

# AIを活用したコンテナ蔵置計画の最適化に関する技術開発

技術開発テーマ	ターミナルオペレーションの高度化に関する技術開発
技術開発期間	令和5年度～令和7年度（3年間）
技術開発代表機関	（株）日立製作所
技術開発分担機関①	（株）三井E&S
技術開発分担機関②	三井倉庫（株）
技術開発分担機関③	

# 1. 事業概要

技術開発機関: (代表)株式会社 日立製作所 (分担機関)株式会社三井E&S、三井倉庫株式会社

事業期間: 令和5年度～令和7年度(3か年)

## 目的

複数のAIモデル群と数理最適化技術を組み合わせ、TOSが保有するコンテナ貨物の属性情報等を活用し、コンテナの搬出予測やコンテナ配置計画の立案によって、プランナーの事務作業負担軽減や、オペレーション事務作業の高度化・効率化、スループットの向上、環境負荷の低減を図る。

## 技術開発の実施内容

- 現場実証港湾におけるターミナル内物流を再現可能な物流シミュレーターの構築
- ターミナルオペレーションシステム(TOS)、AIシステム、物流シミュレーターの連携インターフェースの開発
- 現場実証及び効果検証

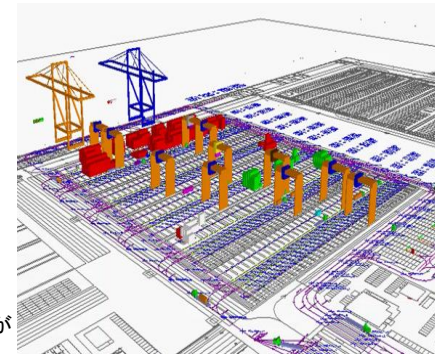
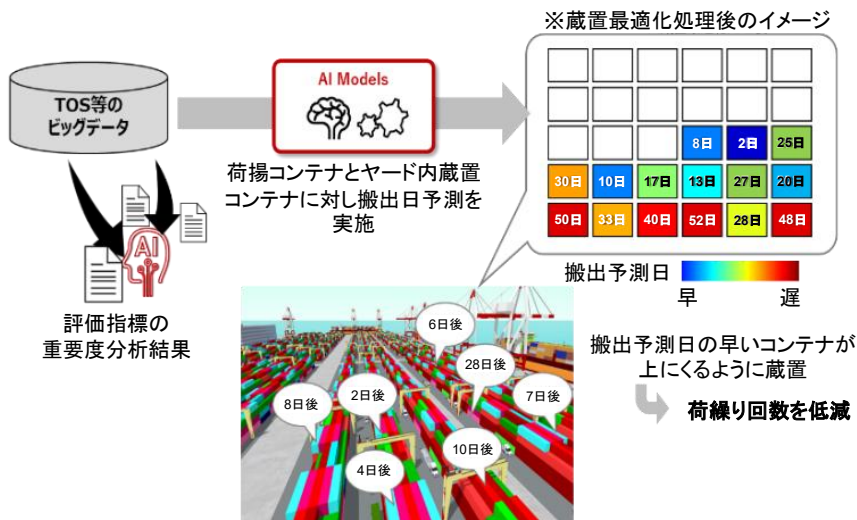
## 実施スケジュール

- <1年目>  
TOS・AIシステムのデータ連携インターフェース構築  
物流シミュレーターの構築
- <2年目>  
代替シミュレーターの構築  
TOS・物流シミュレーター及びAIシステムの連携
- <3年目>  
AI・TOS・物流シミュレーターの連携検証、現場実証  
現場実証を踏まえたシステム改修  
AIとTOSの連携検証

## 技術開発の成果(見込み)

物流シミュレーター及びTOSと連携したAIシステム(蔵置最適化)について、技術的な検証の完了。  
その後、実用化に向けた追加的な開発を実施し、日本の主要港ターミナルへの普及を図る。

### 【蔵置最適化AIの活用イメージ】



# 2. 開発の目的

## CT業務従事者※の負担軽減につながる技術の開発

※主にターミナルオペレータ(プランナー、センターコントローラ)

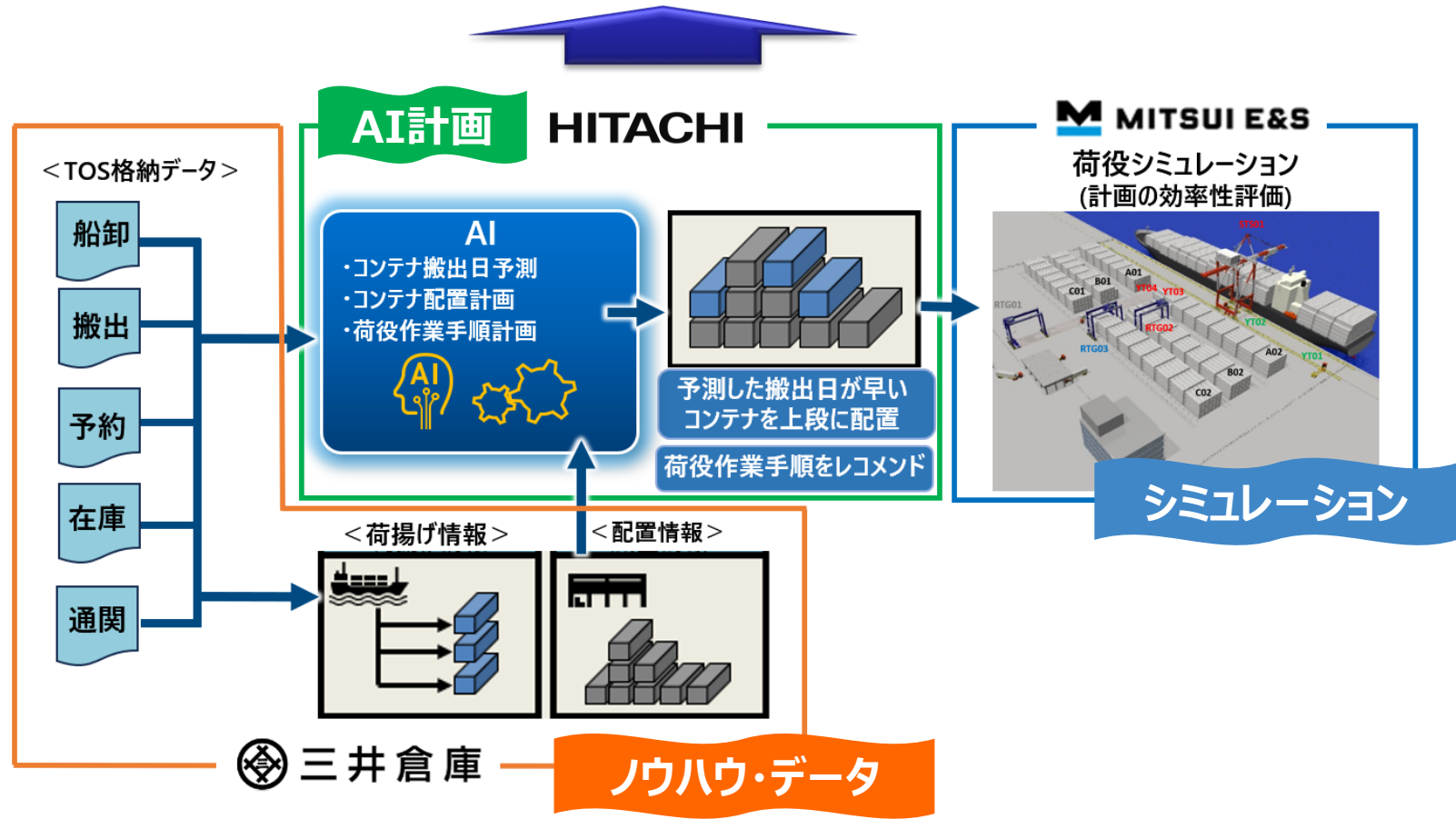
提供機能/効果

作業計画作成支援

荷繰りの低減

RTG作業指示の提案

作業計画事前評価



### 3. システム構成概要

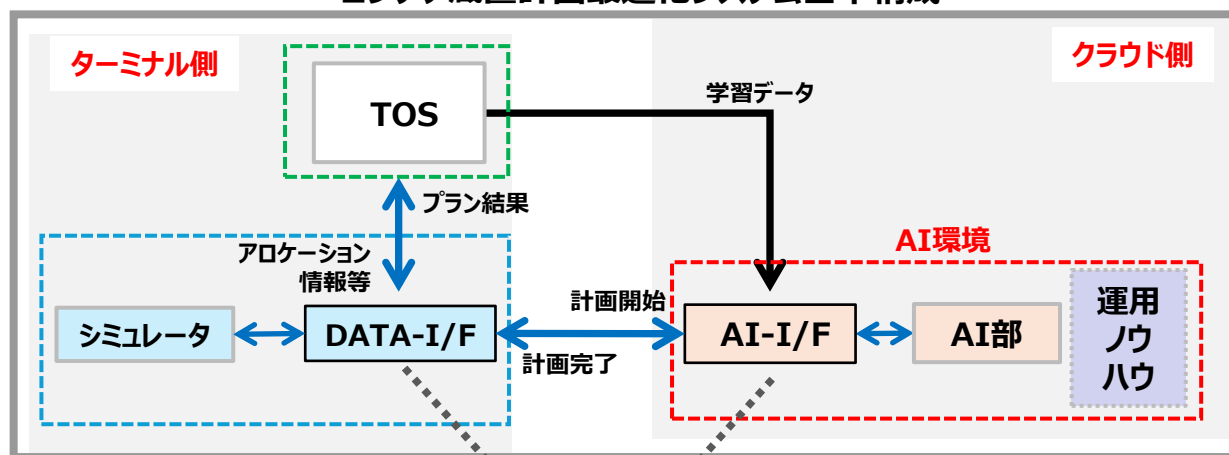
## さまざまなターミナルに適用できる汎用性の高いシステムを実現

AI判断をそのままTOSのデータベースに反映せず、シミュレータの活用により人間の判断を介在させつつ、プランナーの作業を支援。

TOSのDBとシミュレータ・AIのDBを分けた複数データベース化で、実際の荷役データを保全しつつTOSから独立した形でAI最適化。

AIを活用するためのAIアプリケーションI/F (AI I/F)と、TOSとシミュレータおよびAIの3者を繋ぐためのシミュレータI/F (DATA I/F)による汎用性確保。

コンテナ蔵置計画最適化システム基本構成



I/Fによる繋がりにより、特定メーカー同士の組み合わせに限定されないよう、システム構成自由度（汎用性）を確保

# 4. コンテナ蔵置AI機能の概要

## AI機能概要一覧

日立AI 機能名称	内容	日立機能の特徴
①荷揚時予測機能 ②蔵置時予測機能	コンテナの移動タイミングを、機械学習を用いて汎用的に蔵置場所を予測・提案する。	予測精度を向上させるため • 荷揚前のコンテナおよび、蔵置済みコンテナに対し別々に搬出予測を実施 • 離散値で予測するのに適した評価関数を採用
③荷揚計画機能	本船揚げコンテナの蔵置先ベイを決定する。	蔵置可能な候補の中から、数理最適化技術に基づき決定する。ヤード内ルールやオペレーションを制約条件とし、次の要素を組み合わせる最適化。 • 構内シャーシおよびRTGの移動コスト • 搬出予測日 • 荷繰りが発生する確率 etc.
④蔵置計画(輸入)機能 ⑤荷繰り計画機能	本船揚げコンテナ及び、搬出コンテナの荷繰り蔵置先ベイ内の位置(Row, Tier)を決定する。	
⑥蔵置計画(輸出)機能	輸出コンテナの蔵置先レーン・ベイ、ベイ内の位置(Row, Tier)を決定する。	蔵置・荷繰り機能を共通機能として利用。 なお、下記要素も組み合わせる。 • 本船コード航海回数、荷渡地等の属性 • コンテナ重量順 etc.
⑦RTG作業計画機能	RTGに対する作業JOB発生時、対応するRTGを決定する。	RTGのレーンチェンジを行い、1レーンに複数台のRTG配置を考慮した最適なRTG作業計画を立案。

## 5. 技術開発の成果

	本技術開発の目標	得られた成果	達成状況
(1)	AIによるコンテナの蔵置計画、荷繰り手順等の計算結果とシミュレーターを連携し、それらの計画立案支援をすること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>シミュレータの構築およびAIシステムとの連携により、プランの良否などを定量的に評価して計画立案支援できる環境が整備された。</li> <li>AI蔵置計画(輸入)機能やAI荷繰り計画機能の利用により、荷繰り率に改善が見られた(約5%低減)。</li> <li>AIの荷繰り先決定方法の見直しや、COMPAS等による搬出入時間帯別予約システムの予約情報の活用検討を行うことにより、更なる荷繰り率改善が期待される。</li> </ul>	○
(2)	信頼性を高めた設計により、港湾運営業務における可用性に対応すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>TOSのデータベースとシミュレータ・AIのデータベースを分けた複数データベース化により、荷役データを保全することができ、システムとしての信頼性を高めた。</li> <li>実現場で4か月程度にわたり稼働し、トラブルなく使用できていることを確認できた。</li> </ul>	○
(3)	全ての判断をAIに任せず、プランナーの最終判断を受け入れるシステムを構築すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場の状況判断でAIによる計画を不採用にした場合にも、TOS機能で補完し、運用の停滞が起らないことを確認できた。</li> </ul>	○
(4)	AI、シミュレーター、TOSがそれぞれ連携して日々の作業計画立案ができるシステムを構築すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>実運用に耐えうるTOS・AI・シミュレータ連携システムを構築できた。</li> </ul>	○