

VERA への 86GHz 帯受信機搭載の検討

木村公洋、徳田寛之、長谷川豊、高津湊、岡田望、
小川英夫、大西利和(大阪府立大学)、
本間希樹(国立天文台)

○イントロダクション

我々は、VERA に 86GHz 帯受信機の搭載を検討している。この 86GHz 帯を搭載することで、韓国 KVN と協力して高分解能の AGN イメージング、AGN の高周波変動モニター、AGB 星の SiO メーザーのイメージングの観測などが期待できる。これらの観測を迅速に実現するために、まずは低雑音増幅機を用いた常温受信機の開発を進めている(図 1)。この受信機の開発検討項目は、主に光学系の設計と円偏波分離器である。

この受信機は VERA 望遠鏡のカセグレン焦点位置付近に設置を検討しており、開発する光学素子は基本的にフィードホーンのみである。このフィードホーンには電波天文で良く使用されるコルゲートホーンを採用して設計を行った。また、光学系全体を物理光学手法を用いて評価を行った結果、アンテナパターン計算では開口能率が約 0.7 を達成した。これと同時に円偏波分離器の開発を行った。この円偏波分離方式には当研究室で開発実績のある導波管セプタム型の円偏波分離器を採用して開発を進めている。この円偏波分離器の設計には、有限要素手法を用いたパラメトリック解析を用いた。そのシミュレーションの結果、86GHz において挿入損失約-0.3dB 以内、反射損失-40dB 以下、アイソレーション-35dB 以下と良好な結果を得た。今後はこの円偏波分離器の製作・測定評価を進め実用化する。これらの開発以外にも、常温 IF 系や受信機設置方法等の検討を行い、試験搭載を目指す。

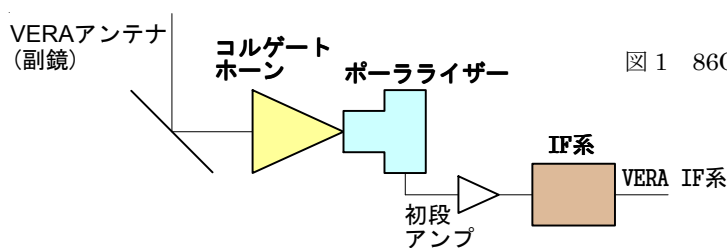


図 1 86GHz 帯受信機の構成図

○受信機開発

a) 光学系の開発

まずは、ガウシアン光学および幾何光学を用いてフィードホーンの大まかな設計を進めた。カセグレン焦点位置は 22/43GHz 帯より下側に位置するため、プラットホームにフィードホーンを上向きに設置するのは厳しい。そこで、平面鏡を用いて信号を横に反射させてプラットホーム上に設置する方法を検討した。詳細な光学特性は物理光学手法を用いて評価を進めた(図 2)。その結果、利得で 83.6dBi と開口能率 0.7 程度の性能を達成した。以下に計算モデルとアンテナビームパターンの結果を示す(図 3)。

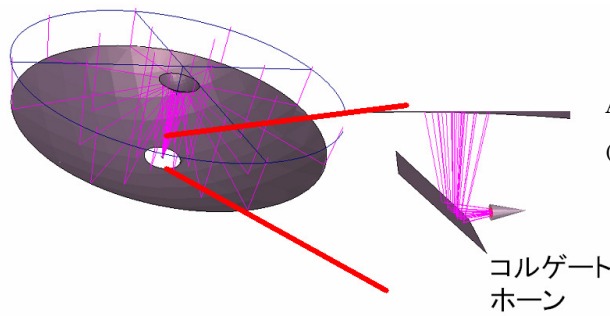


図2 アンテナ光学計算モデル

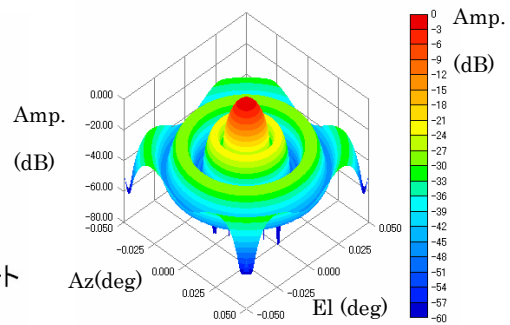


図3 アンテナビームパターン計算

b) 円偏波ポラライザの開発

円偏波観測を行うために、円偏波分離器の開発を進めた。タイプとしては導波管セブタムタイプを採用した(図4)。この方式は比較的構造が容易かつ小型である事が特長である。このポラライザを有限要素解析を用いて設計を進めた。その結果、挿入損失で 0.1dB 程度(グラフでは分波しているため、-3dB が不可されている)を達成した(図5)。

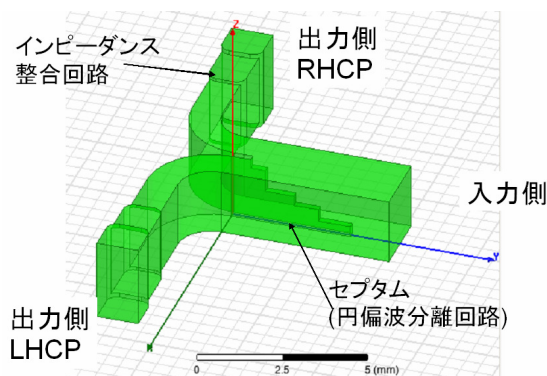


図4 86GHz 帯ポラライザ

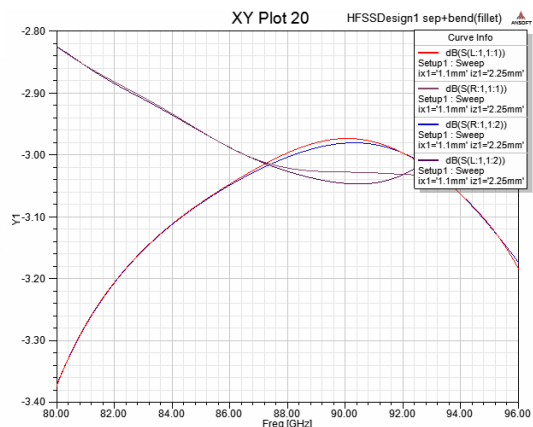


図5 ポラライザ挿入損失の計算

○まとめ

光学系--ガウス設計をもとに、全体の設計を終えた。コルゲートホーンのシミュレーションを行い、低反射特性(-30dB)を持つ設計に成功した。フィードパターン込みのアンテナ放射パターン特性を計算し、開口能率 0.7 を達成した(鏡面粗さ等の影響は含まない)。

円偏波分離器--導波管セブタム型を採用して、有限要素解析を駆使し設計した。挿入損失 0.1dB 程度、反射特性・アイソレーション共に-30dB の結果を得た(ただし、若干挿入損失において高周波数側にシフトしている)。

>今後

--受信機の設置場所の検討を進め、光学素子の設計、製作を進める。

--円偏波分離器は解析をもう少し進め、製作に移る。

--受信機システムの構築を進め(IF 系、受信機ホルダー等)、試験搭載を目指す。