Supported by 日本財団 THE NIPPON FOUNDATION

# 欧州造船関係企業の動向２０１９

２０２０年３月

一般社団法人　日本中小型造船工業会
一般財団法人　日本船舶技術研究協会

# はじめに

世界的な海運市場低迷の影響を受け、2018年の世界の新造船建造量は、2008年の金融危機後最も少なく、造船所の多くが厳しい経営を強いられている。

こうした厳しい市場環境の中、欧州造船業・舶用工業は、環境対応型機器の開発やIoTの活用、新たな分野である自律運航船の研究等多角的な分野への投資を継続的に行っている。また、海外での企業買収や合弁会社の設立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。

造船業・舶用工業は、欧州産業の中で最も研究開発に力を入れているセクターの一つと言われており、競争力を支えている技術開発の状況を把握することが重要であることから、欧州造船関連企業の概況を整理するとともに、環境先進国である欧州地域における造船業・舶用工業の技術開発動向について調査を実施した。

ジェトロ・ロンドン事務所（ジャパン・シップ・センター） 船舶部
（一般社団法人日本中小型造船工業会 共同事務所）
ディレクター（船舶部長）高橋 信行

# 目　次

## 第 1 編　欧州主要造船関連企業動向 2019


第 1 章　欧州主要造船企業 ……1
Meyer Werft（ドイツ） ……1
Neptun Werft（ドイツ） ……5
MV WERFTEN（ドイツ） ……9
Flensburger Schiffbau-Gesellschaft（FSG）（ドイツ） ……13
Meyer Turku（フィンランド） ……15
Fincantieri（イタリア） ……18
Chantiers de l'Atlantique（フランス） ……23
VARD（ノルウェー） ……26
Ulstein Verft（ノルウェー） ……29
Damen Shipyards Group（オランダ） ……34
Tersan Shipyard（トルコ） ……38

第 2 章　欧州主要船舶設計企業 ……41
BMT Group（英国） ……41
MacDuff Ship Design（英国） ……45
Kongsberg Maritime（旧 Rolls-Royce Marine）（ノルウェー） ……49
Skipsteknisk（ノルウェー） ……54
Multi Maritime（ノルウェー） ……58
Salt Ship Design（ノルウェー） ……60
OSK-ShipTech（デンマーク） ……63
KNUD E. HANSEN（デンマーク） ……67
Aker Arctic（フィンランド） ……70
Wärtsilä Ship Design（フィンランド／ノルウェー） ……73
Deltamarin（フィンランド） ……76
abh INGENIEUR-TECHNIK（ドイツ） ……80
Neptun Ship Design（ドイツ） ……82
Stirling Design International（フランス） ……85

第 3 章　欧州主要舶用企業 ……88
3-1　舶用機関 ……88
Wärtsilä Corporation（フィンランド） ……88
MAN Energy Solutions（ドイツ） ……95
Rolls-Royce Power Systems AG（ドイツ） ……100
3-2　プロペラ、舵、推進システム ……103
SCHOTTEL GmbH（ドイツ） ……103
Becker Marine Systems（ドイツ） ……106
Voith GmbH & Co. KGaA（ドイツ） ……109
Siemens AG（ドイツ） ……112
ABB（スイス） ……114
Mecklenburger Metallguss GmbH - MMG（ドイツ） ……117
3-3　荷役機械・甲板設備 ……119
Cargotec Corporation（フィンランド） ……119
3-4　流体制御、ボイラー（バラスト水含む） ……122
Alfa Laval（スウェーデン） ……122
OptiMarin（ノルウェー） ……126
3-5　航海機器及びレーダー ……128
Inmarsat（英国） ……128
Kongsberg Maritime（ノルウェー） ……132
3-6　舶用塗料 ……137
AkzoNobel（オランダ） ……137
Hempel（デンマーク） ……142

第 2 編　欧州造船関連技術開発動向 2019

第 4 章　EU 助成造船共同研究開発プロジェクト …… 145
4-1　AIRCOAT …… 145
4-2　BLUE MINING（極限環境における鉱物採掘と加工に係わる画期的ソリューション）及び BLUE NODULES（深海における多金属団塊の持続性のある採掘と加工に係わる画期的ソリューション） …… 146
4-3　GRENDEL（Green and efficient Danube fleet : グリーンで高効率なドナウ川船隊） …… 147
4-4　MATES …… 149
4-5　NAVAIS（New advanced value-added innovative ships : 革新的な高度高付加価値船） …… 149
4-6　QUALIFY（Enabling qualification of hybrid structures for lightweight and safe maritime transport : 軽量で安全な海上輸送のためのハイブリッド構造の必要技術） …… 150
4-7　RAMSSES（Realisation and demonstration of advanced material solutions for sustainable and efficient ships : 持続性のある高効率船の先進素材ソリューションの実現と試験） …… 151
4-8　SHIPLYS（Ship LifeCycle Software Solutions : 船舶のライフサイクル・ソフトウェア・ソリューション） …… 152
4-9　SkillSea（Future-proof skills for the maritime transport sector : 海上輸送分野の将来的なスキル） …… 153
4-10　SpaceTech4Sea …… 153

第 5 章　その他の欧州国際造船技術研究開発プロジェクトの動向 …… 155
5-1　APPROVED（Approval of engineering design models : エンジニアリング設計モデルの認証） …… 155
5-2　CODE KILO …… 156
5-3　CONSORTEX（European internationalisation maritime consortia : 欧州国際化海事コンソーシアム） …… 157
5-4　COOPERATIVE RESEARCH SHIPS（CRS） …… 157
5-5　GONE WITH THE WIND …… 158
5-6　オープンシミュレーションプラットフォーム …… 158
5-7　造船産業の研究、開発、イノベーションのロードマップ …… 159

第 6 章　欧州各国の造船研究開発プロジェクト …… 160
6-1　DIOMAR（Thick metal sheet welding by high-power diode lasers for maritime applications：高出力ダイオードレーザーによる厚型板金溶接の造船向けアプリケーション） …… 160
6-2　FSWBot（Friction stir welding, sea bottom：海底における摩擦攪拌接合） …… 160
6-3　HERMes …… 161
6-4　INNOship（ポーランド） …… 161
6-5　海事研究戦略（ドイツ） …… 162
6-6　MIMRee（Multi-platform inspection, maintenance and repair in extreme environments：極限環境におけるマルチプラットフォーム検査、保守、修理） …… 163
6-7　MODULIGHT …… 164
6-8　ONSITE …… 164
6-9　オープンイノベーションプログラム（イタリア） …… 165
6-10　大型アルミニウム構造のロボット溶接 …… 166

第 7 章　欧州各国の造船業及び造船技術の動向 …… 167
7-1　概況 …… 167
7-2　クロアチア …… 174
7-3　フィンランド …… 176
7-4　フランス …… 181
7-5　ドイツ …… 183
7-6　イタリア …… 189
7-7　オランダ …… 194
7-8　ノルウェー …… 199
7-9　ポーランド …… 200
7-10　ポルトガル …… 200
7-11　ルーマニア …… 201
7-12　スペイン …… 202
7-13　トルコ …… 204
7-14　英国 …… 205

第 8 章　推進システム、舶用機器、舶用関連技術における
欧州共同研究開発プロジェクト …… 208
8-1　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 …… 208
8-1-1　AUTOSHIP …… 208
8-1-2　E-FERRY …… 208
8-1-3　FLAGSHIPS …… 209
8-1-4　FUELSAVE …… 209
8-1-5　HyMethShip …… 210
8-1-6　LEANSHIPS（Low energy and near-to-zero emission ships :
低エネルギーでほぼゼロ排出の船舶） …… 212
8-1-7　LoCOPS-2（Low cost onshore power supply :
低コストの陸上電力供給） …… 212
8-1-8　SuPREmE（Ship performance monitoring and simulation to
reduce fuel consumption and emissions : 燃料消費量と排出削減の
ための船舶性能の監視とシミュレーション） …… 213
8-2　その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向 …… 214
8-2-1　付加製造技術 …… 214
8-2-2　代替舶用燃料 …… 214
8-2-3　風力支援推進 …… 215
8-2-4　補助電力としてのバッテリー …… 215
8-2-5　CLINSH（Clean inland shipping : クリーンな内陸水運） …… 216
8-2-6　クランクケースガスの安全性に関する共同産業プロジェクト …… 217
8-2-7　「GETTING to ZERO」連合 …… 217
8-2-8　「GOOD SHIPPING」プログラム …… 218
8-2-9　GREENing the BLUE …… 218
8-2-10　グリーンシッピングプログラム : 帆支援推進 …… 218
8-2-11　HYCAS ハイブリッド発電システム …… 219
8-2-12　舶用エネルギーに関する JOINT RESEARCH（JoRes）
プロジェクト …… 220
8-2-13　LEO（リグニンーエタノール）連合 …… 220
8-2-14　MAYFLOWER : 自動運航船プロジェクト …… 221
8-2-15　ONE SEA …… 221
8-2-16　SAILS（Sustainable actions for innovative and low-impact
shipping : 革新的な低負荷船へのサステナブルなアクション） …… 222
8-2-17　スクラバー排水の研究 …… 222
8-2-18　SMART PROPULSION SYSTEM（smartPS）
（スマートな推進システム） …… 223
8-2-19　サステナブルな舶用ソリューション …… 224
8-2-20　合成天然ガス（SNG）燃料 …… 224
8-2-21　風力支援舶用推進（WISP） …… 225

8-2-22　Winter Navigation Motorways of the Sea II
（WINMOS II：冬季海洋航行モーターウェイ）……226
8-3　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……226
8-3-1　クルーズ船へのクリーンなエネルギー供給……226
8-3-2　主動力としての燃料電池……227
8-3-3　GasDrive プロジェクト……227
8-3-4　グリーンな舶用メタノール燃料……228
8-3-5　HEVIMA（Hybrid electrical vessel propulsion with
integrated motor assist：統合モーターアシスト搭載型舶用
ハイブリッド電気推進）……228
8-3-6　高効率推進システム
（HIGH EFFICIENCY PROPULSION SYSTEMS：HEPS）……229
8-3-7　MARITIME-GREEN PROPULSION（舶用グリーン推進）……229
8-3-8　MarRI-UK：英国海事イノベーションセンター……230
8-3-9　MethMare：高速舶用ガスエンジン……230
8-3-10　PACBOAT：燃料電池プロジェクト（フランス）……232
8-3-11　PACKED BED SCRUBBER（充填式スクラバー）……233
8-3-12　Pa-X-ell2：燃料電池試験（ドイツ）……233
8-3-13　PILOT-E プログラム（ノルウェー）……234
8-3-14　「リプレースメントフェリー」プロジェクト……235
8-3-15　RiverCell2 プロジェクト……236
8-3-16　ROMAS（Remote operation of machinery and
automation systems：機関及び自動化システムの遠隔操作）……236
8-3-17　ShipDrive（Integrated design and control of hybrid
ship systems：ハイブリッド船舶システムの統合設計と制御）……237
8-3-18　ShippingLab パートナーシップ……238
8-3-19　スマートマリタイム（ノルウェー）……238
8-3-20　サステナブルエネルギーカタパルトセンター（ノルウェー）……239
8-3-21　船舶性能意思決定支援プラットフォーム……239
8-3-22　WEPAS（Wind energy propulsion aid for ships：
船舶への風力推進支援）……240

第 9 章　欧州主要舶用関連企業の製品開発動向 …… 241
9-1　デンマーク …… 241
9-1-1　ALFA LAVAL：小型ガス燃焼ユニット …… 241
9-1-2　ALFA LAVAL：LPG 燃料コンディショニングモジュール …… 241
9-1-3　BALLARD POWER SYSTEMS：舶用燃料電池センター …… 241
9-1-4　DFDS：バイオ燃料への投資 …… 242
9-1-5　MAN Energy Solutions：Mark 10 エンジンの開発 …… 242
9-1-6　MAN Energy Solutions：G95ME-C10.5 型エンジン …… 243
9-1-7　MAN Energy Solutions：ME-GA 型エンジン …… 244
9-1-8　MAN Energy Solutions：ME-GI 型エンジンの Mark2 バージョン … 244
9-1-9　MAN Energy Solutions：アンモニア燃料駆動 2 ストロークエンジン · 245
9-1-10　MAN Energy Solutions：
S46 型 2 ストロークエンジンのアップグレード …… 246
9-1-11　MAN Energy Solutions：L23／30H 型エンジンのアップデート …· 247
9-1-12　MAN Energy Solutions：Triton エンジン制御システム …… 247
9-1-13　MAN Energy Solutions：高速エンジン向け SCR …… 248
9-1-14　MAN Energy Solutions：燃料ポンプのレトロフィット …… 248
9-1-15　MAN Energy Solutions：デジタル化に向けた提携 …… 249
9-1-16　A.P.MOLLER-MAERSK：バッテリーシステムの試運転 …… 249
9-1-17　A.P.MOLLER-MAERSK：バイオ燃料の試験 …… 250
9-2　フィンランド …… 250
9-2-1　ABB MARINE：船内マイクログリッド …… 250
9-2-2　KONGSBERG MARITIME：スラスターの製造 …… 251
9-2-3　WÄRTSILÄ：研究開発支出 …… 251
9-2-4　WÄRTSILÄ：31SG 型ガスエンジン …… 252
9-3　ドイツ …… 253
9-3-1　Becker Marine Systems：セイル補助推進システム …… 253
9-3-2　GTC Energy Solutions：舶用バッテリーの製造 …… 253
9-3-3　MAN Energy Solutions：親会社 VW による売却の可能性 …… 254
9-3-4　MAN Energy Solutions：合成燃料 …… 254
9-3-5　MAN Energy Solutions：新 TCT 過給機 …… 255
9-3-6　MAN Energy Solutions：VTA 技術 …… 255
9-3-7　MAN Energy Solutions：32/40CD 型エンジンの改良 …… 256
9-3-8　MAN Energy Solutions：Kongsberg Digital との提携 …… 256
9-3-9　MAN Truck & Bus：舶用高速エンジン …… 257
9-3-10　REMBE：LNG エンジン安全システム …… 257
9-3-11　Rolls-Royce Power Systems：MTU の社名変更 …… 257
9-3-12　Rolls-Royce Power Systems：水素エンジン …… 258
9-3-13　Rolls-Royce Power Systems：技術トレーニング戦略 …… 258
9-3-14　SCHOTTEL：機械式ハイブリッド推進システム …… 258

9-3-15　SCHOTTEL：浅水域向けスラスター …… 259
9-3-16　SCHOTTEL：新型プロペラハブ …… 259
9-3-17　SCHOTTEL：高性能ノズル …… 260
9-3-18　thyssenkrupp Marine Systems：付加製造技術 …… 260
9-3-19　ZF Friedrichshafen：新型舶用ギアボックス …… 260
9-4　オランダ …… 261
9-4-1　BAKKER SLIEDRECHT：発電機の保護 …… 261
9-4-2　MARIN：ゼロ排出研究所 …… 261
9-4-3　NEDMAG：スクラバー向け代替アルカリ製品 …… 262
9-4-4　NEDSTACK：水素燃料電池システム …… 263
9-4-5　WÄRTSILÄ：ウォータージェットシリーズの改良 …… 263
9-5　ノルウェー …… 264
9-5-1　CORVUS ENERGY：エネルギー貯蔵システム「Blue Whale」 …… 264
9-5-2　CORVUS ENERGY：舶用バッテリーの製造 …… 264
9-5-3　CORVUS ENERGY：Shell による株式取得 …… 265
9-5-4　KONGSBERG MARITIME：Rolls-Royce Marine の買収 …… 265
9-5-5　KONGSBERG MARITIME：新型トンネルスラスター …… 265
9-5-6　ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS：V 型 B36:45 エンジン …… 266
9-6　スウェーデン …… 267
9-6-1　KONGSBERG MARITIME：ブレードエアエミッション技術 …… 267
9-6-2　MAN Cryo：液化水素燃料システム …… 267
9-6-3　PowerCell Sweden：燃料電池の改良 …… 268
9-6-4　VOLVO PENTA：高速ディーゼルエンジンの改良 …… 268
9-7　英国 …… 268
9-7-1　Babcock LGE：ecoETHN 再液化技術 …… 268
9-7-2　Babcock LGE：LPG 運搬船向けガス供給システム …… 269
9-7-3　OSCAR PROPULSION：PressurePores プロペラシステム …… 269
9-7-4　STONE MARINE：ゲートラダー …… 270
9-7-5　THALES UK：海事自動化センター …… 270
9-7-6　VICKERS OILS：研究開発施設 …… 271
9-8　スイス …… 271
9-8-1　ABB TURBOCHARGING：小型 2 ストロークエンジン向け過給機 … 271
9-8-2　Winterthur Gas & Diesel：新型 2 ストロークエンジン …… 271
9-8-3　Winterthur Gas & Diesel：世界最大の DF エンジン …… 273
9-8-4　Winterthur Gas & Diesel：DF エンジンの潤滑システム …… 273
9-8-5　Winterthur Gas & Diesel：予測的メンテナンス技術 …… 274

# 第 1 編
# 欧州主要造船関連企業動向 2019

# 第１章　欧州主要造船企業

## Meyer Werft（ドイツ）

建造船種：
クルーズ船、フェリー、ガスタンカー、調査船、コンテナ船、家畜運搬船、河川クルーズ船

所在地：
MEYER WERFT GmbH & Co. KG
Industriegebiet Süd
26871 Papenburg

Tel: 0 49 61 / 81-0
Fax: 0 49 61 / 81-43 00
E-Mail: info @ meyerwerft .com
https://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft_de/index.jsp

企業概要・沿革：
ドイツ北東部パーペンブルクに本社を置く MEYER WERFT は、1795 年の創業以来、Meyer 家が所有・経営する同族企業で、現在七代目の Bernard Meyer が代表取締役（1982 年就任）、Dr. Jan Meyer、Tim Meyer、Thomas Weigend が取締役を務めている。

MEYER WERFT は、1700～1800 年代の木造船建造から、1872 年には鋼製蒸気船の建造を開始した。1870 年時点ではパーペンブルクには 20 か所の造船所があったが、21 世紀まで生き残ったのは MEYER のみで、2020 年 1 月には設立 225 周年を迎える。

両大戦間には、漁船、パイロット船、灯台船、沿岸旅客船を建造していた MEYER は、1960 年にはガスタンカー、1964 年には RORO フェリーの建造を開始した。

1985 年に旅客船建造市場に参入した MEYER WERFT は、過去数十年間で高付加価値の特殊船建造の世界大手となり、特に最新技術を駆使した大型クルーズ船に関しては、年間 3 隻前後を竣工しており、合計 49 隻の建造実績を持つ。2018 年には、世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」を竣工した。クルーズ船以外にも、ROPAX フェリー、RORO 貨物船、LPG タンカーなどの建造実績があり、ロストックに位置する子会社 NEPTUN WERFT GmbH & Co. KG は、主に河川クルーズ船の建造を行っている。フィンランドの MEYER TURKU もグループ企業である。

現在 MEYER WERFT は、3,625 人（前年：3,450 人）を雇用しており、地域の主要雇用主となっている。従業員の平均年齢は 38 才（2018 年）である。また、250 人の実

習生が職業訓練を受けている。尚、MEYER グループ造船所 3 か所とパートナー企業約 20 社を含めた場合、約 7,000 人を直接雇用している。

2019 年には、クルーズ船 3 隻、即ち 4 月に「Spectrum of the Seas」(Royal Caribbean International)、6 月に「Spirit of Discovery」(Saga Cruises)、10 月に「Norwegian Encore」(Norwegian Cruise Line) を竣工した。

2019 年 12 月現在の受注残は、クルーズ船 9 隻で、2023 年までの工事量を持つ。うち 7 隻は LNG 駆動クルーズ船である。2020 年に竣工予定のクルーズ船は、「Iona」(P&O Cruises)、「the Spirit of Adventure」(Saga Cruises)、「Odyssey of the Seas」(Royal Caribbean International) で、年間建造総トン数は初めて 400,000GT を超える。

**パーペンブルク Meyer Werft 屋内建造ドックと工場**




出所：Meyer Werft

建造設備：

MEYER WERFT は創業以来 200 年に渡ってパーペンブルクのエムス河畔で新造船の建造を行ってきたが、1975 年にパーペンブルク近郊に造船所を移動し、旅客船の建造を開始した。

国際旅客船建造市場における競争激化に対応するため、1987 年には当時としては世界最大の屋内建造ドックを建設し、1990 年代初頭には同ドックを 100m 拡張した。

2002 年には建造設備の大々的な近代化を行い、ブロック組み立て工場とレーザー溶接などの最新設備を持つ 2 基目の屋内建造ドックを建設した。さらに 2008 年には建造ドックは 120m 拡張され、全長 504m となった。2012 年にはレーザーセンターにブロック組立工場を追加した。

これら 2 基の屋内建造ドックを含む最新の建造設備は、あらゆるサイズの船舶の建造に対応している。ほぼ全ての工程は初期段階からデジタル化され、コンピューターと 3D シミュレーションで効率的に管理されており、リードタイムの短縮とコスト削減を実現している。

また、モノの動きに関するロジスティクスもコンピューターで管理されている。必要部品が最短時間で正しい場所に届くことで、在庫スペースと調達コストを削減している。現在、4,000 万ユーロを投資した最新設備を持つロジスティックスセンターを建設中で、2021 年初頭に稼働予定である。

**屋内建造ドック**



出所：Meyer Werft

建造プロジェクト例：

世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」

2018 年 12 月、MEYER WERFT は、世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」をドイツ AIDA Cruises に引き渡した。全長 337.00m、幅 42m、総トン数 183,900 トン、乗客数 5,228 人、キャビン数 2,626 室の同船は、ドイツで建造された最大のクルーズ船である。

同船は、Caterpillar の超低排出 DF 主機 4 基で駆動され、航海中及び停泊中も 100% LNG 燃料を使用する。エンジンルームユニットは、子会社 NEPTUN WERFT で建造された。

「AIDAnova」は、MEYER WERFT が米国 Carnival Corporation の AIDA ブランド向けに建造する新型クルーズ船 3 隻の第 1 船である。姉妹船は 2021 年及び 2023 年に竣工が予定されている。MEYER WERFT はグループ造船所 MEYER TURKU とともに、

さらに Carnival 向けのクルーズ船 6 隻を受注済みである。

同船は、LNG 燃料の利用以外にも、電気推進ポッド、改良された流体力学特性、熱回収、水浄化システムなど環境に配慮した設計となっている。

革新的な技術を駆使した AIDAnova の建造には、ドイツ連邦経済エネルギー省及びニーダーザクセン州が支援を行った。

「AIDAnova」




出所：MEYER WERFT

研究開発：舶用燃料電池

MEYER WERFT は、メタノールから製造された水素駆動の次世代燃料電池を搭載したクルーズ船向けハイブリッドエネルギーシステムの実証実験を行う共同研究開発プロジェクト「Pa-X-ell2」を主導している。

同社は 2014 年以来、ドイツ連邦運輸インフラ省が支援するこの舶用燃料電池開発プロジェクトに参加しており、2016 年にはバルト海フェリー「Mariella」で実船実験を行った。

「Pa-X-ell2」プロジェクトには、MEYER WERFT に加え、ドイツ造船所 Fr. Lürssen Werft、燃料電池企業 Freudenberg Sealing Technologies、船級協会 DNV GL、ドイツ航空宇宙センター、クルーズ船社 AIDA Cruises、オートメーション企業 besecke automation、科学研究企業 EPEA GmbH が参加している。

2021 年には、2018 年に同造船所が竣工した初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」に燃料電池を搭載し、実証実験を行う計画である。

## Neptun Werft（ドイツ）

建造船種：
河川クルーズ船、フェリー、ガスタンカー、調査船

所在地：
NEPTUN WERFT GmbH & Co. KG
Werftallee 13
18119 Rostock
Germany

Tel: 0381/384 10 10
Fax: 0381/384 10 11
E-Mail: info@neptunwerft.de
https://www.neptunwerft.de/en/neptunwerft_de/index.jsp

企業概要・沿革：
1,500 隻以上の船舶建造・修繕実績を持つ NEPTUN WERFT の歴史は、ドイツ北東部ロストックに 1850 年に創業した造船所「Maschinenbauanstalt und Schiffswerft」にさかのぼる。同造船所は鋼製プロペラ駆動の蒸気船の建造を行っていた。

1872 年、同造船所は買収され、「Hansa-Werft」となった。1890 年には、同造船所は「Rostocker Actien-Gesellschaft für Schiffs- und Maschinenbau」と合併し、「Actien-Gesellschaft NEPTUN, Schiffswerft und Maschinenfabrik」となり、社名に NEPTUN が採用された。

第二次大戦後の東独時代には、VEB NEPTUN WERFT は主要国営造船所のひとつであった。しかしながら、東西ドイツ再統一後の 1991 年には、国際競争の激化により新造船建造を中止し、「Neptun Industrie Rostock （NIR)」として、船舶の修繕と改造、造船部品の製造、油圧機器の製造などを行った。

1997 年、NIR の造船部門は MEYER グループに買収され、パーペンブルクの MEYER WERFT とともに、MEYER NEPTUN Group のグループ企業として新造船の建造を再開した。

2000 年、NEPTUN は、MEYER のクルーズ船建造に関するノウハウを利用して河川クルーズ船の建造に参入した。現在では、豪華河川クルーズ船建造における世界最大手のひとつであり、その建造実績は 70 隻（前年 : 68 隻）を超えている。2006 年 3 月には、社名を再び「NEPTUN WERFT」とした。

NEPTUN は、主力製品である河川クルーズ船に加え、グループ企業である MEYER WERFT と MEYER TURKU 向けに浮体式エンジンルームモジュール及びフェリーとガスタンカーの建造を行っている。2013 年には、MEYER WERFT と共同で、初の LNG 駆動の LNG タンカーを竣工した。

現在 NEPTUN WERFT は約 700 人（前年：500 人）を雇用しており、ロストックの主要雇用主のひとつとなっている。また、約 60 人の実習生が 6 業種の職業訓練を受けている。

同社の取締役は、Bernard Meyer、Thomas Weigend、Manfred Ossevorth である。

建造設備：

2000 年に開始した豪華河川クルーズ船建造において競争力を維持するため、NEPTUN WERFT は 2003 年に屋内組立工場を新設し、気象条件に左右されることなくコンスタントに新造船建造を行っている。

以前は浮きドックを用いていたが、2006 年 9 月には新たにクレーン設備を導入し、屋内工場で製造された大型重量部品の水上への移動が容易になった。コンクリート製のポンツーンの長さは 150m、幅は 55m である。

2006 年には、組立工場の横に 700 ㎡の実習生トレーニングエリアとトレーニングホールが完成した。

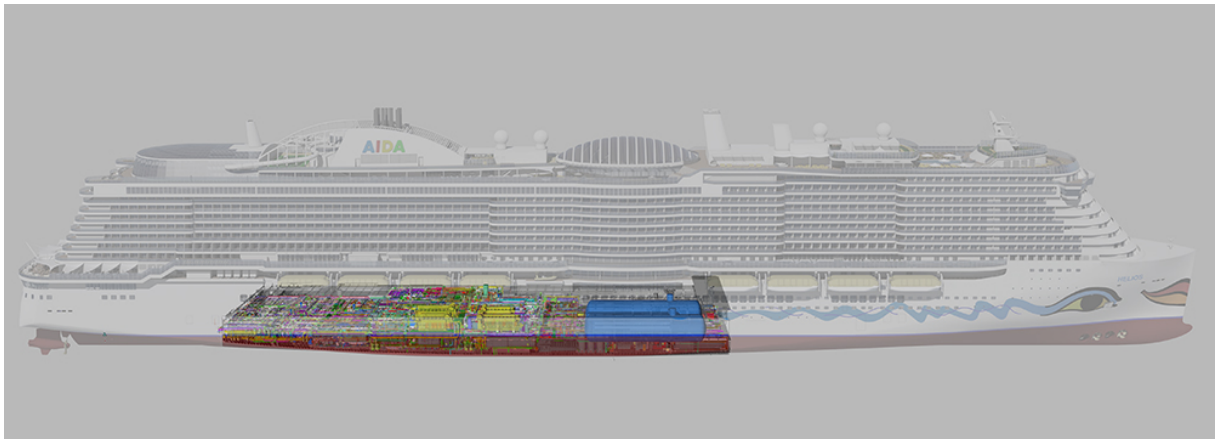
NEPTUN WERFT は、建造設備の拡張を続けており、2018 年には、13,000 ㎡の新組立工場が着工した。新工場では、MEYER WERFT 及び MEYER TURKU が建造するクルーズ船向けの浮体型エンジンルームユニットを製造し、MEYER グループ内のシステムサプライヤーとしての役割を強化する。

NEPTUN WERFT 屋内工場とポンツーン



出所：NEPTUN WERFT

クルーズ船のエンジンルームユニット配置




出所：NEPTUN WERFT

近年の建造実績（2016～2018 年）

| SCHIFFSNAME | ABLIEFERUNG | REEDEREI |
|---|---|---|
| Floating Engine Room Unit Norwegian Encore | 2018 | Norwegian Cruise Line |
| Floating Engine Room Unit Costa Smeralda | 2018 | Costa Crociere |
| Floating Engine Room Unit Spectrum of the Seas | 2018 | Royal Caribbean Cruises Ltd. |
| Norderaue | 2018 | Wyker Dampfschiffs-Reederei |
| Coral Energice | 2018 | Anthony Veder |
| Floating Engine Room Unit AIDAnova | 2017 | AIDA Cruises |
| Floating Engine Room Unit Norwegian Bliss | 2017 | Norwegian Cruise Line |
| Floating Engine Room Unit World Dream | 2017 | Dream Cruises |
| Viking Hild<br>Viking Herja | 2017<br>2017 | Viking River Cruises |
| Floating Engine Room Unit Norwegian Joy | 2016 | Norwegian Cruise Line |
| Viking Egil<br>Viking Alruna<br>Viking Tialfi<br>Viking Rolf<br>Viking Kadlin<br>Viking Vilhjalm | 2016<br>2016<br>2016<br>2016<br>2016<br>2016 | Viking River Cruise |

出所：NEPTUN WERFT

建造プロジェクト例：

河川クルーズ船



出所：NEPTUN WERFT

MV WERFTEN（ドイツ）

建造船種：
海洋クルーズ船、河川クルーズ船、エクスペディションヨット

所在地：
MV WERFTEN Wismar GmbH
Wendorfer Weg 5
23966 Wismar
Germany

Tel: +49 3841 77-0
Fax: +49 3841 76 36 24
E-Mail info@mv-werften.com
https://www.mv-werften.com/en/home.html

企業概要・沿革：
ドイツ北東部メケレンブルク-フォアポンメルン州のバルト海沿岸に 3 か所の近代的な造船所を持つ MV WERFTEN は、2016 年 4 月にマレーシアのレジャー・不動産企業 Genting Group のクルーズ部門である Genting Hong Kong が買収した Nordic Yards を基礎として誕生した新たな造船グループである。

同グループの 3 造船所は 70 年以上の歴史を持ち、合わせて 2,500 隻以上の新造船建造実績がある。新組織 MV WERFTEN として、Genting Hong Kong が所有する Crystal Cruises、Star Cruises、Dream Cruises などのクルーズ船社向けにクルーズ船の建造を、ドイツ国内 3 か所の造船所で行っている。現在 2,948 人（前年：2,000 人、3 年間で倍増）を雇用し、メケレンブルク-フォアポンメルン州の最大雇用主のひとつとなっている。

同社の社長（President&CEO）は Carnival Corporation、Royal Caribbean Cruises、Blohm+Voss での経験を持つ Peter Fetten、専務取締役（Managing Director&COO）は Meyer Werft 及び Royal Caribbean International 出身の Jarmo Laakso である。

MV WERFTEN は、新組織設立後 8 か月で豪華河川クルーズ船 4 隻を竣工させた。2021 年までに竣工が予定されているクルーズ船 5 隻の受注残を持つ。将来的には、年間 2 隻の Global クラスの超大型クルーズ船 2 隻、Endeavor クラスのエクスペディションヨット（氷海仕様の 20,000GT 型クルーズ船）2 隻の建造が計画されている。

2019 年 1 月、同グループはドイツ最大手の船舶設計企業 Neptun Ship Design 社の買収を発表した。
2019 年 8 月には、Global クラスクルーズ船 2 隻の建造に対し、ドイツ連邦政府とメ

ケレンブルク-フォアポンメルン州政府が信用保証を行い、ドイツ KfW IPEX-Bank の国際銀行コンソーシアムから 29 億ユーロの資金を調達した。

建造設備：

MV WERFTEN 3 造船所の建造設備の概要は以下の通りである。2016 年の創業以来 2 億 5,000 ユーロを投資し、設備の拡張と近代化を行ってきた。

①ヴィスマール

1946 年創業の同造船所は、新造船建造に加え、船舶設計、資材調達、最終組立・艤装、人事などを行う MV WERFTEN 本社として機能している。

同造船所は 1990 年代に造船設備の近代化を行い、現在は全長 395m、幅 155m、高さ 72m、総面積 170,000 ㎡の欧州最大級の屋内建造ドックを持ち、全長 340m、幅 67m、深さ 13m までの船舶の屋内建造が可能である。クレーンの最大吊り上げ能力は 1,000 トンである。

キャビンのモジュール製造は、造船所の近くに位置するグループ企業 MV WERFTEN Fertigmodule GmbH が担当している。

2019 年 9 月現在の受注残は、204,000 トン型クルーズ船 2 隻である。[1]

**ヴィスマール屋内建造ドック**



出所：MV WERFTEN

②ロストック

70 年以上の歴史のあるロストック造船所は、貨物船、コンテナ船、北極航路船、洋上設備などの建造を行ってきた。現在は、Global クラスのクルーズ船の大型ブロック建造を中心に行っている。

[1] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

同造船所はMV WERFTEN最大の敷地面積850,000㎡を持ち、320×54m、深さ11m、面積85,000㎡の建造ドックのうち80mが屋内である。高さ95mのガントリークレーンの吊り上げ能力は最大700トンである。最大200,000トンまでに船舶の建造が可能である。現在、最新レーザー溶接パネルラインの設置を行っている。

**ロストック造船所全景**



出所：MV WERFTEN

③シュトラールズント

1948年創業のシュトラールズント造船所は、トロール漁船、コンテナ船、フェリー、ケーブル敷設船、オフショア船など1,600隻の建造実績を持つ。

敷地面積340,000㎡の同造船所は、300×108×74m、面積90,000㎡の屋内建造ドックを持ち、ガントリークレーンの吊り上げ能力は800トンである。また、MV WERFTEN唯一のシップリフトを持ち、全長295mまでの船舶の揚げ降ろしが可能である。長さ270m、幅35m、リフト能力25,000トンのシップリフトは、世界最大級のシップリフトである。 同造船所の艤装岸壁は全長750mである。

同造船所では、Endeavorクラスのクルーズ船の建造、及びPolarクラスのエクスペディションヨットの艤装を行っている。

2019年9月現在の受注残は、20,000トン型クルーズ船3隻と65,000トン型クルーズ船1隻である。[2]

[2] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

シュトラールズント建造ドック



出所：MV WERFTEN

建造プロジェクト例：

Global クラスクルーズ船

MV WERFTEN 最大のクルーズ船は、現在建造中の全長 342m、幅 46m、総トン数 205,000 トン、旅客数 5,000 人超、キャビン数 2,503 室の Global クラスのクルーズ船である。Dream Cruises のアジア市場向けの第 1 船は、ヴィスマール造船所で 2021 年に竣工予定である。

Global クラスクルーズ船



出所：MV WERFTEN

## Flensburger Schiffbau-Gesellschaft （FSG）（ドイツ）

建造船種：
RORO 船、ROPAX フェリー、オフショア船、艦艇など

所在地：
Flensburger Schiffbau-Gesellschaft
Batteriestraße 52
24939 Flensburg
Germany

Tel: +49 （0） 461 4940 0
Fax: +49 （0） 461 4940 214
Email: info@fsg-ship.de
https://www.fsg-ship.de/wordpress/en/

企業概要・沿革：
ドイツ北部フレンスブルクに 1872 年に創業した Flensburger Schiffbau-Gesellschaft（FSG）は、オフショア船、RORO 船、旅客フェリー、艦艇など 760 隻以上の建造実績を持つ。

過去 20 年間に FSG は、革新的なカスタム設計の RORO 貨物船建造における市場リーダーとなった。2016 年には、オーストラリア SeaRoad 社向けに世界初の LNG 駆動 RORO フェリーを建造した。

2014 年、FSG は、同造船所の顧客であったノルウェー系エネルギー輸送産業持ち株会社である SIEM Industries に買収され、SIEM グループの子会社となった。SEIM はオフショア輸送大手 Siem Offshore を傘下に持ち、グループとしては 145 隻を所有運航している。

2019 年 2 月、ドイツ人投資家 Lars Windhorst のグローバル投資会社 Tennor が FSG の筆頭株主となり、同年 8 月には SIEM の残りの持ち株を買収して FSG の所有者となった。FSG は、資金難による新造船建造の遅れから、2018 年には 1 億 1,100 万の赤字を計上している。[3]

2020 年 2 月現在の受注残は、RORO 貨物船及び ROPAX フェリー計 5 隻である。現在は予定よりも遅れて 2 隻が建造中である。うち 1 隻は、フランス Brittany Ferries 向けの LNG 駆動 ROPAX フェリー「Honfleur」（42,000GT）である。残りの大型フェリ

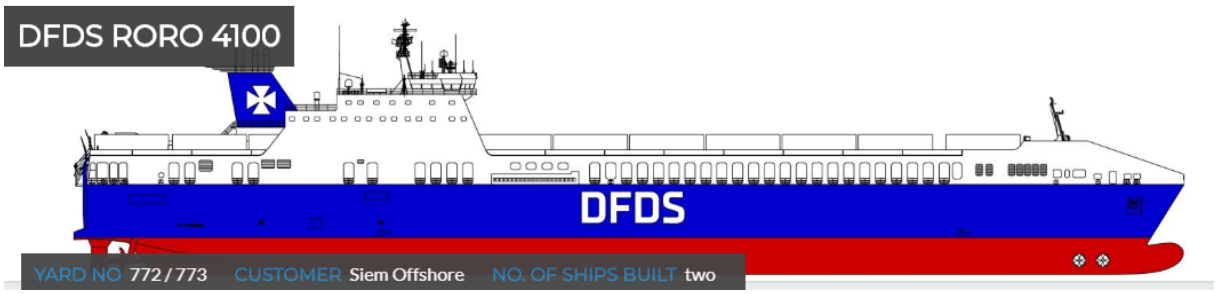
[3] https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Tennor-Holding-von-Windhorst-uebernimmt-FSG-komplett,fsg282.html

ー3 隻の建造開始のめどは立っていない。[4]

同造船所の建造設備の詳細は非公開である。

建造プロジェクト例：

RORO 貨物船




出所：FSG

TT-Line 向け 212m 型 LNG 駆動 ROPAX フェリー（建造予定）




出所：FSG

[4] https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Mehr-Kurzarbeit-bei-Flensburger-Werft,fsg290.html

## Meyer Turku（フィンランド）

建造船種：
クルーズ船、ROPAX フェリー、特殊船

所在地：
Meyer Turku Oy
Telakkakatu 1
FI-20240 Turku, Finland

Tel: +358 （0）10 6700
Email: info@meyerturku.fi
https://www.meyerturku.fi/en/meyerturku_com/index.jsp

企業概要・沿革：
フィンランド南西部のトゥルクに位置する MEYER TURKU OY は、ドイツ Meyer Werft が所有する大型造船所で、約 2,000 人（前年：1,700 人）を雇用するフィンランド南西部及びフィンランド海事産業有数の企業である。現在の代表取締役は Jan Meyer、取締役は Tapani Pulli である。

同造船所の歴史は、1737 年にトゥルクで 2 人のビジネスマン Esaias Wechter 及び Heinrich Remgean が設立した木造船造船所にさかのぼり、新造船の建造実績は 1,300 隻以上である。

19 世紀後半に設立されたフィンランドの造船所 2 か所、即ちヘルシンキの Sandviken（1865 年設立）、トゥルクの Vulcan（1898 年設立）は、1936 年に Wärtsilä に買収され、1920 年代には商船建造を開始した。同造船所は第二次世界大戦後に Valmet Corporation の子会社となった。

一方、1945 年、フィンランド船主によりトゥルクに設立された造船所 Laivateollisuus は、1973 年に Valmet Corporation に買収された。1986 年、Wärtsilä と Valmet は造船部門を統合し、合弁会社 Masa-Yards を設立した。1991 年には、同造船所はノルウェーKvaerner ASA のグループ企業となり、さらに 2002 年には Aker との合弁により Aker Kvaerner Yards となった。

2004 年、Aker はフィンランド国内の造船所を統合し、Aker Finnyards とした。2008 年、Aker Yards は韓国 STX Shipbuilding に買収され、STX Europe となった。これに伴いフィンランドの造船所は STX Finland となった。2014 年、STX Finland はドイツの同族企業 Meyer Werft に買収され、現在の社名 Meyer Turku となった。

同造船所は、安全快適で環境にやさしい高度大型クルーズ船と ROPAX フェリーの建造を専門としており、初のガスタービン駆動高速フェリー、初の全アウトサイドキャビンのクルーズ船、初のディーゼル電気推進クルーズ船、初のポッド推進クルーズ船、初のアトリウム型プロムナードを持つクルーズ船、LNG 駆動大型クルーズフェリーなどの建造実績を持つ。

同造船所の 2018 年の売上は、9 億 6,970 ユーロ（前年：8 億 820 万ユーロ）であった。現在の受注残は、超大型クルーズ船 7 隻である。

同造船所は、子会社として、トゥルク郊外のキャビン製造企業 Piikkio Works Oy、船舶の公共スペースのソリューション企業 Shipbuilding Completion Oy、造船・オフショア向け件ジニアリング企業 ENG´nD Oy を持つ。

Meyer Turku 造船所全景



出所：Meyer Turku

建造設備：

トゥルク市郊外に位置する MEYER TURKU の総敷地面積は 144 ヘクタールで、うち 14.5 ヘクタールは屋内である。

同造船所は 365×80m の乾ドックを持ち、ガントリークレーンの吊り上げ能力は 600 トン、重量物運搬能力は 1,000 トンである。船体は、異なる形状、サイズ、重量のブロックによる柔軟性が高く、組立を容易にするモジュラー建造を行っている。建造には、伝統的な手作業と最新のロボット溶接技術を組み合わせている。

建造プロジェクト例：

LNG 駆動超大型クルーズ船「Costa Smeralda」

2019 年 12 月、MEYER TURKU は、全長 337m、182,700GT の LNG 駆動型クルーズ船「Costa Smeralda」を、米国 Carnival の子会社であるイタリア Costa Cruises に引き渡した。同船は Costa Cruises のフラッグシップとなる。

同船は、ドイツ MEYER WERFT が 2018 年に竣工した、同じく Carnival の子会社であるドイツ AIDA Cruises 向けの「AIDAnova」に続く、世界で 2 隻目の LNG 駆動クルーズ船である。

Carnival は、ドイツとフィンランドの MEYER WERFT で建造されるこれらの LNG 駆動クルーズ船を、「Excellence クラス」と名付けており、2023 年までに竣工予定の計 9 隻を発注している。現在、MEYER TURKU は同クラス第 3 船となる「Carnival Mardi Gras」を建造中である。

「Costa Smeralda」




出所：Costa Cruises

上記に加え、MEYER TURKU は、米国 Royal Caribbean 向けに、さらに大型の LNG 駆動クルーズ船 3 隻を受注済みである。「Icon クラス」と名付けられた総トン数 200,000GT のクルーズ船隊は、2022～2025 年にかけて竣工の予定である。

研究開発：海運のデジタル化

MEYER TURKU は、他の産業よりも導入が遅れている海事産業のデジタル化に関する共同研究開発プロジェクト「ECOPRODIGI」（Digital solutions enhancing eco-efficiency throughout the vessel lifecycle）参加している。同プロジェクトは、脆弱な環境を持つバルト海に、最新のデジタル技術を駆使した環境にやさしい船舶とオペレーションを導入することを目的としている。同プロジェクトは、欧州地域開発基金とノルウェー政府が支援を行っている。

## Fincantieri（イタリア）

建造船種：
クルーズ船、フェリー、メガヨット、艦艇、オフショア船、特殊船

所在地：
FINCANTIERI S.p.A.
Via Genova, 1 34121 – Trieste
Italy

Tel. +39 040 3193111
Fax +39 040 3192305
https://www.fincantieri.com/en/

企業概要・沿革：
イタリア北東部トリエステに本社を置く Fincantieri グループは、その 230 年に及ぶ歴史の中で 7,000 隻以上の船舶の建造を行ってきた。

現在、Fincantieri は世界で約 19,000 人（前年：19,500 人）、うちイタリア国内で 8,300 人を雇用し、欧州、南北アメリカ、アジアの 4 大陸に 20 か所の造船所を持つ欧州最大の造船グループである。間接雇用は全世界で 120,000 人及ぶと推定されている。主要顧客は大手クルーズ船社とイタリア内外の海軍及び防衛機関である。

同グループは、2008～2013 年にかけて企業買収と子会社設立により多角化し、現在はクルーズ船から艦艇、メガヨットなど高付加価値船の建造・修繕・改造、舶用機器システムとクルーズ船キャビンの製造、アフターセールスまで全てのサービスを提供する総合造船グループである。2019 年には、イタリアの軍事、民間向け IT、サイバーセキュリティー、光電子工学のソリューションプロバイダーInsis を買収した。

1870 年創業の Fincantieri は、数多くの歴史的な大西洋航路客船を建造してきたが、1980 年代に本格化したクルーズ市場の拡大では、1990 年初頭に Renzo Piano デザインの豪華クルーズ船「Crown Princess」を竣工し、クルーズ船建造におけるリーダー企業となった。1990 年以来のクルーズ船建造実績は 80 隻で、現在就航中のクルーズ船の船腹の 3 分の 1 は、Fincantieri の造船所で建造されたものであり、年間 800 万人のクルーズ客を運んでいる。

Fincantieri は 2014 年にイタリアで株式上場した。2017 年 12 月 31 日現在、株式の 71.6%は Fintecna S.p.A.が所有している。Fintecna S.p.A.は Cassa depositi e prestiti S.p.A.（CDP）が 100%所有しており、CDP の 82.8%はイタリア経済財務省が所有している。2002 年以来、Giuseppe Bono がグループ最高経営責任者（CEO）である。

Fincantieri グループの 2018 年次報告書によると、グループの 2018 年の売上は、54 億 7,400 万ユーロ（前年 9%増）で前年度の同社史上最高を更新した。利益も前年比 30%増の 5,900 万であった。年間研究開発投資は平均 7,000 万ユーロである。

2018 年の新規受注はクルーズ船 14 隻を含む 27 隻、2018 年末時点の受注残は同社史上最高の 116 隻、338 億ユーロ相当である。新造船は 2027 年まで引き渡しが続く。2018 年には、グループ 15 造船所で 35 隻を竣工した。

2017 年には、フランス政府と大型造船所 STX France（現 Chantiers de l'Atlantique）の 50%株の買収、及びフランス艦艇建造企業 Naval Group とのアライアンスに基本合意した。これにより Fincantieri は世界 20 か国以上で展開し、35,000 人を雇用する造船グループとなる。2019 年 10 月、Naval Group との 50/50%合弁会社は「NAVIRIS」と命名された。

一方、Fincantieri による Chantiers de l'Atlantique の買収に関しては、2020 年 2 月現在、欧州連合（EU）の欧州委員会が欧州企業合併法に照らし合わせた調査を継続中である。

2018 年 12 月、Fincantieri は、ノルウェーの造船子会社 VARD（2013 年に買収、シンガポールで上場）の上場を停止し、同社のオフショア・特殊船部門とクルーズ船部門を Fincantieri 本社組織に統合した。

建造設備：

Fincantieri は、現在イタリア 9 か所、ノルウェー5 か所、ルーマニア 2 か所、米国 3 か所、ブラジル 1 か所、ベトナム 1 か所の建造所及びドックを所有している。

大型クルーズ船の建造と艤装は、主にイタリア国内のモンファルコーネ、マルゲラ（ベネチア）、セストリ・ポネンテ（ジェノバ）、アンコナの 4 造船所で行っている。

①モンファルコーネ



| | |
|---|---|
| 総面積 | 787,000 ㎡ |
| 屋内面積 | 252,000 ㎡ |
| 乾ドック | 350×56m、建造能力 160,000GT |
| 吊り上げ能力 | 400 トン型ガントリークレーン 2 基 |
| 艤装岸壁 | 第 1 岸壁：長さ 515m、深さ 8m、クレーン：15 トン、20 トン各 1 基<br>第 2 岸壁：長さ 550m、深さ 8m、15 トンクレーン 3 基 |

2018 年 9 月時点の受注残は、クルーズ船 15 隻で 2028 年まで引き渡しが続く。[5]

②マルゲラ



| | |
|---|---|
| 総面積 | 378,000 ㎡ |
| 屋内面積 | 125,000 ㎡ |
| 乾ドック | 334×54m、建造能力 130,000GT |
| 吊り上げ能力 | 400 トン型ガントリークレーン 2 基 |
| 艤装岸壁 | 第 1 岸壁：長さ 320m、深さ 8m、20 トンクレーン 2 基<br>第 2 岸壁：長さ 340m、深さ 8m、20 トンクレーン 2 基、40 トン 1 基 |

2019 年 9 月時点の受注残は、クルーズ船 8 隻で 2027 年まで引き渡しが続く。[6]

[5] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019
[6] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

③セストリ・ポネンテ



| | |
|---|---|
| 総面積 | 257,000 ㎡ |
| 屋内面積 | 79,000 ㎡ |
| 乾ドック | 284×42m、建造能力 120,000GT |
| 吊り上げ能力 | 400 トン型ガントリークレーン 2 基 |
| 艤装岸壁 | 第 1 岸壁：長さ 300m、20 トンクレーン 2 基<br>第 2 岸壁：長さ 250m、深さ 8m、20 トンクレーン 2 基、40 トン 1 基<br>第 3 岸壁：長さ 200m、30 トンクレーン 1 基 |

2019 年 9 月時点の受注残は、クルーズ船 8 隻で 2025 年まで引き渡しが続く。[7]

④アンコナ




| | |
|---|---|
| 総面積 | 362,000 ㎡ |
| 屋内面積 | 68,000 ㎡ |
| 乾ドック | 240×55m、建造能力 60,000GT |
| 吊り上げ能力 | 500 トン型ガントリークレーン 1 基 |

[7] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

艤装岸壁　　長さ 270m、深さ 7.5m、30 トンクレーン 1 基、60 トン 1 基

2019 年 9 月時点の受注残はクルーズ船 8 隻で、2025 年まで引き渡しが続く。[8]

建造プロジェクト例：

Carnival Cruise Lines 向け Vista クラスクルーズ船

Vista クラスのクルーズ船は、Fincantieri が Carnival Cruise Line 向けに建造する最大のクルーズ船である。

Fincantieri マルゲラ造船所で建造された「Carnival Horizon」は、総トン数 133,500 トン、全長 323m、乗客・クルー6,400 人の超大型クルーズ船である。2016 年竣工の「Carnival Vista」に続き、Carnival の Vista クラスの第 2 船である同船は、2018 年 3 月に引き渡された。

「Carnival Horizon」




出所：Fincantieri

2019 年 10 月には、第 3 船「Carnival Panorama」が竣工した。同船は、動力・推進機関として出力 16,800kW の MAN 14V48/60CR×2 基、9,600kW の MAN 8L48/60CR ×3 基を搭載し、16,500kW のポッド型推進装置×2 基を駆動する。

[8] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

## Chantiers de l'Atlantique（フランス）

建造船種：
クルーズ船

所在地：
Chantiers de l'Atlantique
Avenue Antoine Bourdelle
44600 Saint-Nazaire
France

Tel: +33 （0） 2 51 10 91 00
http://chantiers-atlantique.com/en/

企業概要・沿革：
フランスの大西洋岸のサン・ナゼールに位置する Chantiers de l'Atlantique は、150 年の歴史を持つ造船所である。

19 世紀後半、人口 1,000 人にも満たないサン・ナゼールは、大西洋航路郵便船の発着港となるべく港湾整備を開始した。1861 年、スコットランドの造船所社長 John Scott が、サン・ナゼールの造船所建設を任命された。新造船所は、当時の最新技術を駆使した船舶の建造を開始した。

第二次世界大戦後、フランス政府が同造船所の再建を支援した。1960 年代には、日本の造船業の台頭とともに激化した国際競争に勝つため、造船設備の拡張と近代化を行った。1970 年代には、スエズ危機に対応する世界最大の原油タンカーを建造した。1976 年には、Alsthom Atlantique と統合した。

1980 年、Holland America Line から新造受注したキャビン数 600 室のクルーズ船 2 隻によりクルーズ時代が幕を開け、サン・ナゼールはクルーズ船建造の大手となった。1990 年後半には LNG タンカー5 隻の建造も行った。

2006 年には、フィンランドの造船グループ New Aker Finnyards とともに Aker Yards を設立した。2008 年には韓国 STX グループが同造船グループを買収し、STX Europe となったが、同時に世界の金融危機の影響を受けてキャンセルが発生し、生産性の向上が課題となった。

2017 年、韓国 STX の経営破たんを受け、イタリア造船グループ Fincantieri が STX France の 50%を買収した。残りはフランス政府が保有する。STX France は、再び「Chantiers de l'Atlantique」（アトランティーク造船所）に社名を戻した。

近年のクルーズ市場の活況により、同造船所のクルーズ船の受注残は史上最高レベルとなり、手持ち工事量は 2024 年まで継続する。2019 年 9 月時点の受注残は、200,000 総トン級超大型クルーズ船 3 隻を含むクルーズ船 9 隻である。[9]

建造設備：

| | |
|---|---|
| 総敷地面積 | 100 ヘクタール |
| 従業員数 | 2,700 人 |
| 下請け数 | 500 社、5,000 人以上 |
| 組立工場 | 長さ 1,200m（2018 年末に 30%拡張） |
| 吊り上げ能力 | 欧州最大の 1,400 トンガントリークレーン 1 基、700 トン 1 基 |
| 建造ドック | 900×63m |
| 艤装ドック | 450×95m |

Chantiers de l'Atlantique 造船所全景



出所：Chantiers de l'Atlantique

9 Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

建造プロジェクト例：

MSC Cruises 向け World クラスクルーズ船



出所：Chantiers de l'Atlantique

過去 20 年間に MSC Cruises 向けに 20 隻のクルーズ船の建造実績を持つ Chantiers de l'Atlantique は、新たに超大型クルーズ船型 World クラスを設計した。全長 330m、全幅 47m の新型クルーズ船は、キャビン数 2,760 室、旅客定員 6,850 人である。同クラスのクルーズ船は LNG 燃料で駆動され、新型の Y 型船首形状により空気抵抗と復原性が向上する。

現在、World クラスは 4 隻の建造が計画されており、第 1 船である「MSC Europa」は 2022 年に竣工予定である。同船は、フランスで建造される初の LNG 駆動クルーズ船となる。

研究開発：燃料電池プロジェクト「PACBOAT」

2019 年 9 月、Chantiers de l'Atlantique と MSC Cruises は、上記の World クラスの LNG 駆動クルーズ船に燃料電池を搭載する研究開発プロジェクト「PACBOAT」を開始した。同プロジェクトは、フランス政府の「未来への投資（PIA)」プログラムの一環として、フランス環境エネルギー管理省 ADEME が支援している。

プロジェクトでは、LNG 燃料を利用して電気と熱を製造する出力 50kW の SOFC 形燃料電池を「MSC Europa」に搭載し、実船実験を行う。この組み合わせにより、従来の LNG 駆動 DF エンジンよりも温室効果ガスの排出を 30%削減する。

同プロジェクトには、技術研究所 CEA、燃料電池メーカーENTREPOSE、船級協会 BUREAU VERITAS も参加している。

VARD（ノルウェー）

建造船種：
各種オフショア船、LNG 駆動フェリー、特殊船、艦艇、漁船、砕氷船、エクスペディションクルーズ船

所在地：
VARD Group AS
Skansekaia 2
NO-6002 Ålesund
Norway

Tel: +47 70 21 06 00
Fax: +47 23 50 23 40
Email: mail@vard.com
http://www.vard.com/Pages/default.aspx

企業概要・沿革：
ノルウェー西岸オーレスンに本社を置く VARD は、特殊船設計建造及び舶用機器システム製造を行うグローバルなエンジニアリング企業である。VARD は、グループ企業を含めて 9,000 人（2017 年）を雇用し、ノルウェーに 5 か所、ルーマニア 2 か所、ブラジル 1 か所、ベトナム 1 か所の計 9 造船所を所有する。

VARD は 2012 年 11 月にシンガポール株式市場に上場し、筆頭株主は 2013 年 1 月に VARD を買収したイタリア Fincantieri の子会社 Fincantieri Oil & Gas S.p.A.となった。

VARD グループ単体としての最後の決算報告となった 2018 年第 2 四半期決算では、受注残は 289 億 5,000 万ノルウェークローネ、44 隻であった。うち 29 隻は VARD の自社設計である。同期の新規受注は、ノルウェー向け海上保安艇 3 隻、106 億 1,000 万クローネであった。オフショア市場の低迷から倒産した船社向けの受注船の引き渡しができず、3 隻のオフショア船が在庫となっていた。

長期化するオフショア及び特殊船ビジネスの不振を受け、2018 年 12 月、親会社 Fincantieri は VARD のシンガポール上場を停止し、VARD の事業再編と Fincantieri 組織への完全統合を進めている。

2019 年 11 月には、Fincantieri は VARD の小型漁船及び養殖支援船建造からの撤退と、VARD のノルウェー国内の造船所 2 か所（Aukra 及び Brevik）の閉鎖を決定した。2019 年 9 月時点の Brevik 造船所の受注残は 5 隻、2020 年 2 月までの工事量である。残りのノルウェー国内造船所 3 か所は、小型クルーズ船をはじめとする 8 隻の 2020 年

後半～2022 年 5 月までの工事が確定している。[10]

また、VARD グループ最大の造船所であるルーマニア Tulcea は、Fincantieri 及び VARD のクルーズ船向けの船体ブロック建造にシフトしている。VARD の近年の新規受注は、小型エクスペディションクルーズ船が中心となっている。

建造設備：

VARD Tulcea

ルーマニアのドナウ川岸に位置する 1975 年設立の VARD Tulcea は、VARD グループ最大の造船所として 3,000 人以上を雇用している。

近年、VARD グループは造船設備の拡張と近代化を進めており、新パネルラインの設置、建造バースの拡張、造船所周辺の浚渫を実施、さらに 2017 年には親会社 Fincantieri の協力で新ガントリークレーンの設置を完了した。 また、2016 年に拡張された浮きドックは、最大 210×49m の船舶の進水が可能である。

2010 年には、VARD Tulcea 内に基本設計部門が開設され、200 人の技師が IT インフラを用いてノルウェーの設計部門 VARD Design との共同設計作業を行っている。

2019 年 9 月時点の受注残は、2020 年 1 月に竣工予定の 16,000GT 型調査船 1 隻である。[11]

VARD Tulcea 造船所全景



出所：VARD

[10] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019
[11] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

建造プロジェクト例：

エクスペディションクルーズ船

2018 年 3 月、VARD は、フランスのクルーズ船社 PONANT から豪華エクスペディションクルーズ船 2 隻の設計と建造を追加受注した。今回の受注は、2016 年の同型クルーズ船 4 隻に続くものである。これらの小型クルーズ船は、通常のクルーズ船ではアクセスできない小さな港湾に寄港することが可能である。

氷海仕様の同クルーズ船は、トン数 10,000 総トンで、全長 131m、全幅 18m である。乗客数は 180 人のみで、キャビン 92 室の全てがバルコニー付きである。

これら 6 隻の姉妹船シリーズに加え、VARD は同じく Ponant 向けに砕氷型エクスペディションクルーズ船を建造し、2021 年に引き渡しが予定されている。同船は、世界初の LNG 及び DF 駆動のエレクトリックハイブリッドクルーズ砕氷船である。

「PONANT EXPLORERS」



出所：VARD

また、VARD はドイツ Hapag-Lloyd Cruises 向けにもこれまで 3 隻の氷海仕様エクスペディションクルーズ船をシリーズ受注しており、2019 年 10 月には、第 2 船となる全長 139m、16,000 トンの「HANSEATIC inspiration」が竣工した。同船はルーマニア Vard Tulcea で船体が建造された後、ノルウェーVard Langsten で最終艤装が行われた。第 3 船「HANSEATIC spirit」は 2021 年に竣工予定である。

Vard Design が設計した同シリーズは、北極、南極、アマゾンなど多様な水域におけるクルーズを想定し、230 人の乗客向けに豪華客室 120 室を持つ。内装は Fincantieri Group 子会社の Marine Interiors が担当した。

Ulstein Verft（ノルウェー）

建造船種：
洋上風力発電施設支援船、クルーズ船、ROPAX フェリー、ケーブル敷設船、オフショア船、タグボート、貨物船など

所在地：
Ulstein Verft
6065 Ulsteinvik
NORWAY

Tel: +47 7000 8000
Email: gr@ulstein.com
https://ulstein.com/

企業概要・沿革：
1917 年創業の Ulstein Verft は、ノルウェー西岸ウルスタインヴィクに本社を置く Ulstein Group 内の造船部門で、同グループ最大のビジネスユニットである。親会社である Ulstein Group は、造船以外にも船舶設計、修繕・改造、アフターサービス、電気・制御システム製造、システム統合、海運などの部門を持つ総合海事企業である。

1900 年代初頭、ノルウェーの漁船は、帆船、ろかい船からモーター船への移行を開始した。1917 年、23 才の Martin Ulstein と義兄弟 Andreas Flø はモーターの取り付けとメンテナンスを行うビジネス「Ulstein mek. Verksted」を設立した。2017 年に創業 100 周年を迎えた Ulstein Group は、現在も Ulstein 家が所有し、経営する同族企業である。

1930 年代に造船・改造を開始した Ulstein は、1957 年に Ulstein は最初の鋼製カーフェリー「Torulf」を建造、1965 年にはプロペラメーカーUlstein Propeller を設立した。

1969 年、ノルウェー領海で油田が発見された。1974 年には、Ulstein は北海の厳しい海象条件に対応するオフショア船型 UT704/UT705 の建造を開始した。

1970～1990 年代にかけて、Ulstein はノルウェー内外の造船所、舶用機器、設計企業などの買収を繰り返し、国外にも多くの子会社を設立して国際的造船・舶用グループとなった。

1999 年、英国 Vickers、後の Rolls-Royce が Ulstein Group の 90%を買収し、Ulstein は造船部門のみとなった。2000 年には、船舶設計企業 Ulstein Design が設立された。

2005 年、特許船型「X–BOW」を発表、2014 年にはさらに進化した特許船型「X-STERN」を発表。2015 年には、X-BOW 船型の受注実績が 100 隻を超えた。海象条件の厳しい北海のオフショア船用に開発された X-BOW 船型は、2017 年に初受注した極海向けエクスペディションクルーズ船に採用されている。

2017 年、Ulstein Group は、バッテリーで駆動される世界最大のプラグイン・ハイブリッドフェリーを受注した。

ノルウェー造船業は、過去 15～20 年に鋼製船体の建造を主にポーランドやルーマニアなどノルウェー国外で行うようになった。Ulstein は、ノルウェー国内で船体上部構造の建造を行っているため、早期に艤装作業を開始することができ、建造過程が迅速化する。

2019 年 7 月には、Ulstein はドイツの舶用メーカーSCHOTTEL 社と合弁会社 Blue CTRL を設立し、元 Ulstein 子会社であった Ulstein Blue CTRL の舶用自動化デジタルプラットフォーム X-CONNECT ®のさらなる開発で協力してゆく。

2019 年 9 月時点の Ulstein Verft の受注残は 4 隻、20,200 DWT で、2021 年 9 月までの工事量である。[12]

造船設備：

Ulstein Verft はコンパクトな設備を持つ近代的な造船所で、主に船舶の艤装、組立、最終艤装、修繕及び改造を行っている。

Ulstein のドックは 140×55 m、うち 110m は屋内である。ドックのゲートを開放した場合には、外部の乾ドックを含めて全長 225m となる。屋内ドックの主クレーン 2 基の吊り上げ能力は合計 500 トンである。

[12] Clarksons World Shipyard Monitor September 2019

Ulstein Verft 造船所全景



出所：Ulstein Verft

Ulstein Verft 屋内ドック



出所：Ulstein

建造プロジェクト例：

CSV／SOV「ACTA AURIGA」（ULSTEIN SX195）

Ulstein 設計の操縦性及び船位保持性の高い「X-STERN」船型の CSV／SOV「ACTA AURIGA」は、2018 年 3 月にオランダ Acta Marine への引き渡しが行われた。同船の船体はポーランド Crist で建造され、Ulstein Verft が艤装を行った。

全長 93.4m、幅 18m、トン数 3,200DWT の同船は、洋上風力発電施設の CSV（建設支援船）、及びクルーと貨物を輸送する SOV（サービスオペレーション船）として機能

する。吊り上げ能力 6 トンの 3D クレーンを搭載し、波高 3m でも安全で効率的に作業可能な設計となっている。乗員 120 人用のキャビン 80 室、甲板面積 500 ㎡を持つ。

CSV／SOV「ACTA AURIGA」




出所：Ulstein

プラグイン・ハイブリッドフェリー「COLOR HYBRID」

Ulstein Verft で最終艤装が行われ、2019 年 8 月に竣工したノルウェーColor Line 向け「COLOR HYBRID」は、ノルウェー・スウェーデン間の航海時間の約 20%（12 海里）は、環境にやさしいバッテリー電力のみを使用する世界最大のプラグイン・ハイブリッドフェリーである。重量 65 トン、出力 4.7 MWh のバッテリーパックは、陸上電力または船内発電機により 1 時間で充電される。

全長 160m、幅 27.10m の同船は、旅客 2,000 人と車両 500 台の輸送能力を持つ。設計はノルウェーFosen Yards（現 Fosen Ulstein Design & Engineering）である。同船の設計、建造にはノルウェーの海事クラスターが協力し、サプライヤーの 70%以上はノルウェー企業であった。

同船は 2017 年 5 月に次世代船舶賞を、また 2019 年 6 月にはノルウェーNor-Shipping 海事展で業界誌 Skipsrevyen が選ぶ「シップオブザイヤー」を受賞した。

「COLOR HYBRID」




出所：Ulstein

## Damen Shipyards Group（オランダ）

建造船種：
作業船、タグボート、タンカー、浚渫船、オフショア支援船、スーパーヨット、漁船、フェリー、海洋及び河川クルーズ船

所在地：
Damen Shipyards Group
Avelingen-West 20
Gorinchem
The Netherlands

Tel: +31 （0） 183 639911
Fax: +31 （0） 183 632189
Email: info@damen.com
https://www.damen.com/

企業概要・沿革：
オランダ南部のホルクムに本社を置く Damen Shipyards Group は、グループ企業 54 社、世界 22 か国に造船・修繕所 36 か所を所有し、総従業員数は 12,000 人（うちオランダ国内 3,500 人）である。建造実績は 6,000 隻に上り、世界 100 か国以上で Damen 建造の船舶が利用されている。年間建造数は約 175 隻で、Damen のユニークな標準船型概念により、安定した品質の船舶を迅速に提供している。

1922 年に自宅の納屋でボート建造を開始した Jan と Rien の Damen 兄弟は、1927 年に Damen Brothers 社を設立し、同社は小規模ながらも 40 年間続いた。現在も Damen は同族企業である。

1969 年、Kommer Damen は父親から同社を受け継ぎ、小型船のモジュラー建造概念を導入した。後に「Damen Standard」と呼ばれるこの標準化手法は、実績のある船型のコストと建造時間の削減につながり、大きな成功を収めた。1973 年には、同社はオランダホルクム（Gorinchem）の建造設備を拡張した。

ホルクムはオランダの浚渫産業の中心地であり、Damen が建造する浚渫船その他の作業船は、世界的に知られるようになった。Damen は、ニッチ市場の小型造船所の買収及び世界各地の造船所との提携により事業を拡大した。現在は投機的に標準船型の船舶を建造し、各地の造船所に Damen の小型作業船、高性能タグボートなどをストックするというビジネスモデルを採用している。また、オランダのデルフト工科大学などの研究組織との共同研究開発プロジェクトを積極的に行っている。

現在 Damen は、年間 160～180 隻の新造船建造に加え、年間 1,300～1,500 件のあらゆる船種及びプラットフォームの修繕、改造、メンテナンスなどのプロジェクトを行っている。

2018 年の売上は前年と同レベルの約 20 億ユーロである。2018 年の新造船引き渡し実績は 176 隻（前年：165 隻）で、その内訳はタグ・作業船 76 隻、オフショア船 3 隻、高速船・フェリー40 隻、ポンツーン・バージ 21 基、浚渫船・特殊船 13 隻、艦艇 18 隻、ヨット 5 隻である。

2018 年のルーマニアのマンガリア造船所の買収により、Damen は従来よりも大型の船舶の建造が可能となった。同社はクルーズ船、ROPAX フェリー、オフショア船の建造に関する新部門を設立し、既に同造船所でエクスペディションクルーズ船と 10,000DWT 型オフショア船の建造を開始している。

建造設備：

Damen が所有する造船所 36 か所（うちオランダ国内 16 か所）のうち、新造船を建造する造船所は 23 か所である。

オランダ国内の本社造船所 Damen Gorinchem の 2019 年 9 月時点の受注残は、オフショア船 10 隻（14,415DWT）である。[13]

DAMEN SHIPYARDS MANGALIA（DSMa）

Damen が所有する最大の造船所は、2018 年 7 月に韓国大宇造船海洋から買収したルーマニアのマンガリア造船所（DAMEN SHIPYARDS MANGALIA：DSMa）である。同造船所は、黒海沿岸と地中海東部地域で最大規模の造船所でもある。

1974 年にルーマニア国営造船所「2 Mai Mangalia Shipyard」として開設した同造船所は、1997 年に韓国大宇造船海洋に買収され、ルーマニア政府との合弁造船所「Daewoo Mangalia Heavy Industries （DMHI)」となった。DMHI は、10 年間で 200 隻以上の大型商船を建造した。同造船所は現在もルーマニア政府との合弁会社であるが、Damen は同造船所の経営権を持つ。

同造船所の敷地面積は 980,000 ㎡、うち屋内エリアは 95,960 ㎡である。乾ドックは、①302m x 48m x 9m、②322m x 48m x 9m、③360m x 60m x 13m で、第一ドックと第二ドックは、480t ガントリークレーン 2 基を共有する。第三ドックは 1,000t ガントリークレーン 1 基を持つ。3 本の艤装岸壁は 430m～630m で、全長は 1,590m である。

[13] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

同造船所の建造能力は、年間 12 隻である（180,000DWT ばら積み船、11,000TEU 型コンテナ船の場合）。Damen は、同造船所で主にクルーズ船、大型フェリー、オフショア船の建造、及び石油ガス産業と洋上風力発電向けの大型オフショア構造物の建造を行う計画である。

2019 年 9 月時点の同造船所の受注残は、クルーズ船とフェリーを含む 4 隻、5,600DWT で、2021 年の竣工が予定されている。[14]

同造船所は 1,850 人を雇用しているが、Damen は今後 500～1,000 人規模の増員を行う予定である。

1999 年以来、Damen はルーマニアにもう 1 か所の大型造船所「Damen Shipyards Galati（DSGa）」を所有している。ルーマニア東部のドナウ川岸に位置する敷地面積 55 ヘクタールの同造船所は、2,500 人を雇用し、多様な船種の建造を行っている。2019 年 9 月時点の同造船所の受注残は 10 隻、17,250 DWT である。[15]

標準船型例：

<u>オフショア支援船 DAMEN ASV 9020「WALK TO WORK」（W2W）</u>

Damen の W2W 船型は、オフショア支援船である。通常のオフショア石油ガス産業のメンテナンス作業に加え、洋上風力発電施設向けのメンテナンス支援船としても機能する。

同船型は、全長 89.65m、トン数 2300DWT、最大速力 13 ノットで、定員は 60 人、425 ㎡の甲板スペースを持つ。

[14] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019
[15] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

W2W 船型



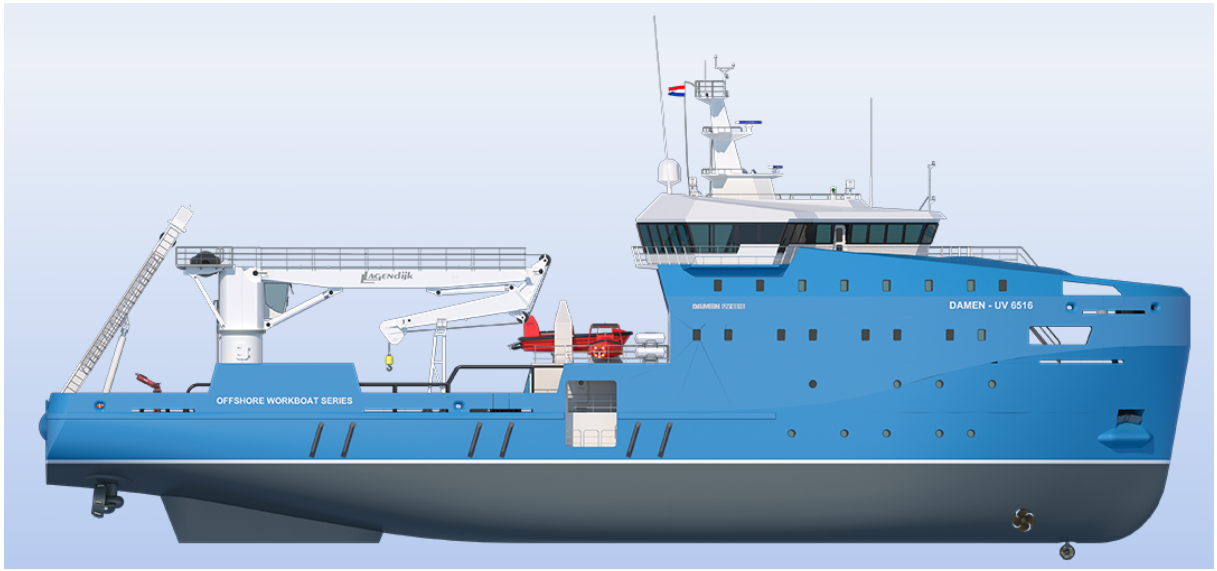
出所：Damen

多機能オフショア作業船「UTILITY VESSEL 6516」

広い甲板スペースと快適な居住区を持つ同船型は、多様なオフショア及び沿岸作業の支援が可能な設計となっている。顧客のニーズに応じて、幅広いオプションを提供している。

この次世代オフショア船型は、全長 65m、幅 15.8m、トン数 900DWT で、34 のキャビンと 450 ㎡の甲板スペースを持つ。

「UTILITY VESSEL 6516」




出所：Damen

Tersan Shipyard（トルコ）

建造船種：
オフショア船、漁船、フェリー、ケミカルタンカー、タグボート、浮きドックなど

所在地（新造船部門）:
TERSAN TERSANECİLİK SAN. TİC. A.Ş.
Acicesme Mevki Bogazici Cad. No:28 Tavsanli-Altinova
Yalova, Turkey

Tel: +90 226 465 62 00
Fax: +90 226 465 61 12
Email: info@tersan.com.tr
http://www.tersanshipyard.com/

企業概要・沿革：
トルコ北西部マルマラ海東沿岸のヤロバに位置する Tersan Shipyard Inc.は、造船・修繕、船舶所有・運航企業であるトルコ Tersan グループの新造船部門である。Tersan は、1990 年代にボスポラス海を航行する船舶向けの各種サービス企業として設立された比較的新しい企業である。

1998 年に Tersan はイスタンブール郊外のツズラに浮きドックを持つ造船所を買収し、船舶修繕・改造・メンテナンス業を開始した。年間 50～70 隻という修繕所の成功を受け、2001 年には同地域の別造船所で新造船建造に参入した。

ツズラの造船所は手狭になったため、2008 年、Tersan の新造船部門は、ツズラのマルマラ海対岸ヤロバに位置する規模の大きい近代的な新造船所に移転した。豊富な人材と最新設備を持つ新造船部門は、短期間でトルコそして欧州最大規模の造船所のひとつとなった。今では正規従業員 500 人、プロジェクトによっては最大 2,000 人を雇用している。また Tersan は、トルコで 2 か所目となる政府に認可された研究開発センターを持つ。Tersan は、今後 VLCC の建造を目的にトルコ南部への進出も計画中である。

Tersan は、近年ノルウェーの船主、船社、船舶設計企業との協力関係を強めており、ノルウェーで設計されたノルウェー船主向けのオフショア船、漁船、フェリーなどの複雑な特殊船の建造にほぼ特化している。

Tersan の 2018 年 9 月時点の受注残は 6 隻、6,900 DWT で、全てノルウェー向けである。[16]

[16] Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

造船設備：

Tersan は新造船建造設備の詳細を公表していないが、2019 年、トルコ最大の新たな 284×51m の浮きドックが稼働した。同時に修繕バースを 270m に延長した。さらに、作業エリア面積を 2,800 ㎡から 4,000 ㎡に拡張し、新たな設備を導入する計画である。

Tersan ヤロバ造船所全景



出所：Tersan

建造プロジェクト例：

LNG 駆動沿岸旅客・車両フェリー（NB1093）

2018 年 9 月、Tersan Shipyard は、ノルウェー船社 Havila Kystruten AS （Havila）から新造沿岸フェリー2 隻の建造を受注した。この 2 隻は 2021 年 1 月にノルウェー国内で就航予定である。

全長 122.70 m、幅 22.00m、LNG・バッテリー駆動の同フェリー2 隻は、ノルウェーのベルゲンーキルクネス沿岸航路に就航する姉妹船 4 隻の建造と運航に関する Havila とノルウェー運輸省との契約の一環として建造される。ノルウェーHavyard 設計の最新技術を駆使した同フェリーは Tersan のヤロバ造船所で建造され、2020 年末に引き渡しが予定されている。

NB1093




出所：Tersan

バッテリー駆動 RORO 旅客・車両フェリー

2019 年 11 月、Tersan Shipyard は、ノルウェー大手フェリー船社 Fjord1 向けのバッテリー駆動 RORO 旅客・車両フェリーの第 2 船、Fjord1 向けフェリーとしては第 6 船となる「ERESFJORD」を竣工した。姉妹船（NB1098）の竣工は、2021 年末に予定されている。

ノルウェーMulti Maritime AS 設計のバッテリー駆動の同型フェリーは、全長 115.80m、幅 16.80m で、旅客 299 人、自動車 130 台、トレイラー12 台の輸送能力がある。

NB1092「ERESFJORD」



出所：Tersan

## 第 2 章　欧州主要船舶設計企業

### BMT Group（英国）

設計船種：
ヨット、ROPAX フェリー、洋上風力発発電向け支援船、消防艇、巡視船、艦艇など

所在地：
Specialist Ship Design Team
Building 14, Shamrock Quay
William Street
Southampton, SO14 5QL
United Kingdom

shipdesign.cs@bmtglobal.com
Tel: +44 （0）23 8022 6655
E-mail: shipdesign.cs@bmtglobal
https://www.bmt.org/

企業概要・沿革：
英国サウサンプトンを本拠とする BMT Specialised Ship Design（旧 BMT Nigel Gee）は、英国の民間エンジニアリングサービス企業である BMT グループ内の船舶設計・コンサルタント部門で、先進的で特殊なヨット、商船、艦艇の初期概念から詳細設計までを行う国際的な民間船舶設計企業である。

同社は、全長 9～220m、最高速力 70 ノットまでの船舶の船体設計、機関、構造、艤装に関するエンジニアリング及びコンサルティングサービスを提供している。

ロンドンに本社を置く BMT Group は、1985 年に英国 British Ship Research Association と National Maritime Institute が合併して誕生した民間企業で、現在では世界 11 か国に 47 拠点を持ち、従業員約 1,500 人を雇用している。2018 年のグループ売上高は 1 億 7,500 万ポンドである。

BMT の船舶設計部門は、1986 年に Nigel Gee and Associates Ltd.として設立され、2003 年に BMT に買収された。2018 年に BMT Nigel Gee Limited は、BMT Group 内の船舶設計・コンサルティング部門 BMT Specialised Ship Design となった。

創立者の Nigel Gee は英国ニューカッスル大学出身の造船技師で、当初は高速船の設計を専門に行っていた。同社の 1986 年の設立以来の高速カタマランの設計実績は 150 隻以上に上る。1995 年には高速船「Pentamaran」の特許を取得している。

2018 年 5 月には、オランダのスーパーヨット建造所 Oceanco と、合弁会社 Lateral Naval Architects Ltd.をサウサンプトンに設立した。同社は、BMT の子会社として Nigel Gee の全長 100m 超のスーパーヨット設計ビジネスを継承し、建造は Oceanco が担当している。

プロジェクト例：

43m 型高速フェリー

2019 年 7 月、BMT は、米国ワシントン州キトサップ郡の公共交通機関 Kitsap Transit 向けに米国 Nichols Brothers Boat Builders（NBBB）が建造する全長 43m のアルミニウム製高速旅客フェリー2 隻（+オプション 1 隻）の設計を受注した。

同船型の最高速力は 37 ノット、乗客 255 人、自転車 26 台の積載能力を持ち、乗客の快適さを重視した設計となる。

Kitsap Transit 高速フェリー



出所：BMT

85m 型 ROPAX フェリー「MV Alfred」

2017 年 3 月、BMT Nigel Gee は、シンガポール Triyards Holding Limited のベトナム造船子会社 Strategic Marine から全長 84.5m、旅客定員 430 人、車両積載量 98 台の鋼製カタマラン型 ROPX フェリーの設計を受注した。

同船は YANMAR 6EY17W エンジン 4 基を搭載し、航海速力は 16 ノットである。

英国スコットランドのフェリー船社 Pentland Ferries が運航する同フェリー「MV Alfred」は、2008 年に就航した「Pentalina」の環境にやさしい大型代替船として、2019 年 11 月、

スコットランド本土とオークニー諸島を結ぶ所要時間約 1 時間の最短航路に就航した。

ROPAX フェリー「MV Alfred」




出所：BMT

ハイブリッド「エコフェリー」

2018 年 7 月、BMT Nigel Gee は全長 31m、旅客定員 149 人、最高速力 20 ノットの環境にやさしくコスト効率の高い新型ハイブリッド「エコフェリー」設計を発表した。

新カタマラン船型には、BMT が英国 BAE Systems と共同開発したハイブリッドドライブシステムを採用する。同システムは、最高出力が必要な場合のみディーゼルエンジンを駆動させ、同時にバッテリーの充電を行う。また、船舶の屋根には充電用のソーラーパネルを設置する。

エコフェリー

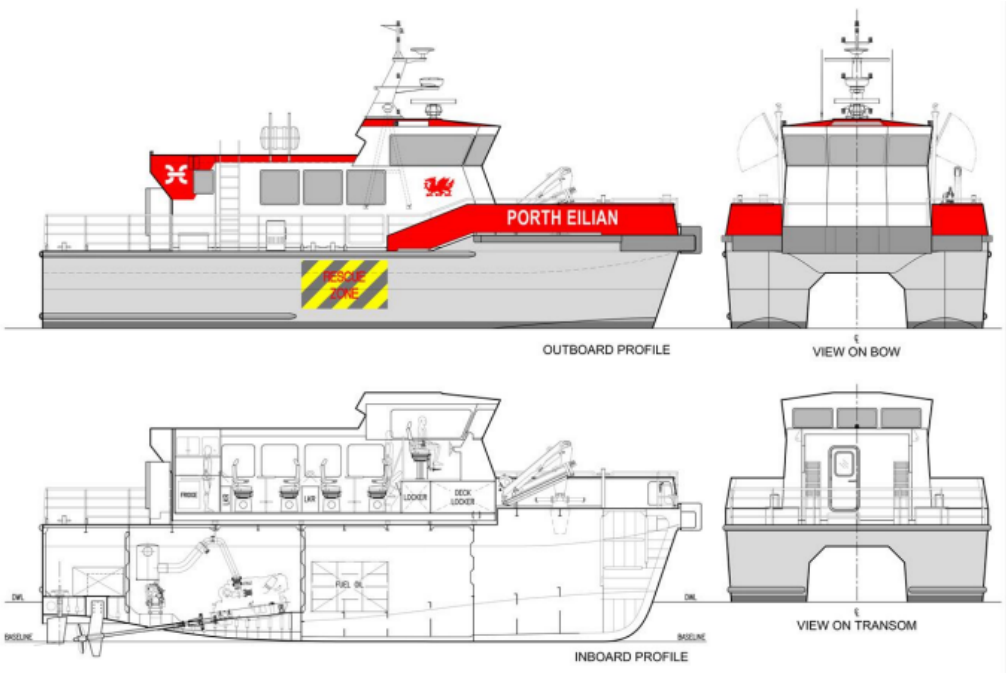


出所：BMT

18m 型アルミニウム製洋上風力発電支援船（NG859）

| | |
|---|---|
| 建造年 | 2013／2014 年 |
| 船主 | Turbine Transfers |

建造　　Buckie Shipyard／Holyhead Marine
最高速力　　28 ノット




出所：BMT

70m 型 LNG カーフェリー（NG1023）

2016 年 8 月、BMT Nigel Gee は、オランダ Rederij Doeksen 社向けの全長 70m のアルミニウム製カタマラン型 ROPAX フェリー2 隻の設計を受注した。オランダ北部の内陸水路で運航される同船型は、LNG 燃料のみで駆動される MTU400 シリーズのガスエンジン 2 基を搭載する。これにより $CO_2$ 排出量は 30%以上削減され、NOx 及び SOx 排出量は 100%削減される。同船型は、車両 60 台、旅客 600 人の積載能力を持つ。

LNG カーフェリー



出所：BMT

## MacDuff Ship Design（英国）

設計船種：
漁船、タグボート、作業船、フェリー、浚渫船、巡視船など

所在地：
MacDuff Ship Design Ltd
Low Shore、Macduff
Aberdeenshire AB44 1RE
Scotland

Tel: +44 （0）1261 833 825
Email: info@macduffshipdesign.com
www.macduffshipdesign.com

企業概要・沿革：
スコットランドに本社を置く 1993 年創業の Macduff Ship Design Ltd は、設立当初のコアビジネスは、地元の漁業、養殖業向けの船舶設計であったが、現在では商船、漁船の設計企業・コンサルタントとして、9 人の造船技師と技術者が全長 6m から 50m の作業船、タグボート、漁船、フェリー、パイロットボート、浚渫船、調査船、多目的船など幅広い小型中型船種の設計を行っている。

Macduff Ship Design は、船主、造船所と密接に協力し、近代的、効率的で頑丈なカスタムメイドの船舶の設計を行っており、200 隻以上の建造実績を持つ。 同社の主な設計船種は以下の通りである。

- 従来型タグボート：特定の作業を行う船舶から多目的船まで、あらゆる必要に応じた頑丈で効率的なタグボート。
- ASD 式タグボート：全長 9m から 70m までの ASD（Azimuth Stern Drive）式タグボート。
- タグ作業船：全長 9m から 30m までのタグボートと作業船の機能を兼ね備えたハイブリッド船。

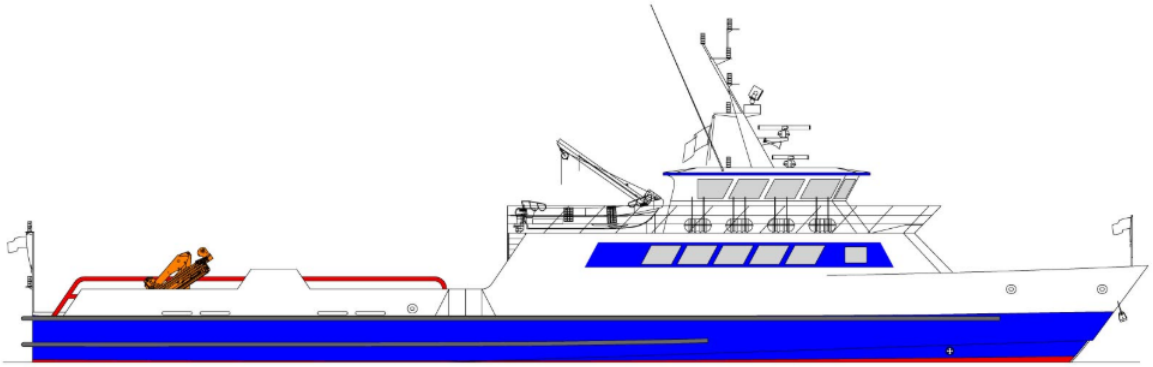
27m 型従来型タグ作業船



出所：Macduff Ship Design

パイロット・パトロール・クルー船：全長 9m から 45m の頑丈でオペレーションに応じて最適化された船体設計を持つ高速パイロット・パトロール船。

41m 型クルー船



出所：Macduff Ship Design

- 「Multi Mac」作業船：同社の従来型作業船よりも大きな作業デッキを持つ耐航性の高い全長 14～36.5m の作業船。
- 漁船：Macduff Ship Design は設立当初は漁船設計企業であり、現在も多様な漁法お及び養殖業に対応する全長 8～47.5m までの漁船設計を提供している。
- 作業船：全長 6～46m のテーラーメイドの作業船の設計実績を持つが、概念設計としては全長 120m までの作業船の設計が可能である。

同社が設計する漁船、作業船は、地元の Macduff Shipyards で建造される他、外国船主向けに欧州、アジア、カナダなどの造船所で建造されている。

プロジェクト例：

サウジアラビア港湾局向け 8 船種 19 隻の設計

Macduff Ship Design とイタリア造船所 Tor Marine は、サウジアラビアの港湾向けの 8 船種 19 隻の設計・建造を共同で受注した。その内訳は、港湾作業船 4 隻、港湾潜水サービス船 1 隻、ゴミ収集船 1 隻、16m 型パイロット船 1 隻、19m 型パイロット船 3 隻、25m 型タグボート 2 隻、30m 型タグボート 4 隻、油水分離バージ 2 隻である。

**サウジ向け港湾船**



出所：Macduff Ship Design

トルコ RMK Marine への協力

数年間の協力関係の後、Macduff Ship Design はトルコ造船所 RMK Marine からトルコ船主向けの 3 船種 9 隻の設計を受注した。これらの船舶は通常 RMK Marine が建造する新造船よりも小型であるため、小型作業船分野における Macduff Ship Design の専門性が重視された。

ロンドン港湾局向け作業船

Macduff Ship Design は、ロンドン港湾局（PLA）の作業船建造の欧州競合他社との競争入札に応募し、受注に成功した。英国 Manor Marine で建造された新造作業船「「London Titan」は、40 年前に建造された 2 隻の作業船の代替船として 2015 年に就役し、テムズ川流域におけるムアリング設備のメンテナンス、ブイの敷設、川底の難破貨物の除去、潜水支援など多様な作業を行っている。

36.50m 型作業船「London Titan」




出所：Macduff Ship Design

## Kongsberg Maritime（旧 Rolls-Royce Marine）（ノルウェー）

設計船種：
各種オフショア船、タンカー、貨物船、フェリー、小型クルーズ船、漁船

所在地：
KONGSBERG MARITIME CM（旧 Rolls-Royce Marine AS）
Borgundvegen 340
6009 Ålesund
Norway

Tel: +47 815 20 070
Email: km.sales@kongsberg.com
https://www.kongsberg.com/maritime/

企業概要・沿革：
世界有数の航空機及び舶用エンジンメーカーである英国 Rolls-Royce は、船舶設計でも 50 年以上の実績を持ち、船舶設計ビジネスは、同社舶用部門 Rolls Royce Marine 内の 1988 年に設立されたノルウェー子会社 Rolls-Royce Marine AS が中心となっていた。

2018 年初頭、Rolls-Royce は、船舶設計部門を含む Rolls Royce Marine の商船部門の売却計画を発表し、同年 7 月にはノルウェーKongsberg が買収に基本合意した。2019 年 4 月 1 日、買収手続きが完了し、Rolls-Royce の商船部門は正式に Kongsberg Maritime Commercial Marine となった。今後は「Kongsberg」のブランド名でビジネスを継続する。

Rolls-Royce Commercial Marine の買収により、Kongsberg は世界 40 か国に 11,000 人を雇用し、年間売上 220 億ノルウェー・クローネ超の企業となった。両社を合わせた販売実績は、30,000 隻向け以上に達している。

Rolls-Royce の商船部門は、Rolls Royce Marine の売上の 69%（2017 年）を占めていた、新造商船市場とオフショア市場の不振から近年業績の低迷が続いていた。Kongsberg による買収時の商船部門の従業員数は約 3,600 人で、大部分が北欧に拠点を置いていた。

旧 Rolls Royce 設計の UT 型オフショア船及び NVC 型商船は、既に 900 隻以上の実績がある。オフショア船市場の不振を受け、近年は高度技術を持つ漁船の船舶設計が増加していた。同社は総合舶用メーカーとして、船型と搭載機器のコスト効率の高いパッケージを提供していた。これには船舶設計から、搭載機器の選定と調達、システムエンジニアリング、統合、製造エンジニアリング、さらにはクルートレーニングと世界各地

の Rolls-Royce 拠点におけるアフターサービスまでが含まれており、今後は Kongsberg とのシナジー効果が期待される。

プロジェクト例：

70m 型遠洋トロール漁船

2019 年 1 月、Rolls-Royce は、ノルウェーEngenes Fiskeriselskap AS から全長 70m の遠洋トロール漁船の設計と舶用機器一式をパッケージ受注した。この先進的漁船はスペイン Gondan 造船所で建造され、2021 年初頭に竣工予定である。

Rolls-Royce の Bergen ディーゼルエンジンを搭載した同船は、燃料効率と耐航性を兼ね備えた NVC370 型の船体設計を持つ。船体設計に加え、Rolls-Royce は動力・推進システム、甲板機器、電気系統、オートメーションシステムを提供する。

NVC370 型遠洋トロール漁船



出所：Rolls-Royce

Nor Lines 向けガス駆動貨物船

欧州の排出規制海域で短距離貨物輸送を行うノルウェーNor Lines は、環境規制の厳格化に対応するために船隊の近代化プログラムを進めている。

環境性、燃料効率及び速力 14.3 ノットの必要条件を満たすため、Rolls-Royce は同社の希薄燃焼ガスエンジン「Bergen B35:40 V12」1 基で駆動される最適化された船体を持つ耐航性の高い貨物船船型「NVC 405 LNG」を設計した。液体燃料使用時と比較した場合、同船の $CO_2$ 排出量は約 22%、NOx 排出量は約 90%削減される。

Nor Lines 向け貨物船 2 隻「MS Kvitbjørn 」及び「MS Kvitnos 」は、Rolls-Royce の「NVC 405 Environship」船型としての初受注である。両船は中国辻産業で建造され、2015 年に竣工した。

LNG 駆動貨物船「MS Kvitbjørn 」




出所：Rolls-Royce

ハイブリッド型トロール漁船

Rolls-Royce のノルウェーPrestfjord AS 社向け「NVC 368」船型の新トロール漁船は、ハイブリッド推進システムの採用により、高効率と低排出を実現している。

2012 年に建造された「Prestfjord」は、同名の漁船をリプレースする全長 65m のトロール漁船である。同船は主機として Bergen B33:45L9P 型エンジンを搭載し、回転数 750rpm、出力 5,400 kW、最高速力 14 ノットである。同船は、船内加工・冷凍設備と乗員 33 人用の居住区を持つ。エンジン、甲板機器を含む主要舶用機器・システムも Rolls-Royce が提供する。

同船のハイブリッド推進システムは、最大効率と最低限の排出を実現すると同時に、ウィンチや魚加工設備に必要電力を供給する。また、視界を広げるカーブしたブリッジ、バルバスバウによる抵抗低減などの革新的な船体設計を持つ。

トロール漁船「F/T Prestfjord」




出所：Prestfjord

南極調査船「RRS Sir David Attenborough」

2019 年 9 月、英国造船所 Cammell Laird で、現在建造中の英国の新南極調査船「RRS Sir David Attenborough」の命名式が行われた。

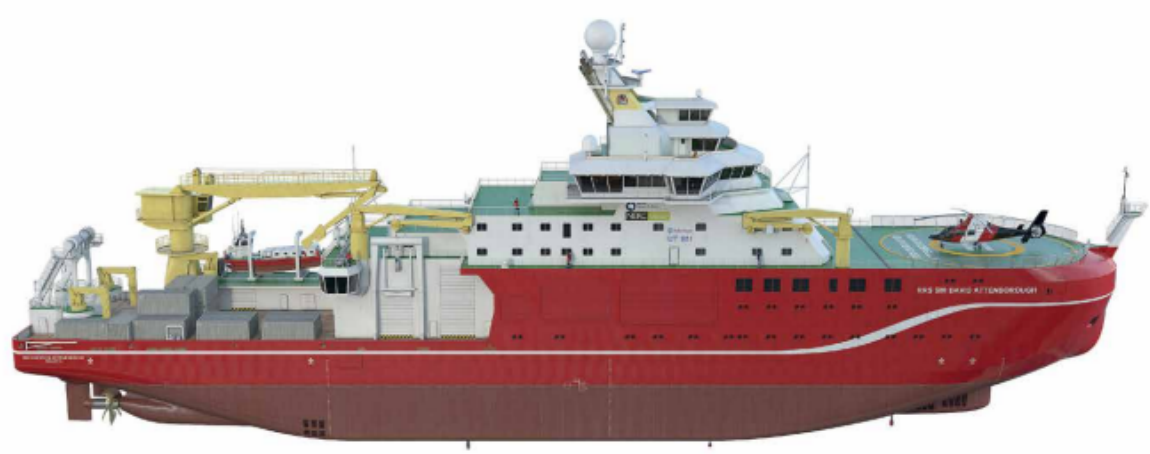
同船は英国自然環境研究会議（NERC）が Cammell Laird に新造発注し、英国南極調査機関 British Antarctic Survey が運航する先進的な新造南極調査船で、既存調査船 2 隻（1991 年竣工の RRS James Clark Ross 及び 1995 年竣工の RRS Ernest Shackleton）の代替となる。

全長 129m、全幅 24m、総トン数 15,000 トンの同船の詳細設計は、Rolls-Royce が担当した。同船の航続距離は 35,000km、燃料補給なしに 60 日間の航海が可能である。厚さ 1.5m の氷海を船速 3 ノット以上で航行する Polar Class 5 の砕氷機能を持つ同船は、ユニークな船首設計を持ち、船尾は後進時の砕氷が可能な設計となっている。通常の航海速力は 13 ノットである。

同船には、コンパクトで高効率な Bergen B33:45 型エンジン 4 基（9 シリンダー×2、6 シリンダー×2、出力 3,600～5,400 kW）が搭載されている。

プロペラは、Rolls-Royce の直径 4m の特殊設計の CPP2 基である。センシティブな環境の海域を航行する同船は、特に水中放射騒音が低い設計となっており、静音性船級「DNV Silent R」を取得している。

南極調査船「RRS Sir David Attenborough」



出所：Rolls-Royce

## Skipsteknisk（ノルウェー）

設計船種：
各種オフショア船、漁船、調査船、海上保安船、ケーブル敷設船

所在地：
Skipsteknisk AS
Klaus Nilsens gt. 4
P.O Box 36 Sentrum
NO-6001 Ålesund, Norway

Tel: +47 70 10 33 44
Fax: +47 70 10 33 48
Email: office@skipsteknisk.no
https://www.skipsteknisk.no/

企業概要・沿革：
ノルウェー西岸の漁業中心地であるオーレスンを本拠とする Skipsteknisk AS は、1976 年に Karstein Teige によって設立された独立系の民間船舶設計・コンサルタント企業である。

同社設計の革新的漁船は、1970 年第後半から 1980 年代にかけて、ノルウェー、デンマーク、アイスランド、英国、カナダの漁船隊の近代化に大きく貢献した。

Skipsteknisk が最も得意とする船種は、耐氷型の船体と船内魚加工設備を持つファクトリートロール船である。また、遠洋トロール船、巻き網漁船でも大きな市場シェアを持つ。新船型の漁船としては、ハイブリッド PTH/PT バッテリー駆動の推進システムを持つ全長 63m 型はえ縄漁船を開発している。

1980 年代には、漁船に加え、漁業、海洋、海底調査に対応する各種調査船の設計を開始し、同社は世界の調査船市場においても主要設計企業のひとつとなった。2019 年には、アイルランドとグリーンランドの新造調査船の設計を受注している。

さらに、1990 年代には、革新的な高度技術を持つオフショア船の設計において、主要企業となるビジネス戦略を進めた。

1996 年より Skipsteknisk 創設者 Karstein Teige はプロジェクト開発に専念し、現在社長と調査船部門は Hans Ove Holmøy、漁船部門は Inge Bertil Straume、オフショア船部門は Bjørn-Oscar Kløvning がそれぞれ担当している。Skipsteknisk は、自社設計を「ST デザイン」と呼んでいる。

同社は中国上海にも拠点を持ち、また、グループ企業としては造船所向けの電気サービス企業 Skan-El AS、及びトルコでエンジニアリング企業 Skipsteknisk Engineering AŞ を経営している。

プロジェクト例：

船尾トロール船「ST-117」

2018 年 11 月、Skipsteknisk はカナダの大手水産会社 Ocean Choice Ltd.から 74 m 型ファクトリー冷凍トロール船の設計を受注。カナダ北部海域の厳しい海象環境においても安全、快適に通年操業が可能な設計を提供する。同船はトルコ造船所 Tersan で建造され、2019 年 12 月に竣工予定である。

Ocean Choice Ltd.向け船尾トロール船




出所：Skipsteknisk

はえ縄漁船「ST-156XL」（「Geir」）

「ST-156XL」船型を持つノルウェーHP Holmeset AS 向けの全長 63m のはえ縄漁船「Geir」は、運転効率とコスト効率を念頭に設計されている。同船は 70,000 個の針を持ち、最大輸送量は 500 トンである。2019 年 12 月に竣工予定の同船は、Skipsteknisk が地元企業である HP Holmeset 向けに設計した 3 隻目の新造はえ縄漁船である。同船はハイブリッド PTH/PT バッテリー駆動の推進システムを持つ。

はえ縄漁船「Geir」




出所：Skipsteknisk

ケーブル敷設船「Nexans Aurora」（ST-297 CLV）

2018 年 7 月、Skipsteknisk は国際競争を勝ち抜き、フランスのケーブル企業 Nexans から 150×31m 型ケーブル敷設船「Nexans Aurora」の設計を受注した。同船の設計番号は「ST-297 CLV」である。同船の特長は、厳しい海象条件下における電力ケーブル及び光ファイバーケーブルの敷設・修理作業を可能にする高い操船性、冗長性と船位保持機能（DP3 ）である。世界最大級のケーブル敷設船となる同船は、100,000 トンのケーブル輸送能力を持つ。

同船はノルウェーUlstein Verft で建造され、2021 年第 2 四半期に竣工予定である。

ケーブル敷設船「Nexans Aurora」




出所：Skipsteknisk

船尾トロール船「Regina C」（ST-118）

アイスランド Niisa Trawl 向け 79m 型北極海エビトロール船を設計。2018 年 12 月に引き渡し済み。

船尾トロール船「Regina C」



出所：Skipsteknisk

Multi Maritime（ノルウェー）

設計船種：
ROPAX フェリー、オフショア船、LNG 船、貨物船、砕氷船、高速船など

所在地：
Multi Maritime AS
Firdavegen 6, 6800 Førde
Norway

Tel: （+47） 57 82 30 00
E-mail: firmapost@multi-maritime.no
https://www.multi-maritime.no/

企業概要・沿革：
ノルウェー西岸の造船業の中心地であるフェルデに 1983 年に設立された Multi Maritime AS は、個人経営の独立系民間船舶設計企業である。当初はノルウェーのオフショア産業向けのケミカルタンカーとオフショア船の設計を手掛けていたが、設計船種を徐々に拡大し、高い技術力を持つ国際的な設計企業に成長した。近年は、ノルウェー国内向けの LNG 燃料やバッテリーで駆動される短距離フェリーの設計に力を入れており、大きな成功を収めている。同社の設計実績は 100 隻以上である。

2010 年、Multi Maritime AS は、Multi Maritime 設計のフェリー30 隻以上の建造実績を持つノルウェーの造船企業 Fiskerstrand Holding に買収されたが、その後も既存及び新規顧客向けに独立した設計企業としてビジネスを続けている。現在の従業員数は約 30 人である。

プロジェクト例：
バッテリー駆動フェリー

Multi Maritime は、2018 年の最初の 2 か月だけで 5 隻もの完全電気駆動フェリーの設計を受注し、革新的でコスト効率の高いグリーンシップの開発企業としての地位を確固たるものとした。ノルウェー国内では、既に 20 隻の Multi Maritime 設計のバッテリー駆動プラグイン・ハイブリッド型フェリーが就航、または就航予定である。

Multi Maritime は、舶用メーカー系または造船所系ではない独立した設計企業として、多様なサプライヤーからのベストな製品やシステムを選んで統合し、ノルウェー国内及び国外の造船所と協力して船舶設計を行っている。

今回受注した 5 隻のフェリーは、通常は完全電気推進であるが、バックアップとして

バイオディーゼル発電機を搭載する。

5隻のフェリーのうち4隻はノルウェー船社Fjord1 ASA向けで、うち3隻は全長85mの新型「MM82FE EL」船型を持つ。積載量は車両83台及び旅客（クルーを含む）299人である。

うち2隻のフェリーは、速力13ノットで14.2kmのRanavik-Skjersholmane航路に就航し、もう1隻はGjermundshamn-Årsnes航路に就航する。これら3隻はトルコSefine Shipyardで建造され、2019年下半期に竣工予定である。

Fjord1 ASA向けの4隻目のフェリーは、全長116mの「MM111FE EL」船型で、2020年1月1日にJondal-Tørvikbygd航路に就航予定である。積載量は車両130台及び旅客（クルーを含む）299人である。同船はトルコTersan Shipyardで建造され、2019年第2四半期に竣工する。

5隻目のフェリーは、Boreal Sjø AS向けで、全長75mの「MM70FE EL」船型を持つ。積載量は車両60台及び旅客（クルーを含む）199人で、Kvanndal-Utne航路に就航する。同船はノルウェーVard Brevikで建造される。

Fjord1 ASA向けバッテリー駆動フェリー




出所：Multi Maritime

Salt Ship Design（ノルウェー）

設計船種：
漁船、養殖支援船、サブシー・建設船、洋上風力発電支援船、アンカーハンドリング船、プラットフォームサプライ船など

所在地：
Salt Ship Design
Sunnhordlandskaien 1
5411 Stord
NORWAY

Tel: +47 55 62 93 40
https://saltship.com/

企業概要・沿革：
Salt Ship Design は、2012 年にノルウェーの小さな島に設立された独立系の民間船舶設計企業である。設立時には 12 人であった従業員は 5 年後には 30 人に増え、加えてポーランド事業所では 45 人がエンジニアリングに従事している。

設立当初はノルウェーのオフショア油田市場向けの船舶の設計を行っており、2014 年 10 月の Maersk 向けアンカーハンドリング船 6 隻の受注により、同社のビジネスは軌道に乗った。しかしながら、2014 年末にノルウェーのオフショア市場を直撃した石油危機を受け、急速に漁業・養殖業向けの船舶設計への投資を進めてきた。

現在、ノルウェー本社ではプロジェクト開発と船舶設計を行い、ポーランド拠点ではエンジニアリングと詳細設計を行っている。[17]

同社は、革新的なソリューションと実績のあるソリューションを組み合わせ、最適化されたパフォーマンスを提供する船舶の設計を行っている。

2019 年 11 月現在、漁船、養殖魚運搬船、洋上風力発電作業船（SOV）など 15 隻の Salt Design 設計船が建造中または建造予定である、近年の大型受注としては、ノルウェーの養殖輸送企業 DEES Aquaculture Shipping から同一船型の 84.40m 型活魚運搬船 6 隻の設計を受注し、同船隊は 2019～2021 年に順次竣工予定である。

[17] https://salmonbusiness.com/salt-ship-design-fish-welfare-and-good-prices-are-key/

プロジェクト例：

世界初のバッテリー・LNG 駆動巾着網漁船「Libas」

2016 年、Salt Ship Design は、ノルウェーLiafjord AS 社からこれまでに例を見ない革新的な漁船の設計を受注した。両社が 2018 年 2 月に発表した基本設計では、全長 86m、全幅 17.8m の新巾着網漁船「Libas」は、350 ㎥の LNG タンクと出力 500 kWh のハイブリッド型バッテリーを搭載する。

同船は、その主機が運転時の 95%は LNG 燃料で駆動される世界初の漁船である。主機は通常運転出力及び船内電力需要を賄う能力があるが、大出力が必要な作業と悪天候時に備えて LNG 及びディーゼル燃料の両方が利用可能な DF 型補機を搭載する。さらに、波力を利用した発電システム及び LNG ボイラーの排熱回収システムも搭載している。これらの革新的システムにより、燃料消費量は 15%減、NOx 排出量は 80%、$CO_2$ 排出量は 24%削減される。

船体自体も、上部構造が従来型漁船よりも前方に配置されたユニークな設計となっている。これは重量配分を最適化し、船舶の動揺を減少させる効果を持つ。[18]

同船はトルコ Cemre Shipyard で建造され、2020 年第 1 四半期に竣工が予定されている。同船は、2018 年のノルウェーのイノベーション賞を受賞した。

バッテリー・LNG 駆動巾着網漁船「Libas」




出所：Salt Ship Design

[18] http://www.nor-fishing.no/nominated-to-the-innovation-award-liegruppen-and-salt-ship-design-as/?lang=en

ハイブリッド型バッテリー駆動巾着網／トロール漁船「Hardhaus」

2018 年 3 月、Salt Ship Design は、ノルウェーHardhaus AS から環境にやさしいバッテリーシステム、電動甲板機器、排熱回収システムを搭載した全長 75m の新巾着網／トロール船「Hardhaus」の設計を受注した。同船は、バッテリー電気推進とディーゼルエンジンのハイブリッドシステムを持つ。現在モデル試験中の同船は、トルコ Cemre Shipyard で建造され、2020 年に竣工の予定である。

ハイブリッド型バッテリー駆動漁船「Hardhaus」




出所：Salt Ship Design

## OSK-ShipTech（デンマーク）

設計船種：
ROPAX フェリー、洋上風力発電作業船、特殊船、重量物船など

所在地：
オーフス拠点
OSK-ShipTech A/S
Balticagade 15C, 2. tv
DK-8000 Aarhus C
DENMARK

Tel: （+45） 86 17 80 99

コペンハーゲン拠点
OSK-ShipTech A/S
Bryggervangen 55, 1. tv
DK-2100 Copenhagen OE
DENMARK

Tel: （+45） 45 76 42 10

E-mail: mail@osk-shiptech.com
http://osk-shiptech.com/

企業概要・沿革：
デンマーク OSK Group 内の企業である OSK-ShipTech は、船体設計、インテリア設計、技術ソリューションを提供している。OSK Group は、OSK-ShipTech、OSK-Offshore A/S 、Steen Friis Design A/S で構成され、海事コンサルティング、船舶設計、船内サービス分野において 50 年以上の実績を持っている。

OSK-ShipTech の前身は、1966 年に設立された「Consulting Naval Architects Ole Steen Knudsen ApS」（OSK）で、当初は木製漁船の設計と改造を行っていた。1970 年代には旅客船と貨物船の設計を開始し、その後 20 年間にバングラデシュの RORO フェリー、グリーンランドとフェロー諸島の漁船、アフリカ東部及び西部のフェリーや RORO 船など、世界の船舶設計市場に進出した。

1990 年代には、デンマークやグリーンランドの警察及び海上保安局向けの警備艇、救助艇、アフリカ、アジア向けのフェリーの設計などにグローバルなビジネスを拡大した。

2003 年、OSK のオーナー社長となった Anders Ørgård が、海事コンサルティング企業 ShipTech A/S を買収し、OSK のビジネスと合併して現 OSK-ShipTech A/S が誕生した。同社はコペンハーゲンとオーフスに拠点を持つこととなった。同時に、新市場である洋上風力発電建設船やメガヨットの設計を開始した。

2010 年には洋上風力発電市場に特化した OSK-Offshore A/S を設立、2011 年には水中工事中の騒音軽減用のコファダムの設計を行う合弁会社 Lo-Noise ApS を設立した。

2015 年には、国内フェリー、旅客輸送に長年の実績を持つ造船コンサル企業 A/S Jørgen Petersen（ASJP）を買収した。さらに、2016 年には、Steen Friis Design A/S を買収し、海事エンジニアリング、船体及びインテリア設計におけるデンマークのリーディング企業としての地位を確固なものとした。

OSK-ShipTech A/S とグループ企業は、新造船設計、改造、概念設計開発、ハイブリッド推進システム開発、その他の革新プロジェクトにおいて世界の大手船社と協働している。 近年、デンマーク初の LNG 駆動国内フェリーの設計などで数々のイノベーション賞を受賞している同社は、デンマーク最大の海事環境プロジェクト「Blue INNOship」に参加している。

2016 年に創立 50 周年を迎えた OSK-ShipTech A/S では、Anders Ørgård が引退し、Jacob H. Thygesen が OSK Group の新 CEO に就任した。現在同社は 30 人以上の造船技師及び技術者を雇用している。

同社が設計したフェリー2 隻は、2018 年の「Shippax Technology and Design Award」（後述の「MV Visborg」）及び「Shippax Ferry Concept Award」（Irish Ferries 「W.B. YEATS」）を受賞している。

2019 年の大型受注としては、9 月、ニュージーランド国営 KiwiRail から北島と南島を結ぶ新造鉄道フェリー2 隻の設計を受注した。竣工は 2024 年の予定である。

プロジェクト例：

TT-Line 向け LNG 駆動 ROPAX フェリー「グリーンシップ」

2018 年 12 月、OSK-ShipTech A/S はドイツ／スウェーデン船社 TT-Line の新造 LNG 駆動 ROPAX フェリーの概念設計を開発中であると発表した。

現行フェリーよりも排出量が 50%削減された新グリーンシップは、TT-Line が航行するバルト海域で最も環境にやさしい ROPAX フェリーとなる。

OSK グループ企業 Steen Friis Design A/S は、乗客の快適性を追求したインテリア設

計を担当する。

トラック積載量 200 台超、旅客定員 800 人、全長 230m の新「グリーンシップ」は、中国 Jinling Shipyard で建造され、2022 年の引き渡しが予定されている。姉妹船 1 隻のオプション建造も予定されている。

TT-Line「グリーンシップ」




出所：OSK-ShipTech

世界最大の LNG 駆動フェリー「Visborg」

2018 年 12 月、OSK-ShipTech A/S が 4 年間に渡って概念設計、基本設計、環境設計、エネルギー最適化、船体及び船内設計を担当した時点では世界最大となる LNG 駆動内航フェリー「Visborg」が、中国造船所 Guangzhou Shipyard International（GSI：広船国際）からスウェーデン船社 Rederiaktiebolaget Gotland に引き渡された。

OSK と GSI は、長年の協力関係があり、数々の新造プロジェクトを共同受注した実績がある。同船は、中国の造船所が建造した初の LNG 駆動 ROPAX フェリーである。姉妹船「Thjelvar」も 2019 年に竣工した。

全長 200m、トン数 4,800DWT、旅客定員 1,650 人、車両レーン全長 1,750m の同船は、2019 年にスウェーデン本土とゴットランド島を結ぶ航路に就航した。Wärtsilä の DF エンジン 4 基を搭載した同船の最高速力は 28.5 ノットである。

2019 年 3 月、同船は、「Shippax Technology and Design Award 2018」を受賞した。

LNG フェリー「MV Visborg」




出所：OSK-ShipTech

イタリア船主向け新造大型 ROPAX フェリー4 隻

2018 年 2 月、OSK-ShipTech は、世界最大のフェリー建造プロジェクトとなるイタリア船主向け豪華 ROPAX フェリー4 隻の設計を受注した。レーン全長 3,765m、旅客定員 2,500 人、キャビン数 536 室の同フェリーは、2 隻がイタリア MSC グループ内の GNV 向け、もう 2 隻はイタリア Onorato Armatori 向けに中国造船所 Guangzhou Shipyard International（GSI）で建造される。第 1 船は、2021 年に GNV に引き渡しが予定されている。さらに姉妹船 4 隻のオプション建造も予定されている。

最適化されたエネルギー効率を持つ同型船は、将来的な LNG 燃料駆動に備えた「LNG-Ready」設計となっている。内装設計は、グループ企業 Steen Friis Design が担当する。

## KNUD E. HANSEN（デンマーク）

設計船種：
ROPAX フェリー、クルーズ船、RORO 船、漁船、コンテナ船、各種オフショア船、スーパーヨットなど

所在地：
KNUD E. HANSEN A/S
Lundegaarden - Claessensvej 1
DK-3000 Helsingor - Denmark

Tel: +45 3283 1391
https://www.knudehansen.com/

企業概要・沿革：
KNUD E. HANSEN は、1937 年創業のデンマークの大手民間船舶設計コンサルタント企業で、あらゆる船種と洋上構造物の概念設計、基本設計から建造・改造、エンジニアリング、プロジェクト管理などの総合的なサービスを提供している。

同社の創設者である 1900 年生まれの Knud Emil Thorvald Henning Hansen は、コペンハーゲンのデンマーク工科大学で造船技術を学び、デンマーク、英国、オランダの造船所でフェリーと旅客船設計の経験を積んだ造船技師であった。KNUD E. HANSEN 社は、当初は一般貨物船、漁船、RORO フェリーの設計を行っていたが、最新技術を駆使し、北欧諸国の歴史と需要に適したフェリーの設計でその名を知られるようになった。

近年では、革新的な大型 ConRo コンテナ船、洋上風力発電建設船、大型 RORO 貨物船、調査船、クルーズ船、スーパーヨットなどの設計も行っている。

同社は、デンマーク（ヘルシンゲル本社、オーデンセ、フェロー諸島）以外に、ギリシャ、スペイン、英国、米国、カナダ、オーストラリアに拠点を持つ。

KNUD E. HANSEN の創業以来の実績は、750 隻以上の船舶設計、500 隻以上の船型開発とモデル試験、350 隻以上の改造設計、数千回のサーベイ、研究開発プロジェクト、プロジェクト現場監督などである。

2019 年には、ROPAX フェリーの新船型を発表した。全長 154m の同船型は、乗客定員 1,500 人、車両 440 台の積載能力を持つ。MDO 燃料を使用する総出力 48MW のディーゼル電気駆動の主機 4 基を搭載し、航海速力は 25 ノットである。停泊中は大型バッテリーパックが船内電力を提供し、ゼロエミッションを実現する。KNUD E. HANSEN は、柔軟性の高い同船型の対象市場としては、特に地中海市場を想定している。

プロジェクト例：

エクスペディション型クルーズ船

両極海域を含む全海域で航行可能な旅客定員 300 人、最大航海日数 21 日の豪華エクスペディションクルーズ船を設計。

船体は耐氷仕様のダブルハルで、強風、波浪に対応している。また、幅の狭い港湾の入り口にも対応した船型となっている。甲板はヘリコプターや小型飛行機の離着陸が可能である。また、水深 3,000m までの観察が可能なカメラ付き ROV を搭載している。

**エクスペディションクルーズ船**



出所：KNUD E. HANSEN

次世代 RORO 船

2018 年 5 月、KNUD E. HANSEN は、イタリア船社 Grimaldi と共同開発した同船社向けの環境にやさしい次世代 RORO 船隊の建造契約を中国 Nanjing Jinling Shipyard と締結した。同造船所は、KNUD E. HANSEN 設計の RORO 船、CONRO 船数隻の建造実績があり、今回のプロジェクトでも開発に協力している。

「Grimaldi Green 5th Generation」（GG5G）と名付けられた全長 238m、全幅 34m、総トン数 64,000 トンの新 RORO 船隊の第 1 船は、2020 年に竣工予定である。同船型はトレイラー500 台分に相当する 7,800m の車両レーンを持つ。

同船型は大容量リチウムバッテリーを搭載し、港湾停泊時には陸上電力を利用する。

バッテリーは軸発電機により航海中にも充電される。また、発電用に 600 ㎡のソーラーパネルを搭載する。

RORO 船「Grimaldi Green 5th Generation」




出所：KNUD E. HANSEN

## Aker Arctic（フィンランド）

設計船種：
砕氷船、氷海仕様トリマラン、タグボート、多目的船、警備艇、クルーズ船など

所在地：
AKER ARCTIC TECHNOLOGY INC
Merenkulkijankatu 6
00980 Helsinki, Finland

info@akerarctic.fi
Tel: +358 10 323 6300
https://akerarctic.fi/en/

企業概要・沿革：

2005 年に設立されたフィンランドの Aker Arctic は、世界の氷海向けの高度な船舶設計及び関連ソリューションの開発に特化した民間設計コンサルタント企業である。同社が開発する船種とソリューションは、耐氷船、砕氷船、洋上構造物、海運、港湾を対象としている。同社はヘルシンキに特殊な氷海試験設備を持ち、様々な氷海試験サービスを提供している。従業員数は 47 人（2017 年 12 月時点）で、ロシア、カナダ、中国にも事業所を持つ。

Aker Arctic の歴史は古く、1930 年代後半のフィンランドの砕氷船建造に端を発している。1970 年代までの砕氷船は、既存砕氷船の経験とフルスケールの試験に基づいて建造されていた。最初の氷海試験水槽は、1969 年に石油会社 Esso International Inc の北アメリカ大陸の北方を通って大西洋と太平洋を結ぶ北西航路向けのタンカー設計のために建設された。同氷海試験水槽は、Wärtsilä Shipbuilding 社の一部として、砕氷船、耐氷船の建造に利用された。

1980 年代初頭には、Wärtsilä Shipbuilding の氷海船部門として「Wärtsilä Arctic Design and Marketing」が発足し、その後「Wärtsilä Arctic Research Centre（WARC）」となった。1980 年代半ばには、造船企業 Arctic Technology が氷海ビジネスを引き継ぎ、第二の氷海試験水槽が建設された。

借地契約の終了に伴い、2004 年末にヘルシンキ市は港湾地域に新たな氷海設備の建設に合意した。2005 年には Aker Arctic Technology Inc が設立され、新設備で拡大したビジネスを開始した。現在の氷海試験水槽は、全長 75m（うち氷海部 60m）、幅 8m、水深 2.1m の規模である。近年は、砕氷船の試験に加え、自律航行船のモデル試験も行っている。

2019 年の新規受注としては、9 月、フィンランド海軍の新造 Pohjanmaa 級多目的コルベット 4 隻の耐氷型 CPP、プロペラ軸、ベアリング、軸シールを含む推進系の設計を受注した。同船隊の建造は 2022 年に開始される予定である。

プロジェクト例：

LNG 駆動砕氷型クルーズ船「LE COMMANDANT CHARCOT」

Aker Arctic は過去 2 年間、フランスの設計企業 Stirling Design International 及びクルーズ船社 PONANT と共同で、世界初のポーラークラス(PC)2 船級を持つ全長 140m の砕氷型豪華探検クルーズ船の開発を行ってきた。同クルーズ船「LE COMMANDANT CHARCOT」は、Aker Arctic 設計の氷海船建造に実績のあるノルウェー造船所 VARD において、2018 年に建造される。

砕氷型クルーズ船「LE COMMANDANT CHARCOT」



出所：Aker Arctic

砕氷型プロダクトタンカー「BORIS SOKOLOV」

2014 年、Aker Arctic は、Yamal LNG と共同で北極海航路におけるガスコンデンセートの通年輸送のためのプロダクトタンカーの開発を開始した。全長 214m、トン数 43,300DWT（コンデンセート）、49,700DWT（石油）の砕氷型タンカー「BORIS SOKOLOV」は、2016 年に中国造船所 Guangzhou Shipyard International で建造された。

同船は、タンカー及び貨物船が氷海で砕氷船の支援なしに航行可能な「Double Acting

Ship（DAS™）」概念を用いて設計され、速力2ノットで後進して砕氷しながら厚さ1.8mの氷海を航行することができる。氷の薄い海域では、通常に前進航行する。

**砕氷型プロダクトタンカー「BORIS SOKOLOV」**



出所：Aker Arctic

## Wärtsilä Ship Design（フィンランド／ノルウェー）

設計船種：
各種オフショア船、洋上風力発電支援船、タンカー、小型コンテナ船、漁船、タグボート、シャトルフェリーなど

所在地：
Wärtsilä Corporation（本社）
Hiililaiturinkuja 2
FI-00180 Helsinki
Finland

Tel. +358 10 709 0000
Fax +358 10 709 5700
https://www.wartsila.com/

Wärtsilä Ship Design Norway AS（ノルウェー船舶設計部門）
Meatjønnvegen 74
N-5412 Stord, Norway
Tel. +47 53 45 17 72
Fax: +47 53 45 70 01

企業概要・沿革：
1834 年にフィンランドのカレリア地方で製材所として創業した Wärtsilä は、1930 年代以来造船及び舶用産業に携わっており、数多くの戦略的企業買収を経て、現在では舶用及びエネルギー市場向けの技術とソリューションを提供する世界最大手企業のひとつである。2018 年の売上は 52 億ユーロ、総従業員数は 19,000 人である。同社は世界 80 か国に 200 か所以上の拠点を持つ。

Wärtsilä は、ノルウェーの船舶設計部門 Wärtsilä Ship Design を中心に、船主のビジネスモデルに適した船舶設計を行っている。船舶設計の焦点は、高いコスト効率と燃料効率、最適化された建造過程、低運転コスト、高環境性である。設計部門は 50 年以上の歴史を持ち、世界初の LNG 駆動サプライ船「Viking Energy」（2003 年竣工）を含む設計実績は 4,000 隻以上に及ぶ。

その最大の強みは、総合舶用メーカーとして、エンジン、プロペラ、環境機器などの主要機器システムを、設計とともにパッケージで提供できることである。特に同社の DF エンジンを搭載した LNG 駆動オフショア船では大きな市場シェアを持っている。

プロジェクト例：

新型遠洋トロール船

2018 年 10 月、Wärtsilä Ship Design は、ロシア RK Lenina 社向けの最新技術を駆使した全長 121m の多目的遠洋トロール船の設計を受注した。

同船はロシア Yantar Shipyard で建造され、2023 年に竣工予定である。Wärtsilä 設計船が同造船所で建造されるのは今回が初めてであるが、Wärtsilä は多くの舶用機器システムを同造船所に納入した実績がある。

ロシア政府の漁船隊近代化プログラムの一環として建造される同船の特長は、最適化されたユニークな船首形状と 5,000 ㎥超の貯蔵能力である。また、最新の船内加工設備と大貯蔵能力を持つ同船は、他の漁船からの魚の加工も可能な設計となっている。

**ロシア RK Lenina 向け遠洋トロール船**



出所：Wärtsilä

最新鋭トロール船「Resolute」

2018 年 11 月、Wärtsilä は、英国スコットランドの漁業会社 Castlehill から 69.8m 型トロール船「Resolute」の設計を受注した。スペイン造船所 Balenciaga で 2020 年に竣工予定の同船は、既存船「Resolute」の代替船となる。

同船の設計に加え、Wärtsilä は同社の 32 型主機、ギア、軸系、船尾管、CPP をパッケージ受注した。

トロール船「Resolute」



出所：Wärtsilä

アンカーハンドリング・タグ・サプライ船（AHTS）

2015 年に竣工した Wärtsilä Ship Design 設計のアンカーハンドリング・タグ・サプライ船（AHTS）4 隻とプラットフォームサプライ船（PSV）2 隻に続き、2016 年にはさらに 2 隻の AHTS 船が竣工した。これらのオフショア船は、全て同じ船社 China Oilfield Services Ltd （COSL）から受注したものである。中国最大のオフショア船隊を所有する COSL 社は、Wärtsilä の船舶設計及び機器システムの重要顧客である。

これらの AHTS 船は、Wärtsilä Ship Design の「VS 4512」船型を、顧客要求に対応してカスタム化している。その特徴は、環境負荷低減と燃料消費量削減を提供する最適化された船体設計である。

COSL 向け AHTS 船



出所：Wärtsilä

Deltamarin（フィンランド）

設計船種：
クルーズ船、RORO 船、コンテナ船、各種オフショア作業船など

所在地：
Deltamarin Ltd
Postikatu 2
FI-20250 Turku, Finland

Tel. +358 2 4336 300
Email: info@deltamarin.com
https://www.deltamarin.com/

企業概要・沿革：

1990 年フィンランドに設立された大手船舶設計コンサルタント企業 Deltamarin は、世界の海事産業、オフショア産業向けにあらゆる船種とオフショア構造物の設計、エンジニアリング、改造、アフターサービス、プロジェクト管理など、船舶のライフサイクルを通じたサービスを提供している。目的に合った革新的な高度船舶設計を提供し、建造過程を効率的に管理することにより、顧客のビジネスをサポートする。プロジェクト実績は、既に 5,000 件を超える。

同社は、独立系のコンサルタントとして、フィジビリティスタディから実証実験までの技術研究及び市場調査など 700 件以上の調査実績がある。また、欧州レベルの共同研究開発プロジェクトにも積極的に参加している。

現在、シンガポールの海事産業グループ AVIC International Maritime Holdings が Deltamarin の 79.57%、残りの 20.43%は経営陣が保有している。2019 年 8 月、中国国営運輸・造船複合企業 China Merchant Group（CMG：招商局集団）の子会社 China Merchants Industry Investment Limited（CMI）が、Deltamarin の親会社である AVIC International Maritime Holdings の全株式を買収するとの意向を表明した。Deltamarin は、買収後も同社の経営陣と事業には影響はないとしている。

Deltamarin はトゥルク本社（フィンランド）以外に、ポーランド、中国、クロアチアにも事業所を持ち、総従業員数は約 400 人、2018 年の売上は 4,750 万ユーロ（前年：3,580 万ユーロ）である。

2006 年設立された中国事業所 Deltamarin China では、50 人のスペシャリストとプロジェクトマネージャーが、現地の知識とノウハウを駆使して、造船所及び船主向けに

設計、建造に関する支援サービスを提供している。

また、2008 年に設立されたポーランド事業所 Deltamarin Poland でも、50 人以上の現地技師とプロジェクトマネージャーが、船主、造船所、他の設計企業、工科大学と協力して同様のサービスを提供している。

Deltamarin の 2019 年の新規設計受注としては、フィンランド／スウェーデン船社 Kvarken Link AB 向けの LNG 及び LBG（液化バイオガス）駆動の ROPAX フェリー（乗客定員 800 人、車両レーン 1,800m）、及びエストニア Tallink 向けの LNG 駆動の大型 ROPAX フェリー（乗客定員 2,800 人、車両レーン 1,900m）がある。両船とも、フィンランド造船所 Rauma Marine Constructions（RMC）で建造される。

プロジェクト例：

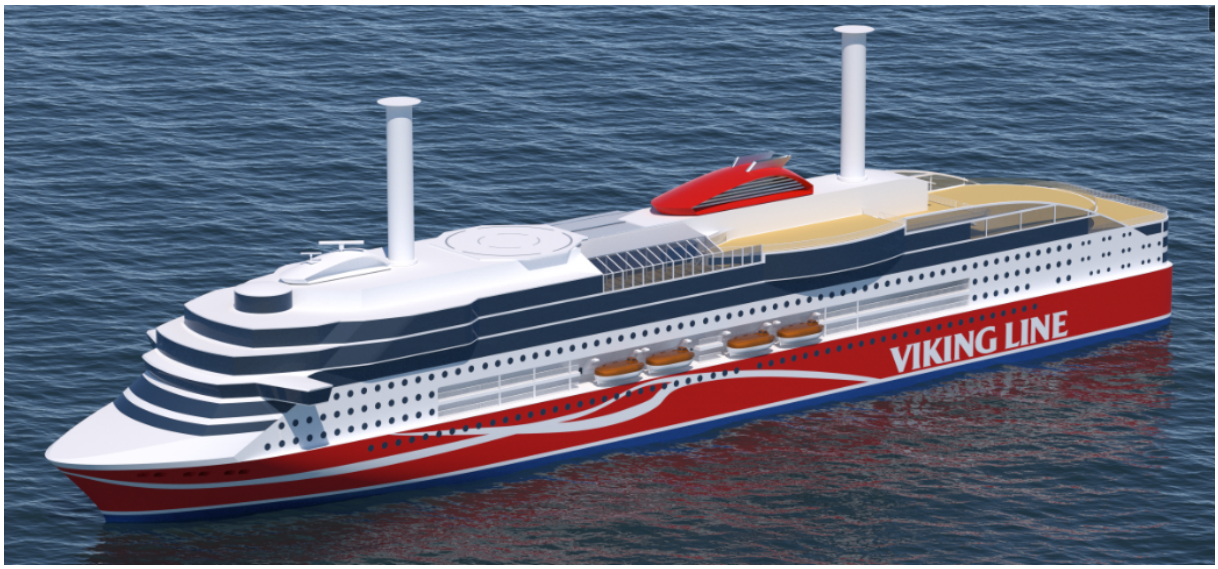
Viking Line 向け次世代 LNG 駆動 ROPAX フェリー

ROPAX フェリーの設計実績が特に多い Deltamarin は、その経験を活かし、ROPAX フェリーの設計に関しては「DeltaWay」と呼ばれる設計概念を開発した。この概念により、設計過程は完全にデジタル化され、初期設計からヴァーチャルリアリティを駆使して、短時間で船主要望を反映した設計を 3D 提供することを可能にする。

Deltamarin が概念設計からプロジェクト管理までを担当する Viking Line の全長 202m、全幅 35m、総トン数 63,543 GT、旅客定員 2,800 人の ROPAX フェリーは、中国 Xiamen Shipbuilding Industry で建造され、2020 年に竣工が予定されている

船体設計を改良、最適化し、エネルギー効率を改善することにより、新造 ROPAX フェリーは、Viking Line の既存 LNG 駆動 ROPAX フェリー「Viking Grace」よりも 10%の省エネを実現する。甲板には高さ 24m のローターセイル 2 基を設置し、省エネ運航を支援する。

Viking Line 新 LNG 駆動 ROPAX フェリー




出所：Deltamarin, Viking Line

グローバル級超大型クルーズ船

香港船主 Genting Hong Kong がドイツの自社造船所 MV Werften で建造する全長 342m、全幅 46.4m、総トン数 205,000GT、旅客定員 9,500 人の超大型クルーズ船は、Deltamarin が受注した最大の契約である。同社は基本設計から建造現場監督までを担当し、プロジェクト期間は 4 年間に及ぶ。

Genting 向け超大型クルーズ船

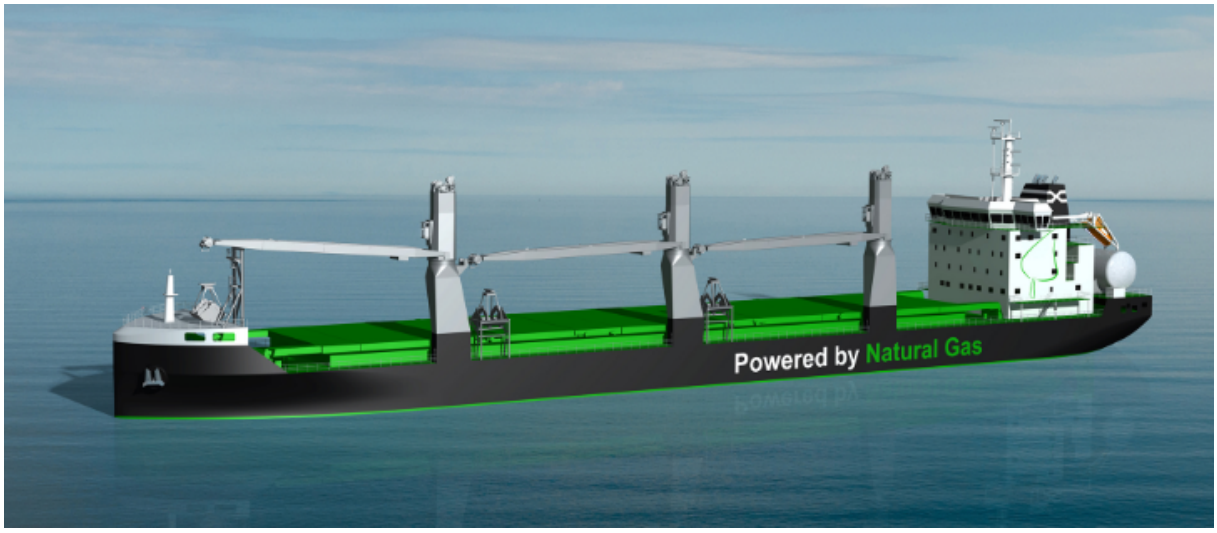


出所：Deltamarin, MV Werften

LNG 駆動ばら積み貨物船「VIIKKI」、「HAAGA」

Deltamarin は、フィンランド ESL Shipping Ltd が中国 Jinling Shipyard で 2018 年に建造した全長 160m、全幅 26.0m、トン数 25,600DWT の LNG 駆動ハンディサイズばら積み船 2 隻の設計を船主と共同で行った。同船隊は環境規制の厳しいバルト海を航行する。

LNG 駆動ばら積み貨物船




出所：Deltamarin

## abh INGENIEUR-TECHNIK（ドイツ）

設計船種：
コンテナ船、重量物運搬船、多目的船、オフショア船、調査船、フェリー、河川船など

所在地：
abh INGENIEUR-TECHNIK GmbH
Nesserlander Str. 76
26723 Emden, Germany

Tel: +49 （0） 4921 9277 0
Fax: +49 （0） 4921 9277 26
Email: abh@abh-emden.com
http://www.abh-emden.com/en/

概要・沿革：
ドイツ北部エムデンを本拠とする abh INGENIEUR-TECHNIK GmbH は、1981 年に設立された個人経営の中規模設計企業で、25 人の造船技師、エンジニア、コンピューター技術者を有し、船舶設計、洋上風力発電、石油ガス産業、エネルギー技術に関連したサービスを提供している。

設計船種は、コンテナ船、重量物運搬船、特殊船などで、全て船主の要望に応じてカスタムメイドされる。創業からの設計実績は 250 隻以上、過去 8 年間で 200 隻以上である。

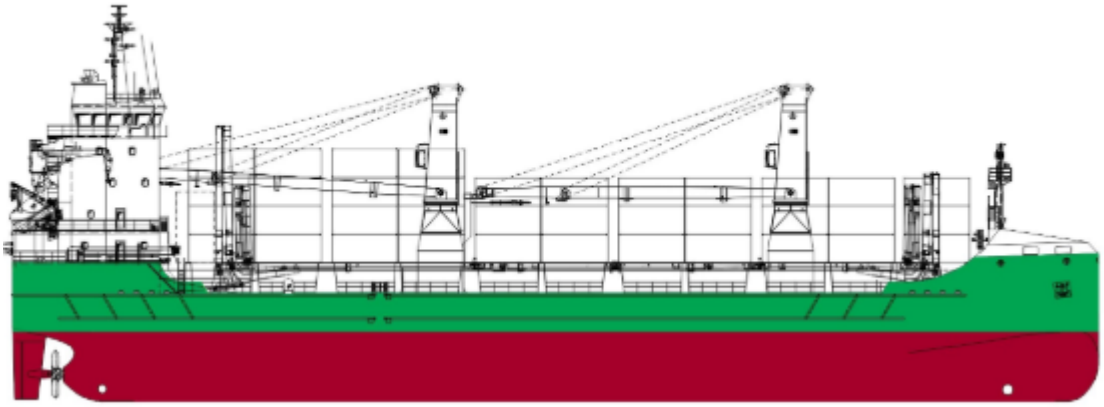
20 年前には中国に進出し、中国の海事研究所 Shanghai Merchant Ship Design & Research Institute（SDARI）との提携により、アジア市場向けのビジネスを拡大した。アジア諸国（中国、バングラデシュ、韓国、日本）に加え、欧州（ポーランド、リトアニア、ロシア、スペイン、トルコ、オランダ）、南米（チリ、アルゼンチン）、中東（イスラエル）においても船舶設計及び改造実績を持つ。

近年は、洋上風力発電施設向けのビジネスを拡大している。また、新型 LNG タンク、水素燃料駆動の河川船、風力発電ローターなどに関する欧州及び地域レベルの共同研究開発プロジェクトに参加している。

プロジェクト例：

7,000TDW 型重量物運搬船

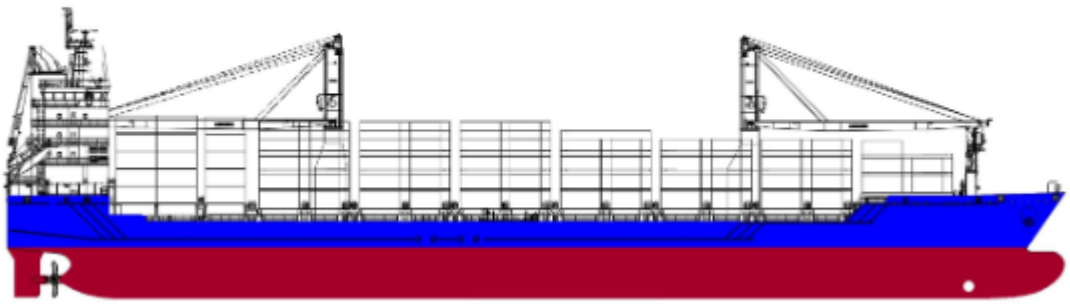
大きさ：　99.95 x 18 x 9.85 m
TDW：　7,100
TEU：　401
GT：　76,300



出所：abh INGENIEUR-TECHNIK

1,100 TEU 型浅喫水ベンガルマックスコンテナ船

TDW：　16,045
TEU：　1,140
GT：　12,800
NT：　4,500
喫水：　6.00m（設計）



出所：abh INGENIEUR-TECHNIK

## Neptun Ship Design（ドイツ）

設計船種：
オフショア船、多目的船、コンテナ船、ばら積み船、フェリー、客船など

所在地：
Neptun Ship Design GmbH
Kurt-Dunkelmann-Str. 4
18057 Rostock, Germany

Tel: +49 381 60912-0
Fax: +49 381 60912-925
https://www.neptun-germany.com/

企業概要・沿革：
ドイツ北東部ロストックに 1992 年に設立された Neptun Ship Design は、120 人のエンジニアを有するドイツ最大手の国際的船舶設計企業である。同社のエンジニアは、概念設計、船体設計、艤装、居住区、機関、配管、電気系統など船舶建造の全工程をカバーし、船種と顧客の要望に応じてカスタムメイドまたは既製の船舶設計を短期間で提供する。

同社の歴史は、1850 年代に Wilhelm Zeltz 及び Albrecht Tischbein がロストックで創業した造船所にさかのぼる。第二次世界大戦後の東ドイツでは、VEB NEPTUN WERFT は最も成功した造船所のひとつであった。

ドイツ再統一後の 1992 年には、旧 Neptun Werft の従業員が Neptun Stahlkonstruktions GmbH 及び Neptun Engineering GmbH を設立した。Neptun が設計したユニークな設計のリンクスパンはいくつかの港湾で採用され、現在でも同社の主力製品のひとつとなっている。

現在の Neptun Ship Design（NSD）は、2010 年に Neptun Stahlkonstruktions GmbH、Neptun Engineering GmbH、Wismarer Ingenieurgesellschaft GmbH の合併により誕生した。

2019 年 1 月、Neptun Ship Design の位置するメクレンブルク＝フォアポンメルン州に 3 か所の造船所を所有する造船グループ MV WERFTEN が、同社の買収を発表した。Neptun Ship Design は MV WERFTEN 傘下の独立した設計企業として存続する。

Neptun Ship Design は、河川クルーズ船、多目的船、オフショア船を含む 200 隻以上の設計実績を持つ。また、同社は洋上風力発電、北極海におけるオペレーション、軽

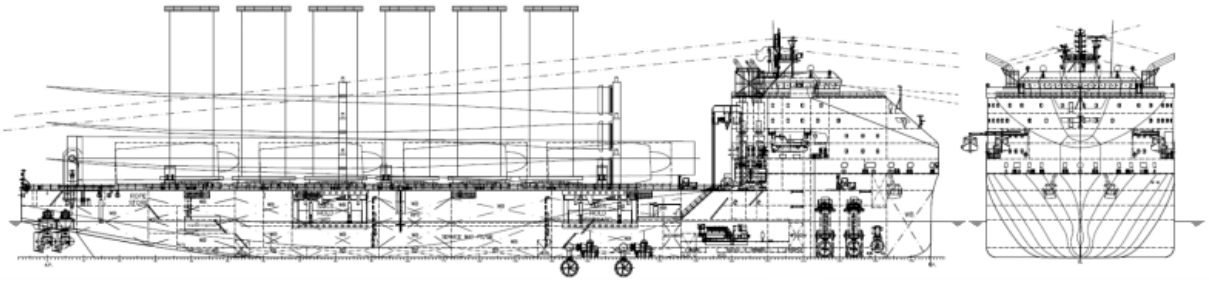
量船体、氷海向け貨物船などに関する国際共同研究開発プロジェクトに参加している。

プロジェクト例：

風力タービン輸送船（WTTV）

全長 178.34m の「Blue Azurit」は、8MW 以上の能力を持つ風力タービンの輸送が可能な世界初の船舶である。荷役システムを搭載した同船は、港湾クレーンを使わずに自力でタービン部品の荷役作業を行い、同じく Neptun Ship Design 設計のジャッキアップ作業船「Blue Amber」に部品を直接輸送することも可能である。同船型は高い船位保持性能を持つ。また優れた環境性と居住性を提供しており、「クリーン」船級及び「コンフォート」船級を取得している。

**風力タービン輸送船「Blue Azurit」**

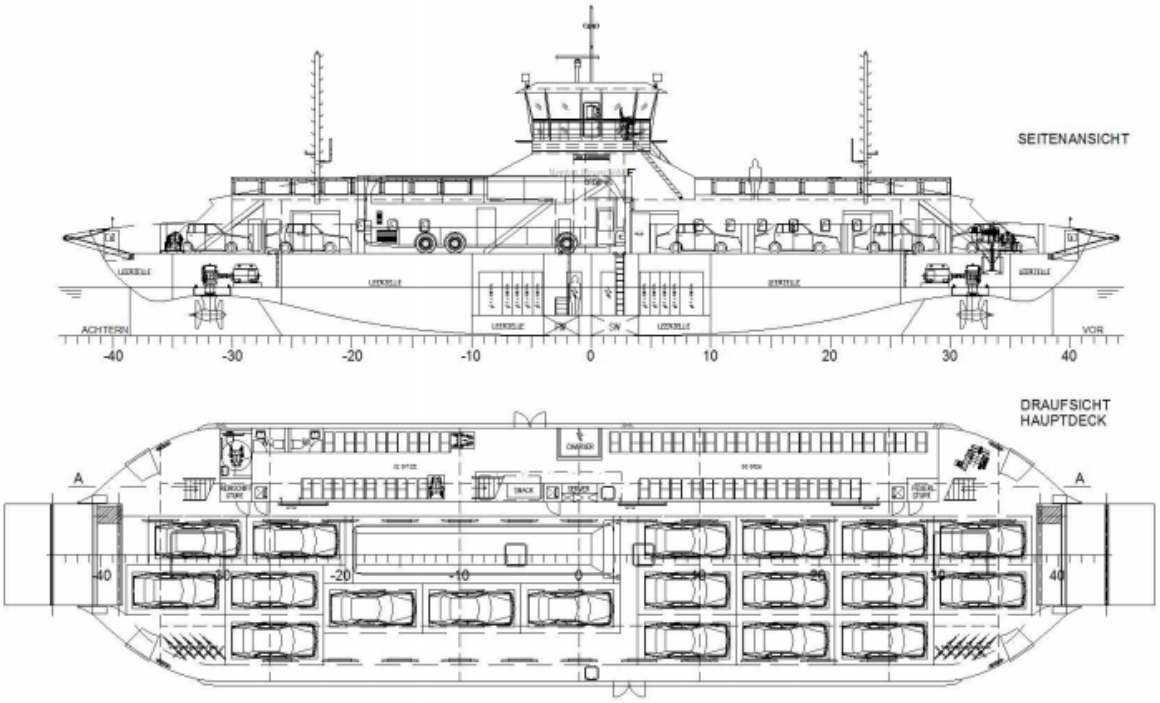


出所：Neptun Ship Design

バッテリー駆動フェリー「Neptun Mover Haff」のフィジビリティスタディ

2018 年 12 月、Neptun Ship Design は、ドイツ北東部ウェッカーミュンデ市の委託で CPL Competence in Ports and Logistics GmbH と共同開発しているバッテリー駆動の旅客・車両フェリー「Neptun Mover Haff」のフィジビリティスタディの結果を発表した。

バッテリー駆動フェリー「Neptun Mover Haff」




出所：Neptun Ship Design

## Stirling Design International（フランス）

設計船種：
クルーズ船、豪華ヨット、河川船

所在地：
STIRLING DESIGN INT.
3 ch. Pressoir Chênaie
44100 Nantes, France

Tel: +33 （0）2 40 95 79 45
Fax: +33 （0）2 40 95 79 46
Email: contact@stirlingdesign.fr
https://www.stirlingdesign.fr/en/

企業概要・沿革：
フランス西部ナントに本社を置く Stirling Design International（SDI）は、旅客船の設計とエンジニアリングに特化した船舶設計企業である。

同社は、1976 年にイタリアの自動車設計のトップ企業である Pininfarina 及び Ghia 出身の自動車デザイナーJoël Brétécher が設立した。2007 年には、デルフト工科大学卒の造船技師 Thibaut Tincelin がマネージャーとなった。

同社では、幅広い専門性と技術を持つ設計チームが、顧客の複雑な要求に応じた革新的で効率の高い船舶設計、外観及びインテリアデザイン、製造支援、研究開発などのサービスを提供する。

プロジェクト例：
エクスペディション型豪華大型ヨット 4 隻

Stirling Design International は、フランスのクルーズ船社 Ponant 向けの全長 129.20m、全幅 18.00m、総トン数 8,600 トン、旅客定員 160 人、キャビン数 87 室のエクスペディション型豪華大型ヨット 4 隻（「Le Laperouse」、 「Le Champlain」、「Le Bougainville」、「Le Dumont D’Urville」）の船体設計と外観設計を担当した。同船隊はノルウェーVARD で建造され、2018～2019 年に順次竣工する。

Ponant「Le Laperouse」、「Le Champlain」、「Le Bougainville」、「Le Dumont D’ Urville」



出所：Stirling Design International

河川クルーズ船「Indochine II」

Stirling Design International は、CroisiEurope 社のベトナムとカンボジア向けの河川クルーズ船の船体設計、外観及びインテリア設計を担当した。全長 66m、全幅 14.20m、喫水 1.60m、旅客定員 62 人、旅客キャビン数 31 室の同船は、ベトナム造船所 Triyard で建造され、2017 年に竣工した。

河川クルーズ船「Indochine II」



出所：Stirling Design International

革新的クルーズ帆船

Stirling Design International は、STX Europe 向けに全長 305m、全幅 60m、旅客定員 3,311 人の革新的デザインの大型クルーズ帆船の船体設計及び外観設計を担当した。

大型クルーズ帆船



出所：Stirling Design International

# 第 3 章　欧州主要舶用企業

## 3-1　舶用機関

### Wärtsilä Corporation（フィンランド）

主な業務内容・製品：
舶用ディーゼル、ガス及び DF エンジン、海事産業向け各種流体制御システム、船舶関連機器、航海・通信システム、排ガス後処理、バラスト水処理システムなど環境系ソリューションの開発、製造、販売、サービス

本社所在地：
Wärtsilä Corporation
Hiililaiturinkuja 2
FI-00180 Helsinki
Finland

Tel: +358 （0）10 709 0000
Fax: +358 （0）10 709 5700
http://www.wartsila.com

企業概要・業績

1834 年創業のフィンランド Wärtsilä は、舶用及び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。2019 年の売上は約 51.70 億ユーロ（前年：51.74 億ユーロ）、世界約 80 か国に 200 拠点を持ち、総従業員数は 18,795 人（2019 年末、前年：19,294 人）である。うち 20%はフィンランド国内である。

Wärtsilä は、サステナブルな社会を目指し、舶用及びエネルギー市場にスマート技術と最適化されたライフサイクルサービスを提供することを目的としている。クリーンで柔軟性のあるエネルギーと効率的で安全な海上輸送の実現が、Wärtsilä の「スマートマリン」及び「スマートエネルギー」戦略の基礎となっている。

Wärtsilä の事業部門は、エネルギー部門（Wärtsilä Energy Business、従業員数 5,335 人）、マリン部門（Wärtsilä Marine Business、従業員数 13,460 人）の 2 部門からなる。これまで独立事業部門であったサービス部門は、2019 年 1 月 1 日付でエネルギー部門とマリン部門に統合された。これにより、特定の市場ニーズに合わせた製品とサービスを統合したライフサイクルソリューションの提供を強化してゆく。

Wärtsilä が 2020 年 2 月 11 日に発表した 2019 年 1-12 月期年次報告書によると、2019

年の全社的な売上は、前年よりも若干減少した 51 億 7,000 万ユーロ（前年：51 億 7,400 万ユーロ）であった。マリン部門の売上増加をエネルギー部門の不振が相殺した。売上比率は、マリン部門が 64%、エネルギー部門が 36%である。

2019 年の全社的な地域別売上比率は、アジア 38.1%、欧州 32.7%、南北アメリカ 21.2%、その他 8.0%である。

営業利益（税引前）は、前年の 5 億 4,300 万ユーロから 3 億 6,200 億ユーロへと大幅に減少しているが、これはリストラコストと韓国合弁会社 Wärtsilä Hyundai Engine Company（WHEC）閉鎖の関連コストの影響が大きい。

2019 年の全社的な新規受注は前年比 16%減の 53 億 2,700 万ユーロ（前年：63 億 700 万ユーロ）であった。エネルギー部門、マリン部門とも新規受注は減少したが、特にスクラバーといくつかの船種市場の受注減少が影響した。

結果的に 2019 年末時点の受注残も前年比 5%減の 58 億 7,800 万ユーロ（前年：61 億 6,600 万ユーロ）に縮小した。

全社的な業績悪化は、エネルギー部門の受注大幅減と数件の複雑なプロジェクトの不正確なコスト予測が原因となっている。Wärtsilä は、プロジェクト管理体制の見直しと強化に着手する。

**Wärtsilä の業績推移（全社、単位：百万ユーロ）**

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 5,029 | 4,801 | 4,911 | 5,147 | 5,170 |
| 営業利益（税引前） | 612 | 583 | 538 | 543 | 362 |
| 当期受注高 | 4,932 | 4,927 | 5,644 | 6,307 | 5,327 |
| 当期受注残高 | 4,882 | 4,696 | 5,100 | 6,166 | 5,878 |

2019 年 1 月、Wärtsilä は、利益と競争力の維持を目的に、グループ全体で 1,200 人規模のリストラ計画を発表した。完了時には 1 億ユーロの節約となる。関連コストは 7,500 万ユーロと見積もられている。

マリン部門の概要

Wärtsilä のマリンビジネス部門は、2012 年の環境システム大手 Hamworthy 買収をはじめとする数々の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製品を組み合わせ、統合システム及びソリューションとして提供し、付加価値の高い大型契約において優位性を維持することを戦略としている。

同社の目標は、最もクリーンな燃料を使用し、最適化された船内動力製造と運航計画を持つサステナブルな海運産業による「スマートマリンエコシステム」の実現であり、この目標に沿った海運へのデジタル技術・製品の導入を促進している。

現在、世界の船舶の 50,000 隻以上が Wärtsilä の製品を搭載している。また Wärtsilä は、世界の 10,000 件以上の顧客と、就航中の船舶の 3 隻に 1 隻にメンテナンスサービスを提供している。

Wärtsilä マリン部門の主要ビジネスは以下の 3 分野である。

①舶用動力ソリューション
動力供給、動力転換、推進、排ガス処理

②プロセスソリューション
浄水、排水処理、舶用及び陸上用ガスソリューション

③航海ソリューション
自動化・航海・通信システム、シミュレーション及びトレーニングソリューション、船隊管理ソリューション、運航計画管理ソリューション、特殊製品、娯楽システム

市場環境

2019 年の世界の造船市場では、世界経済、貿易摩擦、規制環境などの動向が海運市場に影響し、新造船受注隻数は 1,153 隻（2018 年：1,237 隻）であった。競争力強化と船腹過剰状況に対応するため、各地の造船所の統合・再編が加速した。

ガス運搬船市場は、LNG の需要増加により堅調であった。クルーズ船市場では、エクスペディションクルーズの人気の高まりと、造船所の大型クルーズ船建造能力の限界により、小型、中型の豪華クルーズ客船の受注が増加した。フェリー市場の需要は既存船の代替が中心であった。オフショア市場は船腹過剰による低迷が続いた。

舶用機器市場では、環境規制強化による LNG 燃料関連システムとハイブリッドバッテリーパックの需要が多くの船種で増加した。スクラバー技術は進化しているが、バンカー燃料の価格と入手可能性、将来的な規制環境などの不透明さから需要は減少した。

舶用サービスへの需要は堅調で、特にガス運搬船のメンテナンスとクルーズ船の自動化・航海システム向けのサービス受注が増加した。コンテナ船向けのサービスは、世界貿易の減少から低迷した。オフショア船市場では、船舶の再稼働と改良により若干需要が回復した。

マリン部門業績

2019年のマリン部門の新規受注額は前年比11%減の35億1,700万ユーロで、サービス受注は2%減、機器受注は18%減であった。

船種市場別内訳は、ガス運搬船を含む商船向け新規受注が40%、サービスが35%と最も多かった。

大型新規受注としては、Anglo-Eastern社船隊600隻以上向けに船隊運航最適化ソリューション「Fleet Optimisation Solution （FOS)」、また複数のガス運搬船向けのガスソリューション、動力供給ソリューション、サービス契約などの受注がある。クルーズ船向けには、数件の機器システム受注に加え、Wasaline社の高環境性ROPAXフェリーへの統合システムをパッケージ受注した。

また、特筆すべき新規受注としては、2018年の自動運航船での実証試験の成功を受け、世界初の自動運航船向け自動ドッキングシステム「SmartDock」を初受注した。

2019年の純売上は、前年比18%増の33億3,000万ユーロで、サービス売上は4%増、機器システム売上は37%増と好調であった。この大幅な売上増加は、前年に大量受注したSOxスクラバーの引き渡しによるところが大きい。

2019年末時点の受注残は、前年同期比4%増の37億9,900万ユーロである。

**Wärtsilä舶用動力部門の業績推移（単位：百万ユーロ）**

| | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 1,720 | 1,667 | 1,104 | 2,815 | 3,330 |
| 当期受注高 | 1,599 | 1,285 | 1,288 | 3,945 | 3,517 |
| 当期末受注残 | 2,558 | 2,017 | 2,009 | 3,651 | 3,799 |

注：2018年、2019年の数字は、2019年1月1日に統合されたサービス部門の数字を含む。

競合状況

新造船市場の低迷により、舶用市場における競争は激化している。船舶設計、自動化システムを含むグローバルなシステムインテグレーター企業であるWärtsilä は、付加価値の高い新規大型契約受注で有利な立場にある。また、パッケージ契約により、価格変動の影響が少なくなる。

2019年の舶用機器市場の競合状況は、ノルウェーKongbergによる英国Rolls-Royceの商船向け舶用部門の買収により、大きく変化した。

主機市場におけるWärtsiläの主な競合他社は、MAN Energy Solutions、Caterpillar

（MAK）、HiMSENである。2019年の中速主機市場におけるWärtsiläのシェアは45%、補機市場では15%であった。

推進機器市場は細分化されているが、主要競合社は Kongsberg、その他 Schottel、Thrustmasterなどである。環境関連ソリューション市場も競合が激しいが、Alfa Laval と Evac が主な競合社である。自動化、電子機器分野での競合は、Kongsberg、GE、Siemens、ABBなどである。

サービス市場では、1社でWärtsiläと同等のサービスを提供する企業はないため、直接的な競合はない。

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 の製造合弁会社は、中国 CSSC Wärtsilä Engine （Shanghai） Co., Ltd.（中速ディーゼル及びDFエンジン製造）、韓国 Wärtsilä Hyundai Engine Co Ltd.（ガス運搬船向け50DF型エンジン製造）、中国Wärtsilä Qiyao Diesel Company Ltd.（補機製造）、中国 CSSC Wärtsilä Electrical & Automation Co., Ltd.（クルーズ船向け自動化、電子システム製造）である。

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

企業買収・売却

近年の Wärtsilä の舶用関連の最も重要な動きは、航海システム、トレーニング、シミュレーションサービスなどの舶用市場における最大手企業のひとつであるTransasの買収である。この買収は Wärtsilä の「スマートマリン」戦略を大きく推進するものである。買収総額は2億1,000万ユーロで、買収は2018年5月に完了した。

舶用サービス関連の企業買収としては、2018年、鋳鉄修理を専門とする米国エンジニアリング企業 Lock-n-Stitch Inc.を買収し、Wärtsilä の QuantiServ サービスのビジネスを拡大した。

また、同年にはオランダの水中船舶検査・保守・修理企業 Trident BV の買収を完了した。さらに、スペインの同業企業 Burriel Navarro, S.L を買収し、水中サービス市場における Wärtsilä の地位を高めた。

さらに、2019年5月には、英国の航海通信電気機器の設置、メンテナンス、修理を専門に行う Ships Electronic Services Ltd （SES）を 3,200万ポンドで買収した。

一方、2018 年 10 月には、2012 年の Hamworthy 買収に伴い Wärtsilä の舶用部門に編入されたポンプ事業 Wärtsilä Pumps を北欧の投資会社 Solix Group に売却した。

また、2019 年 12 月には、Wärtsilä のスマートマリン戦略とのシナジー効果のない水中音響製品メーカーWärtsilä ELAC Nautik GmbH （ELAC Nautik）を Cohort plc に売却した。

これらの戦略的売却により、Wärtsilä は、さらに「スマートマリン」戦略に専念することが可能となる。

提携・戦略的プロジェクト

Wärtsilä の近年の主な舶用関連の提携・戦略的プロジェクトは以下の通りである。

2018 年 4 月、Wärtsilä はサイバーセキュリティー企業 Templar Executives と共同で、海運産業、特に船主、船社に対し、サイバー技術導入に関する支援を行う世界的なサイバーアカデミーをシンガポールに設立すると発表した。また、シンガポール海事局と舶用イノベーションと研究開発促進を目指した協力に合意した。このパートナーシップは、①デジタル化促進、②サイバーセキュリティー、③インテリジェント船舶、④港湾業務の 4 分野をカバーする。

同年 8 月には、Wärtsilä はフィンランドのバーサに新研究開発施設「スマートテクノロジーハブ」を建設する計画を発表した。同施設では、舶用、石油ガス産業向けの迅速で効率的な製品開発と試験を行う。この計画の施設建設、ロジスティックス、インフラ構築を含めた投資総額は約 2 億ユーロで、うち 8,300 万ユーロは近代的な試験技術及び製造技術に投資する。2019 年には「スマートパートナーキャンパス」の最初のパートナーを選択した。同キャンパスでは、Wärtsilä の顧客企業、サプライヤー、スタートアップ企業、大学が共同で製品の研究開発を行う。

2019 年 9 月には、Wärtsilä とフィンランドのバイオメタン企業 Q Power Oy は、再生可能燃料の開発と市場化の促進における協力に合意した。両社は共同でバイオメタン燃料、合成燃料のクルーバルなビジネス機会を開発してゆく。

同年 10 月には、Wärtsilä はオペレーション技術に関するグローバルな新サイバーセキュリティーアライアンスの設立メンバーとなった。

11 月には、Wärtsilä とシンガポール PSA Marine と、低排出エネルギーシステムや推進システム向けの電気、ハイブリッド技術、船と陸の安全なデータ交換のための接続技術などの次世代スマート技術の共同開発と促進に合意した。

さらに 12 月には、中国国営企業 CSSC Huangpu Wenchong Shipbuilding Company

Limited と、ハイブリッド動力システムに関する 5 年間の戦略的開発合意を締結した。Wärtsilä は、Huangpu Wenchong のハイブリッド技術、製品の設計、製造、性能分析、サービスなどの支援を行う。

研究開発・新製品

2019 年の Wärtsilä 全社の研究開発支出は、前年とほぼ同水準の純売上の 3.2%に相当する 1 億 6,400 万ユーロ（前年：1 億 6,500 万ユーロ）であった。研究開発の焦点は、引き続きデジタル化、効率向上、燃料の柔軟性向上、環境負荷の低減である。

2019 年の舶用エンジンの新製品としては、Wärtsilä 31 型エンジンのアプリケーションを拡大し、Wärtsilä 31SG 型ピュアガスエンジンを市場投入した。ガス燃料供給インフラが整備されている海域における環境負荷をさらに低減する製品である。

デジタル技術の新製品としては、顧客向けのウェブベースの新プラットフォーム「Wärtsilä Online」を発表した。これは顧客の製品管理に対する最新のサポートサービスである。モバイル利用可能な同製品の新機能としては、スマートメンテナンス管理やリアルアイム支援などがある。

また、運航管理システム「Operim」（Operational Performance Improvement &Monitoring）のデジタルバージョンを発表した。Operim は主要パフォーマンス指標を常時監視、報告するだけではなく、フィジカルな製品をデジタル技術でバーチャルに可視化する。また、Wärtsilä の子会社 Transas が開発した航路計画最適化システム「Navi-Planner」は、ECDIS に接続され、航路計画の意思決定を容易にし、経験の浅い航海士にも最小限の航海の安全水準を確保する。さらに、人工知能（AI）を活用した先進診断機能を持つ「Expert Insight」ソリューションは、リアルタイムで機器システムの状態を監視し、Wärtsilä の陸上センターと連携して長期的な予測的メンテナンス計画を支援する。

近年の舶用市場関連の研究開発としては、2018 年、Wärtsilä は自動離着岸技術の試験を行った。この試験では、ノルウェー船社 Norled の全長 83m のフェリー「Folgefonn」の完全自動運航による着岸に成功した。この自動ドッキングシステムは「SmartDock」として製品化され、2019 年には初受注を獲得した。

Wärtsilä は共同研究開発にも力を入れており、2019 年のプロジェクトとしては、再生可能燃料の市場化研究、自動運航タグボート「IntelliTug」の開発などがある。同プロジェクトでは、PSA Marine と共同開発した DP 機能搭載港湾タグボート「PSA Polaris」の実験をシンガポール港で実施している。

MAN Energy Solutions（ドイツ）

業務内容・製品：
舶用・陸上用低中速ディーゼル、ガス、DF エンジン、ガス、蒸気タービン、プロペラ、制御システム、環境機器など船舶関連機器の開発、製造、販売、サービス

本社所在地：
MAN Energy Solutions SE
Stadtbachstrasse 1
D-86153 Augsburg
Germany

Tel: +49 （0）821 3220
Fax: +49 （0）821 3223382
https://corporate.man-es.com/

企業概要
ドイツアウグスブルクを本拠とする MAN Energy Solutions（旧 MAN Diesel&Turbo）は、250 年以上の歴史を持つ企業である。現在、世界 120 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。総従業員は約 14,000 人で、うちドイツ国内の従業員が約半数を占める。

同社は、2010 年 1 月 1 日、ドイツ MAN 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、ディーゼルエンジンとターボ技術を組み合わせた舶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。MAN SE 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。同社の 2 ストローク及び 4 ストロークエンジンは、世界の貨物輸送に必要な動力の約 50%を担っている。

2018 年 6 月、MAN Diesel&Turbo は、MAN Energy Solutions へと社名を変更した。これは持続性のある技術とソリューションに関するビジネスを拡大し、2030 年までに主な収入源とするという MAN の新戦略を反映した動きである。MAN Energy Solutions は、ハイブリッド、エネルギー貯蔵、デジタルサービス技術などの新技術を含めた製品群を拡大してゆく。

2018 年 10 月 25 日、MAN グループの親会社 Volkswagen Group は、同社の動力エンジニアリングビジネスを Volkswagen AG の子会社に売却する意向を示した。動力エンジニアリングビジネスは、MAN Energy Solutions と RENK で構成される。この売却は 2018 年 12 月 31 日に完了した。

さらに、2019 年 5 月には、Volkswagen Group、は自動車部門への事業集中とビジネスのスリム化を目指し、MAN Energy Solutions の売却計画を発表した。現時点（2020 年 2 月）ではその詳細は発表されていないが、米国 Cummins、三菱重工、オーストリア Innio が売却先候補として報道されている。

業績

MAN Energy Solutions の親会社は、過去 2 年間の MAN Energy Solutions 単体の業績を公表していない。また、2016 年以来、利益と受注残の発表もない。

入手可能な直近の数字としては、2019 年 1 月 1 日以来の MAN Energy Solutions の親会社である Volkswagen AG が 2019 年 10 月 30 日に発表した 2019 年第 3 四半期決算報告書で、MAN Energy Solutions を含むパワーエンジニアリング部門の 2019 年 1 - 9 月期の売上は 28 億 7,300 万ユーロ（前年同期：25 億 8,900 万ユーロ）となっている。尚、2019 年通年の業績は現時点（2020 年 2 月）において未だ発表されていない。

前年 2018 年の業績としては、2019 年 3 月 20 日に発表された MAN グループの 2018 年 1-12 月期年次報告書によると、MAN Energy Solutions と RENK を含む MAN のパワーエンジニアリング部門全体の 2018 年の売上は前年比 10%増の 35 億 8,800 万ユーロ（2017 年：32 億 5,500 万ユーロ）、税引前利益は 2 億 4,200 万ユーロ（2017 年：2 億 610 万ユーロ）であった。

尚、2017 年まで発表されていたエンジン・舶用システム部門単体の業績推移は以下の通りである。

**エンジン・舶用システム部門の業績推移（2014～2017 年、単位：百万ユーロ）**

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

新規受注

MAN Energy Solutions の 2019 年の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

2 月、イタリア Grimaldi Group が中国で建造する新造 RORO 船 9 隻向けに 2 ストローク主機「MAN B&W 9S50ME-C9.6」18 基と過給システムをパッケージ受注。

3 月、ドイツ Hapag-Lloyd の 15,000TEU 型コンテナ船「MV SAJIR」への DF エン

ジンのレトロフィットを受注。重油焚き主機 MAN B&W 9S90ME-C を MAN B&W ME-GI 型 DF エンジンに交換する。コンテナ船主機のガス転換は業界初の試みである。また、6 月にはオランダの浚渫船「Samuel de Champlain」への DF エンジンのレトロフィットも受注した。これは短距離海運への LNG 燃料導入を支援する EU プロジェクトの一環である。

5 月には、ドイツ TT-Line が中国で建造する LNG 駆動 ROPAX フェリー向けに MAN 51/60DF エンジン 4 基を受注した。

6 月には、カナダ Seaspan Ferries Corporation がオランダ Damen Gorinchem Holland で建造する DF／ハイブリッド RORO フェリー2 隻向けに、MAN 35/44DF エンジン、ガス供給システム、電気システム、バッテリーをパッケージ受注した。

8 月には、ガスシステム部門 MAN Cryo が、ノルウェー大手養殖企業 Nordlaks がトルコ Tersan Shipyard で建造する活魚運搬船向けにハイブリッドガスバッテリー推進システムを受注した。また、9 月には、ノルウェーEgil Ulvan Rederi の LOLO 冷凍貨物船向けに LNG 燃料ガスシステムを受注した。

さらに、シンガポール Eastern Pacific Shipping が韓国現代三湖重工業で建造する 15,000TEU 型コンテナ船 11 隻向けに ME-GI 型 DF エンジンを受注した。

サービス部門 PrimeServ の大型契約としては、5 月、香港 Pacific Basin Shipping のばら積み貨物船 111 隻の MAN 主機向けのサービス契約を受注した。また、6 月には、200 隻以上を管理する香港 Wallem Group の MAN 製品 580 ユニット向けのサービス契約を受注した。

製造

MAN Energy Solutions 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。

提携

2019 年 8 月、MAN Energy Solutions、韓国大宇造船海洋（DSME）及び HSD Engine（HSD）は、舶用エンジンシステムのデジタル化に向けた共同研究開発に関する戦略的提携に合意した。同じく 8 月には、韓国サムスン重工業ともデジタル化に関する協力合意を締結した。MAN Energy Solutions は、舶用エンジンのデータ収集分析、統合を通じて海運産業のデジタル転換を促進してゆく。

9 月には、MAN Energy Solutions は、2030 年までにゼロ排出船を開発することを目

的とした新産業パートナーシップ「Getting to Zero Coalition」に参加した。同パートナーシップには、幅広い舶用企業、船主、エネルギー企業、金融機関、港湾、ロジスティックス企業、政府、公共機関が参加し、サステナブルな海運産業の実現を目指す。

10 月には、ノルウェーKongsberg と海事産業向け共通データインフラの構築における協力に合意した。この合意により、Kongberg のデータインフラソリューション「Vessel Insight」と MAN のデジタルプラットフォーム「MAN CEON」の統合の可能性を研究する。

研究開発・新製品・型式承認

MAN Energy Solutions の研究開発の焦点は、エンジンの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 の舶用ガス燃料供給システム部門を買収により、MAN Energy Solutions のガス燃料システムの専門性が高まった。舶用燃料としてのガスの重要性は増しており、同社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研究開発の焦点となっている。2016 年 4 月には、カナダ Waterfront Shipping、スウェーデン Marinvest/Skagerack Invest （Marinvest)、飯野海運、三井物産、日本郵船が共同発注したメタノール焚きエンジンを搭載した初の海洋船 7 隻が就航した。搭載された MAN B&W ME-LGI 型 2 ストロークエンジンは、メタノール、重油、MGO、ガスオイルの使用が可能である。2018 年 2 月には、同エンジンを搭載した 4 隻が追加発注された。

また、2016 年 9 月には、三井造船玉野事業所で世界初の多元燃料駆動の 2 ストローク低速エンジン「Mitsui-MAN B&W 7G50ME-C9.5-GIE」が完成した。エタンを主燃料とする同エンジンはエチレン運搬船 3 隻に搭載された。

2018 年 9 月には、LPG を燃料源とする新型エンジン ME-LGIP（Liquid Gas Injection Propane）を発表し、ベルギーEXMAR 社の 80,000 ㎥型 VLGC2 隻向けに初受注を獲得した。同エンジンは、HFO 使用時と比較した場合、$CO_2$ 排出量が 18%、粒子状物質排出量が約 90%減少する。ガスモードでは、同エンジンに必要な燃料油はパイロットオイル用の 3%のみである。将来的にはパイロットオイル 0%の機種を開発する。

2019 年 2 月には、コンパクト型 MAN 175D SCR システムが、IMO Tier III 排出基準を満たす型式承認を取得し、スペインバルセロナ港の港湾タグボートに採用された。

同じく 2 月には、IMO Tier III 排出基準を満たすために最適化された TCT 軸流過給システムのシリーズを発表した。

3 月には、可変ノズル（VTA：Variable Turbine Area） 技術採用した TCA 過給機を MAN 51/60 型 DF エンジンに標準装備すると発表した。大型 4 ストロークエンジンへの VTA 技術の標準装備は業界初である。

5 月には、実績のある高圧 ME-GI 型ガスエンジンに加え、低圧 2 ストロークガスエンジンの開発開始を発表した。MAN Energy Solutions の 2 ストローク DF エンジンは、既に 280 基以上の販売実績があり、稼働時間は 500,000 を超える。

11 月には、ドイツ Wessels Marine GmbH と共同で、同社の 1,036TEU 型フィーダーコンテナ船「Wes Amelie」の燃料として、再生可能電力から製造された液体 SNG（合成天然ガス）を使用するプロジェクトを開始した。同プロジェクトには、LNG 輸送企業 Nauticor 及びチャーター船社 Unifeeder も参加している。「Wes Amelie」は、2017 年に MAN が DF エンジンをレトロフィットした世界初の貨物船である。

12 月には、MAN のデジタル部門 MAN CEON が、メンテナンスプラットフォーム「TechGuide」に拡張現実（AR）技術を初めて導入したアプリを発表した。

## Rolls-Royce Power Systems AG（ドイツ）

業務内容・製品：
MTU 及び Bergen ブランドの舶用、陸上用中速・高速ディーゼルエンジン、ガスエンジン及び関連機器の設計、開発、製造、販売、サービス

本社所在地：
Rolls-Royce Power Systems AG
Maybachplatz 1
88040 FRIEDRICHSHAFEN
Germany

Tel: +49 7541 90-0
Fax: +49 7541 90-5000
info@mtu-online.com
http://www.rrpowersystems.com/

企業概要
英国 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 10,100 人である。世界に 11 製造拠点、30 社以上の子会社を持ち、130 か国に 1,200 以上の開発、製造、サービス、販売網を展開している。

エンジン関連の提供製品は、MTU ブランドの舶用・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 ブランドの舶用、発電用中速エンジンである。 また、世界の原子力発電所の約半数に安全関連システムを提供している。

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。

2013 年 7 月、Rolls-Royce は、自社子会社であるノルウェーの舶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。

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。

Rolls-Royce Power Systems のメインブランドである MTU は、出力範囲 260kW～

10MW、回転数 1,000rpm 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。メガヨット向けの高速エンジンでは最大手である。2019 年には同社初のガスエンジンを発表した。

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

2019 年秋、Rolls-Royce は全社的なブランド戦略の一環として、MTU エンジン製造子会社 MTU Friedrichshafen GmbH の社名を Rolls-Royce Solutions GmbH へと変更した。製品及びソリューションのブランドネームとしての MTU は存続するが、MTU ロゴには「A Rolls-Royce solution」が付け加えられる。

業績

親会社 Rolls-Royce が 2019 年 3 月 1 日に発表した 2018 年連結決算によると、Rolls-Royce Power Systems の 2018 年 1-12 月期の売上は、前年比 15%増の 34 億 8,400 万ポンド、営業利益も 20%増の 3 億 1,700 万ポンドと好調であった。受注残も大幅に増加した。

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

2018 年の Rolls-Royce Power Systems の売上は、Rolls-Royce 全体の 22%（前年：19.4%）を占めている。

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

| | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 2,720 | 2,385 | 2,655 | 3,008 | 3,484 |
| 税引き前利益 | 253 | 194 | 191 | 261 | 317 |
| 当期末受注残 | 1,971 | 1,928 | 1,815 | 2,400 | 3.,100 |

MTU ブランド単体の業績等の情報は公表されていないが、2018 年の舶用部門、即ち MTU と Bergen の舶用エンジンの売上は前年比 12%増で、Rolls-Royce Power Systems の売上の 29%を占めている。また、Rolls-Royce Power Systems 全体では、製品からの収入が 67%、サービス収入が 33%である。（2018 年）

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舶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 の舶用市場

向けの大型新規受注の多くはパッケージ受注であったが、2019 年の Kongberg による Rolls-Royce 民間舶用部門の買収により、状況が変わることが予想される。

2018 年 6 月、Rolls-Royce はコアビジネスに専念するための組織再編の一環として、ドイツの燃料噴射システム子会社 L'Orange（従業員数約 1,000 人）を米国 Woodward に約 7 億ユーロで売却した。Woodward L'Orange は、引き続き MTU 及び Bergen エンジン向けに燃料噴射システムを長期的に提供する。

研究開発・新製品

2018 年の Rolls-Royce Power Systems の研究開発支出は、1 億 8,800 万ポンド（2017 年：1 億 6,600 万ポンド）であった。舶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。また、燃料電池の開発も視野に入れている。

新製品としては、2019 年には、同社初の小型ガスエンジンを発表した。2020 年には、ディーゼルエンジン、電動モーター、バッテリーを組み合わせたヨット及び商船向けのハイブリッド推進システムが実用化される予定である。

Rolls-Royce Power Systems は、ドイツ経済エネルギー省が支援する共同研究開発プロジェクト「Methquest」に参加している。同プロジェクトでは、再生可能資源からメタンベースの燃料を製造し、舶用、陸上向けに実用化する。

また、2021 年の市場化を目指し、舶用機器状態管理システム「Equipment Health Management System（EHMS）」をトランスミッションメーカーZF と共同開発中で、実船実験を計画している。同システムは、MTU エンジンと内蔵された ZF トランスミッションシステム、その他の主要舶用機器からのデータ、及び風力、波力、潮流などの追加データを収集、分析し、機器の状態を監視する。

デジタル戦略

Rolls-Royce Power Systems は、2017 年に社内にデジタル部門 Digital Solutions を新設し、デジタル技術とソリューションの開発と提供を加速している。これまでに発表した製品は、スマートフォンアプリ「MTU Go!Act」、ウェブアプリ「MTU Go!Manage」などである。

また、デジタルツイン技術を利用して実際のエンジンのバーチャルイメージを作成し、運転データを用いて常時アップデートすることにより、メンテナンス計画の予測と効率化を目指すソリューションを開発中である。

Rolls-Royce Power Systems は、エンジンメーカーからシステムソリューション提供企業への転換を目指した「Power Systems 2030」戦略を進めており、デジタル化、ハイブリッド化、電化がその焦点となっている。

## 3-2　プロペラ、舵、推進システム

### SCHOTTEL GmbH（ドイツ）

業務内容・製品：
プロペラ、ラダープロペラ、リムスラスター、ポンプジェット等各種推進機器・システム、潮力発電装置、防食性塗料、シールリングの開発、製造、販売、サービス

本社所在地：
SCHOTTEL GmbH
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

企業概要

SCHOTTEL は、1921 年に小型船の建造及びその他工作作業を目的に、Josef Becker によってドイツのライン川沿いのシュパイ（Spay）に設立された。1950 年には、現在同社の主要製品となっているラダープロペラを開発している。1986 年には初めて 6,000kW の出力を誇るラダープロペラを製造し、大型船舶市場への参入を果たした。現在は最大出力 30MW までの推進機器の開発・製造・販売を行っている。

1995 年には中国現地法人を立ち上げ、現在はドイツ国内に 750 人、全世界に約 950 人の従業員を持ち、世界に 14 か所以上の販売・サービス拠点と 100 社以上の代理店網を展開している。2019 年には、新たにトルコ拠点を開設した。

2019 年 10 月には、1999 年発売のラダープロペラ「SRP 460」の販売実績が 1,000 基を超え、世界で最も多く利用されているアジマススラスターのひとつとなっている。

業績
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 2020 年 2 月現在、2015 年期以降の業績は発表されていない。

SCHOTTEL の売上推移（単位：百万ユーロ）

| | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 250 | 230 | 313 | 309 | 343 | 314 |

2019 年 8 月には、同社は 2018 年の業績は堅調であったとしながらも、舶用機器市場の低迷を受け、全世界の従業員 150 人、うちドイツ国内の従業員 90 人を早期退職制度などにより削減すると発表した。

新規受注

2019 年の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

4 月、ロシア造船所 Krasnoye Sormovo が建造する貨物船 11 隻向けにラダープロペラ「SRP 340 FP」24 基とスラスター「STT 170 FP」11 基を受注。

5 月には、米国ノースカロライナ州の新造フェリー2 隻向けにツインプロペラ「STP 150L」9 基を含む推進システムをパッケージ受注。

9 月には、ドバイ Albwardy Damen で建造される新型プラットフォーム作業船「Damen Multibuster 8020 （DMB 8020)」向けに推進システムをパッケージ受注。

製造

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。また、2014 年に買収した子会社 HW Elektrotechnik の 4,200 ㎡の新工場では、SCHOTTEL 舶用推進システム向けの電気部品の製造を行っている。

2015 年夏には本社に近い Dörth 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。

提携

2019 年 7 月、SCHOTTEL は、ノルウェー造船所 ULSTEIN と、舶用システムの自動化、デジタル化における協力に合意した。舶用オートメーション向けデジタルプラットフォーム「X-CONNECT®」を持つ ULSTEIN の子会社 Ulstein Blue CTRL は、両社の 50/50%合弁会社 Blue CTRL となった。

研究開発、新事業、新製品

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。

新技術としては、2019 年 1 月、デンマーク Svitzer の協力を得て開発した、「SCHOTTEL Y-Hybrid」スラスター技術をベースとした新たなメカニカルハイブリッド推進コンセプト「SCHOTTEL SYDRIVE-M」を発表した。同コンセプトでは、両舷のアジマススラスターを相互接続し、1 基の主機で駆動する。Svitzer のタグボートでの実船実験が計画されている。

新製品としては、2019 年 2 月、高効率の浅水域向け小型アジマススラスター「SCHOTTEL Pump Jet type SPJ 30」を発表した。同スラスターは水没部分 150～750 mm（機種により異なる）で、フルスラストを発揮する。

4 月には、特許技術 ProAnode を統合した高性能小型ノズル「SDC40」を発表。同社のラダープロペラ全機種に搭載可能である。

9 月には、新世代 CP ハブの採用により、フルフェザリングモードを持つ 5 翼型 CP プロペラの性能を最適化した。同システムは既に艦艇向けに受注済みである。

また、ドイツで共同開発中の世界初のゼロ排出の燃料電池駆動ハイブリッド運河プッシュボート「Elektra」にラダープロペラを提供する。さらに、ノルウェーで建造中の世界初の液体水素駆動フェリー2 隻向けにもアジマススラスター「EcoPeller（SRE)」を提供している。

## Becker Marine Systems（ドイツ）

業務内容・製品：
フラップ・ラダー、捻じりラダーTLKSR、シリング・ラダー、NACA 型ラダー、Mewis ダクト、コルト・ノズル、Mewis Duct® Twisted 等ラダー、プロペラノズルの開発・製造・販売、LNG ハイブリッド・バージ等陸上電力供給システム、COBRA 舶用バッテリーシステムの開発・販売

本社所在地：
Becker Marine Systems GmbH&Co. KG
Blohmstr. 23
21079 Hamburg
Germany

Tel: +49 （0）40 241990
Fax: +49 （0）40 2801899
info＠becker-marine-systems.com
http://www.becker-marine-systems.com/

企業概要

Becker Marine は、Willi Becker により 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。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高めた。

また、同社は世界ネットワークを拡大し、2003 年には中国に拠点を設立、現在ではノルウェー、韓国、シンガポール、米国、中国（3 か所）に 8 拠点、その他諸国に 19 の代理店を持つ。2017 年には神戸に支店を開設した。

従業員数は、全世界で約 230 人、うち 120 人はハンブルク本社勤務である。

Becker Marine は財務情報を公表していない。2020 年 1 月現在の Becker Marine 製品の納入実績は、8,000 隻以上を超える。

製品

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「Becker Twist Rudder」は大成功を収め、現在も同社の主要製品のひとつである。

また、2009 年に発表された「Mewis Duct」と呼ばれる付加装置は、プロペラ前方に

ダクトを装着することにより、水流を集中させ、内部フィンのステーター効果により、プロペラ作動方向とは逆方向に予渦流を発生させ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 $CO_2$ 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。2019 年に発売 10 周年を迎えた「Mewis Duct」は現在でも同社の主力製品のひとつで、同社は今後も年間 200 基程度の新規受注を見込んでいる。

新規受注

2019 年の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

1 月、韓国現在重工で建造されるノルウェーKnutsen NYK Offshore Tankers のシャトルタンカー2 隻向けに「Becker Schilling® Rudders with KSR （King Support Rudder)」を受注。続いて 2 月にも、同造船所で建造される LPG タンカー2 隻向けに同製品を受注。

3 月、フランス造船所 Chantiers de l'Atlantique で建造される MSC Cruises の超大型クルーズ船 4 隻向けに「Becker Flap Rudder Twisted」を受注。

また、4 月にはジャパン マリンユナイテッド及び今治造船で建造される複数のコンテナ船向けに「Becker Twist Rudder」を大型受注。

7 月、中国造船所で建造される複数のコンテナ船向けに「Becker Twist Rudder」17 基を大型受注。

8 月には、中国造船所 Jiangsu Jinling で建造されるドイツ TT-Line の LNG 駆動 ROPAX フェリー2 隻向けに「Becker Flap Rudder Twisted」を受注。

12 月には、フィンランド Helsinki Shipyard OY で建造されるロシアの河川クルーズ船社 Vodohod のエクスペディションクルーズ船 2 隻向けに「Becker Heracles Rudder」4 基を受注。

製造

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

2010 年に発売した Mewis Duct の成功を受け、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。

研究開発・新製品・新事業

新事業としては、2011 年には代替エネルギー部門を設立、浮体式 LNG 発電施設「Hummel LNG Hybrid Barge」を開発し、2015 年以来、ハンブルク港に停泊中のクルーズ船に電力を供給している。

2018 年には、停泊中の船舶向けの可動式陸上発電装置「Becker LNG PowerPac」を子会社 HPE Hybrid Port Energy と共同開発した。2019 年 6 月には、ハンブルク港のコンテナターミナルにおいて、プロトタイプ 2 基の試験を開始した。

また、リチウムイオン電池をベースとする舶用小型バッテリー装置「Compact Battery Rack（COBRA)」の開発も継続している。

2019 年には、商船向けの風力推進支援装置ウィングセイルを、Wallenius Marine と共同開発中である。大きな前進推力（10 ノット）を発揮する面積 1,000 ㎡のウィングセイルは、Wallenius Marine の最新鋭自動車運搬船に 4 基が搭載され、実船実験が行われる。

Voith GmbH & Co. KGaA（ドイツ）

業務内容・製品：
シュナイダープロペラ、ラジアルプロペラ、推進システム及びブレーキシステムの開発、製造・販売、舶用各種技術サービス、タグボートの設計

本社所在地：
Voith GmbH & Co. KGaA
Sankt Pöltener Straße 43
89522 Heidenheim
Germany

Tel: +49 （0）7321 37 0
Fax: +49 （0）7321 37 7000
info@voith.com
http://voith.com

企業概要・業績
Voith は、1867 年にドイツ南部のハイデンハイムに設立されたグローバルテクノロジー企業である。2017 年には創業 170 周年を迎えた。

設立当初、Voith は、地元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 年にはタービン用調速機を製造し、水力発電産業へと進出し、第一次世界大戦後には、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た。この部門への進出が成功し、同社を世界的に有名にする Voith シュナイダープロペラを開発、1928 年に 1 号機を納入した。

第二次世界大戦後は国際化を押し進め、1970 年代には日本支社も設立された。グループ全体の売上は 42.76 億ユーロ（2018 年 10 月～2019 年 9 月、前年度：42.09 億ユーロ）である。世界約 60 か国に 270 以上の拠点を構え、総従業員数は 19.410 人（前年度：19,535 人）である。従業員の 40%はドイツ国内で雇用されている。

また、直接経営からは身を引いているものの、同社は依然として創業者一族が 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た。さらに 2017 年 8 月には、有限会社から株式合資会社（KGaA）となった。

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。

Voith Group は、製紙業向け機械を製造する Group Division Paper、水力発電所向け装置を製造する Group Division 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舶用プロペラを製造する Group Division 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 Group Division Digital Ventures（旧 Digital Solutions）の 4 事業部門で構成されている。

動力部門 Group Division Turbo

Voith の動力部門である Group Division Turbo の従業員数は 5,600 人（前年度：5,543 人）、Voith Group の 29%（前年度：28%）を占める。今年度の増加は、主にデジタル部門からの異動である。

Group Division Turbo の業績推移（単位：百万ユーロ）

| | 20014/15 年 | 2015/16 年 | 2016/17 年 | 2017/18 年 | 2018/19 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 1,470 | 1,397 | 1,283 | 1,302 | 1,398 |
| 受注高 | 1,467 | 1,247 | 1,344 | 1,378 | 1,445 |

Group Division Turbo は、舶用市場以外にも鉄道、商用車、石油・ガス、エネルギー、鉱業等多様な市場向けの駆動・推進ソリューションを提供しており、市場別の業績は公表されていない。部門全体の今年度の売上は前年比 5%増、新規受注は同 7%増であった。

新製品

2012 年 9 月、Voith Turbo 舶用部門は、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。2019 年には、国際スーパーヨット協会のテクノロジーアワードを受賞した。

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ー「Voith Inline Propulsor（VIP）」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。

2018年には、主力製品であるVoith Schneider Propeller （VSP）の米国ペンシルバニア州における現地生産を開始した。初回機は、2019年、ノースカロライナ州運輸省のフェリーに搭載させた。

2016年以降、舶用部門の新製品は発表されていない。

研究開発

2018/19年度のVoith全社の研究開発支出は、売上の約5.0%に相当する2億1,300万ユーロ（昨年度：5.3%、2億2,500万ユーロ）であった。部門別の研究開発予算は発表されていないが、新部門Digital Venturesが増加している。全社的な研究開発戦略は、デジタル技術とコネクタビリティを活用し、付加価値の高い製品を開発することである。

2015/16年度には、Turbo内の2部門であるIndustry部門とMobility部門の研究開発機能が一元化された。その狙いは知識の共有によるシナジー効果である。

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

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

## Siemens AG（ドイツ）

業務内容・製品：
推進制御システム、スラスター制御システム、動力管理システム、統合自動化システム、周波数変換装置、配電盤、発電装置、電動機、排熱回収装置等の舶用電気系製品・システムの設計、開発、製造、販売

本社所在地：
Siemens AG
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 Munich
Germany

marine@siemens.com
https://new.siemens.com/global/en/markets/marine.html

企業概要・業績
1847 年に電報装置のメーカーとして創業したドイツ Siemens（本社：ベルリン、ミュンヘン）は、欧州最大の工業製造コングロマリットである。子会社を含め、世界 200 か国・地域で約 385,000 人（2019 年度、前年：379,000 人）を雇用し、2019 年度（2018 年 10 月～2019 年 9 月）の売上は 868 億ユーロ（前年度：830 億 4,400 万ユーロ）である。

同社の主要工業部門は、電力＆ガス、発電サービス、エネルギー管理、建設技術、モビリティ、デジタルファクトリー、プロセスインダストリー＆ドライブで、製品は、発電装置、工業機械、駆動装置、自動化装置、医療機器、電車、浄水装置など多岐にわたる。その他、再生可能エネルギー、ヘルスケア、金融サービスなどの戦略的ユニットを持つ。

2018 年度末、同社は全社的な新戦略「Vision 2020+」を打ち出し、カンパニー制を導入して Siemens ブランドの各ビジネス部門の企業的な自由度を高めた。この戦略に伴い、同社の主力ビジネスは、3 つのオペレーティングカンパニー「Digital Industries」、「Smart Infrastructure」、「Gas and Power」、及び 3 つの戦略的カンパニー「Mobility」、「Siemens Healthineers」、「Siemens Gamesa Renewable Energy」の合計 6 ビジネス部門で構成されることとなった。その他のビジネスは「ポートフォリオカンパニー」9 ユニットに分類される。

舶用関連ビジネス：Siemens Marine
Siemens の舶用関連ビジネス「Siemens Marine」は、前述の組織編成により、前年度までのプロセスインダストリー＆ドライブ部門から、ポートフォリオカンパニー「Process Solutions」に分類される。同部門は、駆動、測定、制御、最適化に関する製品、ソフトウェア、ソリューション、サービスを提供しており、対象産業は石油・ガス、造船、鉱業、ファイバー、化学、食品・飲料、薬品などである。

Siemens は部門ごとの財務情報の詳細は公表しておらず、舶用ビジネスの業績は不明である。2018 年度のプロセスインダストリー＆ドライブ部門全体の売上は 88 億 4,000 万ユーロ（前年度：88.73 億ユーロ）である。2019 年度のポートフォリオカンパニー別の財務情報も公表されていない。

舶用製品・システム

Siemens の部品、製品、技術は他の舶用メーカーの多様な舶用機器に組み込まれているが、現在 Siemens がシステムとして提供している主な製品は、バッテリー推進システム「BlueDrive PlusC」、ポッド型推進システム「SISHIP eSiPOD」、小型船用電気推進システム「EcoProp」、監視制御システム「IMAC」、Flender ギアボックス、駆動装置「Drive LV」及び「Drive MV」、軸発電装置「SGM」、ウェブベースの船隊管理システム「EcoMAIN」、排熱回収システム「WHRS」、PEM 燃料電池などである。

「SISHIP」は Siemens の民間船向け舶用ブランドで、デジタル化された顧客向けサービス「SISHIP Life Cycle Management」も提供している。艦艇向けには「SINAVY」ブランドと同様のサービスを展開している。

バッテリー推進システム

近年、Siemens Marine は環境性の高い駆動技術であるバッテリー推進ソリューションの開発に焦点を当てている。

Siemens はノルウェーNorled の世界初のリチウムイオン電池駆動の電気フェリー「Ampere」向けに電気推進システム「BlueDrive PlusC」を受注した。同システムには、バッテリー、操船システム、スラスター制御システム、エネルギー管理システム、統合アラームシステムが含まれる。同船は 2015 年 5 月に就航した。

同船の成功に続き、フィンランド FinFerries がポーランド Polish shipyard CRIST S.A で建造したフィンランド初のバッテリー駆動フェリー「Elektra」向けにも同様の電気推進・制御システム一式をパッケージ受注した。同船は 2017 年 6 月に就航した。

2016 年 11 月には、ノルウェー船社 Fjord1 からも新造電気フェリー2 隻向けのソリューションをパッケージ受注した。2019 年に就航予定である。

また、ノルウェーSalmar Farming AS がノルウェーØrnli Slipp で建造した養殖場作業船向けにも同様のシステムをパッケージ受注している。同年 2017 年 2 月に竣工した。

舶用ビジネスが属するプロセス産業＆駆動部門全体の研究開発の優先課題は、情報通信技術の統合によるデジタル化の促進及びエネルギー効率の改善による燃料消費量と環境負荷の低減である。

## ABB（スイス）

業務内容・製品：
Azipod 推進システム、過給システム、制御システム、自動化システム、燃料電池等の舶用電気系製品・システムの設計、開発、製造、販売、統合オペレーションセンターの運営

本社所在地：
ABB Ltd.
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zürich
Switzerland

Tel: + 41 43 317 71 11
Fax: + 41 43 317 44 20
http://new.abb.com/marine-ports

企業概要・業績
ABB Group（本社：スイスチューリッヒ）は、動力及びオートメーション技術のグローバルリーダーである。147,000 人を雇用し、世界 100 国でビジネスを展開している。

同社は、1988 年に、1883 年創業のスウェーデンの動力、鉱業、鉄鋼企業 Asea AB と 1891 年創業のスイスの電気エンジニアリング企業 Brown Boveri の対等合併により誕生した ABB Asea Brown Boveri Ltd が母体となっている。

同社が 2020 年 2 月 9 日に発表した 2019 年連結決算によると、2019 年の売上は前年比 1%増の 280 億ドルである。

同社の 4 事業部門は、エレクトリフィケーション、ロボティックス&ディスクリートオートメーション、モーション、インダストリアルオートメーションである。全事業部門が業界 1 位または 2 位のポジションを持つ。

同社が 2017 年に発表したデジタルプラットフォーム「ABB Ability™」は、分散制御システム及び企業資産管理ソフトウェアとして大きな成功を収めており、同社は「ABB Ability™」をベースとしたデジタルソリューションの提供を加速している。

2020 年には、同社はパワーグリッド事業の 80.1%の日立への売却を完了し、ABB は新合弁会社の 19.9%を保有する。これは同社の大型インフラビジネスからデジタル産業ビジネスへの転換戦略の一環である。

舶用関連ビジネス

舶用関連ビジネスは、業界 2 位のインダストリアルオートメーション事業本部内の「ABB Marine&Ports Industry」に含まれる。「ABB Marine&Ports Industry」単体の財務情報は公表されていない。

また、ABB の過給機ビジネスは「ABB Turbocharging」が担当している。船舶、石油ガス産業、電車、発電、大型オフハイウェイ車両の出力 500kW～80MW 超のディーゼル及びガスエンジン用の過給機の販売実績は 20 万基以上に上る。ABB Turbocharging は 50 か国以上に約 100 か所のサービス拠点を持つ。

ABB は、舶用電気推進システムと過給システムでは業界 1 位の企業である。ABB の舶用主力製品は、ポッド型電気推進システム「Azipod」で、大型クルーズ船、砕氷船、砕氷型貨物船の約 3 分の 2 は Azipod を搭載している。

特に砕氷船、砕氷仕様船向けには 90 隻以上の受注実績がある。近年の大型受注は、ロシア Yamal LNG 船隊 15 隻向けのパッケージ受注であった。2019 年には、Azipod を搭載したノルウェー沿岸警備隊の砕氷船「KV Svalbard」が初めて北極に到達した。

また、新市場としては、2019 年、ドイツ Oldendorff Carriers が中国造船所で建造する乾貨物船 2 隻向けに初めて Azipod を受注した。

主な競合他社は、Siemens、Rolls-Royce、Honeywell である。

その他の提供製品・ソリューションとしては、停泊中の船舶への陸上電力供給技術などがある。

2019 年の新製品としては、6 月に船隊エンジン性能監視ソフトウェア「ABB Ability™ Tekomar XPERT2」、及びストロークディーゼル及びガスエンジン向けの高効率の小型過給機「A255-L」及び「A260-L」を発表した。

研究開発

2018 年の ABB Group 全社の研究開発支出は、売上の約 4.2%に相当する 11 億 4,700 万ドル（前年：13 億 6,500 万ドル）であった。

2017 年 5 月、ABB と OMT、GTT、Caterpillar Solar Turbines、CMA CGM と子会社 CMA Ships、DNV GL は、共同産業プロジェクト「PERFECt」の第二フェーズの成果を発表した。同プロジェクトは、超大型コンテナ船（20,000TEU）に LNG 燃料駆動ガス及び蒸気タービンのコンバインドサイクル発電（COGES）による電気推進システムを搭載することを目的とした研究開発プロジェクトである。

2017 年 11 月には、米国 Royal Caribbean のクルーズ船に出力 100 kW の燃料電池を初搭載し、パイロット実験を開始した。ABB は、Ballard Power Systems の PEM 水素燃料電池「FCvelocity」、コントロール、コンバーター、トランスフォーマーを提供した。

ABB は自動運航船向けの新技術の開発に焦点を当てており、2017 年に発表した船舶周辺の状況をリアルタイムで可視化する「ABB Ability™ Marine Pilot Vision」に続き、2018 年 9 月には、自動運航船向け次世代 DP システム「ABB Ability™ Marine Pilot Control」を発表した。「ABB Ability™」プラットフォームは、Microsoft Azure のクラウド機能を用いた ABB のデータ統合システムである。2018 年には、ヘルシンキ湾で同技術を搭載した自動運航フェリーの遠隔操作実験が行われた。同フェリーは ABB の砕氷型 Azipod 電気推進システムも搭載している。

## Mecklenburger Metallguss GmbH – MMG（ドイツ）

業務内容・製品：
大型可変ピッチ／固定ピッチプロペラ、省エネキャップ等の舶用大型プロペラと付属品の設計、開発、製造、販売、ベアリング、シリンダーライナー、ピストンリング、ハウジング等の舶用及び工業用遠心鋳造品の製造

本社所在地：
Mecklenburger Metallguss GmbH – MMG
Teterower Straße 1
17192 Waren （Müritz）
Germany

Tel: +49 （0） 39 91 - 73 60
Fax: +49 （0） 39 91 - 73 62 10
sales@mmgprop.de
www.mmgprop.de

企業概要・業績
ドイツ北部ヴァーレンを本拠とするプロペラメーカーMMG は、1871 年にドイツ北東部ミューリッツ湖畔で操業した鉄工所「Maschinenbauanstalt」（機械製作所）が基礎となっている。

東独時代には、ソ連のみならず、世界の造船業を支える国営プロペラメーカーとして設備を拡大し、大型プロペラの製造を行っていた。

同社は東西ドイツ再統一後に民営化され、1991 年に現在「Mecklenburger Metallguss GmbH」（MMG）に社名を変更した。当時の従業員数は 170 人、売上は約 880 万ドルであった。

1992 年に旧東独造船所のほとんどを買収したドイツ最大の造船所 Bremer Vulkan AG に買収されたが、同造船所は 1996 年に倒産、1997 年に閉鎖された。

1999 年、MMG は、旧東独の鉄鋼企業数社を買収したドイツエッセンの鉄鋼・工業持ち株会社 DiHAG Holding の子会社となった。

同社は財務情報及び詳細な企業情報を公開していないが、2015 年 1 月時点において、同社のプロペラ納入実績は 2,400 隻分、年間製造能力は約 150 基である。同社の 2014 年のプロペラ納入実績は 148 基、2015 年の受注残は 160 基、1 億 1,800 万ドル相当であった。

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

同社は、燃料消費量を 10%削減するコンテナ船、タンカー、ばら積み貨物船、クルーズ船、サプライ船、艦艇向けの最大直径 11.6m、150 トンまでのプロペラ「MMG ESPRO」、船舶のエネルギー効率を 3%向上させる省エネ型キャップ「MMG-escap」を製造している。また、ラダーメーカーVan der Velden Marine Systems と共同開発した省エネパッケージ「MMG-espac」は、プロペラとラダーの組み合わせを最適化し、燃料消費量を最大 14%削減する。

また、同社は Schottel、Rolls-Royce、MAN Energy Solutions、Scana Zamech などと協力し、ポッド用、スラスター用のカスタムメイドのプロペラを製造、提供している。

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

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

製造

同社のプロペラはドイツの本社工場で製造されている。2008 年には 3,200 万ドルを投資して設備の近代化を行った。その後も設備投資を行い、最新設備を持つ大型プロペラ製造拠点となった。設備投資総額は 8,290 万ドル（2015 年時点）である。2016 年にはレーザー技術を導入した機械加工所を開設した。

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

研究開発

プロペラ設計には、ハンブルクーハーブルク工科大学と共同開発したアルゴリズムを使用し、2,000 以上のオペレーティング・ポイントを考慮した厳密なシミュレーションが行われる。MMG はこの設計手法を「5D マルチメディア設計」と呼んでいる。MMG は、ハンブルクーハーブルク工科大学、ロストック大学、ハンブルク造船研究所、ポツダム試験水槽その他の研究機関と共同研究開発を行っている。2015 年には研究開発部門を拡張した。

## 3-3　荷役機械・甲板設備

### Cargotec Corporation（フィンランド）

業務内容・製品：
ハッチカバー、クレーン、固縄システム、RORO 設備、バルク取り扱い設備、オフショア荷役設備、港湾荷役関連機材、ステアリング・ギア、コンプレッサー等の舶用及びオフショア用荷役機械・甲板設備の開発、製造、販売、サービス

本社所在地：
Cargotec Corporation
Porkkalankatu 5
FI-00180 Helsinki
Finland

Tel: +358 （0）20 777 4000
Fax: +358 （0）20 777 4036
http://www.cargotec.com
https://www.macgregor.com/

企業概要・業績
Cargotec は、フィンランドの荷役機器及び各種クレーンメーカーで、陸上用荷役機器及び各種クレーンの Hiab、港湾用荷役車両及びクレーンの Kalmar、そして港湾及び舶用荷役装置、ハッチカバー、その他舶用関連システムの MacGregor という 3 つのブランドで構成された企業である。

同社は 2005 年に Kone Corporation が Kone と Cargotec に分離して誕生した新企業であるが、そのブランドである Kalmar は 100 年以上、MacGregor は 1920 年代、Hisb は 1944 年からの歴史を持つ企業である。

Cargotec は、世界 100 か国に支店・代理店を持ち、うち 43 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、2019 年末時点における総従業員数は、12,587 人（2018 年：11,987 人）である。主な製造拠点は、中国、韓国、ノルウェーなどである。

Cartogec の戦略的目標は、サービス分野におけるリーダーシップである。インテリジェントな荷役企業として、売上の 40%をサービスとソフトウェアから創出する。

Cargotec が 2020 年 2 月 6 日に発表した 2019 年 1-12 月期連結決算によると、2019

年の売上高は、前年比 11%増の 36 億 8,300 万ユーロであった。Hiab と Kalmar の業績は最高を記録したが、MacGregor は損失を計上した。

Cargotec の業績推移（単位：100 万ユーロ）

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 受注高 | 3,557 | 3,283 | 3,190 | 3,756 | 3,714 |
| 期末受注残 | 2,064 | 1,783 | 1,550 | 1,995 | 2,089 |
| 売上 | 3,729 | 3,514 | 3,280 | 3,304 | 3,683 |
| 営業利益 | 230.7 | 250 | 226.7 | 190.0 | 180.0 |

舶用部門 MacGregor

Cargotec の舶用部門である MacGregor は企業買収によって拡大し、現在は MacGregor、Hatlapa、Porsgrunn、Pusnes、Triplex、Flintstone のブランドを持つ。さらに 2019 年には、大手荷役システムメーカーTTS の買収を完了した。

2019 年末時点の MacGregor の従業員数は、32 か国の約 70 事業所で 2,350 人（2018 年 1,859 人）である。従業員数の増加は、TTS 買収によるものである。従業員数の多い国は、ノルウェー、ドイツ、中国、スウェーデン、シンガポール、フィンランドである。

2017 年 10 月 1 日、MacGregor は、シンガポールに本社を移転した。社長、副社長、財務及び調達部門は、シンガポールの既存の Cargotec 事務所を本拠とする。

業績

2019 年の MacGregor の新規受注は伸び悩み、TTS を除いた受注は前年とほぼ同水準であった。TTS を除く受注残は前年よりも 9%減少した。ここ数年間の状況、即ち船腹過剰による海運市況の低迷と新造商船の減少、船主による設備投資の減少、及びオフショア投資のさらなる減少などが影響し、業績は前年よりも更に悪化し、大幅な赤字となった。2019 年には、大規模なリストラが実施された。

MacGregor の業績推移（単位：100 万ユーロ）

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 受注高 | 828 | 546 | 521 | 580 | 630 |
| 期末受注残 | 883 | 598 | 487 | 530 | 633 |
| 売上 | 1,139 | 778 | 576 | 538 | 611 |
| 営業利益 | 30.1 | 18 | 12 | -4.2 | -83.3 |

TTS の買収

近年、MacGregor は競合他社及び関連企業の買収を進めてきた。2018 年 2 月には、舶用、オフショア用荷役・甲板システムの最大手メーカーのひとつであるノルウェーTTS

Group ASA のビジネスの大部分の買収を発表し、2019 年 7 月 31 日に買収手続きを完了した。買収価格は 5,790 万ユーロである。

50 年の歴史を持つ TTS は、ベルギー、ブラジル、中国、ドイツ、ギリシャ、イタリア、韓国、ノルウェー、ポーランド、シンガポール、スウェーデン、UAE、米国、ベトナムに子会社を持ち、従業員数は約 930 人である。製造は中国との合弁会社で行っている。製品の搭載実績は 9,000 隻に上る。

尚、Cargotec による買収後の縮小した TTS 本体は、造船所向けソリューション「Syncrolift」ブランドのみのビジネスを継続し、Nekkar ASA に社名を変更した。

新規受注

2019 年の MacGregor の主な新規受注は以下の通りである。

- 欧州の複数の港湾開発プロジェクト向けに総額 800 万ユーロの MacGregor 及び TTS 製品を受注。
- COSCO Shipping の船隊 1,000 隻以上に搭載された MacGregor 製品のサポート契約を受注。
- MSC の 16,000TEU 型コンテナ船 6 隻向けの貨物システムのアップグレードを受注。
- 欧州と日本向けのリンクスパン、クルーズ船アクセス装置、RORO ソリューションなど総額 1,900 万ユーロの製品を受注。
- 欧州と中国向けの上記と同様の製品総額 2,200 万ユーロを受注。
- China National Offshore Oil Corporation （CNOOC）の浮体式製造ユニット向けの係船システムを受注。

研究開発・新製品

Cargotec 全社の 2019 年の研究開発支出は売上の 2.8%に相当する 10 億 1,900 万ユーロ（前年：8 億 9,000 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。

2019 年 6 月、MacGregor は、ノルウェーKongsberg Maritime と、世界初の自動航行コンテナ船「Yara Birkeland」に自動係船システムを提供することに合意した。

同じく 6 月、MacGregor は、デジタル化された予測的メンテナンスサービス「OnWatch Scout」を発表した。

2019 年 12 月、MacGregor とノルウェーKongsberg Digital は、Kongsberg Digital のデータインフラソリューション「Vessel Insight」と MacGregor の状態監視システム「OnWatch Scout」のインターフェイスの試験に関する協力に合意した。

## 3-4　流体制御、ボイラー（バラスト水含む）

### Alfa Laval（スウェーデン）

業務内容・製品：
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、フィルター等の熱交換、分離、流体移送機器の開発、製造・販売、サービス
Aalborg ブランド舶用・産業用ボイラー、排ガス・排水処理システム、Framo ブランドオフショア向けポンプシステムの開発、製造・販売、サービス

本社所在地：
Alfa Laval Corporate AB
Rudeboksvägen 1
SE-226 55 Lund
Sweden

Tel: +46 （0）46 36 65 00
Fax: +46 （0）46 32 35 79
alfa.laval@alfalaval.com
http://www.alfalaval.com

企業概要・業績
1883 年創業のスウェーデン Alfa Laval 社は、熱交換、分離、流体移送機器の世界的大手メーカーである。2017 年には舶用油水分離機の販売開始から 100 周年を迎えた。

2019 年末時点の総従業員数は 17,497 人（2018 年末：17,228 人）、従業員数の多い国はスウェーデン、デンマーク、インド、中国、米国、フランスである。世界約 100 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。

同社が 2020 年 2 月 6 日に発表した 2019 年連結決算によると、2019 年の受注高（為替差損を除く）は前年比 2%減の 441 億 1,900 億 SEK（スウェーデン・クローナ）であったが、売上高（為替差損を除く）は同 14 %増の 465 億 1,700 万 SEK であった。営業利益は前年比 19%増の 79 億 8,900 万 SEK となった。

また、2019 年 12 月 31 日時点における受注残は、新規受注の不振を受け、前年比 9.1%減の 215 億 5,100 万 SEK となった。

2016 年の業績悪化を受け、Alfa Laval は 2016 年秋に事業再編計画を発表し、既に実施中の事業再編と合わせて年間 5 億 SEK 程度のコスト削減を目指した。

Alfa Laval の業績推移（単位：100 万 SEK）

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 39,746 | 35,634 | 35,314 | 40,666 | 46,517 |
| 営業利益 | 6,811 | 5,553 | 5,610 | 6,718 | 7,989 |
| 受注高 | 37,098 | 32,060 | 36,628 | 45,005 | 44,119 |
| 期末受注残 | 20,578 | 16,870 | 18,289 | 23,168 | 21,551 |

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

2019 年の新規受注に占める割合は、マリン部門 39%、エネルギー部門 30%、食品・飲料品部門 30%、グリーンハウス部門 1%である。

マリン部門の構成

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

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

2019 年末時点におけるマリン部門の従業員数は 3,393 人（2018 年：3,098 人）である。

マリン部門業績

マリン部門の 2019 年受注高は、好調であった前年度から減少し、前年比 25%減の 159 億 5,300 万 SEK となった。バラスト水処理装置「PureBallst」は好調であったが、新燃料の価格と入手に関する先行きの不透明感から SOx スクラバー「PureSOx」の需要は減少した。オフショア市場の長引く低迷により、ポンプシステムの新規受注も低調であった。

一方、環境製品のデリバリー増加とサービスの受注増加により、純売上高は 24.5%増の 179 億 9,300 万 SEK、営業利益も 32%増の 34 億 2,500 万 SEK であった。

新規受注に占めるサービスの割合は 31%である。

2019 年 12 月 31 日時点における受注残は、前年同期比 13%減の 114 億 4,300 万 SEK であった。

Alfa Laval マリン部門の業績推移（単位：100 万 SEK）

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 受注高 | 13,831 | 8,760 | 11,456 | 17,322 | 15,953 |
| 売上 | 14,735 | 12,125 | 10,809 | 13,583 | 17,993 |
| 営業利益 | 2,999 | 2,051 | 1,771 | 2,328 | 3,425 |
| 期末受注残 | 11,715 | 8,285 | 9,027 | 13,118 | 11,443 |

新規受注

2019 年のマリン部門の大型新規受注の例は以下の通りである。

- 3 月、ロシア Bulkship Management AS の全船隊向けに「PureBallast 3 Compact Flex」30 基を受注。
- 4 月、中国大手船社からスクラバー「PureSOx」31 基を受注。
- 7 月、トルコ Turkish Shipowners Ballast Water Treatment （BWT） Group が、UV 方式バラスト水処理装置 14 機種の中から「Alfa Laval PureBallast 3」を選んだ。受注総額 2 億 1,000 万 SEK。

製品

現在の Alfa Laval の舶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」、NOx 処理装置「PureNOx」等の環境関連システムである。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。

2009 年の発表以来、「PureSOx」は既に 250 基以上の販売実績がある（2020 年 2 月現在）。

2016 年 12 月、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）の型式承認を取得した。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た。「PureBallast」は既に 4,000 基以上の販売実績がある。

研究開発・新製品

2019 年の Alfa Laval 全社の研究開発支出は、売上の 2.3%（2018 年：2.5%）であった。部門別の配分は発表されていない。

2019 年の主な新製品は、以下の通りである。

- Alfa Laval PureNOx LS （Low Sulphur）: 低硫黄燃料を使用する EBR エンジン向けに最適化された小型の NOx 処理装置。従来機よりも 50%小型化。
- Alfa Laval PureSOx water cleaning system （WCS）: PureSOx スクラバーの柔軟性を高め、能力向上のためにセパレーターにフロキュレーターまたはメンブレンモジュールの追加が可能。ユーザーは異なるアルカリ添加物、及び真水または海水の利用が選択できる。
- Alfa Laval PureBallast 3 tanker solutions : PureBallast 3 は通常甲板下のポンプ室に設置されるが、貨物タンク内に Framo 水中ポンプなどを利用する近代的なタンカーにはポンプ室そのものがない。Alfa Laval はこのようなタンカー向けのソリューションとして、甲板上に設置可能なバラストシステムを開発した。

OptiMarin（ノルウェー）

業務内容・製品：
バラスト水処理システム「OptiMarin Ballast System（OBS)」の開発・製造・販売

本社所在地：
OptiMarin AS
Sjøveien 34
4315 Sandnes
Norway

Tel: +47（0）51 114 5 33
Fax: +47（0）51 12 31 03
info@optimarin.com
http://www.optimarin.com/

企業概要
同社は、1994 年にノルウェーのオフショア産業の中心地スタバンゲルに、バラスト水処理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。

同社は、2000 年の米 Princess Cruise 社の旅客船「Regal Princess」への業界初のバラスト水処理システム（OBS）の搭載から、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。2017 年には、設立以来初めて利益を計上した。

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。OptiMarin は、今後も代理店契約により販売・サービス網を拡大してゆく計画である。現在、米国 Goltens、ドイツ Zeppelin Power Systems 等の提携エンジニアリング企業が独占的に OBS 設置を担当している。

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

製品
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。

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 ㎥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。

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利点として強調している。

同社は、処理能力 500 ㎥／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承認されている。

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）の正式型式承認を取得した。

販売実績・業績

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 2018 年 10 月時点の 650 基（2017 年：320 基）から、2019 年末には 1,000 基に近づいている。2019 年の大型受注としては、シンガポール Asiatic Lloyd Shipmanagement LLP のコンテナ船隊向けに 30 基を一括受注した。

OptiMarin は財務状況の詳細を公表していないが、同社が 2020 年 2 月 3 日に発表したプレスリリースによると、2019 年の同社の業績は過去最高を記録した。2019 年の売上は約 3 億ノルウェークローネ（3,300 万ドル)、利益率（EBITDA）は 10%であった。システム、サービス両方の売上は倍増し、新規受注と利益も大幅に増加した。同社は 2020 年も引き続き成長を予想している。

バラスト水処理装置市場における同社のシェアは、2016 年時点で約 10%とされていたが、他社の破綻や事業撤退などからシェアはさらに拡大していると考えられる。

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

## 3-5　航海機器及びレーダー

### Inmarsat（英国）

業務内容・製品：
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等の衛星移動体通信サービスの提供

本社所在地：
Inmarsat plc
99 City Road
London EC1Y 1AX
UK

Tel: +44 （0）20 7728 1777
Fax: +44 （0）20 7728 1142
http://www.inmarsat.com

企業概要
Inmarsat 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 13 基の通信衛星を所有・運用する移動体衛星通信の最大手企業で、40,000 隻以上の船舶が同社のサービスを利用している。

当初は船舶向けの通信サービスであったが、政府機関、石油ガス開発企業、航空会社、メディア等に利用は拡大していった。

1999 年、Inmarsat は国際機関としては初めて民営化され、2005 年にはロンドン証券取引所に上場した。Inmarsat は現在世界に 60 以上の拠点を持ち、2018 年末の総従業員数は 1,825 人（2017 年：1,854 人）である。

Inmarsat のビジネス部門は、対象市場別に舶用部門、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。

全社業績

同社が2019年3月18日に発表した2018年年次報告書によると、グループ全体の2018年1-12月期の売上は前年比5.3%増の14億6,520万ドル、税引き前利益（EBITDA）も4.2%増の7億7,010万ドルであった。

Inmarsat全体の2018年のグローバル高速通信サービスGXサービス（Fleet Xpressを含む）からの収入は、前年比84.6%増の2億5,090万ドルであった。Inmarsatは、グローバルGXサービス開始後5年以内（2020年末）までに、年間5億ドルの売上を見込んでいる。

Inmarsat plcの業績推移（単位：100万ドル）

| | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 1,275.1 | 1,274.1 | 1,329.0 | 1,400.2 | 1,465.2 |
| 税引き前利益（EBITDA） | 701.0 | 726.0 | 794.8 | 731.5 | 770.1 |

2016年以降の業績には、2016年4月に提携契約を更新した米国衛星通信プロバイダーLigadoからの収入が含まれている。

舶用部門

Inmarsat舶用部門の主力製品（サービス）は、FleetBroadband（FB）、VSAT（XpressLink：XL及びFleet Xpress：FX）、Fleet Oneである。この他レガシーサービスの提供と、機器販売も行っている。従業員数は、184人（2018年）である。

2018年末時点のサービス利用隻数は、FleetBroadband（FB）が32,336隻（2017年：36,105隻）、VSAT（XL及びFX）が6,219隻（同4,332隻）、Fleet Oneが4,072隻（同3,083隻）である。旧サービスからVSATサービスへの移行が増加している。

軽ユーザー及び小型船向けの低価格サービスFleet Oneは、売上全体に占める割合は少ないが、隻数は2016年末の約1,800隻から2018年末には4,072隻、2019年12月には5,000隻以上へと大きく伸びている。

業績

Inmarsat全社売上の約40%を占める舶用部門の2018年1-12月期の売上は、長引く新造船市場と石油ガス市場の低迷により、5年連続で前年を下回る前年同期比2.6%減の5億5,280万ドルであった。税引き前利益（EBITDA）も、前年比4.0%減の4億2,900万ドルとなった。

Inmarsat 舶用部門の業績推移（単位：100 万ドル）

| | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 595.6 | 593.2 | 575.3 | 567.3 | 552.8 |
| 税引き前利益（EBITDA） | 450.4 | 459.4 | 454.8 | 447.0 | 429.0 |

新しい主力サービスである VSAT（Very Small Aperture Terminal、即ち XL 及び FX）サービスは、2016 年末の 3,028 隻から 2017 年末には 4,332 隻、2018 年末には 6,219 隻、と順調な伸びを示しており、売上も前年比 17.8%増となった。

一方、既存の主力サービス FleetBroadband（FB）は、同時期に 38,088 隻から 32,366 隻へと減少した。そのうち半数は FX サービスへのアップグレードであるが、残りの多くは他社低価格サービスへの移行である。

約 690,000 隻と見積もられる小型船を対象とした低価格サービスは比較的新しい市場であるが、近年競争が激化しており、Inmarsat は同市場向けの新サービス Fleet One などで対応してゆく。

「Global Xpress」サービス

12 億ドルを投資した Inmarsat の「Global Xpress™」（GX）グローバル高速通信サービスは、2013 年 12 月に打ち上げが成功した Ka 波帯を使用した米国 Boeing 建造の新世代衛星の第一号機「I-5 F1」（GX1）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」（GX2）も、2015 年 2 月に打ち上げが成功した。第三号機「I-5 F3」（GX3）の打ち上げも 2015 年 8 月に成功、2017 年 6 月には第四号機「I-5 F4」（GX4）、2019 年 11 月には第五号機 GX5 の打ち上げに成功した。Ka 波帯と L 波帯の両方をサポートする初の衛星となる第 6 世代衛星「I-6」シリーズも 2020 年に打ち上げが開始される。

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加速している。

2016年3月にサービスが開始された船舶向けGXサービスである「Fleet Xpress（FX）」サービスは、2016 年末までに 335 隻、2017 年末までに 2,614 隻、2018 年末までに約 6,200 隻、2019 年 12 月には約 8,000 隻に搭載されている。旧サービスからの移行も進んでいる。

世界の VSAT 市場における Inmarsat のシェアは 25%である（2108 年、2016 年：15%）。VSAT 市場は 2018 年の約 25,000 隻から 2023 年末には 50,000 隻に拡大すると予想され

ている。Inmarsat は商船以外にも、オフショア船、スーパーヨット、漁船などからの受注を見込んでいる。

2016 年に新たなディストリビューターとなった Marlink、SpeedCast、Navarino は、今後 5,000 隻以上への搭載を目指している。さらに、2017 年第 1 四半期にディストリビューターとなった Satlink も 1,500 隻以上への搭載を予定している。2018 年 7 月には、KDDI が日本の海事市場における Fleet Xpress サービスのディストリビューターとなった。

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

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

新製品

2019 年の舶用関連の新製品・サービスとしては、業界初の舶用 IoT プラットフォーム「Fleet Data」を発表した。船舶オペレーターは、船内の全データを収集、アクセスし、船舶または船隊全体の運航効率向上に活用することができる。

また、船員向けサービスとしては、Fleet Xpress の周波数帯を必要としない船舶の船内で高速 Wi-Fi 接続を提供する「Crew Xpress」を開始した。

さらに、オフショア LTE ネットワークオペレーターTampnet との合意により、北海のオフショア支援船、漁船、フェリー向けに高速 4G、VSAT Ka バンド、L バンドの接続性をひとつのパッケージに統合したハイブリッド「Fleet LTE」サービスを開始した。

Kongsberg Maritime（ノルウェー）

業務内容・製品:
旧 Kongsberg Maritime：自律型無人潜水機（AUV)、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、航海記録システム等の各種航海機器の開発、製造・販売、サービス
旧 Rolls-Royce：舶用ディーゼル、ガスエンジン、ガスタービン、スラスター、プロペラ、ウォータージェット等推進機器、関連舶用機器・システムの開発・製造・販売・サービス、船体設計

本社所在地：
Kongsberg Maritime AS
Kirkegårdsveien 45
NO-3616 Kongsberg
Norway

Tel: +47 （0）32 28 50 00
Fax: +47 （0）32 28 50 10
km.sales@kongsberg.com
http://www.km.kongsberg.com

企業概要

Kongsberg Maritime 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 Kongsberg Gruppen の海事部門の子会社である。

2014 年 3 月に創立 200 年を迎えた Kongsberg Gruppen の 2019 年の全社的な売上は、240 億 8,100 万 NOK（ノルウェークローネ)、総従業員数は 10,793 人である。

2019 年 4 月、Kongsberg は、Rolls-Royce plc.の民間舶用部門 Rolls-Royce Commercial Marine（RRCM）の買収を完了し、RRCM は Kongsberg Maritime に統合された。Kongsberg Maritime の従業員数は、3,794 人（2018 年末）から 7,212 人（2019 年末）へと増加した。

Kongsberg Maritime は、ノルウェー、英国、ドイツ、米国、カナダ、中国に 13 か所の製造拠点、世界 21 カ国に 54 の販売・サービス拠点を展開していたが、Rolls-Royce Commercial Marine の買収により、製造拠点はスウェーデン、フィンランドを加えた 8 か国に 21 か所、拠点数は 34 か国に 117 か所へと倍増した。

Kongsberg Maritime の製品は 17,000 隻、Rolls-Royce の製品は 30,000 隻に搭載され

ている。合併により、Kongsberg Maritime は最も幅広い製品・サービス群と知識ベースを持つ世界最大手の舶用技術企業となった。

業績

Kongsberg Gruppen が 2020 年 2 月 12 日に発表した 2019 年 1-12 月期年連結決算（速報値）によると、Kongberg Maritime の 2019 年の業績は、企業買収を除いた場合でも、非常に好調であった。新造船市場の記録的不況にもかかわらず、新規受注は 1 年を通じて好調で、Rolls-Royce Commercial Marine の統合と、それに伴うコスト削減も予定よりも順調に進んでいる。

2019 年第 2 四半期以降の数字は、4 月に買収が完了した Rolls-Royce Commercial Marine（CM）を含むが、2018 年の業績との比較のために、旧 Kongsberg Maritime（KM）及び旧 Rolls-Royce Commercial Marine（CM）の業績が、下表のようにそれぞれ発表されている。

旧 KM と CM は、それぞれ以下の製品・サービス部門を含む。

- 旧 KM：センサー・ロボット、統合ソリューション、グローバル顧客サポート
- CM：推進機器・エンジン、システム・甲板機器、舶用サービス

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

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| KM 売上 | 10,197 | 8,597 | 7,429 | 7,545 | 8,905 |
| CM 売上 | | | | | 7,134 |
| 売上合計 | | | | | 16,039 |
| KM 営業利益 | 1,109 | 280 | 642 | 594 | 1,091 |
| CM 営業利益 | | | | | 369 |
| 営業利益合計 | | | | | 1,460 |
| 受注高 | 9,441 | 7,940 | 7,336 | 8,884 | 15,469 |
| 年末受注残 | 6,791 | 5,137 | 4,820 | 5 739 | 12,095 |

注：営業利益（調整後 EBITDA）合計は、リストラコスト、統合コスト、事業売却コストを含まない。

2019 年の売上の部門別内訳は、センサー・ロボット 22%、CM 舶用サービス 22%、統合ソリューション 20%、KM グローバル顧客サポート 14%、推進・エンジン 13%、システム・甲板機器 9%であった。

新規受注

2019年のKongberg Maritimeの特筆すべき受注例は、以下の通りである。既にCM買収によるシナジー効果が表れている。

- 6月、ノルウェーAwilco掘削リグ向けに旧KM及びCMの多様なシステムを受注。総額3億5,000万NOK。
- 6月、ノルウェーのLNG駆動多目的貨物船向けに動力・推進システムを受注。
- 6月、米国Carnival Corporationがイタリア T.Mariottiで建造する超豪華エクスペディションクルーズ船2隻向けにDP機能付き統合ブリッジシステム「K-Bridge」を受注。
- 9月、SeaDream Yacht ClubがDamenで建造するエクスペディションクルーズ船向けにELegance アジマスポッド、Rolls-Royce Bergenエンジン、スタビライザー、ブリッジ、自動化システムを含む「Full Picture」パッケージを受注。総額1億9,000万NOK。
- VARDで建造される沿岸警備隊艇3隻向けに主にCM推進・エンジン部門の製品を受注。総額2億8,000万NOK。

新製品

2019年に発表された主な新製品は以下の通りである。

- 6月、Nor-shipping展示会にてデータインフラソリューション「Vessel Insight」を発表。
- クルーズ船、フェリー、RORO船、コンテナ船向けのコスト効率の高い新トンネルスラスター「Tunnel Thruster Commercial （TTC)」。
- 水中騒音を低減する「KONGBERG Blade Air Emission」技術を統合した民間船向けプロペラ。

Rolls-Royce民間舶用部門の買収

2018年7月、Kongsberg Maritimeの親会社であるKongsberg Gruppenは、Rolls-Royce民間舶用部門（Commercial Marine）の買収に関する基本合意に達したと発表し、買収は2019年4月に完了した。

Rolls-Royce舶用部門は、25,000基の動力・舶用システムの販売実績を持ち、同社製品は世界70か国の艦艇を含む30,000隻以上に搭載されている。また、同社設計のUT船型のオフショア船の受注実績は650隻を超える。2016年には、アジマス式スラスターの受注実績が30年前の発売以来1,000基に達した。民間舶用部門の従業員数は約3,600人であった。

2015年以来、石油・ガス市場とオフショア市場の低迷によりRolls-Royce舶用部門の業績は悪化し、Rolls-Royce全社の利益を圧迫していた。同部門は拠点数を27か所から

15 か所に縮小し、従業員も約 30%の削減を行った。一方、同部門は自動化技術、自動運航船技術では市場リーダーのひとつで、多くの共同研究開発プロジェクトに参加している。

Kongsberg による買収には、英国 Rolls-Royce plc.の子会社が提供する製品、システム、アフターサービスのビジネスが含まれるが、MTU 及び Bergen エンジンや艦艇向けビジネスは含まれない。

Kongsberg の狙いは、グローバル化する海事産業においてさらにトータルな舶用企業となって自社及びノルウェーの海事クラスターの競争力を高め、またスケールメリットを活用することである。

両社を合わせると、機器・システムの納入実績は世界中で 30,000 隻以上に上り、Kongsberg は巨大なアフターサービス市場を持つこととなった。

研究開発

Kongsberg Maritime は研究開発の優先分野として以下の 4 項目を挙げている。

①統合ソリューション

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

②デジタル化

数千個のセンサーからのデータを用いた Kongsberg Maritime の「情報管理システム」は既に 100 隻以上の LNG 船に搭載されている。また、2019 年にはデータインフラソリューション「Vessel Insight」を市場化した。

③遠隔サービス

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

④自動運航船

Kongsberg Maritime は、世界初の自律型ゼロ排出電気コンテナ船となる「Yara Birkeland」の開発プロジェクトをはじめとする自動運航船に関す約 10 件のプロジェクトに参加しており、制御システム、センサー、遠隔操作システム統合などの主要技術を提供している。2017 年 3 月には、自動運航技術開発のための自社新造調査船「Sølvkrona」の運航を開始した。さらに、2018 年には、ノルウェー大手船社 WILHELMSEN と、自律航行船のインフラ整備に関するロジスティクス

企業 Massterly 社を設立した。また、独自の自動運航船技術を持つ Rolls-Royce の買収によるシナジー効果も期待される。

提携

2019 年 10 月には、ドイツ MAN Energy Solutions と舶用共通データインフラの構築における協力に合意した。MAN Energy Solutions のデータプラットフォーム「MAN CEON」のデータ収集・送信に、Kongsberg Digital が 2019 年 6 月に発表したデータインフラソリューション「Vessel Insight」を利用する可能性を研究する。

## 3-6　船用塗料

### AkzoNobel（オランダ）

業務内容・製品：
装飾用塗料、車両用塗料、船用塗料、粉末塗料、産業用塗料、パッケージ塗料等の各種塗料の開発、製造及び販売

本社所在地：
AkzoNobel N.V.
Christian Neefestraat 2
P.O. Box 75730
1070 AS Amsterdam
the Netherlands

Tel:　31（0）205027555
http://www.akzonobel.com/

企業概要・業績
　アムステルダムに本社を置く AkzoNobel は、1994 年にオランダ Akzo が、1646 年からの歴史を持つスウェーデン Nobel Industries を買収して誕生した世界的な化学企業で、世界の塗料業界では第 3 位の企業ある（2018 年）。

　同社は、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 1904 年創業の英 International Paint 社を傘下に持つ。

　AkzoNobel グループ全体では、世界で約 33,800 人（2018 年末：34,500 人）を雇用し、150 か国で製品を販売している。

　同社の事業部門は、「Decorative Paints」（装飾用塗料）、「Performance Coatings」（産業用塗料）、「Speciality Chemicals」（化学薬品）の 3 部門体制であったが、2017 年 4 月、同社は「Speciality Chemicals」部門（従業員数 9,900 人）の売却・分割計画を発表し、11 月には株主総会の承認を得た。同部門は 2018 年 10 月に 58 億ユーロで売却された。

　これにより、同社は「Decorative Paints」、「Performance Coatings」の 2 事業部門体制となり、装飾用塗料・保護塗料ビジネスに専念する。（注：「Speciality Chemicals」部門の売却に伴い、2018 年以降の売上の数字は大幅に減少している。）

　同社が 2020 年 2 月 12 日に発表した 2019 年 1-12 月期連結決算によると、グループ

全体の売上（為替差損を含む）は、価格戦略による 4%増と企業買収による 1%増を売上量の減少による 5%減が相殺し、前年と同水準の 92 億 7,600 万ユーロであった。一方、営業利益）は 29%増の 13 億 4,100 万ユーロとなった。

**AkzoNobel の業績推移（単位：百万ユーロ）**

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 14,859 | 14,197 | 14,575 | 9,256 | 9,276 |
| 営業利益 | 1,462 | 1,502 | 1,525 | 1,037 | 1,341 |

注：営業利益は調整済 EBITDA（税引前利益に支払利息、減価償却費を加えて算出される利益）

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持ち、従業員数は約 350 人である。

舶用塗料部門

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

2019 年の Performance Coatings 部門全体の売上は、前年比 1%減の 55 億 6,300 万ユーロ、従業員数は 18,800 人（2018 年末）である。

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。舶用技術サービス担当者は 800 人以上である。同社は近年の企業情報を発表していない。

Performance Coatings 部門の売上の約 23.5%（2019 年）を占める AkzoNobel 舶用・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（2019 年）、舶用塗料市場では 2 位の市場リーダーである（2014 年）。

**AkzoNobel 舶用・保護塗料部門の売上推移（単位：百万ユーロ）**

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 1,573 | 1,458 | 1,299 | 1,291 | 1,306 |

2019 年の舶用・保護塗料部門の業績は、売上は前年比 1%増の 13 億 600 万ユーロとなった。舶用市場は依然として厳しい状況にあり、舶用部門はリストラを進めている。今後の成長分野としては LNG 市場を予想しており、製品開発とビッグデータの活用、デジタル化を促進する。

2019 年の特筆すべき新規受注としては、ノルウェーKnutsen OAS Shipping が韓国現

代重工業で建造するLNG運搬船2隻向けに「Intershield® 300」及び「Intersleek®」を受注した。

主力製品・新製品

同社の主力製品である高性能舶用塗料「Intershield 300」の1988年の発売以来の採用実績は、2016年11月に20,000件を超えた。新造船への採用実績は4,600隻以上に上る。同塗料は、2012年5月に、2013年1月発効のIMOの新基準である貨物油タンク向け保護塗料の型式承認（IMO PSPC COT）をロイズ船級協会より初取得している。

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

また、もうひとつの主力製品である防汚塗料「Intersleek」シリーズは発売以来21年間で、5,500隻への採用実績がある（2017年）。AkzoNobelは、同製品は、発売以来30億トンの舶用燃料削減と3,200トンの$CO_2$削減に貢献したとしている。

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

また、2016年9月に発売された「Intersleek 1000」は、羊毛から抽出した再生可能なバイオ原料を利用した特許技術ラニオン技術を採用した初の防汚塗料である。船舶の燃料消費量とCO2排出量を最大6%削減する。AkzoNobelは環境にやさしいバイオ原料の研究と利用を促進している。

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

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

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

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

2019年の新製品としては、耐久性の高いヨット用高性能トップコート「Awlgrip HDT（High Definition Technology)」を発売した。

研究開発、パートナーシップ

AkzoNobel全社の過去5年間の研究開発投資は、12億5,000万ユーロに上る（2019年)。全世界の研究拠点で3,000人の科学者が研究に従事している。特許数は2,900件以上である。主要研究拠点は、英国、米国、中国、スウェーデンにある。

2011年6月に稼働した英国北東部フェリングの舶用塗料研究所は、AkzoNobel最大級の研究開発拠点である。その後さらに1,200万ユーロ規模の投資を行い、2019年には研究者100人を擁する新研究所を開設した。また、2017年には、米国ヒューストンの研究拠点を拡張した。

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

2015年10月には、業界初のビッグデータを用いて船主・船社が先進防汚塗料の使用により節約できる燃料消費量と$CO_2$排出量を正確に予測するツール「Intertrac Vision」を発表した。

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

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

カーボン・クレジット・プログラム

2014年4月、AkzoNobelの舶用塗料部門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、現行の舶用塗料を、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、CO2排出量を削減し、それによりクレジット、即ち収入を得るという手法である。2014年10月時点の同プログラムへの参加企業は2船社17隻であった。

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

2016年5月には、ギリシャNeda Maritimeがカーボン・クレジット13,375ポイン

ト、6 万ドル相当を獲得した。10 月には、イタリア Grimaldi Group がこれまでで最大のカーボン・クレジット（109,617 ポイント）を獲得した。

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

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

設備投資

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

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

2016 年には、インドのウッタル・プラデーシュ州に新製造拠点を開設し、さらにムンバイ近郊 Thane に工場の建設を開始した。タイにも、ミャンマー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 人規模の新技術研究センターを開設した。

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

2019 年には、英国フェリング拠点に 1,200 万ユーロを投資した新研究設備を開設した。舶用及び石油ガス市場向けの製品の開発を行う。

## Hempel（デンマーク）

業務内容・製品：
舶用・海洋向け塗料、保護塗料、コンテナ用塗料、装飾用塗料、ヨット向け塗料、スーパーヨット向け塗料等の各種塗料及び特殊化学薬品の製造及び販売

本社所在地：
Hempel A/S
Lundtoftegårdsvej 91
2800 Kgs. Lyngby
Denmark

Tel: +45 （0）4593 3800
Fax: +45 （0）4588 5518
hempel@hempel.com
http://www.hempel.com

企業概要
J.C. Hempel により 1915 年にデンマークに舶用塗料メーカーとして設立された Hempel は、2015 年 7 月に創業 100 周年を迎えた。

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ている。現在、世界 12 か国に 15 の研究開発施設（欧州、中東、アジア、北米）、26 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。

2017 年末には、デンマーク本社に新研究所の建設計画を発表した。2018 年には、1 億ユーロを投資し、韓国及び中国の製造拠点の拡張及び新設を行っている。

2018 年末時点の従業員総数は 6,259 人（2017 年末：5,676 人）である。2018 年の従業員数増加は、ドイツの大手装飾塗料メーカーJ.W. Ostendorf（従業員数 650 人）の買収によるものである。

同社のビジネスは、舶用、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。

業績
2019 年 3 月 4 日に発表された 2017 年 1-12 月期の年次報告書によると、2018 年の売上は、アジア環太平洋市場の新造船市場の低迷、中東市場の政治経済情勢などにより、前年比 1.4%減の 13 億 4,600 万ユーロであった。

営業利益も2015年を頂点に縮小している。2016年にはドイツなど数か国で船主、船社への贈賄事件9件が発覚し、関連経費総額4,000万ユーロが発生した。2017年にも内部調査を継続した結果、主にアジア環太平洋諸国でコンプライアンス違反が数多く発見された。Hempelは CEO を含む幹部の交代などで対応しているが、デンマーク当局SØIKより課せられた2億2,000万デンマーククローネの罰金は、営業利益を圧迫する要因となっている。

同社は、J.W. Ostendorf買収により、2019年は業績の回復を見込んでいる。

**Hempelの業績推移（単位：百万ユーロ）**

| | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 売上 | 1,298 | 1,563 | 1,424 | 1,378 | 1,346 |
| 営業利益 | 129 | 158 | 130 | 115 | 90 |

Hempelは部門別の業績の詳細を発表していないが、舶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。

舶用部門

舶用塗料部門では、2018年も、引き続き世界の船腹過剰により新造船市場は低迷したが、高機能防汚塗料「HEMPAGUARD」が船体メンテナンス市場で比較的好調で、市場シェアを伸ばした。

製品

Hempelの舶用塗料の主力製品のひとつは、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®を採用した高機能防汚塗料「HEMPAGUARD」である。

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$CO_2$排出量を6%削減する。2013年9月発売の同製品の採用実績は、2014年中に200隻を超え、2016年4月には500隻、2018年5月には1,000隻を超えた。

もうひとつの主力製品は、2009年に数々の環境賞を受賞した高性能塗料「HEMPASIL X3」である。同塗料は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$CO_2$排出量を4～8%削減させ、また殺生物剤（バイオサイド）を使用していないため、海洋環境を汚染することもない。

また、貨物倉向け高性能純エポキシ樹脂系塗料「HEMPADUR」も主力製品シリーズのひとつで、「HEMPADUR Ultra-Strength 4500」は2010年に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。

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。

2015 年 4 月には、速乾性の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。

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。

2017 年 11 月には、船倉用防汚塗料「HEMPADUR Ultra-Strength Fibre 47510」を発売した。ばら積み貨物船の船倉やハッチカバー、ハッチコーミングなどの厳しい条件に耐える防食塗料で、船倉のメンテナンスコストを 40%削減する。

他の主力舶用製品としては、環境性、耐久性を向上させたハイソリッド型防食塗料「Globic」、「Oceanic」、「Olympic」シリーズがある。Globic シリーズは 2002 年の発売以来、10,000 隻以上に採用されている。

新製品

舶用塗料部門の 2019 年の主な新製品は以下の通りである。

- Atlantic+：特許技術マイクロファイバー技術を採用した強力なバイオサイド機能を持つ防汚塗料。メンテナンス間隔 60 か月。
- Globic 7000：特許技術ナノアクリル酸塩技術及びマイクロファイバー技術を採用した強力防汚塗料。全船種の運航柔軟性を向上させ、減速運航にも対応し、燃料コスト削減と排出削減につながる。メンテナンス間隔 60 か月。

# 第２編
# 欧州造船関連技術開発動向 2019

# 第 4 章　EU 助成造船共同研究開発プロジェクト

## 4-1　AIRCOAT

欧州連合（EU）の政策執行機関である欧州委員会は、船体の摩擦抵抗軽減を目指した受動型空気潤滑技術に関する共同研究開発プロジェクト「AIRCOAT」を支援している。同技術は、エネルギー削減と排出低減を実現する船体塗装分野の革新的技術となる可能性が期待されている。

開発される AIRCOAT システムは、水中において空気を封じ込めるサルビニア（Salvinia：サンショウモ科の水草）効果*にヒントを得ている。AIRCOAT 技術を応用し、水中の船体表面に薄い空気層を形成することにより、摩擦抵抗を軽減するだけではなく、船体表面と水の間の物理的バリアとなる。このため、AIRCOAT システムは、エネルギー消費量の削減に加え、船体への海中生物の付着を防ぐ効果もある。

従来の防汚型塗料と比較した場合、AIRCOAT システムは船体周辺の水中に殺生物質を排出せずに船体への生物付着を防止するという利点がある。また、同システムは船舶の放射騒音の低減にも寄与するとされている。

AIRCOAT プロジェクトの実施期間は、2018 年 5 月 1 日から 2021 年 4 月 30 日までの 3 年間である。EU が「Horizon 2020」プログラムの課題のひとつである「水上交通のエネルギー効率と排出制御に係わるイノベーション」より 530 万ユーロ（590 万ドル）の補助金を支給している。

プロジェクト・コーディネーターはフラウンフォーファー研究機構（ドイツ）の Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services（CML）で、EU 補助金から 114 万ユーロ（130 万ドル）を配分されている。科学コーディネーターは、カールスルーエ技術研究所（ドイツ）の Thomas Schimmel 教授である。Schimmel 教授は、ナノ技術の専門家で、水中空気潤滑概念のパイオニアのひとりである。この他のプロジェクト参加企業・組織は、ブレーメン市立応用科学大学（ドイツ）、ハンブルク試験水槽（HSVA、ドイツ）、Avery Dennison Materials（ベルギー）、PPG Coatings Europe（オランダ）、AquaBioTech Group（マルタ）、フィンランド気象研究所、Revolve Water（ベルギー）である。

プロジェクトでは、AIRCOAT の小型プロトタイプを開発し、同新技術の表面特性の最適化を行った後、大型船の実証実験を行う計画である。実証実験は、複数の調査船とコンテナ船 1 隻を対象とする予定である。

Fraunhofer CML は、AIRCOAT 技術は非常に大きいポテンシャルを持ち、主機の燃料消費量を 25%削減すると述べている。

*サルビニア効果は自然現象である。サルビニアは浮遊性のシダで、恒久的な空気層を持つことにより水中で呼吸し、個体の乾燥状態を保つことができる。AIRCOAT プロジェクトでは、この効果を粘着性フォイルシステムに応用し、技術が生物を模倣するバイオミメティクスの好例となる。バイオミメティクスとは、多分野にまたがる研究分野で、生物学的なプロセスを模倣する人工的なプロセス、物質、装置、システムを示す。

### 4-2 BLUE MINING（極限環境における鉱物採掘と加工に係わる画期的ソリューション）及び BLUE NODULES（深海における多金属団塊の持続性のある採掘と加工に係わる画期的ソリューション）

電気・電子部品、バッテリー、風力タービン、ソーラーパネル、機械、塗料その他の製品に用いられる貴金属への需要は世界的に増加しており、オフショア及び深海採掘への関心と投資を促進している。

EU6 か国から 19 企業・組織が参加した「BLUE MINING」プロジェクトの目的は、持続性のある海底鉱物採掘の実現である。同プロジェクトは 2014 年 2 月 1 日に開始され、2018 年 1 月 31 日に完了した。プロジェクト総コストは 1,500 万ユーロ（1,670 万ドル）で、うち 1,000 万ユーロ（1,120 万ドル）を EU が第 7 次フレームワークプログラムから拠出した。

BLUE MINING プロジェクトは、海底のマッピング、資源の発見と評価、及び採掘技術に関するツールと手法の開発を目的とした。これには浚渫及び輸送技術及び海底からの硫化物と多金属団塊の採掘の可能性に関する研究を含む。

欧州のオフショア産業と海洋研究機関は、センシティブな環境と厳しい気候条件を持つオフショアにおける石油・ガス資源の開発に豊富な経験があり、グローバルな深海採掘という課題に関しても優位性を持つと考えられている。

オランダ IHC Group の研究部門である IHC MTI が BLUE MINING プロジェクトのコーディネーターを務め、また後続プロジェクトである「BLUE NODULES」においても中心的役割を担っている。IHC は欧州有数の浚渫技術とオフショア技術の専門企業で、この分野の造船も行っている。

「BLUE NODULES」プロジェクトの目標は、多金属団塊の大水深海底採掘のための高度に自動化され、技術的持続性の高い技術を開発することである。プロジェクトは EU の「Horizon 2020」プログラムからの補助金を得ており、EU 数か国から 14 の企業・組織が参加している。プロジェクト・コーディネーターは IHC Group、プロジェクト・マネージャーはオランダ Uniresearch が担当している。

BLUE NODULES プロジェクトでは、IHC は深海採掘クローラー型走行装置「Apollo II」を開発した。このクローラーは、海中採掘装置、制御技術、接続コード、垂直輸送

システム（VTS）を持つ完全統合型採掘システムである。同 VTS、及び水深 5km までの作業が可能な小型自律型走行装置「Apollo I」は、「BLUE MINING」プロジェクトの成果である。

「BLUE NODULES」プロジェクトでは、2020～2021 年期に水深 5km の鉱床において Apollo II 及び VTS ブースターステーションの試験を行う計画である。

太平洋では、水深 5 ㎞の海底に希少金属を含む多金属団塊が存在する。深海鉱物採掘に関しては、現在国際海底機構が現在法規制を整備中であり、2021～2022 年には最終決定が行われる予定である。

### 4-3　GRENDEL（Green and efficient Danube fleet：グリーンで高効率なドナウ川船隊）

EU は、ドナウ川舟運の近代化とアップグレードを目指した大規模な国際研究プログラムを支援している。このイニシアティブの焦点は、厳格化する欧州環境規制を満たすと同時に新たな市場要求に対応する河川商船隊の構築である。

「GRENDEL」と題されたこのプロジェクトは、欧州地域開発基金（ERDF）及び EU 加盟候補国への支援制度である IPA（Instrument for Pre-accession Assistance）からの財政的支援を受けている。

GRENDEL プロジェクトには、ドナウ川流域 6 か国（ドイツ、オーストリア、ハンガリー、セルビア、ブルガリア、ルーマニア）から、ドナウ委員会を含む 12 の正式メンバーに加え、10～13 の「戦略的準パートナー」が参加している。

プロジェクトの実施期間は、2018 年 6 月 1 日から 2020 年 11 月 30 日までの 30 か月を予定している。総予算は 180 万ユーロ（200 万ドル）で、EU がその 85%を拠出している。

プロジェクトの背景には、ドナウ川で運航されている商船の船齢の高さ（40 年）が、運航効率と環境性能を阻害しているという事実がある。数か国の長年にわたる水路保守への不十分な投資が、船隊への投資レベルの低さにつながっている。

現在のドナウ川船隊は、モーターバージ約 450 隻、バージ約 1,700 隻、プッシャータグ約 370 隻から構成されており、全船舶の 75%以上を 20 社が所有している。

プロジェクトでは、ドナウ川船隊を強化し、LNG、ケミカル、バイオマス、バイオ燃料などの特殊な品質管理と輸送方法が必要な新たな輸送分野に進出することも目標としている。現行の船隊では、このようなレベルのサービスと貨物には対応できない。また、

RORO 船やコンテナ船の運航も新たなビジネス機会と認識しているが、これにも新規投資が必要となる。

将来的な環境基準となるのは、EU の産業機械向け排ガス規制である NRMM（non-road mobile machinery）ステージ V 規制である。現時点から 2030 年までの内陸水運の優先課題は、排ガス性能を改善し、現行の道路輸送（「Euro VI trucks」）及び鉄道輸送の環境規制と同等の環境水準に達することである。これが達成できなければ、陸上輸送から水上輸送へのモーダルシフトはさらに困難となる。

ドナウ川流域国は中東欧の一部を含んでいるため、EU はドナウ川船隊を西ヨーロッパの水準に近代化することを目指している。

ドナウ川の貨物輸送の近代化は、以下の主要項目に沿って公的財政支援が行われる。

①環境負荷の低減
②水上輸送のマルチモーダル化
③安全性の向上

上記の項目は、以下の 3 つの必要性に関連している。

①既存船のエンジンの交換
②船齢が高く非効率な既存船舶の新造船による代替
③内陸水路輸送の新たな市場セグメントの開発

GRENDEL プロジェクトの参加企業のひとつであるガラティ（ルーマニア）の Ship Design Group（SDG）は、グリーンな新技術とソリューションを駆使した高度なプッシャータグの新概念を開発中である。このような新概念は、船舶の機関近代化及び新造船建造への財源確保に向けた第一歩と考えられている。

これまでにも内陸水路船の効率と環境性の向上に焦点を当てた大規模な EU 研究開発プロジェクトが行われてきた。2018 年には、河川の貨物輸送のイノベーション促進を目指した「PROMINENT」プロジェクトが完了し、その前にはライン川、マイン川、ドナウ川の LNG 輸送に関するプロジェクト「LNG Masterplan」が実施された。

## 4-4　MATES

EU は、造船及びオフショア再生可能エネルギー産業のスキル戦略の開発を目指した実施期間 4 年間の国際産業プロジェクト「MATES」に対し、教育と職業訓練を促進する「Erasmus+」プログラムから支援を行っている。プロジェクトの目的は、新たな技術要求に対応するスキルと人材採用に関する調査である。造船産業とオフショア再生可能エネルギー産業は、デジタル化、グリーン化が進む知識集約型経済に対応する新たな人材と能力を求めている。

MATES プロジェクトには 8 か国から 17 企業・組織が参加し、スペイン海事技術センター（Centro Tecnologico del Mar（Cetmar）がコーディネーターを担当している。プロジェクトは 2021 年 12 月に完了する予定である。

プロジェクトでは、デジタルスキル、「グリーン」スキル、モビリティ、イノベーション管理、カリキュラム開発、「オーシャン・リテラシー」などに関する 11 件のケーススタディを用いて戦略を構築する。また、海事産業のイメージを向上させ、海事産業の長期的未来を確保、また同産業のハイテク度を効率的に伝えることも、プロジェクトの重要な目的である。

## 4-5　NAVAIS

（New advanced value-added innovative ships：革新的な高度高付加価値船）

2018 年 6 月 1 日に開始された EU 助成プロジェクト「NAVAIS」は、フランス Dassault Systemes 社の「3DEXPERIENCE*」統合ビジネスプラットフォームを用いて小型船の設計及び建造に関するプラットフォームベースのモジュラー型製品アプローチを開発することを目的としている。開発対象となる船舶は、短距離沿岸フェリー及び多目的作業船である。

NAVAIS プロジェクトの目的は、モジュラー手法を応用し、注文に応じて建造するというビジネスモデルから注文に応じて組み立てるというビジネスモデルへの移行を促すことである。これによりリードタイムの短縮、品質の均一化、設計及び製造コストの削減が可能になる。プロジェクトの究極的目標は、欧州造船業の競争力の向上である。

NAVAIS プロジェクトの実施期間は 4 年間で、2022 年 5 月 31 日に完了予定である。16 企業・組織が参加する同プロジェクトのコーディネーターは Damen Shipyards が務める。EU が、「Horizon 2020」プログラムから 650 万ユーロの補助金を拠出している。

NAVAIS が開発する革新的なプラットフォームベースの 2 つの製品群、即ちフェリー及び作業船の核となるのは、再利用が可能なモジュールのライブラリーである。大規模

な国際市場調査の結果、プロジェクトで開発されるフェリーは、バッテリーを搭載した低環境負荷の乗客400人及び車両120台の積載量を持つ両頭型フェリーのシリーズと決定された。プロジェクトでは、その「デジタルツイン」の開発も行う。

フェリー開発と並行して、幅広い顧客需要に対応するプラットフォームベースの作業船群の開発も行われている。この作業では、作業船市場で広く用いられている標準船型とスケーラブルで機能的なモジュールの分析と再設計が中心となる。

NAVAISプロジェクトのもうひとつの作業は、低環境負荷の船舶設計のガイドラインと目標を開発することである。これには排ガス量だけではなく、海洋生物に悪影響を与える懸念が近年高まっている水中放射騒音が含まれる。

*「3DEXPERIENCE」は、3D設計、解析、シミュレーション、インテリジェンスソフトウェアをひとつのインタラクティブな共同環境に統合するビジネス・エクスペリエンス・プラットフォームである。これにより全てのビジネス・エクスペリエンスとサプライヤー、造船所、船主、オペレーター、船級協会を含む海事バリューチェーンの全ステークホルダーをコネクトする。

## 4-6 QUALIFY（Enabling qualification of hybrid structures for lightweight and safe maritime transport：軽量で安全な海上輸送のためのハイブリッド構造の必要技術）

造船関係の複合材に関する3年間のEU支援プロジェクトである「QUALIFY」の究極的な目標は、接着接合されたハイブリッド（鋼材／複合材）構造の利用を促進することである。このためには技術評価、実際のオペレーション条件下の性能評価、認証ガイドラインの開発が必要となる。

複合材は軽量で、従来の鋼製の船体上部構造よりも製造上の利点が大きい。複合材の使用により、船体上部の重量を10%削減し、1～7%の省エネ及びそれに関連した排ガスの削減を実現すると考えられている。

鋼材同士は溶接されるが、鋼製船体に複合材上部構造を接続するためには、強力で安全な接続方法の新たなソリューションが必要となる。そのオプションのひとつはボルト締めであるが、この方法はコストに問題がある。もうひとつのオプションは、2種類の建材間の中間層として接着剤を用いて固定することである。

接着剤と軽量素材は、航空産業及び自動車産業では既に広く利用されている。一方、大型商船や艦艇の建造においては､このような技術と素材の利用は非常に限られている。技術標準の欠如が、この新技術導入への障害となっている。

QUALIFYプロジェクトは、ハイブリッド接続部の長期的性能に関する理解を深めることを課題としている。また、ハイブリッド接続（接着）の認証と設計に関するガイドラインの未整備を問題視している。

2020 年 7 月末に完了予定の QUALIFY プロジェクトには、11 の造船所、船級協会、技術企業、研究所の他、16 企業・組織がオブザーバーとして参加している。プロジェクト・コーディネーターは、オランダの Materials Innovation Institute（M2i)、参加造船所は Damen Shipyards Group である。接着部のサンプルの試験は、デルフト技術大学、ゲント大学、ケンブリッジ大学、Knowledge Centre WMC で行われる。

EU は、欧州地域開発基金の「Interreg 2 Seas」プログラムから 230 万ユーロ（260 万ドル）の補助金を拠出している。

プロジェクトでは、大規模な試験により、厳しい海象条件下での接続部の長期的性能に関する理解を深める。得られた情報は技術ガイドライン開発の基礎となり、結果として造船業における接着剤利用を促進すると考えられている。

プロジェクトのもうひとつの目的は、ハイブリッド接着接続部の現地モニタリングのための信頼性の高い検査と安全性管理手法の開発である。

### 4-7 RAMSSES（Realisation and demonstration of advanced material solutions for sustainable and efficient ships：持続性のある高効率船の先進素材ソリューションの実現と試験）

EU 支援プロジェクト「RAMSSES」の目的は、造船業における軽量複合材の利用促進である。

プロジェクトの主目的は、軽量素材技術の素材及び適用に関する効果と多様性を示すための試作機の開発と製造である。13 の試作機が計画されており、プロジェクト参加企業・組織が各自ひとつずつを開発する。

2019 年初頭には、フランスの艦艇建造所 Naval Group が同じくフランスの研究所 Centrale Nantes と共同で、空洞プロペラブレードの試作機の第 1 号機を完成させた。この試作機は、ワイヤーアーク方式の 3D 印刷技術（Wire Arc Additive Manufacturing：WAAM*）を用いて製造された。Naval Group と Centrale Nantes は、RAMSSES プロジェクトの革新的なプロペラブレード試作機の製造を担当している。

実寸の 3 分の 1 スケールの重量約 300kg の空洞ブレード試作機は、ステンレス鋼を用いて 100 時間以内に造形された。このブレードは、直径 6m 超のコンテナ船のブレードの試作機である。

プロジェクトでは、この設計及び製造方法により、従来の製造方法と比較して 40%以上の軽量化を実現するとしている。製造された空洞ブレードは、疲労及び浸食試験が行

われる予定である。流体力学特性は、数値シミュレーションによって評価される。

Naval Group の付属研究機関 Sirenha は、ブレードの効率と耐久性の最適化、及び放射騒音と振動の最適化の研究を行った。

実施期間が 4 年に及ぶ RAMSSES プロジェクトは、造船関連の研究開発プロジェクトとしては最大級で、12 か国から 37 企業・組織が参加し、21 件の研究開発作業を行っている。その究極的な目標は、造船業への先進素材の導入が、船舶の環境負荷を低減すると同時に造船業の競争力を強化することを実証することである。

*WAAM プロセスは、大型部品の造形に適しており、さらに複雑なジオメトリーを持つプロペラの製造を可能にする。

## 4-8 SHIPLYS（Ship LifeCycle Software Solutions：船舶のライフサイクル・ソフトウェア・ソリューション）

英国 Welding Institute（TWI）がコーディネーターを務めた SHIPLYS プロジェクトは、2019 年 8 月に完了した。プロジェクトの最大の目的は、シミュレーションとモデリング手法を活用して設計過程の合理化と向上を進めることにより、船舶設計の初期段階を効率化することであった。これにより船舶の建造コストが低減し、所要時間も短縮される。その目的は、造船及び船舶設計に携わる中小企業の競争力を向上させることである。

プロジェクトが研究対象とする主な市場要求は以下の通りである。

- 設計及び建造の時間短縮及びコスト削減に関する能力の向上
- バーチャル試作手法を用いて、より信頼性の高い船舶設計を行う能力の向上
- ライフサイクルコスト分析（LCCA）、環境性評価、リスク分析、解撤方法などの重要性を増している市場要求に対応し、競争力を強化する。

2016 年 9 月に開始された実施期間 3 年の SHIPLYS プロジェクトには、EU7 か国から 12 企業・組織が参加し、EU が「Horizon 2020」プログラムから 600 万ユーロ（670 万ドル）の補助金を拠出した。

プロジェクトの一環として、TWI は製造性能評価・最適化プログラムを開発した。その目的は、造船所による製造性能の正確な評価と、予算配分の最適化を可能にすることである。

開発されたプログラムは、多基準決定分析（MCDA）、リスク評価（RA）、ライフサイクルコスト分析（LCCA）、ライフサイクル評価（LCA）、サイトオペレーション、造船

工程管理などの数値、多分野解析技術を組み合わせている。

新プログラムのソフトウェアは、それぞれのニーズに合わせた作業内容、アプリケーションの種類、詳細レベルなどあらゆる項目のカスタム化が可能である。

プロジェクトでは、英国 TWI の研究員がスペイン造船所 Astilleros de Santander を訪問し、同ソフトウェアシステムのアプリケーションに関するケーススタディに使用するデータを収集した。

### 4-9 SkillSea（Future-proof skills for the maritime transport sector：海上輸送分野の将来的なスキル）

2019 年 1 月 1 日、欧州海運業界の従業員の将来的なニーズに対応するスキル向上を目指す 4 年間の EU 支援プロジェクト「SkillSea」が開始された。

同プロジェクトは、技術の進化に沿った業界の新たなスキル要求を特定し、その要求を満たすことを目的としている。プロジェクトでは、海運産業が、操作と制御のデジタル化や半自律運航などの進化に対応する適切なスキルと訓練経験を持つ人材を確保できるよう支援する。

欧州の海事業界団体 SEA Europe は、造船業、舶用産業、システム統合分野においても SkillSea と同様の目標を持つプロジェクトの必要性を主張し、これらのプロジェクトは結果として海運業の発展に貢献すると述べている。

### 4-10 SpaceTech4Sea

EU 欧州委員会は、海運産業の使用燃料の燃料油から LNG 燃料への移行を促すプロジェクト「SpaceTech4Sea」の総予算の 60%に相当する補助を行っている。プロジェクトでは、短距離船及び地域間運航船を主な対象とした革新的な超軽量舶用 LNG タンクの評価と製品化を目指している。

SpaceTech4Sea プロジェクトは、欧州海事漁業基金（EMFF）から 100 万ユーロ超の助成金を獲得している。その目標は最新の航空技術と新たな造船技術を組み合わせ、複合材を用いた LNG 燃料貯蔵タンクを開発することである。この新設計は、同容量の低温タンクよりも 82.5%の軽量化を実現すると期待されている。

プロジェクトの背景には、既存 LNG 貯蔵技術のコストが非常に高く、多くの船主にとって LNG 燃料導入の妨げになっているとの認識がある。

実施期間 3 年間の SpaceTech4Sea プロジェクトでは、米国 Scorpius Space Launch Company 設計の複合材製タンク「PRESSURMAXX」を船舶向けに適合させる。PRESSURMAXX は、米国 NASA を含む多くの産業における採用実績がある。複合カーボンファイバー技術により実現した超軽量小型タンクは、幅広い船種による LNG 燃料の採用を可能にする。

カリフォルニアを本拠とする Scorpius Space Launch Company は、SpaceTech4Sea プロジェクトに参加する 3 社のひとつである。他の 2 企業は、米国船級協会 ABS、及びプロジェクト・コーディネーターを務めるギリシャのコンサルティング企業 OceanFinance である。

ギリシャの ABS Global Ship Systems Center は、Scorpius が提供する設計を評価し、複合材製タンクの舶用利用に関する標準と規則を作成する。

# 第 5 章　その他の欧州国際造船技術研究開発プロジェクトの動向

## 5-1　APPROVED（Approval of engineering design models：エンジニアリング設計モデルの認証）

過去 20 年間にわたり、船級認証が可能な 3D 船舶モデルの相互利用を可能にするオープンスタンダード（公開標準）の構築と合意に関しては、海事産業内で数々の試みがなされてきたが、合意に至ることはなかった。最大の障害のひとつは、複数メーカーのソフトウェアの混在である。ひとつのソフトウェアだけでは、要求される標準を満たす製品の設計と製造に関するすべてのエンジニアリング作業を行うことは不可能である。

造船所と船級協会は、ダイレクトな 3D デジタルプロセスを用いて複数のステークホルダー間の情報交換を改善するためには、従来の設計書と評価プロセスを変更し、近代化する必要があると感じている。この結果、船級認証プロセスも迅速化する。このためにはデジタル設計モデル（DEX）の相互利用に関する業界標準が必要となる。

DNV GL の主導により、複数の造船所と船級協会がシェア可能な 3D モデルの標準を開発する共同産業プロジェクト「APPROVED」が、2016 年第 2 四半期から 2019 年半ばにかけて実施された。同プロジェクトは国際プロジェクトであるが、ノルウェーリサーチカウンシルが資金支援を行っている。

同プロジェクトは、DNV GL がプロジェクト・コーディネーターを務め、造船所とソフトウェア関連の専門性を持つ舶用設計企業がペアとして参加した。ペアを組んだ企業は、Rolls-Royce Marine（現 Kongsberg Maritime）と AVEVA、Ulstein Group とノルウェーの 3D 及び PLM*企業 Digitread（Siemens の PLM（製品ライフサイクル管理）技術を使用）、及びフランス造船所 STX France（現 Chantiers de l'Atlantique）と米国ソフトウェア開発企業 Intergraph/Hexagon である。

プロジェクトで開発された標準は「Open Class 3D Model Exchange（OCX）」と命名され、船舶設計企業、造船所、船級協会の設計情報の共有に関するオープン業界標準となることを目指している。

新標準の目的は、従来の 2D 船級図面をエクスチェンジ可能な 3D 設計モデルに置き換えることである。OCX 標準は、船級協会と造船所間の完全なデジタルデータエクスチェンジというニーズに応えるユニークな標準である。造船産業には、これまでこのような統一標準が存在しなかった。

OCX 標準の信頼性は、世界有数の船舶設計ソフトウェアシステム企業（Siemens、AVEVA、Intergraph/Hexagon）のプロジェクト参加により強化されている。DNV GL による 2020 年の OCX サービス開始を目指し、数々の試験プロジェクトが実施されている。

APPROVED プロジェクトの参加造船所は、OCX は図面作成の工数節約と設計リードタイムの短縮、及び設計評価プロセスの改善につながるとしている。

OCX は構造と船体のデジタルツインの基礎となり、将来的には配管や配線を含むデジタル艤装の基礎ともなる可能性を持っている。

Ulstein Group の設計部門は、APPROVED プロジェクトのビジョンは、さらなるコスト削減と革新的設計ソリューションの商品化の加速という同社の競争力強化目標と一致していると述べている。また、プロジェクトは、3D モデルを情報媒体として利用することにより、製造とサプライチェーンのステークホルダー間のインタラクションを強化するという同社の目標を後押しするものである。

## 5-2　CODE KILO

欧州海事業界団体 SEA Europe の支援を受け、欧州の大手造船グループ 7 社は、共通デジタルプラットフォームの開発と試験に関する協力に合意し、データ管理ソリューションと標準の統一を目指す。これらの造船グループは、ブリュッセルを本拠とする欧州経済利益団体（EEIG）である EUROYARDS のメンバーである。

現在の船内システムは、機器の状態及び船舶のオペレーションと性能に関する膨大なデータを提供している。「CODE KILO」プロジェクトの最大の目的は、これらのデータの再利用と統合により新たな価値と情報を見出し、船社、造船所、舶用企業がそれぞれの活動の最適化に役立てることである。

CODE KILO プロジェクトでは、データの完全統合により船舶のデジタル化を促進し、欧州海事セクターの持続性、循環性、競争力の向上を目指している。欧州造船所は、自らの物理的システム統合の知識を利用してデジタル統合の開発と改善を実施する。これにより IoT、ビッグデータ、人工知能（AI）などを駆使した将来的なビジネス機会を強化する。

同プロジェクトに参加している EUROYARDS 会員企業は、Chantiers de l'Atlantique（フランス）、Damen Shipyards Group（オランダ）、Fincantieri（イタリア）、Luerssen Werft（ドイツ）、Meyer Werft（ドイツ）、Naval Group（フランス）、Navantia（スペイン）である。

## 5-3　CONSORTEX（European internationalisation maritime consortia：欧州国際化海事コンソーシアム）

EU の地域開発基金は、造船業の競争力向上を目指した 2 年間プロジェクト「CONSORTEX」を支援している。プロジェクトでは、大西洋岸または欧州西部に位置する EU 加盟国 5 か国（フランス、アイルランド、ポルトガル、スペイン、英国）の中小企業の輸出向け海事コンソーシアムを構築する。

CONSORTEX プロジェクトには、舶用機器、統合システム、ブリッジ、機関室、居住区、甲板など新造船の各構造の製造を専門とする企業が参加しており、特に、クルーズ船、オフショア船、調査船、特殊目的船、艦艇など高付加価値新造船向けの動力機関を含む完全「パッケージ」の提供を目的としている。

CONSORTEX プロジェクトの 2 年間の総予算 160 万ユーロ（180 万ドル）は、EU の Interreg 大西洋地域プログラムが拠出している。

## 5-4　COOPERATIVE RESEARCH SHIPS（CRS）

オランダ海事研究所 MARIN が管理する「Cooperative Research Ships（CRS)」グループは、2019 年に設立 50 周年を迎えた。CRS は、産業間の共同技術研究開発のプラットフォームを提供している。

現在の CRS の会員数は 23 企業・組織で、研究機関、船級協会、造船所、舶用企業、試験水槽、海軍などその業種と専門性は拡大している。

CRS の年会費は 65,000 ユーロ（724,650 ドル)、新規会員の入会費は 32,500 ユーロ（36,200 ドル）である。会員になることにより、現行プロジェクトの全研究資金へのアクセスが可能となる。

各年の年次総会において、会員企業・組織は今後の研究開発プロジェクトの課題とアイデアを検討し、予算配分を決定する。プロジェクト総予算は年間 150 万ユーロ（170 万ドル）で、プロジェクトの成果は全会員企業が利用可能である。毎年平均 14 件の研究開発プロジェクトが同時進行する。

CRS が実施する研究開発活動の多様性及びアクセス性と低負担額は、多くの場合、専門の研究開発部門と十分な研究資金を持たない中小企業である会員企業にとって重要な利点となっている。

## 5-5　GONE WITH THE WIND

Damen Shipyards Group は、船舶の横方向の安定性を評価する新ソフトウェアツールの開発を目指すプロジェクトの一環として「Gone With the Wind」（風と共に去りぬ）と名付けられたプロジェクトを開始した。同プロジェクトでは、船舶の喫水線より上部に働く空力を調査する。これは、喫水線下に作用する力に焦点を当てた CFD 研究を補完する分析となる。

プロジェクトの研究課題は、横方向の強風が引き起こす船舶の横揺れに関する IMO 規則（749.18）である。その目的は、強い横風状態における過度の横揺れに抵抗する十分な安定性を船舶に持たせることである。開発されるツールは、船級協会の基準要求を満たす必要がある。

Damen は、CFD コードサプライヤーNumeca International と提携して新 CFD 手法の開発を行い、またその物理的実証実験を行う。プロジェクト・パートナーである英国サウサンプトン大学は、同大学の風洞装置を用いて Damen の高速オフショアクルー輸送船のモデルの風力試験を担当する。

## 5-6　オープンシミュレーションプラットフォーム

DNV GL は、デジタル船舶設計と協調シミュレーション向けのエコシステムの 2 年間の共同研究開発プロジェクト「Open Simulation Platform」を 2018 年に開始した。同プロジェクトでは、複雑化した統合システムとソフトウェアの問題解決を支援する「デジタルツイン」システムの効率的な構築を目指す。この目的の達成には、船主、造船所、舶用企業、下請け企業を含む全ステークホルダーの協力が不可欠であると認識されている。

プロジェクトにおける DNV GL のパートナーは、Rolls-Royce Marine の新オーナーである Kongsberg Maritime、SINTEF Ocean、ノルウェー科学技術大学（NTNU）である。同プロジェクトは、EU 諸国、中国、日本、韓国の企業・組織が参加する大規模な関連共同産業プロジェクトを含んでいるため、ノルウェー以外からの幅広いインプットも活用される。

プロジェクトで開発される成果物としては、以下が期待されている。

- オープンソースの協調シミュレーションソフトウェア「Core Simulation Environment」
- 業界標準「Marine Systems Model Interfaces」
- リファレンスモデルのライブラリー
- OSP 技術の利用と協調シミュレーションの利点を評価する 3 件のケーススタディ

## 5-7　造船産業の研究、開発、イノベーションのロードマップ

イタリア造船工業会 ASSONAVE とフランス造船工業会 GICAN は、長期的投資の優先分野に関連した研究、開発、イノベーションにおける共同戦略の構築に合意した。このテクノロジーベースの合意は、主要市場セグメントにおいてアジア諸国に対する欧州造船業の競争力強化を目指したものである。この戦略は「造船産業の研究、開発、イノベーションのロードマップ」と名付けられた。

# 第 6 章　欧州各国の造船研究開発プロジェクト

## 6-1　DIOMAR（Thick metal sheet welding by high-power diode lasers for maritime applications：高出力ダイオードレーザーによる厚型板金溶接の造船向けアプリケーション）

厚型板金溶接技術のさらなる進歩は、性能改善とコスト削減を狙う造船業と関連エンジニアリング産業の関心事となっている。ドイツ Laser Zentrum Hannover（LZH）は、Meyer Werft、Held Systems Deutschland、Laserline と共同で、船舶建造用鋼板の完全レーザー溶接工法の開発を目的とした「DIOMAR」プロジェクトを実施している。プロジェクトには、ドイツ連邦経済エネルギー省が資金を拠出している。

プロジェクト・パートナー企業は、板厚 30mm までの鋼板を対象とした新たなレーザー溶接工法を開発する。現在、板厚 12mm～30mm にはサブマージアーク溶接が利用されている。サブマージアーク溶接法は速度が比較的遅く、板金に大きな歪みが発生する。また、代替となるレーザーアーク溶接法は、エッジ処理に労力が必要で、また柔軟性に欠けている。

DIOMAR プロジェクトでは、Laserline 社が連続波振モードで最大出力 60kW の新型ダイオードレーザービームの開発に着手した。その目的は、溶接の高速化と高品質の接合部の実現である。また、エッジ加工のコスト削減と現行の接合方法よりも必要な追加材料の量を減らすことにより、全体的なコスト削減を目指す。

開発作業は、レーザー実験室と造船所試験環境で並行して行われる。この方法により、新工法の試験、評価、最適化が迅速化する。

プロジェクトの焦点のひとつは、最大 60kW という大出力レーザーの安全性の確保である。これには排出が予想させる大量の有害物質の処理が含まれる。LZH は、レーザー加工ゾーンからの有害物質排出に関する調査も行っている。

## 6-2　FSWBot（Friction stir welding, sea bottom：海底における摩擦攪拌接合）

海底パイプラインの修理、及び乾ドックを利用せずに船体修繕を可能にするロボットシステムに最新技術を統合するための研究開発プロジェクト「FSWBot」が、英国で実施されている。統合される技術は、摩擦攪拌接合技術（FSW）及び超音波非破壊検査（NDT）である。

FSWBot プロジェクトは、金属の腐食部分などの欠陥の修理を行う試作機の開発と試験を行う。パイプラインの場合、開発される FSWBot ロボットシステムにより、パイプから石油を抜かずに部分的修理が可能となる。また、船舶の燃料タンクや貨物タンクの修理、さらには乾ドック入りをせずに現場での船体の修繕にも同様のシステムが利用可能である。

英国政府が支援する同プロジェクトは、Forth Engineering が主導し、The Welding Institute（TWI）が参加している。

TWI は、造船に摩擦攪拌接合技術を導入する可能性に関する共同研究開発プロジェクトに参加した 8 企業のひとつである。

摩擦攪拌接合技術は、軽量アルミニウム及びマグネシウム構造の溶接に広く利用されている技術である。その個体特性は、高温溶接工法と比べて多くの利点がある。比較的低い融解点を持つ金属の溶接には、摩擦攪拌接合技術が適している。

以前実施された EU プロジェクト「HILDA」（High integrity, low-distortion assembly：完全性が高く歪みの少ないアセンブリー）では、摩擦攪拌接合技術が高い融解点を持つ鋼板の溶接に利用可能あることを証明し、摩擦攪拌接合ツールへの需要を促進している。

## 6-3　HERMes

ハンブルク試験水槽研究所 HSVA は、ドイツ連邦経済エネルギー省が資金を拠出する研究開発プロジェクト「HERMes」を実施した。2019 年 9 月完了の 2 年間プロジェクトの目的は、異なる海象条件下での船舶の横揺れと復原性に関するモデリングの改良と研究ツールの開発である。

横揺れの正確な予測は、船舶設計の安全性確保に不可欠な条件である。このための高精度な予測手法は、横揺れの調査振動（harmonic excitation of roll motions：HERM）特性を用いたモデル実験である。

HERMes プロジェクトでは、HSVA は、新ジャイロ型振動装置の導入、試験方法と情報処理手法の改良により、HERM 手法の改良を行った。

さらに、プロジェクトでは、計算流体力学（CFD）を用いたバーチャル HERM 試験手法を開発した。この新手法は、船舶の設計段階に利用されるツールのひとつとして、HSVA が提供するサービス群に追加された。

HSVA は現在、多様な船速におけるビルジキールのサイズが減揺特性に与える影響に関する調査に、この新バーチャル HERM 試験手法を活用している。

## 6-4　INNOship（ポーランド）

ポーランドは、造船産業における研究開発イノベーションプロジェクトに関する公的資金によるプログラム「INNOship」を開始した。最新の省エネ技術を駆使した高度船舶の設

計と建造を対象とした同プログラムは 2 年間の予定でスタートし、総予算は約 2 億 4,000 万ズウォティ（6,360 万ドル）である。また、同プログラムは、造船インフラの開発も支援する。その目的は、2023 年までにポーランド造船業の競争力を大幅に強化することである。

INNOship プログラム補助金への第一回募集は 2019 年 6 月 17 日に開始され、最終回の募集は 2019 年 9 月 16 日である。研究活動への補助金は、中小企業はプロジェクトの 70～80%、大企業は同 50～65%と、企業規模により異なる配分となっている。

## 6-5　海事研究戦略（ドイツ）

2018 年、ドイツ連邦経済エネルギー省は、2025 年までの同国の海事研究戦略の詳細を発表した。これには既に実施された「次世代海事技術」プロジェクトに代わり、「海事研究プログラム」及び「海事安全性のリアルタイム技術」という 2 件の新たな助成プログラムが追加されている。

ドイツの海事経済は、ドイツ連邦政府の経済政策において中心的な重要性を持っている。将来的な課題の解決と競争力維持を目指してこれまで実施されてきた公的資金を投入した研究開発の結果は、常にポジティブである。新プログラムでは、引き続きエンジニアリング技術、製造技術、航海技術、海事技術の 4 つの技術が研究開発の焦点となる。

従って新海事研究戦略 2025 は、多分野にまたがる以下の 4 項目から構成される。

- MARITIME.Green：環境にやさしい海事技術
- MARITIME.Smart：海事技術のデジタル化と「スマート」技術
- MARITIME.Safe：海事産業の安全性
- MARITIME.Value：海事産業の資源

2019 年初頭には、ドイツ連邦政府は、2022 年期までの海事分野の研究に対し、4,500 万ユーロ（5,020 万ドル）の追加資金の投入を決定した。

焦点のひとつとなる研究分野は「MARITIME.Green」で、海運のエネルギー転換戦略の促進を目指し、推進関連のプロジェクト数が増加する。この戦略の最大の目的は、カーボンニュートラルな「e 燃料」の開発と再生可能エネルギー源からの電気エネルギーを合成燃料に変換する技術の開発である

ドイツ連邦政府は、2011～2017 年期に欧州最大規模の海事共同研究開発活動への公的支援を行ってきた。ドイツ連邦経済エネルギー省は、同時期に実施された海事分野のプロジェクト 485 件に対し、総額 2 億 2,500 万ユーロ（2 億 5,080 万ドル）を拠出している。

## 6-6　MIMRee（Multi-platform inspection, maintenance and repair in extreme environments：極限環境におけるマルチプラットフォーム検査、保守、修理）

困難をともなうオフショア作業に適用可能な革新的ロボット技術の研究に関する産学研究コンソーシアムが、英国で結成された。

英国政府機関 Innovate UK が支援する総額 420 万ポンド（520 万ドル）のプロジェクト「MIMRee」の目的は、無人船、ドローン、クローラー型ロボットから構成されるマルチ自律システムの開発と実証である。

この野心的なプロジェクトは、ロボット工学、非破壊試験（NDT）、人工知能（AI）、スペースミッションプランニング、造船工学、航空工学、ナノバイオテクノロジーなどの分野からの専門知識を活用する。プロジェクトは、検査、修理、サービスなど一連の作業から人間の直接関与を取り除き、洋上風力発電施設の保守作業を大きく変える可能性がある。

MIMRee プロジェクトの最大の目標は、タービンブレードの検査と保守に関連する風力タービンのダウンタイム短縮とコストの大幅削減である。同時に、非常に厳しい洋上環境でブレードの検査と保守を行う要員の必要性を排除する目的もある。現在、サービス要員はロープを用いて保守作業を行っている。マルチ自律システムは、作業実施時間の柔軟性を高め、またブレード検査中にタービンを停止させる必要もなくなる可能性がある。

Welding Institute（TWI）の完全子会社で、ケンブリッジに本拠を持つ NDT 専門企業 Plant Integrity が主導するこの 2 年間プロジェクトには、産学界から 8 企業・組織が参加している。イノベーション研究所である Offshore Renewable Energy（ORE）Catapult は、洋上風力発電産業の知識、エンジニアリングノウハウ、試験設備を提供する。

プロジェクトで使用する無人船は Thales UK が提供し、現在ブリストル大学の研究員が同船に搭載するドローンシステムを開発中である。6 脚を持つクローラー型ロボット「BladeBug」は、ロンドンの BladeBug 社が開発した。プロジェクト最大のイノベーション課題は、これらのユニットをひとつのシステムに統合することである。

マンチェスター大学のチームは、ブレードクローラーロボットの配置、回収システムを開発し、またロンドンのロイヤルホロウェイ大学は AI ベースのミッションコーディネーション及び陸上データ分析システムの開発を行っている。

プロジェクト船は、風力発電施設と特定のタービンまで自律航行する。その後 Thales が開発した特殊カメラで全体的な検査を行い、ブレードをスキャンしてロボットの配置位置を決定する。搭載された複数基のドローンが母船から離陸し、ブレードのクローズアップの視覚的検査とハイパースペクトル画像撮影を行い、またブレード修理箇所へのクローラーロボットの輸送にも用いられる。

ブレードのクリーニングと表面修復は、王立美術院のロボット研究所で開発されたロボットアームが行う。エジンバラの Wootzano 社が開発した電子スキンは、ブレードの表面の「感触」からブレード表面構造の詳細なデータを収集する。

## 6-7 MODULIGHT

スペイン企業 4 社は、相互交換が可能な部品で構成されるモジュール型の小型多目的船の設計に関する共同研究開発プロジェクト「Modulight」を実施している。新設計概念は、多くの異なる種類の貨物輸送や作業を行う河川舟運が盛んで、またインフラ設備が不十分な国や地域向けの競争力のある価格設定の小型船を想定している。

Modulight プロジェクトは、スペイン北西部ビーゴの地元産業が提案し、Cardama Shipyard、Industrias Ferri、Insenaval、Galventus が参加している。Aimen 技術センターは、実証試験に用いる小型モデルを準備中である。

2018 年に開始された同プロジェクトは、2020 年に完了予定である。予算総額 138 万ユーロ（150 万ドル）のうち、900,000 ユーロ（100 万ドル）をスペインの Conecta Peme プログラムが補助している。

Modulight プロジェクトで開発される小型船は比較的シンプルな構造であるが、効率的なモジュール型、標準船型の大量建造には、適切な組立工程と高度な建造工程の開発が必要となる。船主、オペレーターにとってコスト効率の高い小型船は、造船所の需要拡大につながると予想されている。

## 6-8 ONSITE

ノルウェー造船・船舶設計企業 Ulstein は、数年前、オスロ建築デザイン学校と共同で、ブリッジの画期的設計に関する実船におけるフィールドスタディ（現地調査）を行った。

Ulstein は、このアプローチまたは方法には多くの利点があり、船舶設計の全過程に影響する可能性があると認識している。その結果、船舶設計に人中心の設計過程を組み込む方法と知識に関する研究開発を目的としたプロジェクト「ONSITE」が開始された。その概念は、運航中の実船におけるフィールドスタディと陸上における設計過程にフィードバックループを構築することである。

ONSITE 概念の実現に向けて、Ulstein は DNV GL、舶用エンジンメーカーPON Power、ノルウェー科学技術大学（NTNU）と協働している。ONSITE プロジェクトはノルウェーの「産業コンピテンスプロジェクト」（KFN）に認定され、ノルウェーリサーチカウ

ンシルが MAROFF プログラムより助成を行っている。

過去 4 年間にわたり、同プロジェクトは、厳しい運航条件下のフィールドスタディと陸上設計過程をリンクするフレームワーク、手法、ソフトウェアツールを開発してきた。船舶設計とフィールドスタディ手法の両方に関する訓練を受けた設計者が実施したフィールドスタディの結果は、船舶設計の全過程に統合された。

ONSITE プロジェクト参加企業・組織は、現場の情報が設計過程に有効に反映される方法を改良し、さらに改善された船舶設計のためのプラットフォームを構築した。

## 6-9 オープンイノベーションプログラム（イタリア）

2019 年 6 月、Fincantieri とイタリアのナショナルリサーチカウンシル（CNR）は、イタリア政府インフラ交通省が支援する造船イノベーションプログラムで実施された 6 件の分野横断型研究開発プロジェクトの成果を発表した。

この 6 プロジェクトにおける Fincantieri と CNR の研究パートナーは、エンジニアリング、情報通信技術（ICT）、素材、エネルギー技術、輸送分野のイタリア組織及び 3 大学（ジェノバ、トリエステ、ローマサピエンツァ）であった。6 プロジェクトの科学コーディネーターは、CNR が務めた。

実施された 6 プロジェクトとその研究内容は以下の通りである。

- 革新的な発電システム：燃料電池装置が電力の一部を供給する船舶の電気システムと電力網の基本設計
- 高効率：船舶のエネルギー効率向上に最も有効な戦略の評価のための実証されたソフトウェアと計算モデル
- E キャビン：カスタム化されたサービスとアプリケーションを自動的に提供する環境的及びウェアラブルなセンサーを搭載した「インテリジェント」なキャビンのプロトタイプ、及びエネルギー回復のための新エネルギー「ハーベスティング（収穫）」技術
- E ナビゲーション：拡張現実（AR）技術を利用した航海士の意思決定支援システム
- 安全性プラットフォーム：乗客の転落時などに利用する自動ドローンの配置などの船内の物理的安全性を高めるシステム
- PiTER：船内で発生した廃棄物からのエネルギー回収の統合モデル

プロジェクトの成果は、Fincantieri の将来的なクルーズ船建造において船主要求に対応する能力の向上に役立つとされている。

2019 年 6 月のプロジェクト関連データの発表に続き、新たな研究開発プロジェクト「TECBIA」が開始された。新プロジェクトは、中小型新造船の発電システムの一部を燃料電池で補うことを目指している。Fincantieri のプロジェクト・パートナーは、同グループの研究部門 CETENA、及び CNR、ジェノバ大学、ナポリ大学、パレルモ大学である。

Fincantieri は、研究開発活動の継続は、ターゲット市場における同グループの世界的地位を維持するために不可欠であると述べている。同グループの 2018 年の研究開発予算は、連結利益の 2.2%に相当する 1 億 2,200 万ユーロ（1 億 3,600 万ドル）であった。

## 6-10　大型アルミニウム構造のロボット溶接

アルミニウム製船舶の設計と建造におけるノルウェー造船業の競争力強化を目指した研究開発プロジェクトがノルウェーで開始された。その背景には、賃金と物価の高いノルウェーの造船所がグローバル市場で競合するためには、製造における自動化工程への依存度を高める必要があるとの認識がある。

「大型アルミニウム構造のロボット溶接」と題された同プロジェクトは 2019 年夏に開始され、実施期間は 4 年間である。ノルウェーリサーチカウンシルが、プロジェクト総予算の 80%を拠出している。

同プロジェクトは、リサーチカウンシルが支援する「ビジネスコミュニティーのコンピテンスプロジェクト」のひとつである。これらのプロジェクトは、ノルウェー企業及び産業の新たな知識として必要性を特定された課題をベースとしている。

アルミニウムの溶接は、鋼板溶接と比べて難易度が高い。自動車産業ではアルミニウム溶接工程のロボット化が進んでいるが、造船産業への導入は遅れている。類似したユニットの大量生産を行う自動車産業と異なり、少数のシリーズ船または 1 隻のみを建造する造船業では、造船所へのロボット化された溶接システムの設置には困難が伴う。

ノルウェーにおけるアルミニウム船の建造促進を目的とした同プロジェクトは、大型船建造所だけではなく、小型船建造所への利益ともなる。経済的に苦しい小型船造船所が協力し、船型の標準化を進めるべきであるとの提案もなされている。

このロボット溶接プロジェクトは、ノルウェー科学技術大学（NTNU）が主導し、Hydro、Leirvik、Norsk Aluminium、Digitread が参加している。NTNU は、プロジェクトに幅広いロボット、ロボットツール、ビジョンシステムを持つ大規模なロボット研究室を提供している。

# 第７章　欧州各国の造船業及び造船技術の動向

## 7-1　概況

業界情報によると、2018 年の世界の造船量はピーク時の 2010 年と比較して 40%低下し、受注残も縮小している。造船業への圧力の増加とともに、多くの政府、特に中国と韓国は市場介入が必要であるとし、自国造船業と関連産業を守るための直接的、間接的な補助金その他の保護主義的政策を打ち出している。

欧州の大型造船所はクルーズ船や艦艇などの高付加価値船の建造に特化しているが、グローバル市場では欧州造船所のコアセグメントへもアジア勢の進出が増加しており、欧州造船所は危機感を強めている。かつては欧州造船所の得意分野であった欧州船主向けの ROPAX フェリーと RORO 貨物船建造は、既に中国造船所が独占している。

**欧州造船業：新造商船の竣工量（2018 年）**

| 国名 | 隻数 | 総トン数<br>（1,000GT） | 標準貨物船換算トン数<br>（1,000CGT） |
|---|---|---|---|
| イタリア | 7 | 477 | 520 |
| ドイツ | 9 | 463 | 428 |
| フランス | 10 | 361 | 332 |
| スペイン | 38 | 225 | 186 |
| ルーマニア | 33 | 142 | 196 |
| フィンランド | 3 | 138 | 152 |
| ポーランド | 34 | 57 | 133 |
| オランダ | 29 | 47 | 87 |
| クロアチア | 13 | 17 | 46 |
| その他 EU | 37 | 28 | 77 |
| EU 合計<br>（EU28 か国） | 213 | 1,955 | 2,157 |
| | | | |
| トルコ | 64 | 113 | 221 |
| ノルウェー | 23 | 57 | 107 |
| ロシア | 18 | 92 | 122 |

出所：SEA Europe／IHS Fairplay

（注：欧州造船所を載貨重量トン（DWT）ではなく総トン（GT）でランキングした場合、クルーズ船、特殊目的船など載貨重量の少ない高付加価値船の建造が多いことがわかる。標準貨物船換算トン（CGT）は、工数と相互関係のあるトン数と工事量を示すために利用される。）

欧州造船業：新造商船の新規受注量（2018 年）

| 国名 | 隻数 | 総トン数（1,000GT） | 標準貨物船換算トン数（1,000CGT） |
|---|---|---|---|
| イタリア | 20 | 1,693 | 1,882 |
| ドイツ | 9 | 618 | 553 |
| フランス | 6 | 178 | 165 |
| ルーマニア | 14 | 138 | 245 |
| スペイン | 30 | 112 | 173 |
| フィンランド | 1 | 112 | 118 |
| ポーランド | 22 | 58 | 107 |
| オランダ | 28 | 51 | 93 |
| クロアチア | 8 | 38 | 86 |
| その他 EU | 23 | 38 | 100 |
| EU 合計（EU28 か国） | 161 | 3,035 | 3,523 |
| | | | |
| ロシア | 23 | 317 | 263 |
| トルコ | 79 | 174 | 353 |
| ノルウェー | 26 | 64 | 115 |

出所：SEA Europe／IHS Fairplay

欧州造船業：新造商船の受注残（2018 年 12 月 31 日現在）

| 国名 | 隻数 | 総トン数（1,000GT） | 標準貨物船換算トン数（1,000CGT） |
|---|---|---|---|
| イタリア | 54 | 4,387 | 4,705 |
| ドイツ | 30 | 2,139 | 2,057 |
| フランス | 20 | 1,732 | 1,586 |
| フィンランド | 7 | 1,247 | 1,127 |
| スペイン | 69 | 661 | 620 |
| ルーマニア | 45 | 456 | 664 |
| クロアチア | 28 | 418 | 410 |
| ポーランド | 67 | 251 | 424 |
| オランダ | 75 | 190 | 316 |
| その他 EU | 52 | 109 | 245 |
| EU 合計（EU28 か国） | 447 | 11,591 | 12,154 |
| | | | |
| ロシア | 113 | 1,055 | 1,002 |
| トルコ | 172 | 389 | 733 |
| ノルウェー | 44 | 89 | 187 |

出所：SEA Europe／IHS Fairplay

パリを拠点とするシップブローカーBRS Salles によると、2018 年の欧州造船所の新造船受注隻数は前年比で 37%増加している。2017 年の新規受注隻数は 77 隻、2018 年

は 101 隻である。受注が多い船種は、クルーズ船（36 隻）、小型乾貨物船（30 隻）、旅客フェリー及び ROPAX フェリー（21 隻）である。

クルーズ市場の成長と欧州のクルーズ船建造と技術の優位性は、2018 年の 36 隻に上る新規受注からも明らかである。受注実績は、2017 年が 30 隻、2016 年 25 隻、2015 年 21 隻、2014 年 16 隻、2013 年 10 隻、2012 年 4 隻と順調に伸びている。

クルーズ船建造分野の 3 大造船所（Fincantieri、Meyer Group、Chantiers de l'Atlantique）が 36 隻のうち 20 隻を受注し、2027 年までの手持ち工事量を確保している。その他 16 隻のクルーズ船は小型のエクスペディション型クルーズ船で、他の欧州造船所 8 社が受注している。

ドイツの造船業界団体 VDMA は、世界の造船市場が伸び悩む中、欧州造船所は 2019 年第 1 四半期に 31 隻の海洋船を受注したと報告している。2018 年同期の新規受注実績は 38 隻であった。

**欧州主要造船所の受注残（2019 年 1 月 1 日現在）**

| 造船所／造船グループ | 総トン数（GT） | 隻数 |
|---|---|---|
| Fincantieri | 4,370,396 | 55 |
| Meyer Group | 3,005,932 | 19 |
| Chantiers de l'Atlantique | 1,571,718 | 10 |
| Flensburger | 302,880 | 7 |
| MV Werften | 240,000 | 3 |

注：欧州大型造船所の建造船種に関しては、載貨重量トン（DWT）ではなく、総トン（GT）が工事量を正確に表している。

欧州の造船・舶用産業は、300 か所以上の造船所と 22,000 社以上の舶用企業で構成され、約 900,000 人を雇用している。年間売上高は約 1,120 億ユーロ（1,250 億ドル）である。欧州の大型船の主要造船国であるイタリアとフランスが、造船と関連産業の売上の大部分を占めている。

水上輸送技術プラットフォーム

EU 助成プログラムである水上輸送技術プラットフォーム（Waterborne Technology Platform）は、EU 及び各国政府を含む欧州海事産業の全ステークホルダー間の継続したダイアローグの媒体を提供している。その目的は、将来的な研究開発の方向性と必要な資金の確保と配分である。欧州造船舶用業界団体である SEA Europe が、同プラットフォームの事務局となっている。

2019 年 1 月、水上輸送技術プラットフォームは、EU 欧州委員会に新研究開発戦略を

提出した。新戦略には、水上輸送セクターが直面するグローバル及び社会的課題とニーズ及びビジネス機会に関する戦略を含んでいる。その目標は、2050 年までに海運及び関連産業から有害物質の排出をゼロにするための技術と概念の開発である。

このような目標達成には、海事産業の研究開発への多額の投資が必要であると、SEA Europe は述べている。さらに、欧州委員会と EU 加盟国は、十分な財政的インセンティブと研究スポンサーシップにより産業を支援する必要がある。水上輸送技術プラットフォームのステークホルダーは、今後の EU 助成研究開発プログラム「Horizon Europe」及びその他の公的資金を投入したプログラムに、海事産業が「適切に」含まれることを主張している。

SEA Europe によると、欧州海事産業は全体として年間売上の約 9%を研究開発イノベーション活動に充てている。また、高スキルを持つ人材への投資も行っており、従業員の 80%は技術大学または専門学校の職業訓練を受けている。

2019 年 6 月には、SEA Europe は、グローバル市場の状況を踏まえ、欧州海事産業への EU 支援の必要性に関するステートメントを発表した。SEA Europe は、中国の「メイドインチャイナ 2025」戦略をはじめとする世界の保護主義の台頭が、高付加価値船舶を建造する欧州造船舶用産業に及ぼす影響を危惧している。SEA Europe のステートメントは、今後の政府及び EU の海事産業政策に影響を与えることが期待されている。

同ステートメントでは、欧州海事技術産業の競争力を維持し、社会的課題に対応するためには、船舶建造工程のデジタル化、自動化、自律化技術のさらなる進化が必要であり、そのためには研究開発イノベーション活動への多額の投資が不可欠であるとしている。さらに、造船所及び舶用メーカーの既存及び将来的な従業員の教育と訓練に関する有効なフレームワークの構築も優先課題となっている。

自律航行船の運航は、欧州企業が最先端の開発者としての地位を維持し、また国際規制環境がそれに対応して整備された場合、将来的に欧州海事技術セクターの競争力強化の追い風となるポテンシャルがある。

また、欧州海事技術産業に有利となる国際的な知的財産（IP）保護及びデータ保護、サイバーセキュリティーなどに関する公正な市場環境が整備された場合、水上輸送及び情報通信技術産業は欧州の競争力を強化する。同時に、SEA Europe は、複雑な情報通信技術統合に関する専門性を維持できた場合、欧州造船業は現在アジアで建造されている標準船型市場でも競争力を回復することができると予想している。

水上輸送セクターでは、自動化プロセスと意思決定支援システムを持つ船舶から完全自律航行船への移行が徐々に進む。このためには、遠洋、沿岸、内陸水路、港湾、オフショアなど異なる状況における自律船と陸上局及び規制当局間の高度な通信システムの

開発が必要である。

SEA Europe は、欧州委員会によるインフラ投資プログラム「Connecting Europe Facility（CEF）」の 2020 年以降の延長を支持している。次期プログラムは、2021～2027 年期をカバーする。

SEA Europe は、水上輸送セクターの課題への CEF プログラムの予算配分の増額を求めている。また、補助金は、欧州の付加価値を高め、社会経済的なコスト効果の高い課題に関するプロジェクトのみに配分されるべきであると主張している。

SEA Europe は、欧州の納税者による公的資金は、既に多額の政府その他からの各種補助金と有利な条件の資金へのアクセスを享受しているアジア諸国の企業ではなく、船主による新技術導入を促進し、欧州海事技術への恩恵となるプロジェクトに使われるべきであると述べている。

SEA Europe は、EU の CEF 資金を利用したプロジェクトにおいて、欧州船主が短距離 RORO 船を中国造船所に発注した複数の事例があると指摘している。また、欧州船主による韓国造船所への LNG バンカー船発注など、EU 補助金が海外の新造船建造に利用された例もある。

SEA Europe は、CEF プログラム助成プロジェクトが最低 40%の欧州の製品を含めることを提案している。

SEA Europe は、CEF プログラムを通じた EU の補助金は、環境に優しい高度船舶と舶用機器及び革新技術の開発により、欧州海事技術産業のグローバル市場における優位性を維持するために利用されるべきであると述べている。

また、SEA Europe 事務局長の Christophe Tytgat 氏は、政府は環境及びエコロジー問題に関する世論動向に寄り添うべきであるとし、欧州委員会の「A Clean Planet for All」戦略を支持している。2019 年 2 月には、EU 加盟国政府は、国民と若者の気候変動への懸念と温室効果ガス削減に対する要望に真剣に取り組むべきであると強調している。

同氏は、現在、水上輸送セクターは「Horizon Europe」などの研究開発支援プログラムからの助成金を以前よりもさらに必要としており、2050 年までにゼロ排出を実現するためには公的支援が不可欠であると述べている。これにより、欧州造船所と欧州舶用メーカーが、イノベーションにおいてグローバル市場でアジア諸国に対して競争力を維持することが可能となる。また、革新的な船舶設計と船型、及び舶用機器、システム、技術は、気候変動との戦いにおける重要性をさらに増している。

イタリアとフランスの協力

イタリアとフランスの海事産業団体 ASSONAVE と GICAN は、商業的、社会経済的な理由だけでなく、欧州の防衛とセキュリティーの長期的利益のために、産業の将来を見据えた共同戦略の必要性を強調している。両団体は、欧州造船業及び舶用技術の高付加価値船をはじめとする特定分野におけるグローバルな優位性は、アジア諸国からの脅威に晒されていると感じている。

両団体は、高度船舶市場における欧州の優位性の維持には、研究開発イノベーション活動に対する絶え間ない投資が必要であるとし、このような投資は将来的な競争力向上に焦点を合わせるべきであると述べている。両団体は、これらの投資に対する「政府の強力な支援」を要請している。

アジアとの競争において優位性を維持するために、両団体は今後 10 年間とその先を見据え、最大の投資を行うべき優先課題と技術を以下の 5 分野に特定している。

- 「グリーン」シップ：低環境負荷の船舶のための効率的で持続性のあるソリューション
- 「スマート」シップ：船内システム、安全性、セキュリティーを向上させる効率的な技術の導入
- 自律航行船：完全な自律航行船への移行
- 「スマート」オフショアインフラ：「ブルーエコノミー」の開発を可能にするソリューション
- 「スマート」ヤード：全造船工程の生産性、品質、安全性の向上のためのソリューション

各分野では、2030 年と 2050 年時点において必要な技術と技術的目標が設定されている。

ASSONAVE と GICAN が作成したロードマップは、現在進行中の EU 第 9 次フレームワークプログラム及び欧州防衛基金が支援する研究開発プロジェクトなどの欧州全体の課題に沿ったものである。

このフランスとイタリアの共同ロードマップは、イタリア Fincantieri グループとフランス Naval Group の業務提携に代表される両国の民間及び軍事企業の協力関係への新たな機会を提供している。両国産業の関係は、Fincantieri によるフランスの最大手造船所 Chantiers de l'Atlantique の過半数株式の買収計画によりさらに強化されている。

ASSONAVE と GICAN は、欧州全体の野心的な共同研究開発イノベーション計画の構築を目指し、自らのロードマップを他の欧州海事産業団体にも適用することを提案している。

ASSONAVE の Vincenzo Petrone 会長は、このロードマップの決定は、欧州造船産業のグローバルレベルにおける優位性を、欧州規模の組織に反映させるための第一歩となると述べ、EU 欧州委員会が、欧州造船業の優位性の維持と向上のために、研究開発イノベーション活動に政治的関心と資金を投入することを求めている。また、産業の規模にかかわらず、アジア諸国の造船所と民間、軍事両市場で競合するためには、欧州造船業はさらなる再編と規模の拡大が必要であるとしている。

2018 年に発表されたイタリア Fincantieri とフランス Naval Group の提携計画に続き、2019 年 6 月には両企業は 50%50%の合弁企業の設立を発表した。「ポセイドンプロジェクト」と名付けられたこの合意は、艦艇建造に関する協力体制と「さらに効率的で競争力のある欧州造船業」への第一歩となるとされている。

同合意は両社の艦艇建造における 20 年間の協力に基づき、その中心となるのはイタリアとフランスのフリゲート建造プログラム「FREMM」である。

新合弁会社はジェノバ（イタリア）を本拠とし、オリウル（フランス）に子会社を置く。その主な目的は以下の通りである。

- 両企業のベストプラクティスの共有
- 特定分野における共同研究開発活動
- 調達過程の最適化
- イタリア、フランスの軍事プログラム及び輸出市場における共同入札
-

Fincantieri と Naval Group は、両社とも本質的には国営企業であるが、民間企業として機能している。イタリア、フランス両国政府は、今回の合弁会社設立に大きく関与した。両社の合同発表では、今回の合意は国家財産を保護しながら両国の協力関係を促進するものであり、両国海軍への利益と共同輸出政策への支援を確保、さらには欧州防衛産業の統合への布石となると述べている。

Naval Group は、国内外の海軍市場のビジネス機会開拓においてフランス最大の造船所 Chantiers de l'Atlantique と既に協力関係にある。同グループは、2019 年 2 月、オランダの造船・舶用技術企業 Royal IHC とオランダ海軍の潜水艦新造プログラムの入札におけるコアパートナーとなることに合意した。

欧州技術動向：デジタルツイン

船級協会、船主、船社は、さらなるデータ処理と分析のために船舶のデジタルデータ収集への関心を高めている。このようなデータ交換には、知的財産（IP）の保護が必要となる。

既に船主に送られているデジタルモデルが、「デジタルツイン」作成の基礎となる。このモデルの利用は、関係者がモデルのシェアに同意した場合、船舶の開発、建造、オペレーションに係わる全利害関係者（ステークホルダー）への利益となる。

デジタルツインは、各ステークホルダーに以下のような可能性を提供する。

- 船舶運航企業：船舶の運航、管理、保守の効率を向上
- 船級協会:船舶の状況の遠隔評価や予測的保守などの新たな付加価値のあるサービスを開発
- 造船所：スペア部品配送サービスの提供、収集されたオペレーションデータの分析により次世代船設計を改善、最適化
- 旅客船運航企業:データをマーケティング及びプロモーションツールとして利用（船舶の「バーチャルツアー」など）

必要な技術ソリューションの大部分は既に利用可能であり、造船所、船主、船級協会は、デジタル化への課題解決に向けた共同アプローチに合意する必要がある。

## 7-2　クロアチア

造船業は、クロアチアの重要な工業セクターである。近年の造船不況以前には、造船業はクロアチアの国民総生産（GDP）の 0.8～1.8%、輸出の 10～15%を占めていた。また、直接雇用の 2～5%、下請け企業を含めると 10%近くを占めていた。特にイストリアやスプリットなどの地域では、造船業は大雇用主であった。

ごく最近の 2015 年時点では、クロアチアの造船所の新規受注は 44 隻、17 億 5,000 万ドル相当に上り、商船建造では欧州第 2 位、世界第 10 位であった。

しかしながら、クロアチア造船業は明確なビジョンと長期的政策を欠いており、これは設備投資や研究開発投資の不振に表れている。2018 年以降、特に大型船建造所を含む造船業の多くは危機的状況にある。造船所の大部分は非効率的で収益性がなく、公的資金を浪費している。国家補助は、政府が今後の造船政策を決定するまで最低限に縮小または中止されている。

Uljanik Group の経営破綻

商船建造（DWT ベース）ではかつて欧州三大造船国であったクロアチアの造船業は、近年ランキングを大きく下げている。2019 年 5 月 13 日には、クロアチア最大の造船グループで、プーラとリエカの造船所（3 Maj Shipyard）を傘下に持つ Uljanik Group が破産申請を行った。Uljanik は銀行融資を返済することができず、従業員、下請け企業の給料、メーカーへの支払いも不可能となり、貴重な受注もキャンセルされた。

2019年7月4日、リエカの3 Maj Shipyardの破産手続きを開始するか否かを決定する公聴会が開かれたが、決定は8月に延期された。この延期により、債権者は同造船所の口座の凍結を解除すると予想されている（2019年7月現在）。

クロアチア政府は、3 Maj Shipyardが重要なセーリングクルーズ船プロジェクト（Flying Clipper）などの既存受注を完成させるための救済策を検討中である。同政府は、Uljanikと3 Maj Shipyardの両造船所に関して、中国との協力に合意することを望んでおり、2019年5月には中国ミッションが両造船所を訪問した。その前には、クロアチアのもうひとつの大型造船所Brodosplitが、イタリアFincantieriと協力して、苦境にあるUljanik Groupを再編する提案を申し出ている。

クロアチア政府が検討中の造船業支援策のひとつは、造船基金保証制度（Shipbuilding Fund Guarantee Facility）である。これは大小全ての造船所を対象とした基金で、ドイツ、フィンランド、ポーランドなど他の欧州諸国に類似した制度がある。クロアチア造船業は、欧州投資銀行（EIB）のグリーンシップ保証プログラムからの資金を調達することも可能である。

業界アナリストの意見としては、クロアチアの造船業はアジアと競合する中型商船（タンカーを含む）の建造から、さらに複雑で特殊な船種の建造にシフトするための再編が必要である。

Brodosplit

クロアチア造船業におけるポジティブな動きのひとつは、Brodosplit造船所の新戦略である。同造船所は、既にエクスペディション向けの砕氷型クルーズ船などの高付加価値船の建造に移行している。また、イタリアFincantieriとの密な協力関係を構築している。

BrodosplitとFincantieriの協力関係は、Fincantieriが受注した大型クルーズ船3隻向けにBrodosplitが超大型船体ブロック（グランドブロック）3基を製造した2014年から始まっている。現在両社の業務及び技術提携契約は2025年まで延長されており、Brodosplitは複数基のグランドブロックの追加受注も獲得している。Fincantieriとの提携によるBrodosplitの年間収入は、約5億クーナ（6,700万ドル）と見積もられている。

Fincantieriとの契約のひとつでは、Brodosplitは配管、電気ケーブル、その他の部品が搭載された1,200トン以上の鋼製セクションを複数基建造し、2019年上半期に引き渡した。もう1件の契約では、船首セクションを建造する。

## 7-3　フィンランド

フィンランドの海事クラスターは、2,000 社以上の企業で構成されている。年間売上高は、約 105 億ユーロ（117 億ドル）であった 2000 年代末の低迷時期から、現在では年間 140 億ユーロ（156 億ドル）前後に回復している。

近年の業績回復の大きな要因は、ドイツの Meyer ファミリーに買収されたフィンランド最大の造船所 Turku の商業的成功である。現在大型クルーズ船の建造に特化する Meyer Turku は、ハイエンドの造船のイノベーターとしての地位を固めることに成功した。同造船所は、信頼できる下請け企業の効率的なネットワークと高いプロジェクト管理能力を持つ「マスターコーディネーター」として知られている。現在、手持ち工事量は 2024 年まで確保されている。

フィンランド造船業の復活に貢献したもうひとつの企業は、2014 年の韓国による STX の閉鎖後、フィンランド船主と投資会社のグループにより買収され、事業再編を行ったラウマ造船所である。企業名が Rauma Marine Constructions（RMC）となったラウマ造船所は、2019 年 5 月に同社史上最大の受注を獲得した。これは受注額 2 億 5,000 万ユーロ（2 億 7,870 万ドル）のエストニア向け ROPAX フェリーである。

Meyer Turku、RMC 両造船所は、LNG 燃料への転換を促進しており、近年の新造受注の大部分はデュアルフュエル型推進機関の搭載を指定している。

ResponSea イニシアティブ

2018 年にフィンランド海事産業が開始した新イニシアティブ「ResponSea」は、同国の大手造船所と舶用エンジニアリング企業を含む新パートナーを増やしている。ResponSea を通じ、フィンランド海事産業は製品とサプライチェーンの「持続可能性」（サステナビリティ）を促進し、参加企業が成果をシェアする密接な協力関係を構築することを目指している。

ResponSea は、海運と造船の環境負荷の軽減、サプライチェーンの持続性の監視、「循環経済」とライフサイクル効率の改善に焦点を当てている。

ResponSea の作業方法としては、各社が選択した分野のサステナビリティの改善を実施し、その進捗状況と結果を ResponSea の他のメンバーに報告する。例としては、Meyer Turku は、2021 年までに同社のエネルギー消費量を 2017 年レベルの 4%削減することを目標としている。

ResponSea イニシアティブは、国連の持続可能な発展目標に準じるものである。国連の目標は、フィンランド政府の「フィンランド社会の持続可能な発展へのコミットメント」（コミットメント 2050）政策に盛り込まれている。これにはカーボンニュートラル

な社会、資源を有効活用する経済を含む 8 件の目標が設定されている。

造船所のインテグレーター機能

造船所は、設計過程の複数のパートナー間のインテグレーターとしての機能が増加している。これには高効率で有効なソフトウェアが必要となる。米国とドイツの PLM 専門企業 PROSTEP とフィンランドの舶用ソフトウェア企業 NAPA の事業提携により、Meyer Turku 向けの船舶設計ソリューションの開発プロジェクトが完了した。Meyer Turku は、ドイツ Meyer Werft のフィンランド造船子会社である。

NAPA と PROSTEP は、それぞれのノウハウを結集し、3D モデリングソフトウェアシステム NAPA Designer と Meyer Turku の CAD システム のインターフェイスを開発した。開発された CAD ソリューションは、同造船所の建造工程の時間短縮と効率向上を実現したと報告されている。

この成功に続き、NAPA と PROSTEP は PLM ソフトフェアと CAE インターフェイスの開発、及び PLM コンサルティングの分野における協力関係を深めることに公式に合意した。これは造船におけるシステム統合の需要の拡大に対応した動きである。

PROSTEP は以前にも Meyer Turku と協力し、船体設計と艤装における異なる CAD ツールの利用に関する問題を克服した経験がある。このプロジェクトは、Meyer Werft が建造するクルーズ船 2 隻及び Meyer Turku が建造するクルーズ船 2 隻のシリーズ船に共通プラットフォームを利用することを目的に実施された。

両造船所は同じ船種の船舶を建造しているが、技術的な理由により、開発と建造には異なる工程、手法、設計ツールを使用している。トゥルク（フィンランド）の Meyer Turku は開放型の長いドックを持ち、タンク上部から展望デッキまでの一体型建造が可能である。一方、パーペンブルク（ドイツ）の Meyer Werft は、クルーズ船 1 隻に加えて次期船の 3 分の 1 の同時建造が可能な完全屋内ドックを持っている。このため、Meyer Werft では、第一段階として複数の浮体式セクションを建造し、その後完全な長さの船舶に組立てる。このような建造方法の違いは、両造船所による同一船型建造への障害となっており、それが共通プラットフォームの採用につながった。

Meyer Turku

Meyer Turku は製造設備への 2 億ユーロ（2 億 2,300 万ドル）規模の大型投資を行っている。これには新鋼板切断ライン、新切削加工ライン、新パネルラインなどの新板金加工設備と情報技術へのさらなる投資が含まれる。

次の段階は、船体製造のためにカスタム設計された高度自動化設備の導入である。この設備投資プログラムは、同造船所を「データで操作される近代的な船体組立工場」にアップグレードすることを目的としている。最近の投資としては、新鋼板プレ加工設備

と鋼板保管設備の設置、また 2018 年 5 月には建造ドック上に吊上荷重 1,200 トンのガントリークレーンの導入が決定された。これは北欧最大のガントリークレーンである。

2014 年以来、同造船所は増加する建造量に対応するため、年間約 200 人の新規従業員の採用を行っている。製造体制の強化は、順調な収益増に支えられている。売上は増加傾向にあり、2018 年度には 9 億 6,800 万ユーロ（110 億ドル）を達成、過去 2 年間の営業利益は年間約 3,000 万ユーロ（3,350 万ドル）であった。

同造船所の設備投資予算は、2016 年は 2,200 万ユーロ（2,450 万ドル）、2017 年 8,100 万ユーロ（9,030 万ドル）、2018 年 7,100 万ユーロ（7,920 万ドル）である。2019 年 4 月には、同造船所 CEO は、現在の受注残に対応するためには、今後 4 年間の建造量を倍増させる必要があると述べている。

2019 年 7 月、Meyer Turku は、米国 Royal Caribbean Cruises 社から Icon クラスの 200,000GT 型クルーズ船 1 隻を追加受注し、受注残をさらに増やした。同 Icon クラスのクルーズ船の最初の 2 隻は 2022 年と 2024 年、今回の受注船は 2025 年にそれぞれ竣工が予定されている。Icon クラスのクルーズ船には、LNG デュアルフュエル機関の搭載が指定されている。Meyer Turku は、Royal Caribbean Cruises 社との契約は、同造船所とフィンランドの海事クラスターの長期的安定と、政府補助を享受している場合が多いアジアの造船所との競合に打ち勝つための将来的な建造能力開発への基礎をとなると述べている。

同造船所の受注残は、LNG デュアルフュエル推進機関を搭載した超大型豪華クルーズ船が大部分を占めている。うち現在建造中の 1 隻はである 180,000GT 型クルーズ船「Mardi Gras」は、Carnival Cruise Line 社のクルーズ船隊の新たな時代の幕開けとなる。同船は北米ベースのクルーズ船としては初めて LNG 機関で駆動され、Carnival 社最大のクルーズ船となる。

2019 年 10 月に運航開始予定のクルーズ船「Mardi Gras」は、Meyer Turku がその造船ネットワークを駆使した統合建造システムを利用し、短期間で効率的な建造が行われている。同船の機関室は、ロストック（ドイツ）に位置する Meyer グループ造船所 Neptun Werft が建造した最大最重量の FERU（浮体式エンジンルームユニット）である。長さ 140m、幅 42m、高さ 15m、重量 11,250 トンで、全ての推進機関と補機を搭載した同 FERU は、ロストックからトゥルクまで牽引輸送された。FERU の製造は、グループ内のドイツ及びフィンランドの 3 造船所のシナジー効果を利用した Meyer グループの主要戦略のひとつである。

Meyer Turku の受注残一覧（2019 年 7 月 31 日現在）

| 引渡し予定 | 船名／船型 | 総トン数（GT） | 船主 |
|---|---|---|---|
| 2019 年 10 月 | *Costa Smeralda*（LNG 駆動） | 184,000 | Costa Crociere |
| 2020 年 | *Mardi Gras* クラス第 1 船（LNG 駆動） | 180,000 | Carnival Cruise Line |
| 2021 年 | Costa Smeralda クラス第 2 船（LNG 駆動） | 184,000 | Costa Crociere |
| 2022 年 | Mardi Gras クラス第 2 船（LNG 駆動） | 180,000 | Carnival Cruise Line |
| 2022 年 | *Icon of the Seas*（Icon クラス第 1 船、LNG 駆動） | 200,000 | Royal Caribbean |
| 2023 年 | *Mein Schiff 7* | 111,500 | TUI |
| 2024 年 | Icon クラス第 2 船（LNG 駆動） | 200,000 | Royal Caribbean |
| 2025 年 | Icon クラス第 3 船（LNG 駆動） | 200,000 | Royal Caribbean |

Rauma Marine Constructions（RMC）

フィンランドには、伝統的な造船地域が復活を遂げた欧州では珍しい事例もある。Rauma Marine Constructions（RMC）は、2014 年に STX Finland がラウマ造船所を閉鎖した直後に民間投資家が地域の支援を得て設立した造船所である。RMC 関係者は全員がフィンランド国内の造船舶用技術産業に従事した経験を持っている。2015 年 12 月には、フィンランドの国営組織 Finnish Industry Investment が資金投入を行い、フィンランドの投資ファンドマネージャーとともに同社の株主となった。

Meyer Turku 向けの船体ブロックの建造及び修繕・改造作業に加え、RMC は一連のフェリーや小型艦艇を新造受注している。2019 年の新規受注としては、バルト海向け LNG 駆動 ROPAX フェリー（船価 1 億 2,000 万ユーロ（1 億 3,380 万ドル））、Tallink（エストニア、フィンランド）向け LNG 駆動 ROPAX フェリー（船価 2 億 5,000 万ユーロ（2 億 7,870 万ドル））がある。2022 年に竣工予定の船長 212m の Tallink 向け同フェリーは、RMC にとって最大の受注である。

上記のバルト海フェリーは、バーサ（フィンランド）とウメオ（スウェーデン）の自治体が所有する Kvaerken Link 向けで、両自治体が融資保証を行っている。同プロジェクトの完成には、フィンランド政府の支援が寄与している。

Aker Arctic Technology

フィンランドの Aker Arctic Technology は、自律航行船設計の開発をさらに進めてお

り、同社のヘルシンキ氷海研究所で自律航行船のモデル実験を行った。実験では、自律航行船のモデルは船内センサーにより水槽内の障害物を検知し、オペレーターの支援なしに障害物を回避した。また、同モデルは自動的に着岸した。

今回の実験は氷のない状態で行われたが、Aker Arctic の氷海研究所は通常は砕氷船の評価に用いられる施設である。

実験に用いられたワイヤレスモデル船は、バッテリー駆動の推進ユニットと船内センサーが検知した障害物を船舶（モデル）に回避させる自律航行システムを搭載している。また、実船から陸上局へのデータ転送のシミュレーションを行うデータ転送システムも搭載している。

モデル船の様々な部品は、分散インテリジェント船舶部品（Distributed Intelligent Vessel Components：DIVEC）システムを用いて相互接続されている。これは、装置接続への最新プロトコルを提供し、必要なデータを相互転送するために特別に開発されたフレームワークである。

自律航行船モデルに用いられた同技術は、セミスケールまたはフルスケールのプロトタイプ船への応用が可能である。

現在クルーズ船やフェリーなど旅客船の建造にほぼ特化しているフィンランドの造船、舶用、技術、設計産業は、「グリーン」な課題の重要性を認識している。社会、特に若い世代は環境保護と環境責任への要求が高い。

クルーズ市場の成長の継続には、海事産業は一般的なイメージを重視し、環境規制と同様に対応するべきであるとフィンランドのビジネスコミュニティーは感じている。船舶設計、性能、工法、建造材料など造船の全要素の環境性能の重要性は一段と増している。

ビジネスアクセラレータープログラム

フィンランド海事産業のもうひとつのイニシアティブは、「ビジネスアクセラレータープログラム」である。同プログラムのコンセプトは、業界の大手企業と中小企業、スタートアップ企業のパートナーシップの構築である。その究極的な目的は、産業の長期的将来を守ることである。プログラムの主要パートナー企業は、Meyer Turku、Rauma Marine Constructions、及びフィンランド造船業の重要顧客である米国クルーズグループ Royal Caribbean である。

同プログラムへの参加募集は 2019 年 8 月 11 日に締め切られ、9 月には企業インタビューを行い、12 月までにはプログラムに参加する企業とプロジェクトが決定される予定である。

プログラムで実施されるプロジェクトのテーマは、持続可能な発展、エネルギー効率、人工知能、機械学習、資源計画などである。主要パートナー企業は、高度な先進素材にも興味を示している。全てのテーマは競争力とイノベーション能力の強化につながる。

同プログラムは、Turku Science Park と Avanto Ventures が実施、管理する。

Damen Shipyards Group

2019 年 5 月には、フィンランドの高度な海事エンジニアリング技術を利用すべくオランダ Damen Shipyards Group がヘルシンキに拠点を開設した。この動きは、ルーマニア Mangalia 造船所を買収し、2018 年に ROPAX フェリー、クルーズ船などの大型船市場に参入した Damen の新戦略である。

Pemamek

また、欧州の機械技術専門企業であるフィンランド Pemamek とオランダ HGG Profiling Equipment は、その戦略的パートナーシップを造船所市場に拡大した。Pemamek は溶接システムと製造自動化装置のメーカー、HGG Profiling Equipment は 3D パイプ、プロファイル研削機の最大手企業である。

このパートナーシップ合意により、両社は造船用プロファイル加工ライン、パイプ切断ライン、船舶部品製造用 T ビーム製造ラインを含む切断と溶接の統合システムを提供することが可能となった。

## 7-4　フランス

フランスの建造業の規模は、商船建造が年間約 35 億ユーロ（39 億ドル）、艦艇建造が 10 億ユーロ（11 億ドル）、商船修繕、保守、レトロフィットが約 12 億ユーロ（12 億ドル）である。

Chantiers de l'Atlantique

フランス最大の造船グループ Chantiers de l'Atlantique は現在 2027 年までの受注残を持ち、オプション建造を含めるとそれを越えた工事量を見込んでいる。同造船所の受注残は、2019 年 4 月に米国 Royal Caribbean Cruises グループの Celebrity Cruises ブランド向け Edge クラス 140,000 型クルーズ船の第 5 船を受注したことによりさらに増加した。同造船所が 2018 年に竣工した Edge クラス第 1 船「Celebrity Edge」へのポジティブな市場反応が、この新造船シリーズへの追い風となっている。

Chantiers de l'Atlantique のサン・ナザール造船所の建造能力の拡張は、2018 年 11 月に完了した。これによりヤードの床面積は 17,000 ㎡、約 30%拡張された。同時に吊り上げ能力 1,400 トンのガントリークレーンのレールは 135m 延長され、さらに 6 基の巨大船体ブロックの組み立てと艤装が可能になった。この総額 1,600 万ユーロ（1,800 万ドル）の投資プロジェクトにより同造船所は合計 22 基の巨大船体ブロックの同時建造が可能となり、将来的な工事量の増加にも対応できる体制となった。

同社は、特定の造船スキルを自社内に維持することを目的とした長期的計画を実施し

ている。2019 年秋には、同造船所内に新トレーニングセンター「L'Ecole Chantiers de l'Atlantique」を開設し、金属加工、溶接、配管のスキルトレーニングを開始する。現在、このようなスキルを持つ労働力を市場調達することは難しい。同トレーニングセンターは、2022 年までには年間 50 人のトレーニングを行う。トレーニングの 80%は、同造船所の技術者による実地訓練である。

Chantiers de l'Atlantique：クルーズ船受注残一覧（2019 年 7 月 31 日現在）

| 引渡し予定 | クルーズ船クラス | 総トン数（GT） | 船主 |
|---|---|---|---|
| 2019 年 9 月 | Meraviglia-Plus クラス（第 1 船） | 177,000 | MSC Cruises |
| 2020 年 | Celebrity Edge クラス（第 2 船） | 129,500 | Celebrity Cruises |
| 2020 年 9 月 | Meraviglia-Plus クラス（第 2 船） | 177,000 | MSC Cruises |
| 2021 年春 | Oasis クラス（第 3 船） | 227,000 | Royal Caribbean |
| 2021 年 | Celebrity Edge クラス（第 3 船） | 129,500 | Celebrity Cruises |
| 2022 年 | Celebrity Edge クラス（第 4 船） | 129,500 | Celebrity Cruises |
| 2022 年 | MSC World クラス（第 1 船、LNG 駆動） | 205,000 | MSC Cruises |
| 2023 年 | Meraviglia-Plus クラス（第 3 船、LNG 駆動） | 183,500 | MSC Cruises |
| 2023 年秋 | Oasis クラス（第 4 船） | 231,000 | Royal Caribbean |
| 2024 年 | MSC World クラス（第 2 船、LNG 駆動） | 205,000 | MSC Cruises |
| 2024 年 | Celebrity Edge クラス（第 5 船） | 129,500 | Celebrity Cruises |
| オプション： | | | |
| 2025 年 | MSC World クラス（第 3 船、LNG 駆動） | | MSC Cruises |
| 2026 年 | MSC World クラス（第 4 船、LNG 駆動） | | MSC Cruises |

Chantiers de l'Atlantique：株式所有比率の変更

| 現在 | | 変更後 | |
|---|---|---|---|
| フランス政府 | 84.3% | Fincantieri | 50% |
| Naval Group | 11.7% | フランス政府 | 34.34% |
| 従業員 | 2.4% | Naval Group | 10% |
| 地元企業（サプライヤー） | 1.6% | 地元企業（サプライヤー） | 3.66% |
| | | 従業員 | 2% |

2019 年 1 月、Chantiers de l'Atlantique と Naval Group（旧 DCNS）による暫定的コンソーシアムは、フランスの装備総局 DGA とイタリア装備総局 NAVARM から補給艦 4 隻を受注した。Chantiers de l'Atlantique は設計と建造を担当するが、同造船所の手持ち工事量の多さを見ると、各艦の前部セクションはイタリア Fincantieri が下請け建造すると予想される。

受注した全長 194m、28,700 総トンの補給艦の設計は、イタリアとフランスの後方支援艦（logistic support ship：LSS）合同プログラムの第 1 船として Fincantieri が建造したイタリアの新型後方支援艦「Vulcano」の設計を基礎としている。軍事システムの設計、供給、統合は、Naval Group が担当する。

フランスの軍艦技術は、2019 年も海外市場への多く大型輸出実績があり、Naval Group はオーストラリア政府と潜水艦の設計契約を締結している。このアタッククラス潜水艦プログラムでは、最大 12 隻がサウスオーストラリアのオズボーン造船所で建造される予定である。Naval Group は潜水艦の設計に加え、高度な建造能力構築に必要とされる技術ノウハウを提供する。

海事業界団体 GICAN

GICAN（Groupement des Industries de Constructions et Activites Navales）は、造船所、舶用システムメーカー、下請け企業、エンジニアリング企業、技術コンサルタント、を含むフランス海事産業 180 社の業界組織で、商船、海軍、オフショア分野をカバーしている。

## 7-5　ドイツ

ドイツ造船業の大部分は、ハイエンドのニッチ市場に照準を定めることにより、グローバルな造船不況からの距離を置くことに成功している。過去 8 年間のうち 7 年は、新規受注量が竣工量を上回り、2010 年から 2018 年の間に受注残はほぼ倍増した。2018 年度のドイツ造船所の雇用者数は、前年より 8%増加している。

好調なクルーズ船受注により、現在の商船建造の手持ち工事量は史上最高レベルを維持している。造船所の受注残の多さは、さらなる生産性向上計画と将来的な課題に対応する製造技術の開発につながっている。

ドイツ造船業：海洋船竣工量の推移（2014～2018 年）

| | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 隻数 | 24 | 16 | 13 | 22 | 12 |
| 総トン数（1,000GT） | 554 | 406 | 420 | 503 | 470 |
| 標準貨物船換算トン数（1,000CGT） | 566 | 435 | 424 | 511 | 447 |
| 金額（百万ユーロ） | 2,433 | 2,290 | 2,352 | 3,105 | 2,530 |

出所：VSM

ドイツ造船業：海洋船新規受注量の推移（2014 年～2018 年）

| | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 隻数 | 15 | 12 | 31 | 12 | 19 |
| 総トン数（1,000GT） | 576 | 756 | 1,188 | 377 | 517 |
| 標準貨物船換算トン数（1,000CGT） | 598 | 750 | 1,193 | 386 | 564 |
| 金額（百万ユーロ） | 3,602 | 4,917 | 7,798 | 2,311 | 4,444 |

出所：VSM

ドイツ造船業：海洋船受注残の推移（2014～2018 年）

| | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 隻数 | 39 | 43 | 63 | 53 | 58 |
| 総トン数（1,000GT） | 1,484 | 1,903 | 2,684 | 2,566 | 2,600 |
| 標準貨物船換算トン数（1,000CGT） | 1,579 | 1,977 | 2,764 | 2,646 | 2,720 |
| 金額（百万ユーロ） | 10,092 | 12,989 | 18,490 | 17,657 | 20,128 |

出所：VSM

2019 年 5 月、ドイツ造船海洋産業連盟（VSM）は、ドイツ造船業はハイテク造船への移行に成功し、現在は「貴重な製造能力の維持」が重要課題であると述べている。同連盟は、ドイツ海事産業の競争力維持のために以下の方策を提唱している。

- 研究開発及び海事教育へのさらなる投資
- 持続可能な海事技術の開発を支援する新たなインセンティブの制定
- 煩雑な官僚的手続きに代わる「スマート」で適正な公共調達と協力
- 公平な競争条件の実現

ドイツ連邦政府は造船業への支援を決定しており、2019～2022 年期に海事研究開発への 4,500 万ユーロ（5,020 万ドル）の追加資金の投入を発表した。資金は、舶用エネルギー転換戦略の一環として「グリーンな船舶推進」イニシアティブ内のプロジェクトに分配される。

Meyer Group

Meyer Group は、船舶の機関室建造方法に関するイノベーションに力を入れている。新造クルーズ船の高度に複雑な艤装済みのエンジンルームセクション（FERU：浮体式エンジンルームユニット）は、ロストックの Neptun Werft で建造され、Meyer Werft と Meyer Turku に牽引輸送される。

このエンジンルームモジュールは、60,000～80,000kW の電力を必要とする大型クルーズ船の実質的な「発電所」である。

Neptun Werft は、需要が増加しているデュアルフュエル推進システム用の LNG タンクを含む超大型 FERU を年間 4 基製造する計画である。全長 140m、幅 38～46m、高さ 16m の FERU は、ターンキー製品として Meyer Werft と Meyer Turku に引き渡される。

Neptun Werft は、FERU 専用の建造設備（ホール 8a）を建設し、需要の多い LNG 燃料だけではなく、燃料電池技術にも対応する製造システムを整備している。さらに、Neptun Werft の製造能力拡大に伴って新たな倉庫・ロジスティック設備も必要となった。この新設備は近隣の商業地区に建設されため、必要部品はオンデマンドで即時にロジスティックセンターから供給することが可能となり、サプライヤーからの大量の納入品を造船所までトラック輸送する必要がなくなった。

サプライヤーからの多数の部品と組み立て品は中間保管施設に保管され、年間 4 基の製造が予定されているクルーズ船向けの複雑な FERU 製造の必要に応じて迅速に搬入される。さらに、新施設は、通常の河川クルーズ船その他の特殊船の建造にも利用される。

中国国営造船所からのコスト圧力の増大により、欧州造船所が優位性を持つクルーズ船及び特殊船建造市場においても競争が激化している。これに対応するため Meyer Group は、パーペンブルク（ドイツ）、ヴァルネミュンデ（ドイツ）、トゥルク（フィンランド）に位置するグループの 3 造船所のさらなる製造コスト削減を進めている。この戦略の新たな動きとして、2019 年 6 月、ビリニュス（リトアニア）に地元企業 Stengel Tubes との合弁会社 Meyer Stengel Tubes を設立した。同社は配管アイソメトリックス

を Meyer の 3 造船所に供給する専門企業である。

Meyer Group の新造船建造量はクルーズ船年間 5 隻にも増加しており、既存のパイプ製造能力は限界に近づいている。2022 年までには同グループの配管アイソメトリックス図の需要は 60%増加すると予想され、そのために今回のリトアニアの新合弁会社設立が決定された。また、Meyer Werft は、既に欧州で最も先進的なパイプ製造設備を持つパーペンブルクの造船所のパイプ曲げ加工機にも新規投資を行っている。

Meyer Group は、ドイツよりも賃金の低いリトアニアとのビジネス関係を長年培ってきた。リトアニアの企業は既にドイツとフィンランドの Meyer グループ造船所のキャビン製造部門に洗面所設備の部品を供給している。

Meyer Group は、欧州の造船業が将来的な課題に対応するためには、パートナーシップをベースとした協力関係が重要であると強調している。両サイドがそれぞれのパフォーマンスを定期的にチェックすると同時に、お互いから学ぶことができるパートナーシップが船舶建造プロジェクトの成功に貢献する。

同グループのドイツとフィンランドの 3 造船所は、新たなリスクベースのサプライヤー管理システムを導入した。自動車産業と同様に、同グループはサプライヤーのパフォーマンスの定期的評価を行い、1 年を通じて高いパフォーマンスを達成した企業には年間アワードを授与する。このリスクベースのサプライヤー管理システムは、2019 年末までにグループ全体で施行される予定である。同システムの内容と導入の背景は以下の通りである。

- Meyer Group のサプライヤーネットワークは、建造プロジェクトの付加価値の 75%を提供している。サプライヤーとの協力関係は、増加する複雑な新造船の連続建造のタイトなスケジュール管理に不可欠である。
- 部品・製品納入のパフォーマンスと配送チェーンの障害の早期発見システムを維持するためには、サプライヤーと造船所の協力関係の強化が必要である。さらに、コスト、品質、納入の定時性だけではなく、最初の引き合いから保証までのトータルなリスク管理の重要性が増している。
- 将来的には、コアとなる全てのサプライヤーは認証を受けることとなる。認証は、直接的な全インターフェイスのリスク分析と配送チェーンのリスクの可能性をベースとする。その目的は、サプライヤーの資格を定義、チェック、モニターし、全新造工程における密接な協力関係を築くことである。
- Meyer のサプライヤーリレーションシップ管理部門は、サプライヤーとパフォーマンスのデータを収集、分析、評価し、調達最高責任者に報告する。必要な場合には、サプライヤーの監査を行う。リスクを特定し、事前に回避するためには、造船所とサプライヤーの密接な協力が不可欠である。

Meyer Werft の受注残（2019 年 7 月 31 日現在）

| 引渡し予定 | クルーズ船名／船型 | 総トン数（GT） | 船主 |
|---|---|---|---|
| 2019 年秋 | *Norwegian Encore*（Breakaway Plus クラス第 4 船） | 167,800 | Norwegian Cruise Line |
| 2020 年 | *Iona*（同クラス第 1 船、LNG 駆動） | 184,000 | P&O Cruises |
| 2020 年 | *Spirit of Adventure*（同クラス第 2 船） | 58,250 | Saga Cruises |
| 2020 年 | Quantum Ultra クラス | 168,800 | Royal Caribbean |
| 2021 年 | Disney クラス第 1 船（LNG 駆動） | 135,000 | Disney Cruises |
| 2021 年 | AIDAnova クラス第 2 船（LNG 駆動） | 184,000 | AIDA Cruises |
| 2022 年 | Disney クラス第 2 船（LNG 駆動） | 135,000 | Disney Cruises |
| 2022 年 | Iona クラス第 2 船（LNG 駆動） | 184,000gt | P&O Cruises |
| 2022 年 | Evolution クラス第 1 船 | -- | Silversea Cruises |
| 2023 年 | AIDAnova クラス第 3 船（LNG 駆動） | 183,200 | AIDA Cruises |
| 2023 年 | Disney クラス第 3 船（LNG 駆動） | 135,000 | Disney Cruises |
| 2023 年 | Evolution クラス第 2 船 | -- | Silversea Cruises |

MV Werfen

2019 年、ロストック－ヴァルネミュンデに位置する造船所 MV Werfen の溶接工場がフル稼働した。同工場は欧州で最も高度な溶接施設のひとつである。MV Werften は、ドイツ東部メクレンブルク－フォアポンメル州の 3 つの造船所から成り、所有者であるマレーシアの Genting Group は、クルーズ船市場におけるビジネスの拡大を狙っている。現在の受注残には、様々な Genting ブランド向けの海洋クルーズ船に加えて多くの河川クルーズ船が含まれ、地域の造船業の復興に寄与している。

ヴァルネミュンデの造船所の全長 400m の新ホール 11 は、25×16m の板金を製造す

るフィンランド Pemamek 社製のパネルラインを装備している。その特徴は、レーザーハイブリッド溶接ヘッドと追加的 MAG 式タンデム溶接ヘッドと統合ミリング機能を持つ片面突合せ溶接法の採用である。プロファイルの両面隅肉溶接法は、レーザーハイブリッド工法とプログラムされたロボットポータルを用いる。新設備は同造船所のクルーズ船向け鋼板加工能力を大幅に拡大し、同社の目指すインダストリー4.0 戦略の目標実現を促進している。

メクレンブルクーフォアポンメル州政府とドイツ連邦政府は、同造船所の先進技術を持つ製造施設に合同で 600 万ユーロ（670 万ドル）の財政支援を行っている。ロストックの Fraunhofer Institute は、製造サイクルの最適化に関するフィジビリティスタディを実施し、またあるドイツ企業はクレーンと溶接ポータルを制御するシステム制御装置を供給した。自動化製造ラインはフィンランド企業 Pemamek が供給した。

MV Werfen の設備投資計画には、ホール 11.1 のパネル製造設備、ホール 11.2 のセクション製造及び艤装設備、ホール 11.3 のプロファイル製造設備が含まれ、2019 年半ばに完成が予定されている。同造船所はこの新建造ホール建設に 1 億ユーロ（1 億 1,240 万ドル）以上を投資している。

また、2019 年 1 月には、MV Werften のヴィスマール造船所においてドイツ造船史上最大の旅客船の建造が開始された。建造される 2 隻のうち第 1 船は、Genting Group が発注した全長 342m、総トン数 204,000GT のクルーズ船である。最初の鋼板切断には、Messer Cutting Systems 社製の新フレーム切断システムが使用された。

Flensburger Schiffbau-Gesellschaft（FSG）

ドイツ北部の造船所 Flensburger Schiffbau-Gesellschaft（FSG）は、ROPAX 及び RORO 貨物船、その他の特殊船型の設計・製造分野におけるグローバルリーダー企業のひとつである。その強みは、船主・船社への付加価値の高い船型の開発と効率的な製造技術である。そのため社内に大規模な研究開発部門を維持し、投資を行っている。

しかしながら、アイルランド船主向けの ROPAX フェリーの建造の遅れにより、2019 年初頭に同造船所は深刻な資金難に陥った。この状況は Brittany Ferries 向け LNG 駆動 ROPAX フェリー引渡しの大幅な延期と他の新造船の竣工スケジュールにも影響している。2019 年 2 月、FSG のノルウェー親会社 SIEM Group は、その持ち株の 79%のスペインの投資会社 Sapinda Holdings への売却に合意した。この合意では、Sapinda は FSG に 3,300 万ユーロ（3,680 万ドル）の新規資本を投入する。同時に SIEM は大株主として、FSG の監査役会の過半数を維持する。

SIEM は、経営破綻した FSG を 2014 年に買収した。その目的は、同造船所が受注済みの数多くのオフショア船の建造と竣工を保証することであった。

Ferus Smit

西ヨーロッパの造船業は、ドイツ造船所によるアイルランド船主向け 16,800DWT 型貨物船のシリーズ建造をはじめとする小型ハンディサイズのばら積み船の建造にも競争力を持っている。これらの経済的で高効率な設計を持つ貨物船は、オランダ造船所 Ferus Smit の子会社であるが、オランダ北部の造船業の技術専門性を用いてドイツ北部レールに位置する造船所で建造している。同船型はフィンランド／スウェーデンの氷海船級 1A を持ち、硫黄排出制限海域（ECA）基準を満たすために、舶用ディーゼル油（MDO）駆動の機関を搭載している。

ドイツの KFW IPEX-Bank 及び DekaBank が、ドイツの輸出を支援するために、合同でこの 4 隻の貨物船建造プログラムに 5,100 万ユーロ（5,800 万ドル）の融資を行っている。

## 7-6　イタリア

Fincantieri Group

イタリア造船業は、同国の造船活動の大部分を占める欧州最大の造船組織である Fincantieri Group に代表される。

Fincantieri Group は、国外における企業買収と事業拡張により、商船、艦艇の両市場において世界の造船業を牽引する国際的な造船所ネットワークを構築した。同グループは、イタリア国内に 7 か所、ノルウェーに 5 か所、ルーマニアに 2 か所、米国に 3 か所、ブラジル、ベトナム、UAE にそれぞれ 1 か所、世界に計 20 か所の造船所を所有し、19,000 人以上を雇用している。

同グループによるフランスの最大の造船組織 Chantiers de l'Atlantique の買収計画は、現在欧州の各公正取引委員会の承認を待っている。

中国造船業への参入に関する Fincantieri の計画は既に実現している。2017 年 2 月、Fincantieri、中国船舶工業集団（CSSC）、米国 Carnival Corporation は、中国の上海外高橋造船所において Fincantieri のノウハウを利用したクルーズ船 2 隻を建造することに合意した。

この合意の正式契約は 2018 年 11 月に最終的に締結された。建造されるクルーズ船 2 隻は、Carnival 社がイタリアで建造した最新船 2 隻の技術を踏襲しながら、成長が著しい中国のクルーズ市場向けにカスタム設計される。Fincantieri と CSSC のクルーズ船技術部門が設立したこのジョイントベンチャーは、上海外高橋造船所に船型プラットフォームのライセンスを供与し、第 1 船の竣工は 2023 年の予定である。プロジェクト総額は、約 15 億ドルである。これに加え、契約には 4 隻のオプション建造が含まれてお

り、同シリーズ船は合計 6 隻に拡大する可能性がある。

また、2018 年 11 月には、Fincantieri、CSSC、Carnival Corporation は、上海の宝山区にクルーズ船ハブを共同構築することに合意した。このハブはクルーズ船建造工業区として機能し、サプライチェーンの開発を促進することを目的としている。

2018 年には、Fincantieri はクルーズ船 9 隻を新規受注した。これらはイタリアで建造される。特筆すべき受注としては、TUI と Royal Caribbean Cruises の合弁会社 TUI Cruises 社から次世代 LNG 駆動クルーズ船 2 隻の受注を獲得し、顧客ベースをさらに拡大した。また、Carnival の Princess Cruises ブランド向けに受注した 175,000GT 型クルーズ船 2 隻は、イタリアで建造される最大の船舶となる。

2018 年の新規受注額は合計 86 億ユーロ（96 億ドル）に上り、2018 年 12 月 31 日現在の受注残額は前年比 29%増の 338 億ユーロ（377 億ドル）となった。2018 年末の受注残は 116 隻で、引渡し時期は 2019～2027 年である。この受注残額は、イタリアの GDP の約 2%に相当する。

2019 年の第 1 四半期には、5 社からクルーズ船 11 隻を新規受注し、ビジネスの拡大はさらに加速した。新規受注には、既存顧客である MSC Cruises の新超豪華ブランド向けの 64,000GT 型クルーズ船 4 隻を含む。同時期に 8 隻が竣工し、2019 年 3 月 31 日現在の受注残額は 343 億ユーロ（382 億ドル）に増加した。

Fincantieri は、クルーズ市場の拡大（2018 年の総乗客者数は 2,820 万人）は、1990 年初期に建造された旧式クルーズ船の代替需要と相まって、少なくとも中期的には順調な投資増加が見込まれるとしている。ニッチ市場とカスタム化された製品の開発、提供サービスの拡大などにより、クルーズ市場全体はさらに成長している。

Fincantieri グループ CEO の Giuseppe Bono 氏は、同グループの 2018 年度年次報告書の中で、グループの成長は今後数年間は続くとし、2022 年までに事業規模を 50%程度拡大する計画に言及している。この野心的な計画の実現には、多大な組織的努力と下請け企業ネットワークの強化が必要であるとしている。2018 年度の戦略的発展には、フランス造船所 Chantiers de l'Atlantique の多数株の買収計画（現在欧州公正取引委員会が調査中）、フランス Naval Group との艦艇市場におけるジョイントベンチャーなどがある。

また、同グループの企業戦略は、主要イノベーション分野である統合電子 IT 技術ハブの開発、及び自動化技術、シミュレーション、自律航行技術、サイバーセキュリティー、トレーニング分野のスキル強化を目指している。さらに、下請け企業への依存ではなく社内の能力を高めることにより、高付加価値技術における自社開発の比率を高める計画である。

Fincantieriのイタリア国内の造船所では2018年に雇用者数が350人増加し、この傾向は今後も続くと予想されている。同グループは、学校、高度な技術教育、トレーニングシステムと造船業の関係を強化し、将来的な技術者の確保を図る。この目的は、若年層の雇用促進という地域社会経済的な意味合いもある。

Fincantieriの2018年度の売上は前年から9%増加し、同社史上最高の55億ユーロ（61億ドル）を記録した。同時に利益も増加している。EBITDA（利払い前・税引き前・減価償却前・その他償却前利益）は前年比21%増の4億1,400万ユーロ（4億6,160万ドル）で、利益率は8%近く上昇した。同グループは2019年度も同様の成長を予想している。

同グループは、ノルウェーに本社を置くVARDの株式を追加買収することで所有率を96%に高め、同社のシンガポール株式取引所の上場を廃止した。Fincantieriはこれまで株式所有率74.45%以上に高めることを禁止されていた。上場廃止に続き、2018年12月には、VARDの国際造船ネットワーク（主にノルウェーとルーマニア）を親会社Fincantieriに事業統合するプロセスが開始された。オフショア船及び特殊船の設計及び建造を専門とするVARDは、近年はエクスペディション向けの小型クルーズ船市場のリーディングプレーヤーとなっている。

2018年度のFincantieri Groupの造船所の資本支出は1億2,400万ユーロ（1億3,820万ドル）、前年度の支出は1億2,000万ユーロ（1億3,380万ドル）であった。増加する工事量に対応するため、イタリア国内のいくつかの造船所では設備とオペレーションのアップグレードが行われた。また、VARDノルウェー造船所向けのクルーズ船船体ブロックとFincantieriのイタリア造船所向けのクルーズ船艤装済みセクションの建造を支援するため、ルーマニアのVARD Tulcea造船所に設備投資を行った。

2019年3月、FincantieriはGenova Industrie Navale（GIN）との業務提携合意を締結し、その建造能力を拡大した。今回の合意は、新造船建造、艤装、修繕、改造の分野をカバーしている。Fincantieriは、同社のもうひとつの柱である艦艇建造ビジネスにおいても大きな進展となると述べている。

また、この合意には、FincantieriによるGINの少数株式（最大15%）の買収、及びGINが所有するジェノバの造船所T.Mariottiの少数株式の買収のオプションが付帯している。これによりGINの財政状態を改善し、特に小型、中型豪華クルーズ船建造における複雑な艤装工事を支援する。

GINは、ジェノアの2造船所、即ち船舶の改造と修繕を専門とするGiorgio del Portoとクルーズ船、メガヨット建造所T.Mariottiの合併により2008年に設立された企業である。

2019 年 4 月には、Fincantieri は、イタリアの民間向け及び軍事用 IT エレクトロニクス企業 INSIS の少数株式を買収した。この買収は、より付加価値の高い製品とサービス提供の比重を高めるという Fincantieri のビジネス戦略に基づいている。また、システムエンジニアや高度技術者などの新たな人材を確保することも目的である。

Fincantieri Group の 2018 年度の研究開発支出は、約 1 億 2,200 万ユーロ（1 億 3,600 万ドル）で、製品及びプロセスのイノベーションに関する数多くの研究開発プロジェクトが実施された。研究開発投資の高さは、今後もハイテク分野におけるリーダーシップを維持するための戦略である。

2019 年 5 月には、Fincantieri はイタリア南部カラブリア大学とトレーニングと研究開発に関する協力合意を締結した。共同研究開発プログラムに加え、将来的には Fincantieri の戦力となり得る若者とのダイアローグを確立することを目指している。技術協力の分野では、新素材の開発と試験、構造分析のための非破壊検査と軍事分野への応用、インダストリー4.0 関連技術、海運の非炭素化などが共同研究の課題となっている。

他のイタリア及びフランス造船所との協力、及び両国の海事業界団体（ASSONAVE と GICAN）を通じ、商船向け及び軍用技術イノベーションに関する両国の共通ビジョンが確立された。

ASSONAVE と GICAN の共通ロードマップは、技術的な目標に関する 5 つの柱、即ち「ビジョン」で構成されている。これらの 5 つのビジョン、即ち「グリーンシップ」（環境性と効率の高い船舶）、「スマートシップ」（グリーンシップのデジタル化）、「自律船」（グリーンシップの自律化）、「スマートヤード」（持続可能性のある効率的な設備とプロセス）、「スマートオフショアインフラ」（革新的なオフショアソリューション）は、Fincantieri の研究開発イノベーションプログラムの指針となっている。

Fincantieri は、同社のイノベーションロードマップを、国家レベル（イタリア技術クラスター「Trasporti Italia 2020」及び「Blue Italian Growth」）及び欧州レベル（EU 水上輸送技術プラットフォーム、及び業界団体 SEA Europe）の両方で実行している。さらに、オランダ MARIN が主導する Cooperative Research Ships（CRS）プログラムにも参加している。

ノルウェーでは、VARD のノルウェー子会社数社が、ノルウェーリサーチカウンシルの支援により、2 つの研究開発センターを設立した。また、Fincantieri の米国造船子会社 Marinette Marine は、米国国家造船研究プログラム（NSRP）を通じて研究開発活動を行っている。

Fincantieri：クルーズ船受注残（2019 年 7 月 31 日現在）

| 引渡し予定 | クルーズ船名／船型 | 総トン数（GT） | 船主 |
|---|---|---|---|
| 2019 年 | *Sky Princess* | 143,000 | Princess Cruises |
| 2019 年 | *Carnival Panorama* | 133,500 | Carnival Australia |
| 2020 年 | Costa Asia クラス | 135,500 | Costa Crociere |
| 2020 年 | *Scarlet Lady*<br>（同クラス第 1 船） | 110,000 | Virgin Voyages |
| 2020 年 | *Seven Seas Splendor*<br>（同クラス第 2 船） | 54,000 | Regent Seven Seas |
| 2020 年 | Royal Princess クラス | 143,000 | Princess Cruises |
| 2020 年 | *Silver Moon* | 40,700 | Silversea Cruises |
| 2021 年 | *Viking Venus* | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2021 年 | *MSC Seashore*<br>（Seaside Evo クラス第 1 船） | 169,400 | MSC Cruises |
| 2021 年 | Scarlet Lady クラス第 2 船 | 110,000 | Virgin Voyages |
| 2021 年 | *Silver Dawn* | 40,700 | Silversea Cruises |
| 2022 年 | *Viking Tellus* | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2022 年 | Leonardo クラス | 140,000 | Norwegian Cruise Line |
| 2022 年 | *Queen Anne* | 113,000 | Cunard Line |
| 2022 年 | Viking Star-クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2022 年 | Scarlet Lady クラス第 3 船 | 110,000 | Virgin Voyages |
| 2022 年 | Royal Princess クラス | 143,000 | Princess Cruises |
| 2022 年 | Allura クラス第 1 船 | 67,000gt | Oceania Cruises |
| 2023 年 | Viking Star クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2023 年 | Seaside Evo クラス第 2 船 | 169,400 | MSC Cruises |
| 2023 年 | Leonardo クラス | 140,000 | Norwegian Cruise Line |
| 2023 年 | Princess（LNG 駆動） | 175,000 | Princess Cruises |
| 2023 年 | Scarlet Lady クラス第 4 船 | 110,000 | Virgin Voyages |
| 2023 年 | MSC Yacht Club クラス第 1 船 | 64,000 | MSC Cruises |
| 2023 年 | Seven Seas Explorer クラス第 3 船 | 54,000 | Regent Seven Seas |
| 2024 年 | TUI（LNG 駆動） | 161,000 | TUI Cruises（TUI/Royal Caribbean） |
| 2024 年 | Viking Star クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2024 年 | Leonardo クラス | 140,000 | Norwegian Cruise Line |
| 2024 年 | Viking Star クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2024 年 | MSC Yacht Club クラス第 2 船 | 64,000 | MSC Cruises |
| 2024～2025 年 | Viking Star version 2 クラス（2 隻）- | 48,000+ | Viking Ocean Cruises |
| 2025 年 | Viking Star クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2025 年 | Princess（LNG 駆動） | 175,000 | Princess Cruises |
| 2025 年 | Leonardo クラス | 140,000 | Norwegian Cruise Line |
| 2025 年 | MSC Yacht Club クラス第 3 船 | 64,000 | MSC Cruises |
| 2025 年 | Allura クラス第 2 船 | 67,000 | Oceania Cruises |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2026 年 | TUI<br>（LNG 駆動） | 161,000 | TUI Cruises<br>（TUI/Royal Caribbean） |
| 2026 年 | Viking Star クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2026 年 | Viking Star クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| 2026 年 | MSC Yacht Club クラス第 4 船 | 64,000 | MSC Cruises |
| 2027 年 | Viking Star クラス | 47,800 | Viking Ocean Cruises |
| VARD Group<br>造船所<br>（ノルウェー）： | | | |
| 2019 年 | *Hanseatic Inspiration*（Hanseatic Nature クラス第 2 船） | 16,000 | Hapag-Lloyd Cruises |
| 2020 年 | Laperouse クラス第 5 船、第 6 船 | 10,000 | Ponant Cruises |
| 2021 年 | Hanseatic Nature クラス第 3 船 | 16,000 | Hapag-Lloyd Cruises |
| 2021 年 | Ponant LNG<br>エレクトリックハイブリッド | 30,000 | Ponant Cruises |
| 2022～2023 年 | クルーズ船 2 隻（詳細不明） | | Viking Cruises |

上記に加え、Coral Expeditions 向けに 6,000GT 型 Coral Adventurer クラス第 2 船をベトナムの VARD Vung Tau 造船所で建造する。引き渡しは 2020 年末の予定である。

ASSONAVE

ローマを本拠とする海事業界団体 ASSONAVE（Associazione Nazionale dell 'Industria Navalmeccanica）は、イタリア造船業と舶用機器メーカーや研究所など関連産業の大部分を代表する組織である。産業の製造総額約 50 億ユーロ（56 億ドル）の大部分は、輸出契約からの収入である。

## 7-7　オランダ

オランダ海事産業団体 Netherlands Maritime Technology によると、2018 年のオランダ造船所の受注隻数は 39 隻、総額 6 億 4,300 万ユーロ（7 億 1,700 万ドル）で、受注隻数 56 隻、総額 11 億 3,800 万ユーロ（12 億 7,000 万ドル）であった前年度から大幅に悪化している。2017 年の実績には高度船舶数隻の大型受注が含まれていたことが、2018 年との大差に影響している。

2018 年末時点のオランダ造船業全体の海洋船受注残は 77 隻、404,000GT で、2017 年の 437,000GT から僅かに縮小している。竣工船総額も、2017 年の 8 億 4,700 万ユーロ（9 億 4,430 万ドル）から、2018 年は 5 億 8,900 万ユーロ（6 億 5,670 万ドル）に減少している。

海洋船に加え、オランダの造船所は内陸水路船、漁船、河川クルーズ船、タグボート、作業船などの建造も行っている。2018 年のこのカテゴリーの新規受注は 185 隻（2017

年：198 隻)、竣工数は 183 隻（2017 年：155 隻）であった。受注残はトン数、金額とも大幅に増加したが、隻数の推移は横ばいである。2018 年末時点の内陸水路船及び小型船カテゴリーの建造中または受注済みの船舶は 143 隻、10 億 1,100 万ユーロ（11 億 3,000 万ドル）相当である。一方、2017 年末の実績は、146 隻、8 億 1,400 万ユーロ（9 億 750 万ドル）であった。

オランダ造船業が強みを持つもうひとつの船種はスーパーヨットである。2018 年末時点の全長 24m 以上のモーターヨット（スーパーヨット）の受注残は 50 隻、総額は推定 410 万ユーロ（460 万ドル）である。2018 年のスーパーヨットの竣工数は 25 隻、新規受注は 16 隻であった。

造船所とサプライヤーから成るオランダの舶用技術セクターの 2018 年度の売上総額は、前年比 4 億ユーロ（4 億 4,600 万ドル）増の 73 億ユーロ（81 億 4,000 万ドル）であった。造船所の正規雇用者数は 11,754 人、舶用及び関連セクターは 17,318 人、産業全体の合計は 29,072 人である。

オランダは、多目的船と関連船種の設計と建造において、欧州リーダーの地位を維持している。この船種の大部分は欧州内の短距離及び中距離輸送用である。オランダの新造船建造のコスト効果、オペレーション効率、技術水準は常に向上している。

オランダ造船業の回復の要因は、①船主・船社、造船所、組立て工場、舶用メーカー、インテグレーター、技術企業、設計企業など幅広い企業、多くの場合家族経営の中小企業から構成される海事クラスターの存在、②オランダ海事クラスター内外での製造と前競争的研究に関する積極的な協力体制、③イノベーションに対するオープンな姿勢、④あらゆるレベルと段階におけるコスト管理、⑤ソリューションの発見と問題解決に関する柔軟な考え方、⑥オランダ政府の造船産業とその生産性の経済的重要性に関する認識、など複数のファクターの組み合わせである。

オランダの造船所は高船価の高付加価値船市場への移行を進めているが、同時に多目的貨物船市場における設計の競争力も強化している。オランダの多目的船の設計と建造における画期的な進展は、EasyMax 船型の初回受注である。この新船型は積載量 14,300 トン、甲板下に 625,000 立方フィートの貨物容量を持ち、速力 11 ノットで 1 日当たりの燃料消費量が 9 トンと非常に燃費が良い。EasyMax 船型は「建造がイージー、操作がイージー、荷役がイージー」というコンセプトを持ち、オープントップ船級により貨物輸送の柔軟性を高めた設計となっている。同船型の造船所は Royal Niestern Sander、船主は Wagenborg Shipping である。両社ともオランダ北部の企業である。

現在オランダ北部の造船所が建造している小型特殊貨物船としては、自動荷役型セメント専用船がある。特殊貨物船を製造する 2 造船所は、Ferus Smit と Royal Bodewes である。また、ばら積み船としては世界で初めて LNG 燃料を使用する LNG デュアルフ

ュエル駆動のセメント船のシリーズも建造された。

短距離貨物船及び多目的船市場の長い低迷期の後、船主は将来を見据えてさらに高効率な船型への投資を増加させている。オランダ造船業はこの動きの中心に位置している。

Royal Bodewes

Royal Bodewes 造船所は、ホーヘザントの造船所の既存ホールに加えて 2015 年には新たな製造ホールを建設し、製造能力を高めた。現在さらに両ホールの拡張を行っており、2 隻の新造船の同時建造が可能となる。

Damen Shipyards Group

Damen Shipyards Group は、その国際ネットワークの拡大を続けている。2018 年には、韓国大宇が所有していたルーマニアの Mangalia 造船所を買収し（本報告書 4-11 参照）、事業拡張は新たな段階に達した。Damen グループは現在世界で 36 か所の造船所及び修繕所を所有している。また、数多くのオランダ舶用メーカーを傘下に持つ。

2019 年には、Damen はフィンランドのエンジニアリング技術の専門性の利用を目的にヘルシンキに新エンジニアリングセンターを開設した。この動きは、Mangalia 造船所の買収によって可能となった ROPAX フェリー、クルーズ船、オフショア船、氷海仕様船などの大型船の建造計画の一環である。

2018 年、Damen は過去 15 年間で初めて 1,700 万ユーロ（1,900 万ドル）の赤字を計上した。同社は業績悪化の要因として、海事産業の多くの分野における長年の不況、ルーマニアの Mangalia 造船所買収を含む設備、製造能力、人材への投資の拡大を挙げている。もうひとつの要因は、同グループの艦艇建造セグメントにおけるビジネスの不振である。

市場環境の悪化にもかかわらず、同グループの 2018 年の新規契約額は 19 億ユーロ（21 億 2,000 万ドル）に上り、売上も概して健全である。Damen の多角的市場参入と国際造船ネットワークは、様々な市場環境において同社のビジネスに弾力性を与えてきた。現時点では、クルーズ船、内陸水路輸送、ローカルフェリー輸送、大型モーターヨット、オフショア再生可能エネルギーなどいくつかの対象市場が成長の可能性を持っている。

共同研究開発に関しては、Damen はオランダ海事セクター内の数多くの前競争的研究プログラムに参加している。オランダのコンルェルン Concordia Group との合弁会社 Concordia Damen Shipbuilding は、革新的な内陸貨物船と全長 135m の河川クルーズ船の設計開発という成果を上げた。

今日の Damen はモジュラー工法を駆使したカスタム建造の特殊船の建造で知られているが、依然として標準船型の小型船も数多く製造している。現在多くの造船所が採用

している統合グローバルシステムによる機能的な造船と艤装という手法は、実質的にはこのオランダのモデルをスケール拡大したものである。迅速な引き渡しのための標準船型の投機的なストック建造は、Damen が標準船型を好む市場向けに長年採用してきたシステムである。

Damen は中国から「裸」船体（主機、機械、艤装なしの船体）を調達し、オランダの造船所で顧客の要望に応じた艤装を行うという新造船建造手法を増加させている。この手法により、Damen は新造船建造のコスト競争力を保ちながら、短期間での引渡しが可能となる。

最近のロッテルダム港への船体搬入例のように、Damen は半潜水型重量物運搬船を用いて中国から複数基の「裸」船体を輸送するというコスト効果の高い方法を導入した。2019 年 6 月には、中国から内陸水路船の船体 18 基とクレーンバージが一度に輸送され、8 月半ばにロッテルダム港に到着した。Damen は既に内陸水路船 17 隻の建造を受注済みで、残りの 1 隻とクレーンバージは必要に応じて迅速に引き渡すためのストック用となる。

Damen Shipyards Group は、カスタム設計の大型新造船の建造能力を高めているが、同社の最大の強みは標準船型のコンセプトとモジュラー型建造戦略である。迅速な引き渡し、競争力のある価格設定、実績のある技術、保証された性能が、この戦略の主な利点である。

標準船型のシリーズ製造というコンセプトは、研究開発に対するユニークなアプローチにもつながっている。Damen は、研究開発面での標準船型製造の利点は以下の通りであるとしている。

- シリーズ船の連続する世代の効率的な研究開発
- 次世代シリーズ開発への研究成果の活用
- 顧客からのフィードバックを同船型または類似船型の次世代船開発に活用
- 研究機関との共同開発において科学理論を実証する一貫したプラットフォームを提供
- 流体力学、構造、素材、機械、システム、自動化、騒音と振動、工業デザイン、ヒューマンファクターなど幅広い要素の研究のためのコンスタントな変数を提供
- 製品ポートフォリオの連続的な進化
- モデルと実測値その他の情報の豊富なデータ

長年にわたり、Damen は自社が建造した全船舶（6,000 隻以上）からのデータを収集してきた。データ収集方法の進歩は目覚ましく、現在では Damen はシリーズ製造に必要な全データを収集し、市場及び運航要求に応じた船舶設計の絶え間ない改良を行うことができる。

造船所のエネルギー削減

2019 年 8 月、Damen は、オランダ国内の同社造船所 9 か所に合計 42,000 基のソーラーパネルを設置する計画を発表した。パネルは約 75,000 ㎡の表面積をカバーし、Damen のオランダ国内事業の必要電力の 13%を供給する。2020 年末までに完了する同計画では、年間約 12MW のクリーンなエネルギーを自社発電する。

IHC Group

浚渫船、浚渫技術、オフショア船、特殊目的船で知られる IHC Group は、事業再編の好例を提供している。2018 年から 2019 年にかけて、同社はグループ全体を基本的な造船組織から知識集中型の高度な機器、船舶、設計、技術のサプライヤーとなる計画を実施している。また、IHC は、「技術提供企業」から「統合ソリューション提供企業」への変革を目指し、企業買収による成長戦略を進めている。

同時に、IHC は、浚渫船、機器、技術を含む浚渫市場のグローバルリーダーとしての地位も維持してゆく。また、オフショア及び大水深海底採掘、オフショア再生可能エネルギーセクターも新たなビジネス機会を提供している。同グループは最近、台湾のオフショア風力発電産業向けの機器及び船舶の設計と建造分野における協力に関する大型契約を締結した。

造船市場の船腹過剰状況による低船価を利用し、世界の浚渫事業者は大型新造浚渫船と関連機器の発注を進めており、欧州では浚渫船の建造が増加している。

Kranendonk

造船工程自動化向けロボット技術を提供するオランダ企業 Kranendonk は、ティール（オランダ）に大規模な組立・溶接工場を開設した。この拡張プロジェクトは、今後数年間に造船及びオフショアセクターの設備の自動化とアップデートが進むとの予測に基づいた動きである。

Kranendonk のプロジェクトは、大型ガントリークレーンを統合した巨大ロボット溶接設備の開発である。この「Goliath」（ゴリアテ、ゴライアス）と呼ばれる新設備は、この種の装置としては世界最大級であるとされている。ゴライアスは様々な溶接ロボットを運び、新造船のセクションの溶接を行う。最大 24×32m、高さ 7m までのセクションの加工が可能である。

ティールの新設備は、長さ 80m、幅 40m、高さ 25m で、工業用ロボットを用いた欧州最大のエンジニアリング・組立工場となる。横幅 40m をカバーするガントリークレーン 4 基の吊り上げ能力は 160 トンである。

Kranendonk の自動化造船工程ソリューションには、プロファイル切断ライン、開先加工システム、サブアセンブリー製造、ロボット型パネル溶接ガントリー、ロボット型ダブルハル溶接ガントリー、ロボット型パイプ製造などが含まれる。

C-Job

オランダの技術コンサルティング企業 C-Job は、造船用の強化鋼板及び非強化鋼板の荷重及び座屈特性を計測する専用ツールを開発した。その座屈分析ツールは、BV、DNV GL、IACS の要求基準を満たしている。

船舶の概念設計の初期段階に同ツールを利用することにより、板金構造の完全な理解が可能となる。また、鋼板の最適な厚さを決定することができる。これにより複数の鋼板の同時分析が可能となり、時間の節約につながる。

座屈は構造が圧縮荷重を受けたときに発生する。板金構造への圧縮荷重が限界を超えた場合には鋼板は破損する。

標準的な造船用板金は、235 MPa のストレスを許容する。それ以上になると構造は破壊する。一方、座屈が発生する荷重は、材料の強度だけではなく、部品の硬度と材料の構造的剛性に依存する。

## 7-8 ノルウェー

Kleven Verft

一般商船建造からクルーズ船建造への事業転換の困難さは、Kleven Verft の資金難により明らかとなっている。ノルウェーのクルーズ船、フェリー運航会社 Hurtigruten 向けの高度なクルーズ船 2 隻の建造への資金調達を試みた後、同造船所は Hurtigruten が所有する KVE Holding に買収された。この資金難によりエクスペディション向けのハイブリッドクルーズ船（トン数 21,000GT、乗客数 500 人）2 隻の建造は遅れ、引渡しも延期された。

VARD

一方、2018 年、VARD はフランス Ponant 向けのエクスペディション型クルーズ船 2 隻を竣工し、同シリーズ船は 6 隻となった。その後 Ponant は、同造船所に電気ハイブリッド推進のエクスペディション型豪華砕氷クルーズ船 1 隻の設計と建造を発注した。その船体はルーマニアの VARD Tulcea 造船所が下請け製造し、同社のノルウェー Soviknes 造船所が完成させる。

Ulstein Group

世界で最も技術的に高度な ROPAX フェリーとエクスペディション型クルーズ船を建造する自社造船所をノルウェーに持つ Ulstein Group は、アジアその他における船型設計の開発を積極的に進めている。

ROPAX フェリー船型に関する Ulstein の最新プロジェクトは、一般市場のシリーズ

製造向けに開発された革新的な X-BOW 設計である。同社は、次世代小型 ROPAX フェリーの製造に関し、中国を対象市場のひとつとしている。この新船型は、全長が短く、幅が広く、船速が遅い同社の「コンパクト概念」フェリーで、高キャパシティを低投資コストで実現する。オフショア船など他の船種にも採用が可能である X-BOW 船型は、保針性の高さと ROPAX 船の運航コストの低さが特徴である。

2019 年半ば、同社は、世界最大の「プラグイン」ハイブリッド駆動船となるノルウェー船社 Color Line 向けの ROPAX フェリーを竣工した。同船はノルウェー西部の同社造船所で建造された。現在の受注残は、Lindblad Expeditions 向けのエクスペディション型クルーズ船 2 隻である。

Ulstein は、50:50 の出資比率でドイツ Schottel との合弁会社を設立した。新合弁会社は、舶用オートメーション、制御、監視用のユニバーサルデジタルプラットフォーム「X-CONNECT」の製造と販売を行う。

## 7-9　ポーランド

2019 年初頭、グダニスクとシュチェチンのポーランド 2 大造船所は、世界市場におけるポーランド造船業の地位の向上を目指し、ポーランド国内で協働して一貫製造を行う造船組織「Polish Shipyards」を設立することに合意した。

新組織では、両造船所の専門性、設備、製品ポートフォリオ、技術者をプールし、新造船契約の獲得と受注船の建造を共同で行う。この協力体制はサプライチェーンの効率化を促進し、シュチェチン造船所が位置するシュチェチンテクノロジーパーク内の企業を含む地元の中小企業に新たなビジネス機会を提供する。

今回の合意は両造船所の資源と人材を用いた共同プロジェクトに焦点を当てているが、各造船所が両造船所の資源を組み合わせながら、それぞれの受注を獲得し、建造を行うことも可能としている。「Polish Shipyards」プロジェクトには、ポーランドの産業開発局が支援を行っている。

## 7-10　ポルトガル

ポルトガル造船業の中心地であるビアナ・ド・カシュテロは復活を成し遂げた。2010 年代初頭、ポルトガル政府は同地域の造船所 Estaleiros Navais de Viana do Castelo への補助を廃止した。2013 年に民間組織 Martifer Group が同造船所を買収し、「West Sea」造船所と名称を変更した後、ビアナ・ド・カシュテロの造船業はルネッサンスを迎えた。

Martifer Group は土木工事、建築、再生可能エネルギーのビジネスを有し、また近年は河川クルーズ市場のビジネスも成長している。最近の同グループの河川クルーズ船、及び同グループが参入したエクスペディション型クルーズ市場のクルーズ船は、全て West Sea 造船所に発注されている。また、新造船企業は、ポルトガル海軍向けオフショア巡視艇及び浚渫船など他の受注獲得にも成功した。

また、West Sea は、特に近隣のガリシア地方に位置するスペインの造船所の下請け企業として、船体ブロックや組立部品の製造も行っている。

このビアナ・ド・カシュテロの造船所は、僅か 5 年間で 15 隻の新造受注を獲得している。

同造船所が Martifer 傘下のクルーズ船社 Mystic Cruises 向けに受注した 9,300GT 型エクスペディションクルーズ船 3 隻の第 1 船は、2019 年 3 月に竣工した。同船型は特徴として、ハイブリッド軸発電機を含む革新的なハイブリッド推進システムを搭載している。

## 7-11　ルーマニア

ルーマニア最大の造船所 Daewoo Mangalia は、韓国 Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering が保有していた 51%の過半数株式のオランダ Damen Shipyards Group への 売却が合意され、2018 年 11 月に Damen Shipyards Mangalia となった。

この合意では、Mangalia の 49%株を保有していたルーマニア政府の造船合弁会社 2MMS（2 Mai Magnalia Shipyard）に Damen 保有株の 2%が移譲され、ルーマニア政府は新組織の支配的所有権を持つこととなった。一方、Damen は同造船所の経営権を持つ。Damen は、既にルーマニアに造船子会社 Damen Galati を所有しており、長年にわたって同国でビジネスを行っている。

Mangalia は、Damen Shipyards Group の国際造船ネットワークの中で最大規模の造船所である。同造船所のグループ統合により、Damen はこれまでよりもさらに大型で複雑な船舶の建造と改造を行うことができる。 Damen は、Mangalia で建造される船種としては、ROPAX フェリー、クルーズ船、大型オフショア船と構造物などを想定している。既に、同造船所は、全長 155m のノルウェー向け豪華ヨット、オフショア機器輸送船などの高船価の大型受注契約を獲得している。

2018 年 11 月に Damen が経営権を取得した時点における Mangalia 造船所の雇用者数は 1,700 人であったが、同社は 2019 年末までには 2,500 人に増やす計画である。

ルーマニアのその他の主要造船所は、Constanta、VARD Braila、VARD Tulcea である。

## 7-12　スペイン

ガリシア地方海事クラスター

スペイン北西部ガリシア地方（州）の産業団体である ACLUNAGA（Asociacon Cluster del Naval Gallego: ガリシア海事クラスター連合）と ASIME（Asociacon de Industriales Metalurgicos de Galicia：ガリシア鉄鋼工業会）は、同地方の造船業と関連産業においてインダストリー4.0 のコンセプトの実現を目的としたプロジェクトを開始した。

上記 2 組織は、ガリシア地方の造船産業が将来的な競争力を確保し、長期的に生き残るためには、「第 4 次産業革命」を実現しなくてはならないと述べ、インダストリー4.0 プロジェクト実現と先進技術の導入には政府と EU による支援が必要であると強調している。

ガリシア地方は、造船、修繕、舶用機器、艤装、舶用技術に関連する企業を含む特に強力な海事クラスターを持ち、14,000 人を直接雇用している。その中心地は港湾都市ビーゴである。

しかしながら、ガリシアの造船業の完全自動化製造工程と先進技術システムの導入は 30%前後に留ると推定されている。また、主に独立した中小企業からなる造船業は非常に分散している。

ガリシア地方のインダストリー4.0 プロジェクトは、ACLUNAGA と ASIME が主導し、バスク地方海事フォーラム Foro Maritimo Vasco といくつかの欧州組織がパートナーとなっている。また、主催者は、ガリシア州ポンテベドラ県の地方組織 Diputacion de Pontevedra と EU からの支援も要請している。

このインダストリー4.0 プロジェクトは、人工知能（AI）、拡張現実（AR）、オートメーション、モニタリング、企業プラットフォームの 5 項目を造船業へ導入することを目指している。

ガリシア州ビーゴ地域の造船業は、2018 年に中小型特殊船 30 隻を受注した。ACLUNAGA によると、同地域の工事量は過去数年間最高水準を維持しており、スペインの造船業全体の回復につながっている。

遠洋から沿岸までのあらゆる種類の漁船の建造は、ビーゴとガリシア地方の造船所だけではなく、幅広いサブサプライヤーや舶用メーカーのネットワークにとって常に重要な市場であった。いくつかの造船所は、例外的に多いトロール船の受注残を持っている。

さらに、フェリー及び他の複雑な艤装を必要とする船種の建造に豊富な実績があるビ

ーゴ地域の造船所は、エクスペディション型豪華クルーズ船の受注も数多く獲得している。この分野の主要造船所は Barreras Shipyard と Metalships である。その他の受注としては、ノルウェーとスペインの船主向けの先進的沿岸・短距離フェリーがある。2019 年 8 月現在、2014 年に Barreras Shipyard を買収したメキシコ PEMEX Group は、同造船所の 51%株式を非中核資産として売却する意向である。一方、Barreras は 2019 年には米国ホテルグループ Ritz-Carlton 向けにハイエンドの小型クルーズ船の第 2 船を受注し、貴重な手持ち工事量を増やしている。

ガリシアの幅広い海事産業クラスターの存在は、艤装のスキルと舶用機器の少量生産の製造実績と相まって、ターゲット市場における同地域の国際競争力への重要な要素となっている。

Navantia

2019 年初頭、総額 43 億ユーロ（48 億ドル）のスペイン海軍の F110 次世代フリゲート建造プログラムがついに始動し、ガリシア州フェロルに位置するスペイン最大の造船所 Navantia のビジネスと雇用への追い風となっている。新造船隊のスペイン国内調達率は約 80%とされている。当初計画されているフリゲート艦 5 隻の建造は、Navantia の設計、製造工程の品質を改良し、国際市場における同造船所の知名度を高めることとなる。

Navantia は、2015 年、高度なデジタル化を含めた造船所設備の近代化に着手し、造船業向けのインダストリー4.0 コンセプトである「Astillero 4.0」の適用を目指している。これは F110 フリゲート建造プログラムの効率的な遂行に必要である。同プログラムの必要技術には、最先端の統合制御シミュレーションシステム、デジタルツインの開発、統合サイバーセキュリティー、乗員同士または乗員とシステムをつなぐインテリジェント管理通信システムが含まれる。同造船所は「Astillero 4.0」手法適用のために再構成され、さらに 3D 印刷技術も導入される。

SENER の FORAN システム

スペイン企業 SENER が開発した CAD／CAM／CAE システム「FORAN」は、現在造船所のデジタル化と技術アップデートの主要ツールとして大きく変化している。FORAN は柔軟性と適応性の高いマルチディシプリナリー（多領域）システムで、あらゆるサイズとタイプの造船所にあらゆる船種の設計と建造に関するカスタム化されたソリューションを提供する。モジュラー構造がその汎用性のカギとなっている。

FORAN の変換機能には、仮想現実（VR）、拡張現実（AR）、シミュレーション、人工知能（AI）、付加製造（AM）、ライフサイクルマネジメント（LCM）、センサー化 IoT、アセットマネジメントなどの分野におけるアップグレードが含まれる。その目標は、船舶の全要素の詳細の定義を含む FORAN データベースの活用し、船舶のデジタルツインの作成とメンテナンスのための製造と組み立てに関する全データを構築することである。

SENER は、IBM、PTC、Ansys、ESI Group などインダストリー4.0 開発の最先端を行く企業及び船級協会、造船所との戦略的パートナーシップ合意を締結している。これらの合意に基づき、FORAN は多様な技術に統合される。

## 7-13　トルコ

過去数年間のトルコの不安定な政治情勢は、活況を呈するトルコの海事セクターに大きな影響を与えていないように見える。造船所は、主に輸出市場向けの非常に好調な船舶修繕ビジネスに加え、2019 年は国際市場において多くの高付加価値船の新造受注を獲得した。修繕ビジネスと新造ビジネスの切り換えの柔軟性は、トルコの造船所の強みとなっている。

近年、トルコの造船所の新設備には大規模な投資が行われてきた。造船所の多くはマルマラ海沿岸に位置し、特にヤロバ、トゥズラ、イズミットはダイナミックな造船業の中心地として発展した。造船所の修繕・改造ビジネスのシェアは拡大し、現在ではトルコの修繕業はグローバル市場において欧州最大のひとつである。新造船建造に関しては、製造価値の高い特殊船舶の建造が増加傾向にある。

トルコは小型、特殊タンカー建造において世界最大の造船国のひとつであり、2018 年と 2019 年の竣工量はその地位をさらに高めている。例としては、ヤロバの Besiktas Shipyard は、カナダ船主向けの Polar 7 氷海船級を持つ高度な 15,000DWT 型新造タンカーのシリーズの最終船を竣工した。同シリーズはすべてデュアルフュエル主機及び補機を搭載している。その 3 隻はケミカル／プロダクトタンカーで、1 隻はアスファルト、瀝青、石油化学及び石油製品を輸送する柔軟性がある。トゥズラの RMK Marine も、第 2 種石油／科学製品に加え、「溶解型」貨物を輸送可能なタンカーを建造している。

トルコの造船所の適応力は、近年 Sedef Shipyard が Karadeniz Powerships 向けに遠洋商船を浮体式発電所の改造したことからも明らかである。

Tersan Shipyard

近年ヤロバの Tersan Shipyard が浮揚能力 50,000 トンの浮きドックを完成させたことにより、トルコの大型船修繕・改造及びレトロフィット能力はさらに拡大した。この全長 284×幅 51m のトルコ最大の浮きドックでは、アフラマックスまでのサイズの船舶が受け入れ可能である。同ドックは、欧州復興開発銀行（EBRD）から 1,950 万ドルの融資を受け、Tersan が自社建造した。その総コストは約 3,000 万ドルと推定されている。

また、Tersan Shipyard は、修繕バースを 270m に拡張し、屋内作業エリアを新設備導入とともに 2800 ㎡から 4000 ㎡に拡張した。

さらに、Tersan は、最も環境にやさしい洗浄技術である超高圧ハイドロブラストを含

む最新の廃棄物削減の技術の導入を進めている。この計画に対しては、Tersan は EBRD の廃棄物削減を目指した「Near Zero Waste Programme」から約 150 万ドルの融資を受けている。EBRD は、トルコ民間セクターのイノベーションへの投資を通じた競争力の向上を支援している。

Tersan の新造船事業は、複雑な船舶の建造比率を高めている。現在の受注残は全て輸出市場向けで、例としてはバッテリー駆動両頭型フェリー、ハイブリッド駆動沿岸フェリー、多くの遠洋漁船などがある。現在建造中のノルウェー船社 Havila Kystruten 向けの全長 125m、乗客数 700 人のフェリー2 隻は、ガス・エレクトリック／バッテリーハイブリッド推進システムを搭載している。さらにノルウェー向けには、沿岸または短距離輸送用の柔軟性の高い 3,500DWT 型 LOLO（Lift On/Lift Off：垂直荷役方式）／サイドローディング／冷凍貨物運搬船を 2019 年に受注している。同船は主に LNG 燃料で駆動され、補助的にバッテリーパックを使用する。

Tersan は、トルコ科学産業技術省に認可された研究開発センターを社内に設立した。この種の研究開発施設は、トルコ国内には 2 か所しかない。

トルコの造船業は、船舶曳引用タグボートも多く建造している。この分野の主な造船所のひとつは Sanmar Shipyard で、2018 年には同造船所は曳航能力（ボラードプル）最大 97 トンまでのタグボート 16 隻を竣工した。2017 年の竣工実績は、曳航能力最大 83 トンまでの 20 隻であった。

また、トルコ政府の国防支出の増大は、トルコ造船業の艦艇建造に関する経験値を高め、トルコがさらに技術的に高度で付加価値の高い造船市場において地位を確立することに役立つと考えられる。

トルコの民間造船所 5 社（Sedef、Anadolu、Sefine、Selah、Istanbul）は、世界艦艇市場におけるソリューション提供を目指し、合同組織 Turkish Associated International Shipyards（TAIS）を設立した。

### 7-14　英国

海事研究イノベーション組織「MarRI-UK」

2019 年 3 月、英国運輸省は、英国海事産業が提唱する海事研究イノベーション組織「MarRI-UK」の設立に対し、Babcock International 及び BMT Group の資金と合わせた資金支援を行うことに合意した。MarRI-UK は、総額 400 億ポンド（492 億ドル）規模の英国海事セクターの共同研究開発イノベーション活動を企画、コーディネートする機関となる。

MarRI-UK には、Babcock と BMT に加え、BAE Systems、Cammell Laird、Lloyd's

Register、QinetiQ、Rolls-Royce、Shell、ニューカッスル大学、サウサンプトン大学、ストラトクライド大学、ユニバーシティカレッジロンドン（UCL)、英国海事産業協会（SMI)が参加している。さらに他の英国企業､研究者の参加も歓迎している。MarRI-UKは、3 段階のオープンメンバーシップを持つ組織である。年間会費は参加組織のサイズとタイプによって決定され、各会員は年間会費を支払うことにより、数多くの研究開発イノベーション活動にアクセスすることができる。

2019 年 7 月、ストラトクライド大学に MarRI-UK 海事イノベーション技術センターを新設する計画が発表された。

MarRI-UK 設立メンバーは、①自律航行船、②船舶の全体的な効率、③システム統合、④統合データ、情報、ナレッジの管理と支援、⑤安全で複雑なシステムの 5 項目を研究開発の優先課題としている。例えば「グリーンエネルギー船」は、これらの優先課題を網羅する課題である。

MarRI-UK は、運輸省の支援を受け、まず船舶の排出削減を実現する革新的な手法に関する 100 万ポンドのプロジェクトの競争入札を開始した。これは最初の共同優先課題「クリーン・マリタイム」に沿った研究である。この共同プロジェクトの参加企業・組織は、舶用技術及びシステムの開発と研究から商品化までの中間的な技術成熟度レベルの研究イノベーション活動に従事する。

MarRI-UK は、 政府のイニシアティブと投資を利用して、共同研究開発活動に関連した商業的機会の理解を助けることを目的としている。

MarRI-UK によると、粗付加価値額（Gross Value Added：GVA）に換算した場合、英国は欧州第 4 位の造船国である。これは英国の艦艇建造の重要性を反映したものである。さらに、英国は欧州第 3 位のボート建造国でもあり、豪華モーターヨット、特殊目的船、小型作業船のダイナミックで輸出志向強い建造業を有している。

また、英国は、海事産業にも大きく関連するオフショア再生可能エネルギー開発のリーダー国のひとつでもある。

Cammell Laird

英国の独立系造船所 Cammell Laird は、同社の造船活動の拡大、及び発電モジュール製造などの新市場への参入を含めた幅広い戦略を開発した。同社の 2019 年の竣工船のひとつは、英国南極研究所 British Antarctic Survey（BAS）向けの世界で最も先進的な南極調査船である。現在同造船所は、環境適合性、効率、乗客の快適さへの要求を満たす革新的な設計の ROPAX フェリーを開発中である。現時点ではその詳細は公表されていない。

同時に、Cammell Laird は、新たな高度製造技術の導入を進めている。その例としては、原子炉を含むハイスペックな機器と格納容器製造方法のオプションのひとつとなり

得る電子ビーム溶接の開発プロジェクトがある。

電子ビーム溶接は、高速電子が 2 つの部材を融解し接続する高効率の融接方法である。

同社の主要設備は、4 基の乾ドックを持つバーケンヘッド（リバプール近郊）の総面積 130 エーカー（約 52.6 ヘクタール）の同社敷地内の大型のモジュラー建造ホールである。

フリゲート建造プログラム

メインとなるコントラクターが率いる 3 つの英国造船チームが、英国海軍のフリゲート 5 隻の 12 億 5000 万ポンド（15 億ドル）規模の建造プログラムの競争入札の最終候補に選ばれている。2018 年 12 月、各候補チームは、概念設計の提案に関する次の段階の資金として、最大 500 万ポンド（600 万ドル）の契約を締結した。最終的な落札チームは 2019 年末に発表され、選ばれた設計は 31e 型フリゲートに採用される。建造プログラムの調達プロセスはこれまでの艦艇建造契約よりも迅速に進められる。

最終候補は、それぞれ BAE Systems、Babcock International、Atlas Elektronik UK（AEUK）が主導する 3 企業チームである。

上記に加え、英国企業コンソーシアム（BAE Systems、Babcock International、Cammell Laird、Rolls-Royce）は次世代補給艦「fleet solid support ships」の建造プロジェクトの入札にも参加している。英国国防省は、同プロジェクトには国際入札を募集している。

Harland & Wolff Heavy Industries（H&W）

ベルファスト Harland & Wolff Heavy Industries（H&W）のノルウェー親会社 Dolphin Drilling（旧 Fred Olsen Energy）は、同社の売却を計画している。H&W の最後の新造船建造は 2003 年で、それ以降は修繕、改造、鉄鋼製品製造を行っている。最近の動きとして、再生可能エネルギー設備市場に参入した。

AkzoNobel Group

2019 年、オランダに本社を置く AkzoNobel Group は、ニューカッスル近郊のフェリングに位置する同社工場内に新塗料研究所を開設した。1260 万ポンドを投資したこの新研究開発施設は、同工場の製品開発の長い歴史と最新設備・機器を組み合わせたものである。

塗料ブランド「International Paint」で知られるフェリング工場は、現在塗料技術の最先端を狙う AkzoNobel 傘下の英国製造拠点として活動している。2011 年以来、AkzoNobel は同工場に総額 3,160 万ポンド（3,520 万ドル）の設備投資を行い、造船舶用産業及び石油ガス産業向けのイノベーションと製品を提供している。

今回の投資は、極限環境における新製品の評価を行うアプリケーションと試験設備の構築を目的としている。

# 第 8 章　推進システム、舶用機器、舶用関連技術における欧州共同研究開発プロジェクト

## 8-1　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

### 8-1-1　AUTOSHIP

2019 年 6 月 1 日に開始された AUTOSHIP プロジェクトは、自動運航技術分野における欧州の競争力強化と環境性の高い輸送の実現を目指している。

AUTOSHIP プロジェクトの中心となる作業は、遠隔操作／自動運航船 2 隻の建造と運航、及び関連陸上インフラの構築である。バルト海沿岸と欧州大陸の主要港及び内陸水路の貨物輸送を想定した 2 件の実船試験が予定されている。

開発される技術は、完全自律航行技術、自己診断船内システム、予後診断、運航計画、通信技術を含む。同プロジェクトでは、短距離海運及び河川舟運の実際の運航条件における実船試験を行うことにより、次世代自動運航船の開発を促進する。

2022 年 11 月 30 日に完了予定の AUTOSHIP プロジェクトは、予算総額 2,770 万ユーロ（2,980 万ドル）の大規模な研究開発プロジェクトである。EU が「Horizon 2020」プログラムからプロジェクト予算の約 80%に相当する 2,010 万ユーロ（2,210 万ドル）を拠出している。

AUTOSHIP プロジェクトが提案された時点の主要参加企業 2 社は、Rolls-Royce Marine とノルウェーKongsberg Group であった。2019 年 4 月の Kongsberg Maritime による Rolls-Royce Marine 買収の結果、Kongsberg Group がプロジェクトの主導企業となり、プロジェクトの EU 補助金の大部分を占める 1500 万ユーロ（1650 万ドル）が Kongsberg Group 内の諸企業、即ち Kongsberg Maritime、Kongsberg Maritime CM、Kongsberg Digital、Kongsberg Norcontrol に配分されることとなった。

プロジェクトコーディネーターはイタリア・ローマの Ciaotech、その他の参加企業・組織はノルウェーの研究機関 Sintef Ocean、フィンランドの製紙企業 UPM-Kymmene、英国ストラトクライド大学である。

### 8-1-2　E-FERRY

デンマーク本土と南部のエーロ（Ærø）島を結ぶ 100%電気フェリーのプロトタイプ開発には、EU が資金の大部分を援助している。4 年間の研究開発プロジェクト「E-ferry」の成果である全長 60m の電気フェリー「Ellen」は、他のバッテリー駆動電気フェリー

よりも 1 回の充電での航続距離が長い設計となっている。

2015 年 6 月 1 日に開始された E-ferry プロジェクトは 2019 年 5 月 31 日に完了したが、開発された電気フェリー「Ellen」の運航開始は 2019 年 8 月となった。

エーロ自治体は、2025 年までに 100%カーボンフリーとなることを目標としている。同自治体がコーディネーターを務めた 4 年間の E-ferry 共同開発プロジェクトの総コストは 2,130 万ユーロ（2,350 万ドル）で、うち 1,500 万ユーロ（1,650 万ドル）を EU が「Horizon 2000」プログラムから、また 100 万ユーロ（110 万ドル）をスイス政府が拠出している。補助金配分の多いプロジェクト参加企業は、地元造船所 Soeby Vaerft、電気推進システムメーカーDanfoss、エーロ自治体、バッテリーメーカーLeclanche である。

エーロ自治体は、開発された新フェリーへの部分出資も行っている。さらに、EU 補助金に加えて、新フェリー用の陸上施設の構築に向けた研究開発活動への支援を行っている。

同プロジェクトへの多額の公的資金投入は、欧州の技術力強化を促進する環境にやさしい交通機関実現への要望の高さを反映している。840 基のバッテリーモジュールを搭載した E-ferry は 4.3MWh という記録的な総出力を持ち、エーロ島ターミナルにおける 1 回の充電で約 22 海里を航行する。同フェリーの積載能力は旅客 196 人及び乗用車 31 台またはトラック 5 台である。

新フェリーは、エーロ島航路の定期運航を行うと同時に、バッテリー駆動の実証船として、同コンセプトの運航及び経済的可能性を証明するために利用される。

同プロジェクトには、デンマーク、ドイツ、ギリシャ、スイスからの企業・組織が参加している。プロジェクト当初からの参加企業であるフィンランドの電気駆動専門企業 Visedo は、2017 年にデンマーク Danfoss に買収された。E-ferry の冗長性の高い高出力バッテリーには、スイス／ドイツの Leclanche が開発した Marine Rack System を採用している。発注当時には世界最大の舶用バッテリーパックであった出力 4.3MWh のバッテリーシステムは、リチウムイオン三元系（NMC : nickel manganese cobalt oxide）電池で構成されている。

完全な冗長性を持つ Danfoss の電気推進駆動系システムの出力は 1.5MW で、E-ferry の航海速力は 14.5 ノットである。

Visedo（現 Danfoss）は、Soeby 港の RORO ランプに設置される充電用コネクター「Nector システム」の設計と製造をフィンランド企業 Mobimar に発注した。Nector システムは、フェリーが着岸すると自動的に接続し、2 基の独立した直流充電式アームを用いて、15～20 分という短い停泊中に最大 4MW の高速充電を行う。

既存のディーゼル駆動フェリーを E-ferry に代替することにより、エーロ島の $CO_2$ 年間排出量は 2,000 トン、NOx 排出量は 41,500kg、SOx 排出量は 1,350kg、PM 排出量は 2,500kg、それぞれ削減されると試算されている。既存船と比較した場合の E-ferry への投資額の高さは、長期的なランニングコストでカバーされると予想されている。

2019 年 10 月末には、新フェリーは 840 基のバッテリーのうち 168 基を交換するために、3 週間運休するとの報道があった。

### 8-1-3 FLAGSHIPS

2019 年 1 月に開始された FLAGSHIPS プロジェクトは、水素燃料電池で駆動される小型商船 2 隻の開発により、水上交通のゼロ排出化を進めることを目的としている。1 隻は Norled 社がノルウェー南西部スタバンゲル海域で運航する既存 ROPAX フェリー、もう 1 隻はフランス Compagnie Fluvial de Transport（CFT）がフランス南部ローヌ川で運航する新造プッシュボート（押し船）で、それぞれの船舶の水素燃料電池の出力は 1.2MW である。

開発される水素燃料船の運航開始は、2021 年に予定されている。プロジェクトでは、沿岸部及び内陸水路における貨物及び旅客の輸送に、$CO_2$ その他の汚染物質の排出量が少なく、騒音も少ない水素燃料の利用を促進することを目指している。

FLAGSHIPS プロジェクトには、本船を提供する 2 船社に加え、ABB Group、船舶設計企業 LMG Marin、燃料電池メーカーBallard Power Systems Europe など 10 企業・組織が参加している。プロジェクトコーディネーターはフィンランド VTT が務める。2022 年 12 月に完了予定の同プロジェクトの総予算 680 万ユーロ（750 万ドル）のうち、EU が「Horizon 2020」プログラムから 500 万ユーロ（550 万ドル）を拠出している。

FLAGSHIPS プロジェクトは、既存の陸上及び舶用アプリケーションのノウハウを活用することにより舶用燃料電池への投資コストを大幅に削減し、欧州の水素燃料及び燃料電池システム技術のサプライチェーンを強化すると予想されている。また、電池のみの推進システムと比較した燃料電池システムの利点の実証を目的としている。

### 8-1-4 FUELSAVE

EU は、舶用エンジン向けの革新的な水素噴射ユニットの開発に対し、「Horizon 2020」から補助金を給付している。ドイツのエンジニアリング企業 Fuelsave 社が開発した「FS MARINE+」システムは、世界初の舶用水素駆動エンジン支援ユニットである。特許技術であるこの水素製造システムは合成ガスを製造し、エンジンに噴射することにより、

燃焼効率を大幅に高め、排出ガスを削減する。

2018 年 5 月 1 日に開始された「FUELSAVE」プロジェクトの実施期間は 2 年間で、2020 年 4 月 30 日に完了の予定である。Fuelsave 社は欧州市場におけるこの新技術の商品化を目指し、研究開発プロジェクト継続のための補助金を申請している。

FUELSAVE プロジェクト開始から 1 年が経過した 2019 年 5 月、FS MARINE+のコア技術を改良する新手法の開発と試験の成果が報告された。コア技術は、特許申請中のサンドイッチタイプのカーボンファイバー電極及び革新的な電解洗浄技術である。これらの改良に基づいた試作機が設計され、ドイツの重量物運搬船に試験設置された。

FS MARINE+技術は燃料消費量を 10%以上削減し、同時に $CO_2$ 排出量を 10%以上、NOx 排出量を平均 50～55%、ブラックカーボンと PM を 30～40%、エンジンの保守コストを 3 分の 1、それぞれ削減するとされている。

現行の FUELSAVE プロジェクトの総予算は 290 万ユーロ（320 万ドル）で、うち EU が 160 万ユーロを拠出している。

### 8-1-5　HyMethShip

6 か国からの 13 企業・組織が、効率向上と同時に排出を大幅に削減する水素／メタノール駆動の推進システムを開発する「HyMethShip」プロジェクトに参加している。同研究開発プロジェクトの実施期間は 3 年間で、2021 年に完了が予定されている。プロジェクト予算 930 万ユーロ（1,020 万ドル）の 90%を、EU が「Horizon 2020」プログラムから拠出している。

プロジェクトの目的は、革新的な技術の組み合わせにより、$CO_2$ 排出量を最低 97%削減し、また NOx 排出量を IMO の 3 次規制の上限値よりも 80%削減、SOx と PM の排出はほぼゼロとすることである。これと並行して、現行の最良技術よりも効率を 45%以上改善することも目的としている。

開発される統合システムは、メンブレンリアクター、$CO_2$ 回収システム、$CO_2$ 及びメタノール貯蔵タンク、水素駆動が可能なレシプロエンジンで構成される。船舶に供給されるメタノールは水素に変換され、水素燃料に最適化されたマルチ燃料駆動が可能なエンジンで燃焼が行われる。

同システムは、まず出力 2,000kW 前後のエンジンを用いて陸上試験が行われる。この試作システムは、大きな変更なしに船舶への設置が可能である。

HyMethShip プロジェクトは、オーストリア・グラーツの同国有数のエンジン研究機関 Large Engines Competence Center（LEC）がコーディネーターを務める。同プロジェクトは、11 の作業パッケージに分かれて進められる。主要作業テーマは、燃焼前炭素回収システム、内燃機関設計、安全性、経済性、環境性の評価、システム統合である。

プロジェクトでは、エネルギーキャリアとしての再生可能メタノール及び燃焼前 $CO_2$ 回収・貯蔵技術の利用により、$CO_2$ 排出量が大幅に削減されると予想している。

### 8-1-6　LEANSHIPS（Low energy and near-to-zero emission ships：低エネルギーでほぼゼロ排出の船舶）

省エネ排出削減技術の効果と信頼性の検証を目的とした EU「Horizon 2020」プログラム内の 4 年間プロジェクト「LeanShips」は、2019 年 4 月に完了した。

Damen Shipyards がコーディネーターを務めた LeanShips プロジェクトには、EU 加盟国から 41 企業・組織が参加し、イノベーションの実用化を目的に、様々な技術とソリューションを組み合わせた 7 件の実証試験を行った。

プロジェクト成果物のひとつは、Wärtsilä、オランダ海事研究所 MARIN、イタリア船社 Grimaldi が共同開発した可変ピッチプロペラ搭載船に適用可能な省エネ装置（ESD）である。LeanShips プロジェクトが開発した ESD は、プレスワール・ステーターである。

2019 年 6 月、Grimaldi 所有の自動車／トラック運搬船における多様な条件下の海上試験では、同 ESD は 3.5%の燃料効率改善を達成したと発表された。投資回収期間は僅か 1.3 年とされている。

LeanShips プロジェクトに先駆け、Wärtsilä と MARIN は EU 第 7 次フレームワークプログラム内の GRIP プロジェクトに参加し、固定ピッチプロペラ搭載船向けの ESD を設計し、最適化を行った。ばら積み貨物船を用いた実船試験では、ESD の省エネ率は、同船の出力要求の 7%を達成した。

### 8-1-7　LoCOPS-2（Low cost onshore power supply：低コストの陸上電力供給）

2018 年 12 月に完了した EU 助成プロジェクト「LoCOPS」の目的は、港湾停泊中の船舶向けのコスト競争力のある陸上電力供給システムの開発であった。あらゆるサイズのクルーズ船への電力供給が可能な同システムの利用により、停泊中の船舶は発電機を停止することができるため、有害ガスの排出を削減し、港湾の大気の質を改善する。

LoCOPS プロジェクトの第 1 フェーズは 2015 年 12 月 1 日から 2016 年 5 月 31 日まで、第 2 フェーズは 2017 年 1 月 1 日から 2018 年末までそれぞれ実施された。デンマーク Powercon が主導する第 2 フェーズの総コスト 350 万ユーロ（390 万ドル）のうち、EU が 250 万ユーロ（280 万ドル）を拠出した。

一般的にクルーズ船は、陸上電力網を使用する陸上システムとは異なる電圧と周波数を船内で使用している。ほとんどの船は 60 Hz システムを使用している。他の陸上システムは、50 Hz システムを持つ船舶に対応するために高価なコンバーターを必要とする。陸上から船舶への電力供給を可能にする陸上及び船内技術のコストは高い。

LoCOPS プロジェクトでは、Powercon はこのような障害を克服することに成功した。同社は風力発電タービン用の周波数変換装置の開発と商品化で培ったノウハウを利用し、他のソリューションよりも 50%も安価なシステムを開発した。

LoCOPS-2 プロジェクトで開発されたシステムは、中電圧の陸上と船舶のケーブル接続に関する国際標準 IEC/ISO/IEEE 80005-1 を満たしており、50Hz 及び 60 Hz における 6.6kV 及び 11kV の電圧に対応している。このシステムは風力タービンの再生可能エネルギーシステムを改造したもので、コスト効果が高いことが特長である。

### 8-1-8 SuPREmE（Ship performance monitoring and simulation to reduce fuel consumption and emissions：燃料消費量と排出削減のための船舶性能の監視とシミュレーション）

オランダ・デルフトの海事系スタートアップ企業 We4Sea は、自社が開発したウェブベースの船舶のパフォーマンス監視プラットフォーム「SuPREmE」のさらなる改良への資金を EU「Horizon 2020」プログラムから獲得した。「SuPREmE」は、船の各要素のパフォーマンスに関する精度の高い有益な情報を作成する日常的なログレポートに加え、気象、潮流、及び衛星データを統合するビッグデータベースのシミュレーション技術を実用化した唯一のプラットフォームであるとされている。

SuPREmE プロジェクトは、収集したデータの分析をベースとした有益な情報を提供する能力を改良し、また外部からの気象、潮流、衛星データを自動的に収集することにより、ソフトウェアの性能を向上させることを目的としている。開発されるプラットフォームはスケールアップされ、現行システムの 250 隻からその 10 倍の船舶の情報を処理する能力を持つ。新プラットフォームは、14 隻の船舶上で実船実験が行われる予定である。

2019 年 9 月 1 日に開始された SuPREmE プロジェクトは、2019 年 12 月 31 日に完了する。プロジェクト総予算 71,429 ユーロ（78,600 ドル）のうち、50,000 ユーロ（55,000

ドル）を EU が助成する。We4Sea はオランダ国内からの補助金も獲得している。

## 8-2　その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向

### 8-2-1　付加製造技術

2019 年、船級協会 DNV GL は、シンガポールの南洋理工大学（NTU）の海事産業及び海洋産業向けの付加製造／3D 印刷に関する学術研究を支援することに合意した。

DNV GL 及びシンガポール経済開発庁が支援する産業大学院プログラムを通じ、同大学に新たに 2 名分の博士課程のポジションが設けられた。また、同大学内のシンガポール 3D プリンティングセンターに、1 名分の正規研究職ポストが設けられた。

この研究合意では、3D プリンティング分野の産業標準、品質保証、認証、サプライチェーン管理の研究開発に焦点を当てる。

大学への投資に先駆け、DNV GL は、2019 年初頭に海事産業における 3D プリンティングのフィジビリティに関する共同産業プロジェクトに参加している。DNV GL 及びシンガポール海運協会の 10 会員企業は、海事産業のコスト削減とダウンタイム短縮を目指したスペアパーツの 3D プリンティングの可能性に関する共同研究を行った。

### 8-2-2　代替舶用燃料

海事産業団体 SEA\LNG が委託した調査では、現時点では LNG が最も商業的に有効な舶用代替燃料であると結論付けている。

既存の産業及び研究情報に基づいた同調査では、6 つの主要代替燃料、即ち水素、アンモニア、メタノール、LPG、バイオ燃料（水素化処理された植物油）、バッテリー電気システムの商業的及び性能面の可能性を総合的に評価した。各燃料は、実用性、スケーラビリティ、経済性、環境性など 11 の主要パラメーターにおいて、LNG との性能比較を行った。

ノルウェーDNV GL の代替燃料専門家が行った同調査の結果は、2019 年 9 月に発表され、現在 LNG が最も成熟し、スケーラブルで商業的に有効な舶用代替燃料であるとしている。

また、独立系コンサルタント企業 thinkstep が行った「ライフサイクル温室効果ガス調査」では、LNG は「ガス田から航跡まで」のライフサイクル全体で 21%の排出削減

を実現するとしている。

SEA\LNG は、エネルギー効率設計指標（EEDI）を用いた船舶設計の改良と組み合せた場合、LNG は IMO が設定する新造船の 2030 年の非炭素化目標を満たすことが可能であると述べている。

SEA\LNG は英国で登録された非営利組織で、世界のエネルギー企業、船主、エンジン設計・製造企業、港湾など LNG のバリューチェーン全体からの企業・組織が会員となっている。

### 8-2-3　風力支援推進

大型タンカーに搭載された「Rotor Sail」を用いて 1 年間に渡って行われた試験では、同システムの大きな省エネ効果が実証された。フィンランド企業 Norsepower が開発した「Rotor Sail」2 基は、2018 年 8 月に 110,000DWT 型石油タンカーMaersk Pelican 上に設置された。

2018 年 9 月 1 日から 2019 年 9 月 1 日まで同船の通常運航中に行われた試験では、Rotor Sail を補助推力として使用した場合の省エネ率は 8.2%であった。これは 1,400 トン分の $CO_2$ 削減に相当する。

Norsepower 社のプロジェクトパートナーは、Maersk Tankers、英国エネルギー技術研究所 ETI、Shell International Trading & Shipping であった。公正な評価を保証するために、船級協会 Lloyd's Register の独立した専門家がプロジェクト中にデータの分析と評価を行った。1 年間のプロジェクト実施中、Maersk Pelican は熱帯から亜北極圏まで様々な気候と気象条件下を航行した。

Rotor Sail は、円柱状の大型メカニカル帆で、マグヌス効果と呼ばれる回転による圧力偏差により船舶を前方に推進する。

Maersk Tankers 社は、風力技術は 2021 年までに $CO_2$ 排出量を 30%削減するという同社の目標を実現する技術のひとつであると述べている。今後も同技術の経済的、商業的有効性を監視し、将来的には同社が所有する他の大型船舶にも採用することを視野に入れている。同社は、Maersk Pelican 上の Rotor Sail の利用を継続することを決定した。

### 8-2-4　補助電力としてのバッテリー

DNV GL は、バッテリーの構造がどのように小型タンカーの運航コスト削減と排ガス性能向上を実現するかを調査する国際プロジェクトを開始した。この共同産業プロジェ

クトには、エネルギーグループ Total、バッテリーメーカーSAFT Batteries、船舶設計企業 FKAB Marine Design、船主 Viken Shipping、船舶運航企業 Wallem Shipmanagement が参加している。

プロジェクトでは、補助電力として 15,000～20,000DWT 型石油またはプロダクトタンカーに搭載されたリチウムイオン電池の長期的利点に焦点を当てた研究を行っている。

下記のような目的に関連したバッテリーの利点を研究した。

- 出力要求が最大の場合の補助電力、または機関が故障した場合の瞬動予備力（スピニングリザーブ）を供給する。
- 燃料消費量を上昇させる発電システムの過度の負荷変動を防ぐ(ピークシェービング)。
- 発電システムの負荷を平準化する（ロードレベリング)。
- 発電システムを最も経済的な負荷レベルで運転し､船内の発電機の数を減らす。
- 貨物荷揚げポンプ､タンク洗浄機､港湾内操船時のスラスターなどの機器の必要に応じてオンデマンドで電力を供給する。
- 港湾内の超低速航行時の推進力、及び公海航行時の非常用推進力を供給する。

プロジェクトで利用したタンカーの出力要求に基づき、発電機 1 基を代替するために必要なバッテリー出力は 400kWh と推定されている。

### 8-2-5　CLINSH（Clean inland shipping：クリーンな内陸水運）

2019 年、入札審査過程を経て、「CLINSH」プロジェクトに新たに 6 隻の内陸貨物船が参加した。これによりプロジェクト参加船は合計 41 隻となり、パイロットプロジェクト船隊が完成した。

CLINSH プロジェクトに参加している内陸水路船は、それぞれ異なるエンジンと異なる排ガス削減技術を採用している。プロジェクト参加船主は、所有船に必要な改造に対する費用を補償される｡改造された船には CLINSH プロジェクトのトライアル用の測定機器が設置され、運航中の船の排出を監視する。

このトライアルプログラムにより、様々な排ガス削減技術の環境性能と運転コストに関する貴重な情報を得ることが期待されている。

同プロジェクトに新たに参加した 6 隻を例にとると､選択触媒還元(SCR)システム、ディーゼル微粒子フィルター（DPF)、完全電気推進、燃料水エマルジョン（FWE）／ガス液体化（gas-to-liquid：GTL）燃料、Euro VI 規制適合機関という異なる排ガス削

減技術を採用している。

CLINSH プロジェクトの主目的は、内陸水運からの排出を削減することにより都市部の大気の質を改善することである。2016 年 8 月 1 日に開始された同プロジェクトは、2020 年 8 月 1 日に完了予定である。

オランダの南ホラント州政府が主導する CLINSH プロジェクトには、オランダ、ベルギー、ドイツ、英国から 18 企業・組織が参加している。プロジェクトの総予算は 850 万ユーロ（940 万ドル）で、EU が LIFE プログラムから補助金を給付している。

### 8-2-6　クランクケースガスの安全性に関する共同産業プロジェクト

2019 年、船級協会 DNV GL は、圧縮天然ガス（CNG）及び液化天然ガス（LNG）で駆動される舶用エンジンのクランクケースガスの安全基準の制定に関する共同産業プロジェクト（JIP）への参加募集を開始した。

DNV GL は、クランクケース内部の燃料ガスの存在に関する危険性の評価と防止に関する規制と知識の欠如を問題視し、エンジンメーカーと造船所に注意を促している。

明確な規制の欠如は、安全性の軽視または過評価につながるリスクがあり、舶用燃料市場における CNG／LNG の利用に影響を与える。

プロジェクトの目的は、CNG または LNG デュアルフュエルエンジン及び舶用ガスエンジンのクランクケース及び換気装置の評価に関する共通ガイドラインを作成し、国際海事機関（IMO）及び国際船級協会連合（IACS）に進言することである。

### 8-2-7　「GETTING to ZERO」連合

「Getting to Zero」連合は、海運の脱炭素化を目指した海事企業のパートナーシップである。その目的は IMO の初期温室効果ガス戦略（Initial GHG Strategy）の目標の達成である。同連合は、2030 年までに商業的に有効なゼロ排出の遠洋運航船の実現とそれに必要なスケーラブルなゼロ炭素エネルギー供給源のインフラ構築を目指す。

2019 年には、新たに数社の有名企業が連合に加わった。そのひとつは MAN Energy Solutions、もうひとつはドイツの国際内燃機関連合（CIMAC）で、両者とも以前から舶用エネルギーの転換を支持している。

### 8-2-8 「GOOD SHIPPING」プログラム

2019 年 3 月、ロッテルダム港に寄港するコンテナ船で農林廃棄物及び食用油から製造された新舶用バイオ燃料の試験を行うプロジェクトが発表された。

オランダ企業 GoodFuels が過去 3 年間開発を行ってきた新バイオ燃料は、船舶のエンジンの変更なしに、標準的な舶用燃料油と比較して $CO_2$ を最大 90%削減し、SOx 排出量はほぼゼロとなる。同燃料は、製紙、パルプ製造時に発生する廃棄物及び使用済み食料油から製造される。

同プロジェクトにおいて、GoodFuels 社は、フランス船社 CMA CGM、ロッテルダム港、スウェーデン家具メーカーIKEA と協働する。

プロジェクトの目的は、海運の非炭素化という長期的目的を実現する代替燃料の有効性を実証することである。

### 8-2-9 GREENing the BLUE

EU は、特許技術である折り畳み式ウィングセイルの実証実験を行うプロジェクト「GREENing the BLUE」（ブルーのグリーン化）への補助金を承認した。航空技術を利用した格納可能な折り畳み式ウィングセイルは船舶の推進を支援し、平均 30%の燃料消費量削減とそれに伴う排出削減を目指している。ウィングセイルは、約 3 年で投資回収が可能であると予想されている。

ウィングセイルはスペイン企業 Bound 4 Blue（b4b）が開発し、「GREENing the BLUE」プロジェクトにはスペイン造船所 Astilleros Astander 及びドイツメーカー Lanitz-Prena Folien Factory 社が参加している。プロジェクトには、EU が中小企業向けの「交通のグリーン化」基金から約 800,000 ユーロ（880,600 ドル）を拠出している。

プロジェクトの目標は、b4b 社が漁船向けに開発したソリューションをスケールアップし、貨物船に適用することである。プロジェクトでは、スケールアップしたウィングセイルを欧州海域を航行する船舶に設置し、実証実験を行う計画である。

### 8-2-10 グリーンシッピングプログラム：帆支援推進

2019 年 9 月、デンマーク船社 DFDS は、オランダ企業 Econowind 及びノルウェーのグリーンシッピングプログラムの帆支援推進プロジェクトへの協力に合意した。

同年 11 月には、Econowind が開発した「箱入り金属製セイル」システムが DFDS 所有のノルウェー船籍貨物／コンテナ船「Lysbris Seaways」（7,400GT）の甲板上に設置された。同システムは、40 フィート型コンテナに格納された折り畳み式アルミニウム製ツインセイルから構成される。この 10m の金属フォイル（ウィング）2 基は、遠隔操作される。最適な風をキャッチするように設計されたウィングと関連ソフトウェアは、船の前進を支援する。

DFDS は、欧州北西海域における海象条件下で特定期間に渡って同セイル使用時の燃料消費量を計測し、推進効率への利点を検証する。

### 8-2-11　HYCAS ハイブリッド発電システム

MAN Energy Solutions、Corvus Energy、DNV GL は、ハイブリッド発電に関する HYCAS プロジェクトを完了し、2019 年半ばにその結果を発表した。

温室効果ガス（GHG）排出基準の厳格化を背景とした HYCAS プロジェクトでは、1,700TEU 型コンテナ船に搭載されたハイブリッド発電システムのコスト効果を検証した。寄港頻度が高く停泊時間が長いという運航形態を持つフィーダー及び近距離コンテナ船は、バッテリーの利用によりエネルギー効率の大幅な改善と環境性向上が期待できる。

HYCAS プロジェクトでは、推進システムの将来的なシナリオを検証した。そのひとつは、ピークシェービング及びスピニングリザーブ（瞬動予備力）用の発電機 1 基の代替となる 500kWh 型バッテリーバンクを搭載した 2020 年建造の船舶である。もう 1 隻は、出入港時のゼロ排出を実現する大規模な 11MWh 型ハイブリッドシステムを搭載した 2030 年建造のコンテナ船である。

500kWh 型バッテリーシステムの投資回収期間は僅か 2 年、またはパワートレインに追加投資がなされた場合は 3 年と予想されている。しかしながら、11MWh 型システムの場合の投資コストは大幅に上昇する。この大型システムの経済性を確保するためには、バッテリーの低価格化及び今日よりも燃料価格が上昇している必要がある。

Corvus Energy は、コンテナ船は「低コスト船」と見なされており、船主は何らかの支援策がない限りグリーン技術への投資に消極的であると述べている。2050 年までに炭素排出量を 50%削減するというグローバルな目標を達成するためには、厳格な規制と政府による多様な支援策が必要である。新造船への補助金、環境性の高いシステムを持つ船舶への入港優先権及び入港税の軽減などの措置は大きな促進策となる。

## 8-2-12　舶用エネルギーに関する JOINT RESEARCH（JoRes）プロジェクト

産業界に認められた船舶のエネルギー効率化の諸ソリューションのベンチマーク開発という技術的に困難なプロジェクト「JoRes」が、2019 年 4 月に開始された。舶用技術企業、舶用機器メーカー、研究機関、船級協会が参加する同プロジェクトの目的は、数値計算方法の信頼性を高め、船舶性能のさらなる改善と産業のデジタル化の基礎とすることである。

プロジェクトでは、海事産業の共同努力により、モデル試験結果、CFD 計算、実船の計測など船舶の総合的な性能データを収集する。現在、実船試験結果をモデル試験に利用する例は少ない。JoRes プロジェクトは、船舶の総合的推進効率に関する要素や部分からの情報により、プロペラと船体の重要な相互関係の理解を深め、船舶の効率改善の可能性を見極める。

JoRes プロジェクトの主要作業のひとつは､小型コンテナ船の実船データ計測である。VAF Instruments 社が開発した TT-Sense 技術が同船に搭載され、プロペラの推力とトルクの精度の高い計測を行う。包括的な海況情報も収集し、実際の運航条件に関する理解を深める。波動の計測には、MARIN が開発した自動推進型波動ブイ「C-DRONE」を使用する。

JoRes プロジェクトには、MARIN と VAF Instruments に加え、Lloyd's Register、Sintef Ocean、ノルウェーMIROS、中国国営造船グループ内の舶用科学研究所 CSSRC が参加している。

## 8-2-13　LEO（リグニンーエタノール）連合

欧州の大手船社である A.P.Moller-Maersk と自動車船運航を専門とする Wallenius Wilhelmsen は、リグニンとエタノールのブレンド油である LEO 燃料の環境性と経済性を検証する共同プロジェクト「LEO 連合」を開始する。この LEO 連合には、コペンハーゲン大学及び船社の顧客である自動車メーカーBMW、小売業 H&M Group、Levi Strauss、Marks & Spencer も参加する。

現在、コペンハーゲン大学は将来的な舶用燃料としての LEO の開発と試験を行っている。2020 年第 2 四半期に開始予定の同プロジェクトの第二段階では、海洋船のエンジンに LEO 燃料を用いた実船実験が行われる。第二段階が成功した場合は、第三段階として LEO 燃料の製造を拡大する。

海事産業は、自動車産業及び航空産業と異なる燃料要求を持つ。海運業は、実験室からグローバル商船隊という急激な変化に対応可能な特殊な低炭素燃料を必要としており、

LEO 連合のようなイニシアティブは、このような過程を実現する重要な役割を果たすと Maersk は述べている。

欧州の有力産業、一般消費材・小売り企業は、グローバルな消費に対応するサステナビリティ確保の重要性を認識しており、自社のバリューチェーン全体の排出を削減する方法の開発に積極的である。このバリューチェーンには、輸送及び物流セクターが含まれている。

### 8-2-14　MAYFLOWER：自動運航船プロジェクト

2020 年に無人の完全自動運航船の大西洋横断試験航海を目指したグローバルな共同プロジェクトが開始された。

MAYFLOWER 自動運航船（MAS）プロジェクトは、米国コネチカット州の海事研究開発チャリティーProMare が主導し、英国プリマス大学が研究コーディネーターを担当する。

無人航海を行う軽量船は英国企業 Whiskerstay 及び MSubs（Marlin Submarines）が設計し、グダニスク（ポーランド）の Alusip Technology が建造する。英国バーミンガム大学は、MAS プロジェクトの仮想現実（VR）、拡張現実（AR）、複合現実（MR）技術を担当する。2019 年には、IBM が MAS プロジェクトに参加した。

開発される自動運航船「MAS」は、清教徒のピルグリムファーザーズがメイフラワー号で英国プリマスからアメリカへの航海を開始したちょうど 400 年後の 2020 年 9 月 6 日に、英国プリマスから米国ニューハンプシャー州のプリマスに向けて大西洋横断航海を開始する。MAS には各種センサーを収納した最新のリサーチポッド 3 基が搭載され、科学者と技術者は気象学、海洋学、気候学、生物学、海洋汚染と保護、自動運航に関する研究を行う。

Alusip Technology 社は、船体建造、塗装、艤装を担当する。2020 年春に同船が英国に到着した後に、電子系統が統合される。

### 8-2-15　ONE SEA

2019 年 6 月、自動運航船プロジェクト「One Sea」連合に、新たに英国と日本からの影響力のある企業が参加した。英国からの参加はロンドンを本拠とするグローバル衛星グループ Inmarsat、日本からは日本郵船（NYK）グループ子会社のモノはこび技術研究所 MTI である。

2018 年末までは、One Sea 連合のメンバーである ABB、Kongsberg Maritime、Wärtsilä は、フィンランドとノルウェー沖でそれぞれ独自の自動運航船の試験を実施していた。フィンランド当局は、フィンランド西部のバルト海に指定した特別海域における今後の自動運航船の試験の管理権を One Sea に委託した。

One Sea 連合のメンバーは、連合の技術標準の整合性を踏まえた上で、独自にコスト効率の高い自動運航船の開発を自由に行うことができる。

日本の大手船社である NYK グループの参加は、2025 年までに日本海域で自動運航船を運航するという国土交通省のビジョンを反映した動きである。また、One Sea 連合は、2025 年までに、安全性及び技術標準を含む自動運航船インフラを構築することを目標としている。フィンランド基金 Business Finland からの公的資金の投入は、今後 3 年間の One Sea の作業の進展に寄与する。

### 8-2-16　SAILS（Sustainable actions for innovative and low-impact shipping：革新的な低負荷船へのサステナブルなアクション）

フランス政府のイニシアティブである「SALIS」憲章は、海運企業が環境負荷低減を目指した自主的手段を講じることを促している。

SALIS 憲章に従い、船主は規制要求を越えた環境保護措置を実施し、大学との協力を促進、これらの環境課題に対する一般認識を高めるための政策を打ち出すことを求められている。

SAILS が推奨する課題は、船舶のエネルギー効率の最適化、騒音低減、環境汚染の少ない燃料の利用などである。また、環境保護海域における航行への対応、クジラ、イルカなどの海洋生物との衝突回避も課題となっている。

SAILS は、フランス船主協会の支持を得て、2018 年 7 月にフランス政府が開始した。2019 年には、影響力のあるイタリア企業 Grimaldi Group が SAILS に参加した。同グループは、大規模な近距離 RORO フェリー及び遠洋 RORO 多目的船の船隊を所有している。現在の SAILS には 11 企業が参加しており、そのうち 9 社は CMA CGM、Louis Dreyfus Armateurs、Brittany Ferries などのフランス企業である。

### 8-2-17　スクラバー排水の研究

2019 年 2 月、排ガス浄化システム（スクラバー）からの排水の成分と質に関する 3 年間の共同産業プロジェクトの結果が、海事産業連合「Clean Shipping Alliance 2020

（CSA 2020)」により IMO で発表された。

同研究は、英米クルーズ船社 Carnival Corporation が主導し、スクラバーを搭載したクルーズ船 53 隻からの排水サンプル 281 件の分析を行った。これは海事産業最大のスクラバー排水のデータサンプル数である。ISO 認証を持つ複数の独立系研究所が、54 の試験パラメーターを用いてサンプルを分析した後、DNV GL が分析結果の評価を行った。

分析結果は、各種 EU 指令及びドイツの排水基準などのいくつかの国内及び国際的な水質基準及び陸上の汚水基準との比較が行われた。

スクラバー排水の分析結果は、上記の水質基準を全て満たしていた。従ってこの研究結果は、スクラバーを排出制限海域（ECA）における硫黄排出基準及び 2020 年 1 月 1 日に発効する新たなグローバルな硫黄排出基準を満たすための手段として認めるという IMO の決定を裏付けるものとなった。

2018 年 9 月に結成された海事産業連合「Clean Shipping Alliance 2020（CSA 2020)」は、2020 年の燃料規制を満たすためにスクラバー開発に向けた研究開発活動に多額の投資を行ってきた民間海運及び旅客船分野の企業グループで構成されている。

また、2019 年 6 月、CSA 2020 は、オランダの研究機関 CE Delft によるスクラバー排水に関する研究の暫定的結果を歓迎した。この独立した研究では、スクラバー排水に含まれる成分の蓄積は非常に低レベルであるとし、規制基準を十分満たしていると報告されている。調査結果は IMO で発表され、現在の焦点となっているオープンループ方式のスクラバーの特に港湾内における排水の環境への影響に関する議論に対する有効な情報を提供した。

2019 年下半期に完了が予定されている同研究は、国際クルーズライン協会の欧州支部である CLIA Europe とフェリー業界団体 Interferry がスポンサーとなっている。同研究では、様々な港湾の水の 9 種類の金属及び 16 種類の多環芳香族炭化水素（PAH）の蓄積を調べ、水質を評価する。研究は、CE Delft がオランダの独立系研究所 Deltares と共同で行っている。

### 8-2-18　SMART PROPULSION SYSTEM（smartPS)（スマートな推進システム）

欧州 3 か国（ポーランド、ドイツ、ベラルーシ）からの 7 企業・組織が、船舶の推進機関の効率、信頼性、サステナビリティの向上を目的に実施した 3 年間の研究開発プロジェクト「Smart Propulsion System（smartPS)」は、2019 年 12 月 31 日に完了する。

EU が「MARTEC II」プログラムより補助金を拠出した同プロジェクトは、グダニス

ク工科大学（ポーランド）が主導し、舶用ギアメーカーReintjes（ドイツ）、ContiTech Vibration Control（ドイツ）、ベラルーシ国立工科大学（ベラルーシ）、Fraunhofer Institute（ドイツ）、フィンランドの船舶設計企業 Deltamarin のポーランド支社、Dnepr-Bug Waterway（ベラルーシ）が参加している。

プロジェクトの主目的のひとつは、船内居住性の向上と自然環境への負荷低減を目指した推進システムの騒音と振動の低減である。プロジェクトでは、最新の水流力学計算と騒音振動予測手法の分析、新たな設計手法とスマートな振動軽減装置の開発、モデル実験などを行った。

また、その他の主要作業としては、推進システムの効率向上及び推進システム部品の耐久性改善に関する研究を行った。

### 8-2-19　サステナブルな舶用ソリューション

2019年6月、ノルウェーNCE Maritime CleanTechとシアトルWashington Maritime Blueというノルウェーと米国の2つの主要海事産業クラスターが、サステナブルな舶用ソリューション分野における協力に合意した。その目的は、海運の低炭素化を目指した新技術とアプリケーション開発の促進である。

海運による排出削減と将来的規制の順守という目標に加え、今回のパートナーシップは共同研究によるクラスター会員企業の国際競争力強化も目的としている。

新技術に関する知識の共有により、技術の実用化へのリードタイムが大幅に短縮されることが期待されている。

今回の産業パートナーシップの合意は、2019年5月のノルウェーの政府経済開発機関Innovation Norwayとワシントン州政府商務局の「グリーン」な舶用技術に関する協力合意に続くものである。

### 8-2-20　合成天然ガス（SNG）燃料

ドイツ企業3社とデンマーク企業1社は、液化合成天然ガス（SNG）の近距離／フィーダーコンテナ船の燃料としての利用に関するプロジェクトにおいて協力している。プロジェクトでは、1,036TEU型コンテナ船「Wes Amalie」に再生可能な電力から製造された液化SNGを燃料として搭載し、通常航海中に使用する。同船の主機は、2017年にL48/60B型ディーゼルエンジンから改造された4ストロークMAN 51/60DF型LNGデュアルフュエルエンジンである。

SNG の舶用燃料としての有効性を実証するために、Wes Amalie が通常航海で使用する LNG 燃料 120 トンのうち 20 トンを SNG で代替する。この結果、往復航海で $CO_2$ 排出量が 56 トン削減されると予想されている。

SNG 燃料は、現在、ヴェルルテ（ドイツ）に建設中の自動車メーカーAudi の液化プラントから供給される。この SNG は風力エネルギーによって製造されるため、気候変動への影響はない。液化 SNG による Wes Amalie の運航は、2020 年第 2 四半期に液化プラントが完成した後に開始される予定である。

同プロジェクトの参加企業は、Wes Amalie の船主である Wessels Marine、エンジンメーカーMAN Energy Solutions、LNG 輸送企業 Nauticor、フィーダー用船企業 Unifeeder である。

### 8-2-21　風力支援舶用推進（WISP）

2019 年 5 月、オランダ海事研究所 MARIN と米国船級協会 ABS は、船舶の風力支援推進に関する共同産業プロジェクト「WISP」（Wind-Assisted Ship Propulsion）を開始した。

WISP プロジェクトは、現在市場化されている様々な風力支援推進システムを評価し、技術の普及を促進することが目的である。風力の舶用利用への障害となっているのは、風力推進プロペラの透明性のある独立した性能評価手法の欠如である。風力推進技術の効率と性能を評価し、また法律及び船級の規制環境を整備し、信頼性の高いモデルを提示することにより、風力推進の利用が促進されると考えられている。

WISP プロジェクトの目的は、以下の方法により実現される。

- 風力推進の性能を予測する透明性の高い手法を開発する。
- その手法を用いて船主、運航企業の船隊に迅速な予測を提示する。
- 規制環境の不備を見直し、コンプライアンス構築のための勧告と事例を提示する。

WISP プロジェクトは、前競争的研究プロジェクトに分類されている。また、プロジェクトでは、幅広い既存システムをカバーするが、各企業の製品設計の詳細研究は行わない。

2019 年 7 月現在、WISP プロジェクトには MARIN と ABS に加え、海事業界から 10 企業・組織が参加しているが、さらなる参加企業・組織の募集を継続中である。

### 8-2-22　Winter Navigation Motorways of the Sea II（WINMOS II：冬季海洋航行モーターウェイ）

バルト海域の冬季航行システムの開発と強化を目的に実施された「WINMOS II」プロジェクトの主な成果のひとつは、耐氷仕様船への装着と取り外しが可能なモーター式砕氷バウの開発である。開発されたバウは、非常に厳しい氷海条件に対応する追加的な出力を提供し、1年を通じてバルト海経済圏におけるコスト効率の高い海上輸送を実現する。

開発されたバウは、冬前に特別に改造されたフィンランドのプッシャータグに装着され、バルト海及びフィンランドのサイマー湖の商業用水路ネットワークにおける氷海試験が行われた。

バウユニットは、Danfoss Editronが開発したハイブリッドエレクトリックシステムで駆動され、DCシステムの発電機2基とスラスター2基から構成される。前部のスーパーキャパシターが、ピーク出力を効率的に制御する。また、Editronソフトウェアは、DCシステムのディーゼル発電機の可変速度での運転可能にするため、効率が高く、燃料消費量を削減する。着脱可能なバウユニットの推進及び出力制御は、プッシャータグのブリッジから可能な設計となっている。

WINMOS IIプロジェクト内の他の作業は、既存のスウェーデンの砕氷船のディーゼルエレクトリック動力・推進システムの効率と環境性能の向上のために、コモンレール燃料噴射システムを改良し、レトロフィットすることである。この作業は、スウェーデン海事局とドイツ企業Heinzmannが共同で行った。

WINMOS IIプロジェクトは、2016年2月から2019年10月末まで実施され、フィンランド交通インフラ局（VAYLA）が、スウェーデン海事局及びエストニア海事局とともに主導した。プロジェクト総予算は約1900万ユーロ（2090万ドル）で、うち664万ユーロ（730万ドル）をEUがCEF（Connecting Europe Facility）プログラムから拠出した。

## 8-3　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

### 8-3-1　クルーズ船へのクリーンなエネルギー供給

ノルウェーの海事クラスター「Maritime CleanTech」は、改造したオフショアサービス船を、環境規制の厳しい海域を航行するクルーズ船へのクリーンなエネルギー供給に利用することを目指したプロジェクトへの補助金を獲得した。

同プロジェクトは、クルーズ市場の急速な成長とクルーズ船向けの環境規制の厳格化

が背景となっている。環境基準は今後もさらなる厳格化が予定されており、2026 年には世界遺産であるノルウェーのフィヨルド海域などの特定海域においてクルーズ船のゼロ排出要求が発効する。

同プロジェクトには、490,000 ノルウェークローネ（53,500 ドル）の公的資金が投入され、ゼロ排出のフィヨルド海域を航行する船舶及び陸上電力供給設備のない港湾に寄港するクルーズ船へのクリーンなエネルギーの供給を目指す。

### 8-3-2　主動力としての燃料電池

ABB Group のノルウェー子会社である ABB Marine & Ports 社は、ノルウェー研究所 SINTEF と共同で、燃料電池を船舶の主動力源としての利用の可能性に関する試験プロジェクトを開始した。プロジェクトでは、商船、客船を駆動するために必要なスケールの燃料電池技術の実現方法を模索する。

SINTEF Ocean のトロンハイム研究所が開発中の試験方法では、1 メガワットの推進機関を持つ船舶の運転と制御に関するモデル実験を 30kW の燃料電池 2 基で行う計画である。

ABB の特許技術であるソフトウェアと SINTEF Ocean のシミュレーターは、スケールダウンしたモデル実験用に様々なディーゼル／バッテリー／燃料電池の組み合わせと異なる負荷プロファイルを模擬し、再現する。SINTEF は、水素燃料供給とインフラ構築の研究も行う。使用される燃料電池は PEM（プロトン交換膜）型である。

これらの試験の目的は、舶用動力機関の化石燃料に代わる技術の開発に向けたプラットフォームを提供することである。もうひとつの主目的は、エネルギー貯蔵と組み合わせた燃料電池の制御方法を向上させ、燃料電池スタックの効率、信頼性、耐久性を最適化することである。

ABB は、燃料電池開発に向けて多額の投資を行ってきた。また、同社は、Ballard Power Systems 社との出力 3MW の PEM 型舶用燃料電池の共同開発プロジェクト、及び Royal Caribbean Cruise Line との燃料電池試験プロジェクトも実施している。

### 8-3-3　GasDrive プロジェクト

オランダリサーチカウンシル（NWO）は、システム統合により LNG 燃料駆動船の全体的効率の最大化を目指す国家プロジェクト「GasDrive」を支援している。

GasDrive プロジェクトは、船舶のエネルギー効率向上と排出削減を目的とした LNG 燃料エンジンと SOFC 型燃料電池（固体酸化物形燃料電池）の連続的な統合に焦点を当てる。

また、プロジェクトでは、水中排ガスシステムから排出される排ガスによるガスバブル潤滑用の船体のナノ積層コーティングに関する研究も行う。この技術は抵抗を低減し、防汚塗料の必要性を排除することにより、流体力学効率を向上させる。

GasDrive プロジェクトは、NWO が応用技術科学向けの TTW プログラムから資金を提供する。プロジェクトには、デルフト工科大学を含む学術機関及び産業界から 11 企業・組織が参加している。

### 8-3-4　グリーンな舶用メタノール燃料

2019 年初頭、オランダの企業と組織のコンソーシアムは、再生可能メタノールの舶用燃料としての利用に関する共同研究を開始した。

この「グリーンな舶用メタノール燃料」プロジェクトは、調査のために 9 隻の新設計船、新造船、既存船を選んだ。選ばれたオランダの商船及び艦艇は、全長 40～160m、トン数 300～23,000DWT、出力 1～12MW と広い範囲をカバーしている。これにより船種、運航形態、速力、サービスプロファイルなどの異なった条件を持つ船舶へのメタノール燃料利用に関するフィジビリティを調査する。

各船舶のプロファイルに合わせ、最適な技術、運航、経済的シナリオを決定する。オランダ経済省が資金援助を行う同プロジェクトは、2020 年末に完了予定である。

### 8-3-5　HEVIMA（Hybrid electrical vessel propulsion with integrated motor assist：統合モーターアシスト搭載型舶用ハイブリッド電気推進）

2019 年、英国政府機関 Innovate UK が支援する出力 250kW までの商船及び作業船向けのハイブリッドエレクトリック推進システムの開発プロジェクト「HEVIMA」が開始された。REAPsystems 社とサウサンプトン大学が主導する同プロジェクトには、10 企業・組織が参加している。

プロジェクトの目的は、既存のハイブリッドシステムの効率と排出レベルを改良した小型商船向けの革新的なモジュール型動力ソリューションの開発である。特に、平均出力需要は低いが、高出力を長時間発揮する必要もある船舶向けのシステムを対象としている。エンジニアリングと設置コストの削減には、モジュール型システムが最適であると考えられている。

調査対象となった統合技術は以下の 3 件である。

- 高トルク密度を持つ新型モジュール型電気統合モーター
- 安全性に影響するバッテリーの退化と状態のアルゴリズム評価を行った、モジュール化されたスケーラブルな高密度バッテリー
- 多様な船種に応用可能なオープンなエネルギー管理・制御システム

### 8-3-6 高効率推進システム（HIGH EFFICIENCY PROPULSION SYSTEMS：HEPS）

2019 年 9 月、英国メーカーTeignbridge Propellers は、英国政府が支援した高効率推進システムに関する 2 年半の研究開発プロジェクト「HEPS」の成果を発表した。

英国エネルギー技術研究所（ETI）が資金支援を行った総費用 300 万ポンド（390 万ドル)の HEPS プロジェクトでは、プロペラ性能の 3 つの改良点に関する調査を行った。プロジェクトの主目的は、英国海域を航行する船舶の化石燃料消費量と排出の削減であったが、開発された技術は世界のほとんどの商船に利用可能である。

プロジェクトで研究された 3 つのイノベーションは以下の通りである。

- 流体力学効率の最大化を目的としたプロペラブレード設計の最適化を可能にする統合された「システムとしての船」の設計過程を開発し、船舶の運航条件に基づく試験を行う。
- 交換可能なブレード設計である CoB（Clamp on Blade）型プロペラを開発する。CoB は、これまでに市場化された交換可能なブレードを持つプロペラよりも対直径比で小型のハブを持ち、またブレード表面のボルトヘッドを排除した設計を可能にする。既存プロペラと比較した場合、効率が 2%向上する。
- ピッチ変更システムを開発する。2019 年上半期にはコンセプト実証スケールの試作機を開発中である。

HEPS プロジェクトの最初の成果のひとつである CoB プロペラは、2019 年 7 月に英国の特許を取得した。Teignbridge Propellers 社は、現在 CoB プロペラ関連のさらなる特許を申請中で、同コンセプトの国際的な展開を目指している。また、2019 年末までには、船級協会による型式承認が予定されている。

### 8-3-7 MARITIME-GREEN PROPULSION（舶用グリーン推進）

2019 年、ドイツ連邦経済エネルギー省は、船舶工学は「国家海事研究戦略 2025」プログラム内の技術開発の 4 つの柱のひとつであると宣言した。他の 3 つの柱は、製造技

術、航海技術、舶用技術である。2019 年以降のプログラムの新フェーズでは、経済エネルギー省は船舶工学への予算配分を増加させ、「MARITIME-GREEN PROPULSION（舶用グリーン推進）」イニシアティブを開始する。

舶用工学関連プロジェクトへの予算増加は、海運のエネルギー転換のゼロ排出の実現という長期的ビジョンへの追い風となる。第一のステップは、電気エネルギーを再生可能資源から合成舶用燃料に転換することにより製造されるカーボンニュートラルな e 燃料の開発である。

### 8-3-8　MarRI-UK：英国海事イノベーションセンター

2019 年、英国の企業、大学、政府のコンソーシアムは、新たな国家海事イノベーション技術センター「MarRI-UK」を正式にオープンした。同センター本部はストラトクライド大学内に置かれ、英国内に数か所のハブ施設が開設される予定である。

最初の共同研究の焦点は、世界の海事産業における英国の地位を維持するという長期戦略の一環として 2019 年 7 月に英国運輸省（DfT）が発表した「クリーンマリタイムプラン」である。英国運輸省は、2025 年以降に発注された英国海域向けの全新造船は、ゼロ排出を可能とする技術を搭載することを主張している。

MarRI-UK は、商品化の機会のある技術に関する研究開発プロジェクトを提案し、またイノベーションに関する政府政策と投資の決定を支援する。

2013 年以来、英国の 8 企業（Babcock Marine、BAE Systems、BMT Group、Cammell Laird、Lloyd's Register、QinetiQ, Rolls-Royce Group、Shell）は、英国海事工業会 SMI 及び 4 大学（ニューカッスル、サウサンプトン、ストラトクライド、UCL）とともに、MarRI-UK の正式発足に向けて協働していた。

MarRI-UK の設立資金は、英国運輸省が出資し、Babcock 及び BMT も投資を行った。続いて英国運輸省は、100 万ポンド（130 万ドル）をゼロ排出実現のための各種プロジェクトに向けて拠出した。参加企業はプロジェクトへの提案を提出しなければならない。

MarRI-UK の設立メンバーは、他の企業・組織の参加と研究イノベーション課題への提案を募集している。

### 8-3-9　MethMare：高速舶用ガスエンジン

ドイツ連邦政府は、再生可能資源から製造されたメタンベースの燃料の輸送機関及び

陸上施設における利用促進を目指す大規模プログラム「MethQuest」内の研究開発プロジェクトを支援している。

「MethQuest」プログラムの総予算は 3,200 万ユーロ（3,520 万ドル）で、そのうち 1,900 万ユーロ（2,090 万ドル）をドイツ連邦経済エネルギー省（BMWi）が拠出している。同プログラムには 27 企業・組織が参加し、メタンから製造されたメチレンベースの各種燃料の様々な分野における利用に関する 6 件の共同研究開発プロジェクトを行う。プログラムのリーダーは Rolls-Royce Power Systems とカールスルーエ技術研究所である。

MethQuest 内のプロジェクトのひとつである「MethMare」は、舶用ディーゼル油などの標準燃料で駆動される通常の推進機関と同等の出力が可能なガスレシプロエンジンの開発を目的としている。ガス燃料の利用により、気候に悪影響を及ぼす有害ガス排出量を削減する。

MethMare プロジェクトは、2 種類の技術的に異なる舶用高速ガスエンジンの技術、環境性、経済性に関するフィジビリティ研究を行う。研究される 2 種類のエンジンコンセプトのひとつはオットーサイクルのピュアガスエンジン、もうひとつは直接噴射式の多元燃料エンジンである。

Rolls-Royce Power Systems の子会社 MTU Friedrichshafen（現 Rolls-Royce Solutions）がコーディネーターを務める MethMare プロジェクトには、ミュンヘン工科大学（TUM）、ILK Dresden（空気処理・冷蔵研究所）、熱交換器メーカーKelvion、噴射システムメーカーWoodward L'Orange が参加している。

メタンは $CO_2$ よりもオゾン層に多大な悪影響を及ぼすため、オットーサイクルエンジンのメタンスリップ（ガスの不完全燃料による未燃焼メタンの排出）の環境面へのリスクは大きい。MethMare プロジェクトでは、メタンを無害化するメタン酸化触媒装置を開発する。

もうひとつのガスエンジンコンセプトである直接噴射式多元燃料エンジンは、異なる燃焼過程を持っている。ディーゼルの場合と同様に、燃料柔軟性を持つ同エンジンは、まず燃焼室内の空気を圧縮した後、主エネルギー源（ガス）と着火用の少量のディーゼルを同時に噴射する。この方法では、ガスがほぼ完全に燃焼するため、メタンスリップが皆無またはごく微量であるという利点がある。さらに、メタノールなどの他の燃料の利用が可能である。MTU は、以前に行われたドイツ政府支援プロジェクト「FlexDi」において、既にこのコンセプトの機能的な可能性を実証している。

噴射用のガスは非常に高圧で加熱されるため、高圧ガスシステムの開発が必要となる。必要な部品（噴射装置、熱交換機、高圧ポンプ）は ILK Dresden で組み立てられ、試験と試運転が行われる予定である。

再生可能メタンは、パワーツーガス（power-to-gas）プロセスで再生可能資源からの電気エネルギーを用いて製造される他、サステナブルバイオガスのガス化及びメタン化、さらに家畜の堆肥や汚泥の嫌気性消化からも製造が可能である。

### 8-3-10　PACBOAT：燃料電池プロジェクト（フランス）

フランス政府は、Chantiers de l'Atlantique が受注した大型クルーズ船の電力及び動力を製造する燃料電池プラントの実証実験を行う研究開発プロジェクト「PACBOAT」を支援している。

プロジェクトでは、スイスに本社を置く MSC Cruises が Chantiers de l'Atlantique で建造する World クラスの 206,000GT 型クルーズ船（乗客定員 5,400 人）4 隻のうち 1 隻に試験用燃料電池を搭載する。プロトン交換膜（PEM）形ではなく、固体酸化物形燃料電池（SOFC）のクルーズ船への初めての設置となる。

燃料電池が設置されるクルーズ船「MSC Europa」は 2022 年の引き渡しが予定されており、フランスで建造される初の LNG デュアルフュエルエンジン駆動クルーズ船となる。主機関の総出力は約 80MW である。

MSC Europa に搭載される燃料電池の出力は 50kW で、主要燃料となる LNG 燃料を用いて電力と熱を製造する。同船に用いられる固体酸化物形燃料電池技術は、フランス政府が出資する公立調査機関 CEA が開発し、特許を取得している。CEA-LITEN 研究所は、サステナブルな将来的エネルギーソリューションの開発に焦点を当てた研究を行っている。

PACBOAT プロジェクトは、フランス政府が「未来への投資」プログラムから出資し、国家研究局（ANR）が管理している。また、フランス環境エネルギー管理局 ADEME も支援を行っている。

PACBOAT プロジェクトは、2008 年に韓国 STX Group の子会社であった当時の STX France（現 Chantiers de l'Atlantique）が開始し、現在も継続中の研究開発プログラム「Ecorizon」の一環である。Ecorizon プログラムには、同造船所とフランス地方政府が共同出資を行った。プログラムの研究成果は、同造船所で建造される MSC Cruises の World クラスクルーズ船やその他の新型クルーズ船、フェリーに利用されている。Ecorizon プログラムの焦点は、船舶の収益性を維持しながら、ライフサイクルを通じたエネルギー効率と環境性を向上させることであった。

PACBOAT プロジェクトの試験用燃料電池は、フランスの国際的エンジニアリング、調達、建造コントラクターEntrepose Group が設計、製造した。燃料電池の設置と運転

に関する承認は、Bureau Veritas（BV）が担当する。

SOFC 技術は、750℃という非常に高い作動温度を持つ。Chantiers de l'Atlantique と MSC Cruises は、SOFC 技術は、自動車産業などで利用されている低温で水素ベースの PEM形燃料電池よりも、高出力の舶用利用に最も効果的な技術であると述べている。

SOFC 技術は、最大 60%という高い電気効率を持ち、船内で使用される熱を供給することによりシステムの全体的な効率はさらに高くなる。さらにSOFCソリューションは、多くの種類の燃料（LNG／メタン、メタノール、アンモニア、水素など）との互換性を持つという利点があり、将来的な低炭素化に貢献する。

### 8-3-11　PACKED BED SCRUBBER（充填式スクラバー）

デンマーク企業 ME Production とオールボー大学は、船舶用の新型排ガス浄化スクラバー「packed bed scrubber」（充填式スクラバー）の共同研究を行っている。

この充填式スクラバーは、排ガスから SOx（硫黄酸化物）を除去する浄化システムの種類のひとつである。このタイプのスクラバーでは、大きな表面積を持つパッキング材に水をスプレーし、水が排出ガスから SOx を吸収する。

プロジェクトでは、排ガス浄化過程の化学反応の熱力学を統合し、CFD 手法を用いて実寸のパック度ベッドスクラバーのモデルを開発している。ME Production 社のフレゼリクスハウン拠点の設備を用いて、様々な条件下の試験とモデルの実証が行われる予定である。

### 8-3-12　Pa-X-ell2：燃料電池試験（ドイツ）

2019 年 10 月 1 日、海洋船向け及び分散型電力網向けのハイブリッドエネルギーソリューションで用いられる次世代燃料電池の開発と試験を行うプロジェクト「Pa-X-ell」の新フェーズが開始された。

ドイツ政府が出資する Pa-X-ell2 プロジェクトは、プロジェクトの第一フェーズ「Pa-X-ell」の成果を活用し、既存クルーズ船に試験プラントを設置して定期航行中に試験を行う。

Pa-x-ell2 プロジェクトは、ドイツ造船所 Meyer Werft がプロジェクト管理、国立水素燃料電池技術機関（NOW）がコーディネーターを務め、ドイツ連邦運輸デジタルインフラ省（BMWI）が資金援助を行う。プロジェクトパートナーは、DNV GL、造船所

Luerssen Werft、英米クルーズグループ Carnival の欧州支社、その他ドイツの技術企業・組織である。

プロジェクトでは、プロトン交換膜（PEM）形燃料電池技術に焦点を当てる。PEM システムは、内部改質器によりメタノールから製造される水素により駆動される。ハイブリッドエネルギーシステムと貯蔵の基本的な機能に関しては、陸上試験設備で試験が行われる。クルーズ船へのシステム設置と実船試験は、同システムのさらなる開発、改良､及び同技術のサステナビリティ目標及び国際規制への順守に関する評価を支援する。

2016 年以来、Meyer Werft は、バルト海の ROPAX フェリー上で、燃料電池システムの試験を行ってきた。今回の Pa-X-ell2 プロジェクトでは、LNG デュアルフュエル主機で駆動される 2018 年建造のクルーズ船「AIDAnova」に燃料電池の試験プラントを設置し、海上試験を行う。プロジェクトは 2021 年 12 月 31 日に完了の予定である。

Pa-X-ell2 プロジェクトは、ドイツの 研究開発プログラム「e4ships」の一部である。同プログラムでは、後述の河川クルーズ船向けの燃料電池開発プロジェクト「RiverCell2」も行われている。

### 8-3-13　PILOT-E プログラム（ノルウェー）

ノルウェーの海事産業クラスター「NCE Maritime CleanTech」内の企業・組織が実施している 4 件の水素関連プロジェクトは､PILOT-E プログラムから公的補助金を獲得した。これらのプロジェクトは、海事産業のゼロ排出とグリーン技術への移行の早期実現を支援するものである。

これらのプロジェクト 4 件への公的補助金総額は、7,100 万ノルウェークローネ（780 万ドル）である。PILOT-E プログラムは、ノルウェーリサーチカウンシル、Innovation Norway、ノルウェー気候環境省内の機関 Enova が管理を行っている。

4 件の共同研究開発プロジェクトの概要は以下の通りである。

- ゼロ排出高速フェリー：Selfa Arctic、Norled、LMG Marin、Hyon、Servogear が実施中のゼロ排出高速フェリー開発プロジェクトへの補助金総額は 1,050 万クローネ（110 万ドル）。開発中のフェリーは 2020 年中に市場化され、航路に応じてバッテリーと水素による駆動が可能である。
- フライングフォイル高速フェリー：スタートアップ企業 Flying Foil 社は、船体下にハイドロフォイル（水中翼）を持つゼロ排出高速フェリーの開発プロジェクトを主導している。開発されるフェリーは、航路とサービスに応じてバッテリーと水素による駆動が可能である。ハイドロフォイルは、既存の最高性能

のフェリーと比較して、速力 35 ノットで燃料消費量を 30%以上削減する。Flying Foil 社のプロジェクトパートナーは、ノルウェーの有力高速フェリー建造所 Brodrene AA、Westcon Power & Automation、研究機関 NTNU である。

- 「FreeCO2ast」水素エネルギープロジェクト：Havyard Group と海事クラスターのパートナーは、2022 年に Havila Kystruten 社の沿岸航行船に高出力水素エネルギーシステムを搭載するプロジェクトを実施している。対象となる Kystruten 船は、水素燃料で 10 時間の航行が可能となる。これにより、UNESCO 世界遺産であるフィヨルド海域を含むベルゲンーキルケネス全航路の半分をゼロ排出モードで航行できることとなる。FreeCO2ast プロジェクトは、ゼロ排出推進ソリューションによる現行のソリューションでは実現不可能な航続距離への新技術を提供する。
- SeaShuttle プロジェクト：同プロジェクトの目的は、水素と燃料電池を利用した収益性が高く低排出の近距離／沿岸コンテナ輸送の開発と実用化である。計画では、オスロフィヨルド（ノルウェー）とポーランド間の往復航海の 20%、即ちノルウェー海域はゼロ排出で航行する。また、荷役作業の自動化により、コスト効率を高める。プロジェクトはアイスランド船社 Samskip が主導し、水素技術企業 Hyon、Kongsberg Maritime、その他のノルウェー海事クラスター企業が参加している。

### 8-3-14 「リプレースメントフェリー」プロジェクト

2019 年初頭、デンマーク企業 5 社は、水素燃料電池とバッテリーの組み合わせの小型フェリーへの利用に関するフィジビリティ研究を行う共同研究開発プロジェクト「リプレースメントフェリー」を開始した。同プロジェクトはデンマーク政府が支援している。

「リプレースメントフェリー」プロジェクトは、カナダの燃料電池メーカーBallard のデンマーク子会社が主導し、設計企業 Odense Maritime Technology（OMT）、造船所 Hvide Sande Shipyard、オーフス大学、フュン島海事クラスターがパートナーとなっている。2020 年 8 月に完了予定の同プロジェクトには、デンマークのエネルギー技術開発試験プログラム（EUDP）から公的資金が提供されている。

プロジェクトの研究の焦点は、バッテリーを含むエレクトリックハイブリッドシステム内で水素燃料電池が機能する動力システムの開発である。究極的な目的は、コストと航続距離の両面で有効に利用可能なゼロ排出の動力ソリューションの開発である。

燃料電池技術の採用により、バッテリーのみのエレクトリック船と比較して燃料補給までの航続距離が長く、かつ迅速な補給を行うことができる。このハイブリッドシステムは、ドライブトレインへの電力供給の信頼性を高め、ピーク出力需要時の冗長性を提供する。

開発されるリプレースメントフェリーは、ディーゼルエレクトリック／ハイブリッド推進システムを持ち、出入港時は電力、通常航行時にはディーゼル機関を使用する。同フェリーは、将来的な完全エレクトリック化が可能な設計となっている。

プロジェクトでは、OMT が設計した新モジュール型フェリーでの実船実験用のハイブリッド水素燃料電池／バッテリーソリューションを準備する。また、その小型バージョンの試験を実験室で行う。その他の研究課題は、水素貯蔵、補給、空気圧縮、燃料電池とバッテリーシステムの統合などである。

### 8-3-15　RiverCell2 プロジェクト

ドイツの RiverCell2 プロジェクトでは、高温プロトン交換膜（PEM）形燃料電池技術の河川クルーズ船への利用に関する研究を行った。欧州では河川クルーズ市場が拡大しており、船隊の増加に伴う規制強化と環境問題への一般的な関心が高まっている。低排出という燃料電池の利点が、プロジェクトの第一フェーズである「RiverCell」の背景となり、同プロジェクトの成果は、RiverCell2 プロジェクトの基礎となった。

2017 年 4 月 1 日に開始された RiverCell2 プロジェクトは、2019 年 9 月 30 日に完了した。ドイツ造船所 Meyer Werft がプロジェクト管理、国家水素燃料電池技術機関（NOW）がコーディネーターを務め、プロジェクトパートナーとして 2 造船所 Neptun Werft（Meyer Group 企業）と Pella Sietas の他、DNV GL、クルーズ船社 HADAG、その他の技術企業が参加している。

RiverCell2 プロジェクトでは、河川クルーズ船のハイブリッドエネルギーシステムの一部となるモジュール型舶用燃料電池ユニットを開発した。実船試験の前に、陸上施設における予備試験が行われた

燃料電池システムの開発と試験は､ハイブリッドパワートレインのサステナビリティ、実用性、経済性に関する情報を提供した。また、参加企業・組織は引火点の低い新燃料の取扱いに関する知識を得た。プロジェクトでは、燃料電池プラントの主燃料としてメタノールを使用し、オプション燃料として LNG を使用した。

### 8-3-16　ROMAS（Remote operation of machinery and automation systems：機関及び自動化システムの遠隔操作）

ノルウェーの ROMAS プロジェクトの目的は、船舶の機関と自動化システムの陸上からの遠隔操作に関する規制環境を整備し、認証方法を開発することである。このコンセプトでは、機関室の制御機能を陸上のエンジン制御センターに移動させ、陸上の機関士

が船隊の主機及び補機の監視と運転を行う。

2017 年に開始された ROMAS プロジェクトは、2019 年末に完了する。プロジェクトパートナーは、船級協会 DNV GL、自動化システムメーカーHoglund、沿岸及びローカルフェリー運航企業 Fjord1、ノルウェー海事局である。プロジェクト資金は、ノルウェーリサーチカウンシルが MAROFF プログラムから提供している。

ROMAS プロジェクトの目標は、現行の運転方法と同等またはそれ以上の安全性レベルを保ちながら、運転方法の改善とコスト効果を実現することである。また、陸上から機関の制御と監視の責任を陸上に移動し、海上の機関士数を減らすことにより、若い世代にも海洋工学関連の職業をアピールすることが期待されている。さらに、このプロジェクトは、完全無人の自動運航船実現への重要なステップとなるものである。

ROMAS プロジェクトの試験フェーズは、Fjord1 社所有の LNG／ディーゼル／バッテリー駆動の RORO フェリーを用いて 2019 年第 1 四半期に実施された。同船は、ノルウェー西部のモルデとヴェストネスを結ぶ所要時間 35 分のフョルド横断航路に就航している。陸上エンジン制御センターは、モルデの Fjord1 のオフィスに設置された。

プロジェクトの試験の目的は、同コンセプトの安全な商業化を目指した技術評価と規制開発のためのデータと経験を得ることである。プロジェクトに関連して開発された新製品としては、Hoglund 社の将来的な遠隔操作が可能な統合自動化システムがある。

### 8-3-17　ShipDrive（Integrated design and control of hybrid ship systems：ハイブリッド船舶システムの統合設計と制御）

オランダ政府が出資する ShipDrive プロジェクトは、次世代船舶の設計と制御に焦点を当てた多学問領域の研究開発プログラムとして開始された。同プロジェクトはデルフト工科大学が主導し、オランダの NWO／STW 海事研究プログラムの一部である。

ShipDrive プロジェクトの主目的は以下の通りである。

- 船内にハイブリッド推進システム及びエネルギーシステムを統合するための新設計と最適化の方法を決定する。
- ハイブリッド船内システムの複数の制御系統の機能基準に基づいた制御戦略を決定する。

設計と機能基準には、船舶の運航コスト、燃料消費量、排出及び水中放射騒音などの環境への影響が含まれる。

### 8-3-18　ShippingLab パートナーシップ

2019 年 3 月、デンマークの「スマート」な海運技術の開発及び同国初のゼロ排出の自動運航船の開発を目指したイニシアティブである ShippingLab パートナーシップが開始された。

ShippingLab パートナーシップには、大手船社を含む約 30 企業が参加している。その目的は、1 社の企業では克服できない複雑で大きな課題を共同で解決することである。

3 年間のプロジェクトの 5 つの主要課題は以下の通りである。

- 船舶の運転のデジタル化
- 自動化と自律化
- $CO_2$ 排出量の削減、ゼロ排出と化石燃料を使用しないエネルギー供給の実現
- 循環経済の中の海事技術
- ロジスティクスの統合

自動化に関する研究作業パッケージは、デンマーク工科大学がコーディネーターを担当し、DFDS、Danelec Marine、MAN Energy Solutions、Wärtsilä のデンマーク子会社 Wärtsilä Lyngsø Marine が参加している。脱炭素化に関する別の作業パッケージでは、燃料電池とバッテリーだけではなく、海運のグリーン化を実現する他の燃料及び動力機関の可能性に関する研究を行う。

ShippingLab には、プロジェクトパートナー企業に加え、Innovation Fund Denmark、Danish Maritime Fund、D/S Orients Fund、Lauritzen Fonden が出資している。

### 8-3-19　スマートマリタイム（ノルウェー）

ノルウェーリサーチカウンシルは、エネルギー効率の向上と海事セクターからの有害な排出の低減を目指した「スマートマリタイム」プロジェクトを支援している。

その目的は、ノルウェーの海事産業クラスターを 2025 年までに環境にやさしい海運のワールドリーダーとすることである。コスト効率、エネルギー効率、排出性能の向上だけではなく、海事産業からの収益を増加させることもその狙いである。

ノルウェーのリサーチベースイノベーションセンター（SFI）は、企業と研究者の長期的協力の機会を提供する 2015 年から 2023 年までの 8 年間プログラムを実施している。年間予算 2,400 万ノルウェークローネ（260 万ドル）のうち、50%はノルウェーリサーチカウンシル、25%は参加企業、25%は参加大学、研究所が負担している。

研究作業は 10 か所の実験室で行われている。2019 年初頭現在、SFI では 22 人の科学研究者と 60 人の産業専門家が研究に従事している。

### 8-3-20　サステナブルエネルギーカタパルトセンター（ノルウェー）

2019 年、舶用・海洋産業向けの「グリーン」エネルギー製品とソリューションの開発を行う、ノルウェー・ストール（Stord）の新国立試験所「サステナブルエネルギーカタパルトセンター」が本格的に始動した。

同センターの設立には、ノルウェーの海事産業クラスター「NCE Maritime CleanTech」と企業ネットワークである「ノルウェーマリンエネルギーコンプレックス」が中心的な役割を果たした。ノルウェー全土に様々な技術分野の研究を行う「カタパルトセンター」が設立され、ノルウェーリサーチカウンシル、Innovation Norway、ノルウェー産業開発法人（SIVA）が公的資金を提供している。

カタパルトセンターは、ノルウェー企業に対し、バッテリーや燃料電池システムなどを含むエネルギー効率が高く環境にやさしいソリューションの評価、試験を行う装置と専門技術者を派遣する。その目的は、環境目標の実現とともに、ノルウェーの海事技術のイノベーション促進と競争力の強化である。「カタパルト」概念の大きな利点は、自社に開発設備や試験設備を持たない中小企業が、同センターの設備を利用可能なことである。

### 8-3-21　船舶性能意思決定支援プラットフォーム

海運企業の船舶の技術性能の最適化を支援する意思決定支援プラットフォームの開発に関するデンマークの研究開発プロジェクトは、多大な燃料消費量削減を実現した。デンマークの「Blue INNOship」プログラムの一環として実際された 4 年間プロジェクト「船舶性能意思決定支援プラットフォーム」は 2018 年に完了し、2019 年 5 月に最終結果が発表された。

プロジェクトでは、運転データを意思決定支援、性能レポート、業務レポートなどに変換する分析ツールを内蔵したモジュール型の船舶性能管理システムを開発した。モジュール設計と分析結果データベースにより、他の場所またはシステムへのデータ送信が可能である。

開発されたシステムは、主機、船隊、プロペラ性能、燃料バランス、データクオリティ、その他の要素に関する意思決定支援を提供する。

プロジェクトの開発作業は、デンマーク企業 Vessel Performance Solutions（VPS）、

FORCE Technology、オールボー大学、船社 J.Lauritzen 及び Torm が共同で行った。プロジェクト資金は、デンマーク海事基金、イノベーション基金、Orients Fund が提供した。J.Lauritzen と Torm は、新システムにより 1 年間に 37,900 トンの燃料が節約できたと報告している。

### 8-3-22　WEPAS（Wind energy propulsion aid for ships：船舶への風力推進支援）

2019 年、イタリアで RORO 船向けの帆を使った推進支援システムの開発プロジェクト「WEPAS」が開始された。プロジェクトは、RORO 貨物船と ROPAX フェリーの設計を専門とするコンサル企業 NAOS が主導し、舶用クレーンメーカーConcrane とウーディネ大学機械工学部が参加している。

プロジェクトでは、「ウィングセイルモジュール（WSM 200)」のプロトタイプを製造し、NAOS が設計し、イタリア北東部の造船所 Visentini で建造された RORO 船に設置する。その後、1 年間以上にわたる実船実験が計画されている。WEPAS プロジェクト全体の実施期間は 28 か月である。イタリア北東部のフリウリ＝ヴェネツィア・ジュリア自治州政府が、プロジェクト総予算 752,000 ユーロ（828,000 ドル）のうち、571,000 ユーロ（628,500 ドル）を補助している。

# 第 9 章　欧州主要舶用関連企業の製品開発動向

## 9-1　デンマーク

### 9-1-1　Alfa Laval：小型ガス燃焼ユニット

Alfa Laval は、同社のガス燃焼ユニット（GCU）の小型バージョンを開発し、2019 年末までに発売する。現行の GCU は大型 LNG 運搬船に最適なユニットであったが、新ユニットは小型 LNG 運搬船、浮体式貯蔵再ガス化ユニット、LNG バンカリング船などに適している。さらに、新ユニットは、ボイルオフガス燃焼を必要とする LNG 燃料船にも適している。

小型 GCU は、1 時間当たり 100～1,000kg の貨物ボイルオフガスに対応する。

GCU 技術の開発は、オールボー（Aalborg、デンマーク）に位置する Alfa Laval 試験トレーニングセンターで行われた。ガスアプリケーション用に 2017 年に拡張された同センターでは、フルサイズの GCU が 1,350 ㎡の試験スペースの中心的存在となっている。

### 9-1-2　ALFA LAVAL：LPG 燃料コンディショニングモジュール

2019 年、Alfa Laval は、MAN Energy Solutions と共同開発した LPG 燃料コンディショニングモジュール「Alfa Laval FCM LPG」の試験を完了した。このブースターシステムは、舶用高圧燃焼エンジンに LPG 燃料を供給する初の実証されたソリューションである。（メタノールと比較した場合、LPG は相変化を防ぎ、広い成分範囲に対応するため、高圧ポンプで供給される必要がある。）

FCM LPG 試作機の試験は、コペンハーゲンの MAN 技術研究センターで行われた。燃料弁の試験とエンジン負荷シミュレーションの後、同センターの 4T50ME-X 型試験エンジンを用いてオンライン評価が行われた。さらに、FCM LPG モジュールのアンモニア燃料への適応性の研究も行われた。

### 9-1-3　BALLARD POWER SYSTEMS：舶用燃料電池センター

カナダを本拠とする Ballard Power Systems のデンマーク子会社 Ballard Power Systems Europe は、ホーブロー（Hobro、デンマーク）の製造サービス拠点に舶用燃料電池の研究を専門に行う研究所「Marine Centre of Excellence」を開設した。

同センターは、ゼロ排出航行を必要とする船舶向けの大型燃料電池モジュールの設計と製造を行う。2020 年初頭には、燃料電池モジュールの年間製造能力 15MW 以上を持つ新製造施設が稼働する。

燃料電池モジュールの開発は、2019 年に発売された Ballard の新「FCgen-LCS」スタック及び次世代大出力モジュールをベースとする。同社は、既存の液体冷却式燃料電池スタックと比較した場合の「FCgen-LCS」の利点として、高い耐久性、高出力密度、氷点下起動能力、あらゆる運転条件への許容性、シンプル化したシステム統合を挙げている。

### 9-1-4　DFDS：バイオ燃料への投資

欧州の大手フェリー運航企業 DFDS は、農業廃棄物からバイオ燃料を製造するデンマークのスタートアップ企業 MASH Energy への投資を行っている。製造されたバイオ燃料は舶用エンジンへの利用に適しており、カーボンニュートラルである。2019 年、DFDS は、同社所有船でバイオ燃料の試験を行う計画を決定した。

DFDS は、MASH Energy への投資は、同社フェリーのカーボン排出量削減に向けた化石燃料の代替となる商業的に可能なバイオ燃料の開発への同社の責任を示すものであるとしている。その目的は、採算をとるために十分な量のバイオ燃料の製造とバイオ燃料製造に利用可能な他の廃棄物を特定することである。

DFDS は 1,000 万デンマーククローネ（150 万ドル）を投資し、デンマーク工科大学（DTU）のメンバーが設立した MASH Energy の 24%所有権を取得した。

### 9-1-5　MAN Energy Solutions：Mark 10 エンジンの開発

MAN Energy Solutions は、同社の 2 ストロークエンジン群の設計最適化を進めている。2019 年初頭には、シリンダー径 800mm 及び 600 mm の G 型エンジンの Mark 10 バージョンとなる「G80ME-C10.5」及び「G60ME-C10.5」を発表した。

MAN は、燃料油の規制環境が明らかになり、またエネルギー効率設計指標（EEDI）により $CO_2$ 排出量削減が義務化される 2020 年以降の新造船市場の回復を予測している。Mark 10 機種は、2020 年以降の状況に対応する設計となっており、エンジンの最適な特定連続最大出力（SMCR）に関する柔軟性という船主要望に応えるものである。

新型 G80ME-C10.5 は、既にボア 900mm の大型 G90ME-C10.5 エンジンとして発表された Mark 10 設計プラットフォームをベースとして開発された。その特長は、出力密度と効率の向上である。7 シリンダー型 G80ME-C10.5 エンジンの場合、前機種と比較して重量

は 5%減、特定燃料油消費率（SFOC）は全負荷において 2 g／kWh に減少している。

エンジンの軽量化は、フレックスロッド型コンロッドによるシリンダーの短縮、主軸受支持部の柔軟化、シリンダーフレームの最適化により実現した。最大圧力の増加に対応するため、G80ME-C10.5 は、MAN 最大の 2 ストローク低速エンジンである G95ME-C10.5 の最新設計の燃焼室部品を採用した。

G60ME-C10.5 の設計は既存機種 G60ME-C9.5 とほぼ同じで、外形、設置面積、行程（cylinder distance）、構造部品の高さも変わらないため、製造と船内設置の変更は最小限である。しかしながら、燃焼圧力のアップデートにより、材料、構造、可動部品とベアリング、燃焼室内部品の寸法が変更された。既存機種と比較した場合、Mark 10 エンジンの特定燃料油消費率は、負荷とチューニングに応じて 2.6g/kWh～3.6g/kWh の範囲に減少した。

Mark 10 シリーズの最初の 3 機種である G90ME-C10、S60ME-C10、S70ME-C10 は 2016 年 9 月に発表され、続いて G95ME-C10 が発表された。最新バージョンは全て機種名の最後が「C10.5」となっている。MAN は、全ての S シリーズ及び G シリーズエンジンを、将来的には Mark 10 プラットフォームにアップグレードする計画である。

### 9-1-6　MAN Energy Solutions：G95ME-C10.5 型エンジン

2019 年 8 月、MAN のライセンシーである HSD Engine Co は、韓国で G95ME-C10.5 型 2 ストークディーゼルエンジン第 1 号機の試験を完了した。同エンジンは G95 Mark 9 モデルを改良したものである。

12 シリンダー型 G95ME-C10.5 は、回転数 80rpm で 82,440kW の名目連続最大出力（MCR）を発揮する。同エンジンは、排ガス再循環装置（EGR）または高圧／低圧選択触媒還元装置（SCR）を搭載することにより、IMO の 3 次排出規制を満たす。同エンジンシリーズのガス噴射（GI）バージョンも 3 次排出規制を満たしている。

第 1 号エンジンは、HSD が製造した 11 シリンダー型である。同エンジンは、回転数 77rpm で特定連続最大定格（SMCR）出力は 59,000 kW、特定燃料消費率は 158.9g/kWh で、予想されていた 159.9g/kWh よりも 1g/kWh 少ない値を実現した。

この 11 シリンダー型 G95ME-C10.5 の名目連続最大出力（MCR）は、80rpm で 75,570kW である。

### 9-1-7　MAN Energy Solutions：ME-GA 型エンジン

2019 年、MAN Energy Solutions は、低圧ガス噴射式 2 ストロークデュアルフュエルエンジン「ME-GA」の開発プロジェクトを開始した。ME-GA 型エンジンは、実績のある ME-GI 型高圧ガス噴射式低速エンジンシリーズを補完するものである。ME-GA 開発プロジェクトは 2022 年上半期に完了し、続いて第 1 号機が LNG 運搬船に搭載される予定である。

同社は、ME-GA 開発は、LNG 輸送の増加と市場需要によるものであると述べている。同時に、低圧ガス噴射式 2 ストロークデュアルフュエルエンジン「X-DF」で高い市場シェアを持つ Winterthur Gas & Diesel（WinGD）社との競合も背景となっている。

MAN の ME-GI／LGI シリーズは、天然ガス及び他の燃料を使用する高圧ガス／液体ガス噴射式であるが、ME-GA（ガス・アドミッション）型は低圧ガス噴射式のデュアルフュエル型を好む船主・船社の要望に対応する。

ME-GA シリーズの開発は、ライセンシーである現代重工業エンジン機械部門（HHI-EMD）と共同で行い、初回機はボア 700mm が予定されている。6 シリンダー機種の場合、機種名は「6G70ME-C10.5-GA」となる。

MAN は、ME-GI 及び ME-GA のコストに関し、現在（高圧ガス噴射式）ME-GI の最大市場であるツインエンジン型の LNG 運搬船は、初期コストが比較的低い低圧ガス噴射式のデュアルフュエルガスエンジンに高い関心を示していると述べている。一方、ME-GI 型エンジンの燃料ガス供給システムには、ボイルオフガスを 300 バールの噴射圧まで高める高圧コンプレッサーが必要であるため、初期投資コストは高くなる。

しかしながら、MAN は、ME-GA は高圧 ME-GI を代替するものではなく、補完するものであり、ME-GI は同社のエンジン群の主要製品のひとつとして存続すると述べている。これを裏付けるように、2019 年には ME-GI の Mark 2 バージョンが発表されている。

### 9-1-8　MAN Energy Solutions：ME-GI 型エンジンの Mark 2 バージョン

2019 年、MAN は低圧ガス噴射式 2 ストロークデュアルフュエルエンジン（ME-GA）を新たに市場投入したが、同時に商業的成功を収めた低圧 ME-GI シリーズの Mark 2 バージョンも発表した。

2015 年 10 月に第 1 号機を搭載した船が航行を開始した ME-GI 型高圧天然ガス噴射式デュアルフュエルディーゼルエンジンは、2019 年 6 月までに派生製品である ME-LGI／GIE 型エンジンと合わせた売上実績が 280 基を超えている。ME-GI シリーズは MAN の

主要エンジン製品のひとつである。MAN は同エンジンの開発を続け、今回発表された Mark 2 の初回機種は、5、6、7 シリンダーのボア 700mm 型「G70ME-C-GI」である。

ME-GI の Mark 2 へのアップデートの理由は、初期コストと運転コストの競争力向上である。Mark 2 エンジンの特長は、パイロット燃料の必要量減少、ガス燃料で低負荷運転が可能、シンプル化した設計、IMO の排出 2 次規制モードにおける燃料効率の向上である。

新パイロット燃料噴射バルブ（PIV）は、従来の ME-GI エンジンでは 1.5%であったガスモード時の特定パイロット燃料消費率（SPOC）を 0.5%以下に削減する。PIV は、カットオフ・シャフトの上昇を減少させる特別な制御機能を持ち、ガスモードでノズル面積を大幅に減少させる。

ME-GI エンジンは、ガス駆動時に 10%負荷で安定した運転が可能であることが実証されている。Mark 2 バージョンは、新たな制御・安全ソフトウェアの採用により、5%以下の負荷でも同等の性能を発揮する。

PIV の 0.5%パイロット燃料に関する陸上試験と工場受入試験（FAT）は、2020 年初頭に予定されている。MAN は、2020 年第 3 四半期以降に、ガスモードでエンジン負荷 5%以下で運転する能力を実証するための海上試験を行う計画である。

Mark 2 は、構造の複雑性を減少させた設計となっており、エンジン本体と設置に関する初期コストが低下した。エンジン上部のシンプル化した設計は、パージバルブとブローオフバルブ､関連したチェーンパイプ、シーリングオイルと制御パイプを排除した。シーリングオイル制御パイプは､シリンダーカバー内部にドリルされた流路が代替する。新要素は、ガスモードでシリンダー1 基を停止させるカットアウト装置である。

MAN Energy Solutions は、2019 年のエンジン開発プログラムで、IMO がメタンスリップ（未燃焼メタンの排出）に関する規制を検討中であると述べている。同社は、将来的なメタン排出規制に備え､GI エンジンをはじめとする 2 ストロークエンジン全機種のメタン排出量を 0.35g／kWh 以下に抑えるための研究開発を行っている。

### 9-1-9　MAN Energy Solutions：アンモニア燃料駆動 2 ストロークエンジン

MAN Energy Solutions は、舶用市場向けにアンモニア燃料焚きの 2 ストローク低速エンジンの開発を行っている。2019 年初頭、同社はこの開発プロジェクトは約 2 年半の予定で、新エンジンは 2018 年に発表された ME-LGIP 型エンジンをベースとし、LPG 燃料の使用も可能な設計とする。開発コストは 500 万ユーロ（550 万ドル）と見積もられている。

MAN の技術者は、九州大学と共同で、舶用エンジンにおけるアンモニアの燃焼及び

放熱特性の研究を行っている。この研究は、燃料噴射制御ソフトウェアの開発につながるものである。

プロジェクトの目的は、再生可能資源からの電力を用いてアンモニア燃料を製造することである。アンモニアは、エンジン内で燃焼されても $CO_2$、SOx、PM を排出しない。

### 9-1-10　MAN Energy Solutions：S46 型 2 ストロークエンジンのアップグレード

MAN Energy Solutions は、S46ME-B 型エンジンの代替となるボア 460mm の改良型 2 ストロークディーゼルエンジン「S46ME-C」を発表した。S46ME-C バージョンは、1996 年に発表された S46MC-C の後継機である 2010 年発表の S46ME-B よりも燃料消費率（SFOC）が低く、進化したエンジン制御機能を持つ。S46ME-C のデュアルフュエルバージョンも近々発表が予定されている。

S46ME-B は、25,000～50,000DWT 型のばら積み貨物船、小型タンカー、フィーダー及び近距離コンテナ船など幅広い船種に人気のある機種である。

S46ME-C の開発プロジェクトは、厳格化する NOx 及び $CO_2$ 排出規制が背景となっている。また、排出削減装置は効率化し、その製造コストは低下しているが、同時にエンジン制御は複雑化している。

その結果、S46ME-B8.5 型ディーゼルエンジンの S46ME-C8.6 による代替が決定された。新型エンジンは、排気弁の開閉タイミングに完全な柔軟性を持つ。

ME-B 型エンジンは、さらに新しい ME-C シリーズと同じ電子制御型燃料噴射システムを持つが、あらゆるエンジン負荷における柔軟な排気弁開閉タイミングを提供する ME-C の油圧式排気弁ではなく、カム駆動排気弁を採用している。カム駆動排気弁、機械式始動システムを持つ ME-B 型エンジンの利点は、電子機器と油圧機器の使用を最小限に抑えることによるコストの削減である。

しかしながら、部分負荷での燃料消費率に関する 2 ストロークエンジン市場の競争の激化、及び 3 次規制を満たすガス燃料噴射式エンジンが完全な ME-C 型制御システムを持つ必要性から、ME-B 型エンジンのコスト面での利点の魅力は低下した。

S46ME-C8.6 による S46ME-B8.5 の代替は、MAN の開発プログラムの第一段階である。同社は、最終的には ME-B 型エンジンの全機種を、完全な柔軟性を持つ ME-C シリーズに置き換える計画である。

S46ME-C では、いくつかの ME-B 部品が取り除かれ、新たな ME-C 部品が加えられた。

エンジン構造の様々な変更、フレックスロッド型コンロッドの採用、燃焼室内の部品の改良などにより燃焼圧力が上昇し、その結果、燃料消費率（SFOC）が改善した。S46ME-C の SFOC は L1 最大連続定格で 167g/kWh である。S46ME-B8.5 は 170g/kWh であった。

排気ガスバイパス（EGB）チューニング方法により、部分負荷及び低負荷の効率の最適化が可能で、また、リクエストにより高圧チューニング（HPT）も利用可能である。両オプション利用時には、SFOC が 3～4g/kWh 程度減少する。S46ME-B のチェーン駆動カムシャフトとハウジングを取り除いたため、S46ME-C のシリンダーフレームは再設計が必要となった。

排気弁の可変開閉タイミングによる運転の柔軟性は、DLF（Dynamic Limiter Function：エンジン及び船舶の加速性能向上機能）を向上させ、今後 S46 型エンジンシリーズのガス噴射式 ME-GI／ME-GIE バージョンの実現を可能にする。

### 9-1-11　MAN Energy Solutions：L23／30H 型エンジンのアップデート

MAN Energy Solutions は、舶用補機として人気の高い L23/30H 型 4 ストローク中速エンジンの改良バージョンを発表した。新バージョンである「L23/30H Mark 3 EcoGen」は、Mark 2 バージョンよりも出力が 15%増加している。また、シリーズには 9 シリンダー型が追加された。

この出力増加は、エンジンのシリンダー数を減らし、重量と燃料消費量を低減させるか、またはシリンダー数を増やし、クランクシャフト速度の低い機種を選んでオーバーホール間隔（TBO）を 1 年間伸ばすというオプションを船主に提供する。

L23/30H Mark 3 EcoGen には 5、6、7、8、9 シリンダー型があり、回転数は 720rpm（60Hz）、750rpm（50Hz）、900rpm（60Hz）、出力需要 500kW～1,800 kW（発電能力：475～1,710kW）をカバーしている。

また、Mark 3 は、排ガス浄化システム（スクラバー）搭載船のエネルギー需要に対応する設計となっている。クローズループ式スクラバーを使用する大型ばら積み貨物船及びその他の船舶では、250kW もの電力がスクラバーに使われている。

### 9-1-12　MAN Energy Solutions：Triton エンジン制御システム

2019 年 10 月、MAN Energy Solutions の電子制御 2 ストローク ME 型エンジンの制御システムである Triton 制御プラットフォームの最新バージョン 1906-2 の型式承認試験（TAT）が日本のライセンシー三井 E&S のエンジンを用いて行われ、同システムは型

式承認を取得した。

Triton は、コペンハーゲンを本拠とする MAN の 2 ストロークエンジンビジネス部門が、ミッションクリティカルな電子システム製造における 20 年以上の実績を基礎に開発を行った。

Triton は、MAN の 2 ストロークエンジン全製品の新制御プラットフォームとなり、モジュール性、柔軟性、スケーラビリティが特長である。現行の制御システム「Multi Purpose Controller」と比較し、Triton は将来的な要求とサイバーセキュリティーに対応するため、高い計算能力、迅速なネットワーク、I/O（input/output）の柔軟性を提供する。

### 9-1-13　MAN Energy Solutions：高速エンジン向け SCR

MAN 最終の舶用高速ディーゼルエンジン 175D 向けの選択触媒還元（SCR）システム「175D SCR」が、型式承認試験を経て市場化された。

175D SCR システムの技術検証と試験は、フレゼリクスハウン（デンマーク）の MAN の試験センターで行われ、さらにオフショアサービス船で海上試験が行われた。型式承認試験の後、同システムは全主要船級協会から IMO の 3 次規制適合の型式承認を取得した。

型式承認は、最初に発売された 12 シリンダー型エンジン「12V175D」向けの機種だけではなく、その後発表された 16V 及び 20V バージョンもカバーしている。これらの大型エンジン向け機種は、12V 向けシステムと同一の部品を使用している。

### 9-1-14　MAN Energy Solutions：燃料ポンプのレトロフィット

MAN Energy Solutions は、MC 型及び MC-C 型低速 2 ストロークエンジンの燃料ポンプの性能向上のための新レトロフィット用製品「DuraPlunger」を開発した。

開発された DuraPlunger は、プランジャーとバレルを組み合わせたもので、摩擦特性と構造の改良により、低粘性燃料や低潤滑性燃料を使用するエンジンの始動性能を向上させる。

開発の背景には、プランジャーとバレルの劣化時及び低粘性燃料使用時には、燃料ポンプの性能が低下するという問題があった。エンジン速度がバレル内のプランジャー速度を決定するため、始動時には燃料圧力が低下することがある。

### 9-1-15　MAN Energy Solutions：デジタル化に向けた提携

2019 年 7 月、MAN Energy Solutions は、大宇造船海洋及びライセンシーHSD Engine Company と、舶用エンジンシステムのデジタル化に関する戦略的合意を締結した。

この長期契約では、3 社が舶用エンジン及び補助システムのデータのデジタル化、データの収集と分析、データと「スマート」な船舶プラットフォーム及びインテリジェントソリューションとの統合などの分野で協力を行う。

MAN は、デジタル化を企業戦略のコア要素としており、2019 年には新デジタルプラットフォーム「MAN CEON」を発表した。MAN CEON は、運転及びセンサーのデータをインテリジェントに収集、分析し、エンジン、タービン、コンプレッサーのリアルタイム監視を可能にするシステムである。

### 9-1-16　A.P.MOLLER-MAERSK：バッテリーシステムの試運転

出力 600kWh のコンテナ内蔵型バッテリーシステムの試運転が、A.P.Moller-Maersk Group の子会社 Maersk Line が運航する 4,500TEU 型コンテナ船上で行われる。同船へのバッテリーパックの搭載は、2019 年 12 月に予定されている。

このプロジェクトは、低カーボン技術の開発、試験、実用化により 2050 年までにカーボンニュートラル化を目指す A.P.Moller-Maersk Group の長期戦略の一環である。

Maersk は、現在のバッテリー技術は大型商船のニーズに対応しておらず、バッテリーのみによる大型船の推進が技術的、経済的に有効なオプションとなるには、まだ長い年月が必要であると述べている。一方、舶用バッテリーシステムは、船内電気システムの効率改善には利用可能である。バッテリーの利用により補助発電機の負荷を最適化し、必要のない場合は発電機を停止することにより、全体的な燃料消費量を削減することができる。

また、バッテリーシステムは、スラスター駆動などの電力負荷の急激な変化時に発電機を支援する。また、電力供給の冗長性を提供する。

コンテナ内蔵型バッテリーエネルギー貯蔵システムは、デンマークの Trident Maritime Systems 社が製造した。

### 9-1-17　A.P.MOLLER-MAERSK：バイオ燃料の試験

2019 年、A.P.Moller-Maersk Group 所有の Triple-E クラスのコンテナ船 1 隻において、使用済み食用油（UCOME オイル）から製造された第二世代バイオ燃料を用いたブレンド燃料を使用する試験が行われた。

この試験プロジェクトは、A.P.Moller-Maersk Group がオランダの持続性のある成長を目指す企業連合（Dutch Sustainable Growth Coalition：DSGC）のメンバーである Shell（燃料供給担当）、Unilever、DSM、Philips、Heineken、FrieslandCampina と共同で行った。その長期目標は、海運の脱炭素化である。

2019 年 3 月から 6 月にかけて、試験対象となった Maersk Line のコンテナ船は、バイオ燃料 20%のブレンド燃料を用いてロッテルダムー上海間の往復航海（25,000 海里）を行った。超大型コンテナ船でバイオ燃料が高い比率でブレンドされた燃料を使用した航海は、初の試みであった。同船は、20%ブレンドに加え、7%ブレンドも使用した。この往復航海で削減された $CO_2$ 量は、1,500 トンと見積もられている。試験に用いられた新ブレンド油は、Shell が提供した。同社は、自社実験室でこのブレンド油の詳細な試験を行った。

Maersk は、他の低カーボンソリューションの開発を進めると同時に、舶用バイオ燃料の実証試験を継続すると述べている。また、Shell は、様々な廃棄物からの次世代バイオ燃料製造に関する研究開発を続ける。

バイオ燃料試験で用いられた Maersk Line のコンテナ船は、MAN の大口径 2 ストロークディーゼルエンジン「S80ME-C」2 基で駆動されている。

## 9-2　フィンランド

### 9-2-1　ABB MARINE：船内マイクログリッド

ABB は、小型船に効率的なハイブリッド電力を提供するコンパクトな直流（DC）電力供給システム「Onboard Microgrid」を開発した。

新システムである「Onboard Microgrid」は、大型船のエネルギー効率を最大 20%向上させる ABB の既存電力供給システム「Onboard DC Grid」の原理を基礎としている。

新システムは、バッテリー、燃料電池、またはバッテリー／燃料電池ハイブリッドシステムで駆動される船舶向けに開発されたシステムである。

既存システム「Onboard DC Grid」と同様に、新「Onboard Microgrid」は、複数のエ

ネルギー源と可変速度ドライブに対応する柔軟性を持ち、運転効率を向上させ、排出を削減する。新システムは、 すべての DC リンクを接続し、ひとつの主 DC 回路を通じて電力を供給することにより、省エネと推進力の最適化を実現する。さらに、同システムは、大型変圧器や主配電盤を不要にし、船内の電気機器の設置面積と重量を低減させる。

「Onboard Microgrid」の 1 号機は、イタリア内陸部のマジョーレ湖で運航される小型旅客／車両フェリーのハイブリッド電力変換用に採用される予定である。

### 9-2-2　KONGSBERG MARITIME：スラスターの製造

2019 年初頭、ラウマ（フィンランド）のスラスター製造工場の 5,700 万ユーロ（6,270 万ドル）を投資した改装工事が完了した。その時点では同工場は Rolls-Royce Marine が所有していたが、その後同社はノルウェーKongsberg Maritime に買収された。

今回の改装プロジェクトは、スラスター製造工程の 1 拠点への統合を目指したもので、同工場は世界最新鋭の推進設備を持つとされている。スラスター製造の集中化により、製造能力が拡大すると同時に製造ラインが最適化された。既存製造工場の建物を建て直し、また、様々なサイズのスラスターの製造と試験に対応する吊り上げ能力 200 トンの設備を持つ新工場を建設した。

刷新された製造拠点は合理化された製造設備を持ち、UUC 型及び US 型のアジマス式スラスター及び最近発表された「Elegance」ポッドシリーズなどの各種スラスターの試験を同時に行うことができる。

### 9-2-3　WÄRTSILÄ：研究開発支出

Wärtsilä の 2018 年の研究開発支出額は、売上の 3.2%に相当する 1 億 6,500 万ユーロ（1 億 8,160 万ドル）であったと発表された。前年度の数字は、売上の 2.9%に相当する 1 億 4,100 万ユーロ（1 億 5,520 万ドル）であった。研究開発支出の増加は、デジタル化とスマート技術、及び新規制に対応する環境性能と高効率を統合した新製品とソリューションに関する研究開発の増加を反映している。このようなプロアクティブなアプローチは、一次的及び二次的な排出削減技術の開発と、使用可能な燃料の種類のさらなる拡大につながっている。

研究開発作業の焦点のひとつは、100%再生可能エネルギーへの移行という Wärtsilä の長期的目標の達成に向けた合成燃料の開発と製造である。2019 年 5 月、同社は、将来的には同社の提供する製品とサービスにこれらの技術を統合すると述べている。

Wärtsilä によると、使用可能な合成燃料の種類はアプリケーションにより異なり、例えばガスエンジンには合成メタン、デュアルフュエル燃料噴射式ディーゼルエンジンには合成メタノール及び合成 DME（ジメチルエーテル）が最も適している。

同社は、これまでにディーゼル、火花点火式ガス、デュアルフュエル機種が開発された Wärtsilä 31 型中速エンジンを、将来的には合成燃料を含む幅広い燃料が使用可能なエンジンプラットフォームとして研究開発を進める計画である。

2019 年 9 月、Wärtsilä は、再生可能燃料の開発と市場化に向けた Q Power 社との協力合意を発表した。両社は、バイオメタン化技術と合成燃料に関するビジネス機会を共同で追求する。

フィンランド Q Power 社は、合成メタンを製造するバイオメタン化技術「Power-to-X」のパイオニアである。再生可能エネルギー移行への可能性を提供する同社のバイオメタン化技術は、バイオメタン燃料を大気中または工業過程からの $CO_2$ と水素を組み合わせて製造する技術である。

Wärtsilä は、長年にわたって水素燃料に関する研究開発を行ってきた。最新の研究では、2 種類の異なるタイプのエンジンを最大 60%の水素を含む燃料で駆動した。2 種類のエンジンは、火花点火式ガスエンジンと小型マイクロパイロット点火式デュアルフュエルエンジンである。

Wärtsilä は、同社の既存 LNG デュアルフュエルエンジンに 10～15%水素燃料の利用を可能にする際のエンジンの変更は比較的少なく、レトロフィットは迅速に行うことできるとしている。

### 9-2-4　WÄRTSILÄ：31SG 型ガスエンジン

2017 年版の本報告書で、Wärtsilä が 31 型中速エンジンの陸上発電向けピュアガスエンジン機種を発表したことには言及した。発表当時、将来的には火花点火式の新型機種「Wartsila W31SG」の舶用モデルの可能性が示唆されていた。2019 年 9 月、Wärtsilä は舶用市場向けピュアガスエンジンの投入を発表した。

W31SG 型舶用エンジンの市場化は、環境規制の強化と LNG バンカリングインフラの急速な成長を背景としている。

ベースとなるエンジン「Wartsila 31」は 2015 年に発表され、世界で最も効率的な 4 ストローク中速ディーゼルエンジンであるとされていた。同エンジンは 2 段式過給技術を採用している。そのガスバージョンである W31SG は、近代的なガスタービンの 40%

を上回るシンプルサイクル効率 50%を発揮する。その特長は、連続的な負荷変動に迅速に対応する運転の柔軟性である。

Wärtsilä は、リーンバーン（希薄燃焼）火花点火技術に幅広い実績を持ち、既に陸上発電向けには 1,800 基のエンジンが 3,700 万時間の稼働時間を記録している。

Wärtsilä 31 型ディーゼルエンジンのシリンダー出力は 750rpm で 610kW、平均有効圧力は 30.1 バールに対し、31SG 型エンジンは、同回転数でシリンダー出力 550kW、平均有効圧力は 27.2 バールである。

W31SG シリーズの舶用エンジンのシリンダー数は 8、10、12、14、16、最大出力は 8,800kW である。ハイブリッド推進の増加が、ピュアガスエンジンへの追い風となっている。

Wärtsilä 31 型エンジンのデュアルフュエルバージョン「31DF」は、2019 年 9 月に発電市場向けに発売された。

## 9-3 ドイツ

### 9-3-1 Becker Marine Systems：セイル補助推進システム

高効率ラダーと省エネ装置で知られる Becker Marine Systems 社は、船舶に大きな前進推力を提供するウィングセイルを商船向けに開発した。

ウィングセイル開発プロジェクトの主要パートナーはスウェーデン企業 Wallenius Marine で、革新的な設計の自動車運搬船に 1 基の専有面積が 1,000 ㎡の大型ウィングセイル 4 基を搭載する計画である。最適条件下でこれらのセイルを用いた場合、同船はエンジンを使わずに最大 10 ノットの速力を発揮するとされている。

Becker Marine Systems のウィングセイルでは、垂直セクション 2 基が空気力学フォイルを形成する。ウィングセイルは風に対して特定角度で運転され、ほぼ全ての針路で使用可能である。同社は、この新技術向けに、船の橋梁下の通過、港湾内での安全航行、悪天候時のシステム格納を可能にする特殊なセイル格納装置を開発した。

### 9-3-2 GTC Energy Solutions：舶用バッテリーの製造

2019 年 6 月、ドイツ企業 GTC Energy Solutions は、カナダ Sterling PBES Energy Solutions（SPBES）と、欧州市場向けに SPBES エネルギー貯蔵モジュールと制御装置

を製造する契約を締結した。

GTC は、舶用高性能電子制御機器とエネルギー貯蔵システムの製造を専門とするメーカーである。

### 9-3-3　MAN Energy Solutions：親会社 VW による売却の可能性

自動車製造を主幹事業とする Volkswagen Group は、事業再編の一環として子会社 MAN Energy Solutions の事業を売却する可能性を検討している。同グループは、提供製品群を縮小し、コアビジネスに専念する計画であると報道されている。

VW が MAN Energy Solutions の売却先候補と話し合いを行っていると、2019 年半ばから産業界で噂されている。米国を本拠とするディーゼルエンジンメーカーCummins が買収オファーを提示したと報道されているが、他の戦略的プレーヤーにもオファーの道は開かれている。しかしながら、VW は様々な噂や憶測に関するコメントは控えている。

### 9-3-4　MAN Energy Solutions：合成燃料

MAN Energy Solutions のグローバルな海運の脱炭素化戦略の中心となるのは、「Power-to-X」技術を用いて再生可能エネルギーから合成燃料とガスを製造することである。

MAN Energy Solutions の CEO で、ドイツエンジニアリング工業会 VDMA のエンジンシステム部門の委員長である Dr Uwe Lauber は、セクター間のギャップの橋渡しとなる合成燃料はエネルギー移行に不可欠な要素であるとし、Power-to-X 技術は、脱炭素化の成功と気候目標達成に向けた重要技術であると述べている。

VDMA は、Power-to-X 技術を気候保全への未来のソリューションとして、強く推奨している。同技術は、再生可能エネルギーを利用して水と酸素と水素に分解し、生成された水素をそのまま利用、またはさらに合成ガスまたは液体燃料に変換する。これにより、カーボンニュートラル目標を達成する。

Power-to-X 技術は、将来的に海運でも重要な役割を果たすことが期待されており、e 燃料は化石燃料の代替に大きく貢献する。今後海事産業がどの燃料または技術を選ぶかが注目されているが、現在のところ完全電気推進への切り替えは限定的で、当分の間は内燃機関の利用が大部分を占めると予想されている。

MAN Energy Solutions は、サステナブルな技術とソリューションへの移行戦略の新たな展開として、2019 年に電解技術専門企業 H-TEC Systems 社の 40%株式を取得し

た。今後、過半数株式の取得、または完全買収の可能性もある。H-TEC Systems は、水素技術の研究開発に 20 年以上の実績を持つ。

H-TEC Systems の株式取得は、水素ベースのソリューション開発への MAN の関心の高さを示している。水素は再生可能エネルギーを用いて気候ニュートラルな方法で生成することができ、また Power-to-X 技術により製造される様々な合成燃料のベースとなる。

### 9-3-5　MAN Energy Solutions：新 TCT 過給機

2019 年 2 月、MAN Energy Solutions は、TCT 過給機シリーズを発表した。新たな TCT 軸流過給機は、15 年前に発売された TCA 過給機を補完し、将来的には代替する。

TCT シリーズは、2 ストロークまたは 4 ストロークのディーゼルエンジン及び DF エンジンの両方に対応可能である。また、IMO の 3 次排出規制に適合している。出力範囲は 6～24MW である。新シリーズは、より小型、軽量で、過給効率と空気圧力が改善されている。また、新設計によりユニット製造コストも低下した。

2019 年に発表され、販売された最初の機種は、TCT40 及び TCT60 で、定格出力はそれぞれ 9,460kW、15,120 kW である。この他のサイズの機種（TCT30、TCT50、TCT70、TCT80）は、2020 年から 2021 年にかけて発売が予定されている。

TCT シリーズは、低速エンジンだけではなく、4 ストロークエンジンの 2 段過給にも適している。同シリーズの導入により、MAN の 2 段過給ソリューションは、過給機市場最高となる最大 80%の過給効率を実現する。

### 9-3-6　MAN Energy Solutions：VTA 技術

2019 年、MAN Energy Solutions は、可変タービンノズル技術（variable turbine area：VTA）を大口径 4 ストローク主機に標準装備した業界初の過給機メーカーとなった。VTA 技術は、MAN 51/60 型エンジンシリーズに搭載された TCA55 型及び TCA88 型過給機の標準機能である。

VTA 概念では、あらゆるエンジン負荷と速度において、混合気の量と噴射された燃料の量を完全に調和させる。その利点は、燃料消費量の低減、動的性能の改善、燃料の柔軟性向上、負荷変動への対応の向上などである。

### 9-3-7　MAN Energy Solutions：32/40CD 型エンジンの改良

MAN の最も人気のある 4 ストローク中速エンジンのひとつである 32/40（CD）型シリーズに、特許技術である Mark 3 噴射ポンプをレトロフィットすることが可能となった。舶用エンジン業界の「馬車馬」である同シリーズのエンジンは、出力範囲 3,000～9,000kW をカバーする。信頼性が向上した新型噴射ポンプは、オーバーホール間隔（TBO）を 50%近く延長するとされている。

既存エンジンへの改良型ポンプの提供の背景には、IMO の 3 次規制の発効と、超低硫黄分燃料などを含む使用燃料の多様化がある。新たな規制環境への対応は燃料噴射への大きなチャレンジとなっており、メンテナンス体制にも影響している。新燃料の採用により、燃料ポンププランジャー内のラッカリング（被膜形成）のリスクが増加し、つまりや故障の原因となり得る。Mark 3 型ポンプはこれらのリスクを低減させる設計となっている。

改良された設計の特長として、ポンプバレル内のシーリング・リングが、ラッカリングと関連する問題を大幅に低減している。また、新設計は燃料油と潤滑油の混合を防ぎ、両オイルの再利用が可能となる。

### 9-3-8　MAN Energy Solutions：Kongsberg Digital との提携

2019 年秋、MAN Energy Solutions とノルウェーKongsberg Group 傘下の Kongsberg Digital は、舶用セクター向けの共通データインフラ構築に向けた協力に合意した。

その目的は、船社へのよりよいアフターセールスのサービスとライフサイクルソリューションの提供、デジタルソリューションへの投資回収の改善、安全な接続性の促進である。

MAN Energy Solutions は、MAN のデジタルプラットフォーム「MAN CEON」を用いた安全なデータ収集と送信のために、Kongsberg Digital のデータインフラソリューション「Vessel Insight」を利用する方法と実用性を検証する。これにより、MAN は顧客サービスとそのオプションの向上ために、同社の遠隔監視・最適化パッケージ「PrimeServ Assist」などの高度サービスツールを提供することが可能となる。

MAN Energy Solutions は、デジタル化を企業戦略の焦点のひとつとしている。また、2019 年には、長期戦略として大宇造船海洋及びライセンシーHSD Engine Company とデジタル化における協力に関する合意を締結している。この 3 社は、舶用エンジンと補助システムのデータのデジタル化、サービスデータとスマート船内システムとインテリジェント診断ソリューションの統合などの分野で協力を行う。

### 9-3-9　MAN Truck & Bus：舶用高速エンジン

2019 年、MAN Truck & Bus 社の MAN Engines 部門は、舶用高速ディーゼルエンジン「V15-2000」の第 1 号機を納入した。出力 1,471kW の V15-2000 は、現在同社が提供するエンジン群の中で最もパワフルなエンジンである。また、コンパクト、低重量で排気量 1 リットル当たり 61kW の動力密度を持つ同エンジンは、舶用エンジン市場における最もパワフルな V 型エンジンのひとつでもある。第 1 号機は、全長 30m、速力 55 ノットの豪華ヨット向けに納入された。

### 9-3-10　REMBE：LNG エンジン安全システム

ドイツ REMBE 社は、LNG デュアルフュエルエンジン及び LNG ガスエンジン向けの安全システム「Q-Rohr DFE」を開発した。

ガス駆動エンジンと接続された排気システムは、失火や不点火時に爆発の危険性があり、燃焼性のガス酸素混合気が排気システムに混入することがある。発火源は主にエンジンの加熱表面または SCR システムである。

REMBE が設計した保護ソリューション「Q-Rohr DFE」は、エンジンの排気システム上に搭載される。爆発発生時には、同製品のステンレス製メッシュフィルターが爆発の圧力と炎を吸収し、機関室の機関と人員を保護する。事故発生後は、爆発通気パネルの交換だけで運転を再開できる。

### 9-3-11　Rolls-Royce Power Systems：MTU の社名変更

5 年前に Rolls-Royce グループの 100%子会社となったドイツの高速ディーゼルエンジン、ガスエンジン、推進システムのメーカーMTU Friedrichshafen は、2019 年に英国 Rolls-Royce Power Systems 傘下の「Rolls-Royce Solutions」へと社名を変更した。

ブランドネームとしての MTU は、引き続き製品とシステムに使われるが、MTU のロゴには「A Rolls-Royce solution」というテキストが添付される。同じく Rolls-Royce Power Systems 傘下の Bergen Engines も、2019 年末に新ブランドの一部となった。

ビジネスユニットとしての Rolls-Royce Power Systems は、グループで 2 番目に大きい規模を持つ。2019 年上半期の売上と利益は前年同期比で増加し、舶用エンジン、システム、サービスからの収入が全体の 3 分の 1 を占めている。

Rolls-Royce は、エンジンメーカーから先進的支援ツールを搭載した統合駆動推進シ

ステムのプロバイダーとしての変革を目指した「Power Systems 2030」と名付けられた戦略を打ち出している。Rolls-Royce Power Systems の CEO Andreas Schell 氏は、同社の伝統的なビジネスであるディーゼルベースの動力システムは現在同社の最大の収入源であるだけでなく、同社のエンジンメーカーから統合ソリューションプロバイダーへの変革のための財源でもあると述べている。

同社のエンジン開発と電化・ハイブリッド戦略は、2019 年上半期の研究開発支出を前年同期比で 10%増加させ、900 万ユーロ（990 万ドル）となった。

### 9-3-12　Rolls-Royce Power Systems：水素エンジン

ドイツ Rolls-Royce Power Systems は、オットーサイクルの火花点火式ガスエンジンを用いて水素エンジン概念の開発を行っている。同社のマグデブルク研究開発拠点では、ミュンヘン工科大学と共同で 5～10%の水素混合から 100%水素までのシングルシリンダー試験が実施された。2020 年には、水素エンジン設計のマルチシリンダー試験を開始する計画である。

### 9-3-13　Rolls-Royce Power Systems：技術トレーニング戦略

電気駆動推進システムの需要増加に伴い、Rolls-Royce Power Systems は新たなトレーニング戦略を開始した。

2019 年 4 月、同社は 2019～2020 年期に同社のエンジニア 100 人に電気エンジニアリング資格を取得させるという戦略を打ち出した。このトレーニングコースは、カールスルーエ技術研究所の HECTOR エンジニアリング＆マネジメントスクールとの提携により実施される。社員の資格取得を支援することで、研究開発分野におけるキャリアを魅力的なものとし、社員をつなぎとめることがその狙いである。

### 9-3-14　SCHOTTEL：機械式ハイブリッド推進システム

Schottel は、デンマークに本社を置く国際的タグボート運航企業 Svitzer と共同で、機械式ハイブリッド推進システムを開発した。新システムは同社の Y-Hybrid スラスター技術を基礎としており、右舷と左舷のアジマス式スラスターを接続するシステムである。これにより 2 基のスラスターを、船舶の主機 2 基のうち 1 基のみで駆動することが可能となる。

開発されたシンクローメカニカルハイブリッドドライブは「Schottel Sydrive-M シス

テム」と命名され、同社の Rudderpropeller 及び EcoPeller シリーズのスラスター（出力 1,000～3,000kW）を搭載した新造船向け、または既存船へのレトロフィットとして利用可能である。

新システムの概念は、運転時間の 90%を低負荷モードでエンジンを稼働するタグボートや作業船の運航プロファイル向けに最適化されている。このような負荷状態で推進システムを最適化するには、これまでのハイブリッド推進技術ではプロペラ 1 基につき、主機と小型電動機などの 2 基の独立した動力源を必要としていた。このような追加的な電動部品により、従来型ハイブリッドシステムは複雑で高コストであった。追加的な電子・電気部品やギアボックスの必要性を排除した機械式ハイブリッド推進システムである「Sydrive-M」ソリューションは、コスト競争力の高い代替システムとなる。

Sydrive-M は 3 つの主要運転モード、即ち低負荷運航／フリーセイリングモード、全力推進モード、Fi-Fi（firefighting：消火）モードを提供する。

### 9-3-15　SCHOTTEL：浅水域向けスラスター

2019 年初頭、Schottel は、水深の浅い水域における小型船の航行に適した最大出力 150kW の新型スラスター「Schottel Pump Jet SPJ 30」を発表した。新スラスターは、新造船への搭載、既存船へのレトロフィットの両方に適している。Schottel は、CFD シミュレーションを用いてスラスターの推力と推進効率を最大化した。

「Schottel Pump Jet SPJ 30」はコンパクトな設計で、省スペースの設置が可能で、排水量の損失も最小限である。水面よりも上に位置するギアボックスは、Z ドライブ型と L ドライブ型がある。動力源としては、ディーゼルエンジン、電動機、油圧モーターが利用可能である。

また、船体に直接取り付けることにより、船体抵抗に影響を与えず、漂流物によるダメージのリスクも軽減される。吸い込み口はグリルで覆われており、ダメージのリスクはさらに軽減する。このため非常に水深の浅い水域の運航に最適で、座礁した場合のダメージも比較的少ない。騒音と振動をさらに低減する弾性のあるマウントもオプションで利用可能である。

### 9-3-16　SCHOTTEL：新型プロペラハブ

Schottel は、5 翼型プロペラ向けの新型可変ピッチプロペラ（CPP）ハブを発表した。新型ハブの形状は、高速船や艦艇などの過酷な高負荷アプリケーションにおけるキャビテーションのリスクを低減させる。新型ハブは、これらの高動力密度、低圧力脈動、低

騒音が必要とされる船舶への利用に適している。

新型ハブにはフル・フェザリング・モードがあり、プロペラブレードを水流と平行にすることで抵抗を最小化する。Schottel は、詳細なモデル実験と CFD 技術により新型ハブの水流力学特性を検証、最適化した。同 5 翼型 CPP は最大 30,000kW までの出力範囲をカバーし、プロペラ直径は最大 8m である。

### 9-3-17　SCHOTTEL：高性能ノズル

Schottel は、高性能スラスタープロペラノズル製品群に新製品「SDC40」を追加した。

CFD 技術より最適化された新型ノズルの特長は、外径が小さいことである。そのコンパクトな設計は、多様な船舶設計とアプリケーションに対応する。

SDC40 は、Schottel の特許技術「ProAnode」を標準装備している。ノズルの外部表面から断面にアノードをリポジショニングすることで、スラスターのライフサイクルを延長し、外部影響からアノードを保護する。さらに、スラスター表面が滑らかになることで、流体の影響が軽減され、燃料消費量が減少する。

### 9-3-18　thyssenkrupp Marine Systems：付加製造技術

DNV GL は、thyssenkrupp Marine Systems に舶用、工業用の 3D 印刷部品の製造を承認した。DNV GL による部品の 3D 印刷製造の認証は初めてで、3D 印刷部品に対し、従来の方法で製造された部品と同等の信頼を購入者に与えるものである。

世界の顧客とともに船舶、潜水艦への 3D 印刷部品の利用に関する研究を行ってきた thyssenkrupp にとって、今回の認証は重要な意味を持つ。認証は、オーステナイト系ステンレス鋼製の部品の 3D 印刷と加工を含む。個々の特殊部品に対する認証も準備中である。

海運業界は、部品調達のリードタイム、コスト、ストック保管の軽減のために、付加製造／3D 印刷技術の利用を進めることを検討している。

### 9-3-19　ZF Friedrichshafen：新型舶用ギアボックス

2019 年 6 月、舶用変速機メーカーZF Friedrichshafen は、新型ギアボックス「ZF 8000」シリーズを発売した。モジュール設計の「ZF 8000」シリーズは、最大出力 3,000kW ま

でをカバーする。幅広い船種の新造船及びレトロフィットに適応するために、同シリーズは伝達比やハウジングのサイズなどが異なる複数の製品を提供している。

幅広い種類のパワーテイクオフ（PTO）装置から、顧客はそれぞれの需要に応じた製品を選ぶことができる。さらに、オプションとしてパワーテイクイン（PTI）機能も利用可能で、これにより電動モーターを統合したハイブリッド機能を実現する。

ZF8000 シリーズは、船舶設計と設置に柔軟性を提供するデザインとなっており、U 型､V 型両方の縦型並行配置バージョン及びダウンアングルバージョンを提供している。

ZF 8000 シリーズのプラットフォームは、異なる機種が多くの部品を共用することを可能にしている。これにより、製品の生産効率を高めるだけではなく、交換部品の在庫も最適化される。

## 9-4　オランダ

### 9-4-1　BAKKER SLIEDRECHT：発電機の保護

Bakker Sliedrecht 社は、自動船位保持（DP）機能を持つデュアルフュエル船向けの発電機保護システムを開発した。新システムは DNV GL が試験を行い、2019 年には第 1 号機が新造重量物運搬船に搭載された。同船は、1 基当たりの出力が 10MW のデュアルフュエル発電機を 4 基搭載している。

発電機の保護は､運転中の船舶が位置を失う恐れがある停電や発電システムの故障時に不可欠である。DP2 または DP3 基準を持つ船舶は、エンジンまたは発電機、燃料システム、配電盤、制御システムが誤作動または故障した場合でも、常に船位を保持する必要がある。効率化のため、複数の発電機は個別運転ではなく、並行運転される場合が多い。

開発された発電機向け安全システムは、ソフトウェアが発電機の故障を早期発見し、他の発電機に影響を与えて発電システム全体が使用不能になる前に停止する。デュアルフュエルエンジンは、ディーゼルエンジンとは異なる挙動を持ち、また予期せず自動的に LNG と燃料油が切り換わる場合があるため、デュアルフュエルエンジン向けの安全システムの開発には課題が多い。

### 9-4-2　MARIN：ゼロ排出研究所

オランダの海事研究所 MARIN は、将来的な機関室と動力システムのための研究試験施設「Zero Emissions Lab（ZEL)」を開設した。新ゼロ排出研究所 ZEL は、海事産業

のエネルギー転換プロセスを支援し、デジタル及び物理的な研究試験環境を提供する。

ZEL 研究所は、既存のキャビテーション水槽を拡張した。動力システムと推進システムを統合し、異なるコンフィギュレーションと技術の試験と検証のために、推進流体力学と動力供給の組み合わせを使用可能にした。これにより現実的で動的な運転状況が再現される。

ZEL 研究所は、将来的な機関室の物理的ハードウェアを有している。これには燃料電池、バッテリー、 スーパーキャパシター、電気機械、メタノールなどの代替燃料で駆動される先進内燃機関、ハイブリッドギアボックスなどが含まれる。その支援部品・機器としては、エネルギー貯蔵、DC 及び AC 電力網、先進的自動化・制御システム、統合冷却及び HVAC（加熱、換気、エアコン）システムなどがある。

ZEL 研究所は、この機関室ハードウェアとキャビテーション水槽の実際のプロペラの流体力学及び流体力学アルゴリズムで制御される追加的な電気機器を接続する。これにより、システムの加速、減速、キャビテーション、換気、航行中の挙動、操船性などの動的挙動のシミュレーションを行う。また、ZEL 研究所は、数値モデル、またはデジタルツインの開発も行う。

MARIN は、このプロジェクトに対し、オランダ政府の様々なインセンティブプログラムからの支援を受けている。MARIN は、既に流体力学と船舶のエンジン動力システムを組み合わせることにより船舶のクリーン化、スマート化を目指した「ハイドロシステム統合」プロジェクトを実施している。

### 9-4-3　NEDMAG：スクラバー向け代替アルカリ製品

2019 年、オランダのマグネシウムメーカーNedmag とフランス企業 Timab Magnesium は、舶用排ガス処理システム（スクラバー）用の水酸化マグネシウムの商品化に関する戦略的パートナーシップ契約を締結した。

この提携により、高効率で安全な高純度アルカリ新製品「MH53S MARE」が開発された。他のアルカリ製品と異なり、「MH53S MARE」は無害である。

長年にわたり複数の船舶で海上試験が行った後、両社は自信をもって同製品をグローバル市場に投入した。

### 9-4-4　NEDSTACK：水素燃料電池システム

2019 年 3 月、オランダの燃料電池メーカーNedstack は、米国及びフランスの GE Power Conversion と、クルーズ船向けの水素燃料電池開発に関する提携を開始した。今回の提携には、クルーズ船の電力供給及び推進ソリューションにおける GE の専門性と Nedstack のメガワット級水素燃料電池に関する専門性を統合する目的がある。

両社は、まずエクスペディション・クルーズ船向けの 2MW 型燃料電池システムの概念を設計した。次の目標は、スケーラビリティと冗長性を持つマルチメガワット級システムの設計である。

水素燃料電池から製造された電力の配給、制御を効率化、最適化する GE の可変速電動ドライブは、開発されるシステムの核となる要素である。

燃料電池の頻繁なオンとオフのスイッチ切替は、電池寿命を短縮する。これは、環境保護のために港湾停泊時にはエンジンの停止を義務付けられている旅客船には、大きな問題となっている。GE と Nedstack が提案する可変速燃料電池システム設計と専用計画メンテナンスシステム（PMS）は、運航中または停泊中のスイッチオン／オフ切替の頻度を制限する設計となっている。

### 9-4-5　WÄRTSILÄ：ウォータージェットシリーズの改良

アップグレードされた Wärtsilä のウォータージェット LJX シリーズは、キャビテーションの抑制により効率が向上し、同時に水中騒音が低減した。アップグレードされたモジュール型 LJX シリーズの製品名は、「WXJ シリーズ」に変更された。

フィンランド Wärtsilä のウォータージェット製品の開発と販売は、オランダ子会社が行っている。その主体は、Wärtsilä が 2002 年に買収したオランダのプロペラ及びスラスターメーカーLips である。

アップグレードされた LJX（現 WXJ）ウォータージェットの特長は、新設計の軸流ポンプによる推力の 3%向上、キャビテーションマージンの改良、ノイズレベルの低減である。ポンプのキャビテーションマージンの 35%への増加とインペラ先端部分の速度減少により、操船中にポンプにさらに多くの動力が供給される。その結果、推力の 15%向上と加速性能の向上を実現した。

Wärtsilä は、新製品の導入により、中国その他のアジア諸国を含むグローバル市場における同社のウォータージェット製品の競争力が向上すると考えている。

## 9-5　ノルウェー

### 9-5-1　CORVUS ENERGY：エネルギー貯蔵システム「Blue Whale」

2019 年、カナダ Corvus Energy のノルウェー支社は、主に大型旅客船を対象とした新バッテリーエネルギー貯蔵システム「Blue Whale」（＝シロナガスクジラ）を発表した。同システムは、環境規制の厳しい海域でゼロ排出運航の要求を満たす必要のある船主・船社が利用できるマルチメガワットシステムである。

既存の Corvus エネルギー貯蔵システム「Orca」（＝シャチ）は、オフショア船や小型フェリーなどの高いエネルギー要求とチャージ／ディスチャージ率を持つ船舶向けのシステムであった。一方、新システム「Blue Whale」は、クルーズ船、ROPAX フェリー、RORO 船などの非常に高いエネルギー要求と低いチャージ／ディスチャージ率を持つ船舶向けに開発されたシステムである。

2019 年 8 月、Corvus Energy と Carnival Corporation のドイツ向けクルーズブランド AIDA Cruises は、船舶の「電化」に関する協力に合意した。

この合意では、AIDA が運航するクルーズ船に搭載されたバッテリー貯蔵システムからの電気エネルギーを利用する計画である。この実証実験が成功した場合、Carnival 傘下の AIDA 及び Costa Cruises ブランドに同システムを導入する。その目的は、Carnival 船隊の化石燃料の消費量をさらに削減することである。

AIDA は、クルーズ船にデュアルフュエル機関を搭載し、低排出の LNG 燃料を利用したクルーズ業界のパイオニアでもある。

### 9-5-2　CORVUS ENERGY：舶用バッテリーの製造

2019 年 9 月、Corvus Energy 社は、ノルウェー・ベルゲンの新バッテリー工場を正式に開設した。カナダに本社を置く Corvus Energy は、バンクーバーで舶用バッテリーの製造を行っているが、欧州におけるゼロ排出のハイブリッド舶用推進システムへの需要が加速していることを受け、バッテリー技術の導入が進んでいる重要市場であるノルウェーに新たな製造工場の建設を決定した。

新ベルゲン工場では、納入部品と資材の開封から完成したバッテリーモジュールの試験まで全工程が完全に自動化されている。生産ラインはロボット化、デジタル化され、9 か所のロボットステーションが年間 400MWh の製造能力を持つ。

### 9-5-3　CORVUS ENERGY：Shell による株式取得

2019 年 8 月、英蘭エネルギー大手 Shell は、傘下の Shell Ventures 社を通じて舶用バッテリーシステムメーカーCorvus Energy の部分買収を行った。その 4 年前には、ノルウェー国営石油ガス企業 Equinor（旧 Statoil）が Corvus の株式を取得している。

Shell による部分買収は、2035 年までに同社のエネルギー製品からカーボンフットプリントを 20%削減し、さらに 2050 年までに 50%削減するという同社の長期目標を反映している。同様に、Equinor による部分買収も、海運による環境への悪影響の軽減とエネルギー貯蔵システム（ESS）の開発と商品化の促進が目的であった。Corvus のバッテリーシステムを搭載しているオフショア支援船約 30 隻のうち、11 隻は Equinor が用船契約で運航している。

現在の Corvus の大株主は、Equinor、Shell Ventures、Hydro Venture、BW Group 及び複数のカナダの投資家である。2019 年、カナダの親会社 Corvus Energy Holdings は、ノルウェー企業 Grenland Energy の完全買収を行った。舶用及びオフショア向けリチウムイオンバッテリーのメーカーである Grenland Energy は、Corvus Norway に事業統合された。

### 9-5-4　KONGSBERG MARITIME：Rolls-Royce Marine の買収

2019 年 4 月 1 日、Kongsberg Maritime の親会社である Kongsberg Group は、EU 欧州委員会の認可を受け、Rolls-Royce の民間舶用ビジネスの買収を完了した。Rolls-Royce Commercial Marine 部門は法的に Kongsberg Maritime の一部となり、その製品は Kongsberg ブランドとなった。Kongsberg による Rolls-Royce の民間舶用ビジネス買収の意向は、2018 年 7 月に発表された。今回の買収には、Rolls-Royce のエンジン部門（MTU ブランド及び Bergen ブランド）は含まれず、Rolls-Royce Power Systems が引き続き所有する。

### 9-5-5　KONGSBERG MARITIME：新型トンネルスラスター

Kongsberg Maritime は、商船向けの新型スラスターを発表した。同新製品の特長は、設置とメンテナンスが容易で、同等サイズの既存スラスターと比較して運転のコスト効果が高いことである。

「TTC（tunnel thruster commercial）」設計の開発プロジェクトは、ノルウェー・ウルスタインヴィクに位置する旧 Rolls-Royce Marine の推進機器工場で行われた。TTC シリーズは、2 種類の基本サイズが 4 種類のプロペラ口径と出力 1,000～5,000kW をカ

バーする。対象船種は、フェリー、RORO 船、クルーズ船、コンテナ船などである。

この機械式スラスターは、設置と製造の所要時間短縮化のために標準部品を基本とするモジュラーシステムである。同時に、購入価格と運転コストも低減される。

これまで Rolls-Royce Marine として、また過去 40 年間、ウルスタインヴィク工場の製品は、主にオフショア船市場を対象としていた。このような製品は、船位保持機能（DP）をほぼ必要とせず、操船のみにスラスターを使用する商船その他の民間船の需要に対応していない。TTC 型スラスターは、新造船及びレトロフィットに対応する民間船向けのコスト効率の高いソリューションである。

### 9-5-6　ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS：V 型 B36:45 エンジン

Rolls-Royce Power Systems のエンジンブランドのひとつである Bergen は、ガス焚き中速レシプロエンジンの製品群を拡大し、B36:45 型エンジンに最大出力 12,000kW の 20 シリンダーV 型バージョン「B36:45V20」を追加した。

2018 年に発表された B36:45 型リーンバーンガスエンジンシリーズは、6、8、9 シリンダーの直列モデルであった。その後、同シリーズには 12、16 シリンダーの V 型が加わった。2019 年の 20 シリンダー型の発表は、Bergen の舶用ビジネスだけではなく、同社の主要市場である発電所その他の陸上施設向けのビジネス機会も拡大するものである。

新 B36:45 型ガスエンジンは、B33:45 型ディーゼルエンジンの設計を基礎としているが、シリンダー口径は 360mm と大きくなっている。シリンダー出力（600kW）は、B33:45 型ディーゼルと変わらない。一方、新 B36:45 型ガスエンジンは、これまでの最大出力の Bergen ガスエンジンよりも出力が 20%増加している。

B36:45 は、排ガス後処理装置を使わずに IMO の NOx 排出に関する 3 次規制を満たし、SOx 排出が実質的にゼロのため、硫黄分規制もクリアしている。天然ガスのみを燃焼させるため、ばい煙と粒子状物質は皆無に近く、$CO_2$ 排出量も低減している。燃料消費率は 7,300kJ/kWh という高効率で、潤滑油消費率は 0.4 g/kWh 以下である。

Kongsberg Maritime は、商船向けの Rolls-Royce Bergen 中速エンジンの独占ディストリビューターである。Kongsberg はエンジンの開発と製造は行っていないが、2019 年の Rolls-Royce Commercial Marine 事業の買収完了にともない、舶用推進関連の提供製品を拡大した。

## 9-6　スウェーデン

### 9-6-1　KONGSBERG MARITIME：ブレードエアエミッション技術

ノルウェーKongsberg Maritime のスウェーデンのプロペラ部門は、ブレードエアエミッション（Blade Air Emission）技術を導入したプロペラを開発した。艦艇市場は、船舶の音紋を制限し、ひずませるために、Kongsberg（旧 Rolls-Royce Marine）のブレードエアエミッション技術を長年利用してきた。現在では、水中放射騒音（URN）抑制のために、民間船向けプロペラにも同技術を採用することとなった。

近年、船舶の水中放射騒音が水中生物に与える影響が問題視されている。船舶のプロペラが水中に放出する騒音は、180 デシベルにも上る場合がある。

ブレードエアエミッション技術は、プロペラブレードの先端部に溝を切削加工することにより実現する。これによりキャビテーションが引き起こす騒音と浸食のリスクが大幅に軽減される。同技術を採用した民間船向けプロペラの開発は、スウェーデン・クリスティーネハムンの Kongsberg 流体力学研究所が行った。固定ピッチプロペラ、可変ピッチプロペラの両方で同技術が利用可能である。

### 9-6-2　MAN Cryo：液化水素燃料システム

MAN Energy Solutions のスウェーデン子会社 MAN Cryo は、液化水素用の舶用ガス燃料システムを発表した。同社がノルウェーのフェリー運航企業 Fjord1 及びノルウェー船舶設計企業 Multi Maritime と共同で開発した同システムは、Fjord1 の水素駆動船に搭載された。

MAN Cryo の新システムのコンセプトはスケーラブルで、大きさと運航形態が異なる多様な船種向けに容易に適用可能である。この燃料システムは、甲板上及び甲板下の両方の水素貯蔵に適している。

液化水素の温度はマイナス 253℃であるため、システム部品と材料は極度のストレス下にある。新システム開発のもうひとつの課題は、水素の爆発性であった。

燃料としての水素は、$CO_2$ を全く排出しないため、低炭素化へのエネルギー転換に重要な役割を持つ。液化水素は、燃料電池技術を用いて電気推進船のバッテリー充電に利用することが可能である。

### 9-6-3　PowerCell Sweden：燃料電池の改良

PowerCell Sweden は、同社が開発した MS-100 燃料電池システムの改良バージョンを発表した。新型 MS-100 は 30%小型化し、耐久性が向上、運転時間が伸びている。

新型 MS-100 の最大出力は 100kW である。複数システムを接続することにより、メガワットレベルの出力が可能となる。「PowerCell S3」燃料電池スタックに搭載される MS100 は耐振性が高く、海洋環境にも適応している。金属バイポーラ（双極）プレートと膜電極接合体を持つ同システムは、20,000 時間以上の運転時間を実現する。

### 9-6-4　VOLVO PENTA：高速ディーゼルエンジンの改良

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、実績のある D4 型及び D6 型舶用エンジンの再設計と改良を行った。新型エンジンは、全機種で出力が 10%以上向上し、効率も 1～7%改善している。

今回の改良により、D4/D6 シリーズの出力範囲は 150～480hp（110～360kW）となった。最もパワフルな D4 の最大出力は 320hp（240kW）、D6 の最大出力は 480hp（360kW）である。

部品の大部分は、出力増加と信頼性向上のために再設計が行われた。シリンダーヘッド、ピストン、クランクシャフトの設計強度を向上させ、新材料を採用された。新素材としては、摩擦軽減と耐久性向上のため、ピストンピン（ガジオンピン）のコーティングにダイヤモンドライクカーボン（Diamond Like Carbon：DLC）を採用した。

コモンレール燃料噴射システムは 2,000 バールへと高圧化し、精度の高いキャリブレーションを可能にする新エンジン管理システムで制御されている。これにより運転がスムースとなり、燃料効率が向上した。

## 9-7　英国

### 9-7-1　Babcock LGE：ecoETHN 再液化技術

Babcock International 社の Babcock LGE ビジネスは、エタン貨物のボイルオフガス（BOG）の再液化技術を開発した。特許申請中の「ecoETHN」技術は、ガスタンカーの再液化システムを燃料ガス供給システムに統合する。これによりメタンを多く含む BOG を主機及び補機の燃料として使用することが可能となる。「ecoETHN」技術には、Babcock の既存技術である SuperCooler 及び VentGasCooler が利用されている。

Babcock の ecoETHN 技術は、貨物の BOG 中の余剰メタンを分離し、超大型エタン運搬船（VLEC）を駆動するエタン焚きエンジンに供給することにより、不凝縮メタンガスを燃料として再利用する。大気中への排出はなく、また温室効果ガス排出を最小化する設計となっている。新再液化システムは、エタン BOG のみを凝縮する最適化された運転を行う。

### 9-7-2　Babcock LGE：LPG 運搬船向けガス供給システム

2019 年 5 月、Babcock LGE は、LPG を主燃料とする世界初の新造船向けに、燃料ガス供給システム（FGSS）及び LPG 貨物処理システムを受注した。中国の造船所で建造中の 86,000 ㎥型 LPG 燃料船は、2021 年 1 月に竣工が予定されている。

同 FGSS は、デッキタンクに貯蔵された LPG を使用する。同システムは貨物処理システムとシームレスに統合し、航行中に両システム間の移送を行う。FGSS から主機への LPG 燃料の正確な移送を保証するため、Babcock は LPG 燃料船の主機を設計し、供給する MAN Energy Solutions と協力した。

### 9-7-3　OSCAR PROPULSION：PressurePores プロペラシステム

英国の Oscar Propulsion 社とストラトクライド大学は、船舶のプロペラキャビテーションから発生する水中放射騒音（URN）を低減させる新技術を共同開発した。

開発された「PressurePores」システムでは、プロペラブレード先端部の適所にあけられたいくつかの穴がプロペラキャビテーションを低減させる。これによりプロペラ効率に影響を与えず、または減速運転することなしに、プロペラから発生する騒音を軽減することができる。

同システムは、ニューカッスル大学のキャビテーション水槽で概念の予備試験が行われた後、ストラトクライド大学が総合的な CFD モデリングとキャビテーション水槽実験を行った。さらにニューカッスル大学が運航するカタマラン型調査船で実証実験が行われた。

これらの実験結果では、PressurePores システムはキャビテーションの量を 14%近く減少させ、水中放射騒音を最大 21%低下させる。また、最も効果的な場所を選んだ場合、ブレード先端部にあける穴の最適数は 17 個で十分であることがわかった。ストラトクライド大学の CFD モデリングにより、最大効率と最大騒音削減効果を持つ最適な位置が決定された。

### 9-7-4　STONE MARINE：ゲートラダー

英国 Stone Marine Propulsion 社は、ゲートラダー（Gate Rudder）概念を基礎とした自社開発の新ダクトプロペラシステムのシリーズを、2020 年に発売する予定である。

2018 年建造の日本のコンテナ船における同概念の海上試験データでは、14%の省エネが認められた。同船の特定航路における初年度の運航では、さらに大きな省エネ率（最大 25%）が実現した。日本で建造される他の新造内航コンテナ船 2 隻にも、ゲートラダー技術が採用される予定である。

同システムの原型は栗林商船の栗林定友会長と英国ストラトクライド大学及びニューカッスル大学の佐々木客員教授が開発したものである。日本の造船研究機関での多くの実績を持つ佐々木教授は、Stone Marine の複数の技術プロジェクトにも協力を行った。

基本推進効率概念に基づくこの革新的な概念では、従来型のプロペラーラダーシステムとは異なるコンフィギュレーションの推進装置「ゲートラダー」を採用する。ゲートラダーは、従来型ラダーに代わるプロペラの両側に装着された操縦可能なラダーブレードである。実証実験では、従来型フラップラダー推進システムを持つ姉妹船と比較して、14%の省エネ効果が得られた。

ゲートラダーは、エネルギー効率の向上に加え、抗力（drag）ではなく推力を増加させ、操船性を向上、船体後部の騒音を低減させるシステムである。

### 9-7-5　THALES UK：海事自動化センター

Thales Group の英国支社は、プリマス港に海事自動化センター（Maritime Autonomy Centre）を開設した。同センターでは、Thales は、同センターで舶用自律化システムのノウハウを構築し、自動運航市場における英国産業の地位の強化を目指す。

このウォーターフロントの施設の主な役割は、英国及びフランス海軍向けの次世代自動機雷探知・掃討艇及びシステムの研究開発である。この役割に加え、幅広い海事技術への支援も行う。

Thales が 100 万ポンド（130 万ドル）を投資した新施設では、地元中小企業、パートナー、サプライヤーが様々なプロジェクトに参加する計画である。また、地元の学校や科学技術工学を専門とする学生にもアクセスを提供する。

さらに、同センターは、プリマス大学、サウサンプトン大学、国立海洋学研究所などの Thales UK と提携を行っている大学及び研究機関も利用可能である。

### 9-7-6　VICKERS OILS：研究開発施設

2019 年、Vickers Oils 社は本社所在地である英国リーズに最新設備を持つ総面積 1,700 ㎡の研究開発施設を開設した。同社は 4 年間に渡り、既存の試験施設を改善し、設備の近代化と拡張を行ってきた。

新施設の能力と試験設備は、同社の環境にやさしい舶用及び他市場向け高性能潤滑油の研究開発を促進させる。

## 9-8　スイス

### 9-8-1　ABB TURBOCHARGING：小型 2 ストロークエンジン向け過給機

2019 年、ABB Turbocharging 社は、小型及び中型 2 ストロークディーゼルエンジン及びガスエンジン向けの新型過給機シリーズを発表した。

コンパクトな A255-L 及び A260-L は、それぞれ実績のある A100-L 及び A200-L 型過給機を小型化したもので、そのフレームサイズに比較して高い出力密度を持つ。

A255-L 及び A260-L は、あらゆる種類の燃料に対応し、また IMO の排出 3 次規制及び 2 次規制を満たすエンジンに適合する。

高い空燃比における過給効率の高さは高負荷でも維持され、運転効率や排出に悪影響を及ぼす高速燃焼（fast combustion）の傾向を軽減する。また、新型過給機は、NOx 及び SOx などの排出低減技術の利用にも対応する。

ABB は、A255-L 及び A260-L は、小型、中型 2 ストロークエンジンのメインユーザーである 10,000～40,000DWT 型商船のエネルギー効率設計指標（EEDI）値（トンマイル当たりの $CO_2$ 排出量）を低減させると述べている。

### 9-8-2　Winterthur Gas & Diesel：新型 2 ストロークエンジン

2019 年 6 月、Winterthur Gas & Diesel（WinGD）は、新型 2 ストローク低速エンジン 3 機種、即ちボア 400mm のデュアルフュエルエンジン「X40DF」、ボア 820mm のディーゼルエンジン「X82D」、及びそのデュアルフュエルバージョン「X82DF」を発表した。

高い燃焼圧を持つ X85-D 型ディーゼルエンジンは、84rpm でシリンダー出力 5,500kW を発揮する。同エンジンシリーズ（6～9 シリンダー）は、58rpm で出力 16,560kW か

ら 84rpm で 49,500kW までの出力範囲をカバーする機種を取り揃え、選択の柔軟性を高めている。

X85-D は、将来的な LNG デュアルフュエルエンジンへのアップグレードを念頭に開発されており、船級協会の「gas-ready」ノーテーションの基準を満たしている。デュアルフュエル型への改造は、主要構造部品への変更なしに可能である。主な改造作業は、消耗部品の変更と X-DF 部品・システムの統合である。

シリンダーの短縮化により、X82DF 型エンジンは軽量化され、長さが短縮されている。また、同機にはワンピースクランクシャフトと 2 ピストンリング設計が採用されている。

X85-D と同じ外寸と容積を持つデュアルフュエルバージョンである X82DF は、オットーサイクル原理で運転される。ガスモードでは、X82DF は排ガス後処理なしに IMO の 3 次排出規制を満たす。75%負荷で 5%といいう比較的少量のパイロット燃料油のみを使用するため、同エンジンの SOx 及び PM 排出量は低く抑えられている。

X40DF 型エンジンの導入により、WinGD は同社のデュアルフュエルエンジンの製品群を小型商船向けエンジン市場に拡大した。

WinGD：新型 2 ストロークエンジンの概要

| 機種名 | X40DF | X85-D | X82DF |
|---|---|---|---|
| ボア | 400mm | 820mm | 820mm |
| ストローク | 1770mm | 3375mm | 3375mm |
| ストローク／ボア比率 | 4.43 | 4.12 | 4.12 |
| 連続最大出力（MCR、シリンダー出力） | 935kW | 5,500kW | 4,460kW |
| 回転数、MCR | 146rpm | 84rpm | 84rpm |
| シリンダー数 | 5、6、7、8 | 6、7、8、9 | 6、7、8、9 |
| 総出力、MCR | 4,675～7,480kW | 33,000～49,500kW | 25,920～38,880kW |
| 平均有効圧力（MEP） | 17.3 バール | 22.0 バール | 17.3 バール |

オットーサイクルの DF エンジンでは、メタンの排出（メタンスリップ）を完全に防ぐことはできない。WinGD は、特別な運転原理と物理的寸法により、X-DF 型エンジンの炭化水素排出レベルは他のオットーサイクルエンジンよりも低く抑えられていると主張している。

WinGD は、イタリア北部に位置する同社トリエステ拠点の RTX-5 型試験エンジンを用いてメタン排出のさらなる削減に向けた様々な技術の研究を行っている。最適化されたエンジンでは、メタン排出を現在のレベルよりも 40～50%またはそれ以上削減することが可能であることがわかった。

WinGD は、研究開発予算を大幅に引き上げ、エンジン試験能力を拡大している。2019 年には、スイス・ヴィンタートゥール本社にシングルシリンダーの試験エンジン 1 基を追加する計画を決定した。また、上海のエンジニアリング拠点では、中国造船動力エンジニアリング研究所（China Shipbuilding Power Engineering Institute：CSPI）の協力を得て、 2019 年に新試験エンジン 2 基が製造された。WinGD と CSPI は、中国船舶工業集団（CSSC）の子会社である。

WinGD は、欧州と中国の既存試験施設に加え、ディーゼルユナイテッドの相生拠点のデュアルフュエル試験エンジンへのアクセスも持つ。今後の大型投資完了時には、25 シリンダーの 2 ストロークエンジン試験能力を持つこととなる。そのうち 8 シリンダーはディーゼルのみ、17 シリンダーはデュアルフュエル運転に適合している。

### 9-8-3　Winterthur Gas & Diesel：世界最大の DF エンジン

2019 年 12 月、CSSC-MES Diesel（CMD）の上海拠点において、最大・最高出力のデュアルフュエルエンジン「12X92DF」が業界関係者に公開された。Winterthur Gas & Diesel（WinGD）が設計したこの 2 ストロークエンジンは、80rpm で出力定格 63,840kW を持ち、重量は 2,100 トンを超える。

X-DF シリーズのエンジンは、ガスモードで運転した場合、排ガス後処理の必要なしに IMO の NOx 排出 3 次規制を満たす。また、X-DF 技術は、2020 年 1 月 1 日に発効するグローバルな硫黄分 0.5%規制を満たす方法でもある。

中国でライセンス製造された 12 シリンダー型 X92DF エンジンは、22,000TEU 型メガコンテナ船 9 隻に搭載される。このコンテナ船隊はフランス CMA CGM が中国造船所（滬東中華造船及び上海外高橋造船）に発注したもので、2020 年以降に順次就航が予定されている。

### 9-8-4　Winterthur Gas & Diesel：DF エンジンの潤滑システム

Winterthur Gas & Diesel（WinGD）は、複数のシリンダー潤滑油を自動的に切り換える新システムを同社の X-DF 型 2 ストロークデュアルフュエルエンジン向けに発表した。この新システム「Integrated Cylinder Lubricant Auto Transfer：iCAT」は、高塩基価と低塩基価の潤滑油切り替えのための 2 本目の潤滑油ラインが特長である。

ガスモードまたは液体燃料モードのエンジン運転に応じて適切な潤滑油を自動的に選択することにより、同システムは人為的ミスのリスクを低減し、潤滑油の切替え時間を短縮する。潤滑油の切替えは潤滑油ポンプの前でほぼ瞬時に行われるため、ラインが空

になるまで切替えを待つ必要があるシングルラインシステムの遅れをなくす。

iCAT システムは、X-DF エンジンに標準装備される。

### 9-8-5　Winterthur Gas & Diesel：予測的メンテナンス技術

2019 年上半期に、Winterthur Gas & Diesel（WinGD）は、ギリシャの船舶管理企業 Enterprises Shipping & Trading 社とともに、同社の予測的メンテナンス技術「WinGD Integrated Digital Expert（WiDE)」の予備試験を、同技術が搭載された 157,000DWT 型タンカーで行った。

WiDE は、エンジン及び機器のデータ収集及びインテリジェント分析を通じてエンジンの状態をリアルタイムでオンデマンドの監視を行うスマートなデジタルシステムである。分析には、熱力学的、ノウハウベース、マシンラーニングという 3 種類のレベルがあり、完全なエンジン診断を提供する。WiDE プラットフォームの開発は、ソフトウェア企業 Propulsion Analytics 社及び自動化･通信専門企業 Enamor 社と共同で行われた。

また、WinGD は、ExxonMobil と提携し、WiDE 予測的メンテナンスシステムをシリンダー状態監視サービス「Mobil Serv」に統合する計画である。この 2 つの「ツール」の統合は、船社にテイラーメイドの予測的メンテナンス計画を提供する。

2019 年 9 月には、WinGD は、スイスのチューリッヒ工科大学 ETH と共同で、舶用 2 ストロークエンジンの予測的メンテナンス技術を改良する高度アルゴリズムを開発したと発表した。同アルゴリズムは物理的及びデータベースのエンジンモデルに基づき、エンジンの挙動のシミュレーションを行う。新技術はさらなる試験と検証が行われ、将来的に WiDE のエンジンデータ分析システムに採用される。

この報告書は、ボートレース事業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。

欧州造船関係企業の動向

2020 年（令和 2 年）3 月発行

発行　一般社団法人 日本中小型造船工業会

〒100-0013　東京都千代田区霞が関 3-8-1　虎ノ門三井ビルディング
TEL 03-3502-2063　FAX 03-3503-1479

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。