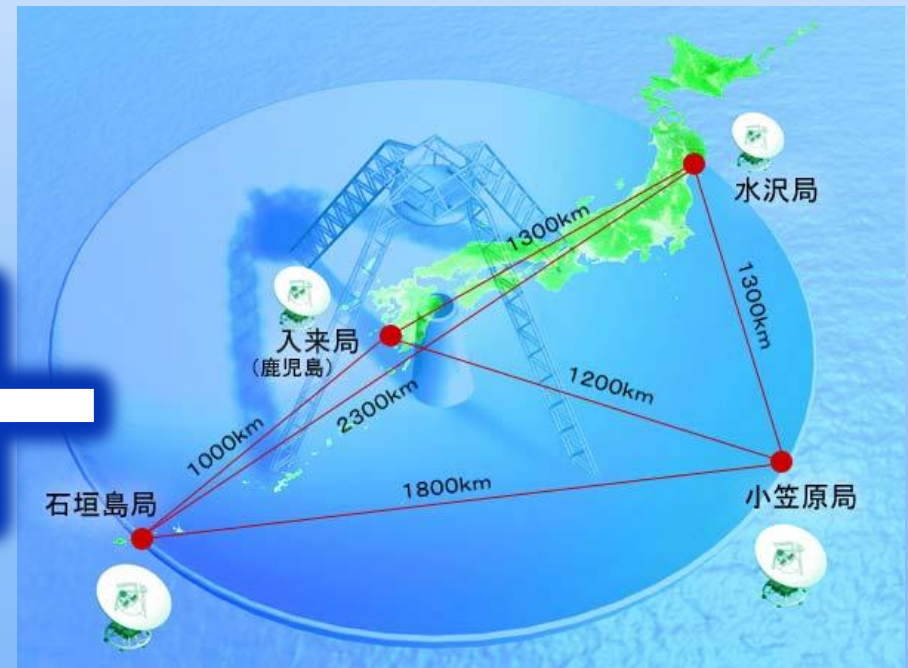
-強いスプリアスの影響による大きなレベル変動あり。
→超新星残骸を用いた高精度な能率測定に未成功。
→メーザー源による能率測定を実施、解析中。
→スプリアスをカットするフィルターの導入を水沢局へ導入し、水沢局については解決済み。

一部対策済

他局についてはスプリアスの特定が必要(特に小笠原・入来)。

光結合VLBIネットワーク

OCTAVE : Optically Connected Array for VLBI Exploratio



- VERA4局にOCTAVIA/DISKが導入された
 - $BW \geq 512\text{MHz}$ で同時観測可能 (運用の観点除く)
 - 60~30~10m級との広帯域観測

OCTAVEの現状

- ローカル記録や#5記録も組合せて観測中
 - EAVNフリンジ試験観測にも参加
 - 9/24, 萩原
- 鹿島、茨城
 - JGN-X&SINET4相互接続に難航
- 水沢接続

水沢回線



2013-2015

- 水沢回線 (VLBIはまだ未接続)
 - 水沢→三鷹回線

2016-

- 水沢回線&VERA相関器
 - 水沢⇔三鷹回線



ソフト相関器を水沢に移すメリットデメリットの議論は必要

基礎開発：OCTAD

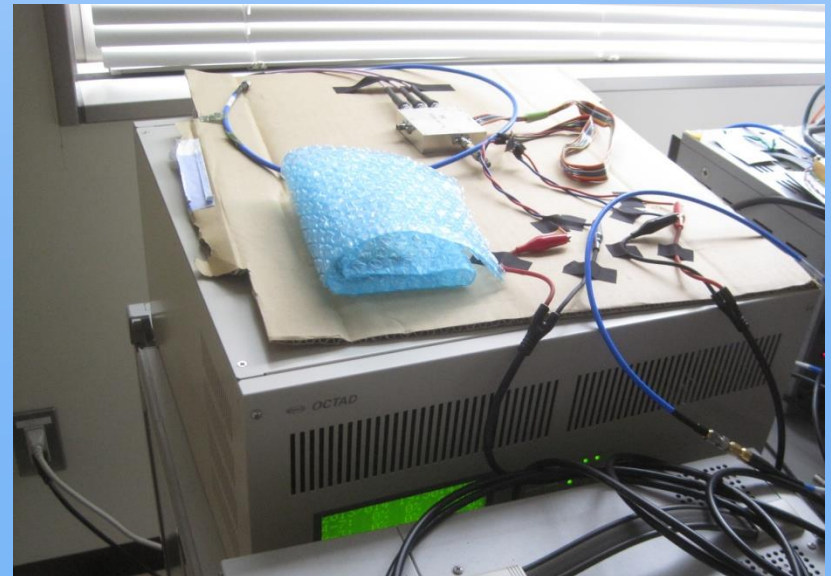
▣ OCTave A/D convertor

▣ ダイレクトRFサンプリング

- ▣ 最大帯域 4GHz -2ch

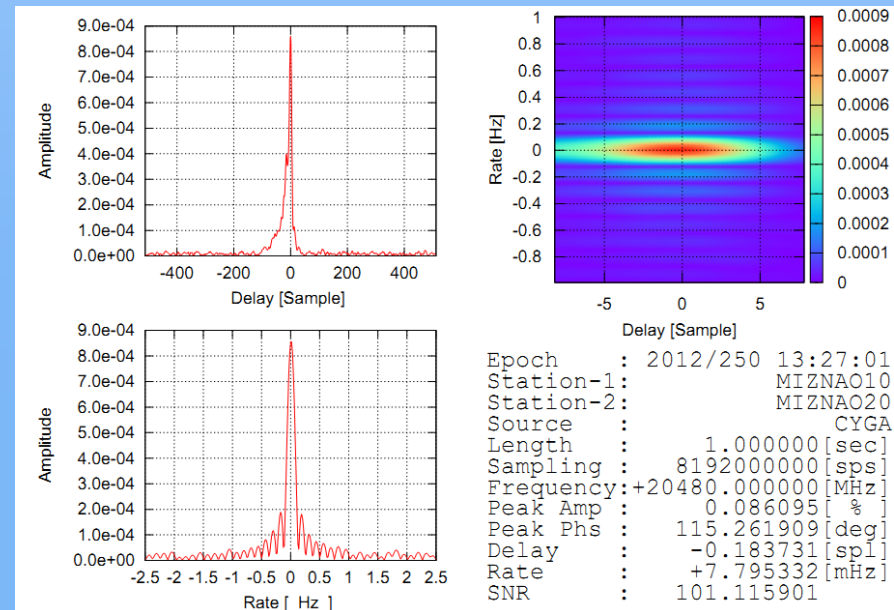
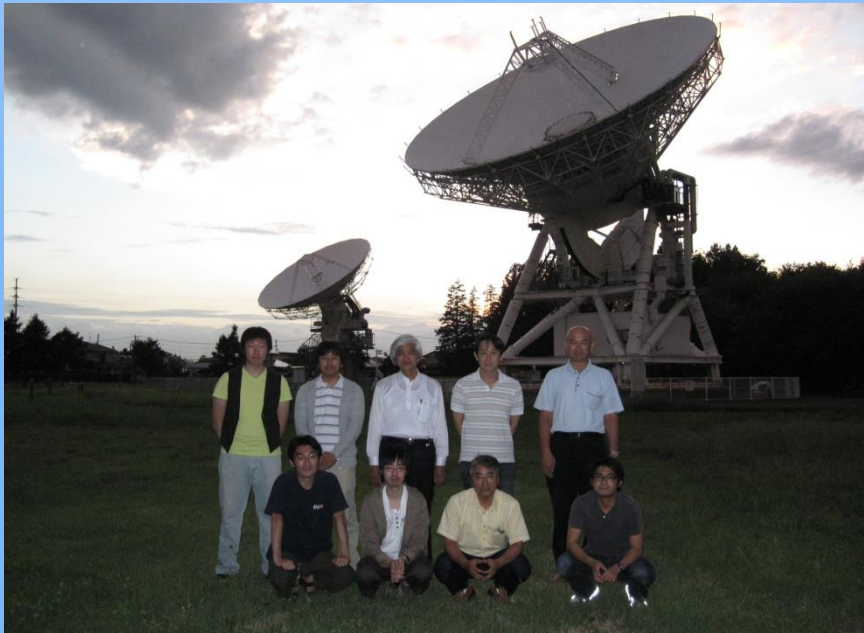
▣ UDP/IP/10GbE出力

- ▣ OCTAVIA不要



OCTAD試験

- RF + IF/BBサンプリング@水沢10m+20m
 - 小山 (PI)+ 開発部門
 - 合計ビットレート32Gbps
 - 全ソフトウェアレコーダ+GICO3



記録系：COTS+Software

- PC+VSREC (VDIF Software Recorder)
 - 鈴木, 小山
 - 4~8 Gbps/PC



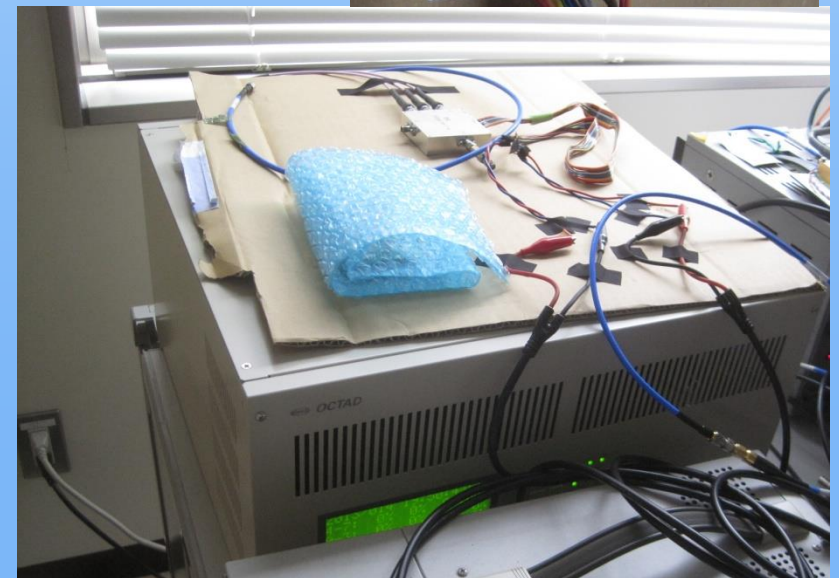
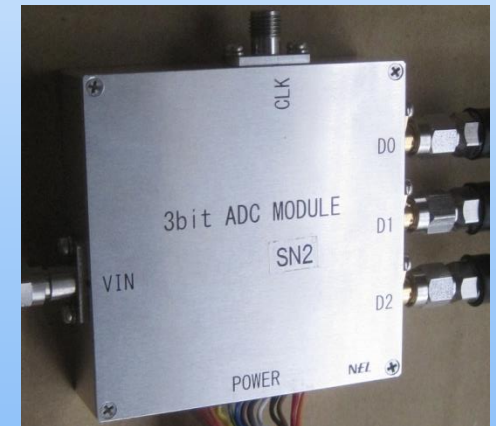
同じような装置をHaystackがMark6として発表している



基礎開発：OCTADの進化

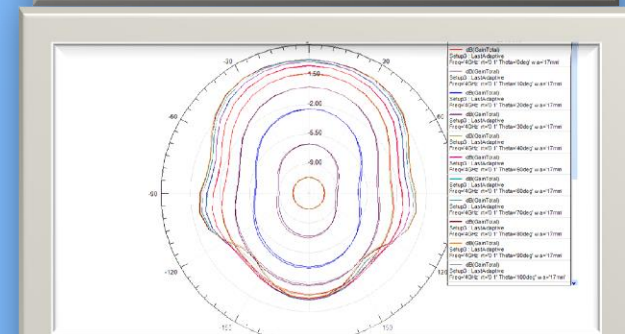
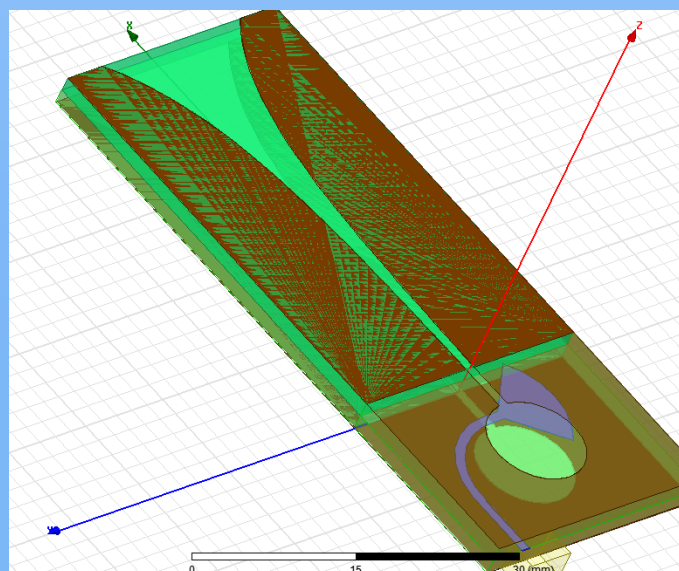
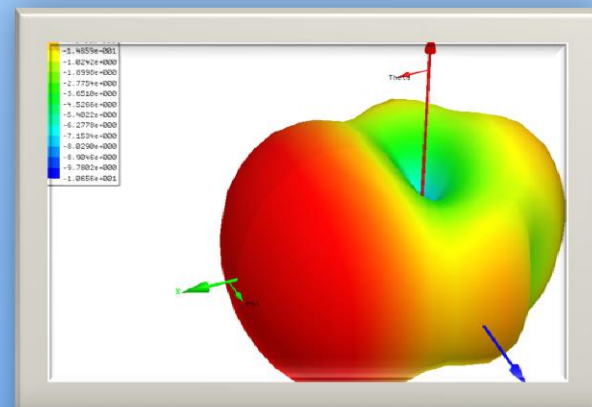
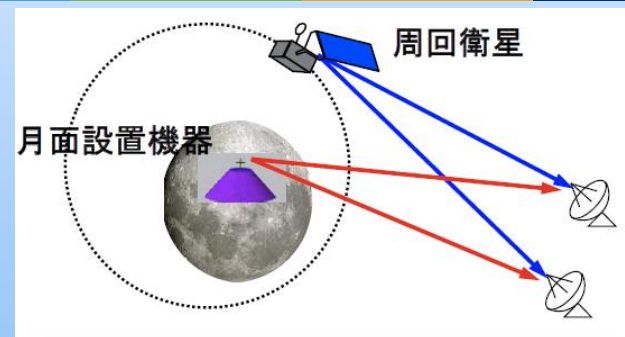
- DF機能追加
 - バックワードコンパチ
 - BW:16MHz~2048MHz/ch
- 50GHzモジュール
 - Vコネ入力
 - 試験中
 - DC不要

50GHzモジュール



基礎開発：SELENE2への協力

- 月着陸機、周回衛星電波源
- SXの2ビーム観測
 - 離角0.2deg ~
 - C-band共用を目指す
 - Vivaldi フィード



今後の計画

- サイエンスWGで議論(1~5月)
 - サイエンスと技術開発の今後の整合性
 - 開発項目の分類
 - 新機能
 - 両偏波、86GHz, etc
 - 外部資金メイン
 - 高感度化に分類
 - 広帯域化、低雑音化
 - 外部+所内資金
 - コスト予測をもとに選択

まとめ

- ▣ 開発の状況
 - ▣ 両偏波
 - ▣ C-band
- ▣ OCTAVE
- ▣ 基礎開発
 - ▣ OCTAD
 - ▣ SELENE2
- ▣ 今後の開発の議論