

蒸気タービンに係る教育・訓練の 実態調査報告

平成22年3月



財団法人 海技振興センター

目 次

I	はじめに	1
II	タービン代替訓練技術検討委員会の報告による提言	2
III	調査結果	3
IV	海外調査	4
	1. 調査対象国及び調査対象機関	4
	2. 調査実施者	4
	3. 調査日程	4
	4. 調査結果	6
	4.1 イギリス Warsash Maritime Academy (WMA)	6
	4.2 ドイツ Wismar 大学	21
	4.3 トルコ ITUMF 及び PIRI REIS 大学	28
V	国内調査	34
	1. 調査対象機関	34
	2. 国内調査実施者	34
	3. 国内調査日程	34
	4. 調査結果	35
	4.1 海上保安大学校	35
	4.2 独立行政法人水産大学校	38
VI	所感	42
	1. イギリス Warsash Maritime Academy (WMA)	42
	2. ドイツ Wismar 大学	43
	3. トルコ ITUMF 及び PIRI REIS 大学	43
	4. 海上保安大学校	44
	5. 独立行政法人水産大学校	45
VII	おわりに	46
VIII	記録写真 (教育・訓練設備)	47
	1. イギリス Warsash Maritime Academy (WMA)	47
	2. ドイツ Wismar 大学	51
	3. トルコ ITUMF	56
	4. トルコ PIRI REIS 大学	59
	5. 海上保安大学校	62
	6. 独立行政法人水産大学校	64

蒸気タービンに係る教育・訓練の実態調査

I はじめに

財団法人海技振興センター(以下、センター)は、広く海事社会に貢献するため、また、国の船員行政に係る支援を行うための様々な活動を行っています。現在、国土交通省海事局は、まもなく船齢30年を迎える蒸気タービン練習船の用途廃止が間近に迫っていることから、養成する機関士の質的低下を招くことのないよう、三級海技士(機関)に係る蒸気タービン練習船における教育・訓練の代替の可能性を検討し、続いて、資格制度についても検討を行おうとしているところです。

このため、センターは、平成20年度に国土交通省海事局と協力して「タービン代替訓練検討委員会」を設置し、蒸気タービン練習船で行われている教育・訓練に対する分析、民間船社の訓練施設やLNG船の視察等を行い、当該教育・訓練の代替に係る問題点や提言等を取りまとめました。また、平成21年度には、センターは、三級海技士(機関)の資格取得制度の検討に資するため、海外及び国内の船員教育・訓練機関における蒸気タービンに係る教育・訓練の現状を調査しました。

海外調査に関しては、2007年から開始されているIMOにおけるSTCW条約及びコードの包括的見直しに係る改正論議を通じて交流のあった国々の中から、船員教育制度、機関科教育に対する積極性や考え方などを総合的に勘案し、また、地理的な要件と調査期間も考慮して、今回はイギリス、ドイツ及びトルコを調査対象国としました。そして、海外調査に当たっては、基本情報として機関士養成制度も合わせて調査しました。また、教育・訓練施設については、蒸気タービンの教育に係る設備を重点的に調査しながらも航海科関係の設備を含め各機関が保有する主要な設備という観点から調査しました。

国内調査では、内燃機関限定の養成機関であるものの、長年にわたり蒸気タービンに係る教育を実施している海上保安大学校および独立行政法人水産大学校を調査しました。

本稿は、これらの調査結果を報告したものです。

Ⅱ タービン代替訓練技術検討委員会の報告による提言

1. 平成 20 年度に実施されたタービン代替訓練技術検討会は、その報告書(平成 21 年 4 月)で次を提言した。

1.1 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。

1.2 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。

1.3 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。

2. 同時に同検討委員会は、今後の検討(補足)として、次の選択肢についての検討を提言した。

2.1 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。

2.2 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。

3. 資格制度検討のための調査

センターは、報告書の提言に対し、第2回代替訓練検討委員会(報告書資料5)で示された諸外国のタービン資格取得制度の調査が未実施であること、および代替訓練が可能な施設の対象としての内燃機関三級教育を実施している機関の視察が実施されていないことから、今後の資格制度検討に資するため国土交通省海事局と協力し、STCW条約下での訓練・教育実態の調査を実施することとし、タービン代替訓練技術検討会の委員が所属する組織に、協力を依頼した。

III 調査結果

1. 蒸気タービンに係る教育・訓練のあり方について、カリキュラムや設備に違いはあるが、どの教育機関でも知識と実践的技能の両面からの教育・訓練が行われていた。
2. 機関科教育全体(専門課程)の中で蒸気タービンが占める割合は、概ね15%前後である。
3. 座学課程における教科内容については、各機関の間でほとんど差異は見られなかった。(但し、時間的な観点から相互の比較はできなかった。)
4. どの教育機関も蒸気タービンに係る教育・訓練は、技術的観点から欠かせないという認識を持っていた。
5. どの教育機関でも実践的技能の習得に関して、保有する設備を最大限に活用しようという意欲と工夫が見られた。(但し、トルコについては、設備面の不足は否めない。)
6. ドイツ及び水産大学校は、実機あるいは実船での実践的訓練の重要性を強調した。
7. 設備に関して、蒸気タービンプラントシミュレーターを保有しているのは、イギリスのWMAだけであった。しかし、WMAは、これを新人教育には、利用していない。
8. 実機の実習用蒸気タービンプラントを学内に保有しているのは、Wismar大学、水産大学校及び海上保安大学校であった。海上保安大学校の当該実習設備は、他の二校と比べ小型化されているが、必要な機器は配置されていた。
9. イギリスは、蒸気タービン船に特化した海技免状制度を有していると確認した。
10. イギリス及びドイツは、資格取得の過程で実務経験を重視している。

各機関の調査の詳細は、下記に示す。

IV 海外調査

1. 調査対象国及び調査対象機関

海外調査における調査対象機関については、以下のとおり各国における代表的な船員教育機関とした。なお、調査に際しては、センターが平成 21 年 12 月に作成した蒸気タービンの教育用 DVD を紹介し、併せて日本の船舶職員養成制度なども紹介した。

1.1 Warsash Maritime Academy (Solent University Maritime Faculty)

Newtown Road, Warsash Southampton SO31 9ZL The United Kingdom

1.2 Wismar University (University of Applied Sciences Technology, Business and Design)

Bereich Seefahrt Richard-Wagner-Str. 31 18119 Rostock Germany

1.3 Istanbul Technical University Maritime Faculty (ITUMF)

81716 Tuzla Istanbul Turkey

1.4 PIRI REIS University

34940 Tuzla Istanbul Turkey

2. 調査実施者

海外調査実施者は、以下のとおりである。

橋本 誠悟 ((独) 航海訓練所 安全推進室長)

吉本 誠義 ((財) 海技振興センター 技術・研究部長)

3. 調査日程

海外調査の日程については、海外調査実施者が同時期に IMO 本部で開催される STW41 会合に出席することから同会合終了後、引き続いて本調査に着手することとした。このため、イギリス、サザンプトン市の Warsash Maritime Academy から調査を開始した。また、最終日にはトルコ船主協会を訪問し、船員事情などについて意見交換した。具体的な調査日程は、下表のとおりであった。

<調査日程>

	調査機関等	発	着
1月9日(土)		成田	ロンドン
1月11日(月) ～15日(金)	IMO本部におけるSTCW条約の 改正審議に参加(STW41)		
1月16日(土)		ロンドン	サザンプトン
1月18日(月)	W. M. Academy		
1月19日(火)		サザンプトン	ハンブルク
1月20日(水)		ハンブルク	ロストック
1月21日(木)	Wismar University	ロストック	ハンブルク
1月22日(金)		ハンブルク	イスタンブール
1月25日(月)	ITUMF PIRI REIS University		
1月26日(火)	Turkish Chamber of Shipping	イスタンブール	
1月27日(水)			成田

4. 調査結果

4.1 イギリス Warsash Maritime Academy (WMA)

4.1.1 WMA の概要

WMA は、サザンプトンから南東約 20 km の Warsash に設立されてから約 60 年の歴史を持つ船員教育機関であり、現在は、イギリス、サザンプトン市の中心部に位置するソレント大学の一学部となっている。しかし、現在でも設立当時と同じ Warsash で一貫して国際海運界に人材を送り出しており、船主側にとって良く知られた名前であるので、現在でもその名称は変えられておらず、WMA の名前が引き継がれている。また、入手したガイドダンスには、以下のような紹介がされている。

WMA は、人材育成ばかりでなく調査研究や海事コンサルタント業務の分野でも世界をリードしてきた船員教育機関でもある。

現在の WMA では、実践的な安全訓練から航海士、機関士及び電気技師の資格取得につながる教育・訓練の他、様々な短期講習コースを提供しており、海運界からのあらゆるニーズに応えられる体制が整えられている。これらの教育・訓練コースについては、自己開発された訓練プログラムとして高い評価を得ており、船員を目指す若者に対して大きな可能性を秘めた教育・訓練環境を提供している。

4.1.2 面談者

調査にあたり下表の方々と面談した。

<面談者>

氏名	役職等
Mr. Nick BALL	Doctor Principal Lecturer
Mr. David GATFIELD	Doctor Principal Lecturer
Mr. Bill SWANTON	Senior Lecturer
Mr. Ben CHRISTIE	Senior Lecturer
Mr. Colin LAKER	Lecturer

4.1.3 イギリス機関士資格取得制度

イギリスでは、船舶機関士として乗船勤務をするための資格取得には職業資格ルートと国家試験ルートの二つのルートがあり、表-1 のとおり前者には5段階の資格ランク、後者には3段階の資格ランクがある。そして、各ランクには、3種類の資格（Motor 資格、Steam 資格及び Motor と Steam の両用資格）がある。

表-2 に機関士資格の種類及び履歴要件を、図-1 にイギリス国家試験ルートによる機関士資格取得制度を示す。

<STCW 95に基づく機関士資格>

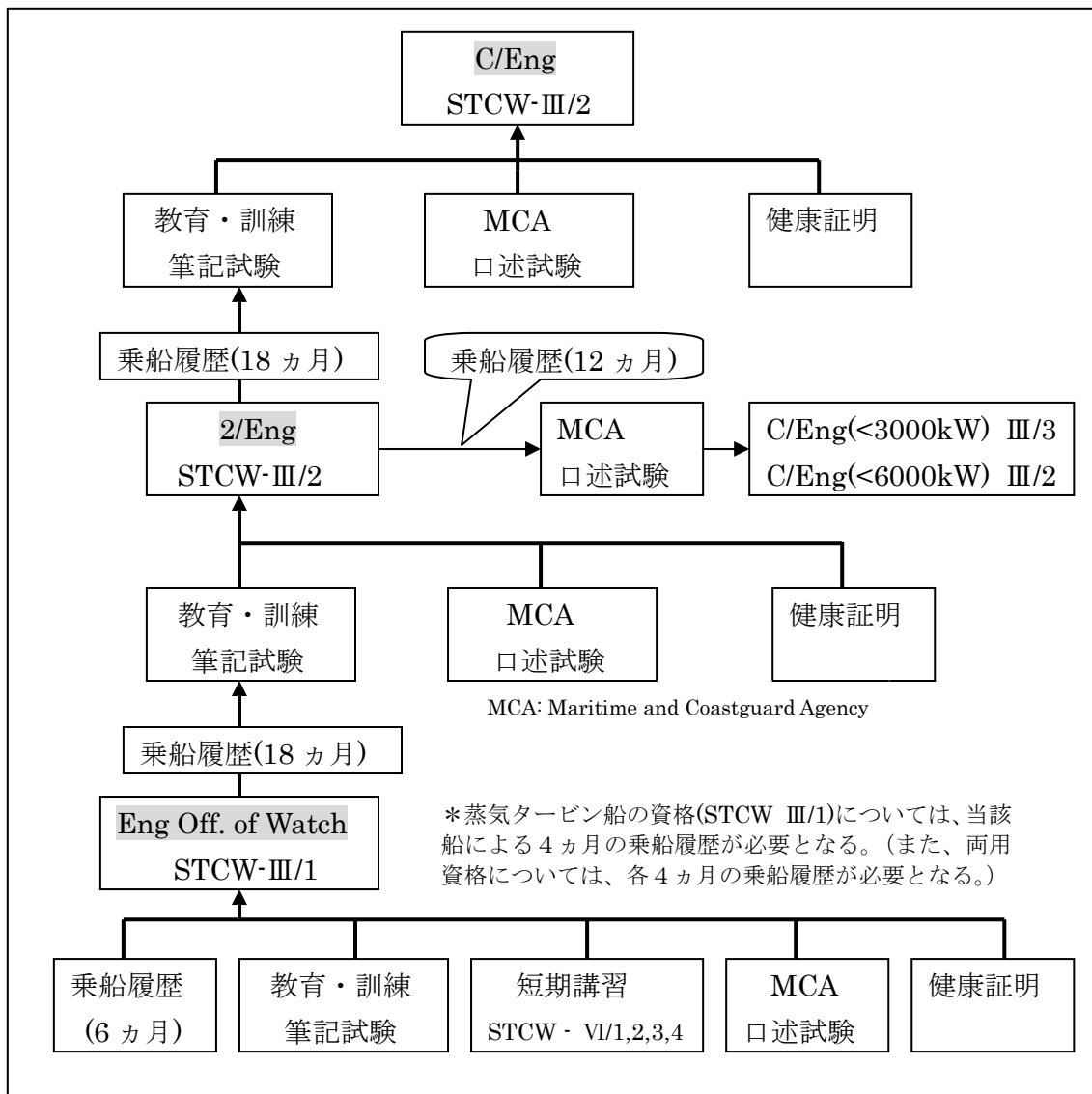
表-1

職業資格ルートによる機関士資格	国家試験ルートによる機関士資格
Reg III/1 Eng. Officer of Watch	Reg III/1 Eng. Officer of Watch
Reg III/3 2nd Eng. <3,000kW	Reg III/2 2nd Eng. Unlimited
Reg III/2 2nd Eng. Unlimited	Reg III/2 Chief Eng. Unlimited
Reg III/3 Chief Eng. <3,000kW	
Reg III/2 Chief Eng. Unlimited	

<イギリス 機関士資格取得に必要な乗船履歴 (国家試験ルート) >

表-2

STCW 95 Reg. III/1 Engineer Officer of Watch	Minimum sea service on main propulsion machinery or UMS Duties (on ships of 350kW or more)	Total minimum sea service
Motor (M)	6 months (4 months of which on watchkeeping or UMS duties on motor ships)	6 months
Steam (S)	6 months (4 months of which on watchkeeping or UMS duties on steam ships)	6 months
Combined (S&M)	8 months (4 steam and 4 motor on watchkeeping or UMS duties)	8 months
STCW 95 Reg. III/2 2nd Engineer Unlimited	Minimum sea service while qualified as III/1 Eng. Off. of Watch (on ships of 750 kW or more)	Total minimum sea service
Motor (M)	18 months (9 months of which in charge of watch or UMS duties on motor ships)	24 months
Steam (S)	18 months (9 months of which in charge of watch or UMS duties on steam ships)	24 months
Combined (S&M)	18 months (9 steam and 9 motor in charge of watch or UMS duties)	26 months
STCW 95 Reg. III/2 Chief Engineer Unlimited	Minimum sea service while qualified as III/2 2nd engineer (on ships of 1,500 kW or more)	Total minimum sea service
Motor (M)	18 months (9 months of which in charge of watch or UMS duties on motor ships of 3,000 kW or more)	42 months
Steam (S)	18 months (9 months of which in charge of watch or UMS duties on steam ships of 3,000 kW or more)	42 months
Combined (S&M)	18 months (9 steam and 9 motor in charge of watch or UMS duties on ships of 3,000 kW or more)	44 months



この資格制度は、日本のように3、2、1級海技士（機関）と段階を踏む度に乗船履歴を満たし、国家試験に合格しなければならないが、資格によって履歴に係る船種が規定されているところが日本と異なる。

蒸気タービン船で機関士の職を執るには、蒸気タービン船資格が必要であり、この資格を得るには蒸気タービン船での履歴が求められる。すなわち、日本の3級資格相当の場合で4ヶ月以上、2級資格相当で3級資格取得後9ヶ月以上、1級資格相当で2級資格取得後9ヶ月以上、つまり、蒸気タービン船において機関長職を執る場合、合計で22ヶ月以上のタービン船履歴が求められる。

4.1.4 教育・訓練の内容

イギリスでは、機関士資格取得制度の各ルートにおいて定められている教育・訓練の内容（シラバス）を Maritime and Coastguard Agency (MCA)が統一的に定めている。MCA

は、教育・訓練に必要なシラバスを日本の試験科目・細目のような形で定めており、これがイギリスとして機関士にどのような知識、技能を求めているかの判断基準となっている。したがって、各教育・訓練機関は、このシラバスに基づき教育カリキュラムや訓練プログラムを策定し、教育・訓練を実施している。

4.1.5 イギリスの蒸気タービンに係る能力要件

表-3 に MCA が策定した口述試験のシラバスを示し、表-4 に筆記試験のシラバスを示す。(表-3、4 中、網掛け部分は、蒸気タービンに係る部分を示す)

これによれば、運用水準における口述試験では、海事工学の主機等及び舶用機関システム維持のカテゴリで蒸気タービンの基礎的な知識を求めていると考えられる一方で、蒸気タービンに特化した内容は含まれておらず、管理水準の Reg-III/2 (Chief and Second Engineer) 口述試験共通シラバスだけに蒸気タービンに特化した内容が含まれている。また、筆記試験においても運用水準では、蒸気タービンに関する内容は含まれておらず管理水準における 2/Eng 及び Chief/Eng. 試験だけに蒸気タービンに特化した内容が含まれている。

蒸気タービンに特化した内容では、蒸気タービンに関する広範な知識、技能のほか、出力評価及び効率運転、自動化設備、監視・警報システムに関する知識を求めている。さらに特に発電機用タービン及び関連機器についても具体的に必要な知識・技能として掲げている。

<イギリス 海技試験シラバス (口述試験) >

表-3

<p>口述試験シラバス</p> <p>STCW Reg-III/1 (Engineer Officer of the Watch)</p> <p>以下のシラバスは、主に環境保護及び安全のための設備の正しい運用及びプラントの安全で効果的な操作に関するものである。(*蒸気タービンに特化した内容はなし)</p> <p>1. 海事工学</p> <p>1.1 当直維持</p> <p>1.2 主機、補機器、制御機器操作</p> <p>2. 電気、電子、制御工学</p> <p>2.1 発電機及び制御機器操作</p> <p>3. 保守・整備</p> <p>3.1 舶用機関システム維持</p> <p>4. 運航管理及び船上の人の保護</p> <p>4.1 汚染防止要件の遵守</p> <p>4.2 耐航性の維持</p> <p>4.3 火災防止、対策、消火</p> <p>4.4 救命設備操作</p>
--

4.5 法的要件

STCW Reg-III/2 (2nd Engineer)

口述試験は、構造の詳細、船用システム及び機器の作動原理、安全で効率的なプラント操作、環境保護と安全の為の設備の正しい運用及び資格を有する機関士の法的管理責任に関することである。加えて、候補生は、機関長が航海中に職務が遂行できなくなった場合でも機関長の任務を引き受け、安全に船を次の港まで導けるような十分な知識を示すことが求められる。

STCW Reg-III/2 (Chief Engineer)

口述試験は、操作、船用機器の保守・管理、特に機器の性能における不調の認識そして監視装置からの情報の解析及び判断に関するものである。また、これには環境保護と安全に直接関係する非常時の手順、最新の運航知識及び機関長の法的職務を含む。

STCW Reg-III/2 (Chief and Second Engineer)口述試験共通シラバス

1. 船用機関システムの維持、試験、操作

1.1 以下を含む船用ディーゼル推進機関

1.2 以下を含む蒸気タービン推進機関

- ① ボイラ及び付属品
- ② 蒸気供給システム
- ③ 蒸気タービン
- ④ 減速装置及び潤滑システム
- ⑤ 給水システム

1.3 出力評価及び効率運転

1.4 自動化設備及び警報システム

1.5 機器に関連する監視、計測機器

1.6 操縦法、船橋操縦機器及びC P P

1.7 補助機関及び関連機器

1.8 補助タービン駆動プラント及び関連機器

1.9 空気圧縮機、空気槽及び関連機器

1.10 燃料、潤滑油、冷却水性状試験及び安全な状態を維持するために必要な対策

1.11 ボイラ水試験及び安全な状態を維持するため取るべき処置、条件

1.12 ビルジ、バラスト及び燃料移送システム

1.13 汚染防止機器及びシステム

1.14 操舵装置及びバウスラストを含めシステムの安定性

1.15 冷凍・空調システム

1.16	荷役装置及び甲板機器
1.17	造水装置及び関連システム
2.	電気、電子及び制御工学
	略
3.	保守・整備
	略
4.	船舶の操作、船上の人の保護
	略

<イギリス 海技試験シラバス (筆記試験) >

表-4

STCW Reg-III/2 (2nd Engineer) 筆記試験シラバス	
(蒸気タービンに係る部分の抜粋)	
3.	応用熱工学
3.1-3.7	略
3.8	ノズル及び蒸気タービン
(1)	ノズルを通る蒸気の流れに関する簡単な問題の解答
①	ノズルの定義、蒸気タービンにおけるノズルの位置
②	ノズル出口における K.E の上昇がエンタルピーに対して比例
③	①と②に関する簡単な問題の解答
④	速度線図の作成及び反動タービンと衝動タービンの単一段落における出力
⑤	タービン羽根に作用する蒸気入口と出口の速度ベクトル
⑥	入口及び出口線図から単一线図作成
⑦	複合線図における速度線図
⑧	ブレード摩擦の効果 (ブレード速度係数)
⑨	衝動タービンの単一段落における出力に関する説明
⑩	①から⑤に関連する問題の解答
⑪	反動タービンの単一段落に対する複合速度線図作成
⑫	反動の度合いの検討及び 50%反動が通常であることを説明し、パーソンタービンに言及
⑬	反動タービンで生ずる力の表現について説明
⑭	⑫から⑬に関連する簡単な問題の解答
⑮	ブレードにおける軸方向の力の解答
3.9	冷凍機
	略

3.10 燃焼

略

3.11 ボイラ給水性状

略

STCW III/2 (Chief Engineer) 筆記試験シラバス (抜粋)

1. 応用熱工学 (*1.1~1.8 及び 1.10 の教科内容省略、1.9 のみ表示)

1.1 熱力学システム

1.2 熱力学プロセス

1.3 熱機関サイクル

1.4 内燃機関性能

1.5 往復動空気圧縮機

1.6 燃焼

1.7 熱伝達

1.8 蒸気特性と蒸気サイクル

1.9 ノズルと蒸気タービン

(1) 作動流体としての蒸気の使用の理解及び平衡状態におけるノズルを通る蒸気の流れの検討

- ① 安定した流れのエネルギー方程式を蒸気ノズル内の流れに当てはめ、そして喉部と出口における速度を求める。
- ② ノズルにおける実際のエンタルピー低下
- ③ ノズル型式の変更に対する理由
- ④ ノズル内流れの危険圧力比の認識及び与えられた式から同じものを適用
- ⑤ 大容量の流れ比と流動面積により①から④に関する問題の解答
- ⑥ 単一タービンに対する複合方式の検討
- ⑦ 単一衝動タービンにおけるブレード速度線図の復習
- ⑧ 摩擦運動による損失の説明
- ⑨ カーティス段のブレード速度線図作図
- ⑩ 段落出力、段落効率、段落軸スラスト、圧力複式タービンの説明
- ⑪ 反動度の説明
- ⑫ 反動タービンにおけるブレード速度線図作成
- ⑬ ブレード高さの意味及びブレード高さの計算
- ⑭ 反動ブレードだけに対する与えられた蒸気条件から段落数を算出
- ⑮ ブレード摩擦効果 (ブレード速度係数) 及びブレード速度比
- ⑯ ⑨から⑮に関連する問題の解答

1.10 冷凍機

略

4.1.6 イギリスの船舶職員養成機関

MCA は、MCA が定めるシラバスに基づき教育・訓練を実施していると認める機関として以下の 12 機関を挙げている。

イギリスでは、これらの教育・訓練機関に入学するには、それぞれの課程に応じた入学資格を満足しなければならないが、加えて海運会社のスポンサーシップを得ることが求められる。これによって必要な乗船履歴を得るための乗船の機会が確保されることとなる。各教育機関では、志願者に対しては、海運会社への紹介サービスも行っている。

- ① Banff & Buchan College of Further Education
- ② Blackpool & Fylde College Fleetwood Nautical Campus
- ③ Glasgow College of Nautical Studies
- ④ Liverpool John Moore's University School of Management & Technology
- ⑤ Lowestoft College Maritime Studies
- ⑥ Maritime Training (Plymouth) Marine Skills Centre
- ⑦ North Atlantic Fisheries College
- ⑧ Orkney College Department of Maritime Studies
- ⑨ University of Plymouth
- ⑩ South Tyneside College Faculty of Nautical Science
- ⑪ The National Sea Training Centre NW Kent College, Gravesend Campus
- ⑫ Warsash Maritime Academy

4.1.7 WMA の機関科教育・訓練課程

WMA では、船舶職員の養成コースとして 3 年または 3 年半の航海士養成課程、機関士養成課程及び電気技師養成課程があり、その他様々な短期講習コースを実施している。各課程には、学位取得課程及び高等教育卒業課程が用意されており、それらは、MCA の口述試験及び筆記試験の内容を網羅するものであり、The Merchant Navy Training Board (MNTB) の承認を得ている。すなわち、WMA における教育・訓練は、MCA の示す教科内容に従って行われており、これらの課程は、MCA の証書及び学位資格 (Degree Qualification) または高等教育卒業証書 (Higher National Diploma : HND) の取得に繋がるものである。

学位取得課程の学生は、最初の MCA の資格証書及び船舶運航 (航海科) あるいは海事工学 (機関科及び電気技師) のいずれかに合格すれば、その後、船舶運航管理 (航海科) における優等学位 (学士) 課程 (Bachelor of Science (Honors)) または、海事工学及び管理における優等学位 (学士) 課程 (Bachelor of Engineering (Honors)) を修了することで優等学位 (学士) の資格を取得することができる。

一方、高等教育卒業課程 (HND) の学生は、最初に MCA の資格証書及び海事科学 (航海科) か海事工学 (機関科及び電気技師) における高等教育卒業資格に合格し、必要な乗

船履歴を満たせば、学位取得課程の学生と同様に優等学位（学士）の資格を取得することができる。

最初の MCA 資格を得た後、初級職員は、学内訓練と乗船勤務を組み合わせることで最終的に船長や機関長資格の取得につながるより高い能力証書を目指すことができる。

表-5、6 にそれぞれ WMA における学位取得課程及び高等教育卒業課程の教育・訓練プログラムを示す。

<学位取得課程>

表-5

段階	期間	内容（プログラム）
第一段階 （導入）	3 週間	オリエンテーション 学位プログラム登録のための評価 STCW 短期訓練コース（生存、消火、基礎応急処置、社会及び安全に対する責任）
	24 週間	海事工学基礎 ワークショップ技能訓練 学位基礎学科群 数学 I、機械工学/熱工学 I、海事法令、 管理の原則、実務学習
第 2 段階（乗船）	25 週間	実務学習（運用水準） MNTB-機関科 TRB
第 3 段階	30 週間	学位基礎学科群 船用電気工学 I、船用補機器 船用推進システム工学 造船工学・安定性 数学 II 機械工学 II・熱工学 II 機械設計 I 及びプロジェクト I 実務学習 ワークショップ技能訓練
第 4 段階（乗船）	23 週間	実務学習（管理水準） MNTB-機関科 TRB
第 5 段階	14 週間 第 1 部	統合実務学習 学位基礎学科群 船用電気工学 II 機械設計 II 及びプロジェクト II 制御工学 機関管理 学科群修了評価に合格すれば、海事工学の基礎学位を取得できる。

	9週間 第2部	STCW 短期講習：船上応急処置、上級消火、 救命艇及び救命筏 ワークショップ技能訓練 MCA 口述試験対策 MCA 口述試験に合格すれば、最初の MCA 能力 証書を取得し、候補生の身分が終了する。
第6段階 (機関学学位取 得)	15週間	優等学位（工学学士）科目群 工学プロジェクト プロジェクト管理 工学管理 選択科目（次の中から2科目） 制御システム、造船工学、材料工学、製造
第7段階 (海上/休暇) 混合学習 個別指導	10ヶ月	プロジェクト管理及び工学管理の自習部分の完了 18ヶ月以内にプロジェクトの完了 全ての学科群を修了し合格すれば、「海事工学及び 管理」の工学学士の学位が取得できる。

MNTB : Merchant Navy Training Board

< 高等教育卒業課程 >

表-6

段階	期間	内容
第1段階	27週間	オリエンテーション 高等教育入学コースは、学習技法、IT 技能、最初 の乗船のための基礎作りを行う。 高等教育入学コースを修了し合格すれば、継続教 育証書が得られる。 MNTB ワークショップ技能 STCW 短期講習：生存技術、基礎消火、初級応急 処置、船内及び安全に対する責任
第2段階 (海上)	25週間	MNTB—機関科 TRB 指導者付き学習（高等教育卒業準備）
第3段階	30週間	高等教育卒業水準1群 数学 I 機械工学 I 推進システム 補機器 熱力学 I 船用電気工学 I 海洋法規及び管理 プロジェクト準備 MNTB ワークショップ技能

第4段階 (海上)	26週間	MNTB－機関科 TRB 指導者付き学習（高等教育卒業、 IAMI EK & MCA 口述試験準備）
第5段階	34週間	高等教育卒業水準2群 数学Ⅱ 機械工学Ⅱ 熱力学Ⅱ 船舶安定性及び構造 船用電気工学Ⅱ 制御システム及び機器 工学管理(Engineering Management) 設計工学及びプロジェクトⅠ STCW 短期講習：上級消火、船上応急医療 救命艇及び救命筏 IAMI EK 及び MCA 口述試験対策 IAMI EK あるいは MCA 口述試験に合格すれば、最初の MCA 能力証書を取得できる。 高等教育卒業証書に係る全て課題を完了すれば、 機関長への学業免除を与えられ、高等教育卒業証書が授与される。 高等教育卒業証書に係る全ての課程を修了した候補生は、「海事工学及び管理における優等学位（工学学士）」への有資格者となる。

IAMI : International Association of Marine Institutions

EK : Engineering Knowledge

4.1.8 WMA の蒸気タービンに係る教育・訓練

WMA の教育・訓練における蒸気タービンに係る教育・訓練については、表-5、6 の網掛け部分で示される。これらの教科内容については、MCA の策定基準に基づくものであるが、WMA の機関科教育全体の中で蒸気タービンが占める割合は、概ね 15% である。WMA 学内での教育・訓練の実施方法は、座学とワークショップでの実習で構成されている。ワークショップにおける実習は、実機のスクラップを用いた構造や作動及び保守に関する訓練に重点が置かれており、運転・操作などの技能については、蒸気タービン船資格を取得する場合のみ蒸気タービン船における実習を通じて実務を習得させる仕組みが採られていると考えられる。また、WMA は、蒸気タービンプラントシミュレーターを訓練設備として保有しているが、シミュレーター訓練については、表-5、6 に示す両課程に含まれていない。

参考として、表-7にWMAの蒸気タービンプラントシミュレーター訓練プログラムの概要を示す。この訓練プログラムは、「LNG TANKER STEAM PROPULSION PLANT OPERATION COURSE」として、その中にシミュレーションする船舶の仕様、コースプログラム、コースの狙い、目的、教訓及び注意事項、プラント操作の手順書、LNG取扱いに関する演習が含まれている。コースプログラムは、第1日目から5日目までの指示書により策定されており、訓練生が、基本的にこのプログラムに沿って、所要の操作、検討を進めて行くことで訓練目的を達成させるものである。プログラムには、全日程4.5日間で9段階の演習指示が含まれており、各演習の前後にブリーフィング及びデブリーフィングの内容を指示している。各段階での演習は、その段階における指示をプラント操作手順書に従って実行して行くことになる。これらの操作は、ワークステーション(WSによるCBT方式)上で基本的には、訓練生個人で進めて行く形態がとられている。このため、設備(WS×4台)の関係から一回のコースで最大4名の訓練生が受講できる。

<蒸気推進プラント操作に関するシミュレーター訓練概要>

表-7

コース期間	: 4. 5日
受講条件	: 蒸気タービン船またはディーゼル船における運航実績
評価	: 継続的運用操作に対する評価
訓練の狙い	: 安全運航の向上 事故の可能性の低減 会社の理想と使命を強固にする
コースの目的	: システム管理技術を効果的に使用すること 効果的にリスク要素を認識し解析すること 緊急事態への備えを立案する必要性を効果的に認識すること エラー連鎖の進展を効果的に認識し、効果的に断ち切ること
訓練プログラム (シナリオ)	
第1日目: コースオリエンテーション ブリ (甲板部、機関部の立場からプラント立ち上げに係る検討) 演習1 (陸電から船内電源への切替え) デ-ブリ (操作に関する検証) 演習2 (バンカーリング、採水、各部点検)	
第2日目: デ-ブリ (演習2の検証、危険要因、安全計画) ブリ検討 (ボイラ気醸及び留意事項) 演習3 (ボイラ気醸) デ-ブリ (演習3の検証) ブリ (ボイラ自動運転開始、通気及び暖機準備) 演習4 (ボイラ自動運転開始、通気開始、暖機準備開始) デ-ブリ (演習4の検証)	
第3日目: ブリ (プラントアップの完了、主機暖機開始) 演習5 (プラントアップ、主機暖機開始)	

デ-ブリ (演習 5 の検証)
ブリ (主機試運転、保護装置確立、留意事項)
演習 6 (主機試運転)
デ-ブリ (演習 6 の検証、出港に向けた留意事項)

第 4 日目 : ブリ (出港準備、航海計画、緊急事態への対応)
演習 7 (出港、河川の航行)
デ-ブリ (演習 7 の検証、チームワーク検証)
ブリ (航行の継続、航海モードへの移行)
演習 8 (輻輳海域の航行、不測の事態への備え)
デ-ブリ (演習 8 の検証、演習の記録)
ビデオ映写 (Spiral to Disaster)
ビデオに関する質疑応答

第 5 日目 : ブリ (航海中、造水装置の試運転、各部点検)
演習 9 (主機 MCR へ増速、主機船橋操縦へ切替え、)
デ-ブリ (インストラクターによる解説、問題点の検証)
コースデブリーフィング及びコースの終了

4.1.9 WMA の主要な教育・訓練設備

- (1) フルミッション船橋シミュレーター
- (2) 多目的シミュレーター
- (3) PC 盤航海シミュレーター
- (4) 航海科実習室
- (5) 機関室シミュレーター (ディーゼル機関)

機関室シミュレーターは、一機一軸船のディーゼル機関を主機関とするフルミッションタイプのプラントシミュレーターである。構成機器は、機関室として約 6m 幅のデスクフロント型のグラフィックパネル、制御室兼教官卓として制御コンソール及び発電機盤を装備している。また、機関室のコーナーに実際の機関室の様子を表示する 20 インチ程度 LCD を 2 面装備している。機関室の広さからチーム訓練の場合は、5 名程度が最大訓練員数と思われる。

- (6) 蒸気推進プラントシミュレーター

設備概要としては、4 台のワークステーション (WS) をデスクフロント型の一体コンソールに組み込んだタイプの CBT 方式シミュレーターである。コンソールの前面壁には、40 インチ程度の LCD 画面がはめ込んであり、実際の機関室各部の状況を表示できるようになっている。また、WS 画面には、プラントの各系統図等が表示できるようになっており、画面上での機器操作が可能となっている。シミュレーション機能及びプラント主要仕様は、表-8 のとおりである。

<シミュレーション主要仕様>

表-8

シミュレーター	LNG 船蒸気推進プラントシミュレーター
主機タービン	クロスコンパンド高圧、低圧蒸気タービン
減速装置	2 段減速アーティキュレイテッド減速装置
プロペラ	固定ピッチプロペラー基
主ボイラ	2 種燃料燃焼方式水管ボイラ 二基
主ボイラ燃料	ディーゼル油、重油、重油及びガス混合燃料、ガス専焼
発生蒸気	過熱蒸気
発電機原動機	ターボ発電機 二基
発電機	3 相、60Hz、440V
配電システム	優先遮断等の SOLAS 要件
主循環系統	スクープ方式採用
復水及び給水系統	完全自動化システム採用
造水システム	水質監視システム採用

- (7) 液体カーゴ操作シミュレーター
- (8) 船舶交通シミュレーター
- (9) 消火訓練施設
- (10) モデル船訓練施設・GPS 追跡システム

この施設は、大形船を想定した全長 7~8mほどの相似形のモデル船に実際に訓練生と教官が乗り込み、狭水道、浅瀬での航行訓練や離着岸などの訓練を行う施設であり、モデル船にはバッテリー駆動のプロペラやアンカーが装備されている。また、モデル船に乗り込んだ場合、訓練生の目線が、モデル船の船橋の高さになるようになっている。離着岸には、遠隔操縦のタグボートも使われる。

- (11) 無線実習施設
- (12) 機関科ワークショップ

一つの建物の中に様々な教材を設置したワークショップであり、主要な教材設備として以下のようなものが配置されている。

- ① 実機の小型ボイラ（運転実習に使用）
- ② 300kW 程度のディーゼル機関（運転実習に使用）
- ③ 各種実機のスクラップ（蒸気タービン、ディーゼル機関、操舵機、CPP などので開放実習や構造理解に活用）
- ④ 自動制御実習装置
- ⑤ 電子回路実習装置
- ⑥ 冷凍機実習装置
- ⑦ 工作実習設備（旋盤、溶接ブース×約 20）

- ⑧ 空気圧実習装置
- ⑨ 各種模型（ディーゼル機関等）
- (13) 救命艇訓練施設
- (14) シーマンシップセンター
(生存訓練等の水上訓練は、Andark ダイビングセンターを利用して実施)

4.2 ドイツ Wismar University (Wismar 大学)

4.2.1 Wismar 大学海事学部概要

Wismar 大学(University of Technology, Business and Design)は、7つの学部で国外 30カ国以上の国からの学生を含め約 5,000 人の学生を受け入れ 14 の学位、または学士課程を設置している。この中で海事学部は、Wismar の西方 60km のロストック市にあり、1846年に前身である航海学校が Wustrow に設立されて以降、1854年に「ロストック航海学校」となり、1992年に現在の Wismar 大学海事学部となった。創設以来、海事教育・訓練を一貫して継続しており、現在は約 600 名の学生が在籍している。

船舶職員養成のカリキュラムに関しては、STCW95 条約に基づく運用水準ばかりでなく管理水準の能力、すなわち、船長や機関長資格に求められる能力が取得できるよう策定されており、以下の課程がある。

- (1) 海事科学/輸送業務の学士課程
- (2) 船舶運航/設備及びエンジニアリングの学士課程
- (3) 海事システムの運用及び管理の修士課程
- (4) 船舶運航及びエンジニアリングの両用学士課程

これらの他、再教育・訓練課程も併設もしており、例えば、ドイツでは強制化されているパイロットや VTS 訓練、Ro-Ro 船運航や高速救命艇取扱いの特別講習、通常運航や緊急事態に備えた船橋及び機関チーム訓練を提供している。

4.2.2 面談者

調査にあたり下表の方々と面談した。

<面談者>

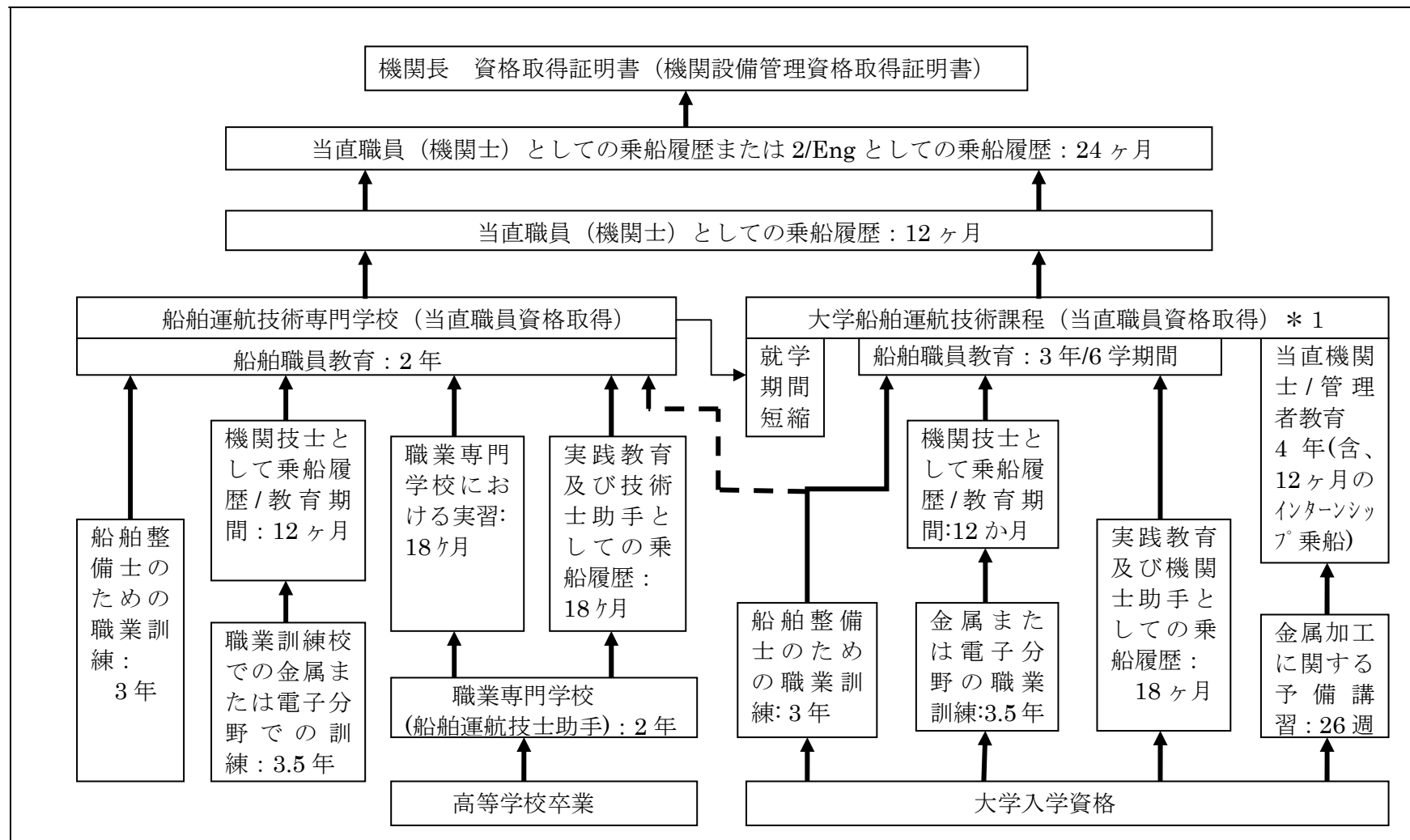
氏名	役職等
Mr. Karsten WEHNER	Doctor Professor Head of Department
Mr. Frank BERNHARDT	Doctor Professor Responsible person for courses
Mr. Michael Rachow	Doctor Professor
Mr. Sven HERBERG	Lecturer

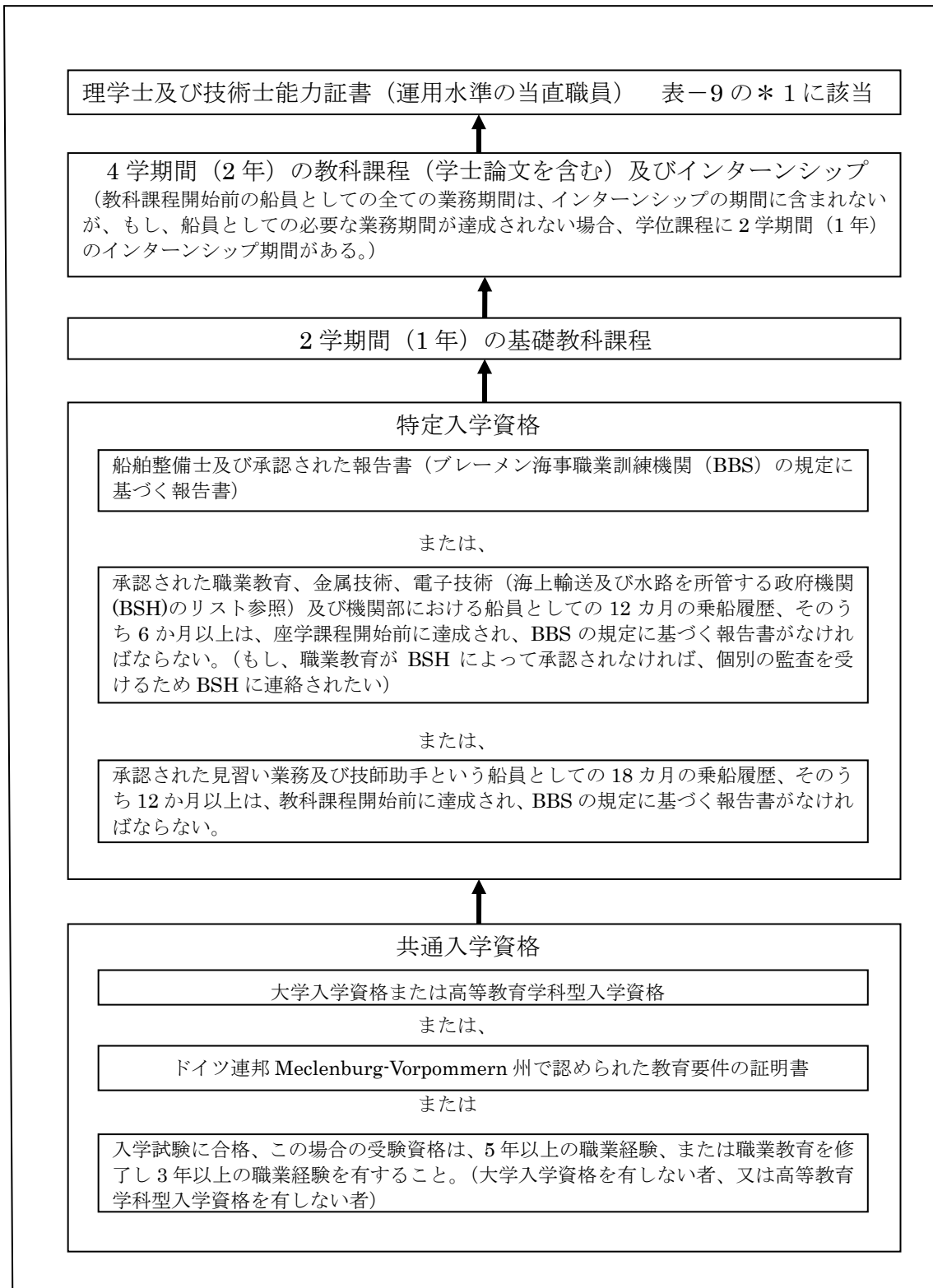
4.2.3 ドイツの機関士資格取得制度

図-2 にドイツにおける船舶機関士養成制度の全体を示す。また、日本の海事系大学と

の比較の観点から図-3に船員養成課程を有する大学から運用水準の機関士資格取得までの流れを示す。ドイツにおける機関士養成課程では、座学課程に入る前に機関部での乗船業務が求められており、これに関して Wismar 大学の教官は、様々な疑問を持って座学課程に入ることが効果的であると述べた。各養成機関での経費については、座学課程及び乗船訓練に係る経費は、国及び船社の負担となっているとのことであった。

ドイツには、Wismar 大学を含め船舶機関士養成課程を持つ大学が、3校（Wismar 大学の他 Flensburg University of Applied Science 及び Bremerhaven University）、また、高校卒業者、あるいは学歴に関わらず入学できる船舶機関士養成課程を持つ職業専門学校が3校ある。





BBS: Berufsberatungstelle Seeschiffahrt e.V. in Bremen

BSH: Bundesamt für Seeschiffahrt und Hydrographie

4.2.4 ドイツの機関科教育・訓練内容

機関士養成課程における教科内容に関しては、各養成機関でのカリキュラムに従っている。大学課程の場合、教育・訓練内容は、STCW95 条約のコード A-III/1 及び A-III/2 に基づくものであり、各教科における試験に合格し規定の乗船履歴を満たせば海技免状が発給される。以降は、当直職員（機関士）としての乗船履歴 12 ヶ月で STCW95 条約に基づく 2/Eng 資格、さらに 2/Eng としての乗船履歴 24 ヶ月で機関長の資格が取得できる。このようにドイツでは、当直職員（機関士）取得後は、乗船履歴を重ねるだけで上位の資格が取得できるようになっており、船種による履歴限定もない。

4.2.5 Wismar 大学海事学部における蒸気タービン教育

蒸気タービンに関する教科については、以下の表-9、10 のような教科内容が教授されている。実践的な知識、技能に関しては、学内の蒸気タービンプラントを活用した教育が行われている。その実習は、蒸気タービン船での当直業務を主体に運転操作、監視、計測などを行うことでできるだけ実船訓練に即した形態を採っている。

また、補足的な学習方法として機関室シミュレーターを使い、ターボ発電機運転操作の実習も行われている。機関科教育全体の中で蒸気タービンが占める割合は、概ね 15%程度である。

(1) 座学課程の教科内容及び時間

<蒸気タービンに係る教科内容>

表-9

教科	教科内容	Hr/w	Total
熱力学（基礎）	熱力学理論	6	108
蒸気ボイラ 蒸気プラント	燃焼、船用ボイラ 蒸気システム構成 機器構造・作動及び運転限界	4	72
蒸気タービン (含、ガスタービン)	船用蒸気タービン 蒸気タービンプラント 機器構造・作動及び運転限界	6	108
船用機関操作 ボイラ、蒸気タービン	運転準備、始動、運転、停止 安全管理	4	72

(2) 実践的知識・技能

＜蒸気タービンに係る実践的スキル教育＞

表-10

教科	教科内容
座学課程前の乗船業務	機関部業務（12ヶ月以上）
実習・実験	蒸気タービンプラント運転・操作・点検・調整 不具合の検知
シミュレーター	ターボ発電機の運転・操作、 トラブルシューティング
乗船実習	機関部業務（12ヶ月）

4.2.6 Wismar 大学海事学部の主要な教育・訓練設備

- (1) 操船シミュレーター
- (2) VTS シミュレーター
- (3) フルミッション機関室シミュレーター

SULZER 5RTA84C を主機関とする一機一軸のコンテナ船を模擬したものであり、ターボ発電機を装備している。設備としては、主機関遠隔操縦装置や監視システムを組み込んだ主コンソール及び主配電盤を設置した制御室、各機器の制御盤を列盤として配置した機関室で構成されている。ターボ発電機システムについては、特に単体のデスクトップ型コンソールを機関室スペースに設置し、機側での制御を模擬した訓練が行えるようになっている。制御室及び機関室には、プラント全体を表現し、パネル上の操作ができるようなグラフィックパネルは、装備しておらず、例えば、油清浄機のような補機器の「機側操作」は、列盤に組み込まれた制御盤で行うようになっている。

- (4) 機関室シミュレーターCBT 実習室

訓練生個々に対話方式の訓練が行える 20 台程度の PC ベースの訓練装置がフルミッション機関室シミュレーターに隣接した部屋に配置されている。シミュレートする機関プラントは、フルミッションと同じ機関プラントが採用されている。

- (5) 蒸気タービンプラント実習設備

ワークショップ建物の一区画（蒸気タービンプラント実習室）に 150 kW の蒸気タービンを中心に最小限の機器構成ながら、蒸気サイクルが実現できるだけの機器が設置されている。これらの設備は、全て同一床面に設置されているが、蒸気タービンだけは、その中でもドアで仕切られた独立した部屋に設置されている。

- (6) 実習・実験用ディーゼル機関

ワークショップには、二つの部屋に 100 kW 程度から 500 kW 程度までのディーゼル機関で動力計や発電機を直結させた実習設備が合わせて 6 機、また、単筒機関に

同期電動機を直結した実験用ディーゼル機関が1機設置されている。これらの機関については、それぞれの目的に応じて監視装置、動力計などの計測設備及び運転に必要な諸設備が機関ごとに隣接して配置されている。

(7) その他の機関科実習・実験設備

- ① 空気圧縮機
- ② 油清浄機
- ③ 冷凍機
- ④ 操舵機
- ⑤ 電気回路実習装置
- ⑥ 各種カットモデル、スクラップモデル

4.3 トルコ ITUMF 及び PIRI REIS 大学

4.3.1 トルコ船舶機関士資格取得制度

表-11 にトルコの機関士配乗基準、図-2 にトルコにおける海事系大学から機関士資格を取得する系統図を示す。トルコの船員教育では、英語能力が重要視されており公立海事系大学では座学課程に入る前に 1 年間の英語教育を受け、英語検定試験に合格しなければならない。これに合格しなければ、1 年間の再教育を受けたうえで再度英語検定を受けることになるが、2 回目の検定で不合格になれば退学を余儀なくされる。

また、座学課程開始後も今回調査した ITUMF では、カリキュラム上、約 3 割の授業が英語で行われており、PIRI REIS 大学では、事前の英語コースはないものの授業の全てが英語で行われている。

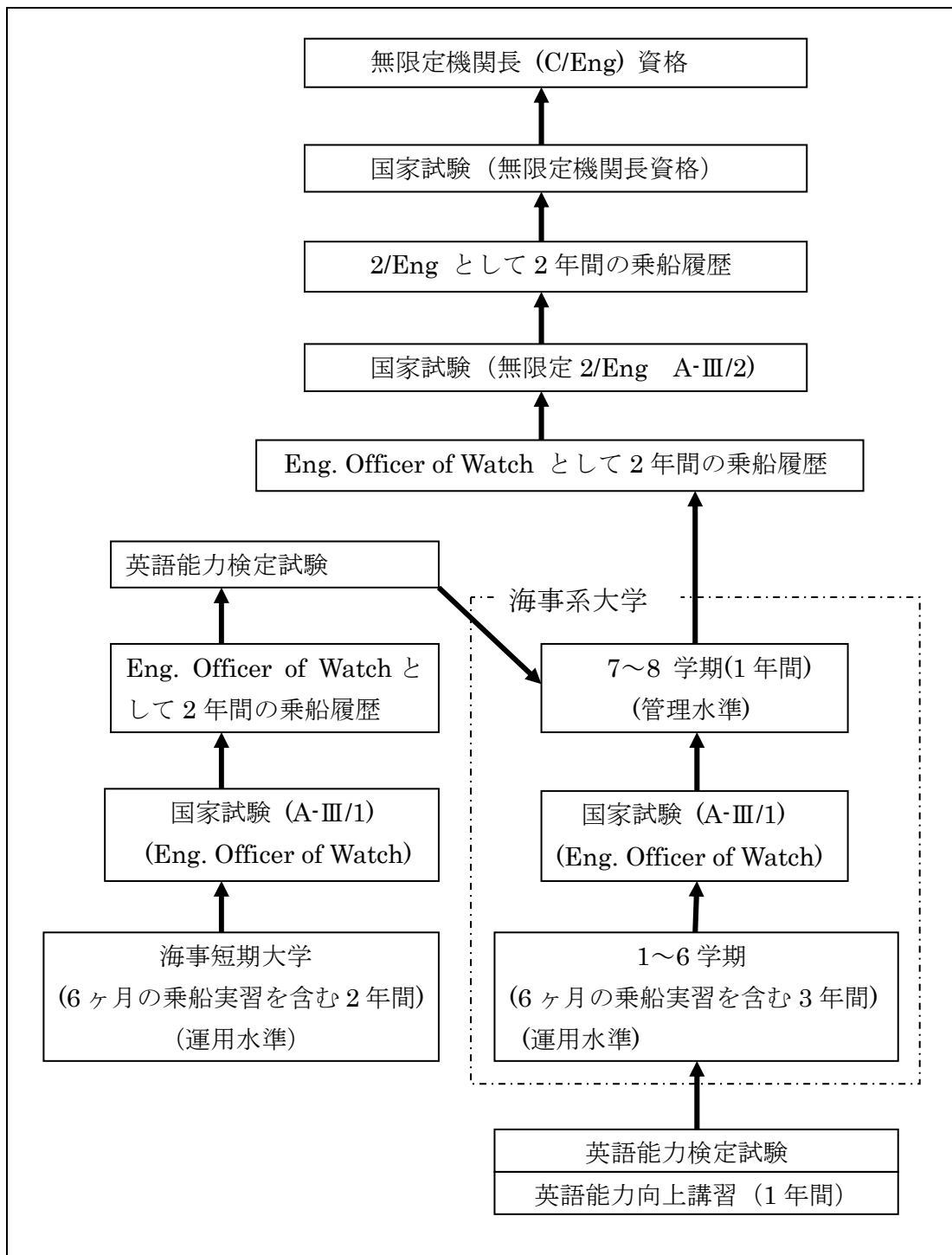
4.3.2 トルコにおける機関科教育・訓練内容

トルコには、現在、約 20 の海事系大学、あるいは学部があるが、これらは、概ね同種の教育・訓練課程を提供しており、そのカリキュラムについては、STCW 条約に基づき各大学で策定し、教育・訓練を実施している。

<トルコ機関士配乗基準>

表-11

Sea Area	Eng. Off.	Above 3,000 kW	500~3,000 kW	Less 500 kW
Unlimited Area	C/Eng.	Unlimited C/Eng.	Chief Eng.	-----
	1/Eng.	Unlimited 2/Eng.	2nd Eng.	-----
	2/Eng.	Unlimited Eng. Off.	Eng. Officer	-----
Near Coastal Voyage	C/Eng.	Chief Eng.		Restricted C/Eng.
	1/Eng.	2nd Eng.		Restricted Eng.



4.3.3 ITUMF (イスタンブール工科大学海事学部) 概要

1884年に海軍アカデミー内に創設された商船学校がその起源であり、その後、幾多の変遷を経て、1992年にイスタンブール工科大学 11 学部の一学部となった。1 学年航海科 100 名、機関科 50 名を定員としており、トルコの海事系大学の中でも代表的な船員教育機関として位置付けられている。

4.3.4 ITUMF 面談者

調査にあたり下表の方々と面談した。

<面談者>

氏名	役職等
Ms. Nil GULER	Doctor Professor Dean
Mr. Cengiz DENIZ	Doctor Professor Head of Engine Department
Mr. Yalcin DURMUSOGLU	Lecturer
Mr. Kemal DEMIREL	Lecturer
Mr. Muhammet SANDIKCI	Lecturer
Mr. Tanju KURTULUS	Lecturer

4.3.5 PIRI REIS 大学

トルコ船主協会が、2008年に設立した海事大学であり、現在、1年生だけが200名ほど在籍している。将来的には海事系大学として数千人規模の大学にするという計画を持っている。公立の大学教育が、無償なのに対して、有償となっているが将来設計を含めた職業保証や奨学金制度などが整っている。本大学は、特徴ある海事系大学として設立されたばかりであるが、学長には ITUMF で 12 年間学部長職を執った教授が就いていることや ITUMF に隣接した場所にあることから調査対象とした。

4.3.6 PIRI REIS 大学面談者

調査にあたり下表の方々と面談した。

<面談者>

氏名	役職等
Mr. Osman Kamil SAG	Rector Doctor Professor
Mr. Zehra AKDENIZ	Dean Doctor Professor
Ms. Suleyman OZKAYNAK	Doctor Professor

4.3.7 ITUMF 及び PIRI REIS 大学の機関科教育・訓練課程

ITUMF と PIRI REIS 大学は、同じ機関科カリキュラムを使用している。

修業年限は、第1学期 (Semester) から第8学期までの4年間で各学期の奇数学期は、毎年10月から1月までで偶数学期は、2月から6月までである。そして、1学期の期間は、14週間となっており、これで各学期に割り振られた教科科目を実施するようシラバスを組み立てている。また、1学期から5学期までが、運用水準、7~8学期が管理水準の教育期間となっている。第6学期は、乗船実習期間となっており学生は、それぞれの受託先の船

会社の船舶に乗船し、6ヶ月間以上の乗船実習を受ける。

4.3.8 ITUMF 及び PIRI REIS 大学の蒸気タービンに係る教育・訓練

表-12は、これらの大学のカリキュラムから蒸気タービンに係る部分を抜粋したものである。学生は、最初の第1学期から専門科目を受講することになっており、これには、推進機関としての蒸気タービンに関する概括的なことが含まれている。全体としては、講義と実習・実験で350時間となるが、これは、全体の13%程度となりイギリス及びドイツとほぼ同じ割合となる。また、教育・訓練は、座学と実習の組み合わせで行うことを基本としているが、例えば、実機あるいは実機のスクラップのような蒸気タービンに特化した教育・訓練設備は、保有していない。乗船実習は、2~3人グループで主にはトルコ船社の様々な船種に乗船するが、蒸気タービン船に乗船することは、あまり例がないようである。

<ITUMF 及び PIRI REIS 大学における蒸気タービンに係る教科内容> 表-12

学期	科目	時間/週		主要な教科内容
		授業	実習	
1	基礎船用機関学	2	0	船用機関及び機器の分類
2	基礎船用機関	2	0	船用ボイラの分類、蒸気タービン及びその構造、蒸気サイクル、熱交換器、
3	熱力学Ⅰ	2	0	熱力学概念、純物質の熱力学的特性、熱力学の第一法則、エネルギーバランス及び解析 密閉サイクル、エントロピーと第二法則
4	熱力学Ⅱ	3	0	熱力学の第二法則とその応用、ランキンサイクル、再熱・再生サイクル
5	船用機関工学Ⅰ	2	1	主及び補助ボイラ運転・保守 ボイラ関連機器
	熱伝導	3	0	一次及び二次元熱伝導、放射熱流 放射熱交換、船用工業応用
7	蒸気タービン	2	1	蒸気タービンの形式、構造、運転、保守 各効率、蒸気の基礎
	船用機関工学Ⅱ	2	2	推進システムの運転操作、保守
	船用補機器	3	0	推進システム構成機器、配管 制御システム

4.3.9 ITUMF の主要な教育・訓練設備

(1) 練習船「アクデニズ」

約 8,000 トンのディーゼル船であるが、船会社から 1996 年に寄贈されたものである。動く練習船としては、使用されておらず学内の専用岸壁に係留しワークショップなどの授業、会議、宿泊施設として利用されている。

(2) フルミッション操船シミュレーター

(3) 操船シミュレーター

(4) VTS シミュレーター

(5) GMDSS シミュレーター

(6) フルミッション液体カーゴシミュレーター

(7) 救命艇訓練設備

(8) 消火訓練設備

(9) 救命訓練用屋内水泳プール

(10) フルミッション機関室シミュレーター

SULZER 12RTA84C を主機関とする一機一軸のコンテナ船をシミュレーションしたディーゼル機関プラントシミュレーターであり、制御コンソールを配置した教官室、主機コンソール、監視装置、補機遠隔始動コンソール及び主配電盤を配置した制御室、機関プラントを表現した大型グラフィックパネルを配置した機関室で構成されている。主な補機として、過熱蒸気によるターボ発電機 1 台、ディーゼル発電機 2 台、補助ボイラ 1 基を装備し、セントラルクーリング方式を採用している。概ね 10 名程度のグループ訓練が可能となっている。付属設備として、CBT が可能なワークステーション (WS) が 5 台配置されている。

(11) 内燃機関実習室

(12) 自動制御実習室

(13) 油圧・空圧実習室

(14) 電気・電子回路実習室

(15) 熱力学実習室

CBT 方式による熱力学実習・実験設備であり、PC 及び小型の実験ユニットで構成される装置が、約 20 台配置された実習室となっている。

(16) ワークショップ

工作実習、保守・整備に関する実習などが可能な実習施設である。

4.3.10 PIRI REIS 大学の主要な教育・訓練設備

(1) フルミッション操船シミュレーター

(2) 機関室シミュレーターCBT システム

大型のデスクフロントコンソールに PC ユニット 10 台と主機の遠隔操縦装置を組み込んだ装置である。主機の操作以外は、PC 画面上で機器の操作を行うように

なっている。

- (3) 内燃機関実習室
- (4) 電子回路実習室
- (5) 油圧・空圧実習室
- (6) 冷凍機実習室
- (7) ワークショップ

IV 国内調査

1. 調査対象機関

国内調査については、教育機関に限定し内燃機関三級海技士（機関）第一種養成施設でありながらも長年、蒸気タービンに係る教育・訓練を実施し、かつ独自の教育・訓練手法を継続していると思われる海上保安大学校及び独立行政法人水産大学校（以下、水産大学校）を調査対象とした。調査方法については、海外調査のように資格取得制度に関することは除き、蒸気タービンに係る教育・訓練がどのように行われているか、また、関連する設備がどのようなものであるかを中心に調査した。

2. 国内調査実施者（敬称略）

国内調査の実施者は、以下のとおりである。

阪本 敏章	国土交通省	海事局海技課	海技企画官
橋本 誠悟	独立行政法人	航海訓練所	安全推進室長
宮寺 重男	社団法人	日本船舶機関士協会	専務理事
吉本 誠義	財団法人	海技振興センター	技術研究部長

3. 国内調査日程

下表のような調査日程で調査を行った。

	調査機関	発	着
2月8日(月)		東京	下関
2月9日(火)	水産大学校	下関	広島
2月10日(水)	海上保安大学校	広島	東京

4. 調査結果

4.1 海上保安大学校

4.1.1 海上保安大学校概要

海上保安大学校は、昭和26年（1951年）4月に設置され東京都江東区の仮校舎で開校した。その後、昭和27年（1952年）に広島県呉市（現在地）に移転した。

教育期間は、本科4年、専攻科6ヶ月の4年6ヶ月であり、本科では、海上保安業務を遂行する上で必要な知識・技能を習得する。また、2学年後期からは、第Ⅰ群（航海）、第Ⅱ群（機関）、第Ⅲ群（情報通信）にコース分けされた授業科目を選択し、船舶運航に係る専門知識を習得する。また、3学年からは、警察学または安全学を選択・履修し、海上保安業務を遂行するための高度な知識・技能を習得し本科を卒業する。本科を卒業すれば学士の学位が授与され、その後は、専攻科に進み、主に乗船実習等により実務を習得する。

海技免状の取得につながる学科課程の定員は、各学年あたり45名である。なお、第Ⅰ群、第Ⅱ群及び第Ⅲ群にコース分けされる際の人数は、専攻科終了後の任用計画に関係するため、年度毎に決められた人数となる。

4.1.2 面談者

梅田宜弘海上保安大学校長表敬ののち、海上保安庁総務部教育訓練管理官付恵谷修課長補佐同席のもと、下表の方々と面談した。

<面談者>

氏名（敬称略）	役職等
水口 文洋	海事工学講座主任教授 一級海技士(機関)
島田 伸和	海上安全学講座主任教授 二級海技士(機関) 工学博士
吉田 肇	海上安全学講座主任教授 一級海技士(機関) 工学博士
東 明彦	海事工学講座教授 工学博士
小笠原 靖	海上安全学講座講師 二級海技士(機関) 一級ボイラ技士

4.1.3 海技士（機関）養成課程

海技免状の取得については、学科課程で所要の課程を選択し、乗船実習を含む6ヶ月の専攻科課程を加えた計4年6ヶ月の教育・訓練を修了することで三級海技士（航海）また

は内燃機関三級海技士（機関）の筆記試験が免除される。

内燃機関三級海技士（機関）の筆記試験免状に対しては、2 学年後期から始まる課程において第二群（機関）を選択する必要がある。第Ⅱ群（機関）の課程においては、船用機関及び機関システムに関する科目を履修するが、海上保安官として幅広く機関に関する知識・技能を習得する必要性があることから、蒸気タービンに係る教育も従前から実施されてきた。海上保安官として、全てを知る必要があるとの強い職業意識に基づき、在籍者は全員筆記試験に合格して、無限定の資格を取得するとのことであった。

表-14 に機関の基礎専門科目である第Ⅱ群の科目だけを抜粋、表記した。

< 授業科目（必修基礎専門科目第Ⅱ群：必修機関科専門科目） > 表-14

学年	教科科目
2 学年 後期	材料力学、機械要素、流体力学、工業熱力学 移動現象工学、電気回路論、機械力学、製図
3 学年	材料機能学、船内工作法、機械設計、制御システム工学 原動機工学第一、電気機械工学 原動機工学第二、船舶設備工学、機関システム工学実験
4 学年	燃料・潤滑工学、設計製図演習 原動機工学演習、機関システム工学実験、船舶設備工学演習
専攻科	機械システム、機械システム演習、機関海事関係法、原動機工学特論、 推進工学、エレクトロニクス工学

4.1.4 蒸気タービンに係る教育・訓練内容

基礎専門科目第Ⅱ群の科目の中で蒸気タービンに係る教科内容は、概ね表-15 のとおりである。また、各科目を効果的に行うために様々な実機見本、開放用機材、模型などの機材を活用している。さらに、蒸気タービンを保有する工場などにおける見学も実施している。

< 蒸気タービンに係る主な教科内容 >

表-15

科目	時間	主な教科内容
工業熱力学	30	工業熱力学の基礎的事項、熱仕事 気体の状態変化等
原動機工学第二 (蒸気タービン)	30	ボイラ及び付属機器、ボイラ水処理 蒸気特性、蒸気サイクル、再熱・再生サイクル 蒸気タービンの形式、作動原理 ノズル内蒸気の流れ、各効率、性能等
原動機工学演習	30	蒸気特性、蒸気サイクル、ノズル内蒸気流れ、

		調速法等
機関システム 工学実験	—	自動燃焼制御装置 ボイラ及び蒸気タービン性能試験、安全管理
原動機工学特論	30	蒸気タービン及び付属機器の構造、作動 復水装置、減速装置、 蒸気タービンの運転・保守等

4.1.5 主要な教育・訓練設備

(1) 練習船「こじま」PL21

<練習船主要目>

船名	総トン数	主機出力 (kW)	航海速力(knots)	竣工
こじま	3,136	デ 2,942×2 (2機2軸)	18.0	平成5年3月

(2) 第一実験棟

物理、化学実験室、航海計器実験室、通信機器実験室などが置かれている。

(3) 第二実験棟A

機械力学実験室などが置かれている。

(4) 第二実験棟B

内燃実験室、蒸気実験室などが置かれている。

(5) 総合実習棟

小型艇の格納庫の他、海技演習室などが置かれている。

4.2 水産大学校

4.2.1 水産大学校概要

水産大学校は、昭和 16 年（1941 年）に朝鮮総督府によって現在の韓国、釜山に釜山高
等水産学校として創立され、以降、幾多の変遷を経て昭和 38 年に農林水産省所管の水産大
学校となった。その後、平成 13 年（2001 年）独立行政法人水産大学校となった。水産大
学校は、「水産に関する学理及び技術の教授及び研究を行うことにより、水産業を担う人材
の育成を図る」ことを目的として現在、本科の「水産流通経営学科」、「海洋生産管理学科」、
「海洋機械工学科」、「食品科学科」及び「生物生産学科」の五学科及び「専攻科」並びに
修士課程相当の「水産学研究科」を設置しており、主要な教育施設としては、練習船「耕
洋丸」、「天鷹丸」及び学内教育施設として各種実習・実験施設を保有している。

水産大学校における船舶機関士養成については、昭和 48 年（1973 年）に甲種二等機関
士第一種養成施設、昭和 59 年（1984 年）に三級海技士（機関）第一種養成施設の認定を
受け、昭和 48 年以降、現在の三級海技士（機関）に相当する海技免状取得を目指した教育・
訓練を継続してきたが、近年、社船による乗船実習が困難になってきたことから平成 16 年
（2004 年）以降、内燃機関三級海技士（機関）資格の養成施設に改めた。しかし、水産大
学校では、三級海技士（機関）資格取得につながる教育は、船舶運航技術の習得に必要で
あり、学生にとっても有益であるとの判断からこれを継続し、現在に至っている。
各学科等の入学定員は、下表のとおりである。

独立行政法人水産大学校入学定員数

学科等		定員
本科	水産流通経営学科	20
	海洋生産管理学科	45
	海洋機械工学科	45
	食品科学科	45
	生物生産学科	30
専攻科	船舶運航課程	25
	舶用機関課程	25

4.2.2 面談者

調査にあたり下表の方々と面談した。

<面談者>

氏名（敬称略）	役職等
中岡 勉	水産学研究科（海洋機械工学科兼任）教授 工学博士
津田 稔	海洋機械工学科 船用機関学講座 准教授 一級海技士（機関）
西田 哲也	海洋機械工学科 船用機関学講座 准教授 工学博士
一瀬 純弥	海洋機械工学科 船用機関学講座 講師 一級海技士（機関）

4.2.3 内燃機関三級海技士（機関）養成課程

水産大学校が提供する五つの学科のうち「海洋機械工学科」の本科において海技士となるために必要な学科目を履修し卒業した者、並びにこれと同等以上の学力技能があると認められた者に対して修業年限1年の「船用機関課程」の専攻科が設けられている。そして「専攻科船用機関課程」を修了し、要件を満たせば内燃機関三級海技士（機関）の筆記試験が免除される。「海洋機械工学科」の本科では、船用機械システムに関する科目、海洋機械システムに関する科目、海洋機械保全システムに関する科目及び実験・実習等の科目が設けられている。このうち船用機械システムの科目には、蒸気タービンに関する科目が含まれており、また、専攻科においても蒸気タービンに係る教科を実施している。

4.2.4 蒸気タービンに係る教育・訓練内容

「海洋機械工学科」本科において蒸気タービンの教育・訓練に係る教科は、表-13のとおりである。本科では、主に基礎知識・理論的な知識の習得に重点を置き、専攻科では、実習・実験を通じて実践的な知識、技能の習得に重点が置かれている。

水産大学校では、学生の教育・訓練にあたり、実機を使用した教育が有効かつ重要であると考えている。このため、実機を使用した実習や実船実習に近い教育ができるように努めているが、陸上設備では、再生サイクルが実現できないことなどの限界があり、実船実習が再開できることを望んでいる。このことから、陸上の実習設備である蒸気タービンプラントの更新を図るなど、現在も実機を活用した教育・訓練に積極的に取り組んでいる。

<蒸気タービンに係る教科>

表-13

科目	主要教科内容
基礎熱力学	熱力学基礎理論、蒸気サイクル
応用熱力学	ランキンサイクル、再熱・再生サイクル、熱計算法
蒸気工学	ボイラの理論、構造、運転法 ボイラの種類、関連機器、水処理等
機関システム学	船舶推進のシステム構成、管理
船用補機	船用補機器の種類、機能、特性
船用機械実験 I	ボイラ水の水質分析、処理法
ターボ動力工学 (専攻科)	船用ボイラ・蒸気タービンプラントの構成、構成機器の特性等
船用機械実験 II (専攻科)	蒸気タービンプラント構成機器、運転準備・運転、停止操作 熱勘定、熱効率の意義及び算出法並びに性能試験 開放実習用蒸気タービンによるタービンロータの吊上げ、軸受開放、各部計測、復旧、蒸気タービンの構造、作動、開放手順等

4.2.5 「海洋機械工学科本科」及び「専攻科船用機関課程」の主要な教育・訓練設備

(1) 練習船「耕洋丸」「天鷹丸」

<練習船主要目>

	総トン数	主機出力 kW	航海速力 knots	定員		竣工
				船員	その他	
耕洋丸	2,352	デ 3,900	14	42	67	平成 19 年 6 月
天鷹丸	716	デ 1,618	13	30	53	昭和 60 年 5 月

(2) 船用機械総合実験棟（蒸気タービンプラント実習設備）

船用機械総合実験棟は、2009年11月に完成した施設であり、主要な実習・実験設備として併せて更新された蒸気タービンプラント実習設備のほか、補機実験室、蒸気タービン開放実験室、ボイラ水実験室、電気推進・ロボット実習室、水素エンジン実験室などが配置されている。

蒸気タービンプラント実習設備は、75 kW の蒸気タービンを中心にボイラ（2 胴 D 型水管ボイラ：1,500 kg/h 1.57 MPa、過熱器付き）、復水器などで構成され、ランキンサイクルを実現した設備である。蒸気タービンは、スクラップ機材から完全なオーバーホールを実施して再生させたものであり、また、ボイラも水管ボイラとして特別仕様のものである。これらの構成機器を十分な実習スペースを取りつつ同一床面上に配置して実習の利便性を図った設備となっている。

(3) 内燃・制御実験棟

ディーゼル機関実習・実験設備、ガスタービン実習・実験設備、計測・自動制御機器実習装置などが配置されている。

(4) 海洋機械工作実習工場

機械加工、製作に関する実習を行うための設備が配置されている。

(5) その他

敷地内の大型機材置場に、旧蒸気タービンプラントで使用したボイラ（2 胴 D 型水管ボイラ）、蒸気タービン減速歯車、エレクトラタービンを設置し、また、各種模型・掛図等を教材として配置している。

VI 所感

1. イギリス Warsash Maritime Academy (WMA)

- 1.1 WMA は、航海科でモデルシップを使ったユニークな訓練コースを持っており、蒸気タービンに係る教育・訓練に関しても特異な訓練手法を取り入れている可能性があると思われる期待していたところがあったが、特に特徴的な手法は見られなかった。
- 1.2 WMA は、シミュレーター訓練に関して確立されたノウハウを持っているように感じたが、新人教育ではシミュレーター訓練を取り入れている。これについては、シミュレーターの機能から考えて理解できることであった。
- 1.3 WMA は、調査した教育機関の中で唯一蒸気タービンシミュレーターを保有していたが、CBT システムに共用の大型 LCD 画面を加え機関室の実画面表示を加えた程度のものであり、訓練プログラムには多くの要素が含まれているものの実質的には、操作手順等の単一目的にしか利用できないであろうと思われた。
- 1.4 教育内容に該当する MCA が定める試験シラバスは、日本の試験科目細目に比べると詳細である。一方で WMA の教育プログラムには、蒸気タービンに特化した科目は、見られなかった。また、設備の観点から学内での実践実習の場数が少ないのではないかと、と思われた。蒸気タービンの教育・訓練に関しては、OJT に依存している部分が多いのではないかとと思うが、その OJT でできることは、限られていると考えられる。この観点から、実践的技能の習得に関しては、不足を感じる場所である。
- 1.5 機関の種類で資格を分け必要な履歴に関しても分離していることは、船舶機関士に対する考え方が現れた一つの事例と考えられるが、WMA では、2006 年から電気技師養成のための教育・訓練を開始している。これも蒸気タービンに対する考え方と同じなのかも知れない。イギリスが、現行の制度をいつから取り入れているか確認していないが、従来から蒸気タービンや制御、電気・電子に関する分野を特別視してきたのであろうと思われる。これらの点は、日本とは異なる考え方であろうと思われた。
- 1.6 全体の設備や質疑から船員の養成（教育・訓練）に関して、これまで培ってきたノウハウとともに確固たる信念を感じた。

2. ドイツ Wismar 大学

2.1 面談した教官が述べた「座学課程に入る前に乗船経験を積ませ、疑問を持って座学課程に入ることが効果的である」という言葉は、非常に強く印象に残った。ある意味、理想と思えるが、制度的に実行することは、現実的に難しいと考えるからである。しかし、ドイツでは、海事系大学に入学する条件として乗船業務を経験することは、制度的に長い間実施してきたことであると聞いた。また、卒業後、船社に入る義務はなく、最近はこのハードルを低くする傾向にあるとも聞いた。その背景には、船員不足があるという説明であった。さらに特徴的なのが、金属加工や電気技士などにおける職業訓練が、海事系大学入学の前提条件として認められていることである。

Wismar 大学海事学部は、その前身である航海学校からの歴史を含めると 160 年以上にわたり、船員教育を行ってきたことになる。そして、これまで現在と同じような考え方で船員教育を行ってきたのではないかと思われた。変化に対応することは、必要であると思う反面、根幹となるところは、容易には変えないという考え方があったとすれば、興味深いところである。

2.2 蒸気タービンに係る教育・訓練に関して、学内の実機の蒸気タービンプラントを使った学内実習について説明を受けたが、できるだけ実船に即した形態で実習を行っているという熱心な説明があった。効果的な実習を実施するための熱意と努力が窺えた。

2.3 教育・訓練設備に関しては、少なくとも内燃機関や蒸気タービンプラント、補機器に関する実習設備は、十分に整っていると感じたが、制御、電気及び電子関係の実習設備は、ほとんど見ることができなかった。唯一、簡単な電子回路実習装置を見ることができただけであった。これらの分野の教育に関して、質問する機会がなく設備の状況についても確認できなかったが、諸般の状況を勘案すると制御工学、電気及び電子工学の分野には、あまり力を入れていないと考えるのが妥当であろうと思われた。

2.4 資格制度の面では、大学の卒業試験に合格すれば、ライセンスが、発給されるとの説明を受けた。卒業時の試験が、どのようなものであるか具体的な情報は得ていないが、学業部門とライセンス部門が混在しているとすれば、適切ではないのではないかという印象を持った。

3. トルコ ITUMF 及び PIRI REIS 大学

3.1 両大学とも蒸気タービン教育に関しては、設備的な面から座学が大部分を占めていると思われた。また、乗船実習も蒸気タービン船に乗船する機会に乏しいことから実践的な知識、技能を習得させるのは、困難であろうと思われた。

ITUMF では、2006 年に熱力学実習室が整備されて基礎的な実験・実習が可能となったが、さらに強化する必要があるのではないかと思われる。

3.2 PIRI REIS 大学は、本格的な専門教育が開始されている状況にはなかったが、やはり設備面での強化は必要と思われた。PIRI REIS 大学のワークショップには、船社か造船所から寄贈されたと思われる実機のスクラップが多数置いてあったが、蒸気タービンに関するものはなかった。

3.3 両大学共通にせめて蒸気タービンのスクラップ実機や模型などでも導入されることが望まれる。

3.4 PIRI REIS 大学は、現在、仮建物で授業を行っており、2012 年には現在の場所から 2 km くらい離れた海岸線に沿った土地に移転する計画であり、その完成模型も見ることができた。また、将来的には、現在の航海科、機関科だけの教育ではなく海運界に関連する様々なコースを立ち上げ、7 千人規模の大学にするという説明を受けた。

設立の経緯もトルコにおける船員不足の根本的要因が、国の支援体制の不備にあるという考え方の下、卒業後の職業保証ということをアピールしながら職業訓練校から学生を集めて、一人一人と契約を交わし入学させているとのことであった。これらのことを学長は、熱心に語ってくれたが、船主協会という大きな後ろ盾があればこそ可能となるのであろう。大学として本来の教育・訓練の質的向上とともに発展することを期待したい。

4. 海上保安大学校

4.1 海上保安大学校では、機関士養成課程に進む者が一学年 15 名ほどであるが、長年、蒸気タービンに係る教育・訓練を実施している。養成施設の資格とは別に業務上、関連する知識が必要であるという職業意識によるものであるとのことであった。

教官方からは、授業や実習などの状況について説明を受けたが、教える方も教えられる方も非常に熱意を持って取り組んでおられることが伝わってきた。

4.2 蒸気タービンのための設備として蒸気タービンプラントの他、様々な実機スクラップが教材として活用されていた。これについては、他の教育機関に比べ多種、多様の機器が活用されていた。

4.3 学内の教育ばかりでなく、蒸気タービンを有する工場などに見学に行っているとのことであった。蒸気タービンプラント及び構成部品などの実機を見ることは、機器構成の実際や構成機器の構造を学ぶ上で有効な教育手法の一つであろうと思われた。

5. 独立行政法人水産大学校

5.1 水産大学校における蒸気タービンに係る教育・訓練については、三級海技士（機関）の養成施設であった頃からの形態が維持されていると思われた。これは、引き続き無限定の海技免状を取得させたいという意欲と船舶機関士の教育・訓練における蒸気タービンに係る教育の重要性に基づくものと思われるが、共感できた。

座学面では、従前からの範囲、水準が維持されており、設備面では、蒸気タービンプラントの更新が実施されていたが、独自の発想と陸上に設置することの困難性を克服しながら設置された設備であり、まさに手作りの実習設備という印象を持った。実習方法について、詳しく知るまでには至らなかったが、今後、開発、策定されていく予定とのことである。どのような実習方法が策定されるのか興味深いところである。

5.2 意見交換の場では、実機を活用した教育が効果的であることが強調された。陸上施設における蒸気タービンの実習設備は、機能に限界があることも指摘された。現状において、陸上においてできない実践的技能の部分をどのようにカバーするか苦慮されている様子が窺えた。

5.3 水産大学校における機関士養成課程は、全5学科の一つである。今回は、機関士の養成課程、それも蒸気タービンに特化した調査であったため、その範囲は極めて限られていたが、その中で良く完備されたガスタービンの実習・実験室を見学できたことが強く印象に残った。そして、機関士養成課程における教育全体が非常にバランスのとれたものとなっているであろうという印象を強くした。

VII おわりに

船舶機関士の資質については、日本では教育・訓練の課程、あるいは上級職への過程において、従来から幅広い知識と実践的技能の両方を身に付けることが求められてきました。このことは、今回の海外調査でも共通であったと実感できましたが、知識と実践的技能のどちらが重視されているかについては、国あるいは、教育機関によって、異なるものであることも認識でき、さらに、実践的技能の習得が欠かせないという考えを持ちながら、様々な事情でそれが十分に実現できないという現実が存在していることも事実であったように思われました。

調査は、どの教育機関でも状況説明、質疑応答、その後施設見学という形態で進めましたが、蒸気タービン船が、LNG 船に限られているという現状にありながらも、蒸気タービンに係る教育・訓練が、決して軽んじられていないことも感じ取ることができました。

今回の調査は、蒸気タービンに関する教育・訓練というテーマであったので、設備に関する調査については、機関科の主要設備に限定し、また、カリキュラムについても蒸気タービンに関連する内容にとどめました。

本報告が、今後の蒸気タービンに係る教育・訓練を検討する上で参考になれば幸いです。

最後に、各機関における非常に懇切丁寧な対応により目的を達成することができました。

今回の調査にご協力頂いた関係各機関の皆さま方に対して厚くお礼申し上げます。

VII 記録写真（教育・訓練設備）

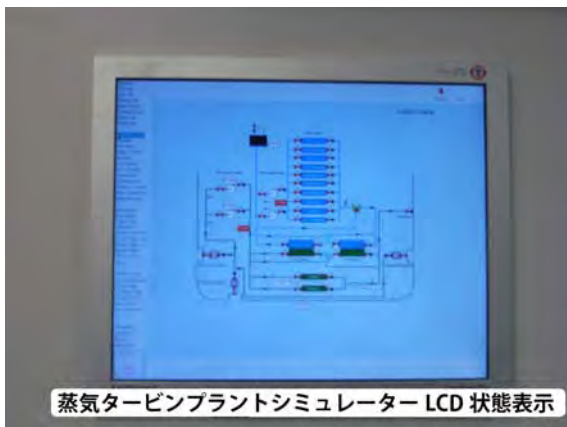
1. イギリス Warsash Maritime Academy (WMA)



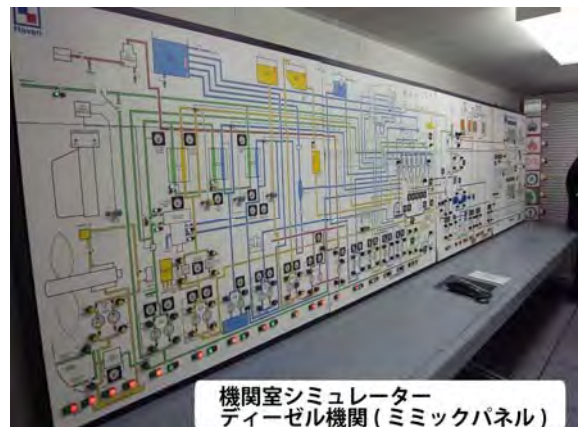
蒸気タービンプラントシミュレーター



蒸気タービンプラントシミュレーター



蒸気タービンプラントシミュレーター LCD 状態表示



機関室シミュレーター
ディーゼル機関 (ミミックパネル)



機関室シミュレーター
ディーゼル機関 (制御室コンソール)



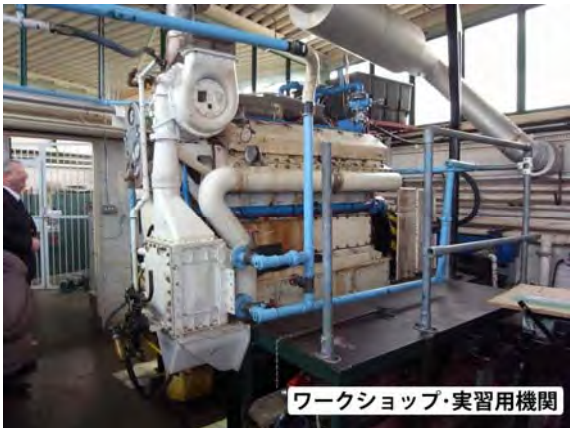
機関シミュレーター
ディーゼル機関 (教官卓)



ワークショップ全景



ワークショップ・ボイラ



ワークショップ・実習用機関



ワークショップ・実験用機関



ワークショップ
開放実験用蒸気タービン



ワークショップ
開放実習用蒸気タービン



ワークショップ
実習用ポンプ



ワークショップ・実習用 CCP



ワークショップ・実習用操舵機



ワークショップ
開放実習用ディーゼル機関



ワークショップ
実習用工作機器



ワークショップ
溶接実習ラース



ワークショップ
自動制御, 冷凍機, 電子回路実習装置



ワークショップ
冷凍機実習装置



ワークショップ
空圧実習装置



ワークショップ
ガバチ・カットモデル



ワークショップ
機関モデル



ワークショップ
教材模型

2. ドイツ Wismar 大学





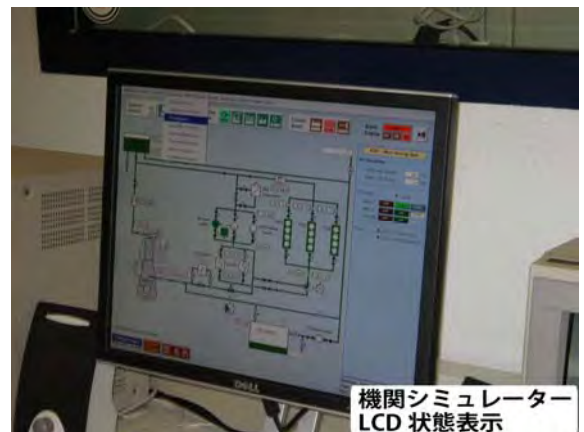
機関シミュレーター
制御室コンソール



機関シミュレーター
制御室主配電盤



機関シミュレーター
ターボ発電機制御盤



機関シミュレーター
LCD 状態表示



機関シミュレーター
機関室制御盤



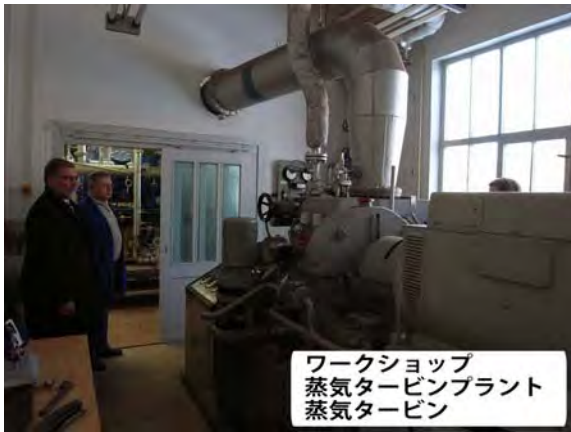
機関シミュレーター
CBT システム



機関シミュレーター
CBTシステムLCD表示



蒸気タービンプラント
蒸気タービン



ワークショップ
蒸気タービンプラント
蒸気タービン

Turbinenanlage
Kondensationsturbine mit 2 Curtis - Rädern
(Gleichdruckstufen)

Leistung	$P = 150 \text{ kW}$
Drehzahl	$n = 7500 \text{ 1/min}$
Dampfverbrauch	$m_o = 10.9 \text{ kg/kWh}$
Dampfeintrittsdruck	$p_e = 14.5 \text{ bar}$
Dampfeintrittstemp.	$\vartheta_o = 275 \text{ }^\circ\text{C}$
Kühlfläche Kondensator	$A = 400 \text{ m}^2$
Kondensatordruck	$p_k = 0.12 \text{ bar}$

ワークショップ
蒸気タービン名板



ワークショップ
蒸気タービンプラント・ボイラー



ワークショップ
蒸気タービンプラント・凝縮ユニット





ワークショップ
ディーゼル機関



ワークショップ
実験用ディーゼル機関



ワークショップ
操舵機実習装置



ワークショップ
油清浄機



ワークショップ
空気圧縮機



ワークショップ
冷凍機実習装置

3. トルコ ITUMF

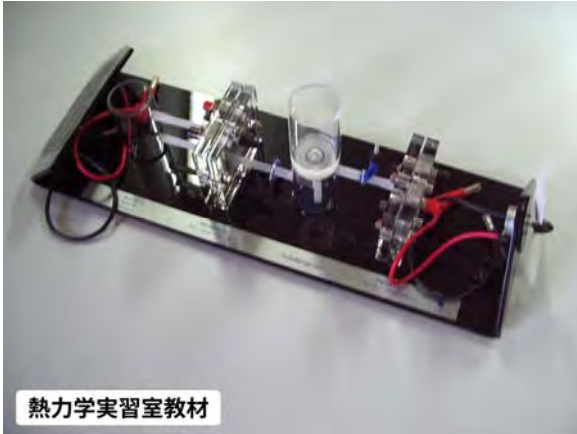




機関室シミュレーター
制御室(主配電盤)



熱力学実習室



熱力学実習室教材



熱力学実習室教材

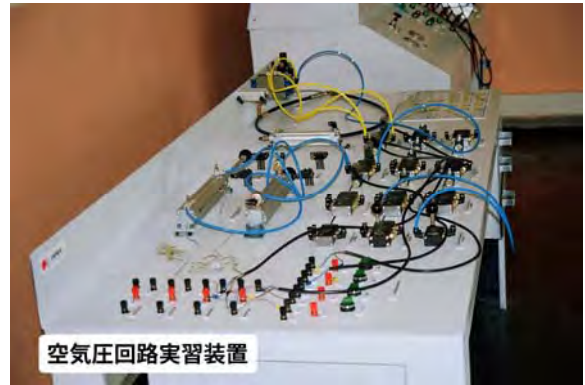


始動器実習装置



始動器実習装置
(電動機)





4. トルコ PIRI REIS 大学





機関室シミュレーター



操船シミュレーター



機関室シミュレーター



内燃機関実習室



冷凍機実習装置



油圧回路実習装置



空圧回路実習装置



ワークショップ

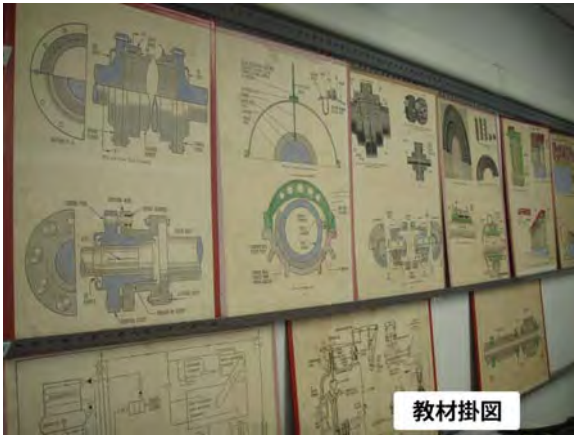


電子回路実習装置



電子回路実習装置

5. 海上保安大学校





6. 独立行政法人水産大学校





ガスタービン構成部材



大型教材展示ショップ