

平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および光学系の較正

英文：Calibration of fluorescence detector and optical system with standard light source mounted on UAV

研究代表者 富田 孝幸
参加研究者 多米田 裕一郎
関 皓月
池田 大輔

研究成果概要

本研究の目的は、TA 実験で使用される大気蛍光望遠鏡の移動光源(Opt-copter)によるキャリブレーションである。本光源を UAV に搭載することで、複数台の望遠鏡の検出感度を単一の標準光源で較正することが可能となる。また、高性能 GPS を搭載することで望遠鏡のアライメント測定も期待できる。

平成 29 年度は 8・9 月の観測にて望遠鏡のアライメント測定に関して手法の確立を試みた。

Opt-copter の最終目的は大気蛍光望遠鏡の絶対較正であるが、そのためには 0.1m 精度での測距性能を必要とする。Opt-copter による光源の測距精度は地上レベルで、これを達成済みである。平成 29 年度は、大気蛍光望遠鏡の感光面のピクセル境界の不感領域を利用し確認した。試験時の航路の概念図を図 1 に示す。また、その際の GPS 測距による光源方位角、望遠鏡受光強度の重心による方位角、受光強度の関係を図 2 に示す。

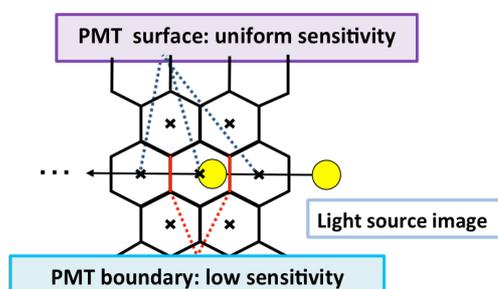


図 1：測距性能測定試験の感面上の像の移動イメージ

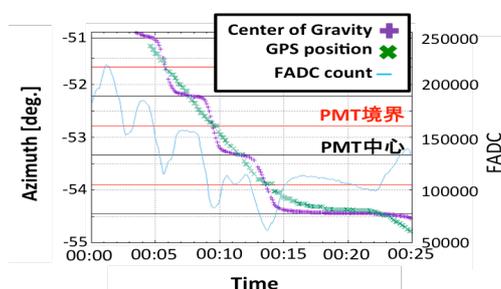


図 2：GPS 測距による光源方位角、望遠鏡受光強度の重心による方位角、受光強度の関係

望遠鏡の1ピクセルあたりの角度分解は1度であるため、GPS測距による光源の位置が隣接するピクセルに移動する毎に、受光重心は受光量が支配的となるピクセル中心へと移動する。これは光源の感面上の像が望遠鏡の1ピクセルよりも十分に小さいことを示す。受光重心とGPS測距の方位角が交差するのはピクセルの中心と境界である。これは『像の広がり方位角方向に対称』かつ『GPS測距と望遠鏡設置の方向が一致』する条件下でのみ観測可能となるこのため本試験では上記の2点が確認できた。一方で、GPS測距による位置がピクセル境界にある際に受光強度も局所的最小を示し、これにより設計に従った望遠鏡設置が確認された。局所的最小を示した際のGPS測距より、両者による誤差は0.15mであることが示され、Opt-copterとしても地上での測距性能と同等の測距性能を飛行中にも得られることが確認された。

しかしながら、望遠鏡の集光性能の高さから本機の像の大きさでは望遠鏡の中心ではトリガー条件を満たす数のピクセルでの信号の捕捉が難しく外部モジュールによる発光同期のトリガーが必要である点も判明した。平成29年度9月の試験以降はこのモジュールの開発を行った。ublox製のGPS受信機ボードEVK-N8Mによりこれを実現し、望遠鏡による信号受信フレームである50 μ 秒よりもはるかに高い数十ナノ秒での同期を実現している。平成30年度以降の試験ではより安定した試験によりテレスコープアレイ実験の全ての大気蛍光望遠鏡の較正が期待できる。

以下に本研究に関する主な発表を挙げる。

1. 「TA実験310：UAV搭載型標準光源による大気蛍光望遠鏡の較正」、富田孝幸、関皓月、稲富大地、多米田裕一郎、日本物理学会2018年73回年次大会
2. 「TA fluorescence detector calibration by UV LED with an unmanned aerial vehicle」Y.Tameda, T.Tomida, M.Hayashi, T.Seki, for the Telescope Array Collaboration, ICRC2017
3. 「UAV搭載型標準光源を用いた大気蛍光望遠鏡較正実験」稲富大地、関皓月、富田孝幸、多米田裕一郎、齊藤保典、応用物理学会北信越支部大会