

(国7) 【維持管理】
インフラデータのAI解析による要補修箇所の
早期検知・原因分析・補修に係る研究開発

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)
「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技
術領域」
令和3年度成果

令和4年3月
国土交通省

資料1 「インフラデータのAI解析による要補修箇所の早期検知・原因分析・補修に係る研究開発」の概要

アドオン額:40,150千円(国土交通省)

元施策・有/PRISM事業

課題と目標

- 3D・4Dデータによる点検診断システムの開発
 - AIを活用した海面ノイズ処理、変状抽出を一連で実施するための点検診断システムを開発する。点検診断システムの適用性等を検証するため、港湾において社会実装に向けた実証を行う。
 - 港湾の通信環境下における円滑な遠隔地への画像データ伝送に向けた、遠隔地画像伝送技術の開発を行う。

「インフラデータのAI解析による要補修箇所の早期検知・原因分析・補修に係る研究開発」の概要

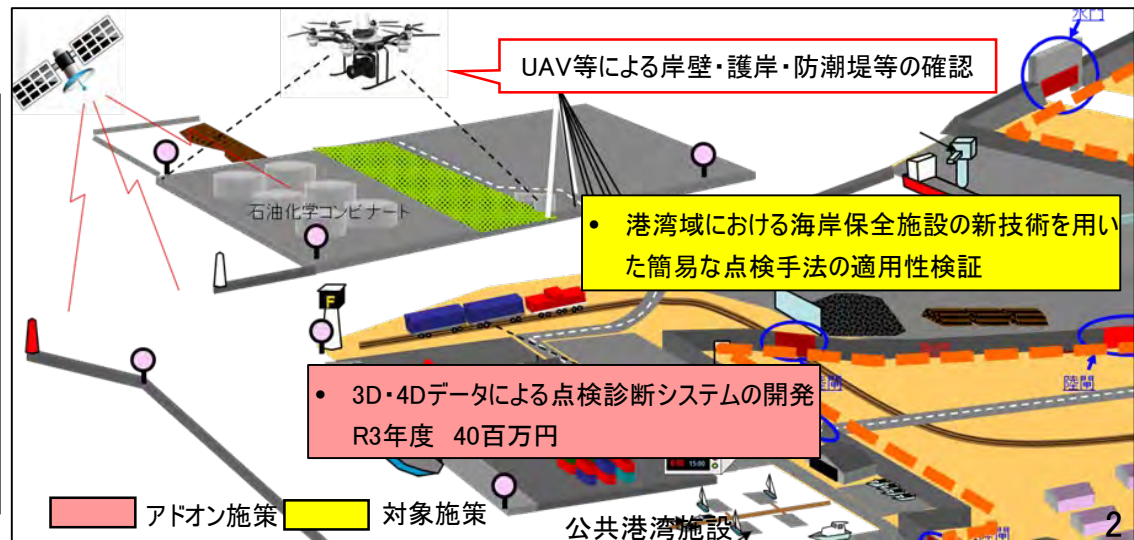
- 元施策：港湾域における海岸保全施設の維持管理への新技術適用に関する検討調査（R3年度：4百万円）
- 海岸保全施設の維持管理に適用可能なICT等の新技術の情報を収集した上で、複数の技術について効果を確認する現地調査を行い、学識経験者等の意見を聴取して、簡易な点検手法を検討する。

出口戦略

- PRISMの成果によって港湾施設の点検診断の現地作業に要する時間を20%以上削減
- 取得された港湾施設の点検診断結果や、点群データ等をサイバーポートに蓄積し、情報閲覧機能や更新機能が高めることによって、港湾関係インフラ情報の一元管理と点検診断の効率化、遠隔地からの災害復旧支援等に活用するほか、民間の創意工夫を生かした技術開発の促進にも寄与する。

民間研究開発投資誘発効果等

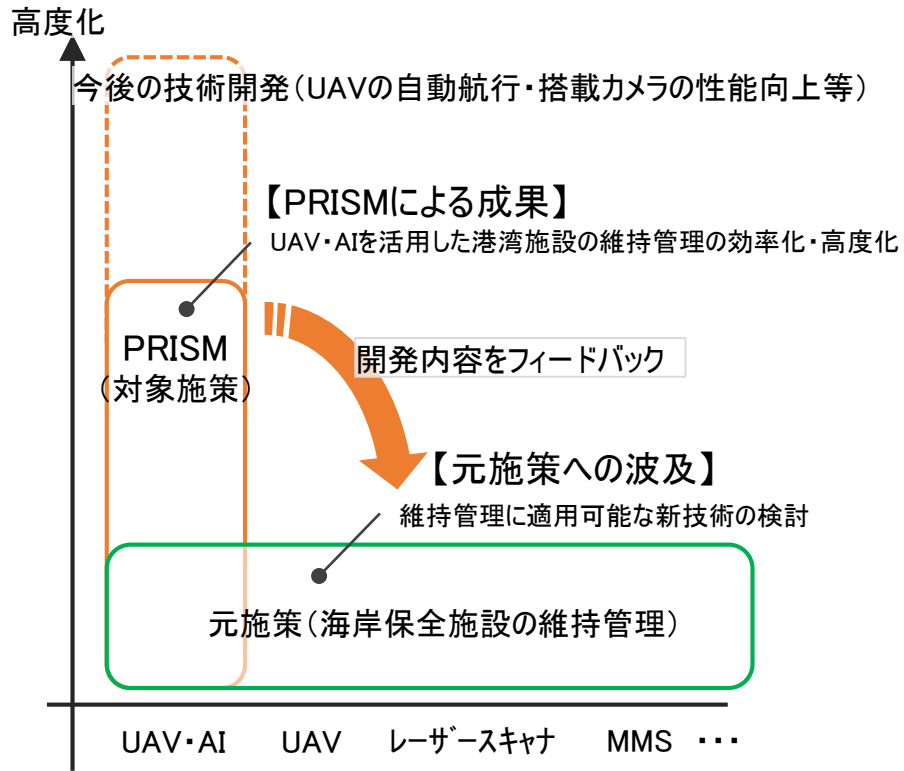
- 3D・4Dデータによる点検診断システムの開発
 - 民間からの貢献額：4年で96百万円相当
 - 人件費：2人年程度(2百万円相当/年) (H30d～R2d)
 - 機器等の提供：電波伝搬特性測定装置等(20百万円相当/年) (H30d～R2d)
 - データ提供：UAV撮影画像データ(10百万円相当/年) (R1d～R3d)
 - 出口企業：調査・設計コンサルタント、測量会社等



○3D・4Dデータによる点検診断システムの開発

- 公共・民間の港湾施設の老朽化等の点検・診断作業に、UAVによる最新の空撮技術、画像処理・3D・4D化技術を適用することを通じ、施設の変状等を自動抽出し、迅速で安価、安全な点検診断を行うシステムを新たに開発し、元施策の高度化を図るとともに、コンサルタント等による新技術導入投資を促進する。

○元施策と対象施策の関係性



③ UAV搭載型カメラによる空中写真測量

目的
施設の陸上部の状況を把握するため、UAVを用いて上空から写真を撮影し、オルソ画像や3次元データを作成する。

期待できる効果

- 外観把握には有効であるが、取得する画像の解像度はカメラ機器の性能・撮影距離によって異なる。
- 車両や航空機では計測できない箇所での撮影が可能である。
- 短時間で広範囲のデータが取得できること、及び危険箇所への立ち入りを回避できることから、効率化に加え作業の安全性が向上する。

適用範囲

① 対象施設と点検区分

対象施設	防波堤・堤岸	離岸堤・港堤	突堤・ヘッドランド
点検区分	○(陸上部)	○(陸上部)	○(陸上部)

点検手法の概要

- UAVを用いた写真測量であり、写真より作成する3次元データやオルソ画像を用いて、変状を定量的・定性的に把握する方法である。
- データの取得点間隔: 5~10cm程度(対地高度7.5m時)
- 1日あたりの作業量: 概ね1,000~2,000㎡程度
形状が細く直線的な場合は2km程度

海岸保全施設における実験結果

UAV	Phantom4 RTK/DJI社製
カメラ解像度	Matrice600/DJI社製 管
	2,000万~4,000万画素のカメラを搭載

③ UAV搭載型カメラによる空中写真測量(応用技術の紹介)

UAV・AIを用いた点検・診断システム

海岸保全施設の維持管理における点検等の高度化・効率化を目的として、UAVによる撮影画像から施設変状(ひび割れ等)を自動抽出するAI及び三次元モデルを精度を高めるために自動で海面部を除去するAIを用いて現地作業に要する時間を削減させる。

UAVによる人エリーフの簡易な点検方法の検討事例

UAVによる人エリーフの簡易な点検方法を検討することを目的として、撮影した静止画を色調の補正を行った上で三次元形状復元計算を行い、異常値を除去した上で見かけの水深に補正係数を乗じることで真の水深の推定という手順で、一定の精度で人エリーフの三次元形状を推定できる。

図 水深補正後の標高の推定値の誤差の平面分布(各図の中央の黒枠内が人エリーフの天端面)

参考費用

導入費	1,000万円以上(機体、カメラ、3次元処理ソフト、AI開発費)
外注費	300万円程度/㎞(撮影~3次元化、AIによる変状抽出)

AI解析については、開発段階にあるため、費用は想定である。

資料3 「インフラデータのAI解析による要補修箇所の早期検知・原因分析・補修に係る研究開発」の目標達成状況

- 港湾施設の点検診断において、現地作業に要する時間を20%以上削減。
- 港湾施設の点群データ等を取得し、サイバーポートに蓄積、利活用。

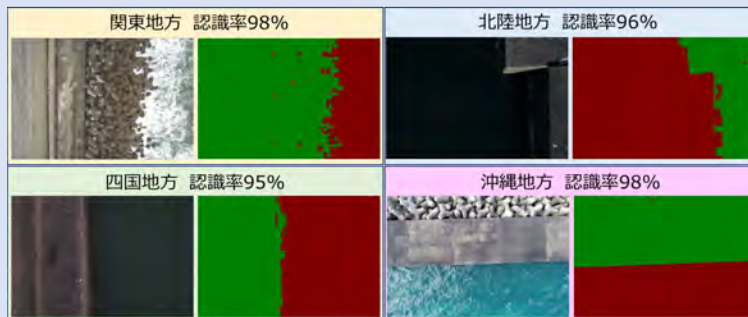
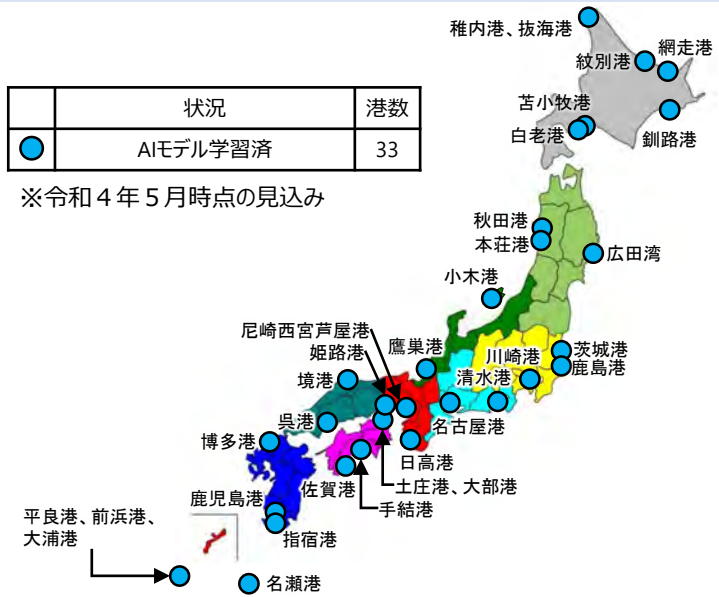
事業名等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況
3D・4Dデータによる点検診断システムの開発	<p>① 点検診断システムの改良を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 海面ノイズ処理の精度向上。 2. 変状抽出の適用範囲拡大。 3. システムのユーザビリティ向上。 4. UAVで点検困難な施設・変状への対応。 5. サイバーポートへの連携。 <p>② 点検診断システムの公開に向け、ドキュメントを整備する。</p>	<p>① 点検診断システムの改良</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 海面ノイズの地域性をAIモデルに反映するための追加現地調査を実施するなどにより、全国で26港分のデータを追加。汎用性に優れる全国版モデル及び特定の海面状況下で認識率が高くなることが想定される地域版モデル(10地域)を構築(5月完了見込み)。 2. 現地調査時に錆汁等発生状況の教師データの取得を実施し、錆汁、鉄筋露出、消波ブロック沈下の検出システムを新たに構築(5月完了見込み)。 3. 港湾管理者及び点検実務者への意見聴取を実施し、ユーザビリティ向上に資する意見を整理。操作が複雑、煩雑という実務者の意見を考慮し、自動処理機能の強化に向けてシステムを改良(5月完了見込み)。 4. UAVで点検困難な施設・項目の点検診断結果を必要に応じて手入力できるようにシステムを改修(5月完了見込み)。 5. 現状のサイバーポート(維持管理DB)との連携については、点検診断結果を維持管理DBに登録できる形式でファイル出力するよう、システムを改修(5月完了見込み)。 なお、三次元点群データ等については、サイバーポート(港湾インフラ分野)が2022年度中の運用開始に向けシステム要件等の検討中であることから、点検診断システムとの連携方法、時期等を含めて調整中 <p>② 点検診断システムのマニュアルを、ユーザーの対象別に3種類(導入編、操作編、発展編)作成(5月完了見込み)。</p>

資料4 「インフラデータのAI解析による要補修箇所の早期検知・原因分析・補修に係る研究開発」の成果

①-1. 海面ノイズ処理の精度向上

- 港湾・海岸施設の三次元点群データ等の作成精度を高めるため、UAV空撮画像の海面部分（海面ノイズ）の除去技術を開発。
- 海面ノイズの地域性をAIモデルに反映するための追加現地調査を行う等により、全国26港分の海面データを追加。
- 汎用性に優れた全国版AIモデルと、特定の海面状況下で認識率が向上することが想定される地域版AIモデル（10地域）を構築。ユーザーの使い分けを想定。

● 各地方の海面の学習状況



①-2. 変状抽出の適用範囲拡大

- 施設の維持管理や点検・診断実務の負担軽減と迅速性を向上させるため、施設の変状等を機械的に抽出するためのシステム開発を実施。
- R3年度は錆汁、鉄筋露出、消波ブロック沈下の抽出を新規開発。

変状の種類	点検診断ガイドラインが求める劣化度b判定基準例	目標精度	解析手法概要	解析手法	達成状況
ひび割れ	(ケーソン式係船岸 ケーソン 側壁の劣化、損傷) ・複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。	幅3mmのひび割れを検出	オルソ画像に対するAI画像認識 (幅3mmのひび割れを検出するため、オルソ画像の解像度は1mm/pixel)。	セマンティック・セグメンテーション	抽出率：79% 実績値：70/89 教師データ数：2,852枚
錆汁	(浮棧橋 ボンツーン外部 (PCの場合) コンクリートの劣化、損傷) ・錆汁がある。	1cm×1cm程度の錆汁を検出		物体検出	抽 実 教 開発中
鉄筋露出	(ケーソン式防波堤 ケーソン コンクリートの劣化、損傷) ・広範囲に亘り鉄筋が露出している。	1cm×1cm程度の鉄筋露出を検出		物体検出	抽 実 教 開発中
段差・沈下	(ケーソン式係船岸 エプロン 沈下、陥没) ・エプロンに3cm以上の沈下(段差)がある。 ・エプロンと背後地との間に30cm以上の沈下(段差)がある。	3cmの段差を検出		DSMのフィルター処理によりエッジ(目地)抽出。目地の両側の標高値を比較。	抽出率：82% 実績値：9/11
目地の開き	(ケーソン式係船岸 エプロン 沈下、陥没) ・ケーソン目地(上部工含む)に顕著な開き、ずれがある。	3cmの目地開きを検出		DSMのフィルター処理によりエッジ(目地)抽出。目地の両側の位置座標を比較。	抽出率：100% 実績値：5/5
ずれ	(ケーソン式防波堤 移動) ・隣接ケーソンとの間に側壁厚程度(40~50cm)のずれがある。 (防潮堤、護岸、堤防 施設全体の移動) ・隣接するスパンとの間に10~20cmのずれがある。	10cmのずれを検出	三次元点群データから生成したDSMから算出	DSMよりケーソンの角点を検出。隣接ケーソンの角点の座標値を比較。	抽出率：100% 実績値：5/5
欠損	(ケーソン式防波堤 上部工 コンクリートの劣化、損傷) ・小規模な欠損がある。 (防潮堤、護岸、堤防 波返工 コンクリートの劣化、損傷(無筋の場合)) ・部材表面に対して面積比で10%未満の欠損がある。	縦横深さが5cm程度以上の欠損を検出		二時期のDSMを比較して差分を計算。	抽出率：90% 実績値：9/10
消波ブロック沈下	(ケーソン式防波堤 消波工 移動、散乱、沈下) ・点検単位長に亘り、消波工断面が減少している(ブロック1層未満)。	数10cm程度の沈下を検出		DSMから消波ブロックの代表高さを計算。設計高さと比較することで沈下量を計算。	抽 実 開発中

(注-1) 劣化度b：部材の性能が低下している状態 (注-2) DSM：表面の高さ情報を持った画像データ

①-3. システムのユーザビリティ向上

- 港湾管理者、施設点検実務者にUAV空撮及びシステム操作の実演を実施し、意見を聴取。
- 操作が難しい、操作手順が非常に多いという意見を考慮し、可能な限り自動処理が行われるようにシステムを改良

UAV空撮の実演



意見交換会



システムのユーザビリティに関する意見の例

- (港湾管理者) 操作が難しいので、マニュアルは手順のわかる詳しい記載である必要がある。
- (点検実務者) 操作が非常に多い。日常的なユーザーであればあまり問題はないと考えるが、そうではない方も操作するため、必要最小限の操作とすべき。
- (点検実務者) 基本機能(通常使用する機能)とオプション機能(さらに高度な作業のできる機能)を明確にわけると使いやすいかもれない。

資料5 「インフラデータのAI解析による要補修箇所の早期検知・原因分析・補修に係る研究開発」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：4年で96,000千円相当
 ①（情報通信研究機構）66,000千円（H30d～R2d、22,000千円/年）
 ②（海洋調査協会）30,000千円（R1d～R3d、10,000千円/年）

当年度当初見込み	当年度実績
②海洋調査協会（R1～R3） UAV空撮画像データの提供…10,000千円	②海洋調査協会 UAV空撮画像データの提供…10,000千円

○出口戦略

- PRISMの成果によって港湾施設の点検診断の現地作業に要する時間を20%以上削減。
- 取得された港湾施設の点検診断結果や、点群データ等をサイバーポートに蓄積し、情報閲覧機能や更新機能を高めることによって、港湾関係インフラ情報の一元管理と点検診断の効率化、遠隔地からの災害復旧支援等に活用するほか、民間の創意工夫を生かした技術開発の促進にも寄与する。

当年度当初見込み	当年度実績
I. 現場におけるデータ取得及び点検診断システムの改良（①海面ノイズ処理の精度向上、②施設変状抽出の適用範囲拡大） II. ユーザビリティ向上のため、港湾管理者等の意見を聴取しシステムを改良 III. UAVで点検困難な施設・項目への対応のため、点検結果を手入力できる機能をシステムに追加 IV. サイバーポート開発と連携・調整して、蓄積させるデータ種類等を決定 V. システム公開に向け、マニュアル3種類（導入編、操作編、発展編）を整備	I. 追加現地調査を実施するなどにより、全国で26港分の海面データを追加。施設変状抽出の適用範囲拡大のためのデータも同時に取得。海面ノイズ処理（全国版、地方版）、施設変状抽出（錆汁・鉄筋露出）へのAI活用により、効率的な点検診断の実施が可能となる（見込み）。 II. 聴取した意見を考慮し、自動処理機能の強化に向けてシステム改良（見込み）。 III. 点検診断結果をサイバーポート（維持管理DB）へ登録できるよう、システム改良（見込み）。 IV. 現状のサイバーポート（維持管理DB）には点検診断結果を登録することとし、システム改良（見込み）。別途開発中のサイバーポート（港湾インフラ分野）との2022年度以降の連携に向け、三次元点群データ等の蓄積方法等について調整。 V. マニュアル3種類を作成（見込み）。