

(VERA搭載用)

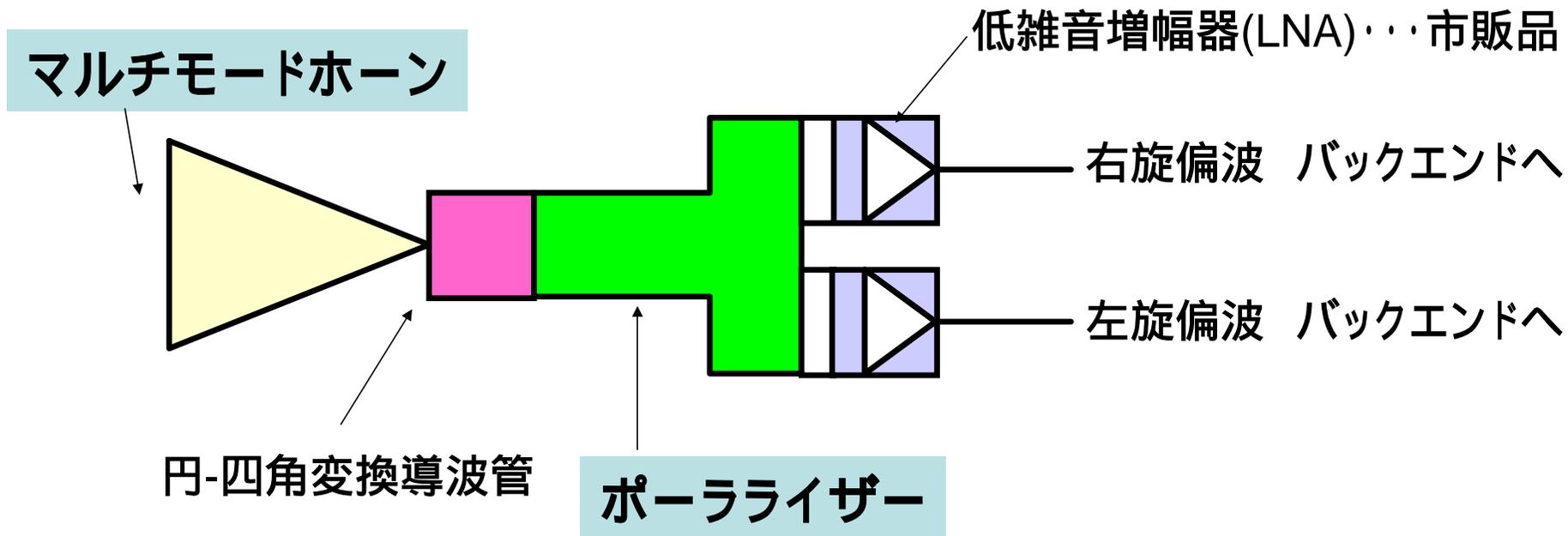
6.7GHz帯フロントエンドの開発

木村 公洋、利川 達也、城山 典久、
黒住 聡丈、小川 英夫(大阪府立大学)、
氏原 秀樹、本間 希樹(国立天文台)、

イントロダクション

VERAに搭載するための6.7GHz帯の受信機の開発を進めている。
主な開発項目は光学系の計算およびホーンの開発、ポーライザーの開発である。
この受信機は水沢局において今冬試験搭載を目標に開発が進められている。
このポスターでは、これらの開発進捗状況について報告を行う。

6.7GHz帯フロントエンドの概要



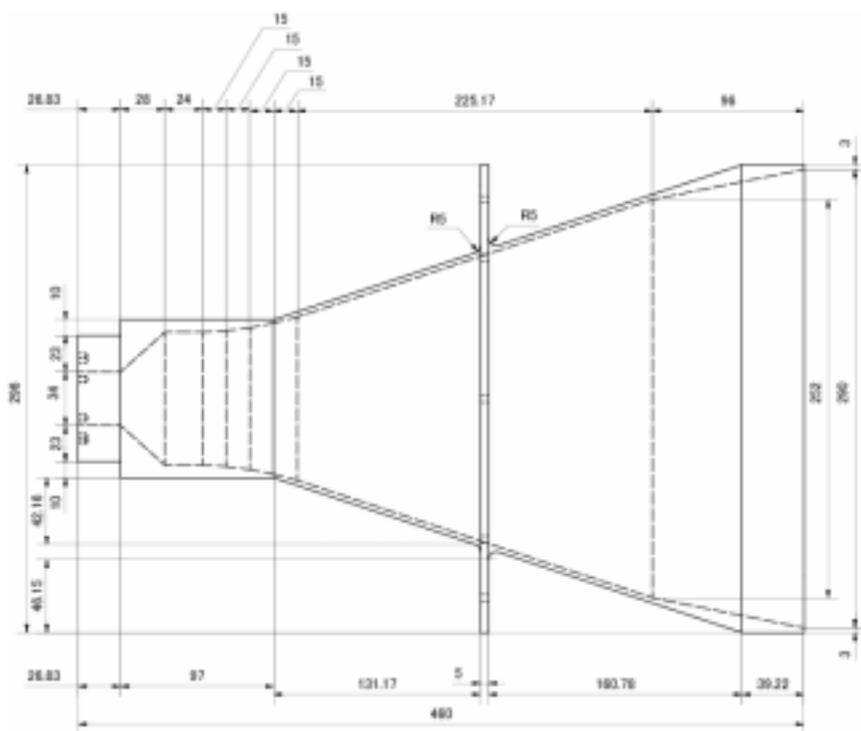
この受信機は、カセグレン焦点位置に配置され、副鏡で集光された信号が直接にホーンにより給電される。給電された両円偏波は円形導波管から円角変換により方形導波管に導かれ、ポラライザーによって、右旋、左旋偏波成分は矩形導波管成分へと分解される。それぞれの信号はアイソレーターを経て、低雑音増幅器で増幅されてバックエンドへと導かれる。

私たちは主に、マルチモードホーンおよびポラライザーの開発を行い、受信機の構築を行った。

マルチモードホーンの設計

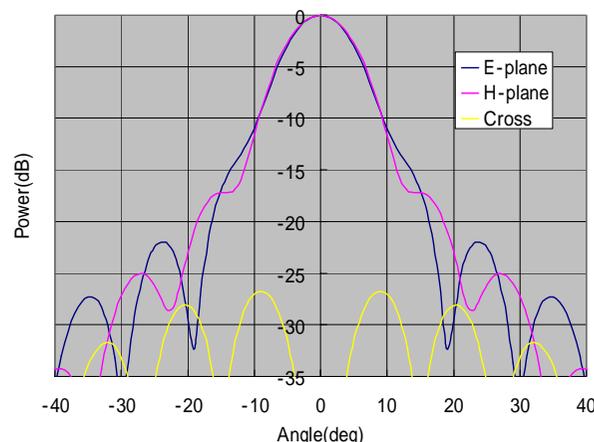
マルチモードホーンとは、複数のフレア角、直線導波管を組み合わせており、そこで発生する高次モードを制御することにより、ホーン開口での電磁界分布を操作し、理想的な放射パターンを目指す。

また、今回は受信機室の天井までの高さという制約があったため、リニアホーンでは性能をだすのが難しく、そこで軸長が短くすることが可能なマルチモードホーンの採用を行った。



6.7GHz帯マルチモードホーン

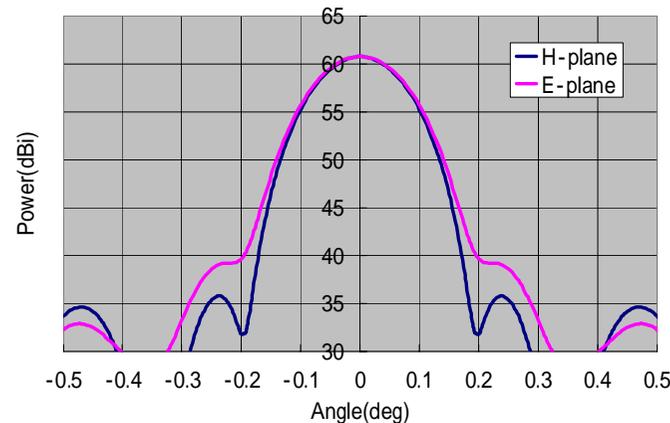
6.7GHz band multimode horn pattern profile



上図
ホーンパターン(計算値)

副鏡縁はホーンから約12度であり、それまではEH面は比較的対称である。また、副鏡には約87%の電力が照射されている。

6.7GHz antenna profile



下図
アンテナパターン(計算値)

受信機室での配置の制約があり、最適にホーンを配置できないため、若干収差が見えている。それでも効率率は約60%(表面荒さ等は考慮していない)。

マルチモードホーンの測定評価

製作を行ったマルチモードホーンを京都大学生存圏研究所にある近傍界測定装置(NSI社)を用いて評価を行い、計算値との一致を確認した。測定はホーン単体で直線偏波を用いて行った。

同軸導波管変換器 円角変換 被測定ホーン

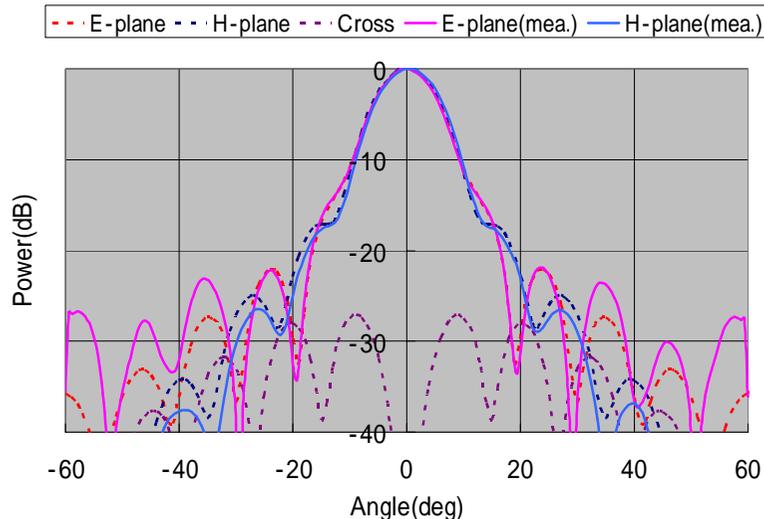


プローブホーン

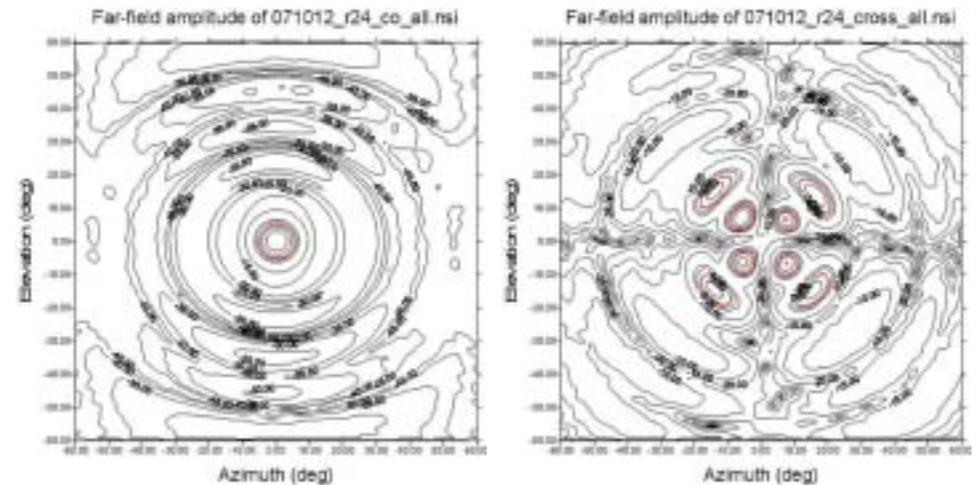


上図 京都大学生存圏にある近傍界測定装置を用いた測定風景

VERA Multi Mode Horn (r24) patarn profile at 6.7GHz



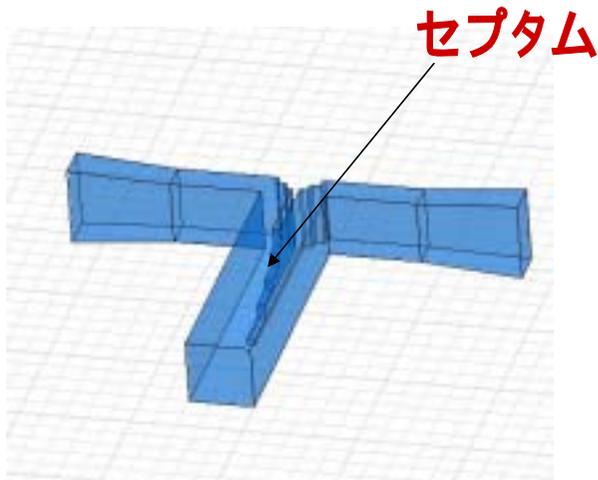
6.7GHzビームパターンの計算と測定の比較



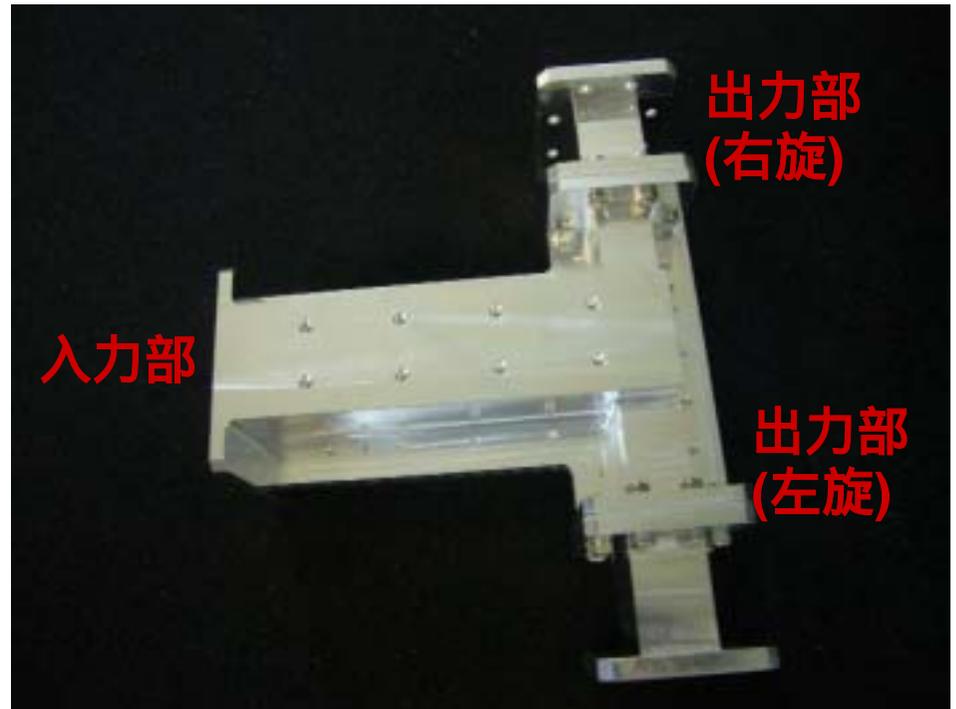
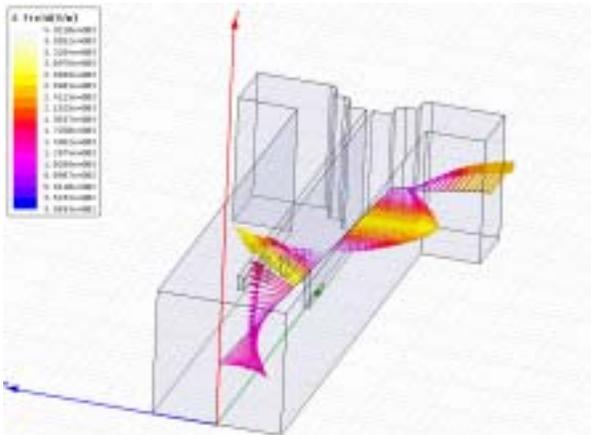
6.7GHzビームパターンの主偏波と交差偏波の3D分布。最大交差偏波強度も-25dBと十分に低い事が確認できた。

ポーライザーの設計

ポーライザーは、方形導波管内部にリッジ状のセプタムを挿入するタイプを採用し、設計製作をおこなった。



HFSSを用いて設計を進めた。

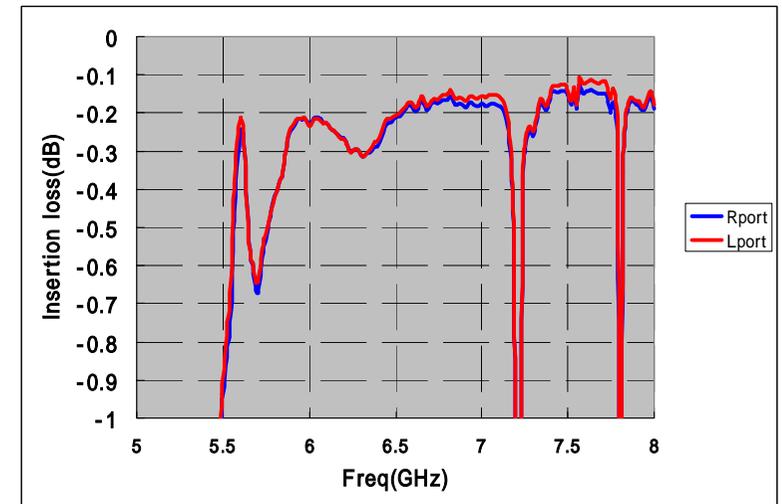
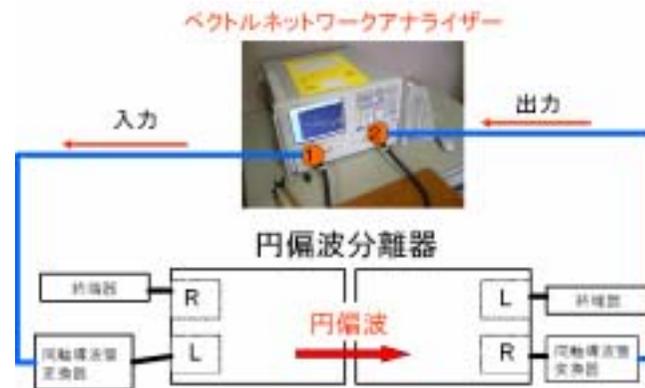
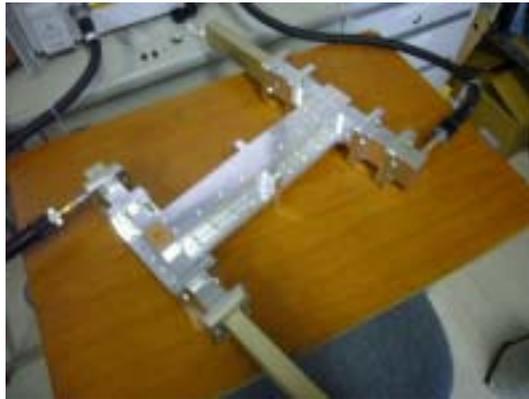


製作したポーライザー

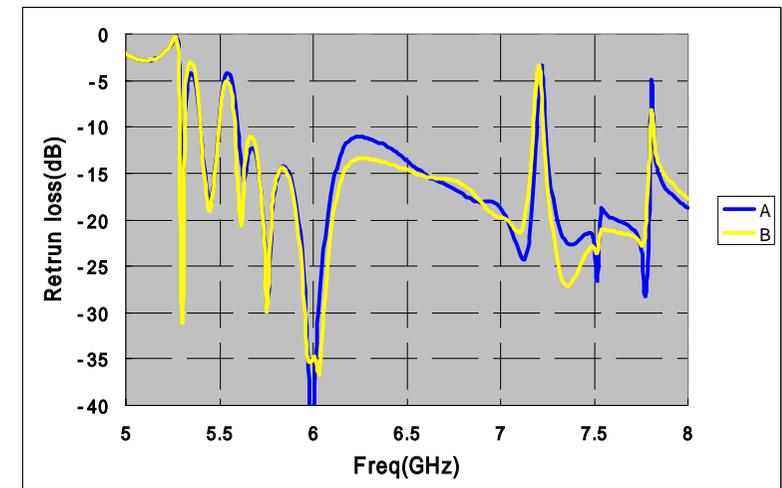
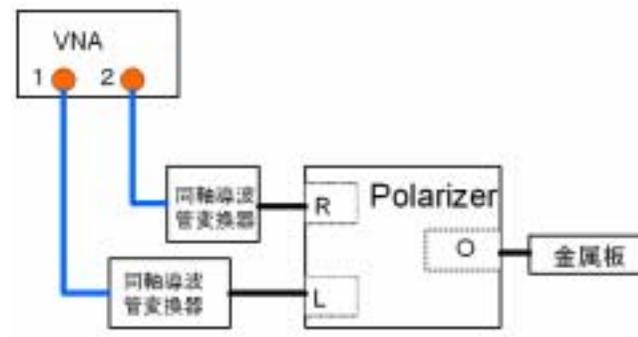
直線偏波から円偏波が生成できるしくみ
(元ファイルの動画が表現できないのが残念です。)

ポーライザーの測定評価

ポーライザーの評価項目には、挿入損失、反射損失、アイソレーションや軸比などがある。



挿入損失の測定は、二つのポーライザーを上図の様に接続し測定を行った。



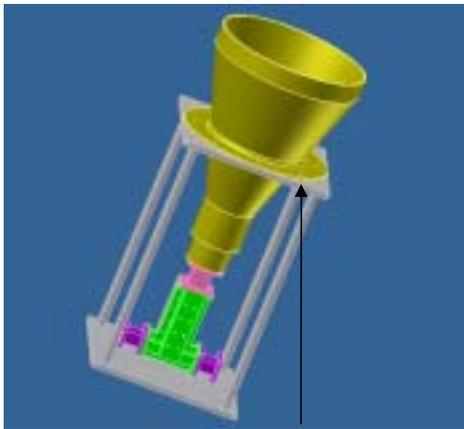
反射損失の測定は、方形ポートに金属板や終端を接続して、S11、S22の測定を行った。

受信機ホルダーの設計

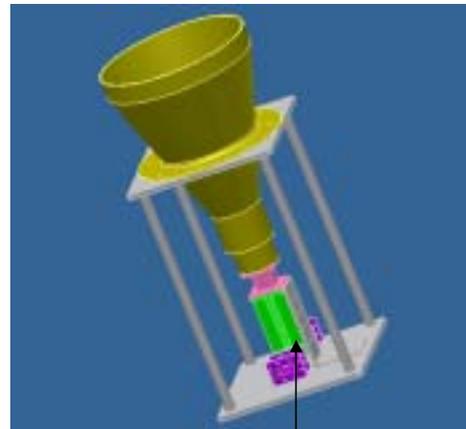
開発を行った受信機部品を組み合わせて、望遠鏡に搭載するためのホルダーの設計を進めている。支持する箇所はホーン中程に設計した固定用のフランジ(ホーン自体は一体物)およびポラライザー部分である。

受信機はカセグレン焦点位置に配置されるので、アンテナの仰角とともに傾いてしまう。そのために、受信機ホルダーアンテナが傾いてもホーンが傾かない構造にする必要がある。現在、3DCADでホルダーの設計(左下図)を進めて、構造解析ソフトを用いて評価を進めている。

検討中のホルダー



穴をあけた板でホーン
固定用フランジに固定



L字パーツでポラライザー
を固定

柱間に、壁や筋交いを設置して強度を上げることを検討中



約690mm

VERA搭載のイメージ図
(注あくまでイメージです。)

まとめ、今後

- **まとめ**

- フロントエンド素子(ホーン、ポラライザー)の設計、製作を行った。
- 各コンポーネントの性能評価を行った。
 - マルチモードホーン 設計通りのホーンが製作済
 - ポラライザー 挿入損失0.2dB、反射15dBを得た。それ以外の測定は実行中。

- **今後**

- フロントエンド全体の受信機雑音温度の評価
- ポラライザー込みのホーンパターンの測定
- ポラライザーの評価続行(軸比、位相差等)
- 受信機ホルダーの設計、製作
- 実機に搭載した性能評価(11月末を予定)