

広帯域円偏波ポーライザーを用いた6.7GHz,8GHz帯受信機のVERA搭載試験

松本 浩平(大阪府立大学)

木村 公洋、小川 英夫、大西 利和(大阪府立大学)、浅利 一善、本間 希樹、小林 秀行(国立天文台)
氏原 秀樹(NICT)、三谷 友彦(京都大学)

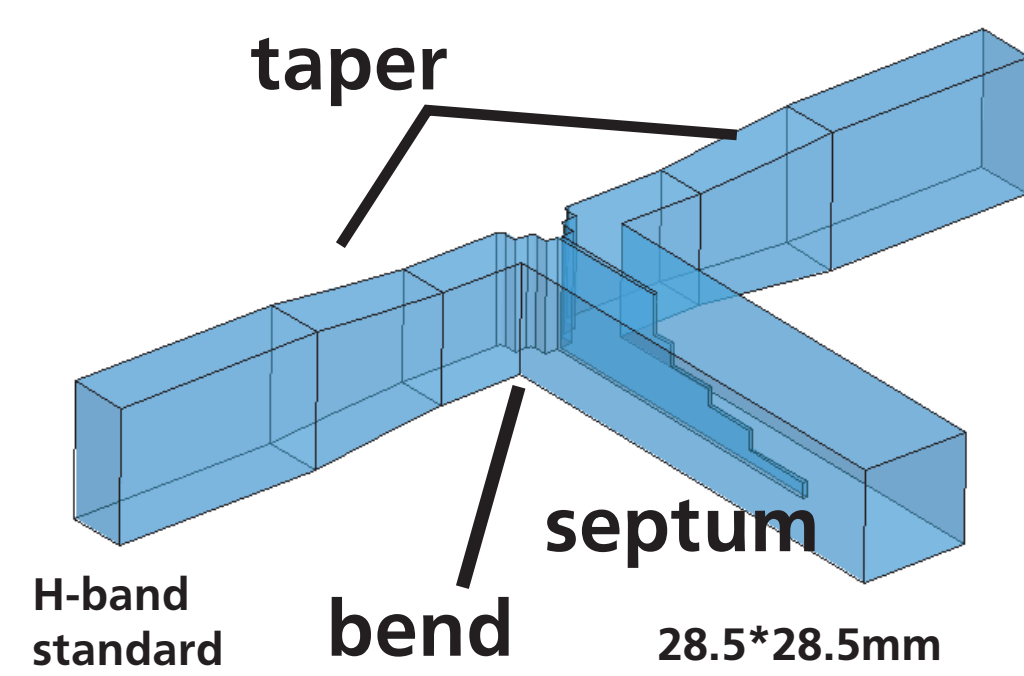
VLBI観測用の円偏波対応受信機は円偏波ポーライザーによって帯域が制限されていた。本研究では今までに無い比帯域30%を持つ円偏波ポーライザーを開発した。本ポスターでは広帯域ポーライザーをVERAメタノール受信機に搭載して試験を行った結果を紹介する。

円偏波ポーライザーの広帯域化

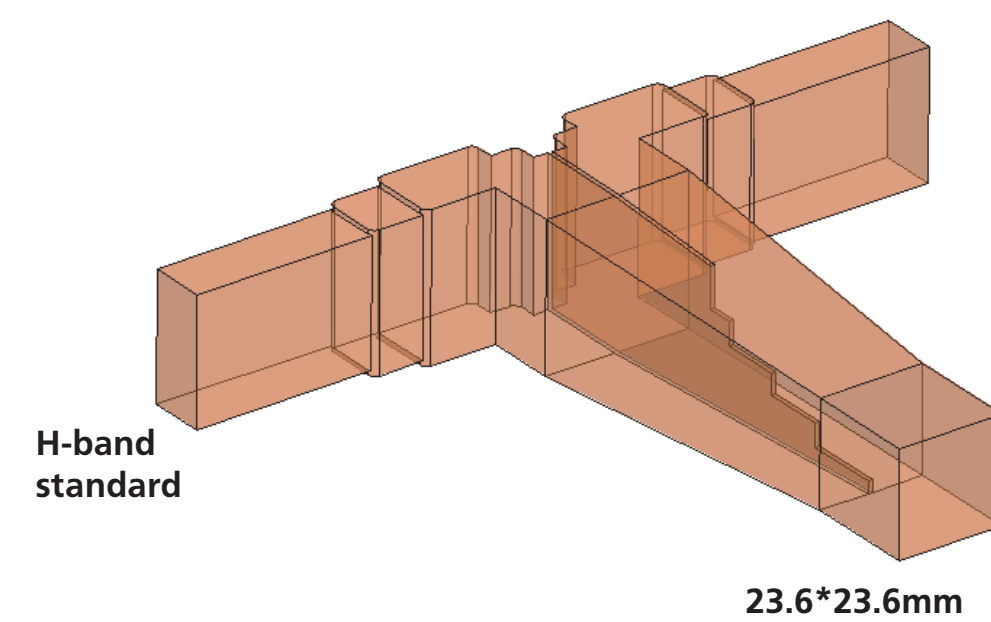
$$\text{受信機雑音温度(VERA/Methanol): } T_{eff} = T_{horn} + \frac{T_{pol}}{G_{horn}} + \frac{T_{sw}}{G_{horn}G_{pol}} + \frac{T_{LNA}}{G_{horn}G_{pol}G_{sw}} + \frac{T_{IF}}{G_{horn}G_{pol}G_{sw}G_{LNA}}$$

ポーライザーの電波損失低減はとても重要。特に常温受信機ではTpolへの寄与率が高い。

従来版 (Chen et al. IEEE trans. 1973)



広帯域版 (解析・製作例なし)



ポーライザーの帯域(理論値): $\frac{c}{2a} < f < \frac{c}{\sqrt{2}a}$ a: 導波管の一边の長さ

- ・ カットオフ周波数付近で損失がゆっくり増大
 - ・ 高周波側での高次モード共振
 - ⇒ 実用帯域が20%程度に制限
- ・ カットオフ周波数付近で損失が急激に増大
 - ・ 高次モード共振周波数の制御
 - ⇒ 実用帯域が30%に拡大

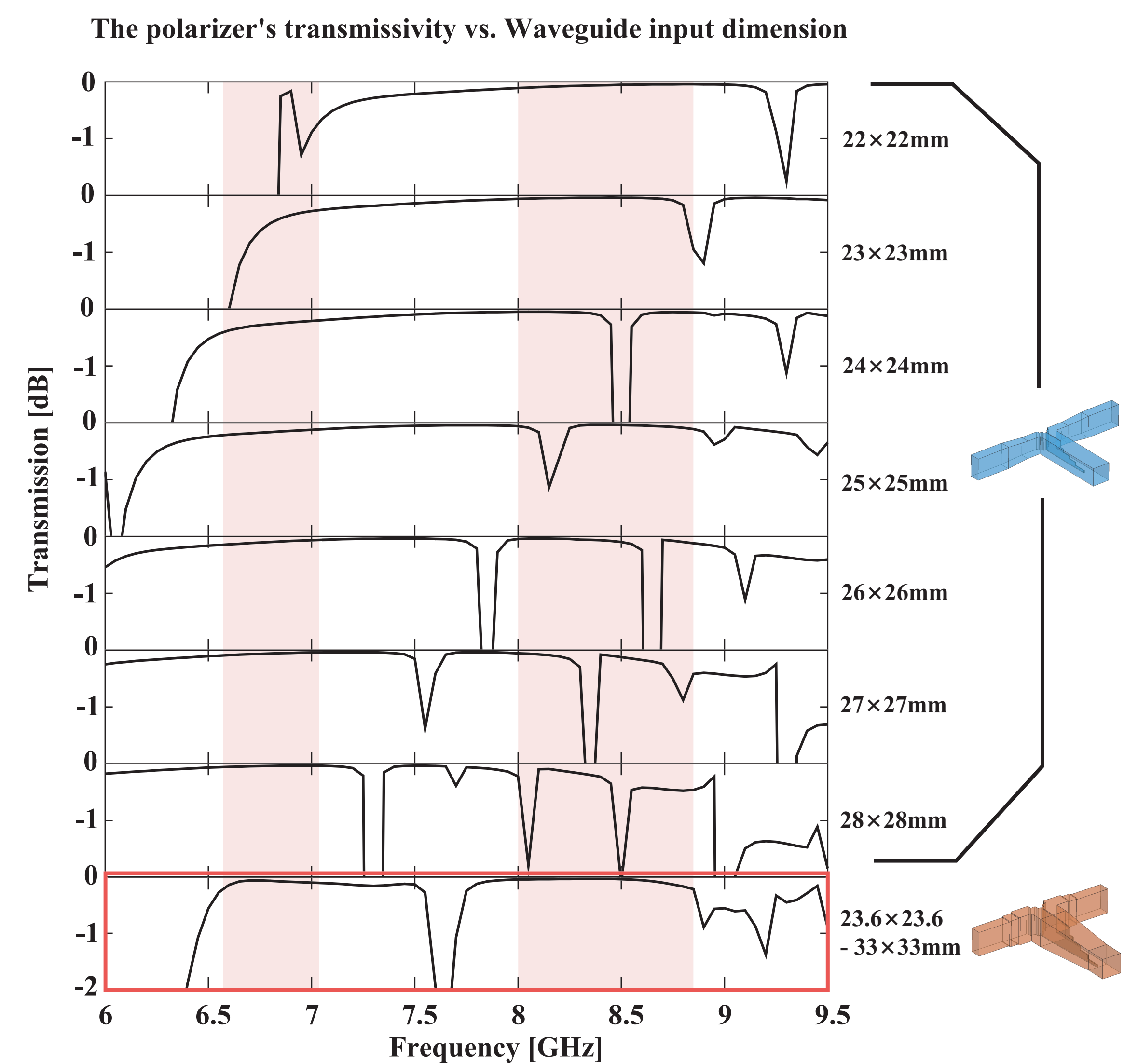


図1 方形導波管サイズに対する円偏波分離器の周波数特性の変化使用帯域はピンク色で示してある

VERAを用いた広帯域受信機の評価

メタノール受信機のポーライザーを広帯域のものに換装し試験を行った。8GHz帯IFはステージB測地用のベースバンドコンバーターを用い、ステージ間を空中配線をつないだ。受信機室内の写真を図2、ブロック図を図3、測定結果を表1、表2、図4に示す。



図2 測定中の受信機室内の様子

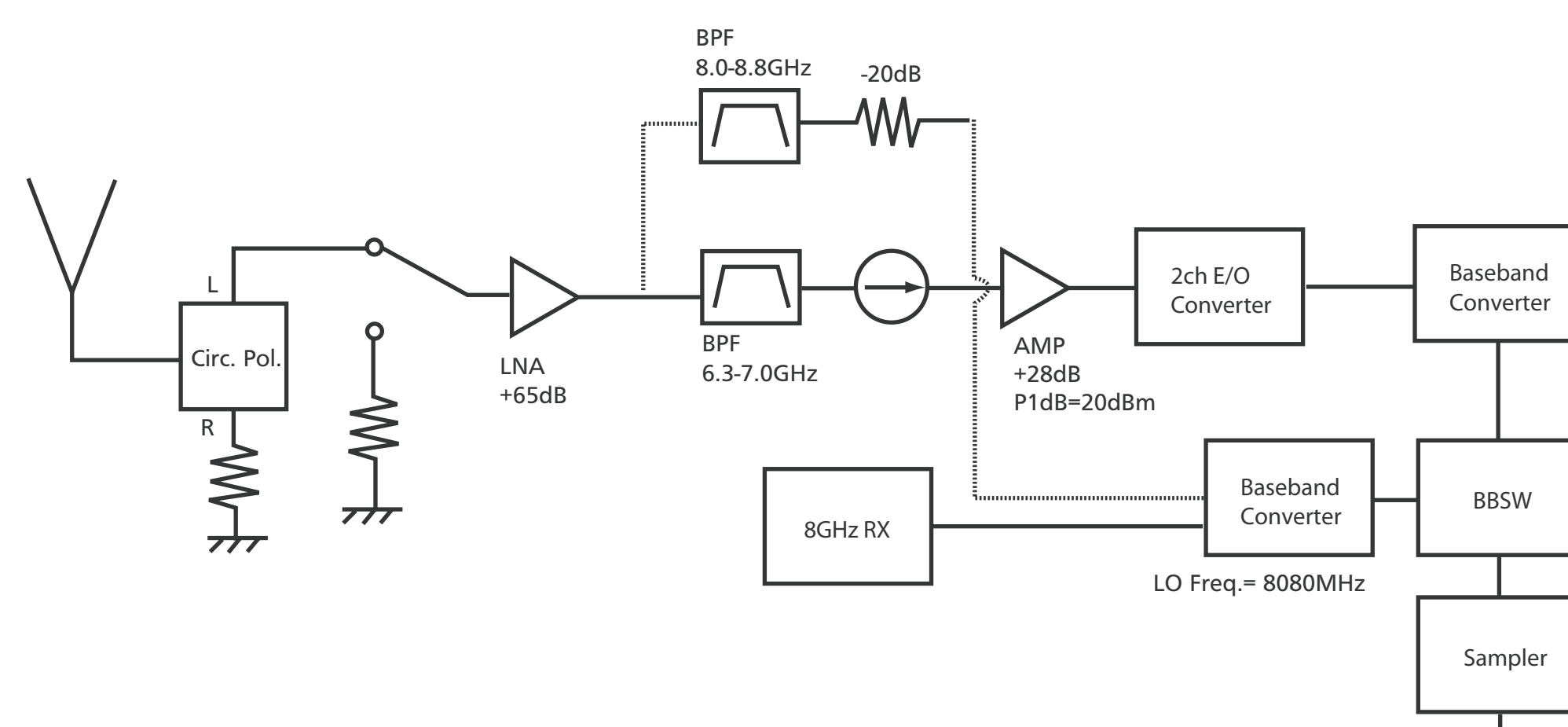


図3 測定ブロックダイアグラム

表1 アンテナ能率測定結果。参照天体: Cas-A (6.7GHz, 8GHz)

	6.7GHz	8GHz
傾きなし	41%	34%
傾きあり	57%	41%

表2 システム雑音温度測定結果

	BBCLO [MHz]	TRX [K]	Tsys* [K]
6.7GHz C 帯ポーライザー使用	6408		106
6.7GHz CX 帯ポーライザー使用	6408	146	177
	6508	91	121
	6608	75	103
8.0GHz CX 帯ポーライザー使用	8080		104

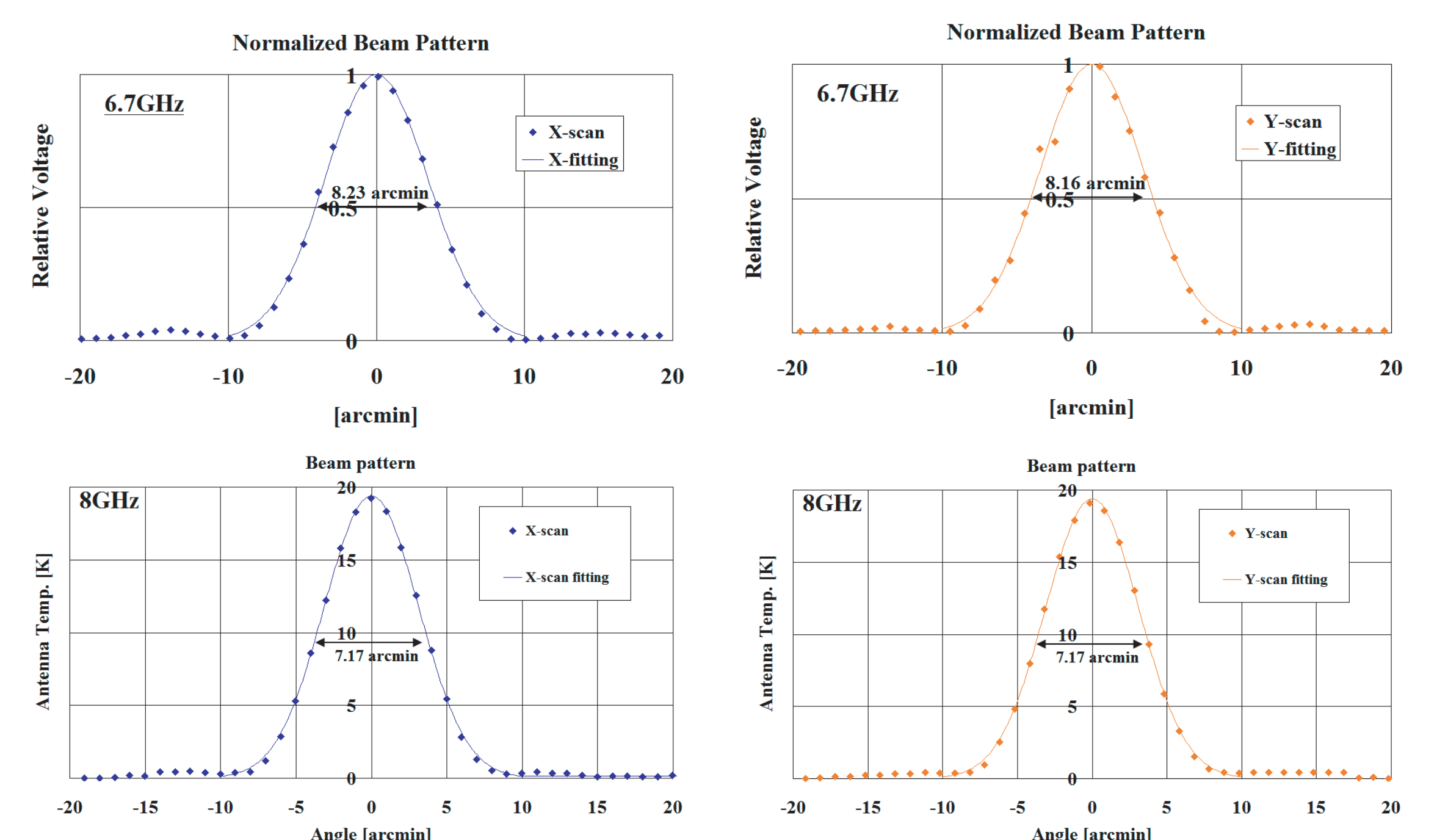
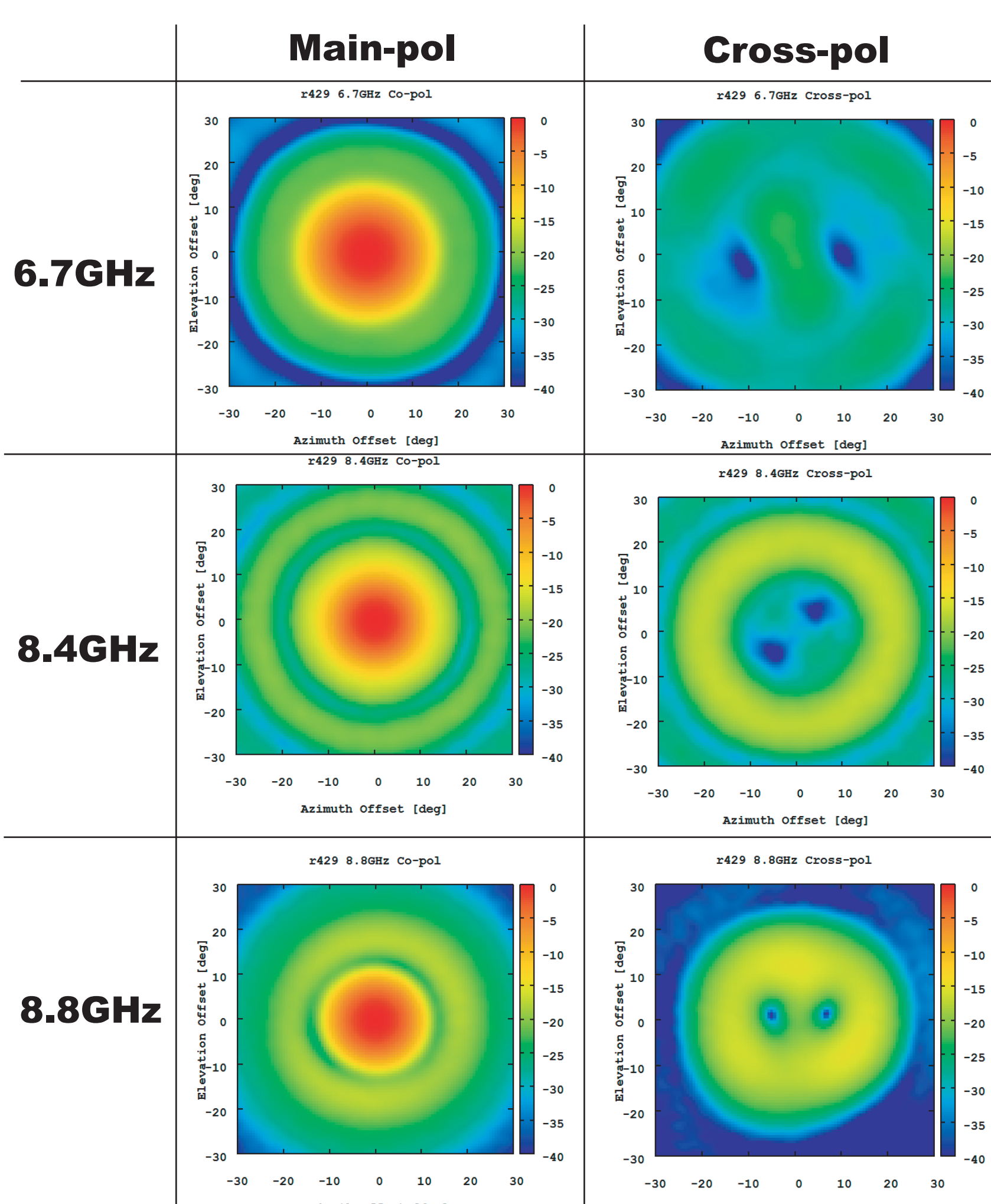


図4 VERAビームパターン測定結果。参照天体: W3(OH) (6.7GHz), Cas-A (8GHz)

VERA4モードホーン+広帯域ポーライザーのビームパターン



ほぼ全帯域で-20dB以下の交差偏波レベル。
ただし8.6-8.8GHzは-18dB程度(±10deg以内)。

まとめと今後の展望

- ・ 6.7GHz・8GHz帯に対応する円偏波ポーライザーを開発した
帯域は6.6-7.4GHz, 8.0-8.8GHz
- ・ VERA6.7GHz受信機に搭載しての雑音温度は両バンドとも80K程度、望遠鏡に搭載してのシステム雑音温度は110K程度である
現状の6.7GHz帯ポーライザーを用いた受信機と遜色は無い
- ・ 較正に使う黒体の種類やLO周波数によって雑音温度が変わる
導波管切り替え器に使用している終端の方式を変える。RFフィルタの挿入などによって対応できる。

今後は

- ・ 広帯域ポーライザーを用いた受信機が茨城32m電波望遠鏡日立局に搭載中、高萩局への搭載も目指す
受信機スペースが非常に限られているので同一給電化は極めて有効。観測の幅が大きく広がる。
- ・ やや反射特性が悪いので引き続き改良を加える
共振周波数をコントロールできる仕組みや、カットオフ付近で良好な特性を持つ理由を解明し、改良に役立てる。

図5 スペクトラムアナライザを用いたHOT-COLD法による受信機雑音温度測定の結果。京都大学SPS-LABIにて測定を行った。