# 海難防止審議における操船影響把握のための操船シミュレーション手法の標準化に関する調査研究

報　　告　　書

**平成 30 年 3 月**

公益社団法人　神戸海難防止研究会

# ま　え　が　き

本調査研究は、公益財団法人日本海事センターからの補助を受け、海難防止審議における航行安全性の検証に多く取り入れられているシミュレーション手法について、操船者や委員等評価者による主観的評価における分析方法等の検討を行い、これまでの研究成果と合わせた総合的な操船影響評価手法の標準化を図り、海難防止対策検討の円滑かつ効果的な推進に広く役立てていただくことを目的としたものである。

本調査研究に当たっては、学識経験者、海事関係者、関係官庁職員からなる「海難防止審議における操船影響把握のための操船シミュレーション手法の標準化に関する調査研究委員会」を設置し、ビジュアル操船シミュレータ実験を行って、評価尺度を変えた複数の評価シートにより回答していただき、評価結果や分析のやり易さなどに違いが生じるかなど、データを収集して検討を進めた。

その結果、外力条件に対する制御力の評価においては、単極評価の方が評価のバラつきが小さくなる傾向にあるなど、一定の成果を得ることができるとともに、得られたデータの信頼性を確認する手法や分析のためのデータの整理・表現の方法についても有用と思われる例を検討することができた。

また、過年度に実施した検討案件ごとの標準的な検討値との関係や標準的な検討フローとも合わせて、物理的なデータと主観評価を組み合わせたビジュアル操船シミュレーション手法の標準化についての一方策を取りまとめることができた。

当会においては、これらの成果を海難防止対策の検討に活かしていく所存であるが、同種検討においても、航行安全性における課題の抽出や安全対策の検証に広く活用されることを期待するものである。

本委員会において、真摯に御審議、御指導をいただいた古荘委員長をはじめ、委員各位、関係官庁として御参画いただいた五管本部関係者の皆様に心より感謝の意を表する次第である。

平成３０年３月

公益社団法人　神戸海難防止研究会
会　長　　松　浦　　浩　三

# 目　　次

1　調査研究の概要 1
1.1　目的 1
1.2　背景等 1
1.3　調査研究の方法 2
1.3.1　委員会の設置 2
1.3.2　委員会の構成 2
1.4　調査研究内容 3
1.5　委員会等の開催状況 3
1.6　調査研究の流れ 5
2　主観評価に係る課題等の整理 6
2.1　主観評価の位置付け 6
2.2　主観評価の事例 7
2.2.1　評価尺度の設定例 7
2.2.2　評価結果の出力例 9
2.3　主観評価の課題 10
2.3.1　評価者に係る課題 10
2.3.2　評価方法・基準に係る課題 10
2.3.3　評価結果の安全対策への反映 11
2.4　官能評価分析について 12
2.4.1　官能評価分析の分類 12
2.4.2　官能評価における評価者 12
2.4.3　官能評価分析で扱う指標 13
2.4.4　主な用語 14
2.4.5　官能評価において留意すべき事項 17
3　試行的操船シミュレータ実験 19
3.1　目的 19
3.2　検討条件 19
3.2.1　船舶 19
3.2.2　評価者 23
3.2.3　操船者 23
3.2.4　操船支援条件 23

3.2.5　地形条件 23
3.2.6　自然外力条件 25
3.2.7　他船交通条件 25
3.2.8　対象操船局面 25
3.3　実施ケース及び実施順序 25
3.4　評価方法 26
3.5　操船計画 29
3.6　試行的操船シミュレータ実験結果 32
3.6.1　操船結果と操船困難度等に関する主観評価結果 32
3.6.2　主観評価結果の集計と評価者間の一貫性検証 50
3.6.3　外力条件と操船困難度評価の関係 53
3.6.4　単極尺度評価と両極尺度評価の相関 61
3.6.5　外力条件・操船困難度と許容可否評価結果の関係 62
3.6.6　制御量・運動状態量と主観評価値の相関 64
3.7　結果の概要と考察 68
3.7.1　試行的操船シミュレータ実験の準備 68
3.7.2　操船困難度に関する主観評価の実施 69
4　海防審議における操船シミュレーション手法を用いた評価方法標準化の検討 72
4.1　検討項目と検討手法の選択 72
4.1.1　案件ごとの検討項目と検討手法 72
4.1.2　操船シミュレーション手法の種類 83
4.2　操船シミュレータ実験における評価分析手法 85
4.2.1　評価の位置付け 85
4.2.2　評価分析手法 86
4.3　操船シミュレータ実験の実施計画・準備 88
4.3.1　操船計画把握の手順導入 88
4.3.2　実験操船者の選定 89
4.3.3　主観評価方法 89
4.3.4　質問票・評価票の準備 90
4.4　操船シミュレータ実験の実施 92
4.4.1　実験実施上の留意事項 92
4.4.2　評価に関する留意事項 92
4.5　操船シミュレータ実験結果の分析・評価方法 93
4.5.1　制御量・運動量分析におけるデータ処理の手順 93
4.5.2　操船結果の出力 94

4.5.3　操船計画と操船結果の比較 99
4.5.4　主観評価結果の処理 101
4.6　シミュレーション結果等の活用 103
4.6.1　課題の抽出と対策の検討 103
4.6.2　対策の検証 103
5　調査研究成果の概要と今後の展望 104
5.1　調査研究成果の概要 104
5.2　今後の展望 105

# 1 調査研究の概要

## 1.1　目的

本調査研究は、海難防止審議における航行安全検証に取り入れられる機会が多くなっている操船シミュレーション手法の標準化をその主眼としている。ひとつの評価手法としてこれまで実施されてきた操船者及び委員等評価者に対する質問票による主観評価における設問方法や分析方法等を検討し、これまでの検討成果を踏まえた総合的な操船影響評価手法の標準化を図ることにより、今後の海難防止対策検討の効率的かつ効果的な推進に広く役立てることを目的とする。

## 1.2　背景等

これまでの海難防止審議においては、各種のシミュレーション手法を用いることにより、多角的に船舶航行の安全性が検証され、その結果が対象案件の安全性を評価するために必要な判断の拠り所となってきた。特に、ビジュアル操船シミュレータ実験においては、一定以上の技量を有する操船者が与えられた船舶で模擬操船を行い、その結果から施設・環境条件を評価している。

しかし、ビジュアル操船シミュレータ実験による安全性評価は、操船者を含めた実験参加者による主観評価に偏りすぎる傾向があり、客観的データに基づく評価・検討が十分行われていないとの指摘があった。

今後は、ビジュアル操船シミュレータ実験において、実験参加者に対する主観評価手法の標準化を図るとともに、制御量・運動量分析手法で得られた客観的な評価手法と併せた総合的な評価手法を開発することにより、航行安全対策を検討するための操船シミュレータ実験結果を判断するために、より高い信頼性と公正性を担保することが必要である。

平成 27 年度に実施した調査研究は、「標準的な評価検討手法ガイドライン」を検討し、平成 28 年度は、「定量化手法である海難防止審議の案件ごとの標準的な検討項目表」を策定し、ビジュアル操船シミュレータ実験において、設定すべき客観的な評価項目や評価手法の実効性を確認した。

今年度は、過年度に検討課題として示された「主観評価手法の標準化」を図るとともに、客観評価と主観評価を併用した総合的な評価手法を開発することとした。

## 1.3 調査研究の方法

### 1.3.1 委員会の設置

学識経験者、海事実務者及び関係官公庁職員からなる「海難防止審議における操船影響把握のための操船シミュレーション手法の標準化に関する調査研究委員会」を設置し、検討資料に基づき操船シミュレーション手法の標準化について検討した。

### 1.3.2 委員会の構成

委員会の構成を以下に示す。（順不同・敬称略、※：海防研常任委員、（　）は前任者）

| | | |
|---|---|---|
| 委　　員 | 古　荘　雅　生 | 神戸大学大学院海事科学研究科　教授※ |
| 〃 | 淺　木　健　司 | 海技大学校　教授※ |
| 〃 | 松　本　宏　之 | 海上保安大学校　教授※ |
| 〃 | 村　井　康　二 | 神戸大学大学院海事科学研究科　准教授※ |
| 〃 | 片　岡　　徹 | 大阪湾水先区水先人会　会長 |
| 〃 | 末　岡　民　行 | 内海水先区水先人会　副会長※ |
| 〃 | 松　岡　耕太郎 | (一社)日本船長協会　技術顧問※ |
| 〃 | 松　浦　　寛<br>（堤　義　晴 | 日本郵船(株)関西支店　支店長代理※<br>同　　上　　）※ |
| 〃 | 宮　田　　浩 | (株)商船三井海上安全部　部長代理※ |
| 〃 | 植　田　　博 | 川崎汽船(株)関西支店　副支店長※ |

以上 10 名

| | | |
|---|---|---|
| 関係官公庁 | 村　松　一　昭 | 第五管区海上保安本部　交通部長 |

以上 1 名

| | | |
|---|---|---|
| オブザーバー | 藤　原　千　尋 | (株)MOL マリン関西事務所　主任研究員 |
| 〃 | 原　　大　地 | (株)日本海洋科学神戸支店　支店長 |

以上 2 名

| | | |
|---|---|---|
| 事　務　局 | 伊　藤　雅　之 | (公社)神戸海難防止研究会　専務理事 |
| 〃 | 江　頭　正　人 | 〃　研究部長 |
| 〃 | 藤　原　　昇 | 〃　事業部長補佐 |
| 〃 | 高　橋　浩　子 | (株)日本海洋科学神戸支店　主任コンサルタント |

## 1.4 調査研究内容

(1) 平成 28 年度の調査研究結果の整理と主観評価に係る課題整理

昨前年度の調査研究結果をレビューし、主観評価に係る課題を整理する。

(2) 主観評価基準策定のための操船シミュレータ実験実施方案の策定

主観評価による操船影響把握のための操船シミュレータ実験実施方策を策定する。

(3) 操船シミュレータ実験の実施

主観評価基準策定のための操船シミュレータ実験を実施する。

(4) 主観評価基準策定のための操船シミュレータ実験結果の検討

主観評価基準策定のための操船シミュレータ実験で得られたデータを解析し、主観評価基準を検討する。

(5) 主観評価基準策定と評価手法の標準化

操船シミュレータ実験結果を検討して得られた主観評価基準に加え、過年度に検討した運動量・制御量分析手法による検討結果と併せた総合的な評価手法を開発し、海難防止審議における操船影響把握のための操船シミュレーション手法の標準化（案）を策定する。

## 1.5 委員会等の開催状況

(1) 第 1 回委員会

1 日　　時　　平成 29 年 6 月 1 日（木）13：00～
2 場　　所　　ラッセホール　地下 1 階　リリーの間
3 議　　題
① 調査研究方針
② 平成 28 年度の調査研究結果の概要
③ 主観評価に係る課題等の整理

(2) 第 1 回検討会

1 日　　時　　平成 29 年 7 月 24 日（月）15：30～
2 場　　所　　神戸大学深江キャンパス　総合学術研究棟 5 階会議室
3 議　　題
① 主観評価基準・手法の検討

② 主観評価基準検討のための試行的操船シミュレータ実験シナリオの検討

(3) 第 2 回検討会

1 日　　時　　平成 29 年 8 月 23 日（水）13：30～

2 場　　所　　ラッセホール　地下 1 階　リリーの間

3 議　　題

① 主観評価基準の検討

② 試行的操船シミュレータ実験実施方案の検討

(4) 試行的操船シミュレータ実験の実施

1 日　　時　　平成 29 年 9 月 1 日（金）09：30～

2 場　　所　　神戸大学　神戸シミュレーションセンター

(5) 第 2 回委員会

1 日　　時　　平成 29 年 10 月 26 日（木）13：30～

2 場　　所　　ラッセホール　地下 1 階　リリーの間

3 議　　題

① 試行的操船シミュレータ実験結果

② 主観評価手法に関する検討

(6) 第 3 回委員会

1 日　　時　　平成 30 年 1 月 29 日（木）15：30～

2 場　　所　　ラッセホール　地下 1 階　リリーの間

3 議　　題

① 主観評価手法について

② 総合的な評価手法の検討

③ 報告書（案）の構成

## 1.6 調査研究の流れ

調査研究フロー図を以下に示す。

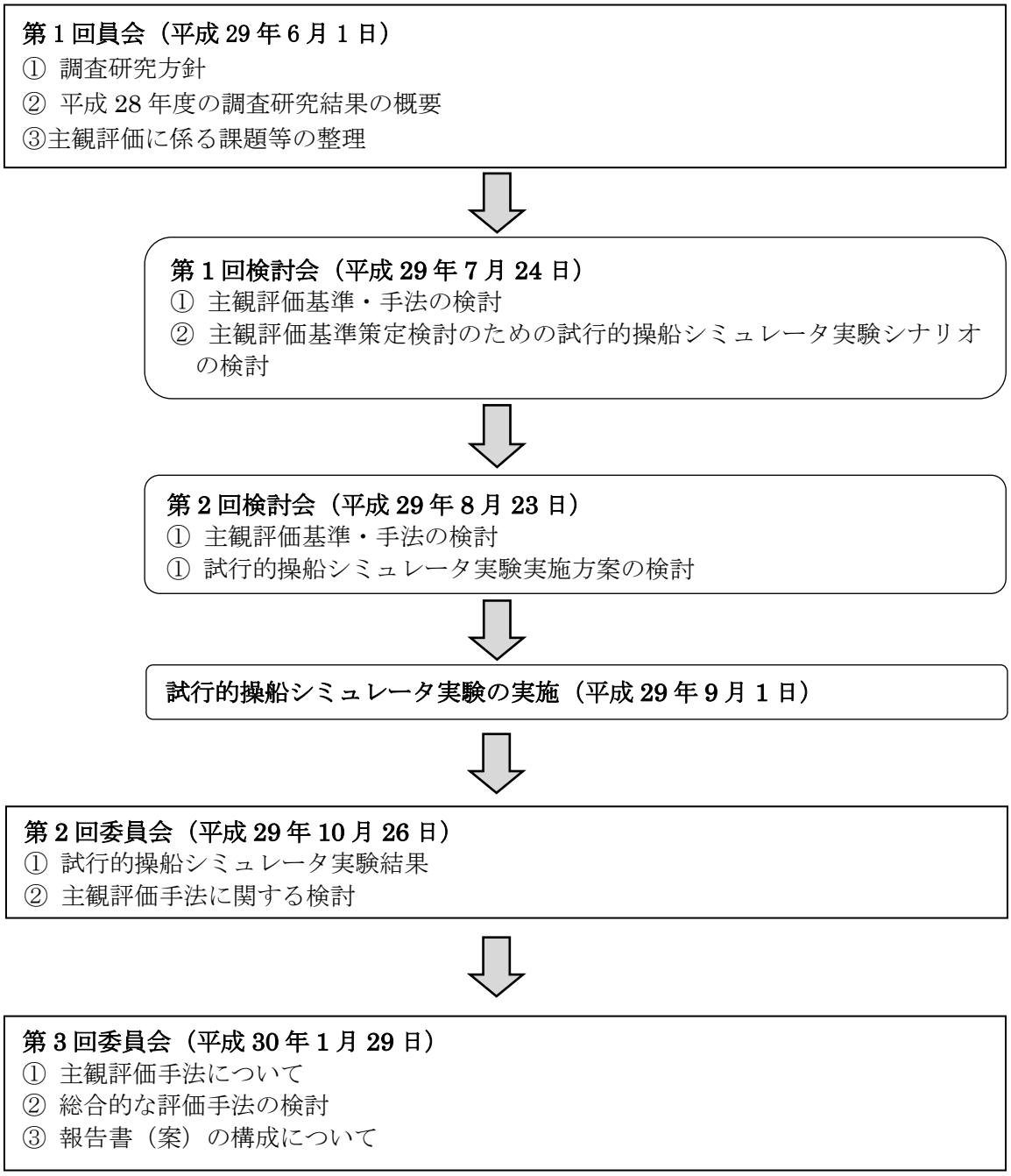



図 1.6.1　調査検討フロー

## 2 主観評価に係る課題等の整理

### 2.1　主観評価の位置付け

表 2.1.1 は、過年度の検討結果より、操船シミュレーション結果の評価に使用される評価手法の分類を示している。

主観評価は、操船シミュレータ実験参加者が、各ケースの模擬操船結果について航行安全性や操船困難性を通常は 5 段階程度の尺度で評価するものであり、実験参加者それぞれが自身の経験に基づく安全感覚で“主観的”に評価するため、ここでは「主観評価法」と呼んでいる。

表 2.1.1　評価手法の分類と概要

| 分類 | 概要 | 評価項目 | 課題 |
|---|---|---|---|
| 主観<br>評価法 | 操船者及び立会人に対して、通常 5 段階で危険度や困難度に関する回答を得て（統計的に）解析する方法 | 危険感<br>困難感<br>（直観的） | ○統計的に有意なサンプルが得にくい<br>○回答にばらつきが生じる |
| 数学的<br>評価モデル | 自船の運動状態や自他船の相対関係から、避航操船の難易度や航行危険度を数値化する方法 | 危険度<br>困難度<br>（論理的） | ○評価算定過程が見えにくい |
| 生理指標<br>計測 | 心拍数、血圧、皮膚温度（発汗量）、瞬目、唾液中特定成分分泌量等、操船者の生理指標を計測して心的負荷を測定する方法 | 心的負荷<br>（心的余裕） | ○統計的に有意なサンプルが得にくい<br>○海防審議では未使用 |
| 制御量・<br>運動量分析 | 当て舵量や横偏位量等、操船・操作（制御）量や運動状態量を分析する方法 | 制御余裕 | ○可否基準が不明確 |

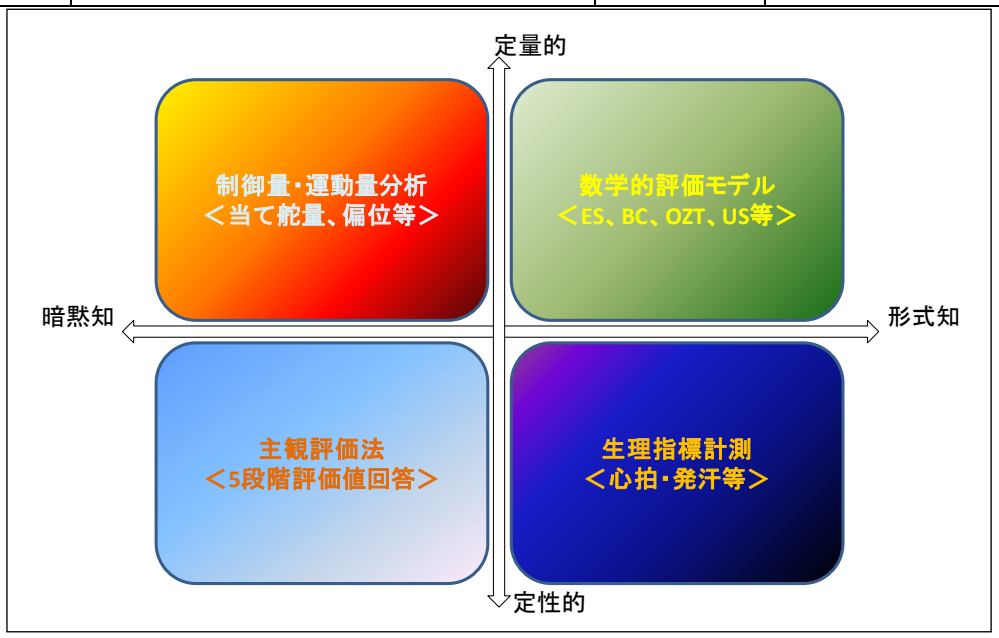



図 2.1.1　操船評価手法の分類

## 2.2 主観評価の事例

### 2.2.1 評価尺度の設定例

主観評価は、実施ケースごとに評価票（評価シート）を作成し、1 ケースの操船を保針・変針・アプローチ・着離岸・回頭等の局面に分け、各局面で操船の難易度や危険度を実験参加者に直接記入してもらう方式をとるものが多い。

操船困難度を主観評価する場合、表 2.2.1 に例示するとおり、「難しい」あるいは「（支援力が）不足している」といった否定的回答から「余裕がある」あるいは「（支援力は）十分」との肯定的回答までを 5 段階に分け、参加者にいずれかを選択させる心理的検査手法が採られている。さらに、否定的な評価に対して対策案を講じる参考とするために、その評価尺度を選択した理由の回答を求めている。

表 2.2.1　主観評価シートの例

| 【着桟】 | North 10m/sec | ケース:1 |
|---|---|---|

| | 設問等 | | | 評価参考項目 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 航路航行について<br><br>本局面は、外力により斜航しながらの航行が予想されます。特に、ブイ通過時の速力、船体姿勢は次のバース前面に至る操船の重要な要素になります。 | 難しい 1 / やや難しい 2 / 普通 3 / やや余裕がある 4 / 余裕がある 5 | | ・斜航角、当て舵量、偏位量<br>・ブイ通過時の速力、位置、船体姿勢　等 |
| | | 回答理由 | 対応策等 | |
| 2 | バースへのアプローチについて<br><br>本局面は、ブイ通過後の変針、減速、舵効保持、船体姿勢制御が重要な局面です。 | 難しい 1 / やや難しい 2 / 普通 3 / やや余裕がある 4 / 余裕がある 5 | | 減速、針路保持の舵効、向首目標利用、バース前面停止時の船体姿勢　等 |
| | | 回答理由 | 対応策等 | |
| 3 | バースへの横押しについて<br><br>外力に対抗して船体の姿勢制御を行いながらバースへ横押しする操船であり、タグボート支援力が重要な局面です。 | ①船体姿勢制御について<br>難しい 1 / やや難しい 2 / 普通 3 / やや余裕がある 4 / 余裕がある 5<br>②タグボート支援力について<br>不足 1 / やや不足 2 / 普通 3 / やや十分 4 / 十分 5 | | 接岸速度、船体姿勢制御着桟速度、タグボート推力　等 |
| | | 回答理由 | 対応策等 | |
| 4 | 総合評価 | 難しい 1 / やや難しい 2 / 普通 3 / やや余裕がある 4 / 余裕がある 5 | | |
| | | 回答理由 | 対応策等 | |

自由記述欄（その他お気づきの点等ございましたらご記入ください。）

### 2.2.2　評価結果の出力例

図 2.2.1 は、主観評価結果の出力例を示したものであり、操船の難易度について「全く余裕無し」から「十分余裕あり」までを 5 段階で評価した事例である。

操船局面ごとに複数の評価者から得た評価値を図のように各評価ランクを横軸にとり、縦軸に回答者を積み上げ棒グラフで表示することにより、評価の最頻値やばらつきを把握する。また、評価者の立場や経験による回答の差異を見出すことができるよう、積み上げ棒グラフは実験の「操船者」や実験の場に立ち会って評価する「大型船舶操船経験者」などに分類して表示している。

折れ線グラフは、「全く余裕無し」から「十分余裕あり」までの①～⑤の 5 段階の回答を累積して相対的に示したものである。中間値を読み取ったり、ある値に許容基準値を置いたときの評価許容割合を把握したりするのに役立つものであり、回頭操船局面では他の操船局面よりも多くの評価者がネガティブな評価をしていることがわかる。

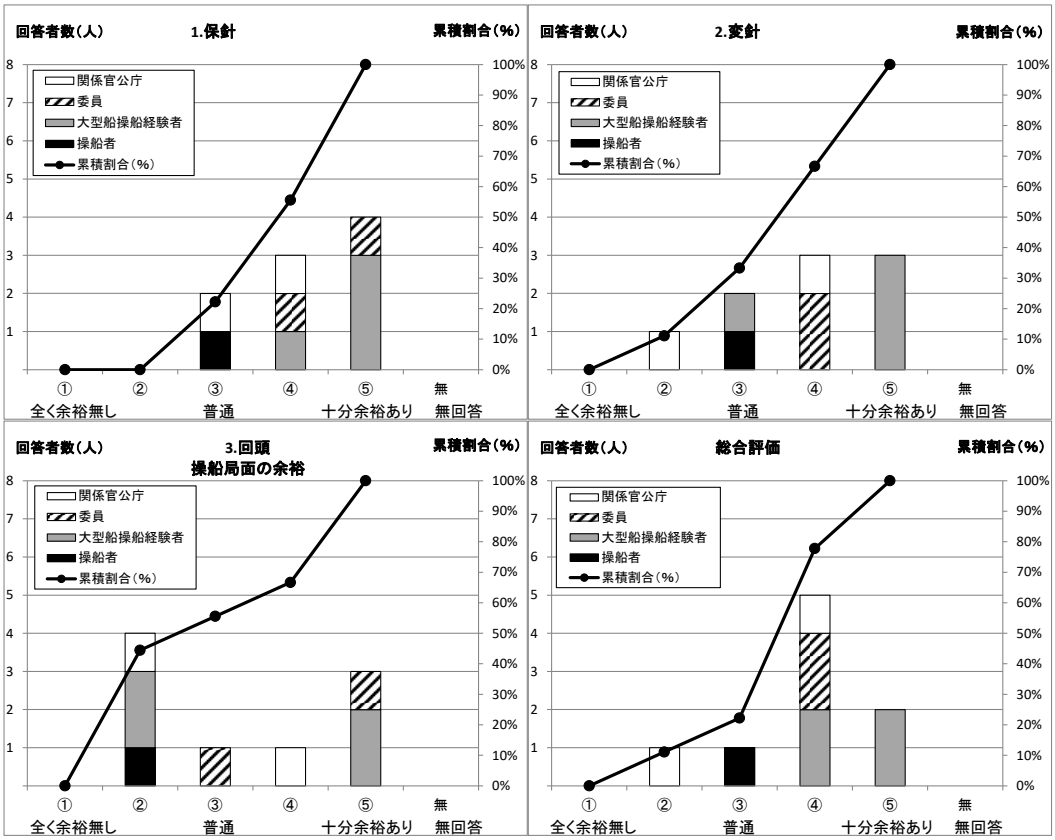



図 2.2.1　主観評価結果出力例

## 2.3 主観評価の課題

これまで多くの案件で操船シミュレータ実験が行われてきているが、主観評価の行い方については様々な問題が指摘されており、以下にその概要を整理する。

### 2.3.1 評価者に係る課題

(1) 評価結果の信頼性

操船シミュレータ実験では、通常、実験操船者 1～2 名の他、学識者 2～3 名、操船実務者 3～4 名、海上保安庁職員 2～3 名による 10 名前後の評価者で主観評価が行われている。

評価者らは、それぞれでベースとなる実務経験が異なり、また、実験に参加する立場によって評価に対する姿勢が異なるため、評価結果には大きなばらつきが生じることがあり、評価結果の信頼性の判断が難しい。

(2) 評価者の選定

実験操船者と実験に立ち会って評価する評価者との間で評価結果にギャップが生じることがあり、実験操船者の評価に重みを与えるべきとの意見が出されることがある。

主観評価において「誰が評価した結果であるか」を考慮した分析・評価が必要である。

### 2.3.2 評価方法・基準に係る課題

(1) 評価の尺度と基準の設定

主観評価は、例えば、操船困難度を問う場合、「困難」からその対称である「容易」の両極尺度で評価することが多いが、操船シミュレータ実験における評価は、着離岸等が安全に行われることが目標であることから、操船余裕の程度（例えば、「全く余裕がない」から「十分余裕がある」まで）を尺度と設定して評価する“単極尺度”によるものもしばしば見受けられる。

操船シミュレータ実験においては、検討目的・検討主題に対応した適切な尺度設定の考え方を構築することが必要と考えられる。

(2) 制御量・運動量分析結果と主観評価結果の対比

これまでの検討において、操船計画と実際に行われた操船結果を比較し、意図通りの操船が行えたかどうかを検証する方法を提案した。

実際に行われた操船結果が設定した操船計画どおりに行えたかどうか、また、それが許容の範囲に収まっていたかどうかを判定するため、「制御量・運動量分析」で得られた物理量に対して、主観評価によって得られた操船困難度を比較して許容範囲など評価基準を設定することが考えられる。

### 2.3.3　評価結果の安全対策への反映

図 2.3.1 は、操船シミュレーション手法を活用した一般的な検証手順を示している。

操船シミュレーションによる安全性の評価は、限定された（代表的な）条件下で実施された各ケースの結果に対する評価と、限定条件以外の社会的背景（事故発生時の影響等）をも踏まえた総合的な評価の 2 段階がある。

操船シミュレーションは、あらゆる条件を対象としているわけではなく、取り扱う条件範囲は限定的であり、また、シミュレーションには再現性や精度に限界があることから、総合的評価において保守的に評価されることがある。

一方、操船シミュレーションの条件設定は、あらゆる面において厳しい側に設定されることから、十分安全側に検証されているという見方もある。

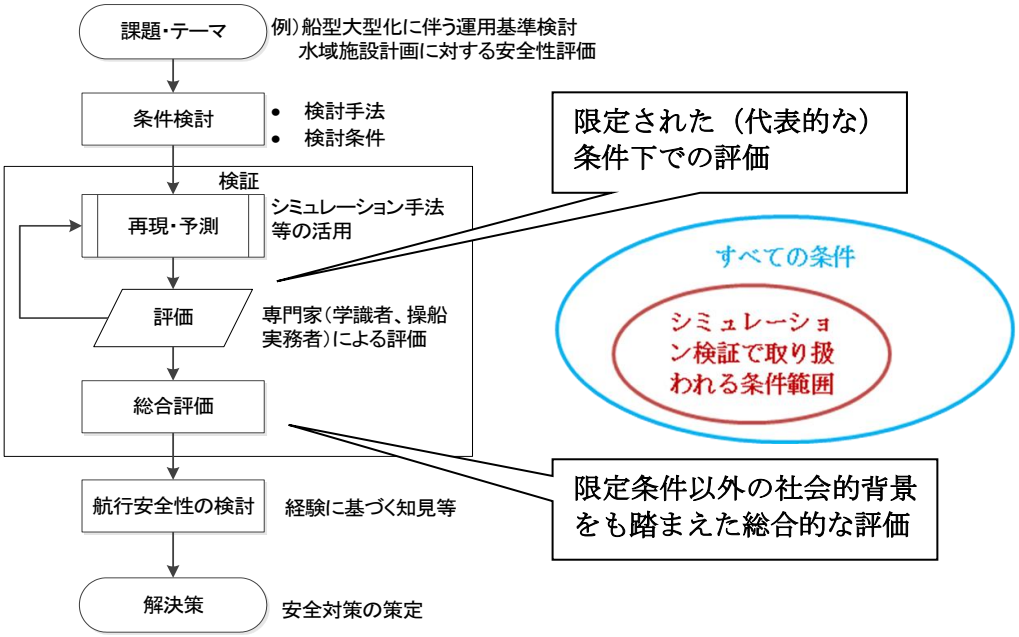



図 2.3.1　操船シミュレーション手法による評価の手順一般的な検証手順

## 2.4 官能評価分析について

人の感覚（5 感）を用いて物の官能特性を評価あるいは検査することを官能評価分析という（車両の乗り心地も官能評価の範疇であり「総合体感」と呼ばれる）。

操船シミュレータ実験で行われる主観評価は、「官能評価分析」の範疇となることから、「官能評価分析」について以下に述べる。

### 2.4.1 官能評価分析の分類

官能評価分析は、表 2.4.1 に示すとおり「分析形」と「嗜好形」がある。

分析能力のある少数の専門家が評価対象（製品等）を評価基準に従って評価するものを「分析形官能評価」といい、不特定多数の専門的知識のない素人が嗜好に基づいて選別・評価するものを「嗜好形官能評価」という。

ビジュアル操船シミュレータ実験による評価・検証手順は、操船実務者である水先人や船長を「実験協力者」として模擬操船を実施してもらい、その結果を学識経験者・海事関係者で構成する委員が「専門評価者」として評価する“分析形官能評価”の一種であるといえる。

表 2.4.1　分析形と嗜好形

| | 分析形官能評価 | 嗜好形官能評価 |
|---|---|---|
| 概要 | 分析能力を有する専門家が試料（製品）を評価基準（評価項目・用語）にしたがって評価する。 | 製品に対する一般人の嗜好性（好み）を評価する。 |
| 評価者（パネル） | 専門家（少人数の均質集団）。<br>専門家なので何度やっても同じような評価になり（個人内変動小）、評価者間で評価結果の違いは小さい（個人間変動小）。 | 一般人（多人数の異質集団）。<br>実施するたびに評価が変わったり（個人内変動大）、評価者間で評価結果が一致することが期待できない（個人間変動大）。<br>全体としての結論を得るため、大人数を集めて多数決で結論を出す。<br>評価集団を属性ごとに階層化して評価結果との関係性を調べる（パネル管理）必要がある。 |
| 適用例 | 製品を合格・不合格に分類する工場の出荷検査など | 製品の好き・嫌い（買う・買わない）を評価するとともに、その背景（どのような属性の人がどう評価しているか）を知る。 |

参考：官能評価の理論と方法、現場で使う官能評価分析、井上裕光、日科技連

### 2.4.2 官能評価における評価者

人の感覚で試料の評価や検査を行う「官能評価」では、試験に適正な評価者であると判明している人を「適正評価者」と呼び、さらに、豊富な経験と知識を持つ評価者を「専門評価者」と呼ぶ。専門評価者の中でもさらに製造やマーケティングの知識を持っている人を「特定専門評価者」と呼んで区別している。

評価者の集団は「パネル」と呼ばれ、試料の評価を専門に行う分析形パネル（専門家パ

ネル）と消費者の好みを予測するときなどの嗜好型パネル（消費者パネル）に分けられる。

### 2.4.3　官能評価分析で扱う指標

操船シミュレータ実験では、実験協力者（実験操船者）及び実験参加者が評価者となって航行環境の良し悪しを各々の感覚で測る「主観評価」が行われる。「主観評価」は、“官能評価分析”の手法を参考とすることができる。

人間に刺激が与えられ、人間の受容器でその刺激が捉えられて神経伝達が起こり、脳によって何かの反応が起きるまでを「感覚（sensation）」と呼ぶ。さらにその「感覚（sensation）」を通して脳内で生じている情報処理レベルを「知覚（perception）」といい、知覚の結果でさらに脳によって下される結論のことを「判断（judgement）」という。

官能評価分析では、感覚量や心理量・官能量は表 2.4.2 のとおり説明されている。

感覚量とはその人の持っている能力にもとづくものであり、能力がない（能力のない人、あるいは適性のない人の）場合には、データとして不適切になる。一方で、心理量は、その人の反応を示す総称で、能力にもとづく場合とそうでない場合があり、例えば「目で見る」ということを考えた場合、視力というのは測定可能（データをとるやり方が決まっていて、そのやり方で同じように何度もデータがとれること）で、その人の能力を示すものとなる。

しかし、同じ「目で見る」ということを扱っても、条件を変えた場合に見える「能力」が変わることもあり、動体視力のように「能力」として測定できるものもあれば、ストレスが高い状態での「見えない」「気がつかない」というような結果も出てくることがあり、これらを心理量や官能量として感覚量と区別している。

（参考「官能評価の理論と方法　現場で使う官能評価分析、井上裕光著、2012 年、日科技連」）

表 2.4.2　官能評価分析で扱う指標

| 官能評価分析：人間の感覚（五感）使って物の官能特性を評価あるいは検査すること<br>試料：評価・検査の対象とされる物 | |
|---|---|
| ● 物理量（試料側の持つ量）<br>試料のもつ刺激としての物理特性 | →濃度等 |
| ● 生理量（評価者側の持つ量）<br>生理学的な反応の量 | →脳波や体温･血圧上昇などの生理学的指標 |
| ● 感覚量（評価者側の持つ量）<br>与えられた刺激に対して体内で起きている反応の量（一次的、直接的な量） | →五感で感じる量 |
| ● 心理量・官能量　（評価者側の持つ量）<br>与えられた刺激に対して体内で起きている反応の量のうち、二次的な量 | →好き嫌いの好み |

### 2.4.4　主な用語

表 2.4.3 は、官能評価分析に用いられる用語のうち、本検討に関係性のある用語を抜粋して示したものである。

なお、表 2.4.3 の表において、「●」は本検討と特に関連する用語を示す。

表 2.4.3　官能評価分析の用語（抜粋）

| 用語 | 定義 | 対応英語 |
|---|---|---|
| ●官能評価分析 | 官能特性を人の感覚器官によって調べることの総称 | Sensory analysis |
| ●官能評価 | 官能評価分析に基づく評価 | Sensory evaluation |
| 官能試験 | 官能評価分析に基づく検査・試験 | Sensory　test |
| 心理物理学 | 刺激とその刺激から受ける感覚とその数量的関係を明らかにする科学<br>備考　精神物理学ということもある。 | Psychophysics |
| 相乗効果 | 同質の感覚を引き起こす二つの刺激が同時に存在するとき、それぞれ単独のときに現れる感覚の強度を単純に換算したものより大きい強度が現れる現象 | Synergism |
| 拮抗効果 | 二つの刺激が同時に存在するとき、それぞれ単独のときに現れる感覚の強度を単純に加算したものより小さい強度しか現れない現象 | Antagonism |
| マスキング | 二つの刺激が同時に存在するとき、一方の刺激が部分的又は完全に感知されなくなる現象 | Masking |
| 持続性 | 刺激がなくなった後も、刺激が存在するときと同質の感覚が一定時間存続すること。 | Persistence |
| 閾値 | 刺激の存在又は二つの刺激の差異を識別できるかできないかの境界となるような刺激の大きさ。刺激閾、弁別閾などの総称 | Threshold |
| ●試料、サンプル | 試験・検査の対象となるもの<br>備考　テストサンプル（test sample）ともいう。 | Sample<br>Test sample |
| コントロール | 評価の基準となる資料<br>備考　コントロールサンプル、対象試料（control sample）ともいう。 | Control |
| 見本、<br>リファレンス | 属性又は属性の感覚の強度を定義するために、試験する試料とは別に用意した試料。評価に先立って決めるべきもの。<br>備考　コントロールは評価する試料の一部。見本は評価する試料とは別に用意した属性を規定する試料である。 | Reference |
| 基準点 | 試料を格付けするために基準とする数値、又は複数個の見本の系列で順序を与えるもの。 | Reference point<br>Anchoring point |
| 測定値 | 測定によって求めた値 | Measured value |
| 真の値 | ある特定の量の定義と合致する値 | True value |
| バイアス、<br>かたより | 測定値の母平均から真の値を引いた値 | Bias |

出典：JIS. Z. 8144.　：2004. 官能評価分析―用語. Sensory analysis. ―Vocabulary

| 用語 | 定義 | 対応英語 |
|---|---|---|
| 誤差 | 測定値から真の値を引いた値 | Error<br>(of assessment) |
| 偶然誤差 | 突き止められない原因によって起こり、測定値のばらつきとなって現れる誤差 | Random error |
| コード化 | 官能評価分析において、提示された試料の性質、来歴などを評価者に知らせないようにするために、試料に乱数などの記号（コード）を付与する作業<br>備考　記号化ともいう。 | Coding |
| （官能）評価者 | 官能試験に参加する人 | (sensory)assessor |
| ●選ばれた評価者（適正評価者） | 官能試験を遂行するだけの能力があるとして選ばれた評価者 | Selected assessor |
| ●パネル | 官能試験に参加する評価者の集団<br>備考　パネリスト(panelist)は単数形で個人を指す。<br>パネラーという呼称は和製英語 | Panel |
| ●分析形パネル | 試料の官能特性を評価するパネル | Analytical panel |
| 嗜好型パネル | 試料の嗜好特性を評価するパネル | Preference panel |
| 専門家 | 特に能力があるとして選ばれた評価者、又は対象物についての知識があり、評価能力が通常の人より優れた評価者<br>備考　官能評価分析では、二通りの専門家が存在する。<br>“専門評価者”及び“特定専門評価者”である。 | Expert |
| ●専門評価者 | 感覚の感受性の程度が高く、また、官能評価分析の経験がある選ばれた評価者のことで、多様な試料を評価するのに一貫した反復可能な能力を持つ評価者 | Expert assessor |
| ●客観的（測定）方法 | 理化学機器を用いた測定方法 | Objective method |
| ●主観的（測定）方法 | 感覚的・心理的な測定方法 | Subjective method |
| 予備選別 | 官能試験に先立って行う、評価者及び試料の選抜手続き | Screening |
| ●分類（法） | あらかじめ用意されたカテゴリーに従って試料を仕分ける方法及び行為 | Classification |
| 識別 | 二つ以上の刺激間の質的・量的、又はその両方の差異を示す行為 | Discrimination |
| 順位法 | 指定した官能特性について、強度又は程度の順序に試料を並べる方法 | Ranking |
| ●格付け法 | あらかじめ用意され、かつ、順位を持ったカテゴリーに試料を分類する方法 | Rating |
| ●採点法 | あらかじめ用意された基準に従って試料に点数を付与する方法 | Scoring |
| 選択法 | 多種類の試料の中から、実験目的への適合度が高いものを、最上位又は上位から数個選ぶ方法 | Choice method |

出典：JIS. Z. 8144. ：2004. 官能評価分析―用語. Sensory analysis. ―Vocabulary

| 用語 | 定義 | 対応英語 |
|---|---|---|
| ●尺度 | 感覚の質・強度、嗜好及び受容性を測定するために用意された言語又は数値の集合で、分類又は順序付けが可能なもの。<br>備考　測定方法によって、尺度は、名義尺度(nominal scale)、順序尺度(ordinal scale)、間隔尺度(interval scale)、比率尺度(ratio scale)に分けられ、それぞれ許容される演算が決まってくる。 | Scale |
| 嗜好尺度 | 好き嫌いの程度を表現するための尺度 | Hedonic scale |
| ●記述的尺度 | 目盛を言語で表した尺度 | Descriptive scale |
| ●単極尺度 | 原点（ゼロ）を一端とする尺度 | Unipolar scale |
| ●両極尺度 | 正負の両端を持つ尺度 | Bipolar scale |
| 総合評価 | 試料が持つ属性を総合的に評価する方法 | Overall judgment |
| ●独立評価<br>独立査定<br>絶対評価 | 直接的な比較を行わず、評価者各自がもつ基準によって評価する試料提示方法 | Independent assessment |
| ●比較評価<br>比較査定<br>相対評価 | 比較対象との直接的な比較によって評価する試料提示方法<br>備考　相対評価は日本固有の表現である。 | Comparative assessment |
| 順序効果 | 二つ以上の試料を連続して評価するとき、最初の試料の影響を受けて次の試料の評価が偏るという心理的効果 | Order effect |
| 対比効果 | 二つ以上の刺激を同時に、または前後して提示したとき、それらの刺激の差を実際より大きく感じるという心理的効果 | Contrast effect |
| 期待効果 | 先入観によって評価結果が左右されるという心理的効果<br>備考　“期待のかたより(expectation bias)”ともいう。 | Expectation effect |

出典：JIS. Z. 8144.　：2004. 官能評価分析―用語. Sensory analysis. ―Vocabulary

### 2.4.5　官能評価において留意すべき事項

(1)　人間（評価者）の持つ感覚特性と対策

官能評価分析では、人間（評価者）の感覚・感性で評価するため、人間（評価者）のもつ性質や傾向を考慮した評価分析が必要となる。

官能評価において留意すべき現象と対策を表 2.4.4 に示す。

表 2.4.4　人間（評価者）の持つ感覚特性と対策

| 現象 | 概要 | 対策 |
|---|---|---|
| 順序効果 | 二つ以上の試料を連続して評価するとき、最初の試料の影響を受けて次の試料の評価が偏るという心理的効果 | ● 試料提示順序の無作為化・確率化（ランダマイゼーション） |
| 初期効果 | 複数の試料を評価するとき、実験の最初では評価者の評価基準が定まっていないため評価に自信がなく、無難な評価を行う傾向のこと。 | ● 試料提示順序の無作為化・確率化（ランダマイゼーション）<br>● 試料全体を先に提示して評価の範囲を知らせておく。 |
| 順応・感覚疲労 | 一つの刺激を長く続けていると感じる感覚が弱くなり、ついには感じなくなること。同じことの繰り返しによる飽き、疲れ。 | ● 適当な間隔で休憩を入れて回復に努める。 |
| 期待効果 | 評価者の試料に対する何らかの期待や先入観によって評価結果が左右されること。試料間に差があるはずだという期待をもっていると実際に差が無くても差があると判定する。 | ● 先入観を与える情報をふせる。 |
| 対比効果 | 強い刺激を受けた後に弱い刺激を受けると、その弱い刺激が本来の弱さよりもさらにいっそう弱く感じられることなど。 | ● 評価に時間間隔を置く。 |
| 天井効果 | 途中で評価尺度の上限を使ってそれ以上の評価ができなくなってしまう現象 | ● 実際の評価の前に練習する |
| 中心化傾向 | 評価に困ると５段階の真ん中をつけてしまう。評価尺度の両極端を避ける。 | ● 「わからない」を選択肢に入れる。<br>● 中間を除いて評価させる。<br>● 上限や下限の「見本」を提示する。 |

参考：官能評価の理論と方法、現場で使う官能評価分析、2012 年、井上裕光、日科技連
JIS. Z. 8144.　：2004. 官能評価分析―用語. Sensory analysis. ―Vocabulary

(2)　評価者の属性

評価者の属性ごとに分析を行うこともあり得ることから、以下の項目で評価者属性を区別することも考慮する必要がある。

表 2.4.5　評価者属性の区別の例

| 項目 | 具体例 |
|---|---|
| 長期的にも変化しない属性 | 性別、使用言語　等 |
| 短期的には変化しない属性 | 年齢、視力、聴力　等 |
| 現在の能力、知識を示す属性 | 学歴、専攻・専門、実務経験、資格、職歴 |
| 所属する社会的なユニットの性質 | 出身地域、大学、職場 |

参考：官能評価の理論と方法、現場で使う官能評価分析、2012 年、井上裕光、日科技連

(3)　試料の提示方法

官能評価の測定では試料の提示方法で「独立評価（絶対評価）」と「比較評価（相対評価）」に分かれる。

独立評価は、試料を評価者の目の前に一つ提示し、評価者が自身のなかのものさしで評価して自己申告し、それが測定値となる。一方、比較評価では同時に（あるいは連続して）複数の試料を提示し、それを評価者が比較して自分のものさしで評価して自己申告し、それが測定値となる。

独立評価では評価者の能力が要求されるが、独立評価が難しすぎる場合は事前に見本を用意して評点や点数の基準を示すことも行われる。評価者は自身の内部にあるものさしによって自分なりの評価を行うため、評価者によって評価が甘いとか辛いとか評価者の甘辛傾向が出ることが分かっている。一方、比較評価では差を扱うため、評価者の甘辛傾向があったとしても良し悪しについては影響が少なくてすみ、試料の差を知りたい場合も試料を比較できるから評価がしやすくなる。

# 3 試行的操船シミュレータ実験

## 3.1 目的

過年度のシミュレーション・モデルを活用した試行的操船シミュレータ実験を行って「主観評価」の手法及び評価基準の検討を行った。

実験は、操船結果に現れやすい風潮流の影響に焦点をあて、検討項目を「バース運用基準検討」として実施した。

## 3.2 検討条件

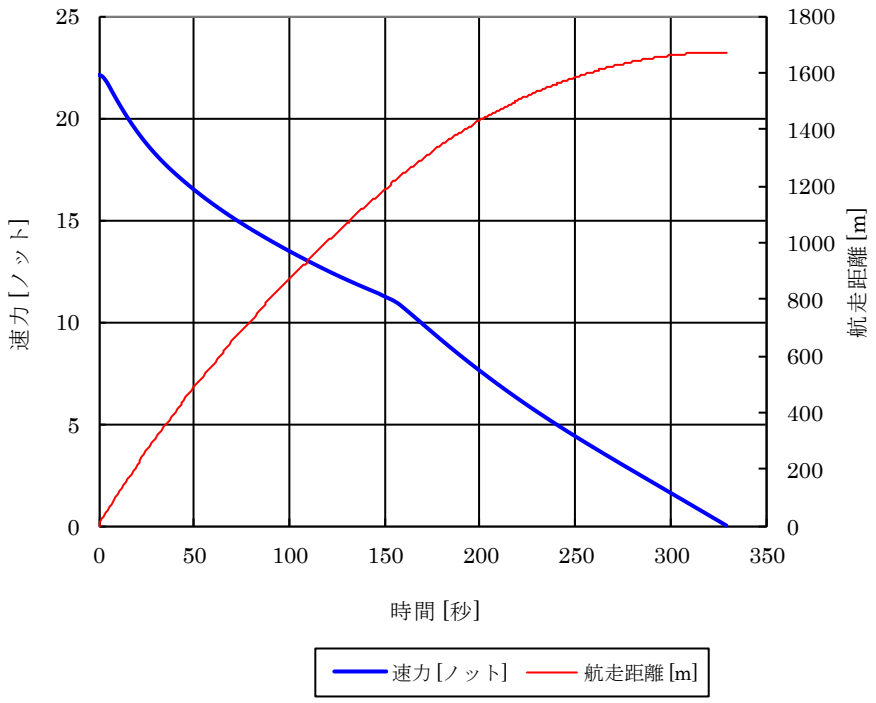
### 3.2.1 船舶

対象船舶は、風の影響を受けやすい大型クルーズ客船とした。表 3.2.1 は、対象船舶の主要目及び主機関速力設定を示す。また、図 3.2.1～図 3.2.5 は船舶モデルの操縦性能を示す。

なお、本項表中の「L」は、Loa を示す。

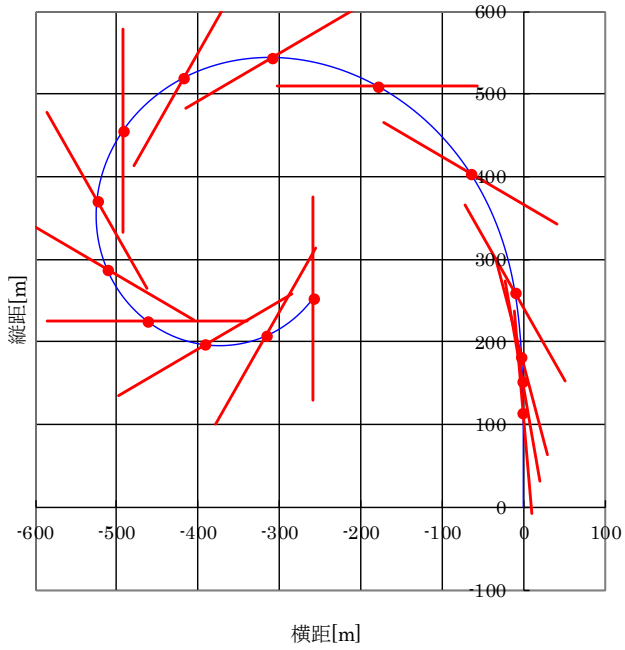
表 3.2.1 対象船舶の主要目及び主機関速力設定

| 諸元等 | 大型クルーズ客船 | |
|---|---|---|
| 総トン数（GT） | 115,875 GT | |
| 排水トン数（Disp） | 27,259 MT | |
| 全長（Loa） | 288.33 m | |
| 垂線間長（Lpp） | 246.00 m | |
| 幅（B） | 37.50 m | |
| 喫水／満載喫水（d） | 8.57 m | |
| バウ・スラスタ | 2,200 kW×3 | |
| スタン・スラスタ | 1,720 kW×3 | |
| 主機関 | 20,000 kW×2 | |
| 水面上投影面積（正面） | 1,534 $m^2$ | |
| 〃 （側面） | 10,335 $m^2$ | |
| 速力設定 | 回転数 | 速力 |
| Nav. Full Ahead | 138.0 rpm | 22.1 knots |
| Full ahead | 75.0 rpm | 12.0 knots |
| Half ahead | 50.0 rpm | 8.1 knots |
| Slow ahead | 32.0 rpm | 5.1 knots |
| D.Slow ahead | 16.0 rpm | 2.6 knots |




| | 計算結果 |
|---|---|
| 初速 | 22.1 [ノット] |
| 時間 | 329 [秒] |
| 航走距離 | 1672 [m] (6.797L) |
| IMO基準 | 3690 [m] (15.00L未満) |

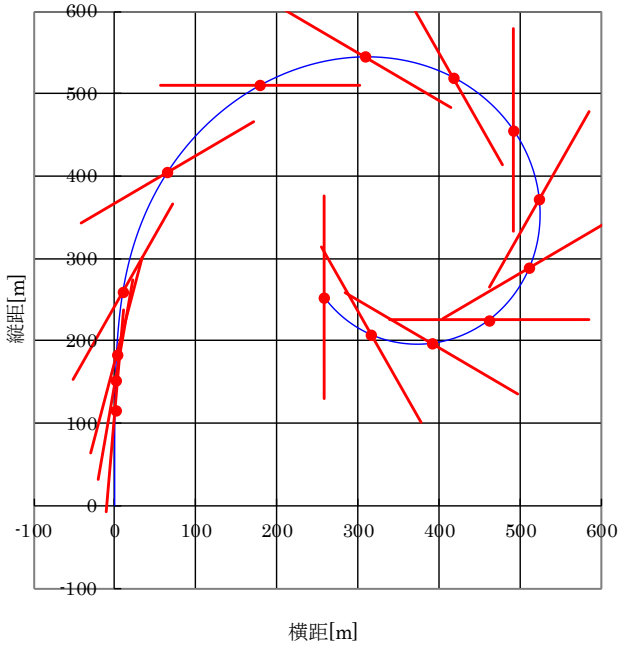
図 3.2.1 モデル船の停止性能（Nav.Full→Full astern）




| 回頭角 | 時間[秒] | 速力[ノット] |
|---|---|---|
| 0° | 0.0 | 22.1 |
| 90° | 66.4 | 9.6 |
| 180° | 142.7 | 6.3 |
| 270° | 213.4 | 5.3 |
| 360° | 282.6 | 5.0 |

| | 計算結果 | | | IMO基準 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 旋回径 | 492 | [m] | (2.00L) | 1,230.0 | [m] | (5.0L) |
| 旋回縦距 | 510 | [m] | (2.07L) | 1,107.0 | [m] | (4.5L) |

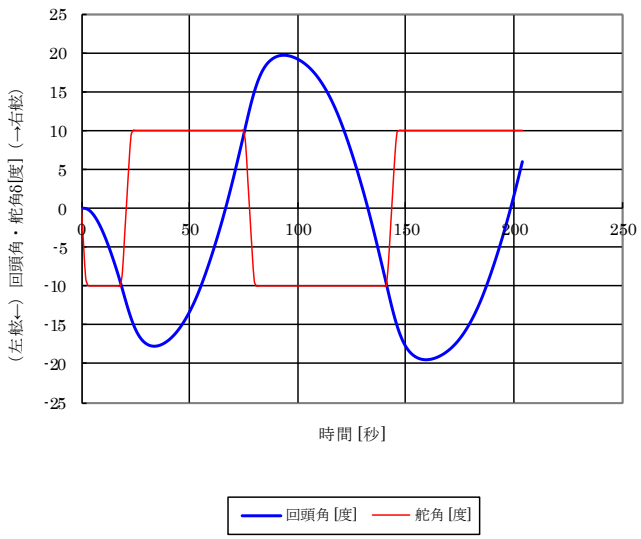
図 3.2.2　モデル船の旋回性能（N.Full から左回頭）




| 回頭角 | 時間[秒] | 速力[ノット] |
|---|---|---|
| 0° | 0.0 | 22.1 |
| 90° | 66.5 | 9.6 |
| 180° | 142.8 | 6.3 |
| 270° | 213.4 | 5.3 |
| 360° | 282.6 | 5.0 |

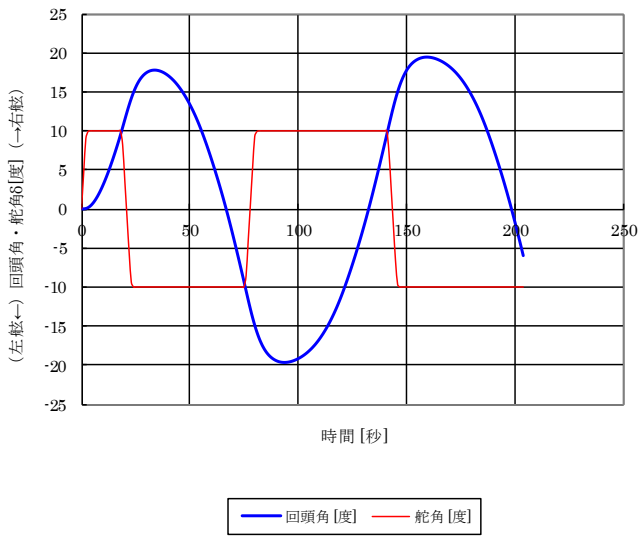
| | 計算結果 | | | IMO基準 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 旋回径 | 492 | [m] | (2.00L) | 1,230.0 | [m] | (5.0L) |
| 旋回縦距 | 510 | [m] | (2.07L) | 1,107.0 | [m] | (4.5L) |

図 3.2.3　モデル船の旋回性能（N.Full から右回頭）




| | 計算結果 | IMO 基準 |
|---|---|---|
| 第1 次行き過ぎ角 | 34.0 [秒] | |
| | 7.8 [度] | 15.8 [度] |
| 第2 次行き過ぎ角 | 94.0 [秒] | |
| | 9.7 [度] | 33.7 [度] |
| 航走距離 | 208.4 [m] (0.84L) | 615 [m] (2.50L) |

図 3.2.4　モデル船の Z 試験（左 10/10 zig-zag）




| | 計算結果 | IMO 基準 |
|---|---|---|
| 第1 次行き過ぎ角 | 34.0 [秒] | |
| | 7.8 [度] | 15.8 [度] |
| 第2 次行き過ぎ角 | 94.0 [秒] | |
| | 9.7 [度] | 33.7 [度] |
| 航走距離 | 208.3 [m] (0.84L) | 615 [m] (2.50L) |

図 3.2.5　モデル船の Z 試験（右 10/10 zig-zag）

### 3.2.2　評価者

評価者は、航行安全評価の専門家として学識者 4 名、操船実務の専門家として実務者 8 名の 12 名とした。

### 3.2.3　操船者

操船者は、大型船舶の乗船・操船経験を有する船長 1 名により実施した。

なお、操船者は評価者とはせず、操船者には検討の意図及び外力条件を知らせずに実験を実施した。

### 3.2.4　操船支援条件

タグボートは、神戸区引船使用基準より、表 3.2.2 に示すⅢ型（3,600 PS）のタグボート 2 隻が使用できるものとし、左舷船首と左舷船尾にそれぞれ配備するものとした。

表 3.2.2　タグボートの推力設定

（単位：ton-f）

| | | Full（4/4） | Half（3/4） | Slow（2/4） | D.Slow（1/4） |
|---|---|---|---|---|---|
| 3,600 PS 型 | 前進 | 43.0 | 32.3 | 21.5 | 10.8 |
| | 後進 | 40.5 | 30.4 | 20.3 | 10.1 |

※曳航力の 90%を常用出力とする。また、Half は Full の 3/4、Slow は Full の 2/4、Dead Slow は Full の 1/4 の推力とする。

### 3.2.5　地形条件

地形条件（港形モデル）は、神戸港中央航路から六甲アイランド西側海域をベースに構築した。

(1)　対象岸壁

対象岸壁は、六甲アイランド西側の RC-1 とし、対象船舶の大きさから、標準的な岸壁諸元の延長 400m、前面水深 16m とした。

表 3.2.3　対象岸壁

| 名称 | 延長 | 水深 | 対象船舶 |
|---|---|---|---|
| RC-1 | 400 m | 16 m | 100,000 DWT |

(2)　地形条件（港形モデル）

港形モデルは、図 3.2.6 に示すとおりとした。

- 航路幅員は 300m とする。
- 航路から泊地の接続部屈曲角は 35 度、泊地幅員は 410～600m とする。
- その場回頭水域（2L の回頭円）は、岸壁前面から約 600m 離した箇所に設定する。
- 航路・泊地水深は-16m とし、航路・泊地外は一律に水深-12m とする。

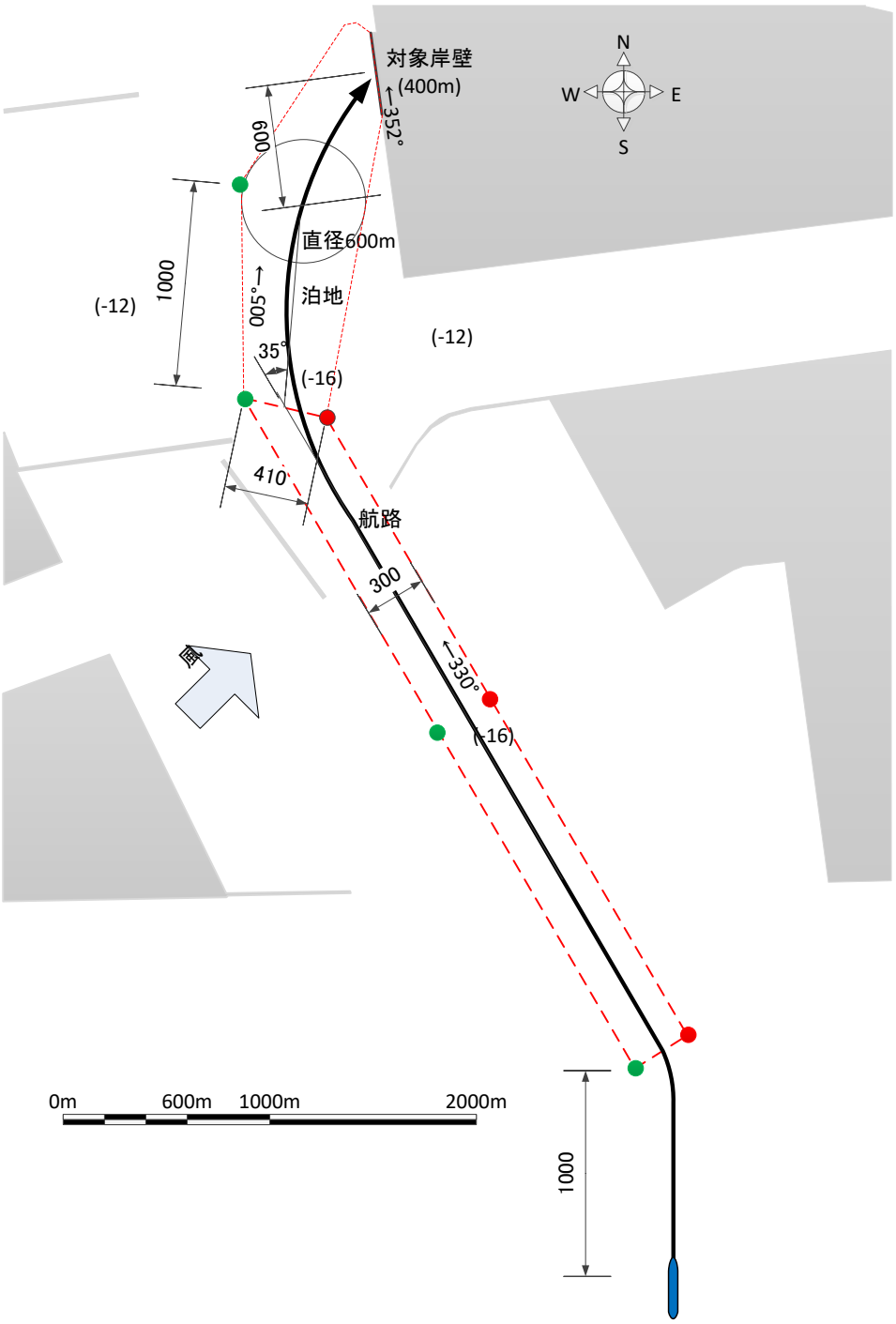



図 3.2.6　港形モデル

### 3.2.6　自然外力条件

(1)　風況

風向は、航路・泊地航行中及び着離岸操船に最も影響が大きいと考えられる横風（SW：向岸風）を設定する。風速は、ダーベンポートの周波数スペクトルに基づく変動風を設定し、風速 5、8、10、12m/sec の 4 パターンを設定する。なお、予断を与えないため、実験開始前に実験操船者及び評価者に風速条件を提示しないものとした。

(2)　流況・波浪

流況・波浪は、港内なので操船に及ぼす影響は少ないものとして設定しない。

(3)　視界・昼夜間

視界・昼夜間の条件は、地形影響及び外力影響を検討するため、昼間の視界良好な状態を想定する。

### 3.2.7　他船交通条件

他船交通条件は、本検討が地形影響及び外力影響を検討するものであるため、他船交通及び係留船舶は設定しないものとした。

### 3.2.8　対象操船局面

対象とする操船局面は、

- 航路内での「保針操船局面」
- 航路からバースに向けた「変針操船局面」
- 変針終了からバース前面までの「減速・アプローチ操船局面」

とした。

## 3.3　実施ケース及び実施順序

実施ケース及び実施順序は、表 3.3.1 に示すとおりである。

1 回目は操船と評価の慣熟のために実施し、2 回目以降は風速の昇順とならないようランダムに実施した。

表 3.3.1　実施ケース及び実施順序

| No | 対象船舶 | 操船 | 風向 | 風速 | 実施順序 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 大型クルーズ客船 | 航路～バース前面 | SW | 5 m/sec | 2 |
| 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 8 m/sec | 3 |
| 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 10 m/sec | 1,5 |
| 4 | 〃 | 〃 | 〃 | 12 m/sec | 4 |

## 3.4 評価方法

以下に示すとおり、3 パターンの質問票を評価者に配布し、各ケースの操船結果について異なる評価尺度の主観評価結果を得るとともに、各評価尺度に関するコメントを求めた。

(1) 操船の難易度を問う質問票（両極尺度）

両極尺度で操船難易度を 5 段階で評価する質問票を表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 操船困難度を尺度とした質問票（5 段階、両極尺度）

<table>
<tr><th>操船局面</th><th>評価（ケース No._____）</th></tr>
<tr><td>保針<br>（航路内航行）</td><td>該当する番号に○をつけてください。<br><br>容易 ― やや容易 ― どちらともいえない ― やや困難 ― 困難<br>1 2 3 4 5<br>4.やや困難あるいは 5.困難と評価した場合、その理由（要因）をお答えください。<br>理由</td></tr>
<tr><td>変針<br>（航路～バース向首）</td><td>該当する番号に○をつけてください。<br><br>容易 ― やや容易 ― どちらともいえない ― やや困難 ― 困難<br>1 2 3 4 5<br>4.やや困難あるいは 5.困難と評価した場合、その理由（要因）をお答えください。<br>理由</td></tr>
<tr><td>減速・アプローチ<br>（泊地内）</td><td>該当する番号に○をつけてください。<br><br>容易 ― やや容易 ― どちらともいえない ― やや困難 ― 困難<br>1 2 3 4 5<br>4.やや困難あるいは 5.困難と評価した場合、その理由（要因）をお答えください。<br>理由</td></tr>
<tr><td>評価方法に関する<br>コメント</td><td></td></tr>
</table>

(2)　操船の難易度を問う質問票（単極尺度）

単極尺度で操船難易度を 5 段階で評価する質問票を表 3.4.2 に示す。

表 3.4.2　操船困難度を尺度とした質問票（5 段階、単極尺度）

| 操船局面 | 評価（ケース No._____） |
|---|---|
| 保針<br>（航路内航行） | 該当する番号に○をつけてください。<br>困難を感じない　わずかに困難　やや困難　かなり困難　非常に困難<br>1　2　3　4　5<br>困難を感じた理由（要因）をお答えください。<br>理由 |
| 変針<br>（航路～バース向首） | 該当する番号に○をつけてください。<br>困難を感じない　わずかに困難　やや困難　かなり困難　非常に困難<br>1　2　3　4　5<br>困難を感じた理由（要因）をお答えください。<br>理由 |
| 減速・アプローチ<br>（泊地内） | 該当する番号に○をつけてください。<br>困難を感じない　わずかに困難　やや困難　かなり困難　非常に困難<br>1　2　3　4　5<br>困難を感じた理由（要因）をお答えください。<br>理由 |
| 評価方法に関する<br>コメント | |

(3)　許容可否を問う質問票

許容の可否を問う質問票を表 3.4.3 に示す。

表 3.4.3　許容の可否を問う質問票

| 操船局面 | 評価（ケース No._____） |
|---|---|
| 保針<br>（航路内航行） | 問 1　該当する番号に○をつけてください。<br>1. 許容できる<br>2. 許容できない<br><br>問 2　許容できないと評価した場合、その理由（要因）をお答えください。<br>理由 _____<br>_____<br>問 3　許容できないと評価した場合、どのような対策をとれば許容できるようになるかお答えください。<br>対策 _____<br>_____ |
| 変針<br>（航路～バース向首） | 問 1　該当する番号に○をつけてください。<br>1. 許容できる<br>2. 許容できない<br><br>問 2　許容できないと評価した場合、その理由（要因）をお答えください。<br>理由 _____<br>_____<br>問 3　許容できないと評価した場合、どのような対策をとれば許容できるようになるかお答えください。<br>対策 _____<br>_____ |
| 減速・アプローチ<br>（泊地内） | 問 1　該当する番号に○をつけてください。<br>1. 許容できる<br>2. 許容できない<br><br>問 2　許容できないと評価した場合、その理由（要因）をお答えください。<br>理由 _____<br>_____<br>問 3　許容できないと評価した場合、どのような対策をとれば許容できるようになるかお答えください。<br>対策 _____<br>_____ |
| 評価方法に関する<br>コメント | |

## 3.5 操船計画

操船者は、事前に操船計画を立案して操船シミュレータ実験に臨むものとした。また、評価者は操船者の事前の操船計画を踏まえて評価するものとした。

図 3.5.1 及び表 3.5.1 は、操船者の操船計画概要と各操船局面での目標値を示している。

操船者の操船意図を示すため、各ケース実施時には図 3.5.1 の操船計画概要図を評価者に配布し、操船計画どおりの操船が行えているかどうかをチェックしながら評価を実施した。

【操船計画の概要】

- 機関 S/BFull の 12 ノットでスタート
- 航路入口手前にて左変針を開始する。舵角は最初に 15°程度を使用して 5～10°に減じて回頭角速度が過大にならないように調整する。
- 変針終了後、航路 IN して機関を Half に減じる。進路はやや風上に船位し、ブイとの間隔は 1B（B : 船幅）を確保する。目標針路は 330±5°（航路中央基準からドリフト±5°程度と想定）とする。
- No.3、4 ブイ通過時に速力は 8 ノットを目安とする。
- 副防波堤並行時に機関を Slow に減じる。
- No.5、6 ブイの手前で舵角 15～25°（風の影響が大きいときは Hard 使用）で右変針。風が強いときは機関を Half に増速する。
- No.5、6 ブイ通過時に速力は 6 ノットを目安とする。
- バース N 旗に向首し、機関を Dead Slow に減じる。
- 泊地中央に船位し、両舷機関を適宜使用、南側護岸並行時に 3 ノットの速力を目安とし、最大 Half Astern を使用する。

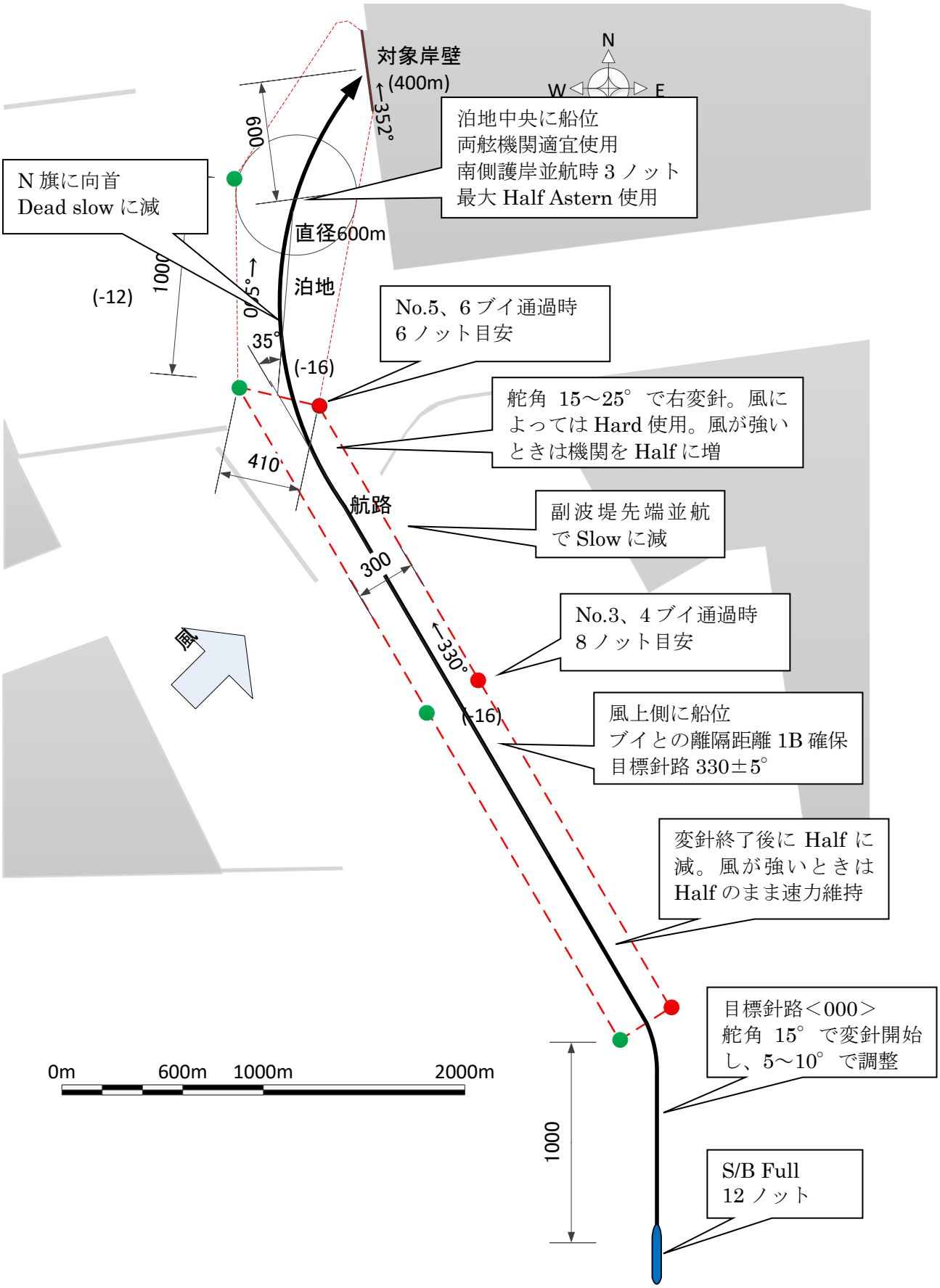



図 3.5.1　基本的な操船計画の概要

表 3.5.1　操船計画による各操船局面での目標値

| 操船局面 | 操船計画 | |
|---|---|---|
| 保針 | 目標針路 | ：330±5° |
| | 横偏位量 | ：航路中央よりも風上側に船位する。<br>ブイまで 1B の離隔距離を確保 |
| | 目標速力 | ：変針後、航路インして S/B Full から Half に減<br>（風が強い時は Half のまま速力維持）<br>副防波堤先端付近で Slow に減<br>No.3、4 ブイ通過時 8knots 程度<br>防波堤通過時 6 knots 程度<br>No.5、6 ブイ通過時 5knots 程度 |
| | 保針舵角 | ：適宜 |
| | ドリフト角 | ：±5deg 程度 |
| 変針 | 変針後の新針路 | ：N 旗に向首して、Dead Slow に減 |
| | 横偏位量 | ：できるだけ泊地中央に船位 |
| | 変針舵角 | ：15～25°程度<br>風が強いときは Hard 使用、機関 Half に増 |
| | 回頭角速度 | ： |
| 減速・アプローチ | 主機関 | ：最大 Half Astern まで使用<br>両舷機関適宜使用 |
| | 停止位置 | ： |
| | 速力低減 | ：南側護岸並航で 3knots 目安 |

## 3.6 試行的操船シミュレータ実験結果

### 3.6.1 操船結果と操船困難度等に関する主観評価結果

図 3.6.1～図 3.6.4 は、実施した順番での操船結果と評価結果を示している。

(1) 操船結果

図 3.6.1～図 3.6.4 の各図の左側の図は 1 分間ごとの航跡図、中央の図は主機や舵、スラスタの使用状況、前進速力、ドリフトアングル、回頭角速度等の操船操作状態・船体運動状態を示すグラフを示している。これらの図をもとに、操船計画で設定した操船目標値に対する操船結果との比較表を表 3.6.1～表 3.6.5 に示す。

操船の概要は以下のとおりである。

① 保針

航路外から航路 IN するために左変針をするタイミングと舵角の調整が難しく、保針操船への移行に時間を要した。航路内保針操船ではいずれも航路左端にやや接近して航行し、航路側端に目安としていた 1B（B は船幅）の離隔距離よりも接近したケースも見られた。

航路内の保針舵角とドリフト角は、風速 5m/sec のケースでは舵角 7.9°、ドリフト角 4.7° であったのに対し、風速 8m/sec は舵角 9.7°、ドリフト角 6.0°、風速 10m/sec の 1 回目は舵角 14.1°、ドリフト角 8.2°、風速 10m/sec の 2 回目は舵角 12.2°、ドリフト角 7.3°、風速 12m/sec は舵角 10.9°、ドリフト角 9.3° となった。

② 変針

バースに向けて変針する場面では、舵角 15～25° を想定し、風の影響によっては Hard を使用する計画であった。

風速 5m/sec のケースでは計画どおり舵角 25° で変針し、機関も両舷 Slow のままとしていたが、風速 8m/sec では舵角 Hard を使用するとともに、両舷の機関を別々に使用してさらに回頭力を得ようとした。さらに風速 12m/sec のケースでは両舷機関を最大限に使用し、船首尾のスラスタ左右 Full で使用して回頭が行われた。

③ 減速・アプローチ

減速・アプローチ操船においては、機関はいずれも Slow Astern まで使用され、速力は南側護岸並航で 3 ノットとする目安どおりにほぼ行われた。

(2)　操船困難度に関する評価

図 3.6.1～図 3.6.4 の各図の右側の図は、操船局面ごとの主観評価数を、「学識者」グループと「実務者」グループに色分けした積み上げ棒グラフで評価尺度別に示したものであり、各図の下には困難側の評価をした場合の理由を記述している。

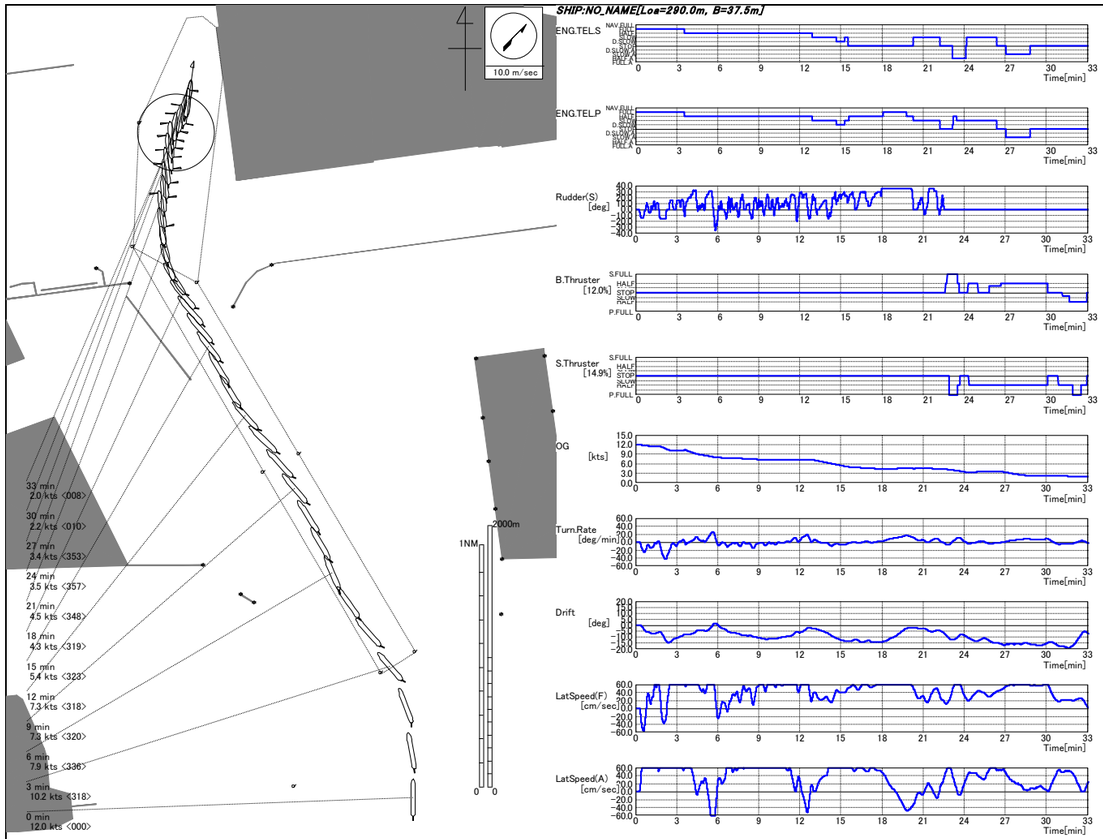
上段の図は「両極尺度評価」、中段の図は「単極尺度評価」、下段の図は「許容の可否」を評価した結果である。許容の可否の下のコメントは、「許容できない理由」と「必要と考えられる対策」について記述している。

なお、評価の中には、「困難」と「やや困難」の間の 4.5 と評価するなど、設定した尺度の間の評価値を回答した例が見られたが、そのような場合は、4 と 5 にそれぞれ 0.5 ポイントずつ積み上げて集計するものとした。

「学識者」グループの回答者数は少ないが、「実務者」グループの評価結果と大きな違いはなく、おおむね同じ評価傾向となっている。

「両極尺度評価」よりも困難側の尺度が多い「単極尺度評価」の方が評価値はばらつく傾向にある。

実験操船者は、風速 5～8m/sec までは操船計画どおり操船が行え、操船は容易であったが、風速 10m/sec では操船はやや難しく、風速 12m/sec では操船は難しかったとコメントした。




## 【操船者へのヒアリング結果】

問 1：計画どおりの操船が行えたか　　行えた

問 2：操船は難しかったか　　容易であった

## 【評価方法に関する評価者のコメント】

### 両極評価

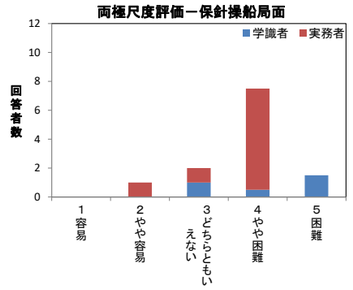
- 操舵員の技量に関して不明であるため、その影響の評価が難しい
- 容易という言葉には、個人的に違和感がある
- 5 段階評価でよいと思う
- 「容易」～「やや容易」の間に比べて、「やや容易」～「どちらともいえない」の間が大きい印象
- 困難と判断した場合の「許容できる」とする場合の条件追加が必要
- 変針であれば、主機デュアルの利用は許容とならないが、回頭であれば許容できる。今回は変針とみなし評価した。
- ドリフト角が大きく、風の影響が大きく感じた
- 2 軸 2 舵をデュアルで使えるとの前提で評価した
- バウ・スタンスラスタ使用状況、左右エンジンの使用状況が確認しずらく、評価する際に計器サイドまで行く必要があったので、詳細な分析ができずらかった

### 単極評価

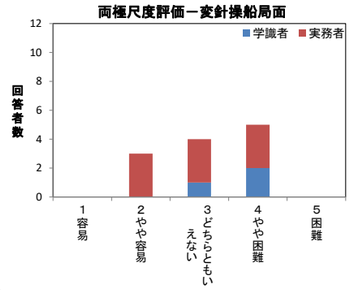
- 比較的つけやすい
- 困難さの度合を調べるのであれば有効
- 困難ではあるが、許容できる場合の条件をコメントとして追加できれば良い
- 保針、回頭にやや困難が感じられた
- 両極尺度による評価も同時に行ったためであると思うが、「困難」の基準及び修飾語の程度に迷いを生じた。
- できるだけ前者の（両極尺度）の解答基準感を忘れたつもりで本項解答したつもりであるが、「困難」という同一語があるため、必ずしも、それを排除できているとは言い切れないと考える
- 変針の「わずかに困難」とアプローチの「わずかに困難」では、変針の方により困難さを感じたが、「困難を感じない」との間で〇を付ける位置がむずかしいように思う
- 航路 IN した後の保針ができた状態からは全般を通じて安定していた。
  変針方面に入る際の速力が減少しており、舵効が弱くなったが、針路保持ができなくなった際の回頭角速度が分かると良かった"

### 許容の可否

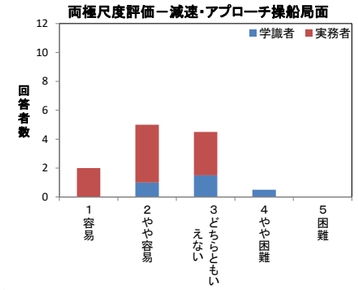
- 「許容できない」とするには勇気がいる。「許容できる」とも言いづらい⇒つけづらい
- 2 択の設問ではコメントの表現が難しい
- 多少の困難さがあっても、大きなニアミスがない限り「許容できる」を選択してしまうように思われる
- 保針に関して許容でいるが、「ちょっと心配」という感じである。「許容できる」場合でも、「許容できるも、更なる安全対策があれば、お答え下さい」の設問があっても良いかも
- 選択に「条件付きで許容できる」を追加お願いしたい
- 操縦性能の限界まで使用していないため
- 「やや困難」であるが「許容できる」、「わずかに困難」であるが「許容できない」等、許容の可否を判断するに至る途中の安全に対するマージン等、人々により異なる部分の担保が図れないと感じた。例えば、「困難」という感覚を持ちつつも、「事故やインシデント（航路はみ出し、ブイ・防波堤衝突）」がないため、「許容できる」と答える人がいれば、それは「困難を感じない」、「容易」なため、「許容できる」と答えた人と同じとなってしまうのではないかと答える
- 減速・アプローチ時の姿勢制御について、スラスタの操作でバランス（船首と船尾の横移動のバランス）をとるのが、難しいのではないかと感じた。今回の実験の範囲が不明
- 航路に入って、安定した保針を確保してからは、特段の指摘すべき事項はないと思料する。評価シートとともに操船計画図も配布するのは良いアイデアである



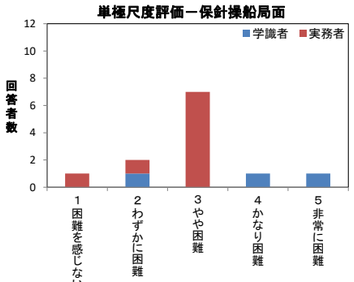

- 針路の頻繁な変更（調整）が必要、Leeway が大きい
- ドリフト角が大きすぎ。速力を落とすと舵が効きづらくなる場面もあった
- 風による切上がりの見極めが難しい 10 度以上の LeeWay があり、絶えず ECDIS、GPS による本船位置 LeeWay の確認が必要
- ドリフト角 13～15°、ただし、おおむね 25°の舵角が保針できた。
- ドリフト角 10°以上あった
- LeeWay を考え、細かく変更するとともに減速できなかったため
- 変針して航路 IN という要因はあるだろうが、LeeWay 調整を航路内で細かく行った結果、ブイ、航路端に近づくことが何回かあったため
- ドリフト 10～11°で船首が航路出口より左の外側を向いて航行している



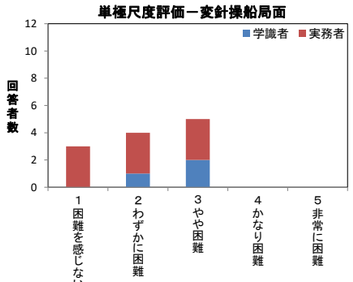

- 機関で Full での使用、舵も Hard での使用が必要
- 回頭が難しい局面があった。速力を落として舵効きが悪くなると制御可能でも難しく感じる
- 両舷 ENG を使用しなければ変針できない
- Slow ahead まで ENG をあげる事で回頭舵角 15°は確保できた
- 舵での変針が不可で、主機使用
- エンジン出力に余裕はあったものの、片舷のみの使用となったため
- 減速に伴い舵が効かなくなったが、左右のエンジンの使い分けで対応していた。この使い分けができなければ、「やや困難」と思われる



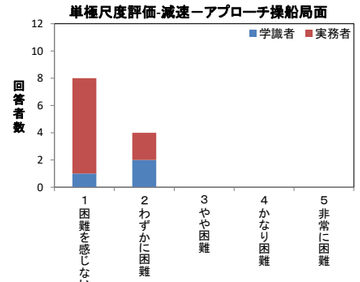

- 制御ができていたものの、風にかなり落とされていた
- 減速アプローチに問題ないが、以後の着岸までの風による圧流に不安
- Slow astern で十分バース手前で 2kt 減速できた
- 計画通りに機器を使用し操船



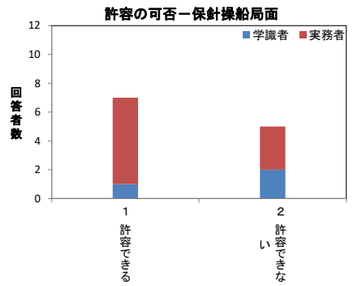

- 航路 IN 後のコース取りが難しい
- ドリフト角が大きすぎ。速力を落とすと舵が効きづらくなる場面もあった
- 風による切上がりの見極めが難しい
- 10 度以上の LeeWay があり、絶えず ECDIS・GPS による本船位置 LeeWay の確認が必要
- ドリフトを考慮して航路左に寄る必要があった
- ドリフト量 10°以上あった
- ドリフト角が大きく、航跡も蛇行していたため
- ドリフトが 10～11°と大きく航路出口の左・外を向いて航行した
- 風の把握、保針までに少し時間がかかり、航路を左寄りに航行



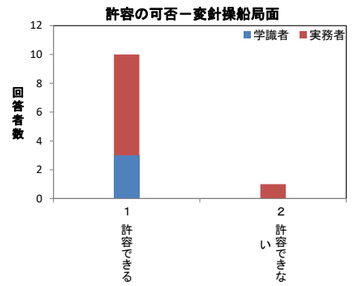

- 舵及び機関の使用にあまり余裕がなかった
- 回頭が難しい局面があった。速力を落として舵効きが悪くなると制御可能でも難しく感じる
- 両舷 ENG を使用しなければ回頭できず
- 舵効の為に、Slow ahead まで ENG を使う必要があった
- 舵での変針が困難で、主機を使用した
- エンジン出力に余裕はあったものの、片舷ごとの使用での回頭となったため
- 変針に伴う操舵の方法、ENG の使用方法（左右舷別々の Order）及び使用回数をかなり細かくもっていたため
- 左右のエンジンを使い分けることで減速に伴う舵効き減少を補っていた



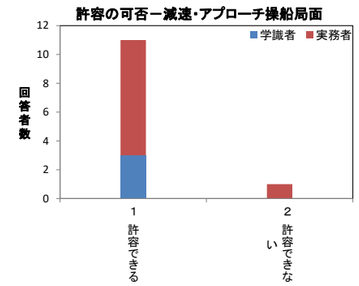

- 風の影響が大きいものの、制御できていた
- 減速アプローチに問題なし
- Slow astern でバース手前十分に減速で来た
- 計画通りに機器を使用し操船
- エンジン出力に余裕があったが、姿勢の制御に苦労していたため
- スラスタの制御力が姿勢制御に十分か、多少不安を感じる




- 航路 IN 後しばらくの間はコース取りが困難
- ドリフト角が大きすぎ。速力を落とすと舵が効きづらくなる場面もあった
- ドリフト量 10°以上あった
- ドリフトが 10～11°と船首が航路出口の左・外側に向いており、他船への影響を考慮すると好ましくない
- アプローチの段階で LeeWay を把握すべき
- もう少し早期に航路内の針路に向けることが必要
- タグボートの支援を得る
- 外力（風力）の低下、又は他船（小型船も）のない状態をつくりだす
- アプローチの航路外で LeeWay を加味した航路 IN の操船を行い継続する

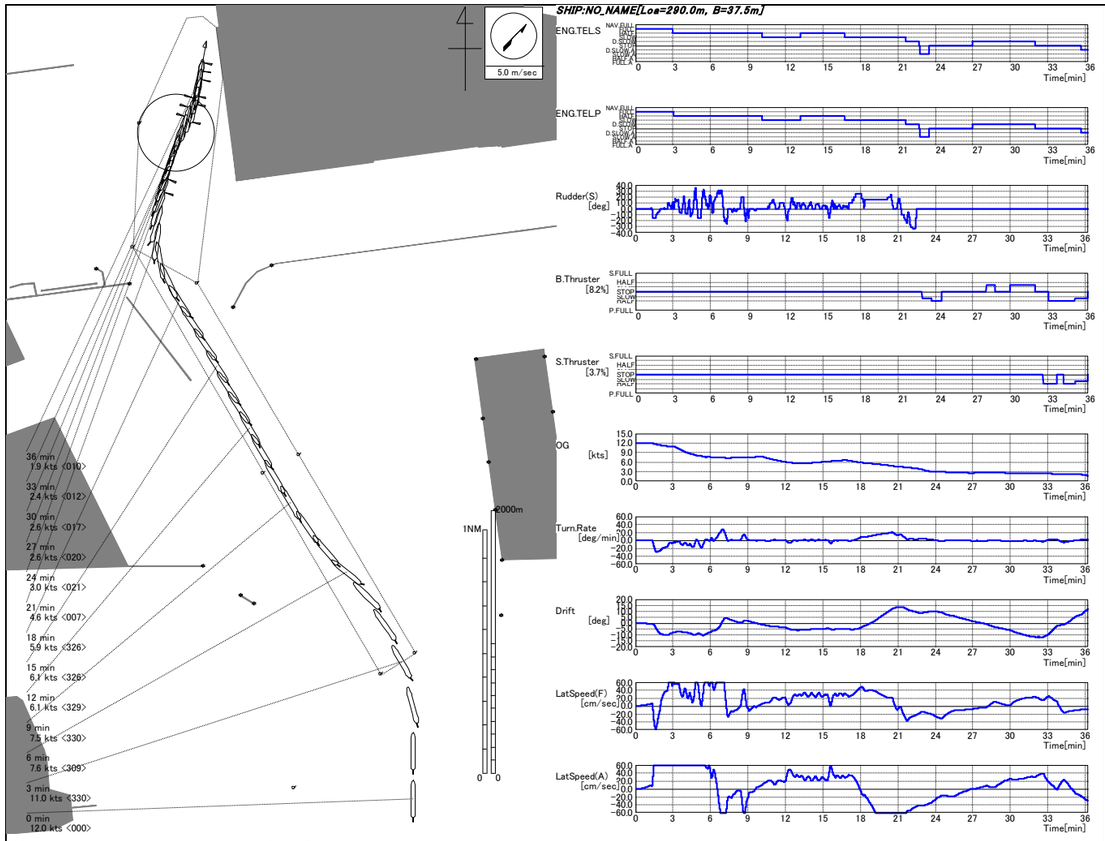



- この速度領域では、タグ、バウスラスタの効力を期待できず
- 舵のみで回頭できず、主機を利用
- 操船者が行ったように両舷 ENG の使用が必須となる
- タグの支援を受ける




- 減速・アプローチは可能であるが、以後の着岸での風による圧流を考慮するとコントロールが足りない
- 船尾にスラスタもしくはタグ配置が必須では

図 3.6.1　操船結果及び評価結果（1 回目に実施したケース：風向 SW・風速 10m/sec）




## 【操船者へのヒアリング結果】

問１：計画どおりの操船が行えたか　　行えた
問２：操船は難しかったか　　容易であった

## 【評価方法に関する評価者のコメント】

両極評価

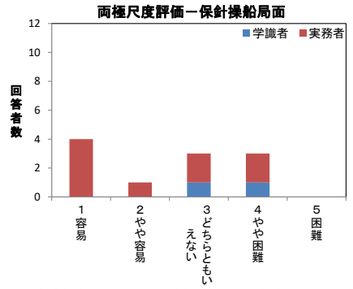
- 操船者の意図、計画との相違点について明らかにすることが必要と思われる
- 操船者の（操船に対する）個性と操船困難度をどのようにリンクさせるか疑問である
- コメントが記入しづらい
- 全ての評価方法において、初回の評価を基準としてとらえてしまう
- 困難を感じなかった場合でも、コメントを記入できるようにしておきたい。
- 操船計画とのずれがあった場合に操船者の意図を確認できる機会を設けてもらいたい
- エンジン出力、増減速に余裕があった
- ２つめのケースであり、自身の中でも無意識のうちに前のケースと比較して相対的に見てしまうのではないかと思っていたが、意外とそのようなことはなかった。ただし、意識的に「前ケースを排除して本ケースを評価する」と念頭には置いていた。そのためか前ケースで答えに「やや困難」の基準と今ケースの「やや困難」の基準は異なるかもしれない
- 風の圧流を気にしたのか、左に寄せようとしたように思われるが、その点についてコメントを書く欄がない　　"全体的に航路中央より左に位置した操船であり、同一人が同じシチュエーションでＳＩＭを実施した場合、前回の操船イメージ（外力、機関の使用）を元に操船しているようであった。
- 操舵手の操舵能力が針路指示の場合、大きく反映しているように感じた。Order は舵角によるほうが自分の操船計画に近づけるような気がする"

単極評価

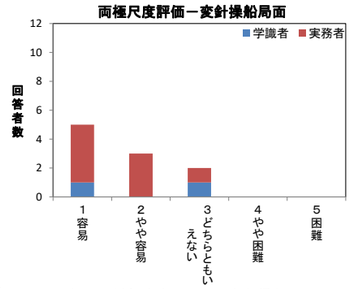
- 保針操船においては制御されており、「困難を感じない」と評価したが、両極尺度による評価からわかるように「困難を感じない」＝「容易」ではない
- 理由を比較的書きやすく感じる
- コメントが記入しづらい
- 困難を感じなかった場合でも、コメントを記入できるようにしておきたい
- 概ねストレスなく操船可能であった
- 両極尺度での評価と同じく、意識的に前ケースを記憶、意識から排除し、本ケースを前ケースと相対的に見ないようにした（意識的に）。そのためかもしれないが、前ケースにおける単極尺度の評価における「困難」の基準、根拠が本ケースと同一となるか自信がない
- 「困難を感じない」と「わずかに困難」の間隔を、「わずかに」、「やや」の間隔が同じでないような気がする

許容の可否

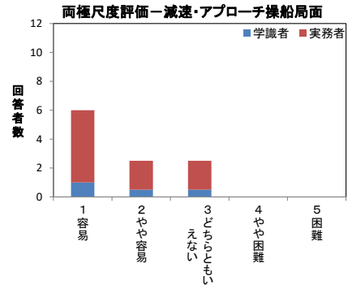
- 「許容できる」と答えてはいるが、問題はある
- コメントが記入しづらい
- このケースはストレートに許容できる
- 許容できる場合でも、コメントを記入できるようにしておきたい
- 概ね厳しい局面は見られなかった
- 「やや困難」であるが「許容できる」、「わずかに困難」であるが「許容できない」等、許容の可否を判断するに至る途中の安全に対するマージン等、人々により異なる部分の担保が図れないと感じた。例えば、「困難」という感覚を持ちつつも、「事故やインシデント（航路はみ出し、ブイ・防波堤衝突）」がないため、「許容できる」と答える人がいれば、それは「困難を感じない」、「容易」なため、「許容できる」と答えた人と同じとなってしまうのではないかと答える
- 「許容できる」に〇を付けた場合に安全性を確保するためのアイデアなどをコメントする欄（機会）がなくなってしまうのでは？もったいない気がする
- 全体としては、大きな問題はなかったと思うが、船の特性を理解し使用したかどうか、操舵手の能力を評価する評価項目、操船に係る Order を評価項目として入れる必要はないか



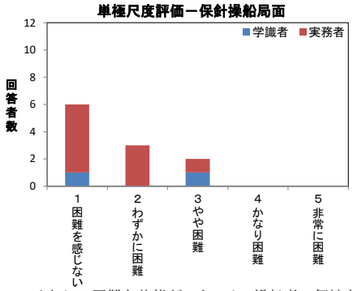

- 航路側線から１B は確保されていたものの、かなり左寄りの航行となっており、また頻繁に舵を使用（Hard も使用）し、針路の調整を行っている。意図的なのか、想定外かが不明
- 操船者が極端に風上に寄せる傾向があり、また頻繁にコースを指示するため、ドリフトが大きくなり、困難さが本来以上に大きく出る感があった。操船者の個性の問題をどのように評価するかが疑問
- 大きな当舵も必要なく Driftangle2～3°、略計画通り　若干西寄りであったが、計画通り
- Course の Order の頻発、また、それに追従する Q/M の舵のとり方が大きく何回も切っていたことから
- 航路入航前から変針局面まで航路中央より終始左側を航行していた



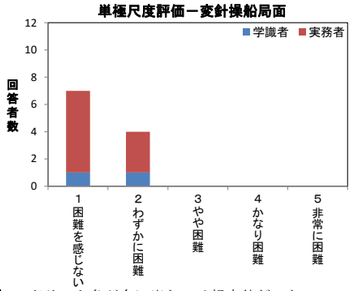

- 15 度で回頭角速度 10～15 度を得た
- 変針後西寄りで針路を計画より東に向けなければならなかったことが許容の内
- 変針局面にデッド・スロー・アスターンを一度使ったため、速力が計画より落ちすぎた



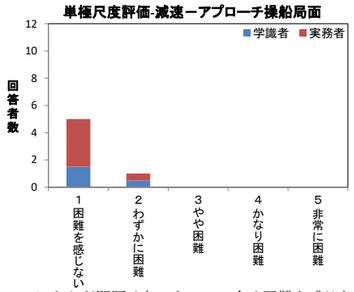

- Slow astern でバース手前十分な距離で減速できた
- 計画通りに実施した



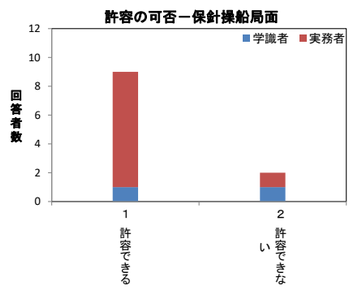

- はたして困難な状態だったのか、操船者の個性なのか、分からないが
- 危険を感じなかった　　ほぼ計画通りに航行
- ドリフトの制御にやや苦労しているように感じたため
- 航路内において LeeWay の調整、舵角指示、Course 指示が高頻度でされており（特に IN 後～しばらくの間）、保針に腐心していたように思うが、しばらく経過した後はある程度それらが落ち着いてきたため
- 風の影響を意識したのか、左に寄せようとして、かえって不規則な動きをしたように感じる。圧流の見極めが難しいのではないかとの感じをもった
- 外力が余りないのに、常に航路の左側に寄っていた



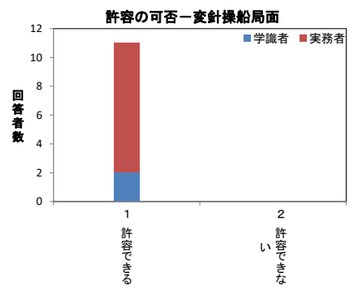

- ドリフト角が右に出たのは想定外だった
- 舵角 15 度で回頭でき、危険を感じなかった
- 変針後の位置が計画より西寄りで針路を東寄りに修正（ただし、許容範囲内）
- 減速に伴い舵効がなくなり、スラスタで回頭していたが、圧流を意識したのか、左に横移動していた。圧流の程度の見極めが難しいのでないかと感じた
- スラスタの使用度合や TwinEngine の利点を使った機関操作を併用すると容易な変針になるのでは

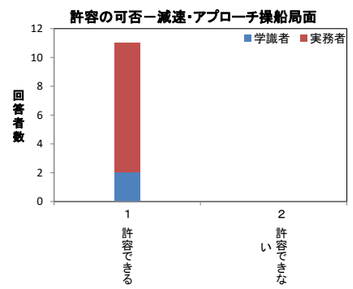



- ほとんど問題はないものの、全く困難を感じないわけではない
- 十分な安全な距離で減速できた
- 計画通りに実施
- 船首と船尾の圧流への対抗のバランスに多少難しさがあるように感じた



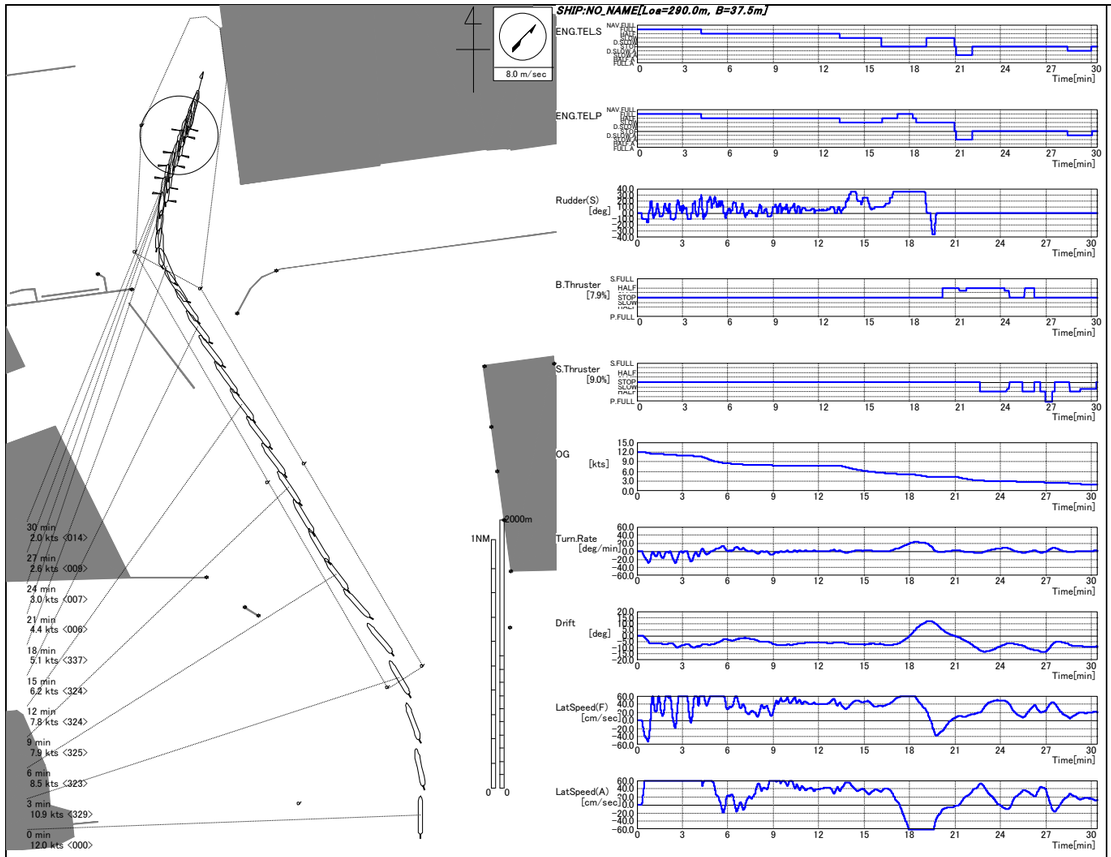

- 蛇航することの不安定さを重視した
- １と２の間くらいだが、許容できないまではない




- 航路のかなり手前から定針して入航する
- 操舵オーダーに工夫を要する

図 3.6.2　操船結果及び評価結果（2 回目に実施したケース：風向 SW・風速 5m/sec）




## 【操船者へのヒアリング結果】

問１：計画どおりの操船が行えたか　　行えた
問２：操船は難しかったか　　容易であった

## 【評価方法に関する評価者のコメント】

### 両極評価

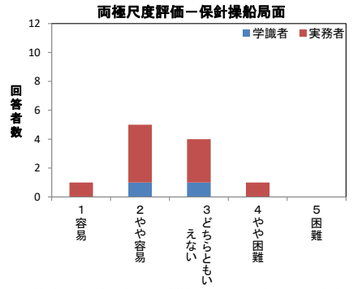
- 変針操船において、一般船ではデュアル操船を行わないので、これを使用して変針を行う基準の事前説明が必要
- やや困難となった時の対策コメントを記載できるようにしたい
- ドリフトを意識した操船、速力を落としつつも大きなエンジンモーションと舵を使用した回頭など、シミュレーションへの慣れを感じる
- 「減速・アプローチ」において、両極尺度、単極尺度それぞれで同じことを回答したく、はたして同じ尺度はどれなのか正直なところ迷った節がある。（一度「3」としたが、「2」に直した理由）
- 「保針」、「減速・アプローチ」で「困難」とは感じなかったが、舵・機関の使い方にコメントしたいことがあっても書く欄がない
- 学習効果も大きく影響していると思われるが、過去の経験が反映されたもので、主機の左右の使い方等の工夫がみられる

### 単極評価

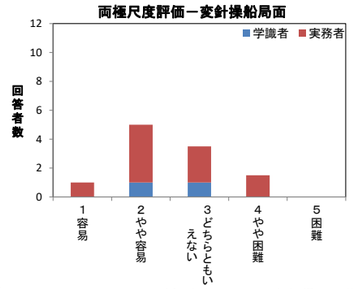
- 変針操船において、一般船ではデュアル操船を行わないので、これを使用して変針を行う基準の事前説明が必要
- やや困難となった時の対策コメントを記載できるようにしたい
- 保針に関しては、ドリフト角に応じた針路を選択することにより、安定的な船位確保がなされていた
- 回頭については、大舵角と片舷 Full を使用していたが、まだ余裕があった
- 両極尺度、単極尺度において、同じことを回答したい、言いたいとき、はたしたどのように回答すれば集計、解析者に同じようにとってもらえるのか迷った。（減速・アプローチの項において）
- 全般的に慣れたこともあり、号令も少なく、5m/sec の時よりも 8m/sec の今回の方が余裕があった。同一人に連続して操ってもらい評価することが良いのか疑問を持った

### 許容の可否

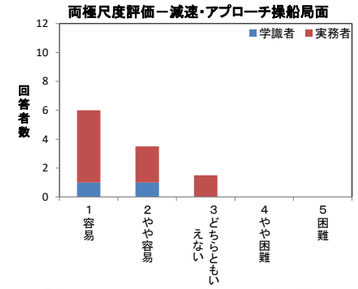
- 許容範囲でやや問題がある場合、コメントが書きづらい
- 変針操船において、一般船ではデュアル操船を行わないので、これを使用して変針を行う基準の事前説明が必要
- やや困難となった時の対策コメントを記載できるようにしたい
- 機関の使用状況に、まだ余裕をもって操船していることが感じられた
- 減速・アプローチ項において、「許容できるが気になった点」について評価ができればとも思う。つまり、その気になった点の度合いが増したとき、「許容できない」こととなる。なにかその「懸念点」がどこかに書けないか（「許容できる」をひとまとめにしてよいか）気になった
- 「保針」、「変針」、「減速・アプローチ」とも許容できるが、保針及び変針では、風の圧流を意識しすぎているように感じたことから、許容できる場合でもコメントを書く欄があった方が良いと思う
- すべてにおいて許容できる範囲にあった。
- 外力の影響よりも学習効果の影響が大きく、複数の者が実施し、その結果を検証してみた方が良いのではないかと感じた



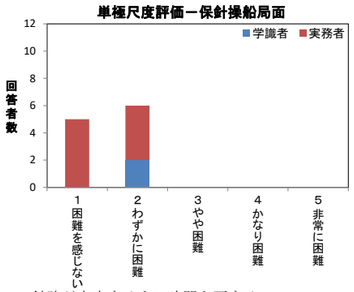

- 針路の保針のため、舵を Hard に取ることもあり、舵効が得られるまで若干の時間を要すこともあった
- ドリフト角 5～6 度、防波堤手前で Slow ahead に落としたとき、保針に右舵一杯を要した
- 航路進入後に振れ回りあり
- 風による圧流を意識して左寄りのコースとしていたが、それほど圧流は大きくなかったのではないかと思う



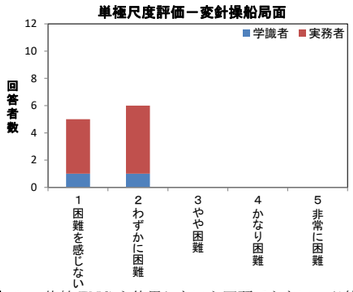

- Full ahead で回頭角速度 10～20 度を得て、問題なく回頭
- 左舷機 Full、右舷機 Stop のデュアル操船を行った
- No. 6 ブイ航過時に約 6 ノットあり、舵効でも変針可能と思われたが、右エンジン停止として回頭しており、回頭の程度をつかみにくいと感じた



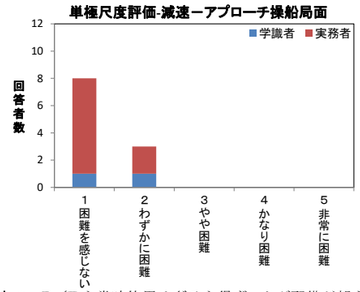

- 最大 Slow astern で十分バース手前で減速できた
- 計画通り実施した



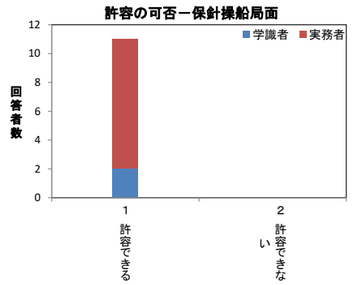

- 針路が安定するまで時間を要する
- 操舵量がやや大きい。ドリフト角約 10°
- 減速すると、右舵一杯を要した
- ドリフト量 10° 未満なるも航路進入時に船は振れ回りあり
- 風の圧流を意識して左寄りのコースをとっていたが、圧流はそれほどではなく、圧流の程度をつかむのがやや難しいのかと思う

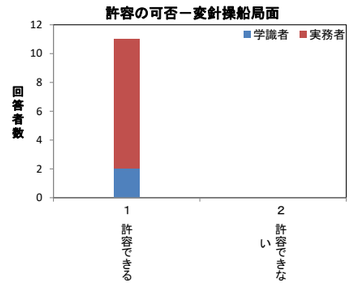



- 片舷 ENG を使用しないと回頭できない。必然的に Speed が落ちるので、回頭角速度の維持が難しい
- 十分安全に回頭できた主機を (P) Full、(S)STOP で使用
- 大舵角と片舷 Full を使用しての回頭であったため
- 左右のエンジンを使い分けていたが、残速も 6 ノット程度あり、そこまで必要ないのでないか、変針途中で船首スラスタで左に修正することとなったように思われる。回頭への風の影響がつかみにくいのかと思う
- 毎回、エンジンやスラスタの使い方が異なっており、操船方法を試しているような印象を持った




- B／T を常時使用せざるを得ず、タグ配備が望ましい
- 十分余裕をもって停止できた
- 計画通りに実施した
- 左回頭を制御するために SternThruster を Full まで上げている。まだ BowThruster は未使用であって余裕は充分であるが、これに限らず左回頭制御のための動作回数が少々多かったと感じる




- 機関をデュアルで使用したが、許容範囲
- 操船計画に従い実施

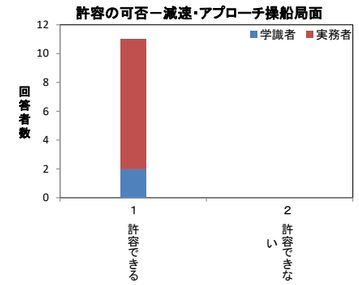
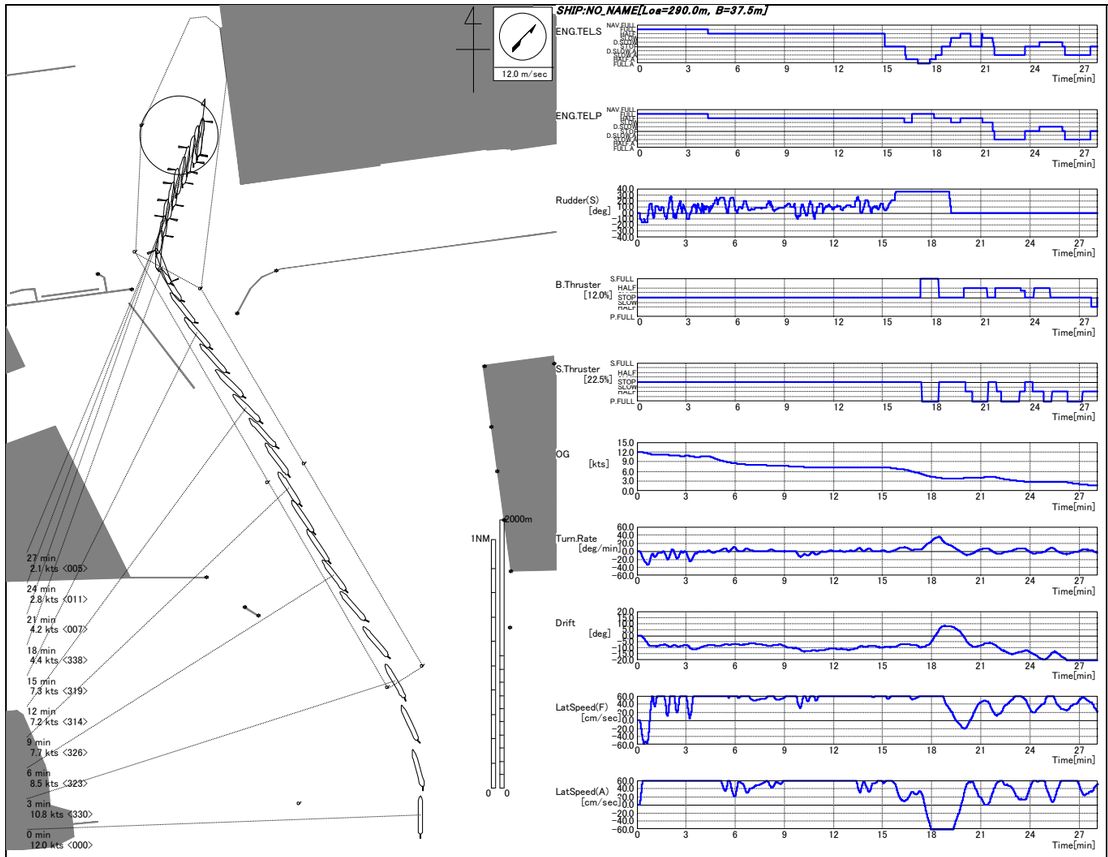



図 3.6.3　操船結果及び評価結果（3 回目に実施したケース：風向 SW・風速 8m/sec）




## 【操船者へのヒアリング結果】

問１：計画どおりの操船が行えたか　　おおむね行えた
7～8kts⇒6kts の減速地点を BW 外側より BW 内側へ変更した。DRIFT10～15°と大きかったため難しかった

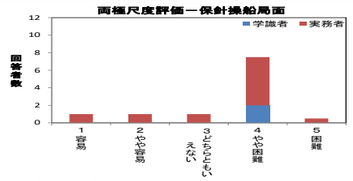
問２：操船は難しかったか
航路航行時 MAX DRIFT15～17°当て舵 MAX22°
バース前約 1.0’の変針は(P)ENG Full Ahead、(S)Stop or Half Astern、Rudder 右一杯、これでも十分な R.O.T.が得られなかったので、速力 5.5kts で BT Full STBD、ST Full to Port でやっと十分な R.O.T.が得られた。No Tug の限界である。
バース進入は速力 3kts 以下で、BT、ST を使用して保針、特に過大 Lat.SPD とならないよう早めに Lat.SPD を 10～20cm/s としておく

## 【評価方法に関する評価者のコメント】

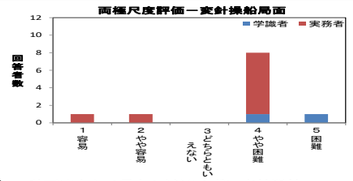
両極評価
- 操船者の意図を確認したい
- 保針は可能であるが、回頭及びアプローチには技量によって危険となる可能性がある
- 困難と感じた理由とともに対応策についても提案を求める方が良いと思う
- 両極尺度でみると、どのような使い方（舵、スラスタ、エンジン）をしても結果が操船計画どおりであれば、「容易」の判定になる。行き脚の過大があったが、Full Astern を使って上手に体制ができれば、「容易」の評価になることには疑問

単極評価
- 操船者の操船意図を確認したい
- 変針とアプローチについては思い切った機関の使用が必要となっていた
- 両極尺度での評価もあわせて行っていることもあるかもしれないが、両極尺度における各選択肢の選択基準と単極尺度の選択肢の選択基準で「どれを選べばよいか」（等しく正しく評価者の意図が伝わるか）に迷いが生じた。一方で、各選択肢の尺度基準について、質問者との情報及び意思（尺度、基準等）の共有が必要であると感じる 困難な理由とともに対応策についても提案してもらった方が良いと思う（理由の趣旨がより分かりやすくなるとともに安全対策の立案に役立つ）
- 困難の定義がはっきりしていないので、今回のように主機やスラスタを比較的大胆に使用した場合は、結果は良好でも困難の色が付くのかどうかが分からない

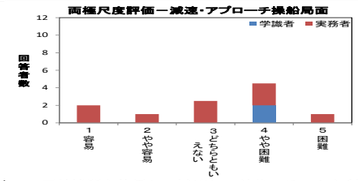
許容の可否
- このケースは風速 12m/s と強く、入港時の風速限界のように思われる
- 変針について、許容できるも、タグのアシストがあれば、より安全　"操船者の操船意図を聞きたい
- 今回の場合は、条件付き許容としたい⇒横移動（岸壁側）への移動速力が 10cm/sec で制御可であることが確認できれば
- 回頭にあたり、減速と回頭を同時に行う操船が求められる状況であり、余裕のある操船を望むことは困難と感じられる
- 「わずかに困難」、「やや困難」と言いつつ、「許容できる」となる。このような場合、「許容できなくはないが、留意点、注目すべき点はいくつある」となり、「許容できない」の否定のために「許容できる」と評価した気になった。「許容できる」を選んだ場合でも、コメントを書けるような回答欄があればよいかと思う
- 減速アプローチについては許容はできるが、留意事項（検討事項）をコメントしたいので、そのような欄がある方がよい
- 許容できるかできないかの問いに対して、自己の操船哲学に差異があり、個々に許容範囲が変わってくるのではないだろうか



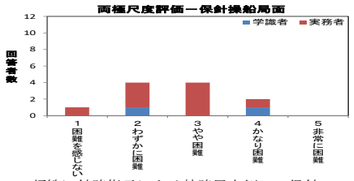

- 頻繁に針路を発令している
- 頻繁に舵を使用しているが、大舵角になることは少ない、しかしドリフトが 10°以上にも達している
- ドリフト角が大きく、リーウェイを大きくとらなければならない
- 10 度以上の LeeWay があり、絶えず ECDIS・GPS による本船位置 LeeWay の確認が必要
- ドリフト角 10 度、保針時の当舵に 10 度を要した
- ドリフト量が約 10°
- ドリフト角 10°前後であり、速力を落とせなかったため
- 航路航行中における風への対応（船位保持）に当たり、頻度高く Order が出され、細かい動作が必要になっていた
- ドリフトが 12°くらいとなり、特に航路の前半では船が六南防の西側を向いており、PI2 のコンテナバースにアプローチするのを誤解されるような形となってしまった。航路の後半でも航路出口のさらに左に向く形であり、他船から見て操船意図を疑わせるおそれがある



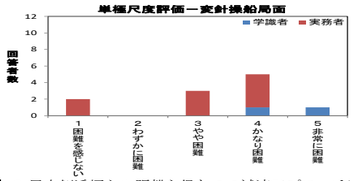

- 計画速力とは異なり減速せずに変針開始
- 舵、機関とも能力一杯の使用があり、余裕がない
- 両舷 ENG を逆に使用しないと充分な回頭力を得られない
- 航路内で速力を維持したため、変針と急な減速を同時に行った。片舷機関前進、片舷機関後進という機関の使用は 2 軸 CPP 船をよく知っている船長でないと自信を持って使いにくい
- 回頭角速度 20 度を得るため、右舵一杯とスラスタ Full を要した
- 主機を（P）Full ahead、（S)Full astern 使用
- 前後進、舵一杯とスラスタを使用しての回頭だったため
- （速力　ノットがある中でも）持っている能力すべてを出し切り（舵も Hard で）、回頭舵力をつけて回頭を開始した。舵力がつき回頭後は各機器推力等を下げながら、制御できていた
- 舵効の確保と圧流防止のため、7 ノット以上で閘門を通過し、機関をデュアルとするとともにスラスタを使用しており、余裕のない状況と思われる



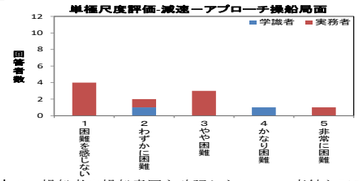

- 両舷機関を使用して減速し、前後スラスタを利用して姿勢制御
- 行き脚は制御できているが、横流れについてはスラスタの慎重な使用が必要
- 姿勢制御の為にスラスタを Full に使用しており、岸壁へのより足コントロールができない
- Max Slow astern で減速できた
- 操船計画を変更しなければ減速目標を達成できなかった
- バース方向への移動制御が難しい。
- 機関に余裕はあるものの、前後進を多用してのアプローチとなったため
- 変針時に機関・スラスタと多用したためか、減速制御で行き脚が不足したりして、制御の余裕が少ないと感じた



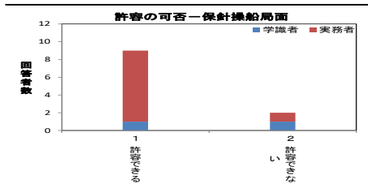

- 頻繁に針路指示による航路風上側での保針
- 常時リーウェイを大きくとる必要がる（10°以上）
- 10 度以上の LeeWay があり、絶えず ECDIS・GPS による本船位置 LeeWay の確認が必要当舵 10 度を要したが、航路中央を航行
- ドリフト量が約 10°
- ドリフト角が大きく、速力を落とせなかったため
- なかなか LeeWay が定まらず、航路内においても針路指示、舵角指示を頻度高く行っていた。細かい調整をもってわずかながらの航路内での蛇行に抑えられているが、風への対応には特に注意を要していたと考える
- ドリフトが大きく船首が六南防の西側を向き、PI2 のコンテナバースの方に向かうかと誤解されかねない。また圧流に対処するため、左寄りのコースをとる必要もあり、操船の余裕を少なくしていると感じた



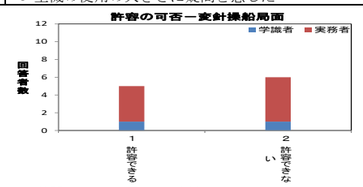

- 風上側浮標との距離を保ちつつ減速アプローチに向けた姿勢制御
- 舵、機関に余裕がない状況がある
- 両舷 ENG を逆に使用して回頭力を得ており、かなり無理な操船
- 航路内で速力を維持したため、変針と急な減速を同時に行った。片舷機関前進、片舷機関後進という機関の使用は 2 軸 CPP 船をよく知っている船長でないと自信を持って使いにくい
- 十分な回頭角速度を得るため、ENG、舵及び Thruster が一時 Full となった
- 主機デュアルで(P) Full Ahead、(S) Full Astern で使用
- 操縦性能をほぼ全て使用しての回頭であったため
- 右への回頭舵力をつけるために舵を Hard Starbord、Thruster を Full として、ENG も Dual で Full としていた。ただ回頭開始後は舵力がつきはじめれば、機器調整の上、それを調整、制御することは可能であった
- 舵効の確保と圧流防止のため、7 ノット以上で防波堤閘門を航過したことから、変針に当たり機関をデュアルとするとともにスラスタを使用する必要が生じており、余裕が少なく感じた
- 主機の使用の大きさに疑問を感じた



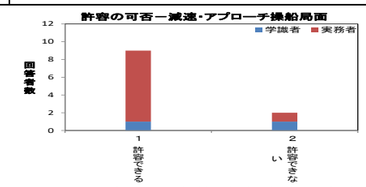

- 操船者の操船意図を確認したい　　変針とアプローチについては思い切った機関の使用が必要となっていた
- 両極尺度での評価もあわせて行っていることもあるかもしれないが、両極尺度における各選択肢の選択基準と単極尺度の選択肢の選択基準で「どれを選べばよいか」（等しく正しく評価者の意図が伝わるか）に迷いが生じた。一方で、各選択肢の尺度基準について、質問者との情報及び意思（尺度、基準等）の共有が必要であると感じる
- 困難な理由とともに対応策についても提案してもらった方が良いと思う（理由の趣旨がより分かりやすくなるとともに安全対策の立案に役立つ）
- 困難の定義がはっきりしていないので、今回のように主機やスラスタを比較的大胆に使用した場合は、結果は良好でも困難の色が付くのかどうかが分からない




- 制御できているものの、計画から外れた大きな Drift での航行は安全とはいえない
- 許容できるが、限界値に近い
- ドリフト量が約 10°
- ドリフトが 12 くらいと大きく、船首が六南防の西側（内側）と向いてしまい、PI2 のコンテナバースに向かうかと誤解されるおそれがある




- 機関、舵の使用に余裕がない
- 両舷 ENG を逆に使用して回頭力を得ており、同時に速力制御を行なうには無理
- 切り上りをおさえ、うまく右回頭できたが、不安あり
- 主機デュアルで使用し、（P）Full ahead、（S)Full astern まで使用したが、許容範囲（スラスタの支援も Full であれば、許容できず）　　高度な操船技量が必要となるため
- 機関デュアルとともにスラスタを使用しており、客船の操船としては余裕が少ないと感じる
- LeeWay が大きかったため、Slowdown を遅らせたが、Slowdown の段階で右ハーフアスターン、左フルアヘッドとしたが、かなり無理な使い方と見る人もいるのではないか



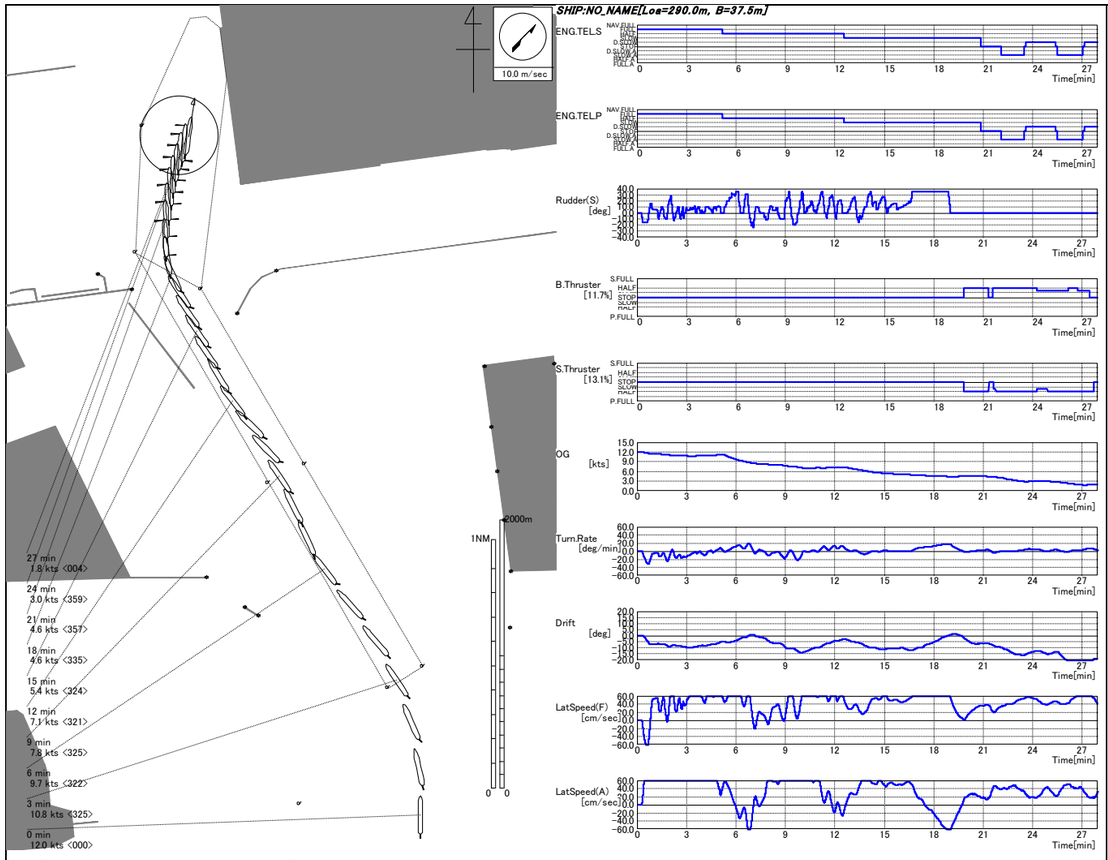

- アプローチ時の Drift が大きく、着桟時における横移動速度の制御が可能などうか不明
- 特にこの局面では船尾、船首のスラスタを略 Full に逆方向に使用せざるを得ず、岸壁への寄り足制御が不可能と思われる
- 操船計画の変更はあったが、減速は達成できたが、岸壁方向への移動量制御について検証が必要

- 風速基準を下げるか、タグに支援させる
- 風速を下げるか、運航調整をした上で、前路を警戒する船（タグ兼用も可）で、周囲の航行船との接近や誤解を防止する

- 風速基準を下げるか、タグに支援させる
- タグを併用する
- 船尾のタグボートによる速力制御
- タグの使用
- 風速を下げるか、運航調整をした上で、前後を警戒する船（タグ兼用も可）で、周囲の航行船との接近や誤解を防止する
- 早い時期に進針路距離と LeeWay を考慮した変針ができなかったのかと思う

- 風速基準を下げるか、タグに支援させる
- 船尾、船首にタグを必要とする（合計 2 基）

図 3.6.4　操船結果及び評価結果（4 回目に実施したケース：風向 SW・風速 12m/sec）




## 【操船者へのヒアリング結果】

問１：計画どおりの操船が行えたか　　行えた
問２：操船は難しかったか　　やや難しかった

①当て舵を調整しながら船位を絶えず Co.line より凡上側へ keep すること
②Rudder による針路保持から BT.ST へ切り換えるタイミング。条件は最後の変針後で速力 5kts 以下
③BT.ST 使用して、バース方向への横移動速度を SLOW DOWN させるタイミング。バース横距離２×Ｂで 10cm/s を目標
④Dead Slow ahead ENG で減速中に、すぐ「No Steering」となるので、(P)ENG Half Ahead、(S)ENG は STOP 又は Astern として、蛇効回復を計る

## 【評価方法に関する評価者のコメント】

### 両極評価

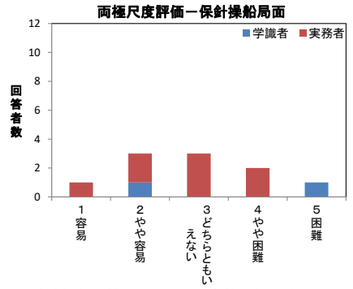
- 操船者の意図を確認したい
- 多少の調整が必要な場面はあったものの、操船が厳しくなるような場面はなかった　（これまでのケースすべてにおいてであるが）「容易」といわれると、自身の経験上、外洋、大洋航海中（かつ気象条件もよいとき）と考えてしまい、どうしても港内操船に対して「容易」という考えを持てない。または、「港内操船としては、容易にできている」と考えるべきである、となっても、風が吹く中、波が立つ中で「容易な操船」というのはできないかと思い、問題要素等なくても「２」という回答となったと思う
- 「困難」、「やや困難」以外でも操船上の留意点などをコメントできるようにした方が良い
- 「どちらともいえない」、または「やや容易」と評価したが、やはり見ていると操舵号令と操舵による反応のギャップが大きいように感じた。結果、左右のふれが出たように思えた

### 単極評価

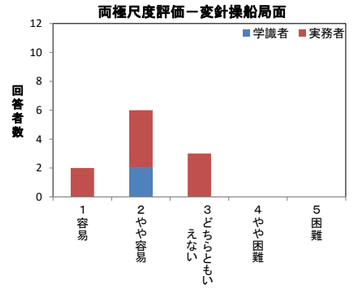
- 操船者の意図を確認したい
- アプローチにおいて、切り上がりを制御するためにスラスタを使用していたが、困難な状況は認められなかった
- 選択肢の「困難」の語意について、少々迷いがあった。また「困難」とは何をもって「困難」とするのか、質問者、評価者によって違うと思う。また、「困難要素」がなければ、例えば、「困難とまでは言わないまでも「気になった点」等があっても、それは全て「１」となるのか、または「気になった点」は「困難要素」なのか、回答時に迷った
- 困難とした点についての対策案を提案できる方が良いと思う。保針は２と３の間、減速・アプローチは１と２の間に〇を付けたが、ここに〇を付けても良いのであれば、あえて９段階等目盛を多くする必要はないと思う（中間に目盛りだけ付けてはどうか？）　わずかと
- ややの差が具体的に判りずらい

### 許容の可否

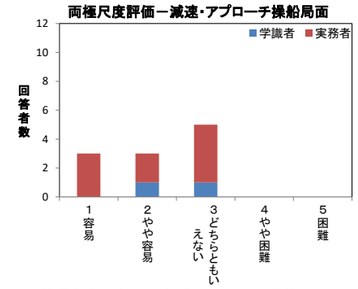
- 保針について、風速 12m/s を経験した後の保針は、経験値が上り、一番最初（同じ 10m/s）と比べ、安全であった
- 操船者の意図を確認したい
- 風による操船影響は見られたが、余裕をもって制御できていたものと思われる
- 「許容できる」に対しても、回答できるところがあればと考える
- 減速については「許容できる」としたが、少しコメントも感じたので、「許容できる」にもコメントを書けるようにした方が良いのではないか
- 許容できるがかできないかといわれれば、できるが、more better はありそうな感じがしたが、その評価をどのような尺度で表わせばよいのかが分からない
- 許容できた場合でも理由（要因）を問えば、限りなく許容できない、許容できたかどうかなどが判定できそうな気がする



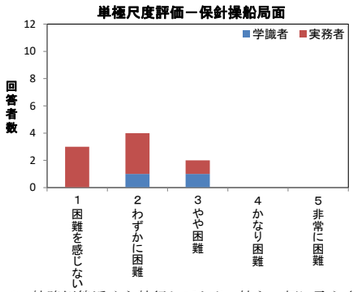

- 航路側線に接近しており、右舵一杯に取っても回頭まで時間を要している。Drift も大きい
- Drift がやや大（修正は可能）
- Driftangle8～10 度、当舵 10 度以下
- ドリフトは略 10°未満だったが、保針が難しく針路オーダーが「頻繁」に行なわれていた
- 風の圧流への意識が強く、当て舵を大き目にとって少し蛇行状態となった。一時、船首が六南防の西側を向くこととなり、他船への影響が懸念される。風向・風速によるドリフト量（角）の目安を資料化して操船の参考としてはどうか



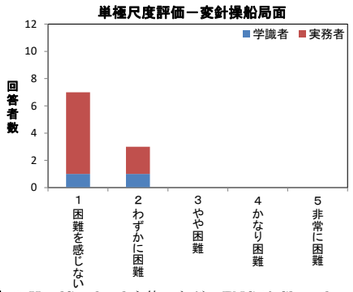

- 回頭力が不足とまでは言えない
- HardStarbord と Slow ahead で回頭舵角 10～13 度を得た
- 舵使用により変針が可能であった
- No. 5、6 ブイ航過時に残速 5 ノット弱となっていた（操船計画では 6 ノット）が舵のみで変針できていた



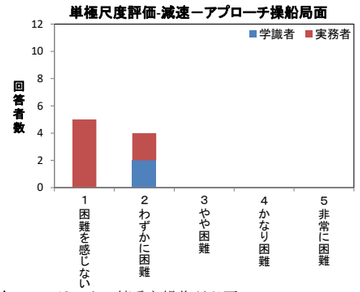

- 姿勢制御は船尾、船首のスラスタを使用していたが、まだ余裕があり、より足制御は充分可能
- Max Slow astern で減速できた
- 船位（針路）修正を行いつつ減速を実施
- 後進にかけると思ったより減速が早く現れるようで、前後進をくり返すこととなったが、制御は困難ではないように感じられた



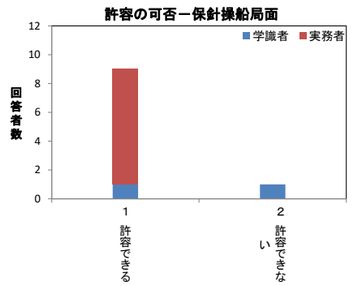

- 航路側線近くを航行しており、舵も一杯に取らざるを得ない場合もあった。Drift も大きい
- 当舵が 10 度近く必要
- ドリフト量は略 10°未満であったが、針路が安定しなかった
- ドリフト角が大きく、ポジションを調整することがあったため
- 風による圧流を意識して当て舵を大きくしたためか、少し蛇航することとなり、一時、六南防の内側（西側）に船首を向けることとなった。風向・風速によるドリフト量（角）の資料をつくっておいて参考としてはどうか



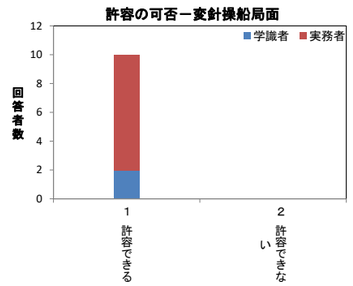

- HardStarbord を使ったが、ENG は Slow ahead までしか使っていない
- 舵使用により変針した
- 舵はハードを使ったが、舵効のみで変針できており、難しさは感じなかった



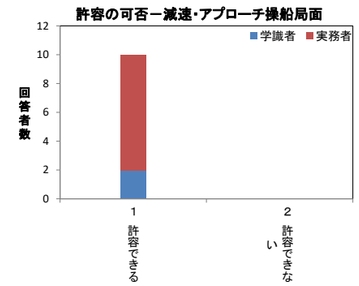

- スラスタの慎重な操作が必要
- 安全に減速できた
- 「修正中」というコメントを出しながら、操船を実施していた事から、わずかに困難であると判断した
- 引きつづく切り上がり制御のために Thruster を使用。またその調整も細かく行いながら船体制御していた。十分余裕があるうちに船体の制御ができており、「困難」というよりかは、操船上の留意点、注意点になると思う
- 行き脚制御のタイミングで難しく、後進が効きすぎた感じもするが、制御には余裕があり、問題ないと思う




- ドリフトが大きく、航路側線ギリギリの航行もあり、余裕がない。舵も一杯舵角とする場面もあった
- 針路は安定しなかったが、COG（実針路）を維持し、航行できた
- 風の圧流を意識しすぎてやや蛇行し、六南防の内側（西側）を向くこともあった
- 航路 IN までのアプローチを長くし早いうちに航路に向首する。タグの支援も検討する
- 風向・風速によるドリフト量（角）の目安を資料化し、操船の参考としてはどうか




- 舵のみで変針できた




- 「修正」を行いながら、岸壁寄り速力を調整しつつ減速できた
- 保針について、風速 12m/s を経験した後の保針は、経験値が上り、一番最初（同じ 10m/s）と比べ、安全であった
- 操船者の意図を確認したい
- 風による操船影響は見られたが、余裕をもって制御できていたものと思われる
- 「許容できる」に対しても、回答できるところがあればと考える（ケース 4 の項の回答シート 3 にも書きました）
- 減速については「許容できる」としたが、少しコメントも感じたので、「許容できる」にもコメントを書けるようにした方が良いのではないか
- 許容できるがかできないかといわれれば、できるが、more better はありそうな感じがしたが、その評価をどのような尺度で表わせばよいのかが分からない
- 許容できた場合でも理由（要因）を問えば、限りなく許容できない、許容できたかどうかなどが判定できそうな気がする"

図 3.6.5　操船結果及び評価結果（5 回目に実施したケース：風向 SW・風速 10m/sec）

表 3.6.1　1 回目実施ケース（風向 SW・風速 10m/sec）

| 操船局面 | 操船計画 | 操船結果 |
|---|---|---|
| 保針 | 目標針路：330±5°<br>横偏位量：航路中央よりも風上側に船位する。ブイまで 1B の離隔距離を確保<br>目標速力：変針後、航路インして S/B Full から Half に減<br>（風が強い時は Half のまま速力維持）<br>副防波堤先端付近で Slow に減<br>No.3、4 ブイ通過時 8knots 程度<br>防波堤通過時 6 knots 程度<br>No.5、6 ブイ通過時 5knots 程度<br><br>保針舵角：適宜<br>ドリフト角：±5deg 程度 | 針路：319°～328°（330°-2～-11°）<br>航路端離隔：風上側 30m、風下側 100m<br><br>目標速力：航路インで Half down 10.2knots<br>No.3、4 ブイ通過時　7.2knots<br>副防波堤先端で Slow down　6.3knots<br>防波堤通過時　4.5knots<br>No.5、6 ブイ通過時　4.5knots<br><br>保針舵角：平均 14.1deg、最大 34.9deg<br>ドリフト角：平均 8.2deg、最大 14.4deg |
| 変針 | 変針後の新針路：N 旗に向首して、Dead Slow に減<br>横偏位量：できるだけ泊地中央に船位<br><br>変針舵角：15～25°程度風が強いときは Hard 使用、機関 Half に増<br>回頭角速度： | 新針路：351°（船首尾スラスタ Slow～Full で 008°に向首）<br>横偏位量：ほぼ泊地中央（西航路端離隔 160m、東航路端離隔 300m）<br>変針舵角：Hard Stb'd、右舷機 Stop、左舷機 Full ah'd<br>回頭角速度：20 deg/min |
| 減速・アプローチ | 主機関：最大 Half Astern まで使用、両舷機関適宜使用<br>停止位置：<br><br>速力低減：南側護岸並航で 3knots 目安 | 主機関：Slow Astern<br><br>停止位置：1Loa 手前残速 2knots で実験終了<br>速力低減：南側護岸並航 3.4knots |

表 3.6.2　2 回目実施ケース（風向 SW・風速 5m/sec）

| 操船局面 | 操船計画 | 操船結果 |
|---|---|---|
| 保針 | 目標針路：330±5°<br>横偏位量:航路中央よりも風上側に船位する。ブイまで 1B の離隔距離を確保<br>目標速力:変針後、航路インして S/B Full から Half に減<br>（風が強い時は Half のまま速力維持）<br>副防波堤先端付近で Slow に減<br>No.3、4 ブイ通過時 8knots 程度<br>防波堤通過時 6 knots 程度<br>No.5、6 ブイ通過時 5knots 程度<br><br>保針舵角：適宜<br>ドリフト角：±5deg 程度 | 針路：324°～330°（330°-6～0°）<br>航路端離隔：風上側 50m、風下側 200m<br><br>目標速力：航路インで Half down 11.0knots<br><br>No.3、4 ブイで Slow down<br>No.3、4 ブイ通過時　7.7knots<br>副防波堤先端　6.1knots<br>防波堤通過時　5.5knots<br>No.5、6 ブイ通過時　4.5knots<br>保針舵角：平均 7.9deg、最大 35.0deg<br>ドリフト角：平均 4.7deg、最大 10.3deg |
| 変針 | 変針後の新針路：N 旗に向首して、Dead Slow に減<br>横偏位量：できるだけ泊地中央に船位<br>変針舵角：15～25°程度、風が強いときは Hard 使用、機関 Half に増<br>回頭角速度： | 新針路：015°<br>横偏位量：ほぼ泊地中央（西航路端離隔 200m、東航路端離隔 200m）<br>変針舵角　：Stb'd25°、両舷機 Slow<br><br>回頭角速度：20deg/min |
| 減速・アプローチ | 主機関：最大 Half Astern まで使用、両舷機関適宜使用<br>停止位置：<br><br>速力低減：南側護岸並航で 3knots 目安 | 主機関：Slow Astern<br><br>停止位置：1/2Loa 手前で残速 1.9knots で実験終了<br>速力低減：南側護岸並航 2.9knots |

表 3.6.3　3 回目実施ケース（風向 SW・風速 8m/sec）

| 操船局面 | 操船計画 | 操船結果 |
|---|---|---|
| 保針 | 目標針路：330±5°<br>横偏位量:航路中央よりも風上側に船位する。ブイまで 1B の離隔距離を確保<br>目標速力:変針後、航路インして S/B Full から Half に減<br>（風が強い時は Half のまま速力維持）<br>副防波堤先端付近で Slow に減<br>No.3、4 ブイ通過時 8knots 程度<br>防波堤通過時 6 knots 程度<br>No.5、6 ブイ通過時 5knots 程度<br>保針舵角：適宜<br>ドリフト角：±5deg 程度 | 針路：325°～328°（330°-5～-2°）<br>航路端離隔：風上側 80m、風下側 150m<br>目標速力：航路インで Half down 10.9knots<br>No.3、4 ブイ通過時　7.9knots<br>副防波堤先端で Slow down　7.8knots<br>防波堤通過時　5.3knots<br>No.5、6 ブイ通過時　5.1knots<br>保針舵角　：平均 9.7deg、最大 35.0deg<br>ドリフト角：平均 6.0deg、最大 9.7deg |
| 変針 | 変針後の新針路：N 旗に向首して、Dead Slow に減<br>横偏位量：できるだけ泊地中央に船位<br>変針舵角：15～25°程度、風が強いときは Hard 使用、機関 Half に増<br>回頭角速度： | 新針路：006°（船首尾スラスタ Slow～Full で 013°に向首）<br>横偏位量：泊地やや西より～中央へ（西航路端離隔 130m、東航路端離隔 200m）<br>変針舵角：Hard Stb'd、右舷機 Stop、左舷機 Full ah'd<br>回頭角速度：22deg/min |
| 減速・アプローチ | 主機関:最大 Half Astern まで使用、両舷機関適宜使用<br>停止位置：<br>速力低減：南側護岸並航で 3knots 目安 | 主機関：Slow Astern<br>停止位置:1Loa 手前で残速 2.0knots で実験終了<br>速力低減：南側護岸並航 3.0knots |

表 3.6.4　4 回目実施ケース（風向 SW・風速 12m/sec）

| 操船局面 | 操船計画 | 操船結果 |
|---|---|---|
| 保針 | 目標針路：330±5°<br>横偏位量:航路中央よりも風上側に船位する。<br>ブイまで 1B の離隔距離を確保<br>目標速力:変針後、航路インして S/B Full から Half に減<br>（風が強い時は Half のまま速力維持）<br>副防波堤先端付近で Slow に減<br>No.3、4 ブイ通過時 8knots 程度<br>防波堤通過時 6 knots 程度<br>No.5、6 ブイ通過時 5knots 程度<br>保針舵角：適宜<br>ドリフト角：±5deg 程度 | 針路：314°～326°（330°-16～-4°）<br>航路端離隔：風上側 50m、風下側 100m<br><br>目標速力：航路インで Half down、10.8knots<br>No.3、4 ブイ通過時　7.5knots<br>副防波堤先端で　7.2knots<br>防波堤通過時　5.7knots<br>No.5、6 ブイ通過時　4.4knots<br>継続して機関 Half ahead<br><br>保針舵角：平均 10.9deg、最大 34.8deg<br>ドリフト角：平均 9.3deg、最大 13.0deg |
| 変針 | 変針後の新針路：N 旗に向首して、Dead Slow に減<br>横偏位量：できるだけ泊地中央に船位<br><br>変針舵角：15～25°程度、風が強いときは Hard 使用、機関 Half に増<br>回頭角速度　　： | 新針路：007°（船首尾スラスタ Half～Full で 011°に向首）<br>横偏位量：泊地中央からやや東寄り（西航路端離隔 130m、東航路端離隔 100m）<br>変針舵角:Hard Stb'd、右舷機 Full ast'n、左舷機 Full ah'd、<br>船首スラスタ右 Full、船尾スラスタ左 Full<br>回頭角速度：37deg/min |
| 減速・アプローチ | 主機関:最大 Half Astern まで使用、両舷機関適宜使用<br>停止位置：<br><br>速力低減：南側護岸並航で 3knots 目安 | 主機関：Slow Astern<br><br>停止位置:2Loa 手前で残速 1.7knots で実験終了<br>速力低減：南側護岸並航 2.8knots |

表 3.6.5　5 回目実施ケース（風向 SW・風速 10m/sec）

| 操船局面 | 操船計画 | 操船結果 |
|---|---|---|
| 保針 | 目標針路：330±5°<br>横偏位量:航路中央よりも風上側に船位する。ブイまで 1B の離隔距離を確保<br>目標速力:変針後、航路インして S/B Full から Half に減<br>（風が強い時は Half のまま速力維持）<br>副防波堤先端付近で Slow に減<br>No.3、4 ブイ通過時 8knots 程度<br>防波堤通過時 6 knots 程度<br>No.5、6 ブイ通過時 5knots 程度<br>保針舵角：適宜<br>ドリフト角：±5deg 程度 | 針路：314°～335°（330°-16～+5°）<br>航路端離隔：風上側 5m、風下側 120m<br>目標速力：航路イン　10.8knots<br>航路イン後 700m で Half down<br>No.3、4 ブイ通過時　7.8knots<br>副防波堤先端で Slow down　6.9knots<br>防波堤通過時　4.8knots<br>No.5、6 ブイ通過時　4.4knots<br>保針舵角：平均 12.2deg、最大 35.0deg<br>ドリフト角：平均 7.3deg、最大 14.0deg |
| 変針 | 変針後の新針路：N 旗に向首して、Dead Slow に減<br>横偏位量：できるだけ泊地中央に船位<br>変針舵角：15～25°程度、風が強いときは Hard 使用、機関 Half に増<br>回頭角速度： | 新針路：356°（船首尾スラスタ Half で 004°に向首）<br>横偏位量:泊地中央（西航路端離隔 200m、東航路端離隔 200m）<br>変針舵角:Hard Stb'd、両舷機 Slow ah'd<br>回頭角速度：20deg/min |
| 減速・アプローチ | 主機関:最大 Half Astern まで使用、両舷機関適宜使用<br>停止位置：<br>速力低減：南側護岸並航で 3knots 目安 | 主機関：Slow Astern<br>停止位置:2Loa 手前で残速 1.8knots で実験終了<br>速力低減：南側護岸並航 3.2knots |

### 3.6.2　主観評価結果の集計と評価者間の一貫性検証

(1)　操船困難度主観評価結果の集計

表 3.6.6 と表 3.6.7 は、外力条件（風速）ごとの各評価者の操船困難度主観評価結果を示したものである。表 3.6.6 は両極尺度による評価、表 3.6.7 は単極尺度による評価結果を示しており、それぞれ、基本統計量を併せて示している。

なお、風速 10cm/sec のケースは 2 回目実施しているが、1 回目は評価手順を確認するために実施したトライアルと位置付け、ここでは 2 回目に実施したケースを採用している。

表 3.6.6　各評価者の操船困難度主観評価結果（両極尺度による評価）

| 操船局面 | 保針 | | | | 変針 | | | | 減速アプローチ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 風速 / 評価者 | 5 m/sec | 8 m/sec | 10 m/sec | 12 m/sec | 5 m/sec | 8 m/sec | 10 m/sec | 12 m/sec | 5 m/sec | 8 m/sec | 10 m/sec | 12 m/sec |
| A | ー | 2 | 2 | 4 | ー | 3 | 2 | 4 | ー | 2 | 2 | 4 |
| B | 3 | 3 | 5 | 4 | 1 | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| C | 4 | ー | ー | ー | 3 | ー | ー | ー | 2.5 | ー | ー | ー |
| D | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| E | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| G | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| H | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| I | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| J | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| K | 3 | 3 | 3.5 | 4.5 | 3 | 3.5 | 2 | 4 | 3 | 2.5 | 3 | 3.5 |
| L | 4 | 2 | 3 | 1 | ー | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| 最小値 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 第 1 四分位点 | 1 | 2 | 2 | 3.5 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1.5 | 2.5 |
| 第 2 四分位点 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1.5 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3.5 |
| 第 3 四分位点 | 3.5 | 3 | 3.75 | 4 | 2 | 3 | 2.5 | 4 | 2.25 | 2 | 3 | 4 |
| 最大値 | 4 | 4 | 5 | 4.5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 平均値 | 2.45 | 2.45 | 2.95 | 3.5 | 1.7 | 2.5 | 2.09 | 3.64 | 1.68 | 1.59 | 2.18 | 3.14 |
| 最頻値 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 標準偏差 | 1.29 | 0.82 | 1.15 | 1.07 | 0.82 | 0.87 | 0.7 | 1.12 | 0.84 | 0.74 | 0.87 | 1.31 |

“ー”は未回答を示す

最小値：最も小さい評価値
第 1 四分位点：小さい順から 25%目の評価値
第 2 四分位点（中央値）：小さい順から 50%目の評価値
第 3 四分位点：小さい順から 75%目の評価値
最大値：最も大きな評価値
平均値：すべての評価値の合計を有効評価者数で除した値
最頻値：最も数の多かった評価値
標準偏差：分散（評価値と平均値との差の 2 乗の和）の平方根

表 3.6.7　各評価者の操船困難度主観評価結果（単極尺度による評価）

| 操船局面 | 保針 | | | | 変針 | | | | 減速・アプローチ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 風速 / 評価者 | 5 m/sec | 8 m/sec | 10 m/sec | 12 m/sec | 5 m/sec | 8 m/sec | 10 m/sec | 12 m/sec | 5 m/sec | 8 m/sec | 10 m/sec | 12 m/sec |
| A | ー | 2 | 2 | 4 | ー | 2 | 2 | 4 | ー | 2 | 2 | 4 |
| B | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| C | 3 | ー | ー | ー | ー | ー | ー | ー | 1.5 | ー | ー | ー |
| D | 1 | 2 | ー | 3 | 1 | 2 | ー | 4 | 1 | 2 | | 5 |
| E | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| G | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| H | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| I | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| J | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| K | 2 | 2 | 2.5 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1.5 | 1 | 1.5 | 3 |
| L | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 最小値 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 第 1 四分位点 | 1 | 1 | 1.25 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 第 2 四分位点 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1.25 | 2 |
| 第 3 四分位点 | 2 | 2 | 2.38 | 3 | 2 | 2 | 1.75 | 4 | 1 | 1.5 | 2 | 3 |
| 最大値 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 1.5 | 2 | 2 | 5 |
| 平均値 | 1.64 | 1.55 | 1.95 | 2.64 | 1.36 | 1.55 | 1.30 | 3.27 | 1.09 | 1.27 | 1.45 | 2.36 |
| 最頻値 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 標準偏差 | 0.81 | 0.52 | 0.76 | 0.92 | 0.50 | 0.52 | 0.48 | 1.27 | 0.20 | 0.47 | 0.50 | 1.36 |

最小値：最も小さい評価値　　“ー”は未回答を示す
第 1 四分位点：小さい順から 25%目の評価値
第 2 四分位点（中央値）：小さい順から 50%目の評価値
第 3 四分位点：小さい順から 75%目の評価値
最大値：最も大きな評価値
平均値：すべての評価値の合計を有効評価者数で除した値
最頻値：最も数の多かった評価値
標準偏差：分散（評価値と平均値との差の 2 乗の和）の平方根

(2)　クロンバックのα係数による評価者間の一貫性検証

表 3.6.6 と表 3.6.7 に示すとおり、主観評価結果は評価者間でばらつきが存在する。異なる複数の評価者が評価した結果に一貫性があるかどうかを検証する手法に“クロンバックのα係数”というものがある。

クロンバックのα係数とは、性格検査の質問項目のように、ある特性に対して複数の質問項目を設け、回答の合計値（尺度得点）を特性尺度として用いるときに、各質問項目（変数）が全体として同じ概念や対象を測定したかどうか（内的整合性）を評価する信頼係数である。0 から 1 までの値をとり、1 に近いほど信頼性が高い。

m は質問の項目数、$\sigma_i$ は各質問項目の分散、$\sigma_x$ は各質問項目を合計した尺度得点の

分散としたとき、下式からα係数を求められる。

$$\alpha = \frac{m}{m-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{m} {\sigma_i}^2}{{\sigma_x}^2}\right)$$

（出典：統計用語集　https://bellcurve.jp/statistics/glossary/1274.html）

クロンバック係数αを用いることにより、

○　特性の類似した別の被験者が同じような回答をするか（一貫性）

○　同一の被験者に繰り返しテストを行った場合、回答内容が同一になるか（安定性）

を判定することができる。

今回の実験による主観評価結果について評価者間の一貫性を検証する場合、クロンバックのα係数は以下とおり表される。

α＝｛評価者数／（評価者数－1）｝

×｛1－（各評価者回答値の分散の合計／各設問評価値合計の分散）｝

なお、クロンバック係数αは、一般に 0.7 以上で許容され、0.8 以上で良好とされる。

| クロンバックα係数 | 内的整合性 |
|---|---|
| 0.9 ≦ α | Excellent |
| 0.8 ≦ α < 0.9 | Good |
| 0.7 ≦ α < 0.8 | Acceptable |
| 0.6 ≦ α < 0.7 | Questionable |
| 0.5 ≦ α < 0.6 | Poor |
| α < 0.5 | Unacceptable |

前記表 3.6.6 と表 3.6.7 より、両極尺度と単極尺度による評価結果それぞれについて一貫性を検証すると以下のとおりいずれの評価尺度も 0.8 以上となり、今回実施した評価者 12 名による主観評価結果には一貫性があると判断できる。

■両極尺度　α＝（9／9－1）×（1－10.2／52.66）＝0.87　（≧0.8、Good）

■単極尺度　α＝（9／9－1）×（1－6.62／29.43）＝0.91　（≧0.9、Excellent）

なお、評価者は 12 名であるが一部未回答の欄があった。ここでは、一貫性検証の確度を高めるため、すべての設問に回答した 9 名の評価結果によって検証した。

クロンバックα係数は、評価者間の一貫性を確認するためのひとつの手法として活用することも考えられる。

### 3.6.3　外力条件と操船困難度評価の関係

(1)　外力条件と操船困難尺度別評価者数

図 3.6.6～図 3.6.8 は、表 3.6.6 と表 3.6.7 のデータを活用し、外力条件（風速）ごとに操船困難度の評価尺度別評価数を示したものである。

外力条件（風速）が厳しくなるにしたがって、両極評価の「5 困難」や「4 やや困難」、単極評価の「5 非常に困難」や「4 かなり困難」といった厳しい側の評価数が多くなる傾向をうかがうことができる。

なお、グラフ内の数値は評価者の数を示している。小数点が存在するのは、設定した整数尺度の間の数を回答した評価者が存在したためであり、また、風速条件で評価者数の合計が一致しないのは未回答が含まれるためである。

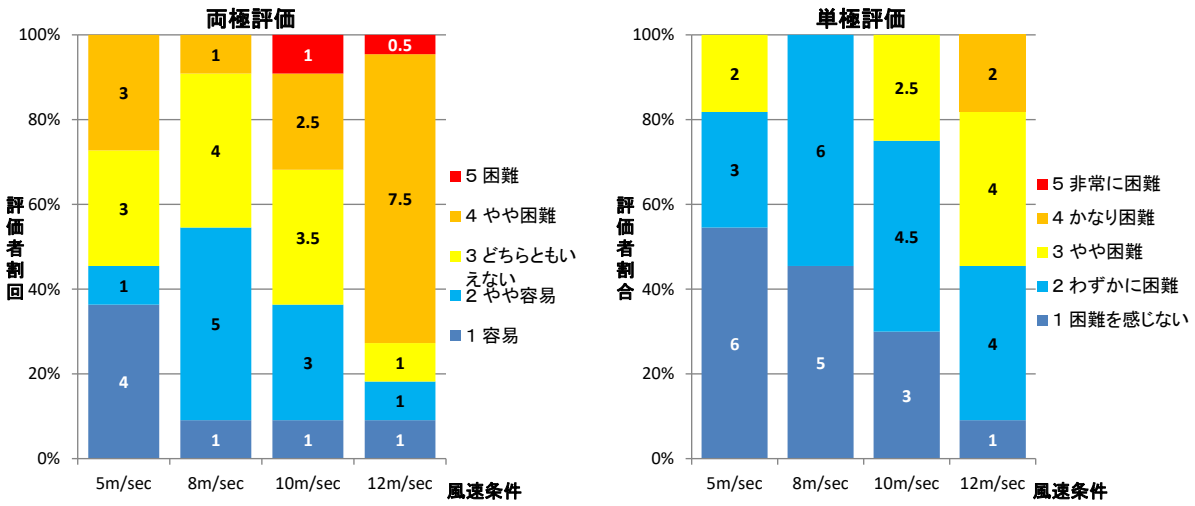



図 3.6.6　外力条件と操船困難尺度別評価者数（保針操船局面）

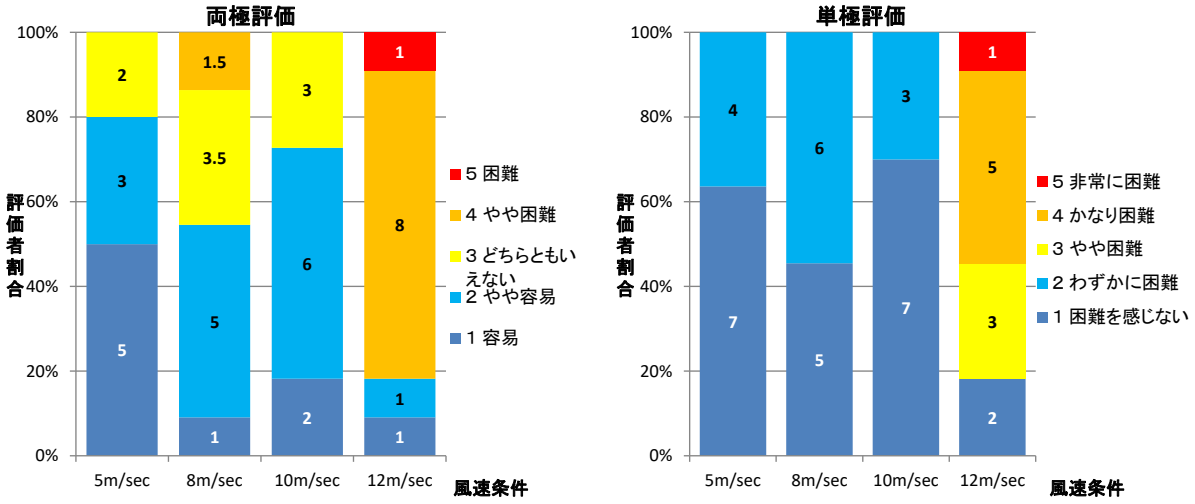



図 3.6.7　外力条件と操船困難尺度別評価者数（変針操船局面）

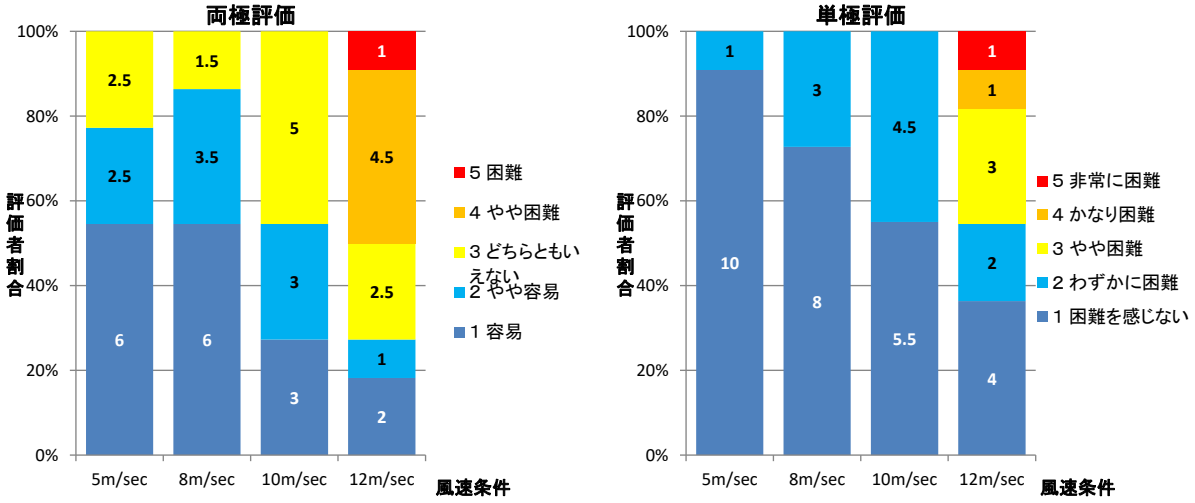



図 3.6.8　外力条件と操船困難尺度別評価者数（減速・アプローチ操船局面）

(2)　外力条件と操船困難度主観評価平均値の関係

図 3.6.9 は、外力条件（風速）を条件軸（横軸）、各操船局面での操船困難度主観評価の平均値を評価軸（縦軸）にとってグラフ化したものである。左側の図は両極尺度評価の場合、右側の図は単極尺度評価の場合を示している。

両極尺度評価の場合、操船困難度評価の平均値は、風速 10m/sec までは「どちらともいえない」以下となり、風速 12m/sec では「どちらともいえない」以上の値となった。

単極尺度評価の場合、操船困難度評価の平均値は、風速 10m/sec までは「わずかに困難」以下となり、風速 12m/sec では「わずかに困難」～「やや困難」を少し上回る値となった。

いずれの評価尺度であっても、風速条件が厳しくなるにしたがって操船困難度に対する主観評価値も上昇していく傾向がわかり、風速 10m/sec を境に評価値が大きく変化している様子がうかがえる。評価値の平均を比較すると、困難側の評価尺度の多い単極尺度評価の方が差は際立って見える。

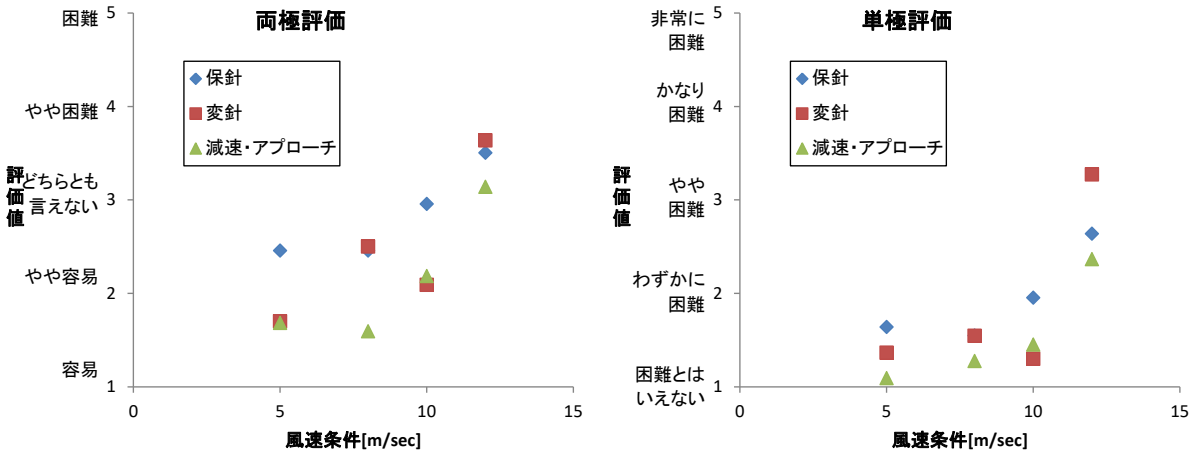



図 3.6.9　外力条件と操船局面別操船困難度主観評価の平均値

(3)　操船困難度主観評価値の分布

図 3.6.10 と図 3.6.11 は、両極尺度評価と単極尺度評価のそれぞれで操船困難度主観評価の分布を示したものである。また、図 3.6.12 と図 3.6.13 は、両極尺度評価と単極尺度評価のそれぞれで「箱ひげ図」によって評価値のばらつきを示したものである。

外力条件が厳しくなるにつれて分布のピークは困難側に移行しているのがわかる。特に風速 12m/sec のケースでは、評価値の分布は他のケースと大きく異なっている。

図 3.6.12 と図 3.6.13 に示す両極評価と単極評価の箱ひげ図によると、全体的に単極評価の方が評価値のばらつきが小さいことがわかる。

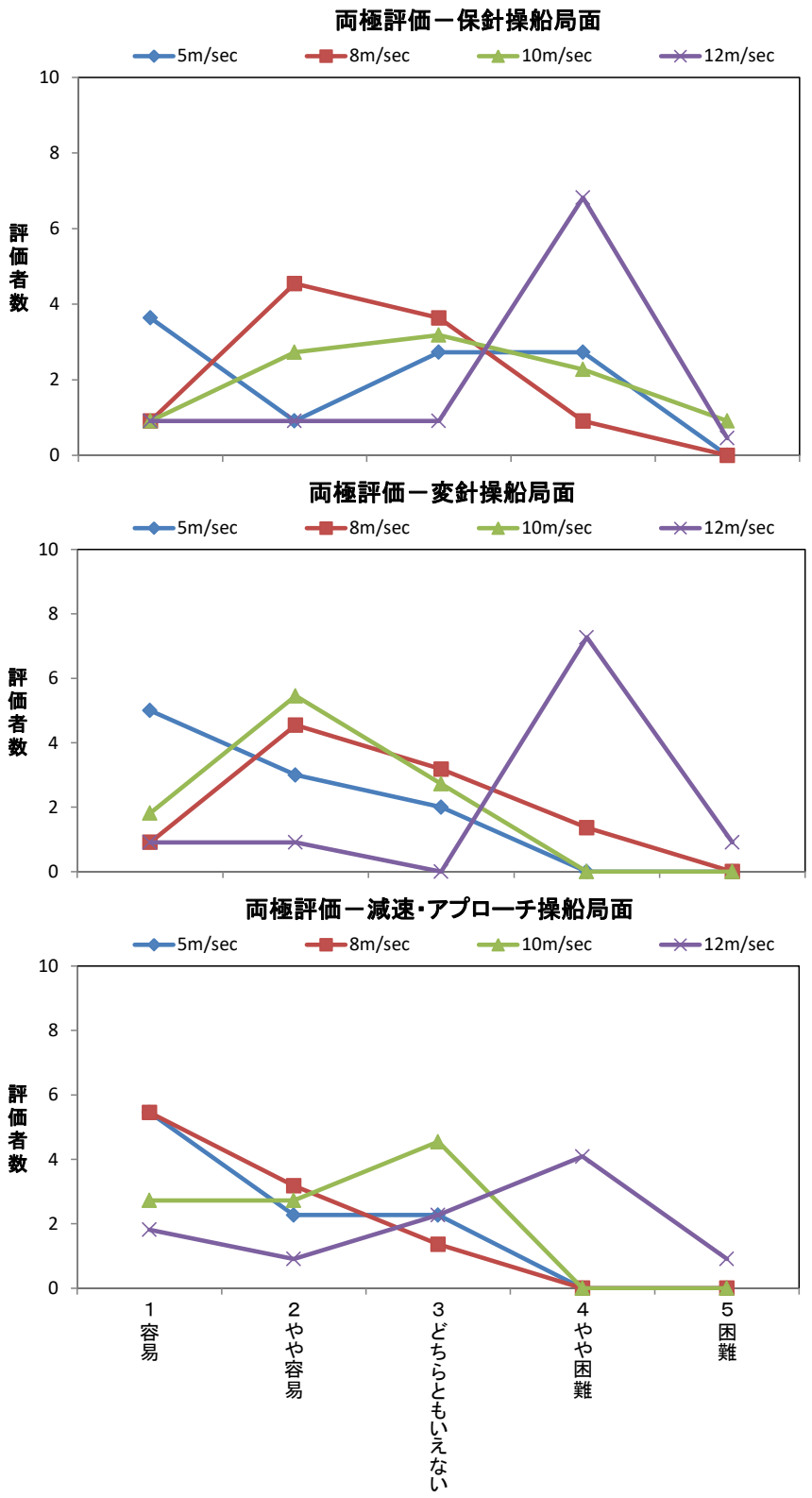



図 3.6.10　両極尺度による操船困難度主観評価値の分布

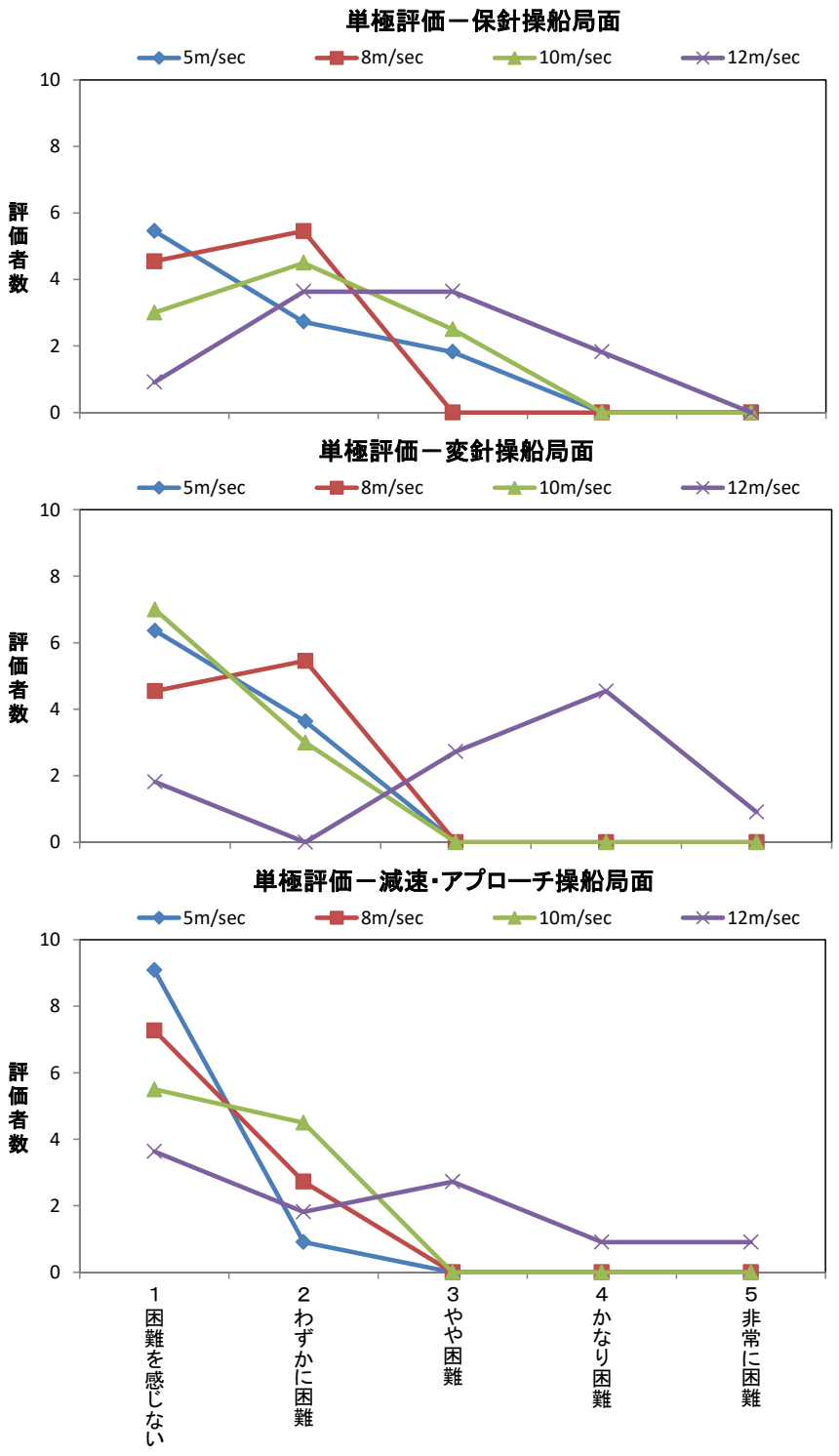



図 3.6.11　単極尺度による操船困難度主観評価値の分布

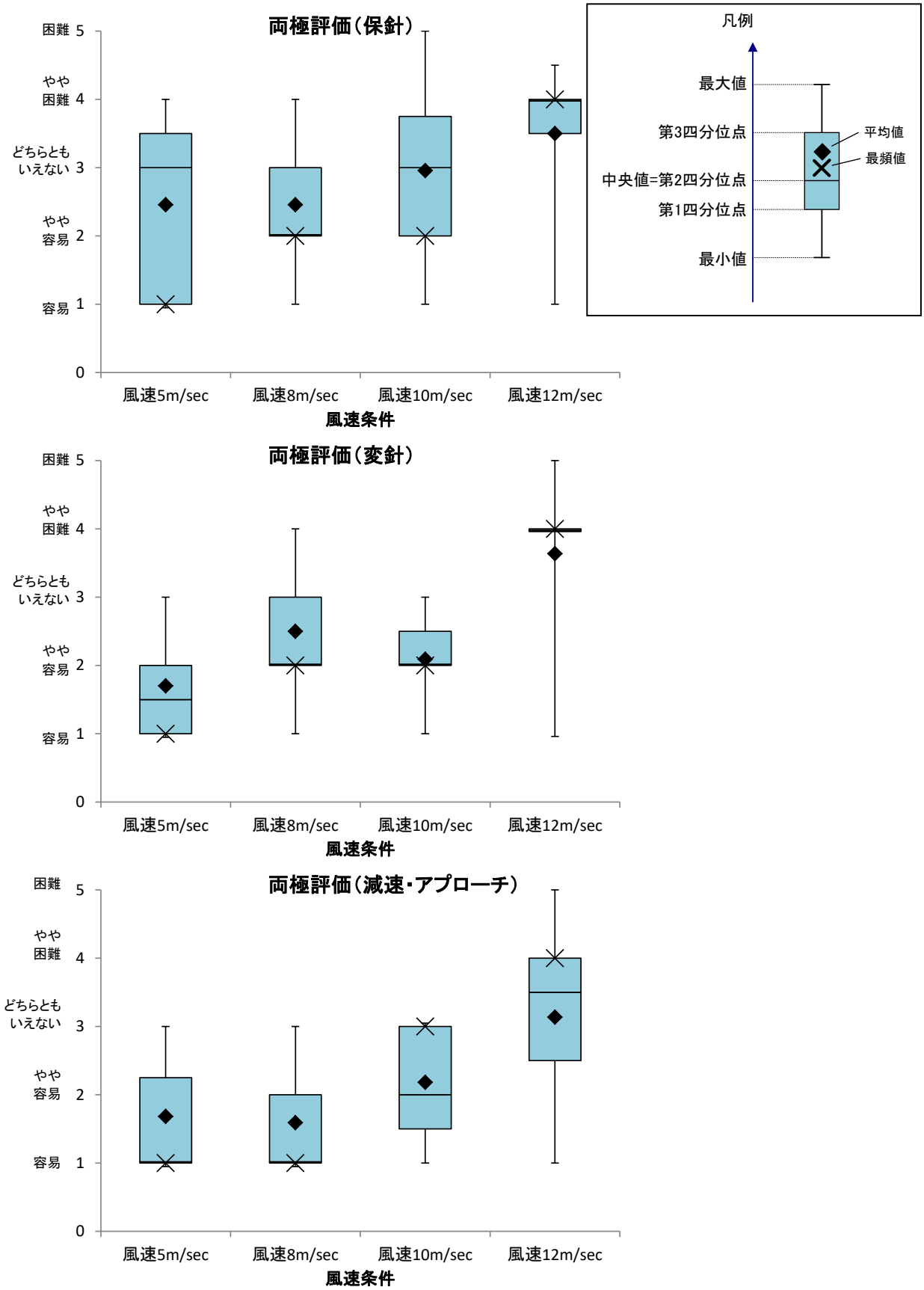



図 3.6.12　箱ひげ図による操船困難度主観評価結果（両極尺度）

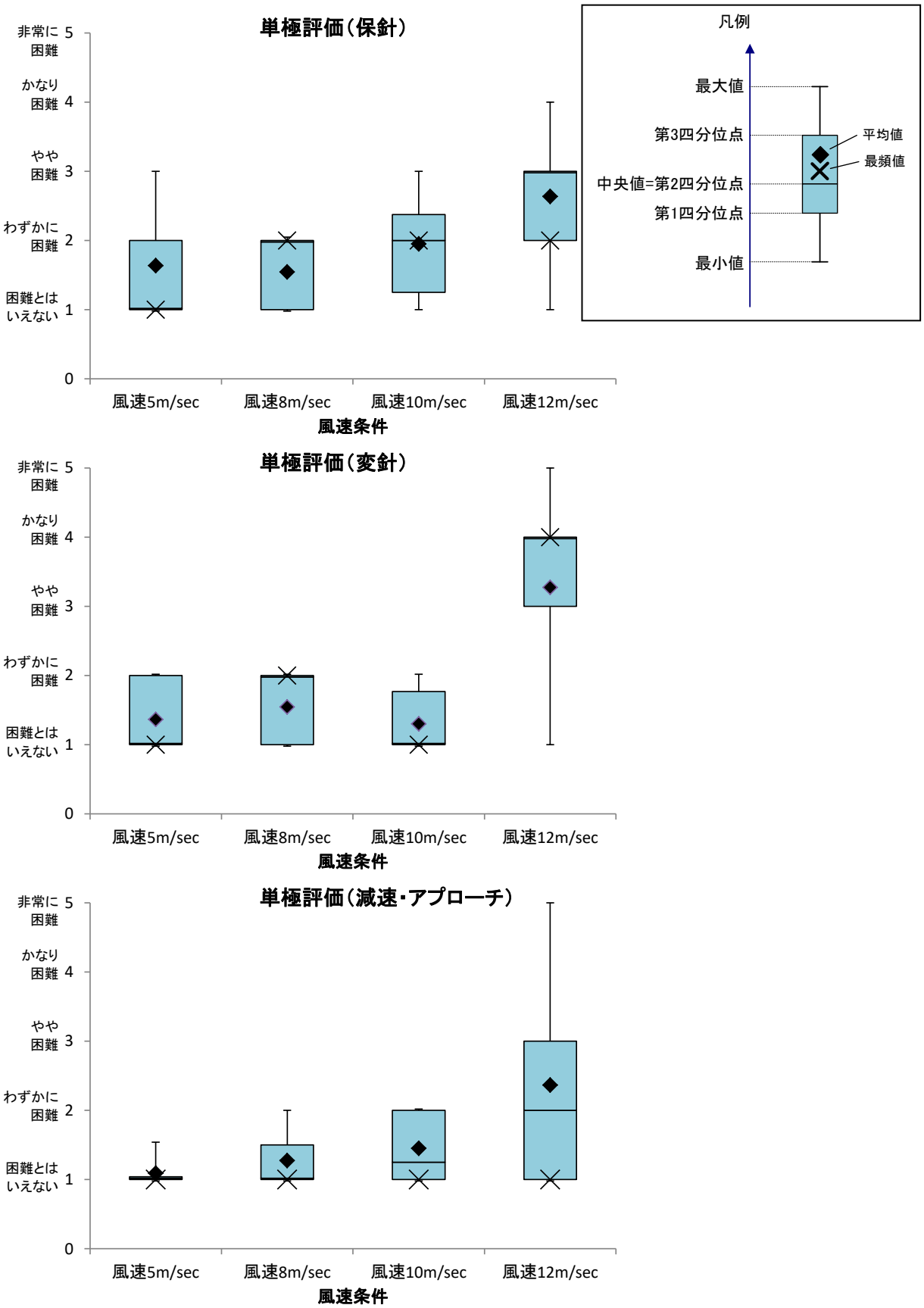



図 3.6.13　箱ひげ図による操船困難度主観評価結果（単極尺度）

(4)　操船困難度主観評価値のばらつきと評価者間変動

図 3.6.14 は、4 ケース×3 操船局面の 12 回分の主観評価値の平均値と標準偏差を求めて両極評価と単極評価のそれぞれで相関図を示したものである。操船困難度に関する主観評価の平均値が小さい安全側に評価されたケースでは操船者間の評価のばらつきは小さく比較的まとまっているが、主観評価の平均値が大きく危険側に評価されるケースでは評価者間の評価のばらつきも大きくなる傾向にあることがわかる。

また、図 3.6.15 は、操船困難度の主観評価の平均値と標準偏差を評価者ごとにまとめたものである。評価対象の違いによる要因を排除するため、ここではすべてのケース、操船局面について評価を実施した評価者のみ示している。

平均値が小さい評価者は平均的に甘めの評価をしており、標準偏差が小さい評価者はケース間の評価の差も小さいことになる。逆に平均値が大きい評価者は平均的に辛めの評価をし、標準偏差が大きい評価者はケース間や操船局面間に大きな差をつけて評価していることになる。

評価者間の差がないことが望ましいため、専門家以外の評価者を用いる場合は、評価者評価の信頼性を検討することが必要になる。

単極尺度評価の方が両極尺度評価と比べて評価者の回答値の変動が少なく比較的まとまっていることがわかる。

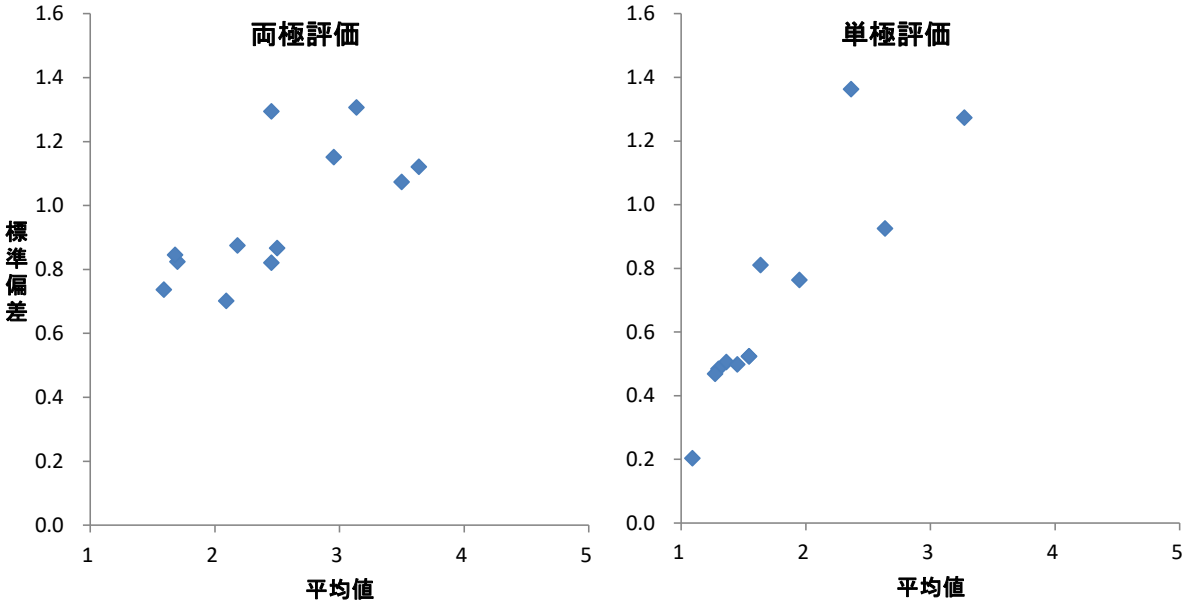
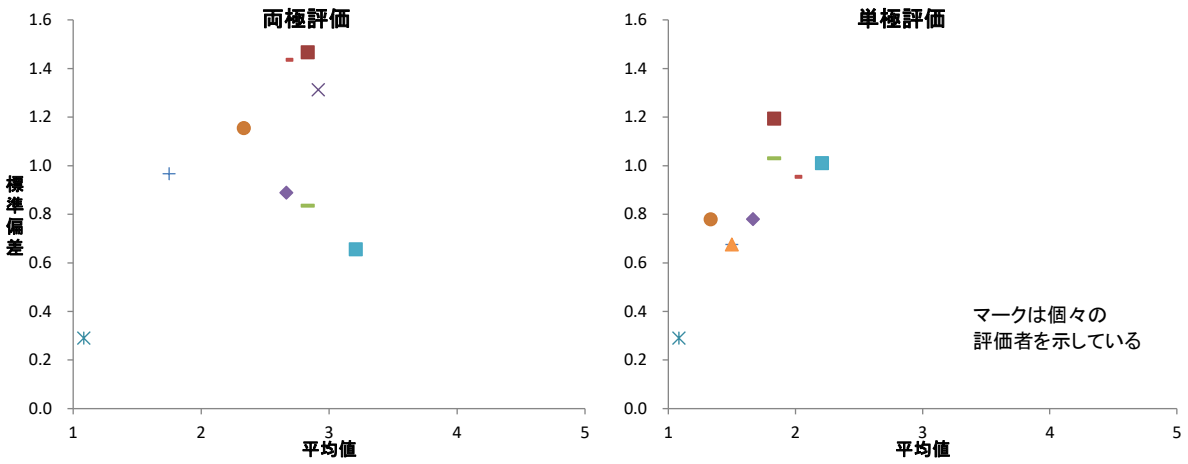



図 3.6.14　操船困難度主観評価値の平均と標準偏差




※　すべてのケース・操船局面について操船困難度を主観評価した評価者のみを対象としている。

図 3.6.15　全ケースを対象とした評価値の平均と標準偏差

### 3.6.4　単極尺度評価と両極尺度評価の相関

図 3.6.16 は、単極尺度評価と両極尺度評価の相関図を示している。

単極尺度の「困難を感じない」は両極尺度の「容易」～「どちらともいえない」に分布し、単極尺度の「わずかに困難」は両極尺度の「やや容易」～「やや困難」の間に分布している。単極尺度の「やや困難」は両極尺度の「どちらともいえない」～「困難」、単極尺度の「かなり困難」は両極尺度の「やや困難」～「困難」、単極尺度の「非常に困難」は両極尺度の「困難」に相当する。

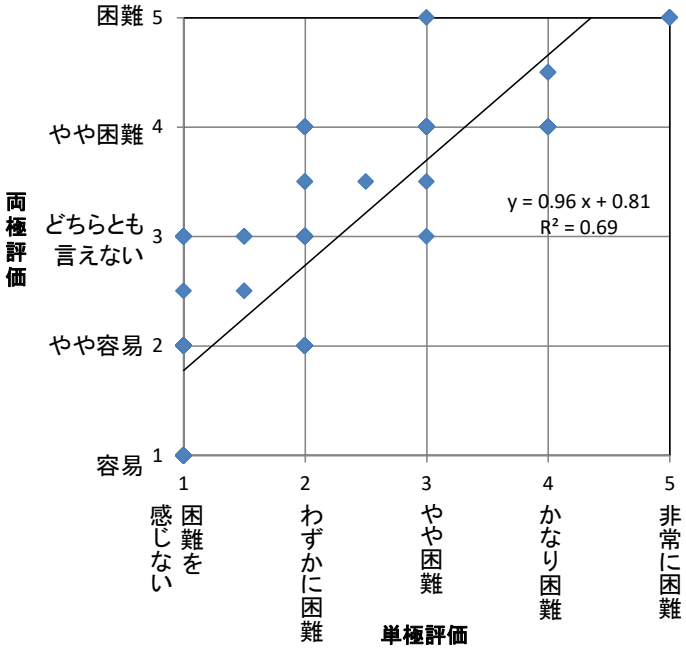



図 3.6.16　単極尺度評価と両極尺度評価の相関図

### 3.6.5　外力条件・操船困難度と許容可否評価結果の関係

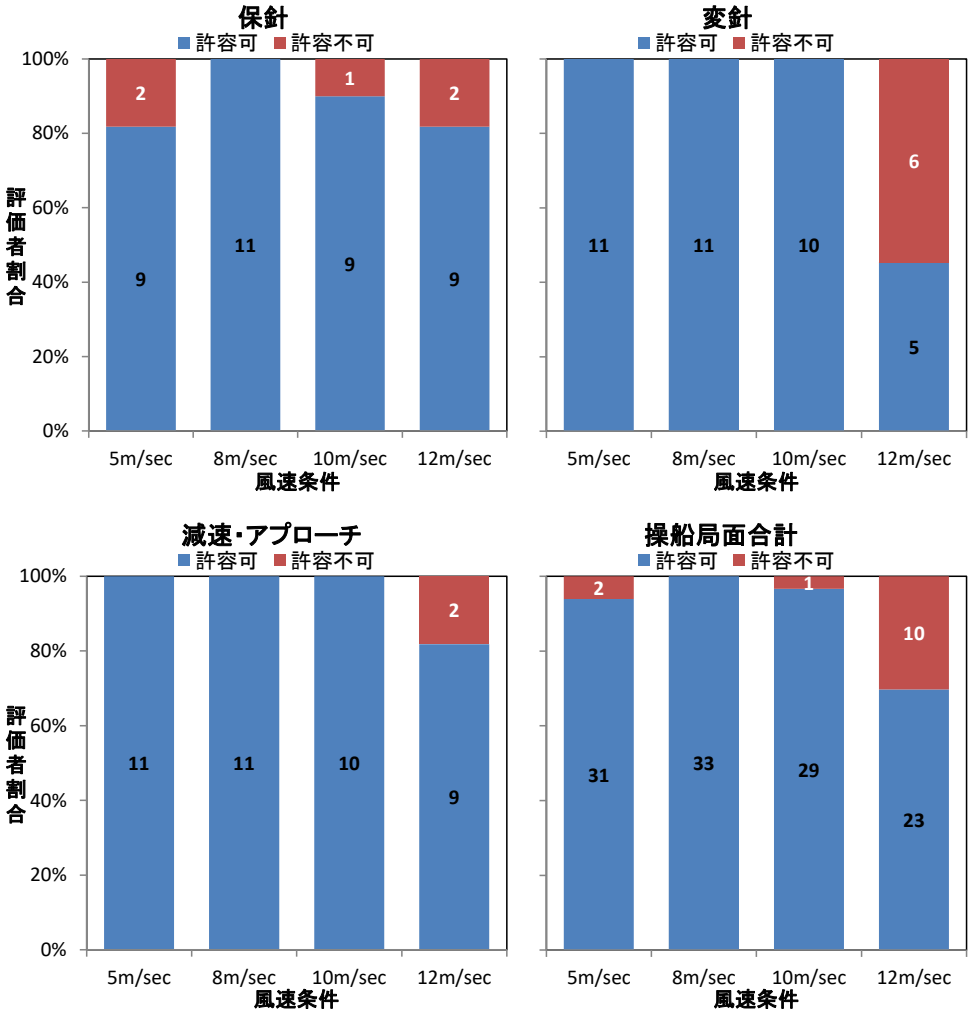
(1)　外力条件と許容可否

図 3.6.17 は、外力（風速条件）とその時の操船結果に対する許容可否について、操船局面ごとに示したものである。

保針操船は、外力の影響よりも航路 IN の変針タイミングなどが影響したため、操船結果にも評価結果にも大きな違いとなって現れなかったが、変針操船では左右の機関を最大に使用したり船首尾のスラスタを最大限に活用して変針したりしたため、外力条件の厳しいケースでは、許容不可とする評価者が多くなった。

全体的には風速 12m/sec 以上の条件から、許容不可とする評価者の割合が多くなっている。

なお、グラフ内の数値は評価者の数を示しており、風速条件で評価者数の合計が一致しないのは未回答が含まれるためである。




※　図中の数値は回答者数を示す

図 3.6.17　外力条件と操船局面ごとの許容可否割合

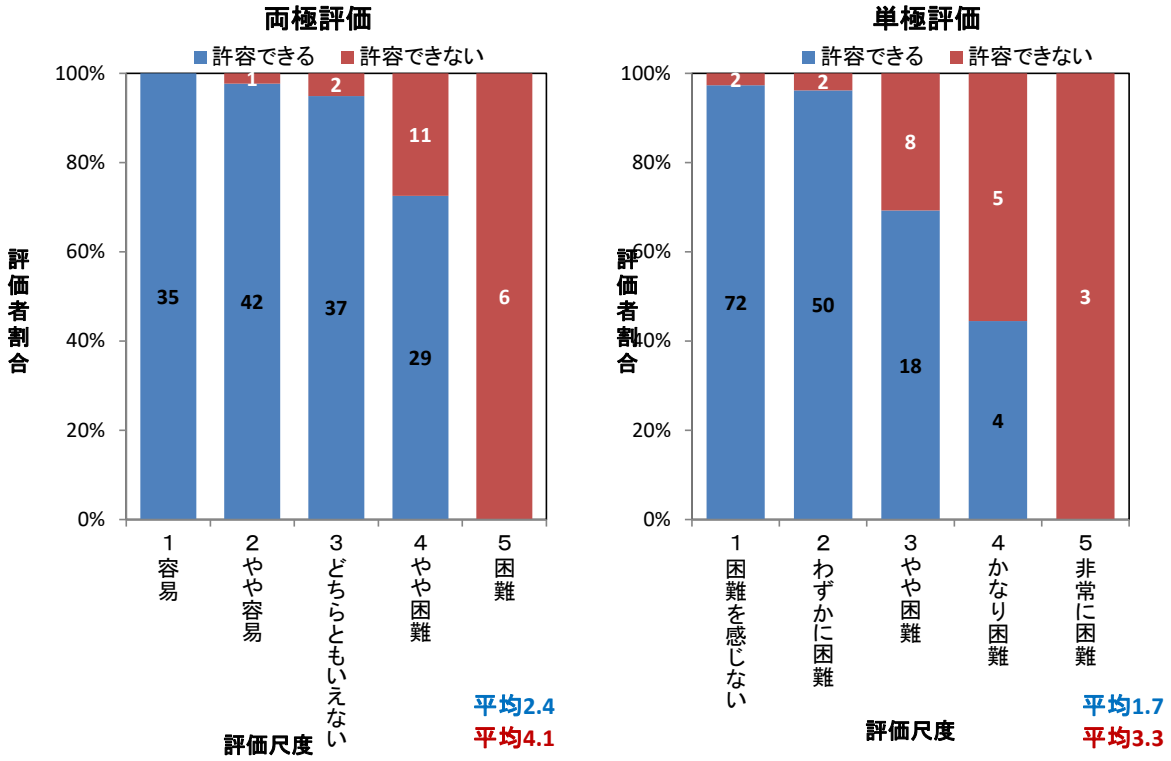
(2)　操船困難度と許容可否

図 3.6.18 は、評価者が評価した困難度の各評価値と許容可否割合を示したものである。

両極尺度で評価した場合（左図参照）、「困難」の評価はすべての評価者が許容できないとし、「やや困難」は約 3 割の評価者が許容できないとしている。許容できないと評価されたときの操船困難度の平均値は 4.1（＝（2×1＋3×2＋4×11＋5×6）／（1＋2＋11＋6）となり、「やや困難」付近となっている。

一方、単極尺度で評価した場合（右図参照）は、「非常に困難」の評価はすべての評価者、「かなり困難」ではおよそ半数、「やや困難」は約 3 割の評価者が許容できないとしており、困難側の尺度が増えたことによって許容可否の幅が広くなっている。許容できないと評価されたときの操船困難度の平均値は 3.3（＝（1×2＋2×2＋3×8＋4×5＋5×3）／（2＋2＋8＋5＋3）となり、「やや困難」と「かなり困難」の間となっている。

なお、操船困難度は「困難を感じない」としながらも「許容できない」と評価された例がある。これは、減速・アプローチ時において、操船自体に困難度は感じられないものの、それ以降の着岸までを考えたときに風による圧流に不安があるため「許容できない」と実務者のひとりが評価したものである。操船の難易度は、個々の操船局面の状況で判断されるが、評価者によっては、許容の可否はその背後に潜在するリスクを踏まえた判定を行っている。




※　図中の数値は回答者数を示す。

図 3.6.18　操船困難度と許容可否割合

### 3.6.6　制御量・運動状態量と主観評価値の相関

表 3.6.8 は、各操船局面の操船影響評価項目の値を示したものである。

評価者のコメントより、保針操船局面については、ドリフト角と当て舵角に着目し、変針操船局面及び減速・アプローチ操船局面については、機関及び船首尾スラスタの使用率を特に着目すべき操船影響評価項目とした。一定以上の前進速力がある中での変針操船局面では、通常、スラスタは使用せず舵によって変針するが、今回実施した実験ではいずれのケースもほぼ舵一杯を使用しており、外力条件の厳しいケースでは回頭力を得るために機関やスラスタを使用していたことから、機関とスラスタの使用率も評価項目とした。

図 3.6.19 は、風速を条件軸（横軸）とし、各操船影響評価項目の値を評価軸（縦軸）としてグラフ化したものである。風速条件が厳しくなるほど保針時のドリフト角や当て舵角量、変針時、減速・アプローチ時のスラスタや機関使用率などの各操船影響評価項目の値も大きくなる。

また、図 3.6.20 は、操船影響評価項目（制御量・運動状態量）を横軸とし、各ケース、各操船局面での評価者の主観評価の平均値（操船困難度）を縦軸としてグラフ化したものである。保針時のドリフト角や当て舵角、変針時や減速・アプローチ時のスラスタ・機関使用率等の操船･操作量が大きくなると､評価者が感じる操船困難度も高くなることから、制御量・運動状態量と主観評価値には相関関係が認められることがわかる。

なお、機関使用率とスラスタ使用率は、次の式で算定した。

$$\text{使用率} = \frac{\text{使用推力} \times \text{使用時間}}{\text{Full の推力} \times \text{評価対象時間}} \times 100\,[\%]$$

使用推力は以下のとおりとする。

Dead Slow＝0.25、Slow＝0.5、Half＝0.75、Full＝1.0

表 3.6.8　各外力条件における制御量・運動状態量

| 操船局面 | 実施順序 | 1 回目 | 2 回目 | 3 回目 | 4 回目 | 5 回目 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 風 | SW 10m/sec | SW 5m/sec | SW 8m/sec | SW 12m/sec | SW 10m/sec |
| 保針 | 平均舵角[deg] | 14.1 | 7.9 | 9.7 | 10.9 | 12.2 |
| | 平均ドリフト角[deg] | 8.2 | 4.7 | 6.0 | 9.3 | 7.3 |
| | 平均回頭角速度[deg/min] | 4.9 | 3.8 | 3.0 | 3.1 | 5.2 |
| | 平均船首横流れ[cm/sec] | 50.4 | 27.5 | 42.2 | 64.4 | 49.8 |
| | 平均船尾横流れ[cm/sec] | 56.7 | 41.4 | 45.8 | 70.2 | 56.3 |
| | 最大舵角[deg] | 34.9 | 35.0 | 35.0 | 34.8 | 35.0 |
| | 最大ドリフト角[deg] | 14.4 | 10.3 | 9.7 | 13.0 | 14.0 |
| | 最大回頭角速度[deg/min] | 26.2 | 28.1 | 25.6 | 25.1 | 22.3 |
| | 最大船首横流れ[cm/sec] | 100.0 | 92.0 | 96.0 | 93.0 | 90.0 |
| | 最大船尾横流れ[cm/sec] | 133.0 | 140.0 | 179.0 | 187.0 | 166.0 |
| 変針 | 平均舵角[deg] | 24.6 | 16.1 | 28.4 | 29.7 | 25.9 |
| | 平均ドリフト角[deg] | 5.9 | 7.5 | 7.0 | 6.9 | 4.7 |
| | 平均回頭角速度[deg/min] | 7.6 | 10.7 | 13.3 | 13.3 | 10.6 |
| | 平均船首横流れ[cm/sec] | 50.5 | 28.2 | 45.1 | 63.8 | 56.5 |
| | 平均船尾横流れ[cm/sec] | 20.1 | 64.8 | 64.6 | 52.6 | 29.7 |
| | 最大舵角[deg] | 35.0 | 34.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 |
| | 最大ドリフト角[deg] | 14.2 | 13.5 | 12.0 | 9.5 | 11.8 |
| | 最大回頭角速度[deg/min] | 16.5 | 20.3 | 22.3 | 35.0 | 17.6 |
| | 最大船首横流れ[cm/sec] | 75.0 | 48.0 | 68.0 | 114.0 | 72.0 |
| | 最大船尾横流れ[cm/sec] | 50.0 | 125.0 | 118.0 | 146.0 | 64.0 |
| | 右舷主機関使用率[%] | 21.3 | 45.5 | 12.0 | 52.3 | 50.0 |
| | 左舷主機関使用率[%] | 68.9 | 45.5 | 71.5 | 76.9 | 50.0 |
| | バウスラスタ使用率[%] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 27.4 | 0.0 |
| | スタンスラスタ使用率[%] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.8 | 0.0 |
| 減速・アプローチ | 平均舵角[deg] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 右舷主機関使用率[%] | 25.4 | 13.1 | 13.9 | 34.5 | 32.6 |
| | 左舷主機関使用率[%] | 24.0 | 13.1 | 13.9 | 40.5 | 32.6 |
| | バウスラスタ使用率[%] | 28.1 | 13.8 | 15.7 | 18.5 | 26.5 |
| | スタンスラスタ使用率[%] | 35.9 | 6.6 | 18.8 | 56.7 | 31.2 |

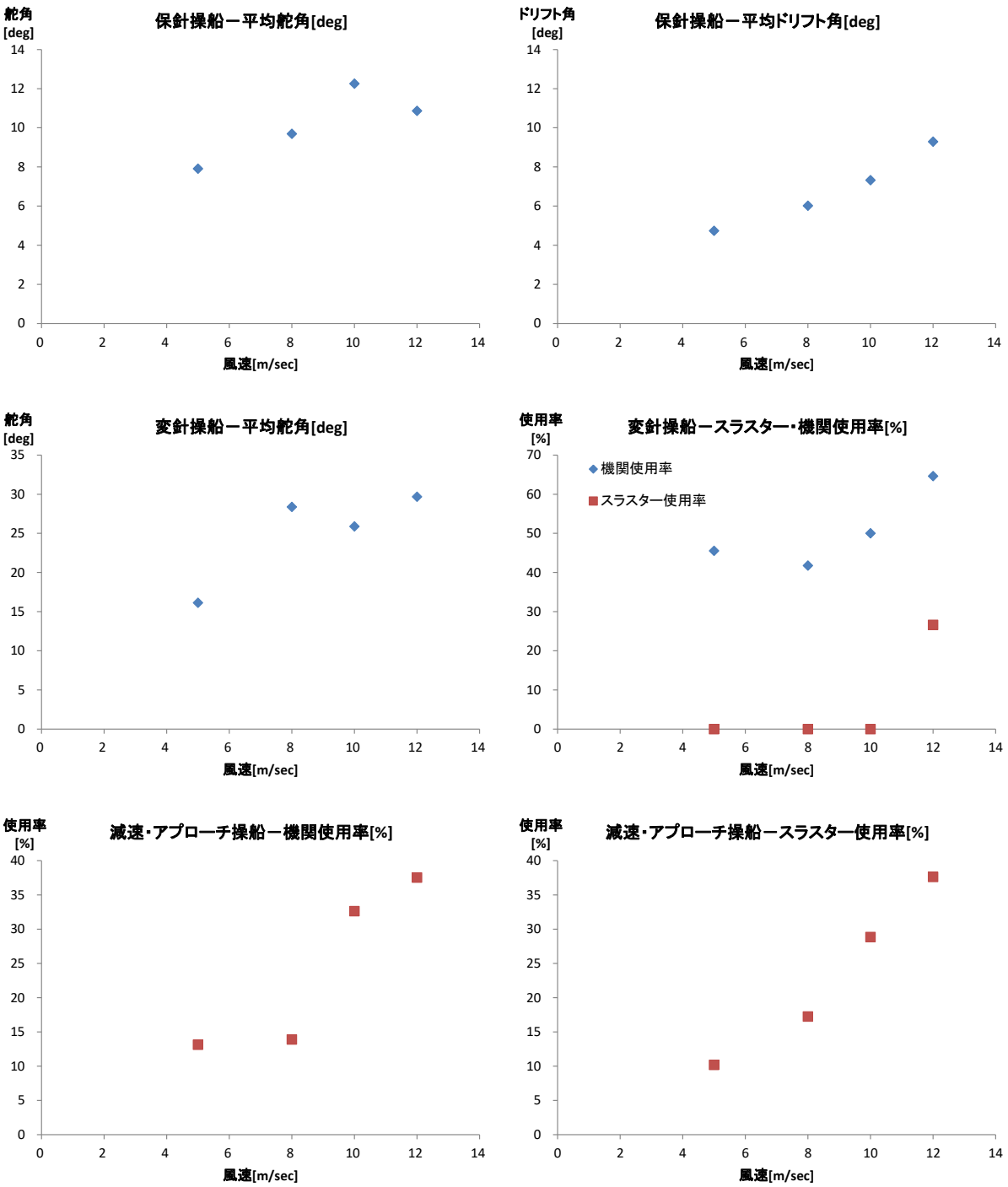



図 3.6.19　外力条件と操船影響評価項目出力値

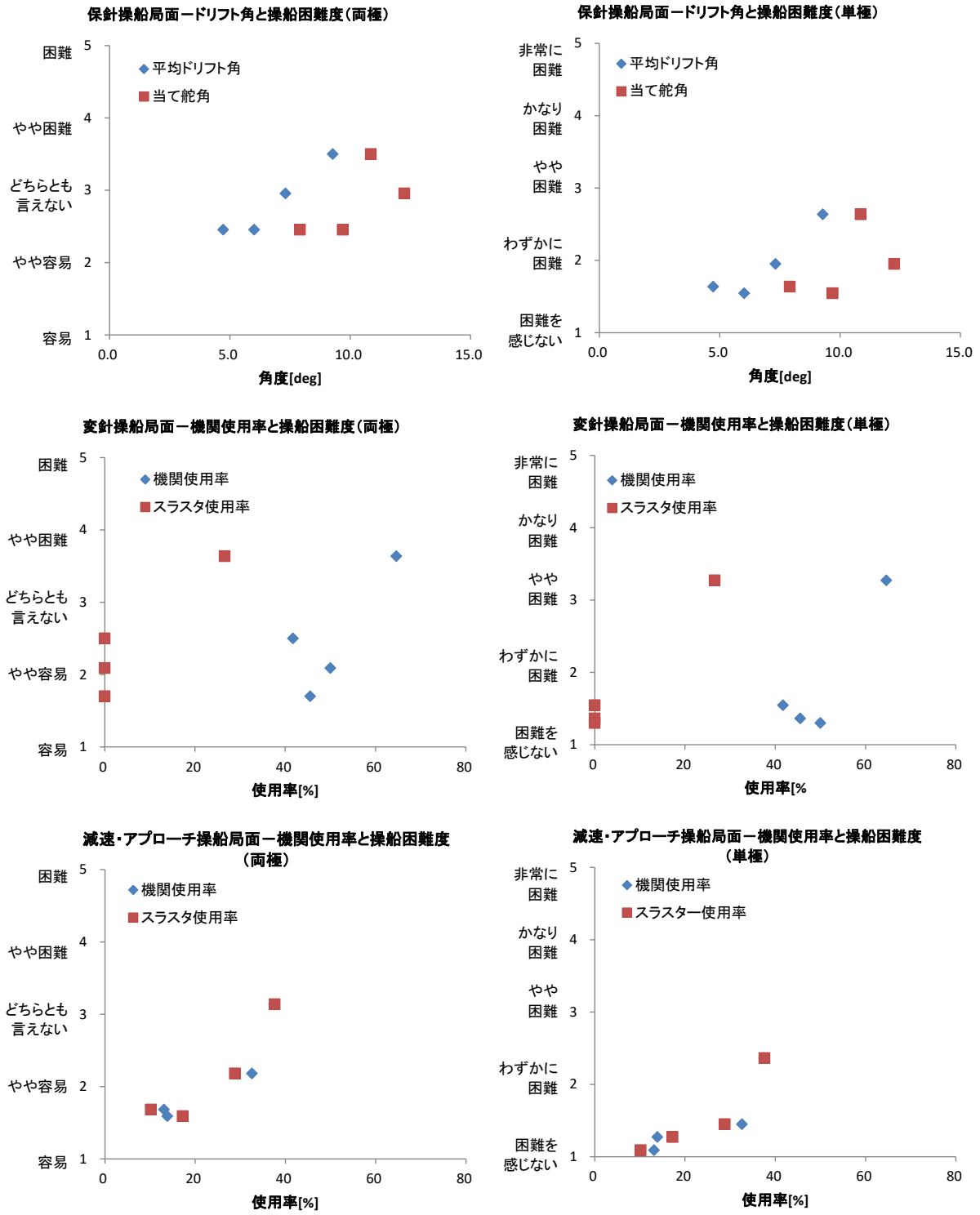



図 3.6.20　操船影響評価項目出力値（制御量・運動状態量）と主観評価値（操船困難度）の相関

## 3.7 結果の概要と考察

「主観評価」の手法及び評価基準の検討を行うため、試行的操船シミュレータ実験を行った。以下に結果の概要と考察を示す。

### 3.7.1 試行的操船シミュレータ実験の準備

(1) 実験目的の想定と実験シナリオ

実験は、「バース運用基準」を策定することを想定したシナリオとした。そのため、操船結果に影響しやすい風条件（風速 5、8、10、12m/sec）を対象とし、船舶は、風の影響を受けやすい大型クルーズ客船を対象とした。また、港形は、保針、変針、減速・アプローチの各操船局面が含まれるシンプルなモデル港湾を検討対象とした。

(2) 評価者

今回の試行的操船シミュレータ実験は、航行安全検討の専門家である学識者 4 名と操船実務者 8 名の計 12 名で構成する評価者でおこなった。いずれの評価者も普段から海難防止対策検討で操船シミュレータ実験に参加しており、従来と同等の評価者数である。

操船者は、大型クルーズ客船の船長経験者とし、普段は実験操船者も評価者となるが、今回の試行的操船シミュレータ実験は主観評価方法を検証する目的で行うことから、実験操船者は評価者には加えない。

(3) 操船計画把握の手順導入

実験操船者は、これまでの検討結果にしたがって事前に操船計画を立案するものとした。

評価者が実験操船者の操船計画を事前によく理解し個別のケースの主観評価を行いやすくするため、評価票とともに「操船計画の概要図」も各評価者に配布して実験した。

(4) 操船困難度に関する主観評価尺度の設定

操船困難度に関する主観評価は、保針、変針、減速・アプローチの 3 つの操船局面を対象として、操船が「容易」～「どちらともいえない」～「困難」までの 5 段階で評価する「両極尺度」、操船困難度を「困難を感じない」～「やや困難」～「非常に困難」までの 5 段階で評価する「単極尺度」の質問票を用意した。

また、各操船局面で“許容できるかできないか（許容の可否）”を問う質問票を用意して評価者に各ケースの実験終了直後に記入した。

### 3.7.2　操船困難度に関する主観評価の実施

(1)　操船結果と操船困難度等に関する主観評価値

操船シミュレータ実験結果は、各ケース・各操船局面で操船結果と評価結果を示し、操船計画と実際の操船結果の対比を出力した。

評価者 12 名による操船困難度についての主観評価結果は、評価者を「学識者」グループと「実務者」グループに分けて評価の回答数を積み上げ棒グラフで示した。また、操船困難となる要因を分析するため、質問票には操船が困難と評価した場合にその理由をコメントするよう求めた。

主観評価は、操船の困難度について、両極尺度（「容易」と「困難」を両端におき「どちらでもない」を中央とする評価尺度）5 段階と単極尺度（困難の程度を「困難を感じない」から「非常に困難」までの程度で評価する尺度）5 段階のそれぞれで設定し、かつ、その操船困難度が「許容できる」か「許容できない」のいずれかを選択する設問を設定した。

評価者からは評価尺度について、主に次のような意見が出された。

① 対象船舶の大きさや操縦性能からみて外力条件や水域条件が厳しく設定されている操船シナリオにおいて、「容易」という評価は選択しにくく、評価用語として適切ではないのではないか。

② 評価者のコメントは「困難」「やや困難」と評価したときだけその理由を問うのではなく、対策を講じるうえで「容易」と評価した場合でもコメントはあった方がよい。（「困難」でなくとも操船方法や留意点についてコメントしたい場合もある。）

③ 評価者は、操船当時者の操船意図を確認したうえで評価する必要がある。

④ 「やや」「わずかに」などの、評価用語の差がわかりにくい。（評価尺度間が等間隔に思えない）

⑤ 単極尺度の方が困難度の程度を評価するのに有効。

⑥ 許容できる、許容できないの 2 択ではなく、「条件付きで許容できる」を加えた方がよい。（許容の範囲内であっても少し問題がある場合もある。）

操船シミュレータ実験は、模擬操船結果の状況から「大型化された船型が現状の施設や航行環境下でも問題なくこれまどおり入出港可能かどうか」、あるいは「新たな港湾計画における航路・泊地の配置条件が対象船舶の運動性能に対して妥当であるかどうか」や「安全に入出港できるバース運用基準（風速基準）はどのように設定すべきか」などを実験目的として検討が行われる。

したがって、評価者に対する質問項目は、単に操船局面ごとに「操船困難度」を直接問うだけでなく、例えば、保針操船局面では当て舵量やドリフト角など評価対象項目とされた物理量に対して困難度を評価し、さらにその理由や必要な対策を問う設問を設定することが考えられる。

(2)　主観評価結果の基本統計量の集計と評価者間の一貫性検証

外力条件（風速）ごとの各評価者の操船困難度主観評価結果を整理し、基本統計量を集計した。

主観評価の集計結果より、評価者 9 名（12 名の評価者うちすべての設問に回答した評価者）による 4 ケース、3 操船局面の主観評価結果についてクロンバックのα係数を算出したところ 0.8 以上となり、全評価者が対象としたものではないが、主観評価結果には一貫性があることが確認された。

クロンバックα係数は、評価者間の一貫性を確認するためのひとつの手法として活用することも考えられる。

(3)　外力条件と操船困難度評価の関係

操船評価者間に外力条件（風速）を条件軸（横軸）、操船困難度の平均値を評価軸（縦軸）としたグラフや評価値のばらつきを示した箱ひげ図等を作成することにより、風速が大きく外力条件が悪化するとともに困難側の評価数が増加する様子がわかった。

両極尺度による評価と単極尺度による評価のいずれも風速 10m/sec を超えると困難度の回答割合が増加し、風速 12m/sec では操船困難側の評価者割合が急に増加する様子がうかがえた。

また、操船困難度は、主観評価の平均値が小さい（外力影響が小さい）ケースでは操船者間の評価のばらつきは小さく、比較的まとまっているが、主観評価の平均値が大きい（外力影響が大きい）ケースでは評価者間の評価のばらつきも大きくなる傾向にあることがわかった。

(4)　両極尺度と単極尺度の比較

両極尺度と単極尺度のそれぞれで各ケース、各操船局面の操船困難度の主観評価を実施したところ、

① 困難側の評価尺度の多い単極尺度評価の方が、風速条件による操船困難度の差をはっきり評価することができた
② 単極尺度評価の方が両極尺度評価と比べて評価者の回答値の変動が少なく比較的まとまっていた
③ クロンバックのα係数による内部一貫性は、やや単極評価の方が高くなった。
④ 評価値のばらつきをみるため箱ひげ図を作成したところ、全体的に単極評価の方が評価値のばらつきが小さくなった

これらのことから、今回のように多ケースの外力条件をパラメータに操船限界を検証することを目的とした操船シミュレータ実験においては、単極尺度で評価するのが有効であると考えらえる。

(5)　両極尺度評価結果と単極尺度評価結果の相関

両極尺度と単極尺度を比較すると、単極尺度の「困難を感じない」は両極尺度の「容易」～「どちらともいえない」に分布し、単極尺度の「わずかに困難」は両極尺度の「やや容易」～「やや困難」の間に分布している。単極尺度の「やや困難」は両極尺度の「どちらともいえない」～「困難」、単極尺度の「かなり困難」は両極尺度の「やや困難」、単極尺度の「非常に困難」は単極尺度の「困難」に分類されていた。

(6)　外力条件・操船困難度と許容可否評価結果の関係

“許容できるかどうか（許容の可否）”は、風速 12m/sec の風条件で変針、減速・アプローチの操船局面で「許容不可」の回答数が増加し、全体的に約 3 割の評価者が許容不可とした。また、“許容できない”との回答は、両極尺度の場合は 4.1、単極尺度の場合は 3.3 が操船困難度の平均値となった。

(7)　制御量・運動状態量と主観評価値の相関

操船影響評価項目の指標値（物理量）と操船困難度に関する評価値（心理量）との間にも相関関係が見られ、保針操船局面において重要な操船影響評価項目であるドリフト角が 10°付近になると、評価者の主観評価値が困難側になることがわかった。

# 4 海防審議における操船シミュレーション手法を用いた評価方法標準化の検討

平成 27 年度調査「海難防止対策検討における操船シミュレーション手法の活用に関する調査研究報告書、平成 28 年 3 月」、28 年度調査「操船シミュレーション手法を用いた操船影響の把握に関する調査研究報告書、平成 29 年 3 月」及び平成 29 年度の調査研究成果を踏まえ、海難防止対策検討審議における操船シミュレーション手法を用いた評価方法標準化について検討する。

## 4.1 検討項目と検討手法の選択

### 4.1.1 案件ごとの検討項目と検討手法

表 4.1.1 は、過去の検討事例を参考に検討案件と検討項目の関係を示したものである。検討案件は①～⑪に分類することができ、各案件において検討すべき項目は(1)～(8)に整理できる。

表 4.1.2 は、過去の検討事例から、(1)～(8)の各検討項目に対して活用されるシミュレーション手法を整理したものであり、図 4.1.1～図 4.1.8 は、各検討項目の標準的な検討フローを示している。

これらの図表は、検討すべき案件が生じたときに、検討項目を整理するとともに活用できる検討（シミュレーション）手法を的確に選択するための参考とすることができる。

表 4.1.1　案件ごとの標準的な検討項目関係表

| 検討案件・検討対象 ＼ 検討項目 | | (1) 水域施設検討（航路・泊地計画評価） | (2) 航行援助施設評価 | (3) 標準操船方法策定 | (4) バース運用基準策定 | (5) 航行管制基準検討 | (6) 航行方式検討 | (7) 地震・津波対策検討 | (8) 工事中の安全対策検討 | 検討項目の分類 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 検討案件 | ① 港湾計画一部変更・改訂等 | ● | | ● | | | | | | |
| | ② 海上工事（浚渫等） | | ● | | | | ● | | ● | |
| | ③ 海上空港等埋め立て | | ● | | | | ● | | ● | |
| | ④ 海上橋梁計画 | | ● | ● | | | | | ● | |
| | ⑤ 新規設備の灯火影響調査 | | ● | | | | | | | |
| | ⑥ 受入れ船型大型化 | | | ● | ● | | | | | |
| | ⑦ 通航海域航行安全性検討 | | ● | | | | ● | | | |
| | ⑧ 夜間航行の安全性検討 | | ● | | ● | | | | | |
| | ⑨ 航行管制基準見直し | | | | | ● | | | | |
| | ⑩ 航行方式見直し | | | | | | ● | | | |
| | ⑪ 地震・津波対策 | | | | | | | ● | | |
| 検討対象 | A 水域施設（航路・泊地） | ● | | | | | | | ● | 1.施設に係る検討 |
| | B 航行援助施設（ブイ等） | | ● | | | | | | | |
| | C 航行・操船方法 | | | ● | | ● | ● | ● | | 2.運用に係る検討 |
| | D 自然条件（風潮流等） | | | | ● | | | | | |

表 4.1.2　検討対象項目と活用すべき検討（シミュレーション）手法

| 検討手法 / 検討項目 | 待ち行列(ﾈｯﾄﾜｰｸ) | 交通流 | 操船 | | | 係留動揺 | 検討内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 数値操船 | 鳥瞰図式 | ﾋﾞｼﾞｭｱﾙ操船 | | |
| (1)水域施設検討<br>（航路・泊地計画評価） | － | △ | ○ | △ | ◎ | － | ・航路幅員、屈曲角の操船安全に及ぼす影響<br>・航路からバースまでの距離と進入角度<br>・必要な回頭水域の設定位置と規模 |
| (2)航行援助施設評価 | － | △ | － | － | ○ | － | ・導灯等重視線の効果検討<br>・ブイの灯質、設置間隔（位置）等の検討 |
| (3)標準操船方法策定 | － | － | － | ◎ | ○ | － | ・操船方法（針路、速力、タグ配置等）の標準化 |
| (4)バース運用基準策定 | － | － | ○ | △ | ◎ | ○<br>(◎) | ・入出港中止基準<br>・タグボート配備条件<br>・係留・荷役中止基準（危険物積載船の場合） |
| (5)航行管制基準検討 | ◎ | ○ | － | － | △ | － | ・管制（行き会い回避）の効果（安全寄与度）<br>・管制船・管制対象船の船型基準<br>・管制信号の運用パターン |
| (6)航行方式検討 | △ | ◎ | － | － | △ | － | ・航路・交通体系の検討<br>・ブイ設置等による整流効果検証 |
| (7)地震・津波対策検討 | － | △ | ○ | ◎ | △ | ◎ | ・津波来襲時の係留退避の可否<br>・緊急離桟操船方法の検討<br>・避難経路の検討 |
| (8)工事中の安全対策検討 | － | △ | － | － | △ | － | ・工事区域の範囲設定、表示方法、警戒船配備<br>・工事用船舶の航行経路<br>・工事作業の中止基準 |

◎○　実施する必要性が高い検討手法（◎は主要な検討手法）　△　必要に応じて実施する検討手法　－　実施の必要性が低い検討手法

出典：海難防止対策検討における操船シミュレーション手法の活用に関する調査研究報告書、平成 28 年 3 月、公益社団法人神戸海難防止研究会

(1)　水域施設検討（航路・泊地計画評価）

港湾計画の改訂や一部変更等により、航路・泊地等の水域施設計画に変更が生じる場合は、検討対象となる船舶の操縦性能面から、水域施設の規模（航路幅員、泊地の大きさ、確保すべき水深等）について検証する必要がある。

航路幅員や泊地の大きさが検証対象となることから、主として「操船シミュレーション手法」を活用し、当該海域における外力特性、対象船舶の種類や大きさ、操縦性能より、水域施設（航路・泊地計画）の妥当性を評価する。また、他船交通に及ぼす影響が大きいと想定される施設計画の場合は、船舶交通流の面から検証するため、「海上交通流シミュレーション手法」による検討を必要に応じて実施する。

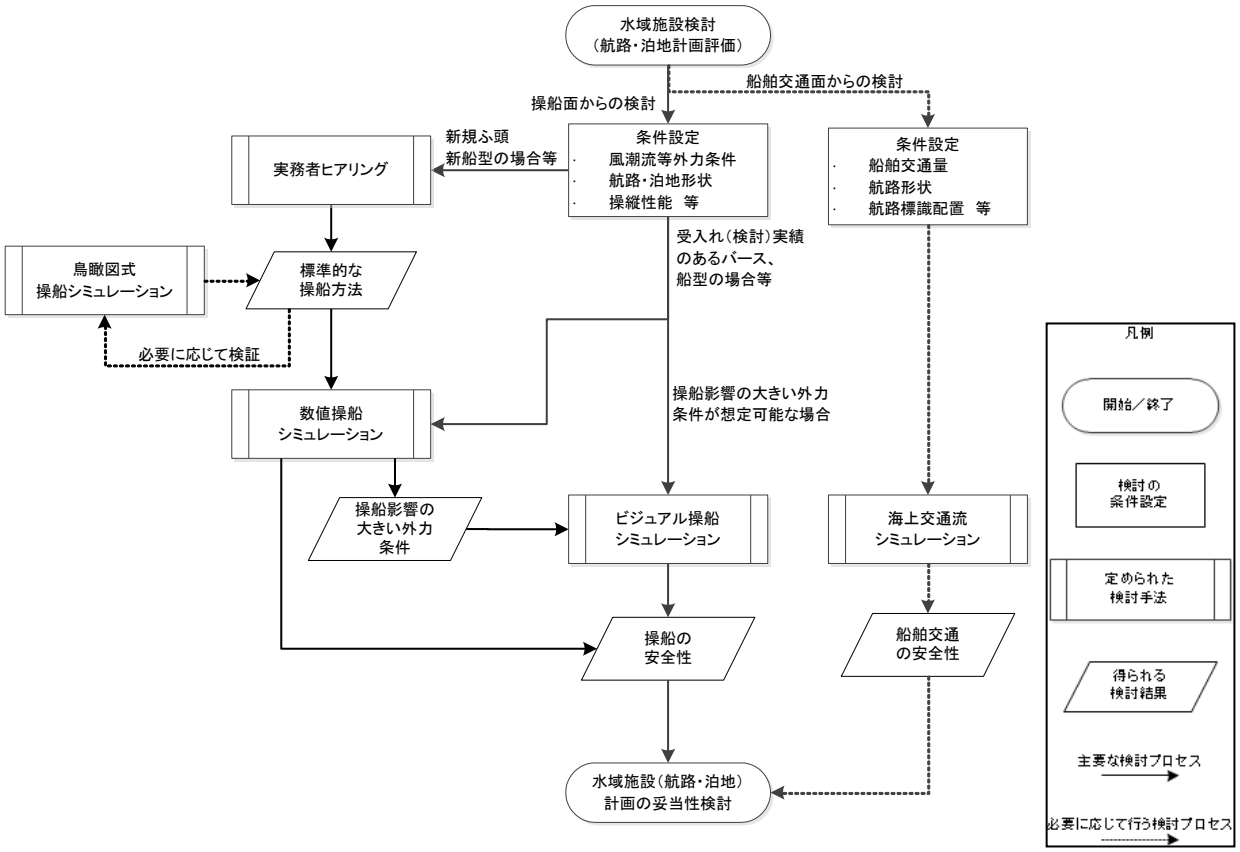



図 4.1.1　標準的な検討フロー（水域施設検討（航路・泊地計画評価））

(2)　航行援助施設評価

航路標識の設置位置・間隔、灯火（同期）のあり方やリーディングライトの効果、ヴァーチャルブイの設置効果等については、「ビジュアル操船シミュレーション」によって操船者視点からより効果的な方策について検討する。

また、ブイの設置等による交通整流化の効果については、「海上交通流シミュレーション手法」による検証を必要に応じて実施する。

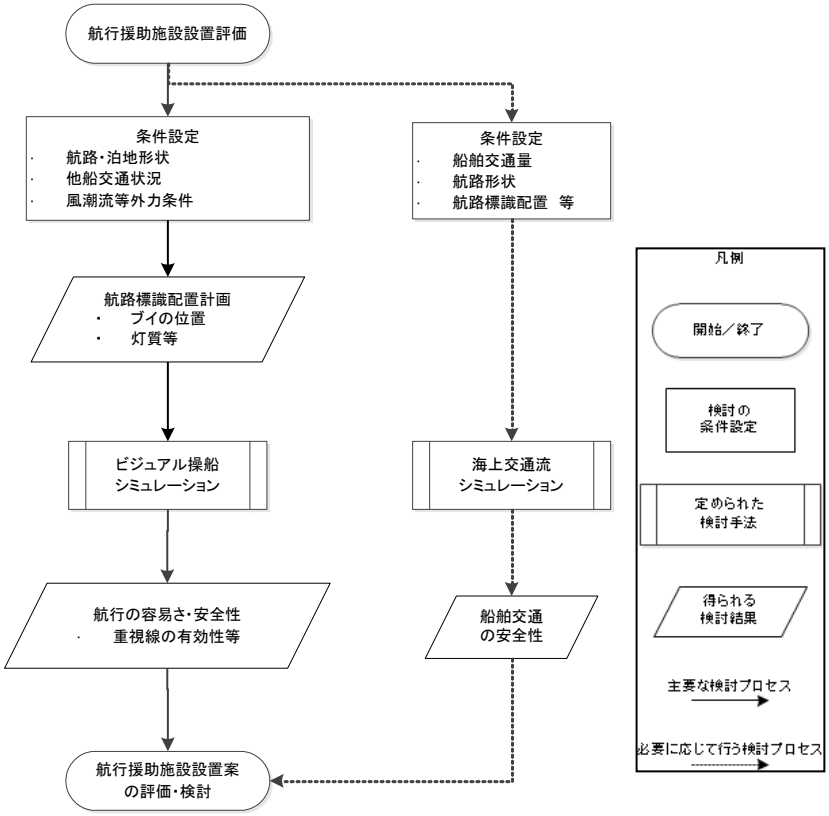



図 4.1.2　標準的な検討フロー（航行援助施設評価）

(3)　標準操船方法策定

新規ふ頭・バース計画について、新たに船舶を受け入れる計画をする際など、航路・泊地等の配置条件、当該海域の気象海象条件、対象船舶の操縦性能条件等を加味した標準的な入出港操船方法を定めておくため、「鳥瞰図式操船シミュレーション」で針路・速力の設定やタグボート配備条件等について検討する。

また、入港実績のない新たな船種や船型などは、必要に応じて操船者視点から検証を行うため、「ビジュアル操船シミュレーション」等を実施する。

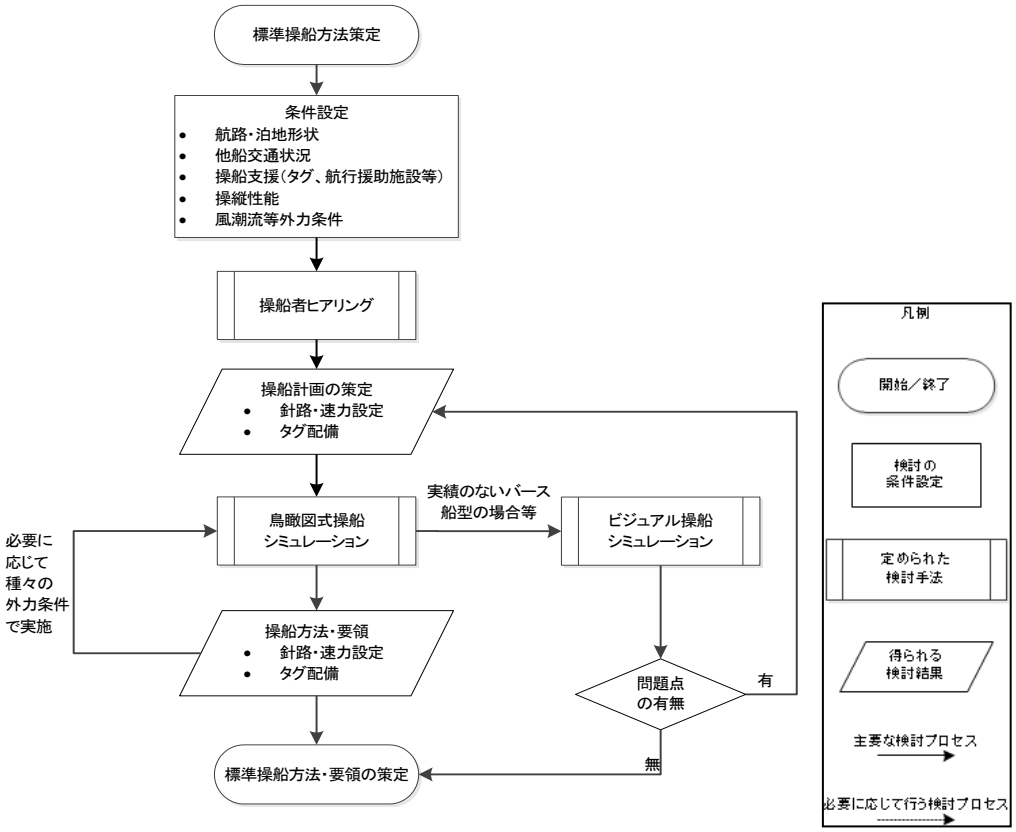



図 4.1.3　標準的な検討フロー（標準操船方法策定）

(4)　バース運用基準策定

大型危険物積載船の受入れ施設等では、入出港中止基準やタグボート配備基準（配備隻数・能力等）について検討するため、「操船シミュレーション手法」に基づき検討を行う。必要に応じて「鳥瞰図式操船シミュレーション」により標準的な操船方法の検討を行う。また、「数値操船シミュレーション」によって事前に問題となる外力条件を絞り込んだうえで「ビジュアル操船シミュレーション」によって操船者視点で総合的な検証を行う。

一方、係留・荷役中の安全性についても、大型危険物積載船の場合は、外力による係留中の船体動揺量が荷役作業の安全性に影響するので「係留動揺シミュレーション」によって安全な係留・荷役の限界条件を検討する。

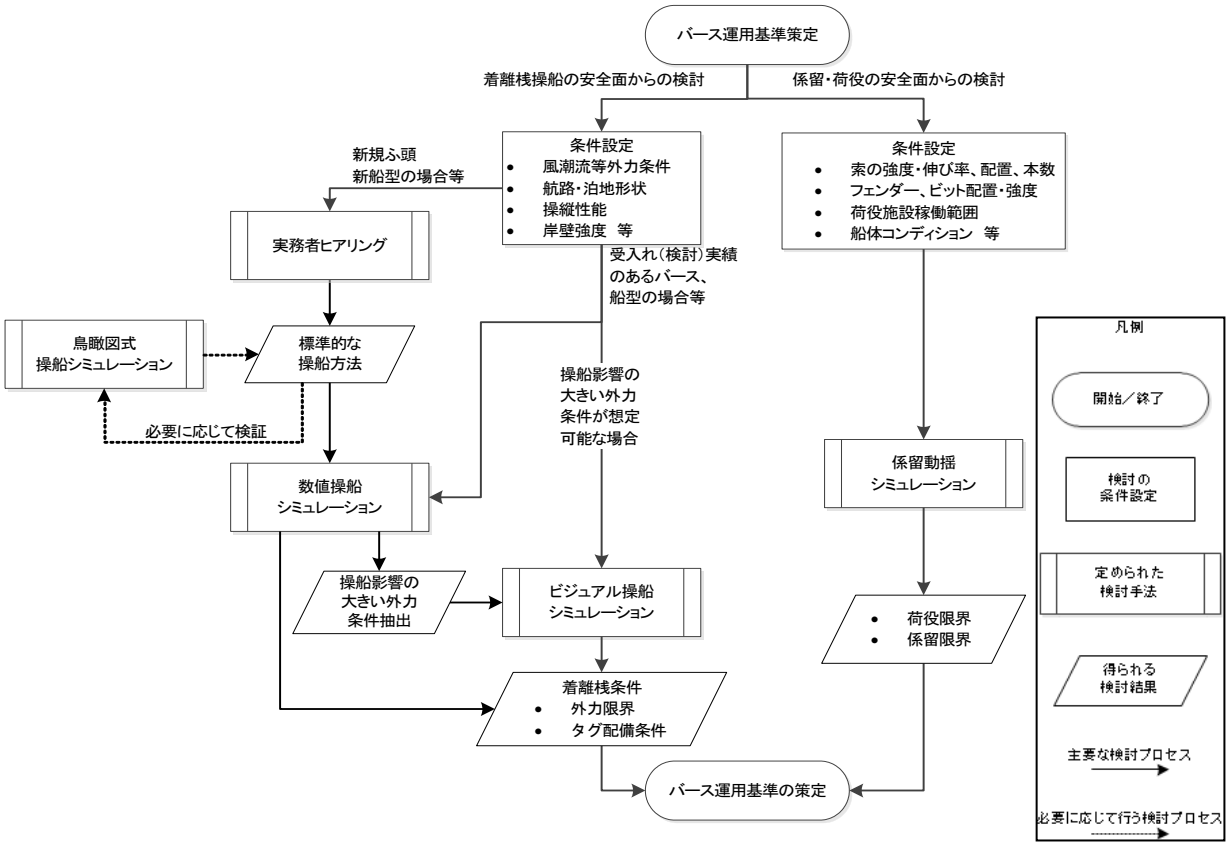



図 4.1.4　標準的な検討フロー（バース運用基準策定）

(5)　航行管制基準検討

航路管制が行われている航路において、船型の大型化や交通量の増加などの交通環境の変化や航路整備による航路幅員の拡大等の施設環境に変化が生じ、航行管制の運用基準（管制船、管制対象船の大きさ基準や信号運用方式等）に改良が求められる場合にあっては、「待ち行列シミュレーション」による船舶交通の円滑な流れへの影響評価を行うとともに、「海上交通流シミュレーション」による航路内での反航船同士の行き会いや航路出入り口付近での船舶同士の出会い状況等について、海上交通安全面からみた評価を行う。

また、必要に応じて「ビジュアル操船シミュレーション」を実施し、航路内での船舶同士の行き会い時の危険感の評価を行い、望ましい管制方式のあり方や管制船基準等について検討する。

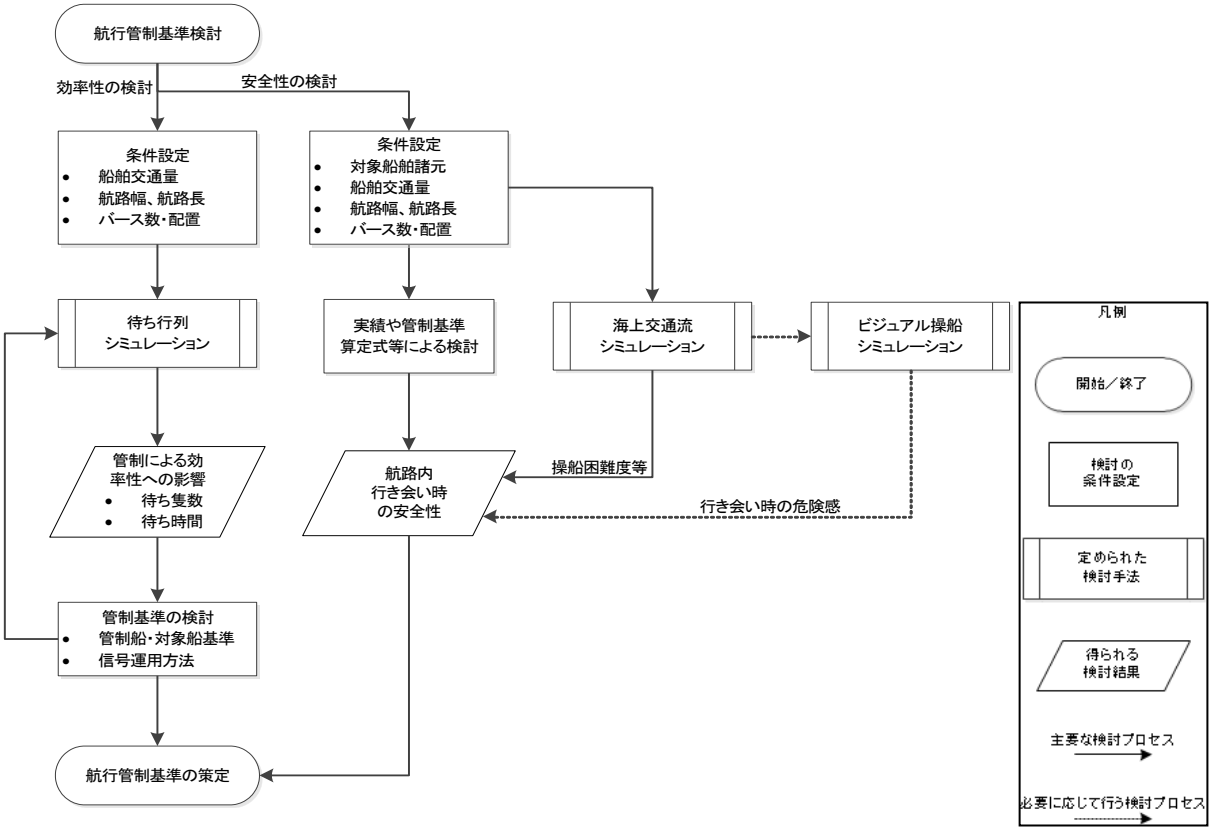



図 4.1.5　標準的な検討フロー（航行管制基準検討）

(6)　航行方式検討

船舶交通が輻輳する海域において、新たな航路の設定や標識によって交通体系を構築する場合は、対象となる海域の船舶交通量等の諸条件を基に「海上交通流シミュレーション」を実施し、船舶同士の出会い頻度等を解析し、衝突の危険性を評価する。

また、必要に応じて「待ち行列シミュレーション」による海上交通流の効率性の評価、「ビジュアル操船シミュレーション」による操船者視点での問題点の有無について検討する。

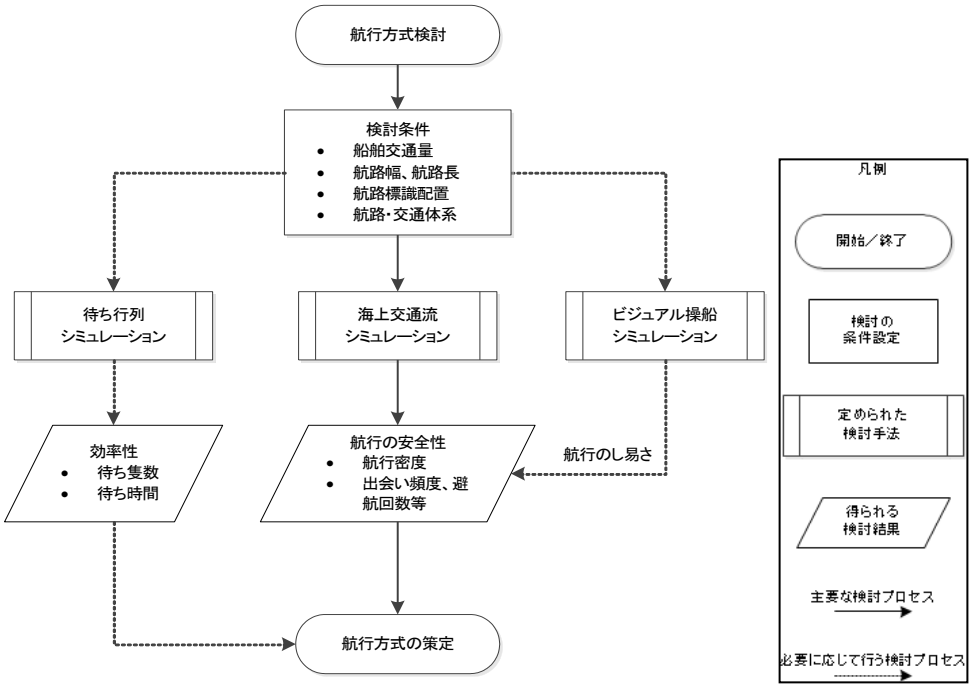



図 4.1.6　標準的な検討フロー（航行方式検討）

(7)　地震・津波対策検討

地震・津波発生時の安全対策として、特定の船舶とバースについては、「鳥瞰図式シミュレーション」による緊急離桟操船方法の検討や「数値操船シミュレーション」による離桟可能限界の把握を行う。必要に応じて「ビジュアル操船シミュレーション」により人間を介在させた検証を行い、港口に一度に多くの避難船舶が航行するような場合にあっては、必要に応じて「海上交通流シミュレーション」を実施し、避難する順序等について検討する。

また、津波来襲時において、離岸して港外に避難するか、バースにそのまま係留強化するかの判断基準を得るため、津波時を想定した「係留動揺シミュレーション」を実施して限界を把握する。

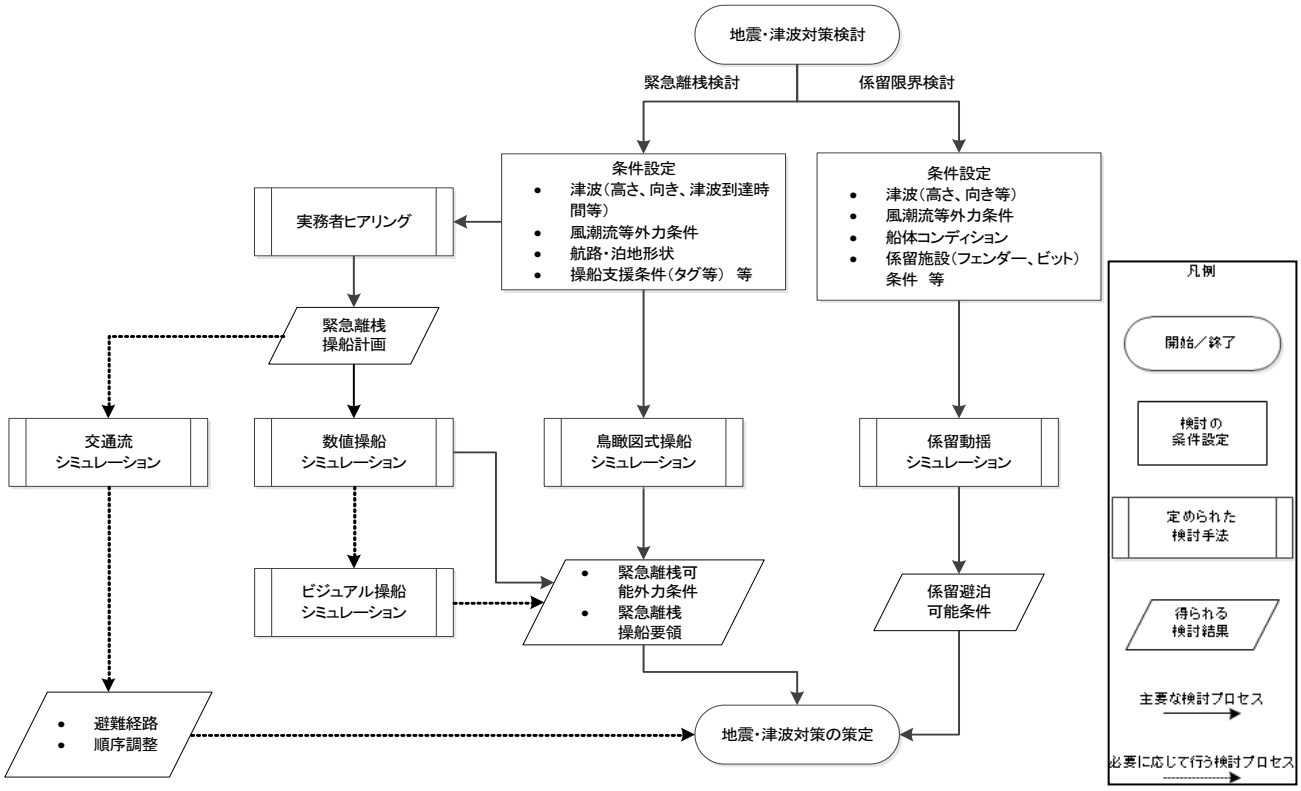



図 4.1.7　標準的な検討フロー（地震・津波対策検討）

(8)　工事中の安全対策検討

船舶交通が輻輳する海域において、航路・泊地整備（浚渫工事）やふ頭造成等埋め立て工事、あるいは、海上架橋工事等が行われる場合、船舶交通の安全性に及ぼす影響を検証するため、海上交通実態調査及び解析等を行い、必要に応じて「海上交通流シミュレーション」を実施する。

また、工事作業に必要な区域と一般船舶の可航水域の関係について図上で検討し、必要に応じて「ビジュアル操船シミュレーション」を活用して工事作業区域の明示方法や確保すべき可航幅について検討する。

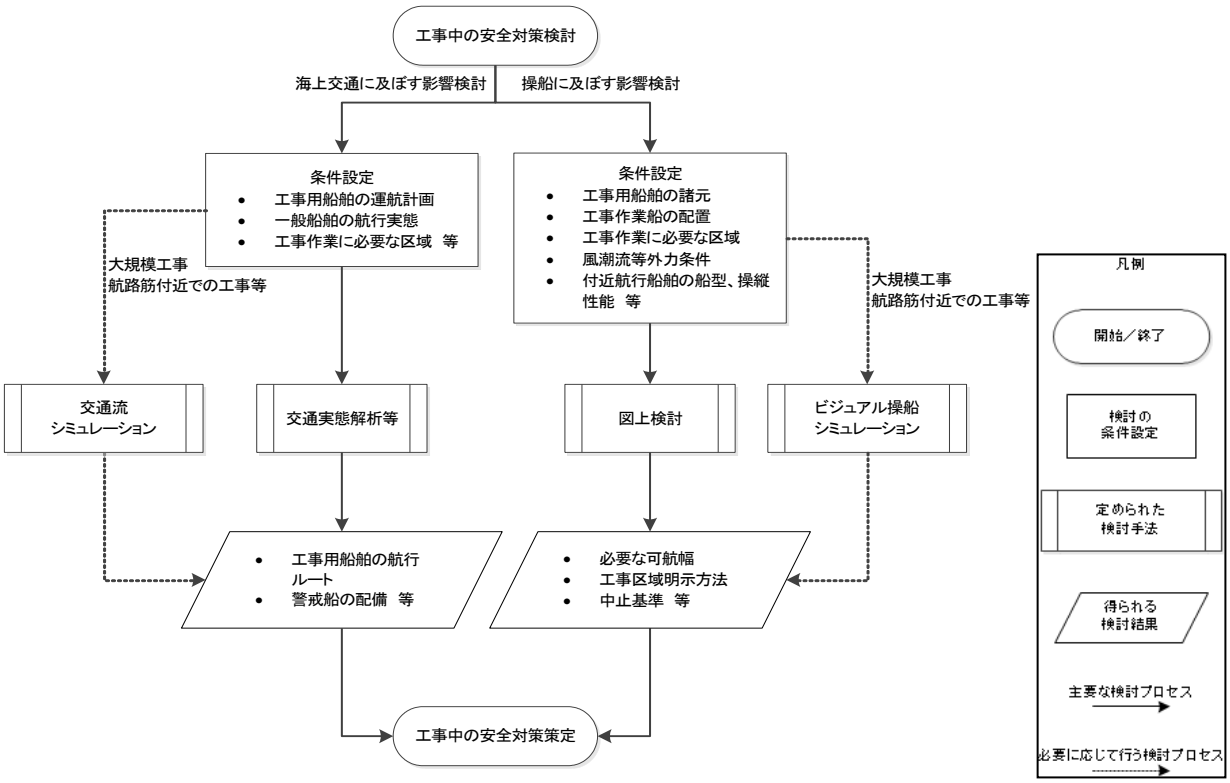



図 4.1.8　標準的な検討フロー（工事中の安全対策検討）

### 4.1.2　操船シミュレーション手法の種類

操船シミュレーション手法は、港湾計画に伴う航行安全対策策定等による「水域施設検討（航路・泊地計画評価）」や船型大型化による航行安全対策検討等による「バース運用基準策定」などの検討に操船シミュレーション手法が用いられる。

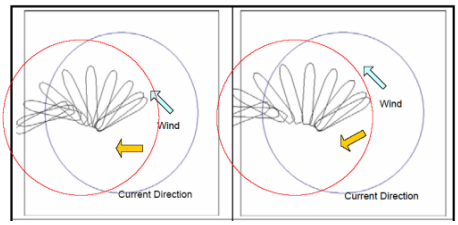
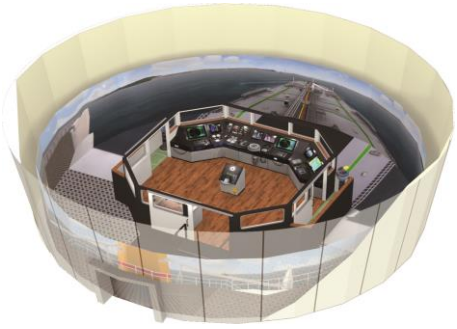
表 4.1.3 は、操船シミュレーションの種類を示したものである。数値操船シミュレーションとは、一連の入出港操船を、保針・変針・減速（アプローチ等）／着離岸／回頭などの場面ごとに分け、あらかじめ設定した制御方法に基づいて、種々の外力条件下で船体運動計算を自動的・連続的に行うものである。リアルタイムで実施するビジュアル操船シミュレーション（RTS）では、実施できるケース数に限りがあるため、数値操船シミュレーションを予備的に実施してから検討すべき外力条件を効率的に絞り込む目的で用いられることが多い。しかし、自動制御によってコンピュータが自動操船するため、基本的な操船方法を決定した後で外力をパラメトリックに変化させることで外力影響を定量的に評価するのに有効であるが、操船者の経験に基づく予測行動や技量のばらつきといったヒューマンファクターは考慮されない。

鳥瞰図式操船シミュレーションとは、簡易型のシミュレータ装置によるリアルタイムで行う操船シミュレーションの一種である。船橋視野ではなくデスクトップ PC 画面上に鳥瞰図で船体運動の様子を表すことから、実際の操船場面のような高い臨場感は表現できないが、操船方法の標準化検討に活用できる。後述のビジュアル操船シミュレーションに比べると臨場感が乏しく、操船者が感じる不安感といった心理的な影響の評価を行うのが難しい。

ビジュアル操船シミュレータ実験は、実船の船橋を模した室内において、主機、舵、タグボート等の操作を行うと、船体の動きに伴って刻々変化する周辺の景観映像を 3 次元コンピュータグラフィックスでリアルタイムに前面円筒形スクリーン上に投影され、実船さながらの操船状況を作り出すことのできる装置で行う操船シミュレーションである。操船者が実際に模擬操船を行うことにより、操船者への心理的影響を加味した評価が可能であり、より現実に近い操船状況を作り出すことによって問題点の最終確認、他船交通の影響やコミュニケーション環境を含めた総合的な検討が行える。ただし、リアルタイムでシミュレーション実施するため、実施できるケースには限りがある。

操船シミュレーション実施にあたっては、検討の目的に応じて適切な種類の操船シミュレーションを選択する。

表 4.1.3　操船シミュレーションの種類

| 分類 | 特徴 | 外観 |
|---|---|---|
| 数値操船シミュレーション | • あらかじめ操船（制御）方法を設定<br>• デスクトップ PC で自動計算<br>• 一度に多数ケース実施可能<br>• 操船を局面ごとに単純化（モデル化）して実施<br>• 外力影響に着目した操船限界の目安を求めるのに適する |  |
| 鳥瞰図式操船シミュレーション | • 人間（操船者）がリアルタイムで操船（制御）<br>• デスクトップ PC 上に操船の様子を鳥瞰図（平面図）でリアルタイム表示<br>• 標準的な入出港操船方法の検討に適する | |
| ビジュアル操船シミュレーション | • 人間（操船者）がリアルタイムで操船（制御）<br>• 船橋からの視界を複数配置した大型モニターや円筒形スクリーンにリアルタイム表示<br>• 昼夜間、視界制限状態等を再現可能<br>• レーダ、ECDIS、レピータコンパス、操舵スタンド等、実船の船橋を模した室内で実施（フルミッションの場合）<br>• 操船者の心理的影響（ヒューマンファクター）を考慮した総合的な安全検証に適する |  |

## 4.2 操船シミュレータ実験における評価分析手法

### 4.2.1 評価の位置付け

図 4.2.1 は、安全かつ効率的な操船プロセスを確立するための主たる項目として、操船者、船、環境、管理（ひと、もの、まわり、きまり又はしくみ）の 4 つがあげられるが、それらの項目間の相互関係を示したものである。

海難防止対策検討における操船シミュレーション等による評価分析は、「操船者」及び「船」を与条件としたときの「環境」条件が安全に支障ないか、及び安全基準に適合させるためにはどのような対策（「管理」）が必要かを検討するためのものである。

「ひと」である操船者には、一定水準以上の技量が要求されるが、客観的な技術水準（一定の知識・技能を評価された海技に関する免許等の受有）に加え、操船者の操船意思決定プロセスにおける心理的影響を考慮する必要がある。この心理的影響は、操船者が操船目標を達成するための行動を判断するに際して、操船者を取り巻くあらゆる周辺環境における意思決定の心理的阻害因子を考慮しなければならない。「もの」である船の施設・設備関係では、船舶の操縦性能や船体等についての直接的な外乱としての操船影響項目の検討が必要である。言い換えれば、これは、船舶の性能等において操船目標の達成を阻害する項目をいかに適切に制御するかを検討することである。「まわり」である環境では、種々の環境条件が操船者に対しどのような心理的影響や物理的影響を与えるかを評価する操船シミュレーション手法の活用を検討することが必要となる。最後に、これらの操船システムや操船影響項目は、相互に関連し、それぞれに連鎖して操船目標達成に影響していることから、「きまり」として総合的にマネージメントする必要がある。

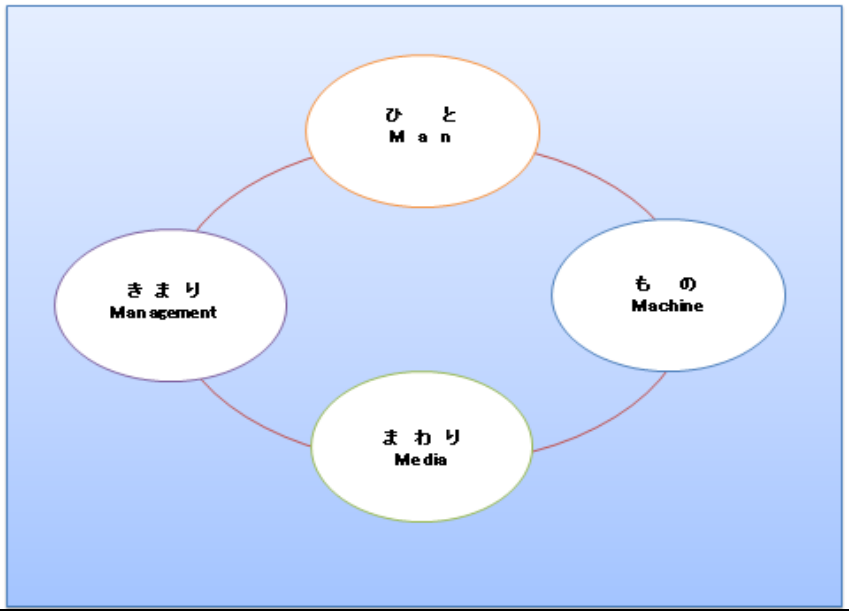



図 4.2.1 【操船者－船－環境－管理】で構成される操船の相互連環システム

### 4.2.2　評価分析手法

海難防止対策検討において実施される操船シミュレータ実験では、主として「主観評価」と「制御量・運動状態量分析」によって結果を分析・評価する。

(1)　主観評価

操船シミュレータ実験を行う場合、実験操船者が行った模擬操船を複数の「評価者」が観察し、対象船舶の大きさや操縦性能、風潮流等外力条件や航路幅員・水深等水域条件に応じて操船の難易度を事前に用意した尺度に当てはめて「評定」し、その条件下での操船を受け入れるかどうかを判断する。

主観評価は、単に航行環境の良し悪しを測るだけでなく、航行条件の問題点（潜在リスク）を抽出し、リスク軽減に効果的な対策を検討するために実施する。

(2)　制御量・運動量分析

操船シミュレータ実験での模擬操船結果について、表 4.2.1 に示すとおり、操船局面ごとに評価項目を設定し、数値を出力することにより、操船局面ごとに操船影響を定量評価する。

表 4.2.1　操船シミュレーションにおける影響評価項目

| 検証対象操船局面 | 操船目標 | 主な制御手段 | 影響要因 | 評価の着目点 | 具体的な評価項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| (1)保針 | 目標のコース（水域）から逸れないよう保針する。 | • 舵<br>• 主機関 | • 風潮流等外力<br>• 水域（形状、幅、水深）<br>• 他船交通 | • 所要の操船水域で支障はないか<br>• 制御余裕をもって保針できたか | 1. 目標コースからの横偏位量<br>2. 他船との離隔距離<br>3. 保針のための当て舵角量（平均／最大）<br>4. ドリフトアングル |
| (2)変針 | 目標のコース（水域）から逸れないよう変針する。 | • 舵<br>• 主機関<br>• タグボート | • 風潮流等外力<br>• 水域（形状、幅、水深）<br>• 他船交通 | • 所要の操船水域で支障はないか<br>• 制御余裕をもって変針できたか | 1. 目標コースからの横偏位量<br>2. 他船との離隔距離<br>3. 変針舵角量（平均／最大）<br>4. 回頭角速度（平均／最大） |
| (3)減速・ｱﾌﾟﾛｰﾁ | 目標のコース（水域）から逸れないよう、バース前面で行脚を制御する。 | • 主機関<br>• タグボート<br>• 舵 | • 風潮流等外力<br>• 水域（バースまでの距離等） | • 所要の操船水域で支障はないか<br>• 制御余裕もって停止できたか | 1. 主機の使用量／使用率<br>2. 主機の使用頻度（回数）<br>3. タグボートの使用量／率<br>4. 目標コースからの横偏位量 |
| (4)着岸 | 姿勢を保ちつつ、安全な横移動速力を維持して制御する。 | • タグボート<br>• スラスタ<br>• 主機関 | • 風潮流等外力<br>• 水域（バース水深・延長）<br>• 係留施設強度 | • 安全な速度で接岸できたか<br>• 制御余裕をもって着岸できたか | 1. 残存距離と接岸速度（船首尾の接岸速度差）<br>2. 接岸角度<br>3. タグボートの使用量／率<br>4. スラスタの使用量／率<br>5. 主機使用頻度（回数）<br>6. 接岸に要した時間 |
| (5)離岸 | 姿勢を保ちつつ、十分な横移動速力を得て制御する。 | • タグボート<br>• スラスタ<br>• 主機関 | • 風潮流等外力<br>• 水域（バース水深・延長）<br>• 係留施設強度 | • 速やかに離岸できたか<br>• 制御余裕をもって離岸できたか | 1. （一定距離）離岸に要した時間と横移動速度<br>2. タグボートの使用量／率<br>3. スラスタの使用量／率<br>4. 主機使用頻度（回数） |
| (6)回頭 | 所定の位置（水域）から逸れないよう、その場回頭する。 | • タグボート<br>• スラスタ<br>• 主機関<br>• 舵 | • 風潮流等外力<br>• 水域（広さ、水深、位置） | • 所要の操船水域で支障はないか<br>• 制御余裕をもって回頭できたか | 1. 必要回頭水域広さ（円の直径、重心軌跡）<br>2. 回頭に要した時間<br>3. 主機使用頻度（回数）<br>4. タグボートの使用量／率<br>5. スラスタの使用量／率 |

使用量＝使用推力×使用時間、使用率＝100×使用量／（最大推力×評価対象時間）

## 4.3 操船シミュレータ実験の実施計画・準備

### 4.3.1 操船計画把握の手順導入

操船シミュレータ実験実施において、事前に操船者の操船計画を把握する手順を導入した実験実施フローを図 4.3.1 に示す。

操船シミュレータ実験に複数の学識者及び操船実務者が評価者として参加する場合、実験操船者の操船計画・操船意図を把握しておくことが評価の精度において重要な要因となることから、従来の検討の流れに操船計画を事前把握するための手順を加える。

操船計画は実際の操船結果と比較することにより、外力による制御量、船体運動状態量への影響を把握することができる。

操船計画の適切な立案が操船結果あるいは操船結果の分析・評価に大きく影響することから、操船者に対しては、本船の基本要目、操縦性能、コンディションなどの本船情報のほか、水深や航進目標の有無等、海域の環境条件について正確な情報を提示しなければならない。

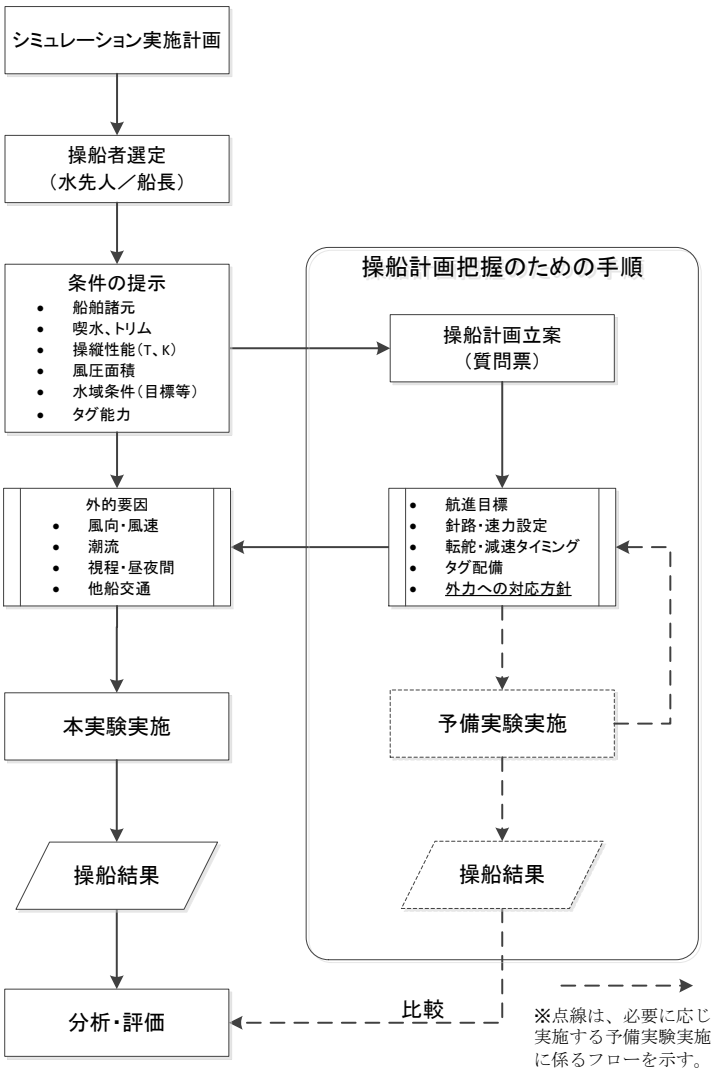



図 4.3.1 操船シミュレータ実験実施の流れ

### 4.3.2　実験操船者の選定

操船シミュレータ実験における実験操船者は、検討対象海域において検討対象船舶を実際に運航する操船当事者（水先人、船長）が実施する。

操船当事者を実験操船者として操船シミュレータ実験に召集できない場合は、当該対象海域での船舶運航実務経験を有する操船者あるいは当該対象船舶と同等の大きさ、性能の船舶を運航したことのある実務経験者に実施を依頼する。

実験操船者が 1 名の場合は実験を繰り返し実施することによる順応や疲労を防ぐため適当な間隔をおいて実施するか、結果の整合性を保つため一定の技量を有することが期待できる均質的な 2～3 名程度の実験操船者で実施する。

### 4.3.3　主観評価方法

(1)　評価者に求められる能力

主観評価を実施する評価者には一定の「評価能力」が求められる。

具体的には、

①　対象船舶の操船について十分な知識・経験を有し、実験操船者の意図が理解できること

②　航行安全検討に関する十分な知識・経験を有し、客観的な立場で実験結果の分析・評価が行えること

が必要である。

(2)　評価者の属性分類

操船シミュレータ実験では、実験操船者自身が評価者となる。

実験操船者以外にも対象船舶と類似した船舶の運航を経験したことのある船長等の操船実務経験者も評価者となり、長年にわたって航行安全に関する調査研究し、航行安全の分析・評価について知見を有した学識経験者も評価者となる。また、関係行政機関職員についても船舶運航実務経験を有する者については評価者に加えられる。

評価者は、「実験操船者」と「操船実務者」及び「学識経験者」に分類でき、これら各評価者グループの評価が分類できるよう、評価者の属性を区別する必要がある。

(3)　評価者数

評価者はいずれも船舶航行の安全性評価を学術的視点で分析した経験を有する学識者や操船実務経験者であり、分析能力を有する専門家と見なされる。操船困難度に関する主観評価は官能評価の「分析形官能評価」に類するものであり、そのため、評価者集団は少人数の均質集団として、評価者間の評価値の変動（評価のばらつき）は少ないものと想定される。

しかし、操船実務経験者は所属していた船舶運航会社によって大型船を運航してきた

もの、客船やフェリーを操船してきたものなどキャリアの違いなどが評価において想定外のばらつきを生じさせる可能性がある。

評価者数は評価精度と関係するため、できる限り多人数で実施することが望ましい。そこで、海防審議における操船シミュレータ実験では、一般的に 10 名前後の評価者で主観評価が実施される。

### 4.3.4 質問票・評価票の準備

(1) 実験操船者への質問票

実験操船者に対して対象船舶の主要目やコンディション（喫水、貨物積載状態）、操縦性能（操縦性指数、旋回性能、停止性能等）などの船舶条件及び航路・泊地幅員や水深等の航行環境条件を提示する。

実験操船者は、提示された検討条件を踏まえて操船計画を立案し、評価者は、事前に実験操船者の操船計画・操船意図を十分理解したうえで主観評価を行う。

表 4.3.1 は、実験操船者に示す質問項目であり、実験操船者はその質問票にしたがって各操船局面で針路・速力の設定や舵・主機関、スラスタ、タグボート等操船手段の使用方法・使用範囲（使用量）等について具体的な設定をする。

表 4.3.1 質問票で設定する質問項目（例）

| 操船局面 | 質問項目 | |
|---|---|---|
| 保　　針 | 目標針路の設定<br>目標設定速力<br>ドリフト角の範囲 | 横偏位量の許容範囲<br>保針舵角の目安 |
| 変　　針 | 変針後の新針路<br>変針舵角の目安 | 横偏位量の許容範囲<br>回頭角速度の目安 |
| 減速・アプローチ | 主機関の使用方法<br>速力低減の目安 | 停止位置の目安 |
| 着　　岸 | 着岸速度の目安<br>主機関の使用方法<br>タグボートの使用方法 | 接岸角度の許容範囲<br>スラスタの使用方法 |
| 離　　岸 | 離岸時間の目安<br>スラスタの使用方法 | 主機関の使用方法<br>タグボートの使用方法 |
| 回　　頭 | 回頭位置・範囲<br>主機関の使用方法<br>タグボートの使用方法 | 回頭時間の目安<br>スラスタの使用方法 |

(2)　評価者への主観評価票

①　評価票の準備

航行安全性や操船困難性を評価する場合は、評価者が記入するための「評価票」をあらかじめ作成しておき、実験時に評価者に配布する。

外力影響は、条件や操船局面ごとに異なることから、操船困難度に関する主観評価の設問は、実施ケースごと操船局面ごとに設定する。

②　評価尺度の設定

新規ふ頭計画においてバース運用基準を新たに策定する場合など、複数の外力条件をパラメータとして操船限界を検討する実験シナリオでは、評価尺度を単極尺度 5 段階として以下のとおり設定する方法が考えられる。

■操船困難度に関する評価尺度設定（例）

1　困難を感じない

2　わずかに困難

3　やや困難

4　かなり困難

5　非常に困難

一方、既設ふ頭において船型が大型化され、現行運用基準で問題ないかを検討する場合など、外力条件を現行運用基準上限値の 1 パターンで実施する実験シナリオにおいては、評価尺度を 3 段階と少なくし、具体的に評価のポイントとなる外力影響と制御の関係について問うため、以下のような設問を設定する方法も考えられる。

■外力影響と制御に関する評価尺度設定（例）

1　外力影響が大きく制御が難しいと感じた

2　外力影響はあるが制御できていると感じた

3　外力影響はあまり感じられなかった

評価尺度の数は多い方が評価は難しく 3 段階もしくは 5 段階とするのが一般的であり、実験の目的、実験シナリオの難易度、設定ケース数に応じて個別に判断する。

③　評価者のコメントの収集

評価結果を分析し必要な対策を検討するため、主観評価においては、評価点とともにそれを選択した理由、許容できる理由や許容できるために必要な具体的な対策、あるいは余裕と感じた理由や操船困難と感じなかった理由など、評価者にコメントを求める。

## 4.4 操船シミュレータ実験の実施

### 4.4.1 実験実施上の留意事項

(1) 実験実施順序

操船シミュレータ実験によってバース運用基準等の検討を行う場合は、外力影響の差を把握しやすくするため、通常は事前に外力条件を提示ししたうえ、操船影響の少ない外力条件から操船影響の大きい外力条件の順序で実施することが多い。

一方、実験操船者や評価者は、直前に実施した実験結果の影響を受けることから、先入観や順序効果、学習効果の影響を排除する必要のある場合は、実験操船者や評価者に外力条件を提示せずに実験を開始したり、実験ケースの実施順序をランダムにしたりするなどの配慮が必要となることもある。

(2) 操船シミュレータ装置に対する実験操船者の慣熟

操船シミュレータ装置は再現性に限界があり、特に、スクリーンに映像を投影しているために距離間がつかみにくいなどの課題がある。

実験操船者は、操船シミュレータ実験に先立ち、学習効果等によって本実験に影響を及ぼさない範囲で慣熟用の予備実験を行って、事前に装置の取り扱いに慣れておくことが望ましい。

(3) 前提条件の共通認識と予断の排除

実験操船者及び評価者は、対象船舶の操縦性能、操船機能についての基本事項については、事前に十分確認し、共通認識を持っておく必要がある。

一方、風の影響による船の応答を操船者が把握し、対処できるかどうかが重要となる実験シナリオでは、外力条件を操船者に事前に提示せずに実験を行う方が適切な場合もある。

### 4.4.2 評価に関する留意事項

(1) 操船計画の共有

操船者が事前にどのような操船計画を立案しているのかを十分把握したうえで評価する必要があることから、評価者に対しては、操船計画の概要を事前に配布して操船シミュレータ実験に臨む必要がある。

(2) 評価値記入漏れの防止

主観評価結果の一貫性を確保するためには、各ケースで評価者及び評価回答数は同一とすることが望ましく、評価者に対して記入漏れが生じないよう事前に注意喚起をし、誤記入や記入漏れの発生しにくい評価票を作成するための工夫が必要である。

(3)　操船者所見の確認

行われた操船結果が操船者の想定の範囲内であったのかどうか、操船者自身の所見も踏まえて結果を評価することが肝要である。

また、主観評価の実施にあたって、操船結果の映像を再生して様々な角度から状況を確認し、操船意図や操船上のポイントを検証するのも有効と考えられる。

## 4.5　操船シミュレータ実験結果の分析・評価方法

### 4.5.1　制御量・運動量分析におけるデータ処理の手順

操船シミュレータ実験結果において制御量・運動量分析を行うにあたっては、“1 次解析”として、操船者が立案した操船計画とともに操船結果として航跡図や操船操作・運動状態量、タグボート使用状況図等基本出図を作成する（図 4.5.1 参照）。

“2 次解析”では、各ケースで比較すべき要素（地形条件や外力条件による舵角などの操作量等）を抽出し、条件と結果の関係を分析し、操船計画と操船結果を各操船局面で比較した評価を行う。

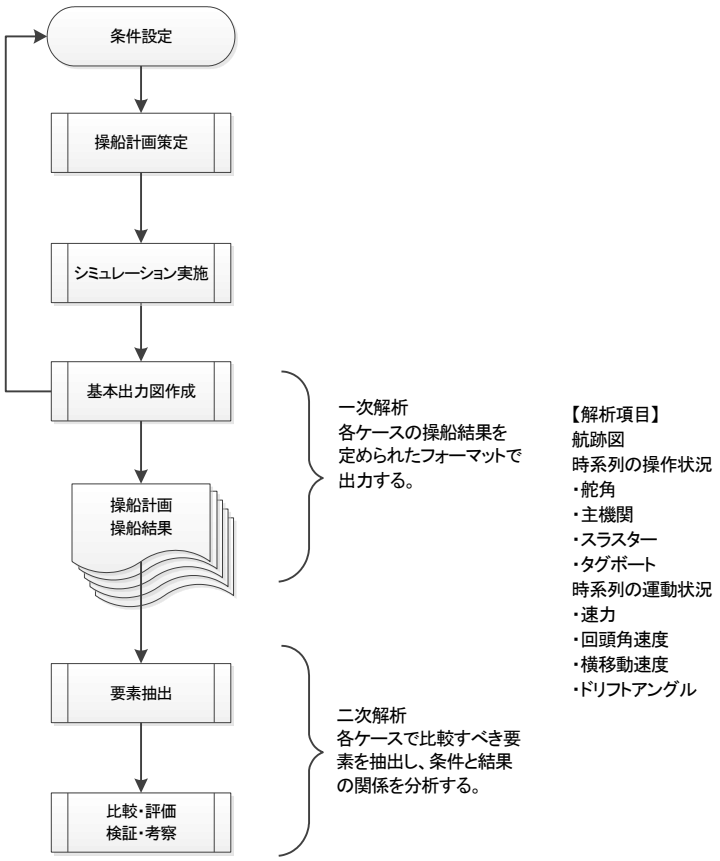



図 4.5.1　制御量・運動量分析の手順（イメージ）

### 4.5.2　操船結果の出力

操船シミュレータ実験結果の出力にあたっては、必要に応じて実際に行われた操船結果に操船計画を重畳表示する（図 4.5.2、図 4.5.3 参照）。

保針、変針及び減速・アプローチ操船は主として舵と主機関によって船体が制御され、回頭・着離岸操船局面では主機関とサイド・スラスタ及びタグボートが主な操船手段となる。

操船局面によって制御の方法と着目すべき船体運動要素が異なることから、各操船局面において、図 4.5.4～図 4.5.9 に示すように、必要に応じて、制御（入力）と運動（出力）の関係が把握しやすい出力方法とする。

※赤字は操船計画を示す。

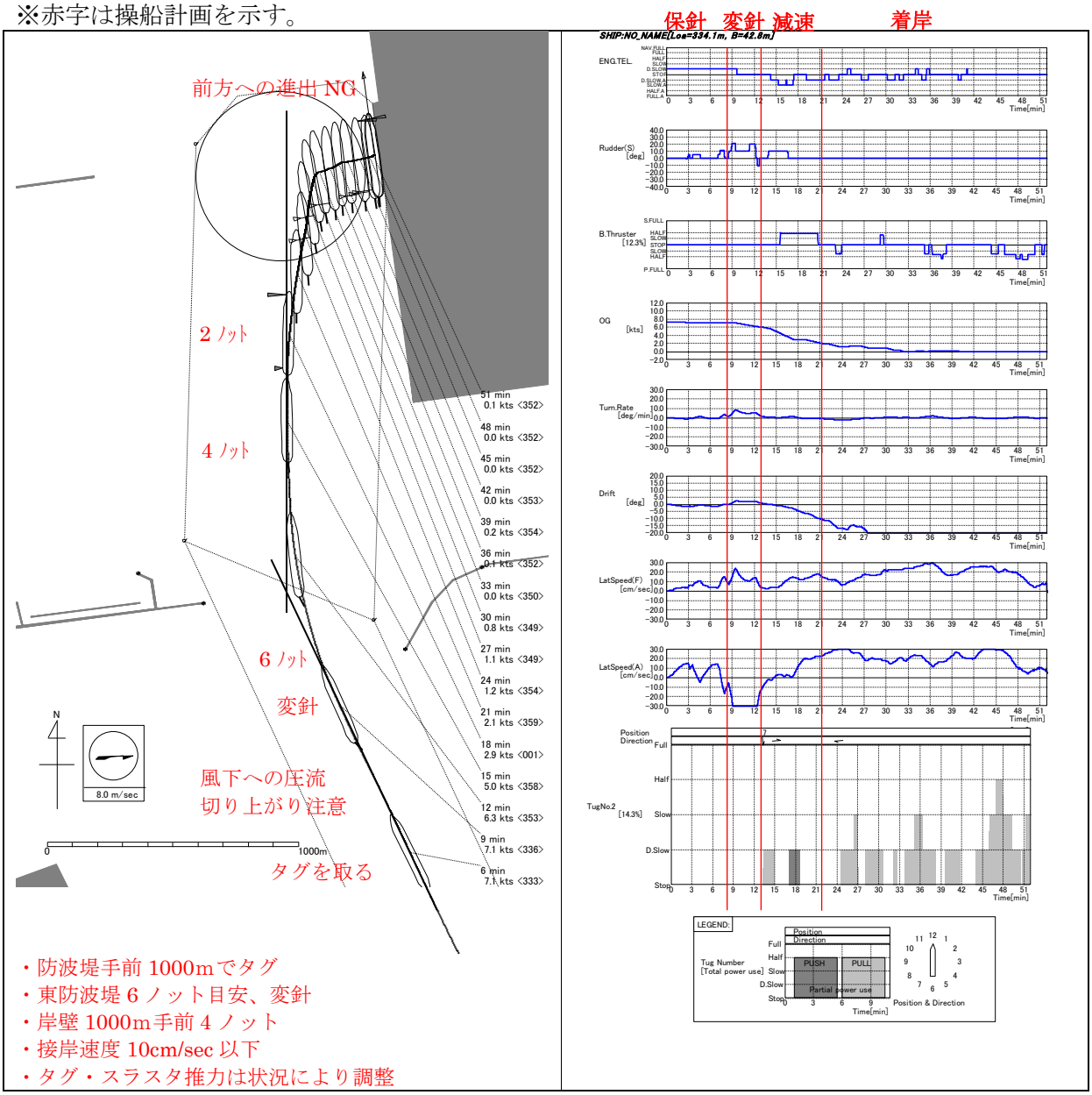



図 4.5.2　入港操船計画と実際の操船結果の出力（例）

※赤字は操船計画を示す。

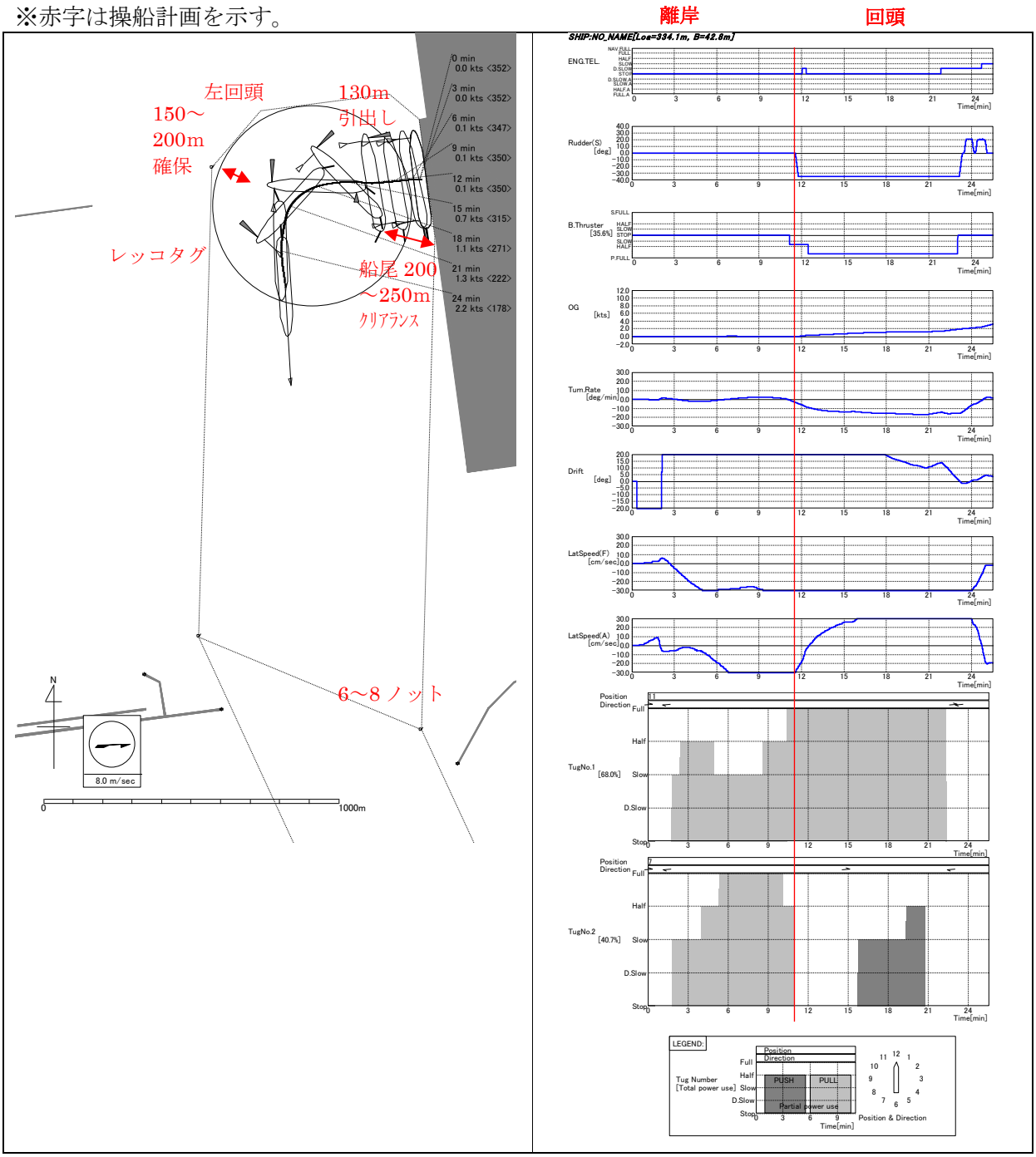



図 4.5.3　出港操船計画と実際の操船結果結果の出力（例）

【保針】

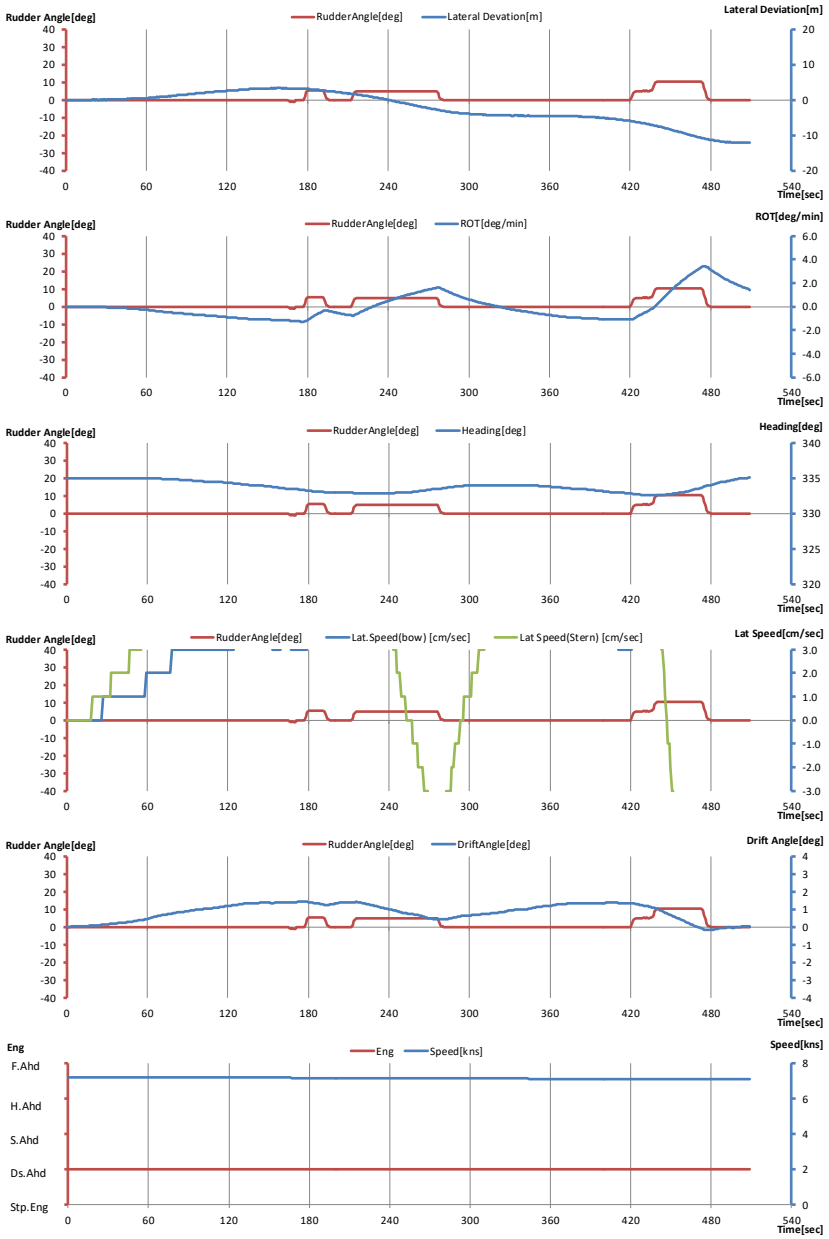



図 4.5.4　操船出力例（入港：保針操船局面）

【変針】

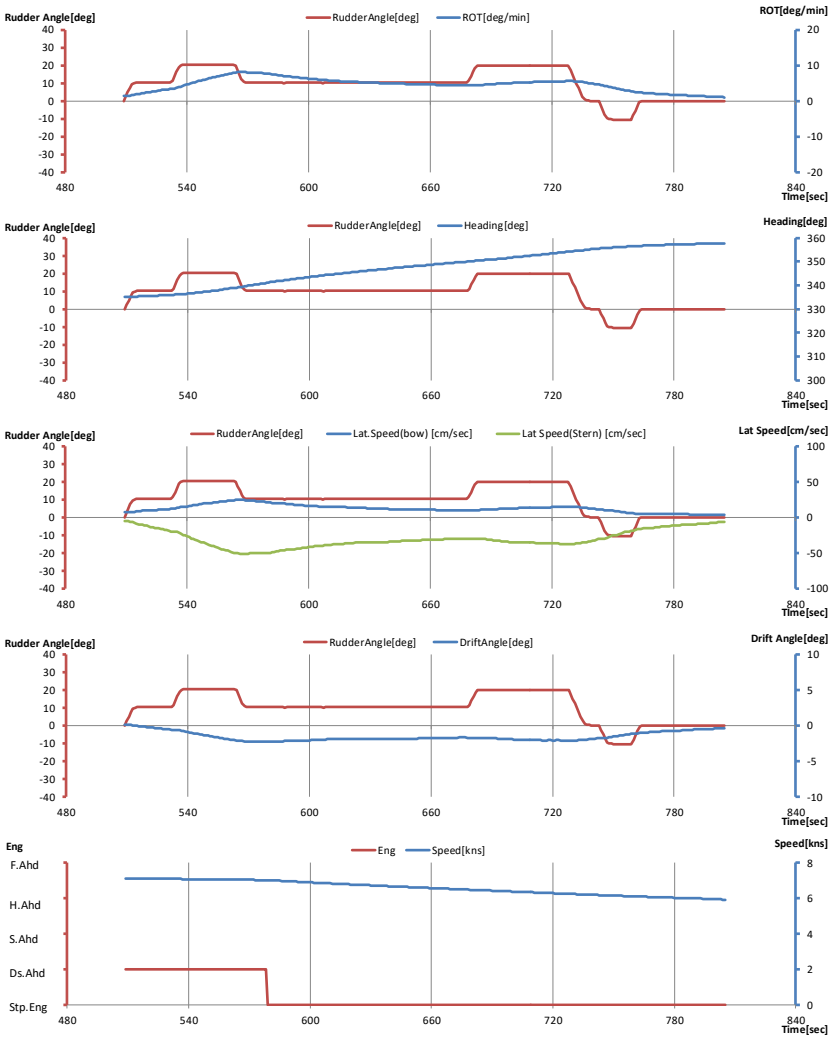



図 4.5.5　操船出力例（入港：回頭操船局面）

【減速・アプローチ】

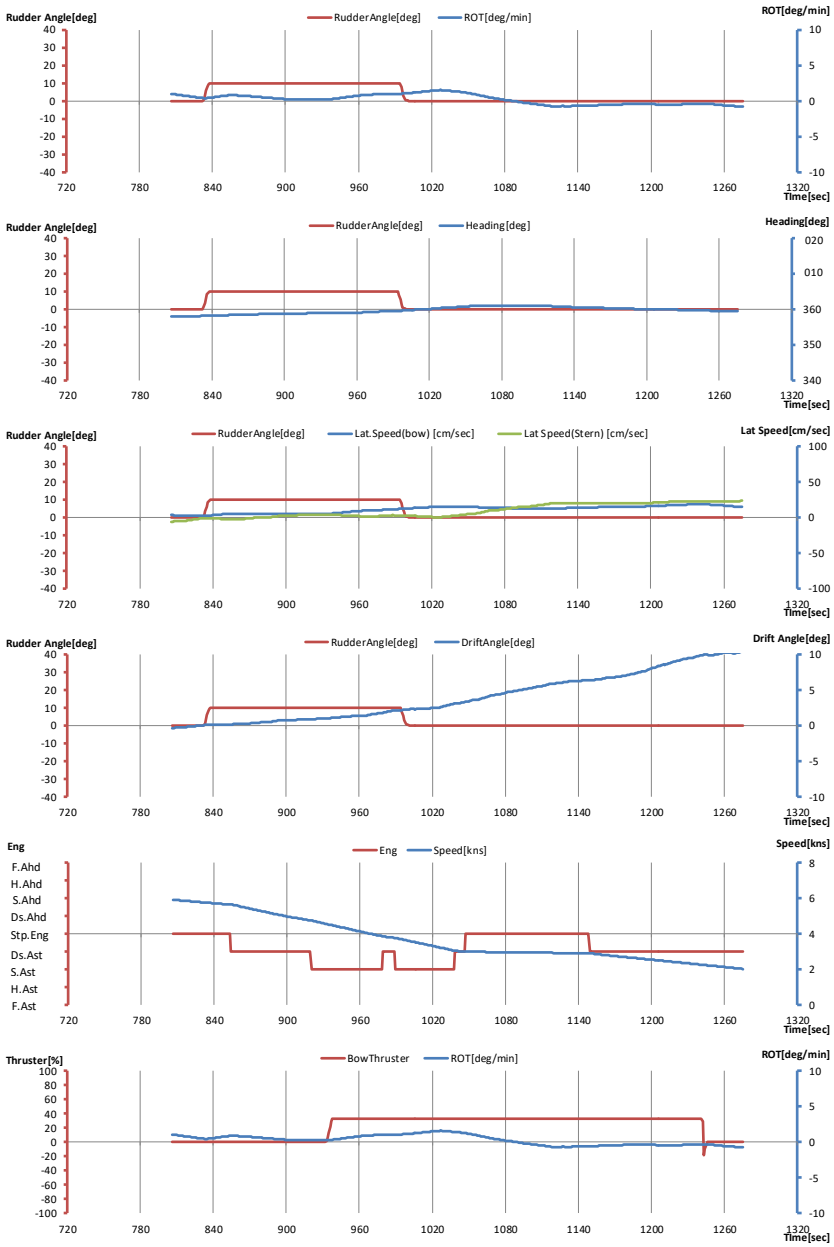



図 4.5.6　操船出力例（入港：減速・アプローチ操船局面）

【着岸】

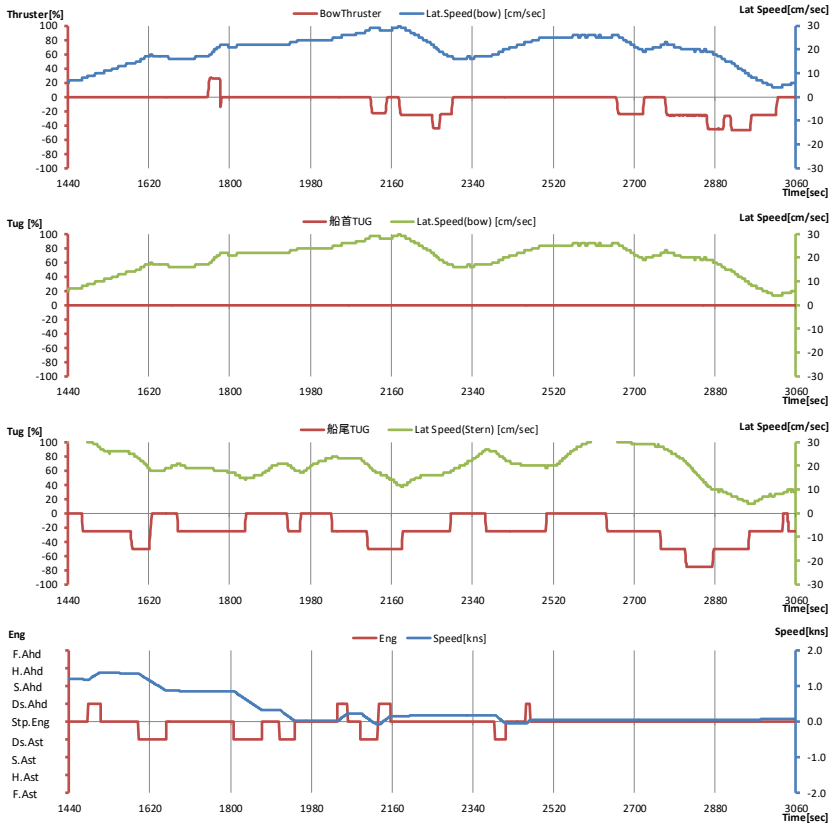



図 4.5.7　操船出力例（入港：着岸操船局面）

【離岸】

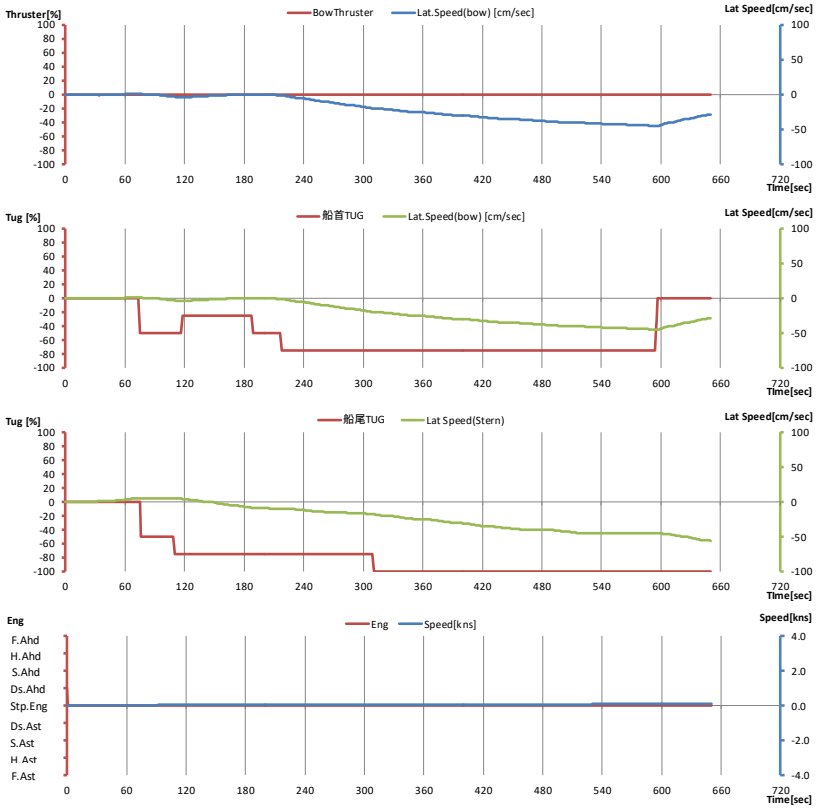



図 4.5.8　操船出力例（出港：離岸操船局面）

【回頭】

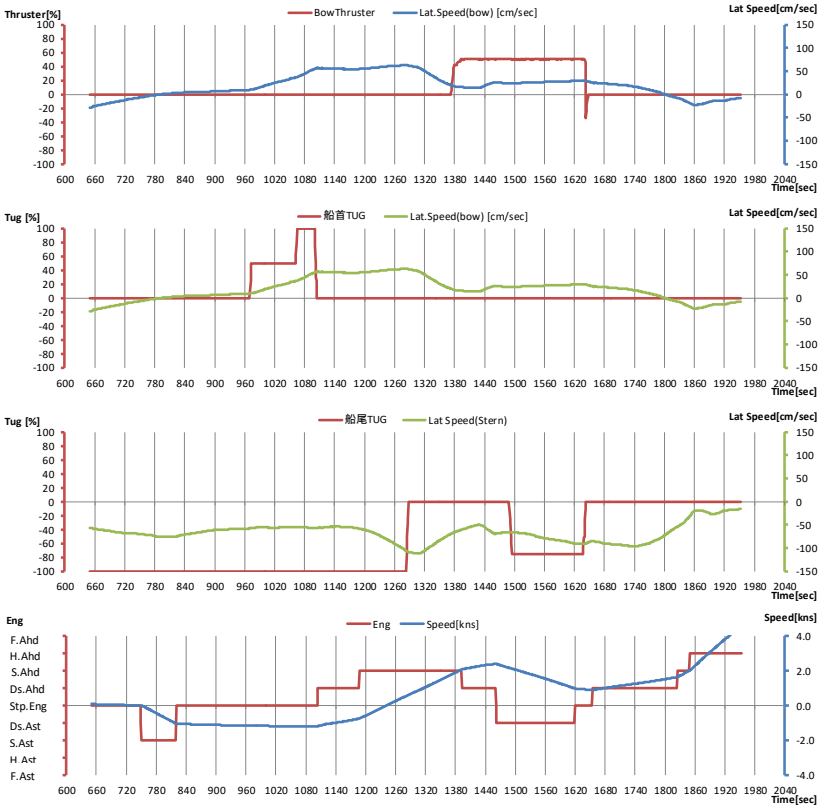



図 4.5.9　操船出力例（出港：回頭操船局面）

### 4.5.3　操船計画と操船結果の比較

表 4.5.1 は、実験操船者があらかじめ設定した操船計画と実際に行われた操船結果を比較し、意図通りの操船が行えたかどうかを検証するための比較表である。

実験操船者への質問票より、各操船局面での針路・速力の設定や舵・主機関、スラスタ、タグボート等操船手段の使用方法・使用範囲（使用量）等、具体的な設定値を確認し、行われた操船結果が操船計画どおりであったかどうかを評価シートに基づき判定する。

表 4.5.1　操船計画と操船結果の比較・評価（イメージ）

| 操船局面 | 操船計画（質問票例） | 操船結果（出力図例） | 評価 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 評価基準（例）※ | 判定 |
| 保針 | 目標針路　：330 | 針路　：330～333 | ±5deg | ○ |
| | 横偏位量　：圧流、切上がりに注意 | 横偏位量　：5m 以下 | 1B 以内 | ○ |
| | 目標速力　：防波堤通過時 6 knots | 速力　：防波堤通過時 7.1 knots | 8knots 以下 | ○ |
| | 保針舵角　：±10deg 以内 | 保針舵角　：最大右 10deg | ±10 deg 以内 | ○ |
| | ドリフト角　：±5deg 以内 | ドリフト角　：左 2deg | ±5deg 以内 | ○ |
| 変針 | 変針後の新針路　：002 | 変針後の新針路　：001 | ±5deg | ○ |
| | 横偏位量　：圧流、切上がりに注意 | 横偏位量　：5m 以下 | 1B 以内 | ○ |
| | 変針舵角　：10deg | 変針舵角　：10～20deg | 最大 35deg | ○ |
| | 回頭角速度　：10deg/min 以上 | 回頭角速度　：最大 10deg/min | 10deg/min 以上 | ○ |
| 減速 | 主機関　：適宜使用、最大 Half | 主機関　：使用率 23%、最大 Slow | 最大 Half | ○ |
| | 停止位置　：前方への進出 NG | 停止位置　：前方余裕水域 150m | 50m 以上 | ○ |
| | 速力低減　：1000m 手前で 4 knots | 速力低減　：1000m 手前で 5 knots | 6knots 以下 | ○ |
| 着岸 | 着岸速度　：接岸時 10cm/sec 以下 | 着岸速度　：船首 10cm/sec、船尾 5cm/sec | 10cm/sec 以下 | ○ |
| | 50m 手前　30cm/sec | 船首 15cm/sec、船尾 10cm/sec | 30cm/sec 以下 | ○ |
| | 接岸角度　：岸壁と平行 | 接岸角度　：0deg | ±2deg | ○ |
| | 主機関　：適宜使用 | 主機関　：使用率 6%、最大 D Slow | 使用率 50%以下 | ○ |
| | 船首スラスタ　：適宜使用、最大 Half | 船首スラスタ　：使用率 9%、最大 Half | 使用率 70%以下 | ○ |
| | 船尾タグボート　：適宜使用、最大 Half | 船尾タグボート　：使用率 22%、最大 Half | 使用率 70%以下 | ○ |
| 離岸 | 離岸時間　：15 分程度 | 離岸時間　：12 分 | 15 分以内 | ○ |
| | 主機関使用率　：適宜使用 | 主機関使用率　：0% | 使用率 50%以下 | ○ |
| | 船首スラスタ　：適宜使用、最大 Half | 船首スラスタ　：使用率 52%、最大 Half | 使用率 70%以下 | ○ |
| | 船尾タグボート　：適宜使用、最大 Half | 船尾タグボート　：使用率 65%、最大 Half | 使用率 70%以下 | ○ |
| 回頭 | 回頭範囲　：端から 150～200m の余裕確保 | 回頭範囲　：端から 200m の余裕確保 | 150m 以上の余裕 | ○ |
| | 回頭時間　：5 分程度 | 回頭時間　：4 分 | 10 分以内 | ○ |
| | 主機関　：適宜使用 | 主機関　：使用率 26% | 使用率 50%以下 | ○ |
| | 船首スラスタ　：適宜使用 | 船首スラスタ　：使用率 10% | 使用率 80%以下 | ○ |
| | 船首タグボート　：適宜使用 | 船首タグボート　：使用率 6% | 使用率 80%以下 | ○ |
| | 船尾タグボート　：適宜使用 | 船尾タグボート　：使用率 78% | 使用率 80%以下 | ○ |

※あらかじめ操船者又は実験評価者が安全な操船に支障ない評価基準を設定しておく。

（判定例　○：許容の範囲内、△：許容の範囲内であるが基準値に近く余裕のない状態、×：許容の範囲外）

### 4.5.4　主観評価結果の処理

(1)　主観評価値の整理・集計

主観評価による各操船局面の操船困難度評定点を、実施ケースごと、操船局面ごとに整理し、各評価者の評価値、平均値、標準偏差、最大値、最小値、中央値、最頻値等を集計する。

(2)　主観評価結果の一貫性検証

主観評価結果に一貫性があるかを検証するため、必要に応じて、クロンバックα係数が用いられる。

クロンバックのα係数の算出方法は以下のとおりである。

クロンバック係数αは、一般に 0.7 以上で「許容」、0.8 以上で「良好」と判定される。

α＝｛評価者数／（評価者数－1）｝
×｛1－（各評価者回答値の分散の合計／各設問評価値合計の分散）｝

(3)　各ケースの評価値ヒストグラムの作成

各ケース、各操船局面について、評価尺度を横軸とした評価者数の積み上げ（評価者属性別棒グラフ）と累積相対度数（折れ線グラフ）を作成する（図 4.5.10）。

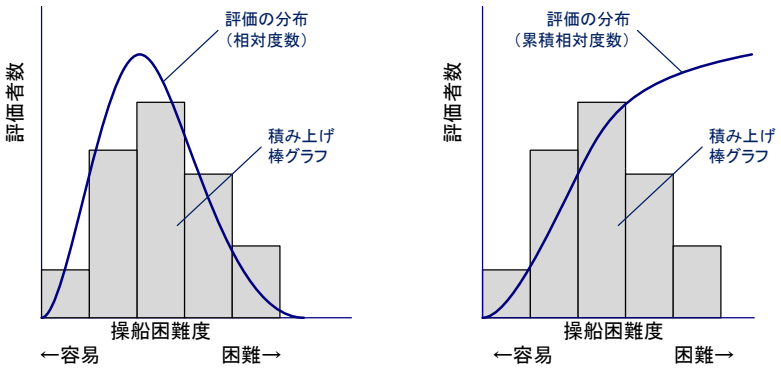



図 4.5.10　主観評価値の属性別積み上げ棒グラフと累積度数・相対度数（イメージ）

(4)　箱ひげ図等による外力条件と操船結果の関係把握

外力条件等の設定ケースを条件軸（横軸）、平均値などの代表値を評価軸（縦軸）とした散布図や箱ひげ図を作成して、外力条件の操船困難度への影響を把握する（図 4.5.11 参照）。

なお、箱ひげ図は、評価尺度が多い（5 段階以上）ほど有効である。

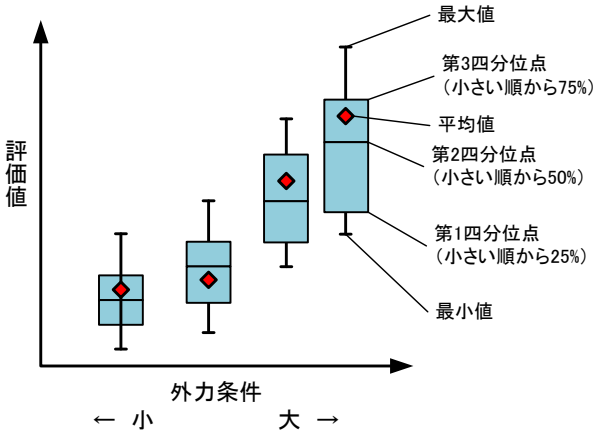



図 4.5.11　主観評価値の箱ひげ図（イメージ）

(5)　制御量・運動状態量と主観評価値の対比

評価者から評価票によって得た操船困難度に関する主観評価値について、必要に応じて操船シミュレータ実験結果に基づく制御量・運動状態量と比較して対応関係を調べる（図 4.5.12 参照）。

制御量・運動状態量が大きくなると操船困難度主評価値も高くなることが予想され、仮に評価者の許容可否率を加えることができれば、操船結果から制御量・運動状態量を知ることによって許容可否を判断することも可能と考えらえる。

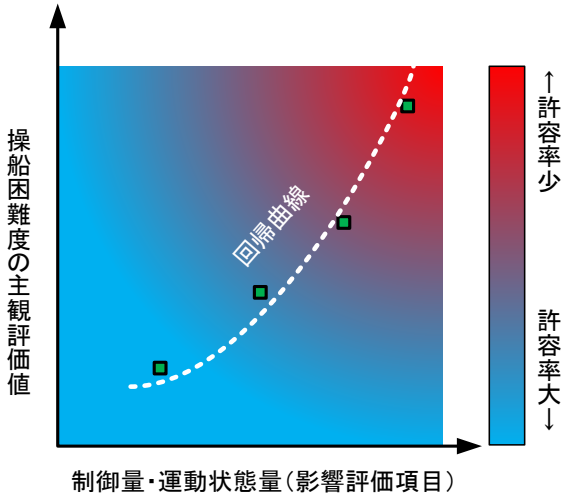



図 4.5.12　制御量・運動状態量（影響評価項目）と主観評価値の対比（イメージ）

## 4.6 シミュレーション結果等の活用

### 4.6.1 課題の抽出と対策の検討

操船シミュレータ実験等シミュレーション手法によって得られた評価結果を活用し、その案件についての安全上の課題を抽出する。

その際、少数意見に意味があることもあるため、これらについても必要な検討を行うことが肝要である。

抽出された安全上の課題について具体的な対策を検討する。

### 4.6.2 対策の検証

検討された具体的な対策については、必要に応じて操船シミュレータ実験等のシミュレーション手法によって再検証を行い、対策の効果について検証する。

# 5 調査研究成果の概要と今後の展望

## 5.1 調査研究成果の概要

平成 27 年度から 3 か年にわたり、海難防止対策検討における操船シミュレーション手法を活用した操船影響の把握及び評価手法の標準化について検討してきた。

3 か年の調査研究で得られた成果を以下に整理して示す。

(1) 検討案件レビューによる検討項目と検討手法の類型化

過去 10 か年程度の検討事例 76 件をレビューし、検討案件を 11 の種類に区分した。さらに各検討案件について検討すべき項目と 8 つに分類し、各検討項目に応じて適用可能な検討（シミュレーション）手法を類型化した。

航行安全の検討においては、目的に応じた様々なシミュレーション手法が活用されており、それら各シミュレーション手法について概要を整理した。本検討の主題である操船シミュレーションについては、主として港湾計画における航路・泊地計画の評価やバース運用基準の策定などに適用される。

操船シミュレーションには、外力影響に応じた船体運動結果のみを計算する数値操船シミュレーション（ファストタイム・シミュレーション）と、操船者（人間）がリアルタイムで操船するシミュレーションがある。後者は、さらに平面図で模擬操船を行う鳥瞰図式と船橋視点の 3D 映像を見ながら行うビジュアル操船シミュレーションがあり、海難防止対策検討においては、ファストタイム・シミュレーションで外力条件を絞り込んだ後、フルミッション型操船シミュレータ装置を使用したビジュアル操船シミュレータ実験を行って検証が行われることが多い。

(2) 操船シミュレータ実験における評価方法の分類と操船影響評価項目

操船シミュレータ実験で用いられる評価方法は、操船シミュレータ実験参加者が評価者となって操船困難度を評価する「主観評価法」、模擬操船結果を外力条件ごとに舵や主機関の使用状況、船体の運動状態を分析する「制御量・運動状態量分析」が主として用いられている。その他、船と障害物等との相対的運動関係から航行危険度を理論的に算出する「数学的評価モデル」による方法や、実験操船者の心拍数や発汗量などを計測する「生理指標計測」による方法もある。

平成 27 年度及び平成 28 年度の調査では、「制御量・運動状態量分析」に着目し、試行的操船シミュレータ実験を実施し、操船局面ごとに評価すべき「操船影響評価項目」の整理、制御（入力）と操船結果（出力）の関係が把握しやすい出力方法などを提案した。

(3) 操船者の操船計画・操船意図の把握手順の導入

今年度（平成 29 年度）の調査では、操船シミュレータ実験結果の評価にあたっては、評価者が実験操船者の操船計画や操船意図を十分把握する必要があることから、事前に

実験操船者に質問票を配布し、評価者が操船者の意図を共有する手法の導入を提案した。

(4)　主観評価方法の適正化に向けた検討

さらに、今年度の調査は、再び試行的操船シミュレータ実験を実施して、「主観評価法」において、評価シートに設定すべき両極尺度、単極尺度の各評価尺度のあり方や適用法、官能評価の手法を採用し、主観評価のバラつきを解消するための操船シミュレーション手法の標準化について検討し、標準化に向けての一定の成果を得ることができた。

(5)　操船シミュレーション手法における評価方法の標準化に向けた検討

過年度（平成 27、28 年度）の調査研究で検討した制御量・運動状態量分析方法と今年度に検討した主観的評価方法を踏まえ、今年度は、操船シミュレータ実験の実施手順の標準化について検討し、操船シミュレーション手法の標準化に向けた一つの方向性を示すことができた。

## 5.2　今後の展望

各種航行安全対策の検討の一環として、更なる操船シミュレーションの活用が今後も期待される。操船シミュレータ実験結果再現表示システムの開発や、評価者コメントをテキストマイニング技術によって解析する手法の開発などの発展性が望まれる。

また、心拍数計測装置や視線計測装置などは小型軽量化しており、被験者に負担の少ない機器に改良されつつあることから、「生理指標計測」手法による評価手法の導入など、操船シミュレータ実験結果の評価手法のあり方は今後も継続して検討すべき課題である。

# あ　と　が　き

“船舶の安全運航”は、海事社会における永遠の命題であり、行く手の見えない霧中航海のような課題である。しかし、海難を防止しながら一歩でも船舶の安全な航海を成就させようという取り組みは、船舶運航の継続的・系統的な観察が常時必要とされる“見張り（Look-out）”と同様に極めて大切である。

『海難防止審議における操船影響把握のための操船シミュレーション手法の標準化に関する調査研究』と題するこの調査研究の目的は、海難防止審議における操船シミュレーション手法の標準化をその主眼とし、これまでの検討成果を踏まえた総合的な操船影響評価手法の標準化を図りながら、調査研究の成果が海難防止対策の効率的かつ効果的な検討に活用できるようにすることとされた。

３年間（平成 27～29 年度）をかけたこの調査研究は、霧が晴れて視界が開けてきたような成果、すなわち、(1) 外力条件に対する制御力を評価すること、（2）得られたデータの信頼性を評価する手法を示すこと、（3）データ分析のため整理・表現方法の有用事例を示すこと、（4）物理的データと主観的評価を組み合わせたビジュアル操船シミュレータ実験の客観的評価を標準化すること 等々を調査研究の成果として得られたことは、取り纏め役として嬉しいかぎりである。

通常の海難防止審議では、予めクリアな課題条件のもとに審議・検討は進められるが、本調査研究は、入港先の決まらない航海のように、開始時点でのゴールは暗中模索の状態であった。しかし、最終年度（平成 29 年度）は、各年度の調査研究結果を積み上げながら海難防止審議に活用できる貴重な成果を得ることができた。これは偏に、各委員、関係官庁、事務局各位の関係者による総合的なチームワークによる成果と位置付けることができ、関係各位の熱心かつ積極的な議論と御意見にあらためて感謝申し上げたい。

なお、この調査研究を通して、携帯端末や電子媒体を利用する評価結果の表示方法や調査研究成果の国際的な情報発信など新たな課題も予想される。そのため、海難防止審議の命題でもある“船舶の安全運航”に向けた継続的な調査研究を、公益社団法人　神戸海難防止研究会に引き続き期待したい。

末筆ながら、公益社団法人　神戸海難防止研究会の益々のご発展と関係各位のご健勝を心から祈念申し上げ、あとがきを締めくくる。UW！

平成 30 年 3 月吉日

委員長　古　荘　雅　生
（神戸大学　海事科学研究科　教授）