

平成 30 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 response and optical system with standard light source mounted on UAV

研究代表者 富田 孝幸 信州大学 助教

参加研究者 多米田 裕一郎 大阪電気通信大学 講師

関 皓月 信州大学 修士 2 年

稲富 大地 信州大学 修士 1 年

研究成果概要

本研究 (Opt-copter) の最終目標は、大気蛍光望遠鏡 (FD) の応答および幾何光学系の較正手法の確立である。

Opt-copter は飛行型ドローンにパルス状に紫外光を発する標準光源を搭載し FD 視野内を飛行することで、ドローンの位置情報から FD の幾何光学特性、標準光源からの発光量より検出器応答特性を計測し、FD における宇宙線解析における較正データの再検討のために開発している。

平成 30 年度は、テレスコープアレイ実験サイトでの試験と今期の試験を基に FD の幾何光学系の較正手法の確立を目指す。FD の応答特性の較正の達成には標準光源の位置を正確に理解する必要があり、開発の展開として幾何光学系の較正手法の確立を先んじて求められるためである。

平成 30 年度初頭は平成 29 年度までの試験データを解析し、これを元に最適なフライトコースの検討とドローンに搭載する高精度 GPS の計測性能を確認する実験を行い、製造元の保証する $\pm 10\text{cm}$ の測定精度を確認した。加えて昨年度までの試験により標準光源の発光用の発振器と FD のデータ取得トリガー用の発振器にパルス発生時間にズレが生じる不具合と高精度 GPS のデータ転送に不具合が確認されたので、前者を新規の電子部品を導入すること、後者を通信アンテナの再検討により改善した。後述の試験では、FD によるデータ取得率が 70% から 83% まで改善され、高精度 GPS のデータ取得率は 81% から 98% まで改善した。また、ドローンのジンバル部に搭載する電子部品の配置の最適化を測り、現地での観測準備作業の改善にも取り組んだ。

平成30年度8月から10月にかけてテレスコープアレイ実験サイトにて、本機を用いたFDの幾何光学特性の測定を試みた。そのフライト航程は目的毎に分けて実施した。航程と目的を下記に示す。

FDの視野の中心付近の飛行： FDの視野方向、焦点サイズ

FDの視野の周辺部の飛行： FDの集光特性、収差

隣接のFDに跨る飛行： FDの相対的な視野方向

11月以降は、本年度の試験データのうちFD視野中心付近を航行したデータを用いてFD毎の視野方向を解析にあたった。高精度GPSの測距性能である10cmは航行したFDの300m 遠方では 0.02° であり、FDの1ピクセルが 1° であるため、十分に真値として取り扱うことが可能ある。解析は高精度GPSによって得られた標準光源の位置を真値としてFDにて取得した受光量データの重心の比較を行なった。図1はFDの視野中心を横切る航行において、GPSデータと受光重心位置の差とGPSデータとFD

視野上における視野中心ピクセルからの開き角を評価比較したものである。FDのピクセルサイズよりも受光スポットが小さいことから、受光するピクセルが移動するにつれて山状の信号を示し、線状のデータがピクセル内部にて受光しており、疎らな部分がピクセルの境界となる。

FDの視野方向が現行の較正值と異なる場合には、真値を示すGPSと較正值を使用するFDの受光重心では異なる位置を示し、図1の上下方向へデータ全体が移動する。また、このノコギリ形状の尖度からFD視野中心における集光スポットの大きさも見積もることが可能と判明した。

以下に、本研究に関する主な発表を挙げる。

- ・ 国内学会発表

「TA実験324: 飛行型標準光源を用いた大気蛍光望遠鏡の視野方向解析」、稲富 大地 (他7名)、日本物理学会 第74回年次大会

- ・ 国際学会発表

“Developing the calibration device using UAV mounted UV LED light source for the fluorescence detector”, T.Tomida (他5名), UHECR2018

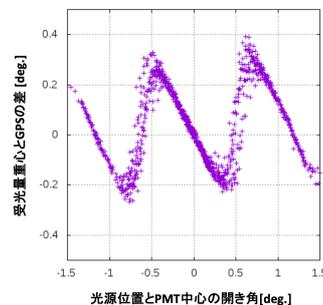


図1：高精度 GPS と FD 受光量重心の差、横軸を FD 中心ピクセルからの高精度 GPS 位置の開き角