

# 欧州船用工業概況 2012年度

2013年3月

社団法人 日本船用工業会  
一般財団法人 日本船舶技術研究協会



## はじめに

船用工業に係るビジネスは、世界の造船市況に大きく左右される。今後の造船市況については、中長期的には、新興国を中心とした世界経済の発展に伴う海上輸送の拡大から船舶需要は増大していくと見込まれるものの、短期的には、深刻な需給ギャップが顕在化するものと考えられる。このため、船用工業市況についても、短期的には造船業と同様、新規受注が減少する可能性が高いものと考えられる。我が国造船業・船用工業にとって、2012年末以降、歴史的な超円高状態は緩和されつつあるものの、今後の先行きについて決して楽観視できる状況にはない。

一方、欧州船用企業については、欧州域内の造船業の市場シェアが後退していることから、欧州域外の市場へとグローバル化が進展しており、他の欧州産業セクターと比較しても、欧州船用企業の輸出依存率は高くなっている。このため、欧州船用セクターでは、海外での企業買収や合弁会社の設立等といった積極的な国際戦略や、高度な技術開発レベルが必要な高付加価値製品への特化といった企業戦略により、国際競争力の維持・向上に凌ぎを削っている状況にある。

本調査は、このような状況下において、2012年度の欧州船用工業の概況について関連情報の収集・分析等を行うとともに、技術開発先進国である欧州地域における造船・船用に係る最近の技術開発状況等を明らかにすることを目的として、本調査を実施した。

ジャパン・シップ・センター  
船用機械部



## 目次

1. 欧州船用工業の現状（各分野主要企業の動向）	1
1-1 船用ディーゼル機関 (Wärtsilä, Man Diesel&Turbo, Rolls-Royce, MTU Friedrichshafen)	1
1-2 プロペラ、ラダー及び推進システム (SCHOTTEL, Becker Marine, BERG Propulsion, VOITH Turbo, SkySails)	24
1-3 荷役機械・甲板設備 (Cargotec)	39
1-4 流体制御・ボイラー（バラスト水処理装置を含む） (Alfa Laval, Wärtsilä Hamworthy, Alfa Laval Aalborg, Auramarine, OptiMarin)	44
1-5 航海機器・レーダー (Inmarsat, Kongsberg Maritime, Pole Star, Marorka)	61
1-6 船用塗料 (AkzoNovel, Hempel)	74
2. 欧州船用技術開発の動向	80
2-1 EU フレームワーク・プログラム内の研究開発プロジェクトの動向	80
2-1-1 AQUO（海運の騒音フットプリント削減による静かな海洋の実現）	82
2-1-2 BB GREEN（環境に優しく効率的な電池駆動船）	82
2-1-3 Eco-REFITec（エコで革新的な改修技術と工程）	83
2-1-4 GRIP（改良推進技術を用いたグリーンなレトロフィット）	84
2-1-5 HELIOS（船用 2 ストロークディーゼルエンジン用の電子制御高圧ガス噴射）	85
2-1-6 INOMANS2HIP（貨物船の革新的エネルギー管理システム）	87
2-1-7 MOVE IT!（内水域貨物船の近代化）	87
2-1-8 REFRESH（既存船のグリーンなレトロフィット）	88
2-1-9 RETROFIT（環境フットプリント改善のための船舶レトロフィットの新技术）	89
2-1-10 SILENV（船舶の騒音と振動軽減のための革新的ソリューション）	89
2-1-11 SONIC（キャビテーションによる水中騒音の抑制）	90
2-1-12 TARGETS（グローバル海運の効率向上に関する高度研究）	91
2-2 その他の欧州技術開発プロジェクトの動向	93
2-2-1 ASV 技術	93
2-2-2 Cooperative Research Ships (CRS) の現行プロジェクト	93
2-2-3 Design For Sea (DeFoS) 共同産業プロジェクト	94
2-2-4 ECO2 Inland Vessel プロジェクト	95
2-2-5 ESD-JILI（省エネ装置 ESD のメカニズム研究）	96
2-2-6 ロイド船級協会技術センター	97
2-2-7 SAIL プロジェクト	98
2-2-8 SPIRETH プロジェクト	98
2-2-9 WAGENINGEN C/D プロペラシリーズ共同産業プロジェクト	100

2-3 欧州各国の技術開発プロジェクトの動向	101
2-3-1 BossCEff (ボス・キャップ効率)	101
2-3-2 デンマーク海事技術センター (DCMT)	101
2-3-3 EFFShip (低排出の効率的海運)	102
2-3-4 e4ships (燃料電池の船用利用)	103
2-3-5 GasPax	104
2-3-6 GREEN SHIP of the FUTURE (低排出フェリーの研究)	105
2-3-7 GREEN SHIP of the FUTURE (ECA レトロフィット技術研究)	106
2-3-8 HybridSHIP (ハイブリッド船)	107
2-3-9 Optimisation of a Multi-Component Propulsor (マルチコンポーネント推進装置の最適化)	107
2-3-10 PerSee (波浪中の船舶の性能)	108
2-3-11 PreMAN (海洋船の操船性能の予測)	108
2-3-12 Short Sea Ship of the Future (将来的な短距離貨物船)	109
2-3-13 STOPPING SIMULATIONS of Ships (船舶の停止性能のシミュレーション)	109
2-3-14 TRANSNOVA (エコフェリー・プロジェクト)	109
2-3-15 英国技術戦略委員会	110
2-3-16 風力エネルギー研究開発プロジェクト	111
2-3-17 ゼロ排出フェリー (ドイツ) (GL/Scandlines 共同プロジェクト)	111
2-3-18 ゼロ排出フェリー (英国) (スコットランドのフェリープロジェクト)	112
2-4 欧州各国における主要造船・船用関連企業の製品開発動向	113
2-4-1 デンマーク	113
2-4-1-1 Alfa Laval Aalborg Boilers : 補機エコノマイザー	113
2-4-1-2 MAN Diesel & Turbo : ME-GI 二元燃料 (DF) 2 ストロークエンジン	113
2-4-1-3 MAN Diesel & Turbo : 新 S30 型 2 ストロークエンジン	114
2-4-1-4 MAN Diesel & Turbo : G40/G45 型 2 ストロークエンジン	115
2-4-1-5 MAN Diesel & Turbo : 新 S90ME-C9.2 型 2 ストロークエンジン	116
2-4-1-6 MAN Diesel & Turbo : 第二世代 EGR 技術	116
2-4-1-7 MAN Diesel & Turbo : 新型 L23/30H 型エンジン	117
2-4-1-8 Mekanord : 軽量複合素材ギアボックス	118
2-4-2 フィンランド	119
2-4-2-1 ABB Marine : エネルギー管理システム (EMMA)	119
2-4-2-2 Wärtsilä : 新 X92 型低速エンジン	119
2-4-2-3 Wärtsilä : 2 ストロークエンジンの改良	120
2-4-2-4 Wärtsilä : 2 ストロークエンジンのターボチャージャーの配置変更	121
2-4-2-5 Wärtsilä : Icepod スラスタ	121

2-4-3 ドイツ	123
2-4-3-1 Caterpillar Marine Power Systems : LNG エンジン技術	123
2-4-3-2 Couple Systems : 乾式排出ガス浄化システム	123
2-4-3-3 Imtech Marine : コンピテンスセンター「グリーンシップ」	124
2-4-3-4 MAN Diesel & Turbo : 新 35/44DF 型デュアルフュエルエンジン	124
2-4-3-5 MAN Diesel & Turbo : DF エンジンの燃料シェアリングモード	126
2-4-3-6 MAN Diesel & Turbo : 新 D7 型高速ディーゼルエンジン	126
2-4-3-7 MTU Friedrichshafen : 8000 シリーズエンジンの出力増大	127
2-4-3-8 MTU Friedrichshafen : 4000 シリーズエンジンのアップグレード	127
2-4-3-9 MTU Friedrichshafen : 1163 シリーズエンジンのアップグレード	128
2-4-3-10 Reintjes : ハイブリッド駆動システム	128
2-4-3-11 Renk : モジュール設計の新ギアボックスシリーズ	129
2-4-3-12 Schottel : リム・スラスタ	129
2-4-3-13 Siemens : モジュール設計のマルチレベル・コンバーター	130
2-4-3-14 Voith Turbo : スイングアウト式アジマス RIM ドライブ・スラスタ	130
2-4-3-15 Voith Turbo : Voith Linear Jet (VLJ) 推進システム	131
2-4-3-16 Vulkan Couplings : 新「RATO R+」継手	132
2-4-3-17 ZF Marine : ハイブリッド対応型 PTI 船用減速装置	132
2-4-4 オランダ	134
2-4-4-1 O-foil : 推進概念	134
2-4-4-2 Van der Velden Marine Systems : Energy Saving Package (省エネパッケージ)	134
2-4-5 ノルウェー	135
2-4-5-1 Rolls-Royce Marine : 永久磁石スラスタ	135
2-4-5-2 Sperre : 新型熱交換器	135
2-4-5-3 Wärtsilä : 中電圧動力システム	136
2-4-6 スウェーデン	137
2-4-6-1 Alfa Laval : PureNOx 水処理システム	137
2-4-6-2 Alfa Laval : LPG 船向け貨物ヒーター／コンデンサー	137
2-4-6-3 Scania : 新高速エンジン	138
2-4-7 英国	139
2-4-7-1 Bruntons Propellers : 新 CPP シリーズ	139
2-4-7-2 Castrol Marine : 新シリンダー潤滑油	139
2-4-7-3 Perkins : 新高速エンジン	140
2-4-7-4 Ultra Dynamics : 高推力ウォータージェット	140
2-4-8 ベルギー	141
2-4-8-1 Anglo Belgian Corporation : 新中速エンジン	141





## 1. 欧州船用工業の現状（各分野別主要企業の動向）

### 1-1 船用ディーゼル機関

会社名                   Wärtsilä Corporation

住所・連絡先           John Stenbergin rantaa 2   Tel +358 (0)10 709 0000  
FI-00531 Helsinki           Fax +358 (0)10 709 5700  
Finland  
  
<http://www.wartsila.com>

業務内容・製品       船用ディーゼルエンジンの製造、船舶関連機器の製造、排ガス後処理、燃費向上システムなど環境系総合ソリューションの提供

低・中速ディーゼルエンジン、ガスエンジン、デュアル燃料エンジン、船用・陸上用発電機、メカニカルドライブ、ラダー、プロペラ、ギア、シール、ベアリング、各種制御システム、船体設計、エンジン周辺機具、バラスト水処理装置、SO<sub>x</sub> スクラバー、燃料電池

会社実績               Wärtsilä が 2013 年 2 月 8 日に発表した 2012 年 1-12 月期年次報告書によると、2012 年の全社的な純売上は前年比 12%増加した。アジア地域の売上が 43%で、売上増加分の約 80%を占めている。

Wärtsilä のビジネス部門は、発電、船用動力、サービスの 3 部門からなり、それぞれの売上比率は 32%、28%、40%である。

2012 年、Wärtsilä は、船用ガス、オフショア、環境製品市場における成長戦略の一環として、英国 Hamworthy の買収という同社史上最大の企業買収を完了した。Hamworthy は Wärtsilä の船舶部門に統合され、同部門の売上増加に貢献した。

また、発電部門では、アゼルバイジャンとヨルダンにおいて同社最大規模の受注を獲得した。サービス部門の売上も成長に転じた。

世界の造船業のアジア地域への集中を反映し、Wärtsilä 船用動力部門の売上は、韓国と中国が大部分を占める。特に韓国造船業はオフショア部門の成長が著しく、同部門における Wärtsilä の売上も順調に伸びている。

全社的な受注残は、前年比 12%増の 44 億 9,200 万ユーロで、発電部門が 2%増、船用部門 26%増、サービス部門 2%増であった。

Wärtsilä の業績推移 (単位：百万ユーロ)

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
売上	4,612	5,260	4,553	4,209	4,725
営業利益	525	638	487	469	515
当期受注高	5,573	3,291	4,005	4,516	4,940
当期受注残高	6,883	4,491	3,795	4,007	4,492

総従業員数は、2011 年に開始された経営合理化戦略により、2012 年にはグローバルに 336 人減少した。期間社員や退職者の補充も行われなかった。2012 年末時点の総従業員数は 18,887 人である。

また、フィンランドのバーサ配送センターでは、2012 年 12 月 17 日に約 40 日間の一時解雇プログラムが開始され、2013 年にかけて 700 人の従業員が影響を受ける。

船用動力部門実績

Wärtsilä 船用動力部門の 2012 年 1~12 月期の売上は、前年比 27%増の 13 億 100 万ユーロ、新規受注は同 45%増の 14 億 5,300 万ユーロと好調であった。

前年と同様にオフショアと特殊船市場の新規受注が好調で、船舶設計、推進システム、自動化システム、その他機器・システムを組み合わせた「トータル・ソリューション」、即ちパッケージ販売で、数件の大型受注を獲得した。

また、戦略的製品である環境システムでは、SOx スクラバーを数件、バラスト水処理装置では重要な初回受注を達成した。これまでの SOx スクラバーの受注合計は、24 隻向け 47 基である。

オフショア市場では、ブラジルのドリルシップ 9 隻、パイプ敷設

船 6 隻及びプラットフォーム支援船数隻向けの大型受注があった。

DF エンジンの受注も好調で、ガス焚きエンジン市場における Wärtsilä の優位性を更に高めた。新規受注としては、カナダの旅客フェリー、オランダ船社向けガスタンカー2 隻、中国のタグボート 2 隻、欧州内陸水路の乾貨物船、韓国港湾局の作業船、メキシコ湾のオフショア支援船 3 隻向け等がある。特にオフショア市場では、合計 15 基の DF エンジンを受注した。

新規受注の市場別内訳は、オフショア 46%、商船 28%、特殊船 12%、クルーズ船及びフェリー6%、艦艇 7%、その他 1%である。

#### 合弁会社による受注

Wärtsilä の韓国の合弁会社 Wärtsilä Hyundai Engine Company Ltd (WHEC)、及び補機製造の中国合弁会社 Wärtsilä Qiyao Diesel Company Ltd の 2012 年の受注高は、前年の 3 億 9,400 万ユーロから 2 億 4,200 万ユーロに減少した。Wärtsilä は両社の 50%を所有している。

#### 受注残

船用動力部門の 2012 年末時点の受注残は前年比 26%増の 21 億 2,700 万ユーロ、サービス部門の受注残は前年比 2%増の 8 億 8,040 万ユーロである。

#### Wärtsilä 船用動力部門の業績推移 (単位：百万ユーロ)

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
売上	1,531	1,761	1,201	1,022	1,301
当期受注高	1,826	317	657	1,000	1,453
当期末受注残	4,486	2,553	1,825	1,684	2,127

#### 世界造船市場の動向

2012 年の世界の造船市場では、新造船契約数は前年比 35%減の 1,090 隻に止まり、引き続き商船の船腹過剰状態を裏付けるものとなった。

新規受注船種としては、オフショア船と特殊船が多く、LPG 船も好調であった。特に LNG 船は、2012 年に 35 隻の新規受注があった。

国別にみると、2012 年の新造船受注量（CGT ベース）では、中国が 35%、韓国が 34%と独占的な地位を保っている。小造船国の中では、ブラジル、ノルウェー、米国が多くの新規受注を獲得した。

### 市場シェア

2012 年末時点の Wärtsilä の中速主機の市場シェアは、前四半期比 1%減の 47%、低速主機のシェアは同水準の 18%、補機のシェアは 1%減の 4%である。

### サービス

世界 70 カ国、約 160 拠点に 11,000 人のサービス要員を持つ Wärtsilä のサービス部門は、同社の発電顧客と船用顧客にサービスを提供しており、その売上比率は 40 : 60 である。

2012 年の Wärtsilä サービス部門の純売上は、前年比 5%増の 19 億 800 万ユーロ（前年：18 億 1,600 万ユーロ）と最高を記録した。これは Wärtsilä 全社売上の 40%に相当する。

この売上増加は、稼働中の Wärtsilä エンジン数の増加と運転コスト削減を目指した同社のサービス戦略の成果である。エンジンからのサービス収入が全体の 4 分の 3 を占め、収入増加の大部分は 4 ストロークエンジン向けサービスに起因する。

2012 年時点の Wärtsilä エンジンの稼働総ワット数は 181,200MW で、前年比 1%増加した。

船用向けサービスは、世界の経済動向と稼働中の船舶数に比例する。船腹過剰と海運市況の低迷はサービス顧客にも影響を及ぼしており、世界の船隊稼働数は歴史的に低いレベルに止まっている。また、2012 年は大型 2 ストロークエンジンを搭載した旧造船の解撤が進んだことから、Wärtsilä 船用エンジンの総稼働ワット数は僅かに減少した。

2012 年、Wärtsilä は、発電所向けの多数のサービス契約に加え、船用向けサービスでは Princess Cruise Lines Ltd 及び Prestige

Cruise Holdings, Inc.と大型サービス契約を締結した。

## 製造

Wärtsilä の主力製品である中速主機は、バーサ（フィンランド）とトリエステ（イタリア）の自社工場で製造され、低速主機は、輸送コスト削減と生産の柔軟性を保つため、造船所に近いアジア、欧州、南米 19 か所でライセンス製造されている。また、補機は上海で製造されている。プロペラは、主に中国、ノルウェー、英国、イタリア、インド、日本で、自動化システムはノルウェーで製造を行っている。環境技術関連の研究開発は、フィンランドの自社 Ecotech-Centre で行っている。

2012 年はエンジン新規受注が予想よりも低迷したため、生産の一時的な落ち込みを受け、11 月にはフィンランドで従業員 700 人を対象とした一時解雇を開始した。

また、2012 年 11 月には、ノルウェーで行っているプロペラとギアボックスの製造を、それぞれ中国とイタリアに移管する計画を発表した。

現在、世界の新造船の 35% は中国で建造されるため、近年 Wärtsilä は中国における現地製造体制を強化している。2010 年にはオランダのプロペラ製造拠点を閉鎖し、2011 年に中国 Zhenjiang CME Ltd.との合弁会社 Wärtsilä CME Zhenjiang Propeller Co. Ltd.で可変ピッチプロペラの製造を開始した。

2011 年 7 月には、中国 CSSC Guangzhou Marine Diesel Co. Ltd.と、Wärtsilä 低速エンジンのライセンス製造・販売に関する契約を締結した。

2012 年には、中国 Yuchai Marine Power Co. Ltd.と中速エンジンを製造する合弁会社の設立に合意した。また、補機製造を行っている既存の中国合弁会社の製造設備拡張を計画している。

## 買収・合弁・組織再編

2011 年 11 月に発表された Wärtsilä による英国 Hamworthy の買収は、2012 年 1 月に完了した。この 4 億 5,600 万ユーロの大型買収により、Wärtsilä はオフショア、船用ガスシステム、環境システム

等の市場におけるシナジー効果を期待している。Wärtsilä 船用動力部門に統合された Hamworthy のビジネスは、Flow&Gas ソリューションと環境ソリューションに分かれている。Wärtsilä は今後 5 年間で両部門の売上を倍増させる計画である。Hamworthy の総従業員数は 1,200 人である。

2012 年 3 月には、シンガポールの船用・産業用ボイラーのサービス企業 MMI Boiler Management Pte Ltd.の買収を、約 300 万ユーロで合意した。

2012 年 12 月には、Wärtsilä と中国 Yuchai Marine Power Co. Ltd.は、広東省珠海市に中速エンジン製造に関する合弁会社設立に合意した。Wärtsilä 20、Wärtsilä 26、Wärtsilä 32 型エンジンの製造開始は、2014 年の予定である。

また、中国の既存合弁会社 Wärtsilä Qiyao Diesel Company における Wärtsilä 20 型補機の生産を拡大する。

一方、Wärtsilä と中国 Jiangsu CuiXing Marine Offshore Engineering Co. Ltd.の合弁会社設立計画は中止となった。

Wärtsilä とロシア Transmashholding の合弁会社 Wärtsilä TMH Diesel Engine Company LLC は、ロシア・ペンザに近代的な工場の建設を開始した。2013 年下半期には稼働の予定である。

#### 研究開発・新製品

2012 年の研究開発支出は、純売上の約 4%に相当する同社史上最高の 1 億 8,800 万ユーロであった。厳格化する環境規制に対応する技術・製品と顧客の運航効率化を実現する製品とソリューションの研究開発をその焦点としている。

#### Wärtsilä : 研究開発支出 (全社、百万ユーロ)

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
予算	121	141	141	162	188

バラスト水処理システム「AQUARIUS UV」(紫外線システム)は全試験を完了し、2012 年 12 月に型式承認を取得した。2012 年中に、同システムの初回受注製品の引き渡しが行われた。「AQUARIUS

EC」(電解塩素処理システム)の型式承認は、2013年第2四半期に取得予定である。

現在市場で最も充実したポートフォリオと販売実績を持つ Wärtsilä の SOx スクラバー(除去装置)には、オープン・ループ型、クローズド・ループ型、ハイブリッド型があり、24隻向けに47基の販売実績がある。

2012年秋には、Wärtsilä は燃料電池戦略を見直し、燃料電池研究部門を本社機能から切り離して新会社 Convion Oy を設立した。Wärtsilä は同社の 19.9%を保有する。

船用 Wärtsilä DF エンジンの稼働台数は、LNG 船を中心に 150隻向け 520基に上り、Wärtsilä は DF エンジン市場における優位性を確立している。Wärtsilä は、現行の中速 DF エンジンに加え、低速 DF エンジン技術の開発を進め、イタリアで試験を行っている。2012年には、新技術は排ガス後処理装置を使わずに IMO 第3次規制を満たすことが確認された。2013年にはフルスケール試験を継続し、2014年の実船搭載を目指している。

新製品としては、低速エンジン X シリーズの開発と拡大を進めている。2012年には X35、X40 の試験が行われ、実船搭載された。2011年に発表された中型低速エンジン X62、X72 は、それぞれ 2013年後半に引渡しが始まる。2012年には、超ロングストロークの X92 を発表した。

実績のある RT-flex シリーズにも開発と改良を続け、新製品を投入している。RT-flex58T-D と RT-flex82T-D は改良され、出力増加と同時に燃費が向上した。また、RT-flex シリーズの全機種向けに、燃料消費量を削減する新設計の燃料噴射装置を導入した。

2011年末、Wärtsilä と MAN Diesel & Turbo が主導する高効率・低排出エンジンに関する欧州共同開発プロジェクト「HERCULES-B」が完了し、NOx 削減率 50%、燃料削減率 10%という成果を発表した。2012年には、予算総額 1,700 万ユーロの後続プロジェクト HERCULES-C が開始され、2014年末まで継続する。

## 市場予測

2013年も造船市場は低迷を続けるが、Wärtsilä は前年よりは若

干の改善を予想している。市場の船腹過剰により、ばら積み船等いくつかの船種の新規受注は限定的であろう。新規受注が好調な船種は、2012年と同じくオフショア船と特殊船である。関連した環境製品と高燃料効率の製品の需要が期待できる。

サービス需要は比較的堅調で、特に中東とアジアの発電顧客向けのサービスは僅かながら増加するが、経済危機に見舞われた欧州南部の需要は低迷しよう。船用向けのサービスも、オフショアを中心に堅調であると予想される。

Wärtsilä は、全社的な 2013 年の売上成長率は 0.1%、利益率は 11%前後を予想している。



会社名 MAN Diesel & Turbo SE

住所・連絡先 Stadtbachstrasse 1 Tel +49 (0)821 3220  
D-86153 Augsburg Fax +49 (0)821 3223382  
Germany  
<http://www.mandieselturbo.com>

業務内容・製品 船用・陸上用ディーゼルエンジン及びタービンの製造  
船舶関連機器の製造

低・中速ディーゼルエンジン、ガスエンジン、デュアルフェュエルエンジン、洋上発電機、ギア、プロペラ、推進システム、各種制御システム、エンジン周辺機具、環境関連システム、ガスタービン、蒸気タービン、コンプレッサー、ターボ過給機

会社実績 アウグルブルクを本拠とする MAN Diesel & Turbo は、世界 100 か所以上に拠点・代理店を展開し、2012 年末時点の総従業員は 14,863 人である。内、ドイツ国内の従業員が約半数を占める。

同社は、2010 年 1 月 1 日、ドイツ MAN Group (MAN SE) 傘下の MAN Diesel 社と MAN Turbo 社が統合され誕生した企業で、MAN Group は、同社をグループの動力エンジニアリング部門と位置づけている。MAN Diesel & Turbo は、両社のディーゼルエンジンとターボ技術を組み合わせた船用排熱回収システム等のパッケージ製品を提供している。

2013 年 2 月 8 日に発表された、ドイツ Volkswagen AG が 75% を所有する MAN Group の 2012 年 1-12 月期年次報告書によると、MAN Diesel & Turbo 全体、即ち主要 3 ビジネス部門であるエンジン・船用システム、発電、ターボ機器を含む 2012 年の受注高は前年比 5.2%減の 35 億 1,000 ユーロ、売上は 4.5%増の 37 億 8,000 ユーロ、営業利益は 5.3%減の 4 億 3,700 万ユーロであった。売上の増加は、発電とターボ機器部門に起因する。

受注残は前年同時期の 38 億ユーロから、2012 年 12 月末には 34 億ユーロに減少した。

### 造船市場の動向

2012 年も、経済危機以前に大量発注されていた新造船は、引き続き高いレベルで市場投入されている。また、原油価格と運航コストの上昇により、新たな商船の船腹需要は更に減少し、市場競争は激化、運賃も更に下落した。資金調達の困難さも、新造船需要の低迷に拍車をかけている。

一方、オフショア船と特殊船への需要は引き続き好調で、新規ガス田、油田開発のための掘削リグ、生産プラットフォーム、補給船、建設作業船等の新規受注が多かった。また、比較的低価格の LNG への需要の高まりを受け、LNG 船の新造受注も高レベルを維持した。

世界の造船建造量の大部分は、中国、韓国、日本が占めているが、オフショア船と特殊船に関しては、ブラジル、米国、シンガポール等も新規受注を獲得した。

### 船用部門実績

2012 年のエンジン・船用システム部門単体の業績は以下のようになる。(注：MAN Diesel & Turbo の 2012 年の年次報告書は本書作成時点(2013 年 2 月)時点で発表されていないため、MAN Group の 2012 年年次報告書よりの抜粋となる。)

#### MAN Diesel&Turbo 船用部門の業績推移 (単位：百万ユーロ)

	2009 年	2010 年	2011	2012 年
受注高	1,110	1,525	1,605	1,296
売上	1,805	1,576	1,670	1,552
営業利益	270	333	359	319

2011 年、世界の商船の新規需要は、前年と比べて隻数で 40%減少したが、減少傾向は 2012 年も続いている。タンカーとフェリーへの需要は比較的堅調であったが、ばら積み船とコンテナ船への需要は激減した。

従って MAN Diesel & Turbo のライセンシーが製造する 2 ストロークエンジンの新規受注も、前年の 12 ギガワットから 7 ギガワットへと激減した。このような状況下で特筆すべきは、米国船社向けコンテナ船 2 隻のガス焚き 2 ストロークエンジンの受注である。同船は最も環境性の高いコンテナ船といわれている。

4 ストローク中速エンジンの新規受注も減少し、2012 年の受注台数は、オリジナル製品とライセンス製造を合わせて前年の 1,811 基 (3,311 メガワット) から 999 基 (1,832 メガワット) に半減した。

オフショア市場の需要は比較的堅調で、補給船 15 隻向けにエンジン 60 基を受注した。また、大型受注としては、韓国で建造中の LNG 船 3 隻向けの DF エンジン 12 基がある。さらに、次世代過給システム TCS-PTG の初受注を獲得した。

また、2011 年に発表された DF 型 2 ストローク低速エンジン ME-GI は、2012 年 12 月、米国船社 TOTE の世界初のガス駆動コンテナ船 (3,100TEU) 2 隻向けに重要な初受注を獲得した。8L70ME-GI 型 DF エンジンを搭載した同コンテナ船 2 隻は、米国 NASSCO 造船所で建造され、それぞれ 2014 年、2015 年に竣工予定である。

続いて同じく 2012 年 12 月には、Teekay LNG 社の 173,400 m<sup>3</sup> 型 LNG 船 2 隻向けにも 5G70ME-GI 型低速エンジン 4 基を受注した。同エンジンは、高効率の超ロングストロークを持つ新 G 型エンジンである。同 LNG 船は韓国大宇造船で建造され、2016 年に竣工の予定である。

厳しい市場状況とにも関わらず、MAN Diesel & Turbo は船用エンジン市場のトップ企業の地位を維持している。しかしながら、エンジン・船用部門の新規受注は、前年の 16 億 500 万ユーロから 2012 年は 12 億 9,600 万ユーロへと大きく減少した。

## 市場シェア

船用エンジン市場全体における MAN Diesel & Turbo のシェアは約 50% で、2 ストローク船用エンジンでは 80% 以上の圧倒的シェアを誇っている。船用 4 ストローク中速エンジンにおいても市場リーダーである。また、2 ストローク及び 4 ストロークディーゼルエンジン向けのターボチャージャーでは市場第 2 位のメーカーである。

## 製造

MAN Diesel & Turbo は、4 ストロークエンジンはドイツ、フランス、インドで製造、主力製品である 2 ストローク低速エンジンは、同社コペンハーゲン拠点で開発・設計され、韓国、中国、日本をはじめとする造船国でライセンス製造が行われている。

2011 年 6 月にライセンス契約を締結した中国広州の国営 CSSC の子会社 DMD は、2012 年に MAN Diesel & Turbo の 2 ストロークエンジンの製造を開始した。

また、2012 年 4 月、MAN Diesel&Turbo は、中国上海のライセンサーである CMD と、7G80ME-C9.2 型超ロングストロークエンジンの製造に関する契約を締結した。

現在のライセンス製造拠点の内訳は、中国 20、日本 9、韓国 6 の他、クロアチア 3、ポーランド、ロシア、スペイン、チェコ、インド、ベトナム、米国が各 1 である。

## サービス

MAN Diesel & Turbo は、同社全製品に対するサービスと部品供給を「MAN PrimeServ」というブランド名で提供している。2010 年の MAN Diesel と MAN Turbo の事業統合後、両社のサービス網の合理化が進められおり、英国、中国、アルゼンチン、パキスタン内の拠点がそれぞれ統合された。現在、世界に 116 か所のサービス拠点を持つ。

2012 年 3 月、MAN Diesel&Turbo は米国のクルーズ船社 Norwegian Cruise Lines と、同社クルーズ船 11 隻向けのエンジン部品の供給とメンテナンスに関する契約を 3,000 万ドルで締結した。

2012 年 10 月には、ブラジル Petrobras とオフショアプラットフォームの MAN ガスタービン 20 基のメンテナンスに関する 5 年契約を 1 億 5,000 万ユーロで締結した。

2012 年に新たに開設されたサービス拠点は、ドイツ、ヨルダン、カナダ、セネガルである。また、ブラジルのサービス企業を買収した。

## 設備投資

2012 年の MAN Diesel & Turbo 全体の設備投資額は、前年の 9,300 万ユーロから 1 億 6,400 万ユーロへと大きく増加した。

ディーゼルエンジン用の設備投資としては、大型部品加工と燃料噴射システム製造及び試験設備への投資、またシングルシリンダー試験エンジンの開発等があった。

また、オーバーハウゼン（ドイツ）とチューリッヒのターボチャージャー工場と試験設備の近代化を更に進めたまた、ガスタービンとコンプレッサーの試験設備への投資を行った。

## 企業買収

2012 年 3 月、MAN Diesel&Turbo は、スイスの特殊磁気ベアリングメーカー Mecos Traxler A を買収した。同社の特殊ベアリングはタービンやコンプレッサーに使用されている。

また、同じく 3 月には、2003 年以来提携関係にあったデンマークの高効率・省エネプロペラのメーカー Kappel Propeller を買収した。同社のプロペラと MAN の超ロングストローク G 型エンジンを組み合わせた場合、燃料消費量の 10%削減が可能である。

## 研究開発・新製品

2012 年、MAN Diesel & Turbo は、環境性、コスト効果、信頼性の向上を目標に、研究開発活動を継続した。特にガス焼きエンジンの開発が焦点となっている。

2012 年 9 月には、3.2~5.3 MW の出力を持つ DF 型 4 ストロークエンジン L35/44DF を発表した。同エンジンはガスモードの場合、排ガス後処理装置なしに 2016 年発効予定の NOx 削減に関する IMO 第 3 次規制を満たす。

さらに、2013 年に発効する IMO のエネルギー効率設計指標 (EEDI) を満たす超ロングストロークの G 型 2 ストロークエンジンを発表した。同エンジンは減速運航に最適である。

ディーゼルエンジンとしては、2012 年 10 月、IMO 第 3 次規制

を満たす EGR 搭載 6S80ME-C9 型低速エンジンを発表した。第 1 号機は、2013 年第 1 四半期に竣工予定の Maersk Line の C クラスコンテナ船に搭載される。

高速エンジン関連では、2012 年 9 月に、同社の既存小型中速エンジンと大型高速エンジンとのギャップを埋める出力 1.5～5MW、回転数 1,000～2,000rpm の D7 型高速エンジンを発表した。

### 2013 年の市場予測

2012 年の低経済成長は 2013 年、2014 年も続く予想され、2012 年に激減した MAN Diesel & Turbo の船用新規ビジネスの低迷も続く予想される。船腹過剰状態は今後数年は解消せず、新規需要の減少と船価の下落により世界の造船業とサプライヤーの苦境は継続するものと考えられる。

一方、オフショア船、特殊船への需要は堅調を維持し、商船部門の低迷を幾分相殺するもの予想される。海軍、コーストガード向けの艦艇への需要も比較的堅調であると予想される。

2013 年、MAN Diesel & Turbo は、新規受注は前年レベルからは若干回復するが、2012 年の新規受注減少により、売上高は減少すると予想している。

会社名 Rolls-Royce plc

住所・連絡先 Rolls-Royce Group plc Tel: +44 (0) 20 7222 9020  
65 Buckingham Gate Fax: +44 (0) 20 7227 9170  
London SW1E 6AT  
UK <http://www.rolls-royce.com>

業務内容・製品 船用ディーゼル・ガスエンジン、ガスタービンの製造  
(船用部門) 船体設計及び船舶関連器具の製造

中速ディーゼルエンジン、ガスエンジン、ガスタービン、海洋向け発電機、各種制御システム、各種ベアリング・シール、甲板機器、ギア、プロペラ、アジマススラスタ、ポッド型推進機、ウォータージェット推進機、トンネル型推進機、ラダー、スタビライザー、潜水器具

会社実績 Rolls-Royce は、民間航空、防衛航空、船用、エネルギーそれぞれの分野において世界的なトップ企業の一つである。総従業員数は、世界 50 カ国に 45,000 人以上、うち 14,000 人はエンジニアである。

2012 年 2 月 14 日に発表された連結決算によると、2012 年は引き続き好調な 1 年であった。全社的な受注残は前年比 4%増の 601 億ポンド、売上は 8%増の 122 億ポンド、利益は 24%増の 14 億ポンドであった。サービス収入は前年比 5%増の 63 億ポンドであった。

Rolls-Royce の業績推移 (単位：百万ポンド)

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
売上	9,147	10,108	11,085	11,277	12,209
税引き前利益	880	915	955	1,157	1,429
当期末受注残	55,500	58,300	59,200	57,630	60,146

Rolls-Royce の船用ビジネスに関連した近年の戦略的な動きとし

ては、2011年、15億ポンドを投じ、Daimler と共同でドイツ Tognum を買収した。Tognum は高速エンジンメーカーMTU Friedrichshafen の持ち株会社であり、今後の Rolls Royce 船用部門に新たなビジネス拡大の機会を提供することが期待されている。

Rolls-Royce グループは、2013 年は売上は穏やかな成長、利益は順調な成長を予測している。

#### 船用部門実績

Rolls-Royce 船用部門は、25,000 基の動力・船用システムの販売実績を持ち、同社製品は 30,000 隻に搭載されている。世界 70 か国の海軍を含む 4,000 の顧客向けにビジネスを行っている。船用部門は世界 35 か国に 9,000 人雇用している。

2012年、Rolls-Royce 船用部門の新規受注高は 33 億ポンド(2011年: 21 億ポンド) と好調で、受注残は、前年比 44% 増の 39 億 5,400 万ポンドとなった。これは 11 億ポンドに上る英国国防省の新原子力潜水艦向けの炉心の受注によるところが大きい。オフショア市場も好調で、特にブラジルのドリルシップ、支援船関連の受注が多かった。しかしながら、商船向けの受注は引き続き低水準であったため、全体的な新規受注高に影響を与えた。

売上は、価格への圧力と為替変動により、前年比 1% 減であった。サービス収入は、オフショア市場が好調で、またグローバルなサービス網の拡大とともに、2012 年下半期に改善した。船用部門の売上は、Rolls-Royce 全社の 18% を占める。

製品とサービスの売上比率は 57% : 43%、市場別売上比率はオフショア 47%、艦艇 33%、商船 20% である。

利益は、製品の多様化とコスト削減により前年比 2% 増加したが、価格圧力と為替変動により幾分相殺された。

#### Rolls-Royce 船用部門の業績推移 (単位: 百万ポンド)

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
売上	2,204	2,589	2,591	2,271	2,249
税引き前利益	183	263	332	287	294
当期末受注残	5,200	3,500	2,977	2,737	3,954



2012年の主な新規受注は以下のとおりである。

- ブラジル Petrobras、Navegação São Miguel、Bravante Group がブラジル Atlantico Sul 造船所で建造するドリルシップ、オフショア支援船（OSV）、プラットフォーム補給船（PSV）合計 18 隻の設計と搭載機器供給に関する 1 億 4,700 万ポンドの契約を締結。
- ノルウェー Farstad Shipping が中国 COSCO と韓国現代重工で建造する OSV10 隻の設計と搭載機器供給に関する 1 億 1,900 万ポンドの契約を締結。
- 米国海軍の次世代ホーバークラフト「Ship-to-Shore Connector」73 隻向けに MT7 型ガスタービンエンジンを受注。
- 米国海軍の沿海域戦闘艦（LCS : Littoral combat ship）2 隻向けの MT30 型ガスタービンと推進システムを受注。
- 韓国海軍の新 FFX フリゲート艦 1 隻向けに MT30 型ガスタービンを受注。これはアジア地域における MT30 の初受注である。

### 設備投資

英国国防省の新造原子力潜水艦向けに炉心を供給するため、英国ダービーの製造設備の近代化を開始した。Rolls-Royce では最高の安全水準と技術を持つ製造施設は、今後の受注にもつながると予想している。

2012年11月には、ノルウェー西岸の海事クラスターの中心地であるオーレスンに敷地面積 3,000m<sup>2</sup>の新海事技術トレーニングセンターを開設した。同センターは特にオフショア向けのトレーニングとシミュレーションを行う。

### 新製品、新部門

Rolls-Royce は、船舶設計部門の拡大と強化を行っている。同社設計の UT 型オフショア船は既に 700 隻が就航、又は建造中である。過去 40 年に Rolls-Royce が設計した船舶は 800 隻に上る。

2012年には艦艇、警備艇、その他の海事当局向けの船舶を設計する新部門が発足した。船舶設計の充実により、統合システムソリューションを提供する戦略である。

Rolls-RoyceのLNG 焚きC型エンジンは米国環境保全庁の販売認可を得た。C型エンジンは2016年に厳格化が予定されている環境基準を満たすものである。

新開発された高効率で騒音・振動の少ない永久磁石トンネルスタターは、2012年9月、ノルウェーOlympic Shipping向けに初受注を獲得した。2007年建造のRolls-Royce設計の多機能アンカーハンドリング船「Olympic Octopus」にレトロフィットされる。

## サービス

Rolls-Royce 船用部門は、サービスの質と量の充実を継続している。過去3年間に、世界13か所のサービス拠点を開設又は拡張した。

特に中国では、香港、大連、上海のサービスセンターに続き、広州に新サービスセンターを建設中である。

## 会社名

MTU Friedrichshafen GmbH

## 住所・連絡先

Maybachplatz 1

Tel : +49 7541 90-0

88040

Fax : +49 7541 90-5000

FRIEDRICHSHAFEN

info@mtu-online.com

Germany

<http://www.mtu-online.com/>

## 業務内容・製品

船用ディーゼルエンジンの製造、船体設計及び船舶関連器具の製造

中・高速ディーゼルエンジン、ガスタービン、海洋向け発電機、各種制御システム、ギア、プロペラ

## 会社実績

高速船向けディーゼルエンジン市場において高いシェアを誇る MTU は、総合産業エンジン事業持株会社である独 Tognum AG 内のメイン・ブランドである。

2011年3月、Daimler AG と Rolls-Royce plc の合弁会社 Engine Holding GmbH が、Tognum 買収の意向を発表、9月には株式の99%を取得、11月に買収を完了した。Daimler AG と Rolls-Royce plc との協力により、Tognum は推進システム、陸上エネルギー部門でのシナジー効果を期待している。

MTU のビジネスは、船用・軍用・産業向けディーゼルエンジンを含むエンジン部門「MTU」と陸上発電エンジン部門「MTU Onsite Energy」から成り、エンジン部門の売上は Tognum グループ全体の約67%（2012年）を占める。MTU は出力範囲150kW～10MW の高速ディーゼルエンジンの開発、製造、販売を行っている。ガスタービンを含めると、最大出力は35MW となる。

MTU のコアビジネスは、商船、艦艇、ヨットなどの船用エンジンであるが、その他石油・ガス産業、工業（鉄道、農業、建設、鉱業用車両）、防衛（軍用車両）向けのエンジンも取扱っている。また、関連したグローバルなアフターセールス（スペア部品、顧客支

援、修理、改造)も展開している。

MTU は 2011 年の経営実績の詳細を公表しないため、持ち株会社である **Tognum AG** の年次報告書内のエンジン部門 (船用、陸上用エンジンを含む) の実績を参考とする。

**Tognum** が 2012 年 3 月 5 日に発表した 2012 年年次報告書によると、**Tognum** エンジン部門の 2012 年 1-12 月期の受注高は前年同期比 0.7%減の 21 億 7,150 万ユーロ、売上は 0.6%増の 20 億 670 万ユーロ、うちエンジン部門売上の 27.1%を占める船用エンジンの売上は前年比 2.2%減の 5 億 4,330 万ユーロであった。営業利益 (EBIT) は前年比 16.2%減の 2 億 5,000 万ユーロで、利益率は 12.5%に悪化した (2011 年 : 15.0%)。

**Tognum** エンジン部門の業績推移 (単位 : 百万ユーロ)

	2010 年	2011 年	2012 年
受注高	1,948.8	2,186.0	2,171.5
内、船用エンジン	534.9	555.3	2,006.7
売上	1,839.4	1,995.1	543.3
営業利益 (EBIT)	221.6	298.4	250.0

2012 年の船用エンジン部門の市場状況は、2011 年とほぼ同様であった。シリーズ生産される小型ヨット向けのビジネスは低迷したが、大型ヨット市場は若干回復した。商船向けビジネスは、引き続き船腹過剰と世界的な景気低迷の影響を受けているが、オフショア船分野では **Rolls-Royce** が受注したオフショア船向けの補機受注が好調であった。特殊船市場でも比較的堅調な需要があった。

艦艇向けエンジンの販売は、景気低迷にも関わらず比較的好調であった。これは防衛プロジェクトのリードタイムの長さ、セキュリティ環境や戦略の変化によるものである。

**Tognum** の業績を助ける成長戦略分野は、製品ポートフォリオのバランスと多様化、船用システム及び陸上エネルギーシステムの高い技術力、研究開発、アフターセールスの充実、地理的拡大などである。

## 市場シェア

MTU は出力 150～10,000kW のディーゼルエンジン市場のトップメーカーのひとつで、メガヨット、高速フェリー、フリゲート艦、巡視船等のセグメントでは 30%以上のシェアを持つ。主な競合他社は、Caterpillar、Cummins、MAN Diesel である。

## 新製品

2012 年 3 月には、2000 シリーズを改良し、出力を 8%増加させた M94 型船用ディーゼルエンジンを発表した。同エンジンは重量比出力が高く、また静かなことも特長である。

2012 年 8 月には、米国 EPA 第 3 次規制及び IMO 第 3 次排出規制に対応するため、プレジャーボート向け 2000 シリーズのアップグレードを発表した。EPA 第 3 次規制はエンジン内部技術で満たし、IMO 第 3 次規制向けは SCR を搭載する。アップグレードされたエンジンはそれぞれ 2014 年、2016 年に発売予定である。

同じく 2012 年 8 月には、米国 EPA 第 3 次規制に対応するために、タグボート、オフショア船等の作業船向け 4000 シリーズ「Ironmen」エンジンのアップグレードを発表した。新型エンジンは、2013 年半ばに販売予定である。

10 月には、MTU の 8000 シリーズエンジンのアップグレードを発表し、最大出力を 9,100kW から 10MW に拡大した。2000 年の販売以来、8000 シリーズのディーゼルエンジンは 130 基以上が稼働しており、更に 40 基が受注済みである。

また、2012 年 10 月、2000 及び 4000 シリーズエンジン向けの新世代オートメーションシステム「Blue Vision」を発表した。同システムは、現在イタリア Sanlorenzo 建造の全長 34m のヨットに搭載され、実船実験が行われている。

## 研究開発

2012 年末現在、Tognum グループでは、従業員の約 10%に当たる 1,303 人が研究開発活動に従事している。2012 年の Tognum の研究開発支出は、前年比 6.3%増の 2 億 360 万ユーロであった。売上に占める研究開発費の割合は、前年の 7.2%から 8.0%に増加し

た。現在、主に厳格化する環境規制に対応する新世代 2000、4000 シリーズエンジン、1163 型エンジンの開発を行っている。

2012 年には、Tognum Group は 66 件（前年 110 件）の特許を申請し、現在 1,016 件（前年 1,164 件）の工業所有権を保持している。前年度からの減少は、燃料電池ビジネスから撤退したためである。

### 製造拠点

Tognum はドイツの他、米国、インド、中国に製造・研究開発拠点を持つ。2011 年 3 月には、東欧に新製造拠点を開設する計画を発表している。

### 設備投資

2012 年 3 月、Tognum は、9,000 万ユーロを投資し、ポーランドに新工場を設立する計画を発表した。同時に米国 MTU エンジン工場の 4,000 万ユーロ規模の拡張計画も発表した。しかしながら、新規受注の減少によりドイツ及び米国の工場の稼働率は低く、2012 年 9 月にはポーランド新工場設立計画の 1 年間延期を決定した。

2012 年 6 月、Tognum は、ドイツ・フリードリヒスハーフェンに新たな MTU 資材管理センター（MMC）を開設した。敷地面積 46,000 m<sup>2</sup>、60,000 種類の MTU エンジン部品を管理する同センターの運営は、ドイツ Stute Logistics 社が担当する。両社は共同で約 5,000 万ユーロの投資を行った。

### 企業買収・合併、提携

2012 年 1 月、MTU はスペイン Navantia 造船所との既存提携契約を強化し、MTU 船用エンジンのライセンス製造に加え、8 月には新共同トレーニングセンターを開設した。

2012 年 5 月には、Tognum は米国の船用発電機メーカー Northern Lights との提携に合意した。本提携により、MTU は Northern Lights 社の出力 5~280kW の発電機を MTU ブランド製品として販売し、提供製品群を拡大する。

2012 年 9 月には、2008 年に買収したドイツ・マグデブルクの

SKL Motor GmbH を合併し、社名を MTU Reman Technologies GmbH に変更した。175 年の歴史を持つ同社は MTU エンジンのリコンディショニングを行っている。2008 年の買収以降、Tognum は同社の設備近代化に 2,000 万ユーロ以上を投資し、従業員は 80 人から 285 人に増加した。

2012 年 10 月、MTU とスペインの造船所 Marina Barcelona 92 (MB92) は協力契約を締結した。同造船所はメガヨットの修繕とメンテナンスを専門としており、現在設備の拡張と近代化を行っている。MTU は同造船所にオフィスを開設し、MTU エンジン向けのサービスを提供する。

### Tognum 買収の影響

Daimler と Rolls-Royce による Tognum 買収の影響としては、高速ディーゼルエンジンで優位性を持つ MTU は、Rolls-Royce の Bergen 中速エンジン及びガスエンジンを製品ポートフォリオに加えることにより競争力が向上し、また販売・サービス面での協力と効率化もビジネス成長に寄与すると予想している。

2012 年 1 月には、ノルウェー Bergen Engines AS は Daimler と Rolls-Royce の合併会社である Engine Holdings GmbH に移管され、同じく Engine Holdings GmbH の子会社である Tognum AG の系列会社となった。2013 年中には、Bergen と Tognum の事業統合が完了する予定である。

また、2012 年 8 月には、Tognum と Rolls-Royce は、共同で船用システム 2 件を受注した。1 件は、ブラジル船社 Camorim のタグボート 6 隻向けに MTU エンジン 12 基を供給、もう 1 件はノルウェー造船所 Fjellstrand に 4 基の MTU エンジンを提供する。Tognum にとっての受注総額は 580 万ユーロである。Rolls-Royce は推進システムを提供する。

### 予測

Tognum は、2013 年のビジネスは引き続き不透明な経済動向に影響されるとし、2013 年は 2012 年レベルの売上を維持することは困難であると予想している。

## 1-2 プロペラ、ラダー及び推進システム

会社名 SCHOTTEL GmbH

住所・連絡先 Mainzer Straße 99 Tel +49 (0)26 28 61 0  
D-56322 Spay/Rhine Fax +49 (0)26 28 61 300  
Germany  
<http://www.schottel.de>

業務内容・製品 プロペラ、各種推進機及びラダーシステムの製造

プロペラ、ラダープロペラ、ツインプロペラ、可変ピッチプロペラ、横スラスター、ポンプジェット、ナビゲーター、ラダーシステム、リム・スラスター

### 会社実績

SCHOTTEL は、1921 年に小型船舶の建造及びその他工作作業を目的にドイツに設立された。1950 年には、現在同社の主要製品となっているラダープロペラを開発している。1986 年には初めて 6000kW の出力を誇るラダープロペラを製造し、大型船舶市場へ参入を果たしている。現在は最大出力 30MW までの推進機器の開発・製造・販売を行っている。

1995 年には中国現地法人を立ち上げ、現在はドイツ国内で約 700 人、全世界で約 800 人の従業員を持ち、世界に約 100 か所の販売・サービス拠点を展開している。

SCHOTTEL は詳細な財務情報や経営情報を公開しておらず、2013 年 2 月末時点において 2012 年の業績は発表されていないが、2011 年の売上は前年から約 2,000 万ユーロ減の 2 億 3,000 万ユーロとなっている。

一方、造船市場の低迷にも関わらず、オフショア市場におけるビジネスの拡大により、SCHOTTEL の 2012 年上半期の売上は 1 億 4,200 万ユーロと好調で、2012 年 9 月時点で SCHOTTEL は 2012 年通期の売上は 3 億ユーロに達すると予想している。



### SCHOTTEL の売上推移 (単位：百万ユーロ)

	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
売上	186	266	270	250	230

2011 年の特筆すべき新規受注としては、1 月、デンマーク Svitzer の環境に優しいタグボート「ECOTUG®」2 隻向けに、パワフルでコンパクトなアジマス型電動スラスタ SCHOTTEL Combi Drive SCD、制御システム SCHOTTEL SST、SCHOTTEL トランスバース・スラスタ STT 110 を受注した。

2011 年 12 月には、オランダのダーメン造船所の新型タグボート DAMEN ASD TUG®2009 シリーズ向けに SCHOTTEL ラダープロペラ SRP 550 FP をシリーズ受注した。新型タグボートは現在、中国常德市のダーメン造船所にて建造中で、2012 年夏に引き渡し開始の予定である。1 隻につきラダープロペラ 2 基が搭載される。

### オフショア市場

従来の対象船種であるタグボートとフェリー以外に、過去数年間にはオフショア船市場における SCHOTTEL 製品の需要が高まっている。現在では、プラットフォーム補給船 (PSV)、オフショア支援船 (OSV)、アンカーハンドリング・タグ (AHTS) その他のオフショア船向けの特殊スラスタの売上が、大きな割合を占めるようになった。

オフショア船向けのスラスタは、経済性、効率、頑丈性に加え、環境性や信頼性、居住性への船級協会の高い基準を満たす必要がある。オフショア船はその特殊な動力要求からディーゼル電気推進方式を採用するケースが多く、高効率で信頼性が高く、小型な SCHOTTEL Combi Drive (SCD) が特に要求を満たしている。SCHOTTEL は、当該分野での地位を確立することを主要戦略としている。

### 新製品

2012 年 6 月、SCHOTTEL は、オフショア船、スーパーヨット、内水域船向けに新型スラスタ SCHOTTEL Rim Thruster (SRT) 4 機種 (出力 200~800kW) を発表した。リムドライブ技術を採用し

た SRT は、ギアボックスやプロペラ軸がなく、動力伝導効率の流体力学効率の良さ、低騒音、低振動を特長とする。メンテナンスの容易さも利点のひとつである。

### 提携

2009 年 3 月、SCHOTTEL は、韓国 STX 重工業と採掘リグなど向け大型ラダープロペラ分野で将来的に協力関係を築くことを発表。同意されたライセンス契約の枠組みの中で、同社がラダープロペラの主要部品である L 型ギアボックスを供給し、STX 重工業は出力幅 2000～5800kW のラダープロペラを製造する。初の SCHOTTEL-STX ラダープロペラは 2010 年の下半期に納入された。

同社は規模的な理由により、数年前に採掘リグ向けのような大型ラダープロペラの製造は中止し、旅客船、フェリー、タグボート及びオフショア作業船向けの操縦可能推進システムへ経営資源を集中することを決定している。そして STX 重工業というパートナーを得ることにより、同社が決定した選択と集中はより強化されることとなった。この提携では、STX 重工業が販売と管理を担当する。

### 製造設備投資

ドイツ本社所在地の工場はライン川沿いの景観保護地区という地理的制約により拡張が不可能なため、SCHOTTEL は、2013 年 8 月に本社から遠くない内陸部 Dörth のビジネスパークに 8 ヘクタールの工業用地を購入した。新工場では大型スラスタの製造を行う予定である。

### 設備・研究開発投資

2010 年、SCHOTTEL はドイツの本社所在地に SCHOTTEL Academy、Josef Becker Research Centre 及び新スペアパーツ管理センターを開設した。

SCHOTTEL Academy 及び Josef Becker Research Centre の入るビルは 2010 年末完成し、同社のトレーニングと研究開発活動のために 60 の部屋・スペースを持つ環境性の高い快適な空間を提供する。

ラダープロペラを発明した SCHOTTEL 創業者 Josef Becker の名前を冠した Josef Becker Research Centre は、同社のシンクタンク

として革新的な新製品とソリューションの研究開発を行う。同社の技術者に加え、新たな造船関連技術者が研究開発に参加する。

SCHOTTEL Academy は、同社製品に関する教育とトレーニングのための専門機関である。30人のインストラクターが、同社の推進システムと他の船内機器の互換性確保と複雑化する造船所における設置作業に効率的に対応するため、システム設置、稼働、保守に関する教育とトレーニングを行う。対象は、同社社員、顧客、船長、船員、サービス・エンジニア、代理店等である。

スペアパーツ管理センターは、新たな倉庫を持ち、製造用の資材調達ではなく、顧客サポート用のスペアパーツを専門に管理する。顧客のオーダーを最優先し、迅速に処理することがその目的である。また、同センターは、サービス提供の迅速化を目指した独自の部品調達ユニットを持つ。

#### 販売・サービス網の拡大

SCHOTTEL は海外販売・サービス網の拡大を継続しており、2011年10月の中東向けビジネスのハブとなるアラブ首長国連邦ドバイにSCHOTTEL Middle East FZE 設立に続き、2012年にはドバイのATOS International L.L.C.と、アラブ首長国連邦、バハレーン、オマーンにおけるSCHOTTEL製品のサービスに関する契約を締結した。

#### 企業買収

2011年12月、170人の従業員を持つドイツの船用・工業用ギアメーカーWolfgang Preinfalk GmbH の買収を完了した。

また、2011年には英国 TidalStream Ltd.を買収、SCHOTTEL は新市場である潮力発電分野に進出した。両社は共同で潮力発電システムを開発する。

会社名 Becker Marine Systems GmbH&Co. KG

住所・連絡先 Neuländer Kamp 3 Tel +49 (0)40 241990  
D-21079 Hamburg Fax +49 (0)40 2801899  
Germany  
<http://www.becker-marine-systems.com/>

業務内容・製品 ラダー、プロペラノズルの製造・販売

フラップ・ラダー、捻じりラダーTLKSR、シリング・ラダー、NACA型ラダー、Mewis Duct、コルトノズル、Twisted Fin

### 会社実績

同社は、1946年に独ハンブルクに設立された。設立当初は、内陸水路を航行するバージ船及びタグボート向けフラップラダー（通称：ベッカーラダー）が主要製品であったが、1970年初にコルトノズルの特許を取得し、国際航行船舶向け市場へと進出した。

1998年には、ハンブルク近郊にあるウエテルセンに拠点を置く船用機器メーカーHatlapa社が、同社に出資し協力関係を樹立。その後、シリング・ラダービジネスに進出し、グローバル市場でのプレゼンスを強めていく。また同社の世界ネットワークも拡大し、1990年代終わりには英国、2003年には中国にも拠点を設立し、その他ノルウェー、韓国、シンガポールにも拠点を開設している。現在の従業員数は、全世界で約100人、うち70人はハンブルク本社勤務である。

2004年同社が開発した登録商標 TLKSR 捻りリーディングエッジラダーは大成功を収め、現在も同社の主要製品のの一つである。

同社は財務情報を公表していないが、2009年には、25カ国で300基以上のラダーシステムを納入したと報告している。

また、2009年に発表された Mewis Duct と呼ばれる付加装置は、プロペラ前部へダクトを装着することにより、水流を集中させ、内部フィンのステーター効果により、プロペラ作動方向とは逆方向に予渦

流を発生させ高い推進力が得られる。同社測定の結果、本製品は、燃費 9%向上、NO<sub>x</sub> 及び CO<sub>2</sub> の削減に成功している。2012 年 8 月時点での受注実績は 300 基に上り、うち 81 基が稼働中である。新造船搭載が 40%、レトロフィットが 60%となっている。

2012 年の特筆すべき受注としては、9 月、韓国 STX Offshore & Shipbuilding と、同造船所が建造する英国 Zodiac 社の超大型 16,000TEU 型コンテナ船 6 隻向けに TLKSR ラダーを供給する契約を締結した。引き渡しは 2013 年 9 月～2015 年 4 月に予定されている。

また、中国 Dalian Shipbuilding Group と Hudong Zhonghua Shipbuilding と、2013 年竣工予定の China Shipping Container Lines (CSCL) の 10,000TEU 型コンテナ船向けに TLKSR ラダー 8 基を受注した。

さらに、中国 Zhejiang Ouhua Shipbuilding と、シンガポール China Navigation の 31,000DWT 型多目的貨物船シリーズ向けに Mewis Duct を 8 基受注した。2012 年末に引き渡しを開始される。

#### 新製品

2012 年 9 月、Becker Marine は、2 年間の研究開発の成果として新製品「Becker Twisted Fin」を発表した。船速 18 ノット以下のタンカーやばら積み船を対象とした Becker Mewis Duct と比較してコンパクトな Twisted Fin は、更に高速な船舶向けに省エネを実現する。同製品は可動部品を持たず、プロペラ前方に設置される。2012 年末にモデル実験が予定されている。

#### 設備投資

2003 年に建設された現本社ビルは、従業員増加により既に手狭になっているため、Becker Marine はハンブルクに新本社ビルを建設中である。新本社ビルは 2013 年半ばに完成予定である。

#### アジア市場

Becker Marine は、2009～2010 年の造船危機を在庫調整、企業再編、コスト削減、新製品の開発等で乗り切ったが、船価下落の影響は大きく、造船所とサプライヤーにとって厳しい状況が続いている。このような状況下、Becker Marine は最も重要なアジア市場で以下の 3

つの方策を打ち出している。

#### ①韓国に新拠点を設立

韓国、中国というコア市場での需要増加に対応するため、韓国釜山に自社拠点を設立し、販売、技術、アフターサービス全てを提供する。

#### ②韓国 Haeduk Power Ways との提携

30年の歴史を持つ韓国のラダーシステム・メーカーHaeduk Power Waysと提携を開始。同社は現在年間250基のラダーを製造しているが、釜山と大連にも工場を建設中で、2013年には年間500基以上の製造が可能になる。

#### ③共同経営者の派遣

Becker Marineの共同経営者であるHenning Kuhlmann氏を、ハンブルク本社から一時的にアジア常駐とした。中国と韓国両市場の顧客を担当する。

#### 研究開発

Becker Marineは環境技術の開発にも力を入れており、現在ドイツ船社、エネルギー企業、船舶設計企業とともに、LNGハイブリッドドライブを持つ排ガスゼロの沿岸フェリーの共同開発を行っている。開発された全長71m、幅15.3m、喫水僅か1.5mのフェリー2隻は、欧州の造船所で建造され、2014年夏にドイツ北部に就航予定である。

また、ハンブルク港に停泊中のクルーズ船向けに電力を供給する環境負荷の少ないLNGハイブリッド・バージの共同開発も行っている。同製品への関心は高く、世界の他の港湾での利用に関する商談も進行中である。

会社名 BERG Propulsion AB

住所・連絡先 Tärnvägen 15 Tel +46 (0)31976500  
SE-475 40 Hönö Fax +46 (0)313010720  
Gothenburg  
Sweden <http://www.bergpropulsion.com/>

業務内容・製品 プロペラ及び各種推進システムの製造・販売

可変ピッチプロペラ、アジマススラスタ、トランスバース・スラスタ、遠隔操作システム、船尾管、フェザリング

会社実績

同社は、スウェーデン南西部に位置する港湾都市ヨーテボリに拠点を置く船用推進機器メーカーである。1912年の設立当初は、木造の漁船の建造を中心に、船舶の修繕及び船用製品の取引なども行っていた。1929年に初めて木造漁船向けに可変ピッチプロペラを製造し、1960年にはプロペラ製造専用工場を建設している。1973年には当時のオーナーが、プロペラ製造に集中するため、造船所は売却された。その後1974年、1982年、2007年に生産工場を拡大した。

現在、生産拠点をスウェーデンとシンガポール、世界12カ国に販売拠点を持つ企業に成長している。可変ピッチプロペラ（CPP）の納入実績は6,000基に上る。財務状況の詳細は公表していない。

Berg Propulsion の業績推移

	2006年	2007年	2008年	2009年
売上 (百万ユーロ)	30	65	140	130
納入実績数 (基)	130	190	350	—

2010年初頭には、今後の発展が期待されるブラジル造船業の中心地であるリオデジャネイロに拠点を開設した。10月には、ブラジルのオフショア船向け推進システムのパッケージ（アジマススラスタ、トンネルスラスタ、状態監視システム）を初受注した。

また、2010年10月には、中国広東と韓国釜山に新販売・サービス拠点を開設した。

しかしながら、予想以上の受注減少を受け、2011年5月、Berg Propulsionは製造規模の縮小、販売・サービス拠点の地域的統合を含む世界的な企業再編戦略を発表した。一方、コアとなる製品の開発と改良は継続するとしている。

2011年の受注例としては、ドイツ Nastag GmbH の北海洋上風力発電施設のケーブル敷設船向けにアジマススラスタ2基を含む推進システムのパッケージを受注した。Berg Propulsionは今後風力発電関連の受注の増加を予想している。

#### 提携

2012年9月、Berg Propulsionは、オランダの造船・船用メーカーIHC Merwedeの子会社である船用シール・メーカーIHC Sealing Solutionsと一般購買契約を締結した。本契約により、IHCはBerg Propulsionの優先サプライヤーとなる。

2012年、Berg Propulsionは、2011年に設立されたドイツの造船・船用コンサルタント LOEWE MARINE GmbH & Co. KGと、プレミアム・パートナーシップ契約を締結、LOEWE MARINEのコンサルタントは、Berg Propulsionのブレーメン拠点に常駐し、ドイツ市場における同社のビジネスをサポートする。



## 会社名

VOITH Turbo GmbH & Co. KG

## 住所・連絡先

Alexanderstrasse 2  
89522 Heidenheim  
Germany

Tel +49 (0)7321 37 0

Fax +49 (0)7321 37 7000

<http://www.voithturbo.com/>

## 業務内容・製品

推進システム及びブレーキシステムの製造・販売

シュナイダープロペラ、ラジアルプロペラ、船用各種技術サービス、  
タグボート

## 会社実績

同社は、ドイツ南部のハイデンハイムで設立された Voith (1867年1月1日創業) を構成する企業の一つである。Voith GmbH は、製紙業向け機械を製造する Voith Paper 社、水力発電所向け装置を製造する Voith Hydro 社、機械、流体力学、電気推進システム、ブレーキシステム及び船用プロペラを製造する Voith Turbo 社、並びに工業的な技術サービスを提供する Voith Industrial Services 社で構成されている。

同社は当初、地域の製紙会社や織物工場向けに道具や予備部品などの生産を行う企業であった。1859年には木材パルプからの紙の量産について新処理方法を開発し、製紙産業用機器メーカーとして成長した。また1879年にはタービン用調速機を製造し、水力発電産業へと進出し、第一次世界大戦(1914-1918年)後には、タービン製造によって培った流体技術を基礎に駆動技術部門に進出していく。この部門の進出が成功し、同社を世界的に有名にする Voith シュナイダープロペラを開発、1928年に1号機を納入した。

第二次世界大戦後は国際化を押し進め、1970年代には日本支社も設立された。現在はグループ全体で約40,000人、売上56億ユーロ(2010年10月~2011年9月)、世界各地に270以上の拠点を構えている。

また、直接経営からは身を引いているものの、同社は依然として創業者一族が所有しており、欧州でも有数の規模を誇る同族経営企業である。2010年10月には、株式会社（AG）から伝統的な有限会社（GmbH）にステータスを戻している。

Voith Group 内の Voith Turbo 社は、従業員数 6,363 人（2012 年、前年 5,965 人）、グループの売上に占める割合は 27.2%（前年 25.9%）である。

VOITH Turbo の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2007/8年	2008/9年	2009/10年	2010/11年	2011/12年
売上	1,161	1,232	1,349	1,520	1,551
受注高	1,648	1,292	1,315	1,572	1,524

注：同社の会計年度は 10～9 月

Voith Group の 2011/12 年度年次報告書によると、同年度に Voith Turbo の売上は僅かながらも成長を続け、2011/12 年度の売上は前年比 2%増の 15 億 5,100 万ユーロで、前年度に続いて過去最高を記録した。Voith Group 全体の売上に占める割合は、27%である。一方、受注高は前年比 3.1%減の 15 億 2,400 万ユーロに止まった。

#### 船用部門

Voith Turbo の船用部門の従業員数は 311 人（2010 年）で、製造拠点をドイツのハイデンハイムとロストックに持つ。主力製品であるシュナイダープロペラ（VSP）をはじめとする Voith の推進機器は、港湾支援船、フェリー、オフショア船、艦艇、メガヨット等に搭載されている。また、VSP を搭載した同社設計のタグボート Voith Water Tractor (VWT) も主力製品のひとつである。

2011/12 年度、Voith Turbo の船用部門は引き続き造船不況と原油価格高騰、及び欧州のユーロ危機の影響を受けたが、ガス・石油セクター及び欧州における洋上風力発電向けの特殊船の需要が比較的好調であった。売上は前年度から減少したが、新規受注は二桁の成長を達成した。

市場別では、アジア太平洋地域の新規受注が好調で、VSP、インライン・スラスタ（VIT）、及び洋上風力発電施設向けの特殊船の

受注が主であった。

また、タグボートの受注も好調であった。2012年には、日本でタグボート Voith Water Tractor (VWT)を初受注した。

欧州では、英国のハイブリッド・フェリー2隻向けに VSP4 基を受注した。

VSP は船舶の横揺れを軽減する効果が高く、近年では補給作業中の船体安定性が求められるオフショア補給船向けの需要が高まっている。

その他の有望市場は、洋上風力発電施設設置船 (jack-up vessel) 向けのスラスタの需要である。Voith Turbo は、この市場向けに新型ラジアルプロペラと出力を 1.5MW に増大させたインライン・スラスタを市場投入している。

#### 新製品

2012年9月、Voith Turbo 船用部門は、燃料消費量が大幅に低い新推進システム Voith Linear Jet (VLJ) を発表し、既に受注を獲得した。2013年には、英国のハイブリッド・フェリー2隻とオフショア補給船に搭載される予定である。

また、同時に RIM ドライブ技術を採用したアジマス式スラスタ Voith Inline Propulsor (VIP)を発表した。

さらに、VSP 及び VRP 向けの最適化された新電子制御装置を発表した。シリーズ製造は 2013 年半ばに開始される予定である。

加えて、Voith Turbo は、カナダの船舶設計企業 Robert Allan Ltd. と共同開発した新型タグボートを発表した。新 RAVE 型タグボートは、従来型のタグボート VWT が船首側に VSP2 基を搭載することに対し、VSP を船首側と船尾側に 1 基ずつ配置した設計で、船体の幅が小さくなっている。

#### 研究開発

Voith Turbo は売上の約 5%を研究開発予算としており、現在 1,500 件以上の特許を持つ。2011/12 年度の研究開発予算は、売上の

5.5%に相当する 8,600 万ユーロで、前年から 8%増加した。

船用部門の研究開発活動の焦点は、高効率の新型プロペラの開発と船隊と Voith シュナイダープロペラ (VSP) の相互作用の最適化である。

#### 市場予測

Voith Turbo 船用部門は、中期的にオフショア市場向けの需要の拡大による増収、増益を見込んでいる。

会社名 SkySails

住所・連絡先 SkySails GmbH & Co. KG      Tel +49 (0)40 702 99 0  
Veritaskai 3                              Fax +49 (0)40 702 99 333  
21079 Hamburg  
Germany                                      <http://www.skysails.info/>

業務内容・製品 船舶用の牽引風の製造・販売

船舶用の牽引風「SkySails System」

会社実績

同社は、2001年に3名の技術者によって独ハンブルクに設立された。同社には、船社等の民間企業、個人投資家、公的機関が投資を行っており、2001年以来の総投資額は5,000万ユーロに上る。最大の投資者は、ドイツの船舶投資会社 Jan Luiken Oltmann Gruppe、後述の Zeppelin Power System である。また、2010年末にはオランダのライフサイエンス企業 Royal DSM N.V.が1,500万ユーロの大規模投資を行っている。公的資金の割合は約5%である。

SkySails System とは、船舶に牽引風を搭載し、風力による推進を利用して燃費を削減、環境に配慮した船舶航行を目的とするものである。2005年には船舶用牽引風の基礎研究及び開発を完了、2006年及び2007年には、全長55mの設標船「Beaufort号」にて160㎡の牽引風の稼動試験が実施された。

2008年初頭同社は、Michael A号及び Beluga Skysails号を使用した通常航行業務中における1年半の試運転プログラムを発動、システムの実行可能性確認及び同システムが生み出す牽引力の測定を行った。その結果は、同設計のヨーロッパ航行船13隻の航海日誌との比較により、比較的風の弱い欧州海域でも約15%の燃費削減が可能になると発表した。この試験後、同社は製品のシリーズ生産を開始している。

また2008年12月には、米 Caterpillar 社の船用 Mak エンジン及

びその他エンジンの販売・サービスを専門とする独 Zeppelin Power System 社と戦略的提携を結んでいる。2009 年にはハンブルク拠点のこの 2 社が、それぞれの専門知識と能力を結集した Zeppelin SkySails Service-und Vertriebsges 社を設立し、風力ディーゼルハイブリッドエンジンの開発という新しい試みに挑戦している。また Zeppelin Power System 社が有する強固な販売とサービスのネットワークを活用し、世界的な規模で SkySails System の保守、点検のネットワークを構築し、System の確固たる信頼性を得ることもこの新会社の目的でもある。

2009 年の SkySails System の受注数は、貨物船 3 隻、漁船 1 隻の合計 4 システムである。2009～2010 年、同社は既存システムの性能改良と大型化を行っている。2009 年末には、300 m<sup>2</sup>の大型牽引風 SKS C 320 が貨物船「Beluga SkySails」に設置された。

2011 年 2 月には、米国の大手食品・工業製品メーカー Cargill と、同社の運航するハンディサイズ型ばら積み貨物船「Aghia Marina」に 320 m<sup>2</sup>の SkySails を設置する契約を締結した。その目的は燃料消費量の最大 35%の削減である。2012 年第 1 四半期に SkySails を使用した運航を開始する同船は、世界最大の SkySails 駆動船となる。

また、2011 年 10 月には、ドイツのソーラー電気駆動船のメーカー SolarWaterWorld AG と、ゼロ排出のソーラー電気 SkySails 駆動ヨットの共同開発に関する契約を締結した。プロトタイプは 2012 年中に完成、2013 年初頭にはシリーズ生産を開始する予定である。

現在、世界で稼働している SkySails System は約 10 基である。

しかしながら、世界経済の停滞と貨物輸送の減少により、SkySails のビジネスは低迷しており、2012 年時点で投資額に見合うリターンを達成できていない。2012 年初頭には従業員 80 人の半数を解雇した。

2012 年 12 月にスウェーデン造船研究所 SSPA が発表した低排ガス船舶に関する「EffShip プロジェクト」報告書では、大型船の燃料消費量削減と排出ガス削減のためには、帆を利用した風力推進のポテンシャルが非常に高いと指摘している。SkySails はこの調査結果が、低迷するビジネスへの追い風となることを期待している。

## 1-3 荷役機械・甲板設備

会社名 Cargotec Corporation

住所・連絡先 Sörnäisten rantatie 23 Tel +358 (0)20 777 4000  
FI-00501 Helsinki Fax +358 (0)20 777 4036  
Finland  
<http://www.cargotec.com>

業務内容・製品 荷役機械・甲板設備の製造

ハッチカバー、クレーン、固縄システム、RORO 設備、バルク取り  
扱い設備、オフショア荷役設備、港湾荷役関連機材

### 会社実績

Cargotec は、フィンランドの荷役機器及び各種クレーンメーカー  
で、陸上用荷役機器及び各種クレーンの Hiab、港湾用荷役車両及び  
クレーンの Kalmar、そして港湾及び船用荷役機器並びにハッチカ  
バーの MacGregor という 3 つのブランドで構成された企業である。

Cargotec が 2013 年 2 月 18 日に発表した 2012 年 1-12 月期年次  
報告書によると、2012 年の総受注高は前年比 5.7%減の 30 億 5,800  
万ユーロ、売上高は 6%増の 33 億 2,700 万ユーロ、営業利益は前年  
比 36.7%減の 1 億 3,100 万ユーロ、受注残も前年比 16.7%減の 20  
億 2,100 万ユーロであった。

2012 年、Cargotec は収益改善を目指した企業再編を開始した。  
その一環として、船用部門 MacGregor を分社化し、アジアの株式市  
場で上場する計画である。また、サービス部門はそれぞれのビジネ  
ス部門に統合された。

2012 年 10 月には、フィンランドとスウェーデンを中心に人員削  
減を開始した。2012 年末時点における総従業員数は、10,294 人  
である。(2011 年: 10,928 人)

Cargotec の業績推移（単位：100 万ユーロ）

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
受注高	3,769	1,828	2,729	3,233	3,058
期末受注残	3,054	2,149	2,356	2,426	2,021
売上	3,399	2,581	2,575	3,139	3,327
営業利益	173.7	61.3	131.4	207.0	131.0

船用部門 MacGregor

Cargotec 船用部門である MacGregor の 2012 年受注高は、前年比 27.6%減の 7 億 2,200 万ユーロ、売上高は 12.1%減の 10 億 6,600 万ユーロ、営業利益は 20%減の 1 億 4,09 万ユーロ、2012 年 12 月末の受注残は 33%減の 9 億 2,000 万ユーロと大きく前年を下回った。

MacGregor の業績推移（単位：100 万ユーロ）

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
受注高	1,393	569	1,040	997	722
期末受注残	2,187	1,604	1,675	1,375	920
売上	985	1,009	1,050	1,213	1,066
営業利益	83.6	105.2	147.4	176.2	140.9

2012 年は、MacGregor にとって厳しい 1 年であった。船腹過剰による造船市場の低迷と先行きの不透明さにより、船主は新規投資を控えており、商船向け荷役装置への需要も落ち込んだ。

一方、オフショア石油ガスの開発は加速しており、船隊の近代化と需要増大により、オフショア向けの荷役装置は好調であった。2012 年 8 月、初めてオフショア向け受注が商船向け受注を上回った。

また、Cargotec の Siwertell 製品の売上も好調であった。船用アンローダーを始め、乾貨物用の荷役装置市場は成長が期待できる。

2012 年の主な新規受注は、以下のとおりである。

商船向け

- 韓国で建造中のコンテナ船 12 隻向けのコンテナ・ラッシング装置。



- ドイツ Hapag Lloyds のコンテナ船 10 隻向けのコンテナ・ラッシング装置。
- ギリシャ Ariston Navigation の新造ばら積み船 6 隻向けのクレーンとハッチカバー。
- 中国造船所が建造する一般貨物船 10 隻向けの荷役クレーン。
- China Navigation Company Pte Co Ltd (CNCo)の新造ばら積み船 4 隻向けの荷役クレーン。
- 中国 Dalian Shipbuilding Industry が建造するコンテナ船 4 隻向けのクレーン 16 基。
- イタリア Ignazio Messina & C.S.p.A の RORO コンテナ船 4 隻向けの RORO 荷役装置。

#### オフショア向け

- 中国で建造中のアジア船主向けオフショアサービス船 15 隻向けのアンカーハンドリング係船牽引装置。
- マレーシア TL Offshore Sdn. Bhd.のオフショアパイプ敷設船 2 隻向けのウィンチ 20 基。
- ノルウェーVolstad Maritime の新造オフショア建設船向けのクレーン 2 基。
- マレーシア Coastal Contracts Bhd の新造オフショア支援船 2 隻向けのクレーン。

サービス収入は、船隊の稼働率と経済状況に影響される。よって船用貨物部門は不調であったが、オフショア支援船向けのサービスは健全な伸びを示した。

MacGregor が提供するスペアパーツ管理とトレーニングに関する MacGregor Onboard Care (MOC)サービスの顧客も増加しており、既に 600 隻がサービス契約を締結している。

#### MacGregor の分社化

Cartotec は MacGregor の分社化計画を進めている。2013 年後半、MacGregor はそのビジネスの 70%以上を占めているアジアの証券取引所に上場する予定で、Cartotec は子会社となった MacGregor の株式の過半数を保有する。

現在船用部門に含まれている Siwertell は、2013 年 1 月 1 日付で港湾荷役機器部門 Kalmar に移管される。

2012 年末現在、MacGregor の従業員数は、1,979 人（2011 年：2,129 人）である。

## 製造

2012 年 5 月、Cargotec と中国 Jiangsu Rainbow Heavy Industries (RHI) は、合弁会社 Rainbow-Cargotec Industries Co Ltd (RCI) を設立し、6 月には、蘇州市太倉に工場の建設を開始した。これはアジアのオフショア機器需要を受けたもので、RCI は MacGregor の主要オフショアクレーン製造拠点となる。

また、韓国 Dongnam Marine Crane Co Ltd (DMC) との提携を強化し、同社は現在の MacGregor 荷役クレーンに加え、韓国顧客向けにオフショアクレーンの製造を行う。

一方、2012 年 11 月、企業再編の一環として、Cargotec はノルウェー Kristiansand におけるオフショア機器製造を、同じく Kristiansand の OneCo. 社に移管することを決定した。

## 新製品

MacGregor は、ビジネスが好調なオフショア市場向けに、環境性の高い電気駆動オフショア・アンカーハンドリング牽引ウィンチの新製品を次々に発表している。

電気駆動技術は他分野にも拡大しており、RORO 荷役システムの新製品も多く市場化されている。

商船向け製品としては、安全性の高い新自動ツイストロックが、GL の型式承認を取得した。

## 研究開発

Cargotec 全社の 2012 年の研究開発支出は、売上の 2.3% に相当する 7,540 万ユーロ（2011 年：6,000 万ユーロ）であった。同社従業員の約 7.2% は研究開発活動に従事している。

MacGregor は、安全で効率の高い水中貨物処理の基準、規制のアップデートに関するノルウェー船級協会 DNV 主導の共同研究開発プロジェクトに参加している。

## 2013年の予測

一般商船向けのビジネスは2013年も低迷するが、MacGregorはアジア市場におけるオフショア関連ビジネスの成長を予測している。

## 1-4 流体制御・ボイラー（バラスト水処理装置含む）

会社名 Alfa Laval Corporate AB

住所・連絡先 Rudeboksvägen 1 Tel +46 (0)46 36 65 00  
SE-226 55 Lund Fax +46 (0)46 32 35 79  
Sweden  
<http://www.alfalaval.com>

業務内容・製品 熱交換、分離、流体移送機器の製造・販売

油水分離器、バラスト水処理装置、熱交換器、浄水製造器、ビルジ処理装置、フィルター、タンク洗浄装置、冷却器

### 会社実績

熱交換、分離、流体移送機器の世界的大手メーカーであるスウェーデンの Alfa Laval 社は、2013 年 2 月 5 日に 2012 年連結決算（速報値）を発表した。

それによると受注高（為替差損を除く）は前年比 6%増の 303 億 3,900 SEK（スウェーデン・クローナ）、売上高（為替差損を除く）は 4%増の 298 億 1,300 万 SEK、営業利益は 7%減の 49 億 1,000 万 SEK であった。

2012 年 12 月 31 日時点での受注残は 144 億 6,800 万 SEK であった。為替差損を除き、企業買収の影響を調整した場合の受注残は、前年比 5.3%増となる。

なお、2011 度まで Alfa Laval のビジネス部門は、海洋・船舶向け機器を含む各種製品を提供する Equipment 部門、産業別に様々なソリューションを提供する Process Technology 部門に分かれていたが、2011 年の Aalborg Industries の買収に伴い、2012 年 1 月 1 日付で、サービスを含む船用ビジネスは全て新部門 Marine&Diesel に統合された。Aalborg Industries のビジネスの大部分も新 Marine&Diesel に含まれる。よって、Alfa Laval のビジネス部門は、Equipment 部門、Process Technology 部門、Marine&Diesel 部門

の3部門から構成される。

2012年の新規受注に占める割合は、Process Technology 部門 46%、Equipment 部門 32%、Marine&Diesel 部門 22%である。

また、2012年の新規受注の地理的内訳は、アジア 32%、西ヨーロッパ 22%、北米 19%、北欧 9%、中東欧 9%、中南米 7%、その他 2%である。前年度から大きな変化はない。

Alfa Laval の業績推移 (単位: 100 万 SEK)

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
売上	27,850	26,039	24,720	28,652	29,813
営業利益	6,160	4,585	4,682	5,287	4,910
受注高	27,464	21,539	23,869	28,671	30,339
期末受注残	14,310	11,906	11,552	13,736	14,468

2012年末時点の従業員数は16,419人(前年16,064人)で、世界約100カ国に顧客を持つ。2012年末現在、Aalborgの製造拠点を含む製造拠点は32か所(欧州15、アジア9、米国6、南米2)、サービス拠点は75か所である。

2012年の売上に占める製品群別の割合は、熱交換 53.7%、分離 21.3%、流体移送 10.2%、サービス 4.6%等である。

Marine&Diesel 部門

2012年1月1日に新設された Marine&Diesel 部門の2012年受注高は前年比2%増の65億5,700万SEK、純売上高は6.8%増の75億2,500万SEK、営業利益は15.1%減の14億5,800万SEK、2012年12月31日時点での受注残は前年同期比17.1%減の45億2,700万SEKであった。

船用及び陸上発電所向けビジネスは伸び悩んだが、環境システムの売上は比較的好調であった。

### Marine&Diesel 部門の業績推移 (単位 : 100 万 SEK)

	2011 年	2012 年
受注高	6,423	6,557
売上	7,043	7,525
営業利益	1,718	1,458
期末受注残	5,462	4,527

Marine&Diesel 部門の新規受注の市場別内訳は、造船・オフショア 41%、船用環境システム 6%、ディーゼル動力 13%、部品・サービス 40%である。

2012 年の特筆すべき新規受注としては、12 月、ドイツ MAN Diesel&Turbo 向けに NOx 水処理システム「PureNOx」を初受注した。受注金額は 700 万 SEK で、2013 年に引き渡しが行われる。同システムは、MAN Diesel&Turbo と共同開発したもので、同社の排ガス再循環システム (EGR) に統合される。

2012 年末時点における Marine&Diesel 部門の従業員数は、3,346 人 (2011 年 : 3,563) である。

### バラスト水処理装置

Alfa Laval の船用向けビジネスは、従来の製品群に加え、搭載が義務化される予定のバラスト水処理装置の販売に力を入れており、同社によると現在では市場リーダーである。

Alfa Laval と Wallenius Water 社が共同開発した「PureBallast」は、ろ過と紫外線処理を組み合わせ、10 ミクロン以下まで微生物を殺滅するパワフルで高性能なシステムである。バラスト水の取水時、メインポンプから大型の微生物が取り込まれないよう最初に 50 ミクロンのフィルターで水をろ過し、バラストタンクの沈澱物を削減する。続いて、水は強力な UV ライトによって残留微生物を殺滅する 1 つ以

上の高度酸化処理 (AOT) ユニットを通過する。航行中にタンク内で微生物が成長した場合に備えて、排水時にも水が AOT 処理される。AOT ユニットの設置数に応じて、毎時 250~2,500 立方メートル (m<sup>3</sup>/h) のバラスト水の処理が可能である。化学物質を用いていないことが同システムの特徴である。

2010年9月には、電気キャビネットの数を減らすことでより簡単な設置が可能になった新バージョン「PureBallast 2.0」が発売された。同機では操作もより簡単になり、消費電力も40パーセント削減できる。

「PureBallast」は2006年の発売以来、既に200基以上の販売実績がある。採用船種は、自動車船、艦艇、コンテナ船、ばら積み貨物船、LPG船、砕氷船、オフショア船、RORO船等多様である。現在レトロフィットは全体の10%程度であるが、Alfa Lavalは今後の増加を予想している。

### 排ガス処理技術

船舶のエンジンからの有害物質の排出を削減する研究開発プロジェクトで、Alfa LavalはドイツMANのデンマーク支社の協力企業に選ばれた。MANは、NOx排出を80パーセント削減可能な大型2サイクルディーゼルエンジン用の排ガス再循環（EGR）システム技術の開発と試験を行った。

同システムでは、スクラバーでジェット水流を使用して排気ガスから有害物質を除去する。Alfa Lavalの分離機を活用したソリューションでは、EGRプロセスに影響を与えないように水を浄化すると同時に、海への排水浄化に関するIMO基準を満たすことを目指している。

また、Alfa Lavalは、SOx捕集技術のスペシャリストでもあるボイラーメーカーAalborg Industriesともスクラバー技術開発で協力している。現在設置されている最大の船舶設備であるAalborgのスクラバーは、2009年に北海のRORO船に設置された後、2010年5月に初めて実際に海水での試験が行われた。同システムでは、Alfa Lavalの高速分離機がスクラバーから排出される汚水を浄化している。

### 企業買収

Alfa Lavalは、提供製品・技術の充実と販売網の地理的拡大を目指し、近年非常に積極的に企業買収を行っている。過去5年間だけでも約30社を買収し、年間売上を平均3~4%成長させてきた。買収した企業の売上総額は約85億SEKに上る。

2010年12月には、船用及び石油ガス産業向けの熱交換器ビジネスと環境関連技術の強化を目的に、デンマークAalborg Industries

を約 50 億 SEK で買収し、2011 年 5 月、Aalborg は Alfa Laval に統合された。2011 年度に発生した統合コストは 8,000 万 SEK であるが、Alfa Laval はこの合併により、2013 年末までには年間 1 億 SEK 程度のシナジー効果を見込んでいる。



会社名 Wärtsilä Hamworthy Ltd. (旧 Hamworthy plc)

住所・連絡先 Fleets Corner Tel +44 (0)1202662600  
Poole Fax +44 (0)1202662678  
Dorset BH17 0JT  
UK <http://www.hamworthy.com>

業務内容・製品 海事産業向け各種流体制御システム製造・販売

各種ガス再液化装置、各種ガス再ガス化装置、イナートガス発生装置、窒素発生装置、バラストポンプ、油・水・汚水各種処理装置、バラスト水処理システム、排ガス後処理システム

会社実績

同社は、船舶向け流体制御、陸上・オフショア石油及びガス産業向けの特殊装置製造、販売を目的とし、英国南部 Poole に 1914 年に設立された。現在の従業員数は約 1,000 人である。

2011 年 11 月、Hamworthy は 3 億 8,300 万ポンドでフィンランド Wärtsilä に買収され、2012 年 1 月 31 日、Wärtsilä のグループ企業となった。

Wärtsilä による買収に伴い、同社は新たな財務情報の公表を取りやめている。Hamworthy のビジネスは、Wärtsilä 船用部門内の Flow&Gas 部門となったが、Wärtsilä は各部門内の詳細を公表していないため、Hamworthy 単体の財務情報はない。

Hamworthy 単体の最後の財務情報として 2011 年 6 月に発表された 2010 年度年次報告書 (2010 年 4 月～2011 年 3 月) によると、売上は前年比 15%減の 1 億 8,160 万ポンド、営業利益は 30%減の 1,380 万ポンドであった。一方、受注高は前年比 193%増の 2 億 9,050 万ポンド、受注残は 82%増の 2 億 5,810 万ポンドであった。

Hamworthy の業績推移 (単位：百万ポンド)

	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
売上	231.8	252.8	214.3	181.6
営業利益	16.5	23.0	19.7	13.8
当期受注高	228.1	177.6	99.0	290.5
期末受注残	311.8	260.4	142.1	258.1

同社のビジネス領域は、ポンプ室やエンジン室のポンプを取り扱うポンプシステム、LNG、LPG、VOCなどの各種ガス処理システムを取り扱うガスシステム、脱塩プラント、バラスト水及び各種汚水処理システムなどを取り扱う水処理システム、イナートガス及び窒素発生装置などを取り扱うイナートガスシステムと大きく4つに分けられる。

デンマークとシンガポールを主拠点とするポンプシステム部門の2010年度の受注高は前年比172%増の8,320万ポンドであったが、売上は前年比24.6%減の5,800万ポンド、営業利益は同25%減の930万ポンドである。一方、小型ガス運搬船、FPSO向けのビジネスが回復し、受注高は前年比74.6%増となった。2010年9月には、シンガポール製造拠点の拡張工事が予定通りに完了した。研究開発は、オフショア市場向け製品の開発に焦点を当てている。

ノルウェーを本拠とする石油ガスシステム部門の2010年度の売上は、前年比11.5%減の5,100万ポンド、営業利益も大幅減の70万ポンドであった。これは前年度のビジネス低迷の影響である。一方、ポンプシステム部門と同じく、小型ガス運搬船向け、及びブラジルとアジア市場のビジネスが非常に好調で、受注高は前年比950%増の1億5,230万ポンド、受注残は415%増の1億3,020万ポンドと大きく回復した。ノルウェー本社には、新たな研究開発施設を開設した。

英国、ドイツ、中国を拠点とした水処理システム部門の2010年度の売上は、前年比4.3%減の5,080万ポンド、営業利益は同9.2%減の590万ポンドであった。新規受注は4.4%減の3,520万ポンド、受注残も38%減の2,760万ポンドと縮小した。クルーズ船向けビジネスが活発化し、新造船2隻向けの水処理装置を受注したが、レトロフィット市場の低迷が業績に影響を与えている。バラスト水処理装置関連では、2009年に買収したGreenship BVと新製品の開発を行い、2011年3月にプロトタイプが完成した。

英国、シンガポール、中国を拠点とするイナートガスシステム部

門の 2010 年度の売上は、前年比 18.1%減の 2,180 万ポンド、営業利益は同 36.4%減の 70 万ポンドにとどまった。新規受注は前年比 15.9%増の 1,980 万ポンドであったが、受注残は前年比-0.5%減の 310 万ポンドと僅かに縮小した。オフショア市場向けビジネスは活発化の兆しが見られ、アフターセールス製品とサービス部門の受注も好調であった。また、同期には今後の主力製品となる排ガス浄化装置を発受注した。

### 企業買収

Hamworthy の中・長期的な戦略分野は環境技術で、現在は排ガス処理装置とバラスト水処理装置の開発に焦点を当てている。2009 年には、製品の市場投入を迅速化するため、関連企業 2 社、即ちスクラバー技術企業 Krystallon Limited と小型船向けバラスト水処理技術企業 Greenship BV の買収を行った。

Hamworthy は、バラスト水処理装置の市場規模は 4 万隻程度と見込んでいるが、2013 年まではバラスト水処理装置のレトロフィット需要は限定的であるとし、バラスト水処理技術の自社改良とシステムの大型化を行っている。

2011 年 10 月には、英国の石油・ガスセクター向けの特種バルブメーカー AW Flow Holdings Ltd を買収した。同企業は Hamworthy のポンプシステム部門と統合され、新たに Hamworthy Flow Solutions 部門となる。

最大の変化は、2012 年 1 月に完了した Wärtsilä による Hamworthy の買収である。トータル・ソリューション提供を目指す Wärtsilä は、確立した環境技術と市場・顧客を持つ Hamworthy の買収により、新たな環境技術の共同開発や製品のパッケージ販売が可能となり、市場競争力を高めることができる。一方、Hamworthy は、Wärtsilä の販売・サービス網を利用することで、Wärtsilä エンジンと組み合わせた新規及びレトロフィットビジネスを拡大することができる。

買収後、Hamworthy の正式会社名は「Wärtsilä Hamwothy Ltd.」となった。

### 2012 年の新規受注

Wärtsilä による Hamworthy 買収完了後の主な船用関連の新規受

注は、以下のとおりである。

2012年4月、ノルウェー Wilh. Wilhelmsen ASA 所有の 38,486DWT 型 RORO 貨物船へのレトロフィット向けに排ガス浄化システム「Krystallon Exhaust Gas Cleaning System (EGCS)」を受注した。SO<sub>x</sub> の 98%、PM の 90% を除去する同システムは、世界で最大規模のマルチスチーム・スクラバーである。同システムは、2013年の搭載後、ノルウェー海事技術研究所 Marintek が 2 年半モニタリングと実証実験を行う。

6 月には、イタリア Fincantieri 造船所で建造される英国 P&O Cruises 向けの 141,000GT 型クルーズ船向けに 汚水処理システム「Membrane BioReactor (MBR)」2 基を受注した。同船は 2015 年 3 月に就航予定である。P&O Cruises を傘下に持つ世界最大のクルーズ船社 Carnival 向けには、既に MBR25 基の納入実績がある。

9 月には、韓国現代尾浦造船で建造されるベルギー Exmar Shipping SA. の 38,000 m<sup>3</sup> 型 LPG 船 4 隻向けの貨物システムのパッケージとそのエンジニアリングを受注した。

10 月には、中国 COSCO 造船所が建造する米国 Tidewater Marine 向けのプラットフォーム補給船 (PSV) 4 隻向けにバラスト水処理システム「AQUARIUS®UV」を受注した。

### 新製品

2012 年 10 月、Wärtsilä Hamworthy の新バラスト処理システム「AQUARIUS® EC」は、IMO のベーシック型式承認を取得した。同社は 2013 年中の正式型式承認を期待している。

会社名 Alfa Laval Aalborg A/S (旧 Aalborg Industries)

住所・連絡先 Gasvaerksvej 24 Tel +45 (0)99304000  
9100 Aalborg Fax +45 (0)98102865  
Denmark  
<http://www.aalborg-industries.com/>

業務内容・製品 産業用各種ボイラーの製造・販売

船用ボイラー及び熱交換器、イナータガスシステム、熱流体システム、浮体式生産システム、産業用ボイラー、排ガス浄化システム、バラスト水処理システム

会社実績

1912年、デンマーク北部 Aalborg に設立された同社は、1919年以來ボイラー製造を行っているエンジニアリング企業である。元々は1988年に閉鎖された Aalborg 造船所の一部として創業を開始し、徐々に世界中の造船所へ向けたビジネスを展開、船用ボイラーの販売実績は35,000台に上り、市場では50%以上のシェアを持つ。

現在は陸上産業用ボイラーも扱っており、同社ビジネスの約10%を占めている。

現在世界14カ国に拠点を持ち、総従業員数は約2,600人である。

同社は2010年末、スウェーデン Alfa Laval に買収され、2011年5月、正式に同社のグループ企業となった。これに伴い、社名を Aalborg Industries から Alfa Laval Aalborg に変更した。

Alfa Laval による買収に伴い、新たな財務状況は発表されていない。Aalborg のビジネスの大部分は、Alfa Laval の Marine&Diesel 部門に含まれており、単独の数字はない。

同社単体の財務状況として最後に発表された2010年1-12月期年次報告書(2011年3月発表)によると、2010年の業績は過去最高

を記録した。売上は、2008～2009年の造船不況の影響を受け、前年比5%減の26億2,000万デンマーク・クローネ(DKK)となったが、営業利益(EBITDA)は前年比19%増の5億5,900万DKK、純利益は前年比6.8%増の3億4,500万DKKと好調であった。

Aalborg Industriesの業績推移(単位:100万DKK)

	2007年	2008年	2009年	2010年
売上	2,843	3,371	2,761	2,620
営業利益	405	476	469	559
当期純利益	240	292	323	345
従業員	2,258人	2,763人	2,637人	2,532人

2010年中には、長引く不況のため、年頭時点の受注残の約9%がキャンセルされたが、新規受注は4%増加したため、2010年末時点における受注残は25億DKKとなった。

2010年の新規受注は、発電所向けのWHRボイラー、ブラジル市場向けの産業用ボイラーが特に多かった。船用部門では、サービスの成長率が高かった。

2006～2010年間に、Aalborgはほぼ100%の利益成長を遂げている。これは同社の環境技術に焦点を当てた研究開発と市場拡大戦略によるところが大きい。

新規受注

2012年のAalborgの主な受注は、以下のとおりである。

- 三菱重工業が建造するA.P. MøllerMærsk向け船舶に排ガスエコマイザーを受注。受注総額は2億3,000万SEK。引き渡しは2012～2014年。
- ベトナムのオフショアFPSO船向けにボイラーと関連システムを受注。受注総額は5,000万SEKで、2013年に引き渡し予定。
- 南アフリカのガス発電所のWärtsiläエンジン向けに排熱回収システムを受注。受注金額は5,000万SEKで、2013年に引き渡し予定。

## 製造

主要工場はデンマーク、中国、ブラジル及びベトナムに位置する。金融危機以降、生産能力の効率化と合理化を進めており、2009年には生産の一部を東欧メーカーからの調達から中国とベトナムにおける自社生産に切り替えた。現在、製品のほとんどは自社生産を行っている。

なお、2013年2月、世界的なボイラー需要の減少を受け、ベトナム工場を閉鎖し、アジアのボイラー生産拠点を中国に集約する計画を発表した。

## 研究開発・新製品

2009年、Aalborg は、排ガス浄化システムとバラスト水処理システムを発表し、将来性の高い環境関連システム分野に進出した。

Aalborg は、長年デンマークのエンジンメーカーMAN B&W（現在はMAN Diesel&Turbo）と技術協力を行っており、エンジンの環境性能向上に関するEUの大規模研究開発プロジェクト「HERCULES」でも、MANのEGRシステムにスクラバー技術を提供している。2010年1月、Aalborg は、MANの2ストロークエンジン向けにスクラバーシステムを供給するグローバルな協力契約に合意した。

## 買収後の動向

2010年12月、Aalborg Industires は、前述のスウェーデンAlfa Lavalに買収された。この合意により、Aalborg はAlfa Lavalの幅広い産業顧客へのアクセスが可能となる。Alfa Lavalは船用ボイラー市場におけるAalborgの優位性と充実したサービス網を利用し、また中国、ベトナム、ブラジル等の船用・オフショア成長市場のビジネスでは両社のシナジー効果を期待できる。今後の市場拡大が予想される排ガス処理技術での共同研究開発と製品提供も進めていく。

会社名 Auramarine Oy

住所・連絡先 Keskiläntie 1 Tel +358 (0)204 86 5030  
20660 Littoinen Fax +358 (0)204 86 5031  
Finland  
<http://www.auramarine.com/>

業務内容・製品 燃料用重油供給システム、船用及び発電用エンジン向け各種補機の製造・販売

重油供給ユニット、水冷式冷却ユニット、潤滑油ユニット、燃料油転送ユニット、予熱ユニット、バラスト水処理システム

会社実績

同社は、1974年にフィンランドで設立された。当初は鉱物油分離機の製造を目的としていたが、2年後の1976年に初の重油供給ユニットを製造。その後創業時より並行して行っていた設計サービスや荷役機器の製造を中止し、経営資源を燃料油供給システムの開発・製造へと集中していった。

1989年に、フィンランドの工業グループ Hollming Oy の子会社となった。

また、1989年に同社はアジア地域への輸出を開始し、まず韓国、その3年後には日本及び中国へ進出している。1997年には当時業界では画期的ある最先端技術を使用した各種パイプの分岐及び曲げ装置を導入している。その後それまで唯一の生産工場であったフィンランドの Lieto に加え、中国の上海にアジア市場向けの生産工場を建設。現在は2つの生産工場に加え、世界24箇所にサービス拠点を展開している。2010年には、創業以来の重油供給ユニットをはじめとする補助装置の納入実績が10,000基を超えている

同社は豊富な流体制御に関する経験を生かし、バラスト水処理システム「Auramarine CrystalBallast」を開発した。省エネ、小型、搭載の容易さが特徴の同システムは、バラスト水の取水及び排出の



所要時間、並びに港湾での停泊時間への影響が少ないとしている。

IMO 認証を取得し、2010 年 9 月に発売された同システムは、UV-C 照射による滅菌を基本としており、同技術の有効性は、飲料水の浄化や排水処理において既の実証済みであるとしている。同システムの手法は、多くの陸上及び船用装置によって試験が行われ、処理過程において有害物質の形成はなかった。また、船上における化学薬品の貯蔵及び製造を必要としない点も強調すべき点である。また処理後のバラスト水のパラメーター（pH 値、温度、塩分濃度、味、臭い、色など）にも変化は無く、エネルギー消費量も極めて少ないとされている。処理能力 75 ～3,000 m<sup>3</sup>/h 以上の機種を持つ同システムは、2012 年 10 月、DNV の型式承認を取得した。

2012 年には、フィンランド Birka Cargo の RORO 貨物船向けに CB 25 型 CrystalBallast2 基を受注した。

2019 年までに約 5 万隻がバラスト水処理システムを搭載すると同社では予想しており、本市場でのシェア確保を目指している。

2010 年には、低硫黄分燃料 MGO（マリン・ガス・オイル）向けの「MGO Handling System」を販売した。同システムは、常温では粘性の低過ぎる MGO を 20 度以下に冷却し、燃料油の粘性と潤滑性に関するエンジン要求を満たす状態に調整するシステムである。欧州では環境への影響を考慮し、MGO 燃料の使用を義務付けている海域が増えているため、船主、エンジンメーカーにとって有益なシステムとなると、同社は見ている。

Auramarine は財務情報を公開していないが、2011 年時点の年間売上は約 3,000 万ユーロとされている。同社はフィンランドと中国における製造を拡大する計画で、特にアジア市場向けの製品を製造する上海工場を拡張し、今後数年間に売上を倍増させる戦略である。フィンランド本社では、主に製品開発と販売、プロジェクト管理を担当する。

会社名 OptiMarin AS

住所・連絡先 Fabrikkeveien 21 Tel +47 (0)51 114 5 33  
4033 Stavanger Fax +47 (0)51 12 31 03  
Norway  
<http://www.optimarin.com/>

業務内容・製品 バラスト水処理システムの製造・販売

バラスト水処理システム「OptiMarin Ballast System (OBS)」

会社実績

同社は、ノルウェーのオフショア産業の中心地スタバングルに、バラスト水処理システムの開発を目的として設立された専門メーカーである。

2000年に米 Princess Cruise 社の旅客船「Regal Princess」号への初搭載から、現在までに同社はバラスト水処理システムの納入実績として、IMO の基準に適合したシステムを 100 基以上供給している。システムが搭載された船種は、旅客船、プロダクトタンカー、RoRo 船、セメント運搬船、近海支援船、プラットフォーム支援船と多様であるが、特にノルウェーのオフショア船向けの需要が伸びている。

同社のバラスト水処理システム「Optimarin Ballast System」(OBS) は、前処理として分離フィルターにより一定のサイズを超える固体を除去し、その後、UV 照射による海洋有機物、ウイルス、バクテリアの不活性化を行うことによりバラスト水の処理を行うものであり、化学物質は使用されない。バラスト水は取水・排水時に処理され、2重の効果があるよう設計されている。

同社があげる主な利点としては、60,000DWT までの船舶を対象とした毎時 7000 m<sup>3</sup>の処理能力、及び既存・新造船へ双方への搭載を挙げている。対象船種は、オフショアサービス船 (OSV)、ばら積み船、RORO 船、コンテナ船等である。

システム設置に関しても、標準化された機材により、分離フィルターは垂直・水平どちらにも設置できるようになっており柔軟に対応できる。ある種の船舶へのレトロフィットには、甲板上などでの搭載を容易にするため、ブースターポンプ含めたコンテナ形状で納入することも可能である。また通常のバラスト水システムとの圧力ロスを抑えた一体化、騒音の少なさ、軽量及び可動部位の最小化によるシンプルで信頼性の高い設計も主な利点として強調している。

2009年11月には型式承認をノルウェー船級協会 DNV から取得し、IMO のバラスト水管理条約に適合する製品として確認されている。同システムの試験は、ノルウェー水質研究所 (NIVA) により IMO ガイドラインに沿って実施され、船上試験はノルウェーの海運会社 Klaveness 社所有セメント運搬船 KCL Banshee 号を使用し、NIVA 及び DNV によって行われた。また試験結果により、カリフォルニア州が 2010 年より施行するバラスト水管理基準への適合確認を同州 Land Commission により受けている。

#### 販売実績

2009 年の型式承認取得以来、OBS への需要は急増しており、販売実績は既に 200 基を超えている。

OptiMarin は財務状況の詳細を公表していないが、同社のニューズレターによると、近年の売上は以下のように推移している。

#### OptiMarin の業績推移 (単位：100 万 NOK)

	2010 年	2011 年	2012 年
売上	14	77	150

売上は僅か 2 年間で 10 倍以上という驚異的な伸びを示しており、同社は過去 10 年間の製品開発と型式承認取得の成果であるとしている。

2013 年の売上も引き続き急成長し、同社では 60% 増の 2 億 4,000 万 NOK (ノルウェー・クローネ) 程度を予想している。

ビジネスの成長に伴い、従業員数も 2010 年初頭の 10 人から、2012 年初頭には 40 人に増えている。2013 年には本社の移転も予定され

ている。

2011～2012年の主な大型受注は、以下のとおりである。

2011年には、従来のオフショア船に加え、ノルウェー Grieg Shipping Group が韓国で建造中の一般貨物船 10 隻向け、及び台湾 Evergreen の新造コンテナ船 20 隻向けに OBS を受注している。

2012年には、ノルウェー Saga Shipping のばら積み船隊 24 隻向けのレトロフィットを受注した。受注総額は 1 億 NOK に上る。また、ノルウェー NOR Lines の新造 LNG 多目的貨物船 2 隻向けに OBS を受注した、

最大規模の受注としては、米国 GulfMark Offshore のオフショア船隊向けの OBS 受注がある。既に 18 隻に OBS が搭載済み、又は搭載が予定されており、全船隊 90 隻への受注の可能性もある。

#### 販売・サービス網

OptiMarin は、ノルウェー以外にもドイツ、日本、米国、英国、イタリア及び中国に拠点を持ち、世界中に 20 の代理店を持つ。

2010年7月には、ノルウェーの船用ポンプメーカー Allweiler AS と、独占販売代理店契約を締結した。これは船主や造船所のパッケージ製品への要望の増加に対応するもので、両社はポンプユニットとバラスト水処理装置「OBS」をパッケージとして提供し、共同で設置とエンジニアリングサービスを行う。Allweiler AS は、北欧の船主や造船所との関係が深く、OptiMarin はその販売網を利用することができる。Allweiler AS は、ノルウェーにおいてノルウェー船主及び外国船主向けに OBS の販売を行う。

OptiMarin は、急速なビジネス成長に対応するため、今後も本社の人員増強と代理店契約により販売網を拡大していく計画である。

## 1-5 航海機器・レーダー

会社名 Inmarsat plc

住所・連絡先 99 City Road  
London EC1Y 1AX  
UK  
Tel +44 (0)20 7728 1777  
Fax +44 (0)20 7728 1142  
<http://www.inmarsat.com>

業務内容・製品 衛星移動体通信サービスの提供

海洋ブロードバンド音声・データ通信サービス、海洋 ISDN 音声・FAX サービス、海洋パケット通信音声・FAX サービス、海洋衛星携帯電話サービス、海洋救難通信サービス、船員向け一般通信サービス

### 会社実績

同社は、1979 年、船舶に救難用の通信手段を提供するために国際海事機関（IMO）により、国際海事衛星機構（INMARSAT : International Maritime Satellite Organization）として設立された。1982 年には、世界初のグローバル移動体衛星通信サービス（MSS）を開始し、現在では 10 基の通信衛星を所有・運用している。

当初は船舶向けの通信サービスであったが、政府機関、石油ガス開発企業、航空会社、メディア等に利用は拡大していった。1999 年、Inmarsat は国際機関としては初めて民営化され、2005 年にはロンドン証券取引所に上場した。Inmarsat は現在世界に 40 以上の拠点をもち、総従業員数は約 1,500 人である。

Inmarsat のビジネス部門は、Inmarsat Global と Inmarsat Solutions に分かれている。Inmarsat Global は、音声及びデータ通信を含む陸上、海上、航空向けのグローバル移動通信サービスをホールセール顧客に提供している。一方、Inmarsat Solutions は、エンドユーザー向けに各種サービスの直接及び間接的な販売を行っている。

なお、2012 年 1 月 1 日付けで、Inmarsat Solutions は、グローバルな直接・間接販売、営業、配送を担当する 4 ユニット、即ち船用部門、政府部門（米国）、グローバル政府部門（米国以外）、エンタ

ープライズ部門（船用以外の産業）に再編された。

### 全社業績

同社が2013年3月7日に発表した2012年連結決算（速報値）によると、グループ全体の2012年1-12月期の売上は前年同期比5.0%減の13億3,780万ドル、営業利益は前年同期比25.7%減の3億4,640万ドル、税引き前利益（EBITDA）は18.7%減の6億9,470万ドルであった。

#### Inmarsat plc の業績推移（単位：100万ドル）

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
売上	996.7	1,038.1	1,171.6	1,408.5	1,337.8
営業利益	317.2	356.8	460.6	466.5	346.4
税引き前利益	193.8	594.2	696.1	859.4	694.7

### 船用部門業績

船用部門の2012年1-12月期の売上は前年同期比14.6%増の4億1,120万ドル、その内音声サービスの売上は11.6%減の7,970万ドル、データサービスの売上は23.4%増の3億3,150万ドルであった。

#### Inmarsat Global 船用部門の売上推移（単位：100万ドル）

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
船用部門全体	332.5	357.0	370.6	358.9	411.2
音声サービス	104.7	104.7	98.1	90.2	79.7
データサービス	227.8	252.3	262.5	268.7	331.5

2012年の船用データサービスの急成長は、2012年1月及び5月に実施された価格とサービス・パッケージ体系の変更、及びFleetBroadbandターミナル数の増加に起因する。多くのエンドユーザーが使用毎の課金から定額料金契約に変更し、FleetBroadband収入の半分近くが契約更新によるものである。FleetBroadbandの顧客数は順調に増加しており、2012年の新規ターミナル数は前年比で31%増加した。その多くはInmarsat B及びFleetの旧サービスからの移行であるため、ターミナル数全体としては前年比0.6%増の188,100基となった。

一方、船用音声サービスの売上減少は、ユーザーが旧式サービスから安価な音声サービスも提供する FleetBroadband に移行していること、また電子メールの利用や Voice Over IP サービスに移行していることが原因である。これらのサービスからの収入は、データサービスに含まれる。

また、現在の経済状況と海運市況の低迷、市場競争の激化も、船用サービスの収入に影響している。さらに、L波帯/Ku波帯を用いた新たな船舶向けハイブリッド・サービス「XpressLink」への需要も増加しており、このサービスの収入は Inmarsat Solutions 部門の収入となるため、サービスが本格化する今後 Inmarsat Global 部門の収入減少につながると予想される。

### 企業買収

2009年、Inmarsat は販売網の充実と拡大を目指したビジネス戦略を開始し、販売会社 Stratos Global を買収、その後 IP ソリューション提供企業 Segovia を買収している。

2011年4月には、ノルウェーの船舶向け VSAT 通信プロバイダー Ship Equip を買収した。同社は、商船、オフショア船、漁船市場において確立した船用顧客ベースを持っており、今後顧客の新サービスへのアップグレードによるビジネス機会を提供している。

### 新サービス

Inmarsat は顧客ベースの拡大と既存ユーザーからの収入増加を狙っており、2012年に数々の新サービスを発表した。

海事顧客向けのサービスとしては、FleetBroadband のターミナル 1 基から最大 9 回線の同時音声通話が可能となる新サービス「FleetBroadband Multi-voice」を投入した。

また、漁船オーナーからの要望に応え、ファクス機能を追加した「FleetBroadband 150」サービスを開始した。

2012年11月には、カナダ海軍の既存「Imarsat B」サービスに「FleetBroadband Assured Access」を追加した。この新サービスは、重要顧客向けに優先して衛星ネットワーク通信を提供するサービスである。

2013 年後半に打ち上げを予定している Ka 波帯を使用した米国 Boeing 建造の新世代衛星 Inmarsat-5 による「Global Xpress™」(GX) 高速通信サービスは、2014 年にサービスを開始する予定である。Inmarsat は同プロジェクトに 12 億ドルを投資しており、2012 年も数々の企業とサービス提供に関する長期契約を締結し、サービス開始準備を進めている。

2011 年 7 月に一般販売を開始した、FleetBroadband を補足する海事産業向け新グローバルブロードバンドサービス「Inmarsat XpressLink」は、将来的に「Global Xpress」へのアップグレードが可能である。

2013 年第 3 四半期には、Astrium が建造中の新 L 波帯衛星 Alphasat が稼働する予定である。同衛星は欧州、中東、アフリカをカバーする。

#### 予測

Inmarsat は、顧客数の増加と次世代 Global Xpress 衛星サービスの開発により、中期的な売上の増加を見込んでいる。Global Xpress サービスが本格化する 2014 年以降は、更に大きな成長を期待している。



会社名 Kongsberg Maritime AS

住所・連絡先 Kirkegårdsveien 45 Tel +47 (0)32 28 50 00  
NO-3616 Kongsberg Fax +47 (0)32 28 50 10  
Norway  
<http://www.km.kongsberg.com>

業務内容・製品 各種航海機器の製造・販売

自律型無人潜水機 (AUV)、カメラシステム、自動操船システム (DPS)、操縦桿システム、ブリッジ制御システム、船体情報システム、スラスター制御システム、航海記録システム

会社実績

同社は、ノルウェーに拠点を置く国際的な知識集約型テクノロジー企業 Kongsberg Gruppen の海事部門で、自動操船システム、航海システム、及び統合制御システムの分野において評価が高い。

Kongsberg Maritime は、ノルウェー、英国、米国、カナダ、中国に 10 か所の製造拠点、世界 18 カ国に 55 の販売・サービス拠点を持つ。2012 年末時点の従業員数は 4,163 人 (2011 年 : 3,700 人) である。その 60% はノルウェー国外で雇用されている。

2011 年にはギリシャ、メキシコに新販売・サービス拠点、中国鎮江市に新製造拠点を開設した。また、2012 年 3 月には、中国上海拠点の新社屋が完成し、DP オペレーター向けの新トレーニングセンターを開設した。Kongsberg は、上海拠点で 250 人、中国全体では 600 人を雇用している。

Kongsberg Gruppen が 2013 年 2 月 8 日に発表した 2012 年 1-12 月期年連結決算 (速報値) によると、Kongsberg Maritime の受注高は前年比 15.1% 増の 84 億 3,800 万ノルウェー・クローネ (NOK)、売上は 11.8% 増の 74 億 8,500 万 NOK、営業利益 (EBITA) は 15.4% 減の 9 億 1,200 万 NOK、2012 年 12 月末での受注残は 17.7% 増の 60 億 420 万 NOK であった。

Kongsberg Maritime の業績推移（単位：100 万 NOK）

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
売上	6,029	6,657	6,286	6,693	7,485
営業利益	722	831	991	1,078	912
受注高	7,398	5,476	5,641	7,331	8,438
年末受注残	6,975	5,087	4,218	5,134	6,042

2012 年、Kongsberg Maritime の売上は、オフショアと subsea 部門で増加し、海運市場の低迷を受け商船部門では減少したが、その減少率は比較的低かったため、全社的には増加した。

一方、営業利益は全部門で減少した。その原因は、製品とプロジェクト構成の変化、引き渡しが予定されている大量の製品によるコストの増加、製品開発のコスト上昇等である。特に、いくつかの大型プロジェクトにおいて、下請企業の破綻による約 5,000 万 NOK のコスト増を含む 1 億 NOK 以上の追加コストが発生したことが大きな原因である。

新規受注量は、オフショアと Subsea 部門が好調で、売上を上回る受注を獲得した、商船部門は厳しい市場状況が続く中で、売上と同水準の新規受注を維持した。

2012 年の大型受注は、リグ、ドリルシップ、FPSO、建設船、海底調査船向けが多かった。先進オフショア補給船（OSV）と標準型プラットフォーム補給船（PSV）向けの製品市場における Kongsberg Maritime のシェアは更に拡大した。

また、過去 6 年間、Kongsberg Maritime が建設に携わってきた同社最大のプロジェクトである BP の Skarv FPSO は、2012 年 12 月に稼働した。

子会社である米国 Hydroid, Inc. が製造する REMUS 型 AUV も好調で、ドイツ海軍向けに 6 基、ノルウェー海軍向け 4 基、ベルギー海軍向け 2 基、防衛庁向け 1 基、ノルウェー工科大学向け 1 基等の受注を獲得した。販売実績は 300 基以上に上り、Kongsberg Maritime は AUV 市場でのトップ企業である。

## 企業買収

**Kongsberg Maritime** はオフショア産業向けの製品販売とサービス事業の強化を目指し、2011年9月には、ノルウェーのオフショア市場向け荷役システムメーカー **Evotec AS** を買収した。55人を雇用する同社は、オフショア製品開発能力に加え、確立した顧客サービス網を持っている。

2012年3月、**Kongsberg Maritime** は、ノルウェーの船隊管理ソフトウェア企業 **Jotron Consultas** を買収した。**Kongsberg Maritime** は、**Jotron** の **C-Loading** ソフトウェアを、同社の **K-Chief** 自動化システムに統合する意向である。

また、2011年12月、**Kongsberg Maritime** はノルウェーの風力発電企業 **InTurbine** を買収し、商船部門に統合した。**Kongsberg Maritime** と親会社 **Kongsberg Gruppen** は、2012年6月に風力発電管理センターを新設し、同市場向けの製品とサービスの開発を強化する戦略である。

## サービス

2012年には、**Kongsberg Maritime** のノルウェー、シンガポール、米国の主要サービス拠点をオンラインとビデオコンファレンス設備でつなぎ、トレーニングを含むグローバルな顧客サポート体制を強化した。

## 研究開発

過去5、6年の間に、オフショア石油ガス開発は更に遠洋で行われる傾向にあり、高度なオフショア船への需要は高まっている。**Kongsberg Maritime** はこの傾向を見据えた効率的で安全性の高い製品と技術開発を行っており、同社のオフショア市場におけるシェアの拡大につながっている。

2011年5月、**Kongsberg Maritime** とドイツ **Becker Marine Systems** は、18カ月間の共同開発の結果として、DP（自動船位保持）オペレーション時のプロペラとラダーの動きを効率化する支援ツール **KBIMS** を開発し、**Volstad** の新造オフショア船にパイロット搭載を行うと発表した。DPオペレーション時に、アジマススラスタではなくメインプロペラとラダーを用いることには、出力やレスポンス

タイム等いくつかの利点があり、DP 性能を向上させることが可能である。Kongsberg Maritime と Becker Marine Systems は、両社の強みを活かした共同研究開発を続けていくことに合意している。

また、研究開発分野では、2012 年、エンジニアリング・サイバネティックスの応用と技術の製品化の高度研究を行う「サイバネティックス R&D グループ」を発足させた。同技術を有人・無人の船舶に応用することを目指している。同グループは、北極圏におけるオフショア船の自動船位保持 (DP) 機能の安全性を高めるためのノルウェーの共同研究開発プロジェクト「Arctic DP」に参加している。

さらに、Kongsberg Maritime は、オペレーションの安全性を高めるユーザーフレンドリーでシンプルな設計を持つ意思決定支援ツールの開発を目指したノルウェーの共同研究開発プロジェクト「SITUMAR」を主導している。

Kongsberg Maritime は、コスト効率の高い風力タービンの開発に関するノルウェーの共同研究開発プロジェクト「Windsense」にも参加している。

## 予測

Kongsberg Maritime のビジネスは、オフショア産業と世界の造船市場の動向に左右される。特に新規受注は、造船所の受注残に大きく影響される。オフショア船向けの新規受注は好調を維持すると予想されている。一方、商船市場は長期的には回復するが、短中期的には厳しい状況が続くものとみられている。近年の新規受注の 60% はオフショア向けであり、Kongsberg Maritime は高い市場シェアと競争力を維持している。

このような特定市場における同社の強さとグローバルなサービス事業の成長、及び前年度の新規受注の健全性から、2013 年の売上は好調であると、同社は予想している。

会社名

Pole Star Space Applications Limited

住所・連絡先

Compass House  
4th Floor  
22 Redan Place  
London, W2 4SA  
United Kingdom

Tel +44 (0)20 7313 7400

Fax +44 (0)20 7313 7401

<http://www.polestarglobal.com/>

業務内容・製品

各種海洋安全衛星通信システムサービスの提供

船舶運航管理システム、船舶保安警告システム、海洋船舶探知システム、船舶長距離識別追跡 (LRIT) システム

会社実績

同社は、1998年英国ロンドンにおいて、運航管理サービス、船舶保安警告サービス、海洋船舶探知サービス等を目的として設立された企業である。現在では、船舶運航管理システムである Purplefinder™ 技術を使用したアプリケーションで知られる企業である。

拠点をロンドン、香港、ボストン、パナマ、オーストラリアに置き、従業員は約 75 人、世界中 60 か所以上の販売・サービスネットワークを有している。

同社は、漁業を含む海事商業セクターへの製品提供だけでなく、政府レベルでの様々な海事安全プログラムへも参加している。国際海事機関の LRIT イニシアティブにおける、世界規模での適合試験及び LRIT データセンターの最大プロバイダーでもある。

IMO の SOLAS 条約第 V 章改正により、国際航海に従事する旅客船、国際航海に従事する 300 総トン以上の旅客船以外の船舶及び自航式リグ船は、2009 年 7 月 1 日に LRIT 装置の搭載が義務付けられている。

2011 年 10 月の米国 Absolute Software Inc. 及び Absolute

Maritime Tracking Services Inc.との合併により、Absolute Maritime の顧客であった最大旗国パナマが加わり、既に世界船隊の半数を監視していた Pole Star の顧客数は更に増加した。同時に、Absolute Maritime の 20 か国の漁業管理当局向けの漁船管理・監視、その他の漁船向けサービスも提供可能となった。

現在、Pole Star が提供するサービスとブランドは、商船向け Purplefinder、政府向け LRIT、漁業向け Absolute Software の 3 部門である。商船向けサービスは、船隊管理サービス、海事資産追跡システム (MAT)、船舶セキュリティー警告システム (SSAS)、船舶セキュリティー報告システム (SSRS)、及び LRIT 適合試験である。政府向けサービスは、LRIT サービスと LRIT データセンターの管理・運営である。また、新たに加わった漁業向けサービスは、船舶監視システム (VMS)、電子ログブック、電子漁獲量報告、漁獲割当量管理、トレーサビリティ管理等である。

現在、世界の政府組織、90 の旗国船舶監督局、各国海事局、並びに世界 35 か国、1,300 を超える海運企業、オフショア関連企業及び海事レジャー企業が Pole Star の製品・サービスを利用しており、世界 90 か国で追跡・監視下にある船舶は 40,000 隻を超える。

同社は財務情報を公表していないが、2011 年 6 月、英国 Sunday Times 紙の「急成長を遂げている英国民間企業 100 社」に、船用企業としては唯一、第 90 位に選ばれており、同社の年間成長率は 50% を超えるとされている。

会社名 Marorka

住所・連絡先 Borgartun 20 Tel +354 (0)582 8000  
105 Reykjavík Fax +354 (0)582 8499  
Iceland  
<http://www.marorka.com/>

業務内容・製品 船用エネルギー管理ソリューションの提案

エネルギー及び燃料管理システム、船体エネルギーシステム設計ツール、陸上船舶エネルギー監視システム、海事産業向けエネルギーコンサルタントサービス

会社実績

同社は、2002年にアイスランドの首都レイキャビクで設立された企業であるが、同社の始まりは1990年代まで遡ることができる。

1990年代、同社の現 CEO である Jon Agust Thorsteinsson 博士が、デンマークの産業用冷蔵・冷却装置メーカーである Sabroe Refrigeration 社において、漁船用冷却装置のプロジェクリーダーを務めることとなった。2000年には同博士と米空調・冷蔵装置メーカーである York International 社、デンマークの Aalborg 大学及びアイスランド大学との間で、調査プロジェクトの発動が取り決められ、同社の技術を形成するきっかけとなった。

2002年同プロジェクトは、「Marorka EDT」という名のソフトウェア・プログラムの開発及び実用化に成功。その成功が同社の設立を促し、初のエネルギー管理システム「Maren」も誕生している。

2008年には「Maren」は北欧理事会より自然・環境賞を受賞した。このシステムは、運航最適化、意思決定シミュレーター、エネルギー分析とシステム管理などで構成される。リアルタイム燃料管理システムは船内に搭載され、継続的に動力活動を監視し、より良い運航方法を提案する。特別設計されたモジュール製品とユニットは、船種や運航条件といったあらかじめ定められた仕様を基に実行される、イーサ

ネットと各種ケーブルが、船内に搭載された各種センサーやシステムとの情報伝達を行い、船体の燃料消費箇所と供給箇所から計測されたデータは、運航の最適化のため計測、分析され、継続的に最適な運航が実行されるよう常時フィードバックを行っている。

また 2009 年には、ノルウェーの航海機器メーカー **Kongsberg Maritime** 社と、燃費最適化システム分野協力体制の構築を発表。同社製燃料管理システムのリアルタイムシミュレーション及び主要エネルギーパフォーマンスが、**Kongsberg Maritime** 社自動制御システム「**K-Chief**」のインターフェースに表示され、航行中のエネルギー効率の最適化が図れる。またこの 2 つのシステムが各船舶の仕様、又は各企業のエネルギー削減目標に合うようモジュール化され、搭載されることとなる。

**Kongsberg Maritime** 以外にも、**Marorka** は、フィンランド **Deltamarin**、韓国 **Daeshin Engineering & Machinery**、カナダ **Fleetway**、ドイツ **FutureShip**、ノルウェー **STX Norway Electro** 等とパートナー契約を結んでいる。

2012 年 2 月には、協力関係にあったドイツ船級協会のコンサルタント企業である **FutureShip** と戦略的提携契約を締結し、燃料効率、エネルギー管理等の分野における両社の製品ポートフォリオを統合した。

新製品としては、2012 年 4 月、2013 年 1 月の IMO の船舶エネルギー効率管理計画 (SEEMP) の義務化に対応する「**Online SEEMP**」を発表した。「**Online SEEMP**」は、同社のウェブベースのエネルギー管理システム「**Marorka Online**」に追加され、船舶の SEEMP への対応を支援する。

近年の大型受注としては、2011 年 8 月、約 50 隻のタンカー、貨物船、コンテナ船を運航するギリシャ船社 **Thenamaris Ships Management Inc** と、エネルギー管理システム供給に関する契約を締結した。

2012 年 7 月、**Marorka** は、16 隻のコンテナ船、貨物船、フェリー一船隊を運航するアイスランド船社 **Eimskip** と、エネルギー管理システムの供給に関する契約を締結した。

代理店網も拡大しており、2010 年には新たに **UAE** とノルウェー



の企業、2011年にはキプロス企業と代理店契約を結んだ。現在本社を置くアイスランドの他、ギリシャ、米国、カナダ、UAE、韓国、ドイツ、ノルウェー、フィンランド及びキプロスに代理店を持つ。

同社は、経営陣と社員が大部分を所有する民間企業で、財務情報は公表していない。2013年1月時点の従業員数は約50名である。2011年、同社は環境技術の向上を目指したアイスランド企業連合「Clean Tech Iceland」の発足メンバーのひとつとなった。

2012年6月、Marorkaは、自動船内意思決定システムに関するEU共同研究開発プロジェクト「MUNIN」への参加を決定した。

## 1-6 船用塗料

### 会社名

AkzoNobel

### 住所・連絡先

Strawinskylaan 2555  
1077 ZZ Amsterdam  
Netherlands

Tel +31(0)205027555

Fax

<http://www.akzonobel.com/>

### 業務内容・製品

各種塗料及び特殊化学薬品の製造及び販売

装飾用塗料、車両用塗料、船用塗料、粉末塗料、産業用塗料、パッケージ塗料、表面処理用化学薬品、ポリマー化学薬品、機能別化学薬品、産業用化学薬品、パルプ・紙用化学薬品、各種エンジニアリング

### 会社実績

同社は、オランダに本社を置く世界的な化学企業であり、船用塗料「International」を製造する最大手の船舶・重防食用塗料メーカーである英 International Paint 社を傘下に持つ。

AkzoNobel グループ全体では、世界 80 カ国で 55,000 人を雇用している。

2013 年 2 月 20 日に発表した 2012 年 1-12 月期年次報告書によると、グループ全体の売上は前年比 5%増の 153 億 3,900 万ユーロ、償却前営業利益（EBITA）は 4%増の 19 億 100 万ユーロであった。

一方、主要市場である欧州におけるビジネスは低迷し、主に第 3 四半期に発生した欧州を中心とした装飾用塗料部門における減損費用、及び企業再編コストにより、営業利益は 12 億 4,400 万ユーロの赤字を計上した。

AkzoNobel の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
売上	15,415	13,893	14,640	14,604	15,390
営業利益	1,878	1,768	1,964	1,834	1,901

AkzoNobel の船用塗料部門は英子会社 International Paint 社が担当し、産業用、車両等及びパッケージ塗料と共に Performance Coating 部門に含まれている。

1881年創立の International Paint 社は、世界に 16 の製造拠点と 13 の研究開発拠点、60 カ国に 500 か所の販売拠点を展開し、5,500 人を雇用している。船用技術サービス担当者は 800 人以上である。

Performance Coating 部門の売上の約 27%（2010年）を占める AkzoNobel 船用・保護塗料部門は、船用・保護塗料市場の市場リーダーである。

同社の高性能船用塗料「Intershield 300」の採用実績は、1988年の発売以来 12,000 件を超え、韓国市場だけでも新造船塗装実績は 2,000 隻以上に上る。2012年5月には、2013年1月に発効する IMO の新基準である貨物油タンク向け保護塗料の型式承認（IMO PSPC COT）をロイズ船級協会より初取得した。

Akzonobel 船用・保護塗料部門の売上推移（単位：百万ユーロ）

	2008年	2009年	2010年	2011年	2013年
売上	1,355	1,274	1,345	1,398	1,577

2012年の船用・保護塗料部門の業績は、受注は若干減少したが、売上は前年比 13%増の好結果となった。新造船向けビジネスは減少したが、保護塗料は好調で、特に石油・ガス市場からの需要が高かった。ヨット向けビジネスは前年と同水準を維持した。

AkzoNobel グループ全体の業績と同様に、2011年の船用・保護塗料部門の業績も、世界的な不況と原材料価格の上昇に影響された。同社のビジネス対象となる市場のいくつかは更に大きな影響を受けたが、船用・保護塗料部門は前年度とほぼ同水準の売上を達成した。

近年の大型契約としては、2011年6月には、International Paint

が、9 か所の造船所を持つ STX-OSV との 5 年契約を更新した。本契約更新により、今後 5 年間に同造船所向けに年間 400 万リットルの塗料を供給予定となっている。

2012 年の大型契約としては、韓国で Shell の最大の浮体式 LNG プラットフォーム向けのビジネスを受注した。

研究開発では、2011 年、オランダの船舶環境性モニタリング企業 BMT ARGOS と提携し、船用塗料の性能改善に関するデータのモニタリングと研究開発を開始した。

新製品としては、2011 年 3 月、ケミカルタンカーのカーゴタンク向けのエポキシ樹脂系防汚塗料「Interline 9001」を発表した。また、9 月には、ばら積み船の貨物倉向けのエポキシ樹脂系防汚塗料「Intergard 7020」を発表した。

2012 年 1 月には、International Paint の特許技術であるシリルアクリル樹脂技術を用いた環境性の高い防汚塗料「Intersmooth®7465Si SPC」及び「Interswift®6900Si」を発売した。

### 設備投資

近年の不安定な市場環境にも関わらず、Akzonobel は研究開発及び設備への投資計画を進めている。2010 年 1 月には、640 万ポンドを投資し、英国北東部 Felling に防火塗料研究所を建設することを決定した。防火規制の厳格化に伴い、防火塗料への需要は 2018 年までに倍増すると予想されている。2011 年 6 月に稼働した同研究所は、AkzoNobel 最大の研究開発施設である。

同社は、保護塗料部門のビジネス成長を目指し、地理的な投資を続けている。今後の有望市場は、中国とインドの他、中東、ロシア、ブラジルとみている。

会社名 Hempel A/S

住所・連絡先 Lundtoftevej 150 Tel +45 (0)4593 3800  
DK-2800 Kgs. Lyngby Fax +45 (0)4588 5518  
Denmark  
<http://www.hempel.com>

業務内容・製品 各種塗料及び特殊化学薬品の製造及び販売

海洋向け塗料、保護塗料、コンテナ用塗料、装飾用塗料、ヨット向け塗料、スーパーヨット向け塗料

### 会社実績

同社は、船用塗料メーカーとして 1915 年にデンマークに設立された企業である。創業以来順調に成長を続け、現在世界各地に、3 つの中央研究施設（中国、デンマーク、スペイン）、7 つの地域研究施設（バーレーン、ドイツ、シンガポール、韓国、米国、フランス、英国）、24 の生産工場（欧州 6、北米 1、南米 1、アジア 8、中東 6、建設中 2）、48 の販売拠点、そして世界 80 か国に 150 以上の在庫貯蔵施設を持つ。従業員数は、45 か国で約 5,000 人である。

同社のビジネスは、船用、保護、コンテナ、装飾、ヨット及びスーパーヨット向け塗料の 6 部門から構成されている。

本書作成時点における同社業績の最新情報は、2012 年 3 月に発表された 2011 年 1-12 月期の年次報告書である。それによると 2011 年の売上は前年比 21%増の 10 億 773 万ユーロ、営業利益は前年比 22%減の 7,150 万ユーロであった。

同社の 2011 年の業績は、同年 6 月に完了した英国の大手装飾塗料メーカー Crown Paints Group Ltd. の買収に大きく影響されている。これは Hempel 最大の企業買収である。

Crown Paints を除外した場合、2011 年の売上成長率は約 7%で、欧州以外の市場が比較的好調であった。営業利益の減少は、世界経

済の停滞と原材料コストの急騰の影響が大きく、Hempel は引き続き効率改善と製品値上げで対応するとしている。

Hempel の業績推移 (単位：百万ユーロ)

	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
売上	927	916	826	889	1,077
営業利益	96	89	92	92	72

Hempel は部門別の業績の詳細を発表していないが、船用塗料部門はグループ売上の約 40%を占めているとされている。

2011年、船用塗料部門は、新造船受注の減少とキャンセル及び一時係船の増加により、新造船向けビジネスは若干減少した。一方、メンテナンスは好調であった。アジア市場における新造船ビジネスの減少は、南北アメリカ、中東、中欧の比較的好調なビジネスにより相殺された。ロシア市場も伸びている。

コンテナ向けビジネスは、2011年上半期のコンテナ船の新規受注増加により楽観的な予測がなされたが、下半期には新造船受注は大幅に減少したため、売上成長率は予想よりも低い 18%に止まった。

ヨット向けビジネスは、北欧市場のメンテナンスを中心に若干増加した。しかしながら、欧州ではヨット造船所の破綻や閉鎖が相次ぎ、新造ヨット向けビジネスは低迷した。

船用塗料部門の主力製品は、2009年に数々の環境賞を受賞した高性能塗料「Hempasil X3」である。同塗料は、船舶の速度を落とさずに、燃料消費量と CO<sub>2</sub>排出量を 4~8%削減させ、また殺生物剤を使用していないため、海洋環境を汚染させることもない。

2011年の「Hempasil X3」関連の大型契約としては、United Arab Shipping Company (UASC)の新造コンテナ船 9隻向け、ブラジル Vale の大型鉄鉱石運搬船 5隻向け等の塗装受注がある。

また、2010年 11月には、貨物倉向け塗料「Hempadur Ultra-Strength 4500」が、International Bulk Journal 紙の革新的技術賞を受賞した。塗料メーカーによる同賞の受賞は初めてである。同塗料は、通常 2~3年である貨物倉の塗装間隔が 10年まで延長可

能となる高耐性塗料である。

### 新製品

2012年8月には、環境性、耐久性を向上させたハイソリッド型防食塗料シリーズ「Globic」、「Oceanic」、「Olympic」のそれぞれの改良版を発売した。

また、9月には、メンテナンスコストの節約を可能にするコスト削減効果の高いばら積み船貨物タンク向け高性能純エポキシ樹脂系塗料「Hempadur Impact 47800」を発表した。

2012年、「Hempadur」シリーズの製品のいくつかは、新IMO型式認証（IMO PSPC COT）取得に向けた試験をクリアした。

### 設備投資

Hempel はビジネス成長と市場シェア拡大を目指した投資戦略を進め、2009年のポーランドと中国に続き、2010年にはロシア、アルゼンチン、サウジアラビア、インド、2011年には南アフリカとウクライナに新拠点を開設した。

研究開発投資も高めており、2011年にはフランスに保護塗料の研究拠点を新設、また米国とスペインの研究拠点の拡大を実施した。

大型の新規設備投資としては、1,700万米ドルを投資し、アルゼンチン・ブエノスアイレスに船用・保護塗料を製造する新工場を開設した。新工場は同社の24番目の地域製造拠点で、南米における同社初の製造拠点である。

デンマークの新本社ビルも建設中で、2013年に完成の予定である。

Hempel は、2015年までに世界の塗料メーカーのトップ10企業となることを目標としている。船用塗料部門では、乾ドックメンテナンス向けの防汚・防食塗料分野におけるシェア拡大を目指している。

## 2. 欧州船用技術開発の動向

### 2-1 EU フレームワーク・プログラム内の研究開発プロジェクトの動向

#### EU 第 8 次プログラム「HORIZON 2020」

EU (欧州連合) の研究開発プログラムである第 7 次フレームワーク・プログラム (FP7) は、2013 年末に終了する予定である。これに続く第 8 次フレームワーク・プログラムは、簡略化された共同戦略的フレームワークとなり、「HORIZON2020」という名称で呼ばれる。

EU の欧州議会と理事会は、2012 年に「HORIZON2020」の予算案を協議しており、最終予算案に関する法的手続きは 2013 年末までに完了の予定である。「HORIZON2020」参加プロジェクトの第一回募集は 2014 年初頭に開始される。

2012 年には、2014 年 1 月 1 日に開始予定の「HORIZON2020」とのギャップを埋めるため、FP7 への参加プロジェクトの追加的な最終募集が行われた。

「HORIZON2020」は、現在 3 つの資金チャネル、即ち研究技術開発フレームワーク・プログラム (FP)、競争力・革新フレームワーク・プログラム (CIP)、欧州革新技術研究所 (EIT) からの助成金を統合するものである。

「HORIZON2020」の全分野における研究とイノベーションへの支援の主たる目標は、以下の 3 つである。

- ① 科学とハイレベルな研究活動における欧州の地位を強化。
- ② 主要技術等のイノベーションにおける産業的リーダーシップの促進。
- ③ 気候変動、持続性のある交通機関、再生可能エネルギーのコスト、その他の重要な社会的課題の研究。

海事技術セクターへの支援も上記の枠組みに含まれる。技術的及び産業競争力を促進する分野、及び環境関連分野における研究開発が助成金の対象として特に有望であると予想されている。

技術研究に関する EU 内の助成プロジェクトは、イノベーションを商品、システム、方法として市場化を目指す実際的な研究への比重が高まっている。この傾向は、特に欧州諸国の国家プロジェクトで顕著となっている。



また、欧州投資銀行（EIB）が海事関連のイノベーションへの支援を強化していることも注目される。EIB は、EU 加盟国が所有し、長期的融資を行う非営利機関である。EIB は、欧州海運の効率向上、海運利用の促進、環境負荷の軽減を目指した短距離海運（ショート・シー・ SHIPPING）や内水域運輸に関する数多くのプロジェクトへの融資を行ってきた。現在の EIB の支援の焦点は、クリーンな技術の開発と燃費改善に関する研究である。

## 第7次フレームワーク・プログラムの進捗状況及び新プロジェクト

### 2-1-1 AQUO (Achieve quieter oceans by shipping noise footprint reduction : 海運の騒音フットプリント削減による静かな海洋の実現)

◆船舶から発生する水中騒音の低減に関するガイドラインを造船所、船主向けに示す新プロジェクト「AQUO」が開始された。同プロジェクトは、船舶からの水中放射音の海洋生物への悪影響に関する懸念に対処するものである。

◆AQUO プロジェクトは、EU 加盟国 13 か国の企業・組織が参加し、プロジェクトリーダーはフランスの海事防衛グループ DCNS の調査部門である。特に大学と研究機関の参加が多いが、海事産業からは DCNS に加え欧州造船工業会 (CESA)、船級協会 Bureau Veritas、その他技術系企業・組織が参加している。AQUO の実施期間は、2012 年 10 月~2015 年 9 月である。

◆プロジェクトの第 1 フェーズでは、欧州水域に生息する様々な生物（魚類、哺乳類、頭足類）にとって生物学的に許容可能な放射音の上限を決定する。並行して、推進システム、プロペラ等の船舶騒音及び振動源からの騒音レベルを測定し、船舶騒音のフットプリントを調査する。

◆プロペラのキャビテーション効果やプロペラと船体の相互作用を含むプロペラ騒音を予測するためのコンピューター手法を開発し、モデル実験を行う。予測技術は、実際の測定値との比較により実証を行う。

◆AQUO プロジェクトは、より静かな商船及び艦艇の設計を目指した実際的なガイドラインと推奨を行い、新たな造船基準を提唱することを目的としている。生物への騒音基準を満たすための船体構造、船用システム・機器、プロペラの騒音低減手法に関する提案を行う。

◆AQUO プロジェクトの成果は、沿岸を航行するタンカーを含む商船や艦艇に適用され、分析が行われる。

### 2-1-2 BB GREEN (Battery powered boats, providing greening, resistance reduction, electric, efficient and novel : 環境に優しく効率的な電池駆動船)

◆「BB GREEN」では、エアクッションサポートの新概念を用い電池駆動の短距離高速フェリーの開発を行っている。同プロジェクトの目的は、排出ガスがゼロの革新的な海上交通手段を開発することで、EU 当局では、開発されたコスト効果の高い新型船が、既存インフラを損なうことなく、迅速に導入されることを期待している。

◆BB GREEN プロジェクトの 2012 年の成果としては、大規模な水槽実験をスウェーデンで行った。同プロジェクトの実施期間は 2011 年 5 月 1 日~2014 年 4 月 30 日で、予算総額約 320 万ユーロのうち、EU が約 230 万ユーロを助成している。オランダ、ノルウェー、スウェーデン及び英国から 7 企業・組織が参加しており、ノルウェー企業 **Effect Ships International** の子会社 **SES Europe** がプロジェクトコーディネーターを担当している。

◆プロジェクトの焦点は、**Effect Ships International** の開発したエアサポート船（**Air Supported Vessel : ASV**）技術である。ASV 技術は、コンプレッサーとファンで作られた圧縮空気を船体の一部となる固定された空洞に送り込むことにより、エアクッションを形成する。ASV 技術は、空気と水の混合物が船底を潤滑する空気潤滑技術とは異なるもので、空気潤滑技術よりも格段に効率的であるとされている。

◆BB GREEN プロジェクトでは、まず設計開発を行い、続いてカタマラン及びモノハルという異なる 2 船型の水槽実験をスウェーデン・ヨーテボリの **SSPA** 水槽において実施予定である。

◆BB GREEN で開発されるフェリーは全長 20m、幅 6m で、設計速力は 30~35 ノットである。プロジェクト参加企業 **Aqualiner** により、ロッテルダムの水路において実船実験が行われる予定である。実際の運航速度は 22~30 ノット程度となる見込み。

◆新船型のフィービリティには、船体の流体力学的効率が最も重要である。第一候補である ASV Mono 設計では、同等の大きさの近代的なモノハル船の船体抵抗を 50%近く低減した。

◆航跡流の低減もプロジェクトの目的である。水槽実験では、オランダ政府の定める内水域における水流基準よりも低い数値を達成した。プロジェクトの次のフェーズでは、オランダにおける実験とデモに適した装備を持つフルスケールの船舶を建造する。同船の建造に関しては、欧州の造船所の入札を行う予定である。

◆同プロジェクトでは、英国 **Amberjac Projects** が、電池パックと動力伝達装置の開発を担当している。電池はリチウムイオン・チタンナノセル技術を採用する。実験用船舶の最大速力は約 7 ノットである。推進システムは、高効率で操作性の高いポッド型推進装置が候補となっており、サプライヤーは追って発表される予定である。

### 2-1-3 Eco-REFITec (Eco innovative refitting technologies and processes : **エコ**で革新的な改修技術と工程)

◆「Eco-REFITec」は、欧州造船所の競争力向上、及び船社に技術進歩と新ツールを利用した船舶の改修を促すことを目的としたプロジェクトである。

◆同プロジェクトでは、予算総額約 360 万ユーロのうち、EU が約 250 万ユーロを助成している。プロジェクト実施期間は 3 年で、2013 年 12 月 31 日に終了予定である。9 か国から 13 企業・機関が参加しており、プロジェクトコーディネーターはスペインの Soemar が担当している。

プロジェクトの主たる目標は、以下のとおりである。

- ・既存船の修繕とレトロフィットに用いられるエコで革新的な工程、素材、モジュールの導入を評価。
- ・既存船が現行及び将来的な排ガス規制を満たすための技術導入を支援。
- ・コスト、安全性、環境性の評価を含むライフサイクルアプローチを開発。
- ・IT ツールを利用した排ガス測定技術を開発。
- ・中小企業のニーズに合う特殊ツールを開発。

#### 2-1-4 GRIP (Green retrofitting through improved propulsion : 改良推進技術を用いたグリーンなレトロフィット)

◆船体に取り付けられたエネルギーセービング装置 (ESD) に関する FP7 プロジェクト「GRIP」は、2012 年末にプロジェクト開始 1 年を過ぎた。同プロジェクトの実施期間は 3 年で、2014 年 10 月 31 日に完了予定である。

◆GRIP プロジェクトの目的は、最も効果の高い ESD と船体の最適化により、船舶の燃料消費量を 5~10%削減することである。燃料消費量の削減は、結果的に排出ガスの削減にもつながる。

◆GRIP プロジェクトは、流体力学的に効率的な船舶設計の開発を目指す。また、市場化されている様々な ESD の効率評価を行うことにより、船主が機器を選択する際の支援を行う。調査対象となるのは、新造船ではなく既存船で、ESD 搭載により船体と既存プロペラ又は交換したプロペラの相互関係の改良を図る。

◆同プロジェクトでは、タンカー、コンテナ船、ばら積み船、RORO 船等の 7 船型の水流の変化を検証、定量化し、性能改善と省エネ効果を関連付け、各船型に対する最適な ESD を評価する。その主たる目的は、船体、プロペラ、ESD の相互関係と ESD の構造的強度を分析することにより、それぞれの装置の設計要求の詳細を明らかにすることである。

◆船主が ESD を選択する基準は、サプライヤーとの信頼関係である場合が多いが、業界関係者は市場化されている様々な装置の効率性に疑問を呈している。また、造船所や船舶設計者は船体設計データの詳細を非公開にする傾向があるため、船主が既存船に ESD をレトロフィットする場合、装置を最適化するために必要なデータにアクセスできないことがある。また、船主が当該船を建造した造船所以外の造船所にレトロフィットを依頼した

場合、最適化は更に困難となる。

◆GRIP プロジェクトでは、船体設計を明らかにする分析技術を開発している。その目的は、船舶をアジアで建造した船主が、ESD を欧州で注文し、そのレトロフィットを欧州造船所に依頼することを可能にする柔軟性を促進することである。

◆プロジェクトの最初の成果は、船主が ESD をレトロフィットする場合の燃料削減量と関連コストも分析に用いるツールの開発である。次の成果は、船体設計のデジタル化と造船所における最適化された工程である。最終的な成果は、造船所、サーベイヤー、水力学研究所のための詳細な設計過程の開発である。

#### 2-1-5 HELIOS (High-pressure electronically controlled gas injection for marine two-stroke diesel engines : 船用2ストロークディーゼルエンジン用の電子制御高圧ガス噴射)

◆実施期間 3 年の HELIOS プロジェクトは、2012 年に折り返し地点を通過した。同プロジェクトの目的は、船用 2 ストローク低速ガスディーゼルエンジンのリサーチプラットフォームの開発である。

◆開発されたリサーチプラットフォームは、既存ディーゼルエンジンよりも格段に排出ガス量の少ない次世代高圧ガス噴射 (GI) エンジンの基礎となる。ガス噴射直接駆動の次世代船用エンジンは、ディーゼル式又は予混合燃焼式を用い、圧縮天然ガス (CNG) 及び／又は液化天然ガス (LNG) により駆動される。

◆次世代エンジンは、完全電子制御され、出力範囲は 5,000kW~100,000kW である。

◆HELIOS プロジェクトは、2013 年 8 月 31 日に完了予定である。同プロジェクトでは、予算総額約 500 万ユーロのうち、EU が 300 万ユーロ近くを助成している。プロジェクトコーディネーターは MAN Diesel&Turbo のデンマーク子会社で、ドイツ、スウェーデン、スイスからも企業・組織が参加している。

◆HELIOS プロジェクトへの EU 助成金により、重油 (HFO) の代わりに LNG を用いた場合の CO<sub>2</sub> と SO<sub>x</sub> の排出削減効果に関する調査を行うための、コペンハーゲンの MAN のディーゼル研究センター (DRC) におけるフルスケールのテストエンジンの開発が可能となった。HELIOS プロジェクトでは、新造船への次世代エンジンの搭載だけでなく、既存船へのガスディーゼルエンジンのレトロフィット技術の研究も行っている。

◆また、DRC の 4T50ME-X 型 2 ストロークテストエンジンが、ガス噴射式 4T50ME-GI デモエンジンに改造され、LNG を燃料としたエンジンテストが実施された。2011 年初頭

に開始された IMO の排ガスに関する第 2 次規制を満たすためのガスモードの試験は成功し、2012 年には第 3 次規制を満たすための 4T50ME-GI エンジンのガスモード試験が実施され、2013 年第 2 四半期にその成功が見込まれている。

◆4 シリンダーのテストエンジンには、ガス供給システム、配管、安全システム、ガス噴射弁、ガス駆動エンジン制御機能が装備された。ガス噴射システムのためには、ウィンドウバルブ、安全制御システム等の新部品やシステムの開発が必要であった。噴射弁の数は倍増し、その半数はガスモードで使用されるガス噴射弁、残りの半分は HFO 又は MDO モードで使用される噴射弁及びパイロット燃料噴射装置である。

◆HELIOS プロジェクトのこれまでの最も革新的な成果は、新たなエンジン診断方法の開発である。そのひとつは、サーモグラフィー蛍光体 (TP) を用いた温度測定である。蛍光体温度測定技術は、蛍光素材からの発光を利用したもので、物理的な接触なしに表面温度の光学的調査を可能にする。同技術は、排気弁やピストンクラウンのような可動部品の温度測定に特に有効である。

◆また、ガスの質を診断するための分光学を用いたセンサーシステムも開発された。本光学技術により、ガスの成分構成とカロリー値を非常に迅速かつ正確に測定することが可能となる。さらに、HELIOS プロジェクトでは、燃焼圧力サイクルを連続的に記録する携帯式測定装置が開発された。測定データはエンジン性能の最適化とガス制御システムの安全機能として用いられる。

◆HELIOS プロジェクトのもうひとつの課題は、ガスモードで稼働中のエンジンのピストンリングとシリンダーライナーの疲労測定と新たな潤滑方法の開発である。ガス燃料には、HFO 又はディーゼル油に含まれる硫黄分がないため、エンジン摩擦のレベルも異なる。さらに、プロジェクトでは、LNG 及び CNG の船内貯蔵方法と輸送に関する課題にも取り組んでいる。

◆HELIOS プロジェクトの目標は、既存の船用ディーゼルエンジンと比較した場合における CO<sub>2</sub> 排出量の 20~30%削減、SO<sub>x</sub> 排出量の 90~100%削減、NO<sub>x</sub> 排出量の 10~15%削減、粒子状物質 (PM) の 60~70%削減である。これらの目標は、ガスモードでの初回エンジン試験中に全て達成、又は期待以上の結果を実現している。加えて、0.2~0.3 g/kWh レベルのメタンスリップは、近代的な 4 ストロークガスエンジンと比較した場合、非常に低い数値である。

◆MAN では「HELIOS プロジェクトは新技術、ガス貯蔵方法、高温素材、診断方法等を提供し、コア技術開発者としての欧州企業の地位を強化し、結果的に優れたノウハウと製品を持つメーカーの競争力を向上させるものである」としている。

◆2012 年 12 月、MAN は、ME-GI 型ガス噴射 2 ストロークエンジンの初受注を達成した

と発表している。

#### 2-1-6 INOMANS2HIP (Innovative energy management system for cargo ship : 貨物船の革新的エネルギー管理システム)

◆INOMANS2HIP プロジェクトは、直流配電網を用い、全エネルギーを統合した商船向けの革新的な船内燃料管理システムの開発を目的としている。

◆貨物船のエネルギー効率向上と排出ガス削減を目指す INOMANS2HIP プロジェクトの実施期間は3年で、2011年5月1日に開始、2014年4月30日に終了の予定である。同プロジェクトでは、ライフサイクルを通じた推進システムを含む船内エネルギーの製造、管理、最適化について研究を行う。

◆提案されているエネルギー管理システムは、リアルタイムで船内のデータを収集し、船舶の運航パターンの各ポイント又は各期間に応じたエネルギー需要を予測し、最適化する。同時に、コスト効率が高く、環境影響の少ないエネルギー源を系統的に選択する。本プロジェクトの主たる目的は、温室効果ガス（CO<sub>2</sub>）、その他の有害物質（SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、騒音）の低減に寄与することである。また、革新技術により、欧州の船用機器メーカーや企業の競争力を高めることも狙いである。

◆INOMANS2HIP プロジェクトは、英国ニューキャッスル大学が主導し、EU加盟国5か国からの企業・組織が参加している。参加企業・組織は、Wärtsilä、ドイツ船級協会 GL、GE Power Conversion（旧英仏企業 Convertteam）、フランス造船・船用メーカー DCNS である。

◆本プロジェクトの予算総額約340万ユーロのうち、EUが220万ユーロを助成している。

#### 2-1-7 MOVE IT! (Modernisation of vessels for inland waterway freight transport : 内水域貨物船の近代化)

◆「MOVE IT!」プロジェクトは、欧州の内水域を航行する貨物船のコスト削減効果の高い近代化を目的として、2011年11月に開始された。本プロジェクトでは、既存船の船齢分布と環境問題を早急に解決することを目指している。

◆2014年10月31日に終了予定の同プロジェクトは、オランダ海事研究所 MARIN をコーディネーターとし、東西ヨーロッパから23企業・組織が参加している。プロジェクトの予算総額約396万ユーロのうち、EUが279万ユーロを助成している。

◆「MOVE IT!」プロジェクトの焦点のひとつは、船舶のライフサイクルにおいて経験する状況に応じ、推進機器と動力システムを近代化することである。このため、プロジェクト参加企業・組織は、実際の運航状況におけるデータの収集と分析を行っている。明らかとなった運航パターンは、船舶の動力システムと流体力学の評価に利用され、最終的には最小限の投資コストと環境負荷で最大限の効率を実現する最適化された統合ソリューションを開発する。

◆プロジェクトの研究課題は、新たな動力システムのコンフィギュレーション、代替燃料源、既存エンジンへのレトロフィット技術、船体設計の改良、推進システムの改良、運航効率化のための船内意思決定支援ツール等である。さらに、船舶近代化に関しては、経済的、環境面におけるスケールメリットを目指した船体の大型化も検討する。さらに、旧式な内水域タンカーの新 ADN 基準（危険物輸送に関する基準）を満たすためにアップグレードする方法の研究も行う。

#### 2-1-8 REFRESH (Green retrofitting of existing ships : 既存船のグリーンなレトロフィット)

◆2012年3月に開始された REFRESH プロジェクトには、船社、造船所、船級協会、大学、研究所、技術コンサルタント、業界団体等の 19 企業・組織が参加している。プロジェクトの実施期間は3年で、既存船のエネルギー効率向上のためのレトロフィット手法の開発を目的としている。プロジェクトコーディネーターは、モンテカルロを本拠とするグローバル船舶管理グループ V Ships とフィンランド船用技術コンサルタント Deltamarin の合弁会社であるロンドンの V.Delta である。

◆REFRESH の予算総額約 420 万ユーロのうち、EU が 285 万ユーロを助成している。「グリーン」は REFRESH プロジェクトの基本となる概念である。船舶運航による環境への影響は、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>、PM という有害物質の排出を超えて改善する必要がある。重油 1 トンの燃焼により、約 3 トンもの CO<sub>2</sub> が発生しており、船舶の環境性は、エネルギー効率のコスト効果と関連していることがわかる。従って船舶のエネルギー管理は、IMO の船舶エネルギー効率管理計画書 (SEEMP) と将来的な環境規制を満たすための最優先事項である。

◆また、適切なエネルギー管理は、燃料価格や運航コストの変動による運航への悪影響を回避するためにも不可欠である。REFRESH プロジェクトがレトロフィットの対象として検討する船種は、既存のフェリー、ばら積み船、タンカーである。新造船は、建造時に最新の環境規制を満たす必要があるため、本プロジェクトでは研究対象としていない。

◆REFRESH プロジェクトの中心となる概念は、船内エネルギー製造、エネルギー消費、エネルギー損失をシミュレートする動的なエネルギーモデリングである。同概念は、船舶



の運航状況を監視し、運航パターンの機能として適切な行動を選ぶ場合、船内及び陸上の関係者の意思決定ツールとして適用される。

◆REFRESH プロジェクトの主たる目標は、以下のとおりである。

- ・船舶の動的エネルギーモデリングの開発。
- ・レトロフィットとその後の運航のエネルギー効率と排ガス性能の最適化。
- ・船内オペレーションのモニタリングと管理方法の開発。
- ・船員と陸上部員の運航に関する意思決定支援ツールの開発。

#### 2-1-9 RETROFIT (Retrofitting ships with new technologies for improved overall environmental footprint : 環境フットプリント改善のための船舶レトロフィットの新技术)

◆既存船の効率化と環境性改善のためのシステム及び技術のレトロフィットのための方法とツールの開発を目的とした実施期間 36 か月のプロジェクト「RETROFIT」は、2011年10月1日に開始し、2014年10月1日に終了予定である。

◆2012年6月、第一回目の成果発表がハンブルクにて行われた。まず、船主が既存船のレトロフィットに関する技術的、経済的有効性を判断するための方法と支援ツールが開発された。また、実績のある省エネで「グリーン」な技術の系統的なリストを準備した。さらに、2012年には、既存船の燃料消費量と温室効果ガス排出量を算出するシミュレーターの開発が進んでいる。同シミュレーターは、海洋運航、港湾内操船等の運航サイクルの様々なパターンを組み合わせている。

◆RETROFIT プロジェクトには、船社、システムサプライヤー、造船所、エンジニアリング企業、研究所等、7か国から14企業・組織が参加している。プロジェクトコーディネーターはオランダ CMTI (Centrum Maritieme Technologie en Innovatie) である。

#### 2-1-10 SILENV (Ships-oriented innovative solutions to reduce noise and vibrations : 船舶の騒音と振動軽減のための革新的ソリューション)

◆船舶から発生する騒音と振動に対処する実施期間3年のSILENVプロジェクトは、2012年末に完了した。2012年1～11月に実施された同プロジェクトの最終段階である作業パッケージ(WP)5は、プロジェクトの技術的結果をまとめ、騒音と振動の「グリーンラベル」を決定した。

◆SILENVプロジェクトの当初の目的は、騒音と振動の目標レベルを定め、適切な設計ガイドラインを推奨する「グリーンラベル」を提案することであった。

◆フランスの造船・船用グループ DCNS がコーディネーターを担当する SILENV プロジェクトには、14 か国からの企業・組織が参加している。プロジェクトの予算総額約 500 万ユーロのうち、EU が 350 万ユーロを助成している。欧州委員会は、船舶の騒音公害の軽減は、海運の環境性を高める重要な要因であるとしている。

◆SILENV プロジェクトは、6 つの相互関連する作業パッケージ (WP) を持つ。WP0 は、プロジェクト管理を担当、WP1 は騒音と振動の基準、規制、要求を調査する。WP2 は、船舶からの測定データを収集、軽減要求を明らかにする。WP3 は、異なるソリューションを研究する。WP4 は、予想される結果の評価とコンピューターモデリングを行う。WP5 は、プロジェクトの結果と騒音と振動に関するグリーンラベルを決定する。

#### SILENV WP5 : 推進システムに関する結論と提案

推進システム	問題点	改良方法	コスト
通常のプロペラ : 設計の最適化	船内騒音と振動 水中放射音	船種に応じたプロペラ設計の最適化。 運航パターンに応じたプロペラの最適化。	計算とモデル試験のコスト : 25,000~50,000ユーロ
ポンプジェット、ポッド	特に船体後尾における船内騒音と振動 水中放射音	ダクト式プロペラを持つ新型ポッド推進器の採用。 弾力性のあるベースに設置することにより、圧力波と振動を軽減。	新技術のため、信頼性の高いコスト予測はない。
CLT(Contracted and Loaded Tip) プロペラ	船内騒音と振動	CLTエンド・プレート付きのプロペラの採用により、ブレード先端からの圧力波を軽減、及び効率向上。	設計コスト及び製造コストの微増。

#### 2-1-11 SONIC (Suppression of underwater noise induced by cavitation : キャビテーションによる水中騒音の抑制)

◆2012 年 10 月、船舶のプロペラによる水中騒音の理解、測定、低減を目指した新プロジェクト「SONIC」が開始した。

◆オランダ海事研究所 MARIN がコーディネーターを担当する SONIC プロジェクトには、流体力学研究所、プロペラ設計者、騒音専門家、大学、造船所、船級協会等、7 か国から

14 企業・組織が参加している。プロジェクトの予算総額約 420 万ユーロのうち、EU が 300 万ユーロを助成している。プロジェクトは 2015 年 9 月 30 日に終了予定である。

◆SONIC プロジェクトの第一の目的は、船舶のプロペラから発生するキャビテーションによる騒音に関する理解を高めることである。第二の目的は、個々の船舶からの騒音レベル予測を実証し、船舶を簡略化された騒音レベル別に分類することである。第三の目的は、海運活動全般の騒音を調査し、船舶から発生する水中騒音軽減のためのソリューションを提案することである。

◆SONIC プロジェクトは、EU の環境政策に関連している。2008 年に採択された EU 海事戦略フレームワーク (MSF) は、2020 年までに「優良環境ステータス」を達成又は維持することを目標としている。「優良環境ステータス」は、EU 初の海洋生物多様性に関する規制である。同ステータス達成の方法のひとつとして、EU は加盟国に対し、海洋生態系に害を及ぼすことがない水中騒音レベルの実現を要求している。

◆海洋生物学者による調査では、海中の背景騒音が大型海洋哺乳類や魚類の挙動に影響を与えることが明らかとなっている。騒音の主な原因は、プロペラのキャビテーションから発生する低周波の環境騒音であると特定されている。

#### 2-1-12 TARGETS (Targeted advanced research for global efficiency of transportation shipping : グローバル海運の効率向上に関する高度研究)

◆貨物船の全体的なエネルギー効率向上を目指す大規模な TARGETS プロジェクトには、船社、造船所、海事技術企業、大学等、11 の欧州企業・組織が参加している。

◆2013 年 12 月に終了予定の本プロジェクトの実施期間は 3 年間で、船舶の設計段階及び運航中の両方において、効率を向上させるツール、方法、技術を開発し、その評価を行う。研究の焦点となるのは、船体抵抗、推進システム、代替エネルギー源の利用、動力管理、エネルギー利用を最適化する船内ツールである。

◆TARGETS プロジェクトの特長は、その全体的で統合されたアプローチである。本プロジェクトでは、海洋船の船内で製造されるエネルギーの 80%近くが流体力学的摩擦の克服のために使用されるとしている。このため、船体抵抗と推進効率等に関する技術的改善が大きな課題であるとしている。

◆本プロジェクトには、流体力学研究所、エネルギー研究所、船主の参加が多い。参加企業・組織は、コーディネーターを務めるハンブルク船舶試験水槽 (HSVA) の他、ハンブルク・ハーブルク工科大学 (THUU) 、英国ニューキャッスル大学、英国ストラトクライド大学、デンマーク船社 A.P.Moller-Maersk である。

◆本プロジェクトでは、船体抵抗及び船体表面の状態が粘性抵抗に与える影響等を予測する方法を改良する。

◆また、本プロジェクトでは、現行プロペラの仕様を持つ標準型高性能プロペラを開発し、今後の改良研究の基礎とする。続いて二重反転プロペラ、回転前及び回転後の装置等の推進効率を改善する装置を開発する。

◆本プロジェクトの最大の目的は、エネルギー全体のパフォーマンスの評価と予測を行うシステムティックな方法論である動的エネルギーモデリング (DEM) の開発である。このため、ライフサイクルを通じたエネルギー消費の最適化を行う信頼性の高いシミュレーションツール、船舶と航行システムの両方をカバーする設計情報が必要である。

◆本プロジェクトの課題は、以下のとおりである。

- ・エネルギー消費に最も影響する船体抵抗やプロペラの流体力学的研究。
- ・将来性の高い代替エネルギー源（化石燃料以外）の研究。
- ・船内におけるエネルギー消費量測定。
- ・諸技術を統合し、エネルギー消費量削減を目指したエネルギー全体の管理及びシミュレーションシステムの開発。

## 2-2 その他の欧州技術開発プロジェクトの動向

### 2-2-1 ASV技術

◆ノルウェーの政府機関 Innovation Norway からの助成を受け、2012年、ノルウェー企業 Effect Ships International (ESI) は ASV (Air-Supported Vessel) 技術に関する国際設計研究開発プロジェクトを開始した。同プロジェクトには、ESI の他、北欧、イタリアからの企業・組織が参加している。

◆この設計研究プロジェクトは、ノルウェー沿岸航行のための低排出高速フェリーの開発を目的としており、助成機関は「海事環境プロジェクト」に分類している。

◆ESI に協力するパートナー企業・機関は、ノルウェーのフェリー船社 Torghatten Nord、カーボンファイバー専門企業 Diab、推進システムメーカー Volvo Penta、イタリアのヨット設計企業 Studio Sculli である。沿岸の厳しい海象条件に対応する全長 20~50m の ASV Mono「ソフト・モーション」高速フェリーのシリーズが研究対象となる。2012年秋には、スウェーデン SSPA の牽引水槽においてモデル実験が行われた。

◆なお、プロジェクトで研究される新型 ASV は、EU の FP7 内のプロジェクト「BB GREEN」(本報告書 2-1-2 参照) で研究中の ASV とは異なるタイプのものである。

◆ASV 技術は、コンプレッサーとファンで作られた圧縮空気を船体の一部となる固定された空洞に送り込むことにより、エアクッションを形成する。ASV 技術は、空気と水の混合物が船底を潤滑する空気潤滑技術とは異なるもので、空気潤滑技術よりも格段に効率的であるとされている。

### 2-2-2 Cooperative Research Ships (CRS) の現行プロジェクト

◆プロジェクト参加企業・組織が同額を出資する Cooperative Research Ships (CRS) グループ共同研究プロジェクトのプログラムは、1969年にオランダ海事研究所 MARIN が開始したものである。開始当初の研究対象は、大型タンカーとばら積み船の流体力学と関連分野であったが、現在では流体力学関連の他、全船種の設計面及び運航面からの構造問題の研究も行っている。

◆2013年初頭現在、CRS には欧州及び北米の推進システム・船用機器メーカー、造船所、船社、海軍、研究所及び技術専門企業等の 26 企業・組織が参加している。

◆CRS のプロジェクトは、常に大規模で実施期間を限定した高度技術プロジェクトである。次の 5 年間分のプログラムの大筋が計画され、毎年、翌年のプロジェクトが決定される。

プロジェクト実施期間は 1~4 年と幅があるが、平均して 3 年、平均予算は 300,000~500,000 ユーロで、人件費等のコストは最低限に抑えられている。主に MARIN の施設がプロジェクトに利用され、MARIN は CRS の事務局も務めている

◆現在進行中の CRS プロジェクトは、以下のとおりである。

- ・広帯域プロペラノイズ (BROADBAND)
- ・船体圧力計算
- ・船舶の生存性
- ・非線形項目を含む構造評価
- ・偏心プロペラ負荷と構造応答 (PROPLOADS)
- ・出力予測のための CFD ツール
- ・オープン・ソース CFD 評価
- ・波浪中の操船性
- ・プロペラ設計と開発 (PROPDEV)
- ・航行中のモニタリング
- ・波浪中の抵抗増加
- ・ウィッピングとスラミング
- ・ECONSHIPS/EMISS (船舶の排出量予測) プロジェクトの延長
- ・ダクト型プロペラ

### 2-2-3 Design For Sea (DeFoS) 共同産業プロジェクト

◆オランダ海事研究所 MARIN は、シーマージンに関する共同産業プロジェクト (JIP) 「Design For Sea (DeFoS)」プロジェクトも主導している。本プロジェクトでは、船舶設計の初期段階でシーマージンを正確に決定することにより、最適なエンジン出力の選択を可能にする。

◆一般的に、船舶は 15% のシーマージンを含めて設計されている。しかしながら、この結果、出力の過大又は過小なエンジンが選ばれることもある。エンジン出力が過大な場合には EEDI (エネルギー効率設計指標) が大きくなり、通常運航には必要のない出力レベルとなる。DeFoS プロジェクトはこのような問題の解決を目指している。

◆研究の第一段階として、DeFoS プロジェクトでは想定される気象条件 (風、波、天候) に注目した船舶の運航形態に関する理解を深める。また、運航中のシーマージンを研究し、運航海域と船舶の寸法と仕様に応じた必要なシーマージンを正確に決定する方法とツールを開発する。開発されるツールは、船舶設計の決定だけでなく、用船契約における気象条件の決定にも利用される。

◆DeFoS プロジェクトでは、気象条件に影響される要因の研究を行い、特定の運航パター

ンに適応可能な効率的な船舶設計のシミュレーションを開発する。

◆2012年12月までに DeFoS プロジェクトの初回の参加契約が決定され、2013年初頭には初回会合が予定されている。プロジェクト参加企業・組織は公表されておらず、現在も追加募集が行われている。プロジェクト実施期間は12か月の予定である。

#### 2-2-4 ECO2 Inland Vesselプロジェクト

◆2012年初頭、オランダとドイツの企業・組織は、内水域を航行する船舶用の経済的で環境性の高い動力システムに関する共同研究プロジェクト「ECO2 Inland Vessel」を開始した。

◆本プロジェクトは、海事技術革新（MariTIM）共同研究フレームワークに属する23企業・組織のうち、7企業・組織が参加している。MariTIMは、オランダ、ドイツ及び近隣諸国の企業と組織から構成される。

◆MariTIMは、EU欧州地域開発基金内の Interreg IVA プログラム、政府及び地方自治体から公的財政支援を受けている。

◆ECO2 Inland Vessel プロジェクトでは、経済的で環境性の高い動力推進システムを持つ内水域商船3隻が開発される。当該3隻は、プロジェクト内で設計され、試験とモニタリングが行われる。

◆最初の1隻は、オランダの造船所が建造し、Wärtsilä のデュアルフュエル（DF）中速エンジンが搭載される予定である。全長135mの新造船は、運航時間の95～99%をLNG燃料で駆動可能なDF中速エンジンを持つ初の内水域船である。この動力システムはパイロット点火のために僅かなマリンガスオイル（MDO）を必要とするのみであるが、全てMGOで駆動することも可能である。

◆同船は、オランダ、ドイツ、スイス、ベルギー及びフランスの内陸水路を航行する貨物船の環境性と経済性の新たな基準となる予定である。

◆本プロジェクトの参加企業・組織は、コーディネーターを務める Wärtsilä のオランダ子会社、オランダの Koedood Dieselservice、オランダの Combi Group、ドイツの Reederei Deymann、オランダの TNO、ドイツの DST、ドイツの Hochschule EmdenLeer である。

◆プロジェクトで開発される3隻の新造船は、3年間モニタリングが行われ、次世代内陸船への各種データを提供する。

◆2012年初頭には、MariTIM フレームワーク内のさらに2つのプロジェクトが開始された。1つ目の Wind Hybrid Coaster プロジェクトは、燃料効率向上と排出ガス低減のために風力を利用した貨物船に関するプロジェクトで、小型貨物船の船主が集中するドイツ Leer の海事技術センター (MARIKO) が主導している。

◆もう1つは、ドイツ・オランダ国境地域を航行する LNG 電気駆動技術を持つ旅客船の経済的可能性と革新的技術促進に関する「LNG Passenger Vessel」プロジェクトである。

#### 2-2-5 ESD-JILI (省エネ装置ESDのメカニズム研究)

◆2011年10月に中国無錫市で開催されたグリーンシップ・コンファレンスで、オランダ海事研究所 MARIN は、消費エネルギーを削減する装置 (ESD) の作動原理と効果を研究する共同産業プロジェクト「ESD-JILI」の開始を発表した。

◆プロジェクト開始の背景には、ESD の作動原理と船舶の推進効率への実際の効果に関する情報が少ないとの産業内の声がある。

◆本プロジェクトは上海船舶海運研究所 (SSSRI) 及び広州広船国際 (GSI) の協力を受けた MARIN が主導し、国際的な企業・組織の参加を呼びかけているが、現時点では詳細は公表されていない。実施期間12か月の本プロジェクトの予算は20万ユーロ程度とされており、参加企業・組織が共同で負担する。今後参加企業・組織が増えた場合、プロジェクトの実施期間は延長される可能性がある。

◆商船向けに最も適切と考えられる ESD3 種類が、研究対象として選ばれている。即ち、内部ステーターを持つプレダクト (PDS)、非対称設計を持つ前流固定翼 (PPS)、及びプロペラボスキャップフィン (PBCF) である。

◆専用センサーを用いた自動推進試験で、ESD の全部品への負荷とモーメントの測定が行われた。ESD 周辺の水 flow の詳細調査には、粒子画像速度測定 (PIV) 技術が用いられた。モデル試験結果からフルスケール効果を得るためには、「スマートシップモデル」方法を用いたフルスケールの水 flow が算出された。スマートシップモデルの設計と ESD 周辺の水 flow の詳細調査には CFD 技術が用いられた。

◆試験と計算の結果を基にして、ESD を装備した船舶のパフォーマンス予測に関する新たな推定方法が開発された。



## 2-2-6 ロイド船級協会技術センター

◆英国における大学と企業の共同研究への投資としては最大規模となる海事技術研究センター「Southampton Marine and Maritime Institute (SMMI)」が、サザンプトン大学内に建設中である。SMMI は、英国ロイド船級協会 (LR) とサザンプトン大学が共同で設立したものである。

◆投資総額 1 億 1,600 万ポンドの SMMI には、400 人が雇用される予定のロイド船級協会の技術センターが統合される。本センターは、LR のグローバル研究開発ネットワークの中心のひとつとなる。

◆サザンプトン大学の新キャンパスは、技術革新に焦点を当てた共同研究プロジェクトへの設備を提供する。工学研究におけるサザンプトン大学と LR の強みを統合し、海運の環境ソリューション開発等の海事研究に適用する。センター開発の第一フェーズは 2014 年に完了予定である。

◆独自の研究と教育活動に加え、SMMI は他の大学、組織、産業、政府とも協力関係を構築することを目指している。

### ロイド船級協会の研究ネットワーク

◆LR は、最近シンガポールに海事・エネルギー産業向けの技術革新と新たなソリューションを研究するグループテクノロジーセンター (GTC) を設立した。LR は、新 GTC において、シンガポールの公的機関である科学技術研究局 (Agency for Science, Technology and Research : A\*STAR) と協力して研究を行う。

◆英国サザンプトンの GTC とシンガポール GTC は、LR のグローバル研究開発ネットワークの核となる。現在 LR の教育基金は、48 の学術的、技術的機関のスポンサーとなっている。

### ロイド船級協会：ラダー損傷に関する産業プロジェクト

◆2012 年、LR、ロンドンの船社 Zodiac Maritime Agencies 及び韓国現代重工は、キャビテーションとキャビテーションによる浸食作用を調査する共同産業プロジェクト (JIP) を開始した。

◆本プロジェクトは、プロペラとラダー周辺のキャビテーションにより、コンテナ船や LNG 船のラダーが就航後、非常に短期間で大きな損傷を受けるという問題の解決を目的としている。

◆プロジェクトの狙いは、参加企業・組織の経験とノウハウを活かし、既存船、新造船向けの新たなソリューションを開発することである。研究内容は、設計の最適化、操作方法の変更、素材とコーティングの開発、キャビテーション浸食予測、キャビテーション抑制のための CFD 技術その他の方法の活用等である。本プロジェクトでは、Zodiac Maritime 社の所有する船隊からの生のデータを用いた研究を行う。

### 2-2-7 SAILプロジェクト

◆2012年7月に開始された SAIL プロジェクトは、排出ガス低減、燃料価格変動への対処、新たなビジネス機会の開発を目的としたハイブリッド風力推進船の開発と試験を行う。

◆2015年6月30日までの3年間、同プロジェクトは帆を利用した貨物船の実用性を研究する。SAIL プロジェクトは、EU の Interreg IVB 北海地域プロジェクトのひとつとして、プロジェクト予算総額 340 万ユーロのうち、170 万ユーロが EU 地域開発基金から拠出される。プロジェクトには、ベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、オランダ、スウェーデン、英国及びオランダのフリースランド地方政府から、研究所、大学、船社等、17 の企業・組織が参加している。

◆プロジェクト参加組織のひとつであるオランダ海事研究所 MARIN は、航路と運航のシナリオのシミュレーションツールを提供する。ハイブリッド風力支援船の設計には、波、風、海流等の実際の海象状況と航路により予測される速力と消費出力が重要な要因であるため、MARIN のシミュレーションツールは有効である。

◆同プロジェクトでは、目標達成のための技術開発を行い、また経済的、法的、財政的課題を研究する。

### 2-2-8 SPIRETHプロジェクト

◆ジメチルエーテル（DME）の船用燃料としての利用に関する共同産業プロジェクト「SPIRETH」が北欧で開始された。同プロジェクトは、排出ガス規制の厳格化に対応するもので、プロジェクト名の「SPIRETH」は、研究対象となるスピリッツ（メタノール）とエーテル（DME）を組合せたものである。プロジェクトでは、メタノールで駆動されるエンジンの改造、スウェーデンの旅客フェリーでのメタノールベースの DME 燃料を使用した実験を行う。

◆SPIRETH には、スウェーデン・エネルギー庁、北欧投資運輸プログラム、デンマーク海事基金が共同出資を行っている。プロジェクト参加企業・組織は、デンマークの触媒技術企業 Haldor Topsoe、英国の技術コンサルタント Lloyd's Register EMEA、カナダのメ

タノールメーカーMethanex Corporation、スウェーデンの RORO 技術企業 ScandiNAOS、スウェーデンの研究所 SSPA、スウェーデン船社 Stena Rederi、フィンランドの Wärtsilä である。

◆SPIRETH プロジェクトは、前述の EffShip プロジェクト（実施期間は 2009 年 12 月～2013 年 3 月、2-3-3 参照）から派生したものである。同プロジェクトは、海運産業が運航効率を保ちながら将来的な排ガス規制を順守する方法を模索している。

◆EffShip プロジェクトでは、硫黄分を含まないメタノールが SOx 排出制限海域（SECA）の 2015 年規制を満たす代替燃料として選ばれた。また、メタノール DME 燃料の使用により、排ガス後処理装置を使わずに IMO の NOx 排出に関する第 3 次規制を満たすことも可能である。さらに、メタノール燃料のコストは、MGO よりも低い。

◆SPIRETH プロジェクトは、2012 年に開始され、2014 年 3 月に終了予定である。プロジェクト参加企業・組織のうち、4 企業・組織が EffShip プロジェクトにも参加している。

◆研究内容のひとつは、メタノールの供給・貯蔵方法と現行ディーゼルエンジンの改造を最小限に止めながらメタノール、水、DME の混合燃料を使用する方法である。また、メタノールを直接使用するメタノールディーゼルエンジンの研究と実験室での大規模な試験も行う。

◆プロジェクトでは、旅客フェリー「Stena Scanrail」に、メタノールを供給・貯蔵タンク、メタノールからエーテルへの船内アップグレード装置、DME のタンクと供給システムを設置する。メタノール燃料は、同船の補機 1 基又は 2 基の駆動に使用される。この実船実験により、メタノール燃料システムの船内使用における安全性と環境性を検証する。同船はスウェーデン～デンマーク間を運航する。

◆2012 年末までに、Stena Line 社は、同社の旅客フェリーが 2015 年に発効する北欧州排出制限海域（ECA）の硫黄排出量基準を満たすためには、メタノール燃料の利用が最も効果の高い経済的ソリューションであるとの認識を示している。2012 年 11 月 28 日、ブリュッセルにおいて、Stena の最高経営責任者（CEO）は、「同社とのプロジェクトパートナーは、同社の大型 RORO フェリー「Stena Germanica」がメタノール燃料を使用するために中速主機の仕様を変更する大規模パイロットプロジェクトに対する EU 助成金を求める意向である」と述べている。本プロジェクトへの助成金は、FP7 ではなく、欧州運輸ネットワークプログラムである TEN-T から拠出される予定である。

◆本パイロットプロジェクトには Wärtsilä が参加し、プロジェクト総額は約 2,000 万ユーロと見積もられている。Stena は、2014 年中に Stena Germanica のエンジン改造を完了し、その後、他のフェリーにも同様の改造を行う意向である。本パイロットプロジェクトが成功した場合、Stena は 2018 年までに同社のフェリー 25 隻をメタノール駆動に変更

することも視野に入れている。

## 2-2-9 WAGENINGEN C/Dプロペラシリーズ共同産業プロジェクト

◆2012年、ダクト型可変ピッチプロペラ及びオープン型可変ピッチプロペラのシリーズの開放水域における挙動特性に関する共同産業プロジェクト「Wageningen C/D プロペラシリーズ」が開始された。本プロジェクトは2013年半ばに完了予定で、参加企業が予算を分担している。なお、プロジェクトの結果は、終了後3年間は公表されない。

◆全てのモデル試験は、初期 Wageningen B プロペラシリーズを開発し、引き続き改良を加えているオランダ海事研究所 MARIN で行われている。

◆本プロジェクトは、複数のプロペラ設計企業、メーカー、その他関連組織が共同でプロペラを設計・開発し、その研究結果とコストを分け合うことが目的である。開放水域の異なる流入条件において、スラスト、トルク、ブレード軸トルクのモデル測定が行われる。

◆本プロジェクトには、2012年半ばまでに欧州、日本、韓国から24企業・組織が参加し、32機種、46仕様のプロペラをカバーしている。プロジェクト参加企業は引き続き募集中であり、調査対象となるプロペラの種類はさらに増加する可能性がある。各プロペラは様々なピッチで作動するため、膨大な数の試験が必要となる。試験は合金のプロペラモデルを用いて行われる。

◆測定過程の効率化のため、新たな開放水域「準定常流 (quasi-steady)」技術が開発され、実証された。本技術により、作動測定中に前進速度と回転数を変更し、限られた作動試験で完全な開放水域特性に関するデータを得ることが可能である。ブレード軸トルクの測定のためには、専用のテストハブが用いられる。

◆予想される本プロジェクトでの成果は、図表化、多項式化された多くのプロペラ機種の開放水域における特性（推力、トルク）のデータである。可変ピッチプロペラの特性は固定ピッチプロペラと異なるため、本プロジェクトの結果は、自動船位保持、操船、牽引・推進等への利用に有効である。

## 2-3 欧州各国の技術開発プロジェクトの動向

### 2-3-1 BossCEff (Boss Cap Efficiency : ボス・キャップ効率)

◆ハブ・ボルテックスはキャビテーションを引き起こし、船用プロペラの性能に悪影響を及ぼす。ドイツ経済技術省 (BMW) が助成する BossCEff プロジェクトは、ハブ・ボルテックスの軽減により、プロペラ効率を向上させることを目的としている。プロジェクト参加企業・組織は、ハンブルク・ハーブルク工科大学の流体力学・船舶理論研究所、試験水槽 Schiffbau-Versuchsanstalt Potsdam (SVA)、プロペラメーカー Mecklenburger Metallguss である。

◆本プロジェクトでは、ハブ・ボルテックスの軽減のために、自動設計方法の開発に焦点を当て、新アルゴリズムが最適化プロセスに統合された。設計方法はプロペラのハブキャップの最適化を目的としている。

### 2-3-2 デンマーク海事技術センター (DCMT)

◆デンマーク海事技術センター (The Danish Centre for Maritime Technology : DCMT) は、2006 年、デンマーク工科大学の機械工学部 (DTU/MEK) とデンマークの海事研究所 FORCE Technology の協力により設立された。本センターは、デンマーク海事基金 (DMF) \*から 2012 年までの研究開発革新プロジェクトとして助成を受けている。

◆DCMT の目的は、デンマークの海事技術のノウハウを開発、促進することである。また、若者の海事工学への関心を高め、将来的にデンマークの海事産業を担う有能なエンジニアを育成することも目的である。

◆DCMT は、デンマーク工科大学の技術的知識を海事ビジネスに活用し、ビジネスに直結した研究を促進させる。同大学の 3 つの主要研究分野は、船舶運航の効率化、船舶の安全性の向上、及び環境性の向上である。2006 年以降、実施期間 1~3 年の 14 の研究開発プロジェクトが実施された。2012 年には、最後の 4 プロジェクト、即ち外洋のプロペラ性能、燃料削減装置 II、ロール・ダンピング、外洋の推進効率へのトリムの影響、が完了した。これらのプロジェクトの目的は、波浪抵抗を含めた現実的な海象条件のもとで、効率的な船舶設計を開発することである。

◆燃料削減装置 II プロジェクトは、燃料削減装置 I の後続プロジェクトである。主目的のひとつは、ラダーとプロペラの距離、プロペラ前方に位置する前流フィン、舵力を考慮した異なるタイプのラダーによる燃料削減効果の系統的な研究である。

◆既に完了したプロジェクトとしては、2 ストローク大型ディーゼルエンジンの複雑な排

ガス浄化過程に関するプロジェクトがある。この課題に関しては、デンマーク工科大学機械工学部が、シリンダー内の排ガス浄化に関する更に詳細な研究を行った。同プロジェクトの目的は、産業のエンジン技術の改良へのコンピューター・ツールの利用を促進させることである。

\*デンマーク海事基金（DMF）：2005年に発足。DMFは、デンマーク海事産業の発展と促進に関するプロジェクトに対する財政支援を行う。DMFの基金は、デンマーク船舶金融（Danmarks Skibskredit）の10%に相当し、船舶金融の株式による配当が基金の主な収入源である。

### 2-3-3 EFFShip (Efficient shipping with low emissions : 低排出の効率的海運)

◆スウェーデン革新局（Vinnova）が資金を拠出している EFFShip プロジェクトは、風力推進利用のフィージビリティの研究を行っている。本プロジェクトは8つの作業プログラム（WP）を持つが、WP6では風力、波力、太陽エネルギーを用いる場合のシステムへの影響が調査分野である。

◆WP6における研究対象は、フレットナー（Flettner）ローター、帆、風力タービン、固定帆とその他の帆、ソーラーセル、波力、通風力である。研究対象のひとつである新型の帆「EffSail」は、金属又は合金から製造される硬性の帆である。研究された全てのタイプの風力推進器は、風力がゼロ又は強過ぎる場合には格納可能でとなっている。例えば、帆は下ろすことができ、EffSailは望遠鏡のようなスライド式で、サクシオン帆とローターは折りたたんで格納される。

◆EffShip プロジェクトで評価される風力推進器のうち、現在既に商船に利用されているものは、帆のみである。帆は追い風及び横風の場合は優れた風力推進器であることが証明されている。EffShipプロジェクトのコーディネーターであるスウェーデンの研究所SSPA行われたシミュレーションでは、パナマックス型までの大きさの船舶の場合、表面積640㎡の帆を使用し、風力10m/sの場合、8ノットの速力を得ることが可能である。このような大型の帆は現在市場化されていないが、その省エネ性能を考えると、将来的には利用できるようになると思われる。

◆EffShip プロジェクトの研究によると、横風の場合最も有効な方法は、EffSailのような固定帆とフレットナー・ローターの組合せである。帆を使用した場合、最も燃料削減率が高い風の角度は、船首から30～40度である。

◆フレットナー・ローターを使用した場合、効果的な船首からの角度はさらに10度進めた40～50度である。大型の帆はブリッジからの視界を遮る可能性があるため、将来的な帆を利用した風力支援船のブリッジは船首側に移動させることを推奨している。

◆船主、船舶管理会社、技術企業・組織が参加している EffShip プロジェクトは、2009 年 12 月に開始され、2013 年 3 月に終了予定である。WP6 以外の研究分野は、現行及び将来的な燃料 (WP2)、排出ガスの浄化 (WP3)、ディーゼルエンジンの効率と排熱回収 (WP4)、エンジントランスフォーマー (WP5) である。研究結果は、2 隻の船舶設計、即ち 14,000DWT 型短距離 RORO 船及び 80,000DWT 型パナマックス・プロダクトタンカーに適用された。

◆これまでの研究で明らかになったことは、代替燃料としてのメタノールの有効性である。EffShip プロジェクトでは、プロジェクト参加企業のひとつである Stena Rederi が所有するスウェーデンの RORO 貨物船をメタノール/DME 燃料で駆動する実験を行っている。

#### 2-3-4 e4ships (燃料電池の船用利用)

◆燃料電池の船用利用に関する e4ships プロジェクトは、ドイツ運輸省が国家革新プログラムを通じて助成を行っている 3 つの「Toplaterne (灯台)」プロジェクトのうちのひとつである。

◆e4ships プロジェクトは、「SchIBZ」、「Pa-X-ell」、「Hy-Ferry」の 3 つのサブプロジェクトから構成され、シナジー・モジュールである「Toplaterne」により相互リンクされている。「Toplaterne」は、e4Ships プロジェクト全体を管理し、情報と技術の交換、及び燃料電池の船用利用に関する環境、技術、経済面における評価を行う。

◆2009 年に開始された e4ships プロジェクトは、2016 年まで続けられる。全体的な目標は、通常の運航状況下で燃料電池が船舶の動力供給システムとして利用可能であることを証明することである。

◆熱と発電機能を組み合わせたモジュール型燃料電池システムは、特に出力 500kW までの船内補助発電として効果的なソリューションである。また、燃料電池は空気を汚染しないため、通常の発電機よりも港湾内での使用に適している。さらに、燃料電池は分散設置が可能であるため、造船所にとって船体設計や機器配置の柔軟性が増す。

◆e4ships Toplaterne のコーディネーターは、海事技術センター (Center of Maritime Technologies : CMT) で、造船所、船用メーカー、研究所、大学、ドイツ船級協会 GL が参加している。クリーンなエネルギー源の実現、ドイツの技術と産業の競争力強化を目指し、ドイツ政府とプロジェクト参加企業・組織がプロジェクト総予算の 50% ずつを出資している。

◆「SchIBZ」は、ThyssenKrupp Marine Systems の子会社 Blohm+Voss Naval が主導し、ディーゼル燃料トランスフォーマーを用いた 500kW の燃料電池補助発電システムの

開発を行っている。同システムは、北欧～ドイツ間を航行する短距離貨物船上で実船実験が行われる予定である。

◆「Pa-X-ell」は、クルーズ船に電力と熱を供給する燃料電池モジュールの計画、開発、実験を行う。排出ガスとコスト面における利点の他、同モジュールは旅客船の設計とエネルギー網の自由度を大幅に高める。造船所 Meyer Werft が主導する「Pa-X-ell」プロジェクトは、メタノール燃料の可能性の研究も行う。

◆「Hy-Ferry」は、水素駆動の出力範囲 150～240kW の固体高分子形燃料電池を用いたハイブリッドシステムの統合を行う。

◆上記 3 つの e4ships のサブプロジェクトにより、ドイツ政府はクルーズ船、特殊船、大型ヨット等の特定の市場分野におけるドイツ海事産業の地位を高めることを戦略としている。

### 2-3-5 GasPax

◆ドイツの GasPax プロジェクトは、2012 年 12 月に完了した。ドイツ政府が支援する本プロジェクトの目的は、LNG 燃料船とその技術において、ドイツの造船所とエンジニアリング企業の優位性を確立することである。プロジェクトでは、3 種類の旅客船、即ちクルーズ船、ROPAX フェリー、メガヨットへの LNG 燃料利用に関する技術的課題の研究が行われた。

◆ GasPax プロジェクトは、ドイツの造船所 Meyer Werft、Flensburger Schiffbau-Gesellschaft、Luerssen Werft、ガスシステム企業 TGE Marine Gas Engineering が参加し、加えて MAN Diesel & Turbo が協力を行った。2012 年 12 月には、ドイツ船級協会 GL がハンブルクでフォーラムを開催し、本プロジェクトの成果を発表し、提案された船型に原則的な承認（approval-in-principle: AIP）を授与した。

◆GasPax の主目的は、プロジェクトに参加したドイツ造船所と船用メーカーによる、信頼性と商品性の高い魅力的な製品の市場化を支援することである。また、参加企業・組織は、旅客船内におけるガス燃料の貯蔵の安全性に関するプロジェクト成果が、将来的な IMO や船級協会の規制に影響力を持つことを期待している。

◆本プロジェクトの一環として、Meyer Werft は、旅客数 2,000 人、DF エンジン駆動の中型クルーズ船の設計を開発した。618 m<sup>3</sup>の LNG タンク 2 基を搭載した当該クルーズ船は、LNG 燃料のみを使用する 1 週間の航行が可能である。

◆Flensburger Schiffbau-Gesellschaft は、全長 190m、旅客数 600 人の DF エンジン駆動の ROPAX フェリーの設計を開発した。585 m<sup>3</sup>の C 型 LNG タンク 1 基を搭載したフェリ



一は、LNG 燃料のみを使用する 1 週間の航行が可能である。LNG 燃料の船内貯蔵により、同フェリーの車両積載量（レーン・メートル）は、通常フェリーよりも 25m 短くなる。

◆Luerssen Werft は、船体中央部に 180 m<sup>3</sup>の C 型 LNG タンク 2 基を垂直に搭載したメガヨットの設計を開発した。主機は DF エンジンである。元となった船型の全長 110m の代わりに、提案された船型はタンクとガス供給システムを搭載するために 8m 長く、幅は 1m 広い。

◆上記 3 船種の GasPax 船のガス燃料システムは、TGE Marine Gas Engineering が開発を担当した。MAN は、ガス燃料エンジンのシステム開発を行った。

### 2-3-6 GREEN SHIP of the FUTURE（低排出フェリーの研究）

◆デンマークの「グリーンシップ・オブザフューチャー」プログラム内で進行中のプロジェクトのひとつは、低排出の ROPAX フェリーの研究開発プロジェクトである（詳細は本報告書 2011 年版を参照）。本プロジェクトは 2012 年に大きく進展した。

◆ROPAX フェリーの排出ガス量と燃料消費量の 25%削減を目指す本プロジェクトには、デンマーク海事基金が資金の一部を拠出している。2011 年 12 月に開始した本プロジェクトは、デンマークの船舶設計エンジニアリングコンサルタント OSK-ShipTech が主導し、14 企業・組織が参加している。研究分野は、動力、推進、代替燃料及びその他の排出ガス量に関連する技術項目である。

◆2012 年には、Wärtsilä、ABB 等の主要推進システムメーカーと、複数の推進システムの仕様を検討した。基礎となる主推進器及び補機の組合せが決定され、最も将来性の高い代替燃料としては、LNG とメタノールが詳細研究の対象として選ばれた。その研究分野は、燃料貯蔵、配管、システム統合である。また、本プロジェクトの動力機関サブグループは、排熱回収（WHR）技術による省エネの可能性、周波数制御ポンプ、冷却、換気に関する研究を行っている。

◆一般的に LNG は最も有望な次世代燃料と考えられているが、北欧では船用燃料としてのメタノールの利用に関心が高まっている。これは北欧の天然資源の分布に関連している。ノルウェーは豊富な天然ガスを有しており、メタノールはその副産物である。スウェーデンは大規模な林業と製紙業を持っており、メタノールはその産業廃液から製造が可能である。

◆「低排出 ROPAX フェリー」プロジェクトの比較基準となるのは、2002 年建造のスウェーデンの ROPAX フェリー「Visby」の既存データである。このため、ガス排出量、燃料消費量等の予測と結果は、実際の運航データとの比較が可能である。

◆「グリーンシップ・オブザフューチャー」プログラムは、数年前に Aalborg Industries、A.P.Moller-Maersk、MAN Diesel & Turbo、Odense Steel Shipyard により開始された。その後プログラムは拡大し、現在では 40 企業・組織が幅広い共同技術研究プロジェクトを行っている。プロジェクトには、公的、民間の企業・組織が参加できるが、どのプロジェクトも最低ひとつの参加企業・組織がデンマーク籍又はデンマーク企業の子会社であることが必要条件となっている。

### 2-3-7 GREEN SHIP of the FUTURE (ECAレトロフィット技術研究)

◆デンマークの「グリーンシップ・オブザフューチャー」プログラム内で実施されているプロジェクトのひとつに ECA レトロフィット技術研究プロジェクトがある。本プロジェクトの主目的は、IMO の新規制である排出制限海域 (Emission Control Area : ECA) 、特に発効が予定されている燃料内の硫黄含有量 0.1%以下という規制に対し、船主・船社が採るべき現実的なソリューションを検討することである。

◆本プロジェクトでは、オプションとして以下の 3 つの方法を検討している。

- ①低硫黄燃料の使用。
- ②LNG 燃料の使用。
- ③スクラバー技術の使用。

◆本プロジェクトにおける参照基準となる船舶は、デンマーク船社 D/S Norden 所有の新造プロダクトタンカー (38,000DWT) である。プロジェクトでは、各オプションのコストと減価償却期間の調査を行った。

◆本プロジェクトには、デンマーク海事基金とプロジェクト参加企業・組織が共同出資を行っている。プロジェクト参加企業・組織は、Alfa-Laval Aalborg (旧 Aalborg Industries、D/S Norden、デンマーク船主協会、Elland Engineering、ロイド船級協会 (デンマーク支社) Maersk Maritime Technology、Maersk Tankers、MAN Diesel & Turbo、Schmidt Maritime である。「グリーンシップ・オブザフューチャー」事務局がプロジェクトコーディネーターを務めている。

◆ECA プロジェクト開始後の技術開発により、DF エンジンでメタノール燃料又はメタノールの船内変換による DME 燃料を使用する可能性も明らかとなった。これらの燃料は、ECA 海域の厳格な排出基準を満たす代替燃料となり得る。

◆従って、「グリーンシップ・オブザフューチャー」プログラムでは、DF エンジンのメタノール燃料及び DME 燃料使用に関するプロジェクトも開始する。従来どおり、新プロジェクトには複数の企業・組織が参加することとなる。

### 2-3-8 HybridSHIP (ハイブリッド船)

◆HybridSHIP プロジェクトでは、ノルウェーのオフショアサプライ船に燃料電池を設置するためのハイブリッド燃料システムに関する研究開発を行っている。本プロジェクトは、ノルウェー政府が出資する FellowSHIP プログラムの第 3 段階である。

◆FellowSHIP プログラムでは、熔融炭酸塩型燃料電池 (MCFC) パックを補助動力システムとしてオフショア補給船「Viking Lady」に搭載し、実験を行う。当該燃料電池の出力は 330kW で、これまで商船に搭載された燃料電池としては最大の出力を持つ。

◆本プロジェクトでは、当該燃料電池システムにエネルギー貯蔵機能を導入する。蓄電池の追加と統合により、ハイブリッドシステムを構築し、20~30%の消費燃料と CO<sub>2</sub> 排出量を削減するとしている。

◆本プロジェクトは、排熱回収機能を持つ燃料電池と蓄電池のハイブリッドシステムを開発し、実験を行う。その目的は、船舶の港湾停泊時に、燃料電池と蓄電池のみを使用した超低排出のエネルギー供給を行うことである。

◆開発されるシステムのその他の利点は、機器メンテナンスコストの低さと騒音、振動の軽減である。オフショア船 Viking Lady を中心としたプロジェクト参加企業は、Eidesvik & Co、ノルウェー船級協会 DNV、Wärtsilä Norway である。HybridSHIP プロジェクトの予算総額は 3,700 NOK (ノルウェークローネ) で、その 60%を参加企業 3 社が負担し、残りの 40%をノルウェー研究協議会 (Norwegian Research Council) が出資している。

◆ハイブリッドシステムには、システムエンジニアリング手法を用いたモデリングを行う。開発されたモデルは将来的なハイブリッドシステムの最適化を視野に調整され、測定により実証される。燃料消費量と排出ガス成分の測定により、ハイブリッドシステムへの投資の減価償却期間は 2 年以内であると考えられている。

◆また、本プロジェクトの成果は、エネルギー貯蔵機能を持つハイブリッド燃料システムの設置に関する DNV による船級規則の更新のために利用される。更新される規則は、貯蔵された電力のみを使用する完全電気船にも適用される。

◆本プロジェクトの実施期間は 3 年で、2013 年 12 月 31 日に完了予定である。

### 2-3-9 Optimisation of a Multi-Component Propulsor (マルチコンポーネント推進装置の最適化)

◆高速船には、キャビテーションの影響を受けにくい効率的な推進装置が必要である。従

来型プロペラとウォータージェット推進装置では、特定の速力においてマルチコンポーネント推進装置が有利となる。本プロジェクトの目的は、このような推進装置の最適化された設計手法を開発することである。当該推進装置は、ローター、ハブ、ダクト、ステーターという4部品から構成される。

◆本プロジェクトは、ドイツ研究基金（DFG）の公的資金を受けており、参加組織は、ハンブルク・ハーブルク工科大学、ドルトムント工科大学コンピューター科学学部である。設計最適化手法は、ドルトムント工科大学が開発した先進最適化アルゴリズムと統合される。

◆マルチコンポーネント推進装置は、特定の速度で従来型プロペラより効率が高いと予想されている。モデル実験と粘性流動計算によると、最適化された設計でキャビテーション条件が良い場合、推進効率は73%に達する。加えて、ダクトは浅水域を航行する船舶の損傷と水中音響効果のリスクを軽減する。

### 2-3-10 PerSee (Performance of Ships in a Seaway : 波浪中の船舶の性能)

◆2012年、実際の海象条件下における船舶の推進性能に関する研究プロジェクト「PerSee」が、ドイツで開始された。研究の中心テーマは、波浪中の操船性の最低要求を満たす船舶性能を予測することである。ドイツ経済技術省（BMW）がスポンサーである同プロジェクトは、2012年10月1日に開始され、2016年3月31日に終了予定である。

◆PerSeeプロジェクトは、造船所Meyer Werft、ドイツ船級協会GL、推進装置メーカーVoith Turbo、ハンブルク試験水槽HSVA等、ドイツ産業界、学界から9企業・組織が参加している。HSVAの役割は、波浪中の波力による船舶への抵抗増加を予測し、海事産業に適用可能な数値モデルを開発することである。このためにモデル実験を行い、波浪中の船舶の操作性を保つために必要な出力を決定する。

### 2-3-11 PreMAN (Prediction of the manoeuvring behaviour of seagoing ships : 海洋船の操船性能の予測)

◆ドイツ経済技術省（BMW）がスポンサーである「PreMAN」プロジェクトの主目的は、効率、安全性、環境性の向上のため、船舶の操船性能の予測の精度を高めることである。

◆プロジェクト参加企業・組織は、ハンブルク試験水槽HSVA、デュイスブルク-エッセン大学、ベルリン工科大学の3組織である。実施期間は2011年10月1日から2014年9月30日までの3年間である。

◆HSVAは、モデル試験を行い、船舶のラダーの動きをシミュレートする。予測と現実の

差を少なくするために、船舶設計過程において用いられる操船性能の信頼性を向上させることがその目的である。

### 2-3-12 Short Sea Ship of the Future (将来的な短距離貨物船)

◆オランダ政府が助成する「Short Sea Ship of the Future」プロジェクトは、短距離貨物船の新たな設計概念の研究開発を行っている。その目的は 2025 年までに貨物の短距離海上輸送と関連産業の開発と振興に寄与することである。

◆プロジェクト参加組織は、オランダの 3 組織、Centrum voor Innovatie Management (CIM)、Centrum Maritieme Technologie en Innovatie (CMTI)、ProSea 及びブリュッセルの欧州船用機器協議会 (European Marine Equipment Council : EMEC) である。

◆2012 年 2 月には、ブリュッセルの欧州船主協会 (European Community Shipowners Associations : ECSA) でプロジェクト会合が開催され、船主、造船所、船用メーカー、船舶設計者、金融機関等の関係者が、本プロジェクトの進展と方向性を支援するための意見交換を行った。

### 2-3-13 STOPPING SIMULATIONS of Ships (船舶の停止性能のシミュレーション)

◆ドイツの研究開発プロジェクト「STOPPING SIMULATIONS of Ships」は、可変ピッチ (CP) プロペラを搭載したディーゼル電気推進船の停止性能に関するプロジェクトである。停止性能における問題は、トルクがネガティブとなりプロペラが水力で回転するとき発生する空転 (風車状態) で、船舶の電気システムに悪影響を与える。

◆本プロジェクトには、Siemens Group とハンブルク・ハーブルク工科大学が参加しており、ディーゼル電気推進と CP プロペラの組合せを最適化することにより、船舶の停止性能の向上と停止中の推進システム部品への負荷の軽減が可能であるとしている。

◆各種シミュレーションが開発され、参照船舶である全長 100m の調査船の海上実験における測定結果との比較がなされた。停止中の各段階におけるプロペラのピッチと回転数の組合せの最適化により、プロペラの空転状態を軽減又は完全に排除することができる。

### 2-3-14 TRANSNOVA (エコフェリー・プロジェクト)

◆ノルウェー組織 TRANSNOVA の研究開発助成金は、従来陸上運輸セクターを対象としていたが、現在進行中のプロジェクトのひとつは、フェリーに関するものである。

◆TRANSNOVA は、ノルウェーの造船所 Fjellstrand に対し、フェリーの再生可能エネルギーの利用に関する研究開発プロジェクトへの助成を行っている。Fjellstrand 造船所の研究は、特にノルウェー沿岸のフィヨルド地域を結ぶ数多くの小型フェリーに電池技術を導入することに焦点を当てている。これらのフィヨルド横断フェリーの多くは、ノルウェーの沿岸高速道路網と国家インフラの重要な一部を構成している。

◆Fjellstrand では、電池駆動のアルミニウム製旅客・カーフェリーの設計を提案している。電池は、旅客・車両の揚卸し中に、陸上電力により充電される。充電に必要な電力は、水力発電で賄われる。同造船所は新たなノルウェーのフェリーの公開入札に参加しており、2014 年末までに「エコフェリー」の第 1 船を竣工させる計画である。大気中への排出ガスがゼロで騒音もないエコフェリーの設計は、ノルウェーだけではなく国際市場でも大きなポテンシャルを持っている。

◆TRANSNOVA は、2008 年 1 月に発表されたノルウェーの気候変動報告書を受けて設立された機関である。同報告書では、運輸セクターが排出する温室効果ガスは、他のセクターよりも急激に増加中であると指摘している。

◆TRANSNOVA による研究開発助成金は、ノルウェー研究協議会や Innovation Norway 等他のノルウェー公的プログラムからの助成金を補足するものである。TRANSNOVA の助成金は、市場化に近い製品の研究開発プロジェクトに対して拠出される場合が多い。このため、環境性の高い新技術や新手法の迅速な普及に直接寄与する製品の試験、標準化、パイロットプロジェクト、デモプロジェクト等を対象としている。

◆TRANSNOVA は、現在ノルウェー道路公団の交通安全環境技術課が管理を行っている。

### 2-3-15 英国技術戦略委員会

◆英国政府は、約 800 万ポンドを主に船舶の効率向上に関する研究開発資金として計上する予定である。資金の分配先は、技術戦略委員会 (TSB) により 2013 年初頭に決定される。5 年前に設立された TSB は英国政府のビジネス革新スキル部門の一部で、英国の全産業セクターとビジネスをカバーする革新担当機関としての機能を持つ。

◆TSB は、既存及び将来的な船舶、ボート、関連機器・システムの効率改善に関する様々な分野における研究開発プロジェクト予算の最大 50%の助成金を拠出する。その目的は、既存船の性能と効率の改善実現のための革新的な提案を支援することで、将来的な推進システム、クリーンな代替燃料、新たな排出ガス削減システム、軽量素材、先進塗料等に関するプロジェクトの促進を期待している。

◆プロジェクト助成金を獲得する条件として、各プロジェクトは共同又は企業クラスター

によって実施され、科学的調査ではなくビジネス目的の調査でなければならない。特に中小企業を対象としている。プロジェクト募集は2013年1月14日に開始される。これに先駆けて、英国企業に助成金への応募方法や成功率の高いプロジェクト分野、参加企業に関する説明を行う数々のワークショップが開催された。

### 2-3-16 風力エネルギー研究開発プロジェクト

◆ロイド船級協会 (Lloyd's Register) の戦略研究グループ、Totempower Energy Systems、Zodiac Maritime Agencies は、商船の船上に設置する風力発電装置の可能性に関する共同プロジェクトを実施している。

◆Totempower は、風速、風向、乱気流、加速、GPS による位置を記録する完全自律型風力監視システムを設計、製造し、Zodiac が運航するばら積み船に搭載した。センサーは、最適な風力状態で必要な気象データ（風速、風向、乱気流）の測定に適した船上の各位置に配置された。これらの位置は、風力発電タービンを設置するために最適な位置を考慮して決定された。

◆本プロジェクトの目的は、商船の運航パターンに基づく風力発電の可能性を証明し、数値化することである。収集されたデータは、他の Zodiac 所有船のエネルギー量を予測するための CFD ベースのシミュレーションモデル開発に利用される。

◆Totempower Energy Systems は、2010年2月にロンドンシティー大学から独立し、設立された組織で、小型風力タービンの先進 PAVOG (Passive Air-jet Vortex Generator) 空気力学の商品化を目的としている。

◆補助的な風力利用は、LR の戦略研究グループが研究を行っているクリーンなエネルギー源のひとつである。その他の研究対象は、船用燃料としての LNG、核推進、太陽エネルギー、潮流エネルギー、燃料電池技術等である。

### 2-3-17 ゼロ排出フェリー（ドイツ）（GL/Scandlines共同プロジェクト）

◆ドイツ船級協会 GL の技術コンサルタント子会社 FutureShip は、バルト海フェリー船社 Scandlines と共同で、排出ガスがゼロの革新的なコンセプトのフェリーを開発した。提案されている両頭型フェリーの核心となるのは燃料電池技術である。同フェリーは、Scandlines のドイツ～デンマーク間のシャトルフェリー航路（18.5km）に適したものである。

◆FutureShip は、水素燃料電池、蓄電池、フレットナー・ローターによる風力発電、太陽電池の組合せにより、旅客数 1,500 人、車両レーン 2,200m のフェリーの推進動力、補

助動力、船内電力の全てを満たす設計を提案している。同フェリーは、2015年に発効予定のバルト海の排出制限海域（ECA）の燃料硫黄含有率 0.1%以下という要求を満たすものである。

◆これらの燃料電池の出力は 8,300kW で、17 ノットの運航速度が可能である。蓄電池の容量は 2,400kWh で、船舶の加速時等の追加動力需要を満たす。推進力は、船舶の両端に位置する 3MW の電気駆動ポッド推進器計 2 基から得られる。さらに、船首と船尾に 2 基ずつ配置されたフレットナー・ローターにより、通常風の強いドイツ-デンマーク航路において風力エネルギーを利用することが可能である。

### 2-3-18 ゼロ排出フェリー（英国）（スコットランドのフェリープロジェクト）

◆英国の沿岸フェリー運航ターミナル管理会社 Caledonian Maritime Assets (CMAL) は、スコットランド政府機関である Scottish Enterprise が提唱するゼロ排出フェリーへの燃料電池搭載に関する研究開発プロジェクトに参加している。本プロジェクトは、水素燃料電池駆動のフェリーの技術的、商業的なフィージビリティを研究する。フィージビリティの研究結果は、スコットランドにおけるゼロ排出フェリーの開発プロジェクトへの EU 資金の申請に用いられる。

◆プロジェクト参加企業・組織は、CMAL、Logan Energy、セントアンドリュース大学、スコットランド水素燃料電池協会である。プロジェクトでは、コスト効果と環境性の高い革新的なフェリーとその港湾インフラの様々なソリューションを検証する。主な目的は、スコットランドを持続性のあるフェリー技術のグローバルな中心地とすること、及びスコットランドの地方や島々への交通サービスを改善することである。

◆既に CMAL は、革新的なフェリー開発プロジェクトを実施中である。ディーゼル電気システムと蓄電池を組み合わせた小型フェリー 2 隻を、クライドの造船所で建造中であり、2013 年中にはスコットランド沿岸と諸島を結ぶ航路に就航の予定である。

◆水素は、通常、化石燃料から水蒸気改質により製造されるが、風力、太陽光、水力等の再生可能資源からの電力を用いた電解による製造も可能である。本プロジェクトでは、当該分野における技術的、商業的なフィージビリティも検証する。



## 2-4 欧州各国における主要造船・船用関連企業の製品開発動向

### 2-4-1 デンマーク

#### 2-4-1-1 Alfa Laval Aalborg Boilers : 補機エコノマイザー

◆Alfa Laval の子会社である Aalborg Boilers は、新排熱ボイラー「Aalborg XS-TC7A エコノマイザー」を発表した。同ボイラーは、補機からの排熱を利用し、船内エネルギー効率を改善する製品で、補機エンジンからの排気内部に設置されるコンパクトで設置が容易なユニットである。

◆Aalborg の新型エコノマイザーは出力比重量が低く、船舶の港湾における停泊時、操船時に必要な蒸気を生成する。海洋航行に十分な蒸気を生成可能な場合もある。船主・船社にとっての同製品のメリットは、港湾停泊時に重油駆動の補助ボイラーを使う必要が少なくなるため、環境に優しいことである。

◆XS-TC7A エコノマイザーの特長のひとつは、排気ガス境界層の対流を増加させ熱移送を改善する特別設計の対流部品である。これにより蒸気生成量が増加するが、他の排熱回収システムよりもコンパクトで軽量の製品を実現している。

◆XS-TC7A エコノマイザーを 2 年間実船利用したデンマークの大手船社は、新造船隊向けに同製品を発注した。名前を公表していない当該船社は、既存船へのレトロフィットも行う計画で、主機だけではなく、補機からの排熱回収を行う戦略である。

◆2012 年 9 月、Alfa Laval は、コンテナ船の出力 3MW の発電装置に搭載された排熱回収システムにより、年間の燃料消費量が約 100 トン削減され、CO<sub>2</sub>排出量も約 300 トン削減されるとしている。重油駆動の場合、年間コスト削減額は約 600,000 ドルである。その他の利用による更なるコスト削減効果も期待できる。

#### 2-4-1-2 MAN Diesel & Turbo : ME-GI二元燃料 (DF) 2ストロークエンジン

◆2012 年 11 月、MAN は、現代重工において MAN 8S70ME-C 型ディーゼルエンジンを一時的に改造した ME-GI ガス噴射二元燃料 (DF) 低速エンジンのデモを行った。同エンジンにおいて、着火のためのパイロットオイルをほとんど使用せず、ガス駆動時に 100% 負荷に達する実験が行われた。

◆改造 ME-GI エンジンは、その後 11 月末には型式承認を取得した。また、同機は、ME-GI 技術が既存の ME シリーズの 2 ストロークエンジンのレトロフィットにも利用できることを証明した。MAN は、これにより、船主が新造船建造だけではなく、既存船の改造によ

り環境規制を満たすことができるという点を強調している。

◆MAN は、電子制御 ME 型 2 ストロークエンジンの全機種を ME-GI DF バージョン又は高圧ガス噴射機能を持つレトロフィットパッケージとして提供していく意向である。これにより、エンジンは、天然ガス又は重油（HFO）、液化石油ガス（LPG）又は HFO という組合せによる駆動が可能となる。

◆ME-GI コンセプトは、従来のディーゼルエンジンと同様の直接ガス噴射技術に基づいているため、圧縮行程、掃気行程においてガスは存在しない。このためメタンスリップが少なく、温室効果ガスの発生が大幅に削減される。

◆2011 年、MAN はコペンハーゲンの同社ディーゼル研究センターにおいて、4T50ME-X 型 2 ストローク低速リサーチエンジンを改造し、4T50ME-GI-X 二元燃料（DF）リサーチエンジンとした。

◆2012 年 3 月、現代重工のエンジン機械部門は、ME-GI 型エンジンのプロトタイプを製造すると発表した。同時に三井造船も MAN 6S70ME-C 型エンジンを、2013 年第 2 四半期に ME-GI 型に改造する計画を発表している。

◆MAN は、ME-GI 型エンジンの新造船搭載への需要は高いとしている。ME-GI の製造体制は既に整っており、2012 年 12 月、MAN は初受注を発表した。

◆ME-GI エンジンの初受注機は、カリフォルニア州サンディエゴの NASSCO 造船所で建造される米国 Totem Ocean Trailer Express (TOTE) 向けの 3,100TEU 型コンテナ船 2 隻に搭載される予定である。各コンテナ船は、MAN 8L70ME-C8 型エンジンの GI バージョン 1 基により駆動される。回転数 104rpm で最大出力は 25,191kW である。これらのコンテナ船はフロリダとプエルトリコ間を航行し、2015 年と 2016 年にそれぞれ就航予定である。同型船 3 隻の追加オプションも利用可能である。

### 2-4-1-3 MAN Diesel & Turbo : 新S30型2ストロークエンジン

◆MAN は、出力 3,200~5,120kW の新 2 ストロークエンジンを発表した。ボア 300mm の新エンジン「S30ME-B9」は MAN の 2 ストロークエンジンシリーズの小型機種のラインアップを強化するものである。同機は、MC シリーズ小型機種「S26MC」（ボア 260mm）よりも大幅に出力が大きく、燃料効率も高い。

◆「S30ME-B9」は、中国、日本、ロシア等の主要市場の地域貿易用貨物船、沿岸船、河川船等の比較的小型の船舶を対象としている。同機は、コペンハーゲンにある MAN の 2 ストローク技術センターで開発され、ME-B エンジンの低出力エンジン群を拡大するもの

である。

◆同機のスโตรーク対ボア比は 4.4:1 で、軽量カムシャフト駆動の排気弁と電子制御燃料噴射システムを持つ。連続最大出力において、新 S30 エンジンのシリンダー当たりの出力は、回転数 195rpm で 640kW である。5、6、7、8 シリンダーの機種があり、連続最大出力は回転数 195rpm で 3,200～5,120kW であるが、エンジンのダイアグラムでは回転数と出力の柔軟性の高い組合せが可能である。よって、エンジン回転数 166rpm で特定連続最大出力 (SMCR) が 2,175kW からのアプリケーションが利用できる。

#### MAN S30ME-B9型エンジンのテクニカルデータ

ボア(mm)	300
スโตรーク(mm)	1,328
シリンダー数	5,6,7,8,
出力(kW/シリンダー) (L1)	640kW
出力(kW/シリンダー) (L4)	435kW (@166rpm)
回転数(rpm) (L1)	195
出力範囲(kW)(L1)	2,175～5,120kW
MEP(バール)(L1)	21.0

#### 2-4-1-4 MAN Diesel & Turbo : G40/G45型2スโตรークエンジン

◆2012年、MAN は G 型 2 スโตรーク低速エンジンのシリーズに、ボア 400mm の G40 及びボア 450mm の G45 の 2 機種を追加した。電子制御 G 型エンジンは、超ロングスโตรークによりエンジン回転速度を低下させ、船舶の推進効率向上に寄与する。

◆G 型エンジンは、まず 2010 年 10 月に G80 型 (G80ME-C9) が発表され、その後適用船種とサイズを拡大するために、2011 年 5 月に G50 (G50ME-B9)、G60 (G60ME-C9)、G70 (G70ME-C9) の 3 機種が追加された。続いて 2012 年には G40 (G40ME-B9) と G45(G45ME-B9)を追加、さらに適用範囲を拡大した。

◆最新機種は、従来よりも小型船向けの超ロングスโตรークエンジンで、最大出力範囲は 5,500～11,120kW である。

◆G 型シリーズは、効率化への要求に応えたもので、燃料消費量を 4～9%削減し、それに伴い CO<sub>2</sub> 排出量も削減される。この削減は、タンカー、ばら積み船等が同エンジンと大型プロペラと組み合わせた場合、エンジンの低速運転により実現するものである。大型プ

ロペラの採用には、船体後部と船体形状の最適化が必要となる。

◆エンジン設計には、新造船設計に義務化されるエネルギー効率設計指標（EEDI）が考慮されている。EEDIは、船舶が1海里につき1トン当たりの貨物を輸送する際のCO<sub>2</sub>排出量を示すものである。

#### MAN G40/G45型エンジンのテクニカルデータ

エンジン型式	G40ME-B9	G45ME-B9
ボア(mm)	400	450
ストローク(mm)	2,000	2,250
シリンダー数	5,6,7,8,	5,6,7,8
出力(kW/シリンダー)(L1)	1,100	1,390
回転数(rpm)(L1)	125	111
出力範囲(kW)(L1)	5,500-8,800	6,950-11,1200
MEP(バール)(L1)	21	21
回転数 (rpm) (L3/L4)	106	94
MEP(バール)(L3/4)	16.8	16.8

#### 2-4-1-5 MAN Diesel & Turbo : 新S90ME-C9.2型2ストロークエンジン

◆MANの超ロングストローク S90ME-C9.2型エンジンは、コンテナ船市場向けに開発されたエンジンで、プロペラ回転速度を減速させることにより、推進効率を最適化する。現代重工が製造した S90ME-C9.2型エンジンの第一号機は2012年に完成し、サムスン重工で建造された香港 Orient Overseas Container Line (OOCL) 向けコンテナ船に搭載された。

◆900mmの超ロングストロークを持つ新型エンジンは、VLCC向けに設計された S90ME-C8型エンジンから派生したものである。上記コンテナ船に搭載された S90ME-C9.2型エンジンは、12シリンダーで出力69,720kW、回転数僅か84rpmで850万Nmのトルクを発揮する。MANは、同機は物理的に同社が開発した最大のエンジンであるとしている。実際、同機は高さ、幅、乾重量(2,070トン)とも、ボア980mmのK98型エンジンよりも物理的に大きい。

#### 2-4-1-6 MAN Diesel & Turbo : 第二世代EGR技術

◆2012年10月、IMO第3次規制のNO<sub>x</sub>排出基準を満たす初の第二世代EGR（排出ガ

ス再循環) システムの製造が、MAN Diesel & Turbo のライセンスを持つ現代重工において完了した。同 EGR システムは、MAN 6S80ME-C9 型エンジンと統合され、2013 年第 1 四半期に現代重工が竣工予定の 4,500TEU 型コンテナ船に搭載される。

◆当該 EGR システムは、2016 年 1 月 1 日に発効予定の IMO 第 3 次規制の NO<sub>x</sub> 排出基準を満たし、排出制限海域においてエンジン性能を損なうことなく航行を可能にする新製品である。エンジン試験においては、同 EGR システム使用時の燃費上昇率は 1-3 g/kWh 前後 という、MAN の予想よりもさらに良い結果が得られた。

◆MAN では、当該システムは燃費の良い IMO 第 2 次規制モードでの運転も可能で、その場合部分負荷において燃料消費量は約 4 g/kWh 減少し、現行の高効率第 2 次規制対応型エンジンよりも燃費が向上するとしている。

◆当該 EGR システムは、MAN と現代重工のエンジン機械部門、Alfa Laval、Siemens、GEA、Vestas Aircoil の緊密な連携により開発された。第 1 号機に使用されたエンジン統合設計は、MAN の今後の EGR 搭載第 3 次規制適応型エンジンの基礎となるものである。

◆第二世代 EGR システム開発の焦点は、EGR システム全体をひとつのユニットとし、給気冷却装置としてエンジンに組み込むことであった。EGR ユニットは、冷却器、スクラバー、ミストキャッチャー、ブロワーから成り、給気冷却装置と同様の方法でエンジンに搭載される。

#### 2-4-1-7 MAN Diesel & Turbo : 新型L23/30H型エンジン

◆MAN は、実績があり人気の高い L23/30H 型補機を改良し、Mark 2 バージョンとして発表した。新バージョンは、出力が 10% 近く上昇し、設計、配置、製造方法も改良されている。デンマーク Holeby の MAN の技術者は、定評のある L23/30H 型エンジンの信頼性を損なわず、性能の向上を目指した。L23/30H 型発電エンジンは、1960 年代半ばに開発され、その後長年にわたって近代化と改良が加えられてきた。

◆Mark 2 バージョンの出力増加は、従来の NR/R 型に代わり、MAN の TCR シリーズの最新ラジアルターボ技術を使用したことに由来する。新型エンジンは、直列型で回転数 720rpm (60Hz)、750rpm (50Hz)、900rpm (60Hz) の仕様が利用可能である。シリンダーあたりの最大出力は、回転数 900rpm において 175kW である。

◆最新ターボチャージャーの採用により、燃料効率も改善しており、現行モデルに比べて Mark 2 バージョンでは、最大負荷において燃料消費量が全機種で 3-4g/kWh 程度低くなっている。

◆新型エンジンは、簡素化された統合ノズル冷却システムの採用により、設置コストが低く抑えられ、またモノコック構造により、重量と製造コストも低くなっている。旧型バージョンの GG30 ねずみ鉄フレーム素材ではなく、Mark 2 バージョンは他のエンジンにも使用されている GG40 素材を採用している。

◆新型エンジンの初回製造は、2012 年末までに完了予定である。L23/30H Mark 2 エンジンは、コペンハーゲンの 2 ストロークエンジン部門内の Holeby 発電機製品群の再編に続く、MAN の補機エンジン群再編への第一歩である。

#### 2-4-1-8 Mekanord : 軽量複合素材ギアボックス

◆出力 200～12,000kW の船用ギアボックスを製造するデンマーク Mekanord 社は、より軽量で強固な素材が造船・船用産業で普及し始めており、数年以内に我々の造船に対する概念を完全に変えることになるであろうと予想している。

◆2012 年 9 月、Mekanord は、重量が非常に重要な要素であるカタマラン等の小型船向けの軽量複合素材ギアボックスを発表した。

◆この革新的なギアボックスは、通常ユニットに比べて 30%軽量で、2 年にわたる複数企業・組織との共同研究開発プロジェクトの成果である。同プロジェクトの目的は、ギアボックスの設計と構造に対する概念を一新することであった。この目的のために、新設計のギアボックスには超強固な複合素材が採用された。

## 2-4-2 フィンランド

### 2-4-2-1 ABB Marine : エネルギー管理システム (EMMA)

◆2013年1月半ばにフィンランド～スウェーデン間に就航する世界最大の LNG 燃料 RORO フェリー「Viking Grace」(57,000GT)は、燃料消費量と温室効果ガス削減を支援する「スマートエネルギーツール」を搭載している。同船に搭載された ABB Marine のエネルギー管理システム EMMA は、エネルギー関連プロセスの管理、実施、決定を支援する。

◆EMMA のソフトウェアは、船舶の歴史的及びリアルタイムの運転データを比較分析し、改善可能な点を計算し、適切なアドバイスを分かり易く表示する。また、EMMA には、船舶が最も高い燃料効率において運転可能なエネルギー消費量モデルを作成し、最適な運転条件を計算するエネルギー管理ツールも搭載されている。

### 2-4-2-2 WÄRTSILÄ : 新X92型低速エンジン

◆Wärtsilä は、建造中の世界最大のコンテナ船向けに、大出力であるが燃費の良い新電子制御型エンジン「X92」を開発した。同エンジンは、8,000TEU 以上のコンテナ船を対象とし、クランクシャフト回転数僅か 76rpm で最大出力 5,850kW を発揮する。12 シリンダーの最大機種出力は、70,200kW である。

◆Wärtsilä は、現時点では大型コンテナ船向けに RT-flex96C 型エンジンを提供している。ボア 960mm の RT-flex96C の回転数 102rpm におけるシリンダー当たりの R1 連続最大出力 (MCR) は 5,720kW である。一方、ボア 920mm の新 X92 型エンジンは、大幅に低い回転数 76rpm で、シリンダー出力は約 2%増の 5,850kW である。新エンジンにはさらに直径の大きいプロペラが利用可能で、推進効率も増加する。定格速力 12%減の超低速における安定運転が可能である。

◆X92 型エンジンは、ボア 920mm に対して例外的に大きいストローク 3,468mm を持ち、ストローク : ボア比は約 3.8:1 である。同機は RT-flex96C と同様、コモンレール燃料噴射システムを採用している。各燃料噴射装置の独立した電子制御により、全ての運転条件、特に低負荷、部分負荷運転の場合に低燃料消費量を実現する。加えて、顧客の異なる要求を満たすため、異なるエンジンチューニング (標準、デルタ、低負荷) が可能である。

◆Wärtsilä は、X92 シリーズは、大型コンテナ船向けの既存エンジンに比べて約 10%の省エネが可能であるとしている。省エネ率と比例する CO<sub>2</sub> 排出量の低下は、新造コンテナ船の厳格なエネルギー効率設計指標 (EEDI) 基準を満たすものである。X92 は東アジアの Wärtsilä ライセンシーにより製造され、製品の引き渡しは 2014 年に開始予定である。

同機は、RT-flex96C を継承していくエンジンであると考えられている。

◆ディレーティング（負荷軽減）による効率向上に加え、X92 その他の X シリーズのエンジンは、拡大されたレイアウトを持つ。R1+レーティングは、R1 レーティングと同じ連続最大出力で軸回転数を高速化する。X92 では、R1+最大連続出力における回転数は 80rpm、R1 における回転数は 76rpm である。

◆これにより、各船舶の設計やプロペラ直径に応じ、最低の燃料消費量で最も効率の高いプロペラ回転速度を選択するという柔軟性が高まる。その他の利点は、操船が容易となる安定した低速運転が可能となることである。このような柔軟性の高い概念は、ボア 820mm の現行エンジンシリーズ (RT-flex82C/RT-flex82T) で初めて採用された。同シリーズは、通常の R1~R4 レーティングに加え、R1+及び R2+レーティングの設定が可能である。

#### Wärtsilä 92型エンジンのテクニカルデータ

ボア	920mm
ピストンストローク	3468mm
ボア：ストローク比	3.77
速度、MCR	76rpm (R1) 80rpm (R1+)
シリンダー数	6~12
シリンダー最大出力	5,850kW
エンジン出力範囲 (R1)	35,100~70,200kW
平均有効圧力、MCR	20 バール
ブレーキ燃料消費量 (BSFC)、R1/R1+レーティング	167/166 g/kWh

#### 2-4-2-3 WÄRTSILÄ：2ストロークエンジンの改良

◆Wärtsilä は、コモンレール電子制御 RT-flex58T 型 2 ストロークエンジンのさらに高出力なバージョンを開発した。開発された E バージョンは、D バージョンと同じ外形寸法と設計を持つが、平均有効圧力 (@R1 レーティング) は 20.2 バールから 21 バールに増加している。

◆新 E バージョンは、回転数 105rpm で最大シリンダー出力 2,350kW を持つ。E バージョンの最大出力範囲は 11,750~18,800kW、一方、D バージョンの出力範囲は 11,300~18,080kW である。R1 レーティングにおけるブレーキ燃料消費量 (BSFC) は 169g/kWh と変わらない。



◆また、Wärtsilä は、コモンレール電子制御 RT-flex82T 型 2 ストロークエンジンの改良バージョンも発表した。開発された B バージョンは、既存機種と同じ外形寸法と設計を持つが、平均有効圧力 (@R1 レーティング) は 20 バールから 21 バールに増加している。

◆新 B バージョンは、回転数 76/84rpm で最大シリンダー出力 4,750kW を持つ。既存機種のシリンダー出力は 76/80rpm で 4,520kW である。B バージョン直列モデルの最大出力範囲は 28,500~42,750kW、一方「A」バージョンの出力範囲は 27,120~40,680kW である。

#### 2-4-2-4 WÄRTSILÄ : 2ストロークエンジンのターボチャージャーの配置変更

◆2012 年、Wärtsilä は、RT-flex50 型 D バージョンエンジンのターボチャージャーの位置を、従来のエンジン排気側からエンジン駆動側のフライホイール上部に変更した。この変更により、エンジン全体の設置幅が減少する。よって新型エンジンは、船体後部がスリムな設計の船舶にも設置可能となる。RT-flex50D 型エンジンに搭載されるターボチャージャーは、ABB の A170-L 型ターボチャージャーである。

#### 2-4-2-5 WÄRTSILÄ : Icepodスラスタ

◆Wärtsilä は、氷海船向けの新たな推進ソリューション「Icepod」を開発した。Icepod は、操縦可能な牽引スラスタで、「1A Super Ice Class」船級又はそれ以上の氷海船級に搭載可能である。Icepod ユニットの 360 度旋回し、船舶の後進中の砕氷に効果的であるが、開放水域における前進中にも効率的な推進力を発揮する。

◆通常の開水域向けの操縦スラスタと比較した場合、Icepod は大型のナセルと小型で高速のプロペラを持つ。船舶が砕氷モードで後進中には、オープン型の固定ピッチプロペラは砕氷とフラッシングに用いられる。Icepod は、まず出力 1,750kW 及び 2,500kW のモデルが発表されたが、Wärtsilä は顧客の要求に応じ、他のサイズも順次市場化していく計画である。

◆Icepod の主要市場は、バルト海とロシアの北極海であるが、Icepod の初受注機は、アラスカの調査船及びカスピ海のオフショア支援船 2 隻に搭載された。

◆Icepod のスラスタ構造とプロペラは、船舶が平坦氷中を前進又は後進する場合に発生する氷量、及び後進して大きな流氷や氷壁を貫通する場合に対応可能な設計である。

◆また、Icepod は、浅水域における航行と狭いスペースへの設置に特別な配慮がなされている。Z ドライブ設計により、Icepod はスラスタの高さが小さいため、船体スペースや甲板の有効利用が可能である。固定された設置容器は、砕氷機能を持つ船尾部分の統合さ

れた一部となる形状である。

◆Icepod は、陸から遠い海域における航行中に発生する問題への対応の困難さを考慮した設計となっている。スラスタの取外しや交換には、乾ドックや寄港の必要がない。また、氷海における環境保全への追加的な考慮として、オイル漏れ、水の浸入、油濁を防ぐ4リップ・シールを採用した。この高性能シールシステムは、特に浅水域における航行に適している。

### 2-4-3 ドイツ

#### 2-4-3-1 Caterpillar Marine Power Systems : LNGエンジン技術

◆2011年のMaK M46DFデュアル燃料船用中速エンジンの発表に続き、ハンブルクのCaterpillar Marine Power Systemsは、2012年12月、複数のLNG燃料エンジン開発プロジェクトを開始したと発表した。MaK M46DFエンジンは、2014年第1四半期に発売の予定である。Caterpillarは、同時に出力2,000kW以下のLNG燃料高速エンジンの開発を行っている。同エンジンは、特にフェリーやオフショア船等の主に電気駆動船を対象とした設計となっている。

◆また、Caterpillarは、現在同社M32Cディーゼルエンジンシリーズに代表されるボア320mmのエンジンのLNG燃料DFバージョンの開発を予定している。新型エンジンのコードネームは「M3XDF」である。さらに、出力範囲2,000～3,000kWのLNG燃料エンジンの開発も検討中である。

◆LNG燃料エンジン開発の動機は、厳格化する環境規制と排出量制限である。Caterpillarの目的は、LNG/DFエンジンの搭載を容易かつ安価にし、普及を促進させることである。同社は、新造船への搭載に加え、既存船へのコスト効果の高いレトロフィットを勧めている。

#### 2-4-3-2 Couple Systems : 乾式排出ガス浄化システム

◆ドイツ Couple Systems は、5年間の研究開発の成果として、乾式排出ガス浄化システム「DryEGCS」を製品化した。使用されている乾式吸収プロセスによる脱硫技術は、陸上発電施設で長年利用されてきた技術であるが、船用利用は同製品が初めてとなる。

◆「DryEGCS」の第1号機は、Couple SystemsとMAN Diesel & Turboにより、ドイツの造船所で建造中のカナダ Oceanex 向けの19,500DWT型コンテナ RORO (CON-RO) 貨物船に搭載される予定である。

◆MAN コモンレール制御主機2基及び補機2基に搭載された「DryEGCS」装置により、同船は重油(HFO)燃料を使用しながら2015年のIMO硫黄排出制限海域(ECA)を満たすことが可能となる。脱硫プロセスに必要な石灰石は北米の地元メーカーから調達され、使用後は石膏としてリサイクルされる。同船は、2013年11月までにカナダ東部に就航予定である。

◆「DryEGCS」の試験機は、スウェーデン、ドイツ、オランダを定期航行するドイツの6,400DWT型貨物船上に設置され、実船実験が行われた。

### 2-4-3-3 Imtech Marine : コンピテンスセンター「グリーンシップ」

◆オランダの船用システムメーカーImtech Marine は、「グリーンシップ」の研究を専門とするグローバルコンピテンスセンターをハンブルクに開設した。Imtech は、世界各地にコンピテンスセンターのネットワークを展開しており、各センターがそれぞれひとつ又は複数のコア技術を専門としている。

◆コンピテンスセンター「グリーンシップ」は、様々な環境技術を組み合わせ、顧客に将来的な環境規制を満たすエネルギー効率とコスト効率の高い製品を提供することを目的としている。

◆新造船の建造プロジェクトには、電気系統、オートメーション、暖房換気空調 (HVAC)、照明、陸上との接続等を含む全ての船用システム設計を船舶設計の初期段階で分析するという全体的なアプローチが必要である。初期段階における効率的で適格な分析により、設計段階から船舶のライフサイクルを通じたコスト効果が期待できる。Imtech は、あらゆる複雑なシステムアーキテクチャを迅速にモデル化する最新のシミュレーションツールを持ち、このようなアプローチにより、電力消費量の最大 60%を削減することが可能であるとしている。

◆現在、Imtech が携わっている革新的なプロジェクトの一例は、世界初のハイブリッドディーゼル電気推進システムを持つ沿岸フェリーのハイブリッド推進システムである。同システムは蓄電池技術とディーゼル電気推進システムを組み合わせることにより、燃料消費量と CO<sub>2</sub>排出量を 20%以上削減する。この小型旅客車両フェリー2 隻はスコットランドで建造中である。

◆Imtech は、2015 年までに世界の独立系船用「グリーン」技術サプライヤーのトップスリーのひとつになることを目標としている。オランダ、ドイツ、トルコに拠点を持つ同社の主要分野は、電気工学、電気推進、オートメーション、HVAC である。

### 2-4-3-4 MAN Diesel & Turbo : 新35/44DF型デュアル燃料エンジン

◆MAN の中速 4 ストロークエンジンにもうひとつ新製品が加わった。新エンジン「L35/44DF」は、ボア 320mm カテゴリーのエンジンを使用する市場を対象としたデュアル燃料エンジンである。ボア 350mm の L35/44DF 型エンジンはシリンダー当たりの最大出力 530kW という、このクラスのデュアル燃料エンジンとしては最大の出力を持つ。

◆特筆すべきは、当該エンジンは LNG 焚きモードの場合、IMO 排ガス規制の第 3 次規制を満たすことである。35/44DF シリーズのエンジンは、現行の MAN L32/44CR 型及び V32/44CR 型ディーゼルエンジンと同様、コモンレール技術を搭載している。

◆35/44DF 型の第 1 号プロトタイプは、2012 年春に MAN のアウグスブルク本社において試験を開始した。同直列型エンジンは 2014 年に市場化の予定である。

◆MAN は、当該エンジンの V 型バージョンの開発も進めている。最終的には、直列型、V 型を合わせて最大 20 シリンダーまでの 10 タイプを製品化する予定である。直列型 L35/44DF のシリンダー出力は 530kW、回転数は 720rpm と 750rpm で、平均有効圧力 (MEP) はそれぞれ 20.1 バールと 20.0 バールである。シリンダー数 6~10 のモデルがあり、出力範囲 3,060kW~5,300kW をカバーする。開発中の V 型バージョンがラインアップに加われば、ユニット最大出力は約 10,600kW となる。

◆新 35/44DF 型エンジンは、新造船だけではなく、現在 32/44CR 型エンジンを使用している既存船へのレトロフィットも対象としている。船主・船社は、35/44DF 型エンジンをレトロフィットすることにより、排ガス後処理装置を搭載することなく厳格な排出規制を満たすことが可能となる。

◆MAN の開発目標は、ディーゼルモードでは IMO 第 2 次規制を満たし、ガスモードでは第 3 次規制を満たす高効率で大出力の動力機関を実現することであった。35/44DF は、重油 (HFO)、船用ディーゼルオイル (MDO)、船用ガスオイル (MGO)、天然ガスで駆動可能である。ガスモードでは、液体燃料モードの主コモンレール噴射システムとは異なる独立した噴射システムを用い、パイロットオイルにより点火される。

◆MAN は、35/44DF と同じシリンダー内径と最大出力を持つ完全ガス焚きのレシプロエンジン 20V35/44G を最近発表した。しかしながら、出力 10.6MW のオットーサイクル 20V35/44G 型エンジンは、陸上発電所向けのエンジンである。

#### MAN 35/44DF型デュアルフュエルエンジンのテクニカルデータ

ボア	350mm
ピストンストローク	440mm
速度	720/750rpm
シリンダー数	直列型 : 6,7,8,9,10 V 型 : 12,14,16,18,20
シリンダー最大出力	510/530kW
エンジン出力範囲	3,060-10,600kW
平均有効圧力	20.1/20.0 バール
燃料油消費率 (SFOC) @100% MCR	187g/kWh
燃料ガス消費率 (SFGC) @100% MCR	7,700kJ/kWh
潤滑油消費率 (SLOC)	0.5g/kWh

#### 2-4-3-5 MAN Diesel & Turbo : DFエンジンの燃料シェアリングモード

◆MAN は、韓国で建造予定の LNG 運搬船 2 隻の 4 ストローク DF エンジンに燃料シェアリングモードを導入する計画である。

◆燃料シェアリングモードの概念は、当初 MAN が 2 ストローク ME-GI 型ガス噴射 DF エンジンのために開発されたものである。今回は、同概念を STX Offshore & Shipbuilding がギリシャ船社 Alpha Tankers & Freighters 向けに建造する 160,000 m<sup>3</sup>型 LNG 運搬船 2 隻の 4 ストローク 51/60DF エンジンに採用する。

◆燃料シェアリングモードでは、当該 DF エンジンはガス燃料と液体燃料と同時に使用する。MAN は、貨物航行又はバラスト航行という運航状況に応じて液体燃料とボイルオフガスの組合せ利用することができる LNG 船にとって、この方法は特に有利であるとしている。各船は、発電機関及び推進機関として出力 34MW の 9 シリンダーのデュアルフェュエル 51/60DF 型エンジン 2 基、及び 8 シリンダーの 51/60DF 型エンジン 2 基を搭載予定である。動力機関はプロペラ 1 基を駆動する。

#### 2-4-3-6 MAN Diesel & Turbo : 新D7型高速ディーゼルエンジン

◆2012 年 9 月、MAN Diesel & Turbo は、出力範囲 1,500~5,000kW、回転数 1,000~2,000rpm の新高速エンジン D7 シリーズを発表した。同エンジンは、MAN が 2010 年初頭に開設した高速ビジネス部門の製品である。

◆これまで MAN グループの高速エンジン技術は MAN Truck & Bus (旧 MAN Nutzfahrzeuge) が担当しており、MAN Diesel & Turbo のエンジン開発活動は、中速及び低速エンジン技術に集中していた。

◆新 D7 シリーズは、MAN Diesel & Turbo の最も小型の中速エンジンと MAN Truck & Bus の最もパワフルな高速ディーゼルエンジンのギャップを埋める製品で、MAN Diesel & Turbo の高速ビジネス部門が船用エンジンとして発表した。

◆2014 年に受注開始予定の D7 シリーズは、1.5~5MW という幅広い出力範囲を持つ船用エンジンである。D7 シリーズの対象市場は、タグボート、作業船、オフショアサービス補給船、巡視船、高速フェリー、スーパーヨットである。さらに、同エンジンはオフショア施設、陸上発電所、機関車等も対象としており、ガス焼きバージョンも発表される予定である。

◆D7 シリーズは、エンジンをギアボックス、プロペラ、配電盤、発電システム、エネルギー貯蔵システム等とともにパッケージで提供するという MAN Diesel & Turbo の新戦略

の一環である。

#### 2-4-3-7 MTU Friedrichshafen : 8000シリーズエンジンの出力増大

◆MTUは、出力10,000kWの8000シリーズエンジンを発表した。これまで、当該シリーズエンジンのうち20シリンダーエンジンの最大出力は回転数1,150rpmで9,100kWであった。同エンジンは、世界で最もパワフルな高速ディーゼルエンジンである。

◆当該エンジンは、IMO第2次排出規制を満たし、熱帯気候条件における1,500時間以上の耐久試験では、出力の増大と信頼性が確認された。

◆2000年に発表された8000シリーズエンジンは、2012年10月までに130基が稼働している。更に40基の受注残を持つ同エンジンは、このクラスのエンジンとしてはトップセラーとなっている。8000シリーズの出力範囲は7,200～10,000kWとなり、MTUは商船、艦艇向けに1隻あたり最大出力40MWまでのディーゼル推進システムを提供可能である。

◆8000シリーズの新バージョンは、現在IMO第3次排出規制及び米国EPA第4次規制を満たすための開発が進行中である。

#### 2-4-3-8 MTU Friedrichshafen : 4000シリーズエンジンのアップグレード

◆MTUは、米国環境保護庁(EPA)の第3次排出規制を満たすため、4000シリーズ「Ironmen」高速ディーゼルエンジンのアップグレードを行った。新バージョンM64型モデルは、EPA第2次規制、IMO第2次規制、ZKR(ドイツ水路)第2次規制を満たす4000シリーズM63型ロングストロークエンジンを基礎としている。

◆M64型モデルは、排出ガス後処理装置を使用せずにエンジン内部技術のみで、厳格化する排出規制を満たす製品である。同エンジンは、2012年12月にニューオーリンズで開催された国際ワークポートショーで初めて展示され、2013年半ばに製品として市場化される予定である。

◆M63型エンジンと同様、コモンレール技術を搭載した4000シリーズM64型は、船用ディーゼル機械駆動及びディーゼル電気推進用の主機又は補機として、8、12、16シリンダーの機種がある。出力範囲は560～2,000kWで、主にタグボート、オフショア補給船、牽引船、内水域船、ヨット等を対象としている。MTUは、同エンジンは、高燃費と30,000運転時間に及ぶメンテナンス間隔の長さが特長であるとしている。

#### 2-4-3-9 MTU Friedrichshafen : 1163シリーズエンジンのアップグレード

◆MTU は、1163 シリーズ高速ディーゼルエンジンの近代化とアップグレードのプロジェクトを開始した。同エンジンは艦艇に幅広く利用されているが、高速商船向けの利用も増加傾向にある。

◆1163 シリーズは 30 年以上の実績があり、現在 V 型 12、16、20 シリンダーの機種が、回転数 1,300rpm で出力範囲 4,440~7,400kW をカバーしている。現行モデルは 1163 TB03 型であるが、次世代モデル「1163 M04」は、現行デザインと同じ外形寸法で同様の高出力密度と加速力を持つが、燃料消費量は大幅に低下し、厳しい排出規制を満たすものとなる。

◆1163 M04 は、2013 年半ばにまず 16V 及び 20V モデルが発表され、2014 年初めには 12V モデルが続く。M04 型エンジンの出力と回転数は、現行 TB03 型エンジンと同様又は全く同じ可能性もある。

◆改良された 1163 シリーズの新たな特長は、噴射圧力 1,800 バールのコモンレール噴射システム、ミラーサイクルを採用した燃焼プロセス、最適化された 2 段ターボ過給、ADEC 電子管理システムである。ADEC 技術は、MTU の 2000 シリーズ及び 4000 シリーズのエンジンへの採用実績がある。

◆次世代 1163 M04 シリーズは、エンジン内部技術のみで 2011 年発効の IMO 第 2 次排出規制を満たし、2016 年発効予定の第 3 次 NO<sub>x</sub> 排出規制には、専用の排ガス後処理装置 SCR（選択触媒還元）装置で対応する。

#### 2-4-3-10 Reintjes : ハイブリッド駆動システム

◆ギアメーカー Reintjes は、小型船及び特殊船向けのハイブリッド駆動システムを開発した。新システムは、排出ガス規制だけではなく、港湾停泊中の船舶からの騒音問題に対応するものである。従来のディーゼル主機はアイドリング速度までしか減速できないが、ハイブリッドシステムは三相電動モーターとギアボックス減速装置の採用により、プロペラがゼロスピードでの停泊が可能である。

◆Reintjes が提供する統合パッケージは、ギアボックス、電動モーターと発電機の組合せ、及び周波数変換装置から成る。設置を容易にするために、モーターはギアボックスに直接フランジされており、電動駆動装置は独立した土台を必要としない。

◆主機を使用した航海中は、電動モーターは船内電力用又は蓄電池充電用の発電機として利用できる。当該ハイブリッドシステムは、固定ピッチプロペラと出力 1,500kW までの



主機、100kW までの電気駆動への使用が適している。

◆Reintjes は、継続的な研究開発活動を重要視している。中規模の企業として、同社は基礎研究に加え、ドイツエンジニアリング協会（VDMA）の動力伝達エンジニアリング研究協会による技術実用化を目指した共同研究開発活動に参加しており、製品開発の一環として、工科大学や研究所と共同でエンジニアリング分析を行っている。

#### 2-4-3-11 Renk : モジュール設計の新ギアボックスシリーズ

◆Renk は、モジュール設計の船用ギアボックスの新シリーズ「T2RECS」を発表した。小型であらゆる条件下における耐久性が高く、メンテナンスが容易であることが、その特長である。

◆T2RECS シリーズは、モジュール設計で、中央径 400~710mm の 7 サイズがある。回転数は 600~1,200rpm、出力は 500~5,000kW である。大幅に標準化された設計であるが、要求に応じて標準化されたモジュールの追加が可能である。オプションのひとつは、油圧マルチディスク・クラッチである。

◆当該ギアボックスシリーズには、軸発電機を駆動し船内電力を製造するパワーテイクオフ（PTO）、発電機からブーストパワーを供給するパワーテイクイン（PTI）、発電機／電動モーター経由で余剰プロペラ駆動システムを供給するパワーテイクホーム（PTH）等の様々な仕様がある。

◆新シリーズの利点のひとつは、メンテナンスを容易にするスプリットハウジング設計である。本設計により、サービス時にピニオンシャフト（小歯車軸）とマルチディスク・クラッチへのアクセスが容易になる。回転軸の圧力ベアリングの交換は、ハウジングを開閉せずに行うことができる。その他の特長として、Renk は、オイルの純度を保持し、ベアリング寿命を長くするために最新フィルタリング技術を採用したこと、及びメンテナンス中に全ての油圧部品の解体が容易であることを挙げている。

#### 2-4-3-12 Schottel : リム・スラスタ

◆Schottel は、リム駆動の電動スラスタのシリーズを開発、2013 年に発売予定である。リム駆動技術の採用により、新スラスタは低騒音、低振動、効率向上、外形寸法と重量の削減を実現している。Schottel Rim Thruster（SRT）シリーズは、まず出力 200kW、315kW、500kW、800kW の 4 機種が発売され、対象市場はオフショア支援船、内水域船、大型豪華ヨットである。

◆電気駆動のリム・スラスタには、ギアボックスや軸がない。電気モーターのステーターはトンネル状ケーシングの外周部分に統合されており、ブレードはローターの内側に取り付けられている。電力は、ギアボックスによる伝達損失や騒音なしに、直接推進力に変換される。ユニット内にブレードを持つという最適化された流体力学的設計により、キャビテーションも大幅に減少する。また、電動モーターがユニットの外側部分に位置しているため、周囲の海水で冷却される。ブレードが損傷を受けても、その交換は容易である。さらに、海水潤滑のスライドベアリング（滑り軸受）は、メンテナンス時のアクセスが容易である。

#### 2-4-3-13 Siemens : モジュール設計のマルチレベル・コンバーター

◆Siemens の駆動技術部門が開発した中電圧コンバーターは、柔軟性の高いモジュール設計が特長である。将来的には、異なるトポロジーを共通のモジュラーシステム内で使用することが可能となる。これにより、中電圧コンバーターの船用、オフショア風力発電施設向け、産業向けの利用の幅が広がる。

◆Siemens の新 Modular Multilevel Converter (M2C) のトポロジーは、モジュール設計の中電圧コンバーター概念の一部として統合されている。既存のコンバーターと異なり、新マルチレベル・コンバーターは、中電圧範囲におけるあらゆる出力電圧のインバーターとして使用可能である。

◆システムインテグレーターSAM Electronics は、この新概念を採用した初期顧客のひとつである。M2C トポロジーを基礎としたコンバーターは、ドイツの新造コンテナ船に採用され、軸発電機からの電力を、トランスやフィルターを経由せずに直接船内中電圧網に供給している。

#### 2-4-3-14 Voith Turbo : スイングアウト式アジマスRIMドライブ・スラスタ

◆2012年、Voith は、永久磁石同期技術、即ち RIM ドライブ技術を利用したスイングアウト（格納）式のアジマス電動スラスタを開発した。同社は、2011年には同じく RIM ドライブを使用した Voith Inline Thruster (VIT) と Voith Inline Propulsor (VIP) を発表している。

◆新スイングアウト式アジマススラスタは、船体から油圧により伸張され、定位置に達すると 360 度の旋回が可能である。

◆RIM ドライブの利点により、新スラスタは、オフショア市場等の自動船位保持 (DP) 機能を使用する船舶、及び港湾又は限られたスペースで操船を行う大型船に最適である。同スラスタは、補助的な推進システムとして機能し、操船性を高めるため、狭い水路や

港湾入口における大型船の正確な操船に役立つ。また、スラスタは格納可能な設計であるため、格納時には船体下部の流体力学的効率が改善する。

◆VIT 及び VIP は、電動モーターがノズルの外側リングに統合されているインナーリング・プロペラである。

◆VIT と VIP は、モーターとプロペラをパワフルなひとつのユニットに組み合わせ、ユニットは軽量化されている。軸とギアボックスが不要であるため、電気駆動エネルギーは効率的に伝達される。また、ギアボックスがないため運転はスムーズで、騒音と振動も少ない。

#### 2-4-3-15 Voith Turbo : Voith Linear Jet (VLJ) 推進システム

◆2012 年末、Voith Linear Jet (VLJ) 推進システムの初回製品が完成した。完成した VLJ ユニット 2 基は、新造高速カタマラン型洋上発電施設支援船に搭載される。

◆VLJ は、完全に水面下の加速・減速ノズルとローター後部にステーターを持つ。推進装置のステーター部分は、ローターによって引き起こされた渦流を解消し、ノズルを通過するジェット流の加速を最適化する。完全に水中にあるため、船体に長いインレット・トンネルの必要がなく、その結果推進効率が向上し、船体の付着物の繁殖を抑制する。また、騒音と振動も軽減される。

◆各船舶への搭載に関しては、船体との統合方法の詳細な研究が行われる。特殊なノズル取付けメカニズムとともに、船体統合の研究により、ノズルの推力を最大化し、高速運転時においてもノズルの抗力を最小化する。

◆VLJ は、高速運転時にはウォータージェットの特長、低速運転時には従来型プロペラの特長の両方を兼ね備えた推進システムである。高効率の加速、低騒音、低振動、低喫水等はウォータージェットの利点であり、異なる速力での効率の高さ、牽引力の高さ、設置の簡易性はプロペラの利点である。

◆VLJ の搭載は、主に速力 25~40 ノットを必要とする船舶を対象としているが、船舶の喫水を小さくすることが可能であるため、他の速力の船舶への搭載も有利となる。対象市場は、高速フェリー、高速オフショア支援船、洋上発電施設支援船、艦艇、海上保安艇、ヨットである。

#### 2-4-3-16 Vulkan Couplings : 新「RATO R+」継手

◆Vulkan Couplings は、ダイナミックな製品開発戦略を持っている。2012 年、同社は高度のねじれとずれに対する柔軟性を必要とするアプリケーション向けに特別に開発された「RATO R+」継手を発表した。

◆新「RATO R+」継手は、実績のある標準型「RATO R」継手の構造原則を基礎とし、これは高性能継手「ACOTEC」にも応用されている。「ACOTEC」の主な特長は、高い動荷重性能と低回転慣性による回転動力特性の良さである。

◆「RATO R+」は、トルク範囲 125~176kNm をカバーし、主にディーゼルエンジン又は電動モーターにより駆動される高速主機及び PTO システムを対象とした製品である。様々なねじれ強度と部品構成があるため、システムのねじれ振動特性のカスタムチューニングも可能である。

◆本製品の開発プロジェクトでは、エラストマー（弾性体）が焦点となった。従来製品よりもはるかに出力密度の高いエラストマーの開発は、混合物の特殊加硫技術の先進的研究の成果である。

#### 2-4-3-17 ZF Marine : ハイブリッド対応型PTI船用減速装置

◆2012 年、ドイツのギア専門メーカーZF Marine は、その製品レンジに ZF 5000 シリーズを加えた。ハイブリッド対応型オプションである ZF 5300 PTI 船用減速装置は、そのひとつである。

◆ZF 5000 シリーズは、出力と減速比の面で既存製品に比べて優れている。同シリーズは、高性能を必要とする巡視艇、オフショアクルー船等の高速船に適している。ZF 5000 シリーズの定格出力は既存の ZF 4600 シリーズと同様であり、徐々に旧シリーズを継承する製品となる。

◆電気作動の油圧変速は、ギアシフトの快適性向上と動作の迅速化を実現している。低騒音のギア設計は、同シリーズ開発プロジェクトの目標のひとつであった。その他の目標は、あらゆる種類のエンジン及び推進システムとの互換性、多くのバージョンを持つコンパクトな設計である。

◆ZF 5000 リバース減速装置は、油圧クラッチが入力軸上に位置し、もう 1 基のクラッチがリバース軸上に位置する 3 段減速設計である。入力ドライブは出力ドライブの反対側に位置する。リバース機能のない NR バージョンもある。

◆ZF 5300 モデルは、最大 5.5 : 1 という大きなオフセットとギア比を持つ。ハイブリッド推進システムを持つフェリー、オフショア船、ヨット向けに、「ハイブリッド対応」機能としてパワーテイクイン (PTI) を追加することも可能である。ZF 5300 PTI モデルは、回転数 2,300rpm で最大出力 1,700kW までのエンジンに適している。

## 2-4-4 オランダ

### 2-4-4-1 O-foil : 推進概念

◆O-foil は、内水域船に大きな利点があるとされている新推進システムである。同システムは、従来のプロペラの代わりに幅の広い可動翼を持ち、燃料コストを 33～50%削減するものである。O-foil は、オランダ企業 OFD が開発し、オランダ海事研究所 MARIN とカナダ国家研究委員会の海洋技術研究所（NRC-IOT）が実証実験を行った。

◆O-foil は、「oscillating foil」（周期振動フォイル）の略で、「フラッピング・ウィング」とも呼ばれる。OFD が開発したこの特許技術は、動物が泳ぐ自然な動きの研究から生まれたものである。

◆ウィングは、従来のプロペラと同様に、水中に揚力を発生させることにより推進力を得る。しかしプロペラとは異なり、O-foil のウィングは船体の全幅をカバーしているため、推進表面ははるかに大きい。これにより推進効率は 50%向上し、燃料消費量は約 3 分の 1 から半減するとしている。

◆MARIN は、O-foil 概念の様々な試験と計算を行い、ポジティブな結果を得た。2012 年末現在、O-foil 推進システムと統合動力システムを持つ初の内陸水路船が建造中である。2013 年中には、O-foil 内陸水路船が商品化される予定である。

### 2-4-4-2 Van der Velden Marine Systems : Energy Saving Package（省エネパッケージ）

◆オランダの操船機器システム企業 Van der Velden Marine Systems は、ドイツのプロペラ設計メーカー Mecklenburger Metallguss と共同で、高効率の統合推進システム「Energy Saving Package」（省エネパッケージ）を開発した。

◆当該パッケージは、最適化された高効率の固定ピッチプロペラと非対称リーディングエッジラダーを組み合わせたもので、効率向上のために推進バルブと改良型ハブキャップが使用されている。

◆各パッケージは、顧客の要望に応じて個別設計される。対象船舶の運航プロファイルを考慮し、燃料効率、操船性、キャビテーションと振動の低減、メンテナンス頻度の低減等の特定要求に応じてプロペラとラダーの組合せが最適化される。この結果、最適化されたプロペラ設計と後流が改良されたラダー設計が得られる。このソリューションには、推進（Costa）バルブ、接合キャップ又はボス・キャップフィンが含まれる。

## 2-4-5 ノルウェー

### 2-4-5-1 Rolls-Royce Marine : 永久磁石スラスタ

◆Rolls-Royce の永久磁石トンネルスラスタ (TT-PM) の第 1 号機は、2007 年建造のノルウェーのオフショア支援船へのレトロフィットのために、2012 年 9 月に引き渡しが行われた。「リムドライブ・プロペラ」と呼ばれていた同製品のプロトタイプは、アンカーハンドリング・オフショア船に搭載され、6 年間に及ぶ実船実験が行われた。

◆永久磁石トンネルスラスタは、従来型スラスタと比較して多くの利点がある。同サイズのプロペラに比べて出力は 25% 増加し、騒音と振動は大幅に低減する。さらに、水中での取り外しが可能であるため、乾ドックの必要がない。

◆新スラスタの設計概念は、リム (外周部) に位置した永久磁石モーターが、中央部のプロペラを駆動するというものである。永久磁石モーターは、多くの電気コイルを持つステーターと多くの強力磁石が装着されたローターから構成される。ローターがリム部に位置することにより、通常モーターが位置するスラスタ上部のスペースが空くため、他の機器設置等の利用が可能となる。

◆永久磁石トンネルスラスタの第 1 号機の出力は 800kW であるが、1,200kW モデルも開発されている。Rolls-Royce は、自社独自の永久磁石電気モーター技術を用い、主推進システムとして利用可能な永久磁石アジマススラスタを開発中である。

### 2-4-5-2 Sperre : 新型熱交換器

◆ノルウェーの Sperre グループは、近年、船用エンジン冷却用の熱交換器の開発に積極的な投資を行ってきた。2012 年 1 月 1 日には、船用熱交換器の開発、製造、販売を専門に行う新子会社 Sperre Coolers を設立した。その後、プレート式冷却器とボックス式冷却器の市場参入のため、2 つの革新的な新製品が発表されている。

◆2 つの新製品は、「Sperre Rack」中央冷却器と「Sperre Pleat」冷却器で、Sperre グループの既存製品であるシェル&チューブ式熱交換器に続くものである。Sperre Rack 冷却器は、ノルウェーのオフショア支援船造船所である STX OSV (最近 Fincantieri が買収) の協力により開発された。同製品は、特に自動船位保持 (DP) 機能を多用するオフショア船に適している。

◆従来のボックス式冷却器と異なり、Sperre Rack 冷却器は船舶が DP モードで静止時に継続的な冷却効果を提供するために開発された。Sperre Rack 冷却器は、循環式タンクシステムに内蔵され、船体側部に設置されるボックス式冷却器に比べてエンジンに近い位置に設置

可能である。Sperre Rack 冷却器は、フレームに設置されているため、いつでも機関室に引き上げることができ、クリーニングやメンテナンスのための乾ドックは必要がない。

◆2012年初頭、Sperre は、従来のプレート式冷却器に代る Sperre Pleat 冷却器の引き渡しも開始した。特許技術である Pleat 技術は、Sperre Industri とノルウェーPleat 社が共同で開発したもので、従来のプレート式冷却器との類似点も多いが、その特長はメンテナンスの容易さである。Sperre Pleat 冷却器は、海水による冷却の問題を解決する製品である。メンテナンスが非常に簡単であるため、船舶の運航時間が増大し、クルーにとっては効率的な業務が可能となる。Sperre Pleat 冷却器は、2件の特許を取得している。

### 2-4-5-3 WÄRTSILÄ : 中電圧動力システム

◆2012年、Wärtsilä は、船用動力システムの製品群に新開発の次世代中電圧動力システムを加えた。これまで同社の中電圧動力システム製品は、陸上ベースのアプリケーションに焦点を当てていた。

◆新中電圧動力技術は、独自の Low Loss Concept (LLC) を採用しており、電力、推進力、オートメーションを効率化させ、冗長性を提供する。対象市場は、クルーズ船、大型フェリー、オフショア船、タンカー等である。新システムは燃料消費量と運航コストの削減に加え、設置動力の削減も可能となる。

◆コンパクトな中電圧動力システムは、プレス加工された IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) 技術と三相 PWM 制御を基礎とし、様々な船用推進、スラスターシステムの制御装置として利用できる。同システムの開発は、Wärtsilä のノルウェーの研究開発施設で行われ、実船実験は 2013 年中に実施予定である。



## 2-4-6 スウェーデン

### 2-4-6-1 Alfa Laval : PureNOx水処理システム

◆現在試作段階である Alfa Laval の「PureNOx」水処理システムは、IMO の NOx 第 3 次規制を満たすために大型エンジンメーカーMAN Diesel & Turbo が開発した排ガス再循環（EGR）システムに統合される。

◆PureNOx 水処理システムは、コンパクトで設置面積が小さく、設置が容易な設計である。同システムは、非常に低いエンジン負荷で作動可能である。また、EGR スクラバーシステムのメンテナンスコストを削減し、陸上処理が必要な廃棄物の排出量も少ない。

◆Alfa Laval では、当該システムは技術的、経済的に優位な NOx 削減ソリューションとなるとしている。

◆MAN は、PureNOx 水処理システムは、同社の EGR システムが IMO の NOx 第 3 次規制を満たすために重要な要素であるとしている。Alfa Laval との密接な協力関係と開発支援は、MAN の EGR システムの最適化に寄与した。

◆現在、MAN EGR 試作機 3 台が海上及び陸上で稼働中であり、市場化される船用第 1 号機は、2013 年中に A.P.Moller-Maersk 所有の 4,500TEU 型コンテナ船に搭載される予定である。

### 2-4-6-2 Alfa Laval : LPG船向け貨物ヒーター／コンデンサー

◆Alfa Laval は、LPG 運搬船の貨物コンデンサー／ヒーターとして使用する完全ステンレス製プレート式熱交換器「AlfaNova M HP400」を発表した。同製品は軽量・コンパクトで、従来のシェル&チューブ式熱交換器又は溶接式コンデンサーの代わりとなるものである。

◆当該製品は、船主が、ケミカル・ディストリビューション・インスティテュート（CDI）の「ケミカルタンカー及びガスタンカー船舶検査報告書」の最新版の要求を満たす支援を提供するものである。また、効率と安全性の向上、温度調節の柔軟性、全体的なコスト低下等もその特長である。

◆間接貨物コンデンサーとしては、「AlfaNova」は冷却媒体として清水又はグリコール液を使用して蒸気を液体に凝縮する。従来の間接式システムと比較した場合の主な利点は、以下の 2 点である。

- ①凝縮圧を低下させることにより、貨物コンプレッサーの燃料消費量を削減。
- ②凝縮能力を増大させることにより、船舶の港湾停泊時間を短縮。

### 2-4-6-3 Scania : 新高速エンジン

◆Scania は、船用主機及び補機として 16 リットル V8 型高速エンジンを発表した。V8 は、巡視艇等の高速船向けに最大出力 736kW、トルク 3,340Nm を持つ。また、他の船用利用向けに最大出力 405kW を持つ。補機としては、V8 の出力は、50Hz で 430～511kW、60Hz で 468～596kW である。

◆V8 型エンジンの発表により、Scania の船用エンジン製品群の出力は初めて 1,000hp (725kW) を超えた。同エンジンは、サイズは同じであるが出力の小さい同社の既存ディーゼルエンジンにとって替わるものとなる。既存シリーズと同じく、新 V 型ディーゼルエンジンは、Scania のトラック、バス向けエンジンと同様の技術と構造を持っている。

◆V8 型エンジンは、2011 年に発表された出力 294～551kW、13 リットル、6 シリンダーの直列型船用エンジン DI13M に続くものである。DI13M と V8 の開発には、エンジン管理、燃料噴射、排ガスシステム、設計と製造を含めた開発及び性能制御の戦略的段階を全て自社でコントロールするという Scania の姿勢が表れている。

## 2-4-7 英国

### 2-4-7-1 Bruntons Propellers : 新CPPシリーズ

◆2012年9月、2年間の研究開発の成果として、Stone Marine Group傘下の Bruntons Propellers は可変ピッチプロペラ (CPP) を発表した。大型ヨット、小型商船・艦艇を対象とした同プロペラシリーズは、Bruntons の既存製品である固定ピッチプロペラ、格納式プロペラ、フェザリングプロペラ、水面貫通型プロペラに続く新たな製品である。

◆CPP シリーズ開発の動機のひとつは、ヨットの大型化と出力増大の傾向である。最初に発売される機種は、全長 100 フィート (30m) 以上、最大エンジン出力 800hp (588kW) までのヨットを対象としている。主機出力 2,000hp (1,471kW) までの小型船向けの機種も開発中である。

◆Bruntons の CPP 設計は、フルフェザーで、ハブはカム 2 基を持つ。この設計は、ブレードの運転角度を増加させ、ブレードを動かす力を減少させる。フルフェザーバージョンでは、角度によりプロペラブレードには過大な負荷がかかる。Bruntons の新ツインカムシステムは、世界初の設計であると考えられている。その他の特長は、ブレード保持システムである。試験では、このシステムにより CP プロペラの疲労率が大幅に低下することが明らかとなった。

◆Bruntons Propellers は、ハイブリッド推進システムに関する EU 助成研究開発プロジェクト「HYMAR」に参加している (2011 年版本報告書参照)。新 CCP シリーズの制御モジュールは、ハイブリッド推進システムへの統合に適している。

### 2-4-7-2 Castrol Marine : 新シリンダー潤滑油

◆2012年、Castrol Marine は、潤滑油の新製品「Cyltech 80AW」を発表した。同潤滑油は、硫黄含有率の高い HFO を使用する減速運航時の潤滑油性能の問題に対処する高塩基価 (80BN) の潤滑油である。

◆Castrol Marine は、硫黄含有率に関わらず全種類の燃料油に使用可能であり、また減速運航を含めたあらゆる運航形態に適しているとの理由で、他の潤滑油メーカーが船主に中塩基価 (50~60BN) の潤滑油を勧めることに疑問を呈している。Castrol は、減速運航時の中塩基価潤滑油の使用は腐食を引き起こすと船主にアドバイスをしている。このアドバイスは試験と実船実験に基づいた科学的なものである。全ての運航形態を 1 種類の潤滑油でカバーすることは、許容されている範囲で日常的に異なる硫黄含有率の重油を使用する場合、問題が発生する可能性がある。

◆最近 MAN Diesel & Turbo が発表した推奨は、Castrol の実験結果とアドバイスを裏付けるものである。MAN は、そのサービスレターの中で、高硫黄含有率（1.5～2%以上）燃料油を使用する最新スーパーロングストロークエンジンには、「70BN 以上の潤滑油」を推奨している。また、これらのエンジンには、「50～60BN の潤滑油の使用は薦められない」と述べている。

### 2-4-7-3 Perkins : 新高速エンジン

◆Perkins は、その高速船用ディーゼルエンジンの製品群の最大機種として、共通プラットフォームを持つ 6.6 リッターの 4 機種、新 1106 シリーズを発表した。同シリーズは同社英国工場の新製造ラインで組立てられる。M190C の最大出力は回転数 2,100rpm で 142kW、M216C は 2,400rpm で 161kW、M250C と M300C は 2,400rpm でそれぞれ 186kW と 225kW である。

◆同シリーズの外形寸法は同じであるが、出力が大きい機種は重量も大きい。対象船種は、高速商業漁船、税関・警察ランチ、小型旅客船、釣り船、レジャーボート等である。

◆Perkins の新エンジンは、Caterpillar グループの特許技術である ACERT 技術、即ちコモンレール高圧噴射システム、電子エンジン制御、自動コールドスタート制御技術を採用している。同エンジンには、灯油、ジェット燃料油、B20 バイオ燃料等の異なるグレードの精製油が使用可能である。

### 2-4-7-4 Ultra Dynamics : 高推力ウォータージェット

◆Ultra Dynamics の高推力 (high-trust: HT) ウォータージェットのシリーズに、エンジン出力 410kW 向けに設計された UJ340HT モデルが加わった。同モデルは標準型 UJ340 ウォータージェットと同様の外形寸法と重量を持ち、同じく船用アルミ合金製である。しかし、新モデルは、新設計のステンレス製インペラを搭載し、同社既存モデルや同サイズの他メーカー製品と比較して馬力あたり高い推力を実現した。

◆また、UJ340HT は、ゼロスピード及びリバース操船時の操船性を高めるためにコンパクトでバランス性能に優れたリバースディフレクターを採用し、取水ブロックはトランサムの上に後方に配置されている。

◆2012 年 10 月、スウェーデンの推進機器メーカー MJP Waterjets が、英国と米国に製造拠点を持つ英国のウォータージェットメーカー Ultra Dynamics を買収した。この買収により、Ultra Dynamics のアルミ製軸流式ウォータージェットが、MJP の主にステンレス製混合流式ウォータージェットの製品ラインアップに加わることとなった。

## 2-4-8 ベルギー

### 2-4-8-1 Anglo Belgian Corporation : 新中速エンジン

◆欧州で最も歴史が古く、また最大の個人所有のエンジンメーカーである Anglo Belgian Corporation (ABC) は、世界でも最大級の独立系エンジンメーカーでもある。同社は、研究開発とベルギー・ヘントの製造拠点に高レベルの投資を続けてきた。同社は中速エンジンを専門とし、その部品の大部分は欧州内で調達されている。最も実績がある市場は船用であるが、その他にも発電、鉄道機関、産業向けの製品を提供している。

◆2012年、同社は船用・発電所向け中速エンジンの製品ラインアップに、将来的な排ガス規制を満たしながら既存製品よりもはるかに出力の大きい DL36 シリーズを追加した。DL36 シリーズは、まず最大出力 5,200kW の機種が発売され、続いて最大 10,000kW まで製品群を拡大していく。これにより、同社は、浚渫船、オフショアサービス船、フェリー、ばら積み船、タンカー、艦艇、オフショア・プラットフォーム、陸上発電所等の対象市場における新規ビジネスを狙っている。

◆ボア 365mm、ストローク 420mm の DL36 は、回転数 750rpm で最大シリンダー出力 650kW を持ち、ブレーキ平均有効圧力 (BMEP) は僅か 24 バールである。その開発目標は、新大出力エンジンに同社のエンジンの信頼性と頑強性を維持させることであった。また、非常に重要な特長は、同エンジンが IMO の NOx 排出第 3 次規制を満たすことである。

◆同エンジンは、最適化されたコモンレールシステム、二段過給システム、排ガス再循環システムを採用することにより、選択触媒還元 (SCR) システムを使用せず、また燃料消費量にもほとんど影響を与えることなく、IMO の NOx 排出第 3 次規制を満たしている。第 3 次規制が適用されない海域では、従来のバージョンも利用可能である。デュアルフェュエル及びバイオ燃料バージョンも開発中である。

◆DL36 型エンジンの初回製造機は、6 シリンダーモデルで、2013 年下半期に引き渡し開始が予定されている。続いて 2014 年には、8 シリンダーモデルを市場化する。回転数の異なる 3 バージョンのエンジン (600rpm でシリンダー出力 520kW、720rpm で 624kW、750rpm で 650kW) を提供する。さらに、ABC エンジンの最大出力を 10MW にまで拡大する 12 シリンダー及び 16 シリンダーエンジンを発売する計画である。

この報告書はボートレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

欧州船用工業概況 2012年度

2013年（平成25年）3月発行

発行 社団法人日本船用工業会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-13-3  
虎ノ門東洋共同ビル5階  
TEL 03-3502-2041 FAX 03-3591-2206

一般財団法人日本船舶技術研究協会

〒107-0052 東京都港区赤坂2-10-9 ラウンドクロス赤坂  
TEL 03-5575-6426 FAX 03-5114-8941

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。