



第24回 海上技術安全研究所講演会



内航船の省力化・労働負荷低減のための 運航支援・自動化技術

令和6年12月6日

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所

特別研究主幹 平田 宏一

1. はじめに



- 内航海運分野における課題の一つとして、船員の高齢化や船員不足があげられている。
- 船員労務負荷低減のため、デジタル技術や運航支援技術・自動化技術の導入が検討されている。
- 本講演では、海技研らが検討・実装を進めている省力化・船員労務負荷低減のための技術について、その研究開発状況を紹介する。

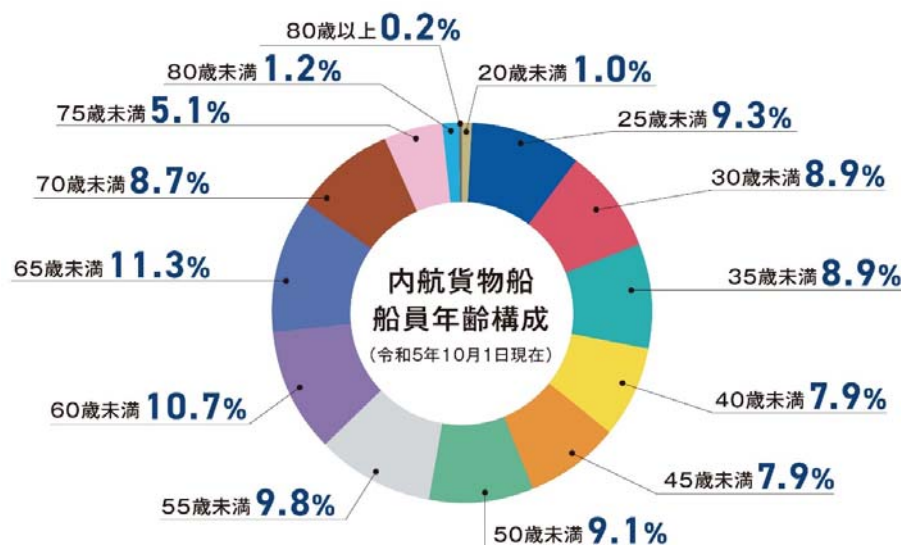
講演内容

1. はじめに
2. 内航船の省力化・労務負荷低減の必要性
3. 海技研における自動運航船の研究開発
4. 船内監視・陸上サポートシステム
5. トリプル連結バージ
6. 「強い内航への変革」に向けた取り組み
7. まとめ

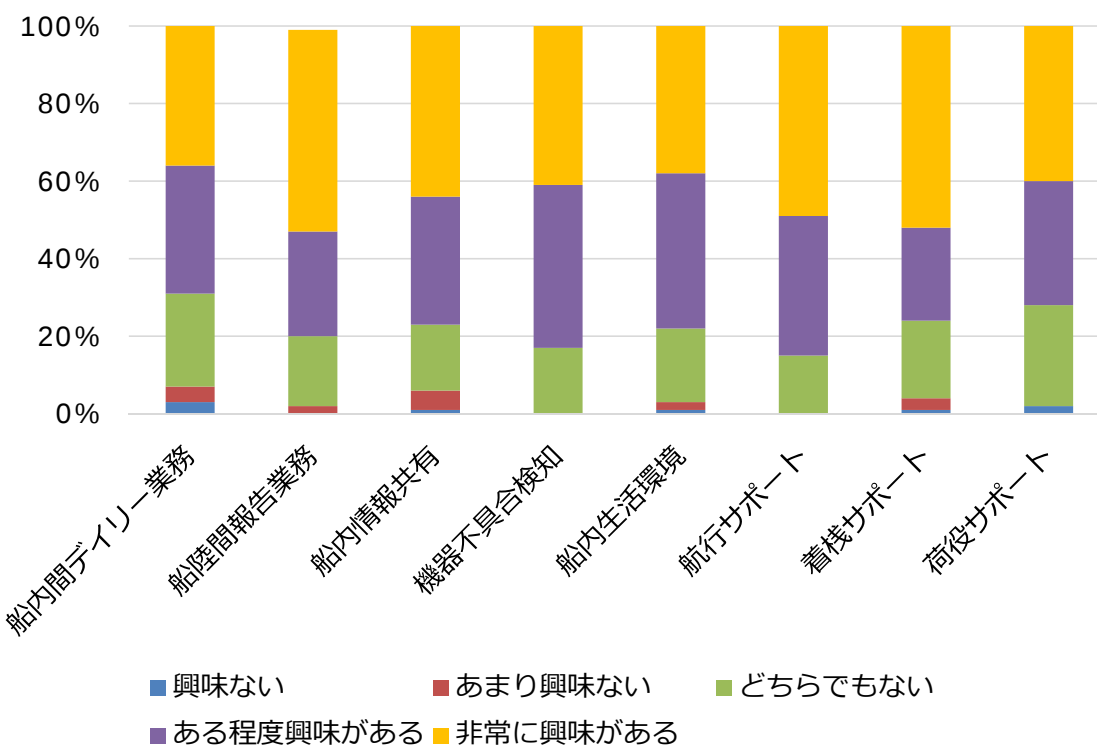
2. 内航船の省力化・労務負荷低減の必要性



- 内航船員の年齢構成は、50歳以上が5割近くとなっており、高齢化が進んでいる。
- 労務負荷低減や安全性向上のため、デジタル技術導入への期待が高まっている。



内航船員の年齢構成
(日本内航海運組合総連合会HPより)



自動化・デジタル化のニーズ調査
(内航ミライ研究会, 2022年度船技協調査事業)

3. 海技研における自動運航船の研究開発



- 2019年頃より、海技研では小型実験船「神峰」を用いて、様々な自動化技術や運航支援技術の研究開発を進めている。

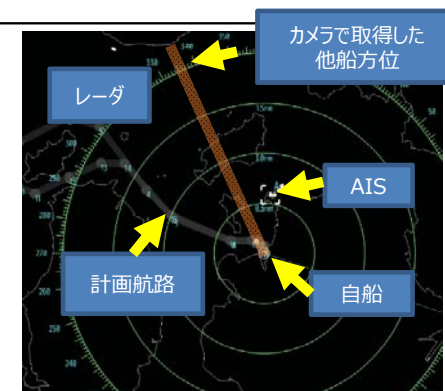
自動着栈

外力に強く、安心して使用できる自動着栈システムを開発している。



自動避航

レーダ、AIS、画像認識によって検知された他船を、自動で避航するシステムの開発を進めている。



他船・周囲状況検知

カメラ画像やLiDAR※によるデータを処理して、他船や周囲の情報を取得する。



遠隔操船

遠隔地の操船者が、LTE通信等によって送信された情報を確認しながら操船する。



※ LiDAR : Laser Imaging Detection and Ranging, パルス状に発光するレーザ照射に対する散乱光を測定し、対象までの距離を分析する。

(1) 小型実験船「神峰」による実船試験



- 2023年度、センサ監視機能の強化、避航操船システムの検証、LiDAR計測、タブレットを用いた短距離遠隔操船試験などを実施した。



(2) 運航支援・自動化技術の小型旅客船への適用性検討



- 今までに小型実験船「神峰」によって開発・検証を進めてきたウェイポイント運航システムや着岸支援システムについて、定期航路を運航する小型旅客船への適用可能性を検討している。

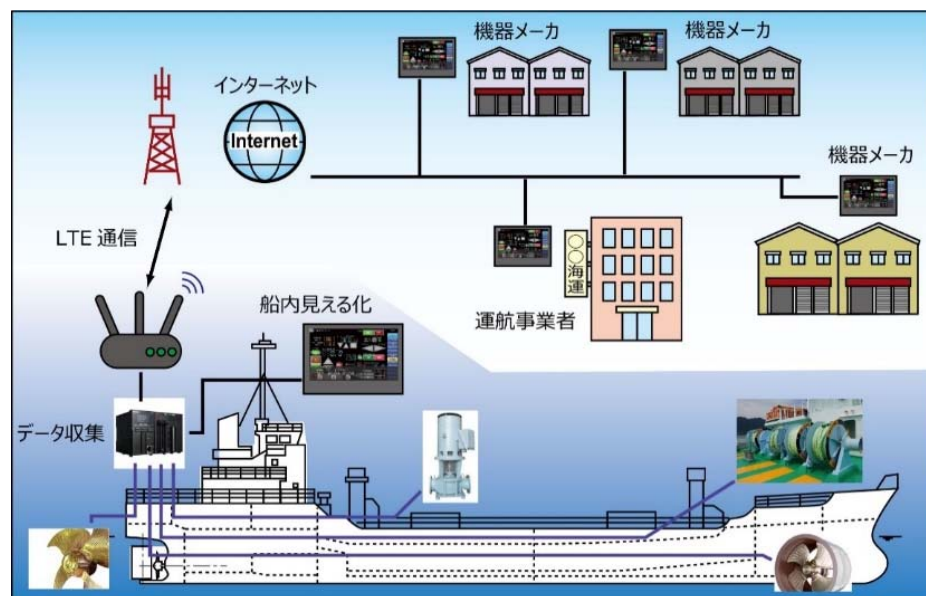


監視システムの表示画面（通常操船時の実船データ取得中）

4. 船内監視・陸上サポートシステム



- (一社) 内航ミライ研究会らとともに、陸上サポートシステムの開発を進めてきた。
- 複数の内航貨物船に計測・データ収集用PLC※¹やLTEルータ※²を搭載し、船内での監視を容易にするとともに、情報を陸上と共有する。



陸上サポートシステムのイメージ

① 船内機器の陸上モニタリング

- 主機ばかりでなく、ウインチやスラストなどの運転状態をモニタリングし、不具合発生時に陸上からサポートする仕組みの構築を目指す。

② 運航状態の監視と支援

- 船舶の運航状態を陸上で監視し、船員労務負荷低減とCO₂排出削減、安全性確保の両立を目指す。

③ 燃費の見える化

- 実船データを蓄積し、実態を把握しつつ、カーボンニュートラル実現のための方法を詳細に検討する。

※1 PLC : Programmable Logic Controller, リレー回路の代替装置として開発された制御装置。

※2 LTEルータ : LTE回線 (携帯電話回線) を使い、ネットワーク回線を振り分けるために使用する通信機器。

(1) 陸上サポートシステムの導入事例 ～國喜68～



- (一社) 内航ミライ研究会らは, “連携型省エネ船※”のコンセプトを踏まえて, 運航ばかりでなく, 離着桟や荷役, 停泊時の省エネ技術を搭載した499GT貨物船「國喜68」を建造した。
- 本船に搭載している陸上サポートシステムによって, 実運航時のデータを取得・解析し, 運航時や停泊時の省エネ技術導入による効果を検証した。

※ 連携型省エネ船：国交省が提案し, 建造・普及を促進している船舶。荷主・オペレーター・船主・造船事業者等が連携し, 航海・離着桟・停泊・荷役等の船の運航全体で, 省エネ・省CO₂に取り組む船舶。



499GT貨物船「國喜68」



運航監視画面



バッテリー監視画面



電動ハッチカバー監視画面

(2) 陸上サポートシステムの応用事例 ～風向風速監視～



- 陸上サポートシステムは、船内で得られる運航や機器の情報をPLCに取り込んでいるため、船内監視装置として容易に活用できる。
- 船員や船主のコメントやアドバイスを受けて、機能の追加などを進めている。
- 國喜68では、船員らのアドバイスにより、風向・風速履歴監視画面（陸上サポートシステムのオプション画面）を追加した。



風向・風速履歴監視画面

(3) 陸上サポートシステムの応用事例 ～荷役監視～



- 493GTケミカルタンカーにおいては、船員ニーズを踏まえて、荷役タンクの液面データを操舵席およびタブレットで表示する機能などを試験的に追加した。

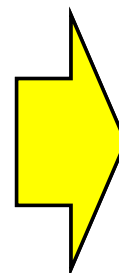
従来、船内の専用モニタまたは機側の表示器で液面を確認



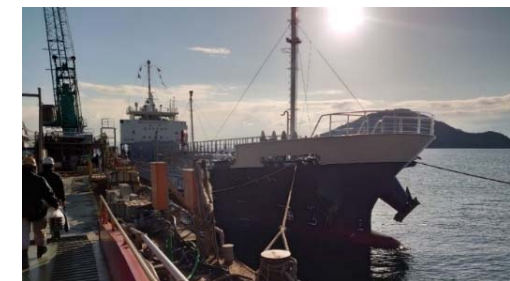
専用モニタ



甲板上の表示器



船内Wi-FiやWebサーバ機能を利用して、タブレットに情報表示



液面センサの情報を操舵席のモニタに表示する機能を追加
船員ニーズにより、荷役推定時間を表示



操舵席モニタとタブレット

(4) 陸上サポートシステムの応用事例 ～マスト監視～



- 屋根がある全天候バースなどに入出港する貨物船は、特定のバースに入港する際、マストを格納する必要がある。
- 499GT貨物船にマストの格納状況を検知するためのセンサを取り付け、本船位置情報に応じて、音声による注意喚起を行うシステムを構築した（船主ニーズ）。



499GT貨物船



マストの状態



通常状態



マスト格納

「対象位置に近付きました。
マストを確認してください。」

マスト監視画面

No	名称	使用	距離 mile	時間 h	第1警報内	第2警報内	第3警報内	確認済み
1	戸畑	緑	227.6	25.8				監視中
2	八幡	緑	228.9	26.0				監視中
3	光	緑	173.5	19.7				監視中
4	東予	緑	117.7	13.3				監視中
5	和歌山	緑	24.7	++++				監視中
6	堺	緑	5.7	++++	黄			確認済み

マスト監視

前ページ 次ページ 警報リセット Message 画面消灯

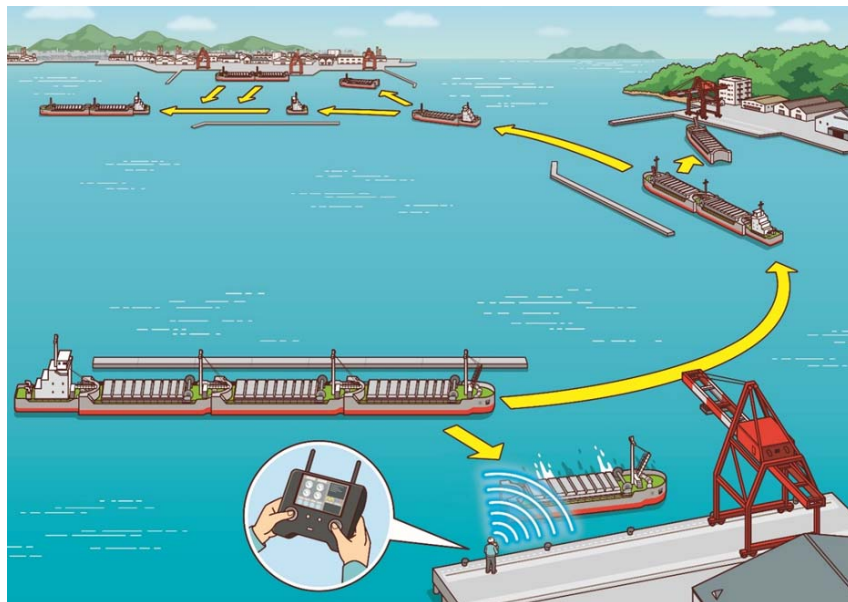
監視画面

「まもなく対象位置です。マストを倒してください。」

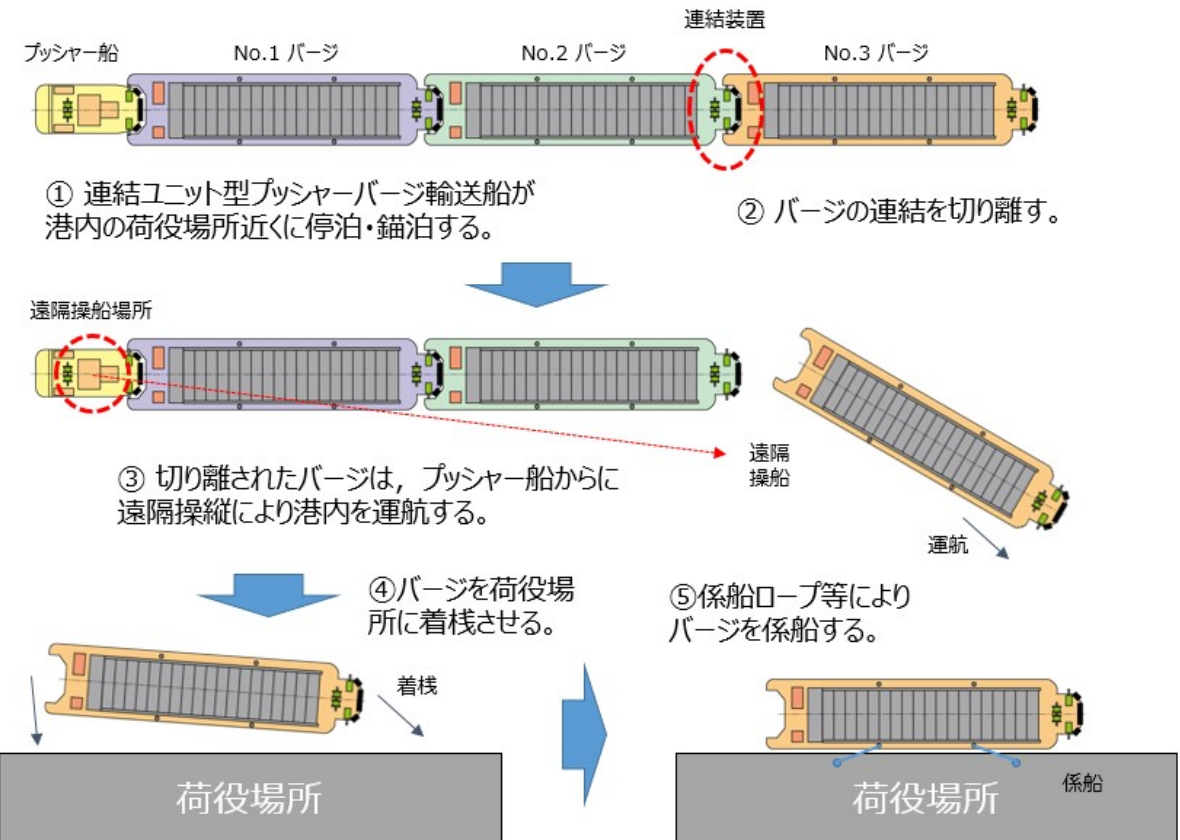
5. トリプル連結バージ



- 2022年度より，日本財団の助成により（一財）日本船舶技術研究協会が実施しているトリプル連結バージの研究開発事業を進めている。
- 海技研は，切り離されたバージの遠隔操船について，実船予備試験や模型試験を行っている。



トリプル連結バージのイメージ

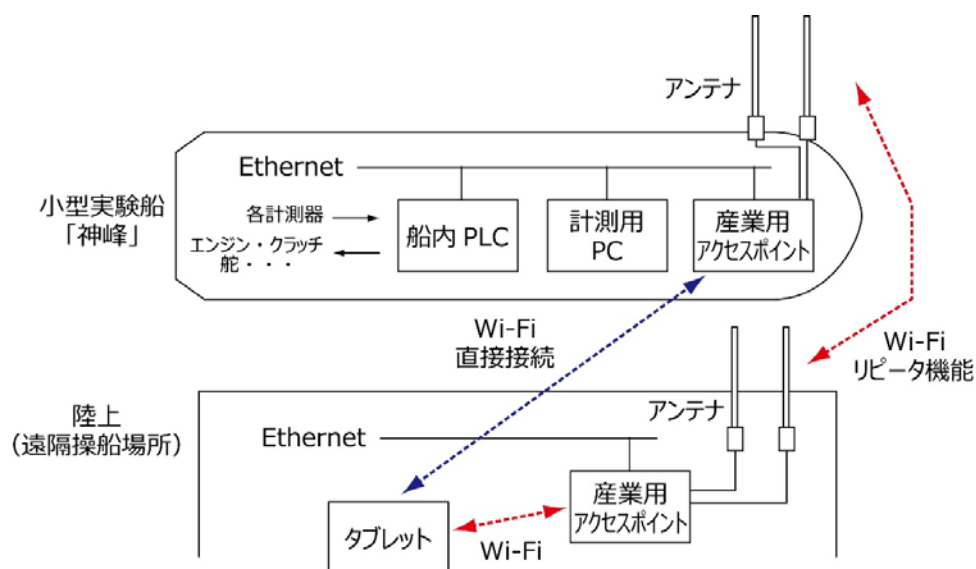


トリプル連結バージのオペレーション検討例

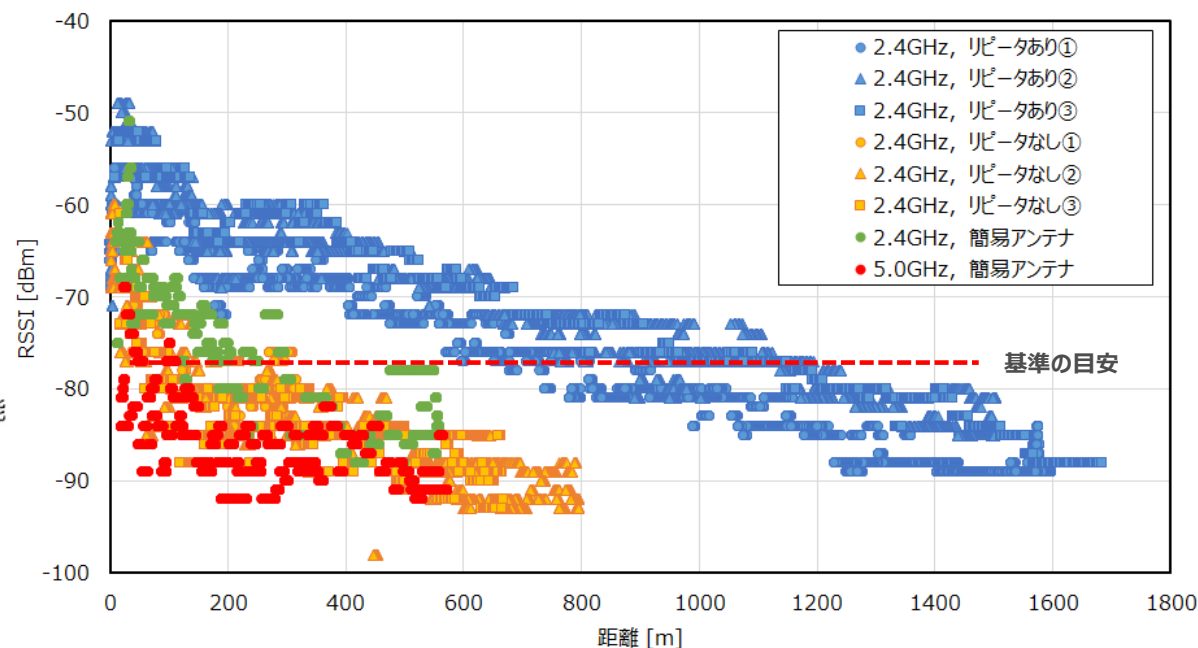
(1) 遠隔操船の実船予備試験



- 2023年度、小型実験船「神峰」に、屋外で利用できる産業用アクセスポイント（Wi-Fi）を設置し、リピータ機能を利用した通信確認試験や安全対策試験を実施した。
- リピータ機能と高性能アンテナを用いた場合、最大1600m程度の距離まで通信可能であるとの結果が得られた。ただし、通信遅れの増大や瞬時の通信遮断を踏まえると、安心して遠隔操縦できる距離は1000m程度である。



Wi-Fi機器および試験装置の構成

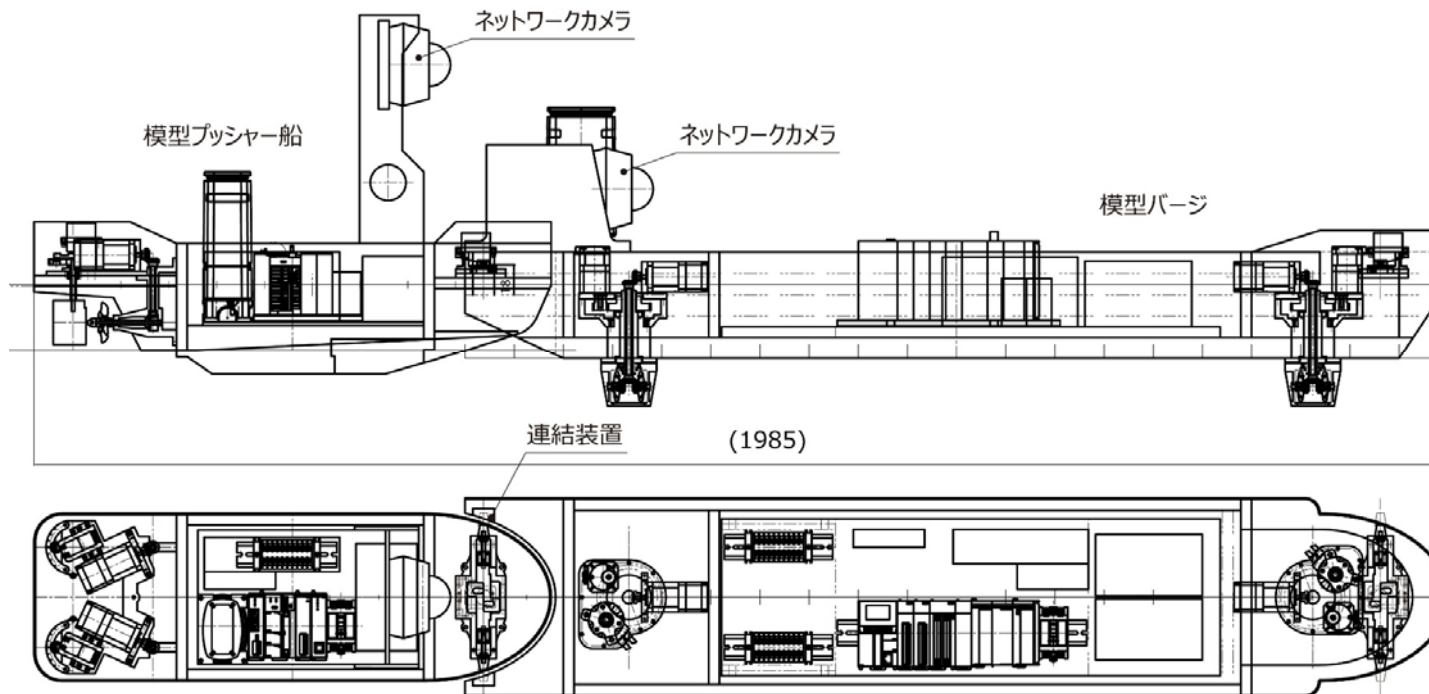


通信確認試験の結果

(2) 遠隔操縦装置模型試験



- 2024年度，船首および船尾に推進方向を変化させることができる推進装置を装備した模型船を製作し，タブレットを用いた遠隔操縦システムの操作性について調べている。



模型プッシャー船と模型バージ（連結時）



模型プッシャー船の外観とタブレット画面

(3) 操船シミュレータ



- トリプル連結バージの操船性や操船者の視認性を確認するため、当所の操船シミュレータに、新たに準備した3Dモデルの組み込みを進めている。
- 3隻のバージとプッシャーを連結した状態と切り離されたバージ（単独バージ）の2種類のシナリオを準備し、操船シミュレータを動かしている。



トリプル連結バージの操船シミュレータ

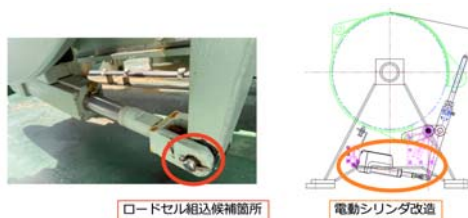
6. 「強い内航への変革」に向けた取り組み



- 国土交通省の内航変革促進技術開発費補助金（NX補助金）を受けた関係社らに協力して、様々な研究開発を進めている。

物流革新DX

係船作業と投錨作業の船員労務負荷低減に向けたウインチの高機能化についての技術開発

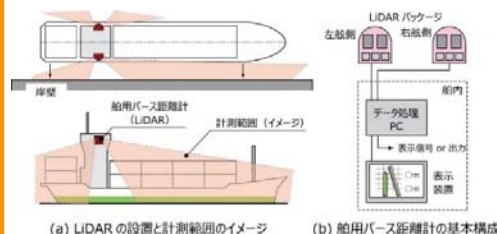


【事業概要】
電動ウインチのブレーキに高機能シリンダを用いることによって、係船作業と投錨作業における安全性向上と船員労務負荷低減を図る



物流革新DX

着岸・係船作業支援のためのLiDAR技術を用いた船用バース距離計の技術開発

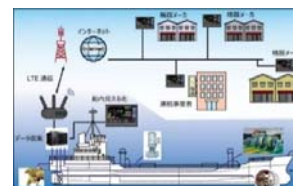


【事業概要】
レーザ画像検出機能とデジタル技術を利用したLiDARを活用して、船舶の着岸・係船作業を支援するための船用バース距離計を開発する



物流革新DX

内航船の船員労務負荷低減と環境負荷低減、安全性確保の両立を実現する陸上遠隔サポートシステムの技術開発

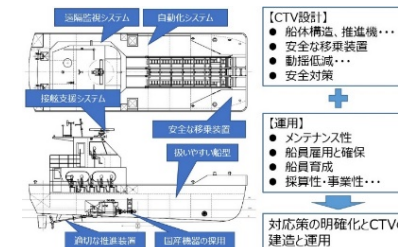


【事業概要】
陸上サポートシステムを開発し、情報伝達を円滑に行うことで船員の業務時間短縮と労務負荷低減を図る



洋上風力発電関連船舶

洋上風力発電施設向け作業員輸送船(CTV)の操船支援システムによる船員負荷低減技術の開発と船員不足に対応するコンセプト設計



【事業概要】
CTVの操船に際したシステム開発、実運用を含めたコンセプト設計を行う



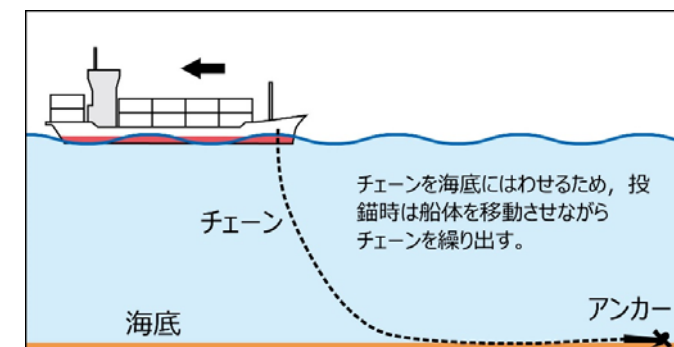
(1) ウインチの高機能化



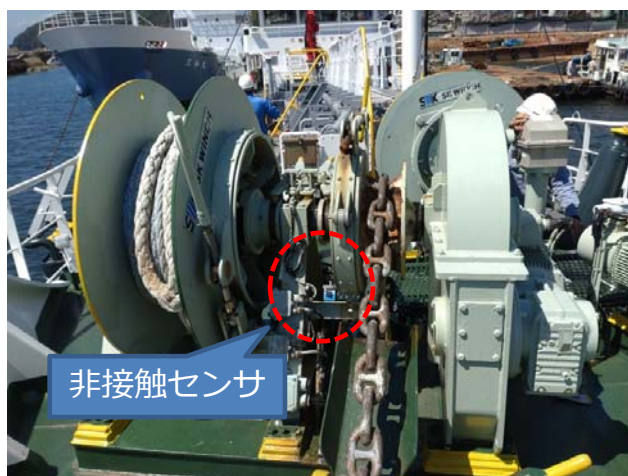
- 本事業の一部として、遠隔投錨作業（ワンマンアンカーレック）の技術開発を進めている。
- 開発に先立ち、199GTケミカルタンカー「りゅうと」により、通常の投錨作業におけるデータを計測した。



ケミカルタンカー「りゅうと」



投錨作業のイメージ



非接触センサ

揚錨機に取り付けたセンサ



みちびきアンテナ

位置計測のためのセンサ

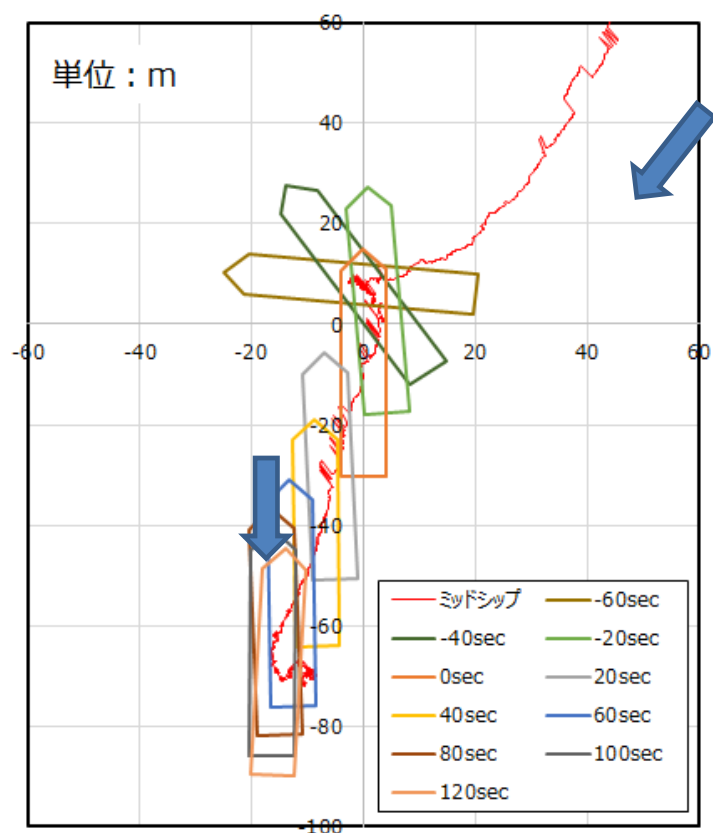


船内監視画面

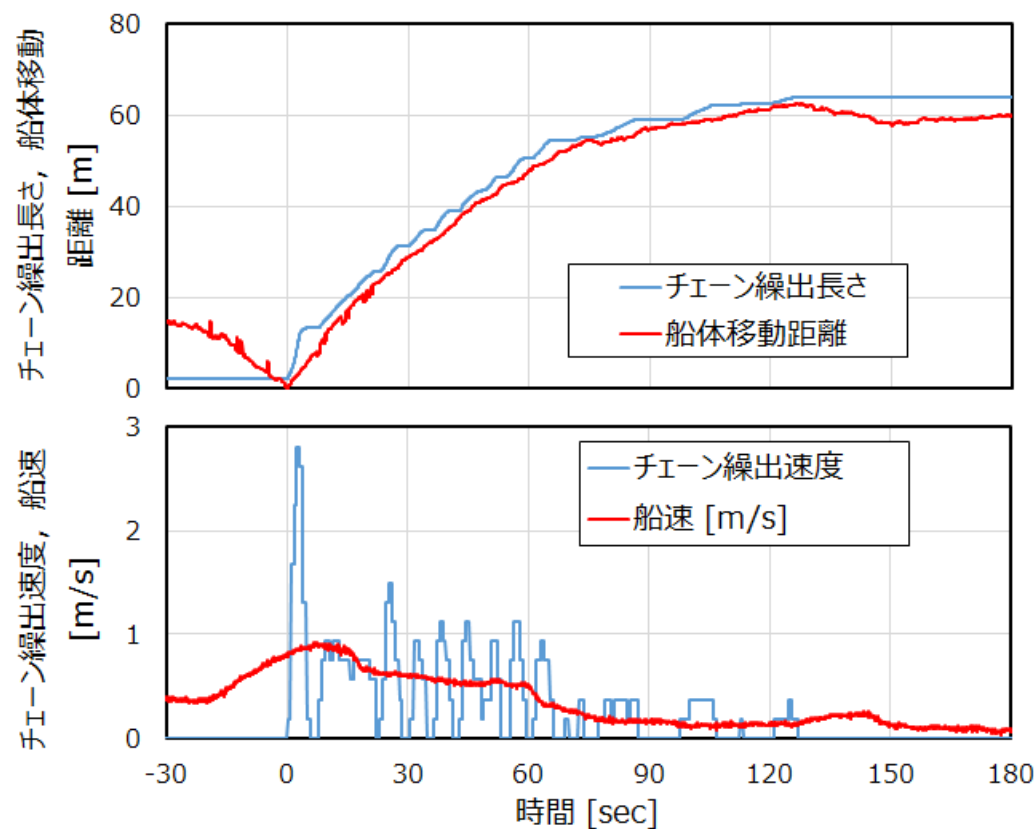
(1) ウインチの高機能化



- チェーン繰出長さと船体移動距離（みちびきによる計測）がよく一致すること，チェーン繰出速度と船速が概ねよく整合することなどを確認した。



投錨作業時の航跡

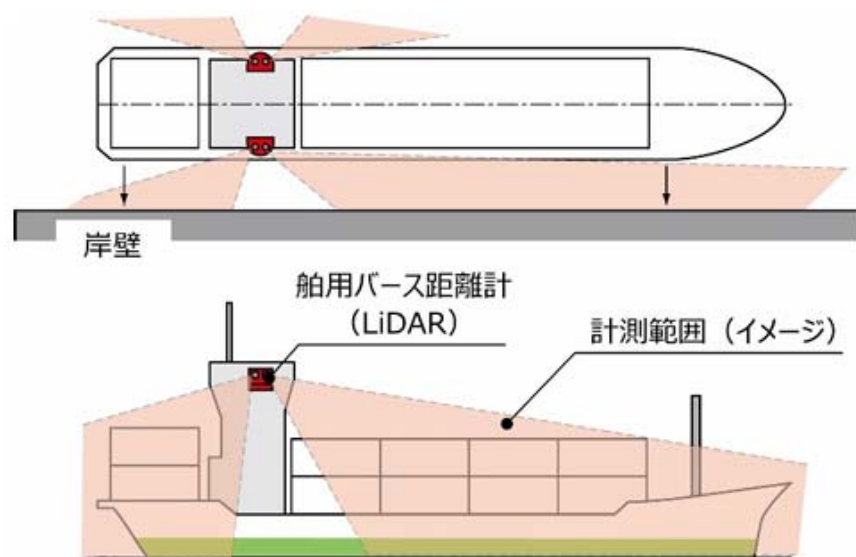


計測結果の一例

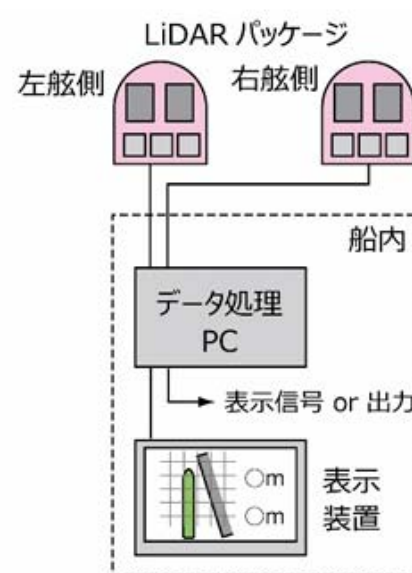
(2) LiDAR技術を用いた船用バース距離計



- 岸壁と船舶の距離は船員による目視で確認されており，正確な数値を表示できる機器類は実用化されていない。
- レーザ画像検出機能とデジタル技術を利用したLiDAR※を使用して，着栈・係船作業を支援するための船用バース距離計の開発を進めている。



(a) LiDAR の設置と計測範囲のイメージ



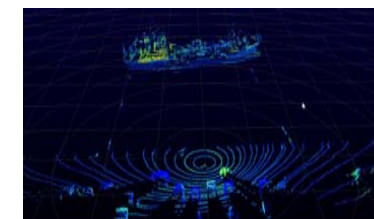
(b) 船用バース距離計の基本構成

①船舶での使用に耐えるためのパッケージ化

LiDARの船用利用を想定して，塩害等の周囲環境や船舶特有の振動や動揺に耐えられるようにセンサ部分をパッケージ化する。

②着栈・係船作業支援のための表示機能の開発

LiDAR により得られる膨大な点群データを短時間に処理して，操船者にわかりやすく情報提供する。



※ LiDAR : Laser Imaging Detection and Ranging, パルス状に発光するレーザ照射に対する散乱光を測定し，対象までの距離を分析する。

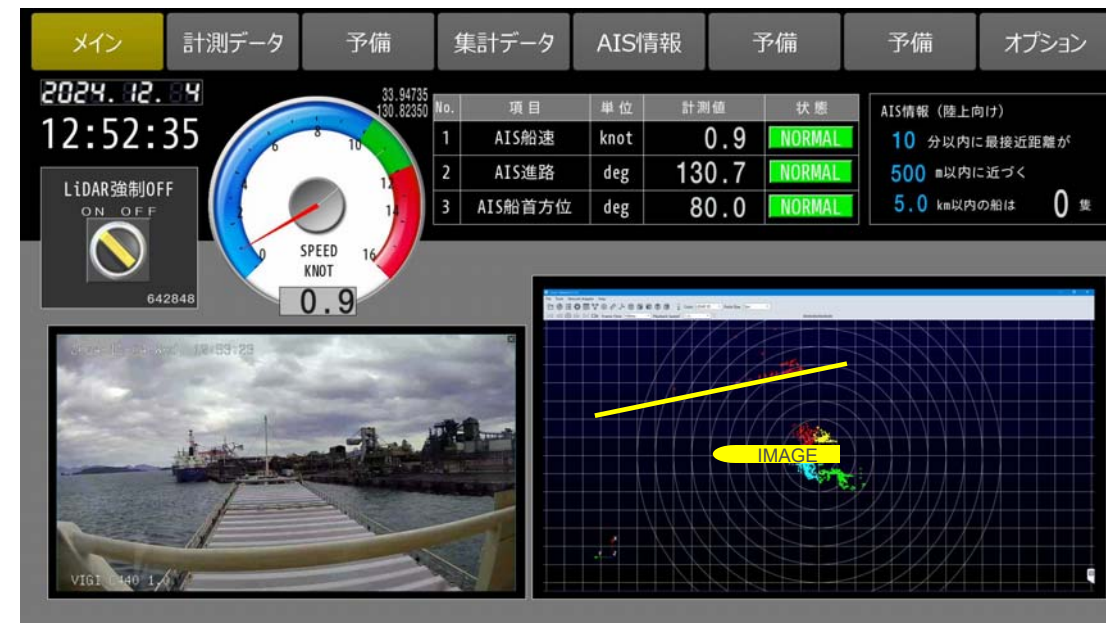
(2) LiDAR技術を用いた船用バース距離計



- 499GT貨物船に4台のLiDARを組み合わせた試験用船用バース距離計を搭載し、プログラム開発や課題抽出を進めている。



試験用船用バース距離計の搭載



画面イメージ (試運転・開発時)

- ※ 視野角70degのLiDARを使用しており、取り付け角度の設定と補正が重要である。
- ※ 点群データを処理して、岸壁の位置を求め、船体との距離を算出・表示するプログラムを開発中である。

7. まとめ



- ① 本講演では、海技研らが検討・実装を進めている省力化・船員労務負荷低減のための新技術やいくつかの取り組みを紹介した。
- ② デジタル技術や通信技術を活用した船内監視・陸上サポートシステムなどは、既に実装・検証段階にあり、船員の労働環境改善や安全性向上に貢献できる技術であると考えている。
- ③ 自動運航技術や遠隔操船技術について、安全性・信頼性の向上を目指した研究開発を進めている。
- ④ 内航船へのデジタル技術の導入は、現状の技術レベルであっても対応できる応用システムがあり、二ーズを踏まえた研究開発や外部との連携による実装・普及が重要である。
- ⑤ これからの内航船は、船員労務負荷低減や安全性向上のための技術、さらにカーボンニュートラルに向けた技術を両立させて、それらを実装・普及させることが必要となる。

ご清聴ありがとうございました

