



被災地の農業復興に向けた農業用ため池底の放射能分布測定技術

ープラスチックシンチレーションファイバを用いた放射線検出器の技術開発と福島県内で実施した適用試験の結果についてー

独立行政法人日本原子力研究開発機構
水土里ネット福島



はじめに

ため池とは・・・降水量が少なく、流域の大きな河川に恵まれない地域などで、農業用水を確保するために水を貯え取水ができるよう、人工的に造成された池。全国に約21万箇所（1位兵庫、2位広島、3位香川）。

福島県→約3,700カ所（農水省所管：ため池底の放射性物質濃度を調査）

① 東北農政局・福島県の合同調査（底質の調査件数）

2012年4月：第1回（12カ所）

2012年4月：第2回（14カ所）

2012年9月：第3回（37カ所）

② 福島県の大規模調査

2013年11月：県内1941カ所の調査

☆最大値 本宮市 37万Bq/kg-dry



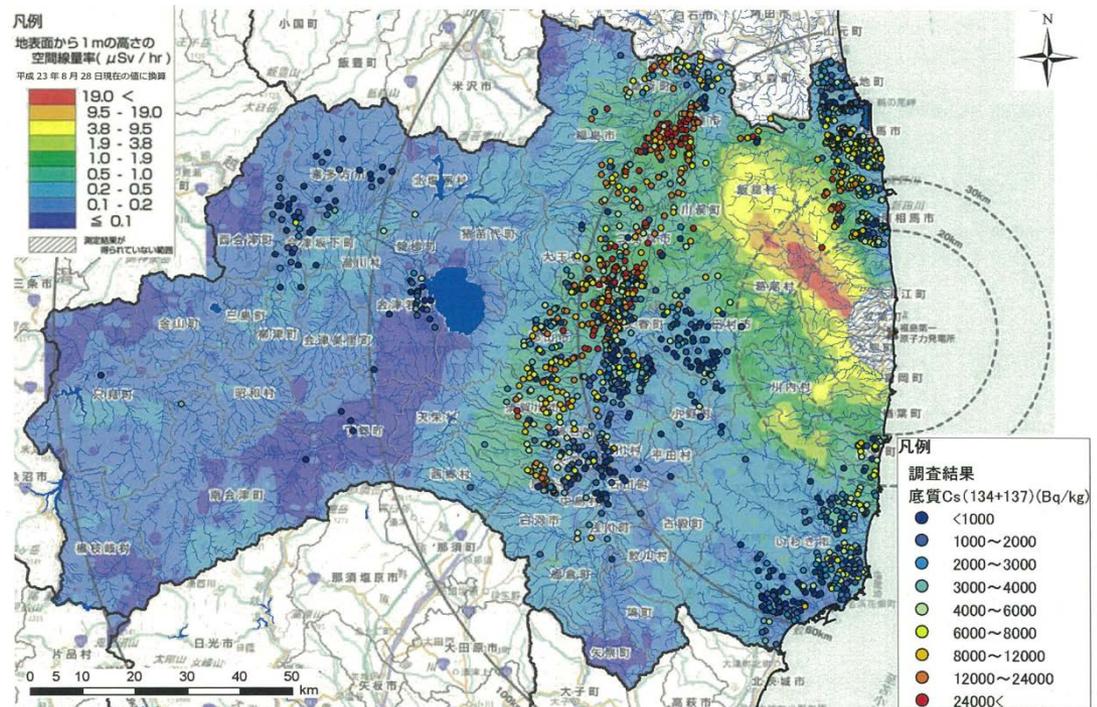
☆農地への放射性物質の流出懸念

☆浚渫時（除染目的以外）の廃棄物の取り扱い

2014年・・・

○ 大規模調査

○ 浚渫の検討



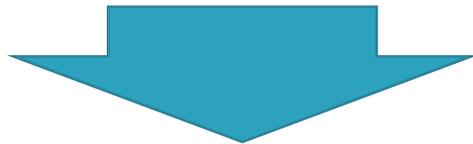
出典：空間線量率「文部科学省による 福島県西部の航空機モニタリングの測定結果について」(平成23年9月12日)

底質Cs(134+137)濃度と空間線量率との関係

(ニーズ)

- ため池の放射性物質の分布状況を把握したい
- ため池から農地への放射性物質の移行状況

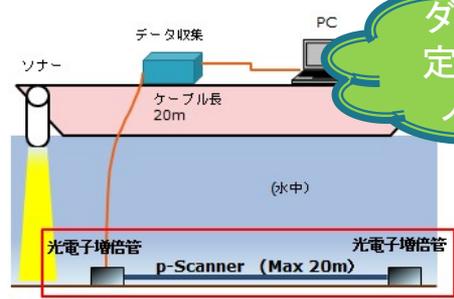
- 水底の放射性物質量の評価は、堆積物を採取し、ガンマ線スペクトル分析する手法が一般的だが、
 - ✓ サンプルが廃棄物になる
 - ✓ 水底の全領域の分布の把握には多くのサンプルが必要



- 水底の放射性物質の量や分布状況を、効率よく、かつ詳細に調べることを目標に、水底の放射性物質濃度を直接測定する技術を開発

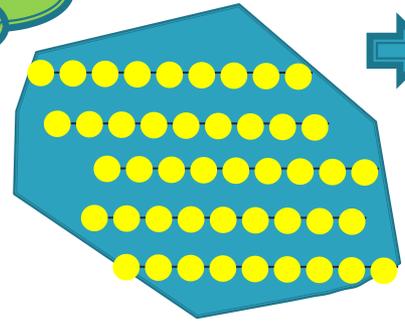
開発の着眼点

本手法

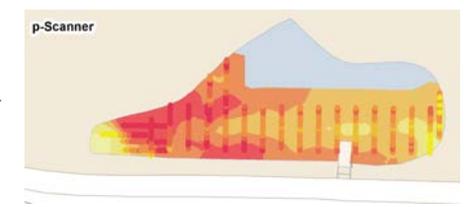


ダイレクトの測定により手間と人手が少ない

- ・池底をダイレクトに測定
- ・一回の測定で50 cmずつ測定データが得られる (40か所/1測定)。

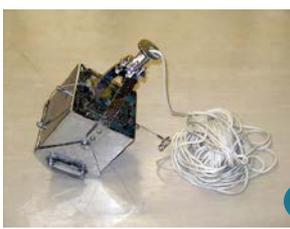


測定場所イメージ



測定データが多数→マップの解像度向上

従来法

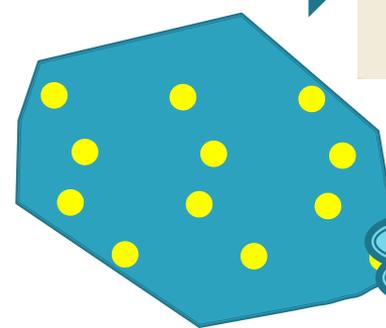


池底の土壌をサンプリング

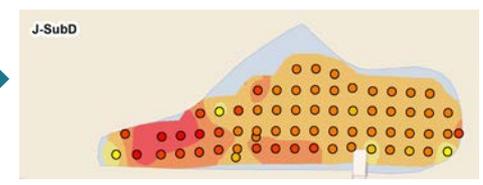
手間と人手がかかる



実験室で測定



測定場所イメージ



測定データが少数→マップの解像度不足

開発要素（技術確立までの流れ）

(1) 水中で測定する機器の開発

- ・ p-Scanner（ライン型測定器）の開発
- ・ J-subD（水中スペクトロメータ）の開発

(2) ため池底の放射性物質の蓄積状況の確認（線源の設定）

- ・ 30か所以下の土壌サンプリングによる放射性物質の蓄積状況の確認
- ・ ため池底表層10 cmに平均的に分布
- ・ 含水率、密度の平均値

(3) 計算コードによるJ-subDの値付け

- ・ (2)で設定した線源を計算コードで模擬
- ・ 検出器の効率（レスポンス）を計算

(4) J-subDとp-Scannerを同位置で測定しp-Scannerを値付け

- ・ 相関関係にあることを確認
- ・ 検出下限値を評価

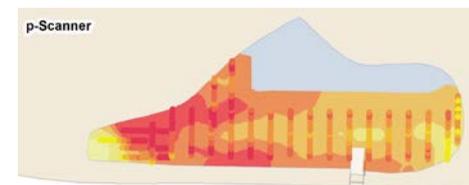
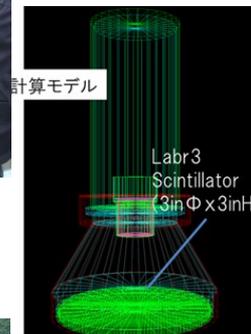
(5) 本方法の信頼性確認

- ・ 土壌サンプリングとp-Scannerでの測定結果を比較

(6) 実際のため池へ適用

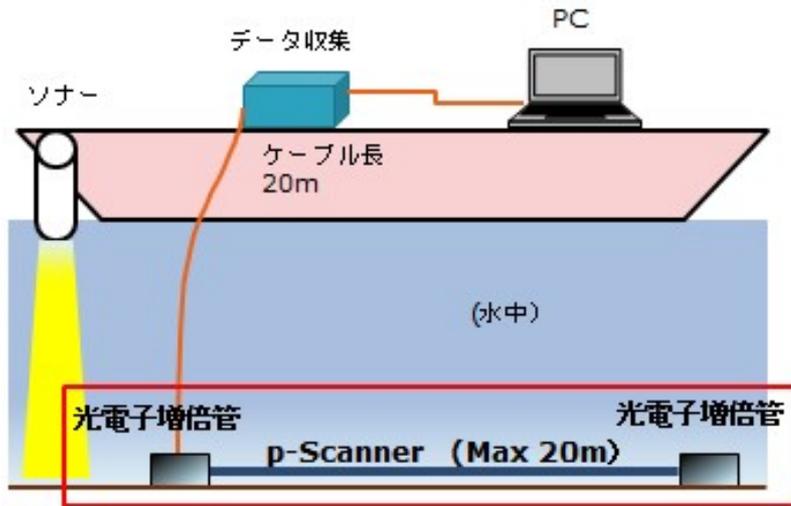
(7) 測定条件の最適化

- ・ 測線の間隔、方向
- ・ 測定時間



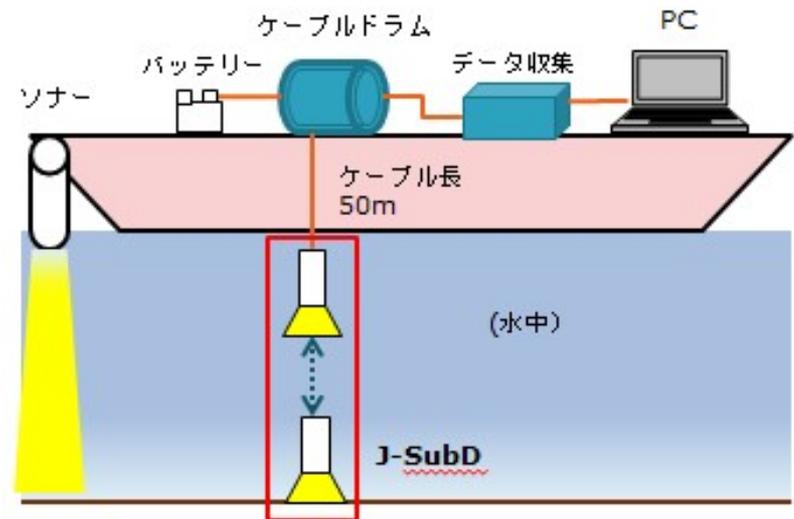
水底測定用の機器

・ 線測定用機器(p-Scanner)



- 検出部にファイバーのプラスチックシンチレーターを使用
- 検出部は最大20m
- 陸上で使用実績あり

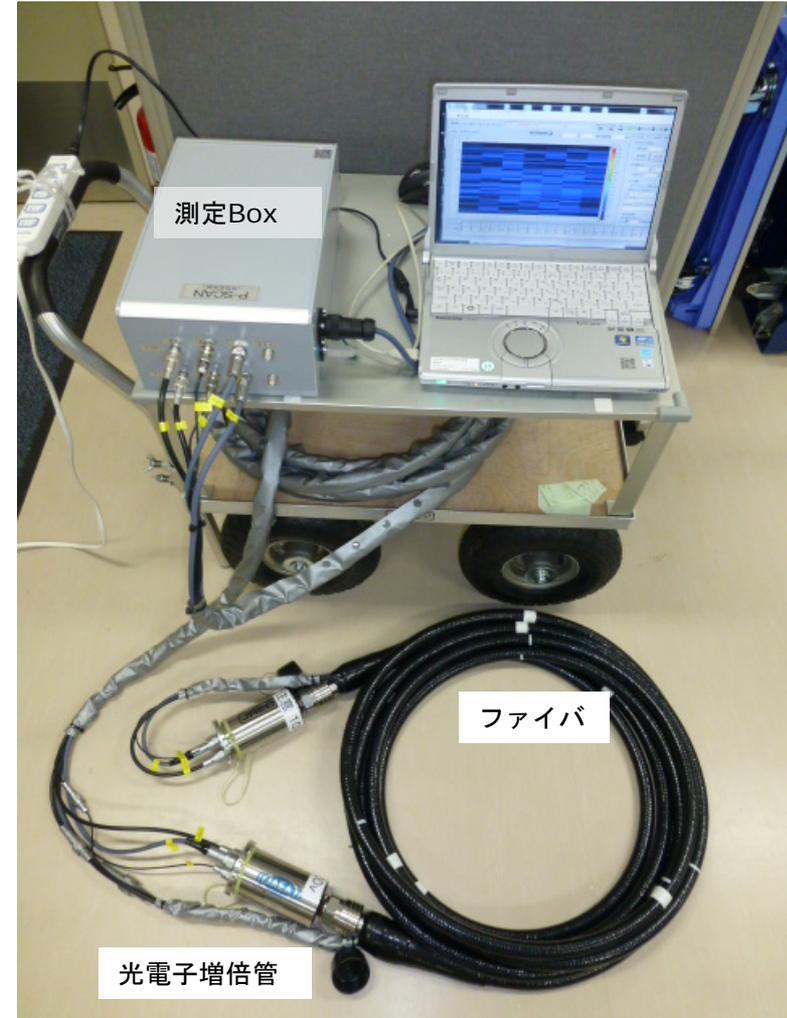
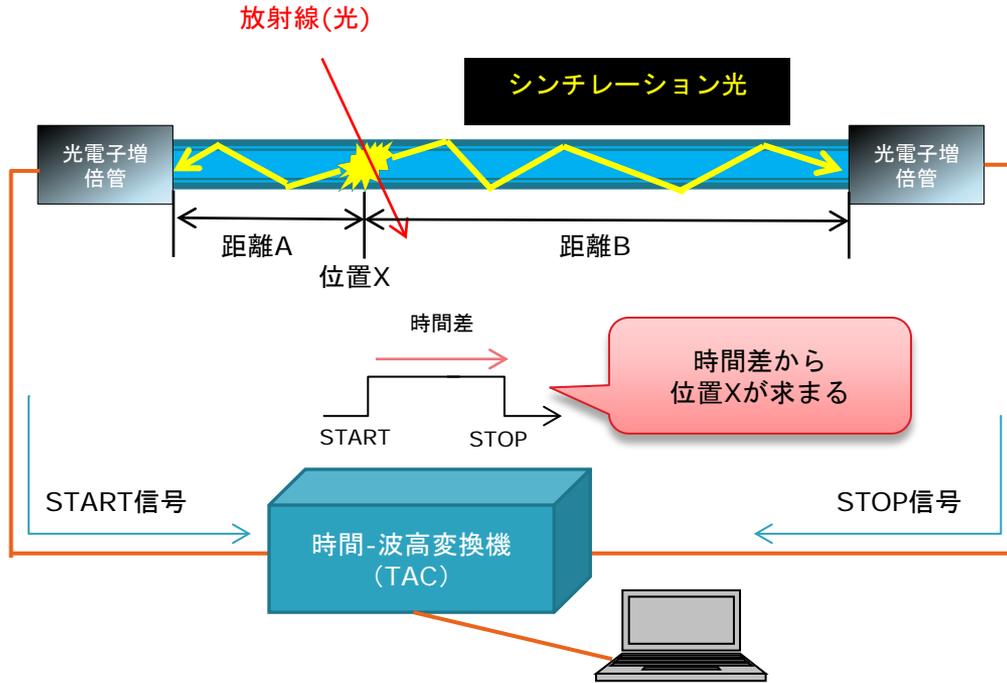
・ 点測定用機器(J-SubD)



- 検出部に $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ シンチレーターを使用
- スペクトル分析が可能
- 検出器の応答特性を計算コードを用いて解析し、実際の水底の状況を模擬した評価が可能

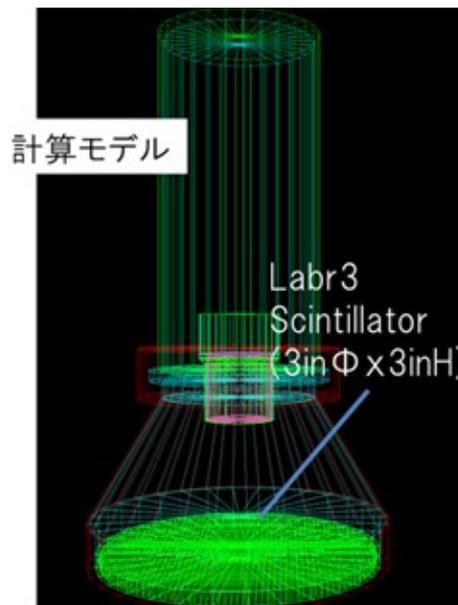
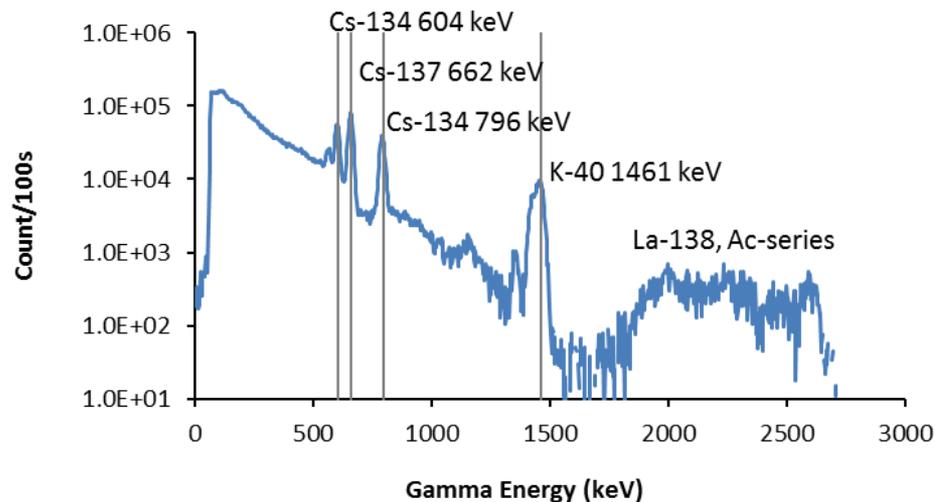
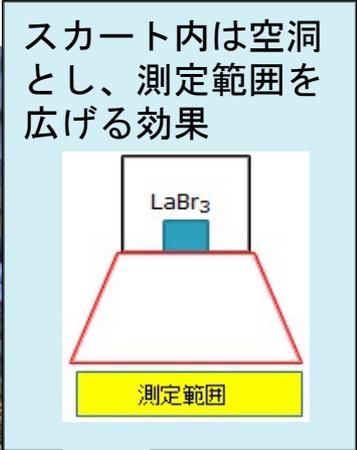
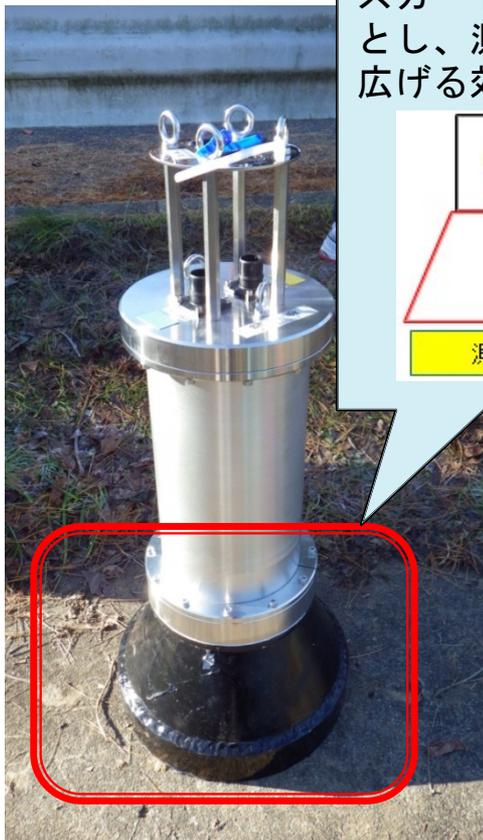
両者を併用することで、水底の放射性物質濃度のマップ化

プラスチックシンチレーションファイバ (p-Scanner)



特徴
検出器の長さ : 5m-20m
位置分解能 : 40cm(10m)

水底測定用スペクトロメータ (J-subD)



計算コードで体系化



堆積物中の放射性セシウム濃度への換算

- ・検出器: LaBr₃: Ce 3 inΦ × 3 inH
- ・高さ62.5cm(吊り下げ治具込みで81.0cm), 直径36cm(スカート部)24cm(フランジ部)19cm(円筒部), 重さ約33kg(水中重量約10kg)

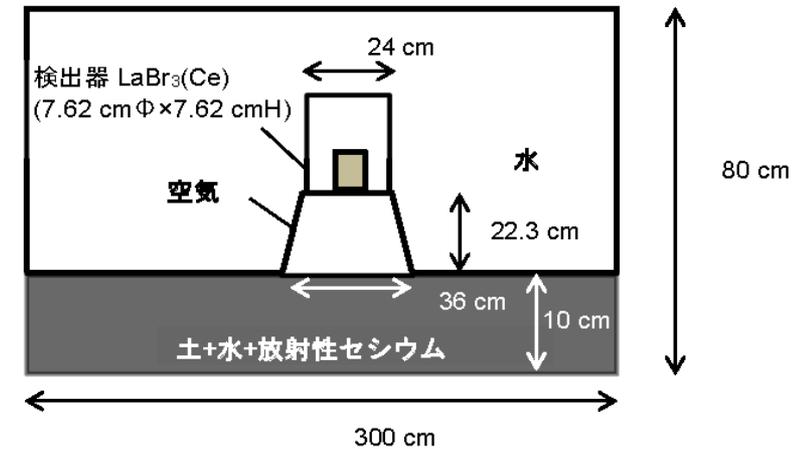
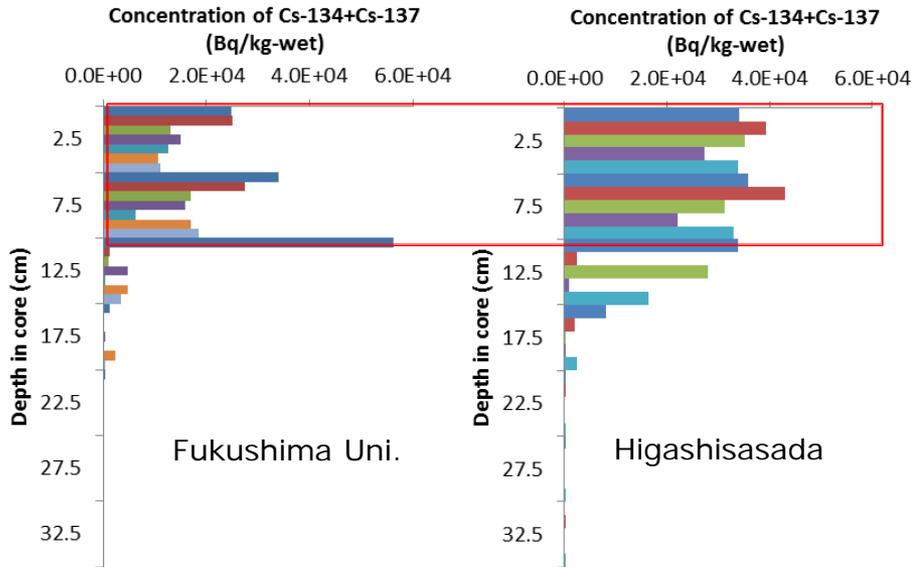
ため池底土壤中の線源設定

堆積物中の放射性セシウムの鉛直分布

鉛直分布の測定（実測値）

堆積物コア試料

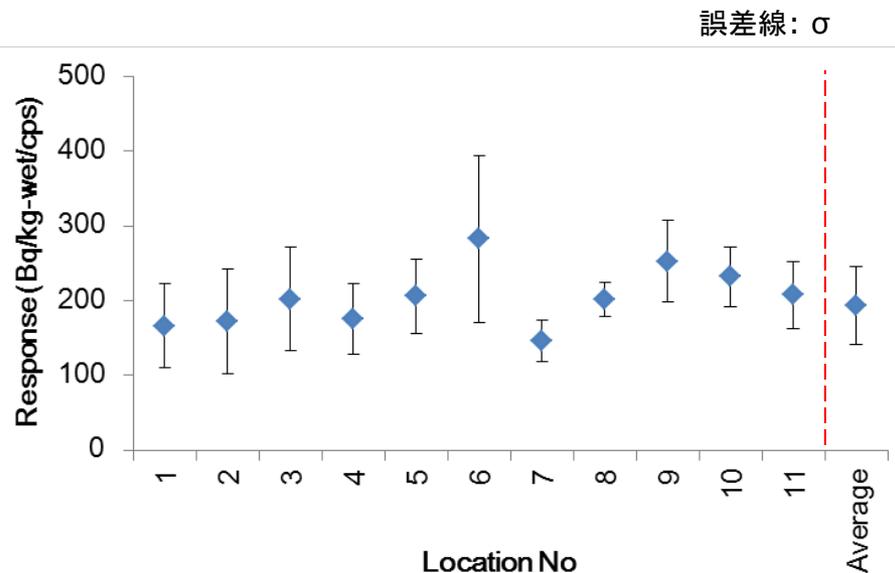
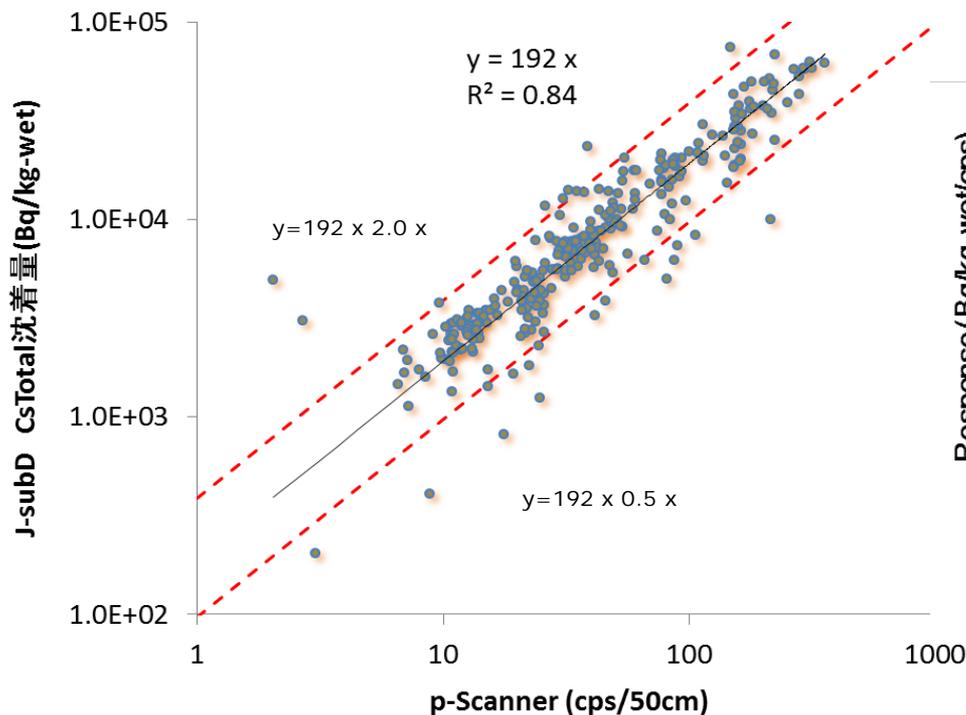
☆様々な場所のため池において30本程度堆積物コアを採取



- ・ 表層から10cmまでに放射性物質は均一に分布している
- ・ 含水率、密度の平均も算出

計算コードにより測定条件を模擬して検出器の効率（レスポンス）を計算

J-subDとp-Scannerの関係（換算係数の導出）

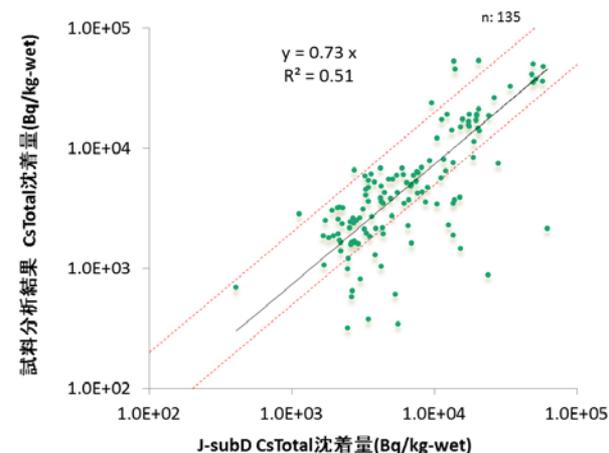
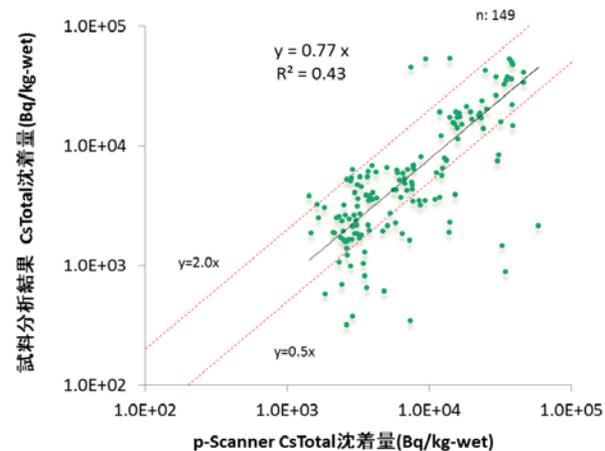
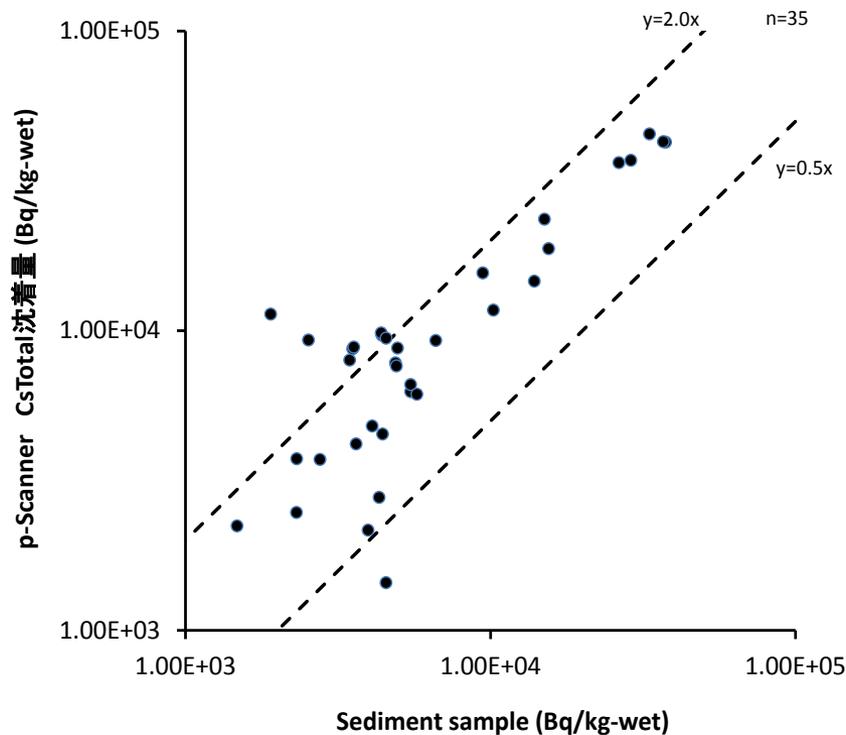


- 検出下限値 (天然核種の水底でBG測定し(@北海道)、3σ法で算出)
- 100 s測定 (Bq/kg-wet)

p-Scanner		J-subD	
Cs-total	61	Cs-137	140
		Cs-134	81
		Cs-total	220

測定結果の妥当性について

堆積物サンプリング（左：堆積物コア、右：エックマン）との比較→概ねよい相関



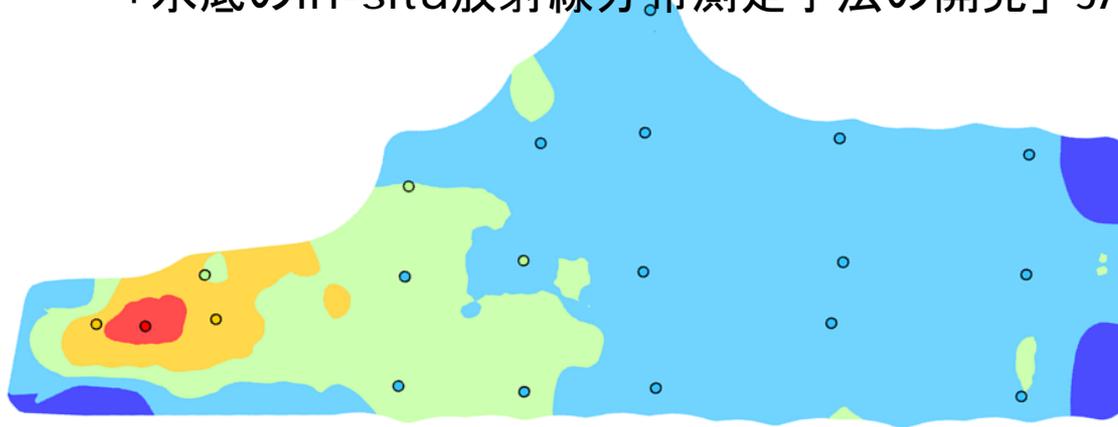
☆ばらつき要因

- ・ 堆積物中の放射性物質の鉛直分布
- ・ 堆積物採取場所と測定場所の不一致
- ・ 構造物や倒木などによるファイバーと堆積物との密着性

測定結果1

福島県内の20のため池についてマップ化

「水底のin-situ放射線分布測定手法の開発」 JAEA-Research 2014-005



放射性物質の濃度が
高く出ている位置

堆積物サンプリング(kBq/kg-wet) p-Scanner測定結果(kBq/kg-wet)

- > 40
- 30 - 40
- 20 - 30
- 10 - 20
- < 10

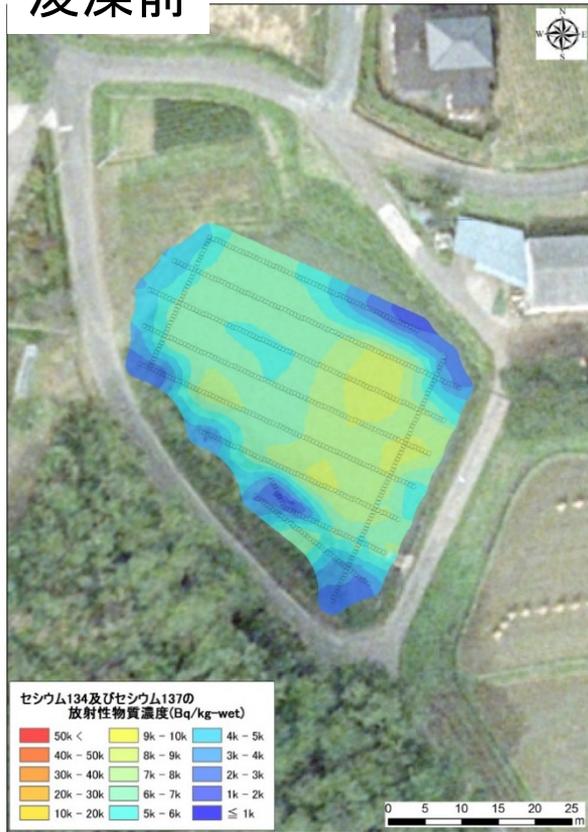
- > 40
- 30 - 40
- 20 - 30
- 10 - 20
- < 10

p-Scannerによるコンター図
と堆積物サンプリングの傾向
が良く一致している

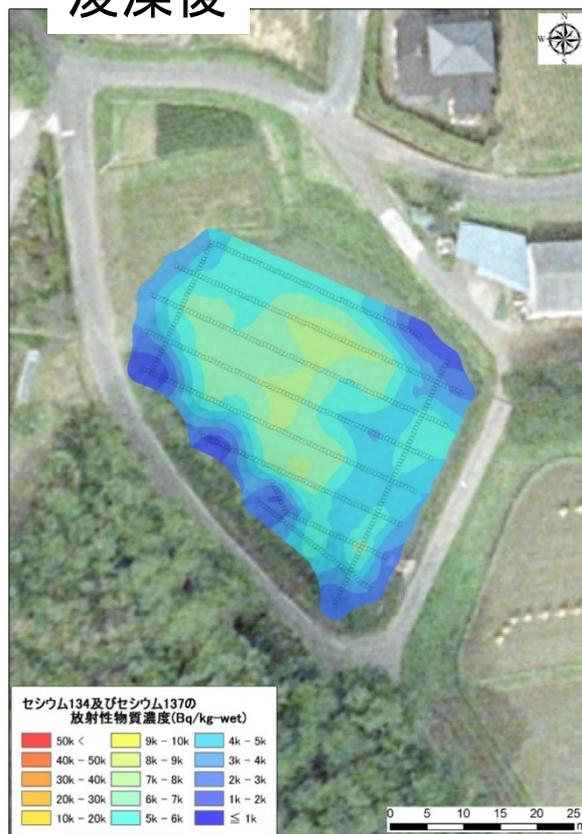


測定結果2 (浚渫前後比較)

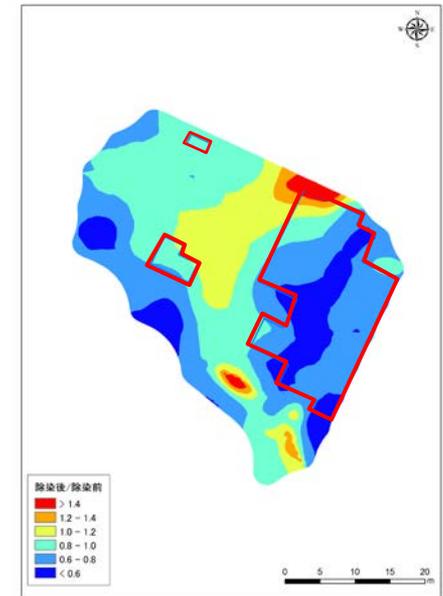
浚渫前



浚渫後



浚渫前後の比



- 浚渫エリアの変化を視覚的に確認



- ため池の効率的な放射性物質対策の計画をする際に有益
- 放射性物質対策効果の確認にも適用可能

: 浚渫エリア

成果

- ため池全域の水底における放射性物質の分布評価を可能とした
 - ✓ため池の放射性物質の状況把握、リスクコミュニケーションに活用可能
 - ✓放射性物質対策の効果の確認にも適用可能

展開

- 測定精度の向上
- 測定対象の適用範囲拡大
- 民間への技術移転
 - 水土里ネットとの技術指導契約 (H25年12月～)
- ★ 今後とも本技術の高度化・最適化を進め、早期の被災地の農業復興に貢献していきたいと考えています。