

金属鏡望遠鏡の開発

旧クーデ型太陽望遠鏡の再出発：萌芽的で小規模な観測装置や観測手法の開発実験用プラットフォーム

浮田、泉浦、神戸、神谷、前原、筒井、柳澤、黒田 (OAO)、松永(東大)



概要

私達は、これまであまり試みられてこなかった金属鏡を用いた天体望遠鏡製作の要素技術の開発しています。2012年度に法人活性化支援経費、2015年より3年間の科研費の支援も得て、その実験を進めています。その特徴は1)分光観測専用望遠鏡の主鏡面の結像性能は3秒角でよいと割り切り、2)サブミリ波望遠鏡(ASTE/ALMA)に用いられたアルミパネルの製作技術を用いて高精度で軽量の分割金属鏡を切削加工し、3)アルミ表面に無電解ニッケルメッキをせず直接研磨し、4)簡素な鏡面支持方法(3点支持)を採用している点などです。これらのアプローチは将来の低価格・短工期で製作する新しい中口径(2mクラス)望遠鏡製作や既設65cmクラスの架台に2mクラス主鏡を搭載するシステムアップグレードの端緒となり、大学の研究グループが特徴のある観測装置を載せ、絞り込んだ研究課題に集中させることでユニークな観測研究を展開できる世界が広がるはずで、実証観測として、東大木曽観測所の銀河面変光星サーベイによる新天体の分光分類観測を行います。

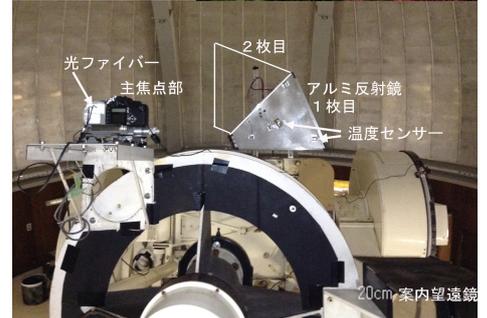


図1. 分光専用金属鏡望遠鏡(2014秋)。アルミ製の反射鏡で集められた光は焦点部の光ファイバーを通して1階に導かれ、低分散分光装置で観測される。

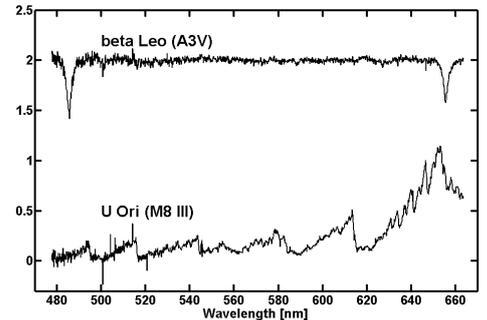


図2. 1枚鏡段階でのシステム全系統合テスト(2015年3月)、サンプルスペクトル。現状の10秒角の結像性能(図7参照)に合わせてコア径200マイクロファイバー(12秒角相当)を用いている。

金属鏡はハーシェルのお昔から天体望遠鏡の主鏡製作手法の選択肢のひとつです。鏡の自重変形(密度/縦弾性率)に依存し、アルミとガラスとはほぼ同じです。熱変形は(線膨張係数×比熱/熱伝導率)に依存し、アルミと低膨張ガラスとはそれ程変わりません。アルミ合金には優れた機械切削性を持つというガラスにはない特徴があり、軽量化を簡単に行うことができます。これに伴い望遠鏡本体や基礎部のコストも大幅に下がります。

柔らかいアルミを研磨して金属光沢を得るのは難しいとされ、従来の金属鏡の製作では、硬いニッケルを無電解メッキ(カニゼンメッキ)してニッケル鏡面を研磨していました。私達の特徴は直接研磨するアプローチを採用する点にあります。今回の実験では最終仕上げをバフ研磨と近年の半導体ウエハの製作で用いられているCMP(化学的機械的研磨)との両方を試します。ニッケルの反射率が約60%と低いことなども考慮すると、直接研磨が最良の手法であると判断しています。またこのアプローチを採用することにより、望遠鏡運用の段階でガラス鏡では毎年行うアルミ蒸着作業から解放され、CMPによる簡単な手磨きで高い反射率を保つことが出来るのもメリットです。

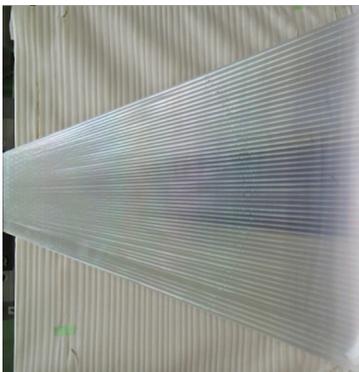


図3. 切削加工された鏡。この段階では風景は映らない。

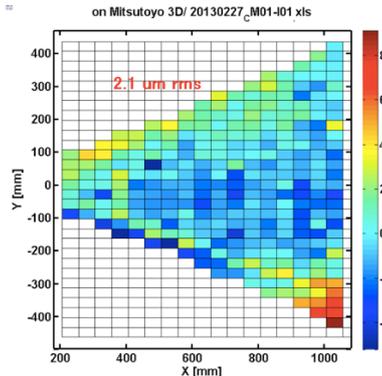


図4. 鏡面精度 2 μm



図5. お決まりの儀式。カッターマークのために太陽像が分散されて虹の七色に、

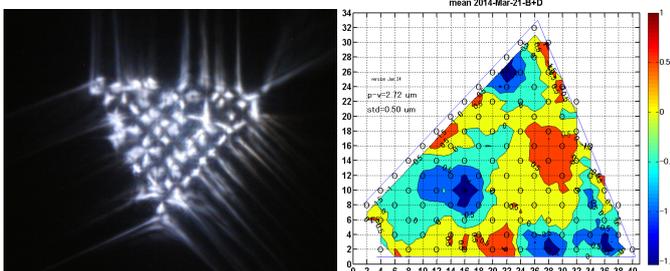


図6. 研磨作業中のハルトマン試験の星像。その解析から得られる鏡面形状を見ながら研磨を進める。

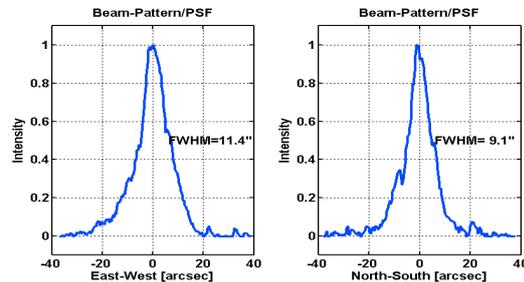


図7. ビーム幅10秒角。目標値の3秒角ははるか先であるが、とりあえず先に進む。