

平成30年6月1日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00977

研究課題名(和文) 船舶の衝突・座礁を防ぐ安全教育の開発

研究課題名(英文) Development of Safety Education to Prevent Collision and Grounding of Ships

研究代表者

淵 真輝 (FUCHI, Masaki)

神戸大学・海事科学研究科・准教授

研究者番号：20362824

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)：海運会社での調査から、海上交通の状況認識と、それに対する対応が問題であることが確認された。眠気の緩和について十分なデータが得られなかった。操船シミュレータ実験から操船者の状況認識について経験差の特徴を明らかにした。これを基に安全教育プログラムを開発した。それはシミュレータにて操船させ、各自の操船結果および状況認識結果を提示し互いに意見交換をさせるものであった。これにより他者の状況認識内容や状況への対応を学習することになる。研修参加者からは従前と異なる有効な研修であるとの評価を得た。眠気緩和について目的を達成できなかったが、新たな海上交通における安全教育プログラム手法を明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：Data analysis from a survey conducted with a shipping company concluded that situational awareness and proper judgement of maritime traffic were essential for safe navigation. There was not enough data from the survey to make conclusions about the mitigation of sleepiness. Survey analysis and results from the ship handling simulator demonstrated a difference in situational awareness to maritime traffic corresponding to experience. A safety education program was developed based on the results. Participants discussed the results of situational awareness and ship handling evaluation with each other after the ship handling simulation. In this discussion, participants learned about situational awareness and the judgement of others. The participants commented that the safety education program suggested by this research was effective training and different from conventional education. Finally, this research suggests new methods for safety education programs for maritime traffic.

研究分野：船舶安全

キーワード：産業・技術教育 船舶 安全教育 衝突防止 座礁防止

## 1. 研究開始当初の背景

2012年に海難審判所で立件された事故件数は1063件で衝突が434件、乗揚げが183件と、衝突と乗揚げで過半数を超えている(海難審判庁, 2013)。この傾向は毎年変化がなく、立件されなかった事故を含めるとかなりの数の衝突・乗揚げ事故が起こっているものと推測される。船舶の衝突回避について、船舶の運航は航空機のように管制されておらず、自動車と同様に操船者が状況を把握して操船判断を行っている。道路がない海上交通の場合、基本的に各船舶は海上を縦横無尽に自由に航行しており、このため衝突はあらゆる場所であらゆる方向から接近する船舶間で起こる。また海上を航行する船舶は300mを超える大型船舶から10mばかりの小型漁船まで、目的を異にする船舶が航行している。そのため衝突を予防するための海上交通ルールは、何時から海上交通ルールを適用するか、いつ衝突回避すべきか具体的な時機を明確にできず、よって完全に各船の操船者の主観によって運用されている。

このような背景から、衝突に関しては操船者の衝突回避時機の問題、海上交通ルール適用の問題、状況に応じて心理的に得と判断される危険な衝突回避判断をするというリスクテイキングの問題が存在する。また、一般に商船は昼夜を問わず運航されている。港にて貨物の積み下ろし作業(荷役という)があれば航行中の交代勤務体制を崩して出入港作業や荷役作業に従事する。このように操船者はサーカディアンリズムの影響を受けるばかりか、不規則な勤務形態による影響も受けている。このような背景から眠気の問題があり、眠気のために座礁した例は枚挙にいとまがない。また衝突した例で眠気が挙げられることは少ないが、但し法廷では“気づかなかった”“見張っていなかった”といったような眠気が疑われる記述が多い。

このように、海上交通では、眠気という問題の上にさらに明確でない海上交通ルールをとりまく問題がある。大手海運会社では操船シミュレータを利用した技能訓練研修が行われているが、安全を目的とした教育としては、航空機のCRM訓練をベースとしたBRM訓練はあっても、その他は啓発活動や座学が中心である。一方でその他の産業界ではさまざまなヒューマンファクタをベースとした安全に関する教育手法が開発検討されている(例えば、高橋ら, 2013)。

船舶の衝突回避について、操船者の海上交通ルール適用時機や衝突回避時機は、操船する船舶の大きさによって異なることが指摘されている(淵ら, 2009)。リスクテイキングの問題については、海上交通ルールに反して不都合な状況を回避しやすい方略を選択する操船者がいることが報告され(淵ら, 2009)。霧の中でレーダーのみによって航行している場面でも同様のことが指摘されている(淵

ら, 2014)。さらに英仏海峡での海上交通観察においても formal rule に従った行動と informal な行動が報告されている(Chauvin C. & Lardjane S., 2008)。

このように多くの学術調査は、操船者は海上でルール通りの判断とルールとは異なる判断をしながら船舶を操っていることを示しており、“ルールを守りましょう”と啓発活動や座学による安全教育を行っても意味が無いことが明らかである。他産業ではタクシーにおける研究(中村ら, 2014)や看護における研究(安達ら, 2010)があり参考にできる。

座礁ならびに衝突の背景となっている眠気の問題については、長距離トラックの問題(小山ら, 2011)と同様の問題を抱えているものと推察される。操船者へのインタビュー調査(淵ら, 2013)では眠気を感じたことがない操船者はほとんどおらず、眠気を感じれば、立つ、顔を洗うなどの身体的対策をしている。眠気を原因とする船舶事故は夜間平穏な気象状況下で多く発生していることが指摘されており(漆谷, 2014)、“単調”が問題であると推測できる。操船者は単調な中で周囲に対する監視作業を継続しなければならず、事故防止のためには単調による注意能力の低下(眠気)を緩和することが有効と考えられる。二重課題を用いた研究(山田ら, 2013)では、会話が注意能力の低下に対して良い影響を与えていることを示唆している。ただし一人で船舶を運航している多くの船舶のケースでは会話はできず、眠気を緩和するために、機器作動確認のような作業について検討する必要がある。眠気についても、ただ“寝るな”という啓発活動だけでなく、このような学術的知見を現場にフィードバックする必要がある。

以上の背景から、啓発活動や座学ではないヒューマンファクタを考慮した船舶の衝突・座礁を防ぐ安全教育プログラムが必要と考え、今回の課題を申請するに至った。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、海上交通において繰り返し発生する衝突や座礁といった航行中の船舶事故に関して、ヒューマンファクタの面から検討した航海に特化した安全教育プログラムを開発することである。衝突に関しては操船者の衝突回避時機の問題、海上交通ルール適用の問題、危険だが得である判断を選択するというリスクテイキングの問題、眠気に関する問題等が挙げられる。また乗揚げについては航路選定の問題、眠気の問題等が挙げられる。このような問題について単に危険であると指摘し教授するのではなく、現場や体験などを通じて考える、海上交通を対象とした新しい安全教育を検討し試行することを目的とした。

### 3. 研究の方法

当初計画した研究方法は次の通り。

#### (1)平成 27 年度

船社におけるヒアリング調査

船社の安全管理部門に対して、船社における安全教育や安全管理活動の現状をヒアリング調査の実施。

実態調査項目の策定

実際に運航されている船舶での調査項目の策定。

他産業における取組みに関する継続的情報収集[平成 27 年度～平成 29 年度 継続調査]

他産業において実施されている取組みについて継続的に情報収集する。

船舶操縦中の眠気を緩和する簡単な作業についての検討

神戸大学大学院海事科学研究科が所有する大型操船シミュレータを用いて実験実施。

#### (2)平成 28 年度

便乗調査

協力が得られた船社が運航する船舶にて便乗調査の実施。

便乗調査結果の検討と安全教育プログラムの検討

操船者の実行動と操船者に関する学術的知見とを比較し、修正すべき操船者の行動判断等にかかる事項を抽出する。

船社との眠気の緩和作業と安全教育プログラム実施に関する調整

提案する安全教育プログラムを現実に実施可能な形に修正する。

#### (3)平成 29 年度

眠気の緩和作業と安全教育プログラムの試行

実船または操船シミュレータを用いて、眠気緩和作業の導入と危険回避のための安全教育プログラムを試行する。

実際には、便乗調査について、船社との調整がつかず当年度において実施することができなかったが、学内で行われた研修ならびに船社における研修に参加し、操船シミュレータにて船舶を運航中に調査を行った。また、眠気の緩和作業については、多くの船社では前方注視を指導しているために別作業に対しての理解を得ることができなかったため、まず作業とならない音楽聴取の影響を調査することとした。

### 4. 研究成果

#### (1) 船舶の衝突・座礁を防ぐ安全教育の現状

船社におけるヒアリング調査では、外航船社 2 社、内航船社 2 社について実施した。また神戸大学大学院海事科学研究科附属海事

研究センター海事安全管理部門が開催したワークショップにて外航船社 1 社、海事コンサルタント、陸上産業における取り組み事例について情報収集を行った。

その結果、各海運会社における安全教育や安全管理活動には次の特徴があった。

新入社員研修の段階において自己の作業管理技術について説明し、技能獲得方法を操船シミュレータを用いて指導する

新入社員にリソース・マネジメントに関する座学を行い、その後操船シミュレータを用いて指導する

運航船舶に担当者が乗船し実態調査から得られた要変更事項を社内でも共有しフィードバックを行う

と についてはその後継続的に研修が行われるとのことであった。以上のような結果を基に検討した結果、特に運航中の他船に関する状況認識と座礁防止に関わる船舶の位置確認について実態を調査する必要性があると考えられた。

#### (2) 船舶の衝突・座礁を防ぐ安全教育に必要なポイント

便乗調査については船社との調整がつかず実施することができなかったため、学内で行われた研修ならびに船社における研修に参加し、操船シミュレータにて船舶を運航中に調査を行った。

その結果、他船に関する状況認識と座礁防止にかかわる船舶の位置確認は重要であることは認識されていた。しかしながら用いる言葉は同じであっても、各自の操船経験年数や操船経験船舶の大きさといった航海経験によって、タイミングや内容に違いがあるように観察された。

状況認識は「見張り」という言葉の中の一部として重要と認識しながらも、状況認識の内容や認識された状況への対応方法は異なった。これらに対して現場においては「引き出しの数を多く持つこと」という言葉で検討することの重要性を表現しており、安全教育の一つのポイントであると考えられた。

また「当たり前のことを、馬鹿にせず、ちゃんと行う」という言葉で研修が行われていたが、これについては並行する心理学的知見の調査としては、なぜ当たり前のことを実行に移せないのかを理解する必要性を指摘する研究もあり、これも安全教育のポイントになるであろうと推察された。

#### (3) 眠気の緩和

眠気の緩和作業については、多くの船社では前方注視を指導しているために別作業に対しての理解を得ることができなかった。これについては普段の運航中に行われている作業が眠気を緩和している可能性を学術的にデータで示さなければ現場の理解を得る





いて、熟練者は早期から危険になる可能性を予測していたが、学生の多くは危険船舶が至近に近づいても危険と判断しておらず、学生の将来動向の予測が不十分であることが示唆された。

次に（一社）海洋共育センターが（一財）尾道海技学院の訓練生に対し、（一社）広島海技学院の簡易操船シミュレータを用いて行った訓練生の訓練評価にて協力を得て研究を実施した。訓練生は10名であり、簡易操船シミュレータは広島海技学院が各種訓練で使用するものであった。熟練者については海洋共育センターの協力を得て実務者10名の協力を得た。実験の結果、上述の研究結果と同様に1次の知覚については経験の差は小さく、2次の現状の理解について訓練生は不十分であることが示唆された。3次の将来動向の予測について、計3回の中断時における他船評価値の平均値を分析した。左から横切る船（船）と右から横切る船（～船）では、他船評価値の傾向が異なる。熟練者は左からの横切り船（船）に対する評価値が高く、訓練生は右からの横切り船（～船）に対する評価値が高い。ヒアリング調査では、熟練者は左からの横切り船（船）についてのコメントが多いが、学生は少なかった。このコメントの内容から、学生は海上交通ルールどおりに他船が行動すると将来の動向を予測しており、熟練者は海上交通ルールどおりに他船が行動しない可能性を予測しているものと推察された。

まとめると、熟練者と学生（訓練生）を比較すると、1次の知覚については差が無く、2次の現状の理解については学生（訓練生）が不十分であることが示唆された。また3次の将来動向の予測については、学生は熟練者のように将来動向を予測できていなかった。具体的には、熟練者と比較して学生（訓練生）の特徴は、危険な船舶に対しての危険評価が甘いこと、海上交通ルールどおりに他船が行動すると予測する傾向があること、時間的な余裕を見込むことができていないことが示唆された。

これらの実験では、交通流の中に必ずそのうち衝突の危険が生じる他船を配置していたため、実験参加者は必ず当該他船を知覚し、現状を理解し、将来行動の予測を行い、衝突回避操船を行うというシナリオであった。しかしながらある船との船間距離を多く確保するため、また目的地に向かうための進路を変更するポイントに到達するなど、自船の針路を変更することがある。交通流の中で自船の針路を変更すると、それまで衝突の危険が発生し得なかった他船と、衝突の危険が発生する状況に変化することがある。このような場合を想定して図2に示すようなシナリオを作成した。このシナリオは、まず自船は現在定められた航路内を航行しており、航路を出て自由な海域に出たところで針路を90度（東

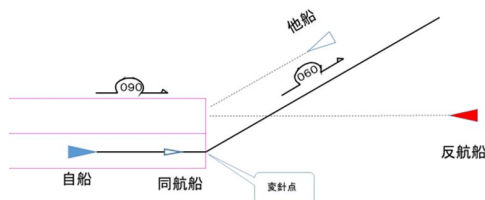


図2 自船の進路変更が新たな衝突危険を生み出す可能性のあるシナリオ

方向)から60度(東北東方向)に変更する計画である。自船の前には同速力の同方向に航行する同航船が存在する。シナリオ上この同航船は自船の航海計画と同じように航行するが、操船者は同航船が変針点で左に針路を変更するのか、それとも直進するのかは分からない。左前方からは反航船が自船とは反対方向に航行しており、航路に入るような針路で航行している。自船の左前から航路へ向かう他船も存在するが、配置の意図としてはディストラクターである。

学生と熟練者にこのシナリオで操船させた。この実験では、実験参加者の1次の知覚および2次の現状の理解ができている状態にするため、シナリオ開始前に同航船、反航船、他船について教示した。3次の将来動向の予測を計測するため、図2の同航船の位置でシナリオを一時中断し他船の評価させた後、ヒアリングを行った。この一時中断時点で同航船は左に針路を変更し反航船の前を横切り始めている。ヒアリング内容としては、計画どおりに針路を60度とするつもりか否か、そしてその理由である。

針路を60度に変更するつもりがあると回答した学生は10人中4人であり、熟練者は12人全てが直進すると回答した。熟練者のヒアリング内容を要約すると次のとおりである。

左舷対左舷で航過すべき状況である  
反航船の後ろを行くべき状況である  
同航船と反航船が接近しているので、この2隻の動向に要注意である

直進すると回答した学生も熟練者と同じではあるものの、  
については同じであるものの、  
について述べたのは6人中1人のみであった。一方、熟練者が一人も選択しなかった進路を変更するつもりであると回答した学生4人のヒアリング内容を要約すると次のとおりである。

とりあえず同航船についていく  
反航船と横切りの関係にはなる  
反航船と接近し衝突する可能性は考える

このように反航船と接近する、または危険になるだろうという将来動向の予測を行っているものの、熟練者と比較して切迫感が無いことが分かる。また切迫感が無いことも相まって、ただ単に同航船の後ろを航行すればよいと思っており、同航船と反航船の関係について将来動向の予測を行っていないこと

が分かる。さらに“反航船と横切りの関係になる”については海上交通ルールに関するコメントであるのだが、衝突までの余裕時間が少ない時点において、針路の変更に伴って生じた自船と他船の関係をもって海上交通ルールを適用することは大きな問題である。変針前の関係に基づいて熟練者の『左舷対左舷で航過すべきである』と判断すべき状況であることから、この学生のコメントからも切迫感が無く、時間的に余裕があるのか無いのかを見込めていないと推察される。

(5) 船舶の衝突・座礁を防ぐ安全教育の試行  
得られた知見を下に安全教育プログラムを作成した。シナリオは図2のシナリオを含む複数のシナリオで行った。具体的な安全教育プログラムの手順を次に示す。

操船シミュレータを用い研修参加者が個別に全く同じ操船シナリオで操船をする  
予め決めておいた数回のタイミングで状況認識に関する用紙に記入させヒアリングを行い記録する。

操船シミュレータでの操船終了後、研修参加者を集め、状況認識に関する用紙ならびに操船シミュレータ結果を提示し、自身の状況認識と操船結果を確認する。

互いの結果を見せながら自由に意見交換をさせる。この際ファシリテータが技術論に陥らないように、また目上の参加者が目下の参加者を否定しないようにファシリテートする。

これにより研修参加者は経験により異なる状況認識の内容や認識された状況への対応を学習することになる。すなわち、現場において「引き出しの数を多く持つこと」、「当たり前のことを、馬鹿にせず、ちゃんと言う」という言葉に対応する事象を自由な意見交換から学ぶことになる。

このプログラムを3回試行したところ、研修参加者からは従前と異なる有効な研修であるとの高評価を得た。

本研究では眠気緩和について目的を達成できなかったが、新たな海上交通における安全教育プログラム手法を明らかにすることができた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

(1) 瀧 真輝、小西 宗、海上交通における学生の方向感覚とランドマークの特定、労働安全研究、査読有、11 巻、2017、39 - 46

(2) 加藤由季、瀧 真輝、久保野雅敬、藤井迪生、小西 宗、藤本昌志、廣野康平、海上交通における情報源の違いによる衝突回避判

断に関する検討、人間工学、査読有、53 巻、2017、205-213

〔学会発表〕(計 9 件)

片山裕貴、瀧 真輝、藤本昌志、広野康平、臼井伸之介、小西 宗、操船シミュレータを用いた教育効果の検討について、日本人間工学会関西支部大会、2017

赤坂柚子、瀧 真輝、藤本昌志、広野康平、小西 宗、海上交通における地形の把握について、日本人間工学会関西支部大会、2017

小西 宗、瀧 真輝、藤本昌志、廣野康平、臼井伸之介、田邊伸吾、操船シミュレータによる訓練生の状況認識の特徴、日本人間工学会、2016

瀧 真輝、中島浩貴、藤本昌志、廣野康平、小西 宗、船舶交通における学生の他船に関する状況認識について、日本人間工学会関西支部大会、2015

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等特になし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

瀧 真輝 (FUCHI MASAKI)

神戸大学・大学院海事科学研究科・准教授  
研究者番号：20362824

### (2) 研究分担者

臼井 伸之介 (USUI SHINNOSUKE)

大阪大学・大学院人間科学研究科・教授

研究者番号：00193871

藤本 昌志 (FUJIMOTO SHOJI)

神戸大学・大学院海事科学研究科・准教授

研究者番号：70314515

広野 康平 (HIRONO KOUHEI)

神戸大学・大学院海事科学研究科・准教授

研究者番号：80346288