



操船シミュレータ演習の評価についての研究

井上, 一規

(Degree)

博士 (海事科学)

(Date of Degree)

2013-09-25

(Date of Publication)

2014-09-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第5964号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1005964>

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



論文内容の要旨

氏 名 井上 一規

専 攻 海事科学専攻

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

操船シミュレータ演習の評価についての研究

Study on Evaluation Indices of Ship Maneuvering Simulator Training

指導教員 林 祐司 教授

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

本論文は、筆者が神戸大学大学院海事科学研究科博士課程後期課程在学中及び東京海洋大学先端科学研究センターにおいて行った研究をまとめたものである。その内容は、操船シミュレータ演習の具体的な評価指標の検討をするものである。本論文は以下の 5 章から構成される。

第 1 章 緒論

本章では、研究の背景と目的を述べる。従来の一級水先人に加えて船長、航海士として商船の操船経験を有しない三級水先人の嚮導も限られた船舶の範囲で許可されるように水先法が改正された。三級水先人は、航海当直の経験もなく、出入港作業についての経験は航海訓練所の練習船等以外にはほとんど有しない。改正水先法及び同施行規則の水先人養成に関する条文によれば、水先人に必要な知識や技術の内、港内操船と湾内の輻輳海域における航行を短期間に修得させ、三級水先人免許取得後に各水先区で育成する狙いがある。

操船シミュレータ演習は、この三級水先人養成における港内と湾内の操船技術の取得に有効であると考えられ、演習の評価手法について検討する。

第 2 章 入船着岸操船評価方法の提案

本章では港内操船の入船着岸操船についての操船シミュレータ演習とその評価手法について述べる。本章では入港着岸操船を対象としたシナリオによる操船シミュレータ演習終了直後に、本船の船体運動を解析することにより求めた評価指標を用いて操船技術を評価する手法を提案し、この手法による評価の実例を示した。

具体的な評価指標は修業生にとってインストラクタの模範操船に対する自己の操船の未習熟な点を明らかにすることで学習効果を高め、インストラクタにとっては演習の解説を援助する参考値として活用できる。

修業生にとって各評価地点での評価点と各評価地点での評価に加重値を付加した総合点は、評価地点の習熟度を見るだけでなく修業生の評価地点からの操船の立て直しを反映し、技術向上の動機付けの支援となる。また、演習終了後の船体の状態変数を用いることにより、操船している修業生に特別の心理的負担をかけずに、定量的に評価できる資料が抽出できる。

提案した評価方法では、インストラクタは評価を短時間に行うことが可能で、デブリーフィング時に訓練結果を直ちに修業生にフィードバックすることにより、訓練効果を向上させることができる。

なお、今回は着岸操船におけるアプローチ操船に焦点を当てて評価手法を検討したが、着岸操船全体を評価するためには、アプローチ後の横移動操船の評価手法についても検討する必要がある、演習シナリオの検討とともに操船シミュレータの技術開発を含め今後の課題と考える。

第3章 輻輳海域における操船シミュレータ演習

本章では、輻輳海域での操船シミュレータ演習における演習効果の具体的指標を得るために、状況認識を定量化する実験を行い、評価の手法を提案する。

インストラクタより、三級水先修業生の「見張り」技術の修得に問題点があるという指摘を受けているが、同演習時のインストラクタによる評価手法や、問題点の指摘方法が主観的となる傾向があり、三級水先修業生に真意が伝わっているか否かの疑問があった。

航空機のヒューマンインターフェース開発において使用されている Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) 手法を同演習評価に導入して、演習初期段階と演習最終段階における船舶認識率に変化があるかの検討を行なった。その結果、操船シミュレータ演習の進捗度に連動して、船舶認識率の向上が確認された。特に修業生が操船に注意する船舶として定義した「注意を要する船舶」と「シナリオ上認識すべき船舶」の船舶認識率は、輻輳海域での操船シミュレータ演習における演習効果を評価する指標に成り得ることが確認できた。

第4章 出船回頭操船

本章では、品質工学で使われている Mahalanobis-Taguchi System (MTS) 法の概念を用いて「普通と異なる」という感覚を生起させる基準となる標準空間を操船領域に定義して、その閾値の妥当性を検討した。

操船領域における標準空間の基準点と着岸岸壁前面の回頭時の船首位置とのユークリッド距離を Discrete Distance と定義し、出船回頭操船における操船技術の評価指標とした。多変量のデータを「パターン認識」し、多項目の推力を制御する出船回頭操船の習熟評価に簡易な指標として、相対比較も対応できる評価指標として有効であることが確認できた。

操船シミュレータ演習で風速が卓越した環境（風向 North、風速 8m/sec）での、厳しい航行環境下演習で、その場合の評価指標について検討を行った。その結果、評価結果の即時性、簡便な評価基準及び相対比較の容易性の担保と云った利点を備えた評価指標として提案した。

第5章 結論

本章は結論であり、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の課題について述べる。

平成 19 年 4 月より施行された改正水先法に基づき、安定した水先人確保のために、東京海洋大学、神戸大学及び海技中学校の 3 つの登録水先人養成施設において、商船での乗船経験を有しない者を対象とした三級水先人の養成が開始され、6 年が経過した。

船長、航海士として商船の操船経験を有しない三級水先人は、航海当直の経験もなく、出入港作業についての経験も練習船等以外にはほとんどない。水先人に必要な知識や技術のうち、港内操船と湾内の輻輳海域における航行を短期間に養成し、三級水先人免許取得後に各水先区で育成していくことが求められている。

操船シミュレータ演習はこの三級水先人養成における操船技術の修得に有効であると考えられ、安全かつ効率的な操船を実現するために、座学の養成過程において最も重要な位置づけである。本研究では下記のように具体的評価についての成果が得られた。

第 2 章では入船着岸操船の演習を例に、シナリオによる演習が終了すると同時に本船の船体運動を解析することにより評価指標を求め、これを用いて操船技術を評価する手法を提案した、この手法による評価の実例を示した。

主要な結論は次のとおりである。

- ① インストラクタは模範操船を提示し、修業生は同一のシナリオ、同一の外的条件で演習を行うので、修業生の技術修得の演習目標が理解しやすい。
- ② 一級水先修業生の平均値と標準偏差は、操船経験のない三級水先修業生の技術レベルを測る評価指標に適しており、彼ら／彼女らの当面の目標値として設定することができる。
- ③ 評価指標による操船シミュレータ演習と各評価地点での加重した総合点は三級水先修業生の評価地点からの立て直しを反映し、技術向上の動機付けの支援となる。

④ 訓練終了後の船体の状態変数を用いることにより、操船している修業生に特別の心理的負荷をかけずに、定量的に評価できる評価指標を抽出できる。

⑤ 提案した評価方法により、インストラクタは評価を短時間に行うことが可能で、デブリーフィング時に演習結果を直ちに修業生にフィードバックすることにより、演習効果を向上させることができる。

第3章では、輻輳海域での操船シミュレータ演習において演習効果の具体的な指標を得るために状況認識の実験を行った。SAGAT手法を操船シミュレータ演習の評価に導入し、この水先養成過程の初期段階と最終段階に実施した船舶認識実験により船舶認識率に初期と最終の間に改善の変化がみられ、操船シミュレータ演習の有効性が確認できた。

第4章では、岸壁前面における回頭による出船着岸操船をMTS法を用いて「普通と異なる」という感覚を生起させる基準となる標準空間を定義してその閾値の妥当性を検討した。標準空間の基準点と岸壁前面の回頭時の船首位置との距離(Discrete Distance)を評価指標として、多変量データを「パターン認識」し、多項目の推力制御を行う操船の評価に簡易な指標として提案し、相対比較も容易であることが確認された。

特に港内操船は、多項目の計測結果をもとに、多数の推力の制御を行うため、操船が複雑になり、即時に数値による評価結果を出すことは困難である。ここで検討した手法は、標準空間との距離を用いて、異常の強弱を評価するため、さまざまな計測データや種々の推力制御の適不適により発生する異常状態を一つの指標で評価することができる。また、個別に事由を説明することができるので、インストラクタによる講評、ピアアセスメントにおける事象の共有など操船者にとって本人の操船技術レベルや操船上の弱点が理解しやすいという利点がある。

一方、インストラクタは操船経験に基づく表現で指導しているが、これに具体的な指標が裏付けされるため、インストラクタの指導表現にも一定の基準を設けやすくなる。操船者は数値により過去の結果との比較も容易になり、複数のインストラクタのコメントが数値化されることにより相対比較でき、異常な制御、失敗への理解が深まる。

今後の課題として、輻輳海域では水先人や船長経験者等の状況認識データを収集し解析することを、港内操船では係留地点沖に岸壁方位線に平行に停止した船を平行移動による接岸操船の評価の手法の検討をあげたい。

これからは深い専門性のある分析的な成果を広く社会に敷衍する包括的な成果が益々必要になると考える。

氏名	井上 一規		
論文 題目	操船シミュレータ演習の評価についての研究 Study on Evaluation Indices of Ship Maneuvering Simulator Training		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	林 祐司
	副査	教授	吉田 茂
	副査	教授	古庄 雅生
	副査	准教授	村井 康二
	副査		
要 旨			
<p>本論文は、水先人養成教育の操船シミュレータ演習の習熟度評価において、従来行われている操船経験豊富な水先人（インストラクタ）による主観的な評価のみの評価手法を改善するために、客観的及び定量的な評価指標を提案し、それらの評価指標の有効性を検証している。論文の構成と各章の概要は、以下の通りである。</p> <p>第1章は緒論であり、研究の背景と目的を述べている。</p> <p>研究背景として、改正水先法及び同施行規則に規定されている三級水先人に必要な知識や技術のうち、港内操船と湾内輻輳海域における航行技術を短期間に修得させためには、操船シミュレータ演習が有効である一方、操船シミュレータ演習の評価手法がインストラクタの主観評価によって実施されている現状を説明している。また、研究目的として当該状況を改善するために客観的かつ定量的評価手法の開発が必要であることを記述している。</p> <p>第2章は、入船着岸操船についての操船シミュレータ演習の評価手法の提案を行っている。本章では入船着岸操船を対象としたシナリオによる操船シミュレータ演習の終了直後に、本船の船体運動を解析することにより求めた評価指標を用いて操船技術を評価する手法を提案し、この手法による評価の実例と有効性を示している。当該評価手法により、インストラクタはデブリーフィング時に演習評価を直ちに修業生にフィードバックすることが可能となり、演習効果を向上させることが可能となることを記述している。</p> <p>第3章は、湾内輻輳海域での操船シミュレータ演習における演習効果の評価指標を得るために、交通流の状況認識の程度を定量化する実験を実施し、評価手法の提案とその有効性を評価している。具体的にはSAGAT法を同演習評価に導入して、演習初期段階と演習最終段階における船舶認識率に変化があるか否かの検討を行っている。その結果として、操船シミュレータ演習のカリキュラムの進捗に応じて、船舶認識率の向上があることを確認している。特に「注意を要する船舶」と「シナリオ上、認識すべき船舶」の船舶認識率は、湾内輻輳海域での操船シミュレータ演習における演習効果を評価する指標として有効であることを説明している。</p> <p>第4章では、MTS法の概念を用いて「普通と異なる」という感覚を生起させる基準となる標準空間を操船領域に定義して、その閾値の妥当性を検討している。</p> <p>標準空間の基準点と着岸岸壁前面の回頭時の船首位置とのユークリッド距離を Discrete Distance として、出船回頭操船における操船技術の評価指標として提案し、その有効性を確認している。また、当該操船シミュレータ演習のシナリオに風速が卓越した環境（風向 North、風速 8m/sec）を付加し、厳しい航行環境下での操船シミュレータ演習を実施した場合の評価指標についても検討を行っている。</p> <p>第5章は結論であり、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の課題について述べている。</p> <p>本研究の成果のうち、水先人養成教育の操船シミュレータ演習における従来型のインストラクタ主観による習熟度評価を改善するために、客観的・定量的な評価手法を操船別・海域別に提案を行い、その有効性の確認を行っている点に獨創性がある。特にMTS法を用いて標準空間を操船領域に定義して、その閾値の妥当性を、実験を通して検証している点に新規性がある。これらの研究成果は、今後の操船シミュレータ演習等の習熟度評価方法の構築に関して、大きく寄与するものと考えられる。</p> <p>このように本論文は、研究内容の新規性、獨創性ならびに博士論文としての体裁等の観点から博士（海事科学）の学位を得る資格があると認める。</p>			

氏名	井上 一規
<p>本論文に関連するI.有審査論文は、4編（うち4編が第一著者で、うち1編が英文）である。また、関連するII.国際会議プロシーディングスは、1編（うち1編が第一著者で英文）である。</p>	
<p>I. 関連する有審査論文</p> <p>1. 井上一規、日向野史崇、岡崎忠胤、矢吹英雄、操船シミュレータによる着岸訓練の評価手法について、日本航海学会論文集、第124号、pp.63-69、2011年3月</p> <p>2. 井上一規・岡崎忠胤・村井康二・林祐司、操船シミュレータ訓練時の状況認識計測についての基礎的研究、日本航海学会論文集、第126号、pp.y11-18、2012年3月</p> <p>3. 井上一規・岡崎忠胤・村井康二・林祐司、操船シミュレータによる回頭着岸操船訓練評価の基礎的研究、日本航海学会論文集、第128号、pp.207-215、2013年3月</p> <p>4. K.INOUE, T.OKAZAKI, K.MURAI, Y. HAYASHI : Fundamental Study of Evaluation at Berthing Training for Pilot Trainees Using a Ship Maneuvering Simulator, the International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (Trans Nav. 2013), pp.135-141, June, 2013</p>	
<p>II. 関連する国際会議プロシーディングス</p> <p>5. K. INOUE, H. YABUKI, T. OKAZAKI : On the Evaluation of Berthing Training for Pilot Trainees Using a Ship Maneuvering Simulator, International Association of Maritime University (The 12th Annual General Assembly of IAMU), pp.319-326, June, 2011</p>	
<p>III. 参考論文</p> <p>6. 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防止、日本航海学会論文集、第124号、pp.47-55、2011年3月</p>	