

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/10/2017

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学専攻	氏名 Name	岩本 康弘	指 導 員 教 員 Advisor	片岡 淳 印 Seal
研究指導名 Research guidance	放射線応用 物理学研究	学籍番号 Student ID number	5315A011-5 CD		
研究題目 Title	ドローンを用いた短時間かつ広域ガンマ線撮影の提案と実証				

【研究背景】

福島第一原発の事故で飛散した放射性核種のうち¹³⁷Csは半減期が約30年と長く、避難住民の帰還を困難にしている。さらに、福島県下の71%は森林であり、いまだ除染の目処が立っていない。市街地のみならず森林部を含め広範囲におよぶ飛散状況を短時間かつ迅速に把握することで、除染作業の大幅な効率化が期待できる。広範囲を探索する手法として、JAEA(日本原子力研究開発機構)主導で無人ヘリコプターにガンマカメラを搭載し、上空から放射性核種分布を取得した例が知られている。しかしながら、無人ヘリコプターは大型で100kg程度と重く、コストも1000万程度と高い。さらに、操縦には免許が必要であるため、一般市民が気軽に使うことは難しい。

本研究では近年急速に普及し、費用面や機能性に優れた市販のドローンを用いたガンマ線撮影を提案する。当研究室と浜松ホトニクス社が共同開発したコンプトンカメラは1.9kgと軽量であり、データ処理系を合わせても市販のドローンに十分積載することができる。福島県浪江町において実地実験を行い、その結果を報告する。

【ドローンと積載検出器(コンプトンカメラ)】

積載するコンプトンカメラは、GAGGシンチレータとMPPCで構成され、高感度でありながら小型かつ軽量を特徴とする(図1左)。角度分解能(ARM)は、約14°であり、実験室環境では0.3 μ Sv/hの線源を10秒程度で可視化することができる。

ドローンは、DJI社のSpreading Wings 1000+を使用した(図1右)。最大で6.6kg積載可能(バッテリー含め)で、22000mAhのバッテリーで10~15分の連続飛行が可能である。実験では、ドローンにコンプトンカメラとノートPCを搭載し、無線ネットワークを経由して画面をリアルタイムで地上に送信した。

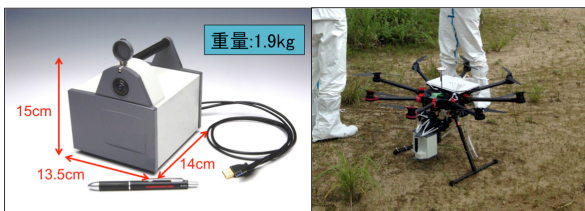


図1. 実験で使用したコンプトンカメラ(左)とドローン(右)

【研究業績リスト】

- (1) [国際会議口頭発表] Y.Iwamoto et. al., "A novel method for estimating 3D distributions of radioactive isotopes in materials", HSTD10,2015.
- (2) [論文] Y.Iwamoto et. al., "Novel methods for estimating 3D distributions of radioactive isotopes in materials", Nucl. Instrum. and Meth. A, 831 (2016) 295-300.
- (3) [記事]早稲田大学 HP 掲載, "ドローンを用いた上空からのガンマ線撮影に成功 飛散した放射性核種の分布を短時間で可視化", 2016.
- (4) [記事]日経産業新聞掲載, "セシウムの分布可視化 早大ドローン使い空撮", 2016/09/26.

【地上における空間線量率マップの作成】

実験は福島県浪江町の浪江高校津島分校の校庭で行った。ドローンによるガンマ線画像の信頼性を担保するため、事前にサーベイメータを用いて校庭全体の空間線量率を20mおき5 \times 6で30点測定し、補間することで線量の2次元マップを作成した。

校庭の端には、樹齢の若い松が数多く生えており、松の分布と高線量率の分布が重なる傾向が見られた。同様に校庭中央部に松は分布していないため、低線量率の傾向にあった。

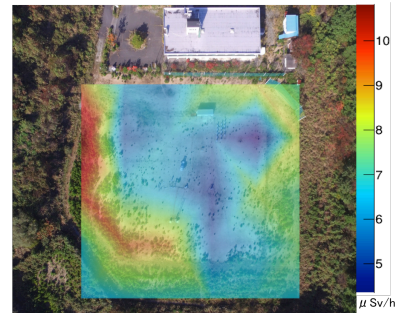


図2 実地の空間線量率マップ

【ドローンによる上空からの撮影】

ドローンを高度10mで約10分間ホバリングさせ、校庭のガンマ線撮影を行った。松が密集している部分に収束しており、空間線量率マップに矛盾のない結果が得られた。

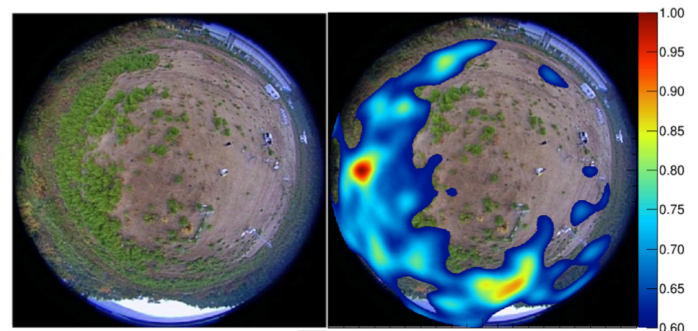


図3 可視画像(左)と撮影された放射性物質分布(右)

【まとめと今後の展望】

小型で安価なドローンを用いて、上空からのガンマ線撮影に成功した。今後はシステムの軽量化や森林など新たなフィールドへの展開を目指す。