

一般社団法人 環境放射能除染学会 第10回研究発表会
企画セッション3 減容化・再生利用と復興を考える知のネットワーク
～技術実証事業成果発表会(第3回)～

実証テーマ名：
ドローンによる広域多点撮影とAI技術による
中間貯蔵施設維持管理業務の高度化・効率化



2021年8月26日(木)
株式会社東日本計算センター
執行役員フェロー R&Dセンター長
中野 修三

目次

- 全体概要
- 実施内容
- 実施結果
 - 土壌貯蔵施設の模擬施設の製作
 - 異常検出プロトタイプシステムの開発
 - ドローン隊列飛行による多点連続静止画撮影プロトタイプシステムの開発
 - ドローンを活用した地域貢献策・リスクコミュニケーション策の導出
 - 総合評価
- 実施結果のまとめと今後の課題
- 最後に

全体概要

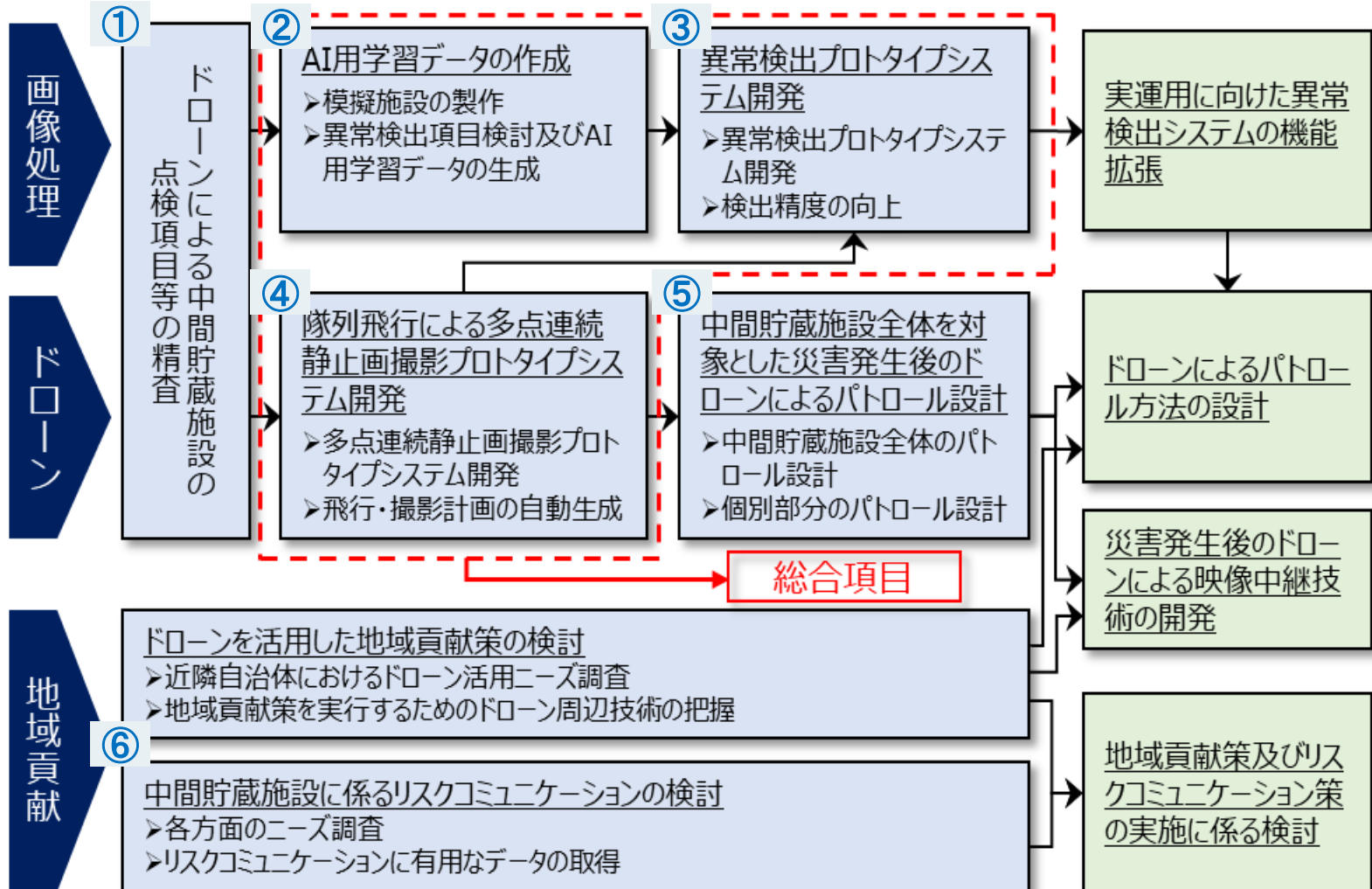
- 中間貯蔵施設への除去土壌等の搬入は令和2年度にピークを迎え、
 - 今後約20数年間は、中間貯蔵施設は「貯蔵」フェーズへ移行する。
 - そのため、土壌貯蔵施設等における貯蔵フェーズでの主要業務は、維持管理業務へ移行する。
 - しかしながら、広大な土壌貯蔵施設等の点検業務を目視で確実にかつ高頻度を実施することは労力と費用の点から難しい。
- このような維持管理の課題に対して、維持管理の高度化・効率化を図るため
 - AI技術等による土壌貯蔵施設等の異常検出を可能とする**異常検出プロトタイプシステム**を開発し、
 - 複数のドローンを利用した隊列飛行による**多点連続静止画撮影プロトタイプシステム**を開発した。
 - 加えて、**ドローンを活用した地域貢献策および中間貯蔵事業に対するリスクコミュニケーション方策**についても検討を実施した。

実施内容

- ① ドローンによる中間貯蔵施設の点検項目等の精査
- ② AI用学習データの作成
- ③ 異常検出プロトタイプシステム開発
- ④ 隊列飛行による多点連続静止画撮影プロトタイプシステム開発
- ⑤ 中間貯蔵施設全体を対象とした災害発生後のドローンによるパトロール設計
- ⑥ ドローンを活用した地域貢献策およびリスクコミュニケーション策の検討

実施内容

試験実施内容の全体像



実施内容

■ 成果目標

- ① **最小長3cmの異常候補を80%以上の精度**で自動出力する**異常検出プロトタイプシステムの開発**
- ② ①の異常候補検出のための静止画を撮影する**ドローン隊列飛行による多点連続静止画撮影プロトタイプシステムの開発**
- ③ **ドローンを活用した地域貢献策およびリスクコミュニケーション策の導出**

事業の主な実施場所

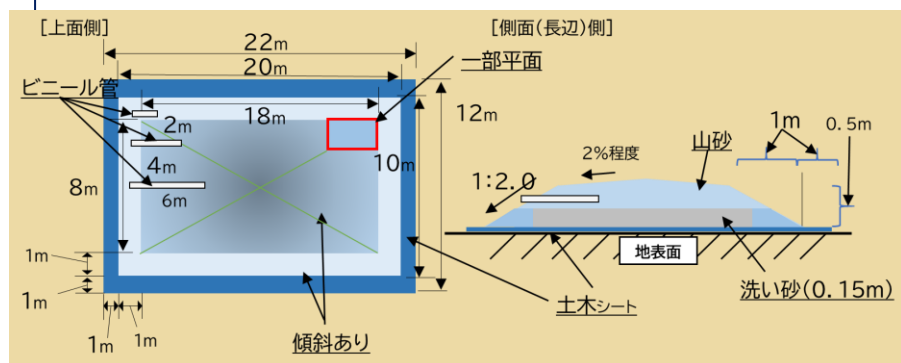
- **ながとイノベーションセンター**
福島県いわき市三和町(旧永戸小学校)
- **楢葉町総合グラウンド陸上競技場**
福島県双葉郡楢葉町



実施結果

■ 土壌貯蔵施設の模擬施設の製作

- AIシステムを開発するにあたり、まだ最終型となっていない土壌貯蔵施設の異常箇所候補を出力するための**AI学習データを収集**するため。
- 開発した異常検出プロトタイプシステムを評価するための**評価用画像を人為的に作成**するため。



模擬施設完成図

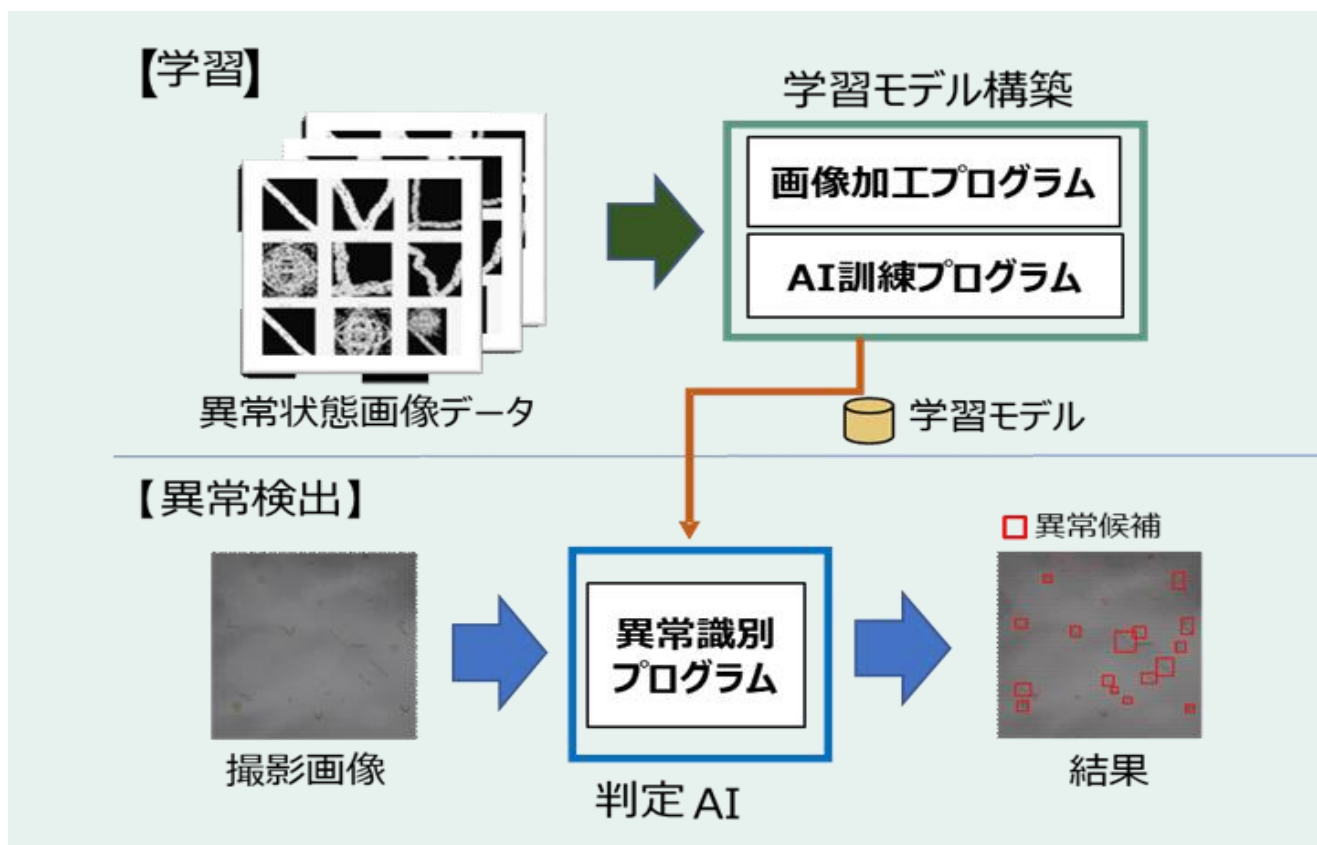
模擬施設完成直後



実施結果

- 異常検出プロトタイプシステムの開発
 - 3つのプログラムからなる異常検出プロトタイプシステムを開発した。

異常検出プロトタイプシステム概要



実施結果

■ 異常検出プロトタイプシステムの開発

- **訓練用データ10,310画像、検証用データ8,000画像**を入手・生成し、学習モデルを150回訓練することにより、正解率95.3%を得たため、これを異常識別プログラムへ投入した。学習モデルでは**6つのクラス（異常の分類：クラス0～クラス5）**を定義した。



クラス0 (異常なし) クラス1 (直線亀裂) クラス2 (分岐亀裂) クラス3 (垂直分岐亀裂) クラス4 (穴・陥没) クラス5 (押出・浸み出し)

- 最終確認データ計82画像を作成し、異常識別プログラム単体での識別精度は、**再現率100%、適合率77.2%**となった。

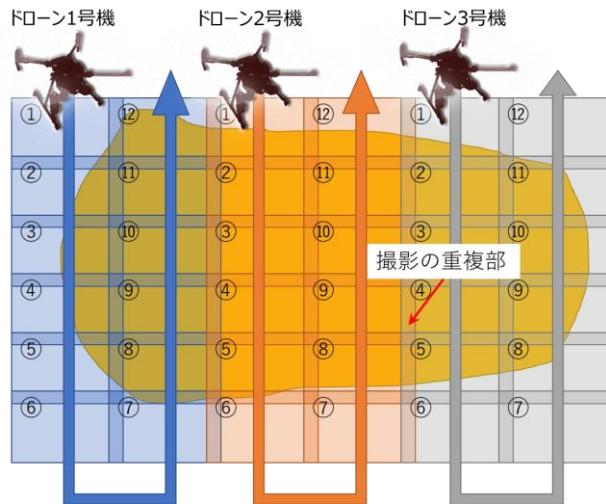
再現率：異常データとして識別対象が検出された割合

適合率：識別対象が正しい分類で認識された割合

実施結果

- ドローン隊列飛行による多点連続静止画撮影プロトタイプシステムの開発
 - 広大な中間貯蔵施設での撮影を自動化し、撮影時間の短縮、および最小長3cmの異常をAI技術にて自動検出する異常検出プロトタイプシステムに画像を提供する多点連続静止画撮影プロトタイプシステムを開発。

複数機による多点連続撮影のイメージ



隊列飛行での連続撮影設定画面



実施結果

- ドローン隊列飛行による多点連続静止画撮影プロトタイプシステムの開発
 - また、**撮影範囲（多角形を指定）、飛行高度、撮影重複率、飛行速度、飛行時間、カメラ画角を設定するとドローンの飛行計画を自動生成するCoverage Flight Planning System**を開発した。

設定した条件をもとに飛行経路を自動作成

【撮影条件】

撮影範囲

撮影重複率

カメラ画角

【飛行条件】

飛行高度

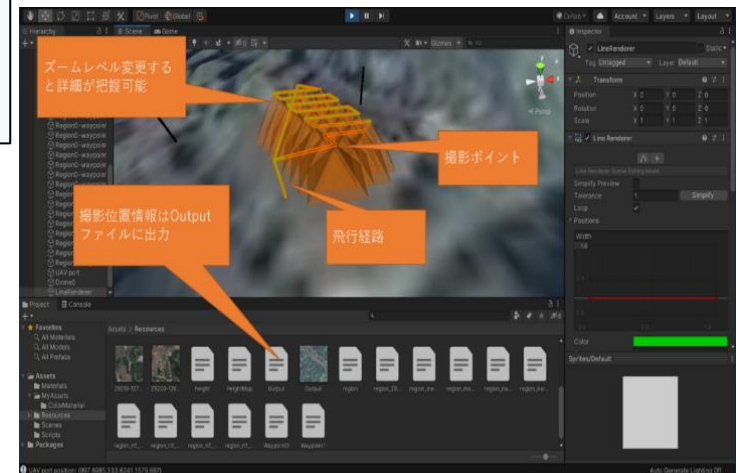
飛行速度

飛行時間

【飛行経路】



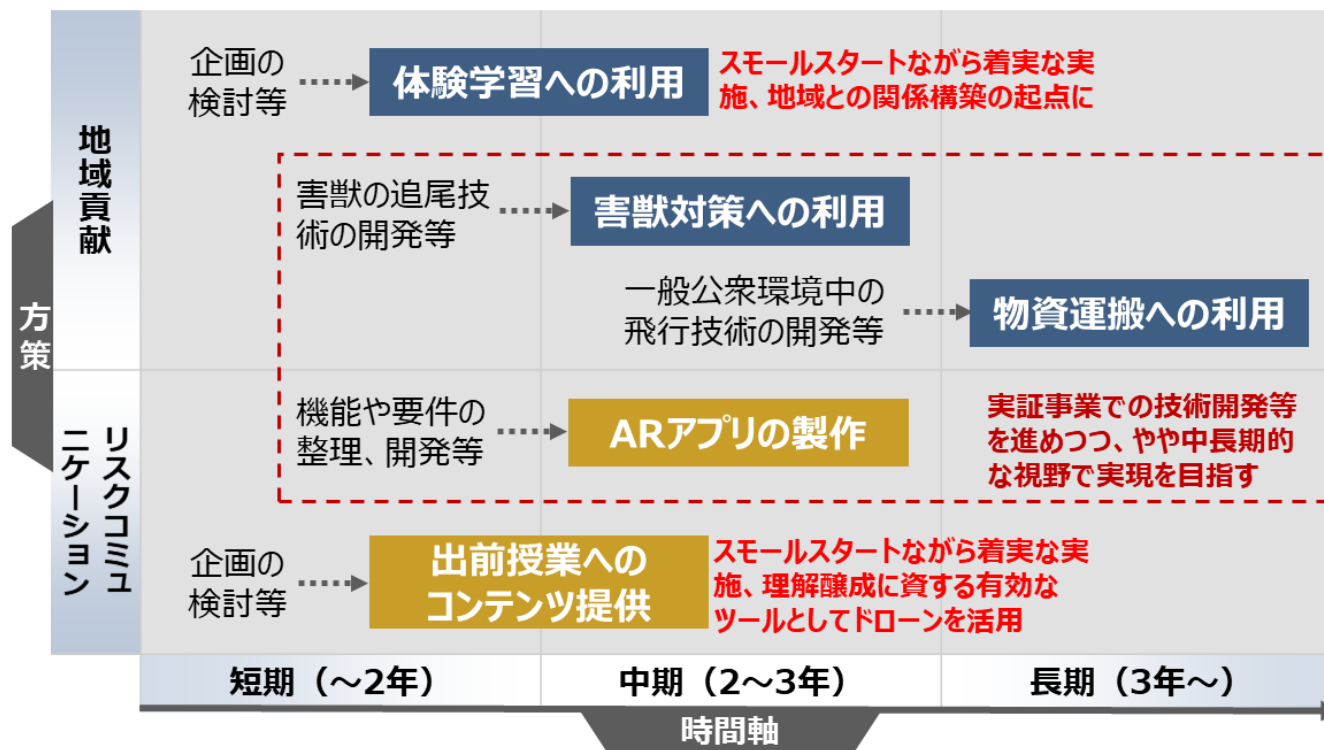
Coverage Flight Planning Systemの画面



実施結果

- ドローンを活用した地域貢献策・リスクコミュニケーション策の導出
 - 公開資料の分析、関連自治体、有識者、住民等へのヒアリングにより、ドローン活用における「外部環境」「ニーズ」「シーズ」を整理し、ドローンを活用した地域貢献策案・リスクコミュニケーション案を導出した。

各方策案の時間的展開イメージ



実施結果

■ 総合評価

- **模擬施設に模擬異常を配置し、ドローンによる多点連続静止画撮影プロトタイプシステムにより実際に撮影した静止画を、異常検出プロトタイプシステムに投入して総合評価を実施した。**

点検に要する時間

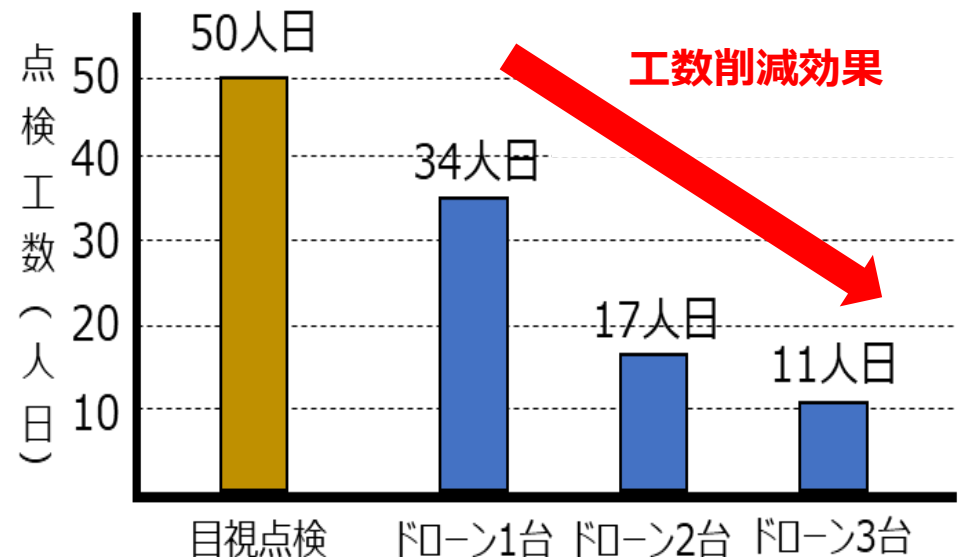
	楢葉	100m ²
システム利用	33分	58秒
目視	48分	1分26秒

点検の精度

評価項目	内容	総合評価結果
再現率	模擬異常が異常として検出された割合	96.4%
適合率	検出した模擬異常が正しいクラスに識別された割合	30.5%

土壌貯蔵施設に適用した場合の工数

総合評価結果と土壌貯蔵施設の総面積から土壌貯蔵施設に適用した場合の工数を試算



実施結果のまとめと今後の課題

- ドローンによる広域多点撮影を可能とする「**多点連続静止画撮影プロトタイプシステム**」、最低限の設定でドローン飛行計画を自動生成する「**Coverage Flight Planning System**」を開発した。
- これらシステムによって飛行するドローンからの画像より、最小長3cmの異常をAI技術にて自動検出する「**異常検出プロトタイプシステム**」を開発し、総合評価として**再現率96.4%、適合率30.5%**の結果を得た。
- また、中間貯蔵施設を取り巻く「外部環境」「ニーズ」「シーズ」を整理し、**計5件の地域貢献策・リスクコミュニケーション案**を提案した。
- 今後の課題は、**実運用を見据えたプロトタイプシステム化**（検出精度最大化のためのパラメータチューニング等による精度向上、実運用プロトタイプシステムの開発、タブレットアプリのプロトタイプ開発）および**開発システムの高付加価値化**（リスクコミュニケーションへの適用等）である。

東日本計算センターは、
東日本大震災／福島第一原子力発電所事故の被災地の地元企業として、
三菱総合研究所のような様々な分野に高い知見を持つ企業との連携を通して、
福島イノベーション・コースト構想の実現に積極的に関り、
いわき市近郊だけでなく福島県浜通り地区の産業復興・発展に、
寄与していきたいと思えます。

ご清聴、ありがとうございました。

本成果は、中間貯蔵・環境安全事業株式会社が環境省より受託した
令和2年度の間接貯蔵施設の管理等に関する業務成果の一部です。