

V124a 放射パターンのリトリーバル法によるフィード内部の伝播モード推定

山崎康正 (大阪公立大学、国立天文台)、今田大皓 (国立天文台)

近年の電波望遠鏡に向けた装置開発において受信周波数の広帯域化は重要な課題の一つであるが、それに伴って発生する観測精度の低下につながる問題が報告されている。比帯域 60% の受信機を搭載する MeerKAT のアンテナビーム測定によって、高周波側でビームサイズの数%の指向誤差が生じることが分かった (Villiers and Cotton 2022)。そして、その原因がフィードと OMT の間の円形導波管で生じる高次モードであることが報告されている (Villiers, Venter, and Peens-Hough 2021)。干渉計を用いたイメージングにおいて指向誤差はダイナミックレンジを制限するため、フィード内部での電磁界を精確に理解し、定量化することは重要である。しかし、直接測定することは非常に難しいため、測定可能量である放射パターンから推定する方法を考案した。

伝送線路、アンテナ、自由空間からなる線形なシステムを仮定すると、放射パターンはフィード内部での伝播モードの線型結合によって決まる。つまり、それらに関係付ける行列を求め、擬似逆行列を計算することで、放射パターンからフィード内部でのモード係数を取り出すことが出来る。我々は 15–29 GHz 帯 Axially-corrugated horn を用いてシミュレーションを行ったところ、振幅と位相をそれぞれ 10^{-6} (振幅の最大値に対して)、 10^{-3} 度の精度で推定可能なことを確認した。測定を想定して、放射パターンにエラーを付与した場合の推定精度の解析を行ったところ、放射振幅パターンの最大値に対して 0.01% 以下のランダムエラーを付与した時に、計算エラーが見えることが分かった。これはビーム測定において予想されるエラーよりも小さいため、実測に応用可能であることを意味する。本講演では数値実験の詳細を報告し、様々な応用の可能性や潜在的な系統誤差を議論する。