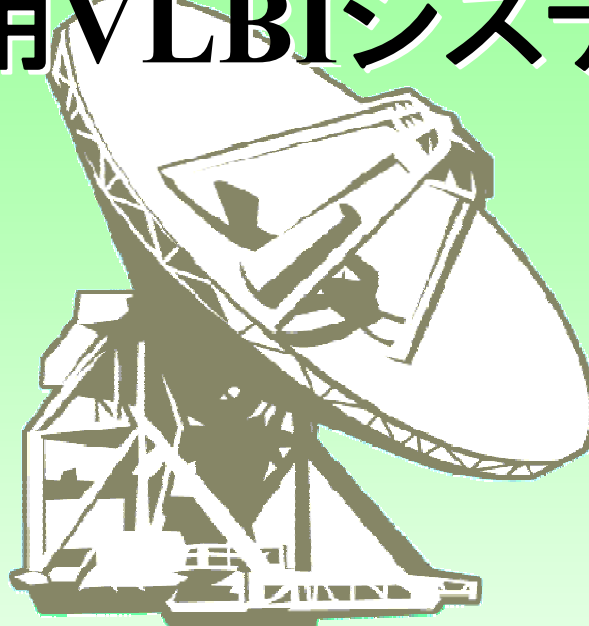


1m級アンテナを用いた 基線場検定用VLBIシステムの開発



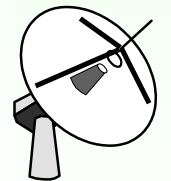
石井敦利^{*1,3,4}, 市川隆一^{*1}, 瀧口博士^{*1}, 久保木裕充^{*1},
木村守孝^{*1}, 中島潤一^{*2}, 小山泰弘^{*1}, 藤咲淳一^{*3}, 高島和宏^{*3}

^{*1}情報通信研究機構 鹿島宇宙技術センター

^{*2}情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター

^{*3}国土地理院

^{*4}(株)エイ・イー・エス



国土地理院の長距離GPS比較基線場

長距離 GPS比較基線場
概略図)

平成 17年4月



公共測量に供するGPS測量機
の検定を行う



長距離GPS比較基線場の課題

10kmの距離においては、GPS測量以外の測定手段が確立されていない



GPS測量と同等もしくは凌駕する精度での計測手段を確立



基線場検定用VLBIシステムの開発



より高度なGPS測量機器のトレーサビリティの実現

基線場検定用VLBIシステム

- 要求される仕様
 - 10kmの距離を2mm(RMS)で計測出来る精度
 - 2周波同時受信(S/X帯)
 - 容易な設置と取り外し
 - 設置の位置再現性は数mm以内
 - 1BOX車で運搬出来る程度のサイズ
 - 主鏡の大きさが1m級
 - 簡便な軸校正
 - コロケーションが容易であること

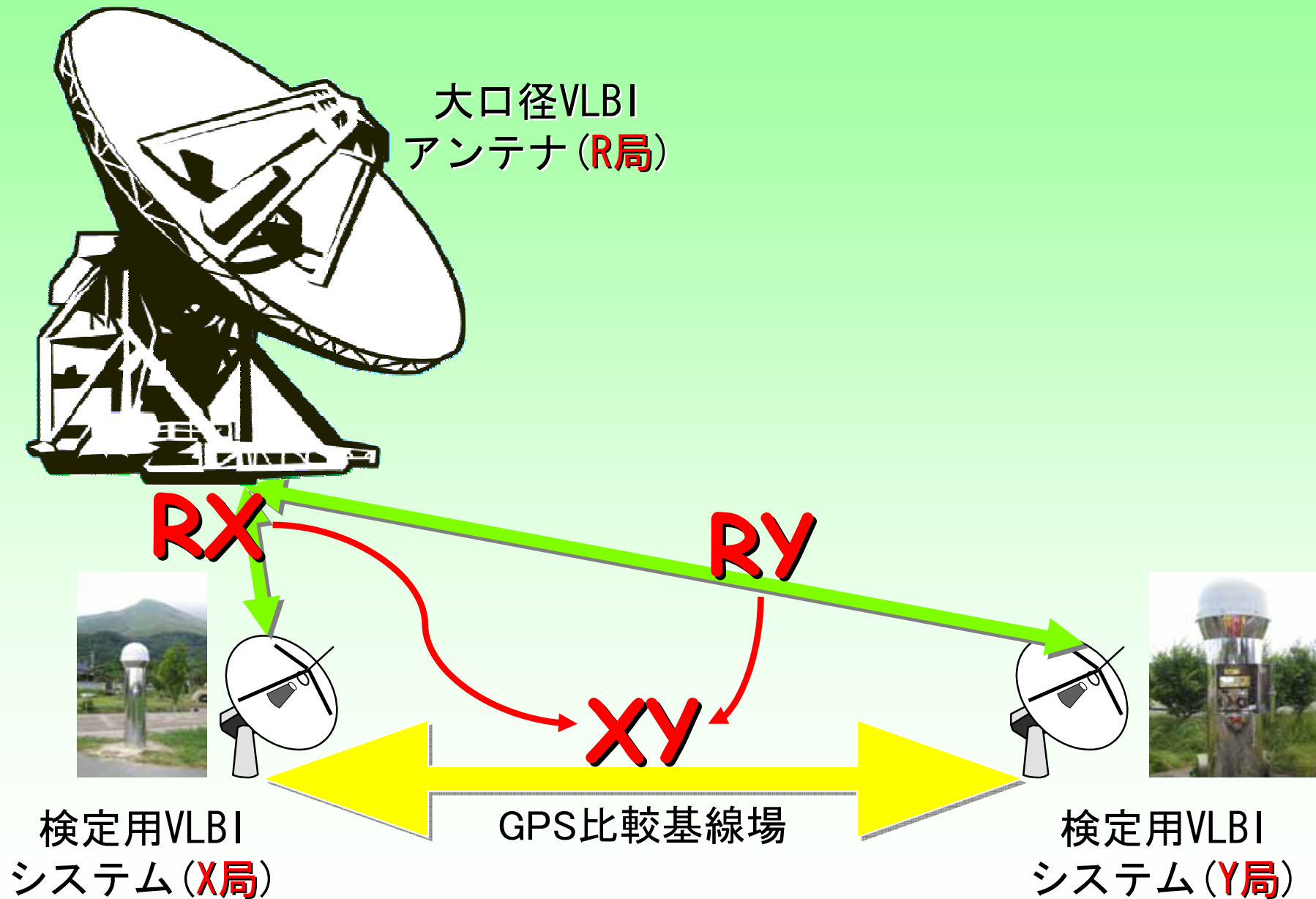
基線場の改則要領

第8条 GPS測量機による改則

8項 日間較差の許容範囲は、基線ベクトルの水平成分(Δn 、 Δe)の較差が10mm、上下成分(Δu)の較差が20mmとする

※ Δn 、 Δe 、 Δu は、基線ベクトルの起点における南北、東西、上下成分を表す

基線場検定観測のイメージ



アンテナ口径、周波数帯域の検討

以下の条件でSNRを計算

◆観測局のパラメータ

	アンテナ口径 (m)	開口効率		システム雑音温度(K)	
		S-band	X-band	S-band	X-band
観測局R(大型局)	32.0	0.60	0.65	80	60
観測局X-1(小型局)	1.0	0.45	0.50	150	120
観測局X-2(小型局)	1.5	0.45	0.50	150	120
観測局X-3(小型局)	2.0	0.45	0.50	150	120

◆電波天体のフラックス密度

S-band、X-bandともに：1.5Jy

※S/X-bandで1.5Jyを超えるフラックス密度の電波天体は30以上 (IVSカタログ)

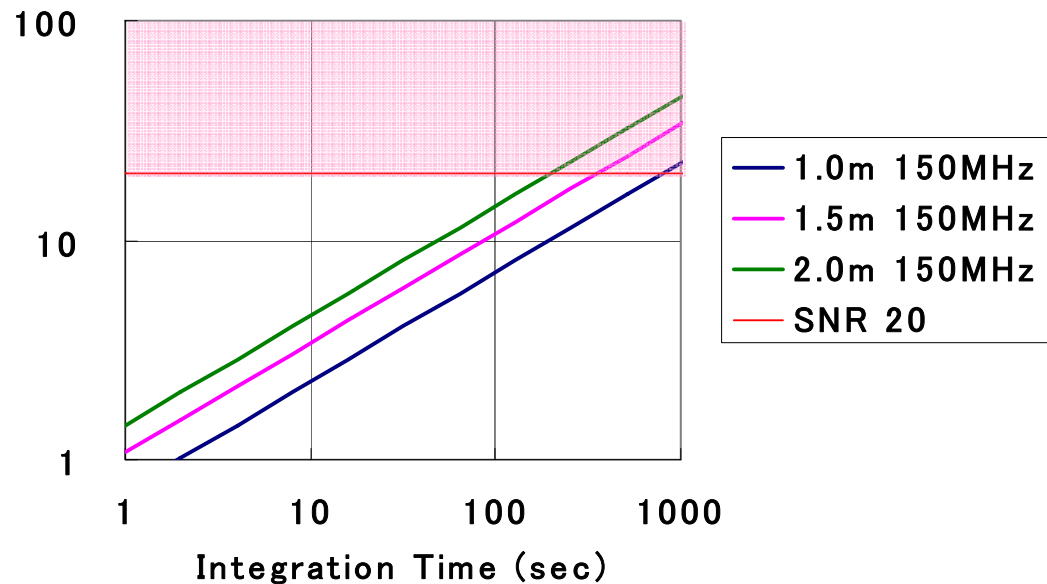
◆観測周波数帯域、サンプリング周波数

S-band 150MHz/ch × 1ch 300Msps(1bit sample)

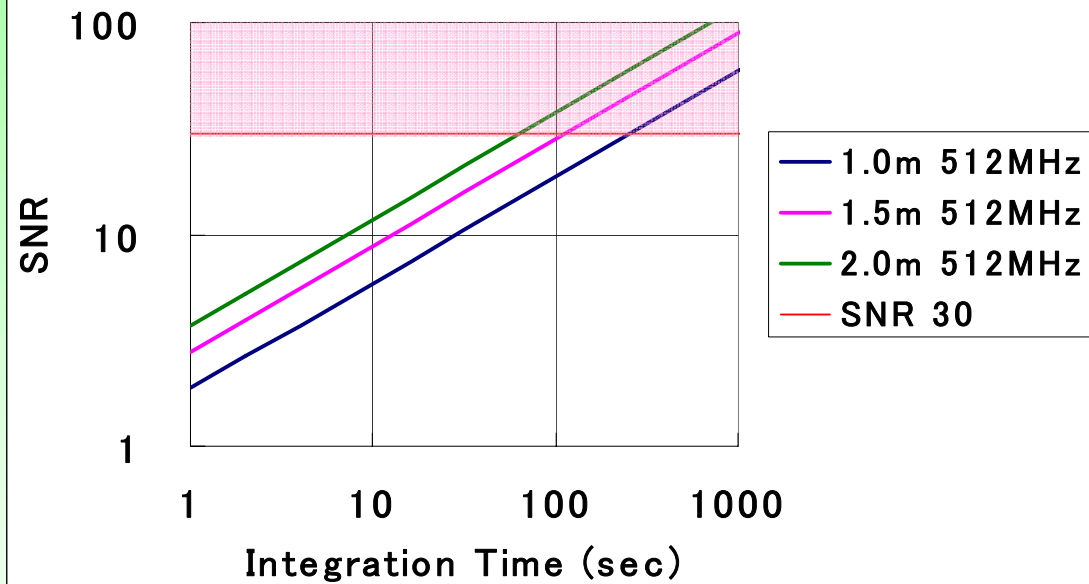
X-band 512MHz/ch × 1ch 1024Msps(1bit sample)

アンテナ口径、周波数帯域の検討

S band



X band



- アンテナ口径は1.5m以上
- 周波数帯域は現在利用可能なバックエンドで対応可 (K5/VSI)

テストベッドCARAVAN2400 を用いた測地実験

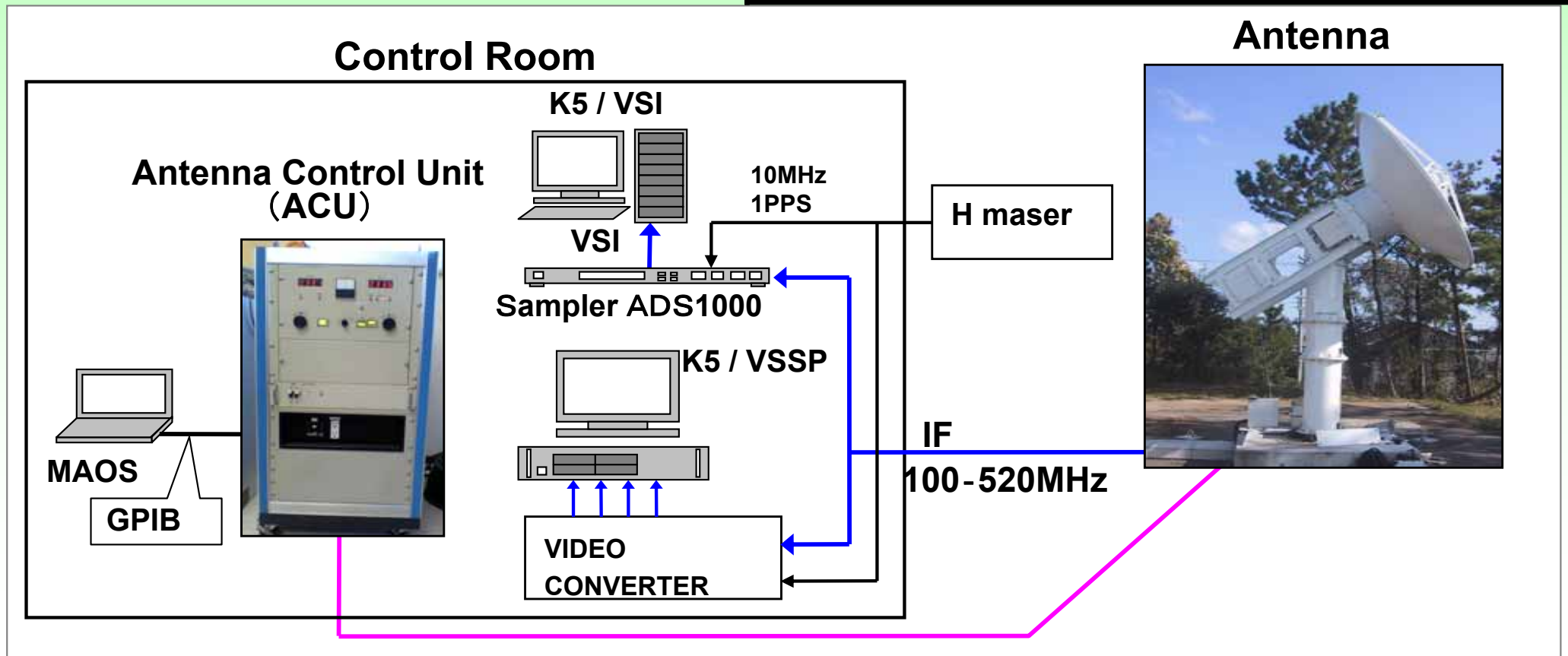


☆精度の検証

☆試作機のベース

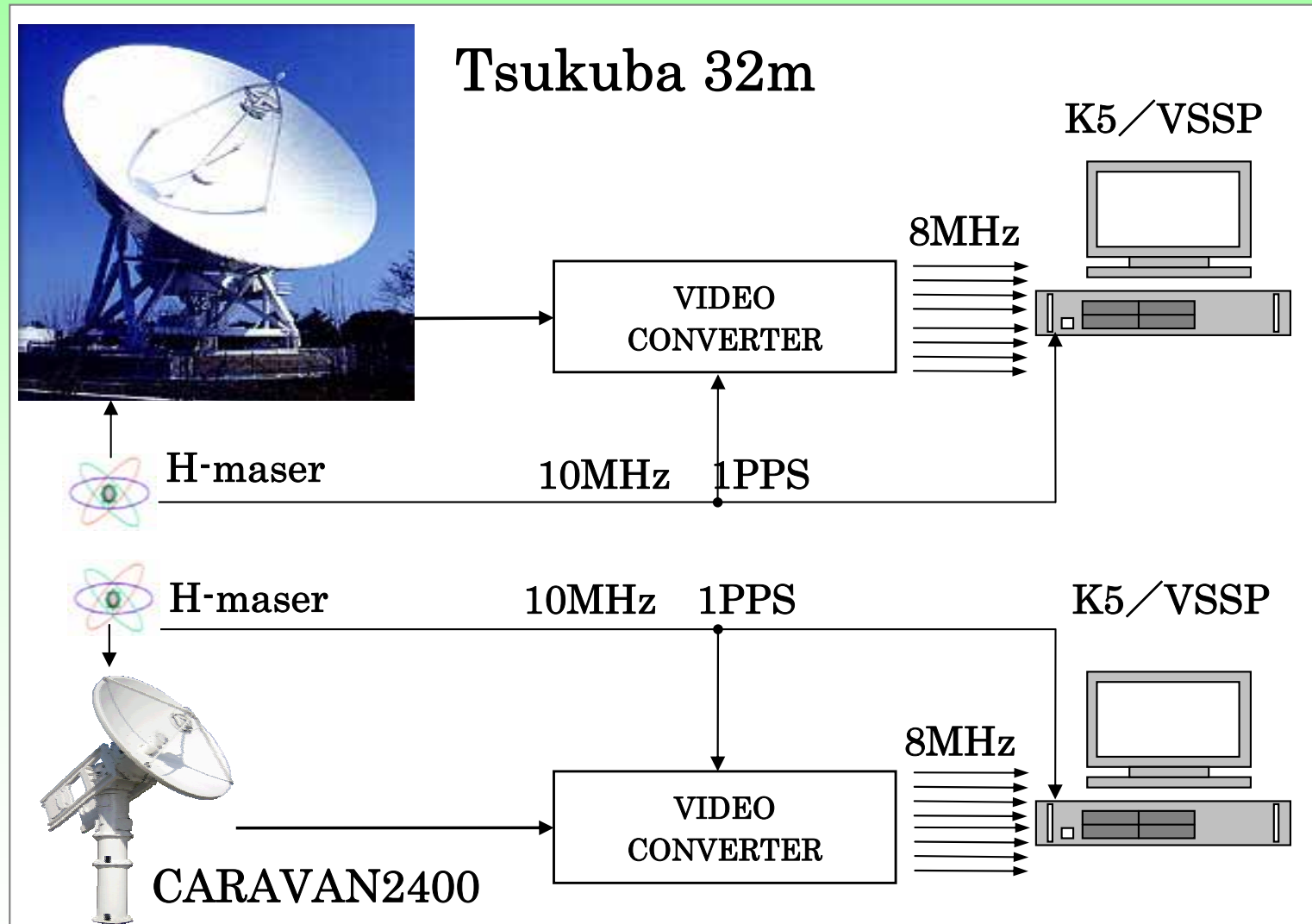
CARAVAN2400 システム

Diameter of Antenna	2.4m
Receiving Frequency	8.18-8.60GHz
Polarization	RHCP
System Noise Temperature	127K
Half power bam-width	1°
Angle Resolution	0.1°
Driving Speed	1° /sec



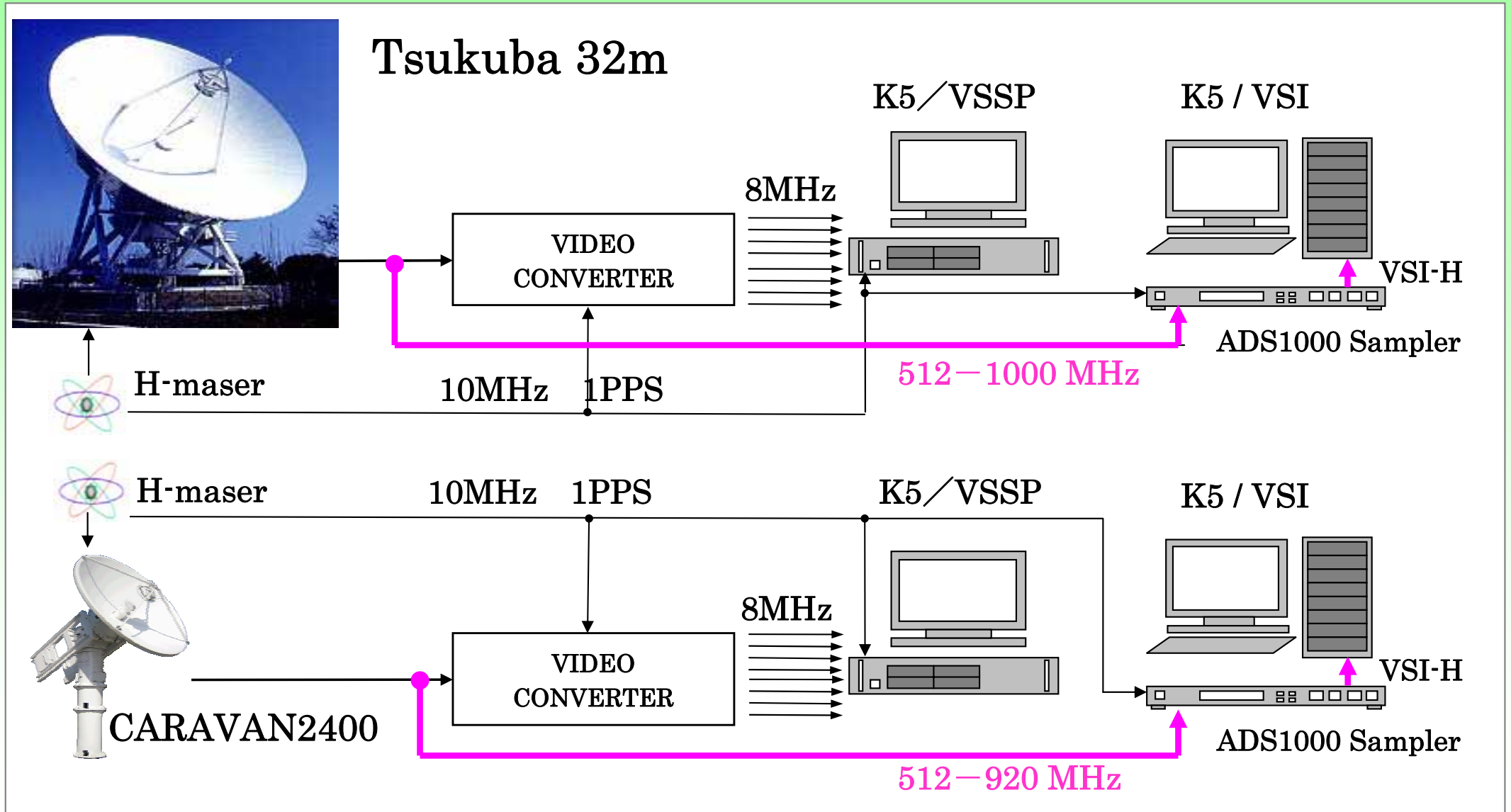
TSUKUBA32-CARAVAN2400測地実験

2006/9/21 UT 5:00~9/22 UT 5:00



TSUKUBA32-CARAVAN2400測地実験

2007/2/1 UT 8:00~2/2 UT 6:00

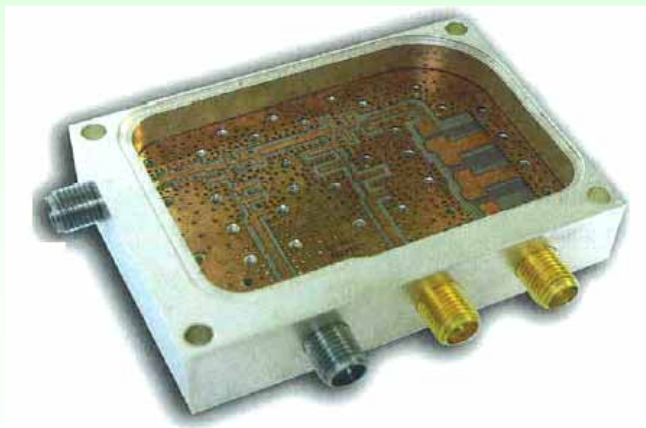


測地実験結果

Epoch	基線長	Sampling rate
2006/9/21	53 814.843 \pm 0.002 m	16MHz \times 1bit \times 8ch (K5/VSSP)
2007/2/1	53 814.841 \pm 0.009 m (Preliminary Result)	16MHz \times 1bit \times 8ch (K5/VSSP)
	解析中	1024MHz \times 2bit \times 1ch (K5/VS1)
2007/1/18 GPS	53 814.841m	

基線場検定用VLBIシステムの試作

- フロントエンド 部分の試作
 - 広帯域アンテナで給電することを想定
 - その後段でS/X帯に分波
 - プライムフォーカス
 - CARAVAN2400を改造



Diplexer

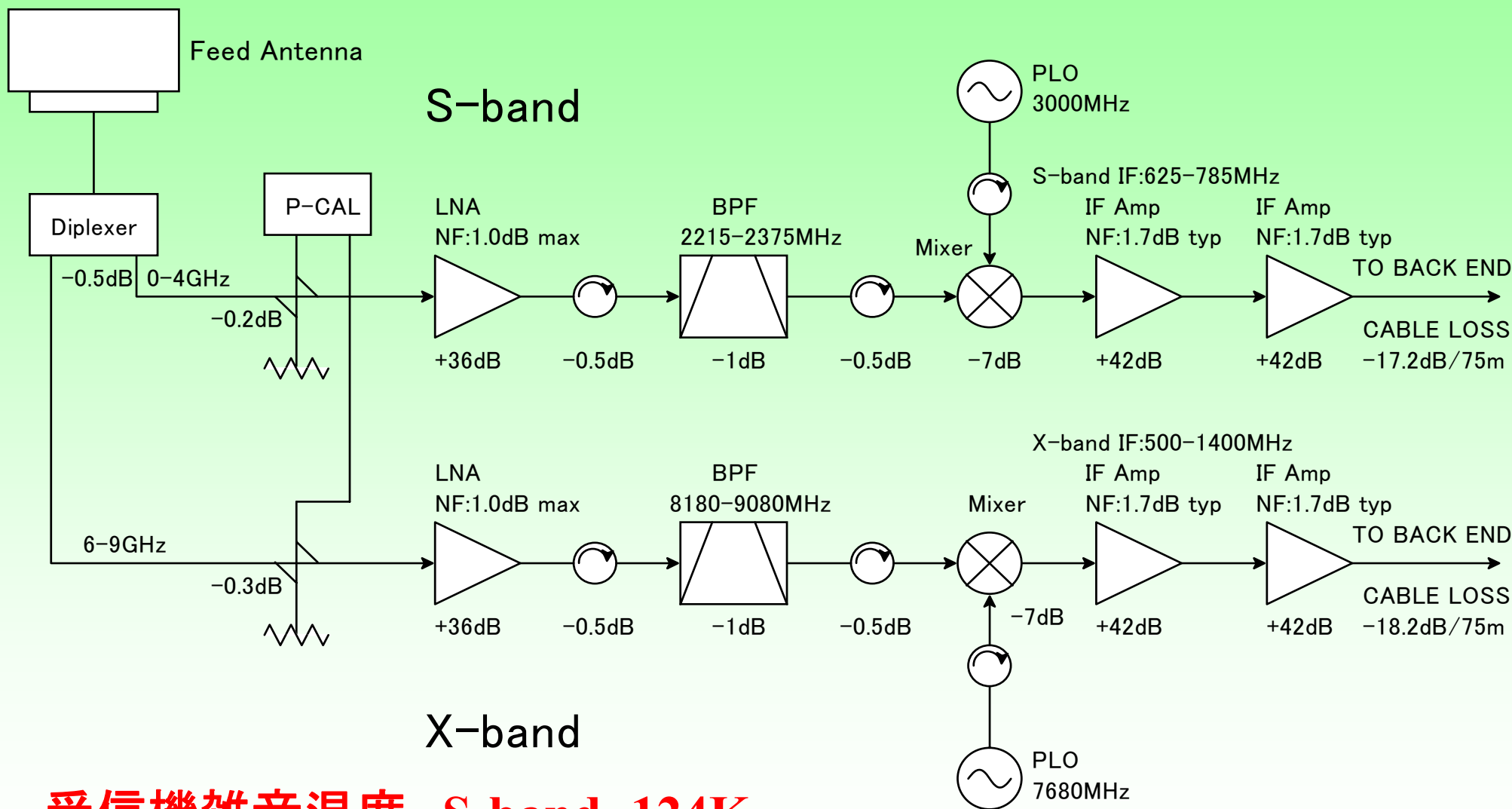


Broad-band Antennas



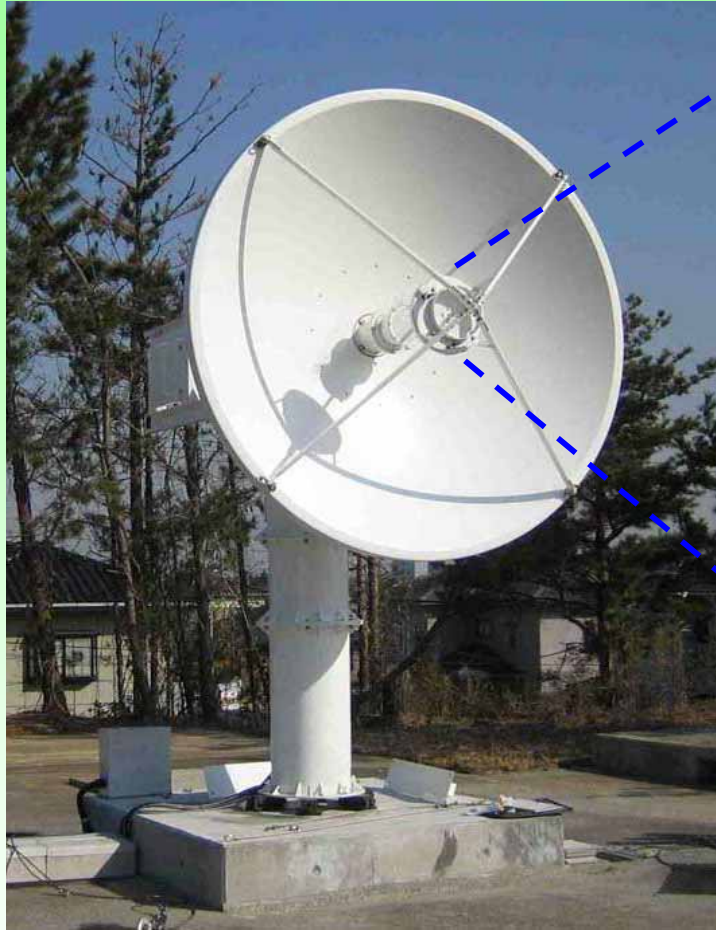
ETS-Lindgren's Model 3164-05 Quadridge Horn

試作 給電部、フロントエンド



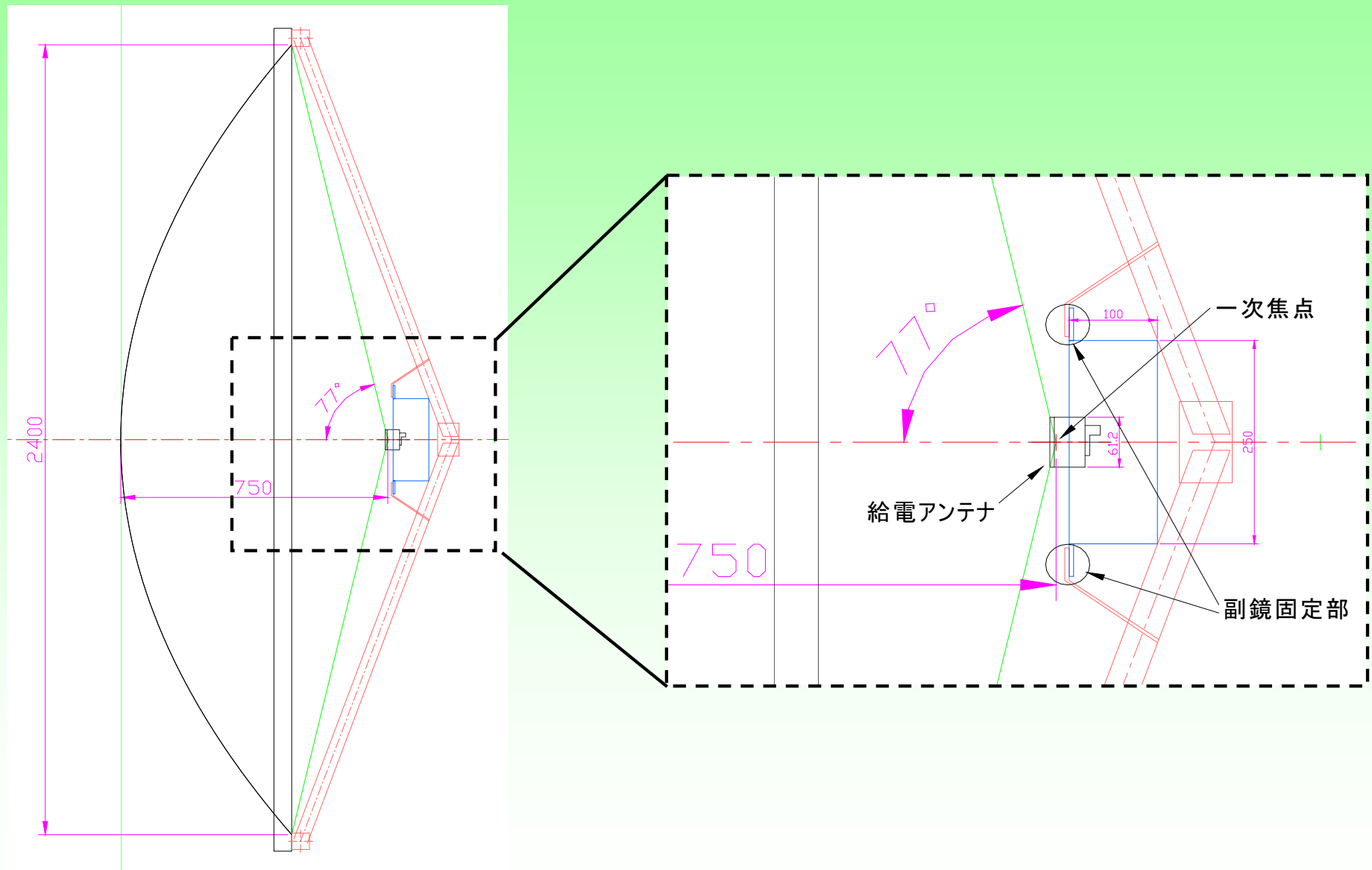
受信機雑音温度 **S-band 124K**
X-band 131K

CARAVAN2400改造案



焦点距離 $f = 750\text{mm}$ $f/D = 0.31$

CARAVAN2400改造案



焦点距離 $f = 750\text{mm}$ $f/D = 0.3125$

まとめ

- 基線場検定を目的として、1mクラスのアンテナを用いたVLBIシステムの開発を開始した
- アンテナ口径と帯域の検討をした
- テストベッドでの測地実験を行った
- フロントエンドは試作設計を開始
- 給電アンテナは検討中
- 今後は試験と検討を重ねて詳細な仕様固め

広帯域給電アンテナ(スパイラルアンテナ)



Spiral Antenna
2-18GHz
TOKIME社製

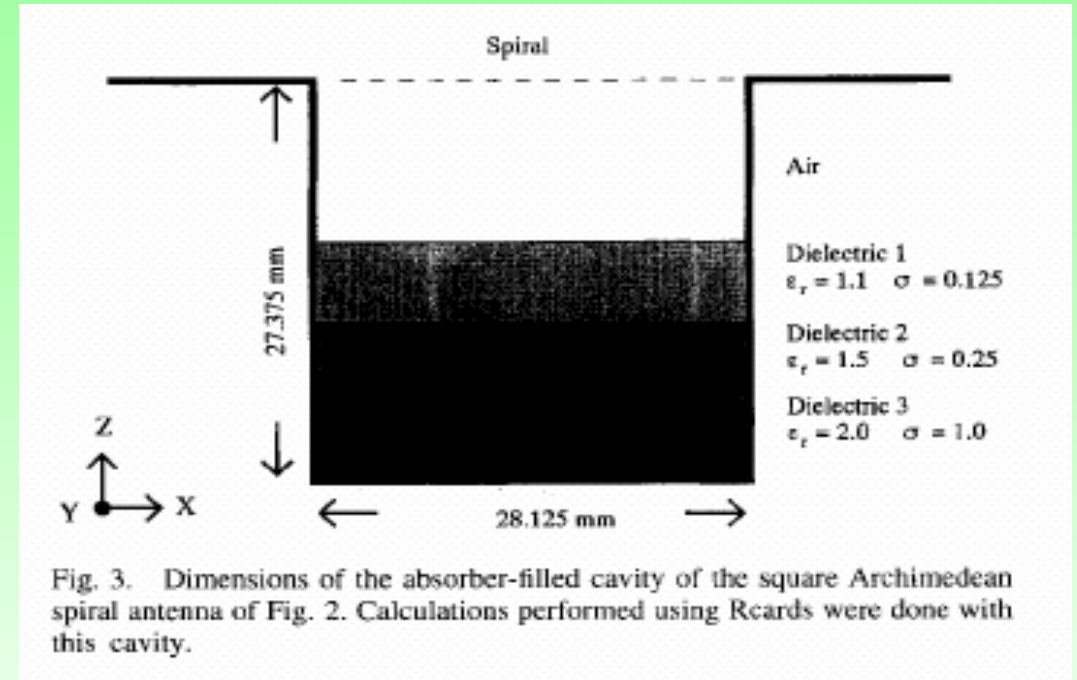


Fig. 3. Dimensions of the absorber-filled cavity of the square Archimedean spiral antenna of Fig. 2. Calculations performed using Rcards were done with this cavity.

アンテナの内部構造

C W. Penney et al,

"Input Impedance, Radiation Pattern,
and Rader Cross Section of Spiral
Antennas using FDTD" IEEE Trans. AP,
1994

※半分はアンテナ内部へ輻射する為、ロス(3dB+ α)が大きい。

※そのままでは実用に耐えない。

広帯域給電アンテナ(スパイラルアンテナ)

This data is extracted from the dimension data of a spiral antenna of Microwave Engineering Corporation. To obtain a single beam and improve the gain of the antenna, we design a stepped cylindrical cavity to reflect electromagnetic energy at various frequencies. Each step is designed to have a width of 10-cell and heights of 0-, 13- and 16-cell, respectively. The dielectric parameters of the three-layer absorbing materials with a 3-cell depth are $\epsilon_{r1}=1.1$, $\sigma_1=0.125$, $\epsilon_{r2}=1.5$, $\sigma_2=0.25$, and $\epsilon_{r3}=2.0$, $\sigma_3=1.0$ [2], respectively. A one-cell absorbing material of $\epsilon_r=1.5$, $\sigma=0.25$ is also employed on the internal cylindrical conducting wall.

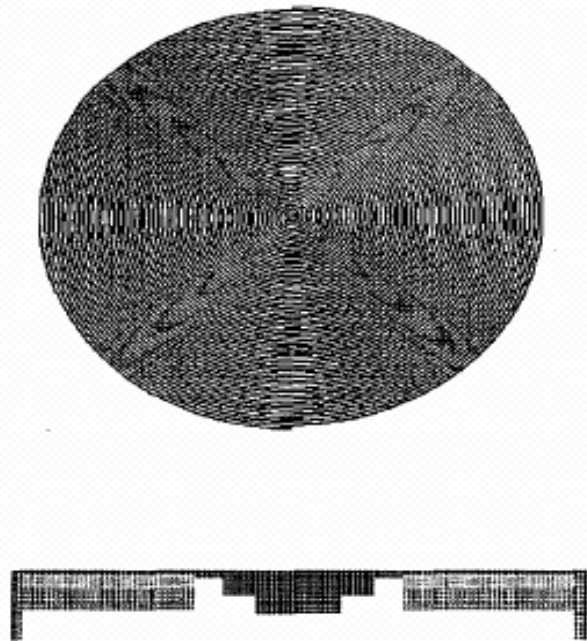


Fig.1 The geometry of a new cavity backed spiral antenna (a) spiral (b) stepped cavity

アンテナ内部へ輻射する分を
外側へ反射させて、ゲインを稼ぐ方式

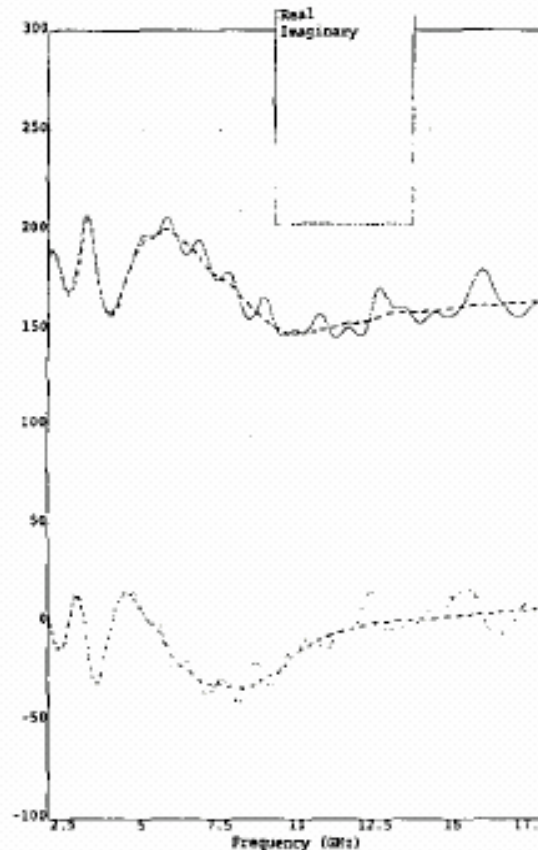


Fig.2 The input impedance of the spiral antennas

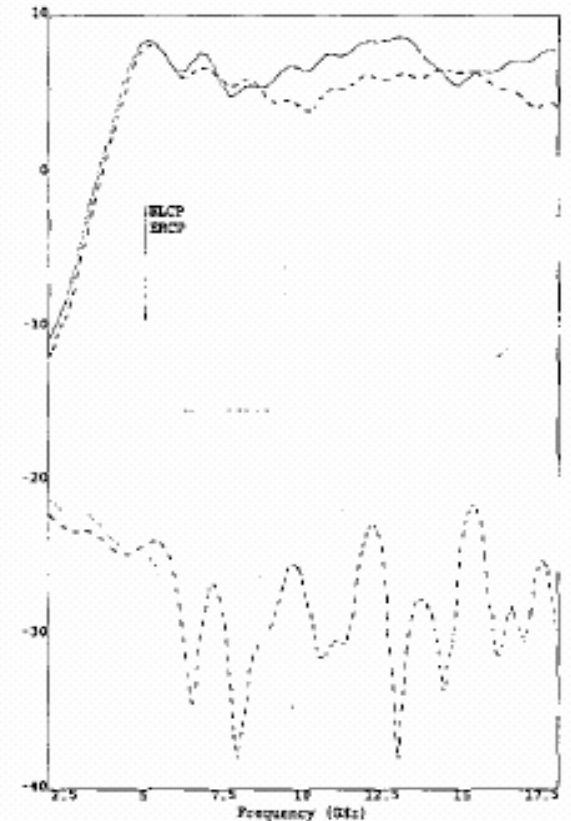


Fig.3 The gain of the spiral antennas in the direction of $\theta=180^\circ$, $\phi=0^\circ$

M. Afsar et al,

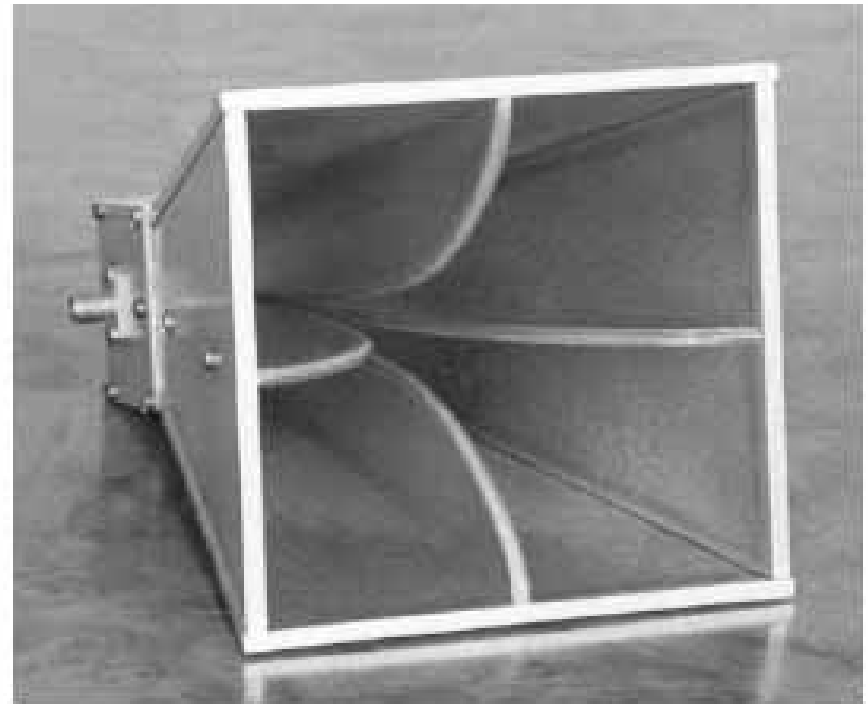
"A new wideband cavity-backed spiral antenna", Proc. IEEE AP-S Int. Symposium, 2001

広帯域給電アンテナ (クワッドリッジホーンアンテナ)



ETS-Lindgren's Model 3164-05 Quadridge Horn

ETS・LINDGREN社製



QRG-218/A

Antenna Research社製

**垂直、水平の両直線偏波を受信可能
90° ハイブリッドと組み合わせることにより円偏波対応可**

広帯域給電アンテナ (クワッドリッジホーンアンテナ)



ETS-3164-05 ゲイン



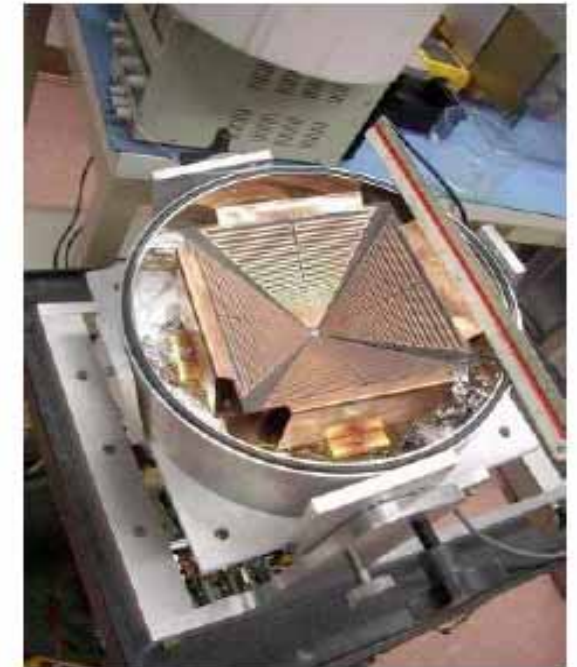
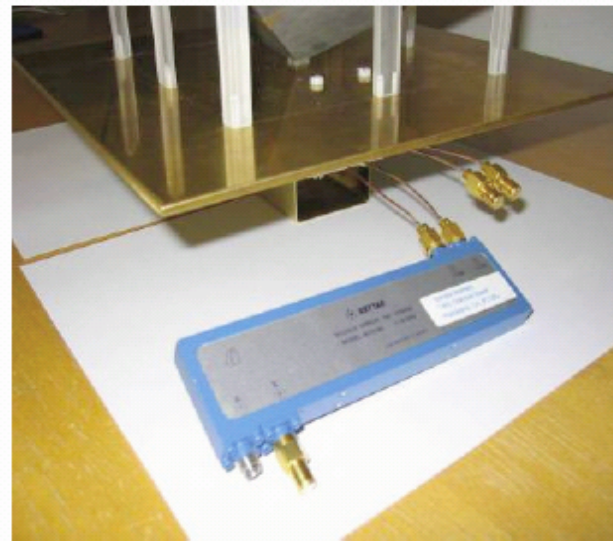
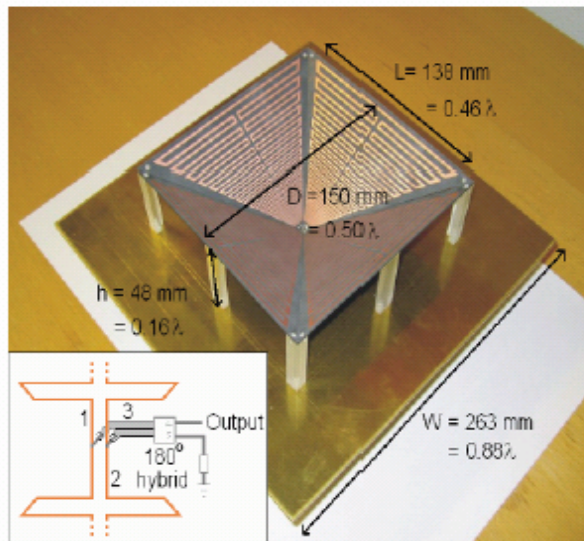
ETS 3164-05 ビーム幅

広帯域給電アンテナ (US-SKA用給電アンテナ)

CHALMERS

Chalmers University of Technology

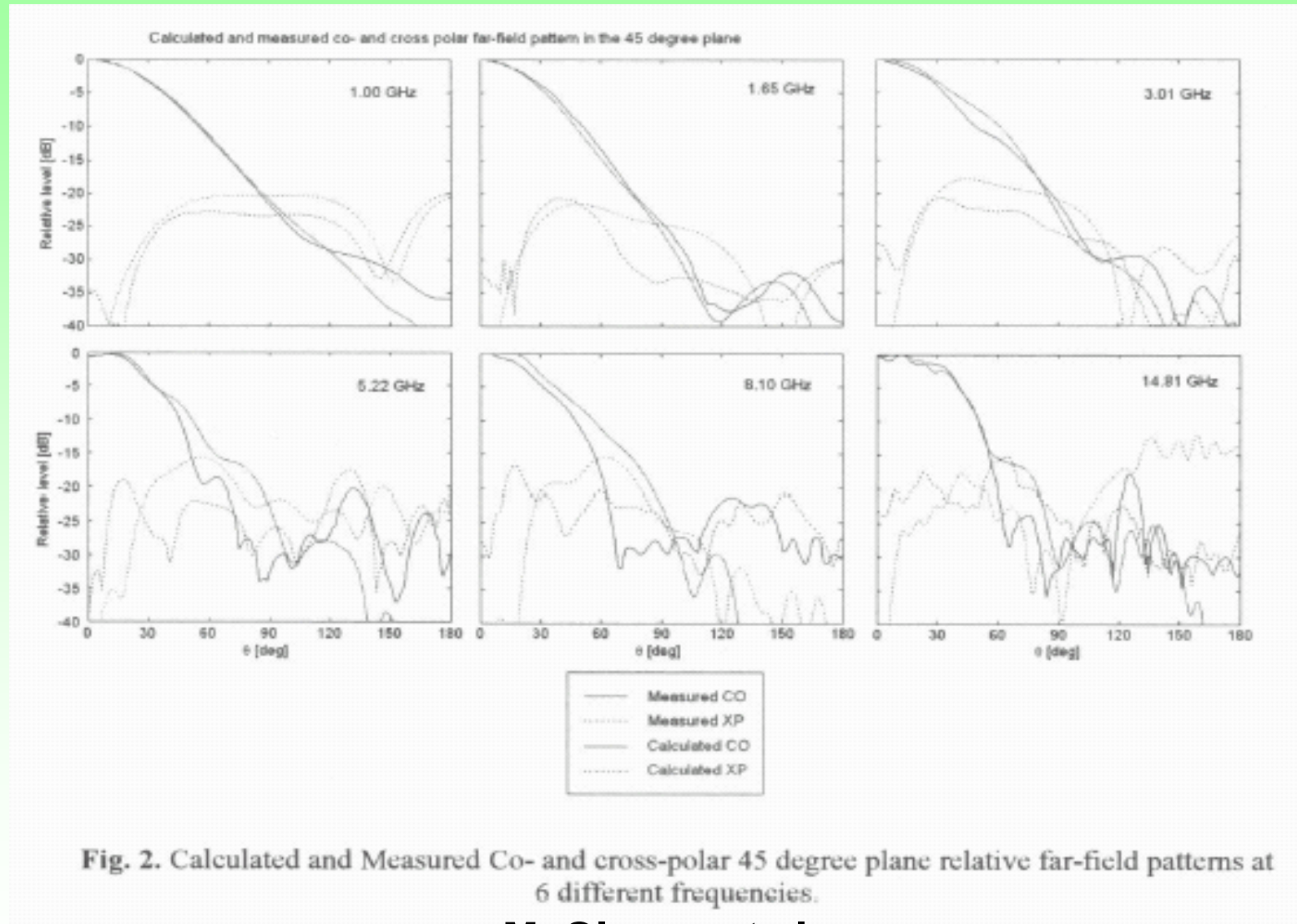
1-13 GHz model of Eleven feed for US SKA



- Balun replaced by commercial 180 deg hybrid.

**Chalmers大のグループが開発
垂直、水平両偏波を受信可能
10dBビーム幅106°**

広帯域給電アンテナ (US-SKA用給電アンテナ)



M. Olsson et al,

”Measurement of a 1 to 13GHz Model of a Dual Polarized Low-profile Log-periodic Feed for US-SKA”, Proc. IEEE AP-S Int. Symposium, 2005