

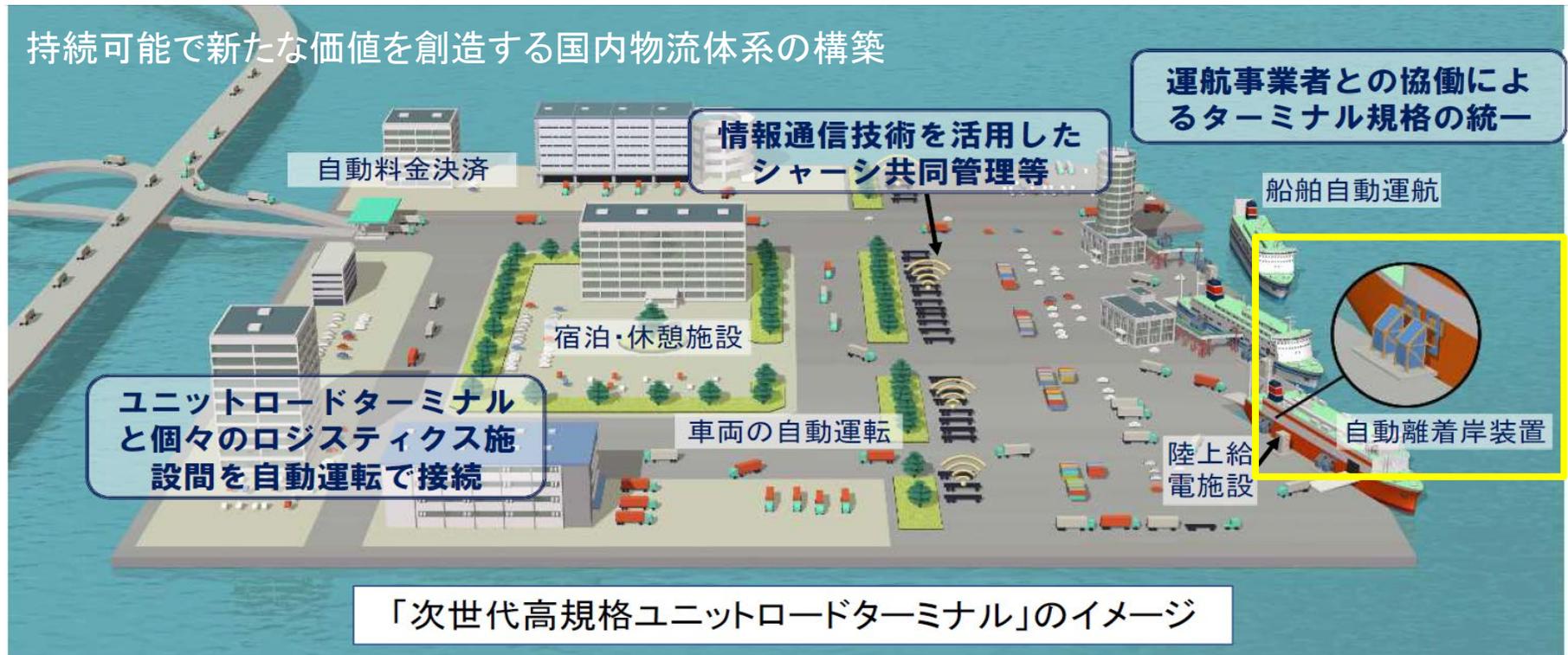
現地実証試験を通じた敦賀港における 自動係留装置導入の効果について

北陸地方整備局
新潟港湾空港技術調査事務所
技術開発課 小林 千紘

1. はじめに

■ 港湾の中長期政策「PORT2030」

次世代高規格ユニットロードターミナルの形成に向け、新技術の活用による高度化の取組を進めている。



「PORT2030」(平成30年7月港湾局)

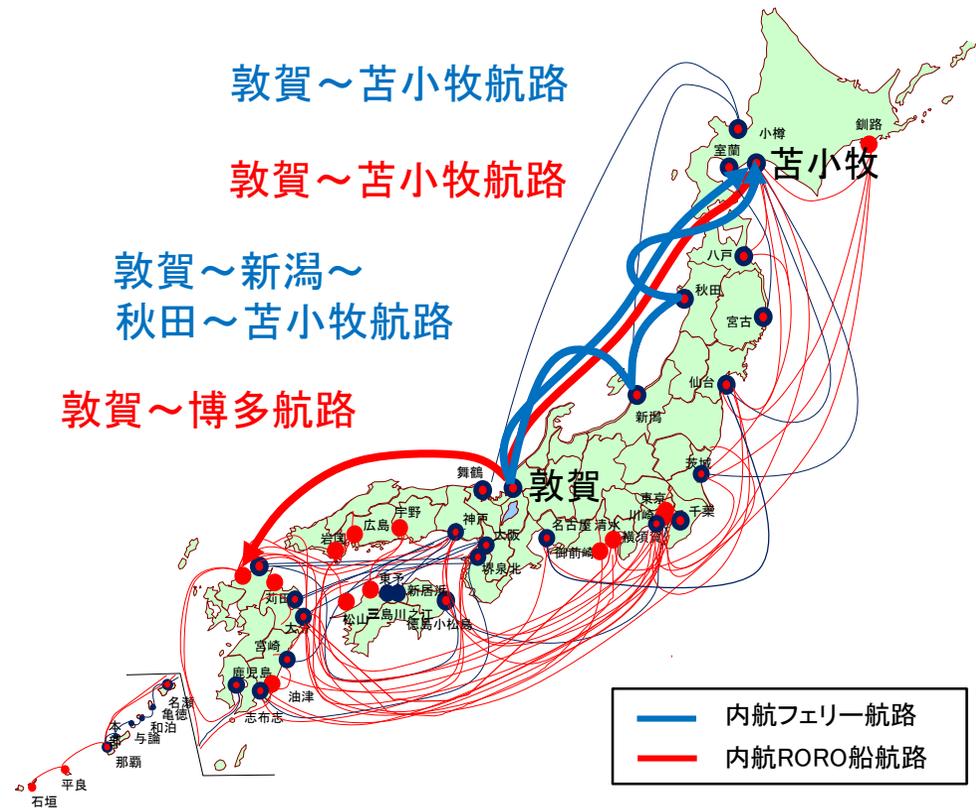
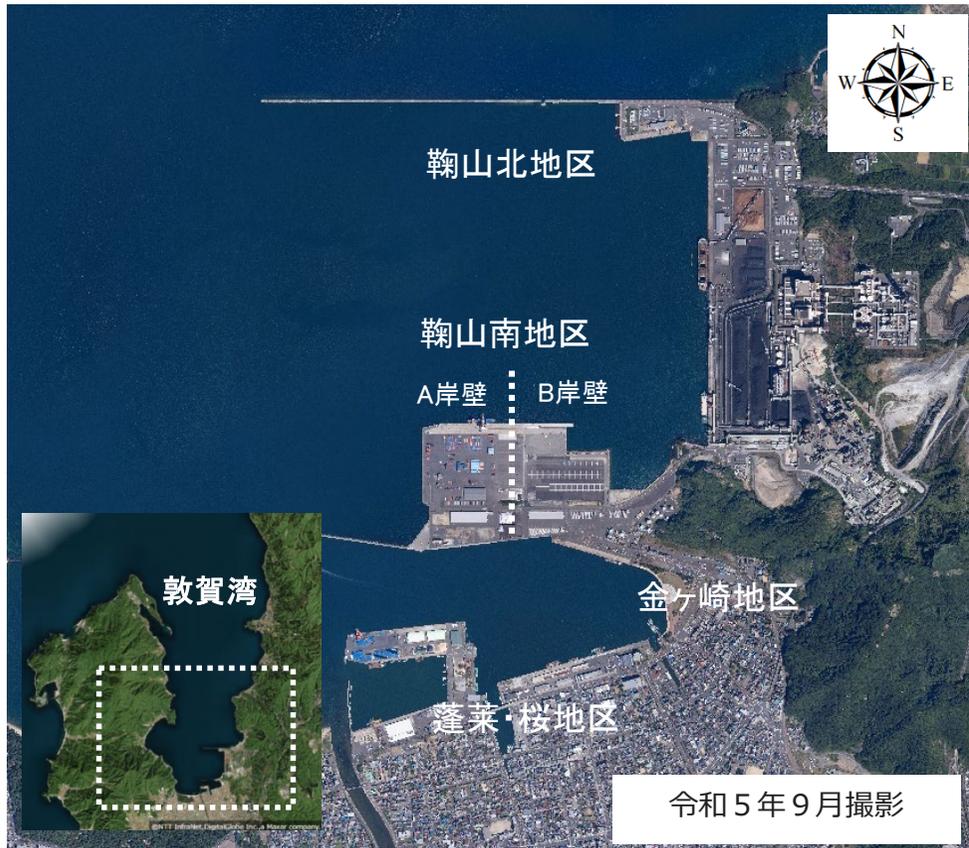
取組の一つとして、我が国の公共バースでは初となる
敦賀港において**自動係留装置**を導入

1. はじめに

■ 敦賀港について

本州日本海側の中心に位置する。

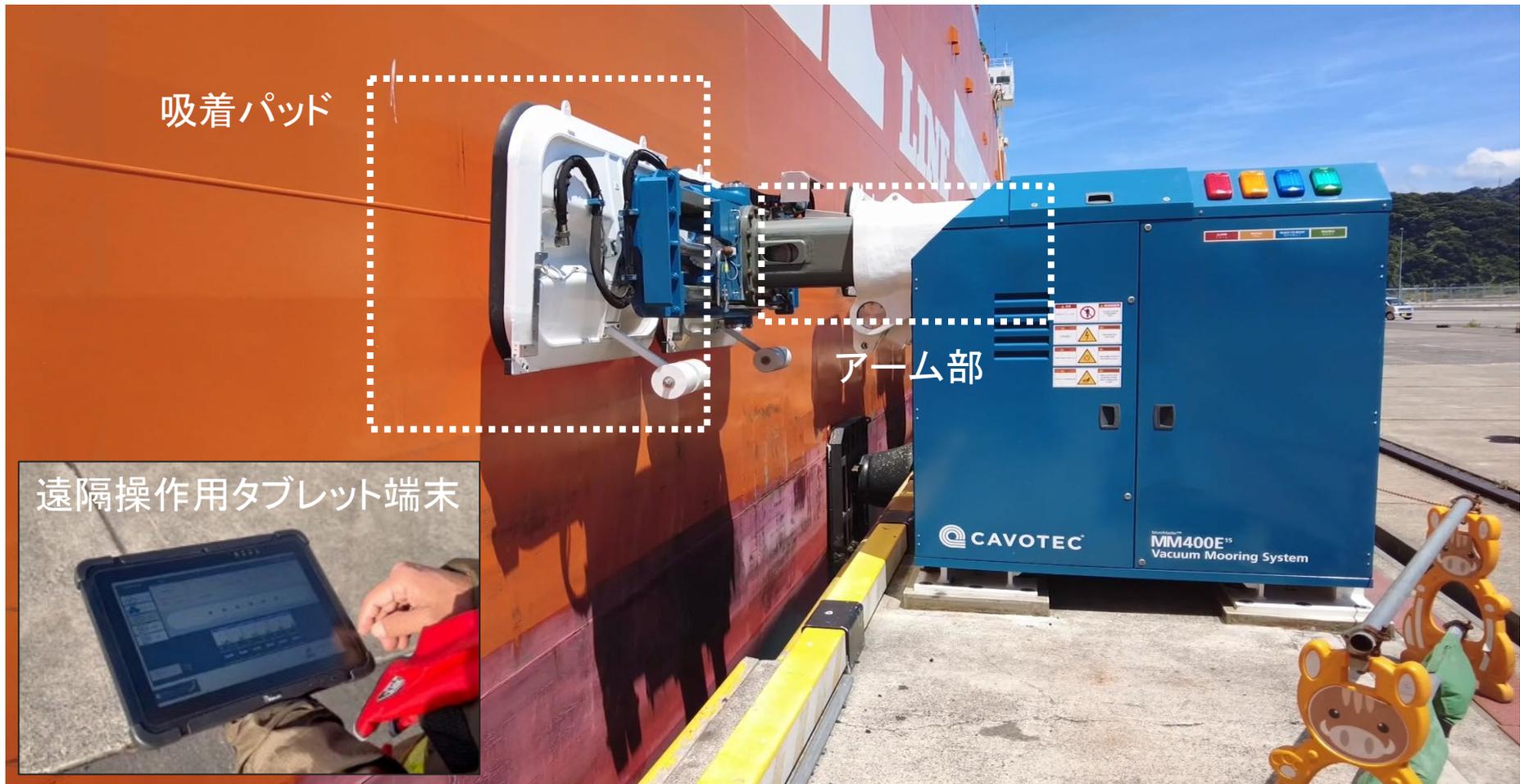
関西・中京地域と北海道を結ぶ国内物流の結節点として重要な役割を担っている。



2. 自動係留装置の概要

■ 自動係留装置とは

従来の係留索を用いた係留とは異なり、遠隔操作等によりアームを伸ばして吸着パッドを船舶に吸着させて係留する装置



2. 自動係留装置の概要

■ 自動係留装置導入により期待される効果

- ① 船舶離着岸に係る **係留作業の効率化・迅速化**
- ② 係留索の破断による作業員の死傷リスク低減
- ③ 災害時におけるクイックリリース効果
- ④ **船体動揺量低減**による荷役稼働率の向上



現地実証試験による検証を行った

3. 自動係留装置技術検討委員会の設置

■ 自動係留装置技術検討委員会(2019年より設置)

【 主な審議事項 】

- 自動係留装置導入計画
- 実証試験に用いる自動係留装置の選定
- 自動係留装置の所要基数の検討
- 実証試験の検討方針
(作業体制、計測方法・結果の整理方針)
- 実証試験実施方策
- 装置導入効果のとりまとめ



委員会の様子

4. 現地実証試験の概要

■ 対象箇所

敦賀港 鞠山南地区 A・B岸壁



■ 対象船舶

RORO船 九州航路
(ひだか など)



RORO船 北海道航路
(とがち)



フェリー
(すずらん/すいせん)



■ 検証項目

作業効率化効果の検証

+

動揺量低減効果の検証

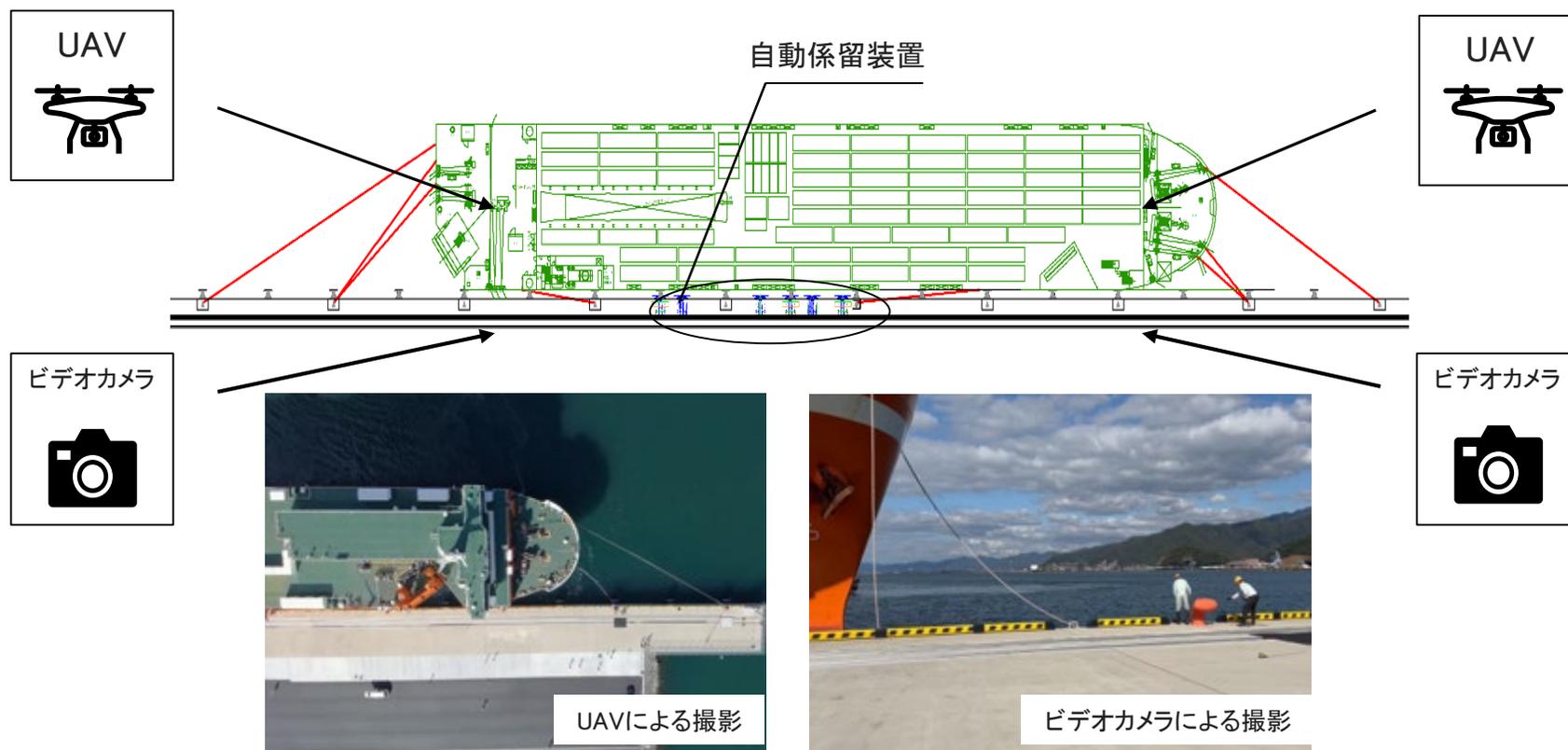
〔 実測値による検証
計算値による検証 〕

出典: 近海郵船(株)及び新日本海フェリー(株)HP

4. 現地実証試験の概要

■ 係留作業効率化効果の検証

従来の係留索による離着岸作業に係る時間・人員をビデオカメラ・UAVで計測

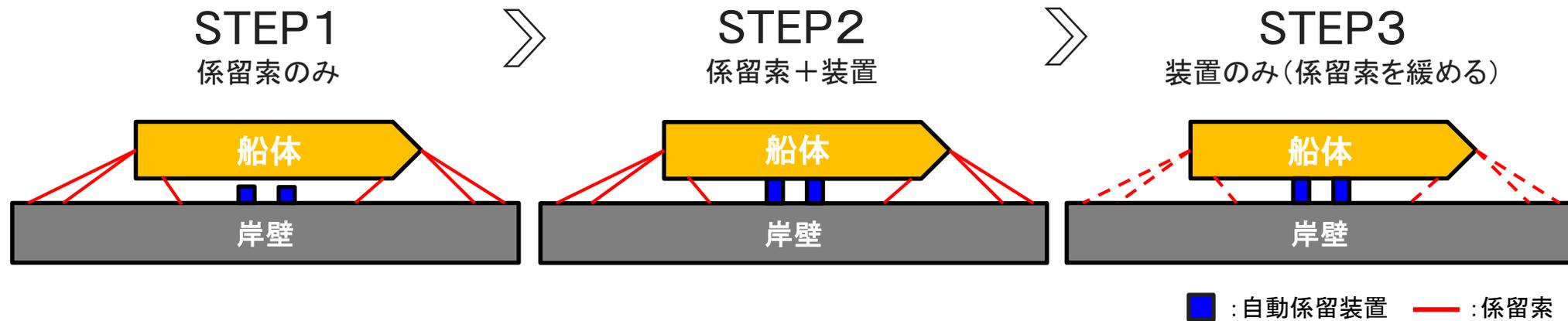


着岸時における船上及び岸壁上作業状況

4. 現地実証試験の概要

■ 船体動揺量低減効果の検証

船体動揺量をRTK-GNSSセンサ、ジャイロセンサで計測（各STEP30分間）



船体動揺量の差異から船体動揺低減効果を評価する

5. 作業効率化効果の検証

フェリーにおいて、緩い速度で接岸を行うことで
係留索を使用せずに船体を係留させることに成功した

船上から撮影 (8倍速)



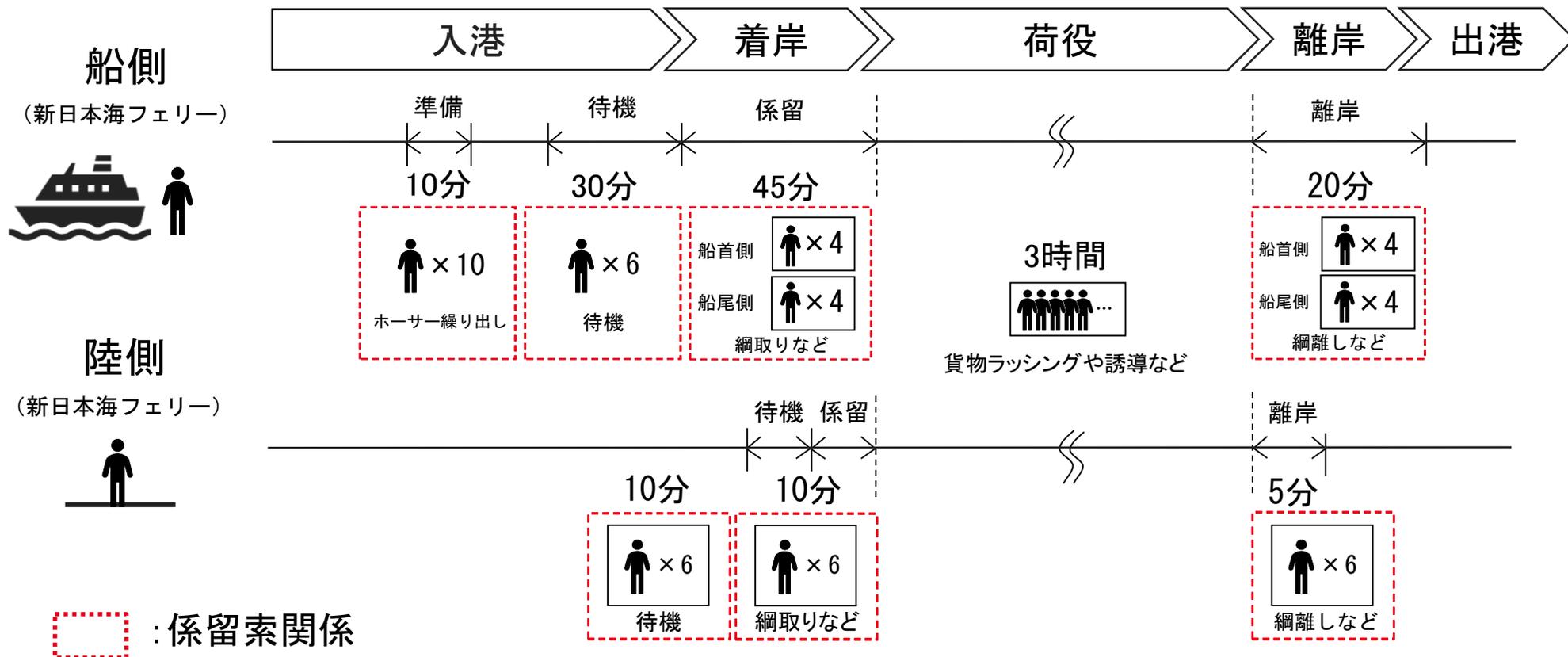
陸上から撮影 (8倍速)



離着岸作業の大幅な迅速化・省力化が期待できる

5. 作業効率化効果の検証

■フェリー入港から出港までに係る作業員数・時間の整理



作業員の労働力軽減が期待できる

6. 動揺量低減効果の検証

■ 船体動揺の6成分について

Surge: 前後動揺

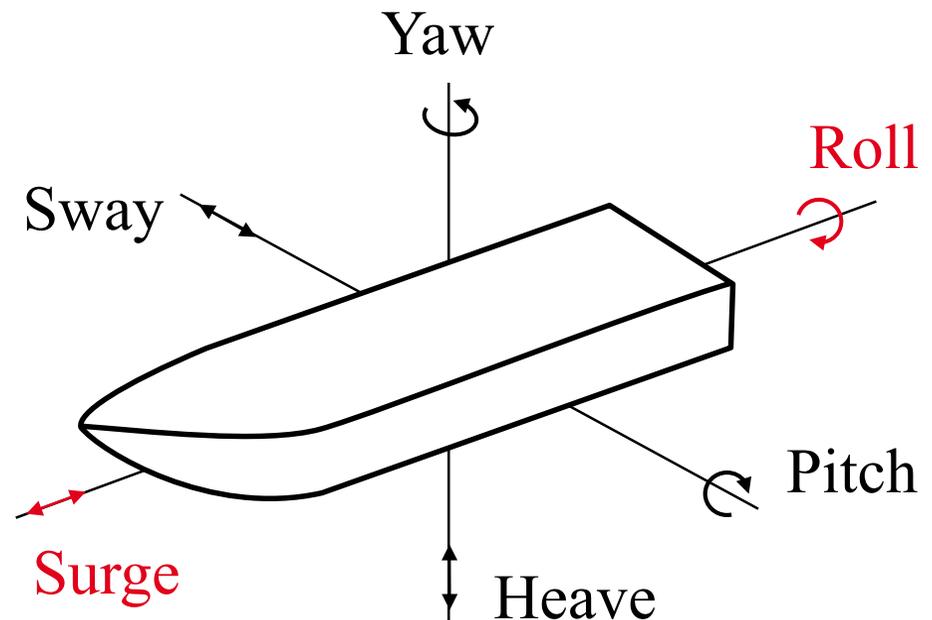
Sway: 左右動揺

Heave: 上下動揺

Roll: 長軸周り回転動揺

Pitch: 短軸周り回転動揺

Yaw: 鉛直軸周り回転動揺

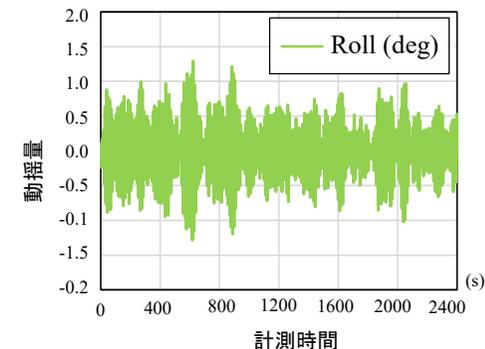
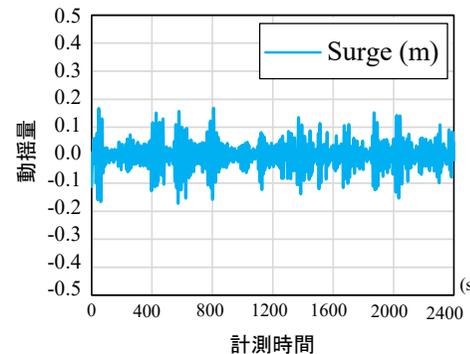


船体動揺量の各成分の定義

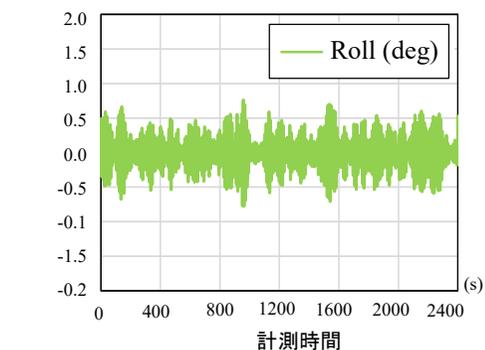
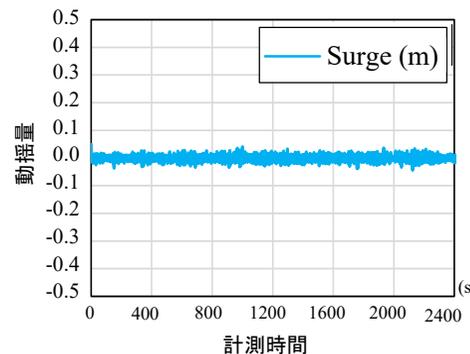
6. 動揺量低減効果の検証 ～実測値による検証～

- 計測日: 2022年11月14日
- 対象船舶: RORO船(北海道航路)

STEP1 (係留索のみ)		最大値	有義値	平均値
	Surge(m)	0.17	0.10	0.06
	Roll(deg)	1.29	0.82	0.56



STEP3 装置のみ (係留索を緩める)		最大値	有義値	平均値
	Surge(m)	0.04	0.02	0.02
	Roll(deg)	0.77	0.51	0.32

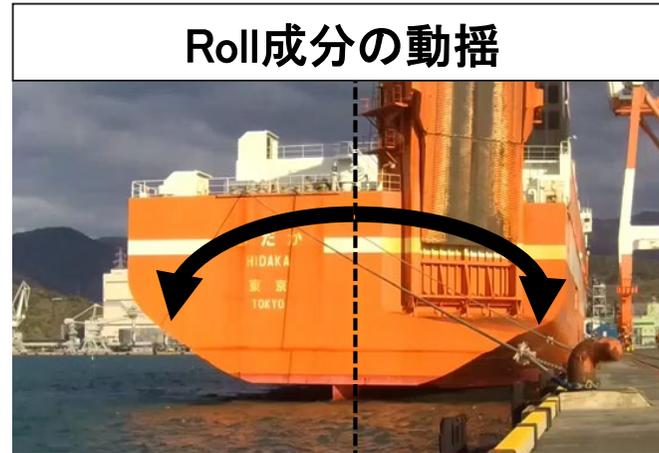


STEP3/STEP1		最大値	有義値	平均値
	Surge(m)	25%	22%	26%
	Roll(deg)	60%	62%	58%

約8割減少

約4割減少

6. 動揺量低減効果の検証 ～実測値による検証～



STEP1 係留索のみ 24倍速



STEP3 装置のみ 24倍速



6. 動揺量低減効果の検証 ～計算値による検証～

■再現計算（船体動揺シミュレーション）

実測値との整合性を図るため、再現計算を実施した。

STEP1 (係留索のみ)	項目	動揺量 (m, deg)					
		Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
	実測値	0.10m	0.04m	0.04m	0.82°	0.07°	0.12°
	計算値	0.06m	0.08m	0.04m	0.81°	0.08°	0.13°
	計算/実測	62%	188%	95%	<u>98%</u>	114%	105%

STEP3 (装置のみ)	項目	動揺量 (m, deg)					
		Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
	実測値	0.02m	0.03m	0.06m	0.51°	0.08°	0.09°
	計算値	0.03m	0.04m	0.04m	0.46°	0.07°	0.11°
	計算/実測	117%	135%	64%	<u>90%</u>	92%	120%

Roll成分の動揺量の計算値と実測値は概ね合致

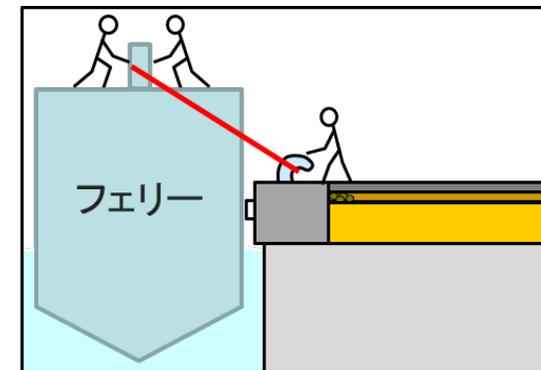
■ 作業効率化効果

- ① 離着岸作業の大幅な迅速化・省力化
- ② 係留索の破断による作業員の死傷リスク低減
- ③ 災害時のクイックリリース効果

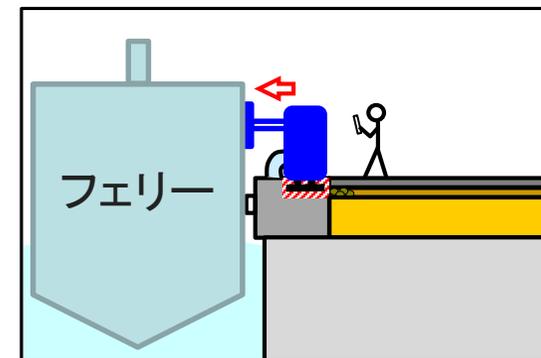
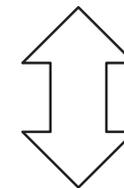
■ 動揺量低減効果

水平運動成分 (Surge) や横揺れ成分 (Roll) の
動揺量が低減

生産性・安全性向上



係留索のみ



装置のみ(将来)

■ 今後の課題

- ① 作業効率化効果が最大限発揮されるためには、以下の施設及び船舶条件が必要
 - ・船が十分な船体制御能力を有する
 - ・L字型岸壁等を有する
 - ・前後方向の細かい位置調整が不要な船舶(コンテナ船、バルク船等)
- ② 実際の荷役作業時における船体動揺量低減効果の検証(2024年度実施予定)
- ③ 荒天時における、装置による係留の安全性についての検証(2024年度実施予定)



L字型岸壁



ご清聴ありがとうございました

