

シミュレータ訓練による操船技術向上の検証 — 錨泊操船の検証について —

高岡 俊輔*・石川 祐二**

Verification of Improvement in Students' ship-handling Skills by Ship Maneuvering Simulators About the Verification of Anchoring

Shunsuke Takaoka* and Yuji Ishikawa**

Abstract

Nowadays the crew's number is becoming smaller and high technologies are used in the marine transportation. Therefore, the ship maneuvering simulator becomes one of the important indispensable things for the safety service of the marine transportation.

Therefore, the anchoring scenario was made by using ship maneuvering simulator, for the purpose of the improvement of the ship-handling skills of the students in our school. Based on this anchoring scenario, the improvement characteristic of the ship-handling skills was verified. As a result, the effectiveness of the ship maneuvering simulator and the improvement characteristic of the ship-handling skills of the students in our school were able to be made clear.

Keywords : Education and training, Anchoring, Ship maneuvering simulator, Speed reduction, Ship handling, training support, Safety navigation,

1. はじめに

近年、日本の船会社の外航船は混乗船が主体となり、船員の船内における仕事内容や配乗状態は大きく変化してきた。このことから、日本人船舶職員に求められる資質は、外国人船員の指導・監督等の船内管理業務と船舶管理業務の知識・技能が重要性を増している。

このため、各船員教育機関においては、新たな船舶管理・物流管理等の基礎的な分野の科目を充実させる一方で、これまで以上に各種専用船に対応した船舶運航技術を向上させるべきであり、実習あるいは座学による教育の効果を上げるためにシミュレータを活用することが期待されている。操船シミュレータは、実船さながらの仮想航海により、配乗定員の少数化やハイテク化の進む海運の安全運航にとって欠かせない重要技術の一つとなってきた。実際船会社においては、研修として操船シミュレータを取り入れている会社や海上履歴の一部として公的に換算されている国も複数ある。このことから操

船シミュレータの有効性は国内外で高く評価されていることがわかる。

また、海上における船舶交通の環境評価や海難防止にもシミュレータの活用が期待されている。

このような現状から本校学生の船舶運航技術向上を考え、図1に示した本校の操船シミュレータを使用して、初級航海者の操船技術の向上度の測定を行うことにした。



図1 操船シミュレータ

* 商船学科

** 専攻科 海上輸送システム工学

2. 操船シミュレータの概要

操船シミュレーターとは、リアルな模擬船橋とその前面に設置された船橋内部から見える外界の様子をスクリーンに投影し、操船者がその視界映像を見ながら模擬船を操船するもので、3次元映像や音響などのマルチメディア技術を駆使した視界映像、船体運動の計算、船橋内機器の作動、そのほか臨場感向上のための種々の工夫をデータ計算や画像処理用のコンピュータなどによって創出する。

シミュレーションに使われるデータには、タンカー、LNG船、コンテナ船など多様なモデルが用意され、港湾、狭水道など、実際の地形に基づくデータも豊富にある。さらに風、波、潮流などの外力も任意に設定できる。本校のシミュレータの船舶データとしては、タンカー、コンテナ船、フェリー、弓削丸など多様なモデルが用意されており、また日本の主要な港である京浜港、大阪港、神戸港、及び日本の主要な航路である浦賀水道航路、伊良湖水道航路、関門航路などが用意されている。

こうしたデータをもとに、シミュレーターは、時々刻々変化する周囲の景観から、船体の傾斜に応じて傾く水平線、航跡を残してすれ違う他船、さらには汽笛まで、航海中のブリッジの状況をリアルに再現し、被訓練者の操船指示に応じて、実船さながらの挙動を示すことができる。このような操船シミュレータの概略構成を図2に示す。

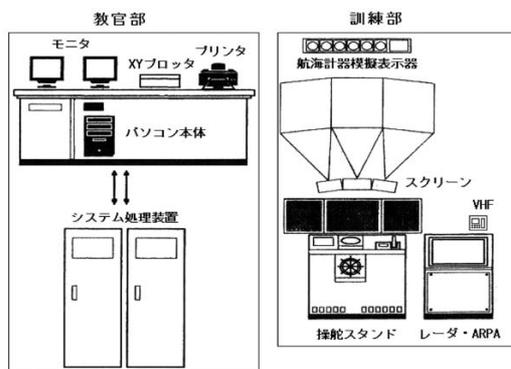


図2 操船シミュレータの構成図

操船シミュレーターとしての能力を発揮するのは、航海中、頻繁には起こらない場面や非常時を想定した訓練である。例えば出入港を実際に経験するのは、外航タンカーなどでは1ヵ月に1回程度であるが、シミュレーターでは短期間に何度でも集中して訓練できるという特徴がある。また主要な港及び航路においてもあまり航行したことのない所や新人研修にも役立てることができる。

さらに最近では、港湾建設のコンサルティングなどにも応用されている。これはまだ設計段階の港湾を完成状態で表現し、配船予定の船舶が実際に入出港する様子を事

前にシミュレートするため、机上の計算ではなく、実際に操船する様子を体験してみることで、港湾機能についての事前評価はより現実的なものに行うことができる。

3. 錨泊シナリオ

3.1 錨泊シナリオの作成及び目的

錨泊シナリオの作成については、本校の実習課程において4年生時に錨泊実習が組み込まれているため、その実習の習熟向上を考え錨泊シナリオを作成した。この錨泊シナリオで使用する船舶は、本校の練習船の弓削丸モデルを使用し、実際に行う錨泊実習での現実性を高めることにした。

またこの錨泊シナリオの目的としては、弓削丸での錨地までの速力低減とその際に設定したコースを予定通り航行することができるようになるまでの向上を主とし、錨泊実習の予行演習を兼ねることを目的とした。

3.2 錨泊シナリオの内容

錨泊シナリオは、来島海峡の西側付近の海域と丸亀沖の海域の二つの海域を作成した。

図3が来島海峡の西側付近のシナリオである。針路は041度で図の左下から航行し、右舷に見える波方ターミナルシーバース灯を方位110度、1.1マイルに見たときに変針し、針路を080度にする。この時、来島西浦沖灯標を船首目標にし、左舷に見えるイカダ磯灯台を速力低減のための目標としている。この際の速力低減については表1に示す。これにより位置確認からの変針及び変針後の船首目標に対する保針、さらには速力低減の一連の動作を習得できるように作成している。また二つ目の海域である丸亀沖のシナリオについても技能レベルはほとんど変わらないものとしている。

次にシナリオの実施については以下の方法で行った。

1. 図3のシナリオを実施 (外力なし)

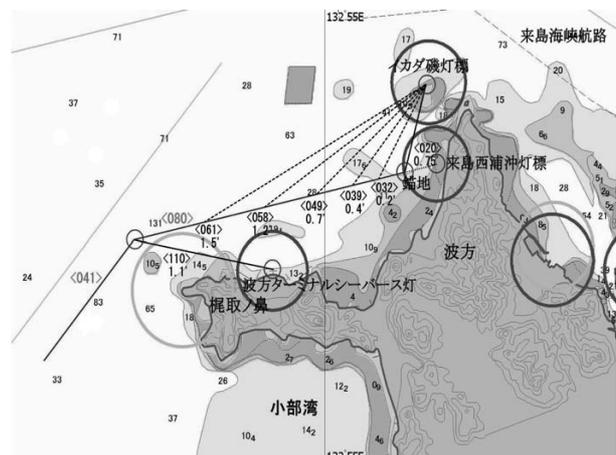


図3 来島海峡の西側付近の海域

表1 来島海峡付近の海域の速力低減

テレグラフ操作	錨地までの距離	イカダ磯灯の方位
S/B Full	1.5 マイル	061
Half down	1.2 マイル	058
Slow down	0.8 マイル	051
D.Slow down	0.5 マイル	043
Stop	0.2 マイル	032
錨地		020

2. 図3のシナリオに風向000°, 風力3 knot, 波0.8 mを加え, 行き会い船を出現させた。
3. 丸亀沖のシナリオを実施 (外力なし)
4. 丸亀沖のシナリオに風向090°, 風力3 knot, 波0.8 mを加え, 本船より速力の遅い同航船を出現させた。

3.3 錨泊シナリオの実施手順

今回の実験においては, 学生のグループを4組用意し, その内の2組には事前にその海域の状況等を映像により見せてブリーフィングを行い, もう2組には, ブリーフィングなしで行った。この状況を図4に示す。人数は1組3人 (船長, レーダ, 操舵の役) として, 5回の実験とも同じ役につかさせた。時間は1回の実験で約30分程度であり, 実験期間はまず1, 2回目のシナリオを行い, 約1週間の間隔を空けて3, 4, 5回目のシナリオを行った。この際, 全く同じ錨泊シナリオの繰り返しでは単なる反復練習になってしまうため, 海域を変えたり, 同じ錨地でも気象海象を変化させたり他船を出現させたりと変化をもたせた。そして1回目と5回目のみを同じシナリオにし, 向上度を確認できるようにした。

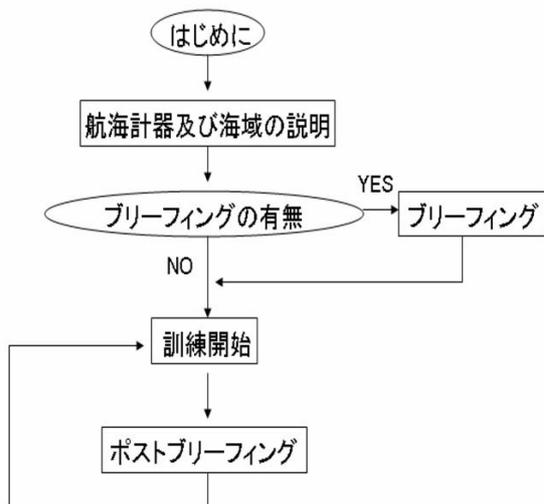


図4 錨泊シナリオの実施手順

3.4 錨泊シナリオの評価方法について

この錨泊シナリオを行うことによって, 本校学生がどのように習熟したのかを見極めるため評価方法を以下の3点に絞り行った。

1. 指定した錨地からの変位を訓練回数と比較して評価する方法
2. 被験者へのアンケートによる評価方法
3. 技能レベルを訓練回数と比較して評価する方法

1は, 錨泊位置への正確な投錨方法の向上度を見ることができ, 2は, 被験者の精神面における自信などを見ることができ, 3は, この技能レベルについて, 船位測定, 操船, 速力低減, 操舵号令, レーダ操作の5つの項目ごとに評価し, これにより総合的な技能レベルの向上度が見れる。

4. 錨泊シナリオの実験結果

4.1 錨地からの変位量の結果

錨地からの変位量の実験結果を図5から図7に示す。図5は, 4組すべての錨地からの変位量の結果である。これから見てわかる通り訓練回数が増えるにつれ, 変位量が小さくなっていることがわかる。しかし, 外力の変化等により多少のばらつきも見られる。これは外力について実際に体感できない事から外力に気づかずに行ってしまった結果が大きいと推測される。また全体的に見ると, 錨地より手前に入れてしまう傾向があることがわかる。これは錨地に近づくにつれ陸地が迫ることにより, 速力低減を早まってしまうという精神的なものが結果に大きく反映されたと推測される。このようなことから訓練を重ねることで少しずつではあるものの全体的に上達していると考えられる。

図6は, 1回目と5回目の錨地からの変位量の比較の結果である。図によると, Cグループはあまり変位量が

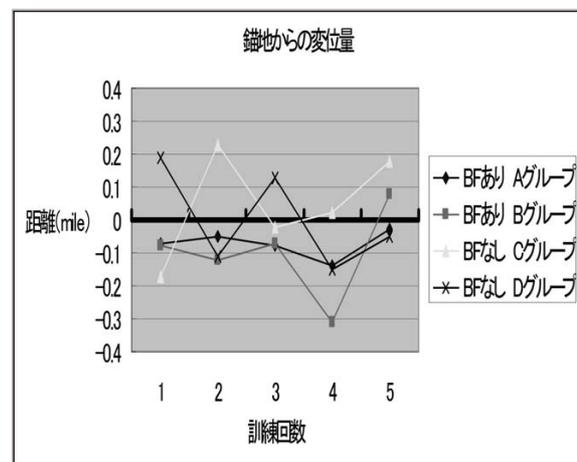


図5 錨地からの変位量

少なくなっていないものの、他のグループは変位量が小さくなっていることがわかる。特にブリーフィングを行っていないDグループは、1回目と比較して変位量が小さくなっており向上していることがわかる。このようなことから、グループによって多少のミス等により変位量が変わらないこともあるが、全体的に見ると変位量が小さくなり上達していると考えられる。

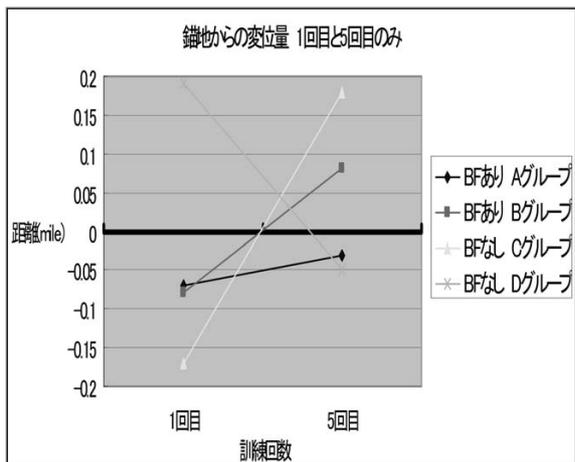


図6 1回目と5回目の変位量の比較

図7は、錨地からの変位量の平均値の結果である。これから、ブリーフィングを行ったグループの方が4回目を除いてブリーフィングを行っていないグループよりも錨地からの変位量が比較的小さいことがわかる。これより、ブリーフィングを行うことの効果が感じとられる。

上述したことから錨地からの変位量については、ブリーフィングを行うことにより効果的な結果が表れると言うことがわかった。

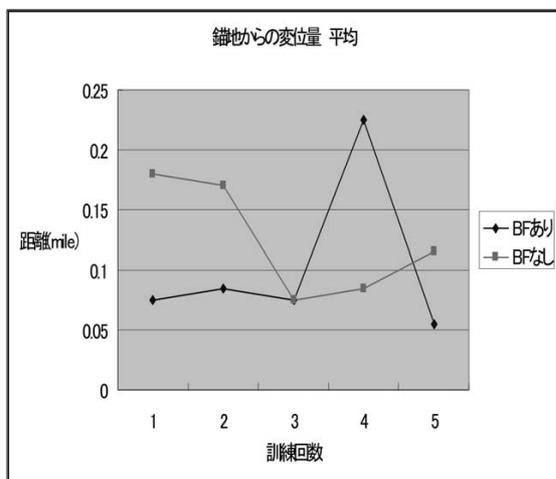


図7 錨地からの変位量の平均値

4.2 アンケート結果について

図8から図11のアンケート結果は、実験ごとにアンケートを行ったものである。また図12から図14のアンケート結果は、5回すべてが終わってからアンケートを行ったものである。

図8は、錨地への速力低減に対する1回目の結果である。また図9は錨地への速力低減に対する5回目の結果である。図を見てわかる通り1回目は、速力低減に対して自信が持てない者が多かったのに比べ、5回目においては速力低減について自信を持てるようになってきていることがわかる。よってシミュレータ訓練により、速力低減について自信をつけさせることができたとともに、錨泊実習の予行演習としての効果があったと考えられる。

図10は、船位測定に対する1回目の結果である。また図11は船位測定に対する5回目の結果である。これも1回目は、船位測定に対して自信が持てない者が多かったのに比べ、5回目では船位測定に自信を持てるようになってきていることがわかる。これより、本シナリオによるシ

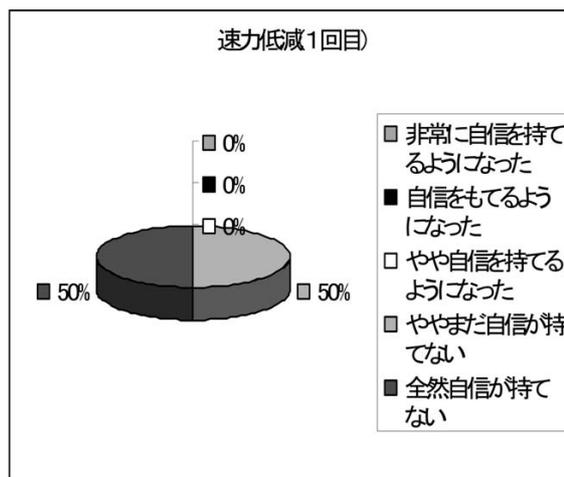


図8 速力低減に対する1回目の結果

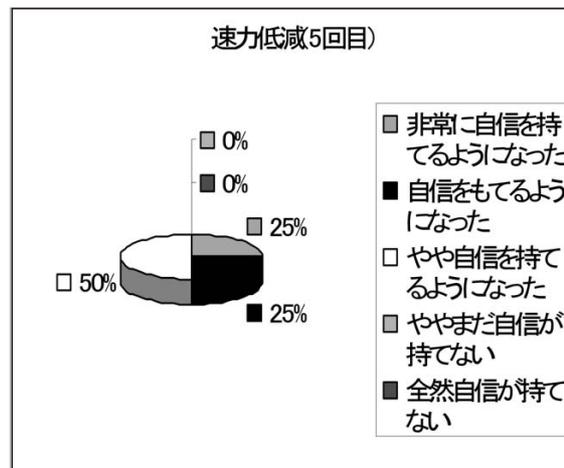


図9 速力低減に対する5回目の結果

ミュレータ訓練は、船位測定向上の練習にも活用できることが言える。

図12は、錨泊の理解度に対する結果である。図より理解することができたが70%、やや理解することができたが30%と錨泊訓練による錨泊の理解度が高いことがわかった。よって被験者が、錨泊への理解度を深めていることが感じとれる。

図13は、錨泊訓練の影響度に対する結果である。図より錨泊訓練が非常に勉強になったが90%を占めており、非常に影響度が高いことがわかる。この結果からも操船シミュレータを活用することの有効性がわかる。

図14は、錨泊シナリオの難易度に対する結果である。質問に対し、普通だったが50%、やや難しかったが20%ということで本錨泊シナリオについては、適度な難易度のものであったことがわかる。これにより、錨泊シナリオは学生の訓練用として今後の活用が期待できるものと考えられる。

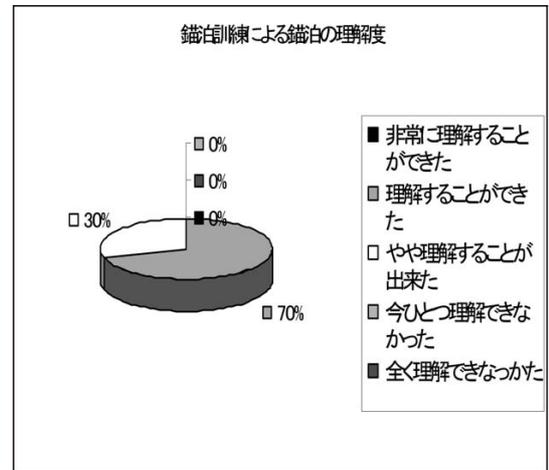


図12 錨泊の理解度に対する結果

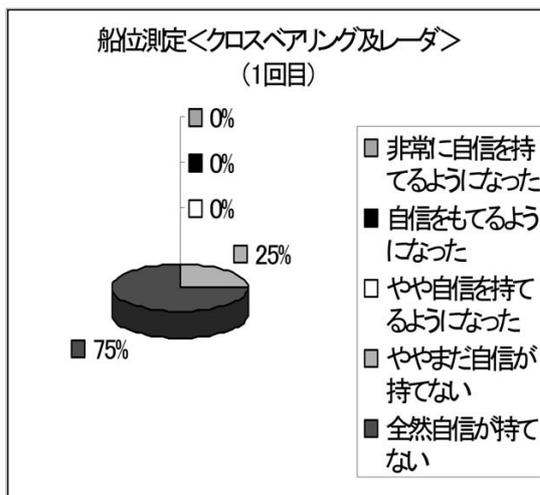


図10 船位測定に対する1回目の結果

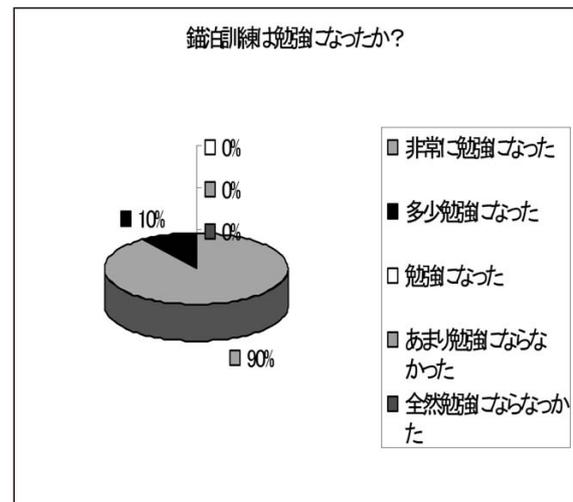


図13 錨泊訓練の影響度に対する結果

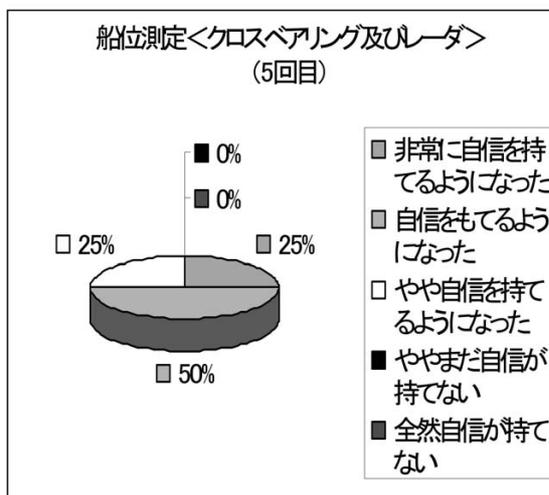


図11 船位測定に対する5回目の結果

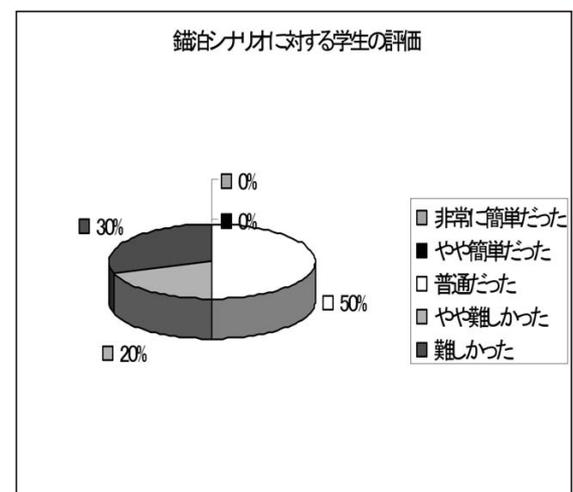


図14 錨泊シナリオの難易度に対する結果

4.3 技能レベルによる向上度の結果

図15, 16は技能レベルの向上度およびその特性における結果である。ここで言う技能レベルとは、船位測定、操船、速力低減、操舵号令、レーダ操作の5つの項目ごとにチェックした点数を総合評価したものを技能レベルとしている。また図17から図20までが技能レベルの各項目ごとの結果である。

図15は、すべてのグループによる技能レベルの向上度に対する結果である。この図を見てわかるように、全体的に訓練を重ねることで徐々にその技能レベルが高くなっていることがわかる。また5回目になるとブリーフィングを行っていないDグループがブリーフィングを行ったグループより技能レベルが高くなっていることがわかる。これは、ブリーフィングを行っていない訓練学生の個々の能力と訓練に対する関心が影響し、このような結果になったと推測される。このようなことから訓練を重ねることによってブリーフィングの有無に関らず、同等の技能レベルまで5回程度の訓練で達することがわかった。

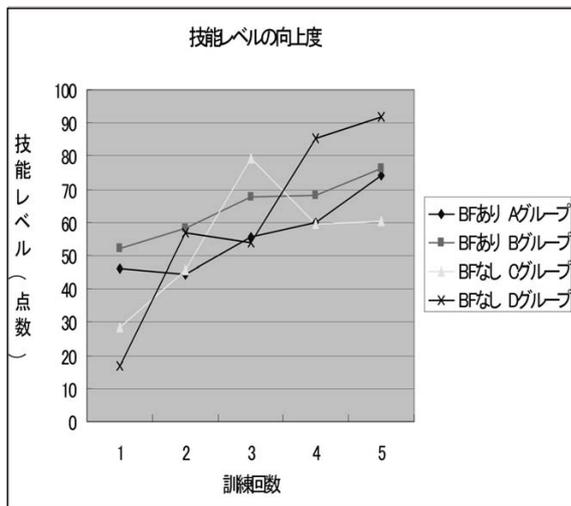


図15 技能レベルの向上度に対する結果

図16は、ブリーフィングを行ったグループと行っていないグループの平均による技能レベルの向上特性である。この図からわかるように、ブリーフィングを行ったグループと行っていないグループとでは、1回目の結果を見ると明らかにブリーフィングを行っているグループの方が技能レベルが高いことがわかる。しかし、訓練を重ねることで徐々にその技能レベルの差はなくなり、最終的には大きな差がないことがわかる。また習熟特性を近似曲線により示すと、ブリーフィングを行ったグループの近似曲線の式は、 $y=43.066e^{0.1074x}$ 、ブリーフィングを行っていないグループの近似曲線の式は、 $y=23.248e^{0.2766x}$ となった。これより、ブリーフィングを行ったグループは、技能レベルがなだらかに上昇していくのに比べ、ブリーフィングを行っていないグループは、2回目から急激

に上昇していることから初期状態の位置が上達のスムーズさに影響することが判明した。またブリーフィングの有無に関係なく、今回の全データからの向上特性を求めると、 $y=-1.7679x^2+20.257x+17.7$ となり、本校学生の合格基準を70点と考えると、今回のシナリオを使う限り訓練回数は4回程度でよいことも判明した。しかし、各値のバラつき具合から見ると、やはり5回は必要であろうと思われる。

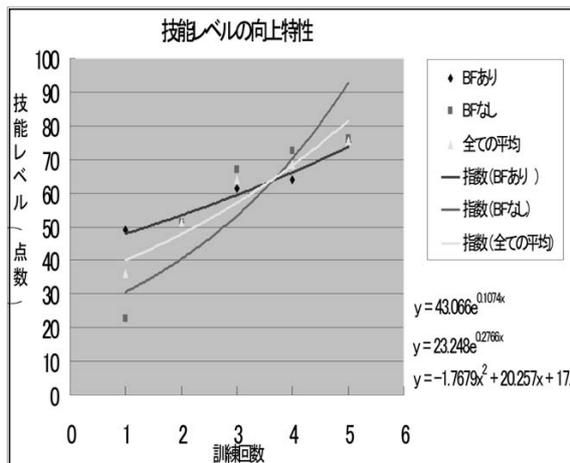


図16 技能レベルの向上特性による結果

図17は、ブリーフィングを行ったグループと行っていないグループの船位測定の向上度に対する結果である。この船位測定の向上度は技能レベルの100点のうち30点を占めているものである。船位測定については、ブリーフィングを行ったグループと行っていないグループとでは、ブリーフィングを行っていない方が良い結果となっている。これについては、4年生であるため実習等で船位測定をすでに行っていることから学生個々の能力が結果に大きく反映したものと推測され、ブリーフィングの有無に関係しなかったのではないかと推測される。

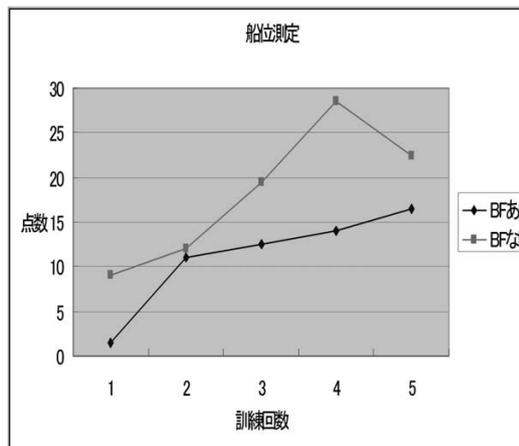


図17 船位測定の向上度に対する結果

図18は、ブリーフィングを行ったグループと行っていないグループの速力低減の向上度に対する結果である。この速力低減の向上度は技能レベルの100点のうち25点を占めているものである。この結果を見るとブリーフィングを行ったグループの方がブリーフィングを行っていないグループよりも点数が高いことがわかる。また、始めはブリーフィングの有無により大きな差があったものの回数を重ねることにより差が小さくなっていることから5回程度回数を重ねることによって同等ぐらいの技能レベルに達することがわかる。

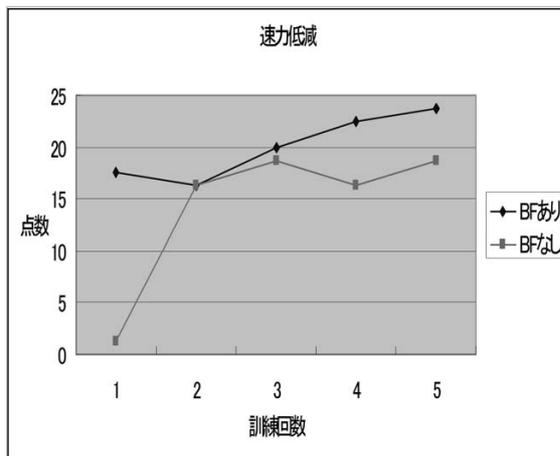


図18 速力低減の向上度に対する結果

図19は、ブリーフィングを行ったグループと行っていないグループの操舵号令の向上度に対する結果である。この操舵号令の向上度は技能レベルの100点のうち6点を占めているものである。これより3回目までは多少の差が見られるが、5回目にはブリーフィングの有無に関らず同じレベルまで達していることがわかる。これにより操舵号令についても、速力低減同様の結果となっている。

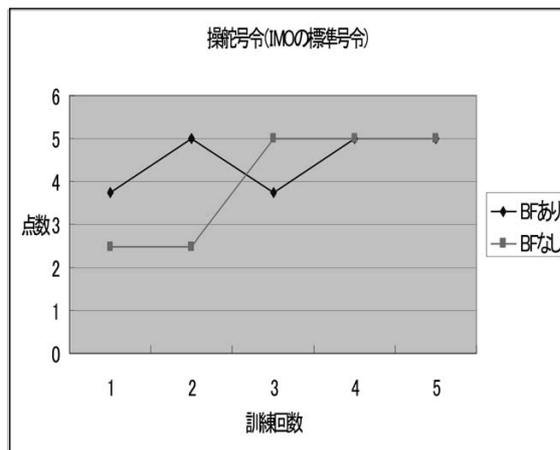


図19 操舵号令の向上度に対する結果

図20は、ブリーフィングを行ったグループと行っていないグループの操船の向上度に対する結果である。この操船の向上度は技能レベルの100点のうち20点を占めているものである。この結果から1回目はブリーフィングを行っていないグループと行っているグループとでは差があるが、それ以降ブリーフィングを行ったグループにはばらつきが見られるものの最終的には大きな差がなくなり、5回目には同じレベルまで達していることがわかる。よって、ブリーフィングの効果は初期段階の状態において有効であることがわかる。

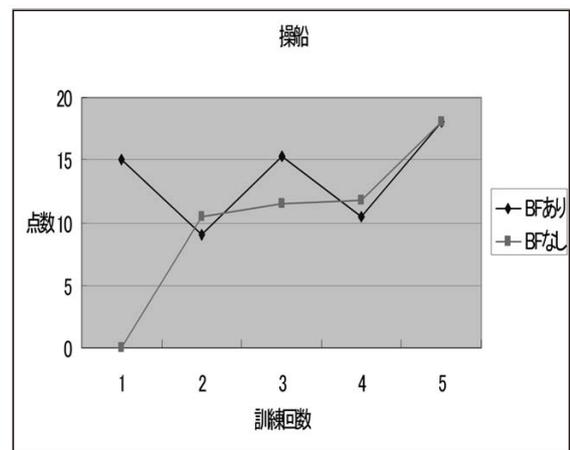


図20 操船の向上度に対する結果

またブリーフィングを行ったグループと行っていないグループのレーダ操作の向上度に対する結果については、レーダの取扱いについて全ての組に事前に説明していたことから差はなかった。

これらより技能レベルの習熟度については、ブリーフィングの有無で大きな差が結果として出たのが速力低減と操船という結果となった。

5. まとめ

本研究では、シミュレータ訓練による操船技術の向上特性を見るため本校学生を対象に錨泊シナリオを作成した。これにより錨地からの変位量、アンケート集計、技能レベルの向上度の3つにより測定した。その結果、以下のような結果が得られた。

1. 錨地からの変位量については、ブリーフィングを行ったグループの方が良いが、訓練を重ねることによって錨地からの変位量の差はほとんどなくなる。
2. アンケート結果から速力低減においては、シミュレータ訓練で学生が自信を深めていくことが確認できた。
3. アンケート結果の船位測定においても、速力低減と同様の結果が見られた。
4. アンケート結果から錨泊の理解度については、本

シナリオで錨泊法への理解が深められることが確認できた。

5. アンケート結果の錨泊シナリオの難易度の判定も、学生に対して適度なものであることが確認できた。
6. 技能レベルの向上度について、ブリーフィングを行うグループと行わないグループとでは、はじめのうち技能レベルに差があるが、最後には同等の技能レベルに達することがわかった。
7. 近似曲線により技能レベルの向上特性を求めることができた。
8. 訓練回数は、5回程度で技能レベルや錨地からの変位量に変化があまり見られないことから訓練回数が適当であったことが判明した。

参考文献

- 1) 小林弘明, 仙田晶一, 操船技術の習熟特性, (2000年), 2-1-2-17.
- 2) 柿原利治, 片岡高志, 瀧田雅樹, レーダ・ARPAシミュレータ教育訓練, (2000年), 3-1-3-19.
- 3) 澤山恵一, 日本船長協会におけるシミュレータによる操船研修, (2000年), 9-1-9-13.