

内航フェリー・RORO船ターミナルにおけるシャーシ・コンテナ位置管理等システム導入ガイドライン 付録(3)

2024年度に実施した技術検証結果

国土交通省
港湾局 計画課

令和6年度現地技術検証実施の背景

- 「次世代高規格ユニットロードターミナル検討会」で示された取組の一環として、令和6年度は主にカメラ撮影による技術を用いた「シャーシ・コンテナ位置管理等システム」の開発及び技術検証を実施した。

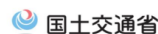
背景・課題

- 将来的なトラックドライバーの労働力不足の問題により発生するモーダルシフト需要に対応するために、内航フェリー・RORO 船ターミナルの機能強化としてシャーシ・コンテナ位置管理等を行うシステムの導入による荷役の効率化が求められている。

技術検証の実施内容

- 次世代ユニットロードターミナル検討会では、技術の成熟度、適用可能性及び入退場管理、車両損傷確認、位置管理を同一技術で統一することのメリットに鑑み、カメラ撮影による技術の検討を進めることが適当であると整理された。
- このため、令和6年度は主にカメラ撮影による技術を用いた「シャーシ・コンテナ位置管理等システム」の開発及び技術検証を実施した。

次世代高規格ユニットロードターミナル検討会 とりまとめの概要

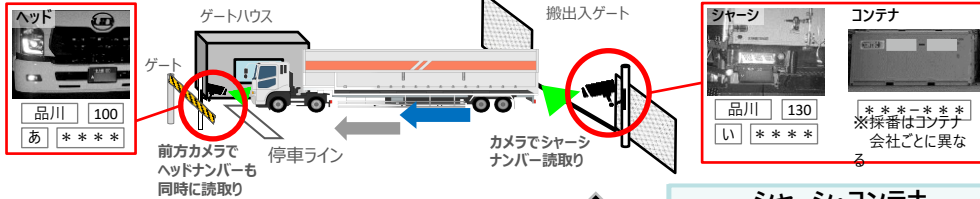


現状・課題	
「物流の2024年問題」等への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内航フェリー・RORO船による輸送は、特にドライバーの実労働時間の短縮に効果があり、環境負荷低減に寄与するとともに、災害時には緊急輸送手段として利用可能であるなど、国内物流を維持する上で極めて重要。 ・ 既に、船舶輸送スペースの確保が困難な場合や、ターミナルが狭隘で非効率な荷役となっている例も多い。 ・ 2024年度からのトラックドライバーの時間外労働の上限規制等により労働力不足の問題が顕在化する中、モーダルシフトの受け皿となる内航フェリー・RORO船のターミナル機能強化が急務。
ターミナル機能強化に向けた当面の課題	<ol style="list-style-type: none"> 1) 船舶大型化等に対し、岸壁やシャーシ・コンテナ置き場等の港湾施設が必ずしも十分に整備されていない 2) ターミナル内のシャーシ・コンテナの位置管理等が十分なされておらず、ドライバーが引き取りにきた牽引用シャーシ・コンテナの探索に時間を要する等、荷役の効率化が求められている 3) モーダルシフト促進等に向け、港周辺に、トラックからトレーラーに貨物を積み替える小口貨物積替施設や、農産物等のコールドチェーンに対応するためのリーファープラグが不足している 4) 災害発生時の緊急物資輸送等に際し、船会社が、港湾への係留可否判断を行うための情報が十分に整理されておらず、入手に時間を要している
今後の取組	
基本的な考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドライバー労働力不足に対応するため、モーダルシフトの受け皿となることができるよう、今後の輸送需要に対応したターミナルの規模の確保や生産性の向上を図る。 ・ 荷役効率化に向けた情報通信技術等の導入に向けて、官民共同で課題解決に取り組む。
施策の方向性	<ol style="list-style-type: none"> 1) 船舶大型化等に対応した岸壁等の港湾施設の整備推進（規模の拡張や集約化を含む） 2) モーダルシフト輸送需要を踏まえたシャーシ・コンテナ置き場、小口貨物積替施設及びリーファープラグの整備促進 3) シャーシ・コンテナの入退場管理及び位置管理等を行うターミナル管理システムの開発及びその効果等の検証実施 4) 緊急物資輸送等が円滑に行われるよう、係留に必要な情報をサイバーポート上で閲覧できるよう機能を改修



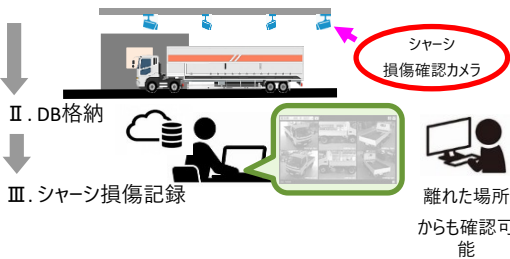
- 令和6年度に開発した「シャーシ・コンテナ位置管理等システム」は、ターミナルでの荷役業務の効率化を目指し、シャーシ・コンテナ等のヤードへの入場・乗船～下船・退場までの業務を対象としたものである。
- 当該システムは、①入退場管理機能、②車両損傷確認機能、③シャーシ・コンテナ位置管理機能の3つの機能を有している。

① 入退場管理機能

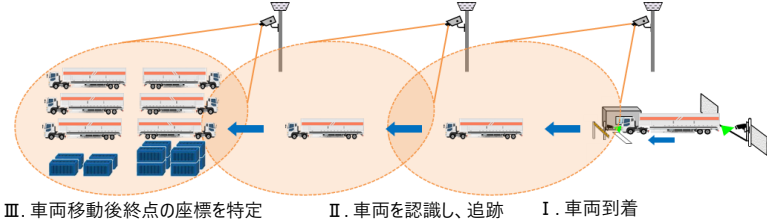


② 車両損傷確認機能

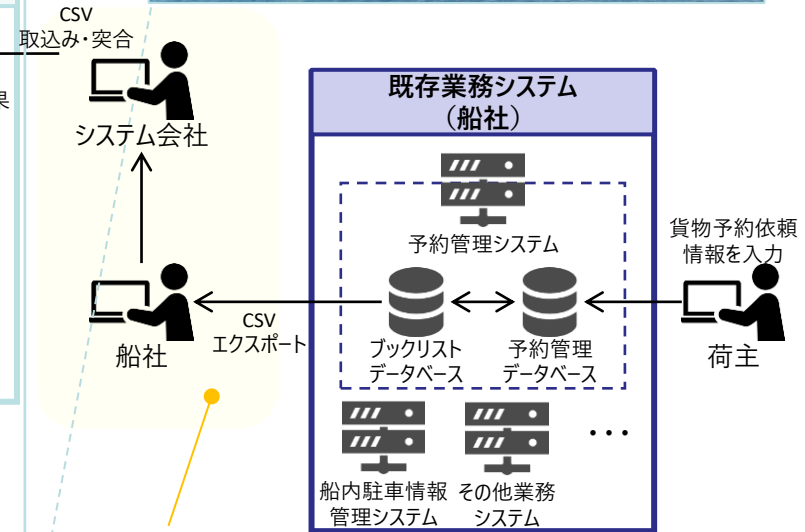
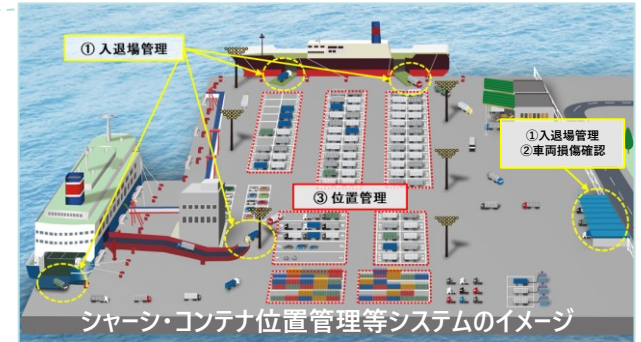
I. 到着時、シャーシ画像を自動撮影



③ シャーシ・コンテナ位置管理機能



(入退場管理カメラシステム)



(参考)
実装に際しては
API連携等の検討余地あり

シャーシ・コンテナ位置管理等システム利用イメージ


- 「シャーシ・コンテナ位置管理等システム」では、入退場口で車両の車番情報をキーとして、損傷状況データやカメラでの追跡による最終駐車位置等の情報を一元管理する。

		①入退場管理機能	②車両損傷確認機能	③シャーシ・コンテナ位置管理機能
画面イメージ		<p>Latest Gate</p> <p>入場 2025/1/20 15:54:15</p> <p>退場 2025/1/20 15:39:18</p> <p>各所通過を自動で撮影取得・保存</p>	<p>対象コンテナ 2025/1/20 13:33:08</p> <p>損傷あり</p> <p>比較コンテナ 2025/1/20 12:09:21</p>	<p>車番等のキーワード検索も可</p> <p>駐車マスをクリックするとシャーシ詳細情報を確認可能</p>
	ターミナル作業員	<p>A) 入退場口を通過した車両の車番や入退場時刻が自動で記録される (必要に応じて照会可)</p> <p>B) 予約管理システムとの連携がある場合、予約車両(荷物)の到着状況を併せて管理できる</p>	<p>C) A)で取得した車番と損傷状況データを紐づけて一覧管理する</p> <p>D) 同車番の前回撮影データとの差分(損傷)がある場合には、アイコン表示にて検知を容易にする</p>	<p>E) A)で認識したシャーシ等をカメラにて追跡し、最終駐車位置と車番を紐づけ一覧管理する</p> <p>F) 当該画面から引取対象のシャーシを検索し、ドライバーを誘導することができる</p>
シャーシ引取りドライバー	<p>✓ 利用想定なし</p>	<p>✓ 利用想定なし</p>	<p>✓ 入場ゲートのモニター等に表示することで、シャーシ探索を補助することができる</p>	

現地技術検証概要(1/2)

- 令和6年12月から令和7年3月にかけて、敦賀港（RORO船ターミナル）及び大阪港（フェリーターミナル）において、現地技術検証を実施した。

	共通
技術検証の目的	<ul style="list-style-type: none"> ✓ シャーシ・コンテナ位置管理等システムの有効性等を確認する ✓ エラー低減・精度向上の方法やエラー対応方策、システムに対する現場の意見や要望からさらなる改善を検討する ✓ システム導入前後の業務量を比較することで、システム導入による業務削減時間(効果)を試算する
技術検証期間	令和6年12月～令和7年3月

	敦賀港（RORO船ターミナル）	大阪港（フェリーターミナル）
技術検証場所	敦賀港鞠山南地区 （近海郵船RORO船ターミナル）	大阪南港コスモフェリーターミナル （さんふらわあターミナル（大阪）第2ターミナル）
		

現地技術検証概要(2/2)

- 敦賀港と大阪港では、入退場ゲート設備の設置状況およびゲートの運用、車両損傷確認の実施有無や降雪・積雪状況等の現地技術検証環境が異なる。

		敦賀港 (RORO船ターミナル)	大阪港 (フェリーターミナル)
参加者		近海郵船 (株) 他	(株) 商船三井さんふらわあ 他
技術検証環境	入退場口ゲート設備	遮断機あり	なし
	入場口	2レーン (基本的に停車して入場手続き)	2レーン (停車せず20km/h程度で退場)
	退場口	1レーン (停車せず10km/h程度で退場)	1レーン (停車せず20km/h程度で退場)
	車両損傷確認	実施有	実施無
	その他		
	検証期間中の降雪・積雪	あり	なし
	データ通信手法	ローカル5G	LTE
入退場カメラ電源	商用電源	太陽光発電 + バッテリー駆動	

技術検証環境等@敦賀港 (RORO船ターミナル)

- 敦賀港の技術検証では、入退場管理用のカメラ2台と車両損傷確認用のカメラ8台、LiDAR 8台、追跡用のカメラ20台、乗下船用の三脚カメラ2台を設置した。

①入退場管理機能

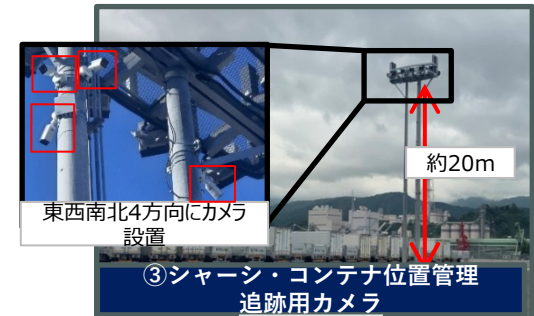
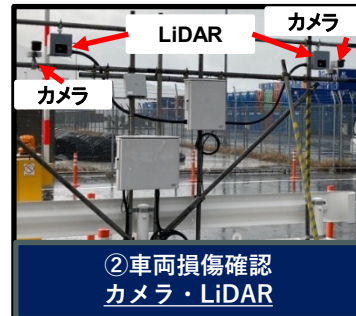
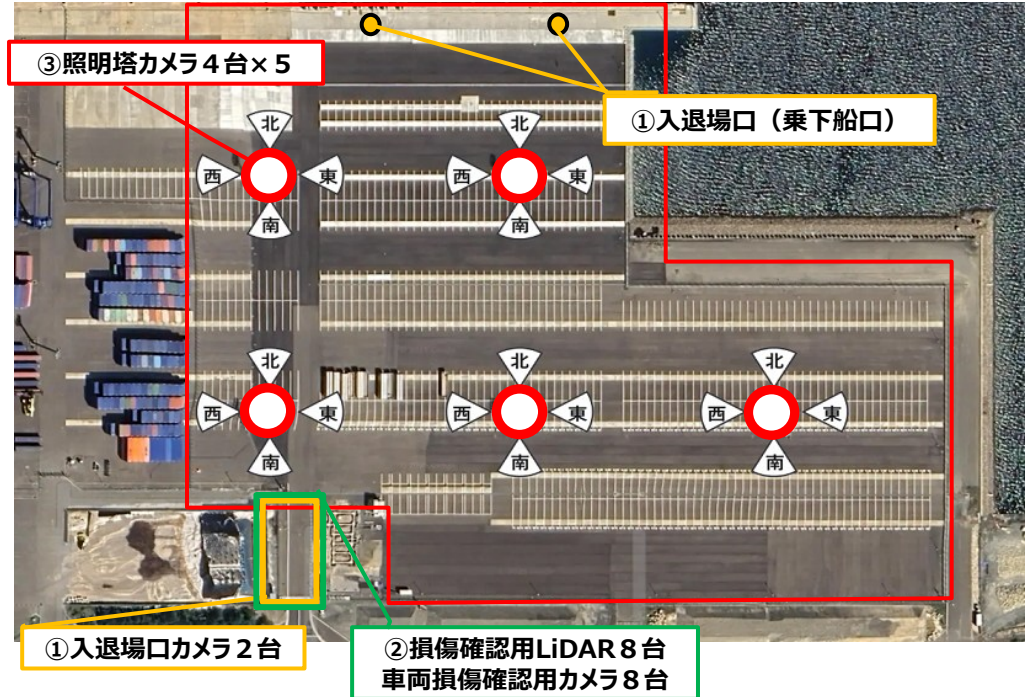
- 入退場口で、トレーラーの車番などの車両情報をカメラで自動読み取りを実施。

②車両損傷確認機能

- 入退場口にて、車両外観画像及びLiDARによる点群データを記録。

③シャーシ・コンテナ位置管理機能

- ヤード内において、シャーシ・コンテナをカメラで追跡し、シャーシ・コンテナの駐車位置を記録。



技術検証環境等@大阪港(フェリーターミナル)

- 大阪港の技術検証では、入退場管理用のカメラ2台、追跡用のカメラ4台、乗下船用の三脚カメラ2台を設置した。

①入退場管理機能

■入退場口で、トレーラーの車両情報とコンテナ番号をカメラで自動読み取りを実施。

②車両損傷確認機能

業務未実施のため、検証対象外

③シャーシ・コンテナの位置管理機能

■ヤード内において、シャーシ・コンテナをカメラで追跡し、シャーシ・コンテナの駐車位置を記録。



技術検証項目

- 主たる技術検証項目は、開発したシステムの精度の確認、システムの安定性や復旧時間・応答速度等、システム導入の効果（業務削減時間）の3項目である。

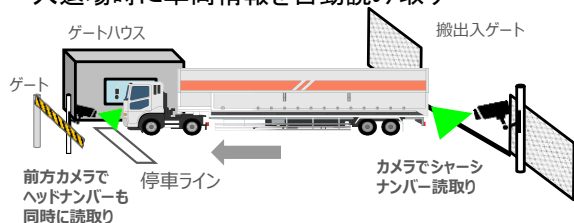
技術検証項目

- I. ①入退場管理、②車両損傷確認、③シャーシ・コンテナ位置管理の各システムの精度の確認
- II. システムの安定性や復旧時間・応答速度等
- III. システム導入の効果(業務削減時間)

<ターミナル管理システムのイメージ>

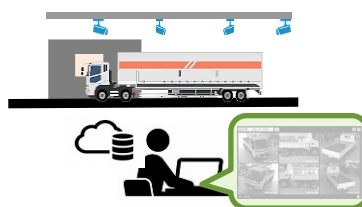
①入退場管理機能

入退場時に車両情報を自動読み取り

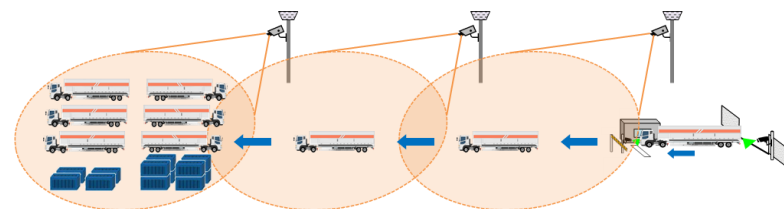


②車両損傷確認機能

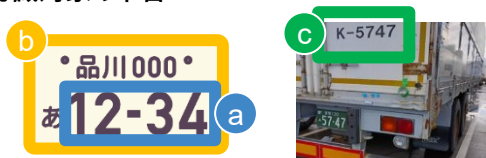
到着時、シャーシ画像を自動撮影



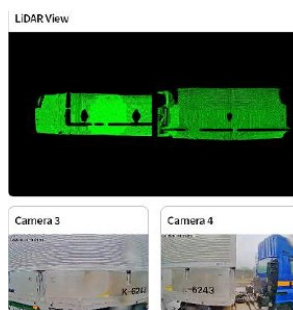
③シャーシ・コンテナ位置管理機能



※認識対象の車番



- a: ナンバープレート4桁部
- b: ナンバープレート全体
- c: コンテナ№



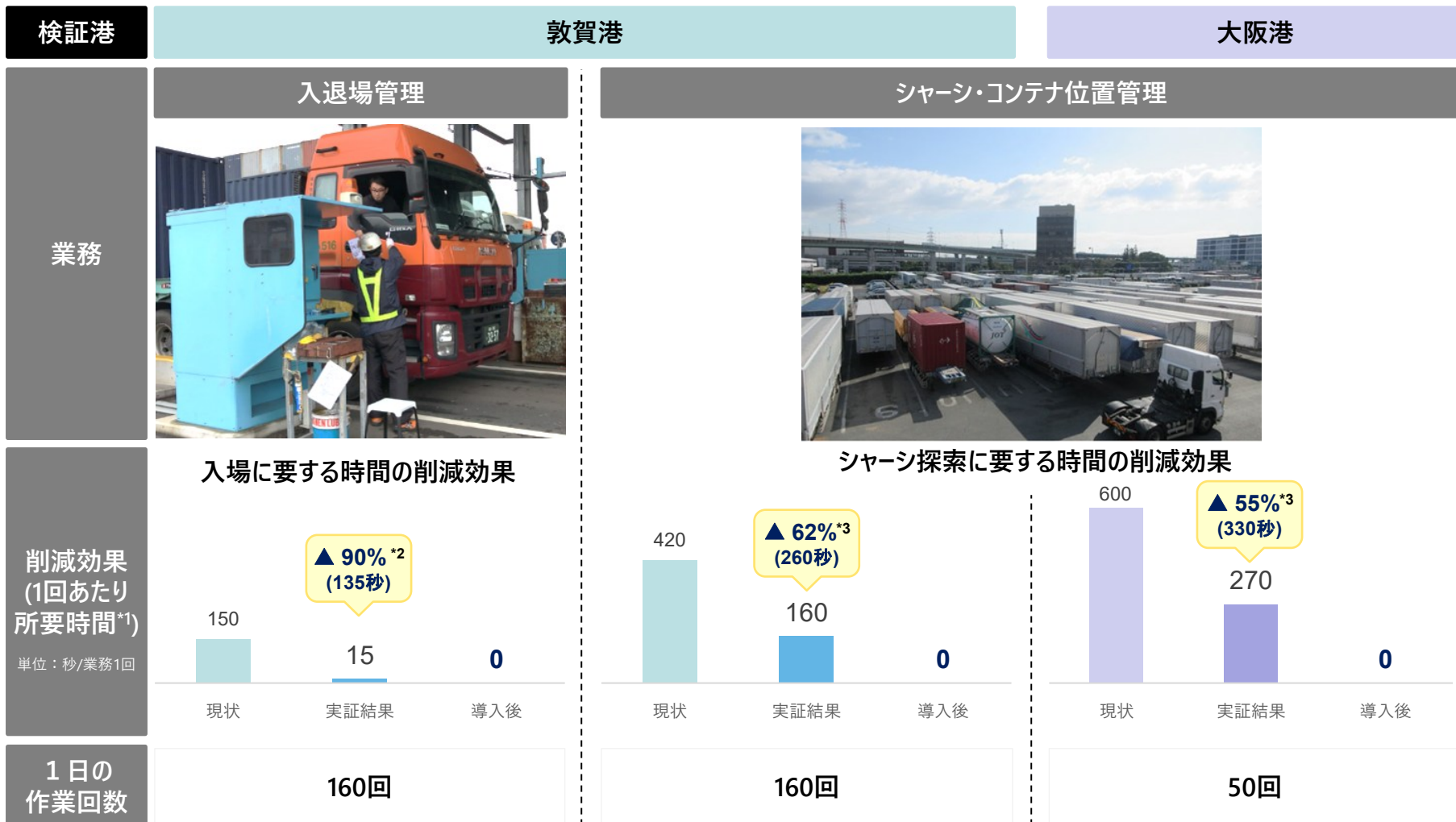
技術検証結果

- 「入退場管理」「車両損傷確認」「シャーシ・コンテナ位置管理」の各業務にかかるシステムの精度、環境条件・運用条件による課題を確認した。また、システム導入により一定の業務時間削減効果等が見込まれることを確認した。

検証項目		検証結果	環境条件・運用条件による課題
システム精度	入退場管理機能	<ul style="list-style-type: none"> ● a.ナンバープレート4桁の車番認識率の検証結果 (敦賀港)平均認識率：90% ・<u>入場口：85%</u> ・<u>退場口：95%</u> (大阪港)平均認識率：85% ・<u>入場口：83%</u> ・<u>退場口：88%</u> ● b.ナンバープレート全体認識率：65%(敦賀港) ● c.コンテナNo認識率：86%(敦賀港) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設置場所によっては車番認識率が低下する場合があった ● 通過する車両速度により車番認識率が低下する場合があった ● 雨・雪の付着、雪の映り込み、積雪時に車番認識率が低下する場合があった
	車両損傷確認機能	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>以下条件において、10mm程度までの損傷を検知可能</u> <ul style="list-style-type: none"> ➢ LiDARと損傷確認対象の測定距離：2.0m～2.5m ➢ LiDARと損傷確認対象の測定角度：30°以下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 雨・雪の付着・直射日光の入射時に認識率が低下する場合があった
	シャーシ・コンテナ位置管理機能	<ul style="list-style-type: none"> ● 車両追跡率の検証結果 (敦賀港)<u>79%</u> (大阪港)<u>93%</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設置場所によっては車両追跡率が低下する場合があった ● 雨・雪の付着、雪の映り込み、積雪時に車両追跡率が低下する場合があった
システムの安定性等		<ul style="list-style-type: none"> ● <u>応答速度等の問題はなし</u> 	
船社からの実証後コメント (抜粋)		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実用化できればターミナル作業員／トラックドライバー等の省力化が期待できる ✓ 仕様や精度の要件の解像度が高まっているところであるため、継続して検討・検証していきたい ✓ 令和6年度に検証を行ったシステムだけでなく、様々な選択肢を検討いただきたい等 	

【敦賀港・大阪港】業務時間削減効果

- 「入退場管理」「シャーシ・コンテナ位置管理」の業務において、以下の削減効果が見込まれる。



*1:上記削減効果および1日の作業回数は、検証対象港湾の一つである「敦賀港」「大阪港」の検証を基に試算。*2:敦賀港の入退場口におけるナンバープレート4桁の平均車番認識率。*3:車番認識率×車両追跡率で算出。

(参考)シャーシ引き取り時間に及ぼすヤード特性の影響

● 過去のヒアリング結果から、ヤード特性がシャーシ引き取り時間に影響することが確認されており、ヤードが分散したり、利用が逼迫しているターミナルでは、シャーシの引き取りに最大 1 時間を有するケースもあった。

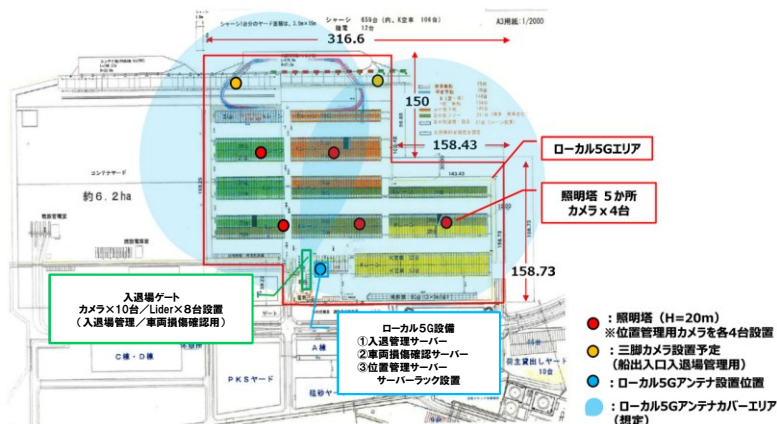
	敦賀港 令和6年度 検証港	博多港	大阪港*3
ヤード 特徴	<p><見つけやすい&取り出しやすい></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ヤードが分散せず、一箇所にまとまっている ● シャーシ縦列駐車が発生していない 	<p><見つけるのが困難></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ヤードが分散している 	<p><取り出すのが困難></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ヤード内が逼迫しており、シャーシが縦列駐車されている
ヤード 航空写真			
シャーシ 引き取り*1 時間	約16分	最大 1 時間程度*2	具体的な所要時間は未確認

*1:入場から退場までに要する時間。
 *2:第4回次世代高規格ユニットロードターミナル検討会「資料1-2 内航フェリー・RORO船運航事業者等への現地ヒアリング調査結果」より抜粋。
 *3:令和6年度技術検証ターミナルとは異なるターミナル。

今回の検証環境でシステム導入を行った場合の費用

- 今回の検証環境でシステム導入を行った場合の費用は、機器・設置費用等込みで約1.2億円程度と見込まれる。
- なお、通信規格や車両損傷確認でのLiDARの採用の有無等により、システム導入費用は変動する。

検証環境



導入費用 (参考額)

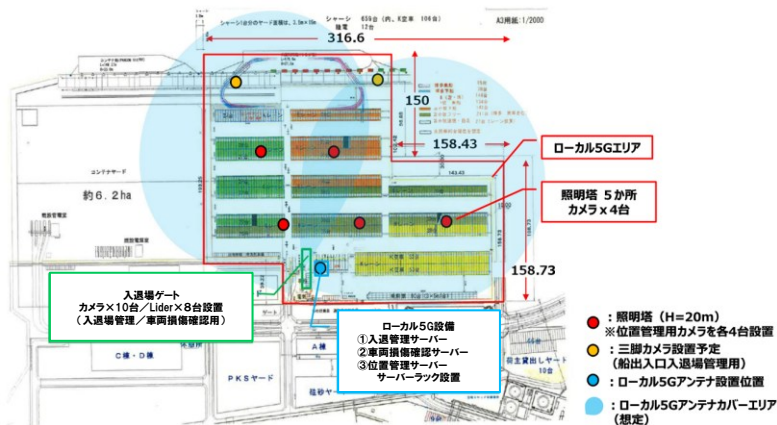
※青太字部の構成にて検証

システム費用	A. 入退場管理システム	約1,500万円	基盤となるAの導入は必須だが、B/Cとの任意の組み合わせが可能
	B- i .車両損傷確認システム (カメラのみ)	約3,600万円	
	B- ii .車両損傷確認システム (カメラ+LiDAR)	約5,650万円	
	C. 位置管理システム	約3,200万円	
無線ネットワーク費用	a. ローカル5Gシステム	約1,200万円	位置管理システムの導入にあたり、各照明塔への有線の配線ができない場合は無線ネットワークの導入が必要
	b 60GHz帯高速無線LAN	約1,000万円	
青太字部合計		約11,550万円	

港湾規模	面積	4.8ha
	岸壁の深さ	9m
	岸壁の長さ	220m
システム諸元	入退場用カメラ	2台
	車両損傷確認用カメラ	18台
	シャーシ・コンテナ位置管理用追跡カメラ	22台

- 今回の検証環境でシステム導入を行った場合の運用保守費用は、約600万円～1,700万円程度と見込まれる。

検証環境



港湾規模	面積	4.8ha
	岸壁の深さ	9m
	岸壁の長さ	220m
システム諸元	入退場用カメラ	2台
	車両損傷確認用カメラ	18台
	シャーシ・コンテナ位置管理用追跡カメラ	22台

運用保守費用 (参考額)

※青太字部の構成にて検証

システム費用	A. 入退場管理システム	約50～340万円	以下のオプションによって変動 ・リモート監視 (死活監視※1) ・問い合わせ対応 ・現地オンサイト保守※2 (1～2回/年) ・システム保守運用/サーバー保守運用※3
	B- i .車両損傷確認システム (カメラのみ)	約115～340万円	
	B- ii .車両損傷確認システム (カメラ + LiDAR)	約250～870万円	
	C. 位置管理システム	約115～340万円	
無線ネットワーク費用	a. ローカル5Gシステム	約150万円/年	
	b. 60GHz帯高速無線LAN	約30万円/年	

青太字部合計 約565～1,700万円

※1 システムを構成する機器まで通信が疎通しているかを監視すること
 ※2 故障発生時に現地に駆け付けて現地で故障修理を行うこと
 ※3 本来システムを運用している方に成り代わり、システムの運用状況 (CPU利用率やディスク利用率等) を把握し、システムに不具合を発生させないよう予防保全をはかる提案等を行うこと

令和6年度現地技術検証のまとめ：成果と課題

- 技術検証で対象とした「入退場管理」「車両損傷確認」「シャーシ・コンテナ位置管理」では、一定の認識精度が確保可能であることを確認した（業務に支障を来さない場所でのカメラ設置、運用の変更を伴わない状況下での実施）。
- 実際のシステム導入にあたっては、カメラ設置位置や運用の工夫により、認識精度の向上が可能。
- システム導入により、トラックドライバーのシャーシ探索時間の削減など、業務効率化に寄与することを確認した。



技術検証結果

- 技術検証で対象とした「入退場管理」「車両損傷確認」「シャーシ・コンテナ位置管理」では、一定の認識精度が確保されることを確認した。
- LiDARを用いた車両損傷確認では、10mm程度の損傷までは検知が可能であることが分かった。



成果（目標値達成後）

- 目標値を達成した場合、「入退場管理」「車両損傷確認」「シャーシ探索」に係る業務所要時間を大きく削減するポテンシャルを有することを確認した。



課題

- カメラの台数等によっては、システム導入コスト・運用/保守コストが高額になる可能性がある。
- カメラ設置場所や天候条件等により精度が左右される（特に雪の影響を受ける）。



その他

- ターミナル毎に機材の最適な設置位置等を工夫する必要がある。
- 地理的条件、港湾施設の状況等に応じて、カメラ以外の技術を用いたシステムが最適となる場合も考えられる。