

RTGと構内シャーシの連携 に関する技術開発

技術開発テーマ	荷役機械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6年度（2年間）
技術開発代表機関	株式会社三井E&S
技術開発分担機関①	
技術開発分担機関②	
技術開発分担機関③	

1. 事業概要

技術開発機関: (代表)株式会社三井E&S

事業期間: 令和5年度～令和6年度 (2年間)

目的・背景

我が国において、港湾労働者不足が顕著となりつつあり、その主な理由として労働環境の厳しさが挙げられている。荷役作業は、熟練者の巧みな運転・操作によってRTG(Rubber Tired Gantry)-シャーシ間荷役が実施されているが、熟練者の方は高齢化してきており、世代交代をしていかなければならなくなっている。

三井E&Sでは作業環境改善に資する技術として遠隔運転技術を開発し、事務所から運転可能なRTGを製造している。遠隔運転では、モニター映像を頼りにRTGを運転するため視野の制限や映像遅延により、操作に手間取ることが予想される。

そこで、新しく荷役に携わられる方たちが一定レベルの荷役を実現するための、荷役アシスト機能を開発する。

本開発事業では、構内シャーシを対象とした。

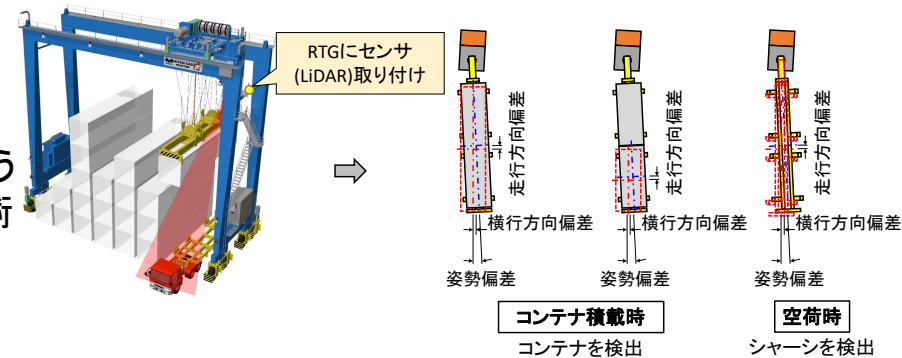
技術開発の実施内容

RTG下の一定範囲にシャーシを誘導し、RTG側でシャーシに合うように吊具の位置・姿勢を操作してシャーシに着床させるために、下記技術を開発した。

- クレーン下に停止した構内シャーシの位置・姿勢(走行方向、横行方向、姿勢角度)を検出する機能の開発
- 構内シャーシ停止位置がRTGの調整範囲外だった場合に、位置修正指示を車載端末に送信するシャーシポジショニング機能の開発
- 吊具もしくはコンテナの位置・姿勢を自動調整し、着床を支援する半自動着床機能の開発

技術開発の成果

構内シャーシの位置・姿勢検出機能およびシャーシポジショニングシステムの技術的な検証が完了し、オペレータの操作とそんな色ない時間でのRTG-構内シャーシ間のコンテナ荷役を確認した。

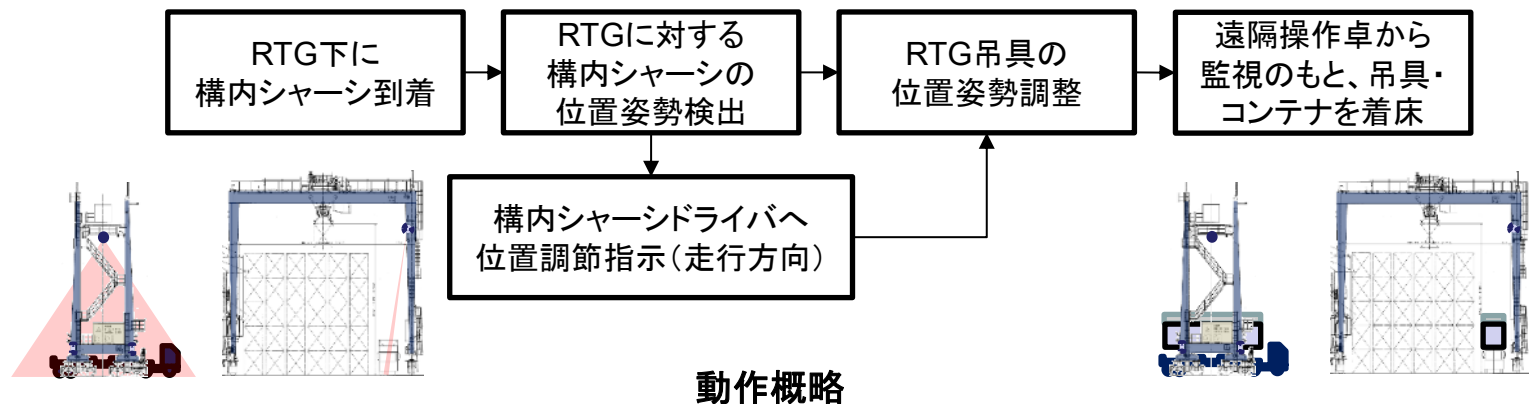


構内シャーシの位置検出イメージ



実地試験@実ターミナル

2-1. 技術開発の項目と成果



項目	成果
項目①: シャーシポジショニング機能の開発	
シャーシヘッド搭載の車載端末による誘導	<ul style="list-style-type: none"> 車載端末の誘導に従い、目標位置を中心とする一定範囲内に停止可能であることを確認
項目②: 構内シャーシの位置・姿勢検出機能の開発	
RTG搭載センサによるシャーシ位置・姿勢計測	<ul style="list-style-type: none"> 三次元センサによりシャーシ・コンテナの特徴点を検出し、荷役目標の位置・姿勢偏差を計測する機能を完成
項目③: 着床を支援する機能の開発	
巻き下げながらマイクロモーションによる位置合わせ	<ul style="list-style-type: none"> 計測された位置・姿勢偏差を用いて、巻き下げながらマイクロモーション機能で荷役目標に吊具・コンテナの位置・姿勢を合わせる機能を完成
項目④: 動作試験@実ターミナル	
実ターミナル環境における動作試験	<ul style="list-style-type: none"> 実ターミナルで稼働中の三井E&S製遠隔操作RTGに、機能を実装 構内シャーシの様々なコンテナ積み付け状態に対し、搬入出動作を実施 繰り返し動作試験中、荷役に失敗することなく動作することを確認完了

2-1. 技術開発の項目と成果

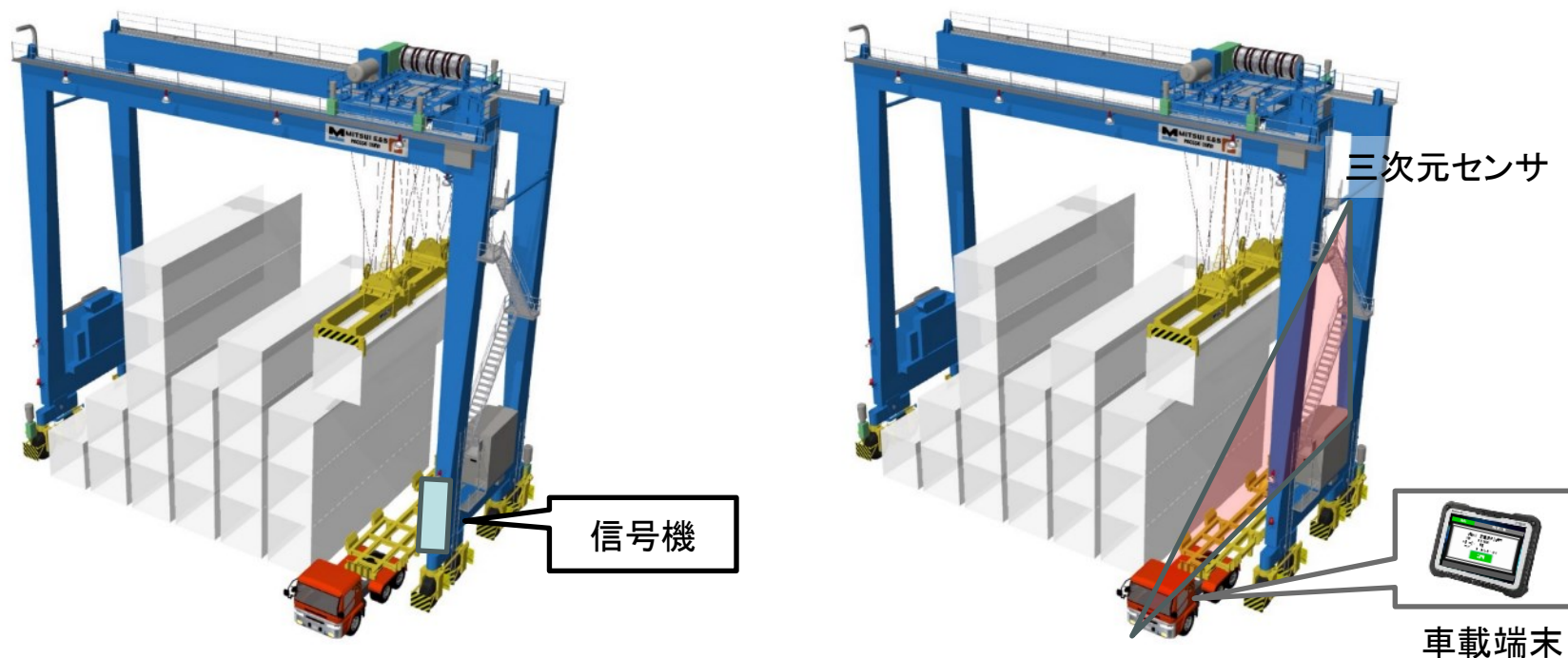
項目①

シャーシポジショニング機能の開発

三次元センサを用いて、クレーンに対するシャーシ走行方向位置を検出する。

目標位置に対する走行方向偏差を車載端末に表示し、シャーシドライバは車載端末に誘導され、目標位置を中心とした一定範囲にシャーシを停止させる。

一般的には脚部についた信号機をミラーや振り返っての直視により確認するが、車載端末を用いることで前を向いたままの楽な姿勢で位置合わせすることができる。



2-1. 技術開発の項目と成果

項目②

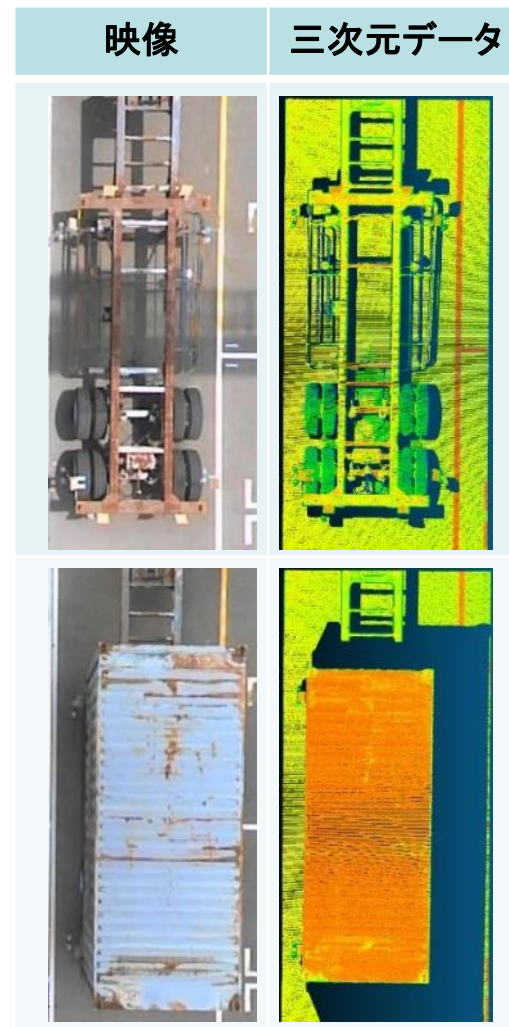
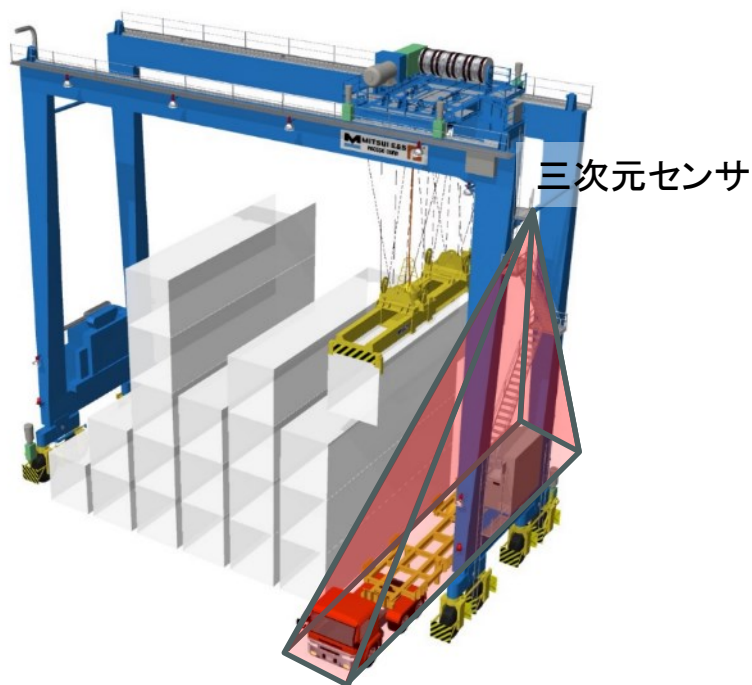
構内シャシーの位置・姿勢検出機能の開発

三井E&S所有の開発用RTGに三次元センサを搭載して試験を実施した。

搭載位置は、計測範囲と計測分解能より決定した。

右図に示すような三次元データが得られ、三次元データより特徴点を探し出し、クレーンに対する位置・姿勢偏差を検出する。

位置・姿勢検出機能の検出結果と、クレーンの基準位置に対する実測結果の比較により、一致していることを確認した。



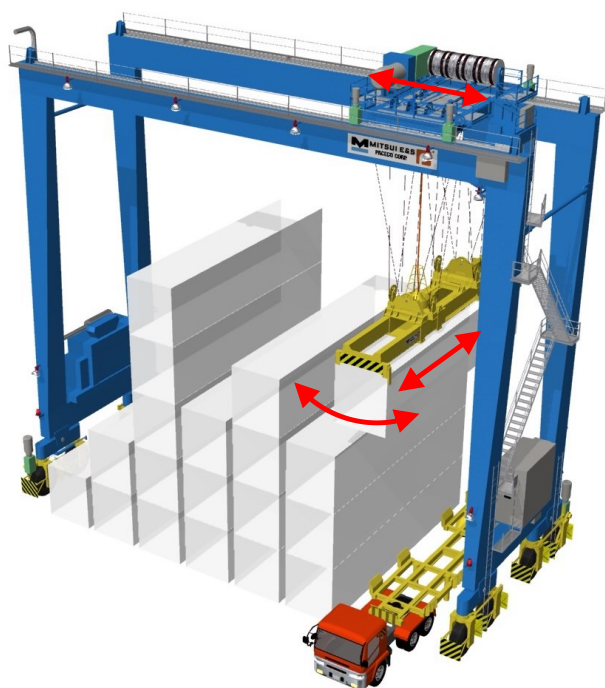
高分解能計測したデータ

2-1. 技術開発の項目と成果

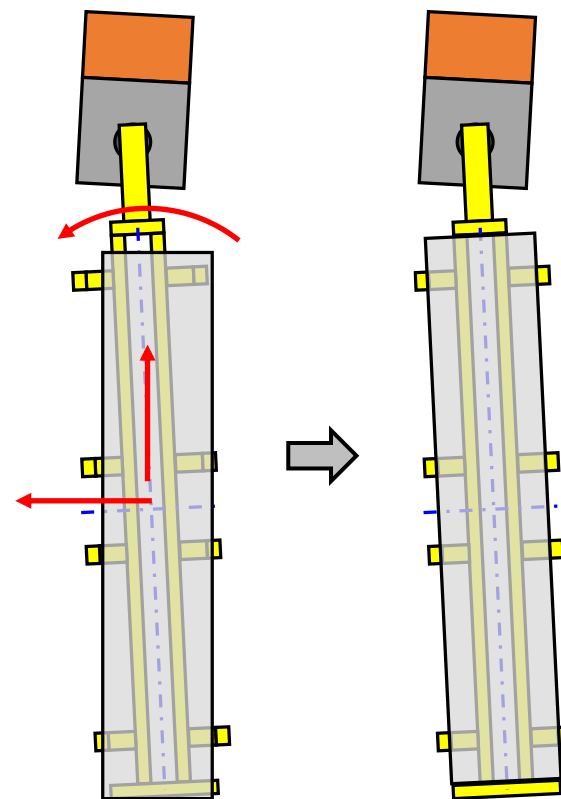
項目③ 着床を支援する機能の開発

三次元センサで検出した位置・姿勢偏差を用いて、巻き下げながら吊具・コンテナの位置・姿勢を、荷役目標の位置・姿勢に合わせる。

目標位置を中心とした一定範囲内に停止したシャーシに対して、吊具・コンテナの位置姿勢が正しく調整されていることを確認した。



マイクロモーション機能の動き



マイクロモーション機能により、赤矢印方向に調整して位置合わせ

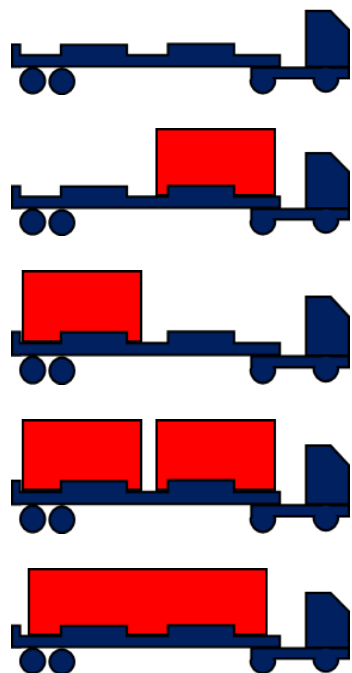
2-1. 技術開発の項目と成果

項目④ 動作試験@実ターミナル

実ターミナルのコンテナヤードで実際に使用している構内シャーシに対して、空コンテナを用いて搬入搬出試験を実施した。試験条件は、以下に示す「シャーシ上コンテナ配置」、「シャーシ到着時状況」に関してすべての組み合わせを行った。

試験結果を以下に示す。

- すべての組み合わせにおいて、当初計画した機能フローのとおり動作することを確認完了
- 繰り返し動作試験も、荷役失敗することなく終了



シャーシ上コンテナ配置

		RTGがシャーシ到着待機中に、シャーシがRTG下に進入
		吊具がスタッキングエリア内で作業中の状況で、シャーシがRTG下に進入
		RTGよりも先にシャーシが到着
搬入	搬出	

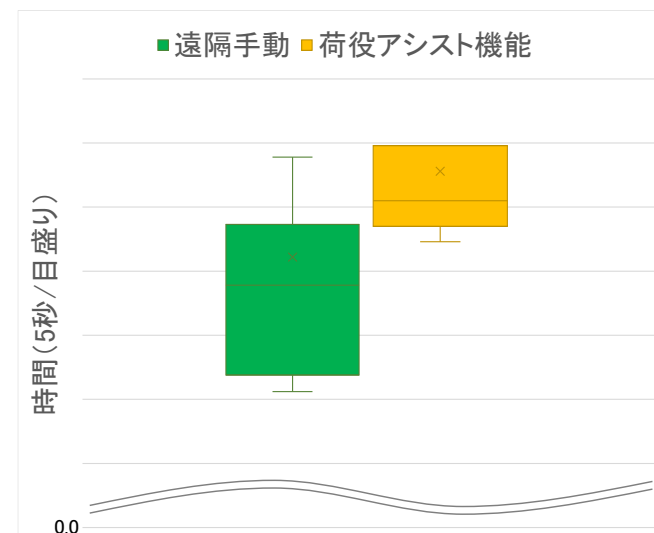
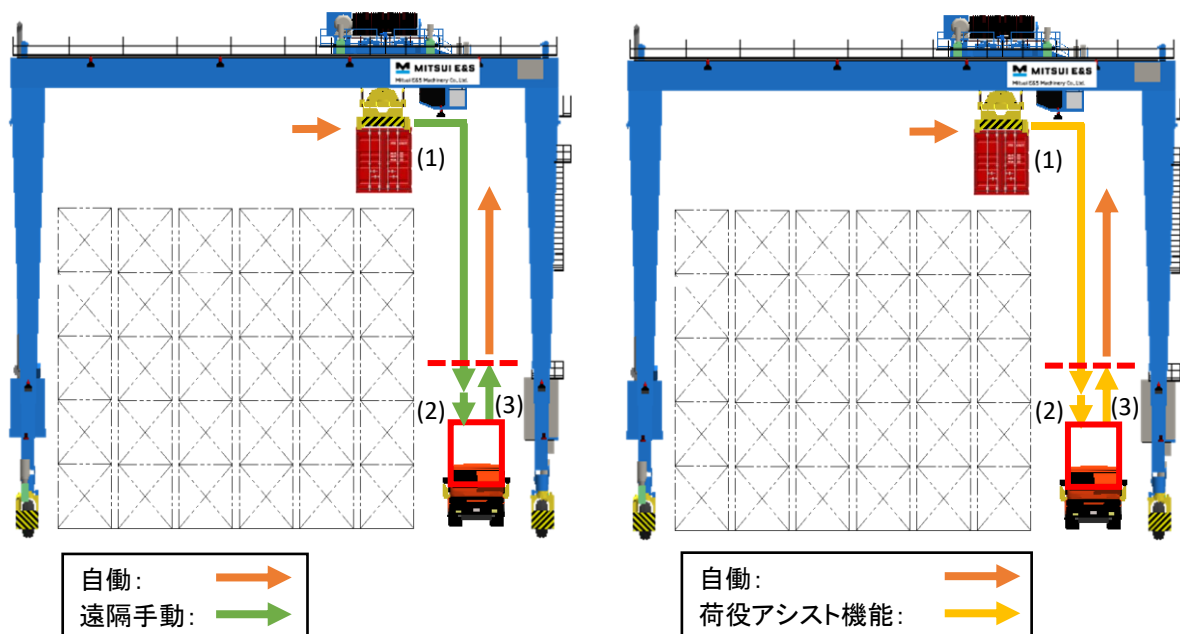
シャーシ到着時状況

2-2. 結論

搬出荷役において、遠隔手動と荷役アシスト機能の着床までにかかる時間(下図の(1)-(2)の動作時間)を比較した。重量によって巻き上げ下げ速度が変わるため、空コンテナを用いて動作時間比較をしたところ、荷役アシスト機能の荷役時間について下記の結果を得た。

- 遠隔手動荷役と比較して、ばらつきが少ない
- 遠隔手動荷役の最大最小範囲内におおむね入っている

以上により、オペレータの操作とそん色ない、RTG-構内シャーシ間のコンテナ荷役時間を実現した。



(1)-(2)の動作時間比較(箱ひげ図)

3. 社会実装に向けた計画

- TOS(Terminal Operation System)からの荷役指示によるシャーシとRTGの割当計画機能について引き続き技術開発を行い、着手後2年程度を目安に従来遠隔操作RTGの拡張機能として客先提供を予定

項目	令和6年度				令和7年度				令和8年度				令和9年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
本開発のシステム	→															
客先提案 ・要件定義					----->											
客先システム環境に応じた機能設計									----->							
客先提案 ・シャーシポジショニング機能					----->											

※導入先のシステム環境に応じて設計要件定義後、設計(開発)期間1年を見込む

※機能を削り、シャーシポジショニング機能として提案可能な状態とし、三井E&S製遠隔操作RTGのオプションとして提案していく

凡例

→ 実績

-----> 計画