

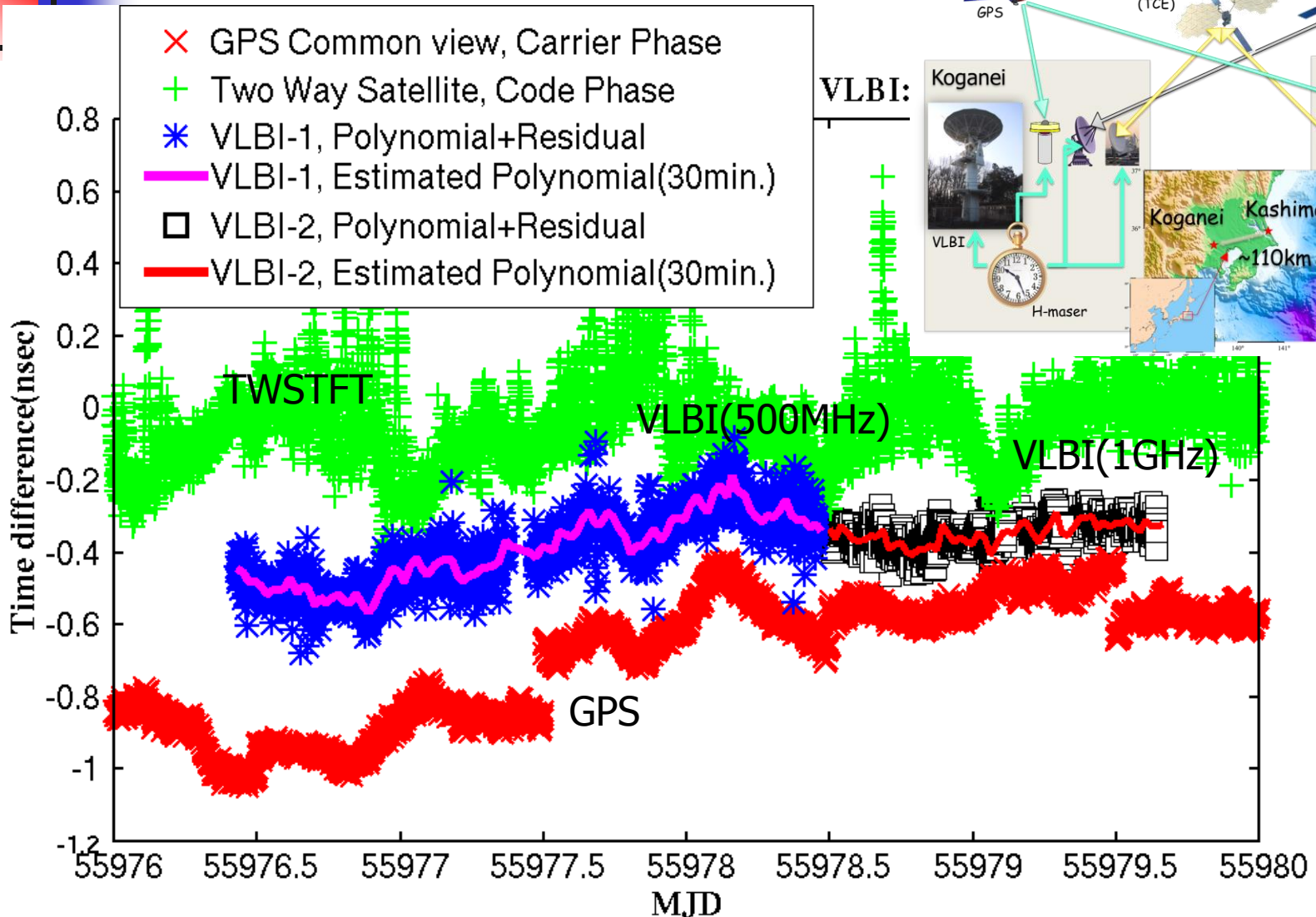
# VLBI 周波数比較への応用と GALA-V システムの開発(III)

関戸衛、岳藤一宏、氏原秀樹、宮内結花、堤正則、  
長谷川新吾、ホビガー トーマス、近藤哲朗、  
市川隆一、小山泰弘

# Comparison of TWSTFT, GPS, VLBI

## Exp. on 19-22 Feb. 2012

Comparison of Frequency Transfer Techniques  
Experiment on 100 km baseline



# VLBIの遅延計測精度



つくば 32m 小金井1.5m

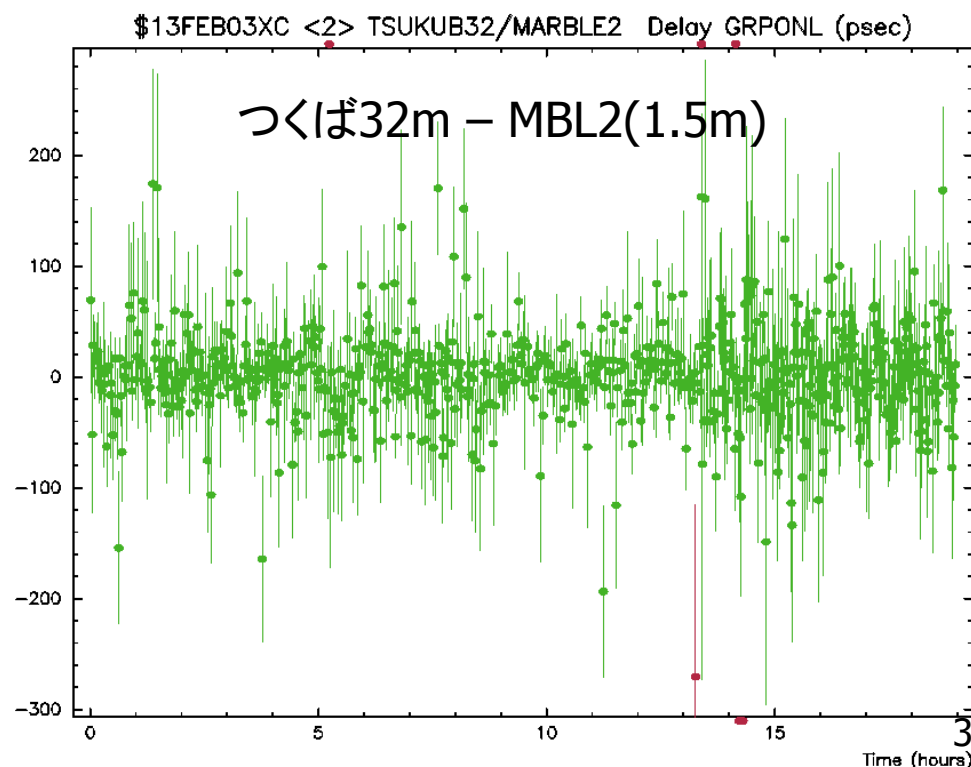
～2013年2月のX-band実験～

アンテナ口径	残差 RMS
11m-11m	～ 30 ps
32m-11m	～ 20 ps
32m-1.5m	～ 30 ps

主な誤差要因

1. 大気の推定誤差
2. 熱雑音誤差  $\propto (\text{SNR} \times \text{BW})^{-1}$

VLBI解析 遅延残差の例



# VLBI 技術を使った周波数比較

小型アンテナを使ったVLBI

どこにでも移設・設置できる  
周波数比較システム

感度改善  $\propto \sqrt{B}$

B: 帯域幅(1GHz) : 従来の $\sqrt{30}$ 倍

精度向上  $\propto 1/[EBW]^{1.5}$

EBW:有効帯域幅 (~3GHz): 従来の10倍

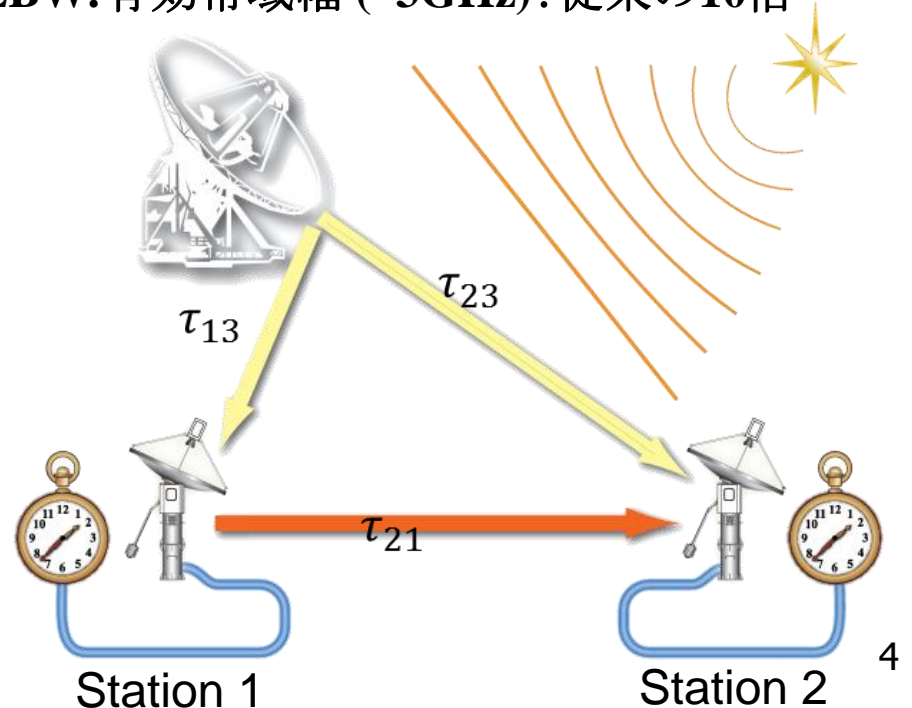
広帯域システム

互換性

次世代測地VLBI  
システムVGOS

開発課題

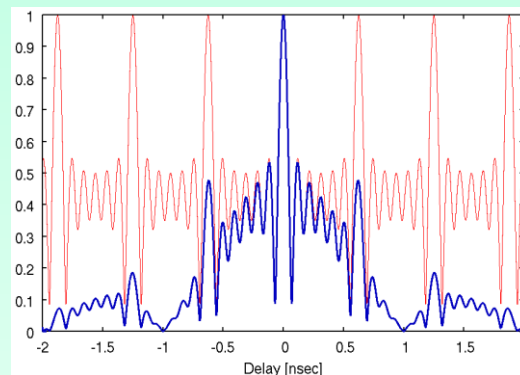
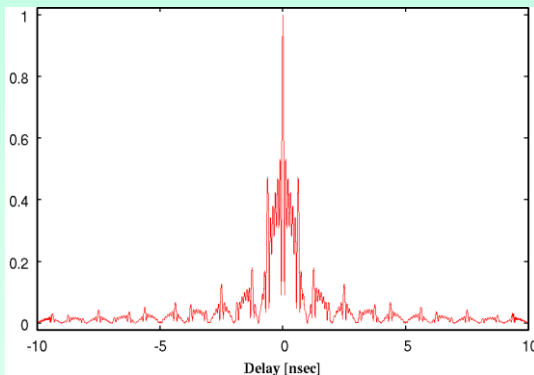
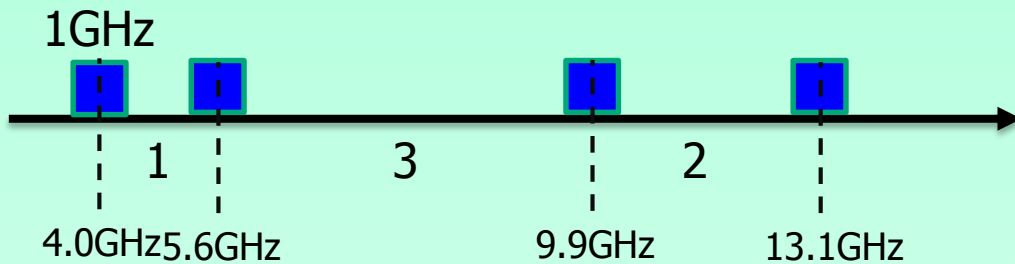
- 広帯域フィードの開発(氏原)
- 高速サンプラ[デジタルフィルタ](岳藤)
- 超広帯域バンド幅合成



# Gala-V プロジェクト 概要

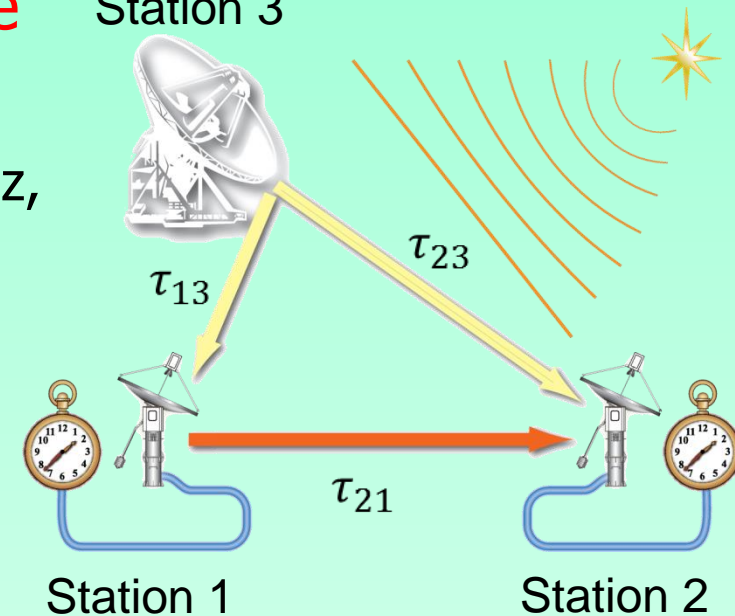
ターゲット遅延計測精度: 現状30 ps  $\rightarrow$  10 ps

- 観測周波数.: 3-14GHz Freq. Range
- 帯域: 4 band (1024MHz)
  - $F_c = 4.0\text{GHz}, 5.6\text{GHz}, 9.9\text{GHz}, 13.1\text{GHz}$ ,
  - Effective BW: 3.8GHz



Combination of Small and Large Diameter antennas

Station 3



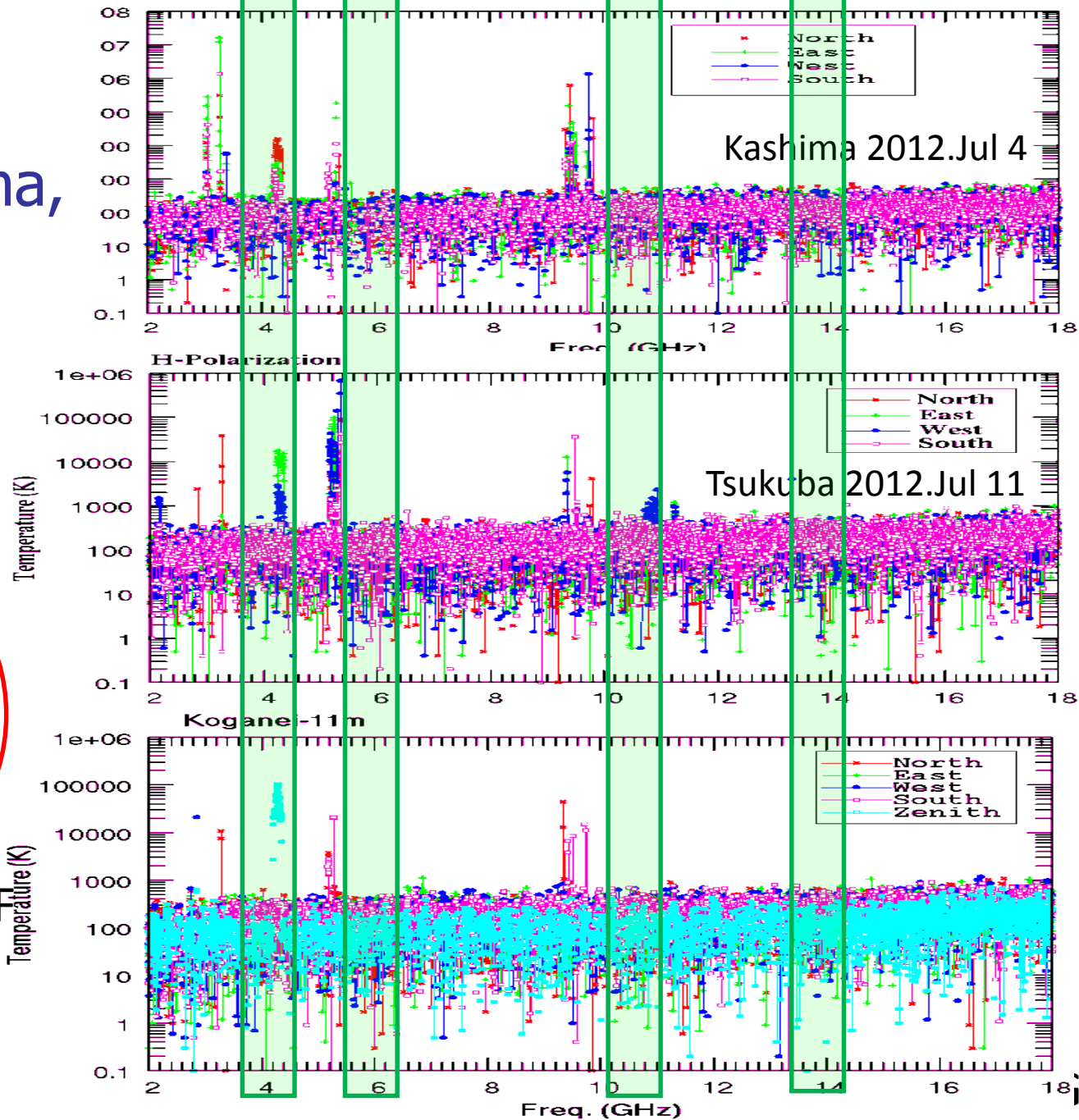
遅延分解関数: 遅延計測精度を決める相互相関関数の波形

# RFI 調査

## 2-18GHz at Tokyo, Kashima, and Tsukuba



With 3.5GHz HPF  
before LNA



# 1.6/1.5m and 34m VLBI antenna



1.5m compact antenna



Kashima 34m antenna

- VLBI2010 仕様に 部分準拠
  - 1 GHz x 4 band 3-15GHz Frequency Range



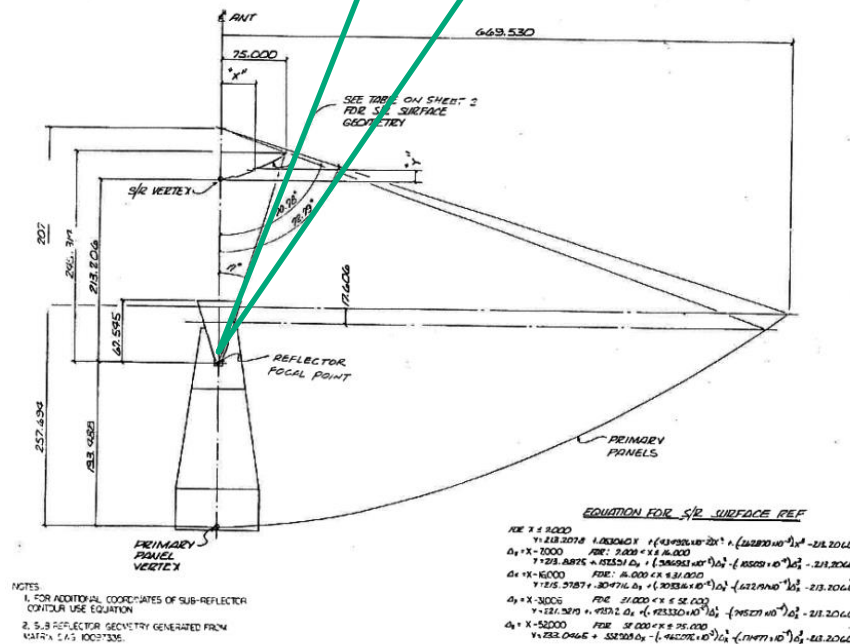
# “Iguana” Feed

副反射鏡見込み角 35 度

## 要求性能:

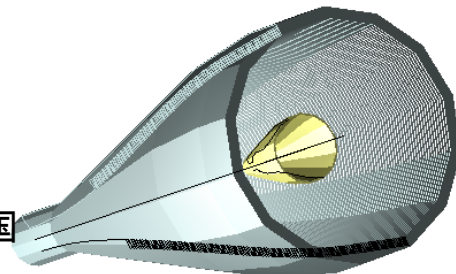
- 35 度. ビーム幅 for 3-14GHz

鹿島34mに搭載されたIguana Feed(氏原)と常温 LNA



周波数帯域6.4-14GHz 次機は 2.2-18 GHz の見込み

広帯域フィード‘Iguana’の開発には国立天文台の共同研究開発ファンドに支援を頂いており、応募代表者の山口大学 藤澤教授、天文台 本間准教授、松本研究員 に感謝します。

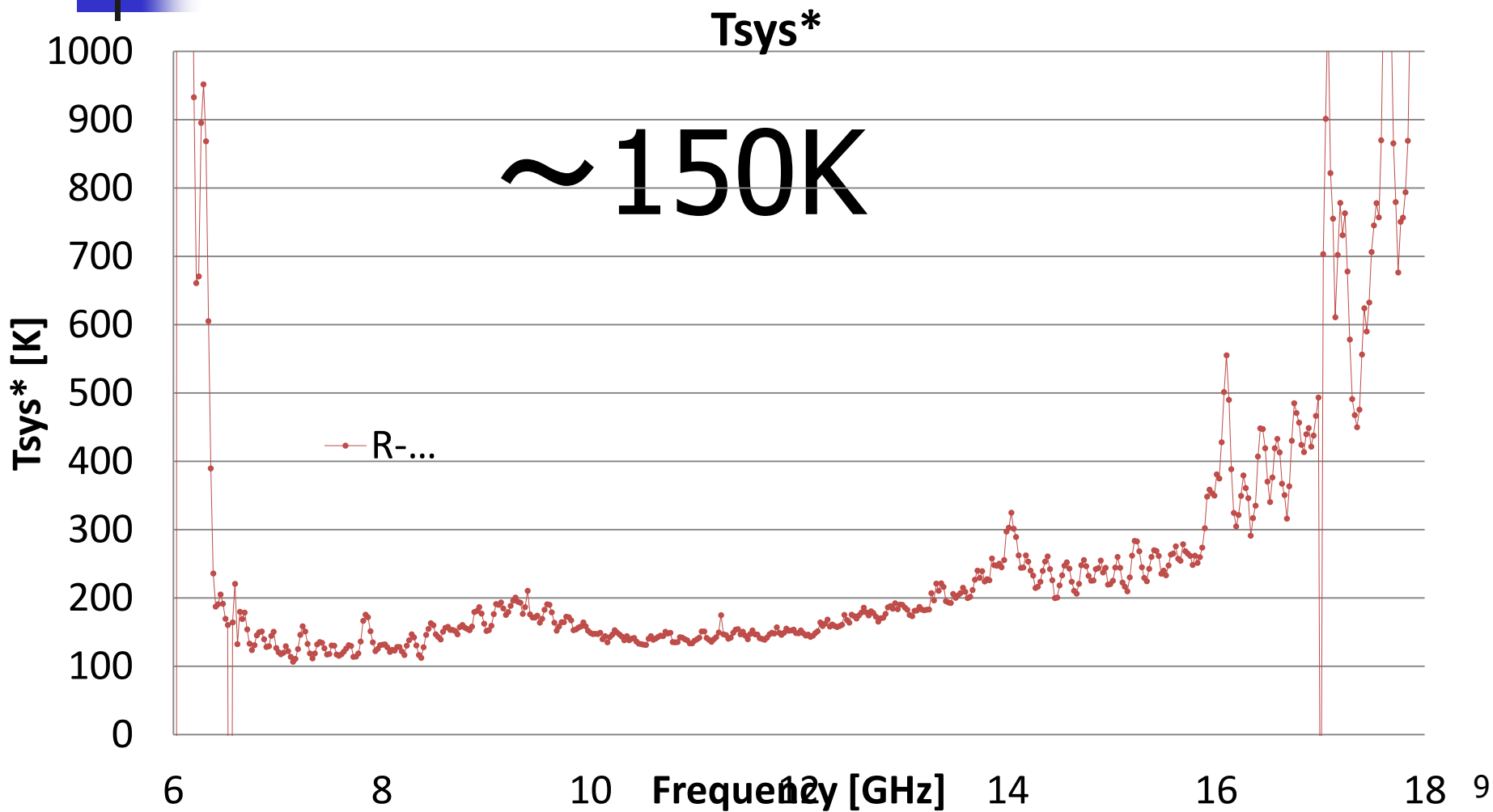


‘Iguana’ feedのイメージ





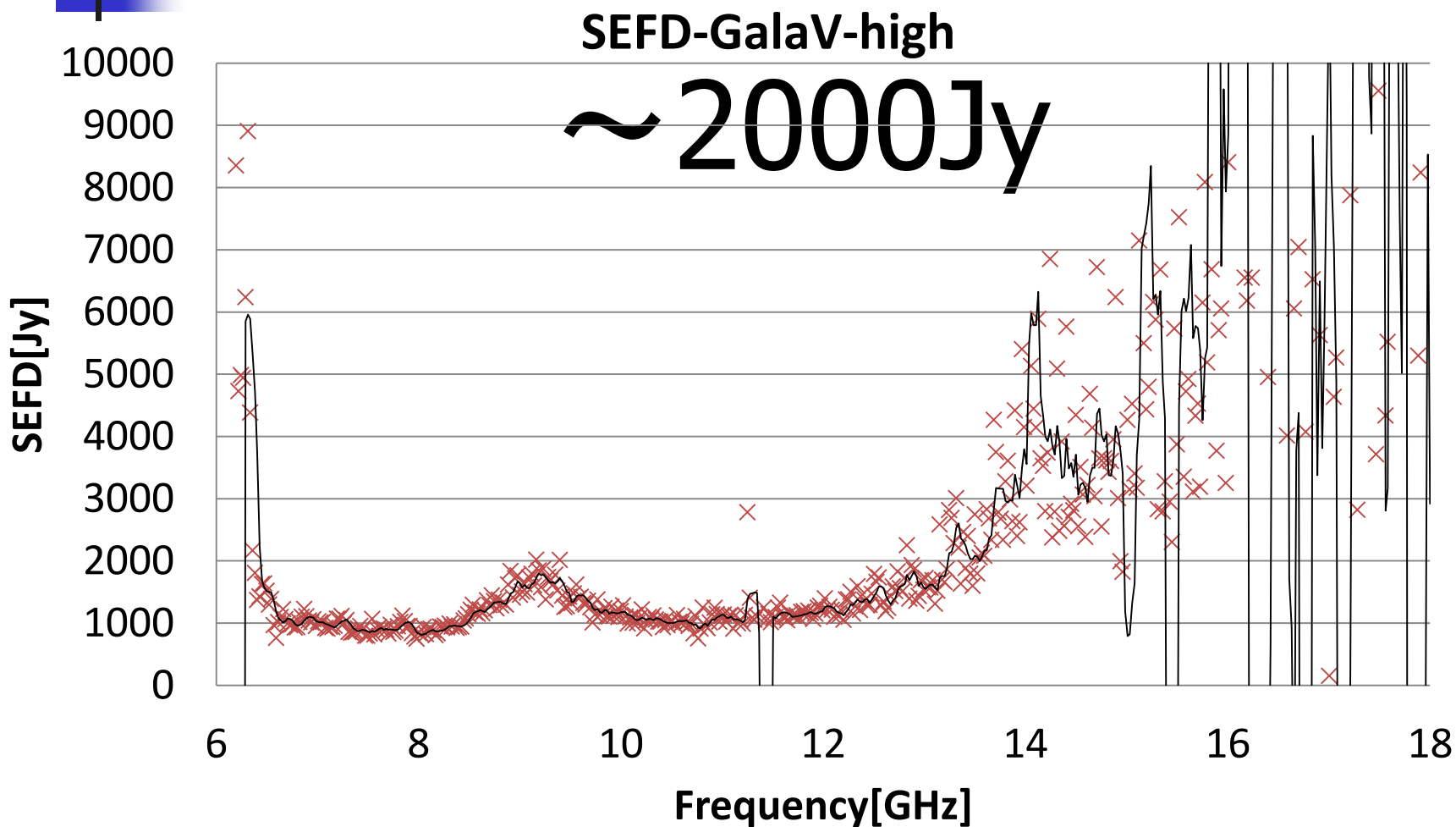
# 修正システム雑音温度 $T_{\text{sys}}^*$





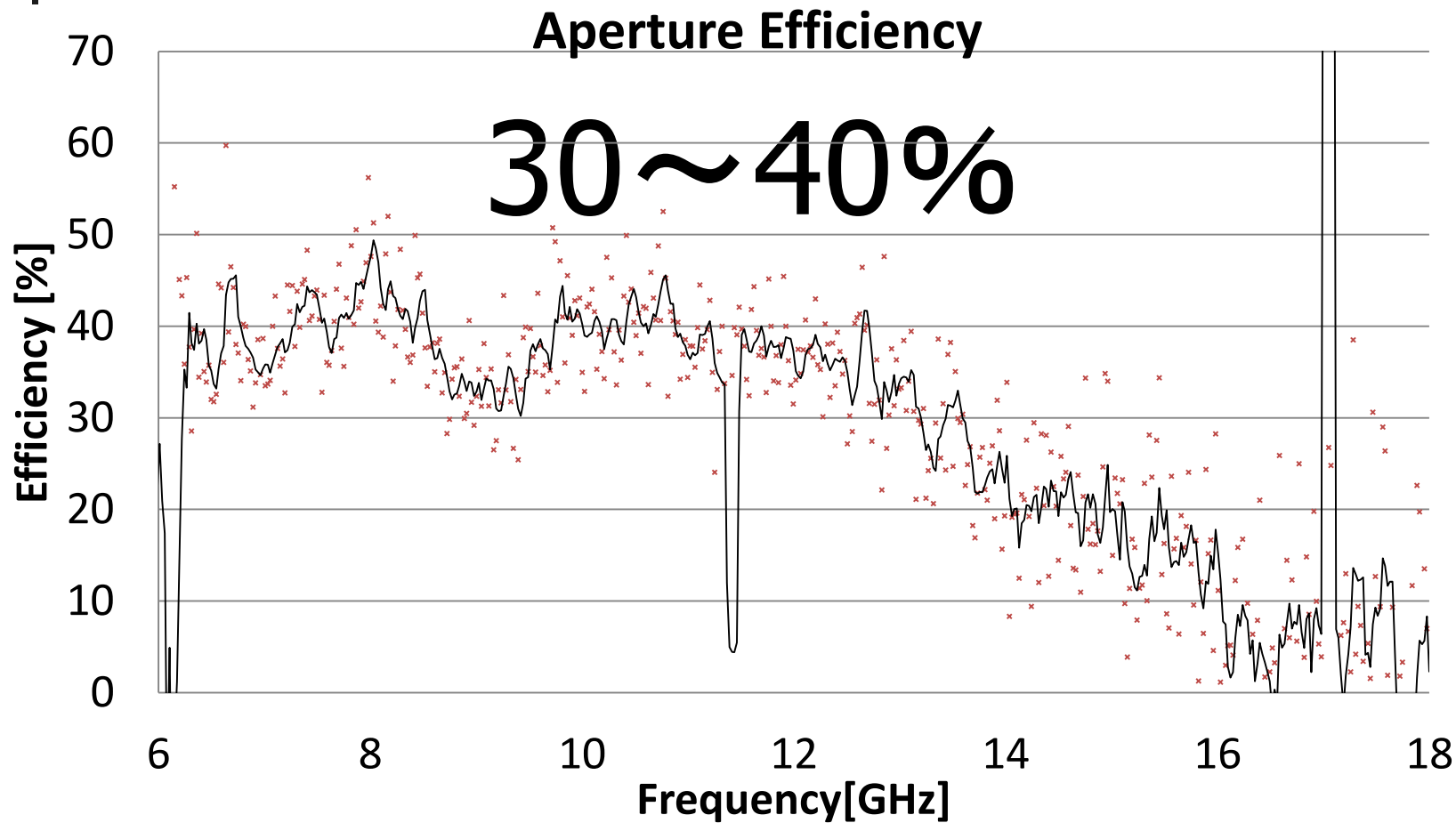
# SEFD with Cygnus-A

SEFD: システム等価フラックス密度 = アンテナ性能の指標



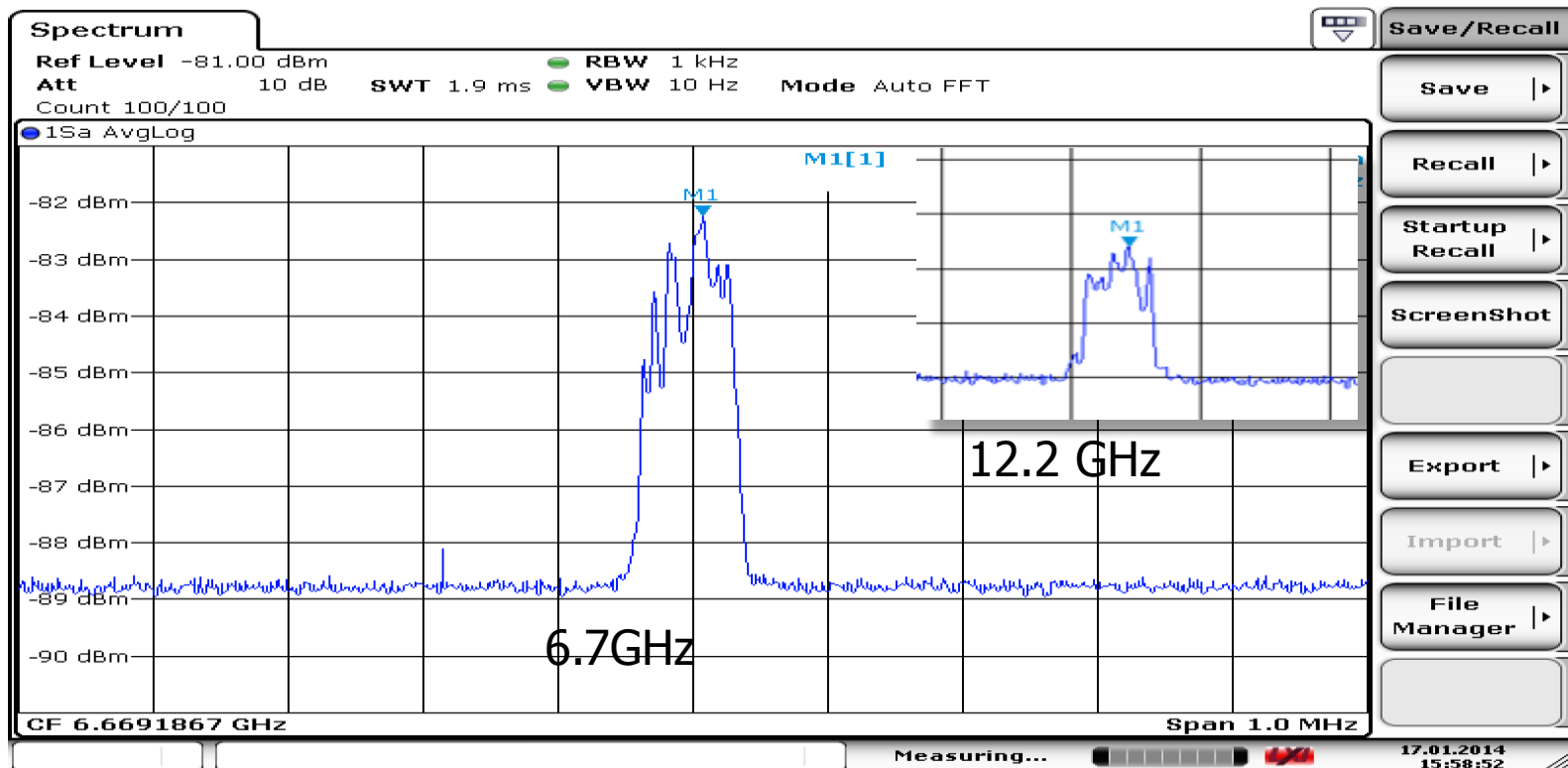


# Efficiency with Cyg-A



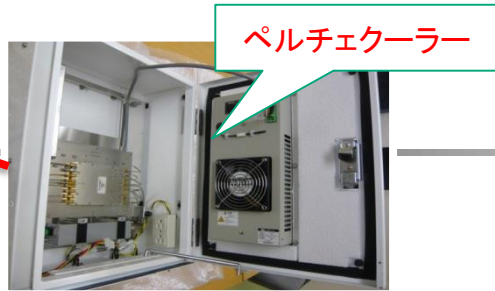
# メタノールメーザ 6.7GHz 12.2GHz の同時受信成功

- W30Hなど複数の天体について、メタノールメーザ 6.7GHz、12.2GHz の同時受信に成功しました(16 Jan.2014.) このような観測ができるのは現在鹿島34mのみ。

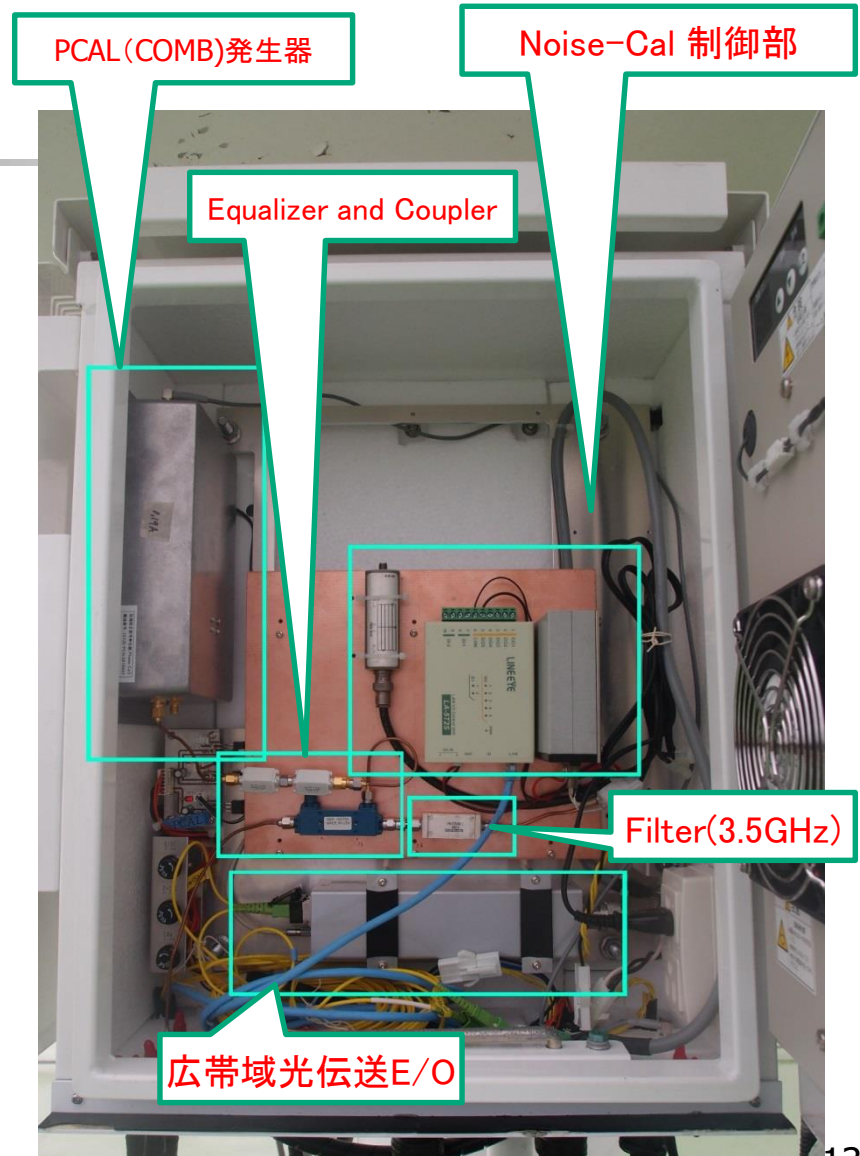


Date: 17.JAN.2014 15:58:51

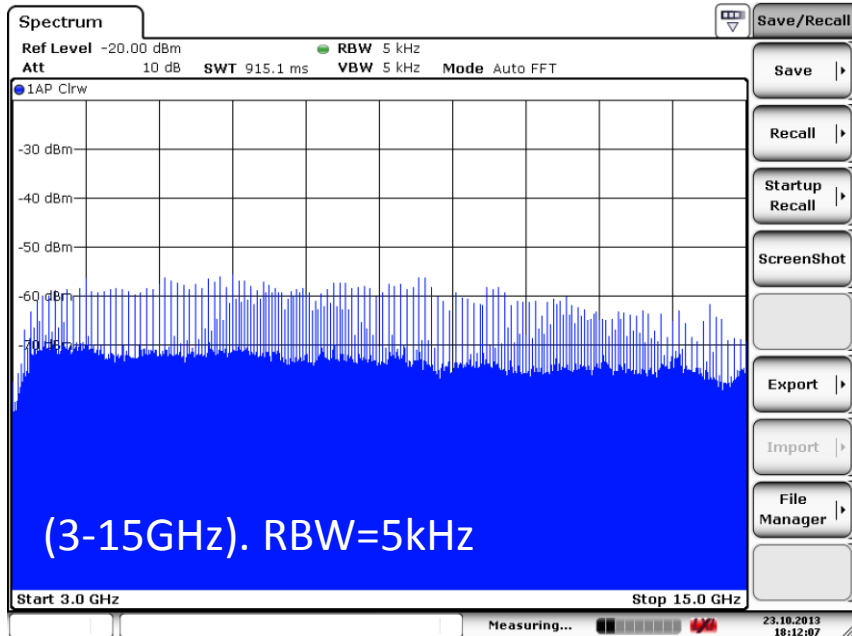
# MARBLE小型アンテナのRF-BOX



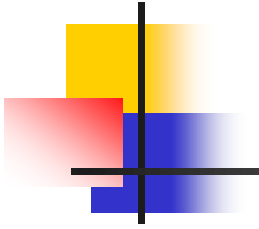
ペルチェクーラー



バンド幅合成に大切なPCAL信号の品質  
(位相)確認が必要



# 産総研 3-7棟 屋上へのMarble1アンテナの設置



# Webcamモニタ 遠隔観測操作

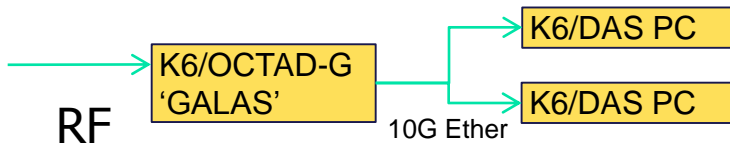
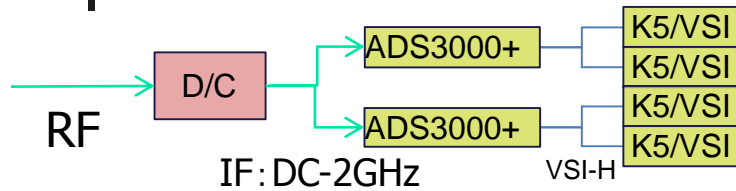


# データ収集系: 1GHz x 4 Ch

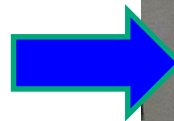
2つのアプローチ

1. アナログ Down Converter と “ADS3000+”
2. Direct Sampler “GALAS”

任意の 1MHz step 周波数でデジタルフィルタ+周波数変換。



ADS3000+ Sampler



Direct Sampler “GALAS”  
DBBC(BW=1024MHz)







More stations needed below 15°N latitude

- IVS Site
- Cooperating VLBI Site
- Former IVS Site
- Forthcoming IVS Site
- Planned or proposal in preparation
- Proposal submitted
- Funded
- Under construction
- Operational
- Locations not decided
- Twin telescope

# VLBI2010 Global Observing System VGOS



スペイン

- 観測周波数; 2-14GHz
- 帯域幅1GHz x 4
- アンテナ駆動速度(3度/sec以上)
- 位置計測精度 1mm



石岡 アンテナ  
国土地理院



Wettzell  
Germany/BKG

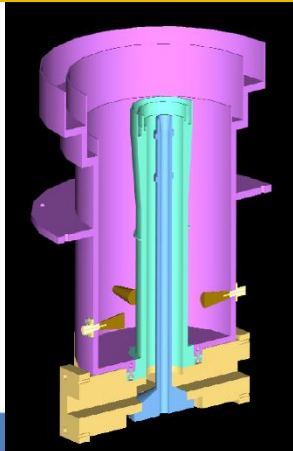


Russia Badary/IAA



# Analog Technologies – Feeds

S/X/Ka Triband



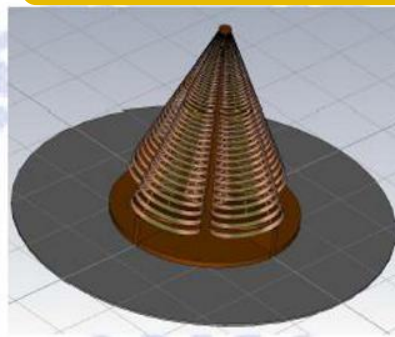
開発が遅延



JPL開発、  
MIT,NASA



スペイン独自開発中



	Eleven	QRFH	Yebes-Feed
Frequency range (GHz)	1.2-14	2.2-14	2.2-14
Polarization	Dual-Linear	Dual-Linear	Dual-Circular
Port Configuration	Differential	Single-Ended	Differential
LNAs per LNA			
Calibration signal Injection	radiated or post-LNA	pre-LNA, or post-LNA	-
Aperture Efficiency	See Next Slide		65% - 13.2m Telescope
Size	Diameter 210mm height 65 mm	diameter 160mm height 150mm	height 169 mm
Cost (USD)	33K (TBC)	15K	TBD

現在観測可能なアンテナはMITとNASAのアンテナのみ。  
NICTの34mアンテナと 長基線の広帯域VLBI観測を実施したい。



ありがとうございました。

---