



# 港内タグボートの安全運用に関する研究

石倉, 歩

---

(Degree)

博士 (海事科学)

(Date of Degree)

2014-09-25

(Date of Publication)

2015-09-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6234号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006234>

※ 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。



博 士 論 文

港内タグボートの安全運用に関する研究

平成 26 年 8 月

神戸大学大学院海事科学研究科

石 倉 歩



# 内容梗概

本論は、筆者が神戸大学大学院海事科学研究科博士後期課程中において行った研究をまとめたものである。その内容は、タグボートの支援を受けて離着岸作業を行う船舶に存在する危険な状況を調査し、安全な運用法に関する提案を記述するものであり、次の 6 章から構成される。

第 1 章は、緒論であり、港内タグボートの現状について触れ、本論の目的概要について述べる。

第 2 章では、港内タグボートが船舶の離着岸等の港内での船舶支援作業を行っている際に発生する事故やヒヤリハットについて述べる。

第 3 章では、第 2 章においてヒヤリハットの原因として日常的に発生し、かつその高いヒヤリハットの発生頻度を示す「タグボートと本船間のコミュニケーション」、特に離着岸を行う船舶がタグボートの支援を受ける際に使用するタグ号令に関する問題点と、安全な共同作業を実施する上での提案について述べる。

第 4 章では、第 3 章と同様に「タグボートと本船間のコミュニケーション」に関連して、本船の離着岸操船支援時におけるタグボートの挙動について述べる。

本船操船者が港内において離着岸操船時にタグボートによる支援を受ける際、タグボートの挙動には、離着岸船舶（本船）の速力等によってタグボートの体勢移行に時間差が生じる。また、本船操船者のタグ号令に対するタグボートの返答と実際の行動には時間遅れが存在する。そこで本船の離着岸操船時におけるタグボートの体勢移行時間、タグボートの返答と実際の行動との時間差を求める。本船操船者がその時間差を加味した上でタグ号令を行うことが、離着岸作業時の本船の動きを制御する基本となる。

第 5 章では、タグボート曳航力の方向、タグボートの機関出力及びそれらの継続時間の 3 要素をタグボート運用要素と定義し、操船経験の少ない操船者と操船経験豊かな操船者のタグボートの運用要素を比較することにより、経験の少ない操船者の操船技能の向上に資する可能性について述べる。

第 6 章は、結論であり、本論で得られた成果を総括すると共に、その意義および今後の課題について述べる。



# 目次

第1章 序論 .....	1
1.1 本論の背景 .....	1
1.2 研究目的と概要 .....	2
1.3 本論文の構成 .....	2
第2章 港内タグボートにおけるヒヤリハットの傾向と問題点 .....	5
2.1 緒言 .....	5
2.2 港内タグボートの事故事例 .....	6
2.3 ヒヤリハット事例の調査 .....	7
2.3.1 予備調査 .....	7
2.3.2 実態調査 .....	8
2.3.3 倫理的な配慮 .....	8
2.4 調査結果 .....	8
2.4.1 予備調査の結果 .....	8
2.4.2 実態調査の結果 .....	13
2.4.3 ヒヤリハットを経験した割合 .....	15
2.4.4 常態化したヒヤリハット .....	16
2.4.5 職種・職階とヒヤリハット経験の関係 .....	17
2.4.6 活動海域別のヒヤリハットを経験した頻度 .....	18

2.5	操船者（タグボート船長）に関する分析 .....	22
2.5.1	現職歴とヒヤリハットを経験した頻度の関係 .....	22
2.5.2	水先人と本船船長の違いとヒヤリハットを経験した頻度の関係 ..	24
2.6	提案.....	25
2.7	結言.....	26
第3章 タグ号令 .....		27
3.1	緒言.....	27
3.2	予備調査 .....	28
3.2.1	予備調査の方法及び内容 .....	28
3.2.2	予備調査の結果と考察 .....	30
3.3	実態調査 .....	31
3.3.1	実態調査の方法及び内容 .....	31
3.3.2	調査結果および考察 .....	32
3.4	コミュニケーション言語およびリソースマネジメント .....	39
3.5	国外で使用されているタグ号令 .....	40
3.5.1	アメリカで使用されているタグ号令 .....	40
3.5.2	スリランカ諸港で使用されているタグ号令 .....	41
3.6	提案.....	42
3.7	結言.....	44

第4章 本船の離着岸操船支援時におけるタグボートの挙動 .....	45
4.1 緒言 .....	45
4.2 調査方法 .....	45
4.2.1 画像データの収集 .....	45
4.2.2 AIS データ .....	46
4.2.3 本船及びタグボートのタグライン係止点の位置 .....	46
4.2.4 定義 .....	48
4.2.5 調査内容 .....	49
4.3 調査結果及び考察 .....	50
4.3.1 体勢－体勢移行時間 .....	50
4.3.2 返答－体勢移行完了時間差 .....	51
4.3.3 体勢－体勢移行時間の本船の速力別分布 .....	53
4.3.4 船首尾線交角の本船の速力別分布 .....	56
4.3.5 タグラインの長さ別体勢－体勢移行時間 .....	56
4.4 結言 .....	58
第5章 離着岸操船におけるタグボート運用要素の評価 .....	59
5.1 緒言 .....	59
5.2 研究方法 .....	60
5.2.1 定義 .....	60
5.2.2 実操船データの収集 .....	60
5.2.3 操船シミュレータ訓練データ .....	60



5.2.4 操船段階の分割 .....	61
5.2.5 比較対象とするデータの選択 .....	61
5.3 解析結果及び考察 .....	62
5.3.1 操船データの選択結果 .....	62
5.3.2 タグ号令押し曳き回数・態勢変更回数 .....	63
5.3.3 アイドリング時間 .....	65
5.4 結言 .....	67
第6章 結論 .....	69
謝辞 .....	71
参考文献 .....	73
業績リスト .....	75

## 目次

図 2.1	事故発生時の作業分類の割合 .....	6
図 2.2	実態調査におけるアンケートの各質問項目の回答数および回答率 .....	12
図 2.3	アンケート回答者の職種・職階.....	14
図 2.4	活動海域 .....	14
図 2.5	乗組員数 .....	15
図 2.6	質問毎の回答数に対するヒヤリハット経験ありと回答した数の割合 .....	15
図 2.7	常態化したヒヤリハットを経験した頻度 .....	17
図 2.8	質問番号 4 に対する職種・職階毎におけるヒヤリハットを経験した頻度 .....	17
図 2.9	活動海域別のヒヤリハットを経験した割合 .....	19
図 2.10	質問番号 1 に対する海域別の回答割合 .....	22
図 2.11	質問番号 19 に対するタグ船長がヒヤリハットを経験した頻度 .....	23
図 2.12	質問番号 4 に対するタグ船長がヒヤリハットを経験した頻度 .....	23
図 2.13	質問番号 20 及び質問番号 31 に対するタグ船長が ヒヤリハットを経験した頻度 .....	25
図 3.1	標準号令の構成 .....	28
図 3.2	標準曳船作業操船号令表 .....	29

図 3.3	特殊号令の使用頻度 .....	33
図 3.4	操船支援時の特殊号令の機関出力の認識(水先人) 「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」.....	33
図 3.5	「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」特殊号令の機関出力の認識 (タグボート) .....	35
図 3.6(a)	「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」の特殊号令の機関出力の認識 (伊勢三河湾の水先人) .....	35
図 3.6(b)	「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」の特殊号令の機関出力の認識 (伊勢三河湾のタグボート) .....	36
図 3.7(a)	「ぶら下がる」及び「張り合わせる」の特殊号令の機関出力の認識 (東京湾の水先人) .....	36
図 3.7(b)	「ぶら下がる」及び「張り合わせる」の特殊号令の機関出力の認識 (東京湾のタグボート) .....	36
図 3.8	方向を指示する特殊号令を使用している水先人 及びタグ操船者の割合 .....	38
図 3.9	インフォメーションフロー .....	40
図 3.10	アメリカで使用されているタグ号令 .....	41
図 3.11	スリランカ諸港で使用されているタグ号令 .....	42
図 4.1	タグボートに搭載されたビデオカメラの画像 .....	46
図 4.2	タグボートのアンテナ位置からタグボート船首部先端の距離 .....	47
図 4.3	本船のアンテナ位置とタグライン係止位置の距離 .....	47
図 4.4	体勢－体勢移行時間.....	50

図 4.5	返答－体勢移行完了時間差 .....	52
図 4.6(a)	本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図 (押し方用意→押せ) .....	53
図 4.6(b)	本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図 (押し方用意→曳け) .....	54
図 4.6(c)	本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図 (押し方用意→曳き方用意) .....	54
図 4.6(d)	本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図 (曳き方用意→曳け) .....	55
図 4.7(a)	タグボートの曳き作業時における本船とタグボートの「船首尾線交角」 の本船の速力別分布図 .....	55
図 4.7(b)	タグボートの押し作業時における本船とタグボートの「船首尾線交角」 の本船の速力別分布図 .....	56
図 4.8(a)	タグラインの長さ別「体勢－体勢移行時間」の分布図 (押し方用意→曳き方用意(曳け)) .....	57
図 4.8(b)	タグラインの長さ別「体勢－体勢移行時間」の分布図 (曳き方用意→押せ) .....	57
図 5.1	実操船のタグボート運用要素を時系列に表したグラフの例 .....	64
図 5.2	操船シミュレータ訓練時のタグボート運用要素を 時系列に表したグラフの例 .....	64
図 5.3	Phase 毎のタグ号令押し曳き回数の平均 .....	65
図 5.4	Phase 毎の体勢変更回数 .....	65

図 5.5	各 Phase の実操船のアイドリング時間の割合 .....	66
図 5.6	各 Phase の操船シミュレータ訓練のアイドリング時間の割合 .....	66

## 表目次

表 2.1(a) 実態調査におけるアンケート質問事項 .....	9
表 2.1(b) 実態調査におけるアンケート質問事項 .....	10
表 2.1(c) 実態調査におけるアンケート質問事項 .....	11
表 2.1(d) 実態調査におけるアンケート質問事項 .....	12
表 2.2(a) 質問毎のヒヤリハットを経験した割合 .....	19
表 2.2(b) 質問毎のヒヤリハットを経験した割合 .....	20
表 2.2(c) 質問毎のヒヤリハットを経験した割合 .....	21
表 3.1(a) 日本国内のタグボートで使用されている特殊号令 .....	29
表 3.1(b) 日本国内のタグボートで使用されている特殊号令 .....	30
表 3.2(a) その他の特殊号令 .....	34
表 3.2(b) その他の特殊号令 .....	35
表 4.1 体勢－体勢移行時間 .....	51
表 4.2 返答－体勢移行完了時間差 .....	52
表 5.1 実操船での操船の回数と操船シミュレータ訓練数 .....	63



# 第 1 章 序論

## 1.1 本論の背景

タグボートは、港内において離着岸操船支援を主な業務とする港内タグボート、フローティング作業や筏を曳航する作業、外洋において大型構造物等を曳航するオーシャンタグ、サルベージ作業を行うサルベージ船等があり、近年のタグボートの機能は、次のように分類できる。[1]

- (1) 離着岸作業、入港補助作業
- (2) 進路警戒作業
- (3) 荷役中警戒
- (4) ドック作業
- (5) 曳航作業
- (6) サルベージおよび遭難船曳航
- (7) 作業船のための機能
- (8) 交通船または渡船的作業
- (9) その他

港内タグボートは、船舶、特に大型の船舶が港内の操船余地の少ない海域において離着岸操船を行う際に支援を行う総トン数 200 トン程度の俊敏で機動性に優れた特殊な船舶で、主な作業は岸壁への着岸または岸壁から離岸させるため、船舶に直接タグボートの船首を接舷して押す、またはタグラインと呼ばれるロープを使用して曳く作業である。また、湾内や交通が輻輳する海域において警戒を行うなど、船舶を直接又は間接的に支援を行うことから海上輸送インフラの重要な役割を担う。

この港内タグボートは、船舶の船体に接しての押し曳き作業が主な業務であり、さらに水先人の乗下船支援を荒天時に行うこともあり、常に危険と隣り合わせの作業を行っていると云える。船舶の離着岸操船時にこの安全性を担保しているのは、経験豊かな操船者の優れた判断とタグボート操船者の熟練の技能であるとも云える。



## 1.2 研究目的と概要

本論の目的は、港内タグボートとその支援を受ける船舶の安全な作業を行う上の問題点を探り、その対策を提案することである。具体的には、以下の事項についての研究を行う。

港内タグボートは、離着岸支援を行う船舶に接して押し作業を行う、またタグラインを離着岸を行う船舶（以下、本船という。）に係止し、強大な過重をかけて曳き作業を行う。そのうえ迅速な行動を求められる環境で当該作業を行っている。この状況から事故やニアミス（以下、ヒヤリハットという。）は当然ながら発生していると考えられるが、それらのデータは筆者が調査した限りではほとんど存在しないため、事故やヒヤリハットについての調査を行い、実態の把握と原因の究明を行う。

また、離着岸作業を行う本船がその支援を行う港内タグボートに対し、本船操船者がその挙動を制御する際に使用する曳船号令（以下、タグ号令という。）について調査し、その実態を明らかにするとともに、安全な共同作業を実施する上での提案を行う。

本船の速力等によってタグボートの体勢移行及び本船操船者のタグ号令に対するタグボートの返答と実際の行動の時間差は、離着岸作業の本船の動きを適切に制御する基本となるが、具体的な指標となるデータは筆者の調査する限り存在しないため、その実態について検討する。

さらに、タグボートの運用経験の少ない本船操船者が運用方法を早期に習得できるように必要な実操船でのタグボートの運用方法を明らかにし、それらの提案が操船技能の向上に資する可能性があることについて検討する。

## 1.3 本論文の構成

本論文の以下の各章では、本論の具体的な内容について述べる。

第2章では、港内タグボートにおけるヒヤリハットの原因を調査し、その原因と傾向について述べる。

第3章では、離着岸作業を行う船舶がその支援を行う港内タグボートに対しその挙動を制御する際に使用するタグ号令について調査、その実態について述べる。

第4章では、本船の速力等によってタグボートの体勢移行及び本船操船者の

タグ号令に対するタグボートの返答と実際の行動の時間差について述べる。

第5章では、タグボート曳航力の方向、タグボートの機関出力及びそれらの継続時間の3要素をタグボート運用要素と定義し、操船経験の少ない操船者と操船経験豊かな操船者のタグボートの運用要素を比較することにより、経験の少ない操船者の操船技能の向上に資する可能性があることについて述べる。

第6章では、本論により明らかになった結果をまとめ、今後の課題について述べる。



## 第2章 港内タグボートにおけるヒヤリハットの発生傾向と問題点

### 2.1 緒言

ヒヤリハットの発生事例に基づく安全対策は、医療、福祉、建設等の様々な業界、団体・企業で幅広く実施され、事故防止に役立てられている。船舶輸送分野でも同様に運輸安全マネジメント制度においてヒヤリハット情報の収集・分析およびリスクアセスメントが行われる[2]とともに、海難調査の分野でも、危険情報の収集、分析、蓄積及び活用がなされている。

船舶輸送分野における港内タグボートは、船舶の入出港支援時において機敏かつ繊細な挙動を求められる。そのために、タグボート操船者には、熟練した操船技術、本船及びタグボートの挙動予測が求められるため、タグボート操船者と本船操船者間の円滑で確実なコミュニケーションが必要である。

また、タグボートの本船支援作業は、本船と至近距離または接舷して作業を行うとともに本船操船者および本船乗組員とタグボート乗組員の共同作業であることから、コミュニケーションを含め、適切な判断を誤ると事故につながる。そのために、事故事例やヒヤリハット事例の活用は不可欠である。一方、日本国内において港内タグボートに関する事故事例及びヒヤリハット事例は極めて少なく、これらの数少ない事例を利用した安全対策の効果は、極めて限定的であると云える。特にヒヤリハットや関連事故について、タグボート乗組員（以下、タグ乗組員という。）を対象とした事例は、集計結果が少ない[3]などの理由から、明らかにされてこなかった。

タグボートの安全性確保へのリスク回避は、操船支援を実施する港湾の安全な活用につながるため、タグボートの業界のみならず、海運業界全体にとって、有益なものである。

本章ではタグボートのヒヤリハットについて、その発生傾向や常態化していると考えられるヒヤリハットを調査し、問題点を抽出する。

## 2.2 港内タグボートの事故事例

タグボートの事故事例を海難審判所裁決[4]により調査したところ、船舶種別の「押・引船」に分類された事例は、平成 18 年から平成 25 年の間、18 件掲載されている。海難の内訳は、衝突 9 件、施設損傷 3 件、沈没 1 件、乗揚げ 3 件、転覆 1 件及び遭難 1 件であり、その内衝突については航行中の衝突事故がそのほとんどを占め、港内タグボートの離着岸作業時の事故事例は報告されていない。

海難として報告されていない離着岸作業時の事故事例の存在を確認するため、一般社団法人日本港湾タグ事業協会が平成 12 年に行ったアンケート調査データを調査した結果、当該事故事例の存在が確認できた

このアンケート調査は、前述の一般社団法人日本港湾タグ事業協会に所属する会社または団体（以下、団体という）、88 団体を対象に行った調査で、52 団体から回答があり、その内 28 団体が事故事例ありと回答し、77 件の事故事例を報告している。図 2.1 に事故発生時の作業分類の割合を示す。

「離着岸支援」と分類された港内タグボートが、本船の離着岸支援作業を行う際に発生した事故事例が 35 件報告されていることが判明した。また「水先人の乗下船時」にも 10 件事故事例の報告があり、「一般航行時」として衝突等や乗揚げ等に分類された事故 27 件に比較して、多数の事故が発生していると云える。

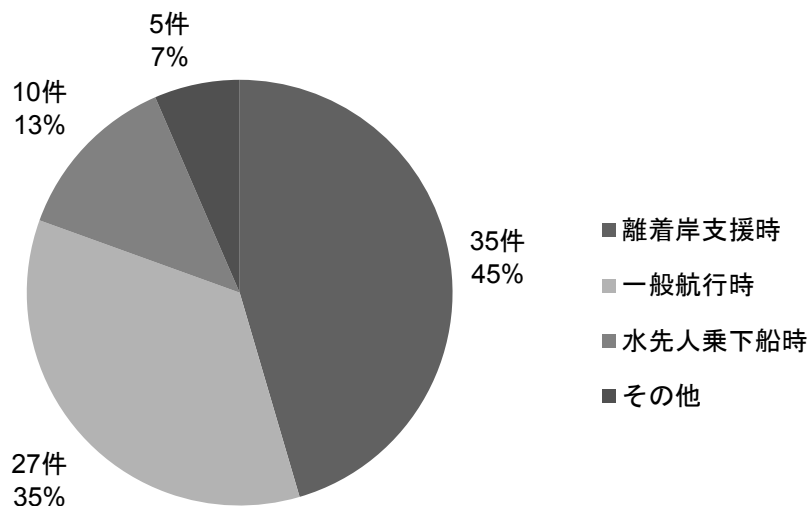


図 2.1 事故発生時の作業分類の割合

## 2.3 ヒヤリハット事例の調査

事件事例の調査に引き続き、ヒヤリハット事例を収集するために、タグボート関係団体を通じ長期にわたり、自由記述による調査を試みたが、回答はほとんどなく収集は困難を極め、分析に必要な内容を得ることができなかった。

そのため、聞き取りによる予備調査を実施した後、収集した事例を質問対象項目として、事件事例と同様のヒヤリハットの経験およびその頻度を問う形式の実態調査を実施する。

### 2.3.1 予備調査

予備調査は、筆者が質問者となり、現役のタグ乗組員を調査対象者として、過去に経験したヒヤリハット事例について、ヒヤリハット調査票に示す内容を聞き取る調査方法で行う。

聞き取り調査の内容は、以下の事項である。

#### (1) 調査対象者に関する事項

- a) 職種・職階
- b) 現職歴
- c) 乗船履歴
- d) 受有海技士免状
- e) 乗船するタグボートに関する事項
  - ・ 総トン数
  - ・ 主機出力
  - ・ 活動海域

#### (2) ヒヤリハット発生時の状況に関する事項

- a) 気象・海象状況
- b) 本船の航行状態
- c) 発生場所
- d) 実施していた作業

#### (3) ヒヤリハットの詳細

#### (4) 推定できる原因と予防対策

### 2.3.2 実態調査

予備調査により抽出したヒヤリハット事例を基に実態調査を行う。調査対象は、全国のタグボート事業者が運航する現役のタグ乗組員とする。

日本全国を網羅する 8 地方 48 社のタグボート事業者の雇用船員数をタグボートの運航隻数から調査対象者数を推定し、調査票を返信用封筒とともにタグボート事業者単位で送付し、期限を定めて返送を求める。

調査方法は、自記入質問紙調査（郵送調査法）とし、回答者の属性情報は、「職階」、「現職歴」、「乗船履歴」、「通常乗船しているタグボートの主機出力」、「受有海技士免状」、「活動海域」の 7 項目で、予備調査の結果から抽出したヒヤリハットについて、経験した頻度を以下に示す 6 段階の選択式で問うアンケート様式とする。

また、予備調査結果より取り纏めた 52 項目の選択式質問項目以外に、自由記述欄を設けて、予備調査では得られなかったヒヤリハット事例について回答を促す。

- (1) 日常的
- (2) 1 月に数回
- (3) 1 年に数回
- (4) 数年に 1 回
- (5) 過去に 1 回
- (6) なし

### 2.3.3 倫理的な配慮

タグボート運航会社の職員に対し、個人を特定できないよう配慮するため、調査票は無記名とし、個人情報保護法に則って行う。

## 2.4 調査結果

### 2.4.1 予備調査の結果

予備調査（聞き取り調査）を 2012 年 3 月、京浜港において実施し、48 件の回答を得た。さらに 2012 年 4 月、海技大学校において同調査を実施し、12 件の回答を得た。

ヒヤリハットの内容は、操船支援作業における通信やタグ乗組員自身のヒューマンエラー、タグラインの操作やタグボートの設備に関するものなどであった。

予備調査により得た合計 60 件のヒヤリハット事例から重複した事例を除き、52 件の事例を基に表 2.1(a)、(b)、(c)および(d)に示す質問事項を作成し、実態調査に利用した。その際、予備調査で得た事例をそのまま使用したため、質問事項には、食事の準備中に発生したヒヤリハットや甲板上の凍結等、運航や曳航作業とは直接関係の無い事例も含まれている。

表 2.1(a) 実態調査におけるアンケート質問事項

質問番号	質問事項（ヒヤリハット事例）
1	朝や夕方の入港ラッシュ時等に水先人との交信用トランシーバーのチャンネルが少なく、他船と混信して危険だと感じたことはありますか。
2	タンカーバースの入港時にバース立会いがトランシーバーの電源を入れていない為、連絡がとれず危険と感じたことはありますか。
3	トランシーバーの送信ボタンを正しく押して話していないために声が途切れ、指示がうまく伝わらなく危険だと感じたことはありますか。
4	本船が高速で航行中、衝突を避ける為ではなく行き足を落とす、もしくは回頭を支援する為に「6 時方向に曳け」のタグ号令があり危険だと感じたことはありますか。（ラインの損傷、高速航行中の作業）
5	本船が高速で航行中にタグライン取れのタグ号令があり、危険と感じたことはありますか。
6	水先人乗船中の船舶同士での行き会いの関係が発生した際に、他船に乗船している水先人とのコミュニケーションをタグボートを經由して行うことにより、時間的なロスが発生し、接近する等の危険を感じたことはありますか。
7	水先人からの無理なタグ号令（「ハーフで曳け」からいきなり「スローで押せ」等）により危険だと感じたことはありますか。
8	タグラインの先取りロープを扱っている時に本船にいきなりラインを巻かれ危険と感じたことはありますか。
9	出港時、自動車専用船等のサンクンビットからタグラインを放す際、波浪や本船の速力が大きいことにより危険を感じたことはありますか。



表 2.1(b) 実態調査におけるアンケート質問事項

質問 番号	質問事項（ヒヤリハット事例）
10	本船が風に圧流されタグボートが岸壁と本船の間に挟まれそうになり、危険と感じたことはありますか。
11	出港時本船の風圧面積が多きいため、十分に速力が上がるまでタグラインを放さず、本船の速力が過大になり過ぎ、タグボートの姿勢保持が困難になりタグラインを放すことが困難になったことはありますか。
12	整備不良で本船のムアリングホール、ビットが壊れる又はタグラインが切れる危険を感じたことはありますか。
13	本船船体の船首フレアが大きすぎてタグラインを取る際に、危険と感じたことはありますか。（マストが船体に接触しそうになる等）
14	本船船尾のラインを綱とりボートが運んでいる最中に、本船がエンジンを使い危険と感じたことはありますか。
15	係留索が下りているにも関わらず、本船がスラスターを使い係留索を巻き込む危険を感じたことはありますか。
16	本船の錨の位置を確認しなかったため、タグラインが錨に絡みそうになり、危険を感じたことはありますか。
17	作業中他船の航走波により、危険と感じたことはありますか。
18	錨地からの入港の際、本船の錨が他船の捨て錨などに引っかかり、危険だと感じたことはありますか。
19	出港中、本船の下がり足（後進速力）が大きいため、タグボートの姿勢保持が困難になり「曳け」、「押せ」等のタグ号令に対し動作が遅れ、危険を感じたことはありますか。
20	水先人によりタグ号令が異なる（タグ号令が統一されていない）ため、動作が遅れるなど、危険を感じたことはありますか。
21	本船が小型船（乾舷が低い）のため、押す箇所が少なく危険と感じたことはありますか。
22	船首部配置で作業中、本船を「船首から 6 時に押せ」のタグ号令を受け、本船のバルバスバウと接触しそうになる等、危険を感じたことはありますか。
23	水先人が本船乗船時、長めに用意されていた水先人梯子（以下、パイロットラダーという。）を引き上げる際、ラダーが重く、危険と感じたことはありますか。
24	水先人が本船乗船時、水面上 3m にパイロットラダー下部を用意するよう水先人からオーダーが出ているのにもかかわらず、本船がパイロットラダー下部を水面ギリギリに用意していて危険を感じたことはありますか。

表 2.1(c) 実態調査におけるアンケート質問事項

質問 番号	質問事項（ヒヤリハット事例）
25	水先人が本船からの乗下船時、本船ギャングウェイが整備不良で危険だと感じたことはありますか。
26	水先人の乗下船時、本船のカーゴポートを利用する場合、タグボートと、カーゴポートが近くうねり等で水先人が挟まる危険や本船船体との接触等の危険を感じたことはありますか。
27	荒天時の水先人乗下船の際、本船が規則に従わずコンビネーションラダーではなく、ギャングウェイのみしか用意されておらず、危険と感じたことはありますか。
28	水先人が乗下船時、パイロットステーションで本船が十分にスピードを落とさないために危険だと感じたことはありますか。
29	本船のパイロットラダーが整備不良で危険と感じたことはありますか。
30	水先人が本船乗船時、本船のスタンションが突出する等、整備不良により危険と感じたことはありますか。
31	船長の使用するタグ号令が通常水先人が使用しているタグ号令と異なり困惑し、危険を感じたことはありますか。
32	本船船長からのタグ号令が体勢移動の終わらないうちにも関わらず、次から次へと発せられ、間に合わない為、危険と感じたことはありますか。
33	本船船長がタグボートを使用して離着岸作業を行った経験が少なく、タグボートへの指示が不慣れで、危険を感じたことはありますか。
34	外国人船長の使用する英語が理解できず（発音が不明瞭等）危険と感じたことはありますか。
35	エスコート中、荒天によりフラッグライン（吹き流しや行き先信号等）が切れたり、揚げる際に外れたりして、危険と感じたことはありますか。
36	荒天時において本船をエスコートする際、波浪を正横から受け、危険と感じたことはありますか。
37	本船をエスコート中、釣り船集団が航路を閉塞しており危険と感じたことはありますか。
38	錨地に向け本船をエスコート中、水先人が錨地を誤認し、危険と感じたことはありますか。
39	エスコート中、他船と見合い関係が悪くなったため、水先人の指示で航路を反航するなど、危険な作業を行っていると感じたことはありますか。

表 2.1(d) 実態調査におけるアンケート質問事項

質問番号	質問事項（ヒヤリハット事例）
40	本船をエスコート中、タグの全速力よりも速いスピードで本船が航行したため本船と急接近し、危険と感じたことはありますか。
41	本船をエスコート中、荒天のためスピードが上がらず、危険と感じたことはありますか。
42	夜間単独航行中、無灯火の船舶の航行に気付き、危険と感じたことはありますか。
43	単独航行中、見張り不十分により衝突の恐れを感じたことはありますか。
44	単独航行中、視界不良に伴い衝突の恐れを感じたことはありますか。
45	調理中、危険と感じたことはありますか。（鍋の空焚き等）
46	食事の支度中に船体動揺により、危険と感じたことはありますか。
47	機関始動準備をされていて弁を開け忘れる等のヒューマンエラーにより、危険と感じたことはありますか。
48	タグボートから上陸する際、低潮時で岸壁が高く危険と感じたことはありますか。
49	冬季において甲板上に水を流したところ、後に凍結して危険だと感じたことはありますか。
50	本船のホースパイプ付近で本船錨が撥ねて、危険だと感じたことはありますか。
51	ウインドラスのグリスアップ時に、運転しながら行ったため指を詰める等の危険を感じたことはありますか。
52	操舵ハンドルを近回り（内回り）に設定し、使用する際に外回りだと勘違いをして、思い通りに姿勢を保てず（又は思い通りの行動ができず）、危険を感じたことはありますか。

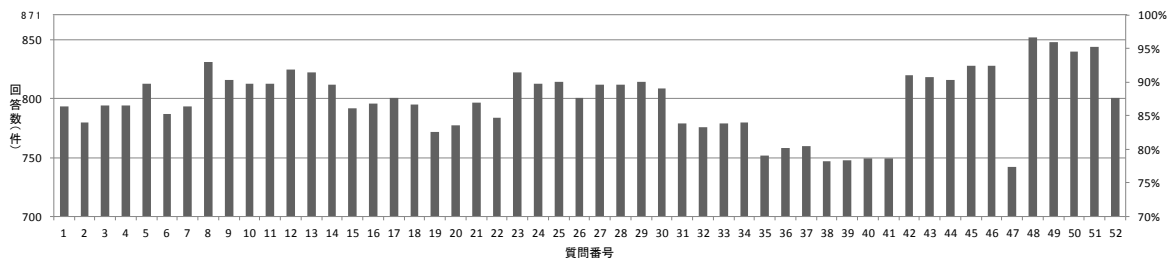


図 2.2 実態調査におけるアンケートの各質問項目の回答数および回答率

#### 2.4.2 実態調査の結果

実態調査において総送付アンケート数 2,348 通に対し、回収したアンケート数は 871 通（回収率は 37.1%）であった。国土交通省 統計資料「我が国の船員数の推移」によると 2012 年現在の曳船、はしけ、官公署船に乗り組む船員数の合計が 15,896 名であり、長期にわたり若干の減少傾向にある。

回収した回答は、すべての選択式回答に回答されたものばかりでなく、一部の質問には無回答の場合が含まれる。従って、質問毎の回答数に対するヒヤリハット経験ありと回答した数の割合を各質問間で比較した。各質問項目の回答数および回答率（回答数/回収したアンケート総数）を図 2.2 に示す。

またアンケート回答者の職務・職階を図 2.3 に、活動海域を図 2.4 に示す。

日本港湾タグ事業協会加盟事業者のデータ（2013 年 1 月 1 日現在）によると、地方自治体と管理組合等のタグボート数 429 隻の乗組員数は図 2.5 に示すように 4 名で運航するタグボートが 62%、5 名で運航するタグボートが 31%と全体の 9 割を超える。また全乗組員を職員としている場合と職員を 2 名若しくは 3 名とし、部員を 1 名若しくは 2 名と定めている場合の二通りがあり、タグボート業界全体でも同様の雇用形態が採用されていると考えられることから甲板手又は操機手からの標本数が少ないであろうと考えていたが、操機手が全体の 10%であるのに対し、甲板手は 17%と乗組員数の割合と比較して多くの回答が寄せられたことになる。

活動海域の割合は、関東地方の回答数が多く、各海域での活動隻数と同じバランスでの回答数を得ることはできなかった。

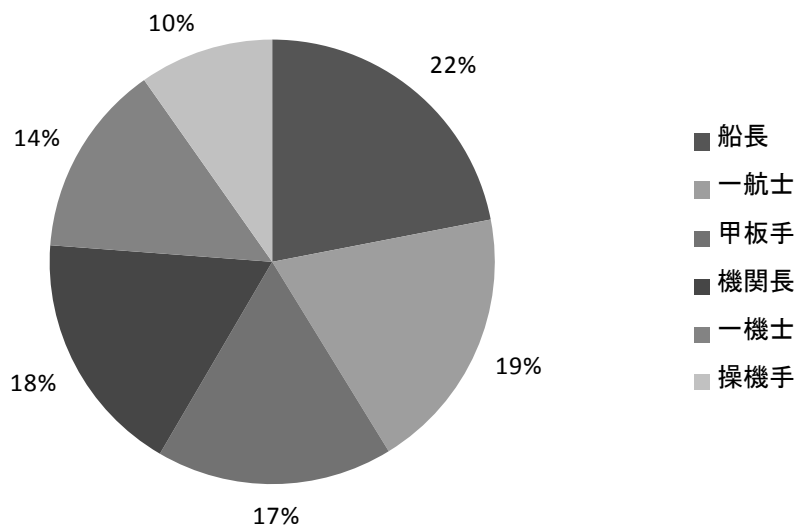


図 2.3 アンケート回答者の職種・職階

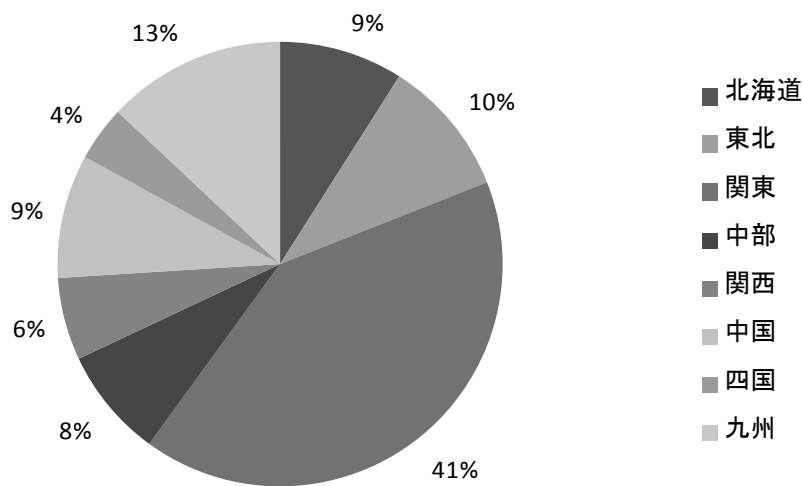


図 2.4 活動海域

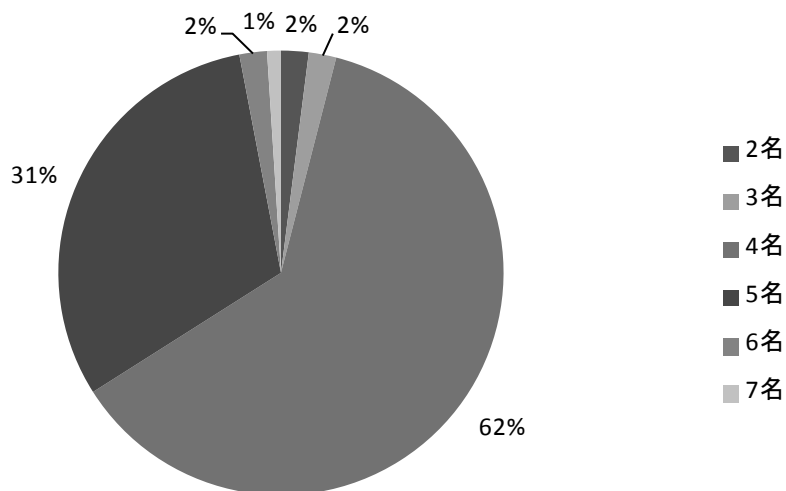


図 2.5 乗組員数

### 2.4.3 ヒヤリハットを経験した割合

図 2.6 は、質問毎の回答数に対するヒヤリハット経験ありと回答した数の割合を示したグラフである。

52 項目の質問に対する回答の多くが、ヒヤリハットを経験したことがあることを示す結果となった。

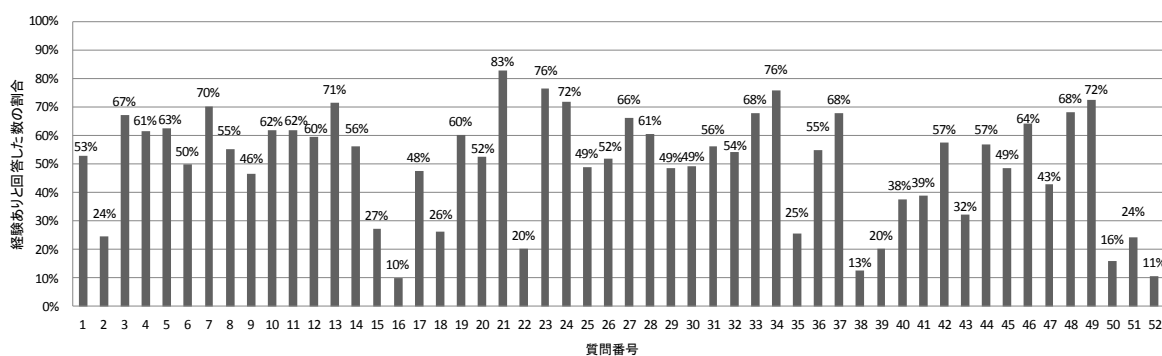


図 2.6 質問毎の回答数に対するヒヤリハット経験ありと回答した数の割合

52 項目の質問中 31 項目の質問において、回答者の 50%以上がヒヤリハットを経験している。様々な場面でヒヤリハットを経験していることがこの回答から推察されるが、その多くは操船支援作業中のものである。

ヒヤリハットを経験した割合が一番高い質問は、質問番号 21「本船が小型船（乾舷が低い）のため、押す箇所が少なく危険と感じたことはありますか。」であり、83%であった。

一方、割合が低く 30%以下であった項目は、「水先人の指示による航路反航や錨地の誤認」および「タグボート自体の設備や船内作業」に関する質問で、本船側とタグボート側の連携に起因する原因ではないと考えられるヒヤリハットは、少ないという結果となった。

#### 2.4.4 常態化したヒヤリハット

ヒヤリハットを経験した頻度が「日常的」、「1月に数回」、「1年に数回」と回答があり、経験ありに対するその割合が70%を超えて、頻繁に経験するヒヤリハットを「常態化したヒヤリハット」と定義する。

52項目のうち、回答者の50%以上がヒヤリハット経験ありと回答した31項目について、その経験した頻度を分析した。経験ありの回答数に対する「日常的」「1月に数回」「1年に数回」の数の割合が70%を超える質問について、その割合を図2.7に示す。同図によると質問番号1、3、4、6、7、23、24の割合が高く、常態化したヒヤリハットと云える。

質問番号1「朝や夕方の入港ラッシュ時に水先人交信用トランシーバーのチャンネルが少なく、他船と混信して危険と感じたことはありますか」が82%、質問番号3「トランシーバーの送信ボタンをきちんと押して話さないので声が途切れ指示がきちんと伝わらなく危険と感じたことはありますか」が82%と最も高くなっている。質問番号6も、トランシーバーの使用時に起こったヒヤリハットで、71%と高い割合を示す。

操船支援のための重要なコミュニケーションツールであるトランシーバーによる交信時のヒヤリハットは、意思伝達の不備を引き起こしやすく、重大な事故を発生させる可能性が存在する。交信回数が増えれば、その回数に比例して頻繁にヒヤリハットを経験すると考えられ、トランシーバーによる交信に関するヒヤリハットに常態化がうかがえるという結果は、タグボートの運航にとって強い危険要素であると云える。

次に78%の質問番号23と72%の質問番号24は、どちらもパイロットラダーに関する項目で、水先人乗下船時にタグ乗組員が頻繁にヒヤリハットを経験し

ていることが分かる。さらに 73%の質問番号 4 および 74%の質問番号 7 は、水先人の無理なタグ号令が原因と考えられるヒヤリハットであり、タグボート操船者は、水先人のタグ号令に可能な限り対応して本船の操船を支援するが、その際にも、「常態化したヒヤリハット」があると云える。

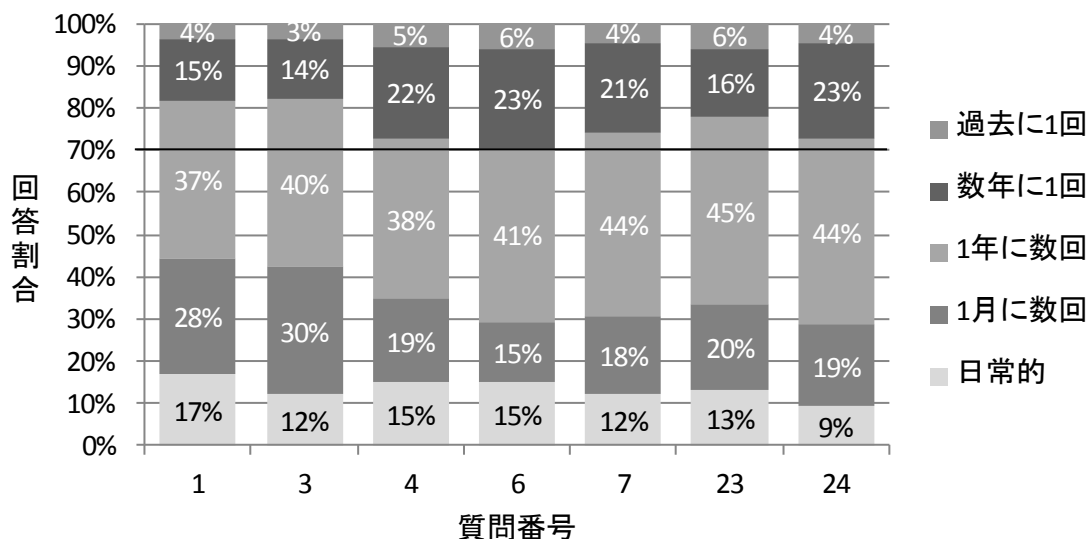


図 2.7 常態化したヒヤリハットを経験した頻度

#### 2.4.5 職種・職階とヒヤリハット経験の関係

日本国内の港湾で活動するタグボートは、4名乗組が全体の 62%（船長、機関長、一航士又は甲板手、一機士又は操機手）と 5名乗組が全体の 31%とそのほとんどを占める。[5]

職種は、甲板部、機関部に分かれるが、タグボートの一般的な作業形態は通常の船舶と異なり、機関室の M0 化等により、全乗組員が、船橋内や甲板上で共同作業を実施している。[6]

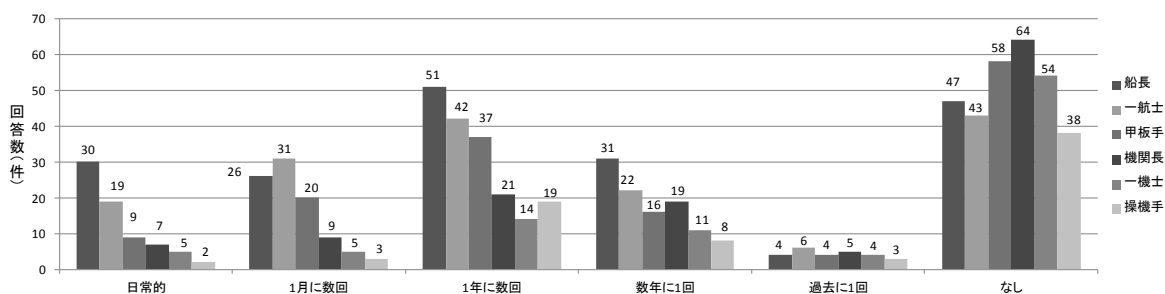


図 2.8 質問番号 4 に対する職種・職階毎におけるヒヤリハットを経験した頻度



図 2.8 は、質問番号 4「本船が高速で航行中、衝突を避けるためではなく行き足を落とす、もしくは回頭を支援するために「6 時方向に曳け」のタグ号令があり危険だと感じたことはありますか。(ラインの損傷、高速航行中の作業)」に対する職種・職階毎の回答である。

「日常的」「1 月に数回」「1 年に数回」と回答した数は船長が多く、甲板手や機関長、一機士、操機手の回答は船長に比べると少ない。

タグ乗組員の職種・職階による意識の差が顕著にみられるのが、この質問番号 4 の例のように、本船に対する操船支援や航行に関する項目で、甲板部は機関部に比べると高い割合を示し、甲板部の中でも、船長がよりヒヤリハットを経験している結果となった。同じ場所で作業を行っていても、実際に操船している者とそれ以外の者の意識の差が結果として表れたと考えられる。

また、予備調査の対象は全乗組員であったが、機関部のみに関連するヒヤリハットは質問番号 47 の 1 項目のみで、収集したヒヤリハットの大部分が、操船支援、水先人の乗下船、航行に関するものであったことも要因の一つと考えられる。

#### 2.4.6 活動海域別のヒヤリハットを経験した頻度

図 2.9 に活動海域別のヒヤリハットを経験した割合、表 2.2(a)、(b)および(c)に質問毎のヒヤリハットを経験した割合を示す。

活動海域別に見ると図 2.9 に示すように関東地方が最も多くのヒヤリハットを経験したことを示している。これは、海域におけるタグボートの隻数が最も多いことが考えられる。

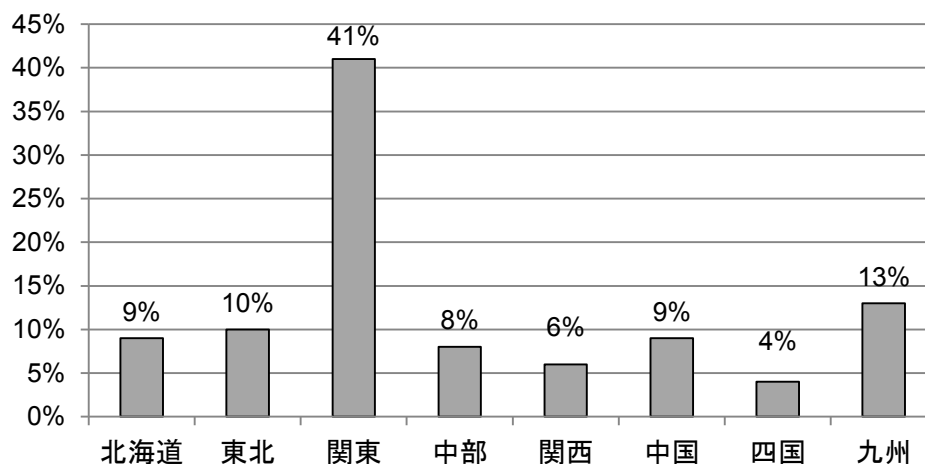


図 2.9 活動地域別のヒヤリハットを経験した割合

表 2.2(a) 質問毎のヒヤリハットを経験した割合 (%)

質問番号	活動地域							
	北海道	東北	関東	中部	関西	中国	四国	九州
1	27	25	58	62	76	57	55	47
2	14	10	39	15	27	22	32	12
3	54	62	76	58	73	63	69	56
4	32	52	74	58	64	60	52	43
5	49	64	70	62	72	69	60	63
6	24	24	66	48	49	40	45	32
7	64	62	77	68	78	80	76	63
8	49	41	61	57	54	62	53	56
9	33	20	37	41	37	36	38	34
10	36	20	57	41	41	53	52	37
11	58	36	71	56	63	71	63	64
12	51	37	70	55	56	55	63	53

経験した割合

70%以上	70%未満 50%以上	50%以下
-------	-------------	-------

表 2.2(b) 質問毎のヒヤリハットを経験した割合 (%)

質問番号	活動海域							
	北海道	東北	関東	中部	関西	中国	四国	九州
13	69	38	78	65	74	77	63	71
14	37	45	61	48	60	77	67	49
15	21	14	37	22	11	17	20	20
16	4	13	13	8	8	4	10	13
17	26	34	52	44	58	54	50	54
18	10	14	39	14	18	24	23	20
19	36	50	69	41	67	60	59	60
20	34	39	62	46	59	49	50	50
21	76	86	85	72	84	93	80	76
22	16	11	26	10	16	14	20	20
23	72	64	89	66	63	80	80	55
24	76	64	89	66	58	72	70	47
25	52	39	66	49	37	57	70	28
26	48	39	75	32	22	41	45	34
27	76	64	78	43	58	86	87	59
28	66	53	75	41	53	60	60	45
29	48	48	67	30	32	53	63	27
30	45	36	65	30	37	50	67	30
31	45	59	65	42	62	58	59	47
32	68	57	58	40	57	56	65	49
33	69	71	72	60	70	74	72	56
34	76	78	82	66	78	84	83	61
35	9	16	28	21	34	35	42	20
36	27	56	56	46	61	86	81	48

経験した割合

70%以上	70%未満 50%以上	50%以下
-------	-------------	-------

表 2.2(c) 質問毎のヒヤリハットを経験した割合 (%)

質問番号	活動海域							
	北海道	東北	関東	中部	関西	中国	四国	九州
37	19	61	72	68	64	85	89	0
38	5	2	18	10	8	9	23	0
39	7	13	20	29	40	34	54	0
40	15	31	42	31	50	60	65	37
41	25	23	42	33	54	69	76	35
42	30	49	65	42	82	79	72	60
43	15	16	39	25	37	29	21	28
44	46	46	61	37	63	57	62	65
45	20	48	64	21	50	47	48	37
46	36	77	75	33	69	77	72	63
47	37	52	45	28	40	44	52	43
48	60	63	33	55	67	81	83	67
49	64	91	70	68	67	95	93	57
50	4	5	22	10	13	24	21	12
51	9	20	29	17	13	12	24	13
52	4	6	11	8	8	15	0	7

経験した割合

70%以上	70%未満 50%以上	50%以下
-------	-------------	-------

図 2.10 は、質問番号 1 「朝や夕方の入港ラッシュ時等に水先人との交信用トランシーバーのチャンネルが少なく、他船と混信して危険だと感じたことはありますか。」に対する回答を海域別に示したグラフである。関西、中部地方が 60%以上の割合で発生しているにもかかわらず、北海道及び東北で 30%以下である。

海域毎のタグボートの混雑具合および使用可能なチャンネル数と相関があると考えられる。

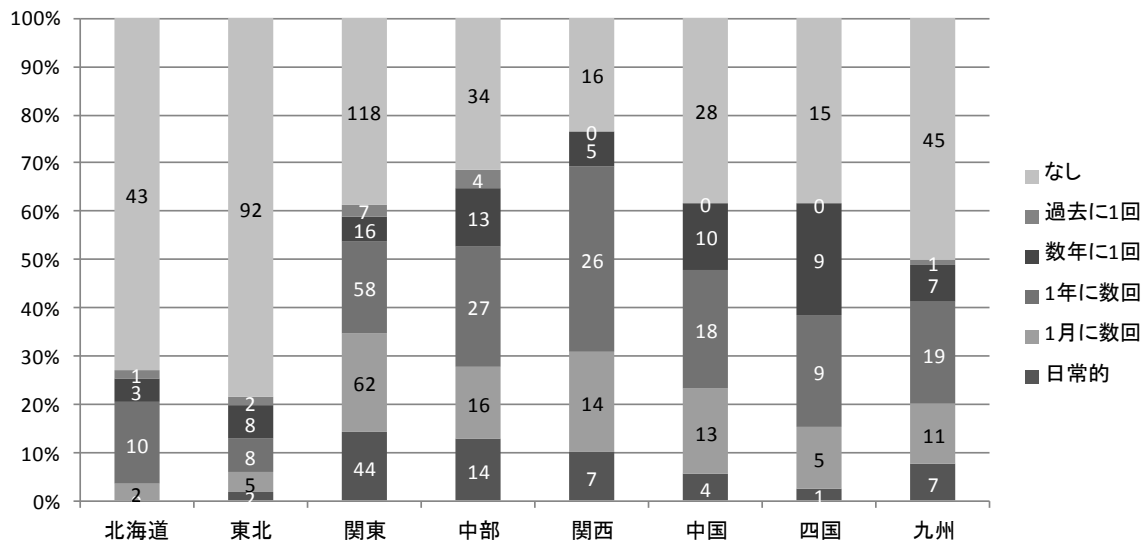


図 2.10 質問番号 1 に対する海域別の回答割合

## 2.5 操船者（タグボート船長）に関する分析

52 項目の質問のうち、操船支援に関する事項は 41 項目あり、さらにそのうち出入港作業に関する事項は 26 項目と全質問の半数を占める。

ここでは、本船の操船支援を行うタグボートの操船者であるタグボート船長（以下、タグ船長という。）が経験したヒヤリハットに関して分析する。

### 2.5.1 現職歴とヒヤリハットを経験した頻度の関係

タグ船長の現職歴が 10 年以上（77 人）と 10 年未満（107 人）で比較し、ヒヤリハットを経験した頻度の傾向について分析する。

10 年以上のタグ船長と 10 年未満のタグ船長で、経験の有無の割合がほぼ同じである質問番号 19「出港中、本船の下がり足（後進速力）が大きいため、タグボートの姿勢保持が困難になり「曳け」、「押せ」等のタグ号令に対し、動作が遅れ危険を感じたことはありますか。」について、経験した頻度に傾向がみられる。

図 2.11 に示すとおり、ヒヤリハット経験ありと回答した割合に 10 年以上と 10 年未満の現職歴の長短による差異はほとんどない一方、経験した頻度をみると、10 年未満のタグ船長は、頻度が高い方に偏り、10 年以上のタグ船長は、頻度が低い方に偏りがみられる。

次に、質問番号 4「本船が高速で航行中、衝突を避けるためではなく行き足を落とす、もしくは回頭を支援するために「6 時方向に曳け」のタグ号令があり、危険だと感じたことはありますか。」に対する回答をみる。

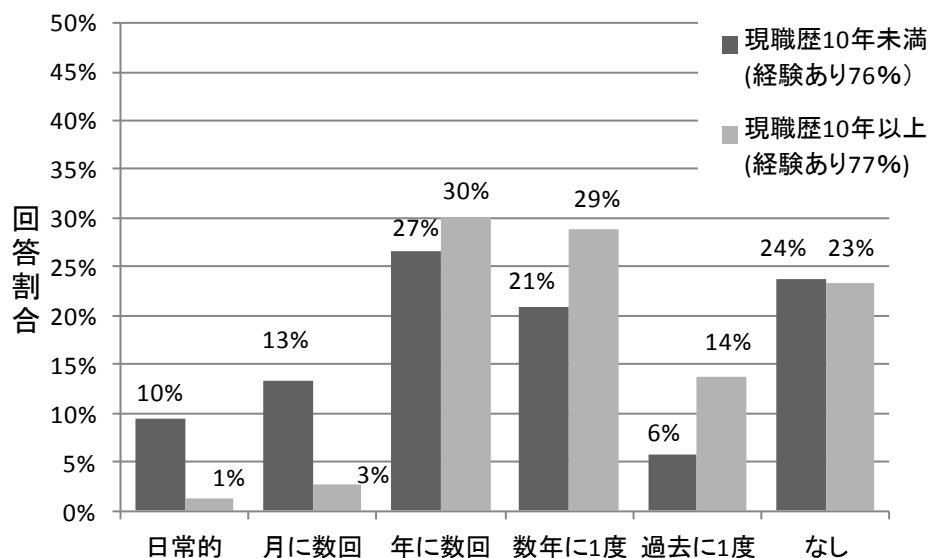


図 2.11 質問番号 19 に対するタグ船長がヒヤリハットを経験した頻度

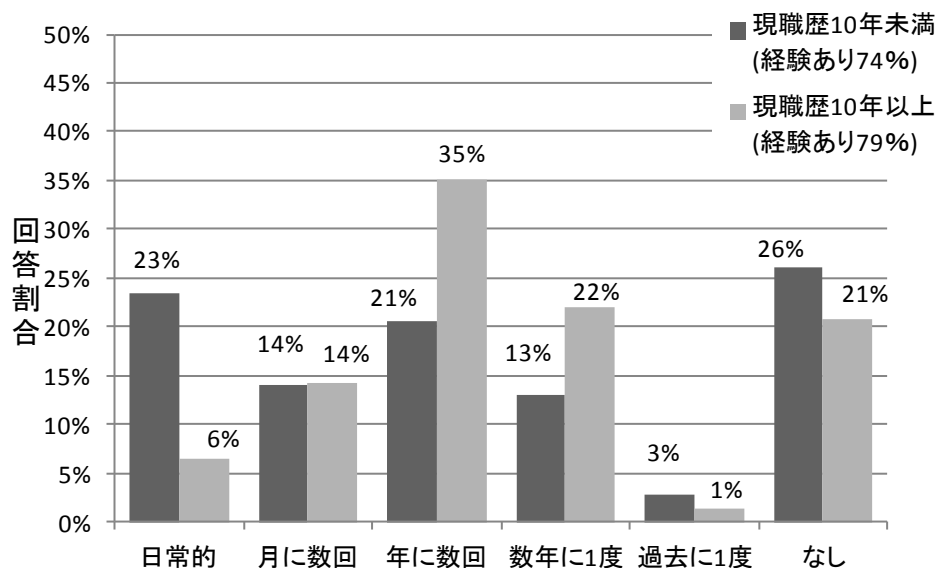


図 2.12 質問番号 4 に対するタグ船長がヒヤリハットを経験した頻度

図 2.12 に示すとおり、質問番号 19 の場合と同様にヒヤリハット経験ありと回答した割合に、10 年以上と 10 年未満の現職歴の差があまりない一方、経験した頻度について、10 年未満のタグ船長の方がより多く日常的に経験していると回答している。

この傾向は、現職歴が長いタグ船長は、技術力が高く、困難な作業でも危険を感じることなく行っている、又は常態化した危険に慣れたことによりヒヤリハットと受け止めていない可能性があると考えられる。

### 2.5.2 水先人と本船船長の違いとヒヤリハットを経験した頻度の関係

タグ操船者と本船操船者である水先人又は本船船長（水先人を乗船させていない本船の船長）との関係で発生したヒヤリハットを比較し、そのヒヤリハットを経験した頻度の差について分析する。

質問番号 20「水先人によりタグボートへのタグ号令が異なる（タグ号令が統一されていない）ため、動作が遅れるなど、危険を感じたことはありますか。」と質問番号 31「船長の使用するタグ号令が水先人の通常使用しているタグ号令と異なり困惑し、危険を感じたことはありますか。」この二つの質問は、タグ号令が異なることにより、通常使わないタグ号令で作業を行うことが原因となる危険を示している。

図 2.13 に示すとおり、質問番号 20 と質問番号 31 を比較すると、本船船長（質問番号 31）との場合の方が、ヒヤリハットを経験した割合は高くなっている。また、本船船長の場合、「1 年に数回」の回答が 31% と高い割合を示している。

二つの質問は、全く同じ質問内容でないため、単純な比較はできないが、同様なタグ号令を発令する者の差異として捉えた場合、次のような原因が推察できる。

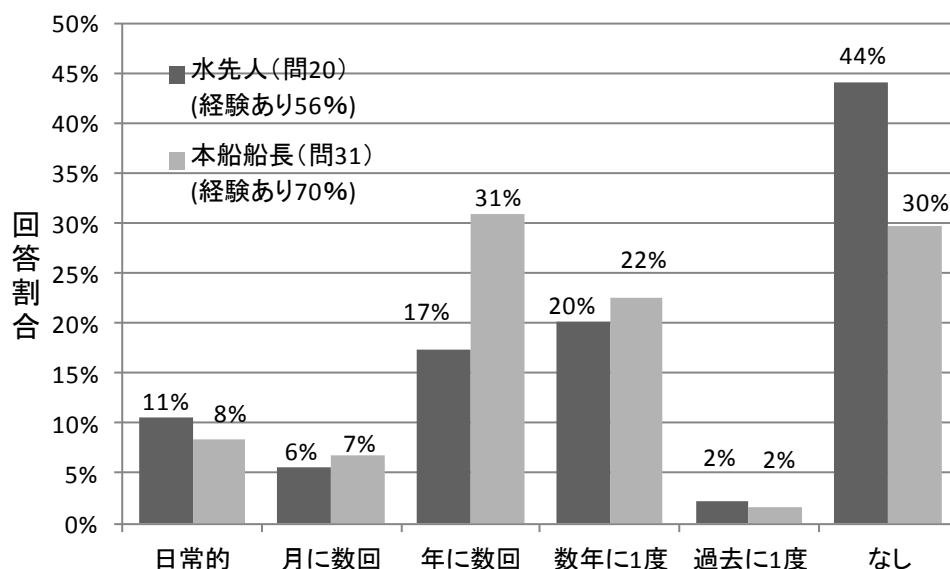


図 2.13 質問番号 20 及び質問番号 31 に対する  
タグ船長がヒヤリハットを経験した頻度

本船船長は、特定の水先区で業務を行う水先人のように水先人会とタグボート事業者間で合意したタグ号令を使用していない可能性があり、そのことが経験した割合を高くしたと考えられる。

## 2.6 提案

本論の結果、タグボートのヒヤリハットは、タグボート自体を原因とするヒヤリハットに比較し、本船とのコミュニケーションや離着岸作業での押し曳きといった操船支援時のヒヤリハットが多く経験されている傾向が分かった。

また、水先人と本船船長の違いとヒヤリハットを経験した頻度の関係から、本船操船者が本船船長の場合、タグ号令に関するヒヤリハットを経験した頻度が高い点について、十分なタグボート使用法及びコミュニケーション方法が定着していないことが考えられる。

海運業界では、ヒヤリハット発生事例に基づく安全対策は、運輸マネジメント制度[2]を利用し有効に実施されている。しかし、港湾タグボートにおけるヒヤリハット事例は、タグボート関連団体を通じて、タグボート側での安全対策として限定的に使用されており、十分ではないと考えられる。

そこで、以下の 2 点の提案を行う。



- 1) 本船とタグボートの連携作業時の事故やヒヤリハット発生事例は、自船、自社、タグボート関連団体の範囲を超え、水先人会や船長協会等で共有し、再発防止に利用する。
- 2) 本船とタグボート間のタグ号令並びにタグ号令の使用法の明確化や可能な限りの標準化を行い、操船支援作業に活用する。

## 2.7 結言

予備調査に基づいて抽出した 52 項目の中で、日常的に発生するものや職種・職階による差異が明らかとなり、その割合が高いものは、タグボート単独のものではなく、操船支援に関するものであることが判明した。そして、その多くは、ヒヤリハットを経験する頻度も高くなっており、タグボートに常態化した危険が潜んでいると考えられる。

52 項目のうち 31 項目の質問で、50%以上の回答者がヒヤリハットを経験していることを確認した。また、常態化したヒヤリハットとして、7 項目のヒヤリハットが確認できた。

現時点では、こうしたヒヤリハット発生の抑制を適切に管理できていないために、同種事例の再発防止につなげられていないのではないかと考えられる。本論に示す提案実行の具体的方法の検討を含め、同種事例の再発防止に努める必要がある。

## 第3章 タグ号令

### 3.1 緒言

第2章において、発生割合が高いヒヤリハット事例について、それらはタグボート単独のものではなく、本船とのコミュニケーションや離着岸作業での押し曳きといった操船支援時に多く経験されている傾向があることがわかった。

本章においてはタグボートとその支援を受ける船舶の操船者間のコミュニケーション手段であるタグ号令について述べる。

タグボートの支援を受ける船舶の操船者とタグボートの操船者間のコミュニケーションは、昭和30年代から昭和40年代初期にかけて汽笛または笛を使用した音響信号で行われていた。[6] しかし、近年は、水先人会とタグ会社間で定めたタグ号令基準や一般社団法人日本港湾タグ事業協会が定めた標準曳船作業操船号令[7]（以下、標準号令という。）を使用して行うことが一般的となった。この標準号令は、図3.1に示すように、押し・曳きの動作、方向及び機関出力の3つの要素で構成されている。また、図3.2に標準曳船作業操船号令表を示す。

着岸操船時などで、本船の大きさに比べ、タグボートの機関出力が大きい場合等には標準号令に規定される機関出力より、さらに細やかなタグ号令を行うことが多いと考えられる。このような標準号令以外のタグ号令（以下、特殊号令という。）を使用して操船する場合、本船操船者とタグボート操船者（以下、タグ操船者という。）の双方の認識の一致が求められる。

さらに Bridge Resource Management（以下、BRMという。）の観点から、本船操船者とタグ操船者のみならず、本船のブリッジ内でチームを構成する要員にも同様に認識の一致が必要である。

そこで本論では、特殊号令の使用実態及び特殊号令を使用した場合におけるタグボートの支援を受ける本船操船者の意図とタグ操船者が使用する機関出力について、実質的な本船操船者である水先人及びタグ操船者を対象に調査を行い、現状を明らかにする。また本調査結果をもとに標準号令の変更の必要性について検討する。

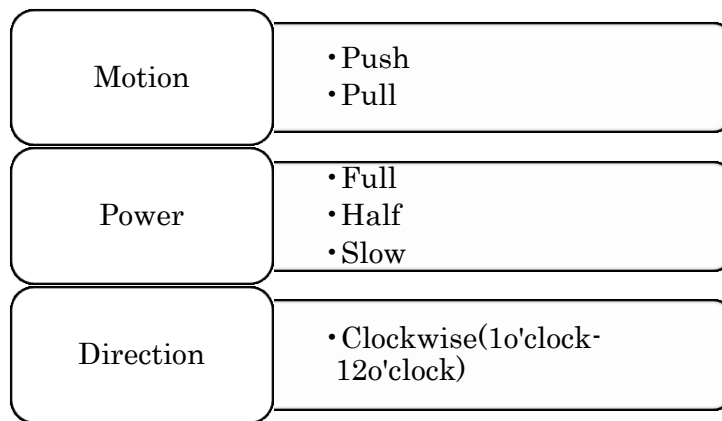


図 3.1 標準号令の構成

### 3.2 予備調査

日本国内の全国的な実態調査を行う前に、タグ操船者を対象者とした予備調査を行う。

#### 3.2.1 予備調査の方法及び内容

調査方法は、アンケート調査票への回答を直接依頼して行う。また、調査内容は、特殊号令に関する以下の 5 項目で構成される。

- (1) 姿勢を指示する（押し・曳きのタグ号令以外の）特殊号令の有無
- (2) 方向を指示する特殊号令の有無
- (3) 機関出力を指示する特殊号令の有無
- (4) 上記（1）～（3）で特殊号令が有ると回答した場合の具体的な特殊号令の内容
- (5) 特殊号令を受けた場合のタグ操船者の対処方法

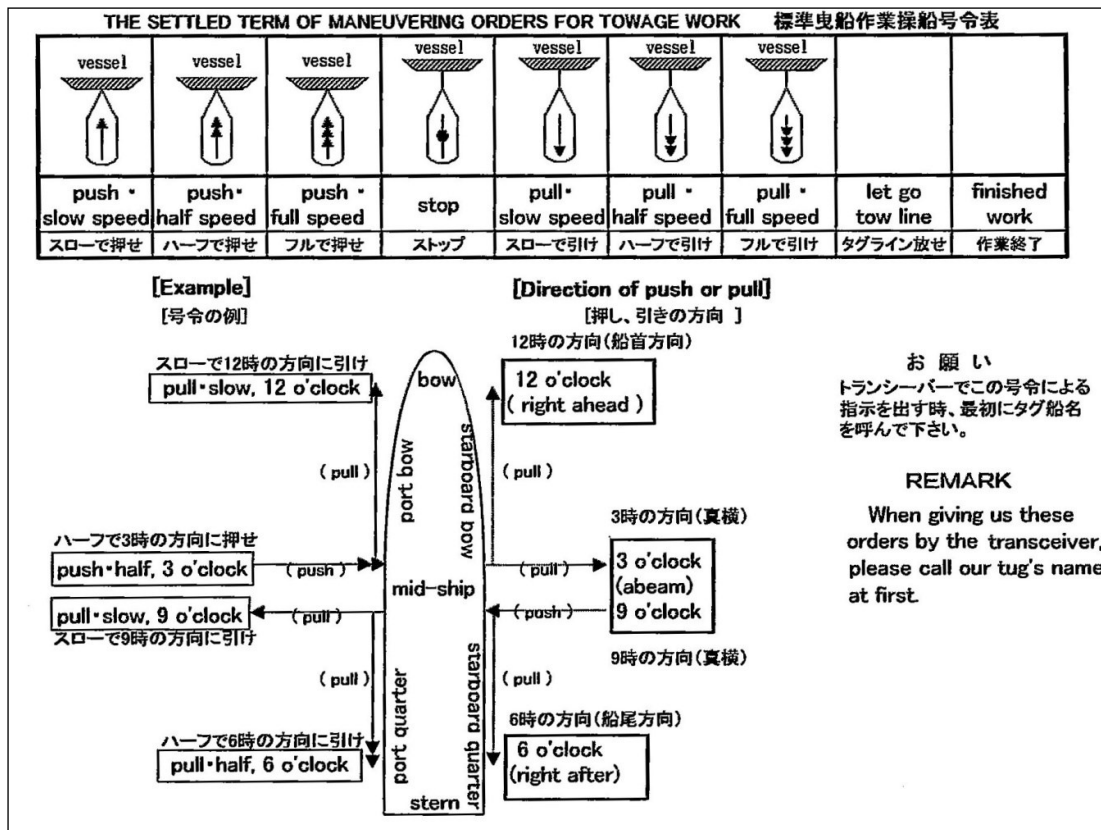


図 3.2 標準曳船作業操船号令表

表 3.1(a) 日本国内のタグボートで使用されている特殊号令

Classifica- tion	Orders			
		Phrases (in Japanese)	Their Meaning (in English)	
Positioning order only		HIKU-YOUI	曳く用意	Stand by Pulling
		OSU-YOUI	押す用意	Stand by Pushing
		YOKONINARE	横になれ	Side by side
Positioning order add in Engine Power		HARIAWASERU	張り合わせる	Give a tension
		BURASAGARE	ぶらさがれ	Apply load
		ATAMA-O-TUKERU	頭をつける	Attach the bow
		OSITUKE	押しつけ	Keep a pushing
		MOTAREKAKARE	もたれかかれ	Keep a pushing
	YORIKAKARE	寄りかかれ	Keep a pushing	
	DAKITUKE	抱きつけ	Side by side	

表 3.1(b) 日本国内のタグボートで使用されている特殊号令

Classifica- tion	Orders			
		Phrases (in Japanese)	Their Meaning (in English)	
Bearing Orders	True Bearing	GANPE- KI-NO-HOUKOU	岸壁の方向	To the direction of wharf
		__-DO-HOUKOU	___度方向 (360度方位)	The Bearing ___degree (s)
		BUPPYOU-NO-HOU KOU	陸上物標の方向	To the direction of landmark
	Direction based on Ship heading	MAYOKO	真横	Same on three (or nine) o'clock
		SUICYOKU	垂直	Same on three (or nine) o'clock
		CYOKAKU	直角	Same on three (or nine) o'clock
	Direction based on Tugboat heading	IMA-NO-HOUKOU	今の方向	Continue the Same di- rection
		ZENPOU	前方	Forward
		KOUHOU	後方	Backward
		SUKOSI-MAE (USIRO) -GIMI	少し前(後ろ)気 味	Forward (Backward) to little
NOBORI (KUDARI) -HOUKOU		上り(下がり)方 向	Forward (Backward) to little	
Engine motion orders	Power based on Engine Tele- graph	DEAD SLOW-NO-HANBU N	デッドスローの 半分	Half of Dead slow
		DEAD SLOW-NO-1/2~1/8	デッドスローの 1/2~1/8	Half of one eighth of Dead slow
		OMEGA	オメガ(オメガク ラッチ機構)	Using OMEGA slipping Clutches
	It is not based on Engine Tele- graph	KARUKU	軽く	Lightly
		MINIMUM	ミニマム	At a minimum level
		GOKUGOKU	ごくごく	Very soft
		BISOKU	微速	Very slow

### 3.2.2 予備調査の結果と考察

2008年2月から2009年2月にかけて海技大学校において実施した運航実務訓練(タグ操船訓練及びタグBRM訓練)の受講者であるタグ乗組員(全国14都道府県)より32件の回答があった。

特殊号令の有無については、方向に関する特殊号令は31件、姿勢を示すタグ号令及び機関出力は32件の全ての回答で使用しているとされた。また特殊号令をタグ操船者が受けた場合、自らの感覚で機関出力を決定するという回答が32件中27件あり、それ以外の5件では、合意された方法で機関出力を決定していると回答された。

予備調査で判明した、具体的な特殊号令は、押し・曳きの動作、方向及び機関出力の3つの要素より、さらに細かな分類ができる。表3.1(a)及び(b)に日本国内のタグボートで使用されている特殊号令とその分類を以下に示す。

- (1) 姿勢を指示する特殊号令
  - ・ 次の動作の準備や姿勢を指示
  - ・ 姿勢や動作の準備に加え機関出力を指示
- (2) 方向を指示する特殊号令
  - ・ 真方位を指示
  - ・ 本船の船首方向を基準とした角度を指示
  - ・ 現在の動作を基準に相対方位の指示
- (3) 機関出力を指示する特殊号令
  - ・ 標準号令と同様に機関出力を指示
- (4) その他の特殊号令

### 3.3 実態調査

予備調査の結果、表3.1(a)及び(b)に示す特殊号令の存在が明らかとなったことを受け、タグ操船者のみならず、本船操船者の特殊号令の使用実態を解明するために、より詳細な分析を行うことを目的として実態調査を行う。

#### 3.3.1 実態調査の方法及び内容

本船操船者の代表である全国35水先区の水先人及びタグボート運航会社所属のタグ操船者を調査対象として実施する。

調査形式は、アンケート調査票を作成し、全国35水先区水先人(335部)、と43社のタグボート運航会社所属のタグ操船者(353部)に郵送により受け渡しする方法で行う。アンケート調査票は、同一の質問内容で、水先人用とタグ操船者の二種類の調査票を作成する。

両者ともに以下の(1)から(3)に示す事項について回答を依頼する。

- (1) 本船操船時(タグ操船時)の特殊号令の種類(予備調査で判明した使用頻度の高い特殊号令は、これらを選択肢とした。)
- (2) 本船操船時(タグ操船時)の特殊号令の機関出力の度合い

### (3) その他の特殊号令

これらの特殊号令のうち機関出力に関する特殊号令を使用する時、全国の水先人及びその特殊号令を受けた全国のタグ操船者がそれぞれどの程度の機関出力として認識しているかについての調査は、数直線上に最小を **Stop (=0)**、最大を **Dead Slow (=80)** と設定して、回答された数直線上の値を基に、水先人間の認識の差異、タグ操船者間の認識の差異、水先人とタグ操船者間及び海域間での機関出力の認識の差異について検討する。この場合、最大値を 80 とした理由は、主機使用中の **Full**、**Half**、**Slow** 及び **Dead Slow** の機関出力が **Full** を 1 として、それぞれ 3/4、1/2 及び 1/4 に由来するものである。

### 3.3.2 調査結果および考察

#### (1) 回収数

水先人に対しては水先人会経由で調査を行い、送付アンケート調査票の数が 335 に対して、回収数は 131 件で回収率は 39%であった。一方、タグ操船者に対しては、タグボート運航会社経由で調査を行い、送付アンケート調査票の数が 688 件に対して、回収数は 303 件で回収率は 44%であった。

#### (2) 特殊号令の使用頻度

回答者の特殊号令の使用頻度を、図 3.2 に示す。また図 3.2 で「その他の特殊号令」として記述された特殊号令を表 3.2(a)及び(b)に示す。

図 3.3 に示すとおり特殊号令は、高い頻度で使用されていることが明らかであるとともに表 3.2 に示す「オメガ」や「ごく」のように複数の水先区で使用されているものと、一部の海域でのみ使用されているものが存在することが明らかになった。

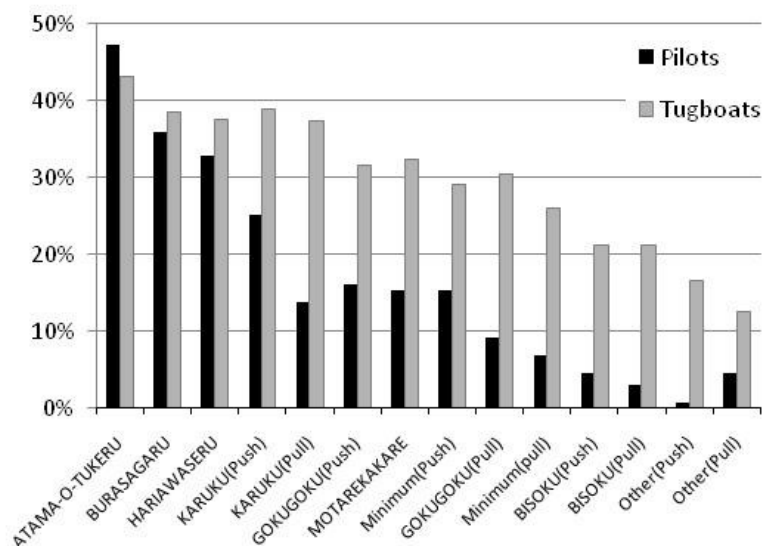


図 3.3 特殊号令の使用頻度

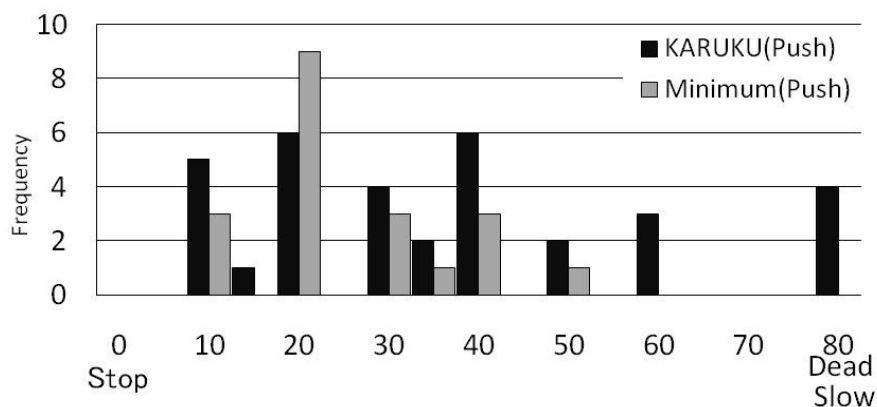


図 3.4 操船支援時の特殊号令の機関出力の認識(水先人)

「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」

### (3) 操船支援時の特殊号令の機関出力の認識

水先人が機関出力に関する特殊号令を発令する時、その特殊号令の機関出力をどの程度の出力であると認識しているかについて考察した。ここでは例として、「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」について集計し、その結果を図 3.4 に示す。

「軽く(押せ)」の場合、Dead Slow の 1/8 から Dead Slow まで幅広く分布している。従って機関出力の度合いの認識は様々であり、水先人によりその意図する機関出力が異なる場合があると云える。



表 3.2(a) その他の特殊号令

Special tug orders		Pilotage Districts	
Phrases	Their meaning	Pilot side	Tugboat side
OMEGA オメガ	Using OMEGA slipping Clutches	OTARU MURORAN HACHINOHE KASHIMA TOKYO-WAN	TOMAKOMAI HACHINOHE KAMAISHI TOKYO-BAY OSAKA-BAY KOMATUJIM NAGASAKI
SAITEI-NO-DEAD SLOW 最低のデッドスロー	Dead slow at the lowest level	-	TOMAKOMAI
Dead Dead Slow デッドデッドスロー	Dead and dead slow	KAMAISHI	
GOKU ごく	Slow	SENDAI-WAN OSAKA-WAN	SHIMIZU
GOKU Slow ごくスロー	Very slow	SENDAI-WAN OSAKA-WAN	SHIMIZU
GOKU-KARUKU ごく軽く	Very lightly	KASHIMA	TOKYO-WAN
YOWAKU 弱く	Soft	NIIGATA	
GOKU-YOWAKU ごく弱く	Very soft	NIIGATA	
SAITEI 最低	At a minimum softness		ISE-MIKAWA-W AN
ICHIBAN-YOWAKU 一番弱く	Softest		ISE-MIKAWA-W AN
YOWAME 弱め	A bit soft		ISE-MIKAWA-W AN
CYO-Dead Slow 超デッドスロー	Very dead Slow	SAKAI	
CYOI-ZENSIN ちょい前進	A little ahead	SASEBO	
CYOI-ZENSIN-NO-1/2 ちょい前進の 1/2	Half of a little ahead	SASEBO	
Slow-KARA-YOWAME スローから弱め	Slow to very slow	KAGOSHIMA	
SASAERU 支える	Hold	ISE-MIKAWA-BA Y	ISE-MIKAWA-B AY
TUYOKU-MOTARERU 強くもたれる	Lean against the ship fully		NAIKAI
Easy イージー	Easy		INLAND SEA
Line-YURUMASE ライン緩ませ	Slack away the line	SAKATA	

表 3.2(b) その他の特殊号令

Special tug orders		Pilotage Districts	
Phrases	Their meaning	Pilot side	Tugboat side
KARUKU- Line-HARUTEIDO 軽くライン張る程度	Tighten up the line slightly	SENDAI-BAY	
Line-HATTE-SAGARE ラインを張って下れ	Move backward tightening up the line	SIMIZU	
KIKASERU きかせる	Make the line tense and tightened		ISE-MIKAWA-B AY

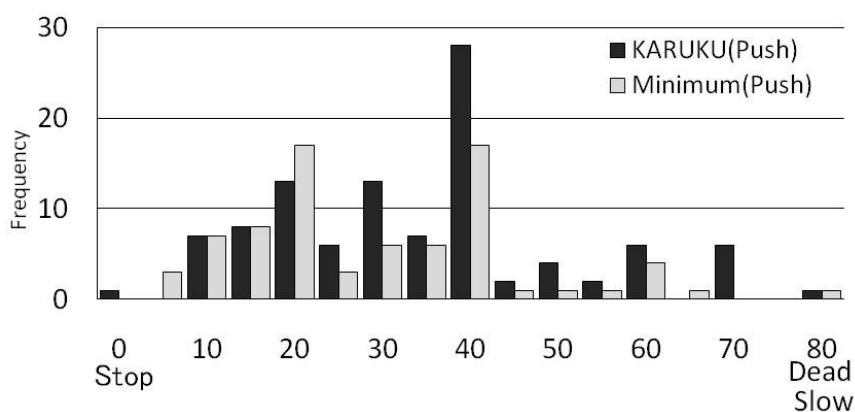


図 3.5 「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」特殊号令の機関出力の認識  
(タグボート)

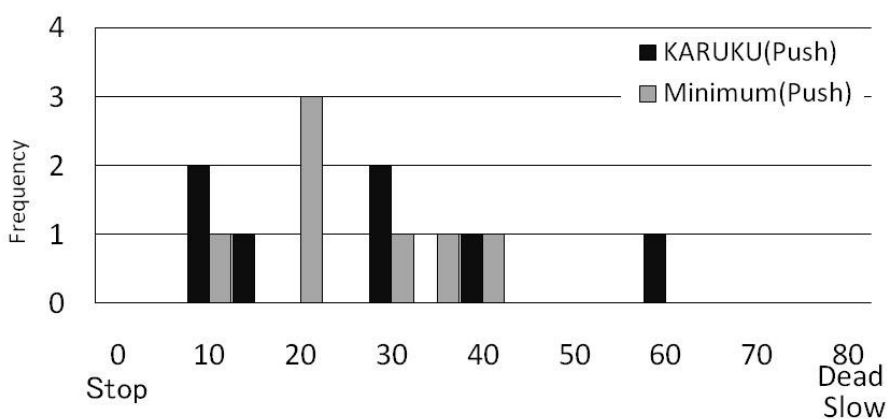


図 3.6(a) 「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」の特殊号令の機関出力の認識  
(伊勢三河湾の水先人)

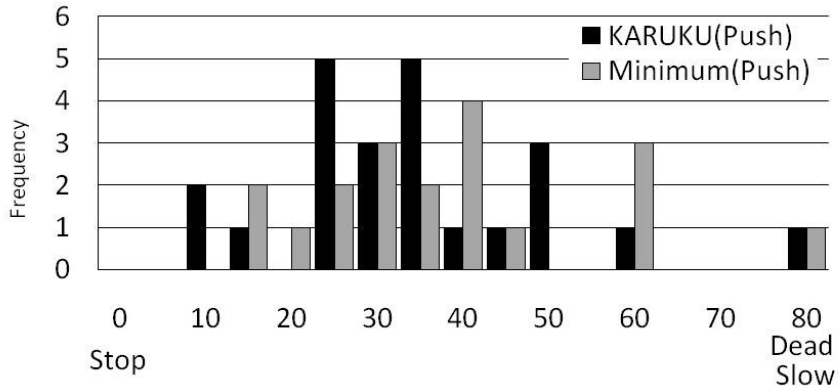


図 3.6(b) 「軽く(押せ)」及び「ミニマム(押せ)」の特殊号令の機関出力の認識  
(伊勢三河湾のタグボート)

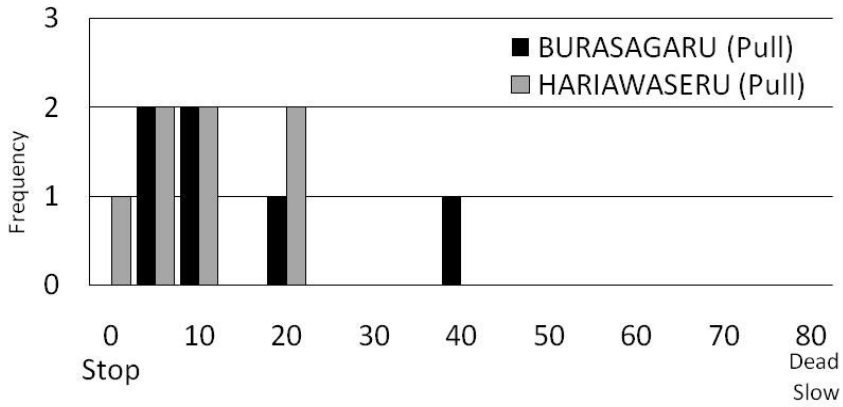


図 3.7(a) 「ぶら下がる」及び「張り合わせる」の特殊号令の機関出力の認識  
(東京湾の水先人)

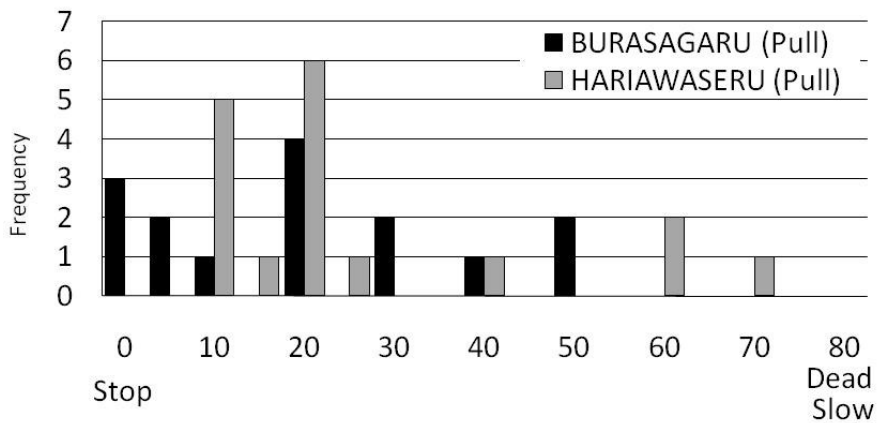


図 3.7(b) 「ぶら下がる」及び「張り合わせる」の特殊号令の機関出力の認識  
(東京湾のタグボート)

水先人が特殊号令を出すとき、その特殊号令をタグ操船者がどの程度の機関出力と認識しているかについての例として「軽く（押せ）」及び「ミニマム（押せ）」の集計結果を図 3.5 に掲げる。

「ミニマム（押せ）」の場合は、Dead Slow の 1/4 及び 1/2 で最大値をとり、Dead Slow の 1/2 以下の出力側に多く分布している。従ってタグ操船者によりその機関出力が異なる場合があると云える。

「軽く（押せ）」の特殊号令では、水先人の認識が一致していないのに対し、タグ操船者の認識は Dead Slow の 1/2 付近で比較的一致している。また「ミニマム（押せ）」の特殊号令では、水先人の認識は、Dead slow の 1/4 付近で比較的一致しているのに対し、タグ操船者の認識は一致していない。これにより水先人とタグ操船者の認識に差異があると云える。

さらに各水先区において水先人とタグ操船者の両者共に回答のあった水先区において機関出力の認識の差異について比較を行った。多くの水先区で水先人の認識より、タグボート操船者の機関出力の度合いが大きい結果を得た。その例として伊勢三河湾の水先人とタグボートにおいて「軽く（押せ）」及び「ミニマム（押せ）」の特殊号令の機関出力の認識を図 3.6(a)及び(b)に、東京湾の水先人とタグボートにおいて「ぶら下がる」及び「張り合わせる」の特殊号令の機関出力の認識を図 3.7(a)及び(b)に示す。回答数に差があるものの、水先人の意図する機関出力よりもタグ操船者の意図する機関出力の方が大きいことを示している。

#### (4) 姿勢・動作を指示する特殊号令

姿勢・動作を指示する特殊号令として、予備調査の結果より、表 3.1 に示すように「曳く（押す）用意」、「横になれ」のように次の動作の準備や姿勢を指示するものに加えて、「頭をつける」や「ぶら下がる」のように機関の使用を並行して要求する特殊号令が数多く存在することが分かった。それらは、図 3.3 に示すように高い頻度で使用されている。従って、これらの特殊号令には作業上必要なものが多く存在する一方で、定められた機関出力でそれらの動作を行うという規定はなく、機関出力の認識に差異が生まれる可能性が存在している。

### (5) 方向を指示する特殊号令

方向を指示する特殊号令は、真方位（360°方式）を示すもの、本船との相対角度を示すもの及びタグ操船者に対し、現在作業を行っている方位を基準として「少し前方向」や「後ろ気味」という特殊号令で指示する場合の3通りが存在する。図3.8に方向を指示する特殊号令を使用しているとした水先人及びタグ操船者の割合を示す。

真方位を指示する特殊号令は、本船と接する相対角度やタグラインの方向が変化することとなり、危険な状況が発生するおそれが存在する。例えば、本船が回頭中に船首付近で作業するタグ操船者に真方位（360°方式）で曳く方向を指示する場合、その相対角度が変化し、タグラインが本船ステムで屈曲する場合に、タグラインに局所的な剪断力が働き、タグライン切断を誘発する可能性が生じると云うことである。

本船との相対角度を示すものについては、標準号令である時計方位があり、前述の状況では有効な方向の指示となる。例えば本船に対して真横方向は「9時」又は「3時」と読み替えることができる。またタグ操船者が現在作業を行っている方位を基準として「少し前方向」や「後ろ気味」という特殊号令は、曖昧な表現であり、機関出力の特殊号令と同様に、水先人とタグ操船者に認識の差異が存在する可能性があるとする。

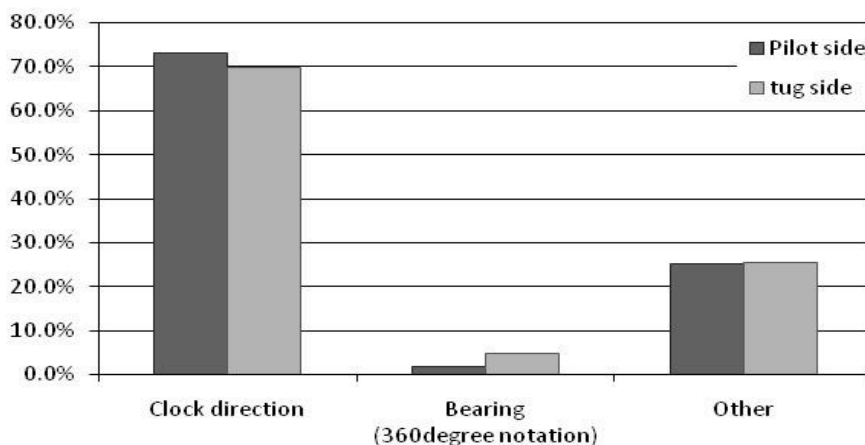


図 3.8 方向を指示する特殊号令を使用している水先人及びタグ操船者の割合

### 3.4 コミュニケーション言語およびリソースマネジメント

国際海事機関（International Maritime Organization ; IMO）は、IMO STANDARD MARINE COMMUNICATION PHRASES (SMCPs) を船舶の安全を確保する手段の一つとして船舶相互間及び船舶と陸上施設との間に、共通の用語を使用することとした。この SMCPs は、IMO の標準海洋通信フレーズとして 2001 年 11 月第 22 回総会で決議 A.918 (22) として採択されている。またその言語を「英語」に定めた。[8] しかしながら、日本においては離着岸作業を行う本船とタグボート間のタグ号令のやり取りは、日本語で行われている。

国外の寄港地において水先人とタグボート間でローカルな言語を使用している場合、本船乗組員、特に船長がタグ号令を理解できず、完全に水先人任せの操船を行わざるを得ないことになり、水先人の操船に疑問を抱く余地さえ存在しない状態となる。

日本の海上保安庁の発表によると 2011 年（一年間）に発生した海難 2,187 件中、実に 832 件が港内において発生した海難である。またヒューマンエラーが要因となった海難は、同じく海難 2,187 件中 1,681 件であり、発生率で表すと 77%となる。[9]このような海難の大きな要素であるヒューマンエラーを防止する取組みとして Bridge Resource Management 訓練が多くの海運会社で積極的に導入されてきた。また、STCW 条約 2010 年マニラ改正では、甲板部の当直を担当する職員の資格証明のための最低要件として Bridge Resource Management の能力の明記が強制要件となった。[10]

通常、港湾において船舶の指揮を執る水先人は、自らの意思をブリッジの本船乗組員に伝える場合には、本船要員の理解できる言語を使用するべきである。しかし、日本で行われているように、水先人はタグボート操船者、岸壁または栈橋のスタッフに意思を伝える、または指示を与える際にはトランシーバーを使用してローカルな言語を使用するのが一般的である。ここでタグボートの操船支援を受けて離着岸作業を行う本船におけるインフォメーションフローを図 3.9 に示す。

水先人は、タグボートに対する指示、本船に対する指示、岸壁との情報共有等を行う要の位置で指揮命令を行って作業を遂行する。一般に水先人とタグ操船者間のコミュニケーションは、水先人とタグボート間で定めたタグ号令等を

使用して行うが、筆者の調査では、それらのタグ号令が世界標準として用いられたケースはなく、ローカルな海域に限定された水先人とタグボート間で合意されたタグ号令を使用している。しかし、本調査で判明しているように日本においては、水先人とタグ操船者間で合意されていないタグ号令が使用されているケースさえ存在する。そのために本船乗組員は水先人とタグボートおよび陸上スタッフの交信が分らない状況におかれる。水先人も当然ヒューマンエラーを発生する可能性があるが、使用する言語が障害となり本船乗組員がその危険な状況を察知することが困難となる。

タグボートや陸上スタッフを含むリソースマネジメントを有効に活用するためにもコミュニケーション言語及びタグ号令の統一が重要であると云える。

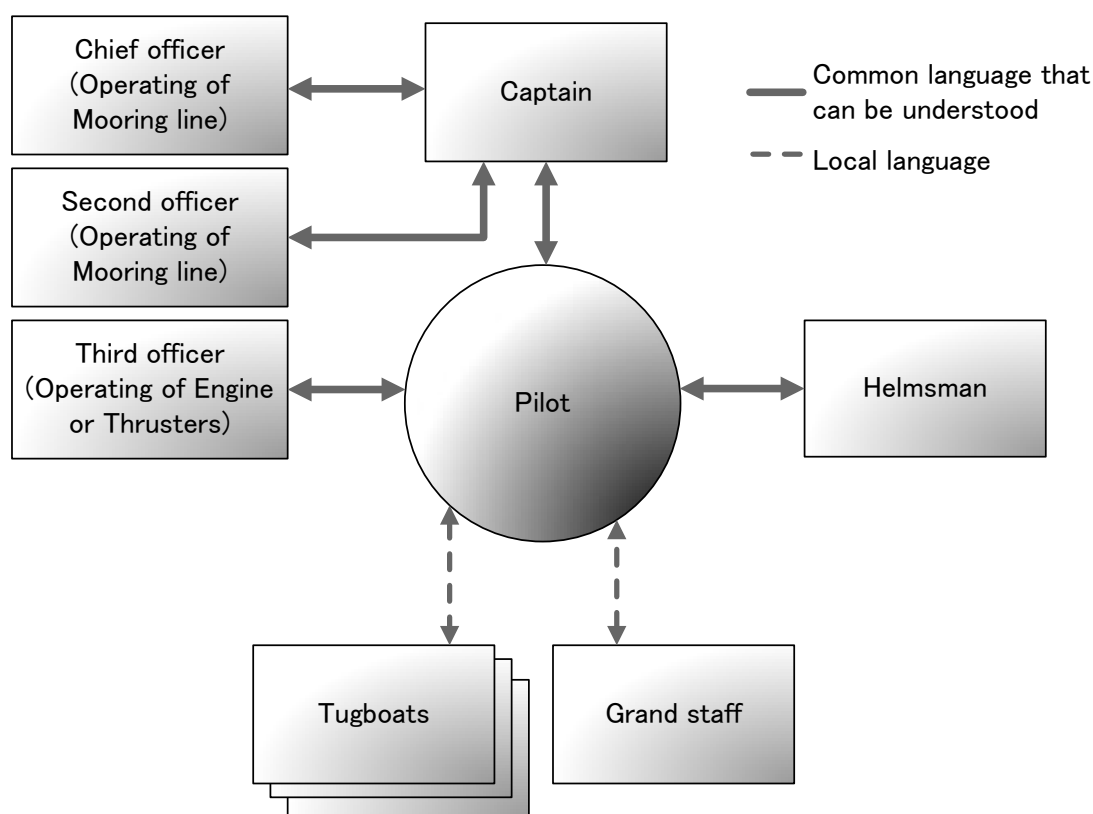


図 3.9 インフォメーションフロー

### 3.5 国外で使用されているタグ号令

#### 3.5.1 アメリカで使用されているタグ号令

アメリカの標準号令は、押す又は曳く動作の指定、次に強さの指定、その後

に方向（本船の船首尾線を基準とした角度）の指定の順で指示を行うこととされている。特に日本と異なる点は機関出力の指定は図 3.10 に示す 6 種類のタグ号令のみであり、日本のように特殊号令は、ほとんど使用されていない。また、タグボートのアンサーバックは、日本ではトランシーバーで行うのに対して、調査を行ったロスアンジェルス港及びロングビーチ港においては汽笛（短音一回で了解を意味する。）を使用して行っている。

Motion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Push</li> <li>• Pull</li> </ul>
Power	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Full</li> <li>• 3/4</li> <li>• 1/2</li> <li>• 1/3</li> <li>• Easy (20%)</li> <li>• Minimum</li> </ul>
Direction 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angles in relation to the ship's bow (0-90)</li> </ul>
Direction 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forward</li> <li>• Aft</li> </ul>

図 3.10 アメリカで使用されているタグ号令

### 3.5.2 スリランカ諸港で使用されているタグ号令

スリランカ諸港の標準号令は、押す又は曳く動作の指定、次に強さの指定、その後に、方向（時計方位）の指定の順で指示を行うこととされている。

特に日本と異なる点は、日本において標準号令として定められてはいないものの一般的に使用されている「準備」のタグ号令が定められていること、及びアメリカと同様に機関出力の指定を図 3.11 に示す 6 種類のタグ号令を使用している点であり、日本のように特殊号令はほとんど使用されていない。



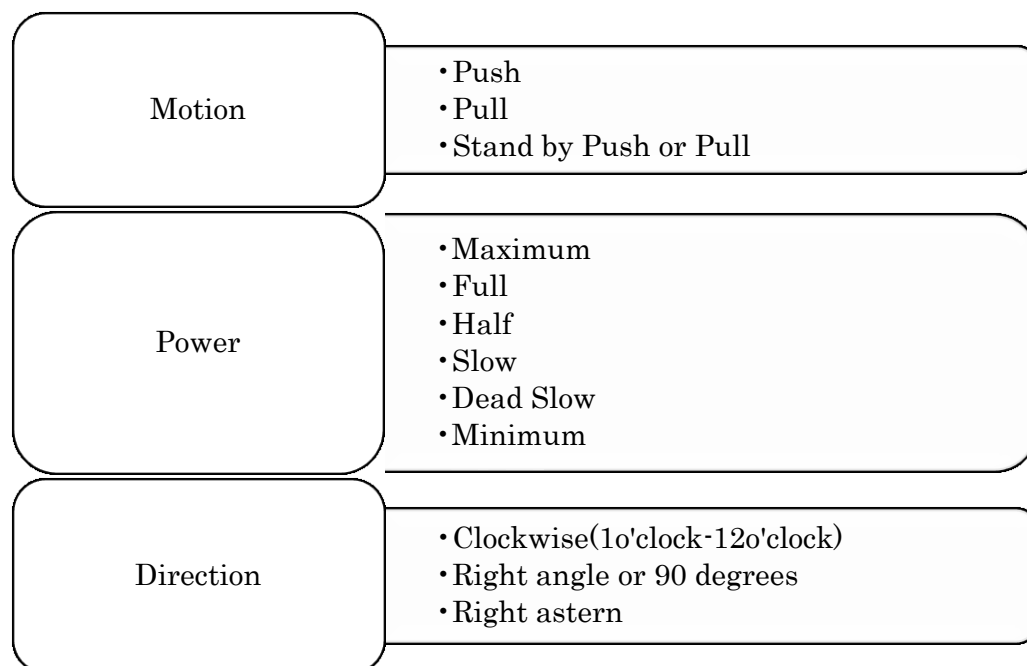


図 3.11 スリランカ諸港で使用されているタグ号令

### 3.6 提案

本船操船者の発令する特殊号令とタグ操船者の特殊号令の理解は、本来、一対一で対応すべきところ、本論で得た調査結果より、水先人の間、タグ操船者間、水先人とタグ操船者間においてそれぞれ認識の差異が発生しており、特殊号令の統一とその機関出力の一致が必要であると考ええる。

これらの特殊号令及びその認識は単に個別の水先区における水先人とタグ操船者間での申し合わせにより整合をとるということではなく、全国規模での統一が望ましく、標準号令の変更を含めた検討が必要であると考ええる。何故ならば、日本の港湾に出入港する本船は、複数の港湾にわたることが一般的であるからである。

さらにグローバルな視点から考えると、国際的なタグ号令の統一は、外航船及び内航船が出入港する世界の港湾において、船橋における BRM を支え、更なる航行の安全と高効率航行を担保するものであると考えられる。

ここで統一タグ号令案の一つとして、次のような分類を提案する。

(1) 動作に関する指示

3.2.4 で述べたように「頭をつける」、「ぶら下がる」及び「(ラインを) 張り合わせる」等といった特殊号令の使用頻度は高く、その必要性は十分にあると考える。そこで、標準号令として既に定められた「押せ」又は「曳け」のタグ号令に加え、姿勢や用意の特殊号令を標準号令に定める。姿勢や用意の動作と並行して機関出力を指示する内容を持つ特殊号令については、**Stop** から **Dead Slow** 間の機関出力の適正值も同時に定める。

(2) 方向に関する指示

図 3.7 に示すように標準号令である時計方位を使用しているとの回答が水先人、タグ操船者共に約 70%以上と高く、3.3.5 で述べたように特殊号令を使用する有意性が乏しい。従って標準号令として既に定められた、本船船首を 0 時とする時計方位の方向指示のみを使用する。

(3) 機関出力の指示

調査の結果で回答された特殊号令のほとんどは **Stop** から **Dead Slow** 間を指示するものであり、異なる特殊号令であっても同じ出力を要求している場合がある。

そこで **Stop** から **Dead Slow** 間の特殊号令については、「**Dead Slow** の百分率」を使用する。この場合、段階として機関出力が大きい順に 75%、50%、25%及び 10%を使用する。

(4) コミュニケーション言語を英語とする。[11]

外国籍船の船員にも理解でき、SMCPs の言語として定められた英語を使用することにより、本船乗組員と水先人さらにはタグボートや陸上スタッフを含むリソースマネジメントを有効に活用できるようにする。

タグ号令使用例: **Tug Name (ID Number), Clock Direction, Engine Power, Pull off (or Push on)**

### 3.7 結言

日本国内における特殊号令の統一は、水先人を乗船させずに離着岸作業を行う本船の船長、複数水先区免許をもつ水先人及び他の水先区に赴くタグ操船者にとって、特殊号令認識の差異をなくすとともに、誤解等のヒューマンエラーの発生防止につながると考えられる。従って、国内でのタグ号令の標準化を行うことが重要である。

さらに国際的な規模でのタグ号令の標準化により、国内外の外航船舶の安全な離着岸作業に大きく貢献する。

国際的なタグ号令の標準化が行われた後には、国内で使用されているタグ号令全てを見直し、国際標準を採用すべきであると考えられる。

## 第4章 本船の離着岸操船支援時における タグボートの挙動

### 4.1 緒言

本船操船者が港内において離着岸操船時にタグボートによる支援を受ける際、タグボートの挙動には、本船の速力等によってタグボートの体勢移行に時間差が生じる。また、本船操船者のタグ号令に対するタグボートの返答と実際の行動には時間遅れが存在する。

そこで本論は、本船の離着岸操船時におけるタグボートの体勢移行時間、タグボートの返答と実際の行動との時間差を求めることにより、本船操船者がその時間差を考慮しながら、適切な時機にタグ号令が発令できる環境を整える一助となることを目的とする。これにより、タグボートのより円滑な離着岸操船支援及び本船とタグボート相互の安全確保に貢献することができると考える。

### 4.2 調査方法

#### 4.2.1 画像データの収集

タグボートの本船支援作業時の映像は、京浜港横浜区におけるタグボートに搭載されたビデオカメラの映像を使用する。これはタグボート船橋操舵スタンダード前面上部に取り付けられており、タグボートの前方を撮影したもので、映像には音声録音及び時刻表示がなされている。同タグボート及び本船の速力、船首方位、対地速力等は東京海洋大学海洋工学部先端ナビゲートシステムで収集する Automatic Identification System (AIS) データを使用する。

タグボートに搭載されたビデオカメラの画像の一例を図 4.1 に示す。収集する映像データは京浜港横浜区の 6 岸壁（大黒 C1、大黒 C2、本牧 D1、本牧 D4、本牧 D5、根岸日産）であり、映像内右下に表示される時刻（時、分、秒）を使用し、水先人からのタグ号令の時刻、タグ号令に対する各種の時間差を計測する。



図 4.1 タグボートに搭載されたビデオカメラの画像

#### 4.2.2 AIS データ

得られた AIS データより収集する本船及びタグボートの速力、船首方位、対地速力は映像内に表示されている時刻とのずれが生じているのが一般的である。これはビデオカメラを長時間使用していることによるずれであると考えられる。この時刻差を補正するために、停止しているタグボートの動き出しの時刻を計測、又は映像内でタグボート乗組員が水先人に対し速力を報告する時刻と、同速力を確認できる時刻を AIS データの速力と照合することにより時刻差を補正する。

#### 4.2.3 本船及びタグボートのタグライン係止点の位置

AIS データの一部であるアンテナ位置の数値を使用して、本船舷側のタグライン係止点の位置を求め、タグボート側はアンテナ位置からタグライン係止点の位置（船首部先端）を求める。この時、AIS データ内にある数値は、アンテナ位置から船首、船尾、左舷側及び右舷側までの距離を示しているため、以下の手順でアンテナ位置の補正を行う。

図 4.2 にタグボートのアンテナ位置から船首部先端を求める図を示す。A をアンテナ位置、B を船首部先端、アンテナ位置から船体中心線までの横距離を  $a$  (m)、アンテナ位置から船首部先端までの前後距離を  $b$  (m)、Co.1 をタグ

ボートの船首方位とし、京浜港横浜区の緯度 1 分を 1,852m、経度 1 分を 1,519 m としてアンテナ位置から船首部先端位置を求める。B 点の位置を計算で求める式は、(1) 式及び (2) 式となる。

$$\text{Lat.1} = \text{Lat.2} + (b \cdot \cos \text{Co.1} + a \cdot \sin \text{Co.1}) / 1852/60 \quad \dots (1)$$

$$\text{Long.1} = \text{Long.2} + (b \cdot \sin \text{Co.1} - a \cdot \cos \text{Co.1}) / 1519/60 \quad \dots (2)$$

Lat.1 : B 点の緯度

Lat.2 : タグボートアンテナ位置の緯度

Long.1 : B 点の経度

Long.2 : 曳船アンテナ位置の経度

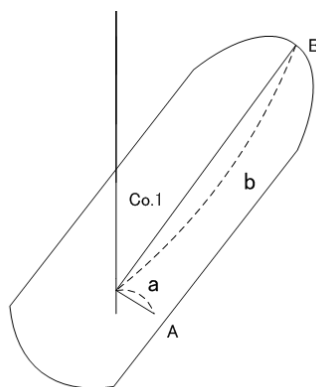


図 4.2 タグボートのアンテナ位置からタグボート船首部先端の距離

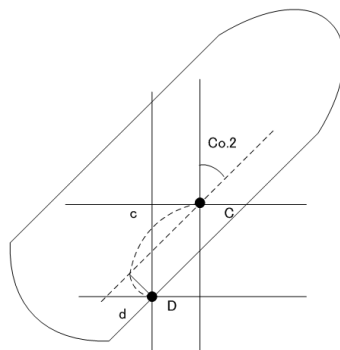


図 4.3 本船のアンテナ位置とタグライン係止位置の距離

図 4.3 に本船のタグライン係止位置を求める図を示す。C をアンテナ位置、アンテナ位置からタグライン係止位置までの前後距離を  $c$  (m)、D を本船側のタグライン係止位置、アンテナ位置から本船側のタグライン係止位置までの横距離を  $d$  (m)、 $Co.2$  を本船の船首方位とすると、D 点の位置を求める式は、(3) 式及び (4) 式となる。

$$\text{Lat.3} = \text{Lat.4} + (c \cdot \cos Co.2 - d \cdot \sin Co.2) / 1852 / 60 \dots (3)$$

$$\text{Long.3} = \text{Long.4} + (c \cdot \sin Co.2 + d \cdot \cos Co.2) / 1519 / 60 \dots (4)$$

Lat.3 : D 点の緯度

Lat.4 : 本船アンテナ位置の緯度

これにより求めたタグボート及び本船のタグライン係止位置の緯度及び経度から、タグボートの船首部先端と本船舷側のタグライン係止点との間の距離を求め、タグラインの長さとする。

#### 4.2.4 定義

タグ号令、タグ号令によるタグボート行動の完了時機及び計測時間等の定義は、以下の通りとする。

- (1) 「押し方用意」: タグボートが本船に船首を付けている状態、又は船首を離しているがタグ号令により他の体勢から移行し、本船至近で待機している状態。
- (2) 「曳き方用意」: タグボートのウインチによるタグラインの繰り出しが停止した状態又は本船の行き足に合わせてタグボートが回頭している場合は回頭が停止した状態。
- (3) 「押し曳き体勢」: タグボートが本船に船首を付けてタグラインを張っている状態又はタグボートが押し曳き体勢への移行のための回頭時に、本船とタグボートの船首方位が直交した状態。又はタグ号令により他の体勢から移行し待機している状態。
- (4) 「返答一体勢移行完了時間差」: タグボートが体勢移行完了の返答をした時から実際に体勢移行が完了するまでの時間差。

- (5) 「体勢－体勢移行時間」: タグボートのある体勢から他の体勢までの移行時間。
- (6) 「船首尾線交角」: 本船の船首尾線とタグボートの船首尾線の交角のうち、両船の船首を端点とする角。

#### 4.2.5 調査内容

定義した用語に基づいて、以下の調査を行う。

##### (1) 「体勢－体勢移行時間」

タグボートの「体勢－体勢移行時間」を計測し、本船の船首尾線方向速力別、タグラインの長さ別に集計する。本船が船首尾線方向に速力を有している場合、タグボートの体勢移行は大きな動きとなり時間がかかる。また、タグラインに係止している場所によって、曳き作業の時に適切なタグラインの長さが変わる。具体的には、タグラインの係止場所が高い場合、タグラインを十分に伸ばして使用しなければ相対的に大きい仰角が生じ、タグボートの推力や曳航力を十分に発揮できないため、タグラインの長さ別に場合分けし、「体勢－体勢移行時間」を計測する。

##### (2) 「返答－体勢移行時間」

水先人のタグ号令に対する「返答－体勢移行完了時間差」を計測する。タグボートが体勢移行完了を水先人に告げた場合において、実際に体勢移行が完了していることは少ない。このため、返答と実際に体勢移行が完了するまでの間には時間差が生じており、この時間差を計測する。

##### (3) 「船首尾線交角」

本船が船首尾線方向に大きな速力を有している場合、タグボートが曳き体勢又は押し体勢の時に、本船とタグボートとの船首尾線交角が変動し、無理な体勢での作業が発生するが、この船首尾線交角を計測し、本船の速力別に集計する。この場合、20秒以上押し又は曳きの作業を行っている時のみ計測する。20秒未満の場合、タグボートが本船に船首を付け又はタグラインを張って、体勢を維持する時間が短いために集計の対象外とする。



### 4.3 調査結果及び考察

#### 4.3.1 体勢－体勢移行時間

図 4.4 に「体勢－体勢移行時間」のグラフを示す。タグ号令は基本的に「押し方用意（曳き方用意）→押せ（曳け）」という順に発令されるが、「押し方用意（曳き方用意）→曳け（押せ）」と直前の「用意」のタグ号令が省略されることがある。

「体勢－体勢移行時間」の平均値が大きい順に、「曳き方用意→押せ」、「押し方用意→曳き方用意」、「押し方用意→曳け」、「曳き方用意→曳け」、「押し方用意→押せ」となった。

「曳き方用意→押せ」の「体勢－体勢移行時間」が、他の「体勢－体勢移行時間」に比べ大きくなっていることが分かる。これは、タグボートによる本船の支援作業時において押す場合は、本船に接近し接触するため、接触時のタグボート側の衝撃を抑制するために、接触直前で速力を減じるために、時間を要していると考えられる。

反対に、「押し方用意→曳け」の「体勢－体勢移行時間」が「曳き方用意→押せ」の「体勢－体勢移行時間」に比べ短いのは、タグボートによる本船の支援作業において曳く場合は、岸壁方向への移動速度を抑制する等の、緊急性の高い場合が多い。そのため「体勢－体勢移行時間」が短くなっていると考えられる。

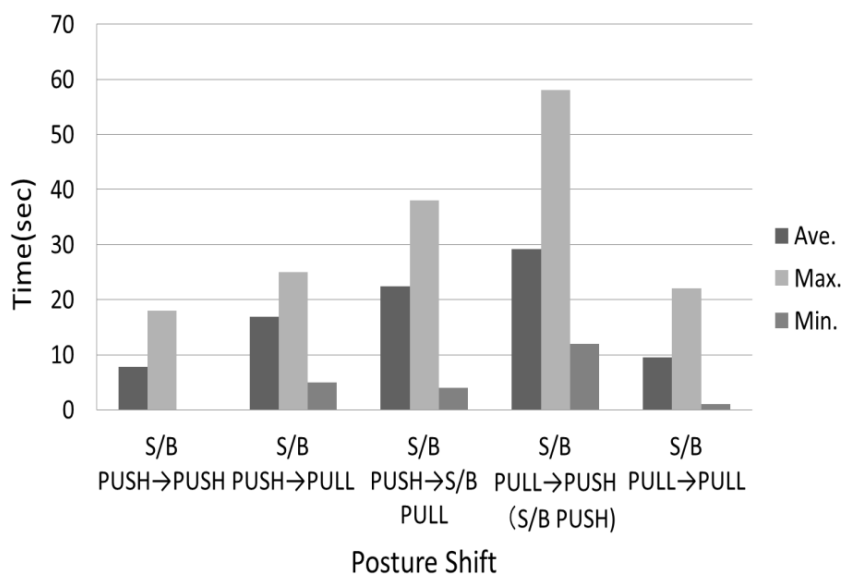


図 4.4 体勢－体勢移行時間

表 4.1 体勢－体勢移行時間

	S/B PUSH → PUSH	S/B PUSH → PULL	S/B PUSH → S/B PULL	S/B PULL → PUSH	S/B PULL → PULL
平均値（秒）	7.8	16.9	22.4	28.9	9.5
最大値（秒）	18.0	25.0	38.0	58.0	22.0
最小値（秒）	0.0	5.0	4.0	12.0	1.0
データ数（件）	41	14	18	39	40

図 4.4 で示した「体勢－体勢移行時間」の平均値、最大値、最小値を表 4.1 に示す。「押し方用意→曳け」とは「押し方用意→曳き方用意」と「曳き方用意→曳け」を同時に行っていることになる。しかし、2 つの「体勢－体勢移行時間」を加算した時間より短時間で行われていることが分かる。これは「押し方用意→曳け」のタグ号令が前述の通り、緊急性の高い場合において発令されることが多いタグ号令であるため、タグボート側の行動も状況に応じて速くなっていると考えられる。

#### 4.3.2 返答－体勢移行完了時間差

図 4.5 に「返答－体勢移行完了時間差」のグラフを示す。「返答－体勢移行完了時間差」の平均値が大きい順に「曳き方用意→押せ」、「押し方用意→曳き方用意」、「押し方用意→曳け」、「押し方用意→押せ」及び「曳き方用意→曳け」となった。本論では、「押し方用意」のタグ号令は、本船にタグボートの船首をつけた時と定義しているため、集計では「押し方用意」と「押せ」を同義として扱っており、「曳き方用意→押し方用意」のタグ号令の集計は行っていない。ここで図 4.5 における負の値は、タグボートが体勢移行完了を告げる以前に、体勢移行が完了している場合の時間差を意味している。

表 4.2 に図 4.5 で示した「返答－体勢移行完了時間差」の平均値、最大値、最小値を示す。

「押し方用意→押せ」と「曳き方用意→曳け」の「返答－体勢移行完了時間差」が小さいのは、表 4.1 から、他の体勢移行に比べて「体勢－体勢移行時間」が短いため、相対的に短くなっていると考えられる。また「曳き方用意→押せ」のタグ号令は他の体勢移行時に比べ、早期に体勢移行完了を告げていることが

分かる。

また、表 4.2 において 5 つの体勢変更のうち 4 つの体勢変更時間において最短時間が負の値を示している。これは返答を行う前に体勢移行が完了していることを示している。すなわちタグポートがタグ号令を受ける前に次のタグ号令を予想して体勢移行を行ったことを示す。

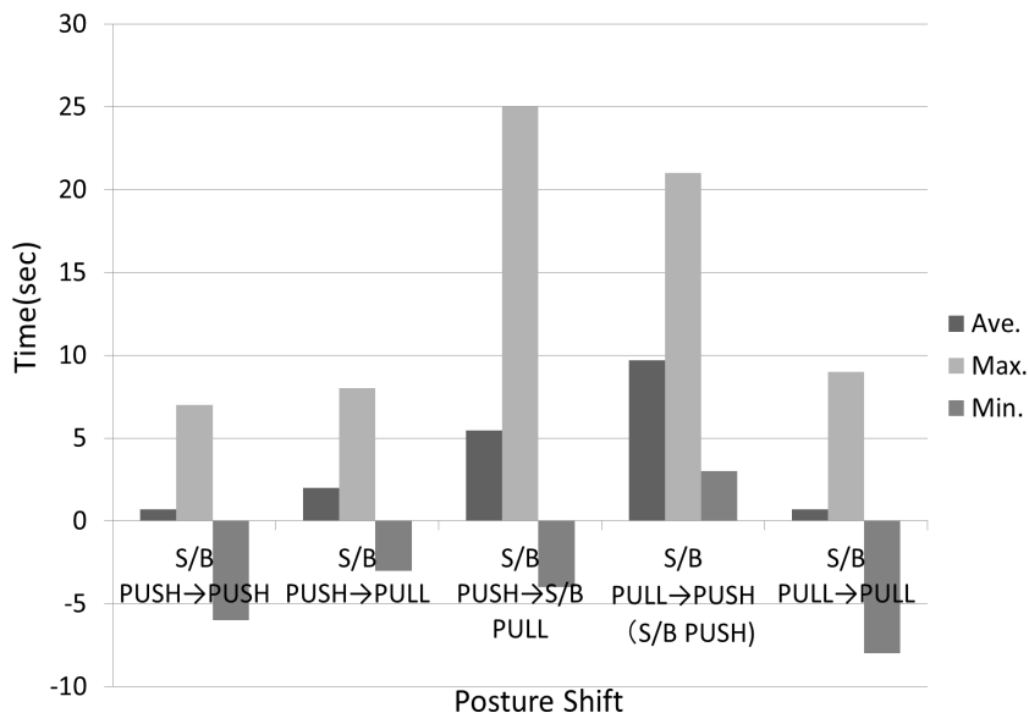


図 4.5 返答－体勢移行完了時間差

表 4.2 返答－体勢移行完了時間差

	S/B PUSH → PUSH	S/B PUSH → PULL	S/B PUSH → S/B PULL	S/B PULL → PUSH	S/B PULL → PULL
平均時間 (秒)	0.7	2.0	5.5	9.7	0.7
最長時間 (秒)	7.0	8.0	25.0	21.0	9.0
最短時間 (秒)	-6.0	-3.0	-4.0	3.0	-8.0
データ数 (件)	10	12	17	31	19

### 4.3.3 体勢－体勢移行時間の本船の速力別分布

図 4.6(a)から図 4.6(d)に本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図（順に「押し方用意→押し」「押し方用意→曳け」「押し方用意→曳き方用意」「曳き方用意→曳け」）を示す。但し、この場合は本船船首尾線方向の速力は絶対値で表わし、図 4.6(d)における負の値は後進中の速力を示す。

図 4.6(a)より、「押し方用意→押し」の「体勢－体勢移行時間」は、本船の速力の影響が少ないことが分かる。また、図 4.6(b)では、本船の速力が速くなるにつれて「体勢－体勢移行時間」も大きくなっていることが分かる。「押し方用意→押し」のタグ号令時、本船の速力の絶対値が大きい場合、早期にタグボートの船首部を本船に付けなければ、本船が船首尾線方向に進むことにより、本船とタグボートの相対的な位置関係にずれが生じてしまうと考えられるからである。

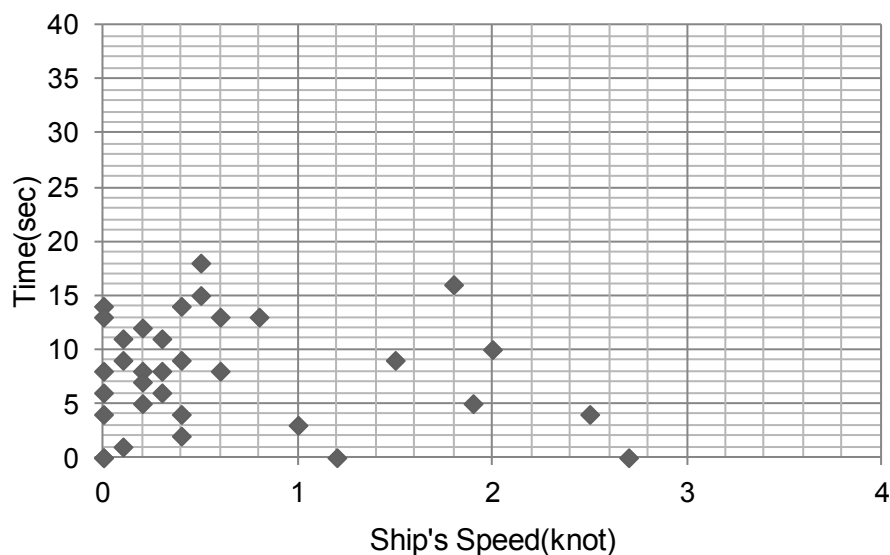


図 4.6(a) 本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図  
(押し方用意→押し)

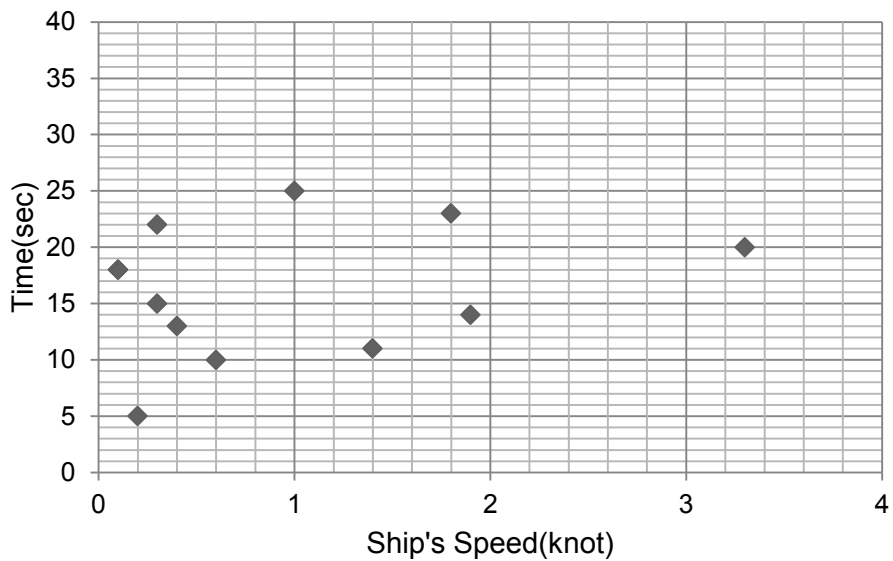


図 4.6(b) 本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図  
(押し方用意→曳け)

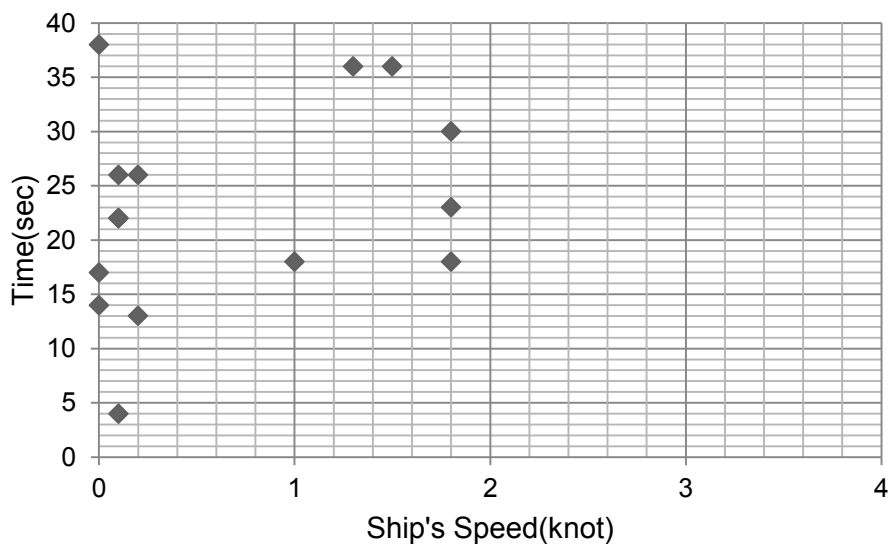


図 4.6(c) 本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図  
(押し方用意→曳き方用意)

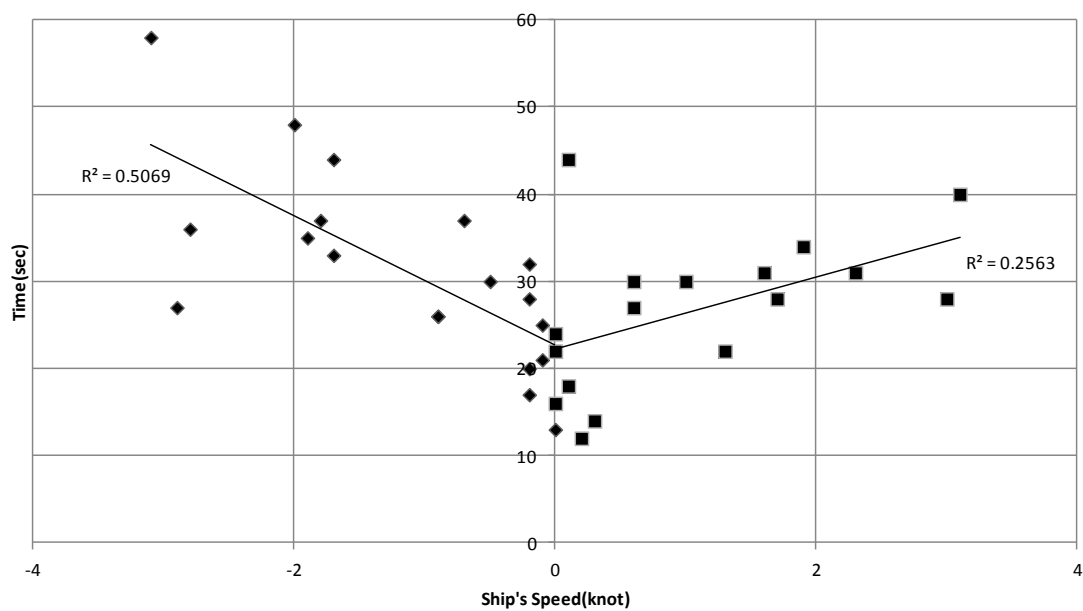


図 4.6(d) 本船の速力別「体勢－体勢移行時間」の分布図  
(曳き方用意→曳け)

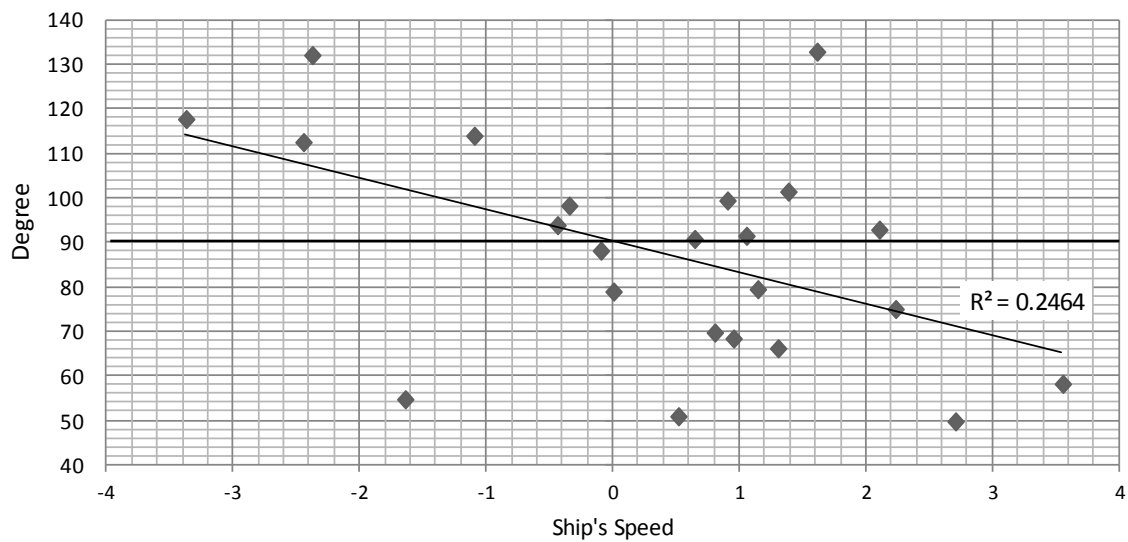


図 4.7(a) タグボートの曳き作業時における本船とタグボートの  
「船首尾線交角」の本船の速力別分布図

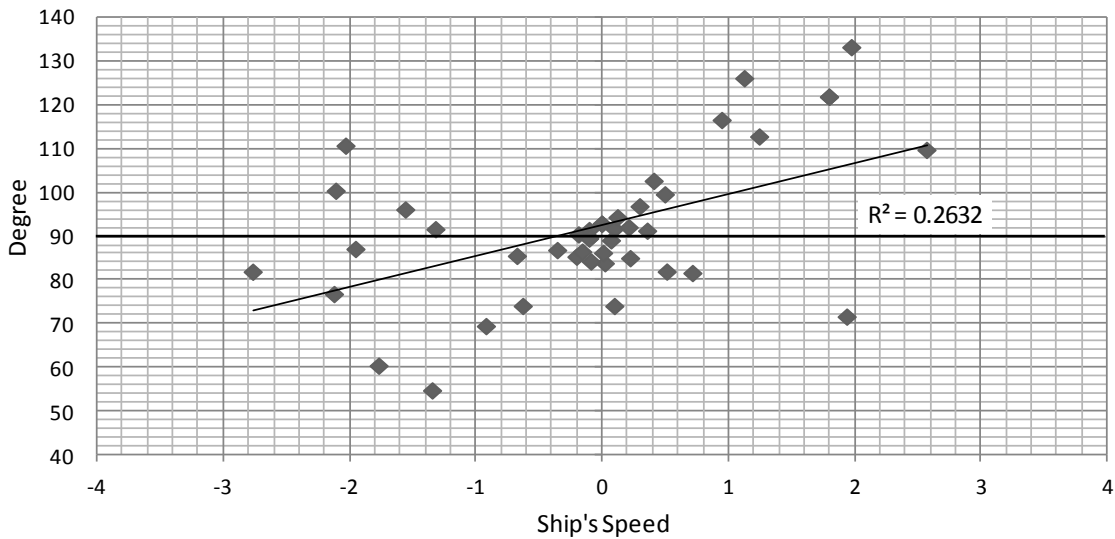


図 4.7(b) タグボートの押し作業時における本船とタグボートの「船首尾線交角」の本船の速力別分布図

#### 4.3.4 船首尾線交角の本船の速力別分布

図 4.7(a)にタグボートの曳き作業時における本船とタグボートの「船首尾線交角」の本船の速力別分布図、図 4.7(b)に押し作業時の同分布図を示す。但し、この場合の速力は本船の前進方向に正、後進方向に負とする。本船とタグボートの「船首尾線交角」が直交している場合を 90 度とし、それを中心値に本船の速力別によってどの程度の「船首尾線交角」が存在するかを示している。そのため、図 4.7(a)と図 4.7(b)の回帰直線の傾きが逆になっている。

図 4.7(a),図 4.7(b)共に速力が大きくなるにつれて「船首尾線交角」の開きが顕著になっていることが分かる。

#### 4.3.5 タグラインの長さ別体勢－体勢移行時間

図 4.8(a)に「押し方用意→曳き方用意（曳け）」及び図 4.8(b)に「曳き方用意→押せ」のタグラインの長さ別「体勢－体勢移行時間」の分布図を示す。両者とも回帰直線が右肩上がりになっており、タグラインの長さが長くなるに従い、「体勢－体勢移行時間」も長くなっていることが分かる。

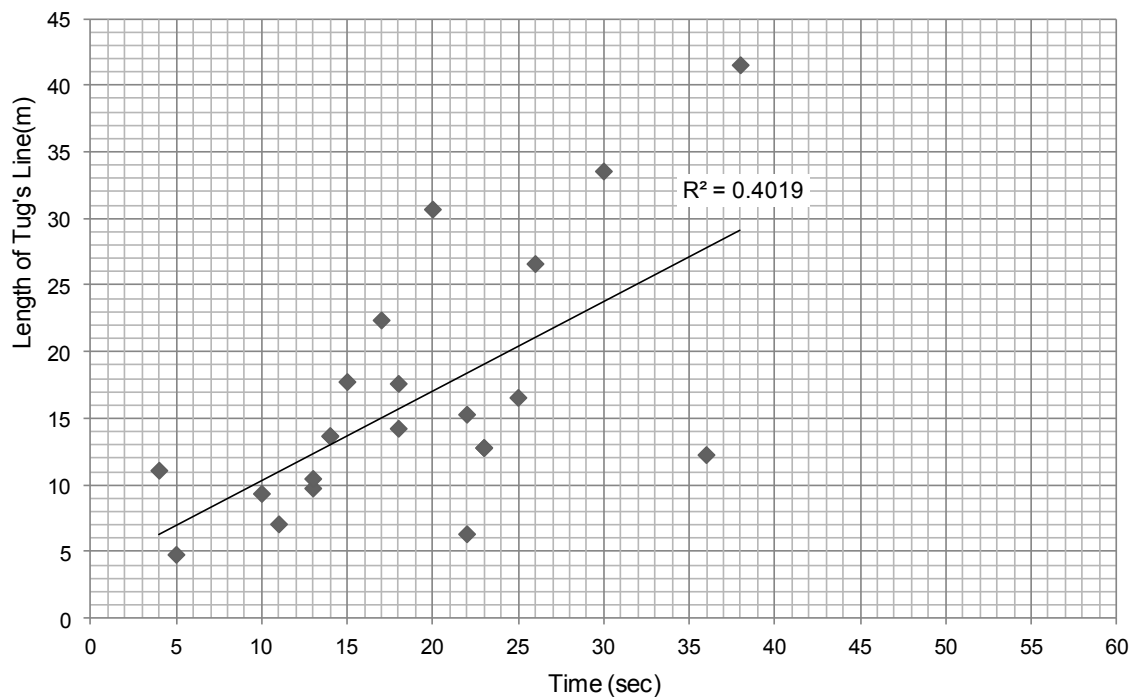


図 4.8(a) タグラインの長さ別「体勢－体勢移行時間」の分布図  
(押し方用意→曳き方用意(曳け))

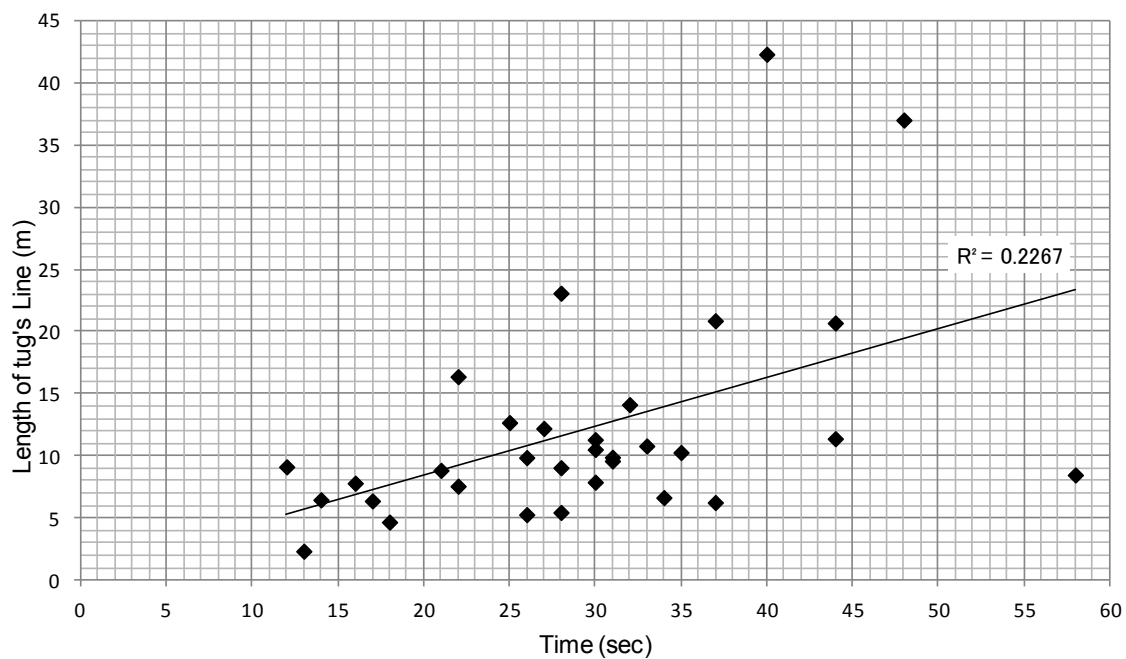


図 4.8(b) タグラインの長さ別「体勢－体勢移行時間」の分布図  
(曳き方用意→押せ)



#### 4.4 結言

- (1) 「体勢－体勢移行時間」が大きい順に「曳き方用意→押せ」、「押し方用意→曳き方用意」、「押し方用意→曳け」、「曳き方用意→曳け」、「押し方用意→押せ」となった。
- (2) 「体勢－体勢移行時間」は、「押し方用意→押せ」の場合は本船の速力の影響を受けず、その他の「体勢－体勢移行時間」は、本船の速力が大きい程時間を要するという結果になった。
- (3) 押し又は曳き体勢への「体勢－体勢移行時間」は、タグラインの長さが長くなるに従い、時間を要していることが分かった。
- (4) 「返答－体勢移行完了時間差」が大きい順に「曳き方用意→押せ」、「押し方用意→曳き方用意」、「押し方用意→曳け」、「押し方用意→押せ」及び「曳き方用意→曳け」となった。
- (5) 曳き作業時、本船が前進方向に速力を有している場合、タグボートと本船の「船首尾線交角」は  $90^\circ$  を閾値として小さくなり、本船が後進方向に速力を有している場合、「船首尾線交角」は大きくなる。また、押し作業時は曳き作業時の逆になり、本船が前進方向に速力を有している場合、「船首尾線交角」は  $90^\circ$  を閾値として大きくなり、本船が後進方向に速力を有している場合、「船首尾線交角」は小さくなる。

## 第5章 離着岸操船におけるタグボート

### 運用要素の評価

#### 5.1 緒言

日本を含む世界の主要港湾では、港内において本船、特に大型船の多くは、タグボートの支援を受ける。その際、本船の操船者は、離着岸作業時にタグボートに対して基本的に押し・曳き・停止の動作を指示する。具体的にはタグボート曳航力の方向（船首方向を0時、船尾方向を6時とする時計回りの座標。）と、機関出力及び押し・曳き・停止の動作のタグ号令を指示する。また、その他の特殊なタグ号令により、より細やかなタグボートの動きを指示して、本船の挙動を制御する。

タグボート運用時にタグボートの押し・曳き体勢の変更を伴う場合には、タグ号令から実際のタグボートの動作まで、数秒から数十秒の時間のずれが発生することから、操船者はその時間のずれを勘案したタグ号令を適切な時機に発令する必要があるが、風潮流等の外乱要素が加わってくるとタグボート運用上の困難度は一層増すと考えられる。

即ち、操船者は本船の挙動を制御する際に、本船の現在の動きのみならず直後の予想される動きとタグボートの体勢変更に伴う時間のずれを勘案した上で次のタグ号令を発令する必要がある。このタグ号令の発令時機やタグボートの機関出力およびその継続時間の決定は、高度な知識と経験が必要で、安全で効率的な操船を実現するために、これらの決定は重要な要素となる。

本論ではタグボート曳航力の方向、タグボートの機関出力及びそれらの継続時間の3要素で構成される時間軸上での閉領域をタグボート運用要素と定義し、行使範囲に制限がなく全ての船舶の水先業務を行うことが出来る免許を保有する一級水先人のうち5年以上の離着岸操船の経験を有する一級水先人が実海域で行うタグボートの運用を対象に、タグボート運用要素を抽出することに加え、タグボートの体勢変更回数等を調査する。またタグボート運用の詳細を分析し、その傾向を調査することを研究の目的とする。さらに、タグボート運用経験が充分とは考えにくい登録水先人養成施設の三級水先養成課程を修習中の三級水先修業生の操船シミュレータ訓練時のタグボートの運用記録から、タグボート

運用要素を抽出し、前述の一級水先人のタグボート運用要素と比較検討する。

これにより、一級水先人のタグボート運用要素の分析結果を評価基準とし、三級水先人修業生の操船シミュレータを使用した離着岸操船シミュレーション時のタグボートの運用を評価できる可能性の有無について考察する。

## 5.2 研究方法

### 5.2.1 定義

タグボートが行う押し・曳きの方向と停止の動作と機関出力及び継続時間をタグボートの運用要素と定義したが、以下の用語について同様に定義する。

#### (1) タグ号令押し曳き回数

操船者が、タグ号令（この場合、「押せ」と「曳け」のみ）を発令した回数

#### (2) アイドリング時間

タグラインを本船に固縛した状態で本船に対し、押し又は曳きの動作を行わず待機中の時間

#### (3) 体勢変更回数

押しから曳き又は曳きから押しへのタグボートの態勢の変更回数。また、途中にアイドリング時間が入った場合でも体勢変更とする。

### 5.2.2 実操船データの収集

水先人が実海域で実際に操船する（以下、実操船という。）離着岸操船時のタグボート運用要素は、京浜港横浜区におけるタグボートに搭載されたビデオカメラの画像を分析することで抽出する。当該ビデオカメラはタグボート船橋操舵スタンド前面上部に取り付けられており、タグボートの前方と本船船体の一部を撮影するもので、同時に本船操船者のタグボート号令及びタグボート操船者のタグ号令アンサーバック及び返答等の音声録音されており、画像上部に時刻（時、分、秒）が表示されている。

### 5.2.3 操船シミュレータ訓練データ

操船シミュレータ訓練データは、三級水先修業生が行った操船訓練データより実操船データと類似した操船シミュレータシナリオを選択する。選択時には、

本船の船種、排水トン数、離着岸方法（着岸舷、回頭操船）、使用するタグボート隻数を考慮する。

#### 5.2.4 操船段階の分割

着岸操船時の操船段階（以下、Phase という。）を以下のように分割し、それぞれの段階でのタグボートの運用要素を抽出する。

(1) Phase 1 :

岸壁前面付近に向かうアプローチ操船（タグライン固縛から本船船速 3.0kts までの操船局面）

(2) Phase 2 :

岸壁前面付近での本船の停止および回頭（本船船速 3.0kts から 0.0kt）

(3) Phase 3 :

岸壁前面から岸壁までのタグボートを利用した横移動と着岸

(4) Phase 4 :

着岸岸壁での本船位置の保持（着岸から船首及び船尾の最小限の係留索の岸壁への固縛まで）

離岸時についても同様に操船段階を分割してタグボート運用要素の抽出を行う。

#### 5.2.5 比較対象とするデータの選択

取得した実操船の画像は、離着岸操船時の 21 隻分のビデオ画像と音声であり、そのすべてからタグボート運用要素を抽出した。本論では、抽出したタグボート運用要素のうち、以下に示す条件により解析・評価対象の実操船タグボート運用要素データを選択した。また、操船シミュレータ訓練時のタグボート運用要素の抽出は、実操船タグボート運用要素を求めた類似の操船シミュレーションシナリオ、即ち同じ船種、ほぼ同じ載貨重量トン数（DWT）及び離着岸方法の操船シミュレーション時のタグボート運用データを用いた。ただしコンテナ船の載貨状態はデータ毎に異なるため、風圧による影響も異なる。

(1) 離着岸操船

操船の中で最もタグボートを運用する離着岸操船とする。

(2) 船種

本船は、9,000 (DWT) ~ 22,000 (DWT) の自動車専用船 (PCC) 及び約 47,000 (DWT) のコンテナ船とする。ただし比較を行う際には、実操船及び操船シミュレータ訓練ともに同じ船種および同じ着岸方法で行う。

(3) タグライン係止位置

船首、船尾および付近 (右舷側又は左舷側) とする。ただし比較を行う際には、実操船及び操船シミュレータ訓練ともに同じタグライン係止位置で行う。

(4) 風速

外力の影響が少ない条件で比較するため、最大風速 5m/sec 以下の実操船とする。

(5) 潮流

川の流れや強い潮流の影響を直接受けない水域の実操船とする。

### 5.3 解析結果及び考察

#### 5.3.1 操船データの選択結果

実操船での操船の回数と操船シミュレータ訓練数を表 5.1 に示す。

選択した実操船及び操船シミュレータ訓練の全てのデータ毎に以下に示す時系列のグラフを作成した。

実操船のタグボート運用要素を時系列に表したグラフの例を図 5.1 に、同じく操船シミュレータ訓練時のタグボート運用要素を図 5.2 に示す。

比較する例のデータは、以下に示すように類似したデータである。

(1) 操船状況

着岸操船で、実操船及び操船シミュレータ訓練ともに回頭操船後出船右舷着岸

(2) 本船の船種

本船の船種は、実操船及び操船シミュレータ訓練ともに PCC

(3) 本船の載貨重量トン数

実操船は 17,382 DWT、シミュレータ操船は 22,000 DWT

(4) 風向・風速

実操船時は風向 East、風速 3m/s、操船シミュレータ訓練時は風速 0m/s

(5) タグボート使用隻数

実操船及びシミュレータ操船ともに 2 隻

図 5.2 の縦軸はタグボートの機関出力、押し・曳きの動作及びその方向を表し、「Direction」はタグボート曳航力の方向（例えば右向き矢印の場合、本船の船首 0 時方向に対して 3 時方向、下向き矢印の場合 6 時方向となる。）を示す。また横軸は時間を表し、各度数の横幅は、ある一定の機関出力の継続時間を表す。

両者を比較すると、実操船タグボート運用要素では、Phase が進行するに従い、機関出力及び継続時間の要素において、高い頻度で機関出力の変更を行っている。また同じ機関出力の継続時間も長い。

この例を含め操船シミュレータ訓練時には、着岸寸前で終了するため、タグボート運用要素の Phase 4 が存在しない場合がある。

表 5.1 実操船での操船の回数と操船シミュレータ訓練数

Berthing / Unberthing		Berthing			Unberthing	Total
		Starboard side Head in	Port side Head in	Starbord side Head out	Starboard side Head in	
Real (Times)	Fore	4	0	3	2	9
	Aft.	4	3	3	2	12
Simulator (Times)	Fore	6	0	6	3	15
	Aft.	12	8	8	6	34

5.3.2 タグ号令押し曳き回数・態勢変更回数

実操船と操船シミュレータ訓練の回頭出船右舷着岸における Phase 毎のタグ号令押し曳き回数の平均を図 5.3 に示し、体勢変更回数を図 5.4 に示す。

実操船時のタグボート運用データと操船シミュレータ訓練時のタグボート運用データとを比較すると、実操船データのタグ号令（押し曳き）回数が多く、

短時間で繰り返し指示を行っている傾向がみられる。これは図 5.1 及び図 5.2 で示した実操船タグボート運用要素と操船シミュレータ訓練時のタグボート運用要素の差異と同様である。一方で、体勢の変更回数については、両者の差異が見られなかった。

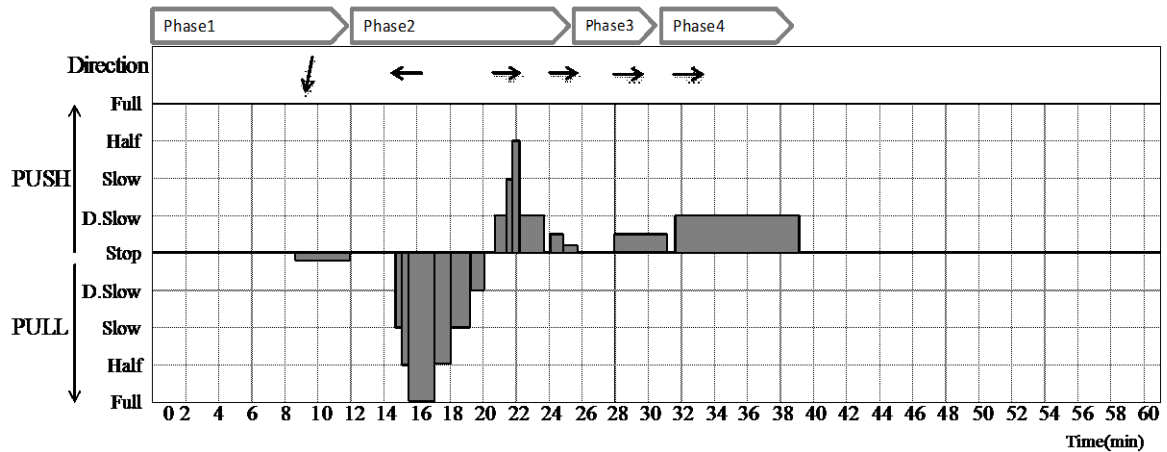


図 5.1 実操船のタグボート運用要素を時系列に表したグラフの例

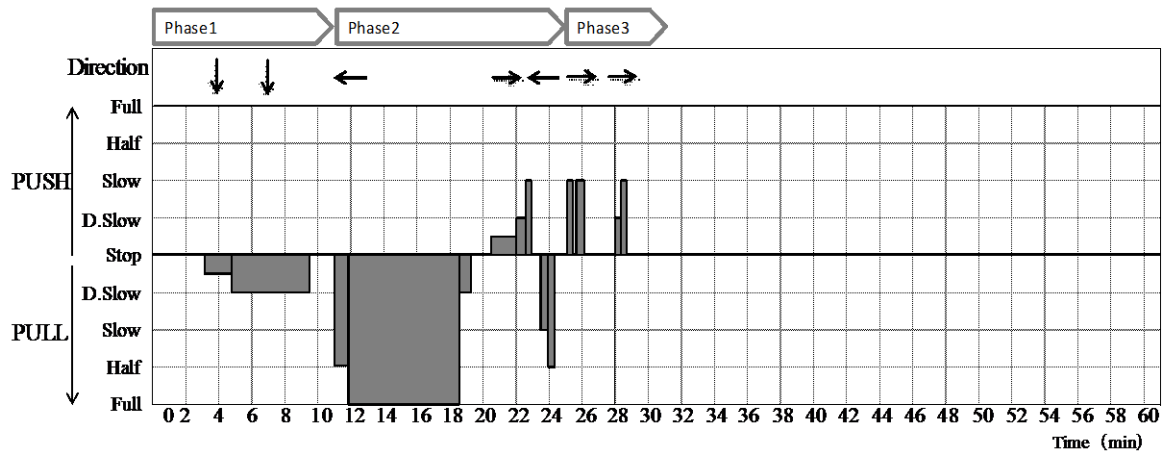


図 5.2 操船シミュレータ訓練時のタグボート運用要素を時系列に表したグラフの例

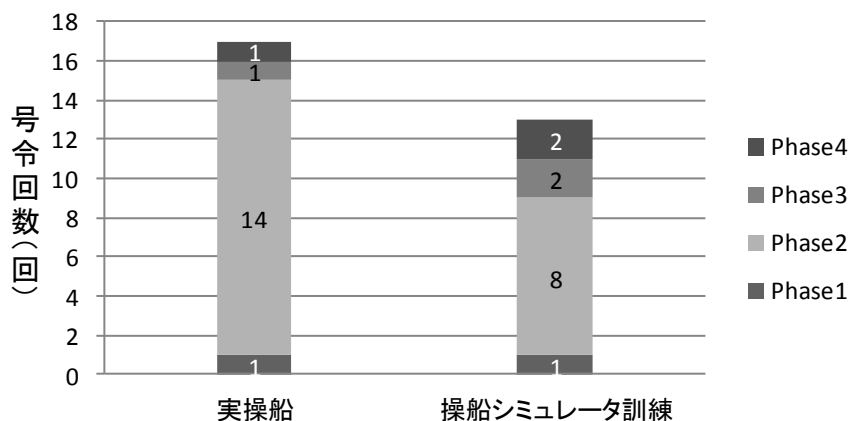


図 5.3 Phase 毎のタグ号令押し曳き回数の平均

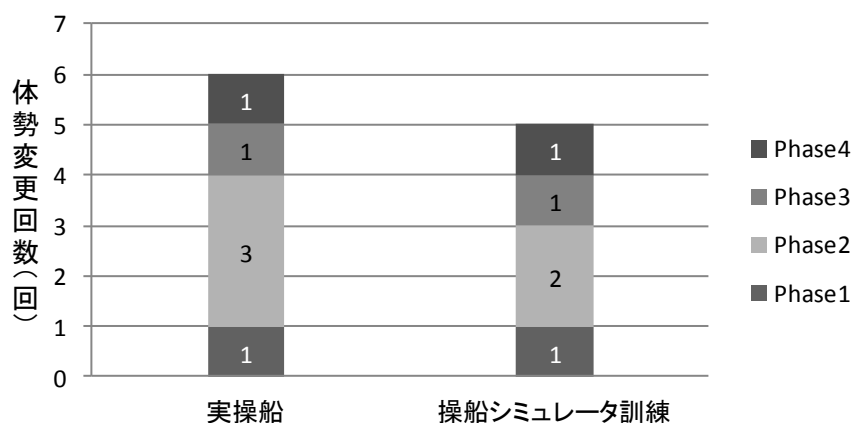


図 5.4 Phase 毎の体勢変更回数

### 5.3.3 アイドリング時間

回頭出船右舷着岸における船尾にタグボートを配置して行った 3 例の実操船のアイドリング時間を示すグラフを図 5.5 に、また同じく回頭出船右舷着岸における船尾にタグボートを配置して行った操船シミュレータ訓練 8 例の訓練時のアイドリング時間を示すグラフを図 5.6 に示す。(図中の縦軸は、各 Phase における、アイドリング時間の割合を示す。)

実操船では、図 5.5 に示すとおり case a 及び case c が Phase 1 から Phase 4 と岸壁に近づくとつれ、アイドリング時間が減少している。またもう一例の case b は、Phase 1 から Phase 2 になった時にアイドリング時間が長くなる傾



向を示すが、その傾向は小さい。航行する本船の挙動を制御する際、タグボートの押し曳き能力を効果的に発揮させるためには、本船速力を 3 kts 以下、さらに可能な限り本船速力をもたない状況で運用する[12]という観点から、有効に運用されていると云える。

一方、操船シミュレータ訓練時のアイドリング時間は、Phase 1 から Phase 2 となったときアイドリング時間は、減少するが、case 2 を除き、実操船の場合と大きく異なり、Phase 3 ではアイドリング時間が長くなる傾向がみられる。

Phase 4 のデータは、case 1 及び case 2 を除き、Phase 3 で操船シミュレータ訓練を終了したためデータがない。

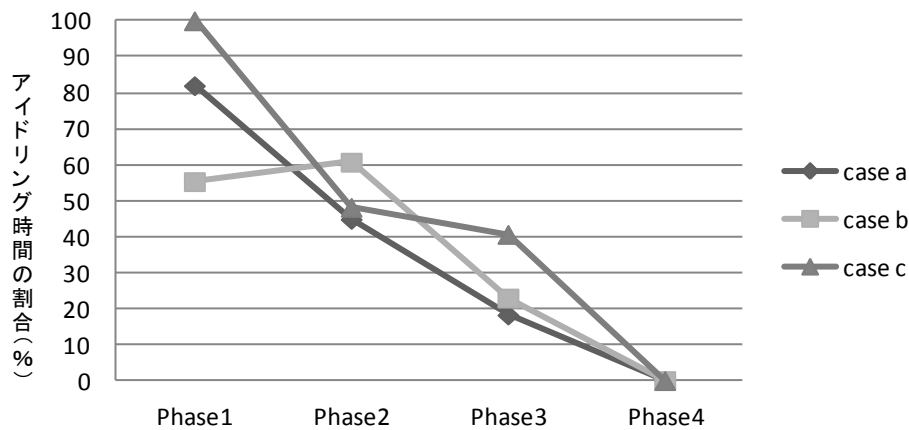


図 5.5 各 Phase の実操船のアイドリング時間の割合

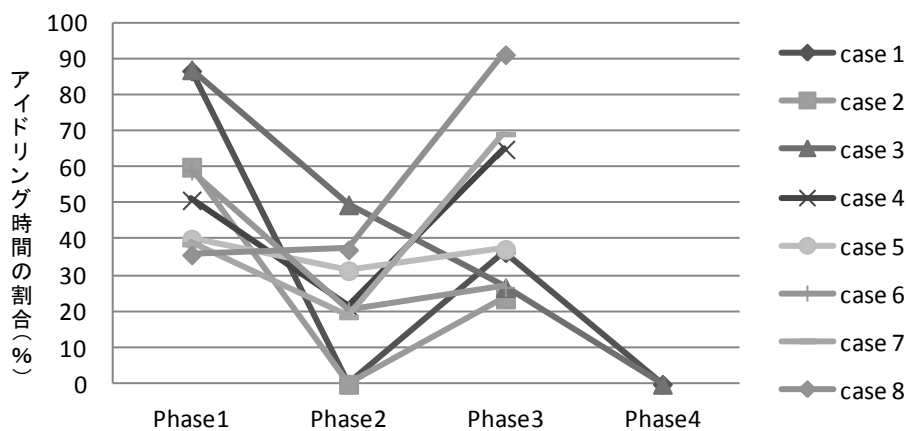


図 5.6 各 Phase の操船シミュレータ訓練のアイドリング時間の割合

## 5.4 結言

本論で提案したタグボート運用要素を用いたタグボート運用評価方法は、画像データを基にタグボート運用要素を抽出し、数値化することにより、水先人のタグボートの運用方法の評価を行うことを可能とした。また、実操船時のタグボート運用要素と操船シミュレータ訓練時のタグボート運用要素の比較を行い、次の事項が明らかになった。

### (1) 操船シミュレータ訓練時のタグ号令押し曳き回数

操船シミュレータ訓練時のタグ号令押し曳き回数は、実操船時のそれとは異なり、その回数は少ない。換言すれば、実操船ではタグ号令押し曳き回数は相対的に多く、タグボート機関出力を細かく指示している。

### (2) アイドリング時間

実操船において、Phase の進行とともにアイドリング時間が減少する傾向を示すのに対し、操船シミュレータ訓練の各 Phase において、増加する傾向を示す例が多くみられた。すなわち操船シミュレータ訓練では長時間タグボートを運用していない場合が多いと云える。このことからタグボートを本船操船時の速力低減や回頭速度の制御に有効に使用していない可能性が考えられる。

このように実操船のタグボート運用要素を評価基準として、操船シミュレータ訓練時のタグボート運用の評価を行うことが可能になると考える。

着岸バース毎の経験豊富な水先人の実操船のタグボート運用要素を収集し、それらのデータから、さらに信頼性を高めた評価基準が確立されると考える。



## 第6章 結論

本論では、本船の離着岸作業における操船者とタグボートの連携作業時の安全なタグボートの運用に着目し、発生している事故やヒヤリハットの現状や発生傾向について述べ、それらの具体的な問題点とその対策、さらには操船経験の少ない操船者の操船技能の向上に資する可能性があるタグボート運用要素について述べた。

具体的には、第2章において港内タグボートが船舶の離着岸等の港内での船舶支援作業を行っている際に発生する事故やヒヤリハットの原因と発生傾向について述べた。その中で常態化したヒヤリハットや職種・職階による発生傾向に差異があることが明らかとなった。その発生割合が高いものは、タグボート単独のものではなく、操船支援に関するものであることが判明した。そして、その多くは、ヒヤリハットの発生頻度も高くなっており、タグボートの運用時に常態化した危険が潜んでいると考えられる。また現時点では、こうしたヒヤリハット発生抑制を適切に管理できていないために、同種事例の再発防止につながっていないのではないかと考えられる。

第3章では、離着岸を行う船舶がタグボートの支援を受ける際に使用するタグ号令に関する問題点と、安全な共同作業を実施する上での提案について述べた。本船操船者の発令する特殊号令とタグ操船者の特殊号令の理解は、本来、一対一で対応すべきところ、水先人の間、タグ操船者間、水先人とタグ操船者間においてそれぞれ認識の差異が発生しており、特殊号令の統一とその機関出力の一致が必要であると考えられる。

これらの特殊号令及びその認識は単に個別の水先区における水先人とタグ操船者間での申し合わせにより整合をとるということではなく、全国規模での統一が望ましく、標準号令の変更を含めた検討が必要であると考えられる。

さらにグローバルな視点から考えると、本論で提案する世界的なタグ号令の統一は、外航船及び内航船が出入港する世界の港湾において、船橋におけるBRMを支え、更なる航行の安全と高効率航行を担保するものであると考えられる。

第4章では、本船の離着岸操船支援時におけるタグボートの挙動について述べた。体勢の変更に伴う移行時間は、変更する体勢により異なる。また本船が

前後方向に速力をもつ場合、速力が速くなるにつれ体勢移行時間も大きくなっていることが判明した。さらに体勢移行時間は、曳船策の長さにも比例して長くなること明確になった。本章で明らかになった事項は、これまで本船操船者の経験に大きく依存していた事項であり、経験の少ない本船操船者にとって指針となると考えられる。

第5章では、タグボート曳航力の方向、タグボートの機関出力及びそれらの継続時間の3要素で構成される時間軸上での閉領域をタグボート運用要素と定義し、操船経験の少ない操船者と操船経験豊かな操船者のタグボートの運用要素を比較することにより、経験の少ない操船者の不十分な点が明確となり、彼ら/彼女らの操船技能の向上に資する可能性について述べた。

本論の結果、実操船のタグボート運用要素を評価基準として、操船シミュレータ訓練時のタグボート運用の評価を行うことが可能であると考えられる。

本論の研究過程で数々の問題点が顕在化し、筆者は問題解決のために対応策の提案を行った。これらの提案の具現化は、タグボートの安全運用を担保する上で必要であると考ええる。またタグボートとその支援を受ける操船者の双方向コミュニケーションに加え、陸上支援を含めたリソースマネジメントの有効活用によりさらなる安全性を追求できると考える。

最後に本論が港内タグボートの安全な運用に少なからず寄与できれば筆者の望外の幸いである。

## 謝辞

本論は、神戸大学海事科学研究科 林 祐司 教授の御指導の下に、筆者が同大学院科学研究科（海事科学専攻）博士後期課程在学中において行った研究をまとめたものである。

最初に、本論をまとめるにあたり、常に懇切なる御指導、御鞭撻を賜りました神戸大学海事科学研究科 林 祐司 教授に対し、深甚なる感謝の意を表します。

論文の執筆にあたり貴重な御教示を頂きました神戸大学海事科学研究科 村井 康二 准教授ならびに海技大学校 杉田 和巳 准教授に深く御礼申し上げます。

海技大学校の堀 晶彦 教授、奥田 成幸 教授、藤谷 達也 教授、浅木 健司 教授、品川 史子 准教授ならびに東京海洋大学先端科学研究センターの井上 一規 教授には、貴重な御指導と御教示を賜りました。厚く御礼申し上げます。

また共同研究者である神戸大学海事科学研究科海事科学専攻海事マネジメント科学講座の杉原 正悟 様、中谷 仁哉 様、脇田 礼三 様、坂下 純一 様に深く感謝いたします。

筆者の研究活動の全般において、常に暖かい激励を頂き、強く支えていただいた海技大学校 レーダーARPA シミュレータのスタッフである柴田 登紀子 先生、國安 慶子 先生、中島 賢二 先生、狩野 隆 先生、中川 浩一郎 先生、福谷 知子 様、加藤 由季 様、野間 理恵子 様に深く感謝いたします。

最後になりましたが、私の健康を気遣い励まし続けてくれた妻 紘子に深く感謝します。



## 参考文献

- [1] 森 隆行：日本の曳船事業の現状と課題,海運経済研究 41 号,日本海運経済学会,pp61-70,平成 19 年
- [2] 国土交通省：安全管理規定に係るガイドラインイン（7）「事故等に関する情報の報告等」の考え方,2007
- [3] 社団法人 神戸海難防止研究会：タグボートによる操船支援作業指針, pp.80, 平成 22 年 3 月.
- [4] 国土交通省 海難審判所ホームページ：海難審判所裁決, [http://www.mlit.go.jp/jmat/saiketsu/saiketsu\\_kako/04saiketsu.htm](http://www.mlit.go.jp/jmat/saiketsu/saiketsu_kako/04saiketsu.htm), 平成 26 年 6 月
- [5] 一般社団法人 日本港湾タグ事業協会：会員・所属タグ一覧表, 平成 25 年 1 月.
- [6] 岡村 世紀一：ハーバータグボート, 海文堂, pp.3-4, 2011.10
- [7] 社団法人 日本タグ事業協会：港湾タグの無線通信及び実務英会話マニュアル, pp19-24, 2001.5
- [8] 社団法人 神戸海難防止研究会：タグボートによる操船支援作業指針, pp51-53, 2010.3
- [9] 海上保安庁：海上保安統計年報 第 62 巻 自平成 23 年 1 月 1 日 至



平成 23 年 12 月 31 日

- [10] 財団法人海技振興 センター：STCW 条約 - 船員の訓練及び資格証明  
並びに当直の基準に関する国際条約 2010 年マニラ改正版 1,  
pp130-141, 2012.3
- [11] 国土交通省海事局監修,川崎 真人・田中 賢司・杉田 和巳共訳：IMO  
標準海事通信用語集, 成山堂書店, pp188-201, 2008.1
- [12] 山縣 俠一：曳船とその使用法(二訂版),成山堂書店, pp50-54, 2003.12

## 業績リスト

### - 関連論文 -

1. 石倉,杉原,林,村井 : 曳船作業操船号令の現状について,日本航海学会論文集, Vol.125, pp91-97, 2011.9
2. 石倉,中谷,林,村井 : 本船の離着岸操船支持時における曳船の挙動調査,日本航海学会論文集, Vol.128, pp191-197, 2013.3
3. A.Ishikura, K.Sugita, Y.Hayashi, K.Murai : Proposal for Global Standard Maneuvering Orders for Tugboats : TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 7, No. 4, pp509-513, Dec.2013
4. 石倉,坂下,林,村井 : 離着岸操船におけるタグボート運用要素の評価,日本航海学会論文集, Vol.130, pp129-134, 2014.7
5. 石倉,脇田,林,村井 : タグボート乗組員の常態化したヒヤリハットについて,日本航海学会論文集, Vol.130, pp22-29, 2014.7

### - 国際会議 -

1. A.Ishikura, K.Sugita, Y.Hayashi, K.Murai : Occurrence Tendency of Near Miss of Harbor Tug Boats in Japan, Proceedings of Asia Navigation Conference 2013, pp259-267, Oct.2013

- その他論文 -

1. 村井、石倉、林 : 唾液アミラーゼ活性による操船シミュレータ訓練評価に関する基礎研究, 電気学会全国大会講演論文集, Vol.2010-1, pp17, 2010.3
2. 村井、林、石倉、岡崎 : 映像および動揺台による船体縦揺れ模擬方法別の身体応答評価, 人間工学 Vol.46,pp318-319, 2010.6
3. 林、戸羽、石倉、村井 : 船員・水先人の疲労管理 - 歩行速度による疲労度評価の可能性, 神戸大学大学院海事科学研究科紀要, Vol.7, pp21-26, 2010.7
4. 林、見上、石倉、村井 : 水先人の港内業務水域における衝突海難の発生傾向 - 伊勢三河湾・大阪湾港内業務水域の場合 -, 神戸大学大学院海事科学研究科紀要, Vol.7, pp13-19, 2010.7
5. 村井、高田、矢野、石倉 : 船体動揺環境下における身体重心動揺とストレス評価に関する基礎研究, 神戸大学大学院海事科学研究科紀要, Vol.7, pp75-80, 2010.7
6. K.Murai, A.Ishikura, Y.Hayashi, T.Matsumoto, K.Kuramoto, K.Higuchi, T.Saiki, T.Fujita, K.Maenaka : Toward evaluation of ship bridge teamwork for marine simulator training based on heart rate variability, World Automation Congress (WAC) 2010, pp1-6, Sep.2010

7. 杉原、林、村井、石倉 : 大阪湾及び伊勢三河湾水先区における水先人の乗下船調査, 日本航海学会論文集, Vol.128, pp235-242, 2013.3
8. 山下、林、村井、石倉 : GIS を用いた瀬戸内海の衝突海難発生傾向, 日本航海学会論文集, Vol.128, pp227-233, 2013.3
9. 石倉、間島 : ECDIS の機能・操作性の差異が操船者に及ぼす影響, 月刊 Captain, Vol.414, pp52-63, 2013.4