

3次元的な放射性物質分布図  
(実証試験を行ったエリアで測定した放射性物質分布のカラーコンター図\*<sup>1</sup>)。LiDAR センサで測定した3次元地形モデルに航空写真を貼り付け、さらにコンプトンカメラで撮影した放射性物質分布のイメージを重ね合わせた。)

## 空からすばやく 環境中の放射性物質分布を3次元で可視化

### 放射性物質可視化カメラを搭載したドローンシステムを開発

廃炉国際共同研究センター(Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science:以下 CLADS)(富岡町)は、株式会社千代田テクノル(以下、千代田テクノル)らとともに、放射線源の位置を特定できる小型軽量コンプトンカメラ\*<sup>2</sup>)をドローンに載せて、動きながらも放射性物質分布を測定できる遠隔放射線イメージングシステムを開発しました。福島県の帰還困難区域において実施した試験では、約7000m<sup>2</sup>のエリアの放射性物質分布の3次元可視化に成功するとともに、点在する汚染(ホットスポット)を短時間(半日以上⇒30分未満)で確認できることを実証しました。

本システムは、帰還困難区域内の広いエリアでも、また東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所(以下、1F)廃炉作業においても放射性物質の分布を効率的に把握できること等への活用が期待されます。

#### ■測定者の進入をはばむ環境、見えないホットスポット

福島県内の帰還困難区域を含む屋外環境において、1F事故に伴い環境中に飛散・沈着した放射性物質の分布を把握することは、除染作業への情報提供や住民帰還への指標とする上でとても重要です。しかし、従来のサーベイメータでは広範囲なエリアでの測定に時間がかかり、また、測定者が足場の悪い場所で怪我等の危険も伴うことが懸念されます。特に、帰還困難区域の田畑は1F事故後の手入れ・管理がなされず、人の背丈ほどの草木が生い茂っていたり、道路はひび割れた状態でむき出しになったりしているところもあります。また、測定者が目に見えないホットスポットに意図せず接近してしまう可能性もあります。そのため、広範囲の放射性物質の分布を簡便に、遠隔で測定できる手法が求められていました。

## ■広範囲なエリアに存在する“局所的な汚染”を見逃さない

CLADS では、ガンマ線の飛来方向を特定し、放射性物質の分布を目に見えるようにするコンプトンカメラの開発を進めており、1Fでの実証試験を積んできました。

この程、千代田テクノロ福島営業所(楡葉町)と、福島県浜通りの地元企業である株式会社栄製作所(南相馬市)等と連携して、重さ1.5kgの小型軽量コンプトンカメラをドローンに搭載し、GPS センサ及び慣性計測センサ(IMU: Inertial Measurement Unit)を用いて、コンプトンカメラの自己位置及び姿勢情報をリアルタイムで計測することにより、移動しながらコンプトンカメラによる測定を可能にした遠隔放射線イメージングシステムを開発しました(図1)。

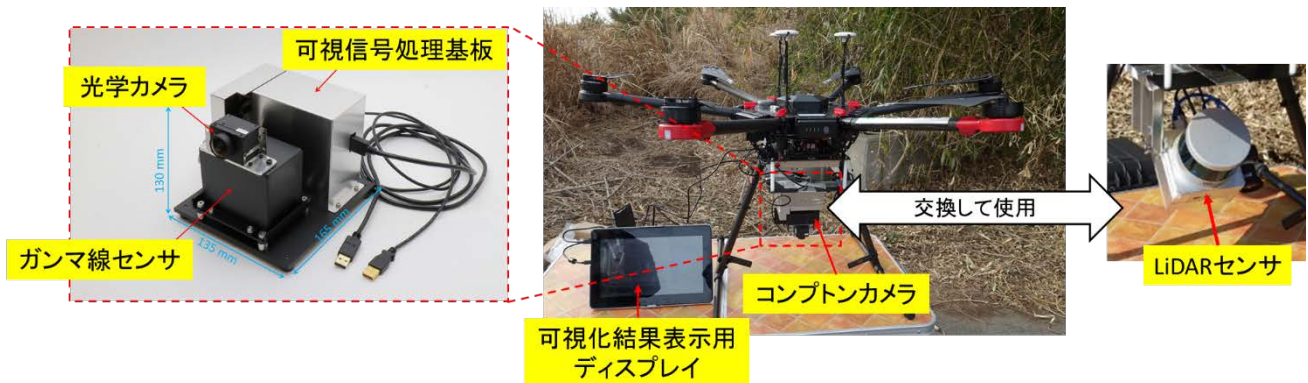


図1. 開発した遠隔放射線イメージングシステム。搭載した(左)小型軽量コンプトンカメラと(右)LiDARセンサ

図1のLiDARセンサ\*<sup>3)</sup>は3次元地形モデルを取得します。これによりドローンと測定対象地点間の距離を把握することができ、地表面までの距離が遠くなることによる放射線検出数の減少を考慮して、地表面に沈着した放射性物質の分布を3次元地形モデル上に可視化することができるようになりました。



図2. 実証試験での測定風景。

今般、本システムを用いて帰還困難区域で実証試験を実施し(図2)、冒頭に示すような3次元的な放射性物質分布図を描画することに成功しました(この図では、放射性物質が多く沈着している箇所を赤く示しています)。なお、冒頭の放射性物質分布図との比較のため図3にサーベイメータを用いて取得した線量率分布マップを示しました。

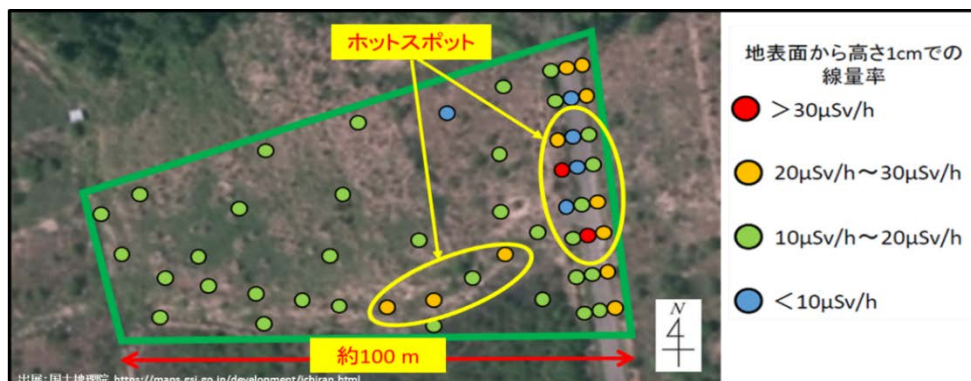


図3. 同じエリアについてサーベイメータを用いて測定した結果(実測値)。測定面積: 約7,000㎡

ドローンを用いた実証試験の結果、道路やあぜ道に存在するホットスポットをドローンの飛行によって遠隔で可視化できることが確認されました。今回測定を行った約 7,000 m<sup>2</sup> の広範囲エリアは草木の手入れがされておらず足元も悪かったため、サーベイメータを用いたホットスポットの探索に関わるデータの取得に半日以上を要しました。しかし、本システムを用いることにより、30 分未満という短時間で測定することができました。

このように本システムでは、サーベイメータとは異なりガンマ線の飛来方向を特定できるコンプトンカメラ（高精度イメージング）とドローン（優れた機動性）を組み合わせることにより、広範囲なエリアを短時間で測定することができるだけでなく、局所的な汚染を見逃さないシステムに仕上げることができました。これにより、作業者の被ばくや怪我などの安全に対するリスクを低減することにもなります。

### ■システム開発で新しい放射線計測を実現

本研究を行っている CLADS 佐藤優樹研究員は、「私たちは放射線計測技術と遠隔操作技術、環境認識技術を組み合わせることにより、これまでにない新しい放射線イメージング技術の開発を進めて、1F 原子炉建屋内部といった過酷環境でのホットスポット検知に成功してきました。」と語っています。さらに、「開発した技術を廃炉現場だけでなく、福島県帰還困難区域といった環境の放射線計測に役立てられれば嬉しいです。」と続けました。

本システムは、広いエリアでも短時間でモニタリングでき、かつ民家や里山における局所的な汚染の検知に有効であり、帰還困難区域で自治体や帰還を望まれる避難者の皆様への情報提供に資することが期待されます。さらに、廃炉作業が進行中である 1F においても、サイト内の放射性物質分布を 3 次元的に可視化することにより、ホットスポットの効率的な把握や除去、効果的な遮へいにより廃炉作業の円滑な推進に貢献できると考えています。

なお、本事業は福島県地域復興実用化開発等促進事業費補助金事業<sup>\*4)</sup> の採択課題「無人飛行体をプラットフォームとする放射線分布の 3D 可視化技術の開発」（代表：原子力機構 佐藤優樹研究員、千代田テクノル 小澤慎吾研究員）として実施したものです。

## 【用語解説】

### 1) コンター(等値線)図

図面上で、ある量の値が同じであるような点を結んだ線のこと。一定の値毎に等値線を描いた図面を等値線図(とうちせんず)と言い、地形を表現するためによく用いられ、高さの等値線を「等高線」と呼ばれています。等値線図を見易くするため、各等値線の間を帯毎に段階的に色彩を施したものをカラーコンター図と言います。

### 2) コンプトンカメラ

放射性物質を可視化するための装置としてガンマカメラが知られていますが、コンプトンカメラは、ガンマカメラの一種です。入射したガンマ線(放射線の一種)が散乱体と吸収体の各々で相互作用した位置と受取ったエネルギーから、解析的にガンマ線の飛来方向を特定します。そのため、高重量の遮蔽体が要らず、ドローンに搭載する上で必要となる小型化が実現可能です。

### 3) LiDAR センサ(LiDAR: Light Detection and Ranging の略)

パルス状に発光するレーザ光を用いて対象物を走査し、反射した散乱光が戻ってくるまでの時間から距離を計測するセンサです。これをドローンに搭載することにより、作業環境の3次元的な地形モデルを取得することができます。

### 4) 福島県地域復興実用化開発等促進事業費補助金事業

福島県浜通り地域等15市町村において、地元企業及び地元企業との連携により、地域復興のための実用化開発等を促進し、浜通り地域の産業復興の早期実現を図るため、政府が支援を実施しています。福島イノベーション・コースト構想の重点分野産業の裾野を広げ、福島県復興の加速化を進めることを目的としています。

---

本記事は、令和元年5月9日にプレス発表した内容を編集したものです。

#### Topics 福島 No. 92

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島事業管理部

〒970-8026 福島県いわき市平字大町7-1 平セントラルビル8階

TEL : 0246-35-7650 FAX : 0246-24-4031 HP : <https://fukushima.jaea.go.jp/>