



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

竹本, 孝弘

(Degree)

博士 (海事科学)

(Date of Degree)

2009-03-13

(Date of Publication)

2009-06-08

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙3057

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2003057>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



神戸大学博士論文

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

Preventing Ships' Collision Accidents Based on
Characteristics of Navigator's Human Error

平成21年1月

竹本孝弘

目 次

第1章 衝突海難における操船者のヒューマンエラー	1
1. 操船者のヒューマンエラーと衝突海難	1
2. 操船者の情報処理システムと操船者エラー	4
3. 海難防止のマネジメント	5
3.1 事故の連鎖「ドミノ理論」	6
3.2 事故の防御壁「スイスチーズモデル」	7
4. 本研究の目的および構成	8
第2章 海難の現状及びヒューマンファクターを考慮した海難防止への取り組み	11
1. 海難の現状	11
1.1 海難審判庁統計	11
1.1.1 海難発生状況	12
1.1.2 衝突海難の原因分析	17
1.2 海上保安庁統計	18
1.2.1 海難発生状況	18
1.2.2 衝突海難の原因分析	19
2. ヒューマンファクターを考慮した海難防止への取り組み	21
2.1 IMOにおける取り組み	22
2.2 我が国における取り組み	23
2.2.1 海上インシデント・データバンクに関する調査研究	24
2.2.2 ヒューマンファクター概念に基づく海難・危険情報の調査活用等 に関する調査	24
2.2.3 海上安全における人的要因等に関する検討委員会	25
2.2.4 海難審判庁*における取り組み	25
2.2.5 公共交通に係るヒューマンエラー事故防止対策検討委員会	25
3. 結語	26
第3章 衝突海難の分類と海難分析への適用	29
1. 操船者エラーとヒューマンファクター	29
1.1 ヒューマンファクターの定義	29
1.2 操船者エラーとヒューマンファクター	30
1.3 操船者エラーのカテゴリー	31

2. 操船者の情報処理システムとエラー発生過程.....	32
2.1 操船者のエラーメカニズム	33
2.2 操船者エラーに至った内的要因.....	33
2.3 操船者エラーの発生過程	34
3. 衝突海難分類法の構築.....	35
3.1 衝突海難に至った操船者エラーの発生過程と衝突海難分類法.....	35
3.2 分類法の構成.....	35
3.2.1 分類法の構成.....	35
3.2.2 分類法の各要素及び細目	37
4. 分類法の衝突海難分析への適用.....	40
4.1 海難審判の裁決.....	40
4.2 衝突海難データベース	40
4.3 分類海難船舶の状況等	43
4.4 分類結果に基づく操船者エラー	45
4.4.1 操船者エラーをもたらした原因.....	45
4.4.2 操船者エラーのメカニズム.....	47
4.4.3 操船者エラーに至った内的要因.....	47
4.4.4 外観的エラーモード.....	48
4.4.5 パフォーマンスに影響する因子.....	48
5. 操船者の情報処理システムに基づく避航行動.....	48
5.1 操船者の避航行動モデル	49
5.2 衝突海難における避航行動と操船者エラー.....	51
6. 結語.....	53
第4章 衝突海難における操船者エラーの発生形態及び特徴.....	57
1. 操船者エラーの発生形態	57
1.1 外観的エラーモードと操船者エラーをもたらした原因の関係.....	57
1.2 注意散漫による衝突海難	58
1.2.1 操船者エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係.....	58
1.2.2 エラーメカニズムと内的要因の関係	59
1.2.3 操船者エラーの発生形態	60
1.3 不適当なタイミングによる衝突海難.....	61
1.3.1 操船者エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係.....	61
1.3.2 エラーメカニズムと内的要因の関係	61

1.3.3 操船者エラーの発生形態.....	62
1.4 その他の行動・作業による衝突海難.....	63
1.4.1 操船者エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係.....	63
1.4.2 エラーメカニズムと内的要因の関係.....	63
1.4.3 操船者エラーの発生形態.....	63
2. 操船者エラーの特徴.....	65
2.1 数量化Ⅲ類によるエラー分析.....	65
2.1.1 数量化Ⅲ類の概念.....	66
2.1.2 数量化Ⅲ類による操船者エラーのグループ化.....	67
2.2 注意散漫による衝突海難.....	69
2.2.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ.....	69
2.2.2 操船者エラーの特徴.....	74
2.3 不適当なタイミングによる衝突海難.....	75
2.3.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ.....	75
2.3.2 操船者エラーの特徴.....	80
2.4 その他の行動・作業による衝突海難.....	81
2.4.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ.....	81
2.4.2 操船者エラーの特徴.....	84
3. 航行環境が操船者エラーに及ぼす影響.....	85
3.1 航行環境と操船者エラー.....	86
3.1.1 分類結果から得られた操船者エラーの特徴.....	86
3.2 視界不良時の衝突海難.....	88
3.2.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ.....	88
3.2.2 操船者エラーの特徴.....	93
3.3 夜間の衝突海難.....	94
3.3.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ.....	94
3.3.2 操船者エラーの特徴.....	98
3.4 船舶回転時の衝突海難.....	99
3.4.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ.....	99
3.4.2 操船者エラーの特徴.....	101
4. 操船者の避航行動の特徴.....	103
4.1 衝突海難における避航行動の特徴.....	103
4.2 実操船における避航行動の特徴.....	106
5. 結語.....	108

第5章 操船者エラーの特徴と衝突海難防止への応用	111
1. 操船者エラーの特徴と衝突海難防止対策	111
1.1 操船者行動による衝突海難と防止対策	111
1.1.1 注意散漫による衝突海難	112
1.1.2 不適当なタイミングによる衝突海難	113
1.1.3 その他の行動・作業による衝突海難	115
1.2 航行環境による衝突海難と防止対策	116
1.2.1 視界不良時の衝突海難	116
1.2.2 夜間の衝突海難	118
1.2.3 船舶輻輳時の衝突海難	119
1.3 操船者の避航行動解析から得られた衝突海難防止対策	121
2. 衝突海難防止のための船橋当直ガイドラインの策定	122
2.1 操船者エラーの特徴と要素技術	123
2.2 衝突海難防止のための船橋当直ガイドラインの策定	124
2.2.1 衝突海難防止のための船橋当直ガイドライン	124
2.2.2 視界不良時の追加ガイドライン	125
2.2.3 夜間航行時の追加ガイドライン	125
2.2.4 船舶輻輳時の追加ガイドライン	125
第6章 衝突海難防止体制の構築に向けて	127
1. 事故原因の5M	128
2. 衝突海難防止体制構築のためのマネジメント	129
2.1 衝突海難防止の5M	129
2.1.1 人間的要因	130
2.1.2 設備的要因	130
2.1.3 環境・作業的要因	130
2.1.4 管理的要因	131
2.1.5 任務的要因	131
2.2 衝突海難防止のPDCA	132
第7章 結 論	135
謝 辞	141

資 料.....	143
資料1 衝突海難を防ぐ船橋当直ガイドライン.....	143
資料2 視界不良時の追加ガイドライン.....	147
資料3 夜間の追加ガイドライン.....	148
資料4 船舶輻輳時の追加ガイドライン.....	149
用語の定義.....	151
参考文献.....	157

図目次

1-2-1	人的エラーの発生過程	5
1-3-1	ドミノ理論	6
1-3-2	スイスチーズモデル	7
2-1-1	認知海難隻数の推移	13
2-1-2	海難発生率の推移	13
2-1-3	認知海難種類の推移	14
2-1-4	認知海難の船種ごとの海難種類の割合	15
2-1-5	認知海難と裁決海難の船舶種類の比較	15
2-1-6	認知海難と裁決海難の海難種類の比較	16
2-1-7	海難原因(海難審判庁)	16
2-1-8	衝突海難原因(海難審判庁)	17
2-1-9	海難隻数の推移(海上保安庁)	18
2-1-10	海難原因(海上保安庁)	19
2-1-11	海難種類の推移	20
2-1-12	船種ごとの海難種類	20
2-1-13	衝突・乗揚げ海難の原因	21
2-1-14	衝突・乗揚げ海難の船舶種類ごとの原因の比率	21
2-2-1	ヒューマンファクターの調査のための系統的アプローチ	23
3-1-1	SHEL モデル	30
3-1-2	m-SHEL モデル	30
3-1-3	操船者エラーの発生過程とヒューマンファクター	31
3-2-1	操船者の認知行動(RSK モデル)	33
3-2-2	操船者の情報処理過程	34
3-2-3	衝突海難分類法概念 図	36
3-4-1	分類船舶種類	43
3-4-2	分類船舶当直時間	45
3-5-1	操船者の避航行動モデル	49
3-5-2	衝突海難避航行動におけるエラー発生状況	52

4-1-1	外観的エラーモードと操船者エラーをもたらした原因の関係……………	58
4-1-2	エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係(注意散漫)……………	59
4-1-3	エラーメカニズムと内的要因の関係(注意散漫)……………	59
4-1-4	エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係(不適当なタイミング)	61
4-1-5	エラーメカニズムと内的要因の関係(不適当なタイミング)……………	62
4-1-6	エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係(その他の行動・作業)・	64
4-1-7	エラーメカニズムと内的要因の関係(その他の行動・作業)……………	64
4-2-1	数量化の概念……………	65
4-2-2	テンドログラムの例……………	68
4-2-3	注意散漫カテゴリープロット(成分1 成分2)……………	70
4-2-4	注意散漫カテゴリープロット(成分1 成分3)……………	70
4-2-5	注意散漫カテゴリープロット(成分2 成分3)……………	70
4-2-6	テンドログラム(注意散漫)……………	72
4-2-7	不適当なタイミングカテゴリープロット(成分1 成分2)……………	76
4-2-8	不適当なタイミングカテゴリープロット(成分1 成分3)……………	76
4-2-9	不適当なタイミングカテゴリープロット(成分2 成分3)……………	76
4-2-10	テンドログラム(不適当なタイミング)……………	78
4-2-11	その他の行動・作業カテゴリープロット(成分1 成分2)……………	83
4-2-12	その他の行動・作業カテゴリープロット(成分1 成分3)……………	83
4-2-13	その他の行動・作業カテゴリープロット(成分2 成分3)……………	83
4-2-14	テンドログラム(その他の行動・作業)……………	85
4-3-1	視界不良カテゴリープロット(成分1 成分2)……………	89
4-3-2	視界不良カテゴリープロット(成分1 成分3)……………	89
4-3-3	視界不良カテゴリープロット(成分2 成分3)……………	89
4-3-4	テンドログラム(視界不良)……………	91
4-3-5	夜間カテゴリープロット(成分1 成分2)……………	95
4-3-6	夜間カテゴリープロット(成分1 成分3)……………	95
4-3-7	夜間カテゴリープロット(成分2 成分3)……………	95
4-3-8	テンドログラム(夜間)……………	97
4-3-9	船舶輻輳カテゴリープロット(成分1 成分2)……………	100
4-3-10	船舶輻輳カテゴリープロット(成分1 成分3)……………	100
4-3-11	船舶輻輳カテゴリープロット(成分2 成分3)……………	100
4-3-12	テンドログラム(船舶輻輳)……………	102
4-4-1	衝突海難における操船者の避航行動ツリー……………	104

4-4-2	避航操船における操船者の避航行動ツリー	107
4-4-3	実操船における避航行動と他船距離	107
6-1-1	Adams の災害連鎖事故原因	127
6-1-2	事故原因の 5M と災害発生の流れ	129
6-2-1	衝突海難防止体制を確立する PDCA サイクル	133

表目次

3-3-1	操船者エラーをもたらした原因細目	37
3-3-2	操船者のエラーメカニズム細目	38
3-3-3	操船者エラーに至った内的要因細目	38
3-3-4	外観的エラーモード細目	39
3-3-5	パフォーマンスに影響する因子細目	39
3-4-1	衝突海難データベース 船舶情報等項目	41
3-4-2	衝突海難データベース 操船者エラー細目	42
3-4-3	衝突海難分類例	43
3-4-4	分類船舶免許種類	44
3-4-5	分類船舶航行海域	44
3-4-6	分類船舶航行環境	44
3-4-7	操船者エラー発生過程要素細目分類結果	46
3-5-1	操船者避航行動モデルステップ、細目及び操船者エラーの具体例	50
4-2-1	5 個の反応点	66
4-2-2	相関係数最大値に対する並び替え	66
4-2-3	注意散漫カテゴリースコア(成分1 成分2)	70
4-2-4	注意散漫カテゴリースコア(成分1 成分3)	70
4-2-5	注意散漫カテゴリースコア(成分2 成分3)	70
4-2-6	固有値、寄与率、累積寄与率(注意散漫 全カテゴリー)	71
4-2-7	固有値、寄与率、累積寄与率(注意散漫 共通カテゴリー)	71
4-2-8	カテゴリーのグループ化(注意散漫)	72
4-2-9	不適当なタイミングカテゴリースコア(成分1 成分2)	76
4-2-10	不適当なタイミングカテゴリースコア(成分1 成分3)	76
4-2-11	不適当なタイミングカテゴリースコア(成分2 成分3)	76
4-2-12	固有値、寄与率、累積寄与率(不適当なタイミング 全カテゴリー)	77
4-2-13	固有値、寄与率、累積寄与率(不適当なタイミング 共通カテゴリー)	77
4-2-14	カテゴリーのグループ化(不適当なタイミング)	78
4-2-15	その他の行動・作業カテゴリースコア(成分1 成分2)	83
4-2-16	その他の行動・作業カテゴリースコア(成分1 成分3)	83
4-2-17	その他の行動・作業カテゴリースコア(成分2 成分3)	83
4-2-18	固有値、寄与率、累積寄与率(その他の行動・作業 全カテゴリー)	84

4-2-19	固有値、寄与率、累積寄与率(その他の行動・作業 共通カテゴリー) ..	84
4-2-20	カテゴリーのグループ化(その他の行動・作業)	85
4-3-1	航行環境に関する分類結果.....	87
4-3-2	視界不良カテゴリースコア(成分1 成分2)	89
4-3-3	視界不良カテゴリースコア(成分1 成分3)	89
4-3-4	視界不良カテゴリースコア(成分2 成分3)	89
4-3-5	固有値、寄与率、累積寄与率(視界不良 全カテゴリー)	90
4-3-6	固有値、寄与率、累積寄与率(視界不良 共通カテゴリー)	90
4-3-7	カテゴリーのグループ化(視界不良)	90
4-3-8	夜間カテゴリースコア(成分1 成分2)	95
4-3-9	夜間カテゴリースコア(成分1 成分3)	95
4-3-10	夜間カテゴリースコア(成分2 成分3)	95
4-3-11	固有値、寄与率、累積寄与率(夜間 全カテゴリー)	96
4-3-12	固有値、寄与率、累積寄与率(夜間 共通カテゴリー)	96
4-3-13	カテゴリーのグループ化(夜間)	97
4-3-14	船舶輻輳カテゴリースコア(成分1 成分2)	100
4-3-15	船舶輻輳カテゴリースコア(成分1 成分3)	100
4-3-16	船舶輻輳カテゴリースコア(成分2 成分3)	100
4-3-17	固有値、寄与率、累積寄与率(船舶輻輳 全カテゴリー)	101
4-3-18	固有値、寄与率、累積寄与率(船舶輻輳 共通カテゴリー)	101
4-3-19	カテゴリーのグループ化(船舶輻輳)	102
5-1-1	海難防止対策の総括	121

第 1 章 衝突海難における操船者のヒューマンエラー

1. 操船者のヒューマンエラーと衝突海難

2008 年 2 月 19 日未明、海上自衛隊イージス艦「あたご」と千葉県新勝浦市漁協所属の漁船「清徳丸」が千葉県野島崎沖で衝突、「清徳丸」に乗り組んでいた父親とその息子の 2 名が行方不明(5 月 20 日死亡認定)となる衝突海難が発生した。海上自衛隊の最新鋭イージス艦で精鋭の隊員 10 名以上で構成される航海当直体制を敷いていたにもかかわらず、十分な衝突回避動作を取ることができず「清徳丸」とほぼ直角に衝突した。「清徳丸」の船体が中央付近をナイフで切られたように切断されている映像が繰り返しメディアに流され、衝突に至るまでの「あたご」の行動のみでなく、事故後の防衛庁、海上自衛隊の対応も含め激しい批判を浴びた。衝突海難に至った経緯や海難原因、関連する様々な付帯要因は、海上保安庁、海上自衛隊の調査、海難審判で明らかにされていくであろう。しかし最新鋭イージス艦と漁船の衝突という非常にショッキングな海難ではあるものの、新聞やニュース等の情報から判断すると、他の衝突海難に比して特殊な状況で発生したものとは思えない。

航海当直中、操船者は常に周囲に存在する他船や航路障害物等の状況を把握し、衝突のおそれのある他船等を検出したならば、衝突を避けるための行動(避航行動)を実施しなければならない。その最初のステップは、他船の存在を認識することである。

他船の存在を認識する距離は、船長・航海士としての著者自身の経験からも、気象海象の状況や昼夜薄明という明暗、さらには個人の生理的・精神的状態の違い等により常に一定ではない。水平線上に現れた 8 海里以上(1 海里は 1,852m)で認識する時もあるれば、3 海里以内になるまで気付かないこともある。また、一旦他船を認識しても、その後至近になるまで衝突のおそれに気付かず、あわてて避航動作を取ることもある。このように他船を認識し、その動静を確認、避航動作を取るという一連の避航行動はその時の状況で常に変化し、その過程は様々である。そしてほとんどの場合、自船、あるいは他船の避航行動により衝突には至らない。

ではなぜ衝突海難は発生するのか。海難の 8 割以上は「操船者の犯すヒューマ

ンエラー(以降、操船者エラーという)」により発生していると言われる。船舶輻輳度、視界の状況、夜間、航行海域といった航行環境や当直体制、操船者の知識、経験、技能といったヒューマンファクターが操船者の判断、行動に影響を与え、発生した操船者エラーによる不適切な自船行動と他船行動が相まって不幸にも衝突海難が発生すると考えることができる。「あたご」と「清徳丸」の衝突海難もおそらく同様の状況で発生したと想像に固くない。

衝突海難を調査すると、「見張り不十分」が原因とされた海難では、見張り行為をまったく行っていない場合もあるが、操船者が見合い関係の発生する、あるいは衝突のおそれのある他船に気付いているにもかかわらず衝突するケースが多いことがわかる。また航法を理解していても意図的に違反して衝突するケースも多い。

“気付いている他船と何故衝突したのか?”、“何故航法違反をして衝突したのか?” 衝突海難が発生するたびに操船者に対する「何故?」という疑問が問いかける。しかし操船者に限らず「人間はエラーを犯すもの」であり、多岐にわたる操船者エラーの発生を完全に防止することはできない。

操船者エラーやヒューマンファクターと避航行動、衝突海難に関しては多くの先行研究がある。遠藤ら⁽¹⁾は避航行動に関する操船者の作業過程の中で知覚と処理の過程に注目して避航行動における操船者動作モデルを考え、昼間と夜間が避航行動に与える影響モデルを提示し、操船者の取得する視覚情報の昼夜の差は知覚段階では取得視覚情報の精度への影響は少ないものの、情報処理段階では他船行動予測への影響が大きく、結果として航過距離等の避航操船結果は昼間より夜間の方が大きくなることをシミュレータ及び実船調査で求めている。同じく遠藤ら⁽²⁾⁽³⁾は「見張り不十分」による衝突海難を海難審判裁決録からデータを収集して統計的な構造解析を行い、衝突海難発生に至る連鎖図を作成することで、ヒューマンファクター、環境要因及び船舶要因が衝突海難に及ぼす影響を数量的に求めている。福地ら⁽⁴⁾⁽⁵⁾は操船者エラーによる衝突海難のフォールトツリーを作成して緊張ストレスと衝突海難の生起確率を求め、緊張度と海難生起確率の関係から、操船時の緊張ストレスの程度を考慮した事故防止対策の必要性を提言している。村山、山崎ら⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾は多数の未然事故(インシデント)調査の結果をもとに多重分割表分析による事故要因の関わりを評価するとともに、操船者の行動に影響する行動形成因子について検討し、安全対策上重要な95の因子を明らかにした。久保田ら⁽¹¹⁾

は操船者が入手する情報によって操船者の意思決定や避航行動がどのように変化するかをシミュレータ実験で調査し航海士経験者と学生の主観的衝突のおそれの判断や避航意思決定及び行動について特徴を明らかにしている。乾ら⁽¹²⁾は視界不良下での避航行動において操船者に負荷を与える要因をシミュレータ実験により調査し、視界不良下では視界良好時よりレーダ・APRA使用による他船抽出の遅れ、危険に対する認識の遅れ、不十分な情報での避航行動を指摘している。西村ら⁽¹³⁾は航行環境の変化に対する操船者の見張り特性を、避航行動における見張り機能の観点からシミュレータ実験を行い、船舶発見に関する操船者の特性を明らかにしている。

これらの研究は避航行動における操船者の見張り、判断、行動特性を実船調査、シミュレーション実験、あるいは確率論的に行われたものが主であり、実際に発生した衝突海難を扱ったものではない。また遠藤らの衝突海難を扱った研究は見張りに限ったものであり、避航行動全体を対象としていない。最近の海難審判庁の裁決には操船者エラーやヒューマンファクターに関する記述が見られるようになり、海難審判庁の「海難レポート」といった海難分析事例にも取り入れられているが、多数の事例研究の結果としてエラーとその結びつきを考慮した操船者エラーの特徴については論じられておらず、具体的な衝突海難防止対策についても触れられていない。これは衝突海難の原因調査に関して公表されている資料が海難審判庁裁決録に限られること、また裁決録から操船者エラーやヒューマンファクターを抽出し、海難防止対策としてまとめるには船舶運航者としての十分な知識、経験が必要であること等が原因と考えられる。

操船者は避航行動を実行する場合、まず他船の存在を認識した後、当該他船の動静を識別し、見合関係が発生する状況であれば衝突のおそれの有無を検出する。その結果、衝突のおそれの発生を確認できれば適切な避航法を決定し、実行に移す。このように避航行動は操船者の一連の情報処理システムに基づく行動と捉えることができる。本研究では、この「操船者の認知行動が情報処理過程に作用して避航行動を実行する情報処理のシステム」を「操船者の情報処理システム」と定義した。

操船者エラーによる衝突海難を防止するには、まず実際の衝突海難に関して操船者の情報処理システムに基づく海難分析を行い、操船者はどのような状況でエラーを犯すのか、エラーがどのように結びついて衝突海難へと発展したのかを探

る必要がある。

本研究では、衝突海難発生までの操船者行動を操船者の情報処理システムとして捉え、発生した衝突海難を分析し操船者エラーの特徴を把握したうえで、効果的な衝突海難防止対策を検討、提案するものである。

2. 操船者の情報処理システムと操船者エラー

操船者エラーによる衝突海難は、エラーを引き起こすきっかけがあり、それを起因として視界制限や夜間、あるいは船舶交通の輻輳といったさまざまな外部要因が操船者の情報処理システムに作用し、最終的に操船者が誤った判断・操船を行い発生していると考えることができる。操船者の情報処理システム上に発生するエラーは多岐に亘り、しかも一つのエラーが原因で衝突海難に至るという事例はまれで、ほとんどの衝突海難は様々なエラーが連鎖・複合して発生している。この複雑な操船者エラーによる衝突海難を分析するには、海難発生までの過程を操船者の情報処理システムに基づいて整理し、エラーを分類する必要がある。

人的エラーを分類するには、人間の情報処理過程によって分類するのが一般的である。すなわち、人間の情報処理過程を「知覚」→「選択」→「判断」→「決定」→「操作」の順に行われるものとし、どの過程でエラーが起こるか推定しようとするものである⁽¹⁴⁾。上記先行研究の山崎ら、遠藤ら、久保田ら、西村らの避航行動に関する操船者行動の分析については、この人間の情報処理過程に基づいて行われている。しかし操船者エラーによる衝突海難を防止する対策を確立するには、情報処理過程のみで発生するエラーを対象にしたのでは不十分で、操船者エラー全般に亘って検討することが必要である。Rasmussenら⁽¹⁵⁾は図 1-2-1 に示すような人的エラーの発生過程を考え、各要素の細目を決定し、事故分類を行うことを提案している。人的エラーの発生過程を入力（エラーのきっかけ）と出力（行動・動作）という観点から、1.「人的エラーをもたらした原因(エラーのきっかけ)」、2.「人的エラーのメカニズム(人間の行動パターン)」、3.「人的エラーに至った内的要因(人間の情報処理過程でのエラー)」、4.「外観的エラーモード(最終的な事故原因)」及び 5.「パフォーマンスに影響する因子」の 5つの要素に分類し、それぞれの要素について具体的な細目を決定し、事故を分類するものである。

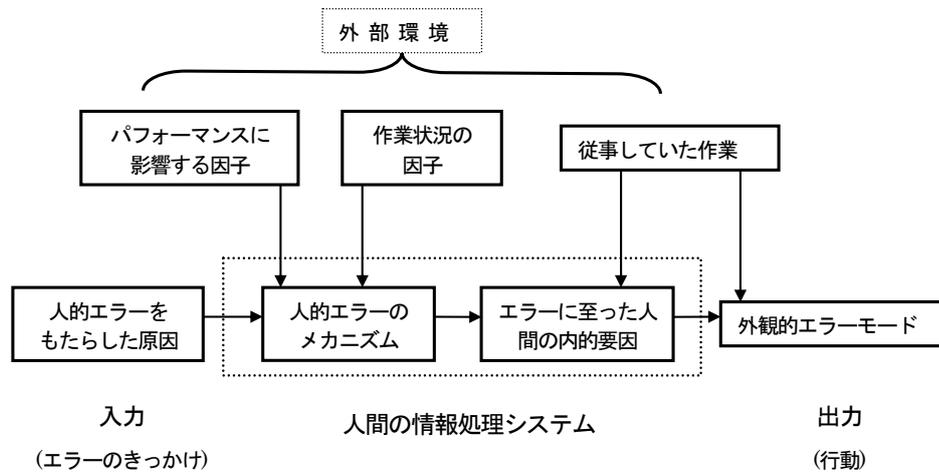


図 1-2-1 人的エラーの発生過程⁽¹⁵⁾

本研究では衝突海難における操船者エラーも Rasmussen らの提唱した人的エラーの発生過程と同様の過程に基づいて発生していると考えた。すなわち衝突海難は操船者エラーのきっかけに始まり、操船者の情報処理システムに様々な外部環境が作用してエラーが発生し、最終的に操船者が適切な操船を行わずに衝突に至ると考えた。

この考えに基づき衝突海難における操船者エラーの特徴を把握するには、エラーの発生過程を構成するの 5 つの要素細目を検討し、衝突海難を分類する必要がある。そこで操船者エラーの特徴を把握する手段として本研究では、衝突海難に標準的に適用できる衝突海難分類法を構築した。そして構築した分類法を用いて衝突海難分析を行い分類法の有用性を確認するとともに、衝突海難において発生した操船者エラーの構成要素及びその結びつきを多変量解析の一手法である数量化Ⅲ類を使用して分析し、操船者エラーの特徴を解明することを試みた。

3. 海難防止のマネジメント

重大海難が発生するとその原因がハード面、ソフト面から詳細に分析され事故防止策が提言、実行される。ハード面では船体構造や操縦性能に関する指針、レーダARAPの強制化、AISの国際航海船への装備強制化といった充実が図られている。一方、ソフト面、特に操船者エラーによる海難の防止対策は国内外で様々な検討、対策がなされているが、ハード面での対応が急速に進む中、ソフト面の

対応はまだ十分なものとは言えない。ISMコード(国際安全管理コード)に基づくSMS(安全管理システム)マニュアルの遵守、BRM(Bridge Resource Management)の実施、船舶輻輳海域におけるVTS(Vessel Traffic Service)の整備等が行われているものの、我が国沿岸だけを見ても年間 1000 隻以上の船舶が衝突海難を起こし、その原因の 9 割が運航の過誤、いわゆる操船者のエラーとなっている⁽¹⁶⁾。このエラーの中には充実した海難防止のためのハード、すなわちレーダARPA、AIS、VHF等の航行援助の設備を操船者が有効に活用しない場合も含まれる。ハード面を整備しても操船者がそのハードを有効に使用しない、あるいは使用できない状態であれば、衝突海難の防止策にはならない。ハード面の充実、ソフト面の対策、そしてハード・ソフトを結びつけるマネジメントの拡充が重要と考える。

3.1 事故の連鎖「ドミノ理論」

災害防止対策を考える基礎として、Heinrichが提唱したドミノ理論⁽¹⁷⁾が有名である。図 1-3-1 に示すように、事故の 5 つの要因である「家系及び社会環境」、「人的欠陥」、「人間の不安全行動及び/又は機械的・物質的危険性」、「災害」及び「傷害」の 5 つのドミノが並び、最初のドミノが倒れると、残りのドミノを次々と倒し、最後に傷害が発生するというもので、この事故の連鎖を断ち切ることができれば傷害は発生しないことを示している。災害防止で不安全行動と不安全状態に対策が集中するのは、現場で取り除けるのはこの 3 番目のドミノであり、災害防止にもっとも効果的だからである。

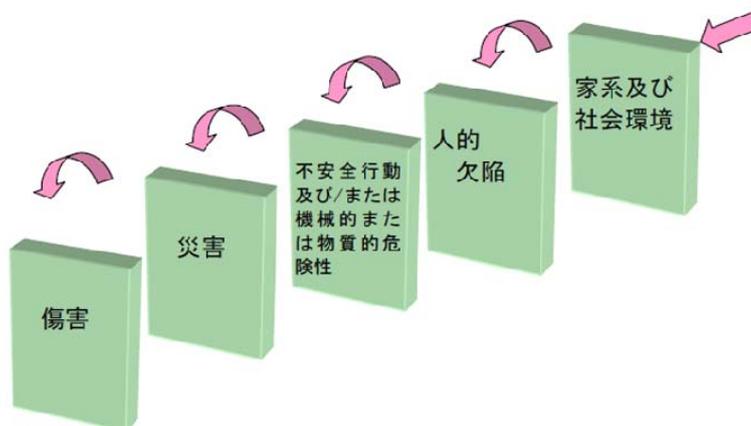


図 1-3-1 ドミノ理論

ドミノ理論では1つのドミノを外せば事故の連鎖は断ち切れ、災害や傷害は発生しないことになるが、実際には不安全行動と不安全状態の発生防止に十分な対策を施したとしてもエラーの発生を完全にゼロにすることはできず、対策の隙間を縫って事故が発生している。

3.2 事故の防御壁「スイスチーズモデル」

このことをよく表現しているのは 1997 年にイギリスのJames Reasonが提唱した「スイスチーズモデル」⁽¹⁸⁾である。図 1-3-2 に示すように、スイスチーズ、すなわち事故の防御壁として多くの壁が用意されて、それらがいくつも重なって事故を防御しているが、ある状況下で偶発的に防御壁に空いた穴が一直線に繋がったときに重大事故が発生することを示している。災害を防止する完全な防護壁はないが、防護壁の穴をできる限り小さくすると共に各防護壁の穴の位置が重ならないようにするマネジメントが重要であることがわかる。

衝突海難防止についてもスイスチーズモデルと同様の考え方で対策を講じることが必要である。ハード面の防護壁は良好な操縦性能や様々な気象海象状況においても有効な航行援助装置を示し、ソフト面では操船者エラーを防止する船橋当直業務のマニュアル化、BRM、教育訓練の充実等が上げられる。そして複数のハード面とソフト面の防護壁の穴を突き抜けて発生する衝突海難を防ぐためには、ハード面の運用を含めた操船者エラーとその結びつきを明らかにし、操船者エラ

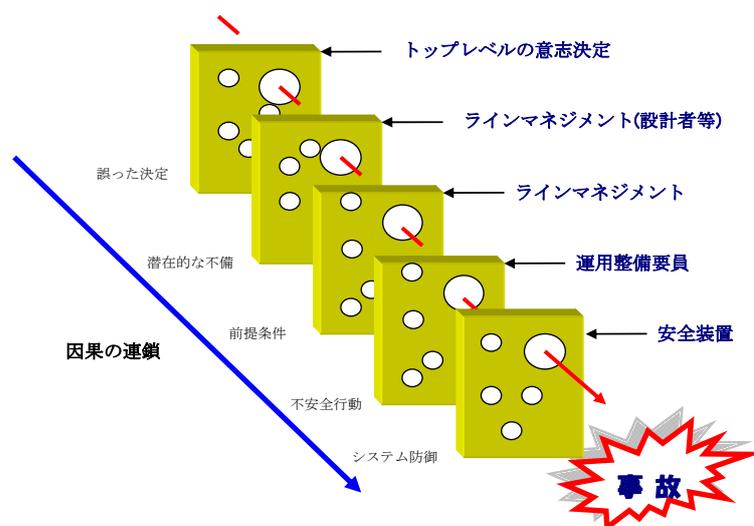


図 1-3-2 スイスチーズモデル

一が衝突海難へと発展しない方策を構築するマネジメントが必要となる。

本研究では、衝突海難において発生した操船者エラーの構成要素及びその結びつきを分析し、スイスチーズモデルにおける各防護壁の穴の大きさ及びその相対位置関係を解明する。そして解明した防護壁の欠点を埋めるため、操船者エラーの特徴に基づいた衝突海難を防ぐための船橋当直ガイドラインを作成し、さらにハード面や操船者のソフト面だけでなく、船舶所有者、管理者等も含めた総合的な衝突海難防止対策をマネジメントするための施策を提案する。

4. 本研究の目的および構成

本研究の目的は、衝突海難発生までの操船者行動を操船者の情報処理システムとして捉え、発生した衝突海難を分析して操船者エラーの特徴を把握したうえで、効果的な衝突海難防止対策及び総合的な衝突海難防止体制を検討、提案するものである。その第一歩として、衝突海難の発生過程における操船者エラーを特定し、操船者の情報処理システム及び同システムに直接的、間接的に作用するヒューマンファクターとの関連を調査するための衝突海難分類法を構築する。次に構築した分類法を適用して海難審判裁決例集に収録された衝突海難を分類、分析し操船者エラーの発生形態、操船者エラーの結びつき、航行環境が操船者エラーに及ぼす影響といった操船者エラーの特徴を解明する。さらに操船者の実行する避航行動を操船者の情報処理システムに基づく行動と捉え、避航行動の各ステップにおける操船者エラーの発生状況および操船者行動の特徴を調査・分析する。これらの検討結果を基に操船者エラーを考慮し、エラーが衝突海難へと発展しないために操船者が行わなければならない事項を定めた船橋当直ガイドラインを策定する。最後に本研究のまとめとして総合的な衝突海難防止体制を構築し、適正にマネジメントするための施策を提案する。

第1章は、本研究の背景と意義、求められる成果を述べる。

第2章は、海難の発生状況及び国内外で検討されているヒューマンファクターに起因する海難を防止するための取り組みを紹介する。

第3章は、操船者の情報処理システム及び操船者エラー発生過程について検討し、操船者エラーによる衝突海難を分類、分析するための衝突海難分類法を構築

するとともに、分類法を使用した海難分析の有用性を確認する。また操船者の情報処理システムに基づく避航行動モデルを作成し、避航行動の各ステップにおけるエラーの特定と衝突海難におけるエラーの発生状況を調査する。

第4章は、分類法を使用した海難分析により得られた操船者エラーの特徴を論じる。最終的な事故原因ごとに操船者エラーの発生形態及びその結びつきを解明し、視界不良や夜間、船舶輻輳といった航行環境が操船者エラーに与える影響についても考察する。また衝突海難と通常の避航操船での操船者の避航行動の各ステップで発生する操船者エラー及び操船者行動の特徴を比較する。

第5章は、第3章及び第4章で解明した操船者エラーの特徴を基に、エラーの特徴を考慮した衝突海難防止対策について考察し、そのために必要な操船者の具体的な行動を示した船橋当直ガイドラインを策定する。

第6章は、本研究で得られた成果を基に、総合的な衝突海難防止体制構築に向けて「衝突海難防止の5M」及び「衝突海難防止のPDCA」を提案する。

第7章は、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後取り組むべき課題を述べる。

第2章 海難の現状及びヒューマンファクターを考慮した 海難防止への取り組み

衝突海難の多くが操船者エラーで発生しているが、「なぜ操船者はエラーを犯したのか」を解明しなければ、エラーによる海難を防止することはできない。そのためにはエラーを引き起こした操船者のヒューマンファクターを考慮した海難分析が重要となる。

本章では、海難の現状及びヒューマンファクターを考慮した海難防止への取り組みについて、国内外の事例を紹介する。

1. 海難の現状

「海難」という言葉を一般的に定義したものはないが、海難審判法では次の場合は海難が発生したものとしている。

- (1) 船舶に損傷を生じたとき、又は船舶の運用に関連して船舶以外の施設に損傷を生じたとき
- (2) 船舶の構造、設備又は運用に関連して人に死傷を生じたとき
- (3) 船舶の安全又は運航が阻害されたとき

(1)は「物の損傷」、(2)は「人の死傷」、(3)は「それ以外の海難」を規定している。

一方、海上保安庁においても海難審判法とほぼ同様の定義がなされ、海上における船舶に衝突、乗揚、転覆、浸水、その他安全な運航が阻害された事態が生じた場合となっている。

海難の種類及び船舶の種類の詳細は巻末の「用語の定義」に示した。海難審判庁及び海上保安庁の海難に関する統計から海難の現状及び衝突海難の原因等について次に述べる。

1.1 海難審判庁統計⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾

対象船舶は水上輸送の用に供する船舶のすべてで、自力航行できる船舶はもちろん、推進機関を有しないものも含まれ、船舶の種類、大小を問わない。しかし、

海洋性レジャーに使用されるサーフボード、セールボード、水上スキー等は船舶とみなさないこととしている。海難審判法が適用される水域は世界の全水域で、日本国内の河川・湖沼や我が国の領海内で海難が発生すれば、日本船舶のみならず外国籍船舶にも適用され、公海、外国の領海及び外国の河川では日本船舶のみ適用される。

海上保安官、管海官庁、警察官及び市町村長並びに外国に駐在する領事官は、海難の事実があったことを認知したときは、海難審判庁理事官に報告しなければならない。また、理事官は、自ら新聞、テレビ等の報道などにより、海難を直接認知することもあり、海上保安官、管海官庁等からの報告とあわせて、我が国周辺水域はもちろん世界中の各水域で発生した海難を広く認知することができる。

平成 18 年中に発生し、理事官が認知した海難は、4,335 件 5,081 隻にのぼり、その内 809 件、1,175 隻の海難に対して理事官により審判申し立てが行われている。

1.1.1 海難発生状況

理事官が認知した海難(以降、認知海難という)隻数の平成 6 年から平成 18 年までの推移を図 2-1-1 に示す。平成 6 年には 10,032 隻あった認知海難隻数が平成 18 年には 5,081 隻とほぼ半減している。海難審判庁には前述したとおり広く海難の情報が伝えられる仕組みになっており、認知海難隻数の減少は海難減少の実態を表していると言える。しかし我が国全体の船舶数も減少を続けており、船舶統計⁽²¹⁾によれば平成 7 年の調査対象船舶(総トン数 5 トン以上の日本船舶(漁船及びはしけ、その他ろかいのみをもって運転し、又は主としてろかいをもって運転する船舶を除く)45,469 隻に比べ平成 16 年の対象船舶は 23,110 隻まで減少し、運航隻数は半減している。一方で、外国籍船が含まれるものの同期間の認知海難隻数は 65%程度までしか減少しておらず、全体として 1 隻あたりの海難発生率は上昇しているものと思われる。貨物船、タンカー及び旅客船の 1 隻あたりの海難発生率の推移を、平成 7 年を 100 として表示したものを図 2-1-2 に示す。海難発生率は認知海難隻数を船舶数(船舶統計の調査で把握された隻数)で除したものである。タンカーの海難発生率はほぼ一定して減少しており、平成 16 年は平成 7 年に比べて海難発生率は 75%まで減少しているが、貨物船は 93%、旅客船は 83%

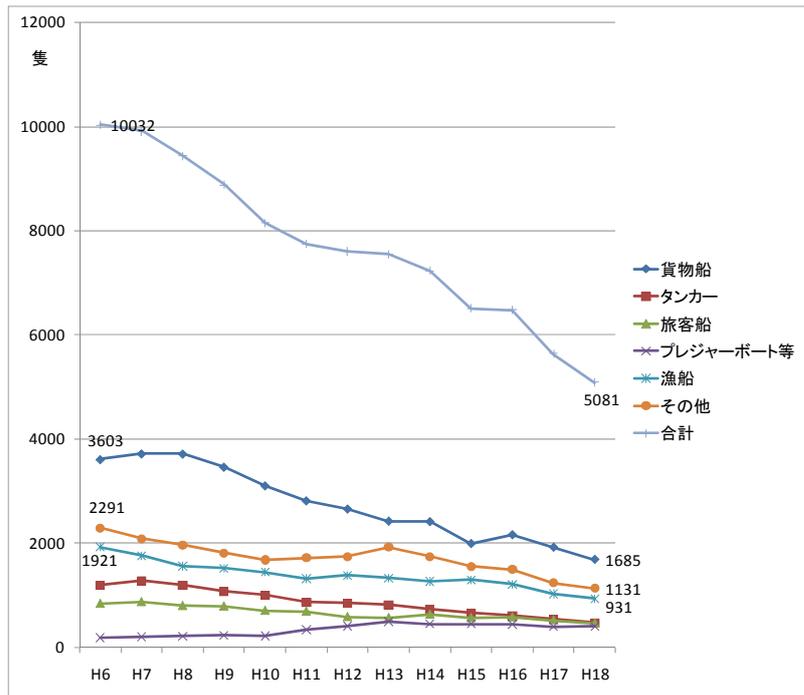


図 2-1-1 認知海難隻数の推移

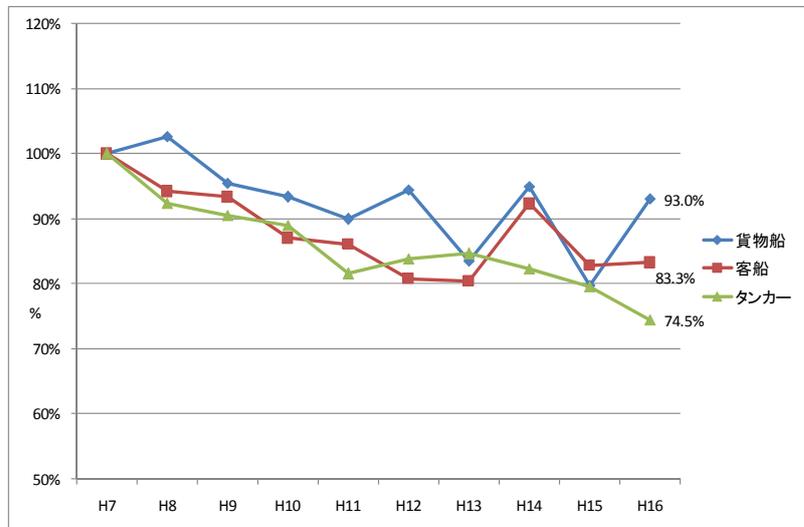


図 2-1-2 海難発生率の推移

に留まっている。

平成 18 年を見ると認知海難船舶で最も多いのは「貨物船」(1,685 隻)で、「その他」(1,131 隻)、「漁船」(931 隻)の順となっており、年ごとの推移を見てもこの順番に変化はない。死亡・行方不明者の状況は、平成 14 年から 18 年までの最近 5 年間で毎年増減はあるものの、全体としては概ね 200 名前後で横ばいの状況にある。

認知海難種類の平成 11 年から平成 18 年までの推移を図 2-1-3 に示す。平成 18 年を見ると最も多いのが「遭難」(1,450 隻)、引き続き、「衝突」(1,022 隻)、「乗揚げ」(1,001 隻)となっており、この 3 種類で認知海難種類の約 7 割を占めている。さらに「衝突(単)」(554 隻)を加えると約 8 割となる。平成 18 年認知海難の船種ごとの海難種類の割合を図 2-1-4 に示す。貨物船は「乗揚げ」(31%)が最も多く、次いで「遭難」(26%)、「衝突」(14%)及び「衝突(単)」(13%)がほぼ同率で発生している。タンカーは「遭難」(43%)が最も多く、次いで「乗揚げ」(20%)、「衝突」(13%)となっている。旅客船の認知海難の半数は「遭難」(50%)で、衝突も船舶同士の「衝突」(7%)より「衝突(単)」(24%)が多いという特徴がある。また旅客船では「乗揚げ」(5%)の割合は全ての船種の中で最も低い。なお、海難審判庁における「遭難」は「海難の原因、態様が複合していて他の海難の種類の一に分類できない場合、又は他の海難の種類いずれにも該当しない場合をいう。」と定義されている。プレジャーボート等(遊漁船を含む)は「衝突」(41%)が最も多く「衝突(単)」(4%)と合わせると、ほぼ半数が衝突海難である。

理事官は認知した海難を調査した後、海難防止の観点から審判によりその実態を明らかにし、原因を究明する必要があると判断した場合は、地方海難審判庁に対して審判開始の申立を行う。そして海難審判では海難原因を究明し、裁決によって明らかにしている。平成 18 年には 740 件、1,061 隻の船舶が裁決の対象と

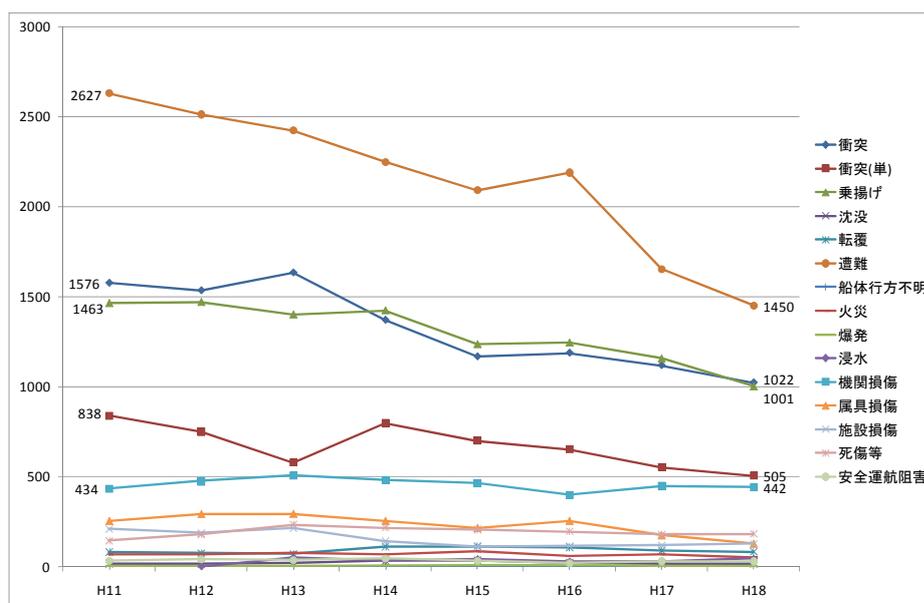


図 2-1-3 認知海難種類の推移

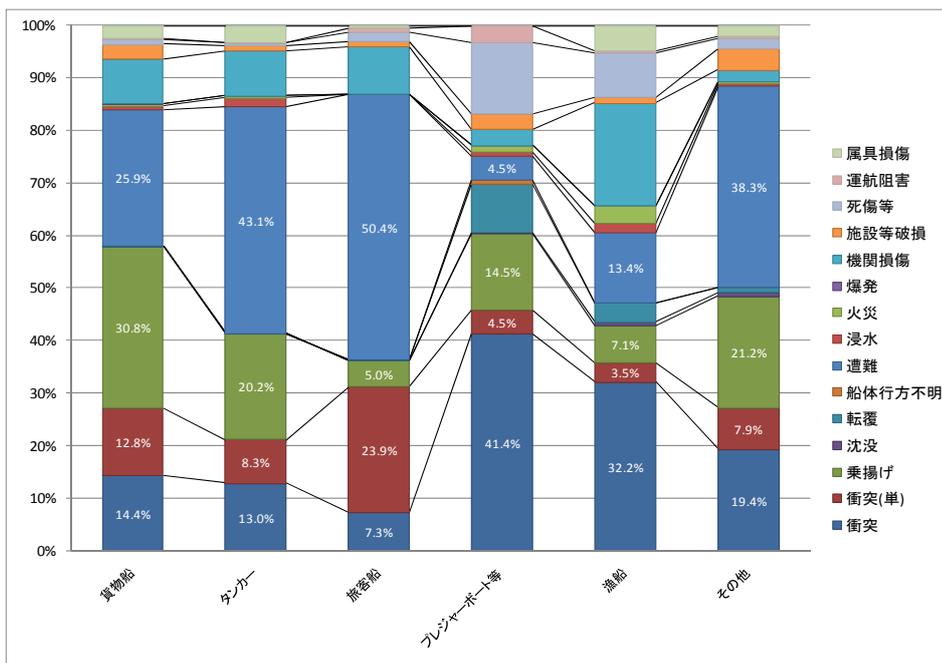


図 2-1-4 認知海難の船種ごとの海難種類の割合

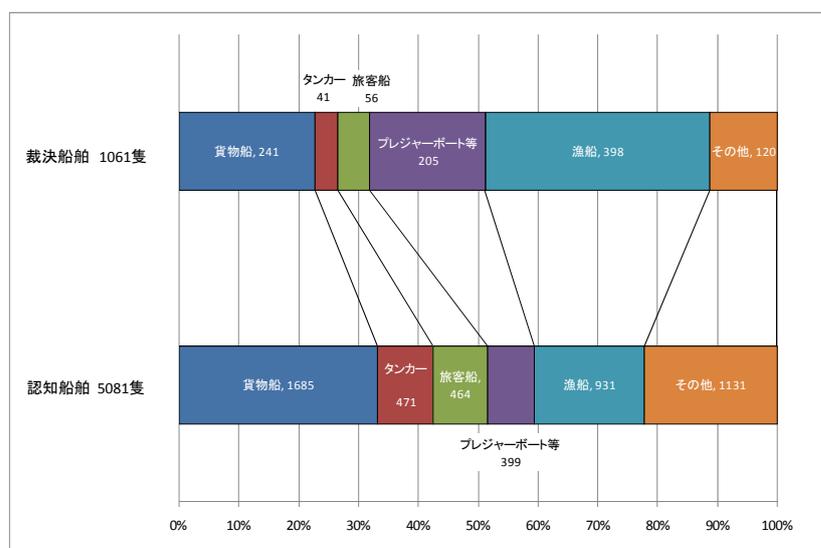


図 2-1-5 認知海難と裁決海難の船舶種類の比較

なっており、裁決された海難隻数は認知海難隻数の約 5 分の 1 である。

平成 18 年の認知海難船舶と裁決された海難(以降、裁決海難という)船舶について船舶種類の比較を図 2-1-5 に、海難種類の比較を図 2-1-6 に示す。海難船舶の種類を見ると認知海難では「貨物船」、「その他」、「漁船」の順に多かったが、裁決海難では「漁船」(398 隻)が最も多く、続いて「貨物船」(241 隻)、「プレジャーボート」(205 隻)となっており、認知海難と裁決海難の船舶種類には大きな違

いがある。また海難種類でも認知海難では遭難が最も多く、続いて衝突、乗揚げの順であったが、裁決海難では「衝突」(568 隻)が最も多く約半数を占めている。これに「衝突(単)」(63 隻)、「乗揚げ」(167 隻)を加えると裁決船舶の 7 割以上となる。このように、海難審判庁の資料から海難発生状況を考察する際は、認知した海難と裁決結果には大きな差があることに注意しなければならない。

図 2-1-7 に平成 18 年に裁決された海難 1,061 隻に対する 1,264 原因の内訳を示

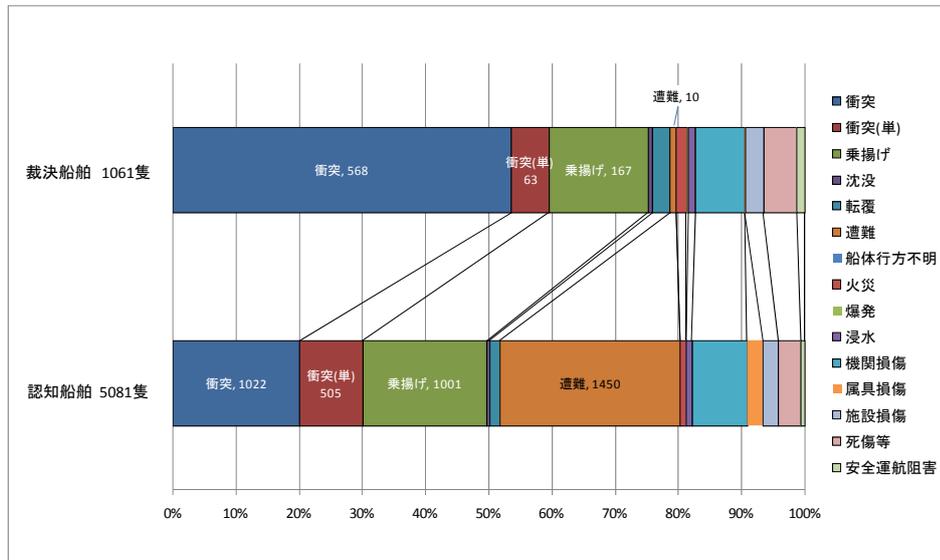


図 2-1-6 認知海難と裁決海難の海難種類の比較

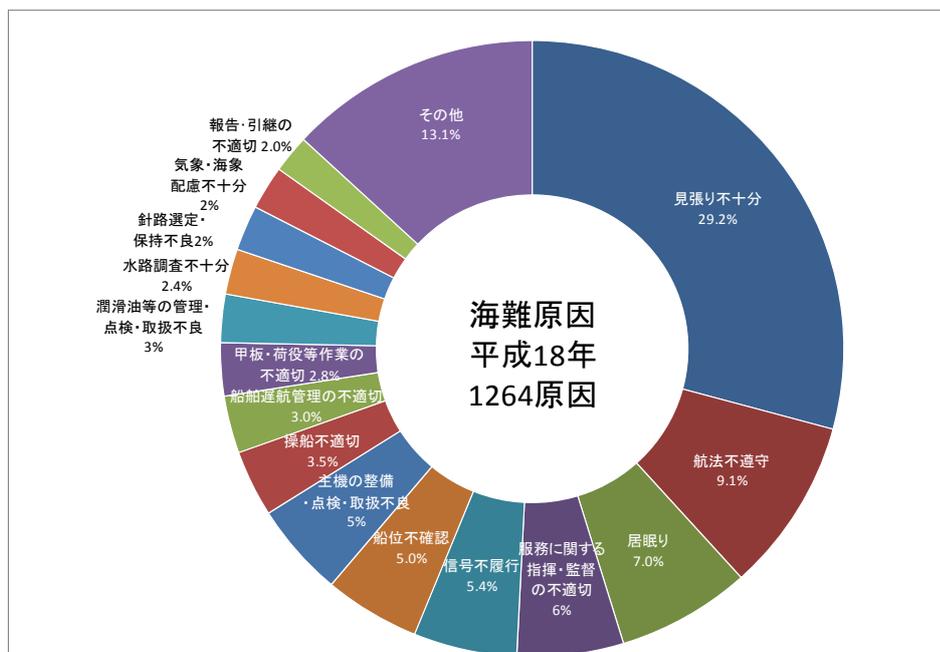


図 2-1-7 海難原因(海難審判庁)

す。「見張り不十分」(29%)が最も多く、次いで「航法不遵守」(9%)、「居眠り」(7%)、「サービスに関する指揮・監督の不適切」(6%)、「信号不履行」(5%)となっている。「その他」(13%)には「荒天措置不適切」、「錨泊・係留の不適切」、「速力の設定不適切」、「不可抗力」等が含まれる。船体・機関・設備の構造、材質上の不具合や不可抗力を除けば、裁決された海難の9割以上は船舶の管理者、運航者及び操船者の不適切な教育、判断、行動といったヒューマンファクターに起因するエラーにより発生していることがわかる。

1.1.2 衝突海難の原因分析

平成18年の裁決海難は270件、568隻で、このうち496隻で646原因が示されている。その内訳を図2-1-8に示す。「見張り不十分」(54%)が約半数を占めており、次いで「航法不遵守」(115原因18%)、「信号不履行」(68原因11%)の順となっている。衝突海難の8割以上は操船者の不適切な運航といった操船者エラーにより発生している。裁決では一隻の船舶に対して複数の原因を示すことがあるので海難隻数と原因数は一致しない。

海難審判庁は「海難レポート2007」⁽²²⁾で衝突海難の原因について詳細な分析を行っている。「見張り不十分」が原因とされた351例を調査したところ、その内訳は「見張りなし」(28%)、「相手船に気付かなかった」(45%)、「動静監視不十分」(27%)であった。つまり「見張り不十分」といっても見張りをしなかったのは約3割で、残りの7割は見張りを行っていたのに衝突したことになる。

「見張りなし」の内62%は「不在橋」、29%が「操舵室内で他の作業」となっており、見張りをせずに衝突に至った原因の9割は操船とは無関係な作業を船橋の内外で行っていたことによるものである。見張りを行っていたが「相手

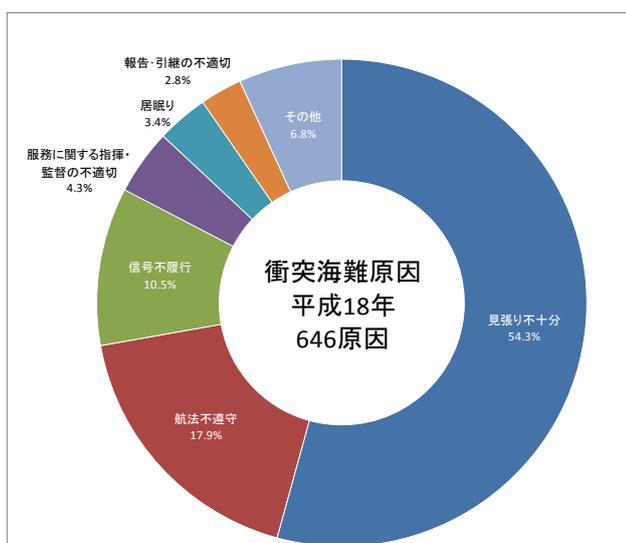


図 2-1-8 衝突海難原因(海難審判庁)

船に気付かなかった」の要因は「漫然と航行」(30%)、「死角を補う見張りを行わなかった」(25%)、「一方向のみ見張っていた」(22%)、「第三船に気をとられていた」(15%)となっている。相手船を認めたものの、その後の動静監視を行っていなかった「動静監視不十分」では「そのまま相手船が接近する危険はないと思った」(50%)が約半数を占め、「相手船が避けてくれると思った」(23%)、「避航措置をとったので大丈夫と思った」(12%)となっており、操船者の他船行動に対する思いこみが原因となっている。

1.2 海上保安庁統計⁽²²⁾

海上保安庁の海難関係統計には「海上保安統計」及び「海難及び人身事故の発生と救助の状況」があり、「海上保安統計」には要救助海難(救助を必要とする海難)の状況が、「海難及び人身事故の発生と救助の状況」には要救助海難及び不要救助海難(要救助以外の海難)の合計が示されている。ここでは「海難及び人身事故の発生と救助の状況」に示された海難データを使用して、海難の現状及び衝突海難の原因について述べる。

1.2.1 海難発生状況

図 2-1-9 に平成 3 年から平成 19 年までの海上保安庁が調査した船種ごとの海難隻数の推移を示す。海難船舶の合計は平成 3 年に 3,196 隻であったが、平成 10

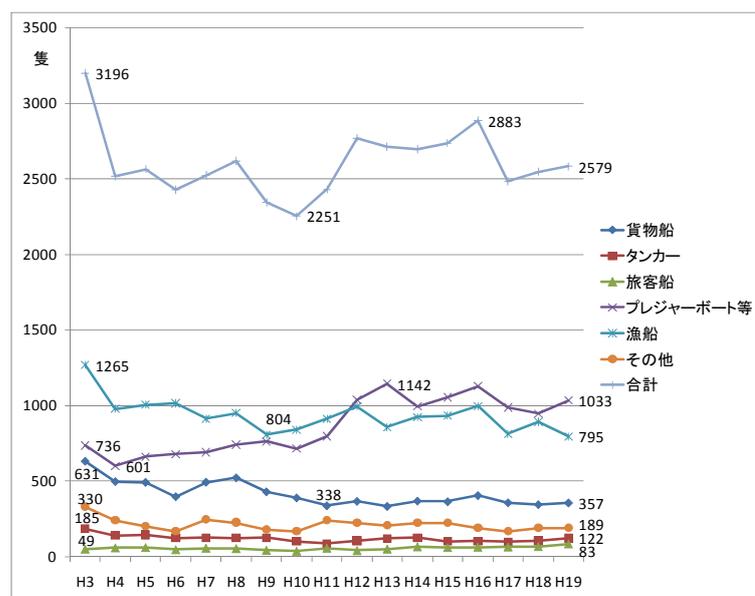


図 2-1-9 海難隻数の推移(海上保安庁)

年には 2,251 隻まで減少した。しかし平成 19 年は 2,579 隻と増加しており、海難審判庁の調査とは異なり一定した減少傾向は見られない。また平成 12 年以降、海難船舶で最も多いのはプレジャーボート等で、海上保安庁が調査する海難の約 4 割にあたり、次に多いのは漁船である。海上保安庁が調査する半数以上をプレジャーボート等と漁船が占めており、海難隻数、その推移、海難船舶の種類の内いずれも海難審判庁の調査とは大きく異なっている。死亡・行方不明者数を見ると平成 10 年から 16 年までは概ね 150 名前後で推移していたが、平成 17 年から減少に転じ平成 19 年は 87 名まで減少している。

図 2-1-10 に平成 19 年に海上保安庁が調査した 2,579 隻の海難の原因比率を示す。海難審判庁の調査と原因区別が異なり運航監理に関する原因は指摘されていないが、最も多いのは「見張り不十分」(22%)、次いで「操船不適切」(14%)となっている。「不可抗力」(13%)、「材料構造不良」(6%)、「その他」(1%)以外は操船者の不適切な運航により発生しており、原因の約 8 割を占めている。

平成 3 年から平成 19 年までの海難種類の推移を図 2-1-11 に示す。「衝突」が最も多い傾向に変化はない。海難審判庁の統計資料では衝突は船舶同士の衝突及び単独衝突を区別していたが、海上保安庁の資料では区別されず、いずれも「衝突」と記載されている。

平成 19 年の船種ごとの海難種類を図 2-1-12 に示す。貨物船、タンカー、旅客船の海難は約半数が「衝突」である。プレジャーボート等では「衝突」、「乗揚げ」「推進器障害」がほぼ同率で発生し、漁船では約 4 割が「衝突」である。

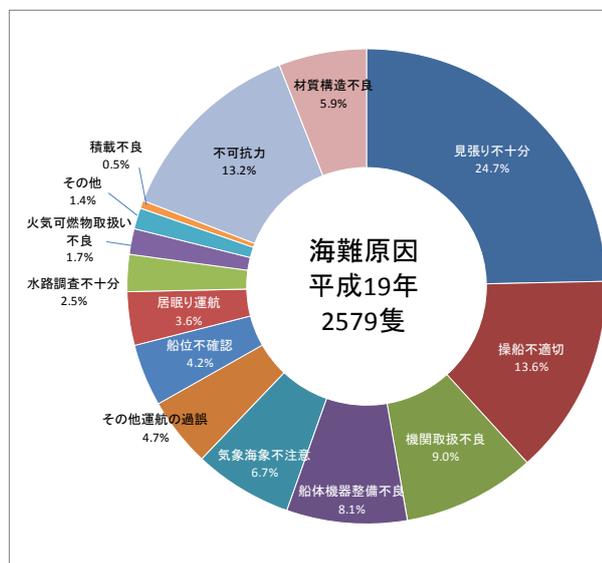


図 2-1-10 海難原因(海上保安庁)

1.2.2 衝突海難の原因分析

海上保安庁の資料では衝突と乗揚げ海難の原因が区別されずに示されている。

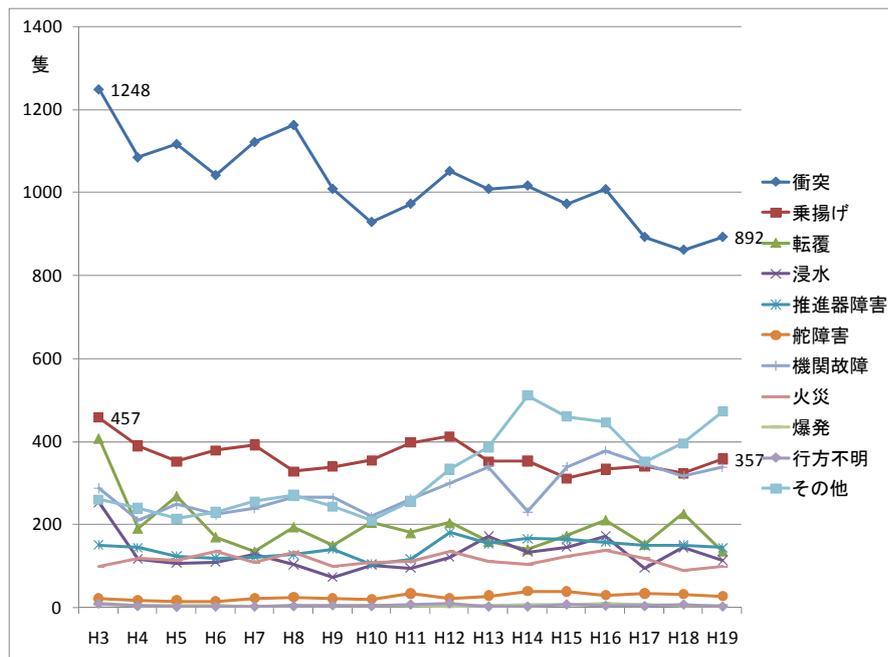


図 2-1-11 海難種類の推移

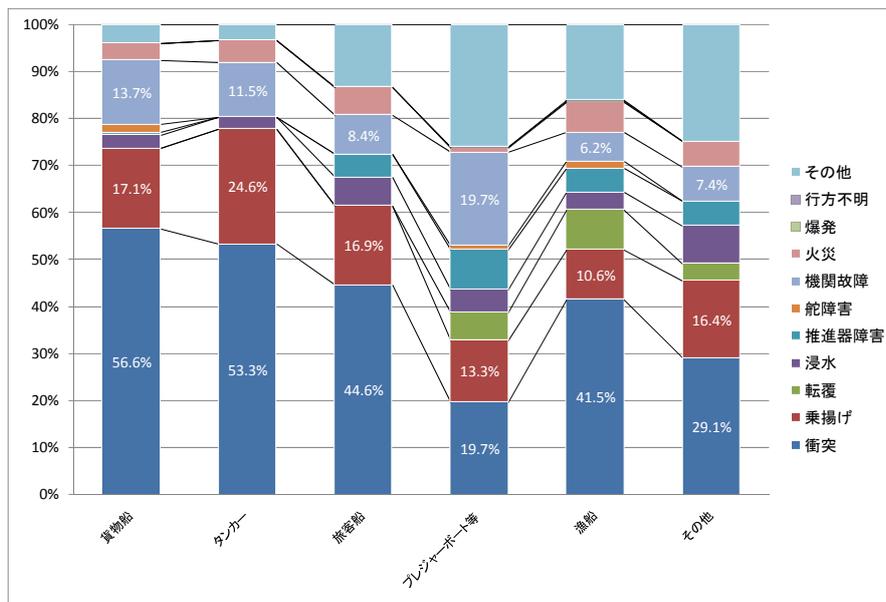


図 2-1-12 船種ごとの海難種類

平成 19 年の衝突・乗揚げ海難 1,249 隻の原因を図 2-1-13 に示す。海難審判庁の調査と同様で「見張り不十分」(49%)が原因のほぼ半数を占め、次いで「操船不適切」(22%)となっている。「不可抗力」(5%)、「その他」(0.2%)以外は操船者エラーが原因となっており、原因の 9 割以上を占めている。

図 2-1-14 は平成 19 年の衝突・乗揚げ海難の船舶種類ごとの原因の比率を示し

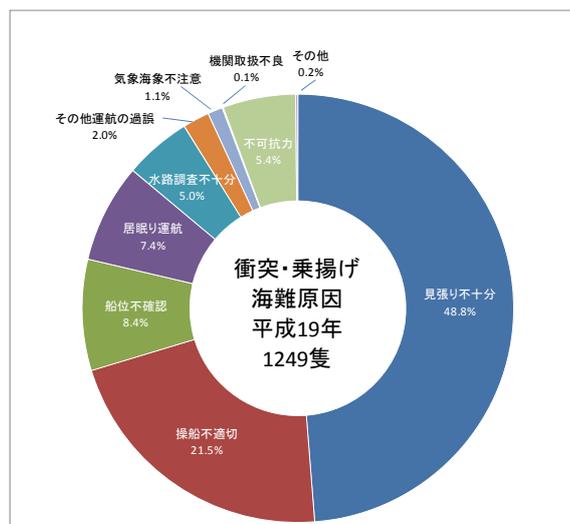


図 2-1-13 衝突・乗揚げ海難の原因

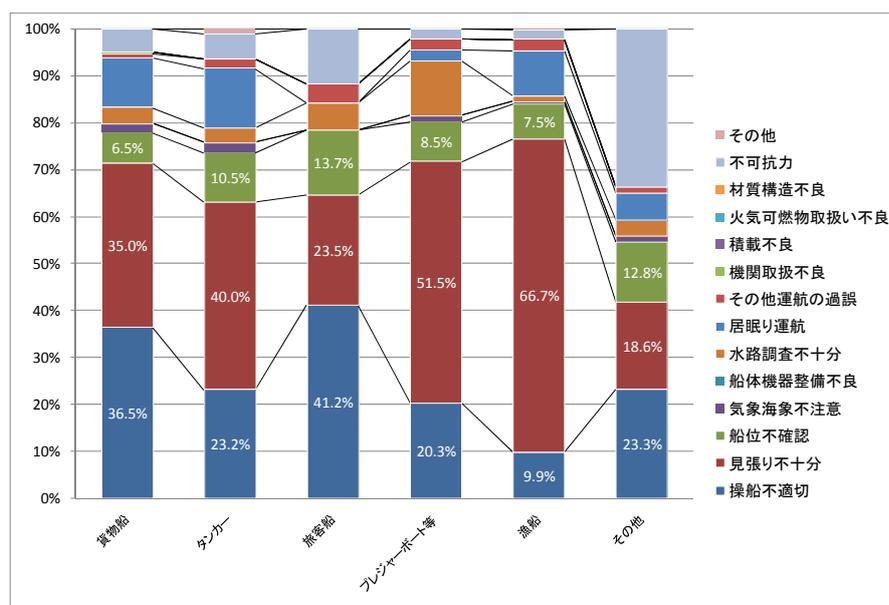


図 2-1-14 衝突・乗揚げ海難の船舶種類ごとの原因の比率

たものである。その他の船舶を除き、6割以上は「操船不適切」と「見張り不十分」で発生している。その中で「見張り不十分」は漁船の海難で67%、プレジャーボート等で52%と高い割合になっている。

2. ヒューマンファクターを考慮した海難防止への取り組み

これまで述べたとおり、海難におけるヒューマンファクターは重要な意味を持

ち、海難の約 8 割は船舶の運航者、管理者の不適切な判断、行動といったヒューマンファクターに起因する操船者エラーで発生している。特に衝突海難においてはその 9 割以上が操船者のヒューマンファクターに起因して発生している。

IMO(International Maritime Organization 国際海事機関)では重大海難が発生するたびに「設備・構造」といったハード面での基準を作成し対象船舶に適用してきた。しかし、海難原因の 8 割以上を占めるヒューマンファクターに対応しなければ海難防止は図れないとし、1994 年ISMコード(International Safety Management Code for the Safety and for Pollution Prevention 船舶の安全航行及び海洋汚染防止のための国際管理コード)を強制化し、現在国際航海に従事する総トン数 500 トン以上の船舶が適用となっている。ISMコードは大規模な人的損失や環境汚染をもたらす海難の多くはヒューマンファクターによって発生しているとの認識から制定されたものである。そのため海難防止のためには船舶だけではなく陸上部門も含めた全社的な取り組みが必要と判断し、船舶・陸上を含めた全社的な「安全管理システム(SMS)」を構築して、これを実施することを義務づけた。ISMコードの強制化によって海難防止のための安全管理体制が整備され、海難の減少に寄与していることは間違いない。しかし一方で重大海難は減少傾向にはなく、逆に増加しているとの報告もある。海上保険を扱う保険会社の国際組織であるIUMI (International Union of Marine Insurance) は、2000 年以降の海難事故に関する統計で重大海難事故の損害額は 1998 年以降 200%増加したと発表している⁽²³⁾。また海難審判庁の調査⁽²²⁾でも平成 14 年には 17 件であった重大海難はその後も徐々に増加し、平成 18 年は 39 件となっている。

そのような状況から、ヒューマンファクターを考慮した海難防止への様々な取り組みが国内外で行われており、その概要を紹介する。

2.1 IMOにおける取り組み

IMOではヒューマンファクター概念による海難調査・分析の手法・体制の確立が重要との認識に立ち、1997 年に「海難及び海上インシデントの調査のためのコード」(IMO決議 A.849(20) 海難事故調査コード)を議決した。さらには 1999 年、海難調査コードを改正(IMO決議 A.884(21))し「海難及び海上インシデントにおけるヒューマンファクターの調査のための指針」(海難事故調査コード指針)

(24)を追加した。

当コードの目的は、海難及び海上インシデントの安全性調査のための共通手法を提案し、海難を発生させた要因を明らかにするために各国間の協力を促進することにより、船員・旅客の安全及び海洋環境の保護を促すことである。そのためコードには海難調査の共通手続き、各国間の協力方法、調査結果の IMO への共通の報告様式等の具体的手続きが規定された。また付録として海難調査官が調査において収集すべき情報などを列記した「調査官を支援するための指針」が定められた。

海難事故調査コード指針は、海難調査官が海難及び海上インシデントにおけるヒューマンファクターについて系統的調査を行うための実務的な手引きを示している。更に付録としてIMO/ILOヒューマンファクター調査プロセス、ヒューマンファクターの質問領域、一般的な人的要素(ヒューマンエレメント)用語の定義等が付属している。同指針ではヒューマンファクターの調査のための系統的アプローチを図 2-2-1⁽²⁵⁾のように定めている。

なお、2008年6月、第84回海上安全委員会(MSC84)において、海難事故調査コード(「海上事故及び海上インシデントの安全調査のための国際標準と勧告方式のコード」と名称変更)

を強化する海上人命安全条約(SOLAS条約)付属書XI-I章の改正案が採択された。同条約は2010年1月1日に発効予定となっており、以降各国は海難事故調査コードに基づく海難及びインシデントの調査及びIMOへの報告が義務付けされることになる。

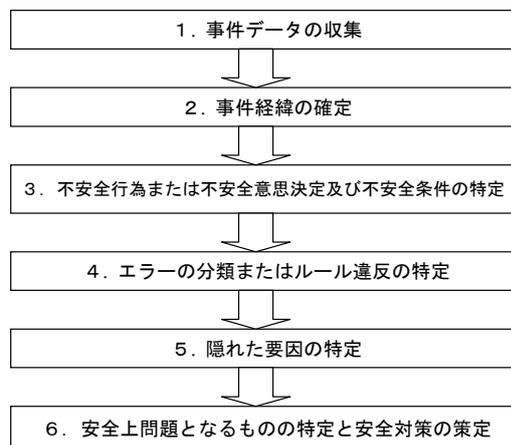


図 2-2-1 ヒューマンファクターの調査のための
系統的アプローチ

2.2 我が国における取り組み

前述した IMO での検討を受け、我が国においても次のようなヒューマンファクターを考慮した海難及びインシデント調査について検討が行われている。

2.2.1 海上インシデント・データバンクに関する調査研究

基礎的な海上インシデントの収集、分析に関して次の事項について調査研究を行い海上インシデント・データバンク構築のためのシステム検討を実施し、平成15年3月社団法人日本海難防止協会から報告⁽²⁶⁾されている。

- (1) 諸外国及び他業界におけるインシデントの収集・分析体制
- (2) 我が国の海上インシデントの収集・分析の現状
- (3) インシデントの分析手法の例
- (4) 海難データ収集及び海難分析手法の調査
- (5) 海上インシデント情報の収集・分析手法の検討
- (6) 海上インシデント・データバンクに関するヒアリング及びアンケート調査
- (7) インシデント報告と各法令規定の関係に関する考察
- (8) 海上インシデント・データバンク構築に向けて

2.2.2 ヒューマンファクター概念に基づく海難・危険情報の調査活用等に関する調査

ヒューマンファクター概念に基づく海難調査手法の開発とインシデント等の危険情報を共有化し、有効活用を進めるために必要な環境の整備、構築を目標として次の調査研究を実施し、平成16年3月財団法人海難審判協会から報告⁽²⁷⁾されている。

- (1) ヒューマンファクター概念に基づく事故調査
- (2) 海難調査におけるヒューマンファクター概念の導入
- (3) 諸外国におけるヒューマンファクター概念に基づく海難調査
- (4) 我が国の海難調査の現状
- (5) 我が国の海上交通をめぐる現状と安全対策
- (6) 海上インシデント等の危険情報の報告、活用
- (7) ヒューマンファクター概念に基づく海難・危険情報の調査に関する取り組むべき課題の提言

2.2.3 海上安全における人的要因等に関する検討委員会

船舶の安全運航におけるヒューマンエレメントの検討は安全管理システムの構築、船員の能力、疲労防止、船内における業務体制及びコミュニケーション並びに船舶における機器の有効活用等幅広い内容を含んでいる。そのため人的要因に関する国際機関や諸外国における議論及び検討の流れを整理し、共通認識の醸成を図ることを目的として、国土交通省海事局に委員会が設置された。平成18年3月に人的要因に関する情報を整理した報告書⁽²⁸⁾、平成19年3月に海上安全における人的要因等に関する事故防止ガイドライン⁽²⁹⁾を提案している。ガイドラインでは人的要因を「身体」、「精神」、「専門技能」、「組織行動」、「船員」に関する要因に分類し、海難事例を通して各事例に対応した防止対策をまとめている。

2.2.4 海難審判庁*における取り組み

「ヒューマンファクター概念に基づく海難・危険情報の調査活用等に関する調査」報告⁽²⁶⁾を受けて、海難審判庁ではヒューマンファクター概念を取り入れ、直接原因のみならずその背後にある要因についても裁決に盛り込むこととした。高等海難審判庁は平成16年4月から、地方海難審判庁は平成16年9月から裁決書の記載内容を改めている。また原因究明に高度かつ専門的な知識・経験を必要とする事件を審理する場合は、審判にヒューマンファクターの専門家を「参審員」として参加させる取り組み実施している。さらに海難事故調査コードを参考とした裁決書記載内容の変更も検討している。

*平成20年10月組織改正⁽³⁰⁾

海難審判庁はその機能を原因究明と懲戒処分に分離し、原因究明は航空・鉄道事故調査委員会と統合して発足した運輸安全委員会に移行し、懲戒処分は新たに設置する海難審判所で取り扱うこととなった。

2.2.5 公共交通に係るヒューマンエラー事故防止対策検討委員会

JR西日本の福知山線列車脱線事故をはじめ、鉄道、航空、自動車及び海運の各分野においてヒューマンエラーに起因すると考えられる様々な事故やトラブルが相次いで発生した。そのため国土交通省では運輸事業における安全の確保は喫緊の課題であるとの認識に立ち、平成17年6月省内に委員会を立ち上げ、平成18

年 4 月最終報告書⁽³¹⁾を発行した。その中で次の 2 点について提言がなされた。

- (1) 運輸事業者自らが、自己責任原則の下、トップから現場まで一丸となった安全管理のための体制の構築を図ること
- (2) 運輸事業者自らが構築した安全管理体制の評価を国が行うこと

この提言を受けて、

- (1) 運輸事業者自らが構築した安全管理体制を記載した安全管理規程の作成及び届出、安全管理体制の運営を統括管理する安全統括管理者の選任及び届出の運輸事業者に対する義務付け
- (2) 運輸事業者が構築した安全管理体制を国がチェックする「運輸安全マネジメント評価」の実施

が決定され、平成 18 年 10 月 1 日から施行されている。

国土交通省海事局では「旅客船事故原因分析検討会」を設置し、旅客船におけるヒューマンエラーに起因する事故を防止するための対策を検討し、中間とりまとめ⁽³²⁾が行われている。

3. 結語

操船者エラーの特徴と総合的な衝突海難防止の施策を構築するための端緒として、海難審判庁及び海上保安庁の海難調査記録から海難の現状及び動向を分析した。加えてヒューマンファクターを考慮した海難防止への国内外の取り組みについて調査した。その結果は次のとおりである。

- (1) 海難隻数、その推移、海難船舶の種類及び海難種類のいずれも海難審判庁と海上保安庁の調査結果に大きな差異がある。また、海難審判庁調査では理事官の認知海難と裁決海難は船舶の種類、海難種類ともに大きく異なっている。
- (2) 海難審判庁の調査では、平成 18 年の認知海難隻数は平成 6 年に比較すると半減している。一方、死亡・行方不明者数について毎年増減はあるものの、最近 5 年間は概ね 200 名前後で横ばいの状況にある。海上保安庁の調査では海難隻数は平成 10 年までは減少傾向であったが以降は一定した減少傾向は見られない。死亡・行方不明者数は 16 年までは概ね 150 名前後で推移していたが、

平成 17 年から減少に転じている。

- (3) 海難審判庁調査では認知海難隻数は減少しているものの、船舶運航隻数を考慮した海難発生率は全体として上昇している。タンカーの海難発生率は減少、貨物船、旅客船も減少しているが減少率はタンカーほど大きくない。
- (4) 海難審判庁の調査では、認知海難種類で最も多いのが「遭難」で、引き続き、「衝突」、「乗揚げ」となっている。海上保安庁の調査では「衝突」が最も多く、続いて「その他」、「乗揚げ」、「機関故障」となっているが、いずれの調査でも船種によって海難種類の特徴が異なる。
- (5) 海難審判庁の調査では、海難原因として「見張り不十分」が最も多く、次いで「航法不遵守」となっており、裁決された海難の 9 割以上は船舶管理者、運航者及び操船者のヒューマンファクターに起因したエラーが原因となっている。海上保安庁の調査では「見張り不十分」が最も多く、次いで「操船不適切」となっており、原因の約 8 割が操船者のヒューマンファクターに起因している。
- (6) 海難審判庁の調査では、衝突海難の原因として「見張り不十分」が最も多く約半数を占め、次いで「航法不遵守」、「信号不履行」となっている。衝突海難の 8 割以上は操船者のヒューマンファクターに起因して発生している。海上保安庁の調査では衝突・乗揚げ海難の原因として「見張り不十分」が最も多く、原因のほぼ半数を占め、次いで「操船不適切」となっており、操船者のヒューマンファクターに起因した操船者エラーが原因の 9 割以上を占めている。
- (7) IMO ではヒューマンファクター概念による海難調査・分析の手法・体制の確立が重要との認識に立ち、「海上事故及び海上インシデントの安全調査のための国際標準と勧告方式のコード」の強制化が採択され、各国に対して 2010 年 1 月 1 日から同コードに基づく海難及びインシデントの調査及び IMO への報告が義務付けられる。
- (8) 我が国においても IMO の検討を受け、海上インシデント、海難におけるヒューマンファクターに関する調査検討を実施し、海難審判庁においてはヒューマンファクター概念に基づく海難調査を開始している。
- (9) ヒューマンエラーによる事故を防止するため、運輸事業者が自ら安全管理体制を構築し国がチェックする「運輸安全マネジメント評価」が平成 18 年 10 月から実施されている。

第3章 衝突海難の分類と海難分析への適用

第2章で述べたとおり、海難の8割は操船者のヒューマンファクターに起因した操船者エラーにより発生しており、特に衝突海難ではその割合は9割以上となる。海難で最も多いのは「衝突」であり、衝突海難における操船者エラーの特徴を把握し、海難防止に応用すれば海難減少に大きく寄与できると考える。

そこで本章では衝突海難における操船者エラーの特徴を把握するために、まず衝突海難に関連する操船者エラー及び関連するヒューマンファクターについてその定義を整理した。そしてその結果に基づき、操船者エラーの特徴を把握するための基礎となる衝突海難分類法を構築した。さらに衝突海難事例から衝突海難データベースを構築し、分類法の各要素について操船者エラーを抽出した。また、操船者エラーは操船者の一連の避航行動の中で発生していると考え、避航行動モデルを作成し、衝突海難事例から避航行動の特徴と操船者エラーの発生状況を調査した。

1. 操船者エラーとヒューマンファクター

1.1 ヒューマンファクターの定義

ヒューマンファクターは非常に広義に用いられ、その定義も研究の進歩と共に変化しているが、Hawkinsは「ヒューマンファクターとは人間と機械、装置との関係、その処理との関係、その環境との関係に関するもの」と定義している⁽³³⁾。また黒田は「ヒューマンファクターとは機械やシステムを安全に、しかも有効に機能させるために必要とされる、人間の能力や限界、特性などに関する知識の集合体」と定義し、使用される機材やシステムの特徴によりヒューマンファクターの形態は異なるとしている⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾。

ヒューマンファクターの一般的な概念の定義としてEdwardが基本モデルを提案し、Hawkinsが改良したSHELモデル⁽³²⁾が利用される。Software(ソフトウェア)、Hardware(ハードウェア)、Environment(環境)、Liveware(人間 中心のLは本人、それに接しているLは関係者)の境界にヒューマンファクターが存在することを示している。(図 3-1-1 参照) また河野はSHELモデルにManagement

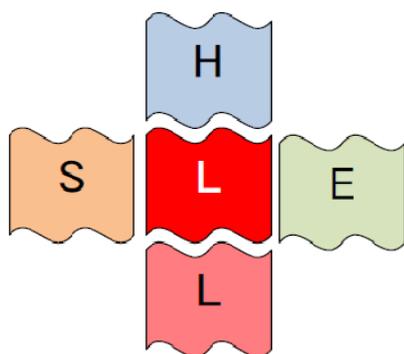


図 3-1-1 SHEL モデル

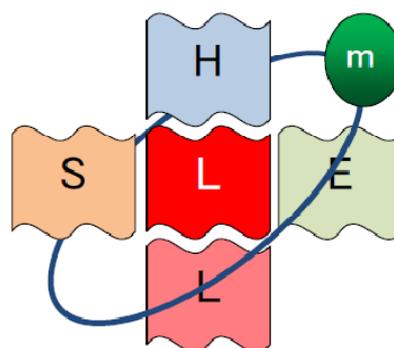


図 3-1-2 m-SHEL モデル

を追加したm-SHELモデル⁽³⁶⁾を提案している。(図 3-1-2 参照) 伊藤ら⁽³⁷⁾は m-SHELモデルを用いて船舶運航におけるヒューマンファクター要素の具体的な定義を行っている。また前述したIMOの海難事故調査コード指針⁽²⁴⁾ではヒューマンファクターを「個人的要因」、「船舶要因」、「作業及び生活の状況」、「船内組織」、「陸上側の管理」、「外部の影響及び環境」に分類し具体的な細目を提示している。海上安全における人的要因等に関する検討委員会では作成したガイドライン⁽²⁸⁾で人的要因(ヒューマンファクター)を「身体」、「精神」、「専門技能」、「組織行動」、「船員」に関する要因に分類している。

本研究では、図 1-2-1 に示す人的エラー発生過程の「人的エラーをもたらした原因」、「人的エラーのメカニズム」及び「エラーに至った内的要因」で構成される人間の情報処理システムに作用する様々な「外部環境」をヒューマンファクターと定義する。すなわち操船者の情報処理システムに発生するエラーのきっかけ及び操船者の情報処理システムに作用する航行環境、作業環境、船舶運航者の管理状況といった外部環境を操船者のヒューマンファクターとして取り扱う。

1.2 操船者エラーとヒューマンファクター

図 3-1-3 に操船者エラーの発生過程と操船者エラーに影響を及ぼすヒューマンファクターの関係を示す。操船者エラーは「操船者エラーをもたらした原因」すなわち「操船者エラーのきっかけ」がヒューマンファクターとして直接的に操船者の情報処理システムに作用し、加えて「操船者のパフォーマンスに影響する因

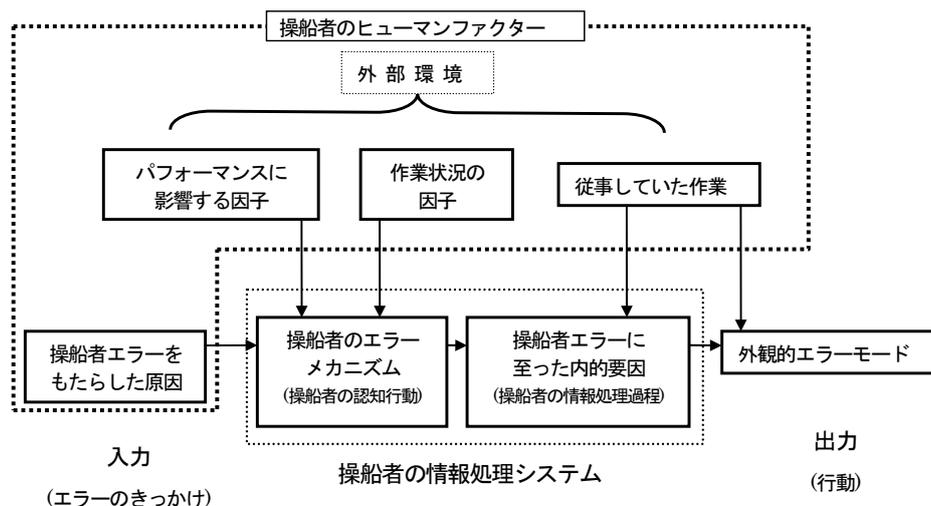


図3-1-3 操船者エラーの発生過程とヒューマンファクター

子」や「作業状況の因子」、「従事していた作業」といった「外部環境」がヒューマンファクターとして間接的に作用することで、最終的に衝突海難に至った操船者エラーが発生すると表現できる。

衝突海難における操船者エラーの特徴を把握するには、操船者エラー発生過程の各要素の特徴を調査するだけでなく、各要素の結びつき及び操船者の情報処理システムに直接的、間接的に影響を与えるヒューマンファクターと情報処理システムの間関係を調査する必要がある。

1.3 操船者エラーのカテゴリ

ここまで操船者の犯すヒューマンエラーを「操船者エラー」と表現してきたが、「操船者エラー」の定義と具体的なエラーのカテゴリをここで述べる。

Meister(1971)はヒューマンエラーを「システムから要求されたパフォーマンスからの逸脱」、また Swain(1980)は「システムによって定義された許容限界を超える一連の人間行動」と定義した。つまり「システム要求によりしなければならないこと」と「実際の行動」の差をヒューマンエラーと定義している。本研究においても操船者が適正に処理しなければならない判断・行動と実際に実施したこととの差を「操船者エラー」と定義する。

宮城は航空機パイロットや管制官のエラー分析の結果、エラーの態様は次の9つのカテゴリに分類されるとしている⁽³⁸⁾。

- (1) 適正(エラーではなく適切な対応だが、分析のために含める)
- (2) しなければならないことを忘れている状態
- (3) 意識レベルが低下した状態
- (4) しなければならないことと違う対象に意識が向けられている状態
- (5) しなければならないことに迷っている状態
- (6) しなければならないことが同時に複数あるにも関わらず、実際の行動がその内の一つにしかなされていない状態
- (7) 実際の行動があるべき程度を越えている状態
- (8) 実際の行動がしなければならない時点や対象に達していない状態
- (9) 途中で障害があるためにしなければならないことができない状態

これら9つのカテゴリーに分類されたヒューマンエラーは操船者の犯すヒューマンエラーと同等と考え、これらのエラーが操船者の情報処理システムで発生し、エラーの複合と連鎖が最終的に衝突海難に至る操船者エラー、すなわち「外観的エラーモード」を発生させ衝突海難という形で出力されることになる。

2. 操船者の情報処理システムとエラー発生過程

ここまで本研究における操船者エラー及び関連するヒューマンファクターについて定義を述べた。本項では図 3-1-3 に示す操船者エラー発生過程の主要な要素である操船者の情報処理システム上に発生するエラーについて述べる。

操船者は避航行動を実行する場合、まず他船の存在を認識した後、当該他船の動静を識別し、見合関係が発生する状況であれば衝突のおそれの有無を検出する。その結果、衝突のおそれの発生を確認できれば適切な避航法を決定し、実行に移す。このように避航行動は一連の情報処理系統に基づく行動と捉えることができる。そこで本研究では、この「操船者の認知行動が情報処理過程に作用して避航行動を実行する情報処理の系統」を情報処理システムと定義した。操船者の認知行動に発生するエラーを「操船者のエラーメカニズム」、情報処理過程に発生するエラーを「操船者エラーに至った内的要因」と表した。

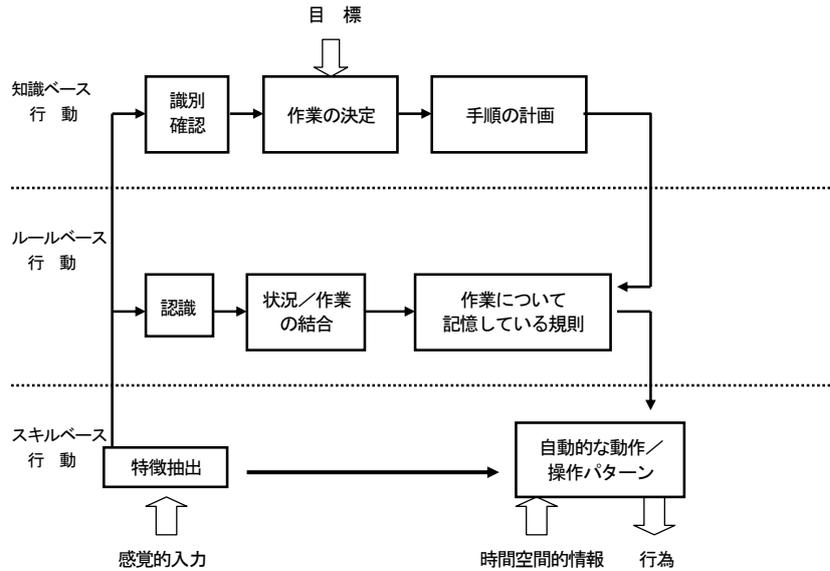


図 3-2-1 操船者の認知行動(RSK モデル)

2.1 操船者のエラーメカニズム

操船者のエラーメカニズムとは操船者の認知行動に基づくもので、Rasmussen の RSK モデル⁽¹⁵⁾ (図 3-2-1 参照)を用いて操船者行動を知覚のパタンに応じたスキルベース行動、ルールベース行動、知識ベース行動に分類し、それぞれに発生するエラーを定めたものである。操船者は慣れによる条件反射的な行動をする場合があるが、これはスキルベース行動であり、少し状況が複雑になると規則に基づくルールベース行動へと移行する。さらに複雑な状況になると今までの経験や知識に基づいて行動しなければならなくなり、これを知識ベース行動という。このように操船者の認知行動のレベルに応じて発生するエラーを操船者のエラーメカニズムと定義する。このエラーメカニズムが引き続く操船者エラーに至った内的要因に作用する。

2.2 操船者エラーに至った内的要因

操船者エラーに至った内的要因とは、操船者の情報処理過程に発生するエラーを定めたものである。認知行動に引き続き人間の情報処理過程は一般的に「知覚」→「選択」→「判断」→「決定」→「操作」の順に行われる⁽¹⁴⁾とされているが、同様の考え方で宮城は航空パイロットや管制官の情報処理過程を「情報源」、「情報受容」、「判断」、「作業(操作)の指示」の 4 つのフェイズに区分して、「作業(操作)の指示」の結果の確認と新しい情報とが次の情報源となって繰り返されるとし

ている。(図 3-2-2 参照) 操船者の情報処理過程もこの4つのフェイズの繰り返しである。すなわち操船者エラーに至った内的要因とは

- (1) 目視やレーダ ARPA、AIS 等から衝突のおそれを検出(情報源)
- (2) 検出した情報から衝突のおそれを確認(情報受容)
- (3) 針路、速力変更等の操船計画を決定(判断)
- (4) 決定した避航計画に基づいて行動(作業(操作)の指示)

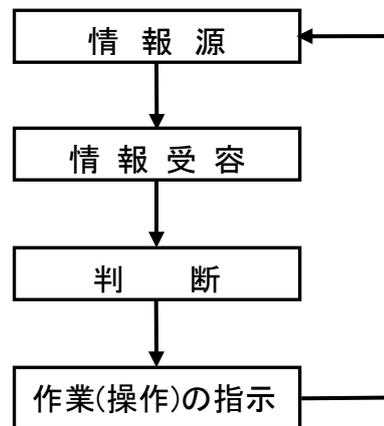


図 3-2-2 操船者の情報処理過程

の各フェイズに発生する操船者エラーを定めたものである。

2.3 操船者エラーの発生過程

衝突海難における操船者エラーの発生過程を Rasmussen らが提唱した人的エラーの発生過程を用いて説明すると次の通りとなる。

- (1) 操船者エラーは「操船者エラーをもたらした原因」が直接的に、「外部環境」が間接的にヒューマンファクターとして操船者の情報処理システムに作用して発生する。
- (2) 操船者の情報処理システムに発生するエラーは、操船者の認知行動におけるエラーである「操船者のエラーメカニズム」及び認知行動に引き続く操船者の情報処理過程で発生するエラー「操船者エラーに至った内的要因」で構成される。
- (3) 衝突海難に至った操船者エラーは操船者の情報処理システムに発生する個々のエラーのみでなく、それらの連鎖と複合で構成されて「外観的エラーモード」として出力される。

3. 衝突海難分類法の構築

「事故に学ぶ」という言葉が示すとおり、発生した海難を詳細に分析し同様の海難の発生を防ぐことは非常に重要である。これまで述べたとおり操船者エラーは多岐にわたり、操船者エラー及びヒューマンファクターがどのような時に発生し、どのように結びついて衝突海難に至ったのかを把握するには、操船者エラーの発生過程に基づいて海難を分類していくことが必要である。そこで本研究では、衝突海難における操船者エラーの特徴を把握するための基礎となる「衝突海難分類法」を構築⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾した。

3.1 衝突海難に至った操船者エラーの発生過程と衝突海難分類法

操船者エラーによる衝突海難は、操船者エラーの発生過程に基づいて発生した操船者エラーと最終的な自船の動向、他船の動向と相まって発生している。すなわち操船者エラーの発生と衝突海難は必然ではなく、多くの場合操船者エラーが発生しても衝突に至る前に回避されている。よって発生した衝突海難から多くを学ぶには、衝突海難に至った操船者エラーを詳細に分析し、操船者エラーの発生過程とその要因を総合して、どのようにして衝突海難に至ったのかを把握しなければならない。本研究で構築した「衝突海難分類法」(以下、分類法という)は操船者エラーの発生過程における各要素とその具体的な内容を衝突海難分析用に抽出、決定したものである。

3.2 分類法の構成

3.2.1 分類法の構成

分類法は衝突海難に至った操船者エラーの発生過程を入力(エラーのきっかけ)と出力(行動・動作)という観点から、1.「操船者エラーをもたらした原因(エラーのきっかけ)」、2.「操船者のエラーメカニズム(操船者の認知行動パターン)」、3.「操船者エラーに至った内的要因(操船者の情報処理過程でのエラー)」、4.「外観的エラーモード(最終的な事故原因)」及び 5.「パフォーマンスに影響する因子」の5つの要素に分類し、それぞれの要素について衝突海難における具体的な細目を決定し、構成されている。その概念図を図 3-3-1 に示す。

分類法の要素細目に「衝突のおそれ」、「見合い関係」といった海上衝突予防法

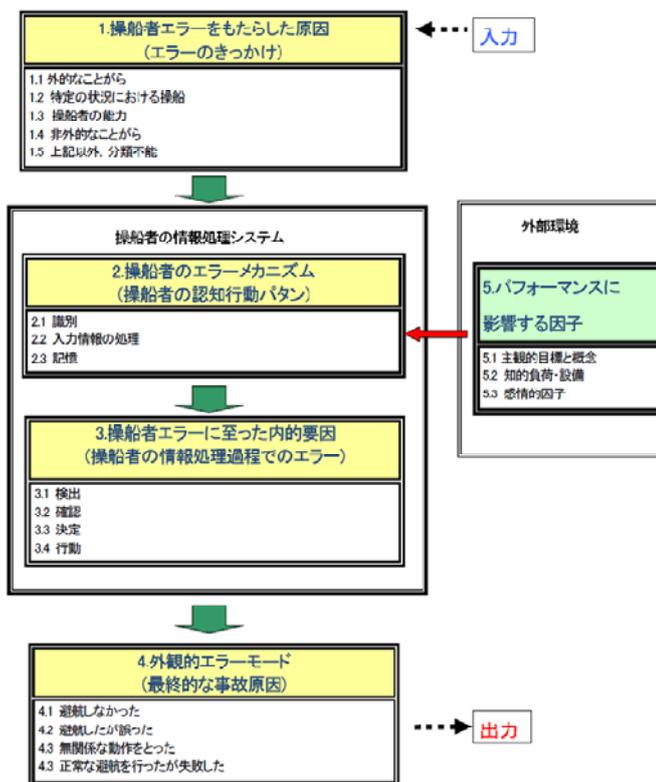


図 3-2-3 衝突海難分類法概念図

に関する語句が記載されているが、海難審判関係用語集⁽⁴¹⁾を参考に次の通り定義し、この定義に基づき分類を行った。

(1) 衝突のおそれ

海上衝突予防法の航法が適用される条件が「衝突のおそれ」であり、裁決では通常 2 海里をもって「衝突のおそれ」の発生する距離としている。「衝突のおそれ」は通常相手船の方位に変化がないことで知ることができる。

(2) 衝突の危険

「衝突のおそれ」が継続し、より衝突に近づいた状態を「衝突の危険」という。「衝突の危険」が生じると、船員の常務による衝突を避ける措置(最善の協力動作を含む非定型的航法)をとることになる。

(3) 見合い関係

「衝突のおそれ」の発生を認め、「衝突の危険」があると認めるべき船舶間の関係。具体的には「横切り」、「行会い」、「追越し」の状態

3.2.2 分類法の各要素及び細目

(1) 操船者エラーをもたらした原因

エラーのきっかけとなったもので、操船者の情報処理システムに直接作用するヒューマンファクターである。機器の故障や第3者による混乱(第3者による運航者に対する業務阻害等)といった「外的なことから」、視界不良や夜間、船舶輻輳と航行環境の影響である「特定の状況における操船」、「操船者の能力」、無意識の行動、意識的行動といった「非外的なことから」、及び上記のいずれにも含まれない「分類不能」の5つに分類できる。細目を表 3-3-1 に示す。

表 3-3-1 操船者エラーをもたらした原因細目

分類記号	細目
1.1	外的なことから
1.1.1	システム機器による混乱
1.1.2	他の人、第3船による混乱
1.1.3	他の作業(漁ろう等)
1.2	特定の状況における操船
1.2.1	風潮流による圧流
1.2.2	視界不良
1.2.3	夜間
1.2.4	船舶交通の輻輳
1.2.5	特殊な操縦性能
1.2.6	その他
1.3	操船者が能力を損なっている
1.3.1	病気
1.3.2	負傷
1.3.3	その他
1.4	非外的なことから
1.4.1	無意識の行動
1.4.2	意識的行動
1.4.3	破壊的行為
1.5	上記以外、分類不能

(2) 操船者のエラーメカニズム

操船者の認知行動パターンに発生するエラーをエラーメカニズムとして「識別」、「入力情報の処理」及び「記憶」に分類したものである。この中で「慣れに基づく」とは操船者の認知行動モデルにおける「スキルベース行動」及び「ルールベース行動」を、「知識に基づく」とは「知識ベース行動」のことである。避航行動における操船者の情報処理システムの第1段階として、他船の存在を認識し、動静を識別し、衝突のおそれが発生するか判断するステップに発生するエラーである。細目及び具体例を表 3-3-2 に示す。

(3) 操船者エラーに至った内的要因

エラーに至った操船者の内的要因を、操船者の情報処理過程における「検出」、「確認」、「決定」及び「行動」のフェイズごとに分類したものである。操船者の情報処理システムの第2段階で、他船の衝突のおそれを検出、確認し、避航計画を決定し、計画した避航動作を実行する各フェイズに発生するエラーである。最終的にはこの内的要因に影響されて外観的エラーモードが出力される。細目及び具体例を表 3-3-3 に示す。

表 3-3-2 操船者のエラーメカニズム細目

分類記号	細目
2.1	識別
2.1.1	一点集中 慣れに基づいて(Skil-Based)判断し、注意すべき他船を認識しない 単に見張りを行わないだけなら内的要因の問題、他船の存在を示す兆候が得られない場合は 外観的エラーの問題
2.1.2	慣れていることへの短縮 他船の動静をよく確認せず、慣れている兆候・合図と結びつけ、本船の動向とは無関係な船舶 と判断する
2.1.3	慣れによるやり損ない 他船の動静をよく確認せず、見合い関係の選択を間違え、本船の動向とは無関係な船舶と判 断する
2.1.4	慣れているパターンの見落とし 他船の動静を確認しようと思ったが、まだ後で良いと思った
2.2	入力情報の処理
2.2.1	情報を探索・受理しない 知覚能力・注意力が不十分で他船の動静を確認しない
2.2.2	情報の誤った解釈 他船の動静を確認したが、視認状況、レーダARPAのデータ読み間違い等で本船の動向とは 無関係な船舶と判断する
2.2.3	仮定による情報のすり替え 他船の動静を確認したが、知識に基づき他船が針路を変更するだろうと思い、本船の動向とは 無関係な船舶と判断する
2.3	記憶
2.3.1	孤立している行為や機能を忘却 機能上の脈略がないとか、心的・肉体的な動きのシーケンスに直接作用を及ぼさない行為・機 能を忘れてしまう
2.3.2	選択上の誤り 他船の動静を確認したが、見合い関係の選択を間違える(反航船なのに同航船と間違えて記 憶する)
2.3.3	他の記憶違い 他船の動静を確認したが、他船情報の記憶を違い(航海灯、他船のアスペクト)、本船の同行と は無関係な船舶と判断する

表 3-3-3 操船者エラーに至った内的要因細目

分類記号	細目
3.1	検出
3.1.1	操船者が衝突のおそれを検出しない(見ず、聞かず、見えず、聞こえず) 衝突のおそれは発生しないと思い、注意を払わない 識別した他船が見えなくなる場合もあり、操船者のエラーを必ずしも意味しない
3.1.2	操船者が衝突のおそれを検出しない(見落とし、聞き落とし、気づかず) 見張りは行っていたが衝突のおそれに気づかない
3.1.3	操船者注意が衝突のおそれを間違えて検出する(見間違い、聞き違い、勘違い) 識別した他船を見間違え・勘違いをして(別の船に見間違える)衝突のおそれは発生しないと思う
3.1.4	操船者が衝突のおそれが複数あり、一つに対してのみ注意している(一点集中) 衝突のおそれが発生しそうな他船が数隻あり、その1隻にのみ注意を奪われる
3.2	確認
3.2.1	操船者が衝突のおそれを確認したがいずれ衝突のおそれはなくなると先入観で判断する(先入 観)
3.2.2	操船者が衝突のおそれを確認せずに大丈夫と判断する(過小に反応) 衝突のおそれを確認しなければならない状況でも衝突のおそれを確認しないで大丈夫だと判断
3.2.3	操船者が衝突のおそれを確認するがその状況を誤解する(確認ミス) 衝突のおそれを確認したがその状況を誤解した。(避航船、保持船の関係)
3.3	決定
3.3.1	正しく認識するが間違った方針を選ぶ(方針選択ミス) 衝突のおそれを確認したが漫然と大丈夫と判断したり、やり過ぎずしたり、忘れる
3.3.2	正しい方針を遂行するための目標状態を誤って選択する(目指す状態の選択ミス) 決定した避航方法が間違っている、中途半端、避航時期の遅れ (安全な距離で航過できない避航方法を決定)
3.3.3	選択した目標状態に持つていくことができない操船方法を選択する(対応操作の選択ミス) 決定した避航針路を取ることができない避航方法を選択する (安全な距離で航過できる避航方法を決定したが計画した変針角が不足している)
3.4	行動
3.4.1	実行した操船手順が選択した操船方法に対して不適切である(手順ミス) 適切に決定した避航方法を実施する手順を間違える (舵角不足、操舵方向、操舵のタイミング等)
3.4.2	手順の各段階における物理的動作が正しくない操作を間違える(実行ミス) 避航操船の操作を間違えた(左右、舵角)

(4) 外観的エラーモード

外観的エラーモードとは最終的な衝突原因とされるもので、具体的には、「避航しなかった」、「避航したが誤った」、「避航とは無関係な動作をとった」

及び「正常な避航を行ったが失敗した」の4つに大きく分類できる。衝突海難は様々な操船者エラーが関連して発生しているが、外観的エラーモードとは、最終的に衝突海難に至った操船者エラーのことを示している。「避航したが誤った」とは避航動作が不適切で衝突した場合を示し、「正常な避航を行ったが失敗した」とは避航動作がとられ、当該避航動作だけで衝突を回避できる状況であったが、他船の不適切な行動や自船の操舵装置の故障により衝突した場合を示す。その細目を表 3-3-4 に示す。「避航しなかった」に含まれる「居眠り」及び「見えない(死角、夜間等)」は操船者の情報処理システムに発生する操船者エラーとは直接関係しないが、他船を認識後に居眠りに陥ったり、見えなくなったりする場合もある。また「居眠り」の根本要因として慣れに基づき衝突の危険がある他船はいないと思いついでいる場合もあり、最終的に衝突に至った操船者エラーとして含めている。「正常に避航を行ったが失敗した」は「他船の行動」や「機器の故障」により発生したものであり、操船者エラーではないが、衝突海難の分類上「外観的エラーモード」の要素として含めた。

表 3-3-4 外観的エラーモード細目

分類記号	細目
4.1	避航しなかった
4.1.1	居眠り
4.1.2	見えない(死角、夜間)
4.1.3	不適当なタイミング(他船が避航すると思った)
4.1.4	その他の作業・行動
4.1.5	注意散漫・思いこみ、見張りおろそか
4.1.6	機器の故障
4.2	避航したが誤った
4.2.1	規則等を理解していない
4.2.2	操縦性能を理解していない
4.2.3	気象海象の影響を理解していない
4.3	避航とは無関係な動作をとった
4.4	正常な避航を行ったが失敗した
4.4.1	他船の行動
4.4.2	機器の故障

(5) パフォーマンスに影響する因子

操船者の情報処理能力(パフォーマンス)に影響を及ぼす因子を「主観的目標と概念」、「知的不可・設備」及び「感情的因子」に分類したもので、操船者の情報処理システムに間接的に作用する操船者のヒューマンファクターである。この因子が外部環境としてエラーメカニズムに作用する。細目を表 3-3-5 に示す。

表 3-3-5 パフォーマンスに影響する因子細目

分類記号	細目
5.1	主観的目標と概念
5.1.1	過大な要求
5.1.2	競合する目標
5.2	知的負荷・設備
5.2.1	不適切な作業空間
5.2.2	並列作業
5.2.3	不適切な教育
5.2.4	不適切な訓練と手引書
5.2.5	その他
5.3	感情的因子
5.3.1	社会的因子
5.3.2	不十分な負荷と倦怠
5.3.3	時間適切泊
5.3.4	失敗の恐怖
5.3.5	その他

4. 分類法の衝突海難分析への適用

操船者エラーの特徴を把握するための基礎データとなる衝突海難データベースを構築するために、分類法を使用した衝突海難の分類を実施した。分類に使用した衝突海難データは海難審判裁決例集⁽⁴²⁾に記載された 145 件、288 隻の衝突海難事例である。裁決の概要及び当該データベースの詳細を以下に記す。

4.1 海難審判の裁決

海難審判の裁決には次の事項が記載されている。

(1) 裁決号

(2) 件名

- ・ 海難審判庁の名称
- ・ 事件名
- ・ 受審人の氏名・本籍・生年月日
- ・ 指定海難関係人の氏名・住所
- ・ 審判に関与した理事官の氏名

(3) 主文

海難原因の結論、受審人に対する懲戒及び指定海難関係人に対する勧告を示す。

(4) 理由

- ・ 事件発生の年月日時刻及び場所
- ・ 船舶の要目
- ・ 事実の経過

船舶の運航開始から、運航状況、当直体制、気象海象、他船の視認状況、操船者の行動とその判断理由、衝突海難であれば操船者の避航動作とその判断理由、衝突直前の行動、衝突後の対応等が時間経過に基づいて詳細に記述される。また、適用航法の検討、受審人、補佐人等の主張に対する検討もここで記述され、最後に原因と受審人の所為が述べられる。

4.2 衝突海難データベース

高等海難審判庁及び各地方海難審判庁（那覇支部を含む。）が行った裁決の中か

ら海難防止上あるいは海難審判の審理上、裁決例として適当なものが海難審判裁決例集として毎年発行されている。裁決例集には審級別、事件種類別に区分し、取り上げた一事件ごとに、裁決に加えて、判示事項、参照法令及び参考図が付されており、衝突海難のデータを収集するのに最適と考えた。そこで海難審判裁決例集に記載された衝突海難事例を分類法により分類するとともに、船舶要目、操船者の免許等の付帯情報を加えてデータベースを構築した。裁決例集は全ての裁決を掲載しているわけではないが、最終的な衝突海難の原因である「外観的エラーモード」における「見張り不十分」や「操船不適切」に該当する項目(注意散漫、不適当なタイミング、その他の行動・作業等)の比率は、前述した海難審判庁及び海上保安庁の調査とよく一致しており、衝突海難の実態と合致しているといえる。

衝突海難データベースを構成するデータのうち船舶情報等の項目を表 3-4-1 に、操船者エラー発生過程の各要素細目データを表 3-4-2 に示す。裁決例集に記載された衝突海難のうち、小型漁船やレジャー船同士の軽微な海難、あるいは裁決文からエラー分析に必要な情報が得られない(例えば停泊中の衝突、関係者死亡等により十分な事情聴取のできなかった場合)事例は除外した。

裁決例集から衝突海難データベースを構成するデータを抽出する場合、船舶情報等の項目は裁決の「理由」の記載事項から選ぶことができる。一方、裁決では

表 3-4-1 衝突海難データベース 船舶情報等項目

A.船舶情報							
船舶の大きさ	総トン数	全長	喫水				
船舶の種類	旅客船	貨物船	油送船	引船等			
	漁船	遊漁船	レジャー船	その他船舶			
免許の種類	1級	2級	3級	4級	5級以下		
	水先人	小型	無免許	外国			
航行海域	外海	外海					
	内海	航路内	航路外	航路なし	河川・湖		
	狭い水道	航路内	航路外	航路なし			
航行環境	航海船速	0~5ノット	5~10ノット	10~15ノット	15ノット~	停泊 錨泊	
	衝突時の船速	0~5ノット	5~10ノット	10~15ノット	15ノット~		
	天候	晴れ	曇り	雨	雪	霧	
	視界	良好	1'以下				
	風力	0~2	3~5	6~			
発生時刻等	出港日時	出港日時					
	衝突日時	衝突日時					
	経過時間	0~0.5時間	0.5~1時間	1~4時間	4~8時間	8時間~	
	当直時間	0~0.5時間	0.5~1時間	1~4時間	4~8時間	8時間~	
船橋当直人数	1人	2人	3人	4人~			
その他環境	その他航行環境を記載						
被害の状況	死亡	傷害	人的なし	沈没	損傷等	物的なし	

表 3-4-2 衝突海難データベース 操船者エラー細目

1. 操船者エラーをもたらした原因			
1.1 外的なことから	1.1.1 機器による混乱	1.1.2 第3船による混乱	1.1.3 他の作業（漁業等）
1.2 特定の状況	1.2.1 風潮流の影響	1.2.2 視界不良	1.2.3 夜間
	1.2.4 船舶輻輳	1.2.5 特殊な操縦性能	1.2.6 その他
1.3 操船者の能力	1.3.1 病気	1.3.2 負傷	1.3.3 その他
1.4 非外的なことから	1.4.1 無意識の行動	1.4.2 意識的行為	1.4.3 破壊行為
1.5 分類不能	1.5 分類不能		
2. 操船者のエラーメカニズム			
2.1 識別	2.1.1 慣れによる一点集中	2.1.2 慣れていることへの短縮	2.1.3 慣れによるやり損ない
	2.1.4 慣れているパターン見落とし		
2.2 入力情報の処理	2.2.1 探知・受理しない	2.2.2 誤った解釈	2.2.3 仮定によるすり替え
2.3 記憶	2.3.1 孤立行為・機能の忘却	2.3.2 選択ミス	2.3.3 記憶違い
3. 操船者エラーに至った内的要因			
3.1 検出	3.1.1 見えず・聞かず	3.1.2 気づかず	3.1.3 見間違い
	3.1.4 一点集中		
3.2 確認	3.2.1 先入観	3.2.2 過小に反応	3.2.3 誤解
3.3 決定	3.3.1 方針選択ミス	3.3.2 状態選択ミス	3.3.3 操作選択ミス
3.4 行動	3.4.1 手順不適切	3.4.2 動作ミス	
4. 外観的エラーモード			
4.1 避航しなかった	4.1.1 居眠り	4.1.2 見えない	4.1.3 不適当なタイミング
	4.1.4 その他の作業・行動	4.1.5 注意散漫	4.1.6 機器故障
4.2 避航したが誤った	4.2.1 規則理解なし	4.2.2 操縦性能理解なし	4.2.3 気象海象理解なし
4.3 無関係な動作をとった	4.3.1 無関係な動作		
4.4 正常な避航を行ったが失敗した	4.4.1 他船の行動	4.4.2 機器故障	
5. パフォーマンスに影響する因子			
5.1 主観的目標と概念	5.1.1 過大な要求	5.1.2 競合目標	
5.2 知的負荷設備	5.2.1 不適切な作業環境	5.2.2 並列作業	5.2.3 不適切な教育
	5.2.4 不適切な訓練・手引書	5.2.5 その他	
5.3 感情的因子	5.3.1 社会的因子	5.3.2 不十分な負荷	5.3.3 時間的切迫
	5.3.4 失敗の恐怖	5.3.5 その他	

衝突に至る操船者行動は操船者エラー発生過程に基づく内容で記述されていないので、衝突海難における操船者エラーを分類するには「事実の経過」の記述内容を詳細に検討して、操船者エラー発生過程の各要素細目の該当する項目を当てはめていく作業が必要となる。「事実の経過」に記載されている衝突に至る操船者の行動は本章5節で述べる操船者の情報処理システムに基づく避航行動で説明できる。そしてこの避航行動で発生するエラーは操船者エラー発生過程の各要素細目と対比しているため、「事実の経過」に記載された操船者エラーを各要素細目に基づいて分類していくことが出来る。また操船者の行動及びその判断理由に使用される裁決の用語は厳格に定義され、証拠に基づき時系列で記述されていることから、裁決例集から操船者エラーの細目データを解析者の主観的な判断を含まずに抽出することは可能である。ただし裁決の「事実の経過」を正確に理解するには操船者としての十分な知識と経験が必要となる。そのため解析に当たっては船長資格を持つ船長及び一等航海士2名が協力して行った。

具体的な衝突海難分類例を表3-4-3に示す。このように分類法を使用すれば衝突海難における操船者エラーの発生過程ごとの特徴を分析することができる。

表 3-4-3 衝突海難分類例

		事 例 1	事 例 2	事 例 3
海難発生状況	総トン数	698トン	17,801トン	1,936トン
	船舶種類	貨物船	貨物船	貨物船
	航行海域	外海	内海 航路内	外海
	海難状況	左舷5点 0.6海里に視認した同航の他船がその時点では方位が左に変化していたため目を離していたところ、その後他船が右転し衝突のおそれがある体勢で接近してきたが、前路を横切る他の漁船の動向に気を取られていたため気付かず、衝突した	夜間、関門航路の東口で西航中に、東航してくる他船の針路を憶測し、右舷を対して航過しようと推薦航路の左側に進出したため、変針して右転し航路の右側を航行してきた他船と衝突した	視界制限状態でレーダで船首わずか右舷5海里に探知した反航船を避けるため小角度の左転を繰り返し、右転して避航しようとした他船と衝突した。
海難分類	操船者エラーをもたらした原因	船首を横切る第3船に注意を奪われる外的な混乱が原因、また夜間で船舶交通が輻輳していたことも一因	夜間、部埼沖に仮泊しようと同航している第3船があったものの、思いこみにより航路の左側に進出した意識的行為	視界制限状態で、他船を避けるためゆっくりと左転した意識的行動
	操船者のエラーメカニズム	注意して見極める状況を慣れに基づいて判断した識別エラー	他船の動向を見極めず、東側の推薦航路を航行するものと慣れに基づいて判断した識別したエラー	レーダ情報では衝突の危険を探知したのに、左転を続けることで避航できると誤って解釈する入力情報の仮定によるすり替え
	操船者エラーに至った内的要因	衝突のおそれを検出しない検出(見ず、聞かず)エラー	衝突のおそれを認識した後も、推薦航路の左側に出るような操船をした、方針選択のエラー	衝突の危険に対する行動を決定する際の方針選択エラー
	外観的エラーモード	注意散漫により見張りがおろそかになった	他船の動向を臆断、規則に違反して誤った避航動作をとった	正横より前方にある他船に対して左転して避航しようとし、さらに著しく接近することを避けることができない状態にあったにもかかわらず、速力を減じなかった規則等に対する理解不足
	パフォーマンスに影響する因子	競合する目標の存在	船橋内リソースに対する不適切な教育	視界制限状態の航海に対する不適切な教育

4.3 分類海難船舶の状況等

海難船舶の状況について次の(1)~(7)の項目の分類結果を示す。

(1) 船種

分類船舶 288 隻の船種内訳を図 3-4-1 に示す。最も多いのは貨物船の 119 隻 (41%)で、次は漁船の 62 隻(22%)となっており、この 2 種類で約 6 割となっている。

(2) 操船者の免許

衝突時、操船を指揮していた操船者の免許の種類とその隻数を表 3-4-4 に示す。最も多いのは 5 級海技士以下の免許で 64 隻 (22%)、次いで小型船舶の 55 隻 (19%)となっている。水先人が 26 隻(9%)、外国免許が 27 隻(9%)含

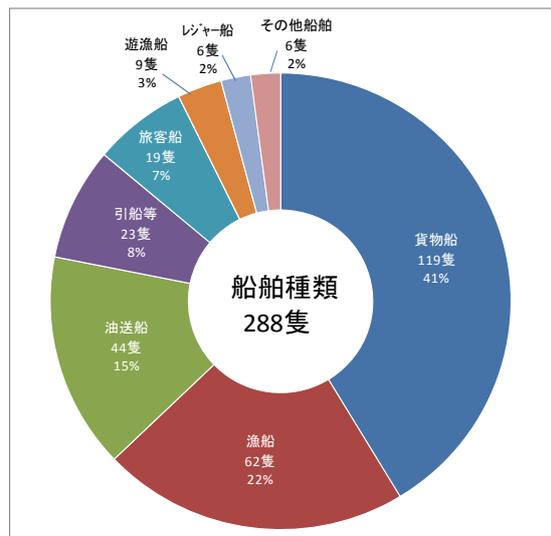


図 3-4-1 分類船舶種類

表 3-4-4 分類船舶免許種類

種類	隻数	%
1級	8	2.8%
2級	5	1.7%
3級	37	12.8%
4級	53	18.4%
5級以下	64	22.2%
水先人	26	9.0%
小型	55	19.1%
無免許	11	3.8%
外国	27	9.4%
不明	2	0.7%
合計	288	100.0%

表 3-4-5 分類船舶航行海域

航行海域		隻数	%
外海		84	29.2%
内海	航路内	77	26.7%
	航路外	42	14.6%
	航路なし	32	11.1%
	河川・湖	0	0.0%
狭い水道	航路内	23	8.0%
	航路外	8	2.8%
	航路なし	22	7.6%
合計		288	100.0%

まれている。

(3) 航行海域

衝突時の航行海域を表 3-4-5 に示す。「外海」とは操船に影響を及ぼす島や陸岸が存在しない海域を、「内海」とは外海以外の海域を示し、さらに「狭い水道」とは「内海」の中でも裁決で衝突海域を「狭い水道」と表記された海域である。「航路」とは海上交通安全法や港則法といった法規に定めるものの他、推薦航路も航路と定義した。最も多いのは外海で 84 隻(29%)、次いで内海の航路内 77 隻(27%)となっている。

(4) 航行環境

分類衝突海難の航行環境を表 3-4-6 に示す。

航海船速とは、当該船の衝突前の通常の航海船速を、衝突船速とは衝突時の船速を示す。航海船速は 5～10 ノット及び 10～15 ノットがほとんどであるが、衝突船速は 10～15 ノットが減少し、0～5 ノットが増加している。

天候では「晴れ」が最も多く 137 隻(48%)、次いで曇り 82 隻(29%)、霧は 53 隻(18%)となっている。

視界は「良好」が 223 隻(77%)、視程 1 海里以下の「視界不良」が 65 隻(23%)である。

昼夜の別は「昼」が 131 隻(46%)、

表 3-4-6 分類船舶航行環境

		隻数	%
航海船速	0～5ノット	32	11.1%
	5～10ノット	108	37.5%
	10～15ノット	109	37.8%
	15ノット～	27	9.4%
衝突時の船速	停泊・錨泊	7	2.4%
	0～5ノット	82	28.5%
	5～10ノット	105	36.5%
	10～15ノット	72	25.0%
	15ノット～	17	5.9%
天候	晴れ	137	47.6%
	曇り	82	28.5%
	雨	14	4.9%
	雪	2	0.7%
	霧	53	18.4%
視界	良好	223	77.4%
	1海里以下	65	22.6%
昼夜	昼	131	45.5%
	夜	157	54.5%
風力	0～2	202	70.1%
	3～5	82	28.5%
	6～	4	1.4%

「夜」が 157 隻(55%)であった。
 昼夜は日没時刻で区別し、薄明は考慮していない。

風力は 2 以下が最も多く 202 隻(70%)、次いで 3~5 が 82 隻(29%)であった。

(5) 当直時間

衝突時の操船者の当直時間(当直を交代して衝突までの時間)が判明した 278 隻について調査した結果を図 3-4-2 に示す。交代後

30 分以内に 91 隻(33%)、30 分から 1 時間以内に 42 隻(15%)となっており、調査した衝突海難の約半数が当直交代後 1 時間以内に発生している。

(6) 航海当直人数

衝突時、船橋で当直業務を行っていた操船者を含む人数は、判明した 281 隻のなかでは 1 名が最も多く 149 隻(53%)、次いで 2 名の 68 隻(24%)であった。

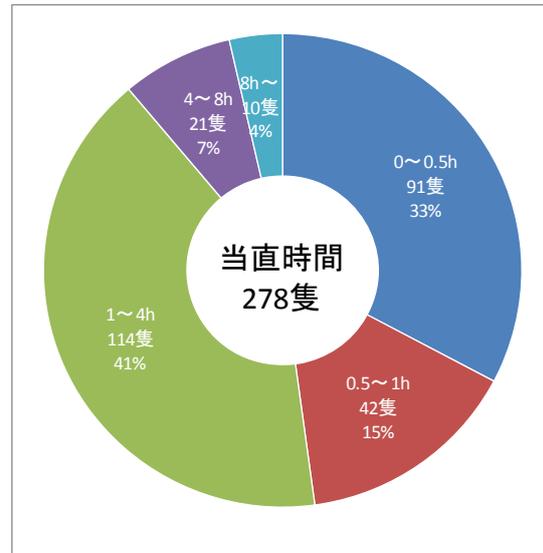


図 3-4-2 分類船舶当直時間

4.4 分類結果に基づく操船者エラー

145 件、288 隻の衝突海難について、操船者のエラー発生過程における各要素細目の分類結果⁽⁴³⁾を表 3-4-7 に示す。1 隻の海難に対して複数の細目が該当したり、あるいは該当する細目がない場合もあるため、各要素の細目件数の合計は海難隻数 288 隻とは一致しない。また%は海難隻数 288 隻に対するパーセントである。

分類法を使用した結果、次に示すとおり、操船者エラー発生過程の各要素細目におけるエラーの特徴が抽出できた。このことにより分類法を使用した操船者エラーの分類がエラーの特徴を把握する上で有用であることが確認できた。

4.4.1 操船者エラーをもたらした原因

「非外的なことがら」である「無意識の行動」(160 隻 56%)が最も多く、「夜間」(137 隻 48%)や「視界不良」(57 隻 20%)、「船舶輻輳」(51 隻 18%)といった

「特定の状況における操船」もエラーをもたらす重要な因子である。「無意識の行動」とは操船者の無意識的な条件反射的行動(スキルベース行動)やパタン化されたルールベース行動を示す。「操船者エラーをもたらした原因」は、操船者の情報処理システムに直接的に作用するヒューマンファクターである。よって「無意識の行動」や「特定の状況における操船」は操船者エラーを発生させる大きな要因である。

表 3-4-7 操船者エラー発生過程要素細目分類結果

1. 操船者エラーをもたらした原因		隻数	%
1.1 外的なことから	1.1.1 機器による混乱	11	3.8%
	1.1.2 第3船による混乱	42	14.6%
	1.1.3 他の作業(漁業等)	39	13.5%
1.2 特定の状況	1.2.1 風潮流の影響	16	5.6%
	1.2.2 視界不良	57	19.8%
	1.2.3 夜間	137	47.6%
	1.2.4 船舶輻輳	51	17.7%
	1.2.5 特殊な操縦性能	2	0.7%
	1.2.6 その他	10	3.5%
1.3 操船者の能力	1.3.1 病気	0	0.0%
	1.3.2 負傷	0	0.0%
	1.3.3 その他	8	2.8%
1.4 非外的なことから	1.4.1 無意識のエラー	160	55.6%
	1.4.2 意識的行動	54	18.8%
	1.4.3 破壊行動	0	0.0%
1.5 以外不能	1.5.1 以外不能	3	1.0%
2. 操船者のエラーメカニズム		隻数	%
2.1 識別	2.1.1 慣れによる一点集中	86	29.9%
	2.1.2 慣れていることへの短縮	52	18.1%
	2.1.3 慣れによるやり損ない	3	1.0%
	2.1.4 慣れているパターン見落とし	7	2.4%
2.2 入力情報の処理	2.2.1 探知・受理しない	33	11.5%
	2.2.2 誤った解釈	8	2.8%
	2.2.3 仮定によるすり替え	98	34.0%
2.3 記憶	2.3.1 孤立行動・機能の忘却	0	0.0%
	2.3.2 選択ミス	3	1.0%
	2.3.3 記憶違い	0	0.0%
3. 操船者エラーに至った内的要因		隻数	%
3.1 検出	3.1.1 見ず・聞かず	80	27.8%
	3.1.2 気づかず	19	6.6%
	3.1.3 見間違い	10	3.5%
	3.1.4 一点集中	17	5.9%
3.2 確認	3.2.1 先入観	11	3.8%
	3.2.2 過小に反応	49	17.0%
	3.2.3 誤解	12	4.2%
3.3 決定	3.3.1 方針選択ミス	70	24.3%
	3.3.2 状態選択ミス	41	14.2%
	3.3.3 操作選択ミス	7	2.4%
3.4 行動	3.4.1 手順不適切	0	0.0%
	3.4.2 動作ミス	3	1.0%
4. 外観のエラーモード		隻数	%
4.1 避航しなかった	4.1.1 居眠り	7	2.4%
	4.1.2 見えない	8	2.8%
	4.1.3 不適当なタイミング	74	25.7%
	4.1.4 その他の作業・行動	29	10.1%
	4.1.5 注意散漫	128	44.4%
	4.1.6 機器故障	3	1.0%
4.2 避航したが誤った	4.2.1 規則理解なし	15	5.2%
	4.2.2 操縦性能理解なし	1	0.3%
	4.2.3 気象海象理解なし	3	1.0%
4.3 無関係な動作をとった	4.3.1 無関係な動作	12	4.2%
4.4 正常な避航を行ったが失敗した	4.4.1 他船の行動	17	5.9%
	4.4.2 機器故障	0	0.0%
5. パフォーマンスに影響する因子		隻数	%
5.1 主観的目標と概念	5.1.1 過大な要求	2	0.7%
	5.1.2 競合目標	71	24.7%
5.2 知的負荷設備	5.2.1 不適切な作業環境	6	2.1%
	5.2.2 並列作業	53	18.4%
	5.2.3 不適切な教育	43	14.9%
	5.2.4 不適切な訓練・手引書	5	1.7%
	5.2.5 その他	0	0.0%
5.3 感情的因子	5.3.1 社会的因子	1	0.3%
	5.3.2 不十分な負荷	12	4.2%
	5.3.3 時間的切迫	8	2.8%
	5.3.4 失敗の恐怖	0	0.0%
	5.3.5 その他	1	0.3%

4.4.2 操船者エラーのメカニズム

「入力情報の処理エラー」である「仮定によるすり替え」が最も多く(98 隻 34%)、次いで「識別エラー」である「慣れによる一点集中」(86 隻 30%)、「慣れていることへの短縮」(52 隻 18%)という原因の順に多いことがわかった。

「仮定によるすり替え」とは操船者が他船の動静を確認し衝突のおそれが発生しそうな他船に気付いているにもかかわらず、記憶や当て推量といった仮定によって情報を処理して正しい行動を取らず“いつものようにいずれ他船が避航するだろう”あるいは“自船が避航したから衝突のおそれはないだろう”といったルールベースの行動を取る場合である。

「慣れによる一点集中」とは“いつものように衝突のおそれの発生する他船はしないだろう”と臆断して見張りを怠る場合を意味する。「慣れていることへの短縮」とは他船を認識したものの一瞥しただけで“このままでも衝突はしないだろう”とその後の他船の動向に注意を払わない場合を示し、いずれもスキルベース、ルールベースの行動である。

衝突のおそれが発生する可能性のある他船の存在に気付かない、あるいは注意を払わないで衝突に至る「識別エラー」による海難と、他船を識別しているにもかかわらず衝突に至る「入力情報の処理エラー」による海難はほぼ同数発生している。操船者は他船の動静を識別していても必要な避航動作を取らない場合があることに注意しなければならない。

4.4.3 操船者エラーに至った内的要因

「検出エラー」である「操船者が衝突のおそれを検出しない(見ず、聞かず)」(80 隻 28%)、及び「決定エラー」のなかで、他船との衝突のおそれを正しく認識するものの、漫然とやり過ぎしたり、忘れて衝突に至る「方針の選択ミス」(70 隻 24%)がもっとも多い。また「確認エラー」のなかで他船との衝突のおそれを確認せずに大丈夫と思ひこむ「過小に反応」(49 隻 17%)も多いことがわかった。

「検出エラー」での海難隻数 126 隻(44%)に対して、「確認エラー」や「決定エラー」、「行動エラー」による事故の合計は 190 隻(66%)あった。操船者は他船との衝突のおそれを「検出」していてもその後の「確認」や「決定」の段階でエラーを犯し衝突に至る場合が多いことに注意しなければならない。

4.4.4 外観的エラーモード

避航せずに衝突するケースが多いが、中でも操船者の「注意散漫」(128隻 44%)により衝突に至るケースが最も多い。そして、避航のタイミングを逸した「不適当なタイミング」(74隻 26%)による衝突、続いて例えば操船者が操船以外の作業(船位決定、機器の調整等)を行っていたために見張りがおろそかとなる「その他の作業・行動」(29隻 10%)による事故の順に多いことが判明した。

4.4.5 パフォーマンスに影響する因子

パフォーマンスに影響する因子でもっとも多いのは、複数の船舶と衝突のおそれと同時に発生する「競合目標」(71隻 25%)であった。さらに船位決定や機器の操作、漁ろうといった他の作業を行う「並列作業」(53隻 18%)、視界不良時の対応等について十分な教育を行っていない「不適切な教育」(43隻 15%)も操船者のパフォーマンスに大きな影響を与えている。

5. 操船者の情報処理システムに基づく避航行動

操船者エラーは「操船者エラーをもたらした原因」すなわち「操船者エラーのきっかけ」が直接的に、加えて「操船者のパフォーマンスに影響する因子」や「作業状況の因子」、「従事していた作業」といった「外部環境」が間接的にヒューマンファクターとして操船者の情報処理システムに作用して発生している。この考えに基づき、操船者エラーによる衝突海難を分析するための分類法の構築、及び衝突海難の分類結果から操船者エラー発生過程における各要素細目の特徴を抽出した。一方で操船者エラー発生過程における各要素細目のエラーは操船者の一連の避航行動の中で発生している。そのため避航行動自体も操船者の情報処理システムに基づく一連の行動としてとらえることができる。そのため避航行動のそれぞれのステップでどのようなエラーが発生しているか、またエラーの発生が多いステップはどこか、さらにどのようなステップを経て衝突海難に至ったのかを表現することは、操船者エラーの特徴を把握し、さらに操船者自身に避航行動で注意しなければならないポイントを明確にする上で重要であると考え。そこで、操船者の情報処理システムに基づく避航行動モデルを作成するとともに、衝突海

難事例から避航行動の特徴と操船者エラーの発生状況を調査した。

5.1 操船者の避航行動モデル

避航行動を情報処理システムに基づく一連の行動としてとらえ、図 3-5-1 に示す避航行動モデルを作成した。

モデルの左側は適切な情報処理、右側は不適切な情報処理の流れを表し、避航行動における各ステップの情報処理の成功の流れを実線矢印、失敗の流れを波線矢印としている。各ステップで発生する操船者エラーを、情報処理の失敗をもたらした矢印上に六角形及び記号で示した。操船者エラーの細目を表 3-5-1 に示す。同表中の「分類記号」覧には表 3-3-2 及び表 3-3-3 で示した情報処理システムを構成する 2 つの要素細目の分類記号を記し、操船者エラーの具体例も示した。

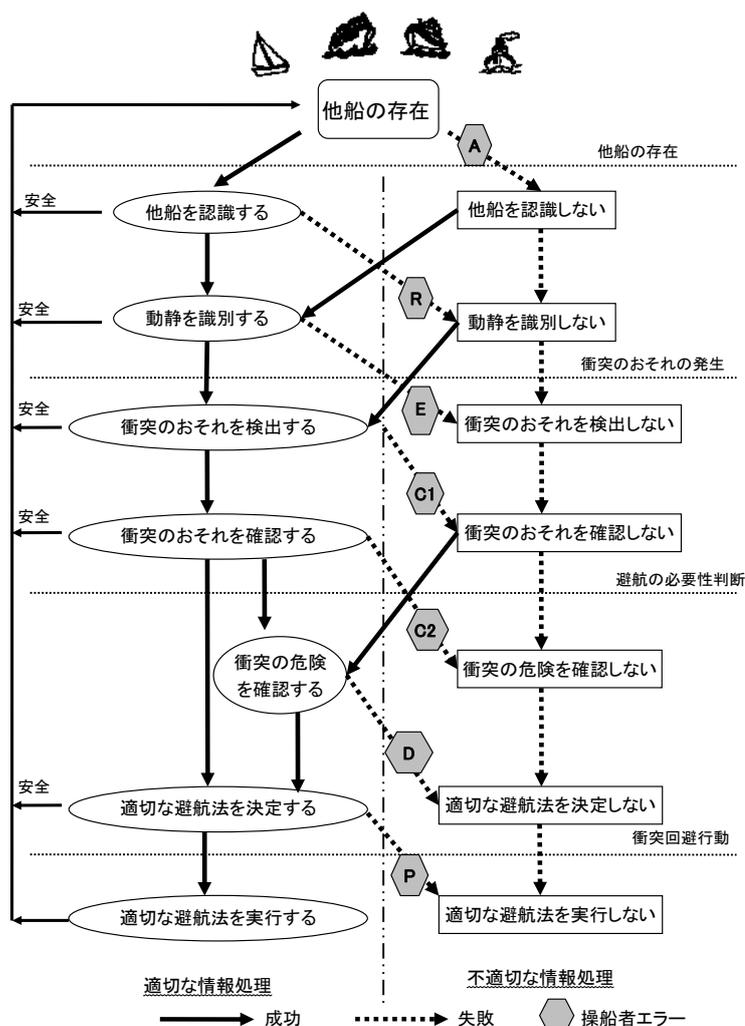


図 3-5-1 操船者の避航行動モデル

表 3-5-1 操船者避航行動モデルステップ、細目及び操船者エラーの具体例

		分類 記号	操船者エラーの具体例
他船を認識しない		A	
識別	慣れによる一点集中	2.1.1	他船はいないと思い見張りせず
記憶	孤立行為・機能の忘却	2.3.1	他の作業を行っていて見張りせず、複数の船舶を認知していて、それらに気を取られ見張りせず
認識したか動静を識別しない		B	
識別	慣れていることへの短縮	2.1.2	他船の動静をよく確認せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断した。
	慣れによるやり損ない	2.1.3	他船の動静をよく確認せず、見合い関係の選択を間違え、本船の動向とは無関係な船舶と判断した。
	慣れているパターン見落とし	2.1.4	他船の動静を確認しようと思っていたが、まだ後で良いと思った。
入力情報の処理	探知・受理しない	2.2.1	注意力が散漫で見合い関係が発生するかどうか確認しなかった。
	誤った解釈	2.2.2	他船の動静を他船の視認状況、レーダARPAのデータ読み間違い等で本船の動向とは無関係な船舶と判断した。
	仮定によるすり替え	2.2.3	他船の動静を確認したが、他船が針路速力を変更するだろうと思い、本船の動向とは無関係な船舶と判断した。
記憶	選択ミス	2.3.2	他船の動静を確認したが、見合い関係の選択を間違えた。(反航船なのに動航船と間違えて記憶してしまう)
	記憶違い	2.3.3	他船の動静を確認したが、他船情報の記憶違い(航海灯、他船の形状等)、本船の動向とは無関係な船舶と判断した。
動静を識別したが衝突のおそれを見出ししない		F	
検出	見ず・聞かず	3.1.1	衝突のおそれは発生しないと思い、注意を払わなかった。
	気づかず	3.1.2	他の作業をしていて衝突のおそれに気づかなかった。
	見間違い	3.1.3	識別した他船を見間違え・動違いをし(別の船と見間違える)衝突のおそれは発生しないと思った。
	一点集中	3.1.4	衝突のおそれが発生しそうな他船が数隻あり、その1隻にのみ注意を奪われていた。
衝突のおそれを検出したが確認しない		C1	
確認	過小に反応	3.2.2	衝突のおそれを確認しないで大丈夫だと思った。
衝突のおそれを確認したが危険を認識しない		C2	
確認	先入観	3.2.1	衝突のおそれを確認したが、いずれおそれはなくと先入観で判断した。(他船が避航する)
	誤解	3.2.3	衝突のおそれを確認したがその状況を誤解した。(避航船、保持船の関係)
決定	方針選択ミス	3.3.1	衝突のおそれを確認したが漫然と大丈夫と判断したり、やり過ごしたり、忘れた。
衝突の危険を確認したが適切な避航法を決定しない		D	
決定	状態選択ミス	3.3.2	決定した避航法が間違っていた。中途半端、避航時期が遅れた。(安全な距離で航過できない避航法を決定)
	操作選択ミス	3.3.3	決定した避航針路を取ることが出来ない操船法を選択した。(安全に航過できる避航法を選択したが変針角が不足している等)
適切な避航法を決定したが実行しない		E	
行動	手順不適切	3.4.1	適切に決定した避航法を実施する手順を間違えた。(舵角の不足、タイミングの遅れ等)
	動作ミス	3.4.2	避航操船の操作を間違えた。(右左、舵角)

避航行動における各ステップは次のとおり定義した。

(1) 他船を認識

他船が存在していることを認める。(目視、音響信号、レーダ ARPA、AIS、VHF 等の使用)

(2) 動静を識別

他船の動静を正しく把握する。横切り船、追越し船、行会い船、同航船、反航船等(目視、レーダ ARPA、AIS、VHF 等の使用)。他船の動静を確認しても、行動を臆断したり、見合い関係の選択を間違えた場合は動静を正しく識別したとは定義しない。

(3) 衝突のおそれの検出

ジャイロコンパスによる方位計測やレーダ ARPA、AIS でのターゲット補足といった方法で衝突のおそれが発生するかどうか調査する。

(4) 衝突のおそれの確認

ジャイロコンパスによる方位の変化やレーダ ARPA、AIS による DCPA、TCPA 等の数値からそのまま航行すると衝突の危険が発生することを把握する。

(5) 衝突の危険の確認

ジャイロコンパスや目視による方位の変化やレーダ ARPA、AIS による

DCPA、TCPA 等の数値から今すぐに避航しないと衝突の可能性があることを把握する。

(6) 適切な避航法を決定

自船、他船の操縦性能、航行環境等を勘案して適切な DCPA と航過舷で他船と航過する避航法（航過距離、針路、速力）を決定する。

(7) 適切な避航法を実行

決定した適切な避航法を実行できる操船(舵角、速力、タイミング)を行う。

操船者は避航行動を実行する場合、まず他船の存在を認識(Awareness)した後、当該他船の動静を識別(Recognize)し、見合関係が発生する状況であれば衝突のおそれの有無を検出(Estimate)する。その結果、衝突のおそれの状況を確認(Confirm)できれば適切な避航法を決定(Decision Making)し、実行(Practice)に移す。このように避航行動とは情報処理のステップを実践することである。また各ステップで情報処理に失敗しても、次のステップでは成功し適切な処理に戻る場合もある。各ステップで他船と衝突の可能性が低く安全と判断すれば一旦その船舶に対する避航行動から離れ、他船の存在を確認する最初のステップに戻る。複数の船舶が存在する場合はこのステップを平行して実行する必要がある、さらに一旦安全と判断した船舶がその後の自船行動、他船行動により再度衝突の可能性が発生する場合もあり、その場合は同一の船舶に対してこのステップを繰り返すことになる。

衝突を回避する最後のステップは「適切な避航法を実行する」ことであるが、そのためには「適切な避航法を決定する」必要があり、そのステップに至るには「衝突のおそれを確認する」か、あるいは衝突のおそれの確認に失敗しても「衝突の危険を確認する」必要がある。一方「衝突のおそれを確認しない」という失敗のステップまでは、途中で成功のステップに移行することはできるが、「衝突の危険を確認しない」ステップまで進むと適切な避航法を決定・実行することはできない。

5.2 衝突海難における避航行動と操船者エラー

構築した避航行動モデルを使用して、衝突海難における操船者の避航行動を分

析した。分析対象は衝突海難データベースの 145 件、288 隻の衝突海難事例である。当モデルを使用して衝突海難データベースの海難事例および第 4 章 4 で示す実操船での避航行動が全て説明でき、その妥当性が検証できたと考える。

避航行動の各ステップにおいて発生した操船者エラーの分類記号及び海難隻数を図 3-5-2 に示す。前述したとおり操船者の避航行動は、避航行動モデルの 1 つのステップで失敗しても次のステップで成功し、さらに最終的に失敗して衝突したり、一旦安全と判断した船舶に対して再度避航行動のステップを進む場合もある。そのため各操船者エラーの合計は調査船舶数 288 隻とは一致せず 467 件と多く、各ステップで操船者エラーが繰り返し発生していることがわかる。

当分析により避航行動における操船者エラーの発生状況について、次の特徴が把握できた。

- (1) 操船者エラーが最も多く発生しているのは、他船を認識しているのに動静を正しく識別しないエラー(R)で、分類記号[2.1.2]の「慣れていることへの短縮」及び[2.2.3]の「仮定によるすり替え」が多く、操船者のスキルベース行動で動静をよく確認せずに衝突のおそれは発生しないと臆断し、動静を確認したのに他船が針路速力を変更するだろうと勝手に判断してしまうことが原因である。
- (2) 他船の存在を認識しないエラー(A)と衝突のおそれを確認しているのに適切な避航法を決定せず衝突の危険も確認しないエラー(C2)とがほぼ同じ割合で発生している。操船者エラー(A)は「慣れによる一点集中(分類記号[2.1.1])」のみ

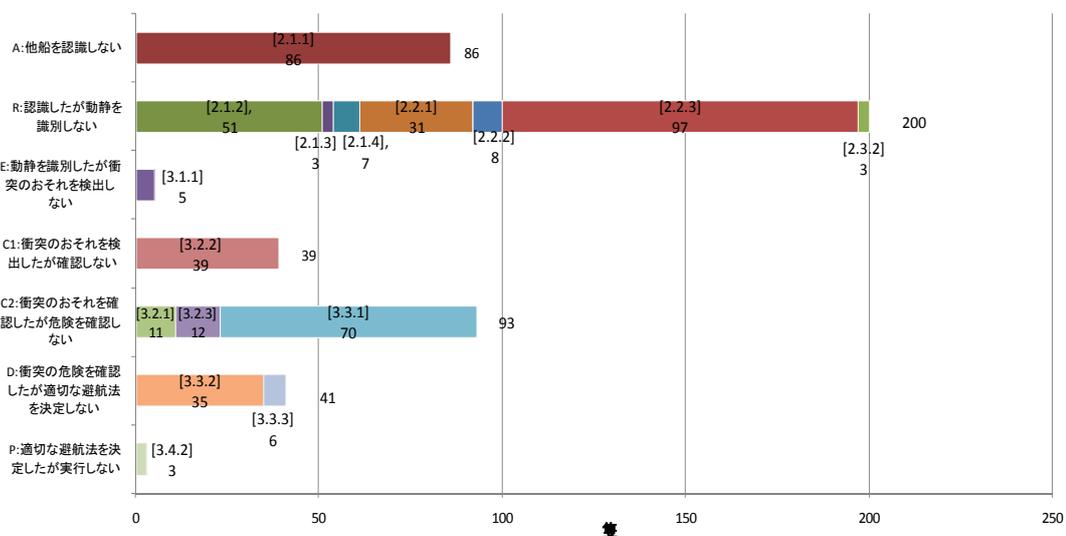


図 3-5-2 衝突海難避航行動におけるエラー発生状況

が発生しており、スキルベース行動で他船はいないと思いき見張りを行わない場合である。また操船者エラー(C2)で最も多いのは分類記号[3.3.1]の「方針選択ミス」であり、衝突のおそれを確認したのに漫然と衝突しないと判断したことが原因である。

- (3) 他船を認識しなかったのは 86 件、調査した衝突海難の 3 割に過ぎず、残りの 7 割は他船を認識した以降のステップに問題がある。
- (4) 避航行動の各ステップにおける操船者エラーは、その 5 割以上が他船の認識、動静の識別までのステップで発生しており、特に認識した他船の動静を正しく識別するステップでの操船者行動が衝突海難に大きく影響する。

避航行動は各ステップでの成功と失敗の繰り返しであり、一つのステップで成功していても、次のステップで失敗すれば衝突海難へと発展する可能性が生ずる。また適切な避航方法を決定する最後のステップは操船者が衝突の危険を確認することであるが、衝突の危険を確認した段階で適切な避航法を決定するのは時間的な余裕がなく、誤判断・誤操作を招きやすい。また他船の行動によっては衝突回避が困難となる場合が生ずる。当然であるが、安全運航の面から見れば衝突の危険が発生する前に適切な避航法を決定することが望ましい。よって、衝突海難防止には操船者が衝突のおそれを確認するまでの各ステップ、特に他船の動静を正しく識別するステップで発生するエラーに対して重点的に対策を施すことが有効である。

6. 結語

操船者エラー及びヒューマンファクターについてその考え方を整理するとともに、操船者エラーによる衝突海難の発生過程を把握するため、衝突海難分類法を構築し、海難審判裁決例集に記載された 145 件、288 隻の衝突海難事例の分析を行い、操船者エラーの発生過程に基づいたエラーの分類を実施した。また、操船者の情報処理システムに基づく避航行動モデルを作成し、衝突海難を発生させた避航行動を、構築した衝突海難データベースに基づき調査した。その結果は以下のとおりである。

- (1) 操船者エラーは「操船者エラーをもたらした原因」すなわち「操船者エラーのきっかけ」がヒューマンファクターとして直接的に操船者の情報処理システムに作用し、加えて「操船者のパフォーマンスに影響する因子」や「作業状況の因子」、「従事していた作業」といった「外部環境」がヒューマンファクターとして間接的に作用して発生していると表現できる。
- (2) 操船者エラーは9のカテゴリーに分類でき、これらのエラーが操船者の情報処理システムで発生し、さらにその複合と連鎖により最終的に衝突海難に至った操船者エラーという形で出力される。
- (3) 操船者エラー及びヒューマンファクターがどのような時に発生し、どのように結びついて衝突海難に至ったのかを把握するには、操船者エラーの発生過程に基づいて海難を分類していくことが必要である。そのため衝突海難における操船者エラーの特徴を把握するための基礎となる「衝突海難分類法」を構築した。
- (4) 分類法を使用して衝突海難における船舶の状況等、及び操船者エラーの分類を実施し、操船者エラー発生過程の各要素における次の特徴が把握できた。
 - ① 衝突海難の約8割は操船者の「注意散漫」や「不適切なタイミング」、「その他の行動・作業」が原因であり、これらの操船者エラーはさまざまな航行環境や操船者の無意識的な行動、あるいは操船者に対する教育・訓練状況がヒューマンファクターとして操船者の情報処理システムに作用して発生している。
 - ② 操船者は、他船の動静を識別していても、その約3割はその後必要な避航動作を取らない。
 - ③ 操船者は他船との衝突のおそれを「検出」していても、その約7割はその後の「確認」や「決定」の段階でエラーを犯す。
 - ④ 衝突海難は約8割は最終的には操船者の「注意散漫」、「不適切なタイミング」及び「その他の作業・行動」により適切な避航行動を取らずに発生する。
 - ⑤ 「競合目標」、「並列作業」及び「不適切な教育」が操船者のパフォーマンスに大きな影響を与え、ヒューマンファクターとして操船者の情報処理システムに作用している。

- (5) 操船者の避航行動を情報処理システムに基づく一連の行動としてとらえ、避航行動モデルを作成した。
- (6) 避航行動の各ステップにおける操船者エラーは繰り返し発生している。さらに操船者エラーは、その 5 割以上が他船の認識、動静の識別までのステップで発生しており、特に他船の動静を正しく識別するステップでの操船者行動が衝突海難に大きく影響する。

第4章 衝突海難における操船者エラーの発生形態及び特徴

分類法を使用した衝突海難の分類結果に基づき、操船者エラー発生過程における要素細目ごとのエラー発生傾向を把握することができた。しかし衝突海難は操船者エラーの連鎖と複合で発生していることから、効果的な衝突海難防止対策を構築するためには、操船者エラーの結びつきを解明しなければならない。

そこで本章では操船者エラー発生過程における要素細目の関与を定量的に捉え、操船者エラーの発生形態を分析し、その特徴を把握した。

1. 操船者エラーの発生形態

「どのような時に操船者はエラーを犯すのか」といったエラーの発生形態を調べるには、まず、どのようなことがきっかけとなって最終的に衝突海難が発生したのか、すなわち衝突発生の入力と出力の関係を把握する必要がある。そのため操船者エラー発生過程の「外観的エラーモード」と「操船者エラーをもたらした原因」の2つの要素の関係を調査した。さらに「外観的エラーモード」の要素細目の中から、特に海難原因(外観的エラーモード)として多かった「注意散漫」(288隻中128隻44%)、「不適当なタイミング」(同74隻26%)及び「その他の行動・作業」(同29隻10%)による衝突海難について操船者エラーの発生形態、すなわちエラーの連鎖を分析した。

1.1 外観的エラーモードと操船者エラーをもたらした原因の関係

外観的エラーモードと操船者エラーをもたらした原因の関係を図4-1-1に示す。図中のX軸及びY軸の番号は表3-3-1及び表3-3-4に示す要素細目の分類記号である。

衝突海難は最終的に操船者の「注意散漫」(分類記号[4.1.5])や避航のタイミングを逃す「不適当なタイミング」(分類記号[4.1.3])、及び「その他の作業・行動」(分類記号[4.1.4])を原因として多く発生している。そして衝突海難を発生させた操船者エラーを発生させた原因(きっかけ)は「非外的なことがら」である「無意識の行動」(分類記号[1.4.1])や、「夜間」(分類記号[1.2.3])あるいは「視界不良」(分類記号[1.2.2])といった「特定の状況における操船」、また「外的なことがら」で

ある「他の人、第3船による混乱」(分類記号[1.1.2])であることがわかる。これらの操船者エラーをもたらした原因、すなわち操船者の情報処理システムに直接作用するヒューマンファクターは操船者がいくら注意しても防ぐことができないものである。衝突海難を防止するためには、操船者の「無意識の行動」がどのようにして衝突海難に発展してい

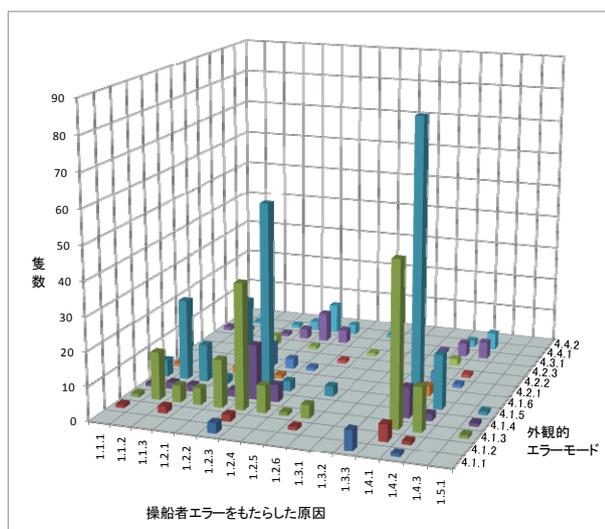


図 4-1-1 外観的エラーモードと操船者エラーをもたらした原因の関係

ったのか、あるいは「特定の状況における操船」が操船者のエラーメカニズムにどのような影響を与えたのかを探る必要がある。その第1歩として、「注意散漫」、「不適当なタイミング」及び「その他の作業・行動」による衝突海難について操船者エラーの発生形態を分析した。

1.2 注意散漫による衝突海難

注意散漫による衝突海難とは、操船者が他船の動静に十分な注意を払わず、そのために避航動作を行わずに衝突した場合である。衝突の直前に主機、舵を使用して衝突を避けようとしたが、主機や舵の効果が発生する前に衝突した場合は避航動作を行わなかったものとして取り扱った。

人間の注意力はその時の環境や体調により変化し、個人差も多く、また長時間の持続は困難なため、注意散漫による衝突海難は様々な発生形態を示している。

1.2.1 操船者エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係

注意散漫による衝突海難は図 4-1-2 に示すとおり、操船者の「無意識の行動」(分類記号[1.4.1])をきっかけとして多く発生している。そのきっかけがエラーメカニズムに作用し、操船者は「慣れによる一点集中」(分類記号[2.1.1])で他船はいないと思い見張りを行わない場合、「慣れていることへの短縮」(分類記号[2.1.2])に

より他船の動静を正しく識別せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断する場合、また、「探知・受理しない」(分類記号 [2.2.1]) により注意力が散漫で見合い関係が発生するかどうか確認しない場合が多い。その他、「視界不良」(分類記号 [1.2.2])、「夜間」(分類記号 [1.2.3])とといった特定の状況における操船をきっかけとして様々なエラーが発生していることがわかる。

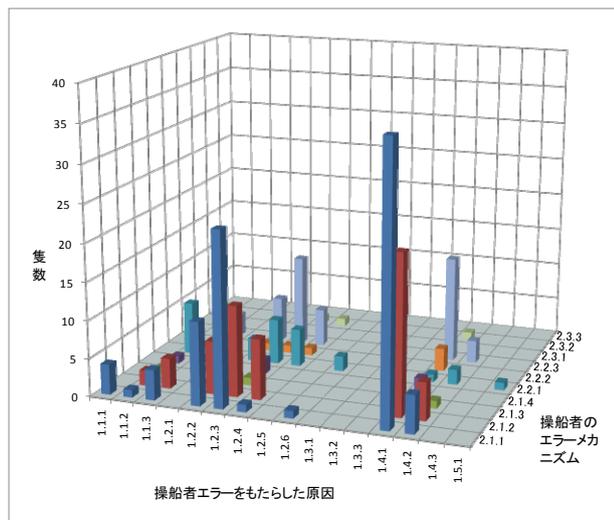


図 4-1-2 エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係(注意散漫)

1.2.2 エラーメカニズムと内的要因の関係

図 4-1-3 に示すとおり、注意散漫による衝突海難のエラーメカニズムと内的要因の関係では、まずエラーメカニズムの「慣れによる一点集中」(分類記号[2.1.1])により操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、「見ず、聞かず」(分類記号[3.1.1])の状態となり、注意を払わない場合が最も多い。その他、「仮定によるすり替え」(分類記号[2.2.3])により他船を認識したものの、他船が針路速力を変更するだろうと思い動静を正しく識別せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断する。その後「方針選択ミス」(分類記号[3.3.1])の状態、すなわち衝突のおそれを確認したが漫然と大丈夫と判断したり、やり過ぎたり、忘れる場合が多い。また「慣れていることへの短

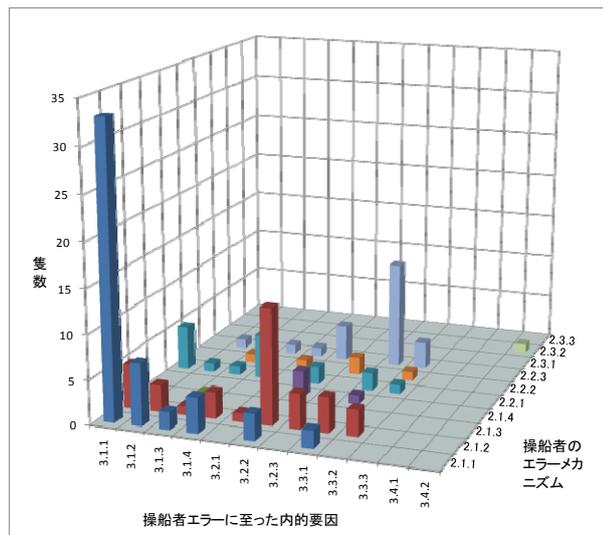


図 4-1-3 エラーメカニズムと内的要因の関係(注意散漫)

縮」(分類記号[2.1.2])により他船の動静を正しく識別せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断したために衝突のおそれを確認しないで大丈夫だと判断する「過小に反応」(分類記号[3.2.2])の状態に陥るなど、様々なパターンで事故が発生していることがわかる。

1.2.3 操船者エラーの発生形態

注意散漫により発生した衝突海難 128 隻を分類法を用いて分析した結果、様々な形態で操船者エラーが発生しているものの、その中で多いのは次の 4 つのパターンであることがわかった。[]の中の数字は分類記号を示す。注意散漫による衝突海難は、他船を認識しないまま衝突に至る場合、他船を認識したものの動静を正しく識別せず衝突のおそれを確認しない場合、他船を認識し動静を正しく識別し、さらに衝突のおそれを確認したものの避航動作を取らない場合等があり、その発生形態は複雑である。後述する衝突海難防止対策の参考とするため()内にパターン記号を記す。

(1) [1.4.1]→[2.1.1]→[3.1.1]

操船者の無意識的な行動をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、その後も注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至るパターン(21 隻) (1P1)

(2) [1.2.3]→[2.1.1]→[3.1.1]

夜間航行という航行環境をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、その後も注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至るパターン(12 隻) (1P2)

(3) [1.4.1]→[2.2.3]→[3.3.1]

操船者の無意識的な行動をきっかけとして、他船を認識したものの、他船が針路速力を変更するだろうと思い動静を正しく識別せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断する。その後衝突のおそれを確認したが漫然と大丈夫と判断したり、やり過ぎしたり、忘れて衝突に至るパターン(9 隻) (1P3)

(4) [1.4.1]→[2.1.2]→[3.2.2]

操船者の無意識的な行動をきっかけとして、他船の動静を正しく識別せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断したために衝突のおそれを確認しないで

1.3 不適当なタイミングによる衝突海難

不適当なタイミングによる衝突海難とは、他船との衝突のおそれや危険を確認しているにもかかわらず、避航の時機が遅れたり、避航法が不適切であったために衝突した場合である。注意散漫による衝突海難とは異なり、エラー発生形態のパタンは限られている。

1.3.1 操船者エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係

不適当なタイミングによる衝突海難は図 4-1-4 に示すとおり、「無意識の行動」(分類記号[1.4.1])、「意識的行動」(分類記号 [1.4.2])、また「夜間」(分類記号[1.2.3])といった特定の状況をきっかけとして多く発生している。それらをきっかけとして、操船者は「仮定によるすり替え」(分類記号 [2.2.3])により他船を認識したが、他船が針路速力を変更するだろうと思いき動静を正しく識別せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断するが多い。

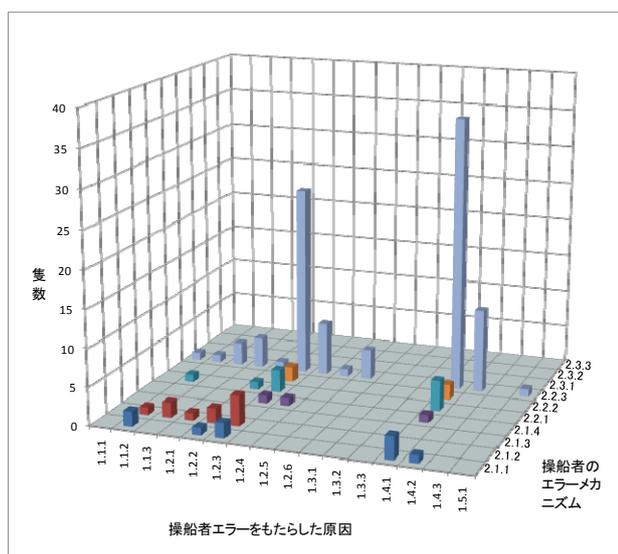


図 4-1-4 エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係(不適当なタイミング)

1.3.2 エラーメカニズムと内的要因の関係

図 4-1-5 に示すとおり、不適当なタイミングによる衝突海難のエラーメカニズムと内的要因の関係では、エラーメカニズムの「仮定によるすり替え」(分類記号 [2.2.3])により、他船を認識したが他船が針路速力を変更するだろうと思いき動静を正しく識別せず、本船の動向とは無関係な船舶と判断する。その後操船者が避航行動を決定する情報処理過程の段階で、「方針選択ミス」(分類記号[3.3.1])の状態、

すなわち衝突のおそれを確認したが漫然と大丈夫と判断したり、やり過ぎしたり、忘れる場合が最も多い。また「仮定によるすり替え」(分類記号 [2.2.3])により、「目指す状態の選択ミス」(分類記号 [3.3.2])を犯し、操船者が意識的に間違った避航方法を決定したり、操船方法が中途半端だったり遅れる場合も多い。

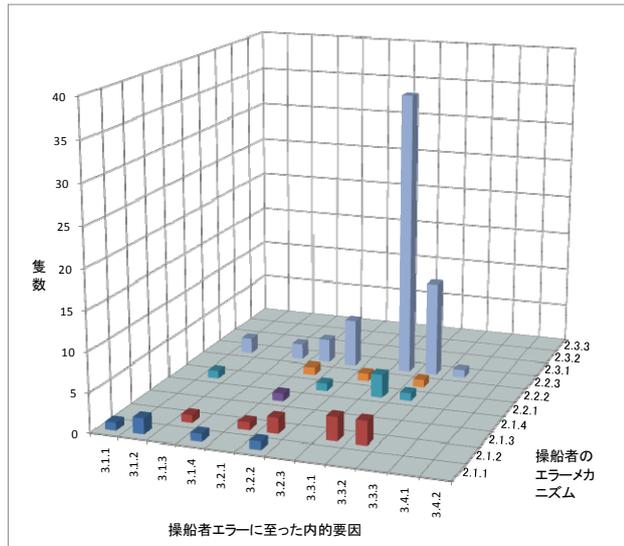


図 4-1-5 エラーメカニズムと内的要因の関係(不適当なタイミング)

1.3.3 操船者エラーの発生形態

不適当なタイミングにより発生した衝突海難 74 隻を分類法を用いて分析した結果、操船者エラーの発生形態は次の 3つのパターンで約 7割を占めていることがわかった。いずれのパターンもエラーメカニズムの「仮定によるすり替え」(分類記号 [2.2.3])が含まれており、他船を認識したものの他船が針路を変更すると臆断し動静を正しく識別せず、更に接近して衝突のおそれを確認したものの漫然と衝突はしないと判断したり、さらに衝突の危険を確認したものの避航動作が不適切となる場合である。

(1) [1.4.1]→[2.2.3]→[3.3.1]

操船者の無意識的な行動をきっかけとして、他船を認識したが、他船がやがて針路速力を変更し本船の動向とは無関係な船舶となると判断し動静を正しく識別せず、その後衝突のおそれを確認したが漫然と大丈夫と判断したり、やり過ぎしたり、忘れて最終的に避航のタイミングを逸し衝突に至るパターン (22 隻) (2P1)

(2) [1.2.3]→[2.2.3]→[3.3.1]

夜間航行という航行環境をきっかけとして、他船を認識したが、他船がやがて針路速力を変更し本船の動向とは無関係な船舶となると判断し動静を正しく識別しない。その後衝突のおそれを確認したが漫然と大丈夫と判断したり、

やり過ぎしたり、忘れて最終的に避航のタイミングを逸し衝突に至るパターン
(16 隻) (2P2)

(3) [1.41]→[2.2.3]→[3.3.2]

操船者の無意識的な行動をきっかけとして、他船を認識したが、他船がやがて針路速力を変更し本船の動向とは無関係な船舶となると判断し動静を正しく識別しない。その後衝突の危険を確認するものの、意識的に間違った避航法を決定したり、中途半端だったり遅れて衝突に至るパターン(12 隻) (2P3)

1.4 その他の行動・作業による衝突海難

その他の行動・作業による衝突海難とは、操船者が他船を避航するために必要な見張りや操船といった作業以外の行動・作業をしていたために最終的な避航動作を取らずに発生した場合で、ほとんどの場合、他船を認識せずに衝突に至っている。そのためエラー発生形態のパターンは限られている。

1.4.1 操船者エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係

その他の行動・作業による衝突海難は図 4-1-6 に示すとおり、操船者の「他の作業(漁ろう等)」(分類記号 [1.1.3])、及び「無意識の行動」(分類記号[1.4.1])をきっかけとして多く発生している。この場合の「無意識の行動」とは当直中の船位決定等の定常作業を条件反射的に実施する場合である。それらのきっかけがエラーメカニズムに作用し、操船者は「慣れによる一点集中」(分類記号[2.1.1])で他船はいないと思い見張りを行わない状態に陥る。

1.4.2 エラーメカニズムと内的要因の関係

図 4-1-7 に示すとおり、エラーメカニズムの「慣れによる一点集中」(分類記号 [2.1.1])により操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、その後も「見ず、聞かず」(分類記号[3.1.1])の状態となり、他船に注意を払わない場合がほとんどである。

1.4.3 操船者エラーの発生形態

その他の行動・作業により発生した衝突海難 29 隻を分類法を用いて分析した

結果、操船者エラーの発生形態は、次の2つのパターンで7割り以上を占めていることがわかった。3章5節で示した操船者の避航行動モデルでは、他船を認識しなくてもその後の避航行動の各ステップでエラーから復帰し正常な避航行動に戻るチャンスはあり、注意散漫による衝突海難、不適当なタイミングによる衝突海難では、操船者の避航行動が一旦エラーから復帰し、再度エラーを犯すといったパターンが見られた。しかし、操船者が他船の動向を監視する業務とは関係のないその他の作業・行動を実施している場合、操船者は「衝突のおそれの発生する他船はいない」と思いこんでしまっているため、その後の正常なステップへの移行は困難なことがわかる。

(1) [1.1.3]→[2.1.1]→[3.1.1]

操船者が漁ろうに従事しながら当直を行うといったその他の行動・作業をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、その後も注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至るパターン(16隻)

(3P1)

(2) [1.4.1]→[2.1.1]→[3.1.1]

操船者の無意識的な行動をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見

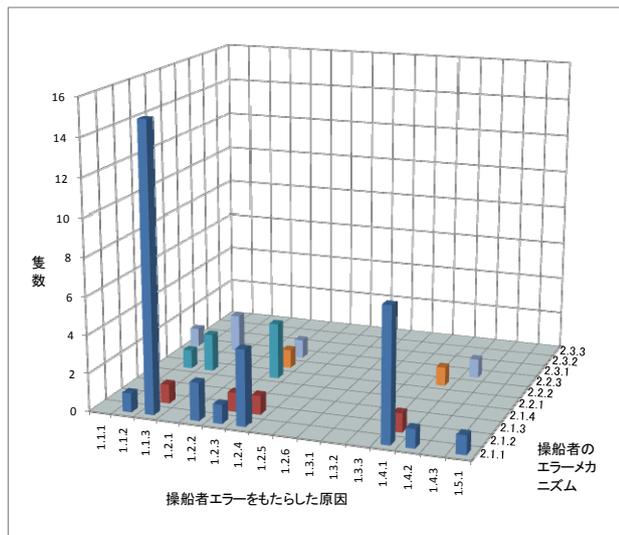


図 4-1-6 エラーをもたらした原因とエラーメカニズムの関係(その他の行動・作業)

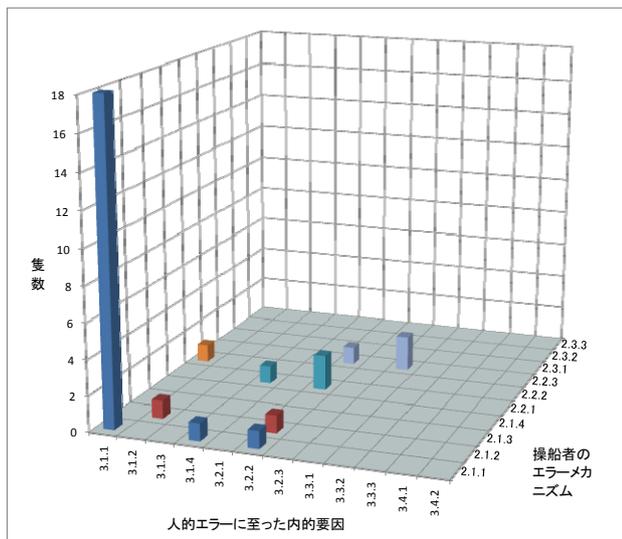


図 4-1-7 エラーメカニズムと内的要因の関係(その他の行動・作業)

張りを行わず、その後も注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至るパターン(6隻) (3P2)

2. 操船者エラーの特徴

前項で行った操船者のエラー発生過程に関する分析で、衝突海難の発生形態をエラーの連鎖という形で把握することができた。

衝突海難は「操船者エラーをもたらした原因」すなわち「操船者エラーのきっかけ」が直接的に、「操船者のパフォーマンスに影響する因子」や「作業状況の因子」、「従事していた作業」といった「外部環境」が間接的に操船者の情報処理システムに作用して発生している。そのため衝突海難における操船者エラーの特徴を把握するには、エラー発生過程における各要素の特徴やその発生形態を調査するだけでなく、各要素の結びつき及び操船者の情報処理システムに直接的、間接的に影響を与える操船者のヒューマンファクターと情報処理システムの間関係を調査する必要がある。この複雑な要素間の間関係を調査するため、多変量解析の一手法である数量化Ⅲ類を用いたエラー分析を行い、衝突海難発生に影響を及ぼす操船者エラー発生過程を構成する要素細目の間関係を調査した⁽⁴⁴⁾。

2.1 数量化Ⅲ類によるエラー分析

様々な要素が複雑に絡み合っている問題のひとつひとつの要素を数値で表し、その要素から本質的な部分を抽出して評価することを数量化という⁽⁴⁵⁾。数量化Ⅲ類は図 4-2-1 に示すように外的な基準が全く与えられていないときに、2つの変量の相関を最も強くするように変量の順序を入れ替えることによって変量に順位を与える方法である

⁽⁴⁶⁾。図中のX項目をサンプル、Y項目をカテゴリーという。数量化Ⅲ類を使用して操船者エラーを分析する方法を以下に記す。

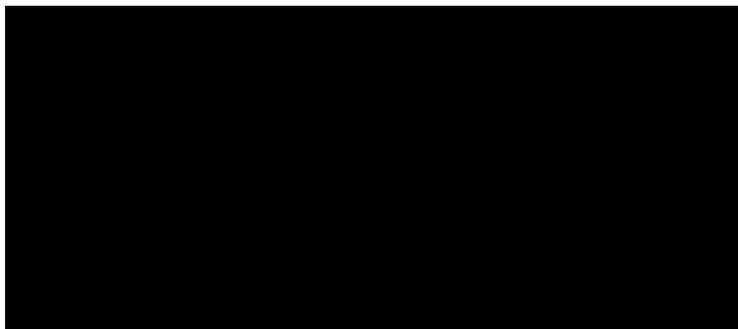


図 4-2-1 数量化の概念

2.1.1 数量化Ⅲ類の概念

数量化の概念を理解するため、表 4-2-1 に示す 5 つの反応点(表の「1」と記入されているところ)を相関係数が最大となる並び替えの方法を示す⁽⁴⁵⁾。5 つの反応点の座標はそれぞれ

$(X_1, Y_2), (X_2, Y_1), (X_2, Y_3), (X_3, Y_2), (X_3, Y_3)$ となる。

この相関係数は次式で表される。

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

この r が最大となるような X_i と y_i の組み合わせを見つければよい。

ここで、 $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3$ の値は相対的な大きさが問題となるので、反応点 X の平均、 Y の平均をともに 0、分散をともに 1 として問題はない。これにより

$$\bar{x} = \bar{y} = 0$$

$$(x_i - \bar{x})^2 = 1$$

$$(y_i - \bar{y})^2 = 1$$

とする。

データ数は 5 なので、相関係数 r は

$$r = \frac{x_1y_2 + x_2y_1 + x_2y_3 + x_3y_2 + x_3y_3}{5}$$

となる。

この相関係数 r を最大とする x と y の値を求めることが数量化Ⅲ類であり、 r の最大値に対する x と y の値が成分 1 に対するカテゴリースコア及びサンプルスコアとなる。表 4-2-1 の反応点を相関係数が最大となるように並び替えると表 4-2-2 となる。数量化Ⅲ類では分析を行う際に 2 次元散布図の結果で視覚的に判断するので、カテゴリー及びサンプルに 2 次元データを与える必要がある。そのために表 4-2-1 に示した反応点に再度

表 4-2-1 5 個の反応点

	Y_1	Y_2	Y_3
X_1	0	1	0
X_2	1	0	1
X_3	0	1	1

表 4-2-2 相関係数最大値に対する並び替え点の表

	Y_1	Y_3	Y_2
X_2	1	1	0
X_3	0	1	1
X_1	0	0	1

$(X_1', Y_2'), (X_2', Y_1'), (X_2', Y_3'), (X_3', Y_2'), (X_3', Y_3')$

の座標を与え X と X' 、 Y と Y' が無相関となるような相関係数のうち、最大となるような相関係数を求める。この時の相関係数に対し X' と Y' が成分 2 に対するカテゴリースコア及びサンプルスコアとなり、成分 1 及び成分 2 のスコアを用いて散布図を描くことが可能となる。数量化Ⅲ類ではカテゴリー数とサンプル数の少ない方を m とすると $(m-1)$ 個の相関係数が求まる。

2.1.2 数量化Ⅲ類による操船者エラーのグループ化

衝突海難データベースを使用して「注意散漫」、「不適当なタイミング」及び「その他の行動・作業」による衝突海難について、衝突事例をサンプル、分類法の各要素細目をカテゴリーとし、分析ソフト(JUSE統計パッケージStat Master)を使用して各カテゴリーの成分ごとのスコアを求めた⁽⁴⁷⁾。主成分は第3まで求め、各成分をX軸及びY軸としたカテゴリープロットを作図した。数量化Ⅲ類による分析では、相関の強いカテゴリーはカテゴリープロット上で近接して表示され、グループを形成する。カテゴリープロットからカテゴリーグループを抽出するには、隣接したカテゴリーの配置とカテゴリーを示す分類法の要素細目を視覚的に捕らえ、異なった要素細目の複数のカテゴリーが接近してプロットされている範囲を選択することになる。

このカテゴリーグループが、操船者のエラー発生過程における要素細目の関連を示しており、各グループに含まれるカテゴリーが相互に結びついて、衝突海難に至る操船者エラーが発生している。

各カテゴリープロットには成分ごとの固有値(成分軸に投影したデータの分散)、寄与率及び累積寄与率を示した。寄与率とは各成分がカテゴリー全体の変動情報を説明している割合であるが、成分 3 までの累積寄与率では「注意散漫」20%、「不適当なタイミング」25%、「その他の行動・作業」44%の説明となっている。当然分析する成分を増やせば累積寄与率は上昇するが、寄与率を60%以上にあげるには各分析で成分5以上までを対象とする必要がある。しかし成分5の寄与率は概ね5%に満たず、そのため分析対象成分を増加させても、いたずらに相関の低いエラーグループを抽出することになり、分析結果の妥当性に疑問が生じることになる。そこで衝突海難と特に相関の強いカテゴリーを抽出するために、成分

3 までの分析で各カテゴリーグループに共通して抽出されたカテゴリー(以降、共通カテゴリーという)を求めた。これらの共通カテゴリーを使って再度数量化Ⅲ類を行って寄与率を計算した結果「注意散漫」51%、「不適当なタイミング」47%、「その他の行動・作業」79%と寄与率が大幅に上昇し、共通カテゴリーが衝突海難をよく説明できていることが確認できた。さらに、共通カテゴリーのカテゴリースコアを使用して階層的クラスタ分析を行うことで類型化を図り、デンドログラムの結合レベルに応じて共通カテゴリーの組み合わせを求めた。この組み合わせが最初に求めたカテゴリーグループに含まれる共通カテゴリーの組み合わせと一致していることを確認したうえで、最終的に、求めた共通カテゴリーの組み合わせと最初に求めたカテゴリーグループに含まれるその他のカテゴリーも考慮して、衝突海難との相関の強さに応じた操船者エラーのグループ化を図った。

共通カテゴリーのクラスタ化は群平均法、類似係数はユークリッド距離を使用し、数量化と同様に分析ソフト(JUSE 統計パッケージ Stat Master)を使用してデンドログラムを作成した。

デンドログラムとは図 4-2-2 に示すようなツリー状の分類図をいい、縦軸の結合レベルは各クラスターの距離、横軸は各個体を示す。結合レベル 0 では各個体がそれぞれクラスターを構成し、ここではクラスター{B}とクラスター{C}が最短距離であることを判断して、次のレベルでこの 2 つのクラスターを統合する。レベル 1 ではクラスター{D}と{E}が最短距離であることを判断し、次のレベルでこ

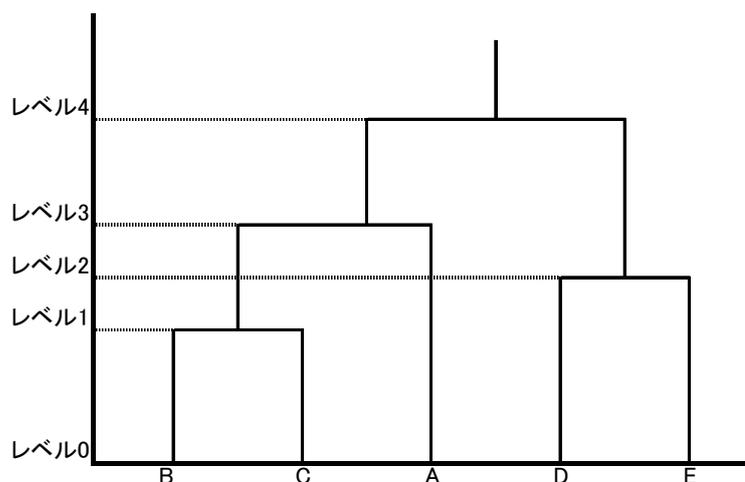


図 4-2-2 デンドログラムの例

の2つのクラスターを統合する。このようにしてレベル4では全ての個体を含んだ一つのクラスターになることを示している。このようにデンドログラム上で結合レベルが低いクラスターほど結びつきが強いことがわかる。

2.2 注意散漫による衝突海難

2.2.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ

注意散漫による衝突海難を数量化Ⅲ類により分析し、成分1から成分3までのカテゴリープロットを図4-2-3～図4-2-5に示す。また、プロットされたカテゴリーの配置を検討して近接している1A～1Uのカテゴリーグループを抽出し、そのグループのカテゴリースコアを表4-2-3～表4-2-5に、固有値等を表4-2-6に示す。表4-2-3～表4-2-5の網掛けのカテゴリーは共通カテゴリーを示しており、この共通カテゴリーで再度数量化Ⅲ類を行った場合の累積寄与率は表4-2-7に示すとおり51%となり、共通カテゴリーが衝突海難をよく説明できていることが確認できた。「注意散漫」の全サンプル数は128隻、共通カテゴリーのサンプル数は117隻である。

共通カテゴリーのカテゴリースコアを使用してクラスター分析を行ったデンドログラムを図4-2-6に示す。デンドログラムから求めた衝突海難と特に相関の強い共通カテゴリーの組み合わせ、及び共通カテゴリーの組み合わせを含む1A～1Uのカテゴリーグループを、クラスター分析による共通カテゴリーの結合レベル及び数量化Ⅲ類の累積寄与率の大きさに応じてグループ化したものを表4-2-8に示す。各グループの詳細を相関が強い順に以下に記す。{ }内には共通カテゴリーの組み合わせ、()は共通カテゴリーを含むカテゴリーグループを示す。

① {1.4.2, 5.2.4}(1D, 1M, 1T)

[1.4.2]は要素1「操船者エラーをもたらした原因」、細目4「非外的なことから」2「意識的行動」を、[5.2.4]は要素5「パフォーマンスに影響する因子」、細目2「知的負荷設備」4「不適切な訓練・手引書」を示す。

さらにカテゴリーグループ1Tでは

- ・[3.2.2] 要素3「操船者エラーに至った内的要因」、細目2「確認」2「過小に反応」

が同時に抽出された。

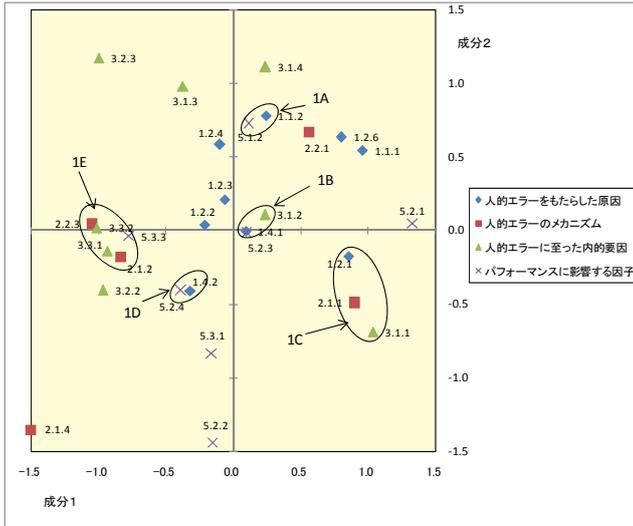


図 4-2-3 注意散漫カテゴリープロット(成分 1 成分 2)

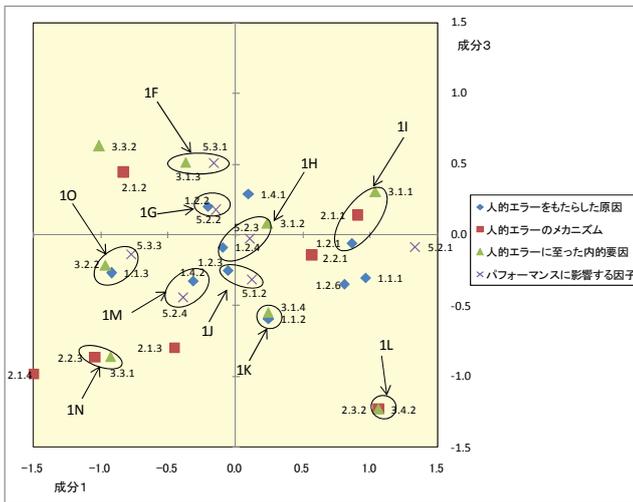


図 4-2-4 注意散漫カテゴリープロット(成分 1 成分 3)

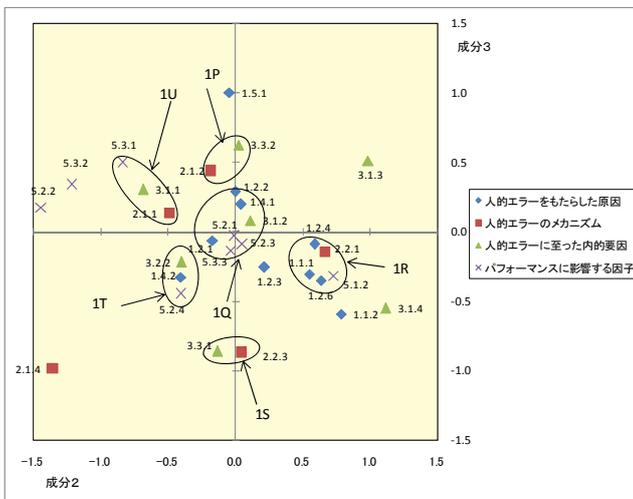


図 4-2-5 注意散漫カテゴリープロット(成分 2 成分 3)

表 4-2-3 注意散漫カテゴリースコア(成分 1 成分 2)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分2
1A	1.1.2	0.242	0.780
	5.1.2	0.121	0.727
1B	1.4.1	0.093	-0.006
	3.1.2	0.236	0.107
1C	5.2.3	0.104	-0.014
	1.2.1	0.858	-0.174
1D	2.1.1	0.904	-0.491
	3.1.1	1.037	-0.689
2E	1.4.2	-0.318	-0.408
	5.2.4	-0.387	-0.407
2E	2.1.2	-0.834	-0.184
	2.2.3	-1.044	0.045
	3.3.1	-0.932	-0.139
	3.3.2	-1.013	0.019
	5.3.3	-0.773	-0.038

表 4-2-4 注意散漫カテゴリースコア(成分 1 成分 3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分3
1F	3.1.3	-0.371	0.514
	5.3.1	-0.160	0.504
1G	1.2.2	-0.211	0.200
	5.2.2	-0.146	0.175
1H	1.2.4	-0.098	-0.088
	3.1.2	0.236	0.083
1I	5.2.3	0.104	-0.026
	1.2.1	0.858	-0.058
1J	2.1.1	0.904	0.138
	3.1.1	1.037	0.307
1K	1.2.3	-0.060	-0.253
	5.1.2	0.121	-0.315
1L	1.1.2	0.242	-0.592
	3.1.4	0.241	-0.547
1M	2.3.2	1.060	-1.230
	3.4.2	1.060	-1.230
1N	1.4.2	-0.318	-0.323
	5.2.4	-0.387	-0.441
1O	2.2.3	-1.044	-0.866
	3.3.1	-0.932	-0.857
1P	1.1.3	-0.922	-0.268
	3.2.2	-0.965	-0.216
1Q	5.3.3	-0.773	-0.138

表 4-2-5 注意散漫カテゴリースコア(成分 2 成分 3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分2	成分3
1P	2.1.2	-0.184	0.442
	3.3.2	0.019	0.628
1Q	1.2.1	-0.174	-0.058
	1.2.2	0.040	0.200
	1.4.1	-0.006	0.290
	3.1.2	0.107	0.083
	5.2.1	0.046	-0.086
1R	5.2.3	-0.014	-0.026
	5.3.3	-0.038	-0.138
	1.1.1	0.543	-0.303
	1.2.4	0.584	-0.088
	1.2.6	0.633	-0.349
1S	2.2.2	1.672	4.783
	5.1.2	0.727	-0.315
	2.2.3	0.045	-0.866
1T	3.3.1	-0.139	-0.857
	1.4.2	-0.408	-0.323
1U	3.2.2	-0.406	-0.216
	5.2.4	-0.407	-0.441
	2.1.1	-0.491	0.138
	3.1.1	-0.689	0.307
	5.3.2	-1.216	0.345

表 4-2-6 固有値、寄与率、累積寄与率(注意散漫 全カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.423	0.069	0.069
成分2	0.406	0.066	0.136
成分3	0.363	0.059	0.195

表 4-2-7 固有値、寄与率、累積寄与率(注意散漫 共通カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.79	0.207	0.207
成分2	0.662	0.173	0.308
成分3	0.503	0.132	0.512

操船者は他船の存在には気付いていたもののその後の他船の動向に注意を払わないで、衝突のおそれを確認しないで大丈夫だと判断する場合で、操船者の技能を向上させるための訓練や手引書の不備と関係がある。

② {3.1.2, 5.2.3}(1B, 1H, 1Q)

[3.1.2]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」 2「気付かず」を、[5.2.3]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」 3「不適切な教育」を示す。

さらにカテゴリーグループ 1B では

- ・ [1.4.1] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 4「非外的なことから」 1「無意識の行動」

が同時に抽出された。

カテゴリーグループ 1H では

- ・ [1.2.4] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 4「船舶交通の輻輳」

が同時に抽出された。

カテゴリーグループ 1Q では

- ・ [1.2.1] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 1「風潮流による圧流」
- ・ [1.2.2] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 2「視界不良」
- ・ [1.4.1] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 4「非外的なことから」 1「無意識の行動」

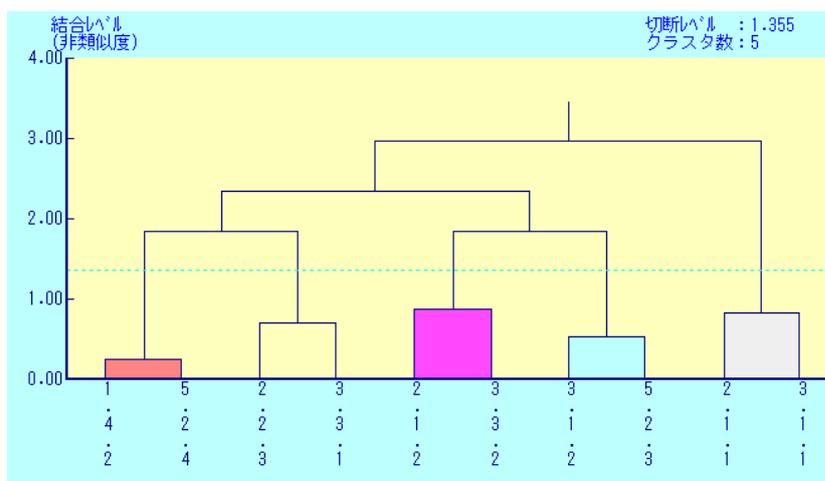


図 4-2-6 デンドログラム (注意散漫)

表 4-2-8 カテゴリーのグループ化(注意散漫)

寄与率<0.512		寄与率<0.195		グループ
結合レベル	共通カテゴリー	その他のカテゴリー	カテゴリーグループ	
0.25	[1.4.2]		1D, 1M	①
	[5.2.4]	[3.2.2]	1T	
0.53	[3.1.2]	[1.4.1]	1B	②
	[5.2.3]	[1.2.4]	1H	
		[1.1.2][1.2.2][1.4.1] [5.2.1][5.3.3]	1Q	
0.70	[2.2.3]		1N, 1S	③
	[3.3.1]	[2.1.2][3.3.2][5.3.3]	1E	
0.83	[2.1.1]	[1.2.1]	1C, 1I	④
	[3.1.1]	[5.3.2]	1U	
0.87	[2.1.2]		1P	⑤
	[3.3.2]	[2.2.3][3.3.1][5.3.3]	2E	

- ・ [5.2.1] 要素 5 「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2 「知的負荷設備」 1 「不適切な作業空間」
- ・ [5.3.3] 要素 5 「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3 「感情的因子」 1 「時間的切迫」

が同時に抽出された。

様々な航行環境や操船者の無意識的な行動をきっかけとして、操船者が条件反射的行動を取り、衝突の恐れのある他船を見落とししたり、衝突のおそれを検出・確認しない状態に陥る場合である。これは航行海域や気象海象等が操船に及ぼす影響を操船者に十分に教育していないことや、不適切な作業空間、時間的な切迫感と関連している。

③ {2.2.3, 3.3.1}(1E, 1N, 1S)

[2.2.3]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」3「仮定によるすり替え」を、[3.3.1]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 3「決定」1「方針選択ミス」を示す。

カテゴリーグループ 1E では

- ・[5.3.3] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3「感情的因子」3「時間的切迫」

が同時に抽出された。

操船者が他船を識別し、衝突のおそれに継続して気付いているにもかかわらず、記憶や当て推量といった仮定によって情報を処理して正しい行動を取らず“いつものようにいずれ他船が避航するだろう”あるいは“自船が避航したからいずれ衝突のおそれはなくなるだろう”といったルールベースの行動を取り、漫然とやり過ごしたり、忘れて衝突に至る場合である。操船者の時間的な切迫感と関連している。

④ {2.1.1, 3.1.1}(1C, 1I, 1U)

[2.1.1]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 1「識別」1「慣れによる一点集中」を、[3.1.1]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」1「見ず、聞かず」を示す。

さらにカテゴリーグループ 1C 及び 1I では、

- ・[1.2.1] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」1「風潮流による圧流」

カテゴリーグループ 1U では

- ・[5.3.2]要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3「感情的因子」2「不十分な負荷と倦怠」

が同時に抽出された。

風潮流による圧流を受けているにもかかわらず、操船者が他船を識別する際に“いつものように接近する他船はいないだろう”とスキルベースで臆断して見張りを怠り、その結果他船との衝突のおそれを検出せずに衝突に至る場合で、操船者の意識の低下が関連している。

⑤ {2.1.2, 3.3.2}(1E, 1P)

[2.1.2]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 1「識別」2「慣れていることへの短縮」を、[3.3.2]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 3「決定」2「目指す状態の選択」を示す。

さらにカテゴリーグループ 1E では

- ・[5.3.3] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3「感情的因子」1「時間的切迫」

が同時に抽出された。

操船者が他船行動を臆断して避航のための針路決定が遅れたり中途半端となる場合で、時間的切迫感と関連している。

2.2.2 操船者エラーの特徴

注意散漫による衝突海難に関して、海難と相関が強いカテゴリーグループを求めた結果、次に示す操船者エラーの特徴を明らかにした。()内に関係するカテゴリーグループを記号で示す。

- (1) 注意散漫による衝突海難は、操船者のスキルベース行動、ルールベース行動による当直モラルの問題で発生するが多い。
- (2) 操船者の技能を向上させるための訓練が不十分な場合、操船者は他船の存在には気付いていたもののその後の他船の動向に注意を払わず、衝突のおそれを確認しないで大丈夫だと判断し衝突に至る。(1D, 1M, 1T)
- (3) 様々な航行環境や操船者の無意識的な行動をきっかけとして、操船者が条件反射的行動を取り、衝突の恐れのある他船を見落とししたり、衝突のおそれを検出・確認しないまま衝突に至る。これは航行海域や気象海象等が操船に及ぼす影響を、操船者に十分に教育していないことや、不適切な作業空間、時間的な切迫感と関連している。(1B, 1H, 1Q)
- (4) 操船者が時間的な切迫感を受けると、他船を識別し、衝突のおそれに継続して気付いているにもかかわらず、記憶や当て推量といった仮定によって情報を処理して正しい行動を取らず“いつものようにいずれ他船が避航するだろう”あるいは“自船が避航したからいずれ衝突のおそれはなくなるだろう”といったルールベースの行動を取り、漫然とやり過ぎたりして衝突に至る。

(1E, 1N, 1S)

- (5) 操船者の意識が低下している場合、風潮流による圧流を受けるような航行環境下でも操船者が他船を認識する際に“いつものように接近する他船はいないだろう”とスキルベースで臆断して見張りを怠り、その結果他船との衝突のおそれを検出せずに衝突に至る。(1C, 1I, 1U)
- (6) 操船者が時間的切迫感を感じると、他船行動を臆断して避航のための針路決定が遅れたり中途半端となり衝突に至る。(1E, 1P)

2.3 不適当なタイミングによる衝突海難

2.3.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ

不適当なタイミングによる衝突海難のカテゴリープロットを図4-2-7～図4-2-9に示す。また、近接している2A～2Lのカテゴリーグループを抽出し、そのグループのカテゴリースコアを表4-2-9～表4-2-11に、固有値等を表4-2-12に示す。表4-2-9～表4-2-11の網掛けで示した共通カテゴリーの累積寄与率は表4-2-13に示すとおり47%となり、共通カテゴリーが衝突海難をよく説明できていることが確認できた。「不適当なタイミング」の全サンプル数は74隻、共通カテゴリーのサンプル数は72隻である。

共通カテゴリーのテンドログラムを図4-2-10に、カテゴリーグループをクラスター分析による共通カテゴリーの結合レベル及び数量化Ⅲ類の累積寄与率の大きさに応じてグループ化したものを表4-2-14に示す。各グループの詳細を相関が強い順に以下に記す。

① {1.1.2, 2.1.1}(2A, 2G, 2L)

[1.1.2]は要素1「操船者エラーをもたらした原因」、細目1「外的なことがら」2「第3船による混乱」を、[2.1.1]は要素2「操船者のエラーメカニズム」、細目1「識別」1「慣れによる一点集中」を示す。

さらにカテゴリーグループ2Aでは

- ・[1.2.4] 要素1「操船者エラーをもたらした原因」、細目2「特定の状況における操船」4「船舶交通の輻輳」
- ・[3.1.4] 要素3「操船者エラーに至った内的要因」、細目1「検出」4「一点集中」

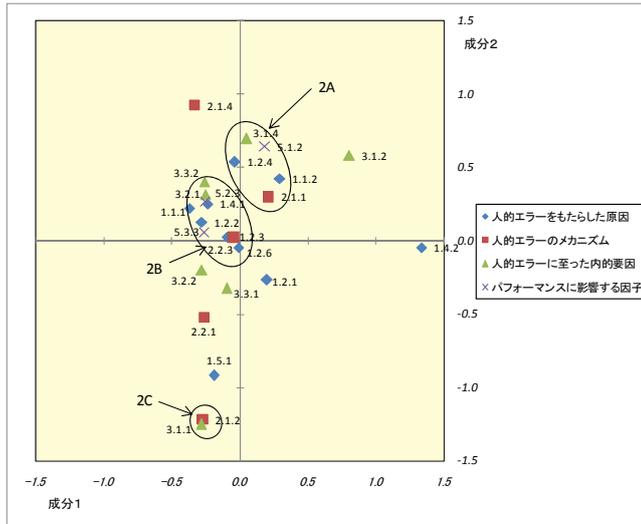


図 4-2-7 不適当なタイミングカテゴリープロット(成分 1 成分 2)

表 4-2-9 不適当なタイミング
カテゴリースコア(成分 1 成分 2)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分2
2A	1.1.2	0.290	0.422
	1.2.4	-0.039	0.536
	2.1.1	0.209	0.298
	3.1.4	0.046	0.695
2B	5.1.2	0.181	0.643
	1.1.1	-0.372	0.219
	1.2.2	-0.283	0.126
	1.2.3	-0.098	0.026
	1.2.6	-0.013	-0.049
	1.4.1	-0.240	0.252
	2.2.3	-0.047	0.021
	3.2.1	-0.257	0.313
2C	3.3.2	-0.266	0.400
	5.2.3	-0.255	0.263
	5.3.3	-0.263	0.054
	2.1.2	-0.276	-1.222
3.1.1	-0.289	-1.252	

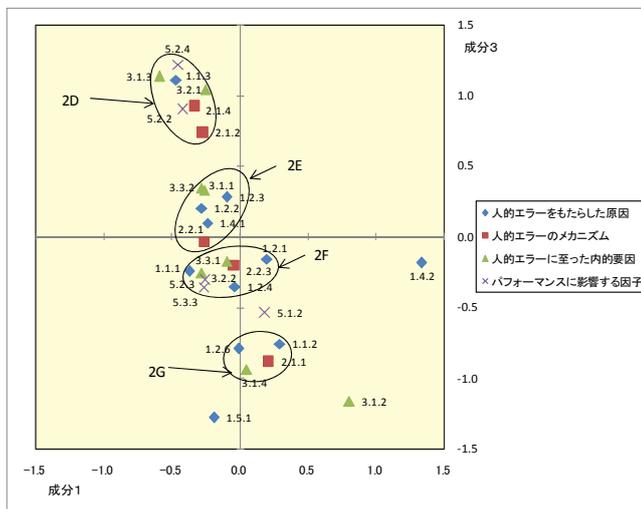


図 4-2-8 不適当なタイミングカテゴリープロット(成分 1 成分 3)

表 4-2-10 不適当なタイミング
カテゴリースコア(成分 1 成分 3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分3
2D	1.1.3	-0.471	1.111
	2.1.4	-0.333	0.925
	2.1.2	0.290	0.422
	3.1.3	-0.591	1.135
	3.2.1	-0.257	1.043
2E	5.2.2	-0.422	0.903
	5.2.4	-0.456	1.212
	1.2.2	-0.283	0.204
	1.2.3	-0.098	0.281
	1.4.1	-0.240	0.096
	2.2.1	-0.264	-0.037
	3.1.1	-0.289	0.347
2F	3.3.2	-0.266	0.329
	1.1.1	-0.372	-0.242
	1.2.1	0.195	-0.159
	1.2.4	-0.039	-0.351
	2.2.3	-0.047	-0.201
	3.2.2	-0.284	-0.256
2G	3.3.1	-0.096	-0.172
	5.2.3	-0.255	-0.303
	5.3.3	-0.263	-0.357
	1.1.2	0.290	-0.755
	1.2.6	-0.013	-0.790
	2.1.1	0.209	-0.880
3.1.4	0.046	-0.933	

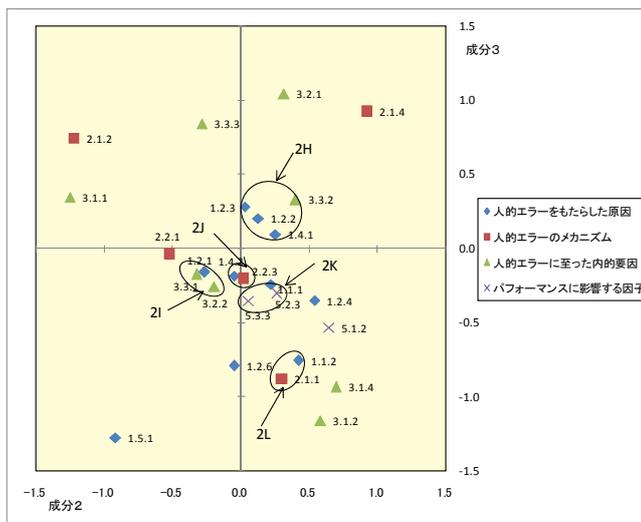


図 4-2-9 不適当なタイミングカテゴリープロット(成分 2 成分 3)

表 4-2-11 不適当なタイミング
カテゴリースコア(成分 2 成分 3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分2	成分3
2H	1.2.2	0.126	0.204
	1.2.3	0.026	0.281
	1.4.1	0.252	0.096
	3.3.2	0.400	0.329
2I	1.2.1	-0.268	-0.159
	3.2.2	-0.197	-0.256
	3.3.1	-0.326	-0.172
2J	1.4.2	-0.049	-0.183
	2.2.3	0.021	-0.201
2K	1.1.1	0.219	-0.242
	5.2.3	0.263	-0.303
	5.3.3	0.054	-0.357
2L	1.1.2	0.422	-0.755
	2.1.1	0.298	-0.880

表 4-2-12 固有値、寄与率、累積寄与率(不適当なタイミング 全カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.581	0.101	0.101
成分2	0.444	0.077	0.177
成分3	0.431	0.075	0.252

表 4-2-13 固有値、寄与率、累積寄与率(不適当なタイミング 共通カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.390	0.178	0.178
成分2	0.361	0.164	0.342
成分3	0.272	0.124	0.466

- ・ [5.1.2] 要素 5 「パフォーマンスに影響する因子」、細目 1 「主観的目標と概念」 2 「競合する目標」

カテゴリーグループ 2G では

- ・ [1.2.6] 要素 1 「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2 「特定の状況における操船」 6 「その他」
- ・ [3.1.4] 要素 3 「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1 「検出」 4 「一点集中」

が同時に抽出された。

船舶交通が輻輳している海域を航行中、操船者が衝突の危険のある船舶とは別の第 3 船にのみ注意を奪われ、その他の船舶との注意すべき状況を認識せず、危険な状態に気付かない場合で、競合する目標が関連している。

② {1.1.1, 5.2.3, 5.3.3}(2B, 2F, 2K)

[1.1.1]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 1「外的なことがら」 1「システム機器による混乱」を、[5.2.3]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」 3「不適切な教育」を、[5.3.3]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3「感情的因子」 3「時間的切迫」示す。

さらにカテゴリーグループ 2B では

- ・ [1.2.6] 要素 1 「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2 「特定の状況における操船」 2 「その他」

カテゴリーグループ 2F では

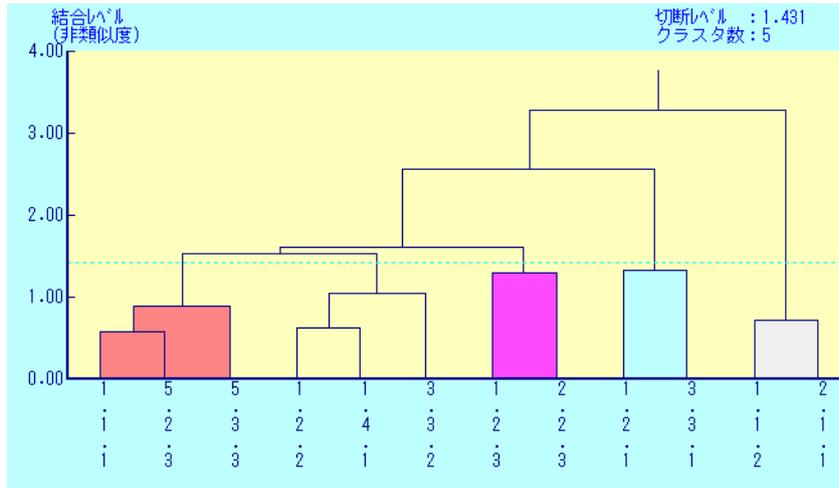


図 4-2-10 デンドログラム(不適当なタイミング)

表 4-2-14 カテゴリーのグループ化(不適当なタイミング)

寄与率<0.466		寄与率<0.252		グループ
結合レベル	共通カテゴリー	その他のカテゴリー	カテゴリーグループ	
0.72	[1.1.2] [2.1.1]	[1.2.4][3.1.4][5.1.2]	2L	①
		[1.2.6][3.1.4]	2A	
			2G	
0.90	[1.1.1][5.2.3] [5.3.3]	[1.2.2][1.2.3][1.2.6] [1.4.1][3.2.1][3.3.2]	2K	②
		[1.2.1][1.2.4][2.2.3] [3.3.2][3.3.1]	2B	
			2F	
10.40	[1.2.2][1.4.1] [3.3.2]	[1.2.3][2.2.1][3.1.1]	2E	③
		[1.2.3]	2H	
1.30	[1.2.3] [2.2.3]	[1.1.1][1.2.2][1.2.6] [1.4.1][3.2.1][3.3.2] [5.2.3][5.3.3]	2B	④
		[1.2.2][1.4.1][2.2.1] [3.1.1][3.3.2]	2F	⑤
1.33	[1.2.1] [3.3.1]	[1.1.1][1.2.4][2.2.3] [3.2.2][5.2.3][5.3.3]	2F	⑥
		[3.2.2]	2I	

・ [1.2.4] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 4「船舶交通の輻輳」

・ [3.2.2] 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 2「確認」 2「過小に反応」

が同時に抽出された。

機器の故障等による操船者の混乱や様々な航行環境がきっかけとして、正しい避航の判断や避航動作を取らずに衝突にいたる場合で、操船者に十分な教育

を実施していないこと、時間的切迫感と関係している。

③ {1.2.2, 1.4.1, 3.3.2}(2E, 2H)

[1.2.2]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 2「視界不良」を、[1.4.1]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 4「非外的なことがら」 1「無意識の行動」を、[3.3.2]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 3「決定」 2「目指す状態の選択」を示す。

さらにカテゴリーグループ 2B では

- ・ [1.2.6] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 6「その他」
- ・ [3.2.1] 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 2「確認」 1「先入観」
カテゴリーグループ 2E、2H では
- ・ [1.2.3]要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 3「夜間」

さらにカテゴリーグループ 2E では

- ・ [2.2.1] 要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」 1「情報を探索・受理しない」
- ・ [3.1.1] 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」 1「見ず、聞かず」

が同時に抽出された。

夜間や視界不良時、操船者のスキルベース行動やルールベース行動が原因で、衝突のおそれを検出しなかったり、また他船が避航すると判断したり、操船者の避航のための針路決定が遅れたり中途半端となる場合である。

④⑤ {1.2.3, 2.2.3}(2B, 2F)

[1.2.3]は要素 1「エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況」 3「夜間」を、[2.2.3]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」 3「仮定によるすり替え」を示す。

さらにカテゴリーグループ 2B では

- ・ [1.2.6] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 2「その他」
- ・ [3.2.1] 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 2「確認」 1「先入観」

が抽出された。

カテゴリーグループ 2F では

- ・ [1.2.4] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 4「船舶交通の輻輳」
- ・ [3.2.2] 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 2「確認」 2「過小に反応」

が同時に抽出された。

様々な航行環境をきっかけとして、操船者が他船を識別し、衝突のおそれに継続して気付いているにもかかわらず、仮定によって情報を処理して正しい避航動作を取らない場合で、時間的な切迫感と関係している。

⑥ {1.2.1, 3.3.1}(2F, 2I)

[1.2.1]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 1「風潮流による圧流」を、 [3.3.1]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 3「決定」 1「方針選択ミス」を示す。

さらにカテゴリーグループ 2F では

- ・ [1.2.4] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」 4「船舶交通の輻輳」

カテゴリーグループ 2F、2I では

- ・ [3.2.2] 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 2「確認」 2「過小に反応」

が同時に抽出された。

風潮流の影響を受けた状況で、操船者が他船との衝突のおそれを確認しても、いずれ衝突のおそれはなくなると先入観で判断したり、大丈夫と判断する場合で、船舶交通の輻輳と関連している。

2.3.2 操船者エラーの特徴

不適当なタイミングによる衝突海難に関して、海難と相関が強いカテゴリーグループを求めた結果、次に示す操船者エラーの特徴を明らかにした。

- (1) 不適当なタイミングによる衝突海難は、注意散漫による衝突海難と同様に操船者の当直モラルに起因する場合もあるが、視界不良、船舶交通の輻輳、機器

の故障といった航行環境の中、操船者の持つ状況認識能力(状況認識:Situation Awareness)では処理できない状況に陥った場合に多く発生している。

- (2) 船舶交通が輻輳している海域を航行中、操船者は衝突の危険のある船舶とは別の第3船にのみ注意を奪われ、その他の船舶との注意すべき状況を認識せず、危険な状態に気付くのが遅れ衝突に至る。 (2A, 2G, 2L)
- (3) 機器の故障等による操船者の混乱や様々な航行環境がきっかけとして、正しい避航の判断や避航動作を取らずに衝突に至る。特に操船者に十分な教育を実施していな場合はその傾向が強い。 (2B, 2F, 2K)
- (4) 夜間や視界不良時、操船者のスキルベース行動やルールベース行動が原因で、衝突のおそれを検出しなかったり、また他船が避航すると判断したり、操船者の避航のための針路決定が遅れたり中途半端となり衝突に至る。 (2E, 2H)
- (5) 様々な航行環境をきっかけとして、操船者は他船を識別し、衝突のおそれに継続して気付いているにもかかわらず、仮定によって情報を処理して正しい避航動作を取らないで衝突に至る。特に時間的な切迫感が強いとその傾向が強まる。 (2B, 2F)
- (6) 風潮流の影響を受けた状況では、操船者が他船との衝突のおそれを確認しても、いずれ衝突のおそれはなくなると先入観で判断したり、大丈夫と判断し衝突に至る。特に船舶交通が輻輳している場合はその傾向が強い。 (2F, 2I)

2.4 その他の行動・作業による衝突海難

2.4.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ

その他の行動・作業による衝突海難のカテゴリープロットを図 4-2-11～図 4-2-13 に示す。また、近接している 3A～3L のカテゴリーグループを抽出し、そのグループのカテゴリースコアを表 4-2-15～表 4-2-17 に、固有値等を表 4-2-18 に示す。表 4-2-15～表 4-2-17 の網掛けで示した共通カテゴリーの累積寄与率は表 4-2-19 に示すとおり 79%となり、共通カテゴリーが衝突海難をよく説明できていることが確認できた。

「その他の行動・作業」の全サンプル数は 29 隻、共通カテゴリーのサンプル数は 26 隻である。

共通カテゴリーのテンドログラムを図 4-2-14 に、カテゴリーグループをクラス

ター分析による共通カテゴリーの結合レベル及び数量化Ⅲ類の累積寄与率の大きさに応じてグループ化したものを表 4-2-20 に示す。各グループの詳細を相関が強い順に以下に記す。

① {2.1.1, 3.1.1}(3E, 3G, 3J)

[2.1.1]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 1「識別」1「慣れによる一点集中」

を、[3.1.1]は 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」1「見ず、聞かず」示す。

さらにカテゴリーグループ 3E では

- ・ [5.2.2] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」、2「並列作業」

が同時に抽出された。

スキルベース行動で他船は存在しないと思いきみ見張りを行わず、その後も注意を払わず衝突に至る場合で、漁ろう等の当直業務とは無関係な作業を平行して実施するといった並列作業と関連している。

② {1.5.1, 2.2.2}(3D)

[1.5.1]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 5.1「分類不能」を、[2.2.2]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」、2「情報の誤った解釈」を示す。なおカテゴリー[1.5.1]を含む事例は 1 件しか発生しておらず、このカテゴリーについてはさらなる事例の収集が必要である。

操船者の特定できないエラーをきっかけとして、接近した他船に気付いても他船の状況を正確に把握できずに衝突に至る場合である。

③ {1.4.1, 2.2.2}(3F)

[1.4.1]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 4「非外的なことから」1「無意識の行動」を、[2.2.2]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」2「情報の誤った解釈」を示す。

さらにカテゴリーグループ 3F では

- ・ [1.2.4] 要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 2「特定の状況における操船」4「船舶交通の輻輳」

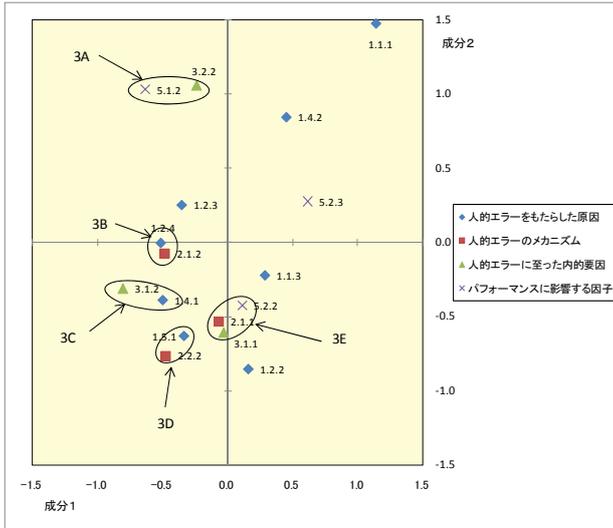


図 4-2-11 その他の行動・作業カテゴリプロット(成分1 成分2)

表 4-2-15 その他の行動・作業
カテゴリースコア(成分1 成分2)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分2
3A	3.2.2	-0.242	1.059
	5.1.2	-0.637	1.028
3B	1.2.4	-0.515	-0.005
	2.1.2	-0.482	-0.075
3C	1.4.1	-0.500	-0.391
	3.1.2	-0.805	-0.315
3D	1.5.1	-0.337	-0.633
	2.2.2	-0.478	-0.764
3E	2.1.1	-0.071	-0.534
	3.1.1	-0.035	-0.612
	5.2.2	0.107	-0.426

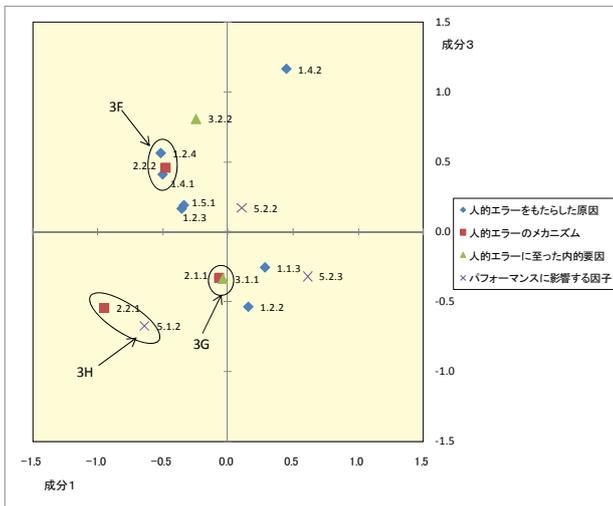


図 4-2-12 その他の行動・作業カテゴリプロット(成分1 成分3)

表 4-2-16 その他の行動・作業
カテゴリースコア(成分1 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分3
3F	1.2.4	-0.515	0.563
	1.4.1	-0.500	0.410
	2.2.2	-0.478	0.458
3G	2.1.1	-0.071	-0.330
	3.1.1	-0.035	-0.334
3H	2.2.1	-0.949	-0.546
	5.1.2	-0.637	-0.672

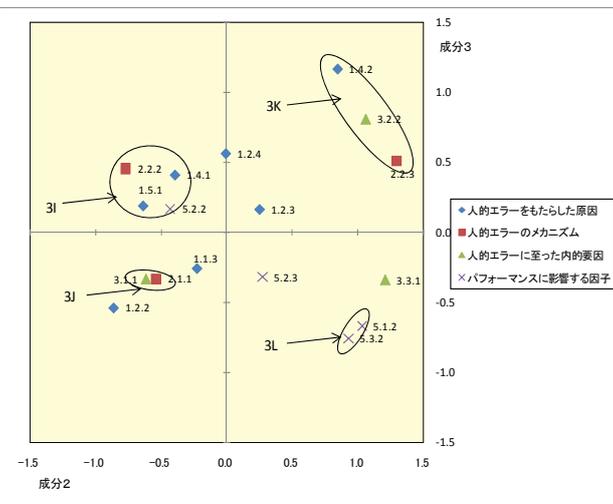


図 4-2-13 その他の行動・作業カテゴリプロット(成分2 成分3)

表 4-2-17 その他の行動・作業
カテゴリースコア(成分2 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分2	成分3
3I	1.4.1	-0.391	0.410
	1.5.1	-0.633	0.190
	2.2.2	-0.764	0.458
	5.2.2	-0.426	0.169
3J	2.1.1	-0.534	-0.330
	3.1.1	-0.612	-0.334
3K	1.4.2	0.844	1.166
	2.2.3	1.297	0.512
	3.2.2	1.059	0.811
3L	3.3.1	1.207	-0.340
	5.1.2	1.028	-0.672
	5.3.2	0.926	-0.759

表 4-2-18 固有値、寄与率、累積寄与率(他の行動作業 全カテゴリ)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.582	0.165	0.165
成分2	0.508	0.159	0.323
成分3	0.379	0.118	0.441

表 4-2-19 固有値、寄与率、累積寄与率(他の行動作業 共通カテゴリ)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.293	0.320	0.320
成分2	0.228	0.249	0.569
成分3	0.201	0.219	0.788

が同時に抽出された。

操船者の無意識的な行動をきっかけとして、接近した他船に気付いても他船の状況を正確に把握できずに衝突に至る場合で、船舶交通の輻輳が関連している。

④ {1.4.1, 1.5.1, 2.2.2}(3I)

[1.4.1]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 4「非外的なことから」1「無意識の行動」を、[1.5.1]は要素 1「操船者エラーをもたらした原因」、細目 5.1「分類不能」を、[2.2.2]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」2「情報の誤った解釈」を示す。

さらにカテゴリグループ 3I では

- ・[5.2.2] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」2「並列作業」

が同時に抽出された。

操船者の無意識的な行動や分類できない行動をきっかけとして、接近した他船に気付いても他船の状況を正確に把握できずに衝突に至る場合で、並列作業と関連している。

2.4.2 操船者エラーの特徴

その他の行動・作業による衝突海難に関して、海難との相関が強いカテゴリグループを求めた結果、次に示す操船者エラーの特徴を明らかにした。

- (1) その他の行動・作業による衝突海難は、操船者が見張りや操船といった他船を避航するために必要な作業以外の行動・作業をしていたために見張りを行わ

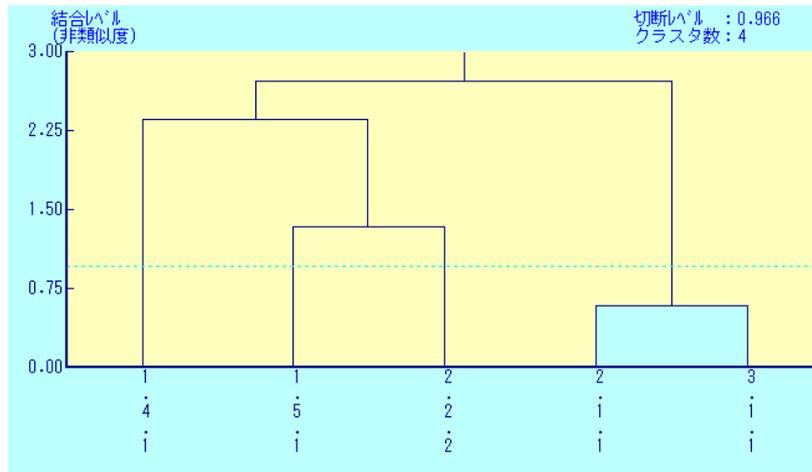


図 4-2-14 デンドログラム(その他の行動・作業)

表 4-2-20 カテゴリーのグループ化(その他の行動・作業)

寄与率<0.778		寄与率<0.441		グループ
結合レベル	共通カテゴリー	その他のカテゴリー	カテゴリーグループ	
0.59	[2.1.1]	[5.2.2]	3G, 3J	①
	[3.1.1]		3E	
1.34	[1.5.1]	[1.2.4]	3D	②
	[2.2.2]			
2.36	[1.4.1]	[5.2.2]	3F	③
	[2.2.2]			
2.36	[1.4.1][1.5.1] [2.2.2]		3I	④

なかつたり、見合い関係の判断を間違え避航動作を取らずに発生している。

- (2) 操船者は見張りや操船といった他船を避航するために必要な作業以外の行動・作業を並列して行っていると、スキルベース行動で衝突のおそれがある他船は存在しないと思見張りを行わないで衝突に至る。(3E, 3G, 3J)
- (3) 操船者は漁ろう等の当直業務とは無関係な作業を平行して行っていると、接近した他船に気付いても他船の状況を正確把握できずに衝突に至る。(3D, 3I)
- (4) 操船者は漁ろう等の当直業務とは無関係な作業を平行して行っていると、無意識的に見張りを行わず、また接近した他船に気付いても他船の状況を正確把握できずに衝突に至る。(3F)

3. 航行環境が操船者エラーに及ぼす影響

これまでの衝突海難の分析で「視界不良」や「夜間」、「船舶交通の輻輳」という要素の航行環境が、操船者のエラー発生過程に影響を及ぼしていることを把握

した。しかし全ての衝突海難を対象とした分析では、海難と相関の強い航行環境とエラーの関係を明確には表現できない。そこで分析対象を視界不良時、夜間及び船舶交通の輻輳している海域で発生した衝突海難に限定し、これらの航行環境が操船者のエラー発生過程に及ぼす影響を分類法による分類結果及び数量化Ⅲ類により分析した⁽⁴⁸⁾。

3.1 航行環境と操船者エラー

3.1.1 分類結果から得られた操船者エラーの特徴

「視界不良」や「夜間」、「船舶交通の輻輳」という航行環境要素は分類法で定義する1.「エラーをもたらした原因(エラーのきっかけ)」、2.「特定の状況における操船」に該当する。そこで分類法を構成する5つの要素の中から、エラーのきっかけを除く4要素の各細目の比率を、全ての衝突海難(以降「全衝突」という)、視界不良時、夜間及び船舶交通の輻輳時の衝突海難に分類し、表4-3-1に示す。1隻の海難に複数の細目が該当する、あるいは該当する細目がない場合もあるため、各要素の細目件数の合計は海難隻数(全衝突288隻、視界不良65隻、夜間157隻、交通輻輳51隻)とは一致しない。

この分類結果から、航行環境と操船者エラー発生過程の各要素における操船者エラーの特徴について次の事項を明らかにした。

(1) 操船者のエラーメカニズム

夜間及び船舶輻輳では、全衝突と同様に他船の行動を臆断する「仮定によるすり替え」及び衝突のおそれがある他船はないものと慣れに基づいて判断し、他船との見合い関係を監視しない「慣れによる一点集中」がほぼ同じ比率で最も多い。続いて、この状況ならば衝突のおそれなしと臆断する「慣れていることへの短絡」といった識別エラーが多い。視界不良時は、他船がやがて避航するだろうと他船行動を臆断する「仮定によるすり替え」の比率が全衝突や夜間、交通輻輳に比べて高くなっている。

(2) 操船者エラーに至った内的要因

夜間では、全衝突と同様に他船との衝突のおそれを検出しない「見ず・聞かず」や他船との衝突のおそれを認識するものの漫然とやり過ごす、あるいは忘れて衝突に至る「方針の選択ミス」が多い。しかし視界不良時は操船者が衝突

のおそれを確認しているものの、確認せず大丈夫と判断する「過小に反応」や避航のための針路決定や操作が間違っている「状態選択ミス」の比率が高くなり、「方針の選択ミス」は低い。一方、船舶輻輳では「方針の選択ミス」が多く、また衝突のおそれがある船舶が複数あるのに1隻に対してのみしか注意を払わない「一点集中」が全衝突、視界不良、夜間に比べて高くなっている。

(3) 外観的エラーモード

全衝突、視界不良時、夜間、船舶輻輳を問わず「注意散漫」、「不適当なタイミング」による事故が多いのは共通しており、特に船舶輻輳では「注意散漫」

表 4-3-1 航行環境に関する分類結果

		分類 記号	全衝突 288隻		視界不良 65隻		夜間 157隻		船舶輻輳 51隻	
操船者のエラーメカニズム細目		2	件	%	件	%	件	%	件	%
識 別	慣れによる一点集中	2.1.1	86	30%	19	29%	47	30%	16	31%
	慣れていることへの短縮	2.1.2	52	18%	15	23%	28	18%	10	20%
	慣れによるやり損ない	2.1.3	3	1%	0	0%	1	1%	0	0%
	慣れているパターン見落とし	2.1.4	7	2%	0	0%	5	3%	2	4%
入力情報の処理	探知・受理しない	2.2.1	33	11%	6	9%	20	13%	6	12%
	誤った解釈	2.2.2	8	3%	2	3%	6	4%	1	2%
	仮定によるすり替え	2.2.3	98	34%	26	40%	50	32%	18	35%
記 憶	孤立行為・機能の忘却	2.3.1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	選択ミス	2.3.2	3	1%	0	0%	2	1%	1	2%
	記憶違い	2.3.3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
操船者エラーに至った内的要因細目		3	件	%	件	%	件	%	件	%
検 出	見ず・聞かず	3.1.1	80	28%	12	18%	40	25%	8	16%
	気づかず	3.1.2	19	7%	6	9%	13	8%	4	8%
	見間違い	3.1.3	10	3%	1	2%	8	5%	4	8%
	一点集中	3.1.4	17	6%	5	8%	10	6%	6	12%
確 認	先入観	3.2.1	11	4%	7	11%	8	5%	1	2%
	過小に反応	3.2.2	49	17%	18	28%	27	17%	8	16%
	誤解	3.2.3	12	4%	2	3%	6	4%	3	6%
決 定	方針選択ミス	3.3.1	70	24%	10	15%	35	22%	13	25%
	状態選択ミス	3.3.2	41	14%	18	28%	23	15%	5	10%
	操作選択ミス	3.3.3	7	2%	1	2%	4	3%	0	0%
行 動	手順不適切	3.4.1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	動作ミス	3.4.2	3	1%	0	0%	2	1%	1	2%
外観的エラーモード細目		4	件	%	件	%	件	%	件	%
避航しなかった	居眠り	4.1.1	7	2%	0	0%	4	3%	0	0%
	見えない	4.1.2	8	3%	1	2%	2	1%	0	0%
	不適当なタイミング	4.1.3	74	26%	17	26%	39	25%	8	16%
	その他の作業・行動	4.1.4	29	10%	2	3%	17	11%	5	10%
	注意散漫	4.1.5	128	44%	32	49%	69	44%	30	59%
	機器故障	4.1.6	3	1%	1	2%	1	1%	0	0%
避航したが誤った	規則理解なし	4.2.1	15	5%	8	12%	7	4%	1	2%
	操縦性能理解なし	4.2.2	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	気象海象理解なし	4.2.3	3	1%	0	0%	2	1%	0	0%
無関係な動作をとった	4.3.1	12	4%	4	6%	8	5%	4	8%	
正常な避航を行ったが失敗した	他船の行動	4.4.1	17	6%	5	8%	10	6%	3	6%
	機器故障	4.4.2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
パフォーマンスに影響する因子細目		5	件	%	件	%	件	%	件	%
主観的目標と概念	過大な要求	5.1.1	2	1%	1	2%	2	1%	0	0%
	競合目標	5.1.2	71	25%	14	22%	45	29%	32	63%
	不適切な作業環境	5.2.1	6	2%	0	0%	2	1%	0	0%
知的負荷設備	並列作業	5.2.2	53	18%	7	11%	28	18%	8	16%
	不適切な教育	5.2.3	43	15%	16	25%	19	12%	9	18%
	不適切な訓練・手引書	5.2.4	5	2%	1	2%	3	2%	2	4%
	その他	5.2.5	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
感情的因子	社会的因子	5.3.1	1	0%	1	2%	1	1%	0	0%
	不十分な負荷	5.3.2	12	4%	0	0%	7	4%	0	0%
	時間的切迫	5.3.3	8	3%	4	6%	2	1%	2	4%
	失敗の恐怖	5.3.4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	その他	5.3.5	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%

が 6 割を占めている。視界不良時は「その他の作業・行動」が低く、「規則理解なし」が高くなる傾向がある。

(4) パフォーマンスに影響する因子

全衝突、視界不良、夜間、船舶輻輳ともに「競合目標」の存在が最も大きく、特に、船舶輻輳では 6 割以上を占めている。視界不良時は「不適切な教育」も重要な因子となっている

以上のように、構築した分類法による分析により、エラー発生過程の構成要素ごとの特徴を把握することができる。しかし衝突海難はエラーの連鎖と複合で発生していることから、海難防止策を検討するには各要素間のつながりを解明する必要がある。そこで「視界不良」、「夜間」及び「船舶交通の輻輳」が操船者の情報処理システムにどのように関与して衝突海難が発生したのか、外部環境要素も含めてエラー発生過程の構成要素の関連を数量化Ⅲ類により分析した。

3.2 視界不良時の衝突海難

3.2.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ

視界不良時における衝突海難のカテゴリープロットを図 4-3-1～図 4-3-3 に示す。また、近接している 4A～4N のカテゴリーグループを抽出し、そのグループのカテゴリースコアを表 4-3-2～表 4-3-4 に、固有値等を表 4-3-5 に示す。表 4-3-2～表 4-3-4 の網掛けで示した共通カテゴリーの累積寄与率は表 4-3-6 に示すとおり 59%となり、共通カテゴリーが衝突海難をよく説明できていることが確認できた。「視界不良」の全サンプル数 65 隻、共通カテゴリーのサンプル数は 55 隻である。

共通カテゴリーのテンドログラムを図 4-3-4 に、カテゴリーグループをクラスター分析による共通カテゴリーの結合レベル及び数量化Ⅲ類の累積寄与率の大きさに応じてグループ化したものを表 4-3-7 に示す。各グループの詳細を相関が強い順に以下に記す。

① {3.3.3, 5.1.1}(4D, 4J, 4N)

[3.3.1]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 3「決定」、3「操作選択ミス」を[5.1.1]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 1「主

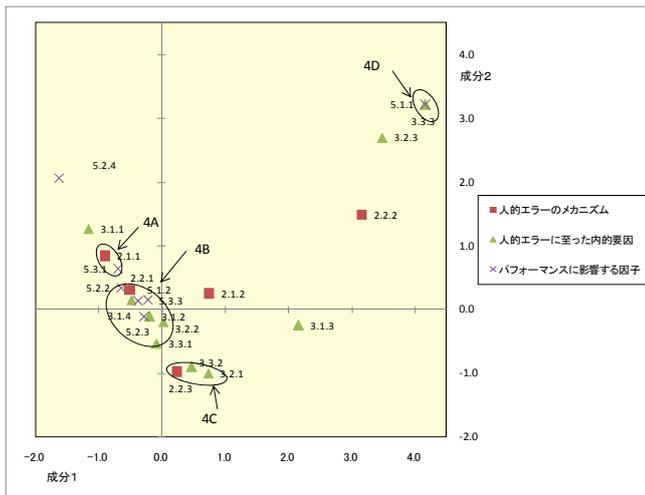


図 4-3-1 視界不良カテゴリープロット(成分1 成分2)

表 4-3-2 視界不良カテゴリー
スコア(成分1 成分2)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分2
4A	2.1.1	-0.895	0.841
	5.3.1	-0.683	0.636
4B	2.2.1	-0.502	0.299
	3.1.2	-0.189	-0.109
	3.1.4	-0.477	0.151
	3.2.2	0.030	-0.188
	5.1.2	-0.373	0.138
	5.2.2	-0.641	0.337
	5.2.3	-0.280	-0.112
4C	5.3.3	-0.209	0.154
	2.2.3	0.241	-0.974
4D	3.2.1	0.731	-0.999
	3.3.2	0.474	-0.900
4D	3.3.3	4.165	3.213
	5.1.1	4.165	3.213

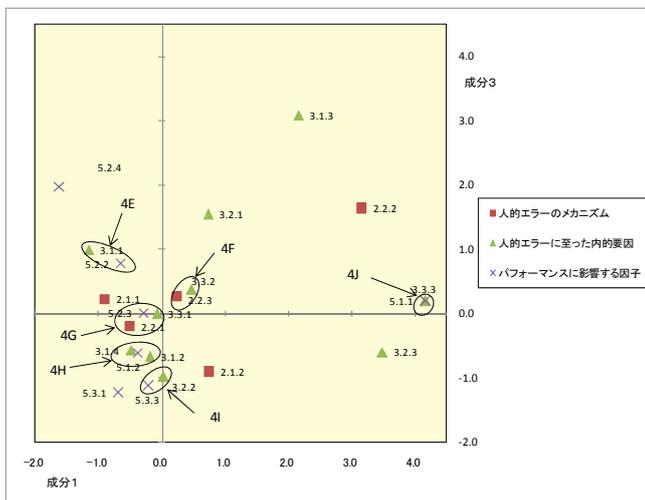


図 4-3-2 視界不良カテゴリープロット(成分1 成分3)

表 4-3-3 視界不良カテゴリー
スコア(成分1 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分3
4E	3.1.1	-1.156	0.993
	5.2.2	-0.641	0.773
4F	2.2.3	0.241	0.264
	3.3.2	0.474	0.378
4G	2.2.1	-0.502	-0.198
	3.3.1	-0.077	-0.005
4H	5.2.3	-0.280	0.004
	3.1.2	-0.189	-0.672
4I	3.1.4	-0.477	-0.571
	5.1.2	-0.373	-0.618
4J	3.2.2	0.030	-0.978
	5.3.3	-0.209	-1.119
4J	3.3.3	4.165	0.195
	5.1.1	4.165	0.195

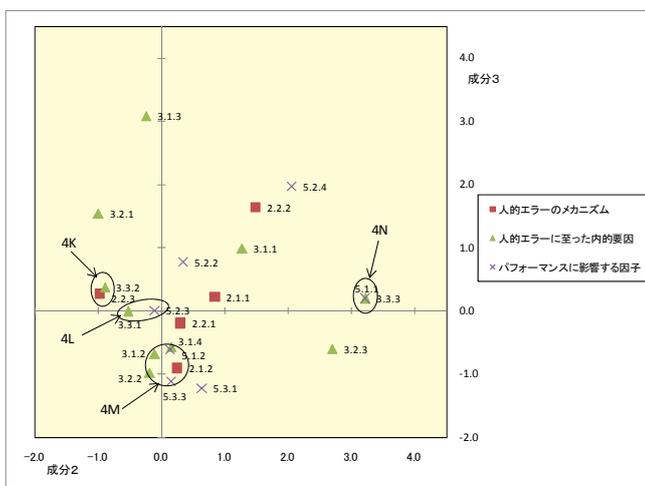


図 4-3-3 視界不良カテゴリープロット(成分2 成分3)

表 4-3-4 視界不良カテゴリー
スコア(成分2 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分2	成分3
4K	2.2.3	-0.974	0.264
	3.3.2	-0.900	0.378
4L	3.3.1	-0.532	-0.005
	5.2.3	-0.112	0.004
4M	2.1.2	0.251	-0.903
	3.1.2	-0.109	-0.672
	3.1.4	0.151	-0.571
	3.2.2	-0.188	-0.978
	5.1.2	0.138	-0.618
	5.3.3	0.154	-1.119
4N	3.3.3	3.213	0.195
	5.1.1	3.213	0.195

表 4-3-5 固有値、寄与率、累積寄与率(視界不良 全カテゴリ)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.755	0.134	0.134
成分2	0.676	0.12	0.253
成分3	0.539	0.095	0.349

表 4-3-6 固有値、寄与率、累積寄与率(視界不良 共通カテゴリ)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	1.000	0.276	0.276
成分2	0.640	0.177	0.453
成分3	0.499	0.138	0.591

観的目標と概念」、1「過大な要求」を示す。

操船者の能力を超えた過大な業務を要求された場合、適切な操船方法を選択できなくなる状態。この事例は1例しか発生していないので、さらなる検証が必要である。

② {2.2.3, 3.3.2}(4C, 4F, 4K)

[2.2.3]は要素2「操船者のエラーメカニズム」、細目2「入力情報の処理」、3「仮定によるすり替え」を、[3.3.2]は要素3「操船者エラーに至った内的要因」、細目3「決定」、2「状態選択ミス」を示す。

さらにカテゴリーグループ4Cでは

- ・[3.2.1] 要素3「操船者エラーに至った内的要因」、細目2「確認」、1「先入観」

が同時に抽出された。

操船者が他船情報をレーダ等で入手し、衝突のおそれのある他船に気付いているにもかかわらず、他船が変針するだろうと推測し、避航のための針路決定が遅れる、あるいは避航措置が中途半端になる状態。この状態は全衝突海難を対象とした分析でも抽出された(以降全衝突海難でも抽出されたカテゴリーグループは「共通」の表記を追記する)。視界不良時は、他船がいずれ変針して衝突のおそれが発生すると先入観で反応し、避航のための針路を誤って選択する状態も抽出された。このグループは操船者のパフォーマンスに影響を与える因子から離れた位置にプロットされており、視界不良時は操船者が他船の衝突のおそれに気付いた場合、他の作業や時間的切迫、輻輳海域の航行(競合目標の存在)といった操船者の情報処理能力に影響を及ぼすような追加の因子がな

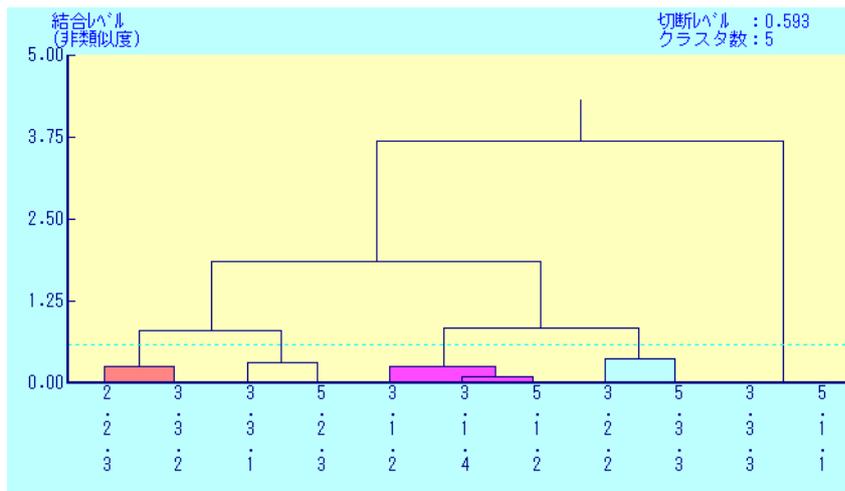


図 4-3-4 テンドログラム(視界不良)

表 4-3-7 カテゴリーのグループ化(視界不良)

寄与率<0.591		寄与率<0.349		グループ
結合 レベル	共通 カテゴリー	その他の カテゴリー	カテゴリー グループ	
0.00	[3.3.3] [5.1.1]		4D, 4J, 4N	①
0.26	[2.2.3] [3.3.2]	[3.2.1]	4F, 4K 4C	②
0.27	[3.1.2][3.1.4] [5.1.2]	[2.2.1][3.1.4][3.2.2] [5.2.2][5.2.3][5.3.3] [2.1.2][3.2.2][5.3.3]	4H 4B 4M	③
0.31	[3.3.1] [5.2.3]	[2.2.1]	4L 4G	④
0.38	[3.2.2] [5.3.3]	[2.1.2][3.1.2] [3.1.4][5.1.2]	4I 4M	⑤

くても、他船の行動を憶測する、あるいは先入観で判断する傾向がある。

③ {3.1.2, 3.1.4, 5.1.2}(4B, 4H, 4M)

[3.1.2] は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」 2「気付かず」を、[3.1.4]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」 4「一点集中」を、[5.1.2]は 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 1「主観的目標と概念」 2「競合目標」示す。

さらにカテゴリーグループ 4B では

- ・ [2.2.1]要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」、1「探知・受理しない」
- ・ [5.2.2] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」、

2「並列作業」

が同時に抽出された。

カテゴリーグループ 4M では

- ・[2.1.2]要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 1「識別」、2「慣れていることへの短縮」

が同時に抽出された。

操船者が周囲に衝突のおそれが発生する複数の船舶を識別しているにもかかわらず、他船の動静に対する注意力が不十分で、衝突のおそれがある 1 隻にのみ注意している状態(共通)。視界不良時に競合目標の存在する海域を航行する場合は、操船者が他船との衝突のおそれを検出・確認しない場合も抽出された。さらに他の作業、時間的切迫との相関が強く、船位の確認等の見張り以外の作業を実施、あるいは定時運航といった時間的切迫感を受けると、操船者の注意は一点に集中する傾向が強くなる。

④ {3.3.1, 5.2.3}(4G, 4L)

[3.3.1]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 3「決定」、1「方針選択ミス」を、[5.2.3]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」、3「不適切な教育」を示す。

さらにカテゴリーグループ 4G では

- ・[2.2.1]要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」、1「探知・受理しない」

が同時に抽出された。

操船者は見合い関係が発生する他船を識別しているが、注意力不足で衝突のおそれに気付かず、あるいは気付いても大丈夫と判断する状態。レーダ ARPA による他船動向の確認を徹底するといった視界不良時の当直に関する当直者への教育不足がその要因となっている。

⑤ {3.2.2, 5.3.3}(4I, 4M)

[3.2.2]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 2「確認」、2「過小に反応」を、[5.3.3]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3「感情的因子」、3「時間的切迫」を示す。

さらにカテゴリーグループ 4M では

- ・ [2.1.2]要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 1「識別」、2「慣れていることへの短縮」
- ・ [3.1.2] 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」 2「気付かず」

が同時に抽出された。

注意して見極めるべき状況であるにもかかわらず、操船者が慣れに基づいて判断し、他船との衝突のおそれを検出・確認しない、あるいは確認せずに大丈夫と判断する状態(共通)。視界不良時は定時運航といった時間的な切迫感がその要因となっている。

3.2.2 操船者エラーの特徴

視界不良時における衝突海難に関して、エラー発生過程の要素ごとの分析及び海難との相関の特にカテゴリーの組み合わせを求めた結果、次に示す操船者エラーの特徴を明らかにした。

- (1) エラー発生過程の要素ごとの分析により、視界不良時は最終的な海難原因として「注意散漫」及び「不適当なタイミング」が 7 割以上となっている。
- (2) 視界不良時は他船がやがて避航するだろうと他船行動を臆断する場合は全衝突や夜間、交通輻輳に比べて高い。また「海上交通法規に対する理解不足、違反等」も全衝突の 2 倍以上の発生率となっている。
- (3) 視界不良時は操船者が見合い関係の発生する他船に気付いているものの、確認せず大丈夫と判断したり、衝突のおそれを確認した後の避航のための針路決定や操作を間違える傾向が強い。
- (4) 視界不良時、操船者は衝突のおそれを確認しても他船の動向を臆断し、他船のみの避航や衝突回避のための他船の協力動作を期待して、避航が遅れたり、避航の針路が不適切であったり、あるいは中途半端な避航動作となる。
(4C, 4F, 4K)
- (5) 視界不良時、見張り以外の作業を平行して実施したり時間的切迫感を受けると、操船者は見合い関係のある複数の船舶を識別していても、その内の 1 隻にのみ注意が集中する、あるいは衝突のおそれを検出しない。 (4B, 4H, 4M)
- (6) 視界不良時の当直に関する教育が不足したり時間的切迫感を受ける場合、ま

た輻輳海域を航行している場合、操船者は見合い関係の発生する他船に気付いてもその動向を十分確認せずに、衝突のおそれを検出・確認しない、あるいは衝突のおそれを確認しても他船の動向を臆断し、十分確認せずに衝突の危険はないと判断してしたり、漫然とやり過ごして避航しない。(4G, 4I, 4M)

- (7) 操船者が見合い関係の発生する他船を識別しても衝突のおそれを検出・確認しない、あるいは衝突のおそれを確認しても他船行動を臆断して他船が避航すると判断したり、自船が避航しなくても衝突の危険はないと判断するのは、操船者の「慣れ」によるものではなく、視界が制限され他船情報が不足していることが影響していると考えられる。(4B)

3.3 夜間の衝突海難

3.3.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ

夜間における衝突海難のカテゴリープロットを図 4-3-5～図 4-3-7 に示す。また、近接している 5A～5N のカテゴリーグループを抽出し、そのグループのカテゴリースコアを表 4-3-8～表 4-3-10 に、固有値等を表 4-3-11 に示す。表 4-3-8～表 4-3-10 の網掛けで示した共通カテゴリーの累積寄与率は表 4-3-12 に示すとおり 66%となり、共通カテゴリーが衝突海難をよく説明できていることが確認できた。

「夜間」の全サンプル数 157 隻、共通カテゴリーのサンプル数は 94 隻である。

共通カテゴリーのテンドログラムを図 4-3-8 に、カテゴリーグループをクラスター分析による共通カテゴリーの結合レベル及び数量化Ⅲ類の累積寄与率の大きさに応じてグループ化したものを表 4-3-13 に示す。各グループの詳細を相関が強い順に以下に記す。

① {2.1.1, 5.2.1}(5C, 5L)

[2.1.1]は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 1「識別」、1「慣れによる一点集中」、[5.2.1]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」、1「不適切な作業環境」を示す。

さらにカテゴリーグループ 5A では

- ・ [3.1.1]要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」、1「見ず・聞かず」

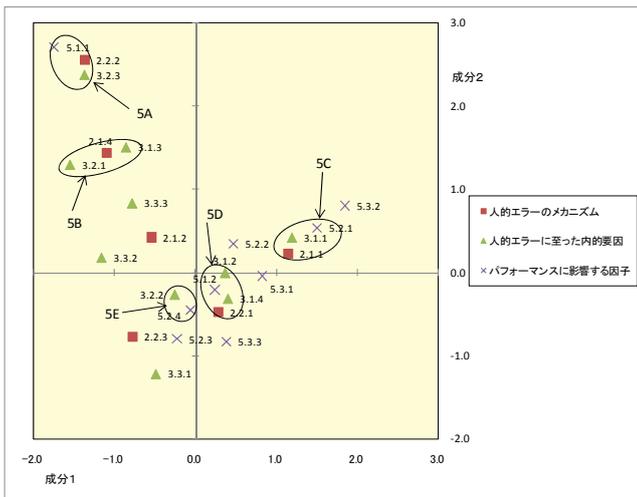


図 4-3-5 夜間カテゴリープロット(成分1 成分2)

表 4-3-8 夜間カテゴリースコア
(成分1 成分2)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分2
5A	2.2.2	-1.370	2.554
	3.2.3	-1.367	2.378
	5.1.1	-1.742	2.706
5B	2.1.4	-1.100	1.435
	3.1.3	-0.855	1.508
	3.2.1	-1.545	1.298
5C	2.1.1	1.140	0.228
	3.1.1	1.191	0.424
	5.2.1	1.505	0.538
5D	2.2.1	0.277	-0.479
	3.1.2	0.367	0.000
	3.1.4	0.402	-0.309
5E	5.1.2	0.241	-0.206
	3.2.2	-0.254	-0.260
	5.2.4	-0.058	-0.447

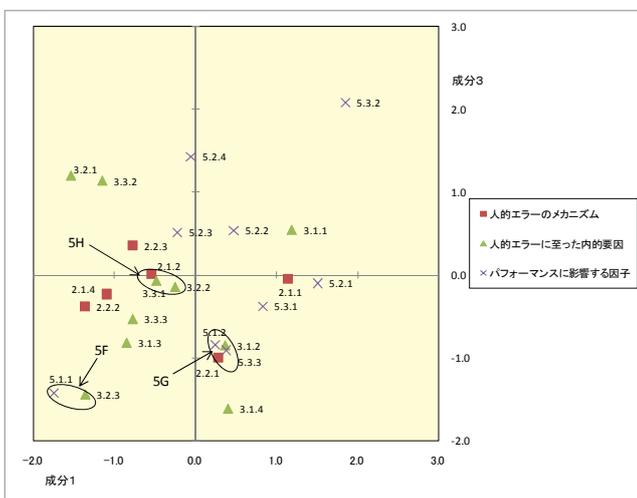


図 4-3-6 夜間カテゴリープロット(成分1 成分3)

表 4-3-9 夜間カテゴリースコア
(成分1 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分3
5F	3.2.3	-1.367	-1.443
	5.1.1	-1.742	-1.415
5G	2.2.1	0.277	-0.996
	3.1.2	0.367	-0.849
	5.1.2	0.241	-0.837
	5.3.3	0.379	-0.901
5H	2.1.2	-0.549	0.010
	3.2.2	-0.254	-0.145
	3.3.1	-0.487	-0.070

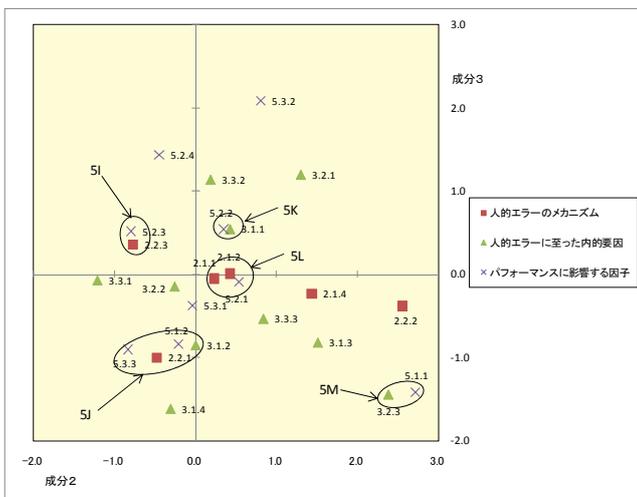


図 4-3-7 夜間カテゴリープロット(成分2 成分3)

表 4-3-10 夜間カテゴリースコア
(成分2 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分2	成分3
5I	2.2.3	-0.771	0.353
	5.2.3	-0.796	0.518
5J	2.2.1	-0.479	-0.996
	3.1.2	0.000	-0.849
	5.1.2	-0.206	-0.837
	5.3.3	0.379	-0.901
5K	3.1.1	0.424	0.545
	5.2.2	0.346	0.542
5L	2.1.1	0.228	-0.050
	2.1.2	0.423	0.010
	5.2.1	0.538	-0.094
5M	3.2.3	2.378	-1.443
	5.1.1	2.706	-1.415

表 4-3-11 固有値、寄与率、累積寄与率(夜間 全カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.691	0.096	0.096
成分2	0.594	0.082	0.178
成分3	0.508	0.07	0.249

表 4-3-12 固有値、寄与率、累積寄与率(夜間 共通カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.864	0.264	0.264
成分2	0.699	0.214	0.478
成分3	0.581	0.177	0.655

カテゴリーグループ 5L では

- ・ [2.1.2] 要素 2 「操船者のエラーメカニズム」、細目 1 「識別」、2 「慣れていることへの短縮」

が同時に抽出された。

操船者が他船を識別する際に、衝突するおそれのある船舶はいないものと慣れに基づいて行動して見張りを怠り、他船との衝突のおそれを検出しない状態(共通)。あるいは衝突のおそれのある他船を確認せずに危険はないと判断する場合。事例は少ないものの(2 件)、夜間は船橋内の照明や作業灯による見張りの妨げ等の不適切な作業環境がその要因となっている。

② {2.2.1, 3.1.2, 5.1.2}(5D, 5G, 5J)

[2.2.1]は要素 2 「操船者のエラーメカニズム」、細目 2 「入力情報の処理」、1 「探知・受理しない」、[5.1.2]は要素 5 「パフォーマンスに影響する因子」、細目 1 「主観的目標と概念」、2 「競合目標」を示す

さらにカテゴリーグループ 5D では

- ・ [3.1.4]要素 3 「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1 「検出」、4 「一点集中」

カテゴリーグループ 5G 及び 5J では

- ・ [5.3.3] 要素 5 「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3 「感情的因子」、3 「時間的切迫」

が同時に抽出された。

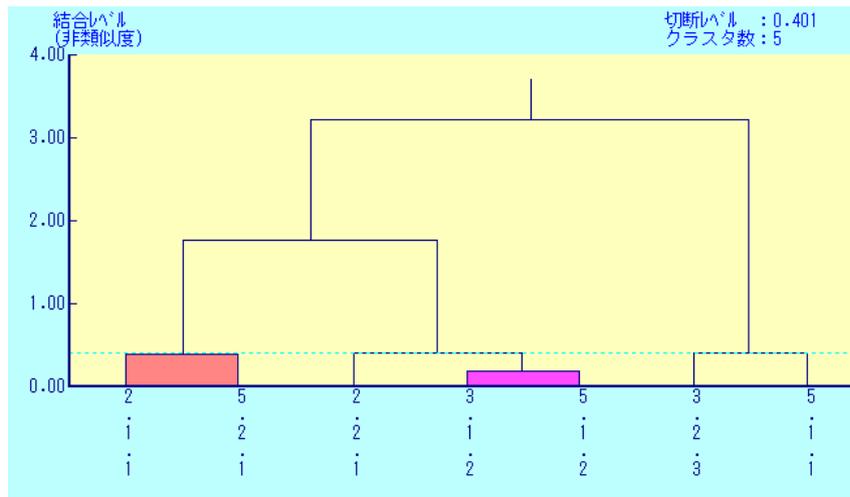


図 4-3-8 デンドログラム(夜間)

表 4-3-13 カテゴリーのグループ化(夜間)

寄与率<0.655		寄与率<0.249		グループ
結合レベル	共通カテゴリー	その他のカテゴリー	カテゴリーグループ	
0.40	[2.1.1]	[3.1.1]	5C	①
	[5.2.1]	[2.1.2]	5L	
0.41	[2.2.1][3.1.2]	[3.1.4]	5D	②
	[5.1.2]	[5.3.3]	5G, 5J	
0.41	[3.2.3]		5F, 5M	③
	[5.1.1]	[2.2.2]	5A	

操船者が見合い関係の発生する他船に気付いているものの、競合目標や時間的切迫感により注意力不足となり危険を認識できず、衝突のおそれを検出・確認しない状態。

③ {3.2.3, 5.1.1}(5A, 5F, 5M)

[3.2.3]は要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 2「確認」、3「誤解」を、[5.1.1]は要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 1「主観的目標と概念」、1「過大な要求」を示す。

さらにカテゴリーグループ 5A では

- ・ [2.2.2]要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」、2「誤った解釈」

が同時に抽出された。

操船者は衝突のおそれを確認するものの、他船が既に避航したと誤解する状態。操船者の業務量過大が関連している。

3.3.2 操船者エラーの特徴

夜間における衝突海難に関して、エラー発生過程の要素ごとの分析及び抽出したカテゴリーグループの分析から次に示す操船者エラーの特徴を明らかにした。

()内に関係するカテゴリーグループを記号で示す。

- (1) エラー発生過程の要素ごとの分析により、夜間においても最終的な海難原因として「注意散漫」及び「不適切なタイミング」で7割の海難が発生している。
- (2) 夜間は他船の行動を臆断して衝突のおそれはないと判断したり、衝突のおそれがある他船はないものと慣れに基づいて判断し、他船との見合い関係を監視しない場合がほぼ同じ比率で最も多い。
- (3) 夜間は他船を認識していても衝突のおそれを検出しなかったり、他船との衝突のおそれを認識するものの漫然とやり過ごす、あるいは忘れて衝突に至る場合が多い。
- (4) 夜間、見張り以外の作業を平行して実施した場合、操船者は見合い関係のある船舶の動向を誤解する、あるいは見合い関係のある他船に気付いても衝突のおそれを検出しようとしなない。 (5A, 5F, 5M, 5K)
- (5) 夜間、操船者は慣れに基づいて行動して、見張りを怠り衝突のおそれを検出・確認しない、あるいは見合い関係が発生する他船を識別しているが、過去の経験から他船行動を不必要に予想し、他船の行動を勘違いする、あるいは他船行動を先入観で判断する。 (5B, 5C, 5H)
- (6) 夜間当直の経験が不足していたり時間的切迫感がある場合、また輻輳海域を航行している場合、操船者は見合い関係の発生する他船に気付いても確認せずに大丈夫と判断したり、衝突のおそれを検出・確認しない。 (5D, 5E, 5G, 5J)
- (7) 夜間の当直に関する教育が不足している場合、操船者は衝突のおそれのある船舶に気付いても他船行動を臆断し正しい避航動作を取らない。 (5I)
- (8) 船橋内の照明や作業灯による見張りの妨げといった不適切な作業環境となった場合、操船者は衝突のおそれのある船舶はいない判断したり、衝突のおそれのある他船に気付いても確認せずに危険はないと判断する。 (5L)

3.4 船舶輻輳時の衝突海難

3.4.1 カテゴリープロットとカテゴリーグループ

船舶輻輳時における衝突海難のカテゴリープロットを図 4-3-9～図 4-3-11 に示す。また、近接している 6A～6H のカテゴリーグループを抽出し、そのグループのカテゴリースコアを表 4-3-14～表 4-3-16 に、固有値等を表 4-3-17 に示す。表 4-3-14～表 4-3-16 の網掛けで示した共通カテゴリーの累積寄与率は表 4-3-18 に示すとおり 100%となり、共通カテゴリーが衝突海難をよく説明できていることが確認できた。「船舶輻輳」の全サンプル数 51 隻、共通カテゴリーのサンプル数は 28 隻である。

共通カテゴリーのテンドログラムを図 4-3-12 に、カテゴリーグループをクラスター分析による共通カテゴリーの結合レベル及び数量化Ⅲ類の累積寄与率の大きさに応じてグループ化したものを表 4-3-19 に示す。各グループの詳細を相関が強い順に以下に記す。

① {2.2.1, 3.1.4}(6B, 6C, 6F)

{2.2.1}は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」、1「探知・受理しない」を、{3.1.4}は 要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 1「検出」、4「一点集中」を示す。

さらにカテゴリーグループ 6B では

- ・ [5.3.3] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 3「感情的因子」、3「時間的切迫」

カテゴリーグループ 6C では

- ・ [5.2.2] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」、2「並列作業」

が同時に抽出された。

注意力が不足して他船の動静を識別せず、さらに衝突のおそれが複数発生してもその内の 1 隻に対してしか衝突のおそれを確認しない場合で、時間的切迫感や並列作業と関連している。

② {2.2.3, 3.3.1}(6A, 6E, 6H)

{2.2.3}は要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 2「入力情報の処理」、3「仮定によるすり替え」を、{3.3.1}は 要素 3「操船者エラーに至った内的要

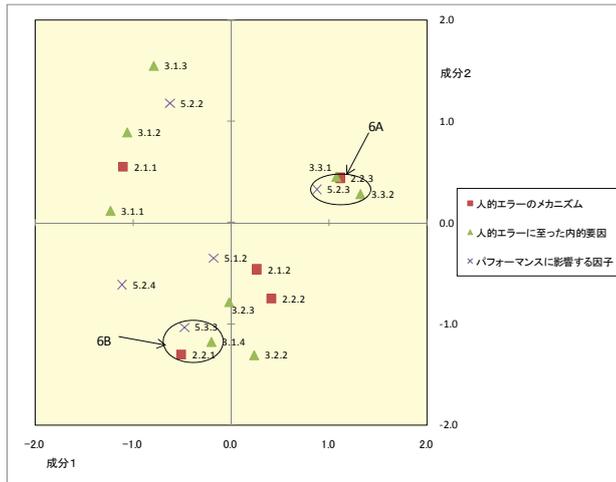


図 4-3-9 船舶輻輳カテゴリープロット(成分1 成分2)

表 4-3-14 船舶輻輳カテゴリースコア(成分1 成分2)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分2
6A	2.2.3	1.109	0.444
	3.3.1	1.073	0.456
	3.3.2	1.319	0.285
	5.2.3	0.868	0.332
6B	2.2.1	-0.507	-1.300
	3.1.4	-0.203	-1.175
	5.3.3	-0.480	-1.029

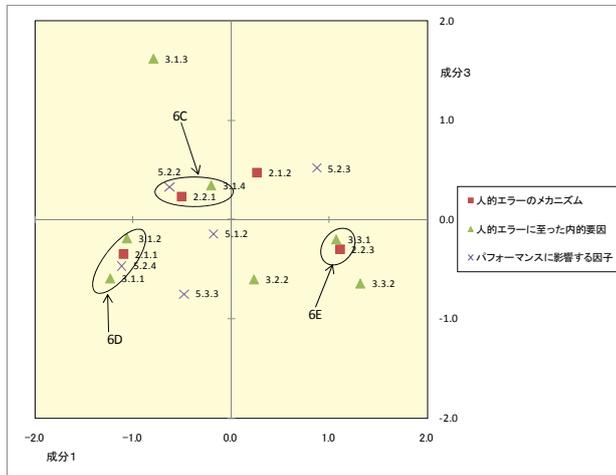


図 4-3-10 船舶輻輳カテゴリープロット(成分1 成分3)

表 4-3-15 船舶輻輳カテゴリースコア(成分1 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分1	成分3
6C	2.2.1	-0.507	-1.300
	3.1.4	-0.203	-1.175
	5.2.2	-0.628	1.178
6D	2.1.1	-1.101	0.551
	3.1.1	-1.234	0.119
	3.1.2	-1.063	0.894
	5.2.4	-1.114	-0.609
6E	2.2.3	1.109	0.444
	3.3.1	1.073	0.456

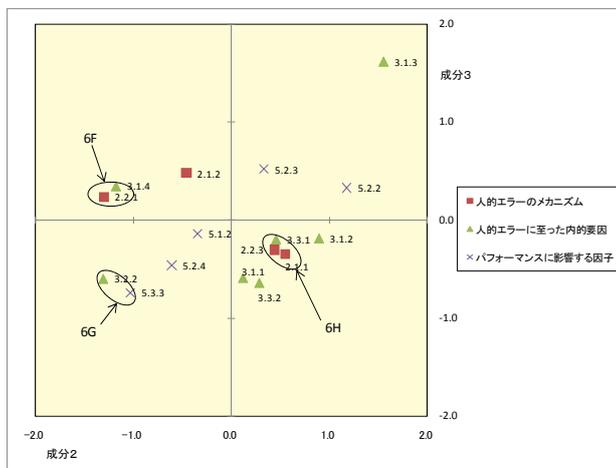


図 4-3-11 船舶輻輳カテゴリープロット(成分2 成分3)

表 4-3-16 船舶輻輳カテゴリースコア(成分2 成分3)

カテゴリーグループ	カテゴリー	成分2	成分3
6F	2.2.1	-0.507	-1.300
	3.1.4	-0.203	-1.175
6G	3.2.2	0.234	-1.306
	5.3.3	-0.480	-1.029
6H	2.1.1	-1.101	0.551
	2.2.3	1.109	0.444
	3.3.1	1.073	0.456

表 4-3-17 固有値、寄与率、累積寄与率(船舶輻輳 全カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.654	0.147	0.147
成分2	0.515	0.116	0.263
成分3	0.446	0.1	0.363

表 4-3-18 固有値、寄与率、累積寄与率(船舶輻輳 全カテゴリー)

成分	固有値	寄与率	累積寄与率
成分1	0.932	0.569	0.569
成分2	0.436	0.266	0.835
成分3	0.270	0.165	1.000

因)、細目 3「決定」、1「方針選択ミス」を示す。

さらにカテゴリーグループ 6A では

- ・ [3.3.2]要素 3「操船者エラーに至った内的要因」、細目 3「決定」、細目 2「状態選択ミス」
- ・ [5.2.3] 要素 5「パフォーマンスに影響する因子」、細目 2「知的負荷設備」、3「不適切な教育」

カテゴリーグループ 6H では

- ・ [2.1.1]要素 2「操船者のエラーメカニズム」、細目 1「識別」、1「慣れによる一点集中」

が同時に抽出された。

操船者が他船を識別し、衝突のおそれに継続して気付いているにもかかわらず、記憶や当て推量といった仮定によって情報を処理して正しい行動を取らず“いつものようにいずれ他船が避航するだろう”あるいは“自船が避航したからいずれ衝突のおそれはなくなるだろう”といったルールベースの行動を取り、漫然とやり過ごしたり、忘れて衝突に至る場合である。船舶輻輳時の操船に関する教育の不足と関連している。

3.4.2 操船者エラーの特徴

船舶輻輳時における衝突海難に関して、エラー発生過程の要素ごとの分析及び抽出したカテゴリーグループの分析から、次に示す操船者エラーの特徴を明らかにした。()内に関係するカテゴリーグループを記号で示す。

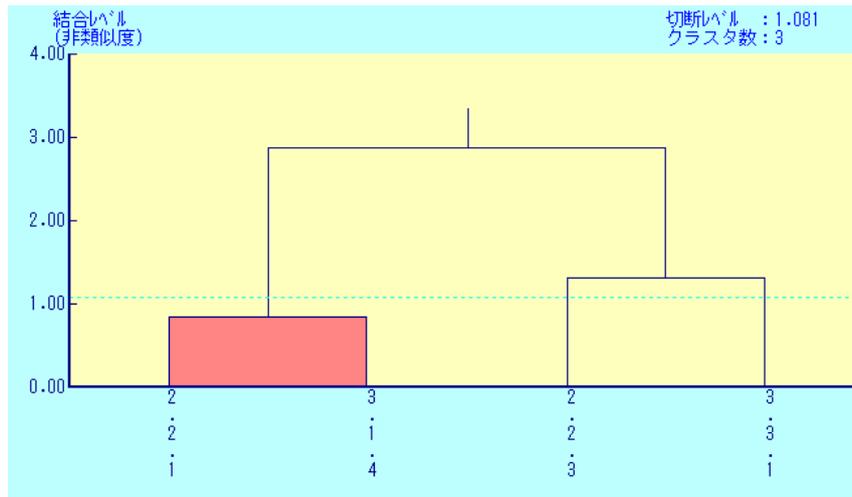


図 4-3-12 デンドログラム(船舶輻輳)

表 4-3-19 カテゴリーのグループ化(船舶輻輳)

寄与率<1.000		寄与率<0.363		グループ
結合レベル	共通カテゴリー	その他のカテゴリー	カテゴリーグループ	
0.85	[2.2.1] [3.1.4]		6F	①
			6B	
		[5.3.3] [5.2.2]	6C	
1.32	[2.2.3] [3.3.1]		6E	②
		[3.3.2][5.2.3]	6A	
		[2.1.1]	6H	

- (1) エラー発生過程の要素ごとの分析により、船舶輻輳時においても最終的な海難原因として「注意散漫」及び「不適当なタイミング」で7割以上の海難が発生している。特に船舶輻輳時には「注意散漫」が6割を占めている。
- (2) 船舶輻輳時は衝突のおそれを確認しても漫然と大丈夫と判断するケースが多く、また衝突のおそれがある船舶が複数あるのに1隻に対してのみ注意を払っている場合も全衝突、視界不良、夜間に比べて高い。
- (3) 操船者の経験が不足している場合、船舶輻輳海域では他船の視認状況やレーダ APRA の情報を読み間違えて他船の動向を判断したり、注意力不足となり衝突のおそれ気付かない。(6A, 6D, 6E)
- (4) 時間的切迫感や並列作業を行っている場合と注意力が不足して他船の動静を識別せず、さらに衝突のおそれが複数発生してもその内の1隻に対してしか衝突のおそれを確認しない、また衝突のおそれを確認しないで衝突の可能性はないと判断する。(6B, 6C, 6F, 6G)

- (5) 船舶が輻轉していても、衝突のおそれが発生する他船はいないと思い込んで見張りを行わない場合がある。 (6H)
- (6) 他船の動静を確認しても他船の変針を期待したり、その後接近し衝突のおそれを確認するが大丈夫と判断し、避航のための動作が間違ったり、中途半端、遅れたりする。 (6H)

4. 操船者の避航行動の特徴

ここまでの分析で衝突海難における操船者エラーの特徴を明らかにした。これらの操船者エラーは避航行動の各ステップで発生している。操船者は避航行動の各ステップを進んで最終的に適切な避航法を実行する、あるいは実行しなといった行動をとっていることから、効果的な衝突海難防止策を考察するには、操船者の避航行動に基づく分析も必要である。そこで避航行動の各ステップで発生する操船者エラーのパターンとその特徴を調査し、さらに衝突に至らない実操船での避航行動と比較を行った。

4.1 衝突海難における避航行動の特徴

避航行動は第3章5で構築した操船者の避航行動モデルに示すとおり、各ステップでの成功と失敗の繰り返しである。一つのステップで成功していても、次のステップで失敗すれば衝突海難へと発展する可能性が生ずるし、逆に失敗のステップを進んでいても、他船が接近して動静を把握し、以降成功のステップを進む場合もある。そこで避航行動モデルに基づいて操船者の行動をイベントとしてとらえ、成功と失敗のツリーの形で表現し、衝突海難データベースから各イベントの発生割合、イベントの結合状況を分析し操船者の避航行動の特徴を調査した。

衝突海難におけるツリーのトップイベントはモデルと同様に「適切な避航法を実行する」及び「適切な避航法を実行する」である。適切な避航法を実行したのに衝突海難に至ったのは「他船の行動(分類記号[4.4.1])及び「機器の故障[4.4.2]」によるものである。他船を認識し避航に失敗するまでの一連の避航行動をツリーにしたものを図4-4-1に示す。避航行動の各ステップをイベントとして四角で囲み、イベントの発生隻数と288隻を100とした発生割合をパーセントで記入した。網掛けのイベントは失敗を、網掛けではないイベントは成功を示している。また

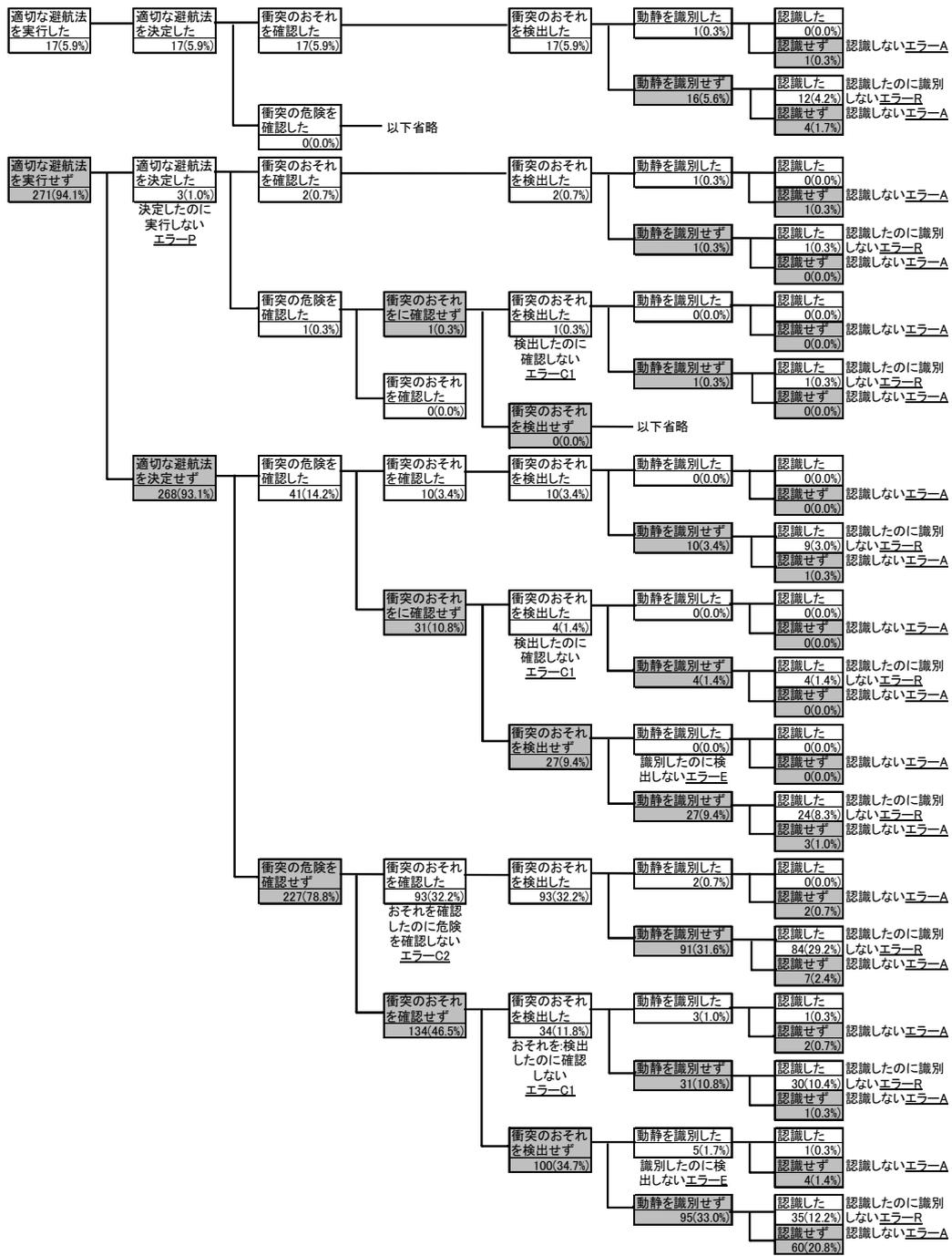


図 4-4-1 衝突海難における操船者の避航行動ツリー

避航行動の各ステップで発生した操船者エラーの種類をイベントの下、または右に記号で表示した。モデルで説明したとおり、一旦安全と判断した船舶がその後の自船行動、他船行動により再度衝突の可能性が発生する場合は同一の船舶に対してこのステップを繰り返すことになるが、ツリーでは最終的に衝突海難に至ったステップのイベントをカウントした。

ツリーにより操船者の避航行動を分析した結果、次の5つのパターンで衝突海難の8割を占めていることが判明し、衝突海難における操船者の避航行動の特徴が把握できた。後述する衝突海難防止対策の参考とするため()内にパターン記号を記す。

(1) 「他船を認識」したものの「動静を識別」せず、その後接近して他船との「衝突のおそれ」を「検出」、「確認」したもののその後は失敗のステップを進んで衝突に至る場合。84隻(29%)がこのパターンである。図3-5-2で示したとおり、衝突のおそれを確認したのに衝突回避措置をとらず、衝突の危険を確認しない操船者エラー(C2)で最も多いのは分類記号[3.3.1]の「方針選択ミス」で、衝突のおそれを確認したのに漫然と衝突しないと判断したことが原因である。

(7P1)

(2) 「他船を認識」せず、その後も失敗のステップを進んで衝突に至る場合。60隻(21%)がこのパターンである。衝突海難の約2割は他船に全く気付かず、避航行動を取ることなく衝突している。

(7P2)

(3) 「他船を認識」したが、それ以降失敗のステップを進んで衝突に至る場合。35隻(12%)がこのパターンである。他船を認識したのに動静を正しく識別しない操船者エラー(R)では分類記号[2.1.2]の「慣れていることへの短縮」及び[2.2.3]の「仮定によるすり替え」が多く、操船者のスキルベース行動で動静をよく確認せずに衝突のおそれは発生しないと判断したり、他船が針路速力を変更するだろうと判断してしまうことが原因である。

(7P3)

(4) 「他船を認識」したが「動静を識別」せず、その後接近して「衝突のおそれ」を検出したものの「衝突のおそれを確認」せず、以降失敗のステップを進んで衝突に至る場合。30隻(10%)がこのパターンである。衝突のおそれを検出したが確認しない操船者エラー(C1)は分類記号[3.2.2]「過小に反応」だけで構成されており、衝突のおそれを確認しないで衝突はしないと判断したことが原因である。

(7P4)

(5) 「他船を認識」したがそれ以降失敗のステップを進み、他船と著しく接近して「衝突の危険を確認」したが、「適切な避航法を決定」せず衝突に至る場合。24隻(8%)がこのパターンである。衝突の危険を確認したが適切な避航法を決定しない操船者エラー(D)で最も多いのは分類記号[3.3.2]の「状態選択ミス」で、

決定した避航法が中途半端で適切ではなく、遅れてしまったことが原因である。

(7P5)

上記 5 パタンのいずれも「他船を認識」か「動静を識別」のどちらかで操船者エラーが発生しており、これらのステップでの操船者行動が衝突海難に大きく影響している。他船の動静を正しく識別したのに衝突海難に至ったのは 12 隻(4%)しかなく、特に動静を正しく識別することが衝突海難防止に非常に重要であることを確認できた。

失敗のステップが避航行動の後半で発生するほど成功へのステップに移行する機会は限られ、他船と接近してからの避航行動はそれ自体が適切であっても、他船行動や機器の故障で衝突に至る場合もある。よって他船を認識したらすぐに動静を識別し、衝突の可能性を否定できない船舶に対しては、たとえば 3 海里に接近したら避航するといった具体的な数値目標を含めた避航法をあらかじめ検討しておくことが重要である。

4.2 実操船における避航行動の特徴

操船者の避航行動と発生する操船者エラーの特徴を把握するため、実操船での操船者の避航行動を調査した。調査対象は独立行政法人航海訓練所の運航する練習船の船長及び航海士である。その船長及び航海士が避航行動を実行した場合(保持船としての行動を含む)のステップを調査票に記入するとともにインタビューで確認する方法で調査し、避航行動(55 件)について実操船データを収集した。調査票には実施した避航行動及び操船者エラーの種類の記録に加え、各ステップにおける他船との距離、方位及びその確認方法(目視、ARPA データ、AIS データ等)も調査した。調査海域は主に本邦太平洋岸及び東京湾、大阪湾である。

衝突海難と同様に避航行動モデルに基づく操船者の行動を成功と失敗のツリーの形で表現し、実操船データから各イベントの発生件数及び割合、イベントの結合状況を分析した。練習船の操縦性能、航行海域、視界、風潮流等の航行環境等を考慮して、小型船、漁船等に対する DCPA は 0.2 海里、それ以外の大型船に対する DCPA は 0.5 海里を他船と航過する最小の設定値と定めた。そして計画した航過舷を DCPA が設定値以上で航過すれば「適切な避航法を実行した」、未満の

場合は「適切な避航法を実行せず」と定義した。この2つをトップイベントとしたツリーを図4-4-2に示す。また、避航行動の各ステップにおける他船との距離を図4-4-3に示す。

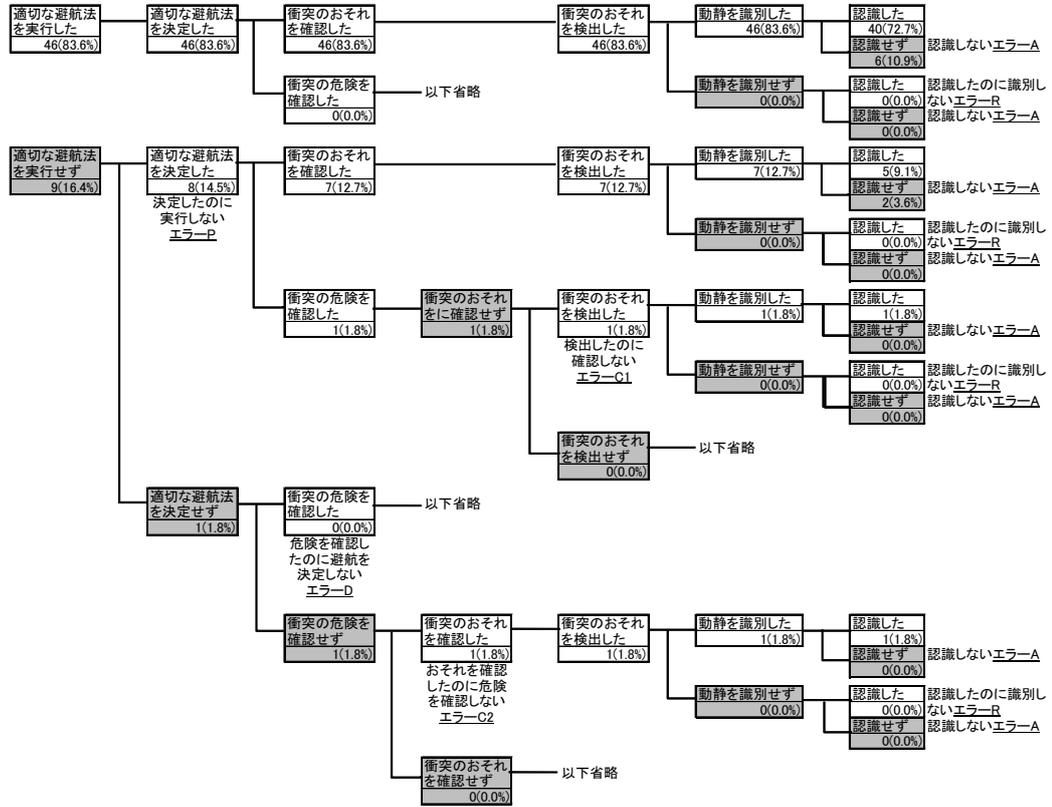


図4-4-2 避航操船における操船者の避航行動ツリー

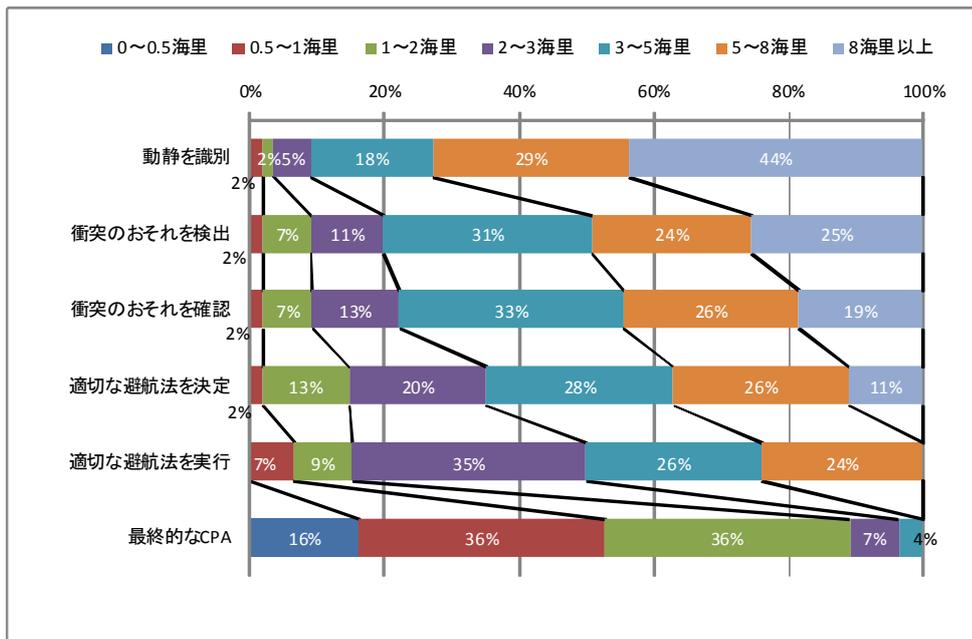


図4-4-3 実操船における避航行動と他船距離

実操船での避航行動の調査から次に示す操船者行動の特徴を把握できた。

- (1) 55 件の避航行動の 46 件(84%)は「適切な避航法を実行した」、9 件、16%が「適切な避航法を実行せず」であった。
- (2) 適切な避航法を実行した 46 件の内、40 件(73%)は「他船を認識」するステップからすべて成功のステップを進んでいた。残りの 6 件(11%)は「他船を認識」しなかったものの、接近して「動静を識別」するステップ以降は成功のステップとなっていた。
- (3) 適切な避航法を実施しなかった 9 件のうち、5 件(9%)は「他船を認識」するステップから、2 件(3%)は「他船を識別」するステップから成功のステップを進み、適切な避航法を決定していたのに実行しなかった事例である。理由は「航路による制限」、「実習生の操船号令の遅れ」、「第 3 船の存在」等となっており、適切な避航法を決定していたにもかかわらず、「実行できなかった」というのが実情であった。
- (4) 実操船の調査では、適切な避航法を実行した場合も実行しなかった場合も、すべての事例で操船者は他船を認識し、あるいは動静を識別していたことが判明した。
- (5) 航行海域や船舶の輻輳度により他船を認識・識別する距離は変化するが、全体として 7 割以上の事例で、他船との距離が 5 海里以上離れた状態で他船の動静を識別していた。
- (6) 5 割以上の事例で 3 海里以上の距離で適切な避航法を実行していた。また動静の識別、衝突のおそれの検出・確認においては目視だけでなく、レーダ ARPA、AIS 等の複数の手段で確認していることがわかった。

このように、実操船における避航行動の調査では、他船との距離が 5 海里以上離れている早期に、複数の手段で他船を認識・識別し、すぐに衝突のおそれを検出・確認し、3 海里以上離れている状態から避航を実行している実態が判明した。

5. 結語

操船者エラー発生過程における要素細目の関与をエラーの連鎖として定量的に捕らえ、その発生形態を調査するとともに、数量化Ⅲ類による分析及びクラスタ

一分析を行い、操船者エラーの特徴を抽出した。さらに衝突海難及び衝突に至らない実操船での避航行動の比較検討を行い、操船者エラーの特徴を把握した。その結果は以下のとおりである。

- (1) 「注意散漫による衝突海難」は、他船を認識しないまま衝突に至る場合、他船を認識したものの動静を正しく識別せず衝突のおそれを確認しない場合、他船を認識し動静を正しく識別し、さらに衝突のおそれを確認したものの避航動作を取らず衝突に至る場合があり、その発生形態は複雑である。操船者のスキルベース行動、ルールベース行動による当直モラルの低下が最も大きな要因である。
- (2) 「不適切なタイミングによる衝突海難」は、他船を認識したものの動静を正しく識別せず、更に接近して衝突のおそれを確認したものの漫然と衝突はしないと判断したり、さらに衝突の危険を確認したものの避航動作が不適切となって発生する場合が最も多い。注意散漫による事故と同様に操船者の当直モラルに起因する場合もあるが、視界不良、船舶輻輳、機器の故障といった航行環境の中、当直者の持つ状況認識能力では処理できない状況に陥ることが最も大きな要因である。
- (3) 「その他の行動・作業」による衝突海難は、操船者のその他の行動・作業をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、接近して動静を識別したものの注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至る場合や、操船者の無意識的な行動をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、接近して動静を識別したものの注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至る場合が最も多い。操船者が見張りや操船といった他船を避航するために必要な作業以外の行動・作業をしていたために見張りを行わなかったり、見合い関係の判断を間違え避航動作を取らずに発生している。
- (4) 「視界不良時」は操船者が衝突のおそれを確認しているものの、確認せず大丈夫と判断したり、衝突のおそれを確認した後の避航のための針路決定や操作を間違える傾向が強い。
- (5) 「夜間」は操船者が他船の行動を臆断して衝突のおそれはないと判断したり、衝突のおそれがある他船はないものと慣れに基づいて判断し、他船との見合い

関係を監視しなで衝突に至る場合がほぼ同じ比率で最も多い。また他船を認識していても衝突のおそれを検出しなかったり他船との衝突のおそれを認識するものの漫然とやり過ごす、あるいは忘れて衝突に至る傾向も強い。

(6) 「船舶輻輳時」は操船者が衝突のおそれを確認しても漫然と衝突しないと判断する場合が最も多く、また衝突のおそれがある船舶が複数あるにもかかわらず、その内の1隻にのみ注意を集中する傾向も強い。

(7) 避航行動モデルを使用して衝突海難事例及び実操船事例を分析しモデルの妥当性を確認するとともに、避航行動における操船者エラーの特徴について次の事項を明らかにした。

① 衝突海難に至った操船者の避航行動では「他船を認識」か「動静を識別」のどちらかで操船者エラーが発生している。他船の動静を正しく識別することが衝突海難防止に特に重要である。

② 実操船における操船者の避航行動ではすべての事例で他船を認識し、あるいは動静を正しく識別している。また他船との距離が5海里以上離れている早期に他船を認識・識別し、すぐに複数の手段で衝突のおそれを検出、確認している。

第5章 操船者エラーの特徴と衝突海難防止への応用

3章及び4章で操船者エラーを①分類法による分類、②発生形態の把握、③数
量化Ⅲ類及びクラスター分析による関連性の分析、及び④操船者の避航行動にお
けるエラー分析といった多角的な方法で分析を行い、衝突海難における操船者エ
ラーの特徴を把握した。本章では操船者エラーの特徴を考慮した衝突海難防止対
策について考察した。

1. 操船者エラーの特徴と衝突海難防止対策

操船者エラーによる衝突海難は、まず操船者エラーを引き起こすきっかけがあ
り、それを起因として操船者の情報処理システムに様々な外部要因が作用し、最
最終的に操船者が誤った判断・操船を行い発生していると考えられる。

事故防止の原則論から言えば、衝突海難防止にはまず操船者エラーのきっかけ
となる要因を無くすことを考えなければならない。しかし自然環境と直接対峙す
る船舶においては視界不良や夜間といった「特定の状況における操船」を全て回
避することはできない。また操船者の「無意識の行動」は安全側で作用すれば、
避航行動を効率的に行う操船スキル的一种でもある。よって操船者エラーのきっ
かけをすべて無くすことはできず、必然的に操船者エラーの発生をゼロにするこ
とはできない。そのためリスク(操船者エラー)はゼロは達成できなくても、衝突
海難をゼロにするための方策、すなわちスイスチーズモデルにおける防御壁の枚
数を増やし、穴をできる限り小さくし、さらに穴の位置をずらす方策を考
えることが重要となってくる。

これまでに把握した操船者エラーの特徴を包括し、情報処理システムにおける
エラーの連鎖を止め、同システムに直接的、間接的に影響を及ぼす様々なヒュー
マンファクターの影響を最小とする衝突海難防止対策を以下に述べる。

1.1 操船者行動による衝突海難と防止対策

今回調査した衝突海難では「注意散漫」、「不適当なタイミング」及び「その他
の行動・作業」といった操船者行動が海難原因の約8割を占めており(表3-4-7参
照)、衝突海難を防止するためにはこの3種類の操船者行動に対する対策が重要で

ある。

これらの操船者行動を発生させた操船者エラーの発生形態及びその特徴に基づき、次の衝突海難防止対策を考察した。関係する発生形態のパターン記号及び数量化Ⅲ類で求めた関連するカテゴリーグループを()に示し、具体的対策に付記した。

1.1.1 注意散漫による衝突海難

注意散漫による衝突海難は、操船者のスキルベース行動、ルールベース行動による当直モラルの問題で発生することが多い。そのため海難防止対策としては操船者による厳格な当直の維持を図ることに重点を置かなければならない。

(1) 定期的な見張りの実施

周囲に他船はいないと思ったとしても、定期的に周囲を監視し他船の発見に努める。 (1P1, 1P2)

(2) 継続的な見張りの実施

他船を認識後、速やかに動静を識別し、他船が針路速力を変更したとしても継続的な見張りを実施し、衝突のおそれ、危険の発生確認に努める。(1P3, 1P4)

(3) 航行環境に応じた系統的な見張りの実施

視界不良時、夜間、船舶輻輳といった航行環境に応じ、レーダ、目視による他船の認識、動静識別、衝突のおそれ・危険の確認といった系統的な見張りを実施する。特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の方位変化監視を徹底する。

(1B, 1C, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L, 1N, 1O, 1P, 1Q, 1R, 1S, 1T, 1U)

(4) レーダターゲットの常時 ARPA 捕捉

特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離及び想定される航行環境を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の DCPA 変化の監視及び気象海象等によるロストターゲットを防ぐためのレーダ調整及びレンジ切換えを徹底する。

(1B, 1C, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L, 1N, 1O, 1P, 1Q, 1R, 1S, 1T, 1U)

(5) 標準的な避航条件の設定

自船の旋回径、停止距離及び想定される航行環境を考慮して、避航動作を取

るための標準的な避航条件(DCPA、TCPA)を設定する。

(1B, 1E, 1G, 1N, 1O, 1P, 1T)

(6) 当直中の当直業務以外の作業の禁止

衝突のおそれのある他船はいないと臆断し、当直業務以外の作業に従事しない。

(1F, 1O)

(7) ヒューマンファクターに関する教育訓練の実施

操船者のヒューマンファクターに関する教育訓練を実施する。特に次に示すヒューマンファクターは「注意散漫」による衝突海難に大きく影響することに注意する。

- ・他船はいないと思いきよとその後の見張りがおろそかとなる。

(1P1, 1C, 1I, 1U)

- ・特に夜間は衝突のおそれのある他船はいないと思いきよ。

(1P2)

- ・他船が針路速力を変更した場合、以降、衝突のおそれは発生しないと思いきよ、見張りがおろそかとなる。

(1P3)

- ・時間的な切迫感を感じると他船行動を自船に都合の良いよう臆断しがちになる。そのため避航の針路決定が遅れたり、中途半端となる。(1E, 1P, 1N, 1S)

- ・操船者の経験が未熟な場合、他船の存在に気付いても動静に注意を払わず、衝突のおそれを確認しないで安全と判断する。

(1D, 1M, 1T)

1.1.2 不適当なタイミングによる衝突海難

不適当なタイミングによる衝突海難は、注意散漫による海難と同様に操船者の当直モラルに起因する場合もあるが、視界不良、船舶交通の輻輳、機器の故障といった航行環境の中、操船者の状況認識能力では処理できない状況に陥った場合に発生することが多い。そのため海難防止対策としては早期の避航動作の実行と予想される航行環境に対応した適切な当直体制の維持に重点を置かなければならない。

(1) 継続的な見張りの実施

他船を認識後、速やかに動静を識別し、他船が針路速力を変更したとしても継続的な見張りを実施し、衝突のおそれ、危険の発生確認に努める。

(2P1, 2P2, 2P3)

(2) 早期の避航動作の実行

衝突のおそれを確認した場合、時間的な余裕がある段階で早期に適切な避航動作を決定・実行する。 (2P1, 2P2, 2P3)

(3) 適切な人員配置での当直体制の維持

航行海域や夜間、視界不良といった航行環境、当直者の能力に応じて適切な人員配置で当直体制を維持する。 (2A, 2B, 2D, 2E, 2F, 2G, 2N, 2I, 2K)

(4) BRM の実施

複数の人員で当直を実施する場合、適切な BRM(Bridge Resource Management)を実施する。 (2B, 2D, 2F, 2K)

(5) 航行環境に応じた系統的な見張りの実施

視界不良時、夜間、船舶輻輳といった航行環境に応じ、レーダ、目視による他船の認識、動静把握、衝突のおそれ・危険の確認といった系統的な見張りを実施する。特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の方位変化監視を徹底する。

(2A, 2B, 2E, 2F, 2G, 2H, 2I, 2K, 2L)

(6) レーダターゲットの常時 ARPA 捕捉

特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の DCPA 変化の監視及び気象海象等によるロストターゲットを防ぐためのレーダ調整及びレンジ切り換えを徹底する。

(2A, 2B, 2E, 2F, 2G, 2H, 2I, 2K, 2L)

(7) 標準的な避航条件の設定

自船の旋回径、停止距離及び想定される航行環境を考慮して、避航動作を取るための標準的な避航条件(DCPA、TCPA)を設定する。 (2B, 2E, 2H)

(8) ヒューマンファクターに関する教育訓練の実施

操船者のヒューマンファクターに関する教育訓練を実施する。特に次に示すヒューマンファクターは「不適当なタイミング」による衝突海難に大きく影響することに注意する。

・衝突のおそれ、危険を確認しても漫然と航行し避航が遅れる。これは夜間といった航行環境の影響もあるが、操船者のスキルベース、ルールベース行動がきっかけである。特に自船が保持船の場合、避航船の船橋で当直者が自船

を確認している様子が見えたとしても、避航しない場合があることに注意する。
(2P1, 2P2, 2P3)

・時間的切迫感があると、他船との衝突の危険を過小評価する。(2B, 2F)

・船舶輻輳海域や夜間、視界不良時航行の場合、他船との衝突の危険を過小評価する。
(2B, 2E, 2N)

・視界不良時、レーダのみで他船を探知し避航する場合、予防法の航法に違反した操船をする。
(2F, 2I)

1.1.3 その他の行動・作業による衝突海難

船橋で当直業務を行っている航海士は操船、周囲の見張り以外に船位の確認、通信等の他の当直業務を平行して実施することになる。また操業中の漁船では、漁ろう作業も当直者が実施する場合がある。操船や見張り以外の作業や行動を操船者が平行して行う場合、衝突のおそれのある他船はいないものと思ひこんでしまうため、他船の動向に全く注意を払わないまま衝突に至る。そのため操船者に対して当直業務以外の業務を当直中に実施することを禁止するとともに、船位確認、通信といった見張りを阻害するようなその他の行動・作業を実施する場合は、次の海難防止のための対策を徹底することが重要である。

(1) 定期的な見張りの実施

周囲に他船はいないと思つたとしても、定期的に周囲を監視し他船の発見に努める。
(3P1, 3P2, 3D, 3E, 3F, 3G, 3J, 3I)

(2) レーダターゲットの常時 ARPA 捕捉

特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の DCPA 変化の監視及び気象海象等によるロストターゲットを防ぐためのレーダ調整及びレンジ切換えを徹底する。

(3D, 3F, 3I)

(3) ヒューマンファクターに関する教育訓練の実施

操船者のヒューマンファクターに関する教育訓練を実施する。特に次に示すヒューマンファクターは「その他の行動・作業」による衝突海難に大きく影響することに注意する。

・見張り以外の作業を平行して実施していると衝突のおそれがある他船は存在

しないと思込む。 (3E, 3G, 3J)

- ・見張り以外の作業を平行して実施していると他船に気付いても他船の状況を正確に把握できない。 (3D, 3F, 3I)

1.2 航行環境による衝突海難と防止対策

「視界不良」、「夜間」あるいは「船舶輻輳」といった航行環境は操船者の情報処理システムにヒューマンファクターとして直接的に作用して操船者エラーを発生させ衝突海難へと発展する。航行環境を常に最善に保つことは不可能であり、海難防止にはこれらの航行環境が情報処理システムに及ぼす影響を操船者自らを理解することが重要である。これらの航行環境における操船者エラーの特徴に基づき次の衝突海難防止対策を考察した。

1.2.1 視界不良時の衝突海難

視界不良時においても「注意散漫」及び「不適切なタイミング」による衝突海難が7割以上と多く(表 4-3-1 参照)、1.1.1 及び 1.1.2 に述べた防止対策は有効である。さらに視界不良時の海難を防止するためには次の追加の対策が重要である。

(1) 複数船舶への見張りの徹底

他船を認識後、動静の把握に努めるとともに、その他の船舶の発見にも努め、注意を一隻に集中させない。 (4B, 4D, 4I, 4M)

(2) 航行環境に応じた系統的な見張りの実施

視程の状況に応じ、レーダ、目視による他船の認識、動静把握、衝突のおそれ、危険の確認といった系統的な見張りを実施する。特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の方位変化監視を徹底する。 (4C, 4D, 4G, 4H, 4J, 4L, 4M)

(3) レーダターゲットの常時 ARPA 捕捉

特に視界不良時はレーダ ARPA を有効に使用しなければならない。船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の DCPA 変化の監視及び気象海象等によるロストターゲットを防ぐためのレーダ調整及びレンジ切り換えを徹底する。

(4C, 4D, 4G, 4H, 4J, 4L, 4M)

(4) 適切な人員配置での当直体制の維持

視界不良時は操船者の得られる情報が限られ、また船位の確認やVHFの交信等で操船者の業務量が増大すると見張りがおろそかとなる。そのため視界の状態、当直者の能力に応じて適切な人員配置で当直体制を維持する。

(4B, 4C, 4I)

(5) BRMの実施

複数の人員で当直を実施する場合、適切なBRMを実施する。(4B, 4C, 4I)

(6) 当直中の当直業務以外の作業の禁止

特に視界不良時、操船者は当直業務以外の作業に従事しない。(4B, 4F)

(7) 標準的な避航条件の設定

自船の旋回径、停止距離及び想定される航行環境を考慮して、避航動作を取るための標準的な避航条件(DCPA、TCPA)を設定する。特に視界不良時はレーダARPAによる情報の遅れ、不足を考慮してDCPAの設定は視界良好時より、大きく設定する。(4C)

(8) 視界不良時の航法遵守

視界不良時の航法について教育を行い、その遵守を徹底する。(4D, 4G, 4L)

(9) ヒューマンファクターに関する教育訓練の実施

操船者のヒューマンファクターに関する教育訓練を実施する。特に視界不良時、次に示すヒューマンファクターは衝突海難に大きく影響することに注意する。

・見張り以外の作業を平行して実施したり、時間的な切迫感があると注意が一隻に集中する。(4B, 4I, 4N)

・レーダARPA情報の不足や遅れが影響して、衝突のおそれを検出・確認しない、あるいは衝突の危険はないと判断する。(4C)

・操船者の情報処理能力に影響を及ぼす追加の因子がなくても、他船の行動を臆断する、先入観で判断する。(4D, 4H, 4M)

・レーダARPA情報のみで他船情報を入手するため、衝突のおそれを確認しても他船の協力動作を期待し、避航が遅れたり、避航の針路変更を間違えたり、中途半端となる。(4D, 4G, 4L)

・時間的な切迫感や競合目標の存在が加わると衝突のおそれを確認せずに衝突

しないと判断する。

(4J, 4N)

1.2.2 夜間の衝突海難

夜間においても「注意散漫」及び「不適切なタイミング」による衝突海難が 7 割と多く(表 4-3-1 参照)、1.1.1 及び 1.1.2 に述べた防止対策は有効である。さらに夜間の海難を防止するためには次の追加の対策が重要である。

(1) 複数船舶への見張りの徹底

他船を認識後、動静の把握に努めるとともに、その他の船舶の発見にも努め、注意を一隻に集中させない。 (5C, 5D, 5G, 5J)

(2) 航行環境に応じた系統的な見張りの実施

レーダ、目視による他船の認識、動静把握、衝突のおそれ、危険の確認といった系統的な見張りを実施する。特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の方位変化監視を徹底する。特に夜間は目視だけでなく、レーダ ARPA、AIS といった複数の手段による見張りが重要である。 (5A, 5E, 5G, 5J, 5I, 5L)

(3) レーダターゲットの常時 ARPA 捕捉

夜間はレーダ ARPA を有効に使用しなければならない。船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の DCPA 変化の監視及び気象海象等によるロストターゲットを防ぐためのレーダ調整及びレンジ切換えを徹底する。レーダ ARPA による情報の遅れ、不足を考慮して DCPA の設定は昼間より大きく設定する。 (5A, 5I)

(4) 適切な人員配置での当直体制の維持

視界不良時は操船者の得られる情報が限られ、また特に夜間は船位の確認や VHF の交信で操船者の業務量が増大すると見張りがおろそかとなる。そのため視界の状態、当直者の能力に応じて適切な人員配置で当直体制を維持する。

(5A, 5F, 5M)

(5) BRM の実施

複数の人員で当直を実施する場合、適切な BRM を実施する。 (5A, 5F, 5M)

(6) 当直中の当直業務以外の作業の禁止

特に夜間、操船者は当直業務以外の作業に従事しない。 (5K)

(7) 適切な見張り環境の維持

船橋内の照明や作業灯等が適切な見張りの妨げとならないようにする。

(5C, 5L)

(8) ヒューマンファクターに関する教育訓練の実施

操船者のヒューマンファクターに関する教育訓練を実施する。特に夜間、次に示すヒューマンファクターは衝突海難に大きく影響することに注意する。

・操船者の業務量が増大すると、単一の方法のみで他船の動静を判断する。(5A)

・航行海域での過去の経験に基づいて、他船の行動を不必要に臆断する。(5B)

・照明等で見張りの妨げがあると、衝突のおそれのある船舶はいない、あるいは確認せずに衝突の危険はないと判断する。(5C, 5L)

・船舶交通の輻輳海域や時間的切迫感があると注意力が分散し、衝突のおそれに気付かなかつたり、注意が1隻のみに集中する。(5D 5G, 5J)

・操船者の経験が未熟な場合、衝突のおそれを確認しないで安全と判断する。

(5E)

・見張り以外の作業を平行して実施していると衝突のおそれを検出しない。

(5K)

1.2.3. 船舶輻輳時の衝突海難

船舶輻輳時においても「注意散漫」及び「不適當なタイミング」による衝突海難が7割以上と多く(表 4-3-1 参照)、特に「注意散漫」は6割を占めており、1.1.1 及び 1.1.2 に述べた防止対策は有効である。さらに船舶輻輳時の海難を防止するためには次の追加の対策が重要である。

(1) 複数船舶への見張りの徹底

他船を認識後、動静の把握に努めるとともに、その他の船舶の発見にも努め、注意を一隻に集中させない。(6B, 6C, 6F)

(2) 航行環境に応じた系統的な見張りの実施

レーダ、目視による他船の認識、動静把握、衝突のおそれ、危険の確認といった系統的な見張りを実施する。特に船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の方位変化監視を徹底する。特に船舶輻輳海域ではレーダ ARPA、AIS といった複数の手段による見張りが重要である。(6A, 6E, 6D, 6G, 6H)

(3) レーダターゲットの常時 ARPA 捕捉

船舶輻輳時はレーダ ARPA を有効に使用しなければならない。船首を横切る体勢の他船、自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船の DCPA 変化の監視及び気象海象等によるロストターゲットを防ぐためのレーダ調整及びレンジ切換えを徹底する。特に船舶交通の輻輳する海域を航行する場合、設定した DCPA を遵守して航行することが困難な場合もあるため、早期に DCPA を確認し、大きく避航することが重要である。

(6A, 6E, 6D, 6G, 6H)

(4) 適切な人員配置での当直体制の維持

船舶輻輳時は監視する他船が増えるため、他船の動静を誤って判断する場合があります。また船位の確認や VHF の交信で操船者の業務量が増大すると見張りがおろそかとなる。そのため当直者の能力に応じて適切な人員配置で当直体制を維持する。

(6A, 6E, 6B, 6C, 6F)

(5) BRM の実施

複数の人員で当直を実施する場合、適切な BRM を実施する。

(6A, 6E, 6B, 6C, 6F)

(6) ヒューマンファクターに関する教育訓練の実施

操船者のヒューマンファクターに関する教育訓練を実施する。特に船舶輻輳海域では、次に示すヒューマンファクターは衝突海難に大きく影響することに注意する。

- ・他船の動静を確認したが、視認状況やレーダ ARPA 情報を読み間違いがえて、衝突のおそれの発生しない船舶と判断したり、衝突のおそれを確認しても避航動作が不適切となる。(6A, 6E)

- ・時間的な切迫感があったり、見張り以外の作業を平行して実施すると、注意力が分散し、他船の動静を識別しなかったり、注意が 1 隻のみに集中する。あるいは衝突のおそれを確認しないで衝突の可能性はないと判断する。

(6B, 6C, 6G, 6F)

- ・船舶交通が輻輳していても、衝突のおそれが発生する他船はいないと思い込んで見張りを行わない場合がある。(6H)

- ・他船の動静を確認しても他船の変針を期待したり、避航のための動作が間違

ったり、中途半端、遅れたりする。特に自船が保持船の場合、避航船の船橋で当直者が自船を確認している様子が見えたとしても、避航しない場合があることに注意する。 (6H)

ここまで述べた操船者エラーの特徴を考慮した衝突海難防止対策を総括したものを表 5-1-1 に示す。表からわかるとおり、衝突海難防止にはレーダ ARPA の適切な使用とヒューマンファクターに関する教育、航行環境に応じた系統的な見張りの実施が最も重要であることがわかる。

表 5-1-1 操船者エラーの特徴を考慮した海難防止対策の総括

	操船者行動			航行環境		
	注意散漫	不適当なタイミング	その他の行動・作業	視界不良	夜間	船舶輻輳
定期的な見張り	○		○			
継続的な見張り	○	○				
系統的な見張り	○	○		○	○	○
複数船舶への見張り				○	○	○
見張り環境の維持					○	
常時ARPA捕捉	○	○	○	○	○	○
避航条件の設定	○	○		○		
早期の避航行動		○				
他の作業の禁止	○			○	○	
適切な当直体制		○		○	○	○
BRMの実施		○		○	○	○
航法遵守の教育				○		
ヒューマンファクター教育	○	○	○	○	○	○

1.3 操船者の避航行動解析から得られた衝突海難防止対策

第 4 章 4 では操船者の避航行動の各ステップで発生するエラーについて、衝突海難事例及び実操船での避航行動の特徴を調査した。それらの特徴及び比較から、次の衝突海難防止対策を考察した。()内は関係する操船者の避航行動のパターン記号を示す。

- (1) 調査した衝突海難では 5 割以上が「他船の認識」か「動静の識別」のどちらかのステップでエラーが発生している。一方、通常の避航行動ではすべての事

例で他船を認識するか、あるいは認識しなかった場合でも、接近して動静を正しく識別している。また、7割以上の事例で、他船との距離が5海里以上離れた状態で他船の動静を識別している。このことから、避航行動の「他船の認識」及び「動静の識別」のステップでの操船者エラーの減少が衝突海難減少の鍵となる。そのためには自船の5海里以内の船舶については、目視、レーダ APRA、AIS といった複数の手段により、その動静を正確に識別しておくことが重要である。レーダ ARPA 画面に半径5海里のガードゾーンを設定し、その中に入ったターゲットの情報を確認して動静を正しく識別することが有効である。

(7P1, 7P2, 7P3)

- (2) 衝突海難事例では他船を認識したが動静を識別せず、その後も失敗のステップを進み、衝突のおそれを検出したものの衝突のおそれを確認せずに衝突に至ったり、衝突の危険を確認したが適切な避航法を決定せずに衝突に至る場合が2割以上ある。一方、通常の避航行動では5割以上の事例で3海里以上の距離で適切な避航法を実行しており、距離的・時間的に余裕のある段階での適切な避航法の決定と実行が衝突海難防止に有効であることがわかる。そのためには自船の旋回径、停止距離等を考慮して設定した DCPA 以内に侵入しそうな他船がいる場合は、距離的・時間的に余裕のある時期に適切な避航行動を取ることが重要である。

(7P4, 7P5)

- (3) (2)を実行するためには他船を認識したら直ちに動静を正しく識別し、衝突のおそれの発生を否定できない船舶に対しては具体的な避航方法をあらかじめ検討しておくことが重要である。

2. 衝突海難防止のための船橋当直ガイドラインの策定

ここまで考察した衝突海難防止対策を実際の操船の場面で有効に活用するには、小林らが提案⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁰⁾した操船技術を構成する各要素技術の項目ごとに、操船者が利用しやすい形で具体的行動を示すことが有効であると考え。そこで要素技術の考えに基づき、衝突海難防止のための行動を示した船橋当直ガイドラインを策定した。

2.1 操船者エラーの特徴と要素技術

小林らがシミュレータによる実証実験を行いその妥当性を確認した操船技術の基準となる要素技術は「見張り」、「船位測定」、「操縦」、「機器取扱」、「情報交換」、「法規遵守」、「計画」、「非常事態」及び「管理」の9種類であり、操船技術はこれらの要素技術の複合であるとしている。この9種類の要素技術の中から以下に示す衝突海難防止に特に重要な要素技術ごとに、これまでに抽出した操船者エラーとの関連を整理した。

(1) 見張り

他船等の移動物標やブイ等の固定物標を識別・認識し、その探知した物標に関する方位、距離、速度等の情報を収集し、その将来の行動を予測する技術である。

操船者の情報処理システムでは「操船者のエラーメカニズム」の各細目および「操船者エラーに至った内的要因」の「検出」、「確認」が、また避航行動では、「他船を認識」、「動静を識別」、「衝突のおそれを検出」、「衝突のおそれを確認」および「衝突の危険の確認」の各ステップが「見張り」にあたる。

(2) 計画

航行環境条件に関する情報を収集し、操船計画や航海計画を行う技術である。

操船者の情報処理システムでは「操船者エラーに至った内的要因」の「決定」が、避航行動では「適切な避航法を決定する」のステップが「計画」にあたる。

(3) 操縦

目標針路や航路に対して、操舵、主機等により針路、速度、船位制御を行う技術である。

操船者の情報処理システムでは「操船者エラーに至った内的要因」の「行動」が、避航行動では「適切な避航法を実行する」のステップが「操縦」にあたる。

(4) 法規遵守

海上衝突予防法等の海上法規に従って航行する技術である。

要素技術の「見張り」、「計画」及び「操縦」を実行する上で操船者の判断の材料となる。

(5) 機器取扱

見張り、船位測定、操舵等に使用する機器の取扱いに習熟し、適切に使用す

る技術である。

特にレーダ ARPA、AIS より得られる正確な情報は「見張り」及び「計画」を実行する上で操船者の重要な判断材料となる。

(6) 情報交換

船首尾配置員、機関室等の船内、あるいは船外と情報交換を行う技術である。

特に他船との情報交換は「見張り」及び「計画」を効果的に実行する上で重要な技術である。

(7) 管理

乗組員の持っている力を最大限に引き出し、チームとしての能力を高める乗組員管理技術である。

複数の人員で船橋当直を実施する場合、ここに示した要素技術を効果的、効率的に実行するために必要な技術である。

2.2 衝突海難防止のための船橋当直ガイドラインの策定

ここまでの研究で得られた操船者エラーの特徴を考慮した衝突海難防止対策を操船者が確実に実行できるように、衝突海難防止のための船橋当直ガイドラインを策定した。当ガイドラインは操船者エラー発生過程に基づく操船者エラーの特徴、避航行動における操船者エラーの特徴を考慮して作成されており、操船者が当ガイドラインを確実に実施すれば衝突海難の防止に大きく寄与できるものと考えられる。

2.2.1 衝突海難防止のための船橋当直ガイドライン

衝突海難防止のための船橋当直ガイドラインを資料 1 に示す。ガイドラインでは、まず操船者が自ら犯すエラーについて理解するため、衝突海難を引き起こす操船者エラーの発生過程について説明した。引き続き操船者の避航行動について説明を行い、衝突海難のパターン、避航行動の各ステップにおける操船者エラーの特徴等について解説した。そして最後に要素技術ごとに操船者が実施しなければならない衝突海難を防止するための行動を示した。

2.2.2 視界不良時の追加ガイドライン

視界不良時に操船者が実施しなければならない追加の行動を示したガイドラインを資料 2 に示す。

2.2.3 夜間航行時の追加ガイドライン

夜間に操船者が実施しなければならない追加の行動を示したガイドラインを資料 3 に示す。

2.2.4 船舶輻輳時の追加ガイドライン

船舶輻輳時に操船者が実施しなければならない追加の行動を示したガイドラインを資料 4 に示す。

第6章 衝突海難防止体制の構築に向けて

ここまで述べたとおり、衝突海難は最終的に操船者の「注意散漫」や「不適当なタイミング」といった操船者エラーにより発生している。これらは言い換えれば衝突海難とは操船者の不安全行動により発生した災害とすることができる。

ドミノ理論(第1章3節参照)では不安全行動は人的欠陥によりもたらされるという理論であったが、現在でそのような理論は受け入れがたく、その後、ドミノ理論は様々な学者により改良がなされ、Edward Adamsは図6-1-1に示す災害連鎖を提案した⁽⁵¹⁾。作業者の不安全行動や作業環境の不安全状態といった「戦略的エラー」は管理・監督者の「作戦的エラー」、すなわち安全管理の不具合から発生するとしている。どのような操船者エラーの発生防止対策を講じても「エラーを犯すのが人間」であって、エラーの発生を極力抑えるとともにエラーが衝突海難へと発展しない衝突海難の防止体制を構築することが重要である。しかし、作業者のエラーによる事故を防止するために一般的に採用される機械化、自動化や安全装置、フェールセーフ、フールプルーフといった制御を操船者の避航行動に組み込むことは困難である。また、船舶はそれ自体が移動するため、陸上の管理部門と現場である船舶が時間的・空間的に離れた状態であり、海陸一体となった統一的な安全管理の実施には様々な工夫を要する。

本研究のまとめとして、これまでに得られた衝突海難を防止するためのソフト面、ハード面の様々な対策を結びつけて、衝突海難防止体制を構築するマネジメントについて述べる。



図6-1-1 Adamsの災害連鎖事故原因

1. 事故原因の 5M

スイスチーズモデル(第 1 章 3 参照)が示すとおり、事故の防御壁には多くの穴が空いており、それらがいくつも重なって事故を防御しているが、ある状況下で偶発的に穴が一直線に繋がったときに重大事故が発生する。衝突海難を防止する完全な防護壁はないが、防護壁の穴をできる限り小さくすると共に各防護壁の穴の位置が重ならないようにするマネジメントが重要である。そのために本研究では操船者エラーの特徴を様々な手法で調査し、操船者エラーの発生を抑えるとともに、エラーが衝突海難へと発展しないための操船者の行動指針を示した船橋当直ガイドラインを作成した。しかしこれだけでは衝突海難の発生をゼロとすることはできない。これまでの成果を衝突海難防止体制の構築に生かし、海陸一体となって行う衝突海難を防止するための安全管理活動の中に、操船者エラーの特徴を考慮した衝突海難防止対策を組み込んでいく必要がある。

安全管理活動の欠陥が災害に発展する基本的原因として「事故原因の 5M」が広く利用されている。5つのMとは次のことを示す⁽⁵²⁾。

(1) Man(人間的要因)

作業者の誤った判断や操作。その背後要因としての「不注意」、「油断」、「考え違い」など。職場内の人間関係、指揮命令、指示・連絡等の人間行動を含めた広い意味での人の問題

(2) Machine(設備的要因)

機械設備の設計上の欠陥、防護措置の不備、点検整備の不良、人間工学的な配慮不足など

(3) Media(環境・作業的要因)

不適切な作業環境・作業方法、人間－機械インタフェースの不備など

(4) Management(管理的要因)

管理者の安全意識の欠如・指導力不足、管理組織の不備、マニュアルの不備、教育訓練の不足など

(5) Mission(任務的要因)

過激なスケジュール、あまりに忠実な任務遂行の意図、メンツなど

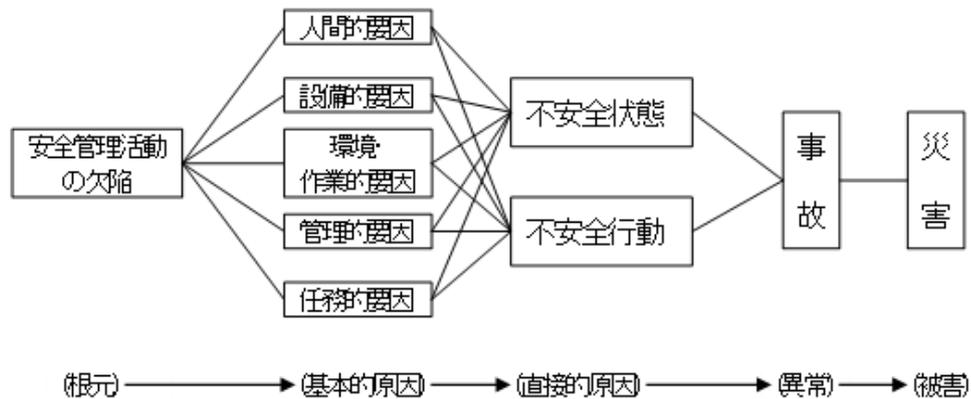


図 6-1-2 事故原因の 5M と災害発生の流れ

通常事故原因は(1)～(4)の 4 つの M で分類できる。(5)の Mission は(4)の Management に含めることもできるが、最近の大規模事故の分析から Management とは分離して Mission による事故要因を加えたものである。不注意や油断、機器の不具合や不適切な作業環境によって発生した事故と、業務に忠実でありすぎたために発生した事故ではその発生原因が異なり、対策も別のものとなる。事故原因の 5M と災害発生の流れを図 6-1-2 に示す⁽⁵³⁾。

2. 衝突海難防止体制構築のためのマネジメント

事故原因の 5M は安全管理体制の不備により発生するものであり、5M の発生を防ぐ対策を講じることは安全管理体制の欠陥を修正し、より完全な事故防止体制を構築することでもある。よって衝突海難防止体制の構築に向けて 5M に対する次の提案を行い、安全管理をマネジメントする方策について述べる。

2.1 衝突海難防止の 5M

第 3 章 1 で示した SHEL モデルにおけるヒューマンファクターに関する問題は 5 つの M のそれぞれの関わり合いの部分で発生する。よって衝突海難防止には 5M だけではなく、5M の境界部分も考慮する必要がある。衝突海難を防止するための 5M 及びその境界を考慮した具体的な方策を以下に示す。

2.1.1 人間的要因

避航行動における操船者の判断・行動、船橋内の指揮・命令系統、当直者間の情報交換、他船との情報交換等、人に関わる問題が人間的要因である。この発生を防ぐために策定したのが船橋当直ガイドラインであり、このガイドラインの確実な実行が人間的要因に対処する有効な策である。

2.1.2 設備的要因

船橋内に装備する航海計器類の設計、種類、点検等に関わる問題及び操縦性能に関する問題が設備的要因である。設備的要因に対処するには次の事項を考慮する。

(1) 船橋に装備する機器の設計

- ・ IMO 基準に準拠した機器の設計
- ・ AIS データのレーダ画面への重畳
- ・ AIS データ、レーダ ARPA データの ECDIS 画面への重畳

(2) 船橋に装備する機器の種類

- ・ IMO 基準に準拠した機器の設置
- ・ レーダ ARPA の 2 台設置(X バンド、S バンド)
- ・ ECDIS の設置
- ・ チャートレーダの導入
- ・ 居眠り防止装置の導入

(3) 良好な操縦性能の確保

- ・ IMO 操縦性能基準(Resolution MSC.137(76))の遵守
- ・ 高揚力舵の導入

2.1.3 環境・作業的要因

船橋内の作業環境や作業方法、人間-機械インタフェースに関わる問題が環境・作業的要因である。環境・作業的要因に対処するには次の事項を考慮する⁽⁵⁴⁾。

- ・ 目視での見張りの妨げとならない船橋レイアウト(夜間照明を含む)
- ・ 当直者の動線を考慮した船橋機器類の配置
- ・ 昼夜を問わず船位測定、機器操作時も見張りを平行して実施できる機器(レ

ーダ ARPA、GPS、AIS、海図台等)の配置

2.1.4 管理的要因

陸上及び船内の管理者の安全意識、指導力、安全管理組織の整備、各種作業マニュアルの整備、教育訓練の実施等に関わる問題が管理的要因であり、衝突海難防止体制を構築する上で最も重要な要因である。管理的要因に対処するには次の事項を考慮する

(1) 陸上管理者

- ・安全運航に関する陸上と船内の組織化、責任の明確化
- ・操船における「不注意」、「油断」を防止するための教育(海難の現状と特徴、ヒューマンエラー、ヒューマンファクター)及び訓練(操船シミュレータ訓練、危険予知活動、ヒヤリハット活動)の実施
- ・BRM 訓練の実施
- ・船橋当直ガイドラインの整備、アップグレード
- ・不具合報告への対処(周知と対策)

(2) 船内管理者

- ・安全運航に関する方針の明示(航路選定、離岸距離、航海中の注意事項全般、船位決定の方法と間隔、船長への報告事項、他船と安全に航過する距離)
- ・操船における「不注意」、「油断」を防止するための教育(海難の現状と特徴、ヒューマンエラー、ヒューマンファクター)及び訓練(危険予知活動、ヒヤリハット活動)の実施
- ・船橋当直ガイドラインの確実な実行
- ・発生した不具合(ニアミス、ヒヤリハット)の報告

2.1.5 任務的要因

定時運航の強要、過密なスケジュール、マニュアルや法規にあまりに忠実に対応しすぎることにより発生する新たな危険、複数の人員で当直している場合の上位の航海士のメンツ等に関わる問題が任務的要因である。任務的要因に対処するには次の事項を考慮する。

- ・船橋当直ガイドラインの確実な実行

- ・ BRM 訓練の実施

2.2 衝突海難防止のPDCA

ISM コードは、大規模な人的損失や環境汚染をもたらす海難の多くは人的要因によって発生しているとの認識から、海難防止のためには船舶だけではなく陸上部門も含めた全社的な取り組みが必要と判断し、船舶・陸上を含めた全社的な「安全管理システム(SMS)」を構築して、これを実施することを義務づけている。ISM コードでは安全管理を PDCA サイクル(「計画を立て」(Plan)→「計画を実施し」(Do)→「実施結果を評価し」(Check)→「評価を踏まえて見直し、改善する」(Act)という一連のサイクル)で進めることを求めている。

ここまで提案した衝突海難防止体制を SMS の中に取り込み、全体的な PDCA サイクルの中で運用していくことは船舶の総合的な安全運航を達成するために重要である。SMS の PDCA サイクルに組み込む衝突海難防止体制の具体的内容を次に示す。

(1) 計画(Plan)

- ・ 船橋当直ガイドラインの確立
- ・ 安全運航に関する船長方針の確立
- ・ 陸上与船内の組織化、責任の明確化
- ・ 船橋に装備する機器の計画、配置の検討
- ・ 良好な操縦性能の確保
- ・ 安全な船橋当直作業を阻害する船橋レイアウト、機器類配置の特定
- ・ 安全目標の設定
- ・ 安全教育訓練要領の策定

(2) 実施(Do)

- ・ 船橋当直ガイドラインに従った船舶の運航
- ・ 教育訓練の実施と記録
- ・ 発生した不具合の報告

(3) 評価(Check)

- ・ 内部監査の実施

(4) 改善(Act)

- ・ 不具合発生原因の調査と是正
- ・ 不具合の再発防止策
- ・ 船橋当直ガイドラインの見直しと改善
- ・ 船橋当直ガイドラインの効果の検証

図 6-2-1 に示すように PDCA サイクルは繰り返しながらスパイラル上にそのレベルを高めていくことが重要である。

本研究で示したとおり衝突海難の原因は多岐にわたり、画一的な防止対策だけではその発生を防ぐことはできない。しかし提案した衝突海難防止の PDCA サイクルを繰り返し実施し、操船者のみならず船長、陸上の運航管理者、経営責任者の意識改善とリーダーシップで衝突海難の発生を根絶することは可能である。

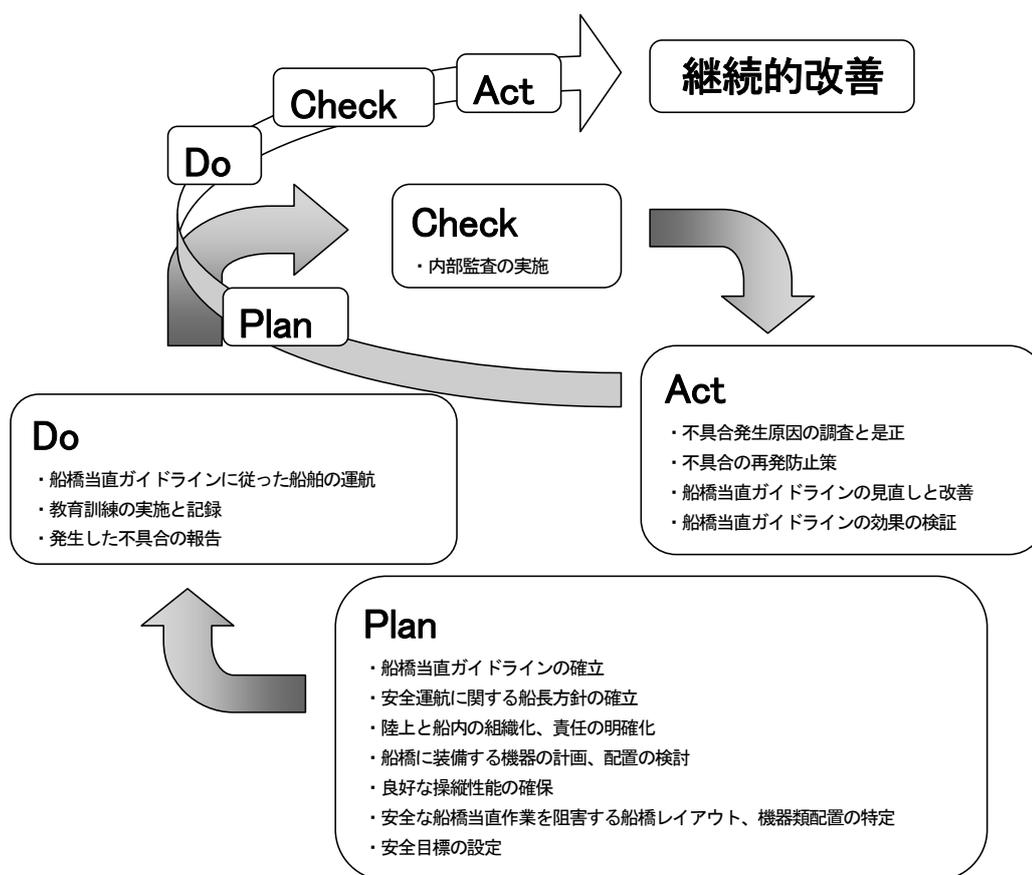


図 6-2-1 衝突海難防止体制を確立する PDCA サイクル

第7章 結 論

本研究では、まず衝突海難の発生過程における操船者エラーを特定し、操船者の情報処理システム及び同システムに直接的、間接的に作用するヒューマンファクターと操船者エラーの関連を調査するための衝突海難分類法を構築した。次に構築した分類法を適用して海難審判裁決例集に収録された288隻の衝突海難を分類、分析し衝突海難における操船者エラーの発生形態、操船者エラー及びヒューマンファクター相互の関連、視界不良、夜間、船舶輻輳といった航行環境が操船者エラーに及ぼす影響といった操船者エラーの特徴を解明した。さらに他船を認識し適切な避航法を実行するまでの操船者の避航行動をモデル図で表現し、衝突海難及び衝突に至らない実操船での避航行動の各ステップにおける操船者エラーを比較しその特徴を解明した。

これらの結果を基に、操船者エラーによる衝突海難を防止するための対策をとりまとめ、操船者エラーが衝突海難へと発展しないために操船者が励行しなければならない行動指針を定めた船橋当直ガイドラインを策定した。

最後に総合的な衝突海難防止体制を構築し、それらを適正にマネジメントするための施策を提案した。

以下に本研究で得られた主要な結論と今後取り組むべき課題について述べる。

第1章は、本研究における衝突海難と操船者エラーの考え方と先行研究での操船者エラー及びヒューマンファクターに関する取り組みを総括的に述べるとともに、本研究の意義及び目的について述べた。

第2章は、操船者エラーの特徴と総合的な衝突海難防止の施策を構築するための端緒として、海難審判庁及び海上保安庁の海難調査記録から海難の動向及び現状を分析した。さらにヒューマンファクターを考慮した海難防止へ国内外の取り組みについて調査し、次の結論を得た。

- (1) 海難隻数、その推移、海難船舶の種類及び海難種類のいずれも海難審判庁と海上保安庁の調査結果に大きな差異がある。また、海難審判庁調査では理事官の認知海難と裁決海難は海難船舶の種類、海難種類ともに大きく異なる。

- (2) 海難審判庁の調査では、平成 18 年の海難認知隻数は平成 6 年に比較すると半減しているが、死亡・行方不明者数は最近 5 年間は概ね 200 名前後で横ばいの状況にある。海上保安庁の調査では海難隻数は平成 10 年までは減少傾向であったが以降は一定した減少傾向は見られない。死亡・行方不明者数は 16 年までは概ね 150 名前後で推移していたが、平成 17 年から減少に転じている。
- (3) 海難審判庁調査では認知隻数は減少しているものの、船舶運航隻数を考慮した事故率は全体として上昇している。
- (4) 海難審判庁の調査では、衝突海難の原因として「見張り不十分」が最も多く約半数を占め、衝突海難の 8 割以上は操船者のヒューマンファクターに起因して発生している。海上保安庁の調査では 9 割以上を占めている。
- (5) IMO ではヒューマンファクター概念による海難調査・分析の手法・体制の確立が重要との認識に立ち、「海上事故及び海上インシデントの安全調査のための国際標準と報告方式のコード」の強制化が採択され、各国に対して 2010 年 1 月 1 日からは同コードに基づく海難及びインシデントの調査及び IMO への報告が義務付けされた。
- (6) 我が国においても IMO の検討を受け、海上インシデント、海難におけるヒューマンファクターに関する調査検討を実施し、海難審判庁においてはヒューマンファクター概念に基づく海難調査を開始している。
- (7) 平成 20 年 10 月に発足する運輸安全委員会では、原因究明に特化し、ヒューマンファクターを考慮した海難調査の実施が望まれる。

第 3 章は、操船者エラー及びヒューマンファクターについて、本研究での考え方を整理するとともに、操船者エラーによる衝突海難の発生過程を把握するため、衝突海難分類法を構築し、海難審判裁決例集に記載された 145 件、288 隻の衝突海難事例について操船者エラーの発生過程に基づいたエラーの分類を実施した。また、操船者の情報処理システムに基づく避航行動モデルを作成し、衝突海難を発生させた避航行動を調査し、以下の結論を得た。

- (1) 操船者エラーは「操船者エラーをもたらした原因」すなわち「操船者エラーのきっかけ」が直接的に、「操船者のパフォーマンスに影響する因子」や「作業状況の因子」、「従事していた作業」といった「外部環境」が間接的にヒュー

マンファクターとして操船者の情報処理システムに作用して発生していると表現できる。

- (2) 分類法を使用して衝突海難における船舶の状況等、及び操船者エラーの分類を実施し、操船者エラー発生過程の各要素における次の特徴を把握した。
 - ① 操船者は、他船の動静を識別していても、その約 3 割はその後必要な避航動作を取らない。
 - ② 操船者は他船との衝突のおそれを「検出」していても、その約 7 割はその後の「確認」や「決定」の段階でエラーを犯す。
 - ③ 衝突海難は約 8 割は最終的には操船者の「注意散漫」、「不適当なタイミング」及び「その他の作業・行動」により適切な避航行動を取らずに発生する。
 - ④ 「競合目標」、「並列作業」及び「不適切な教育」が操船者のパフォーマンスに大きな影響を与え、ヒューマンファクターとして操船者の情報処理システムに作用している。
- (3) 操船者エラーの 5 割以上は他船の認識、動静の識別までのステップで発生しており、特に他船の動静を識別するステップでの操船者行動が衝突海難に大きく影響する。

第 4 章は、分類結果から操船者エラーの発生形態を調査するとともに、数量化Ⅲ類による分析及びクラスター分析を行い、操船者エラーの全体像とその特徴を抽出した。さらに衝突海難及び衝突に至らない実操船での避航行動の比較検討を行い、操船者エラー及び避航行動の特徴を把握し、次の結論を得た。

- (1) 「注意散漫による衝突海難」は、他船を認識しないまま衝突に至る場合、他船を認識したものの動静を正しく識別せず衝突のおそれを確認しない場合、他船を認識し動静を正しく識別し、さらに衝突のおそれを確認したものの避航動作を取らず衝突に至る場合があり、その発生形態は複雑である。操船者のスキルベース行動、ルールベース行動による当直モラルの低下が最も大きな要因である。
- (2) 「不適当なタイミングによる衝突海難」は、他船を認識したものの動静を正しく識別せず、更に接近して衝突のおそれを確認したものの漫然と衝突はしな

いと判断したり、さらに衝突の危険を確認したものの避航動作が不適切となって発生する場合が最も多い。注意散漫による事故と同様に操船者の当直モラルに起因する場合もあるが、視界不良、船舶輻輳、機器の故障といった航行環境の中、当直者の状況認識能力では処理できない状況に陥ったことが最も大きな要因である。

- (3) 「その他の行動・作業による衝突海難」は、操船者の操船や見張り以外の行動・作業をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、接近して動静を識別したものの注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至る場合や、操船者の無意識的な行動をきっかけとして、操船者が他船はいないと思い見張りを行わず、接近して動静を識別したものの注意を払わないまま航行し、避航動作をとらないまま衝突に至る場合が最も多い。
- (4) 「視界不良時」は操船者が衝突のおそれを確認しているものの、確認せず大丈夫と判断したり、衝突のおそれを確認した後の避航のための針路決定や操作を間違える傾向が強い。
- (5) 「夜間」は操船者が他船の行動を臆断して衝突のおそれはないと判断したり、衝突のおそれがある他船はないものと慣れに基づいて判断し、他船との見合い関係を監視しないで衝突に至る場合がほぼ同じ割合で最も多い。また他船を認識していても衝突のおそれを検出しなかったり他船との衝突のおそれを認識するものの漫然とやり過ごす、あるいは忘れて衝突に至る傾向も強い。
- (6) 「船舶輻輳時」は衝突のおそれを確認しても漫然と大丈夫と判断する場合が最も多く、また衝突のおそれが複数あるのに1隻に対してのみしか注意を払わない傾向も強い。
- (7) 衝突海難を発生させた操船者の避航行動では「他船を認識」か「動静を識別」のどちらかで操船者エラーが発生している。他船の動静を正しく識別することが衝突海難防止に特に重要である。
- (8) 実操船での操船者の避航行動ではすべての事例で操船者は他船を認識し、あるいは動静を正しく識別していた。また他船との距離が5海里以上離れている早期に他船を認識・識別し、すぐに複数の手段で衝突のおそれを検出、確認している。
- (9) 操船者エラーの発生形態及びその特徴の分析によって「注意散漫」や「不適

当なタイミング」、「その他の行動・作業」といった操船者行動による衝突海難が、操船者の情報処理システムにおけるエラーの連鎖と複合及び関連するヒューマンファクターという形で整理できた。しかし「なぜ操船者は他船の動静を確認しなかったのか?」、「なぜ操船者は他船の行動を臆断したのか?」といった操船者が誤った判断を行った背景について、海難審判裁決から読み取ることができない。この点について運輸安全委員会での事故調査が充実することを望むとともに、実操船での調査を継続したい。

第5章は、第3章及び第4章で把握した操船者エラーの特徴に基づき、操船者エラーの特徴を考慮した衝突海難防止対策について考察し、次の結論を得た。

- (1) 「注意散漫」、「不適切なタイミング」及び「その他の行動・作業」といった操船者行動による衝突海難の発生を防ぐための具体的な防止対策を述べた。
- (2) 「視界不良」、「夜間」あるいは「船舶輻輳」といった航行環境での衝突海難を防ぐための具体的に防止対策を述べた。
- (3) 衝突海難防止にはレーダ ARPA の適切な使用とヒューマンファクターに関する教育、航行環境に応じた系統的な見張りの実施が最も重要である。
- (4) 検討した衝突海難防止対策を実際の操船の場面で有効に活用するために操船技術を構成する各要素技術の項目ごとに、操船者が利用しやすい形で具体的な行動を示した船橋当直ガイドラインを作成した。
- (5) AIS 搭載船の増加により他船の動静の把握、行動の予測、情報交換の容易さが飛躍的に向上している。AIS 情報及び他船と直接の情報交換を通じて避航行動を決定する機会が増えており、今後、AIS を利用した避航行動について検討し、船橋当直ガイドラインに盛り込む必要がある。

第6章は、これまでに得られた衝突海難を防止するためのハード面、ソフト面の様々な対策を結びつけて、衝突海難防止体制を構築するマネジメントについて検討し、次の結果を得た。

- (1) 衝突海難を操船者の不安全行動により発生した災害と捉え、事故原因の 5M に対応した衝突海難防止の 5M を提案し、効果的な衝突海難防止体制を検討した。

- (2) 衝突海難防止体制を ISM コードに基づく SMS に取り込み、総合的な船舶の安全運航を向上させる PDCA サイクルの重要性を述べた。
- (3) 総合的な船舶の安全運航を向上させるには、「乗揚げ海難」についても本研究と同様の調査・分析を実施し、今回作成した船橋当直ガイドラインを充実させる必要がある。

第 7 章では本研究で得られた成果を総括するとともに、今後取り組むべき課題について述べた。

謝 辞

本研究の端緒となった、操船者のヒューマンエラーに基づく衝突海難の分類に関する論文を、平成14年3月日本航海学会論文集に発表し、以降、本論文をまとめるまでの長期間に亘り、多くの方からご指導と励ましを頂いたことに感謝を申し上げます。

神戸大学大学院海事科学研究科、古莊雅生教授には研究の細部に亘りご指導と激励を賜りました。ここに心より感謝の意を表します。

また、神戸大学大学院海事科学研究科、嶋田博行教授、磯貝恭史教授、小谷通泰教授にご指導とご助言を頂きました。ここに謝意を表します。

東京海洋大学海洋工学部、矢吹英雄教授からは研究の節目ごとにご指導と激励を頂きました。厚く御礼申し上げます。

元東京商船大学学長、久々宮久教授には、著者が当時運輸省航海訓練所から東京商船大学の助手として出向中、海上交通安全に関するテーマを与えていただき、研究の進め方についてご指導とご助言を頂きました。心より感謝申し上げます。

独立行政法人航海訓練所、阪本義治教授には本論文の中核である衝突海難分類法の構築、海難の分類、衝突海難の防止対策の検討に至るまで共同で研究を進め、多大なご援助を賜りました。心よりお礼を申し上げます。

本研究で使用した実船での避航操船データは、航海訓練所の教官に実習生の訓練のかたわら、ご協力いただいたものです。また、「衝突海難を防ぐ船橋当直ガイドライン」に関して多くの船長・航海士から有用なアイデア、ご意見を頂きました。心より感謝いたします。

最後に妻、今日に心より感謝の気持ちを捧げたい。乗船勤務中の貴重な休暇のほとんどを論文執筆に当てることになった。彼女の理解と協力がなければ本研究をまとめることはできなかつただろう。

資料

資料1 衝突海難を防ぐ船橋当直ガイドライン

海難の約8割は船舶運航者、管理者のヒューマンファクターに起因したヒューマンエラーにより発生している。海難で最も多いのは「衝突」であり、衝突海難ではその9割以上が操船者のエラーにより発生している。

様々な原因で発生する海難にはその発生を防止することが極めて困難なものもあるが、ほとんどが操船者エラーにより発生している衝突海難は、操船者が自ら犯すエラーの特徴を把握し、衝突海難に至る前に正常なラインに戻すことができれば、その発生をゼロにすることは可能である。

当ガイドラインは、操船者がエラーの特徴を理解するとともに、衝突海難防止のために必要な操船者の行動指針を示したものである。

1. 衝突海難を引き起こす操船者のエラー

操船者エラーは「操船者エラーをもたらした原因」すなわち「操船者エラーのきっかけ」がヒューマンファクターとして直接的に操船者の情報処理システムに作用し、加えて「操船者のパフォーマンスに影響する因子」といった「外部環境」がヒューマンファクターとして間接的に作用することで発生している。衝突海難の最終的な原因としては「注意散漫による衝突海難」が最も多く、次いで「不適当なタイミングによる衝突海難」である。「注意散漫による衝突海難」とは操船者が他船の動静に十分な注意を払わず、そのために避航操船を行わずに衝突した場合である。また「不適当なタイミングによる衝突海難」とは他船との衝突のおそれや危険を確認しているにもかかわらず、避航の時機が遅れたり、避航方法が不適切であったために衝突した場合である。いずれの海難も操船者の単一のエラーで発生するのではなく、エラーの複合と連鎖で最終的に衝突に至る操船者エラーが発生している。

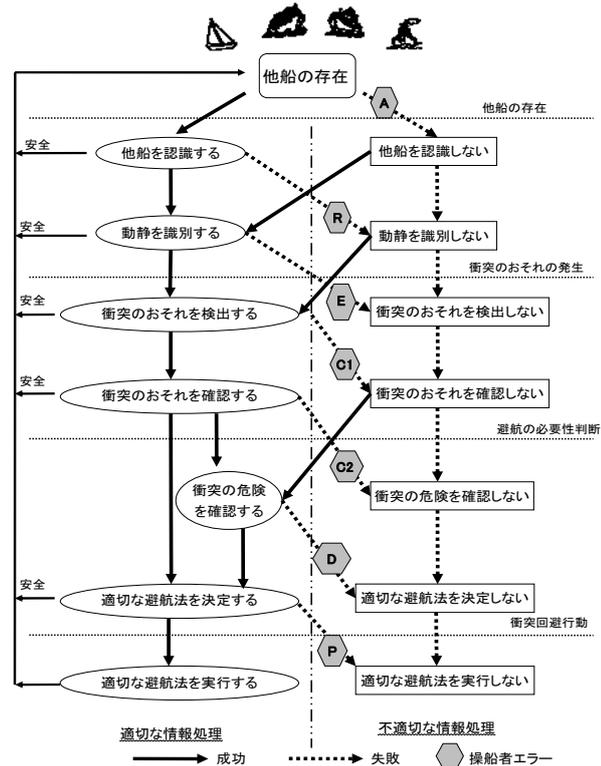
2. 避航操船を実行するまでの操船者行動

図に示すとおり、操船者は避航行動を実行する場合、まず他船の存在を認識(Awareness)した後、当該他船の動静を正確に識別(Recognize)し、見合関係が発生する状況であれば衝突のおそれの有無を検出(Estimate)する。その結果、衝突のおそれの状況を確認(Confirm)できれば適切な避航法を決定(Decision making)し、実行(Practice)するという情報処理のステップを実践することになる。各ステップで情報処理に失敗しても、次のステップでは成功し適切な処理に戻る場合もある。加えて、複数の船舶が存在する場合はこのステップを平行して実行する必要がある。衝突を回避する最後のステップは「適切な避航法を実行する」ことである。

操船者エラーの5割以上は他船の認識、動静の識別までのステップで発生しており、特に認識した他船の動静を正しく識別するステップでの操船者行動が衝突海難に大きく影響

する。

避航行動は各ステップでの成功と失敗の繰り返しであり、一つのステップで成功していても、次のステップで失敗すれば衝突海難へと発展する可能性が生ずる。また適切な避航方法を決定する最後のステップは操船者が衝突の危険を確認することであるが、衝突の危険を確認した段階での避航方法の決定は時間的な余裕がなく、誤判断・誤操作を招きやすい。



3. 衝突海難を防止する行動の指針

操船者エラーによる衝突海難を防止するための行動指針を次のとおり定める。

3.1 衝突海難を防止するための一般原則

- (1) 危険な見合い関係がある状況では当直を引き継がない。
- (2) 当直を維持できる情報を確認するまでは、当直を引き継がない。
- (3) 当直中に発生した危険な見合い関係を次の当直者及び船長に報告する。
- (4) 当直中の針路、変針、航行する航路及び付近船舶の交通流、予想される気象海象を事前に把握する。
- (5) 気象海象、交通の輻輳、船位の確認等、当直に不安を感じた場合は船長に報告する。
- (6) 航行環境、自船の操縦性能に応じて船長が定めた他船と安全に航過するための距離を確認する。

3.2 衝突海難を防止するための行動指針

[見張り]

- (1) 周囲に他船が存在しないと思いつくと、以降の見張りがおろそかとなる。常に他船が周囲に存在するという気持ちで見張りを行う。
- (2) 他船の存在に気付いたら、直ちにその動静(錨泊、停留、反航、行会い、同航、追越し)を把握する。動静を把握し衝突のおそれが発生する可能性のある船舶に対してはすぐに衝突のおそれを検出、確認するといった系統的な見張りを実施する。

- (3) 見張りは目視、レーダ ARPA、AIS といった複数の手段で実施する。
- (4) 他船が複数存在する場合は、船首・船尾を横切る体勢の船舶、船長が定めた他船と安全に航過するための距離以内に侵入しそうな船舶の方位変化の確認を優先するとともに、注意を一隻に集中させない。
- (5) 他船が針路を変更し衝突のおそれなくなると、以降の見張りがおろそかとなる。再度針路を変更する可能性もあり、引き続き継続した見張りを行う。
- (6) 自船が針路を変更して衝突のおそれなくなると、以降の見張りがおろそかとなる。他船が針路を変更する可能性もあり、引き続き継続した見張りを行う。
- (7) 経験が不足している操船者は他船の存在に気付いても、動静に注意を払わなかったり、衝突の遅れを確認せずに衝突はしないと判断する傾向があることに注意する。
- (8) 当直業務以外の作業を平行して実施すると、衝突のおそれのある他船は存在しないと臆断し、見張りがおろそかとなる。当直中、当直業務以外の作業は行わない。
- (9) 見張り以外の作業(船位測定、VHF 交信等)を平行して実施すると他船は存在しないと思い込んだり、他船に気付いても動静を正しく識別しない場合があることに注意する。
- (10) 衝突のおそれ、危険を認識していても、漫然と航行し避航動作を取らなかつたり遅れる場合がある。避航船である他船の船橋で当直者が自船を確認している様子が見えても、当該他船が避航動作を取るとは限らないことに注意する。

[計画]

- (1) 衝突のおそれ、危険に気付いても避航のタイミングが遅れて衝突に至る場合が多い。視界の状況、昼夜の別、船舶交通の輻輳度、気象海象の状況、自船の操縦性能、他船との見合い関係等を考慮して、衝突のおそれのある船舶、衝突の可能性を否定できない船舶(自船の変針、他船の変針の可能性)に対して、適切な避航法を実行する標準的な避航開始時期を決定する。
- (2) 避航法は船長が定めた他船と安全に航過するための距離を確実に確保できるように計画する。
- (3) 時間的な切迫感があると他船の動向を自船に都合の良いように判断(他船が避航する、このままでも衝突はしない等)しがちとなる。衝突のおそれのある船舶に対しては、時間的・距離的な余裕のある段階で早期に適切な避航法を計画する。
- (4) 狭水道通過に当たっては、避航操船を行っても自船が安全な位置にいるか簡単に判断できるように No-Go Area、Parallel Indexing、Wheel Over Position を設定しておく。

[操縦]

- (1) 操船者は操船計画を船橋内の他のメンバーに説明する。
- (2) 操舵号令を発する前に変針方向及び後方を確認する。
- (3) 操舵号令は口頭及び手信号にて操舵手に正確に伝えるとともに、復唱内容及び舵

角指示器で実際の操舵を確認する。

[法規遵守]

- (1) 海上衝突予防法、海上交通安全法等の海上法規を遵守する。
- (2) 特定の海域に適用される航法等は航行前に再度確認する。
- (3) 海上衝突予防法で定める避航船、保持船の関係が発生する前の早期(3海里以上)に自ら適切な避航行動を取ることは衝突海難防止に有効である。
- (4) 注意喚起信号、疑問信号、操船信号等を適切に実施するとともに、他船の信号に注意する。

[機器取扱]

- (1) 少なくとも10海里以内に存在するレーダ画面上のターゲットはARPAで捕捉し、5海里以内のターゲットについてはその動静を識別する。そのために半径5海里のガードゾーンを設定する。
- (2) 衝突のおそれを確認した船舶のDCPA変化の監視、気象海象の影響によるロスターゲットを防ぐためにレーダ調整及びレンジ切り替えを徹底する。

[情報交換]

- (1) 衝突のおそれを確認した船舶に対してVHFを使用してお互いの操船計画を確認し、安全な避航法を決定する。
- (2) 操船者は操船計画を船橋内の他のメンバーに説明する。
- (3) 他船の識別、動静、衝突のおそれ、危険の確認といった見張り情報を船橋内のメンバーで共有する。

[管理]

- (1) 視界不良時、夜間、船舶交通が輻輳する海域では操船者の能力を超えた状況が発生する可能性がある。航行環境に応じて適切な人数と配置で船橋当直を維持する。
- (2) 複数の人員で当直を実施する場合の適切なBRMを実施する。

資料2 視界不良時の追加ガイドライン

1. 衝突海難を防止するための一般原則

- (1) 視界の変化に関する気象情報を入手したなら船長に報告する。
- (2) 船長が定める視界不良時になったら直ちに船長に報告する。
- (3) 視界の状況に応じて船長が定めた他船と安全に航過するための距離を確認する。

2. 衝突海難を防止するための行動指針

[見張り]

視界不良時、操船者の行動には次のような特徴があり注意する。

- (1) 周囲の他船への注意が、一隻に集中する。
- (2) 他船の行動を自船の都合の良いように臆断したり、衝突のおそれを確認しても衝突しないと判断する。
- (3) レーダ ARPA 情報の不足や遅れが影響して、衝突のおそれを検出・確認しない、あるいは衝突の危険を確認しない。
- (4) 時間的な切迫感があったり競合する目標があると、衝突のおそれを確認せずに衝突はしないと判断する。

[計画]

- (1) レーダ ARPA 情報による他船情報の不足や遅れを考慮して、標準的な避航開始時期は通常より大きく設定する。
- (2) 自船の針路の変更が他船にわかりやすいように、通常より大幅な針路変更を計画する。
- (3) 避航行動は速力の大幅な変更も加味して計画する。

[法規遵守]

- (1) 視界不良時の航法を厳守する

[情報交換]

- (1) 現在の視程、当直中の視界の状況を次直に引き継ぐ。
- (2) 視界の変化の状況を機関室に連絡する。

[管理]

- (1) 視界の状況に応じて適切な人数と配置で船橋当直を維持する。

資料3 夜間の追加ガイドライン

1. 衝突海難を防止するための行動指針

[見張り]

夜間、操船者の行動には次のような特徴があり注意する。

- (1) 船舶交通が輻輳したり、時間的な切迫感があると注意力が分散し、衝突のおそれを検出・確認しなかったり、注意が一隻に集中する。
- (2) 当直業務が忙しくなると単一の方法のみで他船の動静を判断する。
- (3) 過去に航行した経験のある海域では、そのときの経験に基づいて他船の行動を臆断する。

[計画]

- (1) レーダ ARPA 情報による他船情報の不足や遅れを考慮して、標準的な避航開始時期は通常より大きく設定する。
- (2) 自船の針路の変更が他船にわかりやすいように、通常より大幅な針路変更を計画する。

[機器取扱]

- (1) 船橋内の計器の照明、作業灯等が適切な見張りの妨げとならないようにする。

[管理]

- (1) 船舶交通の輻輳度、気象海象等の状況に応じて適切な人数と配置で船橋当直を維持する。

資料4 船舶輻輳時の追加ガイドライン

1. 衝突海難を防止するための行動指針

[見張り]

船舶輻輳時、操船者の行動には次のような特徴があり注意する。

- (1) 時間的な切迫感があると注意が一隻に集中する。あるいは衝突のおそれを確認しないで、衝突の可能性はないと判断する。
- (2) 視認の状況やレーダ ARPA 情報を読み間違えて衝突のおそれはないと判断する。衝突のおそれを検出・確認しても避航動作が不適切となる。
- (3) 船舶が輻輳していても衝突のおそれが発生する他船はいないと思い込んで見張りを行わない。

[計画]

- (1) 多数の船舶を一度に避航する場合は自船の針路の変更が他船にわかりやすいように、通常より大幅な針路変更を計画する。

[機器取扱]

- (1) 多数の船舶の情報を一度に処理する必要があるため、レーダ ARPA 情報を読み間違えて衝突のおそれはないと判断する可能性があることに注意する。

[管理]

- (1) 船舶の輻輳度、気象海象等の状況に応じて適切な人数と配置で船橋当直を維持する。

用語の定義

人的エラー(第1章2節)

参考文献(15)では"Human Maluanction"を「人的エラー」と訳している。本論文では人的エラーをヒューマンエラーと表記した。

操船者エラー(第3章1.1.3)

操船者の犯すヒューマンエラー。操船者が適正に処理しなければならない判断や行動と実際に実施した判断・行動の差

ヒューマンエラー(第3章1.1.3)

Meister(1971)はヒューマンエラーを「システムから要求されたパフォーマンスからの逸脱」、また Swain(1980)は「システムによって定義された許容限界を超える一連の人間行動」と定義した。本研究では「システム要求によりしなければならないこと」と「実際の行動」の差として使用

ヒューマンファクター(第3章1.1.1)

参考文献(33)では人間と機械、装置との関係、その処理との関係、その環境との関係に関するもの(Hawkins)としている。

参考文献(34)、(35)では機械やシステムを安全に、しかも有効に機能させるために必要とされる、人間の能力や限界、特性などに関する知識の集合体(黒田)と定義している。

操船者のヒューマンファクター(第3章1.1.1)

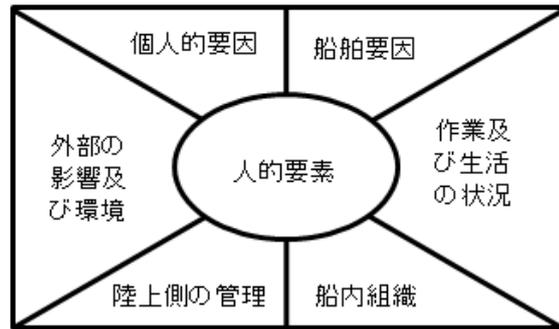
操船者の情報処理システムに発生するエラーのきっかけ及び操船者の情報処理システムに作用する航行環境、作業環境、船舶・運航者の管理状況といった外部環境

海上インシデント(第1章2.2.1)

船舶または人が危険にさらされ、または結果として船舶または構造物もしくは環境への重大な損害が生じたかもしれない船舶の運用に起因し、もしくは関連する出来事または事象を言う(IMO 決議 A849(20)付属書 参考文献(24))

ヒューマンエレメント(第1章2.2.1)

人間の行動及び業務遂行能力に直接、間接の影響を与えるいくつかの要素の中心を占める人的要素 SHEL モデルの中心にある Liveware を示す。(IMO 決議A884(21) 参考文献(27))



認知海難(第2章 1.1.1)

理事官が認知した海難

理事官は管轄官庁からの報告、報道等により我が国水域はもちろん世界中の水域で発生した海難を広く認知することができる。

裁決海難(第2章 1.1.1)

海難審判で裁決が出された海難

理事官は認知した海難を調査した後、海難防止の観点から審判によりその実態を明らかにし、原因を究明する必要があると判断した場合は地方海難審判庁に対して審判開始の申立を行う。そして海難審判では海難原因を究明し、裁決によって明らかにしている。

海難の種類(第2章 1.1.1)

海難審判庁ホームページから

衝突：船舶が、航行中又は停泊中の他の船舶と衝突又は接触し、いずれかの船舶に損傷を生じた場合をいう。

衝突(単)：船舶が、岸壁、棧橋、灯浮標等の施設に衝突又は接触し、船舶又は船舶と施設の双方に損傷を生じた場合をいう。

乗揚：船舶が、水面下の浅瀬、岩礁、沈船等により乗り揚げ又は底触し、喫水線下の船体に損傷を生じた場合をいう。

沈没：船舶が海水等の浸入によって浮力を失い、船体が水面下に没した場合をいう。

転覆：荷崩れ、浸水、転舵等のため、船舶が復原力を失い、転覆又は横転して浮遊状態のままとなった場合をいう。

遭難：海難の原因、態様が複合していて他の海難の種類の一に分類できない場合、又は他の海難の種類の内いずれにも該当しない場合をいう。

行方不明：船舶が行方不明になった場合をいう。

火災：船舶で火災が発生し、船舶に損傷を生じた場合をいう。ただし、他に分類する海難の種類に起因する場合は除く。

爆発：積荷等が引火、化学反応等によって爆発し、船舶に損傷を生じた場合をいう。

機関損傷：主機、補機が故障した場合、又は燃料、空気、電気等の各系統が損傷した場合をいう。

属具損傷：船体には損傷がなく、船舶の属具に損傷を生じた場合をいう。

施設損傷：船舶が船舶以外の施設と衝突又は接触し、船舶には損傷はないものの、当該施設に損傷を生じた場合をいう。

死傷等：船舶の構造、設備又は運用に関連し、乗組員、旅客等に死傷又は行方不明を生じた場合をいう。ただし、他に分類する海難の種類に起因する場合は除く。

安全障害：船舶には損傷がなかったが、貨物の積み付け不良のため、船体が傾斜して転覆等の危険な状態が生じた場合のように、切迫した危険が具体的に発生した場合をいう。

運航障害：船舶には損傷がなかったが、燃料・清水の積み込み不足のために運航不能に陥った場合のように、船舶の通常の運航を妨げ、時間的経過に従って危険性が増大することが予想される場合をいう。

船舶の種類(第2章 1節)

海難審判庁ホームページから

遊漁船：遊漁船の適正化に関する法律（昭和63年12月23日法律第99号）第2号に定める遊漁船業の用に供する船舶のうち、瀬渡船を除いたものをいう。また、同法第3条に定める遊漁船業の届出の有無、漁船登録の有無等にかかわらず、海難発生時に遊漁船として使用されていたものをいう。

瀬渡船：遊漁船の適正化に関する法律（昭和63年12月23日法律第99号）第2号に定める遊漁船業の用に供する船舶のうち、専ら釣り客を乗せ、磯等の釣り場に案内する船舶をいう。

旅客船：定期旅客船、カーフェリー、連絡船等、主として旅客の運送に従事する船舶で、旅客定員が12人を超えるものをいう。

貨物船：コンテナ船、自動車運搬船、砂利運搬船等、主として貨物の運送に従事する船舶をいう（油送船を除く）。

油送船(タンカー)：原油タンカー、ナフサタンカー、LPG船等、油類（原油、石油精製品及びLPG等）の運送に従事する船をいう。

漁船：漁ろう船、さけ・ます母船、漁獲物運搬船等、漁船法第2条第1項第1号から第4号までに定める船舶をいう。

プレジャーボート：海洋性レジャーに使用される船舶類で、一般に娯楽、スポーツの用に供する船舶をいう。

重大海難(第2章2節)

海難審判庁ホームページから

海難事件のうち、原因が複雑な事件、規模が大きい事件又は社会的な影響が大きい事件であって、迅速かつ重点的な処理を要するため、海難審判理事所長又は地方海難審判理事所長が指定したものをいう。

操船者の情報処理システム(第3章2節)

操船者の認知行動が情報処理過程に作用して避航行動を実行する情報処理の系統

操船者の認知行動(第3章2節)

Rasmussen の RSK モデル(参考文献(15))を用いて操船者行動を知覚のパタンに応じたスキルベース行動、ルールベース行動、知識ベース行動に分類したもの

操船者の情報処理過程(第3章2節)

衝突のおそれを検出して避航動作を取るまで操船者の情報処理の流れを「情報源」、「情報受容」、「判断」、「作業(操作)の指示」の4つのフェイズに区分して、「作業(操作)の指示」の結果の確認と新しい情報とが次の情報源となって繰り返される過程

操船者のエラーメカニズム(第3章2節)

操船者の認知行動(レベルスキルベース行動、ルールベース行動、知識ベース行動)に応じて発生するエラー

操船者エラーに至った内的要因(第3章2節)

操船者の情報処理過程に発生するエラー

衝突のおそれ(第3章3節)

海上衝突予防法の航法が適用される条件が「衝突のおそれ」であり、裁決では通常2海里をもって「衝突のおそれ」の発生する距離としている。「衝突のおそれ」は通常相手船の方位に変化がないことで知ることができる。

衝突の危険(第3章3節)

「衝突のおそれ」が継続し、より衝突に近づいた状態を「衝突の危険」という。「衝突の危険」が生じると、船員の常務による衝突を避ける措置(最善の協力動作を含む非定型的航法)をとることになる。

見合い関係(第3章3節)

「衝突のおそれ」の発生を認め、「衝突の危険」があると認めるべき船舶間の関係。具体的には「横切り」、「行会い」、「追越し」の状態

操船者のパフォーマンス(第3章 3節)

操船者の情報処理能力

無意識の行動(第3章 4節)

操船者のスキルベース行動、ルールベース行動

他船を認識(第3章 5節)

海上に存在しているものが船舶であることを認める。(目視、音響信号、レーダ ARPA、AIS、VHF 等の使用)

動静を識別(第3章 5節)

他船の動静を正しく把握する。横切り船、追越し船、行会い船、同航船、反航船等(目視、レーダ ARPA、AIS、VHF 等の使用)。他船の動静を確認しても、行動を臆断したり、見合い関係の選択を間違えた場合は動静を正しく識別したとは定義しない。

衝突のおそれの検出(第3章 5節)

ジャイロコンパスによる方位計測やレーダ ARPA、AIS でのターゲット補足といった方法で衝突のおそれが発生するかどうか調査する。

衝突のおそれの確認(第3章 5節)

ジャイロコンパスによる方位の変化やレーダ ARPA、AIS による DCPA、TCPA 等の数値から、そのまま航行すると衝突の危険が発生することを把握する。

衝突の危険の確認(第3章 5節)

ジャイロコンパスや目視による方位の変化やレーダ ARPA、AIS による DCPA、TCPA 等の数値から、今すぐに避航しないと衝突の可能性のあることを把握する。

適切な避航法を決定(第3章 5節)

自船、他船の操縦性能、航行環境等を勘案して適切な DCPA と航過舷で他船と航過する避航法(航過距離、針路、速力)を決定する。

適切な避航法を実行(第3章 5節)

決定した適切な避航法を実行できる操船(舵角、速力、タイミング)を行う。

参考文献

第1章

- (1) 遠藤真, 山崎祐介: 避航操船における操船者の取得する視覚情報について, 日本航海学会論文集 第 86 号, pp.29-37, 平成 4 年 3 月
- (2) 遠藤真: 船舶操船者のエラー発生の要因及び確率とその定量的安全性評価について, 文部省科学研究費補助金研究成果報告書, 1993-1994
- (3) 遠藤真: 船舶操船者のヒューマンエラーのモデル化について-ワークロードとパフォーマンス-, 文部省科学研究費補助金研究成果報告書, 1995-1997
- (4) 福地信義, 篠田岳思, 小野隆弘: 緊張ストレス環境における海洋事故の状態遷移と安全性評価(その 1)緊張ストレスと心拍変動, 日本造船学会論文集 第 188 号, pp.465-478, 平成 12 年 12 月
- (5) 福地信義, 篠田岳思, 小野隆弘: 緊張ストレス環境における海洋事故の状態遷移と安全性評価(その 2) 事故までの推移と安全対策, 日本造船学会論文集 第 190 号, pp.671-683, 平成 13 年 12 月
- (6) 村山義夫, 山崎祐介他: 未然事故調査試行結果について, 日本航海学会論文集 第 98 号, pp.257-264, 平成 10 年 3 月
- (7) 山崎祐介, 村山義夫他: 未然事故調査試行結果と事故の比較, 日本航海学会論文集 第 100 号, pp.245-241, 平成 11 年 3 月
- (8) 山崎祐介, 村山義夫, 遠藤真: 海難に関連する要因の関連について, 日本航海学会論文集 第 101 号, pp.53-56, 平成 11 年 9 月
- (9) Murayama, Yamazaki, et al. : Investigation System for Safety Management Applying Multivariate Contingency Analysis on Human Errors of Maritime Casualties, Proc. Int. Conference on TQM and Human Factors, Vol.2, pp.259-264, Sweden, 1999
- (10) 村山義夫, 山崎祐介他: 操船事故の人的要因調査についての考察, 日本航海学会論文集 第 102 号, pp.173-191, 平成 12 年 3 月
- (11) 久保田崇, 清水谷龍他: 航海者の避航意思決定過程に関する研究, Navigation 第 159 号, pp.95-99, 平成 16 年 3 月
- (12) 乾宣行, 西村知久他: 避航操船における操船情報と操船者行動の関係, 日本航海学会論文集 第 113 号, pp.9-15, 平成 17 年 9 月
- (13) 西村知久, 小林弘明: 避航操船における見張り特性に関する研究-I, 日本航海学会論文集 第 118 号, pp.299-305, 平成 20 年 3 月

-
- (14) 林 善男: 人間信頼性工学, pp-53-71, 昭和 63 年 7 月, 海文堂
- (15) Rasmussen, J., et al. :Classification System for Reporting Events Involving Human Malfunction, Riso-M-2240, 1981 (訳:異常診断技術に関する情報小委員会(人間関係グループ):人間・機械系の定常的信頼性解析, 高压ガス保安に関する情報紹介, No.83, pp.37-53, 高压ガス保安協会, 1982)
- (16) 海難審判庁:海難レポート 2007,平成 19 年 7 月
- (17) H.W.ハインリッヒ他: ハイリッヒ産業災害防止論, pp.18-27, 昭和 57 年 4 月, 海文堂
- (18) James Reason, 林 善男監訳: ヒューマンエラー-認知科学的アプローチ-, pp.167-181, 1999, 日科技連

第 2 章

- (19) 海難審判庁: 海難審判の現状(平成 11 年～13 年版), 平成 11 年 9 月～平成 13 年 9 月
- (20) 海難審判庁: 海難レポート(2002～2007), 平成 14 年 7 月～平成 19 年 7 月
- (21) 国土交通省総合政策局情報管理部: 船舶統計(平成 7 年～平成 16 年), 平成 8 年 2 月～平成 17 年 2 月
- (22) 海上保安庁: 海難及び人身事故の発生と救助について(平成 12 年～平成 19 年),平成 13 年 3 月～平成 20 年 3 月
- (23) 三井住友海上: MSI Marine News, 2007 年 3 月 28 日
- (24) 財団法人海難審判協会: IMO 決議 A. 884(21) 1999.11.25 採択 海難及び海上インシデントの調査のためのコード改正, 平成 13 年 3 月
- (25) 阪本義治, 竹本孝弘: 諸外国における海難調査と英国における衝突海難の現状-人的エラーに関する調査について-, Navigation 第 168 号, pp.69-76, 平成 20 年 6 月
- (26) 社団法人日本海難防止協会: 平成 14 年度海上インシデント・データベースに関する調査研究報告書, 平成 15 年 3 月
- (27) 財団法人日海難審判協会: 平成 15 年度ヒューマンファクター概念に基づく海難・危険情報の調査活用等に関する調査研究最終報告書, 平成 16 年 3 月

-
- (28)財団法人日本海技協会発行, 国土交通省海事局船員政策課国際企画室編集:
平成 17 年度「海上安全における人的要因等に係る検討委員会」報告書, 平成
18 年 3 月
- (29)財団法人日本海技協会発行, 海上安全における人的要因等に係る検討委員会
編集: 平成 18 年度海上安全における人的要因等に関する事故防止ガイドライ
ン, 平成 19 年 3 月
- (30)国土交通省: 国土交通省設置法の一部改正, 国土交通省 HP, 平成 20 年 1 月
- (31)国土交通省: 公共交通に係るヒューマンエラー事故防止対策検討委員会 最
終とりのまとめ, 平成 18 年 4 月
- (32)国土交通省海事局: 旅客船事故原因分析検討会 中間とりのまとめ, 平成 17
年 8 月

第 3 章

- (33)F・H・ホーキンス, 黒田勲監修, 石川好美監訳: ヒューマン・ファクター,
pp.1-12, 1992, 成山堂
- (34)黒田勲: ヒューマン・ファクターを探る-災害ゼロへの道を求めて-, pp.16-18,
平成 6 年, 中央労働災害防止協会
- (35)黒田勲: 信じられないミスはなぜ起こる-ヒューマンファクターの分析-,
pp.17-19, 平成 13 年, 中央労働災害防止協会
- (36)河野龍太郎: 原子力発電所におけるヒューマンファクター, 高压ガス 34[9],
pp.36-43, 1997 年 9 月
- (37)伊藤博子, 三友信夫他: m-SHEL モデルを用いた船舶運航のヒューマンファ
クター分析, 日本航海学会論文集 第 110 号, pp.83-91, 平成 16 年 3 月
- (38)宮城雅子: 大事故の予兆をさぐる, pp.79-83, 講談社, 1998
- (39)竹本孝弘, 阪本義治他: 衝突海難における人的エラーの分類について, 日本
航海学会論文集 第 106 号, pp.39-46, 平成 14 年 3 月
- (40)竹本孝弘, 阪本義治他: 衝突海難における人的エラーの発生形態, 日本航海
学会論文集 第 110 号, pp.109-116, 平成 16 年 3 月
- (41)伊藤喜市: 解説 海難審判関係用語集, pp. 118-120, 平成 8 年, 成山堂

(42)高等海難審判庁監修：海難審判庁裁決例集 第26巻~44巻，海難審判協会，1986~2004

(43)Takahiro Takemoto, Yoshiharu Sakamoto, et al. : The Characteristics of Navigator's Error in Ships' Collision Accidents, Proceeding of 2007 CIN-JIN-KINPR Joint Symposium(Asia Navigation Conference 2007), pp.213-221, 2007

第4章

(44) 竹本孝弘, 阪本義治他: 衝突海難における人的エラーの数量化, 日本航海学会論文集 第113号, pp.85-91, 平成17年9月

(45)大村 平: 評価と数量化のはなし, pp. 147 -190 , 1993年1月, 日科技連

(46)長谷川勝也: ゼロからはじめてよくわかる多変量解析, pp. 293-316, 2004年3月株式会社技術評論社

(47)㈱日本科学技術研修所: JUSE 統計パッケージ多変量解析ユーザーズマニュアル・活用ガイドブック, 2001年2月

(48)竹本孝弘, 阪本義治他: 視界不良時及び夜間における衝突海難に関する人的要因の特徴, 日本航海学会論文集 第117号, pp.221-228, 平成19年9月

第5章

(49)小林弘明, 井上欣三他: 操船技術の要素技術展開について, 日本航海学会論文集第96号, pp.119~pp.125 , 平成9年3月

(50)小林弘明, 片岡高志他: 操船シミュレータによる教育・訓練の評価手法に関する研究, 日本航海学会論文集第98号, pp.161-169 , 平成10年3月

第6章

(51)H.W.ハインリッヒ他: ハイリッヒ産業災害防止論, 海文堂, pp.27- 29 , 昭和57年4月

(52)黒田 勲: 「信じられないミスは」はなぜ起こる, 中央労働災害防止協会, pp.40-44 , 平成13年6月

-
- (53)樋口 勲: 安全管理の現場力, 中央労働災害防止協会, , pp.208-213 ,平成 16 年 7 月
- (54)岩崎裕行, 竹本孝弘他: 練習船銀河丸の船橋設備--IBS 及び AIS を中心として, Navigation 第 163 号, pp.47-45, 平成 17 年 6 月

その他の参考文献・資料

- (55)中央労働災害防止協会: 安全の指標 平成 17 年度, 平成 17 年 5 月
- (56) 大関 親: 新しい時代の安全管理のすべて, 中央労働災害防止協会, 平成 14 年 12 月
- (57) James Reason, 塩見 弘監訳:組織事故, 日科技連, 1999 年
- (58)橋本邦衛: 安全人間工学, 中央労働災害防止協会, 昭和 59 年 6 月
- (59)実践経営研究会編: マンパワー安全 7 つ道具, 日刊工業新聞社, 1994 年 8 月
- (60)長町三生: 安全のための行動科学, 中央労働災害防止協会, 昭和 60 年 3 月
- (61)長町三生: 安全管理の人間工学, 海文堂, 1995 年 8 月
- (62)谷村達夫: 日本ペイント愛知事業所の安全活動, 安全工学 Vol. 38 No. 4, pp.262-265, 1999 年 8 月
- (63)秋山英司: 安全管理の知識, 日本経済新聞社, 昭和 47 年 10 月
- (64)中央労働災害防止協会: 危険予知活動トレーナーのためのゼロ災害運動 Q&A, 中央労働災害防止協会, 平成 15 年 4 月
- (65)村上陽一郎: 安全と安心の科学, 集英社新書, 2005 年 1 月
- (66)島 孝治: 我が工場の安全活動, 安全工学 Vol. 31 No. 2, pp.126-129, 1992 年 4 月
- (67)井上史郎: 帝人デュポンフィルム(株)岐阜事業所の安全活動, 安全工学 Vol.44 No. 3, pp.213-216, 2005 年 6 月
- (68)石橋 明: 海難事故防止とヒューマンファクター: 人と船 第 105 号, pp.5-34, 2001 年 8 月
- (69)黒田 勲: 日本産業の安全文化について, 安全工学 Vol. 38 No. 6, pp.346-351,

1999年12月

(70)船舶安全学研究会：船舶安全学概論：成山堂書店：1998年10月

(71)竹本孝弘，森 勇介他：船員災害ゼロを目指す安全管，理航海訓練所 調査
研究諸報 14号，pp.93-130，平成18年9月