

V145a 幾何光学の応用による広視野電波望遠鏡の効率的な光学設計

今田 大皓, 永井 誠 (筑波大学)

電波望遠鏡は可干渉性の強い電波を扱うため、準光学を用いて設計されてきた。準光学は視野中心のビームを評価するツールとして非常に重要かつ強力なものである。一方、視野中心以外を通るビームについては計算コストの高い物理光学 (PO) による数値計算に頼るのが現状である。近年、検出器の多素子化が急速に進んでおり、PO によって全てのビームを評価するのは現実的でない。望遠鏡の広視野化は不可避であるが、効率よく設計評価する手法が確立しているとは言い難い。本講演では幾何光学を利用した電波望遠鏡の光学設計を提案する。

電波望遠鏡光学系に要求される条件は様々あるが、広い周波数帯域にわたって高い開口能率を保つことと要約できるであろう。さらに「空間方向にも高い開口能率を保つ (広視野)」という条件が加わる。つまり、周波数に依らない像の位置と、横方向に検出器を移動させたときの開口能率の変化の 2 つを考察すればよい。周波数に依らない位置の条件は明らかになっており、例えば、瞳同士は周波数に依らず相似形を保つ (Imada et al. (2015))。開口能率はビームや光学系の幾何学と損失の 2 つの要因で決まり (本年会 永井と今田、b 講演)、幾何学で決まる部分は波面誤差を求めることで見積もることができる (本年会 今田と永井、b 講演)。波面誤差は既存の光線追跡プログラムで数分足らずで簡単に得られる。実際に簡単な系で計算した結果、数%の精度で開口能率を見積もることができた。光学設計に必要な作業は幾何光学に従って光学系を設計すること、瞳の位置と波面誤差の大きさを調べることの 2 つであり、光線追跡プログラムによって PO に比べ短時間に実行できる。

この手法は非常に汎用性がある。意図した向きにビームを出す検出器の位置やビームパターンの予測、不規則な波面誤差を扱えるように拡張すれば、鏡面粗さや大気ゆらぎ (シーイング) の影響の評価にも応用できる。