

タービン代替訓練技術検討委員会 報 告

平成 21 年4月

タービン代替訓練技術検討委員会



財団法人 海技振興センター

目 次

	頁
まえがき	1
1. 三級海技士（機関）資格取得にかかるタービンに関する諸要件	3
(1) 国際条約上の要件	3
(2) 船舶職員及び小型船舶操縦者法上の要件	4
(3) 航海訓練所におけるタービン練習船の実習カリキュラム	4
2. タービン練習船実習の代替訓練にかかる検討	5
(1) タービン代替訓練技術検討委員会の進め方	5
(2) 代替訓練への活用を考慮すべき施設の視察と評価	6
(3) タービン船実習の代替訓練にかかる検討結果	9
3. タービン練習船実習の代替訓練のための考慮事項	11
(1) 代替訓練に適したシミュレータによる訓練	11
(2) 座学課程などにおける実験・実習による訓練	11
(3) 代替訓練に適したシミュレータ等に必要な機能	12
(4) 座学課程などにおける実験・実習による訓練に必要な機能	14
4. タービン代替訓練のあり方に関する提言	15
5. 今後の検討について（補足）	16
あとがき	18

(資料等)

タービン代替訓練技術検討委員会委員等名簿	19
資料 1 STCW条約 付属書 第3章 機関部 第3-1, 2規則	20
資料 2 三級海技士（機関）資格の取得方法の比較	28
資料 3 機関科タービン船実習内容（長期実習3か月）	29
資料 4 海技試験 学科試験科目及び科目の細目（抜粋）	34
資料 5 タービン代替訓練技術検討委員会の検討の経過	37
資料 6 タービン練習船の実習内容と代替訓練の方向性	38
資料 7 タービン代替訓練にかかる検討経路図	42
資料 8 STCW条約におけるシミュレーターの使用に関する指針	43
資料 9 大学及び商船高等専門学校機関科卒業者数と外航就職者数の推移	47
資料 10 世界の船員教育（タービン船免許取得概要）	48

まえがき

平成18年度に設置された「船員教育のあり方に関する検討会」は、日本海運を取り巻く環境の変化を踏まえ、国土交通省所管の船員教育訓練機関について、一層の効果的かつ効率的な運営を図るため、今後の船員教育のあり方に関して幅広い見地から検討を行い、その基本的な方向性及び具体的な方策を平成19年3月にとりまとめた。

このうち、タービン実習については、蒸気タービンを推進機関として搭載する船舶がLNG船に限られてきている現状においては、外航機関士を養成するためにタービン練習船を維持して実習を行うことの費用対効果は小さく、平成23年に用途廃止の目安となる船齢30年を迎える航海訓練所のタービン練習船について、代替船をタービン船として建造する必要性は乏しいとの指摘を受けた。

また、外航機関士の資質として、タービンプラントに関する知識・技能は乗船する船舶の主機関（ディーゼル、タービン）の種類を問わず重要かつ不可欠であるなどの理由から、タービン練習船の廃止後においても、限定のない海技資格（注1）の取得及びタービン技能の習得に支障が生じないように、LNG船による社船実習や陸上における特別の訓練など、有効な代替制度の確立について、早期に関係者間による検討に着手することが必要であるとも指摘された。

（注1）内燃機関（主としてディーゼル機関）を推進機関とする船舶に限定される三級海技士（内燃限定）資格ではなく、蒸気タービンを含めすべての推進機関に有効な三級海技士（機関）資格をいう。

一方、独立行政法人整理合理化計画（平成19年12月24日閣議決定）においては、航海訓練所における船隊構成の見直しについて、内航船員教育を効率的に実施するため、大型タービン練習船を代替するに当たっては、その費用をできる限り抑制するように努めつつ、平成23年度までに、小型練習船への代替を実現する等運営合理化を積極的に実施する、と定められたところである。

代替制度の確立について検討を行うに当たっては、
○訓練手法の現実性

○国際条約や海技資格制度との整合性

○新たに必要となるコストの妥当性

等を含めて、様々な観点から総合的に検討されることが必要であるが、これに先立ち、予備的検討として、まずは現行のタービン練習船における実習について、同等レベルと思われる訓練で代替する場合の可能性や手法を技術的に検討する必要があると考えられる。

このような状況を踏まえ、（財）海技振興センターでは、タービンに関する技術及び教育訓練について知識・経験を有する専門家により「タービン代替訓練技術検討委員会」（以下、「検討委員会」という。）を設置し、タービン練習船における実習内容をそのまま代替しようとする場合に限って、技術的観点から検討を行ったものである。

1. 三級海技士（機関）資格取得にかかるタービンに関する諸要件

（1）国際条約上の要件

船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約（STCW条約）において、三級海技士（機関）の資格に適用されることとなる資格証明のための最小限の要件は、

- ① 付属書第3章機関部第3-1規則「人員の配置がされる機関区域の機関部の当直を担当する職員又は定期的に無人の状態に置かれる機関区域の当番に指名される職員の資格証明のための最小限の要件」（以下、「運用レベル」という。）
- ② 同第3-2規則「3000 キロワット以上の推進出力の主推進機関を備えた船舶の機関長及び一等機関士の資格証明のための最小限の要件」（以下、「管理レベル」という。）

に示されており、蒸気タービンに関して求められる能力は次のとおりである。

○運用レベル

- ・安全な機関室当直の維持
- ・主機関、補機及び関連の制御システムの運転操作
- ・制御システムを含む船用機関システムの維持
など

○管理レベル

- ・運転計画
- ・付属装置を含む主機及び補機の始動及び停止
- ・運転、監視及び機関性能と能力の評価
など

いずれの場合においても、その求められる能力要件は、

○承認された海上履歴

○承認された練習船履歴

○適切な場合、承認されたシミュレータ訓練

により、その能力を証明することとされており、運用レベル、管理レベルにおいて求められる能力ごとに、これらのいずれかの訓練によりその能力を証明しなければならない。

資料1「STCW条約 付属書 第3章 機関部 第3-1、2規則」参照

(2) 船舶職員及び小型船舶操縦者法（以下、「船舶職員法」という。）上の要件

船舶職員法において、三級海技士（機関）の資格を取得する方法は次のとおり。

- ① 一般の者が、総トン数20トン以上の近海区域若しくは遠洋区域を航行区域とする船舶において、機関の運転に関する職務に3年以上従事した乗船履歴をもとに、海技試験を受験する方法
- ② 機関の運転に関する学術を教授する学校等において、海技試験科目に直接関係のある教科単位を修得して、練習船による1年以上の乗船実習ののちに海技試験を受験する方法
- ③ 船舶職員法における、三級海技士（機関）養成施設として登録を受けた教育機関（商船系大学、商船高等専門学校など）を卒業、修了して海技試験を受験する方法

このうち、③に示した三級海技士（機関）養成施設として登録を受けた教育機関に限っては、「登録船舶職員養成施設の教育の内容の基準等を定める告示」（平成16年3月26日国土交通省告示第166号）に定める「練習船による実習の基準」により、6月以上のディーゼル機関を推進機関とする練習船における実習及び3月以上の蒸気タービンを推進機関とする練習船における実習を含め、計12月以上の乗船実習が義務づけられ、実習修了後に受験する海技試験については筆記試験が免除される。

資料2「三級海技士（機関）資格の取得方法の比較」参照

(3) 航海訓練所におけるタービン練習船の実習カリキュラム

航海訓練所における乗船実習は、前述の「練習船による実習の基準」及び海技試験の学科試験の細目に基づき、船舶用機関の運転等の実務経験のない学生を対象として、三級海技士に求められる能力レベルまで訓練するための綿密な実習カリキュラムにより実施されている。

このうち、タービン練習船における3か月の実習については、船舶用タービンプラントにおける当直業務、構成機器の運転操作及び保守業務等に必要な基礎的技能を習得することを目標として、「機関当直」、

「機関運転」、「機関保守」、「機関要務」などの科目ごとに、実技実習、演習及び講義などが集中的に展開されている。

具体的には、タービンプラントを構成する機器単体の構造・作動、機器相互の関連性を理解させるとともに、停泊状態、出入港及び航海状態など、実際の船舶の運航を通じて、気象・海象条件による周囲環境の変化、船舶特有の動揺や振動などの機関室環境、プラント各部への過渡変化など、さまざまな運転状態への影響を実体験させながら三級海技士資格の取得に必要な知識・技能、経験を身につけさせている。

特に、プラント構成機器における諸配管系統や機器の構造・作動などに関する実習は、タービン船の経験がない学生にとって不可欠な実習内容であり主要目標の一つになっている。

資料3「機関科タービン船実習内容（長期実習3か月）」、及び
資料4「海技試験 学科試験科目及び科目の細目（抜粋）」参照

2. タービン練習船実習の代替訓練にかかる検討

(1) タービン代替訓練技術検討委員会の進め方

「船員教育のあり方に関する検討会報告」においては、代替訓練の検討にあたり、次の課題点が指摘されている。

- 社船実習による代替については、各船に分乗することとなる実習生の乗船機会の均等化、到達レベルの均質化の必要性
- 陸上における代替訓練については、気象・海象の変化による大きな負荷変動への対処をはじめ、現在タービン練習船で実施しているプラント管理に不可欠な教育訓練内容を踏まえ、実船実習と陸上プラント実習の差の検証等を行うことの必要性

これを踏まえ、検討委員会は、資料5「タービン代替訓練技術検討委員会の検討の経過」のとおり、タービン教育制度の現状及び航海訓練所タービン練習船における実習状況を把握したうえで、代替訓練への活用を考慮すべき施設として、LNG船の実プラント、LNG船を運航する船社の研修施設、教育機関における実験・実習プラント及び火力発電所を視察し、これらの施設における代替訓練の可能性を見極めつつ、タービン練習船における乗船実習に対する代替訓練の方向

性・考え方について検討を行った。

資料5「タービン代替訓練技術検討委員会の検討の経過」参照

(2) 代替訓練への活用を考慮すべき施設の視察と評価

視察した施設の概要、施設ごとの代替訓練の可能性にかかる評価結果は次のとおりである。

① 船員教育機関における蒸気タービン実験施設

○視察先

- ・海技教育機構海技大学校の蒸気タービン実習装置
- ・神戸大学海事科学部の蒸気タービン実験装置

○施設概要

海技大学校の実習装置は、前・後進（逆転）可能な蒸気タービンであり、小型貫流ボイラで発生する1.4MPaの飽和蒸気と400mmHgの真空復水器により33kWの出力を発生する実習装置である。

実習棟の中には、機関制御室が設けられ、遠隔制御システムにより機関制御室からタービンの発停操作が可能である。

また、神戸大学の実験装置は、海技大学校の装置とほぼ同規模のものであり、タービン出力は55kWであるが、主に計測データに基づく簡易的な効率計算により、復水タービンの基本となるランキンサイクルを理解させることを目的とする装置である。

○評価

実際のLNG船や、タービン練習船における蒸気プラントは、主ボイラを起点として、主機タービン、発電機タービンなどへ5MPaの過熱蒸気を供給し、720mmHgで復水させる主蒸気サイクルをはじめ、主ボイラへの給水ポンプ、加熱器など、さまざまな機器が一つのプラントとして組み込まれた装置であり、船舶用として一般的な再生サイクルの蒸気プラントを理解させ、その運転管理に関する技能を習得させるための代替訓練を行うには機能不足であると考えられる。

②船社研修所

○視察先

- ・ 日本郵船(株)新杉田研修所 LNG蒸気タービンシミュレータ
- ・ (株)商船三井柿生研修所 LNG蒸気タービンシミュレータ
- ・ 川崎汽船(株)町田研修所 LNG蒸気タービンシミュレータ

○施設概要

各社とも、機関制御室、機関室を別室に分け、実際のLNG船と同型のコンソール盤面を用いた構成のシミュレータ装置である。

船社によっては大型プラズマディスプレイを用い、配管設備、機関室内各所及び各構成機器などを映像表示することも可能であり、主要な弁については、各社とも機関室に設けられた模擬ハンドルによりシミュレーション操作が可能である。

各社共通して次の訓練が可能であるが、各社ともLNG船タービンプラントを100%シミュレータ訓練により理解させる目的のものではなく、冷態時からのタービンプラントの立上げ手順、緊急時のプラント復旧操作の手順など、主には実船経験を持つ者を対象にしたスキルアップのためにシミュレータ訓練を用いるという位置づけである。

- ・ 出入港時などの主機タービン運転操作手順
- ・ 主ボイラ運転操作手順（バーナ操作、冷・温態汽醸など）
- ・ 補機器運転操作手順（発電装置、給水ポンプ切替操作など）
- ・ 入出渠時などのプラントの停止、プラントアップ作業手順
- ・ ボイラ失火、ブラックアウトなど緊急対応の運転操作手順

○評価

これら船社研修所のシミュレータによる訓練は、各社個別の考え方、体制などに隔たりがあること、また、各社共通して、航海訓練所が受け入れている多人数の実習生を受け入れられるような設備になっていないことから、実習生を分散させて受け入れることになり、実習の機会均等、同一到達レベルを確保できるものではないと考えられる。

また、タービン船の実船経験のない学生を対象にした訓練は、これらのシミュレータ装置による訓練だけでは、実船経験に相当する部分を補完できないと考えられる。

③ LNG 船

○視察先

- ・ 日本郵船(株) LNG JAMAL
- ・ (株) 商船三井 LNG VESTA

○評価

実際の船舶用蒸気タービンプラント(30,000kW程度)であり、タービン練習船の代替施設としては、装置として十分なものであるが、実習生の受け入れには、居住施設、教官の確保などの制約があること、実際の運航場面においてタービン練習船で実施している実習を行うことに関しては、さまざまな制約があることから代替訓練が直ちに可能であるとは考えられない。

④ 火力発電所

○視察先

- ・ (株)東京電力大井火力発電所
(実際の発電装置に加えて、運転制御室、保守整備実習室及び発電所ごとに異なる形式で作成された運転制御室シミュレータを視察した。)

○施設概要

発電装置は、都市ガスを燃料とするガスタービンと、その廃熱を利用した蒸気タービンを同軸上に設けたコンバインドプラント(再熱サイクル)により、38万kWの電力を発生させるものである。

○評価

出力的には大きなプラントではあるものの、発電機タービンを運転するための単一プラントであり、船舶用蒸気タービンプラントとは根本的に構成が違っていることから、タービン船の実船経験のない実習生を対象とする代替訓練施設としては適当ではないと考えられる。

(3) タービン船実習の代替訓練にかかる検討結果

検討委員会では、タービン練習船における実習カリキュラムの目標、訓練手法を踏まえるとともに、前述の施設の視察結果も照らし合わせ、個々の実習項目ごとに、さまざまな観点から代替訓練の可能性について検討を行い、資料6「タービン練習船の実習内容と代替訓練の方向性」のとおり取りまとめ、その検討を資料7「タービン代替訓練にかかる検討経路図」のとおり整理した。

タービン練習船カリキュラムにおける各実習科目（「機関当直」、「機関運転」、「機関保守」、「機関要務」）ごとの代替訓練の方向性・考え方の概要は以下のとおりである。

①機関当直

機関当直における目標は、「入直前の心構え及び諸準備の理解」及び「当直業務の理解と、実務の習得」になっている。

「入直前の心構え及び諸準備」及び「当直業務の理解」は、ディーゼル練習船による実習をある程度修了していることを前提として、船社が所有するシミュレータにいくつかの機能を付加したシミュレータ装置（以下、「代替訓練に適したシミュレータ」という。）を用いる訓練により、代替は可能であると考えられる。

また、「実務の習得」は、プラント構成を理解したうえで、現場における点検・調整業務を実施して初めて達成されるものであるが、タービン船とディーゼル船では基本的にプラント構成が異なっており、ディーゼル船では代替できないことから、タービン船の実船経験のない学生には、タービンプラントを経験させるなどの配慮が必要である。

②機関運転

機関運転は、実際に船舶用タービンプラントを運転するために必要となる知識、技能を、構成機器・配管、機器構造・作動、制御装置・計装、運転準備、出入港、運転休止などの細目に分け、実習・演習を通じて習得することにより、個々の目標を達成させている。

これらについては、各教育機関における実験・実習装置に加え、代替訓練に適したシミュレータによる訓練により代替が可能であると考えられるが、タービン船の実船経験のない学生が対象であることからタービンプラントを経験させるなどの配慮が必要である。

また、ボイラにおけるバーナ作業を始めとする安全を確保することが求められる訓練などは、シミュレータ訓練だけでは代替できないため、これらについては、モックアップ設備を用いることも必要であると考えられる。

③機関保守

機関保守の内容のうち、一部の実習についてはディーゼル練習船へ振り替えることが可能であるが、ディーゼル練習船に振り替えられないタービン船に特有の実習として、主機タービン、減速歯車、主ボイラなど主要構成機器の開放・点検実習があげられる。

その実習目標は、実機を教材として使用した開放・点検実習を通じて、実際の船舶の運航状況に応じた長期及び短期的な保守計画の立案方法、特殊専用工具の使用法、故障に対する修理方法などを理解させるとともに、内部構造や作動に関する理解を深めさせることにある。

これらの実習は、ビジュアル映像により理解させるという方法も考えられものの、実機を用い、実際に、見る・触れることにより、初めて理解を深められるものであることから、代替訓練に適したシミュレータの仕様、代替訓練の具体的なカリキュラムを定める段階で、メーカへの見学などの措置を含めるなど、代替策を講じることが適当と考えられる。

④機関要務

自動制御、各種図面についての内容であり、ディーゼル練習船において代替が可能であると考えられる。

資料6「タービン練習船の実習内容と代替訓練の方向性」、及び
資料7「タービン代替訓練にかかる検討経路図」参照

3. タービン練習船実習の代替訓練のための考慮事項

上述のとおり、タービン練習船の実習内容と代替訓練の方向性・考え方については、次のように整理することができると考えられる。

- 代替訓練に適したシミュレータによる訓練
- 座学課程などにおける実験・実習による訓練
- 実プラントを経験させる配慮

これらによる代替訓練を具現化するにあたり考慮すべき事項は次のとおりである。

(1) 代替訓練に適したシミュレータによる訓練

シミュレータによる訓練は、実船経験を持つ者を対象にして、特定の訓練を短期間のうちに効率的に行う方法として有効であり、運転操作や緊急時への対応訓練など、さまざまな研修に取り入れられている。

一方、代替訓練の対象者は学生であり、タービン船における実船経験を持たない者であることから、シミュレータによる訓練については、次の点を特に考慮して実施する必要がある。

- 実船プラントの環境（シミュレータでは実現できない機器の大小、形状、熱、振動、動揺や船体抵抗の変動に伴う特性）をイメージすることが困難であること
- さまざまな機関プラントの特性を体得（見て、触って、理解して習得する）することが困難であること

このため、実作業を通じた経験により涵養される、装置の大きさ・構造、プラントにおける位置関係、関連装置の調整に要する時間と要員数などの作業負荷など、シミュレータ訓練では習得が難しい部分について、座学課程などにおける実験・実習による訓練や、タービンプラントを経験させるなどの配慮により、シミュレータ訓練を補完する必要がある。

(2) 座学課程などにおける実験・実習による訓練

各教育機関における実験・実習による訓練は、各教育機関が所有する実験・実習装置が、船舶用として一般的である再生サイクルの蒸気プラントを理解させるには機能不足である。

また、各教育機関における座学課程は、蒸気原動機理論など学校教

育の一部として組み込まれた講義と、ごく短時間の実験・実習により構成されていることから、代替訓練として実施するためには訓練時間の拡大、実験・実習装置の補強を行う一方、代替訓練に適したシミュレータの活用により補完する必要がある。

(1) 及び(2)を踏まえれば、タービン船における実船経験を持たない学生を対象にした代替訓練としては、「代替訓練に適したシミュレータによる訓練」、及び「実験・実習装置による訓練」のいずれも単独では不十分であり、相互に補完するシステムとしてセットで設備される必要があると考えられる。

(3) 代替訓練に適したシミュレータ等に必要な機能

STCW条約において定められる能力要件の証明には、「適切な場合、承認されたシミュレータ訓練」による証明が認められ、シミュレータの使用に関する指針が具体的に示されている。

タービンの資格証明を前提としたシミュレータによる訓練施設は、未だ世界的に例のない存在であるが、代替訓練に適したシミュレータによる訓練を導入する場合には、指針に準じた制度設計が不可欠である。

当該指針を踏まえるとともに、代替訓練に適したシミュレータとして、実際のLNG船を想定して、機関室、機関制御室及び船橋機能を持たせた教官室で構成し、各室には、次のとおり主機操縦台など実船とほぼ同等の機能を有する設備を集約配置したシミュレータ装置と仮定すると、訓練に必要なシミュレータ機能は次のとおりと考えられる。

資料8「STCW条約におけるシミュレーターの使用に関する指針」参照

○機関室の設備構成

蒸気タービン主機の推進プラント及び関連システムをイラスト表示し、機器操作のためのスイッチ類、監視・制御のための指示計などを配置した大形パネル、主機機側操縦台、補機器運転制御盤、サウンドシステム、通信機器等が設備されていること

○制御室の設備構成

主機操縦台、補機器遠隔制御、機関監視警報記録装置及び液晶表示器等を組み込んだ主コンソール、主配電盤、サウンドシステム、通信機器等が設備されていること

○教官室構成

実習指導機能及び船橋機能を組み込んだ教官コンソール、実習モニタリングシステム、通信機器等が設備されていること

○訓練に必要なシミュレータ機能

- ① シミュレーションの実行にあたっては、プラント構成機器として組み込まれた全ての機器がタイムラグや機器の動特性などについて実船とほぼ同等の現実性を有すること
- ② 監視装置を兼ねた大型液晶画面等に船舶用タービンプラントを構成する機器について、個々の構造、作動、構成位置、機器相互の関連性などを、ビジュアルに表示できること
- ③ プラント構成機器及び配管系統について、配管系統図、配管図、機器装置などについても、監視装置を兼ねた大型液晶画面等にビジュアルに表示でき、画面上での弁操作及び機器操作が可能なこと、また、主要な系統については、これらの操作によって系統図上の媒体（蒸気、復水、給水、ドレン等）の流れを表示できること
- ④ 航海状態、停泊状態等の各々におけるプラントの定常運転状態を切替え、再現することができ、全ての構成機器について異常警報の発生、非常停止、自動切替等をシミュレートできること、また、プラント状態を任意に保存、再生できること
- ⑤ 航海状態、停泊状態の定常運転状態に対して、気温、海水温度の変化や熱交換器の汚れをはじめ気象・海象の変化に起因する特性を自動または任意でシミュレートでき、その対応措置（リスクアセスメント訓練）を講じることができること
- ⑥ 主機タービンの暖機、冷機作業を制御室、機関室機側盤面上でシミュレートでき、実験・実習用装置とのリンクが可能であること

と

- ⑦ 出入港時の機関操作について、船橋における出入港操船のシナリオに基づく操作を可能とし、制御室、機関室とのコミュニケーションを図るなどERM訓練が可能であること
- ⑧ プログラムによる増・減速操作はもとより、緊急時の減速操作、緊急後進操作などに追従できる（ボイラ自動燃焼制御装置における燃料油、燃焼用空気などの追従）こと
- ⑨ オートスピニング、手動スピニングによる暖機など、通常実船で行う作業が実施可能であること
- ⑩ ボイラ点火消火作業、昇圧要領、2缶共通及び分離作業、などをシミュレートできること
- ⑪ ターボ発電機の切替作業、バックアップ用のディーゼル発電機との並列運転操作が、盤面上で可能であること

○学習プログラム

上述したシミュレータによる訓練は、一度に訓練可能な人数が限られることから、実習生個々のレベルで理解度を補完するシステムとして、次の機能を組み込んだミミック式学習用シミュレータの導入も合わせて検討すべきであると考えられる。

- ①主機暖機冷機手順
- ②ボイラ冷態汽釀手順
- ③発電機切替手順
- ④主要機器構造・作動
- ⑤シーケンス制御
- ⑥プロセス制御

(4) 座学課程などにおける実験・実習による訓練に必要な機能

座学課程などにおける実験・実習による訓練には、シミュレータ訓練を補完することに加え、船舶用タービンプラントとして一般的な再生サイクルを理解させるため、次に述べる機能、設備が必要であると

考えられる。

- プラント管理の基礎として、ある程度の構成機器について、現場における点検・計測業務を習得させられること
- 装置の構成は、主ボイラ～主機タービン～主ボイラの基本サイクルとすること（発電機タービン系統、緩熱蒸気系統などは付加しない）
- 必要な構成機器の要件は次のとおりとする。
 - ①主ボイラ
2胴水管式とし、LNG船の設備を想定するとともに環境対策に配慮した都市ガス・重油混焼式とすること
 - ②主機タービン
前進用高圧・低圧タービン、後進タービン及び減速装置を備え、軸出力計を設備することにより負荷運転が可能であること
 - ③復水系統、給水系統
復水器、復水ポンプ、給水加熱器、脱気給水加熱器、給水ポンプなどを備え、船舶用タービンプラントとして一般的な、再生サイクルを模擬できること
 - ④機関制御室にボイラ自動燃焼制御装置、主機タービンの遠隔操縦装置などを設備するとともに、実験・実習装置による機側運転への切替操作が可能であること

4. タービン代替訓練のあり方に関する提言

以上の検討を踏まえ、検討委員会は、現行のタービン練習船における実習に対する代替可能な訓練の方向性の一つとして、シミュレータ訓練及び実験・実習装置を用いた代替訓練を次のとおり取りまとめ提言する。

- (1) 代替訓練の対象は、タービン船の実船経験がない学生であり、実船への乗船が不可能な学生に対する代替訓練には、前章で述べた訓練機能を備えた代替訓練に適したシミュレータ及び実験・実習装置による代替訓練が、現行のタービン練習船による実習訓練に比べ、到達レベルを低下させない訓練として適当であると考えられる。

- (2) 代替訓練を行う施設・設備の規模については、ここ数年間の航海訓練所が受け入れている三級課程の機関科実習生の数が、110名前後で推移していることから、その数の実習生を受け入れ、効率的に訓練を実施できることが必要である（注2）。
- (3) STCW条約の指針に基づき、教官及び評価者の資質の確立、訓練体制、評価体制を含めた訓練プログラムを構築する必要があることを踏まえれば、設備整備、教官及び評価者の確保などに相当の準備が必要になることから、代替訓練の構築には、新たなシステム作りが適当であると考えられる。

（注2）資料9に商船系大学及び商船高等専門学校の機関科の卒業生について、乗船実習修了者及び、そのうちタービンに関する知識・技能が必要とされる外航船社へ就職した者の推移を示す。

航海訓練所が受け入れている商船系大学及び商船高等専門学校の機関科実習生の定員は175名であるが、ここ数年は110名前後が乗船実習を修了して各企業へ就職し、そのうち30～40名程度が外航船社へ就職している。

なお、昨今の世界的な機関士不足のもと、機関科実習生の外航船社への就職数は僅かながら増加傾向を示しており、今後も、日本人船員の確保・育成という政策のもとに、外航船社においては計画的な採用が続くことが見込まれることから、その就職者数も上向きの傾向が続くものと推察できる。

資料9 「大学及び商船高等専門学校機関科卒業生数と外航就職者数の推移」
参照

5. 今後の検討について（補足）

以下については、検討委員会における今般の予備的検討という範疇から外れていることから、明確な議論を実施したものではないが、今後のタービン代替訓練の制度化にかかる総合的な検討において、議論の対象となることが予想されるため、記載するものである。

検討委員会では、現行のタービン練習船における実習内容をそのまま代替する場合を仮定して、その可能性（方向性）について検討し、上述の提言を行うものであるが、このような代替訓練の実現が困難である場合、検討の発端が蒸気タービンを推進機関として搭載する船舶がLNG船に限られてきていることであることを踏まえれば、次のような選択肢についても検討する必要があると考えられる。

(1) LNG船による社船実習等の取り入れ

将来LNG船等のタービン船に乗船することが予想される学生に対してのみ、諸外国（アメリカ、イギリス、カナダなど）における例と同様に、LNG船による社船実習を実施する方法。

あわせて、既に内燃限定の船舶職員の資格を有しており、将来LNG船等のタービン船に乗船する必要がある者等、必要な者に対しての社船実習を実施した場合、限定のない資格が得られるようにすることについても検討する価値はある。

(2) 教育機関の卒業生が得られる資格の内燃限定化

条約上最低限の訓練要件を満足できない場合は、資格を取得させるべきではないことを踏まえ、教育機関修了時のベースとなる資格自体を内燃限定化し、その後の限定解除等に係る訓練は無限定の資格を必要とする船社に委ねる方法。

ただし、在学中に(1)の社船実習を行った場合には、限定のない資格が得られることにすることについても検討する価値はある。

資料10「世界の船員教育（タービン船免許取得概要）」参照

あとがき

提言は、退役しようとする蒸気タービン練習船の代替建造が最良の解決法であるが、それがかなわないことを前提にして、現行のタービン練習船における実習に対する代替の可能性（方向性）について検討を試みた。その一手段として、代替訓練に適したシミュレータ及び実験・実習装置を用いた訓練のあり方について取りまとめたものである。

しかしながら、行政減量・効率化が求められている現況を踏まえれば、単純に現行の訓練を代替すればよいという措置は不適切であり、技術レベルの確保を前提に、実際にどのように資格を取得させていくことが国民に求められているのかといった視点に立ち、費用対効果の観点からも必要最小限の対応が求められるところである。

タービン代替訓練の制度化について、今後行われる総合的な検討にあたっては、今回の技術的検討を踏まえ、訓練を受けるべき者の規模、船社における教育訓練の現状、受益者による負担のあり方、さらには教育機関修了時点における限定のない資格取得の必要性など、さまざまな状況を勘案しつつ実効性のある制度設計を行うことが必要と考える。

当検討委員会の検討が、制度の確立にかかる今後の総合的な検討の一助となれば幸いである。

「STCW条約 表A-Ⅲ／1」

【職務細目 運用レベルにおける船用機関技術】

第1欄	第2欄	第3欄	第4欄
能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
船内で行う一般的な組立・修理のための適切な工具の使用	<ul style="list-style-type: none"> 船舶及び機器の製造及び修理に使用する材料の特性及び限界 組立て及び修理に使用する工程の特徴及び限界 システム及び構成要素の組立及び修理で考慮される事項及びパラメータ 工作室に適した安全な作業慣行の適用 	次の一以上から得られた証拠による評価 .1 承認された工作技能訓練 .2 承認された実施経験及び試験	<ul style="list-style-type: none"> 代表的な船舶の構造に関する組立上の重要なパラメータの確認が適切であること 材料の選択が適切であること 組立には許容誤差が示されること 機器及び工作機械の使用が適切かつ安全であること
船用プラント及び機器の分解、保守、修理及び組立に使用する手工具及び測定器具	<ul style="list-style-type: none"> 機器の製造のための設計特性及び材料の選択 設計図及びハンドブックの理解 機器及びシステムの運転特性 	次の一以上から得られた証拠による評価 .1 承認された工作技能訓練 .2 承認された実施経験及び試験	<ul style="list-style-type: none"> 安全手順が適切であること 工具及び予備品の選択が適切であること 分解、検査、修理及び組立器具は手引書及び通常の慣行に基づくものであること 再組立及び作動試験は手引書及び通常の慣行に基づくものであること
不良箇所の発見、保守及び修理のための手工具、電気・電子計測機器及び試験機器の使用	<ul style="list-style-type: none"> 船内電気システムに関する作業の安全要件 AC及びDC電気システム及び設備の構成及び運用上の特性 電氣的テスト及び測定機器の構成及び運用 	次の一以上から得られた証拠による評価 .1 承認された工作技能訓練 .2 承認された実施経験及び試験	<ul style="list-style-type: none"> 安全手順の実施が十分であること 試験機器の選択及び使用が適切でありかつ結果の理解が正確であること 修理及び保守の実施のための手順は手引書と一般的な実務に基づくものであること 修理後の機器及びシステムの復帰と作動試験は手引書と一般的な実務に基づくものであること
安全な機関室当直の維持	<ul style="list-style-type: none"> 次の事項を含む「機関当直の維持に当たり遵守すべき原則」に関する十分な知識 .1 当直の引継ぎを受ける際の遵守事項 .2 当直の間に行うべき定常業務 .3 機関日誌の記載及び機関日誌の記載事項の意味を理解すること .4 当直の引継ぎをする際の遵守事項 安全手順及び非常時の手順。すべてのシステムの遠隔／自動から機側制御への切り換え 当直の間の遵守すべき安全のための予防措置及び火災又は事故の際に緊急にとるべき措置（特に油関係の装置に配慮したもの） 	次の一以上から得られた証拠による評価 .1 承認された海上履歴 .2 承認された練習船履歴 .3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 .4 承認された実験設備訓練	<ul style="list-style-type: none"> 当直の実施、引継及び交代は認められた原則と手順に従うこと 機関の機器とシステム監視の頻度と程度は製造者の取扱書と原則及び手順に従うこと、 これは「機関当直の維持に当たり遵守すべき基本原則」を含む船舶の機関システムに関する変動と作業について適切な記録がされていること
筆記及び後述による英語の使用	<ul style="list-style-type: none"> 職員が機関図書類を使用し、かつ機関業務の遂行可能な適切な英語に関する知識 	試験並びに実施教習から得られた証拠による評価	機関業務に関連する英文図書を正確に解釈すること 連絡は明解であり、理解できること

【職務細目 運用レベルにおける舶用機関技術】

能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
主機関、補機及び関連の制御システムの運転操作	<ul style="list-style-type: none"> ・主機関及び補機 <ol style="list-style-type: none"> 1 主機関及び補機の運転準備 2 蒸気ボイラ（燃焼装置を含む。）の運転操作 3 蒸気ボイラの水位の確認方法及び水位が異常である場合に必要な措置 4 機関室及びボイラ室の機関及び装置に生ずることの多い故障を発見すること並びに損傷の防止のために必要な措置 	次の一以上から得られた証拠による評価 <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 4 承認された実験設備訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・機関の操作は安全運転と海洋環境の汚染防止を確保するため、確立されたルールと手順に従って計画し、行うこと ・通常の状態からの変化を敏速に察知すること ・機関及び装置の出力は、船橋からの速力と針路の変更に関する指示を含む要件を首尾一貫として満足すること ・機器故障の原因を敏速に察知し、その時の環境と状況に関して船と装置のすべての安全を確保するよう措置をとること
ポンプシステム及び関連の制御システムの運転操作	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ装置 <ol style="list-style-type: none"> 1 ポンプ装置の通常の運転操作 2 ビルジ・ポンプ装置、バラスト・ポンプ装置及び貨物用のポンプ装置の運転操作 	次の一以上から得られた証拠による評価 <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 4 承認された実験設備訓練 	機関の操作は安全運転と海洋環境の汚染防止を確保するため、確立されたルールと手順に従って計画し、行うこと

【職務細目 運用レベルにおける保守と修理】

能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
制御システムを含む舶用機関システムの維持	舶用システム <ul style="list-style-type: none"> ・適切な基礎的機械知識と技能 安全手順及び非常時の手順 <ul style="list-style-type: none"> ・すべてのプラント及び装置で作業が行われる前にこれらのプラント及び装置を電氣的に安全に切り離すこと ・設備及び機器の保守・修理を行うこと 	次の一以上から得られた証拠による評価 <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 4 承認された実験設備訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラントと装置の分解、開放及び組立は、習熟した慣行及び手順に基づくこと ・その時の環境と状況に応じた最も望ましい、適切な手段によって、プラントを復旧させる装置を講じること

【職務細目 運用レベルにおける電気、電子又は制御工学】

能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
交流発電機、直流発電機及び制御システムの運転操作	発電機 <ul style="list-style-type: none"> ・適切かつ基本的な電気に関する知識及び技能 ・発電機の運転準備、始動、電源接続及び切換え ・一般的な故障箇所の特定及び損傷防止の措置 制御システム <ul style="list-style-type: none"> ・一般的な故障箇所の特定及び損傷防止の措置 	次の一以上から得られた証拠による評価 <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 4 承認された実験設備訓練 	機関の運転は運用の安全を確保するため、確立されたルールと手順に従って計画し、実行すること

【職務細目 運用レベルにおける船舶の運航管理及び船内にある者の保護】

能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
汚染防止要件の遵守の確保	海洋環境の汚染防止 <ul style="list-style-type: none"> ・海洋環境の汚染防止のためにとるべき措置に関する知識 ・汚染防止装置及びすべての関連機器 	次の一以上から得られた証拠による評価 <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 	船内モニタリング操作と MARPOL の要件の遵守の確保手順を完全に遵守すること
船舶の耐航性の維持	船舶の復元性 <ul style="list-style-type: none"> ・復元性、トリム及び応力に関する表及び曲線図並びに応力計算機についての実用的な知識 ・水密性の原理に関する理解 ・浮力が一部失われた場合にとるべき基本的な措置に関する知識 船舶の構造 <ul style="list-style-type: none"> ・船舶の主要な構造部材に関する一般的知識及び船舶の各部の正式な名称 	次の一以上から得られた証拠による評価 <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 4 承認された実験設備訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・復元性は、すべての載貨状態において、IMO 復元性基準を完全に満たすこと ・船舶の水密性の確保・維持は、認定された慣行に従って操作されること
船内における防火、火災制御及び消火	防火及び消火設備 <ul style="list-style-type: none"> ・防火に関する知識 ・防火訓練を計画する能力 ・火災の分類・化学に関する知識 ・消火システムに関する知識 ・火災の際に取るべき措置（油システム関連の火災を含む。） 	A-VI/3 節に規定する承認された訓練及び経験から得られる証拠による評価	<ul style="list-style-type: none"> ・非常事態の種類と規模を敏速に認識し、初期動作は、船舶の非常時の手順及び非常時の計画に従うこと ・退船、非常閉鎖及び遮断手順は非常時の状況に応じて行い、敏速に履行すること ・報告作成の優先順位、レベル及び時間尺度及び乗船者への周知は、非常事態の状況に関連し、事態の緊急性に反映させること
救命設備の運用	救命 <ul style="list-style-type: none"> ・退船操練を計画する能力及び救命用の端艇及びいかだ、救助艇、それらの降下装置と配置並びに救命用無線機、衛星系 EPIRBs、SARTs、イマージョンスーツ及び防寒装具を含むそれらの艀装品の操作に関する知識 ・海上における生存技術に関する知識 	A-VI/2 節 1～4 に規定する承認された訓練及び経験から得られる証拠による評価	退船及び生存に関わる状況における行動は、状況に適応したものであり、かつ習熟した安全慣行及び基準を遵守するものであること
船内における応急手当	医療 <ul style="list-style-type: none"> ・医療便覧及び無線による助言を実際に利用する能力、特に、船内で発生するおそれのある事故及び疾病が生じた場合に医療便覧及び無線による助言に基づき有効な措置をとる能力 	A-VI/4 節 1～3 に規定する承認された訓練及び経験から得られる証拠による評価	疾病の可能性のある原因、種類及び程度又は状態の認識は敏速であり、取扱いは生命への危険を最小限にするものであること
法的要件を遵守するための環視	海上における人命の安全及び海洋環境の保護に関する IMO 関連条約の基本的で実際的な知識	承認された訓練又は試験から得られた証拠による評価	海上における人命の安全及び海洋環境の保護に関する法的要件を正確に認識すること

「STCW条約 付属書 第3章 機関部 第3-2規則」

【STCW条約付属書 第3章 機関部 第3-2規則】

3000 キロワット以上の推進出力の主推進機関を備えた船舶の機関長及び一等機関士の資格証明のための最小限の要件

- 1 3000 キロワット以上の推進出力の主推進機関を備えた海上航行船舶の機関長及び一等機関士は、適当な証明書を受有していなければならない。
- 2 資格証明を得ようとする者は、次の要件を満たさなければならない。
 - .1 機関部の当直を担当する職員の資格証明のための要件及び次の要件を満たしていること。
 - .1.1 一等機関士の資格証明の場合には、機関士補又は機関部職員として12箇月以上の期間承認された海上航行業務を行ったことがあること。
 - .1.2 機関長の資格証明の場合には、36箇月以上の期間承認された海上航行業務を行ったこと及びこの36箇月以上の期間に少なくとも12箇月の期間、一等機関士として業務を行ったことがあること。
 - .2 承認された教育及び訓練を修了し、かつ、STCWコードA部第3-2節に規定する能力の基準を満たすこと。

【STCW条約コード A部第3-2節】

3000 キロワット以上の推進出力の主推進機関を備えた船舶の機関長及び一等機関士の資格証明のための最小限の要件

能力基準

- 1 推進出力 3000 キロワット以上の推進出力の主推進機関を備えた海上航行船舶の機関長及び一等機関士の資格証明を得ようとする者は、表A-III/2第1欄に掲げる管理レベルにおける業務、任務及び責任を遂行する能力を証明しなければならない。
- 2 資格証明のために最小限要求される知識、理解及び技能は、表A-III/2第2欄に掲げる。当該欄に記載された内容は、機関当直を担当する職員のための表A-III/1第2欄に掲げる事項の内容を取り入れ、さらに広く、かつ、深くしたものである。
- 3 これらの事項の評価は、一等機関士がいかなる場合においても機関長の責任を負うべき地位であることに留意した上、船舶の機関の適切な運転及び海洋環境の保護に影響を及ぼすあらゆる利用可能な情報を理解する能力を判定することができるものとしなければならない。
- 4 表A-III/2第2欄に掲げる事項の知識水準は、資格証明を得ようとする者が機関長及び一等機関士の職務を行うのに十分なものでなければならない。(注1：モデルコース)
- 5 必要な水準の理論的知識、理解及び技能を与えるための訓練及び経験は、A部の関連要件及びB部の指針を考慮して行わなければならない。
- 6 主管庁は、いずれかの推進機関についてのみ有効な証明書を与える場合には、他の推進機関に関する知識の要件を省略することができる。この証明書は、受有する機関部職員が知識の要件を省略された推進機関に関する知識を十分に有するようにならない限り、当該推進機関については有効なものではない。この規定による証明書の効力についての限定は、当該証明書及び裏書に記載されていなければならない。
- 7 資格証明を得ようとする者は、表A-III/2第3欄及び第4欄に掲げる能力の証明方法及び能力評価の基準に基づき、要求される能力基準を達成したことを証明しなければならない。

沿岸航海

- 8 沿岸航海に従事する制限付き推進出力の船舶の職員に証明書を発給する場合、表A-III/2第2欄に掲げる事項について要求される理論的知識、理解及び技能水準を、同一の水域を航行するすべての船舶の安全に留意した上で、異なるものとすることができる。この規定による証明書の効力についての限定は、当該証明書及び裏書に記載されていなければならない。

「STCW条約 表A-Ⅲ／2」

【職務細目 管理レベルにおける船用機関技術】

第1欄	第2欄	第3欄	第4欄
能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
<p>運転計画</p> <p>付属装置を含む主機及び補機の始動及び停止</p>	<p>理論的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱力学及び熱の伝達 ・機械力学及び水力学 ・船舶の出力装置（ディーゼル機関、蒸気及びガスタービン）及び冷凍装置の作動原理 ・燃料及び潤滑油の物理的及び化学的特性 ・材料工学 ・造船工学及び船体構造（損傷制御を含む） 	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> .1 承認された海上履歴 .2 承認された練習船履歴 .3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・運転計画及び準備は推進出力の設計値及び航行の要件に適合したものであること ・始動準備の方法及び燃料、潤滑油、冷却水及び空気の準備が適切であること ・始動時及び暖機時の圧力、温度及び回転数のチェックが技術的な仕様に従って行われ、作業計画に基づいていること ・主機及び補機システムの監視が安全な運転状態を維持するのに十分なこと ・機関停止の準備及び冷機の環視の方法が最適であること
<p>運転、監視及び機関性能と能力の評価</p>	<p>実知的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・次の機関の運転及び保守 .1 船用ディーゼル機関 .2 船用蒸気推進機関 .3 船用ガスタービン 	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> .1 承認された海上履歴 .2 承認された練習船履歴 .3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・主機の負荷測定の方法は技術的な仕様に基づくこと ・性能は船橋からの指令に備えてチェックすること ・性能水準は技術的な仕様に基づくこと
<p>安全な機関室当直の維持</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・補機（ポンプ装置及び配管系、補助ボイラ並びに操舵装置を含む）の運転及び保守 ・制御システムの運転、試験及び保守 ・荷役装置及び甲板機械の運転及び保守 	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> .1 承認された海上履歴 .2 承認された練習船履歴 	<p>機械装置の安全かつ高効率運転と状態を確保するための調整は、すべての運転モードに適合していること</p>
<p>燃料及びバラスト作業の管理</p>	<p>機器（ポンプ及び配管系を含む）の運転と保守</p>	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> .1 承認された海上履歴 .2 承認された練習船履歴 .3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 	<p>燃料及びバラスト操作は操作要件に合致しかつ海洋環境汚染防止を考慮し実行すること</p>
<p>船内通信システムの使用</p>	<p>船内における通信システム操作</p>	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> .1 承認された海上履歴 .2 承認された練習船履歴 .3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 .4 承認された実験設備訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・メッセージの受信、送信は常に良好であること ・通信記録は、完全にかつ正確で法定要件を遵守していること

【職務細目 管理レベルにおける電気、電子又は制御工学】

能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
電気及び電子制御装置の操作	<p>理論的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 船用電気工学、電気及び電子装置 ・ 自動制御、計装及び電子装置 <p>实际的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電気及び電子制御装置の故障診断を含む運転、試験及び保守 	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 4 承認された実験設備訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 装置とシステムの運転は操作手引書によること ・ 性能水準は技術的な仕様に基づくこと
動作状態維持のための電気及び電子制御装置の試験、故障検知及び保守並びに復旧			<ul style="list-style-type: none"> ・ 保守作業を、技術的、法的な安全性及び手順の仕様に基づいて正しく計画すること ・ 附属設備と装置に与える故障の影響を正確に認識すること、船の技術的な仕様を正確に解釈すること、 ・ 計測及び構成機器は正確に使用し、その取扱いが正しいこと

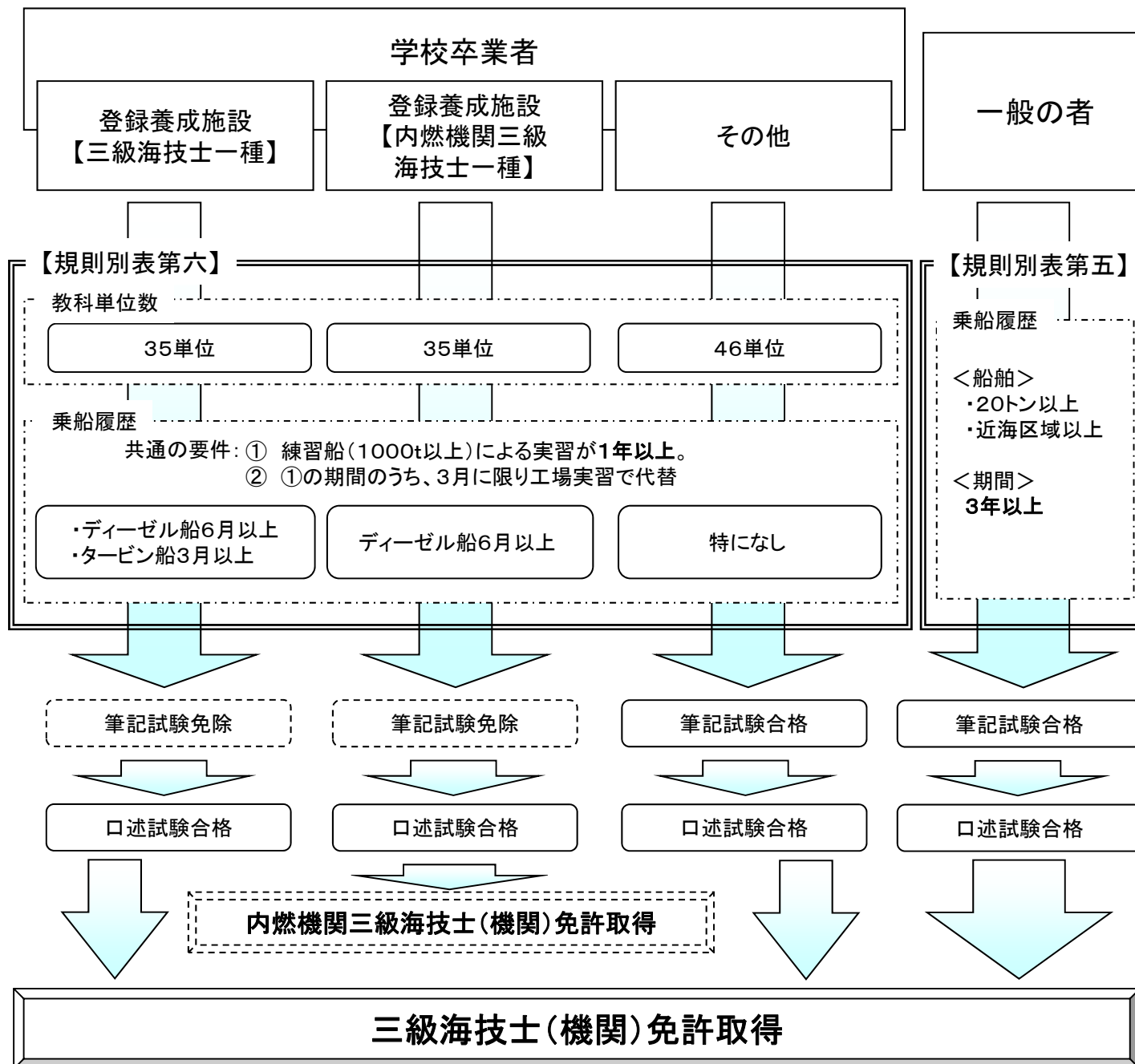
【職務細目 管理レベルにおける保守と修理】

能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
安全な保守と修理手順の確立	<p>理論的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 船用機関実務 <p>实际的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 安全な保守及び修繕手順の計画と実施 	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 承認された海上履歴 2 承認された練習船履歴 3 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保守作業を、技術的、法的な安全性及び手順の仕様に基づいて正しく計画すること ・ 保守と修理のために、適切な計画、仕様、材料及び機器が利用可能であること ・ 最適な方法により機器類復旧のための措置ができること
機関故障及び故障箇所の検知と修理	<p>实际的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機関の不調、故障箇所の検知及び損傷の防止 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 実際の運転状況との比較の方法は推奨された慣行と手順に基づくこと ・ 作業と決定は推奨された操作仕様と制限に基づくこと
安全作業の実施の確保	<p>实际的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 安全作業の実施 		<p>作業の実施は法的要件、実施のコード、作業の許可及び環境的配慮に基づくこと</p>

【職務細目 管理レベルにおける船舶の運航管理及び船内にある者の保護】

能力	知識・理解及び技能	能力の証明方法	能力評価の基準
<p>トリム、復元性及び応力の管理</p>	<ul style="list-style-type: none"> 船体構造に関する基本原理、トリム及び復元性に関する理論及び要因並びにトリム及び復元性を保つために必要な措置に関する理解 区画室に損傷が生じ浸水があった場合に浸水が船舶のトリム及び復元性に及ぼす影響並びに当該影響の生じた場合にとるべき措置に関する知識 船舶の復元性に関するIMO勧告についての知識 	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 承認された海上履歴 承認された練習船履歴 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 	<p>復元性と応力状態を常に安全限界内で保つこと</p>
<p>海上における人命の安全確保と海洋環境の保護のための法的要件と手段に関する監視と制御</p>	<p>国際協定及び条約に定められている国際海事法に関する知識</p> <ul style="list-style-type: none"> 特に、次の事項に注意を払わなければならない 1 国際条約により船舶に備え置くことが義務付けられている証明書その他の文書並びにその取得方法及び法定有効期間 2 満載喫水線に関する国際条約の関連要件に基づく責任 3 海上における人命の安全に関する国際条約の関連要件に基づく責任 4 船舶からの汚染の防止に関する国際条約に基づく責任 5 検疫申告書、国際保険規則の要件 6 船舶、旅客、乗組員及び貨物の安全に係る国際的な文書に基づく責任 7 船舶による環境汚染防止の措置及び設備 8 国際協定及び条約の履行にあたっての国内法に関する知識 	<p>試験及び次の一以上から得られた証拠による評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 承認された海上履歴 承認された練習船履歴 適切な場合、承認されたシミュレータ訓練 	<ul style="list-style-type: none"> 監視と保守の手順は法的要件の遵守を確保すること 違法の可能性を即座にかつ完全に認識すること 証明書の更新と延長の要件は検査項目と装置の継続的な有効性を確保すること
<p>船舶、乗組員及び旅客の安全と保安の維持及び救命、消火及び他の安全システムの作動状態の維持</p>	<ul style="list-style-type: none"> 救命設備に関する規則（海上における人命の安全のための国際条約）の十分な知識 防火操練及び退船訓練の実施 救命、消火及びその他の安全システムの作動状態の維持 非常時にすべての者を保護し及び安全のためにとるべき措置 火災・爆発・衝突又は乗揚げた船舶の損傷をできる限り少なくし、救助するためにとるべき行動 	<p>試験並びに実施教習、承認された実務訓練及び経験から得られた証拠による評価</p>	<p>火災探知と安全システムの監視手順では、すべての警報が瞬時に探知し、確立された非常時の手順に基づいて作動することを確保すること</p>
<p>非常時及び損傷制御計画の立案及び非常事態への対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> 損傷制御を含む船舶の構造 火災防止、探知及び消火の方法と機器 救命設備に関する機能と使用 	<p>試験並びに承認された実務訓練及び経験から得られた証拠による評価</p>	<p>非常時の手順は、非常対応として確立された計画に基づくこと</p>
<p>乗組員の組織と管理</p>	<ul style="list-style-type: none"> 乗組員の管理、組織及び訓練に関する知識 国際海事条約と勧告及び国内規則に関する知識 	<p>試験並びに承認された実務訓練及び経験から得られた証拠による評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> 乗組員は個人に応じて、業務を与えられ、期待される作業及び行動につき通知されること 訓練目的及び行動は、現行の能力及び運転要件に基づくこと

三級海技士(機関)資格の取得方法の比較



養成施設であるなしにかかわらず、「船舶の運航若しくは機関の運転に関する学術を教授する学校等において、試験科目に直接関係の有る教科単位を修得した者」は、乗船履歴の特例により海技試験を受験することができる。

(参照条文)

<船舶職員及び小型船舶操縦者法施行規則>

(乗船履歴)

第二十五条 海技試験を受けようとする者は、別表第五の海技試験の種別の欄に掲げる試験別に、同表の乗船履歴の欄に定める乗船履歴の一を有しなければならない。

(学校卒業者に対する乗船履歴の特例)

第二十六条 前条の規定にかかわらず、学校教育法第一条の大学、高等専門学校、高等学校若しくは中等教育学校であつて船舶の運航若しくは機関の運転に関する学術を教授するもの又は・・・海技大専攻科海技士科、海員学校本科、海員学校専修科、・・・を卒業し、その課程(・・・)において試験科目に直接関係のある教科単位を別表第六の単位数の欄に掲げる数修得した者(・・・)が、同表の海技試験の種別の欄に掲げる海技試験を受けようとするときは、同表の乗船履歴の欄に定める乗船履歴を有することをもって足りる。

機関科タービン船実習内容（長期実習 3 か月）

科目	項目	細目	目 標	講義	実習・演習
機関当直	航海当直	当直機関士の職責	・航海当直の意義と当直体制の理解 ・当直機関士の職責の習得	「当直機関士の職責」	
		当直業務	・入直前の心構え及び諸準備の理解 ・当直業務の理解と、実務の習得		航海当直 ○当直実施要領 a. 巡視・計測 b. 運転維持 c. 補機器運転操作 d. 当直交代要領 e. 報告連絡 ○日誌記入 ○機関区域無人化船の当直業務 海事英語演習 ○Basic Maritime English等教材による基礎知識の習得 ○当直引継や機関長報告等での実践
機関当直	停泊当直	当直機関士の職責	・停泊当直機関士の服務心得の習得		
		当直業務	・補機器の運転維持作業、運転操作及び機関区域の保安要領の習得		停泊当直 当直実施要領・海事英語
機関運転	機関装置	構成機器・配管	・推進プラント概要の理解 ・プラント構成機器の種類、名称、配置及び用途の理解 ・プラント構成機器の状態の理解 ・配管諸系統の考え方の理解	「構成機器・配管」	配管研究 ○機器配置調査 ○配管調査 ○配管研究発表会 a. 主蒸気系統 b. 復水・給水系統 c. 抽気・排気主管系統 d. 緩熱蒸気系統 e. グランド蒸気系統 f. 主潤滑油系統 g. ボイラ燃料油系統 h. 主循環系統 i. 海水サービス系統
		機器構造作動	・主要機器の構造作動の理解	「主機」 「ボイラ」 「補機」 「電気」	主機及び減速装置点検実習 ボイラ外部点検実習 造水装置など 電動機・始動器
		制御装置・計装	・自動制御装置、遠隔制御装置及び計装の機能の理解と、取扱要領の習得		主機遠隔操縦装置 発電機自動化装置 ボイラ自動制御装置 データロガー 補機自動運転装置 自動制御実習

科目	項目	細目	目標	講義	実習・演習
機関運転	出入港	運転準備 出入港操作 運転休止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出入港時の機関室配置の理解 ・ 機関運転準備、出入港操作及び運転休止の各状態における機器相互の関連性の理解 ・ 各作業の目的、時期、順序及び注意事項の理解と、実務の習得 ・ 出港命令簿作成要領の習得 ・ 主機操縦の経験 		暖冷機実習、暖冷機直 ○タービンプラント操作要領を体得 主機出入港作業 ○主機タービンの試運転 ○制御室操縦 ○増減速要領 ボイラ出入港作業 ○バーナ交換作業 ○ボイラ共通作業 ○ボイラ休止作業 ○ACC操作 主機機側操縦実習 ○蒸気タービン主機の運転特性の理解 ○主要構成機器の動作確認 ボイラ点消火実習 ○2胴水管ボイラの点消火方法の習得
	運転操作	補機器運転操作	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主要補機器の運転要領の理解 ・ 主要補機器の運転許容限度の理解 ・ 主要補機器の運転操作の習得 		ターボ発電機切替実習 ○ターボ発電機発停方法の習得 冷凍装置運転実習 ○冷凍装置及び構成機器の理解
		経済操作	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機関効率測定と経済性の理解 ・ 機関効率とヒートバランス算出法の習得 ・ プラント経済操作の習得 	「経済操作」	効率測定 ○抽気・無抽気運転の違い ○再生サイクルの理解 ○効率測定研究発表会
		応急処置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機器故障に対する応急処置要領の習得 	「応急処置」	ブラックアウト実習 ○緊急時に要求される操作 操舵機切替 ボイラトリップ 機側操縦実習
	特殊運転	荒天運転	<ul style="list-style-type: none"> ・ 荒天準備要領の理解 ・ 荒天遭遇時の主機、ボイラ及び補機器の運転操作法の理解 		荒天時主機・補機取扱 荒天時ボイラ操作
		急速機関用意	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停泊中の急速機関用意要領の理解 ・ 航海中の緊急期間使用要領の理解 	「特殊運転」	緊急暖機・緊急減速
		応急運転	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸気タービン主機の単筒運転法の理解 ・ 1ボイラ運転法の理解 		単筒運転 1ボイラ運転
		減速運転	<ul style="list-style-type: none"> ・ 減速運転要領の理解 		減速運転

科目	項目	細目	目標	講義	実習・演習
機 関 保 守	保 守 整 備	計 画 保 守	<ul style="list-style-type: none"> ・故障と修理の理解 ・機関全般の計画保守の考え方及びその策定法の理解 ・船内保守作業のすすめ方、安全対策及び留意事項の理解 ・保守計画の実際と主要保守作業の実施要領の理解 ・船内工作設備、パッキン、工具及び計測器具の種類と取扱方法の習得 ・船内保守作業に必要な基本的知識及び技術の習得 ・入渠時保守作業の概要の理解 	「計画保守」	
				「主機」	主機及び減速歯車点検実習 ○低圧タービン排気室及び主復水器上部の点検 ○減速機点検窓から歯車の点検 ○潤滑方法及び状態の確認 タービン整備作業 ○通常行われている整備作業
				「ボイラ」	ボイラ外部点検実習 ○ボイラの点検・補修要領 ボイラ整備作業 ○通常行われている整備作業 ボイラ水試験実習 ○高温高圧ボイラのボイラ水管理 a. 缶水採取 b. 缶水分析・評価 c. 清缶剤投入
				「補機」	ポンプ開放及びセンタリング実習 ○主要保守作業及び点検調整 補機整備作業 ○通常行われている整備作業
				「電気」	始動器回路実習 ○始動器の機能、構造、作動 電気装置整備作業 ○通常行われている整備作業
					船内工作設備取扱実習 ○万能工作機 ○電気溶接機 ○電動工具 計測機器取扱実習 ○一般的に使用する計測機器 一般整備作業 ○一般的に行われている整備作業

科目	項目	細目	目 標	講義	実習・演習	
機 関 保 守	点検調整	調整基準 耐用限度	・機関各部の調整基準、損耗度と耐用限度の関連の理解	「調整基準・耐用限度」	ボイラ外部点検実習	
		点検調整	・機器主要部の点検調整要領の習得		減速歯車点検実習 始動器回路実習 自動制御実習 ○ダイヤフラム弁の点検・調整 ○自動制御の原理 ○自動制御機器の機能、構造、作動 ポンプ開放・センタリング実習	
	機関検査	機関検査	・船舶検査の意義及び船舶検査制度の理解 ・法定検査の内容の習得 ・船内で実施する作動試験及び効力試験等の要領の習得	「機関検査」	機関検査	
	機関修繕	工事仕様書	・修繕工事の手続、工事仕様書の作成要領及び工事監督要領の習得	「機関修繕」		
		渠中工事	・入渠工事の内容と実施要領の理解			
		修繕工事	・機関主要部の修繕要領の習得			
機 関 要 務	運航計画	運転計画	・機関性能の理解 ・航海速力と運転諸元の決定要領の習得	「運転計画」	運転計画	
	燃料油 潤滑油	規 格	・燃料油及び潤滑油の規格の理解 ・低質重油使用上の留意事項の理解	「規格」		
		搭載・保管	・燃料油及び潤滑油の搭載要領と保管法の理解		補油実習	
	機関書類	日誌記入	・機関日誌及び機関撮要日誌の記入要領の習得		機関撮要日誌記入演習	
		図面	・各種図面の見方の習得	「図面」	始動器回路実習 自動制御実習	
機関ぎ装	機関ぎ装	・ぎ装監督、検査、試運転及び補償工事の概要の理解	「機関ぎ装」			

科目	項目	細目	目 標	講義	実習・演習
船舶要務	航海概要	当直業務	・航海当直の概要の理解		航海当直，見張り，測位，操船，無線通信
		出入港作業	・出入港作業の概要の理解		船橋，船首，中部，船尾配置
		操船概要	・操船の概要の理解		出入港操船
		船体構造・設備	・船体主要構造の名称と構造の理解 ・主要な甲板機械，設備の取扱いの理解 ・帆装ぎ装の概要の理解 ・高所作業における安全管理及び作業の習得		甲板機械・消防設備・救命設備取扱
	応急部署	総員退船部署	・部署の種類，意義及び心構えの理解 ・非常配置表に基づく人員配置と役割の確認 ・非常招集の対処法の習得 ・部署における作業要領の習得 ・部署における指揮要領の習得	「応急部署」	安全に関する習熟訓練，操練
		防火部署			安全に関する習熟訓練，操練
		防水部署			安全に関する習熟訓練，操練
		救助艇部署			安全に関する習熟訓練，操練
		非常操舵部署			安全に関する習熟訓練，操練
		流出油防除部署			油防除資材取扱実習
	船務一般	船内生活	・練習船実習の目的，制度の理解 ・船内集団生活への適応 ・自主的な生活態度の習得 ・学友会活動		
		規律・慣習	・海上労働の特殊性及び船内規律の必要性の理解 ・行動習慣の習得 ・国際儀礼の習得 ・旗章による礼式及び礼法の理解	「規律・慣習」	
		海洋環境保護	・海洋環境保護の意義と関係法規の理解 ・海洋環境汚染の影響の理解 ・廃棄物処理法の習得		廃棄物処理 油処理資材取扱実習
	安全衛生	保健衛生	・船内の衛生保持 ・環境対策の理解 ・環境測定要領の習得 ・保健体育と健康の維持増進		諸当番，大掃除，体操
船舶医療		・一般的疾患の予防法，診断法及び治療法の概要の理解 ・救急処置要領の理解 ・伝染病予防の理解 ・日本船舶医療便覧，国際信号書の医療部門の利用法の理解			

海技試験学科試験科目及び科目の細目（抜粋）

三級海技士（機関）試験

試験科目	試験科目の細目
1 機関に関する科目（その一）	<p>ディーゼル機関付属装置は、次に掲げるものとする。 操縦装置、調速装置、安全装置、ターニング装置、過給装置（排気タービン、圧縮機及び空気冷却器）、燃料装置（燃料ポンプ、燃料加熱器及び燃料タンク）、潤滑装置、冷却装置</p> <p>蒸気タービン付属装置は、次に掲げるものとする。 操縦装置、調速装置、安全装置、ターニング装置、グラント蒸気管制装置、抽気装置、ドレン排出装置、復水装置、空気抽出装置、潤滑装置</p> <p>ガスタービン付属装置は、次に掲げるものとする。 操縦装置、始動装置、調速装置、安全装置、ターニング装置、燃料装置、消音器、減速装置、潤滑装置</p> <p>ボイラ付属装置は、次に掲げるものとする。 ボイラ取付物、給水装置、通風装置、燃焼装置、燃料装置（燃料ポンプ、燃料加熱器及び燃料タンク）、空気予熱器、節炭器、蒸気過熱装置、過熱低減器、緩熱器、再熱器、すす吹き器、ボイラ水試験器、炭酸ガス記録計、燃焼ガス分析器（スモークインジケータを含む。）</p> <p>プロペラ装置は、次に掲げるものとする。 プロペラ、プロペラ軸系（プロペラ軸、中間軸、スラスト軸、船尾管、船尾管シール装置及び各軸受）、伝達装置（歯車減速装置及び軸継手）</p>
一 出力装置	<p>作動原理</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 出力装置（ディーゼル機関、蒸気タービン、ガスタービン、ボイラ及びこれらの付属装置を含む。）の全体の構成及び作動 (2) 出力装置（ディーゼル機関、蒸気タービン、ガスタービン、ボイラ及びこれらの付属装置を含む。）の各構成部の形状、材質及び作動 (3) ディーゼル機関の理論熱サイクル (4) 四サイクルディーゼル機関の充てん効率及び体積効率 (5) 二サイクルディーゼル機関の掃気効率及び給気効率 (6) ディーゼル機関の性能曲線、熱勘定、シリンダ内における燃料の燃焼過程、シリンダ内における燃料の異常燃焼、インジケータ線図による運転状態の検討、クランクアームの開閉作用及び危険速度 (7) シリンダに発生する熱応力 (8) ディーゼル機関の重要構成部の強さ (9) 蒸気タービンのノズル及び翼における蒸気の作用及び

	<p>びグラント蒸気の作用</p> <ol style="list-style-type: none"> (10) 各種ボイラの特徴及び比較 (11) ボイラ水の性状 (12) ボイラの性能（蒸発率及びボイラ効率） (13) ボイラにおける燃料の燃焼 <p>運転及び保守</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 出力装置（ディーゼル機関、蒸気タービン、ガスタービン及びこれらの付属装置を含む。）の運転準備、試運転、操縦、出力調整、運転中の作業、運転中の注意及び運転停止 (2) ボイラの点火、気酸、送気、給水、使用中の作業、使用中の注意及び休止 (3) 出力装置（ディーゼル機関、蒸気タービン、ガスタービン、ボイラ及びこれらの付属装置を含む。）の開放、清掃、検査、計測、試験、修理、調整及び復旧 (4) ボイラの給水、ボイラ水の処理及びボイラ清浄剤の使用法 (5) ボイラ付属装置の使用法 <p>故障の探知、故障箇所の発見及び損傷の防止</p> <p>出力装置（ディーゼル機関、蒸気タービン、ガスタービン、ボイラ及びこれらの付属装置を含む。）の損傷、腐食その他の故障及び異常現象についての模様、原因、処置及び防止</p>
二 プロペラ装置	<p>作動原理</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) プロペラ装置の全体の構成及び作動 (2) プロペラ装置の各構成部の形状、材質及び作動 (3) プロペラ、プロペラ軸、中間軸及びスラスト軸の強さ <p>運転及び保守</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) プロペラ装置の運転準備、試運転、操縦、出力調整、運転中の作業、運転中の注意及び運転停止 (2) プロペラ装置の開放、清掃、検査、計測、試験、修理、調整及び復旧 <p>故障の探知、故障箇所の発見及び損傷の防止</p> <p>プロペラ装置の損傷、腐食その他の故障及び異常現象についての模様、原因、処置及び防止</p>
2 機関に関する科目（その二）	<p>補機は、次に掲げるものとする。 操舵装置、冷凍装置（冷媒を含む。）、造水装置、油清浄装置、清水装置（飲料</p>

<p>水供給装置を含む。), 衛生装置, 空気調和装置 (通風換気装置及び冷暖房装置を含む。), 圧縮空気装置, 油圧装置, 各種ポンプ, 船内通信装置, 警報装置, 船内工作設備 (工具及び測定器具を含む。), 海洋生物付着防止装置, 配管装置 (弁及びコックを含む。)</p> <p>電気設備は, 次に掲げるものとする。</p> <p>直流電動機, 同期発電機, 誘導電動機, 変圧器, 整流機器, 電力変換機器, 増幅器, 蓄電池, 電気照明設備, 電熱設備, 電気計器, オシロスコープ, 配電設備</p> <p>計測装置は, 次に掲げるものとする。</p> <p>温度計, 圧力計, 回転計, インジケータ, 流量計, 液面計, 検塩計, pHメータ, 浮きばかり, 粘度計</p> <p>甲板機械は, 次に掲げるものとする。</p> <p>サイドスラスト, スタビライザ, ウインドラス, ウインチ, クレーン, エレベータ, イナートガス装置</p>	
一 補機	<p>作動原理</p> <p>(1) 補機の全体の構成及び作動</p> <p>(2) 補機の重要構成部の形状, 材質及び作動</p> <p>(3) 各種ポンプの作動原理</p> <p>(4) 各種ポンプの特徴及び比較</p> <p>(5) 冷凍装置の作動原理及び冷媒の性質</p> <p>運転及び保守</p> <p>(1) 補機の使用法</p> <p>(2) 補機の開放, 清掃, 検査, 計測, 試験, 修理, 調整及び復旧</p> <p>故障の探知, 故障箇所の発見及び損傷の防止</p> <p>補機の損傷, 腐食その他の故障及び異常現象についての模様, 原因, 処置及び防止</p>
二 電気工学, 電子工学及び電気設備	<p>基礎理論</p> <p>(1) 電気設備の全体の構成及び作動</p> <p>(2) 電気設備の重要構成部の形状, 材質, 結線及び作動</p> <p>(3) 電気, 磁気及び電気回路</p> <p>(4) 電子及び電子回路</p> <p>(5) 電気設備の特徴及び比較</p> <p>運転, 試験及び保守</p> <p>(1) 電気設備の使用法</p> <p>(2) 電気設備の開放, 清掃, 検査, 計測, 試験, 修理, 調整及び復旧</p> <p>故障の探知, 故障箇所の発見及び損傷の防止</p> <p>電気設備の損傷, 腐食その他の故障及び異常現象についての模様, 原因, 処置及び防止</p>

三 自動制御装置	<p>基礎理論</p> <p>(1) 自動制御及び計装の基礎</p> <p>(2) 自動制御装置 (計測装置及び記録装置を含む。以下同じ。) の構成及び作動</p> <p>(3) 自動制御装置の重要構成部の形状, 材質及び作動</p> <p>(4) 各種計測装置の特徴及び比較</p> <p>運転, 試験及び保守</p> <p>(1) 自動制御装置の使用法</p> <p>(2) 自動制御装置の開放, 清掃, 検査, 計測, 試験, 修理, 調整及び復旧</p> <p>故障の探知, 故障箇所の発見及び損傷の防止</p> <p>自動制御装置の損傷, 腐食その他の故障及び異常現象についての模様, 原因, 処置及び防止</p>
四 甲板機械	<p>運転及び保守</p> <p>(1) 甲板機械の使用法</p> <p>(2) 甲板機械の開放, 清掃, 検査, 計測, 試験, 修理, 調整及び復旧</p> <p>故障の探知, 故障箇所の発見及び損傷の防止</p> <p>甲板機械の損傷, 腐食その他の故障及び異常現象についての模様, 原因, 処置及び防止</p>
3 機関に関する科目 (その三)	
一 燃料及び潤滑剤の特性	<p>(1) 燃料及び潤滑剤の種類, 物理的及び化学的特性並びに試験</p> <p>(2) 燃料油及び潤滑油の添加剤の効果</p>
二 熱力学	<p>(1) 熱及びエネルギー</p> <p>(2) 理想気体の性質</p> <p>(3) 熱の伝達</p> <p>(4) 燃料の燃焼</p>
三 力学及び流体力学	<p>(1) 物体の運動, 力, モーメント, 圧力及び仕事</p> <p>(2) 摩擦及び潤滑</p> <p>(3) 材料に生じる応力の種類及び応力とひずみの関係</p> <p>(4) 水, 蒸気, 空気及び流体一般の性質</p>
四 材料工学	<p>(1) 材料の機械的性質</p> <p>(2) 機関用金属材料の焼入れ, 焼もどし及び焼なまし</p>
五 造船工学	<p>(1) 復原性及びトリムに関する理論及び要素</p> <p>※(2) トリム及び復原性を安全に保つための措置</p> <p>※(3) 区画室に損傷が生じ, その区画浸水がトリム及び復原性に及ぼす影響並びにこれに対応してとるべき措置</p>

<p>六 製図</p>	<p>※(4) 復原性, トリム及び応力に関する図表 ※(5) 応力計算機の使用法 ※(6) 船舶の復原性に関する IMO の勧告 (A167及びA206) についての知識 (7) 船体の抵抗及びプロペラのスラスト (8) 推進効率 (9) 船体構造の概要及び重要構成部の名称 機械製図法 投影法, 尺度, 線, 寸法, 表面あらさ, ねじ及び歯車の略図, 材料記号</p>
<p>4 執務一般に関する科目 一 当直, 保安及び機関一般 二 船舶による環境の汚染の防止 三 損傷制御 四 船内作業の安全 ※五 海事法令及び国際条約</p>	<p>(1) 入渠工事 (2) 次の(ア)~(ウ)を含む当直業務 (ア) 運輸省告示に示す機関部における航海当直基準に関する事項 (イ) 機関日誌 (ウ) 燃料油及び潤滑油の積込み並びにこれらの船内貯蔵 (3) 船内応急工作 (4) 機関備品及び消耗品 (5) 荒天作業 (1) 船舶による環境の汚染の防止の方法及び装置 (ア) 船舶による海洋の汚染及び大気汚染の原因並びにこれらの防止方法 (イ) ビルジ排出装置 (油水分離装置, 漏油防止装置及びビルジ貯蔵装置を含む。)並びに油及び廃棄物の処理装置 (焼却炉を含む。) の大要及びこれらの使用法 (ウ) ビルジ排出装置並びに油及び廃棄物の処理装置の開放, 清掃, 検査, 調整及び復旧 ※(2) 海洋環境の汚染の防止のために遵守すべき規則 海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律及びこれに基づく命令 (3) 海洋汚染の環境に及ぼす影響 (1) 浸水予防法 (2) 機関室その他の船内に浸水する場合の応急処置 船内作業において災害を防止するために遵守すべき事項 (1) 船員法及びこれに基づく命令 (ア) 船員法及び同法施行規則</p>

<p>※六 乗組員の管理, 組織及び訓練 ※七 英語</p>	<p>(イ) 船員労働安全衛生規則 (2) 船舶職員法並びに同法施行令及び同法施行規則 (3) 海難審判法 (4) 船舶安全法及びこれに基づく省令 (ア) 船舶安全法及び同法施行規則 (イ) 船舶設備規程 (ウ) 船舶消防設備規則 (エ) 船舶機関規則 (オ) 危険物船舶運送及び貯蔵規則 (カ) 海上における人命の安全のための国際条約及び満載喫水線に関する国際条約による証書に関する省令 (5) 検疫法及びこれに基づく命令 (6) 次の国際条約の概要 (ア) 海上における人命の安全のための国際条約 (イ) 船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約 (ウ) 船舶による汚染の防止のための国際条約 (1) 乗組員の乗下船及び執務に関する人事管理 (2) 船内の保安及び応急のための組織及び訓練 英文解釈及び英会話 機関日誌及び簡単な機関取扱説明書の解読並びに機関業務遂行に必要な表現と理解ができる程度</p>
---	---

タービン代替訓練技術検討委員会の検討の経過

1. 第1回代替訓練検討委員会(20年3月)

- (1) タービン代替訓練検討委員会の進め方について
- (2) タービン教育制度の現状

関連施設視察(20年5~11月)

- (1) 航海訓練所練習船プラント
LNG船プラント
- (2) 船社研修所の研修施設
教育機関の訓練施設
火力発電所 等

2. 第2回代替訓練検討委員会(20年12月)

- (1) 視察した施設における代替訓練の可能性について
- (2) 諸外国のタービン資格取得制度について

3. 第3回代替訓練検討委員会(21年1月)

- (1) タービン練習船実習と同等の代替訓練の方向性について

4. 第4回代替訓練検討委員会(21年3月)

- (1) STCW条約(シミュレータの使用指針)を踏まえた、代替訓練に適したシミュレータ、実験・実習装置に必要な機能及び訓練要件について

5. 第5回代替訓練検討委員会(21年4月)

- (1) タービン代替訓練技術検討委員会報告のまとめについて

タービン練習船の実習内容と代替訓練の方向性

現行タービン練習船の実習項目					代替の方向性（考え方）
科目	項目	細目	目標	実習・演習	
機関当直	航海当直	当直業務	◎入直前の心構え及び諸準備の理解 ◎当直業務の理解と、実務の習得	航海当直 ◇当直実施要領 a. 巡視・計測 b. 運転維持 c. 補機器運転操作 d. 当直交代要領 e. 報告連絡 ◇日誌記入 ◇機関区域無人化船の当直業務	○ディーゼル練習船による実習がある程度修了していることを前提として、代替訓練を目的とした新たなシミュレータ（以下「代替訓練に適したシミュレータ」という）を用いることにより代替訓練は可能である。 ただし、タービン船とディーゼル船は、基本的にプラント構成が違うこと、訓練の対象となる者がタービン船における実船経験をもたない者であることから、タービンプラントを経験させるなどの配慮が必要である。
				機関装置	
機関運転	機関装置	機器構造作動	◎主要機器の構造作動の理解	主機及び減速歯車点検実習 （「機関保守」実習と合同） ○低压タービン排気室及び主復水器上部の点検 ○減速機点検窓から歯車の点検 ○潤滑方法及び状態の確認	○大学、高専における座学期間に、タービンプラントの基本を理解させ、図面や代替訓練に適したシミュレータに組み込むビジュアル映像などを用いることによりある程度の代替訓練は可能である。 ただし、訓練の対象となる者がタービン船における実船経験をもたない者であることから、タービンプラントを経験させるなどの配慮が必要である。
				ボイラ外部点検実習 （「機関保守」実習と合同） ○ボイラの点検・補修要領	

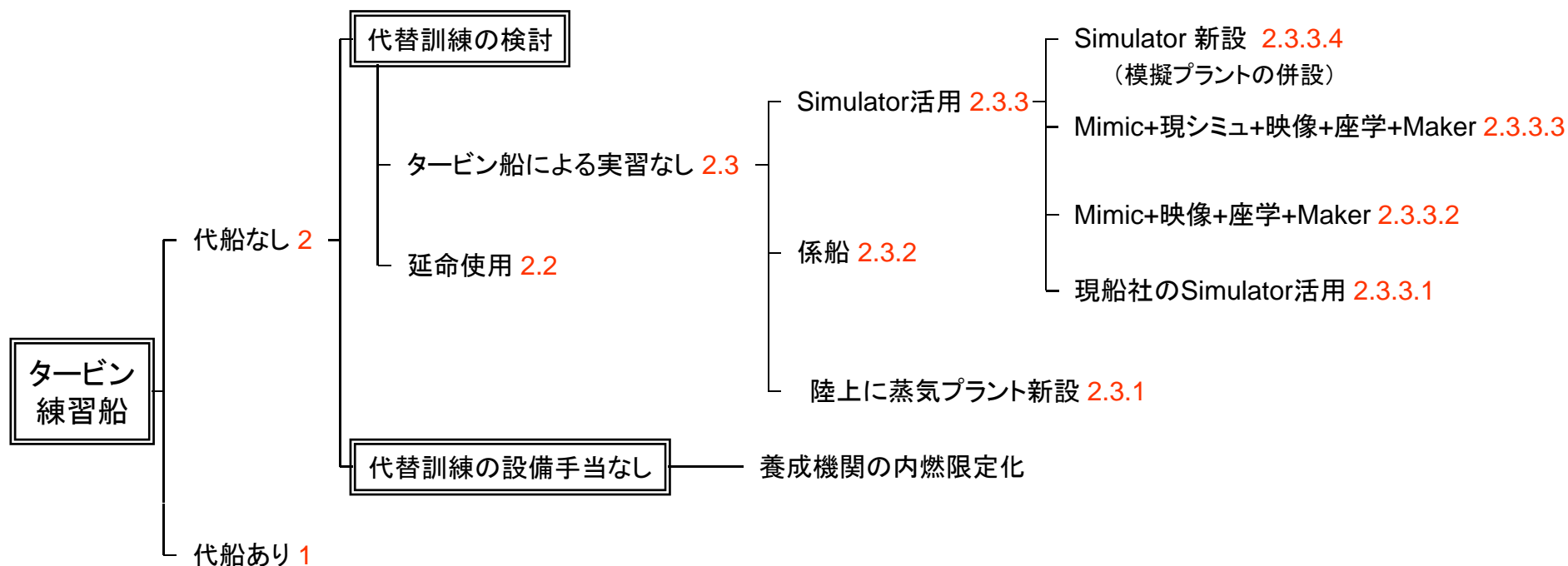
現行タービン練習船の実習項目					代替の方向性（考え方）
科目	項目	細目	目標	実習・演習	
機関運転	機関装置	制御装置・計装	◎自動制御装置、遠隔制御装置及び計装の機能の理解と取扱要領の習得	自動制御実習 ○ダイヤフラム弁の点検・調整 ○自動制御の原理、自動制御機器の機能、構造、作動の理解	○代替訓練に適したシミュレータ及び各教育機関における実験・実習装置により、ある程度の理解は可能である。 ただし、左記の内容（自動制御の原理、機器の機能、構造、作動）全部を理解させるには不足する部分がある。
				暖冷機実習、暖冷機直 ○タービンプラント操作要領を体得	○大学、高専における座学期間の実習と、代替訓練に適したシミュレータにより代替訓練は可能である。 ただし、訓練の対象となる者がタービン船における実船経験をもたない者であることから、タービンプラントを経験させるなどの配慮が必要である。
	出入港	運転準備 出入港操作 運転休止	◎出入港時の機関室配置の理解 ◎機関運転準備、出入港操作及び運転休止の各状態における機器相互の関連性の理解 ◎各作業の目的、時期、順序及び注意事項の理解と、実務の習得 ◎出港命令簿作成要領の習得 ◎主機操縦の経験	主機出入港作業 ○主機タービンの試運転 ○制御室操縦 ○増減速要領	○代替訓練に適したシミュレータによる操作で代替訓練は可能である。
				ボイラ出入港作業 ○バーナ交換作業 ○ボイラ共通作業 ○ボイラ休止作業 ○自動燃焼制御装置(ACC)操作	○代替訓練に適したシミュレータによる操作で代替訓練は可能である。 ただし、バーナーの交換作業など、シミュレータで対応できない実習については、モックアップ資材などによる訓練も必要である。
			主機機側操縦実習 ○蒸気タービン主機の運転特性を理解する。 ○主要構成機器の動作確認	○運転操作に対する応答性、タービン船の動特性などを組み入れた代替訓練に適したシミュレータを用いることで代替訓練は可能である。 ※サイズは別にして、タービンを増速、減速させることは学内の実験装置で可能であり代替訓練に適したシミュレータによる訓練と合わせて代替訓練は可能である。	

現行タービン練習船の実習項目					代替の方向性（考え方）
科目	項目	細目	目標	実習・演習	
機 関 運 転				ボイラ点消火実習 ○2胴水管ボイラの点消火方法の習得	○代替訓練に適したシミュレータによる操作で代替訓練は可能である。
		補機器 運転操作	◎主要補機器の運転要領の理解 ◎主要補機器の運転許容限度の理解 ◎主要補機器の運転操作の習得	ターボ発電機切替実習 ○ターボ発電機発停方法の習得	○ディーゼル練習船において発電機の切替要領、ディーゼル発電、タービン発電の意味を理解していれば、ターボ発電機の切替えは代替訓練に適したシミュレータによる訓練で代替訓練は可能である。
		経済操作	◎機関効率測定と経済性の理解 ◎機関効率とヒートバランス算出法の習得 ◎プラント経済操作の習得	効率測定 ○抽気・無抽気運転の違い ○再生サイクルの理解 ○効率測定研究発表会	○タービン船の動特性を組み入れた代替訓練に適したシミュレータにより代替訓練は可能である。
		運転操作		ブラックアウト実習 ○緊急時に要求される操作	○代替訓練に適したシミュレータにより制御室における操作手順は代替訓練で可能である。 ただし、絶対に壊れない、何回でもできるという安心感のもとでの訓練になるため、予測できない故障への対応など実機でしか会得できないことへの対応についても考慮する必要がある。
		応急処置	◎機器故障に対する応急処置要領の習得		

現行タービン練習船の実習項目					代替の方向性（考え方）
科目	項目	細目	目標	実習・演習	
				主機機側操縦実習 ○蒸気タービン主機の運転特性の理解 ○主要構成機器の動作確認	○タービン船の動特性を組み入れた代替訓練に適したシミュレータにより代替訓練は可能である。

現行タービン練習船の実習項目					代替の方向性（考え方）
科目	項目	細目	目標	実習・演習	
機関保守	保守整備	計画保守	<ul style="list-style-type: none"> ◎故障と修理の理解 ◎機関全般の計画保守の考え方及びその策定法の理解 ◎船内保守作業のすすめ方、安全対策及び留意事項の理解 ◎保守計画の実際と主要保守作業の実施要領の理解 ◎船内工作設備、バックイン、工具及び計測器具の種類と取扱方法の習得 ◎船内保守作業に必要な基本的知識及び技術の習得 ◎入渠時保守作業の概要の理解 	主機及び減速歯車点検実習 ○低圧タービン排気室及び主復水器上部の点検 ○減速機点検窓から歯車の点検 ○潤滑方法及び状態の確認 タービン整備作業 ○通常行われている整備作業 ボイラ外部点検実習 ○ボイラの点検・補修要領 ボイラ整備作業 ○通常行われている整備作業	○ボイラ外部点検、減速歯車は、メーカーもしくは実際のタービン船でしかできない。 ただし、新たなシミュレーターの仕様、設置場所を含め代替実習の具体的な内容、カリキュラムを決める段階でメーカー見学などの代替案を考える。
			ボイラ水試験実習 ○高温高圧ボイラのボイラ水管理 a. 缶水採取 b. 缶水分析・評価 c. 清缶剤投入	○基本さえ理解していれば、ディーゼル船上でも対応できるので代替が可能。	
	点検調整	調整基準 耐用限度	◎機関各部の調整基準、損耗度と耐用限度の関連の理解	ボイラ外部点検実習 ○ボイラの点検・補修要領	○ボイラ外部点検、減速歯車は、メーカーもしくは実際のタービン船でしかできない。 ○メイックアップ、スピルなど、タービンプラント特有の装置があるが、自動制御機器単体の実習についてはディーゼル船、学内実習で代替は可能。 ただし、代替訓練に適したシミュレータの仕様、設置場所を含め代替実習の具体的な内容、カリキュラムを決める段階でメーカー見学などの代替案を考える。
点検調整		◎機器主要部の点検調整要領の習得	減速歯車点検実習 自動制御実習 ○ダイヤフラム弁の点検・調整 ○自動制御の原理 ○自動制御機器の機能、構造、作動		
機関要務	機関書類	図面	◎各種図面の見方の習得		

タービン代替訓練にかかる検討経路図



<備考>

Mimic* : ミミック式シミュレーター
 映像 : 機器や作動を映像で表示
 座学 : 教育機関が有するタービン実験装置
 Maker : タービン、ボイラメーカー
 現シミュ : 現在船社が有するシミュレーター

* ミミック式シミュレーターは個人用訓練に活用

資料 8

STCW条約 (95) におけるシミュレーターの使用に関する指針

STCW条約における機関部職員の能力要件については、その能力項目により「適切な場合、承認されたシミュレータ訓練」という能力証明が認められ、次のとおりシミュレータ訓練に関する指針が具体的に示されている。

「主機及び補機運転シミュレーション」に関する具体的な内容は、勧告基準としてBコードに示されているが、その訓練や、評価などの基準は、強制基準としてAコードに定められている。

我が国において、機関科教育における能力証明を行うためのシミュレータは未だ認定されているものはないが、タービン練習船の代替訓練における新たな概念のシミュレータ訓練については、同条約に示されるシミュレータ訓練に関する指針を把握し、これらを踏まえた制度設計が必要と考えられる。

以下に、STCW条約 (95) におけるシミュレータ関連部分を抜粋し列記する。

(第 1-12 規則) シミュレーターの使用

1. STCWコードA部第 1-12 節の性能の基準その他の規定及びSTCWコードA部に定める関連するすべての証明書に関するその他の要件は、次の事項について遵守しなければならない。
 - .1 シミュレーターの使用が義務付けられた訓練
 - .2 シミュレーターを用いて実施される能力の評価にあつてはSTCWコードA部の規定に要求されるもの
 - .3 STCWコードA部の規定により要求される持続的な技能のシミュレーターを用いた証明
2. — 略 —

(A-I/12節) シミュレータの使用を規律する基準

(第1部 性能基準)

訓練に使用されるシミュレータの一般的な性能基準

- 1 締約国は、シミュレータを使用した強制訓練に使用されるすべてのシミュレータが次の要件を満たしていることを確保しなければならない。
 - .1 選択された目的及び訓練内容に沿ったものであること。
 - .2 機器の作動については、訓練目的に合った現実に近い水準で、機器の性能や限界そして可能性のある誤差を含めて模擬できること。
 - .3 訓練生が訓練目的にあった技能を修得することが可能なように、作動に十分な現実性を有していること。
 - .4 訓練目的に応じて、非常事態や危険な状態又は異常な状態を含め、様々な状態の設定が可能な動作環境を与えることができること。
 - .5 訓練生が機器と、模擬された環境及び適切ならば、これに加えて教官との間に、相互に作用することが可能なインターフェースを有すること。
 - .6 訓練生に対する効果的な事後説明のため、教官による操作、監視及び記録が可能であること。

能力評価のために使用されるシミュレータに対する一般的な性能基準

- 2 締約国は、条約により要求される能力評価又は能力維持の証明のために使用されるシミュレータは次の要件を満たしていることを確保しなければならない。
 - .1 特定の評価目標を満たすことが可能であること
 - .2 機器の作動については、評価目的に合った現実に近い水準で、機器の性能や限界そして可能性のある誤差を含めて模擬できること。
 - .3 資格証明を得ようとする者が訓練目的に合った技能を習得することが可能なように、作動に十分な現実性を有していること。
 - .4 資格証明を得ようとする者が機器と模擬された環境との間に、相互に作用することが可能なインターフェースを有すること
 - .5 訓練目的に応じて、非常事態や危険な状態又は異常な状態を含め、様々な状態の設定が可能な動作環境を与えることができること。
 - .6 資格証明を得ようとする者に対する効果的な事後説明のため、教官による操作、監視及び記録が可能であること。

(B-I/12節) シミュレータの使用に関する指針

シミュレータを訓練又は能力評価に使用する場合には、訓練又は評価を行うにあたり、次の指針を考慮すること

42 主機及び補機運転シミュレーション

機関室シミュレータは、主機及び補機システムの模擬が可能であること。かつ、以下が可能な設備を導入すること。

- .1 通信機器、適切な主機及び補機の推進機器及びコントロールパネルを用いた海上及び港に対する実時間の運用環境を創り出すこと。
- .2 関連の補助システムを模擬すること。
- .3 機関の性能を監視及び評価し、監視システムを制御すること。
- .4 機関故障を模擬すること。
- .5 模擬された運用環境に影響を与えるために種々の外部環境を変更可能なこと。
例えば、天候、船舶の喫水、海水温度、気温
- .6 教官が管理された外部環境を変更可能なこと。例えば、蒸気、雑用蒸気、空気圧、氷の状況、クレーン、電源、船首スラスト、船体荷重
- .7 教官が管理された模擬性能を変更可能なこと。例えば、緊急運用、過程への反応、船体応答
- .8 ある過程を同時に行うための設備を設置すること。例えば、速力、電気システム、DO システム、LO システム、HO システム、海水システム、蒸気システム、特定の訓練を行うための排ガスボイラ及びターボ発電機

(A-I/6節) 訓練及び評価

- 1 締約国は、条約の下での資格証明のために行われる船員の訓練及び評価が、次のように実施されることを確保しなければならない。
 - .1 規定された能力基準の達成に必要な講義、手続及び訓練素材といった方法及び媒体を含む、書面による計画に基づき構成されること。
 - .2 4、5及び6に基づく能力を有する者によって実施、監視、評価及び支援されること。
- 2 船内において実務訓練又は能力評価を実施する者は、当該訓練又は評価が船舶の通常の運航に悪影響を与えず、時間及び注意を訓練又は評価に割くことが可能な場合にのみ、そのような訓練又は評価を行わなければならない。

教官、監督者及び評価者の能力

- 3 締約国は、教官、監督者及び評価者が、条約により要求されるように、本節の規定に基づき、船内又は陸上における船員の実務訓練又は能力評価の種類と水準に応じた適切な能力を有することを確保しなければならない。

実務訓練

- 4 条約の下で資格証明のための能力評価に供される、船内又は陸上における船員の実務訓練を実施する者は、次の要件を満たさなければならない。
- .1 実施する訓練の種類に応じた訓練計画を評価し、かつ訓練目的を理解すること。
 - .2 訓練が実施される業務に対する能力を有していること。
 - .3 シミュレータを使用して訓練を行う場合には、次の要件を満たさなければならない。
 - .3.1 シミュレータの使用法を含む、教習技術の適切な指導を受けていること。
 - .3.2 使用するシミュレータの種類に応じて、当該シミュレータの実際の運用経験を有していること。
- 5 条約の下で資格証明のための能力評価に供される船員実務訓練の監督に責任を有する者は、実施される訓練の種類に応じた訓練計画及び訓練目的を完全に理解しなければならない。

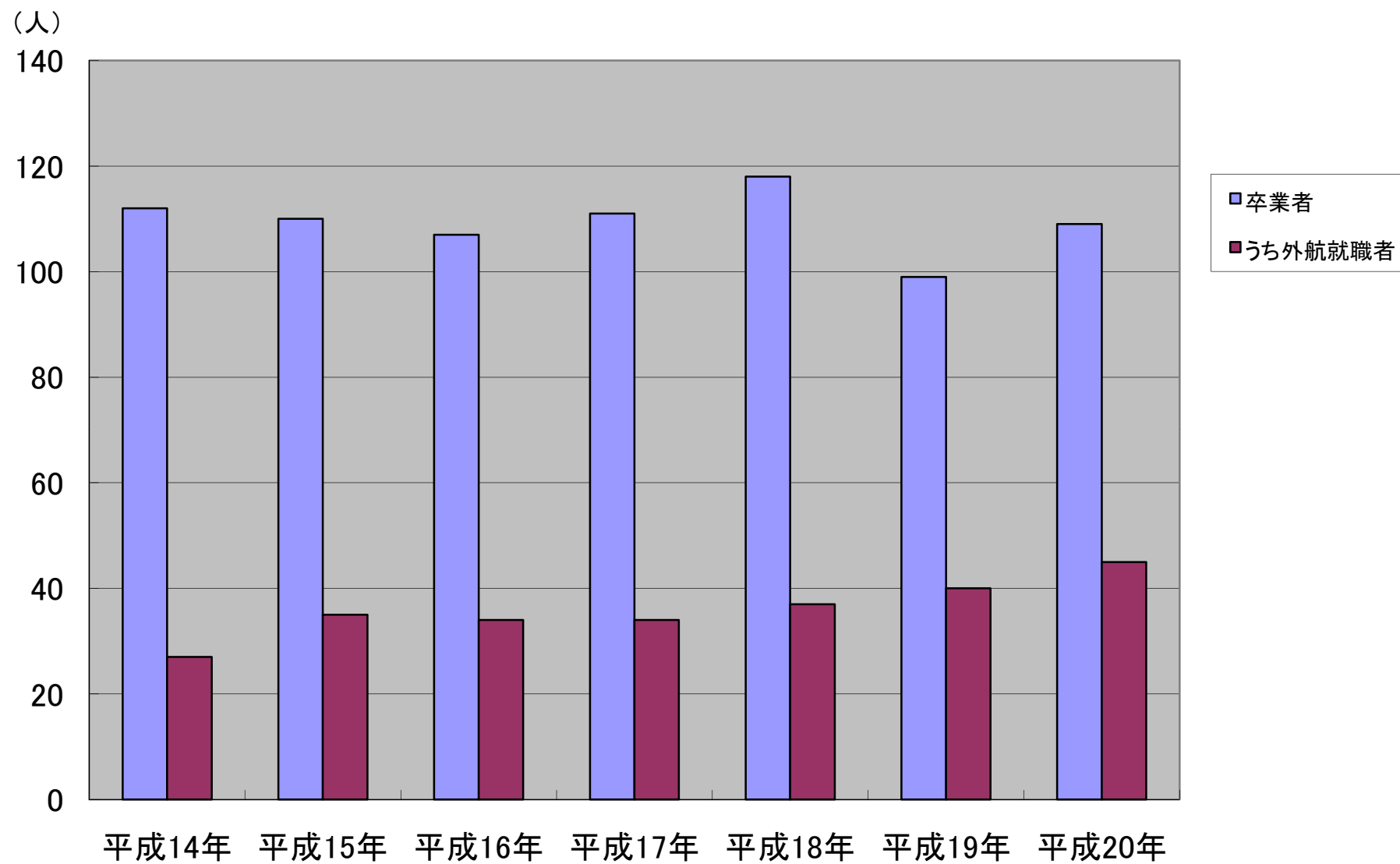
能力評価

- 6 条約により要求される証明書を発給するための能力評価に供される船員の実務能力の評価を船内又は陸上において行う者は、次の要件を満たさなければならない。
- .1 評価が行われる能力について、適切な水準の知識を有しかつ理解していること。
 - .2 評価が行われる業務に対する能力を有していること。
 - .3 評価方法及びその具体的手法について、適切な指導を受けていること。
 - .4 実際の評価経験を有していること。
 - .5 シミュレータを使用しての評価を行う場合には、シミュレータの種類に応じて、経験を有する評価者の監督下において当該評価者を満足させる実際の評価経験を有していること。

訓練機関における訓練及び評価

- 7 条約により要求される証明書の発給要件の一部として、訓練課程、訓練機関又は訓練機関によって与えられた資格を承認する締約国は、教官及び評価者の資格及び経験がA-I / 8節の資質基準を満たすことを確保しなければならない。
- それらの資格、経験及び資質基準の適用は、指導技術、訓練及び評価の方法及び慣行の適切な訓練を統合し、4から6までの適切な要件に適合しなければならない。

大学及び商船高等専門学校機関科卒業生数と外航就職者数の推移



(海事局調べ)

世界の船員教育(タービン船免許取得概要)

国名	レベル	免許種類	主要訓練施設	訓練期間	乗船実習	備考
					実習船	
日本	大学、高専	限定なし(*1)	タービン船	3か月	練習船	12か月の乗船実習のうちタービン船による実習を3か月以上
UK	大学	Diesel Steam Combine	タービン船	4か月	商船	[Steam]の資格を得るには、6月の乗船実習のうちタービン船における4月以上の当直業務が必要 ※[Diesel]の場合は、6月のうちディーゼル船4月以上。 [Combine]の場合は、タービン、ディーゼル、それぞれ4月以上、合計8月の乗船履歴が必要
USA	大学	Diesel Steam Combine	タービン船	60日	練習船 商船	8週間=60日(2か月の乗船)×3回の練習船又は商船による実習で、3rd Assistant Engineerの資格を受験 タービンにかかる訓練は、60日(全訓練期間の1/3)
カナダ	大学	Diesel Steam	タービン船	6か月	商船	大学卒業後、ディーゼル4級資格を取得、その後、機関士として6か月のタービン船乗船後に海技試験を受験
オランダ	大学	区別なし	規定なし(*2)	360日 (N:180,E:180)	練習船 (商船)	航機両用教育を実施。 免許に(Diesel、Steam)の区別はなく、航機各180日の練習船実習により、Master、C/E、First Maritime Officerの3つの資格を受験 ※商船を用いた乗船実習
韓国	大学	区別なし	規定なし	360日	練習船	免許に(Diesel、Steam)の区別はなく、ディーゼル船の実習で免許を取得 船社へ就職後、LNG船等に乗船し、会社独自の訓練を実施
フィリピン	大学	区別なし	規定なし	360日	練習船 商船	免許に(Diesel、Steam)の区別はなく、ディーゼル船の実習で免許を取得 船社へ就職後、LNG船等に乗船し、会社独自の訓練を実施

(*1)「限定なし」:ディーゼル、タービンの免許資格に限定はない。

(*2)「規定なし」:船種による訓練の要件がない(タービン船を所有していない)。