

卒業論文概要書

CD

2018年 1月提出

学籍番号 1Y14B031-7

| | | | | | |
|-----------|---------------------------|----|-------|-----|--------|
| 所属学科 | 応用物理学科 | 氏名 | 栗原 拓也 | 指導員 | 片岡 淳 印 |
| 研究 題 目 | ドローンを用いた広域ガンマ線測定と画像定量化の検証 | | | | |

【研究背景】

福島第一原発事故から約7年が経過した現在、除染作業は急ピッチで進められているが、未だ多くの地域が帰還困難区域に指定されている。放射性物質の分布測定には、車や無人ヘリコプターにサーベイメータを搭載し、対象範囲を移動しながら測定するのが一般的である。これらは広域測定には適するが、時間がかかりサンプルも粗いため一般民家や市街地の詳細調査には適さない。また里山や森林、田畑など、社会生活と密着した狭い範囲での調査は今後の課題である。

当研究室では汎用ドローンと軽量コンプトンカメラ（約2キログラム）を用い、上空から放射線核種の局在を一気に可視化する、新しいシステムの構築を行ってきた。一方で、コンプトンカメラは原理上、ガンマ線の到来方向が角度のみで与えられるため、地上測定で得られた平面画像との比較が困難である。本研究では、コンプトンカメラの画像を平面画像に変換し、かつ定量性を持たせるための研究を行った。

【シミュレーションによる検証】

一般に、コンプトンカメラの画像は等立体角射影で与えられ、面積と立体角が比例関係にある。平面画像に焼き直すには、距離や面積を含む幾何学的補正が必要であり、シミュレーションで検討した。具体的には、視野中心と視野端に一様面線源を配置し、二つの射影方法で線源強度が正しく再現できるかを検証した。

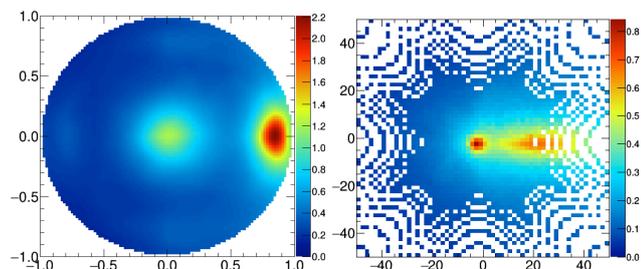


図1. 等立体角射影と平面射影

図1に示すとおり、等立体角射影では視野端ほど面積が広がるため線源強度が強調されて見えるが、平面射影では中心と視野端での強度が正しく再現されている。この結果を受け、福島県浪江町にある福島県立浪江高校（津島分校）の校庭でフィールド実験を行った。

【ドローンを用いた上空からのガンマ線測定】

空間線量率が5~10 μ Sv/h程度の校庭に20 \times 20m²の領域(ROI)を設定し、縦横2mごとに区切って格子状に代表点を取った。まず、各代表点でサーベイメータを用いた測定を行って地上測定での線量率マップを作成した(図2)。次にコンプトンカメラを搭載したドローンで、上空10mからデータを取得し、平面画像で再構成を行った(図3)。

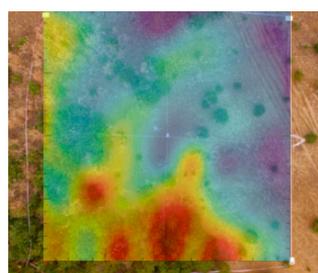


図2. 地上測定の結果
(サーベイメータ)

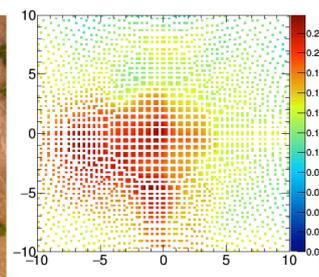


図3. 上空測定の結果
(662 \pm 50keV)

図2,3より、地上測定では校庭周囲の松林に沿った形で高線量域が集中し、上空測定ではROI中心に収束が見られる。両者は一見矛盾しているが、コンプトンカメラでは662 \pm 50keVのエネルギーカットでイメージを取得しており、サーベイメータではより低いエネルギーのガンマ線を含めた線量を表示している。そこで、コンプトンカメラの描画を300~500keVに下げ再構成したところ、図4のように地上測定と近い結果が得られた。つまり、サーベイメータの測定では低エネルギーの散乱線が卓越し、本来知りたい核種の分布ではなく、周りの散乱物質の分布をトレースしてしまう可能性が示唆された。

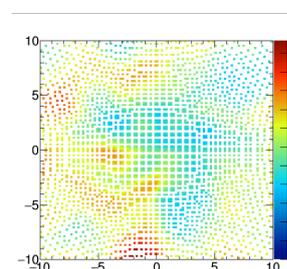


図4. 上空測定結果
(300~500keV)

【まとめと今後の展望】

本研究では、コンプトンカメラの等立体角画像を平面画像に焼き直し、その妥当性を検証した。福島での調査に応用したところ、サーベイメータで上空からの測定結果に大きな乖離が確認され、散乱ガンマ線の寄与を正しく見積もる必要が明らかになった。今後はエネルギー取得型のサーベイメータを用いて、同様な実験をさらに検証していく。