V129b SKA-Mid Band 6 に向けた 15–29 GHz 観測用フィードホーンの開発

宮崎正成、角越仰、亀山晃、小川英夫、大西利和 (大阪公立大学)、新沼浩太郎 (山口大学)、砂田和良、山崎康正 (国立天文台)、小林秀行 (NARIT)

SKA-Mid の観測周波数は 350 MHz–15.4 GHz であり、Band 1 から Band 5b までの 6 つの周波数帯に分割されているが、まず Band 1,2,5a,5b が優先的に実装される。一方で、将来観測周波数を 15 GHz 以上に広げることが期待されており、その周波数帯を Band 6 と呼ぶ。我々は SKA Band 6 に向けた 15–29 GHz (比帯域 64%) のフィードシステムの基礎研究を行ってきた。フィードホーンは 15–29 GHz にわたってビーム幅と位相中心が一定であり、交差偏波強度が低くなることが要求されている。我々は単純な構造を持ち製造が安易で優れたビーム対称性を持つ axially-corrugated horn を採用し、電磁界シミュレーションを用いて最適化を行った。その結果、15–29 GHz において開口能率 70%、反射損失–20 dB を達成した (山崎 2023 春季年会)。本研究では設計されたホーンを再解析し、どのパラメータが性能に影響するかを調査した。設計されたホーンは溝の数が 8 つあり、それぞれの溝の深さや幅を変化させてシミュレーションを行った。解析の結果、導波管に近い溝は円形導波管とのインピーダンス整合へ影響することから反射損失の特性を決め、開口側の溝では開口面にて対称で低交差偏波を実現するためのモード変換を行っていることから開口能率の特性を決めるということがわかった。また、溝の幅と深さの公差が及ぼす影響もシミュレーションで確かめた。100 μm までの製作誤差の範囲では、開口能率は約 70% に対し 1–2% 程度、反射損失が約 –25 dB に対し 2–3 dB 程度の変化量に収まるということが確認できた。SKA の先行機である MeerKAT にも axially-corrugated horn が搭載されている。そこでは高次モードの発生がポインティングや交差偏波に影響を及ぼしていると報告されている (Mattieu S. et al. 2022)。この点についても調査する予定である。