

平成 28 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：ラジコンヘリコプターによる TA 実験大気蛍光望遠鏡キャリブレーション
英文：Calibration for TA FD with RC helicopter

研究代表者 多米田裕一郎 神奈川大学 工学部 特別助教
参加研究者 富田孝幸 信州大学 工学部 助教
林幹樹 信州大学 工学部 修士 2 年

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。

望遠鏡較正手法の確立

本年度 9 月に米国ユタ州の TA 実験サイトにて、望遠鏡較正手法の確立のための試験を行った(図 1)。TA-FD BRM サイトの基準点を起点とし、複数台の望遠鏡の 200m 先の視野内をプログラム飛行する。1 飛行あたり 4 台の望遠鏡の視野内を飛行可能であることが確認できた。昨年度の試験では、光源を覆う拡散球による光量の減衰が十分でなかったため、望遠鏡の PMT の信号がサチュレートしてしまっていたが、LED 駆動回路に光量制御部を実装し適切な光量になっていることも確認できた(図 2)。引き続き 1 月には、光源を GPS に同期して発光させるシステムの試験を行った。GPS の PPS から、10PPS を生成し、LED の発光タイミングと望遠鏡のデータ収集のトリガーとした。

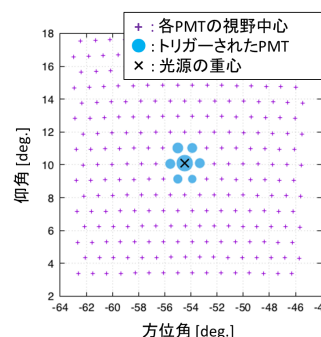


図 2. FD で測定した Opt-copter.
● トリガーされた PMT
× 信号の重心位置

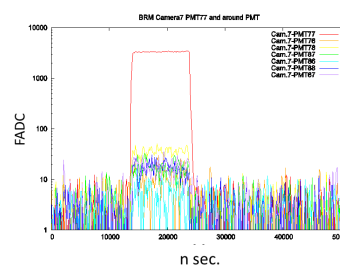


図 2. FD で測定された Opt-copter の波形

Opt-copter 飛行性能評価

Opt-copter には、RTK 測量が可能な GPS を搭載しており、位置決定精度は水平方向で±2cm、垂直方向で±5cm である。9 月試験では、飛行中の OptCopter の飛行性能も評価した。設定した位置との測定した位置の差は平均 0.03m、分布の幅は+0.32m/-0.44m であった(図 3)。

UAV の飛行スペックが±1.58mであることを考慮すると、十分な性能が出ていることが確認された。しかし、1 月の試験

では飛行の高さ方向の位置精度が悪くなることが確認された。飛行制御に用いられている高さセンサの温度特性が原因と考えられるため、今後対策が必要である。

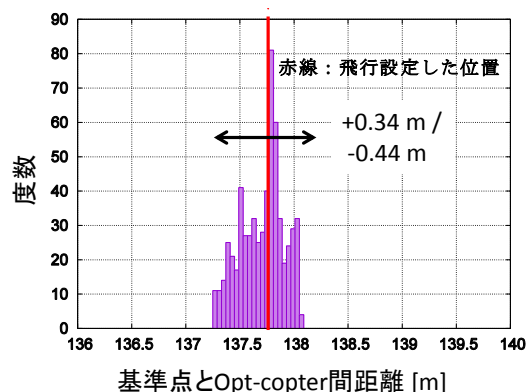


図 3. 基準点と OptCopter 間の距離の分布。赤線は飛行プログラムで設定した位置。

望遠鏡ジオメトリの測定

図 4.は、望遠鏡測定値を用いて計算した Opt-copter の重心位置と GPS 測定値を望遠鏡の視野内の方位角と仰角に射影して比較したものである。TA 実験の望遠鏡の分解能が 1 度程度であるため

Opt-copter が PMT 視野の中心に近い時は特に両者が一致しない。この

特性を用いて望遠鏡の焦点面でのスポットサイズを見積もる手法を検討した。望遠鏡のアライメント測定によって、TA 実験の系統誤差の改善が期待される。

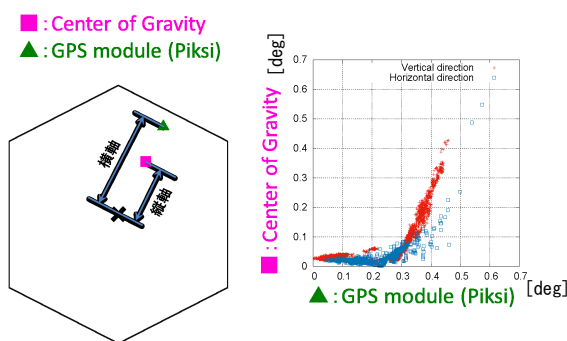


図 4. 望遠鏡の測定値から計算した重心位置と GPS 測定値を望遠鏡視野内での方位角と仰角に射影し、PMT の中心と差分を取り比較した。

以下に本研究に関する主な発表を挙げる。

1. 「TA 実験 285 : 大気蛍光望遠鏡較正のための UAV 搭載型標準光源の開発」、富田孝幸、林幹樹、齊藤保典、多米田裕一郎、常定芳基、本田建、日本物理学会 2016 年秋季大会
2. “Development of a UAV-mounted light source for fluorescence detector calibration of the Telescope Array experiment”, M. Hayashi, Y. Tameda, T. Tomida, Y. Tsunesada, , T. Seki, Y. Saito, UHECR2016 (Kyoto)
3. 「TA 実験 290 : TA 実験における大気蛍光望遠鏡の較正」、富田孝幸、林幹樹、多米田裕一郎、他、日本物理学会第 71 回年次大会
4. 「宇宙線望遠鏡較正のための UAV 搭載型標準光源の開発」、林幹樹、修士論文 (信州大学)
5. 「宇宙線望遠鏡較正のための UAV 搭載型標準光源に搭載する高精度 GPS モジュールの性能評価」、関皓月、卒業論文 (信州大学)