The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	海上交通における衝突回避判断に関する研究 : 船型の影響と教育プログラムの検討
Author(s)	渕, 真輝
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/333
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

大阪大学大学院人間科学研究科博士論文

海上交通における衝突回避判断に関する研究

－船型の影響と教育プログラムの検討－

2011 年 3 月

渕　真輝

目次

要約 ····· vii

１章　序論　本研究の背景と目的 ····· 1
　１－１　はじめに ····· 2
　１－２　海運の概要 ····· 4
　　１－２－１　海運の重要性 ····· 4
　　１－２－２　船舶の種類 ····· 4
　　１－２－３　船舶の大きさの指標 ····· 5
　　１－２－４　船舶の乗組員 ····· 6
　１－３　海技免許と船員の養成 ····· 7
　　１－３－１　海技免許と小型船舶操縦免許 ····· 7
　　１－３－２　わが国の船員養成システム ····· 8
　１－４　海上交通とその他交通との比較 ····· 9
　１－５　海上交通ルールの概要 ····· 11
　　１－５－１　海上交通ルールの歴史概要と現行海上交通ルールおよび種類 ····· 11
　　１－５－２　海上衝突予防法の概要 ····· 11
　　１－５－３　視界の状態に応じて異なる海上衝突予防法の航法 ····· 12
　　１－５－４　海上交通ルールの曖昧さ ····· 13
　　a)衝突を避けるための動作 ····· 13
　　b)避航船と保持船 ····· 14
　　c)航法の適用 ····· 15
　　d)曖昧なルール ····· 16
　１－６　船舶の衝突回避判断に関する研究 ····· 17
　　１－６－１　曖昧な海上交通ルール改正の可能性はあるか ····· 17
　　１－６－２　曖昧な海上交通ルールにおけるガイドラインはあるか ····· 18
　　１－６－３　海上交通における心理学的研究の必要性 ····· 19
　　１－６－４　海上交通における衝突回避時機について ····· 20
　　１－６－５　海上交通における衝突回避場面での操船方略について ····· 22
　１－７　研究の目的 ····· 23
　１－８　本論文の構成 ····· 24
２章　海難分析 ····· 27
　２－１　海難の現状 ····· 28
　　２－１－１　海難とは ····· 28
　　２－１－２　海難の発生傾向 ····· 29

２－１－３　衝突海難の原因 30
２－２　衝突海難における船型差と本章の目的 31
２－３　調査方法 32
２－３－１　調査対象海難 32
２－３－２　避航船と保持船の動作 35
２－３－３　調査項目 35
２－４　結果 37
２－４－１　追越し船の航法が適用された海難について 38
２－４－２　行会い船の航法が適用された海難について 40
２－４－３　横切り船の航法が適用された海難について 42
２－５　考察 44
２－５－１　追越し船の航法が適用された海難に関する考察 44
２－５－２　行会い船の航法が適用された海難に関する考察 45
２－５－３　横切り船の航法が適用された海難に関する考察 45
２－５－４　3 航法が適用された海難に関する総合考察 46
２－６　問題提起 48
３章　海上交通ルールの知識に関する質問紙調査 51
３－１　海上交通ルールに関する知識と研究の目的 52
３－２　海上交通ルールテストの内容 53
３－３　テスト参加者およびテスト実施方法 54
３－４　結果 55
３－４－１　総合得点について 55
３－４－２　法律名・条文番号得点について 56
３－４－３　航法名得点について 57
３－４－４　行動得点について 58
３－４－５　各問題の行動に関する正答率について 59
３－５　考察 60
３－５－１　得点について 60
３－５－２　各問題の行動に関する正答率について 61
a）Q3 について 61
b）Q5 について 62
c）Q8 について 63
d）Q9 について 64
３－６　本章のまとめ 66
４章　運航実態調査 67
４－１　背景と目的 68
４－１－１　運航実態調査の必要性 68

４－１－２　目的 69
４－２　【調査Ⅰ】　避航操船の観察 69
４－２－１　方法 69
a)記録方法と記録項目 69
b)避航操船を観察した船舶とその時期 71
４－２－２　分析 73
a)「深江丸」について 73
b)「ひびき丸」と「まや」について 74
c)相手船について 74
４－２－３　結果 75
a) 深江丸について 75
b)「ひびき丸」と「まや」について 80
４－３　【調査Ⅱ】　瀬戸内海で船舶が接近した事例 82
４－３－１　目的および方法 82
４－３－２　相互関係になった船舶について 83
４－３－３　事例が発生した海域と状況の概要 84
４－３－４　各事象の詳細 85
４－４　考察 90
４－４－１　操船者による判断時機と航過距離の差異 90
４－４－２　船型別の判断時機と航過距離の差異 91
４－４－３　瀬戸内海で船舶が接近した事例に見る操船者の思考の差異 92
４－５　本章のまとめ 94
５章　判断時機に関する質問紙調査と映像実験 97
５－１　研究の背景と目的 98
５－２　海上交通ルールの確認 98
５－３　研究方法 100
５－３－１　研究の概要 100
５－３－２　研究参加者 100
５－３－３　研究実施方法 101
５－４　質問紙調査Ⅰ【大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙】 101
５－４－１　目的 101
５－４－２　方法 101
a)想定させた自船と相手船 101
b)想定させた航海場面 103
c)質問項目と分析 103
５－４－３　結果 104
a)避航船場面 104

b)保持船場面 ･･ 105
c)3 隻場面 ･･ 107
d)各場面各判断時機の相関･･ 109
５－４－４　質問紙調査Ｉのまとめ･･ 110
５－５　質問紙調査Ⅱ【普段操船する船型に近い船舶の操船を想定した質問紙】 ･･･ 110
５－５－１　目的･･ 110
５－５－２　方法･･ 111
a)想定させた自船と相手船･･ 111
b)想定させた航海場面･･ 112
c)質問項目と分析･･ 112
５－５－３　結果･･ 113
a)外航群と内航群の出会いについて（Table 5-9 における Case①～④） ･･････････ 113
b)外航群と漁船群の出会いについて（Table 5-9 における Case⑤～⑧） ･･････････ 116
c)内航群と漁船群の出会いについて（Table 5-9 における Case⑨～⑫） ･･････････ 118
５－５－４　質問紙調査Ⅱのまとめ･･ 121
５－６　映像実験 ･･ 122
５－６－１　目的･･ 122
５－６－２　方法･･ 122
a)映像における自船と相手船･･ 123
b)設定した航海場面･･ 124
c)評定項目と分析･･ 127
５－６－３　結果･･ 128
a)避航船場面 ･･ 128
b)保持船場面 ･･ 131
c)3 隻場面 ･･ 135
５－６－４　映像実験のまとめ･･ 138
５－７　考察 ･･ 139
５－７－１　質問紙調査と映像実験との比較検討･･････････････････････････････････ 139
５－７－２　判断時機の差と異船型間コンフリクト･･････････････････････････････････ 141
５－８　本章のまとめ･･ 143
６章　操船方略に関する質問紙調査･･ 145
６－１　背景と目的･･ 146
６－２　調査方法 ･･ 146
６－２－１　調査参加者および調査実施方法･･････････････････････････････････････ 147
６－２－２　想定させた航海場面･･ 147
６－２－３　想定させた自船と相手船･･ 149
a)3 隻場面 ･･ 149

b)追越される場面および航路場面 149
６－２－４　回答項目と分析 150
a)3 隻場面 150
b)追越される場面と航路場面 150
６－２－５　追越される場面と航路場面における操船方略の評価基準 151
a)追越される場面 151
b)航路場面 153
６－３　結果 155
６－３－１　3 隻場面 155
６－３－２　追越される場面と航路場面 157
６－４　考察 158
６－４－１　3 隻場面について 158
６－４－２　追越される場面と航路場面について 160
６－５　本章のまとめ 162
６－６　避航操船に関する教育プログラムの必要性 163
７章　教育プログラムの試行とその効果測定 165
７－１　背景と目的 166
７－１－１　はじめに 166
７－１－２　衝突回避操船教育に関わる先行研究 166
７－１－３　衝突回避操船の新しい教育プログラムの必要性 168
７－１－４　目的 169
７－２　教育プログラムの内容 169
７－３　効果検証 174
７－３－１　教育プログラムの実施時期および実施対象者 174
７－３－２　調査・実験内容 175
a)質問紙調査 175
b)映像実験 180
c)学内船舶実習および教育プログラムに対する主観評価 182
７－４　結果 183
７－４－１　質問紙調査による TCPA 183
a)保持船場面 183
b)3 隻場面 185
c)漁船停止場面 188
７－４－２　映像実験による TCPA 190
a)大型船同士保持船場面 190
b)大型船同士 3 隻場面 192
c)大型船漁船停止場面 195

７－４－３　質問紙調査と映像実験の関連 197
７－４－４　航海場面に対する操船方略 199
７－４－５　海上交通ルールテスト 200
a)総合得点 200
b)各得点 201
７－４－６　学内船舶実習および教育プログラムに対する主観評価 203
a) 学内船舶実習に対する主観評価 203
b) 教育プログラムに対する主観評価 204
７－５　考察 206
７－５－１　質問紙調査と映像実験について 206
a) 質問紙調査 206
b) 映像実験 206
c) 質問紙調査と映像実験 207
７－５－２　航海場面に対する操船方略について 208
７－５－３　海上交通ルールテストについて 209
７－５－４　主観評価について 209
７－６　教育プログラム効果のまとめと今後の課題 210
８章　本研究から得られた海上交通の安全・安心に向けての提言 213
８－１　本研究のまとめ 214
８－２　船型が判断時機と操船方略に与える影響 219
８－３　現実における船型の影響 223
８－４　衝突回避判断における船型の影響 228
８－５　海上交通における問題の改善に向けて 229
８－５－１　ハード的対策 229
８－５－２　ソフト的対策 231
８－５－３　航行環境的対策 233
８－６　船員の養成に追加すべき新たな要件 234
８－７　おわりに 235
引用文献 237
謝辞
付録Ａ　3章、5章、6章7章で用いた質問紙
付録Ｂ　7章で用いた学内船舶実習に対する質問紙
付録Ｃ　7章で用いた教育プログラムに対する質問紙

要約

1 章　序論

本研究は、安全安心な海上交通の構築に寄与すべく、船員の衝突回避判断について調査および実験を行ったものである。海上交通は世界の貿易において必要不可欠な輸送モードであるが、自動車ほど死者数は多くなく、自動車、鉄道、航空機に比べて旅客輸送は遥かに少ないことから、注目され難い交通でもある。しかし一度事故が起こると、船舶が大きいことから、その被害は人命のみならず経済的にも環境的にも甚大になりやすい。海上交通における衝突回避の特徴は、他の交通と比較してタイムスパンが長く、交通ルールが曖昧であることである。船舶が互いに視認できる場合の、基本的なルールの 1 つである横切り船の航法が求める行動領域を Fig. 1 に示す。Fig. 1 の行動領域境界線である判断時機は、海上交通の特殊性から具体的な規定が無く、衝突回避に直面した現場の操船者の主観によるものである。本研究では、船型（船の大きさ）が衝突回避判断に与える影響を明らかにし、その結果に基づいて策定された教育プログラムの有効性を検討することを目的とした。

2 章　海難分析

1977 年から 2008 年までの海難審判庁裁決録を用いて、衝突海難（船舶衝突事故）を分析した。横切り船の航法が適用された衝突海難は、調査対象海難の約 7 割と多く、その内訳は同船型間の衝突が 498 件（31.1%）であるのに対し、異船型間の衝突が 1,105 件（68.9%）と多かった。海上交通ルールは、現場の船員がその時の状況に合わせて適切に判断することを前提にしている。しかし

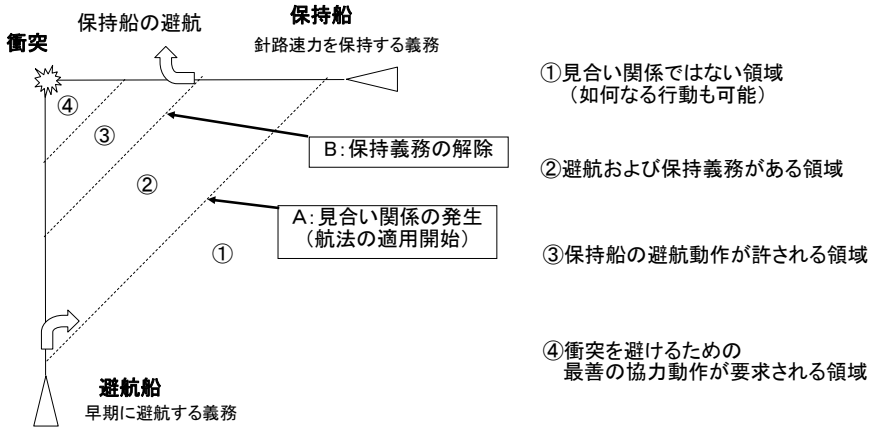


Fig. 1　横切り船の航法における避航船と保持船に求められる行動

海難分析の結果は、その前提に疑問を生じさせるものであった。その疑問が生じる原因として、船型が操船者の各判断時機に影響を与えている可能性と、要求される資格の差異等から海上交通ルールに関する知識差がある可能性が挙げられた。

3 章　海上交通ルールの知識に関する質問紙調査

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テストを作成した。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。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、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。

4 章　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。

5 章　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。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。

・質問紙調査Ⅰ【大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙】

避航船場面では通常避航時機と限界避航時機を、保持船場面では見合い関係発生時機と保持義務解除時機を、3 隻場面では見合い関係発生時機と通常避航時機を尋ねた。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表す TCPA 値（分）は常に外航群、内航群、漁船群の順に大きかった。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。

・質問紙調査Ⅱ【普段操船する船型に近い船舶の操船を想定した質問紙】

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ることで、より現実の異船型間コンフリクトを確認することを目的とした。結果から次の 2 点が導かれた。①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。②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いえる。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. 2 に示す。

・映像実験【質問紙調査Ｉに対応する映像を用いた実験】

現実の海上交通を観察することは困難であることから、パソコンを用いて作成した映像を提示し判断時機を評価させた。評価させた判断時機は質問紙調査Ｉ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るが、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、質問紙調査Ｉ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。

6 章　操船方略に関する質問紙調査

5 章では判断時機が大きな問題であることを示したが、現実の場面では他船の状況や地理的状況など様々な要因が判断時機に影響し、その結果、判断時機が同時である場合もあると考えられる。また現実の場面は 2 隻の単純な関係ばかりとは限らない。むしろ複雑な関係の方が多い。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、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。調査参加者は第 5 章と同一であった。3 隻場面、追越さ

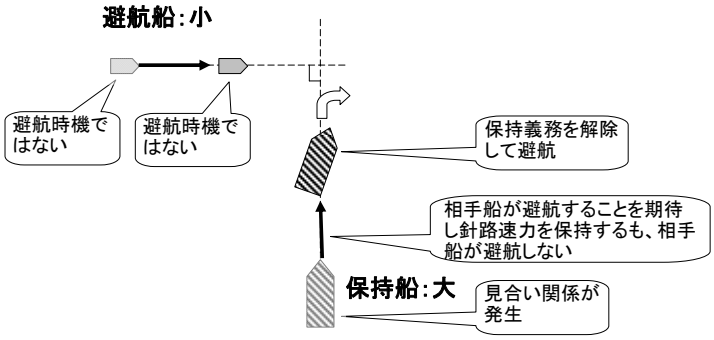


Fig. 2　船型が大きい船舶が保持船で小さい船舶が避航船の場合

れる場面、航路場面の 3 つの場面から、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、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可能性と、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。

7 章　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、2 組を教育群とした。効果を検証するために学内船舶実習前後に 5 章および 6 章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。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。

8 章　本研究から得られた海上交通の安全・安心に向けての提言

船型は、海上交通における衝突回避場面において、判断時機、操船方略、相手船ならびに自船への配慮に心理的な影響を与え、その結果、海上交通ルールの理想に反して船型間で異なる操船方略が実施されることを指摘した。この船型の影響により、海上交通現場では多くのコンフリクトが発生し続けており、衝突海難の一要因となっていることが明らかにされた。海上交通の安全・安心にむけて、この船型の影響を緩和する必要があり、緩和策としてハード的対策、ソフト的対策、航行環境的対策の 3 側面からの対策を提言した。特にソフト的対策については、本研究で望みどおりの結果を得られなかった映像実験を、逆に利用することを考えた。さらに船員養成には、船型ギャップが大きい現代の海上交通現場に適用するために、従前の要件に加えて応用的な衝突回避判断訓練が必要であり、本研究で策定した教育プログラムは現代に求められる技術獲得に貢献する可能性を見出した。

１．序論　本研究の背景と目的

１－１　はじめに

海は広い。地球表面の約 7 割は海である。それほど広い海を利用した海上交通であるにもかかわらず船舶の衝突事故は後を絶たない。海上交通における衝突事故は、確かに沿岸や湾内など船舶交通が輻輳する海域で発生することが多い。しかし大阪湾などの船舶が輻輳する海域を航空機から見れば、海上は自動車交通のように多くの船舶で混雑しているようには見えず、やはり広い海でなぜ衝突が発生するのか不思議に思えてくる。このように一見広く見える海において船舶の衝突事故は発生し続けており、わが国近海での悲惨な衝突事故も多い。

例えば、2003 年（平成 15 年）7 月 2 日の深夜、九州北方の玄界灘において、貨物船フンアジュピター号（全長 106.65m、総トン数 3,372 トン）は、漁労に従事していた漁船第十八光洋丸（全長 45.42m、総トン数 135 トン）とその船団を避けずに第十八光洋丸に衝突した。その結果、第十八光洋丸乗組員 7 名が死亡または行方不明となった。

また、2005 年（平成 17 年）9 月 28 日の深夜、北海道根室沖において、シアトルから釜山に向けて航行していた貨物船ジムアジア号（全長 253.70m、総トン数 41,507 トン）は、漁労を終えて帰途についていた漁船第三新生丸（全長 18.00m、総トン数 19ton）と衝突した。その結果、新生丸乗組員 1 名が救助されたが 7 名が死亡した。

さらに、2008 年（平成 20 年）2 月 19 日の早朝、千葉県野島埼南方沖合において、護衛艦あたご（全長 164.9m、排水トン数 7,750 トン）は、漁場である東京都三宅島北方の海域に向かっていた漁船清徳丸（全長 16.24m、総トン数 7.3 トン）と衝突した。その結果、清徳丸乗組員 2 名が行方不明となり、後に死亡が認定された。

加えて、護衛艦あたごと漁船清徳丸の衝突事故から 1 ヶ月も経たない 2008 年（平成 20 年）3 月 5 日の昼過ぎ、大阪湾を明石海峡に向けて西向きに航行していたオーシャンフェニックス（全長 96.0m、総トン数 2,948 トン）、第五栄政丸（全長 65.65m、総トン数 496 トン）およびゴールドリーダー（全長 72.10m、総トン数 1,466 トン）の商船 3 隻が衝突した。その結果、ゴールドリーダーが短時間のうちに沈没し乗組員 3 名が溺死、1 名が行方不明となった。

このように、海は広いにもかかわらず、悲惨な衝突事故を挙げれば枚挙にいとまがない。さらに死者が発生しなかった衝突事故を挙げれば切りが無い。船舶の運航に関わる技術は日進月歩である。特に衝突回避に関わる技術として、商船でのレーダーの普及は霧や雨の中でも他船の存在を知ることができるようになり、1972 年に改正された国際海上衝突予防

規則にもその利用について記述されている。レーダーを利用した自動衝突予防援助装置（ARPA：Automatic Radar Plotting Aids）の登場により、レーダー上の点で表される他船の動きが一目で分かるようになった。自動操舵システムの発達は操舵員を見張り業務に当たらせることが可能になった。VHF 無線を利用することで、船舶間の衝突回避操船意図の確認が音声で可能になった。GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）の普及により、いつでもどこでも船舶の位置を瞬時に特定できるようになった。AIS（Automatic Identification System：船舶自動識別装置）は霧や雨、夜間や島影にあっても他船の船名を判別でき、針路速力や行き先までもリアルタイムで判別できるようになった。このように多くの役に立つ航海計器が開発され、さらに制度化され、確実に他船に関する情報取得能力は向上している。しかし一方で船舶の衝突事故は発生し続けている。素晴らしい機械は日進月歩で開発されているが、衝突回避判断を行い、それを実行に移すのは船長や航海士といった操船者であることに昔も今も変わりは無く、機械に関する研究開発とともに操船者に焦点を当てた研究が必要である。

海上交通における衝突事故の原因は多くあり、各専門調査機関から多くの事実が明らかにされている。そしてその分析の結果、海上交通においても他の産業と同様に 1980 年代からヒューマンファクターの重要性が高まっている。IMO（International Maritime Organization：国際海事機関）ではヒューマンエレメント（Human Element：人的要因）が重要であるとして、1991 年に海難事故におけるヒューマンエレメント関連に関する検討が始まり、2005 年には海難事故のみならず海事全般に関わるヒューマンエレメントに関して検討が開始されている。

一方で、船舶の衝突事故が発生した場合に、その発生に関与した操船者は行政責任、刑事責任、民事責任を問われることになる。わが国の主権が及ぶ船舶が関係した、またわが国の領海で発生した船舶の衝突事故の場合、2008 年（平成 20 年）までは海難審判庁が衝突事故の原因を明らかにし操船者の懲戒を行っていた。2008 年（平成 20 年）からは運輸安全委員会が衝突事故の原因を明らかにし、海難審判所が操船者の懲戒を行っている。いずれにせよ衝突事故の発生に関与した操船者は、個人の過失責任を追及される。また、その衝突事故に関わる会社組織などに勧告が出されることもある。大橋（1973）は衝突の原因を操船者の不注意から生じた過失とみなすことは、うらがえしとして現場の操船者達により注意深い操船を要求しているが、同じような衝突事故は繰り返し発生しており注意を要求するだけでは効果が無いと指摘している。このように操船者個人が海上交通ルールどおり

に操船しなかったといくら記述しても、安全管理や安全教育の欠陥が指摘されても効果は無いであろう。求められることは、どのような改善や教育を行えばよいのか具体的な情報を得ることである。

そこで本研究では海上交通における衝突回避判断に焦点をあて、まず衝突回避判断にかかる問題を指摘する。次に操船者の普段操船する船舶の大きさ、つまり船型が衝突回避判断に与える影響を検討する。そしてその結果から、具体的な教育方法を試行しその効果を検証しようと考える。

１－２　海運の概要

１－２－１　海運の重要性

海に囲まれたわが国は、世界との繋がりを海路または空路によるほかない。現在では航空機の発達により、人の移動に関しては一部の客船を除いて専ら航空機による方法が一般的である。しかし、航空機に比較し船舶は長い輸送時間を要するものの、その巨大さから大量輸送に適している。日本船主協会（2010a）によれば、2008 年におけるわが国の海上貿易は、総貿易量に対して重量ベースで 99.7%を占めている。また、わが国の食料自給率は約 41%であり（農林水産省，2010）、海運はわが国の経済活動ならびに国民生活の維持発展に必要不可欠であることがわかる。

一方世界に目を向ければ、地球表面の約 7 割は海であり、長距離大量輸送が可能な船舶は世界貿易においても活躍している。日本船主協会（2010a）によれば、2008 年の世界海上荷動量は、重量ベースで 77 億 4,500 万トンという莫大な物量が海上輸送されている。このように、海運はわが国だけでなく、世界的に我々人類の生活に必要不可欠な存在である。

１－２－２　船舶の種類

海運が利用する道具が“船舶”であるが、“船舶”には目的によって様々な種類がある。一般に“船舶”とは水上交通に用いるものであるが、用途別に分類すると、戦争に用いる“軍艦”と戦争に用いない“軍艦以外の船舶”とに大別される。“軍艦以外の船舶”をさらに分類すると、海運業に用いる“商船”、漁業に用いる“漁船”、行政に用いる“官公庁船舶”に分けることができる。

“商船”はさらに輸送する貨物の種類によって分類することができ、例えば、原油を輸送する原油タンカー、ガスを輸送する液化ガスタンカー、旅客を輸送する客船、コンテナ

を輸送するコンテナ船、一般雑貨を輸送する貨物船、鉄鉱石や穀物を輸送するバラ積船などがある。また、“商船”は航行海域によって分類することができ、外国貿易に従事する船舶を外航船、国内輸送に従事する船舶を内航船と呼んでいる。

“漁船”はさらに漁の方法や対象とする魚類によって分類することができ、例えば、マグロ漁船、底引き網漁船、いか釣り漁船、さんま漁船、巻き網漁船などがある。

“官公庁船舶”はさらに各省庁の目的によって、海上保安庁艦艇、気象庁観測船、水産庁取締船、船員養成のための練習船などがある。

１－２－３　船舶の大きさの指標

船舶の大きさを表す方法は種々ある。それぞれの方法は、それぞれの目的に応じて使い分けられている。一般に分りやすい方法としては船舶の長さや幅であろうと思われる。海上交通において船の幅が問題になるのはパナマ運河のような場所である。幅よりも長さの方が種々のルールに用いられており、例えば、わが国では海上交通安全法という法律で全長 200m以上の船を巨大船と呼んでいる。

しかし海運界では、船舶の大きさを表すために長さや幅ではなく、一般にトン数を用いている。このトン数も種々あるため一般の理解を得ない。普通一般に、トン数といえば重量の単位である。例えば軍艦の大きさを表現する基準排水トン数というのは、この重量を表すトン数である。しかし軍艦以外の船舶は大きさを表現するために、人でいうところの体重に相当する、この重量トン数をあまり一般に用いない。

商船の目的は当然貨物を運ぶことである。とすれば船舶の大きさとして気になるのは、どれほどの貨物を輸送できるのかということである。トラックなどは車体自体が堪えうる積載量として最大積載量を表しているが、船舶でこれに相当するものが載貨重量トン数である。しかし軽い貨物ばかりであれば載貨重量トン数に至るまでに貨物が積めなくなってしまう。そこで登場するトン数が載貨容積トン数である。これは 40 立方フィートを 1 トンとしてどれほどの貨物を積載できるか表している。

ここまでで、トン数には重量トン数と容積トン数があることを述べた。ここで行政が課税を課したり、保険会社に保険をかけたりする場合には何が便利かということになる。載貨重量トンも載貨容積トンも、例えば客船を想定すると理解できるように、運ぶ貨物や船の目的によって大きく異なる。そこで軍艦のように中身が詰まっておらず、荷物を積載していないときは非常に重量が軽い商船の大きさを表す指標として、船舶の容積を表す総ト

ン数を用いる。総トン数は 100 立方フィートを 1 トンとして計算している。総トン数にも種々あるがそれは割愛することにする。

本研究では船の大きさを表す指標として、船舶自体の容積を表す総トン数を用いる。また船の大きさという意味で「船型」という言葉を用いる。

１－２－４　船舶の乗組員

船舶を運航するためには乗組員が必要である。船舶の航行区域や大きさ等によって乗船させなければならない乗組員人数や要件は大きく異なる。ここでは一般的な外航商船の例を Fig. 1-1 に示す。

船舶の運航は船長の指揮下に大きく分けて甲板部および機関部がある。甲板部は船舶の操縦、貨物管理、船体管理等を担当する。機関部は船舶の推進機関の操作、推進機関および補機器の保守整備、必要な燃料や潤滑油等の維持管理等を担当する。また、乗組員の食事等を担当する部署を事務部という。客船では事務部が陸上のホテル業務にあたる職務を併せて担当し一部門を形成することがあるが、一般商船では甲板部職員の下に事務部員が配置されることが一般的である。また、通信機器の発達に伴い通信業務を甲板部職員が担当することが多いが、客船等では別途通信を専門に担当する無線部がある。乗組員は大別して、船長、機関長、航海士、機関士といった資格を持ち責任を有する職員と、職員の命令に従い業務を行う部員に分類される。

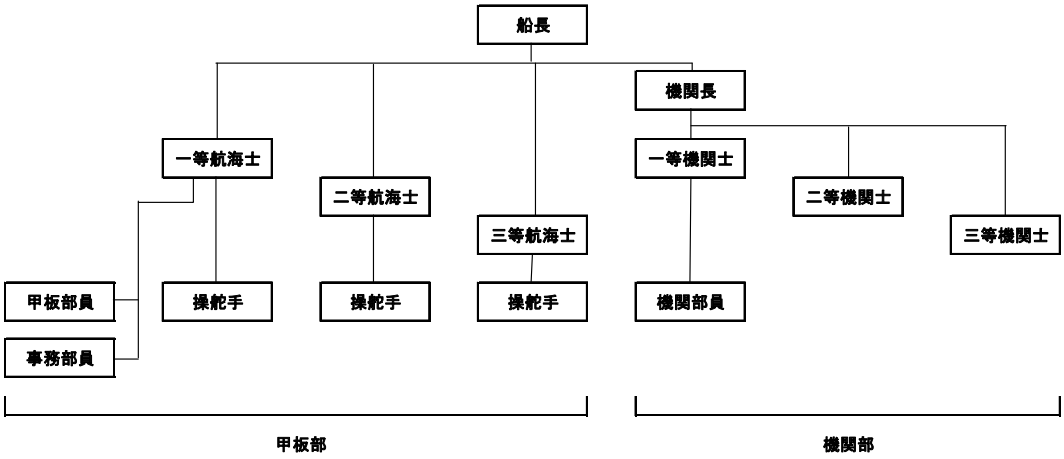


Fig. 1-1　一般的な外航商船の乗組員とその航海指揮命令系統

一般的な外航商船では 20 人から 30 人程度の乗組員が、それぞれの担当業務を行って運航されているが、船舶の大きさ、つまり船型が小さくなればそれに伴って各部門の人数が少なくなる。内航商船の例で言えば、船長、一等航海士、次席一等航海士および機関長の 4 人で運航している船舶も多い。また小さな漁船になると 1 人で乗組むこともある。このように船舶の大きさ、つまり船型によって乗組員人数は大きく異なるが、当然船舶を操縦する乗組員は必ずおり、責任をもって操縦するためには資格が必要である。

１－３　海技免許と船員の養成

１－３－１　海技免許と小型船舶操縦免許

船舶運航には資格が必要であり、その資格要件は「1995 年改正 1978 年の船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約」(1995 amendment to the international convention on standards of training, certification and watchkeeping for seafarers, 1978； STCW 条約という）によって国際的に最低要件が定められている。わが国ではこの条約を批准し「船舶職員および小型船舶操縦者法」を制定し、わが国の資格要件を定めている。資格には大型船舶を対象とした海技士免許（海技免許という）と総トン数 20 トン未満の小型船舶を対象とした小型船舶操縦免許（小型船舶免許という）がある。

総トン数 20 トン以上の船舶の船長や航海士には海技士（航海)、機関長や機関士には海技士（機関）の資格が必要であり、それぞれ一から六級がある。例えば外航大型船舶の船長を務めるには一級海技士（航海)、一等航海士は二級海技士（航海)、二等航海士は三級海技士（航海）が必要であるが、瀬戸内海を航行する内航小型船舶の船長であれば四級海技士（航海）で船長を務めることができるなど、各級で許される航海区域、船舶の大きさ、職務の上限が定められている。

海技免許取得には国土交通省が行う海技試験を受験し合格する必要がある。海技試験は、筆記試験、身体試験および口述試験からなり、全てに合格しなければならない。口述試験受験には一定の大きさの船舶で、定められた期間以上の乗船履歴を証明する必要がある。

小型船舶免許は、航行区域によって一級や二級などがある。海技免許のように航海や機関の区別は無く、自動車の免許に近い。小型船舶免許取得には国土交通省の管理下で筆記試験、身体試験、実技試験に合格しなければならない。

海技免許も小型船舶免許も更新制度があり、5 年毎の更新が必要である。海技免許については乗船履歴と身体検査で問題がなければ更新される。小型船舶免許は、ほとんどの場合

自動車と同様に更新講習を受講しなければならない。この更新講習は座学のみであり、更新講習の受講と身体検査で問題がなければ更新される。

１－３－２　わが国の船員養成システム

わが国の商船船員の養成プロセス概要を Fig. 1-2 に示す。

船員になるには資格を持たず直接海運会社に入社する方法と、船員養成施設で専門教育を受けたのち入社する方法がある。前者において船舶職員となるには、入社後に実務経験を積みながら、または、会社から船員養成施設の六級海技士コースに入学することで六級海技士を取得し順に上級資格を取得することになる。後者においては船員養成施設で専門教育を受け三級または四級海技士を取得したのち海運会社に入社する。そのため直接入社し資格を取得するより、資格取得上は当然有利である。

船員養成施設とは国土交通省に要件を満たし登録された教育機関であり、文部科学省、国土交通省、農林水産省等が所管している教育機関がある。特殊な養成施設として、海上保安庁所管の海上保安大学校および海上保安学校があり、海上保安官のうち海技士資格を要する者の養成を担っている。商船船舶職員は Fig. 1-2 に示すように種々のコースがあるが、

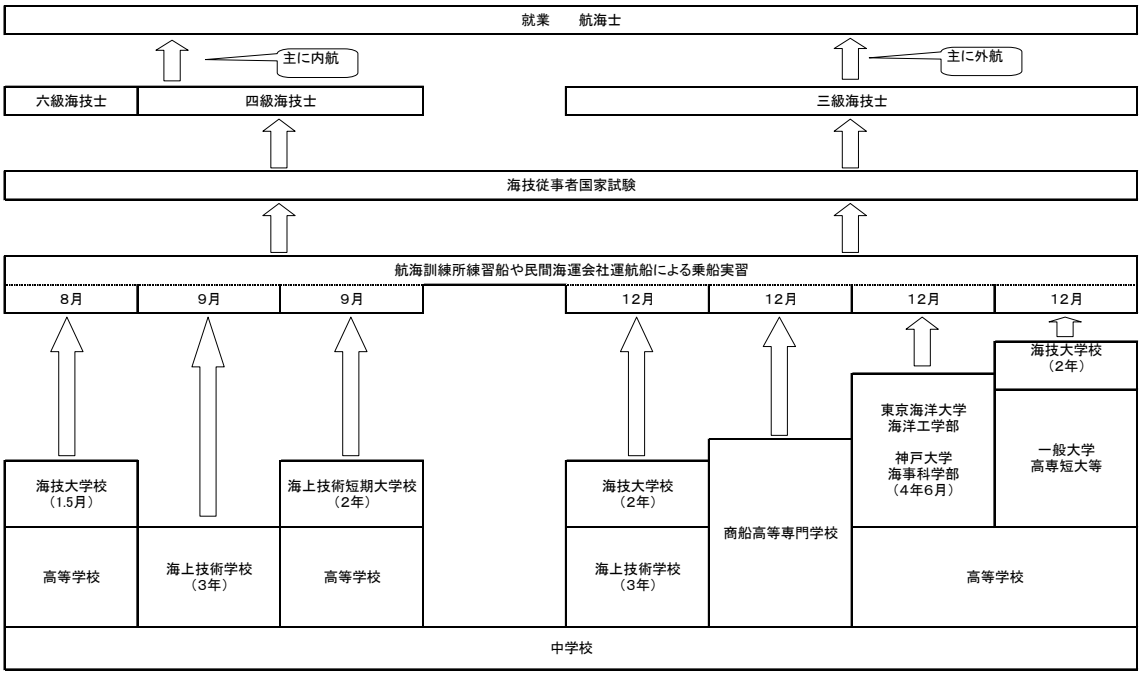


Fig. 1-2　主な商船船舶職員の養成プロセス概要

主に外航商船と内航商船に分かれる。大きな理由としては求められる海技資格が異なるためである。

小型船舶免許については、いわゆるボートライセンススクールで取得可能である。主に民間企業であるボートライセンススクールが国土交通省に登録して養成を行っており、イメージとしては自動車教習所に近い。学科試験と操縦試験を受け合格すれば小型船舶免許を取得できる。

１－４　海上交通とその他交通との比較

Cauvin & Saad（2004）は、航空機は航空管制官により管制されているため他の航空機との相互作用をコントロールする必要がないが、船舶と自動車は操縦者がそれぞれの目的を持ちそれぞれの方略を実行すると述べている。そのため、船舶間または自動車間で相互作用をコントロールする必要がある点について同様で比較可能であると述べ、船舶と自動車交通を Table 1-1 のように比較している。

Table 1-1　船舶と自動車の比較（Cauvin & Saad（2004）著者訳）

		船舶	自動車
人的側面	操縦者属性	ほとんどがプロフェッショナル	船舶に比べプライベートの割合は非常に高い
	自立性	自立	自立
装置的側面	基盤	海上は原則自由	道路
	規則	海上衝突予防法	道路交通法
	通信手段	航海灯 汽笛 発光信号 VHF無線設備	方向指示器 ヘッドライト テールランプ ホーン
	搭載機器	自動衝突予防援助装置（ARPA） レーダー 船舶自動識別装置AIS	ミリ波レーダーなど利用の衝突防止援助装置
課題要求的側面	コントロールの程度	比較可能で相関あり （ただし、船舶は操縦の反応時間のために特有の問題あり）	
	重要情報へのアクセス	他の船舶運動から知るほか、 搭載機器により直接アクセス可能	他の車両運動から知るのみ
	時間的制限	船舶は自動車より遅い動きを扱う	
	自動化レベル	船舶は自動車より自動化レベルが高い （例えば自動操舵装置があり衝突するまで直進する）	
	不確実性とリスク	船舶も自動車も他者の意図の不確実性と他者によって生起されるリスクがある	

船舶と自動車で最も大きく異なる点は、船舶は海上を原則自由に航行できるが、自動車は道路があることである。自動車は道路があるために交通を信号で管制するが、船舶は海上を自由に航行するため海上交通に信号設置は不可能である。また大きさが異なり、普通自動車は全長５ｍほどであるが、大型原油タンカーや大型コンテナ船は全長 300ｍを超え、自動車に比べてその容積も質量も遥かに大きい。さらに船舶間での大きさの差および操縦性能の差も大きい。例を Table 1-2 に示す。「深江丸」とは神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船である。Table 1-2 において、喫水とは水面下に船舶が沈んでいる深さであり通常単位はメートルである。速力の単位ノット（knot）はマイル／時間で表される。このマイルは陸上で用いられるマイルではなく船舶や航空機で用いる単位であり、1 マイルは約 1852 ｍである。表に示す旋回圏は最大速力で最大舵角（舵を一杯に切った状態）とした場合の値、停止距離および停止時間は最大速力から機関を全速後進とした場合の値である（船舶にはブレーキが無い）。最大速力で最大舵角をとることは、自動車のように横転することはないが緊急事態にしか行わない。最大速力から機関を全速後進にすることも緊急事態にしか行わない。

Table 1-2　船舶の諸元と操縦性能の例

	総トン数（ton）	全長（m）	全幅（m）	喫水（m）
深江丸（満載）	450	50	10	3
航海訓練所練習船（満載）	5,800	125	17	6
コンテナ船（満載）	70,000	300	39	12
液化天然ガスタンカー（満載）	104,000	283	45	12
原油タンカー（半載）	150,000	337	60	14

	速力（knot）	旋回圏（m）	停止距離（m）	停止時間（分）
深江丸（満載）	12	150	420	2
航海訓練所練習船（満載）	17	580	1,300	5
コンテナ船（満載）	24	1,060	3,600	8
液化天然ガスタンカー（満載）	19	720	3,300	13
原油タンカー（半載）	18	1,180	4,100	15

Table 1-2 に示す船舶が、入港等のために最大速力から減速する場合は通常「深江丸」で約 15 分前から、その他の船舶は約 1 時間以上前から減速を開始する。衝突を回避する場合は、全長 50mの「深江丸」では衝突 5～10 分前に衝突回避行動を実行する。また全長約 300 mの液化天然ガスタンカーでは衝突 20～30 分前に衝突回避行動を実行する。通常の減速や衝突回避であっても自動車の場合には“分”のオーダーにはならないであろう。このように、自動車と船舶では衝突回避に求められる判断と行動のタイムスパンは大きく異なる。

１－５　海上交通ルールの概要

１－５－１　海上交通ルールの歴史概要と現行海上交通ルールおよび種類

商船は国際法によって相手国に対して脅威を与えない限り自由に航行できるという無害通航権が認められており、全ての国の船舶が他国に無害である限り世界中の公海のみならず各国の領海を自由に航行できる。したがって海上交通の安全を期すためには国際的に統一された海上交通ルールが必要となる。

わが国初の蒸気船同士の衝突は 1867 年に坂本竜馬率いる海援隊が傭船した「いろは丸」と徳川御三家紀州藩が運航する「明光丸」との衝突事件である。この事件では、それまでのわが国の常識である“小型船が大型船を避ける”ことを主張した紀州藩に対し、坂本竜馬が万国公法を主張し賠償金を得た。当時の船舶衝突を防ぐための海上交通ルールとしては、イギリスが定めた英国海上衝突予防規則を模範として各国が独自に定めていたにすぎず、坂本竜馬はこれを取り上げたといわれる（森本，1990）。

近代的な法律体系で国際共通規則である海上交通ルールが成立したのは 1889 年であり、ワシントンで開かれた国際会議で採択された。その後海上交通や技術の変化にともない幾度かの改正が行われ、現在は「1972 年の海上における衝突の予防のための国際規則」が国際会議で採択され今日に至っている。わが国ではこの国際条約を批准して「海上衝突予防法」を定めている。また、航行安全のために必要があるとして、東京湾、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海について「海上交通安全法」を、国内各港の港内について「港則法」をそれぞれ特別な海上交通ルールとして定めている。

１－５－２　海上衝突予防法の概要

「海上衝突予防法」は 5 章 42 条からなっている。第 1 章総則では船舶等の用語を定義し、第 2 章では航法を規定、第 3 章では灯火および形象物を規定、第 4 章では音響信号および

発光信号を規定、第 5 章では補則規定を設けている。

「海上衝突予防法」の特色は、「航海術の運用マニュアル」的性質を持つことで、罰則規定は無い。「海上衝突予防法」の基本的な考え方は、多船間の関係を二船間の航法に還元し、どちらか一方の船舶に他の船舶の進路を避けさせること、操縦性能の優れた船舶が操縦性能の劣った船舶を避けることである。ただし、ここで言う操縦性能が劣っているというのは風を利用する自然任せの帆船や、機関が不調な船舶などで、船の大きさに起因する問題は含まれていないことに注意しなければならない。

また、重要な点は判断の相当部分を運航現場の船長や航海士らの判断に委ねていることである。これは、海上交通は陸上交通と異なり船舶によって操縦性能が違いすぎることなどの理由により一律の規制が不可能であるためである。そのために長い間の伝統により培われたより良き伝統に任せており、これを“船員の常務”または“Good Seamanship”とよんでいる（海上保安庁，2007）。

１－５－３　視界の状態に応じて異なる海上衝突予防法の航法

航法とは海上衝突予防法で規定する衝突を防ぐための航海の方法である。この航法は視界の状態に応じて規定されている。自動車では、例えば霧などで前方を目視することができなければ一旦停車するか、目視することができる範囲で止まることができるよう最徐行するだけで、交通法規は同一である。しかし船舶は停船することが全ての場合において安全とは限らないこと、レーダーを用いて航行することが可能なことから、目視で他船を直接見ることができるか否かで航法を分けて規定している。航法は、視界の状態に応じて 3 部に分けて規定されおり、その 3 部は次の通りである。

①あらゆる視界の状態における船舶の航法

見張り、衝突のおそれ、衝突を避けるための動作など、目視で直接他船を見ることができようができまいが航行するにあたって必要なことが規定されている。

②互いに他の船舶の視野の内にある船舶の航法

互いに目視で他船を直接見ることができる場合について、行き会い船、追越し船、横切り船、各種船舶間等の関係について、避航しなければならない船舶とその避航方法を規定している。

③視界制限状態における船舶の航法

雨や霧などで互いに目視で他船を直接見ることができない場合について、とるべき航法が規定されている。

１－５－４　海上交通ルールの曖昧さ

a)衝突を避けるための動作

あらゆる視界の状態における船舶の航法として、海上衝突予防法第 8 条に衝突を避けるためにとるべき動作が規定されている。条文を次に示す。（下線は著者加筆）

第八条　（衝突を避けるための動作）

1　船舶は、他の船舶との衝突を避けるための動作をとる場合は、できる限り、十分に余裕のある時期に、船舶の運用上の適切な慣行に従ってためらわずにその動作をとらなければならない。

2　船舶は、他の船舶との衝突を避けるための針路又は速力の変更を行う場合は、できる限り、その変更を他の船舶が容易に認めることができるように大幅に行わなければならない。

3　船舶は、広い水域において針路の変更を行う場合においては、それにより新たに他の船舶に著しく接近することとならず、かつ、それが適切な時期に大幅に行われる限り、針路のみの変更が他の船舶に著しく接近することを避けるための最も有効な動作となる場合があることを考慮しなければならない。

4　船舶は、他の船舶との衝突を避けるための動作をとる場合は、他の船舶との間に安全な距離を保って通過することができるようにその動作をとらなければならない。この場合において、船舶は、その動作の効果を当該他の船舶が通過して十分に遠ざかるまで慎重に確かめなければならない。

5　（略）

条文中に下線で示したように抽象的な表現が多く、その具体的な基準は海上現場にある操船者の主観であって、曖昧であることが判る。

b)避航船と保持船

この規定は、互いに他の船舶の視野の内にある船舶の航法である。航法の規定で「他の船舶の進路を避けなければならない船舶を避航船といい、避航船に進路を譲られる船舶を保持船という。海上衝突予防法第 16 条に避航船がとるべき動作を、第 17 条に保持船がとるべき動作を規定している。避航船および保持船の規定を以下に示す。

第十六条　（避航船）

この法律の規定により他の船舶の進路を避けなければならない船舶（次条において「避航船」という。）は、当該他の船舶から十分に遠ざかるため、できる限り早期に、かつ、大幅に動作をとらなければならない。

第十七条　（保持船）

１　この法律の規定により二隻の船舶のうち一隻の船舶が他の船舶の進路を避けなければならない場合は、当該他の船舶は、その針路及び速力を保たなければならない。

２　前項の規定により針路及び速力を保たなければならない船舶（以下この条において「保持船」という。）は、避航船がこの法律の規定に基づく適切な動作をとつていないことが明らかになった場合は、同項の規定にかかわらず、直ちに避航船との衝突を避けるための動作をとることができる。この場合において、これらの船舶について第十五条第一項の規定の適用があるときは、保持船は、やむを得ない場合を除き、針路を左に転じてはならない。

３　保持船は、避航船と間近に接近したため、当該避航船の動作のみでは避航船との衝突を避けることができないと認める場合は、第一項の規定にかかわらず、衝突を避けるための最善の協力動作をとらなければならない。

条文中に下線で示したように、第十六条において、避航船のとるべき判断や行動については、抽象的な表現が多い。その具体的な基準は海上現場にある操船者の主観であって、曖昧であることが判る。

Cockcroft & Lameijer（2004）は、これらの避航船と保持船に求められる行動を、2 隻の関係と行動領域について、横切り船の関係を例に Fig. 1-3 のように解説している。

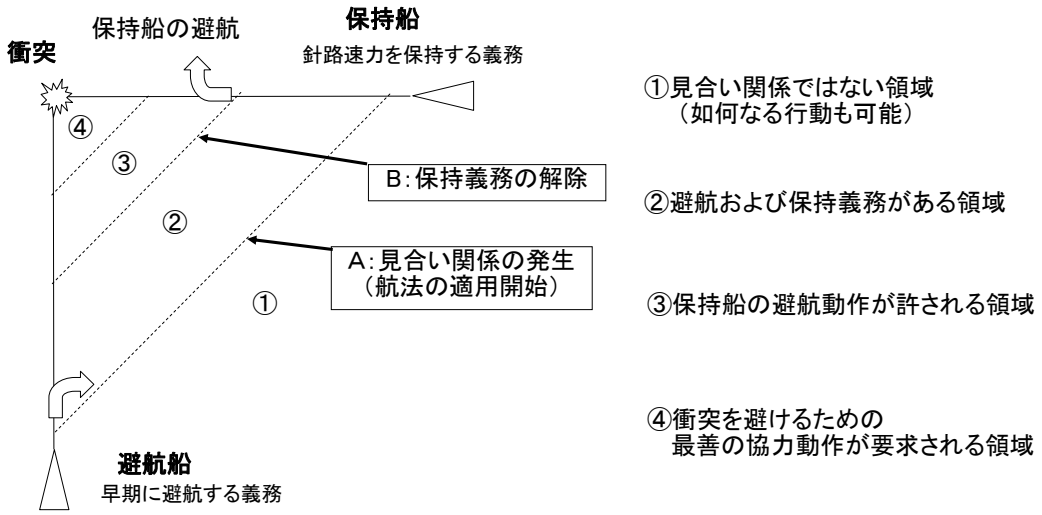


Fig. 1-3 横切り船の航法における避航船と保持船に求められる行動

横切り船の航法は進路が互いに横切る場合に、他船を右に見る船舶が避航船、反対に他船を左に見る船舶が保持船になることを規定している。保持船には針路速力を保つ義務を与え避航船の避航が容易になるようにしているが、避航船が避航しない非常時に、保持義務の解除および最善の協力動作を併せて規定している。

保持義務の解除は、第十七条の条文中に下線で示したように、「避航船がこの法律の規定に基づく適切な動作をとつていないことが明らかになった場合」と規定されているが、このことは、「海上衝突予防法」に定める汽笛などの信号を実施することで明らかになるとされる。しかし、いつ汽笛などの信号を行わなければならないか基準は明記されておらず、曖昧であることが判る。

また、最善の協力動作をとる場合は、条文中に下線で示したように、「避航船の動作のみでは避航船との衝突を避けることができないと認める場合」と規定されているが、これは両船舶の操縦性能やその時の状況によって大きく左右されるため、やはり曖昧であることが判る。

c) 航法の適用

海上交通ルールでは衝突を防ぐための航法を定めているが、どの時点から航法を適用し規定どおりに航行しなければならないのかという問題がある。自動車交通では、危ないと思ったときにブレーキをかけ、ハンドルを回すなどして衝突を回避している。しかし Table

1-2 に示したように船舶の操縦性能は自動車より遥かに緩慢で、自動車ほど接近した状況では衝突を回避できない。一方で、島影や港内での構造物などによる遮蔽で相手船を見ることができないような特殊な場合を除いて、ほとんどの場合かなり遠方から相手船の存在を目視またはレーダーで知ることができる。また自動車交通では道路によって管制されているが、海上は自由に航行できるため、あらゆる角度から接近する船舶と衝突の可能性がある。

他船と衝突するおそれを判断するにあたって考慮する事項が、海上衝突予防法第 7 条に規定されている。その中で船員が通常頻繁に用いる方法は、接近してくる他の船舶のコンパス（方位を示す航海計器。北を 0 度として時計回りに 360 度方式で方位を示す。東が 90 度。）の方位変化の有無で判断する方法である。これは他船が近づいている場合に常に一定方位に見える他船と衝突するという性質を用いた方法である。その他にも考慮すべき事項が記されているが、例えば両船舶間距離が 20 マイル（マイル＝海里：1 海里は約 1852m）のように非常に遠方にある場合はコンパス方位変化がなくとも衝突に至るまでの時間は非常に長く、いくら船舶の操縦性能は自動車より遥かに緩慢であるといっても航法を適用する意味はない。しかし引き続きコンパス方位変化がなく両船舶が接近する場合、ある時点で航法を適用し衝突を予防する必要がある“衝突のおそれ”がある状況となる。

このように航法の適用が開始されることを“衝突のおそれの発生”または“見合い関係の発生”という。本研究では“衝突のおそれの発生”と“見合い関係の発生”を同義とする。この“見合い関係の発生”は、航法の適用に極めて重要な意味を持つが、その海域の状況や船舶の大小等の理由によりあらかじめ定義することが困難であるため海上衝突予防法に具体的な記述は無い。“見合い関係発生時機”もやはり曖昧である。

d) 曖昧なルール

以上のように海上交通ルールには、いつからルールを適用するのか、どのように衝突を回避するのか、どの程度の船間距離が安全な距離なのか、具体的な記述は全く無い。このように海上交通ルールが規定する航法は、衝突回避判断を行う上で、判断時機も安全な距離も全く曖昧なルールである。

海上交通は陸上交通と異なり船舶によって操縦性能が違いすぎることなどの理由により一律の規制が不可能であり、そのため長い間の伝統により培われたより良き伝統に任せていると説明されているが、良き伝統に任せておいて良いかどうかが問題である。

１－６　船舶の衝突回避判断に関する研究

１－６－１　曖昧な海上交通ルール改正の可能性はあるか

Cauvin & Saad（2004）は英仏海峡を渡るフェリーにおける調査から、海上交通ルールが不確実性を生起していることを指摘している。また Hinsch（1996）も衝突回避判断は不確実で各船舶の行動は調和しておらず、いかに衝突を回避するかインストラクションが必要だと述べている。

このように海上交通ルールの曖昧さが衝突回避判断をするうえで大きな問題であると指摘されており、海上交通ルール自体の改正が必要だという主張がある。海上交通ルールの概要で説明したように、海上交通ルールによって避航船と保持船という異なる立場がある。これは衝突のおそれがある態勢で 2 隻が接近する際に、この 2 隻間に何ら物理的、環境的な差が無いにも関わらず位置関係のみで優先、非優先を定めている。Crosbie（2009）は、このことは大昔の帆船時代に風上に僅かにでも行きたいという欲求から生まれたルールであり、技術が発達した e-navigation 時代には必要が無いと主張している。そして全ての船舶が正確にどちらに進むのかだけを把握できるようにすれば、どちらか一方が衝突を回避するというような不公平なルールは要らなくなると主張している。Kemp（2009）は操船シミュレータによる衝突回避実験から得られた衝突回避行動パターン結果から、Crosbie（2009）の提案を支持しているが、同時に現行の海上交通ルールは永い歴史があるため、提案のような急激な変化は国際的に合意されないだろうと述べている。

海上交通ルールは曖昧であるために、現代の技術を用いてその曖昧さを無くす考え方は理解できるが、確かにこれまでの歴史から一朝一夕に国際海事社会が合意するとは考えられない。Kemp（2008）は、海上交通事故の歴史から、海上交通ルールが両船ともに行動を求めている条項のために、何もしなければ衝突が発生しなかったケースが衝突事故になったことを指摘しており、衝突回避のために安全な状態を構築するための手段や方法が重要であると述べている。Belcher（2002）は社会学的解釈から現行海上交通ルールではリスクマネジメントが不可能であり、これ以上新たなルールを策定することは無意味であるとして、分離通航制度などの航行環境的対策が望まれると主張している。

このように現行海上交通ルールは曖昧であるという問題を抱えながらも当面根本的に改正される見込みが無い。衝突回避のための航海計器の開発や、分離通航制度などの航行環境整備によって事故を減らすことはできるかもしれないが、当面の間、操船者は海上交通ルールが生起する不確実性と向き合うしか無い。

１－６－２　曖昧な海上交通ルールにおけるガイドラインはあるか

曖昧な海上交通ルールについて、曖昧であるが故に何らかの基準になるものが望まれる。Cockcroft & Lameijer（2004）は海上交通ルールの説明の中で、横切りの場合を例に考えると5～8 マイルが見合い関係発生時機、2～3 マイルが保持義務を解除して避航開始する時機であろうと例を挙げている。Lee & Parker（2007）は、右前方から接近する横切り船に対して6 マイルで舵を右にとり、相手船に向ける。その後、横切り船を追いかけるように左に針路を転じ、船の長さの 2 倍程度の距離を空けて相手船の船尾を通過するという例を挙げている。これらの数値は、あくまである程度の船舶の例として考えた場合の経験から得られたガイドラインであって、両者ともその他の要因によってこの値が大きく異なることを断っている。

また船舶が装備している設備を目安にするという考え方がある。小川・秋葉・岸本・君島・中村・宮野（2002）は、その時の状況を考慮しなければならないが、夜間において船舶の進路を判断するのに必要な舷灯（航海灯の一つ）の明かりが届く最低要件が、全長 50m 以上の船舶では 3 マイル、全長 50m 以下の船舶では 1 マイルであるから、これが航法適用開始時機であると主張している。しかし、現実には多くの場合上述の距離以上に早くから舷灯が見えるため、海上交通現場では余り参考にはならず、責任追及の場、すなわち司法の場での最低基準と考えたほうが良いと思われる。

次に、実際に発生した衝突事故を参考にする方法がある。わが国では 2008 年（平成 20 年）までは海難審判庁が、2008 年（平成 20 年）からは運輸安全委員会が衝突事故の原因を明らかにし公表している。例えば藤本（2000）のように、海難審判庁の資料から基準を探った研究がある。しかし狩野（1970）は、海難審判では操船者の判断や意思決定に影響する心理・生理的条件については余り事実調べが行われていないため、十分な科学的資料とは言えないかもしれないと指摘している。確かに海難審判は衝突事故をできる限り正確に再現しているのだが、航法の適用という観点では普通であればこの時点でこのように適用すべきだったというように考える。海難審判庁の資料を分析することは審判に関わった理事官の判断を分析することであり、このような判断には後知恵バイアスがある（デッカー, 2009）。

よって操船者が海上交通現場において海上交通ルールを適用する時機の判断を行うにあたっては経験から記された値が最も参考になりそうである。しかしこの値については多くの要因によって異なるとの断りがあることから、曖昧な海上交通ルールにおけるガイドラ

インは存在しない。

１－６－３　海上交通における心理学的研究の必要性

曖昧な海上交通ルールは、現代の事情に則した内容に改正されるべきだとの議論があるが改正される見込みが無い。また曖昧さを判断するためのガイドラインも存在しない。

狩野（1970）は、操船は各種の複雑な情報を総合判断して意思決定をしなければならず、しかもその判断に時間的余裕が余り無いために、どうしても予測に頼らざるを得ないと述べている。森清（1980）は、操船は自船の操船に関して問題になりそうな他船を見つけ出し、その他船の運動を予測し、その他船と自船の関係をどのように保っていくかを決定するという不確定要素の多い作業だと述べている。そしてその決定にあたっては予め自分なりにもっている行動パターンのプログラムと照合して意思決定を行っているに違いないと述べている。同様に、Cauvin & Saad（2004）は、船舶交通における特徴として、他者の行動予測を行うために過去の似た状況と、現在の他者の行動を比較することで方略を構築していると述べている。このように海上交通における衝突回避判断は不確定要素が多い判断であり、このような複雑な判断を操船者という人間が担っている。船舶の自動運航システムに関する技術も検討されているが（例えば　Ohtsu & Takai，1991；長谷川，2009）、技術的には小型船舶や魚網の探知が難しいこと、船舶の機械としての信頼性の問題、社会的にはシステム故障による事故等に対する社会的合意の問題から、衝突回避の全自動化システム実現には今しばらく時間が必要であろう。したがって操船者の衝突回避判断に関する研究が必要になる。

神作・大谷・向井（2001）は交通心理学における課題を検討しているが、各交通モード別に現状を振り返っている。それによれば、交通心理学は①航空機の飛行・運航を中心とする航空心理学、②陸上は電車・列車の運転・運行を中心とする鉄道心理学と自動車の運転・走行を中心とする道路交通心理学、③船舶の航行・航海を中心とする海上交通心理学に分類されている。さらにその現状として、航空心理学は宇宙開発へと繋がる大幅な発展を、鉄道心理学は鉄道総合技術研究所等を軸に研究が遂行され成果を出し、道路交通心理学は各関係組織の研究者が斯界に大きく貢献している。一方、海上交通心理学については、わが国に研究専門機関が存在せず、海難審判庁（当時）において法的措置がとられる関係で特定の研究プロジェクトがおこるか、若干の学者・研究者によって特定の研究課題について成果が公表されているのが現状であると述べている。海上交通における人に関する研

究が少ない背景は、最も歴史が長いために船員は斯くあるべき論が浸透し、様々な失敗は失敗を犯した者の不注意だとされがちであるためではないか、また現代にあっては旅客輸送はほとんど航空機が担うなど、そもそも死亡リスクが少ないためではないかと推察される。しかし、一度海上交通において事故が発生すると、その人的および社会的な被害が大きい。海上交通における事故の主要因はヒューマンエラーであることが指摘されている（Hetherigton, Flin, & Mearns, 2006）。より一層の海上交通安全達成のためには、航海計器や船舶の操縦性能といったハード的研究に加えて、海上交通における操船者に関する心理学的研究が必要である。

１－６－４　海上交通における衝突回避時機について

船舶の衝突を回避するためには、他船との衝突についてどの程度の危険があるのかを知る必要があるだろう。操船シミュレータや質問紙調査によって操船者の主観的な衝突危険や困難感を“きわめて危険”から“きわめて安全”までの 7 段階尺度評価をとるなどして危険の程度を評価した研究がある（例えば、井上，2008 ; 井上・久保野・宮坂・原，1998）。これは他船や陸地までの距離と自船との関係といった環境的なストレスであると説明されている。これらの研究は、操船経験が無い人々への操船者の感覚を伝えることには成功しているものの、操船者の操船技術評価や教育訓練には用いられていない。それは操船者による個人差が大きいこと、操船者が危険を慣熟によって危険と判断しなくなること、そもそも研究の調査協力者が、どちらかと言えば大型船の操船経験者であるためと考えられる。また、曖昧な海上交通ルールの適用と他船との相互関係がこれらのモデルは必ずしも説明できていないためであると考えられる。

Cauvin & Saad（2004）は、船舶間または自動車間で相互作用をコントロールする必要がある点について同様に比較可能であると述べている。よって自動車交通に関する研究を参考にすることができるであろう。船舶の運航を考えると、ある程度の船間距離を維持しながら航行している。これと似たものとして自動車については車間距離が挙げられる。船間距離も車間距離も明確に基準が示されているものではなく、その時の状況によって操船者または運転者自身が判断するものである。自動車に関する研究では進行方向空間距離は普通に走行している時と接近走行している時と相関があるという（松永，2002）。また進行方向距離の差ほどではないが、ばらつきの度合いについても一定の傾向があるという。パーソナルスペースの考え方を用いて行われた車間距離に関する調査では、幾つかの速度条件

で走りやすい距離や危険を感じ始める距離等で走行するよう教示したところ、車間時間は一定であることが示されており、車間距離は主観的な危険性に強く関わる行動であると指摘されている（太田，2000）。この主観的な危険性に強く関わる行動、すなわちリスクテイキング行動には一貫性が認められている（例えば、中井・臼井，2006）。自動車のリスクテイキング行動（運転）については中井（2009）が研究をレビューしているが、それによれば運転技能は性差があること、運転経験の影響が大きいこと、運転に関する過大な自己評価の影響があること、若年者と高齢者の問題などが挙げられている。

このような研究を参考にして海上交通における経験差について調査した研究がある。渕・藤本・臼井・岩崎（2008）は衝突を回避する時機といった海上交通ルールに規定する各種の判断時機が経験によって異なり、訓練によって判断時機が早くなること、訓練修了後は実務経験によって判断時機が遅くなる傾向にあることを示した。これらの研究によると、判断時機については、その種類にもよるが、衝突までの残り時間が 5～25 分前という値を示しており、自動車交通が数秒で判断していることを考慮すると全くタイムスケールが異なることが分かる。自動車交通は人間の歩行行動よりも大きな進行方向に対する空間を必要性とし、数秒、長くても数十秒の判断で衝突回避が終了する。これに対し、海上交通は自動車と比較にならないほどの進行方向さらには周囲に対する認識すべき空間を必要とし、判断をしてから衝突回避が終了するまでに要する時間も遥かに長い。

タイムスケールの差、認識すべき空間の差の原因は、海上交通には道路が無いこと、船舶の質量の大きさが自動車と比較にならないほど大きいことである。道路が無いことについて、前後左右 360 度を常に対象とするほか無い。道路が無いことは逆に視界さえよければ遠方から船舶を見ることができるから、自動車交通で検討されているような見えないことによる潜在的危険は無い。海上交通においては見えないことに起因するのではなく、相手船の不確実な行動に起因する潜在的危険が問題であり、自動車交通とは少し異なる。海上交通においては、道路が無いことによる問題よりも、船舶の質量の問題のほうがより大きな問題であると考えられる。その理由は、自動車交通研究は一般ドライバーを対象とし主に自家用車というある程度限られた大きさの自動車交通を研究対象としているが、海上交通の場合はほとんどがプロフェッショナルによる運航であり、全長 10mほどの小さい船舶から全長 300mを超えるような大きな船舶が同じ海域を航行し相互関係になるからである。まるで幼児の 3 輪車と 10 トントラックが同じ道路上で相互関係になるようなものである。したがって、船舶の大きさの影響、すなわち船型による影響を明らかにする必要があ

る。

大きさの違いという点では自動車に関する研究として、三浦（1980）は対四輪車に対する判断と対二輪車に対する判断には差があることを指摘している。この車種差のように船型差の検討がある。Lee & Parker（2007）は、操船シミュレータ訓練の観察から、個人的な Comfort Zone に相手船を入れないようにしているように見え､その Comfort Zone の範囲は、操船シミュレータ観察から大洋航行する船舶（相対的に大きい船）の船員は前方に 5 マイル横方向に 3 マイル後方に 1 マイルであるが、沿岸を航行する船舶（相対的に小さい船）の船員は前方に 3 マイル横方向に 2 マイル後方に 0.5 マイル程度だろうと述べている。八田（2002）は実船を用いて調査協力者 3 名による避航判断時機に関する研究を行い、自身に操船経験がある船舶船型を基準に判断をしている可能性を指摘している。渕・藤本・臼井・広野（2009）は質問紙調査により海上交通ルールが求める判断時機を船間距離で検討し、大きな船舶船型を操船する者ほど船間距離が遠い時点で判断時機に達することを示唆した。また渕・藤本・臼井・広野・持田（2010）は質問紙調査を用いてどの程度の距離であれば他船の前方を横切るか、また他船に前方を横切らせるかを尋ね、その結果大きな船舶船型を操船する者ほど許容する船間距離が長いことを示唆した。上述の研究において、船舶の大きさは判断時機に影響を及ぼしていることが示唆されているが、調査参加者数が少なすぎる課題がある。

１－６－５　海上交通における衝突回避場面での操船方略について

自動車の場合、衝突を回避する際にはブレーキを踏むという減速が必ずといって言いほど含まれる。ハンドルの操作だけで衝突を回避する場面は高速道路の合流車に対して追い越し車線に移動するなどのごく限られたケースであろう。これに対して船舶の場合は道路が無いこと、またその質量が大きいために増減速はせず、一般には進路を変更して衝突回避を行う。例外としては湾内や航路内などのごく限られた場合には減速という選択肢はありえるが停船はよほどの緊急事態で無い限り行われない。

このように海上交通における衝突回避判断としては、操船者がどのように衝突を回避するかという方略、すなわち操船方略の内容が問題になる。Hockey, Crawshaw, Wastell & Sauer（2003）は、コンピュータを用いて操船における認知要求を計測する実験を行い、最も認知要求が高まる場面は、自船が保持船のケースで避航船がルールに従って避航しない時であると指摘している。渕・古荘・藤本・臼井（2007）は、操船方略に関する紙筆実験を行

い、経験が長いほど判断が早く操船方略内容は適切であり、自己評価も経験に伴って高くなることを示唆した。Chavin & Lardjane（2008）は、ドーバー海峡を航行するフェリーの航海士による衝突回避操船に関する意思決定を船舶交通システム（ドーバー海峡の安全航行を目的にした陸上レーダー監視システム）を用いた観察と発話プロトコルから分析し、相手船の種類によって行動が異なること、海上交通ルールが規定する行動とは異なる行動をとることを報告している。さらにこの研究では、回帰分析から相手船による針路変更方向の確率を算出している。

このように海上交通における衝突回避場面での操船方略についていくつかの研究が行われているが、船型の影響や、海上交通ルールを考慮して操船方略を検討していないことが課題である。

１－７　研究の目的

現実の海上交通場面はダイナミックな場面であり、限られた時間で衝突回避判断を行う必要がある。衝突回避判断を行うにあたっては、海上交通ルールを遵守することが求められるが、海上交通ルールは曖昧である。その曖昧な海上交通ルールのために操船者は現実の状況と過去の経験と照合しながら、不確定要素の多い衝突回避判断を行う必要がある。上述したように、曖昧な海上交通ルールが規定する判断時機が、時間的な経験と普段操船する船舶の船型経験の影響を受けることが示唆されており、特に船型経験については検討が進んでいないことが明らかになった。現実の海上交通場面を考えると、時間的な経験に関する知見は教育について有用であり、船型経験に関する知見は海上交通場面で衝突回避問題を解決するうえで有用である。さらにこの海上交通場面で衝突回避問題を考えることは、教育にもフィードバックすることができる。

そこで本研究では船舶の衝突事故分析、衝突回避操船事例から船型経験と衝突回避判断の研究の必要性を述べ、調査および実験から船型経験が判断時機や操船方略に与える影響について検討する。さらに、これらの知見をベースに策定した教育プログラムを、船舶実習中の学生に対して試行し、その効果を検証する。以上の結果から海上交通における衝突回避判断について船型差を考慮することの重要性、船員養成におけるより良い実習のあり方、および実務経験者に対する対応対策について論じる。

１－８　本論文の構成

本論文は以下の 8 章構成である。本論文における研究の流れを Fig. 1-4 に示す。

1 章　序論　本研究の背景と目的

海運の概要と海上交通ルールを概説し、海上交通における衝突回避判断に関する先行研究から、船型が判断時機や操船方略に与える影響の検討の必要性に言及し本研究の目的を述べた。また本論文の構成を記した。

2 章　海難分析

海難審判庁裁決録から 3 つの基本的な海上交通ルールが適用された船舶の衝突事故を分析する。船舶の船型を 3 つに分類し、衝突した船舶間の船型特徴を検討する。

3 章　海上交通ルールの知識に関する質問紙調査

海上交通ルールの知識は衝突回避判断を行う上で前提になる。法律名や条文名、航法名、求められる行動について、実務経験者 3 群計 102 名、訓練修了学生 37 名、訓練中の学生 33 名に対し海上交通ルールテストを実施した。実務経験者を普段操船する船型別 3 群に分け学生と結果を比較検討する。

4 章　運航実態調査

3 隻の船舶に乗船し衝突回避時機や、衝突回避操船後の対象船舶との最接近距離を記録した。その結果から操船者の特徴、相手船の船型特徴について分析する。また別の船舶に乗船した際に生じた他船との接近事象について、その日中に相手船操船者にインタビューが実施できた。同一の海上交通現場に直面した 2 隻の船舶操船者の判断について考察する。

5 章　判断時機に関する質問紙調査と映像実験

実務経験者 102 名に対し判断時機に関する質問紙調査 2 種と映像実験を行い、79 名の有効なデータを得た。その結果から質問紙調査と映像実験の比較検討を行う。また船型が判断時機に与える影響の検討を行う。さらに海上交通現場においてコンフリクトが生じるパターンについて検討する。

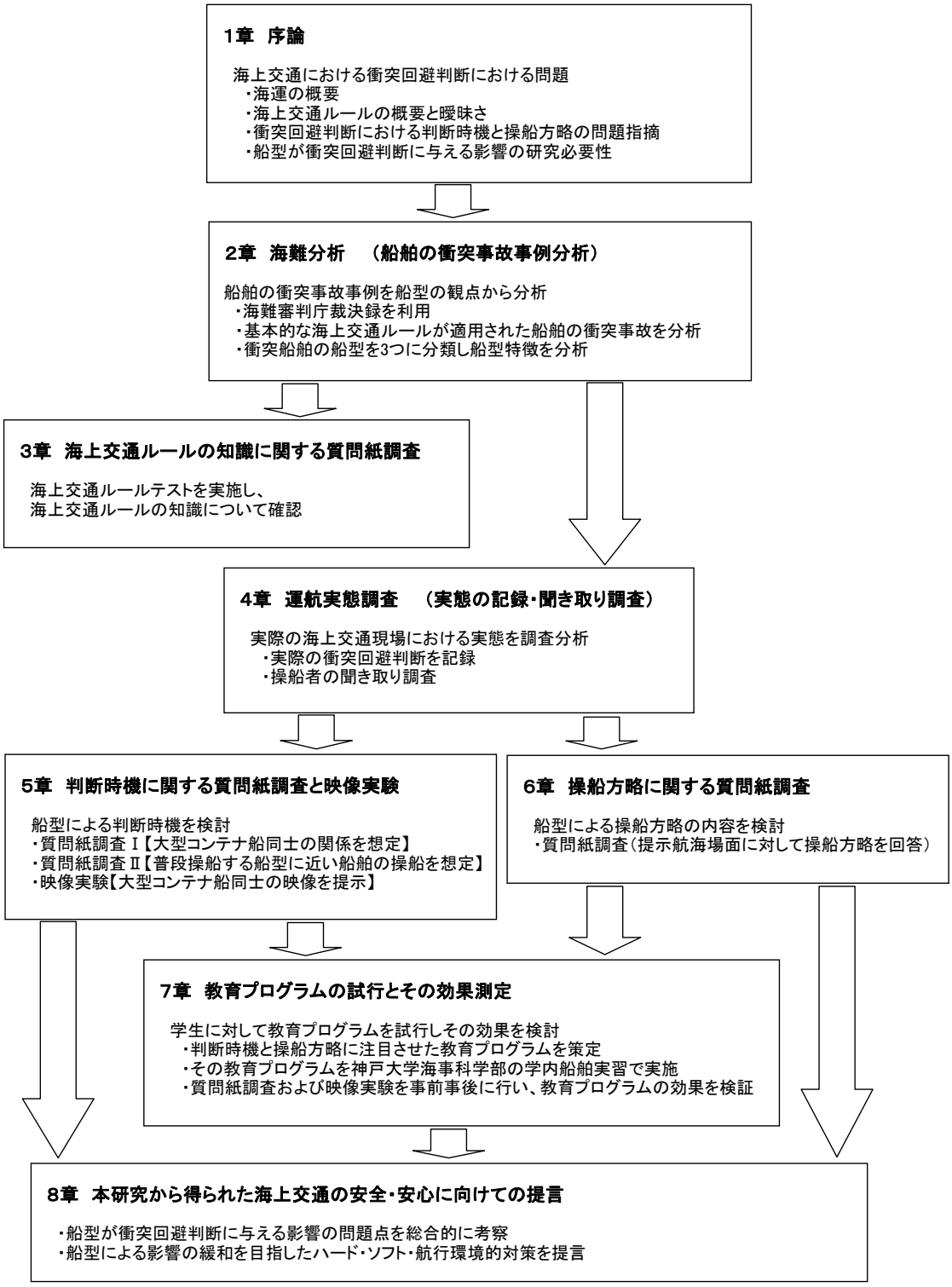


Fig. 1-4　本論文における研究の流れ

6 章　操船方略に関する質問紙調査

実務経験者 102 名に対し操船方略に関する質問紙調査を行い 79 名の有効なデータを得た。5 章の結果を基に、船型による操船方略の差を分析する。また海上交通現場において生じる問題について検討する。

7 章　教育プログラムの試行とその効果測定

6 章までの結果を基に、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の学内船舶実習で実施した。質問紙調査および映像実験を事前事後に行い、教育プログラムの効果を検証する。

8 章　本研究から得られた海上交通の安全・安心に向けての提言

全ての調査・実験をとりまとめ、そこから得られた船型が衝突回避判断に与える影響の問題点を総合的に考察する。そして、より安全・安心な海上交通社会の実現に向けての提言を、ハード的対策、ソフト的対策、航行環境的対策に分けて述べる。さらに、船員の養成に追加すべき新たな要件について述べる。

２．海難分析

２－１　海難の現状

２－１－１　海難とは

海上交通における衝突回避判断について研究を行うために、まず船舶の衝突事故事例を分析する。船舶の事故が発生すると、昭和 23 年から平成 20 年 9 月までは、海難審判庁が原因の究明と海員の懲戒を行っていた。しかし、国際的に原因の究明と懲戒を別にしなければならないことになり（海上事故又は海上インシデントの安全調査のための国際基準及び勧告される方式に関するコードの採択，国際海事機関第 84 回海上安全委員会）、平成 20 年 10 月からは海難審判所が海員の懲戒を行い、運輸安全委員会が原因の究明を行うことになった。海難審判所が行う手続きを定める海難審判法（昭和 22 年第 135 号，平成 20 年法第 26 号により改正）で定義する“海難”とは次の３つをいう。

①船舶の運用に関連した船舶又は船舶以外の施設の損傷
②船舶の構造、設備又は運用に関連した人の死傷
③船舶の安全又は阻害

運輸安全委員会の設置を定める運輸安全委員会設置法（昭和 48 年法第 113 号，平成 20 年法第 26 号により改正）では“海難”を用いず“船舶事故”を用いている。この法律で定義する“船舶事故”とは次の 2 つである。

①船舶の運用に関連した船舶又は船舶以外の施設の損傷
②船舶の構造、設備又は運用に関連した人の死傷

海難審判法と比較し、運輸安全委員会設置法では“船舶の安全又は阻害”が船舶事故に含まれていないが、この法律では“船舶事故等”という用語を次のように定義している。

①船舶事故
②船舶事故の兆候

船舶事故の兆候としては、①船舶が設備の故障や燃料などの不足により運航不能となった事態、②船舶が乗り揚げたもののその船体に損傷を生じなかった事態、③船舶の安全又

は運航が阻害された事態の 3 つとしている。したがって海難審判法でいう“海難”と運輸安全委員会設置法でいう“船舶事故”はほぼ同じであり、本論が対象とする船舶の衝突についてはどちらにも含まれる。一般には“自動車事故”のように“船舶事故”のほうが馴染むのかもしれないが、歴史の長さに鑑みて本論ではこれから“海難”を用いることにする。

２－１－２　海難の発生傾向

先述のとおり、平成 20 年（2008 年）からは、海難審判庁が海難の原因を究明するこれまでの体制から、運輸安全委員会と海難審判所がこれまでの海難審判庁の役割を担う現在の体制になった。運輸安全委員会は、海難の原因を究明することを目的とし、海難審判所は、海難審判による海員の懲戒を目的としている。運輸安全委員会及び海難審判所ともに年報を発行しているが、組織改編のために一部データが途切れており、通年のデータは今後発行されることになる。そこで海難審判庁が最後に通年でまとめた平成 19 年（2007 年）のデータによれば、海難審判庁の理事官が海上保安庁からの連絡や新聞報道などで認知した海難（以後、認知海難という）の数は 4,369 件 5,158 隻であった（海難審判庁，2008）。この認知海難数の傾向について竹本（2009）は、平成 6 年には認知件数が 10,032 隻であったが平成 18 年には 5,081 隻と半減していること、船舶統計（平成 18 年（2006 年）より調査中止）の調査対象船舶は平成 7 年に 45,469 隻であったが平成 16 年には 23,110 隻と半減していることから、海難発生率は変化していないと指摘している。

平成 19 年（2007 年）における認知海難の種類別発生件数としては、遭難が 1,417 件、衝突が 1,020 件、乗揚が 595 件と続いている。船種別発生隻数としては、貨物船が 1,827 隻と最も多く、次いで漁船が 921 隻、引船・押船が 684 隻と多い。竹本（2009）は、海難種類別発生件数についても、また船種別発生隻数についても、毎年これらの順番に変化はないことを示している。平成 19 年（2007 年）の総トン数別海難発生隻数は、20 トン未満が 1,167 隻（22.6%）、20 トン以上 500 トン未満が 2,527 隻（49.0%）、500 トン以上が 874 隻（16.9%）、不詳 590 隻（11.4%）となっている。

海難審判庁理事官は認知海難を調査した後、海難防止の観点から審判によりその実態を明らかにして原因を究明する必要があると判断した場合は、その海難について審判開始の申立てを行った。審判が行われ裁決が言い渡された海難は、おおよそ認知海難の 5 分の 1 であった。

平成 19 年（2007 年）に裁決の対象となった船舶は 1,143 隻で、船種別には漁船が最も多く 447 隻（39.1％）、次いでプレジャーボートが 182 隻（15.9%）、貨物船が 180 隻（15.7%）であった。海難種類別としては、衝突 666 隻（58.3%）、乗揚 179 隻（15.4%）、機関損傷 98 隻（8.6%）の順に多い。

このように、認知海難では、船種別に見れば漁船や貨物船が多い。また船の大きさ別、すなわち船型別にみれば、20 トン以上 500 トン未満の船舶、次いで 20 トン未満の小型船舶が多く、500 トン以上の船舶は比較的少ない。また裁決が行われた海難、つまり原因を究明すべきと判断された海難についても認知海難と同様に、船種別には漁船やプレジャーボートといった小型船舶、次いで貨物船の順に多い。また海難種類別としては衝突が最も多い。

２－１－３　衝突海難の原因

平成 19 年（2007 年）の海難審判では、衝突海難は 281 件 596 隻あり、このうち 525 隻について 673 の原因が指摘されている。673 原因の内訳は「見張り不十分」が 374 原因（56%）と過半数を占め、次いで「航法不遵守」が 115 原因（17%）となっている。ここでいう“航法”とは、海上衝突予防法をはじめ各海上交通法規の中で衝突を回避するための規定をいう（伊藤，1996）。

「見張り」というのは単に見ると言うことではない。小林・村田（1999）は海技要素技術の一つとして「見張り」は他船の発見と行動推定の技術であるとしている。西村・小林（2008）は避航操船の見張り機能として、①船舶の発見②現状把握③将来状況の予測④避航内容の決定の４つを挙げている。この過程は、状況から認識すべき対象を選択し、状況を理解したうえで予測し意思決定を行うという Endsley（2000）の Situation Awareness とほぼ同じである。このように海上交通において「見張り」とは単に見ると言うことではなく状況を認識することである。

「見張り不十分」となった原因は、“直前まで相手船に気付かなかった”が最も多く 153 隻（41%）であり、次いで“動静監視不十分”が 118 隻（32%）、“見張り無し”が 103 隻（27%）となっている。竹本・阪本・古荘・嶋田（2005）は衝突海難における“見張り不十分”について分析している。この中で注意散漫による海難については、操船者が安易に誤って行動し、その後危険に気付いていないことが問題であると指摘している。

「航法不遵守」の内訳は、“海上衝突予防法の航法の不遵守”が 61 原因（53%）、同法の“船員の常務”が 49 原因（43%）であり、この二つで 96%を占めている。“海上衝突予防法

の航法不遵守”の内訳を見ると、“横切り船の航法”が 31 原因（51%）と半数を占めており、次いで“視界制限状態における航法”と“各種船舶間の航法”がそれぞれ 11 原因（18%）となっている。

２－２　衝突海難における船型差と本章の目的

このように海難を概観すると、海難発生数は減少しているものの登録船舶数も減少しており、海難の発生割合は変化していない。また、海難種類別発生件数や船種別発生件数の順位も毎年変化がない。さらに、船の大きさ別、すなわち船型別には 20 トン以上 500 トン未満が多く、次に小型船舶が多い。原因を究明すべきと判断された海難、すなわち軽微な海難を除けば、海難種類としては衝突が最も多く、船種別には漁船などの小型船舶、貨物船の順に多い。

本論に関係する衝突海難の原因としては見張り不十分が過半数を占め、次いで航法不遵守となっている。見張り不十分については竹本ら（2005）が指摘するように避航判断をする以前の問題であり重要ではあるものの、衝突回避の判断を論じる本論では対象にならない。航法不遵守については“海上衝突予防法の航法”と“船員の常務“が原因として多い。

衝突というのは、複数隻による衝突と、単独の衝突がある。単独の衝突とは岸壁などへの衝突のことをいう。ほとんどの衝突海難は複数隻による衝突である。これまで概観した海難に関する報告では、どのような船舶とどのような船舶が衝突したのかについて分析は少ない。

斉藤（1963）は昭和 25 年（1950 年）から昭和 31 年（1956 年）にかけての海難審判裁決録を用い、港外での衝突海難について船種別にどの船舶とどの船舶が衝突したか分類している。その分類結果を Table 2-1 に示す。この報告では、汽船とは総トン数 100 トン以上 3,0000 トン未満の鋼船であり、小型汽船とは総トン数 100 トン未満の鋼船である。機帆船というのは当時木造船に帆とエンジンをつけて主に国内輸送に従事していた船舶で、大きさとしては総トン数 50 から 200 トンほどの船舶である。衝突件数は汽船対機帆船が最も多く、次いで汽船対小型汽船及び漁船が多いことなどから、斉藤（1963）は小型船である機帆船や漁船等がいかに大型船を悩ましているかを物語っていると述べている。

Table 2-1　衝突の船種別組合せ（斉藤（1963）より著者作成）

	件数	
汽船　対　汽船	22	（　18.2　%）
汽船　対　機帆船	46	（　38.0　%）
汽船　対　小型汽船及び漁船	36	（　29.8　%）
汽船　対　外国汽船	17	（　14.0　%）

内航貨物船の衝突海難を分析した「海難防止のためのガイドブック」（海難審判庁，2004）では、内航貨物船の衝突海難について相手船の状況を報告している。これによると平成 12 年（2000 年）から平成 14 年（2002 年）に裁決された内航貨物船の衝突海難件数は 335 件であった。このうち内航貨物船同士による衝突は 69 件（20.6%）であったのに対し、内航貨物船以外の船舶との衝突は 266 件（79.4%）であったと報告している。さらに相手船の船種別状況は、漁船が 54.3%と過半数を占め、ついで外国貨物船舶が 19.6%となっている。この報告からは、内航貨物船が衝突する相手としては、自船よりも小型である漁船が最も多いことがわかる。

総トン数 20 トン未満の船舶に対する航法の特別規定の必要性について論じた研究（畑・古荘・藤本・渕，2009）では、海難審判庁裁決録を用いて海上衝突予防法第 15 条横切り船の航法が適用された裁決について、衝突した船舶を総トン数 20 トン未満の小型船舶と小型船舶以外の大型船舶に分けて分析している。これによれば大型船舶同士および小型船舶同士よりも大型船舶と小型船舶が衝突した件数が突出して多いことを指摘している。

このように先行研究は相対的に大きな船舶と小さな船舶の衝突が多いことを示唆しているが、50 年ほど前のデータであったり、内航貨物船や小型船舶に特化したりするなど、衝突の船型別組合せについて断片的な結果を示している。そこで本章では海難審判庁裁決録を分析し、衝突海難の船型別組合せの特徴を明らかにすることを目的とする。

２－３　調査方法

２－３－１　調査対象海難

調査には昭和 52 年（1977 年）から平成 20 年（2008 年）までの海難審判庁裁決録を用いた。国際海上衝突予防規則の改正に伴い国内法である海上衝突予防法は改正されているた

め、現行の海上衝突予防法が施行された昭和 52 年 7 月 15 日以降に発生した衝突海難を調査対象とした。

衝突海難については、海上交通法規の規定により裁決される。海上交通法規の規定は、衝突海難発生場所によって適用される法律が異なる。全般的に海上衝突予防法が適用されるが、地形的に特徴のある海域では特別法が適用される場合がある。具体的には、東京湾、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海では海上交通安全法が適用される場合があり、港内では港則法が適用される場合がある。海上交通安全法や港則法の規定が適用される場合は、陸上交通の道路のような航路が関係したり、狭い港内であったりと海上交通としては特殊な海域での衝突海難となることから、水深や海域の広さ、気象条件といった多くの特殊要因が影響する。したがって、ある程度広く特殊でない一般的な海域で発生した際に適用される海上衝突予防法が適用された衝突海難のみを調査対象とする。

次に、海上衝突予防法の航法は、相手船を肉眼で視認できるかできないかで適用航法が異なると序論で述べた。霧や雨などにより肉眼で相手船を視認できない場合は、相手船の大きさは衝突直前まで、場合によっては衝突するまで判らないため、相手船を肉眼で視認できない場合を調査対象から除くことにする。

さらに、船舶の操縦性能による規定を調査から除くことにする。例えば網を引いて漁をしている漁船は、その網のためにかなり操縦性能が制限され自由に動くことができない。また他の例としては帆走中のヨットは風上に航行したくても物理的に不可能である。このように操縦が魚網などの曳航物や自然現象ならびに故障等のために相当に制限され自由に航行できない船舶と、例え動きが緩慢な超巨大船であれ自由に針路速力を変更できる船舶との間には、「各種船舶間の航法」が規定されている。この各種船舶間の航法が適用される状況は、一方の船舶が自由に針路速力を変更できない特殊な状況であるため調査対象から除くことにする。

上述のように様々な状況を除くと 3 つの航法が残る。それは両船舶ともに自由に針路速力を変更できる状況に適用される。3 つの航法規定概要を以下に示す。また適用範囲を Fig. 2-1 に示す。

①海上衝突予防法第 13 条　追越し船の航法

[　概要　]

速力の速い船が遅い船を追越すような状況で適用される。

後方の速力の速い船が避けなければならず（避航船）、前方の遅い船は避航船が避航しやすいように針路速力を保持しなければならない（保持船）。

②海上衝突予防法第 14 条　行会い船の航法

[　概要　]

互いに真向かいに行き会うような状況で適用される。

互いに針路を右に転じ避けなければならない。

③海上衝突予防法第 15 条　横切り船の航法

[　概要　]

他船を右に見る船舶が避けなければならず（避航船）、他船を左に見る船舶は、避航船が避航しやすいように針路速力を保持しなければならない（保持船）。

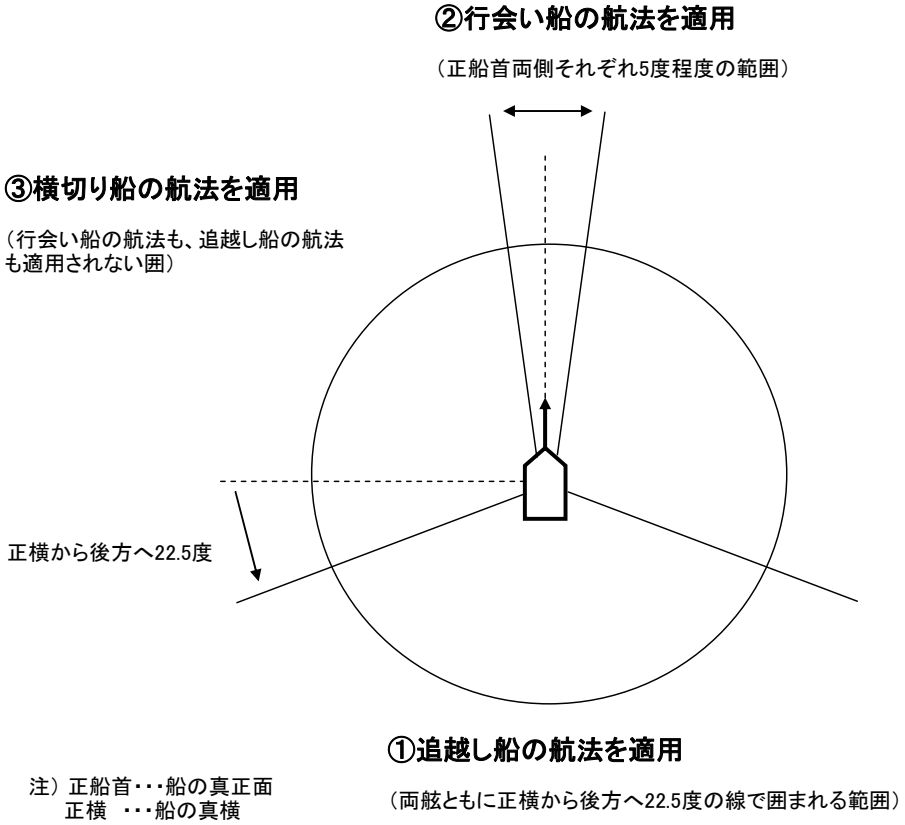


Fig. 2-1 ３つの航法規定の適用範囲

本章では、衝突海難裁決のうち、これら 3 つの航法規定が適用された裁決のみを調査対象とする。

２－３－２　避航船と保持船の動作

衝突を回避することを避航するという。序論で述べたとおり、互いに他の船舶の視野の内にある場合、衝突を回避するために、“避航船”と“保持船”という立場がある。海上衝突予防法で、他船の進路を避けなければならないとされる船舶を“避航船”、反対に進路を譲られる船舶を“保持船”という。この“避航船”と“保持船”は船舶の性能や大きさには拠らず、単に船舶の位置関係のみで決まる。

避航船は、衝突のおそれが生じたなら、十分余裕のある時機に衝突を回避しなければならない。一方、保持船は避航船が避航しやすいように針路速力を保持しなければならない。ただし、避航船が避航義務を遂行しなければ衝突してしまうため、明らかに避航船が避航しない場合に保持船は針路速力を衝突するまで保持し続ける必要は無く、避航できることになっている。このように避航船は“避航する”という 1 段階のみであるが、保持船には、まず“針路速力を保持する”そして避航船が避航しない場合に保持義務を解除し“避航する”という 2 段階がある。

互いに視野の内にあり、自由に針路速力を変更できる船舶間の場合、追越し船の航法、行会い船の航法および横切り船の航法の 3 つの規定で衝突を回避する。道路のように交差点が無い海上交通においては、周囲 360 度あらゆる方向からも相手船が近づき、衝突を回避しなければならない。3 つの規定のうちどの規定を適用するかについては、夜間は航海灯の見え方で判断でき、昼間は夜間の状態を考えれば容易に判断できる（Fig. 2-1 参照）。

行会い船の航法については両船共に衝突を回避しなければならず、どちらも避航船である。一方、追越し船の航法と横切り船の航法では、両船はその位置関係から避航船と保持船になり、それぞれの義務が生じる。

２－３－３　調査項目

追越し船の航法、行会い船の航法および横切り船の航法が適用された衝突海難について、次の項目を調査した。[　]は各項目の内容を示す。

①両船の船種

[漁船・プレジャーボート・貨物船・油送船・旅客船・押船引船・その他]

②両船の船型（船の大きさ。総トン数で表す。）

[小型船舶・20 トン以上 500 トン未満・500 トン以上]

③避航船保持船の別（行会い船の航法適用海難を除く）

[避航船・保持船]

④保持船の避航の有無（追越し船の航法・横切り船の航法）

[避航有り・避航無し・間際に避航]

⑤衝突間際の避航動作（行会い船の航法）

[避航有り・避航無し]

船種については、漁船、プレジャーボート、貨物船、油送船、旅客船、押船引船、その他に分類した。漁船、遊漁船、瀬渡し船をまとめて“漁船”とした。モーターボート、ヨット、プレジャーボートをまとめて“プレジャーボート”とした。ケミカルタンカーについては“油送船”に含めた。押船と引船は別の形態であるが、大きな輸送体を押すのか引くのかといった違いであり一つにまとめた。その他としては官庁船などがある。

船型については裁決録に掲載されている総トン数を調査した。総トン数が不詳である船舶については登記の必要無い小さい船であることが多い。記述された事実の経過から明らかに総トン数 20 トン未満と判断できる船舶については 20 トン未満とした。記録された総トン数の値から船型を 3 群に分けた。総トン数 20 トン未満の船舶を“小型船舶”、20 トン以上 500 トン未満の船舶を“500 トン未満”、500 トン以上の船舶を“500 トン以上”とした。

20 トンと 500 トンで船型を区切った理由は次のとおりである。まず 20 トンの区切りについては船舶安全法第 6 条の 5 に総トン数 20 トン未満の船舶を小型船舶と称しており、また船舶職員及び小型船舶操縦者法第二条の 4 にも小型船舶が総トン数 20 トン未満の船舶と定義しそれ以上の船舶と免許を別にしているからである。500 トンの区切りについては、日本船主協会（2010b）によれば、内航船の 85%は 500 トン未満となっていること、港則法第 18 条の 2 で 500 トン未満を小型船と定義していること、また、船員の資格訓練および当直の基準を定めた STCW 条約（IMO，2001）において船長航海士の資格証明について 500 トン未満と 500 トン以上に分けていることから 500 トンを区切りとした。

保持船には、“針路速力を保持する”そして避航船が避航しない場合に“避航する”とい

う 2 段階があると述べた。このように第二段階として保持船は避航（協力動作）義務がある。そこで、保持船として避航義務を遂行しようとしたのか、しなかったのかを明らかにするために、保持船の避航について調査した。裁決録には“保持船の避航があったにもかかわらず衝突した”、“衝突の間際に保持船が避航動作をとった”、“保持船は何もしなかった”の 3 種類があった。よって保持船の避航の有無については、“避航有り”、“避航無し”、“間際に避航”の 3 分類とした。行会い船の航法については両船共に避航船である。何もしないで衝突したのか否か、衝突間際の避航動作の有無を調査した。

２－４　結果

調査対象の裁決件数は、2,284 件であった。追越し船の航法、行き会い船の航法および横切り船の航法が適用された海難件数を Table 2-2 に示す。

横切り船の航法が適用された海難が 1,620 件と約 7 割を占め、追越し船の航法が約 2 割、行会い船の航法が約 1 割となっている。横切り船の航法が適用された海難が非常に多い。次に、それぞれの航法別の結果を示す。

Table 2-2　適用航法別の海難件数

	N	
追越し船の航法	443	(19.4 %)
行会い船の航法	221	(9.7 %)
横切り船の航法	1620	(70.9 %)

２－４－１　追越し船の航法が適用された海難について

追越し船の航法が適用された海難は 443 件であった。追越し船の航法では、前方を遅い速力で航行する船舶が保持船、後方から速い速力で航行する船舶が避航船となる。船種別に保持船となった隻数および避航船となった隻数を Table 2-3 に示す。保持船の隻数としては、漁船が 197 隻（44.5%）、貨物船が 130 隻（29.3%）、押船引船が 48 隻（10.8%）の順であるが、避航船の隻数としては貨物船が 246 隻（55.5%）、漁船が 122 隻（27.5%）、油送船が 42 隻（9.5%）の順となっており、傾向が異なる。

船型別の保持船隻数および避航船隻数を Table 2-4 に示す。

Table 2-3　船種別の保持船隻数および避航船隻数　－追越し船の航法適用－

（%は保持船、避航船それぞれにおける割合）

船種	保持船となった隻数		避航船となった隻数	
漁船	197	(44.5 %)	122	(27.5 %)
プレジャーボート	25	(5.6 %)	11	(2.5 %)
貨物船	130	(29.3 %)	246	(55.5 %)
油送船	38	(8.6 %)	42	(9.5 %)
旅客船	3	(0.7 %)	12	(2.7 %)
押船引船	48	(10.8 %)	7	(1.6 %)
その他	2	(0.5 %)	3	(0.7 %)
合計	443		443	

Table 2-4　船型別の保持船隻数および避航船隻数　－追越し船の航法適用－

（%は各船型における割合）

船型	保持船となった隻数		避航船となった隻数	
小型船舶	204	(46.0 %)	109	(24.6 %)
500トン未満	175	(39.5 %)	181	(40.9 %)
500トン以上	61	(13.8 %)	152	(34.3 %)
不明	3	(0.7 %)	1	(0.2 %)

保持船では、小型船舶、500 トン未満、500 トン以上の順に多いが、避航船では、500 ト未満、500 トン以上、小型船舶の順に多い。

船型別の保持船と避航船の組合せ件数を Table 2-5 に示す。小型船舶同士が 97 件（22.1%）、500 トン未満同士が 93 件（21.2%）と多く、次に保持船が 500 トン未満で避航船が 500 トン以上のケースが 76 件（17.3%）、保持船が小型船舶で避航船が 500 トン未満のケースが 69 件（15.7%）と続く。同船型間の衝突は 229 件（52.2%）であり、異船型間の衝突は 210 件（47.8%）である。異船型間の衝突について、船型が大きいほうが避航船であるケースが 182 件（86.7%）であるのに対しその逆は 28 件（13.3%）と少ない。追越し船の航法が適用された海難は約半数が異船型間の衝突であり、異船型間の衝突は追越し船である船型が大きい船舶が避航船であるにもかかわらず、前方を航行する小さい船舶に衝突しているケースが多い。

保持船の避航の有無について、結果を Table 2-6 に示す。全ての船型について保持船の避航はほとんど無い。ただし、船型が大きい船舶ほど衝突間際に避航した割合が多い。

Table 2-5　船型別の保持船と避航船の組合せ件数　－追越し船の航法適用－

（%は総和に対する割合）

		避航船船型		
		小型船舶	500トン未満	500トン以上
保持船船型	小型船舶	97 （ 22.1 %）	69 （ 15.7 %）	37 （ 8.4 %）
	500トン未満	6 （ 1.4 %）	93 （ 21.2 %）	76 （ 17.3 %）
	500トン以上	4 （ 0.9 %）	18 （ 4.1 %）	39 （ 8.9 %）

Table 2-6　保持船の協力動作の有無（隻数）　－追越し船の航法適用－

（%は各船型における割合）

		保持船協力動作有無		
		有	無	衝突間際
保持船船型	小型船舶	3 （ 1.5 %）	163 （ 79.9 %）	38 （ 18.6 %）
	500トン未満	2 （ 1.1 %）	98 （ 56.0 %）	75 （ 42.9 %）
	500トン以上	0 （ 0.0 %）	19 （ 31.1 %）	42 （ 68.9 %）

２－４－２　行会い船の航法が適用された海難について

行会い船の航法が適用された海難は 221 件であった。行き会い船の航法は、互いに衝突を避けなければならないため、追越し船の航法のように保持船と避航船にならず、すべて避航船となる。船種別の隻数を Table 2-7 に示す。

漁船が 176 隻（39.8%）、貨物船が 151 隻（34.2%）と非常に多く、次いで押船引船が 68 隻（15.4%）となっている。

次に船型別の隻数を Table 2-8 に示す。500 トン未満が 230 隻（52%）と過半数を占めており、次いで小型船舶が 171 隻（38.7%）であった。この 2 船型で 9 割を占める。

Table 2-7　船種別の隻数　－行会い船の航法適用－

船種	隻数	
漁船	176	（ 39.8 %）
プレジャーボート	3	（ 0.7 %）
貨物船	151	（ 34.2 %）
油送船	43	（ 9.7 %）
旅客船	0	（ 0.0 %）
押船引船	68	（ 15.4 %）
その他	1	（ 0.2 %）
合計	442	

Table 2-8　船型別の隻数　－行会い船の航法適用－

船型	隻数	
小型船舶	171	（ 38.7 %）
500トン未満	230	（ 52.0 %）
500トン以上	40	（ 9.0 %）
不明	1	（ 0.2 %）

行会い船の航法が適用された海難の船型別の組合せ件数を Table 2-9 に示す。

500 トン未満同士が 88 件（40%）と最も多く、次いで小型船舶同士が 62 件（28.2%）となっている。同船型間の衝突は 154 件（70.0%）であるのに対し、異船型間の衝突は 66 件（30.0%）と少ない。

行会い船の航法は両船ともに避航船であるため保持船としての協力動作は無い。ただし衝突直前に避航しようとしたか否かについて、衝突直前動作の有無を Table 2-10 に示す。

小型船舶は約 4 割、500 トン未満は約 8 割、500 トン以上は約 7 割が衝突直前に動作を行っているが、及ばず衝突している。小型船舶は、他群と比べて衝突直前の動作が無い割合が多い。

Table 2-9　船型別の組合せ件数　－行会い船の航法適用－

（%は総和に対する割合）

	小型船舶	500トン未満	500トン以上
小型船舶	62 （ 28.2 %）		
500トン未満	34 （ 15.5 %）	88 （ 40.0 %）	
500トン以上	13 （ 5.9 %）	19 （ 8.6 %）	4 （ 1.8 %）

Table 2-10　衝突直前動作の有無（隻数）　－行会い船の航法適用－

（%は各船型における割合）

	衝突直前の動作有無	
	有	無
小型船舶	70 （ 40.9 %）	101 （ 59.1 %）
500トン未満	178 （ 77.4 %）	52 （ 22.6 %）
500トン以上	26 （ 65.0 %）	14 （ 35.0 %）

２－４－３　横切り船の航法が適用された海難について

横切り船の航法が適用された海難は 1,620 件であった。横切り船の航法では、相手船を左に見る船舶が保持船、相手船を右に見る船舶が避航船となる。船種別に保持船となった隻数および避航船となった隻数を Table 2-11 に示す。船種別の構成比は、保持船、避航船ともに傾向は変わらない。漁船が半数弱を占め最も多く、貨物船が 4 割弱となっている。

横切り船の航法が適用された海難について船型別の保持船隻数および避航船隻数を Table 2-12 に示す。

Table 2-11　船種別の保持船隻数および避航船隻数　－横切り船の航法適用－

（%は保持船、避航船それぞれにおける割合）

船種	保持船の隻数		避航船の隻数	
漁船	725	(44.8 %)	788	(48.6 %)
プレジャーボート	21	(1.3 %)	25	(1.5 %)
貨物船	596	(36.8 %)	547	(33.8 %)
油送船	152	(9.4 %)	119	(7.3 %)
旅客船	32	(2.0 %)	31	(1.9 %)
押船引船	78	(4.8 %)	84	(5.2 %)
その他	16	(1.0 %)	26	(1.6 %)
合計	1620		1620	

Table 2-12　船型別の保持船隻数および避航船隻数　－横切り船の航法適用－

（%は各船型における割合）

船型	保持船となった隻数		避航船となった隻数	
小型船舶	653	(40.3 %)	686	(42.3 %)
500トン未満	608	(37.5 %)	604	(37.3 %)
500トン以上	352	(21.7 %)	320	(19.8 %)
不明	7	(0.4 %)	10	(0.6 %)

船型別の構成比は、保持船、避航船ともに傾向は変わらず、小型船舶が 4 割強、500 トン未満が 4 割弱、500 トン以上が約 2 割となっている。

船型別に保持船と避航船の組合せ件数を Table 2-13 に示す。

保持船が小型船舶で避航船が 500 トン未満の衝突、およびその逆のケースが、それぞれ約 17%と多く、次いで小型船舶同士および 500 トン未満同士が約 14%と続く。保持船が小型船舶で避航船が 500 トン以上の衝突は､およびその逆のケースがそれぞれ約 11%である。同船型間の衝突は 498 件（31.１％）であるのに対し異船型間の衝突は 1105 件（68.9％）と多い。異船型間の衝突について、船型が大きいほうが避航船であるケースは 526 件（47.6％）であり、その逆は 579 件（52.4％）とほぼ同数である。

保持船の協力動作の有無について、結果を Table 2-14 に示す。

Table 2-13　船型別　保持船と避航船の組合せ件数　－横切り船の航法適用－

（%は総和に対する割合）

		避航船船型		
		小型船舶	500トン未満	500トン以上
保持船船型	小型船舶	217 （ 13.5 %）	265 （ 16.5 %）	167 （ 10.4 %）
	500トン未満	287 （ 17.9 %）	222 （ 13.8 %）	94 （ 5.9 %）
	500トン以上	178 （ 11.1 %）	114 （ 7.1 %）	59 （ 3.7 %）

Table 2-14　保持船の協力動作の有無　－横切り船の航法適用－

（%は各船型における割合）

		保持船協力動作有無		
		有	無	衝突間際
保持船船型	小型船舶	107 （ 16.4 %）	393 （ 60.2 %）	153 （ 23.4 %）
	500トン未満	138 （ 22.7 %）	121 （ 19.9 %）	349 （ 57.4 %）
	500トン以上	127 （ 36.1 %）	42 （ 11.9 %）	183 （ 52.0 %）

船型が大きいほうが保持船の協力動作がある傾向にある。小型船舶の保持船協力動作について、協力動作が無いケースが 6 割と非常に多い。500 トン未満および 500 トン以上については衝突間際に動作を行ったケースが過半数を占める。

２－５　考察

２－５－１　追越し船の航法が適用された海難に関する考察

追越し船の航法が適用された裁決は 443 件であり、調査対象海難の約 2 割と少ない（Table 2-2 参照）。

船種別に隻数をみると、漁船と貨物船が多く海難全体の傾向と同様である。ただし、保持船と避航船では順位が異なり、保持船では漁船のほうが多く避航船では貨物船の方が多い（Table 2-3 参照）。船型別に見ると保持船は小型船舶、500 トン未満、500 トン以上の順に隻数が多いが、避航船は 500 トン未満、500 トン以上、小型船舶の順に多い（Table 2-4 参照）。このことは一般に、小型船舶には漁船が多いこと、500 トン未満には貨物船が多いことから上述の結果になったと考えられる。

船型別に衝突の組合せを見ると、同船型間の衝突は 229 件（52.2%）、異船型間の衝突は 210 件（47.8%）であり、半数が異船型間の衝突である。異船型間の衝突について、船型が大きいほうが避航船であるケースは 182 件（86.7%）であるのに対しその逆は 28 件（13.3%）と非常に少ない（Table 2-5 参照）。異船型間の衝突については、船型が大きい船舶が小さい船舶に後方から接近し衝突しているケースが多いことがわかる。

水面を滑走していない通常の排水量型船舶（水を押しのけ浮かんでいる船舶）は、波の影響や推進力などに影響され、通常大きい船舶のほうが小さい船舶よりも高速である。したがって追越し船の航法が適用される追突海難は大きいほうの船舶が避航船となるケースが多くなると考えられる。しかし小型船舶に多い漁船は滑走することで、一部の大型船舶を除いてほとんどの大型船舶よりも高速で航行することができる。保持船の協力動作について、小型船舶は衝突するまで全く動作をとっておらず、500 トン未満および 500 トン以上は小型船舶に比べて衝突の間際に動作をとっている。このことから、漁船が漁業の準備などで滑走せず低速で航行中に、別の作業のために注意が疎かになって追突されているのではないかと推察される。

漁船は沖の漁場への往来で同方向に航行すること、一般に同船型の商船は、陸岸から同じ程度の距離を離して往来すること、さらに、追越し船の航法は僅かな速力差であっても

適用されるため、同船型間の衝突可能性は高いと考えられる。

このような背景から、追越し船の航法が適用された海難については、同船型間の衝突件数と異船型間の衝突件数は同程度の割合であり、異船型間の衝突については相対的に大きい船舶が小さい船舶に衝突するケースが多いのではないかと推察される。

２－５－２　行会い船の航法が適用された海難に関する考察

行会い船の航法が適用された裁決は 221 件であり、調査対象海難の約 1 割と非常に少ない（Table 2-2 参照）。船種別の隻数は、漁船と貨物船が多く海難の全体傾向と同様である（Table 2-7 参照）。船型別に見ると 500 トン未満、小型船舶、500 トン以上の順に隻数が多く、500 トン以上は 1 割に満たない。（Table 2-8 参照）。

船型別に衝突の組合せを見ると、500 トン未満同士が 88 件（40.0%）と最も多く、次いで小型船舶同士が 62 件（28.2%）となっている。同船型間のケースは 154 件（70.0%）であるのに対し、異船型間のケースは 66 件（30.0%）と少ない。

行会い船の航法が適用される状況は、ほぼ真向かいに行会う場合である。自動車でいえば、細い中央線が無いような道路において、対向車が来るような場面である。自動車は道路で交通流が整理されているため、このような場面に頻繁に遭遇するであろう。しかし船舶の場合は道路が無いためにあらゆる角度から他船が接近する。行会い船の航法が適用される範囲は他の航法と比較して狭く（Fig. 2-1 参照）、自動車のように頻繁に遭遇する場面ではない。このことから行会い船の航法が適用された海難件数は、3 つの航法が適用された海難のうち最も少ないと考えられる。行会い船の航法が適用される状況としては、全く偶然に生じる場合の他に、漁場に向かう漁船と漁場から港に帰る漁船との関係や、陸岸から同程度の距離を離して往来する反対向きの船舶交通流が考えられる。陸岸から離す距離については、一般に大型の外航船が最も陸岸から遠く、内航船はその陸側（内側）を航行する傾向にある。このような背景から、行会い船の航法が適用された海難件数は非常に少なく、また異船型間の衝突よりも同型船舶同士の衝突海難件数が多いのではないかと推察される。

２－５－３　横切り船の航法が適用された海難に関する考察

横切り船の航法が適用された裁決は 1,620 件であり、調査対象海難の約 7 割と非常に多い（Table 2-2 参照）。船種別の構成比は、保持船、避航船ともに傾向は変わらず、漁船が半数弱を占め最も多く、貨物船が 4 割弱となっている（Table 2-11 参照）。横切り船の航法が適

用された海難も、他の 2 つの航法が適用された海難と同様に、海難の全体傾向と同様である。船型別の構成比は、保持船、避航船ともに傾向は変わらず、小型船舶が 4 割強、500 トン未満が 4 割弱、500 トン以上が約 2 割となっている（Table 2-12 参照）。このことは他の海難と同様に、一般に小型船舶には漁船が多いこと、500 トン未満には貨物船が多いことが考えられる。

船型別の保持船と避航船の組合せ件数をみると、保持船が小型船舶で避航船が 500 トン未満の衝突およびその逆がそれぞれ約 17%と最も多く、次いで小型船舶同士および 500 トン未満同士が約 14%と続く。保持船が小型船舶で避航船が 500 トン以上の衝突およびその逆は、それぞれ約 11%である。同船型間の衝突は 498 件（31. 1 %）であるのに対し異船型間の衝突は 1,105 件（68.9%）と多い。異船型間の衝突について、相対的に船型が大きい船舶が避航船で小さい船舶が保持船であるケースは 526 件（47.6%）であり、その逆は 579 件（52.4%）とほぼ同数である（Table 2-13 参照）。

横切り船の航法が適用される状況は、互いの船舶の目的地が異なり、進路が交差することで生じる。行会い船の航法が適用される場合と追越し船の航法が適用される場合以外はすべて横切り船の航法が適用される。自船から見て横切り船の航法を適用する角度領域は、全周 360°に対して約 215°と他の航法を適用する角度領域よりも広い（Fig. 2-1 参照）。道路が無いため船舶は自由に航行しており、進路は様々な角度で交差する。進路が交わる角度と速力の関係で、ある地点にある瞬間に両船舶が到達すれば両船は衝突するため、衝突の条件に両船の速力は関係しない。また目的地も様々であり、相手船を右に見るか左に見るかはその時々であるため、確率的には 1/2 である。このような背景から、横切り船の航法が適用される海難が最も多く、また保持船および避航船の立場に船種ならびに船型の特徴が無いと推察される。

２－５－４　3 航法が適用された海難に関する総合考察

３つの航法規定が適用された海難件数は、横切り船の航法適用海難が 1,620 件と約 7 割を占め、追越し船の航法が約 2 割、行会い船の航法が約 1 割であった（Table 2-2 参照）。各航法の自船から見た適用領域は、横切り船の航法、追越し船の航法、行会い船の航法の順に適用される領域が広い（Fig. 2-1 参照）。この適用される領域の差は、航法別海難件数の差に影響しているものと推測される。

追越し船の航法が適用される状況は、適用される角度領域としては約 38%を占めている

が、追越し船の航法が適用されるには、後方に位置する船舶の速力が速いという条件が必要である。この条件から、半数を占める異船型間の衝突では、大きい船舶の方が避航船となり小さい方の船舶に追突するケースが多かった。行会い船の航法が適用される状況は、適用される角度領域としては約 2%しかなく、海難件数も非常に少ない。同船型間の衝突が異船型間の衝突よりも 2 倍強多かったが、行会い船の航法が適用されるには、反対方向の交通流である必要があり目的地や航行海域の関係のためであろうと推察された。

これに対し、横切り船の航法が適用される角度領域は、自船の全周に対する領域としては約 60%を占め、横切り船の航法が適用された海難件数は 3 つの航法が適用された海難のうち約 7 割と非常に多い。横切り船の航法が適用される状況は、行き会い船の航法が適用される状況と比較して適用される範囲は非常に広く、行会い船の航法で推察された目的地や航行海域といった要因は関係が無い。次に、追越し船の航法が適用される状況と比較して適用される範囲は広く、追越し船の航法で影響すると推察された速力差の要因は関係が無い。横切り船の航法が適用されるには、互いの進路が横切る、すなわち目的地が明確に異なることが必要になる。また、横切り船の航法が適用される状況では、保持船になるか避航船になるかは相手船を右に見るか左に見るかという位置関係のみで決まる。漁船は漁港と沖の漁場を往復しており、各港間を航行する商船交通とは流れが交差する。大型の商船と小型の商船を考えると、大型の商船以上に小型の商船は狭い海峡や小さな港にも入港することから、やはり交通流が交差することがある。このように横切り船の航法が適用された海難は、他の航法と比較すると最も遭遇の可能性が高く海難数も多い。さらに横切り船の航法が適用された海難においては、同船型間の衝突が 498 件（31. 1 %）であるのに対し異船型間の衝突が 1,105 件（68.9%）と多く、異船型間の問題に焦点を当てる必要がある。

3 つの航法が適用された海難について、衝突直前の最終局面で衝突を回避するための最善の協力動作を取ったかどうか調査した。それは追越し船の航法および横切り船の航法が適用された海難については保持船の協力動作の有無について、行会い船の航法が適用された海難については衝突直前の動作の有無についての調査であった。結果はいずれも小型船舶が衝突直前に何も動作を取らずに衝突に至ったケースが多かった（Table 2-6、Table 2-10 、Table 2-14 参照）。海上衝突予防法では、行会い船の航法が適用された海難においては、避航船は義務としてできる限り早期に避航しなければならず、追越し船の航法および横切り船の航法が適用される海難においては、保持船は避航船と間近に接近した場合は可能なあらゆる措置をとって衝突を回避しなければならない。小型船舶は一般に 500 トン未満およ

び 500 トン以上の船舶に比べて旋回性能も、最高速力も、さらに加速力も優れており非常に操縦性能が良い。つまり 500 トン未満または 500 トン以上の船舶が仮に時機を逸し衝突を回避できない状況に陥ったとしても、小型船舶がその操縦性能を活かして衝突を回避できた可能性がある。衝突するまで何も動作をとらなかった原因としては他に注意を向けていたり、別の作業に従事していたりといった以外にも居眠りが考えられる。漆谷・佐野・村松・江原（2007）は、居眠り海難の防止の必要性を訴えており、漁船は特有の労働形態による身体疲労からの居眠りが、貨物船は深夜帯の輻輳海域での居眠りが多いことを指摘している。

２－６　問題提起

海上衝突予防法は、海上交通が一律の規制になじまないことから、長い伝統により、船員の常務（Good Seamanship）とよばれる良き慣行が確立しているとし、各船員が適切に判断することを大前提にしていた（海上保安庁，2007）。本章では、3 つの基本的な航法について海難分析を行った。その結果、横切り船の航法における異船型間の問題が浮かび上がった。さらに衝突の最終局面において小型船舶がその操縦性能を活かして衝突を回避することが少ないことが指摘された。

ここで実際に操船している状況を考える。今、左側から衝突する態勢で船舶が接近してきた。自船は横切り船の航法により保持船であるため、針路速力を保持する。しかし、避航船である相手船はいつ避航するのだろうか。自船が保持船であるから針路速力を保持しようと判断した瞬間、相手船が針路を右に転じ避航することが望ましい。自船がそのように判断する前に相手船が針路を右に転じていれば、衝突のおそれを全く感じずなおさら望ましい。しかし現実にはその様な理想どおりにはならないことが多々あり、海難に関する情報は、時に衝突に至ることを示している。針路速力を保持しつつも、相手船はなかなか針路を右に転じない。次第に相手船に対する疑念が大きくなる。海難調査の結果は、横切り船の航法が適用される場合に、相手船と自船の船型に差があるときに衝突が多いことを示唆している。さらに相手船が居眠りなどのために全く見張りをしていない可能性も考えられる。

計算上は、舵を一杯に右にきり最小半径で旋回したときに、相手船と衝突しない相手船までの限界最小距離は計算可能である（例えば、今津・村山・田中・有村・沼野・桐谷・金湖・宮崎・甲斐，1992）。しかし、いつ衝突のおそれが生じるかわからず、毎回進路交差

角、速力、相手船の大きさが異なる中で毎回計算可能だろうか。コンピューターでプログラム化はできるかもしれない。しかし、自船と相手船の 2 隻だけで無く第 3、第 4 の船舶が存在する場合はどうなるのか。相手船の運動は常に一定だろうか。特に漁船は魚網の投入や引き上げなど、急に動きが変化することが頻繁にある。ある程度他船と接近しないように操船するために補助となるシステムはある。しかし何れも過去の運動から将来を予測するものであって、運動を変えた瞬間に、直ぐに新しい運動は反映されない。一方、自船の操縦性能に目を向けると、船舶の旋回径は風の方向や強弱、積荷の状況、喫水の状況（船体が浮かぶ姿勢）など多くの要因によって変化するため、全く一定ではない。このような現実を考慮すると、相手船との衝突を回避する限界最小距離は簡単には求められない。

以上のことから、自船を他船と衝突させないように操縦するためには、過去の船体運動の分析からであれ、他船が発信する現在の針路速力情報からであれ、他船の船舶運動予測計算だけでは不十分であることがわかる。そこで相手船の操船者の意図を把握することが望ましいが、無線で意図の確認ばかりしていては時間が足りなくなる。したがって操船者の特徴を把握することが非常に重要である。

横切り船の航法が適用された海難において異船型間の衝突が問題となった。また海上交通ルールは曖昧であった。そこから原因の一つとして、操船者の海上交通ルールの知識に関する問題と判断時機の問題が挙げられる。前者は、どちらが避航すべきか、保持船として求められる動作とは何かといった海上交通ルールを知らないのではないか、もしくは忘れてしまっているのではないかという問題である。後者は、海上交通ルールには具体的な判断時機が示されていないため、操船者間の判断時機に差異があるからではないかという問題である。

海上交通ルールの知識については、資格取得時にその知識が試験によって担保されているはずである。しかし、総トン数 20 トン未満の小型船舶については序論で述べたとおり、総トン数 20 トン以上の船舶と資格試験制度が異なる。また総トン数 20 トン以上の船舶については 6 級から 1 級までランクがあること、船員養成施設ごとに養成後に取得できる資格ランクが異なること、船員養成施設に入る際の想定されている学歴に差異があることなどから、海上交通ルールの知識の程度について確認しておく必要があると考えられる。資格取得時に確認されているはずの海上交通ルールの知識が問題であれば、この問題を先に解決する必要がある。

一方、海上交通ルールが曖昧であることによる操船者間の判断時機の差異については、

渕・藤本・臼井・岩崎（2008）が実務経験者と訓練終了直後の学生で異なると指摘しているように、異船型間においても同様に判断時機に差異がある可能性が考えられる。

そこで次章においては、操船者の海上交通ルールの知識の問題を明らかにするために、海上交通ルールの知識に関する質問紙調査を行う。その後操船者の判断時機の問題へと展開することにする。

３．海上交通ルールの知識に関する質問紙調査

３－１　海上交通ルールに関する知識と研究の目的

海上交通ルールである海上衝突予防法の目的は、「1972 年の海上における衝突の予防のための国際規則」の規定に準拠し、海上における船舶の衝突を予防することが目的である。その目的にかなわず、不幸にも衝突海難が発生し続けている。衝突を予防するためには、操船者全員が海上衝突予防法を熟知し遵守することが大前提である。STCW 条約（IMO, 2001）ではそのコードにおいて安全な航海を遂行する最低能力基準として次のように記している。

Action taken to avoid a close encounter or collision with another vessel is in accordance with the International Regulations for Preventing Collision at Sea

このように海上交通ルールに関する知識と遵守する能力については資格発給の要件として国際的に統一されている。わが国の小型船舶操縦者に対する学科試験においても「交通の方法（一般）」として海上衝突予防法をはじめとする海上交通ルールの知識が求められている。このように総トン数 20 トン以上の大型船舶であれ、総トン数 20 トン未満の小型船舶であれ、資格を得るためには海上衝突予防法をはじめとする海上交通ルールの知識が必要不可欠である。

一度資格を取得しても、その資格を維持するためには自動車の運転免許と同様に更新しなければならない。船舶操縦資格は総トン数 20 トン以上の大型船舶であれ、総トン数 20 トン未満の小型船舶であれ、5 年ごとに更新する必要がある。更新するための要件としては、船舶操縦業務に関わっていた履歴を証明することと、業務に支障しない健康状態を証明することである。総トン数 20 トン以上の船舶に関わる操船者は、船員手帳などにより履歴を証明することは容易で、健康検査に合格すれば更新できる。多くの総トン数 20 トン未満の小型船舶操縦者は、制度上その履歴を証明することが難しく、更新講習を受講し健康を証明することで更新可能である。ただし自動車と同様に更新講習での学科試験は無い。

このように海上交通ルールに関する知識を有し、それを遵守して操船していることが大前提であるものの、海上交通ルールに関する知識については資格発給時における学科試験で確認されているだけで、その後操船者が実際にどの程度の知識を有しているのかは明らかでない。尤も一度は学科試験に合格しているのであるから海上交通ルールに関する知識を有していると考えられるが、忘れてしまっていることを否定できる証拠も無い。海難分

析の結果から、最も多い横切り船の航法が適用された海難では、異船型間の衝突海難が多いことが指摘された。500 トン以上の船舶の海難は少なく、20 トン以上 500 トン未満および小型船舶の海難は多かった。相対的に大きい方の船舶の操船者は海上交通ルールに関する知識が十分で、小さい方の船舶の操船者は知識に問題があるといったような事実があれば、海上交通ルールを教え直すこと、知識を確実にする施策が先ず必要になる。

そこで本章では、海上交通ルールに関するテストを実施し、海上交通ルールに関する知識を調査する。大型の船舶操船者として外航船員、中型の船舶操船者として内航船員、小型船舶操船者として漁船船員（漁師）に対してテストを実施した。さらに訓練を修了した学生と訓練中の学生に対してもテストを実施し、この結果を資格取得前の海上交通ルールの知識に関する情報とする。本章は、これらの結果から操船する船舶の大きさによって海上交通ルール知識に差異があるか調査することを目的とする。

３－２　海上交通ルールテストの内容

神戸大学海事科学部で海上交通ルールの授業を担当する教員（法学博士、一級海技士（航海）所持）が問題を作成した（付録 A 参照）。テストは 10 問であった。すべて海上衝突予防法のみで回答できるが、1 問のみ解釈の仕方によって港内の特別交通ルールである港則法によって回答することも可能であった。問題作成者と他の一級海技士（航海）の免許を所持する教員が協議し正解基準を作成した。

海上交通ルールテストは、船舶の種類と位置関係を図示し、「法律名と条文番号」、「航法名」、要求される「行動」の 3 点について回答を求めた。それぞれについて正解には 1 点を与えた。したがって満点は 30 点となる。海上交通ルールテストの問題例および回答例を Fig. 3-1 に示す。

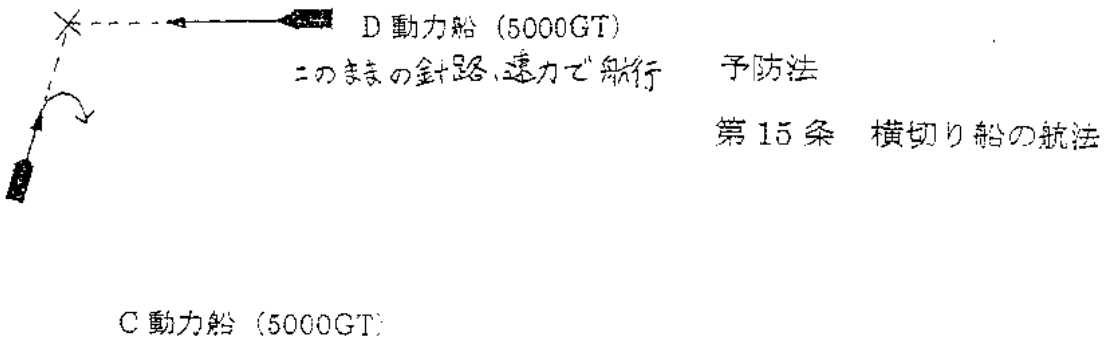


Fig. 3-1　海上交通ルールの問題例および回答例

Fig. 3-1 において、C 船および D 船、その先から描かれている矢印と破線、破線が交差する箇所に X の印がある。これらの情報から回答者は C 船および D 船が X の印の場所で衝突するおそれがあると判断する。そしてこの場面において、適用される海上交通ルール、C 船および D 船がとるべき行動を回答する。Fig. 3-1 において、“予防法　15 条”との記述が「法律名と条文番号」、“横切り船の航法”との記述が「航法名」、C 船の右に曲がった矢印と D 船下の記述が要求される「行動」の回答である。

３－３　テスト参加者およびテスト実施方法

海上交通ルールテストは外航船、内航船および漁船に乗船勤務する実務経験を有する船員と、訓練課程を修めた学生、訓練中の学生が参加した。

外航船船員は外国航路の船舶を操船する船員で 32 名が参加した。外航船船員を“外航群”とする。内航船船員は国内航路の船舶を操船する船員で 37 名が参加した。内航船船員を“内航群”とする。漁船船員は 33 名が参加した。漁船船員を“漁船群”とする。データに不備があった参加者を除外した。分析対象人数は、外航群が 22 名、内航群が 28 名、漁船群が 29 名であった。直近の船型経験は、外航群の船型経験は最小が 25,500 トン、平均値は 109,407 トンであった。内航群の船型経験は 15 名が 500 トン以下、最大が 14,800 トン、平均値は 4,543 トンであった。漁船群の船型経験は総トン数 20 トン未満であった。

訓練課程を終えた学生は、3 級海技士（航海）の資格取得要件を満たした学生で 1 年間の練習船による乗船履歴を有する。主に神戸大学乗船実習科を修了した学生で 37 名が参加した。訓練課程を修めた学生を“訓練修了群”とする。訓練中の学生は、神戸大学海事科学部海事技術マネジメント学科航海群の 3 年生および 4 年生であり、2 ヶ月の（独）航海訓練

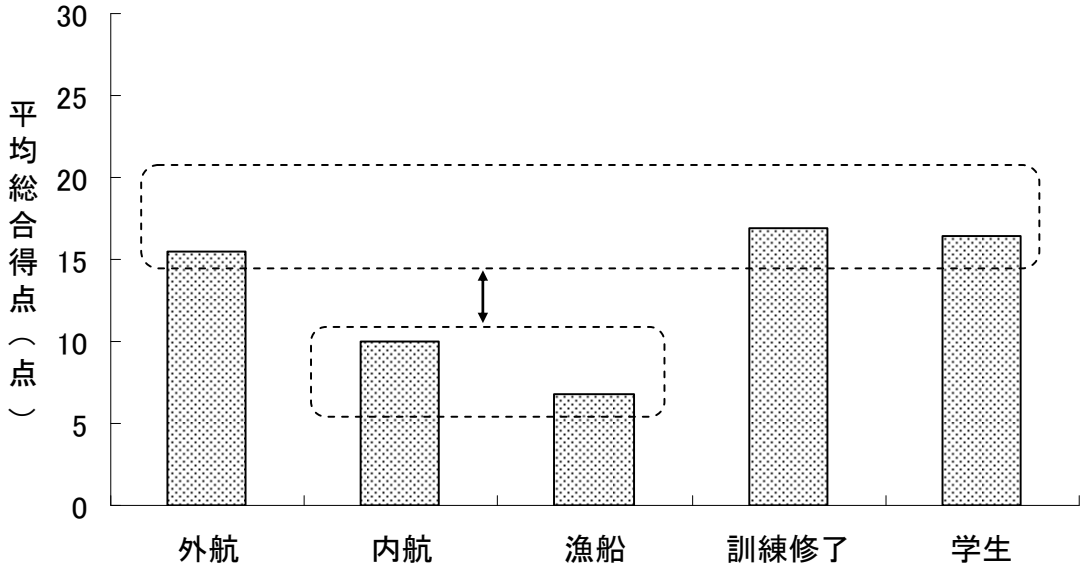
所練習船（6,000 トンクラス）による乗船履歴を有する。また、海上交通ルールに関する座学教育は既に終えていた。訓練中の学生は 33 名が参加した。訓練中の学生を“学生群”とする。内航群の 1 名および漁船群の 2 名は全て無回答であったため分析から除外した。

テストは 2009 年 4 月から 2010 年 9 月にかけて参加者の都合によって実施した。テストは、外航群については教室で一斉に、または個別に実施した。内航群および漁船群については、すべて個別に実施した。訓練修了群および学生群については、すべて教室で一斉に実施した。すべてのテストは、他者との情報交換はできず、参考書等を見ることができない状態を維持した。また問題の漏洩を防ぐために、すべての問題用紙を回収した。回答制限時間は設けず参加者各個人のペースで回答ができた。

３－４　結果

３－４－１　総合得点について

総合得点について結果を Fig. 3-2 に示す。実務経験のある各群の平均総合得点は、外航群が 15.5 点（*SD*＝5.75）、内航群が 9.9 点（*SD*＝5.51）、漁船群が 6.8 点（*SD*＝3.56）であった。一方、実務経験の無い各群の平均総合得点は、訓練修了群が 16.9 点（*SD*＝6.22）、学生群が 16.5 点（*SD*＝8.43）であった。



＊＊ $p<.01$

Fig. 3-2　各群の平均総合得点

被験者間一要因分散分析の結果、平均得点の差は有意となった（$F(4,164)=17.94$, $p<.001$）。テューキーの HSD 検定を用いた多重比較の結果、外航群、訓練修了群および学生群は、内航群、漁船群よりも有意に平均総合得点が高かった（いずれも $p<.01$）。

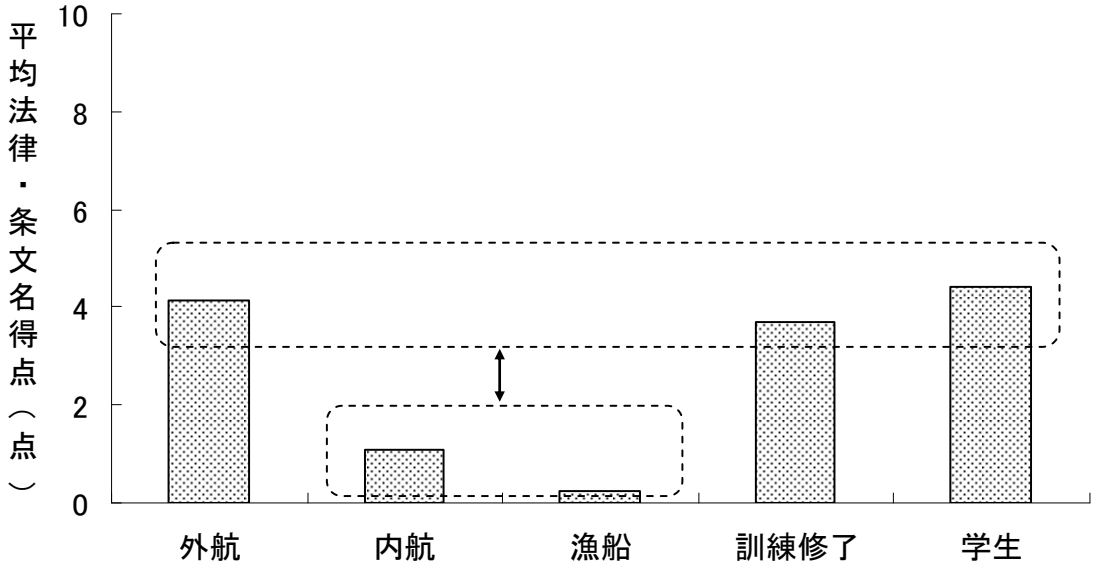
平均総合得点に差があったが、総合得点は法律名・条文名得点、航法名得点、行動得点から構成されているため、次に各得点について結果を示す。

３－４－２　法律名・条文番号得点について

法律名・条文番号得点について結果を Fig. 3-3 に示す。

実務経験のある各群の平均法律名・条文番号得点は、外航群が 4.1 点（$SD=3.31$）、内航群が 1.1 点（$SD=2.44$）、漁船群が 0.3 点（$SD=1.44$）であった。一方、実務経験の無い各群の平均法律名・条文番号得点は、訓練修了群が 3.7 点（$SD=3.55$）、学生群が 4.4 点（$SD=4.02$）であった。

被験者間一要因分散分析の結果、平均得点の差は有意となった（$F(4,164)=12.38$, $p<.001$）。テューキーの HSD 検定を用いた多重比較の結果、外航群、訓練修了群および学生群は、内航群、漁船群よりも有意に平均法律名・条文番号得点が高かった（いずれも $p<.01$）。



＊＊ $p<.01$

Fig. 3-3　各群の平均法律名・条文番号得点

３－４－３　航法名得点について

航法名得点について結果を Fig. 3-4 に示す。

実務経験のある各群の平均航法名得点は、外航群が 4.5 点（*SD*＝3.08）、内航群が 2.6 点（*SD*＝2.73）、漁船群が 0.3 点（*SD*＝1.44）であった。一方、実務経験の無い各群の平均航法名得点は、訓練修了群が 6.2 点（*SD*＝3.02）、学生群が 5.3 点（*SD*＝3.66）であった。

被験者間一要因分散分析の結果、平均得点の差は有意となった（$F(4,164)=22.23$, $p<.001$）。テューキーの HSD 検定を用いた多重比較の結果、外航群、訓練修了群および学生群は、内航群、漁船群よりも有意に平均航法名得点が高く（いずれも $p<.05$）、内航群は漁船群よりも有意に平均航法名得点が高かった（$p<.05$）

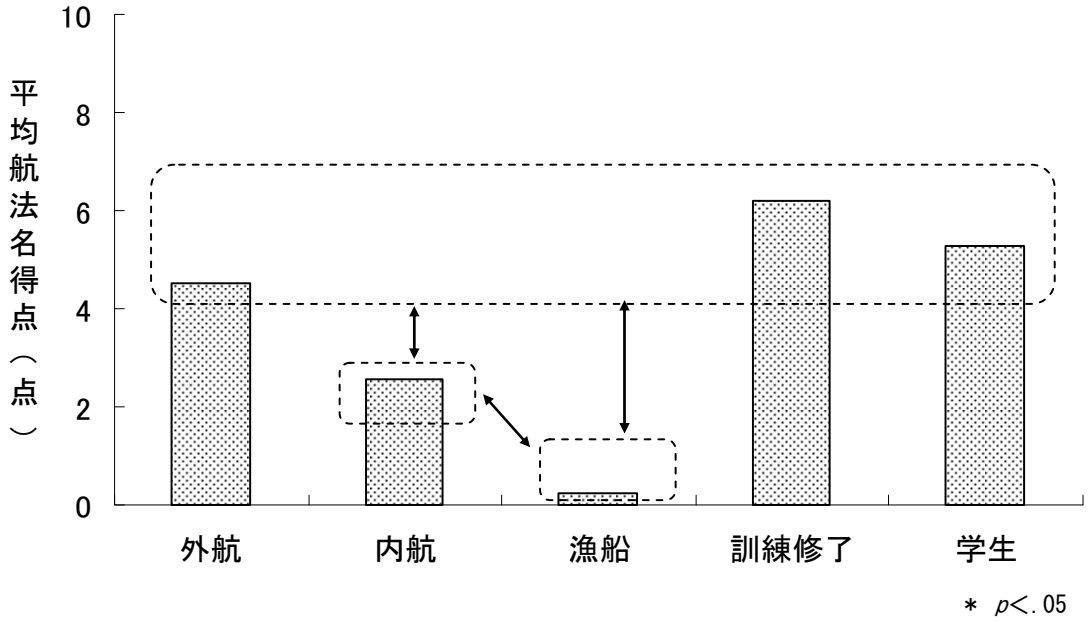


Fig. 3-4　各郡の平均航法名得点

３－４－４　行動得点について

行動得点について結果を Fig. 3-5 に示す。

実務経験のある各群の平均行動得点は、外航群が 6.9 点（*SD*＝1.90）、内航群が 6.3 点（*SD*＝1.80）、漁船群が 6.3 点（*SD*＝1.62）であった。一方、実務経験の無い各群の平均行動得点は、訓練修了群が 7.1 点（*SD*＝1.10）、学生群が 6.8 点（*SD*＝1.62）であった。

被験者間一要因分散分析の結果、平均得点の差は非有意となった（$F(4,164)=1.55$, *n.s.*）。

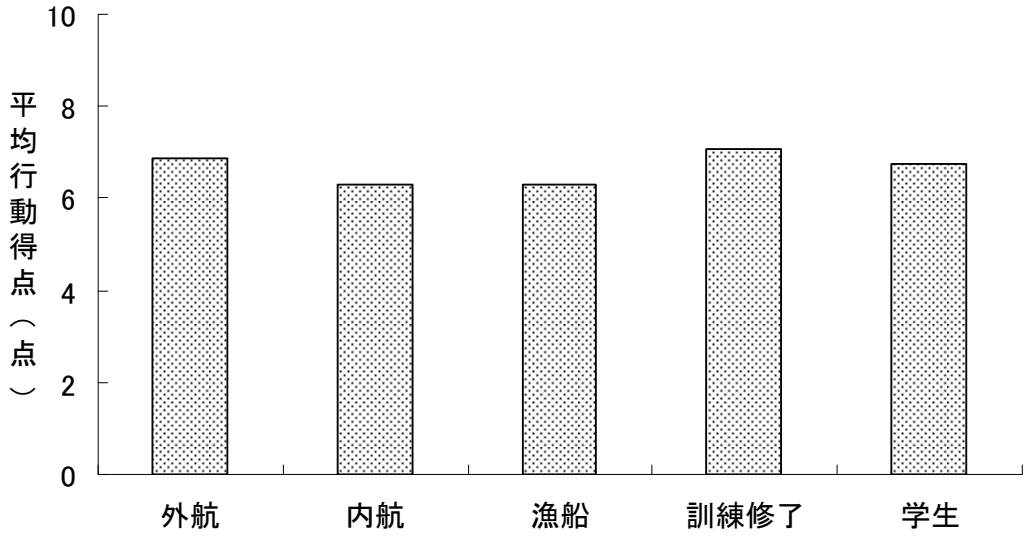


Fig. 3-5　各群の平均行動得点

３－４－５　各問題の行動に関する正答率について

出題した 10 問について、各問題の正答率を Table 3-1 に示す。また各問題それぞれ正答率について χ^2 検定を行った。併せて結果を Table 3-1 に示す。

Q3、Q5、Q8、Q9 について χ^2 検定の結果は有意であった。この 4 問について正答率の残差を Table 3-2 に示す。

Q3 については、外航群は有意に正答率が高く（p＜.05）、漁船群は有意に正答率が低い（p＜.05）。Q5 については、内航群および漁船群は有意に正答率が低く（p＜.05）、訓練修了群および学生群は有意に正答率が高い（p＜.05）。Q8 については、漁船群は有意に正答率が低く（p＜.05）、学生群は有意に正答率が高い（p＜.05）。Q9 については、外航群および内航群は有意に正答率が高く（外航群 p＜.05、内航群 p＜.01）、学生群は有意に正答率が低い（p＜.01）。

Table3-1　各問題の正答率と χ 2 検定の結果

		正答 (%)							
		外航	内航	漁船	訓練修了	学生		*2*	*p*
	1	50.0	47.2	67.7	59.5	63.6	4	4.19	.381
	2	65.6	47.2	61.3	75.7	69.7	4	7.18	.127
*	3	96.9	83.3	67.7	89.2	84.8	4	11.12	.025
	4	96.9	94.4	93.5	100.0	97.0	4	2.59	.629
**	5	84.4	69.4	71.0	94.6	97.0	4	16.31	.003
	6	75.0	88.9	90.3	81.1	81.8	4	3.70	.449
	7	84.4	77.8	87.1	97.3	90.9	4	7.03	.134
*	8	9.4	13.9	3.2	24.3	30.3	4	11.49	.022
**	9	87.5	88.9	71.0	67.6	30.3	4	35.11	.000
	10	37.5	19.4	16.1	16.2	30.3	4	6.66	.155

＊ p＜.05　　＊＊ p＜.01

Table 3-2　Q3、Q5、Q8、Q9 の正答率の残差

	正答　の　差				
	外航	内航	漁船	訓練修了	学生
3	2.1	−0.2	−2.9	−0.9	0.0
5	0.2	−2.5	−2.1	2.1	2.3
8	−1.2	−0.5	−2.2	1.4	2.4
9	2.5	2.9	0.2	−0.2	−5.4

３－５　考察

３－５－１　得点について

実務経験のある各群の平均総合得点は、外航群が 15.5 点（*SD*＝5.75）、内航群が 9.9 点（*SD*＝5.51）、漁船群が 6.8 点（*SD*＝3.56）であった。一方、実務経験の無い各群の平均総合得点は、訓練修了群が 16.9 点（*SD*＝6.22）、学生群が 16.5 点（*SD*＝8.43）であった。外航群、訓練修了群および学生群は、内航群、漁船群よりも有意に平均総合得点が高かった。外航群は主に総トン数 500 トン以上の船舶を、内航群は主に総トン数 500 トン未満の船舶を、漁船群は主に総トン数 20 トン未満の小型船舶を操船している。海難分析では、総トン数 500 トン以上の船舶、総トン数 20 トン以上 500 トン未満の船舶および総トン数 20 トン未満の小型船舶に分類し分析を行い、総トン数 20 トン以上 500 トン未満の船舶および総トン数 20 トン未満の小型船舶の海難が多く、さらに異船型船舶間の衝突が多いことを指摘した。総合得点は外航群、内航群、漁船群の順に高く、外航群と内航群および外航群と漁船群の間の平均得点には有意な差があったことから、海上交通ルールの知識の差が衝突海難の要因になっていると考えられる。しかし、総合得点は、法律名・条文名得点、航法名得点および行動得点から構成されているため、それぞれの得点について考える必要がある。

実務経験がある群の平均法律名・条文名得点については、外航群が 4.1 点（*SD*＝3.31）、内航群が 1.1 点（*SD*＝2.44）、漁船群が 0.3 点（*SD*＝1.44）であった。一方、実務経験の無い各群の平均法律名・条文番号得点は、訓練修了群が 3.7 点（*SD*＝3.55）、学生群が 4.4 点（*SD*＝4.02）であった。このように全群の平均得点は 10 点満点中の 5 点に満たず総じて低かった。特に内航群と漁船群は平均得点が低い。総合得点同様に、法律名・条文名得点は外航群、内航群、漁船群の順に低く、外航群と内航群および外航群と漁船群の間の平均得点には有意な差があった。

実務経験がある群の平均航法名得点については、外航群が 4.5 点（*SD*＝3.08）、内航群が 2.6 点（*SD*＝2.73）、漁船群が 0.3 点（*SD*＝1.44）であった。一方、実務経験の無い各群の平均航法名得点は、訓練修了群が 6.2 点（*SD*＝3.02）、学生群が 5.3 点（*SD*＝3.66）であった。このように実務経験のある群の平均得点は 10 点満点中の 5 点に満たない。特に内航群と漁船群は平均得点が低かった。実務経験の無い群についても、訓練終了群の平均得点が 6.2 点、学生群の平均得点が 5.3 点と特別に得点が高いとは言えない。総合得点と同様に、航法名得点は外航群、内航群、漁船群の順に高く、外航群、内航群、漁船群それぞれの平均得点には有意な差があった。

実務経験がある群の平均行動得点については、外航群が 6.9 点（*SD*＝1.90）、内航群が 6.3 点（*SD*＝1.80）、漁船群が 6.3 点（*SD*＝1.62）であった。一方、実務経験の無い各群の平均行動得点は、訓練修了群が 7.1 点（*SD*＝1.10）、学生群が 6.8 点（*SD*＝1.62）であった。このように全群の平均得点は 10 点満点中 6 から 7 点とやや高かった。法律名・条文名得点および航法名得点と異なり、行動得点は全ての群が 6 から 7 点とほぼ同様の得点であり、各群間に平均得点の有意な差は無かった。

これらのことから、総合得点において内航群と漁船群の得点が低いのは、法律名・条文名得点と航法名得点が有意に低いためと考えられる。各群に共通して行動得点と比較して法律名・条文名得点および航法名得点は低い。現実の避航場面を考えると、避航場面で法律名、条文名、航法名の知識よりも、どのように避航するかという行動に関する知識が必要である。内航群および漁船群は、法律名、条文名、航法名の知識については外航群より劣り、実務経験のない訓練修了生や学生と比較しても劣る。しかし現実の場面でいかに避航すれば良いかという行動に関する知識については各群の間に差は無い。したがって全体としては航法に規定される行動に関する知識について操船する船舶の大きさによる差は存在せず、大前提として全ての操船者は法律名や航法名は分からなくとも海上交通ルールの行動に関する知識があるといえる。

３－５－２　各問題の行動に関する正答率について

今回出題した 10 問を総合的にみると、すべての群の間に海上交通ルールの行動に関する知識の差は無かった。しかし、個別の問題においても差が無いか確認するために、問題ごとに正答率を算出し比較した。その結果、Q3、Q5、Q8、Q9 において各群の正答率に有意差があったため個別に検討する。

a）Q3 について

Q3 で提示した図を Fig. 3-6 に示す。Q3 で提示した図において適用される海上交通ルールは、海上衝突予防法第 13 条追越し船の航法であり、2 船間の関係に適用される基本的な 3 つの航法のうちの 1 つである。正答はＥ動力船が避航するというものである。Q3 の正答率は、外航群が 96.9%、内航群が 83.3%、漁船群が 67.7%、訓練終了群が 89.2%、学生群が 84.8%と総じて高い。割合としては、外航群は有意に正答率が高く、漁船群は有意に正答率が低

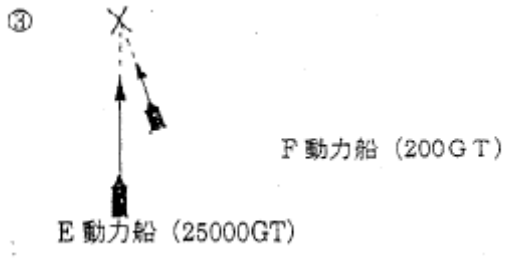


Fig. 3-6　Q3 で提示した図

かった。

Fig. 3-6 でＥ動力船の総トン数は 25,000 トンと大きく、Ｆ動力船は総トン数 200 トンと小さい。漁船群の誤答では、Ｆ動力船が避航するとの回答が目立った。これは小さい自船の後方から大きい船が接近してくると、自船が針路を変えるという普段の行動を反映して回答している可能性が考えられる。他群に比べて正答率は低いが漁船群の正答率が 67.7％であること、後方から接近してくるＥ動力船が避航しない場合にはＦ動力船が避航しなければならないことを考慮すると、漁船群が他群と比較して明確に行動に関する知識が低いとは考えられない。

b）Q5 について

Q5 で提示した図を Fig. 3-7 に示す。

Q5 で提示した図において適用される海上交通ルールは､海上衝突予防法第 14 条行会い船の航法であり､これも 2 船間の関係に適用される基本的な 3 つの航法のうちの 1 つである。正答はＩ動力船もＪ動力船も両船ともに右転し避航するというものである。Ｑ５の正答率は、外航群が 84.4％、内航群が 69.4％、漁船群が 71.0％、訓練修了群が 94.6％、学生群が 97.0％と総じて高い。割合としては、内航群および漁船群は有意に正答率が低く、訓練修了群および学生群は有意に正答率が高かった。内航群および漁船群の誤答では、Ｊ動力船だけが右に針路を変更し避航するという回答が目立った。本テストでは海上交通ルールの知識問題として両船の行動を尋ねているため、一方のみが針路を変更する回答は誤答とした。現実場面では同時に 2 隻が針路を変更している事実が少ないこと、また同時に針路を変更していても自船の針路変更作業等のために気付かないことが考えられる。しかし、なぜ一方のみ針路を右に回答したのか定かな理由はわからない。ただし内航群の正答率が 69.4％な

らびに漁船群の正答率が 71.0%と正答率が高いことを考慮すると、内航群と漁船群が外航群と比較して明確に行動に関する知識が低いとは考えられない。

c）Q8 について

Q8 で提示した図を Fig. 3-8 に示す。

Q8 で提示した図において適用される海上交通ルールは､海上衝突予防法第 38 条および第 39 条の船員の常務である。Ｐ動力船が後進しているため、これは海上衝突予防法の規定に無い状況となる。このように海上衝突予防法の規定に無い場合は、相当の注意をはらって

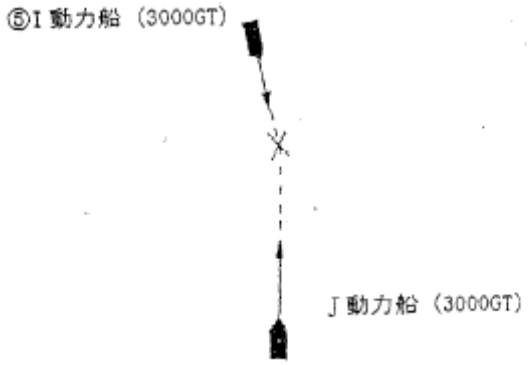


Fig. 3-7　Q5 で提示した図

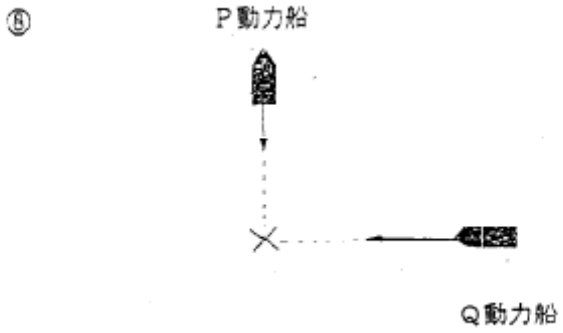


Fig. 3-8　Q8 で提示した図

より良き慣行にしたがって衝突を避けなければならない（船員の常務）。正答は、Ｐ動力船もＱ動力船も両船ともに衝突を避けるために必要な手段をとるというものである。Q8 の正答率は、外航群が 9.4%、内航群が 13.9%、漁船群が 3.2%、訓練修了群が 24.3%、学生群が 30.3%と総じて低い。すべての群の正答率は低いが、割合として漁船群は有意に正答率が低く、学生群は有意に正答率が高い。誤答は、Ｑ動力船だけが避航するという回答が目立つ。海上交通ルールの知識問題としてはＱ動力船の避航だけでなく、Ｐ動力船も機関を停止するなど両船ともに行動すべきである。しかし現実的にはＰ動力船は後進しているため操縦が困難である。よってＱ動力船のみが避航するということも船員の常務に反していると言い切れない。また船員の常務については現場の解釈と海難審判での解釈が異なるとの指摘もあり（藤原・藤本・渕・古荘，2009）、正答と誤答の判断は難しい。したがって、すべての群の正答率が低いことを合わせて考慮すれば、漁船群が他群と比較して明確に行動に関する知識が低いとは考えられない。

d）Q9 について

Q9 で提示した図を Fig. 3-9 に示す。

Q9 で提示した図において適用される海上交通ルールは、海上衝突予防法第 9 条狭い水道等における航法、または第 38 条および第 39 条の船員の常務である。Ｒ動力船とＳ動力船が陸地で挟まれた狭い水路で行き会おうとしているが、行き会えると判断すれば第 9 条狭い水道等における航法を適用しお互い右によって通航する。しかし行き会うには狭すぎると判断すれば第 38 条および第 39 条の船員の常務を適用し、上述のように両船ともに何らかの行動をとり衝突を避ければよい。Q9 の正答率は、外航群が 87.5%、内航群が 88.9%、漁船群が 71.0%、訓練終了群が 67.6%、学生群が 30.3%と、学生群のみ正答率が低い。割合として外航群および内航群は有意に正答率が高く、学生群は有意に正答率が低かった。Q3、Q5 および Q8 と異なり学生群のみの正答率が低い。Q8、Q9、Q10 の学生群の正答率はすべて 30.3%となっており、正解した人数としては 10 名である（Table 3-1 参照）。Q8 については上述したように海上衝突予防法の規定に無い状況であり難問と言える。Q9 についても水路の幅が問題となり、第 9 条狭い水道等における航法を適用できるのかどうかが問題になり難問と言える。Q10 で提示した図を Fig. 3-10 に示す。Q10 については、港内を特別に規定する港則法か海上衝突予防法の船員の常務を適用するのかが問題になり難問といえる。

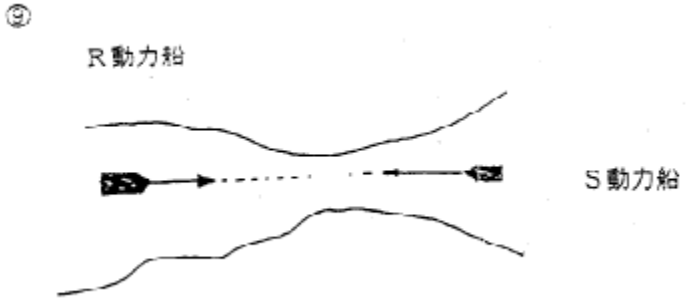


Fig. 3-9　Q9 で提示した図

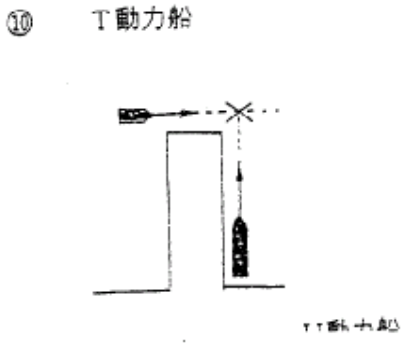


Fig. 3-10　Q10 で提示した図

Q8 については学生群以外の群は正答率が低いが、現実の場面を考えると正答以外にも正解は多いと考えられる。Q9 については学生群以外の群の正答率は高い。Q10 については Q8 同様に現実としては様々な操船方法が考えられる。したがって学生群は純粋に海上交通ルールテストとして回答しているのに対し、その他の群は現実の場面でどのように操船すべきかと考え回答していると推察される。

したがって、学生群は純粋に海上交通ルールテストとして回答し、その結果、非常によく勉強している学生のみが正答したと考えられる。学生が一人で操船することはありえず、実務を執っている群の間に行動に関する知識の差は無いといえる。

３－６　本章のまとめ

本章では海上交通ルールテストを実施し、海上交通ルールに関する知識の程度を確認した。海上交通ルールの知識については、法律名、条文名、航法名といった知識については差があったが、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、10 問全体の行動得点では差が無かったこと、差が生じた各問題の内容や、各問題に対する回答の質的な分析から、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ると断言できなかった。

学生のみ正答率が低かった問題からは、経験の重要性が示唆された。このことは、経験から行動に関する知識を得ている、または維持していることを表していると推察される。このように経験から行動に関する知識を得ることは、海上交通は長い間の伝統から育まれたより良き慣行が確立されているという海上交通ルールの考え方にも合致し、海上交通においては如何に経験が重要であるかを物語っている。

2 章では海難分析の結果、衝突海難原因として操船者の海上交通ルール知識の程度や、判断時機の差異が問題として指摘されたが、本章で海上交通ルールテストを実施したところ、海上交通ルールについて行動に関する知識に差はなかった。したがって衝突海難の原因として操船者の判断時機の差異が問題となる。次章から操船者の判断時機に焦点をあてることにする。

４．運航実態調査

４－１　背景と目的

４－１－１　運航実態調査の必要性

序論では、自動車交通と同様に船舶においても経験の差があることを指摘した。経験といっても何年間船舶の運航に関わったかといった年数的経験と、どのような大きさの船舶を運航している、または運航したことがあるかといった船舶船型に関する経験がある。渕・古荘・藤本・臼井（2007）は操船方略判断が年数的経験に伴って向上していることを示し、渕・藤本・臼井・岩崎（2008）は年数的経験に伴って判断時機が変化していることを示している。渕・藤本・臼井・広野（2010）は避航判断時機が経験する船舶の大きさによって異なることを示し、渕・臼井・藤本・広野・持田（2010）は経験する船舶の大きさによって許容する船間距離が異なることを示している。しかしながらこれらの先行研究は全て質問紙調査であり、現実の船舶運航場面において調査したわけではない。

実船を用いた研究としては、高速船と一般船舶の見合いについて実船実験を実施した研究がある（宮崎・沼野・田中・伊藤，1996）。これは当時開発されていたテクノスーパーライナーに関する研究で、高速船の船速は 45 ノットと非常に高速であり、高速船という特殊な状況に関する実験調査であった。この研究では高速船と低速船 2 種（500 トンクラスと 5,000 トンクラス）との比較がなされている。この研究の中で低速船 2 種の視点で高速船に対する衝突の脅威について評価した結果を比較すると、5,000 トンクラスの評価者の方が 500 トンクラスの評価者と比べて早期に脅威を感じていると解釈できる。

その他の実船研究としては、400 トンクラスの練習船とその搭載艇である小型ボートを用いて衝突不安を感じる時機を調査した研究がある（八田，2002）。この研究では練習船と小型ボートを衝突する進路で航行させ、不安を感じた時機を測定している。実験参加者は 3 名と少数ではあるが、不安を感じる時機は経験している船舶の大きさを基準にしている可能性、ならびに大型の船舶経験者ほど不安を感じる時機が早い可能性を指摘している。

このように実船を用いた研究結果は質問紙調査と同様の傾向を示しており、船型が判断時機に影響を及ぼしていることが考えられる。しかしながら、これらの実船研究はその実施にあたって多くの労力と費用を費やしたものと思われるが、特別に用意された環境であった。そこで、より普段の海上交通状況を観察することで、普段の船舶の行動と操船者の判断に関する調査が望まれる。海上交通流や海上交通量といった海上交通工学に関する陸上からの海上交通観察研究は多いが、この方法では操船者が意図をもって判断し実行した行動なのか判別はつかない。よって船上で実船の航行を観察する必要があるが、そのよう

な研究は少ない。それは大橋・久宗・川崎（2009）が指摘するように、過酷な船舶運航スケジュールのために研究者が現場に入ることが極めて困難であることや、自動車交通のような交差点がないといった海上交通の特殊性のために非常にデータが取り難いためである。

４－１－２　目的

調査Ｉとして、実際の海上交通を観察するために、まず教育研究目的で運航されておりデータ収集が行いやすい神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「深江丸」に便乗し調査を行った。次に海運会社数社に依頼し 2 隻の商船に便乗し調査を行った。本章ではこれら 3 隻に便乗して得た避航操船の観察記録結果を分析する。

調査Ⅱとして、会社名および船名を明らかにしない条件で公表の了解を得られた、ある海運会社の運航船舶での便乗事例について記す。この航海では便乗中の船舶が瀬戸内海を航行中に他船と接近した相互関係になった。相手船の運航会社が特定できたため、便乗船舶を下船後直ちにインタビュー調査を運航会社に依頼し、同日中に相手船船長にインタビュー調査を実施した。

本章では、これらの実際の運航実態調査から、現場における衝突回避操船の問題を考察することを目的とする。

４－２　【調査Ｉ】　避航操船の観察

４－２－１　方法

a) 記録方法と記録項目

便乗時に、実際に行われた避航を記録した。避航記録の例を Fig. 4-1 に示す。

記録は上段にどのような避航がなされたか略図で記した。略図には進路と航過（真正面や真横を相手船が通過すること）したときの距離、相手船の情報を記した。略図左上に“C/good”との記述があるが、これは曇りで視界は良好であるとの意味であり、本来一つ下の“周囲の状況”に記すべき情報である。

下欄に数値が記録されているが、左側は自船の針路をどのように変更したのか、右側は ARPA（Automatic Radar Plotting Aids：自動衝突予防援助装置）が示す衝突を回避する相手船の情報である。避航を考えたときと実際に避航したときのデータを取るべく、表の見出しにはそのような記述となっているが、実際には避航を考えたときというのは操船者の申告が無ければ判断できず、操船に集中している操船者が忘れずに調査者に申告するこ

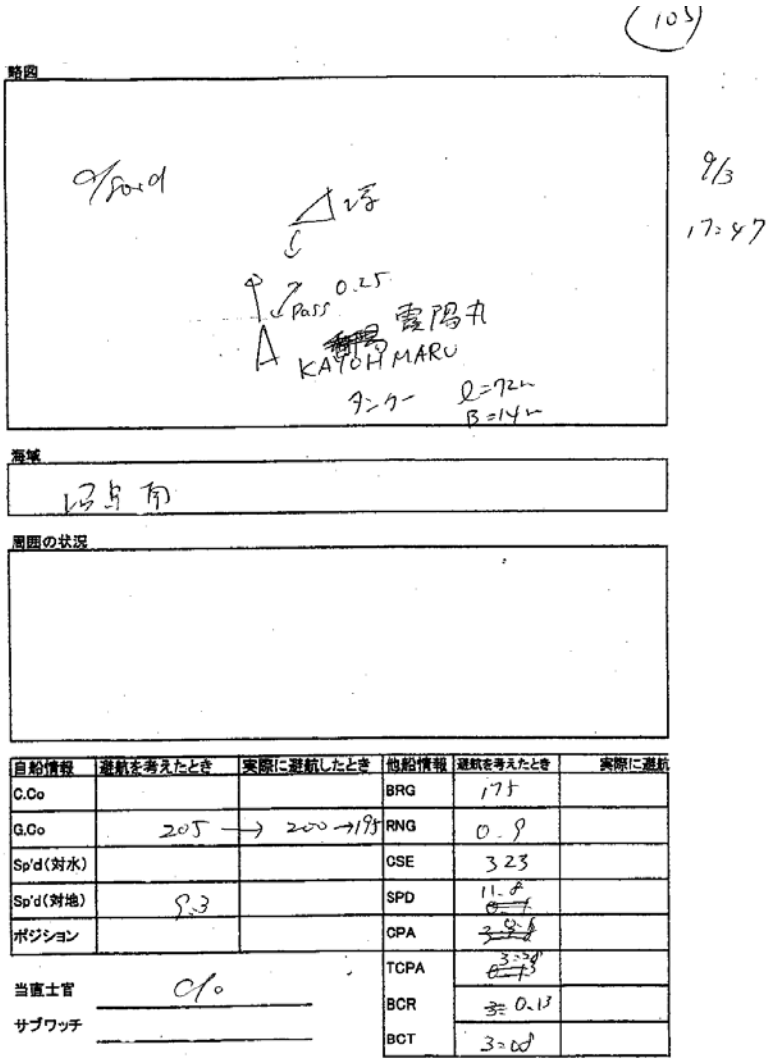


Fig. 4-1　避航記録の例

とができなかった。したがって表見出しの記述とは異なるが、左欄には実際に避航したときに自船が針路をどのように変えたのか、右欄には避航した時の ARPA が示す相手船の情報を直ちに記録した。多くの数値が並んでいるが、本章では避航時機を示す TCPA（Time to Closest Point of Approach：最接近までの残り時間（分））に注目する。TCPA は最接近までの残り時間であるが、CPA（Closest Point of Approach：最接近距離　Distance を明記して DCPA と表す場合もある）の値が小さければ、衝突までの残り時間を意味する。

略図欄に“Pass”と記録されている数値は、相手船が航過する時の相手船までの距離（以後、航過距離という）であり、記録としては真正面である船首方向を行き過ぎたときの航過距離（船首航過距離）と真横である正横方向を行き過ぎたときの航過距離（正横航過距

離）が、その時の船舶の遭遇状況によって記録された。船首航過距離はデータ数が非常に少数であるため、本章では正横航過距離に注目する。

調査および記録は操船経験が豊富である著者が行った。

b)避航操船を観察した船舶とその時期

避航操船を観察した船舶は、教育研究目的で運航されておりデータ収集が行いやすい神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「深江丸」、船舶安全サービス（株）が運航監査を行っていた（株）マリーンリンク運航船「ひびき丸」、井本商運（株）運航で（株）イコーズが管理するコンテナ船「まや」であった。

神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「深江丸」では、四国を一周する研究航海のうち瀬戸内海航行中に調査を実施した。コークス運搬船「ひびき丸」では、名古屋から豊後水道を経て北九州への航海中に調査を実施した。コンテナ船「まや」では、新門司から瀬戸内海を通って神戸までの航海中に調査を実施した。

Table 4-1 にそれぞれの主要目と乗船時期を示す。「深江丸」を Fig. 4-2 に、コークス運搬船「ひびき丸」を Fig. 4-3 に、コンテナ船「まや」を Fig. 4-4 に示す。

避航操船の観察は、避航時機と航過距離であった。その点において瀬戸内海といっても特別な規定は無い。また「ひびき丸」では、名古屋から豊後水道を経て北九州への航海であったが、便乗時太平洋はうねりが高く、他船と相互関係になった海域は主に伊勢湾と豊後水道から関門海峡にかけてであり、他の 2 隻の航路である瀬戸内海と海上交通の輻輳度等の状況は同様と見なすことができる。

Table 4-1　各船主要目と便乗時期

	総トン数	全長	全幅	便乗時期	主な航路
深江丸	449t	50m	10m	2006年9月9日～15日	瀬戸内海
				2008年3月6日～11日	瀬戸内海
				2008年9月4日～10日	瀬戸内海
				2009年3月6日～11日	瀬戸内海
				2009年9月3日～9日	瀬戸内海
ひびき丸	14,851t	146m	25m	2009年8月7日～9日	名古屋～北九州
まや	748t	91m	14m	2009年11月26日～27日	瀬戸内海

Fig. 4-2　神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「深江丸」

Fig. 4-3　（株）マリーンリンク運航　コークス運搬船「ひびき丸」

Fig. 4-4　井本商運（株）運航（株）イコーズ管理　コンテナ船「まや」

４－２－２　分析

a)「深江丸」について

便乗中、昼間に調査者が船橋（船の操縦席）に滞在して観察を行った。調査時に深江丸の運航に携わった航海士は 5 名であった。5 名のプロフィールを Table 4-2 に示す。

操船者ＡおよびＢについては、「深江丸」の運航にしばしば関わっており、全長 300ｍクラスの外航大型船の操船経験がある。操船者Ｃ、Ｄ、Ｅの操船経験は「深江丸」のみであり、Ｃについては「深江丸」の運航に常時関わっている。操船者Ｄについては、「深江丸」の運航にしばしば関わっている。操船者Ｅについては「深江丸」の運航に臨時に関わっている。

深江丸では、船橋において航海計器であるレーダーおよび ARPA を自由に使用することができたため、避航時の TCPA を含む ARPA データおよび正横航過距離を記録した。正横航過距離は､避航後に新たに生じた他船との関係などの理由により TCPA の記録数よりも記録数が少ない。

「深江丸」については、操船者別および後述する相手船別に TCPA および正横航過距離について分析する。

Table 4-2　「深江丸」操船者のプロフィール

操船者	ライセンス	船舶経験	操船者としての船員歴
A	一級	外航船経験有り	20年（内　深江丸13年）
B	一級	外航船経験有り	15年（内　深江丸8年）
C	三級	深江丸のみ	10年
D	三級	深江丸のみ	5年
E	三級	深江丸のみ	1年

b)「ひびき丸」と「まや」について

便乗中、昼間に調査者が船橋に滞在し観察を行った。レーダーおよび ARPA は操船者が主に使用していたため、「深江丸」のように調査者が自由に使用することはできなかった。通常操船者は他船を航過する際にはレーダーおよび ARPA を使用しない。よって ARPA が示す TCPA は記録できなかったが、正横航過距離をレーダを用いて記録することができた。「ひびき丸」と「まや」についても「深江丸」と同様に船首航過距離のデー多数は少なく、正横航過距離に注目する。

両船ともに、0 時から 4 時および 12 時から 16 時にかけては二等航海士が、4 時から 8 時および 16 時から 20 時にかけては一等航海士が船橋当直を担当した。8 時から 12 時および 20 時から 24 時については、「ひびき丸」では三等航海士が当直に就き、「まや」では船長が当直に就いていた。「ひびき丸」の三等航海士が最も若いが、船舶運航経験は約 5 年であった。経験約 5 年であるが日々航海をしていることを考慮すると十分経験があると見なせる。その他の当直者は両船ともに経験が 15 年以上あり、全員が十分な経験を有していると判断できる。

「ひびき丸」と「まや」については後述する相手船別の正横航過距離を分析する。

c)相手船について

避航する相手船については、貨物船やタンカーといった船種ならびに船の大きさ（船型）を記録した。船種については外観から容易に判別できる。船型については、序論で述べたとおり船の容積（トン数）により表すことが多い。船の容積と船の全長については当然関係があり、AIS（Automatic Identification System：船舶自動識別装置）搭載船については全長

等のデータが取得可能であることから船型が推定できる。AIS を搭載していない船舶については、これまで多くの船舶を見ており、操船経験が豊富な調査者が外観から船型を推定した。

本章では、2 章と同様に相手船を小型船舶、500 トン未満、500 トン以上の 3 群に分類する。小型船舶は総トン数 20 トン未満で、主に漁船である。日本船主協会（2010b）によれば、内航船の 85.2%は 500 トン未満となっており、500 トン未満は主に内航船といえる。500 トン以上はその他の船舶となるが、大型カーフェリーなどの一部の内航船を除いて外航船が多い。

４－２－３　結果

a）深江丸について

①操船者別の結果

操船者別の、衝突までの残り時間を示す TCPA の結果を Table 4-3 に、正横航過距離の結果を Table 4-4 に示す。TCPA の結果および正横航過距離の結果を、まとめて Fig. 4-5 に示す。

Table 4-3　操船者別の TCPA（分）

調査対象者	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
A	25	5.29	3.099	1.40	13.53
B	13	4.78	2.810	2.00	11.00
C	9	3.57	0.846	2.43	4.95
D	10	3.91	4.349	0.72	13.52
E	10	4.71	3.128	1.25	11.50

Table 4-4　操船者別の正横航過距離（mile）

調査対象者	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
A	11	0.23	0.150	0.07	0.50
B	10	0.22	0.123	0.10	0.48
C	4	0.23	0.046	0.18	0.28
D	7	0.11	0.061	0.04	0.18
E	2	0.26	0.092	0.19	0.32

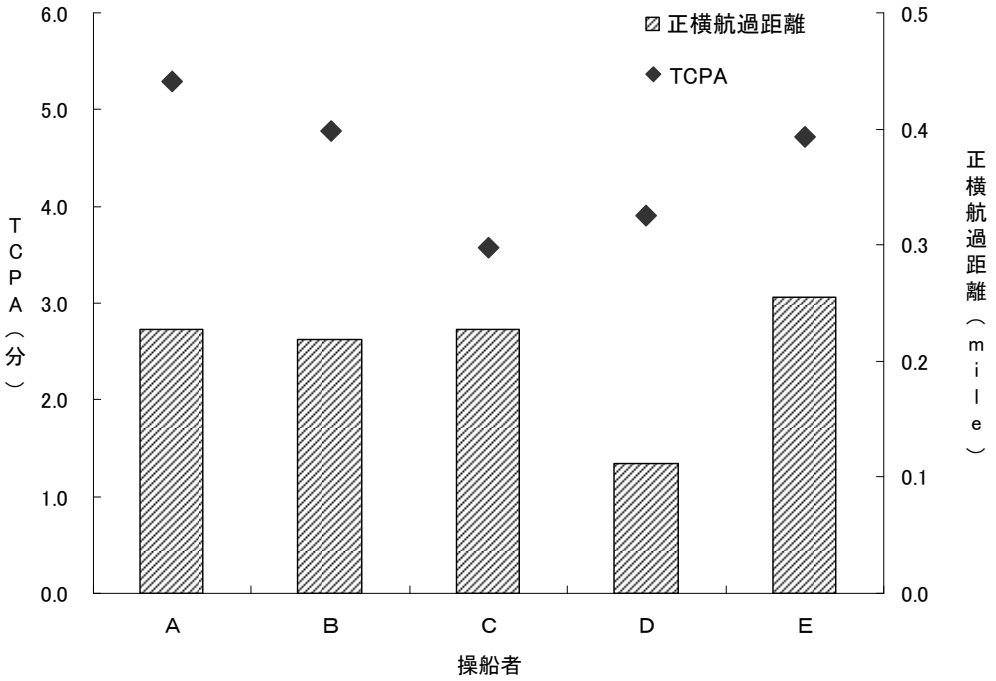


Fig. 4-5　操船者別 TCPA（分）と正横航過距離（mile）

TCPA についてクラスカルウォリスの H 検定を行ったが、操船者による差は見られなかった（χ^2（4）＝6.480,　p = 0.166）。正横航過距離についてはサンプル数が少ないため検定は行っていない。TCPA の平均値について操船者“C”と操船者“D”の値が小さい、すなわち避航時機が遅い。操船者“D”については特に最小値が他の操船者よりも小さい。正横航過距離については、操船者“D”のみが平均値、最小値ともに小さい、すなわち航過距離が近い。

上述のように統計的有意差は見られないものの、操船者“D”の値が他の操船者と比べて小さく目立つ。相手船舶の大きさが関係するとすれば、操船者“D”が小さい船を多く避航していれば当然値が小さくなる可能性がある。Table 4-5 に各操船者が避航した相手船別度数を示す。

比較的、操船者“D”と操船者“E”は小型船舶を避航した事例数が多い。そこで小型船舶避航時のみについて考える必要がある。小型船舶避航時の操船者別 TCPA の結果を Table 4-6 に、正横航過距離の結果を Table 4-7 に示す。小型船舶避航時の操船者別 TCPA の結果および正横航過距離の結果を、まとめて Fig. 4-6 に示す。

Table4-5　各操船者が避航した相手船別度数（隻）

調査対象者	小型船舶	500トン未満	500トン以上
A	7	15	3
B	7	3	3
C	4	5	0
D	7	2	1
E	7	1	1

Table 4-6　小型船舶避航時の操船者別 TCPA（分）

調査対象者	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
A	7	3.45	1.438	1.40	5.33
B	7	2.87	1.208	2.00	5.08
C	4	3.53	0.909	2.73	4.40
D	7	1.83	0.776	0.72	3.03
E	7	3.14	1.413	1.25	5.42

Table 4-7　小型船舶避航時の操船者別正横航過距離（mile）

調査対象者	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
A	1	0.10			
B	4	0.16	0.048	0.10	0.20
C	1	0.20			
D	6	0.10	0.058	0.04	0.18
E	1	0.32			

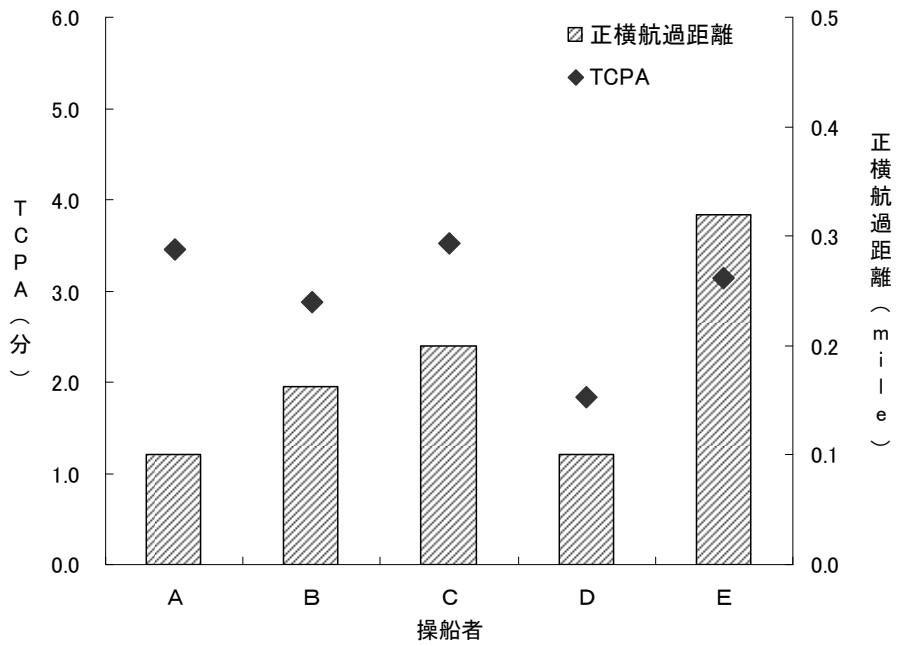


Fig. 4-6　小型船舶避航時の操船者別 TCPA および正横航過距離

TCPA についてクラスカルウォリスの H 検定を行ったが、操船者による差は見られなかった（χ^2（4）＝7.717,　p = 0.103）。正横航過距離についてはサンプル数が少ないため検定は行っていない。TCPA について平均値および最小値ともに操船者“D”の値が他者にくらべて小さい、すなわち避航時機が遅い。正横航過距離について平均値と最小値を見ると操船者“D”の値が他の操船者にくらべて小さい、すなわち航過距離が近い。

②対相手船船型別の結果

深江丸が避航した相手船を小型船舶、500 トン未満、500 トン以上の 3 群に分類した。相手船船型別の TCPA の結果を Table 4-8 に示す。TCPA についてクラスカルウォリスの H 検定を行ったところ、有意な差があり（χ^2（2）＝22.1960,　p< .01）、ボンフェローニの修正による多重比較の結果、小型船舶を避航する時機は、500 トン未満および 500 トン以上の船舶を避航する時機よりも有意に遅かった（いずれも p< .01）。

次に、相手船の船型別に正横航過距離の結果を Table 4-9 に示す。正横航過距離についてクラスカルウォリスの H 検定を行ったところ有意な差があり（χ^2(2)＝9.409,　p ＜ .01）、ボンフェローニの修正による多重比較の結果、小型船舶を航過する距離は 500 トン以上の船舶を航過する距離よりも有意に近く（p ＜ .01）、500 トン未満の船舶を航過する距離は

500 トン以上の船舶を航過する距離よりも近い傾向にあった（p ＜ .10）。小型船舶と 500 トン未満の船舶では航過する距離に有意な差はなかった。

深江丸が避航した相手船船型別の TCPA の結果および正横航過距離の結果を、Fig. 4-7 に示す。

Table 4-8　深江丸の相手船船型別の TCPA（分）

船型	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
小型船舶	32	2.91	1.286	0.72	5.42
500トン未満	24	5.47	2.763	1.88	10.67
500トン以上	10	7.68	3.912	2.47	13.53

Table 4-9　深江丸の相手船船型別の正横航過距離（mile）

船型	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
小型船舶	13	0.14	0.078	0.04	0.32
500トン未満	15	0.19	0.087	0.07	0.40
500トン以上	6	0.36	0.138	0.15	0.50

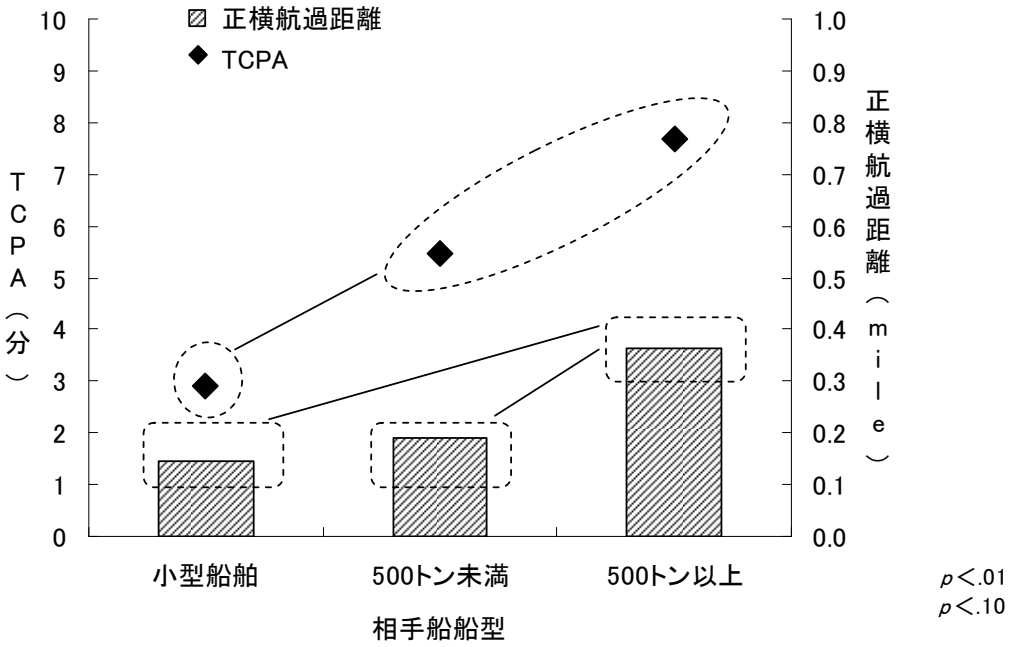


Fig. 4-7　深江丸が避航した相手船船型別の TCPA の結果および正横航過距離の結果

b)「ひびき丸」と「まや」について

「ひびき丸」と「まや」が避航した船舶について正横航過距離を Table 4-10 に示す。「ひびき丸」の正横航過距離の平均値は 0.40 マイルで、「まや」の正横航過距離の平均値は 0.14 マイルであった。マンホイットニーのＵ検定の結果有意な差があり（Z＝4.367, p ＜ .01)、「ひびき丸」の正横航過距離は「まや」よりも遠い。

「ひびき丸」と「まや」がそれぞれ正横航過した相手船の大きさ別度数を Table 4-11 に示す。

相手船船型別に正横航過距離の結果を示す。Table 4-12 に小型船舶、Table 4-13 に 500 トン未満、Table 4-14 に 500 トン以上について示す。

「ひびき丸」の小型船舶に対する正横航過距離の平均値は 0.27 マイルで、「まや」の正横航過距離の平均値は 0.09 マイルであった。マンホイットニーのＵ検定の結果、有意な差があり（Z＝2.891, p ＜.01)、小型船舶に対する正横航過距離は「ひびき丸」が「まや」よりも遠い。

「ひびき丸」の 500 トン未満に対する正横航過距離の平均値は 0.45 マイルで、「まや」の相手船に対する正横航過距離の平均値は 0.18 マイルであった。マンホイットニーのＵ検定の結果、有意な差があり（Z＝2.881, p ＜.01)、500 トン未満の船舶に対する正横航過距離は「ひびき丸」が「まや」よりも遠い。

「ひびき丸」の 500 トン以上に対する正横航過距離の平均値は 0.53 マイルであった。「まや」については 1 ケースしかなく相手船に対する正横航過距離は 0.19 マイルであった。「ひびき丸」の正横航過距離が 0.25 マイルであり、「まや」の 1 ケースは 0.19 マイルであることからも、500 トン以上の船舶に対する正横航過距離は「ひびき丸」が「まや」よりも遠いことが推測される。

Table 4-10　「ひびき丸」と「まや」の正横航過距離（mile）

	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
ひびき丸	24	0.40	0.162	0.10	0.72
まや	13	0.14	0.084	0.06	0.37

Table 4-11　正横航過した相手船の大きさ別度数（隻）

	小型船舶	500トン未満	500トン以上
ひびき丸	10	6	8
まや	5	7	1

Table 4-12　小型船舶に対する正横航過距離（mile）

	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
ひびき丸	10	0.27	0.081	0.10	0.39
まや	5	0.09	0.019	0.06	0.11

Table 4-13　500 トン未満に対する正横航過距離（mile）

	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
ひびき丸	6	0.45	0.108	0.35	0.64
まや	7	0.18	0.097	0.10	0.37

Table 4-14　500 トン以上に対する正横航過距離（mile）

	N	Mean	*SD*	Min.	Max.
ひびき丸	8	0.53	0.160	0.25	0.72
まや	1	0.19			

「ひびき丸」と「まや」が避航した船型別正横航過距離 Table 4-12、Table 4-13、Table 4-14 をまとめて Fig. 4-8 に示す。

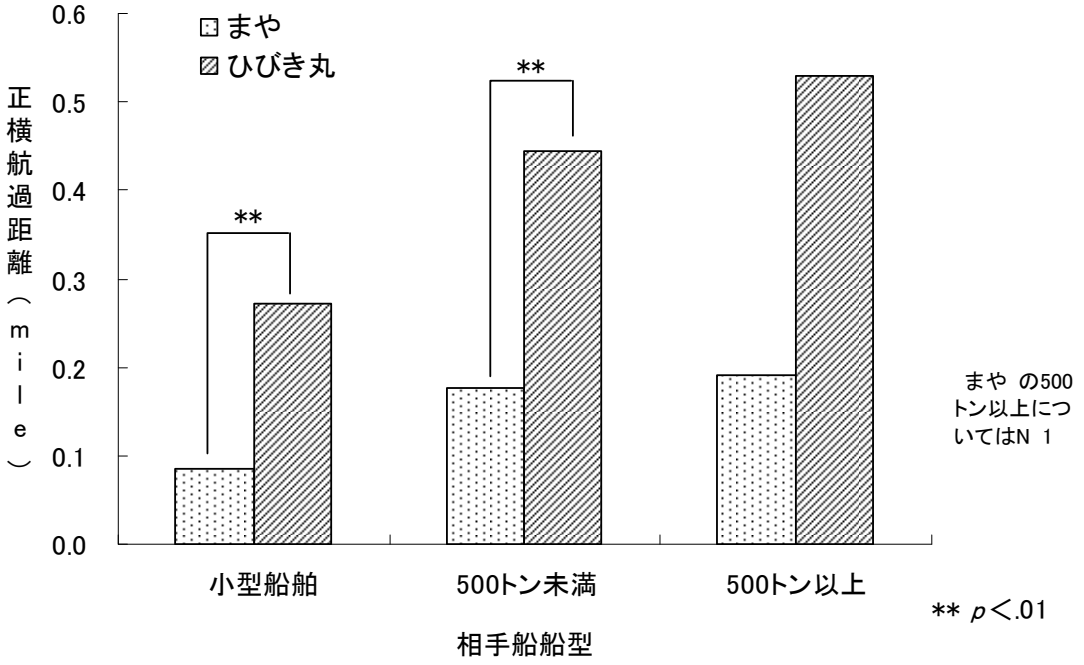


Fig. 4-8　「ひびき丸」と「まや」が避航した船型別正横航過距離

４－３　【調査Ⅱ】　瀬戸内海で船舶が接近した事例

４－３－１　目的および方法

森清（1981）は大型船の船橋（操縦室）での会話を分析し、操船作業の特徴は、まず自船の操船に関して問題になりそうな船を見つけ出し、その他船と自船の関係をどのように保っていくかを決定する不確定要素の多い作業であると述べている。このように、操船者の思考は重要である。しかし、相互関係にある、もしくは相互関係になった 2 船の、それぞれの操船者の思考を記録することは非常に難しい。自動車でも相手が何を考えていたかインタビューすることはとても難しいであろう。

本事例は、著者がある船舶に便乗中、接近してきた相手船の船長に、著者が便乗船を下船後直ちにインタビューすることができた非常に稀なケースである。ここではこの稀なケースを記述する。便乗中の船舶では、操船を行っていた船長は多忙でありインタビューを実施できなかった。そこで便乗中の船舶における船橋（船の操縦室）における会話と、相手船船長のインタビューを比較検討することで、操船者の思考の差異を明らかにすることを目的とする。なお会社名および船名を明らかにしない条件で公表の了解を得られているため必要最小限の資料を提示する。

４－３－２　相互関係になった船舶について

著者が便乗した船舶と、接近した相手船舶はいずれも船首船橋型の船舶であり、全長はおおよそ 100m程度であった。総トン数としてはおおよそ 10,000 トンである。両船ともに 20 ノットを越える船速を出すことができる比較的高速の船舶であった。このような船舶の例を Fig. 4-9 に示す。Fig. 4-9 に示す船舶は本事例と全く関係の無い船舶であり、あくまでも本事例に関わった船舶をイメージしやすいように提示するものである。両船とも Fig. 4-9 に示すような船舶であった。本事例では、両船ともに船長が操船指揮をとっており、船長補佐として航海士 1 名が、また操舵を担当する船員が配置されていた。また両船ともに AIS（船舶自動識別装置）を搭載しており、両船は互いに船名や行き先情報などを参照することができた。

Fig. 4-9　船首船橋型の全長 100m程度の船舶例

（写真の船舶は本事例とは全く関係が無い。また写真は著者が一部加工している。）

４－３－３　事例が発生した海域と状況の概要

事例は、備讃瀬戸南航路から備讃瀬戸東航路（香川県と岡山県の間にある航路。この航路の上に瀬戸大橋が架かっている。）を東向き、つまり阪神方面に航行中、やはり同航路を東向きに航行中の相手船と接近した事例である。事例が発生した海域を Fig. 4-10 に示す。Fig. 4-10 において赤線は海上交通安全法が定める航路を示している。青線のように両船は備讃瀬戸南航路から備讃瀬戸東航路にかけて航行した。この航行中、緑色丸印 1～3 で示す箇所において 3 つの事象があった。その事象は、①備讃瀬戸南航路入航前のＶＨＦ通信（無線通信）、②備讃瀬戸南航路の速力制限区間から瀬戸大橋にかけての航行、③備讃瀬戸東航路での他の同航船追越し後の航行の 3 事象であった。

事例は 2010 年某月某日の夜間 2～3 時間にかけて発生した。天候は晴れで視界は良好であった。風は弱く操船に支障を与えるような風力ではなかった。著者が便乗していた船舶をＡ船、相手船をＢ船とする。

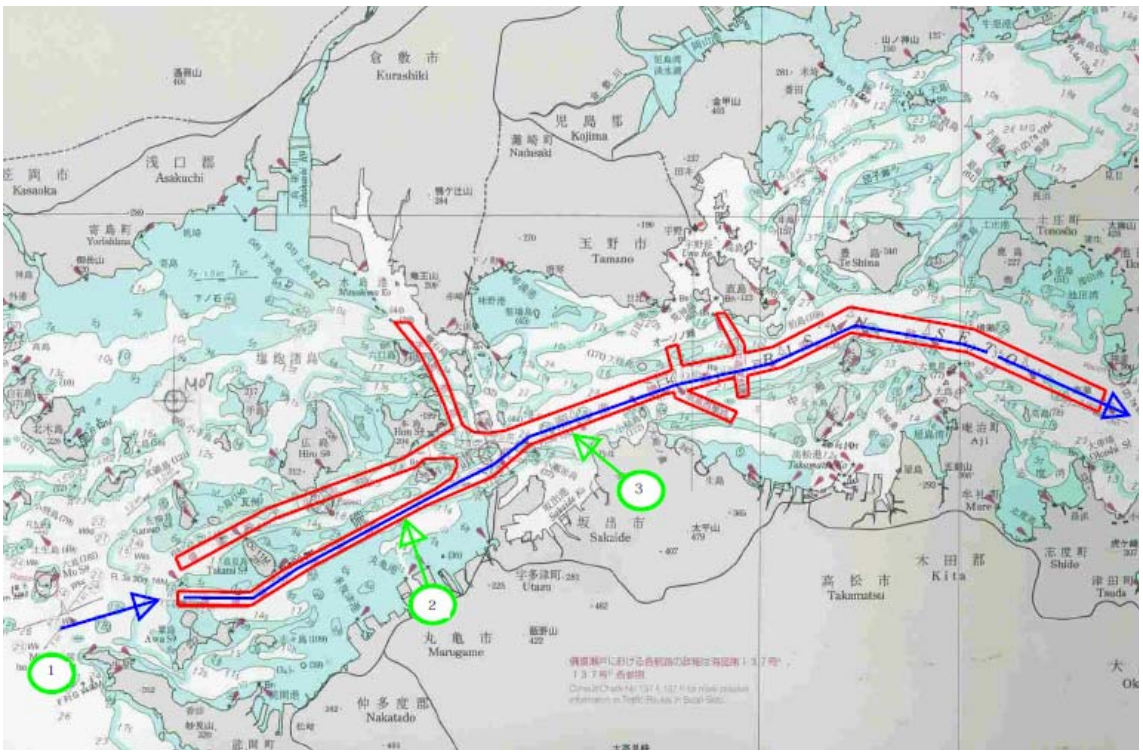


Fig. 4-10　事例が発生した海域

（白い部分と青い部分が海を示す。グレーの部分は陸地を示す。青は白よりも浅い海域を示す。以後の海域図も同様。）

４－３－４　各事象の詳細

①備讃瀬戸南航路入航前のＶＨＦ通信

備讃瀬戸南航路入航前に、Ｂ船からＡ船に VHF 無線装置を用いて意図確認の通信があった。この時の参考図を Fig. 4-11 に示す。

状況は、Ａ船の速力が約 21 ノット、Ｂ船の速力が約 20 ノットであり、両船がそのままの速力で航行すれば、航路入り口でかなり接近することが推測される状況であった。Ｂ船からの通信内容は「この後、減速するか？または速力を維持するか？」という質問であった。これに対しＡ船は「速力を維持する」と回答した。

Ａ船：便乗船舶の船橋では、この通信後、船長から航海士に次の発言があった。

・VHF で聞かないで、そのまま航行すればよいのに、なぜ聞いてきたのか？

・速力制限区間では当然減速するが、そのことは当然理解しているであろう。

Ｂ船：相手船船長へのインタビューでは、相手船船長から著者に次の発言があった。

・AIS（船舶自動識別装置）でＡ船の船名を確認した。

・相手もこちらのことを同様に感じているかもしれないが、この種の船舶の操船は強引

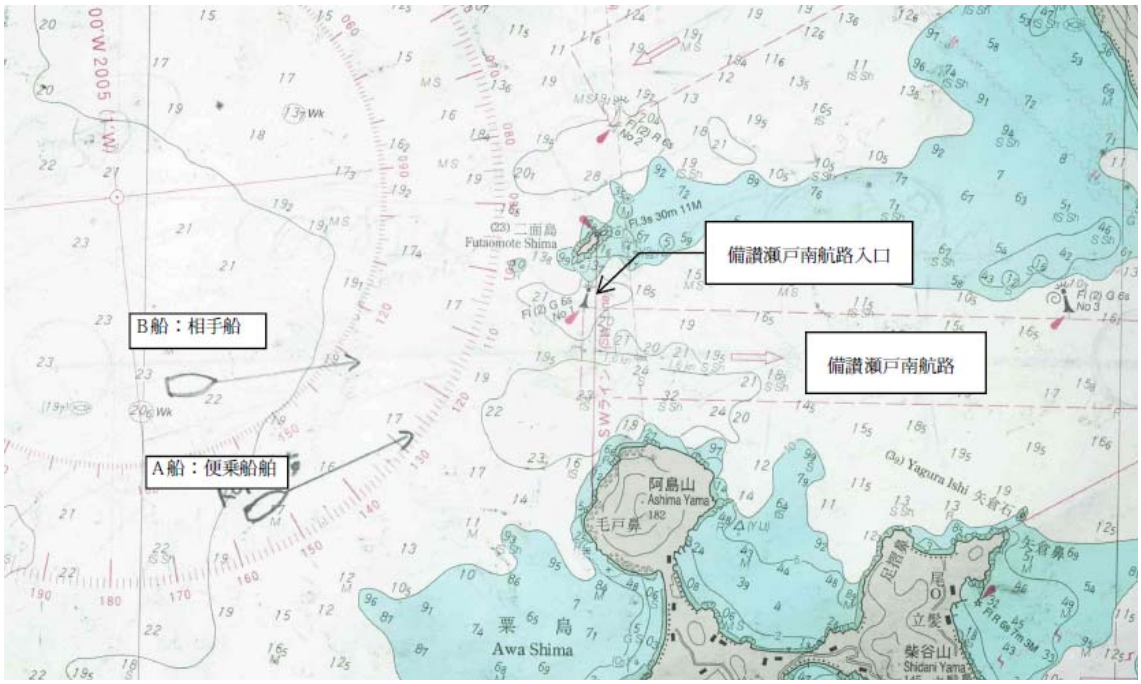


Fig. 4-11　備讃瀬戸南航路入航前参考海域図

であるとの印象がある。

・AIS で O 港着時間が 8 時であったことから、便乗船舶はスケジュールに余裕がありどこかで時間調整をするために減速するものと予測した。

・Ａ船が航路航行中に減速するのであれば、運航ダイヤを守るために、かつ省燃費で航行するために、航路内で便乗船舶の前方を航行させてもらおうと考えた。

・Ａ船が減速しないとのことであったので少し減速し、船間距離を 0.5 マイル（1 マイルは約 1852ｍ）程度に維持し後続した。

Ｂ船船長は AIS で便乗船舶（Ａ船）の O 港着時間が 8 時であると認識しているが、Ａ船船長は O 港に 6 時すぎに到着するつもりであった。Ａ船は AIS に変更された新しい O 港着時間を入力していなかったものと思われる（Ｂ船のような船舶では、電車やバスのように分単位で定時運航していることは稀で、その時の状況によって運航予定は頻繁に数時間変更される。）。または、Ａ船船橋では船長が船橋に来ると会話が減少したこと、また著者が尋ねても船長はあまり回答しなかったことから、船長と航海士のコミュニケーション不足も考えられる。

Ｂ船船長は、自船の最大の効率的運航を達成するために多くのことを考慮している様子が伺えるが、Ａ船船長は自船が O 港着時間が 8 時であるとの情報を発信していることを知らない、または知っていてもそのことを考慮していない様子が伺える。

②備讃瀬戸南航路の速力制限区間から瀬戸大橋にかけての航行

備讃瀬戸南航路から備讃瀬戸東航路にかけて、速力制限区間が存在する。この速力制限区間は牛島ザトーメ鼻から男木島までであり、対水速力で 12 ノットを越えてはいけない。しかし現実的には、自動車と同様に数字どおりに遵守されているわけではなく、14 ノット程度であれば海上保安庁が運用する備讃瀬戸海上交通センターから注意を受けることは無い。それは規則が速力を対水速力で決めているためで、当該海域は潮流が早く、備讃瀬戸海上交通センターで把握することができる対地速力では対水速力を完全に把握することが不可能であることも理由の一つであると推測される。この速力制限区間入域前から瀬戸大橋にかけての参考図を Fig. 4-12 に示す。

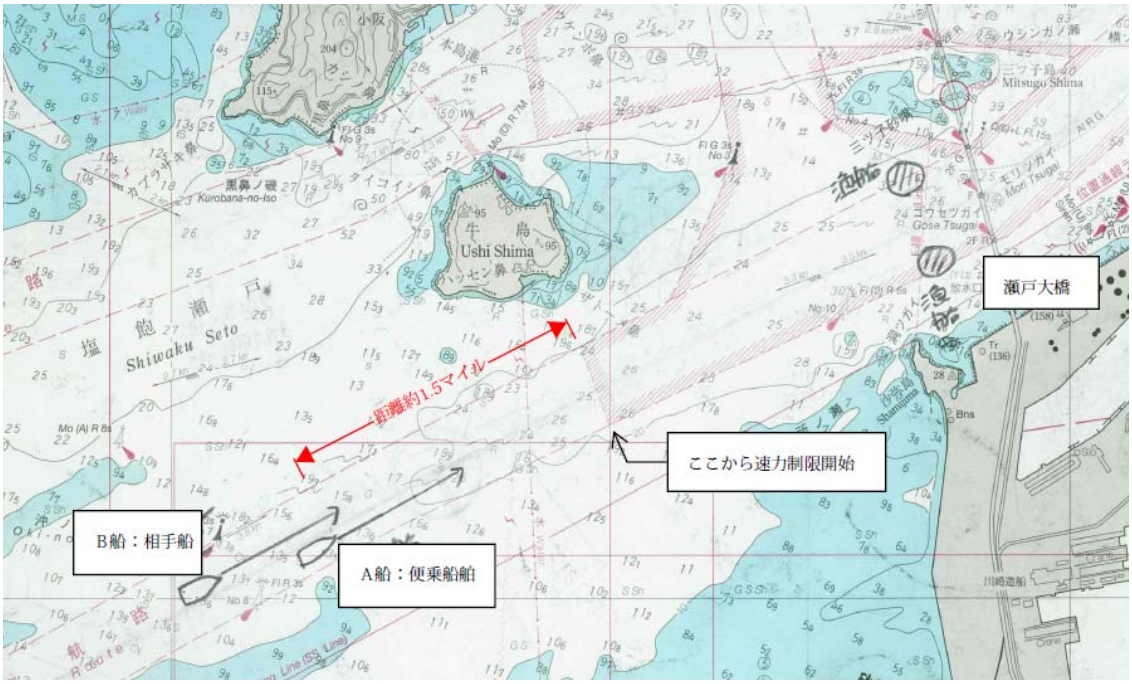


Fig. 4-12　備讃瀬戸南航路の速力制限区間から瀬戸大橋にかけての参考海域図

船舶が何時減速を開始すれば意図した場所で意図した速力に減速できるのかについては、船舶の船型やその時の貨物やバラスト水などを含めた全質量、また当該船舶の主機関（推進用のエンジン）によって大きく異なる。したがって一概に最も効率的な減速開始時点というものを把握することは難しく、通常経験則によって判断している。Ａ船船長は速力制限区域の開始手前 1.5 マイルから減速を開始した。Ａ船の入港減速を 2 回見た著者としては少し早いように感じた。著者が調査として便乗していた影響は排除できないが、ただし、速力制限区間において、対水速力 12 ノットのところを対地速力 14 ノットから 15 ノットで航行していたため、潮流を考えても厳密に対水速力 12 ノットを遵守しようとしていたとは考えにくく、その影響は少ないと推測される。後方 0.5 マイルにはＢ船が速力約 20 ノットで同航していた。後方のＢ船はＡ船の減速により追越し船の状態となり、海上交通ルールではＢ船が避航船となる。よってＡ船は針路速力を維持することが求められる。またＢ船の方もＡ船が減速したことを認知し避航船であると判断できるであろう。Ａ船がＢ船に減速したことを無線で一言連絡することは十分可能であったが、減速の連絡は行われなかった。その後、瀬戸大橋を越えた辺りで、両船の船間距離は 0.2 マイル程度まで近づいていた。

Ａ船：便乗船舶の船橋でのコミュニケーションを示す。

①便乗船舶減速時

・二等航海士から船長に相手船が近づいているとの報告はあったが、それに対する船長の発言は無かった。

②瀬戸大橋通過直後

・二等航海士から船長に相手船が近いとの報告があり、それに対し船長は衝突してくることはないだろうと返答。

Ｂ船：相手船船長へのインタビューでは次の発言があった。

・速力制限区間で減速することは予測していたが、制限区域に入る 1.5 マイルから減速するとは思わなかった。

・このように早く減速するということは、やはり AIS 情報のとおり O 港に 8 時着で運航しているのであろうと考え、追越すことにした。

・追越すつもりで航行していたところ、瀬戸大橋付近に漁船複数隻が操業中であることを認めた。追越しは危険であると判断し、減速した。

・船間距離 0.2 マイルは近すぎるが、しかしＡ船の真後ろではなく、左後方を航行することで安全な態勢とし、追越し可能となればすぐに追越そうと考えた。

Ａ船船長が減速したタイミングは、本人としては通常の減速であったかもしれない。著者が便乗していたため速力制限区域に入る前に減速した可能性は否定できない。しかし、対水速力 12 ノットのところを対地速力 14 ノットから 15 ノットで航行していたため、潮流を考えても厳密に対水速力 12 ノットを遵守しようとしていたとは考えにくい。このように速力を遵守していないことから、著者の便乗を考慮して早めに減速したというよりはＡ船船長はほぼ通常通り減速したと推察される。そして後方を同航するＢ船にはあまり気遣っているようには考えられない。

一方、Ｂ船船長はＡ船の AIS 情報を考慮して、自船のスケジュールと省燃費を常に考え安全運航を第一としながら効率的な運航を達成しようと努力している様子が伺える。

③備讃瀬戸東航路での同航貨物船追越し後の操船

瀬戸大橋を通過後、両船は 500 トンクラスの速力約 10 ノットの船舶を追越す状況となった。Ａ船は右から、Ｂ船は左から追越しを行った。追越した後、航路中央付近を航行しているＢ船の前方へ進むべくＡ船は進路を左に変えた。この先の宇高西航路との交差部には漁船が網を入れていたが、この網は航路外に設置されていることが明らかであった。500 トンクラスの船舶を追越した後、Ａ船船橋での会話は無かった。参考図を Fig. 4-13 に示す。

Ｂ船：相手船船長へのインタビューでは次の発言があった。

・Ａ船が、500 トンクラスの船舶を右から追越したため、当然本船は左から追越した。

・追越した後、Ａ船は左に寄り本船のほうへ来ることを、これまでの経験から予測していたので、航海士に注意してみておくよう命令していた。案の定、Ａ船は本船に寄ってきた。

・左に寄ってくるのは航路から出たくないとの考えではないか。本船は電子海図で完全に自船位置を把握しているが、電子海図が無く灯火だけを見ていれば航路右端は分かり難いだろう。

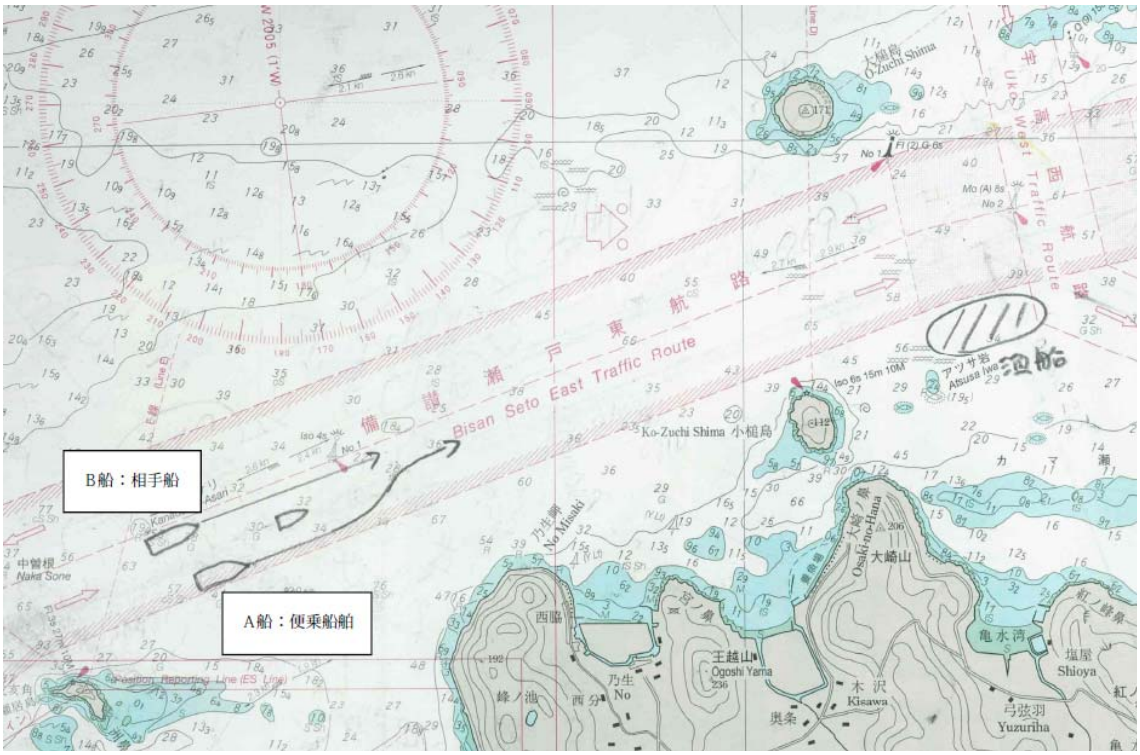


Fig. 4-13　備讃瀬戸東航路での同航貨物船追越し後の参考海域図

Ａ船は電子海図を搭載していなかったがＧＰＳプロッターという簡易的な位置情報システムを搭載しており、船長は頻繁に見ていた。このＧＰＳプロッター画面は非常に小さく、さらに地図の縮尺選択によって航路がかなり狭く表示され、広範囲が表示されるような設定であった。Ｂ船船長が考えるように、Ａ船は航路から出たくないとの考えがあった可能性は高い。

４－４　考察

４－４－１　操船者による判断時機と航過距離の差異

深江丸について、操船者別の結果は統計的な有意差が認められなかった。しかし平均衝突回避時機は、操船者“C”と“D”が数値的に遅かった。特に操船者“D”の最小値は他の操船者よりも小さい値を示した。これは操船者の中で操船者“D”が最も避航時機が遅いケースがあったことを示した。さらに真横を行き過ぎた際の他船までの距離、すなわち正横航過距離は、操船者“D”のみが平均値、最小値ともに小さく、航過距離が近いことを示した。（Table 4-3、Table 4-4、Fig. 4-5 参照）

特に操船者“D”だけが小型船舶を避航している数が多ければ、船型によって避航する時機が異なるという前提では、当然のこととして避航時機が遅く航過距離が近くなることが考えられる。そこで避航した相手船を、20 トン未満の小型船舶、500 トン未満の船舶、500 トン以上の船舶に分類したところ、操船者“D”は操船者“E”程でないものの、比較的小型船舶を避航したケースが多かった。（Table 4-5 参照）

そこで対小型船舶の避航ケースのみで分析したところ、数値として操船者“D”の避航時機は遅く、正横航過距離が近いことが示唆された。（Table 4-6、Table 4-7、Fig. 4-6 参照）

よって操船者“D”は他の操船者と比較して判断時機が遅く、正横航過距離が近いと言える。ここで操船者の特徴を挙げると、操船者“A”、“B”、“C”は年数的経験が長いという特徴があり、操船者“E”はほとんど経験の無い初心者である。これに対して操船者“D”は相対的にではあるが、十分な経験があるとも、初心者であるとも言えない。

山崎（2003）は環境要因にかかわるヒヤリハット経験は、経験が短い人により指摘されることが多いと述べている。自動車の研究では、松浦（2005）は Klebeisberg の段階的変化モデルを引用し、経験者でも初心者でもない中間状態は主観的安全が客観的安全よりも高くなり危機的な状況に巻き込まれる段階であると説明している。操船者“D”にあてはめれば、その他の操船者の客観的な安全時機および距離よりも、操船者“D”の主観的な安

全時機および距離は近距離であり時間的余裕が少ないという点で危険な状況に巻き込まれているといえる。

自動車の研究では高すぎる自己評価がリスクテイキングに影響を及ぼしているとの指摘があるように（中井・臼井，2007）、海上交通でも同様の結果が得られる可能性がある。ただし船型による影響を考慮して研究を行う必要があるであろう。現時点で経験操船者よりも経験の短い操船者の判断時機が遅く航過距離が近いことは、過信であるのか、経験操船者が想定する危険を認識していないのか分からないが、少なくとも安全な行動とはいえないであろう。

一方初心者である操船者“E”の判断時機と航過距離が操船者“E”にとって適切かは疑問である。衝突が見込まれる避航が必要な場面に直面した際に、要求される操船方略の判断に要する時間は、経験者よりも初心者の方が長時間を要する（渕ら，2007）。操船者“E”は小型船舶の避航が多いが、経験者である操船者“A”、“B”、“C”と比較して決して判断時機が早いわけではない（Table 4-6 参照）。一方航過距離については遠い値を示している（Table 4-7 参照）。このことから経験者を基準に考えると、操船者“E”は判断時機に安全余裕が無く、航過距離に安全余裕を確保したといえる。本来であれば判断時機にも安全余裕を得るべきである。このことから初心者である操船者“E”は能力に対して判断時機が遅れていることが推察される。

以上のことから、避航判断時機や航過距離について個人差が存在し、その個人差の背景として年数的経験が挙げられる。また自動車の研究を参考にすれば、危険の認識の程度や過信の影響も検討する必要があるかもしれない。いずれにせよ現実の海上交通場面の安全を考えた場合、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があると考えられる。

４－４－２　船型別の判断時機と航過距離の差異

相手船を小型船舶、500 トン未満、500 トン以上の 3 つのカテゴリに分類し分析を行った。「深江丸」が相手船を避航した避航判断時機については、小型船舶を避航する時機は 500 トン未満および 500 トン以上の船舶を避航する時機よりも遅く、相手船が大きいほど判断時機が早い傾向が示唆された（Table 4-8、Fig. 4-7 参照）。「深江丸」が相手船と航過した距離については、500 トン以上の船舶に対する航過距離は 500 トン未満および小型船舶に対する航過距離よりも遠く、相手船が大きいほど航過距離が遠い傾向が示唆された（Table 4-9、

Fig. 4-7 参照)。「ひびき丸」と「まや」の比較から、船型が大きい「ひびき丸」の方が航過距離は遠い傾向であることが示唆された（Table 4-10～Table 4-14、Fig. 4-8 参照)。

航過距離を遠くするためには、早期に避航するか針路変更量を大きくする必要がある。針路変更量を大きくすると、針路を変更するための舵抵抗および船体抵抗の増加、ならびに船体傾斜の増加という負の影響が大きくなる。したがって効率的に航過距離を遠くしようとすれば、早期に避航することが必要になる。また、「深江丸」の結果が、相手船の船型が大きいほど判断時機も航過距離も遠いことから分かるように、航過距離と避航時機に正の関係があると考えられる。

「深江丸」の避航記録は相手船の大きさによる判断時機と航過距離の差異を示し、「ひびき丸」と「まや」の避航記録は避航する船舶の大きさによる判断時機と航過距離の差異を示した。

これらの結果から、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、相手船が大きいほど避航時機は早く航過距離も遠いことが推察される。また自船についても、大きい船舶の方がより避航時機は早く、航過距離も遠いことが推察される。このように、船型の影響について、より詳細な検討が必要であると考える。

４－４－３　瀬戸内海で船舶が接近した事例に見る操船者の思考の差異

便乗中の船舶に偶然接近した相手船の船長に対し、その日のうちにインタビューを実施することができた。便乗中船舶の運航予定から船長が多忙を極めたことから、便乗中の船舶船長に対する詳しいインタビューができず、便乗中の船舶船長の思考については会話からの推測となった。しかし互いに衝突を防止しながら運航される両船の状況を比較できたことは、海上交通の特殊性を考えると非常に貴重なデータとなった。この瀬戸内海を航行中の事例から 3 つの事象を検討した。

備讃瀬戸南航路入港前の VHF 無線通信では、便乗船舶は通信せずとも状況にしたがって航行すれば良いと考えていると推測されるが、相手船は便乗船舶が発信する情報と状況を考え自船の効率的運航を考えていた。その後航路内で前後して航行しなければならない状況で、VHF 無線通信があったにもかかわらず便乗船舶と相手船の意思疎通は完全ではなく、その後の事象を生じさせることになった。便乗船舶側は相手船からの VHF 無線通信に対する重要度は低く、相手船は便乗船舶の発信する O 港到着時刻の確認をしなかったことが不完全な意思疎通となり、結果両船が接近した原因になったと推察される。

備讃瀬戸南航路の速力制限区間から瀬戸大橋にかけての航行では、便乗船舶は相手船が後続するにもかかわらず早めに減速を開始した。一方相手船は便乗船舶の早めの減速に対し、“便乗船舶に後続する”という操船方略から“便乗船舶を追越す”という操船方略に変更した。この操船方略の変更について VHF 無線通信は無かった。また海上交通ルールが規定する追越し信号も無かった。便乗船舶の二等航海士から船長に対する相手船が接近してくる旨の報告に対して、船長は何も発言しなかった。相手船船長は、航路入港前の回答、AIS 情報の内容および早すぎる減速から、VHF 無線通信において便乗船舶が入港時間調整のために減速しないと回答したことに疑義を抱き操船方略を変更した。もはや相手船船長は、便乗船舶とコミュニケーションを図ろうとしていない。一方便乗船舶船長は、二等航海士の報告に返答しないことから、相手船がどのような行動をとろうとも海上交通ルールにおける自船の立場、すなわち追越される船舶であるから相手船が何をしようとも自船の運航状態を維持するだけだと判断していると推察される。瀬戸大橋手前で漁船のために相手船の追越しは履行されなかったが、両船が接近した状態はそのまま続くことになった。便乗船舶において二等航海士から相手船が近いと船長に報告があったが、船長は衝突してくることは無いだろうと発言しているように、やはり、相手船がどのような行動をとろうとも海上交通ルールにおける自船の立場、すなわち追越される船舶であるから相手船が何をしようとも自船の運航状態を維持するだけだと判断していると推察される。

備讃瀬戸東航路での同航貨物船を追越した後の操船については、相手船船長は便乗船舶が左へ寄ってくる、すなわち相手船の進路を塞ぐような動きをすることを予測しており、事実そのとおりになった。その予測は、これまでの経験を参照していること、自船と他船の装備している航海計器の違いを推測していること、さらにそこから操船者の航路の把握の違いを考慮していることから組み立てられていた。

これらの事例から、まず VHF 無線装置と AIS（船舶自動識別）装置について考える。AIS によって夜間でも島影にいる船舶でも船名や呼び出し符号が用意に認識でき、VHF 無線通信が容易に行えるようになった。そして VHF 無線装置はリアルタイムに、汽笛や発光信号といった信号ではない明確な言語で意志の確認ができる。しかし今回の事例では、船名が容易に判ることで VHF 無線通信が行われたにもかかわらず、不完全な意思の疎通しか確立されなかった。さらに AIS が発信する別の情報に惑わされた。このように航海計器の発達は便利である反面、それを利用する操船者によって効果が異なることを考慮しなければならない。

次に、便乗船舶と相手船の操船者の思考について考える。まず便乗船舶船長は一貫して相手船がどのような行動をとろうとも海上交通ルールにおける自船の立場、すなわち追越される船舶であるから相手船が何をしようとも自船の運航状態を維持するだけだと判断していると推察される。この便乗船舶船長の思考は、便乗船舶が発信し続けている O 港到着予定時刻とともに、相手船の行動に影響を与え続けているにも関わらず、便乗船舶船長は何も気にしていないと推察される。次に、相手船は、同航貨物船を追越した後に、これまでの経験と一般に操船者がどのように航路を認識しているかを考慮することで、便乗船舶が左に寄ってくることを推測し、事実そのとおりになった。この推測から相手船船長は、便乗船舶に対する警戒を強め、その結果早期に便乗船舶の動静に気づいていた。

以上のように、本事例からは、両船の操船者に操船に関する思考が異なり、①航海計器は便利であるが、利用の仕方によって効果に差があり、一概に計器を頼ることはできないこと、②時に相手船に対して配慮することで、無駄な追越しの努力や、無用な両船の異常接近を回避できること、③相手船の行動と考えを推測し、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。

４－５　本章のまとめ

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経験と普段操船する船型による影響が挙げられる。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た。運航実態調査ではデータ数が限られるため、別の手法でより詳細な検討が必要であることが指摘された。

瀬戸内海で 2 隻の船舶が接近した事例からは、両船の操船者の操船に関する思考が異なり、①航海計器は便利であるが、利用の仕方によって効果に差があり、一概に計器を頼ることはできないこと、②時に相手船に対して配慮することで、無駄な追越しの努力や、無用な両船の異常接近を回避できること、③他船の行動と考えを推測し、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。これらのことは、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と養成中の学生に対する教育に含むべき要素である。

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経験と普段操船する船型の影響が挙げられている。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。これらと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、一般ドライバーが運転する乗用車の大きさの差と、船舶操船者が操船する船舶の大きさの差が全く異なるように、自動車交通と海上交通の最大の違いは操縦する移動体の大きさである。したがって海上交通においては、船型による影響の方がより重要度が高いと判断される。よって次章では、船型の影響についてより詳細な検討を行うことにする。

５．判断時機に関する質問紙調査と映像実験

５－１　研究の背景と目的

海難分析の結果、船員の航法に関する知識の程度や判断時機の差異が問題として浮かび上がった（2 章）。そこで先ずは、作成した海上交通ルールテストを用いて、海上交通ルールに関する知識を調査した（3 章）。法律名、条文名、航法名といった知識については操船する船型による差が認められたものの、行動に関する知識に差はなかった。行動に関する知識に差がなかった背景として、学生との比較から現実の海上横通場面に直面し経験することの重要性が示唆され、年数的経験は衝突回避判断に重要であるといえる。以上より、海難の原因としては船員の判断時機が問題になると考えられる。いくつかの船舶に便乗し運航実態調査を行ったところ、船型によって避航判断時機と正横航過距離（真横を相手船が行き過ぎるときの相手船までの距離）に差が見られた。このことから、船型による判断時機の差について、より詳細な検討が必要性であるといえる（4 章）。

本章では、質問紙と映像を用いて衝突回避判断時機に関する調査および実験を行う。その分析結果から、①船型が判断時機に影響を与えること、②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ること、の 2 点を明らかにすることを目的とする。そのために、同一船舶を自船として場面を提示し判断時機を調査した質問紙調査Ⅰ、普段操船する船舶に近い船舶を自船とし異船型に対する判断時機を調査した質問紙調査Ⅱ、ならびに質問紙調査Ⅰと同等の映像を見せ判断時機を計測した映像実験を行う。

５－２　海上交通ルールの確認

質問紙調査および映像実験では、横切り船の航法を理解する必要がある。そこで横切り船の関係を用いて海上交通ルールの確認を行う。

海上交通ルールは、衝突のおそれが生じたときから適用される。海上交通において、衝突のおそれが発生することと同様の用語として見合い関係の発生という用語がある。本研究では衝突のおそれが生じることと、見合い関係が発生することを同義とした。誤解を防ぐために調査および実験では、このことを必ず教示した。見合い関係が発生すると海上交通ルールが適用され、両船舶には避航船や保持船としての義務が発生する。

2 隻の横切り船の関係においては、他船を右に見る船舶が避航船、反対に他船を左に見る船舶が保持船となる。見合い関係が発生したなら避航船は避航しなければならず、保持船は避航船が避航しやすいように針路速力を保持しなければならない。しかし、避航船が何らかの理由により避航しない場合、このままでは衝突を回避できない。そこで海上交通ル

ールは、避航船が避航しないことが明らかなった場合に、保持船が避航できると規定している。避航船が避航しないことが明らかな場合というのは、汽笛や発光信号等を用いて避航船に避航を促しても避航しない場合と解されるが、いくつかの手段がある。しかしいつ避航を促すべきか規定は無い。

これらの避航船と保持船に求められる行動を Cockcroft & Lameijer（2004）は次のように解説している。2 隻の関係と行動領域を Fig. 5-1 に示す。Fig. 5-1 において①から④の領域について説明する。①は見合い関係が発生していない時機であるから両船は避航船および保持船では無く、両船はどのような行動も可能な領域である。②は見合い関係が発生したため海上交通ルールに従い避航船および保持船となり、避航船は早期に避航する義務が、保持船には針路速力を保持する義務がある領域である。③は避航船が避航しないために、保持船に避航が許される領域である。④は衝突間際で切迫した危険のある領域であり、両船は共同で取りうる全ての手段を尽くして衝突を回避する領域である。

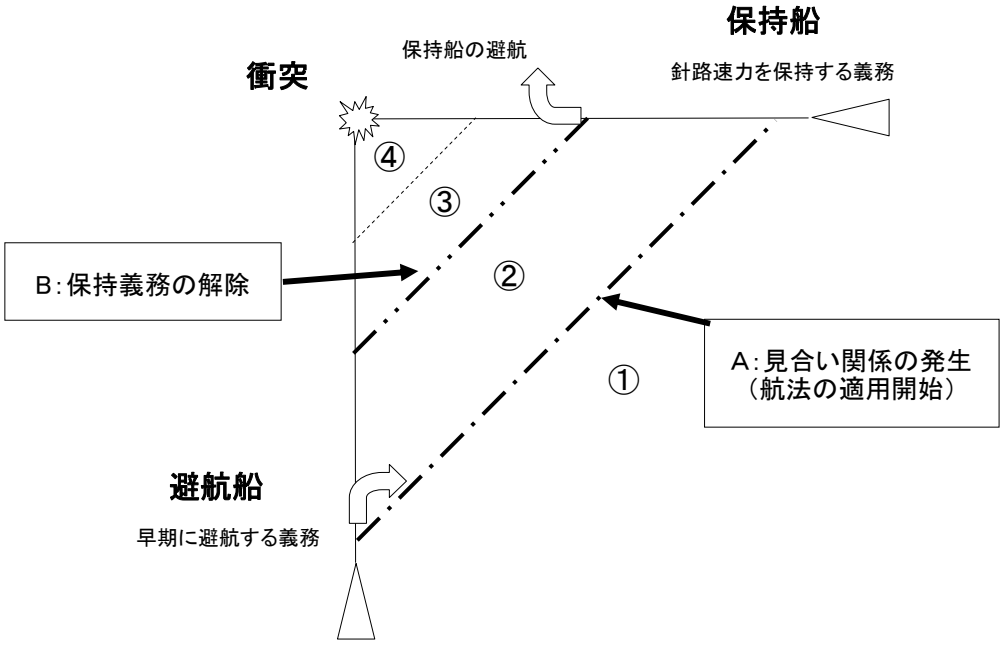


Fig. 5-1　避航船と保持船の行動（横切り船の場合を例に）

①と②の間が見合い関係発生時機であり、②と③の間が保持船の保持義務解除時機になる。本研究ではこの見合い関係発生時機と保持義務解除時機について、普段操船する船型の影響があることを明らかにする。

Fig. 5-1 は 2 隻の関係を示している。これが 3 隻の関係になった場合は、2 隻の関係に還元して考えるとされている（海上保安庁，2007）。Fig. 5-1 において避航船から見て左側からも横切り態勢の船舶がある 3 隻の関係について考える。この 3 隻の関係を 2 隻の関係に還元して考えれば、それぞれが避航船および保持船の関係になる。よって見合い関係発生以後は 3 隻とも避航船となると考えるべきである。

５－３　研究方法

５－３－１　研究の概要

本章では、質問紙調査と映像実験を行った。質問紙調査には、大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙調査Ｉと、普段操船する船型に近い船舶の操船を想定させた質問紙調査Ⅱがあった。質問紙調査Ｉと質問紙調査Ⅱは、1 つの質問紙を構成していた（付録 A 参照）。質問紙の作成にあたっては先行研究（渕・藤本・臼井・岩崎，2008）を参考にした。映像実験の映像はコンピュータソフト（Ship Simulator 2008，VSTEP 社製）を用いて作成した。映像実験の内容は、質問紙調査Ｉと同等の内容であった。

５－３－２　研究参加者

質問紙調査および映像実験のすべてに外航船、内航船および漁船に乗船勤務する実務経験を有する船員が参加した。外航船船員は外国航路の船舶を操船する船員で 32 名が参加した。外航船船員を“外航群”とする。内航船船員は国内航路の船舶を操船する船員で 37 名が参加した。内航船船員を“内航群”とする。漁船船員は 33 名が参加した。漁船船員を“漁船群”とする。データに不備があった参加者を除外した。分析対象人数は、外航群が 22 名、内航群が 28 名、漁船群が 29 名であった。直近の船型経験は、外航群の船型経験は最小が 25,500 トン、平均値は 109,407 トンであった。内航群の船型経験は 15 名が 500 トン以下、最大が 14,800 トン、平均値は 4,543 トンであった。漁船群の船型経験は総トン数 20 トン未満であった。

５－３－３　研究実施方法

質問紙調査および映像実験は 2009 年 4 月から 2010 年 9 月にかけて参加者の都合によって実施した。質問紙調査は、外航群については教室で一斉に、または個別に実施した。内航群および漁船群については、すべて個別に実施し、希望者については聞き取り調査とした。調査中は他者との情報交換は一切できず、また参考書等を見ることもできなかった。調査内容の漏洩を防ぐために、すべて質問紙を回収した。回答制限時間は設けず調査参加者各個人のペースで回答ができた。

映像実験は、質問紙調査の実施前、または実施後に行った。質問紙調査と映像実験の時間的間隔は、多くの参加者については数日あった。しかし、業務の都合上数日あけることが不可能な参加者については、最低でも 1 時間以上の間隔を設け、質問紙調査と映像実験の間には、船員の所属する会社が実施する、研究とは全く別のプログラムや船舶の通常業務（例えば保守作業）が行われた。実験はすべて個別に行われ、実験者の指示に従って実施された。

５－４　質問紙調査Ｉ【大型コンテナ船同士の関係を想定させた質問紙】

５－４－１　目的

質問紙調査Ｉは、外航群、内航群、漁船群に同一の大型コンテナ船同士の関係を想定させ判断時機を回答させた。このことにより同一の場面について船型が判断時機に与える影響を明らかにするものである（質問紙については付録 A 参照）。仮説は次の通りである。

・普段操船している船型により判断時機が異なること

・大きい船型の操船者は、小さい船型の操船者よりも判断時機が早いこと

５－４－２　方法

a) 想定させた自船と相手船

想定させた自船と相手船はともに大型コンテナ船であった。想定させた大型コンテナ船を Fig. 5-2 に示す。大型コンテナ船は全長 280m、総トン数 53,000 トン、速力 22 ノットと設定した。

コンテナ船

船種	コンテナ船(4,500TEU)	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	K't

Fig. 5-2　質問紙調査Ｉで想定させた大型コンテナ船

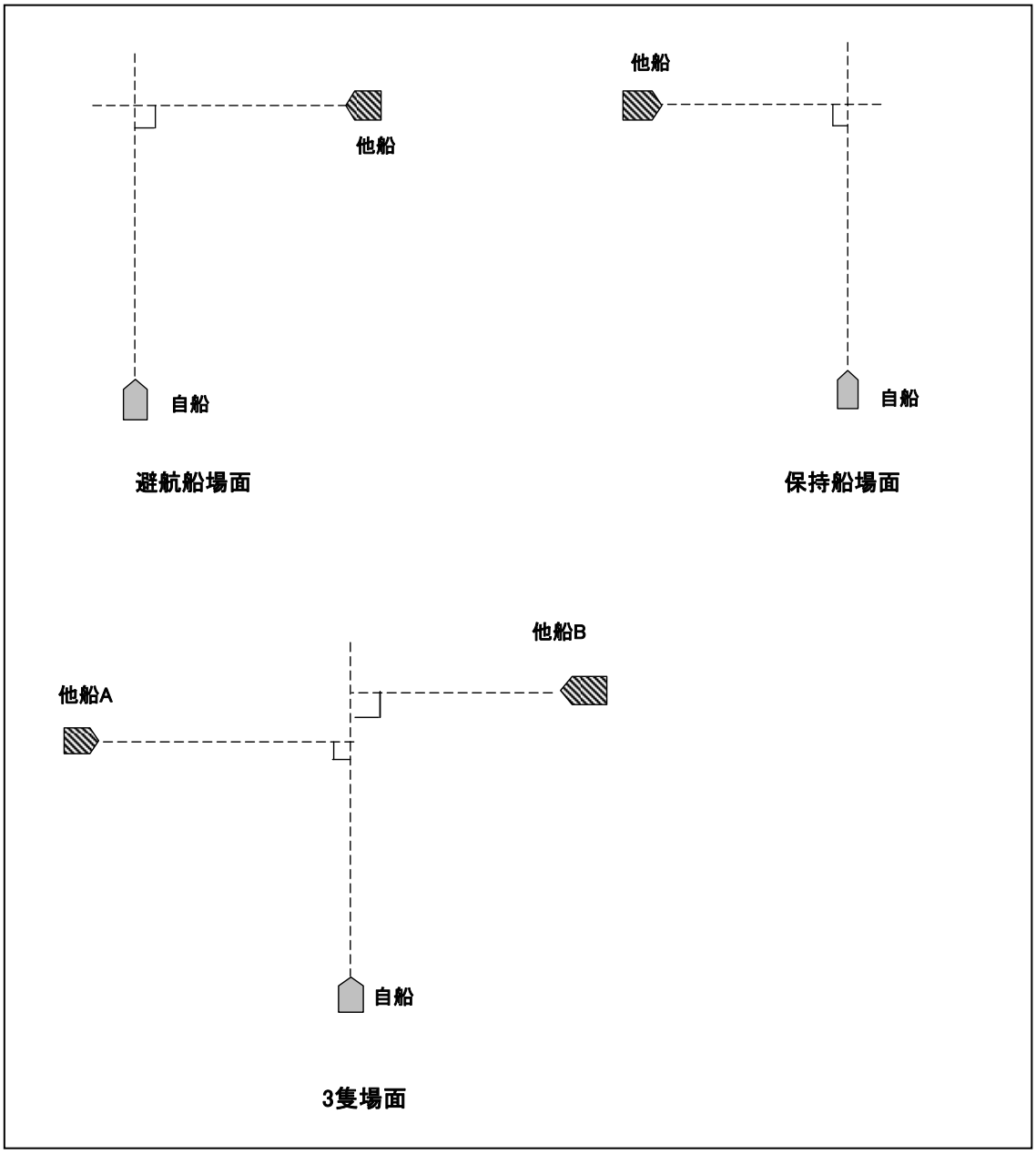


Fig. 5-3 質問紙調査Ｉで想定させた３つの航海場面

b)想定させた航海場面

想定させた航海場面は、避航船場面、保持船場面および 3 隻場面の 3 つの場面であった。想定させた航海場面を Fig. 5-3 に示す。

避航船場面は自船の右斜め 45 度前から針路交差角 90 度で他船が接近する場面である。保持船場面は左斜め 45 度前から針路交差角 90 度で他船が接近する場面である。3 隻場面は右斜め 45 度前および左斜め 45 度前の両方向からともに針路交差角 90 度で他船が接近する場面である。左方向から接近する他船の方が右方向から接近する他船よりも近いと教示したが、左側と右側の他船の距離差については教示していない。航海場面の提示順序についてはカウンターバランスをとった。

c)質問項目と分析

それぞれの航海場面について、判断時機を相手船との距離で回答するよう求めた。3 隻場面では左側の相手船との距離で回答するよう求めた。避航船場面では通常避航時機と限界避航時機を尋ねた。保持船場面では見合い関係発生時機と保持義務解除時機を尋ねた。3 隻場面では見合い関係発生時機と通常避航時機を尋ねた。これらをまとめて Table 5-1 に示す。

それぞれの場面における各判断時機は相手船との距離で回答するよう求めたが、この回答を衝突までの残り時間を示す TCPA(Time to Closest Point of Approach：単位（分）)に換算し分析した。

Table 5-1　質問紙調査Ｉにおける質問項目

航海場面	質問項目
避航船場面	Ａ　通常避航時機
	Ｂ　限界避航時機
保持船場面	Ａ　見合い関係発生時機
	Ｂ　保持義務解除時機
3隻場面	Ａ　見合い関係発生時機
	Ｂ　通常避航時機

５－４－３　結果

a)避航船場面

避航船場面では、通常避航時機と限界避航時機を尋ねた。通常避航時機の結果を Table 5-2 に示す。避航船場面における通常避航時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝61.50, *df*=2, *p*＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも *p*＜.01）。

したがって避航船場面における通常避航時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い、すなわち船型が大きい船舶操船者の方が早い。

次に限界避航時機の結果を Table 5-3 に示す。避航船場面における限界避航時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝60.06, *df*=2, *p*＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも *p*＜.01）。

したがって避航船場面における限界避航時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い、すなわち船型が大きい船舶操船者の方が早い。

避航船場面における通常避航時機と限界避航時機について結果をまとめて Fig. 5-4 に示す。

Table 5-2　避航船場面における通常避航時機の TCPA 値（分）【質問紙調査Ｉ】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	12.7	4.07	7.7	23.1
内航	28	7.2	3.55	2.9	19.3
漁船	29	1.7	1.19	0.1	5.8

Table 5-3　避航船場面における限界避航時機の TCPA 値（分）【質問紙調査Ⅰ】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	7.4	2.50	3.9	13.5
内航	28	4.6	2.45	1.5	11.6
漁船	29	0.9	0.60	0.1	2.9

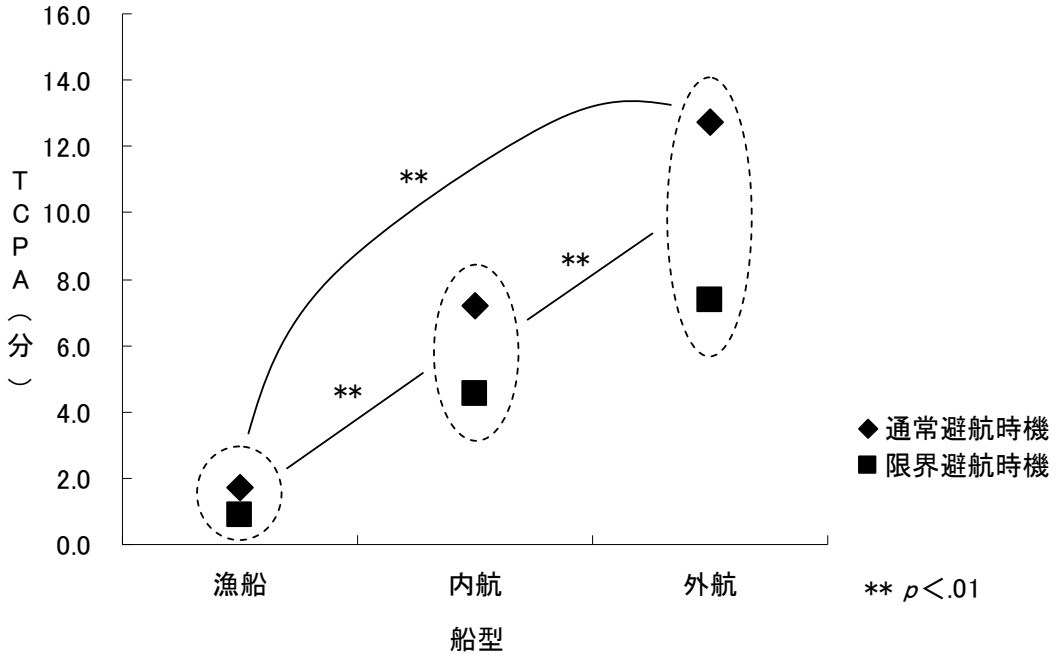


Fig. 5-4　避航船場面における通常避航時機と限界避航時機【質問紙調査Ⅰ】

b)保持船場面

保持船場面では見合い関係発生時機と保持義務解除時機を尋ねた。見合い関係発生時機の結果を Table 5-4 に示す。保持船場面における見合い関係発生時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝54.41, df=2, p＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも p

＜.01）。

したがって保持船場面における見合い関係発生時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い、すなわち船型が大きい船舶操船者の方が早い。

次に保持義務解除時機の結果を Table 5-5 に示す。保持船場面における保持義務解除時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝52.14, *df*=2, *p*＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも *p*＜.01）。

したがって保持船場面における保持義務解除時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い、すなわち船型が大きい船舶操船者の方が早い。

保持船場面における見合い関係発生時機と保持義務解除時機をまとめて Fig. 5-5 に示す。

Table 5-4　保持船場面における見合い関係発生時機の TCPA 値（分）【質問紙調査Ⅰ】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	15.7	7.10	5.8	28.9
内航	28	8.9	4.62	2.9	19.3
漁船	29	2.1	2.13	0.1	11.6

Table 5-5　保持船場面における保持義務解除時機の TCPA 値（分）【質問紙調査Ⅰ】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	7.8	3.29	3.9	15.4
内航	28	5.9	4.02	1.0	15.4
漁船	29	1.0	0.92	0.1	4.8

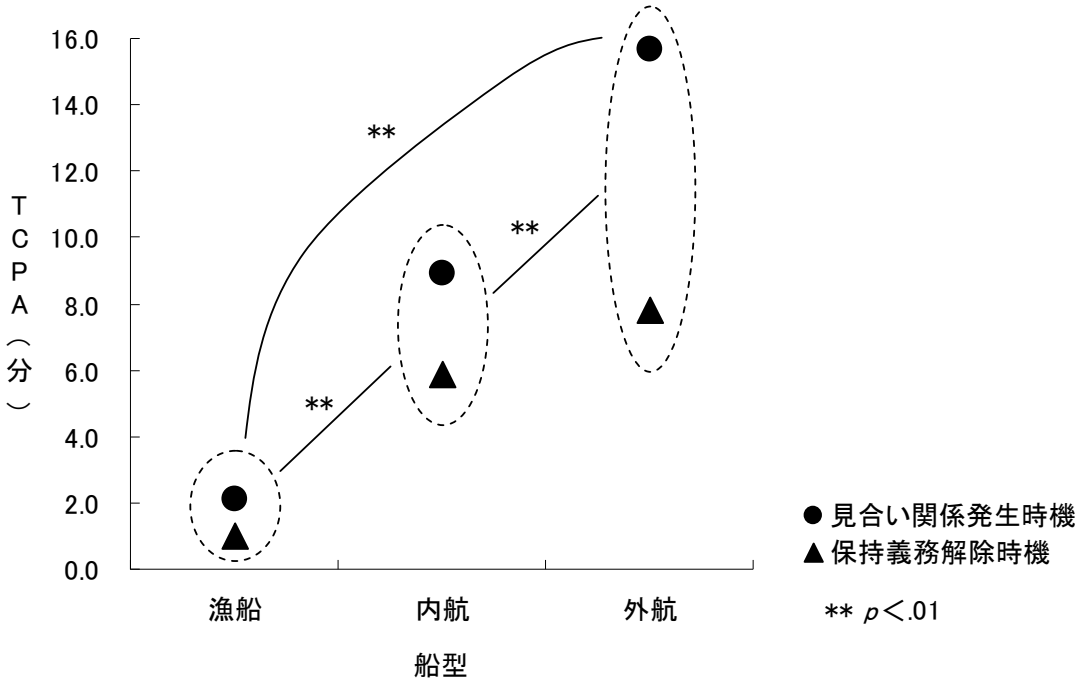


Fig. 5-5　保持船場面における見合い関係発生時機と保持義務解除時機【質問紙調査Ｉ】

c)3 隻場面

3 隻場面では見合い関係発生時機と通常避航時機を尋ねた。見合い関係発生時機の結果を Table 5-6 に示す。3 隻場面における見合い関係発生時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝54.11, df=2, p＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも p＜.01）。

したがって 3 隻場面における見合い関係発生時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い、すなわち船型が大きい船舶操船者の方が早い。

次に通常避航時機の結果を Table 5-7 に示す。3 隻場面における通常避航時機の平均 TCPA 値についてクラスカル･ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝51.05, df=2, p＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも p＜.01）。

したがって 3 隻場面における通常避航時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い、すなわち船型が大きい船舶操船者の方が早い。

3 隻場面における見合い関係発生時機と通常避航時機をまとめて Fig. 5-6 に示す。

Table 5-6　3 隻場面における見合い関係発生時機の TCPA 値（分）【質問紙調査Ⅰ】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	15.8	7.06	5.8	28.9
内航	28	9.0	4.30	2.9	19.3
漁船	29	2.3	2.20	0.1	11.6

Table 5-7　3 隻場面における通常避航時機の TCPA 値（分）【質問紙調査Ⅰ】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	9.8	4.79	1.9	19.3
内航	28	6.4	3.55	1.9	15.4
漁船	29	1.3	1.26	0.1	5.8

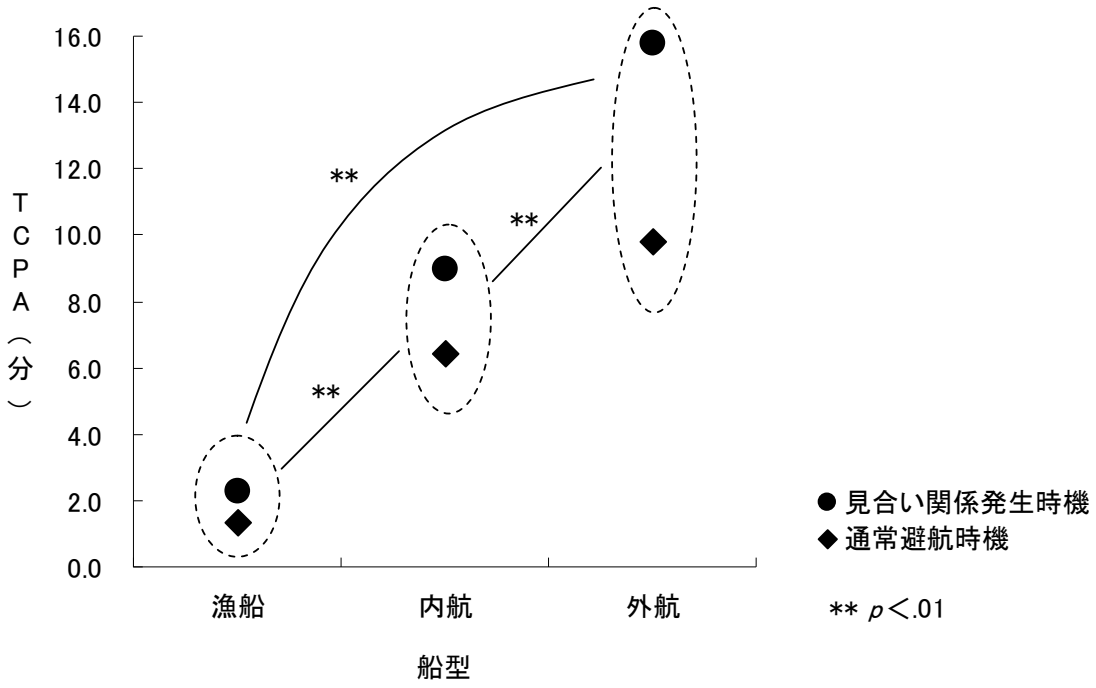


Fig. 5-6　3 隻場面における見合い関係発生時機と通常避航時機【質問紙調査Ⅰ】

d)各場面各判断時機の相関

各場面各判断時機のスピアマンの順位相関係数を Table 5-8 に示す。各場面各判断時機間のスピアマンの順位相関係数 ρ はすべて有意であり（いずれも $p<.01$）、値も約 0.9 と高い。

Table 5-8　各場面各判断時機間のスピアマンの順位相関係数 ρ 【質問紙調査Ⅰ】

		自船が避航船の場合		自船が保持船の場合		3隻の場合	
	時機	通常避航	限界避航	見合い関係発生	保持義務解除	見合い関係発生	通常避航
自船が避航船の場合	通常避航						
	限界避航	.965**					
自船が保持船の場合	見合い関係発生	.947**	.928**				
	保持義務解除	.903**	.903**	.941**			
3隻の場合	見合い関係発生	.943**	.921**	.982**	.936**		
	通常避航	.923**	.912**	.902**	.871**	.908**	

** p .01

５－４－４　質問紙調査Ｉのまとめ

質問紙調査Ｉでは、外航群、内航群、漁船群に同一の大型コンテナ船同士の関係を想定させ判断時機を回答させた。航海場面として、避航船場面、保持船場面、3 隻場面の 3 場面を設定した。避航船場面では通常避航時機と限界避航時機を、保持船場面では見合い関係発生時機と保持義務解除時機を、3 隻場面では見合い関係発生時機と通常避航時機を尋ねた。

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 値は常に外航群、内航群、漁船群の順に大きかった。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上述の結果になったと考えられる。

質問紙調査Ｉの結果は、仮説を支持し、普段操船する船型により判断時機は異なり、大きい船型の操船者は小さい船型の操船者よりも判断時機が早いことが示唆された。

５－５　質問紙調査Ⅱ【普段操船する船型に近い船舶の操船を想定した質問紙】

５－５－１　目的

質問紙調査Ｉでは、船型により判断時機は異なり、大きい船型の操船者は小さい船型の操船者よりも判断時機が早いことが示唆された。これは 2 章の海難分析で異船型間の関係において衝突海難が多かったことを支持する結果である。しかし質問紙調査Ｉでは大型コンテナ船の関係のみを想定させたため、そのような船型船舶を操船した経験が無い内航群や漁船群については、普段操船している船型での判断時機と乖離している可能性がある。そこで質問紙調査Ⅱでは、外航群、内航群、漁船群のそれぞれ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ることで、より現実の異船型間コンフリクトを調査することを目的とする。仮説は次のとおりである。

・異船型間における判断時機は船型によって異なること

・船型による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

５－５－２　方法

a)想定させた自船と相手船

想定させた自船と相手船を Fig. 5-7 に示す。

想定させた自船と相手船は群によって異なった。まず自船について、外航群にはコンテナ船を、内航群には深江丸を、漁船群には漁船を操船していると想定させた。相手船については自船と異なる船型を想定させた。つまり、外航群は相手船として内航船と漁船の場合を、内航群は相手船としてコンテナ船と漁船の場合を、漁船群は相手船として内航船とコンテナ船の場合を想定させた。

＜自船データ＞

深江丸

船種	内航練習船	
全長L	49	m
船幅B	10	m
総トン数	450	ton
速力	11	K't

コンテナ船

船種	コンテナ船(4,500TEU)	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	K't

漁船

船種	漁船	
全長L	15	m
船幅B	2	m
総トン数	20	ton
速力	11	K't

＜他船データ＞

内航船

船種	内航貨物船	
全長L	75	m
船幅B	13	m
総トン数	499	ton
速力	11	K't

コンテナ船

船種	コンテナ船(4,500TEU)	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	K't

漁船

船種	漁船	
全長L	15	m
船幅B	2	m
総トン数	20	ton
速力	11	K't

Fig. 5-7　質問紙調査Ⅱで想定させた自船と相手船

b)想定させた航海場面

想定させた航海場面は、避航船場面および保持船場面の２つの場面であった。想定させた航海場面を Fig. 5-8 に示す。避航船場面は自船の右方向から針路交差角 90 度で他船が接近する場面である。保持船場面は自船の左方向から針路交差角 90 度で他船が接近する場面である。航海場面の提示順序はカウンターバランスをとった。

c)質問項目と分析

それぞれの航海場面について判断時機を相手船との距離で回答するよう求めた。避航船場面では通常避航時機を、保持船場面では見合い関係発生時機と保持義務解除時機を尋ねた。それぞれの場面における各判断時機に対する回答は、衝突までの残り時間を示す TCPA(Time to Closest Point of Approach：単位（分）)に換算し比較した。

避航船と保持船の関係になった場合、Fig. 5-1 のように理想的には避航船の避航時機と保持船の見合い関係発生時機が同時であればよい。しかし、質問紙調査Ｉからは理想的な状況に無いことが推察される。つまり、避航船の避航時機と保持船の見合い関係発生時機のどちらが早いのか、また避航船の避航時機と保持船の保持義務解除時機のどちらが早いのかが問題になる。したがって比較する判断時機の組合せは Table 5-9 のようになる。

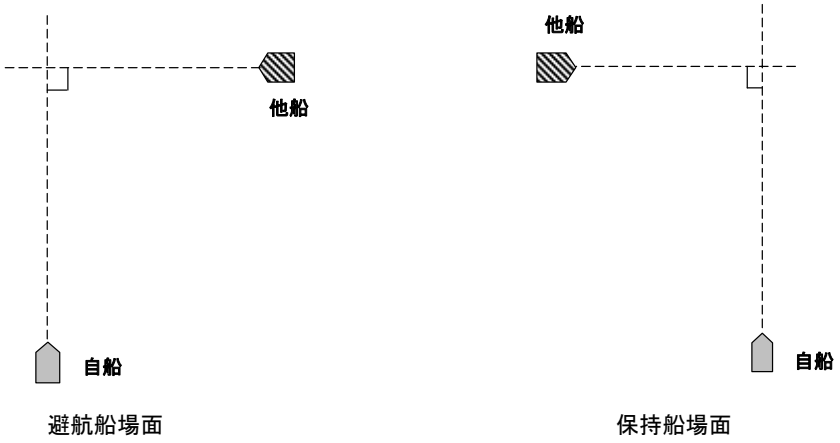


Fig. 5-8 質問紙調査Ⅱで想定させた２つの航海場面

Table 5-9 質問紙調査Ⅱにおける判断時機の比較組合せ

会いの組合せ	ａｅ	避航船				保持船
外航群と内航群	① ②	外航群	通常避航時機	⟺	内航群	見合い関係発生時機 保持義務解除時機
	③ ④	内航群	通常避航時機	⟺	外航群	見合い関係発生時機 保持義務解除時機
外航群と漁船群	⑤	外航群	通常避航時機	⟺	漁船群	見合い関係発生時機 保持義務解除時機
		漁船群	通常避航時機	⟺	外航群	見合い関係発生時機 保持義務解除時機
内航群と漁船群		内航群	通常避航時機	⟺	漁船群	見合い関係発生時機 保持義務解除時機
		漁船群	通常避航時機	⟺	内航群	見合い関係発生時機 保持義務解除時機

５－５－３　結果

a)外航群と内航群の出会いについて（Table 5-9 における Case①～④）

外航群が避航船で内航群が保持船の場合について（Case①，②）、結果を Table 5-10 に示す。外航群の避航時機 TCPA 値と内航群の見合い関係発生時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝171.50, p＜.01）。また、外航群の避航時機 TCPA 値と内航群の保持義務解除時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝48.00, p＜.001）。

したがって、避航船である外航群の避航時機は、保持船である内航群の判断よりも早く、内航群は何も判断しないまま外航群が避航することを示している。

次に、外航群が保持船で内航群が避航船の場合について（Case③，④）、結果を Table 5-11 に示す。外航群の見合い関係発生時機 TCPA 値と内航群の避航時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝80.50, p＜.001）。また、外航群の保持義務解除時機 TCPA 値と内航群の避航時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定

Table 5-10　外航群が避航船で内航群が保持船の場合における判断時機 TCPA 値（分）

（Case①,②）【質問紙調査Ⅱ】

			N	Mean	*SD*	Min	Max
避航船	外航	通常避航時機	22	12.4	2.91	7.3	19.5
保持船	内航	見合い関係発生時機	28	9.4	5.02	2.4	24.4
	内航	保持義務解除時機	28	6.0	3.16	1.7	12.2

Table 5-11　外航群が保持船で内航群が避航船の場合における判断時機 TCPA 値（分）

（Case③,④）【質問紙調査Ⅱ】

			N	Mean	*SD*	Min	Max
保持船	外航	見合い関係発生時機	22	15.0	7.50	4.9	36.6
		保持義務解除時機	22	7.2	2.66	2.4	12.2
避航船	内航	通常避航時機	28	6.8	2.99	2.4	12.2

の結果は非有意であった（U＝282.50, *n.s.*）。

したがって、避航船である内航群の避航時機は、保持船である外航群の見合い関係発生時機よりも遅く、外航群は内航群が避航するかどうか見張り続けなければならない。そして内航群が避航しないため、外航群が保持義務を解除し避航しようとする時機と内航群が避航する時機が同じであることを示している。

Fig. 5-9 に外航群が避航船で内航群が保持船の場合における各判断時機（Case①, ②）を、Fig. 5-10 に外航群が保持船で内航群が避航船の場合（Case③, ④）における各判断時機を示す。

Fig. 5-9 および Fig. 5-10 において、縦軸の TCPA（分）は衝突までの残り時間を示すため、時間は図の上から下へ経過する。Fig. 5-9 からは避航船である外航群の避航時機が、保持船である内航群の判断よりも早く、内航群は何も判断しないまま外航群が避航することが分る。Fig. 5-10 からは避航船である内航群の避航時機が、保持船である外航群の見合い関係発生時機よりも遅く、外航群は内航群が避航するかどうか見張り続けなければならない。そして内航群が避航しないため、外航群が保持義務を解除し避航しようとする時機と内航群が避航する時機が同じ時機であることが分る。

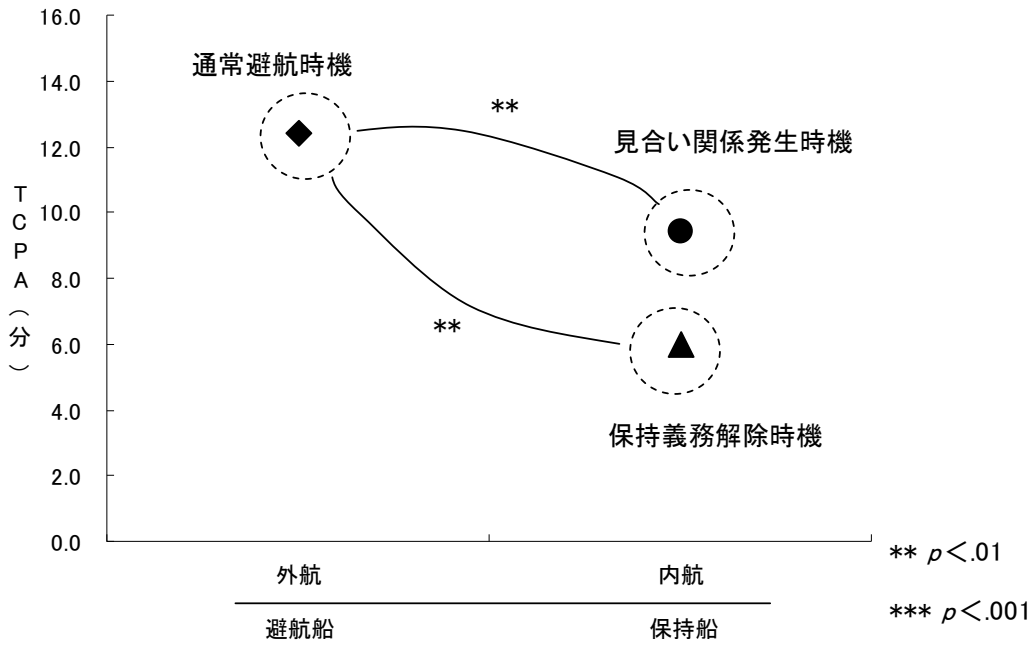


Fig. 5-9　外航群が避航船で内航群が保持船の場合における各判断時機

（Case①,②）【質問紙調査Ⅱ】

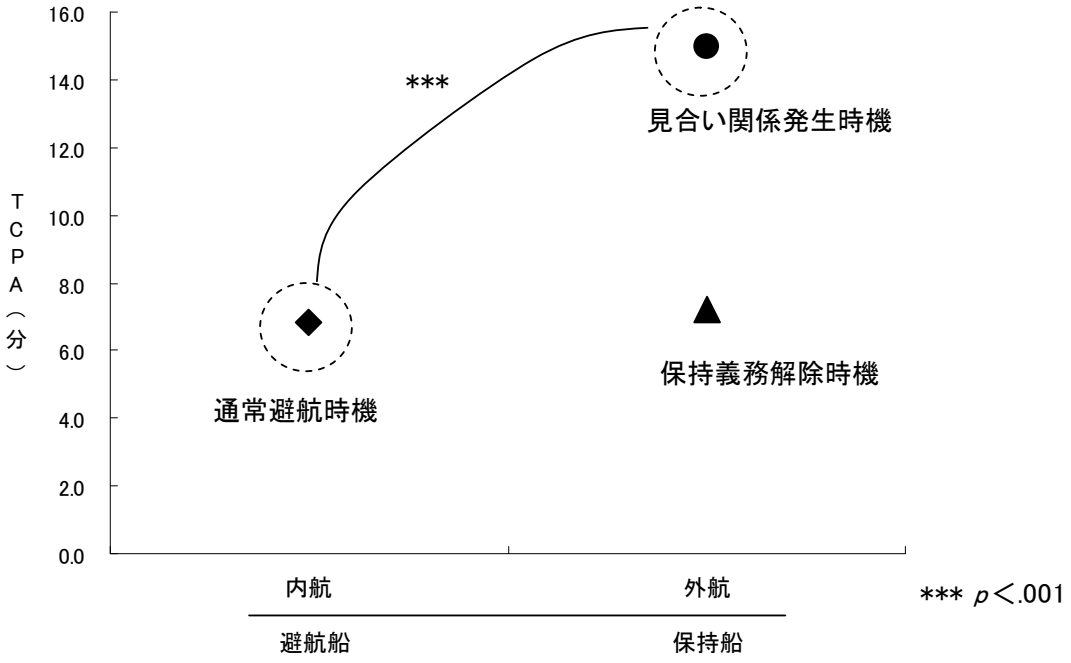


Fig. 5-10　外航群が保持船で内航群が避航船の場合における各判断時機

（Case③,④）【質問紙調査Ⅱ】

b)外航群と漁船群の出会いについて（Table 5-9 における Case⑤～⑧）

外航群が避航船で漁船群が保持船の場合（Case⑤, ⑥）について、結果を Table 5-12 示す。外航群の避航時機 TCPA 値と漁船群の見合い関係発生時機 TCPA 値についてマン･ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝8.50, p＜.001）。また、外航群の避航時機 TCPA 値と漁船群の保持義務解除時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝0.00, p＜.001）。

したがって、避航船である外航群の避航時機は、保持船である漁船群の判断よりも早く、漁船群は何も判断しないまま外航群が避航することを示している。

次に、外航群が保持船で漁船群が避航船の場合（Case⑦, ⑧）について、結果を Table 5-13 に示す。外航群の見合い関係発生時機 TCPA 値と漁船群の避航時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝0.00, p＜.001）。また、外航群の保持義務解除時機 TCPA 値と漁船群の避航時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝40.50, p＜.001.）。

したがって、避航船である漁船群の避航時機は、保持船である外航群の見合い関係発生時機よりも遅く、外航群は漁船群が避航するかどうか見張り続けなければならない。そし

Table 5-12　外航群が避航船で漁船群が保持船の場合における判断時機 TCPA 値（分）

（Case⑤, ⑥）【質問紙調査Ⅱ】

			N	Mean	*SD*	Min	Max
避航船	外航	通常避航時機	22	9.0	3.56	4.9	17.1
保持船	漁船	見合い関係発生時機	29	1.4	1.31	0.1	7.3
	漁船	保持義務解除時機	29	0.8	0.71	0.1	2.6

Table 5-13　外航群が保持船で漁船群が避航船の場合における判断時機 TCPA 値（分）

（Case⑦, ⑧）【質問紙調査Ⅱ】

			N	Mean	*SD*	Min	Max
保持船	外航	見合い関係発生時機	22	9.2	3.98	3.7	17.1
		保持義務解除時機	22	3.9	1.80	1.2	7.3
避航船	漁船	通常避航時機	29	1.1	0.72	0.1	2.6

て漁船群が避航しないため、外航群が保持義務を解除し避航するが、その時点においても未だ漁船群は避航時機と判断していないことを示している。

Fig. 5-11 に外航群が避航船で漁船群が保持船の場合（Case⑤, ⑥）における各判断時機を、Fig. 5-12 に外航群が保持船で漁船群が避航船の場合（Case⑦, ⑧）における各判断時機を示す。

Fig. 5-11 および Fig. 5-12 において、縦軸の TCPA（分）は衝突までの残り時間を示すため、時間は図の上から下へ経過する。Fig. 5-11 からは避航船である外航群の避航時機が、保持船である漁船群の判断よりも早く、漁船群は何も判断しないまま外航群が避航することが分る。Fig. 5-12 からは避航船である漁船群の避航時機が、保持船である外航群の見合い関係発生時機よりも遅く、外航群は漁船群が避航するかどうか見張り続けなければならない。そして漁船群が避航しないため、外航群が保持義務を解除し避航するが、その時点においても未だ漁船群は避航時機と判断していないことが分かる。

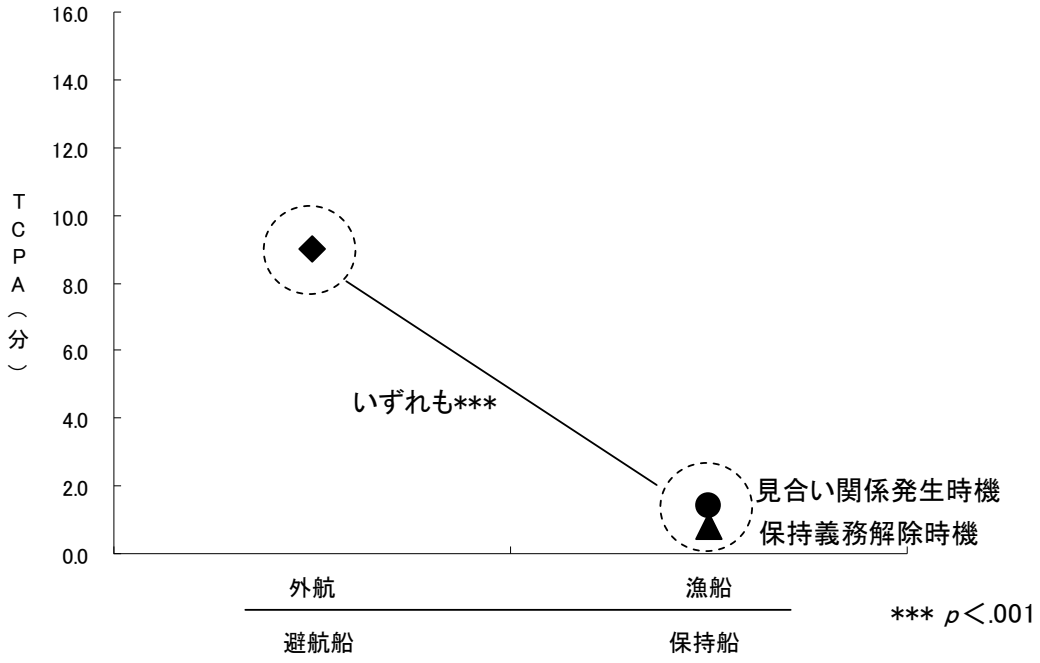


Fig. 5-11　外航群が避航船で漁船群が保持船の場合における各判断時機

（Case⑤, ⑥）【質問紙調査Ⅱ】

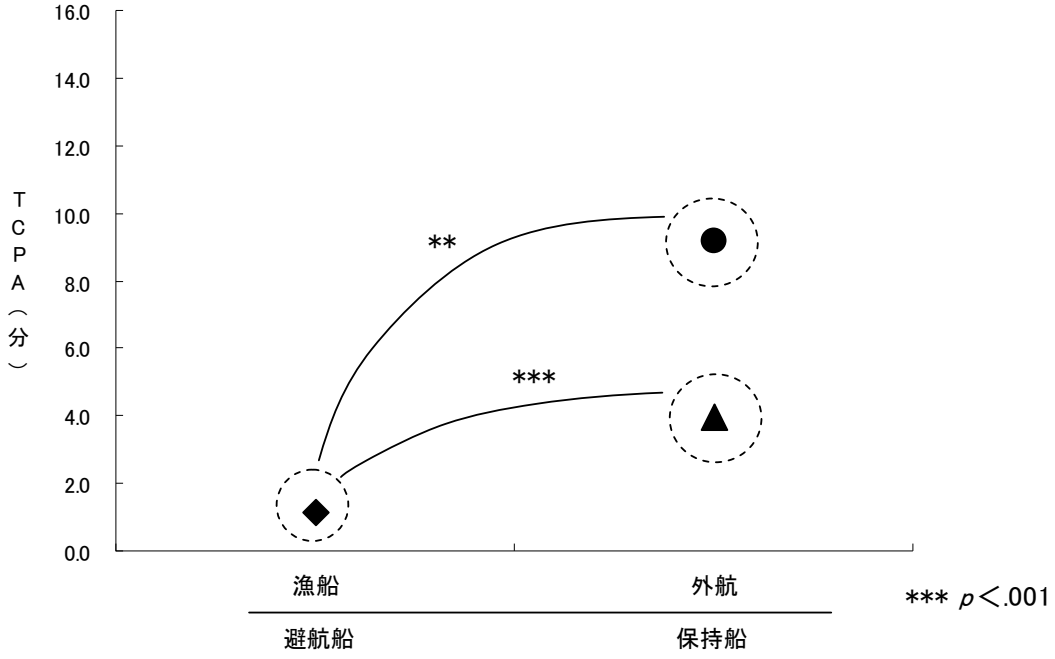


Fig. 5-12　外航群が保持船で漁船群が避航船の場合における各判断時機

（Case⑦, ⑧）【質問紙調査Ⅱ】

c) 内航群と漁船群の出会いについて（Table 5-9 における Case⑨～⑫）

内航群が避航船で漁船群が保持船の場合（Case⑨, ⑩）について結果を Table 5-14 に示す。内航群の避航時機 TCPA 値と漁船群の見合い関係発生時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝36.00, p＜.001）。また、内航群の避航時機 TCPA 値と漁船群の保持義務解除時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝3.00, p＜.001）。

したがって、避航船である内航群の避航時機は、保持船である漁船群の判断よりも早く、漁船群は何も判断しないまま内航群が避航することを示している。

次に、内航群が保持船で漁船群が避航船の場合（Case⑪, ⑫）について結果を Table 5-15 に示す。内航群の見合い関係発生時機 TCPA 値と漁船群の避航時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝19.50, p＜.001）。また、内航群の保持義務解除時機 TCPA 値と漁船群の避航時機 TCPA 値についてマン・ホイットニーの U 検定の結果は有意であった（U＝60.50,　p＜.001.）。

したがって、避航船である漁船群の避航時機は、保持船である内航群の見合い関係発生

Table 5-14　内航群が避航船で漁船群が保持船の場合における判断時機 TCPA 値（分）

（Case⑨,⑩）【質問紙調査Ⅱ】

			N	Mean	*SD*	Min	Max
避航船	内航	通常避航時機	28	6.5	3.64	1.9	19.3
保持船	漁船	見合い関係発生時機	29	1.6	1.09	0.2	4.2
	漁船	保持義務解除時機	29	0.8	0.62	0.1	2.1

Table 5-15　内航群が保持船で漁船群が避航船の場合における判断時機 TCPA 値（分）

（Case⑪,⑫）【質問紙調査Ⅱ】

			N	Mean	*SD*	Min	Max
保持船	内航	見合い関係発生時機	28	8.6	5.13	1.9	27.0
		保持義務解除時機	28	5.4	3.59	1.9	19.3
避航船	漁船	通常避航時機	29	1.4	0.96	0.1	4.2

時機よりも遅く、内航群は漁船群が避航するかどうか見張り続けなければならない。そして漁船群が避航しないため、内航群が保持義務を解除し避航するが、その時点においても未だ漁船群は避航時機と判断していないことを示している。

Fig. 5-13 に内航群が避航船で漁船群が保持船の場合（Case⑨,⑩）における各判断時機を、Fig. 5-14 に内航群が保持船で漁船群が避航船の場合（Case⑪, ⑫）における各判断時機を示す。

Fig. 5-13 および Fig. 5-14 において、縦軸の TCPA（分）は衝突までの残り時間を示すため、時間は図の上から下へ経過する。Fig. 5-13 から、避航船である内航群の避航時機が、保持船である漁船群の判断よりも早く、漁船群は何も判断しないまま内航群が避航することが分る。Fig. 5-14 からは、避航船である漁船群の避航時機が、保持船である内航群の見合い関係発生時機よりも遅く、内航群は漁船群が避航するかどうか見張り続けなければならない。そして漁船群が避航しないため、内航群が保持義務を解除し避航するが、その時点においても未だ漁船群は避航時機と判断していないことがわかる。

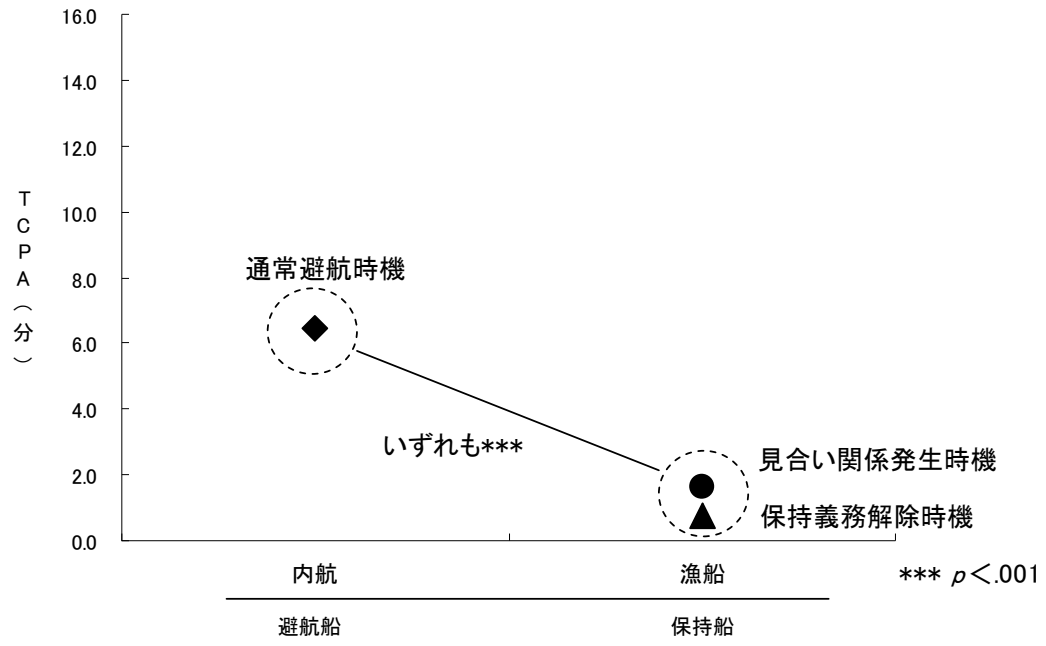


Fig. 5-13　内航群が避航船で漁船群が保持船の場合における各判断時機

（Case⑨,⑩）【質問紙調査Ⅱ】

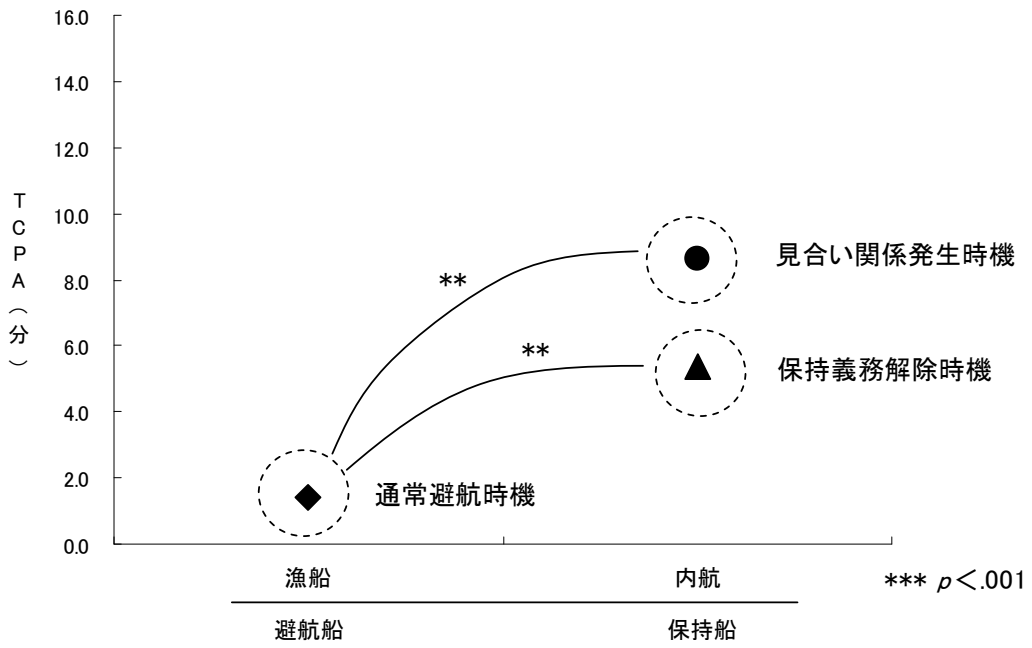


Fig. 5-14　内航群が保持船で漁船群が避航船の場合における各判断時機

（Case⑪,⑫）【質問紙調査Ⅱ】

５－５－４　質問紙調査Ⅱのまとめ

質問紙調査Ⅱでは、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ることで、より現実の異船型間コンフリクトを調査することを目的とした。

外航群と内航群の関係について、外航群が避航船で内航群が保持船の場合には、外航群の避航が早く、保持船である内航群は何も判断しないまま外航群が避航することが示唆された。また反対に内航群が避航船で外航群が保持船の場合には、避航船である内航群の避航時機は、保持船である外航群の見合い関係発生時機よりも遅く、外航群は内航群が避航するかどうか見張り続けなければならない。そして内航群が避航しないため、外航群が保持義務を解除し避航しようとする時機に内航群が避航することが示唆された。

外航群と漁船群の関係について、外航群が避航船で漁船群が保持船の場合には、外航群の避航が早く、保持船である漁船群は何も判断しないまま外航群が避航することが示唆された。また反対に漁船群が避航船で外航群が保持船の場合には、避航船である漁船群の避航時機は、保持船である外航群の見合い関係発生時機および保持義務解除時機よりも遅く、外航群は漁船群が避航するかどうか見張り続けるものの漁船群は避航しないため、結局外航群が保持義務を解除し避航する。さらにその時点においてもなお漁船群は避航時機と判断していないことが示唆された。

内航群と漁船群の関係について、内航群が避航船で漁船群が保持船の場合には、内航群の避航が早く、保持船である漁船群は何も判断しないまま内航群が避航することが示唆された。また反対に漁船群が避航船で内航群が保持船の場合には、避航船である漁船群の避航時機は、保持船である内航群の見合い関係発生時機および保持義務解除時機よりも遅く、内航群は漁船群が避航するかどうか見張り続けるものの漁船群は避航しないため、結局内航群が保持義務を解除し避航する。さらにその時点においてもなお漁船群は避航時機と判断していないことが示唆された。

以上をまとめると、次の 2 点が示唆される。

①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。

②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いえる。よって異船型間における判断時機は船型経験によって異なり、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という仮説は支持された。

５－６　映像実験

５－６－１　目的

4 章で運航実態調査を行った結果、大きい船舶に対する避航時機は早く、小さい船舶に対する避航判断時機は遅い可能性が示唆された。このことは本章における質問紙調査の結果と合致する。しかし一方で現場を観察するなどして実際の判断を調査することが必要である。しかし自動車交通と異なり道路が無い海上交通では、自動車交通の交差点における定点観察のような観察は不可能である。また実船便乗の調査は、時間あたりの避航実施頻度が自動車と比較して非常に少ないこと、商業目的で運航している複数の船舶に繰り返し便乗することの時間的、経済的問題、さらに外国航路航行船舶については法的問題が発生する。したがって 4 章での運航実態調査のような調査を繰り返し、現実の海上交通を観察することで十分なデータを得ることは非常に困難である。そこでパソコンを利用する市販の船舶シミュレータソフトを用いて映像を作成し、その映像を提示することで動きがある環境での判断時機を評価させた。評価させた判断時機は、質問紙調査 I と同一である。本実験の仮説は次のとおりである。

・映像実験での判断時機は質問紙調査と同様に、船型経験によって判断時機は異なる
・大きい船型の操船者は、小さい船型の操船者よりも判断時機が早い

５－６－２　方法

映像は市販のパソコンソフト“Ship Simulator 2008”（VSTEP 社製）を用いて作成された。映像はヒューレットパッカード社製 A4 型ノートパソコン（型番：EliteBook 6930P　14.1 イ

ンチワイドディスプレイ）を用いて提示した。実験参加者には画面までおおよそ 30cm の距離で、画面に対しておおよそ直角に映像を見るよう教示した。

a)映像における自船と相手船

質問紙調査Ｉで想定させた自船と相手船は Fig. 5-15 に示す大型コンテナ船であった。市販のパソコンソフト“Ship Simulator 2008”では、これと全く同一の大型コンテナ船は設定されていない。そこで質問紙調査Ｉで想定させた大型コンテナ船に最も近い船舶として、パソコンソフト“Ship Simulator 2008”において Large Container Ship として用意されている船舶を用いた。Large Container Ship を Fig. 5-16 に示す。Large Container Ship の物理的大きさについては情報が無い。そのため映像実験開始前に、参加者には自船と相手船は Fig. 5-15 に示す大型コンテナ船であると教示した。

コンテナ船

船種	コンテナ船（4,500TEU）	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	K't

Fig. 5-15　質問紙調査Ｉで想定させた自船と相手船（大型コンテナ船）

Fig. 5-16　映像実験で用いた自船と相手船（Large Container Ship）

b)設定した航海場面

設定した航海場面は、質問紙調査Ｉと同様に、避航船場面、保持船場面および 3 隻場面の３つの場面であった。設定した航海場面を Fig. 5-17 に示す。避航船場面は自船の右側から他船が接近する場面である。保持船場面は左側から他船が接近する場面である。3 隻場面は右側および左側の両方向から他船が接近する場面である。左方向から接近する他船の方が右方向から接近する他船よりも近く設定した。

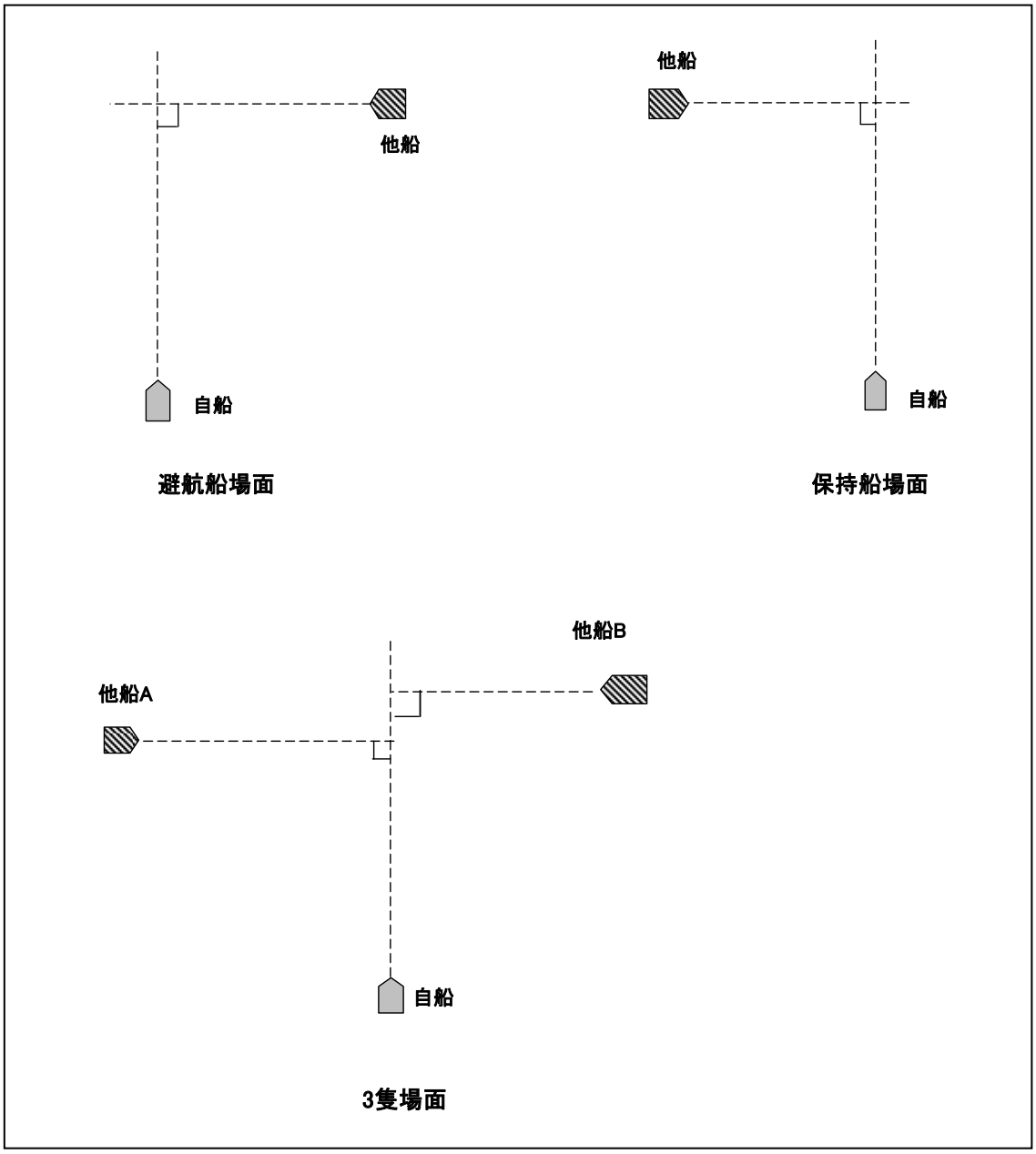


Fig. 5-17 映像実験で設定した 3 つの航海場面

避航船場面の映像を Fig. 5-18 に、保持船場面の映像を Fig. 5-19 に、3 隻場面の映像を Fig. 5-20 に示す。手前から奥に向かって細長い箱状の物が並んで積まれている様子がわかるが、この細長い箱は自船が積載しているコンテナである。各場面において右や左に横長の黒いものがあるが、これが相手船である。

3 種類の航海場面の提示順序についてはカウンターバランスをとった。

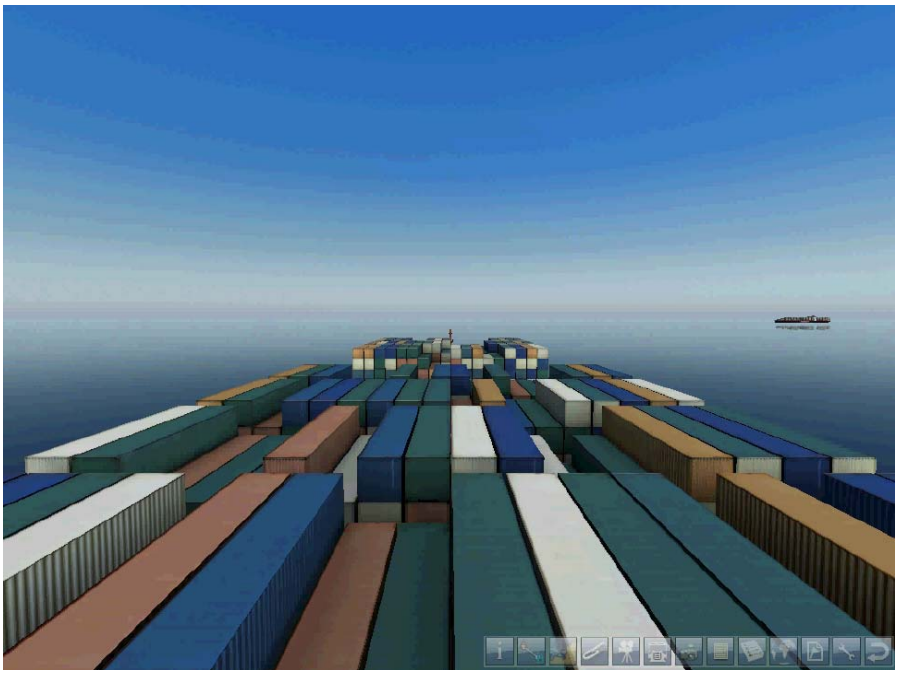


Fig. 5-18 避航船場面の映像

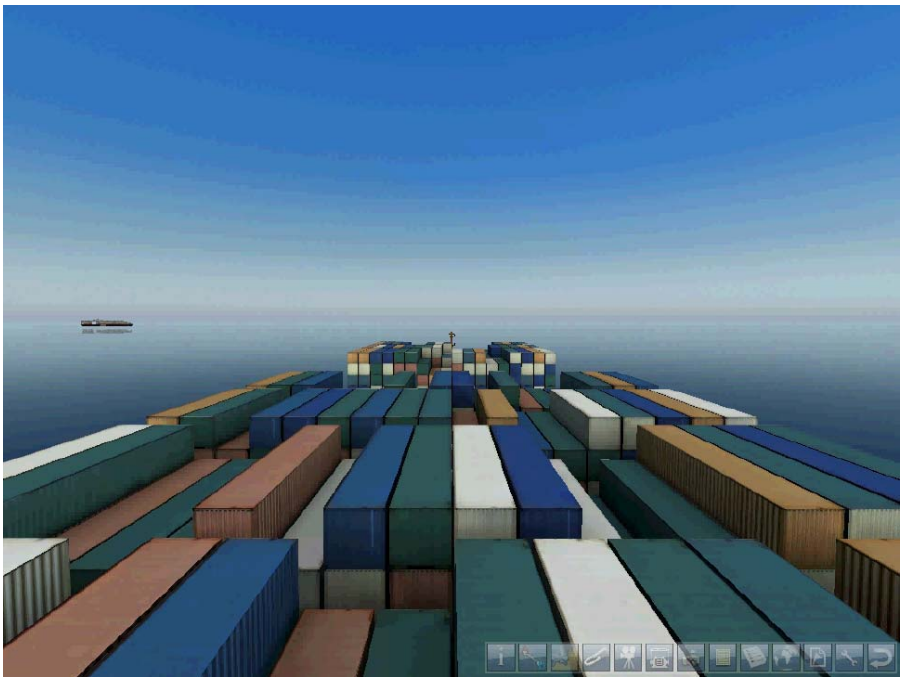


Fig. 5-19 保持船場面の映像

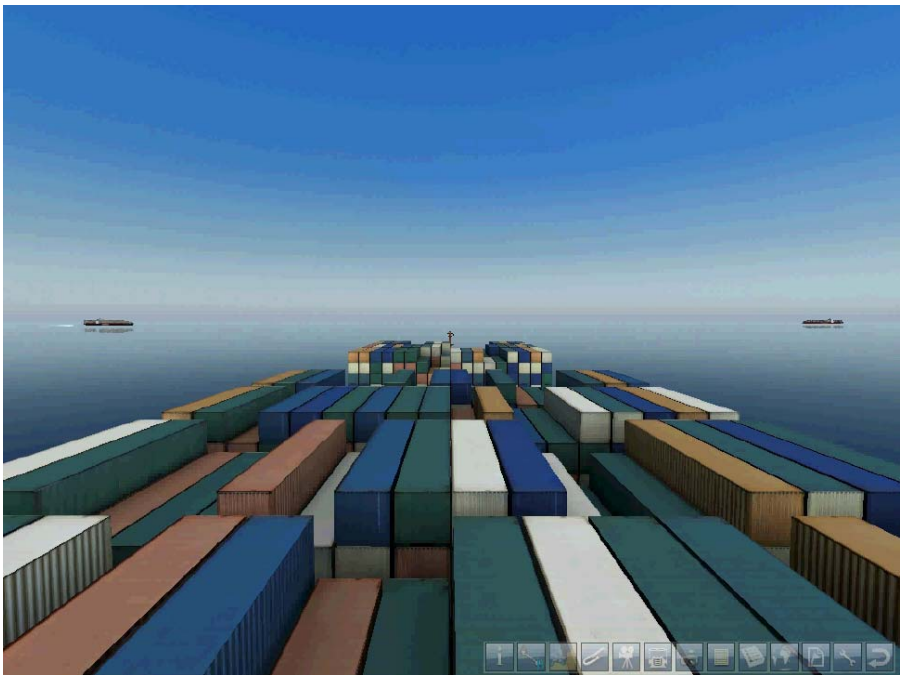


Fig. 5-20 3 隻場面の映像

c)評定項目と分析

映像実験において評定させた項目を Table 5-16 示す。

各場面とも映像開始時に、映像を一時停止した状態で他船までの距離（以後、イニシャル他船距離という）を尋ねた。3 隻場面については左側の他船について回答を求めた。イニシャル他船距離の回答後、映像開始時点においてＡとＢの各判断時機を過ぎているか否かを尋ねた。過ぎていないと回答した各判断時機を映像の再生中に回答するよう教示した後、映像提示を開始した。各判断時機がいずれも過ぎていると回答した場合は、次の場面に進んだ。各判断時機は声または手を上げることによって回答を求めた。映像提示開始から声または手を上げた時点までの時間を記録し、この時間から TCPA（衝突までの残り時間）を求めた。

避航船場面については、通常避航時機と限界避航時機を尋ねた。避航船場面の映像の長さは 6 分 30 秒であった。保持船場面については、見合い関係発生時機と保持義務解除時機を尋ねた。保持船場面の映像の長さは 6 分 30 秒であった。3 隻場面については、見合い関係発生時機と通常避航時機を尋ねた。3 隻場面の映像の長さは 5 分 0 秒であった。

Table 5-16　映像実験における質問項目

航海場面	質問項目
避航船場面	イ　シャル他船距離
	Ａ　通常避航時機
	Ｂ　限界避航時機
保持船場面	イ　シャル他船距離
	Ａ　見合い関係発生時機
	Ｂ　保持義務解除時機
3隻場面	イ　シャル他船距離
	Ａ　見合い関係発生時機
	Ｂ　通常避航時機

５－６－３　結果

a)避航船場面

避航船場面では、イニシャル他船距離、映像開始時点において各判断時機が過ぎているかどうかを尋ねた後、判断時機として通常避航時機と限界避航時機を評定させた。

イニシャル他船距離の結果を Table 5-17 および Fig. 5-21 に示す。避航船場面におけるイニシャル他船距離についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝34.36, *df*=2, *p*＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間に有意傾向が（*p*＜.10）、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも *p*＜.01）。

Table 5-17　避航船場面におけるイニシャル他船距離（mile）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	6.4	2.22	2.0	12.0
内航	28	4.9	2.18	2.0	10.0
漁船	21	1.9	1.31	0.5	5.4

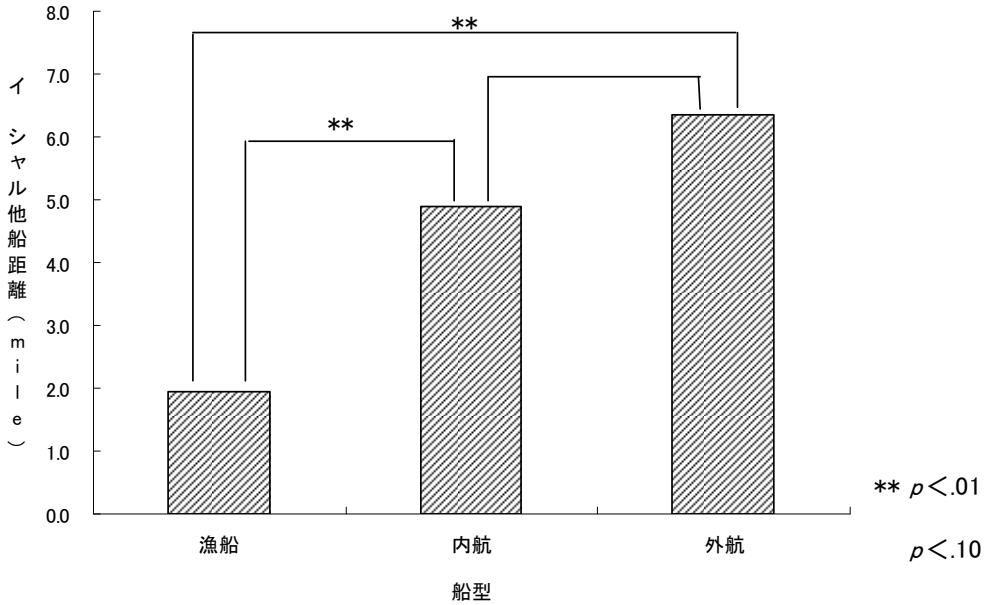


Fig. 5-21　避航船場面におけるイニシャル他船距離（mile）【映像実験】

したがって避航船場面におけるイニシャル他船距離は、外航群、内航群、漁船群の順に遠い、すなわち船型が大きい船舶操船者ほど映像開始時点における他船までの距離を遠いと判断している。

映像開始時点での通常避航時機の判断について結果を Table 5-18 に示す。避航船場面における映像開始時点での通常避航時機が過ぎているか否かの判断人数について χ^2 検定の結果は非有意であった（χ^2＝0.01, *df*=2, *n.s.*）。

通常避航時機の結果を Table 5-19 に示す。避航船場面における通常避航時機の TCPA 値についてクラスカル･ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝8.05, *df*=2, p＜.05）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と漁船群の間に有意差があり（p＜.05）、内航群と漁船群の間は有意傾向であった（p＜.10）。

したがって避航船場面における通常避航時機は、外航群と内航群の間に差は無く、外航群は漁船群よりも判断時機が早い。内航群は漁船群よりも判断時機が早い傾向にある。

Table 5-18　避航船場面における映像開始時点での通常避航時機の判断（人数）

【映像実験】

	過ぎている	過ぎていない
外航	15	7
内航	19	9
漁船	20	9

Table 5-19　避航船場面における通常避航時機の TCPA 値（分）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	15	5.8	0.79	3.4	6.5
内航	19	5.5	1.13	1.5	6.3
漁船	20	5.3	0.61	3.7	6.2

映像開始時点での限界避航時機の判断について結果を Table 5-20 に示す。映像開始時点での限界避航時機は、内航群の 2 名のみが映像開始時点で限界避航時機を過ぎていると判断したが、外航群および漁船群については限界避航時機を過ぎていると判断した参加者はおらず、ほとんどの参加者は限界避航時機を過ぎていないと判断した、

限界避航時機の結果を Table 5-21 に示す。避航船場面における限界避航時機の TCPA 値についてクラスカル･ウォリスの H 検定を行ったところ非有意であった（χ^2＝60.06, *df*=2, *n.s.*）。したがって避航船場面における限界避航時機は、外航群、内航群、漁船群の間に差は無い。

避航船場面における通常避航時機と限界避航時機の結果をまとめて Fig. 5-22 に示す。

Table 5-20　避航船場面における映像開始時点での限界避航時機の判断（人数）

【映像実験】

	過ぎていない	過ぎている
外航	22	0
内航	26	2
漁船	29	0

Table 5-21　避航船場面における限界避航時機の TCPA 値（分）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	4.0	1.60	1.0	6.4
内航	26	4.6	1.42	0.6	6.3
漁船	29	3.8	1.56	0.6	6.0

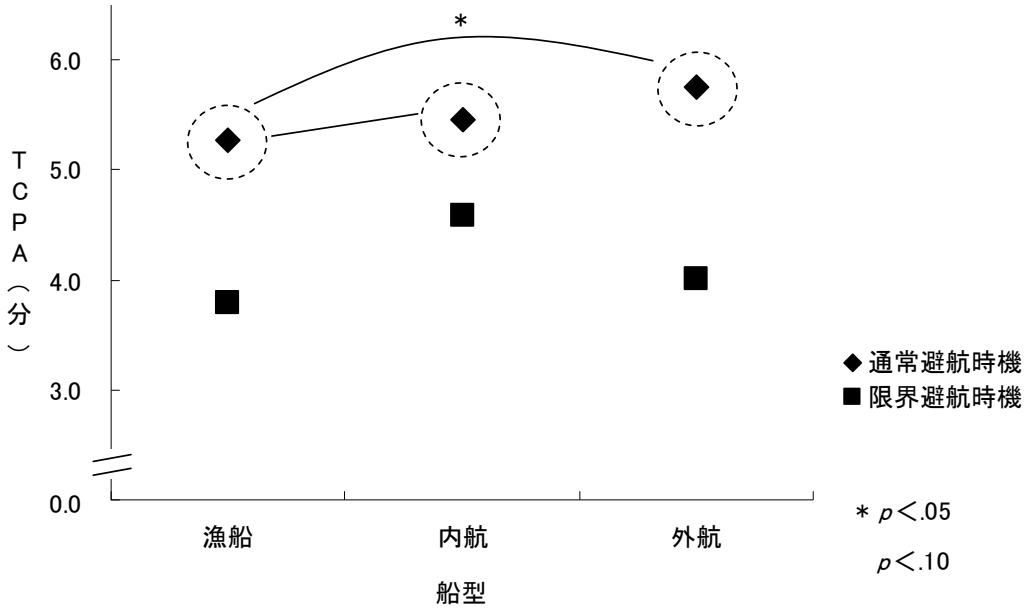


Fig. 5-22　避航船場面における通常避航時機と限界避航時機【映像実験】

b) 保持船場面

保持船場面では、イニシャル他船距離、映像開始時点において各判断時機が過ぎているかどうかを尋ねた後、判断時機として見合い関係発生時機と保持義務解除時機を評定させた。

イニシャル他船距離の結果を Table 5-22 および Fig. 5-23 に示す。保持船場面におけるイニシャル他船距離についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝30.77, *df*=2, *p*＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間（*p*＜.05）、外航群と漁船群の間（*p*＜.01）、内航群と漁船群の間（*p*＜.01）にいずれも有意な差があった。

したがって保持船場面におけるイニシャル他船距離は、外航群、内航群、漁船群の順に遠い、すなわち船型が大きい船舶操船者ほど映像開始時点における他船までの距離を遠いと判断している。

映像開始時点での見合い関係発生時機の判断について結果を Table 5-23 に示す。

Table 5-22　保持船場面におけるイニシャル他船距離（mile）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	6.2	2.20	2.0	10.0
内航	28	4.6	2.10	1.5	9.0
漁船	21	2.1	1.38	0.4	5.4

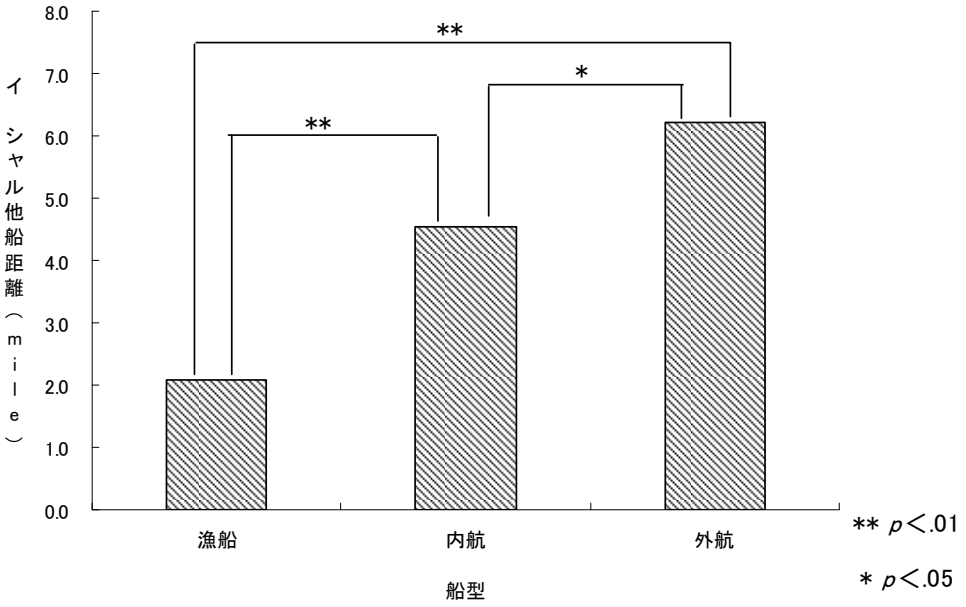


Fig. 5-23　保持船場面におけるイニシャル他船距離（mile）【映像実験】

Table 5-23　保持船場面における映像開始時点での見合い関係発生時機の判断（人数）

【映像実験】

	過ぎていない	過ぎている
外航	13	9
内航	13	15
漁船	17	12

保持船場面における映像開始時点での見合い関係発生時機が過ぎているか否かについてのχ^2検定の結果は非有意であった（χ^2＝1.12, *df*=2, *n.s.*）。

見合い関係発生時機の結果を Table 5-24 に示す。保持船場面における見合い関係発生時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ非有意であった（χ^2＝3.72, *df*=2, *n.s.*）。したがって保持船場面における見合い関係発生時機は、外航群、内航群、漁船群の間に差は無い。

映像開始時点での保持義務解除時機の判断について結果を Table 5-25 に示す。内航の 3 名のみが映像開始時点で保持義務解除時機を過ぎていると判断したが、外航群および漁船群については限界避航時機を過ぎていると判断した参加者はおらず、ほとんどの参加者は限界避航時機を過ぎていないと判断した。

限界避航時機の結果を Table 5-26 に示す。

Table 5-24　保持船場面における見合い関係発生時機の TCPA 値（分）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	13	5.4	1.11	2.7	6.5
内航	13	5.2	1.29	1.6	6.3
漁船	17	4.3	1.80	0.9	6.1

Table 5-25　保持船場面における映像開始時点での保持義務解除時機の判断（人数）【映像実験】

	過ぎていない	過ぎている
外航	22	0
内航	25	3
漁船	29	0

Table 5-26　保持船場面における限界避航時機の TCPA 値（分）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	3.4	1.92	0.8	6.2
内航	25	4.7	1.44	0.9	6.4
漁船	29	3.6	1.78	0.5	6.3

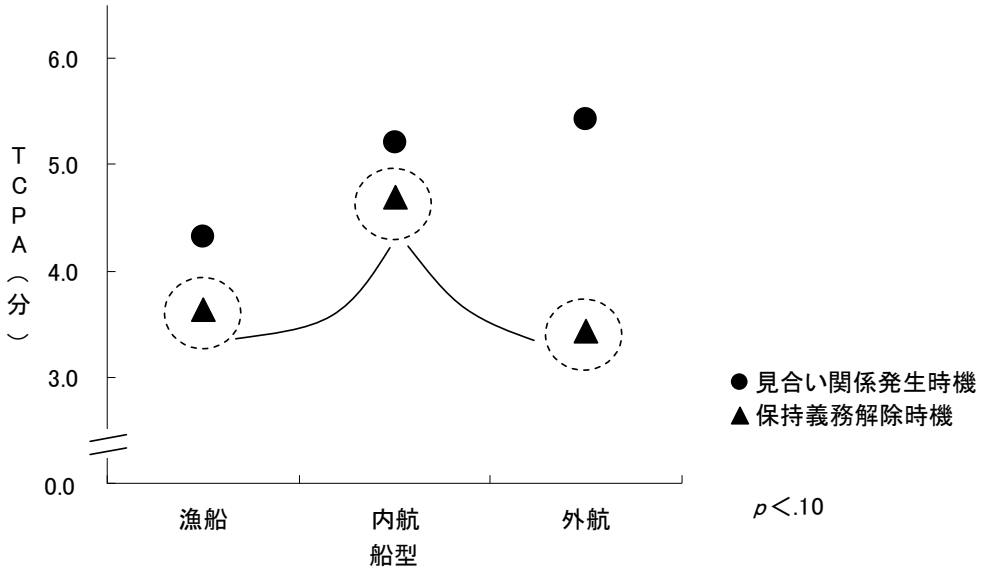


Fig. 5-24　保持船場面における見合い関係発生時機と保持義務解除時機【映像実験】

保持船場面における保持義務解除時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝6.48, *df*=2, *p*＜.05）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間（*p*＜.10）、内航群と漁船群の間（*p*＜.10）が有意傾向であった。したがって保持船場面における保持義務解除時機は内航群が早い傾向にある。

保持船場面における見合い関係発生時機と通常避航時機の結果をまとめて Fig. 5-24 に示す。

c)3 隻場面

3 隻場面では、イニシャル他船距離、映像開始時点において各判断時機が過ぎているかどうかを尋ねた後、判断時機として見合い関係発生時機と通常避航時機を評定させた。

イニシャル他船距離の結果を Table 5-27 および Fig. 5-25 に示す。3 隻場面におけるイニシャル他船距離についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意であり（χ^2＝29.87, *df*=2, *p*＜.001）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、外航群と内航群の間に有意な傾向が（*p*＜.10）、外航群と漁船群の間（*p*＜.01）、内航群と漁船群の間（*p*＜.01）にいずれも有意な差があった。

Table 5-27　3 隻場面における平均イニシャル他船距離（mile）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	5.6	2.39	1.0	10.0
内航	28	4.2	2.26	1.0	10.0
漁船	21	1.8	1.06	0.4	4.3

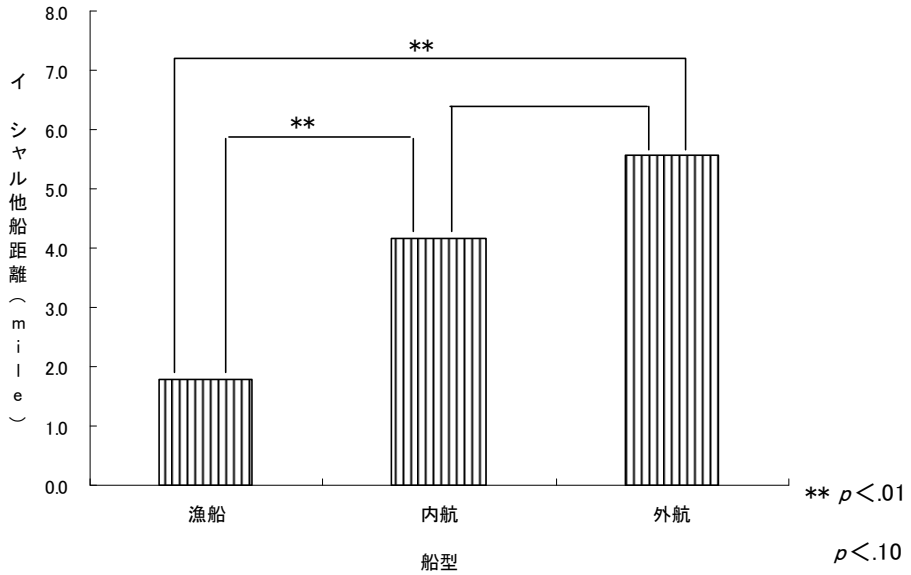


Fig. 5-25　3 隻場面における平均イニシャル他船距離（mile）【映像実験】

したがって 3 隻場面におけるイニシャル他船距離は、外航群、内航群、漁船群の順に遠い、すなわち船型が大きい船舶操船者ほど映像開始時点における他船までの距離を遠いと判断している。

映像開始時点での見合い関係発生時機の判断について結果を Table 5-28 に示す。3 隻場面における映像開始時点での見合い関係発生時機を過ぎているか否かについての χ^2 検定の結果は非有意であった（χ^2＝0.87, *df*=2, *n.s.*）。

見合い関係発生時機の結果を Table 5-29 に示す。3 隻場面における見合い関係発生時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ非有意であった（χ^2＝4.07, *df*=2, *n.s.*）。したがって 3 隻場面における見合い関係発生時機は、外航群、内航群、漁船群の間に差は無い。

映像開始時点での通常避航時機の判断について結果を Table 5-30 に示す。3 隻場面における映像開始時点での通常避航時機を過ぎているか否かについて、フィッシャーの正確検定の結果は有意であった（p＜.05）。残差をみると、内航群は過ぎていると回答した割合が多い傾向であり（p＜.10）、漁船群は過ぎていると回答した割合が有意に少ない（p＜.05）。

通常避航時機の結果を Table 5-31 に示す。3 隻場面における通常避航時機の TCPA 値についてクラスカル・ウォリスの H 検定を行ったところ有意傾向であり（χ^2＝5.68, *df*=2, p＜.10）、マン・ホイットニーの U 検定とボンフェローニの修正を用いた多重比較の結果、各群の間に有意な差はなかった。したがって 3 隻場面における通常避航時機は各群の間に差は無い。3 隻場面における見合い関係発生時機および通常避航時機の結果をまとめて Fig. 5-26 に示す。

Table 5-28　3 隻場面における映像開始時点での見合い関係発生時機の判断（人数）

【映像実験】

	過ぎていない	過ぎている
外航	12	10
内航	13	15
漁船	17	12

Table 5-29　3 隻場面における見合い関係発生時機の TCPA 値（分）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	12	4.1	0.73	3.0	5.0
内航	13	4.2	1.05	1.1	5.0
漁船	17	3.8	0.77	1.9	4.7

Table 5-30　3 隻場面における映像開始時点での通常避航時機の判断（人数）【映像実験】

	過ぎていない	過ぎている
外航	17	5
内航	20	8
漁船	28	1

Table 5-31　3 隻場面における通常避航時機の TCPA 値（分）【映像実験】

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	17	3.4	0.98	1.6	5.0
内航	20	3.9	1.02	1.1	5.0
漁船	28	3.2	1.19	0.7	5.0

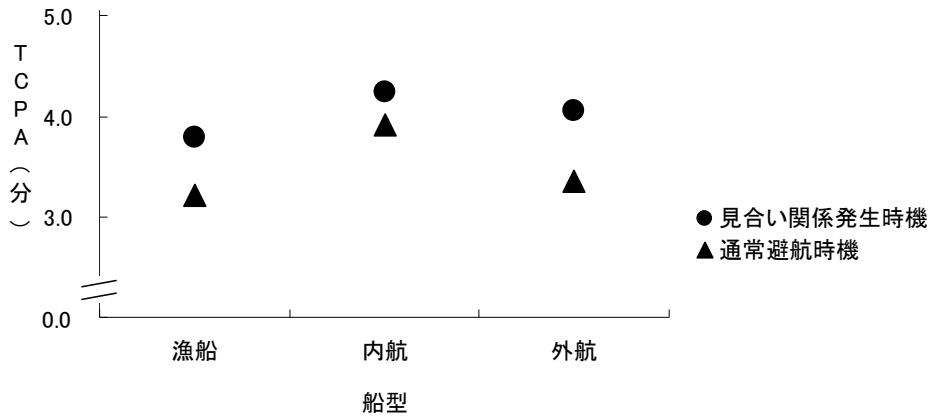


Fig. 5-26　3 隻場面における見合い関係発生時機および通常避航時機【映像実験】

５－６－４　映像実験のまとめ

現実の海上交通を観察し十分なデータを得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定させた。評定させた判断時機は質問紙調査Ｉと同一であった。

映像実験の結果を表にまとめると Table 5-32 のようになる。イニシャル他船距離については、避航船場面における外航群と内航群に間、3 隻場面における外航群と内航群の間は有意傾向であったが、その他についてはいずれも有意な差があった。傾向としては外航群、内航群、漁船群の順に値が大きい、すなわち外航群、内航群、漁船群の順に他船までの距離を遠いと判断している傾向にあるといえる。

判断時機について、避航船場面における通常避航時機、保持船場面における保持義務解除時機の二つの時機で有意傾向または有意な差が見られた。

まず避航船場面における通常避航時機について、外航群は漁船群より早く、内航群は漁船群より早い傾向にあった。しかし、外航群と漁船群の平均値の差は 0.5 分、内航群と漁船群の平均値の差は 0.2 分であった。イニシャル他船距離判断時、参加者は自船速力が 22 ノットであると教示されている。教示としては質問紙調査と同様の場面を想定させているため、相手船が船首方向より右に 45 度の位置にあり両船の針路が直交していること、相手船速力が 22 ノットであることを前提に計算すると、イニシャル他船距離 1 マイルの差は時間にして 1.9 分となる。したがって統計的に有意傾向、または有意な差が認められても、イニシャル他船距離の差と比較して判断時機の差は小さい。

次に保持船場面の保持義務解除時機について内航群のみが早い傾向にあった。内航群は外航群と比較して 0.6 分、漁船群と比較して 0.8 分と、イニシャル他船距離の差と比較して判断時機の差は小さい。判断時機の平均値だけを見ると、避航船場面の通常避航時機、保持船場面の見合い関係発生時機について僅かに外航群が早いが、その他の判断時機については内航群の方が早い。このように判断時機については、一貫した傾向が無く、判断時機については船型による差は認められない。

したがって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るが、判断時機については船型による差は認められず、仮説は支持されなかった。

Table 5-32　映像実験におけるイニシャル他船距離と各判断時機

航海場面	質問項目	
避航船場面	イ　シャル他船距離	外航群＞内航群＞漁船群 （外航群と内航群の間はp＜.10、その他の間はいずれもp＜.01）
	Ａ　通常避航時機	外航群＞漁船群 （p＜.05） 内航群＞漁船群 （p＜.10）
	Ｂ　限界避航時機	*n.* .
保持船場面	イ　シャル他船距離	外航群＞内航群＞漁船群 （外航群と内航群の間はp＜.05、その他の間はいずれもp＜.01）
	Ａ　見合い関係発生時機	*n.* .
	Ｂ　保持義務解除時機	外航群＜内航群　内航群＞漁船群 （いずれもp.＜10）
3隻場面	イ　シャル他船距離	外航群＞内航群＞漁船群 （外航群と内航群の間はp.＜.10、その他の間はいずれもp＜.01）
	Ａ　見合い関係発生時機	*n.* .
	Ｂ　通常避航時機	*n.* . ただし、内航群が時機を過ぎている割合が　く漁船群が少ない。

５－７　考察

質問紙調査Ｉの結果から、船型により判断時機は異なり、大きい船型の操船者は小さい船型の操船者よりも判断時機が早いことが示唆された。

質問紙調査Ⅱの結果から、船型が異なる船舶が横切り関係になった場合は、船型によって異船型間における判断時機が異なることから、避航義務および保持義務の法的義務は機能せず、その結果、異船型間のコンフリクトを生じていることが示唆された。

映像実験の結果からは、同一の映像における他船までの距離については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るが、判断時機については船型による差が無いことが示唆された。

５－７－１　質問紙調査と映像実験との比較検討

質問紙調査Ｉと映像実験では、判断時機について同一の結果が得られなかった。映像実験の結果が実際の行動を反映しているのであれば、質問紙調査が示す結果は実際の行動とは異なることになる。しかし 4 章で示したように、運航実態調査からは船型による判断時機の差があるように推測される。そこで映像実験について検討する。

内航群と漁船群については、提示したような大型コンテナ船の操船経験は無い。内航群と漁船群からは、操船経験が無いことから何時が回答すべき判断時機であるのか想像できないとのコメントもあった。一般に距離の手がかりとしては、両眼による手がかりとして両眼視差や輻輳が、単眼による手がかりとして網膜像の大きさ、運動視差、線遠近法、大気透視、きめの勾配、経験学習など多くの要因が手がかりであると言われる。経験学習以外は参加者共通であるため、参加者の差は経験学習によるものと考えられる。よって、他

船映像の網膜像における大きさの変化と経験学習から他船までの距離を知覚し、判断時機を回答したものと考えられる。ただし、経験学習については、内航群と漁船群は大型船の経験が無いため、普段操船している船舶船型での経験を用いたと考えられる。経験的な手がかりとして、一般に広い海において、操船者は水平線までの距離を手がかりにしていると言われている。具体的には、他船が水平線よりも遠いか近いか、次に近い場合は水平線と喫水（船体と水面とが交わる線）がなす俯角を手がかりにしている。本研究の映像実験では、水平線までの距離を尋ねる参加者は多かったが、実験者も分らないと回答している。水平面から自身の目の高さによって、水平線までの距離は、地球が球体であることから当然異なる。水平線までの距離は漁船では 2～3km ほど、500 トンクラスの船舶であれば 10km ほど、提示した大型コンテナ船であれば 20km をこえると推測される。しかし映像では、水平線ははっきりしていなかった。

以上のことから参加者は、映像で提示された他船の大きさと自身の経験、さらにぼんやりとした水平線を手がかりに、イニシャル他船距離を回答したものと推測される。そしてそこから近づいてくる、実際には同じ方位で相手船が大きくなってくる様子と、ぼんやりとした水平線と他船との俯角を手がかりに、判断時機を回答したと推測される。

一方、現実の遠方物体に対する距離知覚に関する実験として、Higashiyama & Shimono（1994）は、山頂から島の物標までの距離と大きさ、船舶から物標までの距離と大きさを評定させているが、その結果、近距離の物標に対しては正確な距離判断ができ、遠方の物標に対しては過大に見積もる傾向があると述べている。また同時に個人差が大きいと述べている。船上から他船までの距離を目視で見積もらせた研究（有村・福戸・丹羽・森，2007）では、物理的距離に対する平均誤差は実務経験のある航海士が約 21%であるのに対し、実務経験の無い訓練生が約 46%であること、また物理的距離よりも過大に見積もることを報告している。したがって航海場面を想定させた質問紙は、回答された相手船までの距離は過大傾向である可能性、個人差が大きい可能性があるものの、集団としてある程度現実を反映しており相対的に比較することは可能と考えられる。

以上を考慮すると、質問紙調査の回答および映像実験におけるイニシャル他船距離が実際の判断時機を反映すると考えられる。また映像実験における判断時機は船型による影響、航海計器や眼高（海面から目の位置までの高さ）から得られる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る。ある程度の船舶操船経験があれば、このようなシミュレータ映像では、ある一定の船型における判断時機は、誰でもある程度

一定である可能性を示唆していると考えられる。

５－７－２　判断時機の差と異船型間コンフリクト

大型コンテナ船同士という同一場面に対して判断時機を質問紙により尋ねたところ（質問紙調査Ⅰ）、船型の影響を受け、小さい船の操船者は大きい船の操船者よりも判断時機が遅くなることが示唆された。外航群が大型コンテナ船の判断時機を示すと考えられることから、小さい船の操船者は、経験がない大型船の判断時機について、船型の影響を受け過小評価することが示唆された。

さらに普段操船する船型に近い船舶を操船し、異船型の相手船が関係する航海場面を想定させ、各判断時機を質問紙により尋ねたところ（質問紙調査Ⅱ）、次の 2 点が示唆された。

①相対的に船型が大きい船舶が避航船である場合は、船型が小さいほうの船舶は何も判断することなく、避航船が避航し衝突は回避される。
Fig. 5-27 にこの関係を示す。

②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、船型が大きいほうの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。Fig. 5-28 にこの関係を示す。

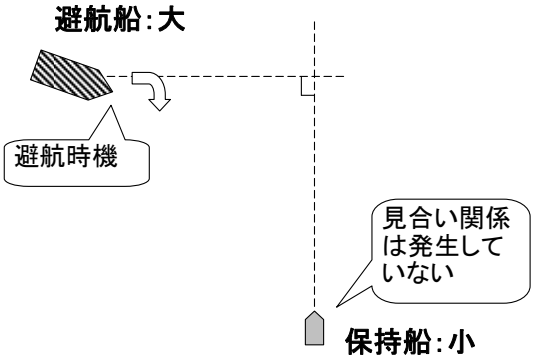


Fig. 5-27　船型が大きい船舶が避航船で小さい船舶が保持船の場合

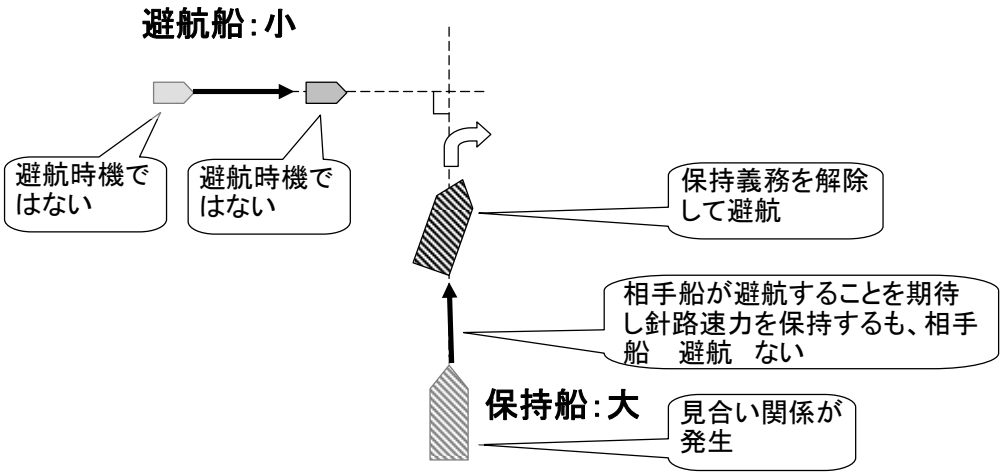


Fig. 5-28　船型が大きい船舶が保持船で小さい船舶が避航船の場合

上述のように、小さい船は大きい船同士の判断時機を船型の影響により過小評価する。同様に異船型間での関係においても、相対的に小さい船は判断時機が遅く、大きい船は判断時機が早い。つまり衝突回避における判断時機の評価に際しては自船の船型の影響を必ず受けていることを示唆している。このことは自分の経験した船舶を基準に衝突回避判断を行う可能性を指摘した八田（2002）を支持する結果である。

この船型が判断時機に与える影響は、あらゆる場面で重要になる。その一つは質問紙調査Ⅱで示したとおり異船型間における関係である。異船型間における関係においては、海上交通ルールが規定する避航船と保持船の航法が、理想的に履行されないことが明らかになった。異船型間におけるコンフリクトは、相対的に大きい船舶が保持船である場合に生じる。そのコンフリクトは、相対的に大きい船舶が海上交通ルールの規定どおり針路速力を保持するにもかかわらず、小さい船舶が避航しないというものである。相対的に大きい船舶としては何故小さい船舶が海上交通ルールの規定どおり行動しないのかと憤慨するであろう。小さい船舶の操船者は海上交通ルールを勉強するべきであると主張したくなるであろうが、船型の影響によって判断時機が異なることが問題である。現実の安全を考えると、長時間針路速力を保持するよりも直ぐに保持義務を解除した方が、時間的距離的に安

全であるばかりか、認知要求的にもより安全であると考えられる（Hockey, Crawshaw, Wastell & Sasucer, 2003）。

その他に船型の影響が重要となる場面は、ある一つの航海場面について、判断時機を議論する場合が挙げられる。具体的には、海難事例は船間距離などの物理的距離情報や多くの行動を物理的時間により示しているが、これをそのまま読み解釈したとしても、船型の影響により同一の問題を想起できないことを示唆している。また小型の船舶に対して、大型船は操縦性能が悪いため大型船に対しては早めに避航するようにと呼びかけるだけでは期待通りの効果を得られないことを示唆している。このように船型の影響により、同一の情報が同様に伝わるわけではないことを念頭に置いて、安全活動や教育を行う必要がある。

５－８　本章のまとめ

本章では質問紙調査と映像実験を行い船型が判断時機に与える影響を検討した。判断時機については、質問紙調査と映像実験では異なる結果を示した。映像実験における距離手がかりの船型経験差を考慮し、質問紙調査と映像実験によるイニシャル他船距離が現実を反映し、映像実験による判断時機は距離手がかりが無い純粋に他船が接近する際の判断時機であると考えられた。調査および実験の結果から次のことが示唆された。

①船型の影響により、相対的に小さい船舶の操船者は、経験がない大きい船舶の判断時機について過小評価する。

②異船型間のコンフリクトは、相対的に船型が大きい船舶が保持船である場合に生じ、船型の影響により大きい船舶が針路速力を保持するにもかかわらず小さい船舶が避航しないことに起因する。

③効果的な安全活動や教育を行うためには、船型の影響を考慮しなければならない。

衝突回避判断について、判断時機が大きな問題であることを示したが、現実の場面では他船の状況や地理的状況など様々な要因から判断時機が同時である場合もある。また現実の場面は 2 隻の単純な関係ばかりとは限らない。海上交通ルールでは、追越し船の航法が適用される場合には追越し船が避航すること、行会い船の航法が適用される場合には互いに右転すること、横切り船の航法が適用される場合には他船を右に見る船舶が他船の前方を横切らないことを規定しているだけで、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、複雑である。このような複雑な衝突回避判断を要する場合において、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。よって次章では、船型が操船方略に与える影響について検討を行うことにする。

６．操船方略に関する質問紙調査

６－１　背景と目的

実際の海上交通における自船と他船の相互関係は非常に複雑で、すべての状況を海上衝突予防法では規定できない。海上衝突予防法は、現場の船員に判断を相当委ねており、Good Seamanship と呼ばれる、よりよき慣行に従って判断することが求められている（海上保安庁，2007）。現場の船員は、衝突リスクが発生したと判断した場合、直面した衝突を回避し船舶を安全に導くために、右に針路を変更するのか、または左に針路を変更するのか、あるいは速力を変更するのかといった判断をしなければならない。このような海上交通における衝突回避判断を決定し実行することを本研究では操船方略としている。

竹本・岩崎・古荘・阪本（2009）は実際の操船における避航行動を観察している。そこでは観察した対象船舶の大きさと自船の大きさを考慮して、自船と他船との最小航過距離値を設定し、設定値以下で航過した場合を不適切な避航と定義した。観察した 55 件中 9 件が不適切な避航であったが、9 件とも操船者は他船を認識し動静も識別していたと報告されている。この不適切な避航では操船者の操船方略が問題であったと推察される。

西崎・吉村・田村・三友（2010）は操船シミュレータを用いて操船行動の解析を試みている。実際の海難事例を参考に作成されたシナリオを用いて、海難を回避できたケースと海難を回避できなかったケースを比較分析した結果、「判断」というタスクが事故の発生に大きく影響していると指摘している。ここでいう「判断」とは実験参加者の発話から他船に対する行動予測を基に自船の行動を決定しているとの記述があることから、本論でいう操船方略と同義であると考えられる。

このように、操船方略は衝突回避のために重要なものである。渕・古荘・藤本・臼井（2007）は学生と実務経験者を比較し実務経験を重ねることによって操船方略の適切さは向上することを示している。また提示した応用的な場面に対する回答から、他船への配慮と判断時機の差異を指摘している。実務経験を重ねることで操船方略の適切さが向上することが示唆されているが、実務経験には年数的経験とともに普段の船舶操船経験が含まれていると考えられる。そこで本章では、船型が操船方略に与える影響について検討する。

６－２　調査方法

5 章で行った判断時機に関する質問紙調査と同時に、操船方略を判断する質問紙調査を実施した。操船方略に関する質問紙調査では、3 隻の船舶が関係する場合の避航方向、実際の航海場面を参考に作成された航海場面 2 種に直面した場合の操船方略を尋ねた。

６－２－１　調査参加者および調査実施方法

外航船、内航船および漁船に乗船勤務する、実務経験を有する船員が調査に参加した。外航船船員は外国航路の船舶を操船する船員で 32 名が参加した。外航船船員を“外航群”とする。内航船船員は国内航路の船舶を操船する船員で 37 名が参加した。内航船船員を“内航群”とする。漁船船員は 33 名が参加した。漁船船員を“漁船群”とする。データに不備があった参加者を除外した。分析対象人数は、外航群が 22 名、内航群が 28 名、漁船群が 29 名であった。直近の船型経験は、外航群の船型経験は最小が 25,500 トン、平均値は 109,407 トンであった。内航群の船型経験は 28 名中 15 名が 500 トン以下、最大が 14,800 トン、平均値は 4,543 トンであった。漁船群の船型経験は総トン数 20 トン未満であった。

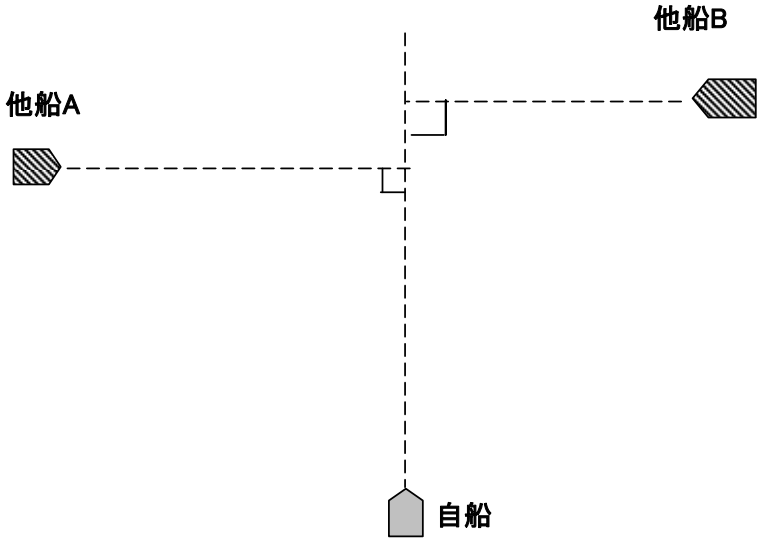
調査は 2009 年 4 月から 2010 年 9 月にかけて都度実施した。調査は、外航群については教室で一斉に、または個別に実施した。内航群および漁船群については、すべて個別に実施し、希望者については聞き取り調査とした。調査中は他者との情報交換は一切できず、また参考書等を見ることもできなかった。調査内容の漏洩を防ぐために、すべて質問紙を回収した。回答制限時間は設けず調査参加者各人のペースで回答ができた。

６－２－２　想定させた航海場面

想定させた航海場面は、3 隻の大型コンテナ船が関係する場面（3 隻場面）と、実際の船舶交通を参考に作成された 2 場面であった。これらは渕ら（2007）で用いられた場面であった。実際の船舶交通を参考に作成した場面のうち一つは自船の後方から漁船が追越す場面（追越される場面という）であり、もう一方は海上交通安全法で定める航路における場面であった（航路場面という）。

3 隻場面で示した図を Fig. 6-1 に、追越される場面を Fig. 6-2 に、航路場面を Fig. 6-3 に示す。3 隻場面については船舶の位置関係のみを示した図となっている。その他の状況としては風潮流および波などの外乱は無く、天候視界ともに良好であると教示した。

追越される場面および航路場面については船舶の位置関係および地理関係等を図で示し、その図の横には衝突予防援助装置（ARPA）で得られる情報を、下には自船および他船の航海に関する情報が記述された。これらの情報から調査参加者は航海場面を想定することができた。



3隻場面

Fig. 6-1　3隻場面

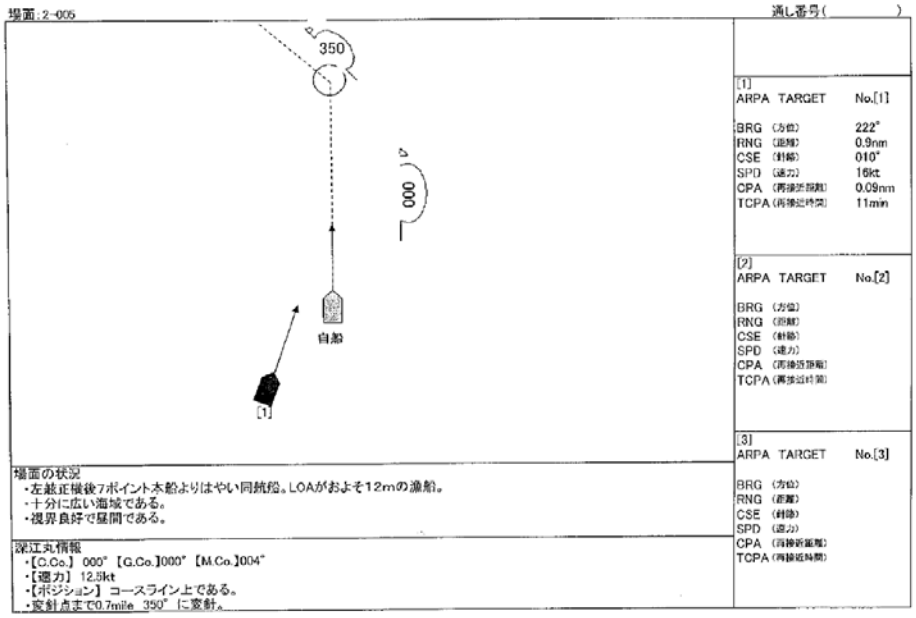


Fig. 6-2　追越される場面

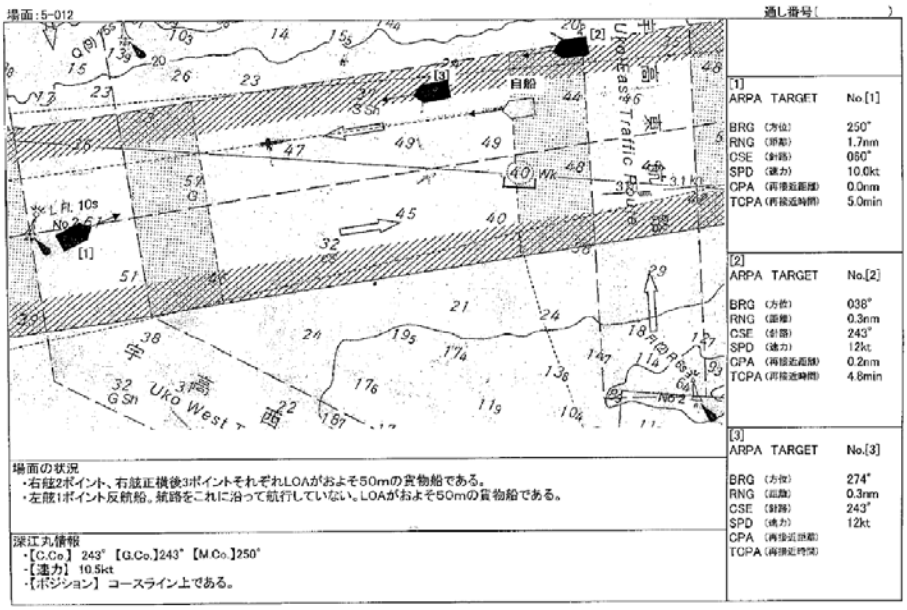


Fig. 6-3　航路場面

６－２－３　想定させた自船と相手船

a) 3 隻場面

3 隻場面において想定させた自船は、大型コンテナ船であった。大型コンテナ船を Fig. 6-4 に示す。3 隻場面における大型コンテナ船の速力は 22 ノットであった。相手船 2 隻も同船型同速力のコンテナ船であった。

b) 追越される場面および航路場面

追越される場面および航路場面において想定させた自船は、神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「深江丸」であった。「深江丸」を Fig. 6-5 に示す。

追越される場面および航路場面では、自船の速力はそれぞれの場面で自船情報として記述された。相手船についての情報は位置関係を図で示し、その図の右側に衝突予防援助装置（ARPA）の情報が示され、位置関係図の下に航海に関する他船情報が記述された。

コンテナ船

船種	コンテナ船(4,500TEU)	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	K't

Fig. 6-4　大型コンテナ船（3 隻場面での自船）

深江丸

船種	内航練習船	
全長L	49	m
船幅B	10	m
総トン数	450	ton
速力	11	K't

Fig. 6-5　神戸大学海事科学部練習船「深江丸」（追越される場面・航路場面での自船）

６－２－４　回答項目と分析

a)3 隻場面

3 隻場面においては、5 章で調査分析した判断時機の調査に付随して調査された。見合い関係発生時機および通常避航時機を左側から接近する相手船との距離で回答させたのち、その通常避航時機に右転するか、または左転するかを尋ねた。（付録 A 参照）

b)追越される場面と航路場面

2 つの航海場面については、提示された航海場面その時点で、その状況において判断した操船方略を、位置関係図に直接矢印または文章で記させた。（付録 A 参照）

2 つの航海場面に対して回答された操船方略を、「深江丸」の運航を担当している一級海技士（航海）の資格を持つ神戸大学海事科学研究科教員 3 名で評価し、許容できる操船方

略（許容操船方略）と許容できない操船方略（非許容操船方略）に分類した。許容操船方略のうち最も良いと評価した操船方略を最良操船方略とした。

６－２－５　追越される場面と航路場面における操船方略の評価基準

a) 追越される場面

追越される場面において回答された操船方略を Table 6-1 に示す。また、追越される場面を Fig. 6-6 に示す。

追越される場面における最良操船方略は直ちに左転すること、許容操船方略は針路速力を保持することと、右に一回転して漁船の後方にまわることであった。非許容操船方略は右転し漁船の針路と並行にすることと、減速または増速することであった。次に最良操船方略、許容操船方略、非許容操船方略の判断理由について述べる。

・追越される場面がおかれた時機について

追越される場面は 11 分後に漁船と衝突のおそれがある状況であるが、約 3 分半後には変針点（Fig. 6-8 において自船の前方の丸印。ここで針路を 0 度から 350 度に変更する計画。）に達し左転する場面であった。海上交通ルールの適用については見合い関係が発生しているかが問題になるが、想定させた自船「深江丸」の運航に関わる評価者 3 名の協議では見合い関係発生時機より早いと判断された。見合い関係が発生していないため海上交通ルールに拠る必要は無く、どのような操船方略も選択可能である。

Table 6-1　追越される場面で回答された操船方略とその分類

最良操船方略	直ちに左転すること
許容操船方略	針路速力を保持することと
	右に一回転して漁船の後方にまわること
非許容操船方略	右転し漁船の針路と並行にすること
	減速または増速すること

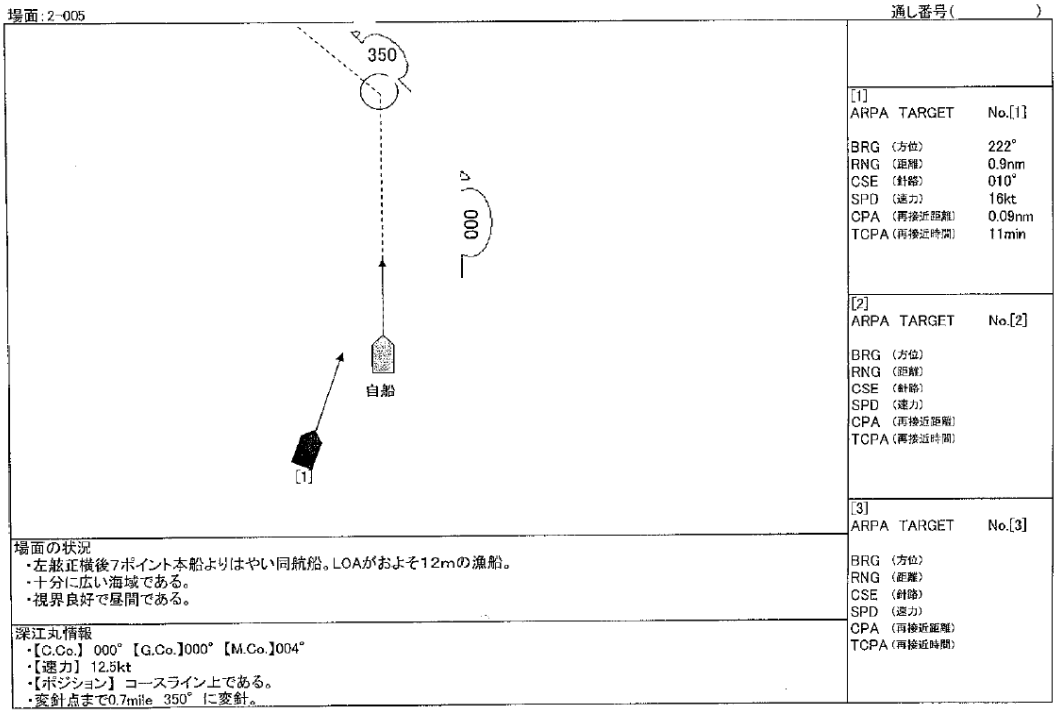


Fig. 6-6　追越される場面

どのような操船方略も選択可能であるが、操船方略によって相手船との船間距離や航走距離に違いがある。

・操船方略“直ちに左転”と“針路速力の保持”について

提示された場面での時点で、すなわち計画された変針点に達する前に左転すると、相手船が針路速力を維持する限り相手船との最接近距離を大きく取ることができ安全である。しかし、相手船が自船の左舷側を追越そうと針路を左に変えると、互いに接近し危険となる可能性がある。

針路速力を保持した場合、変針点に達した時点では、直ちに左転した場合と比較して漁船との距離は近づいている。左転する際の相手船の変針による危険は、直ちに左転した場合と同様に存在するとともに、時間的な余裕は減少している。変針点において、相手船と距離が近づいたことによって左転する危険は大きくなり、左転せずに直進するという操船方略を選択せざるを得なくなれば、計画よりも長距離を航走しなければならなくなる。

したがって直ちに左転したほうが、針路速力を保持するよりも左転するという目的をよ

り安全に達成することができ、航走距離の効用も大きい。さらに早期に左転すると相手船は自船を避航することなく、そのまま直行できるという効用もある。

・操船方略“右に一回転する”と“右転し漁船の針路と並行にする”について

右に一回転するという操船方略は、最も相手船と距離を離すことができる。しかし 1 回転すると当然航走距離は長くなる。距離が長くなることに伴う時間増加に加え、回頭による減速を伴うためにより時間を要する。ただし、保持船として保持義務を解除したため右に一回転したという判断であれば、それは海上交通ルールに従った操船方略である。よって許容操船方略とした。

右転して漁船と針路を平行にするという操船方略については、少なくとも 11 分間針路速力を保持するする必要があり、約 3 分半で変針転に到達するため大きく計画航路から逸脱し航走距離は非常に長くなる。保持船として保持義務を解除した判断であるとの考えもあるが、衝突の危険を十分に速やかに解消するような操船方略ではない。他に衝突の危険を十分に速やかに解消する操船方略は多くあるため非許容操船方略とした。

・操船方略“増速”と“減速”について

増減速については、船舶の増減速は小型船舶を除いて自動車ほど俊敏に行うことはできず、さらに燃料消費量も増加する。これらの操船方略は、衝突することは無いが要する時間的コストならびに燃料消費コストが大きい。これらの操船方略を選択せずとも上述のように安全に航海ができるため、これらの操船方略はあまりにも不必要なで無駄なものと判断された。よってこれらの操船方略は、非許容操船方略とした。

b) 航路場面

航路場面において回答された操船方略を Table 6-2 に示す。航路場面を Fig. 6-7 に示す。

航路場面は、左舷前方から航路を斜めに横切る形で接近する他船と 5 分後に衝突のおそれがあった。本場面では相手船に避航義務があると解釈されるが、相手船に避航義務があるが、相手船が避航義務を満足する動作を取るのか否かという点が問題になると考えられる。

Table 6-2　航路場面で回答された操船方略とその分類

最良操船方略	直ちに左転して相手船を避航すること
許容操船方略	左転以外の方法で相手船を避航すること
非許容操船方略	針路速力を保持すること

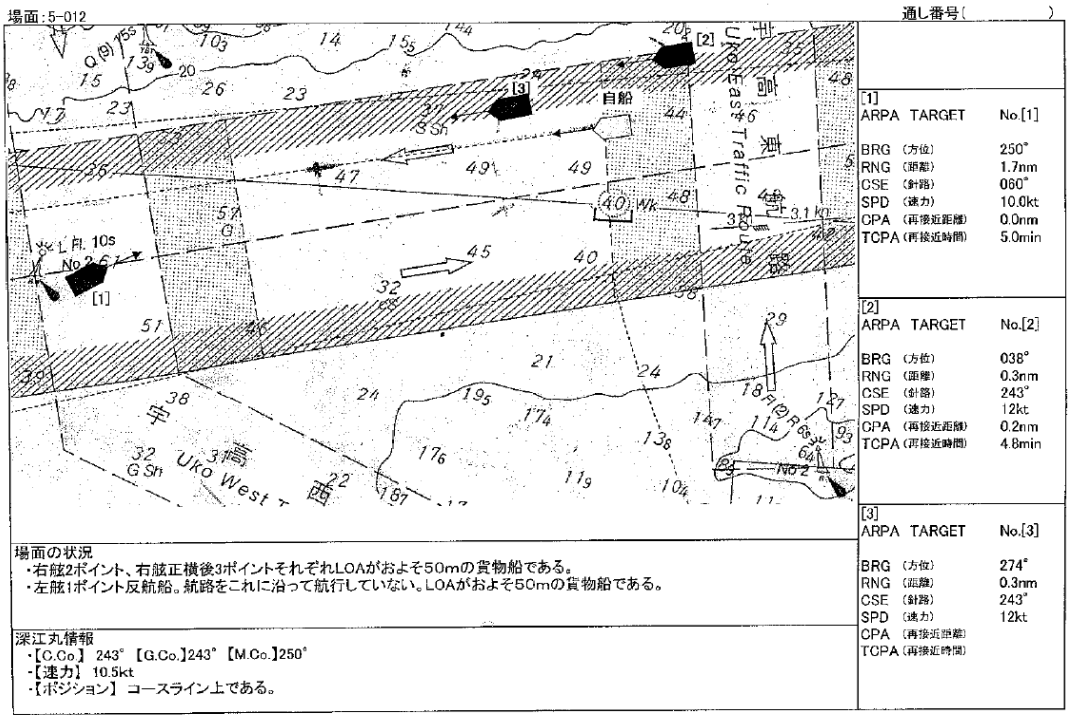


Fig. 6-7　航路場面

・航路場面がおかれた時機について

想定させた自船「深江丸」の運航に関わる評価者 3 名の協議では相手船の避航動作実施可能性は低いと判断され、状況を考慮して保持船として保持義務解除時機を過ぎていると判断された。

・操船方略“相手船を避航する”と“自船の針路速力を保持する”について

相手船が避航しないため、保持義務を解除し針路の変更ならびに減速するなどして避航することを許容操船方略とした。その中で、左転することは反対方向行き航路に近づくが、反対方向行き航路を航行する船舶は無く、万が一の場合に反対方向行き航路海域を用いて避航することができるという点で、他の許容操船方略よりも優れており、最良操船方略とした。保持義務解除時機にあると判断されたため、非許容操船方略は針路速力を保持することである。

６－３　結果

６－３－１　3 隻場面

3 隻場面について、5 章で示した質問紙調査による判断時機の結果を改めて示す。見合い関係発生時機について Table 6-3 に、通常避航時機について Table 6-4 に示す。

見合い関係発生時機について、クラスカル・ウォリスの H 検定の結果は有意であり（χ^2＝54.11, df=2, p＜.001）、ボンフェローニの修正による多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも p＜.01）。

したがって、3 隻場面における見合い関係発生時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い。

通常避航時機について、クラスカル・ウォリスの H 検定の結果は有意であり（χ^2＝51.05, df=2, p＜.001）、ボンフェローニの修正による多重比較の結果、外航群と内航群の間、外航群と漁船群の間、内航群と漁船群の間にいずれも有意な差があった（いずれも p＜.01）。

したがって、3 隻場面における通常避航時機は、外航群、内航群、漁船群の順に早い。

3 隻場面における見合い関係発生時機と通常避航時機の結果をまとめて Fig. 6-8 に示す。

Table 6-3　3 隻場面における見合い関係発生時機の TCPA 値（分）

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	15.8	7.06	5.8	28.9
内航	28	9.0	4.30	2.9	19.3
漁船	29	2.3	2.20	0.1	11.6

Table 6-4　3 隻場面における通常避航時機の TCPA 値（分）

	N	Mean	*SD*	Min	Max
外航	22	9.8	4.79	1.9	19.3
内航	28	6.4	3.55	1.9	15.4
漁船	29	1.3	1.26	0.1	5.8

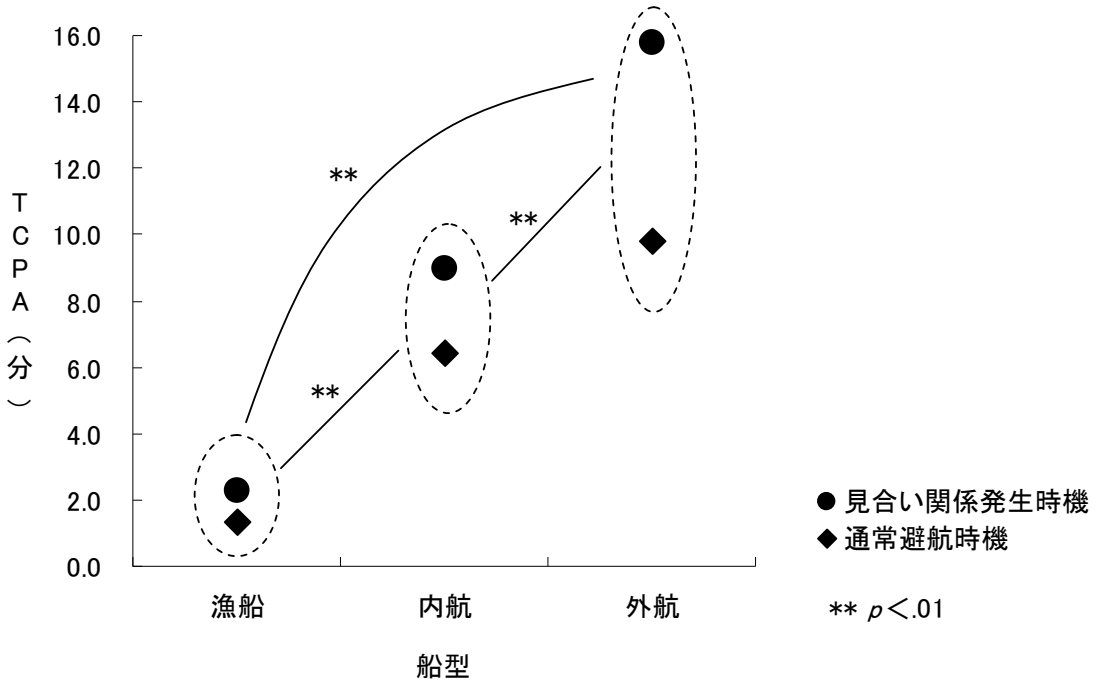


Fig. 6-8　3 隻場面における見合い関係発生時機と通常避航時機

Table 6-5　3 隻場面における避航方向（度数）

	右	左
外航	13	4
内航	17	11
漁船	5	21

3 隻場面における避航方向について結果を Table 6-5 に示す

フィッシャーの正確確率検定の結果は有意であった（p＜.001）。残差をみると外航群は有意に右転が多く、漁船群は有意に左転が多い（いずれも p＜.01）。

６－３－２　追越される場面と航路場面

追越される場面について Table 6-6 に、航路場面について Table 6-7 に結果を示す。追越される場面については、外航群の最良操船方略数が 68.2%と多い。それ以外の各群の方略数については、それぞれ 30～40%である。

フィッシャーの正確確率検定の結果は有意であった（$p<.05$）。残差をみると外航群は有意に最良が多い（$p<.05$）。

次に航路場面については、内航群の最良操船方略数は約 42%と、他群の最良操船方略数よりも多い。内航群の許容操船方略数も約 39%と、他群の許容操船方略数よりも多く、反対に非許容操船方略数は他群よりも少ない。フィッシャーの正確確率検定の結果は非有意であった（*n.s.*）

Table 6-6　追越される場面の回答（度数）

	非許容		許容		最良	
外航	0	(0.0%)	7	(31.8%)	15	(68.2%)
内航	8	(28.6%)	9	(32.1%)	11	(39.3%)
漁船	8	(29.6%)	10	(37.0%)	9	(33.3%)

（　　）は各群における割合

Table 6-7　航路場面の回答（度数）

	非許容		許容		最良	
外航	8	(36.4%)	6	(27.3%)	8	(36.4%)
内航	5	(17.9%)	11	(39.3%)	12	(42.9%)
漁船	9	(34.6%)	7	(26.9%)	10	(38.5%)

（　　）は各群における割合

６－４　考察

６－４－１　3 隻場面について

3 隻場面での見合い関係発生時機は、外航群、内航群、漁船群の順に衝突までの残り時間である TCPA 値が大きい（5 章）。すなわち、外航群、内航群、漁船群の順に見合い関係発生時機は早い。通常避航時機についても外航群、内航群、漁船群の順に衝突までの TCPA 値が大きい。すなわち、外航群、内航群、漁船群の順に通常避航時機は早い。一方、操船方略である 3 隻場面における避航方向は、外航群は有意に右転が多く、漁船群は有意に左転が多い（いずれも $p<.01$）。

まとめると、外航群は見合い関係発生時機も通常避航時機も早く、避航方向は右と回答しているが、漁船群は見合い関係発生時機も通常避航時機も遅く、避航方向は左と回答している。内航群の判断時機は外航群と漁船群の中程であり、避航方向については統計的に有意な差は無かったが、右が 17 と左の 11 よりも多い（Table 6-3 参照）。

Cockcroft and Lameijer（2004）は、海上交通ルールはいかなる船舶に対しても、そうすることが例え好都合であると考えられようとも、規則に反する行動をとる権利を船舶に与えておらず、航法からの逸脱は衝突の危険が切迫しており特別の事情がある場合のみ許されると述べている。また、Cockcroft and Lameijer（2004）は、Mariners’ Handbook(United Kingdom Hydrographic Office)には次のように記されていると述べている。

艦隊や商船隊と出会った単独の船舶には、早めに避航することが勧告され、艦隊や商船隊には衝突を避けるための動作を取ることができるように監視し続けることが勧告される。艦隊や商船隊と単独の船舶が接近し衝突のおそれが生じた場合は、海上交通ルールが遵守されなければならない。しかし、衝突のおそれが発生する以前で、長距離にある左舷の船舶を避航することは、海上交通ルールからの逸脱ではない。　（著者訳）

海上保安庁（2007）は海上衝突予防法の基本原則の一つとして、多船間の関係を 2 船間（1 船対 1 船）の航法関係に還元し、原則的にはどちらか一方の船舶に他方の船舶の進路を避けさせることにしていると述べている。よって、衝突のおそれが発生したならば、すなわち見合い関係発生時機を過ぎたならば、海上交通ルールから逸脱することは許されない。3 隻場面を 2 船間の関係に還元すると、3 隻それぞれが避航船と保持船の関係になるため、つまり Fig. 6-9 に示すように、3 隻とも右転することがルールから逸脱していない行動となる。

したがって右転という回答は海上交通ルールに沿った回答といえる。

このように 3 隻とも右転して衝突が回避されることは海上交通ルールに従った理想的な避航であるが、自船だけが右転し相手船が右転しなければ、少なくとも左から接近する相手船が右転しなければ、最終的に自船は右に一回転するか、左から接近する相手船の船首方向を無理に通過しなければならなくなる。そのような自船にとって不都合な状況を回避することができる操船方略が左転することである。この操船方略は、まず左側の船舶の船尾方向を通り、次に右側の船舶の船尾を通ることである。この操船方略は自船のみの行動で衝突を回避できるため、自船にとって不都合な状況を確実に回避できるという効用が大きい。この操船方略を Fig. 6-10 に示す。

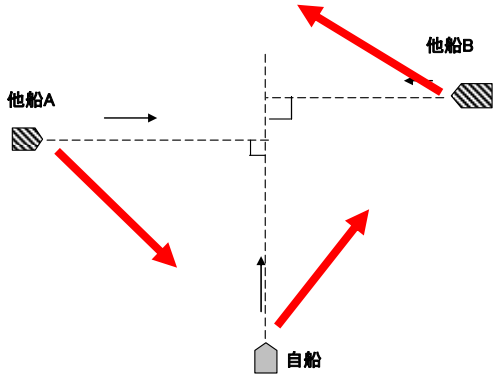


Fig. 6-9　海上交通ルールが求める行動（赤色矢印）

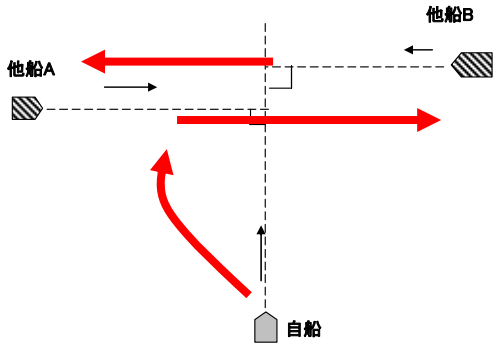


Fig. 6-10　不都合な状況を回避することができる操船方略（赤色矢印）

しかし上述のとおり左転は、航法の観点からは、見合い関係発生時機を過ぎたならば海上交通ルールからの逸脱である。また船体運動の観点からは、この方法はジグザグに針路をとる必要があり、操縦性能が良い船舶ほど、つまり一般的には船型が小さい船舶ほど短距離で実施しやすいといえる。

このように見合い関係が発生する前であれば、右転でも左転でもよく、不都合な状況を確実に回避できるという効用の点からは左転が良い操船方略だといえる。また見合い関係が発生した後であれば右転が航法に従った操船方略といえる。

Table 6-3 と Table 6-4 を比較すると、外航群、内航群、漁船群いずれも見合い関係発生時機平均 TCPA は通常避航時機平均 TCPA よりも値が大きい、すなわち見合い関係が発生してから避航すると回答している。左と回答した調査参加者について見合い関係発生時機と通常避航時機を比較したが、見合い関係発生時機よりも通常避航時機が早かった参加者はいなかった。したがって、外航群が最も海上交通ルールどおりの操船方略を選択している。一方、漁船群は見合い関係が発生していると判断しながら漁船群が最も自船に都合の良い操船方略を選択している。内航群はその中程であるといえる。よって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と考えられ、船型が操船方略に影響していることが示唆される。

６－４－２　追越される場面と航路場面について

追越される場面については、外航群のみ有意に最良操船方略が多く、内航群および漁船群は最良操船方略、許容操船方略、非許容操船方略の割合がおおよそ同じ割合であった（Table 6-6 参照）。したがって最も外航群が見合い関係は発生していないと判断ており、左転するという目的をより安全に達成することができ、かつ航走距離の効用も大きく、さらに相手船に配慮した操船方略を選択した。外航群は、操縦性能が鈍重である大型船舶を普段操船している経験から、航走距離の増加や回頭に要する時間的コストに敏感になっているためと推察される。

内航群および漁船群については、最良操船方略、許容操船方略、非許容操船方略の割合に有意な差は無かった。これは、外航群が普段操船している船舶と比較すれば、内航群および漁船群が普段操船している船舶の操縦性能が良いために、外航群ほど航走距離の増加や回頭に要する時間的コストに敏感でないことが推察される。また内航群が普段操船する船舶は外航船のそれよりも簡単に増減速可能で、漁船群が普段操船する船舶については自

動車なみに容易に増減速が可能である。このように内航群および漁船群は操縦性能の良い船舶を操船しているため、右に 1 回転して漁船の船尾を通過する操船方略に対するコスト感は外航群のそれよりも小さいと推察される。また判断時機は、外航群よりも内航群、漁船群の方が遅いことから（5 章）、針路速力を保持して追越しの漁船が近づいても外航群ほどに相手船までの距離余裕の減少を感じないと推察される。

このように追越される場面からは、相手船との航過距離の見積もり、航走距離の短長の見積もり、相手船への配慮の違いが推察され、普段操船する船型が操船方略に影響を与えたことが示唆される。

航路場面については、追越される場面とは異なり、各群の間に有意な差がなかった。航路場面ではすでに保持義務解除時機に達していると判断され、避航しない相手船に対する配慮よりは自船の安全を第一に確保しなければならない。非許容操船方略は針路速力を保持する操船方略であるが、なぜこの操船方略を選択したのかが問題である。5 章において広い海域におけるコンテナ船同士の見合い関係発生時機の平均 TCPA 値は、外航群が 15.7 分（*SD*=7.10）、内航群が 8.9 分（*SD*=4.62）、漁船群が 2.1 分（*SD*=2.13）であった。判断時機の調査からは船型が小さくなれば判断時機は遅くなることが示唆されていた。また、レーダーによる船舶交通観測から、地理的要因等により狭い海域では広い海域よりも避航最小距離や航過最小距離を短くしていることが報告されている（福戸・有村・丹羽・沼野・岡崎・劉，2008）。また他のレーダーによる船舶交通観測からは、海上交通工学（藤井・巻島・原，1981）が示す一般的なバンパー（他船を入れない領域）よりも、東京湾の浦賀水道ではバンパーを小さくしていることが報告されている（フォン・萩原・田丸，2007）。このことから地理的要因により判断時機が遅くなると考えられる。したがって航路場面における判断時機は、自船の大きさからも地理的要因からもコンテナ船同士の見合い関係発生時機よりは遅くなるはずである。漁船群のコンテナ船同士の見合い関係発生時機は 2.1 分（*SD*=2.13）であったことから、少なくとも漁船群の非許容操船方略選択者は見合い関係が発生しておらず針路速力を保持した可能性が高いと考えられる。

5 章では、外航群が保持船で内航群が避航船の場合、保持義務解除時機は 7.2 分（*SD*=2.66）であった。自船が小さければ判断時機は遅いことと地理的要因を考慮して、外航群の非許容操船方略選択は保持義務解除時機には至っておらず保持義務を遂行すべきと判断し針路速力を保持した可能性も考えられる。

同様に 5 章では、内航群が保持船で外航群が避航船の場合、内航群の保持義務解除時機

は 6.0 分（*SD*=3.16）であった。内航群が保持船で漁船が避航船の場合、内航群の保持義務解除時機は 5.4 分（*SD*=3.59）であった。相手船は全長 50ｍの内航貨物船であり、想定させた外航船であるコンテナ船よりも小さく、想定させた漁船群よりも大きい。このことと地理的要因を考慮して、内航群の非許容操船方略選択は保持義務解除時機には至っておらず保持義務を遂行すべきと判断し針路速力を保持した可能性も考えられる。

このように外航群、内航群、漁船群の間に有意な差は無かったが、外航群および内航群は保持義務遂行時機と判断し非許容操船方略を選択した可能性が残り、漁船群は見合い関係発生時機に至っていないと判断し非許容操船方略を選択したと推測される。このように、同じ操船方略を選択しても、選択理由に船型差が存在する可能性が推察される。また有意差は無かったが、割合として内航群の非許容操船方略の割合は少ない（Table 6-7 参照）。提示した航路場面のような海域では、外航群は水先案内人が乗船し操船することが多く、船長や航海士が自ら操船する機会は少ない。漁船群のほとんどは地理的に明石海峡航路に近い漁協に所属しており明石海峡航路の航行経験がある可能性が高い。しかし航路内での漁船の航行は、商船の航行とは異なり漁ろう（操業）を行うことが多く、漁ろう中は航路どおりに航行しなくて良い。また、航路航行義務は全長 50ｍ以上の船舶であることからも漁船群は航路場面のような経験は少ないと推測される。このような航路において、内航群が最も船長や航海士自ら操船し航行しており、他群と比較して航路航行頻度も高いと推測される。この航路航行経験の差が有意差は無かったものの、割合として内航群の非許容操船方略が少ない理由であると推察される。

航路場面からは、同じ操船方略であっても、船型による判断時機の差から操船方略選択理由が異なる可能性と、自らが操船し通航する経験の重要性が示唆される。

６－５　本章のまとめ

3 隻場面、追越される場面、航路場面の 3 つの場面から、いずれも船型によって判断時機が異なるため操船方略が異なることが示唆された。加えて、3 隻場面からは、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、追越される場面からは、相手船との航過距離の見積もり、航走距離の短長の見積もり、相手船への配慮の違いが示唆された。さらに、航路場面からは、同じ操船方略を選択したとしても、判断時機の差から操船方略の選択理由が異なる可能性と、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、海上交通

ルール上の判断時機と相俟って船型に影響されることが示唆された。

避航操船を行うにあたり、操船方略は重要である。操船方略の選択に際しては、相手船との航過距離の見積もり、航走距離の短長の見積もり、相手船への配慮、相手船の操船方略の選択理由の差異があることが示唆された。したがって海上交通現場において、安全に船舶を導くためには、船型による判断時機の差異、船型による航過距離の差異、航走距離の長短、相手船への配慮理解を考慮して海上交通ルールを遵守することが必要不可欠であるといえる。

６－６　避航操船に関する教育プログラムの必要性

操船方略の判断に上述の種々の要素が重要であることは、船舶実習において航海当直の指導を担当する教員はおそらく経験からある程度感じ取っていると思われる。そして上述の要素の幾つかは、航海実習中に、避航が行われた際などを利用して指導されていると思われる。また教員の背中を見て覚えろといった指導も、教員としては海上交通ルールを覚えるだけでなく、このような要素を学生や実習生に感じ取ってもらいたいと考えているためであると思われる。

しかしながら、航海当直実習は毎日行われているわけではない。当然船舶職員養成においては避航操船だけではなく、その他の多くのことも学び習得しなければならない。さらに航海当直実習中、実習生は輪番で種々の任務に就くため学生 1 人当たりの操船時間はその分少なくなる。さらに自動車のように常に他車との相互作用があるわけではない。原（1967）によれば、少し古いデータではあるが、比較的交通量の多いペルシャ湾およびマラッカ海峡での避航操船は、4 時間当たり 1.6 回であったと報告している。避航頻度は海域によって大きく異なるが、意図して出会いを作らなければ頻繁に起こるものではない。このように実際に避航を実習できる機会は非常に少なく、学生によって直面する避航場面は全く異なる。避航に失敗し教員に操船権を取り上げられてしまっては、学生自身が行う避航実施回数はますます少なくなる。

このような現実的な問題に対して有効と考えられる方法が、操船シミュレータを用いた教育訓練である。乗船履歴と操船シミュレータ訓練の換算について調査した研究（小林・遠藤・水野・仙田，2000）によると、実務経験の無い学生に対して、1 年間の乗船履歴に対応する操船シミュレータ訓練は 126 回、63 日間必要であると述べている。この回数の操船シミュレータ訓練を実施すれば同等であるのか、種々の観点で異論は存在すると思われる

が、いずれにせよ、かなり多くの時間を要することは明らかである。例えばフルミッションタイプの操船シミュレータ 1 台で 1 学年 50 人の学生に実施しようとすれば、他の座学や実習に影響を及ぼすことは必至である。

操船シミュレータはその使用方法を十分に検討したうえで非常に役に立つ機械であるが、多くの学生がフルミッションタイプの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な面もある。したがって現状では直ちにフルミッションタイプの操船シミュレータを用いた実習の完全実施は難しく、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。次章ではこれらの要素を考慮した教育プログラムを試行し、その効果検証を試みることにする。

７．教育プログラムの試行とその効果測定

７－１　背景と目的

７－１－１　はじめに

これまでの研究から、普段操船する船舶の船型が判断時機と操船方略（直面する航海場面においてどのように自船を安全に導くかという方略）に影響を与えることが示された。このように様々な船型船舶を操船する経験を持つ操船者が存在する海上交通現場に、年数的経験がほとんど無く、また操船経験が無いに等しい学生が毎年デビューする。学生が卒業し海運会社に入社すると、安全に船舶を運航することはもちろんのこと、貨物の積込みや積下ろし（以後、荷役という）を担うことになる。荷役は非常に専門的であることから、教育機関では全くといっていいほど対応できない技能である。荷役については通常海運会社に入社後、研修やＯＪＴで技能を獲得することになる。その他にも航海士として船舶の管理業務をも担わなければならない。したがって教育機関卒業時点で、海上交通現場において安全に船舶を運航することができるようになっていれば、その分、技能獲得に対する注意資源を、他の新たに学ばなければならない事項に振り分けることができる。よって、早期に海上交通現場で安全に運航ができるようになることは､学生個人にとって望ましく、また海運会社にとっても望ましいことであろう。安全運航達成には多くの点を考慮しなければならないが、ここでは他船との衝突回避について焦点を絞る。

７－１－２　衝突回避操船教育に関わる先行研究

わが国の船員養成については、序論に述べたとおり、必ずしも自動車のように交通現場で衝突回避について十分練習しているとはいえない。練習船船上での実習においては、衝突回避以外にも多くの技能を獲得しなければならず、さらに練習できる衝突回避場面に頻繁に遭遇するわけでもない。現在の船員養成システムは、座学において海上交通ルール、船舶の操縦性能、海上交通システムを学んでいる。練習船実習では、この座学をベースに練習船の船舶運航に学生が輪番で関わっている。

衝突回避判断を含む操船技術の向上のためには、実船で訓練する方法と実船では困難な訓練項目を操船シミュレータにより訓練する方法がある。小林・井上・新井・藤井・遠藤・松浦・遠藤・阪口（1997）は、何の技術に対する技能を向上させるのか、またどの程度技能が向上したのか、訓練効果が不明であるとして操船技術を 8 種類の要素技術に展開している。その展開の妥当性を検証するために、操船シミュレータを用いて実務経験のない学生 6 人に対して要素技術訓練を実施した後、操船シミュレータで衝突回避操船シナリオを

実施した。その結果、学生は避航開始時機が早くなり、最接近距離が遠くなったことを報告している。この研究では、相手船の探知、動静把握、行動予測、海上交通ルールの遵守が要素技術として含まれているが、海上交通ルールが定める衝突回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略は含まれていない。小林・井上・新井・藤井・遠藤・阪口・松浦・遠藤（1997）は操船技術の要素技術展開を基に、学生向けならびに実務者向けの操船シミュレータによる教育・訓練法を提案しているが、やはり海上交通ルールが定める衝突回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略は含まれていない。

小林・片岡・濱田（1998）は操船シミュレータによる教育・訓練の評価手法に関して、多くの評価項目と評価値を挙げている。ここでは避航開始時機に関する項目はあるが、やはり海上交通ルールが定める衝突回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略は含まれていない。

井上・大野（1998）はシミュレータ教育・訓練における研修効果の定量評価法を提案している。これは他船との位置や距離関係から算出される環境ストレス値と呼ぶ値を計測し、教育訓練の効果を評価しようとするものであるが、海上交通が定める衝突回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略は含まれていない。

国枝・矢吹・竹本・田尾（2004）は、実船訓練を担当する教育者の立場から操船シミュレータ訓練について検討しているが、この研究では錨を計画地点に下ろすための訓練について検討しており、自船を計画どおりに操ることができたかという技能を研究対象にしている。この結果から実船と操船シミュレータの組合せにより有効な訓練ができることを指摘し、衝突回避操船への発展可能性を述べている。しかしこの研究の技術項目は小林ら（1996）に拠っており、海上交通ルールが定める衝突回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略には言及されていない。

接近や衝突のおそれ回避に必要な教育・訓練を検討するために、内航タンカー会社におけるヒヤリハット報告を分析したところ、3322 件の航海中における報告の内、44%が不適切な予測によると報告されている（海技大学校，2010）。ヒヤリハット報告の多くは相手船の無理な行動や航法違反に起因するが、他船の操縦性能や運航上の特徴を把握したうえで行動する能力、すなわち相手船を理解し行動予測をする能力の向上が必要であると指摘している。

このように現場からのヒヤリハット報告の分析からは相手船への理解の必要性が指摘されているが、操船シミュレータに関する教育手法については海上交通ルールが定める衝突

回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略には言及されておらず、海上交通現場と教育に関する研究の間にギャップがあることが問題である。

Cauvin, Clostermann & Hoc（2009）は、複雑な航海状況で安全に航海する技能獲得のためには既存の養成カリキュラムでは不十分であり、新たな教育プログラムが必要であるとの立場から、商船航海士を目指す学生に対して意思決定プロセスモデルを基に作成した訓練ツールを実施しその効果を検証した。この研究によれば、1 回の意思決定訓練ツール実施では訓練生の能力向上は認められず、学生が乗船実習中に複雑な状況に直面したか、もしくは直面しなかったかでパフォーマンスが異なることを指摘した。この意思決定訓練ツールでは航海場面を提示し、海上交通ルールを適用するのか否か、どのルールを適用するのか、なぜその意思決定をしたのか、選択した意思決定の長所と短所は何かと学生に問いかけるもので、海上交通ルールが定める衝突回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略を教育対象に含んでいる。

７－１－３　衝突回避操船の新しい教育プログラムの必要性

現在の衝突回避操船実習は、必ずしも自動車のように十分練習しているとはいえず、衝突回避技能としてスキーマ化されていない。衝突回避判断を含む操船技術の向上のためには、実船で実習する方法と実船では困難な訓練項目を操船シミュレータにより訓練する方法がある。実船実習では衝突回避場面に頻繁に直面せず、衝突回避実習は意図したとおり繰り返し実施することができない。その問題を操船シミュレータが解決できる可能性がある。しかし、ヒヤリハット報告から他船の操縦性能や運航上の特徴把握が重要であること、4 章の事例のように他船の理解が重要であることが示唆されているが、現在のところ要素技術として海上交通ルールが定める衝突回避判断時機や相手船の行動予測等を含む操船方略は養成システムに明確に含まれていない。自動車ではムンシュの危険学にある外界学を構成する「パートナー学」の必要性や（蓮花，1996）、他の交通参加者の心理状態を含む理解の必要性（長山，1989）が指摘されているように、自動車交通現場での他者を含むヒューマンファクターに関して注目され成果がある。Cauvin, et al.,（2009）が複雑な航海状況で巧みに操船するためには海上交通ルールに関する知識があるだけでは不十分であると指摘しているように、現状の衝突回避操船教育には、現場で求められる他船とのインタラクションをどのようにコントロールするかという視点が抜けていることが最大の問題であり、現状の船員養成システムに追加して新しい教育プログラムが必要である。

そこで本研究における教育プログラムには、相手船を考慮することの必要性を理解させる解説を含めることにした。また、教育する学生の具体的な特徴としては、①操船方略が適切でないこと（渕・古荘・藤本・臼井，2007）、②判断時機が適切でないこと（渕・藤本・臼井・岩崎，2008）、③学生と実務経験者の距離認識は異なり、学生は不正確であること（有村・福戸・丹羽・森，　2007）が指摘されており、教育プログラムにはこれらに対する内容を合わせて含めることにした。

７－１－４　目的

本章では以上の背景から、より早期に学生が安全運航を担えるようになるために、判断時機と操船方略に注目させた教育プログラムを試行的に実施し、その効果検証を行うことを目的とする。教育プログラムの実施とその効果検証は、2010 年度に行われた神戸大学海事科学部海事技術マネジメント学科航海群学内船舶実習（3 年生および 4 年生）を利用して行われた。

７－２　教育プログラムの内容

教育プログラムは、講義、衝突回避操船記録、距離目測実習、集団討議からなる。教育プログラムの概要を Table 7-1 に示す。また、それぞれのプログラム内容を次に示す。

Table 7-1　教育プログラムの概要

名称	ねらい	内容	形式
座学	海上交通ルールの主旨、内容、適用について確認すること 距離認識を向上させることの動機付けを行うこと	①海上交通ルールの主旨、内容、適用について解説 ②海上交通ルールが規定する判断時機について解説 ③判断時機の差異によって生じる危険が あることを解説 ④学生は技能に対して判断時機が遅すぎる可能性が高いことを解説 ⑤学生が思っているより実際の他船は近いことを解説	講義　約30分
記録	衝突回避操船体験の補完を行うこと	①実習中に発生した衝突回避操船を、用紙に図やデータで記録する。 ②その記録を掲示し周知する。	実習中に観察し記録（適宜）
実習	距離認識力の向上を図ること	実習中に距離の推定を行わせ、レーダー観測による物理的距離をフィードバックする。	実習中に距離推定とフィードバックを実施（適宜）
集団討議	適切な判断時機とその判断時機において許される自船の行動を理解すること 他船を考慮した操船方略が必要であることを理解すること	①学生に2つの航海場面を提示し、個人ごとに操船方略を決定する。 ②決定した操船方略により学生をグループに分ける。 ③グループ間で、選択した操船方略の利点を主張し　他グループの考えを理解する。 ④討議後、教員の考えをフィードバックする。	グループ討議　約30分

a) 座学

座学において、海上交通ルールの主旨、内容、適用について確認する。さらに海上交通ルールが規定する判断時機について確認する。横切り船の関係における避航船と保持船に求められる行動領域を Fig. 7-1 に示す。領域の境界線が判断時機である。

さらに判断時機の差異によって生じる危険があることを、横切り関係の例を用いて解説する。次に学生は技能に対して判断時機が遅すぎる可能性が高いこと、学生の他船までの主観的距離は物理距離に比べて遠い、すなわち学生が思っているより実際の他船は近いことを学生の特徴として示す。本座学を通じて学生に判断時機を考慮すること、距離認識を向上させることの動機付けを行った。

b) 記録

学生は輪番でグループごとに船橋（船の操縦室）で行われる航海当直実習に参加する。この際記録係を配置し、実際に生じた衝突回避操船を記録させた。航海当直実習の様子を Fig. 7-2 に、衝突回避操船記録例を Fig. 7-3 に示す。

衝突回避操船記録は学生ホール（練習船「深江丸」の教室兼学生食堂）のホワイトボードに掲示し、学生は自由に衝突回避操船記録を見ることができた。この記録は、頻繁に生じない衝突回避操船について、図やデータで衝突回避操船記録を示すことで、衝突回避操船体験の補完を狙った。

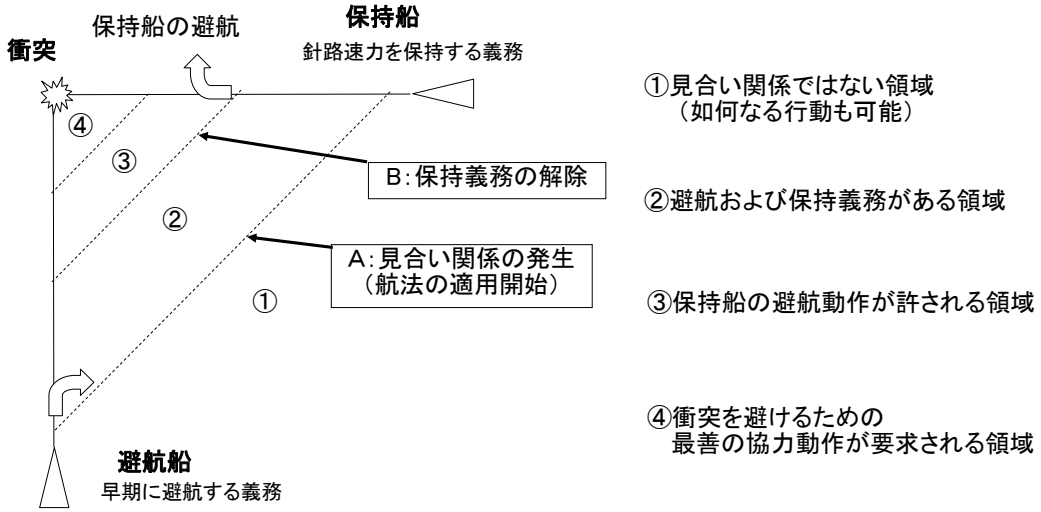
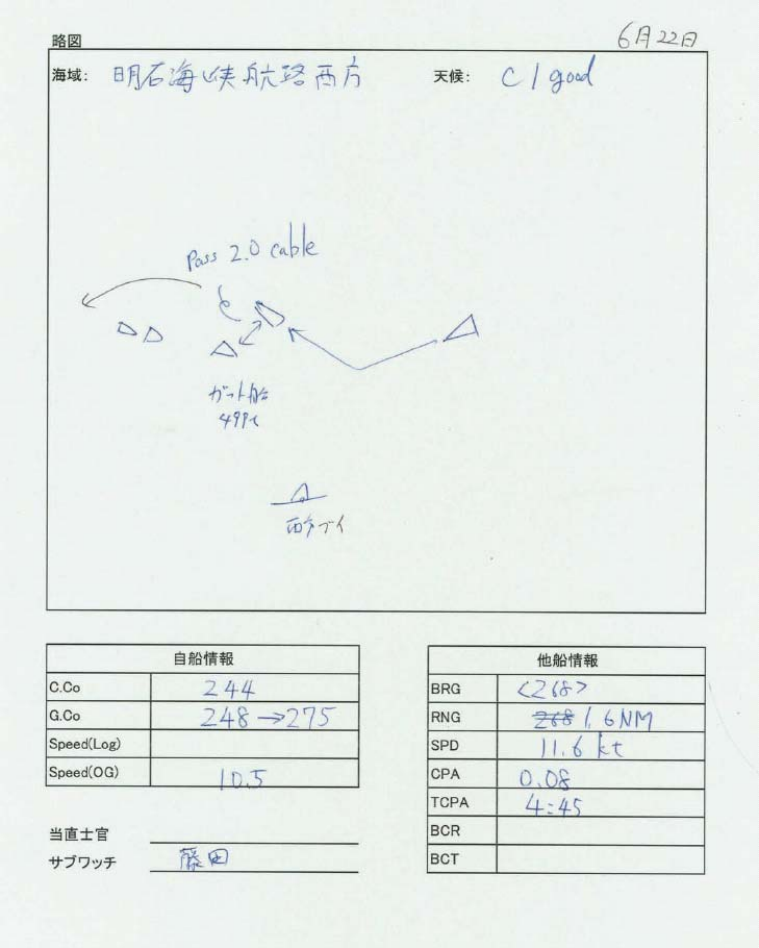


Fig. 7-1　避航船と保持船に求められる行動領域

Fig. 7-2　航海当直実習の様子



略図　6月22日

海域：明石海峡航路西方　天候：C / good

Pass 2.0 cable

ガット船
499t

西ブイ

自船情報	
C.Co	244
G.Co	248 → 275
Speed(Log)	
Speed(OG)	10.5

当直士官
サブワッチ　藤田

他船情報	
BRG	<268>
RNG	~~268~~ 1.6NM
SPD	11.6 kt
CPA	0.08
TCPA	4:45
BCR	
BCT	

Fig. 7-3　衝突回避操船記録の例

c)実習

航海当直実習に参加する学生は、船橋において、操船を担当する船長係、自船の位置を計測する副船長係、船の舵を操る操舵係等を交代で担当する。この輪番方式は従前の実習と変わらない。また従前の実習自体はそのまま実施している。ただし、教育群については接近する他船等に対し適宜当該他船までの距離を推定させ、レーダー（スコープ上で物標までの距離を容易に測定できる。）を用いて実際の距離（物理的距離）をフィードバックした。このことにより学生の距離認識能力の向上を狙った。

d)集団討議

紙面に示した二つの航海場面に対する操船方略を回答させ、航海場面ごとに集団討議を行った。用いた航海場面を Fig. 7-4 および Fig. 7-5 に示す。

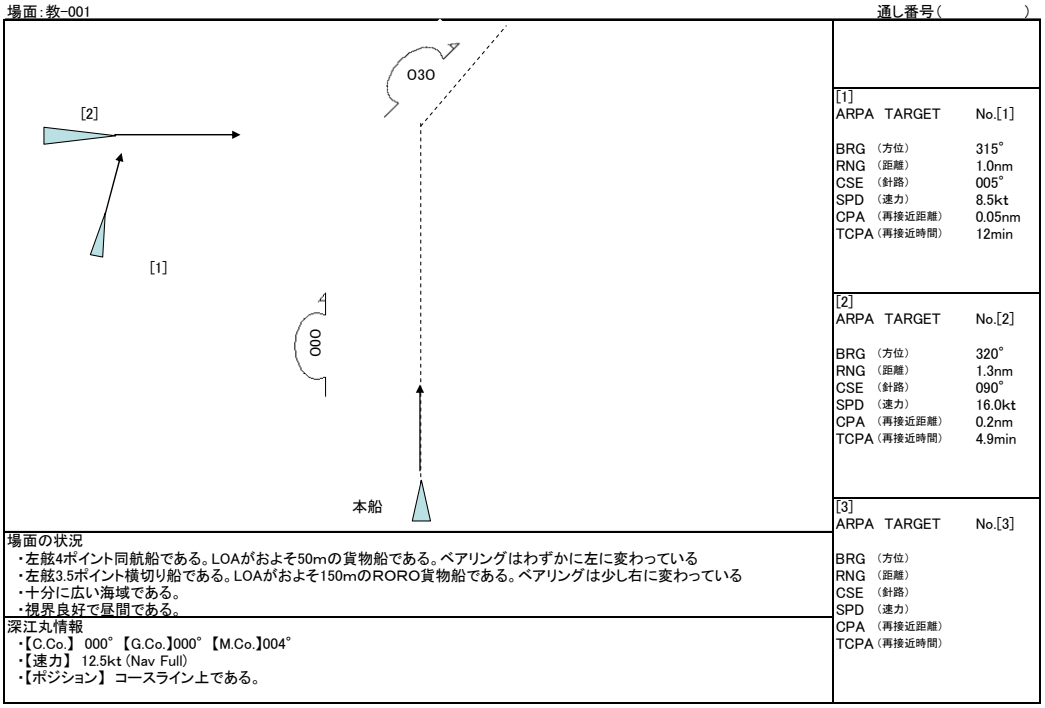


Fig. 7-4　集団討議用航海場面①

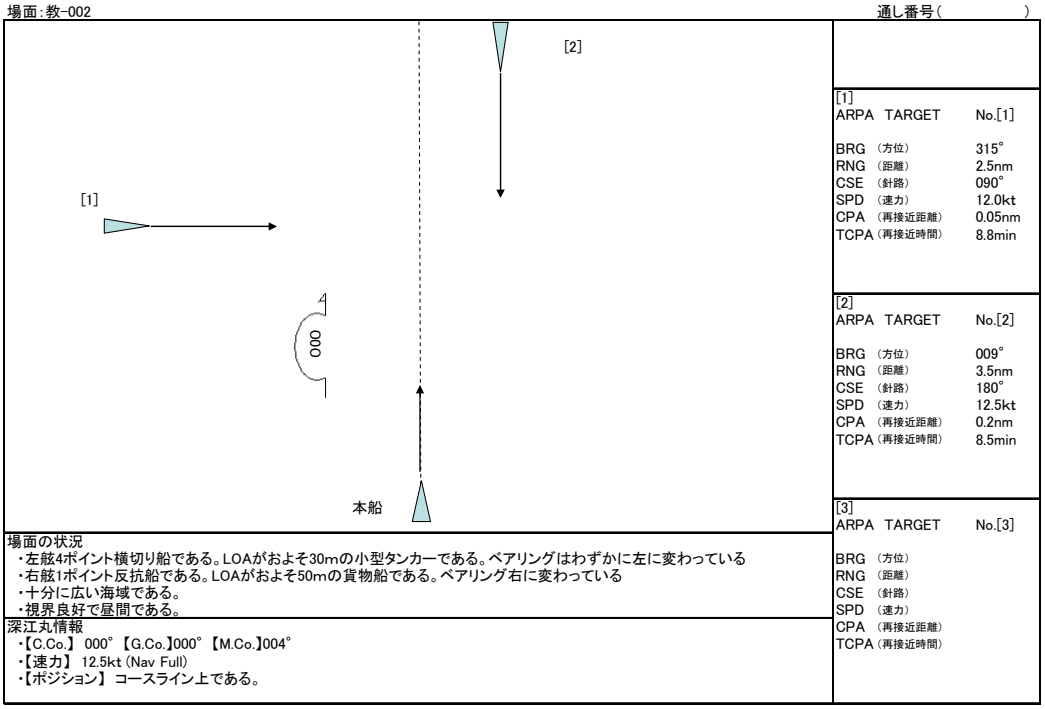


Fig. 7-5　集団討議用航海場面②

学生が回答した航海場面に対する操船方略判断ごとに学生をグループに分けた。具体的にグループは「右転」、「左転」、「針路速力の保持」の 3 グループであった。3 グループはそれぞれの操船方略の実質的、海上交通ルール的利点を主張し討議を行った。

討議後に学内船舶実習に参加する教員 3 名（教員であり船員。全員一級海技士（航海）の資格を持つ）の考え方をフィードバックした。両場面において、教員 3 名は全員がいずれも左転するという操船方略を回答している。この教員の操船方略の解説には、提示された航海場面において、自船がおかれている海上交通ルールが求める行動領域について（Fig. 7-1 参照）、また最も可能性のある他船操船者の考え方、さらに自船の行動に対する他船操船者の考え方を含むようにした。

この集団討議では、適切な判断時機とその判断時機において許される自船の行動、さらに他船を考慮した操船方略が必要であることの理解を狙った。

７－３　効果検証

７－３－１　教育プログラムの実施時期および実施対象者

教育プログラムは、2010 年度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、2010 年 5 月から 6 月にかけて実施された。学内船舶実習は、大阪湾および瀬戸内海で行われ、3 年生は 2 泊 3 日、4 年生は 3 泊 4 日のスケジュールで行われた。3 年生および 4 年生ともに 1 組を統制群、2 組を教育群とした。2 組が教育群であるのは、2 組の実習が 1 組の実習後の日程で行われていることから、同級生の間で情報交換が行われる可能性を排除するためである。3 年生教育群に対しては初日乗船直後に座学を、2 日目高松入港後に集団討議を行った。４年生教育群に対しては初日乗船直後に座学を、3 日目高松入港後に集団討議を行った。実施対象者と群分け、航海日程等について Table 7-2 に示す。

効果を検証するために学内船舶実習前後に質問紙調査および映像実験を行った（5 章とほぼ同一)。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。効果検証のための実験調査に協力し、データが得られた学生は、3 年生 1 組の統制群が 20 人、3 年生 2 組の教育群が 17 人、4 年生 1 組の統制群が 13 人、4 年生 2 組の教育群が 17 人であった。すなわち、統制群は 33 人、教育群は 34 人であった。回答が無い項目については欠損値として扱った。学内船舶実習および教育プログラムに対する主観評価については下船時に行ったので、これらの回答者は実験調査協力者より多い。なお、統制群に対しては 2010 年度後期授業「航海学実験２」の航法演習でフォローアップを行った。

Fig. 7-6 に実験調査ならびに教育プログラム実施の順序を示す。

Table 7-2　実施対象者

学年･組	航海日程	群	人数	備考
3年生1組	5月11～13日	統制群	21	1人が事後映像実験に失敗
3年生2組	5月18～20日	教育群	18	1人が協力拒否
4年生1組	6月15～18日	統制群	16	1人が協力拒否 1人が事前映像実験に失敗 1人が実験補助者
4年生2組	6月22～25日	教育群	18	1人が実験補助者

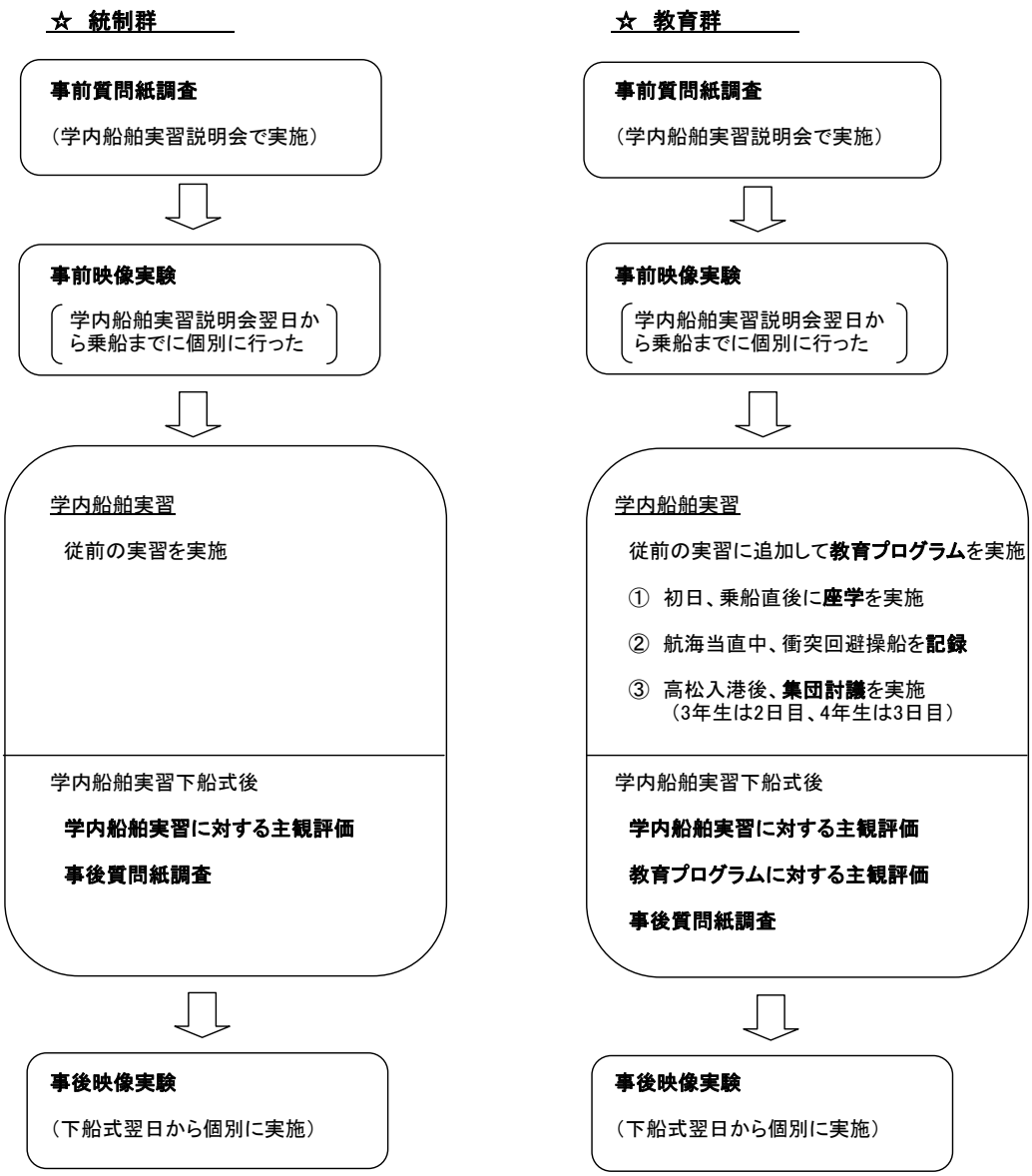


Fig. 7-6　実験調査ならびに教育プログラム実施の順序

７－３－２　調査・実験内容

学内船舶実習前後に行った質問紙調査および映像実験について示す。また学内船舶実習および試行プログラムに対する主観評価について示す。

a) 質問紙調査

質問紙は、判断時機に関する質問紙、操船方略に関する質問紙、海上交通ルールテスト

から構成された。（3 章、5 章、6 章の質問紙とほぼ同一。付録 A 参照。）

・判断時機に関する質問紙（5 章の質問紙とほぼ同一）

想定する船舶は先行研究（渕・藤本・臼井・岩崎，2008）に準じ、小型船、大型船、漁船を設定した。小型船は、自船の場合は全長 49m、総トン数 450 トン、速力 11 ノットの神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船深江丸とした。他船の場合は全長 75m、総トン数 499 トン、速力 11 ノットの貨物船とした。大型船は、自船および他船ともに全長 280m、総トン数 53,000 トン、速力 22 ノットのコンテナ船とした。漁船は他船のみで、全長 15m で速力は無い、すなわち停止とした。Fig. 7-7 に質問紙調査で想定させる船舶を示す。

航海場面については 3 場面を想定させた。3 場面は、保持船場面、3 隻場面、漁船停止場面である。保持船場面および 3 隻場面は 5 章と同一である。

保持船場面は、2 隻の船舶が互いに横切る航海場面で自船が保持船の場合である。自船他船ともに小型船である場合（小型船同士保持船場面）と、自船他船ともに大型船である場合（大型船同士保持船場面）を設定した。

＜自船データ＞

深江丸

船種	内航練習船	
全長L	49	m
船幅B	10	m
総トン数	450	ton
速力	11	K't

コンテナ船

船種	コンテナ船（4,500TEU）	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	K't

＜他船データ＞

内航船

船種	内航貨物船	
全長L	75	m
船幅B	13	m
総トン数	499	ton
速力	11	K't

コンテナ船

船種	コンテナ船（4,500TEU）	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	K't

漁船

船種	漁船	
全長L	15	m
船幅B	2	m
総トン数	20	ton
速力	11	K't

Fig. 7-7　想定する自船と他船

3 隻場面は、3 隻の船舶が互いに横切る航海場面で、自船の右方および左方から横切り態勢の船舶がある場面である。3 隻ともに小型船の場合（小型船同士 3 隻場面）と、3 隻ともに大型船の場合（大型船同士 3 隻場面）を設定した。

漁船停止場面は、前方に漁船が停止している場面であり、自船が小型船または大型船である場合（小型船漁船停止場面、大型船漁船停止場面）を設定した。

保持船場面、3 隻場面、漁船停止場面の船舶の位置関係を Fig. 7-8 に示す。

保持船場面では、見合い関係発生時機、保持義務解除時機を他船までの距離で回答を求めた。

3 隻場面では、見合い関係発生時機、通常避航時機を左舷側の船舶に対する距離で回答を求めた。また通常避航時機に右に針路を転じるか、または左に針路を転じるか尋ねた。この避航方向については 6 章の 3 隻場面での操船方略と同一である。

漁船停止場面では通常避航時機と限界避航時機を漁船までの距離で回答を求めた。

各判断時機については衝突までの残り時間（TCPA（分））に換算した。

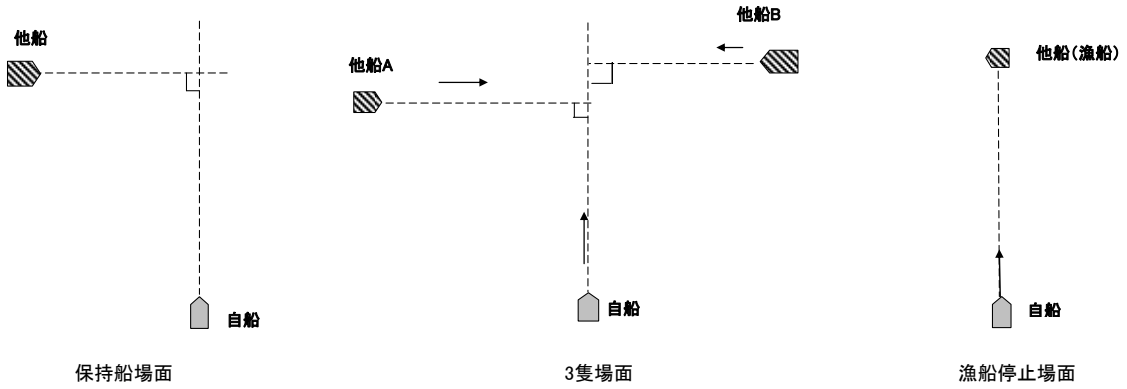


Fig. 7-8　各場面における船舶の関係

・操船方略に関する質問紙（6 章の質問紙における 2 つの航海場面と同一）

二つの航海場面に対する操船方略につては一級海技士（航海）の資格を持つ教員 3 名で評価し、許容操船方略と非許容操船方略に分類した。許容操船方略のうち最も良いと評価した操船方略を最良操船方略とした。2 つの航海場面は①追越される場面、②航路場面の二つである。それぞれ Fig. 7-9 および Fig. 7-10 に示す。

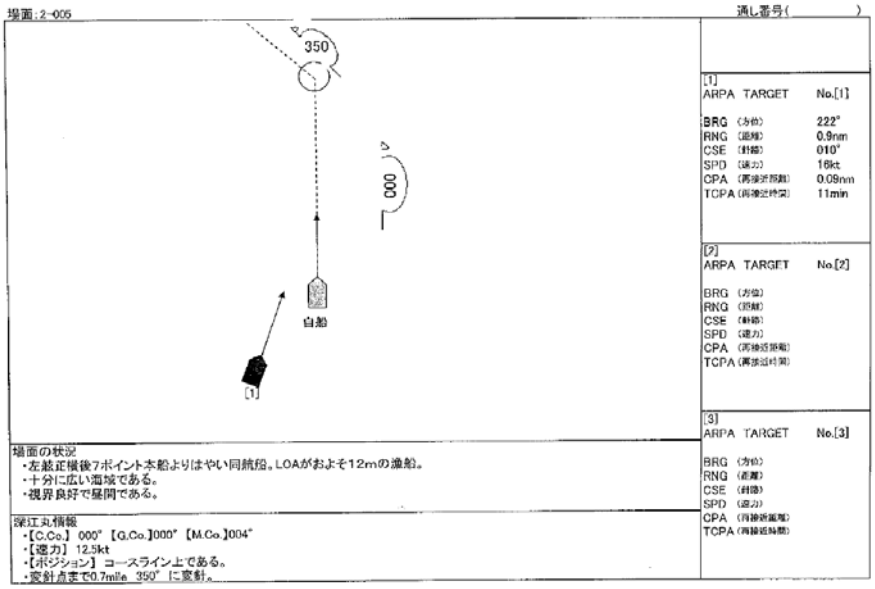


Fig. 7-9　追越される場面

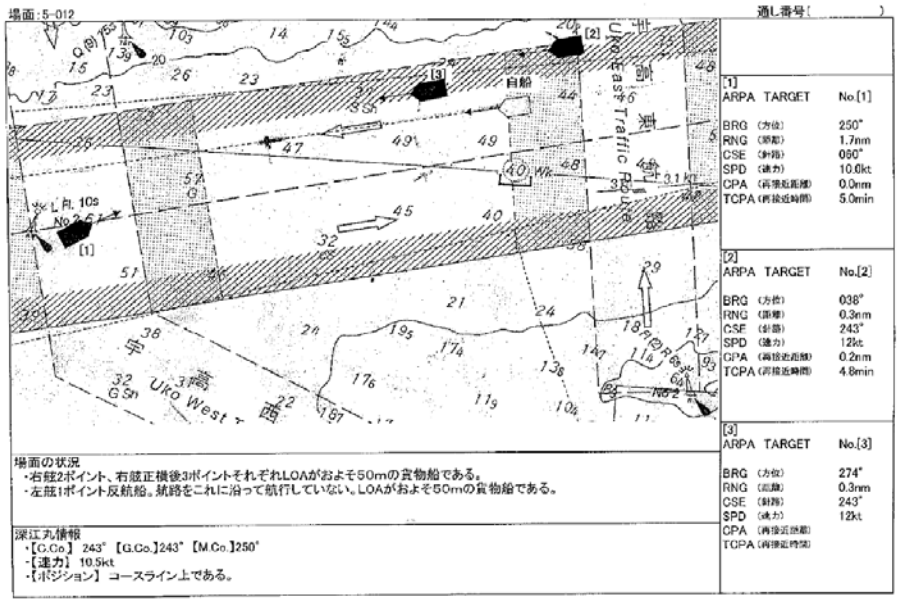


Fig. 7-10　航路場面

・海上交通ルールテスト（3 章の質問紙と同一）

海上交通ルールテストは、船舶の種類と位置関係を図示し、「法律名と条文番号」、「航法名」、要求される「行動」の 3 点について解答を求めた。それぞれについて正解には 1 点を与えた。したがって満点は 30 点となる。海上交通ルールテストの回答例を Fig. 7-11 に示す。

Fig. 7-11 において、“予防法　15 条”との記述が法律名と条文番号、“横切り船の航法”との記述が航法名、C 船の右に曲がった矢印と D 船下の記述が要求される行動である。

・質問紙の実施

学内船舶実習前の質問紙調査は、学内船舶実習説明会を利用して行い、3 年生に対しては 2010 年 4 月 19 日に、4 年生ついては 4 月 20 日に実施した。学内船舶実習後の質問紙調査は、3 年生 4 年生ともに学内船舶実習最終日の下船式直後に実施した。

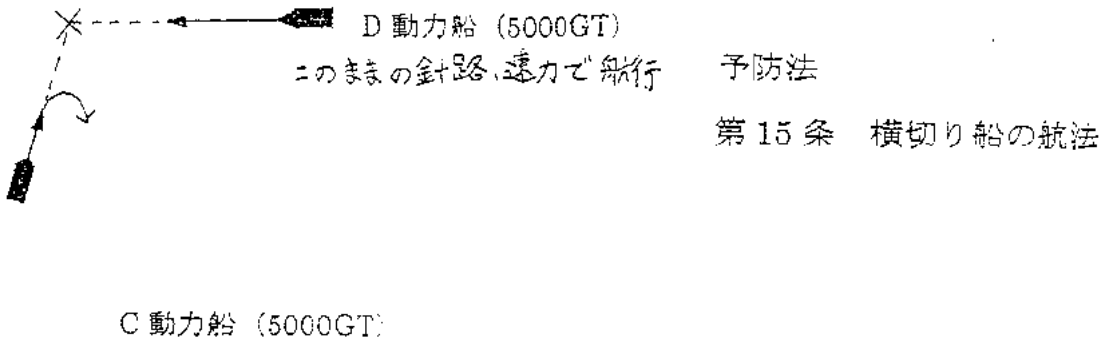


Fig. 7-11　海上交通ルール回答例

b)映像実験

・映像実験の内容

質問紙調査における自船が大型船である場面に相当する航海場面、すなわち大型船同士保持船場面、大型船同士 3 隻場面、大型船漁船停止場面に相当する映像を作成し提示した。映像はＰＣソフト“Ship Simulator 2008”（VSTEP 社製）を用いて作成した。

質問紙では大型船は全長 280m、総トン数 53,000 トン、速力 22 ノットのコンテナ船であったが、映像実験では相当する船舶として PC ソフトにある船舶のうち“Large Container Ship”を用いた。同様に漁船は全長 15ｍであったが、映像実験では相当する船舶として形状が似ている“Pilot Boat”を用いた。映像の提示はヒューレットパッカート社製 A4 型ノートＰＣ（型番：EliteBook 6930P　14.1 インチワイドディスプレイ）を用いた。保持船場面の映像を Fig. 7-12 に、3 隻場面の映像を Fig. 7-13 に、漁船停止場面の映像を Fig. 7-14 に示す。

Fig. 7-12 から Fig. 7-14 において手前から奥に向かっている青や緑色などの直方体が並んでいるが、これはコンテナ船である自船が積載しているコンテナである。Fig. 7-12 において映像の垂直方向中程、左端に横長の黒いものがあるが、これが左から横切るコンテナ船（他船）である。

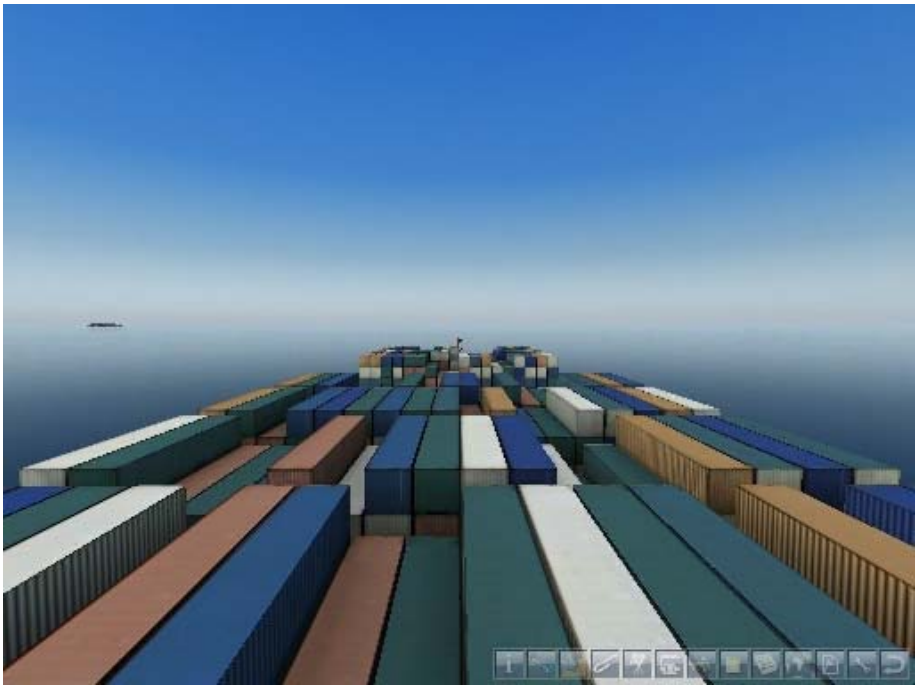


Fig. 7-12　保持船場面の映像

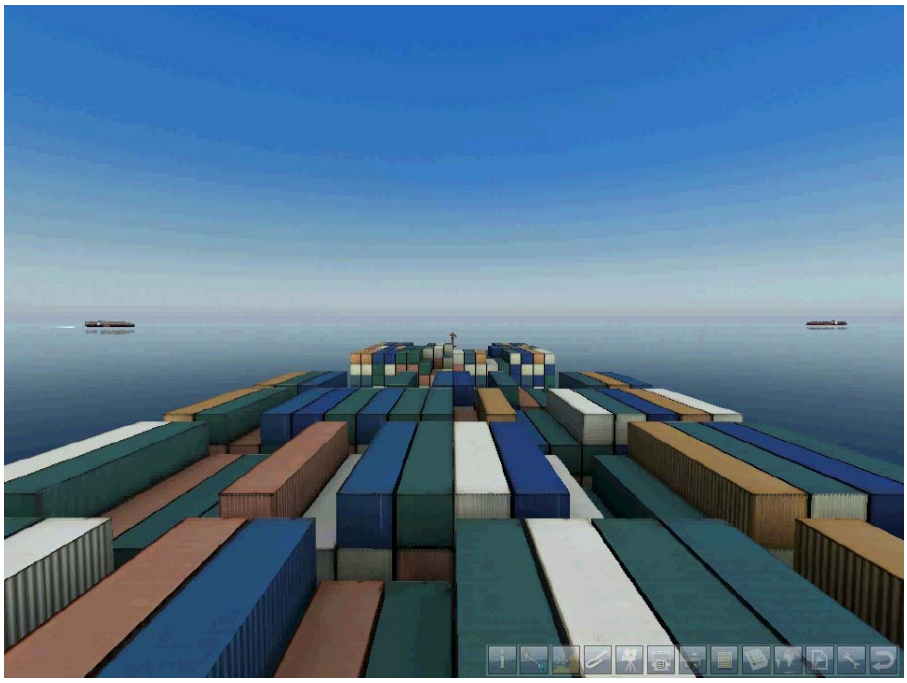


Fig. 7-13　3隻場面の映像

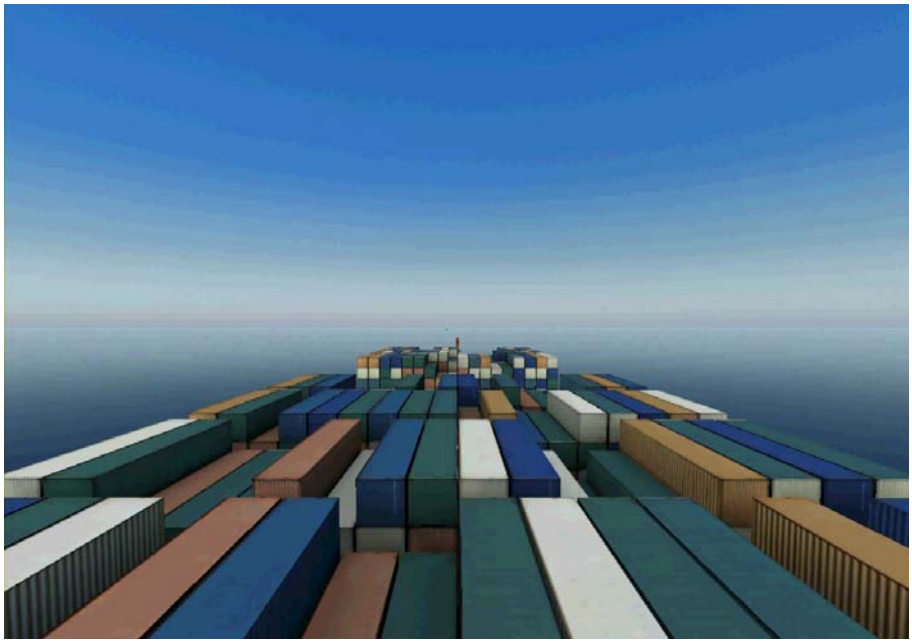


Fig. 7-14　漁船停止場面の映像

Fig. 7-13 において映像の垂直方向中程、左端および右端に横長の黒いものがあるが、これが左および右から横切るコンテナ船（他船）である。Fig. 7-14 において、中央付近、自船のコンテナが並んでいる先のほうに縦の十字のような棒（横の棒の長さは短いが）があ

る。これは自船の前部マストであるが、前部マストの右上に黒い点がある、これが漁船に見立てた“Pilot Boat”である。

映像実験では、映像開始時点での他船までの距離（イニシャル他船距離）について回答を求め、映像開始後に各判断時機について回答を求めた。各判断時機は質問紙調査と同じ項目である。すなわち、保持船場面では①見合い関係発生時機と②保持義務解除時機について回答を求めた。3 隻場面では①見合い関係発生時機と②通常避航時機について回答を求めた。また通常避航時機に右に針路を転じるか、または左に針路を転じるか尋ねた。漁船停止場面では①通常避航時機と②限界避航時機について回答を求めた。

それぞれの判断時機は声または手を上げることによって回答を求めた。映像開始から声または手を上げるまでの時間を記録し、この時間から衝突までの残り時間（TCPA（分））を求めた（映像は衝突で終了している）。

・映像実験の実施

学内船舶実習前の映像実験は、学内船舶実習説明会翌日から乗船までの間に実施した。学内船舶実習後の映像実験は下船翌日から順次実施した。映像実験は授業の合間や昼休みなどを利用し、神戸大学海事科学部内の研究室や準備室において、他者から隔離した状態で実施した。

c）学内船舶実習および教育プログラムに対する主観評価

統制群、教育群ともに学内船舶実習に対する主観評価を求めた（付録 B 参照）。質問項目は、具体的な避航時機、具体的な避航方法、航法の適用、相手船舶への配慮、技能向上への貢献についてであり、1：まったくそう思わないから 7：まったくそう思うまでの 7 件法で尋ねた。さらに学内船舶実習について自由記述を求めた。

教育群のみに教育プログラムに対する主観評価を求めた（付録 C 参照）。質問項目は、教育プログラム中の座学による理解、記録の貢献、集団討議による避航操船方法と具体的な航法適用についてであり、1：まったくそう思わないから 7：まったくそう思うまでの 7 件法で尋ねた。さらに座学、記録、集団討議のうち最も興味深いプログラムとその理由、および教育プログラムに対する自由記述を求めた。

学内船舶実習および教育プログラムに対する主観評価は、学内船舶実習最終日の下船式直前に実施した。

７－４　結果

７－４－１　質問紙調査による TCPA

a)保持船場面

小型船同士および大型船同士での保持船場面における各判断時機の結果を Table 7-3、Fig. 7-15、Fig. 7-16 に示す。全体的な傾向として、教育群の平均 TCPA 値は減少し、標準偏差が小さくなっている。また Table 7-3 に各判断時機について統制群と教育群の実習前後を比較した Wilcoxon の符号付き順位検定の結果を併せて示す。教育群のみに実習前後で有意な差があった（いずれも $p<.01$）。

Table 7-3　質問紙による保持船場面の結果

				N	Mean	*SD*	Min	Max	*Z*	
小型船同士	見合い関係発生時機									
		統制群	実習前	33	23.5	11.67	7.7	46.3		
			実習後	33	20.6	12.60	3.9	77.1	1.511	
		教育群	実習前	34	20.8	11.11	7.7	57.9		
			実習後	34	12.2	4.62	7.7	23.1	4.280	**
	保持義務解除時機									
		統制群	実習前	33	11.0	6.73	1.9	30.9		
			実習後	33	10.1	6.51	1.9	38.6	1.113	
		教育群	実習前	34	9.8	7.33	1.9	38.6		
			実習後	34	5.8	3.53	0.8	19.3	3.622	**
大型船同士	見合い関係発生時機									
		統制群	実習前	32	14.7	6.87	5.8	30.9		
			実習後	33	13.5	6.43	2.9	38.6	1.005	
		教育群	実習前	33	14.8	6.81	5.8	38.6		
			実習後	34	8.3	3.68	2.9	19.3	4.648	**
	保持義務解除時機									
		統制群	実習前	32	7.3	3.46	1.9	15.4		
			実習後	33	6.7	3.48	1.9	19.3	0.996	
		教育群	実習前	33	7.5	5.07	1.9	27.0		
			実習後	34	4.7	2.37	1.0	9.6	3.786	**

** $p<.01$

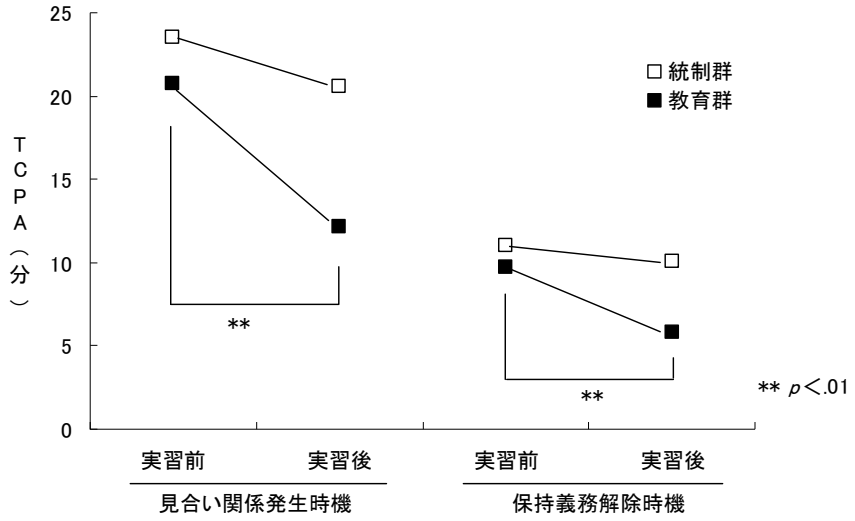


Fig. 7-15　質問紙による保持船場面の結果（小型船同士）

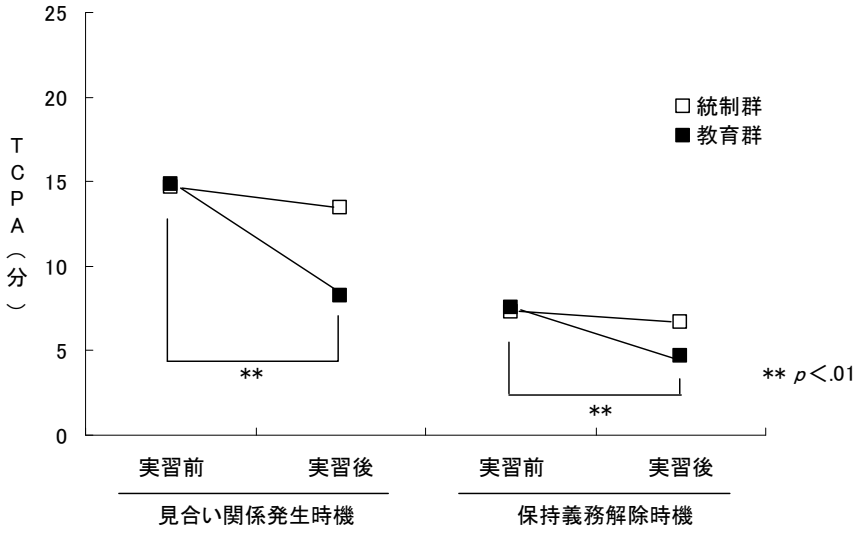


Fig. 7-16　質問紙による保持船場面の結果（大型船同士）

b)3 隻場面

小型船同士および大型船同士での 3 隻場面における各判断時機の結果を Table 7-4、Fig. 7-17、Fig. 7-18 に示す。全体的な傾向として、教育群の平均 TCPA 値は減少し、標準偏差が小さくなっている。また Table 7-4 に各判断時機について統制群と教育群の実習前後を比較した Wilcoxon の符号付き順位検定の結果を併せて示す。大型船同士の避航時機を除いて、教育群のみに実習前後で有意な差があった（いずれも $p<.01$）。大型船同士の避航時機については統制群に有意傾向（$p<.10$）、教育群については有意な差があった（$p<.05$）。

避航方向について、結果を Table 7-5、Fig. 7-19 に示す。マクネマー検定の結果、大型船同士および小型船同士ともに教育群のみに有意な差があり（いずれも $p<.05$）、実習前よりも実習後に左に避航すると回答した学生が増加している。

Table 7-4　質問紙による 3 隻場面の結果

				N	Mean	*SD*	Min	Max	*Z*	
小型船同士	見合い関係発生時機									
		統制群	実習前	33	24.4	12.68	7.7	57.9		
			実習後	33	21.4	13.32	5.8	77.1	1.525	
		教育群	実習前	34	22.1	10.06	11.6	57.9		
			実習後	34	13.2	5.54	5.8	30.9	4.616	**
	避航時機									
		統制群	実習前	32	14.1	8.62	3.9	38.6		
			実習後	33	12.3	7.96	3.9	38.6	1.382	
		教育群	実習前	34	12.5	9.65	2.1	38.6		
			実習後	34	8.5	3.60	3.9	19.3	2.588	**
大型船同士	見合い関係発生時機									
		統制群	実習前	33	15.0	7.80	5.8	38.6		
			実習後	33	13.4	6.45	4.8	38.6	1.165	
		教育群	実習前	34	13.3	6.21	5.8	38.6		
			実習後	34	8.2	3.47	3.9	19.3	4.123	**
	避航時機									
		統制群	実習前	33	9.8	5.67	3.9	28.9		
			実習後	33	7.9	3.70	3.9	19.3	1.670	
		教育群	実習前	34	8.0	5.50	1.9	27.0		
			実習後	34	5.8	2.19	1.9	9.6	2.193	*

$p<.10$　　* $p<.05$　　** $p<.01$

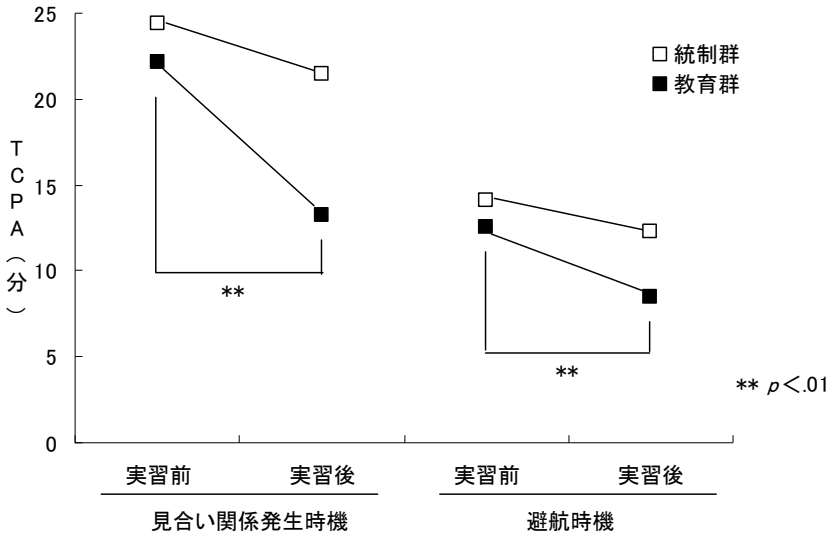


Fig. 7-17　質問紙による3隻場面の結果（小型船同士）

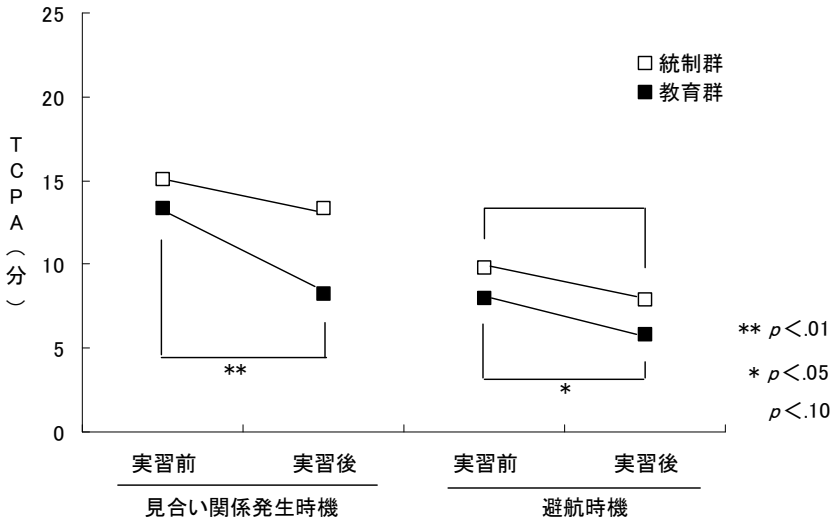


Fig. 7-18　質問紙による3隻場面の結果（大型船同士）

Table 7-5　避航方向について（度数（人））

小型船同士

統制群		実習後 右	実習後 左
実習前	右	22	6
	左	3	2

n..

教育群		実習後 右	実習後 左
実習前	右	11	14
	左	4	5

$p < .05$

大型船同士

統制群		実習後 右	実習後 左
実習前	右	20	5
	左	5	2

n..

教育群		実習後 右	実習後 左
実習前	右	11	16
	左	4	2

$p < .05$

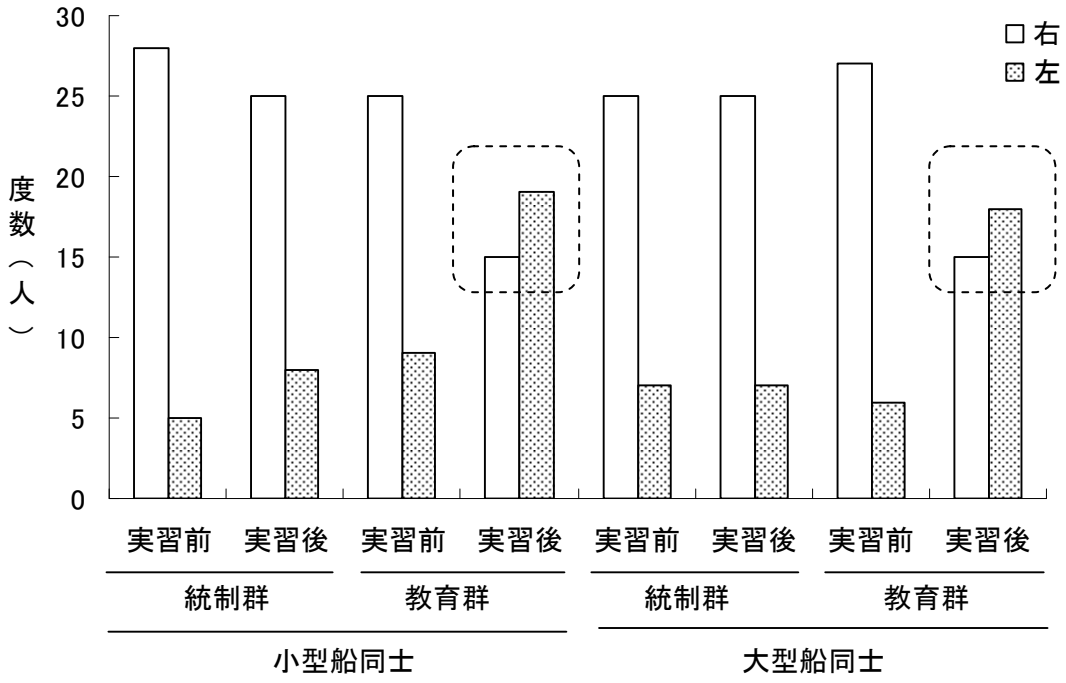


Fig. 7-19　避航方向の結果

c) 漁船停止場面

小型船および大型船での漁船停止場面における各判断時機の結果を Table 7-6、Fig. 7-20、Fig. 7-21 に示す。全体的な傾向として、教育群の平均 TCPA 値は減少し、標準偏差が小さくなっている。また Table 7-6 に各判断時機について統制群と教育群の実習前後を比較した Wilcoxon の符号付き順位検定の結果を併せて示す。小型船同士では教育群のみが実習前後で有意傾向であった（いずれも $p<.10$）。大型船同士では教育群のみに有意な差があった（いずれも $p<.01$）。

Table 7-6　質問紙による漁船停止場面の結果

				N	Mean	*SD*	Min	Max	*Z*	
小型船	通常避航時機									
		統制群	実習前	33	19.5	12.92	5.5	54.5		
			実習後	33	19.6	12.38	4.4	54.5	0.245	
		教育群	実習前	34	16.9	13.69	1.5	54.5		
			実習後	34	13.1	7.41	2.7	32.7	1.680	
	限界避航時機									
		統制群	実習前	33	7.6	5.78	0.4	27.3		
			実習後	33	8.3	5.44	1.1	21.8	0.600	
		教育群	実習前	34	7.6	6.75	0.2	27.3		
			実習後	34	5.4	4.91	1.6	27.3	1.793	
大型船	通常避航時機									
		統制群	実習前	33	15.3	9.40	5.5	40.9		
			実習後	33	13.6	8.26	2.7	40.9	1.237	
		教育群	実習前	34	12.7	7.28	1.2	27.3		
			実習後	34	8.9	6.09	2.7	27.3	2.983	**
	限界避航時機									
		統制群	実習前	33	6.9	4.28	2.5	21.8		
			実習後	33	6.5	4.03	1.1	16.4	0.806	
		教育群	実習前	33	7.1	5.40	1.4	27.3		
			実習後	34	4.1	2.99	1.4	13.6	3.685	**

$p<.10$　　** $p<.01$

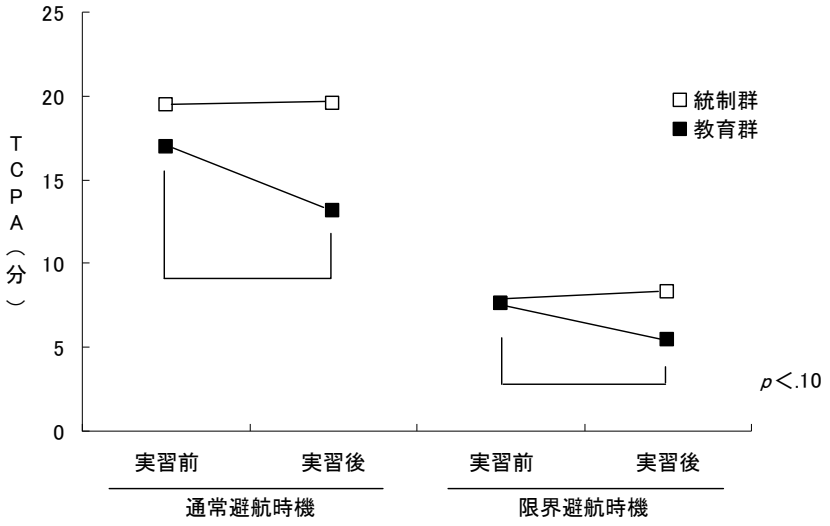


Fig. 7-20　質問紙による小型船における漁船停止場面の結果

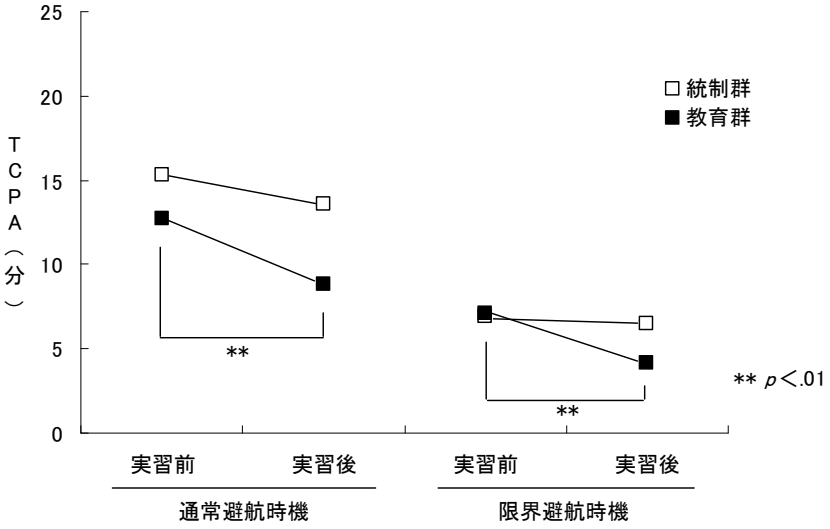


Fig. 7-21　質問紙による大型船における漁船停止場面の結果

７－４－２　映像実験による TCPA

a)大型船同士保持船場面

大型船同士保持船場面について、イニシャル他船距離と各判断時機の結果を Table 7-7、Fig. 7-22、Fig. 7-23 に示す。また Table 7-7 にイニシャル他船距離および各判断時機について統制群と教育群の実習前後を比較した Wilcoxon の符号付き順位検定の結果を併せて示す。イニシャル他船距離については教育群のみ有意な差があり（p＜.01）、実習後は近くなった。判断時機については、見合い関係発生時機について統制群のみが有意傾向であり（p＜.10）判断時機が遅くなる傾向にあるが、その他については有意な差がなかった。

見合い関係発生時機について、映像開始時点では既に過ぎていると回答した者が多い。結果を Table 7-8 に示す。マクネマー検定の結果、統制群および教育群ともに有意な差は無かった。

Table 7-7　映像実験による保持船場面の結果

		N	Mean	*SD*	Min	Max	*Z*	
イ　シャル他船距離(mile)								
統制群	実習前	33	5.0	1.96	2.0	10.0		
	実習後	33	5.1	1.85	3.0	10.0	0.174	
教育群	実習前	34	5.4	3.32	2.0	20.0		
	実習後	34	3.9	3.30	1.5	20.0	3.817	**
見合い関係発生時機(TCPA:分)								
統制群	実習前	12	5.6	0.62	4.3	6.3		
	実習後	11	4.8	1.35	1.8	6.2	1.752	
教育群	実習前	8	5.3	0.54	4.8	6.2		
	実習後	10	5.5	0.65	4.1	6.1	0.535	
保持義務解除時機(TCPA:分)								
統制群	実習前	33	4.2	1.23	1.7	6.1		
	実習後	31	3.8	1.47	1.1	6.2	1.186	
教育群	実習前	33	3.9	1.43	1.4	6.3		
	実習後	33	4.3	1.34	1.2	6.2	0.670	

p＜.10　　** p＜.01

Table 7-8　映像開始時点での保持船場面における見合い関係の発生有無

統制群		実習後	
		過ぎている	過ぎていない
実習前	過ぎている	18	3
	過ぎていない	3	9

n. .

教育群		実習後	
		過ぎている	過ぎていない
実習前	過ぎている	19	7
	過ぎていない	5	3

n. .

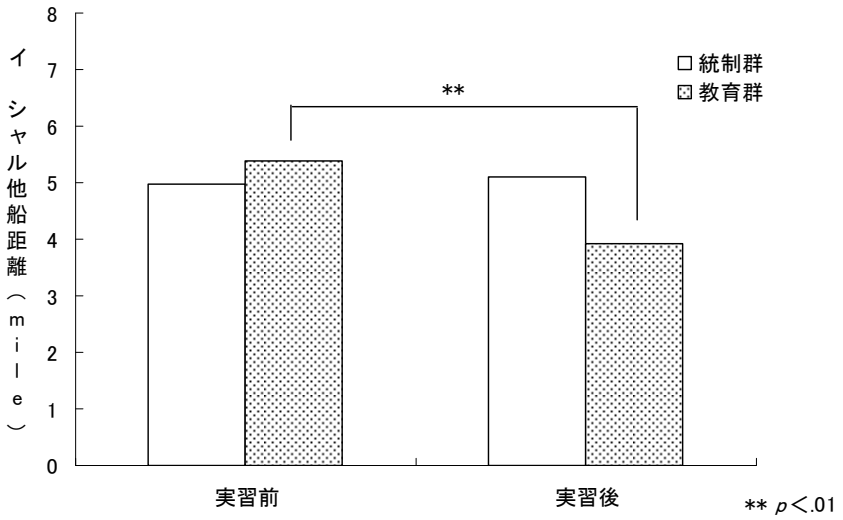


Fig. 7-22　映像実験による保持船場面のイニシャル他船距離

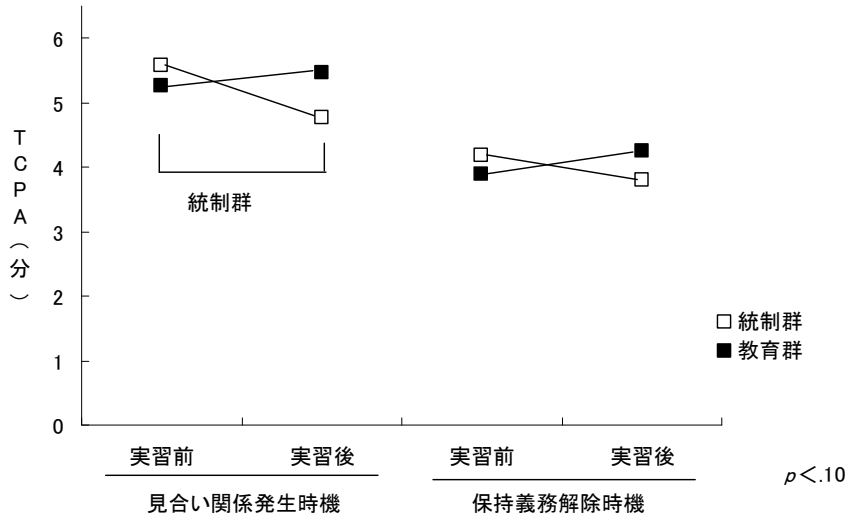


Fig. 7-23　映像実験による保持船場面の判断時機

b) 大型船同士 3 隻場面

3 隻場面におけるイニシャル他船距離と各判断時機の結果を Table 7-9、Fig. 7-24、Fig. 7-25 に示す。また Table 7-9 にイニシャル他船距離および各判断時機について統制群と教育群の実習前後を比較した Wilcoxon の符号付き順位検定の結果を併せて示す。

イニシャル他船距離については教育群のみ有意な差があり（p＜.01）、実習後は近くなった。見合い関係発生時機について統制群のみに有意な差があり（p＜.05）、判断時機が遅くなった。避航時機について、統制群は有意に遅くなり（p＜.05）、教育群は有意に早くなった（p＜.01）。

見合い関係発生時機については映像開始時点では既に過ぎていると回答した者が多い。結果を Table 7-10 に示す。マクネマー検定の結果、統制群および教育群ともに有意な差は無かった。

Table 7-9　映像実験による 3 隻場面の結果

			N	Mean	*SD*	Min	Max	*Z*	
イ　シャル他船距離（mile）									
	統制群	実習前	33	4.4	2.13	1.0	10.0		
		実習後	33	4.3	1.63	2.0	10.0	0.291	
	教育群	実習前	34	4.9	3.42	1.0	20.0		
		実習後	34	3.5	2.44	1.5	15.0	3.762	**
見合い関係発生時機（TCPA：分）									
	統制群	実習前	6	4.2	0.38	3.7	4.7		
		実習後	8	3.5	1.01	1.5	4.5	2.023	*
	教育群	実習前	9	4.0	0.54	3.0	4.8		
		実習後	5	4.1	0.79	2.8	4.7	1.069	
避航時機（TCPA：分）									
	統制群	実習前	25	3.4	0.84	1.4	4.6		
		実習後	22	2.7	1.02	0.6	4.3	2.277	*
	教育群	実習前	24	2.9	1.00	1.1	4.7		
		実習後	22	3.6	0.84	1.6	4.6	2.737	**

* p＜.05　　** p＜.01

Table 7-10　映像開始時点での3隻場面における見合い関係発生の有無

統制群		実習後	
		過ぎている	過ぎていない
実習前	過ぎている	24	3
	過ぎていない	1	5

n..

教育群		実習後	
		過ぎている	過ぎていない
実習前	過ぎている	23	2
	過ぎていない	6	3

n..

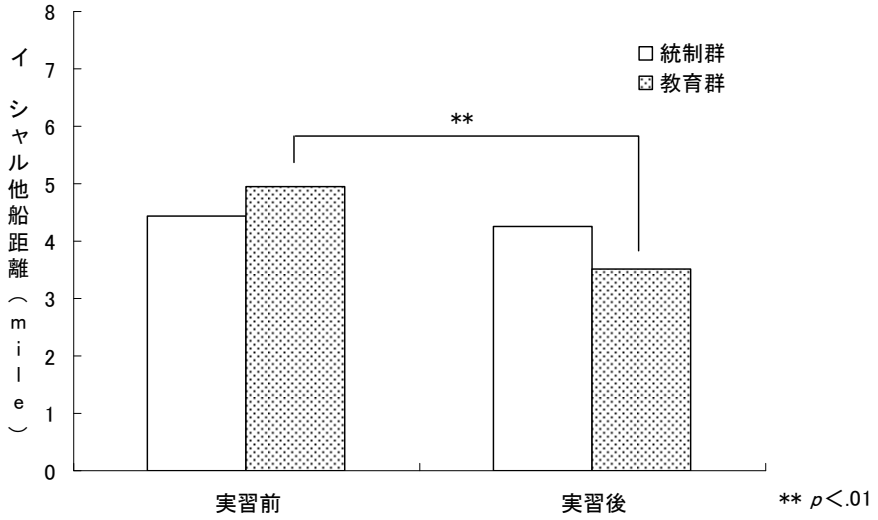


Fig. 7-24　映像実験による3隻場面のイニシャル他船距離

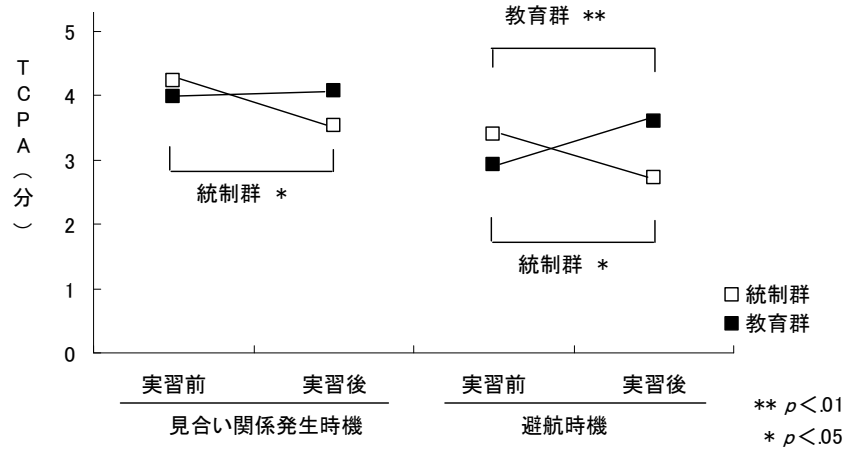


Fig. 7-25　映像実験による保持船場面の判断時機

避航方向について結果を Table 7-11、Fig. 7-26 に示す。教育群のみが有意傾向であり（p ＜.10)、左と回答した者が増えている。

Table 7-11　映像実験における３隻場面での避航方向

統制群		実習後	
		右	左
実習前	右	19	3
	左	1	8

$n.\ .$

教育群		実習後	
		右	左
実習前	右	15	7
	左	1	8

p＜.10

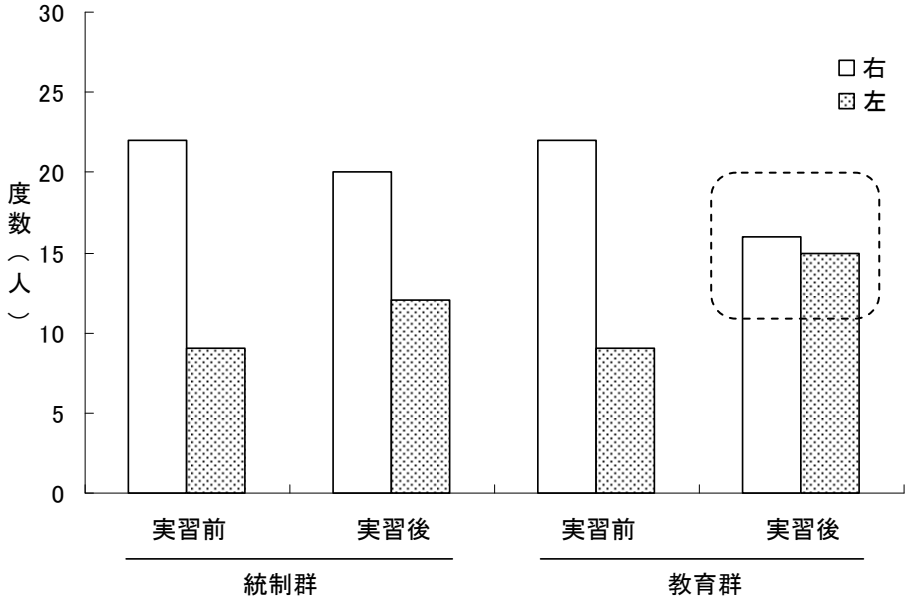


Fig. 7-26　映像実験における３隻場面での避航方向

c) 大型船漁船停止場面

漁船停止場面におけるイニシャル他船距離と各判断時機の結果を Table 7-12、Fig. 7-27 、Fig. 7-28 に示す。また Table 7-12 にイニシャル他船距離および各判断時機について統制群と教育群の実習前後を比較した Wilcoxon の符号付き順位検定の結果を併せて示す。イニシャル他船距離については統制群が有意傾向（p＜.10）教育群には有意な差があり（p＜.01）、実習後はいずれも近くなった。判断時機については、通常避航時機および限界避航時機ともに教育群に有意な差があり（p＜.05）、いずれも判断時機は早くなった。

Table 7-12　映像実験における漁船停止場面の結果

		N	Mean	*SD*	Min	Max	*Z*	
イ　シャル他船距離（mile）								
統制群	実習前	33	7.1	3.24	2.5	20.0		
	実習後	33	6.3	2.30	4.0	15.0	1.638	
教育群	実習前	34	7.3	5.24	1.0	30.0		
	実習後	34	4.8	3.59	1.5	20.0	4.267	**
通常避航時機（TCPA：分）								
統制群	実習前	29	3.4	1.20	0.9	5.2		
	実習後	28	3.6	1.15	0.5	5.4	0.697	
教育群	実習前	29	3.2	1.40	0.2	5.1		
	実習後	24	3.7	1.12	1.6	5.5	2.224	*
限界避航時機（TCPA：分）								
統制群	実習前	33	2.2	1.19	0.5	4.6		
	実習後	32	2.4	1.24	0.1	4.7	0.954	
教育群	実習前	32	2.1	1.22	0.2	4.7		
	実習後	33	2.6	1.20	0.7	5.0	2.215	*

p＜.10　　* p＜.05　　** p＜.01

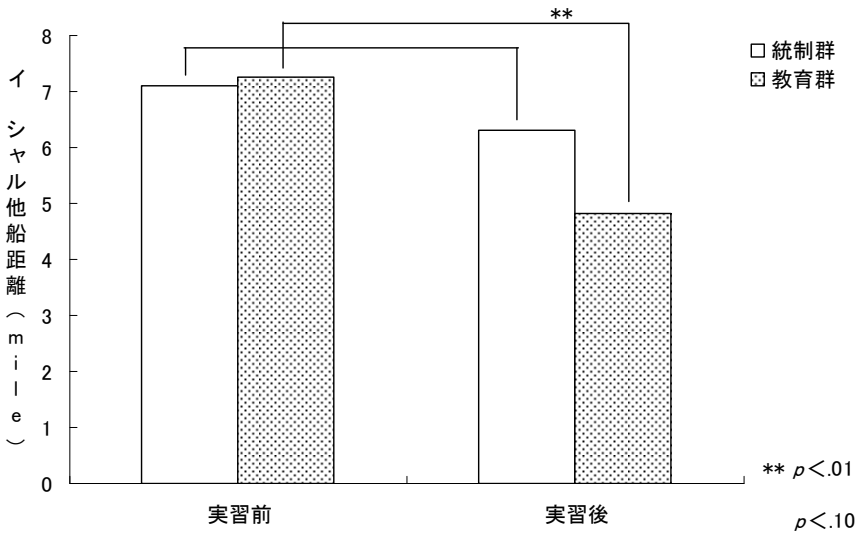


Fig. 7-27　映像実験における漁船停止場面のイニシャル他船距離

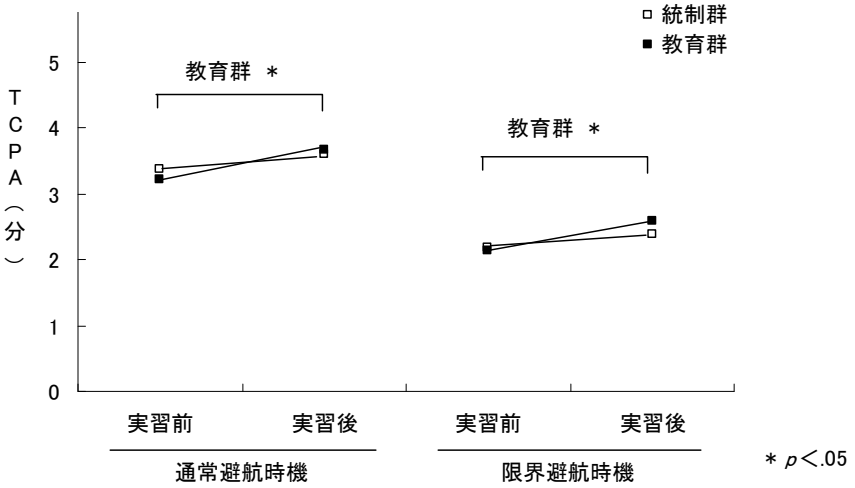


Fig. 7-28　映像実験による漁船停止場面の判断時機

７－４－３　質問紙調査と映像実験の関連

大型船の場面については、質問紙調査と映像実験を行った。質問紙調査と映像実験の各判断時機（TCPA）について、また質問紙調査における各判断時機（TCPA）と映像実験開始時におけるイニシャル他船距離（mile）について相関分析を行った。相関分析はスピアマンの順位相関係数により行った。Table 7-13 に大型船同士保持船場面について、Table 7-14 に大型船同士 3 隻場面について、Table 7-15 に大型船漁船停止場面について結果を示す。

質問紙による判断時機と映像実験による判断時機については、実習後の教育群の大型船同士保持船場面における保持義務解除時機（ρ =.460 p＜.05）、実習後の教育群の大型船同士 3 隻場面における見合い関係発生時機（ρ =.975 p＜.01）、実習後の教育群の大型船漁船停止場面における限界避航時機（ρ =.383 p＜.05）が有意であった。

質問紙の各判断時機と映像実験のイニシャル他船距離については、Table 7-13、Table 7-14、Table 7-15 に示すように大半の相関係数 ρ は有意であり正の相関であった。 ρ の値は.3 から.6 であった。

Table 7-13 大型船同士保持船場面の相関

大型船同士保持船場面		N	
見合い関係発生時機			
統制群	実習前	12	.037
	実習後	11	.264
教育群	実習前	8	−.244
	実習後	10	.543
保持義務解除時機			
統制群	実習前	33	.033
	実習後	31	.256
教育群	実習前	33	−.085
	実習後	33	.460

		N	
見合い関係発生時機とイ　シャル他船距離			
統制群	実習前	33	.348
	実習後	33	.617
教育群	実習前	34	.375
	実習後	34	.350
保持義務解除時機とイ　シャル他船距離			
統制群	実習前	33	.278
	実習後	33	.349
教育群	実習前	34	.529
	実習後	34	.446

p＜.05　　p＜.01

Table 7-14　大型船同士3隻場面の相関

大型船同士3隻場面		N				N	
見合い関係発生時機				見合い関係発生時機とイ　シャル他船距離			
統制群	実習前	6	−.429	統制群	実習前	33	.407
	実習後	8	.331		実習後	33	.596
教育群	実習前	9	−.081	教育群	実習前	34	.303
	実習後	5	.975		実習後	34	.547
避航時機				避航時機とイ　シャル他船距離			
統制群	実習前	25	−.257	統制群	実習前	33	.105
	実習後	22	.201		実習後	33	.472
教育群	実習前	24	−.148	教育群	実習前	34	.238
	実習後	22	−.101		実習後	34	.339

p＜.05　　p＜.01

Table 7-15　大型船漁船停止場面の相関

大型船漁船停止隻場面		N				N	
通常避航時機				通常避航時機とイ　シャル他船距離			
統制群	実習前	29	−.065	統制群	実習前	33	.243
	実習後	28	.119		実習後	33	.516
教育群	実習前	29	.074	教育群	実習前	34	.454
	実習後	24	.265		実習後	34	.222
限界避航時機				限界避航時機とイ　シャル他船距離			
統制群	実習前	33	−.149	統制群	実習前	33	.222
	実習後	32	.099		実習後	33	.510
教育群	実習前	32	.267	教育群	実習前	34	.345
	実習後	33	.383		実習後	34	.219

p＜.05　　p＜.01

７－４－４　航海場面に対する操船方略

航海場面に対する操船方略については、「深江丸」の運航に携わる一級海技士（航海）免許を有する教員 3 名により、最良操船方略、許容操船方略、非許容操船方略に分類した。Table 7-16 に追越される場面について、Table 7-17 に航路場面についてそれぞれの方略度数を示す。

マクネマー・バウカーの検定の結果、追越される場面における教育群のみ有意差があり（χ^2（3）＝8.26,　p＜.05）、操船方略内容が向上した。

Table7-16　追越される場面における操船方略度数

統制群		実習後			
		非許容	許容	最良	計
実習前	非許容	4	2	2	8
	許容	1	8	2	11
	最良	3	2	9	14
	計	8	12	13	33

n..

教育群		実習後			
		非許容	許容	最良	計
実習前	非許容	0	1	6	7
	許容	2	3	9	14
	最良	0	4	9	13
	計	2	8	24	34

2(3)　8.26 *p*.＜05

Table7-17　航路場面における操船方略度数

統制群		実習後			
		非許容	許容	最良	計
実習前	非許容	8	0	7	15
	許容	2	1	0	3
	最良	6	0	9	15
	計	16	1	16	33

n..

教育群		実習後			
		非許容	許容	最良	計
実習前	非許容	3	3	5	11
	許容	0	1	6	7
	最良	3	3	10	16
	計	6	7	21	34

n..

７－４－５　海上交通ルールテスト

得点は次式で表され、問題数は 10 問であった。法律名条文名得点、航法名得点、行動得点は正解に 1 点を与えた。よって総合得点は 30 点満点である。

総合得点 ＝ 法律名条文名得点 ＋ 航法名得点 ＋ 行動得点

a) 総合得点

総合得点の結果を Table 7-18、 Fig. 7-29 に示す。

Table 7-18　海上交通ルールテスト総合得点

		N	Mean	*SD*	Min.	Max.
統制群	実習前	33	12.9	6.34	2	28
	実習後	33	16.0	7.13	6	29
教育群	実習前	34	12.0	6.31	1	30
	実習後	34	14.5	6.13	5	30

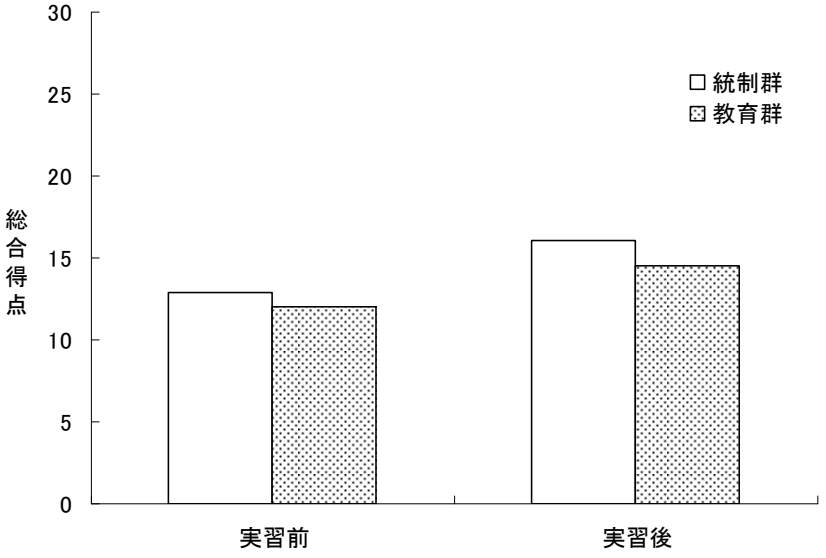


Fig. 7-29　海上交通ルールテスト総合得点

被験者内（実習前後）と被験者間（教育有無）の二要因混合計画で分散分析を行ったところ、交互作用は非有意（F（1，65）＝.438, *n.s.*）、実習の主効果は有意（F（1，65）＝35.827, p＜.01）、教育有無の主効果は非有意（F（1，65）＝.649, *n.s.*）であった。

b) 各得点

実習前と実習後の各得点結果を Table 7-19、 Fig. 7-30 に示す。

実習前後それぞれについて、被験者内（各得点）と被験者間（教育有無）の二要因混合計画で分散分析を行った。

実習前について、球面性が仮定されないので Greenhouse-Geisser の修正を行った。交互作用は有意（F（1.797，130）＝4.541, p＜.05.）、各得点の主効果は有意（F（1.797，65）＝84.649, p＜.01）、教育有無の主効果は非有意（F（1，65）＝.346, *n.s.*）であった。単純主効果の検定結果を Table 7-20 に示す。各得点の単純主効果はいずれも有意で、多重比較の結果、統制群および教育群ともに、法律名条文名得点、航法名得点、行動得点の間に有意な差があった（いずれも p＜.05）。

Table 7-19　実習前後の各得点

実習前

		N	Mean	*SD*	Min.	Max.
統制群	法律名条文名得点	33	2.5	2.72	0	10
	航法名得点	33	4.5	2.96	0	10
	行動得点	33	5.9	2.13	1	9
教育群	法律名条文名得点	34	1.6	2.45	0	10
	航法名得点	34	3.6	2.98	0	10
	行動得点	34	6.7	2.29	1	10

実習後

		N	Mean	*SD*	Min.	Max.
統制群	法律名条文名得点	33	3.6	3.37	0	10
	航法名得点	33	5.1	2.87	0	10
	行動得点	33	7.3	1.88	3	10
教育群	法律名条文名得点	34	2.5	2.94	0	10
	航法名得点	34	4.6	3.06	0	10
	行動得点	34	7.4	1.56	4	10

Table 7-20　実習前における各配点の単純主効果

		F	*p*
得点(統制群における)	2	27.29	.000
得点(教育群における)	2	62.43	.000
差	130		
教育有無(法律名条文名における	1	1.76	.189
教育有無(航法名における)	1	1.53	.220
教育有無(要求行動における)	1	2.34	.131
差	65		

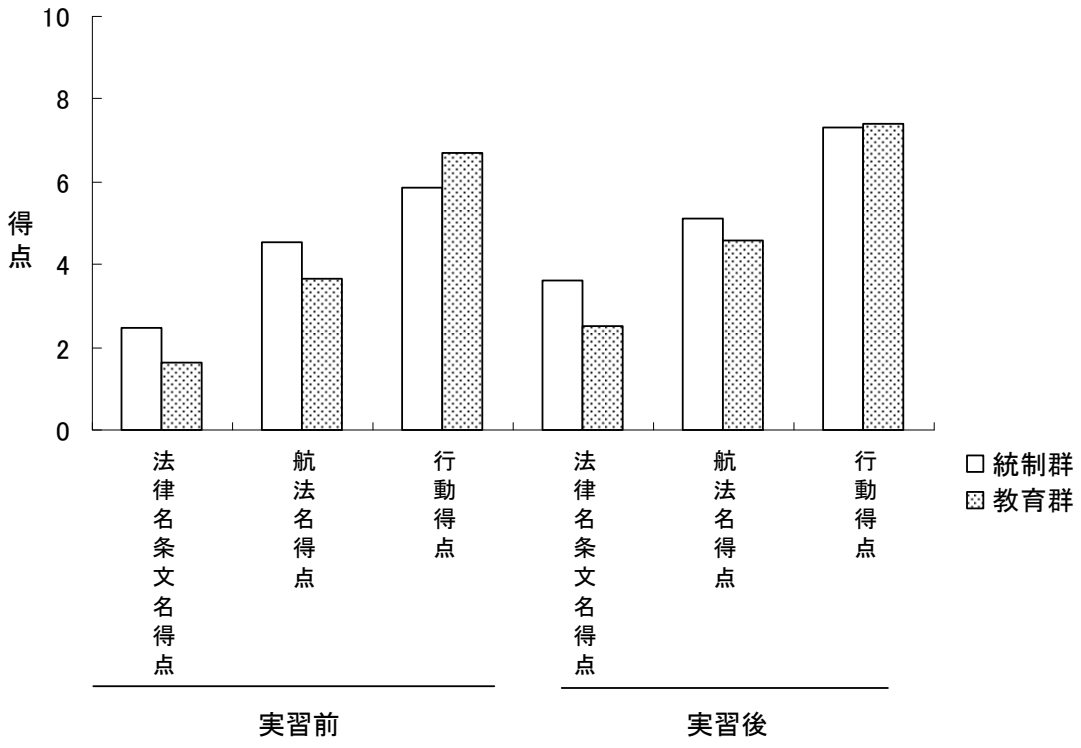


Fig. 7-30　実習前後の各得点

実習後について、交互作用は非有意（F（2，130）＝1.592，　*n.s.*）、各得点の主効果は有意（F（2，65）＝87.785，　p＜.01）、教育有無の主効果は非有意（F（1，65）＝.889，　*n.s.*）であった。

多重比較の結果、統制群および教育群ともに、法律名条文名得点、航法名得点、行動得点の間に有意な差があった（いずれも p＜.01）。

よって、実習前においても実習後においても、統制群と教育群との間に海上交通ルールテスト得点に差がないことが示された。

７－４－６　学内船舶実習および教育プログラムに対する主観評価

a）学内船舶実習に対する主観評価

学内船舶実習に対する主観評価の結果を Table 7-21 に示す。各問は 1：まったくそう思わないから 7：まったくそう思うまでの 7 件法で尋ねた。各問に対して 5 点から 6 点と比較的肯定的な結果を示している。各問いについて統制群と教育群をＴ検定で比較した結果を併せて示す。“Q3. これまでの実習と比べて航法の適用が分かった”と“Q4. これまでの実習と比べて相手船を考慮する必要性が分かった”の 2 項目で有意差があり、Q3 では教育群が統制群よりも値が小さく、Q4 では教育群が統制群よりも値が大きい。

操船経験が豊富な著者および航海の知識がある 2 名の計 3 名が、ＫＪ法により学内船舶実習に対する感想（自由記述）を分類した。結果を Table 7-22 に示す。

Table 7-21　学内船舶実習に対する主観評価

		N	Mean	*SD*	*t*		*p*
1 これまでの実習と比べて具体的な避航時機（避航のタイミング）が分かった。	統制群	36	5.1	1.05			
	教育群	36	5.1	1.19	0.105	70	.916
2 これまでの実習と比べて具体的な避航方法が分かった。	統制群	36	5.1	1.27			
	教育群	36	5.2	1.05	0.304	70	.762
3 これまでの実習と比べて航法の適用が分かった。	統制群	36	5.4	1.18			
	教育群	36	4.9	0.67	2.336	70	.022
4 これまでの実習と比べて相手船を考慮する必要性が分かった。	統制群	36	5.5	1.44			
	教育群	36	6.1	0.87	2.276	70	.027
5 避航操船技能向上に役立つと思った	統制群	36	5.7	1.47			
	教育群	36	5.9	0.90	0.676	70	.501

Table 7-22 学内船舶実習に関する感想の分類結果

	統制群		教育群		合計	
分類説明	%	度数（人）	%	度数（人）	%	度数（人）
1. 学内船舶実習での技能・知識の確認・反	30.0	9	19.4	6	24.6	15
2. 学内船舶実習が有意義であったこと	30.0	9	19.4	6	24.6	15
3. 相手船への配慮と行動予測の重要であること	13.3	4	25.8	8	19.7	12
4. 経験が重要であること	6.7	2	12.9	4	9.8	6
5. 航法の適用が　難であること	10.0	3	6.5	2	8.2	5
6. その他	10.0	3	16.1	5	13.1	8
合計	100	30	100	31	100	61

b）教育プログラムに対する主観評価

教育群に教育プログラムの内容に関する主観評価を行った。結果を Table 7-23 に示す。各問は、1：まったくそう思わないから 7：まったくそう思うまでの 7 件法で尋ねた。各問に対して 5 点から 6 点と比較的肯定的な結果を示している。

教育プログラムのうち最も興味があったプログラムの選択結果について Table 7-24 に示す。7 割弱がグループディスカッション、すなわち集団討議を興味があったプログラムとして選択している。

操船経験が豊富な著者および航海の知識がある 2 名の計 3 名が、ＫＪ法により教育プログラムに対する感想（自由記述）を分類した。結果を Table 7-25 に示す。

Table 7-23　教育プログラムに対する評価

	N	Mean	*SD*
1 初日に行われた避航時機に関する講義により、操船者による避航時機の特徴がよく分かった。	36	5.4	0.73
2 当直中に記録された実際の避航操船記録は、船橋当直実習を行う上で役立つと思った。	36	5.1	0.84
3 高松上陸前に行われたグループ・ディスカッションにより、具体的な避航操船方法がわかった。	36	5.8	0.92
4 高松上陸前に行われたグループ・ディスカッションにより、具体的な航法適用がわかった。	36	5.4	0.96
5 初日の座学、当直中の避航記録、高松上陸前のグループ・ディスカッションは避航操船技能向上に役立つと思った。	36	5.9	0.96

Table 7-24　最も興味のあったプログラムの選択度数

		度数（人）
グループディスカッション	66.7	24
当直中の避航記録	27.8	10
初日の座学	5.6	2

Table 7-25　教育プログラムに関する感想の分類結果

分類説明	%	度数（人）
1. 相手船に対する配慮が必要であること	19.4	6
2. グループディスカッションは有意義であること	19.4	6
3. 他船と自船の考え方の差異に気　いたこと	16.1	5
4. 技能向上の動機になったこと	12.9	4
5. 実経験が重要であること	9.7	3
6. 避航記録が　考になること	6.5	2
7. グループディスカッションへの不満	6.5	2
8. その他	9.7	3
合計	100	31

７－５　考察

７－５－１　質問紙調査と映像実験について

a）質問紙調査

判断時機について、教育群は明らかに判断時機が遅くなり、標準偏差の値は小さくなった（Table 7-3、Table 7-4、Table 7-6、Fig. 7-15～Fig. 7-18、Fig. 7-20、Fig. 7-21 参照）。5 章における質問紙調査 I の大型船同士は、本章の質問紙調査における大型船同士と同一の項目がある。Table 5-4、Table 5-5 、Table 5-6、Table 5-7 と Table 7-3、Table 7-4 の大型船同士の欄を比較すると、教育群の実習後の値は、外航群ではなく内航群に近い値を示している。

今回の学内船舶実習では自船は総トン数 450 トンの「深江丸」であったことを考えれば、教育プログラムの効果により、「深江丸」と同程度の船型である内航群に近づいたと考えられる。したがって、同様の教育プログラムを外航群が乗船するような大型船において実施すれば外航群に近づくことが期待される。

3 隻の場面では避航方向について尋ねた。大型船同士および小型船同士ともに教育群のみが実習前よりも実習後に左に針路を転じると回答した学生が増加した（Table 7-5、Fig. 7-19 参照）。海上交通ルールの観点からは、見合い関係発生時機以後は右転が正しい。左転が可能であるのは、見合い関係発生時機以前である。見合い関係が発生する前に避航すると回答した学生は、僅か 2 名であった。質問紙における質問順序が、見合い関係発生時機を尋ねた後に避航時機を尋ねるものであったことから、学生が必ず見合い関係発生時時機を過ぎてから避航時機があると考えた可能性を否定できない。しかし必ず見合い関係が発生してから避航しなければならないとは教示していない。判断時機が遅くなった上に左転が増加した結果は、望ましくない結果といえる。

b）映像実験

映像実験の結果は、教育群は明らかにイニシャル他船距離が近くなったことを示した（Table 7-7、Table 7-9、Table 7-12、Fig. 7-22、Fig. 7-24、Fig. 7-27 参照）。ただし質問紙調査と同様に 5 章の映像実験結果と比較すると、教育群の実習後のイニシャル他船距離は内航群の値を下回っている（Table 5-21、Table 5-26 参照）。このことについても質問紙調査と同様に今回の学内船舶実習では自船は総トン数 450 トンの「深江丸」であったことを考えれば、教育プログラムの効果により、「深江丸」と同程度の船型である内航群に近づいたと考えられる。したがって、同様の教育プログラムを外航群が操船するような大型船におい

て実施すれば外航群に近づくことが期待される。

判断時機の結果は保持船場面では有意な差がなかった。しかし値だけを見ると僅かではあるが、統制群は判断時機が遅くなる傾向にあるのに対し、教育群は早くなる傾向にある（Table 7-7、Fig. 7-23 参照）。3 隻場面においては、統制群の見合い関係発生時機および避航時機はともに有意に遅くなったが、教育群の避航時機は有意に早くなった（Table 7-9 、Fig. 7-25 参照）。したがって映像実験からは教育群の判断時機が早くなる傾向にあることが示唆される。

教育群は、教育プログラムによってイニシャル他船距離が近くなったことから、映像で接近してくる他船に対する主観的距離が学内船舶実習前よりも近くなり、その結果、判断時機を早く回答した可能性は否定できない。しかし映像実験時に参照することのできる時間情報は一切なかったこと、また事前実験と事後実験の間は少なくとも 1 週間以上あったことから､イニシャル他船距離判断の変化が判断時機に与えた影響は少ないと考えられる。さらに 5 章の考察では、実務経験者は純粋に他船映像の近づき方で判断していたことが指摘された。このことを考慮すると、教育群は他船映像の近づき方で純粋に判断していたと推察される。イニシャル他船距離を近く判断するようになったこと、判断時機が早くなったこと、いずれも教育群の判断は安全サイドへ変化したことが示唆される。

3 隻の場面では避航方向について尋ねた。教育群は実習前よりも実習後に左に針路を転じると回答した学生が増加する傾向にあった（Table 7-11 、Fig. 7-26 参照）。海上交通ルールの観点からは、見合い関係発生時機以後であれば右転が正しい。左転が可能であるのは見合い関係発生時機以前である。見合い関係が発生する前に避航すると回答した学生は、僅か 2 名であった。教育群は、イニシャル他船距離については近くなったが、避航判断時機については早くなる傾向であった。ただし海上交通ルールの観点からは避航方向が左であるのにもかかわらず、見合い関係発生時機よりも避航判断時機の方が遅いことは問題である。映像実験においては、質問順序が見合い関係発生時機を尋ねた後に避航時機を尋ねるものであった。これは口頭で尋ねたため、質問紙以上に見合い関係発生時時機を過ぎてから避航時機を回答するという順序の影響を与えた可能性を否定できない。しかし必ず見合い関係が発生してから避航しなければならないとは教示していない。

c）質問紙調査と映像実験

質問紙調査と映像実験の関係を見ると、判断時機については 3 場面 6 つの判断時機のうち、教育群実習後の 3 つの判断時機について相関係数が有意であった（Table 7-13、Table 7-14、Table 7-15 参照）。しかし 3 つのうち、3 隻場面における見合い関係発生時機は 5 人のみの回答であったこと、判断時機を過ぎているという回答者数については差が無いことから信頼性は低い。また相関係数の値自体も一貫性が無く、判断時機については質問紙調査と映像実験に相関は無いことが示唆される。

一方質問紙調査の判断時機と映像実験のイニシャル他船距離は、統制群、教育群ともに有意な相関係数が多く、質問紙調査の判断時機と映像実験のイニシャル他船距離は正の相関があることが示唆される。このことは 5 章で考察したとおり、質問紙とイニシャル他船距離は実際の操船中に対象とした他船距離の経験を反映しており、映像実験における判断時機は純粋に接近する他船映像に対する判断と考えられる。

5 章の実務経験者による判断時機については、質問紙調査の結果が現実の値を反映しており、映像実験の結果は船型による影響、航海計器や眼高から得られる距離情報を排除した、純粋に他船映像の近づき方を判断していると考察した。しかし学生については避航操船の実務経験がほとんど無いことから、質問紙調査の結果が現実の値を反映しているとはいえない。質問紙調査における判断時機と映像実験による判断時機に相関が無いことは、学生が頭でこの程度の距離で判断すればよいと思っていることと、他船の近づき方からの判断とが異なっていることを示唆する。質問紙調査における判断時機と映像実験でのイニシャル他船距離については、実習で乗船した「深江丸」の船型による影響を受けたために教育群は内航群に近づいたが、他船の近づき方から判断する判断時機については、少なくとも教育群を早く判断する方向に変化させたと考えられる。

学生が頭でこの程度の距離で判断すればよいと思っていることと、他船の近づき方からの判断とが異なっているものの、いくつかの判断時機について教育群のみに相関が見られたことは、教育プログラムの効果として期待できる。

避航方向については有意に左転するという回答が増加した。映像実験では判断時機が早くなっており好ましい変化であるが、見合い関係が発生してからの避航時機であることに変わりなく、海上交通ルールの観点からは望ましくない変化である。

７－５－２　航海場面に対する操船方略について

追越される場面では、教育群のみ実習前後で有意な差があり、最良方略数が大きく増加した（Table 7-16 参照）。航路場面では実習前後で統制群、教育群ともに有意な差は無かった。航路場面での内訳は、統制群については、最良方略数について 15 人から 16 人、許容操船方略数は 3 人から 1 人、非許容操船方略数は 15 人から 16 人へと、実習前後であまり差がない。一方教育群については、最良方略数について 16 人から 21 人、許容操船方略数は 7 人から 7 人、非許容操船方略数は 11 人から 6 人へと、有意な差は無かったものの実習前後で向上した参加者もいた（Table 7-17 参照）。

以上のことから、教育プログラムによって教育群の操船方略判断は向上したことが示唆される。

７－５－３　海上交通ルールテストについて

海上交通ルールテストについて、統制群および教育群ともに実習前と比較し実習後は得点が有意に高くなった（Table 7-18 参照）。各得点については、実習前後で変化がなく、行動得点、航法名得点、法律名条文名得点の順に高い結果となった（Table 7-19、Fig. 7-29 参照）。海上交通ルールテストについては、実習前における質問紙調査後に回答をフィードバックしていない。実習後においても回答を開示していない。

統制群も教育群も国家試験で課せられる筆記試験に向けて勉強をしている学生は多い。また教育プログラム以外の、従前の学内船舶実習での実習および課題を通して、海上交通ルールに関する知識を学ぶ機会はある。したがって学内船舶実習と学生個人の勉強によって海上交通ルール知識は向上したと推察される。よって教育プログラムは、対象としていない海上交通ルール知識に影響を及ぼさないと考えられる。

７－５－４　主観評価について

学内船舶実習に対する主観評価は 7 件法で 4.9 から 6.1 と概ね肯定的な評価が得られた（Table 7-21 参照）。統制群と教育群を比較したところ、“Q3　これまでの実習と比べて航法の適用が分かった”と“Q4　これまでの実習と比べて相手船を考慮する必要性が分かった”の 2 項目で有意な差があった。Q3 では教育群の値が統制群の値より小さく、Q4 では教育群の値が統制群の値より大きかった。

Q3 に対する結果は、教育群が統制群よりも航法の適用が分からないことを示している。

航法の適用については、具体的な例を挙げて説明を行っていない。関係するものとしては、座学において海上交通ルールが規定する判断時機を確認していること、集団討議において 2 つの航海場面について教員の考え方を説明していること、実習では何回かあった避航場面において避航の瞬間についての説明があることであるが、いずれも具体的に航法の適用として詳細を説明しているわけではない。海上交通ルールのうち、どの航法を適用するかについては海上交通ルールテストの内容が関係するが、正解のフィードバックはしていない。したがって、教育群が低い値となった背景としては、教育プログラムによって航法の適用について考えるようになったために、教育群は具体的な航法の適用が分からないことに気付いたと推察される。

Q4 については質問文のとおりであり、教育群は教育プログラムによって相手船を考慮する必要性を理解したと考えられる。このことは特に集団討議の教員の考え方に含まれていた。しかし教育プログラムによって相手船を考慮する必要性を理解したものの、具体的にどのように考慮するのか、また実践できるかは不明である。

教育群に尋ねた教育プログラムに対する主観評価は 7 件法で 5.1 から 5.9 と概ね肯定的な評価が得られた（Table 7-23 参照）。特に“Q3 高松上陸前に行われたグループディスカッションにより具体的な避航操船方法が分かった”が 5.8、“Q5 初日の座学、当直中の避航記録、高松上陸前のグループディスカッションは避航操船技能向上に役立つと思った”が 5.9 と数値が高かった。また、座学、記録、グループディスカッションの３つのプログラムのうち、最も興味のあったプログラムを尋ねたところ、66.7％の学生が、グループディスカッションが最も印象深かったと回答した（Table 7-24 参照）。

したがって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始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学生に認識されたと考えられる。

７－６　教育プログラム効果のまとめと今後の課題

試行的に座学、記録、実習（距離認識）、集団討議から構成される、避航操船技能向上を目指した教育プログラムを実施した。本教育プログラムの効果を検証したところ次のことが示唆された。

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できる。

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。

今後の課題を次に挙げる。

1．教育プログラムは、衝突回避操船における判断時機の理解に有効であることが期待されるが、小型船舶だけではなく、大型船舶においても有効であることを確認する必要がある。

2．3隻場面では見合い関係が発生してから避航時機であると答えているにも関わらず、左転するという回答が増加した。このことは海上交通ルールに規定する行動とは異なり、教育プログラムの負の効果である。航法の適用時機の概念強化と、集団討議に用いた航海場面について内容と解説を検討する必要がある。

3．教育プログラムの効果持続性について検討する必要がある。

4．教育プログラムの効果が、操船者の行動として現実の航海での衝突回避判断に波及することを確認する必要がある。

８．本研究から得られた海上交通の安全・安心に向けての提言

８－１　本研究のまとめ

海上交通は、わが国のみならず世界の貿易において必要不可欠な輸送交通モードである。また、自動車ほど死者数は多くなく、旅客輸送も自動車、鉄道、航空機に比べて遥かに少ないことから注目され難い交通モードでもある。しかし一度事故が起こると、船舶が大きいことから、その被害は人命財貨のみならず環境的にも経済的にも甚大になりやすい。海上交通は、自動車交通と同様に他者との相互作用をコントロールする必要があり、衝突回避については他の交通と比較してタイムスパンが長く、交通ルールは曖昧である。本研究は、安全安心な海上交通の構築に寄与すべく、船員の衝突回避判断について調査および実験を行ったものである。

2 章では、衝突海難における船型差の問題を確認するために、1977 年から 2008 年までの海難審判庁裁決録を用いて衝突海難を分析した。追越し船の航法、行会い船の航法、および横切り船の航法が適用された衝突海難を分析し、適用航法別に特徴を明らかにした。横切り船の航法が適用された衝突海難は、調査対象海難の約 7 割と多く、その理由としては自船の全周 360 度のうち、適用される領域が 215 度にわたり広いことが挙げられた。また横切り船の関係では、両船の進路と速力との関係で、ある地点にある瞬間に両船が到達すれば衝突するため、両船の速力は関係しないことも理由として挙げられた。また相手船を左に見るか右に見るかは確率的に 1/2 である。このような理由から、他の航法が適用された海難と比較して、どのような船舶が避航船または保持船になるか、船型による特徴は無かった。しかし横切り船の航法が適用された衝突海難では、同船型間の衝突が 498 件（31.1%）であるのに対し、異船型間の衝突が 1,105 件（68.9%）と多かった。同船型間の衝突よりも異船型間の衝突が多いことから、問題として船型が影響している可能性が挙げられた。さらに小型船舶の操縦性能は、総トン数 20 トン以上 500 トン未満および 500 トン以上の船舶と比較して遥かに優れているにも関わらず、衝突間際に衝突を回避しようと努力していないことが多いことが明らかになった。海上交通ルールは、海上交通が一律の規制になじまないことから、長い伝統により確立しているとされる良き慣行（Good Seamanship）に従い、各船員が適切に判断することを大前提にしている（海上保安庁，2007）。しかし、海難分析はその前提に疑問を生じさせるものであった。その疑問が生じる原因の一つは、船型が操船者の判断に影響を与え Good Seamanship が確立していない可能性が挙げられた。他の原因は、船型によって求められる資格レベルが異なること、養成に入る時点での学歴の差などから、海上交通ルールに関する知識差がある可能性が挙げられた。

この 2 つの可能性のうち、まずは海上交通ルールに関する知識差がある可能性を 3 章で検討した。3 章では、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テストを作成した。その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。その結果、海上交通ルールの知識については、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、総合得点では差が無かったこと、差が生じた各問題の質、各問題に対する回答の質から、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なかった。学生のみ正答率が低かった問題からは、経験の重要性が示唆された。このことは経験から行動に関する知識を得ている、または維持していることを示していると推察される。このように経験から行動に関する知識を得ることは、海上交通は長い間の伝統から育まれたより良き慣行が確立されているという海上交通ルールの考え方にも合致し、海上交通においては如何に経験が重要であるかを物語っているといえる。3 章での検討の結果、船型によって海上交通ルールに関する知識差がある可能性は否定され、衝突海難の原因として船型が操船者の判断に影響を与え Good Seamanship が確立していない可能性、つまり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。

4 章では運航中の船舶に便乗し、運航実態調査を行った。この運航実態調査は、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行った。調査では計 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、ならびにそれに関係がある航過距離を測定した。神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船「深江丸」では判断時機と航過距離を測定し、操船者別のデータと相手船の船型別データを比較検討した。商船「ひびき丸」と「まや」では航過距離を測定し、相対的に大きい「ひびき丸」のデータと相対的に小さい「まや」のデータを比較検討した。もう 1 隻の商船では、便乗中に相互関係となった相手船船長へのインタビューと便乗船舶の船橋（船の操縦室）での会話を比較検討した。この運航実態調査からは、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、両船操船者の操船に関する思考が異なり、①航海計器は便利であるが、利用の仕方によって効果に差が生じ、一概に計器を頼ることはできないこと、②時に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、③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。これらのことは、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の必要性と、養成中の学生に対する教育に含むべき要素であることを指摘した。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。これらと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。

5 章では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ため、実務経験者に対して質問紙調査と映像実験を行った。その結果、質問紙調査と映像実験とでは、海上交通ルールが規定する各判断時機について異なる結果を示した。映像実験を現実の海上交通における行動と見なしていたが、映像実験の特徴を検討したところ、そのまま現実の海上交通における行動と見なせない可能性が考えられた。映像実験の特徴から、質問紙調査による各判断時機と映像実験によるイニシャル他船距離が現実の海上交通を反映していると判断した。また映像実験による各判断時機は、船型による影響、航海計器や眼高から得られる距離情報を排除した、純粋に他船映像が接近する場合の判断時機を反映しているだろうと考えた。調査および実験の結果から次のことが示唆された。

①船型の影響により、相対的に小さい船舶の操船者は、経験がない大きい船舶の判断時機について過小評価する。

②異船型間のコンフリクトは、相対的に船型が大きい船舶が保持船である場合に生じ、船型の影響により大きい船舶が針路速力を保持するにもかかわらず小さい船舶が避航しないことに起因する。

③効果的な安全活動や教育を行うためには、船型の影響を考慮しなければならない。

5 章では判断時機が大きな問題であることを示したが、現実の場面では他船の状況や地理

的状況など様々な要因が判断時機に影響し、その結果、判断時機が同時である場合もあると考えられる。また現実の場面は 2 隻の単純な関係ばかりとは限らない。むしろ複雑な関係の方が多い。海上交通ルールでは、追越し船の航法が適用される場合には追越し船が避航すること、行会い船の航法が適用される場合には互いに右転すること、横切り船の航法が適用される場合には他船を右に見る船舶が他船の前方を横切らないことを規定しているのみである。現実の海上交通場面においては衝突回避のための操船方略は幾つも存在し、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。

そこで 6 章では操船方略が同じであるかどうか、つまり共通認識が形成されているか調査することにした。その結果、3 隻場面、追越される場面、航路場面の 3 つの場面から、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、追越される場面からは、相手船との航過距離の見積もり、航走距離の短長の見積もり、相手船への配慮の違いが示唆された。さらに、航路場面からは、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可能性と、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、船型に影響されることが示唆された。

操船方略の判断に上述の要素が重要であることは、船舶実習において航海当直の指導を担当する教員はおそらく経験からある程度感じ取っていると思われる。そして上述の要素の幾つかは、航海実習中に、避航が行われた際などを利用して指導されていると思われる。しかしながら航海当直実習は毎日行われているわけではなく、避航頻度は、意図して衝突のおそれを作らなければ、頻繁に起こるものではない。このように実際に避航操船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。このような現実的な問題に対して有効と考えられる方法が操船シミュレータを用いた教育訓練であるが、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。したがって現状では直ちに操船シミュレータを用いた実習の実施は難しく、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 7 章ではこれまでの研究結果を踏まえ、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、その効果の検証を試みた。現在の養成システムは、座学において海上

交通ルール、船舶の操縦性能、海上交通システム等を学んでいる。練習船実習では、この座学をベースに練習船の運航に学生が輪番で関わっている。自動車では、自動車交通現場での他者を含むヒューマンファクターが注目され成果がある。しかしながら海上交通では、船舶操縦性能からみた船舶の衝突回避能力の理解や、海上交通ルールの解釈が主流である。また見張り作業として他船行動予測の重要性が指摘されているものの、具体的な船舶運航場面における他船への理解や配慮に関する議論は少なかった。そこで教育プログラムには、相手船を考慮することの必要性を理解させることを含めた。また教育を受ける学生の具体的な特徴として、①操船方略が適切でないこと（渕・古荘・藤本・臼井，2007）、②判断時機が適切でないこと（渕・藤本・臼井・岩崎，2008）、③学生と実務経験者の距離認識は異なり、学生は不正確であること（有村・福戸・丹羽・森， 2007）が指摘されていた。以上のことを踏まえ、座学、記録、実習、集団討議から構成される教育プログラムを策定した。

座学では、海上交通ルールの主旨、内容、適用、規定する判断時機と求められる行動について確認した。そして判断時機の差異によって生じる危険があること、学生の判断時機が遅すぎる可能性が高いこと、学生が思っているより実際の他船は近いことを示した。このように座学では、学生に対し、判断時機を考慮すること、ならびに距離認識を向上させることの動機付けを行った。

記録では、航海当直実習中に実際に生じた衝突回避操船を記録させた。その記録を学生が見ることができる場所に掲示した。この手順により、記録は学生に対し、頻繁に生じない衝突回避操船を図やデータを用いて示すことができた。この記録により、衝突回避操船体験の補完を狙った。

実習では従来の実習に加えて、意図的に他船が近づくごとに、頻繁に当該他船までの距離を推定させ、レーダーを用いて実際の物理的距離をフィードバックした。このような手順により、実習では従前の内容に追加して学生の距離認識の向上を狙った。

集団討議では、提示した航海場面に対する操船方略判断により、学生を 3 つのグループに分けた。そしてそれぞれの操船方略の実質的、海上交通ルール的利点を主張させ討議を行わせた。討議後に教員 3 名の考え方をフィードバックすることで、学生に対し、適切な判断時機とその判断時機において許される自船の行動、さらに他船を考慮した操船方略判断が必要であることの理解を狙った。

この教育プログラムを実施しなかった統制群と、実施した教育群を、5 章および 6 章で実務経験者に対して行った、判断時機に関する質問紙ならびに映像実験、さらに海上交通ル

ールテスト、操船方略判断を、学内船舶実習の前後で行うことにより教育プログラムの効果を検証した。その結果、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できる。
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。

ただし、今後の課題としては次の事項が挙げられた。

１．教育プログラムは、衝突回避操船における判断時機の理解に有効であることが期待されるが、小型船舶だけではなく、大型船舶においても有効であることを確認する必要がある。
２．3 隻場面では見合い関係が発生してから避航時機であると答えているにも関わらず、左転するという回答が増加した。このことは海上交通ルールが規定する行動とは異なり、教育プログラムの負の効果である。航法の適用時機の概念強化と、集団討議に用いた航海場面について内容と解説を検討する必要がある。
３．教育プログラムの効果持続性について検討する必要がある。
４．教育プログラムの効果が、操船者の行動として、海上交通現場での衝突回避判断ならびに行動に波及することを確認する必要がある。

８－２　船型が判断時機と操船方略に与える影響

船型が判断時機および操船方略に影響をおよぼすことが示唆された。まとめると次のとおりである。

①船型が判断時機に影響を与え、小さい船舶の操船者は経験がない大きい船舶の判断時機について過小評価する。

②異船型間のコンフリクトは、船型が大きい船舶が保持船である場合に生じ、このコンフリクトは保持船である船型が大きい船舶操船者に生じる。これは船型が大きい船舶が保持船として針路速力を保持するにもかかわらず、避航船である船型が小さい船舶が避航しないことに起因する。

③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。

④相手船との航過距離の見積もり、航走距離の短長の見積もり、相手船への配慮の違いが操船方略の違いとして表れる。

⑤船型が判断時機に影響を与え、判断時機の差から操船方略判断が異なる。

⑥自らが操船し通航する経験により操船方略が異なる。

本研究では横切り船の航法が適用される状況での判断時機について尋ねた。したがって行会い船の航法ならびに追越し船の航法が適用される状況については尋ねていない。しかし、海上交通工学が楕円でバンパーを表しているように、ある程度、行会い船の航法ならびに追越し船の航法が適用される状況での判断時機は、横切り船の航法が適用される状況での判断時機と同様の傾向を示すと考えられる。このことを考慮して、自船の周りに判断時機を模式的に図示すると Fig. 8-1 のようになる。

Fig. 8-1 のように、海上交通ルールが定める時機を模式的にあらわすと、海上交通工学におけるバンパーのように 1 本の線で表すことはできない。しかし、自船が保持船になる範囲に描かれる 2 つの判断時機を、便宜的に 1 本の線にまとめれば、判断時機は海上交通工学におけるバンパーのように、自船の周りに楕円で表すことができる。Fig. 8-2 に、相対的に小さい船舶の操船者が、経験のない大きい船舶の判断時機を過小評価することを模式的に示す。

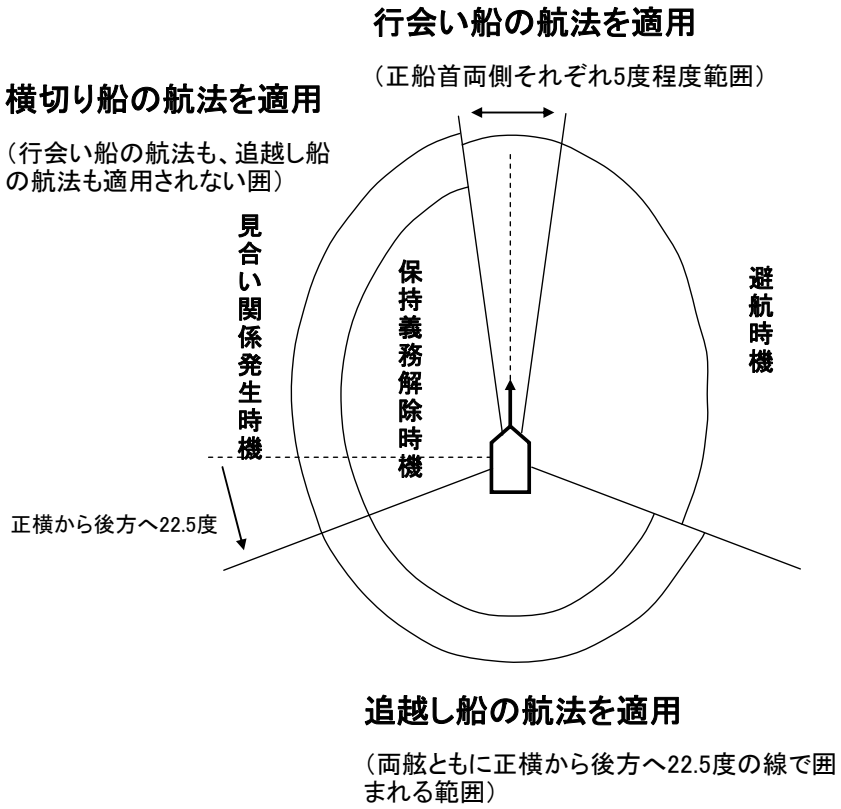


Fig. 8-1　自船の周りの判断時機

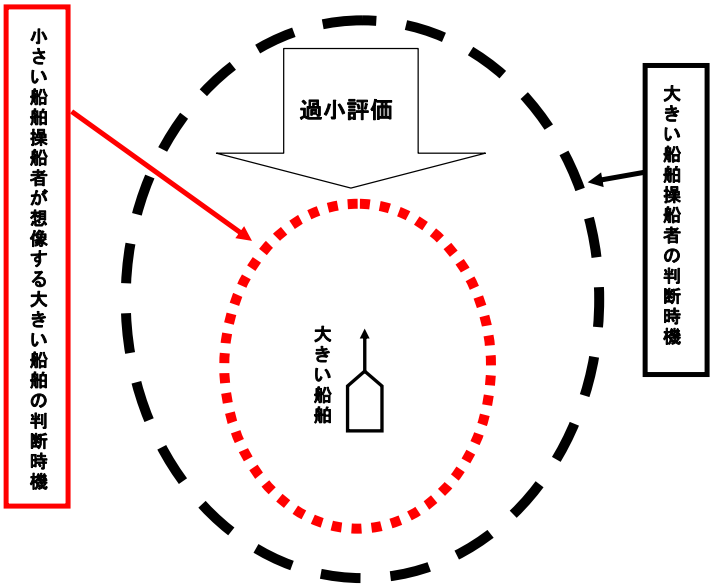


Fig. 8-2　小さい船舶操船者による判断時機の過小評価

Fig. 8-2 に楕円で示す判断時機は、大型船と大型船が相互関係になった場合の判断時機の圏である。小さい船舶の操船者は、船型の影響によって判断時機の圏を小さく見積もる。判断時機の圏の大きさは、常に自船の船型によって起因されるわけではなく、自船と他船の船型によって変化する。海上交通ルールの理想は、Good Seamanship によって判断時機の圏が両船共に満足するような圏になることである。しかし本研究では異なる結果が示された。2 隻の船舶が相互関係になった状態を考えると、相対的に大きい船舶が保持船である場合に、大きい船舶の操船者にコンフリクトが発生する。この時の状態を Fig. 8-3 に示す。

Fig. 8-3 において、大きい船舶は見合い関係発生時機を過ぎており、自船は針路速力の保持義務を遂行し小さい船舶の避航を待っている。一方小さい船舶は避航時機に達しておらず、大きい船舶が小さい船舶の避航を待っているものの、それに気付かず小さい船舶は避航しない。状況が進み、小さい船舶が避航時機に達しないまま、大きい船舶は保持義務解除時機に達し、針路速力の保持義務遂行の甲斐もなく、大きい船舶が避航することになる。

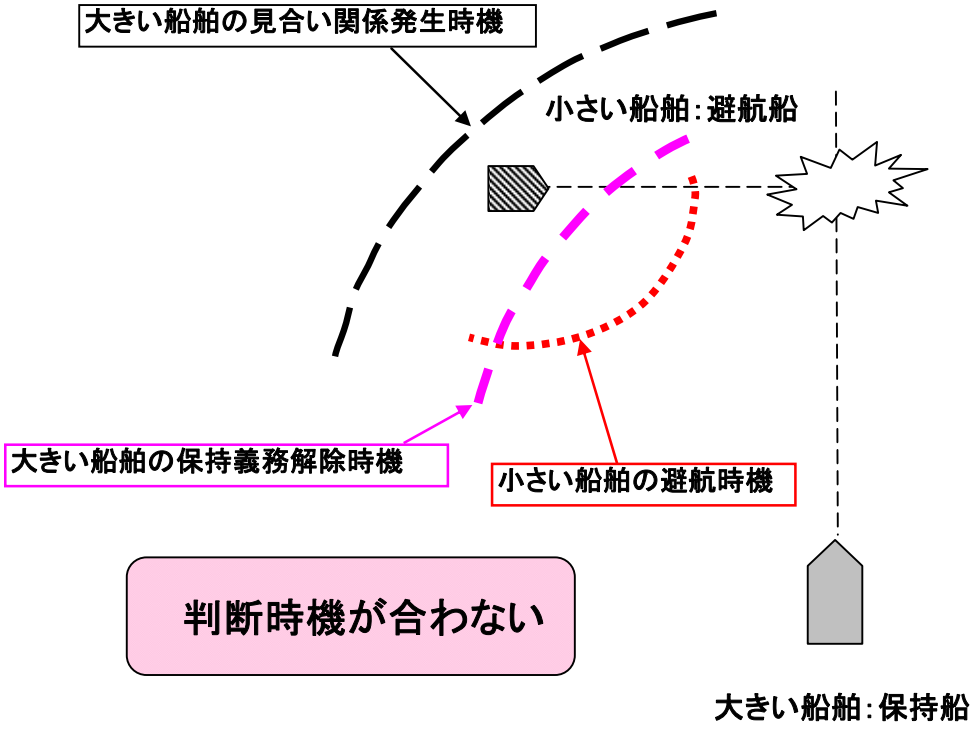


Fig. 8-3　異船型間のコンフリクト

両船の判断時機の圏は、自船と相手船の両者に合わせて変化させようとしているが、両船が満足するような圏にならずコンフリクトが発生している。この理由としては小型船の過小評価によると推察される。大きい船舶の方が合わせきれず判断時機の圏を大きくしすぎているのではないかという疑問が生じる。しかし、両船舶の操縦性能の差からは、大きい船舶よりも小さい船舶が合わせる方がより安全であるといえる。

ここまで 2 隻の関係について検討した。2 隻の関係では船型による判断時機の差が問題となり、その結果、海上交通ルールの理想と現実との間にギャップがあった。判断時機だけを見ると、海上交通ルール適用開始前に大きい船舶が常に避けていれば、船型による操船方略の差は危険を生じさせない。船型による操船方略が問題となる場合は、判断時機が同時になった場合、または大きい船舶の避航が何らかの要因により遅れた場合である。大きい船の避航が遅れる場合の一例として、認知要求が高まる場合が考えられる。Hockey, Crawshaw, Wastell & Sauer（2003）によれば、ディストラクターが多い場面や、海上交通ルールに従わない船舶が関係する場面では、操船者の認知要求は高まると指摘している。次に、このようなディストラクターが多く、海上交通ルールに従わない船がいる現実の海上交通場面事例について述べる。

８－３　現実における船型の影響

ここでは、現実に生じた衝突海難事例と海上交通について述べた報道を示す。衝突海難事例は 2 つあり、1 つは漁船第三新生丸貨物船ジムアジア衝突事件、もう 1 つは護衛艦あたご漁船清徳丸衝突事件である。また護衛艦あたご漁船清徳丸衝突事件後に報道された、海上交通において悲劇を繰り返さないように主張する報道を示す。

まず、漁船第三新生丸貨物船ジムアジア衝突事件を示す。2005 年（平成 17 年）9 月 28 日の深夜、北海道根室沖において、シアトルから釜山に向けて航行していた貨物船ジムアジア号（全長 253.70m、総トン数 41,507 トン）と、漁労を終えて帰途についていた漁船第三新生丸（全長 18.00m、総トン数 19ton）とが衝突した。この海難では、新生丸乗組員 1 名が救助されたが 7 名が死亡した。海難審判庁裁決録に掲載された参考図を Fig. 8-4 に示す。

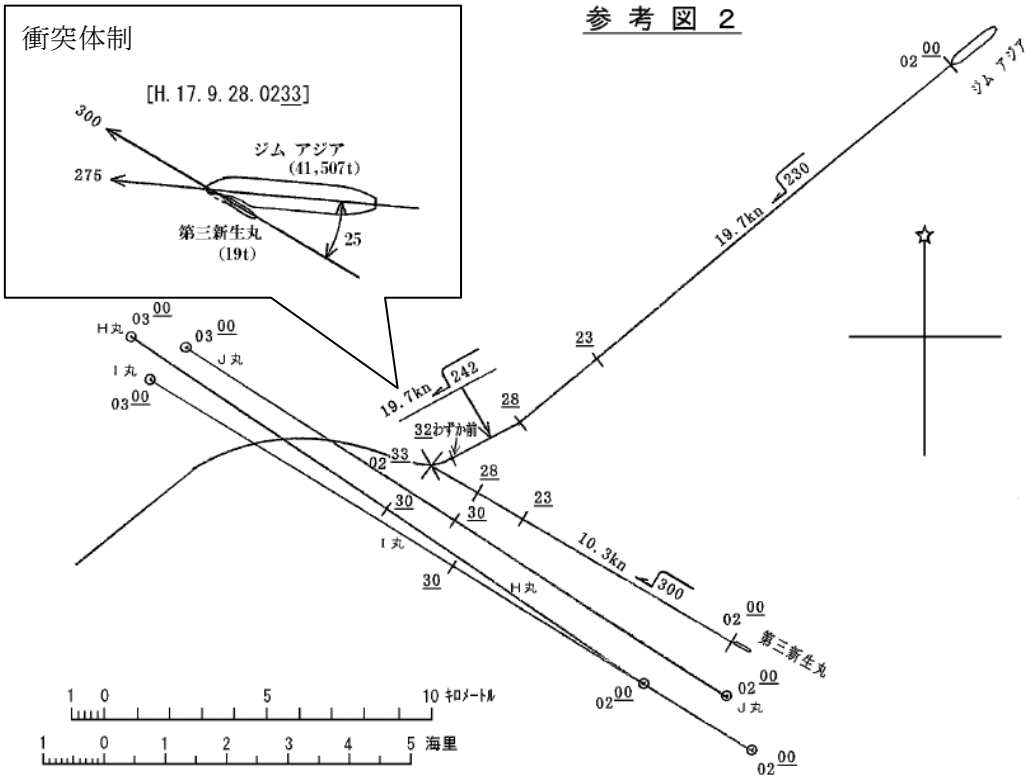


Fig. 8-4　ジムアジア号第三新生丸衝突海難の参考図（横浜地方海難審判庁，2007）

Fig. 8-4 においてジムアジアは図の右上から左下へ向けて航行していることが分かる。また、第三新生丸を含む漁船４隻は右下から左上に向けて航行していることが分かる。ジムアジア操船者から見ると、左舷に新生丸を含む 4 隻の横切り船が存在することになる。2 隻間の関係に還元すると、全ての横切り船に対してジムアジアは保持船となる。よって海上交通ルールに従った理想の衝突回避操船は横切りの漁船 4 隻がすべて右転し、ジムアジアの船尾を通過することである。しかし漁船は 4 隻とも避航せずに接近したため、ジムアジアは海上交通ルールに従い保持義務を解除し衝突を回避するために右転した。しかし避航が遅れたために第三新生丸と衝突した。本研究の結果を適用すると、ジムアジア操船者は見合い関係が発生したと判断し、左舷から横切る漁船が右転し自船の船尾を通過することを期待していたが、漁船が接近するに連れてコンフリクトが生じ、認知要求が高まった。さらに漁船が接近したため、ジムアジアは右転したが既に遅く衝突した。この事件はそもそも漁船 4 隻が右転していれば起こらなかった衝突海難であり、船型により漁船の判断時

機が遅いことが問題である。

次に、護衛艦あたご漁船清徳丸衝突事件を示す。2008 年（平成 20 年）2 月 19 日の早朝、千葉県野島埼南方沖合において、護衛艦あたご（全長 164.9m、排水トン数 7,750 トン）は、漁場である東京都三宅島北方の海域に向かっていた漁船清徳丸（全長 16.24m、総トン数 7.3 トン）と衝突し、その結果、清徳丸乗組員 2 名が行方不明となり、後に死亡が認定された。護衛艦あたご漁船清徳丸衝突事件に関する報道を、Fig. 8-5 および Fig. 8-6 に示す。

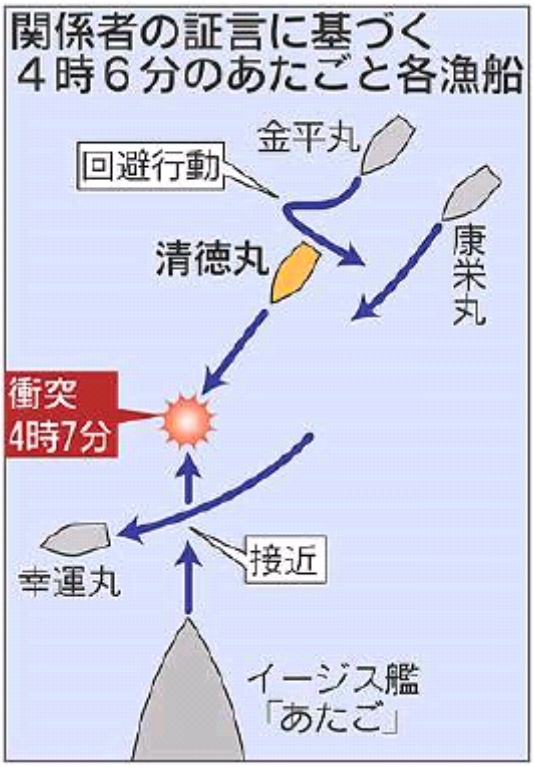


Fig. 8-5　護衛艦あたご漁船清徳丸衝突事件の報道①（毎日新聞社，2008）

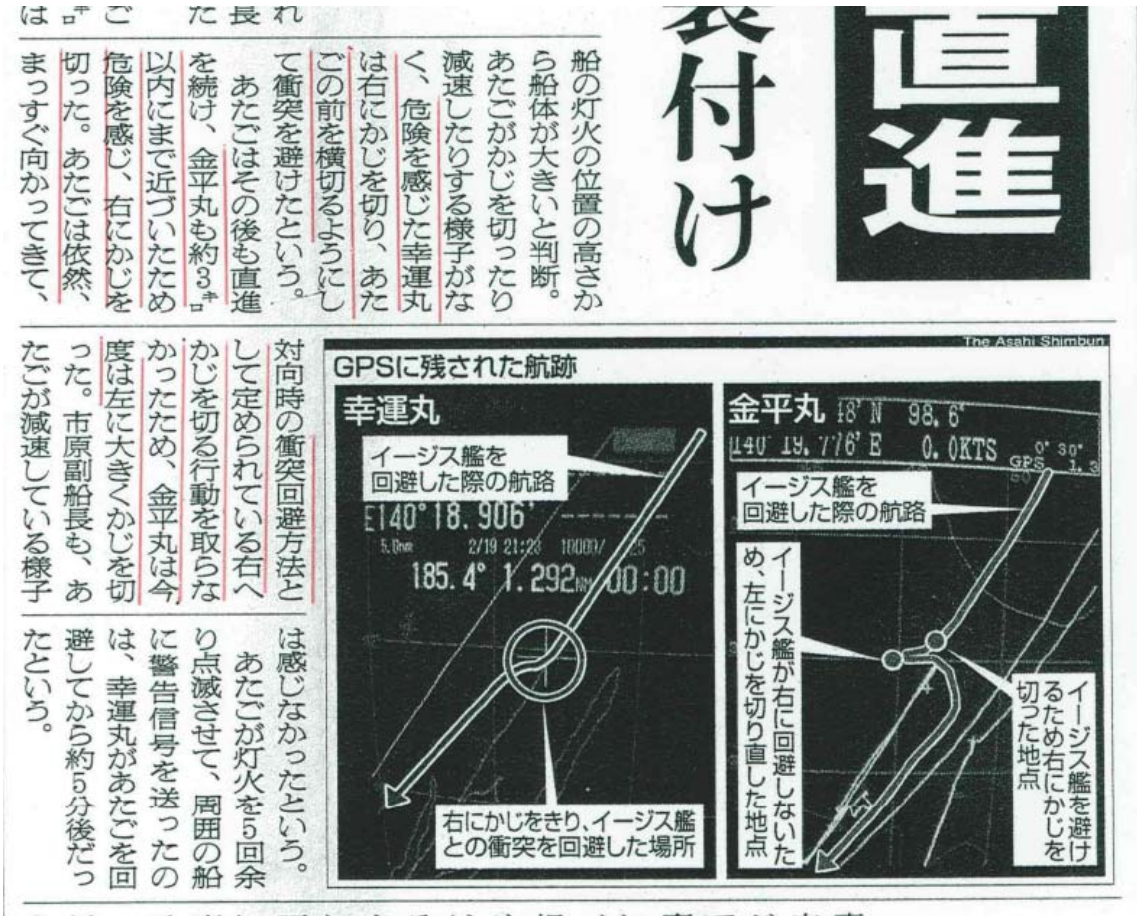
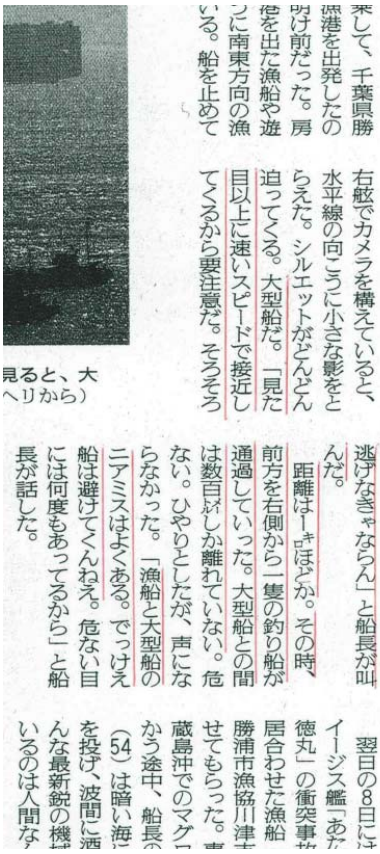


Fig. 8-6　護衛艦あたご漁船清徳丸衝突事件の報道②（朝日新聞社，2008）

Fig. 8-5 に示すように、金平丸が右転後に左転した回避行動が矢印で示されている。また、Fig. 8-6 には、金平丸は 3 キロ（1.6 マイル）以内に近づいたため、右に舵を切りその後、左転したと記されている。これは事件後の取材によるものであり、この行動は海難審判裁決に記述がない。海難審判裁決録における参考図においてはこの金平丸らしい漁船の行動記録は清徳丸衝突の約 1 分前で終了している。金平丸が右転後に左転した行動が真実とすれば、金平丸は海上交通ルールに反して左転したことになる。この左転は護衛艦あたごの船尾を容易に航過可能な操船方略であり、金平丸は自船に都合の良い操船方略を選択したことになる。この金平丸の行動が事実であれば、多くの漁船と直面した護衛艦あたご操艦者には、認知要求が高まるとともにコンフリクトが生じたに違いない。

次に、護衛艦あたご漁船清徳丸衝突事件の後に掲載された、海上交通における安全を主張する報道を Fig. 8-7 に示す。



海の悲劇 繰り返すな

乗して、千葉県勝
浦港を出発したの
明け前だった。房
港を出た漁船や遊
に南東方向の漁
いる。船を止めて

見ると、大
ヘリから）

右舷でカメラを構えていると、水平線の向こうに小さな影をとらえた。シルエットがどんどん迫ってくる。大型船だ。「見た目以上に速いスピードで接近してくるから要注意だ。そろそろ逃げなきゃならん」と船長が叫んだ。

距離は1キロほどか。その時、前方を右側から二隻の釣り船が通過していった。大型船との間は数百メートルしか離れていない。危ない。ひやりとしたが、声にならなかった。「漁船と大型船のニアミスはよくある。でっけえ船は避けてくんねえ。危ない目には何度もあってるから」と船長が話した。

翌日の8日には
イージス艦「あた
徳丸」の衝突事故
居合わせた漁船
勝浦市漁協川津支
せてもらった。
蔵島沖でのマグロ
かう途中、船長の
（54）は暗い海に
を投げ、波間に酒
んな最新鋭の機械
いるのは人間な

Fig. 8-7　海上交通に関わる新聞記事（読売新聞社，2008）

Fig. 8-7 の記事によれば、写真の釣り船は商船の前方数百メートルを通過しているとある。この釣り船は、写真から避航船の立場であることが分かる。海上交通ルールに従えば、釣り船は右転し商船の後方を通過しなければならない。よって釣り船は、商船の後方を通る操船方略よりも、商船の引き波（船舶が航走することによって生じる波）の影響が少なく航走距離も短い操船方略、すなわち自己に都合が良い操船方略を選択し実行したと考えられる。漁船船長が、漁船と大型船のニアミスが頻繁にあること、大型船が避けないことを指摘しているが、写真から一方的に大型船が悪いわけではないことが分かる。

多くのインシデント、またインシデントに満たない事象の上に上述したような衝突海難が顕在化したことを考えれば、現実の海上交通場面は、2 隻間の単純な関係ばかりでなく、非常に複雑な関係が多く頻繁に生じていると推察される。このように現実における船型の影響は、海上交通現場において衝突回避判断する上で重大な問題であるといえる。

８－４　衝突回避判断における船型の影響

以上のように、船型が判断時機および操船方略に与える影響は、海上交通現場において多くの問題を発生させており、衝突回避判断における船型の影響は非常に重要である。

船型が大きいと船橋（船の操縦席）は一般に高く、船型が小さいと船橋は低い。船橋の高さは、海面からの操船者の目の高さ（眼高）を決める。地球が丸いことから眼高は水平線までの距離を決め、船型は操船者が認識する海面面積の広さに物理的に影響する。

次に、本研究の結果は、船型が判断時機に影響を与え、小さい船舶の操船者は経験がない大きい船舶の判断時機について過小評価することを示唆した。特に異船型間においては、海上交通ルールの原則に反して、それぞれの判断時機が船型によって合わないことが示唆された。操縦性能の面から考えれば、大きい船舶に小さい船舶があわせる必要があると考えられる。また、船型が判断時機に影響を与え、判断時機の差から操船方略判断が異なることが示唆された。さらに、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。加えて相手船との航過距離の見積もりや自船の航走距離の短長の見積もりといった自船の操船に関する考慮、相手船への配慮の違いが、自船にとって都合の良い操船方略として表れることが示唆された。併せて操船方略には、実経験が重要であることが示唆された。

以上をまとめると、海上交通における衝突回避は Fig. 8-8 のように図示することができる。

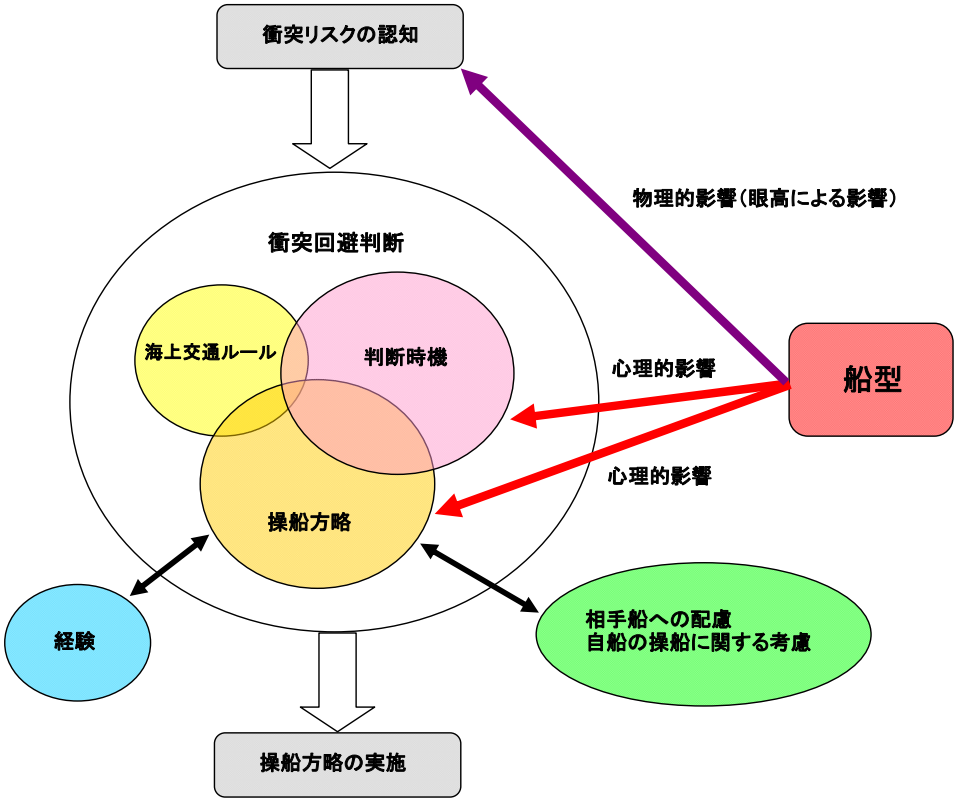


Fig. 8-8　船型が衝突回避判断に与える影響

８－５　海上交通における問題の改善に向けて

これまで述べてきたように、海上交通現場においては、船型の影響により多くのコンフリクトが発生している。この多く発生しているコンフリクトから時にインシデントが発生し、時に海難に至ると考えられる。よって海上交通における問題を改善するためには、船型の影響を緩和する必要がある。ここでは、船型の影響を緩和するためのハード的対策、ソフト的対策、航行環境的対策について述べる。

８－５－１　ハード的対策

船型が判断時機および操船方略に影響を与え、異船型間に差があることが問題である。この差を何らかの方法で小さくすることが必要である。海上交通ルールでは汽笛や閃光による信号を定めており、この信号により相手船に対し自船の判断時機を伝えることができる。具体的には第一段階として注意喚起の信号、第二段階として「貴船は海上交通ルールが定めるように行動していない」と疑問を呈する信号である。しかし汽笛は、付近に複数

隻存在すれば、どの船舶に対して汽笛を吹鳴しているのか不明確であり、その時の状況から相手船が自ら気づく必要がある。また汽笛が聞こえる距離は、風などの気象条件によって大きく異なるが、一般に 1～2 マイル程度と近い。夜間において閃光は、汽笛と比較して対象船舶を特定しやすく、汽笛よりは確実な方法である。しかし遠距離になればなるほど相手船は気づきにくい。このように相手船が近距離である場合においては、汽笛や閃光は有効であるが、遠距離になると効果は弱くなる。したがって遠距離の他船に対しては、無線の使用が有効であると考えられる。しかし無線は、コミュニケーションの問題や思った以上に時間を要すことなどから衝突海難に至った例がある。また海上交通は、日本近海といえども日本人ばかりが船舶を操船している訳ではなく、国際色豊かである。したがって意思疎通には英語が必要であるが、業務上の英語であるにもかかわらず満足に意思疎通ができない場合も多い（日本人船員の問題だけではない）。著者が便乗した船舶では、自船が呼び出されていることを知っていても、英語によるコミュニケーションに自信が無く、誤認識するおそれがあるため応答しないとの話も聞かれた。海上保安庁が運用する海上交通安全センターが翻訳を仲介することもあると言う。この方法は意思疎通の程度が高くなるが、海上交通安全センターが仲介するために、余計に長時間を必要とする。

このように、現状は判断時機の差に気づき難い状況である。そこで航海計器を開発することが考えられる。例えば AIS（船舶自動識別装置）を拡張発展させることで、判断時機に達したことを直接相手船に、遠距離であっても確実に知らせることができるような装置が考えられる。さらに例えばレーダー画面上で、自船の意図と相手船に求める避航方向を示すことができれば、より有効であると考えられる。

港内や狭水道においては、航空機の管制に近い制度が考えられる。大きな港では、港内の交通状況を既にある程度把握可能であり、航空管制に近いシステムを構築することは投資次第で可能と考えられる。各地の狭水道では既に海上保安庁が運用する海上交通安全センターがある。

このようにハード的な対策は技術的には実現可能である。しかし航海計器は小さい船舶ほど法的要件が簡易化され、モーターボート等は搭載が難しい船舶もある。航空管制に近い管制システムについては、IMO（1997）がこれを否定していることが課題である。これらのハード的対策の実現は、技術的には可能であっても、その実現には多くの社会的合意と法整備が必要である。しかし、安全安心の海上交通実現のためには実現が求められる対策の一つである。

８－５－２　ソフト的対策

ハード的な対策に加えて、ソフト的な対策が同時に必要である。船型が判断時機に影響を与え、小さい船舶の操船者は大きい船舶の判断時機を過小評価している。この過小評価を修正することができればより安全安心な海上交通現場に近づく。5 章の映像実験では船型の影響ならびに航海計器等で得られる距離情報を与えないことにより、純粋に近づく相手船舶に対する判断時機に差が生じない可能性が示唆された。このことを利用して判断時機の差に気付かせるプログラムが可能ではないかと考えられる。小さい船舶操船者に対して、次のような操船シミュレーターを利用した教育プログラムが考えられる。また、このプログラムの参考図を Fig. 8-9 に示す

①普段操船する船型に近い、小さい船型船舶を自船とする。自船が避航船で保持船として大きい船型船舶が接近するシナリオを見せる。避航時機を判断させ記録する。（距離情報を与える。もしくは与えない。）

②①と全く同じシナリオで、自船を入れ替える。すなわち保持船である大きい船舶船型を自船とする。見合い関係発生時機と保持義務解除時機を判断させ記録する。（距離情報を与えない）

③①で判断した避航判断時機と②で判断した見合い関係発生時機ならびに保持義務解除時機を、操船シミュレーター映像を用いてフィードバックする。視点は避航船である普段操

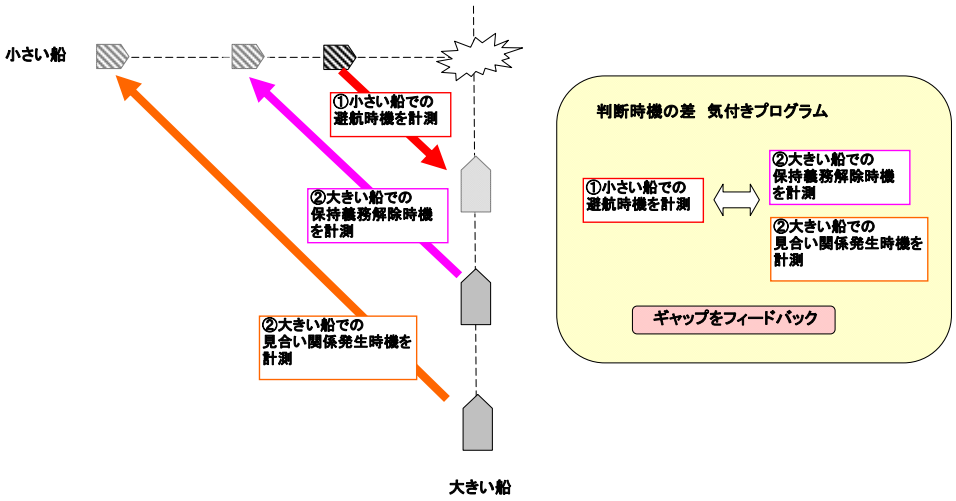


Fig. 8-9　ソフト的対策プログラム参考図

船する船型に近い小さい船型船舶とする。

提案する教育プログラム手順において、①で判断した避航時機、つまり小さい船舶で判断した時機は、②で判断した見合い関係発生時機と保持義務解除時機、つまり大きい船舶で判断した時機よりも遅いことを前提としている。しかしこの前提どおりにならない可能性はある。もしこの前提が崩れるのであれば、外航船船員の見合い関係発生時機と保持義務解除時機をフィードバックするようなことが必要であると考えられる。この方法により、判断時機の差を気付かせることができる可能性があると考えられる。

次に操船方略である。海上交通ルールが規定する判断時機の修正を行った後に、海上交通ルールが求める行動領域について教育する必要がある。海上交通ルールが定める行動を Fig. 8-10 に示す。ここでは、そもそも危険を発生させないような操船、つまり Fig. 8-10 に示す①の領域で済むような見通し訓練と考え方を教育する必要がある。このことは船間距離をより遠くすることに繋がるであろう。都合の良い操船方略を選択する背景には、進路変更に伴う航走距離増大といったコストに対する意識があると考えられる。このような意識を排除するために、これまでの操船方略による航走距離とソフト的対策が求める操船方略による航走距離を比較すること、その差が特別大きなもので無いことを知るようなプログラムを策定する必要がある。

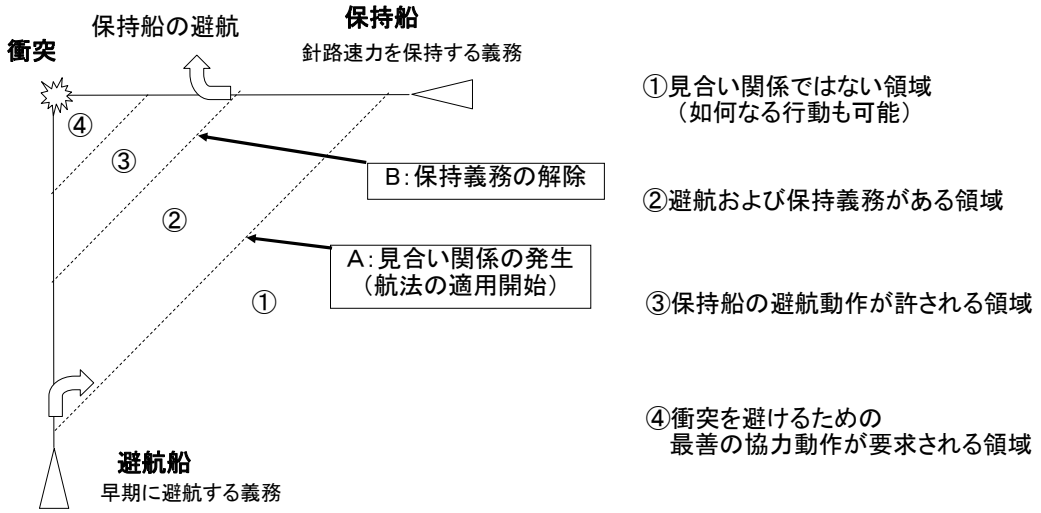


Fig. 8-10　海上交通ルールが求める行動領域（横切りの関係を例に）

ここまで、一方的に相対的に小さい船舶が大きい船舶に合わせる方向で述べた。扱う船舶質量の差、それに付随する操縦性能の差を考慮すれば小さい船舶が大きい船舶に合わせることが理にかなっていると考えられる。しかし大きい船舶に衝突海難を回避する義務がない訳ではない。大きい船舶に求められることは、小さい船舶が船型による影響のために判断時機を過小評価することを理解し、そもそも危険を発生させないような操船、つまりFig. 8-10 に示す①の領域で済むような操船をすることである。提案したプログラムは、小さい船型船舶の操船者に対して判断時機の差を気付かせるようなプログラムとして述べたが、このソフト的対策プログラムは、手続きを変更することで大きい船型船舶の操船者に判断時機の差を気付かせるプログラムに変更可能である。そもそも危険を発生させないような操船をするための見通し訓練と考え方の教育は、特に経験の少ない大きい船型船舶操船者には必要不可欠な教育プログラムであると考えられる。また、経験のある操船者にとっても、小さい船舶の特徴を把握した上で操船方略を判断することは必要であり、教育プログラムは有効であると考えられる。

このようなソフト的対策を、漁船やモーターボート操縦者に対しては小型船舶免許更新講習において、また一般商船では海運会社の安全講習を利用して実施することが考えられる。

８－５－３　航行環境的対策

ハード的対策が難しい船舶として、本研究で研究対象とした漁船やモーターボート等の小型船舶が挙げられる。これらの船舶は航海計器を搭載するためのスペースの問題や、経済的問題が付随する。またソフト的対策についても、小型船舶免許更新講習で教育プログラムを実施することが考えられるが、更新講習の効果持続性についてやはり問題が付随すると推察される。この効果持続性については、海運会社における安全講習でのソフト的対策においても問題になると推測される。したがってハードおよびソフト的対策にあわせて航行環境的対策が必要になると考えられる。

Bercher（2002）は、海上交通ルールについて社会学的見地から、難解なルールを追加すべきでないと主張している。また同時に、英仏海峡において Traffic separation（分離通航方式。例えば東行きと西行きの交通を分離する）の導入後、この海峡における衝突海難件数が減少していることから、分離通航の有効性を指摘している。

このように、船型の影響を最も大きく受ける小型船舶については、特にハードおよびソ

フト的対策にあわせて航行環境的対策が望まれ、その航行環境的対策のひとつとしては、簡単明瞭な法規制により航行環境を整えることである。例えば畑・藤本・渕・小原（2009）が主張するような小型船舶特別法の設立による強制的手法は一つの対策であると考えられる。他の航行環境的対策としては物理的に船舶の交通を整流することである。技術的には湾内、港内、狭水道では商船航行路を絞り込むことは可能である。さらに航空管制のように管制し、航路内にある大型船に完全優先権を与えること等が考えられる。IMO（International Maritime Organization）（1997）は航空管制のような管制である Vessel Traffic Management を行わないと決議していることから、航空管制のような管制の実現は難しいかもしれないが、航路の設定は可能である。さらに船舶を運航する海運会社における自社航路基準の設定も有効であると考えられる。これは、海上交通の輻輳状況を考慮して自社航路を設定し、運航船にこれを遵守させるような対策である。

法的規制を伴うような航行環境的対策は、わが国においては特に漁業の権利と対立することが明白である。この対立については藤本（2005）や小原・古荘・藤本・渕（2009）が主張するように、海の管理を目的とした法体系の整備や、互いの利益を確保する自主ルールの策定のような、法的側面からも検討する必要があると考えられる。

８－６　船員の養成に追加すべき新たな要件

以前は、海上において交通が輻輳することがほとんどなく、広い海において自船の地球上における位置情報取得が重要であった。現在でも位置情報取得は重要であることに変わりないが、以前は大洋で位置情報を得るには、天体観測と複雑な計算が必要であった。現在でもこの技術は必要であるが、GPS は天体観測とそれに続く複雑な計算をせずとも、24 時間連続で 1 秒毎に位置情報を示し続ける。現在は陸地が見えない沖であっても、GPS により容易に位置情報を取得することができるため、小型船舶も容易に沖に出ることが可能である。また大型船は、GPS により最短航路で航行しようとするため、結果として交通が集中するようになった。さらに世界経済の発展は、海上輸送量を増加させ、その結果船舶数が増加し、海上交通を輻輳させる結果になっている。また世界経済の発展は船舶を大型化させ、船型によるギャップを増大させる結果にもなっている。

現在の船員養成では、「航法を遵守すること」、「見張りができること」が要件である。これらは基礎的知識技術また技能として必要不可欠なものであることに違いは無い。しかし簡単に位置情報を取得することができ、船型ギャップが大きく、交通が輻輳する現代の海

上交通においては、従前のこのような基礎的技術に加えて、応用的に具体的にどの航法をいつ適用しどのように判断するのか、海上交通現場に適用する訓練が必要である。このことは Cauvin（2009）も必要性を指摘しているところである。

本研究で策定した教育プログラムは、全てにおいて望まれる結果を示さなかったが、学生の判断時機と操船方略の選択を変化させた。教育プログラムの内容および実施方法を改善することにより、現代に求められている技術獲得に貢献する可能性を見出した。

航法を遵守するために、見張りができるようになるために、本研究で策定した教育プログラムのような、新たな教育を船員の養成に追加する必要がある。

８－７　おわりに

海上交通ルールの理念である Good Seamanship は、経験から慣行を学び海上における衝突を予防することを目指している。このように経験は非常に重要であることは論を待たない。海運経済の発展、造船技術の発達、港湾土木技術の発達は超巨大船を出現させ、海上交通量を増加させた。航海計器の発達は他船を認知することを容易にし、無線の発達はコミュニケーションをとることを容易にした。時代に合うように改正されているが、しかし海上交通ルールは、超巨大船の出現や船舶交通の輻輳量の増大に伴う問題には対応せず、古いままである。その背景には長年海上交通ルールとして使用されているため、容易に変更できないことが挙げられる。そして衝突回避判断を行い、衝突を回避するのは、今も昔も操船者という人間に変わりは無い。完全自動運航を夢見つつも、すべての鉄道が、また自動車や航空機が完全自動運航されていないように、技術的な理由だけでなく社会的な理由など様々な理由から、完全自動運航が直近に実現できるとも思えない。Good Seamanship は経験から慣行を学び海上における衝突を予防することを目指しているが、本研究結果は船型差などの問題を吸収できていないことを示した。それに対して、その危険を改善するためのハード的対策、ソフト的対策、航行環境的対策を提言として述べた。ハード的対策は限界があり、ソフト的対策と組み合わせる必要がある。航行環境的対策もソフト的対策と一致させて考慮する必要がある。本研究では、研究から得られた知見を基に、ソフト的対策の具体的方向性を示し、また新しい船員養成に向けて現状をどのように改善すべきか提案した。

本研究は、海上交通に関わる人間の衝突回避判断を全て論じきったわけではない。しかし、船舶を操縦する人間の判断時機と操船方略内容が重要であることを指摘した最初の研

究である。人間が船を操縦する限り、ハード、ソフトならびに航行環境の側面から研究する必要がある。ソフトの側面について、船舶操船者は斯くあるべき論を展開するだけでは不十分である。本研究を、今後の安全安心な海上交通達成にむけての船出としたい。

引用文献

有村信夫・福戸淳司・丹羽康之・森　勇介　2007　目視観測距離誤差の調査　日本航海学会論文集, 117, 167-173.

朝日新聞社　2008　イージス艦 回避措置とらず 直進僚船 GPS 裏付け　朝日新聞夕刊 2008 年 2 月 21 日

Belcher P.　2002　A sociological interpretation of the COLREGS *The Journal of Navigation* **55** 213-224.

Chauvin C. & Saad F.　2004　Interaction And Communication In Dynamic Control Tasks : Ship Handling And Car Driving　*Traffic and Transport Psychology* 101-111.

Chauvin C. & Lardjane S.　2008　Decision making and strategies in an interaction situation: Collision avoidance at sea *Transportation Research Part F* **11**, 259-269.

Cauvin C., Clostermann J.P. & Hoc J.M.　2009　Impact of training programs on decision-making and situation awareness of trainee watch officers *Safety Science* **47**, 1222-1231.

Cockcroft A. N. & Lameijer J.N.F.　2004　A GUIDE TO THE Collision Avoidance Rules (6th Ed.) Butterworth-Heinemann

Crosbie J. W.　2009　Revisiting the Lessons of Early Stering and Sailing Rules for an e-Navigation Age *The Journal of Navigation* **62** 109-117.

デッカー　S.　2009　ヒューマンエラーは裁けるかー安全で公正な文化を築くにはー　芳賀繁（監訳）　東京大学出版会

Endsley M.R.　2000　Theoretical underpinnings of situation awareness: A critical review. In M.R. Endsley & D.J. Garland (Eds.), *Situation awareness analysis and measurement*. Mahwah, NJ: LEA.

渕　真輝・古荘雅生・藤本昌志・臼井伸之介　2007　操船方略の経験による違い　日本航海学会論文集, **117**, 199－206.

渕　真輝・藤本昌志・臼井伸之介・岩崎裕行　2008　保持船の動作判断時機について　日本航海学会論文集, **119**, 137－143.

渕　真輝・藤本昌志・臼井伸之介・広野康平　2009　船型経験が避航判断に及ぼす影響　日本航海学会論文集 **122**, 121-130.

渕　真輝・藤本昌志・臼井伸之介・広野康平・持田高徳　2010　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 回大会講演集，144-145.

藤井弥平・巻島勉。原潔　1981　海上交通工学　海文堂

藤本昌志　2000　視界制限時における「著しく接近することを避けることができない状態」の判断について　日本航海学会論文集，**102**，227-234.

藤本昌志　2005　現代日本の海の管理に関する法的問題－船舶航行に伴う問題を中心として－　大阪大学大学院法学研究科博士論文

藤原紗衣子・藤本昌志・渕　真輝・古荘雅生　2009　「船員の常務」に関する考察－アンケート調査に基づく比較と検証－　日本航海学会論文集, **120**, 189－198.

福戸淳司・有村信夫・丹羽康之・沼野正義・岡崎忠胤・劉峭　2008　衝突予防援助装置の機能向上と支援効果の評価に関する研究　海上技術安全研究所報告，　8（3），　総合報告，　33－60.

原潔　1967　超大型船の避航動作分析 ： 船舶交通の統計的特性-II　日本航海学会論文集, 37, 137-143.

長谷川和彦　2009　船舶の衝突回避を科学する～ 自動運航システムの応用 ～　生産と技術，**61**(3)，64-68.

畑　貴宇・古荘雅生・藤本昌志・渕　真輝　2009　小型船舶特別規定の必要性－海上衝突予防法 15 条の場合－　日本航海学会論文集，**120**，183－188

八田一郎　2002　避航開始時機に関する研究　航海訓練所調査研究諸報，**3**，83-93.

Hetherington C., Flin R. & Mearns K.　2006　Safety in shipping:The human element *Jounal of Safety Research* **37**, 401-411.

HIGASHIYAMA A. & SHIMONO K. 1994 How accurate is size and distance perception for very far terrestrial objects?Function and Causality *Perception & Psychophysics*, **55**(4), 429-442.

Hinsch W. 1996 Traffic rules to coordinate collision avoidance manoeuvres at sea *Proceedings of the International Conference on Preventing Collision at Sea-Collision'96, Dalian, China* 166-172.

Hockey G.R.J., Healey A., Crawshaw M., Wastell D., & Sauer J.　2003　Cognitive demands of collision avoidance in simulated ship control *Human Factors*, **45**, 252-265.

今津 隼馬・村山 雄二郎・田中 邦彦・有村 信夫・沼野 正義・桐谷 伸夫・金湖 富士夫・宮崎 恵子・甲斐 繁利　1992　避航所要時間と避航限界　日本航海学会論文集，**87**，123－130.

IMO(International Maritime Organization) 1997 RESOLUTION A.857(20) GUIDELINES FOR VESSEL TRAFFIC SERVICES

IMO(International Maritime Organization) 2001 International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers 1978, as amended in 1995 and 1997(STCW Convention)　*IMO Publication*

IMO(International Maritime Organization)　2004　COLREG（International Regulation for Preventing Collision at Sea 1972）　*IMO Publication*

井上欣三・久保野雅敬・宮坂真人・原大地　1998　危険の切迫に対して操船者が感じる危険感の定量化モデル　日本航海学会論文集，**98**，235－245

井上欣三・大野麻子　1998　シミュレータ教育・訓練における研修効果の定量評価法　日本航海学会論文集, 98, 171－180.

井上欣三　2008　海の安全管理学　成山堂

伊藤喜市　1996　解説　海難審判関係用語集　成山堂

海技大学校　2010　海の技術者づくりーⅡ　ー船舶運航における OJT に関する研究ー　海技大学校航海科教室

海上保安庁　2007　海上衝突予防法の解説（改訂 7 版）　海文堂

海難審判庁　2004　内航貨物船の海難防止ガイドブック

海難審判庁　2008　海難レポート 2008

海難審判所　2009　平成 21 年版レポート海難審判

神作　博・大谷　亮・向井希宏　2001　交通心理学における検討課題　中京大学心理学部紀要，創刊号，23-31.

狩野広之　1970　海上衝突事故の心理的側面の考察　海上労働科学研究会報，69，1-40.

Kemp J.　2008　The COLREGS and the Princess Alice *The Journal of Navigation* **61**　271-281.

Kemp J.　2009　Behaviour Patterns in Crossing Situations *The Journal of Navigation* **62** 443-453.

小林弘明・井上欣三・新井康夫・藤井照久・遠藤 真・松浦由次・遠藤政利・阪口泰弘　1997　操船技術の要素技術展開について　日本航海学会論文集, 96, 119－125.

小林弘明・井上欣三・新井康夫・藤井照久・遠藤 真・阪口泰弘・松浦由次・遠藤正利　1997 操船シミュレータによる教育・訓練方法の提案　日本航海学会論文集, 96, 127－137.

小林弘明・片岡高志・濱田俊秀　1998　操船シミュレータによる教育・訓練の評価方法に関する研究　日本航海学会論文集, 98, 161－169.

小林弘明，村田　信　1999　海技の教育訓練方法に関する研究－海技の習得特性について－　日本航海学会論文集，**100**，161－168

小林弘明・遠藤真・水野弘之・仙田晶一　2000　海技の習熟特性に基づく必要訓練時間の研究　日本航海学会論文集, 102, 291－300.

国枝佳明・矢吹秀雄・竹本孝弘・田尾茂郎　2004　オンボード操船シミュレータ訓練の効果と練習船実習への応用　日本航海学会論文集, 111, 81－88.

Lee G.W.U. & Parker C. J.　2007　MANAGING CPLLISION AVOIDANCE AT SEA　The Nautical Institute

松永勝也　2006　交通事故防止の人間科学（第 2 版）　ナカニシヤ出版

松浦常夫　2005　初心運転者の心理学　実践女子学園

三浦利章　1980　ギャップ・アクセプタンス行動およびその知覚的要因についての予備的研究　大阪大学人間科学部紀要，**6**，35-77.

宮崎惠子・沼野正義・田中邦彦・伊藤泰義　1996　高速船と一般船舶の見合い実験－実船実験とシミュレータ実験－　日本航海学会論文集, **95**, 125－135.

森清善行　1981　労働と技能　労働科学研究所

森本　繁　1990　坂本竜馬いろは丸事件の謎を解く　新人物往来社

長山泰久　1989　人間と交通社会－運転の心理と文化的背景－　幻想社

中井　宏・臼井伸之介　2006　運転場面におけるリスクテイキング行動の一貫性検証　応用心理学研究，**32**(1)，1-10.

中井　宏　2010　自動車運転場面における不安全行動抑止のための人間工学的研究－速度抑制対策の有効性と自己評価の観点を含めた安全教育の構築－　大阪大学大学院人間科学研究科博士論文

日本船主協会　2010a　日本海運の現状

日本船主協会　2010b　海運統計要覧

西村知久，小林弘明　2008　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，**118**，299－305

西崎ちひろ・吉村健志・田村兼吉・三友信夫　2010　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, 123, 95－102.

農林水産省　2010　平成 21 年度 食料・農業・農村白書

小川洋一・秋葉隆行・岸本宗久・君島通夫・中村哲郎・宮野義広　2002　船舶衝突の裁決例と解説　成山堂

小原朋尚・古荘雅生・藤本昌志・渕　真輝 2009 水域利用調整における自主ルールの運用について 日本航海学会誌論文集, 第 120 号, 45-50

大橋信夫　1973　衝突海難にみる操船情報処理上の問題点　海上労働科学研究会報，**79**, 9-13.

大橋信夫・久宗周二・川崎潤二　2009　海上労働における労働科学的、人間工学的研究の歴史と現状　人間工学，**45**（2），71－81.

Ohtsu K.& Takai T.　1991　A Fully Automatic Berthing Test Using the Training Ship Shioji Maru *NAVIGATION*，*44*(2)，213-223.

太田博雄　2000　6 章　車間距離とリスクテイキング　交通行動の社会心理学（高木修監・蓮花一己編），北大路書房

蓮花一己　1996　交通危険学－運転者教育と無事故運転のために－　啓正社

斉藤浄元　1963　海難論　日本海事振興会

竹本孝弘・阪本義治・古荘雅生・嶋田博行　2005　衝突海難事故における人的エラーの数量化　日本航海学会論文集，**113**，85－91

竹本孝弘　2009　ヒューマンエラーの特徴に基づく衝突海難防止に関する研究　神戸大学博士論文

竹本孝弘・岩崎裕行・古荘雅生・阪本義治　2009　操船者の情報処理システムに基づく避航行動　　日本航海学会論文集, 120, 35－43.

トラン　ヴェイト　フォン・萩原秀樹・田丸人意　2007　AIS による予定航路情報と航海情報に基づく戦略的避航に関する研究-Ⅱ－交通管理海域における安全性･効率性評価－日本航海学会論文集, 117, 35－42.

運輸安全委員会　2009　運輸安全委員会年報 2009

臼井伸之介・和田一成・太刀掛俊之　2008　看護業務におけるリスク教育プログラムの開発とその効果測定　平成 17～19 年度科学研究費補助金（基盤研究（C））研究成果報告書

山崎祐介　2003　ヒヤリハット 200 と事故防止　住友金属物流（株）内航営業部（編），成山堂

読売新聞社　2008　ズームアップ WEEKLY「海の悲劇繰り返すな」　読売新聞夕刊　2008 年 3 月 12 日

Web 資料

毎日新聞社　2008　毎日 jp　図説：イージス艦「あたご」衝突事故 http://mainichi.jp/select/jiken/graph/atagograph0802/5.html（2010.12.02）

横浜地方海難審判庁　2007　漁船第三新生丸貨物船ジム アジア衝突事件　参考図２ http://www.mlit.go.jp/jmat/saiketsu/saiketsu_kako/19nen/yokohama/yh1903/18yh090_2.pdf（2010.12.02）

謝辞

この博士論文をまとめるにあたり、多くの方々に御指導、御助言を賜りました。心より感謝いたします。

大阪大学大学院人間科学研究科の臼井伸之介教授には、ただ外国航路の航海士経験しかない研究の素人を、ただ海上交通における衝突回避判断に関する研究がしたいとの希望だけの私を、リスクテイキングであるにも関わらず研究室に受け入れていただき、その後 5 年に渡り御指導をいただきました。この 5 年の間には、本務の都合ばかりでなく、ただ単に要領が悪いがゆえに研究の進捗が芳しくなく、潜在的リスクが顕在化しそうな思いをされたのではないかと思量いたします。年だけ重ねた学生に、優しく、時には厳しく御指導をいただき、また、ご多忙のところいつでも親身に相談にのっていただきました。心より厚く御礼申し上げます。

大阪大学大学院安全衛生管理部・人間科学研究科の太刀掛俊之准教授には、この分野への関心を持つきっかけを頂き、その後も多くの御助言を頂き、大変お世話になりました。また、大阪大学大学院人間科学研究科の松本友一郎助教には、研究室内の雑多なことなども含めて、研究に多くの御助言を頂き、大変お世話になりました。ここに厚く御礼申し上げます。また臼井研究室の修了生、卒業生の皆さん、現所属の皆さんには年の差関係なく意見交換をしていただきました。本当にありがとうございました。

神戸大学大学院海事科学研究科の古荘雅生教授、藤本昌志准教授、広野康平准教授には、業務の調整ならびに海事分野における専門知識の提供等、また神戸大学大学院海事科学研究科付属練習船船長の矢野吉治准教授をはじめ乗組員の皆様には運航中の調査実験等、惜しみない御支援と御協力を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。調査実験データの収集には神戸大学海事科学部学生が意欲的に協力してくれました。当時、また現在学生の、木村友一さん（(株）商船三井)、安藤仁さん（(株）商船三井)、上杉洋平さん（(株）商船三井)、中前博喜さん（飯野海運（株))、田中喜大さん（日本郵船（株）内定)、保田強太さん（(独）航海訓練所内定）には、船長・航海士への高い志望とともに、強く本研究の内容に興味を示し協力してくれました。本当にありがとうございました。

調査実験に当たっては多くの企業等に御協力を賜りました。東京海洋大学海洋工学部（竹本研究室)、(株）イコーズ、井本商運（株)、船舶安全サービス（株)、(株）マリーンリンク、(株）ダイヤモンドフェリー、(独）航海訓練所、小原海事代理士事務所、小田海事事務所の皆様には陸上海上問わず惜しみの無い御協力を賜りました。また、ここに挙げていない多くの海運会社の方々、船員や漁師の皆様にもご多忙中にもかかわらず御協力を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

最後に、家族の支えが無ければ、判断時機と方略を誤り研究と衝突していたと思います。妻の薫、子供たち大耀と翔大に感謝します。

2010 年 12 月 21 日　　渕　　真輝

付録

付録目次

付録Ａ
同意書 ･･ 1
判断時機の確認 ･･ 2
５章・７章　判断時機･･ 3
５章・７章　判断時機　６章・７章　操船方略･･････････････････････････････････ 7
６章・７章　操船方略･･ 8
３章　海上交通ルールテスト･･ 11
フェイスシート ･･ 14
船舶参考図 ･･ 15
付録Ｂ･･ 16
付録Ｃ･･ 17

付録Ａは３章、５章、６章、７章で用いた質問紙である。

また、これは研究中“外航群”用に作成されたものである。“内航群”“漁船群”ならびに７章で学生に用いた質問紙も同様の形態となっており、想定する船舶が異なっているなど、それぞれに合わせてある。

この質問紙には、航海場面回答要領(1)、航海場面回答要領(2)、海上交通法規確認設問紙解答要領と３種の質問紙に対する回答要領が説明されている。

航海場面回答要領(1) が説明する質問紙は、各判断時機を主に尋ねており、判断時機については、５章および７章の判断時機の分析で用いたものである。また３隻場面で避航方向を尋ねているが、これは６章および７章の操船方略の検討で用いたものである。

航海場面回答要領(2) が説明する質問紙は、６章および７章の操船方略の検討で用いたものである。

海上交通法規確認設問紙解答要領が説明する質問紙は、３章および７章の海上交通ルールの知識の検討で用いたものである。

最後のページにある船舶の図は、航海場面回答要領(1) が説明する質問紙で参考にするためのもので、調査時に参加者は、これを切り離して用いたものである。

付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

同意書

操船における人的要因調査に関わる実験同意書

本実験に御協力いただき心より御礼申し上げます。
次の事項を御理解のうえ御了承いただきたく宜しくお願い申し上げます。

- ◆ 本実験は、紙上に示した航海場面の設問および海上交通法規にお答え頂くものです。
- ◆ 本実験の目的は、①船員養成に資すること　②経験等が判断に与える影響の基礎資料とすることの２点です。
- ◆ 本実験で得られた個人情報については研究にのみ用い、組織および個人が特定できるような状態では、一切公表いたしません。
- ◆ 本実験で得られた結果を用い、組織および個人の知識、能力や違反を指摘することは一切ありません。
- ◆ 実験開始後でも疑義がある場合等、実験に協力できないと判断された時はお申し出下さい。直ちに実験を中止し、全ての情報および結果を破棄いたします。
- ◆ 本実験で得られた結果は、個人が特定できない状態で論文等で発表させていただきますことを御了承ください。

神戸大学大学院海事科学研究科
教授　古莊　雅生
助教　渕　真輝
海事科学部船舶安全管理学研究室
４年　田中　喜大
４年　保田　強太

上記内容に同意し、実験に協力します。

2010 年　　月　　日　　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

操船における人的要因調査に関わる実験同意書（控え）

本実験に御協力いただき心より御礼申し上げます。
次の事項を御理解のうえ御了承いただきたく宜しくお願い申し上げます。

- ◆ 本実験は、紙上に示した航海場面の設問および海上交通法規にお答え頂くものです。
- ◆ 本実験の目的は、①船員養成に資すること　②経験等が判断に与える影響の基礎資料とすることの２点です。
- ◆ 本実験で得られた個人情報については研究にのみ用い、組織および個人が特定できるような状態では、一切公表いたしません。
- ◆ 本実験で得られた結果を用い、組織および個人の知識、能力や違反を指摘することは一切ありません。
- ◆ 実験開始後でも疑義がある場合等、実験に協力できないと判断された時はお申し出下さい。直ちに実験を中止し、全ての情報および結果を破棄いたします。
- ◆ 本実験で得られた結果は、個人が特定できない状態で論文等で発表させていただきますことを御了承ください。

神戸大学大学院海事科学研究科
教授　古莊　雅生
助教　渕　真輝
海事科学部船舶安全管理学研究室
４年　田中　喜大
４年　保田　強太

上記内容に同意し、実験に協力します。

2010 年　　月　　日　　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

判断時機の確認

＜参考＞海上衝突予防法における避航船及び保持船の航法

海上衝突予防法について確認します。海上衝突予防法の条文には、互いに視野のうちにある場合は、次に示す避航船、保持船の航法が適用される場合があります。

海上衝突予防法第 16 条（避航船）

この法律の規定により他の船舶の進路を避けなければならない船舶（次条において「避航船」という。）は、当該他の船舶から十分に遠ざかるため、できる限り早期に、かつ、大幅に動作をとらなければならない。

海上衝突予防法第 17 条（保持船）

1　この法律の規定により２隻の船舶のうち１隻の船舶が他の船舶の進路を避けなければならない場合は、当該他の船舶は、その針路及び速力を保たなければならない。

2　前項の規定により針路及び速力を保たなければならない船舶（以下この条において「保持船」という。）は、避航船がこの法律の規定に基づく適切な動作をとつていないことが明らかになった場合は、同項の規定にかかわらず、直ちに避航船との衝突を避けるための動作をとることができる。この場合において、これらの船舶について第 15 条第１項の規定の適用があるときは、保持船は、やむを得ない場合を除き、針路を左に転じてはならない。

3　保持船は、避航船と間近に接近したため、当該避航船の動作のみでは避航船との衝突を避けることができないと認める場合は、第１項の規定にかかわらず、衝突を避けるための最善の協力動作をとらなければならない。

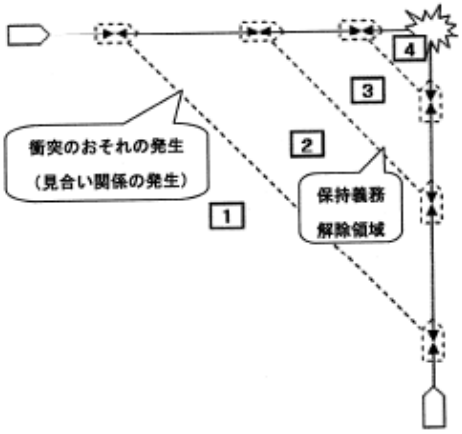
上記の条文からわかるように、「横切り」関係の時間経過と、「避航船」と「保持船」に求められる行動領域を４つの領域として示します。４つの領域は以下のとおりです。

① “衝突のおそれ”の存在する前の遠距離において、２隻の船舶はいかなる動作をとることが可能な領域。法規による制約はありません。

② “衝突のおそれ”が発生し、「避航船」と「保持船」の動作が要求される領域。

③ 「避航船」が適切な動作をとっていないことが明らかになった場合に、「保持船」が直ちに衝突を避けるための動作をとることができる領域。

④ 「避航船」の動作のみでは衝突を避けることができないと認められ、「保持船」に衝突を避けるための最善の協力動作を要求される領域。



付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

５章・７章　判断時機

航海場面設問紙回答要領（１）

【　回答要領　】

1. “航海場面設問紙”について説明いたします。回答例をご覧下さい。用紙の上段に船舶の関係図、中段に設問、下段に回答欄があります。**一番後ろに添付する“船舶データ用紙”を切り離して、自船と他船についての詳細を参照しながら回答していただきます。**各回答欄の番号と設問の番号は対応しています。例えば、自船がコンテナ船で、他船が内航船と想定する場合、船舶データ用紙の“他船：内航船”と記載されている回答欄に、設問に対する回答を記入してください。その際、設問と回答欄の番号をご確認ください。

【　注意事項　】　必ずお読みください。

※　場面はすべて視界良好で十分広い水域とします。

※　距離でお答えいただく設問の場合、単位はNM（マイル）,m（メートル）,L（全長の倍数）、その他何でも結構です。ただし、単位が分かるようにしていただければ結構です。単位のない場合はマイルとします。

※　回答が同じになる場合もありますが、気にせず続けてください。

※　回答の整合性を合わせるための修正はお止めください。同様に、既に書き終えた設問紙を修正することはお止めください。

※　VHF、汽笛等の使用は、現実問題として存在しますが、本アンケートでは回答していただかなくて結構です。

※　本実験においては

衝突のおそれの発生=見合い関係の発生

とします。

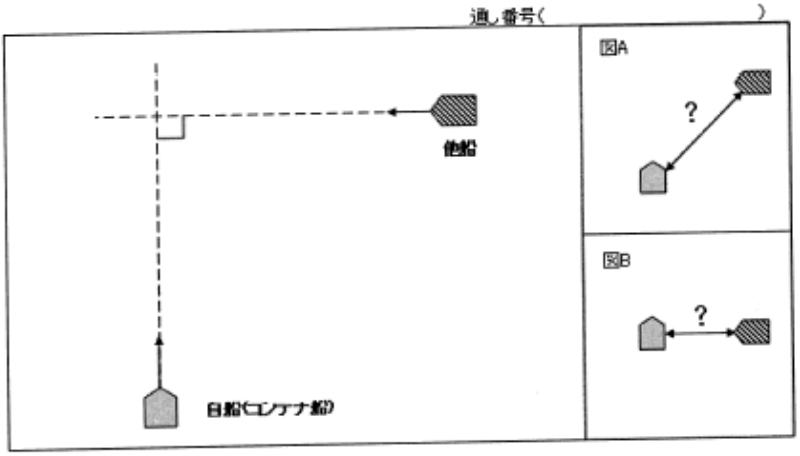
付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

５章・７章　判断時機

回答例

≪航海場面設問紙≫

通し番号（　　）



右舷に自船針路と直交する針路で進む横切り船があります。自船がコンテナ船の場合について、次の質問にそれぞれお答えください。機関はNavigation Fullとします。

①他船の方位に明確な変化が無い場合の、避航を開始する船間距離を考えます。

[1] 他船の方位に明確な変化が無い場合（図A参照）
[1-1] 避航を開始する船間距離をお答えください。
[1-2] 何らかの理由で限界まで避航を我慢する必要があります。その時の船間距離についてお答えください。

[2] 他船の方位に明確な変化がある場合（図B参照）
[2-1] 他船の船首を航過できると判断しました。その時に最低必要な他船船首[illegible]ください。

②一番最後にある船舶データ用紙から「自船：コンテナ船」の欄を見ます。

自船がコンテナ船の場合（22 k't）		[1-1]	[1-2]	[2-1]
他船	内航船（11 k't）	3		
	[illegible]船（11 k't）			

③船舶データ用紙から「他船：内航船」の欄を見ます。

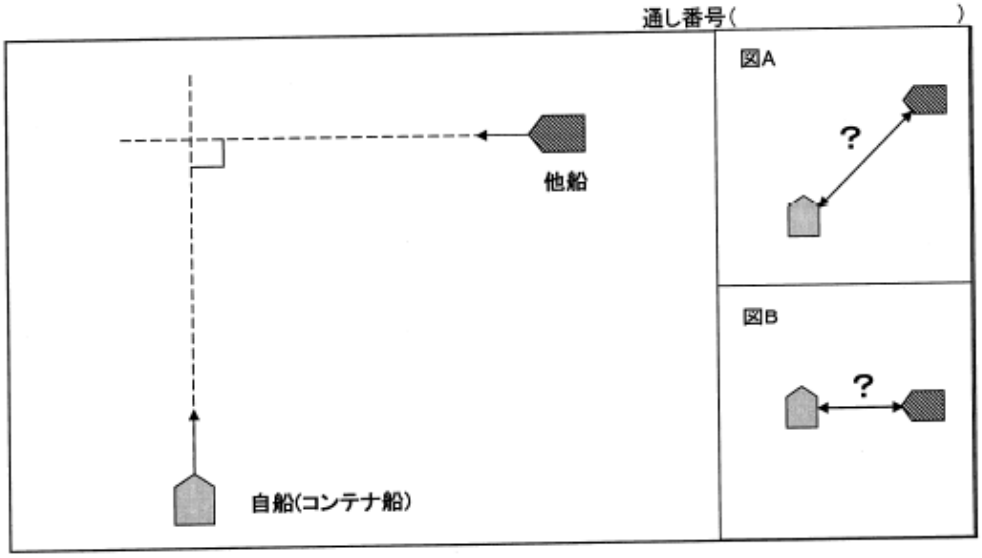
④設問 1-1 の「他船の方位に明確な変化が無い場合の避航を開始する船間距離」を回答します。その時、必要ならば単位を書いてください。単位が無い場合はマイルとします。

付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

５章・７章　判断時機

≪航海場面設問紙≫

通し番号（　　）



右舷に自船針路と直交する針路で進む横切り船があります。自船がコンテナ船の場合について、次の質問にそれぞれお答えください。機関はNavigation Fullとします。

[1] 他船の方位に明確な変化が無い場合（図A参照）

[1-1] 避航を開始する船間距離をお答えください。

[1-2] 何らかの理由で限界まで避航を我慢する必要があります。その時の船間距離についてお答えください。

[2] 他船の方位に明確な変化がある場合（図B参照）

[2-1] 方位が右にかわり、他船の船首を航過できると判断しました。その時に最低必要な他船船首との船間距離をお答えください。

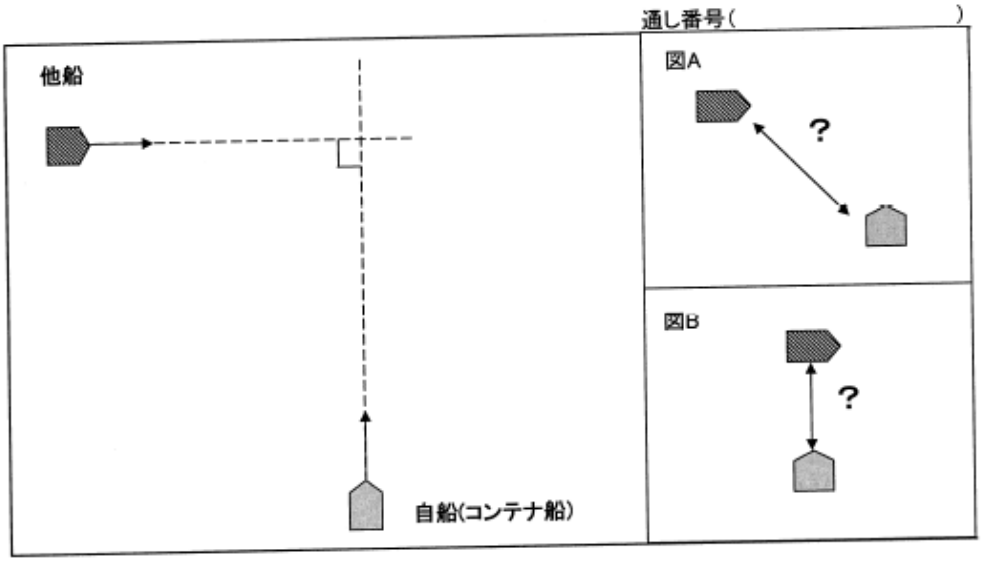
自船がコンテナ船の場合（22k't）		[1-1]	[1-2]	[2-1]
他船	内航船（11k't）			
	コンテナ船（22k't）			
	漁船（11k't）			

付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

５章・７章　判断時機

≪航海場面設問紙≫

通し番号（　　）



左舷に自船針路と直交する針路の横切り船があります。自船がコンテナ船の場合について、
次の質問にそれぞれお答えください。機関はNavigation Fullとします。

[1] 他船の方位に明確な変化がない場合（図A参照）
　[1-1] 見合い関係が発生したと思う船間距離をお答えください。
　[1-2] さらに他船が接近し避航しません。自船が避航を開始する船間距離をお答えください。

[2] 他船の方位に明確な変化がある場合（図B参照）
　[2-1] 方位が右にかわり、自船の針路変更なしで他船が自船船首を航過します。その時の
　　許容できる他船と自船船首との最低船間距離をお答えください。

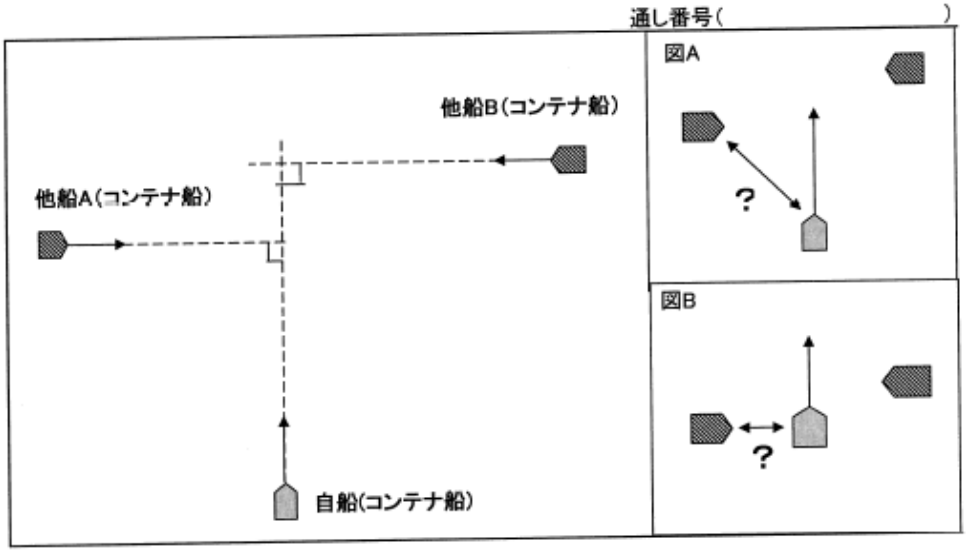
自船がコンテナ船の場合（22k't）		[1-1]	[1-2]	[2-1]
他船	内航船（11k't）			
	コンテナ船（22k't）			
	漁船（11k't）			

付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

５章・７章　判断時機
６章・７章　操船方略

≪航海場面設問紙≫

通し番号（　　）



図のように、3隻が出会う場面があります。他船同士はこのままの針路で互いの左舷側で航過することができます。ただし他船同士のCPA（最接近距離）は小さく、航過できる最低限の距離です。
自船がコンテナ船の場合について、次の質問にそれぞれお答えください。機関はNavigation Fullとします

[1] 他船A、B共に方位に変化がない場合（図A参照）
[1-1] 他船と見合い関係が発生したと思う距離を、他船Aとの距離でお答えください。
[1-2] 他船を避航する距離を、他船Aとの距離でお答えください。
また、このとき右転か左転かをお答えください。

[2] 他船A、B共に方位が変化する場合（図B参照）
[2-1] このままの針路速力で他船を避けられると思う距離を、他船Aとの距離でお答えください。

自船がコンテナ船の場合（22k't）		[1-1]	[1-2]		[2-1]
他船	A船（コンテナ船　22k't）			右 左	

付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

６章・７章　操船方略

航海場面設問紙回答要領（２）

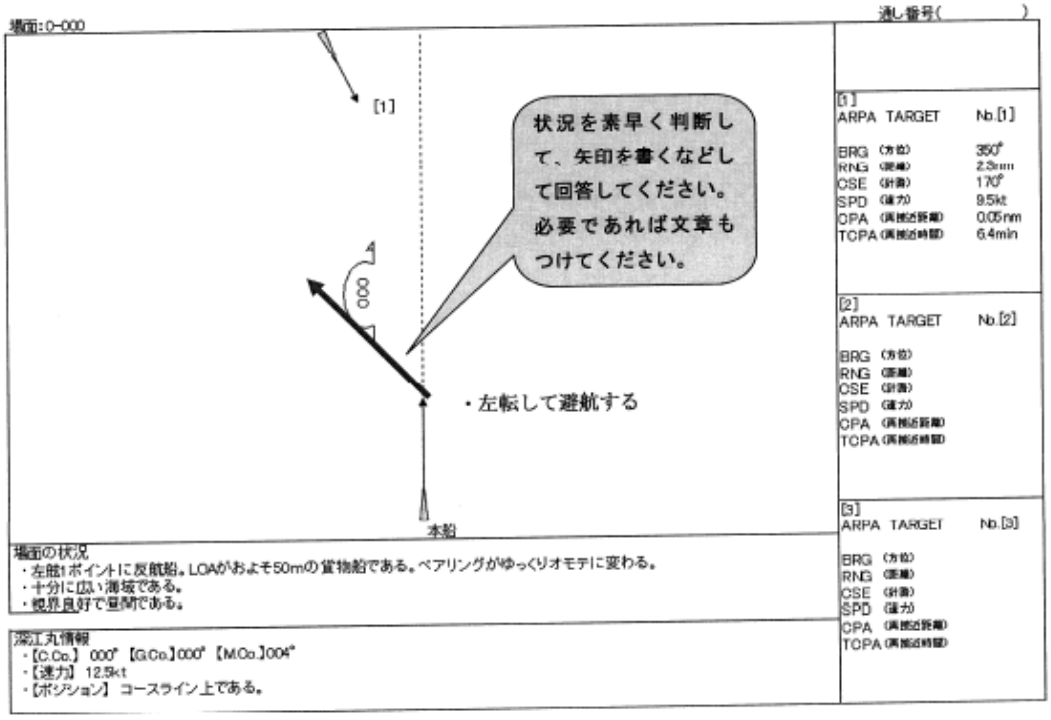
【　回答要領　】

“航海場面設問紙”について説明いたします。ある操船場面がレーダー画面上に写されるよう上から見た図で描かれています。この図では読み取れない情報は下端に文字で示しています。右端にはARPA のデータがあります。また、自船は深江丸となっています。**状況を素早く判断して**、どのように操船するかを矢印などで回答してください。また、**TCPA の時間以上は考えないで下さい。**必要であれば説明文も付けてください。以下に例を示します。

※TCPA（最接近時間）：衝突するまでの時間

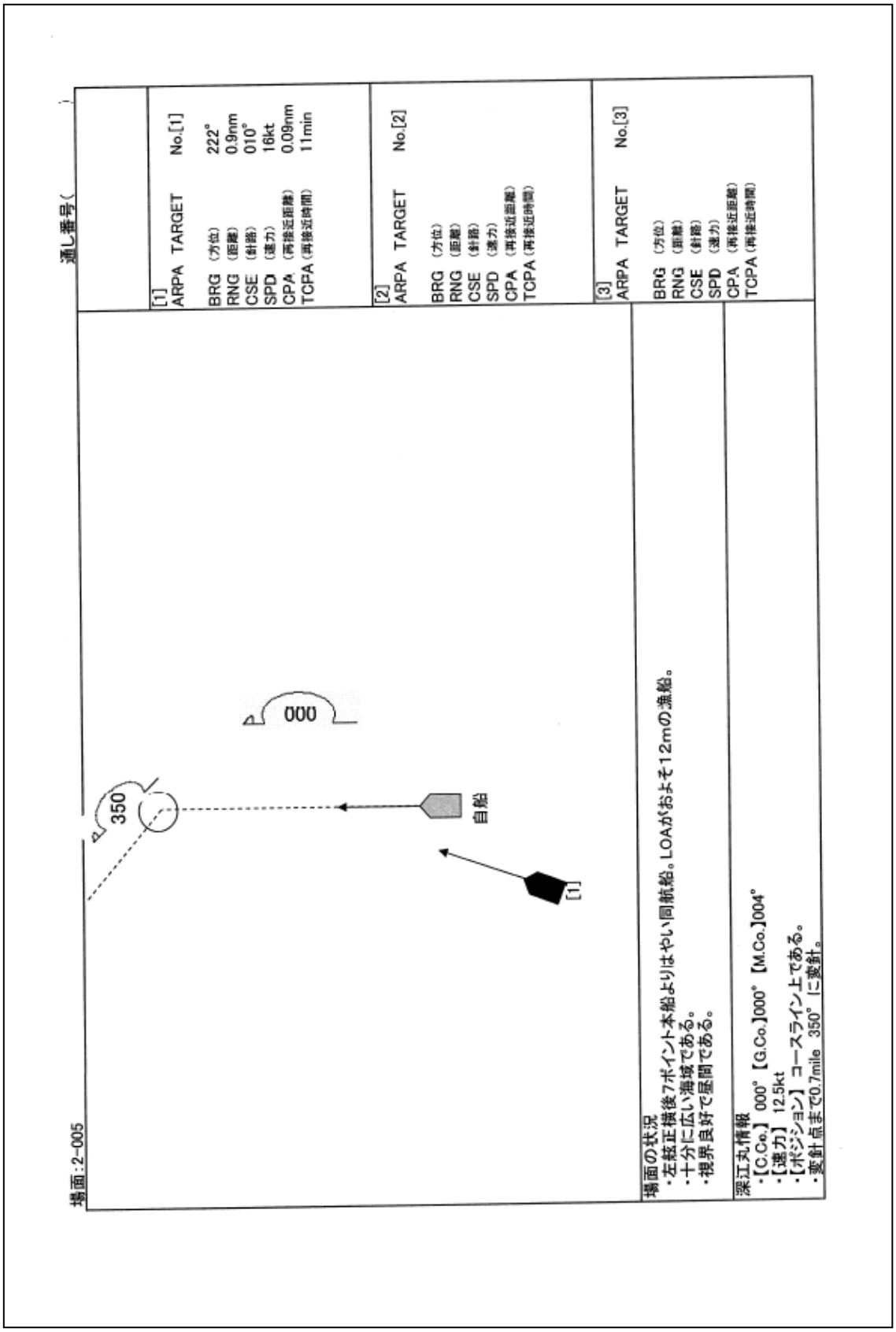
※ARPA（自動衝突予防援助装置）：レーダーで補足した物標の速力等を示す装置。

回答例



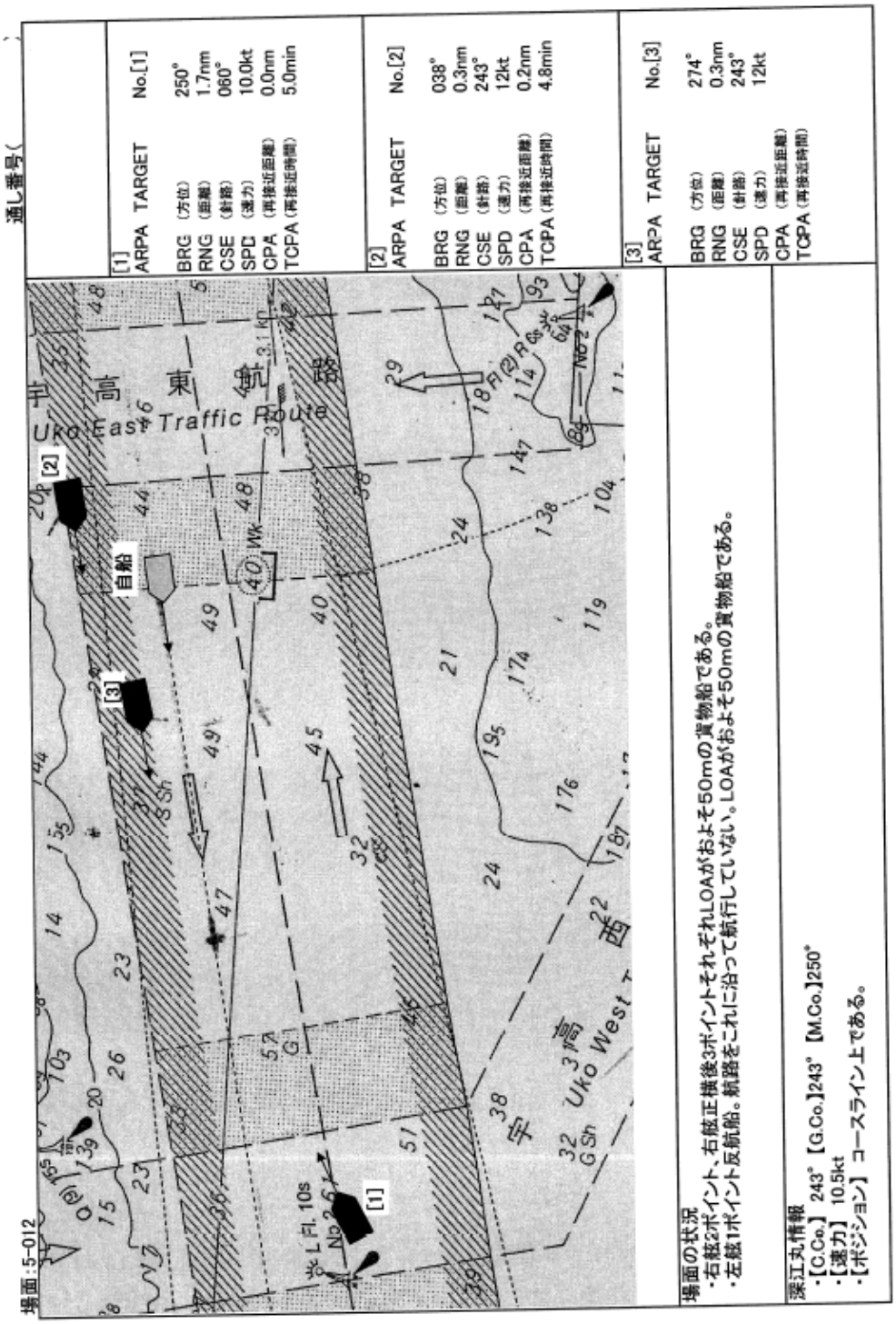
付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

６章・７章　操船方略



付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

６章・７章　操船方略



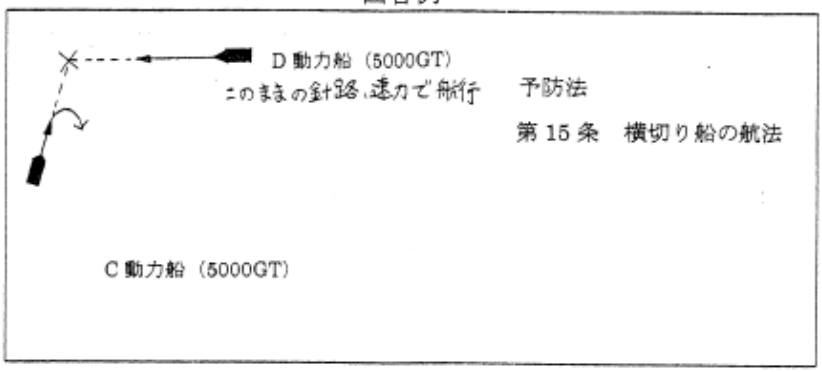
付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

３章　海上交通ルールテスト

海上交通法規確認設問紙回答要領

1. “海上交通法規確認設問紙”について説明いたします。設問紙には様々な見合い関係の図が描かれています。図に描かれている矢印が針路ベクトル、×印が衝突地点を示しています。
①いずれの船もどのように操船するかを図で回答してください。必要であれば説明文も付けてください。
②どのような法律が適用されるかも、分かれば「○○法、第○条、○○の航法」のように書いてください。
※①、②ともに回答が正しい場合のみ、正解とします。
以下に例を示します。

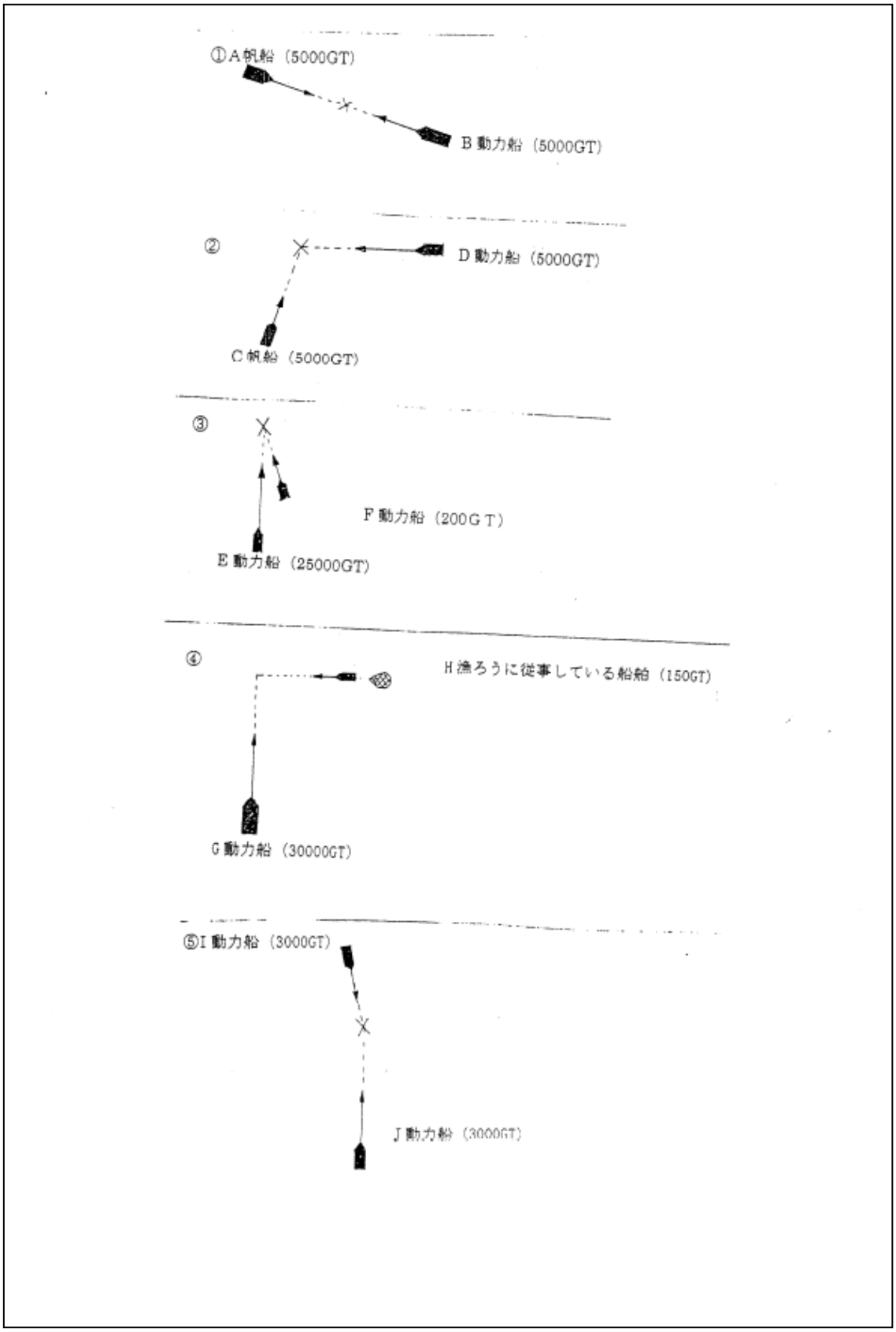
回答例



2. すべての“航海場面設問紙”、“海上交通法規確認設問紙”に回答し終えましたら、簡単なアンケート（3 枚）にお答えください。すべて終わりましたらご提出ください。

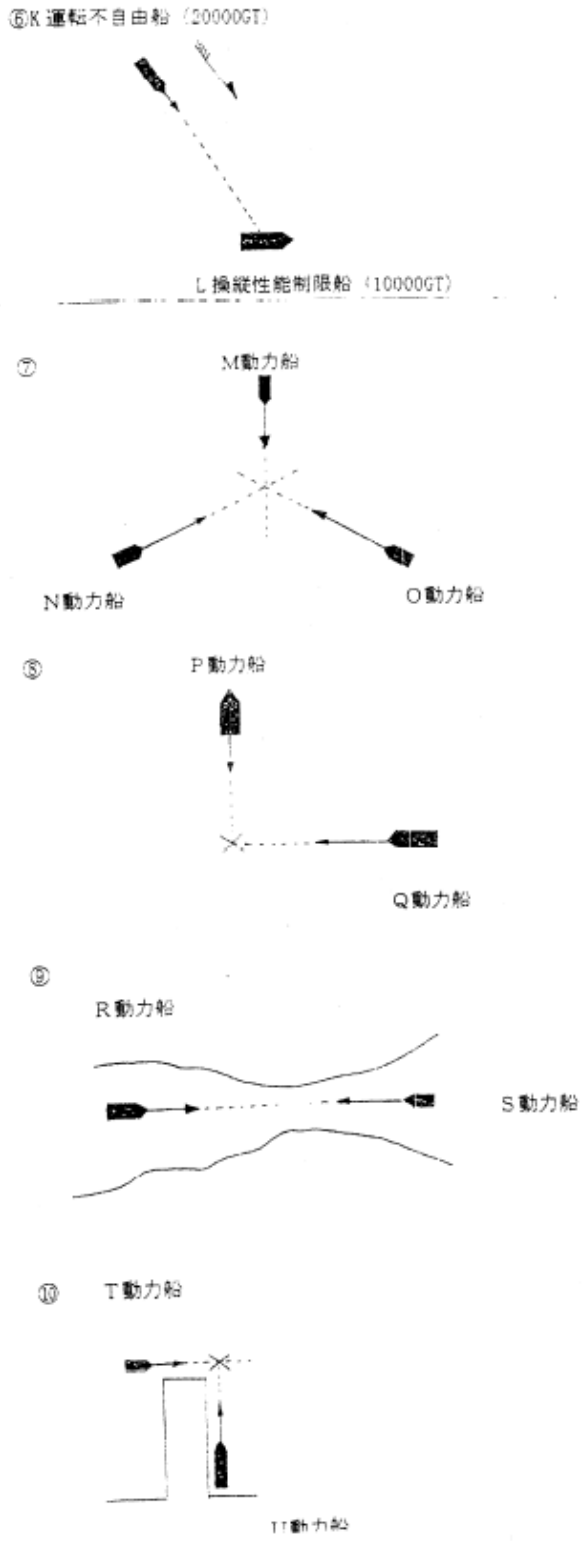
付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

３章　海上交通ルールテスト



付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

３章　海上交通ルールテスト



付録Ａ　3 章、5 章、6 章、7 章で用いた質問紙

フェイスシート

［1］現在の海上履歴および職名についてご回答ください。

海上履歴　（約　　年）
職名　（　　）

［2］主に乗船されていた船種についてご回答ください。
該当箇所に○印を、また、空欄に具体的な種類をご記入ください。
※例：タンカー、フェリー等

（ ）1．外航船　（　　）
（ ）2．内航船　（　　）
（ ）3．その他　（　　）

［3］主に乗船されていた船の主な航行区域についてご回答ください。
該当箇所に○印を、また、主な航行区間があればご記入ください。
※航路例：東京―神戸、欧州、大阪湾、播磨灘

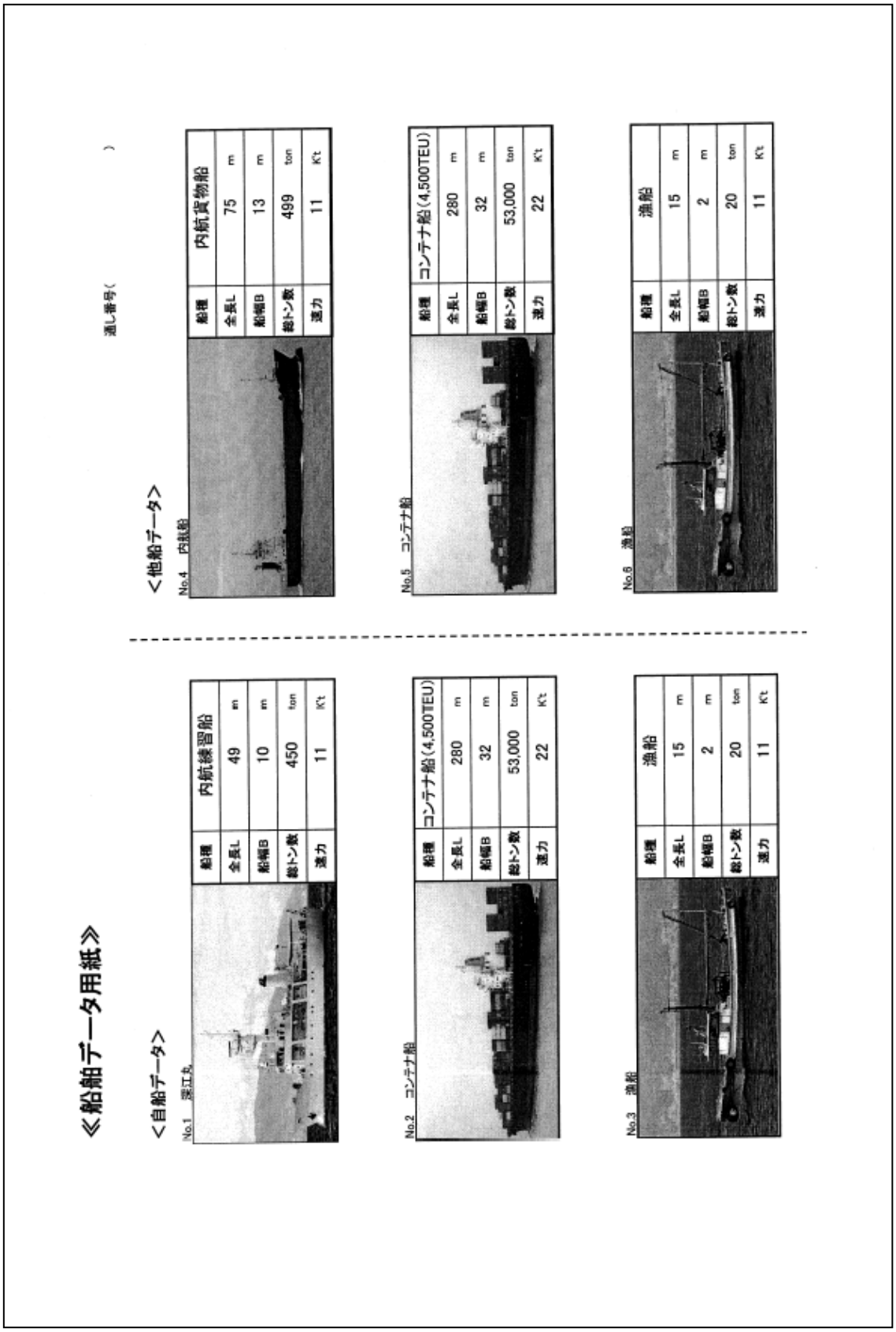
（ ）1．外洋　航路（　　）
（ ）2．近海　航路（　　）
（ ）3．沿岸　航路（　　）
（ ）4．瀬戸内海　航路（　　）
（ ）5．港内　港名（　　）
（ ）6．その他　（　　）

［4］主に乗船されていた船の大きさ等についてご回答ください。（およそで結構です。）
空欄に数字をご記入ください。

1．総トン数　（　　トン）
2．全長　（　　m）

付録Ａ　３章、５章、６章、７章で用いた質問紙

５章・７章　判断時機用船舶図



≪船舶データ用紙≫

＜自船データ＞

No.1　深江丸

船種	内航練習船	
全長L	49	m
船幅B	10	m
総トン数	450	ton
速力	11	Kt

No.2　コンテナ船

船種	コンテナ船(4,500TEU)	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	Kt

No.3　漁船

船種	漁船	
全長L	15	m
船幅B	2	m
総トン数	20	ton
速力	11	Kt

＜他船データ＞　通し番号(　　)

No.4　内航船

船種	内航貨物船	
全長L	75	m
船幅B	13	m
総トン数	499	ton
速力	11	Kt

No.5　コンテナ船

船種	コンテナ船(4,500TEU)	
全長L	280	m
船幅B	32	m
総トン数	53,000	ton
速力	22	Kt

No.6　漁船

船種	漁船	
全長L	15	m
船幅B	2	m
総トン数	20	ton
速力	11	Kt

付録Ｂ　７章で用いた学内船舶実習に対する質問紙

今回の学内船舶実習について、あなたはどのように感じましたか。該当する番号に〇をつけてください。

1. これまでの実習と比べて具体的な避航時機（避航のタイミング）が分かった。

まったくそう思わない		ややそう思わない		ややそう思う		まったくそう思う
1	2	3	4	5	6	7

2. これまでの実習と比べて具体的な避航方法が分かった。

まったくそう思わない		ややそう思わない		ややそう思う		まったくそう思う
1	2	3	4	5	6	7

3. これまでの実習と比べて航法の適用が分かった。

まったくそう思わない		ややそう思わない		ややそう思う		まったくそう思う
1	2	3	4	5	6	7

4. これまでの実習と比べて相手船を考慮する必要性が分かった。

まったくそう思わない		ややそう思わない		ややそう思う		まったくそう思う
1	2	3	4	5	6	7

5. 避航操船技能向上に役立つと思った

まったくそう思わない		ややそう思わない		ややそう思う		まったくそう思う
1	2	3	4	5	6	7

6. 今回の学内船舶実習に関して、あなたが感じたことを具体的にお書きください。

付録Ｃ　７章で用いた教育プログラムに対する質問紙

今回の学内船舶実習で行われた、座学・避航記録・グループ・ディスカッションについて、あなたはどのように感じましたか。該当する番号に〇をつけてください。

1.初日に行われた避航時機に関する講義により、操船者による避航時機の特徴がよく分かった。

まったく		やや		やや		まったく
1	2	3	4	5	6	7

2. 当直中に記録された実際の避航操船記録は、船橋当直実習を行う上で役立つと思った。

まったく		やや		やや		まったく
1	2	3	4	5	6	7

3. 高松上陸前に行われたグループ・ディスカッションにより、具体的な避航操船方法がわかった。

まったく		やや		やや		まったく
1	2	3	4	5	6	7

4. 高松上陸前に行われたグループ・ディスカッションにより、具体的な航法適用がわかった。

まったく		やや		やや		まったく
1	2	3	4	5	6	7

5. 初日の座学、当直中の避航記録、高松上陸前のグループ・ディスカッションは避航操船技能向上に役立つと思った。

まったく		やや		やや		まったく
1	2	3	4	5	6	7

6.3つのプログラムのうち、どの内容が最も興味深い内容でしたか。該当するものに〇印をつけてください

初日の座学　　当直中の避航記録　　グループディスカッション

⇒ 具体的にどのような点に興味を持ちましたか。以下にご記入ください。

（　　）

6. 今回の座学、避航記録、グループ・ディスカッションに関して、あなたが感じたことを具体的にお書きください。