

2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

<p>研究課題名 和文：CTA 大口径望遠鏡 反射鏡調整制御と電源システムの運用 英文：Integration and operation of the optical and power systems in CTA LST</p>
<p>研究代表者 野田浩司（東大宇宙線研） 参加研究者 深見哲志、稲田知大、猪目祐介、岡崎奈緒、手嶋政廣、齋藤隆之、千川道幸、Ievgen Vovk（東大宇宙線研）、加賀谷美佳（仙台高専）、奥村暁（名古屋大）、片桐秀明、吉田龍生、小原光太郎（茨城大）、山本常夏（甲南大）</p>
<p>研究成果概要</p> <p>LST 反射鏡は対辺間 1.5m の六角形の球面鏡 198 枚に分割されており、各鏡に設置された 2 つのアクチュエータでその方向を独立して調整する。分割鏡調整法は複数あるが、基本となるのは天頂角に応じて調整する Look-Up Table (LUT) 法である。LST では、天頂角以外の外気温、風などを補正するために、各鏡に設置した CMOS カメラで理想的な方向を記憶し、各鏡のズレを「随時」補正する Active Mirror Control (AMC) と呼ばれる方法を備えている。</p> <p>LST 電源系には、突発天体の追尾をできるだけ早く追尾開始するための望遠鏡高速回転を実現するための短時間の高電力供給が求められる。UPS のバッテリーの代わりに高速回転ローターに電気を蓄える仕組みを備えており、この安定運用が鍵となる。</p> <p>1) LST1 号基 LUT モード安定運用</p> <p>本年度は学位論文を終えた大学院生が研究員として復帰し、光学系安定運用のためのソフトウェア整備を進めた。同時に新型コロナウイルス感染症の影響により遠隔観測が鍵となったが、ソフトウェア安定性は遠隔運転に重要であり、結果的にタイムリーな研究となった。具体的には 1 グループ 13 枚の鏡を受け持つ Slave サーバと計 16 の Slave を統括する Master サーバの接続法を見直し、より安定な情報伝達を可能にした。また Master サーバのステートマシンを改善し、高層の望遠鏡制御からの命令の誤解釈を防いだ。8 月には観測地に赴いて保守作業を行い、その後の安定運用に備えた。</p> <p>以上により安定観測が可能となったため、LUT 更新と天頂角に応じた調整を行った。</p> <p>右はその結果だが、天頂角に応じた interpolation 調整が固定 LUT に比べて安定して小さいスポットサイズを得られると確かめられた。スポットサイズは今後も改善を行い、目標値 25mm に近づける。</p>

2) Active Mirror Control (AMC)

CMOS カメラを使った AMC については、エキスパートの渡航が制限されたことにより遅れが生じている。さらに 2021 年に雪嵐が続き (5 年に一度程度の規模)、CMOS カメラのハードウェアに問題が生じたため、現在その修理・保守作業が進行中である。

3) 電源系の運用

2020 年 8 月の渡航時に、遠隔からの電源系モニター・ログの改善を行い、その安定性が劇的に改善した。また過去にごく稀に関連ハードウェアの電源再起動が必要となることがあったため、本渡航で同箇所にて遠隔操作可能なリレースイッチを導入し、日本からでも電源モニターシステムの再起動を可能にした。その後 (野田帰国後)、申請時に挙げた空調機器の追加作業が現地であったが、8 月末の 1 回目作業で設置が完了しなかった。2 回目作業は 2021 年 4 月に予定されているため、来年度に持ち越された。空調機器が設置された後にモニターの自動化を行う計画である。

4) LST2-4 号基用ネットワーク関連

この項目は翌年度以降に持ち越された。

一方で、LST1 号基光学系のネットワークについて、安定性を高めるとともに遠隔からの操作をより簡単にするための改良を行った。具体的には、各 Slave サーバのある配電盤内のネットワーク配線・設定を単純化して安定性を高め、またネットワークスイッチを追加して冗長性をもたせた。この作業は 2021 年 2 月に行われた。またサーバマシンをより長期運用に耐えるファンレスの機種に変更する計画であり、さらにはその電源周辺も改良して、安定性向上と遠隔化を行う。必要となるサーバマシンと電源デバイスは本年度に購入済みである。これを 2021 年度に送付し、同年夏頃に設置予定である。

2021 年度にはさらなる安定化を目指し、サーバの追加が行われる。現在 LST1 号基は IT センターの隣に位置しており、接続が失われる可能性は低いですが、今後 LST2-4 号基は IT センターから離れた場所に設置されるため、接続が一時的に失われたときにも望遠鏡制御に支障がないようなシステムを構築する必要がある。そこで Local に追加サーバを設置した改良システムを LST1 号基で試験しておき、来年度に始まる LST2-4 号基の建設に向けた準備を行う。また、反射鏡や鏡調整関連のデバイスの準備も並行して進める必要がある。特に調整 (Slave サーバ) 関連は、2021 年夏に LST1 号基で問題なく稼働することが確かめられたのち、LST2-4 号基に向けて追加で準備していく計画である。