

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 25 年 6 月 1 日現在

機関番号：85406

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22710169

研究課題名（和文） 自然発生的船舶交通流における避航操船特性に関する研究

研究課題名（英文） A STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF COLLISION AVOIDANCE
FOR A VESSEL UNDERWAY IN A TRAFFIC FLOW

研究代表者

西村 知久 (NISHIMURA TOMOHISA)

海上保安大学校・准教授

研究者番号：30559240

研究成果の概要（和文）：航路の様な強制力はないが、自然に発生した船舶交通流中を航行する船舶に対する避航操船行動とランダムに配置された船舶交通中を航行する船舶に対する避航操船行動を比較した。まず、避航対象となる船舶の発見距離については、両者に有意な差は見受けられなかった。一方、自船が避航船舶である場合であっても、自然に発生した船舶交通流中を航行する船舶に対しては、ランダム船舶交通中を航行する船舶に対する避航動作に比べ、避航時機が著しく遅れることが明らかになった。また、航行安全対策の一環として、経験の浅い管制官の特徴を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The result of ship-handling for avoidance in a traffic flow is compared with the result of ship-handling for avoidance in a random traffic. In case of detection range of a target, specific differences in each water area have not been appeared. But even if the own vessel is a give-way vessel, they assume that the target vessel will alter her course along the traffic flow; as a result they get behind in their judgment on give-way. The author has also verified the characteristics of inexperienced Vessel Traffic Service (VTS) Operator as a countermeasure for ship collision in such a water area.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,600,000	0	1,600,000
2011年度	700,000	0	700,000
2012年度	500,000	0	500,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	0	2,800,000

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

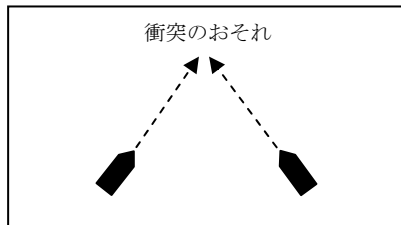
キーワード：海技、見張り、避航操船、操船シミュレータ、海上交通センター、VTS、管制官

1. 研究開始当初の背景

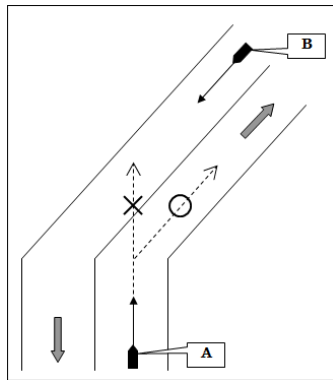
主要海難の一つである衝突海難の原因の第一位は、見張り不十分（動静監視不十分を含む。以下同じ。）で、86%を占めている^[1]。また、多くの海難審判結果は、操船者個人にその責任を追及している。研究代表者は、操船者の基本である見張りが、なぜ不十分とな

ってしまうのか、その背景要因を明らかにすることを試みている。現在、避航操船における見張りの機能を「①船舶の発見」、「②動静把握」、「③将来状況の予測」に分類し、さまざまな航行環境を操船シミュレータによって再現し、避航操船に関する操船者の行動を機能ごとに分析しているところである。①及

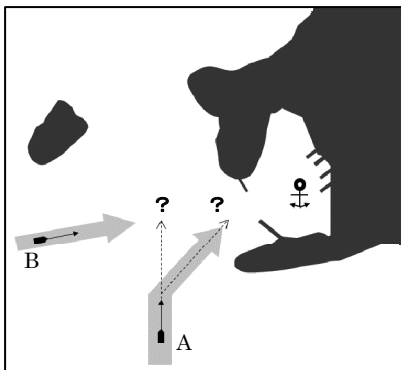
び②に関する見張り不十分については、単なる操船者の不注意やミスから発生するものだけでなく、航行環境（例えば、高い船舶交通密度、低視界状態、漁船の存在等）によっては、事故に至らないまでも、多くの操船者が海難審判において「見張り不十分である。」と言われる行動をとることが明らかになっている²⁾³⁾。



(a) 交通流の無い状態



(b) 管理された交通流



(c) 自然発生的交通流

図 1 船舶交通流の管理度による将来状況予測の違い

③に関しては、将来の状況を正確に示す航行援助システムが開発されていない現状においては、ある時点での船舶に対する動静把握結果を将来に延長することにより行われ（図 1(a)）、衝突のおそれがあれば直ちに避航操船を行うのが一般的である。ところが、船舶交通流が存在する海域では、必ずしも動静把握

の延長線上に将来の結果が無い場合が考えられる。図 1(b)のように、船舶交通流が航路などで管理されている場合は、現状把握の結果を単純に延長すれば衝突するおそれがあると判断されるケースではあるが、航路に沿って航行することが明らかであるため、衝突には至らない。一方、図 1(c)のように、例えば大きな港があるために、太い矢印で示す交通流が自然発生しているような海域においては、A 船が直進し海峡を抜けるのか、それとも右に針路を変え、港に入港するのかが、両船が AIS 搭載義務船でない限り、B 船からは判断できない。ただし、B 船操船者が、「およそ A 船は港に入港するだろう。」と憶測することは考えられる。このため、その憶測が誤っている場合には、大変危険な状況となることが予想される。

過去の船舶衝突事故において、誤った憶測が原因として操船者個人の責任が追及された裁判例は多々存在するものの、航行環境要因については言及されていないのが現状である。そこで、本研究では自然発生的船舶交通流が避航操船に関する操船者の一連の判断及び行動に対し、どの程度影響を及ぼすかを調査する。

2. 研究の目的

自然発生的船舶交通流が操船者に及ぼす影響を調査し、安全対策を提案する。具体的には次のことを目的とする。

- i) 整流されていないランダムな船舶交通中での標準的な操船者の避航操船特性を明確にする。
- ii) 自然発生的船舶交通流中での操船者の避航操船内容を計測する。
- iii) i)及びii)の結果の比較により、自然発生的船舶交通流が操船者の避航操船に及ぼす影響を評価する。
- iv) 特定の海域において、船舶交通流を管理する海上交通センターの業務調査並びに同センター利用者に対する利便性又は要望等に関する調査を実施し、自然発生的船舶交通流中を航行する船舶の安全運航に必要な対策を考案する。

3. 研究の方法

- (1) 研究代表者が所属する国際海事シミュレータフォーラム (IMSF) を通じ、操船シミュレータ訓練結果を収集し、ランダムな船舶交通中における標準的な操船者の避航操船特性を明らかにする。
- (2) 自然発生的船舶交通流を操船シミュレータを用いて再現し、当該海域において実務者による避航操船実験を実施し、(1)で求めた標準的な避航操船特性と比較することにより、自然発生的船舶交通流が避航操船に及ぼす影響について評価する。

(3) 特定の海域において、船舶交通流を管理している海上交通センターの業務内容調査並びに実務者に対する同センターに関する利便性、要望、欠点等について調査を実施する。調査結果と実験により明らかになるであろう自然発生的船舶交通流中における避航操船特性を踏まえ、航行安全対策を提案する。

4. 研究成果

(1) 整流されていないランダムな船舶交通中での標準的な操船者の避航操船特性については、IMSF での共同研究結果を用いた⁴⁾。同研究結果のデータは本報告者が取りまとめているので、その中から、(2)で述べる千葉県洲崎沖の自然発生的船舶交通流に近い針路交差角である 60 度に近い条件を抽出した。抽出した結果については、(3)以降の結果と合わせて、図 3 に示す。

(2) 自然発生的船舶交通流中での操船者特性を計測するために、操船シミュレータによる実験を実施した。被験者は、VLCC の乗船履歴があり、同海域航行経験を有する船長 (1 名)、一等航海士 (3 名) 及び二等航海士 (1 名) である。海域は、既に船舶交通流の実態調査⁵⁾がなされている千葉県洲崎沖を対象とした。操船シミュレータにおけるシナリオ概要を図 2 に示す。同図は、自船 (VLCC、全長 320m、速力 15.6 ノット) とターゲット (貨物船、全長 100m、速力 18 ノット) との距離が 5 マイルとなった時の状況である。

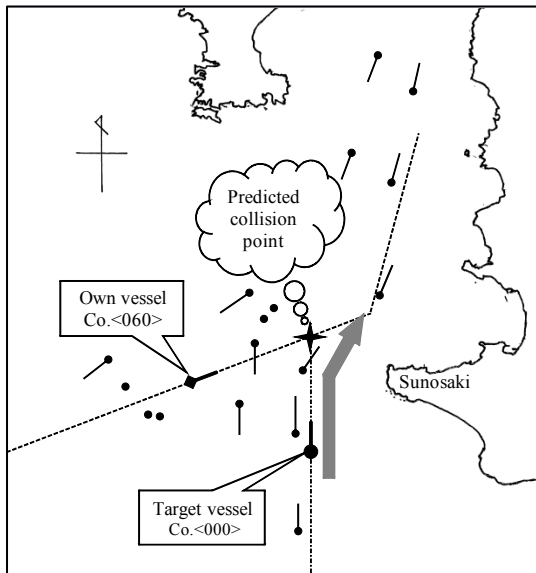


図 2 シナリオ概要

自船とターゲットとの実験開始時の距離は、14 マイルである。気象海象等の条件は、日中、視程 10 マイル、風潮流等の外乱がな

い状態である。図中の自船上に記された破線は、本報告者が被験者に与えた本船の計画進路である。本船は、伊豆大島北東沖を針路 060° で進み、洲崎北西沖で東京湾向け変針する。ただし、避航が必要な場合については、計画進路から離れることを妨げるものではない旨を伝えている。

周知のように、同海域を北上する多くの船舶は、図中の矢印で示すように、洲崎西方沖において東京湾向け変針する。ただし、本シナリオでのターゲットは、自船と衝突のおそれを保ったまま洲崎沖で変針せず、三浦半島向け針路 000° で直進する。自船はターゲットに対し、海上衝突予防法上の避航船となるため、ターゲットの進路を避けなければならない。本シナリオでは、自船がターゲットに対する避航を制約するような船舶は配置されていないが、仮に自船が避航しない場合は、図中の十字で示された地点において、ターゲットと衝突することになる。

(3) 図 3 に IMSF の結果と本シミュレータ実験の結果を「発見」、「危険認識」、「避航開始距離」「最近距離」の順に示す。

ターゲットの「発見」については、概ね IMSF の結果と同等の範囲内にある。操船局面が「危険認識」、「避航開始」へと進むにつれ、IMSF の結果に比べ、最近距離に接近するまで避航行動が現れない傾向がみられる。

また、避航操船手段については、IMSF の結果では、全てのケースにおいて、自船が右転した。一方、本検証実験では、全ての操船者が針路を左に転じた。しかも、急激な左転ではなく、徐々に針路を左に取った。その結果、最近距離が自船船長の 1 倍から 2 倍程度になり、しかもターゲットの船首前方を横切る結果となった。

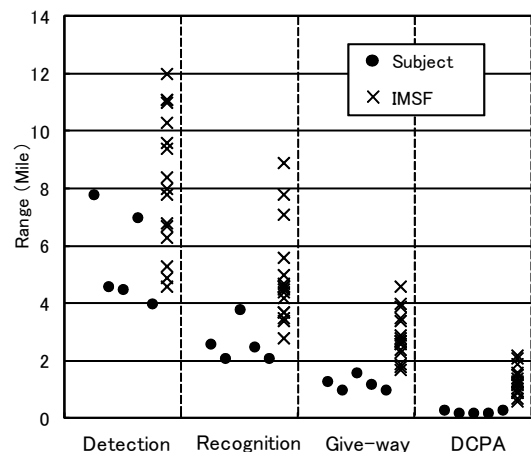


図 3 避航行動特性の比較

実験後の聴き取り調査では、各操船者ともターゲットとニアミスした海域付近において、ターゲットが東京湾向け針路を右に転ず

るものと確信し、避航動作が遅れた旨を供述している。この避航の遅れにより、右転での避航操船では自船の閉塞領域⁶⁾の奥深くにターゲットの侵入を許すことになるため、左転せざるを得ない状況になったものと考えられる。

「発見」がランダムな船舶交通中と同等の範囲内で行われた場合であっても、船舶交通流中を航行する船舶に対しては、その後の「危険認識」及び「避航開始」が遅れることが確認された。操船者が他の航行船舶もその船舶交通流に沿って航行するものと予測し、避航の必要性が無いものと判断したためである。

(4) IMSF において研究されたランダムな船舶交通中を航行する船舶に対する避航操船結果と、本研究で実施した船舶交通流を航行する船舶に対する避航操船結果とを比較した。自船が避航船である場合でも、船舶交通流の状況によっては、他船が当該船舶交通流に沿って、いずれは変針するものと自船操船者が予想するため、ランダムな船舶交通中を航行する船舶を避航する場合に比べ、「危険認識」及び「避航開始」が遅れ、他船に著しく接近する可能性があることが確認された。このことは、避航判断の遅れを生じさせる要因が航行環境側に存在する可能性があることを示している。つまり、航行環境が改善されない限り、このような憶測に起因する避航の遅れが発生し続け、ひいては衝突海難に至ることとなる。

以上のことから、主要な変針目標となる岬の沖合や、船舶交通流が集約又は発散する海域においては、例えば日本船長協会が推薦しているような分離通航方式の強制化を図ると共に、最終的には航行管制を実施し、操船者が他船の動向を憶測しないで済むような航行環境を整備する必要があると考える。

(5) 操船者が他船の動向を憶測しないで済む航行環境が既に整備されている航行管制区域における航行管制業務に関する調査と管制海域利用者の意見調査を行った。

まず、利用者の意見としては、現状の航行管制業務に概ね問題点は感じていないとのことであるが、航路入航前の通報時に自船の先及び後に入る巨大船及び準巨大船に関する船種、船名、水先人乗船の有無についての情報が欲しいとの要望があった。これは、自船の前後位置を早期に決定できること、また、水先人乗船の有無によって、先船又は後船の減速の有無が予測でき、将来の避航予測に有意になるからである。

当該要望について、管制官に対する聴き取り調査を実施したところ、経験の豊富な管制官では、当該要望に関する情報を常に提供しているとの回答を得たが、経験の浅い管制官

にあつては、必ずしも当該情報を提供しているとは限らないとの回答があった。すなわち、利用者にとっては、管制官により得られる情報が異なる問題が生じていることが明らかになった。

(6) そこで、経験の浅い管制官が経験豊富な管制官とどのような技能差が生じているのかを調査した。現場管制業務を統括している管制官 16 名から、経験の浅い管制官と経験豊富な管制官との差についての意見を聴取し、IALA の勧告⁷⁾による技能分類 (Module) に沿って、整理した。一例を挙げると Module3 (機器取扱い) について、次のような差が見られるため、経験の浅い管制官は、危険の早期発見ができないことが明らかになった。

- ・レーダレンジ又は監視エリアの変更回数が少ない
- ・捕捉船舶のベクトル長を調整しない
- ・一つの現象に意識を集中し過ぎる
- ・ロストターゲットに対する ID の再付与をしない
- ・IALA “A” 海域から来た船舶に対する警戒が不十分
- ・航路周辺海域に対する監視が不十分
- ・船舶の変針又は変速後における CPA の再確認をしない

また、Module6 (無線通信) については、経験豊富な管制官は、無線で呼出してきた船舶の船名を基に、船種、パイロット乗船の有無を判断し、当該船舶が航行しているおおよその位置を推定する技能を有しており、このことが早期対応を可能にしているということが明らかになった。

(7) 管制官の技能整理については、本研究を通じて新たに発覚した問題であり、また、世界的にも海技従事者の技能に比べ、十分な技能整理がなされていない分野である。よって、今後も継続して研究する必要がある。また、今回整理された技能は管制官の技能の極一部ではあるものの、筆者が担当する管制官研修への応用が可能であり、経験の浅い管制官の技能向上を図ることによって、海域利用者の利便性の向上に繋げて参りたい。

参考文献

- [1] 海難審判庁：海難レポート 2007, pp.39, 2007
- [2] 西村知久・小林弘明：避航操船における見張り特性に関する研究 - I., 日本航海学会論文集, No.118, pp.299-305, 2008.3
- [3] 西村知久・小林弘明：避航操船における見張り特性に関する研究 - II., 日本航海学会論文集, No.120, pp.81-88, 2009.3
- [4] KOBAYASHI H., “Standard mariner’s

behavior in avoiding collision maneuver”, International Conference on Marine Simulation and Ship Maneuverability Conference proceedings pp.S_20_1-S_20_10, Terschelling, The Netherlands, 2006.6.

- [5] 日本船長協会：日本沿岸の分離通航方式に関する調査研究報告書，pp1-67, 2002.3.
- [6] 藤井弥平：海上交通工学，海文堂，pp.123, 1981.
- [7] IALA Model Course V-103/1 on Vessel Traffic Services Operator Training Edition 2, December 2009.

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2件)

- ① 西村知久・小林弘明：船舶交通流中を航行する船舶に対する避航操船特性，日本航海学会論文集，査読有，No.126，pp.31-37, 2012.3.
- ② 西村知久：VTSシミュレータの機能とVTSシミュレータを用いた運用管制官教育について，日本航海学会誌 NAVIGATION，査読無，No.181，pp63-64, 2012.7.

[学会発表] (計4件)

- ① 西村知久・小林弘明：船舶交通流中を航行する船舶に対する避航操船特性，日本航海学会第125回講演会，2011.10.13，東京.
- ② NISHIMURA T., A Study on Essential Competence for Inexperienced VTS Operators, International Conference on Marine Simulation and Ship Maneuverability (MARSIM) 2012, 2012.4.25, Singapore.
- ③ 西村知久：VTSシミュレータの機能とVTSシミュレータを用いた運用管制官教育について，日本航海学会操船シミュレータ研究会，2012.5.25. 東京
- ④ NISHIMURA T., A Basic Research on VTS Simulator Training, 12th Asian Conference on Marine Simulator and Simulation Research, 2012.8.2, Manila, Philippines.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：

種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西村 知久 (NISHIMURA TOMOHISA)
海上保安大学校・准教授
研究者番号：30559240

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：