

令和元年6月26日現在

機関番号：54102

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18684

研究課題名(和文) 操船視点の違いによる教育効果の検証：実船と操船シミュレータの相互補完機能の開発

研究課題名(英文) Verification of the educational effect by the difference in ship handling viewpoint: development of complementary function of full-scale ship and ship handling simulator

研究代表者

瀬田 広明 (SETA, Hiroaki)

鳥羽商船高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：20311037

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：船舶運航に関する学問の内、操船者の技量に関わる操船学では、講義の他、操船シミュレータや実船などの体験教材を用いた授業が行われる。

本研究では体験教材による学習訓練効果の向上を目的とし、シミュレータを用いた操船訓練を行う際に操船者の視点を鳥瞰視点や俯瞰視点に変えることで、操船結果がどのように異なるのかを客観的数値指標を用いて検証した。また、実船において操船視点位置を変更する手段としてUAVを用いた操船支援機能を検証し、船上におけるUAV使用の問題点を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

鳥瞰視点や俯瞰視点の映像を用いて操船することで、初学者でも概ね安全な操船が実施できることを客観的数値指標により示した。加えて、実船においてUAVを使用して船橋内の操船者にこれらの映像を表示することで操船支援情報として活用できる可能性を実証した。

本研究結果を応用し、UAVを先行飛行させて、視点を自船前方へ大きく遷移し見張り支援装置としての使用することで、海難事故の軽減にも役立つ。

研究成果の概要(英文)：In the field of ship handling, which is related to the skill of the navigator among the learning about ship operation, classes using experience materials such as a ship handling simulator and a real ship are conducted including lectures.

The purpose of this study is to improve the effect of learning and training using experiential materials. By changing the navigator's viewpoint to some bird's-eye view points in carrying out ship handling training using the simulator, it was verified by using objective numerical indicators how ship handling results differ. And after developing the ship handling support system with the UAV as a means of changing the viewpoint of maneuvering position on the actual vessel, the problems of using the UAV above the vessel were clarified.

研究分野：海事教育

キーワード：海事教育 操船シミュレータ UAV

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

船舶を運航するための学問体系は航海学と運用学に分類され、操船者の技量に関する教科分野は運用学の中でも操船学に深く関わる。この教科の主な内容には、船の操縦性能、プロペラの作用と停船性能、操船に及ぼす外力の影響、入港操船と錨泊法、港内操船と係留、洋上操船、特殊水域における操船、海難時の操船処置などが含まれている。また、これらの授業を実施する上でのツールとしては、教科書のほか、動画教材、操船シミュレータ、実船などが利用されている。特に、操船の教科教育の中で操船シミュレータや実船での訓練は重要な体験教材であり、学習者の訓練の向上には必要不可欠である。

操船経験の少ない学生は、時定数が非常に大きい船の特徴を把握し難く、操船行動の完了を待たずに必要以上に操作量を追加し、船体の姿勢制御が不可能な状態に陥ることが多い。また、大型船では死角が大きく、障害物の把握や目測が困難であるため、適切な操作タイミングが計りづらい。そこで、このような状況を客観的に把握させるため、初学者用の視覚教育として、船橋内からの一人称視点ではなく、鳥瞰視点もしくは船体後方からの俯瞰視点映像を利用した操縦性能に関する教育を実施している。

### 2. 研究の目的

本研究では、このような初学者がイメージし易い映像を利用して操船を実施することが安全上有効であるか否かについて操船シミュレータによる実験を実施し、その効果を検証した。また、操船シミュレータでは設定を変更することで操船視点を切り替えることが可能であるが、実船ではこの視点変更機能は使用できない。そこで、実船で操船視点位置を変更する手段を模索し、操船支援機能として盛り込む方法を提案する。

### 3. 研究の方法

#### 3.1 操船シミュレータによる視点別比較実験

##### 3.1.1 俯瞰視点位置の決定

俯瞰視点は鳥瞰視点と異なり、船尾から視点位置までの水平距離、高さ、俯角をそれぞれ決定する必要がある（図1）。そこで、ビジュアル操船シミュレータ実験での被験船（8,000TEU型コンテナ船、全長294.13m、全幅32.20m）を対象に撮影した16枚の俯瞰映像から、最適な視点を抽出するため、本校の3年生および5年生の36名を対象として一対比較を行った。図2はAHP解析しようした候補の例を示し、図3はで決定された俯瞰視点を示す。

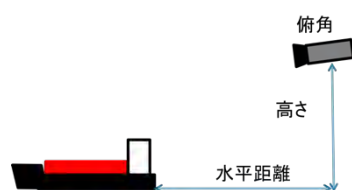


図1 俯瞰視点の決定要素

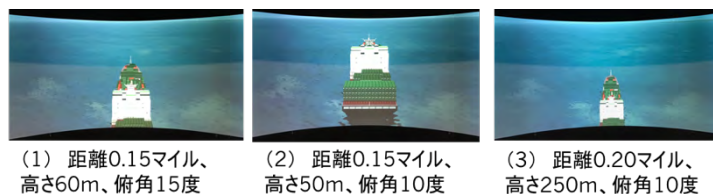
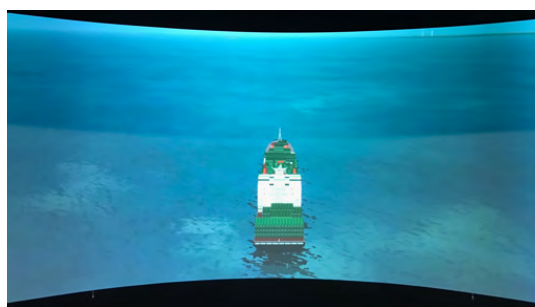


図2 俯瞰視点候補の例



距離0.25マイル、高さ200m、俯角10度

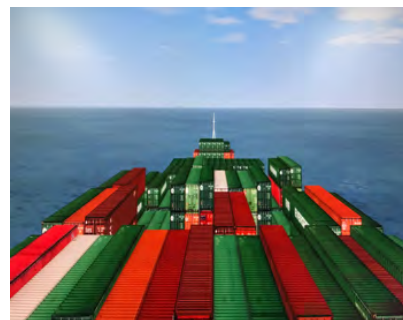


図3 操船シミュレータ実験で使用した俯瞰画像および一人称視点映像

##### 3.1.2 視点別の操船結果

各操船視点位置（一人称視点、鳥瞰視点、俯瞰視点映像）による効果の違いを比較するため、操船シミュレータによる操船実験を実施した。実験海域は東京湾の浦賀水道航路入口から中ノ瀬航路出口までとし、環境条件は他船交通流および外力の影響が無い状態とした。被験者は、本校の3年生と5年生で各視点5名ずつ、および三級海技士の有資格者とし、計33ケースを実施した。

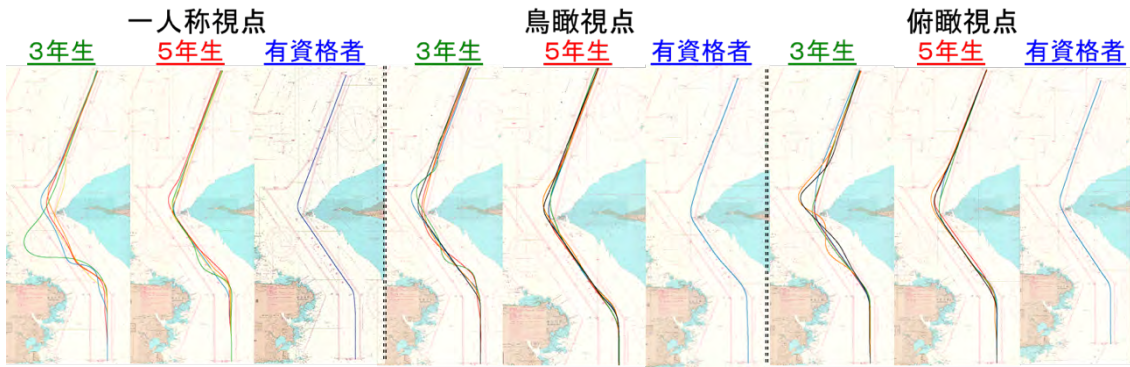


図4 操船経験および視点別の航跡結果

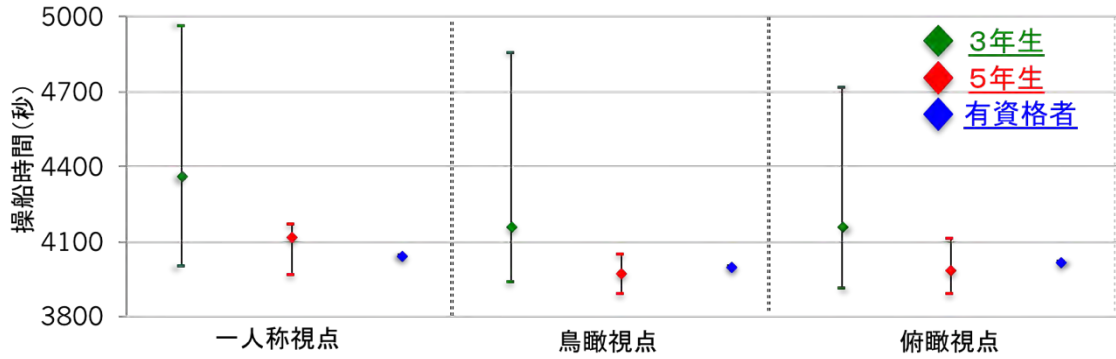


図5 視点別の操船時間 (最大、最小、平均時間)

操船結果の評価には、潜在的操船水域の概念<sup>[1]</sup>を用いて自船が航路外に達するまでの時間余裕 (Time to Out of Traffic: TOT) を算出することで一連の操船過程を表現することが可能となる。図6は操船結果からTOTを算出し操船時間に伴って推移する様子を示している。TOTの最大値を600秒と設定し、TOTの値が最大値以上であれば潜在的操船水域は航路外に出ないことを意味し、逆にTOTの値が600秒以下となり図中にプロットされるようになると航路外にはみ出す可能性が増し、TOT=0で航路アウトとなる。つまり、TOT最大値からの減少分を積算することでどれほど安全な操船が達成されていたかが表現できる。図7には、各視点でのTOT積算値の平均値および最大・最小値を示している。各視点の左が3年生、中央が5年生、右が有資格者の操船結果である。

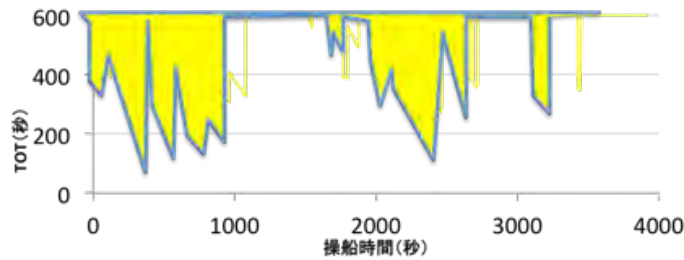


図2 航路アウトまでの時間余裕の時系列変化

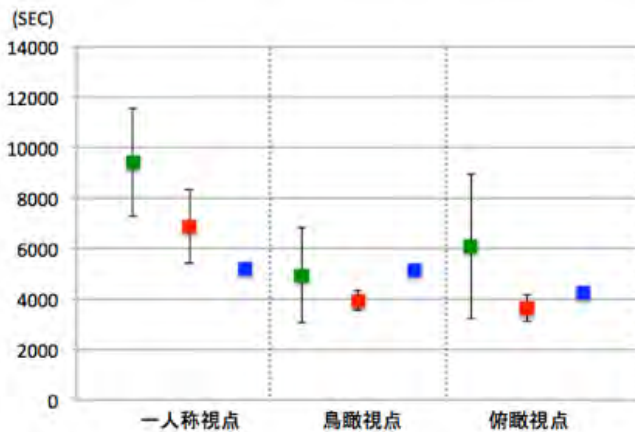


図3 TOT積算値の比較

学生は一人称視点より船体姿勢を客観的に把握することができる鳥瞰視点や俯瞰視点による操船の方が安全な操船がなされていることが伺える。鳥瞰・俯瞰視点での操船結果を一人称視点で再現することで、操舵時期や操舵量を検証でき、操船技術を容易に向上させる事が可能となった。また、5年生は半年間の乗船実習の経験を有しており、その成果も検証できた。

### 3.2 実船における多視点映像の表示システム

自船とその周辺環境（他船や陸岸など）を鳥瞰的または俯瞰的に映出するために、UAV を使用し、実船の船橋内でそれらの映像を確認できるシステムを開発した。本研究で使用した UAV（DJI PHANTOM 4 PRO）はカメラ映像を無線により送信する機能を有するが、鋼板で覆われている船体で電波強度が激しく減衰するため、船内で UAV からの電波を直接受信することができない。そこで無線中継器を経由させて船橋内のタブレットに映像を転送する仕組みを構築した。図 4 は、船橋内に表示された映像の一例を示しており、UAV の位置を変更することで様々な視点からの映像を操船支援画面として使用することができる。



図 4 練習船「鳥羽丸」の俯瞰映像

しかし、バッテリーの容量による飛行時間の制限や船舶用レーダ波の干渉など実用段階へは幾つかの問題点を解決する必要があると示唆された。

## 4. 研究結果

本研究では、操船シミュレータによる実験を通して視点位置を変更させて操船を行い、客観的数値指標により教育効果を確認した。さらに初学者でも操船し易い視点映像を実船の操船支援情報として表示するため、課題を抽出しシステム開発を行った。練習船での使用において実習生の興味も高く、訓練効果の向上のみならず学習意欲の向上にもつながった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- (1) 吉田南穂子・瀬田広明・三浦宣昭・中森崇博、「乗船客向け AR 技術を用いた船舶情報表示アプリの開発」、日本航海学会論文集、査読あり、2019、(印刷中)

〔学会発表〕（計 3 件）

- (1) 鈴木良介、瀬田広明、今井康之、齋心俊憲、「操船視点の違いがもたらす船舶安全運航の効果検証」、日本教育工学会、第 34 回全国大会、2018
- (2) 谷水秀徳・瀬田広明・今井康之・齋心俊憲、「ドローンを用いた操船支援システムの有効性検証」、第 23 回高専シンポジウム、2017
- (3) 島成斗・瀬田広明・今井康之・齋心俊憲、「視点位置の違いによる操船結果の比較」、第 23 回高専シンポジウム、2017

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。