

V118a 光線追跡を用いた 1.85 m 電波望遠鏡ビーム伝送系の設計

西川悠馬, 河本琉風, 藤巴一航, 小川英夫, 大西利和 (大阪公立大学), 今田大皓, 山崎康正, 小嶋崇文, 増井翔 (国立天文台), 長谷川豊 (情報通信研究機構)

我々は、大質量星形成領域の詳細な物理量を明らかにするため、野辺山に 1.85 m 電波望遠鏡を設置し、開発、運用を行ってきた (Onishi et al. 2013)。現システムは 210–375 GHz に特化し (Yamasaki et al. 2021, Masui et al. 2021)、開口能率 79–82% (フィードは HE11 モード)、交差偏波レベル (ピークゲインの比)–29 dBc を達成している。我々は、CO ($J=1-0$, $2-1$, $3-2$) 輝線のある 84–116, 210–375 GHz を同時観測するため、新たな受信システムの光学系開発を開始した。達成すべき設計目標は現性能と同等以上である。

従来、軸対称なガウシアンビームを用いて光学設計を行うことが多かったが、楕円鏡などがビームを歪ませたり、偏波を回転させたりする効果を十分に取り扱えていなかった。本研究は、光線追跡を用い、ビームの歪みの少ない設計を試みる。これは、ホーン開口面やホーンの位相中心位置での光線の通り方を制御することで実現される。副鏡とホーン開口を瞳にすることで、能率の周波数依存性を低減する (Imada et al. 2015)。

光学設計の制約は、1) 既存の主鏡と副鏡を使う、2) 仰角軸や真空窓にビームを通す、3) 84–116 GHz と 210–375 GHz で光路を分ける、4) 既存の 210–375 GHz 用のコルゲートホーンを用いる、5) 搭載予定の片偏波受信機、である。制約 3) は導波管比帯域に由来し、準光学フィルターを用いて実現する。電磁界解析により、開口能率や交差偏波レベル、指向誤差や主ビーム能率を評価し、設計案の妥当性を検証する。

光線追跡による光学系の最適化を予備的に実施したところ、開口能率は 84–116 GHz で 67–72%, 210–375 GHz で 75–76%、交差偏波レベルは –32 dBc を達成した。本講演では、結果の詳細と今後の展望について報告する。