

令和 2 年 5 月 31 日現在

機関番号：14501
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2017～2019
課題番号：17K06964
研究課題名(和文) 先進的な船舶機関資源管理(ERM)に関する研究

研究課題名(英文) Advanced Engine-Room Resource Management

研究代表者

内田 誠(Uchida, Makoto)

神戸大学・海事科学研究科・教授

研究者番号：90176694

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：海陸複合管理体制における高度で先進的なERM実践手法の開発を目指し、IMO Model Course 2.07(2017年改正版)の特徴分析結果を行った。その結果に基づき、ミクロ視点およびマクロ視点から、ERMシナリオおよび評価システムの開発手法を構築した。マクロ視点ERMを導入する課題抽出と効果検証のため、船舶管理本部等(陸上側)が船舶機関士(本船上の実務者)のワークロードを遠隔から把握する方法について検討し、行動観察(VACP評価)の適用により、遠隔によるワークロード把握手法の開発および実践的な導入に向けた手応えを得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題および研究代表者による先行研究課題の経過ならびに成果の一部を活用した申請に基づき、公益社団法人日本マリンエンジニアリング学会「機関プラントシミュレータ研究委員会」が新たに設置され、世界標準になり得るERSに関するソフト、ハードの技術開発の指針制定ならびに関連分野での研究開発の活性化が期待される。ミクロ視点とマクロ視点の融合による先進的ERM開発の必要性および有用性と実践的な導入に向けた見通しが得られたことから、海上物流の不安全環境の低減と事故顕在化の未然防止および教育訓練体系の向上に継続的に取り組むことにより、日本経済の基盤を底支えしている国際海上物流の安全・安心確保に貢献する。

研究成果の概要(英文)：With the aim of developing advanced ERM practice methods in the land-sea combined management system, the characteristic analysis results of IMO Model Course 2.07 (2017 revised version) were conducted. Based on the results, the development method of ERM scenario and evaluation system were constructed from the view point of micro and macro managements. In order to identify the issues that introduce macro-view ERM and verify the effects of the introduction, we investigated how the Ship Management Headquarters (on the land side) can accurately grasp the workload of ship engineer (practitioners on board the ship). By applying behavior observation (VACP evaluation) method from the viewpoint of ERM, the possibility of developing a method to remotely grasp the workload and introducing it practically was obtained.

研究分野：船舶機関工学

キーワード：船舶機関管理 機関室資源管理(ERM) 船舶機関シミュレータ(ERS) IMO Model Course 2.07

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

IMO (国際海事機関) による船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約 (STCW 条約) 締約国会議が 2010 年 6 月マニラにて開催され、1995 年以来第 2 回目の包括的な附属書に関する見直しが行われ、2012 年 1 月 1 日より発効しており、暫定期間を経て 2017 年 1 月 1 日には完全施行された。今回の改正で従来は附属書 B 勧告指針として概念的に示されていた ERM (Engine-Room Resource Management: 船舶機関資源管理) が附属書 A として明示的に強制要件化され船舶機関運転管理における人的要因による安全確保の重要性がますます高まっている。これまで日本では実船 (練習船) 教育環境が整っているため、機関室シミュレータ (ERS: Engine Room Simulator) の導入が急速に広まった海運後発諸外国に比較して、その導入ならびに活用が相対的に遅れ、結果として ERM 導入・実践および教育訓練開発の効果的な環境とされる ERS の設置および活用検討が十分になされていない現況にある。

2010 年マニラ改正 STCW に沿ったモデルコースの構築が IMO-HTW 小委員会 (旧 STW 小委員会) で大詰めを迎え、トルコ共和国から提案された ERM および ERS に関するモデルコースの改正も含まれている。モデルコースの原案作成にあたっては、日本国内における事前検証など可能な協力を実施してきた。モデルコースは最終的に IMO により認証され国際標準となるものであり、本研究の成果として日本の意見が反映される可能性を確保できることは海事産業全体に裨益すると言える。

国内における海技者の確保および育成について、海洋基本計画の施策「海上輸送の確保」(2008 年閣議決定、2013 年改正閣議決定) の一貫として、国交省により設置された「船員 (海技者) の確保・育成に関する検討会」の最終報告書 (2012 年 3 月) では、「海運の安定輸送確保のため優秀な船員の確保が必要であり、海洋国家である日本にとって優秀な船員の効率的・効果的な養成が極めて重要な課題である」とされている。

船用動力機関プラントには、地球規模の環境維持・改善のための低炭素化社会に対応するため多様なシステム (複合動力源、排熱回収、排気ガス処理、再生エネルギー活用、高電圧化) の導入が進み、これらを安全で効率的に運転・維持・管理するためには、運航管理現場 (船舶乗組員) だけでなく SI (Superintendent, 船舶管理監督者) を中心に機器メーカー、造船所などを含む陸上の運航支援組織・要員を含めた海陸間のコミュニケーションならびにチームマネジメントの重要性が申請者らの先行研究により明らかになっている。

これらの課題に対しては海事社会全体が協調して取り組むことが理想的であるが、不安全、事故、故障など、マイナス面の情報に接することが不可欠であるため、実現場での詳細分析や人的要因の分析等に基づく研究は、教育研究機関である大学の海事科学研究科において先導的に取り組むことが社会的な責務であると考え、H22-24 科研 (22560792) および H25-27 科研 (25420864) において、海陸複合管理下における船舶機関士の視点による機関安全管理技術向上と船舶機関資源管理の改善に関する研究に継続的に取り組んできた。

2. 研究の目的

海洋基本計画における施策「海上輸送の確保」の一貫として「船員 (海技者) の確保・育成」の重要性が示され、国土交通省の検討会ならびに社船実習等の産官学連絡会議において、より高いレベルの管理能力を有した日本人海技者の継続的な輩出の重要性が指摘されている。また、国際的には STCW (船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約) が 2010 年マニラ締約国会議で改正され、2017 年の完全施行に的確に対応する必要がある。これら背景に基づき、海陸複合管理体制における高度で先進的な ERM (Engine-Room Resource Management: 船舶機関資源管理) を実践する手法を導き、安全で安心な海上輸送の確保による日本経済の基盤維持に貢献する。

3. 研究の方法

(1) ERS および ERM の最新実情を把握するための基盤整備

ERM が STCW 条約において推奨要件として国際的に明示される以前から、世界的に希な大型外航練習船隊 5 隻を擁する公的機関 (独立行政法人海技教育機構: JMETS) において、ERS 環境ではなく実船環境において ERM 原則として謳われる「明確な意思表示 (疑義の申し出)、リーダーシップ、状況認識力、チーム構成員の経験の活用」等に関する実践的教育訓練が成されてきた。その反動として、海事・海洋・商船系の学校内における教育課程では、ERM 実施環境の整備が国際標準から遅れている現況と認識せざるを得ない。ERS を活用した船舶機関資源管理の学術的向上を図るため、本研究課題等の実績の一部を活用した申請に基づき、公益社団法人日本マリンエンジニアリング学会 (JIME) 第二種研究委員会として「機関プラントシミュレータ研究委員会」の設置を働きかけた。

(2) ミクロ視点 ERM の機能向上を目指した ERS 模擬実験環境の整備

船舶機関運転管理現場 (本船上) におけるチーム行動に注目し、機関制御卓前で指揮する船舶機関士 (機関長を含む) を想定したマルチタスク実験シナリオの開発、ERS 模擬実験および実船環境における試行実験の対比に基づき、ERS 模擬実験環境の整備 (被験者の行動観察機能の充実) を図った。

STCW 条約の 2010 年マニラ改正による ERM 強制要件化に対応するため 2017 年に改訂された IMO Model Course 2.07 (Engine-Room Simulator) に関し、ERM の実践的な運用における

実効性を検証するため、ERS 環境における機関運転および機関管理に関する ERM シナリオに基づく実験を実施した。ミクロ視点 ERM に注目し、Technical Skill と Non-Technical Skill の評価手法の特徴分析を試みた。

(3) ERS 環境下における機関運転管理実験のためのシナリオ開発

IMO Model Course 2.07 の改正に応じたミクロ視点 ERM 向上のための ERS 機関運転実験、および、マクロ視点 ERM の導入を目指した ERS 機関管理実験を行い、ERS プログラムならびに ERM シナリオ開発を行い、ERM 要素の検証および普遍的な評価手法の開発を試みた。

ERS 環境下の機関運転管理実験を繰り返し実施し、ERM 指導者（実験実施者）がシナリオ進行に応じて被験者の心的負荷を任意に設定するために必要な普遍的な手法の開発を試みた。

(4) ミクロ視点 ERM 特性の実験的把握

船舶機関運転管理現場（本船上）に特化して注目し、チーム行動における船舶機関士（実務者）の心的負荷を常時モニタリングして人的要因に基づく不安全状態を未然に回避するため、実験参加者の生体活動（脳波、心拍）評価および心理実験で広く活用されている n-back task をリフレッシュ環境として採用し、NASA-TLX によるメンタルワークロードの分析を試みた。

(5) マクロ視点 ERM の導入のための関係要素の精査

海陸複合管理体制下における船舶機関資源管理では、船舶機関運転管理現場（本船上）と船舶管理本部等（陸上側）の連携の良否が不安全事象や顕在化事故の誘発に直結するため、助言・指導・支援・指示など ERM 要素の需給バランスに注目して分析評価することが必要となる。現場（本船上）と船舶管理本部等（陸上側）相互のコミュニケーションによる情報共有の手法が ERM 要素に及ぼす影響について、ERS 環境下での実験により、特徴の把握と分析を試みた。

(6) ミクロ視点とマクロ視点の融合による先進的 ERM の開発

マクロ視点 ERM に注目し、複数の船舶管理を陸上から行う SI（船舶運航管理監督者）あるいはその指示に基づくオペレーターが操作することを想定した遠隔管理システムにおける人（操作者）と機械（遠隔管理システム）のインターフェースに関する基礎実験を試みた。

4. 研究成果

JIME 第二種研究委員会「機関プラントシミュレータ研究委員会」が、2018 年 5 月に設置された。本研究課題の研究協力者が委員長を務め、研究代表者、研究協力者、JMETS で MET（海事教育訓練）に携わるスタッフ、船用機器メーカー技術者などが委員として参画するものである。当委員会が JIME 学術講演会において OS（オーガナイズドセッション）を企画・運営し、研究成果および課題について公表ならびに情報交換を継続的に実施する環境が整った。公的な研究委員会による活動により、世界標準になり得る MET 手法を含め、ERS に関するソフト、ハードの技術開発の指針制定ならびに関連分野での研究開発の活性化が期待される。

ミクロ視点 ERM の向上のため、基盤整備および環境整備を終えた後、IMO Model Course 2.07（2017 年改正版）の特徴分析結果に基づき、IMO Model Course が提案する評価項目と評価尺度の設定趣旨を実践的に具現化すると共に Technical-Skills および Non-Technical-Skills に着目した ERM シナリオを開発し、ERS（神戸大学 MEPS）において検証実験を実施した。その結果、ERM の主眼である Non-Technical-Skills とそれらの基盤としての Technical-Skills について、それぞれの評価システムを構築するために有用な知見を得た。

マクロ視点 ERM を導入する課題抽出と効果検証のため、船舶管理本部等（陸上側）が船舶機関士（本船上の実務者）のワークロードを遠隔から把握する方法について検討し、ミクロ視点 ERM の検証実験で試行的に実施した行動観察（VACP 評価）を積極的に導入することを試みた。その結果、評価実験シナリオ全体のワークロードを VACP 評価に基づく客観的ワークロード推定値と NASA-TLX に基づく主観的ワークロード推定値を比較し、両者の特徴が合致している事から、VACP 評価による客観的ワークロード推定方法の有効性を確認し、遠隔によるワークロード把握手法の開発および実践的な導入に向けた手応えを得た。

ミクロ視点とマクロ視点の融合による先進的 ERM の開発を継続し、海陸複合管理における不安全環境の低減と事故顕在化の未然防止ならびに MET 及び実務者の教育訓練体系の向上を図り、日本経済の基盤を底支えしている国際海上物流の安全・安心確保に貢献する。

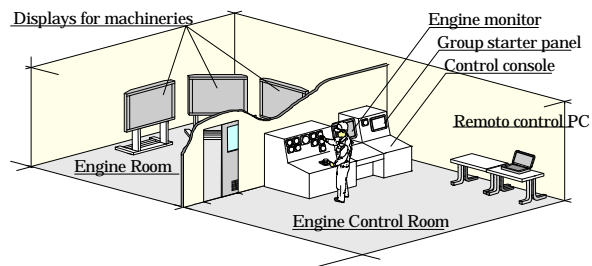
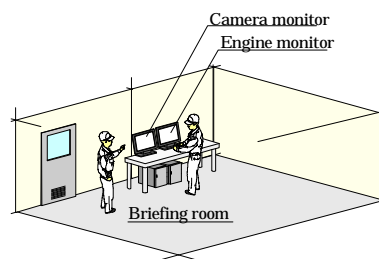


図 ERS（神戸大学 MEPS）実験環境

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Miwa Takashi, Wu Yanbin, Sasawaki Yuh, Kado Maki, Lokuketagoda Gamini, Uchida Makoto	4. 巻 53
2. 論文標題 Study on Reducing Communication Stress in Marine Engine Room Situation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Marine Engineering Society in Japan	6. 最初と最後の頁 423 ~ 428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.5988/jime.53.423	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yanbin Wu, Takashi Miwa, Makoto Uchida	4. 巻 159
2. 論文標題 Advantages and Obstacles of Applying Physiological Computing in Real World: Lessons Learned from Simulator Based Maritime Training	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Maritime Engineering (IJME), Transactions of The Royal Institution of Naval Architects (RINA)	6. 最初と最後の頁 Part A2,149-157
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 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yanbin Wu, Makoto Uchida, Yuh Sasawaki, Maki Kado, Gamini Lokuketagoda, Takashi Miwa	4. 巻 41
2. 論文標題 Changes in work accuracy in a noisy environment : A case of work accuracy in the marine engine room environment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Korean Society of Marine Engineering (JKOSME)	6. 最初と最後の頁 No.5:461-466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5916/jkosme.2017.41.5.461	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 6件）

1. 発表者名 石田達朗, 三輪誠, 内田誠
2. 発表標題 船舶機関運用管理者のワークロード推定方法の研究 - 行動観察 (VACP 評価) と心拍変動データを用いた客観的評価の検討 -
3. 学会等名 日本船舶海洋工学会 (JASNAOE) 春季講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石田達朗, 三輪誠, 内田誠
2. 発表標題 MEPS (Marine Engine Plant Simulator)におけるERM訓練評価手法の検討
3. 学会等名 日本マリンエンジニアリング学会(JIME) 第89回学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村真澄, 他6名, 三輪誠, 内田誠
2. 発表標題 コミュニケーションに着目したERM スキル計測手法の検討
3. 学会等名 日本マリンエンジニアリング学会(JIME) 第89回学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsuro Ishida, Takashi Miwa, Makoto Uchida
2. 発表標題 A Study on Work Load Evaluation Method and Quantitative Evaluation Method for Engine-room Resource Management Training
3. 学会等名 International Association of Maritime Universities (IAMU) Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Miwa, Gamini Lokuketagoda, Masumi Nakamura, Yuh Sasawaki, Maki Kado, Makoto Uchida
2. 発表標題 Proposal Study to Application of Existing Simulator for Next-Generation Maritime Education
3. 学会等名 14th International Conference on Engine Room Simulators (ICERS14) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村真澄、ほか6名、三輪誠、内田誠
2. 発表標題 ERMスキル計測手法の検討について / Study on Examination Methods for ERM Skills
3. 学会等名 第88回マリンエンジニアリング学術講演会（日本マリンエンジニアリング学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yanbin Wu, Takashi Miwa, Makoto Uchida
2. 発表標題 Heart rate based evaluation of operator fatigue and its effect on performance during pipeline work
3. 学会等名 8th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE)（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Miwa, Yanbin Wu, Yuh Sasawaki, Maki Kado, Gamini Lokuketagoda, Makoto Uchida
2. 発表標題 Improvement of engine room simulator visibility for maritime education training
3. 学会等名 13th International Conference on Engine Room Simulators (ICERS13)（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Miwa, Yanbin Wu, Yuh Sasawaki, Maki Kado, Gamini Lokuketagoda, Makoto Uchida
2. 発表標題 Study on Reducing Communication Stress in Marine Engine Room Situation
3. 学会等名 The International Symposium on Marine Engineering (ISME2017)（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomohiko Nakamura, Yanbine Wu, Takashi Miwa, Makoto Uchida
2. 発表標題 Study on Evaluation of Marine Engineer 's Working Performance and Mental Work Load in Multi-Tasking Situation
3. 学会等名 The International Symposium on Marine Engineering (ISME2017) (国際学会)
4. 発表年 2017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
研究協力者	三輪 誠 (Miwa Takashi) (30379341)	神戸大学・海洋教育研究基盤センター・准教授 (14501)	
研究協力者	中村 真澄 (Nakamura Masumi) (20555677)	弓削商船高等専門学校・商船学科・准教授 (56302)	
研究協力者	橋本 誠悟 (Hashimoto Seigo)	ピリレイス大学, トルコ共和国・Professor	
研究協力者	引間 俊雄 (Hikima Toshio)	MMMA, フィリピン・Executive Adviser	