

ハレアカラ PLANETS1.8m 望遠鏡主鏡の研磨プロセスにおける

鏡面機上計測法の検討(V)

2022年3月31日

名古屋大学環境学研究科 地球環境科学

平原靖大

研究目的

日本国内のナノオプトニクス研究所・アストロエアロスペース社の新型ロボットアーム研磨機を用いて、ハレアカラ山頂サイトに建設を目指している、PLANETS 1.8m 望遠鏡の単一軸外し放物面主鏡の最終精密研磨に取り組んだ。

研究内容 PLANETS 望遠鏡 1.85mφ 軸外し放物面主鏡の最終研磨

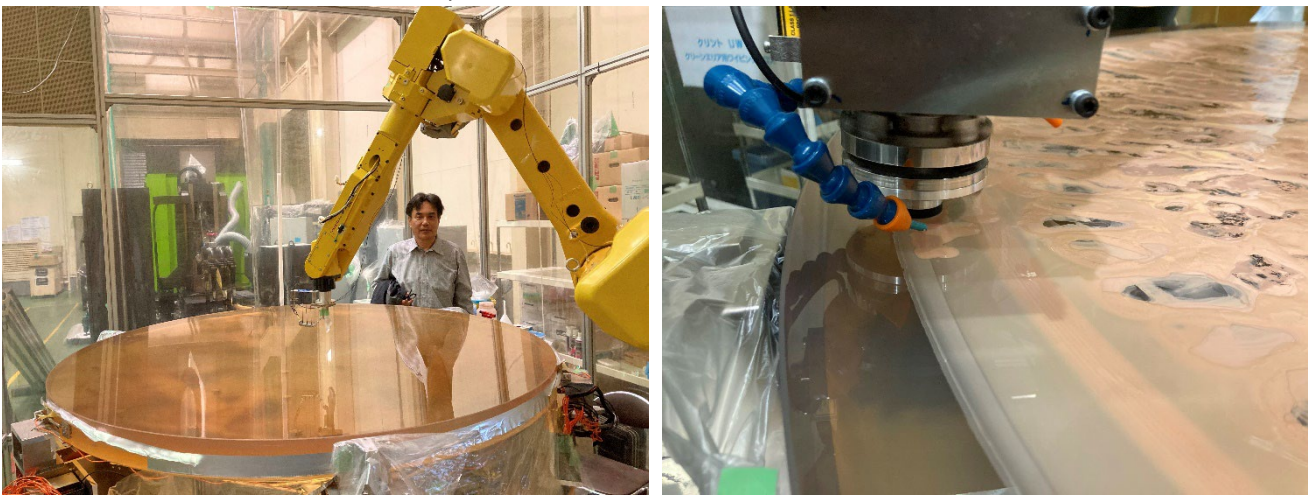


図 1: LogistLab 社の新型ロボットアーム研磨機 (左: 3点引きずり計測、右: CeO₂スラリー研磨)

LogistLab 社(旧アストロエアロスペース・ナノオプトニクス研究所)が開発した、ロボットアーム研磨機上の3点ひきずり計測法は、岡山せいめい3.8m 望遠鏡の副鏡(回転双曲面)、第3鏡(平面)などの最終研磨工程でのオンマシン形状計測法として用いられ、高い実績がある。本研究では、新たに導入されたロボットアーム研磨2号機(図1左)を用いた、PLANETS 望遠鏡の放物面主鏡(外径約1.85mφ、軸外し角23.46°)の研磨と形状計測法の詳細な検討を行った。3点ひきずり法では、ある計測パスに沿ったデータから曲率を求めたのち、2階逐次和分によって形状の推定し、多数の計測データのスティッチング処理により、高い精度での面形状測定を行うが、これまで軸外し放物面に対して適用された例はない。軸外し放物面では、軸対称面中心周りの円環パスと異なり、曲率ベクトルの“向き”が接線方向以外に主法線と従法線方向の成分をも有しつつ、パスの進行によってそれら変化する。従って、現実の3点引きずり計測センサーモジュールのローリング運動を定量化し、計測データの補正を行う必要がある。そこで本研究では、任意の直線・円環計測パスに対する鏡面位置、曲率ベクトル、法線ベクトルを解析的に導出するプログラムを製作し、最適な計測パス集合を検討することを可能にした。また、データスティッチング法として、自由度を制限した“梁モデル”による有限要素法プログラムを導入したこれによって系統誤差とともにセンサーのドリフト誤差を含むランダム誤差の推定が可能になった。またこれらのプログラムを用いて直線パスと円環パスを含む計測を修正研磨(図1右)後に12回実施し、PLANETS 主鏡の形状誤差を670nmRMSから200nmRMSに減少させた。

成果発表

花村悠祐、平原靖大、古賀亮一、鍵谷将人、永田和也、坂野井武、笠羽康正、栗田光樹夫、森本悠祐、徳地研人、高橋啓介、PLANETS 軸外し放物面鏡の研磨と計測、第10回 可視赤外線観測装置技術ワークショップ2021, 2021年12月、オンライン

鍵谷将人、坂野井健、笠羽康正、平原靖大、栗田光樹夫、1.8m 軸外し望遠鏡 PLANETS の開発状況、日本天

文学会 2022 年春季年会, 2022 年 3 月、オンライン

1.8m 軸外し望遠鏡 PLANETS の開発状況, 鍵谷将人, 永田和也, 花村悠祐, 平原靖大, 栗田光樹夫, 坂野井健, 笠羽康正, 第 23 回惑星圏研究会, 2022 年 2 月、オンライン