

V116a 大型サブミリ波望遠鏡の実現に向けた主鏡支持構造の設計：構造の特徴を活かした鏡面の超高精度化

今村千博, 田村陽一, (名古屋大学), 木村俊明, 河村拓昌 (名古屋市立大学), 谷口暁星 (北見工業大学), 栗田光樹夫 (京都大学)

大型サブミリ波望遠鏡 (LST) は日本が主導する将来の 50 m 級の大型サブミリ波単一鏡であり、欧州が主導する同様のコンセプトの大口径サブミリ波単一鏡 Atacama Large Aperture Submillimeter Telescope との統合に向けた議論が進んでいる。この望遠鏡の実現には形状誤差 $25 \mu\text{m}$ RMS 以下の高精度な鏡面と軽量な望遠鏡構造の両立が必須だが、既存の技術だけでは性能要求の達成は難しく、LST 実現に向け複数の技術開発が進んでいる。

本講演では、予測可能な静的変形の最小化に有効な主鏡支持構造 (BUS) 設計に広義の人工知能の一つである遺伝的アルゴリズムを用いた構造最適化 (今村ほか、2023 年秋季年会 V121a) のアップデートを報告する。本研究では、LST を模した口径 50 m の BUS の部材断面積と節点座標を変数にとり、電波光学と建築学の観点から考案した制約条件下で、ホモログス変形と仰角 50 度での鏡面補正を考慮した自重変形と BUS の重量の同時最小化を行う。LST のデザイン案では、BUS はトーラス状の高剛性のハブを支持点にしており、ハブの剛性が BUS のホモログス変形を妨げる可能性がある。そこで、ハブ上の節点を最適化の対象から外して最適化を実行した結果、BUS は鏡面変形を小さくする方向に大きく進化し、ハブ上の節点を変数に入れた場合と比べ約 5 倍鏡面精度が改善した。その中で最も鏡面精度が高い構造の形状誤差は $4.8 \mu\text{m}$ RMS であった。この構造は、ハブ上の節点を変数に入れて最適化した際の最も鏡面精度が高い個体よりも変形そのものは大きいだが、極めて高い鏡面精度を実現している。これは、アルゴリズムが非常に性質の良いホモログス変形をする構造を発見できたためと考えられる。