

主機遠隔操縦シミュレータを用いた ERM 訓練の計画

杉本 昌弘*1 川原 秀夫*2

Planning of ERM Training with Main Engine Remote Control Simulator

SUGIMOTO Masahiro and KAWAHARA Hideo

Abstract

The main engine remote control simulator was recently installed in the engine room simulator (ERS) room at Oshima College. The new simulator system is expected to facilitate improving effectiveness of cadet training both for operations of engine remote control system and the engine room resource management (ERM). With the new simulator system, cadets can take practical training of the ERM as well as operation, emergency response, and maintenance of the engine remote control system. This paper will discuss effective training methods of the ERM training with the main engine remote control simulator. Classification of the ERS and ERM training requirement stipulated by the STCW Convention will be explained. Planning and implementation of the ERM training at Oshima College will be examined.

Key words: ERS (engine room simulator), ERM (engine room resource management) training, STCW Convention

1 まえがき

海事教育訓練 (MET: Maritime Education and Training) を実施する多くの機関では、校内練習船とは別に、操船シミュレータや機関シミュレータなどの訓練用シミュレータが導入されている。シミュレータ訓練はしばしば練習船実習の代用とみなされるが、これらの二つの訓練方法は相互補完の関係とみるべきである。練習船における実践的船上訓練とシミュレータ訓練を効果的に組み合わせることにより、総合的に訓練効果を向上させることができる。

2010年以降、大島商船高専では機関室シミュレータ (ERS: Engine Room Simulator) の導入を計画し、シミュレータ装置及びシミュレータ訓練に関する調

査を行った。その結果、訓練すべき能力要件をリソースマネジメント訓練に絞り主機遠隔操縦シミュレータの導入を目指すこととし、予算措置のための要求を続けてきた。

計画から10年が経過した2020年度、機関実習工場棟の改修の一環として船用プラントシミュレータ室が整備され、それに併せて、待望の主機遠隔操縦シミュレータが設置されることとなった。

訓練目的を明確化して主機遠隔操縦シミュレータを用いた訓練を行うことにより、状況認識、コミュニケーション、チームワークといったソフトスキルに焦点を当てた ERM (Engine Room Resource Management) 訓練効果が期待できる。

* 1 大島丸 * 2 商船学科

本稿では、主機遠隔操縦シミュレータを用いたERM訓練方法について議論する。第2節では、機関室シミュレータの分類及び主機遠隔操縦シミュレータの概要について説明する。第3節では、ERM訓練の概要及び法的位置づけについて議論する。第4節では、主機遠隔操縦シミュレータを用いたERM訓練の実施方法について検討する。

2 機関室シミュレータ

2.1 機関室シミュレータの分類

船舶機関に関する教育、訓練に用いられる機関室シミュレータ（ERS）には、機関室をそのまま原寸大で再現した大規模のものから、機関プラントを大型液晶パネルに表示したもの、さらには機能を限定してPC上に再現したものまで様々な形態のERSが存在する。

教育訓練に使用するERSを選択する際には、教育訓練の目的を明確にし、その目的達成に最適な種類を選ぶことが重要である。海事教育訓練の要件などを定めた国際条約であるSTCW条約では、訓練すべき能力要件ごとに訓練方法が規定されており、シミュレータの使用についても規定されている。

しかしながら、STCW条約では各能力要件達成のための訓練、評価にどの種類のシミュレータを使用すべきかが明記されておらず、シミュレータ装置の選択は、それぞれの海事教育訓練機関が行っているのが現状である。

このような状況の中、海事教育訓練の訓練目的、能力要件を基準としてシミュレータを分類する試みがなされている。ノルウェーの船級協会であるDNV(Det Norske Veritas)が作成したStandard for Certification No.2.14 (Maritime Simulator Systems)2007では、ERSをClass A, Class B, Class C, Class Sの4種類に分類し、各クラスのERSにて効果的に訓練可能な能力要件について記載している。表1及び表2はDNV Standardからの要約、抜粋である。表1にERS各クラスの機能要件を、表2に訓練すべき能力要件に適したクラス選択の指針を示す¹⁾。

表1 機関シミュレータクラス

ERS Class	機能要件
Class A	フルミッションシミュレータ 機関室及び機関制御室の全ての機器の運転操作をシミュレーションできること。
Class B	マルチタスクシミュレータ 機関室及び機関制御室の幾つかの機器の運転操作をシミュレーションできること。
Class C	限定タスクシミュレータ 操作手順の訓練のために、機関制御室における幾つかの運転操作をシミュレーションできること。
Class S	特別タスクシミュレータ 特定の機器の運転操作、保守などをシミュレーションできること。

表2 訓練すべき能力要件に適したERSクラス

STCW 能力表	訓練すべき能力要件	ERSクラス			
		A	B	C	S
A-III/1.6	主機関、補機及び制御装置の運転操作	A	B	C	(S)
A-III/1.9	制御装置を含む機関装置の保守	A			(S)
A-III/2.1	運転操作の計画	A	B		(S)
A-III/2.3	機関性能・能力の監視、評価	A	B		(S)
A-III/2.10	機器故障の検出、原因の断定、及び修復	A			(S)

表2によれば、Class Aのシミュレータは、機関区域の全ての機器を対象として、すべての訓練要件に対応できることがわかる。またClass Sのシミュレータは、特定の機器が対象ではあるが、すべての訓練要件への対応が可能であることがわかる。

2.2 主機遠隔操縦シミュレータの概要

大島商船高専に導入された主機遠隔操縦シミュレータは、船用ディーゼル主機の遠隔操縦システム、ガバナシステム、及び空気式操縦装置の運転操作ならびに故障時の応急対応訓練が行えるように設計された装置である。シミュレーションの対象機器を主機遠隔操縦装置に限定し、その運転操作と保守の訓練が可能であることから、DNVの分類ではClass Sに該当すると考えられる。

主機遠隔操縦シミュレータの構成装置及びそれら

の主な役割を以下に挙げる。

- ① シミュレータスタンドA-D：船橋及び機関制御室コンソールの再現
- ② 液晶モニタ：主機関モデル，始動空気系統ミミックの表示
- ③ トレーナースタンド：インストラクターによるシミュレーション設定値変更及び異常状態の発生
- ④ シミュレータスタンドE：ガバナ及び模擬機関
- ⑤ 非常スタンド：機関室操縦台
- ⑥ バルブパネル：始動空気系統の各装置
- ⑦ 空気圧縮機：始動空気系統への空気源供給

本シミュレータ装置の主機関モデルは，MAN B&W6L35MC自己逆転式2サイクルディーゼル機関である。図1にシミュレータ装置全体，図2に①～④，図3に⑤，⑥の写真を示す。



図1 シミュレータ装置全体



図2 コンソール，トレーナースタンド等



図3 機関室部分

3 ERM 訓練

3. 1 ERM 訓練の概要

ERM訓練とは，機関の安全運転のために，人材，設備，情報などの利用可能な資源（resource）をチームとして有効に活用するための訓練である。これは，船橋におけるBRM（Bridge Resource Management）訓練とともに，船員の資格，訓練要件を定めた国際条約であるSTCW条約の2010年改正の中で，必須訓練項目として規定されている。

ERM訓練の目的は，被訓練者個々の機関に関する知識，技能の向上ではなく，個々が有する技能に加え，利用可能な設備，情報などの資源をいかに有効に活用できるかに焦点が当てられている。具体的には以下のような項目がERM訓練の目的として挙げられる。

- ・必要な資源の配置と優先順位の決定
- ・適格な状況認識とチーム内での共有
- ・効果的なコミュニケーション
- ・明確な意思表示
- ・リーダーシップ

3. 2 STCW 条約による ERM 訓練要件

船員の資格，訓練要件を定めた STCW 条約（International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978, as amended）及び STCW コード（Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping Code, as amended）の2010年改正において，750kW以上の推進機関を備えた船舶にて機関当直を担当する機関士の最小限の要件として，機関室リソースマネジメントに関する知識，技能が追

加された。これらの能力要件には、リソースの配置及び優先順位、効果的なコミュニケーション、明確な意思表示とリーダーシップ、状況認識の確保維持、チーム構成員の経験への配慮などが含まれる。また、これらの能力の評価方法として、承認された海上履歴またはシミュレータ訓練が明記されている^{2), 3)}。両者の評価方法を比較した場合、機関プラントの異常状態を安全な環境で再現できるというシミュレータの利点を考えると、機関シミュレータを用いたERM訓練のほうが、より効果的であると考えられる。

4 主機遠隔操縦シミュレータを用いたERM訓練

4.1 ERM訓練の計画

大島商船高専におけるERM訓練は、商船学科機関コース3, 4, 5学年の学生を対象に実施される。各学年、2時間×2回のERM訓練を行い、学年進行に伴い訓練内容を高度化するように計画した。各学年における訓練目的は以下のとおりである。

- ① 3学年
 - (ア)ERM訓練の意義が理解できる。
 - (イ)ERS装置を用いて、各操縦位置からの主機操縦ができる。
 - (ウ)機関チームとして、主機の運転ができる。
- ② 4学年
 - (ア)ERM訓練の意義が理解できる。
 - (イ)ERS装置を用いて、各操縦位置からの主機操縦ができる。
 - (ウ)始動空系統(高圧系統)の概要が理解できる。
 - (エ)機関チームとして、主機の運転及び不具合対応ができる。
- ③ 5学年
 - (ア)ERM訓練の意義が理解できる。
 - (イ)ERS装置を用いて、各操縦位置からの主機操縦ができる。
 - (ウ)主機の操縦空気回路図を読み、始動空系統(制御系統)の概要が理解できる。
 - (エ)機関チームとして、主機の運転及び不具合対応ができる。

また、各学年のERM訓練を以下のような構成で計画した。

- ① 事前説明(briefing)
 - (ア)ERM訓練の目的
- ② 習熟訓練(familiarization)
 - (ア)主機遠隔操縦シミュレータ装置の各構成機器確認
 - (イ)各操縦位置(船橋、機関制御室、機側)からの操縦方法確認
 - (ウ)安全装置(危急遮断、自動減速)の作動及び復帰方法確認
- ③ 始動空気系統調査
 - (ア)高圧系統の調査(4学年)
 - (イ)制御系統の調査(5学年)
- ④ シミュレーション航海

学生を操作班と評価班に分け、操作班は以下のシミュレーション操作を実施し、評価班はERMの観点から操作班操作を評価する。

 - (ア)主機運転準備、出港、航海状態、入港、主機終了操作(3学年)
 - (イ)主機運転準備、出港、航海状態、入港、主機終了操作、及び航海中の不具合対応(4学年)
 - (ウ)主機運転準備、出港操作、及び主機始動時の不具合対応(5学年)
- ⑤ 事後考察(debriefing)
 - (ア)各操作項目において、ERMの観点から相互評価した結果を考察する。

4.2 ERM訓練の実施

本年度は、主機遠隔操縦シミュレータ装置導入後の初年度であるため、各学年ともにシミュレータ装置を使用した実習は初めてという事になる。このため、基本的には全学年で共通の実習内容を計画した。

本年度前期は、商船学科4学年機関コース学生を対象とした「海事实務」科目のなかで、ERM訓練を2時間×2回実施した。4年生は、すでに数回の大島丸航海実習及び停泊中の主機運転実習を通じて、4サイクルディーゼル主機の始動、停止操作には習熟し

ているが、自己逆転式の2サイクルディーゼル機関の運転操作の経験は少ない。

このため、1回目の海事実務では習熟訓練に多くの時間を配分し、学生全員が各操縦位置からの主機操縦を実施できるようにした。その後、安全保護装置である危急停止並びに自動減速の作動及び復旧方法について確認した。

2回目の海事実務では、ERM訓練の観点から主機の運転操作を中心に行った。学生を操作班と評価班に分け、交代で2回のシミュレーション航海を行った。図4にシミュレーション航海の様子を示す。



図4 シミュレーション航海

操作班では、船橋配置の船長役、機関制御室配置の機関長及び三等機関士役、機関室配置の一等機関士役に分かれ、出港から入港までの各運転モードにおける操作やコミュニケーション方法について事前の確認を行ったのちに、シミュレーション航海を実施した。評価班はERM訓練の観点から、操作班の操作を以下の評価項目について評価した。

- ① 各配置間で適切なコミュニケーションが取れていたか。
- ② 機関長の指示のもと、チームとしての行動がとれていたか。
- ③ 主機の運転状態を認識し、機関チームとして共有できていたか。

2回のシミュレーション航海終了後の事後考察(debriefing)では、各回の訓練評価の考察を行った。学生にとって実技の相互評価、特に技能の評価ではなくリソースマネジメントの観点からの評価経

験は少ないため、実のある考察になるか懸念したが、学生からは積極的な意見発表があり、ERM訓練の目的が良く認識されているように感じられた。

本年度後期には、3学年及び5学年のERM訓練を実施する予定である。前述の通り、各学年の学生にとっては初年度の実習となるため、基本的には4年生と同様の内容で実施することとなるが、3年生に対してはより基本操作の習熟に重点を置いた内容とし、5年生に対しては、チームによる不具合対応の経験を増やしたいと考えている。

5 あとがき

大島商船高専では、船用プラントシミュレータ室の整備ならびに主機遠隔操縦シミュレータの導入が昨年度内に完了し、今年度からはシミュレータを用いたERM訓練が実施可能となった。

今年度は、教員側にとっても学生側にとっても、主機遠隔操縦シミュレータの操作及びシミュレータを用いたERM訓練の実施は初めての経験となった。機関遠隔操縦装置の運転操作というスキル部分の訓練時間とリソースマネジメント訓練時間の配分や、学生相互評価の方法など、試行錯誤を繰り返しながらのERM訓練実施となった。今年度のERM訓練の結果を評価、検討し、次年度以降も継続して訓練内容の改善を図っていきたい。

参考文献

- 1) Det Norske Veritas [DNV]. (2007). *Standard for certification No.2.14 maritime simulator systems*. Hovik, Norway: Author
- 2) IMO. (2010). *International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978, as amended*. London: Author
- 3) IMO. (2010). *Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping Code, as amended*. London: Author