船舶機関士の熟達化に関する認知的研究

-第2報：E R Mにおけるグループ討論学習法の効果について

松崎 範行** 小川 涼**
楠 将史** 河口 信義***

Cognitive Study on Nurturing of Marine Engineer
-2nd Report: Effectiveness of Group Discussion as a Learning Method for E.R.M.

By Noriyuki Matsuzaki, Makoto Ogawa, Masashi Kusunoki, Nobuyosi Kouguchi

With adequate and detailed information, a large plant operator can generally maintain a plant's good working condition. A ship engineer has the same work as a plant operator except that self-sufficiency at sea is a requirement for ship engineers.

On the basis of the cognitive process of human activities, Rasmussen proposed three different modes which are the knowledge-based mode, the rule-based mode, and the skill-based mode. One important but complex feature is to understand how to conduct the plant operator shift between each mode.

On the other hand, E.R.M. was adopted by the IMO and will be introduced in engineer training programs. In this paper, group discussion was introduced as an effective leaning method. It was explored whether learning through group discussion was connected with the acquisition of management capabilities in E.R.M. The result verifies the effectiveness of group discussion in learning E.R.M. techniques.

1. はじめに

巨大化、複雑化が進む舶用機関は、そこに人間が介在して自律的に完結する大規模プラントそのものであり、運転員とプラントを構成する機器とは、人間の行動及び構成要素の動作として相互の作用によって安全で経済的なプラント運用が成立している。また、このような大型プラントを安全かつ経済的に運転するために、プラント運転員が発生事象や予測事象に関する情報をどのように認知し、その結果どのように行動するか、さらには「できる（熟達する）」ようになるかを知することは重要である。

筆者らは、船舶機関士の熟達化に関する研究のなかで Anderson が提案した A C T 理論¹⁾と Rasmussen の S R K モデル²⁾をベースに現実の舶用プラント運転員の熟達化の概念を構築し、機関士を含む日本人船員の減少と、いわゆる「2007 年問題」及び再雇用・定年延長による「2012 年問題」を背景とした世代構造の劇的な変化、そして運航要員に対する要求要件の強化・複

雑化等が進む状況下で、熟達した船員の存在に依拠して若年船員を育成する従来型訓練の困難さを指摘して、初心者への熟達化には、限られた時間と環境のなかで早期に効果的かつ実践的な成果を得る新たな訓練手法を見いだす必要性を提起し、その要因として「動機付け」が重要であることを明らかにした³⁾。

さらに筆者らは、熟達者が教授する、あるいは熟達者を模倣する、といった従来型訓練とは異なる訓練手法として「グループ討論学習法」を導入し、初心者がグループでの討論によって課題を解決する過程で、従来型とは異なる「気付き」や「学習転移」⁴⁾を生み出し、宣言的知識を手続的知識に移行させてプラントを安全に管理する能力を自ら獲得できることを明らかにし、筆記テスト以外の適切な評価手法確立の必要性を示した⁵⁾。一方、船員の養成訓練や資質を国際的に規定する S T C W 条約の改正に伴い、I M O Model Course 7.04 Officer in Charge of an Engineering Watch (2012 Edition) (以下、I M O Model Course) の中で機関士の訓練に Engine Room Resource Management : E R M が盛り込まれることとなった。E R M は、先行して航海士の訓練に取り入れられている Bridge Resource Management : B R M を機関士訓練に当てはめたもので

*原稿受付 平成 24 年 7 月 10 日。

**正会員 航海訓練所 (横浜市中区北仲通 5-57)

*** 神戸大学 (神戸市東灘区深江南町 5-1-1)

表1 BRMとERMの主要項目の比較

Bridge Resource Management	E/R Resource Management
1. リソースの配置、任務及び優先順位決定	1. リソースの配置、任務及び優先順位決定
2. 効果的なコミュニケーション	2. 効果的なコミュニケーション
3. 明確な意思表示とリーダーシップ	3. 明確な意思表示とリーダーシップ
4. 状況認識力の習得と維持	4. 状況認識力の習得と維持
	5. チーム構成員の経験に基づく配慮

あるが、機器及び情報の有効活用や対人関係対処方法を基軸とするBRMの方法論は、ERMにおいても同様である。

これまでの日本の練習船における機関士養成訓練においてもERMの側面があったといえるが、今般、ERMを訓練ツールとして明確に捉え、展開するには、従来の熟達者から初心者への技術伝承を中心とした手法と併せた、さらなる効果的な訓練手法として体系化していくことが求められる。

本論文では、まずERMとBRM原則の比較から、BRMの原則と機関士業務との対照を行い、グループ討論学習がERMにおける能力獲得に効果的と考えられる機関士業務を考察する。また、本研究で実施した実験で用いた評価方法が、プラント運転員の熟達化過程にどのような意味を持つのか明らかにする。次に、これらの検討に基づいて実験対象を「ディーゼル発電機原動機運転操作」とし、先行研究の結果から評価手法の検討が必要とされた実技試験と口述試験を組み合わせた試験によって、グループ討論学習と従来型学習

の効果の差を調べる。さらに、グループ討論学習における発言の中で示された「気づき」が、ERMのなかでどのようなマネジメント能力の獲得に結びつくのかを示し、ERM訓練の手法としてグループ討論学習法が初心者の熟達に有効に機能することを検証する。

2. ERMとグループ討論学習

ERMはBRMから派生したものであるため、それぞれがどのように関連しているかを以下に概説する。

2012年のIMO Model Courseにより義務づけられたERMとBRMの主要項目の比較を表1に示す⁶⁾。ERMのベースとなっているBRMは、航空機パイロットのCRM (Cockpit Resource Management) に基づいて構築されたもので、その歴史は第2次世界大戦前までさかのぼる⁷⁾。このたび、ERMが導入されたことは、こうした航空機操縦者や船舶の航海者におけるヒューマン・リソースの活用が、安全な運行のために有効かつ不可欠として求められた結果であり、今後、

表2 AdamsのBRM原則と機関士業務との比較と対照ポイント

	BRM	機関士業務との対照	対照のポイント
1	・航海計画立案	○保守整備作業計画立案 ○機関運転計画立案 ◎機器運転要領立案 ・etc.	・「立案」には現行の計画・要領・マニュアル等に対する改善・最適化が含まれる
2	・標準化手順	・標準化手順	・チェックリスト等を用いた計画書及び運用手順の注意深い遵守
3	・状況認識と航海モニタリング	○プラント監視とパラメータ把握 ○機器故障を含む非常事態対応	・実際に何が起きているのかの正確な理解力 ・クロスチェックング ・非常事態発生時の対応能力
4	・ストレス ・自己満足 ・注意散漫	・ストレス ・自己満足 ・注意散漫	・適正な人員配置と作業分担
5	・コミュニケーション	○コミュニケーション	・「何を言っているか」「何を書いてあるか」の相互理解
6	・疲労	・疲労	・十分な休息と疲労蓄積回避
7	・パイロットとの融和	・メカ情報や技術者等アウトソースの利用	・船内に存在しない情報、能力、経験を持つ者の利用
8	・チームワーク	○チームワーク	・最も経験の少ない者が、経験豊富な者より着眼点が高いことがあるので全員をチームとして一緒に作業させる ・作業に対する同一の目標、同じ了解 ・チーム内の使用言語の統一
9	・エラーチェーン	○エラーチェーン	・エラーの連鎖を断ち切れれば、惨事を回避できる

船舶機関士養成訓練のなかで具体的にどのようにERMを展開していくのかは益々重要なテーマとなる。

表1で示したとおり、先行して展開されているBRMに基づくERMは「5. チーム構成員の経験に基づく配慮」が追加されている以外に相違はない。IMO Model Courseの条文では、表1の内容を「含む」とされているため、この内容を「含む」リソースマネジメント原則に関する広範な知識が、安全な航海当直の維持のための能力として求められている。そこで、表1の内容が求められる能力の「主たる原則」であるならば、その「主たる原則」を実現するために必然的に附帯する「満たされるべき要素」とは具体的にどのようなものか、に着目する必要がある。

次にAdamsが定義したBRMの原則⁸⁾を、機関士の実際の業務に照らしあわせた場合の対照を表2に示す。ここでは、コミュニケーションやストレス、チームワークといったヒューマンファクターは、いずれも航海・機関両化に求められる同様の知識・能力といえる。また、エラーチェーンやプラントのモニタリング、標準化等は、従来より船員養成訓練のなかで重要な項目として扱われている。その中で、現在の練習船における航海士並びに機関士養成の訓練様式で明らかな相違があるのは「航海計画立案」に関する能力である。航海計画立案は、標準化やエラーチェーンの連鎖防止に不可欠なものであり、三級海技士を養成する独立行政法人航海訓練所実習指導要領では、実際に立案させることが航海科の重要な訓練項目として約17時間を要する実習科目となっているが、機関科では対照業務である保守整備作業計画や作業要領あるいは手順の立案について、講義による概念の解説としており、訓練として実際に立案させる例は一般的でない。

人間の成長と教育を考える発達科学の分野で「対人関係（コミュニケーション）」「グループ・マネジメント（リーダーシップ）」「調査」「解決」「統合」及び「プレゼンテーション」といった各種のスキルアップにその効果が認められている「協同学習」の手法のなかで、ファシリテータが討論を誘導しつつ実習生にブレインストーミングを中心としたケーススタディをさせる手法⁹⁾を用いて課題を解決させる「グループ討論学習」ができるので、従来型の学習方法に比べてより効果的な「よく考えられた練習（deliberate practice）」^{10) 11)}となりうる。表2において、本研究で用いているグループ討論学習が、ERM訓練における機関士業務に関する能力の獲得に効果的と考えられる項目を「機関士業務との対照」欄で○又は◎を付して示した。チェックリスト等による「標準化手法」や、「ストレス」のコントロール、「疲労」、「アウトソーシング」等の要素は、

グループ討論学習によって獲得する「能力」とは異なる。

以上のような理由によって、本論文で対象とする機関士業務を、BRMにおける航海計画立案に相当すると考えられる作業計画や操作手順の立案とし、被験者となる実習生の訓練の進捗から「機器運転要領立案」のうち「ディーゼル発電機原動機運転操作」をテーマとした、「コミュニケーション」「チームワーク」及び危険予知能力の獲得による「エラーチェーン」は、関連して獲得が期待できる能力と想定する。

3. 熟達化過程と評価方法

図1にAndersonのACT理論¹⁾とRasmussenのSRKモデル²⁾をベースに現実の船用プラント運転員の熟達化の概念を示す³⁾。本研究では、同図の最下位層にあるテキストベースで得られた宣言的知識空間に有る技能を、グループ討論学習によってより上位の空間へ移行することを目標として、はじめにグループ討論学習により知識の移行やスキルベースの能力が向上していることを筆記試験で評価することを実験的に試みたが、残念ながら筆記試験による評価では学習効果の有意性は見られなかった⁵⁾。しかし、被験者および実施者の発話からグループ討論学習が有効な手法であることが確認されたことから、その学習効果を適切に評価できる筆記試験以外の方法を得る必要がある。

そこで、本論文の実験において筆記試験につづく実技および口述による試験を考え、実技試験については、「手順どおりにできたか」「間違った順序や取りこぼした作業はないか」という点で評価した。これは、いわゆる「丸暗記」で作業の意味を理解していなくとも手順どおりの「演技」で、素早く正確な動作が可能となることから、図1の熟達化過程における実技による評価

図1 熟達化における実技及び口述試験の評価領域

は、最下位で最前面にある「宣言的知識空間」位置から「知識コンパイル」が少しだけ上位で奥に進んだ評価領域 β における評価方法と考えられる。

一方、口述試験は回答の正確さ並びに「事前の訓練で憶えた（単語あるいは「箇条書き」レベルの）内容を超えるアイデアが出せたか」という回答内容の質の良否を問う「口述試験（Oral）」と、「スムーズ（自動的）に説明、発言できたか」という回答の流暢さを問う「口述試験（Attitude）」の2点で評価を行う。口述試験（Oral&Attitude）における評価は筆記試験に比べて「宣言的知識空間」からの学習転移とともに「早さ」や「言葉の流暢さ」により「知識コンパイル」がさらに進んだ位置にある、図1の領域 α における評価方法と考えられる。また、「口述試験（Oral）」と「口述試験（Attitude）」は図1の評価領域 α 付近における評価方法と考えられるが、「口述試験（Attitude）」は回答の流暢さを、また「口述試験（Oral）」は回答の質を求めていることから、図1の評価領域 α 内において「口述試験（Attitude）」の方が「口述試験（Oral）」よりもより上位の位置にあると考えられる。

4. 実験及び試験方法

4. 1 実験概要 実験は、航海訓練所練習船海王丸において、実習生116名（8班：1班7～8名）に対し、初期導入段階でディーゼル発電機原動機の始動作業に関する基礎的な座学と実技実習を行った。その後、約1ヶ月間空けて実習生をランダムに2グループに分けて被験者とした。

一方のグループ（グループ討論：Group Discussion, 以下GDグループと言う）には「ディーゼル発電機の始動要領と安全対策マニュアルの作成」をテーマにグループ討論学習を行った。グループ討論学習では、発言内容を発言どおりにスクリーンに投影して映示しながら、ファシリテータである教官が討論を導きつつ、実習生に発言させた。発言者を指名する場合もあるが、

図2 グループ討論学習の様子

自由発言もそのまま記録した。また、発言に間違いがあっても、教官は一切、修正や指導をしない。図2にグループ討論学習の様子を示す。

もう一方のグループ（従来型学習：Conservative Method, 以下CMグループと言う）には、GDグループがグループ討論を行っている同じ時間に、従来の方法である「現場で実機を確認しながらの模擬作業」による学習を行わせた。

4. 2 試験方法 それぞれの学習終了後、3～4名の小グループで実技試験を行い、その直後に口述試験を実施した。

実技試験（Practical）は、小グループで発電機のディーゼル原動機を手順に従って実際に始動及び停止させ、運転操作、安全行動等が正しくできているかどうかを100%満点として、平均点80%程度、合否ライン60%を目安として評価した。

口述試験は、実技試験終了直後に実施し、運転手順を記憶しているだけでは適切に説明ができないように設問はすべて「〇〇（操作）をした／しなかったが、これを省略することにより予想されるトラブルはなにか」という形式とした。問題数は全16問で1人あたりの回答数は4～5問である。また、実習生全員が導入段階で運転手順を指導される訓練を受講するが、回答の内容では、導入訓練で説明される安全注意事項を超えたアイデアを生み出せるかどうかにも着目した。口述試験の評価は、前述した回答内容の質の良否「口述試験（Oral）」と、「スムーズ（自動的）に説明、発言できたか」という回答の流暢さを「口述試験（Attitude）」で評価した。

口述試験評価は、それぞれ表3に示すとおり0～6点の数値尺度とした。

5. 実験結果及び考察

5. 1 各試験結果 実技及び口述試験の評価結果の平均を図3に示す。

表3 口述試験（Oral）と（Attitude）の点数

・口述試験（Oral）		・口述試験（Attitude）	
点数	評価基準	点数	評価基準
0	知らない・わからない	0	沈黙
1	極めて理解不足	1	単語程度
2	理解不足	2	話そうとする
3	合否ライン	3	話す／止る
4	誤解あるが合格	4	考えながら
5	ほぼ正しい	5	ほぼ止まらず
6	正しい	6	よどみなく

表4 各試験平均値の検定結果

	Practical		Oral		Attitude	
	GD	CM	GD	CM	GD	CM
平均	79.9	79.4	3.5	3.0	4.2	3.5
分散	79.2	68.0	1.2	1.3	1.0	1.0
t	0.301		2.251		3.495	
P(T<=t) 片側	0.382		0.013		0.000	
t 境界値 片側	1.663		1.662		1.662	
P(T<=t) 両側	0.764		0.027		0.001	
t 境界値 両側	1.988		1.986		1.987	

まず、実技試験の評価では、GD および CM のグループの平均点にほとんど相違はなかった。

一方、口述試験では Oral および Attitude とともに GD および CM の各グループの平均値に明らかに差が生じた。実技試験、口述 (Oral) および口述 (Attitude) 試験における評価の平均値に対して t 検定を行った結果を表4に示す。t 検定は、平均値の差が偶然による誤差で生じたかどうかを調べるものであり、「偶然による」という仮説 (帰無仮説) が正しいと仮定した場合に、この仮説が生ずる統計的な可能性 'P' が5%以下 (特殊な場合は1%以下) であれば仮説は否定される。すなわち「偶然ではない」から「差は有意」となる。表4では 'P' 値「両側」(仮説の可能性はデータが正規分布した場合の「両側」端にある) について、口述 (Oral) に関する評価の平均値は5%未満の水準で有意、口述 (Attitude) は1%未満水準で有意となり、GD、CMのグループ間における学習方法による技能獲得に有意な差が生じたと言える。

5. 2 試験結果の相関 各試験結果において被験者の得点間の相関を求め相関係数を表5に示す。

その結果GDおよびCMグループ共に Oral と Attitude 間の相関が最も高い値を示した。参考のために図4に相関分布を示すが、これは同じ試験問題を用いていることとともに、評価領域α近傍に評価領域が存

図3 各試験の評価結果

表5 各試験間における相関係数

Correlation Coefficient			
GD	Practical	Oral	Attitude
Practical	1.00		
Oral	0.37	1.00	
attitude	0.43	0.90	1.00
CM	Practical	Oral	Attitude
Practical	1.00		
Oral	0.53	1.00	
attitude	0.51	0.89	1.00

在することよると考えられる。

また、CMグループでは Practical に対する Oral, Attitude との相関係数がいずれもGMグループに比べ若干であるが高い。これは、GMグループでは回答内容の評価が高い者は回答様態も評価が高く、口述試験の平均点が比較的低いCMグループでは、実技試験の評価が高かった者が口述試験でも高い評価を受ける傾向が強いことがわかる。すなわち、実技試験に向けた準備 (予習) と口述試験の結果とは相関が低いことから、平均値の検定と同様にGDグループが獲得した口述試験の有意差は、グループ討論学習によるものであると推測できる。

5. 3 グループ討論学習における発話 GDグループのグループ討論における発話の抜粋を表6に示す。

システム上はボタン1つで遠隔始動できる装置を現場で手順どおりに操作して運転するのは、人間の安全と機器の保全のためである。このため、その作業を怠った場合に起こりうるトラブルを予想できるかどうか、という観点が重要となる。討論の中で、その作業が必要な理由について、当初は「それをしなければ『危ない』から」といった漠然とした認識しか無かったもの

図4 口述試験 (Oral&Attitude) の相関分布

表6 グループ討論における発話の抜粋

	作業手順	作業が必要な理由	安全注意事項	危険予知に関する気づき
No. 3	・燃料ハンドルを遠隔始動機側停止の位置に切替える	・始動の位置にあると、何らかの理由で始動空気が入れば、機関が始動してしまう ・誤って燃料が入らないようにする ・ターニングしているときに「回ったら」危ない ・燃料が入ると???危ない	・ハンドルが固定されることを確認 ・燃料ハンドルを動かしてみても固定されていることを確認 ・「カチッ」と音?手ごたえ?	・きちんと固定位置にないと、なんらかの理由で燃料運転位置に戻ってしまう
No. 4	・始動空気入口弁を閉鎖し残圧を排除する	・???危ない ・弁を閉鎖しないと始動してしまう ・誤操作で始動空気が入ると危ない ・次の作業がターニングとかなので、その作業中に始動空気が入ると危ない/ターニングインタロックはあるが、始動空気は入るかもしれない	・しっかり閉まっていることを確認する ・締めたあとも弁を触ってみて確認/自分が信じられないの意味?/閉めるときにしっかり... ・入口弁を閉めた後に残圧を排除するとき、残圧がある限り音がするので、音がなくなるのまで確認する	・始動空気が残っていればターニングバーが装着されている時に始動してしまう可能性がある/ターニング中に始動すればバー付近の人が怪我する ・注意を怠ればターニング中に始動すると怪我する ・プライミング(通油)していない状態では潤滑油が行き渡った段階ではないのに機械が始動すると軸受等が損傷する
No. 5	・インジェクタ弁を開放する	・エアランニングに必要なから/開けなければエアランニングできないから ・開いていれば、空気が圧縮されないのだから確実に始動を防げる ・開けないとターニングしても圧縮してしまうので回せない/重くて動かない ・閉まっていたら始動してしまうかも知れない ・始動するかもしれないから	・完全に開いている(全開となっている)ことを確認する ・ロックナットが「きれいに」開いていることを確認する ・ロックナットも「全開」になることを確認する ・作業後に工具を所定の位置に戻す(ロッカーアーム周辺に放置しない) ・全開にした後、閉める方向に戻してから再び全開にする	・まだなにかの理由で始動するかわからないので開放を確認する/開いていると始動してしまう ・???だから危ない ・工具がロッカーアーム周辺にあって始動すると機械が故障する ・開いていないとエアランで噴出物が確認できない

が、議論を重ねるうちに「～しなければ～となって～と(いう危険に)なる」という因果関係の理解から具体的な危険予知に至る展開が特徴的であった。そこで、グループ討論学習は、「その作業を怠った場合に起こりうるトラブルを予想できるかどうか」という危険に対する予知技能取得の訓練に関しても、グループ討論学習は従来型学習に比べて有効な手法になりうる可能性があることが考えられる。

このように操作書の記載内容を検討するような高度の段階における危険に対する予知技能の取得は、E R M要素のうち特に「計画立案」「状況認識」「エラーチェーン」に密接に関係する技能である。この能力獲得の過程において、教官である熟達した経験者からの指導や助言を必要としなかったという点では、グループ討論学習が本研究の背景である「船員社会の構成変化：熟達者の減少」に対応できる可能性を示唆しており、特に今後重要な訓練方法の1つと成りうる可能性を有していることも考えられる。

5. 4 船舶機関士の熟達化の過程に関する考察

ここでは本実験の結果が、船舶機関士の熟達化の過程でどのような意味を持つのかについて考察する。はじめに図5に今回の実験で想定される知識と技能の移行を示す。

本実験で実施した実技試験において、学習方法による評価結果に相違が生じなかったのは、一度訓練を受けた運転操作の手順あるいは「シナリオ」を覚えてさえいれば、その作業の「意味」について深い理解は必ずしも必要でなく、単純な反復訓練でもスムーズな運転操作が行えることから、いわゆる丸暗記の形、すなわち学習の成果が宣言的知識空間から上位に移行していなくても学生は高い評価結果を得ることが可能であり、いわゆる慣れによって下位から少しだけ上位に移

行しながら正確で素早い作業を行うことはできる。そこで、どちらの学習方法でもその効果の中で、図中に矢印Aで示されるような技能向上に対する評価がなされたと考えられる。

次に、口述試験(Oral)において、試験結果に有為差が生じた理由は被験者があらかじめ有していた知識をグループ討論によってより上位空間に転移^{4) 5)}がなされたためと考えられる。また、「説明」という行動を「知識を言葉にして、発声して、相手に伝える」という一連の作業と捉えると、この作業を自動的に行う能力が高いことは知識コンパイルが進んでいる様子を現すものであり、口述試験(Attitude)では、GCグループがCMグループと比較してより高い評価を得たことは、テキストベースの宣言的知識がグループ討論学習によって流暢に(fluently)説明できるより上位の空間に移行したと考えられる。このような「流暢な説明」が行える技能は、E R M要素の中で「コミュニケーション」技能にも通じるところがあり、今後重要な技能となり

図5 プラント運転員としての知識・技能の移行

得る。そこで、口述試験(Oral)および口述試験(Attitude)は、グループ討論学習による学習効果の中で図中に矢印Bで示されるような技能向上に対する評価がなされたと考えられる。

6. まとめ

船舶機関士の養成は、国家的な責務でありながら、対外的に高額な人件費や団塊世代の一斉退職による人材とその知識及び技能の喪失、いわゆる「2007-2012(再雇用・定年延長)年問題」等、日本特有の多くの課題を抱えている。そうした中で、国際的にはERM訓練も要求されていることから従来手法に比べてより効果的な教育訓練手法の構築が求められている。

本研究は、船舶機関士養成のための教育並びに訓練の手法としてグループ討論学習法を導入し、その効果を調べ、ERM訓練における有効性も検証した。先行研究において、筆記テスト以外の定量的評価方法の必要性が述べられたことに対して、実技と口述テストを併用した結果、グループ討論学習法には従来型学習法と比較して定量的な効果があることがわかった。また、グループ討論学習法には、ERM要素のうち、特に「危険に対する予知技能」の獲得によって、その技能と密接に関係する「計画立案」「エラーチェーン」に関する技能にも学習効果が認められ、さらに「コミュニケーション」能力の向上についても可能性がある。一方、プラント運用上重要な能力を、熟練者の指導や助言を受けることなく自力で獲得する、という学習現象が観察されたことも特筆すべきことである。

最後に、海上、密閉空間、多人数の同世代同乗(同居)、長期間の外部との通信連絡遮断といった特殊な環境にある船舶において、グループコミュニケーションの重要性は言うまでも無く、実船の運航を用いた教育訓練において、こうした環境下での効果的な教育手法として、またERM訓練における有効な訓練ツールとして、今後もグループ討論学習法のさらなる適用可能性を探り、さらには「非常事態への対応」といった高次の技能獲得をも視野に入れた学習方法として、評価手法とともに今後検討を重ねてゆく必要がある。

参考文献

- 1) Anderson, J. R., Problem solving and learning. *American Psychologist*, Vol. 48, (1993), 35-44.
- 2) Rasmussen, J. (1983), Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models, *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC-13, No.

- 3.
- 3) 松崎ほか3名, 日本マリ学誌, 45-2(平 22-3), 112-120.
- 4) 大島, 教授・学習過程論, (2006), 143, 日本放送出版協会.
- 5) 松崎ほか4名, 人間環境学研究, 10-1(平 24-6), 9-16.
- 6) IMO 第 41 回訓練当直基準小委員会報告書, (2010), 19・62-63, 財団法人海技振興センター.
- 7) Hawkins, F. H., ヒューマン・ファクター, (1992), 1-5, 成山堂.
- 8) Adams, M. R., ブリッジ・リソース・マネジメント, (2011), 5-11, 成山堂.
- 9) Barkley E.F., Cross K.P., & Major C.H., 協同学習の技法 (2005), 149-153, ナカニシヤ出版.
- 10) K.A.Ericsson, R.T.Krampe and C.Tesch-Romer, The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance, *Psychological Review* 100, (1993.), 363-406.
- 11) 稲垣佳世子, 鈴木宏昭, 亀田達也: 認知過程研究, (2002), 50, 日本放送出版協会.