

見張り作業における操船者の状況認識と見張り支援に関する研究

| | |
|--------|---|
| 著者 | 西崎 ちひろ |
| 学位名 | 博士(工学) |
| 学位授与機関 | 東京海洋大学 |
| 学位授与年度 | 2015 |
| 学位授与番号 | 12614博甲第404号 |
| URL | http://id.nii.ac.jp/1342/00001268/ |

博士学位論文の要約

見張り作業における操船者の状況認識と
見張り支援に関する研究

平成27年度
(2016年3月)

東京海洋大学大学院
海洋科学技術研究科
応用環境システム学専攻

西崎 ちひろ

目次

| | | |
|-----|---|----|
| 第1章 | 序論 | 1 |
| 1.1 | 海難の現状とヒューマンエラー（操船者エラー）に関する先行研究 | 1 |
| 1.2 | 研究目的 | 2 |
| 1.3 | 研究の概要 | 2 |
| 第2章 | 事故防止対策の現状とヒューマンファクター | 4 |
| 2.1 | 課題設定 | 4 |
| 2.2 | 方法 | 4 |
| 2.3 | 結果 | 4 |
| 第3章 | 操船者の見張り作業におけるエラーモードと状況認識の特徴 ¹⁻³⁾ | 6 |
| 3.1 | 課題設定 | 6 |
| 3.2 | 方法 | 6 |
| 3.3 | 結果 | 6 |
| 第4章 | CREAMを用いた衝突海難事例分析及び衝突海難の背後要因の検討 | 8 |
| 4.1 | 課題設定 | 8 |
| 4.2 | 方法 | 8 |
| 4.3 | 結果 | 8 |
| 第5章 | 操船者の状況認識に着目した衝突海難対策の検討手法 ^{4,5)} | 10 |
| 5.1 | 課題設定 | 10 |
| 5.2 | 方法 | 10 |
| 5.3 | 結果 | 11 |
| 第6章 | 見張り不十分が原因とされる衝突海難の対策 ^{6,7)} | 12 |
| 6.1 | 課題設定 | 12 |
| 6.2 | 方法 | 12 |
| 6.3 | 結果 | 13 |
| 第7章 | 結論 | 14 |

第1章 序論

1.1 海難の現状とヒューマンエラー（操船者エラー）に関する先行研究

旧海難審判庁の海難レポート及び海難審判所のレポート海難審判，海上保安庁の海難統計によると，海難件数は年々減少傾向にあるが，いまだに多くの海難が発生していることが分かる⁸⁻¹¹⁾．また，海難の中で最も多いのは衝突海難であり⁸⁻¹¹⁾，衝突海難は，人命や積荷へ大きなダメージを与える可能性が高いだけでなく，油の流出等，環境汚染に繋がる可能性も高い海難と言える．そこで，衝突海難を減らすための対策が望まれている．

多くの衝突海難の原因として，見張り不十分や操船不適切等の「ヒューマンエラー」が指摘されている．衝突海難の原因の79%はヒューマンエラー，つまり操船者のエラーである¹¹⁾．ヒューマンエラーが原因とされる事故を減少させるためには，システムの完全自動化，もしくはヒューマンエラーの抑制が必要である．船舶においても，ヨーロッパを中心に自律航行船（無人化船）の研究が始まっているが，¹²⁻¹⁴⁾．船舶は，船橋からの見張り作業に着目すると，周囲の環境情報や他船情報の電子化，情報収集方法の自動化は進んできているものの，基本的には人間（操船者）の判断や操作が中心となって運航されている．つまり，船舶は航空機や鉄道，自動車等の他の交通分野に比べ，人間（操船者）の専門知識や高度な操船技術，また乗船経験に基づく操船者の行動が，より多く必要とされる交通分野である．人間の関わる部分が多い船舶の運航システムでは，機能の自動化への課題が多く，船舶の運航が完全に自動化（無人化）されるまでには，まだ長い年月がかかることが予想できる．したがって，現時点で衝突海難を減少させるためには，船舶運航におけるヒューマンエラー（操船者のエラー）を理解し，それらを抑制する対策を行う必要がある．

船舶運航における操船者の見張り特性や操船者のエラー，避航行動や操船者のエラーが原因となった海難分析に関し，すでに多くの先行研究がなされている．例えば，村山，山崎らは，操船者が緊急な危機回避行動を要求されヒヤリとする状況を未然事故と定義し，調査票による発生状況を調査し，海難審判を受けた船舶数と比較することで，未然事故はハインリッヒの法則に近い割合で発生していることを示した¹⁵⁾．また，今津らは，海難原因の解明を目的として，ヒアリハット事例（ニアミス事例）について，アンケート及びヒアリング調査を行い，ニアミスを起こした多くのケースで，その時のワッチレベルでの対応が困難になっていたことと，ワッチレベルが高い場合でも，チームワーク不足で能力が十分に発揮されていないケースがあることを明らかにした^{16,17)}．しかし，これらの研究はアンケート調査に基づくものが多く，ニアミスや未然事故が起こりやすい状況やその発生頻度，一部要因の指摘にとどまっており，それらが発生した過程や背後要因を辿る分析をしている事例は少ない．そこで，本論文の対象は，衝突海難を引き起こしたケースと共に，ニアミスや未然事故等の実際には衝突海難を起こしていないケースも含む船舶運航における操船者のエラーとし，それらが発生

した過程や背後要因を示すとともに、安全対策の検討と提案を行う。

操船者の見張り特性に関する研究として、小林らは、操船シミュレータを用いて東京湾中ノ瀬航路入り口で発生した衝突海難事例を分析し、その原因が操船者のエラーであることを示すと共に、航路航行義務という環境特性と操縦性能が間接原因であることを示した。また、海難の関係因子抽出と因子間の関係を明らかにするにあたり、操船シミュレータを用いた調査が有効であるとしている¹⁸⁾。西村らは、航行環境の変化に対する操船者の見張り特性として、視界制限状態や周囲の船舶数の増加により、見張りの範囲が狭められることと、自船から近い船舶に見張りが集中することで、見張りの範囲が狭められることを示している¹⁹⁾。金湖らは、遭遇確率から衝突リスク削減効果を定量的に評価する手法を開発し、航行環境整備による衝突海難防止対策を提案している²⁰⁾。これらの研究結果から、操船者の見張り特性やエラーの発生過程を分析するために、操船シミュレータの利用は有効であると考えられる。そこで、実船で計測することが難しい操船者の見張り特性やエラーの発生過程を分析する手段として操船シミュレータを活用したいと考える。

井上らは、水先人養成を目的としたシミュレータ訓練において、操船実務経験者と商船系学生の見張り作業の違いを示す有効な手法として、SAGAT(Situation Awareness Global Assessment Technique)²¹⁾を用いている²²⁾。SAGATは、実験後に実験中の状況についてヒアリング調査を行うのではなく、実験中にその場の状況に関する被験者の知識を調査する手法であり、実験後の記憶や感情に影響されない、実験中の状況認識を計測できる特徴がある。そこで、操船シミュレータ実験における操船者の行動分析とは別に、操船者の状況認識の詳細を分析するためには、SAGATが有効であると考えられる。

海難の事例分析に基づく研究として、山崎は、海難審判庁裁決録において「見張り不十分」を主要因と記載されている衝突海難のみを対象とした事例分析を行い、漁船と貨物船別の見張り不十分となった理由等、衝突海難の実態を示した²³⁾。福地らは、人間-機械システムの安全設計を目標とし、海難審判庁の海難データをFTA(Fault Tree Analysis)を行っている。これらの先行研究から、衝突海難事例の分析により、その発生傾向を把握することが可能であることが分かり、発生頻度の高い操船者エラーやその背後要因の一部を示すことが可能であると考えられる。そこで本論文では、安全対策を検討する上で必要となる操船者エラーの一般的な背後要因のリストアップに海難事例を用いる。

1.2 研究目的

本論文は、海難の主要な原因として指摘される操船者のエラーは海難の背後要因の一つ過ぎず、操船者エラー背後には様々な要因があるという視点から、船舶運航における操船者の一般的な状況認識の特徴を示すことを目的とする。さらに、それらの特徴に基づき、見張り不十分が原因として指摘される衝突海難を減らすための効果的な対策を提案することを目的とする。

1.3 研究の概要

本論文では、まず衝突海難事例からその傾向を分析し、かつ船舶運航における人間の関わり方や自動化の度を整理することで、衝突海難対策を検討するためには、操船者の状況認識に着目する

ことの必要性について示した。次に、操船者の一般的な状況認識の特徴を明らかにするために、操船実務経験者を被験者とした操船シミュレータ実験を行い、操船者の行動分析と SAGAT (Situation Awareness Global Assessment Technique)²¹⁾ を用いた状況認識の分析を行った。また、人間信頼性解析手法である CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method)²⁴⁾ を用いて、衝突海難事例を分析する過程において、見張り作業における操船者エラーの背後要因を整理した。さらに、操船者の状況認識を含む意思決定過程をイベントツリー表示し、重要度評価手法を適用する、衝突海難対策の検討法を提案した。提案した手法を用いて衝突海難事例を分析した結果と、操船者の一般的な状況認識の特徴を用いて、見張り不十分が原因とされる衝突海難の具体的な対策を提案した。

第2章 事故防止対策の現状とヒューマンファクター

2.1 課題設定

衝突海難の防止対策を検討するにあたり、船舶運航におけるヒューマンエラーの定義を明確に示し、現状の対策やヒューマンファクター分析に関する現状を把握しておく必要がある。

2.2 方法

本章では、航空機、鉄道、自動車、船舶、各交通分野における事故調査の現状と、各分野における自動化の程度等を整理し、船舶の運航における操船者の関わり方と事件事例分析から分かる操船者エラーの特徴を把握する。また、海難の発生状況とヒューマンファクターの視点からの現状の海難対策について調査を行い、船舶の運航における操船者エラーを抑制するための視点について整理する。さらに、過去の事故調査で指摘される原因を調査し、発生頻度が高く、事故による人的被害や環境影響が大きい衝突海難の発生傾向から、現在最も対策をとるべき船舶運航における操船者のヒューマンエラー（操船者エラー）を指摘する。

2.3 結果

本章では、船舶事故調査報告書や海難分析に関する文献調査により、衝突海難を抑制するために扱うべき船舶運航におけるヒューマンファクター（操船者エラー）を定義した。また、海難審判所（旧海難審判庁）の海難レポート（過去20年分）と海上保安庁の海難統計（過去22年分）を用いて、衝突海難の発生傾向を分析し、以下の結論を得た。

- (1) 交通機関を運転する人間を、運転を職業としている「職業人」とそれ以外の「非職業人」の2種類に分類すると、船舶は職業人（海技士）と非職業人（小型船操縦士等）の操縦が混在し、特に沿岸海域や湾内では、作業船やタグボート等の職業人と、小型漁船やプレジャーボート等、非職業人の操縦する船舶が近接して航行している。
- (2) 事故による被害の大きさを考えると、小型船やプレジャーボートより、大型の船舶、つまり職業人（海技士）の関わる事故に、まず着目する必要がある。
- (3) 船舶の運航は、操船者の専門知識や高度な操船技術、また乗船経験に基づく操船者の判断や操作がより多く必要とされる交通分野である。

- (4) ヨーロッパを中心に、日本においても自律船（無人化船）に関わる検討が始まっているが、人間の関わる部分が多い船舶運航では、様々な機能の自動化への課題が多く、自律船が運航されるまでには、まだ長い時間を要すると考えられる。
- (5) 多くの事故対策の結果、衝突海難は、少しずつ減少傾向にあるが、ここ数年の減少幅が小さい。これは、今まで行われてきた事故分析の結果に基づく対策だけでは、衝突海難の抑制に限界があることの表れと考えることができる。つまり、衝突海難をさらに減少させるためには、事故分析以外のアプローチも必要であると考えられる。
- (6) 衝突海難の原因として多く指摘されるのは「見張り不十分」や「操船不適切」等、操船者のヒューマンエラー（操船者のエラー）であり、衝突海難の原因全体の約80%を占める。したがって、現在最も対策の検討が望まれる船舶運航におけるヒューマンエラーの一つである。
- (7) 衝突海難の原因として多く指摘される「見張り不十分」には、まったく他船に気づいていない場合と、他船の存在に気づいていたにも関わらず、継続的な見張りを行っていなかった場合の両方が含まれており、海難審判裁決録や海難レポートからは、なぜ「見張り不十分」に陥ってしまったのかという背後要因を把握することが難しい。操船者のエラーは、あくまで最終的な結果であるという視点から対策の検討を行う必要がある。
- (8) 操船者の見張り作業を Endsley の状況認識モデルに当てはめて考えると、「見張り不十分」とは、操船者の状況認識におけるエラーであると考えることができる。そこで、見張り不十分が原因とされる衝突海難を抑制する方法を検討するためには、まず、操船者の見張り作業（状況認識）の詳細を理解する必要がある。

第3章 操船者の見張り作業におけるエラーモード と状況認識の特徴¹⁻³⁾

3.1 課題設定

衝突海難の主要な原因として指摘される「見張り不十分」は、状況認識における操船者エラーの一つであると考えられる。また、操船者の見張り作業において、海難には至らないが、海難を引き起こす可能性のある状況が多数発生していることは一般的に知られており、海難審判所（旧海難審判庁）や海上保安庁の統計で示されるより多くの操船者エラーが発生していると考えられる。操船者エラーが原因で引き起こされる海難を抑制するためには、操船者の標準的な見張り作業を把握した上で、海難発生の有無に関わらず発生している操船者エラーを把握する必要がある。

3.2 方法

本章では、同一環境を繰り返し再現でき、かつビデオやマイクを利用し、操船者の目線や航海機器の操作状況等、操船行動を計測することができる操船シミュレータを用いて、操船者の行動分析と、SAGAT（Situation Awareness Global Assessment Technique）を用いた操船者の状況認識の計測を行った。実験シナリオ作成の際、事前に見張りを行うべき船舶を定義し、それらの船舶が適切なタイミングで監視されているかどうか評価することで、海難の有無に関わらず、実験中に発生した操船者エラーを特定すると共に、SGATを用いて被験者がシミュレータ実験中に注目している船舶を計測することで、複数の操船実務経験者が共通して監視している船舶の特徴を示した。

3.3 結果

操船シミュレータを用いて、操船実務経験者を被験者とした実験を行い、実験における操船者の行動分析やSAGATを用いた状況認識の計測から下記のことが明らかとなった。

- (1) 操船者の見張り作業における行動分析から、見張り不十分として指摘される「見落とし」や「気づき遅れ」という操船者エラーを抽出し、衝突海難を引き起こしていない場合でも、それらのエラーが複数発生していることを示した。
- (2) 操船者は自船の周囲に複数の船舶が存在する場合、それらの船舶に対し見張りの優先順位を付けており、見張り不十分として指摘される「見落とし」や「気づき遅れ」という操船者エラーは、何らかの背後要因によって操船者の見張りの優先順位が適切ではなくなった結果として生じる行

動,つまりそれらの発生要因は操船者の見張りの優先順位が適切ではなかったことであることを示した.

- (3) 操船者の一般的な見張り作業として,複数の被験者が共通して見張りを行っている船舶を原らが提案した衝突危険度評価式^{?)}のパラメータを調整することで,距離及び方位変化率で示される特徴を示した.

第4章 CREAMを用いた衝突海難事例分析及び衝突海難の背後要因の検討

4.1 課題設定

第3章において、操船者の見張り作業を分析した結果、操船者は自船周囲に複数の船舶が存在する場合、それらに見張りの優先順位を付けており、見張り不十分として指摘される操船者の行動は、何らかの背後要因によって操船者の見張りの優先順位が適切ではなくなった結果として生じるものであることが明らかとなった。さらに、操船者の状況認識モデルを用いて操船者エラーを分析した結果、情報収集や情報に基づく判断、情報に基づく将来予測において、複数の背後要因が考えられた。

見張り不十分が原因とされる衝突海難の抑制には、適切な見張りの優先順位を維持する対策が必要である。そのためには、見張りの優先順位に影響を与える、操船者エラーとその背後要因を把握しておく必要があると考えられる。

4.2 方法

本章では、原子力分野のヒューマンエラー分析に用いられる人間信頼性解析手法の一つであるCREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method)²⁴⁾を衝突海難分析に用いることができるよう、Common Performance Condition (CPC) や原因-結果リンク (背後要因の分類) を修正・整理することで、発生する可能性のある操船者エラーの背後要因を把握した。また、CREAMによる衝突海難事例の分析を行い、修正したCPCや原因-結果リンクの妥当性を検証した。海難事例分析には、運輸安全委員会の船舶事故調査報告書の「第2章 事実情報」のみに着目し、「第3章 分析」に記載されている事項を極力参照せず、衝突に至る事実の経過のみに基づく分析を行った。

4.3 結果

本章では、人間信頼性解析手法の一つであるCREAMを海難分析に適用し、操船者エラーの背後要因を把握することを目的として、CPC及び原因-結果リンクの修正と整理を行った。さらに、修正したCPC及び原因-結果リンクを用いて衝突海難の事例分析を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) CPCを海難に特化してものに修正することで、因子型の操船者エラーの背後要因について整理することができた。また、それらのCPC間の依存関係について、操船実務経験者へアンケート調査を行った結果、船舶の運航特有の依存関係が明らかとなった。

- (2) 原因－結果リンクを海難に特化したものに修正することで、エラーモードとその背後要因の関係を海難特有の先行条件の追加も含め整理することができた。
- (3) 修正を行った CPC や原因－結果リンクを用いて、海難事例分析を行った結果、CPC や原因－結果リンクをまとめた分類表に基づき分析を行うことで、CREAM を海難分析に適用することが可能であることを示した。ただし、船舶事故報告書等、すでに事故調査が終了している事例を分析する際には、報告書に該当する項目が明確に記載されていない場合、一部の CPC や原因－結果リンクが評価できないという問題が発生する可能性がある。したがって、事故調査の段階で本章で整理したエラーモードや背後要因の発生の有無等を調査する必要がある。

第5章 操船者の状況認識に着目した衝突海難対策 の検討手法^{4,5)}

5.1 課題設定

第3章では、操船シミュレータ実験における操船実務経験者の行動分析と、SAGATを用いた状況認識の計測から、操船者の見張り特性について把握した。また、操船者の見張り作業におけるエラーの詳細を、操船者の状況認識モデルを用いて分析し、可能性のある背後要因の検討を行った。第4章では、操船者のエラーの背後にある一般的な要因をリストアップし、CREAM手法に基づく衝突海難分析を通し、それらの背後要因を整理した。シミュレータ実験における操船者の行動分析やCREAMを用いた事件事例分析から、操船者エラーの抽出やその背後要因をリストアップすることは可能である。一方、複数の操船者エラーが発生した場合や、操船者エラーの背後に複数の背後要因が存在する海難を防止するために、それら全てに対策を取ることは不可能である。第3章で行った操船者の状況認識モデルを用いた分析だけでは、効率的な衝突海難対策、つまり、優先的に取り組むべき対策を提案することが難しい。

5.2 方法

海難審判所裁決録（以降、裁決録）は実際の海難事例の記録であり、海難の詳しい状況を知るためには有効な資料である。しかし、裁決録の調査から得られるのは、あくまで事故を回避できなかった場合、言わば操船者の失敗の行動である。一方、裁決録を参考にした実験シナリオによるシミュレータ実験では、衝突を回避するまで繰り返し実験を行うことにより、衝突を回避できた場合の行動を得ることが可能である。この様にして得られる回避行動と、回避できなかった場合の行動（裁決録に記載の内容を含む）、またそれぞれの行動に至る操船者の意思決定過程を比較することで、操船者エラーを含む衝突海難の原因を抽出し、対策を検討することは可能と考えられる。

実験シナリオは、分析の対象とする衝突海難を裁決録等を用いた調査に基づき作成し、シミュレータ実験は、衝突を回避できた場合の操船者の行動が観測できるまで繰り返し行う。したがって、1回目の実験で衝突を回避した場合は、1回の実験で終了し、衝突を回避できなかった場合は複数回の実験を行う。実験後には、操船の意図や状況認識の詳細についてヒアリング調査を行う。行動分析及びヒアリング調査の結果を用いて、操船者の意思決定過程をシンプルにモデル化した簡易タスクモデルを作成し、簡易タスクモデルをヘッダーとして、イベントツリー表示することで、衝突を回避できた場合と回避できなかった場合の操船者の意思決定過程を比較することが可能である。さらに重要度評価

手法を適用し、衝突を回避するために重要となるタスク、つまり最も対策を取るべきタスクを指摘することができる。

5.3 結果

本章では、効率的な衝突海難対策を検討する手法を提案し、海難事例に基づき、手法の有効性の評価を行った。その結果について、下記に示す。

- (1) 海難事例を再現したシナリオを用いたシミュレータ実験を行い、行動分析から操船者の意思決定過程をイベントツリー表示し、重要度評価を行うことで、衝突海難の効率的な対策の検討が可能である。ただし、効率的な対策を一つに絞ることができるのは、衝突までの時間が短く、操船者が判断や注視等のタスクを繰り返さない状況における衝突海難を対象とした場合である。
- (2) 提案した手法を用いて、航路入口で発生した衝突海難事例を分析した結果、操船者エラーとして衝突の危険があるかどうかの判断エラーを抽出することができ、衝突の回避には、この「判断」というタスクに対策をとる必要があることを示した。
- (3) 海難事例分析で抽出した判断エラーの背後には、操船者の思い込みという背後要因が存在する可能性が高いことが明らかとなった。

第6章 見張り不十分が原因とされる衝突海難の対策^{6,7)}

6.1 課題設定

第3章では、見張り不十分として指摘される「見落とし」や「気づき遅れ」は、衝突海難を引き起こしていない場合でも、複数発生していることを示し、その背後要因として、見張りの優先順位が適切でなかったことを指摘した。さらに、複数の操船者に共通する標準的な見張り作業として、継続的に見張りが必要な船舶の条件を示した。第4章では、CREAM を衝突海難分析に用いることができるよう、Common Performance Condition (CPC) と原因-結果リンク (背後要因の分類) を修正・整理し、発生する可能性のある操船者エラーの背後要因を示した。さらに第5章では、衝突海難事例を用いて、対策の検討手法を提案した。これらの研究結果を元に、見張り不十分が原因として指摘される衝突海難対策を提案する必要がある。

6.2 方法

事故対策の検討では、その導入コストや海域特有の制約等を考慮する必要がある。本章では、第5章で明らかとなった操船者の判断エラー (思い込み) の抑制を目的とし、導入コストに重点を置いた検討を行った。その結果、どの海域においても実施可能で、現実的にすぐに導入でき、導入コストが低い対策として、ポスターによる航路情報の事前提供を、一つの対策として採用し、その効果を検証した。

具体的には、航路の情報を提供する資料として、航路の入り口付近にて横切りの交通流の存在があることを示すと共に、衝突海難事例を紹介する A4 サイズのポスターを作成した。シミュレータ実験において、ポスターを実験前に参照した被験者と、参照しなかった被験者の判断や行動を整理し、比較評価を行った。

これらの結果から、本章の前半では、情報の事前提供が衝突海難の抑制に有効な方法の一つであることを示したが、分析を行ったポスターを利用した方法は、どの海域においても実施可能で、現実的にすぐに導入ができ、導入コストも低いというメリットがあるが、効果を発揮するためには、ポスター (情報) を操船者に確実に参照してもらう必要があることが明らかとなった。事前に衝突を抑制するために有効な情報を確実に参照してもらうためには、やはり自動的に提供する仕組みが必要がある。ただし、機器の導入コスト、船橋内にすでに設置されている航海計器や操船者が主に情報収集のために操作している航海計器の数を考慮すると、新しく情報提供するための機器を導入するよりも、すでに多くの船舶に搭載され、使用頻度の高い航海機器に情報の事前提供機能を追加することが、

現実的でかつ有効であると考えられる。そこで、多くの船舶に搭載され、操船者の使用頻度も高い、レーダによる情報の事前提供方法を検討し、提案を行った。

6.3 結果

本章では、見張り不十分が原因として指摘される衝突海難対策を検討・提案し、その効果を検証した。また、レーダの機能に着目した衝突海難対策を提案した。その結果について、下記に示す。

- (1) 衝突海難対策を導入コストや導入の現実性を考慮して検討した結果、「情報の事前提供」が見張り不十分が原因として指摘される衝突海難の抑制に有効な対策の一つである。
- (2) 「情報の事前提供」は、他船にまったく気付いてないという見張り不十分を抑制するために有効な対策の一つであるだけでなく、適切なタイミングで定期的を実施することで動静監視不十分を抑制するためにも有効な対策の一つとなると考えられる。
- (3) シミュレータ実験によりポスターによる情報の事前提供の有効性を検証した。事前に事件事例や海域に特徴的な交通流の情報をポスターにより参照した場合、衝突又は衝突に近い状況を避けることができる割合が高いことが明らかとなった。つまり、「情報の事前提供」は衝突海難の抑制に有効な対策の一つである。
- (4) レーダを用いた「情報の事前提供」の具体的な方法として、操船者の要求の有無に関わらず、第3章で示した継続的に見張りの必要がある船舶を自動捕捉・追尾し、連続してそれらの船舶のARPA情報等を提供する方法を提案した。
- (5) レーダのラスタ画像による画像処理とクラスタ分析から、今後、レーダにおける船舶画像の捕捉・追尾精度の向上により、(3)で提案した情報の事前提供を実現するためのレーダの自動捕捉・追尾機能の導入は十分可能であると考えられる。

第7章 結論

本論文では、衝突海難の原因として指摘される「見張り不十分」とは操船者の状況認識におけるエラーと考えることができ、操船者エラーには様々な背後要因があるという視点から、操船シミュレータ実験による操船者の行動分析と、SAGATを用いた状況認識の計測を実施し、見張り作業における操船者エラーと操船者の状況認識の特徴を示した。さらに、CREAMを用いた海難事例分析により、衝突海難の背後要因を整理した。また、見張り不十分が原因とされる衝突海難の対策の検討方法を提案し、情報の事前提供が操船者エラーの抑制に効果があることを示した。最後に、情報の事前提供方法として、レーダによる情報提供方法について提案を行った。

参考文献

- 1) 西崎ちひろ, 伊藤博子, 竹本孝弘. 操船者の見張り作業におけるエラーモードの検討. 日本航海学会論文集, Vol. 132, pp. 105–113, 2015.
- 2) Chihiro NISHIZAKI and Takahiro TAKEMOTO. Error detection in the navigational watch based on the behavior analysis of navigators. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TransNav)*, Vol. 9, No. 2, pp. 163–168, 2015.
- 3) Tadatsugi OKAZAKI and Chihiro NISHIZAKI. A study on situation awareness of ship maneuvering simulator training. *International Journal on Emerging Trends in Engineering and Technology (IJETET)*, Vol. 3, No. 1, pp. 21–31, 2015.
- 4) 西崎ちひろ, 吉村健志, 田村兼吉, 三友信夫. 操船シミュレータを用いた操船行動に関する解析手法. 日本航海学会論文集, Vol. 123, pp. 95–102, 2010.
- 5) Chihiro NISHIZAKI and Hiroko ITOH. Development of a method for ship collision analysis with bridge simulator. *International Journal on Emerging Trends in Engineering and Technology (IJETET)*, Vol. 3, No. 1, pp. 11–20, 2015.
- 6) 西崎ちひろ, 今津隼馬, 藤坂貴彦. レーダ画像処理による船舶映像の抽出に関する研究. 日本航海学会論文集, Vol. 121, pp. 13–18, 2009.
- 7) 西崎ちひろ, 伊藤博子, 吉村健志, 三友信夫. 操船者の避航判断パターンのモデル化による判断エラー発生過程の検討. 日本航海学会論文集, Vol. 125, pp. 55–61, 2011.
- 8) 海難審判庁. 海難審判の現状 (平成 11 年～平成 13 年版), 平成 11 年 9 月～平成 13 年 9 月.
- 9) 海難審判庁. 海難レポート (2002～2008), 平成 14 年 7 月～平成 20 年 7 月.
- 10) 海難審判庁. 海難レポート (平成 21 年度～平成 26 年), 平成 21 年 12 月～平成 26 年 12 月.
- 11) 海上保安庁. 海難の現状と対策について (平成 20 年度～平成 25 年), 平成 21 年 3 月～平成 26 年 3 月.
- 12) H. C. Burmeister, W. Bruhn, and L. Walther. Interaction of harsh weather operation and collision avoidance in autonomous navigation. *International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 9, No. 1, pp. 31–40, 2015.
- 13) O. J. Rodseth and H. C. Burmeister. Risk assessment for an unmanned merchant ship. *International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 9, No. 3, pp. 357–364, 2015.
- 14) B. J. Vartdal. Revolt - the unmanned, zero emission short sea ship of the future. In *Proceedings*

- of International Seminar of Practical Use of Marine Big Data - for creating new business opportunities -*, pp. 55–72. Japan Ship Technology Research Association, 2015. presentation No.3.
- 15) 村山義夫, 山崎祐介, 遠藤真. 未然事故調査試行結果について. 日本航海学会論文集, Vol. 98, pp. 257–264, 1998.
 - 16) 今津隼馬, 浦環. 船舶運航時におけるニアミス事例について. 日本航海学会論文集, Vol. 100, pp. 67–73, 1999.
 - 17) 今津隼馬, 浦環. 船橋運航作業におけるニアミス原因. 日本航海学会論文集, pp. 119–126, 2000.
 - 18) 小林弘明, 濱田俊秀, 片岡高志. 操船シミュレータによる海難の事故分析に関する研究：第拾雄洋丸とパシフィック・アレス衝突事件について. 日本航海学会論文集, Vol. 98, pp. 151–159, 1998.
 - 19) 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, Vol. 118, pp. 299–305, 2008.
 - 20) F. Kaneko. Effectiveness of separation scheme for prevention of collision by diminishing ships. *Proc. Int. Conf. on Collision and Grounding of ships*, 2004.
 - 21) MR Endsley. Situation awareness global assessment technique (sagat). *Proceedings of the National Aerospace and Electronics Conference 1988 (NAECON 1988)*, Vol. 3, pp. 789–795, 1988.
 - 22) 井上一規, 岡崎忠胤, 村井康二, 林祐司. 操船シミュレータ訓練時の状況認識計測についての基礎研究. 日本航海学会論文集, Vol. 126, pp. 11–18, 2015.
 - 23) 山崎祐介. 見張り不十分に因る船舶間衝突の実態について：海難構造の分析. 日本航海学会論文集, Vol. 90, pp. 321–330, 1994.
 - 24) E. Hollnagel. *Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM)*. Elsevier Science, 1998.
 - 25) 原潔, 長澤明, 中村紳也. 海上交通状況に関する操船者の主観的危険度評価. 日本航海学会論文集, Vol. 83, pp. 71–80, 1990.