

令和 3 年 2 月 1 2 日

1. 報告者

氏名（フリガナ）	佐藤 優樹（サトウ ユウキ）
生年月日（年齢）	昭和 6 0 年 2 月 1 6 日（3 6 歳）
所属機関名	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

※年齢は令和 3 年 3 月 11 日現在

2. 研究内容

研究テーマ	放射性物質を“見える化”する統合型放射線イメージングシステム iRIS の開発と実証
研究分野	地震／津波／ <u>原子力災害</u> ／応急対策／ <u>復旧・復興</u> 土木／社会／心理／政治／行政／ 応急救助／住民避難／被災者支援／公共インフラ整備／ 住まいとまちの復興／産業・生業の再生／地域振興
研究概要（要約）	
福島第一原子力発電所（1F）の廃止措置や福島県帰還困難区域の環境回復を推し進めるにあたり、事故によって飛散・沈着した放射性物質の分布を把握することは、作業員の被ばく線量の低減や除染計画の立案のために重要である。本研究では作業現場に沈着している放射性物質を“見える化”するために、放射線可視化カメラ、環境認識デバイスおよびロボットを組み合わせた統合型放射線イメージング iRIS を提唱し、その有用性を実証した。	
研究の背景	
2021 年 3 月で 1F の事故から 10 年の歳月が経過するが、1F の原子炉建屋をはじめとした建屋内部には作業員の立ち入りや長時間作業が困難な高線量率エリアがまだ存在しており、一方で、帰還困難区域となっている地域においては局所的に線量率が高い“ホットスポット”が残されたままのエリアも存在する。これらの現場においては、放射性物質やホットスポットの位置や拡がり把握するための継続的な技術開発が求められている。	

具体的内容

1F 建屋内部の高線量率箇所や、福島県帰還困難区域の広範囲エリアについて、遠隔かつ3次元的に放射性物質の分布を可視化することが可能な統合型放射線イメージングシステム iRIS (integrated Radiation Imaging System) を開発した。

1F1 号機原子炉建屋内の 5 mSv/h 以上の高線量率エリアにおける実証試験では、浜松ホトニクス㈱と早稲田大学が共同開発した装置を基盤とし、これを小型軽量化して遮蔽を施したコンプトンカメラをクローラー型ロボットと一体化することにより、遠隔でのホットスポット検知に成功した。さらに、作業現場の複数枚の写真を組み合わせて建屋内部の3次元仮想モデルを構築し、ここにホットスポットのイメージを投影することにより、建屋内におけるホット

スポットの位置を3次元的に特定して可視化できることを実証した(図1)併せて、1F サイト内や福島県帰還困難区域の屋外エリアを測定するために、ドローンにコンプトンカメラとレーザ測域センサを搭載したシステムを開発した。IMU(慣性計測装置)やGPSを用いて、飛行中にコンプトンカメラが今どこを測定しているのかを逐一把握することにより、従来のガンマ線イメージャの利用方法である定点観測では困難であった移動しながらの測定を実現した。また、レーザ測域センサで取得した地形データに放射性物質のイメージを投影することにより、放射性物質分布の3次元的な表示を可能とした。福島県帰還困難区域で実施した実証試験では、従来のサーベイメータを用いた測定では半日以上かかったホットスポット探索について、わずか30分未満のデータ取得でホットスポットの可視化に成功した(図2)。なお、ドローンを利用した当該システムは、福島県浜通り地域の産業回復及び新規産業基盤の構築を目的とした地域復興実用化開発等促進事業において、地元企業の協力のもとに㈱千代田テクノルと共同開発したものである。



図1. 左:コンプトンカメラをクローラーロボットに搭載し、1F1 号機原子炉建屋内部にてホットスポット探索を遠隔にて実施。右:写真立体復元技術で再構築した建屋内部の3次元モデル上に、ホットスポット(赤色)イメージを投影(補足資料[2]参照)。

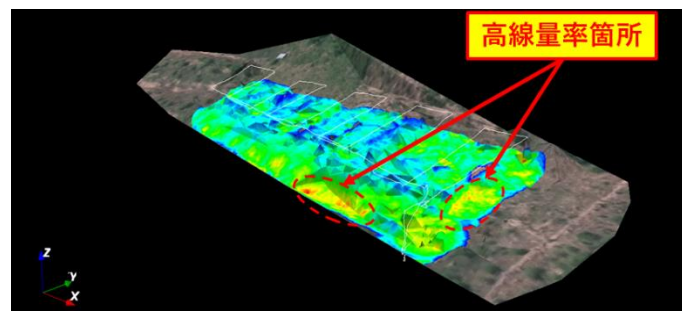


図2. ドローンを用いて移動飛行しながら測定・取得した放射性物質の3次元分布図。放射性物質が多く沈着する箇所を黄色から赤色で示している(補足資料[3]参照)。測定面積は約7000 m²である。航空写真は国土地理院の公開する地図を使用した。

(<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>)。

期待される効果

1F の廃止措置や福島県の環境回復は、東北のさらなる復興・発展に直結するものであり、かつ完遂しなくてはならないミッションである。本研究で開発した放射性物質の“見える化”のための iRIS システムは、現場における作業計画の立案や、作業者の皆様の被ばく線量低減に貢献するとともに、目に見えない放射線や放射性物質に対して安心材料を提供するものである。また、コンプトンカメラをドローンに搭載したシステムは、福島県の地域復興実用化開発等促進事業のもと、福島県浜通りに位置する南相馬市の地元企業と連携して開発したものであり、今後、民間企業からの販売を予定しているものである。これらの技術は、今後世界的に増加が見込まれる原子力発電所の廃止措置現場における放射性物質のモニタリングや、あつてはならない原子力災害時のモニタリングツールとしての利用が考えられ、さらには本成果の応用利用の一つとして考えられる核セキュリティ用途（放射性物質を用いたテロ行為等の検知）への適用も期待できる。今後、福島県浜通りで開発・実証された本技術を広範なフィールドに順次、展開していく予定である。このような技術展開による新技術の創出が、福島県浜通り地域における地元企業をより活性化させるとともに、1F 廃止措置をはじめとした放射線・放射能に関連する社会的課題を解決するための新技術を浜通りから発信するための一助となれば幸いである。

補足資料

- [1] Radiation imaging using a compact Compton camera inside the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station building
Y. Sato, Y. Tanifuji, Y. Terasaka, et. al., Journal of Nuclear Science and Technology, 55 巻, 965-970 頁, 2018.
- [2] Radiation imaging using a compact Compton camera mounted on a crawler robot inside reactor buildings of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station
Y. Sato, Y. Terasaka, W. Utsugi, et. al., Journal of Nuclear Science and Technology, 56 巻, 801-808 頁, 2019.
- [3] Remote detection of radioactive hotspot using a Compton camera mounted on a moving multi-copter drone above a contaminated area in Fukushima
Y. Sato, S. Ozawa, Y. Terasaka, et. al., Journal of Nuclear Science and Technology, 57 巻, 734-744 頁, 2020.