

【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2年度成果

令和3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: 51,000千円(国土交通省)

元施策・有/PRISM事業・新規/継続予定

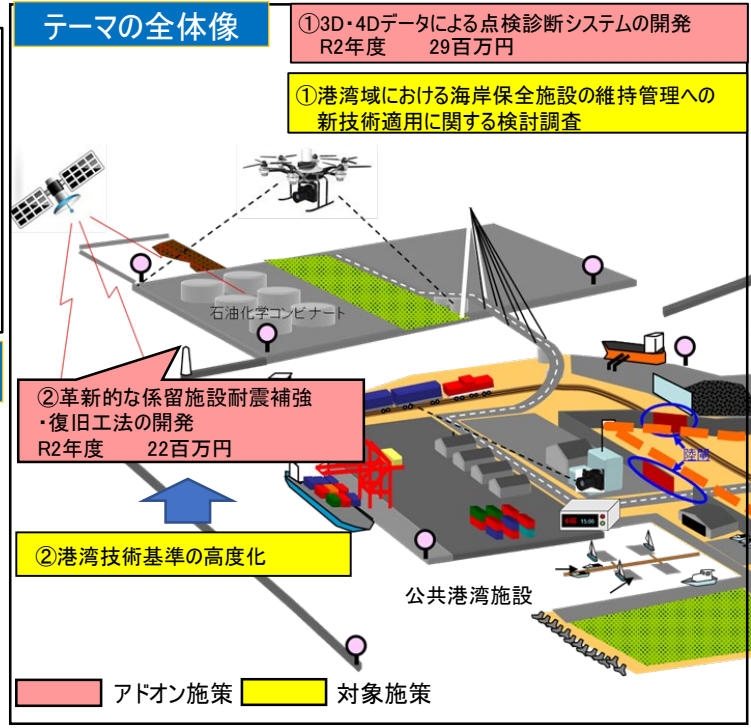
## 課題と目標

- 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。
- 港湾構造物(船舶係留施設)に制震部材を設置することによる革新的な耐震補強・復旧工法の開発
  - 制震部材の配置や力学特性を変えた構造設計断面について数値解析を実施し、地震力による構造物の残留変形や構造復旧の効率性を勘案した新たな耐震補強・復旧工法の概略を決め、水中振動台実験(全体挙動確認)に向けた実験計画(実験対象とする構造断面等)を作成する。

## 「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 (R2年度: 3百万円)
    - 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。
  - 元施策: 港湾技術基準の高度化
    - 制震材を用いた耐震強化上の係留施設の要求性能等を整理し、港湾技術基準への制震設計概念の導入を検討する。
- 【PRISMで実施する理由】
- 省独自予算では、公共の海岸保全施設の点検にICT導入の可能性を検討する。PRISM施策では、公共・民間の港湾施設を対象を拡大して、UAVによる空撮画像の3D・4D化技術の進展に対応して、従来は目視確認されてきた施設変状等を自動抽出し点検診断に活用するシステムを新たに開発する。

## テーマの全体像



## 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、点群データ等を港湾関連データ連携基盤に蓄積し、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。
- 制震材の設置による港湾構造物(船舶係留施設)の安価な耐震補強・復旧工法を開発することによって、特に民間港湾施設の機能更新や新規整備投資を促進する。

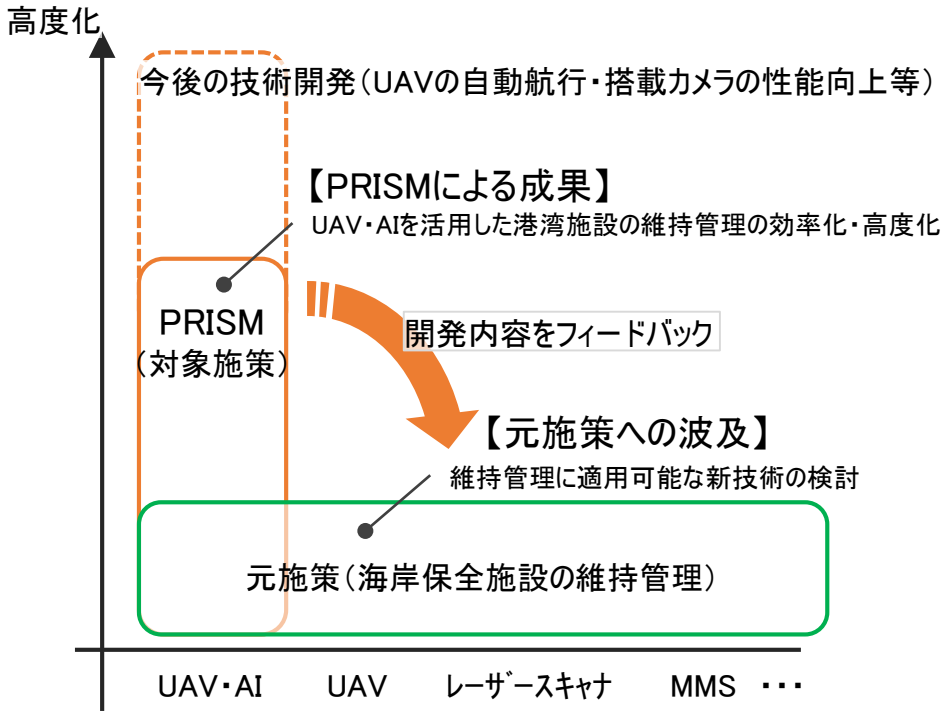
## 民間研究開発投資誘発効果等

- 3D・4Dデータによる点検診断システムの開発
  - 人件費: 2人年程度(2百万円相当)
  - 機器等の提供: 電波伝搬特性測定装置等(20百万円相当)
  - データ提供: UAV撮影画像データ(10百万円相当)
  - 出口企業: 調査・設計コンサルタント、測量会社等
- 革新的な係留施設耐震補強・復旧工法の開発
  - 人件費: 15人年程度(20百万円相当)
  - 出口企業: エネルギー関連企業、鉄鋼関連企業、セメント関連企業、マリン、建設コンサルタント等

### ○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。

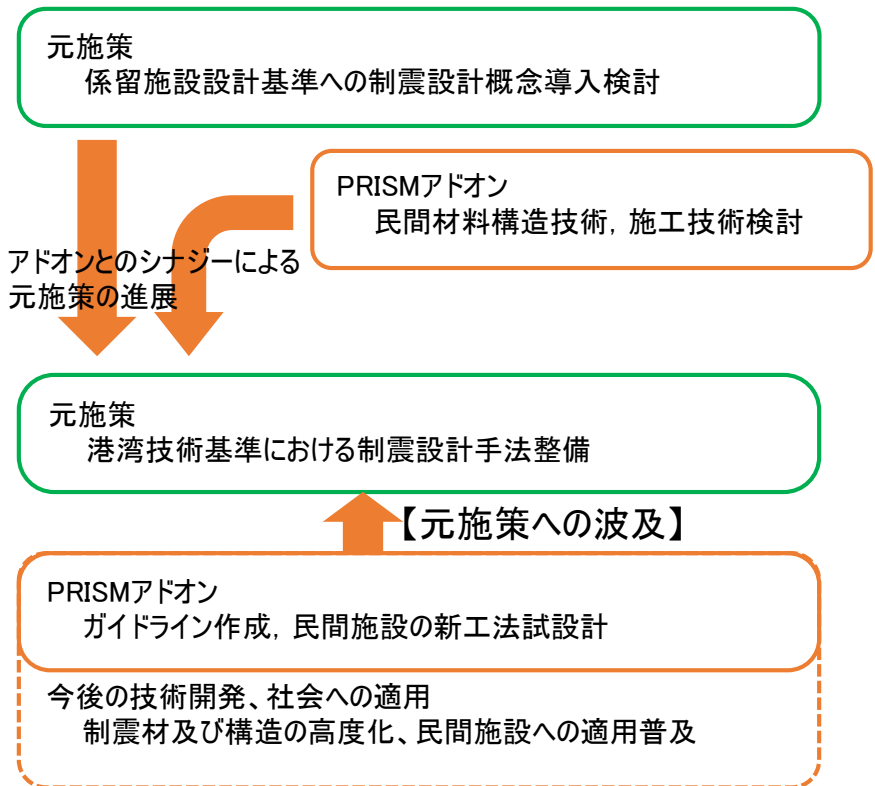
### ○元施策と対象施策の関係性



### ○革新的な係留施設耐震補強・復旧工法の開発

- 制震材の設置による安価な耐震補強・復旧工法の開発によって、制震部材構造の更なる高度化や施工の効率化に対する民間技術開発投資を誘発するとともに、経済インフラである石油栈橋等の耐震化、老朽化対策、現行技術基準に適合しない既存不適格の解消に向けた民間投資の拡大、政府財政支出の効率化を目指す。

### ○元施策と対象施策の関係性



# 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、港湾関連データ連携基盤に蓄積、利活用。
- 制震材の導入により、最大で4割程度の部材変形抑制効果を確認。

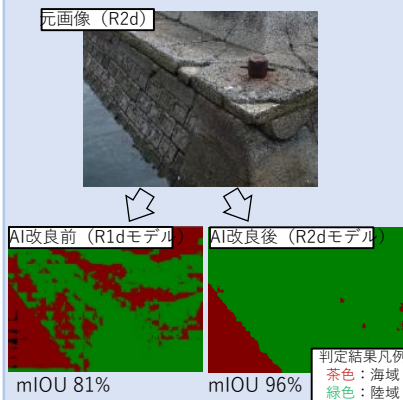
事業名等(※個別に目標を設定している場合)	当年度目標	目標の達成状況
① 3D・4Dデータによる点検診断システムの開発	I. 現場(5港湾)におけるデータ取得及び点検診断システムの改良(①海面ノイズ処理の精度向上、②施設変状抽出の適用範囲拡大) II. 遠隔地画像伝送システムの改良及び実港湾での実証試験 III. 港湾関連データ連携基盤へのデータ保存法の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5港においてデータ取得が完了した。システム精度の向上に向けたAI学習、誤差の評価分析、点検診断システムの改良を実施するとともに(データ取得も合わせ3月終了)、点検診断ガイドライン要求精度の満足状況の確認、システム実用上の留意点を整理した。</li> <li>• UAV搭載送信機の小型化・軽量化及びソフトウェアの改良設計並びに電波伝搬に関する試験(3か所)を完了した。プロトタイプ送信機の製作を実施した。実港湾でのマルチホップ画像伝送試験は緊急事態宣言の影響で延期となった(4月実施予定)。</li> <li>• 港湾関連データ連携基盤へのデータ保存法に関して、先進事例をレビューし、広く世間一般で使用される形式(三次元点群データはLAS形式(*.las)、変状抽出結果はシェープファイル(*.shp)等)を調査した。</li> </ul>
② 革新的な係留施設耐震補強・復旧工法の開発	IV. 数値解析モデルの検証 V. 施工法の詳細検討の実施 VI. 試設計(民間施設対象)の実施 VII. 新工法マニュアル案の作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 過年度の模型実験結果の再現計算を終了し、数値解析モデル検証が完了。</li> <li>• 栈橋上部工を撤去することなく水中で制震材取付を実施する簡易な耐震補強の概略施工法を確立。既存杭の施工誤差に対応できる制震部材取付工法と取付部の細部構造検討を実施した。工費算出のための歩掛等も検討した。</li> <li>• 試設計対象の一般的な栈橋と既存民間栈橋の構造、耐震検討結果等の情報を収集。実構造を想定した試設計を実施し、既往改良工法に対してコスト優位性を提示。</li> <li>• 工法概要、設計法、施工法、設計例等を取りまとめたマニュアル案を執筆。</li> </ul>



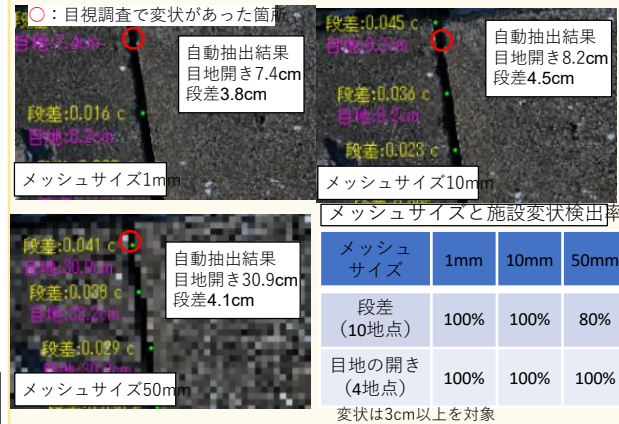
## ①3D・4Dデータによる点検診断システムの開発内容

- I-① 今年度取得の海面データを用いて、AIモデルへ追加学習を実施。北海道、東北、北陸、瀬戸内海の海面特性学習を終了。
- I-② 解像度確認追加試験や誤差の評価分析、AIモデル改良の結果、代表的な点検診断項目においてガイドライン要求精度への対応が可能であることを確認。
- II UAVに搭載する送信機の小型化・軽量化を実施。今後、実港湾でのマルチホップ画像伝送試験を実施。

### ● 海面ノイズ処理の精度向上の例



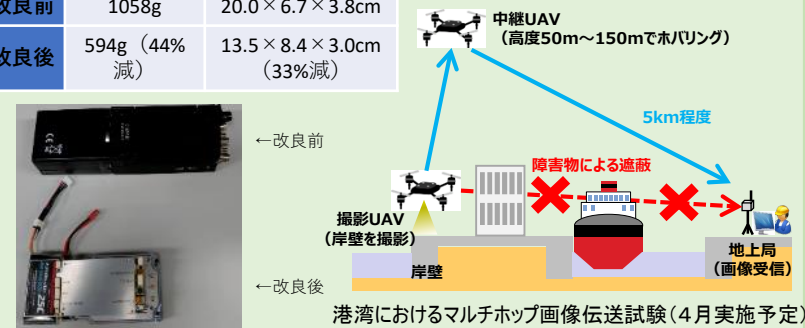
### ● 施設変状抽出の例(段差3cm・目地の開き6cm)



### ● 遠隔地画像伝送システムの構築

無線ユニットの改良 (小型化・軽量化)

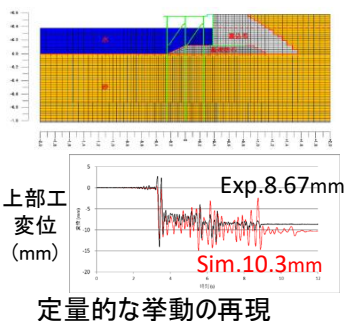
	質量	サイズ
改良前	1058g	20.0×6.7×3.8cm
改良後	594g (44%減)	13.5×8.4×3.0cm (33%減)



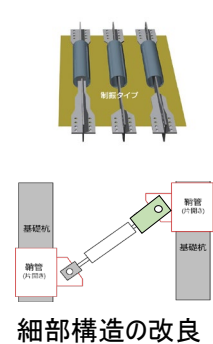
## ②革新的な係留施設耐震補強・復旧工法の開発

- IV. 水中振動台を用いた模型実験結果を再現する解析モデルを検討し、挙動の定量的再現を確認し、設計実務において必要な解析モデルを確立。
- V. 既存構造の施工誤差に対応しつつ短工期化および施設供用への影響を最小限にする概略施工法を確立し、制震部材取付部の細部構造の検討を実施した。
- VI. 実際の民間施設を対象に制震材を適用した試設計を実施し、一般的な改良工法による方法とのコスト比較を実施して、コスト優位性を提示。
- VII. マニュアル案を作成して情報展開を積極的に行い、コスト優位性を示して今後の事業者への棧橋施設耐震性向上の実施の励起を図る。

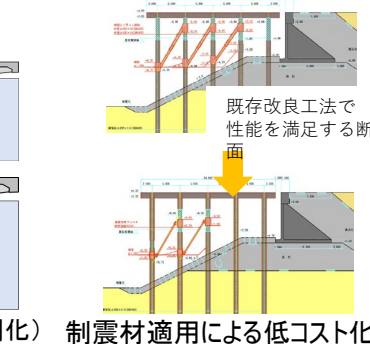
### ● 数値解析モデルの確立



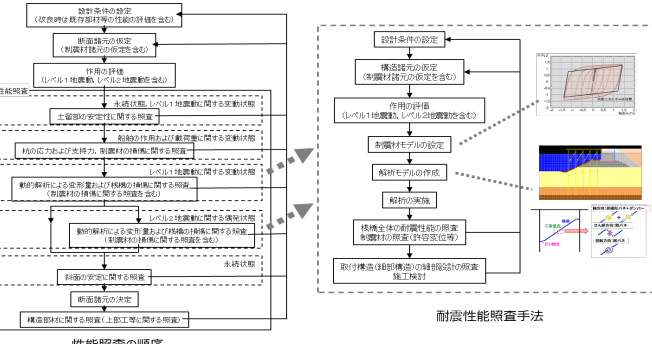
### ● 施工法の詳細検討の実施



### ● 試設計(民間施設対象)の実施



### ● 新工法マニュアル案の作成



# 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156,000千円相当

- 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)
- ③民間企業(鉄鋼関連企業、マリコン、建設コンサルタント) 60,000千円 (H30d～R2d、20,000千円/年)

当年度当初見込み	当年度実績
①情報通信研究機構(H30～R2) 人件費…2人程度(2,000千円) 電波伝搬特性測定装置等の無償利用…20,000千円相当	①情報通信研究機構 人件費…2人程度(2,000千円) 電波伝搬特性測定装置等の無償利用…20,000千円相当
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
③民間企業(鉄鋼関連企業、マリコン、建設コンサルタント)(H30～R2) 人件費…20,000千円相当 制振材特性資料提供等	③民間企業(鉄鋼関連企業、マリコン、建設コンサルタント) 人件費…20,000千円相当 既往耐震化設計検討成果報告書、試設計用情報(現況断面、地盤条件等)、 制振材特性資料等の無償提供

○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、点群データ等を港湾関連データ連携基盤に蓄積し、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。
- 制震材設置による港湾構造物(船舶係留施設)の安価な耐震補強・復旧工法を開発により、特に民間港湾施設の機能更新や新規整備投資を促進する。

当年度当初見込み	当年度実績
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 点検診断システムの適用汎用性を高めるために、海面ノイズ処理機能に東北(太平洋岸、日本海側)、北陸、瀬戸内海の海面特性を反映するための実港湾でのデータ取得を実施。</li> <li>• 点検診断システム(海面ノイズ処理、施設変状抽出)及び遠隔地画像伝送システムを改良。</li> <li>• 港湾関連データ連携基盤へのデータ保存法の検討を開始。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 予定していた5港においてデータ取得が完了した。</li> <li>• 点検・診断システムについては、全国10地方の海域のうち本年度及び過年度実施した6海域において教師データ取得及びAI学習を完了。遠隔地画像伝送システムについては、システムの改良を実施し、実港湾域における実証試験を通じてその有用性を検証。</li> <li>• 港湾関連データ連携基盤へのデータ保存法に関して、先進事例をレビューし、広く世間一般で使用される形式(三次元点群データはLAS形式(*.las)、変状抽出結果はシェープファイル(*.shp)等)を調査した。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 耐震補強・復旧工法の社会実装を促進するため、実構造を想定した試設計を実施し、既存工法とのコスト比較等を実施するとともに、新工法のマニュアル案作成を推進。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRISM研究参加企業の協力の下に、本工法による耐震補強試設計を行い、既存杭の施工誤差に対応できる施工法および細部構造を検討した。工費算出のための施工歩掛等も検討して、既往改良工法に対するコスト優位性を提示。</li> <li>• PRISM研究参加企業他からなるマニュアル執筆ワーキンググループを立ち上げ、マニュアル案の詳細内容の検討、執筆。学会発表等を通じて、研究成果を積極的に公表・情報発信。</li> </ul>