

**環境創造センター成果報告会**

# **機械学習を用いた 放射線測定技術の開発**

**2019/5/20**

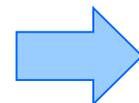
**佐々木美雪<sup>1,2</sup>, 眞田幸尚<sup>1</sup>, 山本章夫<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構 福島環境安全センター**

**<sup>2</sup>名古屋大学**

## 3.11以降

放射性物質(主にセシウム)が広範囲に分布  
 広範囲を面的に測定する手段が必要に



### 上空からの放射線測定技術

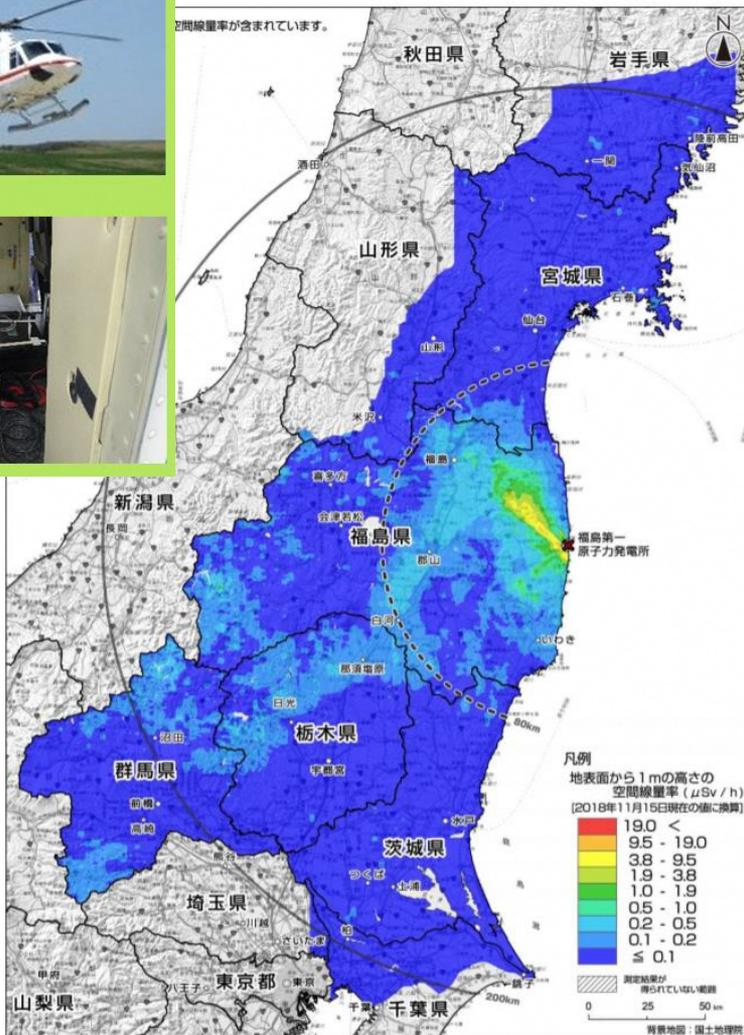
有人ヘリコプター、無人ヘリコプター等を使用



- ・面的な測定が可能
- ・迅速な測定が可能
- ・人の入域が困難な場所でも測定可能
- ・放射線測定に加えて写真撮影等を行うことにより、周辺状況の把握が可能

## 有人ヘリコプターによる測定結果

福島県及びその近隣県における空間線量率の分布マップ  
(平成30年11月15日時点(事故から約92か月後))



## 無人ヘリコプターによる測定結果

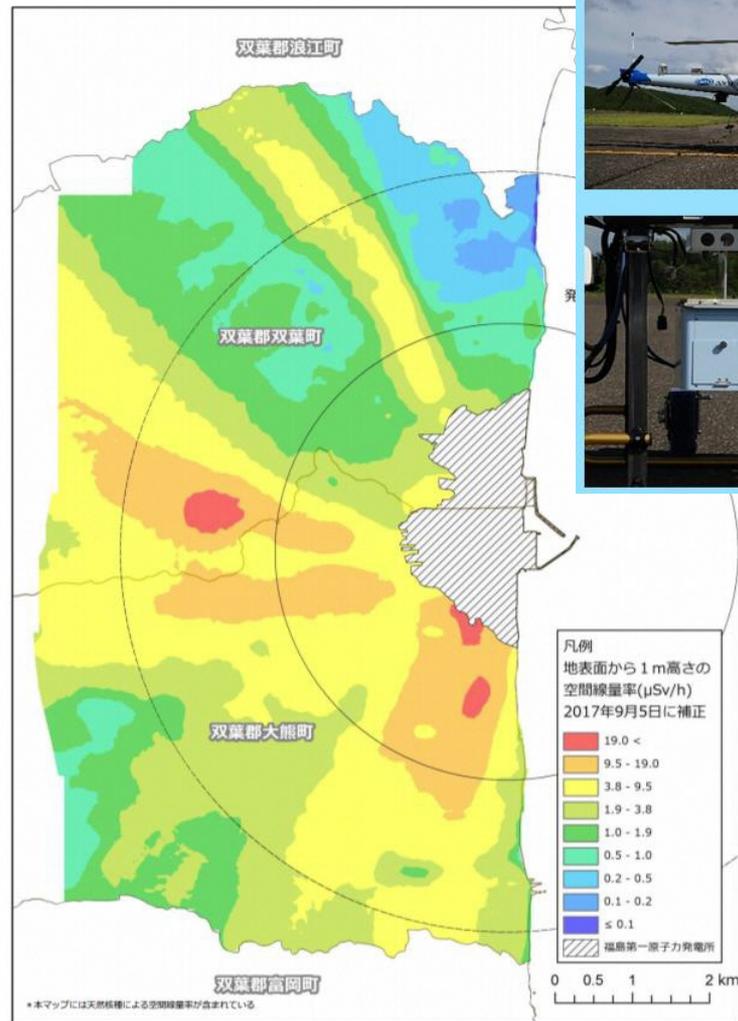
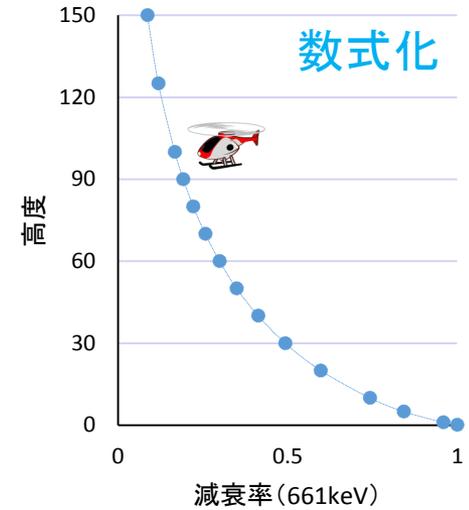
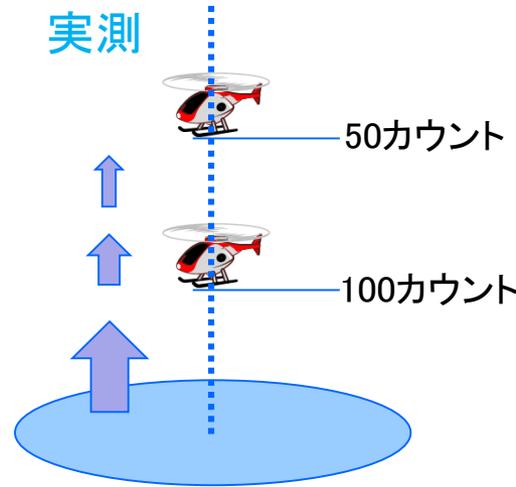


図-3 第9回モニタリングの空間線量率マップ  
(背景地図は、ArcGIS データコレクションスタンダードバック (ESRI, Co. Ltd.) を使用)

## 【キャリブレーション測定】

対地高度ごとの放射線カウンターの減衰を測定

地面との距離が離れるごとにどの程度減衰するのかを数式化する

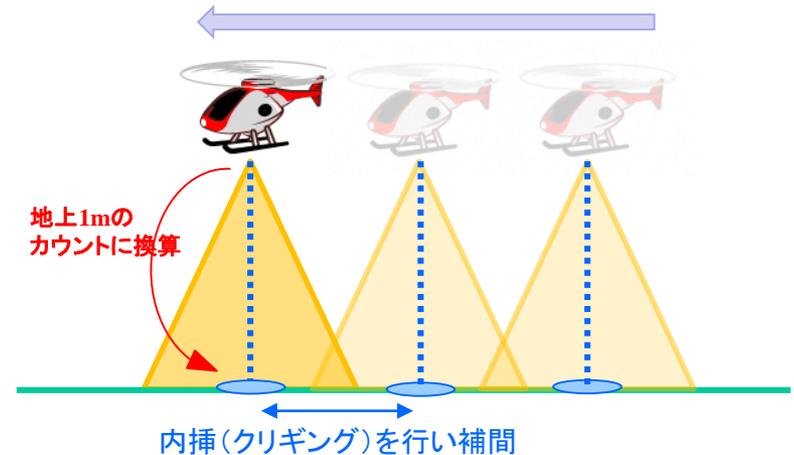


## 【測定】

1秒ごとに位置情報と放射線情報を取得

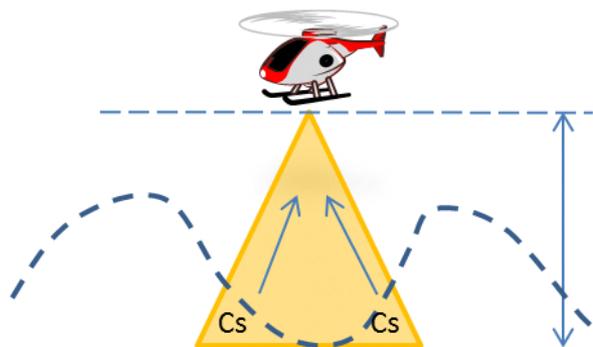
## 【換算】

キャリブレーション測定で得られた減衰率を用いて地上1mの値へと換算  
空間線量率へと換算

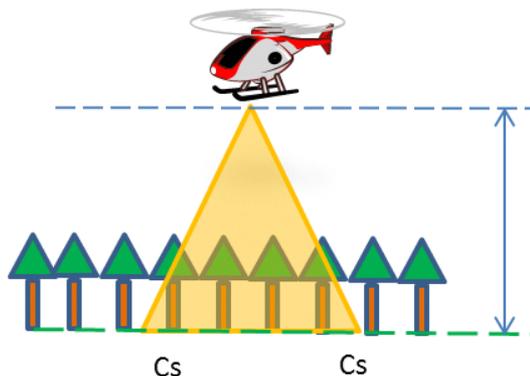


平面・線源均一のモデルを仮定して換算

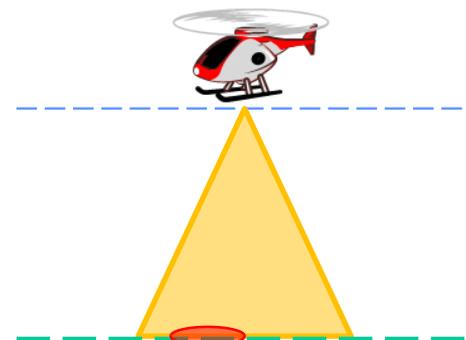
実際の測定エリアは…



地形の凹凸



遮蔽物(樹木等)



線量勾配

**周辺の線量影響**

中央のエリアに比べ  
3~4倍の値

測定高度を上げると周辺の線量の影響を受ける



機械学習を用いた地形や森林を考慮した換算手法の開発

## 機械学習の工程 ⇒ニューラルネットワークを構築する

- 【入力データ】**
- ・放射線測定情報
  - ・測定位置情報（緯度、経度、高さ）
  - ・測定ポイントから周辺100mの地形情報  
地表面の標高データ  
樹木等を含んだ標高データ
  - ・測定ポイントから周辺100mの写真情報（RGB）



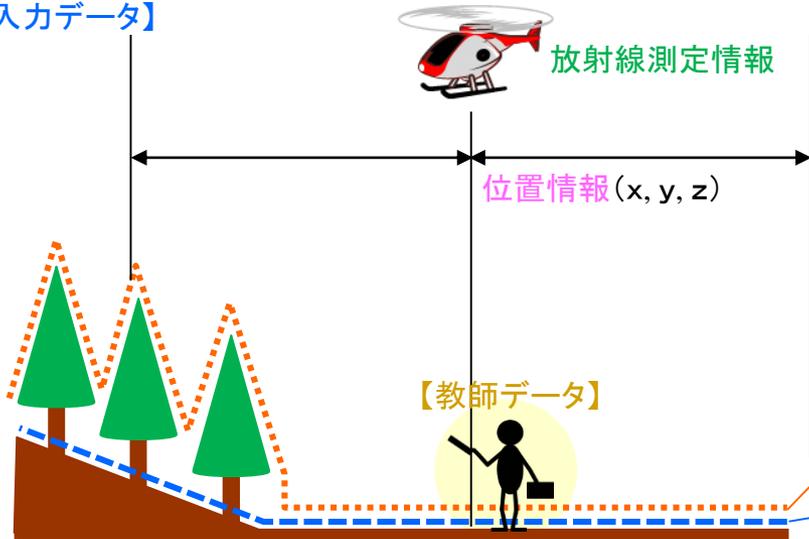
- 【出力データ】**  
測定ポイントにおける  
地上1m空間線量率  
(推定値)

- 【教師データ】**  
測定ポイントにおける  
地上1m空間線量率  
(実測値: 正解値)



正解値に近い値を出力できるように  
ネットワークのパラメータを更新

**【入力データ】**



写真情報

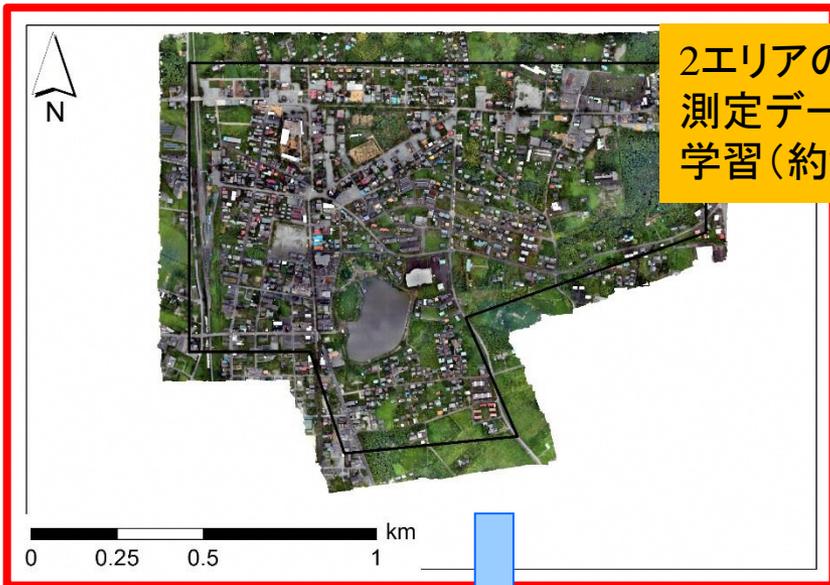


樹木等を含んだ標高データ

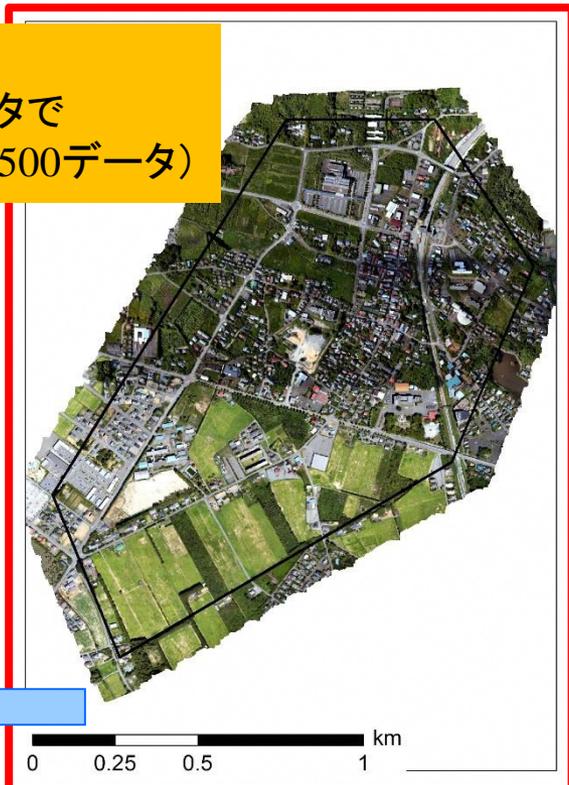


地表面の標高データ





2エリアの  
測定データで  
学習(約7500データ)

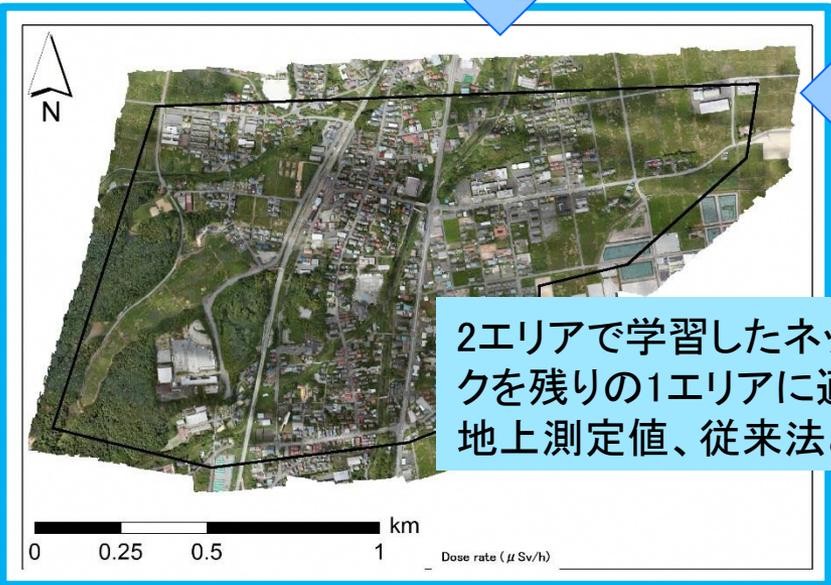


1F周辺における  
無人ヘリコプターによる  
測定データ及び地上測  
定データを用いてネット  
ワークを構築

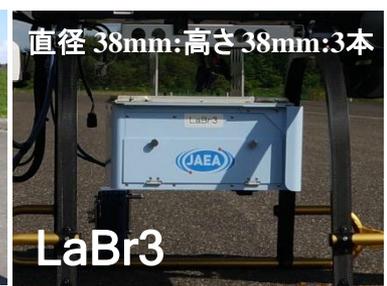
大きさ: 1km × 2km程度  
(3エリア)

LaBr3シンチレータ検出  
器を用いて測定

上空から写真撮影を行  
い、オルソ画像(地形  
3Dモデル)を作成

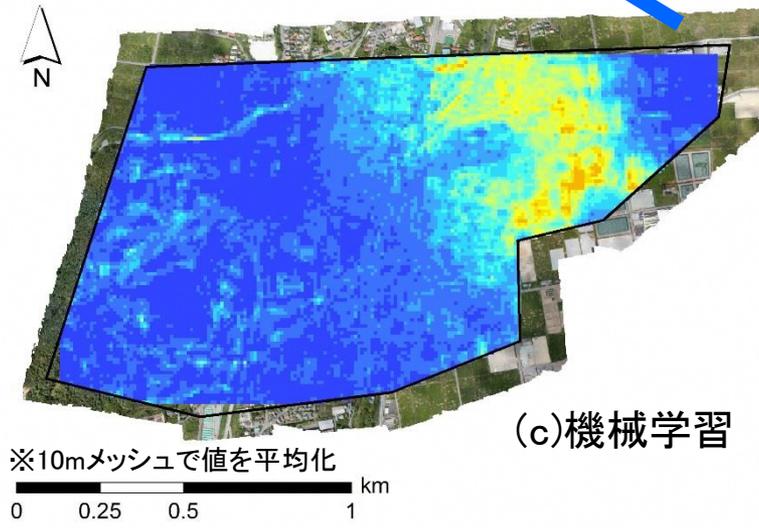
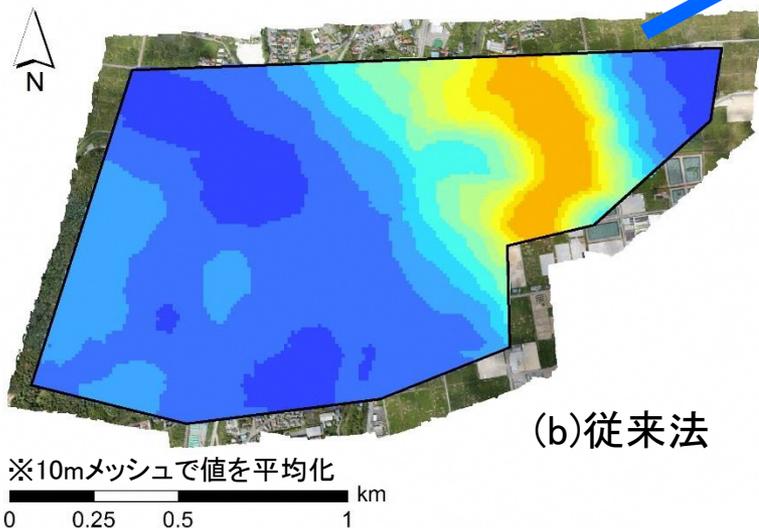
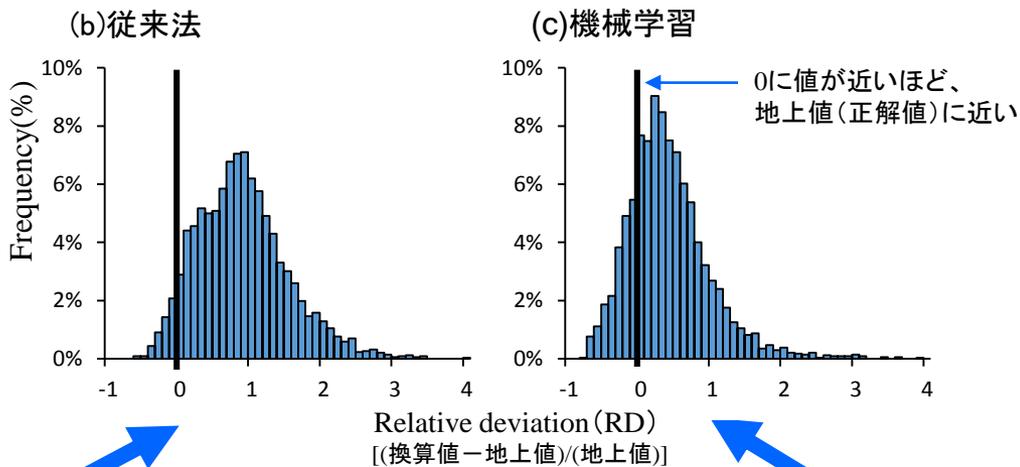
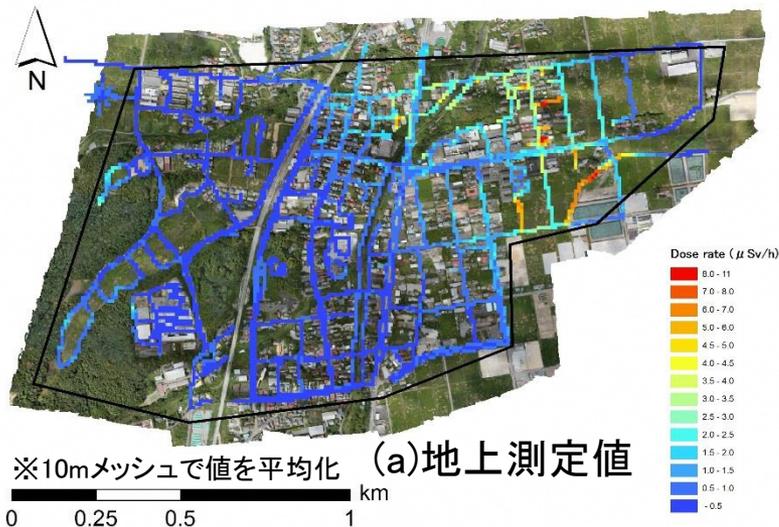


2エリアで学習したネットワ  
ークを残りの1エリアに適用  
地上測定値、従来法と比較

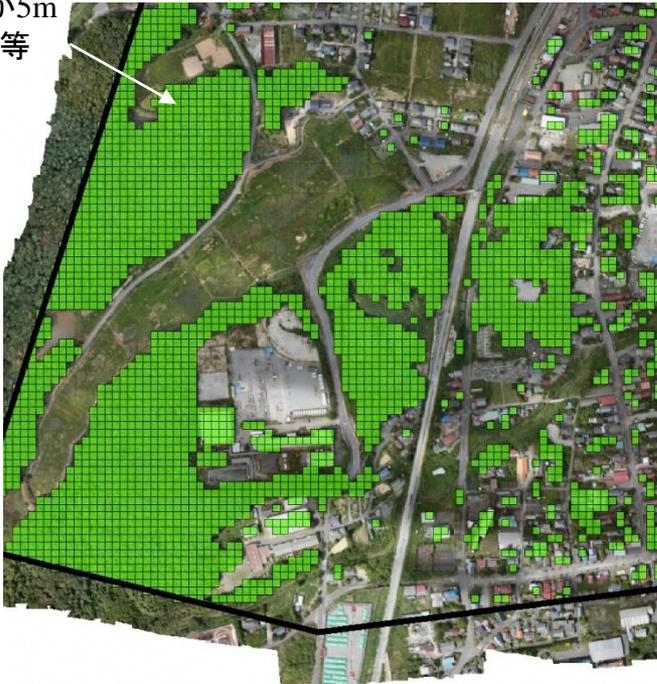


測定高度: 50m程度、測線幅: 50m程度、測定速度5m/s

従来手法に比べ、機械学習を用いた換算ではより地上値に近い換算値を得ることが出来た

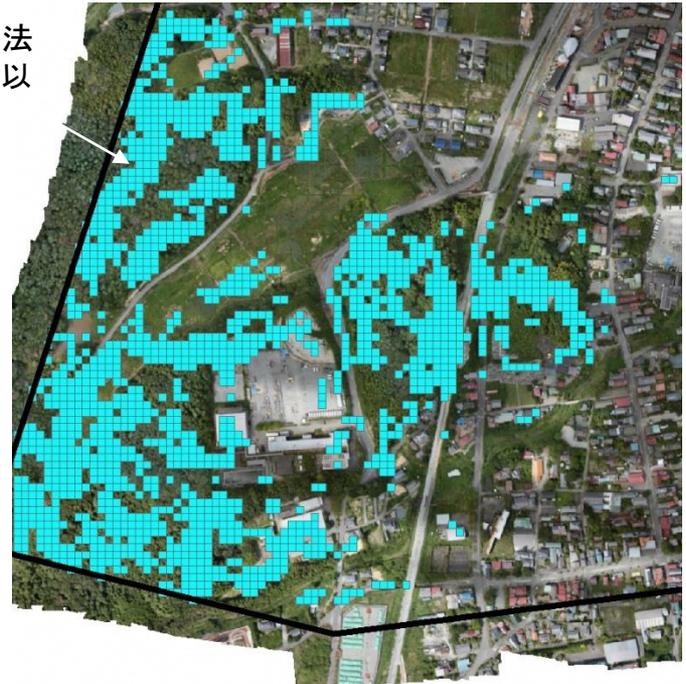


緑のエリアが5m以上の樹木等がある箇所



5m以上の樹木・構造物等の分布

水色は従来法に比べ半分以下の箇所



機械学習換算値と従来法換算値の比

## 森林部が従来法に比べ、低い値となった

(従来法は基本高めの値を算出、森林遮蔽を考慮した換算が出来ている場合、従来法同等または高めの値になると思われる)・・・森林内における学習データ不足

学習データセットを十分得られているエリア ⇒ 地上測定値により近い値を算出

十分データを得られていないエリア ⇒ 換算値の妥当性が低い

今後、学習データを追加していくことで、より換算精度を向上させることが可能と考えられる

- ・上空からの放射線測定における地上1m空間線量率への換算に機械学習を適用した。
- ・従来手法に比べ、機械学習を用いた換算では、より地上値に近い換算値を得ることが出来た。

#### 【課題】

- ・教師データが歩ける場所に限られたデータ(データセットの不足)
  - ・・・森林部等の測定データの追加が必要
  - 実測と合わせシミュレーション値等を用いて補完
- ・換算の信頼性評価手法の検討
  - ・・・換算の信頼性評価、測定における換算限界の算出

今後、データセット取得及びネットワークの最適化を行うことで、より精度の高い換算値の取得が期待できる。  
上空からの測定に限らず、地上測定における適用も可能と考えられる。