

# Newport 製 ヘキサポッドを用いた宇宙光学テスト・計測

東アジア圏の著名な研究機関で、宇宙用途向けの大型非球面光学ミラーおよびレンズが開発されています。 $\lambda/30$  rms の高い表面品質と最大直径 2m で製造されたミラーは、高解像度の人工衛星や大型望遠鏡に使用されます。宇宙光学系の試験工程では、Newport HXPシリーズ ヘキサポッド6軸平行運動ポジショナーが、計測と品質管理において重要な役割を果たしています。

宇宙に打ち上げるペイロードが大きいほど高額な費用がかかるため、研究者たちは衛星に使用される光学システムを小型化し、重量を最小化する方法を考案しました。より軽量でコスト効率に優れた全体的なパッケージを製造する際、設計が複雑なマルチレンズアレイの代わりに、単一の大型高精度非球面レンズまたはミラーが採用されました。画質は光学システムの重要な要素であるため、衛星CCDカメラの全体的な画像を劣化させないように、このモノリシック非球面レンズ／ミラーの表面品質は製造後に徹底的に評価されます。

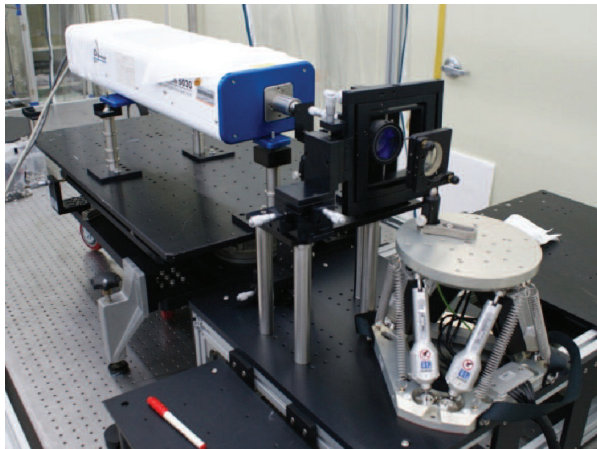


図1: HXP100-MECAを使用した非球面レンズの特性評価のセットアップ例

テストセットアップでは、衛星内部のCCDカメラに相当する小さな反射ミラー／レンズを電動プラットフォームに取り付け、テスト対象デバイス(DUT)、すなわちビームパスに配置された大型の非球面レンズ／ミラーの変調伝達関数(MTF)と波面歪み誤差(WDE)を測定します。コリメートされたビームがDUTで透過または反射されると、波面の形状の変化が観察され、入射波面と比較されます。これにより、光学表面の品質が示されます。DUTのサイズは多様で、さまざまな入射ビーム角度でテストする必要があるため、制御光学系には5つの異なる動作自由度が求められます。2つは入射ビームの中心に配置するため、2つはチップティルト調整用、もう1つは光軸に沿った焦点合わせ用です。

アライメントが試験プロセスの中で最も労力と時間を要する部分であることが明らかになったため、研究者たちは、電動リニアステージと回転ステージをスタックして組み合わせた既存のセットアップの代替として、ヘキサポッドソリューションをNewportへ依頼しました。スタックステージでは、光軸の高さやミラー／レンズの焦点距離の変化に応じて光学系のピボットポイントを再配置することが困難であったため、新し

いDUTに合わせてセットアップを再構成するのに数日を要しました。さらに、スタック内の各軸の動きによって生じる誤差のため、3D座標で目的の位置に到達するために必要なすべての軸の移動量を、厳密な許容誤差内で見積もることは容易ではありませんでした。

ヘキサポッド制御アルゴリズムが提供するデュアル座標系と仮想ピボットポイントの定義機能により、全体的な製造サイクル時間が大幅に短縮され、運用コストが最小限に抑えられます。

研究者は、「Newportsのヘキサポッドを入手するまでは、光学系の認定と特性評価プロセスに約1週間かかりました。今では、テストサイクルを完了するのに2日もかかりません」と述べています。



図2: Newport HXP100-MECA アセンブリ

NewportのHXP100シリーズヘキサポッドは、6つの高性能DCサーボモーター LTAアクチュエータで駆動され、X、Y、Z、ピッチ、ロール、ヨーの6自由度を提供します。仮想ピボットポイントにより、ユーザーは回転中心を自由に選択でき、光学部品の位置やビームの方向がずれた場合にセットアップを再構成する時間を、最小限に抑えることができます。HXP100には、レーザービーム、DUT、基準光学系などのすべてのアクティブコンポーネントを制御するために単一のユーザー定義座標系を使用できるように、座標系全体を再配置するオプションがあります。専用のヘキサポッドコントローラー HXP100-ELECは、高速イーサネットTCP/IP通信インターフェース、同期制御を備えた高度なモーションプロファイラー、LabVIEWなどのさまざまなソフトウェアプログラムライブラリを提供し、ユーザー環境における統合ソフトウェア制御のスムーズなプログラミングを保証します。

# Newport 製 ヘキサポッドを用いた宇宙光学テスト・計測

Travel range (X)	±29 mm
Travel range (Y)	±26 mm
Travel range (Z)	28 mm
Travel range ( $\Theta_x$ )	±12°
Travel range ( $\Theta_y$ )	±10°
Travel range ( $\Theta_z$ )	±20°
Min. incremental motion (X, Y, Z)	0.5 $\mu\text{m}$
Min. incremental motion ( $\Theta_x$ , $\Theta_y$ , $\Theta_z$ )	5 $\mu\text{rad}$
Repeatability (X, Y, Z)	0.5 $\mu\text{m}$
Repeatability ( $\Theta_x$ , $\Theta_y$ , $\Theta_z$ )	17 $\mu\text{rad}$
Max. speed (X, Y, Z)	1 mm/s
Centered load capacity	200 N
Rigidity (Z)	40 N/ $\mu\text{m}$

Newport は、光学、衛星の組立・試験、アライメント、バイオテクノロジー、X線回折研究、微細加工など、多様なアプリケーションのニーズに応えるため、様々な構成のヘキサポッドを提供しています。HXP1000シリーズは、最大5000Nまでの長いストロークと高い耐荷重性を備えています。HXP50シリーズは、薄型、短いストローク、そして低コストで高速動作を実現します。ご要望に応じて、真空対応バージョンもご提供いたします。

詳細はお問合せください。