

V122b LiteBIRD クロスドラゴン光学系設計：非球面次数と性能

鹿島伸悟、関本裕太郎 (NAOJ)、松村知岳 (JAXA)、菅井肇 (東京大学)、木村公洋 (大阪府立大学)、羽澄昌史 (KEK)、他 LiteBIRD WG メンバー

我々は、インフレーションモデルの検証を目的に宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) 観測衛星 LiteBIRD の開発を進めている。この衛星に搭載する光学系のひとつとして、クロスドラゴン型を検討している。クロスドラゴン型は光学系全体 (主鏡・副鏡・焦点面) がコンパクトにまとまっていることから衛星搭載に適しており、更に広視野を確保できるという特徴を持つ為、CMB 観測にも適している。

LiteBIRD 光学系に求められる仕様として重要なのが、キャリアレーション精度を決める「開口径」、PSF 径に直結し検出器設計に影響する「 F_{no} 」、そして全天掃引の効率に影響を及ぼす「視野 (FOV)」である。開口径が大きく且つ F_{no} が小さくなればなるほど、また FOV を大きくしようとすればするほど光学系の収差補正は難しくなる。従来のクロスドラゴン光学系では軸外し非球面が主に使われていたが、主鏡・副鏡の 2 面しかないため設計パラメタ数が少なく、これら三つを実現するには自ずと限界があった。

そこで、LiteBIRD のクロスドラゴン光学系では、主鏡・副鏡共に高次の係数を持つアナモルフィック非球面を採用した。アナモルフィック非球面は、 x 方向と y 方向で独立な非球面形状を持つため、形状パラメタが倍増して設計自由度が増えるため、小さな F_{no} と大きな開口径・FOV を達成することが可能となる。当然、打ち上げロケットのフェアリングサイズという全体の大きさへの絶対的な制限条件は満たしつつである。

本発表では、高次のアナモルフィック非球面を採用することにより始めて実現された、開口径 $\phi 400\text{-}600\text{mm}$ 、 $F_{no}\sim 2.5$ 、 $\text{FOV}\sim 10\times 20\text{deg}$ というクロスドラゴン光学系の性能と非球面次数との関係等に関して詳細に報告する。