

## 平成 27 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 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 神奈川大学 工学部 助手 多米田裕一郎  
参加研究者 信州大学 工学部 助教 富田孝幸  
信州大学 工学部 修士 1 年 林幹樹  
信州大学 工学部 学部 4 年 山本昂平

### 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によるキャリブレーションである。本光源をマルチコプターに搭載することで、複数台の望遠鏡の検出感度を単一の標準光源での校正が可能となり、望遠鏡のアライメント測定への応用も期待出来る。持ち運びが容易なため、Auger 実験とのクロスキャリブレーションも期待される。

本校正装置(以後 OptCopter)は、望遠鏡から 100m 程度の距離での使用を想定している。このため、位置決定精度には、10cm 程度の精度が要求される。マルチコプターは GPS により飛行を制御するが、飛行の位置精度は 3m が限界である。10cm の位置決定精度を実現するために、2 台の GPS を使用する RTK 測量方式を導入した。RTK 測量には、Swift navigation 社製の GPS である Piksi を用いた。Piksi は 2 台の GPS から成り、互いに電波により通信することで、リアルタイムで 10cm 以下の精度で相対位置を測量する。信州大屋上にて図 1.のように、Piksi を用いた RTK 測量の性能評価を行った。性能評価の結果より位置決定精度は、水平方向で±2cm、垂直方向で±5cm が得られた。よって、Piksi による位置決定精度が十分であることが確認された。よって OptCopter は、飛行制御においては 3m 程度の精度となっているが、さらに 1 台の GPS を追加で搭載することで RKT 測量により数 cm の位置決定精度を実現可能となった。

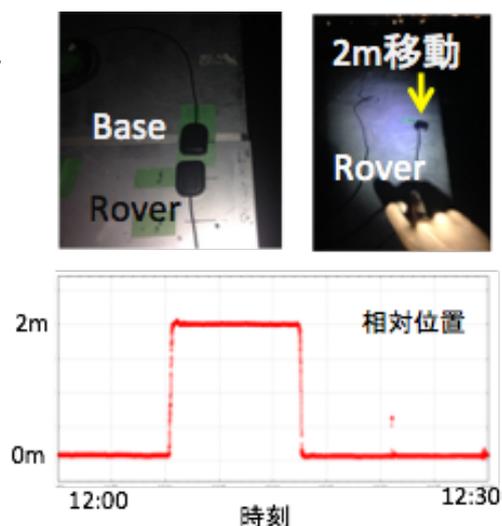


図 1. 2 台の GPS アンテナを隣り合わせの初期化状態から、2m ずらして相対位置(右図)を測定。

TA 実験の Black Rock Mesa (BLM) FD サイトにて、RKT 測量システムを搭載した OptCopter の試験を行った。RTK 測量では、2 台の GPS 間の相対位置の測量になるため、1 台は BLM の測量点に設置した。図 1 は、FD により測定された OptCopter の視野中の位置である。丸(灰色)が飛行予定位置で、バツ(青色)が実際に測定された位置である。このように、飛行予定位置とのズレが FD でも確認された。飛行中に RTK 測量によって得られた位置を使用してシミュレーションを行った。シミュレーションの結果が十字(赤色)で表されており、データとシミュレーションが一致していることが確認できた。

FD で測定された各チャンネルで得られた OptCopter の波形で、4 チャンネル分を重ね書きしてある。今回のように FD から 100m での飛行では、光源の光量が想定より大きかったため、中心付近の PMT の信号がサチュレートしてしまった。現在適切な光量が得られるよう光源の開発を引き続き行っている。加えて、RTK 測量による位置測定が 10Hz であることから 10PPS と同期し発光する機構、また飛行中の光量モニターシステムを導入していく予定である。

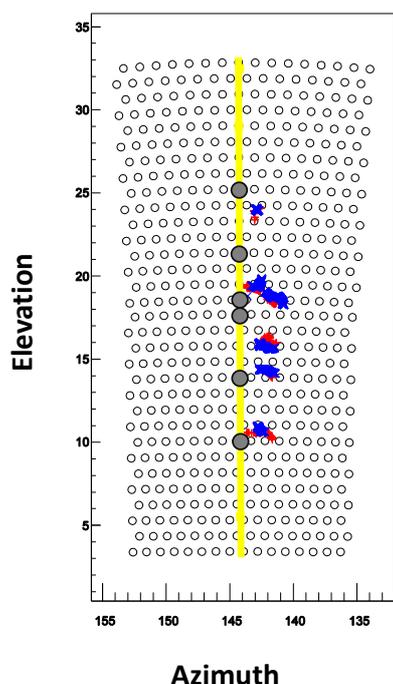


図 2. FD で測定された OptCopter。  
○(灰) : 飛行予定位置。✱(青) : 実際に測定された位置。+(赤) : シミュレーション。

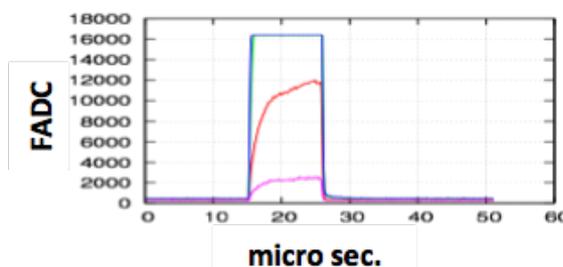


図 3. FD で測定された OptCopter の波形 (4 チャンネル分を重ね書き)。

Motoki Hayashi, Yuichiro Tameda, Yoshiki Tsunesada, Takayuki Tomida, 他、  
「Calibration of a fluorescence detector using a flying standard light source for the Telescope Array observatory」, ICRC2015

林幹樹、富田孝幸、多米田裕一郎、常定芳樹、本田建、他、「TA 実験 268:大気蛍光望遠鏡較正のための UAV 搭載型標準光源の開発」、日本物理学会 2015 年秋季大会