

# 欧州船用工業概況2016年度

2017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

世界の海運・造船マーケットは過去30年で最も厳しい状況を経験し、ほとんどのセクターで低需要と供給過剰により低迷が続いた。韓進海運の経営破綻、経営不振に陥った韓国大手造船企業への政府系金融機関による巨額支援などは、これらを象徴した出来事と言える。世界の新造船受注量は過去30年で最低水準となり、2016年は世界の造船業界にとって大変厳しい一年となった。日本の造船業界においては、3年先までの手持ち工事量は確保できているものの、こうした厳しい受注環境により2017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により当面の仕事量は維持できるものの、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、環境対応型機器の開発やIoTの活用等多角的な方面への進出を継続的に行っており、他の欧州産業セクターと比較しても、欧州船用工業の輸出依存率は高くなっている。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もしくは欧州各国など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2016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	9
• Rolls-Royce	16
• Rolls-Royce Power Systems (MTU Friedrichshafen)	21
1-2. プロペラ、ラダー、推進システム	21
• SCHOTTEL	25
• Becker Marine	30
• Caterpillar Propulsion (旧 BERG Propulsion)	33
• VOITH Turbo	35
• SKYSAILS	40
1-3. 荷役機械・甲板設備	42
• Cargotec	42
1-4. 流体制御、ボイラー (バラスト水処理を含む)	47
• Alfa Laval	47
• Auramarine	52
• Optimarin	54
1-5. 航海機器及びレーダー	58
• Inmarsat	58
• Kongsberg Maritime	64
• Pole Star	70
• Marorka	73
1-6. 船用塗料	77
• AkzoNovel	77
• Hempel	82
第 2 章 EU における船用機関関連研究開発プロジェクト	86
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	86
2-1-a. BB GREEN (Battery-powered Boats, providing Greening, Resistance reduction, Electric, Efficiency and Novelty : 低抵抗高効率でグリーンな革新的バッテリー駆動船)	86
2-1-b. EEECSM-2 (Energy and Environmentally Efficient Cooling System for Maritime use : 高エネルギー効率、高環境性の船用冷却システム)	86
2-1-c. GreenDrive (船用分子燃料調整装置)	87
2-1-d. HOLISHIP (Holistic Optimisation of Ship Design and Operation for Lifecycle : 船舶設計とオペレーションのライフサイクルに係る全体論的最適化)	87
2-1-e. LeanShips プロジェクト	88

2-1-f. PerMarDrive (Permanent Magnet Motor-Clutch Drive : 永久磁石モータークラッチ駆動装置) .....	88
2-1-g. PROMINENT (Promoting Innovation in the Inland Waterways Transport Sector : 内陸水運におけるイノベーション促進) .....	89
2-2. その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向 .....	90
2-2-a. AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications : 先進自律航行船アプリケーション) .....	90
2-2-b. BalticSO2lution プロジェクト .....	90
2-2-c. ゼロ排出電気推進フェリー .....	91
2-2-d. FUEL CELLS and HYDROGEN 2 (燃料電池と水素エネルギーに関するパートナーシップ) ..	91
2-2-e. GAINN LNG プログラム .....	92
2-2-f. PERFECt II (Piston Engine Room-Free Efficient Containership : ピストン機関室のない高効率コンテナ船) .....	92
2-2-g. PILOT LNG プログラム .....	93
2-2-h. S@IL プロジェクト .....	93
2-2-i. SEA/LNG プロジェクト .....	94
2-2-j. 「シンギング」プロペラ .....	94
2-2-k. TWIN-PORT 2 .....	95
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 .....	96
2-3-a. 海上輸送の自律化 .....	96
2-3-b. AUTONOMOUS OPERATIONS at SEA (海上自律航行) .....	96
2-3-c. 自律航行船 (デンマーク) .....	96
2-3-d. 自律航行船 (フィンランド) .....	97
2-3-e. 自律航行船 (ノルウェー) .....	97
2-3-f. コンテナ船の LNG 燃料利用 .....	98
2-3-g. e4ships : 船用燃料電池 .....	98
2-3-h. GREEN COASTAL SHIPPING (グリーンな沿岸海運) プログラムの第二フェーズ ..	99
2-3-i. 磁石伝動モーター .....	99
2-3-j. MAXCMAS (Machine-executable collision regulations for Marine Autonomous systems : 船用自律航行システムの衝突規制) .....	100
2-3-k. MAYFLOWER Autonomous Research Ship (MARS) (自律航行調査船「メイフラワー」) ..	100
2-3-l. 次世代海事技術 .....	100
2-3-m. PropuCFD プロジェクト .....	101
2-3-n. RAMLAB 積層造形法研究所 .....	101
2-3-o. SEA-CORES 船舶エネルギー最適化 .....	102
2-3-p. 船用 IoT .....	102
2-3-q. SHIPPING EMISSIONS in the ARCTIC (北極圏における海運による排出) .....	103
2-3-r. 船尾管シール .....	103
2-3-s. 表面効果船 .....	104
2-3-t. ニューカッスル大学のキャビテーション試験水槽 .....	104
第 3 章 欧州主要造船・船用関連企業の製品開発動向 .....	105
3-A. デンマーク .....	105
3-A-1. ALFA LAVAL : 試験トレーニング・センターの拡張 .....	105

3-A-2. MAERSK FLUID TECHNOLOGY : 船内潤滑油混合システム .....	105
3-A-3. MAN DIESEL & TURBO : 新型「Mark 10」2ストローク・エンジン .....	106
3-A-4. MAN DIESEL & TURBO : 世界初のエタン焚きME-GIE型2ストローク・エンジン .....	107
3-A-5. MAN DIESEL & TURBO : 新2ストローク・エンジン制御技術 .....	107
3-A-6. MAN DIESEL & TURBO : 電動ターボブロワ (ETB) .....	108
3-A-7. MAN DIESEL & TURBO : ACOM シリンダー油システム .....	108
3-A-8. MAN DIESEL & TURBO : HyProp Eco システムの初受注 .....	109
3-B. フィンランド .....	110
3-B-1. ABB MARINE : 新駆動/電動機試験所 .....	110
3-B-2. ABB MARINE : アイス・モード制御技術 .....	110
3-B-3. ABB MARINE : 新型 Azipod XL 電気推進プロペラ .....	110
3-B-4. ABB MARINE : トルク監視システム .....	111
3-B-5. AKER ARCTIC : 氷海プロペラ .....	111
3-B-6. NORSEPOWER : 世界最大のローター帆 .....	111
3-B-7. ROLLS-ROYCE MARINE : スラスタ製造投資 .....	112
3-B-8. ROLLS-ROYCE MARINE : Kamewa ウォータージェットの大型化 .....	112
3-B-9. WÄRTSILÄ : 研究開発支出 .....	112
3-B-10. WÄRTSILÄ : 企業買収と売却 .....	113
3-B-11. WÄRTSILÄ : 新型トランスバース・スラスタ .....	113
3-C. ドイツ .....	114
3-C-1. BECKER MARINE : COBRA バッテリー・システム .....	114
3-C-2. CATERPILLAR MARINE : デュアル・フュエル・エンジン .....	114
3-C-3. CATERPILLAR MARINE : ハイブリッド・スラスタ .....	114
3-C-4. FEDERAL MOGUL : ピストン内部冷却システム .....	115
3-C-5. GEISLINGER : ノイズ低減継手 .....	115
3-C-6. MAN DIESEL & TURBO : TCT ターボチャージャーの改良 .....	116
3-C-7. MAN DIESEL & TURBO : 175D 型高速エンジンの初受注 .....	116
3-C-8. MAN TRUCK & BUS : 新型船用高速ディーゼルエンジン .....	116
3-C-9. Otto PIENING : 新型可変ピッチプロペラ .....	116
3-C-10. REINTJES : Down Angle ギアボックス .....	117
3-C-11. RENK : 多機能試験施設 .....	117
3-C-12. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : MTU 船用ガスエンジン .....	117
3-C-13. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 16 シリンダー型 MTU 8000 エンジン .....	119
3-C-14. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : MTU 4000 シリーズ・エンジン最適化と新型 SCR システム .....	119
3-C-15. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : L'Orange 燃料噴射システム .....	119
3-C-16. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : ZF Marine との提携 .....	120
3-C-17. SCHOTTEL : 高トルクギア (HTG) .....	120
3-C-18. SCHOTTEL : VarioDuct 高性能ノズル .....	120
3-C-19. SIEMENS : 新型ポッド推進システム .....	120
3-C-20. TGE MARINE : 高圧ガス燃料システム .....	121
3-C-21. VEM Group : 中速高圧発電機 .....	121
3-D. オランダ .....	122
3-D-1. ALFA LAVAL : PureSOx スクラバー製品群の拡大 .....	122
3-D-2. MPR : プロペラ損傷検出システム .....	122

3-D-3. ROYAL BODEWES 造船所 : LNG 燃料システム .....	122
3-D-4. WÄRTSILÄ : 可変ピッチプロペラ向けキャップ「EnergoProFin」 .....	123
<b>3-E. ノルウェー .....</b>	<b>124</b>
3-E-1. MARINTEK : ハイブリッド研究所 .....	124
3-E-2. NORWEGIAN ELECTRIC SYSTEMS : 船用 DC 電気システム .....	124
3-E-3. ROLLS-ROYCE MARINE : Azipull Carbon スラスタ .....	124
3-E-4. ROLLS-ROYCE MARINE : 新型永久磁石 (PM) スラスタ .....	125
3-E-5. SCANA VOLDA : Thorque+永久磁石モーター .....	126
3-E-6. YARA MARINE Technologies : SO <sub>x</sub> /NO <sub>x</sub> 統合浄化プラント .....	126
<b>3-F. スウェーデン .....</b>	<b>127</b>
3-F-1. CIMCO MARINE : OXE ディーゼル船外機 .....	127
3-F-2. CLIMEON OCEAN : 排熱回収システム .....	127
3-F-3. SCANIA : IMO 第 3 次排出規制対応型船用エンジン .....	127
3-F-4. SKF : Simplex 軸受 .....	128
3-F-5. VOLVO PENTA : D8 型高速ディーゼル .....	128
3-F-6. VOLVO PENTA : 排出削減技術 .....	128
3-F-7. VOLVO PENTA : Humphree 社の買収 .....	129
<b>3-G. 英国 .....</b>	<b>130</b>
3-G-1. BRUNTONS PROPELLERS : CPP プロペラ・システム .....	130
3-G-2. DMS TECHNOLOGIES : リン酸鉄リチウム (LiFePO <sub>4</sub> ) バッテリー .....	130
3-G-3. HARRIS PYE : 蒸気ボイラー .....	130
3-G-4. HARRIS PYE : 先進排ガス浄化システム .....	130
3-G-5. NAPIER TURBOCHARGERS : 新型ターボチャージャー .....	131
3-G-6. PRECISION PRODUCTS : ピストンの新コーティング技術 .....	131
3-G-7. QINETIQ : キャビテーション・トンネル .....	131
3-G-8. RICARDO : 船用エンジン向け廃プラスチック燃料 .....	132
3-G-9. RICARDO : エンジン試作機の製造 .....	132
3-G-10. ROLLS-ROYCE MARINE : 研究開発戦略 .....	133
3-G-11. STONE MARINE SEALS : EcoSeal 製品の拡大 .....	133
3-G-12. TRELLEBORG : 新型 Metacone ショックマウント .....	133
3-G-13. WÄRTSILÄ : プロペラ軸監視システム .....	133
3-G-14. WÄRTSILÄ : 水潤滑軸シール .....	134
<b>3-H. スイス .....</b>	<b>135</b>
3-H-1. ABB : ダイナミック AC 技術 .....	135
3-H-2. ABB : 船用補機ターボチャージャー .....	135
3-H-3. WINTERTHUR GAS & DIESEL : 研究開発戦略 .....	135
3-H-4. WINTERTHUR GAS & DIESEL : エンジン部品コーティング .....	136
<b>欧州の環境にやさしい船舶と船用機器への投資プログラム .....</b>	<b>137</b>
欧州投資銀行 : グリーン・シッピング・ギャランティー・プログラム .....	137



## 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 rantaa 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、燃費向上システムなど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、エンジン周辺機器、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、イナータガス発生装置、窒素発生装置、バラストポンプ、油・水・汚水各種処理装置、バラスト水処理システム、排ガス後処理システム</p>	
	<p>1834 年創業のフィンランド 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。2016 年の売上は約 48 億ユーロ（前年：50 億ユーロ）、世界約 70 か国に 200 拠点をもち、約 18,000 人（前年：18,800 人）を雇用している。</p> <p>Wärtsilä が 2017 年 2 月 9 日に発表した 2016 年 1-12 月期年次報告書によると、2016 年の全社的な純売上は、堅調なサービス収入とエネルギー部門の改善にもかかわらず、船用部門の低迷から前年比 5%減の 48 億 100 万ユーロであった。</p> <p>Wärtsilä の事業部門は、発電、船用動力、サービスの 3 部門からなり、2016 年のそれぞれの売上比率は 20%、35%、46%であった。</p> <p>2016 年の全社的な新規受注は前年から若干減少した 49 億 2,700 万ユーロ（前年：49 億 3,200 万ユーロ）であった。エネルギー部門が前年比 43%増と大きく改善したが、船用部門の 20%減少が響いた。サービス部門の新規受注も 6%減少した。</p>	

2016 年末時点の受注残は前年比 4%減の 46 億 9,600 万ユーロである。エネルギー部門の受注残は前年から 23%、サービス部門は 4%それぞれ増加したが、船用部門は 21%減少した。

Wärtsilä の業績推移（全社、単位：百万ユーロ）

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
売上	4,725	4,607	4,779	5,029	4,801
営業利益	515	557	569	612	583
当期受注高	4,940	4,821	5,084	4,932	4,927
当期受注残高	4,492	4,311	4,530	4,882	4,696

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さらなる 550 人の削減を発表した。削減実施により、年間約 9,000 万ユーロのコスト削減が見込まれている。

2016 年末時点の総従業員数は、世界 120 か国で 18,011 人（2015 年末：18,856 人）である。

部門別に見ると、サービス部門 10,567 人（2015 年：10,592 人）、船用部門 6,074 人（同 6,847 人）、発電部門 903 人（同 959 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、3,195 人である。従業員の分布は、欧州全体で約 58%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。

船用ガス焚きエンジン分野では、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 のデュアル・フュエル（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浄化装置、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

2016 年、新造船市場の低迷は一層進み、世界の新造船受注隻数は僅か 537 隻（2015 年：1,836 隻）であった。その主な要因は、慢性的な船腹過剰、石油とガス価格の下落、商船、ガス運搬船、オフショア船市場における市況の低迷である。

商船市場の需要は 2016 年を通じて低迷したが、ニッチ市場であるクルーズ船は船社の船隊拡張計画により好調であった。また、フェリー市場も、船隊の老朽化、規制環境の変化、魅力的な船価などの要因により、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。

新規受注量（総トン数）では、世界の造船上位 3 か国は、中国 36%（前年：30%）、韓国 16%（同 30%）、日本 11%（同 27%）である。

2016 年は、クルーズ船、フェリーなど特殊船種の新造受注により、欧州の造船所、特にイタリアとドイツの造船所のシェアはそれぞれ 11%、10% と例年の平均を上回った。

新造船受注量の減少により、主要造船国では造船産業の再編が進んでいる。

#### 船用部門実績

2016 年の Wärtsilä 船用動力部門の新規受注は、世界的な新造船受注の低迷とオフショア船市場の不振を受け、前年比 20%減の 12 億 8,500 万ユーロであった。受注残も前年より 21%減少した。売上は、前年比 3%減の 16 億 6,700 万ユーロであった。

#### Wärtsilä 船用動力部門の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
売上	1,301	1,309	1,702	1,720	1,667
当期受注高	1,453	1,644	1,746	1,599	1,285
当期末受注残	2,127	2,193	2,213	2,558	2,017

新規受注量は前年より 20%減少したが、発効が予定されている環境規制の強化に対応するため、特にフェリー向けのガス焼きエンジンの需要が伸びた。

2016 年の戦略的に重要な新規受注としては、地中海海域で初の LNG 駆動の旅客フェリーへの LNG システムと推進システムの設計と機器供給をパッケージ受注した。

また、英国の内航船としては初めて RORO 旅客フェリー船隊に DF エンジンと関連システムをパッケージ受注した。

その他の重要な新規受注としては、Höegh LNG 所有の近代的 LNG 船の FSRU 転換プロジェクト向けに再ガス化装置を受注した。

また、電気・自動化システム関連の新規受注は比較的好調であった。

2016 年の新規受注の船種別内訳は、クルーズ船とフェリー 38% (前年 : 15%)、商船 20% (同 18%)、ガス運搬船 13% (同 38%)、艦艇 10% (同 4%)、特殊船 9% (同 10%)、オフショア船 3% (同 8%)、その他 7% で、ガス運搬船とオフショア船の市場の不調が顕著である。

#### 合弁会社の新規受注

Wärtsilä の合弁会社である韓国 Wärtsilä Hyundai Engine Company Ltd 及び中国 Wärtsilä Qiyao Diesel Company Ltd と CSSC Wärtsilä Engine Co. Ltd による 2016 年の新規受注高は、6,200 万ユーロ (2015 年 : 1 億 8,200 万ユーロ) と大きく減少した。

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

2016 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、前年比 8% 減の 51%、4 ストローク発電用補機のシェアは 18% (前年 : 12%) 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。

また、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。

#### 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、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。

2016年のサービス市場は比較的堅調であったが、オフショア市場からの需要減少により、新規受注は前年比6%減の21億9,400万ユーロ（前年：23億2,400万ユーロ）であった。船用市場では、低原油価格と市況低迷の影響で、商船部門からの新規需要は下半期に減少した。一方、クルーズ市場向けのビジネスは特に下半期に好調であった。

2016年3月、Wärtsiläは試験過程の内部監査を行い、特定のエンジン機種種の燃料消費量の測定試験の結果に僅かながら誤差が認められたことを発表した。Wärtsiläはそれぞれの顧客に結果を通達し、また、社内及び外部の手段を用いて全試験手法と管理の見直しを行い、透明化を図った。

#### 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。

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 買収など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。

2016 年 3 月、Wärtsilä と China State Shipbuilding Corporation (CSSC) は、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の設立に合意した。

6 月、Wärtsilä はセルビア Wärtsilä Ship Design Serbia の過半数株式を同社の経営陣に売却した。同社の従業員数は 31 人である。

7 月、Wärtsilä は、フィンランドの船用エネルギー管理・分析専門技術企業 Eniram の買収を完了した。この買収により、Wärtsilä はデジタル製品とデータ解析、モデリング、性能最適化などの技術を強化する。ヘルシンキに本社を置く Eniram は、英国、米国、ドイツ、シンガポールにも拠点を持つ。従業員数は 89 人である。

10 月、Wärtsilä は同社のパワードライブ事業をフィンランド The Switch 社に売却した。売却された資産にはノルウェー Stord の試験センターを含む。従業員 17 人が The Switch に移管され、同社は Wärtsilä の電気・自動化部門のサプライヤーとなる。

2016 年下半期には、Wärtsilä の持つスイス Winterthur Gas & Diesel (WinGD) の 30%株式を China State Shipbuilding Corporation (CSSC) に売却した。評価額は 2,100 万ユーロである。

12 月、Wärtsilä は、中国 China State Shipbuilding Corporation (CSSC) の子会社 Jiujiang Precision Measuring Technology Research Institute と、バラスト水処理装置「Wärtsilä Aquarius EC Ballast Water Management System」の製造に関するライセンス契約を締結した。

発電事業関係では、2016 年 4 月、Wärtsilä は発電市場向けの太陽光エネルギー事業に進出した。提供ソリューションは、10MW 以上の太陽光電池発電、及び太陽光電池と内燃機関を組み合わせたハイブリッド発電である。

また、6 月には、米国の水力発電サービス企業 American Hydro を Weir Group plc から買収した。従業員数は 241 人である。

7 月には、米国エネルギー貯蔵ソフトウェア企業 Greensmith Energy と提携契約を結び、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。

## 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ひとつとしている。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つながる 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。

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。

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

## 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 China State Shipbuilding Corporation (CSSC) と、Wärtsilä の 2 ストローク・エンジン製造に関する合弁会社「Winterthur Gas & Diesel Ltd (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

2016 年の Wärtsilä の研究開発支出は、純売上の 2.7% (2015 年: 2.6%) に相当する 1 億 3,100 万ユーロ (同 1 億 3,200 万ユーロ) であった。売上が減少したため、研究開発支出も若干減少している。

研究開発活動は、引き続き、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とソリューション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)

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
予算	188	185	139	132	131

2016 年 1 月、Wärtsilä とスイスのエンジニアリング企業 Cavotec は、Wärtsilä の開発した電磁誘導型ワイヤレス充電技術と Cavotec の自動係船、陸上電供給技術を組み合わせた世界初の統合係船システムの共同開発

に合意した。開発されたシステムは Wärtsilä の船舶設計に用いられる。

3 月には、Wärtsilä は排出量ゼロ又はゼロに近いコスト効率の高いシャトルフェリーの新船型を発表した。新船型はバッテリーのみ、又は LNG 又はバイオ燃料を燃料とするバッテリーとエンジンの組合せで駆動される。

9 月には、Wärtsilä の航海・自動化・制御システム「Wärtsilä Nacos Platinum」シリーズのアップデートを発表した。新たな機能としては、気象、海象条件を考慮してルートを最適化し、省エネを実現する「インテリジェント・ルート・プランニング」機能が追加された。

また、同じく 9 月には Wärtsilä が買収した Eniram 社が、省エネとコスト削減を可能にする船隊パフォーマンス監視サービス「SkyLight」を発表した。

第 3 四半期には、あらゆるメーカーの製品の船内、現地修理、改良やオーバーホールを行う 船用顧客及びエネルギー産業顧客向けの新サービス「QuantiServ」を開始した。

大規模な共同研究開発プロジェクトとしては、MAN Diesel&Turbo、Winterthur Gas&Diesel 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 駆動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。

Wärtsilä は、将来の技術者育成を目的にフィンランドの大学に 130 万ユーロの寄付を行っている。



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・フュエル・エンジン、洋上発電機、ギア、プロペラ、推進システム、各種制御システム、エンジン周辺機器、環境関連システム ガスタービン、蒸気タービン、コンプレッサー、ターボ過給機</p>	
会社実績	<p>ドイツ・アウグスブルクを本拠とする MAN Diesel &amp; Turbo は、世界 100 か所以上に拠点・代理店を展開し、出力 450 kW～87 MW のエンジンを提供している。2016 年末時点の総従業員は 14,603 人（2015 年：14,935 人）である。内、ドイツ国内の従業員が約半数を占める。</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 社と MAN Turbo 社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づけている。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>2017 年 3 月 16 日に発表された MAN グループの 2016 年 1-12 月期年次報告書によると、MAN Diesel &amp; Turbo 全体、すなわち主要 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 2016 年の受注高は 28 億 800 万ユーロ（2015 年：29 億 4,900 万ユーロ）、売上は 31 億 1,300 万ユーロ（2015 年：33 億 500 万ユーロ）と前年を下回った。営業利益は前年の 2 億 1,600 万ユーロから一転し、2,900 万ユーロの赤字を計上した。</p> <p>2016 年 12 月末時点の受注残は発表されていない。前年同期の受注残は 28 億ユーロであった。</p> <p><b>造船市場の動向</b></p> <p>2016 年の造船市場は船腹過剰と市況のさらなる悪化により、新造商船市場、特にばら積み船の新造船需要は非常に低い水準にとどまっ</p>	

た。コンテナ船市場は統合と淘汰が進んだ。原油価格は若干回復したが、船腹過剰によりオフショア市場への投資は低迷した。

比較的好調であった船種はクルーズ船とフェリーであるが、原油安によりガス燃料駆動船への需要は減速した。LNG 供給インフラの整備の遅れと将来的な排出規制環境の不透明さもガス駆動船の需要鈍化につながっている。

世界の造船量の 80%（トン数ベース）以上は、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、2016 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 6%減の 15 億 1,000 万ユーロで、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激減したが、MAN Diesel & Turbo の市場リーダーとしての地位を維持している。クルーズ船、政府関係船向けの中速エンジンの需要も前年に比べて減少した。4 ストローク・エンジン事業も競争激化と価格への圧力が高まった。

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）

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
受注高	1,296	1,520	1,706	1,556	1,502
売上	1,552	1,304	1,446	1,604	1,510
営業利益	319	130	153	235	-

2016 年の MAN Diesel & Turbo 船用部門の新規受注高は、前年比 4%減の 15 億 200 万ユーロであった。

2016 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は、前年の 19.1 ギガワットから 11.8 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 558 基（2015 年：894 基）で、総出力は 1.7 ギガワット（同 2.1 ギガワット）であった。

MAN は、2016 年の MAN Diesel & Turbo の部門別営業利益（損失）と受注残を発表していない。

ターボ部門の新規受注も前年比 20%減の 8 億 4,700 万ユーロ、売上も数年にわたる新規受注減少の影響で同 10%減の 11 億 600 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、サービス契約の長期化により比較的好調であった。

以下は 2016 年の船用関連の主な受注実績である。

2 月、ルクセンブルク JACCAR とドイツ Hartmann Reederei の合弁会社 UEC (United Ethane Carriers) が中国 Dalian Shipbuilding Industry Offshore Co. Ltd. (DSIC) で建造する超大型エチレン運搬船 (VLEC) 5 隻向けに MAN B&W 6G60ME-GI 型主機 5 基を受注。

4 月、トルコ Ditas Shipping が韓国 HHI-SBD で建造するスエズマックス型原油タンカー 2 隻向けに EGR システムを搭載した MAN B&W 6G70ME-C9.5 型 2 ストローク主機を受注。IMO 第 3 次排出規制を満たす。

5 月、インド海軍の新造フリゲート艦 7 隻向けに 12V28/33D STC 型エンジン 14 基を受注。

6 月、Maran Gas Maritime と Maran Tankers Management が韓国 DSME で建造する LNG 運搬船 2 隻と VLCC2 隻向けに ME-GI 型主機を受注。複数の追加受注の可能性はある。

9 月、ギリシャ Almi Tankers が韓国 HHI で建造する 317,000DWT 型 VLCC2 隻向けの 7G80ME-C 型主機の受注により、超ロングストローク G 型エンジンの受注実績が発売以来 6 年間で 1,500 基を超えた。MAN のエンジンとしては 1,500 基達成の最速記録である。

10 月、イタリア政府の Pattugliatore Polivalente d'Altura (PPA) プログラムの次世代多目的巡視艇シリーズの第 1 船向けに 12V175D 型発電装置 4 基を受注。6 隻分の追加受注の可能性はある。

11 月、トルコ IÇDAŞ Çelik Enerji Tersane Ve Ulaşım Sanayi AŞ が建造する 7,500DWT 型ステンレス鋼製ケミカルタンカー向けに PTO/PTH 機能を搭載したハイブリッド推進システム「HyProp ECO」を初受注。HyProp ECO に加え、6L32/44CR 型主機、MAN Alpha Kappel プロペラ、SCR システムをパッケージ受注した。

11 月、米国 Carnival Corporation の子会社である Costa Asia と P&O Cruises, Australia がイタリア Fincantieri で建造する 133,500GT 型クルーズ船 2 隻向けにエンジンを受注。各船には、14V48/60CR 型主機×2 基及び 8L48/60CR 型中速エンジン×3 基(総出力 62,400kW) が搭載される。

11 月、Genting Hong Kong が所有するドイツ MV Werften で同社

のクルーズブランド Star Cruises 向けに建造する 200,000 トン型クルーズ船 2 隻向けに 48/60CR 型主機 6 基 (総出力 96,000kW) × 2 セットを受注。MAN Diesel & Turbo のエンジンは既に 80 隻以上のクルーズ船に搭載されている。

11 月、豪州政府の Australian Antarctic Division (AAD) が Damen Shipyards Naval Shipbuilding (DSNS) で建造する次世代南極砕氷船向けに 16V32/44CR 型主機 2 基及び SCR システムを受注。IMO 第 3 次排出規制を満たす。

#### 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+」と呼ばれる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、日本をはじめとする造船国でライセンス製造が行われている。

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

#### 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。

#### 設備投資

2015年のMAN Diesel & Turbo 全体の設備投資額は、1億5,700万ユーロ（前年：1億2,300万ユーロ）であった。2016年の数字は発表されていない。

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。

#### 企業買収

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

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

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。

2016年には船用関連の企業買収の発表はなかった。

#### 研究開発・新製品

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年の数字は発表されていない。

MAN Diesel & Turboの研究開発の焦点は、エネルギー効率の改善とガス排出量の削減である。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を買収により、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はデュアル・フュエル・エンジンと液化ガス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、エタンなど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・

	<p>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。</p> <p>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&amp;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。</p> <p>2016年の新製品としては、9月にMK9型低速エンジンを最適化し、小型・軽量化したMK10型エンジン3機種を発表した。</p> <p>共同研究開発プロジェクトとしては、MAN Diesel &amp; 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。</p>
--	---

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、ガスタービンの製造 船体設計及び船舶関連器具の製造</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 <b>Rolls-Royce</b> 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 カ国に 50,000 人（2015 年：50,500 人）、うち 16,000 人以上はエンジニアである。</p> <p><b>Rolls-Royce</b> 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、<b>Rolls-Royce</b> 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 <b>Rolls-Royce Power Systems</b>（旧 <b>Tognum AG</b>）を持つ。同部門は、高速エンジン <b>MTU</b>、中速エンジン <b>Bergen</b>、燃料噴射システム <b>L'Orange</b> から構成される。</p> <p>2017 年 2 月 14 日に発表された 2016 年連結決算（速報値）によると、<b>Rolls-Royce</b> の全社的な売上は、民間航空機向けの大型エンジンの新規受注とサービスは好調であったが、引き続き船用部門、特にオフショア市場の低迷が影響し、前年比 2 %減（為替差損を含む）の 137 億 8,300 万ポンド、利益は 49%減の 8 億 1,300 万ポンドであった。2014 年を境に利益は前年実績を下回っている。2016 年 6 月の英国の EU 離脱決定後のポンドの下落も大きく影響している。</p> <p><b>Rolls-Royce</b> の業績推移（単位：百万ポンド、<b>Tognum</b> を含む）</p> <table border="1"> <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>12,209</td> <td>15,505</td> <td>13,864</td> <td>13,354</td> <td>13,783</td> </tr> <tr> <td>税引き前利益</td> <td>1,434</td> <td>1,759</td> <td>1,620</td> <td>1,432</td> <td>813</td> </tr> <tr> <td>当期末受注残</td> <td>60,146</td> <td>71,612</td> <td>73,674</td> <td>76,400</td> <td>79,800</td> </tr> </tbody> </table> <p>業績悪化を受けて <b>Rolls-Royce</b> は航空部門と船用部門を中心とした全</p>						2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	売上	12,209	15,505	13,864	13,354	13,783	税引き前利益	1,434	1,759	1,620	1,432	813	当期末受注残	60,146	71,612	73,674	76,400	79,800
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年																								
売上	12,209	15,505	13,864	13,354	13,783																								
税引き前利益	1,434	1,759	1,620	1,432	813																								
当期末受注残	60,146	71,612	73,674	76,400	79,800																								



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2014年に開始し、2015年には2,500人が削減された。2016年のコスト削減効果は6,000万ポンドである。

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。

#### 船用部門実績

Rolls-Royce 船用（マリン）部門は、25,000基の動力・船用システムの販売実績を持ち、同社製品は世界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・スラスターの受注実績が30年前の発売以来1,000基に達した。

2016年の船用部門の売上は、石油価格下落によるオフショア市場のさらなる落ち込みとサービス収入の減少から前年比24%減となった。うち、製品売上は前年比26%減、サービス収入は21%減である。2016年のRolls-Royce全社の売上に対する船用部門の比率は8%である。

2016年の新規受注も、前年比29%減の7億1,500万ポンドにとどまった。

利益も新規受注の減少と人員削減コストにより前年比280%減となり、2,700万ポンドの損失を計上した。受注残も前年より約26%減少した。

#### Rolls-Royce 船用部門の業績推移（単位：百万ポンド）

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
売上	2,249	2,527	1,709	1,324	1,114
税引き前利益	294	281	138	15	-27
当期末受注残	3,954	3,996	1,567	1,164	905

注：エンジン部門は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、支援船などの新市場の開拓を戦略のひとつとしている。2106年の主な新規受注は以下のとおりである。

1月、ノルウェーの水産会社Solvtrans ASから活魚運搬船の設計と機器をパッケージ受注。Solvtrans ASからの船舶設計受注は4隻目である。

3月、イタリア海軍の新水陸両用艇向けにMT-30型タービンを受注。

3月、ノルウェーNSK Shipping がトルコ造船所 Tersan で建造中の貨物船向けに LNG 推進パッケージを総額 650 万ドルで受注。

9月、イタリア Fincantieri 造船所が建造中のクルーズ船 5 隻向けに推進システムと甲板機器をパッケージ受注。

5月、英国の新極海調査船「RRS Sir David Attenborough」の設計と機器を総額 3,000 万ポンドでパッケージ受注。

5月、イタリアのヨット造船所 Benetti から新型スラスタ「Azipull Carbon」をシリーズ受注。

7月、ノルウェーHurtigruten の新沿岸クルーズ船 2 隻の設計と航海システム「Rolls-Royce Unified Bridge」、ハイブリッド電気推進システム、Bergen エンジン 4 基、プロペラ、スラスタ、DP システム、スタビライザー、ウィンチなどの機器を総額 2,500 万ポンドでパッケージ受注。

9月、韓国現代重工が建造するニュージーランド海軍のポーラークラス兵站支援艦向けにウェーブピアシング船型「Rolls-Royce Environship」の設計と Bergen 主機、MTU 補機、バウスラスタなどを含む機器一式をパッケージ受注。これは同船型の海軍向けの初受注である。

10月、ノルウェーのフェリー船社 Fjord 1 から世界初の自律航行システムを受注。

10月、グリーンランドの新造トロール船 2 隻の設計と機器をパッケージ受注。

11月、米国 Edison Chouest Offshore 社の世界最大の新造タグボート 13 隻向けに推進システムと甲板機器を総額 3,800 万ユーロでパッケージ受注。

12月、デンマークのフェリー船社 Mols-Linien の新造フェリー向けにプロペラ式と推進制御システムを受注。

#### 人員削減

船用部門は現在世界 35 国以上に 5,300 人（2016 年平均、2015 年：6,000 人）を雇用している。

2015 年 5 月、Rolls-Royce は船用部門の大規模なリストラ計画を発表し、製造拠点の集約によるコストの削減と 600 人規模のリストラを開始した。同年 10 月には、さらに、管理部門の 400 人削減を発表した。2015 年～2016 年期には合計約 1,100 人が削減された。さらに、2016 年 12 月には、北欧地域の製造拠点と管理部門の 800 人規模の人員削減計画を

発表した。

2012年時点と比べ、船用部門従業員数は25%減少しており、そのコスト削減効果が徐々に始めている。

#### 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・スラスター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。

#### 研究開発・新製品

2016年のRolls-Royceの全社的な研究開発支出は9億3,700万ポンドで、その大部分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4,100万ポンド（2015年：2,800万ポンド）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。

新製品としては、2016年9月、ステンレス製Kamewaウォータージェットの新製品を発表した。新ウォータージェットは、全長30m以上の船舶向けである。

	<p>同じく 9 月には、新型の永久磁石駆動アジマス・スラスターを発表した。</p> <p>Rolls-Royce は、自律航行船に関する総額 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。</p> <p>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シップに合意した。</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  http://www.mtu-online.com/ http://www.rrpowersystems.com/
業務内容・製品	<p>船用、陸上用ディーゼルエンジンの製造 船体設計及び船舶関連器具の製造</p> <p>中・高速ディーゼルエンジン、ガスタービン、海洋向け発電機、各種制御システム、ギア、プロペラ、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 (元 MTU 本社) を置き、従業員数は約 10,000 人である。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 150 kW~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、ヨットなどの船用エンジ</p>	

ンであるが、その他石油・ガス産業、工業（鉄道、農業、建設、鉱業用車両）、防衛（軍用車両）向けのエンジンも取り扱っている。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。

Rolls-Royce が 2017 年 2 月 14 日に発表した 2016 年連結決算によると、Rolls-Royce Power Systems の 2016 年 1-12 月期の売上は前年比 1%減（為替差損の含めた場合は 11%増）の 26 億 5,500 万ポンド、新規受注も前年比 2%減の 24 億ポンドであった。営業利益は同 14%減の 1 億 9,100 万ポンド、受注残は 18 億 1,500 万ポンドとなっている。

サービス収入も、船用中速エンジン市場の不振により、前年比 3%減の 8 億 4,500 万ポンドとなった。

Rolls-Royce Power Systems の業績への船用市場、石油ガス市場の低迷の影響は、発電、軍事、産業、農業などの他の市場を持つ同社のビジネスの多様性により幾分軽減されている。

2016 年の Rolls-Royce Power Systems の売上は、Rolls-Royce 全体の 19%を占めている。

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

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
売上	2,846	2,831	2,720	2,385	2,655
税引き前利益	293	294	253	194	191
当期末受注残	1,823	1,927	1,971	1,928	1,815

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、すなわち MTU と Bergen の船用エンジンの売上が Rolls-Royce Power Systems の売上の 37%を占めている（2015 年）。また、製品からの収入が 68%、サービス収入が 32%である（2015 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（Rolls-Royce の項を参照）。

Rolls-Royce Power Systems の 2016 年の船用関連の主な新規受注は以下のとおりである。

3 月、トルコのヨット造船所 Bilgin Yachts が建造する全長 80.1m

のヨット向けに MTU 16V 4000 エンジン 2 基を受注。

5 月、英国海軍の 26 型グローバル戦闘艦（フリゲート）の最初の 3 隻向けに IMO 第 3 次排出規制を満たす MTU ディーゼル発電エンジン 12 基を Rolls-Royce の MT30 型ガスタービンとともにパッケージ受注。

7 月、米国沿岸警備隊の帆船「Eagle」向けに MTU ディーゼルエンジンと統合自動化システムをパッケージ受注。

9 月、オランダ船社 Doeksen がシンガポール造船所 Strategic Marine で建造する全長 70m のカタマラン 2 隻向けに MTU ガスエンジンを受注。

10 月、イタリア海軍がイタリア Fincantieri で建造する多目的フリゲート「Pattugliatori Polivalenti d'Altura」7 隻向けに出力 10,000kW の MTU 20V 8000 M91L エンジンを受注。MTU は関連サービスも担当する。

#### 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）に就任する。

#### 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。

2016 年 2 月、Rolls-Royce Power Systems と China Yuchai International は、中国玉林市で MTU エンジンの製造を行う合弁会社の設立に合意した。2017 年に稼働する新工場は、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ひとつで、メガヨット、高速フェリー、フリゲート艦、巡視船等のセグメントでは 30%以上のシェアを持つ。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）。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**

2016 年の Rolls-Royce Power Systems の研究開発支出は、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 年に発表された MTU の新製品は、MTU Series 2000 M96 エンジンの 10 シリンダー機種、IMO の第 3 次排出規制を満たす Series 4000 エンジン、新型 20V Series 4000 M93 エンジンである。

2016 年 12 月、Rolls-Royce Power Systems は、ドイツの船用トランスミッション・メーカー ZF Friedrichshafen AG との協力関係を強化すると発表した。情報交換と共同技術開発により、推進システムの最適化を目指す。



## 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  http://www.schottel.de																
業務内容・製品	<p>プロペラ及び各種推進機、並びにラダーシステムの製造</p> <p>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</p>																			
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 6000kW の出力を誇るラダープロペラを製造し、大型船舶市場へ参入を果たしている。現在は最大出力 30MW までの推進機器の開発・製造・販売を行っている。</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、2017 年 2 月時点において 2016 年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><b>SCHOTTEL の売上推移（単位：百万ユーロ）</b></p> <table border="1"> <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>2016 年の主な新規受注は以下のとおりである。</p> <p>2 月、ドイツの水路・海運局の新造内陸水路調査船向けにラダープロペラとエンジンを組み合わせた推進パッケージ「SCHOTTEL NAV 170」を受注。2010 年就航のもう 1 隻の調査船も SCHOTTEL NAV を搭載している。</p> <p>夏から秋にかけては、ノルウェー造船所 Vard が建造する UAE の Topaz Energy and Marine 向けモジュール運搬船 15 隻とカザフスタ</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														

ン KMTF のモジュール運搬船 3 隻の合計 18 隻向けにラダープロペラ「SRP 340 Rudderpropeller」合計 36 基、トランスバース・スラスター「STT 1 CP」30 基及びポンプジェット「SPJ 132」6 基を大型受注。

12 月、韓国 South Korean National Institute of Fisheries Science (NIFS) の漁業調査船向けに可変ピッチプロペラ「SCP」2 基を受注。NIFS の 2 隻目の受注である。

#### 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ひとつとしている。

#### 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 kW～5,000 kW 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。

同じく 5 月、高効率で高い牽引力を持つ新型高性能ノズル「VarioDuct SDV45」を発表。この小型軽量ノズルをラダープロペラと組み合わせることにより、大幅な燃料消費量の削減を実現する。

6 月、防食性能が高く環境にやさしい高性能コーティングを発表。同社のラダープロペラの塗装に使用することにより、プロペラの耐久性を高めている。

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など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) 社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。

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。

#### 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 23,000 m<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 2,200 m<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 4,200 m<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 は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複雑化する造船所における設置作業に効率的に対応するため、システム設置、稼働、保守に関する教育とトレーニングを行う。対象は、同社社員、顧客、船長、船員、サービス・エンジニア、代理店等である。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 年以來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、豪州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。

#### 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は同社の製造設備の拡張を計画している。

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。

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。

2015年～2016年期には新たな企業買収の発表はない。

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</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、Twisted Fin LNG ハイブリッド・バージ</p>	
会社実績	<p>同社は、1946 年に独ハンブルクに設立された。設立当初は、内陸水路を航行するバージ船及びタグボート向けフラップ・ラダー（通称：ベッカー・ラダー）が主要製品であったが、1970 年初にコルト・ノズルの特許を取得し、国際航行船舶向け市場へと進出した。</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も拡大し、2003 年には中国に拠点を設立し、ノルウェー、韓国、シンガポール、米国にも拠点を開設している。その他 19 の代理店を持つ。</p> <p>2016 年末時点の従業員数は、全世界で約 200 人、半数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、内部フィンステーター効果により、プロペラ作動方向とは逆方向に予渦流を発生させ高い推進力が得られる。同社測定の結果、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>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</p>	

であると発表している。2016年時点の Becker Marine 製品の納入実績は、約 8,000 ユニットである。

2016年の新規受注としては、以下のような例がある。

- 英国 BP が韓国現代尾浦造船で建造するケミカル／プロダクトタンカー9隻向けに Becker Mewis Duct®を受注。
- 台湾 Evergreen が今治造船で建造する 2,800TEU 型コンテナ船 10 隻向けに Becker Twist Rudder を受注。
- 尾道造船から Becker Mewis Duct®を初受注。
- ロシア造船所 JSC Yantar が建造する最新鋭漁船 3 隻向けに Becker Flap Rudder を受注。
- 9月、スウェーデン Ektank AB が中国 Cheng Xi 造船所で建造する氷海仕様の 18,600DWT 型ケミカル／プロダクトタンカー2隻向けに Becker Schilling® Twisted Trailing Edge (TT) Rudder を受注。
- 10月、ドイツ Nordic Hamburg が中国 Huangpu Wenchong Shipyard で建造する 1,400TEU 型コンテナ船 4 隻向けに Becker Twist Rudder4 基を受注。
- 11月、Matson Navigations が米国 NASSCO で建造する ConRo 船 2 隻向けに Becker Twist Rudder2 基を受注。
- 12月、Mideast Ship Management (MESM) が建造する全長 320m の VLCC 向けに Becker Mewis Duct® を受注。今後、シリーズ受注が予定されている。

#### 新製品

2012年9月、Becker Marine は、2年間の研究開発の成果として新製品「Becker Twisted Fin」を発表した。船速 18 ノット以下のタンカーやばら積み船を対象とした「Becker Mewis Duct」と比較してコンパクトな Twisted Fin は、さら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 の主力製品のひとつとなっている。

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・スラスター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年夏に納入開始予定である。

#### 製造拠点

これまで Becker Marine は自社工場を持たず、2003年以來中国南京の 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 はさらに生産を拡大する計画である。

#### 研究開発

2012年、Becker Marine は AIDA Cruises 社とともに、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、第一号船「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	Caterpillar Propulsion Sweden AB (旧 BERG Propulsion AB)	
住所・連絡先	Tärnvägen 15 SE-475 40 Hönö Gothenburg Sweden	Tel +46 (0)31976500 Fax +46 (0)313010720  <a href="http://www.bergpropulsion.com/">http://www.bergpropulsion.com/</a>
業務内容・製品	プロペラ及び各種推進システムの製造・販売  可変ピッチプロペラ、アジマス・スラスタ、トランスバース・スラスタ、遠隔操作システム、船尾管、フェザリング	
会社実績	<p>同社は、スウェーデン南西部の港湾都市ヨーテボリに拠点を置く船用推進機器メーカーである。1912年の設立当初は、木造の漁船の建造を中心に、船舶の修繕及び船用製品の取引なども行っていた。1929年に初めて木造漁船向けに可変ピッチプロペラを製造し、1960年にはプロペラ製造専用工場を建設している。1973年には当時のオーナーが、プロペラ製造に集中するため、造船所は売却された。</p> <p>その後、1974年、1982年、2007年に生産設備を拡張し、生産拠点をスウェーデンとシンガポール、世界12カ国に販売拠点を持つ企業に成長した。可変ピッチプロペラ（CPP）の納入実績は6,000基に上る。</p> <p>2010年初頭には、発展が期待されるブラジル造船業の中心地であるリオデジャネイロに拠点を開設した。10月には、ブラジルのオフショア船向け推進システムのパッケージ（アジマス・スラスタ、トンネル・スラスタ、状態監視システム）を初受注した。</p> <p>また、2010年10月には、中国広東と韓国釜山に新販売・サービス拠点を開設した。</p> <p>しかしながら、造船不況による予想以上の受注減少を受け、2011年5月、<b>Berg Propulsion</b> は製造規模の縮小、販売・サービス拠点の地域的統合を含む世界的な企業再編戦略を発表した。一方、コアとなる製品の開発と改良は継続するとしている。</p> <p>現在、スウェーデンとシンガポールで製造を行っている。</p> <p>同社は財務状況を公表していない。2013年のCaterpillarによる買収以降は、同社の業績はCaterpillarの<b>Energy &amp; Transportation</b> 部門の業績に含まれているが、その内訳は発表されていない。</p>	

#### Caterpillar による買収

2013年7月、ドイツのエンジンメーカーMaKを傘下に持つ米国Caterpillar Inc.がBerg Propulsionの親会社Johan Walter Berg ABの買収を発表、9月にはCaterpillarのMarine and Petroleum Power部門に統合した。これに伴い、Berg Propulsionは「Caterpillar Propulsion Sweden AB」へと社名を変更し、Berg製品はCaterpillarブランドで販売されることとなった。

Berg買収の目的は、Caterpillarの顧客にMaKエンジン、制御システム、Bergプロペラ製品を含む統合推進システムをパッケージで提供することである。

#### サービス提携

2013年3月、Berg Propulsionは、ドイツの船用プロペラ・メーカーZF Marineとサービス提供に関する契約を締結した。ZF Marineは、2012年に可変ピッチプロペラ(CPP)事業から撤退したため、今後Berg Propulsionが、全世界でZF Marine CPPシステムのアフターセールス及びサービス・サポートを担当する。

#### 新製品

2014年6月、Caterpillar Marineは、デンマークOdense Maritime Technology (OMT)、Scandinavian Marine Group (SMG)と共同開発した省エネ、高効率の推進システム「Cat Propulsion Twin Fin System」を発表した。

2015年6月、Caterpillar Propulsionは、タグボート向けに最適化されたアジマス・スラスターの新シリーズ「Cat Propulsion Marine Thruster Azimuth (MTA)」を発表した。新スラスターはCaterpillarのエンジンとの統合システムとしてのパッケージ提供を想定しており、パッケージにはエンジン、高速軸系、クラッチ、コントロール・システムを含む。

2015年後半には、Caterpillar Marineは、米国のタグボート及び中国のライフボート2隻向けにCatエンジンとMTAをパッケージ受注した。同社は船体設計、設置、サービスにおける統合電気推進システム提供の利点を強調している。

会社名	VOITH Turbo GmbH & Co. KG	
住所・連絡先	Alexanderstrasse 2 89522 Heidenheim Germany	Tel +49 (0)7321 37 0 Fax +49 (0)7321 37 7000  http://voith.com
業務内容・製品	推進システム及びブレーキシステムの製造・販売  シュナイダープロペラ、ラジアルプロペラ、船用各種技術サービス、タグボート	
会社実績	<p>同社は、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。</p> <p>当初同社は、地域の製紙会社や織物工場向けに道具や予備部品などの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 (1914-1918 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 43 億ユーロ (2015 年 10 月～2016 年 9 月、前年度：44 億ユーロ) である。世界約 50 か国に 270 以上の拠点を構え、総従業員数は 19,098 人 (前年度：20,223 人) である。</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 社の売却を決定した。</p> <p>2017 年に創業 150 周年を迎える 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）

	2011/12 年	2012/13 年	2013/14 年	2014/15 年	2015/16 年
売上	1,551	1,500	1,409	1,470	1,397
受注高	1,524	1,436	1,505	1,467	1,247

注：同社の会計年度は 10 月～翌年 9 月末

2016 年 11 月に発表された Voith Group の 2015/16 年度年次報告書によると、同年度の Voith Turbo の売上は、前年比 5%減の 13 億 9,700 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 1%減の 33%である。受注高も、前年比 15%減の 12 億 4,700 万ユーロであった。

船用部門のビジネスは、原油価格下落によるオフショア市場の大幅な落ち込みに影響されたが、タグとフェリー市場は比較的好調であった。

## 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）をはじめとする Voith の推進機器は、港湾支援船、フェリー、オフショア船、艦艇、メガヨット等に搭載されている。

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）社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年には、船用部門の新製品は発表されていない。

**研究開発**

2015/16 年度の Voith 全社の研究開発支出は、昨年度と同水準の売上の約 4.9%に相当する 2 億 800 万ユーロ（昨年度：2 億 1,000 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。

2015/16 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。

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

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	SkySails	
住所・連絡先	SkySails GmbH & Co. KG 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	船舶用の牽引帆の製造・販売、船舶性能管理システムの販売  船舶用の牽引帆「SkySails System」、風力発電用帆、船舶性能管理システム	
会社実績	<p>同社は、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独ハンブルクに設立された。同社には、船社等の民間企業、個人投資家、公的機関が投資を行っており、2001年以來の総投資額は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 <b>Jan Luiken Oltmann Gruppe</b>、及び独エンジン・サービス企業 <b>Zeppelin Power System</b> 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 <b>Royal DSM N.V.</b>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 <b>SkySails System</b> とは、船舶に牽引帆を搭載し、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年には船舶用牽引帆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「<b>Beaufort号</b>」にて160㎡の牽引帆の稼動試験が実施された。</p> <p>2008年初頭同社は、<b>Michael A号</b>及び<b>Beluga Skysails号</b>を使用した通常航行業務中における1年半の試運転プログラムを発動、システムの実行可能性確認及び同システムが生み出す牽引力の測定を行った。その結果は、同設計のヨーロッパ航行船13隻の航海日誌との比較により、比較的風の弱い欧州海域でも約15%の燃費削減が可能になると発表した。この試験後、同社は製品のシリーズ生産を開始している。</p> <p>また、2008年12月には、米 <b>Caterpillar</b> 社の船用 <b>Mak</b> エンジン及びその他エンジンの販売・サービスを専門とする独 <b>Zeppelin Power System</b> 社と戦略的提携を結んでいる。2009年にはハンブルク拠点のこの2社が、それぞれの専門知識と能力を結集した <b>Zeppelin SkySails Service-und Vertriebsges</b> 社を設立し、風力ディーゼルハイブリッドエンジンの開発という新しい試みに挑戦している。また、<b>Zeppelin Power System</b> 社が有する強固な販売とサービスのネットワークを活用し、世界的な規模で <b>SkySails System</b> の保守、点検のネットワークを構築し、<b>System</b> の確固たる信頼性を得ることもこの新</p>	

会社の目的でもある。

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。2009～2010年、同社は既存システムの性能改良と大型化を行っている。2009年末には、300 m<sup>2</sup>の大型牽引帆 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貨物船「Aghia Marina」に320 m<sup>2</sup>の SkySails を設置する契約を締結した。その目的は燃料消費量の最大35%の削減である。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駆動船のメーカー SolarWaterWorld AG と、ゼロ排出のソーラー電気 SkySails 駆動ヨットの共同開発に関する契約を締結した。プロトタイプは2012年中に完成、2013年初頭にはシリーズ生産を開始する予定であったが、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ており、2012年時点で投資額に見合うリターンを達成できていない。2012年初頭には従業員80人の半数を解雇した。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。

また、2013年5月には、2013年より新造船に義務付けられている IMO（国際海事機関）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。

2016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 Schiffahrts の重量物貨物船「BBC SkySails」の2隻のみである。SkySails 社の従業員数は約50人である。

同社のホームページ等は更新されておらず、2016年3月7日、同社は破産申告し、同4月5日に解散したとの情報がある。



**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、現在は船用牽引風部門 SkySails Marine 以外に、風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/ケミカルタンカー船社 Ardmore Shipping 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。

2015 年 4 月、同じく船舶性能管理システム「SEEMag」を販売するドイツ LEMAG 社との提携を発表し、共同製品「Vessel Performance Manager – V-PER」を発売した。

2016 年 2 月現在、V-PER 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。

### 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  http://www.cargotec.com																																	
業務内容・製品	荷役機械・甲板設備の製造  ハッチカバー、クレーン、固縄システム、RORO 設備、バルク取り扱設備、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																																		
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、2016 年末時点における総従業員数は、11,185 人（2015 年：10,837 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 が 2017 年 2 月 16 日に発表した 2016 年 1-12 月期年次報告書によると、2016 年の売上高は前年比 11% 増の 37 億 2,900 万ユーロと好調であった。2013 年に開始した Kalmar と Hiab の収益性改善プログラムが 2015 年第 2 四半期に完了し、両部門の業績は大幅に改善した。一方、船用部門 MacGregor は、造船・船用市場の低迷の影響を受けた。</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>2012 年</th> <th>2013 年</th> <th>2014 年</th> <th>2015 年</th> <th>2016 年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>受注高</td> <td>3,058</td> <td>3,307</td> <td>3,599</td> <td>3,557</td> <td>3,283</td> </tr> <tr> <td>期末受注残</td> <td>2,021</td> <td>1,980</td> <td>2,200</td> <td>2,064</td> <td>1,783</td> </tr> <tr> <td>売上</td> <td>3,327</td> <td>3,181</td> <td>3,358</td> <td>3,729</td> <td>3,514</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>131.4</td> <td>92.5</td> <td>126.6</td> <td>230.7</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table> <p>2016 年の全社的な売上に占める各部門の割合は、Kalmar が 48%</p>						2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	受注高	3,058	3,307	3,599	3,557	3,283	期末受注残	2,021	1,980	2,200	2,064	1,783	売上	3,327	3,181	3,358	3,729	3,514	営業利益	131.4	92.5	126.6	230.7	250
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年																														
受注高	3,058	3,307	3,599	3,557	3,283																														
期末受注残	2,021	1,980	2,200	2,064	1,783																														
売上	3,327	3,181	3,358	3,729	3,514																														
営業利益	131.4	92.5	126.6	230.7	250																														

(2015年：45%)、Hiabが30% (同25%)、MacGregorが22% (同30%)である。船用市場の不調により、MacGregorのシェアが減少した。

#### 船用部門 MacGregor

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

2016年末現在、MacGregorの従業員数は、33か国の70事業所で約2,256人(2015年：2,543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。

2016年の業績は、船腹過剰による海運市況の悪化と新造商船の減少、船主による設備投資の減少、及び石油価格の下落によるオフショア投資の大幅な減少が影響して前年よりもさらに悪化した。

売上は機器、サービスとも不調で前年比32%減の7億7,800万ユーロであった。売上に占めるサービス収入の割合は26% (2015年：20%)に増加した。

新規受注も前年比34%減の5億4,600万ユーロであった。2016年末時点の受注残も、前年比32%減の5億9,800万ユーロとさらに縮小した。結果として営業利益も、前年比40%減の1,800万ユーロとなった。

#### MacGregorの業績推移 (単位：100万ユーロ)

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
受注高	645	1,011	1,210	828	546
期末受注残	848	980	1,131	883	598
売上	995	794	1,034	1,139	778
営業利益	130.7	62.7	53.9	30.1	18

2016年は、厳しい市場状況の中でも市場シェアを守り、漁船、調査船、洋上発電などの比較的好調なニッチ市場向けのビジネスを促進した。また、中国China State Shipbuilding Corporationの子会社との合弁会社設立により、中国市場における立場を強化した。

MacGregorの調査によると、2016年の顧客の満足度は、船主が74% (2015年：84%)、造船所が87% (2015年：75%)であった。

2015年8月には、Michel van Roozendaal氏が新社長として就任し、船用部門内のオフショア荷役部門(OLH)とオフショア係留荷役部門(OML)を統合し、先進オフショア・ソリューション部門(AOS)とした。この統合によるシナジー効果、顧客サービスの改善、サービス事業の成長を目指している。

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。

2016 年の MacGregor の主な受注は、以下のとおりである。

3 月、氷海仕様の高環境性 LNG 駆動ばら積み船 2 隻向けに甲板機器一式をパッケージ受注。

4 月、欧州船主が韓国造船所で建造するコンテナ船 12 隻向けにコンテナ固縛装置ルー斯拉ッシングを受注。

4 月、日本の造船所で建造される自動車運搬船 4 隻向けに RORO 設備を受注。

6 月、中国 Polar Research Institute の新造極海調査船向けにオフショア・クレーンと Triplex ハンドリング・システムを受注。

7 月、日本船主がジャパンマリンユナイテッドで建造中のコンテナ船 5 隻向けにハッチカバーを受注。同造船所のシリーズ船向けの受注は合計 15 隻となる。

9 月、中東船主が中国造船所で建造するオフショア支援船 7 隻向けに甲板機器一式をパッケージ受注。

10 月、ブラジル Vale が中国 Qingdao Beihai Shipbuilding Heavy Industries で建造する VLOC のシリーズ向けに Pusnes 甲板システムを受注。

また、2016 年には、既存コンテナ船合計 8 隻の貨物システムのアップグレードサービス「Cargo Boost」を受注した。

#### MacGregor の分社化計画の中止

2013 年に Cartotec は 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、Cartotec は 2014 年にこの計画を中止し、MacGregor が企業買収により、Cartotec 内でビジネスを成長させる戦略に変更した。

#### 製造

2012 年 5 月、Cartotec と中国 Jiangsu Rainbow Heavy Industries (RHI) は、合弁会社 Rainbow-Cartotec 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 2016 年の研究開発支出は売上の 2.6%に相当する 9,100 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。

2015 年、MacGregor は、セミエレクトリック・オフショア・ナックルブーム・クレーンとアンカー・ハンドリング・ウィンチに電動 AHC (自動緩衝機能) オプションを発表した。

セミエレクトリック・オフショア・ナックルブーム・クレーンは、下降中に再発電を行い、消費電力を削減する。クレーンの上昇作業よりも下降作業が多い場合は、電力の消費量よりも発電量が上回る事となる。

2016 年 11 月、オフショア・クレーンの貨物取扱い能力の正確性を高める柔軟性の高いレトロフィット・サービス「3D Motion Compensator (3DMC)」を発表。

同じく 11 月には、ドイツで初のハッカソン「Hack the Sea」を開催。個人、起業家、中小企業、大学など 10 チーム 70 名の参加者が、海事産業からの不必要な廃棄物の削減を目指した新概念の開発を行った。

また、2016 年には新サービスとして、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・サービスを開始した。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、環境にもやさしい。

#### 企業買収・合併

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)と南京に合併会社「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。第一段階として、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。

#### 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、排ガス浄化システム、バラスト水処理システム</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。</p> <p>2016年末時点の総従業員数は17,000人（2015年：18,000人）以上、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カ国に顧客を持ち、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2017年1月31日に発表した2016年連結決算（速報値）によると、2016年の受注高（為替差損を除く）は前年比14%減の320億6,000 SEK（スウェーデン・クローナ）、売上高（為替差損を除く）も10%減の356億3,400万 SEKであった。為替差損を含めた場合も、それぞれ前年比13%減、10%減となり、同社の最高記録を更新した昨年から一転した。営業利益も18%減の55億5,300万 SEKであった。</p> <p>2016年12月31日時点における受注残は、168億7,000万 SEKで、為替差損を除いた場合、前年比17.7%減となる。</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>	

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た。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。

Alfa Lavalの業績推移（単位：100万SEK）

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
売上	29,813	29,801	35,067	39,746	35,634
営業利益	4,934	4,914	5,895	6,811	5,553
受注高	30,339	30,202	36,660	37,098	32,060
期末受注残	14,468	14,568	22,293	20,578	16,870

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。

したがって、現在Alfa Lavalのビジネス部門は、Equipment部門、Process Technology部門、Marine&Diesel部門の3部門から構成される。

2016年の新規受注に占める割合は、Process Technology部門39%（2015年：34%）、Equipment部門33%（同27%）、Marine&Diesel部門28%（同37%）で、船用ビジネスの比率低下が目立っている。

また、2016年の新規受注の地理的内訳は、アジア33%（2015年：42%）、西ヨーロッパ24%（同20%）、北米20%（同18%）、北欧9%（同9%）、トルコとロシアを含む中東欧7%（同5%）、中南米5%（同4%）、その他2%で、アジア地域のシェアが縮小した。国別では、米国、中国、韓国が三大市場である。

**Marine&Diesel部門**

Alfa Lavalの船用ビジネスを含むMarine&Diesel部門は、Marine & Diesel Equipment、Marine & Offshore Systems、Marine & Offshore Pumping Systemsの3部門から構成される。

2016年末時点におけるMarine&Diesel部門の従業員数は2,962人（2015年：3,176人）である。

Marine&Diesel部門の2016年受注高は、船用市場の全体的な低迷とオフショア市場の不調から、前年比34.7%減の90億3,800万SEK、純売上高も16.4%減の123億1,800万SEK、営業利益も29.6%減の21億1,100万SEKであった。新規受注に占めるサービスの割合は約46%（2015年：28.5%）に大きく増加した。



2016年12月31日時点における受注残は、前年同期比28.2%減の84億1,700万SEKであった。

Marine&Diesel 部門の業績推移 (単位: 100万SEK)

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
受注高	6,557	6,796	12,522	13,831	9,038
売上	7,525	6,526	10,870	14,735	12,318
営業利益	1,458	1,248	2,019	2,999	2,111
期末受注残	4,527	4,680	12,282	11,715	8,417

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SOx除去装置「PureSOx」等の環境関連システムである。「PureSOx」は既に70基以上の販売実績がある。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。

2016年のMarine&Diesel部門の主な新規受注は、以下のとおりである。

5月、香港JHW Engineering & Contractingが建造する大型エチレン運搬船(VLEC)5隻のエンジン排ガス再循環装置(EGR)向けに、MAN Diesel & TurboからAlfa LavalのNOx削減装置「PureNOx」の新機種である「PureNOx Prime」を受注。同船隊はUnited Ethane Carriers(UEC)が運航を行う。

12月、イタリアGrimaldi GroupからU型スクラバーを持つハイブリッドAlfa Laval PureSOxシステム7基を受注。U型スクラバーの受注実績は100基を超えた。

**組織再編**

Marine&Diesel部門のビジネス・セグメントは、Marine&Diesel EquipmentとMarine&Offshore Systemsであったが、2014年5月のFrank Mohn ASの買収に伴い、新セグメント「Marine&Offshore Pumping Systems」が追加された

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。

**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、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 600 m<sup>3</sup>の処理能力があり、処理能力 300 m<sup>3</sup>と 1,000 m<sup>3</sup>の既存機種の間位置する。「PureBallast 3.0」は、DNV GL より IMO 正式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排ガス後処理装置「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、小型の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 250 m<sup>3</sup>/h システムから、170 m<sup>3</sup>/h~32 m<sup>3</sup>/h へとさらに小型化した。

また、「PureSOx」スクラバーに、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 Alfa Laval 「PureSOx」スクラバーの柔軟性の高い小型バージョンを発表。

8 月、バラスト処理装置 PureBallast の設置が容易な小型バージョン「PureBallast 3.1 Compact」を発表。

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、Alfa Laval のバラスト水処理装置「PureBallast」の第3世代機種が米国沿岸警備隊（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 社に続く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つながっている。

#### 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。

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。

2015～2016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、バラスト水処理システム</p>	
会社実績	<p>1974年にフィンランドで設立された <b>Auramarine</b> 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 <b>Hollming Oy</b> 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ある最先端技術を使用した各種パイプの分岐及び曲げ装置を導入している。その後それまで唯一の生産工場であったフィンランドの <b>Lieto</b> 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 <b>MGO</b> (マリン・ガス・オイル) 向けの「<b>MGO Handling System</b>」を発売した。同システムは、常温では粘性の低過ぎる <b>MGO</b> 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、<b>MGO</b> 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はじ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><b>Auramarine</b> 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>	

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。

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。

#### バラスト水処理システム

同社は豊富な流体制御に関する経験を生かし、バラスト水処理システム「Auramarine CrystalBallast」を開発した。省エネ、小型、搭載の容易さが特徴の同システムは、バラスト水の取水及び排出の所要時間、並びに港湾での停泊時間への影響が少ないとしている。

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

2012 年には、フィンランド Birka Cargo の RORO 貨物船向けに CB 25 型 CrystalBallast2 基を受注した。同社は、2019 年までに約 5 万隻がバラスト水処理システムを搭載すると予想していた。

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。

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	<p>バラスト水処理システムの製造・販売</p> <p>バラスト水処理システム「OptiMarin Ballast System (OBS)」</p>	
会社実績	<p>同社は、ノルウェーのオフショア産業の中心地スタバングルに、バラスト水処理システムの開発を目的として設立された専門メーカーである。</p> <p>2000年に米 Princess Cruise 社の旅客船「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システムの販売実績は 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、米国沿岸警備隊 (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>OBS システムが搭載された船種は、旅客船、プロダクトタンカー、RORO 船、セメント運搬船、近海支援船、プラットフォーム支援船と多様であるが、特にノルウェーのオフショア船向けの需要が伸びており、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>同社のバラスト水処理システム「Optimarin Ballast System」(OBS) は、前処理として分離フィルターにより一定のサイズを超える固体を除去し、その後、UV 照射による海洋有機物、ウイルス、バクテリアの不活性化を行うことによりバラスト水の処理を行うものであり、化学物質は使用されない。バラスト水は取水・排水時に処理され、二重の効き目があるように設計されている。</p> <p>同社があげる主な利点としては、60,000DWT までの船舶を対象とした毎時 7000 m<sup>3</sup>の処理能力、及び既存・新造船へ双方への搭載を挙げている。主な対象船種は、オフショアサービス船 (OSV)、ばら積み船、RORO 船、コンテナ船等である。</p> <p>システム設置に関しても、標準化された機材により、分離フィルターは垂直・水平どちらにも設置できるようになっており柔軟に対応できる。ある種の船舶へのレトロフィットには、甲板上などでの搭載を容易にするため、ブースターポンプ含めたコンテナ形状で納入することも可能である。また、通常のバラスト水システムとの圧力損失を抑</p>	

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。

同社は、処理能力 500 m<sup>3</sup>/時の機種の場合、設置コストは 70,000 ユーロ～、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 のバラスト水管理条約に適合する製品として確認されている。同システムの試験は、ノルウェー水質研究所 (NIVA) により IMO ガイドラインに沿って実施され、船上試験はノルウェーの海運会社 Klaveness 社所有セメント運搬船 KCL Banshee 号を使用し、NIVA 及び DNV によって行われた。

また、試験結果により、カリフォルニア州が 2010 年より施行するバラスト水管理基準への適合確認を同州 Land Commission により受けている。

さらに、2013 年 6 月には、米国沿岸警備隊 (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 の爆発防止に関する 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、世界で初めて米国沿岸警備隊 (USCG) の正式型式認証を取得した。

#### 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 320 基 (前年：280 基) を超えている。バラスト水処理装置市場における同社のシェアは約 10%とされている。

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

OptiMarin の業績推移 (単位：100 万 NOK)

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

売上は 2008～2012 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 社の第一位に認定されている。

同社は、この成長率は、過去 10 年以上に及ぶ製品開発と型式承認取得の成果であるとしている。

2013 年の売上も引き続き急成長し、同社は前年比 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、2013～2014 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、スタバングルから郊外のサンネスに本社を移転した。しかしながら、2013～2014 年の赤字転落により従業員は 29 人削減されている。

OptiMarin は、バラスト水条約批准により、システムへの需要は 2017 年、2018 年にピークに達すると予想している。

2011～2013 年の主な大型受注は以下のとおりである。

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

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

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

さらに、2013 年 10 月には、大手船社 V.Ships が所有する民間船社連合である Marine Contracting Association Limited (Marcas) と、OBS の優先供給に関するフレームワーク合意を締結した。この合意により、V.Ships の船隊 650 隻をはじめとする Marcas に加盟している 24 船社、1,400 隻への OBS 優先供給への道が開ける。

#### 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、中国に拠点を持ち、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できる。Allweiler ASは、ノルウェーにおいてノルウェー船主及び外国船主向けにOBSの販売を行う。

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か国に拠点を持つ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ゆく計画である。

## 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>同社は、1979 年、船舶に救難用の通信手段を提供するために国際海事機関（IMO）により、国際海事衛星機構（INMARSAT：International Maritime Satellite Organization）として英国に設立された。1982 年には、世界初のグローバル移動体衛星通信サービス（MSS）を開始し、現在では 11 基の通信衛星を所有・運用している。</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 1,600 人（2016 年）である。</p> <p>Inmarsat のビジネス部門は、ホールセール顧客向けの Inmarsat Global とエンドユーザー向けの Inmarsat Solutions の 2 部門に分かれていたが、2014 年には、Inmarsat Global と Inmarsat Solutions の区別を廃止した。現在は、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><b>全社業績</b></p> <p>同社が 2017 年 3 月 8 日に発表した 2016 年連結決算（速報値）によると、グループ全体の 2016 年 1-12 月期の売上は前年比 4.3%増の 13 億 2,900 万ドル、税引き前利益 (EBITDA) は 9.5%増の 7 億 9,480 万ドルであった。営業利益も前年同期比 4.9%増の 4 億 4,710 万ドルであった。政府向け、航空会社向けのビジネスが好調であった。</p>	

Inmarsat plc の業績推移 (単位 : 100 万ドル)

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
売上	1,277.6	1,261.9	1,275.1	1,274.1	1,329.0
税引き前利益 (EBITDA)	642.8	648.8	701.0	726.0	794.8
営業利益	336.4	238.4	409.3	426.4	447.1

なお、2016年の業績には、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、Inmarsatの売上は12億960万ドル、税引き前利益は6億7,540万ドルとなる。

船用部門業績

船用部門の2016年1-12月期の売上は、世界の新造船市場と石油ガス市場の低迷により、前年同期比3.0%減の5億7,530万ドル、税引き前利益(EBITDA)も前年比1%減の4億5,480万ドルであった。(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 万ドル)

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
売上	411.2	524.8	595.6	593.2	575.3
音声サービス	79.7	72.4	-	-	-
データサービス	331.5	358.7	-	-	-
税引き前利益 (EBITDA)	-	416.5	450.4	459.4	454.8

既存の主力サービスである FleetBroadband (FB) とさらに新しい VSAT サービス (XpressLink : XL 及び Fleet Xpress : FX) が、2016年の船用部門の収入全体の82%を占めている。しかしながら、Fleetサービスなどのマージンの低い旧サービスからの収入減が、引き続き FB と VSAT の順調な伸びを相殺している。

VSAT (Very Small Aperture Terminal) サービスは現在約22,000隻に利用されているが、Inmarsatは2020年までには40,000隻に近くに成長すると予測している。

2016年の新規受注には以下のような例がある。

7月、三井商船の自動車運搬船隊向けに Fleet Xpress サービスを受注。

9月、“K” Line Ship Management Singapore のコンテナ船に Fleet Xpress を初設置。

その他、南極クルーズ船、アラスカ漁船、スーパーヨットなどからも Fleet Xpress 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、豪州の衛星通信企業 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 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 Global Xpress を提供することができる。

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 社を 4,520万ドルで買収した。同社買収により、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 FleetBroadband 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 FleetBroadband 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、豪州 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が、新たな企業買収は発表されていない。

#### 船舶向け新サービス

Inmarsat は顧客ベースの拡大と既存ユーザーからの収入増加を狙っており、主力サービスである「FleetBroadband」(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、FleetBroadband を補足する海事産業向け新グローバルブロードバンドサービス「Inmarsat XpressLink」(XL) は、「Global Xpress」(GX) へのアップグレードが可能である。

2012 年、FleetBroadband のターミナル 1 基から最大 9 回線の同時音声通話が可能となる新サービス「FleetBroadband Multi-voice」を投入した。

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

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

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、フェリーなどを対象としている。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などを対象としたサービスである。

2016 年 3 月には、船舶向け Global Xpress (GX) サービスである

Fleet Xpress サービスを開始した。(下記参照)

#### 「Global Xpress」サービス

12億ドルを投資し、準備を進めてきた Inmarsat の主要プロジェクトである「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一号機「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二号機衛星「I-5 F2」も、2015年2月に打ち上げが成功した。第三号機「I-5 F3」の打ち上げも、2015年8月に成功した。2017年第2四半期には第四号機「I-5 F4」の打ち上げが計画されている。

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。

2014年末には、既存の L 波帯に加えて、一部海域では GX サービスが利用できる「FleetBroadband Xtra」を発表した。将来的には、L 波帯の「FleetBroadband」をバックアップとし、グローバル GX サービスを利用する新ハイブリッド・サービス「Fleet Xpress」に移行する。

2016年1月、Inmarsat は、2015年12月に GX サービスのグローバルな「Commercial Service Introduction (CSI)」を完了し、2016年には市場別の高速接続サービスを順次開始した。

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 Fleet Xpress サービスは、2016年末までに335隻に搭載された。その内訳は旧 VSAT サービスからの移行が205隻、新規設置が105隻である。

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2016年の GX サービス (Fleet Xpress を含む) からの収入は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。

#### 共同研究開発プロジェクト

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

	<p>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 <b>TEKES</b> が資金援助を行う。</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の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 20 カ国に 58 の販売・サービス拠点を持つ。2016 年末時点の従業員数は 4,157 人（2015 年：4,726 人）である。業績悪化を受け、2016 年には人員削減が行われた。</p> <p><b>Kongsberg Gruppen</b> が 2017 年 2 月 8 日に発表した 2016 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、オフショア市場の低迷により売上は前年比 15.7%減の 85 億 9,700 万ノルウェー・クローネ（NOK）であった。受注高は同 15.9%減の 79 億 4,000 万 NOK で、営業利益（EBITDA）は 74.8%減の 2 億 8,000 万 NOK、2016 年 12 月末での受注残は 24.4%減の 51 億 3,700 万 NOK であった。</p> <p><b>Kongsberg Maritime</b> の 3 つのビジネス部門であるオフショア、サブシー、商船の 2016 年の売上全体に占める割合は、それぞれ 49%（2015 年：60%）、27%（同 24%）、17%（同 16%）である。その他のエマージング・ビジネスが 7%を占めている。</p> <p><b>Kongsberg Maritime</b> の業績推移（単位：100 万 NOK）</p> <table border="1"> <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>7,485</td> <td>8,264</td> <td>9,703</td> <td>10,197</td> <td>8,597</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>1,050</td> <td>1,179</td> <td>1,441</td> <td>1,109</td> <td>280</td> </tr> <tr> <td>受注高</td> <td>8,438</td> <td>8,455</td> <td>10,038</td> <td>9,441</td> <td>7,940</td> </tr> <tr> <td>年末受注残</td> <td>6,042</td> <td>6,529</td> <td>7,480</td> <td>6,791</td> <td>5,137</td> </tr> </tbody> </table>						2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	売上	7,485	8,264	9,703	10,197	8,597	営業利益	1,050	1,179	1,441	1,109	280	受注高	8,438	8,455	10,038	9,441	7,940	年末受注残	6,042	6,529	7,480	6,791	5,137
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年																														
売上	7,485	8,264	9,703	10,197	8,597																														
営業利益	1,050	1,179	1,441	1,109	280																														
受注高	8,438	8,455	10,038	9,441	7,940																														
年末受注残	6,042	6,529	7,480	6,791	5,137																														



2016 年はオフショア部門の需要の減少が顕著で、キャンセルやプロジェクト延期などの影響も受けた。一方、商船部門とサブジー部門からの受注は比較的安定していた。漁船、調査船、ロボット工学などのエマージング・ビジネスは好調であった。

オフショア部門は石油ガス市場の低迷に加え、統合パッケージ製品「フル・ピクチャー」受注が減少し、他社の製品を含めた受注が増加したため、利益率が低下した。

一方、エンジニアリングやエネルギー・ソリューションなどの総合サービスの提供により、1 隻当たりの収入は増加しており、2016 年に受注した ROPAX フェリー3 隻とセミサブ船 2 隻からの収入は合計 8 億 NOK と通常のプロジェクトよりも大幅に増加している。

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。

2016 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。

5 月、ペルー海軍の海洋調査船向けに HUGIN AUV2 基を含むサブシー技術システムを受注。

8 月、オランダ Serooskerke Shipco BV / Walcheren Shipco BV が中国 China Merchants Heavy Industries (CMHI) で建造するセミサブ型重量物リフト／居住船 2 隻向けに総額 5 億 2,000 万 NOK 以上のエンジニアリングと「フル・ピクチャー」機器一式をパッケージ受注。

同じく 8 月、アイルランド Irish Continental Group (ICG) がドイツ Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG) で建造する ROPAX フェリーの総額 1 億 2,000 万 NOK 以上のエンジニアリングと船用技術、機器をパッケージ受注。

さらに、英国 Caledonian Maritime Assets Ltd (CMAL) が英国 Ferguson Marine Engineering Limited (FMEL) で建造する全長 100m のフェリー2 隻のエンジニアリング、調達、建造、設置 (EPCI) 契約を総額 1 億 6,000 万 NOK 以上で受注。

9 月、アルゼンチン政府がスペイン Astilleros Armon Vigo SA で買建造する漁業調査船向けに Simrad 海洋エコシステム・モニタリング・システム一式をパッケージ受注。

10 月、アンゴラ政府がルーマニア Damen Shipyards Galati で建造する漁業調査船向けに Simrad 海洋エコシステム・アセスメント・

システム一式をパッケージ受注。

10月、英国 Natural Environment Research Council (NERC) が英国 Cammell Laird で建造する極海調査船「RRS Sir David Attenborough」向けに音響科学調査、測量システム一式を受注。

10月、韓国 New Ilshin Shipping Co.が現代尾浦造船で建造するLNG駆動のばら積み船向けに燃料ガス供給システム (FGSS) を含む統合自動化システムを受注。

11月、豪州 Scenic Cruises がクロアチア Uljanik Shipyard で建造中の全長 168m の氷海仕様クルーズ船「Scenic Eclipse」向けに K-Master ブリッジ・システムを含む「フル・ピクチャー」を受注。

#### 幹部人事

2016年6月に Kongsberg グループの CEO に就任した Kongsberg Maritime 社長 Geir Håøy 氏の後任として、Kongsberg Protech Systems 社長の Egil Haugsdal 氏が Kongsberg Maritime 新社長に就任した。

#### 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コンファレンス設備でつなぎ、トレーニングを含むグローバルな顧客サポート体制を強化した。

2014年3月、Kongsberg は、2012年の豪サブシー企業 Nemo の買収に続き、豪州の石油・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 社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」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などで構成される。

#### 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自動化システムに統合する。

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

2013年12月、Kongsberg 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。

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。

2015年の動きとしては、3月、デンマークGram & JuhlとKongsbergの風力発電管理システム(WFMS)と関連システムの開発への支援に関する契約を締結した。

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 & 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。

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 & Simulation Centre AS (SMSC) の買収を発表した。

2016年9月には、Kongsberg 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、Kongsberg 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。

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 Kongsberg Maritime の「エネルギー・ソリューション」戦略の一環である。

#### 新製品

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2016年に発表された主な新製品である。

3月、衛星位置参照システムの新製品「DPS 432」を発表。全てのGNSS データと訂正サービスを統合し、オフショア用先進 DP システムの安全性と効率を高めるシステムである。

6月、Kongsberg Maritime 子会社の Subsea Monitoring (SuMo) 及び Kongsberg Mesotech が、水深の変化の激しい港湾内のバースの水深を常時監視するソナーを基礎とした新システム「BDMRS: Berth Depth Monitoring and Reporting System」を発表。

11月、ソフトウェアの改良により高性能化した浅水域マルチビーム・エコーサウンダーの第4世代機種「GeoSwath 4」を発表。

12月、船隊管理ソフトウェア「K-Fleet」システムに、CO<sub>2</sub>監視、報告、評価機能を追加した「K-Fleet MRV」を発表。2018年1月1日に発効する、EU 港湾に寄港する大型船の年間排出量報告義務に関する EU の新規制に対応する。

#### 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、オフショアの居住船の動き補償伸縮式ギャングウェイ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。

	<p>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「Hrönn」の建造に関するMOU（了解覚書）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もとでトロンハイム・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>
--	--

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>同社は、1998 年英国ロンドンにおいて、運航管理サービス、船舶保安警告サービス、海洋船舶探知サービス等を目的として設立された企業である。現在では、船舶運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企業である。</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 か所以上の販売・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へも参加している。国際海事機関の LRIT イニシアティブにおける、世界規模での適合試験及び LRIT データセンターの最大プロバイダーでもある。</p> <p>IMO の SOLAS 条約第 V 章改正により、国際航海に従事する旅客船、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>2016 年 11 月現在の顧客数は、約 2,500 社である。</p> <p><b>サービス、ブランド</b></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)、船舶セキュリティー警告システム (SSAS)、船舶セキュリティー報告システム (SSRS)、及び LRIT 適合試験である。</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。

また、新たに加わった漁業向けサービスは、船舶監視システム (VMS)、電子ログブック、電子漁獲量報告、漁獲割当量管理、トレーサビリティ管理等である。

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 の顧客数はさらに増加した。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 45 か国、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、米国沿岸警備隊 (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、すなわちパナマ、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）がポートステートとしては初の「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。

#### 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 社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、豪州 Tidetech 社の気象・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。

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」などのコンプライアンスとリスク管理サービスを強化する。

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。



会社名	MARORKA	
住所・連絡先	Borgartun 26 105 Reykjavik 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	<p>船用エネルギー管理ソリューションの提案</p> <p>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ティングサービス</p>	
会社実績	<p>同社は、2002年にアイスランドの首都レイキャビクで設立された企業であるが、同社の始まりは1990年代まで遡ることができる。</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・冷却装置メーカーであるSabroe Refrigeration社において、漁船用冷却装置のプロジェクト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・冷蔵装置メーカーであるYork International社、デンマークのAalborg大学及びアイスランド大学との間で、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」は北欧理事会より自然・環境賞を受賞した。このシステムは、運航最適化、意思決定シミュレーター、エネルギー分析とシステム管理などで構成される。リアルタイム燃料管理システムは船内に搭載され、継続的に動力活動を監視し、より良い運航方法を提案する。特別設計されたモジュール製品とユニットは、船種や運航条件といったあらかじめ定められた仕様を基に実行される、イーサネットと各種ケーブルが、船内に搭載された各種センサーやシステムとの情報伝達を行い、船体の燃料消費箇所と供給箇所から計測されたデータは、運航の最適化のため計測、分析され、継続的に最適な運航が実行されるよう常時フィードバックを行っている。</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2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合</p>	

「Clean Tech Iceland」の発足メンバーのひとつとなった。

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。

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 **Thenamaris Ships Management Inc** と、エネルギー管理システム供給に関する契約を締結した。

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

2013年9月には、**UAE** アブダビの国営石油ガスタンカー船社 **ADNATCO-NGSCO** 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、**LNG** 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。

2015年2月、**Marorka** 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 **United Arab Shipping Company** 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。

同5月、フィンランド船社 **Neste Shipping Oy** 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。

6月、サウジアラビア国営船社の子会社 **Mideast Ship Management Ltd** から同社 **VLCC** 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。

9月、デンマーク船社 **Nordic Tankers** から「**Marorka Online**」の年間契約を受注した。

12月、アブダビ国営船社 **Abu Dhabi National Tanker Company (ADNATCO) & National Gas Shipping Company Ltd (NGSCO)** 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隻にはすで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。

2016年12月、中国 **COSCO Shipping Lines** とエネルギー管理ソリューション供給に関する **MOU**（了解覚書）を締結。**COSCO** の近代的コンテナ船隊に **Marorka** 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、**COSCO** 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・センターを開設する。

#### 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できる。

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

#### 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。

#### 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社と、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社自動制御システム「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。

## 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同社は、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 International Paint 社を傘下に持つ。</p> <p>AkzoNobel グループ全体では、世界 80 カ国以上で約 46,000 人（2015 年：45,568 人）を雇用している。</p> <p>同社が 2017 年 3 月 1 日に発表した 2016 年 1-12 月期年次報告書によると、グループ全体の売上は主に為替差損により前年比 4%減の 141 億 9,700 万ユーロ、営業利益も同 3%減の 15 億 1,900 万ユーロとなった。</p> <p><b>AkzoNobel の業績推移（単位：百万ユーロ）</b></p> <table border="1"> <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>15,390</td> <td>14,590</td> <td>14,296</td> <td>14,859</td> <td>14,197</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>-1,198</td> <td>958</td> <td>987</td> <td>1,573</td> <td>1,519</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><b>船用塗装部門</b></p> <p>AkzoNobel の船用塗料部門は英子会社 International Paint 社が担当し、産業用、車両等及びパッケージ塗料とともに AkzoNobel の Performance Coating 部門に含まれている。2016 年の Performance Coating 部門全体の売上は約 57 億ユーロ、従業員数は 19,700 人（2016 年末時点）である。</p>						2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	売上	15,390	14,590	14,296	14,859	14,197	営業利益	-1,198	958	987	1,573	1,519
	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年																		
売上	15,390	14,590	14,296	14,859	14,197																		
営業利益	-1,198	958	987	1,573	1,519																		

1881年創立の英国 International Paint 社は、世界に16の製造拠点と8の研究開発拠点、60カ国に500か所の販売拠点を展開し、5,500人（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 Coating 部門の売上の約26%（2015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）。

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月に発効するIMOの新基準である貨物油タンク向け保護塗料の型式承認（IMO PSPC COT）をロイズ船級協会より初取得している。

Akzonobel 船用・保護塗料部門の売上推移（単位：百万ユーロ）

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
売上	1,577	1,381	1,414	1,573	1,458

2016年の船用・保護塗料部門の業績は、売上は前年比7%減の14億5,800万ユーロとなった。新造船受注量が過去数10年間で最低を記録し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。

前述の2016年のBASF買収により、日本、ロシア、南アフリカなど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などが充実する。2017年以降、Performance Coating 部門の増収につながることを期待されている。

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、豪州の世界最大の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。

#### 研究開発・新製品

研究開発では、2011 年、オランダの船舶環境性モニタリング企業 BMT 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。

新製品としては、2011 年 3 月、ケミカルタンカーのカーゴタンク向けの二峰性エポキシ樹脂系防汚塗料「Interline 9001」を発表した。また、9 月には、ばら積み船の貨物倉向けのエポキシ樹脂系防汚塗料「Intergard 7020」を発表した。

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

2013 年の新製品としては、3 月に発売された高性能船用塗料「Intersleek 1100SR」、「Intercept 7000/8000」がある。

「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ある。両製品は、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。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。

ヨット部門では、プライベートレーベル市場向けのバリューブランド「Nautical」を発売し、2014 年には製品群を拡大した。

2014 年には、ヨット塗料ブランド「AWLGRIP」が新クリア・コート・システム「Awlwood」を発売した。

2015 年の船用新製品としては、「Intersleek」の第二世代製品を発表した。

また、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。

2016 年 3 月には、特許技術 Lubyon®を使用した深海向け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 か月に延長する最高性能を持つ。

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トの高性能防食塗料「Intershield® One-2-One」を発表した。

2016年9月には、バイオサイドを使用しない Inersleek シリーズの新製品「Intersleek 1000」を発表した。羊毛から抽出した再生可能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。

#### 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、すなわ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 は研究開発及び設備への投資計画を進めている。2010年1月には、640万ポンドを投資し、英国北東部フェリングに防火塗料研究所を建設することを決定した。防火規制の厳格化に伴い、防火塗料への需要は2018年までに倍増すると予想されている。2011年6月に稼働した同研究所は、AkzoNobel 最大の研究開発施設である。



2013年には、ドバイ（UAE）と成都（中国）に紛体塗料の新工場を建設、上海の樹脂工場の設備を拡張した。また、オッフエンバッハ（ドイツ）には、新デザインセンターを開設した。

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閉鎖の計画を発表した。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、一方で戦略的な設備投資も継続している。

2015年2月には、250万ユーロを投資し、インドネシアのCikarang工場拡張する計画を発表した。

また、4月には300万ユーロを投資し、タイに新工場を建設すると発表した。

6月には、300万ユーロを投資し、米国ヒューストンの研究開発施設を拡張すると発表した。

12月には、1,000万ドルを投資した米国オハイオ州の研究開発施設を開設した。

9月には、130万ユーロを投資し、Internationalの拠点である英国フェリングに新工場を建設する計画を発表した。

2016年には、インドのウッタール・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、ミャンマーなど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。

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  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。現在世界各地に、15 の研究開発施設（欧州、中東、アジア、北米）、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 5,661 人（2015 年平均、前年：5,134 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、2016 年 3 月 25 日に発表された 2015 年 1-12 月期の年次報告書である。それによると 2015 年の売上は、前年比 20%増の 15 億 6,300 万ユーロであった。営業利益は 1 億 5,800 万ユーロで、過去最高を記録した前年をさらに大きく上回った。これは、為替の好影響と 2015 年 3 月の米国ダラスの Jones-Blair 社の買収によるところが大きい。</p> <p><b>Hempel の業績推移（単位：百万ユーロ）</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></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>1,077</td> <td>1,242</td> <td>1,239</td> <td>1,298</td> <td>1,563</td> </tr> <tr> <td>営業利益</td> <td>72</td> <td>83</td> <td>125</td> <td>129</td> <td>158</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>2015 年は過去数年間と同様に、船腹過剰と新造船市場の低迷により、新造船向けビジネスは低迷したにもかかわらず、Hempel の船用塗料部門は中国と欧州が好調で、2 桁台の成長を記録した。</p> <p>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。</p>						2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	売上	1,077	1,242	1,239	1,298	1,563	営業利益	72	83	125	129	158
	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年																		
売上	1,077	1,242	1,239	1,298	1,563																		
営業利益	72	83	125	129	158																		

船用塗料部門の主力製品のひとつは、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。

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

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

2012年には、韓国の大型フェリー、オランダのLNGバージ、クロアチアの警備艇27隻等向けの受注があった。

#### 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ゆく戦略である。

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。

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トタンク向けに設計されている。

#### 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Schaepman's Lakfabrieken B.Vを買収した。

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、アルゼ

	<p>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拠点を新設、また、米国とスペインの研究拠点の拡大を実施した。</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中である。</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>
--	---

## 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. BB GREEN (Battery-powered Boats, providing Greening, Resistance reduction, Electric, Efficiency and Novelty : 低抵抗高効率でグリーンな革新的バッテリー駆動船)

欧州連合(EU)主導の研究開発プログラムである第7次フレームワーク・プログラム内の「BB Green」プロジェクトの4年間の成果として、バッテリー駆動の高速エア・サポート船(Air Support Vessel : ASV)のフルスケール実証船が2016年半ばに完成した。

同フェリーはラトビアの造船所 Latitude Yachts で建造され、試験のためにストックホルム(スウェーデン)に移動した。同船はノルウェー企業 SES Europe が開発した ASV 技術を採用した世界初の船舶である。

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水力抵抗を軽減する。船首部のバッテリー駆動ファンが圧縮空気を船体下の空洞に噴射し、船舶の排水量トンの80%をサポートする。高速航行時には水力抵抗は40%減少し、例えば乗客70人を搭載した全長20mの船舶が、出力280kWの電動機2基で速力30ノットを発揮することが可能となる。

出力400kWhの電池により、次の「スーパーチャージ」(高速リチャージ)までに同船は30分以上の高速航行が可能である。同船の航続距離は14海里である。

BB Green プロジェクトの概念は、通勤客その他の水上輸送における排出量ゼロの効果的なソリューションの開発である。開発された電気駆動フェリーを用いた実証実験が欧州各地で計画されている。

この共同開発プロジェクトには、ノルウェーの Effect Ships International とその子会社 SES Europe、ラトビアの Latitude Yachts 造船所、オランダ船社 Aqualiner、英国船級協会 Lloyd's Register、スウェーデン海事研究所 SSPA Sweden、スイスの電池メーカー Leclanche、スウェーデンの複合材料メーカー Diab が参加している。

Latitude Yachts 造船所は、高速 ASV フェリーの商業化を既に開始している。

#### 2-1-b. EEECSM-2 (Energy and Environmentally Efficient Cooling System for Maritime use : 高エネルギー効率、高環境性の船用冷却システム)

2016年8月に開始された実施期間2年間の「EEECSM-2」プロジェクトの目的は、船内システムからの排熱エネルギーの回収と利用である。

「高エネルギー効率、高環境性の船用冷却システム」と題された同プロジェクトは、EUの新研究開発プログラム「Horizon 2020」内の研究開発プロジェクトで、デンマーク企業 COOL4SEA が担当している。

現在船舶で最も多く用いられている冷却システムは、コンプレッサー駆動の空調ユニットである。通常同システムの動力は石油の燃焼によるもので、大量の未使用エネルギーが排熱として放出される。COOL4SEA 社は、主機及び補機から排出される排熱エネルギーを空調システムに利用することが可能

な冷却技術を開発した。同技術は経済的及び環境面での利点大きい。

COOL4SEA 社は、開発された冷却技術は可動部品がほとんどないため、耐久性と信頼性に優れ、メンテナンスの必要もほぼ皆無である。また、既存冷却システムの冷却ガスとして用いられている環境に有害なハイドロフルオロカーボン（HFC）は全く使用していない。

EEECISM-2 プロジェクトの総予算額は 150 万ユーロ（160 万ドル）で、COOL4SEA は EU から 110 万ユーロ（120 万ドル）の助成金を給付されている。助成金は、同社の開発したグリーンな冷却技術の船用利用を目指した研究と実証実験に利用される。

#### 2-1-c. GreenDrive（船用分子燃料調整装置）

英国企業 Ecomfm は、燃料に電界を適用する洗浄プロセス「GreenDrive 技術」を用いて燃料消費量を大幅に削減する分子燃料調整装置（molecular fuel modifier device）を開発した。

同社はこの GreenDrive 技術により、船用エンジンの液体炭化水素燃料の消費量は 10%、排出ガス量は 30%、メンテナンスコストは 20%それぞれ削減されるとし、特許を申請中である。同システムは新造船と既存船へのレトロフィット両方に適しており、初期投資の回収期間は 1 年以内である。

同技術は陸上輸送機関用に開発され、実証されているが、投資会社 Ecomfm は船用利用へのフィジビリティ研究と試験の実施、及び EU 認証への準備と将来的な商品化のための資金調達を行っている。

プロジェクト予算総額は 71,000 ユーロ（75,000 ドル）で、うち 50,000 ユーロ（53,000 ドル）が EU 「Horizon 2020」プログラムから中小企業のイノベーション向け助成金として拠出されている。プロジェクト実施期間は 2016 年 8 月 1 日～2016 年 12 月で、イタリア Italtel とフランス Equimer が協力している。

#### 2-1-d. HOLISHIP（Holistic Optimisation of Ship Design and Operation for Lifecycle：船舶設計とオペレーションのライフサイクルに係る全体論的最適化）

2016 年 9 月、「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ひとつである「EUHOLISHIP」プロジェクトの初回会合がアテネで開催された。

EU が 1,130 万ユーロ（1,200 万ドル）を拠出する同プロジェクトは、船舶設計とオペレーションに「ホリスティック」（全体論的）なライフサイクル的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している。

HOLISHIP プロジェクトはハンブルク試験水槽 HAVA が主導し、西ヨーロッパの船主、造船所、船級協会、船舶設計企業、技術企業など 40 企業・組織が参加している。海事産業に関する規制強化と欧州造船所が建造する船舶の技術の複雑化が同プロジェクト実施の動機となっている。

HOLISHIP プロジェクトでは、先進パラメトリック・モデリング・ツールと統合ソフトウェア・プラットフォームを用いて船舶設計と船舶工学の主要技術すべてをカバーする。この手法により、船舶とすべてのオペレーティング・システムの総合的、多目的なパラメーターの最適化が可能となる。また、ソフトウェア・ツールの統合、ワークフローの処理、デジタル模型の開発には、実績のある 2 種類の設計ソフトウェア・プラットフォームを用いる。

バーチャル船舶フレームワーク（Virtual Vessel Framework：VVF）の開発はオランダ海事研究所

MARIN が担当し、ドイツ航空研究所 DLR が協力する。VVF には、船舶の全パフォーマンスのシミュレーションを行うために多様な技術のシミュレーション・モデルを統合する。VVF により、物理的な試作機を構築することなく新技術の試験が可能となり、開発と商品化のプロセスを迅速化することができる。

#### 2-1-e. LeanShips プロジェクト

「LeanShips」プロジェクトは、革新的な省エネ技術と排ガス削減技術の実証実験を、欧州で運航される中型及び小型船舶 8 隻上で行う 4 年間の研究開発プロジェクトである。実証実験に使用される船舶は、それぞれ異なった流体力学特性、機械構成、燃料を持っている。

2015 年 6 月 1 日に開始された同プロジェクトは、オランダ Damen Shipyards が主導し、合計 46 企業・組織が参加する大規模プロジェクトである。予算総額 2,300 万ユーロ (2,400 万ドル) のうち、1,730 万ユーロ (1,810 万ドル) は EU の「Horizon 2020」プログラムからの助成金である。

同プロジェクトの概要は昨年度の本報告書で述べたが、その後オランダ海事研究所 MARIN が研究開発作業の一部を公開している。それによると、MARIN は大口径プロペラ (Large Diameter Propeller : LDP)、及び可変ピッチプロペラ向けの省エネ装置 (Energy Saving Devices : ESD) の開発に携わっている。

大口径プロペラ LDP の開発は、Rolls-Royce Marine が主導し、MARIN、Chalmers University、Wagenborg Shipping、Conoship International、Lloyd's Register が参加している。直径の大きいプロペラは回転数が遅いため、エネルギーの損失が少ない。また、プロペラと船体のクリアランスが小さくなるため、プロペラと船体を統合した設計の最適化が容易となる。大口径プロペラでは、バラスト航行時の船尾のトリムが大きくなる。大口径プロペラの開発では、北大西洋海域の海象条件下で船首のスラミングと船体抵抗を減少させるために、4 種類の船首形状のシミュレーションを行った。

可変ピッチプロペラと組み合わせた省エネ装置 ESD の研究開発では、MARIN と Wärtsilä、イタリア船社 Grimaldi が協働し、EU 第 7 次フレームワーク・プログラム内で MARIN が参加した「GRIP」プロジェクトがリファレンス・ポイントとなっている。GRIP プロジェクトでは、MARIN は、固定ピッチプロペラと ESD を組み合わせた実験を行った。この結果、プレ・スワール ESD の燃料消費量削減率は、ばら積み船では 7% 近く、その他の船種ではそれ以上となった。

LeanShips プロジェクトでは、MARIN とプロジェクト参加企業・組織は、さらに複雑な可変ピッチプロペラと ESD の組み合わせの研究開発を行っている。プロジェクトの第一段階では、数種類の ESD の候補と設計戦略を検討した。次の段階では、MARIN と Wärtsilä が Grimaldi 社所有の RORO 船向けに ESD を設計し、モデル実験とフルスケール実験を行う予定である。

#### 2-1-f. PerMarDrive (Permanent Magnet Motor-Clutch Drive : 永久磁石モータークラッチ駆動装置)

「Horison 2020」プログラム内の中小企業によるイノベーションに関するプロジェクト枠を利用し、クロアチア企業 Tema が船用ハイブリッド推進システムの研究開発プロジェクトへの EU 助成金を獲得した。同プロジェクトでは、Tema 社が開発した「PerMarDrive」システムの試験と市場化を目指した。

「PerMarDrive」とは、船用パラレル・ハイブリッド動力推進向けの永久磁石モータークラッチ駆動装置を意味する。

PerMarDrive は、革新的な統合クラッチ駆動装置を持つ最高出力 1,000kW、高速回転 (2,300rpm)



の永久磁石 (PM) 交流電動機を基礎としている。

同プロジェクトの実施期間は 2015 年 12 月 1 日～2016 年 5 月 31 日で、二つのフェーズで進められた。フェーズ 1 では、PerMarDrive の実証実験、知的著作権獲得への戦略、市場調査とビジネス・プランを検討した。フェーズ 2 では、顧客需要に応じたシステムの試験を行った。

プロジェクト総予算 71,000 ユーロ (75,000 ドル) のうち、50,000 ユーロ (53,000 ドル) を EU が拠出した。

**2-1-g. PROMINENT (Promoting Innovation in the Inland Waterways Transport Sector : 内陸水運におけるイノベーション促進)**

「PROMINENT」プロジェクトは、欧州における内陸水運のイノベーション促進を目指した実施期間 3 年間の大規模プロジェクトで、欧州 5 か国から 17 企業・組織が参加している。

プロジェクトの最終目標は、ガス排出量の少ない内陸水運を、2020 年までに道路輸送に代わる競争力のある輸送手段とするためのソリューションの開発である。同時に、内陸水運の貨物輸送トンキロ当たりのガス排出量とエネルギー消費量のさらなる低下を目指す。

EU による内陸水運の排出規制の厳格化が、同プロジェクトの技術的チャレンジとなっている。2019 / 2020 年期に発効が予定されている NRMM (Non-Road Mobile Machinery : 車両以外の可動機械) ステージ V 規制では、現行の欧州基準である CCNR-II 規制と比較して NO<sub>x</sub> (窒素酸化物) を 70%～84%、PM (粒子状物質) を 92.5%それぞれ削減することが要求される。

プロジェクトの主な目標は、効率が高く環境面でさらにクリーンな船舶への移行の促進である。プロジェクトでは、現行の「グリーン」な技術の影響と有効性を検証する。また、内陸水運セクターの「グリーン」な技術とイノベーションの導入への障害となる要因を特定する。プロジェクトの 7 つの作業パッケージのうちの一つでは、新規規制を満たす新エンジンとレトロフィットに関する承認方法の評価を行う。

PROMINENT プロジェクトは、Wärtsilä のドイツ子会社とオランダ企業・組織が主体となり、その他オーストリア、ベルギー、ドイツ、ルーマニアの企業・組織も参加している。「Horizon 2020」プログラムからの助成金額は 625 万ユーロ (664 万ドル) で、プロジェクトは 2018 年 4 月に完了の予定である。

## 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. AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications : 先進自律航行船アプリケーション)

フィンランド政府が助成する AAWA プロジェクトは、2015 年に開始された自動航行船に関する国際共同研究開発プロジェクトである。(昨年度の本報告書参照)

2016 年初旬には、同プロジェクトはフィンランドの全長 65m の両頭型フェリーにセンサーを設置し、1 年間の実験を開始した。この実験では実際の運航条件下で自律航行船技術の評価を行う。

同フェリーには高画質赤外線カメラと LIDAR (Light Detection and Ranging : 光検知測距) 技術が搭載され、様々な条件下で目的物を探知する技術に重点が置かれた。同船はフィンランド西岸の氷海を航行するため、温度や環境条件の幅が大きい。プロジェクトでは、遠隔操作・自律航行船技術を、欧州の沿岸航行船に適用する計画である。

Rolls-Royce Marine が主導する AAWA プロジェクトは 2015~2017 年に実施され、フィンランド技術イノベーション基金 TEKES が 660 万ユーロ (700 万ドル) を拠出している。

### 2-2-b. BalticSO2lution プロジェクト

2016 年 8 月、デンマーク船社 Terntank 所有のデュアル・フュエル (DF) 2 ストローク主機で駆動される 15,000DWT 型オイル/ケミカルタンカー4 隻の第 1 船が就航した。同船は LNG を主要燃料として使用することが可能である。

このタンカー船隊プログラムは、「BalticSO2lution」パイロット・プロジェクトとして実施され、環境性の高いプロジェクトとして、EU の汎欧州輸送プログラム (TEN-T) からの支援を受けている。

BalticSO2lution プロジェクトは、EU の「Zero Vision Tool (ZVT)」という共同研究開発プログラムのひとつである。ZVT は、従来の船用燃料を排ガスの少ない LNG に置き換えることを促進する欧州イニシアティブである。ZVT は、バルト海における環境的に持続性のあるエネルギー効率の高い海運の促進と LNG 燃料供給インフラの構築を支援している。

BalticSO2lution パイロット・プロジェクトの主目的は、バルト海における燃料製品のサプライ・チェーンを環境面で最適化することである。焦点のひとつは、新造船、レトロフィット両方に利用可能な低排出 DF エンジン技術の評価と導入促進である。

Terntank 所有タンカーの第一船「Ternsund」は、プロジェクトの実証実験に使用される。同タンカーは主にスウェーデンとフィンランド間の沿岸を運航し、21 の港湾及びターミナルに寄港する。

プロジェクトでは、バルト海沿岸における LNG の需要増加を見込み、LNG 燃料供給インフラの構築を促進する。また、海運業が 2015 年 1 月に発効した硫黄分排出規制海域 (SECA) の要求を満たすことと、EU が提唱する「海的高速道路」に向けたモーダル・シフトを支援する。

BalticSO2lution プロジェクトには、EU が 360 万ユーロ (380 万ドル) の補助金を拠出している。プロジェクト参加企業・組織は、船社 Terntank、エンジンメーカー Winterthur Gas & Diesel (WinGD)、エネルギー環境コンサルタント Wega Enviro、エネルギー供給企業 NEOT である。タンカー「Ternsund」は、NEOT がチャーターし、ヨーテボリ (スウェーデン) のフィンランド企業 St1 の製油所からバルト

海の港湾、ターミナルに液体貨物を輸送する。

BalticSO2lution プロジェクトは、ZVT 共同研究開発プログラムの主要プロジェクトのひとつである。その他、ZVT プログラムでは、スカンジナビア南部海域を航行する LNG 供給船の開発も行っている。オランダ造船所 Royal Bodewes で建造中の 5,800 m<sup>3</sup>型 LNG 供給船は Skangass が長期用船し、沿岸タンカーに LNG 燃料を供給する予定である。

#### 2-2-c. ゼロ排出電気推進フェリー

デンマークとスウェーデンを結ぶエーレスンド海峡で定期フェリーを運航する HH Ferries 社の最大の投資プロジェクトには、EU のイノベーションとネットワークの執行局 INEA が支援を行っている。同プロジェクトでは、同社のディーゼル電気推進フェリー2隻を完全バッテリー駆動船に改造する。

INEA は、同プロジェクトの総予算 3 億スウェーデン・クローナ (3,250 万ドル) のうち約 1 億 2,000 万クローナ (1,300 万ドル) を拠出する。

ABB Marine 社は、フェリー2隻の動力及び推進システム一式、すなわちバッテリー・パック、エネルギー貯蔵制御システム、特許技術 Onboard DC Grid 技術を提供する。フェリーは 4,160 kWh のバッテリー動力を持ち、ヘルシンゲル（デンマーク）とヘルシンボリ（スウェーデン）間の 4km をバッテリー動力のみで運航する。この新型バッテリーの利用により、同フェリーのガス排出量は現行のディーゼル主機使用時に比べて 50%以上低下すると予測されている。

ABB は、航行ルート of 両港に陸上自動バッテリー・チャージ・ステーションを設置する。ステーションでは ABB の産業用ロボットを利用して接続所要時間を短縮し、チャージ時間を最大化する。

プロジェクトの準備作業は 2018 年末にかけて行われ、バッテリー搭載は 2017 年 5 月と 10 月に予定されている。

#### 2-2-d. FUEL CELLS and HYDROGEN 2 (燃料電池と水素エネルギーに関するパートナーシップ)

フィンランド、フランス、イタリア、スウェーデン、スイスの企業・組織で構成される欧州コンソーシアム「MARANDA」は、船用燃料電池システムの試験に対する EU 助成金を申請中である。

同コンソーシアムは、PowerCell Sweden 社が開発した出力 100kW の PowerCell S3 燃料電池をベースに競争力のある船用燃料電池システムを開発する。燃料電池システムは、フィンランドの海洋調査センター SYKE が運航する北極調査船に搭載され、18 か月間にわたる試験を行う計画である。

PowerCell S3 燃料電池は出力範囲 20kW~100kW に対応可能な試作機で、水素のみを燃料とする設計となっており、タグボートなどの港湾作業船の排ガス削減のための利用を想定している。MARANDA コンソーシアムには、PowerCell Sweden の他、ABB Group など 6 企業・組織が参加している。

プロジェクトの焦点のひとつは、水素燃料電池の船用利用に関する規制や標準を含めたビジネス分析である。PowerCell によると、2016 年 11 月時点でプロジェクトの助成金申請は順調に審査が進んでおり、2017 年 1 月には認可される予定である。

助成金は、「Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (FCH JU)」パートナーシップを通じて申請されている。FCH JU は、欧州における燃料電池と水素エネルギー技術の研究開発と試験に関する官民パートナーシップである。

FCH JU パートナシップは、EU 欧州委員会、燃料電池と水素エネルギー産業を代表する機関である Hydrogen Europe、リサーチ・グループ N.ERGHY の 3 組織が支援と管理を行っている。

## 2-2-e. GAINN LNG プログラム

GAINN プログラムは、欧州南部の海事産業への LNG 燃料の普及促進を目指したプログラムで、EU が「Connecting Europe Facility (CEF)」プログラム (旧 Trans-Europe Network TNE) を通じて助成を行っている。

GAINN プログラムは、「GAINN4MOS」と「GAINN4SHIP INNOVATION」の 2 つのプロジェクトから構成される。GAINN4MOS プロジェクトは、EU 南部 6 か国 (クロアチア、フランス、イタリア、ポルトガル、スロベニア、スペイン) における「海の高速度道路」ネットワークの改善を目指している。その手段は、LNG 燃料を使用する新造船及びレトロフィットのエンジニアリング研究、及び港湾における LNG 供給インフラと供給ステーションの構築である。一方、GAINN4SHIP INNOVATION プロジェクトは、大型高速 RORO 旅客フェリー (ROPAX 船) への LNG を主燃料とするエンジンのレトロフィットに関するプロジェクトである。

スペイン Fundacion Valenciaport がコーディネーターを務める GAINN4SHIP INNOVATION プロジェクトは、2018 年に、速力 38 ノットの既存カタマラン型 ROPAX フェリー「Bencomo Express」への LNG 焚きエンジンのレトロフィットを実施する予定である。Fred Olsen 社がカナリア諸島 (スペイン) で運航している 1999 年建造の同フェリーは、Caterpillar 3618 型中速ディーゼルエンジン 4 基を搭載している。

実施期間 3 年間の GAINN4SHIP INNOVATION プロジェクトは、基礎工学研究、改造エンジンの試験を含む詳細研究、実船実験の 3 段階から構成される。LNG 燃料の利用により、CO<sub>2</sub> 排出量の 20% 削減、硫黄分 (SO<sub>x</sub>) 排出量の 80% 削減を目標としている。

Caterpillar 3618 型中古エンジンがカタルヘナ (スペイン) の Navantia 造船所で LNG デュアル・フュエル (DF) エンジンに改造され、船級協会 DNV GL が実証実験を行った。技術者とカタルヘナ工科大学のチームが測定した結果、天然ガス 90%、ディーゼル油 10% の DF モードで運転した場合、SO<sub>x</sub> 排出量は 90% 削減され、CO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> 排出量も減少した。

Caterpillar 3618 型試験エンジンのために開発された技術は、Bencomo Express の同型エンジン 4 基の改造に利用される。これにより、新 DF エンジン 4 基の設置に関する機器の変更が不要となる。

GAINN4SHIP INNOVATION プロジェクトは、世界各地で運航されている高速船 (HSC) 国際船級を持つ大型船への LNG 燃料採用の有効性を証明することを目的としている。

## 2-2-f. PERFECt II (Piston Engine Room-Free Efficient Containership : ピストン機関室のない高効率コンテナ船)

2016 年末、参加企業・組織を増員し、「PERFECt」プロジェクトの第二段階が開始された。同プロジェクトは、LNG 焚きのガスと蒸気タービンを組み合わせた (COGAS) 電気推進機関に関する研究開発を行っている。

PERFECt プロジェクトの第一段階では、従来の推進システムと LNG 焚きエンジンを持つ船舶設計の商業的競争力を調査し、有望な結果が得られた。第二段階では、技術概念の詳細研究と商業的なフィジビリティの研究を行う。参照する船型は、全長 400m、全幅 59m、総出力 80MW の 20,000TEU 型コ

ンテナ船である。

プロジェクト第一段階の参加企業・組織は、船級協会 DNV GL、フランスの LNG 輸送企業 GTT (Gaz Transport & Technigaz)、フランスのコンテナ船社 CMA CGM であった。第二段階には、電気エンジニアリング・グループ ABB、Caterpillar の子会社 Solar Turbines、A.P.Moller Maersk の子会社 Odense Maritime Technology (OMT) も参加している。

COGAS システムと電気推進の組合せにより、船舶設計と機器設置の自由度と柔軟性が大幅に高まり、実際の運航条件により見合った出力を持つ動力機関を搭載することが可能となる。

#### 2-2-g. PILOT LNG プログラム

EU は、欧州運輸政策 TEN-T の一環として、LNG 燃料供給機能を持つ沿岸フィーダー LNG タンカーの設計と建造に関するプロジェクトを支援している。5,800 m<sup>3</sup>型タンカー「Coralus」の建造プロジェクトは、効率的で環境にやさしい輸送インフラの構築という TEN-T 政策の目標を満たしている。

オランダとスウェーデンの企業連合は、スカンジナビアにおける LNG の船用燃料としての利用の急増に対応し、LNG 供給フィーダー・タンカーの開発と関連する LNG 燃料供給インフラの構築への投資を決定した。オランダ造船所で建造中のタンカー「Coralus」は 2017 年 2 月に竣工し、スカゲラク海峡、カテガット海峡、スカンジナビアのバルト海海域のターミナルへのサービスを行う予定である。同船は、スカンジナビアとフィンランドの LNG 市場リーダーである Skangas 社が長期用船し、運航する。

EU は、「FLEXI」共同産業プロジェクト (Joint Industry Project : JIP) を通じて、新造 LNG 供給タンカーの開発と建造への支援を行っている。「FLEXI」共同産業プロジェクトの主目的は、港湾と洋上における迅速、効率的で安全な LNG 燃料供給を行う専用船の開発と建造、及び LNG 燃料供給の方法と標準の開発である。

「FLEXI」共同産業プロジェクトは、EU の LNG 燃料供給インフラ構築に関する「Pilot LNG」プログラムを構成する 8 項目のひとつである。「Pilot LNG」プログラムの他の研究開発プロジェクトは、スカンバンク・ターミナル・プロジェクト、ショートシー・ディストリビューション&バンカリング (SSD & B) LNG 供給船 JIP、「EVolution」LNG 焚きタンカー JIP、LNG 海洋・河川 (LSR) ショートシー乾貨物船 JIP である。

EU の「Zero Vision Tool」プラットフォームの一部である Pilot LNG プロジェクトは、TEN-T インフラ・プログラムの一環として、EU の財政的支援を受けている。

#### 2-2-h. S@IL プロジェクト

2015 年末、EU 助成プロジェクトである「S@IL」が完了した。「S@IL」プロジェクトは、エンジンと帆を組み合わせた貨物船向けハイブリッド推進システムに関するオランダの研究開発プロジェクトである。

オランダ船主 Switjnk は、フレットナー・ローターの現代版である「Norsepower Rotor Sail」4 基と出力 4,000kW の主機を組み合わせた風力支援推進システムを搭載した 5,000DWT 型一般貨物船を新造発注する予定である。

Switjnk は、貨物と運航プロファイルに対応する船舶設計をオランダの設計コンサルタント C-Job に発注した。同船は欧州内の沿岸航海に用いられる予定である。同船は、Switjnk も参加した S@IL プ

プロジェクトで C-Job が開発した 4,500DWT 型フレットナー貨物船 FF4500 船型を基礎として設計される。FF4500 船型と異なり、新船型の推進機関には代替燃料の利用も検討されている。

S@IL プロジェクトには北海沿岸の EU 加盟国 7 か国から 19 企業・組織が参加し、2012～2015 年に実施された。プロジェクト予算の 50% は、EU の Interreg プログラムが拠出している。プロジェクトの目標は、化石燃料の使用を削減又はほとんど使用しない効果的、効率的な沿岸航海の実現である。

「Norsepower Rotor Sail」ソリューションは、風力を推力に変換するマグナス効果を利用した垂直型回転シリンダーであるフレットナー・ローターを改良したものである。Norsepower のソリューションでは、風力の強さが燃料削減に利用可能になった時点で自動的にローターが始動するセンサーを搭載している。

Norsepower 社は、フィンランドの RORO 船「Estraden」への「Norsepower Rotor Sail」の搭載により、燃料消費量が 6.1%削減されたと述べている。

同社は、国際航海に従事する大型船舶向けの Rotor Sail 技術の開発に関する研究活動を継続するために、EU 欧州委員会とフィンランド政府から 260 万ユーロ（290 万ドル）の助成金を給付されている。助成金は、同社の中型 24m Rotor Sail の製造と試験にも利用される予定である。

#### 2-2-i. SEA/LNG プロジェクト

2016 年 7 月に開始された SEA/LNG プロジェクトは、世界の海事産業及び LNG 産業からの参加を引き続き募集している。このセクターを超えたプロジェクトの目的は、LNG 燃料の船用利用の妨げとなっている障害を取り除き、利用を促進することである。

プロジェクトのオリジナルメンバーは、Carnival Corporation、DNV GL、フランス Engie、香港 ENN Energy、General Electric (GE)、Gaz Transport & Technigaz (GTT)、Lloyd's Register、三菱商事、日本郵船、ロッテルダム港湾局、Qatargas、Shell、TOTE、Wärtsilä である。その後、American Bureau of Shipping (ABS)、Keppel Marine & Offshore もプロジェクト参加を決定した。2020 年に全世界の船用燃料の硫黄含有量を 0.5%以下に制限するという IMO の決定が、SEA/LNG プロジェクトへの関心を高めている。

#### 2-2-j. 「シンギング」プロペラ

フィンランドのエンジニアリング、推進、船用機器グループである Wärtsilä とロンドンのシティ大学の船用工学研究者は、プロペラの「シンギング」(singing) を引き起こす原因となる設計パラメーターの特定に関する 4 年間プロジェクトで協力している。

プロペラ「シンギング」は音の高低のある大きなノイズを発生させ、船内の快適さと居住性に悪影響を及ぼす。この問題に関するプロジェクトは、2015 年 12 月に研究結果を発表した。

プロペラ・シンギングの問題は、海事産業ではかなり以前から指摘されていた。この問題はプロペラ翼の振動の周波数とプロペラ翼後方の流体力学的振動の周波数が一致したときに発生すると考えられていたが、新プロジェクトではノイズ発生の原因はさらに複雑であることがわかった。

プロジェクトの結果として、Wärtsilä は「シンギング」現象の制御は複数の要素の組合せにより可能であると発表した。その要素とは、プロペラ翼の主要パラメーターの適切な選択、プロペラ翼の屈曲モード (flexural modes) の考慮、プロペラ翼後方のジオメトリーの考慮などである。相互関連するこれ

らの要素の組合せにより、プロペラ「シンギング」を防止が可能となる。

プロジェクトでは、プロペラ「シンギング」発生の可能性を、プロペラの設計段階で評価する手法を開発した。

## 2-2-k. TWIN-PORT 2

EU は、フィンランドーエストニア間の海上輸送網と港湾施設の改善を目指した大規模な国際共同プロジェクト「Twin-Port 2」への支援を行っている。

プロジェクト総予算 9,760 万ユーロ (1 億 180 万ドル) のうち、EU が拠出した 2,930 万ユーロ (3,060 万ドル) の大部分は、ヘルシンキ港 (フィンランド) とタリン港 (エストニア) の新ターミナル建設とインフラ整備に使用される。また、助成金の一部は、2017 年 1 月 29 日にタリンーヘルシンキ間に就航する新造 ROPAX フェリーに搭載された環境技術にも利用された。

EU 助成金は、貨物の道路輸送の負担を軽減し、効率的な沿岸輸送へのシフトを目指す EU の「海の高速度道路」プログラムから拠出された。

エストニアのフェリー運航船社 Tallink は、EU からの助成金 480 万ユーロ (500 万ドル) を、新造 49,000GT 型 ROPAX フェリー「Megastar」のエネルギー効率と環境性の高いソリューション搭載のために利用した。

ドイツ Meyer が所有するフィンランド最大の造船所 Meyer Turku に発注された全長 212m の「Megastar」の船価は、2 億 3,000 万ユーロ (2 億 4,000 万ドル) である。同フェリーには、Wärtsilä のデュアル・フュエル (DF) エンジン 5 基で構成されるパワフルな DF 発電推進システムが搭載され、速力は 27 ノットである。主に LNG 燃料が利用される予定で、エンジンがガス・モードで運転中は、追加的な SOx 削減装置を使わずにバルト海硫黄分排出規制海域 (SECA) の排出基準を満たすことが可能である。

## 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. 海上輸送の自律化

バルト海における世界初の自動輸送システムの開発を目指す共同プロジェクトには、フィンランド海事産業を代表する企業が集結している。プロジェクトの第一段階では、2025年までに完全自律航行エコシステムを開発し、貨物船で実証実験を行う計画である。

プロジェクトには、フィンランド海事産業会に加盟する約80社が参加する。最大規模の投資を行っている企業は、Wärtsilä、Cargotec、Ericsson、Meyer Turku、Rolls-Royce Marine、Tietoである。

プロジェクト費用の約50%は、フィンランドのイノベーション基金であるTEKESが負担する。開発されるエコシステムは、イノベーションの開発と市場化の促進を目指す企業・組織団体であるDIMECC (Digital, Internet, Materials, and Engineering Co-Creation)が開発し、運航する。

Juha Heikinheimo フィンランド海事産業会会長は、「フィンランドはアイデアに満ちており、ワールドクラスのデジタル技術と船用技術を持っている。今後ビッグデータを活用し、モノのインターネット (Internet of Things : IoT) の実現を促進する。また、フィンランド製品のさらなる品質向上を目指したフィンランド海事産業への大々的な投資を行い、新たな雇用を創出する。これには勇気のある迅速なアクションが求められる」と述べている。

Wärtsiläは、将来的に人工知能 (AI)、ロボット技術、遠隔接続が海運産業の高効率化と運航コスト削減に重要な役割を果たすとし、デジタル化された製品の開発をビジネス戦略と技術戦略の焦点のひとつとしている。

### 2-3-b. AUTONOMOUS OPERATIONS at SEA (海上自律航行)

2016年、英国では船舶の自律航行に関するソリューションの実証に関する共同プロジェクトが実施された。プロジェクトに参加した企業・組織は、BAE Systems、ASV Global、H-Scientific、サウサンプトン大学、Warsash Maritime Academyなどである。

小型の自律航行船は20年ほど前から運航しているが、海事産業界は大型船の自律化の可能性に関する研究に本格的な投資を開始している。この英国のプロジェクトの目的は、航行自律化への有望なソリューションの実証である。

第一段階では、自律航行コンテナ船「ACCV Independence」を設計、有人船と無人船の類似点と相違点を特定し、自律航行への障害に関する理解を深める。また、前回のプロジェクトで2015年に建造された自律航行実験船「ASV Fortitude」を、航行、システム管理、通信の実験台として活用する。

最新の研究結果では、将来的には船舶の自律航行は可能であるが、それまでに解決すべき技術的課題も多いとしている。海事産業が船舶無人化への移行を積極的に進めてゆけば、近い将来に解決可能な課題も多い。この移行は、無人船の経済的、社会的、環境的な利点により促進することが可能で、無人船実現に向けたさらなる技術開発と試験が必要である。

### 2-3-c. 自律航行船 (デンマーク)

2016年10月、デンマーク海事局 (DMA) は、デンマーク工科大学 (DTU) と共同で自律航行船の



事前研究を開始したと発表した。

この共同研究の主目的は、無人船に関する共有知識ベースを拡大し、無人船の開発と利用に向けた枠組みを開発することである。また、デンマークにおける「自律航行」の定義を確立する。これにより、海事局が技術的、経済的にデンマーク海事産業にとって有益なプロジェクトを選定し、実施することが可能となる。DMA と DTU の共同事前研究には、デンマーク海事基金が支援を行っている。

自律航行船、半自律航行船のビジョンは新しいものではないが、ソフトウェア・システム、ビッグデータ、ロボット工学の開発と進化により、特にデンマークをはじめとする高い技術力を持つ国々では、自律航行船の実用化への関心が高まっている。

#### 2-3-d. 自律航行船（フィンランド）

2016年11月、Rolls-Royce Marine とフィンランド技術研究センター（VTT）は、第一世代の遠隔操作自律航行船の設計、試験、評価に関する戦略的パートナーシップを開始した。VTT との協働により、Rolls-Royce Marine は VTT の試験水槽とデジタル・シミュレーション設備を用いて遠隔操作自律航行船の船舶設計の評価を行うことができる。これにより、Rolls-Royce Marine は機能的で安全性と信頼性の高い自律航行船のプロトタイプを開発することが容易になる。

VTT は、物理的実験とデータ分析やコンピューター視覚化などのデジタル技術を用いたモデル実験の組合せのスペシャリストである。新プロジェクトでは、船舶設計の安全性向上のためにヒューマン・ファクターを考慮するための調査も行う計画である。

今回の VTT と Rolls-Royce Marine の共同プロジェクトは、両社が以前に実施した「User Experience for Complex Systems (UXUS)」プロジェクトを引き継ぐものである。UXUS プロジェクトでは、新たなブリッジと遠隔操作システムが開発された。

英国系企業である Rolls-Royce Marine は、フィンランド技術イノベーション基金 TEKES が支援する高度自律水上アプリケーション（Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA)）プロジェクトも主導している。Rolls-Royce Marine は、ノルウェー海事局、ノルウェー沿岸管理局、ノルウェー工業会、ノルウェー海事技術研究所 MARINTEK が支援するノルウェー自律航行船フォーラム（Norwegian Forum for Autonomous Ships : NFAS）のメンバーでもある。さらに、TEKES、フィンランド海事産業会、フィンランド運輸通信省が支援するフィンランドの「自動海上輸送のエコシステム」プロジェクトにも創設メンバーとして参加している。

#### 2-3-e. 自律航行船（ノルウェー）

2016年10月、ノルウェー海事局とノルウェー沿岸管理局が協力に合意し、ノルウェー海事産業の自律航行船技術の開発は加速された。今回の合意により、ノルウェー西岸のトロンハイム・フィヨルドにおける自律航行船（無人船）の試験が可能となった。トロンハイム・フィヨルドは、世界初の自律航行船の特別試験海域となる。

この共同プロジェクトは、ノルウェー科学工科大学（NTNU）、Kongsberg Maritime、Kongsberg Seatex、MARINTEK、Maritime Robotics が主導し、トロンハイム港とノルウェー海事局が協力を行っている。Rolls-Royce Marine を含む他の企業も参加している。

NTNU は、専門の自律航行システム研究所（NTNU-AMOS）を持つ。

トロントハイム・フィヨルドの無人船実験への利用の合意に続いてノルウェー自律航行船フォーラム (Norwegian Forum for Autonomous Ships : NFAS) が設立され、ノルウェーは自律航行船分野におけるリーダー的地位の早期確立を目指している。

### 2-3-f. コンテナ船の LNG 燃料利用

2016年10月、ドイツ連邦運輸デジタルインフラ省は、1,000TEU型コンテナ船「Wes Amalie」へのLNG駆動推進システムのレトロフィットに関する補助金を承認した。このプロジェクトは、コンテナ船の主機燃料を重油(HFO)からLNGに変更する世界初のプロジェクトであるとされている。同プロジェクトへの政府補助金は100万ユーロ(100万ドル)以上の規模であると報道されている。

今回のプロジェクトは、コンテナ船「Wes Amalie」を所有するドイツ船社Wessels ReedereiとエンジンメーカーMAN Diesel & Turbo、ガス企業TGE Marine Gas Engineeringによる2年間の共同技術研究プロジェクトの成果として実施される。同プロジェクトでは、推進システムの燃料をHFOからLNGに変更するための数々の方法を検証した。LNG燃料の採用により、SOx排出量はほぼ100%、NOx排出量は約90%、CO<sub>2</sub>排出量は最大20%削減されると予想されている。よって同船はIMO第3次排出規制を満たすこととなる。

プロジェクトへの公的補助金は、ドイツ連邦の「モビリティと燃料戦略」プログラムを通じて拠出される。これには環境にやさしい燃料としてのLNGの船用利用を促す狙いがある。「Wes Amalie」改造プロジェクトの重要な目的は、海運産業に対し、主燃料としてのLNG利用の技術的可能性を示すことである。同時に、プロジェクトの成功によりLNGへの需要が高まり、LNG燃料供給インフラの構築も加速されることが期待されている。

「Wes Amalie」には23隻の姉妹船があり、うち16隻は完全に同じ構造を持っているため、同船に続く改造プロジェクトの実施は比較的容易である。そのため「Wes Amalie」の改造には大きな相乗効果があるといえる。

「Wes Amalie」の中速主機MAN 8L48/60Bは、2017年中にデュアル・フュエル型主機MAN 8L51/60DFに改造される。貨物スペースの減少を抑えるため、容量500m<sup>3</sup>のLNG燃料タンクは船体前方に配置される。

### 2-3-g. e4ships : 船用燃料電池

2016年9月、ドイツの造船所Meyer WerftとThyssenKrupp Marine Systemsは、船用燃料電池の開発と実証に関する共同プロジェクトの第一段階の成果を発表した。燃料電池の船用利用の主な目的は、有害物質の排出量の削減である。その他の利点としては、ランニング・コストの削減、騒音と振動の軽減などが挙げられる。

この「e4ships」プロジェクトは、最も先進的な技術を用いた世界最大の船用燃料電池開発プロジェクトであるとされている。プロジェクト費用は、ドイツ連邦政府の「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)」から拠出される。

プロジェクトでは、海洋船向けの燃料電池システムを開発し、試作システムを実験のためにフィンランドのRORO旅客フェリーとドイツの貨物船に設置した。

「e4ships」のサブプロジェクトである「Pa-X-ell」プロジェクトでは、Meyer Werftはパーペンブルクの自社造船所でシステム試験を行った後、90kWの船用実験システムをフィンランドのフェリー

「Mariella」(37,800GT)に搭載した。同システムは、メタノールを燃料とする高温 PEM (固体高分子形) 燃料電池モジュールから構成される。複数の 5kW モジュールがラックに配置され、内部メタノール・リフォーマーを用いて水素を発生させる。

第二のサブプロジェクト「SchIBZ」では、ディーゼル駆動の出力 50kW のハイブリッド燃料電池システムが、ドイツの 4,000GT 型貨物船「Forester」に試験搭載された。システムの電気エネルギー効率は 50%とされている。同システムは低硫黄分ディーゼル油を燃料としているが、中期的には燃料源を天然ガスに変更する計画である。同燃料電子システムは海洋船向けに出力 100~500kW に変更することが可能である。

2017 年、ドイツの国家イノベーション・プログラムは、「e4ships」プロジェクトの新フェーズを開始し、燃料電池技術の市場化へのフレームワークを開発する計画である。

### 2-3-h. GREEN COASTAL SHIPPING (グリーンな沿岸海運) プログラムの第二フェーズ

2016 年、ノルウェーのグリーンな沿岸海運プログラムの第二フェーズが開始された。プログラムには多数のノルウェーの船用企業、組織が参加し、船級協会 DNV GL がコーディネーターを務めている。究極的な目標は、世界で最も環境にやさしい沿岸航行船の船隊を開発し、ノルウェー技術を国際的に促進することである。

2015 年 9 月に開始した第一フェーズには 30 以上の企業・組織が参加し、ハイブリッド LNG/電池推進システムを中心に、様々な船型とインフラをカバーする 5 つのパイロット・プロジェクトを実施した。

第二フェーズでは、5 パイロット・プロジェクトのうち 3 プロジェクトを継続し、新たなパイロット・プロジェクトも開始する。新プロジェクトのひとつは、開発された ReVolt 電池駆動の沿岸フィーダーコンテナ船型の自律航行無人船を開発する。また、第二フェーズでは、バイオ燃料や水素燃料などの代替燃料の研究も行う。

### 2-3-i. 磁石伝動モーター

Rolls-Royce Marine は、英国 Magnomatics 社が開発した磁石伝動電気モーターに関する実施期間 3 年、予算 170 万ポンド (210 万ドル) の研究開発プロジェクトを主導している。この 2 社に加え、高圧誘導モーターのスペシャリストである ATB Laurence Scott 社がプロジェクトに参加している。

プロジェクトでは、Magnomatics の磁石伝動モーターを基礎とした出力 2.5MW の船用推進モーターを開発、製造し、試験を行う。開発されるモーターは、現行の最新型電動モーターと比較して電気エネルギー効率が最大 7%向上するという利点が考えられる。

同プロジェクトは 2016 年 1 月から 2018 年 3 月にかけて実施され、英国のイノベーション基金 Innovate UK が 926,000 ポンド (113 万ドル) の補助金を支給する予定である。

Magnomatics の特許技術である Psuedo Direct Drive (PDD) 技術は、ギアボックスの必要性を排除し、持続的な高トルク密度と 97%以上のエネルギー効率が特長である。

## 2-3-j. MAXCMAS (Machine-executable collision regulations for Marine Autonomous systems : 船用自律航行システムの衝突規制)

英国イノベーション基金 Innovate UK は、自律航行船のリアルタイム衝突防止アルゴリズムの研究開発と製品化に関する共同プロジェクト「MAXCMAS」を支援している。2016年に開始された同プロジェクトの実施期間は26か月、予算は127万ポンド（155万ドル）である。

この官学共同プロジェクトには、Lloyd's Register、Rolls-Royce Marine、Atlas Elektronik UK、サウサンプトン・ソレント大学の Warsash 海事研究所、ベルファストのクイーンズ大学が参加している。艦艇向けと商船向けの自律航行システムを開発し、試験を行う。ネットワーク化されたブリッジ・シミュレーターの利用方法がイノベーションの焦点となる。

## 2-3-k. MAYFLOWER Autonomous Research Ship (MARS) (自律航行調査船「メイフラワー」)

2016年、大西洋航海を行う世界初のフルサイズの完全自律航行無人船の設計、建造、航海を目指したプロジェクトが、英国で開始された。

開発される全長32.5mの自律航行船「MAYFLOWER Autonomous Research Ship」(MARS)は、1年間の試験を行った後、2020年には大西洋航海を行う予定である。風力と太陽光を利用した最新の推進システムを持つ同船は、航続距離に制限がない。船体は三胴船型（トライマラン）で、航海中に行われる実験に使用される様々なドローンを搭載する。

同プロジェクトの開発は、英国プリマス大学、半潜水型船舶スペシャリスト MSubs、Shuttleworth Design が共同で行っている。当面のプロジェクト費用は、プリマス大学、MSubs、海事研究機関 ProMare Foundation が負担しているが、プロジェクトでは法人及び民間のスポンサーを募集している。

### 2-3-1. 次世代海事技術

ドイツ連邦政府による船用機器セクターの研究開発活動への支援の大部分は、次世代海事技術プログラムを通じて行われている。プログラムは当初2011～2015年を対象としていたが、その後2017年まで延長された。同プログラムはドイツ連邦経済エネルギー省（BMWi）の管轄で、Project Management Juelich 社が運営している。同プログラムはドイツの前のプログラム「21世紀の海運と海事技術」と同様の優先分野を持っている。

次世代海事技術プログラムは、ドイツ企業が高度技術を開発し、利用することにより、ドイツ産業の国際競争力を高め、雇用を維持することを目的としている。プログラムは、4つの主要研究分野、すなわち造船技術、船用システムの製造、船舶の運航、船用工学に分かれている。

プログラムには、造船所、船用機器メーカー、技術コンサルタント、技術企業などの民間企業の他、大学、専門学校、研究機関が参加できる。プロジェクト費用は、返済不要の補助金として支給される。プロジェクト費用に対する補助金の比率に関しては、中小企業によるプロジェクト、及び他の企業・組織との共同プロジェクトに対して高い比率で支給される。

2011～2015年期の総予算は、1億5,000万ユーロ（1億5,700万ドル）であった。

次世代海事技術プログラム補助金のプロジェクト費用に対する最大比率は以下のとおりである。（プロジェクト総費用の%）

プロジェクトの種類	小企業	中企業	大企業
基礎研究	100%	100%	100%
産業研究	70%	60%	50%
共同産業研究	80%	75%	65%
試験的開発	45%	35%	25%
試験的共同開発	60%	50%	40%

出所：OECD Working Party on Shipbuilding, January 2016

### 2-3-m. PropuCFD プロジェクト

フィンランドの計算流体力学 (CFD)、構造解析 (FEM: 有限要素法)、数理モデルの専門企業 Process Flow 社は、「PropuCFD」と題された3年間の研究開発プロジェクトを実施している。同社は、フィンランドのイノベーション基金 TEKES の北極海域プログラムからの補助金を獲得した。

PropuCFD プロジェクトの主な目標のひとつは、船体とプロペラの相互効果のフルスケール分析を行うための統合 CFD シミュレーション・プラットフォームの開発である。試験水槽におけるモデル実験からのデータとともに用いることにより、船体とプロペラの相互関係の最適化を行いプロペラ効率の向上を実現する。長期的には、PropuCFD は CFD のみのモデル実験のコスト効果の高い代替方法となり得る。

### 2-3-n. RAMLAB 積層造形法研究所

2016年11月30日にロッテルダム港に開設されたロッテルダム積層造形法研究所 (Rotterdam Additive Manufacturing Laboratory: RAMLAB) は、3D プリントと呼ばれる積層造形法を用いた船用部品の開発と製造に大きく貢献することが期待されている。

RAMLAB の設立は、2015年に実施されたオランダの研究開発プロジェクト「船用及び航空用部品の3D プリント」の成果である。このパイロット・プロジェクトは、ロッテルダム港湾局、InnovationQuarter、RDM Makerspace が主導し、ロッテルダム港エリアの船用企業、製造企業が参加して行われた。

3D プリントの有効性とアプリケーションを検討した同パイロット・プロジェクト終了後、ロッテルダム港湾局、InnovationQuarter、RDM Makerspace は、3D プリントの研究を専門に行う施設の設定プロジェクトを進めた。同時にこの「RAMLAB」プロジェクトは、金属印刷、3D デザイン、プリント製品の認証などの知識の構築を目指した産業共同プロジェクトでもある。RAMLAB プロジェクトの主要分野は船用部品であるが、さらに幅広い港湾産業の製品開発と製造にも利用される予定である。

RAMLAB プロジェクトは、ワイヤー・アーク積層造形法 (Wire Arc Additive Manufacturing: WAAM) と呼ばれる技術の市場化を目指している。最終目標は、WAAM 技術を用いて認証された金属部品をオンデマンドでプリントすることである。

RAMLAB プロジェクトによると、WAAM 技術は、他の同等の3D プリント技術と比較して、安全性、運用性が高いなどの利点が多い。同技術を用いて製造された金属部品は、船用、工業用、航空機用、その他の分野で使用可能である。2016年末時点において、同プロジェクトには16企業・組織が参加している。

RAMLAB 研究所には、2 基の WAAM ロボットシステムが設置された。そのうち 1 基の大きさは 4 × 3m で、船舶のプロペラなどのプリントが可能である。もう 1 基は 6m のレール上を移動し、クレーン・フックなど 1 m<sup>3</sup>よりも大きい部品のプリントが可能である。

### 2-3-o. SEA-CORES 船舶エネルギー最適化

2016 年 2 月、英国企業は、航行中の船舶の機器のパフォーマンスを監視し、燃料とエネルギー消費量を最適化するためのシステム開発に向けた 12 か月間のプロジェクトを開始した。開発されるソフトウェアは、国際航行中の船舶のパフォーマンスのライブ・モデルを提供し、複雑なデータ解析を行う。プロジェクト名は「SEA-CORES (Ship Energy and Condition Optimisation and Routing Enhancement System : 船舶エネルギーと状態の最適化と航路改良システム)」で、英国イノベーション基金 Innovate UK がプロジェクト総費用 700,000 ポンド (880,000 ドル) のうち 300,000 ポンド (377,000 ドル) を拠出している。

SEA-CORES プロジェクトは、最新の船舶のさらなる複雑化と船舶の全システムからアプトブットされるデータ量増加の問題に対応している。プロジェクトで開発される技術は民間の国際船社を対象としたものであるが、英国海軍も興味を示している。現在、民間の沿岸タンカー1 隻と英国海軍の最新鋭デストロイヤー (駆逐艦) 1 隻が SEA-CORES システムの海上実験を行っている。

SEA-CORES のプロジェクト管理は BAE Systems が担当し、James Fisher Marine Services、Fugro Geos UK、サウサンプトン大学、Osisoft (UK) が参加している。主要研究分野は、運航効率の解明のための複雑なデータ解析、異なるデータ源からのデータの統合、発電装置のエネルギー管理、船舶の動的エネルギーパフォーマンスのプロファイリング、予知的なコンディション・モニタリングなどである。SEA-CORES は、遺伝的アルゴリズムを用いてライブデータのトラッキングと収集を行う。

データのライブ分析は、船舶の乗員によるエネルギー、ストレス、振動、トリム、船体とプロペラの状態などパフォーマンスに影響する要素のモニタリングを支援し、長期的な状態予想と保守計画に役立つ。

プロジェクトは、最適化技術のグローバル・スタンダード構築の方法に関する研究も行う。その目的は、船舶の最適化手法への需要増加に対応する相互運用性の高い最新のソリューションを提供することである

### 2-3-p. 船用 IoT

2017 年、デンマークの海事産業は、船内の様々な機器からリアルタイム・データを収集する総合システムの開発と試験に関するパイロット・プロジェクトを開始する。船舶から陸上施設に向けて連続的にデータを送信し、管理当局、船主、船用企業がリアルタイムで情報を入手できるようにする。

このパイロット・プロジェクトは、オールボー (デンマーク) のソフトウェア企業 GateHouse が管理する。同社のトラッキング・システムは、船舶、トラック、鉄道、航空機を含む運輸企業に利用されている。プロジェクトには多くの企業が参加し、デンマーク海事局 (DMA) が新技術の試験に協力する。主な参加企業・組織は、4,700~18,000DWT 型のタンカー船隊を所有するデンマーク船社 Uni-Tankers、IT 企業 Logimatic、デンマークの大手船用機器メーカー2 社である。

開発されるソリューションは、数多くのセンサーから構成され、船内機器の状態を測定し、排出ガスを記録する。センサーから収集された全情報は、連続的にリアルタイムで陸上施設に送信される。ユーザーはアクセス可能なこれらのデータを利用し、常に機器の状態とガス排出量のモニタリングを行い、

オペレーションと燃料消費量の最適化を行うことができる。また、効率的なメンテナンス計画が可能となる。

このシステムにより、船用機器メーカーは機器の状態に応じた保守サービスを改良することができる。また、規制当局は、船舶からの排出ガス量を常時監視することができる。

デンマーク海事局は、この2年間、EU 支援プロジェクト「EfficienSea2」を通じ、船舶間と船陸間の接続にビッグデータを活用するための研究活動を行ってきた。新プロジェクトには、「EfficienSea2」プロジェクトの成果と経験が活用されている。

新プロジェクトには、デンマーク海事基金からの助成金が承認されている。

デンマーク海事基金は、新技術と新製品の開発への助成金として、年間総額約 5,0000 万デンマーク・クローネ（700 万ドル）を計上している。個々のプロジェクトへの助成金額は、50 万～2 百万クローネ（70,000～300,000 ドル）である。その目的は、デンマークの海運、造船、船用機器産業の国際競争力の強化と雇用の創出である。

### 2-3-q. SHIPPING EMISSIONS in the ARCTIC（北極圏における海運による排出）

フィンランドの技術研究センター（VTT）、フィンランド気象研究所、タンペレ工科大学、トゥルク大学は、海運が排出する黒色炭素（ブラックカーボン）測定の精度を改善するための共同プロジェクトを実施した。

2016 年 12 月に完了した「北極圏の海運排出」と題されたプロジェクトの予算は 700,000 ユーロ（728,000 ドル）で、実施期間は 2 年間であった。同プロジェクトは、TEKES の北極海域プログラム内のプロジェクトである。

ブラックカーボンの排出量に関しては、現在国際的な環境規制や目標値が存在しないため、その測定と検査方法の開発への圧力が高まっている。また、特に北極海域においては、船舶から排出される少量のブラックカーボンが気温上昇を引き起こす恐れがある。ブラックカーボンは、エンジンの不完全燃焼から発生する煤煙に含まれている。

プロジェクトの第一段階では、エスポー（フィンランド）の VTT のエンジン試験所において排出量実験が行われた。次の段階では、排気からの硫黄分を除去するスクラバーなどの最新技術を搭載した船舶における試験結果の実証が行われた。さらに、マルチコプターと呼ばれるセンサー装置を用いて、エンジン排気系統周辺の硫黄酸化物のレベルを測定した。

### 2-3-r. 船尾管シール

2016 年、オランダ企業 AEGIR-Marine は、オランダの工科大学 2 校と船尾管シールに関する 2 件の共同研究プロジェクトを開始した。

研究活動の焦点となる 2 つの主要項目は、製品寿命の最適化と生分解性潤滑油使用時のシール設計の最適化である。製品のライフサイクルを通じたパフォーマンスに関しては、船舶の乾ドックの間隔が長期化していることと関連している。生分解性潤滑油使用時の持続性は、高環境性潤滑油（Environmentally-Acceptable Lubricant : EAL）の使用を定める米国法と関連している。EAL には、シール寿命に悪影響を与える強力な化学物質が使用されている。

プロジェクトの目的のひとつは、船尾管シールの摩擦特性に関する知識の収集である。AEGIR-Marine は、船尾管シールと船用推進機関のサービスとスペア部品を提供する企業である。

### 2-3-s. 表面効果船

ノルウェーの 2 つの地方研究機関は、ノルウェーの船舶設計企業 ESNA による次世代オフショアサービス向け表面効果船の開発に対して補助金を拠出している。

ESNA は、エア・クッション技術を用いたカタマラン「Surface Effect Ship」(表面効果船) の設計スペシャリストである。今回の補助金は、同社の海軍向け及び商船向けの高速度船技術を洋上風力発電その他の新市場向けに拡大することを支援している。

補助金は Sorlandet Knowledge Foundation とアグデル地域研究協議会が拠出し、2016 年から 2018 年にかけてのアグデル大学、ノルウェー科学工科大学 (NTNU)、CFD と FEM 技術の専門コンサルタント cDynamics の共同研究開発活動を対象としている。

### 2-3-t. ニューカッスル大学のキャビテーション試験水槽

英国ニューカッスル大学は、海事技術研究施設の近代化に関する 150 万ポンド (190 万ドル) 規模の投資プロジェクトを行っている。このプロジェクトでは、同大学の海洋科学技術研究所が運営するエマーソン・キャビテーション試験水槽を改造し、2015 年に開設した研究施設ブライト・マリン・ステーションに移動する。エマーソン試験水槽は、プロペラとタービンのブレードの試験に用いられている。

試験水槽はポーランドの船舶設計研究機関 Centrum Techniki Okretowej (CTO) で改造された後、既に英国に返却されており、ブライト・マリン・ステーションに設置される予定である。2017 年初頭には稼動する予定で、プロペラとタービンのブレードの試験に加え、プロペラ設計と表面の調査を行う。

ブライト・マリン・ステーションは、これまでのニューカッスル大学の研究施設の 2 倍の規模を持ち、産学共同研究を目指した海洋流体力学、塗装、素材に関する中核的研究拠点となる。



## 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：試験トレーニング・センターの拡張

2014年にオープンしたデンマーク北部オールボーのAlfa Laval 試験トレーニング・センターは、あらゆる燃料を用いた環境燃焼技術に関する世界で最も先進的な試験施設のひとつである。2016年5月に発表された拡張計画では、試験スペースを5倍に拡張し、新たな機器と設備を導入する。拡張した設備は2017年初頭に稼働する予定である。

拡張したセンターの研究開発活動の焦点となるのは、LNG その他の代替船用燃料を使用する船舶向けのバーナーと加熱装置の燃焼技術の高環境化である。LNG 燃焼を使用する船舶の増加がその追い風となっている。今後15年以内に、LNG 燃料使用船舶は現在の500隻から7,000隻に急増すると予測されており、同センターは最新技術でこのトレンドを後押しする。現行の船用燃料油からLNG 燃料への大規模な転換を実現するには、先進技術が不可欠である。

LNG 燃料利用の環境的利点は、エンジン排気中のNO<sub>x</sub>（窒素酸化物）の85～90%削減とSO<sub>x</sub>（硫酸酸化物）のほぼ完全な排除であるが、ガス燃料利用への技術的課題は多い。最も大きな問題は、いわゆる「メタン・スリップ」である。貯蔵方法や輸送方法にかかわらず、LNG 燃料からはメタンその他の温室効果ガスが発生し、環境に悪影響を与える恐れがある。さらに、あらゆるガス燃料は爆発の危険性が高く、安全な取り扱いと処理を可能にする先進機器が必要となる。

拡張されたオールボーの研究施設は、あらゆる燃料に関する環境技術の試験が可能な世界唯一の施設であるとされている。同施設では、発生した温室効果ガスの安全な燃焼や排熱エネルギーの暖房や推進への利用をはじめとする幅広い分野における研究開発が行われる。

また、新施設では、Alfa Laval と同社顧客、協力企業との技術協力を促進する。これまで同社は共同研究開発によって、Alfa Laval PureNO<sub>x</sub>、Alfa Laval PureSO<sub>x</sub>、Alfa Laval PureBallast などの主力製品の市場化を実現してきた。今回の施設拡張には、デンマーク海事基金が財政支援を行っている。

#### 3-A-2. MAERSK FLUID TECHNOLOGY：船内潤滑油混合システム

2016年、Maersk Fluid Technology は、シリンダーボア420mm～680mmの2ストローク・エンジン向けのシリンダーオイルの船内混合（Blending-On-Board：BOB）システム「Sea-Mate」の新バージョンの受注を開始した。

既存の「Sea-Mate B1000」システムの大規模な初受注は、同社の親会社A.P.Moller-Maersk Groupによるもので、2005年から2008年にかけてMaersk Tankers社所有のタンカー12隻に搭載された。12隻のうち10隻はWärtsilä（WinGD）のRT-flex型2ストローク主機、残りの2隻はMANの2ストローク主機を持つ。

新型BOBシステムは、潤滑油消費量を最大40%削減、主機の潤滑油をクリーンにし、0.5%以上の燃料消費量削減を実現する予想されている。Maersk Tankers は、初期投資コストは2年以内に回収できるとしている。

Sea-Mate BOB システムの搭載により、シリンダー油の中和作用を燃料の硫黄含有分に完全に対応させることが可能となる。塩基価 (BN) の高いシリンダー油は使用中のシステム油又は新しいシステム油と混合され、燃料の硫黄含有量に対応するシリンダー油となる。塩基価 15~160 の混合シリンダー油は、最適な硫黄分中和能力を持つ。さらに、BOB が作動中には、シリンダー油の最適な混合が自動的に行われ、燃料中の硫黄分にかかわらず、常時指定された「最小限の潤滑」に近い状態で運転する。

中口径 2 ストローク・エンジン向けの Sea-Mate B1000 システムに加え、Maersk Fluid Technology は最大 980 mm までの大口径エンジン向けの Sea-Mate B3000、及び小口径エンジン向けの Sea-Mate B500 を提供している。

### 3-A-3. MAN DIESEL & TURBO : 新型「Mark 10」2 ストローク・エンジン

ドイツ MAN Diesel & Turbo のデンマークを拠点とする 2 ストローク技術部門は、従来機種よりも出力密度が高く、軽量化された新型 2 ストローク低速エンジンを開発中である。

2016 年 9 月に発表された新型 Mark 10 シリーズの最初の 3 機種である G90ME-C10、S60ME-C10、S70ME-C10 は、Mark 10 型エンジンの基本設計となる。Mark 10 エンジンは、現行の Mark 9 エンジンよりも軽量化されており、S シリーズと G シリーズのエンジン全機種は将来的に Mark 10 にアップグレードされる。

新エンジンでは、キロワット当たりの重量が最大 10% 削減され、同時に燃焼最高圧力 (Pmax) が増加し、燃料消費量の削減につながる。Mark 10 エンジンは軽量化されただけでなく、全長、幅、高さも同等の Mark 9 機種よりも全体的に小型化している。

Mark 10 エンジン開発における 2 つの重要な要素は、「Top Controlled Exhaust Valve (TCEV)」と「Fuel Booster Injection Valve (FBIV)」というバルブである。TCEV 技術と FBIV 技術は、油圧システムの複雑性を軽減し、システムのパフォーマンスを向上させることを目的としている。

MAN Diesel & Turbo は、部品数の減少によりシンプル化、軽量化、省エネ化した設計となっている Mark 10 シリーズは市場の新たなスタンダードとなるとしている。船主だけでなく、ライセンス製造者もこの利点を享受できる。

Mark 10 シリーズの最初の 3 機種の最高出力は以下のとおりである。

G90ME-C10 : シリンダー出力 6,240kW、最高出力範囲 31,200~74,880kW

S60ME-C10 : シリンダー出力 2,490kW、最高出力範囲 12,450~19,920kW

S70ME-C10 : シリンダー出力 3,430kW、最高出力範囲 17,150~27,440kW

今後、MAN 最大の低速 2 ストローク・エンジン G95ME-C 型エンジンの Mark 10 バージョン「G95ME-C10」がラインアップに加わる予定である。新 G95ME-C10 エンジンは、従来の油圧シリンダー・ユニット (HCU) に TCEV/FBIV 技術を採用することにより、シリンダー当たり約 2 トンの軽量化を実現すると予想されている。

TCEV/FBIV 技術の採用により、エンジンから HCU を排除することが可能となる。HCU はアクチュエーターと燃料弁、排気弁の間のベースプレートと長い高圧パイプ群から構成されている。

TCEV は、排気アクチュエーターと油圧プッシュロッドと HCU を排気バルブに統合する。長い油圧プッシュロッドを排除することにより、エンジンの動特性が改善する。

エンジンのシリンダー・カバーに FBIV 技術と TCEV 技術を統合することにより、実績のある電子燃料噴射 (ELFI) と新プロポーション排気弁アクチュエーター (PEVA) を利用し、弁燃料噴射弁の制御は排気弁の制御から独立して行われる。

FBIV 技術と FBIV/TCEV システムの組合せは、口径 500mm の 2 ストローク・エンジン上で試験が行われた。

#### 3-A-4. MAN DIESEL & TURBO : 世界初のエタン焼き ME-GIE 型 2 ストローク・エンジン

2016 年 6 月、デンマーク MAN Diesel & Turbo が設計した世界初のエタン焼き ME-GIE 型 2 ストローク・エンジンが、同社のライセンサーである三井造船玉野事業所で完成した。「7G70ME-C9.5」エンジンは、ドイツとノルウェーの船主が中国造船所 Sinopacific Offshore Engineering (南通太平洋海洋工程有限公司) に発注した 36,000 m<sup>3</sup>型液化エタンガス (LEG) 運搬船シリーズ 3 隻の第 1 船に搭載される。

ME-GIE 型エンジンは、ME-GI 型エンジンをベースとしている。ME-GI 型デュアル・フュエル低速エンジンは、長年の研究開発の集大成である。燃料価格と供給状況、環境規制などに応じて、船主とオペレーターは重油 (HFO) 又はガスオイルを選ぶこともできるが、最も多く利用される燃料は天然ガスである。

ME-GI 型エンジンは、低圧ガス噴射技術を採用している。同等の機種と比較した場合の ME-GI 型エンジンの特長のひとつは、未燃焼ガスの発生がほとんどないことである。この「メタン・スリップ」と呼ばれる現象は、未燃焼のメタンが大気中に放出され、大量の温室効果ガスを発生させる恐れがある。ME-GI 設計のもうひとつの利点は、そのディーゼル燃料過程では、ホルムアルデヒドを排出しないことである。

ME-GIE 型エンジンの開発の背景には、HFO に代わる燃料としては比較的安価なエタン燃料の利用に対する市場の関心の高まりがある。エタン駆動時のガス排出特性はメタンと似ており、HFO に比較すると硫黄分排出量と CO<sub>2</sub> 排出量は大幅に低い。ME-GIE 型エンジンは、将来的にメタンを利用する場合に必要な改造が容易な設計となっている。

ME-GIE 型エンジンの発表は、液化石油ガス (LPG)、メタノールその他の液化ガスを燃料とする ME-LGI 型エンジンの市場化に続くものである。

#### 3-A-5. MAN DIESEL & TURBO : 新 2 ストローク・エンジン制御技術

MAN Diesel & Turbo は、近代的な船舶が BSR (Barred Speed Range) を超えるには速力が遅すぎるとし、これは船舶とエンジンが燃料消費量削減とエネルギー効率設計指標 (EEDI) を満たすことを目的に設計されているために起こる問題であると指摘している。

エンジンの BSR は、有害なねじり振動を引き起こすエンジン回転数の範囲である。BSR を超えることが遅すぎる場合、シャフト寿命や操船性に悪影響を及ぼす。

MAN は、特定の回転数への移行が遅すぎるとの報告を受け、BSR に関する研究開発を行った。その結果、以下の要因やパラメーターが、BSR を超える回転数への迅速な移行に影響することがわかった。

- ① 特定最大連続定格 (SMCR) 回転数 (rpm) と BSR の関係
- ② プロペラの LRM (Light Running Margin)
- ③ ボラードプル (bp) 状態におけるプロペラのヘビーランニング

#### ④ エンジンの動トルク能力

研究の成果として、2つの方法が開発された。ひとつは、上記の1、2、3の要因を考慮した設計で、これはBSRパワーマージンと呼ばれる。船舶の設計段階でBSRパワーマージンを使用することにより、BSRを迅速に超える船舶設計が可能となる。

もうひとつは、4番目の項目（エンジンの動トルク能力）に関するもので、MANのME-C型エンジン向けに新技術DLF（Dynamic Limiter Function）が開発された。DLFは、エンジン制御システムのアップグレードを意味する。これによりエンジンが発揮するトルクは最長30分間増加し、BSR範囲を超える回転数への移行時間が短縮される。

DLFは、既に新型5シリンダー及び6シリンダーエンジンに標準搭載されることが発表されている。このシリンダー数のエンジンはSMCR回転数に対するBSR比率が最も大きいからである。必要な場合には、DLFはさらにシリンダー数の多いエンジンにも搭載可能である。

MANは、ME-C型エンジンとは異なるエンジン制御システムを持つME-B型エンジン向けのDLFも開発する計画である。

#### 3-A-6. MAN DIESEL & TURBO：電動ターボブロワ（ETB）

MANは、大型2ストローク・エンジンがNOx排出量に関するIMO第3次環境規制を満たすために利用される排ガス再循環（EGR）システム向けの電動ターボブロワを開発した。ボア500mm以上のエンジンを対象に、サイズの異なる2機種を提供する。

デンマークと日本で作動試験が行われた後、ETB18型プロトタイプの実船実験が、日本郵船所有の82,000DWT型ばら積み船を用いて行われた。2017年初頭には、第1号製品の納入が予定されている。

MANは、次の段階として、ETBを低エンジン負荷の低速運航時における補助ブロワとして改造する計画である。

#### 3-A-7. MAN DIESEL & TURBO：ACOMシリンダー油システム

MAN Diesel & Turboは、同社の2ストローク低速エンジン向けに新シリンダー潤滑油供給システムを開発した。シリンダー油自動混合（Automated Cylinder Oil Mixing：ACOM）システムは、配合された複数のシリンダー潤滑油を必要な塩基価（BN）に混合し、燃料中の硫黄分に適応させる。ACOMシステムの目的は、潤滑過程を技術的、環境的に最適化することである。

ACOMシステム開発は、硫黄排出量と燃料中の硫黄分に関する法規制の厳格化が背景となっている。複数の硫黄分排出規制海域を航行する船舶は、効率的な潤滑のためには数種類の潤滑油を使用する必要があるが、シリンダー油は通常特定の燃料硫黄分のみに適応するように配合されている。

効果的な潤滑には、燃料、エンジン、運転状況に応じたシリンダー油の種類の使用と量の調節が必要である。MAN Diesel & Turboの2ストローク・エンジンは、低硫黄分燃料に対しては低塩基価のシリンダー油、高硫黄分燃料に対しては高塩基価のシリンダー油を使用するように設計されている。エンジン潤滑のためには、低塩基価のシリンダー油を多く供給するよりも、高塩基価のシリンダー油を少なく供給する方が効率的である。

ACOMシステムでは、低塩基価から高塩基価までの潤滑油の配合が可能である。ACOMの技術概念

は既に 2002 年に提案されていたが、近年の市場及び技術的な需要が ACOM システムの製品化につながった。

ACOM ユニットの第 1 号機は、2015 年 9 月から MAN の 6S50ME-B8 型エンジンを搭載した 26,000DWT 型タンカーでサービス試験が行われている。さらに、2016 年には、コンテナ船 1 隻を含む 4 隻の船舶上でも ACOM の実船実験が開始された。これらの実船実験は、MAN と船主、潤滑油メーカーが協力して行っている。

### 3-A-8. MAN DIESEL & TURBO : HyProp Eco システムの初受注

MAN Diesel & Turbo とフィンランド Vacon Drives 社が共同開発した革新的なハイブリッド推進システム「HyProp Eco システム」の第 1 号機は、トルコの造船所で建造中の 7,500DWT 型ケミカルタンカーに搭載される予定である。

HyProp Eco システムは、ディーゼルエンジンと 周波数変換装置駆動の軸交流発電機／電動機を組み合わせ、低速 PTH (Power Take-Home) モードと PTO (Power Take-Off) モードを実現する。同システムは、シャフトモーターの軸双方向運転周波数と高効率可変ピッチプロペラの利点を組み合わせたものである。

同システムは、船舶の低速航行時に、PTO が船舶の電力需要を満たしながらプロペラと主機が可変回転数で運転することを可能にする。システムには周波数変換装置周辺の迂回路があり、周波数変換器が運転していないときでも電力損失のない設計となっている。

さらに、HyProp Eco システムにより、軸発電機は、主配電盤の大きな電圧低下を引き起こすことなく、PTH モードでスムーズに作動する。

HyProp Eco PTO/PTH のフルシステムは、トルコ ICDAS 社の 7,500DWT 型ステンレス鋼タンカー向けの MAN 推進パッケージの一部として初受注を獲得し、市場化を果たした。

HyProp Eco システムは、将来的な船舶の陸上電力供給とバッテリーバンクなどのエネルギー貯蔵装置への統合にも対応している。

## 3-B. フィンランド

### 3-B-1. ABB MARINE : 新駆動／電動機試験所

ABB は、ヘルシンキに電気駆動装置とモーターの新試験所を開設し、船用セクター向けの研究開発活動を強化した。2016年6月に開設した新試験所は、ABBの全船用製品群を一か所に統合した同社初めての施設である。

新試験所は、ABBの大口産業顧客と協力企業が電気駆動ソリューションの評価を行い、さらなるABB製品の開発につなげることを主な目的としている。電動機メーカーやシステム統合企業は、同試験所の設備を利用し、ABBの次世代可変速駆動装置と組み合わせて、製品や部品の評価を行うことができる。

試験所は、駆動装置／電動機の動的挙動、負荷容量、効率の高精度測定機器を装備している。ABBの産業顧客は、新ABB製品を採用した自社製品の大量製造を開始する前に、様々な駆動／電動機の組合せの試験を行うことができる。同試験所は、最大出力400kWまでの産業顧客の製品の試験が可能である。

また、同試験所は、ABB Marineの自動化ソリューションを利用したシミュレーターの開発へ第一歩でもある。さらに、船主による自社船隊の遠隔監視、船舶データ収集と分析などに関するIoT（モノのインターネット）の活用を促進する。

### 3-B-2. ABB MARINE : アイス・モード制御技術

ABB Marineは、北極海ガスタンカーなどABBのAzipod電気推進システムを搭載した北極海域を航行する船舶の推進能力の安全性と信頼性向上のための「Ice Mode」制御技術を開発した。新アイス・モード制御ソリューションは、ロシア北極海域におけるヤマルLNG開発プロジェクトのヤマル級LNG運搬船シリーズ向けに大宇造船海洋からの初受注を獲得した。

アイス・モード技術は、氷海仕様のLNG運搬船その他の電気推進船舶のAzipodのプロペラ・ブレードが大きな氷塊に衝突したときに起こる交流ネットワークの急激な負荷低下の問題に対処するものである。このような状況では、氷塊との接触による機械的ブレーキの作動により、電動機のローターが急停止する。

アイス・モード技術は、信頼性と安全性を向上させるために個々の推進制御ユニット（Propulsion Control Unit : PCU）間のコネクタビリティを改善する。アイス・モードのアルゴリズムは、失速又は停止したAzipodからの瞬間電気負荷を、ピーク運転を行っていない他のAzipodなどの負荷バンク又は負荷リザーブに動的、応答的にシフトする。ヤマル級LNG運搬船は、それぞれ3基のAzipodを搭載している。

### 3-B-3. ABB MARINE : 新型Azipod XL 電気推進プロペラ

2016年9月、Azipodポッド型電気推進システムの市場アピールの向上を目指し、ABBはエネルギー効率を向上させた新型Azipodを発表した。リニアフロー型の新Azipod XLは、固定子極板を内蔵したノズルの採用により、従来機種と比較してエネルギー効率が最大10%改善し、また、牽引能力（ボラードプル）が増加している。

Azipod XLに採用されたリニアフロー型プロペラ概念の基本は、牽引ノズルプロペラ後方の水流を直

線化し、乱水流とエネルギー損失を軽減するガイド・プレートの採用である。これにより船舶の推進力を最大化する。

リニアフロー技術の採用と同時に、Azipod XL は実績のある Azipod XO をベースとしている。XO からの改良点のひとつは、XL のシャフトシールは、追加的な静的シール配置により保守作業時の水中交換が容易となっていることである。全体的なエネルギー効率は、船舶の運航プロファイルにより 5~10% 改善する。2016 年には、出力 17.5MW 級の Azipod に XL リニアフロー設計が導入された。

ABB の船舶コネクタビリティ戦略は、新 Azipod の導入により促進される。Azipod XL に内蔵された高度センサーは、ABB 統合オペレーション・センターにデータを送信する。ABB と顧客は運転中の Azipod ユニットの挙動情報を得て、保守の必要性や運航スケジュールの決定に活用することができる。

#### 3-B-4. ABB MARINE : トルク監視システム

2016 年 8 月、スウェーデンの RORO 貨物船での実証実験を完了し、ABB はトルク監視システム「Torductor Marine」を発表した。この新システムは、エンジン効率と燃料効率の最適化を目的に設計されている。プロペラ軸に対面し、1.5mm 離れた位置にコンタクトレス・センサーが搭載されている。

Torductor Marine システムにより、船主は、推進力、燃料消費率 (SFOC : Specific Fuel Oil Consumption)、軸回転数、航行中のエネルギー発生量などエンジンのパフォーマンスに関する明確な量的データを得ることができる。ABB の燃料フロー・センサー「CoriolisMaster」と SFOC と Torductor と組み合わせることにより、キー・パフォーマンス・インジケーター (KPI) の作成も可能である。

#### 3-B-5. AKER ARCTIC : 氷海プロペラ

Aker Arctic Technology は、フィンランドのプロペラ・メーカー TEVO、フィンランド技術研究所 VTT と協力し、氷海向けのブロンズ製船舶用プロペラを開発した。

ブロンズはステンレス鋼よりも強度が低いが、腐食耐性の高さや価格の手頃さ、製造と保守の容易さなどステンレス鋼にはない利点を持っている。ブロンズは氷海以外の海域を航行する船舶のプロペラには広く使用されており、TEVO はブロンズの氷海船への利用適正に関する研究開発プロジェクトを実施した。

研究開発プロジェクトでは、フィンランドのオフショア巡視船を用い、冬季には氷結するバルト海北部海域におけるフルスケールの実船実験を行った。同巡視船は、ステンレス製プロペラを装備したアジマス式スラスタ 2 基を搭載している。実験では、プロペラのうち 1 基をブロンズ製プロペラに置き換え、氷の厚さ 60cm 及び 85cm の氷海、及び 6m の氷壁、氷結水路などの氷海条件における前進と後進の試験を行った。

試験では、ブロンズ製プロペラは、フィンランドとスウェーデンの「アイスクラス 1A Super」認証を持つ船舶への搭載に適しているとの結論が得られた。

#### 3-B-6. NORSEPOWER : 世界最大のローター帆

2016 年 8 月、フィンランド企業 Norsepower は、ローター帆ソリューション (Rotor Sail Solution : RSS) 技術のさらなる研究開発活動への補助金 260 万ユーロ (280 万ドル) を獲得した。

この補助金は、EU の「Horison 2020」プログラムとフィンランド政府のイノベーション基金局

TEKES から支給され、RSS システムの改良と市場化、及び世界最大のフレットナー・ローター帆を含む新製品開発に用いられる。

開発されるローター帆の新機種は、タンカー、大型 ROPAX フェリー、旅客船を対象とし、これまで開発された小型ローター帆と比較してさらに大きな省エネを実現する。新ローター帆は、高さ 30m、直径 5m という世界最大で、4,000kW 型主機エンジンに相当する出力を持ち、補助的風力推進に可能な風力が得られる世界中の海域で利用できる。

TEKES からの補助金は、新システムの高機能技術の開発にも用いられ、ローター帆製品の開発から市場化までの時間短縮を促進する。さらに、EU 補助金は、Norsepower の中型ローター帆（高さ 24m、直径 4m）の製造、組立て、試験、設置などの活動にも利用される。

風力条件の良好な航路における適切なサイズのローター帆の利用により、通常サービス速力の航海において年間最大 25%の省エネが可能であるとの独立調査結果が発表されている。

### 3-B-7. ROLLS-ROYCE MARINE : スラスター製造投資

2016 年、Rolls-Royce Marine は、アジマス式スラスターの製造拠点をフィンランドに統合するための 5,700 万ユーロ（6,200 万ドル）規模の投資プロジェクトを開始した。このプロジェクトでは、大規模な製造拠点再編を行い、現行のスラスター製造・試験拠点 2 か所をラウマ拠点に統合し、同時に新設備への投資を行う。これにより、メカニカル・スラスターの新機種、大型機種の開発と製造が可能となり、製品レンジの拡大につながる。ラウマ拠点の整備は 2020 年に完了する予定である。

### 3-B-8. ROLLS-ROYCE MARINE : Kamewa ウォータージェットの大型化

2016 年 9 月、Rolls-Royce Marine は、ステンレス製 Kamewa ウォータージェット製品に大型機種 3 機種を追加した。新機種 S71、S80、S90 の定格最大出力は、それぞれ 4,500kW、6,000kW、8,000kW である。

新シリーズは、部品数を少なくし、設置が容易な設計となっており、専門的なスキルの必要を減少させ、設置所要時間を短縮する。取水口、主要油圧機器、バルブ、必要に応じて調整されたエレクトロニクスを含むパッケージ製品となっている。製品パッケージは、コッコラ（フィンランド）の同社工場で製造・試験が行われている。

Kamewa ウォータージェットのスチール・シリーズは、ステンレス製の混流ポンプを採用し、取水口ダクトには、設置方法と重量要求に応じて鋼製、アルミ製、複合素材（繊維強化プラスチック）3 種類の材質を選ぶことができる。

### 3-B-9. WÄRTSILÄ : 研究開発支出

フィンランドの Wärtsilä Corporation は、世界中に製造拠点と研究開発拠点を持っている。研究開発支出が売上高の 4%、約 1 億 8,500 万ユーロ（2 億ドル）であった 2012 年をピークに、近年の年間支出は売上高の 2.5~3.0%、約 1 億 3,000 万~1 億 4,000 万ユーロ（1 億 4,000 万~1 億 5,100 万ドル）程度で推移している。同社では全世界で約 700 人が製品開発に従事している。

Wärtsilä は、知的資産管理（Intellectual Asset Management）と主要技術の継続的な内部開発によりイノベーションを保護し、競争力を維持している。また、サプライヤー、エンジニアリング企業、大学、ライセンサー、OEM 企業などとのネットワークやクラスターを形成し、長期的な協力関係を維持



することにより、Wärtsilä グループのノウハウをさらに拡大している。

Wärtsilä は、2016～2017 年期中にフィンランドの諸大学に 130 万ユーロ（140 万ドル）の寄付を行っている。フィンランドの大学の技術教育を支援し、研究活動を促進することにより、フィンランドの国際競争力を高めることがその目的である。アールト大学が寄付の大部分を獲得している。

Wärtsilä のエンジン研究開発部門長 Ilari Kallio は、同社の哲学を次のように述べている。「企業の研究開発能力はそこで働いている人材そのものである。よって Wärtsilä は研究開発スタッフに多大な注意を払っており、最高の人材のみを求めている。研究開発スタッフの育成は既に大学で始まっているため、わが社は大学教育に積極的に投資し、支援を行っている。Wärtsilä が支援し、わが社の研究開発拠点から徒歩圏内にあるバーサ大学内に 2016 年夏に新設されたエネルギー研究所は、燃料とエンジンの研究に焦点を当てる。その目的は、共同で国内及び国際的な研究開発活動を行い、若くて革新的な人材とともにエネルギー分野でワールドクラスの研究能力を構築することである。」

### 3-B-10. WÄRTSILÄ : 企業買収と売却

2016 年、Wärtsilä はフィンランドのエネルギー管理技術企業 Eniram を買収、同時に Wärtsilä のパワードライブ部門をフィンランド企業 The Switch に売却した。

Eniram 社の買収により、Wärtsilä は、データ分析、モデリング、パフォーマンス最適化などに関するデジタル技術の内部開発と製品提供能力を強化する。

Eniram のビジネスは、船舶のトリム、速力、エンジンの最適化から総合的な船隊分析までを幅広くカバーしている。同社の提供するソリューションは、2016 年に Wärtsilä が発表した「Wärtsilä Genius」ブランドのサービス製品を補強する。近年、Wärtsilä のサービス及びサポート部門は、同社の売上げに最も貢献している部門となっている。

Wärtsilä の低圧及び中圧船用駆動ビジネスの The Switch 社への売却は、2016 年末に完了した。同ビジネスはこれまで Wärtsilä の電気オートメーション（E&A）部門の一部であり、売却された資産にはノルウェー Stord の試験所と製造拠点を含む。

今回の売却により、Wärtsilä のノルウェーの電気オートメーション部門は、システムレベルのソリューションに特化する。その製品は引き続き Wärtsilä 電気オートメーション部門の提供製品となるため、The Switch は Wärtsilä のサプライ・チェーン協力企業のひとつとなる。The Switch は安川電機の子会社で、先進ドライブトレイン技術のスペシャリスト企業である。

### 3-B-11. WÄRTSILÄ : 新型トランスバース・スラスタ

2016 年 3 月、Wärtsilä はマイアミで開催された Seatrade グローバル・クルーズ・コンベンションにおいて、パワフルな新型トランスバース・スラスタ「WTT-40」を発表した。この新型トンネル・スラスタの最大出力は 4,000kW で、直径 3,400mm の可変ピッチプロペラを装備している。主な対象市場は、クルーズ船、大型オフショア支援船、オフショア建設船である。

WTT-40 は、Wärtsilä のトランスバース・スラスタ製品群の中で最大出力を持つ製品である。操縦時の最大出力は 4,000kW、DP（自動船位保持）運転時の最大出力は 3,600kW である。クルーズ船では、同機の大出力によりスラスタ数を減らすことができ、スラスタ設置のスペースも減少する。WTT-40 は、米国の船舶一般許可（Vessel General Permit : VGP）規定を満たしている。

### 3-C. ドイツ

#### 3C-1. BECKER MARINE : COBRA バッテリー・システム

2016年9月、ドイツのSMM展示会において、Becker Marine Systemsは、新型リチウムイオン・バッテリー・システム「Compact Battery Rack : COBRA」を発表した。COBRAシステムは、ハンブルクに本社を置く高性能ラダー及び操船技術専門企業である同社の事業多角化戦略の一部である。

現在試験が行われているCOBRAバッテリー・システムは、低コストで設置の簡単な小型エネルギー貯蔵装置である。独立した製品又はハイブリッド駆動と組み合わせた製品が、2017年夏に納入開始の予定である。リチウムイオン電池をベースとした同製品は、既に旅客船向けなどに受注を獲得している。

COBRAシステムの開発は、代替燃料と発電方法への世界的な需要の高まりに対応するものである。Becker Marineは、COBRAシステムを、停泊中の船舶に電力を供給する同社の特許製品「LNG PowerPac」などと組み合わせることも可能であるとしている。

#### 3-C-2. CATERPILLAR MARINE : デュアル・フュエル・エンジン

MaKブランドの中速エンジンをドイツで製造する米国Caterpillar社は、現在船用エンジン市場で最もビジネス機会が多い分野は、クルーズ船向けのLNGデュアル・フュエル（DF）エンジンと関連システムであるとしている。ハンブルクを拠点とする営業サービス企業Caterpillar Marine Systems社は、クルーズ船にとってクリーンな燃料を使用することは、運航面及びビジネス戦略として不可欠であると述べている。

2016年、同社は、ドイツMeyer Werftのパーペンブルク造船所とトゥルク造船所で建造されるCarnival Groupのクルーズ船4隻向けに、16シリンダーのM46DF型DF主機とLNG供給・貯蔵・処理システムをパッケージ受注した。

ドイツCaterpillar Motoren社は、ガスのみで駆動するエンジンへの需要増加に対応する新技術の研究開発を行っている。同社のロストック工場の研究開発部門は、MaK M46DF型DFエンジンをを用い、LNG焚きの主機が20%以下の負荷で効率的に運転できること初めて証明した。同エンジンはLNGで作動し、全出力においてLNGを使用する。このため、ディーゼル燃料使用による排ガスが完全に排除された。

Caterpillar Motoren社長のDr Frank Starkeは、LNG燃料を使用するエンジンの開発は、主機作動時や港湾操船時に煙突から排出される煙や甲板上の煤を回避したいというクルーズ船社の強い要望に応じるものであるとしている。

#### 3-C-3. CATERPILLAR MARINE : ハイブリッド・スラスター

2016年5月、Caterpillar Marineが開発したハイブリッド・スラスター・システムの第1号機がシンガポールの造船所に納入された。この新型スラスターは、あらゆる部分負荷状態で従来のディーゼル・メカニカル方式よりも効率が高く、オフショア船の燃費を改善する。オフショア船のように多くの時間をスタンドバイ・モード又はDPモードで運転する船舶では、最大35%もの年間燃料消費量は削減が可能である。

また、ハイブリッド・スラスターの搭載により、より小型のエンジンを使用することができる。トラ

ンジット時には最適負荷でディーゼル・メカニカル運転を行い、低負荷の DP モード又はスタンドバイ・モードではディーゼル電気運転に切り替えることができる。

さらに、低速トランジット時には、1 基又は 2 基の発電装置がメインのアジマス・スラスタをディーゼル電気モードで駆動し、速力 7~9 ノットで 10~15%の省エネが可能である。最も高い省エネ率が得られるのは、ディーゼル電気モードでメインのアジマス・プロペラが最も効率の高い可変速力において作動するスタンドバイ運転と DP 運転時である。

スタンドバイ運転を行うオフショア船への設置例は、出力 2,000kW 程度の MaK 中速エンジン 2 基、及び Cat C32 発電装置 2 基に駆動される Cat MTA アジマス・スラスタに搭載されたブースター・モーター 2 基という構成である。ブースター・モーターと駆動系は、Caterpillar MPC 制御システムにより直接制御される。

### 3-C-4. FEDERAL MOGUL : ピストン内部冷却システム

米国 Federal Mogul のドイツ子会社 Federal Mogul Powertrain が開発したピストン内部冷却システム「EnviroKool」は、4 ストローク船用エンジンなどのディーゼル機関の高温運転と燃焼の効率化を可能にし、冷却油コストを削減する。

EnviroKool 技術は、Monosteel ディーゼル・ピストンのクラウン内部に EnviroKool 密閉式冷却ギャラリー又は冷却室として内蔵される。ギャラリーには製造段階で冷却剤とイナータガスが充填され、溶接プラグで封印される。

EnviroKool 技術は、エンジンの潤滑油を熱電動媒体として用いる従来のオープン・ギャラリー方式の温度の限界を克服する技術である。Monosteel EnviroKool ソリューションは、現在の温度上限よりも 100°C 以上高いクラウン温度でピストンが安全に作動することを可能にする。熱は温度の低いクラウン下部から通常の冷却ジェットにより排除される。

現在、2021 年までに製造が開始される予定のエンジン向けに、エンジンメーカー数社とともに製品開発が行われている。

### 3-C-5. GEISLINGER : ノイズ低減継手

オーストリアの Geislinger 社は、2016 年 9 月の SMM 展示会で、新型アコースティック継手「Silenco」を発表した。構造騒音を最小化する Silenco 継手は、客船その他の船舶オーナーの船内騒音と振動レベル低減への要望に応える製品である。

特殊設計と合成材やエラストマーなどの軽量素材を組み合わせ、保守の必要性をなくした Silenco 継手は、構造騒音の伝達を最小化する。高い制動特性、複合シャフト、フランジ、鋼製スペンサーを持つメンテナンス・フリーな複合薄膜から成る Silenco 継手は、それぞれの設置条件に応じて長さの調節が可能である。Geislinger は、ユーザーのシステムの音響特性やトルク特性に最適な部品を組み合わせた複数のバージョンを提供している。

Geislinger の Silenco 継手のトルク範囲は最大 186 kNm で、Renk 社の新型 Advanced Electric Drive (AED) の一部となっている。

### 3-C-6. MAN DIESEL & TURBO : TCT ターボチャージャーの改良

MAN Diesel & Turbo は、TCT 一段ターボチャージャーの設計改良プロジェクトを実施した。このプロジェクトは、2 年前に IMO 第 3 次排出規制を満たすエンジン開発のために開始され、当初、掃気圧力を 4.2~5.0 バールの範囲とする必要が認められた。

しかしながら、プロジェクト進行中に市場要望が変化したため、MAN Diesel & Turbo も方向性を変更することとなった。同社によると、2 ストローク・エンジン市場では、4 ストローク・エンジンのトレンドである高圧化ではなく、エアフローが最も重要な課題となっている。

その結果、掃気圧力を 3.5~4.7 バール下方修正し、同時にエアフローを増加させた。この調整により小型化が可能となり、TCT モデルは現行の TCA モデルよりも 30%小型軽量化する。

### 3-C-7. MAN DIESEL & TURBO : 175D 型高速エンジンの初受注

MAN Diesel & Turbo は、2014 年に発表した 175D 型高速エンジンの初受注をイタリア海軍から獲得した。12 シリンダーの同エンジンは、MAN の従来の主力エンジンである 2 ストローク低速エンジン、4 ストローク中速エンジンからのビジネス拡大戦略の一環として開発された。なお、自社開発以外の高速度エンジンとしては、VP185 型高速エンジンが英国の旧 Paxman 工場で引き続き製造されている。

イタリア海軍の全長 133m の新型オフショア巡視艇シリーズの第 1 船は、ディーゼル電気駆動の推進システムを搭載している。各船の発電装置 4 基は、出力 1,640kW の MAN 12V175D 型エンジン 1 基で駆動される。IMO 第 3 次排出規制を満たすため、各エンジンには MAN の SCR (選択触媒還元) システムが装備される。

イタリア海軍の新型オフショア巡視艇シリーズは 7 隻の建造が予定されており、第 1 号船は 2021 年に引き渡し予定である。

### 3-C-8. MAN TRUCK & BUS : 新型船用高速ディーゼルエンジン

ニュルンベルクの MAN Truck & Bus 社が作業船市場をターゲットに開発・製造を行った最新型 6 シリンダー直列型高速ディーゼルエンジンの第 1 号機は、2016 年末竣工のアラスカのさけ漁船に搭載された。

同刺網漁船に搭載された D2676 LE443 型エンジンの出力は 537kW で、1,800 バールのコモンレール・システムを搭載している。同船はアルミニウム製の軽量船体を持ち、最高速度 30 ノットを発揮する。

新型 D2676 型船用ディーゼルエンジンのシリーズの出力範囲は 23~588kW で、D2866 型及び D2876 型エンジンの後継機として開発された。

### 3-C-9. Otto PIENING : 新型可変ピッチプロペラ

固定ピッチプロペラ製造に関する長年の経験を活かし、Otto Piening 社は新たに可変ピッチプロペラの自社開発を行った。新製品「Piening Controllable Propeller (PCP)」には、4 ブレード及び 5 ブレードの製品がある。

PCP の特長は、あらゆる動的負荷で高性能を発揮する複合素材の採用と、油圧ピッチ制御にオイル又

は水の使用が可能なことである。水を使用した油圧システムは、作動油のオイル漏れやそれによる環境規制違反の恐れを排除する、可変ピッチプロペラの高環境化への重要な進化である。また、水の使用により、コスト効果が向上し、貯蔵や利用に関する利便性も高まる。

プロペラハブは、ブレードの取り外しと組立てが容易な設計となっており、ブレードはハブの内側又は外側からボルト固定が可能である。

2016年6月、水を使用した運転試験の後、PCP 5-650型プロペラは船級協会 DNV GL の型式承認を取得した。回転数 440rpm に必要な出力は 3,300kW である。今後、調査船、艦艇、保安船、メガヨットなどの船種を対象とした出力 500kW~10,000kW をカバーする製品が計画されている。

### 3-C-10. REINTJES : Down Angle ギアボックス

Reintjes 社は、2015年に試験運転を完了した新型ギアボックス「Down Angle」を、2016年9月の SMM 展示会で発表した。最初にリリースされる機種は WWSA 340、WWSA 740、WWSA 1540 で、減速率 1.5~4、出力範囲は 250kW~3,250kW である。軸角度は 8~100 である。

Down Angle ギアボックスは、機関室の省スペース化を実現する。主機を水平に設置し、プロペラ軸はギアボックスの傾斜角に合わせて斜めに配置することができる。これにより、スタンダードなギアボックス使用時よりも短いプロペラ軸を使用することが可能となる。

入力軸と出力軸間の軸角度を 80~100 とするギアボックスの円錐歯車に関しては、特に詳細な試験が行われた。顧客要望が多い騒音レベル低減のため、歯車と過負荷時のコンタクトに関する研究が設計段階における焦点となった。「beveloid」と呼ばれるギア設計は、設計、測定、製造の各段階で入念な研究を必要とする。

### 3-C-11. RENK : 多機能試験施設

2016年初頭、MAN 傘下のトランスミッション・メーカーRENK は、アウグスブルク本社に世界最大で最新のギア試験施設を開設した。

新試験施設では、船用に加え、自動車用、産業用に開発された試作機や特殊機器の試験を行う。RENK のギアボックスと推進システムの試験だけではなく、他のメーカーが推進部品やシステムの試験を行うこともできる。個々のギアだけではなく、モーター、ブレーキ、コンプレッサー、駆動系と推進系のレイアウトなど様々な試験が可能である。

新試験施設では、回転数 10rpm で最大出力 12,000kW、また、最大トルク 1,100 万 Nm までの、多様なパラメーターの異なる負荷における試験が可能である。試験施設には、小型試験台 2 基、大型試験台 2 基、双方向モードで発電装置として利用可能なモーター10 基が統合されている。発電装置としてのモーターの減速エネルギーは、試験プラントシステムへの再供給が可能である。

### 3-C-12. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : MTU 船用ガスエンジン

Rolls-Royce Power Systems は、ドイツで設計、製造が行われている同社の MTU 高速エンジンに船用ガスエンジンを追加した。Rolls-Royce Power Systems は、16 シリンダーの新型 MTU 4000 型ガスエンジンのシリーズ製造を 2018 年に開始する予定であるが、その第 1 号機は 2017 年末に竣工する新造タグボートへの搭載が既に決定している。

スパーク点火式リーンバーン（希薄混合気による燃焼）の同ガスエンジンは、排ガス後処理装置を使わずに IMO 第 3 次排出規制の排出基準を満たしている。その基本設計としては、実績のある MTU Friedrichshafen の 16V4000 M63 型ディーゼルエンジンを採用している。船用ガスエンジンの開発プロジェクトには、MTU Friedrichshafen の陸上発電施設用ガスエンジンと Rolls-Royce Power Systems の Bergen ブランドのスパーク点火式リーンバーンの船用及び陸上用中速エンジンの幅広いノウハウを利用した。

16 シリンダー型 MTU 4000 シリーズのガスエンジンは、出力範囲 1,492kW~2,000kW の 3 機種と、続いて 8 シリンダーで出力範囲 750kW~1,000 kW の 2 機種が発表される。最大回転数は 1,600~1,800rpm で、一段ターボ過給装置が搭載される。

2016 年 6 月には、16 シリンダー型ガスエンジン試作機の 3,000 時間に及ぶ作動試験を完了した。この段階で、既にオランダ造船所で建造されるデンマークのタグボート 1 隻向けに 16 シリンダー型エンジン 2 基、ドイツの内陸旅客・車両フェリー 1 隻向けに 8 シリンダー型エンジン 2 基の受注を獲得している。さらにその後、オランダ船社がシンガポールで建造する全長 70m の ROPAX カタマラン 2 隻向けに 16 シリンダー型ガスエンジン 2 基を受注した。

ドイツ Rolls-Royce Power Systems AG の CEO である Dr Ulrich Dohle は、同社の船用ディーゼルエンジンに加え、ガスエンジンの重要性はさらに高まると予想している。埋蔵量の多い天然ガスは将来的に有望な燃料で、世界の多くの地域で安価に入手でき、重油やディーゼル油よりも環境性が高いからである。

同エンジンは、メタン含有率 70 以上の天然ガスを燃料とする設計となっている。多点ガス噴射システムと動的管理システムを採用し、ディーゼルエンジンよりも排出量ははるかに少ないが、同等の加速特性とパフォーマンスを発揮する。MTU Friedrichshafen は、この IMO 第 3 次規制を満たす設計により、有害ガス排出量はディーゼルエンジンよりも 80%以上削減され、温室効果ガスも最大 11%削減されるとしている。

動的加速特性、操縦性、出力密度は、タグやフェリーなどの船種にとって重要な要素であり、MTU Friedrichshafen のガスエンジンはこれらの船種を対象市場としている。特に港湾や沿岸航行を行う船舶にとっては、高環境性の重要性が近年さらに増している。

MTU 高速船用ガスエンジンなどの高度な技術開発には、多大な研究開発活動とコストを要する。Rolls-Royce Power Systems AG の CFO である Marcus A. Wassenberg は、ガスエンジン技術と関連する燃料供給インフラの開発には、その経済性が確立するまで政府の補助が必要であると述べている。

ドイツ連邦政府経済エネルギー省は、産業界の新たな駆動システム開発への支援を行っている。ドイツ船用産業の連邦政府コーディネーターでもある同省大臣 Uwe Beckmeyer は、ガスエンジンの船用利用は今後さらに重要性を増し、MTU Friedrichshafen は新技術の開発と試験における非常に重要なパートナーであると述べている。

Rolls-Royce Power Systems は、現在市場には存在しない、動的ガスエンジン専用の新試験スタンドを構築する計画である。この試験スタンドは、マグデブルク（ドイツ）の MTU Reman Technologies 社に設置される予定である。同社は、MTU Friedrichshafen の研究開発センターのひとつであると同時に、エンジン再生センターでもある。

### 3-C-13. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 16 シリンダー型 MTU 8000 エンジン

2018 年、世界最高出力の高速ディーゼルエンジンである MTU 8000 シリーズに、16 シリンダー機種「16V 8000」が追加される。実績のある 20 シリンダー型 8000 エンジンをベースとした同機種は、回転数 1,150rpm で最大出力 8,000kW を発揮する。主な対象船種は艦艇、巡視船などの政府関係船舶であるが、フェリーや大型ヨットなどの高出力密度を必要とする船種にも適している。

コモンレール噴射システムと電子エンジン制御システムにより、200g/kWh 以下の燃料消費量を実現し、全ての出力において低排出を実現している。アイドリング運転時又は部分負荷運転時のエンジンの構造ノイズも、既存の噴射システムを搭載したエンジンと比較して大幅に削減されている。

### 3-C-14. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : MTU 4000 シリーズ・エンジン最適化と新型 SCR システム

MTU Friedrichshafen は、2018 年半ばに 4000 型高速エンジンのシリーズのアップグレード機種を発表する計画である。この新シリーズには、20 シリンダー機種が初めて追加される。拡大した新シリーズは、パフォーマンスが改良され、最も厳格な排出規制を満たす設計となっている。

最適化された新シリーズの出力範囲は 1,380~3,220kW で、タグ、クルーボートその他のオフショア船、作業船、政府船などの船種を主な対象とし、また、船用発電装置としての利用も可能である。燃焼過程、ターボ過給、燃料噴射などにおける技術の進歩により、燃料消費量は、前シリーズと比較して 5% 低下している。

MTU Friedrichshafen が新たに開発した SCR システムを内蔵することにより、新エンジンは IMO 第 3 次排出規制と米国 EPA 第 4 次排出規制の両方の排出基準を満たす。これにより、追加的なディーゼル微粒子フィルターを使わずに、NOx 排出量は約 75%、PM 排出量は約 65%、それぞれ削減される。

MTU Friedrichshafen の SCR システムは、SCR ボックスに触媒準備過程を組み込むことにより、小型化を実現している。また、従来システムと違い、処理能力の調節が可能である。同システムは、SCR 処理の上流及び下流で排出量を測定し、触媒の注入量を正確に決定する。処理ボックスには立体型と平面型があり、エンジンの横又は離れた場所にも設置が可能であるため、機関室のレイアウトとデザインの柔軟性が増している。

### 3-C-15. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : L'Orange 燃料噴射システム

シュトゥットガルトに本社を持つ燃料噴射システム専門企業 L'Orange は、新開発された 6 機種とともに船用、発電用、産業向けのターボ過給機市場に参入した。2016 年 9 月の SMM 展示会で発表された新製品は、Rolls-Royce Power Systems の子会社である L'Orange と MTU Friedrichshafen が共同開発したものである。

新製品は、小型 ZR1、中型 ZR3、大型 ZR5 の 3 シリーズ、コンプレッサー直径 115mm~270mm、流量 0.2m<sup>3</sup>/s~3.5m<sup>3</sup>/s に対応する 6 機種からなる。広範囲をカバーするコンプレッサーにより、エンジンの運転範囲も広がっている。

L'Orange によるターボチャージャー市場への参入は、燃料噴射システムや排気後処理システムを個々の装置ではなく、調和したシステムとして提供したいという戦略が背景となっている。開発されたターボチャージャーは同社の他の製品に適合しているため、エンジンの統合パッケージとして機能する。

### 3-C-16. ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : ZF Marine との提携

2016年12月、Rolls-Royce Power Systems とドイツのトランスミッション専門企業 ZF Friedrichshafen は、船用推進システム分野における協力関係の強化を発表した。

MTU 高速エンジンと ZF ギアの組合せは、既に多くの商船やヨットに搭載されている。今後両社は新技術や製品開発に関する情報と知識の交換を活発化させ、完全に最適化された統合推進システムを市場提供する。

将来的には、両社は技術研究開発と製品開発を共同で行う。共同開発された統合システムにより、各社はそれぞれの製品群を拡大する。両社は、営業、販売、サービス分野でも協力してゆく意向である。

### 3-C-17. SCHOTTEL : 高トルクギア (HTG)

Schottel 社が新開発した特許技術である高トルクギア (High Torque Gear : HTG) 技術は、最適化されたギアリング・ジオメトリーを持つ高効率で信頼性の高い推進スラスター用ギアボックスを実現するための技術である。HTG は、従来と同口径のベベルギアを使用した場合、駆動トルクが 15%増加し、同時に船級協会が規定する安全性を満たす。

HTG の採用により、水中ギアボックスのハウジングはさらに流線形となり、スラスターの流体力学的推進効率が増加する。また、ギアボックスは側面の亀裂や摩擦損傷を低減する設計となっており、信頼性とサービス寿命が高まっている。

HTG ギアボックスは、Schottel が 2015 年に発表した EcoPeller スラスターに内蔵されている。

### 3-C-18. SCHOTTEL : VarioDuct 高性能ノズル

Schottel は、同社のスラスター製品「Rudderpropeller」に新高性能ノズル「VarioDuct SDV45」を搭載し、運転効率を向上させた。同ノズルの開発には、詳細な CFD 分析と水槽実験が行われた。

新型ノズルは従来型のノズルと比較して大きな牽引力（ボラードプル）を発揮し、中速、高速運転時の効率が向上している。また、小型形状を持ち、船舶設計やアプリケーションに応じて最適化することが可能である。さらに、外部直径の小型化により、浅水域における利用にも適している。

### 3-C-19. SIEMENS : 新型ポッド推進システム

Siemens は、ポッド型電気推進システムの新シリーズ「SISHIP eSiPOD」を開発した。同シリーズは出力範囲 5MW から 25MW までをカバーする。このアジマス式ポッド推進システムは、市場リーダーである ABB の Azipod システムの強力な競合製品となり得る。2016 年、「SISHIP eSiPOD」は既にドイツ造船所が建造するコンテナ船への初受注を獲得した。

SISHIP e-SIPOD の利点は、流体力学的に最適化された小型ポッド設計と、内蔵された永久励起同期電動機の採用による効率の高さである。

新ポッド型推進機には、プロペラ 1 基、又はポッド両端に 1 基ずつ配置された 2 基というコンフィギュレーションがある。内蔵電動機の冷却はケーシング外部周辺の水流によって行われる。スリムなプロペラハブとポッドの流線形ケーシングは、流体力学効率を向上させている。低騒音、低振動設計も特徴のひとつで、クルーズ船、フェリー、メガヨット市場の要望に答えている。



永久励起型同期電動機は、従来の電気励起型電動システムよりも小型、軽量化しており、電動機を内蔵する駆動モジュールの小型化につながっている。

Siemens のポッド型電気推進システムは、英国 Saga Cruises が Meyer Werft で建造する 57,000GT 型クルーズ船向けの Siemens の電力供給システムの総合パッケージの一部として初受注を獲得した。同新造クルーズ船の就航は 2019 年夏に予定されている。

### 3-C-20. TGE MARINE : 高圧ガス燃料システム

TGE Marine 社は、高圧 LNG ガス燃料制御システムで欧州の特許を取得した。同システムは、LNG を主燃料として運転中の 2 ストローク船用デュアル・フュエル・エンジンの負荷変動に対応する制御システムとして、TGE Marine とケルン工科大学が共同開発した技術である。この新システムは、世界最大級の LNG 運搬船上で詳細な実証実験が行われた。

### 3-C-21. VEM Group : 中速高圧発電機

ドレスデンに本社を置く VEM 社は、船用、オフショア用、陸上用に利用可能な中速高圧発電機を開発した。この三相発電機は、定格周波数 50Hz、60Hz、定格電圧 6kV、11kV で最大出力 21MW を発揮する。その主な特長は、小型モジュラー形状、高効率、静穏性、シンプルな設置、保守の必要性の少なさなどである。

ベーシックなシリーズは、500～18,000kW、2,650～21,000kW という 2 種類の出力範囲の製品が提供される。同シリーズは極数 8～12 で提供されるが、要望に応じて他の極数も可能である。

### 3-D. オランダ

#### 3-D-1. ALFA LAVAL : PureSOx スクラバー製品群の拡大

スウェーデン Alfa Laval Group のオランダの排ガス浄化部門は、同社の排ガス浄化システム「PureSOx」の新製品を開発した。

2016年9月のSMM展示会で発表された「PureSOx Global」ソリューションは、2020年に船用燃料中の硫黄分を全世界で0.5%以下に規制するというIMOの決定に対応するものである。現行のPureSOxシステムは、IMOの特定排出規制海域に課されている硫黄分0.1%規制に対応しているが、PureSOx Globalバージョンは、0.5%規制のみに対応する設計となっている。

さらに、同社は0.1%規制と0.5%規制の両方に対応する「PureSOx Flex」システムを発表する計画である。

PureSOx Global（硫黄分0.5%対応）、PureSOx ECA（同0.1%）、PureSOx Flexバージョンには、全てオープンループ型、クローズドループ型、ハイブリッド型があり、スクラバー配置はU型と直列I型がある。全てのバージョンは、3年間で初期費用の回収が可能であるとされている。

2016年5月、Alfa Lavalは、U型のPureSOx設計を改良した。スクラバー内の排気ガスの流れを最適化し、背圧を最小化することにより、スクラバーの高さは大幅に減少し、重量も軽量化した。スクラバーの高さはジェット部分で26%減少、アブソーバー部分で17%減少している。

#### 3-D-2. MPR : プロペラ損傷検出システム

オランダ Maritime Propeller Repairs (MPR) 社は、プロペラなどの船用駆動部品の検査に用いる新自動超音波システムを開発した。

船用プロペラの鋳造過程において、素材中に小さな気泡やひびが発生することがある。これらの損傷はプロペラの故障につながる。手動の損傷試験は一貫性と再現性に欠けるという問題があるため、MPRは新たなモバイル型超音波システムを開発した。

開発された小型軽量測定システムは、モバイル型スキャン装置とともに使用される。モバイル型スキャン装置はプロペラ表面を自由に動かすことができ、吸盤を用いて水平又は垂直に取り付けることも可能である。

#### 3-D-3. ROYAL BODEWES 造船所 : LNG 燃料システム

オランダの造船グループ Royal Bodewes は、LNG 燃料駆動船の普及を目的とした技術投資を行っている。海運業界において競争力のある代替燃料としての LNG の普及を妨げている要因のひとつは、世界的な LNG 燃料供給インフラの未整備である。また、幅広く利用できる LNG 燃料システムの欠如も問題である。一般的に、LNG 燃料システムは各新造船に合わせたエンジニアリングを行うため、必然的に投資コストが高くなる。

Royal Bodewes は、ユニバーサルな LNG システム「Fuel Performance」システムの開発プロジェクトを開始した。その目的は、船社が LNG 燃料を採用する際のコストの軽減である。

EU は、欧州地域開発基金を通じて、このプロジェクトへの支援を行っている。

### 3-D-4. WÄRTSILÄ : 可変ピッチプロペラ向けキャップ「EnergoProFin」

流体力学効率を改善するフィン付きのプロペラキャップは、30年以上前から利用されている。

しかしながら、これまでのアプリケーションは固定ピッチプロペラ（FPP）が主流であった。2016年12月、Wärtsilä は、従来の FPP 向けに加え、可変ピッチプロペラ（CPP）に利用可能なプロペラキャップ「EnergoProFin」を発表した。

EnergoProFin は、プロペラ下流部に hidrofoil 型フィンを搭載し、プロペラと同時に回転する省エネ型プロペラキャップである。この製品は、ハブボルテックス（渦流）を軽減し、プロペラ・ブレード前方の回転流の運動エネルギーを回収することによりプロペラ効率を改善する。回収された回転流の運動エネルギーは、推力に変換される。

Wärtsilä によると、EnergoProFin は比較的 low cost でプロペラ効率を 2% 向上させる魅力的なソリューションとして、FPP に幅広く利用されている。一方、CPP への利用に関しては、問題点が多かった。その複雑なメカニズムのため、CPP のハブは FPP よりも大型である。ハブ比率の高さにより、CPP は強力な渦を発生させ、回転エネルギーの損失が大きくなっている。

キャップとフィンを CPP に搭載することで回転エネルギーの損失は回収できないとする業界の見方に反し、Wärtsilä の流体力学機械設計工学部門は、このような技術課題を克服する CPP 向けの EnergoProFin を開発した。

新ソリューションは既に製品として販売が開始されている。Wärtsilä は、各プロペラの設計により異なるが、通常 FPP バージョンと同等の効率を得ることができ、高性能機種による CPP バージョンの効率は 4% 以上向上するとしている。初期投資の回収期間は、現在のような比較的 low fuel price の場合においても通常 2 年以下である。

FPP バージョンと比較した場合の CPP バージョンの特長として、ハブキャップの後方が開いているが、パフォーマンスに影響はない。効率向上を最大化するため、フィンの角度は、船舶が最も使用する頻度の多いピッチ設定に応じて最適化されている。

EnergoProFin は新造船への搭載に加え、既存船の推進システムのアップグレードにも利用可能である。

Wärtsilä の EnergoProFin 開発は、2011～2015 年に Wärtsilä と欧州企業 9 社が共同で実施した EU 支援研究開発プロジェクト「GRIP」（Green Retrofitting through Improved Propulsion : 推進改善のためのグリーンなレトロフィット）から派生したものである。GRIP プロジェクトでは流体力学特性の詳細研究が行われた。この結果と CFD 技術の進歩により、EnergoProFin の CPP バージョンが実現した。

### 3-E. ノルウェー

#### 3-E-1. MARINTEK : ハイブリッド研究所

ノルウェー船用技術研究所 MARINTEK は、エネルギー効率の高い船用動力・推進システムの研究を支援する専門研究所を開設した。新研究所は、エネルギー貯蔵システム（電池）と交流電力システムの両方をベースにしているため、ハイブリッド研究所と呼ばれる。

新研究所には、2セットの4ストローク・ディーゼルエンジン、発電機、540V DC バス整流器が設置されている。動力システムは、バスタイ（bus tie）で分離された2駆動システムを持ち、200kWの誘導電動機2基からなる。バッテリーバンクは、容量159Ah、公称電圧346Vである。キャパシターバンク（コンデンサーバンク）は、直列接続された200個のスーパーキャパシターを持つ。動力エネルギー管理システム（PEMS）は、発電整流制御システム（GRCS）及びエネルギー貯蔵管理システム（ESCS）と接続されている。

#### 3-E-2. NORWEGIAN ELECTRIC SYSTEMS : 船用 DC 電気システムシステム

2016年半ば、Norwegian Electric Systems（NES）社は、新型電気推進システム「Odin's Eye」を発売した。同システムは、可変速発電システムの利用を可能にするあらゆるサイズの全船種向けの直流（DC）電気システムソリューションである。同システムは、高い冗長性と高速ショート保護機能を持つ。

NES は、船用 DC 電気システムは、省エネと排出量低減に寄与するとしている。同社は、新システム開発に際し、このようなシステムの初期投資の高さと限定的な運転能力という問題の克服を目標とした。

「Odin's Eye」システム開発のために、NES は同社の周波数変換装置「QuadroDrive」を改良し、リングネット型に接続した。発電装置と電気推進機の大型化につながる通常のスプリット主配電盤を用いる代わりに、「Odin's Eye」システムではすべての主要装置は自律した独立型の「アイランド」として配置されている。これらの「アイランド」は、クローズド・バスタイを用いて同時に作動、又はオープン・バスタイを用いて独立作動というコンフィギュレーションが可能である。

「Odin's Eye」システムは、実績のある既存ハードウェアと用いた新システムとして開発された。

#### 3-E-3. ROLLS-ROYCE MARINE : Azipull Carbon スラスタ

Rolls-Royce Marine は、初めてカーボンファイバーを主要材として採用した軽量ステアラブル・スラスタ「Azipull Carbon 65（AZP C65）」を開発した。同スラスタは、イタリアのスーパーヨット造船所 Benetti が発注し、3年間プログラムとして製造されている。第1号機は、Benetti が設計、建造する全長125フィート（38m）の高速ヨットに搭載される。

Azipull Carbon 65 は、負荷部分にカーボンファイバー素材を用い、推進システムの大幅な軽量化を実現した。同スラスタは Benetti と共同開発され、出力重量比と流体力学形状が最適化された設計となっている。

同スラスタは、高い推進効率と操縦性、メンテナンスの容易さ、騒音と振動の低減、腐食耐性の高さなどの利点とともに、軽量化により船舶レイアウトの柔軟性を高める。

同スラスタは、高速ヨット向けに設計された製品であるが、客船や作業船などの他の船種への搭載にも適している。

同スラスタ・シリーズの初回機種である AZP C65 は、定格出力 2,000kW で、前方向きの固定ピッチ牽引プロペラを搭載している。駆動系統は、スパイラルベベルギア 2 セットを持ち、支持構造に内蔵されている。

Rolls-Royce Marine は、ドイツ企業 Saertex の多軸加工技術とエンジニアリング技術を用いて、革新的な新型スラスタの軽量カーボンファイバー構造を開発した。新たな軽量カーボンファイバー設計を用いたモーターユニット内部及び外部構造のプロトタイプは、Saertex Stade 社工場で製造された。

また、Rolls-Royce Marine は、英国ブリストルの国立複合材研究所で開発された技術も利用している。

### 3-E-4. ROLLS-ROYCE MARINE：新型永久磁石（PM）スラスタ

Rolls-Royce Marine は、長年にわたって永久磁石（PM）技術の開発を行っている。2016 年には、同社は PM 技術を内蔵したアジマス式スラスタ 2 機種、推進プロペラ・スラスタ「AZ-PM 1900」と牽引プロペラ・スラスタ「Azipull AZPPM」を発表した。

#### ① AZ-PM 1900 アジマス・スラスタ

AZ-PM 1900 スラスタは、ノルウェーの調査船「Gunnerus」における 500kW 型モデル 2 基の 1 年間の実証実験の完了後に発売された。

この PM スラスタは、リング型 PM 電動モーター、プロペラ、ノズルを統合推進ユニット内に組合せ、従来のスラスタよりも可動部品が少ないことが特長である。ローターハブのシンプルなベアリングは全負荷に対応する。モーター・ローターがプロペラ・ブレード周囲のリングを形成しており、先進的なブレード形状により、キャビテーション発生は最小限に抑えられる。従来型スラスタよりも潤滑油の含有量が少なく、米国 VGP 規定に基づいた生分解性潤滑油を用いる。省スペースで、設置も簡単な設計となっている。

海上試験では、全負荷で高いモーター効率を記録し、定格速力では最大 97% 向上した。ボラードプル能力も 20% 向上した。同じ出力に対して速力が約 1 ノット増加し、騒音レベルも改善している。

AZ-PM 1900 スラスタは、出力範囲 500kW～1,100kW をカバーしている。機種ナンバーはプロペラ直径を表している。Rolls-Royce Marine は、現在最大出力 2,600kW の機種を開発中である。

AZ-PM 1900 の開発には、同社の既存 PM トンネル・スラスタ（TT-PM）の技術とノウハウが幅広く利用された。

#### ② Azipull AZP-PM スラスタ（L 型ドライブ）

Rolls-Royce Marine は、2017 年中に Azipull 牽引プロペラ型アジマス・スラスタの PM バージョン「Azipull AZ-PM 120」を発売する予定である。同機種は連続定格 1,800～3,500kW を持つ。同機種に続いて、フレームサイズのより小型な 085 と 100、及び大型な 150 が製品群に加わる。新製品群は出力 900kW～5,000kW をカバーし、最高速力は 24 ノットである。

新 AZP-PM スラスタは L 型駆動コンフィギュレーションを持ち、水中ユニットは従来の

Rolls-Royce Azipull スラスタと同じであるが、新型上部ユニットには垂直軸 PM モーターが搭載されている。

AZP-PM スラスタには、固定ピッチプロペラ、可変ピッチプロペラ、フェザリング CP プロペラの 3 種類のプロペラが搭載可能である。

### 3-E-5. SCANA VOLDA : Thorque+永久磁石モーター

Scana Propulsion 社は、小型永久磁石 (PM) モーター「Thorque+」を Inpower 社と共同開発した。「Thorque+」は、可変ピッチプロペラ向けの推力とピッチメカニズムを統合した電動機で、従来のディーゼル電気推進システムと比較して大幅に燃料消費量を削減する。固定ピッチプロペラ用の「Thorque+」も開発された。

Thorque+は、非同期電動機を使用したシステムよりも総合的に効率曲線が改善している。特に低出力モードでは、Thorque+は非同期電動機よりも大幅に効率が高い。小型設計となっており、スペースの限られている船舶又は機器配置条件の複雑な船舶への利用に適している。

Thorque+の第 1 号機は、アイスランド漁船改造プロジェクトでの固定ピッチプロペラに採用される。搭載されるシステムは、定格出力 750kW の「Thorque+」PM モーターから成り、固定ピッチプロペラの軸系に直接接続される。

### 3-E-6. YARA MARINE Technologies : SO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> 統合浄化プラント

2016 年に韓国現代尾浦造船建造されたノルウェー船主向けの 20,600 m<sup>3</sup>型 LNG 運搬船のシリーズは、SO<sub>x</sub> と NO<sub>x</sub> の両方を浄化するデュアル浄化システムという新技術を搭載していることが特長である。シリーズ第 1 船である「Yara Sea」は、NO<sub>x</sub> と SO<sub>x</sub> の両浄化技術の統合稼働に成功した世界初の船である。

このシリーズ船の船主は、世界最大のアンモニア、硝酸塩、NPK (窒素、リン酸塩、カリウム) 化合物肥料メーカー Yara International 社である。搭載された SO<sub>x</sub>・NO<sub>x</sub> 浄化システムは、同社が 2014 年に買収した子会社 Yara Marine Technologies 社 (旧 Green Tech Marine 社) が製造している。マルチ・インレット・スクラバー装置と SCR システムを組み合わせたシステムの採用により、同シリーズ船は世界の最も厳しい環境規制を満たす。

マルチ・エンジン・インレットを持つ直列型 SO<sub>x</sub> 浄化システムは、スクラバー 1 基が出力 7,620kW の MAN の 2 ストローク主機に接続され、また、もう 1 基のスクラバーが出力 1,320kW のディーゼル補機 3 基に接続されており、排出規制海域における硫黄含有率 0.1% という IMO 規制レベルに排ガスを浄化する。同時に、SCR システムが NO<sub>x</sub> 排出量を IMO 第 3 次排出規制レベルに削減する。

長年の研究開発の成果であるこの SO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> 統合浄化システムの採用により、船舶は全ての環境で高コストの船用ガスオイル (MGO) の代わりに重油 (HFO) を使用することが可能となる。克服すべき多くの課題のうち、最も大きな技術的課題は、両浄化システムを同時運転することによる排出ガス成分と密度の変化に対応することであった。

### 3-F. スウェーデン

#### 3-F-1. CIMCO MARINE : OXE ディーゼル船外機

2016年12月、スウェーデン Cimco Marine 社が開発した OXE ディーゼル船外機は、IMO と米国 EPA による国際海域における商業的使用への認証を取得した世界初の出力 150~400hp (112~298kW) クラスの鋳鉄製ディーゼル船外機である。Cimco Marine は、ノルウェーのクルーズ船に搭載される複合型ゴムボート向けのユニットを含むこの先進的ディーゼル船外機の製造を開始している。

OXE ディーゼル船外機の主な対象市場は、安全性、耐久性、性能、使い易さが重要となる海軍、救助、民間向けのアプリケーションである。船上に搭載される硬質ゴムボート (RIBS) 用のガソリンの保管と使用は、その揮発性から海軍その他の艦艇にとって問題となっていた。NATO 軍は、安全性向上と燃料の相互運用性向上のために艦艇に「シングル燃料ポリシー」を導入した。ディーゼル油はガソリンよりも安全性が高く、また、母船の使用燃料でもあるため、相互運用性が高い。

さらに、沿岸漁船、養殖漁船、小型フェリーなどに加え、調査、緊急サービス、排他的経済水域保護、その他セキュリティー関連のオペレーションにも OXE ディーゼル船外機の利用が適している。

OXE ディーゼル船外機は、最新のベルト駆動技術を採用している。この技術により、ベベルギアと伝動軸が排除され、関連する保守コストの必要もなくなる。OXE は船用に改造された従来の自動車用エンジンブロックを採用している。多くの船外機と異なり、OXE は水平に据え付けられ、信頼性が向上し、保守の必要が少ない。

最初に製造される機種は、出力 200hp (149kW) のユニットである。現在 300hp (224kW) モデルも開発中で、2017 年末までには商品化される予定である。

#### 3-F-2. CLIMEON OCEAN : 排熱回収システム

Climeon 社は、新型排熱回収システム「Climeon Ocean」の初受注を獲得し、2017 年に納入を開始する。同システムは、船舶のエンジンからの排熱を利用して発電を行い、総合的な燃料消費量と排出量の削減を実現する。

イタリア造船所 Fincantieri は、同造船所が建造する新造クルーズ船向けに「Climeon Ocean 450」システム 6 基を発注した。そのうち Climeon 技術を採用した最初のシステムとなる 3 基は、英国の新クルーズ船社 Virgin Voyages の新造クルーズ船に搭載される。同システムの使用により、船舶からの年間 CO<sub>2</sub> 排出量は約 5,400 トン削減されると算出されている。

Climeon 過程では、排熱が作動媒体を液体からガスに変換する。ガスは液体よりも容積が大きいため、圧力が増加する。加圧されたガスはタービンを通り、清浄な電力を発電する。その後タービンを通り、ガスは冷却され、液体に再変換される。濃縮による損失はない。液体は再度システムの排熱部に吸い上げられ、効率的なクローズドループのサイクルで循環する。

#### 3-F-3. SCANIA : IMO 第 3 次排出規制対応型船用エンジン

Scania 社は、その高速船用ディーゼルエンジンの製品群に IMO 第 3 次排出規制を満たすエンジンのシリーズを追加した。新シリーズは、自社開発の排ガス後処理装置を使用して NO<sub>x</sub> 排出量を削減し、IMO 排出規制海域 (ECA) の NO<sub>x</sub> 排出基準を満たすものである。この最新型エンジンは、沿岸船、内

陸水路船の主機及び補機として、また、さらに大型の国際航行船のディーゼル電気推進システムの発電機としての利用に適している。

IMO 第3次規制対応型船用エンジンのシステムは、SCR システム、カスタマイズされた排ガスシステム、尿素と排ガスの混合蒸発装置、3 ウェイ安全弁から構成される。同システムは、Scania の12リッター型及び16リッター型船用エンジン向けの製品がある。設置面積（フットプリント）は従来型船用エンジンシリーズと変わらない。13リッター型エンジンシリーズの場合、D113 092M モデル5機種が出力範囲257~405kW をカバーしている。

Scania は、ドイツ Volkswagen Truck & Bus 社の子会社である。

### 3-F-4. SKF : Simplex 軸受

2016年9月のSMM展示会において、SKF社は推進軸系向けのSimplex中間軸受の第4世代モデルを発表した。新型軸受には、耐久性、信頼性、設置と保守の簡易化を目指した設計変更と改良が加えられている。

改良されたハウジング設計は、硬度が高く、従来機種よりも約50kg軽量化している。また、シールの設計改良により、船舶の乗員による設置と交換が容易になった。さらに、改良された鋼製チョックライナーも30%軽量化している。新型軸受は、従来型の鋼製チョック上、又は調節可能な「SKF Vibracon」チョックを用いた三脚形状での据え付けが可能である。

### 3-F-5. VOLVO PENTA : D8 型高速ディーゼル

スウェーデンの高速ディーゼルエンジン・メーカーVolvo Penta は、2016年9月のSMM展示会において、新D3型船用高速エンジンを発表した。

燃料噴射電子制御装置コモンレールを搭載した6シリンダー直列型ディーゼルエンジンには、出力450hp（336kW）、510hp（380kW）、550hp（410kW）の3機種がある。新型エンジンは、高速滑走艇への利用に適した小型で動力密度の高いエンジンとして設計されている。また、新造船への搭載だけではなく、Volvo Penta の前世代エンジン「TAMD74」の代替としてのレトロフィットにも適している。

D8型エンジンの引き渡しは、2017年半ばに開始される予定である。新エンジンは、Volvo Penta の既存エンジンD6とD11のギャップを埋める製品で、高速作業船、フェリー、漁船、巡視船その他の強力な加速特性を必要とする船種を対象市場としている。

### 3-F-6. VOLVO PENTA : 排出削減技術

Volvo Penta は、EU ステージIV 排出規制に適合するエンジンを2014年から販売している。同社は現在、2019年発効予定のステージVに適合するエンジンの開発を進めている。

欧州のステージIV規制と米国EPAの第4次規制には、Volvo Penta は選択触媒還元（SCR）システムの改良により対応した。SCR システムでは、排ガス系統に噴射された同社の特許反応剤「AdBlue」が触媒コンバーター内のNOxと反応し、NOxを窒素と水に分解する。排ガス再循環（EGR）システムも、最高燃焼温度を低下させることによりNOx排出量を削減する。

次のステージV規制を満たすために、Volvo Penta はガス状物質と煤煙の排出をさらに低減させるシステムを開発中である。同社は、2016年4月、エンジンの設計変更を最小限に留め、規制強化にでき



る限りスムーズに対応するシステムを開発中であると述べている。現行の 5～16 リッター、出力 106～565kW のエンジン製品群は、エンジン開発の一貫性を保つために変更は行わない。

SCR 技術と AdBlue 反応剤の使用により、Volvo Penta のエンジンは、ステージ IV 規制を満たすためにはディーゼル微粒子フィルター (DFP) を使用する必要はない。しかしながら、同社は排出基準がさらに厳格化されるステージ V 規制を踏まえ、DPF を標準搭載する計画である。

#### 排出規制

EU 欧州委員会のステージ IV 排出規制は、出力 19～560kW のノンロード可動機械 (Non-Road Mobile Machinery : NRMM) の NOx 排出量を 0.4g/kWh、PM 排出量を 0.025g/kWh 以下に制限している。

現行規制は PM 排出量全体を制限しているが、ステージ V 規制では、排出される粒子の数も制限する。すなわち、PM 排出量が 0.015g/kWh に制限されると同時に、粒子数も制限される。また、全ての NRMM が対象となることが予想されている。

Volvo Penta によると、現行の米国 EPA 第 4 次規制は欧州ステージ IV 規制と同レベルであるため、欧州ステージ V 発効に合わせて米国規制も強化されることが予想される。

#### 3-F-7. VOLVO PENTA : Humphree 社の買収

2016 年、Volvo Penta は、スウェーデンの小型船向け制御システム専門企業 Humphree の筆頭株主となった。Humphree 社は、インターセプター、縦揺れと横揺れを軽減するトリムシステムの最適化、ウォータージェットのパケット偏角操作に代わるステアリング方法、サブ・キャビテーション、ベース通気型スタビライザー・フィン、流体力学サービスなどの製品とサービスを提供している。

近年、Humphree は、Volvo Penta のインターセプター・システム (IS) のサプライヤーとなっていた。IS は 2016 年にアップグレードされている。

Humphree の筆頭株主となることにより、Volvo Penta は、総合的な船用システム・サプライヤーとなる戦略を一步進めた。Volvo Penta のポート制御システムの製品群には、新たにトリム制御機能やスタビライザー機能が追加される。

### 3-G. 英国

#### 3-G-1. BRUNTONS PROPELLERS : CPP プロペラ・システム

2016年10月、英国のプロペラとスターンギアのメーカーBruntons Propellers社は、新型可変ピッチプロペラ(CPP)を発表した。新型CPPは、CPPの問題点克服を目指した数年に及ぶ同社の研究開発活動の成果である。

Bruntons社は、従来型CPPのプロペラ寿命とプロペラ負荷の連続的変動への耐性維持に影響するブレードの疲労と軸負荷に、研究開発の焦点を当てた。開発されたCPPシステムには、ブレード疲労を低減する新ブレード保持システム、高軸負荷に対応する新たなツインカム設計が採用されている。

新型CPPシステムには、従来型制御装置、又は異なる運転モードに応じたセッティングが可能なコンピューター化されたモニタリングを採用した完全自動制御装置が利用可能である。また、新型CPPは完全なフェザリング能力を持っている。新製品は、最大出力2,000hp(1,491kW)までのエンジンに対応しているが、Bruntons社は現在、さらに大きな出力を持つエンジン向けの製品を開発中である。

#### 3-G-2. DMS TECHNOLOGIES : リン酸鉄リチウム (LiFePO<sub>4</sub>) バッテリー

2016年6月に英国サウサンプトンで開催されたSeawork展示会において、直流(DC)電気専門企業DMS Technologies社は、リン酸鉄リチウム(lithium ferrite phosphate : LiFePO<sub>4</sub>)をベースとした次世代バッテリーを発表した。

主に全長100m以下の船舶とボートへの使用を対象とした新型LiFePO<sub>4</sub>バッテリーは、同社の標準製品であるAGM(absorbed glass mat)式及びゲル式バッテリーと比較して、重量が約3分の1軽量化している。さらに、LiFePO<sub>4</sub>バッテリーは、AGM式及びゲル式バッテリーと比較して放電率が低いため、製品寿命が長い。

#### 3-G-3. HARRIS PYE : 蒸気ボイラー

これまで40年以上、他社製の船用ボイラーの修理と設計改良を行ってきた英国Harris Pye Engineering社は、過熱飽和蒸気ボイラーの自社製造を開始した。2016年、同社の蒸気ボイラー「Tri-fired 45 tph (tons per hour)」は、米国船級協会ABSのPDA(Product Design Assessment)認証を取得した。

PDA認証取得により、Harris Pyeの蒸気ボイラーは、ABSによる簡単な技術評価の後、船舶への搭載が可能となり、個別認証の所要時間とプロジェクトのリードタイムの短縮につながる。ボイラーは個々の要求に応じてオーダーメイドされ、製造と運転の効率を高める。

Harris Pyeの船用及びオフショア用水管ボイラーの製品群は、蒸発量30tph~150tph、飽和蒸気の最高過熱温度は515°C、運転圧力は16~60バールである。ボイラー製品には、パッケージとして遠隔操作メンテナンス・システム(Remote Operation and Maintenance System : ROMS)の追加が可能である。

#### 3-G-4. HARRIS PYE : 先進排ガス浄化システム

Harris Pye Engineering社は、船用排ガススクラバーの設計と製造を開始し、2016年8月、IMO

MARPOL 条約を満たす船級協会 DNV GL の型式承認を取得した完全自動の「Advanced Emission Purification System」(先進排ガス浄化システム) の第 1 号機と関連システムを既存船にレトロフィット設置した。

その後、同社は他の船舶数隻にもスクラバーシステムを設置し、さらなる受注も獲得した。このような需要の増加は、IMO の排出制限海域 (ECA) における燃料の最大硫黄含有率 0.1% 規制と、2020 年に発効予定の国際海域における 0.5% 規制の影響によるものである。

Harris Pye Engineering 社は、英国、中東、アジア、ブラジルに工場網を持ち、設置以前に現地で製品組立てを行うという物流面及び経済的な利点を提供している。

### 3-G-5. NAPIER TURBOCHARGERS : 新型ターボチャージャー

2016 年、英国 Napier 社はリンカーン工場に新製造ラインを開設し、同社の大型 4 ストローク・エンジン向け新型ターボチャージャー「NT1-14」の製造をまもなく開始する予定である。新型ターボチャージャーの特長は、6.0 : 1 という高い圧縮比である。

2017 年に発売予定の NT1-14 は、出力 5,000kW~12,000kW のアプリケーションに対応し、新たな特許技術 LC タイプのコンプレッサーをベースとしている。同機種の製造開始を控え、現在アSEMBリーラインは現行の最新機種 NT1-12 の製造を行っている。

### 3-G-6. PRECISION PRODUCTS : ピストンの新コーティング技術

2016 年 11 月、英国 Precision Products 社は、MAN の 2 ストローク船用エンジンに同社の最新セラミックメタル (「CM2」) ピストンリング・コーティング技術を使用するための暫定認証を MAN Diesel & Turbo から取得した。

CM2 は、Precision Products 社が MAN Diesel & Turbo を含むパートナー企業との共同開発プログラムの成果である。CM2 は、複雑な物質構成と最新の溶射技術である HVOF (high velocity oxy-fuel) プロセス (= 高速フレーム溶射法) を組み合わせた技術である。高品質の新標準となる CM2 技術には、硬度強化、温度対応の改善、耐性向上などの利点があり、オーバーホール間隔も長くなっている。

大型船用エンジンのオーバーホール時の開閉作業には多大なコストと時間がかかり、その後のエンジン性能に影響することもあるため、ピストンリングのオーバーホール間隔の延長は重要な課題であった。

さらに、エンジン設計者は、常にシリンダー出力の向上とオーバーホール間隔の長期化を目指しているため、ピストンリングの構成と加工の重要性は増している。エンジンの出力増加は、シリンダーライナーとピストンリングへの熱ストレスと負荷の増加につながる。Precision Products 社は、英国シェフィールド大学と先進コーティング素材と溶射方法の共同研究を行っている。

MAN Diesel & Turbo からの暫定認証の取得は、MAN 製エンジンを搭載したコンテナ船上における 1 年間以上の海上試験の成果である。暫定認証から最終認証には、さらなる実船実験が必要となる。最終認証を取得すれば、CM2 ピストンリング技術は大型 2 ストローク・エンジンに幅広く採用されることとなる。

### 3-G-7. QINETIQ : キャビテーション・トンネル

技術研究企業 QinetiQ は、英国ポーツマスのキャビテーション・トンネルを海軍及び民間の顧客向け

にアップグレードし、2016 年半ばに再オープンした。新施設は、船舶と潜水艦の耐航性と操縦性の試験に用いられる欧州最大の流体力学試験水槽と、船舶と潜水艦の抵抗と推進性能の試験を行う全長 270m の牽引水槽を持つ。

同施設の再開により、QinetiQ 社の国際海事コンサルタンシー及びソフトウェア（International Maritime Consultancy and Software : IMCS）部門の試験施設の整備は完了した。QinetiQ は、造船技師によるアドバイスと最新の物理的及びバーチャルな流体力学試験、及び QinetiQ の先進船舶設計ソフトウェア「Paramarine」を組み合わせたサービスを提供する。

QinetiQ は、同社の艦艇分野における幅広い専門知識、特にノイズと効率に関する知識を商船分野にも利用を拡大していく計画である。商船分野ではノイズと振動の軽減が課題となっており、QinetiQ の専門知識が有効である。アップグレードされた試験施設は、既にプロペラ製造企業その他からのビジネス需要につながっている。

### 3-G-8. RICARDO : 船用エンジン向け廃プラスチック燃料

エンジン技術企業 Ricardo 社は、同社の英国大型エンジン開発センターのリサーチ・エンジン「Atlas II」を、新たな燃料「Plaxx」の試験に利用している。プラスチック廃棄物から生成され、硫黄含有率の低い Plaxx は、将来的には船用重油（HFO）の代替となり得る新燃料である。

英国 Recycling Technologies 社は、廃プラスチックを炭化水素合成物「Plaxx」に変換する装置を開発し、その過程を工業化した。登録商標である Plaxx は、化石燃料である HFO よりもクリーンで持続性の高い燃料である。

高硫黄分燃料の使用に対する規制は厳格化しており、Recycling Technologies 社は、今回の Ricardo 社における試験により、Plaxx が MARPOL 条約を満たす船用エンジン用燃料として承認されることを期待している。

Ricardo 社の「Atlas II」は、シングルシリンダーの先進的エンジンで、最高シリンダー圧は 300 バールである。同エンジンは複数の燃料に対応しており、代替燃料の試験の他に、燃焼性能、排出、エンジン構成などに関する研究に用いられている。

「Atlas II」を使用した研究は、口径 150~200mm、出力 500~5,000kW の多シリンダーエンジンへの応用が可能である。同エンジンを使い、あらゆる負荷における Plaxx のディーゼル油と HFO との連続的な比較実験が行われる予定である。

### 3-G-9. RICARDO : エンジン試作機の製造

2016 年 10 月までの半年間、エンジン技術企業 Ricardo 社は英国ショーラムの最新設備を持つ同社工場で、記録的な数のエンジンを製造した。2011 年に稼働したショーラム工場の製造設備は 2016 年に拡張され、製造能力は倍増した。同時に、エンジン試作機の製造プロジェクトと高度計測を支援するための新たな試験設備や組立設備が整備された。

新工場は、自動車、オフハイウェイ車両（農業・建設・鉱業用機械など）、発電、船舶向けのエンジン試作機と特殊エンジンの製造を専門に行っている。製造可能なエンジンは、シングルシリンダーのリサーチ・エンジンから船用、発電用の 12 シリンダー V 型エンジンまでをカバーする。2016 年 4~10 月期には OEM 企業 15 社向けに 2,000 基のエンジンを製造し、わずか半年間で前年の年間総製造数を超えた。

同社のショーラム工場は、英国製造業界における「スマート・ファクトリー」の代表例となっている。

### 3-G-10. ROLLS-ROYCE MARINE：研究開発戦略

2016年のRolls-Royce 船用部門の売上は前年を下回ったにもかかわらず、売上に対する研究開発費の割合は、前年の2.6%から3.5%に増加した。英国を本拠とするRolls-Royce グループの製品開発と技術開発は、スカンジナビア諸国とドイツで行われる比率が高い。

2016年10月時点において同社が実施中の製品開発プログラムは、次世代スラスタ、小型ポッド、次世代低圧推進ドライブ、統合ブリッジ (Unified Bridge) の改良、永久磁石電池駆動ウィンチである。さらに、船舶インテリジェンスの研究開発への出費も大幅に増加している。

同社の研究開発活動における優先分野は、船舶インテリジェンス、機器と機械の状態管理、プラントとシステムの最適化、自律航行船及び半自律航行船である。全ての研究開発にはデジタル技術とビッグデータが用いられている。また、電気推進を含む船用電気システムの新開発と製品拡大も優先課題のひとつである。同社はこの分野における重要企業となることを目標としている。

Rolls-Royce Marine は、研究開発と製造能力のリンクを強化する戦略も持っている。その例として、Azipull Carbon スラスタをスーパーヨット市場に投入した。同社は、製品需要の拡大に伴い、繰り返し大量生産が可能な製造システム構築の必要を認識している。

### 3-G-11. STONE MARINE SEALS：EcoSeal 製品の拡大

Stone Marine Seals 社は、スラスタ及びポッド型プロペラのメーカーの需要に応じて同社が製造する「EcoSeal」の製品拡大を行い、「EcoSeal T」及び「EcoSeal TS」の2機種を追加した。

「EcoSeal T」は、ダブルバリア構造になっており、両シール端面（摺動面）がケーシング内で回転する。オイル又は水などの流体がシール端面を通過した場合には、流体は排出システムによってケーシングから回収され、船内に貯蔵されるため、汚濁や汚染の心配がない。内部ケーシングは加圧することも可能である。EcoSeal TS は EcoSeal T の派生製品で、幅広く利用されているリップ型シールに代わる製品として、レトロフィットが容易な構造となっている。新型ダブルバリア型シールはバイオオイルにも対応しており、米国の環境適合潤滑油 (EAL) 規定を満たしている。

### 3-G-12. TRELLEBORG：新型 Metacone ショックマウント

2016年初頭、Trelleborg Marine Systems は、新型船用ショックマウント「Metacone」を発表した。この防振マウントは、船用機器の保護と騒音と振動の軽減による船内居住性の向上への海運業界の要求に対応する製品である。

「Metacone」は、高負荷に耐える振動分離機能を持ち、新製品はその丸型モジュラー設計により設置が容易となっており、設置部の変更なしにマウント硬度の微調整が可能である。

### 3-G-13. WÄRTSILÄ：プロペラ軸監視システム

Wärtsilä の英国シール・ベアリング部門は、プロペラ軸装置の状態監視システム「Sea-Master」を開発した。同システムは、デジタル技術を利用し軸受とシールの状態を監視することにより稼働性を高め、軸系のライフサイクル・コストを削減する。

Sea-Master システムは、オープンループ及びクローズドループの海水潤滑式船尾管に利用することができる。このソリューションは、複合材部品と既存のシール製品をデジタル技術で組合せ、軸受温度や潤滑性能などに関する異状の早期警告を発する。

リアルタイム・データの収集により、同システムはプロペラ軸を取り出すことなく必要な情報を船級協会に提供することができるため、オーバーホール間隔の延長が可能となる。

### 3-G-14. WÄRTSILÄ : 水潤滑軸シール

Wärtsilä は、2016 年 11 月にニューオーリンズで開催された国際・ワークボート・ショーにおいて、顧客要望に応じて製品開発に 1 年間以上を要した作業船市場向けの新型水潤滑シール「Enviroguard SLR」を発表した。

新「Enviroguard SLR」シールは、小型作業船、漁船、モーターバージ、スーパーヨットなどの船種の信頼性向上を目的に設計されている。軸直径 75～306mm に対応する 9 種類の標準機種を提供する。

新製品は、沈泥や土砂の混ざった水にも対応し、機器性能に影響することなく軸系の大きな動きにも耐えうる設計となっている。潤滑に水を使用することにより、漏出した場合でも環境汚染のリスクはない。メンテナンス間隔は最長 5 年間である。さらに安全性を高めるためには、オプションとして膨張式の非常用シールも装備可能である。

### 3-H. スイス

#### 3-H-1. ABB : ダイナミック AC 技術

可変速発電装置は、速力と動力要求の幅の大きい船舶に利用されるディーゼル電気推進システムの燃料消費量を年間 6%削減することが可能である。

ABB が開発したダイナミック AC (「DAC」) 技術は、エンジン速度を最適化し、大幅な省エネを実現する。ディーゼル電気推進システムのディーゼル発電機の回転速度を調整し、特定の速力範囲でシステムの周波数を変化させる。DAC 技術は、主に出力 20MW 以上の大型船を対象としている。

動力管理・勧告システムとの統合により高度に最適化されたシステムは、船舶の全ライフサイクルを通じたエネルギー効率管理ツールとなる。

#### 3-H-2. ABB : 船用補機ターボチャージャー

2016 年 6 月に開催された CIMAC 会議において、スイスを本拠とする ABB Turbocharging は、船用補機専用のターボチャージャー「Marine Auxiliary Power (MXP)」を発表した。

同機は ABB と IHI が共同開発した製品で、出力 2,000kW までの重油 (HFO) 焚き小口径中速ディーゼルエンジンを対象市場としている。まず 2017 年初頭に、フレームサイズの異なる MXP の 3 機種を発売する。

MXP の特長は、負荷変動への反応の良さと部分負荷時に追加的圧縮装置の必要のない効率の高い運転である。製品開発に際しては、サービスの簡易化も焦点となった。新型ターボチャージャーは、サービス準備を迅速に行うことができ、部品交換も容易である。航行中の乗員によるサービスや状態ベースのメンテナンスも可能な設計となっている。これには ABB の高度なインターアクティブ・デジタル技術が利用されている。

#### 3-H-3. WINTERTHUR GAS & DIESEL : 研究開発戦略

2016 年 6 月、中国船舶工業集団 (China State Shipbuilding Corporation : CSSC) による Wärtsilä 所有株式 30%の買収後、2 ストローク・エンジン設計企業 Winterthur Gas & Diesel (WinGD) は CSSC の 100%子会社となった。CSSC による買収後も、WinGD はスイス本社と独立した事業形態を維持する。CSSC の研究開発への長期投資戦略は、WinGD に有利と働くことが予想されている。

2016 年 9 月、WinGD の研究開発担当副社長 Dominik Schneiter は、同社の研究開発活動と優先分野を以下のように示した。

- 統合 NOx 処理装置 : 船主、造船所からのフィードバックによると、2 ストローク・エンジン向けの NOx 後処理装置の問題点は、大きな設置スペースが必要となることである。そのため今後の課題は、「インテリジェント」なアンモニア又は尿素を使用した SCR システムとエンジンの統合である。WinGD の完全に統合された高圧 SCR システムは、開発の最終段階にある。同システムでは、触媒と全反応剤の噴射混合装置と流入制御バルブがエンジン上に搭載される。
- 高圧 EGR (HP-EGR) : WinGD が開発したもうひとつの NOx 削減技術は高圧 EGR (HP-EGR) である。排ガスを燃焼室内に再循環させることにより、シリンダー内のガス温度が上昇し、酸素濃

度が低下することにより、燃焼温度も低下し、NO<sub>x</sub>発生が抑制される。同システムには、排ガスを給気と混合する前に浄化するスクラバーが必要となる。また、さらにシンプル化した EGR 機種は、デュアル・フュエル (DF) エンジンの出力を向上させ、燃料消費量を削減させる目的にも利用可能である。このシステムで EGR がガス・モードのみで運転される場合には、スクラバーの必要はない。

- ハイブリッド化：パワーテイクオフ (PTO) / パワーテイクイン (PTI) 方式の軸発電機/電動機は、推進力を向上させると同時に、エネルギー貯蔵システム (バッテリー又は圧縮空気) となる。
- 2 ストローク DF エンジンの燃料シェアリング・モード：2016 年 11 月、LNG 運搬船に搭載された WinGD X72DF エンジンの燃料シェアリング・モードの試験が開始された。このモードでは、貨物からのボイルオフガスが燃料油を補完 (代替ではなく) し、オペレーターが動力要求に応じてボイルオフガスの使用をバランス化することができる。WinGD は既に「ダイナミック燃焼制御システム」というシステムを開発しており、このシステムでは、低品質ガスの場合や環境条件が悪い場合、液体燃料にボイルオフガスを加えることができる。
- DF エンジンのディーゼル消費量：2 ストローク DF エンジンのガス運転モードが 20%以下という低い比率の場合を対象に、WinGD は低圧 DF システムのディーゼル燃料消費量削減を目的とした研究開発を行っている。
- X ジェネレーション一元燃料エンジン：WinGD は、2011 に発売された「X ジェネレーション」一元燃料燃焼 2 ストローク・ディーゼルエンジンのシリーズに、新たに 2 機種を追加する計画である。既存エンジンの口径サイズのギャップを埋める製品であるとされているが、その詳細は発表されていない。
- デュアル定格 X ジェネレーション・エンジン：数年前、WinGD は日本のライセンシーと共同開発したデュアル・レーティングと呼ばれる機能を持つ X ジェネレーション・シリーズのエンジンを発表した。同システムは、特にターボチャージャー 3 基を搭載したシリンダー数の多い大型エンジンに利用されている。現在は、主にコンテナ船に搭載されているが、同社はこの技術の利用を中長期的に拡大する計画である。

#### 3-H-4. WINTERTHUR GAS & DIESEL：エンジン部品コーティング

Winterthur Gas & Diesel (WinGD) は、ピストンリングなどの大型エンジン用部品に使用するコーティングの劣化過程の新たな試験方法を開発した。これらの部品のコーティングは常時冷却と加熱が繰り返されており、そのストレスはコーティングのひび割れや剥離を引き起こす原因となっている。悪化した場合には、完全な分解や故障の原因ともなる。

新たに開発された「Troepfchentest」と呼ばれる試験方法は、加熱と冷却を繰り返すことによるコーティングの劣化過程のシミュレーションを行う。100~800°Cに加熱可能なヒータリングパッドに取り付けられた鋼製の筒にピストンリング全体又はリング部分を設置し、液化イナートガス又は非ミネラル水などの液体を試験体に 0.2Hz~50.0Hz の振動数でトリップする。

振動数 1Hz でドリップされた場合、1 週間で約 600,000 サイクルが達成される。新システムを使用した試験では、2~3 百万サイクルの後のピストンリングのコーティングは、長年にわたって使用された船用エンジンのコーティングと同じ状態になることが証明された。



## 欧州の環境にやさしい船舶と船用機器への投資プログラム

### 欧州投資銀行：グリーン・ SHIPPING・ ギャランティー・ プログラム

EU 加盟国が所有する欧州投資銀行（EIB）は、長年にわたって海事産業向けに融資を行ってきた。EIB の融資プロジェクトは、EU 政策目標の達成支援を目的とし、全ての海事産業分野とその活動を対象としている。

2016 年、EIB は、「グリーン・ SHIPPING・ ギャランティー・ プログラム」と題した新投資プログラムを開始し、欧州海運企業による「グリーン」な技術への投資を加速させる。これは、欧州海運の環境性と競争力を高めることを目的として機能する初の保証メカニズムである。

主な焦点は、効率の向上と汚染の軽減である。これを加速する要因のひとつは、2020 年に発効予定の燃料硫黄分に関する国際規制である。海事産業にはそれまでにクリーンな船舶への投資を行う必要がある。

同プログラムの第一段階として、「グリーン・ SHIPPING・ ギャランティー・ プログラム」は、総額 30 億ユーロ（31 億 9,200 万ドル）の投資に対し、7 億 5,000 万ユーロ（7 億 9,800 万ドル）の融資保証を行う。運輸セクターのグリーン化は、コネクティング・ヨーロッパ与信枠（Connecting Europe Facility: CEF）が出資する EU の汎欧州ネットワーク（TEN）政策と欧州戦略投資基金（European Fund for Strategic Investments : EFSI）の主要目標である。

プログラム第一段階の 7 億 5,000 万ユーロ（7 億 9,800 万ドル）の融資保証は、CEF からの 5 億ユーロ（5 億 3,200 万ドル）、及び EFSI からの 2 億 5,000 万ユーロ（5 億 3,200 万ドル）でサポートされる。EIB のプログラムは、フランス、オランダ、北欧諸国の金融機関と共同で開始された。

同プログラムでは、新造船建造に関する債務の最大 50%、既存船へのグリーン技術のレトロフィットに関しては最大 100%の保証を行う。保証対象となる船舶は、所有、運航、ビジネスの大部分が欧州に関連するものでなければならない。船用機器とシステムに関しては、LNG を含む代替燃料システム、排ガス削減技術、船体塗装、バラスト水処理システムなど「持続性のある海運」というカテゴリーに当てはまるものが対象となる。

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 2016 年度

2017 年（平成 29 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。



