

# 欧州船用工業概況2017年度

2018年3月

一般社団法人 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

世界の海上貿易量が昨年より僅かに増加し、世界の海運市場は、昨年の極めて厳しい状況に比べ、一部のセクターで回復の兆しが見え始めている。一方、造船市場は、新造船受注量が昨年の歴史的な低水準に比べて増加したが、韓国や中国の一部の造船所における相場を下回る船価での受注により、依然として低船価での受注を強いられており、一部の造船所では手持ち工事量が減少する状況となっている。日本の造船業界においても、こうした厳しい受注環境により2018年以降の受注確保で苦戦が続いている。

我が国船用工業に係るビジネスは、日本国内を含む世界建造需要に大きな影響を受けるため、国内造船所の手持ち工事量の減少が進めば、当面の仕事量確保への影響が出てくるおそれがあり、今後の先行きについては懸念が広がっているところである。

一方、欧州船用工業は、昨年までの厳しい市場環境を受け減少傾向にあるものの、環境対応型機器の開発やIoTの活用、新たな分野である自律運航船の研究等多角的な分野への投資を継続的に行っている。また、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、これら欧州船用工業の業況等について関連情報の収集・分析等を行うとともに、船用工業製品における最近の技術開発動向について、各社の開発状況及びEUもしくは欧州各国等で実施されている技術開発プロジェクトの進捗状況等を整理・分析することを目的として、定点観測的に通年調査している2017年度報告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

第1章 欧州主要船用工業関連企業の動向	1
1-1. 船用ディーゼル機関	1
• Wärtsilä	1
• MAN Diesel & Turbo	10
• Rolls-Royce	17
• Rolls-Royce Power Systems (MTU Friedrichshafen)	22
• Caterpillar Marine Power Systems	26
1-2. プロペラ、ラダー、推進システム	29
• SCHOTTEL	29
• Becker Marine	35
• VOITH Turbo	38
• Siemens	42
• ABB	44
• MMG	47
• SKYSAILS	49
1-3. 荷役機械・甲板設備	52
• Cargotec	52
1-4. 流体制御、ボイラー（バラスト水処理を含む）	58
• Alfa Laval	58
• Auramarine	63
• Optimarin	65
1-5. 航海機器及びレーダー	69
• Inmarsat	69
• Kongsberg Maritime	75
• Pole Star	81
• Marorka	85
1-6. 船用塗料	89
• AkzoNovel	89
• Hempel	94
1-7. 救命設備	98
• Viking Life-Saving Equipment	98
第2章 EUにおける船用機関関連研究開発プロジェクト	101
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	101
2-1-a. E-FERRY：100%電気推進の次世代貨客フェリーのプロトタイプとフルスケール実験	101
2-1-b. GREEN FAST FERRY：世界初の30ノット電池推進空気支持コンピューターフェリー	101
2-1-c. HOLISHIP：船体設計とライフサイクル・オペレーションの包括的最適化	102

2-1-d.	H2MOVE : 海上交通の燃料効率向上とカーボン排出量削減のための水素発電装置	103
2-1-e.	JOULES (Joint Operation for Ultra Low Emission Shipping : 超低排出海運への共同オペレーション)	104
2-1-f.	MARANDA (Marine application of a new fuel cell powertrain, validated in demanding Arctic conditions : 厳しい極海条件で実証された新型燃料電池パワートレインの船用アプリケーション)	104
2-1-g.	NOVIMAR (Novel Inland Waterway and Maritime Transport Concepts : 内陸水路及び海上輸送の新コンセプト)	105
2-1-h.	RAMSSES (Realisation and Demonstration of Advanced Material Solutions for Sustainable and Efficient Ships : 持続性のある効率的な船舶のための先進素材ソリューションの実現と実験)	106
2-1-i.	RotorDEMO (Norsepower Rotor Sail Solution : デモンストレーションプロジェクト)	106
2-2.	その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向	107
2-2-a.	BOTHNIA BULK : バルト海北部における通年運航貨物船の環境性向上	107
2-2-b.	ECOPRODIGI プロジェクト	107
2-2-c.	EmX 2025 排出ガス削減	107
2-2-d.	グローバル・インダストリー・アライアンス	108
2-2-e.	GREEN CORRIDOR プロジェクト	108
2-2-f.	HIPPO-2 : ハイブリッド型ディーゼル電気パワートレイン試験台	108
2-2-g.	港湾内 3D プリント	109
2-2-h.	LPGreen 共同産業プロジェクト	109
2-2-i.	PERFECT II (Piston Engine Room-Free Efficient Containership II : ピストン機関室のない効率的コンテナ船 II)	110
2-2-j.	QUADRIGA : 持続性のある海運プロジェクト	110
2-2-k.	遠隔操作船	111
2-2-l.	RIVERCELL プロジェクト	111
2-2-m.	スマート推進システム : smarts	112
2-2-n.	WAGENINGEN TT (トンネルスラスタ) シリーズ共同産業プロジェクト	112
2-2-o.	排熱回収プロジェクト	113
2-2-p.	風力支援船用推進システム (WISP)	113
2-2-q.	風力駆動推進技術	114
2-3.	欧州各国の技術開発と共同研究開発プロジェクトの動向	115
2-3-a.	ASCENT エンジン開発プロジェクト	115
2-3-b.	自律航行船 (オランダ)	115
2-3-c.	自律航行船 (デンマーク)	115
2-3-d.	自律航行船 (フィンランド)	116
2-3-e.	自律航行船「Yara Birkeland」プロジェクト (ノルウェー)	116
2-3-f.	Blue INNOShip II : 研究とイノベーション	117
2-3-g.	Blue INNOShip : プレスワール・フィン	117
2-3-h.	Blue INNOShip : ダイナミックプロペラ軸	118
2-3-i.	e4ships : 船用燃料電池	118
2-3-j.	英国海域における排出量調査	118
2-3-k.	GREEN SHIP of the FUTURE プログラム : 3D プリント	119
2-3-l.	「GREEN SHIP of the FUTURE」プログラム : 沿岸 ECO フィーダーコンテナ船	119
2-3-m.	高効率推進システム	120

2-3-n.	HYBRIDShips : 水素燃料フェリー	120
2-3-o.	HYTES : プロペラハブキャップの研究	121
2-3-p.	MARIN : 助成金増加の要求	121
2-3-q.	ONE SEA : 自律海洋エコシステム	122
2-3-r.	ProEis : 氷海における船舶周辺の水流モデリング	122
2-3-s.	RiverCell/ELEKTRA デモンストレーター	123
2-3-t.	気候変動の中の海運	123
2-3-u.	SHORT SEA PIONEER : 船舶とロジスティックス	124
2-3-v.	STATOIL : シャトルタンカープロジェクト	124
2-3-w.	デンマーク工科大学 (DTU) : 推進プロジェクト	125
2-3-x.	船舶性能監視に関する標準	125
2-3-y.	WAAMPeller : 3D プリント・プロペラ	125
2-3-z.	WÄRTSILÄ : エンジン研究イニシアティブ	126
2-3-za.	WÄRTSILÄ : ワイヤレス充電	126
2-3-zb.	ゼロ排出フェリー (ノルウェー) : 新電気推進システム	127
第 3 章 欧州主要造船・船用関連企業の製品開発動向		129
3-A.	デンマーク	129
3-A-1.	ALFA LAVAL Aalborg ボイラー : タッチコントロール	129
3-A-2.	MAN DIESEL & TURBO : 高圧 SCR	129
3-A-3.	MAN DIESEL & TURBO : L23/30DF 型エンジン	129
3-B.	フィンランド	130
3-B-1.	ABB : クルーズ船向け燃料電池システム	130
3-B-2.	STEERPROP : 永久電池 CRP プロペラ	130
3-B-3.	TEVO : 氷海仕様プロペラ	130
3-B-4.	WÄRTSILÄ : 「破壊的」技術	131
3-B-5.	WÄRTSILÄ : Wärtsilä 31SG 型ガスエンジン	131
3-B-6.	WÄRTSILÄ : エンジン自動化のアップグレード	132
3-B-7.	WÄRTSILÄ : 電子ウェイクゲート	132
3-B-8.	WÄRTSILÄ : L20 型エンジンのアップグレード	133
3-B-9.	WÄRTSILÄ : HY ハイブリッドパワーモジュール	133
3-C.	ドイツ	134
3-C-1.	BILFINGER : Babcock Noell スクラバー	134
3-C-2.	CATERPILLAR MARINE : LNG 試験台	134
3-C-3.	CATERPILLAR MARINE : 先進可変ドライブ	134
3-C-4.	CATERPILLAR MARINE : 燃料削減ツール	135
3-C-5.	FEDERAL-MOGUL : 複合素材ベアリング	135
3-C-6.	IMES : 2 ストローク燃焼センサー	135
3-C-7.	KBB : 新 ERT20 過給機	135
3-C-8.	MAN DIESEL & TURBO : 45/60CR 型中速ディーゼルエンジン	136
3-C-9.	MAN DIESEL & TURBO : L51/60DF 型エンジンのアップグレード	137
3-C-10.	MAN DIESEL & TURBO : SaCoS エンジン制御システム	137
3-C-11.	MAN DIESEL & TURBO : 船用エネルギーの転換	137
3-C-12.	MAN DIESEL & TURBO : 電気専門企業の買収	138
3-C-13.	MAN TRUCK & BUS : 米国 EPA NOx 4 次規制対応型排ガス後処理システム	138
3-C-14.	REINTJES : ハイブリッドギアボックス	138

3-C-15.	RENK : MARHY ハイブリッドドライブ	139
3-C-16.	ROLLS-ROYCE Power Systems : 電気アシスト式過給システム	139
3-C-17.	ROLLS-ROYCE Power Systems : エンジン監視システム	139
3-C-18.	ROLLS-ROYCE Power Systems : L'Orange ポンプ要素	140
3-C-19.	SCHOTTEL : SRE EcoPeller スラスタ	140
3-C-20.	SCHOTTEL : 水中搭載型スラスタ	140
3-C-21.	SCHOTTEL : 新型スラスタノズル	141
3-C-22.	SKF : ベアリング試験センター	141
3-D.	オランダ	142
3-D-1.	ALFA LAVAL : PureSOx スクラバー製品群	142
3-D-2.	BAKKER SLIEDRECHT : 低電圧駆動システム	142
3-D-3.	DAMEN GREEN SOLUTIONS : スクラバーのレトロフィット	142
3-D-4.	KOTUG : 排熱リサイクルシステム	143
3-D-5.	VETH PROPULSION : 統合型 L ドライブ	143
3-D-6.	WÄRTSILÄ : EnergoFlow プレスワール・ステーター	143
3-D-7.	WÄRTSILÄ : 傾斜型格納式スラスタ	144
3-E.	ノルウェー	145
3-E-1.	BRUNVOLL : Scana Propulsion の買収	145
3-E-2.	CLEAN MARINE : CleanSOx スクラバー	145
3-E-3.	PLAN B ENERGY STORAGE : バッテリー技術	145
3-E-4.	ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : Bergen B33:45 型エンジン	145
3-E-5.	WÄRTSILÄ : 排出削減システム	146
3-F.	スウェーデン	148
3-F-1.	HEDEMORA Turbo & Diesel : 新型過給機	148
3-F-2.	VOLVO PENTA : SCR 技術	148
3-G.	英国	149
3-G-1.	3-G-1. LLOYD'S REGISTER : 研究開発プログラム	149
3-G-2.	LLOYD'S REGISTER : サイバー技術部品	149
3-G-3.	ニューカッスル大学 : キャビテーショントンネル	149
3-G-4.	STONE MARINE : 英国と中国の合弁会社	150
3-G-5.	James WALKER : 船用シールの新素材	150
3-G-6.	WÄRTSILÄ : Linesafe ベアリング	150
3-H.	スイス	151
3-H-1.	ABB TURBOCHARGING : 二段過給機シリーズの新機種	151
3-H-2.	ABB TURBOCHARGING : シーケンシャル過給システム	151
3-H-3.	ABB TURBOCHARGING : Tekomar の買収	151
3-H-4.	RK LAB : RK インジェクター	151
3-H-5.	WINTERTHUR GAS & DIESEL : X52 型低速エンジン	152
3-H-6.	WINTERTHUR GAS & DIESEL : データ収集・監視システム	152
3-H-7.	WINTERTHUR GAS & DIESEL : デジタル技術「Shipdex」	153



## 第1章 欧州主要船用工業関連企業の動向

### 1-1. 船用ディーゼル機関

会社名	Wärtsilä Corporation	
住所・連絡先	John Stenbergin ranta 2 FI-00531 Helsinki Finland	Tel +358 (0)10 709 0000 Fax +358 (0)10 709 5700  <a href="http://www.wartsila.com">http://www.wartsila.com</a>
業務内容・製品	<p>船用エンジンの製造 海事産業向け各種流体制御システム製造・販売 船舶関連機器の製造、排ガス後処理、燃費向上システム等環境系総合ソリューションの提供、航海システムの製造・販売</p> <p>中速ディーゼル、デュアルフュエルエンジン、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、燃料電池、航海・通信システム、自動化システム</p> <p>旧 Hamworthy 製品： 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、バラスト水処理装置、排ガス後処理装置</p>	
会社実績	<p>1834年創業のフィンランドを本拠地とする Wärtsilä は、船用、発電市場向け動力ライフサイクル・ソリューション提供企業である。2017年の売上は約 49.2 億ユーロ（前年：48 億ユーロ）、世界約 80 か国に 200 拠点を持ち、17,866 人（2017年平均、前年：18,332 人）を雇用している。</p> <p>Wärtsilä の事業部門は、発電、船用動力、サービスの 3 部門から成る。</p> <p>Wärtsilä が 2018 年 2 月 13 日に発表した 2017 年 1~12 月期年次報告書によると、2017 年の全社的な純売上は、前年比 3%増の 49 億 2,300 万ユーロ（前年：48 億 100 万ユーロ）であった。エネルギー部門は前年比 48%増、サービス部門も堅調であったが、船用動力部門は前年比 22%減であった。</p> <p>2017 年の Wärtsilä の事業部門別売上比率は、発電 28%、船用動力 27%、サービス 45%で、船用動力部門のシェアは前年の 35%から減少した。</p> <p>2017 年の全社的な新規受注は、前年比 15%増の 56 億 4,400 万ユーロ（前年：49 億 2,700 万ユーロ）であった。サービス部門は前年比 13%増、エネルギー部門は同 16%増、船用部門も 15%増と全部門が前年の実績を上回った。</p> <p>2017 年末時点の受注残も前年比 8%増の 50 億 6,400 万ユーロ（前年：</p>	

46億9,600万ユーロ)と回復した。サービス部門は、長期契約が増加し、前年比17%と大きく伸びた。エネルギー部門は、同11%、船用部門はほぼ横ばいであった。

Wärtsilä の業績推移 (全社、単位：百万ユーロ)

	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
売上	4,607	4,779	5,029	4,801	4,923
営業利益	557	569	612	583	515
当期受注高	4,821	5,084	4,932	4,927	5,644
当期受注残高	4,311	4,530	4,882	4,696	5,014

#### 従業員数

Wärtsilä は、2011年に開始した経営合理化戦略を進めており、2015年7月に発表された船用部門の600人規模の削減計画は、2016年に実施された。

造船市場とエネルギー市場の低迷が続く中、2016年4月には、フィンランドのエンジン研究開発部門を中心とした更なる550人の削減を発表した。削減実施により、年間9,000万ユーロ規模のコスト削減が見込まれている。

2017年末時点の総従業員数は、世界120か国で18,065人(2016年末：18,011人)である。

部門別に見ると、サービス部門10,624人(2016年：10,567人)、船用部門5,845人(同6,074人)、発電部門1,038人(同903人)、その他467人である。国別では本社のあるフィンランドの従業員数が最も多く、全体の20%を占めている。また、欧州全体では約65%を占めている。

#### 船用部門

Wärtsilä の船用部門(マリン・ソリューションズ)は、ディーゼルエンジンからガス焚き二元燃料エンジン(デュアルフュエル(DF)エンジン)へのシフトを強めている。今後の成長分野としては、①ガス、②環境ソリューション、③船舶の効率化を挙げている。

船用DFエンジン分野では、Wärtsilä は市場リーダーである。近年、LNG運搬船だけではなく、環境性を重視する他の船種にもガス焚きエンジンの利用が拡大しており、Wärtsilä のDF中速エンジンは、既に1,500基の販売実績を誇り、総稼働時間は1,600万時間を超える(2016年10月現在)。

Wärtsilä の環境分野の提供製品は、2012年の英国の流体制御システムメーカーHamworthy 買収により拡大し、NOx削減装置、SOxスクラバー等の排ガス洗浄装置、及びバラスト水処理装置等の市場でもその存在感を高めている。

また、船舶効率化の分野では、燃料消費量が非常に少ない新船型(コンテナフィーダー船、AHTS、PSV、LNG運搬船)を提供している。

## 造船市場環境

2017年、世界の新造船受注隻数は1,037隻で、前年の537隻からは大きく回復したが、2015年の1,836隻には及ばなかった。その主な要因は、慢性的な商船の船腹過剰とガス運搬船市場における市況の低迷である。

好調であったのは、エマージング市場のLNG需要の増加を背景に受注が増加したFSRUである。クルーズ船市場は、船社の船隊拡張計画により引き続き好調であった。フェリー市場も、船隊の老朽化、規制環境の変化、魅力的な船価等の要因により、比較的好調であった。RORO船市場も、好調な市況により比較的新造需要が多かったセグメントである。2017年後半には石油・ガス価格が幾分上昇したが、船腹過剰が続くオフショア船市場への好材料とはならなかった。

新規受注量（総トン数）では、2017年の世界の造船上位国は、中国40%（前年：36%）、韓国27%（同16%）、日本8%（同11%）、イタリア5%である。

## 船用部門実績

2017年のWärtsilä船用動力部門の新規受注は、前年比15%の14億7,800万ユーロであった。

クルーズツーリズムの需要増加により、クルーズ船とフェリーセグメントが好調で、船用部門の新規受注の31%を占めた。この分野の大型受注としては、Norwegian Cruise LineがイタリアFincantieriで建造する大型クルーズ船4隻向けの主機と排ガス洗浄装置がある。

FSRUへの需要が回復したため、ガス運搬船向けの新規受注が25%を占めた。大型受注は、ノルウェーHöegh LNGが韓国で建造中の新造LNGタンカー／FSRU2隻向けの50DF型主機8基及び再ガス化システムがある。1隻につきWärtsilä 50DFエンジン4基が搭載される。同時にサービス契約も受注した。

2017年の新規受注の23%を占めた商船市場では、Teekayのシャトルタンカー4隻向けに最新技術を駆使した機器・システムをパッケージ受注した。

その他のセグメントの新規受注は、特殊船8%、艦艇7%、オフショア3%、その他4%であった。

### Wärtsilä 船用動力部門の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
売上	1,309	1,702	1,720	1,667	1,307
当期受注高	1,644	1,746	1,599	1,285	1,478
当期末受注残	2,193	2,213	2,558	2,017	2,023

## 合併会社の新規受注

Wärtsiläの合併会社である韓国Wärtsilä Hyundai Engine Company

Ltd.及び中国 Wärtsilä Qiyao Diesel Company Ltd.と CSSC Wärtsilä Engine Co., Ltd.による 2017 年の新規受注高は、7,000 万ユーロ（2016 年：6,200 万ユーロ）と前年の大幅減から若干回復した。

なお、上記の数字は、合弁会社における Wärtsilä の保有株式 (%) を反映したものである。

#### 市場シェア、競合他社

2017 年末時点の Wärtsilä の 4 ストローク中速主機の市場シェア (MW ベース) は 47%、4 ストローク発電用補機のシェアは 10%である。

船用 4 ストローク市場における Wärtsilä の主な競合他社は、MAN Diesel & Turbo、Caterpillar (MAK)、Hyundai Heavy Industries (HiMSEN) である。

推進システム市場における主な競合他社は、Rolls-Royce、環境システムでは Alfa Laval である。

プロペラ分野では、Schottel と Thrustmaster 等と競合している。

電気・自動化システム分野では、Siemens、GE、ABB、Kongsberg、ポンプ・ガスシステムでは、TGE Marine、Framo 等と競合している。

#### サービス

世界 70 か国、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、年間 12,000 以上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 (2016 年)。

2017 年のビジネスは、クルーズ船向けの長期サービス契約が好調で、商船とオフショア市場の低迷を相殺した。

2017 年 5 月には、Wärtsilä は、同社エンジンに搭載された ABB 過給機のサービスを世界 20 か所のサービス拠点において提供を開始した。

2017 年の数字は発表されていないが、2016 年末時点においてサービス対象となる稼働中の Wärtsilä エンジンの総出力は、前年とほぼ同水準の 180,000MW である。船用 4 ストロークエンジンが 65%、船用 2 ストロークエンジンが 35%である。

#### 製造

Wärtsilä は、顧客に近い場所における製品製造を戦略としており、中国における現地製造体制を強化している。現在、Wärtsilä 本体では、主に組立て、試験、製品と戦略的に重要な部品の仕上げのみを行っている。

Wärtsilä は現在、合弁会社 5 社による製造を行っている。

韓国では、LNG 運搬船向けの DF エンジンの製造に関して Hyundai Heavy Industries Co.と提携している。

中国では、現地造船所向けの中速エンジンを、合弁会社 2 社 Wärtsilä Qiyao Diesel Company Ltd. (補機のみ) 及び Wärtsilä Yuchai Engine Co., Ltd. (主機及び補機) で製造している。

中国 3 社目の製造拠点である CSSC Wärtsilä Engine Company Ltd. (CWEC) の上海臨海の新工場は、2016 年 12 月に中速ディーゼルエンジンと DF エンジンの製造を開始した。2014 年 7 月に設立が合意された CWEC は、CSSC が 51%、Wärtsilä が 49%を保有している。現在の従業員数は 80 人であるが、2017 年中には 130 人に増員する計画である。

また、中国の合弁会社 Wärtsilä CME Zhenjiang Propeller Co., Ltd. ではプロペラ (FPP、CPP) を製造している。

なお、低速エンジン製造に関しては、Wärtsilä は、2016 年 6 月に同社が保有していた中国 China State Shipbuilding Corporation (CSSC) との合弁会社であるスイス Winterthur Gas & Diesel Ltd. (WinGD) の全株式を CSSC に売却し、2 ストローク低速エンジン事業から撤退した。エンジンのサービスは引き続き提供する。

新たなライセンス契約としては、2016 年 12 月、Wärtsilä は中国 CSSC と、同社のバラスト水処理装置「Wärtsilä Aquarius EC BWMS」のライセンス製造に関する契約を締結した。

Wärtsilä は、全世界に約 1,100 社のサプライヤー網を持っている。

#### 企業買収・売却・提携

Wärtsilä は、2012 年の環境システム大手 Hamworthy 買収等を例とした戦略的企業買収により、船舶設計からエンジン、推進システム、荷役機器、環境機器、航海システム、システム統合、アフターサービスを含めたパッケージ販売を行う「トータル・ソリューション」提供企業となることで、付加価値の高い大型契約において優位性を保つ戦略である。

2015 年 6 月には、ドイツを本拠地とする電気・自動化システム企業グループである L-3 Marine Systems International (MSI) の買収を完了した。買収額は約 2 億 8,500 万ユーロである。この買収により MSI グループ内の企業、SAM Electronics、Valmarine、Lyngsø Marine、Dynamic Positioning & Control Systems、Jovyatlas Euroatlas、ELAC Nautik、FUNA、GA International、APSS が、Wärtsilä の電気・自動化部門の傘下に入った。MSI は、14 か国に 38 拠点をもち、従業員数は 1,700 人、2014 年の売上は 4 億 400 万ユーロであった。

2017 年 7 月には、前年の提携合意に続き、米国エネルギー貯蔵ソフトウェア企業 Greensmith Energy (従業員 40 人、売上 3,200 万ドル) を完全買収し、ハイブリッド・エネルギーシステムに必要なソフトウェア技術へのアクセスが可能となった。Wärtsilä は、グローバルなエネルギーシステムインテグレーターとなる戦略を持っている。

8 月には、Wärtsilä と ABB は、ライフサイクル・サービス製品提供における協力を合意した。Wärtsilä は、ABB の Authorized Service Provider

として、自社 4 ストロークエンジンに搭載された ABB 過給機のメンテナンスを行う。

9 月には、フィンランドの波力エネルギー技術企業 AW-Energy との提携に合意した。Wärtsilä は、プロジェクト管理、サービス、統合等の機能を提供する。

10 月には、スウェーデンのバイオガス企業 Puregas Solutions（従業員 40 人、売上 2 億 SEK）と、英国の船用センサー・DP 技術企業 Guidance Marine Limited（従業員 50 人、売上 600 万ポンド）を買収した。

12 月、フランスのメンブレン式 LNG 低温貯蔵タンクの設計企業 GTT との協力を合意した。

同じく 12 月には、スイス WinGD と、10 年間のサービス契約を締結した。Wärtsilä は、Wärtsilä、Sulzer、WinGD ブランドの 2 ストロークエンジンへのサービスを継続する。

同じく 12 月には、オランダの船舶水中メンテナンス・検査・修理企業 Trident B.V.を買収し、Wärtsilä は、水中サービス市場のグローバルリーダーの一つとなった。

2017 年末には、2016 年 3 月に Wärtsilä と、CSSC が設立に合意した、中国市場向けの船用電気自動化システム製造に関する新合弁会社「CSSC Wartsila Electrical & Automation Co., Ltd. (CWE&A)」が稼働した。

#### デジタル化戦略「Smart Marine Ecosystem」

2017 年 11 月、Wärtsilä は、スマート技術企業として、海事産業のデジタル化を促進する「スマート・マリン・エコシステム」を名付けられたビジョンを発表した。

海運の非効率性＝無駄はビジネスに悪影響を与えている。その例としては、船腹過剰、燃料効率の悪さ、出入港時の待機時間等は全て「無駄」である。Wärtsilä は、船腹のシェア、ビッグデータを活用した運航とエネルギー管理の最適化、自動最適化が可能なインテリジェント船、港湾業務が効率化されたインテリジェント港湾の実現によって無駄を排除し、海運業を変革することを優先戦略としている。

衛星を使用した船舶の遠隔操作の実験、完全統合ハイブリッド型動力モジュール「Wärtsilä HY」の市場化、バッテリー推進船向けのワイヤレス充電技術等はこの戦略の成果である。

また、ヘルシンキにデジタル技術専門の研究所デジタル化促進センター（Digital Acceleration Centre : DAC）を開設した。2017 年 12 月にはシンガポールにも DAC を開設し、2018 年には中欧と北米にも DAC を開設する計画である。

#### LNG 燃料戦略

Wärtsilä は、船用、エネルギー産業用に燃料としての液化天然ガス

(LNG) の利用促進を優先戦略の一つとしている。ガス燃料推進のリーダーとして、Wärtsilä の中速 DF エンジンの受注実績は 300 隻に上る。近年の世界的な環境規制強化による LNG 燃料船の普及がビジネスへの追い風となっている。

2016 年 7 月には、他の主要海事企業とともに、海事産業の環境性向上に繋がる LNG の船用利用への障害の排除を目的とした「SEA\LNG」連合を結成した。

同 8 月には、フィンランド Gasum と、船用、オフショア用の LNG 供給とサービスに関する協力契約を締結した。Wärtsilä は LNG 技術ノウハウを提供し、Gasum は LNG とバイオガスの供給と販売ネットワークを提供する。同契約には Gasum の子会社であるノルウェー Skangas との協力も含む。Skangas は、北欧市場における大手 LNG 企業である。

同 11 月には、フランスの多国籍エネルギー企業 ENGIE とも、同様の契約を締結した。

2017 年 12 月には、フランスのメムブレ式 LNG 低温貯蔵タンクの設計企業 GTT との協力を合意した。両社は船用 LNG システム分野で協力を行っていく。

## 2 ストロークエンジン事業からの撤退

2014 年 7 月、Wärtsilä は、中国造船コングロマリット CSSC と、Wärtsilä の 2 ストロークエンジン製造に関する合弁会社 WinGD の設立に合意し、Wärtsilä が 30% 株式を保有することとなった。

しかしながら、2016 年 6 月、Wärtsilä は同社が保有していた全株式を CSSC に売却し、WinGD は CSSC の 100% 子会社となった。これにより、Wärtsilä は、2 ストロークエンジン事業から完全に撤退した。

## 研究開発・新製品・型式承認

2017 年の Wärtsilä 全社の研究開発支出は、純売上の 2.91% (前年: 2.7%) に相当する 1 億 4,100 万ユーロ (同 1 億 3,100 万ユーロ) であった。売上の増加に伴い、研究開発支出も増加している。

全社的な研究開発の優先課題は、デジタル化、効率向上、燃料の柔軟性向上、環境負荷の低減である。船用部門では、厳格化する環境規制に対応する技術・製品と、顧客の運航効率化と使用燃料の柔軟性を促進する製品及びソリューションの開発に焦点を当てている。

Wärtsilä : 研究開発支出の推移 (全社、百万ユーロ)

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
予算	185	139	132	131	141

2017 年 3 月、Wärtsilä は、船舶の動作を予測して航行の安全性と効率を高める「SmartPredict」システムを発表した。

5 月には、エンジン、エネルギー貯蔵システム、動力エレクトロニクス

を統合して最適化する、完全統合ハイブリッド型パワーモジュール「Wärtsilä HY」を発表した。

また、同月、Wärtsilä の子会社 Eniram は、運航監視システム「SkyLight」に海図、気象情報、航路インポート機能を追加し、航路予測分析機能をアップグレードした。

さらに、Wärtsilä 34DF エンジンのシリーズが、米国 EPA の NOx 3 次規制への適合承認を受けた。

8 月には、ノルウェーの大手フェリー運航会社 Norled 所有のハイブリッド推進沿岸フェリーで、電磁誘導型ワイヤレス充電システムの実験を成功裏に完了した。また、米国 Gulfmark Offshore と共同で、衛星通信を用いた DF 機能とマニュアル・ジョイスティック制御による船舶の遠隔操作実験にも成功した。

11 月には、プロペラへの水流を最適化し、プロペラ効率を高める「Energoflow」ソリューションを発表した。

また、エネルギー効率が高く、排出を低減する Wärtsilä 31 型エンジンのガス焼きバージョン 31SG を発表した。同機は、負荷の連続的変化にも迅速に対応する柔軟性を持つ。

12 月には、環境と燃費に影響するタンカーからの揮発性有機化合物 (VOC) の排出を効果的に低減する「Voyage Emissions Reduction」システムを発表した。

また、ライフサイクルコストを低減するシンプル化した設計のベアリング「Linesafe」を発表した。

さらに、Wärtsilä 20 型ディーゼルエンジンのシリンダー出力を、185kW から 220kW に増加した高出力バージョンを発売した。

2017 年末には、欧州投資銀行 (EIB) は、Wärtsilä の環境技術とエンジン効率化に関する研究開発活動に対する 1 億 2,500 万ユーロの融資に合意した。EIB は、2003 年から Wärtsilä に研究開発融資を行っており、今回が 5 回目の融資である。

大規模な共同研究開発プロジェクトとしては、MAN Diesel & Turbo、WinGD とともに、2002 年に開始した高効率で低排出のエンジンを開発する汎 EU プロジェクト「HERCULES」の第 4 フェーズである「HERCULES-2」を 2015 年に開始した。実施期間 3 年間の同プロジェクトには、欧州の 32 企業・組織が参加している。

また、Wärtsilä は、2015 年 5 月 1 日に開始されたフィンランドの研究開発プログラム「Future Flexible Energy Systems (FLEXe)」に参加している。持続性のあるエネルギーシステムを開発する同プログラムには、エネルギー関連の 27 企業・組織が参加している。

2016 年 5 月には、LNG 燃料の乾貨物船の開発に関する共同産業プロジェクトに参加した。



	<p>Wärtsilä は、将来の技術者育成を目的にフィンランドの大学に資金支援を行ってきたが、2017年11月、Wärtsilä はフィンランドの4大学と共同で内燃機関の研究開発を行う「エンジン・リサーチ・インスティテュート」(ERI) プログラムを開始した。</p>
--	---

会社名	MAN Diesel & Turbo SE	
住所・連絡先	Stadtbachstrasse 1 D-86153 Augsburg Germany	Tel +49 (0)821 3220 Fax +49 (0)821 3223382  <a href="http://www.mandieselturbo.com">http://www.mandieselturbo.com</a>
業務内容・製品	<p>船用・陸上用エンジン及びタービンの製造 船舶関連機器の製造</p> <p>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、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、LNG 燃料システム、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、反応器</p>	
会社実績	<p>ドイツ・アウグスブルクを本拠地とする MAN Diesel &amp; Turbo は、世界 100 か所以上に拠点・代理店を展開し、出力 450kW～87MW のエンジンを提供している。2017 年末時点の総従業員は 14,318 人（2016 年末：14,603 人）である。</p> <p>世界に 100 か所以上の拠点を展開している。ドイツ国内の従業員が約半数を占め、その他、デンマーク、フランス、スイス、チェコ、インド、中国に製造拠点を持つ。</p> <p>同社は、2010 年 1 月 1 日、ドイツ MAN グループ (MAN SE) 傘下の MAN Diesel と MAN Turbo が統合されて誕生した企業で、MAN は、同社を特殊ギア製造子会社 Renk とともに、グループの動力エンジニアリング部門と位置付けている。MAN Diesel &amp; Turbo は、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。</p> <p>2018 年 3 月 20 日に発表された MAN グループの 2017 年 1～12 月期年次報告書によると、MAN Diesel &amp; 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 2017 年の受注高は、前年比 13% 増の 32 億 8,000 万ユーロ（2016 年：28 億 800 万ユーロ）と改善したが、売上高は、過去数年間の不振の影響で同 9% 減の 28 億 3,200 万ユーロ（2016 年：31 億 1,300 万ユーロ）と引き続き前年を下回った。一方、営業利益は、前年の赤字 (-2,900 万ユーロ) から 1 億 3,200 万ユーロの黒字へと回復した。</p> <p>2017 年 12 月末時点の受注残は発表されていない。</p> <p>造船市場の動向</p> <p>2017 年前上半期の造船市場は、引き続き船腹過剰と市況低迷により、新造船需要は特にばら積み船とコンテナ船市場において非常に低い水準に止まったが、下半期には若干回復の兆しが見え始めた。原油価格は回復基調にあるにもかかわらず、船腹過剰によりオフショア市</p>	

場への投資は低迷し、新造船需要は回復しなかった。

比較的好調であった船種は、前年と同様にクルーズ船、フェリー、漁船、浚渫船である。規制環境が明確化したことにより、ガス燃料船への需要は安定した。

世界の造船量の75%（トン数ベース）は、依然として中国、韓国、日本が占めている。しかしながら、世界的に新造船市場は縮小しており、競争激化による船価への下落圧力が高まっている。

#### エンジン・船用システム部門実績

親会社 MAN の 2017 年年次報告書によると、2017 年の MAN Diesel & Turbo 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。

売上高は前年比 8%減の 13 億 8,900 万ユーロで、前年に続きライセンス製造される主に商船向けの 2 ストロークエンジンからの売上が減少したが、MAN Diesel & Turbo の市場リーダーとしての地位を維持している。中速エンジンの売上也減少したが、売上の多くはクルーズ船、政府関係船向けであった。

#### MAN Diesel & Turbo エンジン・船用システム部門の業績推移

（単位：百万ユーロ）

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
受注高	1,520	1,706	1,556	1,502	1,461
売上	1,304	1,446	1,604	1,510	1,389
営業利益	130	153	235	-	-

2017 年の MAN Diesel & Turbo 船用部門の新規受注高も、前年比 3%減の 14 億 6,100 万ユーロであった。

2017 年の MAN Diesel & Turbo の大型 2 ストロークエンジンの新規受注ワット数も、前年の 11.8 ギガワットから 10.5 ギガワットに減少した。

4 ストローク中速エンジンの新規受注も若干前年を下回った。自社製造及びライセンス製造を含めた新規受注エンジン数は 529 基（2016 年：558 基）で、総出力は 1.6 ギガワット（同 1.7 ギガワット）であった。

MAN は、2016 年以降の MAN Diesel & Turbo の部門別営業利益と受注残を発表していない。

ターボ部門の新規受注は、前年比 26%増の 10 億 6,300 万ユーロと好調であったが、売上は、過去数年にわたる受注低迷の影響で同 15%減 9 億 4,100 万ユーロとなった。

船用向け及び発電所向け大型エンジンのアフターサービス収入は、長期サービス契約及びレトロフィット需要により比較的好調であっ

た。

以下は 2017 年の船用関連の主な受注実績である。

1 月、米国沿岸警備隊 (USCG) が Eastern Shipbuilding で建造する新造巡視船隊 9 隻向けに、連続ターボ過給機能搭載の 28/33D STC 型主機を受注。1 隻につき 2 基ずつ搭載される。USCG は、合計 26 隻の巡視船を新造する計画である。

同じく 1 月、MAN の LNG 燃料供給システムメーカー MAN Cryo が、イタリア Caronte & Tourist がトルコ Sefine Shipyard で建造する ROPAX フェリー向けに、LNG 燃料供給システム FGSS を受注。

2 月、米国 Tropical Shipping が中国で建造する 1,100TEU 型コンテナ船 4 隻向けに、MAN B&W 6S60ME-C8.5 型主機、MAN 6L23/30 型補機、MAN TCR14 型過給機、CP プロペラ VBS1550-5 Mk5 をパッケージ受注。さらに、300TEU 型コンテナ船 2 隻向けにも、TCR 過給機能搭載 MAN 27/38 型主機を受注。

3 月、アフターサービス部門 MAN PrimeServ が、Teekay Shipping から 10 年間のサービス契約を受注。173,400m<sup>3</sup> 型 LNG 運搬船 3 隻に搭載された 5G70ME-GI 型 DF 主機が対象となる。

3 月、オーストラリア海軍がスペイン Navantia で建造する艦隊支援タンカー 2 隻向けに、MAN 18V 32/40 型主機 2 基と MAN 7L21/31 型補機 4 基を受注。

同じく 3 月、米国海軍の新造タンカーシリーズ 17 隻向けに、MAN 12V48/60CR 型主機を受注。

4 月、MAN Cryo が、ノルウェー Torghatten Nord がノルウェー Vard Shipyard Group で建造する LNG 燃料フェリー 2 隻向けに、LNG 燃料供給システム FGSS を受注。また、9 月には、Swedegas からヨーテボリ港の LNG バンカリング設備を受注。

11 月、PrimeServ が、米国 Norwegian Cruise Line の既存船 9 隻のエンジン 44 基の断熱機能のアップグレードを受注。

#### 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 (2013 年時点)。

#### 事業合理化計画「Base Camp 3000+」

業績悪化を受け、MAN Diesel & Turbo は、2016 年 9 月に「Base Camp 3000+」と題した抜本的な事業見直しを開始した。ビジネス戦

略、製品ポートフォリオ、製造、コストの効率化と最適化を行い、4億5,000ユーロ規模の合理化を行う。1,400人の従業員がこの計画の影響を受けるとされている。

2016年には、1億5,500万ユーロのリストラ費用が発生したため、営業利益は1億2,600万ユーロの黒字であったが、最終的な利益は赤字となった。

#### 製造

MAN Diesel & Turbo は、4ストロークエンジンは、ドイツ、フランス、インドで自社製造し、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、日本を始めとする造船国でライセンス製造が行われている。

自社製造拠点は、ドイツ5か所、デンマーク2か所、インド2か所、フランス、スイス、チェコ、中国に1か所ずつである。3,979人を雇用するアウグスブルクの本社工場では、1897年以来ディーゼルエンジンの製造を行っている。

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。2015年2月には、ライセンス契約を10年間延長した。

また、2012年4月、MAN Diesel & Turboは、中国上海のライセンシーである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。

2013年8月には、中国最大のプロペラ製造工場Dalian Marine Propeller Co., Ltd. (DMMP)と、MAN Alpha Kappelプロペラの製造に関する契約を締結した。デンマークKappelは、2012年にMANが買収したプロペラメーカーである。

2014年9月には、中国QMD (Qingdao Haixi Marine Diesel Co., Ltd.)と、2ストロークエンジン製造に関するライセンス契約を締結した。QMDは、MAN Diesel & Turboの中国市場における12社目のライセンシーである。

2016年1月には、中国広東省珠海市のYuchai Marine Power Co., Ltd. (YCMP)と、2ストローク・ディーゼルエンジン製造に関するライセンス契約を締結した。

2017年3月には、韓国現代重工との2ストロークエンジン製造に関するライセンス契約を延長した。初回の契約は、1976年に締結された。

#### 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、世界約 50 か国に 120 か所以上のサービス拠点を持つ。

2014 年には、フランス、バングラデシュ、コロンビア、カナダに新サービス拠点を開設し、南アフリカではサービス会社を買収した。

2015 年には、エジプトとナイジェリアに新拠点を開設し、UAE、ギリシャ、イタリア、パナマの既存拠点を拡大した。

2016 年 3 月には、JFE エンジニアリングと、MAN Diesel & Turbo の船用エンジンの日本国内における内航船向けへの販売及びアフターサービスに関する契約を締結した。

また、ドイツ、オーストラリア、米国の MAN PrimeServ オンラインサービスセンターでは、200 基以上の船用及び陸上用 MAN エンジンの状態を衛星経由で常時監視している。

#### 設備投資

2015 年の MAN Diesel & Turbo 全体の設備投資額は、1 億 4,100 万ユーロ（前年：1 億 6,900 万ユーロ）であった。

ディーゼルエンジン用の設備投資としては、インフラ設備の近代化、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を継続している。また、排ガス後処理システムの試験設備にも投資を行った。さらに、3D プリント技術への研究開発投資も行っている。

2017 年には、アウグスブルクに過給機の新試験施設の建設を開始した。また、オーバーハウゼンのガスタービン製造施設の拡張を開始し、デッゲンドルフに大型部品工場を建設した。

#### 企業買収・提携

MAN Diesel & Turbo による近年の主な企業買収としては、2012 年 3 月、スイスの特殊磁気ベアリングメーカー Mecos Traxler A の買収が挙げられる。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合わせた場合、燃料消費量の 10%削減が可能である。

2015 年 6 月には、インドの蒸気タービン企業 MaxWatt Turbines Pvt. Ltd. を買収し、「MAN Turbomachinery India Pvt. Ltd..」として MAN Diesel & Turbo のターボ部門に統合した。

同 11 月には、MAN Diesel & Turbo のスウェーデン子会社 MAN Diesel & Turbo Sverige AB が、スウェーデン Cryo AB の船用ガス燃

料供給システム部門を買収し、4ストローク船用ビジネス部門に統合した。

2017年6月、ドイツのラダーメーカーMM-Offshoreと、推進システムの最適化に関する協力契約を締結した。

同じく6月には、カナダのバッテリー搭載型船用動力供給・管理システム企業Aspin Kemp & Associates (AKA)の40%株式を買収した。同社は、ハイブリッド駆動システムでは市場リーダーである。この戦略的買収は、デジタル化、脱炭素化を目指すMANの「Basecamp 3000+」プログラムの一環である。

#### 研究開発・新製品・型式承認

2015年のMAN Diesel & Turbo全体の研究開発支出は、売上の5.9%に相当する1億9,400万ユーロ（前年：1億8,700万ユーロ）であった。世界で1,410人（2015年）が研究開発活動に従事している。2016年及び2017年の数字は発表されていないが、MANグループ全体の2017年の研究開発支出は売上の5.2%に相当する7億4,000万ユーロである。

MAN Diesel & Turboの研究開発の焦点は、エネルギー効率の改善、ガス排出量の削減、及びデジタル化である。市場競争激化と価格圧力に対抗するため、製造コスト削減と時間の短縮を目指した製品設計の調整も行っている。現行のエンジン製品群の最適化を目標とした研究開発活動も継続している。

2015年末のスウェーデンCryo ABの船用ガス燃料供給システム部門の買収により、MAN Diesel & Turboのガス燃料システムの専門性が高まった。船用燃料としてのガスの重要性は増しており、MAN Diesel & Turboは、DFエンジンとLNG船内貯蔵システムのパッケージ提供を戦略としている。

2ストロークエンジン部門では、LNG、メタノール、エタン等の燃料の柔軟性が引き続き研究開発の焦点となっている。

2016年4月には、メタノール焚きエンジンを搭載した初の海洋船7隻が就航した。搭載されたMAN B&W ME-LGI型2ストロークエンジンは、メタノール、重油、MGO、ガスオイルの使用が可能である。

また、2016年9月には、三井造船玉野事業所で世界初の多元燃料駆動の2ストローク低速エンジン「Mitsui-MAN B&W 7G50ME-C9.5-GIE」が完成した。エタンを主燃料とする同エンジンは、エチレン運搬船3隻に搭載される。2017年5月には、1926年以來のライセンサーである三井造船との契約を延長、エンジン以外に蒸気タービン、コンプレッサー、FPSO分野に契約を拡大し、また、研究開発分野における協力を深めることに合意した。

2016年の新製品としては、9月にMK 9型低速エンジンを最適化し、小型・軽量化したMK 10型エンジン3機種を発表した。

2017 年の新製品としては、3 月、エタン焚きの 2 ストローク ME-GIE 型エンジンに、VOC を燃料として使用可能な出力 5~90 MW の機種を追加した。新型エンジンは、VOC を含む LPG 及びメタン、又はエタンとの混合燃料が使用できる。LPG の混合比率は 50% 以上が可能である。

4 月、2 ストロークエンジン向け小型高圧 SCR システム「MAN SCR-HP」を発表した。同社の 4 ストロークエンジン向けシステムをベースとしている。

7 月には、MAN 175D 型 4 ストローク高速エンジンが、船級協会 10 社の型式承認を取得した。また、11 月には、新型 MAN L51/60DF 型エンジンの試験機、及び MAN L23/30DF が型式承認を取得した。

また、9 月には、同社の主力製品のひとつである 4 ストローク 48/60CR 型ディーゼルエンジンの後継機となる、二段過給機能搭載の 45/60CR 型を発表した。まず、船用エンジンとして 12V 型及び 14V 型を発売し、出力はそれぞれ 15,600kW、18,200kW である。クルーズ船、ROPAX フェリー、RORO 船、浚渫船等を対象市場としている。

共同研究開発プロジェクトとしては、MAN Diesel & Turbo と Wärtsilä が主導している、船用ディーゼルエンジン技術に関する史上最大の EU 共同研究開発プロジェクト「HERCULES」は、2012 年に開始された第 3 フェーズ「HERCULES-C」が 2015 年に完了し、続いて 2015 年 7 月には、第 4 フェーズ「HERCULES-2」が開始された。

#### LNG 燃料レトロフィット

2017 年 9 月には、ドイツ Wessels Reederei 所有の 2011 年建造の 1,036TEU 型コンテナ船「Wes Amelie」の MAN 8L48/60B 型ディーゼル主機を多元燃料焚き MAN 51/60DF 型主機へ改造することに世界で初めて成功した。11 月には、「Wes Amelie」の姉妹船 23 隻のうち 3 隻のレトロフィット契約を受注した。

MAN Diesel & Turbo は、このような LNG 燃料レトロフィットを促進していく戦略で、最初にレトロフィット契約を締結した 10 隻には合計 200 万ユーロの割引を提供する。



会社名	Rolls-Royce plc																												
住所・連絡先	Rolls-Royce Group plc 65 Buckingham Gate London SW1E 6AT UK		Tel: +44 (0) 20 7222 9020 Fax: +44 (0) 20 7227 9170  <a href="http://www.rolls-royce.com">http://www.rolls-royce.com</a>																										
業務内容・製品	<p>船用ディーゼル・ガスエンジン、ガスタービンの設計・製造、サービス (Rolls-Royce Power Systems)、船体設計及び船舶関連器具の設計、製造、販売、サービス (Marine)</p> <p>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、アジマススラスター、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</p>																												
会社実績	<p>英国 Rolls-Royce は、民間航空、防衛航空、船用、動力システム、原子力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 46 か国に 50,000 人 (2015 年 : 50,500 人)、うち 16,500 人以上はエンジニアである。</p> <p>Rolls-Royce は、150 か国に顧客を持ち、航空会社 400 社、160 の軍隊、70 か国の海軍を含む 4,000 の船用顧客、5,000 以上の発電・原子力顧客に製品・サービスを提供している。</p> <p>船用関連の部門としては、Rolls-Royce は、船用部門 (マリン) の他に、船用・陸上用動力部門である後述の Rolls-Royce Power Systems (旧 Tognum AG) を持つ。同部門は、高速エンジン MTU、中速エンジン Bergen、燃料噴射システム L'Orange から構成される。</p> <p>2018 年 3 月 7 日に発表された 2017 年連結決算 (速報値) によると、Rolls-Royce の全社的な売上は、前年比 12% 増となった民間航空機向けサービスに牽引され、前年比 6% 増 (為替差損を含む) の 150 億 900 万ポンド、利益も Power Systems が好調で、25% 増の 10 億 710 万ポンドであった。</p> <p>Rolls-Royce の業績推移 (単位 : 百万ポンド、Tognum を含む)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2013 年</th> <th>2014 年</th> <th>2015 年</th> <th>2016 年</th> <th>2017 年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>売上</td> <td>15,505</td> <td>13,864</td> <td>13,354</td> <td>13,783</td> <td>15,090</td> </tr> <tr> <td>税引き前利益</td> <td>1,759</td> <td>1,620</td> <td>1,432</td> <td>813</td> <td>1,071</td> </tr> <tr> <td>当期末受注残</td> <td>71,612</td> <td>73,674</td> <td>76,400</td> <td>79,800</td> <td>78,500</td> </tr> </tbody> </table> <p>2014 年、業績悪化を受けて、Rolls-Royce は、航空部門と船用部門を中心とした全社的な企業再編計画「トランスフォーメーション・プログラム」による人員削減を開始し、2015 年には 2,500 人が削減された。2016 年～2017 年のコスト削減効果は 2 億ポンドに上る。</p>						2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	売上	15,505	13,864	13,354	13,783	15,090	税引き前利益	1,759	1,620	1,432	813	1,071	当期末受注残	71,612	73,674	76,400	79,800	78,500
	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年																								
売上	15,505	13,864	13,354	13,783	15,090																								
税引き前利益	1,759	1,620	1,432	813	1,071																								
当期末受注残	71,612	73,674	76,400	79,800	78,500																								

なお、2017年1月、複数の海外市場における贈賄汚職に対する罰金として、関係当局より今後5年間に総額6億7,100万ポンドの支払いを命じられた。

#### 組織再編：船用部門売却計画

2018年1月、Rolls-Royceは、組織の合理化と人員削減を更に進めると発表した。計画では、民間船用部門（Marine）を売却し、事業部門を現在の5部門から「民間航空」、「防衛」、「動力システム」の3部門体制に再編する。

原子力部門内の原子力潜水艦ビジネス及び船用部門内の軍事向けビジネスは、防衛部門に統合され、新部門「Rolls-Royce Defence」となる。また、原子力部門内の原子力発電ビジネスは、既存の動力部門「Rolls-Royce Power Systems」に統合される。

2015年以来、石油・ガス市場とオフショア市場の低迷により船用部門の業績は悪化し、Rolls-Royce全社の利益を圧迫している。同部門は、拠点数を27か所から15か所に縮小し、従業員も約30%の削減を行った。一方、同部門は、自動化技術、自律航行船技術では市場リーダーの一つである。Rolls-Royceは、コアビジネスである軍事船用部門とエンジン部門は維持しながら、船用機器と船体設計を含む民間船用部門の戦略的売却を行う計画である。

2018年3月7日現在、民間船用部門売却計画の詳細は発表されていないが、2018年半ばには売却が決定されると予想されている。

#### 船用部門実績

Rolls-Royce 船用部門（マリン）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、世界70か国の艦艇を含む30,000隻以上に搭載されている。また、同社設計のUT船型のオフショア船の受注実績は、650隻を超える。2016年には、アジマス式スラスタの受注実績が30年前の発売以来1,000基に達した。

船用部門の従業員数（2016年）は、民間船用部門が3,600人、軍事船用部門が600人である。売上（2016年）は、それぞれ約8億ポンド、3億ポンドである。

2017年の船用部門の売上は、長期化するオフショア市場の低迷から前年比9%減の10億170万ポンドとなった。うち、製品売上は前年比18%減、サービス収入は堅調であった。売上に占める製品とサービスの比率は、53%と47%である。

2017年のRolls-Royce全社の売上に対する船用部門の比率は、7.1%（2016年：8%）である。

人員削減の効果により、利益は前年比15%となったが、引き続き2,500万ポンドの損失を計上している。

Rolls-Royce 船用部門の業績推移（単位：百万ポンド）

	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
売上	2,527	1,709	1,324	1,114	1,017
税引き前利益	281	138	15	-27	-25
当期末受注残	3,996	1,567	1,164	905	800

注：エンジン製造部門は、2014年に Rolls-Royce Power Systems として独立部門となったため、船用部門の業績には含まれていない。

オフショア市場の低迷を受け、Rolls-Royce は、調査船、漁船、支援船等の新市場の開拓を戦略の一つとしている。2017年の主な新規受注は、以下のとおりである。

2月、USCGの新造巡視艇向けに、MTU4000シリーズ発電装置、CCPプロペラ、軸発電機、ラダー等をパッケージ受注。

4月、ノルウェーKvaernerが建造する Statoil の石油プラットフォーム Njord A 向けに、係留システムを受注。

5月、ノルウェー沿岸管理局の新造多目的船向けに、ディーゼルエンジンとバッテリーを組み合わせたハイブリッド推進システムを受注。同局向けの2隻目の受注である。

同じく5月、韓国海軍のフリゲート艦3隻向けに、MT30型ガスタービンを受注。

5月、ノルウェーNorLineから新サービス契約「Power-by-the-Hour」を初受注。ビッグデータを活用した機器モニタリングサービスを提供する。

6月、アイスランドHB Grandi向けに、NVC 375 WP型トロール漁船の設計及びB33:45型ディーゼルエンジン、プロペラ、ラダーを含む機器システム一式をパッケージ受注。8月には、ノルウェーGunnar Langva ASからも同様の契約を受注した。

7月、Siem OffshoreとSubsea 7からオフショア船74隻に対する合同サービス契約を受注。

製造拠点の再編

人員削減と同時に、製造拠点の再編と合理化も進めており、拠点数は、2012年の27拠点から2016年には15拠点に減少している。

一方、2016年には、アジマス式スラスタの中核製造拠点であるラウマ工場（フィンランド）の設備の改良計画を発表した。投資総額は4,400万ポンドである

企業買収・合併、売却

2014年8月、Rolls-Royceは、ドイツDaimler AGが所有するRolls-Royce Power Systems（旧Tognum AG）の50%株を24億3,000万ユーロで買収し、同社の買収を完了した。

2015年4月、Rolls-Royceは、子会社Michell BearingsのBritish Engines Limitedへの売却を発表した。売却額は1,260万ポンドである。

2016年～2017年は、船用関連の企業買収の発表はなかった。

#### サービス

Rolls-Royce 船用部門のサービス部門は、28か国に50か所の拠点と1,100人以上のサービス・エンジニアを持ち、トレーニングセンターは、ノルウェー、シンガポール、ブラジルに置いている。

#### 新製品

2017年の主な新製品は、以下のとおりである。

同じく5月、新エネルギー管理システムを発表。9月には、Inmarsatと、協力契約を締結した。

11月、LNG燃料及びバッテリー推進の豪華ヨットCrystal Blueとサポート船Blue Shadowの設計コンセプトを発表した。

#### 研究開発・新製品

2017年のRolls-Royceの全社的な研究開発支出は、売上の6.9%に相当する7億1,200万ポンド（2016年：8億6,300万ポンド）で、その半分以上は民間航空機用エンジン関連である。船用部門の研究開発支出は、4,400万ポンド（2016年：4,100万ポンド）であった。

船用部門の研究開発活動の優先分野は、データ技術を活用した付加価値の高い「Ship Intelligence」技術で、将来的には船舶の完全自動化を目指している。

2017年11月には、インドのITサービス企業Tata Consultancy Services（TCS）と、デジタル技術開発におけるパートナーシップ契約を締結した。

12月には、デジタル化促進を目指す新組織「R2 Data Labs」を設立した。

#### 自律航行船の研究開発・共同プロジェクト

Rolls-Royceは、自律航行船に関する自社研究開発と共同プロジェクトへの参加を積極的に行っており、総額660万ユーロのフィンランド産官学共同研究開発プロジェクト「Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative（AAWA）」を主導している。2016年4月には、フィンランドのフェリー船社Finferriesと乾貨物船社ESL Shipping Oyがプロジェクトの実船実験に参加すると発表した。

また、2016年11月には、Rolls-Royceとフィンランド海事技術研究所VTTは、自律航行船の設計、試験、評価に関する戦略的パートナー

	<p>シップに合意した。</p> <p>2017年3月には、フィンランド・トゥルクの自律技術、船舶インテリジェンスの研究を行う研究開発センターへの、フィンランド政府基金 <b>TEKES</b> の補助金を獲得した。また、スウェーデン <b>Stena Line AB</b>、タンペレ大学、シンガポール洋上船技術センター、<b>MacGregor</b>、<b>Kleven</b> 造船所と、自律航行船の共同開発に関する契約をそれぞれ締結した。</p> <p>9月には、航続距離 3,500 海里の自律航行艦艇の開発計画を発表した。</p> <p>10月には、<b>Google</b> と、自律航行への <b>Google Cloud</b> の利用に関する協力契約を締結した。</p> <p>11月には、ノルウェー <b>Color Line</b>、<b>Norled</b>、ノルウェー沿岸管理局と共同で、「ゼロ排出フェリー」開発プロジェクトを開始した。ノルウェー・リサーチ・カウンシルが、590 ノルウェー・クローネの補助金を拠出している。</p> <p>さらに、11月には、欧州宇宙機関とのパートナーシップ契約を締結した。船陸間及び船舶間の遠隔操作技術における協力を行う。</p>
--	--

会社名	Rolls-Royce Power Systems AG (MTU Friedrichshafen GmbH を含む旧 Tognum AG)	
住所・連絡先	Maybachplatz 1 88040 FRIEDRICHSHAFEN Germany	Tel : +49 7541 90-0 Fax : +49 7541 90-5000 info@mtu-online.com  <a href="http://www.mtu-online.com/">http://www.mtu-online.com/</a> <a href="http://www.rrpowersystems.com/">http://www.rrpowersystems.com/</a>
業務内容・製品	<p>船用、陸上用ディーゼルエンジン、ガスエンジン及び関連機器の設計、開発、製造、販売、サービス</p> <p>中・高速ディーゼルエンジン、ガスエンジン、ガスタービン、陸上・海洋向け発電機、燃料噴射システム</p>	
会社実績	<p>Rolls-Royce の動力部門である Rolls-Royce Power Systems は、ドイツ南部のフリードリヒスハーフェンに本社 (旧 MTU 本社) を置き、従業員数は約 10,100 人である。世界に 11 製造拠点、30 社以上の子会社を持ち、130 か国に 1,200 以上の開発、製造、サービス、販売拠点を展開している。</p> <p>提供製品は、MTU ブランドの船用・発電、軍事用・産業向け高速エンジンと推進システム、MTU Onsite Energy ブランドの陸上ディーゼル発電システム、Bergen ブランドの船用、発電用中速エンジン、L'Orange ブランドの燃料噴射システムである。</p> <p>2011 年 3 月、独 Daimler AG と英国 Rolls-Royce plc の合弁会社 Engine Holding GmbH が、MTU の持ち株会社である Tognum の買収を発表。同年 11 月に買収を完了し、Tognum は Rolls-Royce の子会社となった。</p> <p>2013 年 7 月、Rolls-Royce は、自社子会社であるノルウェーの船用中速エンジンメーカー Bergen Engines を Tognum に統合し、2014 年 1 月、Tognum を「Rolls-Royce Power Systems」(RRPS) と社名変更した。</p> <p>2014 年 8 月 26 日、Rolls-Royce は、Daimler AG が保有する Rolls-Royce Power Systems (旧 Tognum AG) の株式 50% を買収し、完全子会社化を完了した。</p> <p>Rolls-Royce Power Systems のメインブランドである 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 35,000kW となる。船用ディーゼルエンジンの販売実績は 24,000 基に上る。</p> <p>MTU のコアビジネスは、商船、艦艇、ヨット等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</p>	

車両)、防衛（軍用車両）向けのエンジンも取り扱っている。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。

親会社 Rolls-Royce が 2018 年 3 月 7 日に発表した 2017 年連結決算によると、Rolls-Royce Power Systems の 2017 年 1～12 月期の売上は、米国及び中国の発電市場の回復から前年比 3%増の 29 億 2,300 万ポンド、営業利益も 61%増と好調であった。

サービス収入も、米国市場の回復と MTU と英国 Hitachi Rail との長期契約により、前年比 6%増となった。

Rolls-Royce Power Systems の業績の回復は、市場の回復とともに新経営陣によるビジネス再編、製品ポートフォリオの合理化（製品数を 20%以上削減）、固定費削減等の影響が大きい。

2017 年の Rolls-Royce Power Systems の売上は、Rolls-Royce 全体の 19.4%を占めている。

#### Rolls-Royce Power Systems の業績推移（単位：百万ポンド）

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
売上	2,831	2,720	2,385	2,655	2,923
税引き前利益	294	253	194	191	330
当期末受注残	1,927	1,971	1,928	1,815	2,200

MTU ブランド単体の業績等の情報は公表されていないが、船用部門、即ち MTU と Bergen の船用エンジンの売上が、Rolls-Royce Power Systems の売上の 30%を占めている。また、製品からの収入が 67%、サービス収入が 33%である。（2017 年）

Rolls-Royce Power Systems のサービス部門の市場別内訳は、政府向け 25%、船用・オフショア用 18%、発電 33%、鉄道・鉱業・農業 12%、建設・農業 9%、噴射システム 3%となっている。

Rolls-Royce による Tognum 買収の主な目的は、MTU の高速エンジンを自社製品ポートフォリオに含め、Rolls-Royce の船体設計及びエンジンその他の船用機器のパッケージ販売を強化することであった。そのシナジー効果は顕著で、Rolls-Royce の船用市場向けの大型新規受注の多くは、パッケージ受注である（本報告書「Rolls-Royce」の項を参照）。

Rolls-Royce Power Systems の 2017 年の船用関連の主な新規受注は、以下のとおりである。

1 月、トルコ沿岸警備隊がオランダ Damen Shipyards で建造する救命艇 6 隻向けに、8V 2000 M84L 型ディーゼルエンジンを受注。

同じく 1 月、Intermarine (Immsi Group) がイタリア海軍向けに設計、建造する高速艇 2 隻向けに、MTU2000 シリーズエンジンと Kamewa ポンプジェットを受注。

2月、USCGの新造巡視艇向けに、MTU4000シリーズ発電装置、CCPプロペラ、軸発電機、ラダー等をパッケージ受注。

5月、ドイツ Förde Reederei Seetouristik (FRS) がオーストラリア Austel で建造する高速カタマラン向けに、MTU の 16V 4000M63L 型エンジン 4 基と Rolls-Royce の Kamewa ウォータージェット 4 基をパッケージ受注。

同じく 5 月、マルタの Virtu Ferries がオーストラリア Incat で建造する大型高速カタマラン向けに、20 シリンダー Series 8000 型エンジン 4 基を受注。

6月、ノルウェー Torghatten Nord AS の新造 LNG 燃料フェリー 5 隻向けに、ガスエンジン 15 基を受注。

同じく 6 月、ノルウェー Color Line が Ulstein Verft で建造中の世界最大のハイブリッド駆動フェリー向けに、B33:45L 型ディーゼルエンジン 4 基を受注。

8月には、トルコ Sanmar Shipyards が建造するタグボート 4 隻向けに、16V 4000 M73L 型高速ディーゼルエンジン 8 基を受注。さらに、4 隻の追加オプションもある。同造船所で建造されるタグボートの 50% は、MTU エンジンを搭載している。

9月には、サンフランシスコ湾の緊急水上輸送局 WETA の新造カタマラン 3 隻向けに、米国 EPA の NOx 4 次規制を満たす SCR 搭載の 16V 4000 型エンジン 6 基、ZF トランスミッション、自動化システムをパッケージ受注した。

#### 合弁会社

2017 年 4 月、MTU Friedrichshafen と中国 Guangxi Yuchai Machinery Company Ltd. (GYMCL) の合弁会社 MTU Yuchai Power Co., Ltd. が、正式に設立された。同社は、中国南部の玉林市で主に陸上発電向けの MTU の大型ディーゼルエンジン「Series 4000」の製造を行う。

#### 幹部人事

2016 年末に引退する Dr Ulrich Dohle に代わり、2017 年 1 月 1 日付で、UTC Aerospace Systems デジタル部門担当副社長であった Andreas Schell 氏が Rolls-Royce Power Systems 社長 (CEO : Chief Executive Officer) に就任した。

#### 製造・サービス拠点

Rolls-Royce Power Systems は、14 の製造拠点と 50 のセールス及びアフターセールス拠点を持つ。MTU の製造・研究開発拠点は、ドイツの他、米国、インド、中国にある。



2017年に稼働した Rolls-Royce Power Systems と China Yuchai International の中国合弁会社 MTU Yuchai Power Co. Ltd.は、年間1,500基の MTU Series 4000 エンジンの製造能力を持つ。部品はドイツと中国で製造される。

市場シェア、競合他社

MTU は、出力 500～10,000kW のディーゼルエンジン市場のトップメーカーの一つで、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。同社は、ノルウェーの高速フェリー市場では、90%のシェアを持つとしている（2013年）。2017年12月現在、820隻の高速フェリーが MTU エンジンを搭載している。また、世界最大のメガヨット 100 隻の 50%は、MTU エンジンで駆動されている（2014年）。

主な競合他社は、Caterpillar、Cummins、MAN Diesel & Turbo である。

研究開発・新製品・プロジェクト

2017年の Rolls-Royce Power Systems の研究開発支出は、1億6,600万ポンド（2016年：1億7,700万ポンド）であった。

船用エンジンに関しては、新排出規制に対応するディーゼル及びガスエンジンと推進システムの開発が焦点となっている。

2016年～2017年間に発表された MTU の新製品は、SCR システムを搭載し、IMO NOx 3次規制及び米国 EPA NOx 4次規制を満たす第5世代の MTU Series 4000 型ディーゼルエンジン及び 16V 4000 M63 型ディーゼルエンジンを基礎とした、16シリンダーのガスエンジンである。8シリンダー機種も発表される予定である。

2017年9月には、ドイツ G+L innotec 社の永久磁石を搭載した電気アシストチャージング技術の独占使用権を獲得した。同技術は、2021年より MTU エンジンに搭載される。

同じく9月には、MTU の船舶自動化システム「Callosum」に機器状態監視（EHM）機能を追加した。

12月には、オランダ Wadden Sea ferries の新造カタマラン 2隻向けの、新 16シリンダーSeries 4000 モバイルガスエンジンの初回機 2基の工場受入試験を完了した。同エンジンは、2018年1月、カタマランが建造されるベトナム Strategic Marine 造船所に向けて出荷された。

2018年5月には、Bergen B33:45 型エンジンシリーズに Vバージョンを追加した。

会社名	Caterpillar Marine (Caterpillar Motoren、Caterpillar Marine Power Systems)	
住所・連絡先	Caterpillar Motoren GmbH & Co. KG Falckensteiner Straße 2 24159 Kiel Germany  Caterpillar Marine Power Systems Neumühlen 9 22763 Hamburg Germany	Tel +49 431 3995-0 (Caterpillar Motoren)  Tel +49 40 23803000 (Caterpillar Marine Power Systems)  www.cat.com
業務内容・製品	ディーゼルエンジン、ガスエンジン、デュアルフュエルエンジンの設 計、開発、製造、販売 MaK ブランド、Cat ブランドのエンジン	
会社概要	<p>代表的な船用中速ディーゼルエンジンのブランドの一つである「MaK」の名称は、現在は存在しないドイツの「Maschinenbau Kiel」（キール機械製作所）に由来する。</p> <p>1925年設立のドイツの国営造船所 Deutsche Werke (DWK) は、第二次世界大戦後に解体され、そのエンジン部門は 1948年に「Maschinenbau Kiel GmbH」となった。同社は、DWKのいくつかの工場を引き継ぎ、MaKブランドの船用エンジン、機関車エンジン、トラック用エンジンを製造していた。</p> <p>1990年代には、上記3部門がそれぞれ異なる企業に買収された。船用エンジン部門 Krupp MaK Maschinenbau GmbH は、1997年に米国 Caterpillar Inc.に買収され、同社の完全子会社 MaK Motoren GmbH となった。</p> <p>エンジンメーカー MaK Motoren GmbH は、2000年に現在の Caterpillar Motoren GmbH &amp; Co. KG に社名を変更し、社名から「MaK」は消えたが、Caterpillar Inc.の中速エンジンのブランドネームとしての「MaK」は残った。</p> <p>Caterpillar Inc.は、MaKブランド及び Catブランドを持つ船用部門を「Caterpillar Marine」と総称し、その販売部門である Caterpillar Marine Power Systems は、ドイツ・ハンブルクに本拠地を置いている。</p> <p>Caterpillar Inc.は、2012年以來、IC活動の一環としてブランドネームの統一化を図っている。</p>	

## 親会社 Caterpillar Inc.

1925年創業の Caterpillar Inc.は、米国イリノイ州ディアフィールドに本社を置く多国籍企業で、95,400人を雇用し、総売上げは385億ドル（2016年）である。同社は、建設機械及び鉱業機械、ディーゼル及び天然ガスエンジン、並びに産業用ガスタービンエンジン分野における世界最大の製造会社の一つである。

同社の事業は、建設産業、資源産業、エネルギー・輸送の3部門に分かれている。

Caterpillarは、子会社別の財務情報を公開しておらず、Caterpillar Marineの業績はエネルギー・輸送部門に含まれているため、船用エンジン部門単体の業績は不明である。

## 製品

現在、Caterpillar Marineは、主機としては出力1,020～16,800kW、発電機としては970～15,360kWeのディーゼルエンジン、ガスエンジン、DFエンジンの設計、開発、製造を行っている。

Mak及びCatブランドの船用エンジンは、クルーズ船、フェリー、コンテナ船、貨物船、オフショアサプライ船、浚渫船、タグボート、河川船、タンカー、砕氷船、漁船等幅広い市場を対象としている。

船用市場以外では、陸上発電、陸上及びオフショアのガス石油産業等も対象としている。

## 販売・サービス

MaK及びCatブランドの船用エンジンの販売とサービスは、ハンブルクのCaterpillar Marine Power Systems (CMPS)が行っている。

全世界に2,100社以上のディーラーを持つ。

## 販売実績

MaKとCatブランドのエンジンは、中速ディーゼルエンジン市場では高い競争力を持ち、船用、石油ガス産業用、陸上発電用のエンジンの販売総数は10,000基以上に上る。

## 新規受注

2017年にCaterpillar Marineが発表した主な新規受注は、以下のとおりである。

- 3月、Jiangsu Haixin shipyardで建造される世界最大級の4,200m<sup>3</sup>型浚渫船向けに、C280-8型主機2基、Cat MTA727型アジマススラスタを含む推進システム一式をパッケージ受注。

- 3月、ベルギーJan De Nul Group の 3,500m<sup>3</sup>型浚渫船 3 隻向けに、SCR システムを搭載した Cat 3500E 型エンジンを受注。
- 11月、米国ヒューストンの Harbor Docking and Towing の新造タグボート 2 隻向けに、3512E 型主機、C18 型及び C7.1 型発電機、軸系統、MTA 628 型アジマスプロペラ、統合制御システム等を含む統合ハイブリッド推進システムをパッケージ受注。

#### 競合他社

Caterpillar Marine の主な競合企業は、Cummins Inc.、Rolls-Royce Power Systems、GE Oil & Gas、GE Power、Deutz AG、Wärtsilä である。

#### 製造拠点

Caterpillar Marine のエンジン製造拠点は、ドイツに 4 か所（キール、ロストック、ヘンシュテット＝ウルツブルク、ハンブルク）、米国マイアミ、中国安慶市と順徳区、ブラジル・ピラシカバの 8 か所である。技術センターはキールにある。

#### 新製品、型式承認、研究開発

2016 年 12 月、Caterpillar Marine の船隊管理ツールであるアセット・インテリジェンス・ソフトウェア「Cat AI」は、DNV GL の型式承認を取得した。2017 年 11 月には、2019 年～2020 年に竣工する Stena Line の新造船隊に「Cat Asset Intelligence」システムを搭載する契約を締結した。

2017 年 5 月、Caterpillar Marine は、ドイツ・キールにガスエンジン用の LNG 試験台を開設した。40 フィートのガスタンクとガス処理システムを持つ試験台は、ハンブルクの Marine Service GmbH が開発、製造した。試験台は、ガスエンジンの研究開発の他、顧客のガスエンジン取扱いのトレーニングにも使用される。

9 月、Caterpillar Marine は、Caterpillar Innovation & Technology Development Division (ITDD) と共同で、ブリッジ・インターフェイスからプロペラまでを統合した完全統合型推進システム「Cat Marine Advanced Variable Drive (AVD)」を開発中であると発表した。

11 月には、船舶に搭載された複数のエンジンの燃料消費を最少化する新エネルギー管理システム「Multi-Engine Optimizer (MEO)」を発表した。

同じく 11 月、SCR システムを搭載した MaK M25E 型中速エンジンが、DNV GL の IMO NOx 3 次規制適合の型式承認を取得した。

## 1-2. プロペラ、ラダー、推進システム

会社名	SCHOTTEL GmbH																			
住所・連絡先	Mainzer Straße 99 D-56322 Spay/Rhine Germany			Tel +49 (0)26 28 61 0 Fax +49 (0)26 28 61 300  <a href="http://www.schottel.de">http://www.schottel.de</a>																
業務内容・製品	プロペラ及び各種推進機、並びにラダーシステムの開発、製造、販売  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、サイドスラスタ、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、潮力発電装置、防食性塗料、シールリング																			
会社実績	<p>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 6,000kW 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。</p> <p>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 1,000 人、全世界で 1,300 人を超える従業員を持ち、世界に 14 か所の販売・サービス拠点と 100 社以上の代理店網を展開している。</p> <p>同族企業である SCHOTTEL は、詳細な財務情報や経営情報を公開しておらず、また、2018 年 2 月時点において 2016 年～2017 年期の業績は発表されていないが、2015 年の売上は、過去最高を記録した 2014 年の 3 億 4,300 万ユーロから 9%減の 3 億 1,400 万ユーロである。</p> <p style="text-align: center;">SCHOTTEL の売上推移（単位：百万ユーロ）</p> <table border="1" data-bbox="520 1435 1372 1509"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010年</th> <th>2011年</th> <th>2012年</th> <th>2013年</th> <th>2014年</th> <th>2015年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>売上</td> <td>250</td> <td>230</td> <td>313</td> <td>309</td> <td>343</td> <td>314</td> </tr> </tbody> </table> <p>2017 年の主な新規受注と進行中のプロジェクトは、以下のとおりである。</p> <p>1 月、ドイツ Briese Group が建造する多目的船 4 隻向けに、可変ピッチプロペラを受注。設計企業 Groot Ship Design と共同で CFD シミュレーションによる最適化を行い、3.7%の燃費削減を実現した。</p> <p>3 月、ノルウェー造船所 Ulstein Verft が建造するオフショア建設船「Island Venture」向けに、SCHOTTEL Combi Drives「SCD 710」3 基を受注。</p> <p>3 月、オーストラリア Fortescue Metals Group (FMG) がベトナム Damen Song Cam Shipyard で建造するタグボート 6 隻向けに、</p>							2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	売上	250	230	313	309	343	314
	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年														
売上	250	230	313	309	343	314														

SCHOTTEL ラダープロペラ「SRP 430 FP」18 基を受注。カナダ Robert Allan の設計のタグボート「Advanced Rotortug」船型の推進システムにおいて、SCHOTTEL は、非常に高い市場シェアを持つ。

9 月、ドイツ Personenschiffahrt Josef Schweiger がドイツ Stahlbau Müller で建造するディーゼル電気推進のドナウ川クルーズ船「Renate」向けに、ポンプジェット「SCHOTTEL Pump Jet」3 基を受注。

12 月には、中国連雲港市 Lianyungang HB が Lianyungang Hongyun で建造中のタグボート向けに、定格出力 2,794kW の大型ラダープロペラ「SRP 560」を受注。船舶の大型化に伴い、港湾タグボートにも高出力が求められている。

同じく 12 月には、フィンランドの調査船にポンプジェット「SPJ 132 RD」をレトロフィットするプロジェクトを行っている。

#### 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ーの売上が、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ーは、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) が特にその要求を満たしている。SCHOTTEL は、この分野での地位を確立することを主要戦略の一つとしている。

#### 新製品・新技術

2016 年 5 月、SCHOTTEL は、高効率で信頼性の高い新型高トルク・ギアボックス「HTG」を搭載した「SCHOTTEL EcoPeller (SRE)」を発表。2015 年に発表された SRE は、ラダープロペラに内蔵された電動機「SCHOTTEL SCD」の設計概念を基礎とし、効率化したスラスターである。出力は 1,000~5,000kW で、どの機種も固定ピッチ、可変ピッチのバージョンがある。2017 年 5 月時点で、既にノルウェーのフェリー船社 2 社のフェリー 8 隻向けに、受注を獲得している。また、「HTG」ギアボックスは、2017 年 12 月にドイツの Ludwig Bölkow 技術賞を受賞した。

2017 年 6 月には、水中での搭載が可能な新型スラスター「Rudderpropeller SRP 800 U」を発表した。出力 5.5MW の大型スラスターは、その活動海域や船体サイズによりドックでの作業が難しい大型オフショア船、リグの他、ケーブル敷設船、オフショア建設船、

クレーン船を主な対象市場としている。

7月には、SCHOTTEL が特許を持ち、2015年6月に発表した防食性能が高く環境に優しい高性能コーティング「SCHOTTEL ProAnode」で塗装された初のラダープロペラが、ロシアの船舶に搭載された。

また、Astilleros GONDAN で建造されるノルウェーStatoil 向けの、欧州初の LNG 燃料 DF エンジン駆動のタグボート「DUX」は、経済性の高い SCHOTTEL の新型ノズル「VarioDuct SDV45」を搭載したスラスター「SCHOTTEL Rudderpropellers Type SRP 630 CP」2基で駆動される。加えて、船首部には、サイドスラスター「SCHOTTEL Transverse Thruster Type STT 170 FP」が搭載される。

新型ノズル「VarioDuct SDV45」を搭載した SCHOTTEL Rudderpropeller は、フランス Louis Dreyfus Armateurs Group の洋上風力発電施設サービス船向けの受注も決まっている。

2016年8月、SCHOTTEL の新型シールリング・システム「LEACON」が、船級協会 DNV GL の型式認証を取得。潤滑油を使用せずに米国海域での使用が可能である。

#### 潮力発電市場

SCHOTTEL は、近年新たな市場として潮力発電分野に力を入れており、2014年には、潮力発電ビジネスを専門に行う新子会社「SCHOTTEL HYDRO GmbH」を設立した。

SCHOTTEL HYDRO は、潮力発電タービン、セミサブ・プラットフォーム、及びタービンハブやドライブ等の関連部品を提供している。

同社は、子会社として、英国 TidalStream Ltd. (TSL) 及びカナダ Black Rock Tidal Power (BRTP) を保有している。

2013年以来、SCHOTTEL は、英国 Sustainable Marine Energy (SME) が英国ワイト島沖に建設する潮力発電実験プラットフォーム「PLAT-O」向けに、潮力発電タービンを提供している。

続いて2014年7月には、カナダの子会社 Black Rock Tidal Power Inc. (BRTP) が、ファンディ湾で Tidal Stream Ltd. が建設する潮力発電実験プラットフォーム「Triton」向けに、STG タービン合計36基を設置する計画を発表した。しかしながら、2017年12月には、プロジェクトの規模縮小が報道されている。

2015年7月には、スコットランド北部における世界最大の潮力発電プロジェクト「MeyGen」で使用される、Atlantis Resources と Lockheed Martin 設計の AR1500 タービンの可変ピッチ・ハブを受注した。AR1500 タービンは、出力 1.5MW、直径 18m である。SCHOTTEL HYDRO は、直径 2.4m、重量 35 トンのハブを供給する。

2016年2月には、英国 Sustainable Marine Energy (SME) がオークニー諸島沖に建設するプラットフォーム向けに、タービン「SCHOTTEL Instream Turbines (SIT)」16基を受注した。

2016年5月には、2015年12月より SCHOTTEL と共同技術開発を行っている、スウェーデンの洋上エネルギー企業 Minesto が開発したタービンのプロトタイプを受注した。

11月、Perpetuus Tidal Energy Centre (PTEC) は、英国ワイト島沖の 30MW 級潮力発電プロジェクトに関して、潮力タービン製造大手である SCHOTTEL HYDRO 及び TOCARDO Tidal Turbines との長期的パートナーシップを発表した。プロジェクトは、2020年にフル稼働が予定されている。

2017年11月、SCHOTTEL HYDRO の出力 280kW のタービンシステムを搭載した、Sustainable Marine Energy の浮体式潮力発電プラットフォーム「PLAT-I」が、スコットランドのコネルで完成した。今後、「PLAT-I」は、解体され、シンガポール ENVIROTEK のフィリピンプロジェクト向けに輸送される。

#### 製造拠点

SCHOTTEL は、現在、ドイツ国内2拠点（本社 Dörth 新工場及び Wismar）及び中国蘇州の 100%子会社で、スラスターとプロペラの製造を行っている。

ドイツ本社所在地 Spay 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、2012年8月に本社に近い内陸部 Dörth のビジネスパークに9ヘクタールの工業用地を購入し、2015年夏には4,500万ユーロを投資した敷地面積 23,000m<sup>2</sup>の新工場が稼働した。新工場の従業員数は290人である。新工場では、大型スラスターの製造を行い、SCHOTTEL の生産能力は約30%増加した。

本社工場の空きスペースは、主にサービス・修理部門が使用することとなり、2016年1月に2,200m<sup>2</sup>の新施設が稼働した。

また、Wismar の生産施設は、2015年7月に近代化を開始し、2016年6月に新修理サービス施設「Service Center North」を開設した。中国蘇州の工場とサービス設備も拡張を行っている。

さらに、2014年に買収した子会社 HW Elektrotechnik の4,200m<sup>2</sup>の新工場では、SCHOTTEL 船用推進システム向けの電気部品の製造を行っている。

#### 設備・研究開発投資

2011年にドイツの SCHOTTEL 本社所在地に開設された 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造船所の複雑化する設置作業



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。2014年には、トレーニング用のTransas社製シミュレーターを新たに導入した。

2016年11月、SCHOTTELは、エキスパート向けの柔軟性の高い新トレーニングプログラムの提供を開始した。

#### 販売・サービス網の拡大

SCHOTTELは、海外販売・サービス網の充実と拡大を続けている。2013年10月には、同社の1954年以来のノルウェー代理店であるFrydenbø Power ASの株式33%を買収し、同社は、「Frydenbø SCHOTTEL Nordic AS」と社名を変更した。Frydenbø Power ASの親会社であるFrydenbø Industriは、2007年にSCHOTTELの株式15.4%を取得しており、両社の関係は深い。Frydenbø SCHOTTEL Nordic ASは、既にSCHOTTELが優位を持つフェリー、タグボート市場に加え、ノルウェーのオフショア市場におけるビジネスを促進する。

2013年10月、SCHOTTEL Inc. USAは、米国ルイジアナ州に新サービス拠点を開設した。これは、米国市場のSCHOTTEL製品の増加に伴うもので、新拠点では大型プロペラ製品のサービスも可能である。

同じく10月には、オーストラリアのフリーマントルに新子会社SCHOTTEL Australiaを開設した。

2015年2月には、コロンビアCartagena de Indiasに新子会社SCHOTTEL de Colombiaを開設した。

同5月、SCHOTTELはサービス機能の強化を目指し、サービス部門に「オートメーション・システム技術部門」、「国際修理部門」の2部門を新たに設立した。

2016年2月には、カナダのケベックに新販売・サービス子会社を設立した。

2016年3月、SCHOTTELは、顧客サービスの改善を目指し、アフターセールス部門とシステム技術部門を統合し、After-Sales Service部門とした。新部門には120人の専門技術者が所属する。

2017年5月には、ノルウェーに新販売子会社SCHOTTEL Norway ASを設立した。既存のノルウェーを拠点とするFrydenbø SCHOTTEL Nordic ASは、今後アフターセールスサービスに集中する。

#### 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。SCHOTTEL

	<p>は、同社の製造設備の拡張を計画している。</p> <p>また、2011年には、英国 TidalStream Ltd.を買収。SCHOTTELは、成長が期待される新市場である潮力発電分野に進出した。2012年には、両社が共同で開発した潮力発電システムを発表し、2013年には、初受注を獲得した。</p> <p>2014年7月には、SCHOTTELの長年のシステムサプライヤーであるドイツ HW Elektrotechnik GmbH を買収した。この買収は、自社ノウハウの保護と品質維持のために、できる限り自社内で製品製造を行うという SCHOTTEL の戦略の一部である。</p> <p>2015年～2017年では新たな企業買収の発表はない。</p>
--	--

会社名	Becker Marine Systems GmbH&Co. KG	
住所・連絡先	Blohmstr. 23 21079 Hamburg Germany	Tel +49 (0)40 241990 Fax +49 (0)40 2801899  <a href="http://www.becker-marine-systems.com/">http://www.becker-marine-systems.com/</a>
業務内容・製品	<p>ラダー、プロペラノズルの製造・販売 陸上電力供給システム、船用バッテリーシステムの開発・販売</p> <p>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ダクト、コルトノズル、Mewis Duct® Twisted（旧名 Twisted Fin）</p> <p>LNG ハイブリッド・バージ、LNG PowerPacs、小型バッテリーラック COBRA</p>	
会社実績	<p>Becker Marine 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。</p> <p>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。</p> <p>また、同社は、世界ネットワークを拡大し、2003年には中国に拠点を設立し、現在では、ドイツを含めノルウェー、韓国、シンガポール、米国、中国（3か所）に8拠点、その他諸国に19の代理店を持つ。2017年には、神戸に支店を開設した。</p> <p>2018年2月現在の従業員数は、全世界で約230人、うち120人はハンブルク本社勤務である。</p> <p>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ひとつである。</p> <p>また、2009年に発表された「Mewis Duct」と呼ばれる付加装置は、プロペラ前方に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て高い推進力が得られる。同社測定の結果、この製品は、燃費9%向上、NOx及びCO<sub>2</sub>の削減に成功している。売上は非常に好調で、2013年初めには受注実績500基、2014年末には800基、2015年6月には1,000基を達成した。その約50%はレトロフィット需要である。同社は、今後も年間200基程度の新規受注を見込んでいる。</p> <p>新事業としては、2011年には代替エネルギー部門を設立、浮体式LNG</p>	

発電施設「Hummel LNG Hybrid Barge」を開発し、2015年以來、ハンブルク港に停泊中のクルーズ船に電力を供給している。

同社は、財務情報を公表していないが、2014年度の売上は前年比20%増であると発表している。2018年2月現在のBecker Marine製品の納入実績は、8,000隻以上を超える。

2017年の新規受注としては、以下のような例がある。

- 米国 Genco Shipping & Trading のばら積み船向けに Becker Mewis Duct を受注。同社は、過去4年間でばら積み船16隻に Mewis Duct を搭載している。
- デンマーク DFDS が中国 Jinling Shipyard で建造する大型 RORO 船2隻向けに、Becker Flap Rudder Twisted を受注。
- ノルウェー Arkhangelsk Trawl Fleet がロシア Vyborg shipyard で建造中のトロール船4隻向けに、漁船向けに特別設計された新型 Becker Flap Rudder を受注。
- ノルウェー Frontline が中国 New Times Shipbuilding で建造する158,000DWT型タンカー2隻向けに、Becker Mewis Duct Twisted を受注。
- 10月、南日本造船で建造される内航フェリー向けに、Becker Twist Rudder を受注。三菱重工下関造船所で建造される1隻を含む同船型フェリー4隻向けにも、Becker Twist Rudder を受注済み。
- 11月、サウジアラビア Bahri が建造する319,000DWT型VLCC5隻向けに、Becker Mewis Duct をシリーズ受注。
- 12月、ギリシャ Kyklades Maritime が韓国 Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering で建造中の115,000DWT アフラマックス型タンカー5隻向けに、Becker Mewis Ducts と Becker Twist Rudders をパッケージ受注。このダクトとラダーのパッケージは、「Becker Performance Package (BPP)」と呼ばれる。

#### 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」(現 Becker Mewis Duct® Twisted) 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。2013年に発売された同製品は、Becker Marine の主力製品の一つとなっている。

2014年の新製品としては、統合ラダー・バルブ「Becker Bulb Rudder」を発表した。同製品の使用により、燃料消費量が4%削減されるとしている。実船実験では、「Mewis Duct」と組み合わせた場合には、8%の削減を達成した。

また、アジマススラスタの代わりとなる高効率でシンプルな設計の「Becker Steerable Nozzle」を開発中である。

2016年9月には、リチウムイオン電池を用いた低コスト小型バッテリー装置「Compact Battery Rack (COBRA)」を発表した。2017年夏に納入を開始した。

#### 製造拠点

これまで Becker Marine は、自社工場を持たず、2003年以来、中国南京の Luzhou Machinery Works がラダーシステムの製造を担当していた。同工場の製造実績は400基以上である。

2010年に発売した Mewis Duct の大きな成功を受け、2013年、Becker Marine は、中国江蘇省鎮江市に新製造拠点「Becker Marine Systems JiangSu Co., Ltd.」の設立を発表した。2014年に稼働した新工場は、約80人を雇用し、年間約120基の Mewis Duct と Twisted Fin の製造能力を持つ。Mewis Duct の大部分は、中国で建造される船舶に搭載されている。Becker Marine は、更に生産を拡大する計画である。

#### 研究開発

2012年、Becker Marine は、AIDA Cruises とともに、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、環境負荷の少ない全長74メートルの LNG ハイブリッド・バージの共同開発プロジェクトを開始した。2013年12月には、プロジェクト子会社 Hybrid Port Energy of Hamburg が、スロバキアの造船所に同バージの建造を発注した。

2014年夏に「HUMMEL」と命名された同 LNG ハイブリッド・バージは、2015年6月に浮体式 LNG 発電施設としてハンブルク港で稼働を開始し、第1号船「AIDA Sol」に7.5MWの電力を供給した。「HUMMEL」は、順調に稼働しており、2016年7月時点で40MWh以上の電力を供給している。

2015年10月には、オランダ KOTUG 向けに LNG ハイブリッド・バージを受注した。LNG ハイブリッド・バージは、2017年6月に、ロッテルダム港に停泊中のクルーズ船への電力供給を開始する予定である。

LNG ハイブリッド・バージの環境性は、世界で高く評価され、「Seatrade Cruise Award」「GreenTec “Travel“ Award」、「Baltic Clean Sea Maritime Award」、「German-Norwegian Business Award」を受賞している。

会社名	VOITH Turbo GmbH & Co. KGaA	
住所・連絡先	Alexanderstrasse 2 89522 Heidenheim Germany	Tel +49 (0)7321 37 0 Fax +49 (0)7321 37 7000  <a href="http://voith.com">http://voith.com</a>
業務内容・製品	推進システム及びブレーキシステムの開発、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	<p>Voith Turbo は、ドイツ南部のハイデンハイムに設立された Voith (1867 年 1 月 1 日創業) を構成する企業の一つである。2017 年には、創業 170 周年を迎えた。</p> <p>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等の製造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、タービン用调速機を製造し、水力発電産業へと進出し、第一次世界大戦 (1914 年～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。</p> <p>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。グループ全体の売上は 42.23 億ユーロ (2016 年 10 月～2017 年 9 月、前年度：42.52 億ユーロ) である。世界約 60 か国に 270 以上の拠点を構え、総従業員数は 19,045 人 (前年度：19,098 人) である。従業員の 40%はドイツで雇用されている。</p> <p>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 100%保有しており、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。</p> <p>2015 年 2 月、Voith は企業再編の一環として、コアビジネスである技術エンジニアリングに集中する戦略を発表し、Voith Industrial Services の売却を決定した。</p> <p>Voith GmbH は、製紙業向け機械を製造する Voith Paper、水力発電所向け装置を製造する Voith Hydro、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、及び 2016 年 4 月に新設された自動化、デジタル化、IT、センサー、アクチュエーター技術を担当する新部門 Voith Digital Solutions の 4 部門で構成されている。</p>	

## VOITH Turbo

Voith の動力部門である Voith Turbo の従業員数は、5,729 人（2016 年、前年：6,254 人）、Voith 全社の 30%を占める。

### VOITH Turbo の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2012/13 年	2013/14 年	2014/15 年	2015/16 年	2016/17 年
売上	1,500	1,409	1,470	1,397	1,283
受注高	1,436	1,505	1,467	1,247	1,344

注：同社の会計年度は 10 月～翌年 9 月末

2017 年 12 月に発表された Voith Group の 2016 年～2017 年度年次報告書によると、同年度の Voith Turbo の売上は、前年比 8%減の 12 億 8,300 万ユーロとなった。グループの売上に占める割合は、前年比 2%減の 31%である。受注高は、発電所向けの大型受注 2 件により、前年比 8%増の 13 億 4,400 万ユーロとなった。

船用部門のビジネスは、引き続き低迷する新造船市場の影響を受けたが、タグとフェリー市場は比較的好調であった。

2016 年 11 月には、成長が見込まれる中国市場向けに、上海に新製造拠点を開設した。

### 船用部門

Voith Turbo の船用部門である Voith Turbo Schneider Propulsion 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）を始めとする 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。

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、同船型は世界の 145 港湾に 860 隻以上の納入実績がある。

VSP は、船舶の横揺れを軽減する効果が高く、近年では、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）向けのスラスターの需要である。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・スラスターを市場投入している。

2015 年の主な新規受注は、以下のとおりである。

2 月、スコットランド政府所有の Caledonian Maritime Assets Ltd. (CMAL) がグラスゴーのファーガソン造船所で建造中のハイブリッド型フェリー向けに、「VSP 16R5 EC/90-1」2 基を受注した。同船は、Voith が CMAL から既に受注した 2 隻のハイブリッド型フェリーの姉妹船である。

5月、エジプトのアレキサンドリア港湾局向けにタグボート「Voith Water Tractors (VWT)」4隻を受注。2隻は「VSP 28R5/210-2」2基、もう2隻は「VSP 26R5/195-2」2基でそれぞれ駆動される。12月には、VWTを4隻追加受注し、受注合計は13隻となった。アレキサンドリア港湾局は、1989年以来VWTを利用している。

6月、北アイルランド政府がリバプール Cammell Laird で建造する全長 38.20m の両頭型フェリー「MV Strangford」向けに、「VSP 16R5 EC/120-1」2基を受注。船齢 45 年の旧「MV Strangford」も VSP を装備していた。

7月、中国上海海洋大学の全長 81.6m、最大速力 15 ノットの漁業調査船向けに、「VSP 28R5 ECS/234-2」2基を受注。

12月、スペイン Boluda Corporación Marítima の子会社であるタグボート船社 Boluda Towage and Salvage 向けに、Robert Allan Ltd.設計の全長 31.57m の多目的タグボート「Voith Water Tractor」2隻を受注。スペイン造船所 Astilleros Zamakona Pasaia が建造する。今回の受注を含め、10隻の建造が予定されている。

2016年～2017年の新規受注の情報は発表されていない。

#### 新製品

2012年9月、Voith Turbo 船用部門は、燃料消費量が大幅に少ない新推進システム「Voith Linear Jet (VLJ)」を発表した。2013年には、英国のハイブリッド型フェリー2隻とオフショア補給船に搭載された。

また、同時にリム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。

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。

2014年9月には、オフショア支援船、タグボート向けに、軽量、高効率でメンテナンスが容易な新型 Voith Schneider Propeller (VSP) 「VSP34」を発表した。

2016年～2017年には、船用部門の新製品は発表されていない。

#### 研究開発

2016年～2017年度の Voith 全社の研究開発支出は、売上の約 4.9%に相当する 2億 2,400万ユーロ (昨年度: 4.9%、2億 800万ユーロ) であった。部門別の研究開発予算は発表されていない。全社的な研究開発戦略



は、デジタル技術とコネクタビリティを活用し、付加価値の高い製品を開発することである。

2015年～2016年度には、Voith Turbo 内の 2 部門である Industry 部門と Mobility 部門の研究開発機能が一元化された。その狙いは、知識の共有によるシナジー効果である。

舶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、船体と Voith シュナイダープロペラ (VSP) の相互作用の最適化である。

また、2014 年、Voith Schneider Propeller (VSP) で駆動される潮力発電タービン設置船の新船型「High Flow Installation Vessel (HF4)」を開発した。

会社名	Siemens AG Process Industries and Drives Division Marine	
住所・連絡先	Siemens AG Process Industries and Drives Division Marine Lindenplatz 2 20099 Hamburg, Germany	Tel +49 (69) 797 6660 (代表)  E-mail: <a href="mailto:marine@siemens.com">marine@siemens.com</a>  <a href="https://www.industry.siemens.com">https://www.industry.siemens.com</a>
業務内容・製品	船用電気系製品・システムの設計、開発、製造、販売  推進制御システム、スラスター制御システム、動力管理システム、統合自動化システム、周波数変換装置、配電盤、発電装置、電動機、排熱回収装置	
会社実績	<p>1847年に電報装置のメーカーとして創業したドイツの <b>Siemens</b> (本社：ベルリン、ミュンヘン) は、欧州最大の工業製造コングロマリットである。子会社を含め、世界 200 か国・地域で 377,000 人を雇用し、2017 年度 (2016 年 10 月～2017 年 9 月) の売上は 830 億ユーロである。</p> <p>同社の主要工業部門は、電力&amp;ガス、発電サービス、エネルギー管理、建設技術、モビリティ、デジタルファクトリー、プロセスインダストリー&amp;ドライブで、製品は、発電装置、工業機械、駆動装置、自動化装置、医療機器、電車、浄水装置等多岐にわたる。その他、再生可能エネルギー、ヘルスケア、金融サービス等の戦略的ユニットを持つ。</p> <p>船用関連ビジネス：Siemens Marine</p> <p>Siemens の船用関連ビジネス「Siemens Marine」は、プロセスインダストリー&amp;ドライブ部門に分類される。同部門は、駆動、測定、制御、最適化に関する製品、ソフトウェア、ソリューション、サービスを提供しており、対象産業は、石油・ガス、造船、鉱業、ファイバー、化学、食品・飲料、薬品等である。</p> <p>Siemens は、部門毎の財務情報の詳細は公表しておらず、船用ビジネスの業績は不明である。</p> <p>船用製品・システム</p> <p>Siemens の部品、製品、技術は、他の船用メーカーの多様な船用機器に組み込まれているが、現在、Siemens がシステムとして提供している主な製品は、バッテリー推進システム「BlueDrive PlusC」、ポッド型推進システム「SISHIP eSiPOD」、小型船用電気推進システム「EcoProp」、監視制御システム「IMAC」、Flender ギアボックス、</p>	

	<p>駆動装置「Drive LV」及び「Drive MV」、軸発電装置「SGM」、船隊管理システム「EcoMAIN」、排熱回収システム「WHRS」、PEM 燃料電池等である。</p> <p>「SISHIP」は、Siemens の民間船向け船用ブランドである。艦艇向けには「SINAVY」ブランドを展開している。</p> <p>バッテリー推進システム</p> <p>近年、Siemens Marine は、環境性の高い駆動技術であるバッテリー推進ソリューションに焦点を当てている。</p> <p>Siemens は、ノルウェーNorled の世界初のリチウムイオン電池駆動の電気推進フェリー「Ampere」向けに電気推進システム「BlueDrive PlusC」を受注した。同システムには、バッテリー、操船システム、スラスター制御システム、エネルギー管理システム、統合アラームシステムが含まれる。同船は 2015 年 5 月に就航した。</p> <p>同船の成功に続き、フィンランド FinFerries がポーランド Polish shipyard CRIST S.A で建造したフィンランド初のバッテリー推進フェリー「Elektra」向けにも、同様の電気推進・制御システム一式をパッケージ受注した。同船は 2017 年 6 月に就航した。</p> <p>2016 年 11 月には、ノルウェーFjord1 から新造電気推進フェリー 2 隻向けのソリューションをパッケージ受注した。2019 年に就航予定である。</p> <p>また、ノルウェーSalmar Farming AS がノルウェーØrnli Slipp で建造した養殖場作業船向けにも、同様のシステムをパッケージ受注している。同年 2017 年 2 月に竣工した。</p> <p>研究開発</p> <p>Siemens の 2017 年度の研究開発予算は、売上の 6.2%に相当する 52 億ユーロであった。部門毎の予算は公表されていない。</p> <p>船用ビジネスが属するプロセス産業&amp;駆動部門全体の優先課題は、情報通信技術の統合によるデジタル化の促進及びエネルギー効率の改善による燃料消費量と環境負荷の低減である。</p>
--	---

会社名	ABB (Marine & Ports)	
住所・連絡先	ABB Ltd. (本社) Affolternstrasse 44 CH-8050 Zürich Switzerland	Tel + 41 43 317 71 11 Fax + 41 43 317 44 20  <a href="http://new.abb.com/marine-ports">http://new.abb.com/marine-ports</a>
業務内容・製品	<p>船用電気系製品・システムの設計、開発、製造、販売 統合オペレーションセンターの運営</p> <p>Azipod 推進システム、過給システム、制御システム、自動化システム、燃料電池</p>	
会社実績	<p>ABB Group (本社：スイス・チューリッヒ) は、動力及びオートメーション技術のグローバルリーダーである。134,800 人を雇用し、世界 100 国でビジネスを展開している。</p> <p>同社は、1988 年に、スウェーデンの動力、鉱業、鉄鋼企業 Asea AB (1883 年創業) と、スイスの電気エンジニアリング企業 Brown Boveri (1891 年創業) の対等合併により誕生した、ABB Asea Brown Boveri Ltd. が母体となっている。</p> <p>同社が 2018 年 2 月 8 日に発表した 2017 年連結決算によると、2017 年の売上は、前年比 1% 増の 343 億 1,200 万ドルである。</p> <p>同社の 4 事業部門は、電化製品、ロボティクス&amp;モーション、産業オートメーション、電力網である。</p> <p>船用関連ビジネスは、産業オートメーション部門内の「ABB Marine&amp;Ports」に含まれる。「ABB Marine&amp;Ports」単体の財務情報は公表されていない。</p> <p>また、ABB の過給機ビジネスは「ABB Turbocharging」が担当している。船舶、石油ガス産業、電車、発電、大型オフハイウェイ車両の出力 500kW~80MW 超のディーゼル及びガスエンジン用の過給機の販売実績は、20 万基以上に上る。ABB Turbocharging は、50 か国以上に約 100 か所のサービス拠点を持つ。</p> <p>ABB の船用主力製品は、ポッド型電気推進システム「Azipod」である。大型クルーズ船、砕氷船、砕氷型貨物船の約 3 分の 2 は Azipod を搭載している。</p> <p>新規受注</p> <p>2017 年に ABB が発表した主な新規受注は以下のとおりである。</p> <p>1 月、香港 Genting Hong Kong がドイツ MV WERFTEN で建造する Crystal Cruises のメガヨット 3 隻と Star Cruises の 204,000</p>	

総トン型クルーズ船 2 隻、計 5 隻の向けに動力システム、Azipod 推進システム、制御システムをパッケージ受注。

3 月、BW Group が韓国大宇造船海洋で建造する FSRU 向けに、推進システムと制御システムを受注。システムのパフォーマンスデータは、センサーで ABB の陸上局 Collaborative Operations Centers に自動送信され、監視される。

5 月、デンマーク DFDS が中国で建造する RORO 船 2 隻向けに、軸発電機を受注。

6 月、カナダ沿岸警備隊の砕氷多目的船 14 隻のうち 10 隻の改造プロジェクトを受注。船舶が母港に停泊中に、駆動、制御システムの近代化とアップグレードを行う。

7 月、カナダバンクーバーのグローバルコンテナターミナルに停泊中の船舶への陸上電力供給設備を受注。

9 月、米国のホテルチェーン Ritz-Carlton が建造する全長 190m の豪華客船向けに、小型船向け電気推進システム「Azipod D」2 基を受注。Ritz-Carlton は、「Ritz-Carlton Yacht Collection」部門を設立し、2019 年に同船で高級クルーズ市場に参入する。

2017 年 10 月、ABB は、中国 Xiamen Shipbuilding Industry で建造されるフィンランド Viking Line の LNG 燃料のクルーズフェリー向けに、氷海仕様の「Azipod XO 2100」2 基を受注した。Azipod XO ユニットは、ヘルシンキで設計、製造される。

#### 新製品

2017 年 9 月、「ABB Ability™ Collaborative Operations」ソフトウェアに船内システムのメンテナンスの必要性を示す「フリート・インテリジェンス」機能を追加した。

12 月、2 ストロークエンジン用フレキシブル統合過給システム「FiTS2」を発表した。

#### 競合他社

ABB は、船用電気推進システムと過給システムでは業界 1 位の企業である。主な競合他社は、Siemens、Rolls-Royce、Honeywell である。

#### 研究開発

ABB Group 全社の研究開発予算は、売上の約 4.0%に相当する 13 億 6,500 万ドルである。

2017 年 5 月、ABB と OMT、GTT、Caterpillar Solar Turbines、CMA CGM と子会社 CMA Ships、DNV GL は、共同産業プロジェクト「PERFECt」の第 2 フェーズの成果を発表した。同プロジェクト

	<p>は、超大型コンテナ船（20,000TEU）に LNG 燃料ガス及び蒸気タービンのコンバインドサイクル発電（COGES）による電気推進システムを搭載することを目的とした、研究開発プロジェクトである。</p> <p>2017年11月には、米国 Royal Caribbean のクルーズ船に出力 100 kW の燃料電池を初搭載し、パイロット実験を開始した。ABB は、Ballard Power Systems の PEM 水素燃料電池「FCvelocity」、コントロール、コンバーター、トランスフォーマーを提供した。</p>
--	--

会社名	Mecklenburger Metallguss GmbH - MMG	
住所・連絡先	Teterower Straße 1 17192 Waren (Müritz) Germany	Tel: +49 (0) 39 91 - 73 60 Fax: +49 (0) 39 91 - 73 62 10  <a href="http://www.mmgprop.de">www.mmgprop.de</a>
業務内容・製品	<p>船用大型プロペラの設計、開発、製造、販売、遠心鋳造品の製造</p> <p>大型可変ピッチ／固定ピッチプロペラ、省エネキャップ、付属品 船用及び工業用遠心鋳造品（ベアリング、シリンダーライナー、ピストンリング、ハウジング等）</p>	
会社実績	<p>ドイツ北部ヴァーレンを本拠地とするプロペラメーカーMMGは、1871年にドイツ北東部ミューリッツ湖畔で操業した鉄工所「Maschinenbauanstalt」（機械製作所）が基礎となっている。</p> <p>東独時代にはソ連のみならず、世界の造船業を支える国営プロペラメーカーとして設備を拡大し、大型プロペラの製造を行っていた。</p> <p>同社は、東西ドイツ統一後に民営化され、1991年に現在の「Mecklenburger Metallguss GmbH」（MMG）に社名を変更した。当時の従業員数は170人、売上は約880万ドルであった。</p> <p>1992年に、旧東独造船所のほとんどを買収したドイツ最大の造船所 Bremer Vulkan AG に買収されたが、同造船所は1996年に倒産、1997年に閉鎖された。</p> <p>1999年、MMGは、旧東独の鉄鋼企業数社を買収したドイツ・エッセンの鉄鋼・工業持ち株会社 DiHAG Holding の子会社となった。同社は、財務情報及び詳細な企業情報を公開していない。</p> <p>製品</p> <p>コンテナ船、タンカー、ばら積み船、クルーズ船、サプライ船、艦艇向けの最大直径11.6m、150トンまでのプロペラ「MMG ESPRO」は、燃料消費量を10%削減する。</p> <p>省エネ型キャップ「MMG-escap」は、船舶のエネルギー効率を3%向上させる。既存プロペラへのレトロフィットも可能。</p> <p>ラダーメーカーVan der Velden Marine Systems と共同開発した省エネパッケージ「MMG-espac」は、プロペラとラダーの組合せを最適化し、燃料消費量を最大14%削減する。</p> <p>また、Schottel、Rolls-Royce、MAN Diesel &amp; Turbo SE、Scana Zamech 等他社と協力し、ポッド用、スラスタ用のカスタムメイドのプロペラを製造、提供している。</p>	

## 製造

同社のプロペラは、ドイツの本社工場で製造されている。2008年には、3,200万ドルを投資して設備の近代化を行った。その後も設備投資を行い、最新設備を持つ大型プロペラ製造拠点となった。設備投資総額は8,290万ドル（2015年時点）である。

プロペラ設計には、ハンブルク－ハーブルク工科大学と共同開発したアルゴリズムを使用し、2,000以上のオペレーティング・ポイントを考慮した厳密なシミュレーションが行われる。MMGは、この設計手法を「5Dマルチメディア設計」と呼んでいる。

400mの製造ホールを持つ工場は、最大直径11,600mm、160トンまでのプロペラの製造が可能で、年間14,000トンの製造能力を持つ。

最新設備を使用した製造工程においても、同社は、伝統的な職人技を重視しており、最大級プロペラでもエッジ等の重要部分は全て手作業で仕上げている。

同社の製造するプロペラの95%は、ドイツ国外、特に東アジア地域に輸出されている。従業員数は235人（2015年）である。

## 国外拠点

MMGは、中国に支店、日本、韓国、台湾、フランス、ギリシャ、クロアチア、トルコ、インド、ブラジルに代理店を持つ。

## 受注実績

同社は、大型プロペラでは世界のトップ企業である。特にコンテナ船市場では競争力が高く、Maerskの18,000TEU型コンテナ船20隻には、直径9.6m、重さ130トンのMMGの銅合金製プロペラが2基ずつ搭載されている。

2015年1月時点において、同社のプロペラ納入実績は2,400隻分、年間製造能力は約150基である。

同社の2014年のプロペラ納入実績は148基、2015年の受注残は160基、1億1,800万ドル相当であった。

## 研究開発

MMGは、ハンブルク－ハーブルク工科大学、ロストック大学、ハンブルク造船研究所、ポツダム試験水槽その他の研究機関と共同研究開発を行っている。



会社名	SkySails Group GmbH	
住所・連絡先	SkySails Group GmbH Luisenweg 40 20537 Hamburg Germany	Tel +49 (0)40 702 99 0 Fax +49 (0)40 702 99 333  <a href="http://www.skysails.info/">http://www.skysails.info/</a>
業務内容・製品	船舶用の牽引風の製造・販売、船舶性能管理システムの販売  船舶用の牽引風「SkySails System」、風力発電用風、船舶性能管理システム	
会社実績	<p>SkySails は、船用風力推進の実用化を目的に、2001 年に 3 名の技術者によってドイツ・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 年以來の総投資額は 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、及びドイツのエンジン・サービス企業 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。</p> <p>社名ともなっている 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 160m<sup>2</sup>の牽引風の稼動試験が実施された。</p> <p>2008 年初頭、同社は、Michael A 号及び Beluga Skysails 号を使用した通常航行业務中における 1 年半の試運転プログラムを發動し、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。</p> <p>また、2008 年 12 月には、米国 Caterpillar 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、ドイツ Zeppelin Power System 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 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 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ある。</p> <p>2009 年時点の 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 年～2010 年、同社は既存システム</p>	

の性能改良と大型化を行っている。2009 年末には、300m<sup>2</sup>の大型牽引帆 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船「Aghia Marina」に 320m<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。世界最大の SkySails 駆動船となる同船には、2013 年末時点で「SKS C 320」の新機種を搭載中である。

2011 年 10 月には、ドイツのソーラー電気推進船のメーカー 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ったが、その後の動向は発表されていない。

世界経済の停滞と貨物輸送の減少による新規投資の低迷から、SkySails のビジネスは低迷し、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。一方、2013 年 8 月には、元 Wärtsilä の戦略顧客担当マネージャーを営業・サービス担当マネージャーとして採用した。

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。

2013 年 5 月には、2013 年より新造船に義務付けられている IMO の EEDI (エネルギー効率設計指標) に、風力推進を含む新エネルギー効率向上技術が含まれることが決定された。EEDI は、海運の CO<sub>2</sub> 排出量削減を目的としている。SkySails は、風力エネルギーの利用は、運航コストの削減だけではなく、厳格化する IMO の環境規制を満たすものであるとしている。

2018 年 2 月現在、新規受注は発表されておらず、SkySails を搭載している船舶は、ドイツ WESSELS Shipping Company の貨物船「Theseus」と同じく、ドイツ Briese Schifffahrts の重量物運搬船「BBC SkySails」の 2 隻のみである。

#### 新事業・新製品

低迷する風力推進ビジネスへの対応策として、SkySails は、事業の多様化を行っており、現在は船用牽引帆部門 SkySails Marine 以外に、帆を利用した洋上風力発電部門 SkySails Power 及び船用管理システム部門を持つ。

2012 年には、運航効率をリアルタイムで測定し、運航者の意思決定を支援するソフトウェア・システム「Performance Manager」を発売した。

2013 年 4 月には、アイルランドのプロダクト/ケミカルタンカー

	<p>船社 <b>Ardmore Shipping</b> の高効率新造タンカー船隊向けに、同システムの初受注を獲得した。</p> <p>2015年4月、同じく船舶性能管理システム「<b>SEEMag</b>」を販売するドイツ <b>LEMAG</b> との提携を発表し、共同製品「<b>Vessel Performance Manager – V-PER</b>」を発売した。</p> <p>2016年2月現在、<b>V-PER</b> は、貨物船、コンテナ船、タンカー等既に200隻以上に搭載されている。</p> <p>新組織</p> <p>2016年3月、<b>SkySails GmbH</b> は破産申請をし、4月に解散したが、その後、<b>SkySails Group GmbH</b> として存続している。従業員数は40人である。</p> <p>同グループのビジネス部門は、<b>SkySails Marine</b>、<b>SkySails Yacht</b>、<b>SkySails Power</b>、<b>SkySails Marine Performance</b> の4部門である。</p> <p>2017年に新設された <b>SkySails Yacht</b> は、ヨット及びメガヨット向けの <b>SkySails</b> 帆を開発し、ビジネスに繋げる意向である。</p>
--	--

### 1-3. 荷役機械・甲板設備

会社名	Cargotec Corporation																																		
住所・連絡先	Porkkalankatu 5 FI-00180 Helsinki Finland		Tel +358 (0)20 777 4000 Fax +358 (0)20 777 4036  <a href="http://www.cargotec.com">http://www.cargotec.com</a>																																
業務内容・製品	<p>船用及びオフショア用荷役機械・甲板設備の開発、製造、販売</p> <p>ハッチカバー、クレーン、固縄システム、RORO 設備、バルク取扱設備、オフショア荷役設備、港湾荷役関連機材、ステアリング・ギア、コンプレッサー</p>																																		
会社実績	<p>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。</p> <p>Cargotec は、世界 100 か国に支店・代理店を持ち、うち 46 か国には自社社員を置いている。2012 年 10 月には、収益改善のために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が、企業買収により全社的な従業員数は増加し、2017 年末時点における総従業員数は、11,250 人（2016 年：11,185 人）である。</p> <p>2012 年に開始した事業再編の一環として、これまで独立してい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。</p> <p>Cargotec の 2015 年～2018 年の戦略的目標は、サービス分野におけるリーダーシップである。インテリジェントな荷役企業として、売上の 40%をサービスとソフトウェアから創出する。</p> <p>Cargotec が 2018 年 2 月 20 日に発表した 2017 年 1～12 月期年次報告書によると、2017 年の売上高は、為替差損の影響もあり、前年比 7%減の 32 億 8,000 万ユーロであった。Hiab の業績は比較的好調であったが、Kalmar と MacGregor が伸び悩んだ。</p> <p style="text-align: center;">Cargotec の業績推移（単位：100 万ユーロ）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2013 年</th> <th>2014 年</th> <th>2015 年</th> <th>2016 年</th> <th>2017 年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>受注高</td> <td>3,307</td> <td>3,599</td> <td>3,557</td> <td>3,283</td> <td>3,190</td> </tr> <tr> <td>期末受注残</td> <td>1,980</td> <td>2,200</td> <td>2,064</td> <td>1,783</td> <td>1,550</td> </tr> <tr> <td>売上</td> <td>3,181</td> <td>3,358</td> <td>3,729</td> <td>3,514</td> <td>3,280</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>92.5</td> <td>126.6</td> <td>230.7</td> <td>250</td> <td>226.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>2017 年の全社的な売上に占める各部門の割合は、Kalmar が 49%（2016 年：48%）、Hiab が 33%（同 30%）、MacGregor が 18%（同 22%）である。船用市場の不調により、MacGregor のシェアが更に</p>						2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	受注高	3,307	3,599	3,557	3,283	3,190	期末受注残	1,980	2,200	2,064	1,783	1,550	売上	3,181	3,358	3,729	3,514	3,280	営業利益	92.5	126.6	230.7	250	226.7
	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年																														
受注高	3,307	3,599	3,557	3,283	3,190																														
期末受注残	1,980	2,200	2,064	1,783	1,550																														
売上	3,181	3,358	3,729	3,514	3,280																														
営業利益	92.5	126.6	230.7	250	226.7																														

減少した。

#### 船用部門 MacGregor

Cargotec の船用部門である MacGregor は、MacGregor、Hatlapa、Porsgrunn、Pusnes、Triplex、Flintstone のブランドを持つ。

2017 年末現在、MacGregor の従業員数は、32 か国の約 70 事業所で 1,859 人（2016 年：2,256 人）である。従業員数の多い国は、ノルウェー、ドイツ、中国、スウェーデン、シンガポール、フィンランドである。

2017 年の業績は、引き続き船腹過剰による海運市況の低迷と新造商船の減少、船主による設備投資の減少、及びオフショア投資の減少等が影響して前年よりも更に悪化した。

売上は、機器、サービスとも不振で前年比 26%減の 5 億 7,600 万ユーロであった。売上に占めるサービス収入の割合は更に増加し、33%（2016 年：26%）となった。オフショア向けサービスは減少したが、商船向けは増加した。

新規受注も、前年比 5%減の 5 億 2,100 万ユーロであった。2016 年末時点の受注残も、前年比 19%減の 4 億 8,700 万ユーロと更に縮小した。新規受注の 4 分の 3 は商船向け、4 分の 1 がオフショア船向けである。

結果として、営業利益も、前年比 36%減の 1,150 万ユーロ（リストラコストを除く）、売上の 2.0%となった。

#### MacGregor の業績推移（単位：100 万ユーロ）

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
受注高	1,011	1,210	828	546	521
期末受注残	980	1,131	883	598	487
売上	794	1,034	1,139	778	576
営業利益	62.7	53.9	30.1	18	12

MacGregor が 2013 年に開始した「PlusPartner」概念は、船体設計の段階で顧客と協力し、個々の要素の荷役ニーズを把握してより効率的なソリューションを提供するという戦略である。荷役の効率化により、顧客はコスト削減が可能となり、同時に排出ガスも減少するというメリットがある。

2017 年の MacGregor の主な受注は、以下のとおりである。

1 月、ドイツ Peter Döhle Schiffahrts Group 所有の船隊 70 隻の甲板機器の年間検査を含む、3 年間のサービス契約を受注。

7 月、ドイツ政府がドイツ Fassmer shipyard で建造中の LNG 燃料調査船向けに、海洋調査用ウィンチと Triplex デッキハンドリングシステムを受注。

9月、フランス Bouygues Travaux Publics から、カレー港の RORO 船ターミナル向け浮体式リンクスパン 3 基を受注した。

同じく 9 月、中国 Yangzijiang shipyard が建造する 6,200DWT 型ばら積み船 5 隻向けに、ハッチカバーとクレーンを受注。

さらに、バミューダ Teekay Shipping Ltd.の所有船 115 隻のスペアパーツ供給、メンテナンス、トレーニングを含む、5 年間サービス契約を受注。

12 月、スイス Mediterranean Shipping Company (MSC) のコンテナ船 31 隻の貨物システムの最適化プロジェクトを受注した。

2017 年下半期には、米国 Excelerate Energy 及びバングラデシュ Summit LNG Terminal の、FSRU の係船システムの建造プロジェクト 2 件を受注した。

#### 分社化計画の中止と本社移転

Cartogec は、2013 年に MacGregor の分社化計画を進め、2014 年上半期には、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あった。しかし、Cargotec は、2014 年にこの計画を中止し、MacGregor が企業買収により、Cargotec 内でビジネスを成長させる戦略に変更した。

2017 年 10 月 1 日、MacGregor は、3 年間の空白期間を経て、シンガポールに本社を移転した。社長、副社長、財務及び調達部門は、シンガポールの既存の Cargotec 事務所を本拠地とする。

#### 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。

2016 年 9 月に設立した中国合弁会社 CSSC Luzhou MacGregor Machine Co., Ltd.には、Hatlapa の船用エアコンプレッサー技術を移管する計画である。

#### 新製品・サービス・研究開発

Cargotec 全社の 2017 年の研究開発支出は、売上の 2.8%に相当する 9,200 万ユーロであった。2013 年以降、研究開発支出は毎年増加している。部門別の研究開発支出は発表されていない。

2017 年 5 月、MacGregor は、2016 年に発表した合成繊維ロープを搭載した 150 トン型クレーン「MacGregor FibreTrac クレーン」の市場化に向けた試験を、2018 年第 1 四半期に行うと発表した。合成繊維ロープは、水中ではほとんど重量がないため、水深によるクレーンの能力への影響がない。また、潤滑剤の必要がないため、環境にも優しい。既存クレーンの鋼製ロープを合成繊維ロープに変更するレトロフィット・サービスも開始している。

2017 年 2 月、「MACGREGOR 3D Motion compensator」がオフショア産業イノベーション賞を受賞した。

3 月、ノルウェーにバーチャルリアリティ・トレーニング&サポート施設を開設した。

また、2017 年下半期には、ハンブルク工科大学と共同で、バーチャルリアリティ技術を用いた船上メンテナンス支援システムの開発に関するプロジェクトを開始した。

5 月、バルト海における新たな自律航行船プロジェクトに参加した。2016 年には、自律航行船を開発する国際プロジェクト「One Sea co-creation ecosystem」にも参加している。

6 月には、フィンランド ESL Shipping と共同で、ばら積み貨物荷役クレーンの自律型積み下ろし機能を開発するプロジェクトを開始した。

また、2017 年第 4 四半期には、顧客の利便性を高める、書類のデジタル化と顧客とのインタラクション機能の実験を開始した。

#### 人員削減

2016 年 10 月、Cargotec は、MacGregor 事業の 2,500 万ユーロ規模のコスト削減計画を発表した。この一環として、中国、フィンランド、ノルウェー、シンガポール、スウェーデンで 230 人のリストラを行った。2017 年には、更に 170 人の削減が発表された。

#### 企業買収・合併・売却

2013 年 7 月、MacGregor は、ドイツの船用・オフショア甲板機器メーカー Hatlapa を 1 億 6,000 万ユーロで買収すると発表した。買収は 10 月に完了し、MacGregor は、ウィンチ市場の最大手となり、オフショア市場における優位性を高めた。買収に伴い、主にドイツ、ノルウェーの Hatlapa 従業員 585 人が Cargotec に編入された。この買収に伴い、Hatlapa の子会社であるノルウェーの係留機器メーカー Triplex も、MacGregor 内のブランドとなった。しかしながら、2015

年の業績悪化を受け、ドイツ拠点の100人規模の人員削減が決定された。

2013年10月には、MacGregorは、ノルウェーの海洋エンジニアリング企業 Aker Solutions の係留・荷役部門の買収合意に達した。買収総額は約1億8,000万ユーロで、2014年1月30日に買収は完了した。Aker Solutions の係留・荷役部門は、英国 Woodfield、ノルウェー Pusnes、ノルウェー Porsgrunn のブランドから成る。この買収により、約370人が MacGregor に編入された。

さらに、2014年2月には、ノルウェーのオフショア向け荷役装置メーカー Deep Water Solutions AS を70万ユーロで買収した。同社のビジネスと従業員4人が、Cargotec 内の MacGregor Norway に編入された。

2016年1月には、Cargotecは、ドイツの船用ソフトウェア開発企業 INTERSCHALT を買収した。同社は、MacGregor と Kalmar の新サービス開発に寄与する。

9月には、MacGregor は、中国 China State Shipbuilding Corporation の子会社 Nanjing Luzhou Machine Co., Ltd. (LMC) と、南京に合弁会社「CSSC Luzhou MacGregor Machine Co., Ltd..」の設立に合意した。LMC が同社の51%、MacGregor が49%を保有する。第1段階として、Hatlapa の船用エアコンプレッサー技術を移管する。

また、同じく9月、英国の係船、液体ハンドリングシステム開発企業 Flintstone Technology Ltd. の51%株式を取得した。同社は、2012年に設立され、従業員数は10名。同社の買収は、MacGregor のオフショア関連のソリューションの拡大に寄与する。

一方、2017年4月には、2014年に買収した液体貨物ハンドリングシステムのメーカーである、英国 Woodfield Systems Ltd. の大部分を売却した。

2017年12月、ノルウェー Rapp Marine Group (RMG) の買収を発表、2018年2月に買収を完了した。買収価格は約1,600万ユーロである。同社は、主に漁船、調査船、オフショア船向けの荷役システムのメーカーである。

#### TTS の買収

2018年2月8日、MacGregor は、船用、オフショア用荷役・甲板システムの最大手メーカーの一つである、ノルウェー TTS Group ASA のビジネスの大部分の買収に関して基本合意に達したと発表した。同社の価値は8,700万ユーロである。

50年の歴史を持つ TTS は、ベルギー、ブラジル、中国、ドイツ、ギリシャ、イタリア、韓国、ノルウェー、ポーランド、シンガポール、スウェーデン、UAE、米国、ベトナムに子会社を持ち、従業員数は約930人である。製造は中国との合弁会社で行っている。製品の搭載



	<p>実績は 9,000 隻に上る。</p> <p>Cargotec による買収後の縮小した TTS 本体は、造船所向けソリューション「Syncrolift」ブランドのみのビジネスを継続し、社名を <b>Nekkar</b> に変更する予定である。</p>
--	--

#### 1-4. 流体制御、ボイラー（バラスト水含む）

会社名	Alfa Laval Corporate AB	
住所・連絡先	Rudeboksvägen 1 SE-226 55 Lund Sweden	Tel +46 (0)46 36 65 00 Fax +46 (0)46 32 35 79  <a href="http://www.alfalaval.com">http://www.alfalaval.com</a>
業務内容・製品	<p>熱交換、分離、流体移送機器の開発、製造・販売 産業用ボイラー、オフショア向けポンプシステム、排ガス・排水処理システムの開発、製造・販売</p> <p>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</p> <p><b>Aalborg 製品：</b> 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、排ガス洗浄装置、バラスト水処理装置</p> <p><b>Frank Mohn 製品：</b> <b>Framo</b> ブランドのオフショア向け各種ポンプシステム</p>	
会社実績	<p>1883年創業のスウェーデン Alfa Laval 社は、熱交換、分離、流体移送機器の世界的大手メーカーである。2017年には、船用油水分離機の販売開始から100周年を迎えた。</p> <p>2017年末時点の総従業員数は16,367人（2016年末：16,941人）、従業員数の多い国はスウェーデン、デンマーク、インド、中国、米国、フランスである。世界約100か国に顧客を持ち、製造拠点は42か所、サービス拠点は106か所である。</p> <p>同社が2018年1月30日に発表した2017年連結決算（速報値）によると、2017年の受注高（為替差損を除く）は、前年比13%増の366億2,800SEK（スウェーデン・クローナ）と回復したが、売上高（為替差損を除く）は、前年度の不振が影響し、2%減の353億1,400SEKであった。営業利益は、前年比1%増の56億1,000万SEKで、前年比18%減であった2016年度から回復した。</p> <p>2017年12月31日時点における受注残も、182億8,900万ユーロで、前年度の168億7,000万SEKから増加している。</p> <p>なお、2014年、2015年業績の大幅な増加は、ノルウェーFrank Mohnの買収によるところが大きい。</p> <p>2016年の業績悪化を受け、Alfa Lavalは、2016年秋に事業再編計画を発表し、既に実施中の事業再編と合わせて年間5億SEK程度のコスト削減を目指している。</p>	

Alfa Laval の業績推移 (単位：100 万 SEK)

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
売上	29,801	35,067	39,746	35,634	35,314
営業利益	4,914	5,895	6,811	5,553	5,610
受注高	30,202	36,660	37,098	32,060	36,628
期末受注残	14,568	22,293	20,578	16,870	18,289

2011 年度まで 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 年のボイラーメーカー 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及びオフショア向け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。

2017 年度には、ビジネス部門編成を再度変更した。前年度までの Equipment 部門、Process Technology 部門、Marine&Diesel 部門の 3 部門から、顧客市場別のエネルギー部門、食品・水部門、マリン部門、グリーンハウス部門の 4 部門に変更された。

2017 年の新規受注に占める割合は、エネルギー部門 30%、食品・飲料品部門 34%、マリン部門 31%、グリーンハウス部門 5%である。

2016 年の新規受注の地理的内訳は、アジア 38% (2016 年：33%)、西ヨーロッパ 22% (同 24%)、北米 19% (同 20%)、北欧 9% (同 9%)、トルコとロシアを含む中東欧 7% (同 7%)、中南米 6% (同 5%)、アフリカ・オセアニアが 2%であった。アジア地域のシェアが再び増加した。国別では、米国、中国、韓国が三大市場である。

#### Marine 部門の構成

Alfa Laval の船用ビジネス部門である Marine 部門は、「Marine Separation & Heat Transfer Equipment」、「Boiler & Gas Systems」、「Pumping Systems」の 3 ビジネス・ユニットで構成される。

Alfa Laval が 2010 年に買収したデンマーク Aalborg のビジネスは「Boiler & Gas Systems」、2014 年に買収したノルウェー Frank Mohn AS のビジネスは「Pumping Systems」に含まれている。

なお、2016 年度までの区分は、「Marine & Diesel Equipment」、「Marine & Offshore Systems」、「Marine & Offshore Pumping Systems」であった。

2017 年末時点における Marine 部門の従業員数は、2,914 人 (2016 年：2,962 人) である。

#### Marine 部門業績

Marine 部門の 2017 年受注高は、船用市場の長引く低迷とオフショア市場の不振から 35%の大幅減となった前年度からは回復し、前年比 30.7%増の 114 億 5,600 万 SEK となった。特に下半期は、船用環境製品の受注が好

調であった。しかしながら、前年度の受注の低さが影響し、純売上高は 11.2% 減の 108 億 900 万 SEK、営業利益も 42.9% 減の 17 億 7,100 万 SEK であった。

前年よりも機器・システムの新規受注が増加したため、新規受注に占めるサービスの割合は 35.3% (2016 年：46%) と減少した。

2017 年 12 月 31 日時点における受注残は、前年同期比 9% 増の 90 億 2,700 万 SEK であった。

Marine 部門の業績推移 (単位：100 万 SEK)

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
受注高	6,796	12,522	13,831	8,760	11,456
売上	6,526	10,870	14,735	12,125	10,809
営業利益	1,248	2,019	2,999	2,051	1,771
期末受注残	4,680	12,282	11,715	8,285	9,027

Alfa Laval の船用向けビジネスの主力製品は、バラスト水処理装置「PureBallst」及び排ガス洗浄装置 (SOx スクラバー)「PureSOx」等の環境関連システムである。「PureSOx」は、既に 109 基の販売実績がある (2017 年 10 月現在)。2014 年には、買収した Frank Mohn の Framo ブランドのオフショア向け各種ポンプシステムが製品群に加わった。

2017 年の Marine 部門の主な新規受注は、以下のとおりである。

2 月、ギリシャ STAMCO Ship Management の RORO 船 11 隻向けに、2016 年 12 月に USCG の型式承認を取得した「PureBallast 3.1」を 220 万ユーロで受注。

3 月、2 隻の船舶向けに、「PureSOx」スクラバー 8 基を 1 億 2,500 万 SEK で受注。

4 月、バルト海を航行する Finnlines の既存 RORO 船 8 隻に搭載された「PureSOx」スクラバーの、6 年間のサービス契約を受注。

6 月には、船社 2 社と「PureBallast」53 基のレトロフィットに関する 2 億 SEK 相当の契約を受注。Alfa Laval は、バラスト水処理装置のレトロフィット市場規模は 2017~2025 年に 20,000 隻に上ると予想している。

11 月、北海石油プラットフォーム向けに、6,000 万 SEK 相当の Framo ポンプシステムを受注。

新製品・型式承認・研究開発

Alfa Laval 全社の 2016 年の研究開発支出 8 億 2,200SEK は、売上の約 2.3% (2015 年：7 億 5,600 万 SEK、1.9%) であった。部門別の配分及び 2017 年の数字は発表されていない。

2014 年 2 月、Alfa Laval は、2013 年 4 月に発売した小型、省エネ型バラスト水処理装置「PureBallast 3.0」に新サイズのリアクターを追加した。新リアクターは、1 時間 600m<sup>3</sup> の処理能力があり、処理能力 300m<sup>3</sup> と

1,000m<sup>3</sup>の既存機種の中に位置する。「PureBallast 3.0」は、DNV GL より IMO 型式承認を取得している。

9 月には、2012 年に市場化した主力製品のひとつであるスクラバー「PureSOx」の次世代機種「PureSOx 2.0」を発表した。「PureSOx」は、排ガスに含まれる SOx を 98%、PM を 80%除去する。新「PureSOx 2.0」は、性能はそのままに、スクラバー直径を 15%、制御システムを 50%それぞれ小型化した。また、モジュール設計により、設置の柔軟性を高めている。Alfa Laval は、小型船へのスクラバー市場拡大を目指す。

同じく 9 月には、「PureBallast 3.0」向けの新フィルター「Filtrex」を発表した。コンパクトな新フィルターは、真水、汽水、海水に使用でき、UV 透過率は僅か 42%である。

2015 年には、更にコンパクト化した小型バラスト水処理装置「PureBallast 3.1 (Compact)」シリーズを発表した。同シリーズは、新型のリアクターを採用し、これまで最も小型であった 250m<sup>3</sup>/h システムから、170m<sup>3</sup>/h～32m<sup>3</sup>/h システムへと小型化した。

また、「PureSOx」に、従来の U デザインに加え、I デザイン（直列）の機種を追加した。スリムな設計は、システムの設置スペースと安定性を重視するクルーズ船や ROPAX 船に適している。

さらに、NOx を削減する EGR システム向けに、MAN Diesel & Turbo と共同開発した排熱回収装置「Alfa Laval Aalborg EGR-HPE (High-Pressure Economizer)」ボイラーを発表した。EGR システムと併用した場合、大幅な省エネが可能となる。

2016 年 5 月、新技術を採用した高性能 hydraulic control oil (HCO) フィルターの原油タンカー「Stena Suède」での実船実験を成功裏に完了したことを受け、エンジンメーカーが最終製品の実証実験に合意した。

5 月、U デザインの「PureSOx」の柔軟性の高い小型バージョンを発表。

8 月、「PureBallast」の設置が容易な小型バージョン「PureBallast 3.1 Compact」を発売。

10 月、Alfa Laval の G-Pass シミュレーション・ソフトウェアを用いたタンク洗浄システムの設計が、船級協会 DNV GL のケミカルタンカー向け「ETC タンク洗浄ノーテーション」を取得。

12 月 23 日、「PureBallast」の第 3 世代機種が USCG の型式承認を取得。USCG 正式型式承認取得は、ノルウェー OptiMarin に続く 2 社目である。米国領海における同製品の使用が正式に可能となり、2017 年 2 月には既に大型受注に繋がっている。

2017 年 10 月には、新型バラスト水処理装置「PureBallast 3.1 Compact Flex」を発表した。シンプルかつ柔軟性が高く、業界最小の設置面積を持つことが特長である。Alfa Laval は、成長が見込まれるレトロフィット市場を視野に入れている。

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きた。

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、船用ボイラー及びイナートガス・システム市場で高いシェアを持つデンマーク Aalborg Industies を、約 50 億 SEK で買収し、2011年5月、Aalborg Industies のビジネスは Alfa Laval に統合された。

Aalborg Industies は、長年デンマークのエンジンメーカーMAN B&W(現 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。

2014年9月、Alfa Laval は、デンマーク Aalborg におけるボイラー製造を終了し、完全に中国工場に移管することを発表した。中国青島工場は、約 900 人を雇用し、年間 1,000 基以上のボイラーを製造している (2013 年)。Aalborg には、ボイラー研究開発施設、営業、セールス機能、及び一部の環境製品 (Alfa Laval PureSOx) とヒーターの製造機能を残す。

2013年2月には、フランス Snecma (Safran) の資産とガス燃焼ユニット技術を買収した。同ユニットは、LNG 運搬船向けの圧力調整装置として Alfa Laval が販売する。

2013年5月には、米国のエネルギー効率の高い熱交換システムのメーカー Niagara Blower Company を買収した。

2014年4月には、Framo ブランドの船用・オフショア用海中ポンプシステムの有力メーカーである、ノルウェー Frank Mohn AS の買収を発表した。5月に買収手続きを完了し、Alfa Laval の Marine&Diesel 部門の新ビジネス・セグメント「Marine&Offshore Pumping Systems」として統合された。買収額は 130 億ノルウェー・クローネである。同社の従業員数は約 1,200 人で、ノルウェー国内に 3 か所の製造拠点を持つ。

Alfa Laval は、船用、オフショア向け製品群の充実を図っており、ユニークなオフショア向けポンプ製品を提供する優良企業である Frank Mohn の買収は、その戦略に沿ったものである。買収のシナジー効果は、既に 2014 年、2015 年の業績に明らかである。

2015年～2017年期には大型企業買収はなく、サービス企業の買収や韓国、ブラジル、インドの主に Frank Mohn 協力企業の完全子会社化を行った。

会社名	Auramarine Oy	
住所・連絡先	Keskiläntie 1 20660 Littoinen Finland	Tel +358 (0)204 86 5030 Fax +358 (0)204 86 5031  <a href="http://www.auramarine.com/">http://www.auramarine.com/</a>
業務内容・製品	<p>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</p> <p>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、バラスト水処理装置</p>	
会社実績	<p>1974年にフィンランドで設立された Auramarine は、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の製造を開始した。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。</p> <p>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。</p> <p>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な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30か国にサービス拠点、代理店を展開している。</p> <p>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」を発売した。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。</p> <p>2013年には、創業以来の重油供給ユニットを始めとする補助装置の納入実績が 12,000 基を超え、この分野では市場リーダーである。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	

同社は、2017年現在、上海にスペアパーツ工場と世界26か国に代理店網を持つ。2016年6月には、香港に新サービス拠点を開設すると同時に、Auramarine Hong Kong Ltd.を設立した。

#### バラスト水処理装置

同社は、豊富な流体制御に関する経験を生かし、バラスト水処理装置「Auramarine CrystalBallast」を開発した。省エネ、小型、搭載の容易さが特徴の同装置は、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型式承認を取得し、2010年9月に発売された同装置は、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に実証済みである、と同社は語る。同装置の手法は、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、色等）にも変化はなく、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 m<sup>3</sup>/h～3,000 m<sup>3</sup>/h以上の機種を持つ同装置は、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 船向けに CB 25 型 CrystalBallast 2 基を受注した。同社は、2019年までに約5万隻がバラスト水処理装置を搭載すると予想していた。

しかしながら、2015年9月、同社は、バラスト水処理装置市場から撤退し、コアビジネスである燃料油関連ソリューションに集中する戦略を発表した。9月30日付で「CrystalBallast」の販売は終了するが、販売済みの製品に関するサービスは継続する。

同社は、撤退の理由として、バラスト水条約の批准の遅れによる需要の低さと規制環境の不透明さを挙げている。

#### 新製品

2017年12月、Auramarine は、特性の異なる燃料の切換え過程において燃料温度と粘性を制御する新ソリューション「Auramarine FuelSafe」を発表した。排出規制海域（ECA）への出入時の燃料切換え作業の安全性と正確性を向上させる。



会社名	OptiMarin AS	
住所・連絡先	Sjøveien 34 4315 Sandnes Norway	Tel +47 (0)51 114 5 33 Fax +47 (0)51 12 31 03  <a href="http://www.optimarin.com/">http://www.optimarin.com/</a>
業務内容・製品	バラスト水処理装置の製造・販売  バラスト水処理装置「OptiMarin Ballast System (OBS)」	
会社実績	<p>OptiMarin は、1994 年にノルウェーのオフショア産業の中心地スタバンゲルに、バラスト水処理装置の開発を目的として設立された専門メーカーである。</p> <p>2000 年に米国 Princess Cruise の旅客船「Regal Princess」号への初搭載から、IMO の基準に適合したバラスト水処理装置の販売実績は 500 基以上（2017 年 2 月末現在、前年：350 基）、うち 300 基（前年：220 基）が設置済みである。2016 年 12 月には、USCG の正式型式承認を初めて取得したメーカーとなった。</p> <p>同社のバラスト水処理装置「Optimarin Ballast System」(OBS) 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おり、同社のバラスト水処理装置の販売実績の 50%がオフショア向けで、そのうち 15%がレトロフィットである（2015 年）。</p> <p>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、二重の効き目があるように設計されている。</p> <p>同社が挙げる主な利点としては、60,000DWT までの船舶を対象とした 7,000m<sup>3</sup>/h の処理能力、及び既存・新造船双方への搭載を挙げている。主な対象船種は、オフショア支援船 (OSV)、ばら積み船、RORO 船、コンテナ船等である。</p> <p>装置設置に関しても、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、甲板上等での搭載を容易にするため、ブースターポンプを含めたコンテナ形状で納入することも可能である。また、通常の水漲水・排水システムとの圧力損失を抑えた一体化、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。</p> <p>同社は、処理能力 500m<sup>3</sup>/h の機種の場合、設置コストは 70,000 ユ</p>	

ーロへ、設置工事所要日数は4～8日としている。設置はエンジニアリング企業 Goltens と Zeppelin Power Systems が協力している。

#### 型式承認

2009年11月には型式承認をノルウェー海事当局の代行組織として同国船級協会 DNV から取得し、IMO のバラスト水条約に適合する製品として承認されている。同装置の試験は、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 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。

さらに、2013年6月には、USCG の AMS 承認を取得した。2016年には正式承認が予想されている。OptiMarin は承認手続きに300万ドルを投資している。

2014年6月には、IMO の防爆に関する EX 認証を取得した。OptiMarin は、EX 認証取得済みのバラスト水処理装置を必要とする船舶は、ケミカルタンカー等約10,000隻であるとしている。

2016年12月2日、同社のバラスト水処理装置は、世界で初めてUSCG の正式型式承認を取得した。

#### 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550基(2018年2月現在、前年：320基)を超え、440基が納入済みである。うち150基以上が既存船へのレトロフィットである。

バラスト水処理装置市場における同社のシェアは、2016年時点で約10%とされていたが、他社の破綻や事業撤退等により、シェアは更に拡大していると考えられる。

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)

	2008年	2010年	2011年	2012年
売上	2	14	77	138

売上は、2008年～2012年の僅か5年間で5,534%増という驚異的な伸びを示しており、2013年12月には、コンサルタント会社 Deloitte が選ぶ欧州の急成長技術企業500社のうち、ノルウェー企業41社の第1位に認定されている。

2013年の売上も引き続き急成長し、同社は、前年比60%増の2億

4,000 万 NOK（ノルウェー・クローネ）程度を予想していた。しかしながら、バラスト水条約批准の遅れと発効の延期により、2013 年～2014 年のビジネスは停滞し、新聞報道によると、2013 年の売上は 1,450 万米ドルであったが、350 万ドルの営業赤字を計上した。

ビジネスの急激な成長に伴い、従業員数も 2010 年初頭の 10 人から、2012 年初頭には 40 人に増えていた。2013 年には、スタバンゲルから郊外のサンネスに本社を移転した。しかしながら、2013 年～2014 年の赤字転落により、従業員は 29 人削減されている。

OptiMarin は、バラスト水条約の発効により、装置の需要は今後 2～3 年にピークに達すると予想されている。

2018 年 2 月、同社は、2017 年の業績は過去最高を記録し、初の利益を上げたと発表した。

同社 CEO の Tore Andersen 氏は、2017 年 12 月現在、約 60 社のメーカーがバラスト水処理装置を販売しているが、2022 年には 30 社以下、船舶が搭載を完了する 2023 年～2024 年には 10 社以下に市場は淘汰されるであろうと予想している。同氏は、OptiMarin の財務状況は健全で、2017 年 9 月に経営破綻した同じくノルウェーのバラスト水処理装置メーカー OceanSaver とは経営体質が違っていると強調している。

#### 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、中国に拠点をもち、また、世界に 23 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出来る。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。

2014 年 9 月には、ドイツのエンジニアリング企業 Zeppelin Power Systems と、独占販売代理店契約を締結した。同社は、ドイツ、ポーランド、ロシア、ウクライナを除く CIS 諸国において「OBS」の独占ディーラーとなる。

また、2014 年 12 月には、世界 25 か国に拠点をもち船舶修理サービス企業 Goltens と、OBS のレトロフィットに関する契約を締結した。両社は、2011 年以来、既に 54 基の OBS のレトロフィットで協力している。

OptiMarin は、今後も代理店契約により販売網を拡大していく計画である。

	また、2017年、OptiMarinは、業界初のOBSの5年間保証を開始した。保証にはパーツとサービスが含まれる。
--	---

### 1-5. 航海機器及びレーダー

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  <a href="http://www.inmarsat.com">http://www.inmarsat.com</a>
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	<p>Inmarsat は、1979 年、船舶に救難用の通信手段を提供するために、IMO により、国際海事衛星機構（INMARSAT：International Maritime Satellite Organization）として英国に設立された。</p> <p>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 13 基の通信衛星を所有・運用する移動体衛星通信の最大手企業で、40,000 隻以上の船舶が同社サービスを利用している。</p> <p>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 60 以上の拠点をもち、総従業員数は約 1,762 人（2016 年）である。</p> <p>Inmarsat のビジネス部門は、対象市場別に船用部門、政府部門、エンタープライズ部門、航空部門の 4 ビジネス部門体制となっている。また、これらのビジネス部門に加え、衛星運営、インフラ管理、その他ビジネス部門以外のコストを含むセントラルサービス部門がある。</p> <p>全社業績</p> <p>同社が 2018 年 3 月 9 日に発表した 2017 年連結決算（速報値）によると、グループ全体の 2017 年 1～12 月期の売上は前年比 5.4%増の 14 億 20 万ドルであったが、税引き前利益（EBITDA）は 8.0%減の 7 億 3,150 万ドルであった。引き続き航空向けのビジネスが非常に好調であった。なお、税引き前利益にはリストラコストが含まれている。</p>	

Inmarsat plc の業績推移 (単位 : 100 万米ドル)

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
売上	1,261.9	1,275.1	1,274.1	1,329.0	1,400.2
税引き前利益 (EBITDA)	648.8	701.0	726.0	794.8	731.5

2016 年以降の業績には、2016 年 4 月に提携契約を更新した、米国衛星通信プロバイダー Ligado からの収入が含まれている。Ligado からの収入を除外した場合、2017 年の Inmarsat の売上は 12 億 7,350 万ドルとなる。

船用部門業績

Inmarsat 全社売上の約 40% を占める船用部門の 2017 年 1~12 月期の売上は、長引く新造船市場と石油ガス市場の低迷により、前年同期比 1.8% 減の 5 億 6,470 万ドルであったが、第 2 四半期以降には回復の兆しが見えている。税引き前利益 (EBITDA) は、売上に占める低価格サービスの割合の増加により、前年比 2.8% 減の 4 億 4,190 万ドルであった。(2014 年以降は音声サービス、データサービス別の数字はない。)

Inmarsat 船用部門の業績推移 (単位 : 100 万米ドル)

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
売上	524.8	595.6	593.2	575.3	564.7
音声サービス	72.4	-	-	-	-
データサービス	358.7	-	-	-	-
税引き前利益 (EBITDA)	416.5	450.4	459.4	454.8	441.9

サービス別売上では、既存サービス FleetBroadband (FB) が 2017 年の船用部門の売上全体の 62%、更に新しい VSAT サービス (XpressLink : XL 及び Fleet Xpress : FX) が 22% と、売上の大部分を占めている。

軽ユーザー及び小型船向けの低価格サービス Fleet One は、売上は全体の 0.9% であるが、隻数は 2016 年末の約 1,800 隻から 2017 年末には 3,083 隻と大きく伸びている。

新しい主力サービスである VSAT (Very Small Aperture Terminal、XL 及び FX) サービスは、前年の 3,028 隻から 2017 年末には 4,332 隻と順調な伸びを示しており、売上も前年比 20.9% 増となった。特に、FX サービスが 2,614 隻 (2017 年末、前年 : 335 隻) と成長が加速しており、Inmarsat は、今後も年間 1,700 隻程度の旧サービスからの移行を予測している。

一方、既存の主力サービス FB は、同時期に 38,088 隻から 36,105 隻へと減少した。そのうち約 40% は FX サービスへのアップグレードであるが、残りの多くは他社低価格サービスへの移行である。約 690,000 隻の小型船を対象とした低価格サービス市場は比較的新しい

市場であるが、近年競争が激化しており、Inmarsat は、同市場向けの新サービス Fleet One 等で対応していく。

2017 年の大型新規受注には以下の例がある。

3 月、世界第 6 位のコンテナ船社 Hapag-Lloyd と、5 年間のサービス契約を締結。全既存船の Inmarsat FB サービスを FX サービスに移行し、新造船 5 隻にも FX サービスを設置する。

4 月、最大手船舶管理企業の一つである Wallem Group から FX サービスを受注。

#### 企業買収・提携

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、カナダの販売会社 Stratos Global を買収、その後、米国の IP ソリューション提供企業 Segovia を買収した。

続いて 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。

上記 3 社は、Inmarsat に統合され、Inmarsat ブランドでビジネスを行っている。

さらに、2012 年 1 月には、770 万ドルで英国 NewWave Broadband Limited を買収した。同社は、Ship Equip の衛星の管理と Ship Equip のネットワークのメンテナンスサービスを行っている。同社のビジネスは、Inmarsat Solutions 部門に統合された。

2013 年 5 月には、オーストラリアの衛星通信企業 TC Communications Pty Ltd. を買収した。

2013 年 12 月には、欧州第 1 位、世界第 2 位の宇宙技術企業 Astrium Services と、Global Xpress (GX) サービスに関する戦略的パートナーシップ契約を締結した。Inmarsat は、Astrium のパートナーと顧客ベースに GX を提供することが出来る。

2014 年 1 月には、Inmarsat のディストリビューターであった米国フロリダの船用通信サービス企業 Globe Wireless を 4,520 万ドルで買収した。同社の買収により、Inmarsat サービスの顧客は 6,000 隻以上増加し、シナジー効果は既に 2014 年業績に示されている。今後、XL サービスと GX サービスの新顧客獲得の加速も期待されている。

2015 年 6 月には、米国 KVH Industries, Inc. と、相互販売契約を締結した。KVH は、Inmarsat の Fleet One と FB を販売し、Inmarsat は、KVH の Videotel Basic Training Package と、Fleet Media の追加機能として NEWSlink を販売する。

同じく 6 月には、米国の通信サービスプロバイダー World-Link

Communications, Inc.と、新たに FB サービス提供に関するパートナー契約を締結した。

11 月には、Inmarsat とスウェーデン Ericsson は、船舶向けのサービス、ソリューション、アプリケーション開発に関する戦略的パートナーシップ契約を締結した。Ericsson は Inmarsat 製品のディストリビューターともなる。将来的には、Ericsson の Maritime ICT Cloud と、Inmarsat の衛星通信サービスを統合する。

12 月には、オーストラリア EM Solutions 社と MilSatCom/Global Xpress (GX) を組み合わせた船用衛星通信ターミナルの開発に関する提携を発表した。新製品は、他の MilSatCom 製品よりも軽量、小型、高速でコストも低い。

2016 年には、Marlink、SpeedCast、Navarino と、再販契約を締結した。

2017 年 2 月には、Radio Holland と、GX/FX システムの設置サービスに関する契約を締結した。

2016 年～2017 年期には、船用部門関連の企業買収は発表されていない。

#### 船舶向けサービス

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、主力サービスである FB を補足する数々の新サービスを発表している。

2011 年 7 月に一般販売を開始した、FB 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」(XL) は、GX へのアップグレードが可能である。

2012 年、FB 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「Inmarsat 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。

2014 年～2015 年に発表された船用顧客向け新サービスとしては、商船向け最新娯楽提供サービス「Fleet Media」、及び漁船、プレジャーボート等の小型船向けブロードバンド・サービス「Fleet One」がある。

2016 年 6 月には、「Fleet One」の新サービス「Fleet One Global」を発表した。グローバルな均一料金の 100kbps の音声及びデータサ



ービスで、遠洋漁船、オフショア支援船、海洋・河川船、フェリー等を対象としている。一方、「Fleet One Coastal」は、500 総トン以下で航行範囲が限られている小型沿岸漁船やプレジャーボート等を対象としたサービスである。

2016 年 3 月には、船舶向け GX サービスである FX サービスを開始した。(下記参照。)

2017 年の新サービスとしては、11 月、20 年前から利用されている「SafetyNET」サービスを改良、機能を追加した次世代安全サービス「SafetyNET II」を発表した。陸上局からの海事安全情報 (Maritime Safety Information : MSI) のウェブベースの自動受信サービスである。

#### 「Global Xpress」(GX) サービス

12 億ドルを投資した Inmarsat の「Global Xpress™」(GX) グローバル高速通信サービスは、2013 年 12 月に打ち上げが成功した、Ka 波帯を使用した米国 Boeing 建造の新世代衛星の第 1 号機「I-5 F1」により、2014 年 7 月に米国政府顧客及び一部エンドユーザー向けのサービスを開始した。「I-5 F1」は、欧州、中東、アフリカ、アジアをカバーしている。続いて、南北アメリカと大西洋をカバーする第 2 号機衛星「I-5 F2」も、2015 年 2 月に打ち上げが成功した。第 3 号機「I-5 F3」の打ち上げも 2015 年 8 月に成功、2017 年 6 月には第 4 号機「I-5 F4」の打ち上げに成功した。

Inmarsat は、直接販売に加え、30 社以上の再販企業と契約しており、GX サービスのエンドユーザー向けの販売を本格化している。

2016 年 3 月にサービスが開始された、船舶向け GX サービスである FX サービスは、2016 年末までに 335 隻、2017 年末までに 2,614 隻に搭載された。旧サービスからの移行も進んでいる。

2016 年に新たなディストリビューターとなった Marlink、SpeedCast、Navarino は、今後、5,000 隻以上への搭載を目指している。さらに、2017 年第 1 四半期にディストリビューターとなった Satlink も、1,500 隻以上への搭載を予定している。

Inmarsat 全体の 2017 年の GX サービス (FX を含む) からの収入は、1 億 4,000 万ドル (2016 年 : 7,850 万ドル) であった。Inmarsat は、グローバル GX サービス開始後 5 年以内に、年間 5 億ドルの売上を見込んでいる。

船舶向け FX の設置に関しては、2017 年 6 月現在、世界の 33 港において認可エンジニアによる設置サービスを提供している。2017 年 12 月 31 日までの契約に対しては、1 隻につき 3,000 ドルの均一料金で設置を提供する。

FX ターミナルは、提携企業 Cobham SATCOM 及び Intellian が製造を行っている。

	<p>共同研究開発プロジェクト</p> <p>2015年9月、Inmarsatは、Rolls-Royceが主導する自律航行船に関する研究開発プロジェクト「Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative (AAWA)」への参加を発表した。Inmarsatは、船舶間、船陸間のデータ通信を担当する。同プロジェクトの総予算は660万ユーロで、フィンランド研究開発支援機関TEKESが資金援助を行う。</p> <p>2017年3月、Inmarsatは、海事企業20社が参加する、ノルウェーのムーレ地方の海事クラスターBlue Maritime Clusterによる海事産業のデジタル化促進プロジェクトのパートナーとなった。</p> <p>これに関連し、2017年11月には、Inmarsatは、同地方のオーレスンのNorwegian Maritime Competence Center (NMCC)内に新拠点を設立した。同じく同センターに遠隔操作拠点を持つRolls-Royceとは、Rolls-Royce Energy Management System (EMS)のFXサービス利用に関する契約を締結している。</p>
--	---

会社名	Kongsberg Maritime AS																																		
住所・連絡先	Kirkegårdsveien 45 NO-3616 Kongsberg Norway		Tel +47 (0)32 28 50 00 Fax +47 (0)32 28 50 10  <a href="http://www.km.kongsberg.com">http://www.km.kongsberg.com</a>																																
業務内容・製品	各種航海機器の開発、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	<p><b>Kongsberg Maritime</b> は、ノルウェーを本拠地とする国際的な知識集約型テクノロジー企業 <b>Kongsberg Gruppen</b> の海事部門の子会社で、自動操船システム、航海システム、及び統合制御システム分野において評価が高い。<b>Kongsberg</b> グループは、2014年3月に創立200年を迎えた。</p> <p><b>Kongsberg Maritime</b> は、ノルウェー、英国、ドイツ、米国、カナダ、中国に13か所の製造拠点、世界21か国に54の販売・サービス拠点を持つ。2017年末時点の従業員数は3,819人(2016年:4,157人)である。業績悪化と市場競争の激化を受け、2016年～2017年には人員削減が行われた。</p> <p><b>Kongsberg Gruppen</b> が2018年2月7日に発表した2017年1～12月期年連結決算(速報値)によると、<b>Kongsberg Maritime</b> のビジネスは、オフショア市場の長引く低迷により、売上は前年比13.6%減の74億2,900万NOK(ノルウェー・クローネ)であった。受注高、受注残とも減少した。営業利益(EBITDA)は増加したが、これはリストラ効果によるところが大きい。</p> <p><b>Kongsberg Maritime</b> のビジネス部門は、これまでオフショア、サブシー、商船の3部門であったが、2017年より「船用システム」、「サブシー」、「ソリューションズ」、「グローバルカスタマーサポート」の4部門に変更された。2017年の売上全体に占める割合は、船用システム22%、ソリューションズ24%、サブシー27%、グローバルカスタマーサポート27%である。</p> <p style="text-align: center;"><b>Kongsberg Maritime</b> の業績推移(単位:100万NOK)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2013年</th> <th>2014年</th> <th>2015年</th> <th>2016年</th> <th>2017年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>売上</td> <td>8,264</td> <td>9,703</td> <td>10,197</td> <td>8,597</td> <td>7,429</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>1,179</td> <td>1,441</td> <td>1,109</td> <td>280</td> <td>642</td> </tr> <tr> <td>受注高</td> <td>8,455</td> <td>10,038</td> <td>9,441</td> <td>7,940</td> <td>7,336</td> </tr> <tr> <td>年末受注残</td> <td>6,529</td> <td>7,480</td> <td>6,791</td> <td>5,137</td> <td>4,820</td> </tr> </tbody> </table> <p>2017年の新規受注も、過去数年間続いている採掘やサプライを含</p>						2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	売上	8,264	9,703	10,197	8,597	7,429	営業利益	1,179	1,441	1,109	280	642	受注高	8,455	10,038	9,441	7,940	7,336	年末受注残	6,529	7,480	6,791	5,137	4,820
	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年																														
売上	8,264	9,703	10,197	8,597	7,429																														
営業利益	1,179	1,441	1,109	280	642																														
受注高	8,455	10,038	9,441	7,940	7,336																														
年末受注残	6,529	7,480	6,791	5,137	4,820																														

めたオフショア部門の低迷が響いた。一方、サブシー部門の受注は好調であった。商船向けの舶用システムも比較的好調であった。その他、漁船、調査船、旅客フェリー向けのビジネスが成長した。

いくつかの船種市場では、近年の排出規制強化と低い船価が、排出低減技術とエネルギー効率の高い新たなソリューションの受注に繋がっている。また、2017年はAUVも好調であった。

エンジニアリングやエネルギー・ソリューション等の総合サービスの提供により、契約1件当たりの収入は増加しており、2017年に受注したROPAXフェリーや調査船等のプロジェクトの受注額は1件1億NOKを超えている。

サービス収入の詳細は公表されていないが、Kongsberg Maritimeのサービス部門は、同社製品を搭載した18,000隻以上の船舶をサービスの対象としている。石油ガス市場の低迷がサービス収入にも影響しているが、サービス収入は同社売上の約3分の1を占めている。

#### 新規受注

2017年の主な受注例は以下のとおりである。子会社 Kongsberg Maritime Engineering (KME) と共同でエンジニアリングと機器のパッケージ受注が増加している。

3月、ノルウェー軍からAUV「HUGIN」4基を総額1億1,500万NOKで受注。

5月、ドイツ政府がドイツ Fassmer yard で建造するLNG燃料調査船「Atair II」向けに、海洋調査システム一式と通信システムを含む「Integrated Vessel Concept」を受注。

6月、フランス France Pélagique がノルウェーHavyard Ship Technology で建造する遠洋トロール漁船向けに、航海システムと漁業機能を統合したブリッジシステム「FISHMASTER」を受注。

7月、スウェーデン・ヨーテボリ大学からAUV「HUGIN」を受注。

8月、フランス Brittany Ferries がドイツ Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG) で建造するLNG燃料ROPAXフェリー「Honfleur」向けに、LNG燃料供給システム、電気系統、通信、統合制御システム等のエンジニアリング、調達、建造、設置契約を総額2,000万ユーロで受注。

8月、SEA-KIT International が英国 Hushcraft で建造中のASV (autonomous surface vehicle) 向けに、ASV制御システム「K-MATE」を受注。

9月、メキシコ MEXMAR のプラットフォームサプライ船 (PSV) 向けに、ハイブリッド動力システムの統合ソリューション「Full Picture」を受注。

9月、米国 **Garmin International** とベルギー **Jan De Nul Group** 向けに、エコーサウンダー「**GeoSwath 4**」浅水域マルチビームシステム合計 9 基を受注。

子会社、新製造・サービス拠点

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。

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カンファレンス設備で繋ぎ、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。

2014 年 3 月、**Kongsberg** は、2012 年のオーストラリアのサブシー企業 **Nemo** の買収に続き、オーストラリアの石油・ガス産業の中心地であるパースに新拠点を開設した。

10 月には、**Kongsberg Maritime** の AUV 製造子会社 **Hydroid** が、米国ケーブコッドに製造・研究施設を開設した。

2015 年 1 月には、米国ルイジアナに事務所とトレーニングセンターを建設する計画を発表した。

また、8 月、**Kongsberg Maritime** は、同社の **Seaglider AUV** への欧州支援センターを英国サウサンプトンに開設すると発表した。

2016 年には、パナマと南アフリカに新拠点を開設した。

2016 年 2 月、**Kongsberg** の新子会社として、デジタル技術専門企業「**Kongsberg Digital**」が設立された。同社の従業員数は約 450 人で、**Kongsberg Oil & Gas Technologies** と **Kongsberg Maritime** の既存のソフト開発者やシミュレーション技術者等で構成される。

2017 年 2 月には、本社所在地である **Horten** に、遠隔操作の「バーチャル・クラスルーム」を持つ新トレーニングセンターを開設した。

企業買収・提携

**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

	<p>システムに統合する。</p> <p>また、12月、Kongberg 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。Kongberg 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。</p> <p>2013年12月、Kongberg Maritime は、ドイツのサブシー技術エンジニアリング企業 Embient GmbH を買収し、子会社化した。2010年設立の同社の技術は、Kongsberg のサブシー部門の競争力を高めるものである。</p> <p>2013年には、プロペラの代わりに固定翼を用いる AUV システム「Seaglider™」の技術の商品化に関する権利を取得した。</p> <p>2015年の動きとしては、3月、デンマーク Gram &amp; Juhl と、Kongsberg の風力発電管理システム (WFMS) 及び関連システムの開発への支援に関する契約を締結した。</p> <p>同じく3月には、2013年に10%を買収したドイツの水中化学物質センサーのメーカー Contros Systems &amp; Solutions GmbH の残りの90%株を買収した。2006年設立の同社は、オフショアにおけるガス検知と環境モニタリング技術に定評がある。</p> <p>2015年12月には、ノルウェーの船舶シミュレーション・コンサルタント企業 Ship Modelling &amp; Simulation Centre AS (SMSC) の買収を発表した。</p> <p>2016年9月には、Kongberg Maritime の「エネルギー・ソリューション」戦略の強化を目的に、フランス Schneider Electric と、グローバル・パートナーシップ契約を締結。Schneider Electric は、Kongberg Maritime の船用、オフショア用配電盤 K-Power と関連製品の開発と製造を支援する。</p> <p>同じく9月、ドイツ Siemens と、可変周波数駆動装置の部品供給に関するパートナーシップ契約を締結。これも Kongberg Maritime の「エネルギー・ソリューション」戦略の一環である。</p> <p>2017年には船用ビジネス関連の企業買収・提携は発表されていない。</p> <p>新製品</p> <p>Kongsberg Maritime は、自社及び子会社を通じて精力的に新製品を発表している。以下は2017年に発表された主な新製品である。</p> <p>3月、情報技術とオペレーション技術を統合するオープン共通デジタルプラットフォーム「Kognifai」を発表。</p> <p>4月、サブシートランスポンダー「cNODE Micro System」及び深</p>
--	---

海調査用「HiPAP Portable Acoustic Positioning System」を発表。

12月、事実上の業界標準であるエコーサウンダー「30 kHz Multibeam Echo Sounder System」の第3世代機「EM 304」を発表。

#### 優先技術分野

Kongsberg Maritime は、技術開発の優先分野として以下の4項目を挙げている。

- 統合ソリューション

船舶の制御機能 (DP) とエネルギー・ディストリビューションを統合し、船舶のパフォーマンスを調整する「トライアングル」コンセプトにより、船舶のパフォーマンスを最適化する。

- デジタル化

数千個のセンサーからのデータを用いた Kongsberg Maritime の「情報管理システム」は、既に100隻以上のLNG運搬船に搭載されている。

- 遠隔サービス

現在、700隻以上の船舶が遠隔サービス機能を搭載している。1年前は約100隻であった搭載船は、2017年第3四半期には500隻に急増した。サービスの効率化は、船主、Kongsberg Maritime の両者にとって有益である。

- 自律航行船

Kongsberg Maritime は、世界初の自律型ゼロ排出電気推進コンテナ船となる「Yara Birkeland」の開発プロジェクトを始めとする、自律航行船に関する9件のプロジェクトに参加しており、制御システム、センサー、遠隔操作システム統合等のYara Birkelandの主要技術を提供している。2017年3月には、自律航行技術開発のための自社新造調査船「Sølvkrona」の運航を開始した。

#### 共同研究開発プロジェクト

2015年6月、Kongsberg Maritime は、ノルウェー科学工科大学 (NTNU) サイバネティクス学部と共同で、高度船舶の衝突回避に関する研究開発プロジェクト「AUTOSEA」を開始した。ノルウェー・リサーチ・カウンシルが支援する同プロジェクトには、DNV GL と Maritime Robotics も参加している。

8月、Kongsberg Maritime は、ノルウェー船社 Østensjo 及びノルウェー海事技術研究所 Marintek と、オフショア居住船の動揺解消伸縮式移乗装置のオペレーションに関する新研究開発プロジェクトを開始した。同プロジェクトは、ノルウェー政府の研究プログラム MAROFF (Maritime Activities and Offshore Operations) の一部である。

2016年11月、Kongsberg Maritime と英国 Automated Ships Ltd. は、世界初の完全自動化無人オフショア船「Hrønn」の建造に関する

	<p>MOU（覚書）に合意した。同船は、Kongsberg Maritime が協力してノルウェーで設計、建造され、DNV GL とノルウェー海事局の監視の下で、トロンハイムフィヨルドの無人船指定海域で海上試験を行う。</p> <p>同じく 11 月、Kongsberg Maritime と韓国 DSME は、新 LNG FSRU 再ガス化制御システムに関する共同開発合意を締結した。DSME は、Kongsberg Maritime のダイナミック・プロセス・シミュレーター「K-Spice」と自動化制御システム「K-Chief」を再ガス化システムに統合する。</p> <p>2017 年 5 月、世界初の自律型ゼロ排出電気推進コンテナ船となる「Yara Birkeland」の開発プロジェクトへの参加を決定。同船は、2019 年には遠隔操船を開始し、2020 年には完全無人化運航を実現する計画である。</p> <p>同じく 5 月、フランスのオフショアサービス船社 Bourbon と、世界初の自律航行オフショア船の共同開発に関する戦略的契約に合意した。</p> <p>9 月には、ノルウェーのゼロ排出の自律型電気推進フェリーに関する共同開発プロジェクト「PILOT-E」への参加を決定。Kongsberg Maritime は、新たにオートドッキング、オートセイリング、オートクロッシング機能を開発する。</p>
--	---



会社名	Pole Star Space Applications Limited	
住所・連絡先	2nd Floor, The Yellow Building 1 Nicholas Road London, W11 4AN United Kingdom	Tel +44 (0)20 7313 7400 Fax +44 (0)20 7313 7401  <a href="http://web.polestarglobal.com/">http://web.polestarglobal.com/</a>
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	<p>Pole Star 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、船舶運行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。</p> <p>拠点をロンドン、香港、ボストン、パナマ、シドニーに置き、従業員は約 100 人、世界中 60 か国以上の販売・サービスネットワークを有している。</p> <p>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にも参加している。IMO 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。</p> <p>IMO の SOLAS 条約附属書第 V 章改正により、国際航海に従事する旅客船、及び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。</p> <p>2018 年 2 月現在の顧客数は、世界 46 か国の約 2,500 社である。</p> <p>サービス、ブランド</p> <p>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。</p> <p>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)、船舶セキュリティ警告システム (SSAS)、船舶セキュリティ報告システム (SSRS)、及び LRIT 適合試験である。</p> <p>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。</p> <p>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</p>	

(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。

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、世界の政府組織、90 旗国船舶監督局及び各国海事局に認可されたサービスプロバイダーである。また、世界 46 旗国及び漁業当局のデータセンター・プロバイダーとして、1,100 社の海運企業、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約 40,000 隻である (2015 年)。

2016年1月には、USCG が LRIT ASP サービスの顧客となった。2016年1月現在、世界 5 大旗国のうち 4 か国、即ちパナマ、シンガポール、リベリア、マーシャル諸島を含む 47 の海事局が、Pole Star の LRIT サービスを利用している。

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。

2014年には、研究開発スタッフを 50%増加させ、10月にはロンドン内の新オフィスに本社を移転した。ボストン、香港のオフィスも最近移転している。

#### 新製品・サービス

2014年3月、Pole Star は、ウェブベースの統合船舶トラッキング・ソリューション「Fleet Management (FM)」の新バージョン「FM 2.0」を発表した。新「FM 2.0」は、従来の FM のユーザー・インターフェイス等を改良したものである。FM は、既に 6,500 隻以上の船舶のトラッキングを行っている。

続いて 11 月には、ウェブベースのリスク管理に関する新サービス「PurpleTRAC」を発表した。同サービスは、Inmarsat と AIS 情報を組み合わせて対象船舶の長期的又は短期的なトラッキングを行い、所有者やフラッグ等の基本情報の他に、国際的、地域的な経済・金融制裁やポート・ステート・コントロール等へのコンプライアンス状況、過去 90 日間の動き、現在位置に関するリスク等の情報を表示、報告する。同サービスの主な対象市場としては、国際金融機関、保健・再保険会社等を想定している。2014年12月には、エボラ熱のリスク回避を目的に、パナマ海事局 (PMA) が寄港国としては初の「PurpleTRAC」のクライアントとなった。パナマには毎年約 9,000 隻が寄港している。

2015年の新製品としては、10月にクラウド・ベースのプラットフォームとアプリケーションを発表した。新プラットフォームは、オープン API をベースとしており、特別なソフトウェアやダウンロード又はインストールの必要がなく、互換性のあるブラウザさえあればどのコンピューターからもアクセスが可能である。ユーザーは、船舶追跡、資産管理、リスク・インサイト等のサービスを利用できる。

2017年5月には、EUのMRV (Monitoring, Reporting, Verification) 規則に対応するオンラインベースの「MRV Monitoring Plan」アプリケーションを発表した。2018年1月1日発効のEU MRV規則は、EU及びEFTA (ノルウェー、アイスランド) 加盟国の港湾に寄港する5,000総トン以上の船舶に対し、CO<sub>2</sub>排出量に関するデータの報告を義務付けている。データは、船級協会等の認可機関によって確認された後、欧州海事安全局 (EMSA) の中央データベースに転送される。Pole Starのアプリケーションは、最新の環境規制に従ってアップグレードされる。

2017年11月には、欧州宇宙機関 (ESA) の助成プロジェクトとして英国 exactEarth Europe Limited、Satellite Applications Catapult、TeamSurv、OceanWise と共同開発を行った、machine-to-machine (M2M) のグローバルIoTプラットフォーム/サービス「Automatic Identification System (AIS) Sensor Network Service (A-SeNS)」の実証試験を完了した。

また、Pole Starは、ドイツ Weatherdock と共同で、米国 ORBCOMM の地上波 AIS、衛星 AIS、衛星 M2M 技術を組み合わせた新船舶追跡ソリューション「Hali」の開発に協力した。

#### 提携

2013年5月、Pole Starは、米国ボストンの Delta Wave Communications との提携を発表した。Delta Waveは、北米のエネルギー開発、化学、石油ガス産業向けに Pole Star の遠隔監視、セキュリティ、トラッキング・サービスを提供する。

12月には、デンマークのセキュリティ・コンサルタント Risk Intelligence との戦略的提携を発表した。両社は、リアルタイム船舶情報に最新のセキュリティ、海賊情報を統合したサービスを、2014年第1四半期に開始する予定である。

2014年3月には、オーストラリア Tidetech の気象・海洋データを、Purple Star の商船向けサービス「Fleet Management」、「SSAS Alert Advanced」、「Marine Asset Tracker 2.0」に統合する契約を締結した。

また、10月には、デンマークの船用電子サービス企業 Aage Hempel と、Pole Star の製品・サービスのグローバルな販売に関する契約を締結した。同社は、オランダ、スペイン、ジブラルタル、マルタ、モロッコ、ポルトガル、パナマに拠点を持つ。

	<p>2016年4月には、英国の大手金融サービス企業 PwC と、戦略的提携契約を締結。海運向け資産追跡サービス「PurpleTRAC」等のコンプライアンスとリスク管理サービスを強化する。</p> <p>2016年10月には、スウェーデンの大手通信機器メーカーEricsson と、グローバルなビジネス及び技術パートナーシップ契約を締結。船用顧客向けの革新的な技術とサービスの共同開発と製品化を行う。</p>
--	--

会社名	MARORKA	
住所・連絡先	Borgartun 26 105 Reykjavík Iceland	Tel +354 (0)582 8000 Fax +354 (0)582 8499  <a href="http://www.marorka.com/">http://www.marorka.com/</a>
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	<p>MARORKA 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出来る。</p> <p>1990 年代、その後、MARORKA の CEO となる 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 Sabroe Refrigeration 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、同博士と米国の空調・冷蔵装置メーカー York International、デンマークの Aalborg 大学及びアイスランド大学との間で、共同研究開発プロジェクトの開始が決定され、同社の技術を形成するきっかけとなった。</p> <p>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。</p> <p>2008 年には、「Maren」は、北欧理事会から自然・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等で構成される。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予め定められた仕様をもとに実行される、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。</p> <p>受注実績</p> <p>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。2017 年 6 月現在、同社製品の搭載実績は 600 隻以上であるとしている。(2014 年 9 月：約 500 基)</p> <p>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</p>	

	<p>合「Clean Tech Iceland」の発足メンバーの一つとなった。</p> <p>2014年11月時点の従業員数は約60名であるが、その後も技術者を中心に増員を行っている。</p> <p>近年の大型受注としては、2011年8月、約50隻の近代的なタンカー、貨物船、コンテナ船を運航するギリシャ船社 <b>Thenamaris Ships Management Inc</b> 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。</p> <p>2012年7月、<b>Marorka</b> は、16隻のコンテナ船、貨物船、フェリー船隊を運航するアイスランド船社 <b>Eimskip</b> 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。</p> <p>2013年9月には、<b>UAE</b> アブダビの国営石油ガスタンカー船社 <b>ADNATCO-NGSCO</b> の全船隊に、エネルギー管理システムを供給する契約を締結した。プロジェクトの第一段階として、<b>LNG</b> 運搬船2隻、石油タンカー2隻、ばら積み船2隻にシステムを搭載する。</p> <p>2015年2月、<b>Marorka</b> のエネルギー管理システムの顧客である、ドバイに本社を置く <b>United Arab Shipping Company</b> から船舶パフォーマンス監視ソリューションを受注した。</p> <p>同5月、フィンランド船社 <b>Neste Shipping Oy</b> がチャーターする全タンカー船隊向けに、エネルギー管理システムをリース受注した。</p> <p>6月、サウジアラビア国営船社の子会社 <b>Mideast Ship Management Ltd.</b> から、同社 <b>VLCC</b> 船隊26隻向けに船舶パフォーマンス監視ソリューションを受注した。</p> <p>9月、デンマーク船社 <b>Nordic Tankers</b> から「<b>Marorka Online</b>」の年間契約を受注した。</p> <p>12月、アブダビ国営船社 <b>Abu Dhabi National Tanker Company (ADNATCO) &amp; National Gas Shipping Company Ltd. (NGSCO)</b> から船舶パフォーマンス監視ソリューションを受注。同社のタンカー船隊6隻には既に同ソリューションが搭載されており、今回の受注で16隻が追加される。</p> <p>2016年12月、中国 <b>COSCO Shipping Lines</b> と、エネルギー管理ソリューション供給に関する <b>MOU</b>（覚書）を締結。<b>COSCO</b> の近代的コンテナ船隊に <b>Marorka</b> 製品が搭載される。これは、2年間に及ぶ実船を使用したパイロットプロジェクトの成果である。同月には上海に新トレーニングセンターを開設した。さらに、上海に <b>COSCO</b> 向けに船隊パフォーマンス・センターとデータバックアップ・センターを開設した。</p> <p>2017年2月には、上海に続き、ハンブルクに船隊パフォーマンス・センターを開設した。</p>
--	--

#### 幹部人事

2016年2月、Ole Skatka Jensen 氏の後任として、ドイツ海運企業で25年間の技術経験を持つ Juergen Kudritzki 氏が CEO に就任した。

#### 新製品

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。

2015年1月、「Marorka Online」に追加するウェブベースのアプリケーション「Marorka Wallboard」を発表。船舶のパフォーマンス情報を、リアルタイムでオフィスの大型TVモニターで見ることが出来る。

2016年12月には、「Marorka Online」に燃料消費量動向等のエネルギー管理に関する新機能を追加した。

2017年5月には、「Marorka Online」にISO 19030標準に従って、船体とプロペラの性能の変化を自動的に報告する「Hull performance drop」機能を追加した。メンテナンス時の状況報告を容易にする。

また、同じく5月には、「Marorka Online」に、ユーザーに船舶のパフォーマンスを3色のディスプレイで知らせる「信号機」機能を追加した。この新機能を Marorka アプリケーション (Marorka Voyages、Marorka Trim、Marorka Machinery) と組み合わせることにより、燃費削減に貢献する。

#### 拠点・代理店

同社は、本社を置くアイスランドの他、2014年には、デンマーク、シンガポール、ドバイに自社拠点を開設した。2015年11月には、韓国釜山に拠点を開設した。

また、ギリシャとキプロスに代理店を持つ。

2015年4月には本社を移転したが、レイキャビクと同じ通りで250m移動しただけである。Marorkaは、顧客が個々の船舶から大船社の船隊全体に拡大しており、広いスペースが必要になったとしている。

2017年2月、ハンブルク拠点 (フリート・トレーニングセンター) の開設に伴い、コペンハーゲン拠点を閉鎖した。Marorka の欧州事業はレイキャビクとハンブルクに集約する。

研究開発・提携

2009年には、ノルウェーの航海機器メーカーKongsberg Maritimeと、燃費最適化システム分野協力体制の構築を発表した。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 自動制御システム「K-Chief」のインターフェイスに表示され、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。この契約は2014年10月に更新された。

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。

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。同プロジェクトは2015年8月に完了した。

2014年9月には、スウェーデンのルンド大学に研究機関「Marorka Research Institute for Advanced Energy Management Science」を開設した。

同じく9月には、船級協会 DNV GL との協力契約に合意した。Marorka は、DNV GL の「ECO Insight」パフォーマンス管理ポータルに、同社のエネルギー管理ソリューションを統合する。

2016年5月には、中国 Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute (SMDERI) との提携に合意し、12月には共同で上海にエネルギー管理トレーニングセンターを開設した。

2017年には、中国の上海船舶研究設計院 (SDARI) と、パートナー契約を締結した。Marorka は、中国市場におけるビジネスを拡大する意向である。



## 1-6. 船用塗料

会社名	AkzoNobel																						
住所・連絡先	Christian Neefestraat 2 P.O. Box 75730 1070 AS Amsterdam the Netherlands		Tel +31(0)205027555  <a href="http://www.akzonobel.com/">http://www.akzonobel.com/</a>																				
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	<p>オランダに本社を置く AkzoNobel は、世界的な化学企業であり、船用塗料「International」ブランドを持つ最大手の船舶・重防食用塗料メーカーである英国 International Paint を傘下に持つ。</p> <p>AkzoNobel グループ全体では、世界 80 か国以上で約 45,400 人（2016 年：45,568 人）を雇用している。</p> <p>同社の事業部門は、「Decorative Paints」（装飾用塗料）、「Performance Coatings」（産業用塗料）、「Speciality Chemicals」（化学薬品）の 3 部門体制である。</p> <p>2017 年 4 月、同社は、「Speciality Chemicals」部門の売却・分割計画を発表し、11 月には株主総会の承認を得た。同部門は 2018 年 4 月に売却又は分割される予定で、以後、同社は、塗料・保護塗料ビジネスに専念する。</p> <p>同社が 2018 年 3 月 8 日に発表した 2017 年 1~12 月期連結決算によると、グループ全体の売上（為替差損を含む）は、主に企業買収により前年比 3%増の 145 億 7,500 万ユーロ、営業利益（EBIT：利払前税引前利益）も、同 2%増の 15 億 2,500 万ユーロとなった。</p> <p style="text-align: center;">AkzoNobel の業績推移（単位：百万ユーロ）</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2013 年</th> <th>2014 年</th> <th>2015 年</th> <th>2016 年</th> <th>2017 年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>売上</td> <td>14,590</td> <td>14,296</td> <td>14,859</td> <td>14,197</td> <td>14,575</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>897</td> <td>1,072</td> <td>1,462</td> <td>1,502</td> <td>1,525</td> </tr> </tbody> </table> <p>2016 年には、ドイツの総合化学メーカー BASF の産業塗料部門を 4 億 2,500 万ユーロで買収した。同部門は、英国と南アフリカに製造拠点をもち、従業員数は約 350 人である。AkzoNobel は、この大型買収により年間約 2 億 8,000 万ユーロの売上増加を見込んでいる。</p> <p>船用塗装部門</p> <p>AkzoNobel の船用塗料部門は、英国子会社 International Paint が</p>						2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	売上	14,590	14,296	14,859	14,197	14,575	営業利益	897	1,072	1,462	1,502	1,525
	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年																		
売上	14,590	14,296	14,859	14,197	14,575																		
営業利益	897	1,072	1,462	1,502	1,525																		

担当し、産業用、車両等及びパッケージ塗料とともに AkzoNobel の Performance Coatings 部門に含まれている。

2017 年の Performance Coatings 部門全体の売上は、前年の BASF 買収により前年比 2%増の 57 億 7,500 万ユーロ、従業員数は 19,900 人（2016 年末：19,700 人）である。

1881 年創立の International Paint は、世界に 16 の製造拠点と 8 の研究開発拠点、60 か国に 500 か所の販売拠点を展開し、5,500 人（2013 年）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 Coatings 部門の売上の約 22.5%（2016 年：26%）を占める AkzoNobel 船用・保護塗料部門は、保護塗料市場とヨット塗料市場では 1 位、船用塗料市場では 2 位の市場リーダーである（2014 年）。

AkzoNobel 船用・保護塗料部門の売上推移（単位：百万ユーロ）

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
売上	1,381	1,414	1,573	1,458	1,299

2017 年の船用・保護塗料部門の業績は、売上は前年比 11%減の 12 億 9,900 万ユーロとなった。船用市場は依然として厳しい状況にあり、また、石油ガス市場の落ち込みも全船用セグメントの売上に影響した。クルーズ船、フェリー向けのビジネスのみが多少増加した。

2016 年末の BASF 買収により、日本、ロシア、南アフリカ等の市場へのアクセスが改善し、また、風力発電タービン・ブレード用塗装製品等が充実した。同社の買収は、2017 年の Performance Coating 部門の増収に繋がったが、船用部門の不振が増収分をほぼ相殺した。

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。この契約更新により、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する。

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「Prelude」向けのビジネスを受注した。

2013 年には、オーストラリアの世界最大の LNG プロジェクト「Ichthys」向けに保護塗料を大量受注した。

また、イタリア船社 Grimaldi の船隊 30 隻向けに高性能・高環境性防汚塗料「Intersleek®1100SR」を受注した。

2015 年 3 月には、シンガポールのタンカー船社 Navig8 が、韓国 Hyundai Mipo で建造中のケミカルタンカー 18 隻向けに、カーゴタンク防汚塗料を受注した。

2016 年の大型受注としては、ロシア北極圏のヤマル LNG プロジェクト向けに塗料を受注した。

2017年の大型受注は発表されていない。

#### 主力製品・新製品

同社の主力製品である高性能船用塗料「Intershield 300」の1988年の発売以来の採用実績は、2016年11月に20,000件を超えた。新造船への採用実績は4,600隻以上に上る。同塗料は、2012年5月に、2013年1月発効の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Lloyd's Register（LR）より初取得している。

2016年4月には、クルーによる船上メンテナンス作業を簡易化する、小型パックの高性能防食塗料「Intershield® One-2-One」を発表した。

また、もう一つの主力製品である防汚塗料「Intersleek」シリーズは、発売以来21年間で、5,500隻への採用実績がある（2017年）。AkzoNobelは、同製品は、発売以来30億トンの船用燃料削減と3,200トンのCO<sub>2</sub>削減に貢献したとしている。

2013年に発売された「Intersleek 1100SR」は、船用業界初のバイオサイドを使用しないフルオロポリマー系防汚塗料で、発売後6か月間で100隻以上への採用実績を上げ、AkzoNobelは、船用防汚塗料市場におけるリーダー的地位を挽回した。2017年3月には、採用実績が1,000隻に達した同製品は、世界のLNG運搬船の35%に採用されている。同製品は、RINA、Seatrade、Riviera Maritime等の環境、イノベーションに関する賞を受賞している。

また、2016年9月に発売された「Intersleek 1000」は、羊毛から抽出した再生可能なバイオ原料を利用した、特許技術ラニオン技術を採用した初の防汚塗料である。船舶の燃料消費量とCO<sub>2</sub>排出量を最大6%削減する。AkzoNobelは、環境に優しいバイオ原料の研究と利用を促進している。

2016年3月には、特許技術Lubyon®を使用した同社最高性能を持つバイオサイド防汚塗料「Intercept® 8500 LPP」を発表した。サービス間隔を90か月に延長する性能を持つ同製品は、2017年10月に採用実績が100隻を超えた。

2017年7月には、Interstoresシリーズに、コスト効果の高い船上メンテナンス用の下塗り塗料「Interstores® Alkyd Primer」を追加した。Interstoresシリーズは、既に3,000以上の採用実績がある。

ヨット向け塗料としては、プライベートレーベル市場向けのバリューブランド「Nautical」を2013年に発売し、その後、製品群を拡大している。

2017年5月には、船用顧客向けの最新製品情報を提供するモバイル app を発表した。

## 研究開発、パートナーシップ

AkzoNobel 全社の過去 5 年間の研究開発投資は、18 億 3,000 万ユーロに上る。全世界 130 か所の研究拠点で、4,000 人の科学者が研究に従事している。特許数は 1 万件以上で、毎年平均 100 件の特許申請を行っている。主要研究拠点は、英国、米国、中国、スウェーデンにある。

2011 年 6 月に稼働した英国北東部フェリングの船用塗料研究所は、AkzoNobel 最大級の研究開発拠点である。その後、更に 1,260 万ユーロ規模の投資を行い、2017 年には研究者 100 人を擁する新研究所を開設した。同じく 2017 年には、米国ヒューストンの研究拠点を拡張した。

2011 年には、オランダの船舶環境性モニタリング企業 BMT ARGOSS 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。

2015 年 10 月には、業界初のビッグデータを用いて、船主・船社が先進防汚塗料の使用により節約できる燃料消費量と CO<sub>2</sub> 排出量を正確に予測するツール「Intertrac Vision」を発表した。

2017 年には、ガスタンカー船社 Barrier Group 及びドローン企業 DroneOps と共同で、ドローンを使用した船体及びバラスタタンの検査方法の研究開発と試験を行った。

2018 年 3 月には、大手コンテナ船社 Maersk Line と、コンテナ輸送のカーボン排出量の 10%削減を目指した海運の環境持続性促進に関するパートナーシップ契約を締結した。サプライチェーンの持続性促進へのベストプラクティスを特定し、また、顧客とサプライヤーの関係に持続性を統合する手法を開発する。

## カーボン・クレジット・プログラム

2014 年 4 月、AkzoNobel の船用塗料部門 International とスイスの環境保全機関 The Gold Standard Foundation が共同で開発した、「カーボン・クレジット」手法を発表した。船主・船社は、現行の船用塗料を、バイオサイドを使用しない「Intersleek 1100SR」等の先進塗料に切り替えることで、環境性を保ちながら船舶の燃費を改善、CO<sub>2</sub> 排出量を削減し、それによりクレジット、即ち収入を得るという手法である。2014 年 10 月時点の同プログラムへの参加企業は、2 船社 17 隻であった。

2015 年 4 月には、スペインのフェリー船社 Baleària が、所有フェリー「Martin i Soler」のカーボン・クレジット・プログラムへの参加を決定した。

2016 年 5 月には、ギリシャ Neda Maritime が、カーボン・クレジット 13,375 ポイント、6 万ドル相当を獲得した。10 月には、イタリア Grimaldi Group が、これまでで最大のカーボン・クレジット (109,617 ポイント) を獲得した。

2016年10月時点において、50隻以上がカーボン・クレジット・プログラムに参加しており、2016年のクレジットは合計126,785ポイント、約120万ドル相当である。「Intersleek 1100SR」の採用実績は1,000隻近くになっている。

2016年には、カーボン・クレジット・プログラムは、Seatradeの技術イノベーション賞を受賞した。6月には米国の環境賞も受賞している。

#### 設備投資

近年の不安定な市場環境にもかかわらず、AkzoNobelは、研究開発投資とともに設備投資を進めている。

一方、コスト削減と競争力強化のために、フランス、ブラジル、米国、ドイツ、スウェーデン、中国、イタリアの既存工場を閉鎖した。Performance Coating部門の工場数は、2013年時点の103か所から2016年末には87か所に減少しているが、一方で、アジアを中心に戦略的な設備投資も継続している。

2016年には、インドのウツタル・プラデーシュ州に新製造拠点を開設し、さらに、ムンバイ近郊Thaneに工場の建設を開始した。タイにも、ミャンマー等東南アジア向けビジネスの拠点となる総合拠点を建設中である。また、上海に150人規模の新技术研究センターを開設した。

2017年には、ブラジル・サンパウロの船用塗料製造拠点を拡張し、製造能力は1.5倍となった。また、3,100万ユーロを投資し、タイに200人規模の新製造拠点を開設した。

会社名	Hempel A/S																						
住所・連絡先	Lundtoftegårdsvej 91 2800 Kgs. Lyngby Denmark		Tel +45 (0)4593 3800 Fax +45 (0)4588 5518  <a href="http://www.hempel.com">http://www.hempel.com</a>																				
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  船用・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	<p>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 Hempel は、2015 年 7 月に創業 100 周年を迎えた。</p> <p>現在、世界 11 か国に研究開発施設（欧州、中東、アジア、北米）、22 か国に 27 の生産工場（欧州、北米、南米、アジア、中東）、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 5,787 人（2016 年平均、前年：5,661 人）である。</p> <p>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 5 部門から構成されている。</p> <p>本報告書作成時点における同社業績の最新情報は、2017 年 4 月 5 日に発表された 2016 年 1～12 月期の年次報告書である。それによると、2016 年の売上は、大口顧客 2 件の喪失、船用市場、石油ガス市場、中国市場の不振、為替差損が影響し、前年比 8.9%減の 14 億 2,400 万ユーロであった。</p> <p>営業利益は 1 億 3,000 万ユーロであったが、これは、2016 年にドイツ等数か国で発覚した船主、船社への贈賄事件 9 件の関連経費総額 4,000 万ユーロの影響を除いた数字である。</p> <p style="text-align: center;">Hempel の業績推移（単位：百万ユーロ）</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2012 年</th> <th>2013 年</th> <th>2014 年</th> <th>2015 年</th> <th>2016 年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>売上</td> <td>1,242</td> <td>1,239</td> <td>1,298</td> <td>1,563</td> <td>1,424</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>83</td> <td>125</td> <td>129</td> <td>158</td> <td>130</td> </tr> </tbody> </table> <p>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。</p> <p>船用部門</p> <p>2016 年は、2015 年後半のピーク時に比べてメンテナンス需要が減少した。過去数年間と同様に、新造船向けビジネスは低迷しているが、バラスト水条約批准により、メンテナンス市場は今後好転する可能性がある。</p>						2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	売上	1,242	1,239	1,298	1,563	1,424	営業利益	83	125	129	158	130
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年																		
売上	1,242	1,239	1,298	1,563	1,424																		
営業利益	83	125	129	158	130																		

船用塗料部門は、高機能防汚塗料「HEMPAGUARD」が好調であった。2013年9月に発売した同製品の採用実績は、2014年中には200隻を超え、2016年4月には500隻を超えた。

船用塗料部門の主力製品のの一つは、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、その汚染抑制機能により、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。

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・型式承認

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、2013年に正式認証を取得した。

2013年9月には、シリコン・ハイドロゲルとバイオサイド拡散抑制を統合した、特許技術 ActiGuard®を採用した新製品「HEMPAGUARD®」を発表し、2013年中には既に60隻分を受注した。同製品は、従来の防汚塗料と比較して、船舶の燃料消費量とCO<sub>2</sub>排出量を6%削減する。Hempel は、同製品を漁船市場にも拡大していく戦略である。

また、ヨット市場向けには、シリコン・ハイドロゲル防汚塗料「SILIC ONE」を投入した。

2014年9月には、特許技術である新防食技術 AvantGuard®を採用した防食亜鉛プライマー「HEMPADUR AvantGuard®」3種を発表した。同製品は、新製品・イノベーションに関する2014年 European Frost & Sullivan Award を受賞した。

2015年3月には、新造船向け高性能純エポキシ樹脂系塗料「HEMPADUR QUATTRO XO」を発売した。同製品は、バラストタンク向けのプライマーとして開発され、IMO のバラストタンク塗料に関する PSPC 基準（保護塗料性能基準）を満たしているが、没水部分を含め船舶のどの部分にもプライマーとしての使用が可能である。

る。

同4月には、速乾性の高い風力発電タービン塔向け2液型プライマー「HEMPADUR 4774D」を発売した。Hempel は、風力発電市場における同社のシェアは50%以上であるとしている。

また、2015年12月には、船級協会 DNV GL と、船舶のエネルギー効率改善を目指したデータ提供に関する協力を合意した。

2016年7月には、高性能純エポキシ樹脂系塗料「HEMPADUR QUATTRO XO」の新製品「HEMPADUR QUATTRO XO 17820」を発売した。アルミニウム着色技術と同社の特許技術であるマイクロファイバー強化技術を使用した同塗料は、主に新造船のバラスタック向けに設計されている。

2017年の船用新製品としては、11月に2種類の Globic シリーズ新プレミアム防汚塗料、メンテナンス用「Globic 9500M」及び艀装用「Globic 9500S」を発売した。Globic シリーズは、2005年の発売以来、5,000隻以上に採用されている。

同じく11月、船倉用防汚塗料「Hempadur Ultra-Strength Fibre 47510」を発売した。ばら積み船の船倉やハッチカバー、ハッチコーミング等の厳しい条件に耐える防食塗料で、船倉のメンテナンスコストを40%削減する。

#### 幹部人事

2016年4月、Pierre-Yves Jullien 氏の後任として、大手設備管理企業 ISS UK の社長であった Henrik Andersen が Hempel 社長 (CEO) に就任した。

#### 企業買収

Hempel は、主に企業買収により、世界の2015年までにトップ10塗料メーカーとなる5年計画を実施した。

2011年の Crown Paints の大型買収に続き、2012年には米国の保護塗料メーカー Blome International Inc. を買収した。

2014年12月には、オランダの塗料メーカー Schaeapman's Lakfabrieken B.V を買収した。2017年11月には、完全子会社化され、社名を Hempel Industrial B.V に変更した。

2015年には、南アフリカ The Coatings Manufacturing Company と米国 Jones-Blair Company を買収した。Jones-Blair の工場は、Hempel の27か所目の工場となる。

#### 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



	<p>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。</p> <p>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所を新設、また、米国とスペインの研究拠点の拡大を実施した。</p> <p>2012年2月には、1,700万米ドルを投資したアルゼンチン・ブエノスアイレスの船用・保護塗料を製造する新工場が稼働した。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。</p> <p>2013年8月には、デンマークの新本社ビルが完成した。約110人が本社勤務である。</p> <p>2014年2月には、サウジアラビアの新工場が稼働した。</p> <p>2014年9月には、2011年に開設したNasik Maharashtra工場に続き、300万ユーロを投資してインドNashikに新工場を開設した。</p> <p>また、2014年には、米国拠点の新本社と倉庫を開設し、英国工場には新設備を投入した。マレーシア、クウェートの生産設備も拡張した。</p> <p>2015年12月には、2,300万ユーロを投資したロシアのウリヤノフスクの新工場が稼働した。現在Hempelは、世界に28工場を持つが、ロシアにおける現地生産は同工場が初となる。</p> <p>主要研究開発拠点は、デンマーク、スペイン、中国、英国にある。</p>
--	--

## 1-7. 救命設備

会社名	Viking Life-Saving Equipment	
住所・連絡先	<b>VIKING LIFE-SAVING EQUIPMENT</b> Saedding Ringvej 13 6710 Esbjerg V Denmark	Tel +45 76 11 81 00 Fax +45 76 11 81 01  <a href="mailto:VIKING@VIKING-life.com">VIKING@VIKING-life.com</a> <a href="https://www.viking-life.com/en/">https://www.viking-life.com/en/</a>
業務内容・製品	船用・オフショア用安全設備、消防設備の開発、製造、販売、サービス  救命艇、救命いかだ、避難用スライド、シュート、ライフジャケット、消防服、特殊作業服	
会社実績	<p>デンマークの Viking Life-Saving Equipment は、世界最大手の船用救命設備メーカーである。</p> <p>同社は 1960 年、デンマーク西岸のエスビャウ港にゴム製救命いかだメーカー「A/S Nordisk Gummibådsfabrik」として設立された。出資者は地元の実業家 Claus Sørensen が設立した民間ファンド「Claus Sørensen Fond」で、同ファンドは今日でも VIKING のオーナーである。</p> <p>1960 年代には、海難事故における同社製品による人命救助の成功により世界的な知名度を上げた。</p> <p>1974 年には IMO の「1974 年の海上における人命の安全のための国際条約」(SOLAS 条約)が発効し、救命設備の要件が規定された。さらに、1983 年の条約改正では、全閉囲型救命艇、救助艇、イマーションスーツ等の救命備品の搭載が義務付けられた。これにより VIKING のビジネスは拡大した。</p> <p>1993 年、社名を Nordisk Gummibådsfabrik から現在の「VIKING LIFE-SAVING EQUIPMENT A/S」に変更し、3つの製品ブランド (VIKING, MUSK OX, NORVIK) を「VIKING」に統一した。</p> <p>1994 年、フィンランドのクルーズ船「Sally Albatross」の座礁事故発生後 90 分間で、VIKING の救命設備により乗客 1,100 人と乗務員 158 人の全員が救出された。VIKING は、これまでに 4,000 人の人命救助に貢献したと述べている (2018 年 2 月現在)。</p> <p>2005 年には、従業員が 1,000 人を超え、2008 年には創業以来の売上総額 10 億 DKK (デンマーク・クローネ) を達成した。</p> <p>現在、VIKING は、世界 30 か国に 92 事業所と 4 製造拠点をもち、従業員数は 2,000 人を超える。</p> <p>同社は、財務情報の詳細を公開していないが、2016 年の売上は 2 億 5,000 万ユーロと発表している。</p>	

舶用製品・研究開発・型式承認

1969年には、救命実験用プールを設置した。

1968年、甲板から乗客を乗せて降下されるダビット進水式救命いかだを発売した。

1979年、ファイバークラス製全閉型救命艇を発売。

1983年、世界最大の定員35人のダビット進水式救命いかだ「VIKING 35 DKF」を発売。

1984年、緊急脱出用スライドを発売。

1988年、50人乗りの投下式救命いかだを発売。

1996年、VIKINGの救命設備は、あらゆる速力の船舶に搭載可能な世界初の救命設備として承認された。

1997年、VIKINGの定員50人の自動復原式救命いかだが世界初の型式承認を取得。

1998年、ミニスライドを発表。2002年にミニスライドシステムVEMS (VIKING Evacuation Minislide System) が型式承認を取得。2006年には、新型ミニスライドシステム「VELS SMS」を発表。

1999年、緊急脱出用シュートを発売

2002年、救命いかだ「150 DKS」及び「150 DKR/IBA」が型式承認を取得。

2007年、南極航海用に特別設計された唯一の救命いかだを発表。

2013年、新型スリムライフジャケットを発表。

2014年、世界12の港で、VIKINGの主要安全製品50品目が24時間調達可能なサービス契約「Global Safety Product Agreement (GSPA)」を開始。

オフショア向け製品

2000年代に入り、VIKINGは、舶用に加えてオフショア産業向けの製品群を拡大している。

2008年、オフショア向けにヘリコプター輸送用スーツを発表。

2012年、型式承認を取得したオフショア向け特殊作業服を発表。

2013年、オフショア輸送用保護服の製品群を充実させ、また、オフショア向けの総合サービス契約を開始。

	<p>2014年、全長81mのオフショア向け避難システムの試験に成功。</p> <p>企業買収・合併・提携</p> <p>VIKINGは、必要な技術を持つ企業又は製造設備の買収により、提供製品群を拡大してきた。</p> <p>1970年、デンマーク Nakskov Shipyard からファイバーグラス製ボートの建造設備を買収。</p> <p>1980年、MUSK OX のイマーシブスーツと消防用スーツの製造設備を買収。1987年には製造設備を拡大。</p> <p>1984年、日本でファイバーグラス製救命艇「VIKING-DODWELL」のライセンス製造を開始。</p> <p>2001年、ノルウェーのオフショア用救命設備メーカーNorsafe Selanticを買収し、VIKING LIFE-SAVING EQUIPMENT Bergen ASを設立。</p> <p>2010年、米国の防火服メーカーQuest Enterprisesを買収。同じく2010年、ドイツの安全設備メーカーHygraphaを買収。</p> <p>2012年、ドイツの船用防火サービス企業 de Vriesを買収。</p> <p>2013年、デンマークの船内トレーニング・ソフトウェア企業 SAATSEAを買収。</p> <p>2015年、韓国の消防設備メーカーNK Group と、長期サービス契約を締結。</p> <p>2015年、Maersk Group のフック（一斉離脱装置）・レトロフィット企業 Nadiro A/Sを買収。</p> <p>製造・販売・サービス拠点</p> <p>VIKINGは、現在、デンマーク、ノルウェー、ブルガリア、タイに自社製造拠点を持つ。</p> <p>1977年のオランダ拠点開設を皮切りに、欧州、米国、中東、2000年代にはアジアを中心にビジネスを拡大し、現在、全世界に72か所の拠点網を展開している。認可されたサービスステーションは261か所である。</p> <p>2014年には、本社に最新自動化設備を持つ欧州中央配送センターを開設した。</p>
--	---

## 第2章 EUにおける船用機関関連研究開発プロジェクト

### 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

#### 2-1-a. E-FERRY : 100%電気推進の次世代貨客フェリーのプロトタイプとフルスケール実験

EU 助成プロジェクト「E-FERRY」の参加企業・組織は、高エネルギーのバッテリーパックと船体用軽量素材を利用し、100%電気推進フェリーの最適化された船体と推進システムの設計を行った。実験船として用いられる同フェリーのプロトタイプは、2017年にデンマーク造船所 Soeby Verft において完成した。

E-FERRY は、他の電気推進フェリーよりも長い距離（5海里以上）においてフルスケールの実験を行う。同フェリーは、デンマークのエアロ（Aeroe）島と本土を結ぶ 10.7 海里及び 9.6 海里の航路に就航する予定である。E-FERRY の実験船は、全長 59m、乗客 196 人と車両 31 台を搭載可能で、バッテリーの充電までに 22 海里の距離を航行する。

プロジェクト参加企業であるスイス Leclanche は、E-FERRY に搭載される大容量バッテリーシステム「Marine Rack System」(MRS)を開発した。この三元系（NMC系：ニッケル、マンガン、コバルト）のリチウムイオン電池の容量は 4.3MWh で、世界最大の船用バッテリーであるとされている。

充電システムは、フェリーがターミナル着岸時に自動的に接続され、停泊中の 15～20 分間に船体の両側から同時に直流 2MW×2、計 4MW で高速充電が行われる。充電装置は、市場初の大容量直流充電器である。

E-FERRY は、エアロ島の年間 CO<sub>2</sub> 排出量を約 2,000 トン、NO<sub>x</sub> 排出量を 41,500kg、SO<sub>x</sub> 排出量を 1,350kg、粒子状物質（PM）排出量を 2,500kg、それぞれ削減する。

E-FERRY プロジェクトのコーディネーターであるエアロ自治体は、プロジェクト総額 2,600 万ユーロ (3,020 万ドル)のうち 1,000 万ユーロ (1,160 万ドル)を負担している。EU は「Horizon 2020」プログラムから 1,500 万ユーロ (1,740 万ドル)を拠出し、スイス政府が残りの 100 万ユーロ (120 万ドル)を助成している。

E-FERRY プロジェクトには、デンマーク、フィンランド、ドイツ、ギリシャ、スイスの企業・組織が参加し、プロジェクト実施期間は 2015 年 6 月 1 日～2019 年 5 月 31 日である。同プロジェクトは、以前実施されたデンマークの助成プロジェクト「Green Ferry Vision」の結果を基礎としている。

#### 2-1-b. GREEN FAST FERRY : 世界初の 30 ノット電池推進空気支持コムーターフェリー

「Green Fast Ferry」(GFF) プロジェクトは、ゼロ排出の完全電気推進高速旅客フェリーの開発と実証を目指すプロジェクトである。同フェリーは、ディーゼルエンジン推進のコムーターフェリーと市場競合が可能な唯一のゼロ排出船となる。

GFF プロジェクトは、2016 年 9 月に開始した 2 年間プロジェクトで、総額 174 万ユーロ (200 万ドル)のうち 122 万ユーロ (140 万ドル)を、EU が「Horizon 2020」から拠出している。同プロジェクトは、以前実施された EU プロジェクト「BB GREEN」の結果を基礎とした後続プロジェクトである。

GFF プロジェクトの目標は、最大 26km の航路でサービス速度 30 ノットを維持することが

可能で、港湾停泊中の 20 分以内に高速バッテリー充電が可能なフェリーの実現である。

GFF フェリーは、プロジェクト参加企業であるノルウェー Surface Effect Ships Europe が開発した特許技術である空気支持船 (Air Supported Vessel : ASV) 技術を用いている。ASV 技術は、船体の下に空気のクッションを導入することにより抵抗を軽減する。船首に設置されたバッテリー駆動のファンが圧縮空気を船体下の空洞に噴射し、船舶の排水量の 80% を支持する。高速航行時の抵抗は 40% 低下し、全長 20m の船舶が出力 280kW の電気モーター 2 基で速力 30 ノットを発揮することが出来る。

さらに、この新船型は航走波の発生を軽減する。航走波の問題は、欧州北部に多いフィヨルドや内陸水路における従来のディーゼルエンジン推進高速船の使用の障害となっており、新船型フェリー導入の利点は大きい。

GFF プロジェクトの参加企業は、Surface Effect Ships Europe、Echandia Marine Sweden、及びラトビアの造船所 BJB-Latitude Yachts である。

#### 2-1-c. HOLISHIP : 船体設計とライフサイクル・オペレーションの包括的最適化

2016 年 9 月に開始された HOLISHIP プロジェクトは、「Horizon 2020」プログラム内の大規模海事産業研究開発プロジェクトの一つで、欧州の 40 企業・組織が参加している。船舶設計とオペレーションに「ホリスティック」(包括的) なライフサイクル統合アプローチを採用した次世代船舶設計システムを開発することを目的とする同プロジェクトには、EU が 1,140 万ユーロ (1,330 万ドル) を拠出している。

実施期間 4 年の HOLISHIP プロジェクトの主な目的は次のとおり。

- 改良された統合設計ツールを用いて設計コストを 15% 以上削減する。
- 設計と設計プロセスの改良により、建造、組立てを容易にしてリードタイムを短縮し、製造コストを削減する。
- ライフサイクル設計により、運航パフォーマンスが改善し、コスト評価、環境評価、管理の信頼性を向上させると同時にライフサイクルコストを約 20% 削減する。
- 機関モデリングとシミュレーションの革新的ソリューションを統合する HOLISHIP 手法を用いて、複雑なシステム統合と実証に掛かる時間を短縮する。
- 新ツールや手法を用いて船体、推進、機関の統合システムとしての可能性を最大化し、設計の初期段階でエネルギー効率を改善する。
- 「多目的最適化」により船舶の安全性を高める。

HOLISHIP のソフトウェアツールの統合、ワークフローの処理、デモンストレーターとしてのデジタルモックアップの作成には、実績のある設計ソフトウェアが用いられる。多様な船種をカバーするデモンストレーター 9 基の作成が予定されている。第 1 基目のデモンストレーターは ROPAX フェリーである。

最初のデモンストレーターでは、効率的で強度の高い船舶設計の開発と分析に関するコストを処理する手法として、「Software as a Service」(SaaS) と呼ばれるビジネスモデルの可能性を検証する。

「Software as a Service」手法により、企業は、自社コンピューター又はデータセンターにアプリケーションをインストールして使用する必要がなくなる。これにより、ハードウェアの購入、メンテナンス、ソフトウェアのライセンス、インストールとサポート等に関わる出費が不要となる。さらに、ソフトウェアは、ユーザーがウェブでアプリに接続した時点で常に最新のものにアップデートされ、利用可能となる。

最初の HOLISHIP デモンストレーターとしての ROPAX フェリーの初期設計には、CAD ソフトウェア CAESES (CAE System Empowering Simulation) が利用された。ユーザーは、複数の設計パラメーターを用いて設計を変更することが可能である。希望の船型が決定された後、CAESES は、HOLISHIP プロジェクトのリーダーであるハンブルク船舶試験水槽 (HSVA) の「v-Shallow」パネルコードソフトウェアを用いて、船体抵抗を計算する。

同デモンストレーターの目標は、ウェブベースの設計と解析アプリケーションの実用性とアクセス性を証明することである。

2017 年 12 月、HOLISHIP プロジェクトの参加企業である Rolls-Royce Marine は、同社の主導で、Bureau Veritas (BV)、DNV GL、オランダ応用科学研究所 TNO とともに、プロジェクト作業部会 5 (WP5) が、機関、推進、機器に関する手法とツールを開発中であると発表した。

機関モデリング方法を担当する BV は、実際の船舶運航状況とパフォーマンスのシミュレーションを行うソフトウェア「Seecat」を提供している。DNV GL は、モデリングフレームワーク「Cosmos」を用いて船舶の機関システムのバーチャル統合を行っている。TNO は、機器、部品、船型モデルの幅広い情報を持つ「GES」ツールを用い、複数のアプリケーションに対する船内エネルギーシステムのシミュレーションを行う。

Rolls-Royce Marine は、機関パフォーマンスツール開発のために、同社の船用動力システム評価ツール「MPSET」を提供している。「MPSET」は、同社の船舶設計、エンジン・機器製造、システム統合の知識を利用したモデルベースのシステムエンジニアリング手法である。

#### 2-1-d. H2MOVE : 海上交通の燃料効率向上とカーボン排出量削減のための水素発電装置

2017 年 2 月～5 月に実施された H2MOVE プロジェクトの目的は、船用動力としての小型水素発電装置の利用に関するフィジビリティの研究である。プロジェクト総予算 71,429 ユーロ (約 82,800 ドル) のうち、50,000 ユーロ (60,000 ドル) を EU の「Horizon 2020」プログラムが拠出している。

同プロジェクトは、キプロスの H2MOVE 水素発電装置開発企業 Aris Pump が単独で行った。同発電装置は、コンパクト設計で設置面積も小さい船用発電装置である。

水素燃料はカーボン (炭素) を排出しない燃料である。水素燃料は、エネルギー量が化石燃料の 3 倍あり、現行の燃料システム又は燃料に加えることにより、同等のトルクを得るために必要な化石燃料を削減することが出来る。しかしながら、水素の商業的利用の障害となるのは、空気との接触によって着火する水素の安全な貯蔵方法の確保と、船内設置に関する非常に高いコストである。

H2MOVE は、電解ベースの水素生成技術で、現在市場化している技術と比較して燃料コストを 30%、大気汚染を 35%それぞれ削減するとされている。唯一の副生物は水である。あらゆるエンジンへのレトロフィットが可能な設計となっている。

H2MOVE プロジェクトは、電解技術の改良、スケールアップした H2MOVE エンジンの実証、船用エンジンへの搭載実験の準備に焦点を当てた。

H2MOVE のコンセプトの進展には、船用エンジンメーカーとの商業的提携、ユーザーとなる船主・船社の確保が必要である。

## 2-1-e. JOULES (Joint Operation for Ultra Low Emission Shipping : 超低排出海運への共同オペレーション)

4年間にわたって実施された JOULES プロジェクトは、2017年5月、ハンブルクで開催された最終会合とともに完了した。同プロジェクトは、41企業・組織が参加した大規模研究開発プロジェクトで、将来欧州で建造される船舶のCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、PM 排出量削減を究極的な目的とした。

プロジェクトの中心となった作業は、船舶のエネルギー利用のシミュレーションを行い、他の技術との比較、統合を行うツールの開発である。船舶の設計段階で全エネルギー消費のシミュレーションを行い、船舶のライフサイクルを通じたアセスメントと比較を行うことは、欧州の長期的排出目標の達成に不可欠である。また、欧州で建造された船舶の競争力向上にも繋がる。

以前に実施された EU プロジェクト「BESST」で開発された予測ツールは、JOULES プロジェクトで更に開発が続けられた。これらのツールは、候補となる諸技術の船舶のライフサイクルを通じた比較を可能にする。JOULES プロジェクトでは、最も有望な諸技術をいくつかのデモンストレーションに統合し、エネルギー消費と有害物質排出のモデリングを行った。

評価方法とモデリングツールは、コスト効率と環境性に関するエネルギー消費の長期予測、管理、評価を行う諸技術の海運への実用化への架け橋となるものである。

JOULES プロジェクトの主な成果は、船舶のエネルギー網のシミュレーションと設計ツール「Life Cycle Performance Assessment (LCPA)」を統合した「JOULES 船舶設計手法」である。LCPA ツールは、船舶の設計段階で全体的な経済的及び環境面での評価を行う世界初のツールである。

開発された手法は、船種と大きさの異なる船舶のテストケース 11 件に応用された。開発過程では、部品、システムメーカー、システムインテグレーター、造船所、研究機関からのデータ収集とデータ共有が行われた。この手法により、造船所は、船舶の全体的なエネルギー網のシミュレーションモデルを構築し、エネルギーシステムとエネルギー利用の最適化と排出削減を行うことが出来る。

JOULES プロジェクトのコーディネーターは、ドイツの造船所 Flensburger Schiffbau-Gesellschaft が担当した。プロジェクト総額は約 1,400 万ユーロ (1,600 万ドル) で、EU が第7次フレームワーク・プログラムから 850 万ユーロ (1,000 万ドル) を拠出した。

## 2-1-f. MARANDA (Marine application of a new fuel cell powertrain, validated in demanding Arctic conditions : 厳しい極海条件で実証された新型燃料電池パワートレインの船用アプリケーション)

2017年、「Horizon 2020」プログラム内の新研究開発プロジェクトとして、舶用水素燃料電池の実用化に関するプロジェクト「MARANDA」が開始された。開発されるパワートレインは、出力 165kW のプロトン交換膜 (PEM) 燃料電池 (固体高分子形燃料電池) をベースとしたハイブリッドシステムである。MARANDA プロジェクトでは、非常に低い気温条件におけるオペレーションの安定性を研究した。

MARANDA プロジェクトは、フィンランドの技術研究所 VTT が主導し、Powercell Sweden と ABB Group を含むフィンランド、フランス、イタリア、スウェーデン、スイスからの 6 企業・組織が参加した。実施期間は 2017年3月～2021年2月の4年間である。



ハイブリッド型燃料電池パワートレインは、フィンランドの調査船 **Aranda** (1,700 総トン) に試験搭載され、実証実験が行われる。搭載されたシステムは、同船の電気機器と DP (自動船位保持) システムに電力を供給する。燃料電池技術は、排出ゼロで、ノイズと振動もほとんどないため、調査船への利用には大きな利点がある。

**MARANDA** プロジェクトは、効率と耐久性を高める空気ろ過と水素放出ソリューションの開発に重点を置いた。プロジェクトでは、実船搭載以前に、氷点下でシステムのフルスケール実験を行う。

システムの 6 か月、計 4,380 時間に及ぶ長期耐久性試験は、陸上の産業施設で実施される。

燃料電池の船用利用への大きな障害の一つは、水素供給インフラの欠如である。**MARANDA** プロジェクトでは、水素のポータブル貯蔵コンテナを開発する。コンテナは、あらゆる水素補給ステーションにおいて圧力 350 バールで補充が可能な設計となる。

## 2-1-g. **NOVIMAR** (Novel Inland Waterway and Maritime Transport Concepts : 内陸水路及び海上輸送の新コンセプト)

世界の多くの国では、自動車産業と道路交通局が、ドライバーが乗った車がドライバーなしの車の隊列を率いるという「隊列走行」(platooning) のコンセプトを開発している。2017 年には、内陸水路と短距離海運向けにこのコンセプトの水上交通版の開発が開始された。

**NOVIMAR** プロジェクトでは、有人の「リーダー」船が、複数の無人又は最低限の乗員の「フォロワー」船(推進、操船能力は保持)を一時的にリードする隊列を構成するシステムを開発する。隊列内の船舶はデジタル相互接続される。システムは、隊列の構成を定期的に変更することも可能である。各船舶は、それぞれの運航パターンに従い、沿岸や水路のある地点で隊列に加わったり、離れたたりすることもできる。

**NOVIMAR** プロジェクトでは、「スマート」なナビゲーション、コマンド、コントロールのためのツールを開発する。また、新たな運航環境に必要な船員のスキルを開発する。

**NOVIMAR** プロジェクトは、新システムの採用による内陸水路船のコストは最大 47%削減、近距離船の乗員コストは最大 88%もの削減が可能であるとしている。エネルギー消費量は 10~15%減少し、排出量も同様に低減する。さらに、**NOVIMAR** 隊列は、船舶運航や貨物ロジスティックの柔軟性を高め、他の輸送モードから水上輸送へのモーダルシフトを促進する。

コスト削減により、欧州の近距離海運及び内陸水路ネットワークの小型船舶の競争力は向上し、内陸港と小規模港湾への直接水上輸送が増加する可能性がある。現在、スケールメリットのために船舶は大型化しており、小型船は徐々に減少している。そのため、欧州の小規模な水路への輸送量も減少している。

2017 年 6 月に開始された **NOVIMAR** プロジェクトは、EU「Horizon 2020」プログラム内のプロジェクトで、実施期間は 4 年である。EU がプロジェクト予算の 100%、790 万ユーロ(920 万ドル)を拠出している。プロジェクトには 9 か国から 22 企業・組織が参加しており、ロッテルダムの Stichting Netherlands Maritime Technology Foundation がコーディネーターを務めている。

プロジェクトでは、隊列航行のコンセプトは今後 10 年以内に実用化されると期待している。

## 2-1-h. RAMSSES (Realisation and Demonstration of Advanced Material Solutions for Sustainable and Efficient Ships : 持続性のある効率的な船舶のための先進素材ソリューションの実現と実験)

2017年6月に開始された「Horizon 2020」プログラム内のRAMSSESプロジェクトは、製品設計、機器と船体の統合、保守等船舶の全過程における新素材の利点を実証することを目的としている。

RAMSSESプロジェクトでは、13種類の船用製品の開発、デモ、実証と市場化の準備を行う。開発される製品は、革新的な部品、ラダーとプロペラを含む船用機器、甲板と上部構造の軽量モジュラーシステムである。

専門チームが、技術性能、ライフサイクルコスト効率、環境性能等の評価を行う。試験データと設計、技術、製造に関するベストプラクティスは、知識及び新素材データベースに蓄積され、幅広い船用エンドユーザーに利用可能となる。

RAMSSESは、大規模プロジェクトで、欧州12か国から36企業・組織が参加している。プロジェクト総額1,350万ユーロ(1,570万ドル)のうち、1,080万ユーロ(1,250万ドル)をEUが拠出している。プロジェクトコーディネーターはイタリアの研究所CETENAが務め、ドイツ船用技術センター(CMT)が補佐している。

## 2-1-i. RotorDEMO (Norsepower Rotor Sail Solution : デモンストレーションプロジェクト)

フィンランドNorsepowerは、フィンランドのROPAXフェリーに風力支援推進システムを設置、デモンストレーションを行う「RotorDEMO」プロジェクトに対し、EUの「Horizon 2020」プログラムからの補助金158万ユーロ(183万ドル)を確保した。同プロジェクトには、Norsepowerの特許技術「Rotor Sail Solution」を応用する。プロジェクト実施期間は2017年1月1日～2018年12月31日の2年間で、プロジェクト総額は232万ユーロ(183万ドル)である。

「Rotor Sail Solution」は、フレットナー・ローターの改良版で、マグヌス効果を用いて回転シリンダーが風力を動力化し補助推進力とする。専用船員の追加の必要はなく、あらゆる船種の商船へのレトロフィットが可能である。同ソリューションは、エネルギー効率を向上させ、カーボン燃料への依存を軽減し、排出を削減する。

RotorDEMOプロジェクトの主目的は、実船実験により「Rotor Sail Solution」の効果を実証し、製品の販売を促進することである。また、同技術の性能評価と型式承認取得、及びROPAXフェリー上の実船実験の結果を基礎としたシステムのアップデートも目的の一つである。実験用に選ばれたフェリーは、ストックホルム(スウェーデン)ートゥルク(フィンランド)間を定期運航する「Viking Grace」(57,000総トン)である。LNG焚きDFエンジンを搭載した同船は、既に業界で最も「グリーン」な船舶の一つとされている。

「Rotor Sail Solution」の搭載により、Viking Graceのカーボン排出量は年間900トン削減され、これは年間300トンのLNG燃料削減に相当する。

「Rotor Sail Solution」の第一世代は、2015年に北海を航行するフィンランドのRORO船Estradenに搭載された。2016年8月、Norsepowerは、研究を更に進め、世界最大のフレットナー・ローターを開発するため、EUの「Horizon 2020」プログラムとフィンランド政府のTEKES基金から総額260万ユーロの補助金を獲得した。

2017年3月、英国政府の助成プロジェクトがNorsepowerのシステムを110,000DWT型タンカーに設置し、試験を行う計画が発表された(本報告書2-2-q「風力駆動推進技術」を参照)。

## 2-2. その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向

### 2-2-a. BOTHNIA BULK : バルト海北部における通年運航貨物船の環境性向上

バルト海でスウェーデン／フィンランドの製鉄企業 SSAB が原材料を輸送する、世界初の LNG 燃料ハンディサイズ型ばら積み船が、2018 年初頭に就航する。

25,600DWT 型ばら積み船「Viikki」は、フィンランド船社 ESL Shipping が中国 Jinling Shipyard に発注したフィンランド Deltamarin 設計の姉妹船 2 隻の第 1 船である。主機、補機とも DF エンジンを使用し、400m<sup>3</sup>の LNG 燃料タンクが、出力 6,000kW の MAN の 2 ストローク DF 主機に、最大 14 日間の航海に必要な LNG 燃料を供給する。

ESL Shipping は、EU が「Connecting Europe Facility (CEF)」輸送プログラムを通じて補助金を交付する「Bothnia Bulk」共同産業プロジェクト (JIP) のパートナーである。新造ばら積み船 2 隻と ESL と SSAB の新輸送契約は、「Bothnia Bulk」プロジェクトの一部である。

「Bothnia Bulk」プロジェクトの主目的は、バルト海を通年運航する乾貨物ばら積み船のエネルギー効率を高め、排出量を削減することである。特に、ルレオ港 (スウェーデン)、ラーヘ港 (フィンランド)、オクセレスンド港 (スウェーデン) を結ぶ既存航路のアップデートを行う。

同プロジェクトでは、LNG 燃料使用とその他の削減技術により、新造船からの大気汚染物質の排出を削減する。PTI (power take-in) モードで運転する永久磁石軸発電装置により、軸系の動力は 1,250kW 増加し、最大 7,250kW となり、氷海その他の困難な状況における航行を支援する。

新造ばら積み船向けの高環境性技術の他、プロジェクトでは、港湾とターミナルのインフラ整備やフィンランドの港湾における LNG バンカリングの開発も行う。

### 2-2-b. ECOPRODIGI プロジェクト

2017 年 10 月に開始された 3 年間のプロジェクト「ECOPRODIGI」の目的は、バルト海域をデジタル化とクリーンな海運のリーダーとすることである。プロジェクト予算は 424 万ユーロ (500 万ドル) で、うち 314 万ユーロ (370 万ドル) を EU が地方インフラ開発基金 INTEREG から拠出している。

同プロジェクトは、フィンランドのトゥルク大学が主導し、北欧とバルト海東部諸国から 27 企業・組織が参加している。プロジェクトでは、船舶のパフォーマンス監視から造船所の製造工程の最適化まで幅広いテーマをカバーし、船用デジタル化のロードマップと政策の構築、トレーニングプログラムの作成等を行う。

### 2-2-c. EmX 2025 排出ガス削減

ノルウェー研究協議会は、LNG 燃料船から排出される NO<sub>x</sub> とメタン (CH<sub>4</sub>) 削減のための知識とイノベーションの開発を目指した研究開発プロジェクトへの助成を行っている。

ノルウェーの研究機関 NTNU-SINTEF 内の Catalysis Group は、スウェーデンのシャルマース技術大学の触媒作用研究所 (Competence Centre for Catalysis\*) と研究開発プロジェクト「EmX 2025」で協力している。

天然ガスは、効率的な完全燃焼温度で NO<sub>x</sub> を発生させる。船用エンジンの動的負荷で、高効率を維持しながら NO<sub>x</sub> の生成とメタンスリップを抑制することは難しく、メタンの酸化と NO<sub>x</sub> の選択触媒還元 (SCR) が必要となる。

EmX 2025 プロジェクトでは、メタンと非メタン炭化水素 (HMHC) を除去する専用触媒ユニットで酸素濃度を低下させた後、SCR ユニットで NO<sub>x</sub> を除去するというコンセプトを開発する。もう一つの目的は、現行のシステムに使用されている貴金属類\*\*を、比較的安価で入手が容易な他の物質で代替することである。

プロジェクトの実施期間は 5 年間で、2019 年 12 月に完了予定である。

注\*：触媒作用。触媒による化学反応の促進。

注\*\*：貴金属は湿気中の腐食と酸化への耐性がある。

#### 2-2-d. グローバル・インダストリー・アライアンス

グローバル・インダストリー・アライアンス (GIA) は、ロンドンを本拠地とする、IMO 主導の海運のエネルギー効率向上と低カーボン化を目指した新たな官民パートナーシップである。GIA は、2017 年 6 月 29 日に正式に発足した。

GIA の目的は、革新的なソリューションを開発し、エネルギー効率の高い技術と運航のベストプラクティスの採用を促進することである。GIA の活動は、研究開発に重点を置き、技術開発の進展を公開し、促進する。

GIA のメンバーは、欧州企業中心で、エンジンメーカー及びライセンサーである Wärtsilä Corporation と WinGD、船社 MSC、Grimaldi Group、Stena、Shell International、船級協会 BV、DNV GL、LR、技術企業 Ricardo UK、Silverstream、及びロッテルダム港、Total Marine Fuels、船舶追跡企業 MarineTraffic が参加している。欧州以外からは、米国 Royal Caribbean Cruises、及び ABB の上海子会社が参加している。

#### 2-2-e. GREEN CORRIDOR プロジェクト

国際共同産業プロジェクト「Green Corridor」(緑の回廊) プロジェクトでは、LNG 燃料のニューカッスルマックス型ばら積み船の設計の商業的可能性と技術的フィジビリティの研究を行った。同船型は、オーストラリアと中国間の鉄鉱石と石炭の輸送船を想定している。

燃料消費を分析した結果、210,000DWT 型ばら積み船の LNG 貯蔵容量は約 6,000m<sup>3</sup> が最適であることが判明した。往復航海に必要な燃料のバンカリングは、オーストラリアで行う。LNG タンク 2 基は、メインデッキの 2~3m 下、機関室の真上に配置する。主機として 6 シリンダーの 2 ストローク DF エンジン 1 基を搭載する。候補となるエンジンは、ガス点火型 MAN G70ME-C9.5-GI エンジン、又は WinGD X72DF エンジンである。

「Green Corridor」プロジェクトの参加企業・組織は、エネルギー企業 BHP、Fortescue、Rio Tinto、Woodside、船社商船三井、U-Ming、船級協会 DNV GL、中国設計企業 SDARI である。ニューカッスルマックス型ばら積み船の設計は、SDARI が担当し、同社の実績のあるエネルギー効率の高い Green Dolphin シリーズの船型を基礎とする。

#### 2-2-f. HIPPO-2：ハイブリッド型ディーゼル電気パワートレイン試験台

2013 年、国立アテネ工科大学 (NTUA) の船用エンジニアリング研究所 (LME) は、ハイブリッド型ディーゼル電気パワートレインの試験台「HIPPO-1」を設置し、ハイブリッド型船

用動力機関のオペレーションとコントロールの有意義な研究を行った。NTUA は、その経験を活かし、最新の部品を採用した次世代機「HIPPO-2」の設置に関する最終確認を行っている。

「HIPPO-2」は、今後、NTUA-LME でハイブリッド船用動力・推進に関するフルスケールの試験台にアップグレードされる。「HIPPO-1」及び「HIPPO-2」の開発コストは、NTUA の自己資金の他、Lloyd's Register Foundation、EU の HERCULES-C プロジェクト（EU 第 7 次フレームワーク・プログラム）等からの補助金でカバーされている。

HERCULES-2 統合プロジェクトは、NTUA-LME の Nikolaos Kyrtatos 教授がコーディネーターを務めた。船用エンジン技術の進展を目指す実施期間 3 年の同プロジェクトは、2015 年 5 月に開始され、EU10 か国及びスイスから 35 企業・組織が参加している。

「HIPPO-2」は、2018 年初頭までにフル稼働の予定である。「HIPPO-1」と比較して、オペレーションの柔軟性と能力が増し、制御と計測の正確性が向上している。「HIPPO-2」は、「HIPPO-1」と同じレイアウトで、連結された同速力で回転する熱（ディーゼル）機関、動力計、電動モーター／発電装置を持つ。

「HIPPO-2」のエンジンは、出力 261kW の Caterpillar C9.3 型ディーゼルエンジンで、排ガス再循環装置（EGR）を内蔵し、また、ディーゼル微粒子フィルター、選択触媒還元（SCR）、ディーゼル酸化触媒、アンモニアトラップから構成される排ガス後処理装置により、米国 EPA の NOx 4 次規制及び EU のステージ 4 の排出基準を満たす。

動力計は、電子ドライブユニットを持つ ABB の誘導電動機で、負荷の正確さが特長である。電動モーター／発電装置も電子ドライブの ABB の誘導電動機である。主要 3 ユニット（エンジン、動力計、モーター）は、強固なベッドプレート上に設置され、カルダン軸により連結される。

## 2-2-g. 港湾内 3D プリント

ノルウェー船社 Wilh. Wilhelmsen は、米国カリフォルニアの Ivaldi Group と共同で、船用スペアパーツの港湾における 3D プリントに関する研究を行っている。

Wilhelmsen は、将来的には船用スペアパーツの供給はデジタル化され、完全にオンデマンドで地域配送されると予測している。Ivaldi は、「パーツではなく、ファイルを送れ」というモットーを持ち、港湾における先進的製造ソリューションを開発している。

Wilhelmsen は、この新ソリューションにより、通常 3~4 週間も掛かるスペアパーツの調達が、僅か 24 時間以内で可能になるとしている。また、港湾におけるオンデマンドプリントは、最低注文数の制限や配達の遅延がなく、保管コストと輸送コストも軽減される。

## 2-2-h. LPGreen 共同産業プロジェクト

2016 年に開始された共同産業プロジェクト「LPGreen」は、LPG 燃料で駆動される LPG 運搬船の新コンセプトを開発した。プロジェクトの目的は、エネルギー効率が高く、安全で環境に優しい LPG 製品輸送船の開発であった。プロジェクトには、LPG 運搬船オペレーター Consolidated Marine Management、現代重工、Wärtsilä Oil & Gas、船級協会 DNV GL が参加した。

2016 年に建造されたハイスペックの従来型 LPG 運搬船と比較した場合、新船型はエネルギー効率が 5~9%向上している。正確なエネルギー効率の向上率は、最終的に選ばれる船型と燃料（LPG 又は燃料油）によって決定される。

LPGreen プロジェクトの最大の成果は、LPG 燃料の推進コンセプトの技術的フィジビリティを実証したことである。DNV GL は、このコンセプトにより、最大 30%の燃料費削減が可能であるとしている。

#### 2-2-i. PERFECt II (Piston Engine Room-Free Efficient Containership II : ピストン機関室のない効率的コンテナ船 II)

共同産業プロジェクト「PERFECt」の第 2 フェーズである「PERFECt II」の結果は、2017 年 5 月に発表された。6 か月間の「PERFECt II」は、2015 年に実施された「PERFECt I」の結果の実証と、新コンセプト船の発注可能段階への開発である。

「PERFECt I」では、ガス電気推進と蒸気タービン推進を組み合わせた COGES 推進システムを持つ、20,000TEU 型超大型コンテナ船 (ULCS) の技術的及び経済的フィジビリティを検証した。プロジェクトの目的は、主燃料として LNG を用いた COGES 技術を超大型コンテナ船に採用し、少なくとも、最新の超大型コンテナ船と同等の積載能力と効率を実現することであった。

「PERFECt II」では、PERFECt 船の設計コンセプトを更に進化させた。開発された PERFECt 船のコンセプトは、船主の新造船決定を支援する総合的技術概要を提供する。

COGES と電気推進は、運転及び設計面における柔軟性を高める。機関は、船舶の全運航条件下で実際のエネルギー需要を満たす運転を行う。また、発電システムと推進システムを分け、船内の別の位置に設置することが出来るため、従来のような大型の機関室の必要がなくなる。

「PERFECt II」では、デンマークのコンサルタント企業 Odense Maritime Technology が船舶の全体設計を担当した。ABB は、電気系統、プロペラシステム、パワーエレクトロニクス、発電システムを設計した。米国 Caterpillar の子会社 Solar Turbines は、タービンと蒸気ダクトを供給した。ガスタービンは、Solar 社の LNG 燃料が可能な SoLoNOx Dry Low Emissions (DLE) を採用した。フランスの LNG 貯蔵システム企業 GTT は、LNG 貯蔵・プロセスシステムを開発した。フランスのコンテナ船社 CMA CGM は、開発される船舶の運航要件を作成、提供した。プロジェクトリーダーである DNV GL は、システムのシミュレーションを行い、安全要件を決定した。

#### 2-2-j. QUADRIGA : 持続性のある海運プロジェクト

ハンブルクの Sailing Cargo 社は、風力支援推進システムを持つ非常に大型の貨物船 (全長 170m) のコンセプトの研究開発プロジェクト「Quadriga」を開始した。同プロジェクトには、Sailing Cargo 以外に同じくドイツの Peter Dohle Schiffahrts、ハンブルク船舶試験水槽 (HSVA)、DC Ship Design、North Sails、オランダ Dykstra Naval Architects、米国 Discovery Communications が参加している。

2017 年 8 月には、LR がプロジェクトへの参加を決定した。LR の役割は、最高の技術、安全、環境水準へのコンプライアンスの実現を支援することである。

Quadriga は、世界最大の貨物帆船となる。同船は、車両 1,700~2,000 台の積載能力を持つ自動車運搬船として設計される。4 本の DynaRig マストが風力を供給し、ディーゼル電気機関とのハイブリッド推進システムを構成する。設計オプションとして、ピーク時の負荷を軽減する (load shaving) バッテリーの追加が可能である。同船の速力は、10~12 ノットで、今後 2、3 年以内には更なる技術開発により 14~16 ノットを実現する計画である。

プロジェクト参加企業・組織は、エンジニアリング技術の進歩とエネルギー効率の向上のみで今後数 10 年間の CO<sub>2</sub> 削減目標を達成することは困難であるとし、燃料利用方法の根本的な転換の必要性を強調している。Quadriga プロジェクトは、有望な代替ソリューションを提供するものである。

## 2-2-k. 遠隔操作船

2017 年、軍事用ではない世界初の遠隔操作船の実験が、デンマークのコペンハーゲン湾で行われた。実験船は、全長 28m のタグボート「Svitzer Hermod」で、離着岸、360° 旋回、港湾内航行を含む数々の遠隔操船を行った。

実験に参加した企業・組織は、タグボート「Svitzer Hermod」の船主 Svitzer、DP システムを提供した Rolls-Royce Marine、船級協会のサイバー操作手順「ShipRight」に基づく技術認証を行った LR である。

カナダで設計された同タグボートは、2016 年にトルコで建造された。実験では、DP システムが遠隔操作システムとの主要リンクとなった。

さらに、様々なセンサーが、高度ソフトウェアを用いてインプットされた異なるデータを結合し、タグボートの陸上の船長に船舶と周辺環境の詳細情報を提供した。データは、船長がタグボートをコントロールする遠隔操作センター（Remote Operating Centre : ROC）に送信される。ROC は、船舶のコントロール方法を再決定する機能を持つ。ROC は、経験の豊富な船長からの要望を考慮して設計されており、従来の船橋とは異なる設計となっている。

実船実験では、システム障害発生時に備え、船長と乗組員が船内で運航の安全を確認した。

プロジェクトに参加した企業・組織は、遠隔操作自律航行船の実験の継続に関する協力を合意した。

## 2-2-1. RIVERCELL プロジェクト

RiverCell プロジェクトは、ドイツ連邦政府が助成する国際研究開発プロジェクトで、内陸水路船の排出削減のための動力システムの開発を目的としている。プロジェクトの前提は燃料電池技術の利用である。RiverCell プロジェクトは、「e4Ships Lighthouse プログラム」の一部で、ドイツ企業を中心とし、北欧とスイスの企業も参加している。

内陸水路船の運航プロファイルの特徴は、動力要求の頻繁で急激な変化と、厳格な環境規制が適用されることである。

RiverCell プロジェクトでは、船内に分散した動力システムを持つ内陸水路旅客船を研究対象の一つとした。河川クルーズは、近年、欧州の内陸水路と中国で成長しているニッチ市場である。

プロジェクトの第一段階は、分散した動力システムを持つ船舶のフィジビリティ研究に焦点を当てた。ハイブリッドシステムは、ディーゼル発電機 3 基、燃料電池 2 ラック、バッテリーで構成される。バッテリーは、出力スパイク（電圧又は電流の瞬間的な増加）時のバッファ又は保護として機能する。

動力システムの一部は船尾に配置され、もう一つは船首に配置される。推進システムは、船尾のラダープロペラ（アジマススラスタ）4 基と船首の操縦スラスタ 2 基である。

プロジェクトは、HT-PEM（高温固体高分子形）燃料電池の燃料源としてメタノールを提案

している。メタノール燃料の貯蔵にはディーゼル燃料の 2.5 倍のスペースが必要であるが、船舶の重量とトリムには問題はないとされている。問題となるのは、内陸水路船のメタノール燃料利用に関する法規制が未整備なことである。

RiverCell プロジェクトには、第二フェーズ「RiverCell2」が計画されている。「RiverCell2」プロジェクトは、「e4Ships2」プログラムに含まれる。2018 年には実験船の設計と認証を行い、2020 年には第 1 船が建造される予定である。2022 年末までには、全試験と実船実験が完了する予定である。

RiverCell プロジェクトの参加企業・組織は、ドイツの造船所 Flensburger Schiffbau-Gesellschaft、Meyer Werft 及び子会社 Neptun Werft、ドイツの河川旅客船運航会社 Hadag、スイス Viking River Cruises、ドイツ Hy Solutions、ドイツ Fischer Eco Solutions とそのデンマーク子会社の燃料電池メーカー SerEnergy、船級協会 DNV GL である。

SerEnergy は、全長 29m の河川クルーズ船向けに出力 35kW の燃料電池を供給し、2017 年夏に改造された同船は「MS innogy」となった。このプロジェクトはドイツのエネルギー企業 innogy が主導し、同船はドイツ初のメタノール燃料電池推進船であるとされている。

#### 2-2-m. スマート推進システム：smarts

共同産業プロジェクト「smartPS」の目的は、船舶の推進システム設計のインテリジェントな手法の開発である。

2017 年に開始された同プロジェクトには、EU の「MARTEC ERA-NET」プログラムとポーランドの国立研究開発センターが資金を拠出している。プロジェクトには、フィンランドの船舶設計コンサルタント Deltamarin のポーランド支社を含む欧州 3 か国の 7 企業・組織が参加している。

smartPS プロジェクトの主な目的は次のとおり。

- 船舶の推進システムの効率向上
- 環境負荷の低減
- 推進システムの構成要素の耐久性向上
- 船舶運航の安全性向上
- 振動と騒音を軽減し、船内の快適性を向上
- 推進システムの運転コストの削減

プロジェクトの研究開発では、理論解析、実験、コンピューターシミュレーションを行う。数値モデルの実証と補正は物理的実験を通じて行う。研究結果は、実用化の準備に用いられる。

#### 2-2-n. WAGENINGEN TT (トンネルスラスタ) シリーズ共同産業プロジェクト

トンネルスラスタのプロペラ設計開発において、騒音と振動の問題の重要性は増している。2015 年 12 月、オランダの船用技術研究所 MARIN は、低騒音スラスタ「Wageningen TT」シリーズの開発に関する共同産業プロジェクトを立ち上げた。プロジェクトは 2018 年末に完了の予定である。

2015 年に 15 企業・組織で開始されたプロジェクトは、2017 年 7 月には 23 企業・組織に規模を拡大し、世界の代表的なプロペラとスラスタメーカー、造船所、研究機関が参加している。23 参加企業・組織には、欧州（ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、スペイン、スウェーデン）の 14 企業・組織の他、中国のメーカーと研究所 6 社、日本のプロペラメーカ



一3社が含まれる。プロジェクトには、オランダ経済省が補助金を給付している。

プロジェクトの第1フェーズでは、機械（ギア）駆動及びリム駆動の異なるプロペラ設計の騒音と振動特性を研究し、これまでに12種類のプロペラ設計の横力、キャビテーション、励振、放射騒音の評価を行った。この膨大な量のデータの解析は、2017年1月に完了した。

2017年～2018年には、次の研究を行う。

- 低騒音、低振動、最適な横力を持つプロペラ設計の選択
- 最終的なTTシリーズのプロペラ試験機40基の設計と製造
- シリーズ全機種の実験
- 設計・評価ソフトウェアツールの開発

#### 2-2-o. 排熱回収プロジェクト

2017年3月、英国エネルギー技術研究所（Energy Technologies Institute : ETI）は、全船種の商船を対象とした、コスト効率の高い排熱回収（WHR）システムの研究と試験に関する実施期間26か月の共同プロジェクトを立ち上げた。

プロジェクトの予算総額は360万ポンド（475万ドル）で、低排出自動車向けの電気パワートレインと熱システムを専門とする英国企業 AVID Technology が主導する。

AVID は、他の英国2社 RED Marine 及び Royston Power、マルセイユを本拠地とするフランスの有機ランキンサイクル（ORC）技術企業 Enogia と協働する。

開発される排熱回収システムは、船舶のエネルギー効率を最低8%向上させる。プロジェクトでは、試作システムを2018年末までにオフショア支援船上に設置し、6か月にわたる実船試験を行う。

同排熱回収システムの中心となる技術は、有機ランキンサイクル熱伝導プロセスを用いた機器と、エンジン冷却水の熱エネルギーを電力に変換するターボ発電動力変換システムである。

排熱が環境に安全な冷却材を沸騰させ、冷却材の蒸気がタービンを駆動し、発電機の動力となる。その後、冷却材は冷却され、システムにポンプで戻される。

ETI は、排熱回収システムを含む革新技術を組み合わせることにより、英国商船隊の燃料消費量は30%削減されるとしている。

#### 2-2-p. 風力支援船用推進システム（WISP）

オランダの海事研究所 MARIN は、米国船級協会 ABS と協力し、風力支援船用推進システム（WISP）の導入への障害の克服を目指した共同産業プロジェクトを提案している。プロジェクトの目標は次のとおり。

- 産業標準として提案可能な「透明性のある」パフォーマンス予測の基本的な方法を決定する。
- 決定された方法を使用して、船主・船社に対して予測を提供する。
- 風力推進機器及びシステムに関する現行の規則と規制を見直し、必要部分を補ったものを提案する。

MARIN と ABS は、産業界からのプロジェクト参加企業・組織を募集している。その目的

は、現在市場化されている風力支援船用推進システムのできるだけ多くの機種をカバーすることである。

#### 2-2-q. 風力駆動推進技術

ETI は、2018 年に実施予定のタンカーへの風力駆動エネルギー技術の設置に関する国際プロジェクトに助成を行っている。

プロジェクトでは、フィンランド企業 Norsepower が、フレットナー・ローター技術を近代化した同社の風力支援推進システム「Rotor Sail Solution」を提供する。

プロジェクトで使用される船舶は、プロジェクト参加企業であるデンマーク Maersk Tankers 所有の 110,000DWT 型プロダクトタンカーとなる予定である。以上 3 社に加え、ロンドンに本拠地を置く Shell Shipping & Maritime が、プロジェクトコーディネーターとして参加し、ターミナルと港湾に関するコンサルタントとなる。Maersk Tankers は、技術と運航に関する情報を提供する。

プロジェクトのタンカーには、高さ 30m、直径 5m の「Norsepower Rotor Sail」2 基をレトロフィットする。ローター帆の設置により、通常のグローバル運航による平均燃料消費量が 7~10%削減されると予想されている。ローター帆は 2018 年上半期に設置され、2019 年末まで海上試験とデータ解析が行われる予定である。（本報告書 2-1-i 「RotorDEMO」参照。）

## 2-3. 欧州各国の技術開発と共同研究開発プロジェクトの動向

### 2-3-a. ASCENT エンジン開発プロジェクト

英国 Advanced Propulsion Centre (APC) は、船舶を含むオフハイウェイ機関向けの革新的ディーゼルエンジン技術の開発に関する大規模プロジェクト「ASCENT」を支援している。同プロジェクトでは、CO<sub>2</sub>の大幅削減と動力密度の増加を実現する可能性のある諸技術の研究を行う。また、英国の雇用とサプライチェーンにプラスとなる、大型エンジンの国内製造を促進することも目的である。

同プロジェクトと将来的なエンジン技術開発プログラムは、バーチャル・エンジニアリングツールとプロセスの進歩にも繋がる。

APC は、プロジェクト総額 2,573 万ポンド (3,440 万ドル) のうち、1,320 万ポンド (1,740 万ドル) を拠出している。プロジェクト参加企業・組織は、Perkins Engine Company (Caterpillar の英国エンジン設計・製造子会社)、CMCL Innovations、ラフバラ大学、ロンドン大学インペリアルカレッジ、Denso International UK である。

コベントリーを本拠地とする APC は、英国を低カーボン推進システムの開発と製造の中心とすることを目標に、2013 年に設立された。英国政府と産業界は、10 年間プログラムの様々な研究開発プロジェクトにそれぞれ 5 億ポンド (6 億 6,800 万ドル) ずつを拠出している。補助金は、毎年 2 回 4 月と 10 月に開催されるコンペティションにより給付が決定される。

### 2-3-b. 自律航行船 (オランダ)

2017 年 11 月末、オランダ産業界と学界からの 20 企業・組織が、自律航行船の技術的可能性に関する研究と実験の開始を発表した。自律航行により、運航コストを削減し、海運の安全性と持続性を促進することがその目的である。

プロジェクトでは、既存の技術ソリューションを自律航行に応用する手法を検討する。これらのソリューションは、シミュレーション及び実際に (船舶と陸上局において) 試験が行われる。

プロジェクトの究極的な目的は自律航行船の開発であるが、プロジェクトは参加企業・組織に役立つ成果を提供する。自律航行船の開発は、「スマート海運」と呼ばれる海運のデジタル化の大きなトレンドの一つである。

プロジェクトでは、オランダ海事研究所 MARIN、デルフト工科大学、オランダ応用化学研究所 (TNO) がそれぞれの専門分野で貢献する。産業界からの参加は、Damen Shipyards Group、SeaZip Offshore Services、DEKC Maritime である。その他、オランダのパイロット企業、オランダインフラ・水運管理省、オランダ防衛省も参加している。プロジェクトコーディネーターは Netherlands Maritime Technology である。

### 2-3-c. 自律航行船 (デンマーク)

デンマーク工科大学 (DTU) がデンマーク海事局 (DMA) の協力を得て行った事前解析研究では、自律航行船の技術ソリューション開発の必要性が指摘されている。この研究は、自律航行船開発に関する将来的なプロジェクトを促進する目的がある。DTU と DMA は、船舶設計とオペレーションに関するセンサー技術の研究において今後も協力を継続する。

事前解析研究は、主にフェリー、タグボート、オフショア支援船等の沿岸航海を行う小型船

船を対象とした。

#### 2-3-d. 自律航行船（フィンランド）

2017年3月、Rolls-Royce とフィンランドのタンペレ工科大学は、第一世代の自律航行船の実現に向けた自律航行技術の開発と試験に関する戦略的パートナーシップを発表した。

Rolls-Royce とタンペレ工科大学は、タンペレ工科大学の自律航行船専用シミュレーターを使用し、最適な技術の開発と実証を行う。同大学は、インテリジェントマシンとネットワークシステムに関する高い専門性を持っている。

Rolls-Royce とタンペレ工科大学は、2015年以來、先進自律水上アプリケーション（AAWA）プロジェクトで協力を行っている。

#### 2-3-e. 自律航行船「Yara Birkeland」プロジェクト（ノルウェー）

ノルウェーでは、世界初の完全電気推進の自律航行コンテナ船の開発プロジェクトが行われている。開発される 120TEU 型の自律航行コンテナ船は、完全バッテリー推進で、ノルウェー南部沿岸 12 海里以内の海域で短距離（7 海里と 30 海里）の航海を行うことを想定している。

プロジェクトは、ノルウェーの肥料グループ Yara International が主導している。開発される自律航行コンテナ船は、同社の沿岸ロジスティックチェーンの重要なリンクとして活用される。同船は、ディーゼル駆動車両による道路輸送を年間 40,000 回削減し、NOx と CO<sub>2</sub> 排出量を削減する。

開発される全長 80m のオープントップ型コンテナ船「Yara Birkeland」の概念設計は、2017 年末までに最終決定され、2018 年第 1 四半期には、同船を建造する造船所が選ばれる予定である。

オペレーティングセンターは、ノルウェー Herøya の Yara International の製造拠点に設置され、安全航行のために更に 2 か所のセンター設置が計画されている。

船舶設計は Marin Teknikk が担当し、モデル実験は SINTEP のトロンハイム施設で行われている。Kongsberg Maritime は、電気推進装置、バッテリー、推進制御システム、及びセンサーや航海機器等の主要遠隔操作航行技術を提供する。動力源は、出力 7.5~9MWh のバッテリーパックである。

主推進システムは、ポッド型アジマススラスタ 2 基を船首のトランスバーススラスタ 2 基が補助する。バッテリーは、ノルウェーの「クリーン」な水力発電による陸上電力を用いて荷役作業中にリチャージされる。

「Yara Birkeland」プロジェクトは、ENOVA の補助金を申請している。ENOVA は、環境に優しいエネルギー生産と使用を促進するノルウェー政府機関である。

2017 年末、ノルウェー政府は、3 番目の自律航行船試験海域をオープンした。新試験海域は、Kongsberg Maritime の本社のあるオスロフィヨルドのホルテンに位置している。新試験海域は、1 番目の試験海域であるトロンハイムとともに、自律航行コンテナ船「Yara Birkeland」の開発において Kongsberg と Yara International の重要なリソースとなっている。

### 2-3-f. Blue INNOship II : 研究とイノベーション

デンマークの野心的な船用研究・イノベーションプログラム「Blue INNOship」は、環境性とエネルギー効率の高いソリューションの開発に焦点を当てた。2017年に開始された後続プログラムである「Blue INNOship II」は、デジタル化と新たなビジネスモデルの開発を目的としている。

最終的な目的は、デンマークの海事技術の競争力を向上させ、維持することである。デンマークの海事産業は同国の総輸出の25%を占めており、デンマーク経済におけるその重要性は、公的資金投入を正当化している。

「Blue INNOship II」プログラムは、デジタル技術、IoT、先進機器、自律システムと自律運航、サイバーセキュリティ、エネルギー効率と持続性、規制環境、ビジネスモデル等将来的な「スマートシップ」に関する研究課題を網羅している。また、スマートシップと港湾、ロジスティックシステム、他の輸送モードとのインターフェイスも重要課題で、船舶の輸送システムへの完全統合を目指している。

2017年6月、デンマーク海事基金は、研究開発プロジェクトとしての「Blue INNOship II」に対する2,500万デンマーク・クローネ（400万ドル）の補助金を認可した。2018年春まで実施される初回プロジェクトの課題は次のとおり。

- 将来的なスマートシップ及び関連システムの可能性と要求に関する産業界からの情報収集
- デンマーク海事産業（「Blue Denmark」）の強み、チャレンジ、開発ポテンシャルに関するデンマーク海事戦略の勧告の分析
- 提案されている研究課題へのデンマークイノベーション基金の補助金申請（2018年春）の準備

2017年9月、デンマーク工科大学（DTU）は、初回のBlue INNOshipプログラムは「Blue Denmark」の利益となるいくつかの成果を上げたと報告している。その例としては、船舶パフォーマンス決定支援プロジェクトにより、船社TormとJ.Lauritzenの船隊は、2016年に7,000万デンマーク・クローネ（1,100万ドル）ものコスト削減を実現した。

### 2-3-g. Blue INNOship : プレスワール・フィン

デンマークの「Blue INNOship」プログラムの一環として、新型プレスワール・フィンが開発された。この開発プロジェクトは、既存の固定プレスワール又はステーター・フィンの欠点の克服を目指した。プロペラ前方に設置されるこれらの推進向上装置は、特定の航行条件のみに対応する設計の最適化が可能である。デンマークが提案するソリューションは、船舶の様々な航行プロファイルに従って調整が可能な可変プレスワール・フィン（controllable pre-swirl fin : CPSF）である。

開発されたCPSFは、異なるプロペラ負荷を調整することにより、燃料消費率を3~6%改善する。プロジェクトは、MAN Diesel & Turboのデンマーク支社が主導し、その他、Maersk Line、デンマーク工科大学（DTU）、船舶設計企業OSK-ShipTechが参加した。

2018年上半期には、CFD解析を実証するためのモデル試験が行われる予定である。プロジェクトは2019年初頭に完了予定で、CPSFのフィン駆動システムは既に特許申請中である。

### 2-3-h. Blue INNOship : ダイナミックプロペラ軸

デンマーク「Blue INNOship」プログラムが 2017 年に実施した研究開発プロジェクトの一つは、ダイナミックプロペラ軸速度制御 (Dynamic Propeller Shaft Speed Control) 概念の研究である。プロジェクトでは、船舶が向い波や横波の状態で行航中、プロペラへの水流は激しく変化することを指摘し、水流の変化によって引き起こされる効率低下を改善するため、プロペラ軸の速度を動的に調整する制御システムが開発された。

海上試験では、新システムの使用により、太平洋航海における燃料消費率は最低 0.7%改善する可能性が示唆されている。

プロジェクトは、Maersk Line が主導し、制御システム企業 Propelco と Wärtsilä Lyngso Marine、及びデンマーク工科大学 (DTU) が参加した。

### 2-3-i. e4ships : 船用燃料電池

2017 年、ドイツの「e4ships」プログラム内の様々なサブプロジェクトを、2022 年まで継続する計画が提案された。船用燃料電池技術の開発に焦点を当てた「e4ships」プログラムは、ドイツ連邦政府が水素及び燃料電池技術に関する国家イノベーションプログラム (NIP) から助成を行う大規模研究開発プログラムである。

プログラムのフェーズ 1 では、「Pa-x-ell」、「SchlBZ」、「Toplaterne」プロジェクトが 2017 年に完了し、それぞれ 2022 年までフェーズ 2 を実施する予定である。

Pa-x-ell プロジェクトでは、HT PEM (high-temperature, proton exchange membrane : 高温固体高分子形燃料) 型燃料電池のデモ機をフィンランドのフェリー「Mariella」(37,000 総トン) に設置した。Pa-x-ell-2 プロジェクトでは、次のようにシステムの更なる開発と最適化を進める。

- 燃料電池の出力を 1 モジュールにつき 5kW から 20kW に増加させる。
- 電池寿命を 2 万時間に延長する。
- 天然ガス変換装置を使用する。
- 海上試験の実施期間を延長する。
- クルーズ船及びメガヨット向けのデモ機を開発する。

一方、「SchlBZ-2」プロジェクトでは、固体酸化物形燃料電池 (solid oxide fuel cell : SOFC) のデモ機をドイツの貨物船「Forester」(4,000 総トン) に設置する計画である。

なお、本報告書では、「e4ships」プログラム内の他のプロジェクト「RiverCell」(本報告書 2-2-1 参照) と「RiverCell/ELEKTRA」(同 2-3-s 参照) も紹介している。

### 2-3-j. 英国海域における排出量調査

英国のエンジン技術企業 Ricardo とロンドン大学ユニバーシティカレッジは、イギリス海峡、北海、アイリッシュ海を通過する国際航海船を含む、英国沿岸海域における海運による大気汚染物質と温室効果ガス排出量に関する総合的なインベントリを作成した。

この報告書は、英国国立大気排出インベントリ (National Atmospheric Emissions Inventory : NAEI) が委託したもので、船舶の運航速度制限、燃料の改善、新燃料の採用等の将来的シナリオと政策決定モデルの基礎となり、新たな運航指令\*の制定にも繋がる。

注\*：例としては、Ricardo の計算によると、減速運航による CO<sub>2</sub> 排出量削減率は 27%にも上り、同時に航海の長期化は船腹過剰状況の解消にもなると述べている。

### 2-3-k. GREEN SHIP of the FUTURE プログラム：3D プリント

2016 年下半期に、デンマークの「Green Ship of the Future」（未来のグリーンシップ）プログラム内のプロジェクトの一つとして、20 以上の企業・組織が参加し、3D プリントに関する研究の第 1 フェーズが実施された。その目的は、3D プリントの海事利用に関する可能性の評価であった。

その結果、3D プリント技術は、ビジネスモデルとサプライチェーンの変革の機会を提供し、海事産業は、同技術の最適な導入方法の詳細を研究する必要があるとしている。

一方、プロジェクトでは、海事産業の 3D プリント技術への戦略投資は、他産業に大きく後れを取っていると指摘している。海事産業では、僅か数社が 3D プリントを試作機製造に利用しており、技術をツール化している企業は更に少ない。実際の製造工程にこの先進技術を導入している企業は皆無である。

このような状況を踏まえ、「Green Ship of the Future」の参加企業・組織は、プロジェクトの第 2 フェーズ開始を決定した。2017 年に開始された第 2 フェーズでは、3D プリント技術の多様な側面を研究する 4 つのプロジェクトが行われている。これらのプロジェクトでカバーされる課題は、船内 3D プリント、船用エンジン部品の修理と再調整への 3D プリント技術利用、大規模 3D プリント、4D プリントである。全てのプロジェクトでは、3D プリントのサプライチェーンへの影響も検討する。

エンジン部品の修理と再調整に関するプロジェクトは、PJ Diesel Engineering が主導し、A.P.Moller-Maersk Group、Thurmer Tools、DNV GL、FORCE Technology が協力している。プロジェクトでは、3D プリント技術であるレーザークラディング（laser cladding）技術及びビコールドスプレー技術を用いて修理が可能である様々な試験部品を特定した。

コールドスプレー技術では、金属粉を金属の溶解点以下で部品に吹き付ける同技術の利用により、新たな部品の代わりに既存部品を合金で再建又は強化することが出来る。

船内 3D プリントプロジェクトには、船社 J.Lauritzen と Maersk Group、MAN Diesel & Turbo、DNV GL、Copenhagen Business School、ソフトウェア企業 Create It Real が参加しており、異なる船種の商船と洋上施設に 3D プリンター 10 基を設置する予算が組まれている。試験搭載されたプリンターは、小型プラスチック部品を製造する。

#### 2-3-1. 「GREEN SHIP of the FUTURE」プログラム：沿岸 ECO フィーダーコンテナ船

2017 年 1 月、デンマークの「GREEN SHIP of the FUTURE」プログラム内のプロジェクト「Regional ECOfeeder」が完了した。プロジェクトの目的は、コンテナ船のシステム技術を改良、エネルギー効率を改善、TEU 当たりの運航コストを削減し、平均的な従来型コンテナ船よりも CO<sub>2</sub> 排出量を 30%削減する 1,400~2,500TEU 型フィーダーコンテナ船の設計開発である。

CO<sub>2</sub> 排出量の大幅削減に加え、IMO の NO<sub>x</sub> 3 次規制と 2020 年に発効する燃料中硫黄分のグローバル規制（0.5%）を満たし、PM とブラックカーボン（BC）排出量を削減することも、プロジェクトの目的であった。

世界のフィーダーコンテナ船の半数以上は船齢 10 年以上であるため、技術面と運航面にお

ける改善の余地は大きい。

プロジェクトは、船舶設計企業 Odense Maritime Technology が主導した。

プロジェクトで開発されたフィーダーコンテナ船の主な特長は、次のとおり。

- 世界のコンテナ船隊の平均と比較して、コンテナ当たりの CO<sub>2</sub> 排出量を 30%削減。
- IMO の NO<sub>x</sub> 3 次規制を満たす。
- 2020 年開始の燃料中硫黄分のグローバル規制（0.5%）を満たす。
- コンテナ積載量は 2,400TEU。
- オープントップ型コンテナ船。全長 175m、全幅 32.5m の幅広船型で、上部構造は船体前方に位置する。
- LNG 焚き 2 ストローク DF 主機が、高効率 Keppel ブレードを持つ可変ピッチプロペラ 1 基を駆動。
- 主発電システムは、出力 2,000kW の PTO 軸発電機と出力 1MW のバッテリーパックで補足される。
- 有機ランキンサイクル（ORC）ユニットが排ガスの熱を利用して発電を行う。

### 2-3-m. 高効率推進システム

2017 年、英国のプロペラメーカー Teignbridge Propellers は、エネルギー技術研究所（ETI）と新型高効率推進システム（HEPS）開発に関するプロジェクトにおける協力を開始した。

HEPS プロジェクトの実施期間は 2 年間で、燃料効率を最低 8%向上させ、CO<sub>2</sub> 排出量を削減する、実用化が可能なプロペラベースの推進システムの開発を目指している。開発されるシステムは、幅広い船種の小型船の新造及びレトロフィットに利用可能である。

HEPS プロジェクトの予算は 300 万ポンド（390 万ドル）である。英国で 2017 年に建造された全長 14m の双胴型調査船を用い、高いボラードプルを持つ低速プロペラから 40 ノットが可能な高速プロペラまで各種プロペラの試験を行う。大型の船舶向けのプロトタイプにはスケールモデルを用いる。

ETI は、英国政府とグローバルなエネルギー及びエンジニアリング企業の官民パートナーシップで、BP、Caterpillar、EDF、Rolls-Royce、Shell が参加している。その目的は、低カーボン技術の開発を加速することである。

### 2-3-n. HYBRIDShips：水素燃料フェリー

ノルウェー政府は、水素燃料電池とバッテリーバンクを用いた排出ゼロの推進システムに関する研究開発プロジェクト「HYBRIDShips」を支援している。同プロジェクトは、ノルウェー研究協議会、Innovation Norway、ENOVA が支援する PILOT-E プログラムからの助成金を得ている。

開発されるシステムの対象船種は、フェリー、沿岸船、オフショア船、特殊目的船である。

ノルウェー造船所 Fiskerstrand Verft の親会社 Fiskerstrand Holding がプロジェクトを主導し、ノルウェー海事局、船級協会 DNV GL、設計企業 Multi Maritime、モデル開発研究所 SINTEF、水素バンカリング安全アドバイザー NEL、水素貯蔵・輸送企業 Hexagon Raufoss、ノルウェー国民保護局、ムーレ・オ・ロムスダール地方自治体が参加している。

HYBRIDShips プロジェクトは、2017 年 1 月に公式に始動した。プロジェクトの第 1 フェ



ーズの課題は、技術及び規則要件の特定、海象条件下の燃料電池の試験方法の開発、水素燃料のバンカリングとオペレーションに関するソリューションと方法の開発である。また、試験とハイブリッド設置に適したフェリーの選定も行う。

第2フェーズでは、選定された船舶を改造し、同船の通常運航スケジュールに適した試験プログラムを決定する。2020年までには、水素燃料電池推進フェリーを就航させる計画である。

船舶設計を特定することにより、ノルウェー海事局が海上交通に水素燃料を導入する場合の認証プロセスを加速することを支援する。プロジェクト参加組織の一つ DNV GL も、水素燃料船の安全性、リスク、認証等に関する船級規則を開発する。

HYBRIDShips は、排出を最低限に止めた革新的な船用エネルギー・ソリューションの開発、試験、導入を目指す PILOT-E 助成プロジェクト 5 件のうちのひとつである。

PILOT-E プロジェクトの助成金総額は 7,000 万ノルウェー・クローネ（820 万ドル）で、研究協議会と Innovation Norway が拠出する。また、環境に優しいエネルギーの製造と使用を促進するノルウェー政府機関 ENOVA が予算を補充する。

#### 2-3-o. HYTES : プロペラハブキャップの研究

2017 年、ハンブルク船舶試験水槽（HSVA）は、フィンを着したプロペラハブキャップに関する独自の研究プロジェクト「HYTES」を実施した。その目的は、効率的なプロペラ設計として広く利用されているこの装置の省エネ性能を計測、予測することである。既に市場化されている製品には、PBCF（Propeller Boss Cap Fins）、ESCAP（Energy Saving Cap）、EnergoProFin 等がある。

「HYTES」プロジェクトは、フィン付きハブキャップの性能試験の問題とモデル水槽試験の限界を克服することを目的として開始された。

プロジェクトでは、HSVA は、多様な船種（コンテナ船、ばら積み船、多目的貨物船、大型ヨット）のモデル水槽試験を行った。その結果、フィン付きハブキャップの効果は、測定と数量化が可能であることが証明された。また、異なる形状のキャップは異なる動作を行うことと、試験によりキャップの作動に最適なプロペラ負荷及び全く効果のない負荷が判明した。

従って、フィン付きハブキャップの効果評価のための試験は可能であり、キャビテーション試験と組み合わせて行うこともできる。

#### 2-3-p. MARIN : 助成金増加の要求

2017 年半ば、オランダの海事研究所 MARIN は、研究活動への政府補助金の増加を求めた。2017 年度の MARIN への公的補助金は、同研究所の売上の 7%弱に相当する 330 万ユーロ（285 万ドル）であった。過去 10 年間に研究開発への公的補助金は減少している。例えば、2003 年には、同研究所は売上の 18%に相当する公的補助金を受給していた。

MARIN は、現在の研究開発レベルの維持と、革新的研究と大規模プロジェクトを行うためには、700～900 万ユーロ（820～1,060 万ドル）の国家補助が必要であるとしている。

2018 年には、MARIN は、モニタリング機能とイメージ分析技術を持つ「Seven Oceans Simulator」を開発する計画である。

## 2-3-q. ONE SEA : 自律海洋エコシステム

フィンランドが支援する One Sea エコシステムは、2016年に設立され、2017年には自律航行海運の実現を目指した研究と海事産業との協力を更に進めた。プロジェクト参加企業・組織の共通のビジョンは、2020年までに完全遠隔操作が可能な有人船、2025年までには自律航行を行う無人の商船を実現することである。

自律航行船は、データ、「スマート」アルゴリズム、人工知能（AI）、究極的な最適化に基づいて意思決定が行われるというエコシステムで運航する。

「ONE SEA 自律海洋エコシステム」プロジェクトでは、自律ネットワーク技術の研究を行い、運航、技術、セキュリティ、規制、トラフィックコントロール等多様な課題の方向性を決定する。

また、プロジェクトでは、技術進歩のスピードに規制環境が追い付かないという産業界の懸念にも対応する。

プロジェクトの参加企業・組織は、ABB、MacGregor 及び Kalmar ブランドを所有する Cargotec、Ericsson、ドイツ造船所 Meyer Werft のフィンランド子会社 Meyer Turku、Rolls-Royce Marine Finland、Tieto、Wärtsilä である。加えて、2017年には、フェリー船社 Finferries 及び Finnpiilot Pilotage が参加した。プロジェクトは、One Sea プロジェクトの目的達成のために設立された DIMECC（Digital, Internet, Materials and Engineering Co-Creation）が主導している。

フィンランドの助成機関 TEKES がプロジェクト予算を補助し、また、フィンランド海事産業協会も支援を行っている。

フィンランド交通通信省は、将来的な船舶の遠隔自律操作を可能にするための規則を準備中である。また、フィンランド政府は、フィンランド海域に自律航行試験海域を設けることによりプロジェクトを支援している。フィンランド西岸のヤーコンメリ（Jaakonmeri）試験海域は、DIMECC が管理を行う。

## 2-3-r. ProEis : 氷海における船舶周辺の水流モデリング

ドイツ連邦経済技術省は、船体、推進システム、氷の相互作用を分析する効率的なソフトウェアツールの開発を目的としたプロジェクト「ProEis」を支援している。プロペラと氷の相互作用は、運航効率と損傷リスクに大きな影響を与える。新ソフトウェアツールは、氷海を航行する船舶の船体とプロペラの設計を改善する。

ProEis プロジェクトは、ハンブルク船舶試験水槽（HSVA）が主導し、Voith Turbo、MMG（Mecklenburger Metallguss）、DNV GL、ハンブルク・ハーブルク工科大学（TUHH）、造船所 MV Werften Wismar が参加している。プロジェクトの実施期間は3年で、2018年6月30日に完了の予定である。

プロジェクトでは、砕氷船及び砕氷型商船とサプライ船の詳細なモデル試験を行う。主な研究課題は次のとおり。

- 氷海仕様プロペラの効率向上
- プロペラの氷塊粉碎（milling）の研究
- 氷負荷下のプロペラピッチのメカニズムの強度分析
- Voith Schneider Propeller（VSP）を用いた氷とプロペラの相互作用のモデリング

- 氷海船の推進効率向上のための「数値的アイスタンク」の開発

ProEis の主目的の一つは、効率的な砕氷に適した船体分析の設計ツールの開発とプロペラと氷の接触の予測である。最終目的は、船体後部の付属物（ボス、プロペラ、ラダー、ヘッドボックス、アイスナイフ）を含む推進システムと操船システムの最適化である。

### 2-3-s. RiverCell/ELEKTRA デモンストレーター

ベルリン工科大学は、内陸水路用の完全電気・燃料電池推進のプッシャータグボートを開発し、試作船「Elektra」の建造と試験を予定している。ELEKTRA デモンストレーション・プロジェクトは、ドイツの RiverCell 研究プログラム（本報告書 2-2-1 参照）内のプロジェクトである。RiverCell は国際プロジェクトであるが、ELEKTRA はドイツ独自のプロジェクトである。

全長 19m のプッシャータグボート「Elektra」は、充電可能なバッテリーが基本的な推進及び補助エネルギーを供給し、航続距離を延長するために燃料電池を用いるハイブリッド推進システムを持つ。

同船の設計パラメーターは、ベルリンーブランデンブルク地方の内陸水路システムを想定している。また、同船の全幅 8.2m は、最大 1,200 トンのガスタービンがハンブルク港その他の海港に向けて輸送される、ベルリン中心部の Siemens 工場へのアクセスを想定して決定された。全長 19m は、バージを押しながらハンブルク港又はバルト海沿岸港湾の閘門を通過できる長さである。

推進システムは、出力 200kW の電動機 2 基である。完全に充電されたバッテリーを用いた場合、同船の航続距離は時速 8km で 65km である。ハンブルク、シュチェチン、その他の海港への航行には、水素燃料電池を用いて総出力 192kW を発揮し、時速 8.5km で航続距離は 130km となる。

プロジェクトの総予算は 470 万ユーロ（550 万ドル）で、ドイツの交通省とプロジェクト参加企業・組織が負担している。予算には試作船の建造と艤装費用が含まれる。同船の建造は 2019 年秋に開始され、1 年後に完成の予定である。

RiverCell 研究開発プロジェクトは、世界最大で最新の船用燃料電池開発プロジェクトとされているドイツの e4ships プログラムの一部で、ドイツ連邦政府が、水素・燃料電池技術に関する国家イノベーションプログラム（NIP）から助成を行っている。

### 2-3-t. 気候変動の中の海運

船級協会 Lloyd's Register (LR) と「気候変動の中の海運」(Shipping in Changing Climates) プロジェクト参加企業・組織は、2017 年 9 月に「2050 年 低カーボン化への経路」(Low Carbon Pathways 2050) と題された新研究を発表した。プロジェクトでは、将来的な低カーボン化実現のために海運が進むことが出来る数々のルートの詳細を研究した。英国エンジニアリング・物理化学研究協議会 (Engineering & Physical Sciences Research Council : EPSRC) の助成により、2013 年 11 月～2017 年 4 月に実施された予算 400 万ドルの「気候変動の中の海運」プロジェクトは、海運の効率化と排出に焦点を当てた官民共同プロジェクトである。

「2050 年 低カーボン化への経路」報告書は、海運は直ちに低カーボン化に着手する必要があると強調している。環境規制は年々厳格化し、対応策のコストは更に上昇する。低カーボン化への対応が遅れた場合、海運への影響は更に大きなものとなり、混乱を招きかねない、と報告書は警告している。

報告書の要点は次のとおり。

- 海運は直ちに低カーボン化に着手する必要がある。
- パリ協定の 2°C 目標を達成するためには、海運は 2050 年までに温室効果ガス排出量を 50%削減しなくてはならない。
- 船舶のエネルギー効率改善だけでは中長期的な気候変動目標を達成することが出来ないため、化石燃料の代替となる新燃料が必要である。
- 燃料電池と再生可能エネルギー源は重要であるが、依然として液体燃料は必要である。
- メタン、BC、PM 等他の大気汚染物質排出に関する追加的規制の策定を視野に入れた検討が必要である。

プロジェクト参加企業の一つは、「海運業界は短期的な SO<sub>x</sub> その他の大気汚染物質の規制に気を取られ、低炭素化への政治的圧力や他産業における対応技術の進歩に気付いていない可能性がある」と述べている。

### 2-3-u. SHORT SEA PIONEER：船舶とロジスティックス

ノルウェー研究評議会は、革新的なツイン船舶設計概念を用いたエネルギー効率が高く、排出量の少ない近距離貨物輸送向けロジスティックスシステムの開発に関する3年間プロジェクトへの助成を行っている。

「Short Sea Pioneer」と名付けられた船舶概念は、母船と娘船が沿岸又は近海輸送を分担して行うという革新的な2隻体制のソリューションである。両船は、LNG 燃料エンジン又はハイブリッド／バッテリー推進システムを持つ。

「Short Sea Pioneer」プロジェクトは、ノルウェーの近距離海運企業 North Sea Container Line が主導し、Wärtsilä Ship Design、船用サプライヤーWestcon、推進システム企業 Servogear、Norwegian School of Economics が参加している。参加企業・組織は、高環境性で効率の高い船用ソリューションを目指すノルウェーの船用企業・組織クラスター「NCE Maritime CleanTech」のメンバーである。

プロジェクトの第一の目標は、機能的なシステム設計を行うため、輸送に関する運賃、時間、頻度、定期性等の船主要求を特定することである。次の目標は、船主要求に見合った荷役設備、母船と娘船のドッキング方法等の技術設計を構築することである。

初期設計では、甲板輸送式の母船は、船尾に娘船のドッキング用のくぼみを持つ。母船の船体後部にはコンテナ移送エリアを設け、娘船のクレーンを使用して荷役を行う。

この設計概念は、ターミナルの混雑を緩和し、港湾停泊時間を短縮し、船主・船社にとっての船舶の生産性を向上させるものである。「スマート、コネクション、ネットワーク」という概念を持つシステムは、船舶、陸上インフラ、次の輸送モードをカバーするロジスティックスチェーンを組織化している。

### 2-3-v. STATOIL：シャトルタンカープロジェクト

ノルウェーは、北海のノルウェー海域を航行する予定の新造シャトルタンカー2隻向けの「クリーン」技術導入に対して公的補助を行っている。建造される 130,000DWT 型シャトルタンカー2隻は、Teekay Offshore（本社：バミューダ）が発注し、ノルウェーのエネルギー企業 Statoil がチャーターする。

両船は、それぞれ揮発性有機化合物 (VOC) の排ガスを燃料とするバッテリーパック 2 基とシステム 1 基を搭載する。大型タンカーへのバッテリーパックの搭載は初めての試みで、また、Teekay と Wärtsilä が共同開発した、石油貨物から排出される VOC ガスを船用推進の燃料源とするシステムの重要なアプリケーションとなる。

両船のエネルギー貯蔵 (バッテリー) と VOC の利用に関しては、ノルウェーのエネルギー生産と利用への高度環境技術導入を促進する政府機関 ENOVA が 1 億 3,300 万ノルウェー・クローネ (1,600 万ドル) の補助金を拠出している。両船は長期用船され、ノルウェー海域で運航される。

### 2-3-w. デンマーク工科大学 (DTU) : 推進プロジェクト

デンマーク工科大学 (DTU) が、公的資金援助を得て現在実施中又は最近実施した船用推進システムに関するプロジェクトのテーマと実施期間は、以下のとおり。

- 波浪中の船舶推進、2017 年 12 月 1 日～2020 年 11 月 30 日
- 船用プロペラのキャビテーション改善とノイズ拡散予測方法の開発、2015 年 3 月 1 日～2018 年 2 月 28 日
- 動的プロペラ軸速度制御、2015 年 4 月 1 日～2017 年 5 月 1 日
- コンテナ船のプロペラのレトロフィット技術、2013 年 10 月 1 日～2017 年 4 月 20 日

### 2-3-x. 船舶性能監視に関する標準

デンマークでは、船舶性能データの標準 (プロトコル) の共同開発プロジェクトが行われている。

異なるサービスプロバイダーからの性能監視データのエンコード方法の標準化は、サービスプロバイダーと船主のシステムの互換性の問題を解決する。これにより、船主とサービスセクターの両者の船舶性能の最適化を効率的に行うことが可能となる。

プロジェクトには、FORCE technology、J.Lauritzen、Torm、Vessel Performance Solutions、オールボー大学が参加し、デンマーク政府が INNO+プログラムから資金を拠出している。開発されたシステムは、プロジェクト参加船社の船舶上で試験が行われている。

### 2-3-y. WAAMPeller : 3D プリント・プロペラ

2017 年、3D プリント技術を用いてプロペラのプロトタイプを製造するオランダの共同産業プロジェクトが完了した。

「WAAMPeller」と名付けられた直径 1,350mm の 3 翼プロペラは、ロッテルダム港の RAMLAB (Rotterdam Advanced Manufacturing Laboratory) でニッケルアルミニウム青銅 (NAB) から製造された。

WAAMPeller の重量は 400kg で、オランダ Damen Shipyards Group で製造される標準型タグボートに搭載される Promarin 設計をベースとしている。

WAAMPeller のプロトタイプは、金属 3D プリント整合技術の画期的な応用で、Autodesk のソフトウェアと用いて先進ワイヤーアーク製造 (wire arc advanced manufacturing : WAAM) 方法で製造された。プロペラのフライス削りに関する最終コンピューター数値制御は、英国バーミンガムの Autodesk の先進製造施設で行われた。

WAAMPeller のプロトタイプ の 1 号機は 2017 年 8 月に完成し、続いて、第 2 バージョンの製造が行われた。プロトタイプは、3D プリントの可能性を示すための展示に用いられる。プロトタイプ製造の経験を活かした WAAMPeller の 2 号機は、11 月に完成した。特に、ニッケルアルミニウム青銅合金の 298 層の積層に関する、ハードウェアとソフトウェアの相互作用に関する経験が有益であった。

WAAMPeller は、Damen Shipyard Group の標準船型タグボートである全長 17m の Damen Stan Tug 1606 型タグボートに搭載され、試験が行われた。試験では、3D プリント・プロペラは、通常の鋳造方法で製造されたプロペラと同じ挙動を示した。

WAAMPeller プロジェクトには、RAMLAB、Damen Shipyards、Promarin、米国ソフトウェアグループ Autodesk に加え、船級協会 BV が参加している。

同プロジェクトは、船用部品の製造に関する 3D プリント技術の可能性を海運業界に示すものである。

RAMLAB は、2015 年に実施されたオランダの研究開発プロジェクト「船用及び航空スペアパーツの 3D プリント」の結果として設立された。同プロジェクトには、ロッテルダム港湾局、InnovationQuarter、RDM Makerspace が主導し、ロッテルダム港周辺の船用企業及びその他の企業が協力した。

### 2-3-z. WÄRTSILÄ : エンジン研究イニシアティブ

2017 年 11 月 7 日、Wärtsilä は、フィンランドの 4 大学と内燃機関研究分野における協力に関する覚書に署名した。

合意されたエンジン研究イニシアティブ (Engine Research Initiative : ERI) の目的は、船用及び発電用エンジンの先進技術の共同研究開発プロジェクトに関する開かれた研究環境「エコシステム」を構築することである。

ERI に参加するフィンランドの大学は、アアルト大学、タンペレ工科大学、オーボ・アカデミ大学、ヴァーサ大学である。

ERI は、数多くのエンジンデモンストレーターを製造する。環境持続性が、全ての研究開発とエンジンデモンストレーターの中心理念となる。

ERI プログラムで実施される最初の 2 プロジェクトの概要は、次のとおり。

- ① 自律航行船のエンジン作動を保証するためのビッグデータ、解析、最適データ通信の活用
- ② 船舶の全運航プロファイルにおける排出のニア・ゼロ化を目指した、バッテリーと新内燃モードを統合したハイブリッドシステム・ソリューションの開発

### 2-3-za. WÄRTSILÄ : ワイヤレス充電

ノルウェー助成基金 Innovation Norway は、ハイブリッド推進沿岸フェリー向けのワイヤレス充電の試験とデモに関するプロジェクトに対して、一部補助金を拠出している。

自動ワイヤレス誘導充電の試験は、2017 年 8 月末から 9 月初頭にかけて全長 85m のフェリー「Folgefonn」で行われた。同フェリーは、搭載したバッテリー用に大出力ワイヤレス充電機能を持つ世界初の民間フェリーである。これにより、船舶と陸上充電装置を結ぶケーブルの必要がなくなる。

統合された充電システムは、Wärtsilä の電気・自動化部門が開発したもので、誘導型電力伝送技術をベースとし、約 1MW の電気エネルギーを伝送する能力を持つ。同システムは、フェリーの側面と埠頭に内蔵された充電プレート 2 基の間隔が 50cm の場合、効率的な伝送を維持する設計となっている。

同システムのユーザーへの利点は、充電の高速化、オペレーションの安全性向上、メンテナンスコストの削減等が考えられる。

### 2-3-zb. ゼロ排出フェリー（ノルウェー）：新電気推進システム

ノルウェーの「ゼロ排出フェリー」研究開発プロジェクトは、更に効率化した出力と運転の安定性を提供し、運転コストが比較的安く、統合も容易な新電気推進システムを開発した。プロジェクトの最大の目的は、低コストのゼロ排出の実現である。

ノルウェー研究評議会の ENERGI\*プログラムからの補助金 590 万ノルウェー・クローネ（700,000 ドル）を給付された同プロジェクトには、船用機器メーカー Rolls-Royce Marine、フェリー運航会社 Norled と Color Line、ノルウェー沿岸管理局が参加している。

2017 年に開始した作業は、エネルギー貯蔵、エネルギー管理、船内エネルギー網、バッテリー充電に関するシステムの統合である。沿岸フィヨルドフェリー運航会社 Norled は、プロジェクト参加の理由として、同社フェリー船隊の排出量を「電気化」を用いて徐々に削減する政策を挙げている。同社は、ノルウェー初のゼロ排出船隊を持つ船社となることを目標としている。

Rolls-Royce Marine は、同プロジェクトの技術面を担当し、プロジェクトに資金と専門的人材を投入している。その目的は、短距離カーフェリーと大型クルーズ船の両方で使用可能な統合システムと部品を開発することである。

実施期間 2 年のゼロ排出フェリープロジェクトは、プロジェクト完了後、続いて、3 基のフルスケール実験とデモ搭載を行う予定である。

注\*：2013 年に設立された ENERGI は、ノルウェー研究協議会が管理する 10 年間プログラムである。その目的は、既存エネルギーシステムの再生可能エネルギーを利用した、更にエネルギー効率の高いソリューションへの長期的変換を促進する技術を開発することである。ENERGI は、輸送機関と陸上発電の両分野をカバーしている。

### 2-3-zc. ゼロ排出船（英国）

2017 年 9 月、英国政府は、ゼロ排出セクターの創出を究極的な目的とし、海運からの排出削減を実現する革新的技術と燃料の開発プロジェクトを助成する計画を発表した。

政府は、産業界と協力して 600 万ポンド超を拠出し、次のような省エネ装置とソリューションの試験を支援する。

- 最新鋭のプロペラ
- 船内排熱回収システム
- 風力支援推進用ローター帆

試験への補助金に加え、英国政府は、英国海事沿岸警備局を通じて、スコットランドの次のプロジェクトに対する技術支援を行っている。

- 英国の内航フェリーへの水素燃料電池導入に関する評価
- スコットランド政府所有のフェリー会社 **Caledonian MacBrayne** のハイブリッド推進システム導入プロジェクト、及び次世代フェリーへの革新的推進システムと燃料導入に関する長期的計画



## 第3章 欧州主要造船・船用関連企業の製品開発動向

### 3-A. デンマーク

#### 3-A-1. ALFA LAVAL Aalborg ボイラー：タッチコントロール

Alfa Laval は、グラフィック・タッチスクリーン・ディスプレイと直感的 2 タッチ・オペレーション機能を搭載した「タッチコントロール」と呼ばれるボイラー制御技術を発表した。タッチコントロールは、共通コントロール方式として Alfa Laval Aalborg ボイラーの全機種に搭載される。コントロール方式の共通化により、異なる船で異なる機種のボイラーを使用する乗組員への利便性を高める。

直感的制御は、ボイラー運転方法を改良し、容易にする。システムの全貌を見ることが出来、全機能へのアクセスが簡単なため、乗組員は、ボイラーの最適な運転方法を迅速でスマートに決定することが出来る。

Alfa Laval タッチコントロールは、プログラマブル・ロジック・コントローラー (PLC) ベースで、プラグ・アンド・プレイのシンプル性と機関室条件下における高い耐久性を持つ。新システムは、既に同社のデンマーク試験トレーニングセンターのボイラーに利用されている。

#### 3-A-2. MAN DIESEL & TURBO : 高圧 SCR

MAN Diesel & Turbo は、2 ストロークエンジン向けの高圧選択触媒還元 (SCR-HP) システムを開発した。新システムは、2017 年 4 月、同社ライセンスである三井造船の玉野事業所において初公開された。

SCR-HP システムは、全ボアサイズの 2 ストロークエンジンに適合する。初回の引渡しは 2018 年初頭に予定されている。内部触媒反応により、NO<sub>x</sub> は IMO の 3 次規制値を満足するレベルに削減される。開発プロジェクトでは、システムのコンパクト化が焦点の一つとなった。特殊ハニーコム構造とハニーコム素材を利用し、また、混合ユニットを内蔵したことにより、新システムのリアクターは、中速エンジン用の他製品と比較しても大幅にコンパクト化している。

開発プロジェクトの最も重要な成果の一つは、中速 4 ストローク用の SCR 技術を低速 2 ストローク用に転用することに成功したことである。

#### 3-A-3. MAN DIESEL & TURBO : L23/30DF 型エンジン

新型 DF 発電エンジン「L23/30DF」の型式承認試験 (TAT) は、MAN Diesel & Turbo の中国ライセンス CSSC Marine Power の鎮江事業所において 2017 年 11 月に完了した。この 5 シリンダー型試験エンジンは、名目回転数 720/750 rpm でシリンダー出力 125kW、総出力 625kW を持つ。

新中速エンジン L23/30DF は、デンマークの MAN の小口径 4 ストローク部門が、船用発電機として開発した。同エンジンの出力範囲は 625~1,200kW で、ガスモード運転時には、排ガス後処理装置なしで IMO の NO<sub>x</sub> 3 次規制を満たす。

同エンジンの燃料噴射システムはシンプル化され、主噴射弁はガスモード運転時にはパイロット燃料の噴射にも用いられる。新エンジンのオーバーホール間隔は 36,000 時間である。

## 3-B. フィンランド

### 3-B-1. ABB : クルーズ船向け燃料電池システム

ABB Group (本社: スイス) 内のフィンランド ABB Marine & Ports は、2017年11月、米国ニューヨークにおいて、大型クルーズ船向けに発注された初の燃料電池システムを公開した。

同試験システムは、Royal Caribbean の Oasis クラスのクルーズ船に設置される予定である。また、同社の新造 Icon クラスのクルーズ船にも同システムの設置が決まっている。LNG 焚き DF 主機駆動で乗客数 5,000 人の Icon クラスの新造船 2 隻は、フィンランド Meyer Turku で建造され、2022 年と 2024 年に引渡し予定されている。

Royal Caribbean による水素燃料電池技術の採用は、「イノベーション、継続的改善、環境責任」という同社の企業戦略の一環である。

試験設置される燃料電池は、Ballard Power Systems の FCvelocity プロトン交換膜 (proton exchange membrane : PEM) 純水素燃料電池と ABB のコントロール、コンバーター、トランスフォーマー技術を用い、出力は 100kW である。FCvelocity 燃料電池は、Royal Caribbean が発注したシステム「パッケージ」の開発、船用化、組立て、試験を担当する主契約者であるフィンランドの ABB Marine & Ports に引き渡される。

燃料電池は、正極又は負極と電解質膜のインターフェイスによる電気化学反応を利用してエネルギーを発生させる。エネルギー発生は燃焼を介さず、燃料を直接電力と熱に変換する。

### 3-B-2. STEERPROP : 永久電池 CRP プロペラ

アジマスプロペラメーカー Steerprop は、永久磁石 (PM) 技術を用いた第 3 世代の二重反転プロペラ (CRP) 「CRP ECO LM」を開発した。新型プロペラユニットは、船内に位置し、設置とメンテナンスが容易な垂直型 PM 電動機を統合している。同ユニットは、同じくフィンランド企業である The Switch 社の PM 駆動技術を採用している。

新型 Steerprop CRP ECO LM プロペラは、特に厳しい海象条件と砕氷に適しており、最も高い氷海承認を取得している。低負荷の二重反転プロペラは、低いレベルのノイズと振動が特長で、船内の快適性を向上させる。

Steerprop のアジマス CRP 概念と The Switch の PM 電動機の統合により、あらゆる速度で高効率を発揮するコンパクトな推進ユニットが誕生した。

### 3-B-3. TEVO : 氷海仕様プロペラ

フィンランド企業 TEVO は、厳しい氷海条件で航行する船舶向けに青銅製プロペラを開発した。新プロペラは、フィンランドとスウェーデンの氷海承認 1A Super 及び Polar PC-6 を満たす設計となっている。

青銅は、ステンレス鋼よりも強度は低いが、プロペラ素材としてステンレス鋼よりも優れている点は、腐食耐性が高いこと、比較的 low 価格であること、製造と維持が容易なこと等が挙げられる。

開発された青銅製プロペラは、TEVO が Aker Arctic Technology とフィンランド技術研究センター (VTT) と共同で行った研究開発プロジェクトの成果である。同プロジェクトは、フィ

ンランドのイノベーション助成局 TEKES の北極海プログラムの一環として補助金を受けて実施された。

プロジェクトでは、氷の厚さ 80cm のバルト海北部を航行するフィンランドのオフショア巡視船上において、同船のステンレス製プロペラ 2 基のうち 1 基を青銅製プロペラに置き換えて、システムのフルスケール試験を行った。青銅製プロペラは、ステンレス製プロペラよりも軽量で、同出力のステンレス製プロペラと比較して推進力は 18% 増大した。

### 3-B-4. WÄRTSILÄ : 「破壊的」技術

2017 年、Wärtsilä CEO の Jakko Eskola 氏は、Wärtsilä は、エンジン機器設計企業から総合技術サービス提供企業への変革という企業戦略を継続していると繰り返し強調した。この戦略には、デジタル技術の開発が不可欠である。Wärtsilä グループは、顧客にハードウェア供給、モニタリング、分析、メンテナンスを含む多様なライフサイクル・サービスを提供する企業となることを目標としている。

デジタル化のプロセスは、新ビジネスモデルの構築とともに、AI、データ解析、オープンプラットフォーム、ブロックチェーン、サイバーセキュリティを含む将来技術に焦点を当てている。

2016 年のチーフデジタルオフィサーの任命に続き、Wärtsilä は、2017 年にはデジタル化促進を担当する専門部門を設立し、400 人以上の社員が新デジタル部門に異動した。シニアマネージャー職は、カルチャーの変化、デジタルサービス開発、ソフトウェア・エンジニアリング、先端技術、サイバーセキュリティ等のそれぞれの担当分野を持つ。

Wärtsilä は、世界各地にデジタル促進センターを設立することを計画している。センターの役割は、顧客やパートナー企業と協力して有望なアイデアを集め、アイデアをサービスと製品に変換することである。

海運分野でも、デジタル化は、現在の産業インターネットアプリケーションの接続性とデータ収集機能を超えて進展しつつある。そのトレンドは、最適化されたオペレーションへのデジタル化された総合的アプローチである。これにより、成長への新たな機会が生まれ、新たなビジネスモデルの構築に繋がる。

Wärtsilä は、機器とライフサイクル・サポートサービスのデジタル化の一例として、サプライヤーとの共通プラットフォーム構築により、機器・システムの状態の遠隔診断が可能なインテリジェント装置を開発することを挙げている。第一のステップとしては、エンジン内部に相互通信と自己最適化を行う装置を内蔵し、エンジンのインテリジェント化を行う。次に、全エンジンが相互通信を行い、オペレーションと調整を比較して、最適なオペレーション状況を判断する機能を追加する。

### 3-B-5. WÄRTSILÄ : Wärtsilä 31SG 型ガスエンジン

Wärtsilä 31 型エンジンの DF バージョンの市場での成功に続き、Wärtsilä は、発電用エンジン Wärtsilä 31SG のガス焼きバージョンを追加した。陸上発電が当初の主な対象市場ではあるが、火花点火型 W31SG は船用利用が可能な設計となっている。

2015 年に発表された Wärtsilä 31 型エンジンは、世界で最も効率の高い 4 ストローク中速エンジンであるとされている。同エンジンは二段過給機能を持つ。

W31SG のガスバージョンは、50%以上のシンプルサイクル効率を持つ。最新のガスタービ

ンの効率 は 40%である。また、運転の柔軟性を高め、連続的な負荷変動に迅速に対応する。

20 シリンダー、出力 12MW の W31SG 第一機種の製造と試験は、2017 年内に完了した。

### 3-B-6. WÄRTSILÄ : エンジン自動化のアップグレード

Wärtsilä は、特許技術 UNIC エンジン自動化技術の第二世代バージョンを開発した。アップグレードされた UNIC ソリューションの初回モデルは、同社の V 型配列の最新 4 ストローク中速エンジン Wärtsilä 31V に搭載された。

Wärtsilä のオートメーション開発戦略は、モジュール設計と先進制御技術の採用、及び運転の柔軟性向上である。これらの目標は、新 Wärtsilä 31 型エンジンに反映されている。高性能エンジンには高性能の自動制御機能が不可欠で、UNIC は、「世界で最も効率的な 4 ストローク中速ディーゼルエンジン」(2015 年ギネス世界記録) という同エンジンの成功に貢献している。

第二世代 UNIC のハードウェアは、シリンダー制御モジュール (CCM)、インプット/アウトプットモジュール (IOM)、セーフティモジュール (ESM)、及びコミュニケーションモジュール (COM) とローカル・ディスプレイユニット (LDU) から成るシステムインターフェースの各要素から構成されている。この「ビルディング・ブロック」アプローチにより、UNIC は、W31 型エンジンに採用されたように、シングルモジュール設置からマルチモジュール配列まで幅広いオプションと順列を提供する。

UNIC の新バージョンには、改良された兆候診断機能が内蔵され、エンジンの稼働性の向上に繋がっている。例としては、W31 に利用されている電動アクチュエーターは、システムが故障する前にその兆候を診断し、サービスの必要性を示す。これにより、船舶の運航スケジュールに合わせた状態ベースのサービスが可能となる。

W31 型エンジン開発プロジェクトでは、新電子モジュール収納装置 WTB-20 が開発された。WTB-20 は、IP (ingress protection) 機能を向上させ、サービスとメンテナンスのためのアクセスを改善する。新ローカル・ディスプレイユニット「LDU-30」も、第二世代 UNIC ユニットの搭載された。新 LDU-30 の採用は、ユーザー操作の複雑性を軽減するという設計戦略の一環である。

また、第二世代 UNIC は、W31 型エンジンを排ガス後処理装置や Wärtsilä のデジタルサービス製品等の他の機器又はシステムとの統合を可能にする設計となっている。

### 3-B-7. WÄRTSILÄ : 電子ウェイトゲート

Wärtsilä は、過給タービンを通過する排ガス量の調整することにより、過給機の速度と混合気圧を調整する電子ウェイトゲートバルブを開発した。混合気圧の迅速で正確な制御は、エンジン連続運転の最適化に不可欠な要素である。

電子ウェイトゲートは、まず、Wärtsilä の新型 31 型及び 46DF 型エンジンの全機種、及び 20V34SG 型、18V50SG 型エンジンに標準搭載された。2017 年 6 月には、排ガスウェイトゲート弁は、Wärtsilä 34SG シリーズ以降の既存エンジンへのレトロフィットが可能となった。

既存エンジンのアップグレードにより、バルブの反応が迅速になり、エンジン運転の安定性が増す。さらに、デジタル化された総合的な運転データの入手が容易となり、状態診断機能とサービスが改善する。

### 3-B-8. WÄRTSILÄ : L20 型エンジンのアップグレード

2017年12月、Wärtsilä は、人気の高い Wärtsilä L20 直列型エンジンの高出力バージョンを発表した。同小口径中速エンジンは、シリンダー出力が 185kW から 220kW に増加し、出力密度も増加した。現行バージョンと同じ燃料消費量で、船舶は積載量を増やすか、速力を増加させることが出来る。新バージョンの最大機種は、最大出力 1,980kW の 9 シリンダー型 L20 である。

L20 エンジンは、小型船向け、及び出力 1.3~2.0MW の発電向けの製品である。出力増加の結果、L20 を 60Hz 発電システムに搭載する場合には、従来よりもシリンダー数の少なく軽量のエンジンが利用可能である。同機は、このカテゴリーの中で市場最高の重量比出力を提供するとされている。

新型 L20 は、IMO の NOx 2 次規制を満たしている。3 次規制を満たすためには、同社の SCR システム「Wärtsilä NOR」を搭載するオプションがある。

### 3-B-9. WÄRTSILÄ : HY ハイブリッドパワーモジュール

ハイブリッド化という市場トレンドに対応し、Wärtsilä は、完全統合型ハイブリッドパワーモジュール「Wärtsilä HY」を発表した。これは、Wärtsilä のエンジン設計及び電気・自動化 (E&A) システム分野における競争力を高めるものである。

Wärtsilä HY は、エンジン、エネルギー貯蔵システム、パワーエレクトロニクスを統合し、新たに開発されたエネルギー管理システム (EMS) を通じて作動が最適化されている。EMS は、最新世代の統合制御システムである。

ハイブリッドモジュールは、燃料消費量削減、排ガス削減、船舶の性能改良を目指した設計となっている。「グリーンモード」で運転中にはゼロ排出を実現し、また、スモークフリー運転も可能である。

Wärtsilä HY の第一バージョンは、タグボートと小型、中型フェリー向けのシステムである。Wärtsilä は、各船種セクターに合わせたシステムを段階的に市場投入する計画である。

Wärtsilä HY の初受注は、2017年5月に契約が締結された。同機は、2019年初頭にイタリアのジェノバ港でサービス開始予定の 80 トンのボラードプル能力を持つ新造タグボートに搭載される。

### 3-C. ドイツ

#### 3-C-1. BILFINGER : Babcock Noell スクラバー

2017 年、新型排ガス硫黄分除去システム（スクラバー）が、ドイツのケミカルタンカー上での 4 か月間の試験を終え、国際大気汚染防止（IAPP）証書を取得した。

新型スクラバーは、Bilfinger の子会社 Babcock Noell が開発した、オープンループ又はクローズドループのいずれかのモードで運転するハイブリッドシステムである。同システムは、船舶の主機、補機、ボイラーから排出される硫黄ガスを除去する吸着技術を採用している。

2020 年 1 月に実施が予定されている IMO の硫黄分 0.5%規制が、同システムの開発を加速させた。北海、バルト海、北米の ECA では、既に硫黄分上限 0.1%の規制が適用されている。

#### 3-C-2. CATERPILLAR MARINE : LNG 試験台

2017 年 5 月、MaK ガスエンジンの LNG 試験台が、Caterpillar Marine のキール製造拠点に設置された。この投資は、クルーズ船、ケミカルタンカー、その他の船種に採用される MaK DF エンジンの増加に対応するものである。

Caterpillar Marine は、燃焼過程がクリーンで排出が少ない LNG 燃料 DF エンジンへの需要は更に増加すると見ている。しかしながら、同技術には未だに解決すべき技術的課題があり、開発の継続が不可欠である。

LNG は気化を防ぐために超低温で貯蔵する必要があり、他の動力システムにはない追加的なガス処理装置が必要となる。新型エンジンとガス処理装置は、LNG の低排ガス特性を十分に活かす設計でなければならない。Caterpillar は、燃料と空気の混合率の最適化と安全なエンジン運転のためには、カスタム化されたモニタリングとコントロールプロセスが必要であると述べている。

LNG 試験台の目的は次のとおり。

- Caterpillar 社員の LNG 特性の理解を促す。
- Caterpillar の顧客に対し、LNG 燃料の利点を示す。
- LNG 部品の試験と改良を行う。
- 実際の運転と最適化のための LNG システムを開発する。

#### 3-C-3. CATERPILLAR MARINE : 先進可変ドライブ

2017 年 9 月、ハンブルクに本拠地を置く Caterpillar Marine は、米国 Caterpillar 本社のイノベーション&技術開発部門と提携し、完全に統合された柔軟性の高い推進システムの開発と実証を行う計画を発表した。開発される先進可変ドライブ (Advanced Variable Drive: AVD) は、Caterpillar グループの高負荷耐久性の高い連続可変トランスミッション (CVT) 技術を用いる。

AVD は、船舶のエンジン速度を固定ピッチプロペラの回転数とは独立して調整し、最適化する。プロペラの速度は、全スピード範囲で連続的に変化させることが可能である。さらに、主機及び補機の出力は、船舶の推進力を得るために独立又は合同で使用することが出来る。

同システムは、幅広い船種、アプリケーション、出力レベルに対応し、性能を低下させることなくエンジン設置のダウンサイズが可能となる。

### 3-C-4. CATERPILLAR MARINE : 燃料削減ツール

2017年11月、Caterpillar Marine は、MaK 及び Cat エンジンの複数設置用の新燃料削減ツール「マルチエンジン・オプティマイザー」(Multi-Engine Optimizer : MEO) を発表した。新 MEO は、同社のパフォーマンスデータ技術と特許技術である制御アルゴリズムを用い、どのエンジンを運転すべきかを動力管理システムにアドバイスする。同システムは、動的非対称負荷を用いてエンジンの組合せと負荷を決定して駆動し、燃料消費量を最小化する。

複数エンジンの組合せと負荷点の独立により、MEO は、エンジンがそれぞれ最も効率の高い負荷点で運転することを可能にする。MEO キャビネットは、幅 700cm で、機関室又は制御室に設置可能である。ワイヤー接続は 6 か所のみである。アドバイスシステムとしての MEO は、いつでもスイッチオフすることが出来、既存の動力管理装置が通常の運転に戻る事が可能である。この機能により、システム保護と安全性が高まる。

### 3-C-5. FEDERAL-MOGUL : 複合素材ベアリング

2017年7月、Federal-Mogul Powertrain が開発した自己潤滑ベアリング素材「deva.tex 552 Marine」は、DNV GL の型式承認を取得した。新素材は、摩擦抵抗が少なく耐久性が高い軽量化された耐腐食性複合素材である。動的負荷性能は多くの金属製素材と同等である。

船用業界は自己潤滑式ベアリングの摩擦レベルの軽減と一定化を求めており、新素材は、従来の金属ベアリングではなく、複合素材をベースとしたソリューションを提供する。新複合素材はグラスファイバーで強化されている。

新素材は、従来の潤滑の利用が適さない半潜水状態での変換、回転、往復運動向けに開発された。

研究開発段階では、ベルギーのヘント大学の専用設備を用いて、多様な負荷と運転状態と形状における素材の評価と汚染に関する調査を行った。疲労、摩擦、耐久性を調査するため、多様な負荷とスライディング速度における水中試験も行った。

### 3-C-6. IMES : 2 ストローク燃焼センサー

ドイツの燃焼圧力センサーと電子エンジン表示システムのメーカーである IMES は、船用 2 ストローク・ディーゼルエンジン向けの連続シリンダー圧力測定用の燃焼センサー「TCS-01CA」を開発した。

新センサー「TCS-01CA」は、NO<sub>x</sub> と CO<sub>2</sub> の排出を削減すると同時に、ノンストップの性能評価を行う設計である。また、煤煙の影響を受けないクロズドフェイス設計となっている。シリンダーカバーとインジケーターの間に設置することにより、センサー膜への燃焼物の堆積を軽減することが出来る。

新センサーの実船試験は、ドイツのコンテナ船「Hedda Schulte」(40,000 総トン) 上で 2015 年 8 月に開始された。

### 3-C-7. KBB : 新 ERT20 過給機

ドイツの過給機メーカーKompressorenbau Bannewitz (KBB) は、排ガス再循環 (EGR) 過給機「ERT20」を開発した。同機は、出力 0.5~1.5MW のディーゼルエンジン向けの効率的な EGR システムへの需要に対応するものである。

一段過給機と高圧 EGR の組合せは、排ガス規制に対応する方法として、排ガス後処理装置に代わる有効なシステムであると考えられている。

ERT20 は、車両に用いられているラジアルタービン付きオイル冷却型排ガス過給機をベースとし、船用 EGR の更に厳しい使用環境向けに部品を改造したものである。

### 3-C-8. MAN DIESEL & TURBO : 45/60CR 型中速ディーゼルエンジン

MAN Diesel & Turbo は、本社所在地アウグスブルクの製造拠点において、新世代の大口径中速ディーゼルエンジン「45/60CR」を開発した。回転数 600 rpm でシリンダー出力 1,300kW を持つ 45/60CR は、回転数 500/514 rpm でシリンダー出力 1,200kW を持つ更に口径の大きい 48/60CR シリーズの後続機として開発された。

45/60CR 型船用ディーゼルエンジンは、まず、出力 15,600kW と 18,200kW の V 型 12 シリンダー機種と 14 シリンダー機種が発売される。V 型機の初回製品は 2020 年末に市場化される予定である。次に、6 シリンダー及び 10 シリンダーの直列型エンジンがリリースされ、最初の L 型エンジンは 2020 年に市場化の予定である。

将来的には、MAN Diesel & Turbo の代表的 4 ストローク中速エンジンとなる 45/60CR シリーズの主な対象船種は、クルーズ船、ROPAX フェリー、RORO 船である。

45/60CR は、166g/kWh という同等カテゴリーのエンジンとしては、最高の燃料消費率 (SFOC) と 1,300kW のシリンダー定格出力を持つ。一方、48/60CR の SFOC は、出力 100% で 181g/kWh、75% で 173g/kWh、シリンダー定格出力は 1,200kW である。このように、出力密度、ユニット効率とも、45/60CR は新たなレベルの性能を提供する。

45/60CR の改良された運転特性は、コモンレール燃料噴射、ECOMAP 機能等の 48/60CR の最良の特長と新技術を組み合わせたものである。新エンジンは、二段過給システム、改良されたコモンレール燃料噴射システム、可変バルブタイミング、エンジン負荷に応じて噴射機能を最適化する特許製品 ECOMAP ソフトウェアの新バージョンを搭載している。

ユーザーにとっての利点は、運転コストの削減と環境負荷の低減である。同エンジンは、標準で IMO の NOx 2 次規制を満たし、MAN コンパクト SCR システムを搭載した場合には 3 次規制を満たす。

さらに、45/60CR は、新たに開発されたエンジン制御システム「SaCoS 5000」を搭載している。同システムは、エンジンのオンライン化を可能にするだけでなく、2018 年以降に利用可能となる新シリーズのデジタルサービス・ソリューションにも対応した設計となっている。

45/60CR は、新シリーズのエンジンの初回機種となる。今後、DF バージョンも追加される予定である。

MAN 45/60CR 型エンジンの主な仕様 :

シリンダー口径 450mm  
シリンダーストローク 600mm  
エンジン機種 6L, 7L, 8L, 9L, 10L; 12V, 14V  
シリンダー出力 1,300kW  
クランク軸速度 600rpm  
定格出力 MCR 7,800~18,200kW  
正味有効平均圧力 (BMEP) 27.2 バール



SFOC、L 型	167g/kWh
SFOC、V 型	166g/kWh

### 3-C-9. MAN DIESEL & TURBO : L51/60DF 型エンジンのアップグレード

2017 年 10 月、MAN のアップグレードされた L51/60DF 型 DF エンジンは、同社アウグスブルク製造拠点における試験を完了し、型式承認を取得した。エンジンの出力は、回転数 500rpm 又は 514rpm でシリンダー出力 1,050kW から 1,150kW に増加した。直列型モデルの連続最大出力は 6,900~10,350kW である。

型式承認試験は、燃料油 (DMA) と LNG 燃料を使用し、出力 10,350kW の 9 シリンダー型 L51/60DF エンジンで行われた。また、エンジンと同社の SaCoS エンジン制御システムの統合試験も行われた。

出力の改善に加え、新エンジンはガス始動能力等の新機能を持つ。

### 3-C-10. MAN DIESEL & TURBO : SaCoS エンジン制御システム

2017 年 9 月、4 年間に及ぶ研究開発を経て、MAN Diesel & Turbo は、同社の SaCoS エンジン制御システムの最新バージョン「SaCoS 5000」をリリースした。同システムの開発は、船用エンジンの複雑性と機能性の増加に対応するものである。同システムは、まず、新 MAN 45/60CR 型中速ディーゼルエンジンに搭載される。

SaCoS 5000 の主な利点は、設計の柔軟性で、顧客要求に合わせた設計が可能なことである。標準システムに追加可能なオプションには、シリンダー圧力測定、クランクケースモニタリング、噴射システムのリーク監視等の機能がある。

また、SaCoS の新バージョンは、シリンダーバランシング、MAN の ECOMAP 機能ソフトウェア等の複雑な計算機能进行处理することが出来る。さらに、SaCoS 5000 は、MAN が 2018 年に発売する次世代デジタル製品シリーズの基礎となる。

SaCoS 5000 は、主に MAN のアウグスブルク本社で開発され、同社のサンナゼール拠点 (フランス) とコペンハーゲン拠点 (デンマーク) が協力をを行った。

### 3-C-11. MAN DIESEL & TURBO : 船用エネルギーの転換

MAN Diesel & Turbo は、2017 年 11 月の国連気候変動枠組条約第 23 回締約国会議 (通称 COP23) と野心的なパリ協定の目標達成への支援を表明している。同社は、産業からの排出削減手段として天然ガス燃料への転換を提唱している。

MAN Diesel & Turbo は、海運産業の気候ニュートラル化を支援する活動やイニシアティブに関する戦略「船用エネルギーの転換」を策定した。その活動とプロジェクトは次のとおり。

- ドイツのフィーダーコンテナ船「Wes Amalie」の MAN エンジンの改造。
- 「Wes Amalie」のレトロフィットの有効性に基づき、MAN は、同様の改造プロジェクト 10 隻に対して割引を提供。MAN は、10 プロジェクトのために 200 万ユーロ (235 万ドル) の予算を計上している\*。
- 同じく「Wes Amalie」のレトロフィットの成功を受け、ドイツ連邦交通・デジタルインフラ省は、LNG 燃料船建造及び LNG 燃料レトロフィットへの国家補助金支給を決定した。2021 年までの年間予算総額は 3,000 万ユーロ (3,500 万ドル) である。
- MAN の 2 ストローク ME-GI/ME-LGI 型エンジンを更に開発し、LNG 燃料だけではなく、

メタン、LPG、エタン、メタノール、エタノール等その他のガス及び液体燃料を使用したDF運転を可能にした。

- 再生可能エネルギーを使用して製造された合成燃料の開発。この分野では、MAN Diesel & Turbo は、ドイツ連邦経済・エネルギー省と協力して研究プログラムを設立している。

注\*：2017年11月、ドイツ船社 Wessels Reederei は、MAN Diesel & Turbo と、更に3隻のディーゼルエンジンのLNG DF 運転への転換に関する覚書に署名した。同コンテナ船3隻は、2017年に重油(HFO) 焚き MAN 8L48/60B 型中速エンジンをLNG 焚き MAN 8L51/60DF 型多元燃料エンジンに改造した、1,036 TEU 型コンテナ船「Wes Amalie」の姉妹船である。この改造により、「Wes Amalie」のSOx 排出量は99%、NOx 排出量は90%、CO<sub>2</sub> 排出量は20%削減された。このプロジェクトには、ドイツ連邦交通・デジタルインフラ省が「モビリティと燃料戦略」プログラムから公的資金を投入した。

### 3-C-12. MAN DIESEL & TURBO：電気専門企業の買収

2017年6月、MAN Diesel & Turbo は、カナダの動力供給、エネルギー管理、駆動システム企業 Aspin Kemp & Associates (AKA) の40%株式を取得した。

この株式取得は、MAN Diesel & Turbo が 2016 年に開始した戦略的開発プログラム「Basecamp 3000+」の一環である。戦略の要点は、脱カーボン化とデジタル化というグローバルなトレンドに沿った製品群拡大に貢献する企業買収と提携である。

バッテリー貯蔵システムと船用エンジンを接続する技術を持つ AKA の株式取得は、MAN のハイブリッド動力及び推進ソリューションを強化し、同社の船内エネルギー管理システムのポテンシャルを拡大する。

### 3-C-13. MAN TRUCK & BUS：米国 EPA NOx 4 次規制対応型排ガス後処理システム

2017年11月、MAN Truck & Bus は、米国 EPA のNOx 4 次規制を満たす作業船と小型船向けの排ガス後処理システムを発表した。このモジュール型システムは、SCR 触媒、SCR 混合器、32.5%尿素水溶液計量ユニットから構成される。尿素は、蓄積した NOx を水と窒素に分解する。システムはコンパクトで、尿素溶液のエアレス噴射は更にスペースを削減する。同システムは、出力 324~1,213kW のエンジン向けに開発された。

### 3-C-14. REINTJES：ハイブリッドギアボックス

パワートレイン専門企業 Reintjes は、英国 BAE Systems Group と共同開発したハイブリッド型増速機 (step-up gearbox) を発表した。レトロフィット市場を対象とした新ハイブリッドギアボックスは、Reintjes のエンジン前方搭載型ギアボックスと BAE の出力 300MWe の永久磁石発電機を組み合わせた製品である。

この電動機/軸発電機は、高トルクを持ち、エンジンの空気始動システムの代わりにスターターとしても使用できる。また、パワー・テイクオフ (PTO) により、主機運転中に船内発電機をスイッチオフすることが出来る。

Reintjes は、RHS (Reintjes Hybrid System) シリーズにバッテリーパックとギアボックス、電動機、周波数変換器、遠隔操作の「パッケージ」を組み合わせ、製品群を新造船向けにも拡大していく計画である。

### 3-C-15. RENK : MARHY ハイブリッドドライブ

Renk は、低速ディーゼルエンジンで駆動される船舶向けの補助推進システム「MARHY」(Maritime Hybrid Drive)を開発した。パワー・テイクオフ (PTO)、パワー・テイクホーム (PTH)、パワー・テイクイン (PTI/ブースター) 機能を組み合わせた「MARHY」は、経済的な推進力、減速運航と操船を実現する。

MARHY は、固定ピッチプロペラ又は可変ピッチプロペラを使用する推進力 60,000kW までのあらゆる船種への利用に適している。PTO/PTH/PTI 機能は、それぞれの船舶の要求に応じた調整が可能である。

MARHY の主機械要素は、Renk のトンネル・ギアボックスである。プロペラ軸上で作動し、電気推進モード (PTH 又は PTI/ブースター) で電動機速度をプロペラ速度に減速し、PTO モードでは主機速度を PTO 発電機速度に増速させる。

PTH モードで主機を停止させるには、Renk プロペラシャフト・クラッチ (Renk Propeller Shaft Clutch) を遠隔操作で切る。クラッチは、主機とトンネル・ギアボックスの間に位置している。

トンネル・ギアボックスとプロペラシャフト・クラッチ以外の MARHY パッケージの構成要素は、フレキシブル・カップリング及び電動機/発電機、ハーモニックフィルターとデジタルコントロールを内蔵した周波数変換器、モニタリングシステムのパッケージである。

### 3-C-16. ROLLS-ROYCE Power Systems : 電気アシスト式過給システム

Rolls-Royce は、2021 年以降、同社 MTU ブランドのエンジンに電気アシスト式過給システムを装備する計画である。同システムには、ドイツの技術コンサルタント及びエンジニアリングサービス企業である G+L innotec の技術を用いている。Rolls-Royce は、G+L innotec の船用推進技術及び非常用発電機と出力 450kW 以上のエンジンに関する革新的概念を使用する権利を取得した。

MTU と G+L innotec は共同で、MTU の 4 ストローク高速エンジン向けのシステム開発の新段階を開始した。開発される技術は、ディーゼルエンジン、ガスエンジンの両方に対応する。

電気アシスト式過給システムは、電気駆動システムと MTU が製造する従来型過給機を組み合わせたものである。同システムは、過給機を電気で加速し、過給圧力の増大を迅速化する。これにより、船用エンジンの加速機能が向上し、発電機の負荷反応性能も向上する。

また、新システムは、エンジンの燃料消費量と排出量の削減に寄与するとされている。

過給機に電気アシスト機能を加えるため、コンプレッサーホイールの上流に永久磁石が設置され、電気巻線がコンプレッサーのカスティングに内蔵される。この配置により、コンプレッサーの吸入気を阻害せずに、電気部品の空気冷却が行われる。

### 3-C-17. ROLLS-ROYCE Power Systems : エンジン監視システム

Rolls-Royce Power Systems は、同社 MTU ブランドのエンジンに搭載される船舶自動化システム「Callosum Ship Automation System」に使用される新エンジン監視機能「Equipment Health Monitoring Function」を開発した。

Callosum は、最新の解析技術とデジタル測定データに基づいたマシンラーニング機能を利

用して故障を防止し、実際の状態に応じたメンテナンス計画を可能にする。

### 3-C-18. ROLLS-ROYCE Power Systems : L'Orange ポンプ要素

Rolls-Royce Power Systems の子会社である噴射システム専門企業 L'Orange は、ポンプバレル内の付着物生成を低減することにより、ポンプ作動時間を延長する燃料噴射ポンプ要素を開発した。

新要素は、「ラッカリング」効果と軽減する特殊コーティングとスクレーパーリングである。「ラッカリング」は、特に、低アルカリ価 (TBN) のエンジンオイルが使用された場合に起こる燃料と潤滑油の不整合性により発生する。ラッカリング、又はバレルとグループ内の付着物生成は、プランジャーとバレル間のクリアランスを減少させ、プランジャー膠着に繋がる。

ラッカリングに影響する他の要因には、異なる種類の燃料同士 (HFO と MDO、MDO と MGO) の不整合性、燃料の過熱、燃料転換が速過ぎること、金属物質による汚染等がある。

L'Orange は、ポンプ要素の形状、表面コーティング、スクレーパーリングを最適化した。潤滑油と燃料油は混合しないように配置される。L'Orange は、このソリューションにより、従来よりもパイプ作動時間は 4 倍から 10 倍に延長されるとしている。

### 3-C-19. SCHOTTEL : SRE EcoPeller スラスタ

Schottel は、アジマス式推進スラスタの新シリーズ「Schottel Rudder EcoPeller」(SRE)を開発した。新 SRE は、「Schottel Combi Drive」(SCD) スラスタをベースとし、出力範囲 1,000~4,500kW の可変ピッチプロペラ又は固定ピッチプロペラを搭載した製品がある。さらに、オプションとして、完全フェザリング機能付きの可変ピッチプロペラも利用可能である。

Schottel は、同システムの研究開発活動に多額の投資を行い、運転効率を保証するために、新製品の発表前に入念な試験を行った。また、研究開発のもう一つの目的は、船舶設計に推進システムを統合する場合の設置の柔軟性を高めることであった。

新 SRE EcoPeller は、垂直型電動機が Rudderpropeller に統合された SCD の基本設計を保持している。これにより、アングルギア 2 基のうち上部ギアの必要がなくなり、機械効率が 2%改善する。もう一つの利点は、モーターとドライブの統合によるシステムのコンパクト化である。

また、SRE EcoPeller は、高い安全性を保ちながら、ベベルギアが同等サイズの他製品と比較して 15%高い駆動トルクを発揮する、Schottel のギアボックス技術「High Torque Gear」(HTG)を採用している。高い駆動トルクにもかかわらず、水中ギアボックス・ハウジングは流線形となっており、流体力学的推進効率を高めている。環境保護の観点から、EcoPeller は、同社の LEACON シールモニタリングシステムを搭載している。

SRE EcoPeller は、発売直後にノルウェーの新造フェリー 8 隻向けの受注を獲得した。2018 年に引渡し予定の同フェリー船隊は、フィヨルドの渡船として運航する。

### 3-C-20. SCHOTTEL : 水中搭載型スラスタ

2017 年 6 月、Schottel は、最大出力 5,500kW までをカバーする水中搭載型アジマススラスタ、ラダープロペラ「SRP 800U」を発売した。その対象市場は、オフショア建設船、オフショア支援船、オフショアリグ、クレーン船、ケーブル敷設船、その他の特殊船である。

新ラダープロペラは、水中での装着が可能である。同製品は、その大きさや運航海域により、ドック入りが容易ではない船舶やプラットフォーム向けに開発された。

SRP 800U のモデル試験は、CFD（計算流体力学）シミュレーションを用いてドイツのポツダム造船研究所（SVA）で行われ、その後、ベベルギアの性能を確認するために全負荷で機械試験が行われた。試験は、水中の変速機（ギアボックス）の電気入力部で動力定格トルク 80,000Nm で行われた。これは、直径 4.1m のプロペラを用いた外洋における高負荷連続運転に相当する。

L 型変速機を搭載した標準バージョンに加え、SRP 800U にはプロペラ軸の角度が 8 度傾斜したバージョンがある。これは、駆動系のスラスト力と船体との相互作用への悪影響を軽減する。モデル試験では、16 ノットまでの速力ではキャビテーションが発生しないと示された。

### 3-C-21. SCHOTTEL：新型スラスターノズル

Schottel は、同社のアジマススラスター「ラダープロペラ」シリーズに統合する新型ノズル「VarioDuct SDV45」を開発した。新型ノズルは、2017 年に 3,000kW の DF エンジン 2 基とラダープロペラ 2 基により駆動されるタグボートに初搭載された。

詳細な CFD 解析と試験を行った新型ノズルは、高出力アプリケーションが可能な形状を持ち、燃料効率が増加している。Schottel は、最適な推進システムの特定速度においては、高いボラードプルを維持しながら燃料消費量が 10%削減されるとしている。

さらに、新型ノズルは比較的小口径で、浅水域における利用にも適している。

### 3-C-22. SKF：ベアリング試験センター

2017 年半ば、SKF は、ドイツのシュヴァインフルトに新試験センター「Sven Wingquist Test Centre」を開設した。新試験センターは、実際の運転環境と同じ条件下で大型ベアリングの性能試験が可能な世界初の試験施設であるとされている。

試験センターへの投資総額 4,000 万ユーロ（4,900 万ドル）の一部は、バイエルン州政府経済技術省とドイツ連邦政府環境省が公的資金を拠出している。

同試験センターは試験リング 2 基を持ち、1 基は船用及び産業用ベアリング専用、もう 1 基では風力タービンのメインシャフト部品の試験用である。

### 3-D. オランダ

#### 3-D-1. ALFA LAVAL : PureSOx スクラバー製品群

2012年に発売された Alfa Laval のスクラバーシステム「PureSOx」は、経済的な重油燃料（HFO）を使用する船舶が硫黄分規制を満たすことを可能にする排ガス洗浄装置である。

PureSOx は、発売当初から更なる開発が続けられ、各船舶の運航プロファイルに適応する製品オプションを提供している。システムにはオープンループ式、クローズドループ式及びハイブリッド式があり、U 型又は I 型の設計に加え、PureSOx には顧客の特定要求に応じた多数のバージョンがある。オールボー（デンマーク）の Alfa Laval 試験トレーニングセンターに設置されたスクラバーが、PureSOx システムの開発の試験台となってきた。この試験ユニットは、出力 1,500kW に対応する設計であるが、同試験センターの出力 2,000kW のエンジンによって物理的限界が試されている。

2016年には、サイズが著しく小型化した I 型 PureSOx スクラバーが発表された。また、水の消費量を最低限に抑えるため、数々の吸収剤とスプレー方法の試験が行われた。さらに、エンジンの燃料消費量を削減するため、システムの圧力低下を最小限にする研究が行われた。

2017年に発表された PureSOx 製品群の新オプションには、米国の厳格な船舶入港規制 VSP（Vessel General Permit）が要求する排水の pH 値を満たすオープンループ型ソリューションがある、

さらに、クルーズ船、フェリーその他の船種向けの排ガス再加熱（Exhaust Gas Reheater）オプションも導入された。これは、煙道ガスを加熱して可視性を低減する機能である。

IMO の硫黄分上限 0.5%規制の開始決定により、スクラバーシステムの導入は増加している。

#### 3-D-2. BAKKER SLIEDRECHT : 低電圧駆動システム

船用電気企業 Bakker Sliedrecht は、2017年の Europort 展示会において、新型水冷却式低電圧駆動システム「ABB ACS880」を発表した。同システムは、旧式化した「ABB ACS600」の後継機として開発された。新型モデルは、フットプリントが小さく動力密度が高い。また、1,800kW 駆動システムのレトロフィットキットとしても使用される。レトロフィットキットの主要要素は水冷却モジュール「ACS880」である。

パワーエレクトロニクスの船内使用は、高調波歪みを引き起こし、発電機の過熱や電力供給の不安定化に繋がる。Bakker Sliedrecht は、逆位相で電流を流すことで高調波歪みの発生を軽減する「アクティブフィルター・ソリューション」（AFS）を開発し、新型低電圧駆動システムに統合する。

#### 3-D-3. DAMEN GREEN SOLUTIONS : スクラバーのレトロフィット

Damen Green Solutions は、Damen Shiprepair & Conversion 及び同じくオランダの排ガススクラバーメーカー AEC と共同で、既存船へのスクラバーのレトロフィットに関する新手法を開発した。「モジュラーアプローチ」と呼ばれる新手法は、レトロフィットに必要な期間を現在の 2~3 週間から僅か 2~3 日に短縮する。

「モジュラーアプローチ」の要点は、船舶の入渠前に完了可能な準備と製造を最大化することである。スクラバーとその補助システムは、船舶の入渠前にそれぞれのモジュールに搭載され、同時に準備作業は船舶の運航スケジュールを阻害することなく事前に船内で行われる。

Damen Green Solutions と Damen Shiprepair & Conversion は、オランダ内外に造船所ネットワークを持つ Damen Shipyards Group のグループ企業である。

#### 3-D-4. KOTUG : 排熱リサイクルシステム

オランダの曳船企業 Kotug は、排熱を貯蔵、再生することにより、タグボートのエネルギー効率を高める熱リサイクルシステム「Zero-Emission Heat Recycling System」を開発した。

開発されたシステムは、相変化物質 (phase change material : PCM) 技術を用いて熱を貯蔵し、必要に応じて再利用する蓄積器として機能する。

タグボートは、エンジンを一定温度に保ち、また、作業区及び居住区の暖房用にスタンバイ時にもエネルギーを必要とする。欧州その他の地域では、タグボートの港湾スタンバイ時の暖房用電力は、陸上電力網から供給されることが多い。

Kotug は、主機及び補機の冷却水からの熱を再利用し、「スマート」バッファーに貯蔵する方法を考案した。

同システムは、既に別のオランダ曳航企業 Smit Towage が運航するタグボートに搭載され、同船が使用する高コストの陸上電力消費量を 50%以上削減した。

#### 3-D-5. VETH PROPULSION : 統合型 L ドライブ

Veth Propulsion は、2017 年、オスロの Nor-Shipping 展示会において、新コンパクト型推進ユニット「Integrated L-Drive」を公開した。同ユニットの開発における 3 大要素は、コンパクト化、運転の効率化、騒音低減である。

統合型 L ドライブに内蔵された永久電池 (PM) モーターは、Veth とフィンランド企業 Visedo が共同開発した。PM モーターは、誘導モーターよりも通常 40~60%コンパクトである。新システムでは、PM モーターをスラスターに統合し、また、特殊なマウント方法、ヘッドセットの配置、制御ボックスの設計により、コンパクト化を実現した。これにより、他のスラスター機種と比較してマウントの高さが低くなっている。

新 L ドライブは、効率化のために一段ギアのトランスミッションを採用している。部分負荷運転時には、PM モーターは誘導モーターよりも効率が高い。L ドライブでは、例えば、25% 負荷時の効率は 5%以上向上している。

同スラスターは、出力範囲 300~1,325kW をカバーしており、さらに、高出力モデルも開発中である。ノズル又は二重反転プロペラの提供も可能である。二重反転プロペラの前方プロペラのテール部分には、後方プロペラへの水流を最適化する特許技術「Sharktail」が採用されている。

#### 3-D-6. WÄRTSILÄ : EnergoFlow プレスワール・ステーター

Wärtsilä は、2017 年 11 月の Europort 展示会において、新省エネ装置「Wärtsilä EnergoFlow」を発表した。EnergoFlow は、プロペラ後流からのエネルギー損失を低減することにより、燃料効率を向上させるプレスワール・ステーターである。

この次世代プレスワール・ステーターは、数年にわたる研究開発の成果である。新ソリューションは、燃料効率を最大 10%向上させるとされている。また、船種にかかわらず、投資額の

回収は 2 年以内に可能であるとされている。

**Energoflow** は、水流の片方をプロペラ回転の反対方向に誘導する。ステーターは船体に取り付けられた複数のフィンを持つ。フィンはプロペラへの水流を最適化し、エネルギー損失を防ぐ。カーブ型フィンは粘性抵抗を最少化し、同時にフィンの先端に接続されたリングが各フィンのピーク応力を低減する。

### 3-D-7. WÄRTSILÄ : 傾斜型格納式スラスタ

2017 年 12 月の中国 **Marintec** 展示会で公開された **Wärtsilä** の新型スラスタ「**Wärtsilä WST-24R**」は、業界初の傾斜型電動格納式ステアラブル・スラスタである。

同新型スラスタは、8 度の傾斜角度を持つプロペラ軸とギアボックスを持つ。この構成は、スラスタと船体の相互作用によるエネルギー損失を軽減し、傾斜型ではない従来のスラスタと比較してスラスト効率を 20% 向上させる。スラスト効率の向上により、同出力における省エネが可能となる。

新 **WST-24R** 型スラスタは、現行の **Wärtsilä LMT 1510** 型スラスタと比較しても、スラスト力が 10% 向上しており、将来的には **LMT 1510** 型の代替機となる。新設計は、同社のスラスタノズルを搭載しており、流体力学特性も改善している。これらの改良は、推進システムの環境負荷の更なる軽減に繋がる。

**WST-24R** 型スラスタの対象市場は、シャトルタンカーやオフショア操船、自動船位保持 (DP) 等の高い運転要求を持つオフショア支援船、オフショア建設船等である。



### 3-E. ノルウェー

#### 3-E-1. BRUNVOLL : Scana Propulsion の買収

2017年、スラスターメーカーBrunvollは、同じくノルウェー企業であるギア・プロペラシステム設計メーカーScana Propulsionを買収した。

グローバル市場でスラスターユニットを販売するBrunvollは、ノルウェー西部のモルデに本社と製造拠点を持つ同族企業である。Scana（旧名：Volda）は、ノルウェー国内に製造拠点2か所を持ち、ギアとプロペラはボルダ工場、制御システムはダーレン工場で製造している。

#### 3-E-2. CLEAN MARINE : CleanSOx スクラバー

ノルウェーの排ガス洗浄装置（EGCS）メーカーClean Marineは、同社コンパクト型ハイブリッドスクラバー「CleanSOx」の製品群を拡大した。同装置は、2017年、ノルウェー船社Inventor Chemical Tankersの19,000DWT型ステンレス鋼ケミカルタンカー向けに7基を初受注した後、正式に市場発売された。

CleanSOxは、船主が2020年に開始されるIMOのグローバルSOx規制に対応するためのコスト効果が高く、シンプルで省スペースなソリューションである。同装置の「Allstream」機能は、排ガスシステムの背圧を上げずに、船内の全ての排ガス源（主機、補機、ボイラー）からの排ガスを処理する能力がある。コンパクト設計により、競合機種と比較して大幅にサイズと重量が減少している。

同装置は、オープンループ及びクローズドループの両モードが利用可能なハイブリッド設計となっている。

#### 3-E-3. PLAN B ENERGY STORAGE : バッテリー技術

Plan B Energy Storage (PBES)は、バッテリーのみを交換することによりライフサイクルコスト削減を目指す電池技術「CellSwap」を開発した。「CellSwap」は、電気部品及び冷却部品、セル・バリア、マスター・バッテリーユニット等ほとんどの部品を残しながら、既存バッテリーシステムのバッテリーのみを交換するリコアリング（re-coring）プロセスを使用している。

Plan B社のエンジニアリング、研究開発、製品開発は、同社のバンクーバー（カナダ）本社で行われている。一方、製造とサービスは、ノルウェー北部のトロンハイム拠点に集約している。2015年11月に同製造拠点が稼働し、2016年11月までには、デンマークのフェリー向けの史上最大出力の4.2MWhシステムを含め、合計出力10MWh以上のバッテリーを納入している。

トロンハイムは、研究機関、サプライヤー、インテグレーターの海事産業クラスターを持ち、ノルウェーの船用電化技術の中心となっている。

#### 3-E-4. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : Bergen B33:45 型エンジン

2017年、Rolls-Royceは、新Bergen B33:45型ディーゼルエンジンシリーズにV型機種を追加すると発表した。

2015年に発表されたBergen B33:45シリーズは、既存B32:40型エンジンよりも出力が20%増加した直列型中速ディーゼルエンジンである。今回追加されたBergen B33:45のV型機種

「V-Line」の対象市場は、船用主機及び補機に加え、陸上発電市場である。

V型 B33:45 の最初の機種「V12」は、定格出力 7,200kW の 12 シリンダーユニットで、2018 年初頭に出荷を開始する。同 V 型エンジンは、直列型エンジンと同等のシリンダー圧力を持つが、出力密度が高く、設置面積は比較的小さい。同機は、固定ピッチプロペラ又は可変ピッチプロペラを駆動するディーゼル機械駆動推進、船用ディーゼル電気推進補機、陸上発電用発電装置として使用できる。クランクシャフトのどちらかの先端から 100%の動力が得られる。V12 の燃料消費率は、負荷 85%で 175g/kWh である。

新機種の V 傾斜角度は、大型化したエアレシーバーの内蔵を可能にするため、旧機種の 55 度から 60 度に増加した。ユーザーはシンプルさと慣れた方法を好むという市場調査結果に基づき、列型ポンプノズル燃料噴射技術が保持された。一方、2018 年には、コモンレール方式も利用可能となる予定である。

V12 に続き、主に陸上発電市場を対象とした V16 (出力 9,600kW) 及び V20 (同 12,000kW) がリリースされる予定である。船用市場向けには V10 と V14 を開発中である。

さらに、B33:45 のガス専燃バージョン B36:45 の開発も進められている。B36:45 は、実績のある Bergen の希薄燃焼 Otto サイクルを用い、LNG 燃料で駆動される。ガスエンジンの圧縮機能の違いにより、シリンダー出力は B33:45 ディーゼルエンジンと同じ 600kW/cyl であるが、シリンダーボアは 330mm から 360mm に増加する。

Rolls-Royce は、ノルウェーのベルゲン郊外 Hordvikneset にある同社エンジン工場に再投資を行っている。同社は、工場のレイアウトを改善し、新フローライン過程を導入することにより、今後 2~3 年以内に製造能力を倍増させる計画である。エンジン組立てと製造所要時間の大幅な短縮も目標としている。

B33:45 型エンジンシリーズの主な仕様：

ボア、mm	330
ストローク、mm	450
回転数、rpm	450~700 (推進用エンジン) 720~750 (発電用エンジン)
シリンダー出力、kW/cyl	船用：600kW @ 720rpm 及び 750rpm; 陸上発電用：540kW @ 750rpm
機種	船用：L6, L7, L8, L9, V12; 陸上発電用：V16, V20
平均有効圧力 (BMEP)、bar	26 (720rpm)、25 (750rpm)
ピストン速度、m/s	11.25
燃料消費率 SFOC、g/kWh	176 @100%負荷、175 @85%負荷
SLOC (潤滑油、g/kWh)	0.5

### 3-E-5. WÄRTSILÄ：排出削減システム

2017 年 12 月の中国 Marintec 展示会において、Wärtsilä は、積載航海中のタンカーから排出される揮発性有機化合物 (VOC) の問題を解決するシステムを公開した。

Wärtsilä の新排出削減技術「Voyage Emissions Reduction」(VER) システムは、石油タンカーの増収と VOC 排出による環境負荷削減の両方を狙った技術である。同 VER システムには、「再吸収」バージョンと「燃料」バージョンの 2 種類がある。

VER「再吸収」バージョンは、VOC を再循環させて貨物タンクに戻し、ガスを再液化させ

る機能を持つ設置が簡単なプラグインシステムである。同システムは、自動的に作動し、航海中の積荷損失を軽減又は完全に排除する。

一方、VER「燃料」バージョンでは、VOCを船舶のエンジン用燃料として使用する。Wärtsiläは、同システムの特許を申請中である。両バージョンとも、VOC削減率は75%とされている。

石油タンカーは、1週間に積荷の0.085%を損失していると算出されている。320,000DWT型VLCCの場合、1週間の貨物損失量は270トンに及ぶ。

### 3-F. スウェーデン

#### 3-F-1. HEDEMORA Turbo & Diesel : 新型過給機

2016 年に行われた試験を経て、Hedemora Turbo & Diesel は、2017 年に新型過給機「HS7800」を製品群に加えた。さらに、次の新型過給機「HS6800」の設計作業も完了した。

「HS7800」は、Hedemora の最大機種で、最大空気流量は毎秒 8.5kg、ターボチャージャー当たりの最大出力は 4,200kW である。圧縮比は 4.5:1 である。

開発中の「HS6800」の空気流量は、現行の「HS5800」よりも約 20%増加する。従って、ターボチャージャー当たりのエンジン出力最大 4,000kW の吸気を送り込む。

Hedemora は、2006 年にオーストラリア Engenco の子会社となったが、過給機製造は引き続きスウェーデンで行っている。

#### 3-F-2. VOLVO PENTA : SCR 技術

スウェーデンのエンジンメーカー Volvo Penta は、出力 130kW 以上の船用エンジンに課される IMO の NOx 3 次規制に対応するための技術として、SCR (選択触媒還元) 技術を選んだ。

他の技術を評価した結果、同社は、SCR ソリューションが、エンジンが最適化された燃料消費と出力を維持しながら規制が要求する排ガスレベルを満たすことが出来る技術であると結論付けた。

Volvo Penta は、まず、船用 13 リットルエンジン向けの IMO NOx 3 次規制対応型 SCR システムを発売した。同システムは、主機、補機、及び同社の「Inboard Performance System」(IPS) パッケージ (出力 294~588kW) に利用可能である。

### 3-G. 英国

#### 3-G-1. LLOYD'S REGISTER：研究開発プログラム

英国を本拠地とする国際船級協会 Lloyd's Register (LR) は、船用研究開発に関する優先課題を以下のように述べている。

##### 優先課題 1：環境負荷の最小化

船舶からの排出と汚染は重大な問題となっている。研究開発の最優先課題は、ゼロ汚染、ゼロ排出の実現である。

##### 優先課題 2：海運事故の防止

不慮の事態を防止する方法の改善、船舶の損傷への耐性強化、汚濁処理法と人命救助方法の改善等に関する技術の開発を行う。

##### 優先課題 3：よりクリーンでグリーンな動力

より環境性の高い動力に関する研究開発は、持続性のある効率的な未来の排出ゼロ海運実現への優先課題である。

##### 優先課題 4：エネルギー効率の最大化

##### 優先課題 5：海運の安全性向上

船用エレクトロニクス技術の進歩は、船舶の安全性を向上させ、遠隔操作、遠隔診断とメンテナンスの連続的使用を促進し、運航コスト削減に繋がる。また、このような技術は、船舶の環境負荷の低減又は最小化に寄与する。

##### 優先課題 6：厳しい環境や異常環境における安全な運航の実現

#### 3-G-2. LLOYD'S REGISTER：サイバー技術部品

2017年9月、LR は、サイバー技術を用いた船用システムに関する型式承認 (TA) 要件を発表した。

型式承認手続の決定は、船用及びオフショア産業向けの「スマート」技術の発展が重要段階に達したことを受けたものである。型式承認手続は、造船所や設計企業が同技術を提供する際のサイバー技術部品の保証と信頼のシステムとなる。サイバー技術部品のメーカーは、自社製品が LR の要件を満たすことで、他社製品との差別化を図ることが出来る。

型式承認取得のプロセスは次のとおり。

- サプライチェーン内の製造品質評価
- サイバー技術部品の海上試験
- 通信、サイバーセキュリティ等のサイバー機能の評価

#### 3-G-3. ニューカッスル大学：キャビテーショントンネル

ニューカッスル大学のエマーソン・キャビテーショントンネルが改造され、ブライス港に位置する同大学の海洋学部キャンパスに移転された。同キャンパスは、英国船用エンジニアリング技術のハブとしての重要性を増している。改造されたキャビテーショントンネル専用施設は、以前の施設の倍の面積を持つ。

新施設では、最大秒速 10m (約 20 ノット) での牽引モデル実験が可能で、一定又は変化する

る流れの中におけるキャビテーションとノイズの実験と高速ビデオ撮影が可能である。同トンネルは、船舶の航跡シミュレーション試験にも用いられる。

推進実験に加え、再建されたキャビテーショントンネルは、波力・潮力タービンの研究や船用塗料の性能試験にも利用することが出来る。

#### 3-G-4. STONE MARINE : 英国と中国の合弁会社

英国 Stone Marine Propulsion と中国 NGC Marine は、船用推進機器とギアボックスを設計、供給する合弁会社 Stone Marine Propulsion NGC を英国に設立した。

新合弁会社は、Stone Marine Propulsion のプロペラ設計、流体力学、冶金技術等の専門性と、推進機器メーカーNGC Marine の技術を組み合わせたものである。

現在の提供製品は、可変ピッチプロペラシステム、アジマススラスタ、トンネルスラスタ、船用ギアである。同社は、今後、カスタム設計のプロペラ、シャフト、ラダーにも製品群を拡大していく計画である。

#### 3-G-5. James WALKER : 船用シールの新素材

船用シールメーカーJames WALKER は、米国の環境適合潤滑油 (EAL) 及び EAL/海水溶液に対応する新シール素材「Bi-O-Lion」を開発した。「Bi-O-Lion」は、同社が入念な研究により開発した高性能フルオエストラマー素材である。同社は、最も広く利用されている約 40 種類の EAL を用い、現行の各種シール素材の静的及び動的試験を行った。

同社は、開発の初期段階で、推進軸系等の可動部分に用いられるシール素材は、素材のサンプルだけではなく実際の製品として試験が行われるべきであるとしている。シール装置の性能には様々な要素が影響するため、素材の没水試験のみでの性能評価は不十分である。

また、同社は、潤滑剤の状態が、海水汚染とともにシール素材の互換性に大きく影響する要素であることを確認した。従って、潤滑油と海水の相互作用に関するシールの試験は非常に重要である。

#### 3-G-6. WÄRTSILÄ : Linesafe ベアリング

英国 Wärtsilä のシール・ベアリング部門は、2017年12月の中国 Marintec 展示会において、新設計のプロペラシャフト用ベアリング「Wärtsilä Linesafe」を公開した。新型ベアリングは、あらゆる船種に使用可能で、Wärtsilä の既存の中間軸ベアリング全機種 of 代替となる。

Linesafe は、高品質鋳鉄製のモジュール型ハウジングを持ち、鋳造アルミニウムオイルリングとオイルスクレーパーを用いて自己潤滑する。Wärtsilä は、同製品はベアリング設計の画期的な進歩とし、軸方向負荷性能の向上、許容傾斜度の増大、オイル消費量の低下等の市場の要望に応える製品である。

同製品の特長には、強制潤滑が必要な場合にポンプを接続する機能、水冷却機能、相互交換が可能な上部及び下部軸受シェル、自己配列設計等がある。さらに、同システムには、船舶が浸水した場合でも安全に帰港させる「safe return to port」機能の装備が可能である。

## 3-H. スイス

### 3-H-1. ABB TURBOCHARGING : 二段過給機シリーズの新機種

2017年半ば、スイス ABB Turbocharging は、二段過給システム「Power2 800-M」シリーズに新たなフレームサイズ機種「Power2 845-M」を追加した。

新機種は、対応可能な4ストローク中速エンジンと船種を拡大した。対応船種は、オフショア船、RORO船、ROPAXフェリー、中型タンカー、ばら積み船、コンテナ船で、主機、補機両方に利用可能である。

「Power2 800-M」シリーズは、12:1の圧縮比を持つ。同社の第一世代二段過給機シリーズの圧縮比は8:1であった。同シリーズは、ミラーサイクルの可能性を最大限に活かし、NOx排出量を最大60%削減、燃料消費量も削減し、動力密度を最大化する。

### 3-H-2. ABB TURBOCHARGING : シーケンシャル過給システム

ABB Turbocharging は、2ストローク低速船用エンジン向けにシーケンシャル過給システム「Flexible integrated Turbocharging System for Two-Stroke Engines」(FiTS2)を開発し、2017年12月の中国 Marintec 展示会で発表した。

シーケンシャル過給システムは、海洋商船隊の減速運航に対応するために開発されたシステムである。同システムは、エンジンのフル出力を直ちに発揮する柔軟性を維持しながら、部分負荷及び低負荷運転時の燃料消費量を最大限に削減する。

「FiTS2」は、エンジン負荷に応じて、最大3%の省エネを実現する。WinGDの協力により、FiTS2の特殊チューニングが開発された。

ABB は、新システムの利点として、その省エネ性能を挙げている。例えば、VLCCの年間燃料コストは現在300~400万ドルである。FiTS2は、従来型過給機と比較した場合、年間最大100,000ドルの燃料コスト削減を実現する。

### 3-H-3. ABB TURBOCHARGING : Tekomar の買収

ABB Turbocharging は、同じくスイスのエンジン分析・報告システム向けデジタルソリューション企業である Tekomar の買収を2017年末に完了した。この買収により、ABBのパフォーマンス監視・分析技術の専門性が高まり、同社の2ストローク主機及び4ストローク補機向けのデジタル製品とサービスの製品群である「ABB Agility」が拡大する。

### 3-H-4. RK LAB : RK インジェクター

ローザンヌを本拠地とする英国系スイス企業 RK Lab は、ディーゼルエンジン用の新型自己加圧式燃料噴射装置を開発した。複雑さが軽減された新設計は、コモンレール燃料噴射の代替となるもので、効率が改善し、排出量が低減する。

新噴射装置は多様な産業向けであるが、同社は船用市場向け製品専門部門の設立を進めている。フィンランドに設立される新船用部門は、2018年2月に稼働予定である。新部門は、英国の Powertrain Technology、及び RK Lab の開発協力企業であるフィンランド技術研究センター VTT 及び日本のマツダと共同開発を行う。

革新的な設計と作動技術を持つ RK インジェクターは、燃焼室内のピストン圧縮により作動

圧力を得る。圧力はインジェクター内で増加し、直径 0.025mm の極小ホール 180 個から 5,000 バール以上の圧力で小液滴状の燃料を燃焼室に噴射する。従って、低い温度での燃焼が可能となり、燃焼効率は 15%以上改善する。従来型のインジェクターのホール数は非常に少ない。

燃料噴射の自動化技術の進化は、低い燃焼温度における燃焼の効率化、完全化に繋がる。混合比率との最適化と燃焼温度の低温化により、NOx の発生と PM の排出が低減する。

新インジェクターは、従来型のインジェクターと同様の電磁弁による電子制御も可能である。

2017 年 8 月までに、日本とフィンランドにおける試験用にインジェクターの試験台 2 基が設置された。RK Lab は、船用エンジンと船用燃料の特殊要求に対応するシステム開発を目指し、船主やエンジンメーカーとの長期的提携を模索している。

### 3-H-5. WINTERTHUR GAS & DIESEL : X52 型低速エンジン

Winterthur Gas & Diesel (WinGD) の低速ディーゼルエンジン製品群に追加された最新機種は、ボア 520mm、ストローク 2,315mm、回転数 105rpm での最大出力 1,810kW の W-X52 型エンジンである。同エンジンには、出力範囲 5,100kW から 14,400kW の 5、6、7、8 シリンダー機種がある。

W-X52 は、現行の超低速エンジンの中で最もコンパクトなエンジンであるとされている。同機は、2017 年 6 月、WinGD の中国ライセンスー Hudong Heavy Machinery Co の上海工場において、船級協会 8 社の立会いの下で工場受入試験 (FAT) と型式承認試験 (TAT) を完了した。

新エンジンは、WinGD の「ジェネレーション X」シリーズ内の機種で、コモンレール電子制御燃料噴射システムを採用し、全負荷での低燃料消費率 (SFOC) と低排出を特長としている。また、4.45:1 という高いストローク/ボア比も X シリーズの特長である。

R1 最大連続定格出力 (MCR)、標準チューニングにおける燃料消費率は 166.8 kg/kWh であるが、異なる定格点とチューニングでは燃料消費率を大幅に低下させることも可能である。X シリーズエンジンは、エンジンと過給機の最小限の改造により、デュアル定格を提供することも出来る。これにより減速運航モードの利用が容易となる。

標準型 W-X52 は、IMO の NOx 2 次規制対応であるが、低圧 SCR システムの追加により 3 次規制を満たすことも可能である。また、代替手段として、エンジン内蔵型排ガス再循環 (EGR) も開発中である。W-X52 は、DF 技術のレトロフィットが容易な設計となっている。

同エンジンには、インテリジェント燃焼制御システムと Shipdex プロトコルが標準装備されている (本報告書 3-H-7 参照)。

### 3-H-6. WINTERTHUR GAS & DIESEL : データ収集・監視システム

2017 年半ば、WinGD は、ポーランド企業 Enamor と、エンジン及び船用関連システム向けの先進的なデータ収集・監視 (DCM) システムの共同開発に関する契約を締結した。両社は、既に自動化、航行、通信技術において技術提携を行っている。

WinGD の目的は、同社の低速ディーゼルエンジン及び DF エンジンの運転と管理にデジタル化の恩恵をフル活用することである。

提携合意後の最初の成果は、WinGD のエンジンソフトウェア及び船用ソフトウェア向けの



関連監視ソフトウェアを内蔵した新 DCM ハードウェアプラットフォームの開発である。

開発された DCM プラットフォームは、WinGD とギリシャ Propulsion Analytics が 2017 年 1 月から共同開発を行っている先進エンジン診断ソフトウェアに適応する。両社は、複数のセンサーからのインプットをベースにエンジンの履歴シグネチャーを決定し、シグネチャーからの変動を監視するアルゴリズムを開発する。

同システムは、エンジンと関連機器のパフォーマンスと状態に関する分析をリアルタイムで収集し、船舶乗組員及び陸上係員にトラブルシューティングと診断に関するアドバイスをライブ提供する。

### 3-H-7. WINTERTHUR GAS & DIESEL : デジタル技術「Shipdex」

2017 年、WinGD は、同社の低速ディーゼルエンジン及び DF エンジン群及び事業全体に最新デジタル技術を導入するという戦略に沿って、Sipdex コミュニティーへの参加を決定した。同社の X52 型 2 ストローク・ディーゼルエンジン（本報告書 3-H-5 参照）は、技術文書に関する Sipdex 標準に基づき、自社エンジンデータへのアクセスを可能にした同社最初のプロジェクトである。

WinGD は、このプロトコルを今後開発する全エンジンに適用し、また、既存エンジンに関する文書もデジタル化する計画である。同社は、2020 年半ばまでに全製品群のデジタルアクセス化を完了することを目標としている。

WinGD は、Sipdex 標準の適用により、同社低速エンジンの設計、製造、運転に関するデジタル化の恩恵を活用することを目的としている。

Shipdex は、所有権のない標準で、船主と船用メーカーの技術情報交換の改善と標準化の開発に関する国際ビジネスルールである。これにより、船用メーカーは、標準化された電子データフォーマットで技術マニュアルを作成し、提供することが可能となる。電子フォーマットで文書化されたオペレーティングマニュアル、メンテナンスマニュアル、スペアパーツカタログ等の文書は、船内の船舶管理ソフトに直接ダウンロードすることが出来る。

Shipdex は、2007 年に船主、船用機器メーカー、ソフトウェアメーカーが共同で設立し、その後他企業も参加した非営利組織である。設立メンバーの一つは、MAN Diesel & Turbo である。

航空産業、軍事産業向けのデジタルデータエクステンションに関する Shipdex S1000D 仕様の一つのバージョンが船用産業向けに適用され、船用機器メーカー、造船所、船主への電子データ提供方法を標準化している。

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 2017年版

2018年（平成30年）3月発行

発行 一般社団法人 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。