

レーダ・ARPAシミュレータ装置による教育・訓練効果の評価についての基礎的研究

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 水産大学校
	公開日: 2024-10-11
	キーワード (Ja):
	キーワード (En): radar navigation; suitable navigation; collision avoidance; maneuvering training
	作成者: 酒出, 昌寿, 本村, 紘治郎, 奥田, 邦晴, 門林, 幸祐, 北浦, 浩, 中村, 公彦, 宮内, 秀幸, 横田, 恵司
URL	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2011854

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



レーダ・ARPAシミュレータ装置による教育・訓練効果の 評価についての基礎的研究

酒出昌寿[†], 本村紘治郎, 奥田邦晴, 門林幸祐,
北浦 浩, 中村公彦, 宮内秀幸, 横田恵司

Basic Study on Evaluation of Educational and Training Effect by a RADAR/ARPA Simulator

Masatoshi Sakaide[†], Kojiro Motomura, Kuniharu Okuda, Kosuke Kadobayashi,
Hiroshi Kitaura, Kimihiko Nakamura, Hideyuki Miyauchi and Keiji Yokota

A RADAR/ARPA simulator is used according to the STCW convention for training in collision avoidance action. However, the details of training and evaluation methods are not standardized for students of the fisheries and merchant marine university who have very limited sea experience. If impartial and objective training and evaluation methods were developed and executed, we would obtain excellent results from the RADAR/ARPA simulator training. In this paper, as the first step in developing such impartial and objective methods for training and evaluation, we carried out a basic maneuvering training experiment which was indispensable for training in collision avoidance action using the RADAR/ARPA simulator. Then, based on the experiment results, we discussed what should be an effective training method, and an objective and quantitative evaluation method for a maritime officer's education. As a result, we observed that the basic maneuvering training by the RADAR/ARPA simulator is an effective training and education method for students. We also obtained several objective and quantitative evaluation methods. In addition, we observed that it is better to repeat the basic maneuvering training at least 5 times under the same conditions for students who have very limited sea experience. The result of the experiment also indicated that it is instructive to improve teamwork of bridge members in order to execute safe and suitable navigation.

Key words : Radar navigation, Suitable navigation, Collision avoidance, maneuvering training

緒 言

1978年IMOのSTCW条約により、レーダに関してシミュレータによる訓練が勧告され、この勧告に基づいて、レーダシミュレータによる訓練の法的制度が施行された。同条約の1995年改正により、従来は勧告とされていたレーダシミュレータ訓練が義務化されるとともに、新たにARPAシミュレータ訓練も義務化されることとなった。

三級海技士（航海）第一種養成施設として国土交通省に登録し、認定されている独立行政法人水産大学校（以後、本校という）では、STCW条約並びに「船舶職員及び小型

船舶操縦者法」で義務付けられているレーダ・ARPAシミュレータ訓練を海技士教育の一環としてカリキュラムに取り込み、実施している。

航海系海技士教育において、練習船実習による航海当直や操船に関する実務体験は最も効果的であるが、これを学生ごとに反復訓練を行うことは訓練海域、訓練時間などの面で種々の制約がある。一方、レーダ・ARPAシミュレータ装置による訓練は、練習船実習で実行困難な点を補うことが可能で、重要な役割を果たしている。同装置による訓練の方法、訓練シナリオや評価方法については、条約や国内法による特設の規定はなく、水産・商船系大学で同訓練

を実施する上での指針なども特に公開、公表されていない。また、これらに関連する研究報告も多くない^{1)~3)}。したがって、訓練指導教員の主観的な指導、評価方法ではなく、公平性、客観性を持つ訓練方法、評価方法、指針などが考案され、それに基づく訓練と評価が適切に実行されるならば、教育上の効果は極めて大きい。

本研究では、レーダ・ARPAシミュレータ装置を使用した効果的な教育・訓練の手法と客観的、定量的評価方法を構築するための第一段階として、同装置を用いて学生を被験者とする基本的な操船訓練実験を行った。

実験装置および方法

実験装置

実験に使用したレーダ・ARPAシミュレータ装置の主な仕様は以下のとおりである。

(レーダ・ARPAシミュレータ S-7000R)

1. 製造元：古野電気株式会社
2. 訓練海域数 8 海域：
東京湾、大阪湾、備讃瀬戸、来島海峡、関門海峡、伊良湖水道、マラッカ海峡、Open Sea Area
3. 模擬自船：実機式自船 1、パソコン式自船 1
4. 船種数 7 種類：
100トン (小型船)、500トン (内航貨物船)、2,000トン (一般貨物船)、10,000トン (一般貨物船)、50,000トン (コンテナ船)、200,000トン (VLCC)、200トン (高速船=ホバークラフト)
5. 模擬他船：全自船を互いに他船設定すれば、最大100隻が設定可能
6. 環境パラメータ：
潮流 速度 0~10.0ノット (0.1ノット間隔)、方向 0~359.9° (0.1° 間隔)
風 速度 0~60.0m/s (0.1m/s間隔)、方向 0~359.9 (0.1° 間隔)
雨 降雨域の大きさ 直径 0~8 海里 (0.1海里間隔)、位置 8ヶ所、強さ 3 レベル、降雨域進行速度 0~10.0ノット (0.1ノット間隔)、方向 0~359.9° (0.1° 間隔)
海況およびヨーイング
海況 7 レベル、方向 360° (1° 間隔)、波 (波高 0~10m (1m間隔)、周期 4~14秒 (2秒間隔)、方向 360° (1° 間隔))、ヨーイング 9 レベル

実験方法

被験者

レーダ・ARPAシミュレータ訓練ではレーダを使用した船舶衝突予防技術の訓練に主眼を置いているため、一般にレーダ・ARPAシミュレータ訓練を受ける訓練者が基本的な操船技術を持っていることが前提となる。このことから本研究では、三級海技士 (航海) 免許取得を目指し、遠洋航海実習を約 6 ヶ月後に控えた本校海洋生産管理学科の 4 年生 11 名を被験者とし、基本的な操船に関する知識を習得させた後、船舶衝突予防訓練の前段として必要とされる、海図上に設定したコースラインに沿って航行する操船訓練実験をレーダ・ARPAシミュレータ装置を用いて実施した。

被験者 11 名の編成は、1 チーム 4 名の 3 チーム (A チーム、B チーム、C チーム) とし、1 チームは船長役 1 名、航海士役 2 名 (レーダ見張り役、船位測定役)、操舵手役 1 名の 4 名で構成した。ただし、A チーム船長役が C チームの操舵手役を兼ねることとし、不足人員を補った。更に、実験中の被験者チーム (4 名) 以外の 7 名を観察者チームとして、後述のアンケート評価役とした。

操船訓練実験

A、B、C 各チームとも 1 回あたり約 20 分間の操船訓練実験を 5 回体験させ、第 1 回目から第 5 回目までのそれぞれの間隔は、ほぼ 1 週間とした。

実験シナリオおよび設定条件は以下のとおりである。

1. 視界制限状態において、六連島の北端から 035°、1.35 マイルの地点より関門海峡を東航し、あらかじめ海図に設定したコースライン通りに操船を行う。
2. 外乱 (風、海潮流など) の設定はない。
3. 関門航路内で反航船 1 隻 (一般貨物船、総トン数 2,000 トン) と遭遇させる。
4. 霧中信号は実施しているものとし、その他の音響信号は使用しない。
5. シミュレーションに使用する模擬自船の主要目は以下のとおりとした。

船種 一般貨物船/全長 140.0m/幅 19.6m/
喫水 8.9m (even keel)/排水量 18,450 トン/
総トン数 10,000 トン

6. 実験に使用した海図は、海上保安庁発行海図 W1263 と W1264 で、同海図にコースラインを記入、設定

した。

7. 全実験において、Aチーム船長役がCチームの操舵手役を兼ねることを除き、チーム編成、チーム内の役割の交替はない。

実験に用いたコースラインの概要をFig. 1に示す。

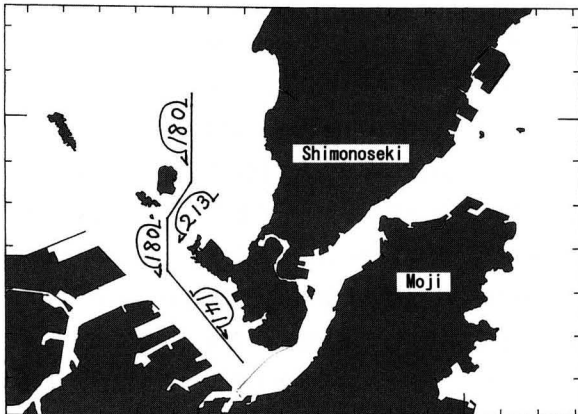


Fig. 1. The course line for experiment.

評価方法

実験による訓練効果を評価するため、以下の項目を行った。

1. 模擬自船の航跡記録
2. 船長役に対する二重課題⁴⁾の設定（操船に加えて小学生レベルの簡単な計算課題の追加）
3. 船位測定作業の所要時間の記録
4. 舵角20°以上の操舵時間記録
5. ビデオカメラによる被験者の行動の撮影と記録

また、実験終了後ごとに、被験者および観察者に対し、実験中の被験者の行動やチームワークなどについて5段階評価のアンケート調査を行うとともに、教員1名と被験者全員で合同討議を行い、次回に向けて問題点の抽出、改善事項や技術向上のための対策に関する検討を行った。アンケートの設問の一部と、5段階の評価区分を以下に示す。

設問内容（一部）

船長役

1. 操舵号令について、思い通りに指示できたか
2. 航海士（位置測定）との情報交換ができたか
3. 航海士（レーダ見張り）との情報交換ができたか

航海士役（位置測定）

1. レーダでの位置測定が思い通りにできたか
2. 位置情報の報告が、船長に対して思い通りにできたか

航海士役（レーダ見張り）

1. 障害物までの距離、方位情報の報告が、船長に対して思い通りにできたか
2. 他船動静情報の報告が、船長に対して思い通りにできたか

操舵手役

1. 保針操舵が思い通りにできたか
2. 舵効き、回頭速度についての報告が、船長に対して思い通りにできたか

チーム全体

1. チーム全体の情報交換が思い通りにできたか
2. チームワークが思い通りにとれていたか
3. チーム全体として余裕が持てたか

評価区分

- 1ー全く出来ていない（感じられない）
- 2ーあまり出来ていない（感じられない）
- 3ーどちらとも言えない
- 4ーほぼ出来ている（感じられた）
- 5ー予想以上に出来ている（感じられた）

結果

航跡偏位置

海図上のコースラインに対する実験航跡の偏位置を計測した結果の一つとして、Bチームの例をFig. 2に示す。同図において、縦軸がコースラインからの偏位置、横軸はコースライン上における原点からの航進距離である。実験

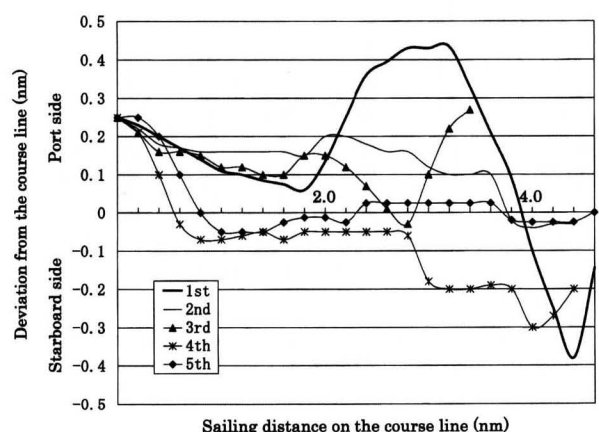


Fig. 2. Deviation of the B Team from the course line. Each curve indicates the track for 20 minutes. Naturally, each sailing distance on the course line is not the same due to difference between ships' speeds. In the 3rd experiment in particular, the sailing distance was the shortest because the ship collided with another ship, bringing the experiment to an end.

開始位置を針路180度のコースラインの左舷側0.25マイルの海上に設定し、被験者らが模擬自船をコースライン上に乗せ、コースラインに沿った操船を行うことを目標とした実験結果を示している。同図より、1回目の航跡は、コースラインから大きく偏位しているが、5回目ではほぼコースラインに沿っていることが分かる。また、各回のコースライン上での航進距離が若干異なっているが、これは、これら曲線すなわち航跡は各シミュレーション20分間の航進距離を示しており、操舵状況によって速力変化が発生し、航進距離に差が生じた結果である。3回目では、反航船と衝突したため、航跡が短い。

更に、実験回数を重ねるごとに技術が向上する様子を定量的に示すために、実験開始から終了までの間の横軸と各実験の航跡で囲まれた領域を、横軸0.2マイル間隔で細分化し、近似的な台形とみなして面積を求めた。この面積が小さい程、コースラインからの偏位量は少なく、面積がゼロとなればコースライン上を航行したことを意味する。この面積換算の総和により算出した数値を、以後、航跡偏位面積と呼ぶこととする。

Fig. 3に各チームの航跡偏位面積を示す。同図より、各チームとも1回目の航跡偏位面積が大きいのが、2回目から航跡偏位面積が減少し、5回目においては1回目の約3分の1に減少していることが分かる。

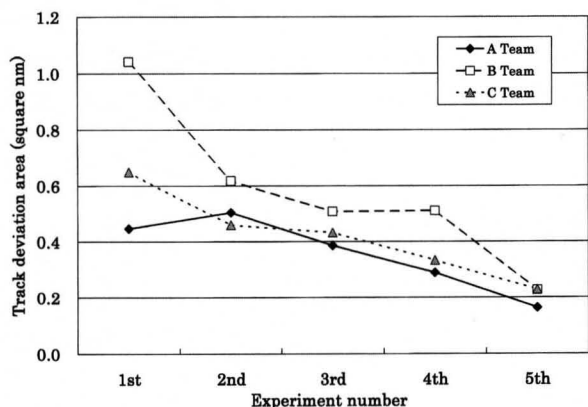


Fig. 3. Variation of track deviation area.
We converted deviation from the course line in Fig. 2 into the track deviation area.

船長役に対する二重課題

実験中の船長自身の余裕度を定量的に評価するために二重課題を設定し、この二重課題の達成度を計測した。主作業とともに二重課題として課される副作業を達成できることは、主作業、すなわち操船指揮に余裕のあることを示す。

この測定方法は人間工学、心理学の分野などで広く活用されている⁴⁾。今回は、実験中の船長に副作業として小学3年生用の算数ドリルを課し、その回答数と正解率から主作業である操船指揮の余裕についての定量的評価を試みた。各チームの船長に課した計算問題の回答数と正解率の変化をFig. 4に示す。

Aチームの船長は1回目から3回目までは回答数が減少しているがそれ以降は増加し、正解率は常に85%以上を保っていた。Bチームの船長は全体的に回答数がばらついているが、5回目には最も多く回答しており、正解率は平均90%程度であった。Cチームの船長は正解率が80%以下の回もあり、他の2チームと比較して若干低いが、回答数は2回目から5回目まで徐々に増加している。全体的に見ると、正解率については1回目から5回目まであまり大きな変化はない。また、各チームの船長の回答数の伸び率は異なっているものの、3回目以降については各船長とも回答数が増加しており、5回目に最も多く回答している結果を得た。

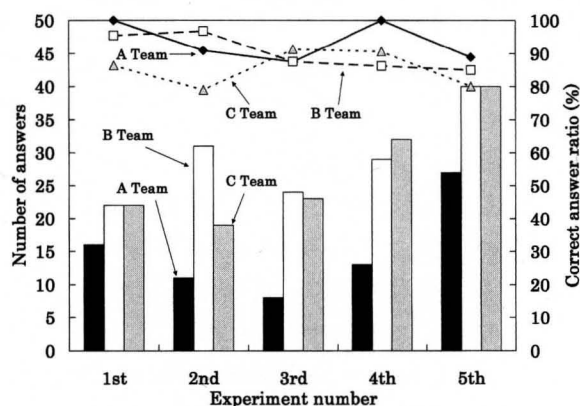


Fig. 4. Variation of achievement degree of the calculation exercise given as a second task for the captain.
Note line : Correct answer ratio of calculation exercise
Bar : Number of answers of calculation exercise

航海士役の船位測定所要時間

船位測定を担当する航海士役がレーダを使用して海図上に模擬自船位置を記入するまでの所要時間を計測した。チームごとの各実験における平均船位測定所要時間の変化をFig. 5に示す。各チームとも2回目以降、徐々に所要時間が減少した。1回目と5回目の所要時間を比較すると、それぞれ40~60%程度の所要時間短縮を達成している。また、各チームの5回の実験航跡と海図に記入した位置とを比較したところ、航跡に対する海図記入位置の偏位がすべ

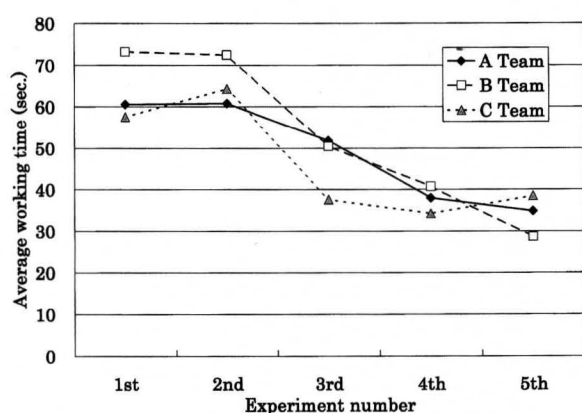


Fig. 5. Variation of average working time for determining ship's position.

て0.1マイル以内であり、時間短縮による位置精度の変化はほとんど認められなかった。

舵角 20° 以上の操舵時間

通常の操船局面において、操船に習熟し、操船技術が上達するにつれて、その状況に応じた過不足のない舵角による転舵および適切な転舵回数になることが、著者らの実務経験でも観察できた。そこで、本実験においても各チームの操舵角 20° 以上の操舵時間を計測した。Fig. 6にチームごとの各実験における操舵角 20° 以上の操舵時間の累積値の変化を示す。全般的に1回目から3回目までは各チームの操舵時間にかなりのばらつきが見られる。特に2回目の各チーム間の時間差が大きく、一般的な上達過程に見られる試行錯誤の時期であることがうかがわれる。4回目以降は各チームの操舵時間の差が小さくなり、4回目の各チーム間の操舵時間差は48秒、5回目は34秒となった。また、5回目における各チームの操舵角 20° 以上の操舵時間は350~400秒程度に収まった。

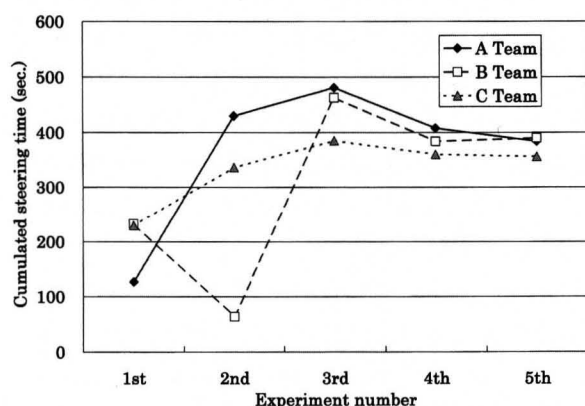


Fig. 6. Variation of cumulated steering time of rudder angle over 20° .

アンケート結果

実験終了後ごとに、被験者および観察者に対し、実験中の被験者の行動やチームワークなどについて5段階評価のアンケート調査を行った結果の一つとして、「チーム全体として余裕が持てたか」という設問についてのアンケート結果をFig. 7に示す。棒グラフが被験者4名の討議による評価値、折れ線グラフが観察者7名による評価の平均値を示している。同図より、観察者の平均評価値については、各チームの1~3回目の評価値の変化にばらつきが見られるが、4~5回目にかけては各チームとも評価値が増加傾向となった。特に5回目については、観察者らは各チームとも行動に余裕が出てきたと評価したことが分かる。一方、被験者の評価値については、各チームおよび各回ともばらつきが大きく、特徴ある傾向は得られなかった。特に、Bチームの3回目は反航船と衝突したことで観察者の評価は低いが、被験者の評価は逆に高く、両者の差が大きい。Bチームの被験者は、衝突原因は他にあると判断していたが、3回目終了後の全体討議の中で、チーム全体の余裕が無くなっていったことを認識した。

観察者と被験者の評価値を比較してみると、観察者の評価値の方が比較的ばらつきが少ない。しかし、いずれの評価結果においても5回目の評価値が最も高く、レーダによる操船訓練では、5回の経験で余裕を持った操船行動がとれることが示唆された。

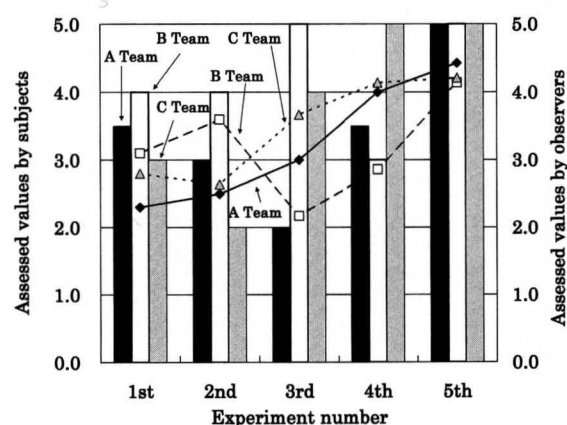


Fig. 7. Variation of assessed value of the degree of self-composure of the entire team observed through the questionnaire.

The answers to each question are assessed on a scale of 1 to 5.

Note line : Assessed value by observers

Bar : Assessed value by subjects

各計測値とアンケート評価値との相関関係

ここまでは各種計測項目およびアンケート評価についての個々の分析を行ってきた。そこで、これら計測結果とア

ンケート評価の相関関係についても分析し、レーダ・ARPAシミュレータ装置を使用した教育・訓練効果の向上に不可欠な要素の抽出を試みた。前述のアンケート評価において、被験者自身の評価については、被験者の体調や精神状態、主観などが大きく影響していると考えられる。一方、観察者は、各回の実験後に行った全体討議において、被験者より冷静かつ客観的な判断や評価をしていると判断できたことから、ここでは、観察者のアンケート評価を用いて検討した。

まず、各実験の航跡偏位面積と「チーム全体として余裕が持てたか」というアンケートに対する観察者評価との相関関係をFig. 8に示す。各チームとも航跡偏位面積が小さくなるにつれアンケート評価は高くなる傾向が見られた。実験中のチーム全体としての余裕がどれだけ感じられたかについてのアンケート評価値を y とし、航跡偏位面積を x とすると、両者の関係は以下の回帰式で近似できた。各回帰式において、チーム名を x, y の添字として用いている。寄与率 (R^2) は、(1), (2), (3) 式ともに0.7以上であり、両者の相関はあるものと判断できる。ただし、Bチームについては、反航船と衝突した3回目のデータを除外している。各チームの回帰式の傾きおよび切片にばらつきがあるが、これら傾きおよび切片の大小などの評価については更なる分析、検討が必要である。

$$\text{Aチーム} \quad y_A = -9.21x_A + 6.78 \quad R^2 = 0.875 \cdots (1)$$

$$\text{Bチーム} \quad y_B = -2.92x_B + 5.11 \quad R^2 = 0.737 \cdots (2)$$

$$\text{Cチーム} \quad y_C = -5.51x_C + 5.56 \quad R^2 = 0.854 \cdots (3)$$

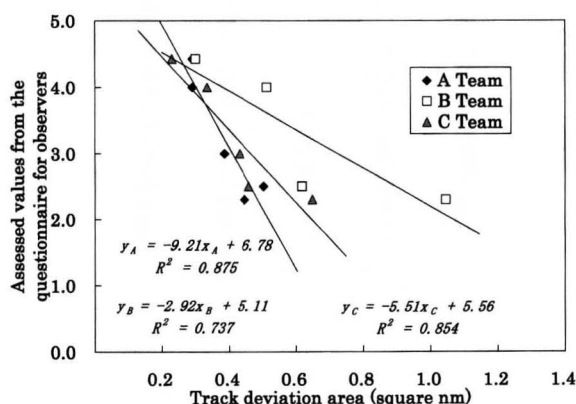


Fig. 8. Correlation between track deviation area, and assessed value of the degree of self-composure of the entire team observed through the questionnaire for observers.

次に、各実験の船位測定平均所要時間と「チームワークが思い通りにとれていたか」というアンケートに対する観

察者評価との相関関係をFig. 9に示す。各チームとも船位測定平均所要時間が小さくなるにつれアンケート評価は高くなる傾向が見られた。実験中のチームワークの良さについてのアンケート評価値を y とし、船位測定平均所要時間を x とすると両者の関係は以下の回帰式で近似できた。寄与率 (R^2) は、(4), (5), (6) 式ともに0.8以上であり、両者の相関はあるものと判断できる。前述の(1), (2), (3) 式と同様に(4), (5), (6) 式の傾きおよび切片にもばらつきがあり、これら傾きおよび切片の大小などの評価についても更なる分析、検討が必要である。

$$\text{Aチーム} \quad y_A = -0.057x_A + 6.41 \quad R^2 = 0.821 \cdots (4)$$

$$\text{Bチーム} \quad y_B = -0.037x_B + 5.58 \quad R^2 = 0.892 \cdots (5)$$

$$\text{Cチーム} \quad y_C = -0.052x_C + 6.02 \quad R^2 = 0.830 \cdots (6)$$

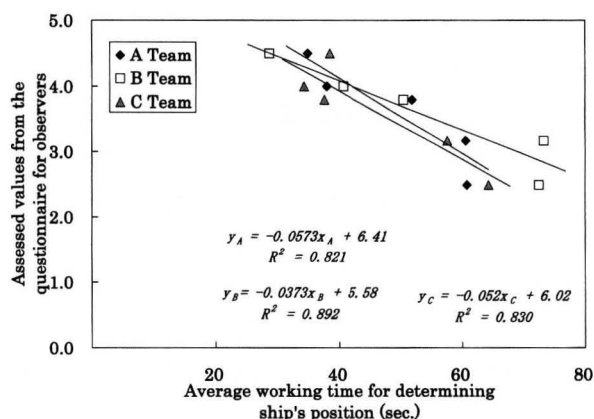


Fig. 9. Correlation between average working times for determining ship's position, and assessed value of teamwork of the entire team observed through the questionnaire for observers.

また、各実験において船長に対する二重課題とした計算問題の正解数の変化と航跡偏位面積の変化との相関関係をFig. 10に示す。同図より、実験全体を通して、船長に対する二重課題の正解数の変化と航跡偏位面積の変化との相関については、Fig. 8およびFig. 9と比較してばらつきが大きい。実験中の船長に対する二重課題とした計算問題の正解数を y とし、航跡偏位面積を x とした両者の関係を以下の回帰式による近似を試みたが、寄与率 (R^2) は、(7), (8), (9) 式ともに(1)~(6)式より低く、本実験における両者の相関は低いものと判断できる。

$$\text{Aチーム} \quad -y_A = -32.0x_A + 25.6 \quad R^2 = 0.461 \cdots (7)$$

$$\text{Bチーム} \quad y_B = -13.1x_B + 34.0 \quad R^2 = 0.402 \cdots (8)$$

$$\text{Cチーム} \quad y_C = -35.6x_C + 38.2 \quad R^2 = 0.618 \cdots (9)$$

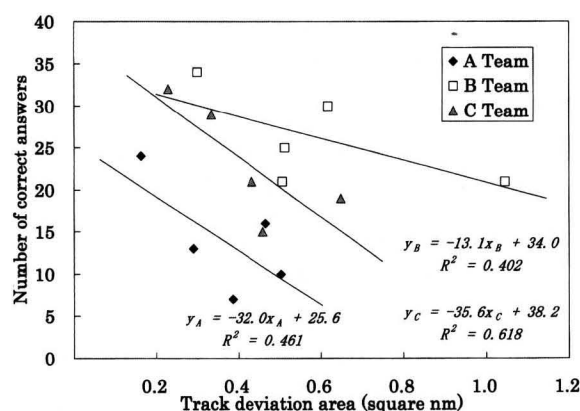


Fig.10. Correlation between number of correct answers for calculation exercise given as a second task for the captain, and track deviation area.

チーム内の行動変化

各チームの実験において、各種計測結果やアンケート評価に加え、各チームの実験中の行動についてビデオカメラで撮影し、分析を試みた。

1回目から5回目までの実験において、各チームに共通して見られた行動変化の一部をTable 1に示す。同表では、各役割の行動について1～5回目までの変化を以下の記号で示している。

×：ほとんど行われていなかった

△：少しは行われていた

○：よく行われていた

全般的な分析結果として、1回目から5回目へと実験を重ねるにつれて、各人が自身の役割を徐々に理解し、4回目以降は、各人およびチーム全体で操船に必要な項目について積極的に報告し、また、操船に必要な項目において行動していることが分かる。

考 察

航跡偏位面積とチーム行動変化

船舶の安全運航は乗組員の一致協力の下に成し遂げられるものであり、船舶交通の輻輳海域や入出港時の安全航行ならびに最適な操船の維持において、船橋での船長を中心とするメンバーのチームワークは重要な要素の一つである⁵⁾。

今回の実験航跡および航跡偏位面積の測定記録は、各チームのチームワークによって成し遂げた操船記録として利用できる。各チームとも1回目から3回目は被験者各人が操船に不慣れであり、チームの協力体制も不十分であったことが相対的に大きな航跡偏位面積につながった主な原因であると考えられる。4回目以降については、各人が操船に対して習熟し、またチームの協力体制が徐々に確立されて適切な変針および当て舵のタイミング、船位測定タイミングなどの判断、指示、報告が改善され、それら一連の行動によって航跡偏位面積が減少したといえる。

各チームに共通した行動変化を見ると、船位測定役航海士、レーダ見張り役航海士、操舵手役がそれぞれに得た情

Table 1. Change of behavior in each experiment

Person in charge	Subject behavior	Experiment number				
		1st	2nd	3rd	4th	5th
Captain	Careful observation of steering movement	×	×	×	△	○
	Advance instruction of the timing for altering course	×	×	△	△	○
Officer in charge of determining ship's position	Full report to the captain about ship's position	×	×	△	○	○
Officer in charge of radar observation	Full report to the captain about deviation from the course line	×	×	×	△	○
Crew in charge of steering	Full report to the captain about ship's heading and rate of turning speed	×	×	△	○	○
The entire team	Brief meeting for maneuvering plan prior to experiment	×	×	×	△	○

×: hardly done △: done a little ○: done well

Subject behavior of each team member is classified into three achievement levels (× or △ or ○).

報について、実験回数を重ねるにつれて積極的に船長役に報告を行うようになり、また船長役からの指示も多岐に渡って徐々に増加し、チーム内の情報交換量が増加していったと評価できる。これらの行動変化によって、適切な情報をより迅速にチーム内で共有し、チームワークが確立されてきたことが、被験者の操船技術向上につながった。特に、4回目以降、各チームが自発的に事前ミーティングを行い、チーム内の意思疎通を図る行動変化があり、これはチームワークが向上した一つの結果である。

各種計測結果と相関関係

実験中、船長役に課した二重課題については、一般的な考えとして主作業である操船に余裕があるほど副作業の計算問題の正解数が増加するはずで、二重課題達成度の定量評価によって、主作業である操船の余裕度についても定量評価が可能となる。1, 2回目の実験においては、船長役が二重課題として課される副作業に没頭してしまい、主作業である操船指揮に集中していない場面が多く観察され、計算問題の正解数は比較的多いが航跡偏位面積も大きく、矛盾する結果をもたらした。このことは、Fig.10における船長に対する二重課題の正解数の変化と航跡偏位面積の変化との相関の低さでも示されている。これは船長役の操船指揮の不慣れ、危険予知の不足、リーダーシップの意識不足が要因と考えられる。しかし、3回目には船長役が操船指揮と危険予知の意識、リーダーシップの意識を高め、4回目以降では、船長役がリーダーシップを発揮して、最適操船を目指したチームワークを図るような行動が観察され、航跡偏位面積の減少とともに船長役自身の操船指揮に対する余裕をもたらした。

舵角 20° 以上の操舵時間計測では、各チームの5回目の操舵時間がほぼ同様の操舵時間に収まり、またFig. 3より、各チームの5回目の航跡偏位面積にも大差がないことから、同一条件下では操船方法の個人差が小さくなっていくような結果が得られた。この操船方法についての検討には、実験中の各操船局面における詳細な操舵状況の把握、分析が必要であり、今後の課題としたい。

船位測定所要時間については、各チームとも実験回数を重ねるごとに所要時間が短縮した。この船位測定が迅速かつ精度良く行われることで、次々と直面する様々な操船局面においても状況判断の時間的余裕を持ち、スムーズで最適な操船を行う環境をもたらすこととなる。

また、Fig. 9が示すように、船位測定所要時間の短縮と観察者アンケート評価によるチームワーク向上との間に相

関が認められ、迅速かつ精度の高い船位測定は、安全航行と最適操船の維持に必要なチームワークの向上にも好影響を与えていることを示唆している。

様々な操船局面に臨機応変に対応するためには、一般的に、平常心を維持し、行動に余裕を持つことが必要とされるが、今回の実験においてもFig. 8に示すように、航跡偏位面積の減少と観察者アンケート評価によるチーム全体の余裕度増加との間にも相関が認められた。これは、実験回数を重ねるごとに操船技術が上達してチームワークも向上したこと、更に船長役自身が余裕を持った操船指揮ができるようになったことが、チーム全体にも余裕をもたらし、実験中に遭遇した操船局面にチームの被験者それぞれが臨機応変に対応して行動できるようになったことが、航跡偏位面積減少の要因の一つとなっていることを示している。

ま と め

本研究では、被験者にとって難易度が高いと思われる、レーダのみによる関門海峡の操船訓練実験を実施した。当初は思うような操船ができなかったが、回数を重ねるに従い、5回目にはほぼ設定したコースラインに沿った操船を実行できるまでに至った。これにより、レーダ・ARPAシミュレータ装置を使用した基本的な操船訓練において、その教育、訓練効果が期待できることを、客観的、定量的に示すことができた。

本研究の結論として、乗船経験の浅い学生を対象とし、レーダ・ARPAシミュレータ装置を使用した基本的な操船訓練において、その教育、訓練効果を得るためには、少なくとも同一シナリオにて5回程度の繰り返し訓練の実施が望ましいことが分かった。

今回の実験で実施した試行的な調査、計測および分析において、公平性と客観性があり、上達度と余裕度の評価および向上性の確認のために有効であった手法には以下のものが挙げられるが、その分析や評価方法、利用方法について更に検討を進めて行く必要がある。

1. 航跡偏位面積の計測
2. 船長役に対する二重課題の実施
3. ビデオ撮影などによる訓練中の行動実態分析

今後とも本研究を継続、発展させ、レーダ・ARPAシミュレータ装置による操船訓練、衝突予防訓練のより公平で客観的な評価方法と訓練指針を開発し、その教育、訓練効果を向上させるため、下記事項についての研究、検討に取り組んでいきたい。

1. 訓練中の計測項目や観察項目とその分析, 評価方法などについての更なる検討
2. 訓練者の達成度に対応した訓練方法や設定条件の変更やその組み合わせに関する検討
3. 訓練者一人一人の操船技量の評価方法および, その達成度に応じた教育, 指導方法の検討

参考文献

- 1) 小林弘明, 阪口泰弘, 服部親明: 船舶操縦の訓練方法に関する研究. 日本航海学会論文集, 93, 109-111 (1995)
- 2) 片岡高志, 新井康夫, 柿原利治, 瀧田雅樹: レーダ・シミュレータ訓練の系統的評価. 日本航海学会論文集, 102, 271-277 (2000)
- 3) 小林弘明, 外谷 進: Bridge Teamの機能分析に関する基礎的研究. 日本航海学会論文集, 102, 309-318 (2000)
- 4) 大島正光, 大久保堯夫: 経営工学ライブラリー 8 人間工学. 朝倉書店, 東京, 1-6, 49-78, 140-155 (1989)
- 5) Captain A.J.Swift MNI: ブリッジチームマネジメント (BTM研究会訳), 成山堂書店, 東京 (1999): BRIDGE TEAM MANAGEMENT. The Nautical Institute, London (1993)