

港湾関連データ連携基盤の利活用
港湾関連データ連携基盤展開を踏まえた生産性革命

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

「AI技術領域」

令和2年度成果

令和3年3月

国土交通省

課題と目標

- (背景・現状) 諸外国の港湾においては、IoT技術を活用したサプライチェーンの電子化に向けた取組が急速に進行しているが、我が国の貿易手続きには紙やメール等を用いたやり取りが残り、紙情報の伝達による再入力・照合作業やトレーサビリティの不完全性に伴う問い合わせ、書類不備への対応が発生しており、潜在的なコスト増加やコンテナターミナルにおける渋滞発生の一因となっている。
- このため、国土交通省では、現状、紙等で行われている民間事業者間の貿易手続きを電子化することで、業務を効率化する「港湾関連データ連携基盤」の構築に取り組んでいるが、コンテナターミナルにおいて、人が目視確認を実施しているコンテナダメージ情報は、紙により手渡ししており、港湾物流デジタル化における支障の1つとなっている。
- (施策目標) 3D計測データ・画像データを組み合わせた機械学習を活用し、コンテナダメージチェックを迅速化・効率化するとともにダメージ情報や記録様式を電子化・標準化することで港湾関連データ連携基盤と連携するシステムを開発する。

「港湾関連データ連携基盤展開を踏まえた生産性革命」の概要

- 元施策：「港湾関連データ連携基盤（貿易手続き）」
現状、紙や電話等で行われている民間事業者間の貿易手続きを電子化することで、業務の効率化する「港湾関連データ連携基盤（貿易手続き）」を構築（R2年度：395百万円）
- テーマの全体像：
コンテナダメージ情報は、人が目視確認した多様なダメージ情報を、紙媒体（機器受領書：EIR）の手渡しによってコンテナ使用者間での管理責任の受け渡しを行っており、港湾物流デジタル化の支障の1つとなっている。
PRISMにおいては、センサー技術等を駆使してコンテナダメージを3D計測データ・画像データとして把握し、機械学習技術を活用してコンテナダメージを迅速かつ効率的に判別するとともに、ダメージ情報や記録様式を標準化・電子化することによって、港湾関連データ連携基盤を通じた迅速かつ非接触型のダメージ情報伝達を行うためのシステムを開発し、港湾における貿易手続きの完全電子化を実現する。
- PRISMで実施する理由：
輸送状態を確認するための要素技術として、鉄道コンテナやトラック、航空機など様々な輸送モードに適用でき、各分野での研究開発投資を誘発することができる。また、コンテナダメージチェックの迅速化・作業員の安全性向上等の効果が示されることにより、ターミナルオペレーターへの本研究成果の導入にかかる投資の誘発が見込まれる。さらに、港湾物流デジタル化における支障の1つであるダメージ情報の電子化を進めることで港湾物流の効率化が図られ、岸壁やターミナルの整備を実施する港湾整備事業の投資効果の効率的な発現に資することからPRISMで実施する。

出口戦略

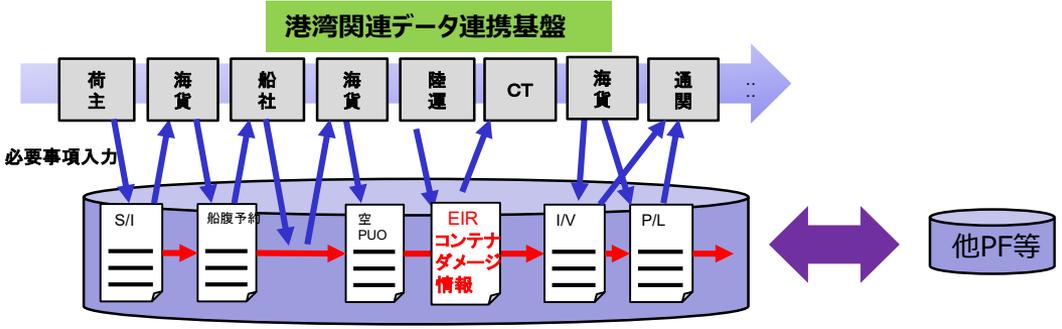
- 機械学習を活用し、各ターミナルの検査基準を再現可能なシステムを構築するとともに、精度や予算に応じたカスタマイズを可能とすることにより、ターミナルの幅広いニーズに対応するなど、現場ニーズに対応した汎用性のあるシステムを構築する。
- 研究開発を行った民間企業等が事業化し、全国のターミナルへ本システムの導入を目指す。

民間研究開発投資誘発効果等

- 民間投資誘発効果として、国際コンテナ戦略港湾（京浜港、阪神港）をはじめ、コンテナダメージチェックの迅速化・作業員の労働環境改善等に興味のあるターミナルオペレーターへの本研究成果の導入にかかる投資の誘発が見込まれる（120億円程度）
- 民間からの貢献額：1億円相当
人件費：84百万円相当
機器等の提供：20百万円相当（今後、水平展開することにより、更なる拡大が見込まれる。）

アドオン（国土交通省）：75,000千円
 元施策名：（港湾関連データ連携基盤の構築）395,000千円

- 我が国の貿易手続きは、一部の手続きに紙やメール等を用いたやり取りが残り、再入力などが発生している。一方、諸外国の港湾においては、IoT技術を活用したサプライチェーンの電子化に向けた取組が急速に進行している。また昨今のコロナウイルス感染拡大の中で、非接触型の貿易手続きへの移行が強く求められるところとなっている。
- このため、国内港湾における港湾情報や貿易手続き情報などを取り扱う「港湾関連データ連携基盤」を令和2年度までに構築する。
- 港湾関連データ連携基盤を核に、港湾を取り巻く様々な情報が有機的に連携した事業環境である「サイバーポート」を実現し、同基盤のデータ等を活用し、「ヒトを支援するAIターミナル」の各種取組を一体的に実施することで、わが国港湾全体の生産性向上等を図る。



【PRISM】

PRISMによるシステムの構築で
 コンテナダメージ情報も電子化

- ・ **コンテナダメージ情報**は、人が目視確認した多様なダメージ情報を、紙媒体（**機器受領書：EIR**）の手渡しによってコンテナ使用者間での管理責任の受け渡しを行っており、港湾物流デジタル化の支障の1つとなっている
- ・ PRISMにおいては、センサー技術等を駆使してコンテナダメージを3D計測データ・画像データとして把握し、機械学習技術を活用してコンテナダメージを迅速かつ効率的に判別するとともに、ダメージ情報や記録様式を標準化・電子化することによって、港湾関連データ連携基盤を通じた迅速かつ非接触型のダメージ情報伝達を行うためのシステムを開発し、港湾における貿易手続きの完全電子化を実現する。

【開発のイメージ】

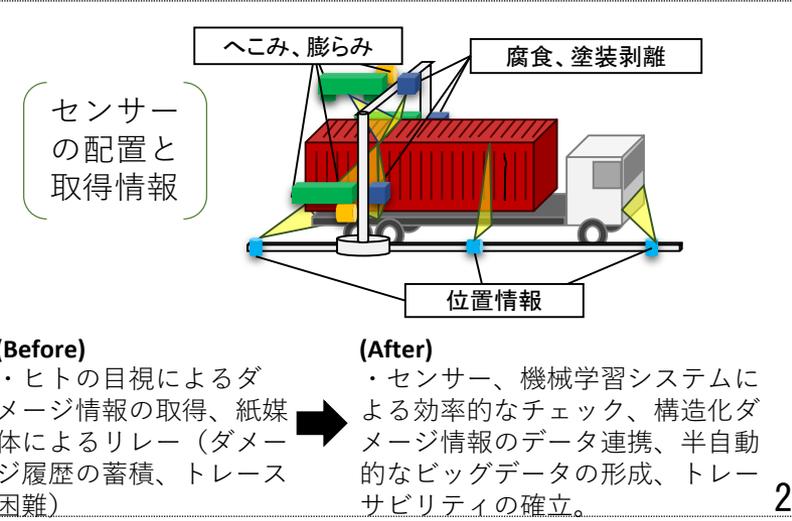
令和元年度

- ① コンテナターミナルにおけるダメージチェックの基準、作業手続き等の現地調査の実施
- ② コンテナダメージチェックに係るデータの収集
- ③ ダメージ情報取得のためのセンサー等要素技術の目標スペックの設定、適用可能性の評価
- ④ ダメージ情報の構造化・港湾関連データ連携基盤との接続方策の検討

令和2年度

- ① コンテナダメージデータの収集（2D・3D計測データ及び人の判定結果（教師データ））
- ② 機械学習によるダメージ判定技術の開発・精度向上
- ③ 構造化したダメージ情報の伝達ルール構築・港湾関連データ連携基盤との接続方式の確立

（元施策） 港湾関連データ連携基盤
 連携・受入テストの開始



■施策全体の目標

コンテナターミナルにおける施設レイアウトやトレーラーの動線、ダメージチェックの実務の確認を行うとともに、計測機器を取り付けたダメージチェックゲートを仮設置し、ダメージ判定のための3D計測データ・画像データの実機による取得の試行によって、ダメージ情報の取得、機械学習によるコンテナダメージチェックの実施、ダメージ情報等の電子化・標準化、港湾関連データ連携基盤とのデータ連携に向けたシステム設計を進める。

当年度目標	目標の達成状況
<p>① コンテナダメージデータの収集（2D・3D計測データ及び人の判定結果（教師データ））</p> <ul style="list-style-type: none"> コンテナターミナルに設置した2D計測用イメージセンサ、3D計測用ToFライダを用いて、屋外におけるコンテナ外観について左右面・上面の3面の合成画像、3D計測データを収集・蓄積。 ダメージの種類毎、環境要因（照度等）のバリエーション毎のサンプルデータの取得を引き続き行っていく。 <p>② 機械学習によるダメージ判定技術の開発・精度向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 様々な環境下において、コンテナの変形を伴うダメージ（凹み・膨らみなど）を判別するためのレーザー計測技術（光切断、ToFライダ）、コンテナの変形を伴わないダメージ（サビなど）を判別するためのコンテナ画像取得技術の開発・改良を行う。 計測技術を用いて取得した3D計測データ・画像データを組み合わせた機械学習により、実際の目視確認による判定結果を活用し、迅速にダメージの種類、程度、位置を判別するダメージチェックシステムを開発する。 <p>③ 構造化したダメージ情報のルール化・港湾関連データ連携基盤との接続方策の策定</p> <ul style="list-style-type: none"> 座標表示によるコンテナ外壁パネル上のダメージ位置の表示を含むダメージ情報の構造化に関する検討を踏まえて、港湾関連データ連携基盤とデータ連携するためのダメージ情報の構造化を行う。 港湾関連データ連携基盤や他PF等との接続手法等を検討する。 	<p>① コンテナダメージデータの収集（2D・3D計測データ及び人の判定結果（教師データ））</p> <ul style="list-style-type: none"> 画像データ及び現地のダメージチェッカーによる目視判定結果を取得し、これらを教師データとして機械学習を実施。また、より高精度な2D・3Dセンサ（高解像度イメージセンサ及びスキャン間隔25mmのToFライダ）への交換とこれらを用いたダメージデータの再取得を実施。 コンテナターミナルの露地環境条件（荒天時等）に適応したよりの確なデータ取得のためのセンサの露出、照明の照度・角度等調整手法の開発を実施。 <p>② 機械学習によるダメージ判定技術の開発・精度向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 画像データを用いたダメージ判定精度は9割以上を達成。画像の取得方法の改良及び解像度の調整等を通じてダメージ判定精度の向上に取り組むとともに、システム運用時に教師データを自動的に蓄積するためのシステム構成の検討および現場への試験的実装を実施。 高解像度のイメージセンサ及びToFライダに対応する3D点群表示アルゴリズムの開発を実施。 <p>③ 構造化したダメージ情報のルール化・港湾関連データ連携基盤との接続方策の策定</p> <ul style="list-style-type: none"> 他のターミナルへの展開に向けて、ダメージ情報の汎用性を確保するため、<u>国際標準の電文方式を踏まえつつより詳細なダメージ情報をテキスト化し付与していくための構造化作業</u>、<u>港湾関連データ連携基盤との接続を前提としたシステム構成の検討</u>を実施。

令和2年度 進捗・成果

① コンテナダメージデータの収集（2D・3D計測データ及び人の判定結果（教師データ））

昨年度業務の成果

ゆるやかに
大きな凹凸

局所ダメージ

【ToFライダー】点群の間隔：100mm

今年度業務の成果

【ToFライダー】点群の間隔：25mm

今年度業務にて開発

【光切断】点群の間隔：5mm

② 機械学習によるダメージ判定技術の開発・精度向上

- AIにより、検証用ダメージの90%以上のダメージ検出を実現。
- また、誤検出については6%程度を実現。
- 本研究の機械学習においては、コンテナターミナル作業員の協力を得て、手作業によりアノテーションデータを作成したが、本システムの運用をしながらアノテーションデータが作成可能なシステム設計を実施しており、今後の現地実証でさらなる精度向上が見込まれる。

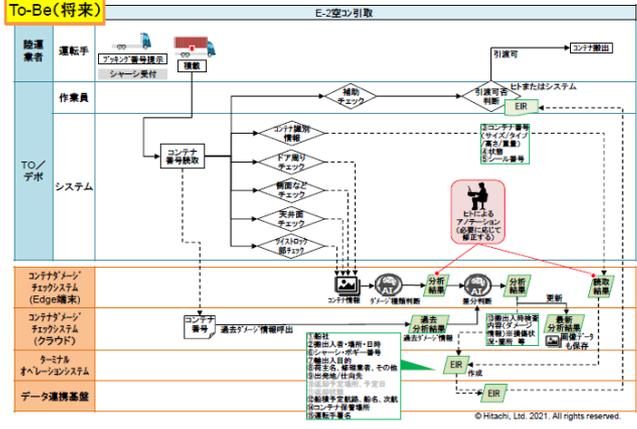
	ダメージ無（実際）	ダメージ有（実際）
ダメージ無（AI）	9602	1
ダメージ有（AI）	717	18
TOTAL	10319	19

検証用のダメージがあるコンテナ画像：19枚
 検証用のダメージがないコンテナ画像：10319枚

③ 構造化したダメージ情報のルール化・

港湾関連データ連携基盤との接続方策の策定

- 他のターミナルへの展開に向けて、現在のコンテナターミナルにおける手続きの分析を行うとともに、ダメージ情報の汎用性を確保するため国際標準の電文方式を踏まえつつ、ダメージ種類、場所、程度等のより詳細なダメージ情報をテキスト化し付与していくための検討を実施。
- コンテナターミナルにおける手続きの分析結果を踏まえて、ダメージチェックシステムや港湾関連データ連携基盤等の他PF等との接続を前提とした、ダメージ情報活用の在り方、システム構成を検討。



資料5 「港湾関連データ連携基盤展開を踏まえた生産性革命」の民間からの貢献及び出口の実績

□ 民間からの貢献額：80千万円相当

- ▶ 人件費：72百万円相当
 - ①共同研究としての研究者の参画にかかる人件費（64百万円/年相当）
 - ②データ収集等へのターミナルからの協力にかかる人件費（8百万円/年相当）
- ▶ 機器等の提供：8百万円相当
 - ①データ収集等へのターミナルからの協力にかかるゲート占有費用等

当年度当初見込み

- 人件費：1年間あたり72百万円相当
 - ①研究者の参画（64百万円/年相当）
 - ②ターミナルからの協力（8百万円/年相当）
- 機器等の提供：1年間あたり8百万円相当

当年度実績

- 人件費：1年間あたり72百万円相当
 - ①研究者の参画（64百万円/年相当）
 - ②ターミナルからの協力（8百万円/年相当）
- 機器等の提供：1年間あたり8百万程度

□ 出口戦略

機械学習を活用し、コンテナターミナルのコンテナダメージ検査基準に適合可能な精度を有するチェックシステムを構築するとともに、導入時のコストの低減に配慮することで、現場ニーズに的確に対応。また、研究開発を行った民間企業等が事業化し、全国のターミナルへ本システムの導入を目指す。

当年度当初見込み

（コンテナターミナルのコンテナダメージ検査基準に適合可能な精度を有するチェックシステムを構築）
ヒアリングを通じて、各ターミナルのニーズを把握しつつ、各ターミナルの検査基準や作業手順を明確化し、各ターミナルの検査基準を踏まえた性能目標を設定する。

（導入時のコストの低減に配慮し、現場ニーズに的確に対応）
コンテナ画像取得技術・レーザー計測技術を活用したダメージチェックシステムを開発するとともに、技術的な課題を抽出し、部品評価・検討を行う。
部品評価・検討にあたっては、ダメージチェックシステムに導入した際の精度と概算費用を踏まえ、現場ニーズに対応するためのシステム導入コスト削減の在り方の検討を行う。

当年度実績

（コンテナターミナルのコンテナダメージ検査基準に適合可能な精度を有するチェックシステムを構築）
コンテナターミナル毎に異なるダメージチェックの検査基準や作業手順、作業環境等の抽出・確認の下に、コンテナダメージ種類ごとのダメージ検出目標精度を設定することとした。

（導入時のコストの低減に配慮し、現場ニーズに的確に対応）
コンテナダメージ計測機器の要求性能スペックを踏まえ、計測機器のフォーカス制御やレーザーの安全性、環境光による外乱への対応などの技術課題への解決策等を検討し、コストパフォーマンスの高い計測機器導入の在り方を検討した。