入出港場面におけるエキスパートとノービスのリスク認知 プロセス—評価グリッド法を用いた可視化—

杉本 匡史1・長田 典子2・西崎 ちひろ3・田丸 人意4・村井 康二5

Risk Cognition Process of Experts and Novices for Berthing Maneuver -Visualization Using Evaluate Grid Method-

Masashi SUGIMOTO, Noriko NAGATA, Chihiro NISHIZAKI,

Hitoi TAMARU and Koji MURAI

Abstract

In this study, we investigated the risk cognition process for berthing maneuvers based on the comparison between experts (professional pilots) and novices (students in navigation course of Tokyo University of Marine Science and Technology). In the experiment, participants watched a video of a vessel entering or leaving port, rated the degree of risk at that moment, and listed the factors that evoke the risk as the degree of the risk changed. The responses were summarized and visualized using the evaluate grid method. The results showed that the risk cognition processes of the pilot and student were different from each other quantitatively. In the quantitative analysis, the pilot and student perceive risk at different moments, and while pilots judged risk based on whether they could control their situation, students did so based on their perception of the surrounding situation and did not predict the situation. The pilot's risk cognition, in terms of whether or not he is aware of specific accidents that could occur, changed qualitatively at risk levels of 3 and above. These results highlighted the expertise process from novice to expert.

Keywords: labor and ergonomics, evaluation grid method, risk cognition, berthing maneuver **キーワード**: 労働/人的要因、評価グリッド法、リスク認知、入出港

1. はじめに

船舶の自動運航は、2023 年現在において部分 的にしか実現しておらず、特に入出港場面におけ る自動運航は、実現の難しさが指摘されている⁽¹⁾。 船舶の特性を自動車や鉄道、飛行機といった他の 交通システムと比較してみると、船舶は自動車と 異なり制動距離が長く、回避性能が低い。また船舶は鉄道と異なり、移動が1次元的ではなく、航路(鉄道における線路)を専有できないため他の 交通主体(他船)の考慮が必要になる。船舶と飛

[「]正会員 関西学院大学工学部・感性価値創造インスティテュート(〒669-1330 兵庫県三田市学園上ヶ原 1)sugimoto.masashi@kwansei.ac.jp

²非会員 関西学院大学工学部・感性価値創造インスティテュート(〒669-1330 兵庫県三田市学園上ヶ原 1) nagata@kwansei.ac.jp

³正会員 東京海洋大学海洋工学部(〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)chihiro@kaiyodai.ac.jp

⁴正会員 東京海洋大学海洋工学部(〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)tamaru@kaiyodai.ac.jp

⁵正会員 東京海洋大学海洋工学部(〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)kmurai0@kaiyodai.ac.jp

行機を比較してみると、航路を共有していること、制動距離の長さ、自動運転時に必要になる計測や制御といった要素が類似しているという特徴を持つが、管制官の指示によって離陸・着陸時の航路を専有できる飛行機と異なり、船舶の入出港においては航路を完全には専有できず、複数の船舶が輻輳する状況になる。これらのことが、船舶運航の自動化実現に向けた課題として挙げられている(1)。

また、入出港場面における操船は、船舶運航において最も難しいものの一つと考えられている ^(2,3)。その原因としては、主機、スラスタ、舵などの操船手段の増加^(3,4)だけでなく、厳しい周辺環境(防波堤や岸壁などによる地理的制約、低速力航行による操縦性能の低下、風潮流の影響の増大) ⁽³⁾に加え、他船の動向にも対応する必要性 ⁽⁴⁾が挙げられている。

その一方で、入出港における船舶運航のエキスパートである水先人は、自動化が難しいこれらの課題を総合的に認知、判断し安全運航に努めている⑤。実際に、水先人が乗船した場合の船舶の安全性は、水先人が乗船しない場合の9.7倍ともいわれている⑥。このような水先人の安全運航への貢献は、船長が学生と比較して早い段階で衝突の危険性に注目していたり、自身の経験に基づいた危険予知を行っていたりするという、エキスパートとノービスとのリスク認知の違い『によって実現されていると考えられる。

以上から、水先人に代表されるエキスパートが、 入出港場面においてどのようなリスク認知を行っ て安全な船舶運航を実現しているのかについて明 らかにすることは、船舶の自動運航の実現にとっ て有用であるだけでなく、経験の浅い船舶運航者 に対する教育プログラムの開発にも有用であると 考える。

本研究では、入出港場面における水先人のリスク認知プロセスの可視化を行う。具体的には水先人(エキスパート)と海事系学生(ノービス)とが、同じ入出港場面をどのように認知しているのかを比較することで、エキスパートのリスク認知プロセスの特徴を可視化するための実験を実施した。

2. 入出港操船

海上保安庁の調査によれば、海難の約 43%が港

内で発生している⁽⁸⁾。このデータは、入出港はリスクの高い操船プロセスであることを示しており、入出港における危険を回避するための対策の重要性が示唆される。

しかしながら、これらの対策の多くは水先人に よって入出港のその場で経験を頼りに実施されて いるところも多いと考える。例えば入港が可能か どうかの判断は、港湾設計・港湾整備の段階では 船舶の長さ、風速、波高、余裕喫水などの入出港 基準については設定されている。しかし最終的な 入出港の可否の判断は、水先人が船舶の動揺や構 造物との接近スピード、ドリフトや余裕水深など の危険性を勘案することによってなされている(9)。 入出港場面における自動運航を目指す研究におい ては、周囲の状況に応じた最適な操船計画立案、 正確な地形情報・他船動向・外乱等の情報把握、 高い精度での自船運動の計測、外乱の影響・自船 の操船性能を考慮した制御、高い信頼性と適度な 冗長性を備えたシステム、システムが対応できな い場合の人間によるテイクオーバーなどが必要要 件として挙げられている⁽⁴⁾。人間による入出港操 船では、テイクオーバー以外のこれらの要素に関 しては、水先人が実施していると考えられる。ま た、船舶の船種やサイズによっては既存の基準と は別途、自船の操縦性能や風潮流などの外乱に対 する影響を加味して入出港の安全性について個別 に検討することが必要になる(10,11)。

さらに、入出港の危険度を上昇させる要因の一 つが、入出港はチームワークとしてコミュニケー ションをとりながら行われる操船プロセスである ということである(11,12)。具体例としては、水先 人は、パイロットボート、タグボート、船長、航 海士、機関長、機関士、陸上作業員など、港内の 船舶運航に関わる様々な人とコミュニケーション を取りながら、船舶の入出港支援を行っている。 さらに、先に挙げたように、入出港場面において は、航路を完全には専有できず、外洋とは異なり 複数の船舶が輻輳する(1)。これらのことは、水先 人と他の人々とのコミュニケーションに齟齬が生 じることが、事故に直結する可能性を示しており、 水先人が気象・海象状況や港湾の特性といった要 素だけでなく、周囲の人々の意図や取りうる行動 をどのように理解しているかが、入出港の安全性 における重要要因である可能性を示している。こ れらを原因として、研究によっては、「あらかじ

め設定された航路上で障害物を回避して航行する」といった、入出港場面以外の運航をひとまずの対象として、自動運航を実現させようとするものもある⁽¹³⁾。

海難の 67%は人為的要因に起因することが示 されており(14)、船舶運航全体におけるヒューマ ンファクターの重要性を考えても、入出港におい て水先人がどのようにリスクを認知し、意思決定 を行っているのかを明らかにすることは、船舶の 安全運航に大きな寄与を果たすことにつながると 考えられる。本論文では、水先人のリスク認知に ついて明らかにするためのヒューマンファクター 研究として、自動車ドライバの運転行動プロセス のモデル(15)を参考にして研究を行う。このモデ ルでは、自動車ドライバは、まず交通環境からハ ザードを知覚、認識する (ハザード知覚)。次に、 認識したハザードから自身の運転能力や経験とい った要素を加味してリスクの程度を評価する(リ スク知覚)。そして、ドライバは自身が評価した リスクに応じて次にとる行動を選択し、それに基 づいて自動車の操作を行う。実際に自動車の操縦 を行うと周囲の交通環境が変化するため、ドライ バはその変化した環境に対して再度ハザード知覚 を行い、リスク知覚、行動選択、操作を繰り返す。 自動車ではドライバが単独で進路の選択と操縦を 行うのに対し、入出港場面操船では実際に操舵を 行う人間と、具体的な操船内容を決定する人間が 表面的には異なる。しかし、上記のモデルはあく まで意思決定プロセスに主眼を置いたものであり、 操舵を行う人間は通常自らの判断ではなく水先人 の指示に従っていることを考慮すると、入出港場 面における意思決定者である水先人に対して、上 記モデルを応用することが可能であると考えられ

る。

3. 評価グリッド法を用いたリスク認知 プロセスの可視化

このような背景を踏まえ、本研究では入出港場面における水先人のリスク認知プロセスを、評価グリッド法(16)に基づくインタビュー調査を用いて可視化する。

評価グリッド法はオープンクエスチョンを用いた半構造化インタビュー手法で、人間の階層的な評価構造を、ラダーアップ質問(〇〇だとどのような良いことがあるか?)と、ラダーダウン質問(〇〇であるためには何が必要か?)を繰り返すことで明らかにする。評価グリッド法のメリットとしては、インタビュー自体がオープンクエスチョンで行われるために自由な回答を保証していることが挙げられる。その一方でインタビュー手順は固定されているため、インタビュー実施者の知識や技術が問題になりにくく、また結果を分析する際にも分析者の主観の混入が最小限に抑えられる(16)。これらのメリットは、エキスパートの判断プロセスを言語化するという本研究のアプローチに適している。

本研究ではこの評価グリッド法を活用し、入出 港における様々な場面で、実験参加者が知覚する リスクの大きさと、そこに影響する要因を明らか にする。具体的には、入出港の特定場面で知覚さ れるリスクの大きさを最上位概念とし、その直下 にリスクの原因となる要素(例:岸壁とぶつかり そうだ)を抽出し、その下位にリスクの原因とな る要素を生じさせる要因(例:海流に押されてい る)を明らかにすることで、リスク認知を決定す る要因の因果関係を仮定してインタビューを行う。

	衣1 谷動画における日柏及い俗為の情報								
動画	操船	日付	時刻	船種	総トン数	全長	スラスタ	バース	タグ
(分:秒)					(t)	(m)			隻数
A	入港	2022/6/15	11:52-	タンカー	9,999	134.99	有	千葉	2
(35:48)			12:27				(932HP)	SNC	
В	出港	2022/6/20	14:51-	重量物運搬船	15,549	166.15	有	横浜	1
(17:57)			15:09				(1,072HP)	HB4	
C	入港	2022/6/23	19:27-	コンテナ船	18,485	176.84	有	横浜	2
(47:01)			20:16				(1,224HP)	HD4	
D	出港	2022/6/24	02:12-	コンテナ船	21,018	179.72	有	横浜	2
(24:02)			02:36				(1,224HP)	MC3	
E	入港	2022/7/7	10:36-	バルカー	23,433	179.90	無	千葉	2
(46:58)			11:23					COT	

表1 各動画における自船及び港湾の情報



図1 実験参加者が視聴した動画の例 (左:水先人視点動画、右:PPU動画)

さらに、リスク認知プロセスは状況の変化に応じて動的に行われるため、本研究ではリスクが変化した段階で回答を行うという、経験サンプリング法(¹⁷⁾を応用した測定を行う。経験サンプリング法は、回答者に日常生活内の無作為もしくは予定されたタイミングで、その瞬間の思考や感情を回答させる測定方法である。経験サンプリング法によって測定されたデータは、回答と同じタイミングを対象としたものであるため、想起による記憶の歪みを最小化できるメリットがある。

これらの手法を用いることで、ある時点における危険度をどの程度だと判断するかという量的な分析に加え、その段階でどのような認知が行われているかという質的な観点からも、リスク認知プロセスを可視化することができる。

3.1 実験参加者

本実験には3名の一級水先人(水先人)と、12名の大学生(学生)が参加した。水先人は全員男性であり、平均年齢は51歳(42-62歳)であった。3名の船長・一級水先人としての平均経験年数は10.3年(7-14年)であった。一方、学生

は 9 名が男性、3 名が女性であり、平均年齢は 22.1 歳(20-28 歳)であった。学生の実験参加 者の全員が練習船の乗船経験を有しており、平均 乗船経験日数は89.8日(3-365日)であった。

3.2 使用刺激

今回の実験では、5本の動画を実験参加者に呈示した(表1)。5本の動画のうち3本が入港場面(昼間2本、夜間1本)、2本が出港場面(昼間1本、夜間1本)の動画である。入港場面の動画には入港のアプローチ操船から着岸までの操船行動が録画されており、出港場面の動画では着岸している船が離岸する操船行動が録画されている。

また、それぞれの動画は、入出港場面を実際の水先人の視点で撮影した風景映像と、それに時間的に同期した PPU (Portable Pilot Unit) 画面とが合成されたものである (図 1)。

3.3 実験手続き

本研究での実験手続きを以下のように定義する。 まず調査者は、実験参加者が動画を視聴する前に、 自船、使用するタグボート及び港湾についての、 操船に必要な詳細情報を呈示する(表1)。

次に実験参加者は、入出港場面の動画を視聴する。動画再生開始30秒時点で動画を一時停止し、実験参加者はその時点で知覚されるリスクの大きさの程度を危険度評定値として5段階で回答する。参加者間で量的な判断基準の違いをなるべく生じさせないため、各評定値には言語によるラベルを付与する(1:まったく危険だと思わない、2:あまり危険だと思わない、3:どちらでもない、



図2 学生の実験参加者が使用した Web 回答フォーム

(左の回答欄に危険度評定値を5段階で入力し、その回答の原因を右側に入力することを繰り返す)

4:危険だと思う、5:極めて危険だと思う)。さらに実験参加者は、危険度評定値の理由について問うラダーダウン質問に繰り返し回答する。調査者は、30 秒時点での状況に対する実験参加者の回答完了後に再度動画を再生し、実験参加者が危険度もしくは危険に関わる要因が変化したと感じた時点で動画を再度一時停止し、実験参加者は同様に危険度評定値とその原因を繰り返し回答する。

本実験では、水先人と学生とで異なる形式で実験を行う。水先人に対するインタビューは Zoom を用いた対面形式で実施する。動画の操作や質問はインタビュアーが行い、実験参加者はそれに対して回答する形でデータを収集する。水先人は全5本の動画から1本もしくは2本の動画を視聴し、3名の実験参加者で全ての動画をカバーする。なお、実験時間の制約のため、動画 B は動画開始8分15秒後から、動画 D は同じく10分30秒後から、動画 E は同じく6分後から再生を開始する。

それに対して、学生に対するインタビューは Web 回答フォームを用いた非対面式で行う。学生 は各自で動画を視聴し、Web 上の回答フォームを 用いて、危険度の評価とその原因の回答を行う (図 2)。また、学生は全員が 5 本全ての動画を 視聴する。

3.4 結果と考察

3.4.1 各動画でのリスク知覚の程度の時系 列変化

危険度評定値の推移を示すため、ある回答タ イミングにおける危険度評定値を、その回答タイ ミングから次の回答タイミングまでの間のリスク 知覚の程度と定義した。各動画における学生の危 険度評定値の平均と、その 95%信頼区間を図 3 に 示す。また水先人の危険度評定値についても同じ く図3に示す。学生と水先人とのリスク知覚の程 度は必ずしも一致せず、水先人が学生と比較して リスク度評価を高く、もしくは低く行っている個 所の両方が見られた。具体的には、水先人は自船 の安全な運航を維持するための状況をコントロー ルする手段(例:自船を前進させることができる、 時間的・空間的な余裕がある、自船をいつでも止 められる状態にある…)が十分にある場合はリス ク知覚の程度が低く(例:図3動画C)、タグボ ートや船長との連携がうまくいかない場面(例:

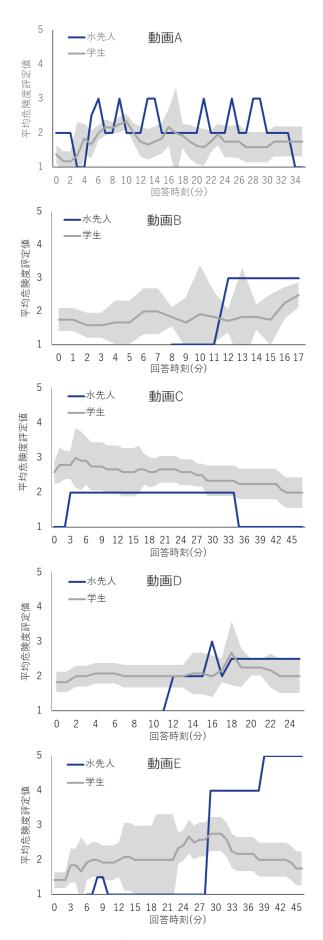


図3 リスク知覚の時系列変化と95%信頼区間

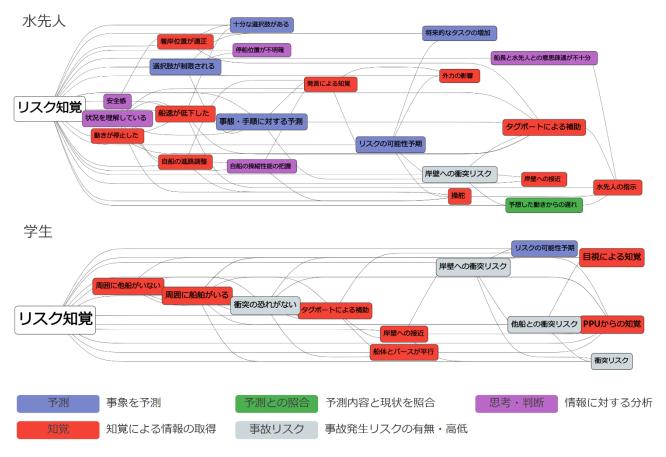


図4 実験全体での水先人と学生のリスク認知における評価構造図

係留索・曳航索を渡せていない、船長と水先人と の意思疎通が不十分)ではリスク知覚の程度が高 くなった(例:図3動画E後半部分)。

3.4.2 入出港場面全体のリスク認知プロセ ス

インタビューデータを Evaluation Structure Visualization ソフトウェア⁽¹⁸⁾を用いて分析し、評価構造図を出力した。 Evaluation Structure Visualization ソフトウェアによる分析の手続きは以下のとおりである。

まず、得られたインタビュー回答のうち、同じ意味を指し示すと考えられる回答(例:「自船がコントロール下になった」「自船のコントロール下、想定内で動いている」「十分コントロール下にある」)を、一つのカテゴリ(「コントロール下にある」)に統一する。次に図中に表示させる回答を、Katz 中心性(19)に基づいて決定する。Katz 中心性はグラフ理論に基づくネットワークの指標の一つであり、インタビューデータの分析においては、特定の回答の重要性に相当する(20)。すなわち、閾値として設定した Katz 中心性の値を超える回答のみが図中に表示される。本研究では

Katz 中心性の値として 0.1 を用いた。ただし、 水先人の危険度評定値 5 における評価構造図のみ、 図の可読性を向上させるために 0.15 を用いた。

このような手続きに従って出力された、入出港 場面全体におけるリスク認知の評価構造図を図 4 に示す。図中の各回答のうち、右側の回答が左側 の回答を引き起こす原因であり、これらの回答の 因果関係によって、最終的にリスク知覚の程度が 決定される。また、今回の分析では、各回答を予 測、予測との照合、思考・判断、知覚、事故リス クという 5 つに分類した。「予測」は将来的にタ スクが増加するという判断や、リスクの可能性の 予測といった、現時点では発生していない事象に 対する判断を示している。「予測との照合」は、 予測した自船の動静からの遅れや予定通りの手順 実施といった、予測・計画した事態や手順と現状 との照合に関わるプロセスである。「思考・判断」 は現時点での状況に対する分析のことである。 「知覚」は船速が低下した、動きが停止したとい った、現在発生している事象に関する情報を取得 するプロセスである。最後に「事故リスク」は、 岸壁への衝突や他船との衝突といった、発生しう

る具体的な事故リスクに対する評価である。

評価構造図においてリスク認知に影響を与える 要因を分析したところ、水先人は自船の状況の把握(船速の低下、岸壁への衝突リスク等)だけで なく、知識や経験に基づく判断(今後発生する可能性のあるリスクの予測、(安全運航を実現する ための)選択肢が制限される、事態・手順に対す る予測等)を行っていることが明らかになった。

その一方、学生は自船の状況(周辺の船舶や岸壁に対する衝突リスク)のみに注目して知覚を行う一方、予測をほとんど行わないでいることが明らかになった。これらのことは、水先人はコントロールすべき対象として状況をとらえているのに対し、学生は現時点での周囲の状況の知覚に留まり、例えば他船を自船に対する障害物としてとらえるといった、その瞬間における状況判断を行っており、状況の予測までは行うことができていないことを示していると考える。

ホワイトカラーの熟達化では、熟達化によって 実践知(タスク管理、対人管理、自己管理、コンセプチュアルスキル)が獲得されることが知られている⁽²¹⁾。今回のデータにおいても、水先人はタスク管理(取りうる選択肢の把握、リスクの可能性予測、事態・手順に対する予測)や、対人管理(タグボートによる補助)を認識していることが示されており、本研究の妥当性を支持している。

3.4.3 リスクの大小による水先人のリスク 認知プロセスの変化

危険度1から5の各段階での、水先人のリスク 認知プロセスの変化を分析した(図5)。危険度1 ではハザード知覚がほとんど生じなかった。危険 度2では、外力の影響や船速の変化といったハザ ード知覚が生じるが、状況のコントロールはでき ていた。危険度3では、危険度2以下と異なり、 生じうる具体的な事故の認知 (岸壁への衝突、事 故のおそれ)が生じた。危険度4では、他船との 衝突リスクや、取りうる選択肢の制限、予定針路 からの逸脱によってリスク知覚の程度がさらに高 まった。危険度5では、船長との意思疎通の失敗 で生じる危険の詳細な予測(ロープが切れる、他 船と衝突等)を行った。すなわち、水先人のリス ク認知は、発生しうる具体的な事故に対する認知 の有無という点で、危険度3以上で質的に変化す ることが確かめられた。

同様に、学生に対しても危険度評定値ごとの分

析を行った(図 6)。その結果、危険度 1 から 5 にわたって、学生は事態に対する予測を行っていないことが明らかになった。また、学生も危険度 3 以上でリスクについての認知を行うものの、危険度が上がってもリスクに対する認知の具体化は行われず、質的な認知プロセスの変化は見られなかった。

3.4.4 総合考察

本研究では、船舶の入出港場面におけるリスク 認知プロセスを解明することを目的として、評価 グリッド法に基づくインタビュー実験を行った。 実験の結果、水先人と学生でリスク認知プロセス が量的にも質的にも異なることを明らかにした。

量的な違いとしては、同じ場面に対しても危険 度の評定が異なり、水先人と学生とでリスクを高 く評価する場面に違いが見られた。質的な違いと しては、危険度を同程度に評価する場面でも、そ の原因として認知している要因には、水先人と学 生との間で違いが見られた。また、水先人は危険 度の上昇に応じて認知プロセスの質的な変化(生 じうる事故内容の具体化)が見られる一方、学生 には同じ傾向はみられなかった。

これらの量的・質的な相違点の分析に共通して いるのは、水先人のリスク認知が、予測と検証を 行う能動的プロセスであるのに対し、学生のリス ク認知プロセスは、現時点での周囲の状況の知覚 に基づく受動的なプロセスであるということであ る。すなわち、水先人が現状の知覚から事態を予 測し、現在のリスクを逆算しているのに対し、学 生は現状の知覚から現状のリスク判断を直接行っ ている。この結果を、自動車ドライバの運転行動 プロセスのモデル(15)に当てはめると、ある時点 における学生のリスク認知は、現在の交通環境か らのハザード知覚、知覚したハザードに基づくリ スク知覚、知覚リスクに応じた行動選択というプ ロセスによって行われていると解釈することがで きる。それに対して水先人のリスク認知プロセス は、学生同様の現在での認知に加え、選択された 行動によって生じる未来の交通環境から逆算した 現在の交通環境評価という、バックキャスティン グ(未来の状況を想定し、そこから現在の課題を 考えるアプローチ)も行っている。 すなわち学生 のリスク認知が現在の状況に対してのみ行われて いるのに対し、水先人のリスク認知は現在および、 現在の状況が引き起こす未来の2つに対して行わ

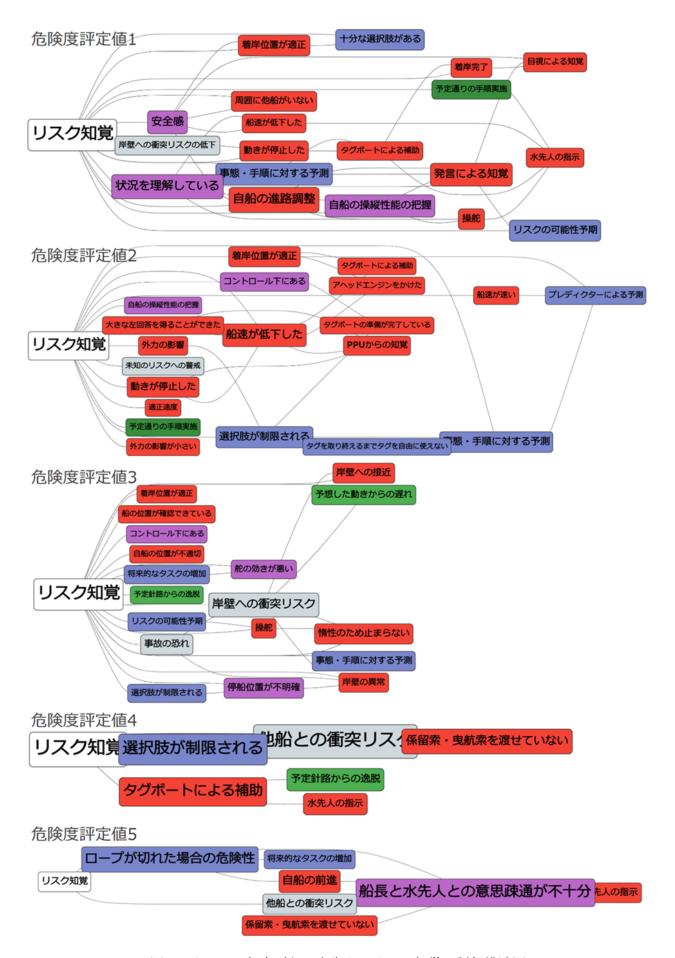


図5 リスクの程度ごとの水先人のリスク知覚の評価構造図

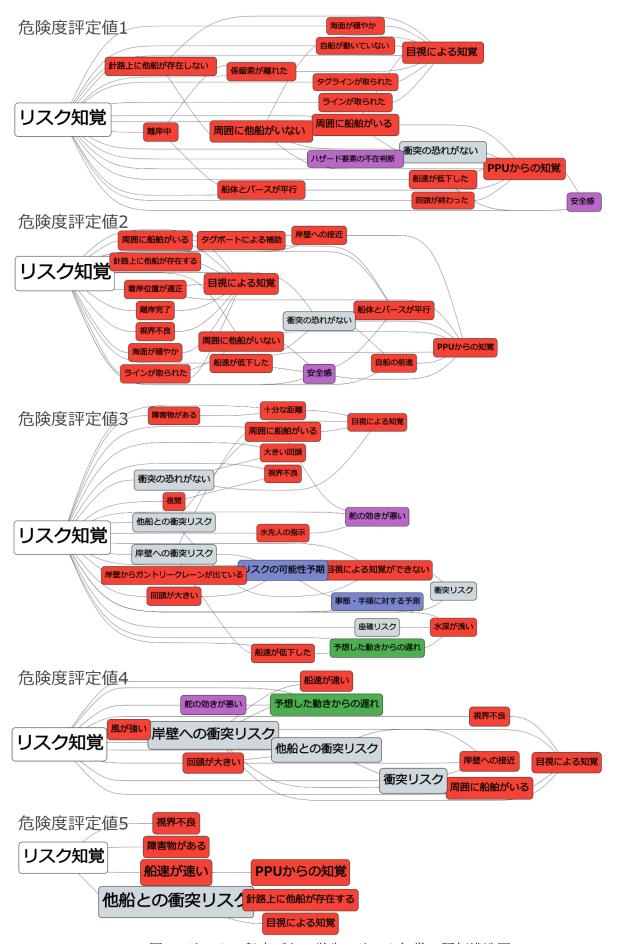


図6 リスクの程度ごとの学生のリスク知覚の評価構造図

れているという点で、時系列的な重層性をもつものだと言える。

水先人が関係する海難の大きな原因として先入 観による判断エラーが指摘されている⁽⁵⁾。また、 水先人と同じく船舶運航のエキスパートである船 長は自身の経験に基づく状況の予測を行っている ことが示されている⁽⁷⁾。これらのことから、エキ スパートが予測に基づくリスク認知を行っている ことが示されており、これらの先行研究の結果は、 本研究の成果を支持している。それに加えて本研 究ではこの予測の内容が具体的にどのようなもの かを明らかにした。また水先人と学生との比較を 通して、生じうる事故の詳細や、それへの対処に ついての予測を行うために熟達化が必要であるこ とを示した。

4. まとめ

本研究では、入出港場面における水先人のリスク認知プロセスを解明するための実験を行った。 具体的には、水先人(エキスパート)と学生(ノービス)に、同じ入出港場面の危険度評定とその原因の回答を行ってもらい、それぞれのリスク認知プロセスを評価グリッド法に基づいて視覚化し、さらにそのリスク認知プロセスの比較を行った。その結果、水先人と学生のリスク認知プロセスの間には質的・量的な相違点が存在することを明らかにした。特に水先人は現在の周囲の状況だけでなく、そこから未来の状況に対する予測を行い、それを考慮した能動的なリスク認知を行っていることを示した。

本研究は、危険度が高く運航自動化が難しいとされている入出港場面において、水先人が具体的にどのような判断を行って安全な船舶運航を実現しているかを明らかにしたものである。本研究の成果は、自動運航時に必要になる計測・制御システムについての示唆を与えるとともに、水先人を志望する学生や船員への教育プログラムの開発にも応用が期待できる。また、本研究の手法は入出港以外の船舶運航場面にも応用が可能であり、本手法を活用した船舶運航におけるヒューマンファクター研究の発展が期待できる。

一方で、本研究の課題としては、自分とは異なる水先人が取った行動を他者視点から評価することにおける妥当性の問題が挙げられる。実際の入出港場面においては、水先人が自らの意図に基づ

いて自船やタグボートの運航をコントロールして いる。それに対して今回の実験では、ほぼ全ての データが、自身とは別の水先人の行動に対して意 図を推測するというプロセスから得られたもので ある。今後の研究においては、実際に入出港業務 を担当したケースやシミュレータを用いることに よって、水先人業務とデータ提供を同一人物が行 い、データの妥当性を高めることが必要であると 考えられる。

謝辞

本研究は日本財団による研究助成「無人運航システムに係る安全評価の基盤となる船員スキル定量化(基準化)」の助成を受けた。

参考文献

- (1) 松本陽:総論: IT 技術・自動運転技術が拓く安全でサスティナブルな交通システムの実現. 日本機械学会誌, Vol. 125, No. 1241, pp4-6, 2022.
- (2) 堀智博・井上稔弘・林祐司・村井康二:入 港時における操船危険度の評価. 日本航海 学会論文集, Vol. 128, pp183-189, 2013.
- (3) 瀬田広明・井上欣三・世良亘・広野康平: 出入港操船の危険度評価と操船支援情報の 効果. 日本航海学会論文集, Vol. 109, pp63-68, 2003.
- (4) 三好晋太郎・村田航: 三井 E&S 造船における自律化船への取組み-自律化船に向けた操船制御装置の開発. マリンエンジニアリング, Vol. 54, pp220-224, 2019.
- (5) 竹本孝弘・野村知意・矢吹英雄・井上一規:水先人避航行動の特徴と衝突海難防止. 日本航海学会論文集、Vol. 124, pp47-55.
- (6) 交通政策審議会. 水先制度の抜本改革のあり方について (答申). 2005.
- (7) 上田真由子・杉本匡史・長田典子・西崎ち ひろ・田丸人意・村井康二:船舶事故場面 における操船者のリスク認知プロセスの時 系列分析. 感情心理学研究, Vol. 30, Sup, pp0S1-05. 2022.
- (8) 海上保安庁:海上保安統計年報, Vol. 72, 2021
- (9) 久保雅義・水井真治:船舶の入港限界に関

- するアンケート調査. 日本航海学会誌 NAVIGATION, Vol. 142, pp31-36, 1999.
- (10) 平元雅英:大型客船の出入港安全基準に関する研究. 日本航海学会誌 NAVIGATION;Vol. 219, pp30, 2022.
- (11) 矢野吉治:制限水路航行時の操船. 日本船舶海洋工学会誌 KANRIN (咸臨), Vol. 93, pp24-29, 2020.
- (12) 堀部敏郎: インタビュー 入出港支援の現状 と課題. 海と安全, Vol. 49, No. 567, pp2-9, 2015.
- (13) 三好晋太郎・五百木陵行・鈴木一朗:無人 運航船の実現に向けた自律操船システムの 開発-航路保持制御と実証実験の報告,日本 船舶海洋工学会講演会論文集,Vol.34, pp195-201, 2022.
- (14) 内閣府: 平成 29 年度 交通事故の状況及び 交通安全施策の現況 https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h3 0kou_haku/zenbun/genkyo/h2/h2s1.html, 2018. (2023/7/24 最終確認)
- (15) 小竹元基・木村健人・二瓶美里・鎌田実: 高齢運転者の認知特性と実環境における不 安全行動の関連性の検討. 日本機械学会論 文集C編, Vol. 78, pp3362-3373. 2012.
- (16) 讃井純一郎: 商品企画のためのインタビュー調査: 従来型インタビュー調査と評価グリッド法の現状と課題. 品質, Vol. 33, No. 3, pp13-20, 2003.
- (17) Reed LARSON and Mihaly CSIKSZENTMIHALYI: The experience sampling method. New Directions for Methodology of Social & Behavioral Science, Vol. 15, pp41-56. 1983.
- (18) Masashi SUGIMOTO, Yasuo YAGI and Noriko NAGATA: How different tourist sites evoke different emotions: Investigation focusing on the urban and rural sites in Japan. Human-Computer Interaction. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 14012, pp332-343, 2023.
- (19) Leo KATZ: A new status index derived from sociometric analysis.

 Psychometrika Vol. 18, pp39-43. 1953.
- (20) Yosuke ONOUE, Nobuyuki KUKIMOTO,

- Naohisa SAKAMOTO and Koji KOYAMADA. E-Grid: a visual analytics system for evaluation structures. Journal of Visualization, Vol.19, pp753-768. 2016.
- (21) 楠見孝:ホワイトカラーの熟達化を支える 実践知の獲得. 組織科学, Vol. 48, No. 2, pp6-15, 2014.