

第 42 回天文・天体物理若手 夏の学校 収録
**野辺山 45m 電波望遠鏡に搭載する
 45GHz 帯両偏波新受信機の開発**

大阪府立大学 理学系研究科 M1 徳田一起

概要

星形成過程では、自己重力・乱流・磁場が重要な役割を果たす。しかし、磁場に関しては世界的に観測的および理論的に研究が進んでいない。それは星間空間における磁場の向きや大きさを直接とらえるゼーマン効果の検出には高感度かつ長時間の偏波観測が必要だったからである。本計画では、星間空間における CCS 輝線($J_N=4_3-3_2$)が星間磁場の影響でゼーマン効果によるエネルギー準位の分裂によって生じるスペクトルの分裂と偏波をとらえる低雑音受信機を野辺山 45m 電波望遠鏡に搭載する。ここで紹介するのは、新受信機に搭載する光学系および受信機、そして偏波計 (Ortho-Mode Transducer: OMT) である。これにより、受信機に要求される ” 両偏波受信 ” という性能を達成することが可能となった。

2 ビーム光学系の設計

新たに開発する受信機は、45m 鏡に搭載されている受信機と同様に受信機室内に設置されている。そこでアンテナで集光して受信機室内に伝送された信号を受信機へ導く光学系の開発が必要である。

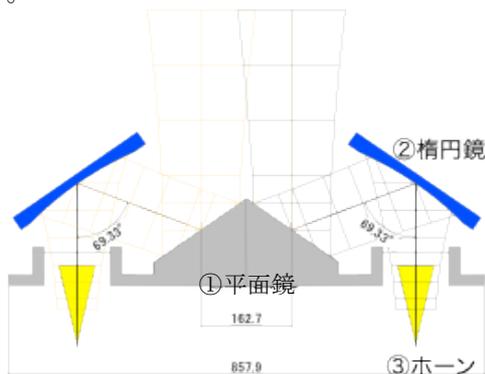


図 1: 設計中の 2 ビーム光学系天球上の 2 点を観測することができるので観測効率の大幅な向上が期待できる

直交偏波計 (Ortho-Mode Transducer) の開発

天体からの信号は直行する 2 つの偏波で表すことができる。観測効率を考えても、片偏波だけでなく、両偏波受信するためのコンポーネントの

搭載が望まれる。OMT とは天体からの信号を直交する 2 つの偏波に分離する導波管コンポーネントである。開発にあたって、ALMA Band4(Asayama et al. 2009) などで採用例のあるダブルリッジ型を用いた。これは比較的導波管の加工精度を保ちやすく、かつ導波管限界にせまる広帯域の OMT が実現できるからである。

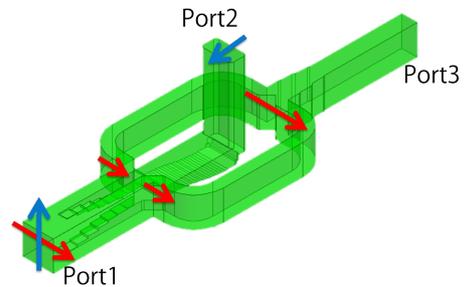


図 2: OMT による偏波分離の概念図
 Port1 より信号を入力し、Port2 より垂直(V)偏波(青色)、Port3 より水平(H)偏波(赤色)を取り出すようにしている。

OMT の設計では、まずインピーダンスマッチング等の高周波回路理論を用いて大まかにサイズを決定した。そして、電磁界解析ソフト(Ansys 社の HFSS) を用いて最も良い性能を引き出すよう、寸法の最適化を行った。

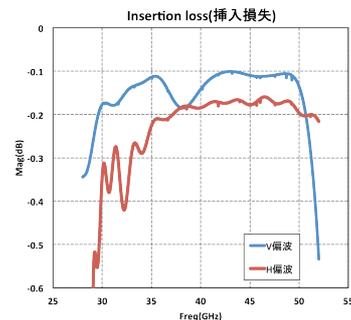


図 3: シミュレーションによるインサージョンロスの評価
 赤線が水平(H)偏波、青線が垂直(V)偏波を表す。

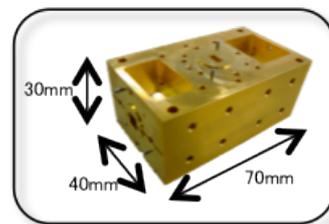


図 4: シミュレーションにより決定したサイズで制作した OMT。2 つのブロックで構成されている。入力部は方形導波管 (5.69mmx5.69mm)、出力部は矩形 (5.69mmx2.84mm) となっている。

まとめ・今後

2 ビーム光学系の設計や、OMT の設計および制作を行った。今後はこれらを統合し、野辺山 45m 電波望遠鏡に搭載する予定である。