

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：56302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K03048

研究課題名(和文) 船員技能の早期習得のための係船状態の見える化システムの開発

研究課題名(英文) Development of a visualization system of mooring conditions for early acquisition of seafarer skills

研究代表者

二村 彰 (Futamura, Akira)

弓削商船高等専門学校・商船学科・教授

研究者番号：90332080

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、船内環境の見える化推進と船員技能の早期習得を目的とした「船員技能の早期習得のための係船状態の見える化システムの開発」を実施している。研究実績は、ロードセルセンサーを用いた係留ロープ張力計測表示装置を作成した。その装置を用いて実験船の全係留ロープの張力データをWiFi経由でパソコン画面上に集約して一覧表示することができた。実験の結果、係留ロープは船体の前後方向、岸壁と反対側にかかる横方向の合計3方向の力を2本以上の係留ロープで支えなければならないことを明確にできた。また、岸壁との距離を0mとすると、特定の係留索に高い負荷がかかり易く、長期間の係船には向いていないことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

船員教育分野において、海上ブロードバンド通信の発達、ビッグデータ等の発展の中で、今後の自動運搬船等の高度情報通信船舶の発達を見据えた高度な海技人材育成方法を模索していく必要がある。そこで、本研究では船内環境の見える化推進と船員技能の早期習得を目的とした「船員技能の早期習得のための係船状態の見える化システムの開発」という議題を掲げた。

本研究が実現されると、これまで経験により習熟されてきた船舶の係船状態が数値化される。これにより係船技能の早期習熟が期待され、且つ、船内環境の見える化につながるため、船内外においても、船舶係船監視ができるため、船員労働環境改善も期待できる。

研究成果の概要(英文)：This research is aimed at promoting visualization of the ship's environment and developing a visualization system of mooring conditions for early acquisition of seafarer skills. The research achievements include the creation of a mooring rope tension measurement and display device using load cell sensors. Using the device, the tension data of all mooring ropes of the experimental vessel could be consolidated and listed on a PC screen via WiFi. As a result of the experiment, we were able to clarify that the mooring rope must support the forces in three directions, the front-back direction of the ship and the lateral direction on the opposite side of the quay wall, with a total of two or more mooring ropes. It was also found that when the distance from the quay wall was set to 0 m, it was easy for a high load to be applied to a particular mooring rope, making it unsuitable for long-term mooring of the vessel.

研究分野：教育工学

キーワード：船員教育 船内環境の見える化 係留索 係船監視

## 1. 研究開始当初の背景

国土交通省は、2016年より「i-Shipping」と称し、船舶の開発・設計、建造、運航の全てのフェーズにおいて抜本的な生産性向上を図り、我が国海洋産業の国際競争力を強化する取組を実施している。特に、海運産業では海上ブロードバンド通信の発展やIoT、AI、ビッグデータ等の急速な進歩、および自動船舶識別装置（AIS）などの船内機器の普及により、自動運搬船の実現に向けた研究が実施されている。船員教育分野においても、今後の自動運搬船等の高度情報通信船舶の発達を見据えた高度な海技人材育成方法を模索していく必要がある。そこには、これまでの船舶運航技術の習得のみならず、船舶機器の情報処理、衛星通信、陸上からの遠隔サポートなどの知識・技能を新たに備えた新しい海技人材を教育することはできないか、という学術的「問い」がある。そこで、本研究では船内環境の見える化推進と船員技能の早期習得を目的にした「船員技能の早期習得のための係船状態の見える化システムの開発」という議題を掲げた。船内環境の見える化とは、船舶の航海中あるいは停泊中（係船中）の24時間の安全運航を支える船員の人員不足および厳しい労働環境の改善のため、IoT等新技术を導入した高度な船舶情報通信機器により、船内環境の状況（運航状況、エンジン機器状況、荷役状況など）を船内あるいは船外にリアルタイム表示することにより管理作業を効率化するものである。

## 2. 研究の目的

船舶は、係船する際は主に係留索と呼ばれる専用ロープ（係留ロープ）を使用する。船舶は通常6本以上の係留ロープを用いて岸壁に係船する。基本的に、各係留ロープの長さや張り具合は、乗組員が船舶の大きさ、長さ、重さ、岸壁高さ、潮汐などを考慮した経験に基づいて調整しているため、潮汐や天候悪化などにより、絶えず、乗組員が調整を続ける必要がある。大型船の場合は乗組員が常駐監視することで安全性を確保している。一方、適正な係留ロープの長さ、張り具合を学生へ教えることは大変難しい。その理由は、係船作業は巻き込みなどの危険性があり、適正な係留ロープの状態は目視や言葉で確認しているが、習得に時間がかかる。そこで、本研究では、係船状態の見える化として、係船中の各係留ロープの張力を測定し、スマートフォンやタブレット等を用いて遠隔表示することを試みる。この遠隔表示機能を活用して、船員を志す学生が、安全に、随時、係留ロープの張力を確認しながら適正な係船状態を理解することにより係船作業の早期習熟を期待するものである。

## 3. 研究の方法

係船状態の見える化システムとして、(1)係留索張力測定装置、(2)遠隔表示装置の開発をする。また、同システムを用いた(3)実験船による係船実験を実施して全ての係留索の働きを分析する。

### (1)係留索張力測定装置の開発

係留索張力測定装置の開発として、引張用ロードセル(LTM-1KN, 日本特殊測器株式会社)、増幅器(NTS-1280, 日本特殊測器株式会社)、AD変換器(NR-TH08, 株式会社KEYENCE)データ収集ユニット(NR-500, 株式会社KEYENCE)を組み合わせ使用する。

### (2)遠隔表示装置の開発

遠隔表示装置の開発として、係留索張力測定装置に、無線LANユニット(NR-XW1, 株式会社KEYENCE)を加え、データ収集ユニットを上記NR-500からNR-X100(株式会社KEYENCE)へ代えて使用する。

### (3)係船実験

係留索張力測定実験として、本校実習船「はまかぜ（長さ 16.9m、排水量 16 トン）」を使用し、場所は弓削商船高等専門学校学校棧橋（浮き棧橋）で、2021 年 10 月 5 日、11 月 9 日に測定実験を行った。実験中の係船方法は「岸壁係船」という一般的な係船方法を用いる。船体と岸壁を結ぶ 6 本の各係留索に引張用ロードセルを取り付け、船舶係留時の係留索張力変化を測定する。収集されたデータをパソコンに映し出し張力変化の状態を時系列軸と張力軸に分けて表示・保存する。画面上の係留索張力の変化を確認し、船舶の係留状態を監視することで船舶係留情報の可視化実験を行う。実験では、適切な船舶係留についての知見を得るため、船舶係留情報は、係留索の使用本数（最大 6 本）、岸壁距離（0m、1m、0.5m）および風向・風速とし、これらの船舶係留情報を実験条件として様々な条件に変更していく。遠隔表示の実験条件については、係留索張力測定装置とモニター部との距離を条件とし、その距離を船外 1m、5m、50m および船内とした。



図 1 使用した実験船

### 4. 研究成果

(1)一般的に普及している係留索および岸壁既存設備を活用した 船舶係留索張力測定装置の開発ができた。この係留索張力測定装置を使用した係留索張力測定実験から、複数の係留索張力の時間変動をリアルタイムに PC 画面上にグラフ化することができ、船舶係留の異常（特定の係留索のみに負荷がかかる状態）を一目で確認することができた（図 2）。

(2)岸壁係船において係留索張力測定実験より、船舶の前後方向と横方向の力を担う係留索を充てる必要があり、前後と左右方向にそれぞれ最低 2 本ずつの合計 6 本の係留索が必要ということが、係留索張力測定実験結果からも明らかになった。また、船体と岸壁距離が 0m にした場合は、各係留索張力が非常に高い状況が連続的に続いていることが分かり、岸壁係船に必要な 6 本ではなく、さらに追加の係留索が必要ということが分かった。

(3)無線 LAN を用いた遠隔での係留索張力測定実験を実施し 50m 以内であればどの場所からでも測定可能という結果となった。また、遮蔽された船内においても遠隔測定が可能であることが分かった。

(4)風、波などの外力の影響による係留索張力への影響を調査した。その結果、風により船体が風下方向へ押され、その方向を支える 1 本の係留索張力が連続的に大きくなるため、同方向を支える 2 本目の係留索の長さを調節し、同方向の 2 本の係留索張力を均等にする必要があり、気象状況の変化にはすぐに船員が係留索の長さを調整する必要があることが分かった。また、船体が波を受ける状況にある時は、船体・岸壁距離を 1m 以上離れた状態の方が、船体動揺に係る力を各係留索により分散しやすいことが分かった。

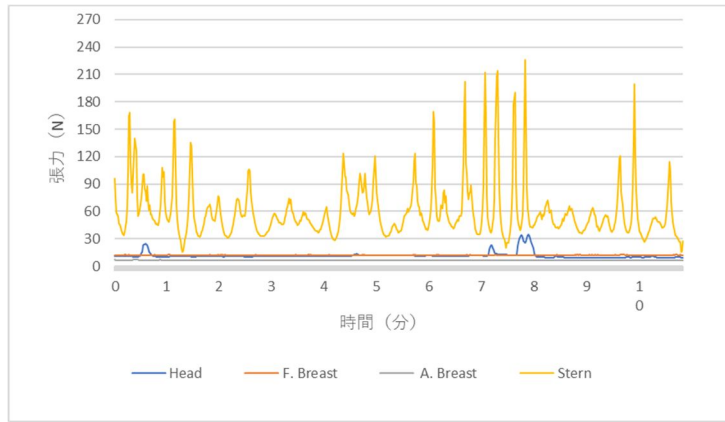


圖 2 係留索張力時系列

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 稲本有我, 二村 彰	4. 巻 46
2. 論文標題 船舶係留監視システムの考察 係船方法と係留索張力動態の関係	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 弓削商船高等専門学校紀要	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 稲本有我, 二村 彰
2. 発表標題 船舶係船実験の教材開発
3. 学会等名 第26回高専シンポジウムオンライン
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲本有我, 二村 彰
2. 発表標題 船舶係船実験の教材開発
3. 学会等名 第26回高専シンポジウムオンライン
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------