

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月21日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21710170

研究課題名（和文） 船舶の衝突回避操縦判断に関する研究

研究課題名（英文） A study on the judgments of collision avoidance at sea

研究代表者

瀧 真輝（FUCHI MASAKI）

神戸大学・海事科学研究科・助教

研究者番号：20362824

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、操船者によって異なる船舶の衝突回避判断の時機について特徴を明らかにし、さらに得られた知見を教育プログラムとして試行し効果測定を試みることである。現場調査を行ったところ船舶の大きさ（船型）によって判断時機が異なることが示唆された。次に実務経験者に対する映像実験ならびに質問紙調査を実施した。調査協力者は、大型船として外国航路船員32名、中型船として国内航路船員33名、小型船として漁船船員37名であった。結果から、船型によって距離感が異なること、衝突回避判断時機が異なることが示唆され、海上交通ルールが理想どおりに機能しないことが指摘された。得られた知見を考慮させる教育プログラムを船員養成機関学生に対して試行した。学生を教育群33名（教育プログラム実施）と統制群34名（教育プログラム未実施）に分け効果を測定したところ、教育プログラムは学生の判断時機を安全側へ変化させたことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study are to investigate the judgments of collision avoidance at sea and to clarify the effectiveness of education which include such results for students. The on-site survey on the ships suggested that the timing of collision avoidance is different according to ship dimension. Next, the questionnaires and CG video experiment were carried out for experienced captain and officer of the ship. The participants were 32 those of oceangoing service as a large ship experience, 33 those of coasting service as a middle ship experience and 37 fishers as a small ship experience. The results demonstrated that the distance perspective and the timing of collision avoidance are different according to ship dimension. And also it was pointed out that In case two different dimension ships encounter, the rule at sea would be unworkable as intended. Educational program taking into account the above results was carried out officer-course students. Of those students, 33 were assigned to the trained group (to receive the education), and 34, to the control group (not to receive the education). The results suggested that the educational program change timing of collision avoidance toward safety of students.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学、社会システム工学・安全システム

キーワード：火災・事故、船舶衝突回避

## 1. 研究開始当初の背景

船舶衝突事故は一般に目にする機会は少ないが、ひとたび事故が発生すると人命、財貨、環境に対して莫大な被害を与える。船舶衝突事故を防止するための海上交通ルールの最大の特徴は、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て衝突回避行動をとるかは操船者によって判断が異なりグレーゾーンが存在する。海上交通における重大衝突事件は繰り返し起きており、さらなる安全のためには、これまでの対策に併せてより一層、操船者のヒューマンファクタに焦点をあてることが必要であった。

自動車の運転に関する研究や安全教育の検討は、単に曲がる、止まるといった自動車を操る手技的技術の研究や教育ではなく、危険の予測、危険に対する対処、自己コントロールといったより高度な技能を扱い対象としていることが特徴である。一方、海上交通では、そもそも船舶の質量が大きく風や潮流による影響を強く受けるため、曲がる、止まるといった手技的技術が難しいため、手技的技術注目が集まる傾向にある。しかしながら繰り返される衝突事故を防止するために、海上交通においても曲がる、止まるといった手技的技術教育に加えて衝突回避判断時機をコントロールするような高度な技能について教育を行うことを考える必要があった。

## 2. 研究の目的

操船船舶経験、操船者の海上交通ルール理解度等の要因が船舶の衝突回避判断時機に与える影響を明らかにすることを目的とした。さらに、本研究で明らかになった知見を学生にフィードバックする方法を提案し、その有効性を検討することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 海上交通ルールの知識に関する質問紙調査

質問紙調査により海上交通ルールに関する知識差がある可能性を検討した。神戸大学海事科学部において、海上交通ルールの授業を担当する教員が質問紙を作成した。海上交通ルールテストを実務経験者ならびに学生に実施し、海上交通ルールに関する知識の程度を検討した。

### (2) 運航実態調査

船員の判断時機の個人差および船型による影響の存在を確認するために、運航中の船

舶に便乗し運航実態調査を行った。調査では海上交通ルールが規定する各判断時機の一つである避航時機と、それに関係がある航過距離を測定した。合計4隻の船舶に便乗し調査を実施した。Fig. 1に便乗した船舶のうち1隻を示す。



Fig. 1 便乗した船舶 コンテナ船「まや」

### (3) 判断時機に関する質問紙調査と映像実験

船型が判断時機に与える影響について、質問紙調査と映像実験により詳細な検討を行った。全ての調査および実験に実務者が参加した。“外航群”は外国航路の船舶を操船する船員、“内航群”は国内航路の船舶を操船する船員、“漁船群”は小型の漁船を操船する漁師であった。データに不備があった参加者を除外し、分析対象人数は、外航群22名、内航群28名、漁船群29名であった。直近の船型経験は、外航群が平均総トン数109,407トン、内航群が平均総トン数4,543トン、漁船群は全員が総トン数20トン未満であった。

#### ①質問紙調査

質問紙調査1として“大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙”を作成し調査を行った。質問紙調査2として“普段操船する船型に近い船舶の操船を想定した質問紙”を作成し調査を行った。

2隻の船舶が互いに横切る関係になった場合には、海上交通ルールによって、一方が避航船、他方が保持船となる。いずれの質問紙調査においても、海上交通ルールで規定される、避航船と保持船に求められる判断時機を尋ねた。

#### ②映像実験

質問紙調査Iに対応する映像を用いた実験を行った。現実の海上交通を観察することは困難であることから、パソコンを用いて作成した映像を提示し判断時機を評価させた。

Fig. 2 に提示した映像の一例を示す。Fig. 2 において、手前から奥に並ぶ箱は自船が積載するコンテナであり、右側の黒い横棒のようなものが他船である。

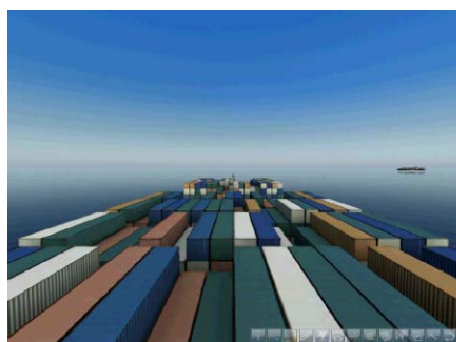


Fig. 2 提示した映像例

#### (4) 操船方略に関する質問紙調査

現実の海上交通場面では衝突回避のための操船方略は幾つも存在し、広い海域において海上交通には道路のようなものがなく、各船舶の操船者が主観的に判断しているという意味で複雑である。このような複雑な衝突回避判断において、どのように衝突を回避するかという操船方略が同じであれば、共通認識が形成されているという点で安全である。

(3) の調査参加者に質問紙を用い複数場面对する操船方略を尋ねた。

#### (5) 教育プログラムの試行とその効果測定

学生が実際に避航を実習できる機会は非常に少なく、また学生によって直面する避航場面は全く異なる。多くの学生が操船シミュレータで訓練するためには、多大な労力とコストがかかり非現実的である。したがって現状のカリキュラム内で効率的に避航操船を習得する必要がある。そこで得られた研究結果に基づき、判断時機と操船方略に注目させた教育プログラムを策定した。その教育プログラムを、神戸大学海事科学部が実施する学内船舶実習において試行し、その効果測定を試みた。教育プログラムは、神戸大学海事科学部海事技術マネジメント学科航海群3年生および4年生の学内船舶実習を利用して実施された。3年生、4年生ともに2クラスに分けて学内船舶実習が行われており、3年生および4年生ともに1組を統制群(教育未実施)、2組を教育群(教育実施)とした。効果を検証するために学内船舶実習前後に(3)および(4)で用いた質問紙調査および映像実験を行った。また下船時には、学内船舶実習および教育プログラムに対する主観評価を実施した。データが得られた学生は、統制群は33人、教育群は34人であった。

## 4. 研究成果

### (1) 海上交通ルールに関する質問紙調査

海上交通ルールテストを実務経験者ならびに学生に実施し、海上交通ルールに関する知識の程度を検討した結果、海上交通ルールの知識は、法律名、条文名、航法名といったラベル的な知識について船型による差があったが、行動に関する知識に差は無かった。各問題個別に各群の正答率を確認すると統計的な有意差があったが、行動に関する知識得点の総合では差が無かったこと、差が生じた各問題の内容、各問題に対する回答の質的分析から、これらの結果が明らかに現場における行動に問題を生じさせていると断言できず、全群ともに海上交通ルールの行動に関する知識に問題は無いと判断された。行動にのみ知識差がない理由として、現場経験から補完されている可能性が考えられた。衝突海難の原因として、海上交通ルールが規定する各判断時機が船型の影響を受けている可能性が問題として残った。

### (2) 運航実態調査

合計4隻の船舶に便乗し海上交通ルールが規定する各判断時機の一つである避航時機と、それに関係がある航過距離を測定した。この運航実態調査から避航判断時機や航過距離について個人差が存在することが示唆された。操船者個人の避航操船判断に影響する要因として年数的な経験と普段操船する船型の影響が挙げられた。年数的経験に関しては、操船者のヒューマンファクターを考慮した経験未熟な操船者に対する介入の検討と、養成中の学生に対する教育の検討を行う必要性が指摘された。船型の影響については、避航判断時機と航過距離は船舶の大きさによって異なり、大きい船舶ほど判断時機が早く航過距離は遠いことが推察され、より詳細な検討が必要であることが指摘された。船舶の相互関係事例からは、相手船に対して配慮することで、無駄な操船上の努力や、無用な両船の異常接近を回避できること、他船の行動ならびに考えを推測し、自船にとって不都合な状況を考えることの重要性が明らかになった。自動車交通に関する研究では、年数的経験による運転行動の変化、運転態度、危険知覚、過信の影響など多くの研究がある。同様の研究は海上交通においても必要と考えられる。しかし自動車交通と海上交通の最大の違いは、扱う移動体の大きさであることから、船型が判断時機に与える影響の重要性が高いと判断され、船型が判断時機に与える影響についてより詳細な検討を行うことにした。



### (3) 判断時機に関する質問紙調査と映像実験

#### ① 質問紙調査

“大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙”について、異なる場面で種々の判断時機について回答を求めたが、いずれの判断時機においても各群の間に有意な差があり、衝突までの残り時間をあらわす TCPA 値(分)は常に外航群、内航群、漁船群の順に大きかった。Fig. 3 に避航船場面の結果を示す。すなわち、どの場面においても外航群、内航群、漁船群の順に判断時機が早いことが示唆された。想定させた大型コンテナ船に最も近い船舶を操船しているのは外航群である。その外航群よりも小さい船型船舶を操船している内航群、漁船群は普段操船している船型の影響を受けて判断時機を過小評価したと考えられた。

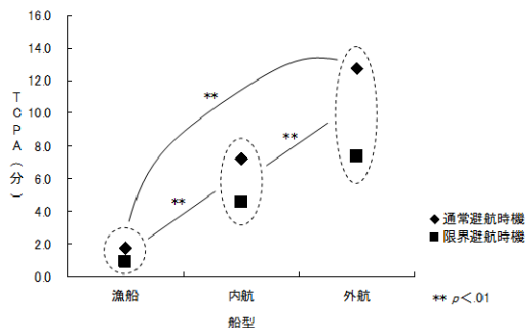


Fig. 3 避航船場面における通常避航時機と限界避航時機

“普段操船する船型に近い船舶の操船を想定した質問紙”について、外航群、内航群、漁船群に普段操船する船型に近い船舶の操船を想定させ、異船型間の判断時機を直接尋ねた。このことにより現実の異船型間コンフリクトが確認される。結果から次の2点が導かれた。(i) 相対的に船型が大きい船舶が避航船である場合は、船型が小さい船舶は何も判断しないまま、避航船が避航し衝突は回避される。(ii) 相対的に船型が大きい船舶が保持船である場合は、保持船としての義務を果たしながら船型が小さい避航船の行動を見張るが、結局、避航船が避航しないため船型が大きい船舶が保持義務を解除し避航することで衝突は回避される。したがって、船型が異なる船舶が横切り関係になった場合は、避航義務および保持義務の法的義務は機能しないと見える。よって異船型間における判断時機は船型によって異なり、その判断時機の差が異船型間のコンフリクトを生じさせていることが示唆された。異船型間のコンフリクトを Fig. 4 に示す。

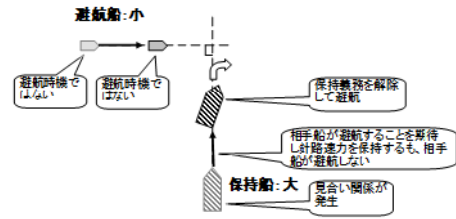


Fig. 4 船型が大きい船舶が保持船で小さい船舶が避航船の場合のコンフリクト

#### ② 映像実験

現実の海上交通を観察することは困難であることから、パソコンソフト (Ship Simulator 2008 (VSTEP 社製)) を用いて作成した映像を、A4 サイズのノートパソコンにて提示し判断時機を評価させた。評価させた判断時機は“大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙”と同一であった。同一の映像における他船までの距離について、大きい船型の操船者は小さい船型の操船者よりも遠く判断している傾向にあったが、判断時機について船型による差は認められなかった。

映像実験が現実の行動を反映しているものとして実験を行ったが、“大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙”と同様の結果を得ることができなかった。映像実験における距離手がかりの特徴から、映像実験でのイニシャル他船距離と質問紙調査が現実を反映していると判断された。映像実験による判断時機は、船型の影響と距離情報を排除した純粋に近づく他船に対する判断時機であると考えられた。

#### (4) 操船方略に関する質問紙調査

複数の場面において、いずれも船型によって判断時機が異なるために、操船方略が異なることが示唆された。加えて3隻が関係する場面からは、船型が小さいほど海上交通ルールから逸脱し自船にとって都合の良い操船方略を選択する傾向にあることが示唆された。また、自船が追越される場面からは相手船との航過距離の見積り、航走距離の短長の見積り、相手船への配慮の違いが示唆された。さらに航路を航行する場面からは、同じ操船方略を選択したとしても、判断時機の差から選択理由が異なることが可能性、自らが操船し通航する経験の重要性が示唆された。このように操船方略は、船型に影響を受けることが示唆された。

#### (5) 教育プログラムの試行とその効果測定

(1) から (4) で得られた研究結果に基づき、判断時機と操船方略に注目させた教育プログラムを策定した。その教育プログラムを神戸大学海事科学部が実施する学内船舶実習

において試行し、その効果測定を試みた。教育プログラムの効果を検証した結果、次の事項が示唆された。

- ①判断時機について、学生が“頭で思っている判断”と“他船の近づき方による判断”とを一致させることはできなかったが、一致させる方向への変化が期待される。
- ②学生が“頭で思っている判断”は、教育プログラムによって実習を行った船舶の船型による影響を受けたことが示唆された。よって同じ教育プログラムを大型船舶で実施することにより、学生が“頭で思っている判断”を、大型船操船者による大型船の判断時機に近づけることが可能であると期待される。
- ③教育プログラムは、学生に相手船への考慮の必要性を認識させ、操船方略判断を向上させた。
- ④教育プログラムの目的は学生に理解されるとともに、グループディスカッションをはじめとする教育プログラムは、避航操船技能向上に役に立つと認識された。

#### 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 3 件)

- ①真輝、白井 伸之介、藤本 昌志、船舶衝突事故における船型の影響—海難審判庁採決録を基に一、労働科学、(印刷中)、2012 [査読有]
- ②真輝、小原 朋尚、古庄 雅生、藤本 昌志、内航海運業界の運輸安全マネジメント指針、日本航海学会論文集, Vol. 124, 169-176, 2011 [査読有]
- ③真輝、藤本 昌志、白井 伸之介、広野 康平、船型経験が避航判断に及ぼす影響、日本航海学会論文集, Vol. 122, 121-130, 2010 [査読有]

[学会発表] (計 5 件)

- ①真輝、草加大司郎、藤本昌志、白井伸之介、広野康平、持田高德、海上交通における衝突回避判断教育プログラムの試行とその効果、平成 23 年度日本人間工学会関西支部大会講演集, pp. 91-9
- ②真輝、草加 大司郎、藤本 昌志、白井 伸之介、学生に対する避航判断教育プログラムの効果検証、第 125 回日

本航海学会講演会発表,  
II-12, 2011

③藤本 昌志、鈴木 育美、真輝、小原 朋尚、小型船舶操縦者の交通法規の法理解と行動、第 125 回日本航海学会講演会発表, II-7, 2011

④真輝、白井 伸之介、藤本 昌志、広野 康平、持田 高德、船舶の大きさによる許容船間距離の差異、日本人間工学会第 51 回大会発表論文集, 144-145, 2010

⑤真輝、白井 伸之介、海上交通における動作判断時機の特徴—学生と実務経験者の比較から—、大阪交通科学研究会講演論文集, 17-18, 2009

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

真輝 (FUCHI MASAKI)

神戸大学・海事科学研究科・助教

研究者番号：20362824