

評価グリッド法を用いた入出港場面におけるリスク認知 プロセスの可視化：エキスパートとノービスの比較

正会員○杉本 匡史（関西学院大学） 非会員 長田 典子（関西学院大学）
正会員 田丸 人意（東京海洋大学） 正会員 西崎 ちひろ（東京海洋大学）
正会員 村井 康二（東京海洋大学）

要旨

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の解明に取り組んだ。実験では入出港場面動画を視聴する参加者にそのタイミングでのリスクの程度を評価してもらい、同時に評価グリッド法を用いてリスクを喚起している要因を可視化した。その結果、水先人は自船や周囲の船舶をコントロールできるかどうかでリスクを判断しているのに対し、学生は周囲の状況の知覚に留まり、状況の予測を行っていないことが示された。また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。

キーワード：労働/人的要因、評価グリッド法、Evaluation Structure Visualization、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⁾。実際に、入出港場面における操縦は、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、自動化が難しいこの課題を安全にこなしている。これらのエキスパートが、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、経験の浅い船舶運航者の教育プログラムの開発だけでなく、船舶の自動運航の実現にとっても有用であると考えられる。

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定量化を行う。具体的には水先人（エキスパート）と学生（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. 入出港場面における操船

海上保安庁の調査によれば、海難事故の約43%が港内で発生している⁽⁴⁾。このデータは、入出港自体が危険な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、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設定されておらず、水先人によって判断されている⁽⁵⁾。水先人は、船舶の揺れや構造物との接近、ドリフトや底接触などの危険性を計算し、入港が可能かどうかを判断している。

また、入出港の危険度を上昇させる要因の一つが、入出港が複数の人間が連携してコミュニケーションをとりながら行われるプロセスであるということである⁽⁶⁾。具体的には水先人は、パイロットボート、タグボート、船長、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。このことは、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。

そもそも海難事故の67%が人為的要因に起因することが示されている⁽⁷⁾。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ると、入出港における水先人の認知を明らかにすることが、船舶の安全な運航への寄与につながると考えられる。

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

本研究では評価グリッド法⁽⁸⁾に基づくインタビュー

表1 各動画における船舶及び港湾の詳細

動画No	離着岸区分	日付	時間	船種	総トン数	全長	スラスターの有無	バース	タグの隻数
A	着岸（入船）	2022/6/15	11:52-12:27	タンカー	9,999	134.99	有り（932HP）	千葉 SNC	2隻
B	離岸（出船）	2022/6/20	14:51-15:09	重量物運搬船	15,549	166.15	有り（1,072HP）	横浜 HB4	1隻
C	着岸（入船）	2022/6/23	19:27-20:16	コンテナ船	18,485	176.84	有り（1,224HP）	横浜 HD4	2隻
D	離岸（出船）	2022/6/24	02:12-02:36	コンテナ船	21,018	179.72	有り（1,224HP）	横浜 MC3	2隻
E	着岸（入船）	2022/7/7	10:36-11:23	バルカー	23,433	179.9	無し	千葉 COT	2隻

一調査を用いてリスク認知プロセスを可視化する。

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。本研究ではこの手法を応用し、入出港における様々な場面で、参加者が認知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認知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、さらにその下にリスクの原因となる要素を生じさせる要素(例：海流に押されている)、というようにリスク認知を決定する要因の因果関係を想定してインタビューを行った。

3.1 参加者

本実験には3名の水先人と、12名の大学生が参加した。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人の船長・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 実験手続き

参加者にはまず、後に視聴する動画の船舶及び港湾についての詳細情報が呈示された(表1)

次に参加者は、入出港場面を実際の水先人の視点で撮影した動画と、その動画と時間的に同期したPPU(Portable Pilot Unit)画面が合成された動画を視聴した(図1)。動画再生開始30秒時点で、参加者はその時点でのリスクの大きさを5段階(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、4:危険だと思う、5:極めて危険



図1 参加者が視聴した動画の例
(左：水先人視線動画、右：PPU 動画)

だと思う)で回答し、さらにその理由について問うラダーダウン質問に繰り返し回答した。30秒時点での状況に対する回答完了後に再度動画を再生し、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、同様にリスクの大きさとその原因を回答した。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名の参加者で全ての動画をカバーした。学生は全員が5本全ての動画を視聴した。また、水先人に対するインタビューはZoomを用いた対面で、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で行った。

3.3 結果と考察

3.3.1 各動画でのリスク認知の時系列変化

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2に記した。また水先人の危険度評定値についても同じ図に記した。学生と水先人とのリスク認知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、水先人は状況をコントロールする手段が十分にある場合はリスク認知が低く(例：動画C)、他船との連携がうまくいかない場面ではリスク認知が高くなった(例：動画E後半部分)。

3.3.2 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⁹⁾を用いて分析し、入出港場面全体におけるリスク認知の評価構造図を図

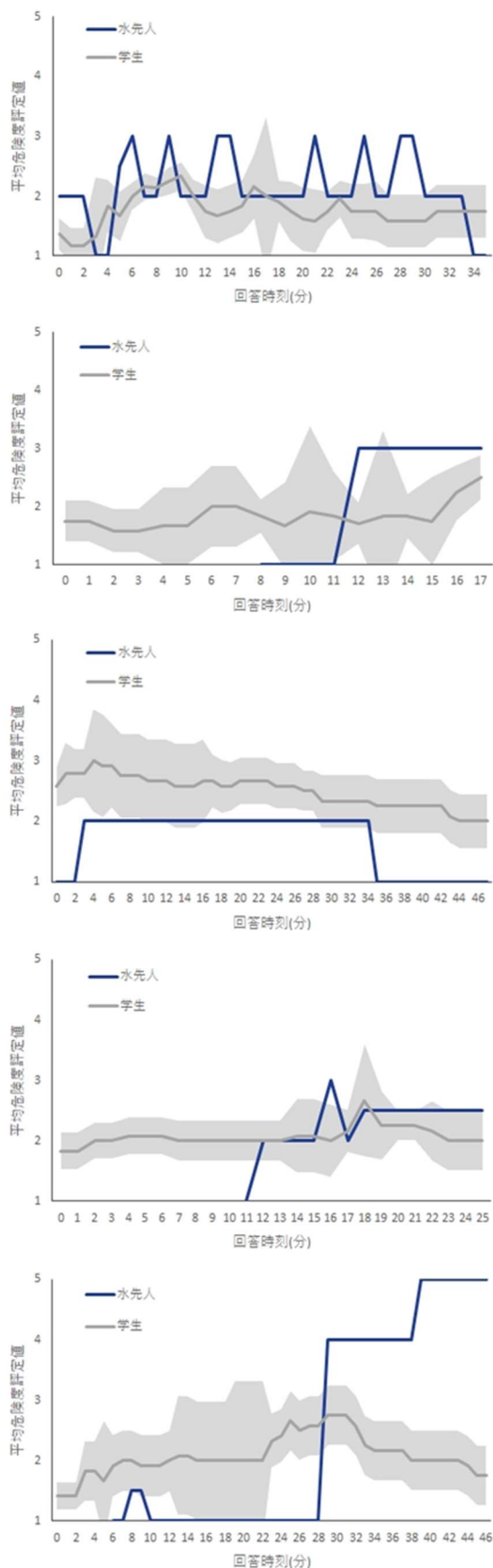


図2 リスク認知の時系列変化と95%信頼区間 (上から動画A, B, C, D, E)

3に示した。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(リスクの可能性予測、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)のみに注目していることが明らかになった。このことは、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、他の船舶を自船に対する障害物としてとらえており、状況の予測を行っていないことが示された。

ホワイトカラーの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⁽¹⁰⁾。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。

3.3.3 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

さらに、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4)。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認知がさらに高まった。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。

4. まとめ

本研究では、評価グリッド法を用いて、船舶の入出港場面におけるリスク認知プロセスを解明した。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。本研究の結果は、船舶の自動運航の実現だけでなく、熟達化プロセス⁽¹⁰⁾の解明にも寄与しうるものである。

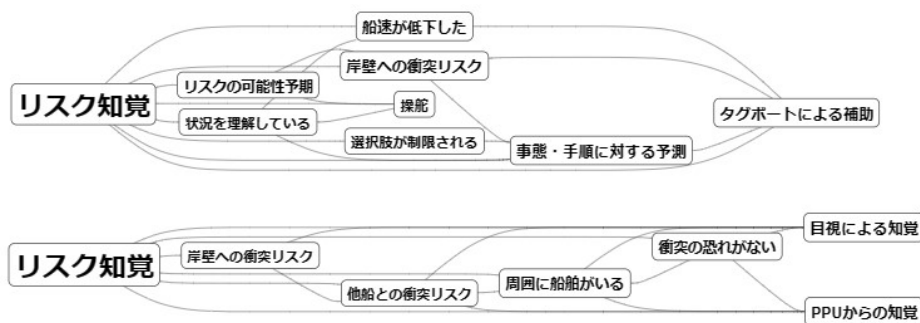


図3 水先人(上)と学生(下)のリスク認知評価構造図

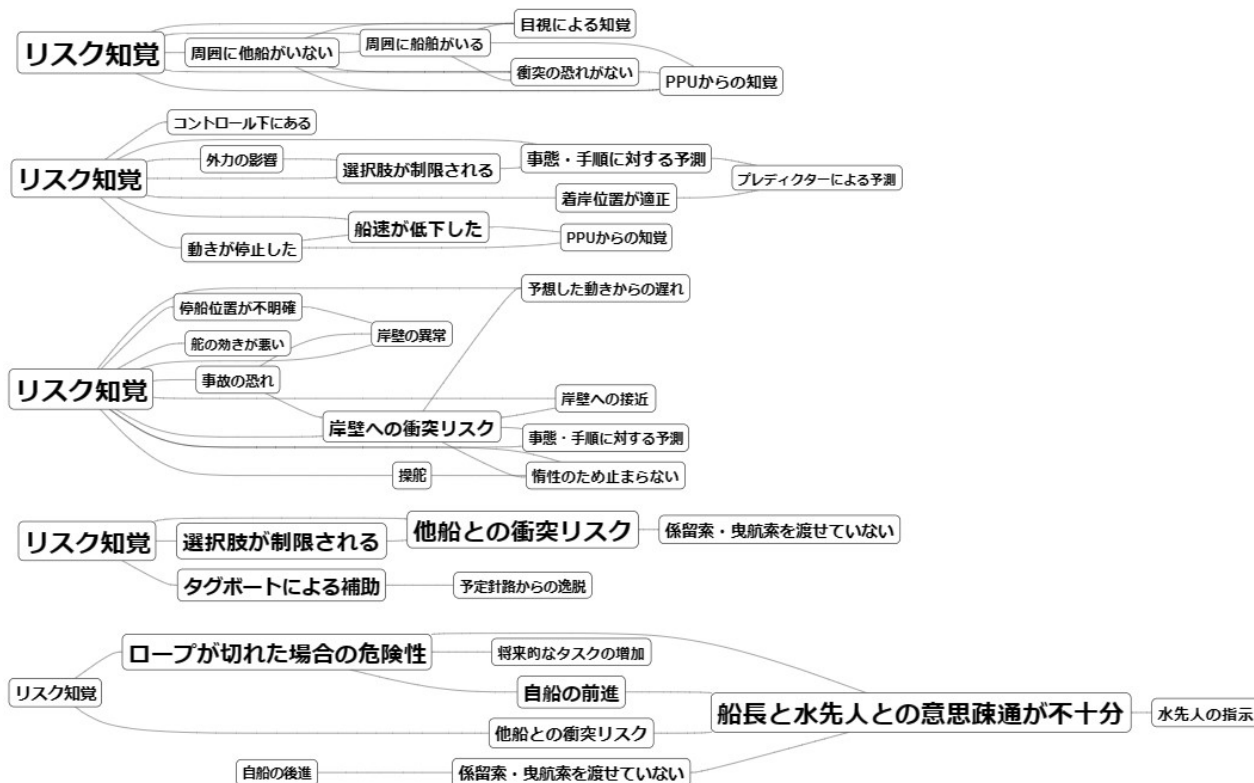


図4 危険度度評定値ごとの水先人のリスク認知評価構造図(上から危険度評定 1, 2, 3, 4, 5)

引用文献

- (1) 松本陽：総論：IT 技術・自動運転技術が拓く安全でサステイ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, Vol128, 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) 海上保安庁：海上保安統計年報, Vol.72, 2021.
- (5) 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. NAVIGATION, Vol.142, pp31-36, 1999.
- (6) 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.
- (7) 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/h30kou_haku/zenbun/genkyo/h2/h2s1.html, 2018. (2023/3/10 最終確認)
- (8) 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.
- (9) Sugimoto, M., Yagi, Y., and Nagata N.: How different tourist sites evoke different emotions: Investigation focusing on the urban and rural sites in Japan. Proceedings of Human-Computer Interaction International 2023, (in press).
- (10) 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.