

機関番号：54102
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：平成 21 年度～平成 22 年度
 課題番号：21710173
 研究課題名（和文） 海上交通環境情報の価値化と操船支援情報の設計に関する研究
 研究課題名（英文） A study on priority of marine traffic environmental information and design of ship-handling support information

研究代表者
 瀬田 広明（SETA HIROAKI）
 鳥羽商船高等専門学校・商船学科・准教授
 研究者番号：20311037

研究成果の概要（和文）：本研究では、海上交通環境に着目し、船橋にいる操船者がどのような情報を必要としているのかをアンケート調査すると共に、船舶運航時に行われている情報通信がどれほど有効なのかを客観的数値指標を用いて評価した。その結果、航行管制は海域の安全を高めると共に、操船者自身も必要としていることがわかった。また、無線電話で相手船の意志を確認することで、操船者はより大胆な操船を行うことがわかった。

研究成果の概要（英文）：In this research, marine traffic environments are paid attention to, and the questionnaire surveys were done to know what kind of information the deck officers on the bridge need. And the priority of the information and the communication doing on the navigation are estimated by using objectively numerical indexes.

As a result, what vessel traffic control has greatly improved the safety of sea areas and the navigators also want to need it is found. That confirming by using VHF, moreover, made it possible for the deck officers to do bold ship handling is found.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
21年度	1,100,000	330,000	1,430,000
22年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

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：船舶安全工学、海上交通工学

1. 研究開始当初の背景

操船における【操船者 - 船舶 - 環境】の三者は互いの連環の中で一つのシステムを構成しており、操船者は行為の主体、船舶は客体、環境はこの行為への影響要因として位置付けられている。

環境に着目すれば、まず、人と船を取り巻き、船の運動や操船者の行動判断に影響を及ぼす環境の種類は、図 1 に示すような階層構造で表される。「操船環境」とは、風、潮流、



図 1 船と操船者を取り巻く環境の種類とその構成

波などの自然外乱、浅瀬や陸岸などの自然的な地形、護岸、防波堤、ブイなどの人為的に建設、設置された施設のように、自船行動の操船を物理的に制約するものをいう。「交通環境」とは、自船の周囲に存在する他船や、それらの動きにより形成される交通流の条件によって構成され、やはり自船の操船行動に制約を与えるものをいう。「情報環境」とは、操船者に情報を与えるものを指し、これには法律や規則などのように操船者の操船行動を律するもの。海上交通に関する情報の提供と航行管制などを行う海上交通センター。船体内部で操船者に情報提供する AIS、電子海図等の航海計器。そして、船舶の外部から得ることのできる潮流信号所や接岸速度計など、船橋にいる操船者の操船行動の判断を支援する操船支援情報がある。

本研究では安全な操船を達成するために必要となる「情報環境」に着目して、情報の効果(価値)を抽出し、海上交通環境の整備に役立たせようとするものである。

2. 研究の目的

操船者が果たすべき役割は言うまでもなく、船種、船型、操縦性能の良し悪しにかかわらず、理論と知識に裏付けされた経験の合理的応用に基づいて操船の決断を行い、どんな劣悪な環境条件下でも、船舶を適切に制御して航海の安全を維持し、人や財貨の移動を確実に達成させることである。逆に、船舶の性能に恵まれ、経験豊富な操船者であっても周辺環境が悪く、適切な情報が入手できなければ、船舶が危険な状態に陥る場合がある。時には、時間的にも費用的にも大きな犠牲を伴い事故に至ることもある。つまり、操船者、船舶と環境、この三者はいつもバランスの取れた状態で、操船者は困難な操船状況をも着実に処理できる優秀な能力と技術を備え、船舶は良好な性能を備えると同時に、操船が容易に行える環境を整えることが必要である。

そこで、本研究では、海上交通環境に着目し、船橋にいる操船者がどのような情報を必要としているのかをアンケート調査すると共に、実際の船舶運航時に行われている情報交換がどれほど有効なのかを客観的数値指標を用いて評価することを目的とする。

3. 研究の方法

船舶運航中における各種情報の有効性を検討するためには、「船舶間で通信される情報」と「陸上から取得できる情報」、さらには「操船実務者が必要と考えている情報」の各面から評価することが基本となる。

以下に各情報の有効性を検証するための方法について整理する。

(1) 船舶間で通信される情報

AIS(Automatic Identification System)とその情報を表示する装置を搭載している船舶の増加に伴い、VHF無線電話装置(以下、無線電話という)による通信が増加している。これは、AISの静的情報により船名の確認が容易になったためと考えられる。

無線電話通信を行えば、相手船とより確実な意志疎通が可能となるが、著者らが無線電話通信を聞いていると、円滑に利用できず、混信やチャンネルが輻輳していたり、使用言語によっては、船舶間で正しく意志の疎通ができていない例や、通信規則を遵守できていないなどの問題が多くあることがわかった。

また、海上衝突予防法を始め、無線通信を使った避航意志の確認に関する明確なルールはなく、これまで、AISによる意志疎通を行う新しい提案はあるが、無線電話通信の実態調査や、その通信と海上交通との関係について研究はなされていない。

そこで本研究では、伊勢湾における船舶間の無線電話通信の頻度や特徴調査し、船舶の無線電話通信がどのようなきっかけで行われているか、また、無線電話通信を使った避航動作について考察した。

(2) 陸船間で通信される情報

大都市圏内に隣接する東京湾、伊勢湾、大阪湾は航行海域が制約されている上、海上交通が輻輳する海域である。これらの海域には指定特定重要港湾が存在し、巨大船や原油、液体ガスを運搬する危険物積載船が常時出入港しており、湾口部には海上交通安全法で規定された航路も存在する。また、潮流が激しく屈曲水路が長く続く関門海峡は、海峡全域で港則法の適用を受け、船舶が輻輳し、交通の難所となっている。このような海域には、海上交通センターが存在し、船舶の運航を陸上から支え、各種情報を発信して、海上交通の安全向上に努めている。しかし、その効果について客観的に評価された例はない。

そこで本研究では、これらの海域を航行している船舶から送信されたAIS情報を受信し、1ヶ月間のAIS情報からAIS搭載船の航行実態を明らかにすると共に、各海域を航行している船舶の操船困難度の解析を行い、航行管制が行われている航路の操船困難性評価を行った。

(3) 操船実務者が必要としている情報

船舶は海上という特殊な環境で運用されており、自船の状況、他船との交通関係、気象、海象といった変化する環境に囲まれている。操船者は変化し続ける環境の中で操船する為、自らの置かれた環境を適切に把握しなければならない。この為、操船者は判断材料として各種航海計器や目視、他船他所との交

信等により情報を船橋に集め、船橋内で膨大な情報を取り扱わなくてはならない。操船経験豊富な操船者が重視する情報項目の優先順位を定める事ができれば、操船経験の少ない操船者への支援や操船支援情報に役立つ表示方法の検討といった安全運航へと繋がる可能性がある。

そこで本研究では、種々の環境の下で実行される操船において操船者がどのような情報を必要としているのかを調査するため、操船経験の豊富な水先人に対して航行環境情報に関するアンケート調査を実施した。

4. 研究成果

(1) 船舶間で通信される情報

船橋における操船者は、操船行動の意図確認や水先人乗下船時の注意喚起などを他船に対して行う際に無線電話通信をしばしば行っていることがわかった。この無線通信の有無で、操船者が感じる危険感がどのように異なるかを検証した。

船舶間の通信の実態調査は2009年1月27日~5月14日までの延べ30日の内、75時間行った。調査項目は、16chで呼出しを行った日時、呼出船、応答船の船名および通信内容である。通信開始位置は、AISの情報を使用した。通信開始位置を特定することができたのは60件である。

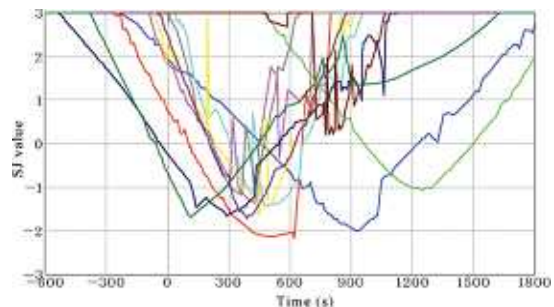
伊勢湾航行中の操船者が最も危険を感じる海域は、伊良湖水道航路の北側であり、横切り関係が発生する場面である。伊良湖水道航路北側付近における横切り関係で、無線電話通信を行ったAIS搭載船同士の船舶(15件)を対象として主観的衝突危険度(SJ値)による解析を行った。

図2は伊良湖水道航路北側付近における無線電話で呼出しを行った船舶のSJ値の時間変化の様子を重ね書きしたものである。ここで、横軸の0秒は、各船舶が呼出しを行った時刻を示している。いずれのケースとも、避航義務のある呼出し船舶のSJ値を示している。各船舶とも呼出しを行った後、SJ値が徐々に減少し、再び上昇に転じていることがわかる。15件の評価結果において、無線呼出時のSJ平均値は+1.85であった。また、各船舶が示したSJ最低平均値は-1.51であり、無線呼出後にSJ最低値を示すまでの平均時間は554秒であった。

次に、同海域で横切り関係となる船舶で且つ無線通信を行わなかったAIS搭載船を抽出し、避航義務船舶を対象とした11件についてもSJ値による解析を行った。

その結果、無線通信を行った時刻、もしくは無線通信を行ったであろう時刻のSJ値は無線通信の有無に関わらずほぼ同じ値を示しているが、呼出し開始から554秒後のSJ値は低く、主観的衝突危険度が高くなっている。

つまり、無線通信により操船行動の意志を確認した結果、本来なら危険と感ずる状況での操船がなされていたことがわかる。換言すれば、危険になりそうな場面でも、事前に通信を行うことによって、操船者の危険に対する許容範囲が拡大されるので、相手船に接近し



た操船を行うことが確認された。

図2 SJ値の時系列変化

(2) 陸上から取得できる情報

海上交通センターから提供される航行管制などの情報の有効性を検証するため、自船を取り巻く周辺環境が操船の困難さの面において、操船者に課す環境負荷の大きさを定量的に数値表現することができる環境ストレスモデルを用いて、三大湾および関門海峡を航行する全てのAIS搭載船舶に対して操船の困難性評価を実施した。

図3は東京湾で操船者が許容できない状態とされるES値900以上が出現した発生箇所の位置情報を重ね書きしたものである。

海上交通安全法や港則法で規定されている航路、つまり船舶が集中する海域や地形的

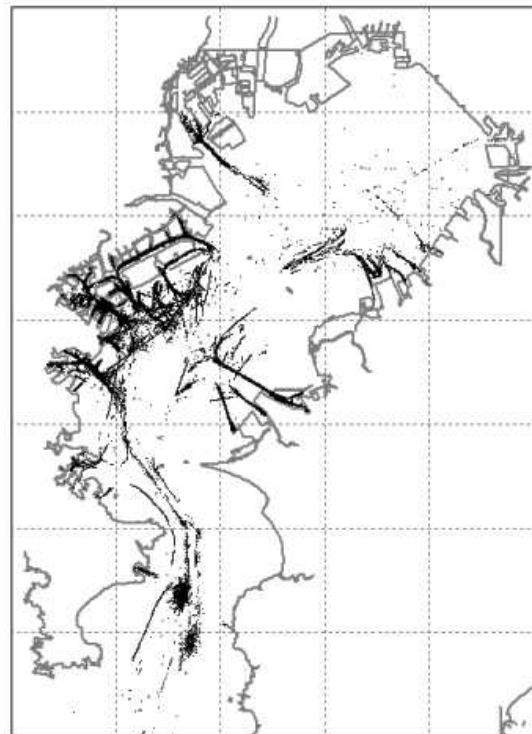


図3 東京湾におけるES値900以上の出現カ所

制約から航行水域が限定されるような海域において、操船者が許容できない状況が多く発生しており、港則法の航路は海上交通安全法の航路より潜在的な操船困難度が高いことが確認された。

次に、航路内で操船者が許容できない状況は操船環境と交通環境のうち、どちらの影響が強いのかについて分析した。

潜在的操船困難度が高い海域は陸岸や防波堤などの地形的制約が大きく関係しており、操船者の許容限界を超える場合は交通環境の影響が起因していることがわかった。また、ES 値が 900 以上の発生割合が高い上位 5 位までの順は、富津航路、木更津航路、横浜航路、鶴見航路、浜寺航路となっていた。このうち、富津航路、木更津航路では航行管制がなされていない。しかし、富津航路より航行隻数の多い横浜航路の方が ES 値 900 以上の発生割合が低くなっていた。このことから、航行管制、つまり、陸上から発信される航路の通航情報の有効性が伺えた。

(3) 操船実務者が必要と考えている情報

船橋にいる操船者が必要とする各種情報を航行環境情報と定義し、特徴別に「自船情報」「他船情報」「周辺情報」の 3 種に分類した。「自船情報」とは、自船針路や自船速力といった自船の状態を表す情報と定義し、「他船情報」とは他船の動的情報、自船との相対的な情報、または船籍などの静的情報も含む情報と定義し、「周辺情報」は地形や天候など船舶に影響を及ぼす外力の情報と定義する。また、「周辺情報」には規則等で操船行動を制限するものも含まれる。

アンケート調査は 2009 年 8 月に実施した。伊勢三河湾水先区水先人会の所属水先人に回答を依頼し、回答数は 59 件で回収率は 50.9%であった。アンケートは航行環境情報 34 項目ごとに重要～重要でないと回答できる 7 段階のリッカート方式を採用した。また、沿岸操船、港内操船の 2 場面の操船局面を想定して実施した。アンケート解析には独立性の検定であるカイ二乗検定の概念を応用して分析を行った。

その結果、沿岸操船時と港内操船時で操船者が重視する情報が異なる事が確認された。例えば、沿岸操船では自船針路を、港内操船では水深を重要視しており、船籍や船種、船型、波に関する情報は沿岸操船および港内操船の両場面で重要度が低い傾向がある事がわかった。

図 4 は航行環境情報の重要度の上位 10 項目を示したものである。青が自船情報、赤が他船情報、緑が周辺情報を示している。この図から操船者は航行中、自他船の運動情報を重視しており、他船情報より自船情報を重視していることがわかる。ここで、周辺情報に

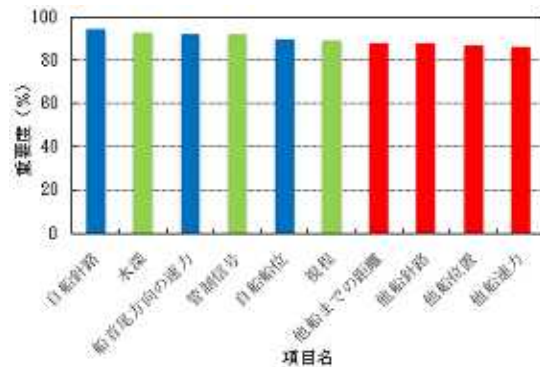


図 4 水先人が考える航行環境情報上位 10 項目
着目すれば、水深や視程の他に、陸上から提供される管制信号が高い重要度を示していることが確認できた。

以上の結果から、操船の実務者である水先人は自他船の運動を制限する管制信号から出される情報を勘案しつつ、他船情報を把握しながら自船の運動を制御している。換言すれば、他船の動静情報を適切に入手できる環境を設計することで安全運航の達成が可能になるといえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- (1) 瀬田 広明、大木 未来、臼井 英夫、酒出 昌寿：三大湾の海上交通解析 - AIS 搭載船の操船困難度評価 - , 日本航海学会論文集, 第 123 号, pp.13-19, 2010.9, 査読有
- (2) 大山 雄佑、江崎 修央、瀬田 広明、濱地 義法：魚眼レンズを用いた自船周りの映像表示技術, 日本航海学会論文集, 第 122 号, pp.45-52, 2010.3, 査読有
- (3) 瀬田 広明、小野 太津也、矢野 雄基、鈴木 治：VHF 無線電話通信から見た伊勢湾の海上交通状況, 日本航海学会論文集, 第 121 号, pp.55-61, 2009.9, 査読有

〔学会発表〕(計 件)

- (1) 鈴木 治、藤井 肇、竹本 孝弘、瀬田 広明：航海士から見た AIS と法, 平成 22 年日本船舶海洋工学会春季講演会, 2010.6.8, タワーホール船堀
- (2) O. Suzuki, Y. Tanaka, H. Seta, T. Takemoto, K. Yamashita : Ship to shore data sharing system, AIS workshop in Kobe Univ. , 2009.12

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瀬田広明 (SETA HIROAKI)

鳥羽商船高等専門学校・商船学科・准教授

研究者番号：20311037