



無人ヘリ等による 放射能・線量測定技術の高度化



2017年4月11日



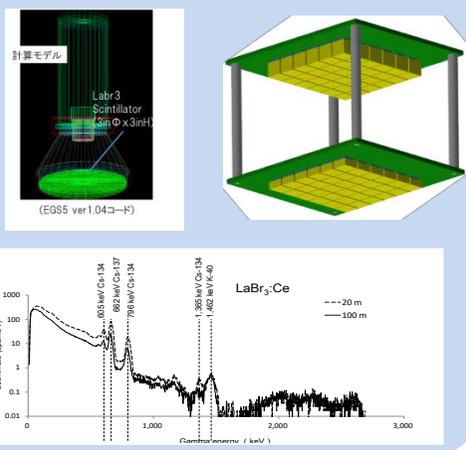
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門 福島環境安全センター
(環境放射線センター 南相馬支所)

眞田 幸尚

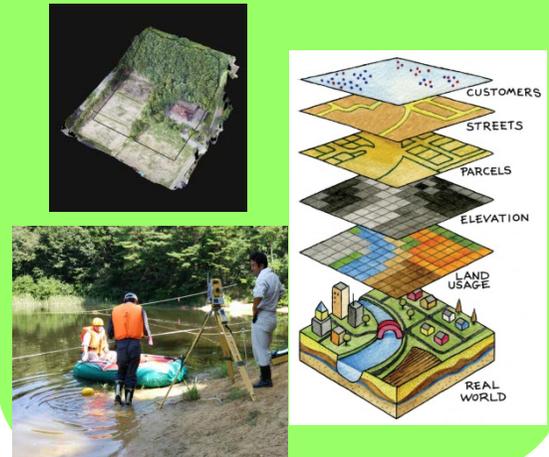
無人機



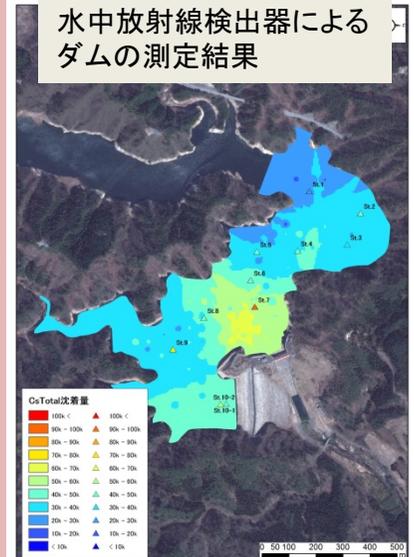
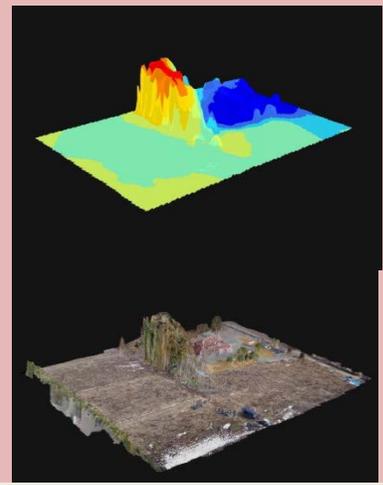
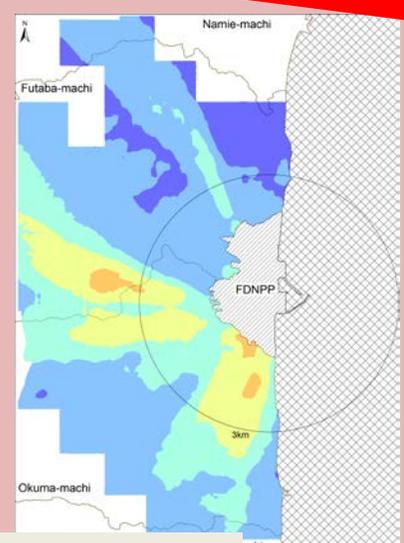
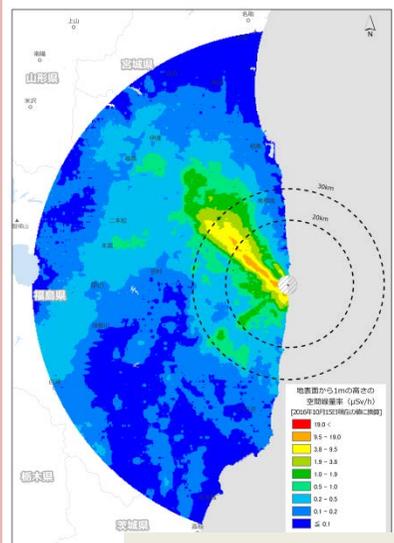
放射線計測技術



測量, 地理情報システム



放射線分布の可視化

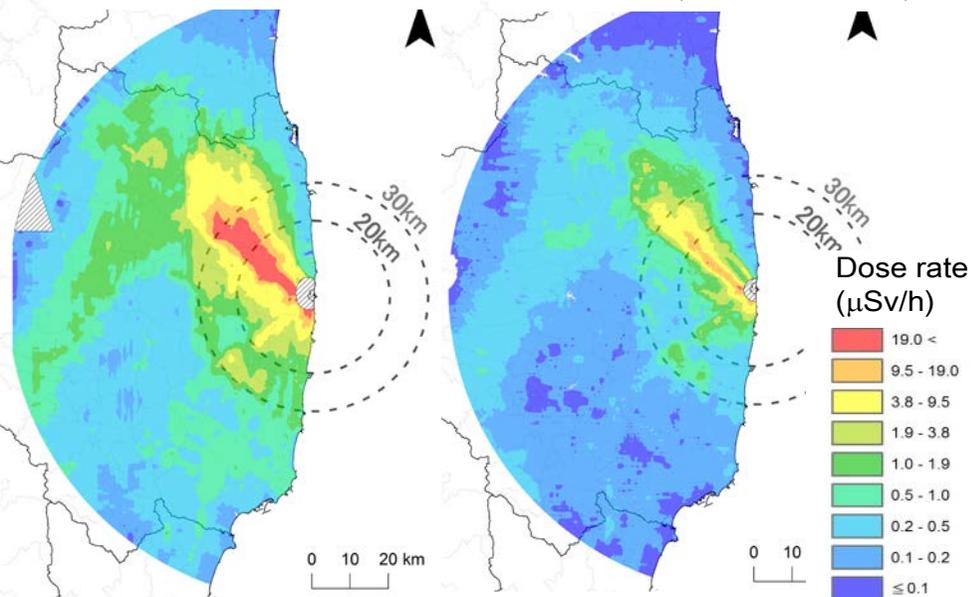


有人ヘリ・無人ヘリによる広域な測定結果

ドローンによる狭域な測定結果

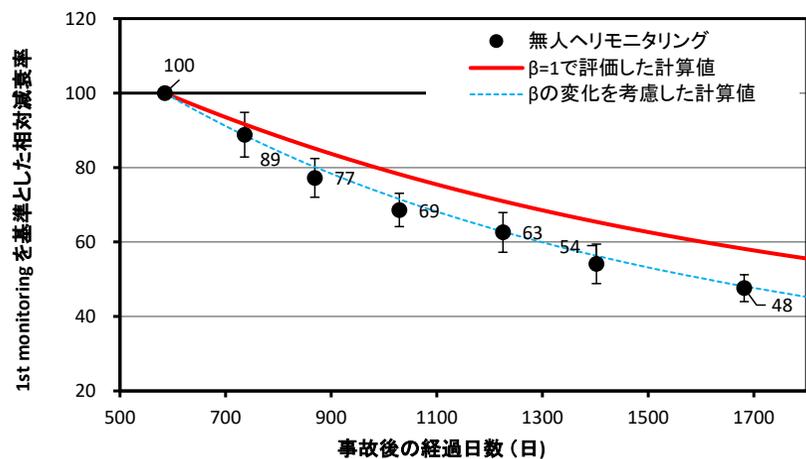
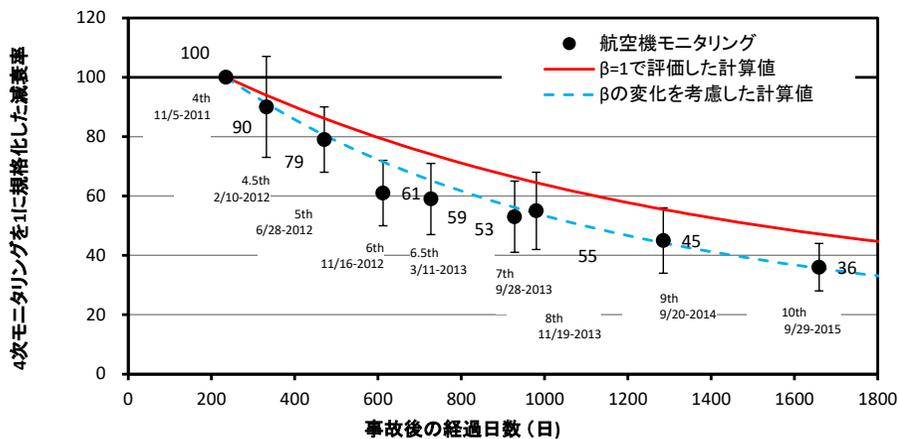
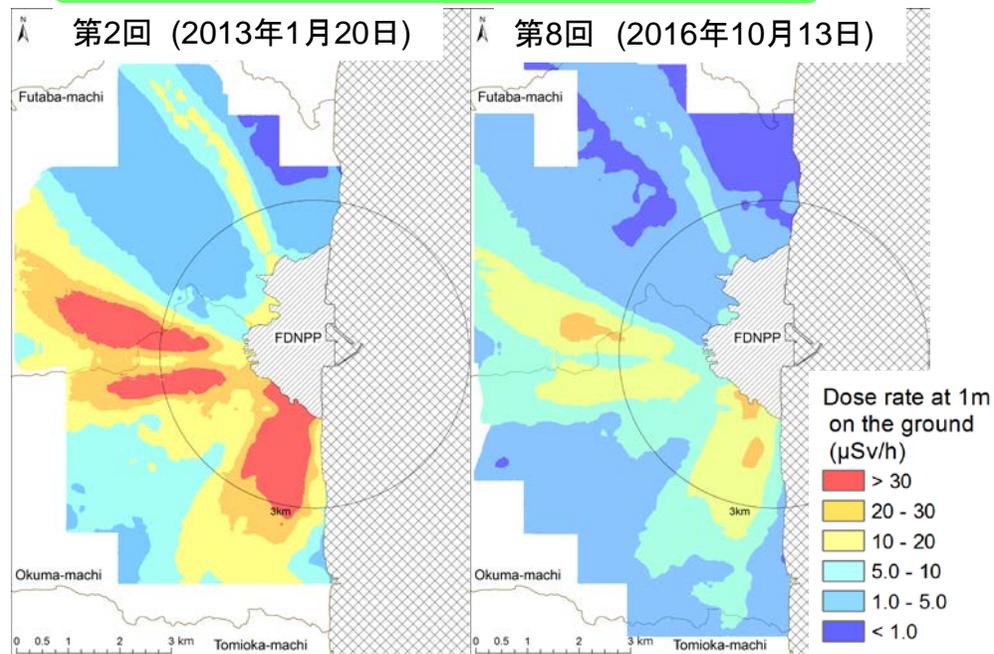
有人ヘリによる放射線分布測定

第1回 (2011年4月29日) 第10回 (2015年9月29日)



無人ヘリによる放射線分布測定

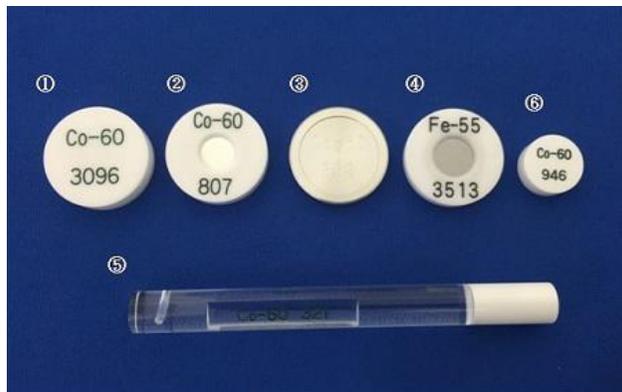
第2回 (2013年1月20日) 第8回 (2016年10月13日)



測定器の校正：基準の放射線（放射能）と検出器の計数率（放射線を数えた数）の比較

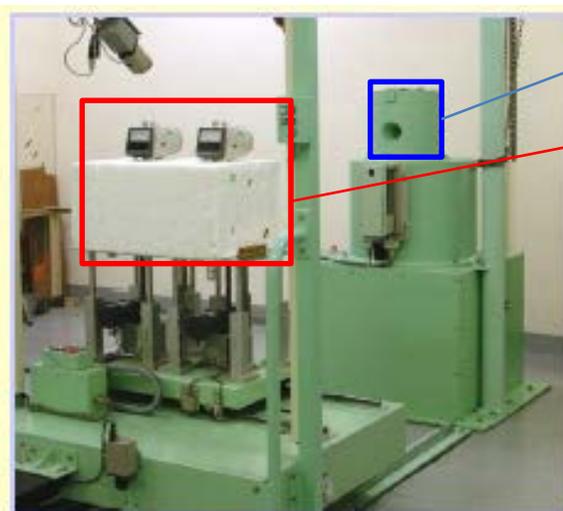
☆放射線源（線量率及び放射能が既知）

検出器の構成例



アイソトープ協会ホームページ

<http://www.jrias.or.jp/products/cat3/catalog03.html>



線源の線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)

検出器の計数率 (cps)

換算係数 ($\mu\text{Sv/h}/\text{cps}$)

☆この数値を利用して放射線の数値化（校正）を行う

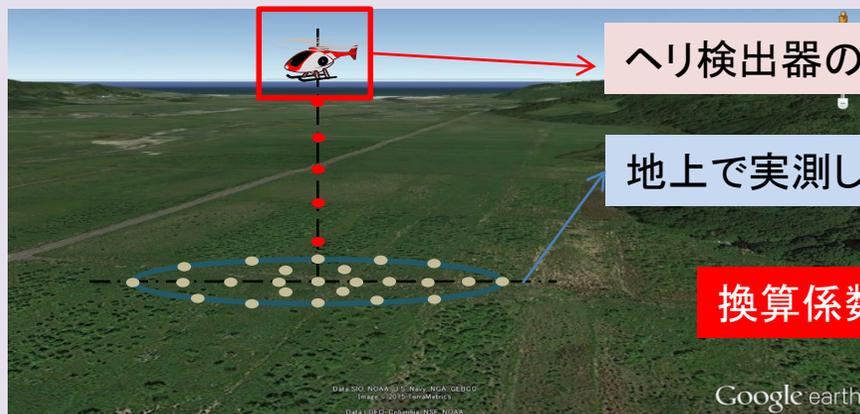
測定したい対象と近い体系を模擬する

☆環境測定の場合：同様な環境を模擬（空中、水中）

実績のある検出器との比較



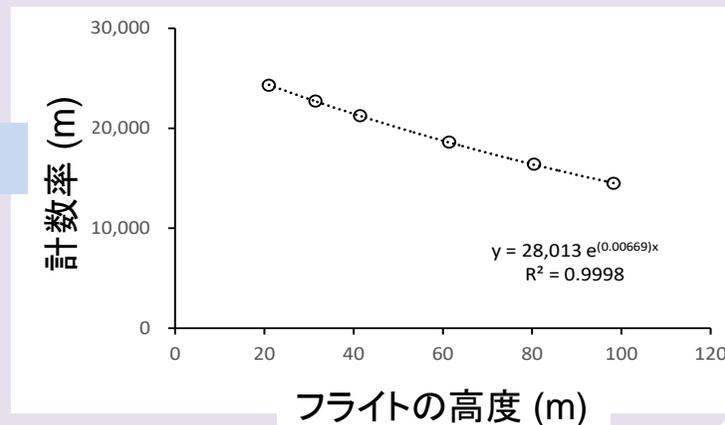
補正係数



ヘリ検出器の計数率 (cps)

地上で実測したの線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)

換算係数 ($\mu\text{Sv/h}/\text{cps}$)



- ☆ 実際の環境条件における補正すべき項目・方法
- ☆ 検出器側の工夫・解析の工夫でより多くの情報を入手できないか？



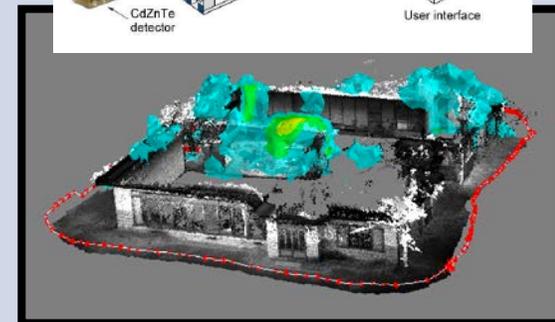
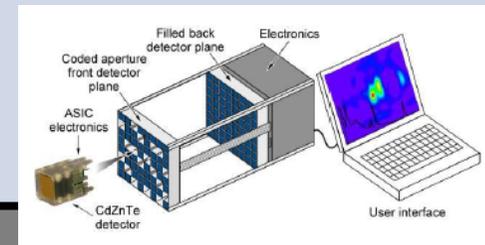
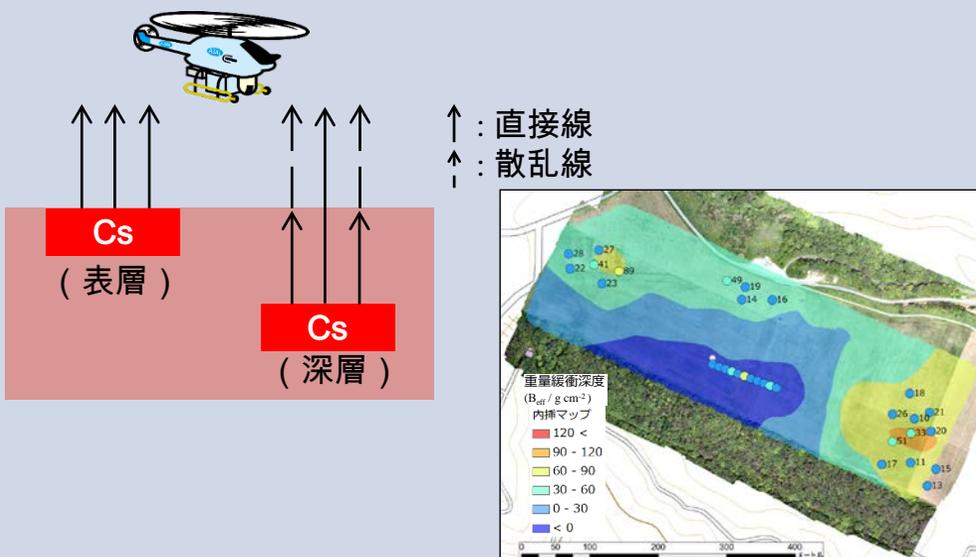
より正確な測定結果の提供

(ポスター発表)

- P05 ドローンを用いた放射線測定技術の開発
- P06 PSFを用いた汚染水監視技術の開発
- P07 無人機を用いた水底の放射線測定技術の開発

P04 無人ヘリを用いた放射性物質の土壌深度分布推定技術の開発（家畜センター+東大との共同研究）

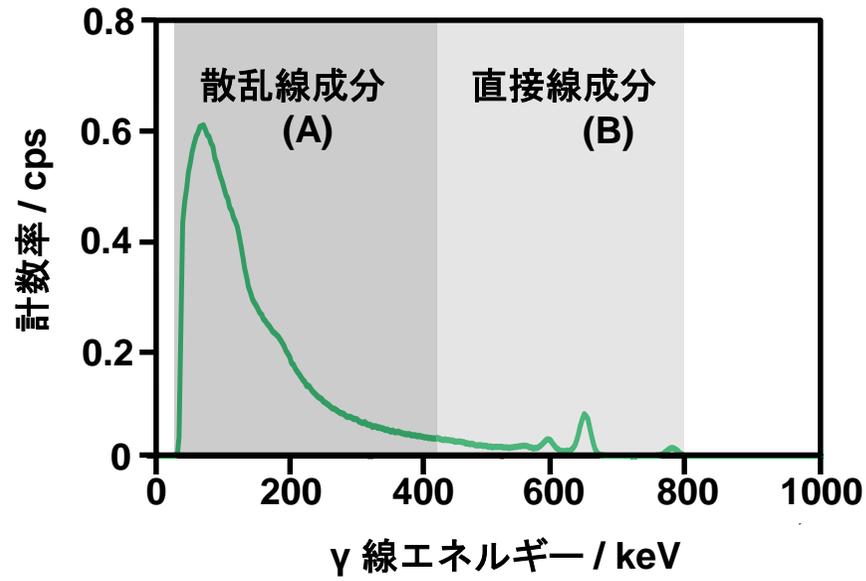
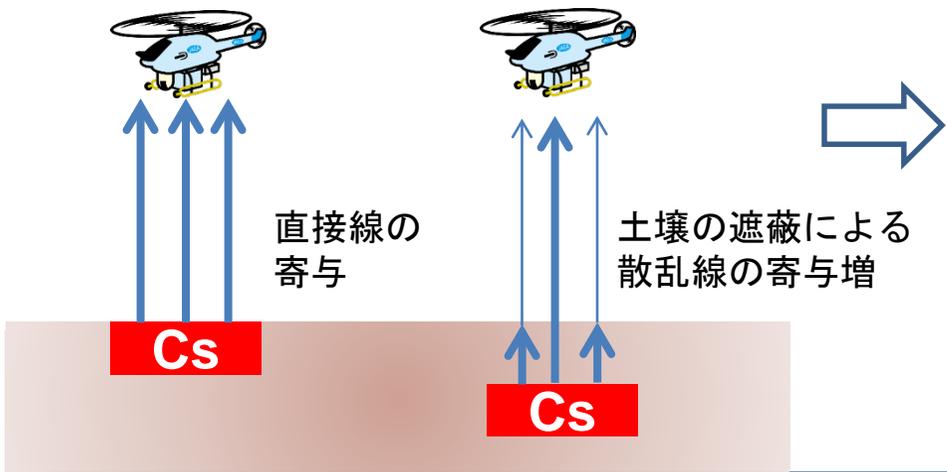
コンプトンカメラによるリアルタイム3次元イメージング
ローレンスバークレー国立研究所(米国)との共同研究



γ線スペクトル情報から土壌中における放射性セシウムの深度を推定 (Cs)

軽量型コンプトンカメラとステレオカメラによるリアルタイム計測による3次元放射線分布の可視化

土壌深度と γ 線スペクトルの関係



☆ 室内実験例

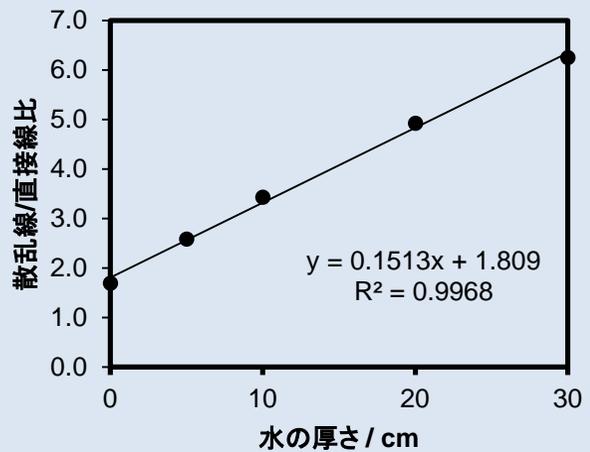
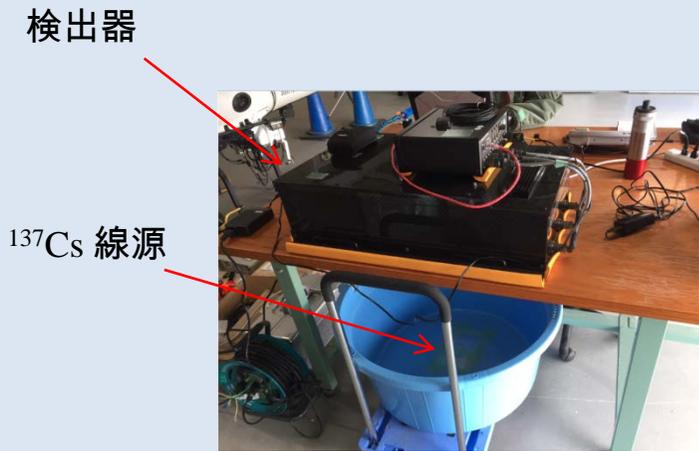
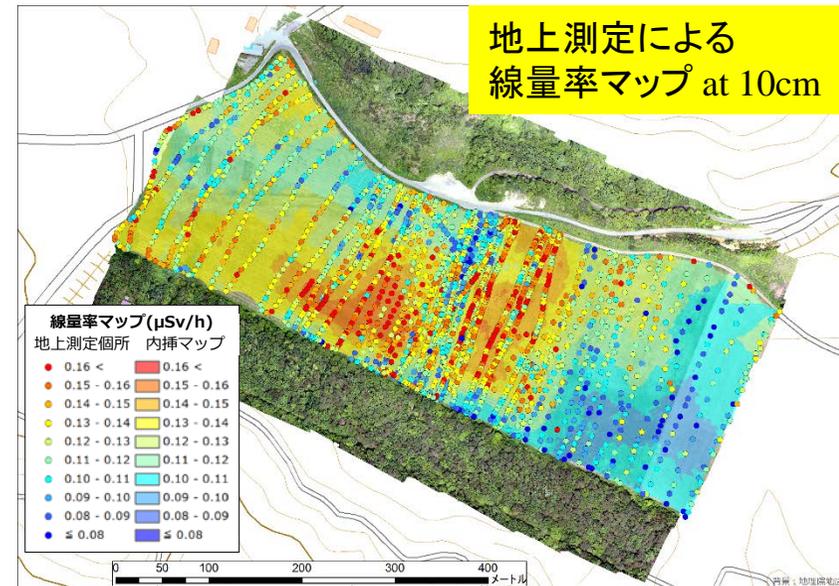
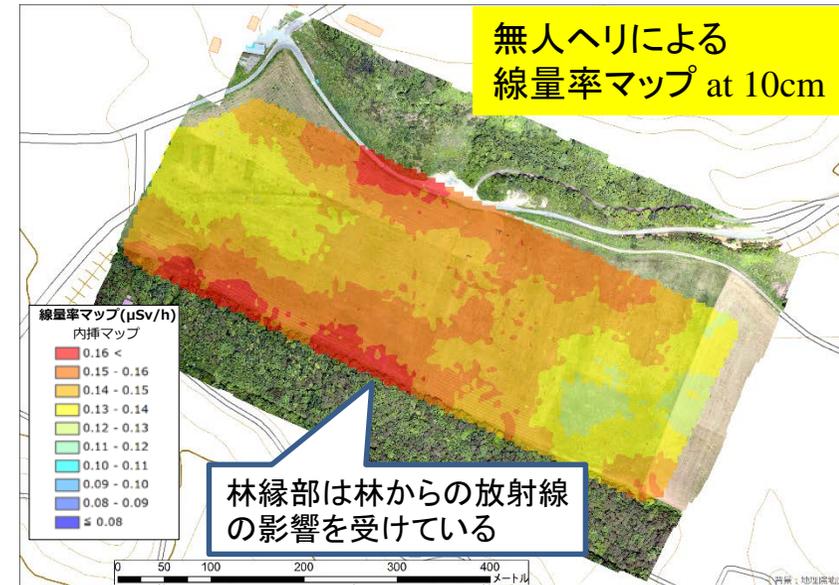


図 水の厚さに対する散乱線/直接線比の変化

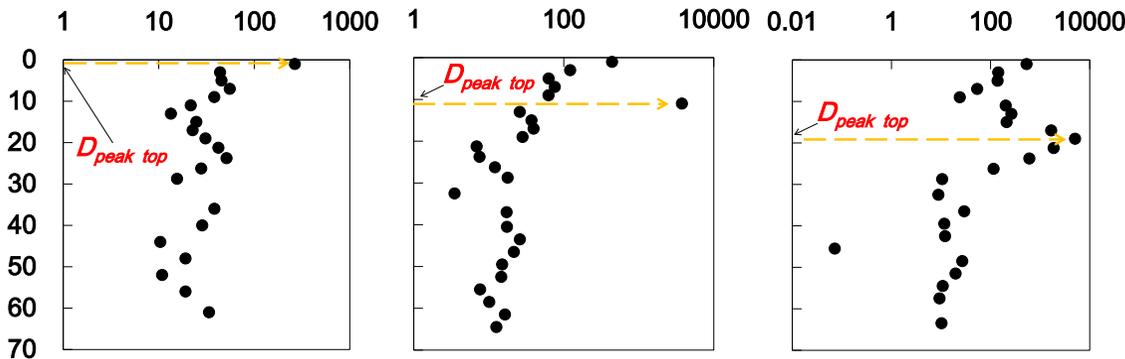
☆独立行政法人 家畜改良センター圃場(西郷村)

- ・事故直後、圃場の一部を反転耕実施
- ・イノシシによる土壌の掘り返し
- ・無人ヘリによるモニタリング実施

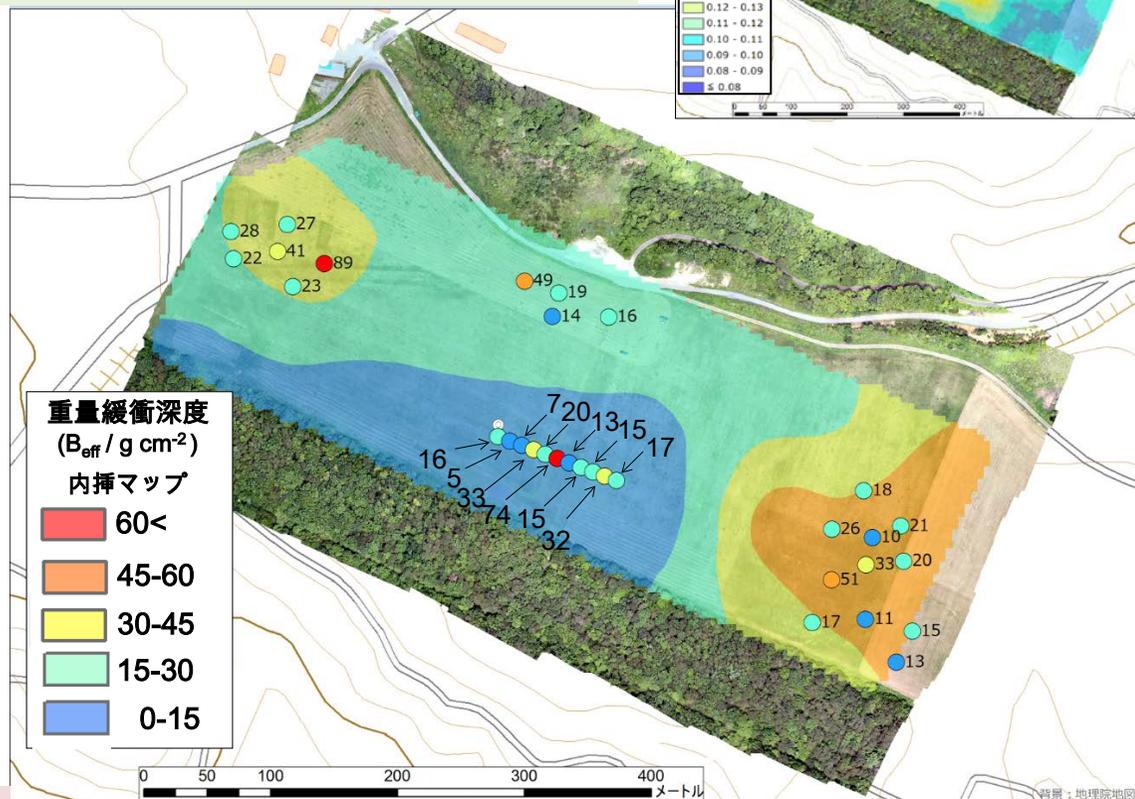
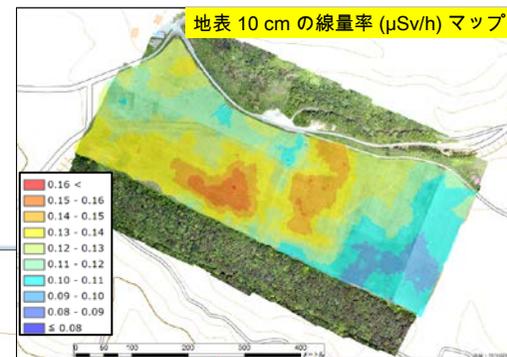
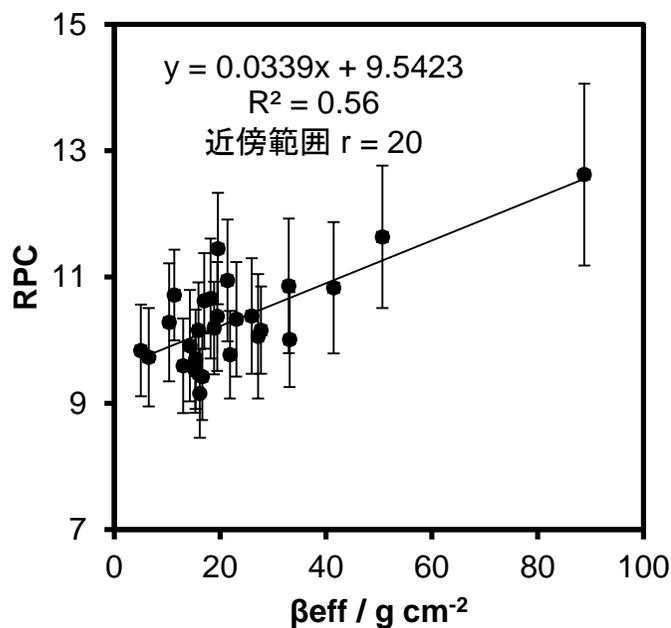


[土壌中放射性セシウムの深度分布の数値化]

Activity concentration of radiocesium ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) / Bq kg⁻¹



☆ 土壌中における放射性セシウムの深さを表す指標 (実効重量緩衝深度 β)と散乱線と直接線比 (RPC)に明瞭な相関関係
 →この関係を利用して、無人ヘリの測定結果から土壌中における放射性セシウムの深度マップが作成できる

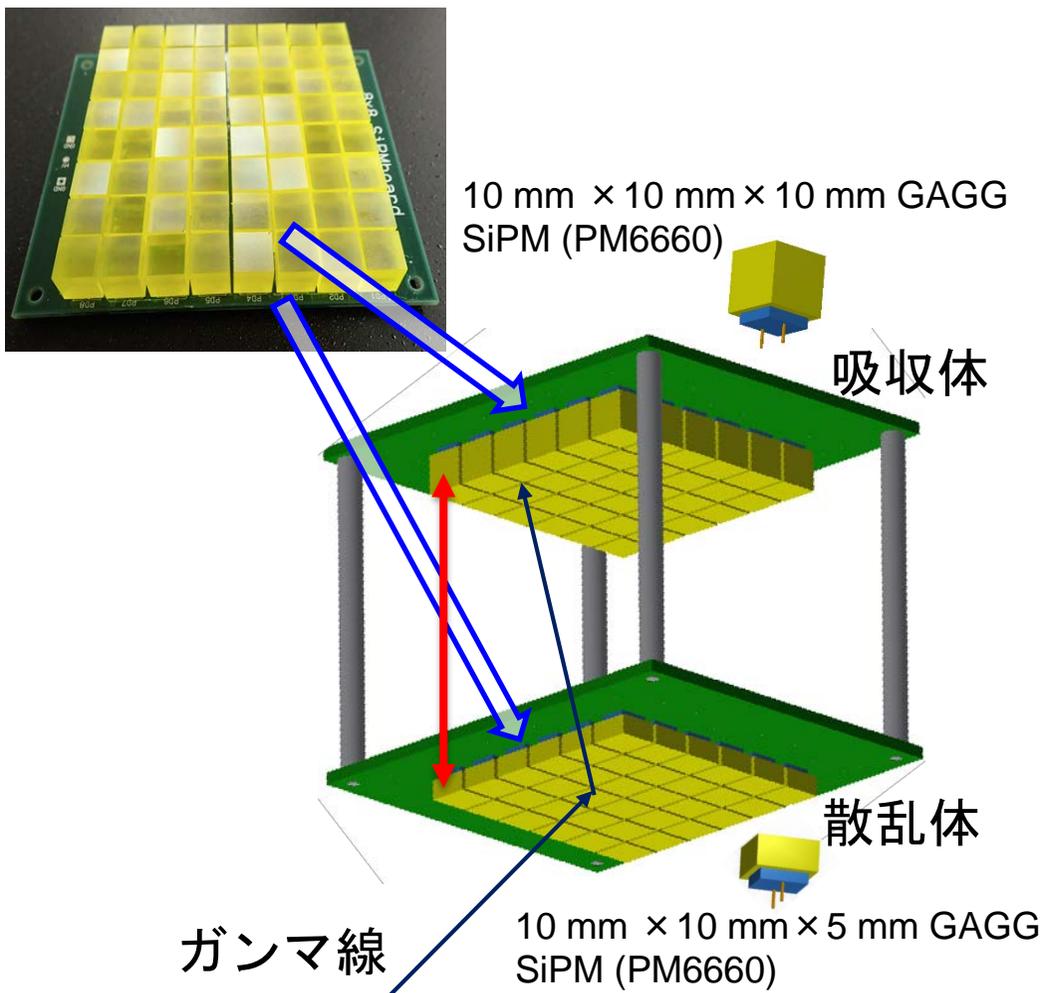


(課題)
 他の測定条件でのパラメータ確認
 精度評価



・除染の深度決定
・植物への影響評価

コンプトンカメラの原理



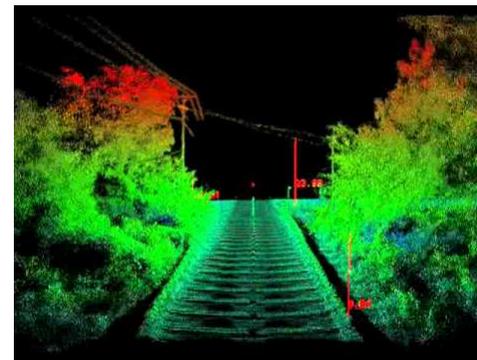
☆散乱線と吸収体に入射した計数から位置情報を抽出

3Dレーザー測量 (LiDAR: Light Detection And Ranging)

Velodyne社製LiDAR (米国)



- ・レーザーの到達距離: 100 m
- ・重量: 830 g
- ・精度: ±3 cm

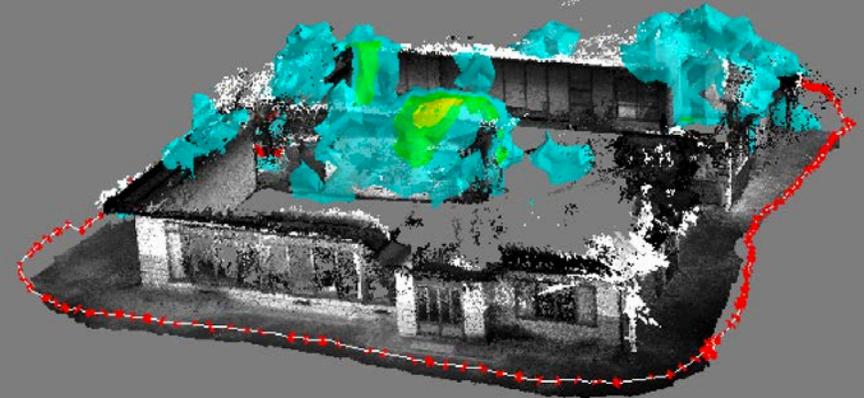


浜通りの家屋の測定試験を実施

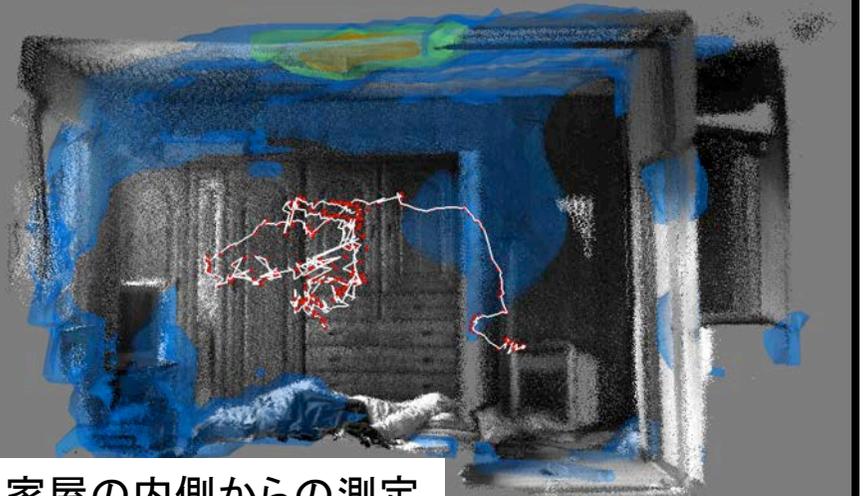
High Efficiency Multi-mode Imager (HEMI)



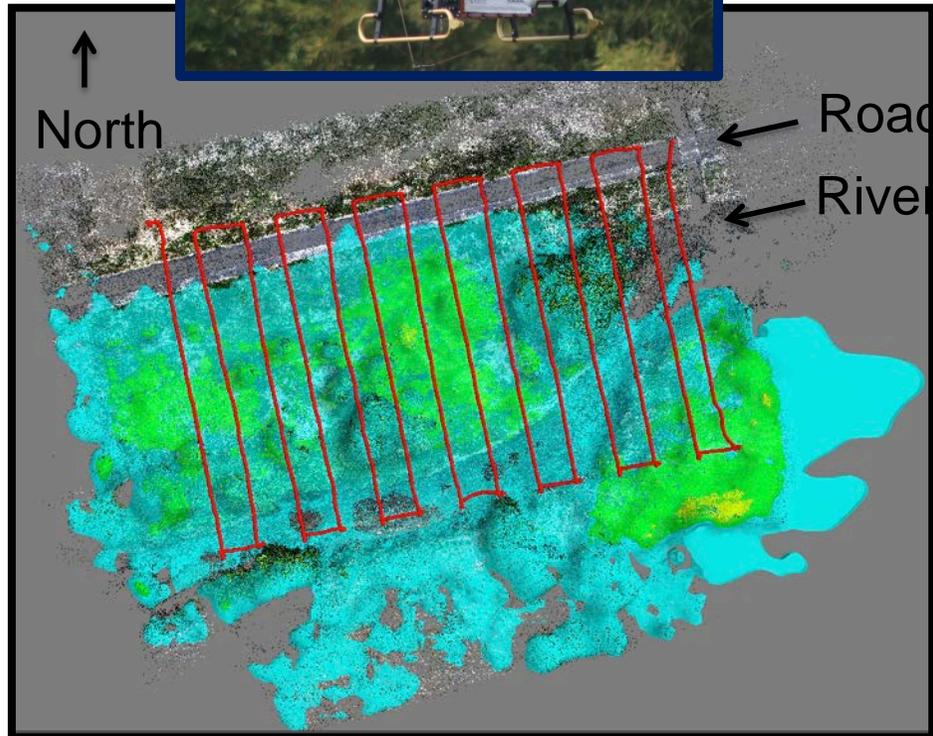
家屋の外側からの測定



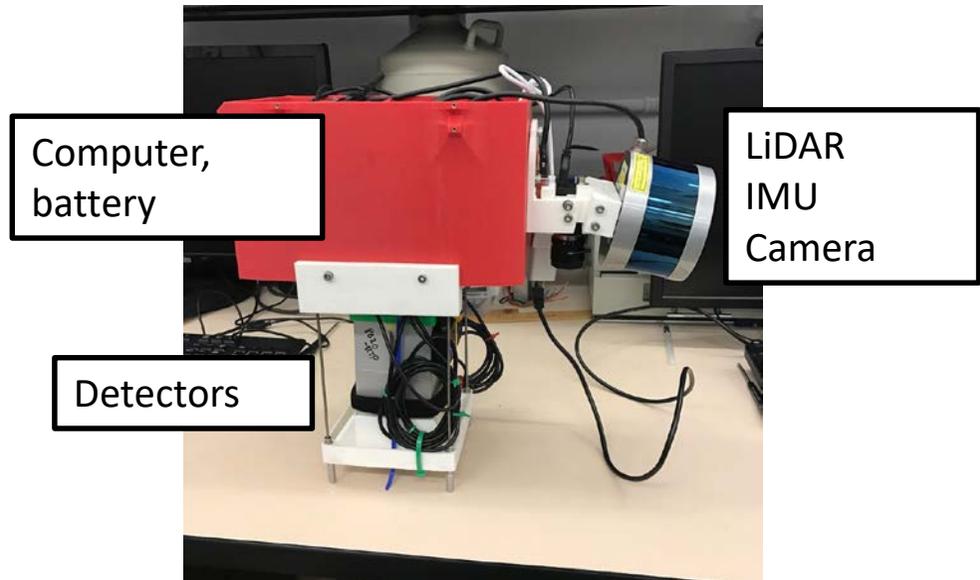
家屋の内側からの測定



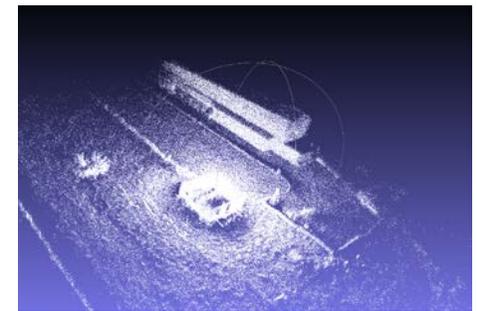
ヘリコプターに搭載して河川敷を測定



ドローン用の小型検出器を開発
(来年度試験予定)



☆重量4 kg



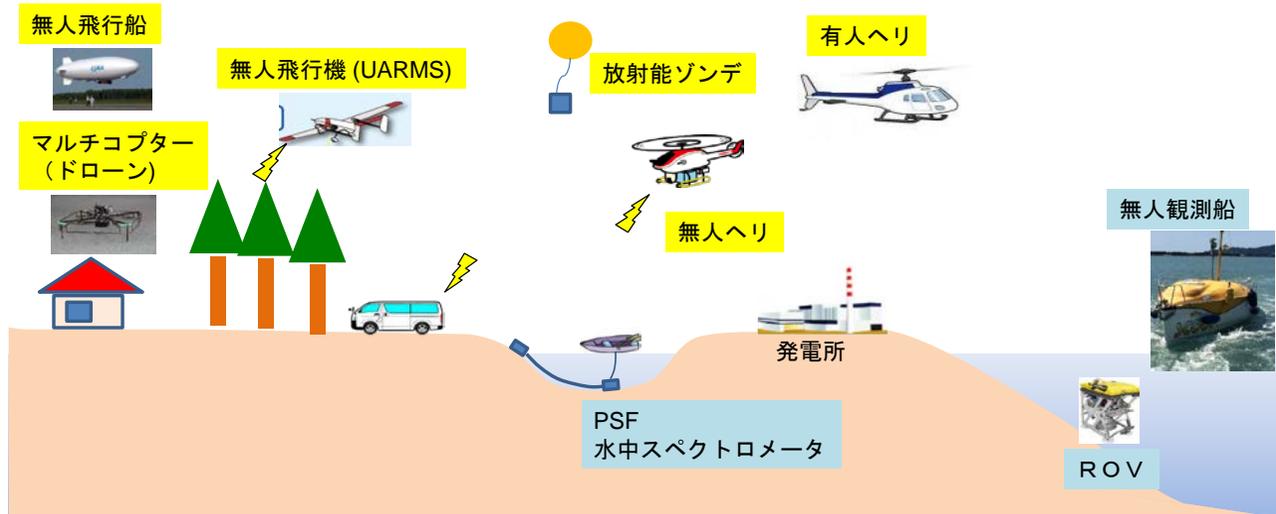
既に米国では試験済み



←福島県産業創出課ホームページ
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/32021f/test-field.html>

◎ 福島県ロボットテストフィールドの活用

H28 着工
 H30 共用開始 (H29一部供用開始)



ご清聴ありがとうございました

ご協力いただいた自治体職員の皆様、
住民の皆様に感謝申し上げます。