

要旨

宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の偏光パターンに刻まれた、原始重力波由来の B モード偏光を精密に観測することにより、宇宙誕生直後に急激な加速膨張が起きたとされるインフレーション理論の検証が期待されている。現在、CMB の偏光観測を目的とした宇宙望遠鏡 LiteBIRD が進行中である。LiteBIRD に搭載される低周波望遠鏡 (LFT) では、偏光観測の感度と精度を維持するために、LFT の反射鏡および反射鏡を保持するフレームに対して数十、百 μm 程の高い形状精度が要求される。本研究では、実機の開発および評価手法の確立の試験を行うために製作された LFT 1/2 スケールモデルを対象に、形状測定および形状評価手法の検討を行った。

形状評価に用いる三次元測定機としては、測定精度に優れた門型接触式三次元測定機および、広範囲な測定に優れたハンディ型接触式三次元測定機を使用した。ハンディ型接触式三次元測定機は、測定対象が大型である場合に測定が可能であり、将来の実機評価において多角的な運用が期待される。本研究では、1/2 スケールモデルの反射鏡の鏡面を両方の装置で測定・比較することにより、ハンディ型測定機の有効性を検証した。

鏡面の形状測定の結果、R.M.S. error は $10\mu\text{m}$ であり、反射鏡に課せられた要求値を十分に満たす精度であることを確認した。さらに、二種の三次元測定機による測定結果の比較から、ハンディ型三次元測定機による評価の有効性が示された。

続いて、LFT 1/2 スケールモデルのフレームの形状測定をハンディ型三次元測定機により実施した。その結果、一部の箇所において数百 μm 程度の形状変形が測定された。この変形の原因を特定するため、フレームに装着された補強パーツの締結状態に着目して追加測定を行ったところ、ボルトを緩めることで変形の緩和することが確認できた。これにより、補強パーツの加工精度の差が締結時にフレームへの応力となり、歪みを引き起こしていることが明らかになった。

この結果に基づき、フレームの歪みを緩和するため、アルミニウムシムによる調整作業を実施した。調整を行った結果、最終的にフレームは課せられた形状精度の要求値を達成した。この結果より、ハンディ型三次元測定機を用いた LFT の形状評価が可能であること、および異なる条件下での変位を捉えられることが確認された。

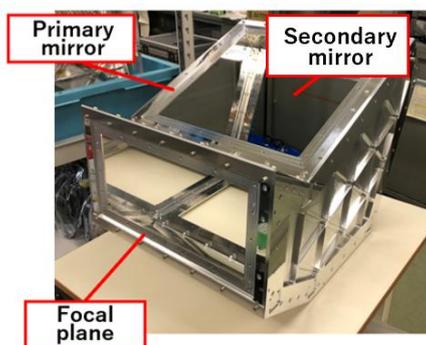


図 1: LFT 1/2 スケールモデル

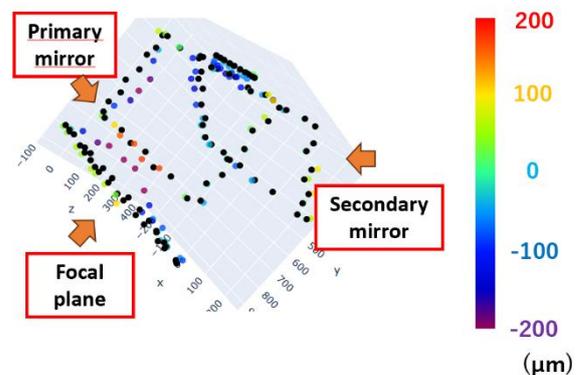


図 2: WM6000 による形状評価の結果