

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510226

研究課題名(和文)霧中航行における衝突回避判断に関する研究

研究課題名(英文)A Study on Judgements of Collision Avoidance in Restricted Visibility at Sea

研究代表者

淵 真輝 (FUCHI, Masaki)

神戸大学・海事科学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：20362824

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、霧中航行におけるレーダー等を用いた操船者の衝突回避判断の特徴を明らかにすることである。また、得られた知見を用いて教育プログラムを実施し検討することである。レーダーを模擬した航海場面を提示し、衝突回避針路(右か左かを判別)や、その衝突回避方略決定の根拠等を尋ねた。分析の結果、海上交通ルール理解不足、左転の心理的背景にはリスクテイキングがあること等が示唆された。これらの結果を基に教育プログラムを実施した。結果を基にしたリーフレットを作成し配布した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to investigate the judgements of collision avoidance in restricted visibility at sea, and to consider an educational program which was designed based on the results of the study. The study specifically investigated how navigators are avoiding collisions (i.e. taking rudder port or starboard) and adhering to rules in restricted visibility conditions, etc. through the usage of questionnaires. The results suggest mainly the following: (1) Many navigators are confused about conduct of vessels in sight of one another, as well as the conduct of vessels in restricted visibility. (2) Navigators who take ruder port (left) in restricted visibility tend to be influenced by risk-taking psychologically. Educational programs that address these issues were carried out. A leaflet including results of this study was made and distributed.

研究分野：海上交通心理

キーワード：霧中航行 衝突回避判断 操船者 ヒューマンファクタ 海上交通ルール 教育プログラム リスクテイキング
イキング 船舶運航

1. 研究開始当初の背景

(1) 船舶の霧中航行における問題

船舶の運航は、航空機のように管制されていないため、自動車と同様に操船者が状況を把握し操船判断を行っている。自動車の場合、霧などにより視界が制限された時、その状況に応じてドライバーは速度を落とし、または停止せざるを得ない。しかしながら、船舶の場合は、一部の小型船舶を除いて法的要件に従いレーダー等の機器を装備していることから、これらの機器を用いて霧中でも航行することができる。

このように霧中でも他船などの存在を検知できる機器を装備しているにもかかわらず、霧中における衝突事故は後を絶たない。レーダーの性能そのもの、またレーダーに付属し設置される自動衝突予防装置 (ARPA) 等、機器の性能は向上し、毎年霧海難防止キャンペーンが実施されているが、事故防止のためには操作する人間に関わる要因、すなわちヒューマンファクタの面からの対策も重要であるとの指摘があり (Reason, 1990)、霧中航行におけるヒューマンファクタ研究が必要である。

船舶の衝突を防ぐためにある海上交通ルールの大きな特徴は、海上交通ルール適用時機や衝突回避時機といった重要な判断時機について明確な基準を示さず、すべて操船者の判断に委ねていることである。すなわち、いつ交通ルールを適用し衝突回避動作をとるかは操船者によって異なりグレーゾーンが存在している。さらに、相手船を目視によって視認することができる状態 (視界良好状態) と、霧などにより相手船を目視によって視認することができない状態 (視界制限状態) とでは、明確に適用される衝突回避方向に関するルールが異なっている。

しかしながら、近年のレーダー等の性能向上によって、視界制限状態における相手船の動静が把握可能であることから、多くの操船者が視界制限状態のルールに従っていないことが報告されている (Salinas, 2006)。

このようにルールの適用時機や衝突回避時機に操船者のグレーゾーンが存在する上に、機器の性能向上により視界制限状態において相手船の動静情報が提示されることが、操船者の衝突回避判断をより複雑なものとし、その結果、霧中における船舶衝突事故が誘発されている可能性が推測される

(2) 学術的背景

視界良好状態における操船者のヒューマンファクタ研究としてはいくつかの研究がある。海上交通ルールの適用時機や衝突回避判断時機について、操船経験年数といった経験によって変化し、経験者ほど時機が遅くなること (測ら, 2008)、操船する船舶の大きさ (船型) によって異なり、大型船ほど早く小型船ほど遅くなること (測ら, 2009)。

視界制限状態においても同様のことが予測されるが、視界制限状態においては相手船の船型は把握できないため、大型船である可能性を考慮する必要があり、その結果、視界良好状態に比べ視界制限状態の方が衝突回避判断時機等は早くなることが予測される。しかしながら具体的な情報はなく、霧中において安全余裕をどの程度にするかは操船者によって異なりグレーゾーンである。

次に視界良好状態における衝突回避判断内容について、質問紙を利用した調査では海上交通ルールに従った方略を選択する操船者と、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を報告している (測ら, 2009)。同様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)。

また、視界制限状態における船舶衝突事故に関する報告では、霧中での衝突事故の約 1/4 で海上交通ルールに反し“左転”していることが指摘されている (海難審判庁, 2007)。2011 年に測ら (2009) の調査を参考に国内航路船舶の操船者に霧中における衝突回避判断について予備的に質問紙調査を実施したところ、海上交通ルールに反した方略を選択する操船者がいた。その理由として、レーダー等のベクトル表示方法 (真運動 / 相対運動) の理解不足、海上交通ルールの理解不足、回避しやすい方向といった事項が挙げられた。機器表示や海上交通ルールに関する理解不足については、船員養成の問題であり、また、回避しやすい方向といった判断については、リスクテイキングや違反といった心理的な問題である。

2. 研究の目的

本研究は、まず霧中航行におけるレーダー等を用いた操船者の衝突回避判断について、海上交通ルールに関する判断に加えて心理的背景を含む特徴を明らかにすることを目的とした。そしてこの得られた知見をベースに教育プログラムを試行し社会へ還元することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) ヒアリング調査

質問紙を作成するため、船舶の視界制限時における衝突回避判断について、操船者に対するヒアリング調査を実施した。調査にあたっては船社の協力を得て、船上またはオフィスにて実施した。ヒアリングは個別に行った。ヒアリング項目は、視界良好時における避航時機と視界制限時における避航時機、視界制限状態におけるヒヤリハット経験、嫌な航海状況、また紙上のレーダー模擬画面を提示しながら 避航方向および 避航方向決断の理由であった。

(2)質問紙調査

ヒアリング調査から作成した質問紙調査を実施した。質問紙調査は 右転と左転の心理的背景、海上交通ルールの理解と機器が表示するベクトルの理解についてであった。

具体的にはFig.1に示すようなレーダー画面を模擬した図等を提示し、提示した場面において 衝突回避針路 衝突回避時の相手船までの距離 衝突回避方略決定の根拠(ヒアリング調査から項目を設定) 適用する海上交通ルール 相手船の運動ベクトルを真運動表示から相対運動表示に変換するものであった。

(3)教育プログラムの試行

質問紙調査から得られた知見をベースに教育プログラムの試行を行った。具体的には船社の協力を得て訪船し船社の安全講習の一環として実施した。プログラムはまず質問紙を実施させ、その後回答した質問紙を参照させながら、安全航行のために必要な事項について説明した。

4. 研究成果

分析から得られた主たる結果を示す

(1)ヒアリング調査による成果

視界制限状態は嫌な場面の一つ

最も嫌な航海場面は漁船群の中を航行することであった。次に相手船の行動が分からない場合、狭水道と続いたが、それらに続き視界制限状態も嫌な航海場面であることが示された。

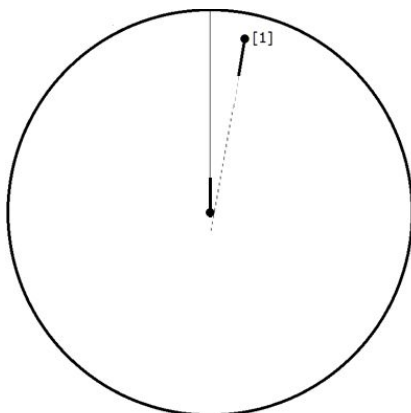
指摘される他船の種類傾向がある

収集されたヒヤリハット経験から対外国船・対漁船と特定の船種を挙げるヒヤリハットが多く報告された。

視界制限状態でのルールの理解が不十分な可能性

視界制限状態でのルールには無いはずの“避航船”“保持船”という発言があること

Fig.1 衝突回避針路を尋ねるためのレーダー画面



から海上交通ルールの理解不足が考えられた。

他船の左転によるヒヤリハットはある

自船は右に針路を変更し衝突回避を行ったところ相手船が左転し危険を感じたという報告が多くあった。

模擬したレーダー航海場面で“左転”回答はある

Fig.1 とほぼ同様の図を提示し衝突回避方向を尋ねると、24人中11人(45.8%)が左転と回答した。

模擬したレーダー航海場面で“左転”回答者は、視界良好時をベースとする余裕度が小さい傾向

視界良好時の衝突回避時機と視界制限時の衝突回避時機を相手船までの距離で比較すると、左転の方が遅いという結果が示された。

避航方向決断の理由から違反・リスクテイキングの問題

右転と回答した者は、ルール通り、基本通りという理由がほとんどであったのに対し、左転と回答した者は、右転と比べて左転の方が変針量が少ない、相手船の進路を横切りたくない、早く関係を解消できるといった理由を挙げた。これらは違反やリスクテイキングの問題と同様であると考えられた。

(2)質問紙調査による成果

衝突回避判断時機は左転グループの方が右転グループより遅い

回答者が普段乗船する船舶の大きさが異なるため、ふんだん乗船する船の全長で衝突回避をする相手船までの距離を無次元化して比較した。 t 検定の結果有意な差があり($p < .05$)、右転グループに比べて左転グループは衝突回避判断時機が遅いことが示された。

衝突回避方略決定の根拠として左転グループはルールよりもベネフィットを選択している

衝突回避方略決定の根拠をTable 1に示す。右転グループは“海上衝突予防法に従って”の値が有意に高く、左転グループは“小角度でCPAを大きくすることができるため”と“相手船の船首を横切りたくないため”が有意に高い。このことから左転グループはルールよりもベネフィットを選択していると考えられた。

約7割の操船者が海上交通ルールの適用について理解不足

種々の要因によらず操船者の約7割が海上交通ルールについて理解不足であった。最も多い理解不足は、視界良好時と視界制限時において海上交通ルールは全く異なるにもか

Table 1 右転Gと左転Gの衝突回避方略決定の根拠

質問	回避方向	平均	SD
海上衝突予防法にしたがって	右転	4.4	0.89
	左転	3.5	1.16
小角度変針でCPA ^[1] を大きくすることができるため	右転	2.5	1.40
	左転	3.7	1.25
短時間でCPA ^[1] を大きくすることができるため	右転	3.6	1.29
	左転	4.1	1.09
自船と相手船がお互いに協力しやすいため	右転	3.7	1.25
	左転	4.0	0.82
自船が広い海域に避航できるため	右転	4.1	1.02
	左転	4.3	0.72
相手船の船首を横切りたくないため	右転	3.3	1.45
	左転	4.3	0.88
船員の常務	右転	3.9	0.94
	左転	3.8	0.75

[1] CPAとは最近距離のこと

** $p < .01$

かわらず、混同しているケースであった。このような結果が示された理由としては航海計器の発達により視界制限時においても視界良好時のように他船の動静が分かるようになってきたことが考えられた。

この理解不足は、直ちに船舶を危険な状況に追い込むものとは考えられないが、本来衝突回避行動を行ってよいにもかかわらず一時的に針路速度を保持することになる。つまり自船の行動を自分自身で制約しており、霧中航行における不安全的な判断と言える。

比較的年齢が高く、海技士(航海)の免許としては3級以下、国内航路の船舶の操船者が、レーダー等の機器を有効に活用できない

相手船の運動ベクトル変換問題で誤答を回答した者の属性を分析すると、比較的年齢が高く、海技士(航海)の免許としては3級以下、国内航路の船舶の操船者グループであった。高機能のレーダー等の航海計器を搭載しても有効に活用できなくては無駄である。安全講習等において現場で役立つ使い方を教育する必要がある。

(3)教育プログラムの試行

調査から得られた教育プログラムに必要な事項は次の通り。

視界良好時と視界制限時において海上交通ルールは全く異なることを再認識させること。

視界良好時と視界制限時のルールを混同することは何も益を生まないばかりか自船の衝突回避行動を一時的に制約すること。

提示する場面において左転する操船者の心理と右転する操船者の心理を理解させること。

左転を選択する場合は、違反とならないよう、またリスクを増大させないよう、海上交通ルールを適用する以前の、かなり早期に行う必要があること。

航海計器が示す相手船の運動ベクトル表示モードについて再認識させること。

航海計器が示す相手船の運動ベクトル表

示モードを上手に利用することで早期に安全な衝突回避判断ができること。

教育プログラムは船社の協力を得て船上で安全講習として実施した。具体的には調査に利用した質問紙に回答させ、その回答について逐次解説を行った。

受講者からは特にルールの混同について再認識したとの声が多かった。また左転するか右転するかの心理的背景についても理解を示した。しかしながら船社の安全担当者からは理解したように言っているが、実際の操船にどのように活かされているかシミュレータ等を用いて指導する必要性が指摘された。

航海計器が示す相手船の運動ベクトルの理解について、受講者からは難しい、必要性が良くわからないとの声があった。この点も船社の安全担当者からシミュレータや映像教材を利用した講習の必要性が指摘された。

以上のように船社の安全担当者からはより現実的な課題を与えられたが、このことは本研究の成果が現場の重大な問題を指摘しているものと考えられる。

調査で得られた知見ならびに教育プログラムで指摘された事項から本研究の締めくくりとして霧中航行における衝突海難防止のためのリーフレットを作成した。リーフレットをFig.2に示す。リーフレットは海運会社2社において各船に配布され、海運会社1社の安全活動に利用されることになった。

Fig.2 霧中航行における衝突海難防止のためのリーフレット



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 3 件)

- 1) 瀧 真輝, 藤本昌志, 臼井伸之介, 廣野康平, 視界制限状態における航法の適用と運動ベクトル, 日本航海学会論文集, 日本航海学会, 132, 印刷中, 2015 (査読有)
- 2) 瀧 真輝, 勝田伸也, 藤本昌志, 広野康平, 持田高德, 船舶の視界制限状態における学生の避航判断, 海洋人間学雑誌, 日本海洋人間学会, 1, 2, 21-25, 2013 (査読有)
- 3) 瀧 真輝, 臼井伸之介, 藤本昌志, 船舶衝突事故における船型の影響: 海難審判庁裁決録を基に, 労働科学, 労働科学研究所, 88, 2, 71-80, 2012 (査読有)

[学会発表](計 10 件)

- 1) 小西 宗, 瀧 真輝, 臼井伸之介, 山田健太, 藤本昌志, 廣野康平, 船舶運航シミュレータにおけるチェックリスト課題が覚醒水準に与える影響, 平成 26 年度日本人間工学会 中国・四国, 関西支部合同大会, 2014
- 2) 瀧 真輝, 操船者のレーダーによる衝突回避判断の特徴と課題, 日本人間工学会第 55 回大会, 2014
- 3) 瀧 真輝, 臼井伸之介, 操船者の霧中航行時の衝突回避判断「右転か左転か」, 日本応用心理学会第 81 回大会, 2014
- 4) 瀧 真輝, 藤本昌志, 臼井伸之介, 廣野康平, 視界制限状態における航法の適用と運動ベクトル, 日本航海学会第 131 回講演会, 2014
- 5) 小西 宗, 瀧 真輝, 臼井伸之介, 山田健太, 船舶運航中における眠気に関するヒアリング調査, 日本海洋人間学会第 2 回大会, 2013
- 6) 山田 健太, 臼井伸之介, 瀧 真輝, 小西宗, 船舶運航シミュレータにおける会話の影響: 覚醒水準に着目して, 平成 25 年度日本人間工学会関西支部大会, 2013
- 7) 瀧 真輝, 藤本昌志, 臼井伸之介, 持田高德, 視界制限状態での航行に関するヒアリング調査, 日本海洋人間学会第 2 回大会, 2013
- 8) 瀧 真輝, 勝田伸也, 藤本昌志, 持田高德, 学生の船舶の視界制限状態における避航について, 日本人間工学会関西支部大会, 2012

9) 瀧 真輝, 片山湧造, 藤本昌志, 持田高德, 視界良好状態における学生の衝突回避判断および操船方略に関する調査, 日本人間工学会関西支部大会, 2012

10) 瀧 真輝, 臼井伸之介, 操船者の衝突回避判断時機について 質問紙調査と映像実験による乗船する船舶の大きさ別比較, 日本応用心理学会第 79 回大会, 2012

[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]

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: 2 0 3 6 2 8 2 4

(2) 研究分担者

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: 7 0 3 1 4 5 1 5

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: 0 0 1 9 3 8 7 1

(3) 連携研究者(無し)