



SEAJAPAN2024 海上技術安全研究所セミナー



船舶分野の自動運航・デジタル化・省力化技術

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

自動運航船プロジェクトチーム／GHG削減プロジェクトチーム

平田 宏一

1. はじめに

- 内航海運においては船員の不足が深刻な問題となっている。そのため、デジタル技術や自動化技術の導入による船員負荷低減が検討されている。
- 本講では、海技研らが検討・実装を進めている船員負荷低減のための新技術や研究動向を紹介する。

講演内容

1. はじめに
2. 小型実験船「神峰」の自動運航システム
3. デジタル技術の活用例 – 模型船と実船試験 –
4. 陸上サポートシステムの開発
5. まとめ

2. 小型実験船「神峰」の自動運航システム

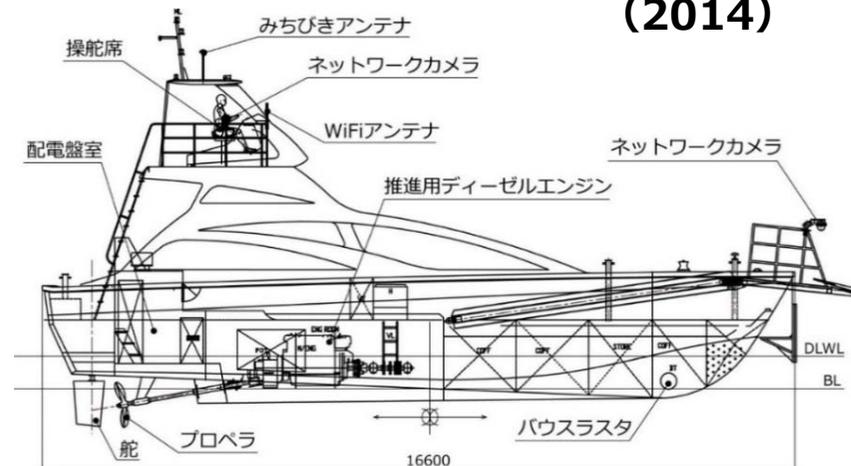
- 小型実験船「神峰」は、全長16.5m、船幅4.6m、総トン数約17GTの試験艇である。
- 2019年頃より、本船を活用した自動運航システムの研究を開始し、自動着岸システムや遠隔操船システムなど、様々な実船試験を進めてきた。



離島交通の社会実験
(2014)



小型実験船「神峰」の外観



小型実験船「神峰」の全体配置

(1) 自動運航システムの概要

遠隔操船

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



自動避航

レーダ、AIS、画像認識によって検知された他船を避航する。



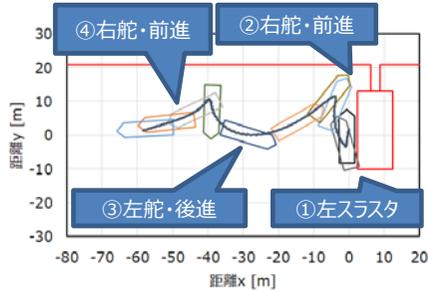
自動着棧

外力に強く、安心して使用できる自動着棧システムを開発している。



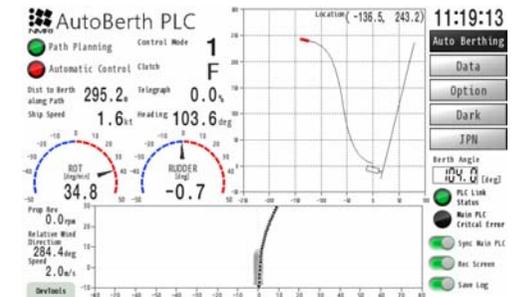
自動離棧

簡単なシーケンスによって、自動で離棧する。



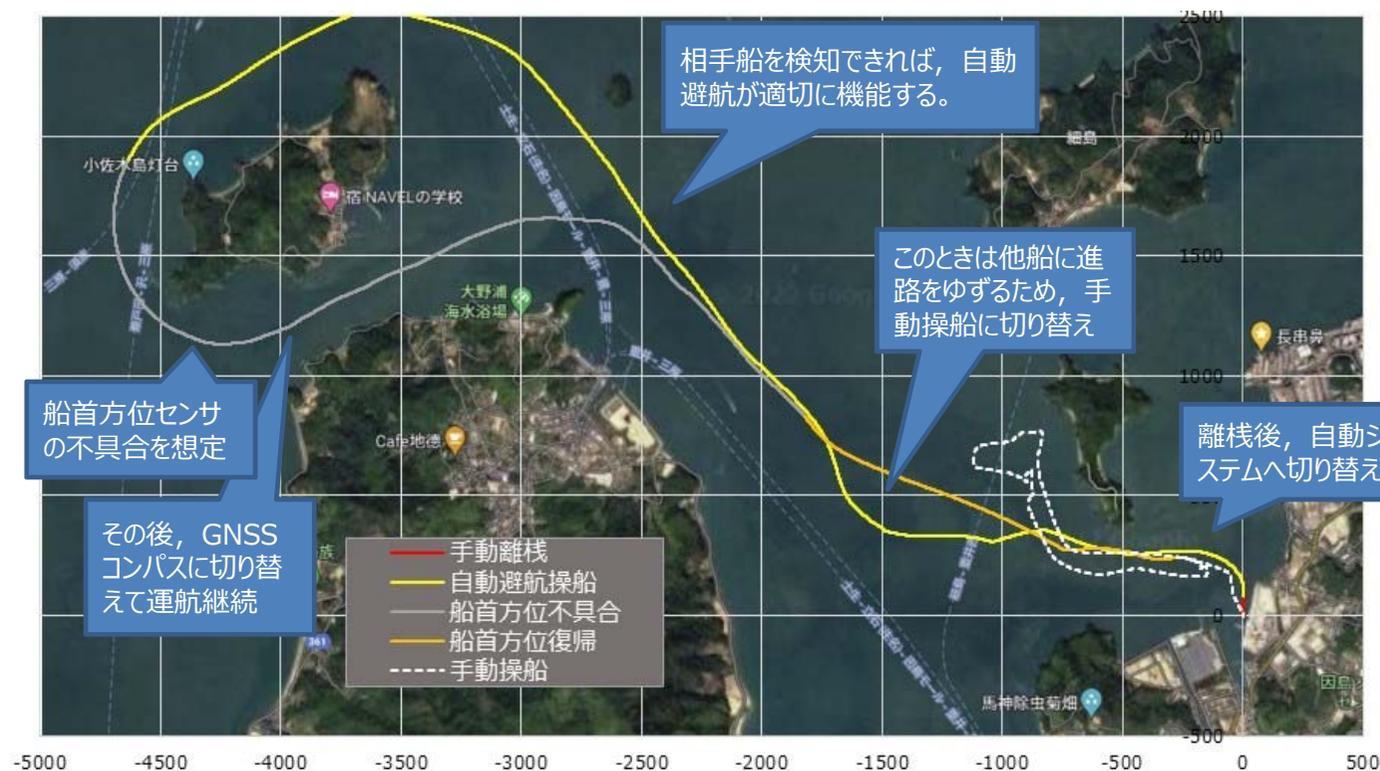
他船検知

カメラ画像を処理して、他船情報を取得する。



(2) 実船試験結果の一例

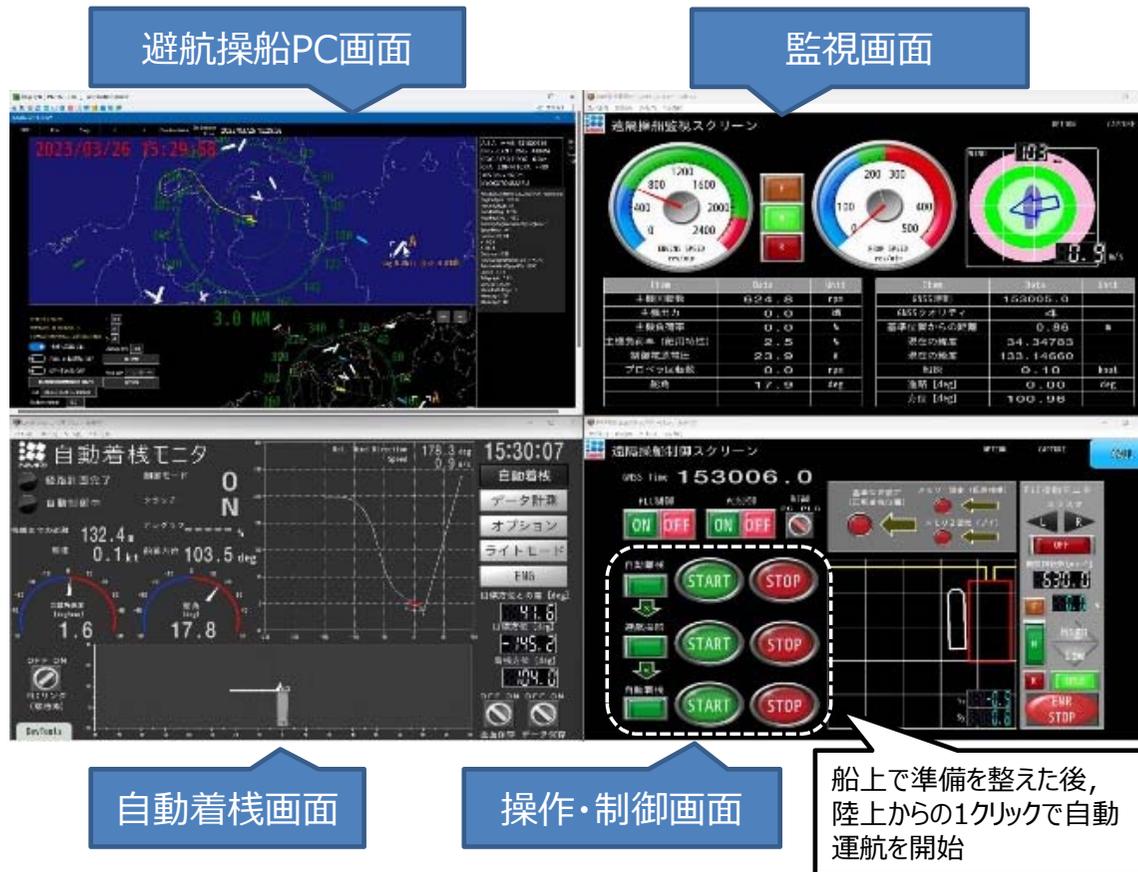
- 2022年度，離棧から自動避航，自動着棧のシームレス化を目指したフル自動運航や遠隔操船システムの試験を実施した。
- レーダやAISにより他船の検知・補足ができれば概ね適切な避航操船ができること，センサに不具合があった場合でもセンサを切り替えることで運航を継続できることなどを確認した。



小佐木島周回ルート試験例

(3) 遠隔監視・遠隔操船システム

- 陸上からの簡単な操作で自動運航を開始できる遠隔操船システムを開発し、実証試験を行った。
- 遠隔操船用の情報提供方法や船-陸間通信 (LTE) の安定性などの課題を抽出した。



避航操船PC画面

監視画面

自動着岸画面

操作・制御画面

船上で準備を整えた後、陸上からの1クリックで自動運航を開始



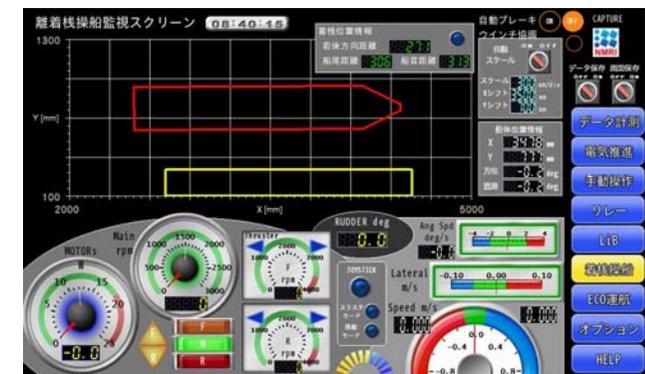
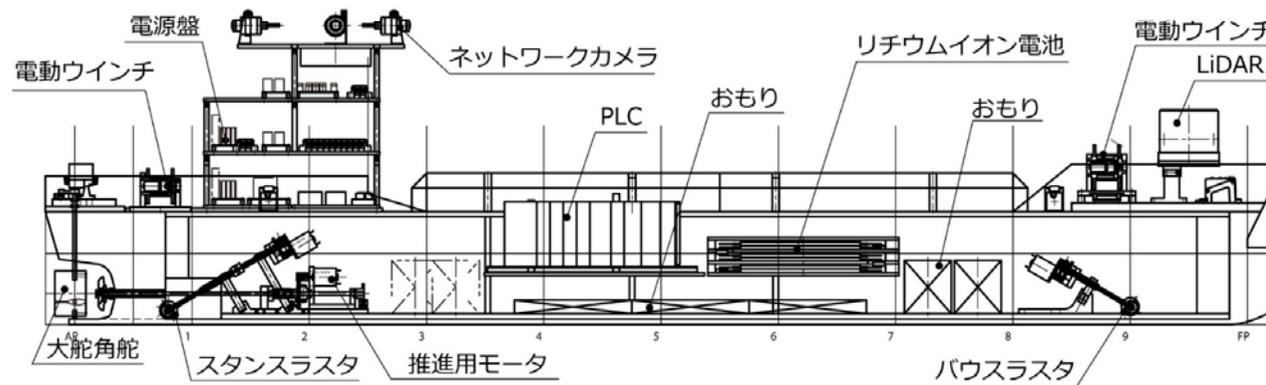
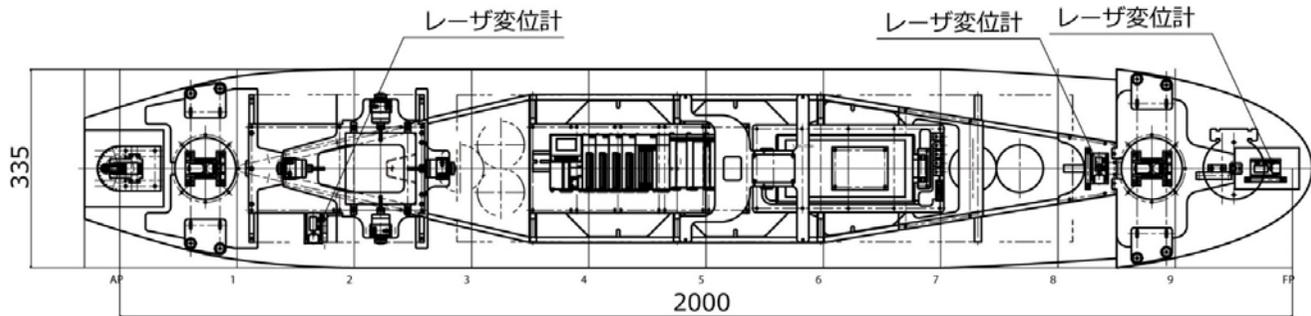
遠隔操船試験時の画面例

3. デジタル技術の活用例 – 模型船と実船試験 –



一般社団法人
内航ミライ研究会

- (一社) 内航ミライ研究会と共同で、ジョイスティック操船システムやスラスト・ウィンチ協調制御、遠隔操船システムなどの研究開発を進めている。



499GT模型貨物船の構造

離着岸監視画面

(1) 模型船による各種水槽試験

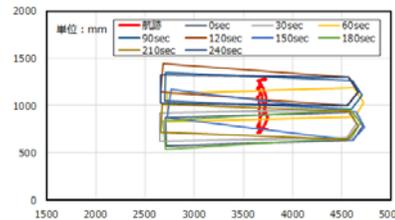
ウインチ・スラスト協調制御

船体の横移動速度とウインチの推定巻取速度の差を検知して、スラストを自動で運転する。



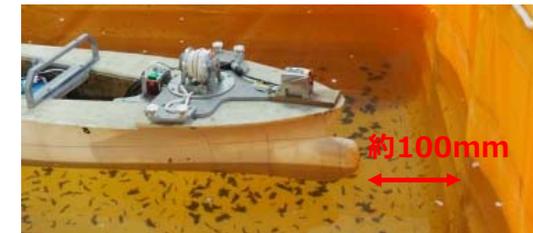
前後進微調整制御

前後方向の目標位置にあわせるように、前進または後進とブレーキを繰り返す。



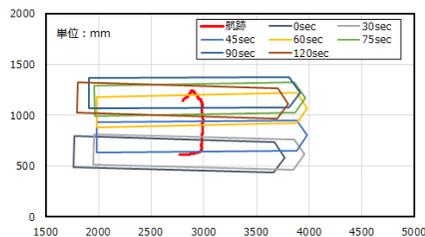
自動ブレーキ

前方の壁を検知して、衝突前に自動でプロペラを後進方向に回転させる。



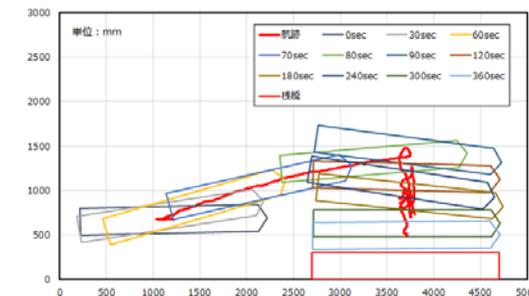
スラスト制御

スラストによる横移動制御や方位制御のプログラムを準備した。



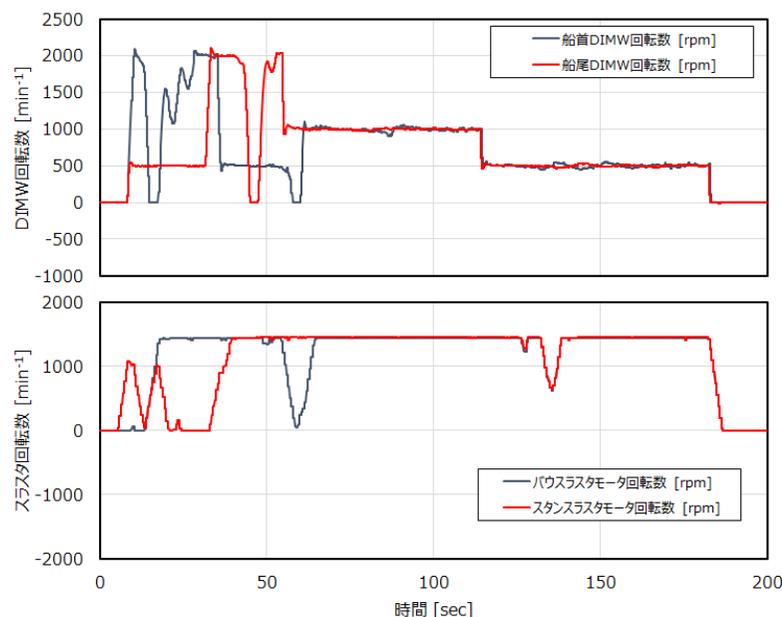
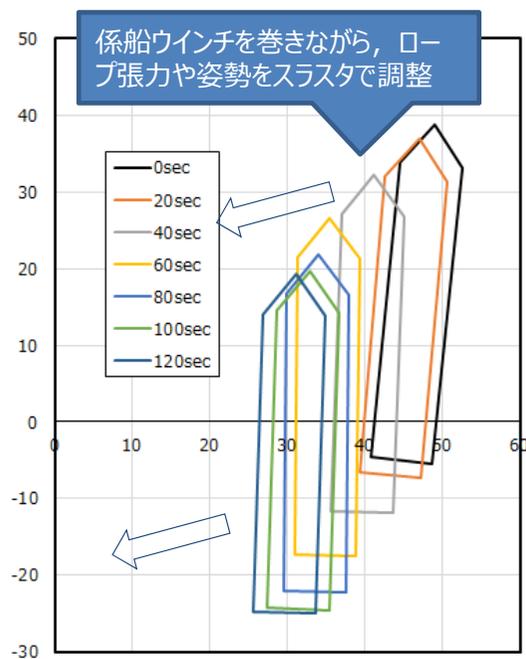
フル自動制御

いくつかの制御モードを組み合わせ、停船状態から棧橋に近付き、平行に着桟させるシーケンス制御プログラムを開発した。



(2) デジタル技術の実船試験

- 模型船で開発した一部の機能について，199GTケミカルタンカーによる実証試験を実施した。



ウインチ・スラスト協調制御



199GTケミカルタンカー

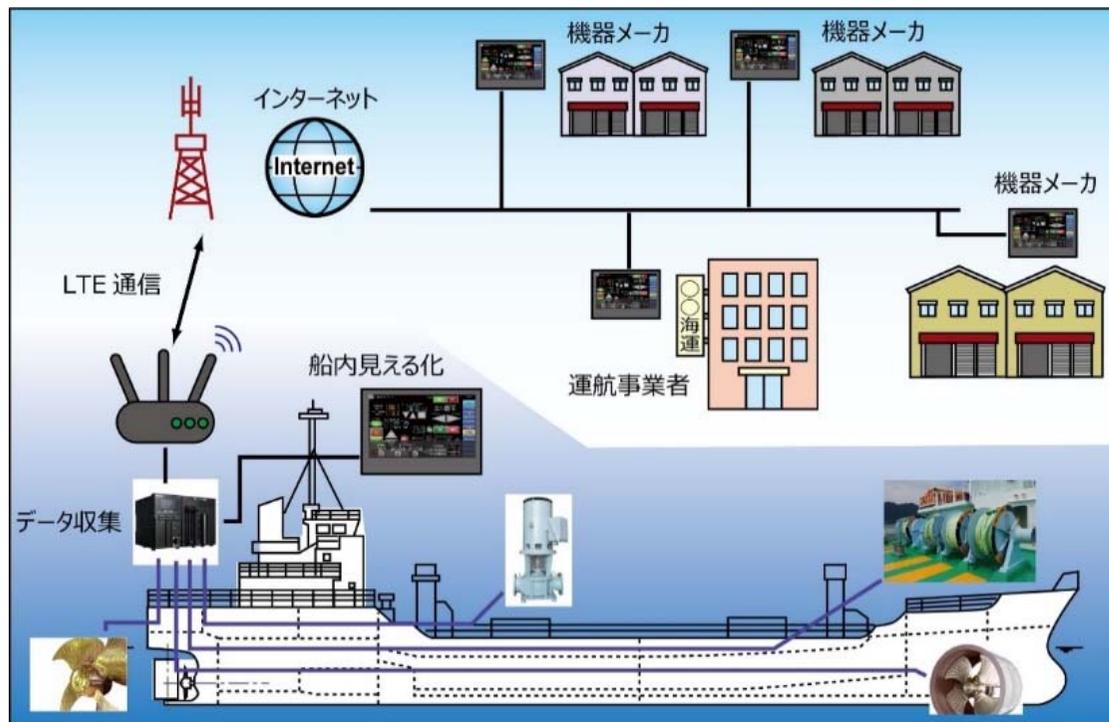


ジョイスティック

ミライパネル

4. 陸上サポートシステムの開発

- ◆ (一社) 内航ミライ研究会らとともに開発を進めている“陸上サポートシステム”を紹介する。



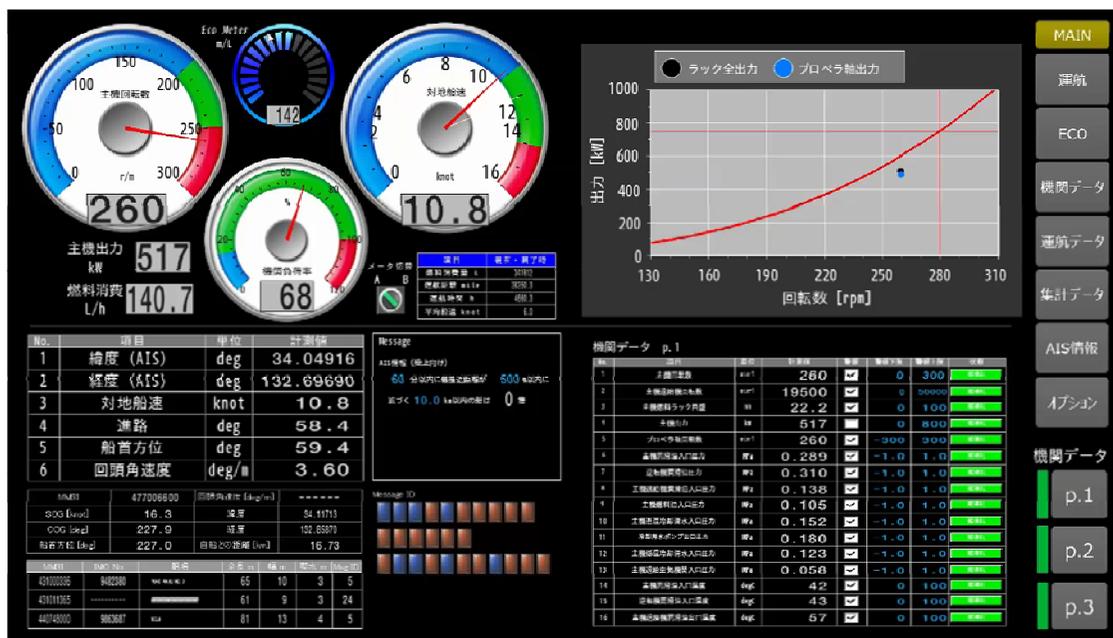
陸上サポートシステムのイメージ

- 船舶の運航状態を船内と陸上の両方で監視し、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。
- システム運用の最適化を図ることを目指した陸上監視プロトタイプによる試験、複数の貨物船と複数の関係者を対象としたネットワークシステムの検証を進めてきた。

本陸上サポートシステムの研究は、国土交通省の交通運輸技術開発推進制度（令和4～5年度）において（株）SKウインチ、（一社）内航ミライ研究会と共同で実施した。

(1) 運航状態・機器状態のリアルタイム監視

- 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に取り込む。
- 取り込まれたデータは、船内に表示されるほか、LTE通信を介して陸上で確認できる。

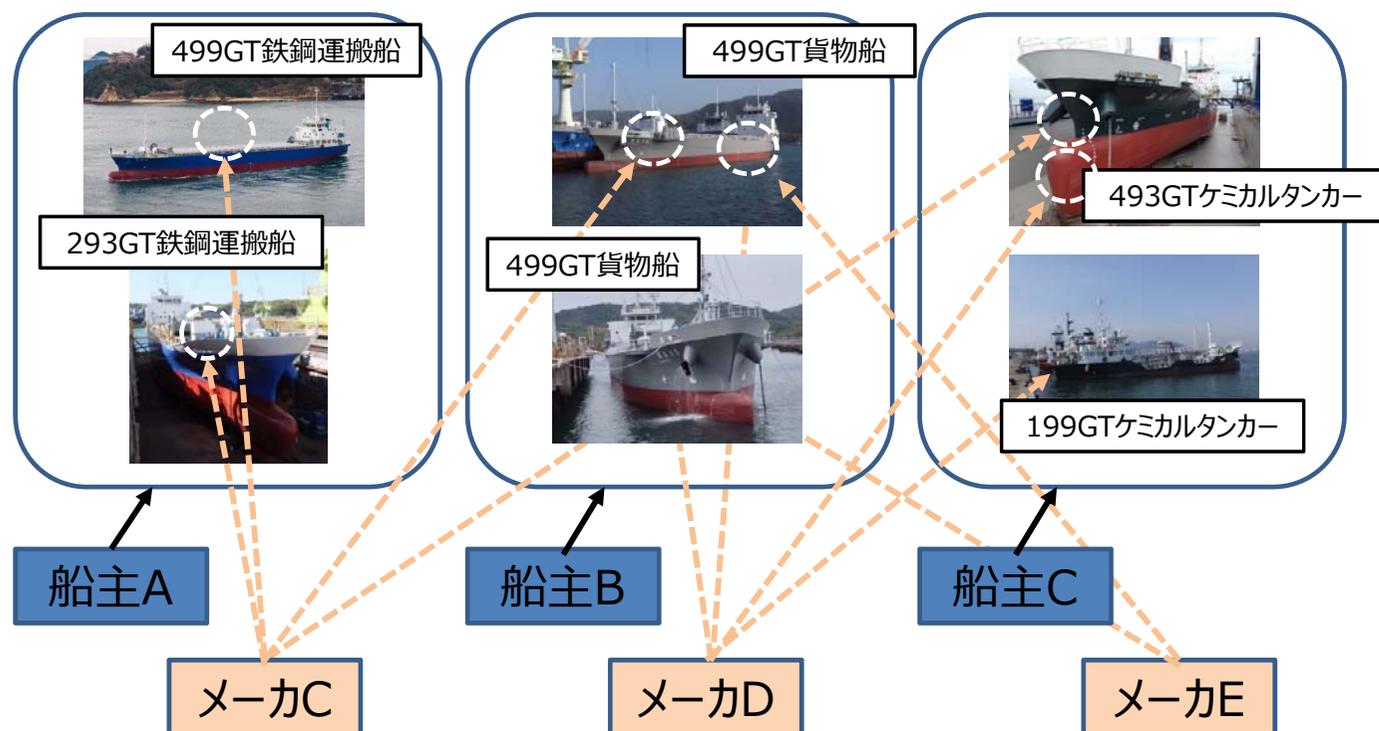


陸上監視画面の例

- 船内の機器の状態や運航の状態を一つの画面に表示し、リアルタイムで状態監視をできることが特徴である。
- 主機やその他の機器の経年変化を確認できるため、トラブル時の対応がスムーズになる。

(2) ネットワークシステムの構築

- 複数の貨物船と複数の関係者（使用者）を対象としたネットワークシステムの検証を進めてきた。



- 監視とデータ収集のためのアカウント管理、セキュリティ対策の調査と実装を進め、安心して使えるシステムを構築している。
- 運航事業者や船員のコメントを聞きつつ、使いやすいシステム開発を進めている。

複数の対象船と複数の関係者（使用者）から構成される陸上サポートシステム

(3) 取得したデータの活用例



一般社団法人
内航ミライ研究会

- (一社) 内航ミライ研究会らが開発した499GT貨物船SIM-SHIP1「國喜68」は、運航ばかりでなく離着棧や荷役、停泊時の省エネ技術を搭載している。
- 本船にも”陸上サポートシステム”を搭載している。

SIM-SHIP 1
499GT カーゴ

パリシップ2023に
"SIM-SHIP 1"がやって来る!

高効率プロペラ / 省エネ付加物 / 高機能スラスタ / 統合管理パネル
コンテナ型バッテリー / 陸上サポートシステム / 蓄電力電動甲板機械

環境省 国土交通省 内航ミライ研究会 NMRI 一般社団法人

実船見学会
2023年5月25日(金)~27日(日)
会場: 今治市 (仮会場)
10:00~17:00 (最終日は16:00まで)

運航時 A1 開発技術
Monster Package

CFDによる船体性能最適化に基づいた
最適設計プロペラおよび
省エネ付加物のパッケージ

A1

離着棧時 A2 開発技術
STEERjet

・全量スラスタにより高揚力・高揚力
・バラスト調整不要
・離着棧の時間を短縮しCO2排出削減

A2

停泊・荷役時 A3 開発技術
MIRAI-Battery

船内発電機と蓄電とをプラットフォーム
させることなく切り替えることができる
必要最低限のバッテリーシステムを構築

A3

実船での検証 B,C 開発技術
RIKU-SAPO

運航時の主機やスラスタなどの負荷に
ついて船舶応答を用いて船上で
機器を制御する陸上サポートシステム
運航時の運航データや
最新調査データのデータも管理

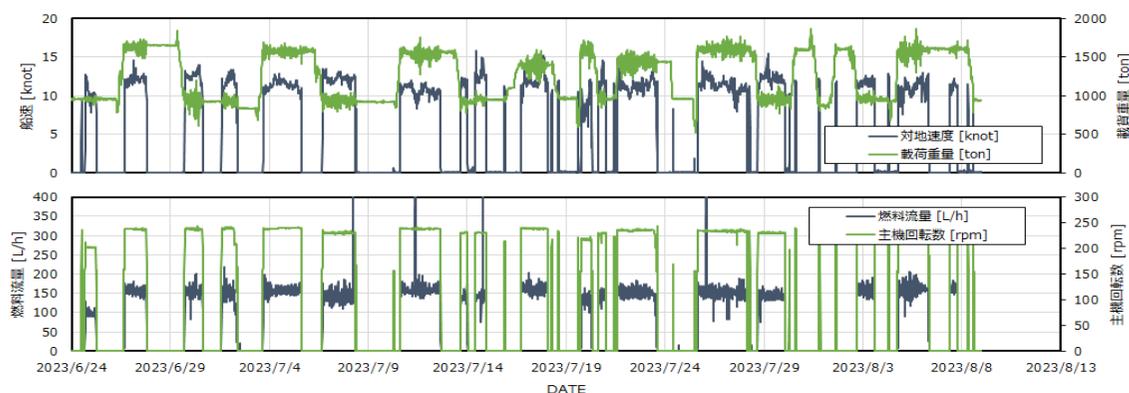
B,C



本船は、環境省令和4年度地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業により建造された。

(3) 取得したデータの活用例

- 本船に搭載した陸上サポートシステムは、就航後のデータ取得と省エネ効果の評価に活用された。



取得した運航データ例



運航データの解析例

(4) 陸上サポートシステムの有効性



一般社団法人
内航ミライ研究会

- 本システムは、船内機器の運転状況の監視ばかりでなく、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目指している。

労務負荷低減

- ✓ 船内機器の健全性可視化は特に機関部の労務負荷を低減できる。
- ✓ 船内機器のトラブル時やメンテナンス時に役立つ。
- ✓ 数値があるので、船員は機器メーカーに状況を説明しやすい。

環境負荷低減

- ✓ 省エネの「見える化」によって船員の環境意識を高められる。
- ✓ 船-陸共同でデータを詳細に解析することで運航方法の改善が図られる。

安全性確保

- ✓ 陸上からの機器メーカーによる監視や異常時のメール送信などの機能があり、トラブルを未然に防ぎやすい。
- ✓ 安全な場所から船内機器の状態を監視でき、時化などで船体動揺が激しいときなど、船員が危険な場所に行かなくてよい。

5. まとめ

- ◆ 本講では、デジタル技術や自動化技術の導入による船員負荷低減技術に関する研究の一部を紹介した。
 - ① 自動運航・遠隔操船の技術は、まだ技術課題が残されているものの、船員負荷低減に必要不可欠な技術である。
 - ② デジタル技術は船舶の様々な用途に有効活用できる。模型試験や実船検証試験を通じて実用技術を構築できると考えられる。
 - ③ 昨今のデジタル技術や通信技術を活用することで、船員労務負荷低減とCO₂排出削減、安全性確保の両立を実現する“陸上サポートシステム”を構築できる。

ご清聴ありがとうございました

