

# 欧州主要造船関連企業動向2021

2022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

欧州の造船業・船用工業の国際競争力の源は、高付加価値船や高付加価値製品に特化した企業戦略とその企業戦略を支える技術開発への投資である。造船業では、客船等が建造船種の大部分を占めるなど、日中韓と一線を画した独自の地位を築いてきた。また、欧州の船用工業は、造船業より生産額が大きくなっており、環境対応技術や自動運航技術など多角的な投資を継続的に行うことで世界をリードしている。造船業・船用工業は、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である。

このように、企業戦略と技術開発投資によって、国際競争力を維持している欧州の造船業・船用工業の企業の概況や技術開発の動向を把握することを目的に調査を行った。

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

第1章 欧州主要造船企業.....	1
MEYER WERFT（ドイツ）.....	1
Neptun Werft（ドイツ）.....	6
MV WERFTEN（ドイツ）.....	9
Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG)（ドイツ）.....	13
Thyssenkrupp Marine Systems（ドイツ）.....	15
Meyer Turku（フィンランド）.....	18
Fincantieri（イタリア）.....	21
Chantiers de l'Atlantique（フランス）.....	27
Naval Group（フランス）.....	31
VARD（ノルウェー）.....	34
Ulstein Verft（ノルウェー）.....	38
Damen Shipyards Group（オランダ）.....	43
Navantia（スペイン）.....	49
BAE Systems（英国）.....	53
Tersan Shipyard（トルコ）.....	57
第2章 欧州主要船舶設計企業.....	60
BMT Group（BMT Specialised Ship Design：旧 BMT Nigel Gee）（英国）.....	60
MacDuff Ship Design（英国）.....	65
Kongsberg Maritime（旧 Rolls-Royce Marine）（ノルウェー）.....	68
Skipsteknisk（ノルウェー）.....	72
Multi Maritime（ノルウェー）.....	75
Salt Ship Design（ノルウェー）.....	77
OSK-ShipTech（デンマーク）.....	81
KNUD E. HANSEN（デンマーク）.....	84
Aker Arctic（フィンランド）.....	87
Wärtsilä Ship Design（フィンランド／ノルウェー）.....	90
Deltamarin（フィンランド）.....	93
abh INGENIEUR-TECHNIK（ドイツ）.....	97
Neptun Ship Design（ドイツ）.....	99
Stirling Design International（フランス）.....	102
第3章 欧州主要船用企業.....	105
3-1 船用ディーゼル機関.....	105
Wärtsilä Corporation（フィンランド）.....	105
MAN Energy Solutions（ドイツ）.....	113
Rolls-Royce Power Systems AG（ドイツ）.....	118
3-2 プロペラ、ラダー、推進システム.....	123
SCHOTTEL GmbH（ドイツ）.....	123
Becker Marine Systems（ドイツ）.....	126
Voith Group（ドイツ）.....	129

Siemens Energy AG (ドイツ)	132
ABB (スイス)	135
Mecklenburger Metallguss GmbH – MMG (ドイツ)	139
3-3 荷役機械・甲板設備	141
Cargotec Corporation (フィンランド)	141
3-4 流体制御、ボイラー (バラスト水含む)	145
Alfa Laval (スウェーデン)	145
OptiMarin (ノルウェー)	149
3-5 航海機器及びレーダー	151
Inmarsat (英国)	151
Kongsberg Maritime (ノルウェー)	155
3-6 船用塗料	160
AkzoNobel (オランダ)	160
Hempel (デンマーク)	164

## 第2編 欧州造船関連技術開発動向

第4章 EU助成共同研究開発プロジェクト	167
4-1 Computational Tools for Shipbuilding (造船向け計算ツール)	167
4-2 FIBRE4YARDS (Fibre composite manufacturing technologies for the automation and modular construction in yards : 造船所のモジュール型建造と自動化のためのファイバー複合材製造技術)	167
4-3 GASVESSEL (ガス船)	167
4-4 HOLISHIP (Holistic optimisation of ship design and operation through the life cycle : 船舶のライフサイクルを通じた船体設計とオペレーションの全体論的な最適化)	168
4-5 LASH FIRE	168
4-6 Mari4_YARD (User-centric solutions for flexible and modular manufacturing in small and medium-sized shipyards : 中小造船所における柔軟性の高いモジュラー製造に係るユーザー中心のソリューション)	169
4-7 RESURGAM (Robotic survey, repair and agile manufacture : ロボット化されたサーベイ、修繕、迅速な製造)	169
4-8 USWE (Upskilling Shipbuilding Workforce in Europe : 欧州造船労働力のスキルアップ)	170
4-9 VesselAI (Enabling maritime digitalization by extreme-scale analytics, AI and digital twins : エクストリームスケール解析、AI、デジタルツインによる海事産業のデジタル化)	171
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	172
5-1 FlexiMan (Flexible additive manufacturing for competitive maritime components : 競争力のある船用製品の柔軟な付加製造)	172
5-2 SEA Defence (Survivability, electrification, automation, detectability enabling foresight of European naval capabilities in extreme conditions : 極限条件における欧州海軍能力のサバイバル性、電化、自動化、検出性の動向)	172
5-3 TopTier	172
5-4 TrAM (Transport—advanced and modular : 先進的なモジュール型輸送)	173

第 6 章 欧州各国の造船研究開発プロジェクト .....	174
6-1 F4ST (Development of 4.0 technologies for the future shipyard of Navantia : Navantia の未来の造船所への 4.0 技術の開発) .....	174
6-2 GREEN HYDROGEN (グリーン水素) .....	174
6-3 INFUTURE (Future potential of inland waterways : 内陸水運の将来的なポテンシャル) .....	174
6-4 INTENS (Integrated energy solutions to smart and green shipping : スマートでグリーン な海運向けの統合エネルギーソリューション) .....	175
6-5 SAMSON (Tailor-made flow control for ship design : 船舶設計におけるテイラーメイドの 水流制御) .....	175
第 7 章 欧州各国の造船工業及び造船技術の動向 .....	176
7-1 概況 .....	176
7-2 フィンランド .....	176
7-3 フランス .....	177
7-4 ドイツ .....	179
7-5 イタリア .....	183
7-6 オランダ .....	188
7-7 ノルウェー .....	190
7-8 スペイン .....	191
7-9 英国 .....	193
第 8 章 推進システム、船用機器、船用関連技術における欧州共同研究開発プロジェクト ..	197
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 .....	197
8-1-1 CHEK (Decarbonising shipping by enabling key technology symbiosis on real vessel concept designs : 実船の概念設計への主要技術活用による海運の脱炭素化) .....	197
8-1-2 CURRENT DIRECT .....	197
8-1-3 ENGIMMONIA .....	197
8-1-4 e-SHyIPS (Ecosystem knowledge in standards for hydrogen implementation on passenger ships : 旅客船への水素搭載基準に関するエコシステムの知識) .....	198
8-1-5 GATERS (Gate Rudder System as a retrofit for the next-generation propulsion and steering of ships : 次世代船用推進・操縦システムへのゲートラダーシステムのレトロ フィット) .....	198
8-1-6 HySEAS III .....	199
8-1-7 HySHIP .....	199
8-1-8 SATURN (Solutions at underwater radiated noise : 水中拡散騒音へのソリューション) .....	199
8-1-9 SEABAT (Solutions for large batteries for waterborne transport : 水上交通向け大型 バッテリーのソリューション) .....	200
8-1-10 ゼロエミッション水上輸送 (ZEWT) パートナーシップ .....	200
8-2 その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向 .....	203
8-2-1 代替燃料と脱炭素化技術 .....	203
8-2-2 船用代替燃料としてのアンモニア .....	203
8-2-3 船用燃料としてのアンモニア .....	203
8-2-4 アンモニア駆動のアンモニアガス運搬船 .....	203
8-2-5 アンモニア駆動の新造船 .....	204
8-2-6 アンモニア駆動船 .....	204
8-2-7 CLINSH (Clean inland shipping : クリーンな内陸水運) .....	204

8-2-8	将来的エネルギー連合 .....	204
8-2-9	DDD-BATMAN (Data-driven degradation monitoring and prediction of batteries for maritime applications : 船用バッテリーのデータ駆動の劣化モニタリングと予測) ..	205
8-2-10	「GETTING to ZERO 2030」連合 .....	205
8-2-11	GreenVoyage2050.....	205
8-2-12	HealthProp (Life prediction and health monitoring of marine propulsion system under ice impact : 氷海の影響を受ける船用推進システムの寿命予測と状態監視) ..	206
8-2-13	制御システムのイノベーション .....	206
8-2-14	LNG 輸送 : メタン排出量の測定と低減.....	206
8-2-15	MarHySafe 共同開発プロジェクト.....	207
8-2-16	船用バイオ燃料の試験 .....	207
8-2-17	ONE SEA 産業アライアンス .....	207
8-2-18	バナジウム・レドックス・フロー電池 (VRFB) 技術.....	207
8-2-19	ばら積み船向け風力支援推進.....	208
8-2-20	WISAMO (Wing Sail Mobility : ウィングセイル・モビリティ) .....	208
8-2-21	WiSP2 (Wind assisted ship propulsion : 風力支援推進) .....	208
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.....	209
8-3-1	AmmoniaDrive.....	209
8-3-2	AmmoniaMot (アンモニアエンジン) .....	209
8-3-3	海上輸送のカーボンニュートラル化.....	209
8-3-4	クリーンマリタイムプログラム (英国) .....	210
8-3-5	クリーンな推進技術.....	211
8-3-6	DEffProForm (Design of efficient ship propellers with unconventional shape : 高効率な非従来型船用プロペラの設計) .....	211
8-3-7	e4ships/ELEKTRA プロジェクト.....	212
8-3-8	代替推進システムを持つ風力支援貨物船.....	212
8-3-9	グリーン船用メタノール.....	212
8-3-10	グリーン SHIPPING (オランダ) .....	213
8-3-11	グリーン SHIPPING プログラム (ノルウェー) .....	213
8-3-12	高温プロトン交換膜 (HTPEM) 技術.....	213
8-3-13	水素燃料電池推進システム .....	214
8-3-14	MariData.....	214
8-3-15	MethQuest.....	214
8-3-16	モビリティと燃料戦略 (ドイツ) .....	215
8-3-17	Pa-X-ell 2 プロジェクト.....	215
8-3-18	POWER-to-AMMONIA.....	215
8-3-19	SOFC4Maritime (Solid oxide fuel cell for maritime : 船用固体酸化物形燃料電池) .....	216
8-3-20	TOPEKA.....	216
8-3-21	Twin-CRP-pod ULCS (Application of hybrid CRP-pod propulsors on ultra-large, twin-screw container ships : 超大型ツインスクリューコンテナ船へのハイブリッド CRP ポッドプロペラの適用) .....	216
8-3-22	VIA KAIZEN .....	217



第9章 欧州主要造船・設計・船用機器関連企業の製品開発動向 .....	218
9-1 デンマーク .....	218
9-1-1 ALFA LAVAL : メタノール燃料供給システム .....	218
9-1-2 ALFA LAVAL : 船内 CO <sub>2</sub> キャプチャー .....	218
9-1-3 Blue World Technologies : 燃料電池の製造 .....	218
9-1-4 Frugal Technologies : インテリジェント推進管理システム .....	218
9-1-5 MAN Energy Solutions : メタノール二元燃料エンジン .....	219
9-1-6 MAN Energy Solutions : ME-GA 型エンジンシリーズ .....	219
9-1-7 MAN Energy Solutions : ME-LGIM 型メタノールエンジンシリーズ .....	220
9-1-8 MAN Energy Solutions : G45ME 型エンジンの新機種 .....	220
9-1-9 MAN Energy Solutions : Mark 10.6 型 2 ストロークエンジン .....	221
9-1-10 MAN Energy Solutions : Mark 3 L23/30H 型 4 ストロークエンジン .....	221
9-1-11 MAN Energy Solutions : Mark 2 L21/31 型 4 ストロークエンジン .....	221
9-1-12 MAN Energy Solutions : 20V175 型高速エンジン .....	222
9-2 フィンランド .....	222
9-2-1 ABB : Azipod OptimE デジタルソリューション .....	222
9-2-2 NORSEPOWER : 鉱石運搬船向け RotorSail .....	222
9-2-3 VALMET : スクラバー水処理 .....	222
9-2-4 WÄRTSILÄ : W31DF 型二元燃料エンジンのアップグレード .....	223
9-2-5 WÄRTSILÄ : W20DF 型二元燃料エンジンのアップグレード .....	223
9-2-6 WÄRTSILÄ : 水素/アンモニア燃料試験 .....	223
9-2-7 WÄRTSILÄ : Saacke との提携 .....	223
9-2-8 WÄRTSILÄ : 中国の排出基準 .....	223
9-2-9 WÄRTSILÄ : タンク制御システムビジネスの売却 .....	223
9-2-10 YASKAWA Environmental Energy/The SWITCH : 新試験センター .....	224
9-3 ドイツ .....	224
9-3-1 ABB : 排出監視システム .....	224
9-3-2 Becker Marine Systems : 日本企業による買収 .....	224
9-3-3 CATERPILLAR MOTOREN : MaK エンジンの製造終了 .....	224
9-3-4 Essberger Group : 二元燃料ケミカルタンカー .....	225
9-3-5 MAN Energy Solutions : 32/40DF レトロフィットパッケージ .....	225
9-3-6 MAN Energy Solutions : 合成天然ガス燃料 .....	225
9-3-7 MAN Energy Solutions : H-TEC Systems の買収 .....	225
9-3-8 MAN ENGINES : 新高速機種 .....	225
9-3-9 PBS Turbo : TCT60 ターボチャージャー .....	226
9-3-10 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 排出削減戦略 .....	226
9-3-11 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : EPA Tier 4 規制対応型 4000 シリーズエンジン .....	226
9-3-12 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 16 シリンダー型 8000 シリーズエンジン .....	226
9-3-13 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : MAN とのターボチャージャー契約 .....	227
9-3-14 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : エンジン内部コーティング .....	227
9-3-15 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : Servowatch の買収 .....	227
9-3-16 SAACKE Marine Systems : 新型ガス燃焼ユニット (GCU) .....	227
9-3-17 SCHOTTEL : LE-Drive システム .....	227
9-3-18 SERO PumpSystems : LPG 燃料ポンプ .....	228
9-3-19 ZF MARINE : ハイブリッド変速機 .....	228

9-4	オランダ	228
9-4-1	EST-Floattech : 船用バッテリー技術	228
9-4-2	HYDROMASTER : 新型ステアラブルスラスタ	228
9-4-3	REGULATEURS EUROPA : 電気油圧式エンジンガバナ	229
9-4-4	RH Marine : 新型自動船位保持システム (DPS)	229
9-4-5	デルフト工科大学 : 新試験ツール「Hardware-in-the-Loop」(HIL)	229
9-4-6	VALUE MARITIME : 船内 CO <sub>2</sub> キャプチャー	229
9-4-7	VERHAAR OMEGA/DE WAAL : 電動ポッドドライブ	230
9-5	ノルウェー	230
9-5-1	ABB MARINE : コンテナ型エネルギー貯蔵システム	230
9-5-2	CORVUS ENERGY : 船舶のモジュール型バッテリールーム	230
9-5-3	CORVUS ENERGY : トヨタとの提携	230
9-5-4	DNV : 「Fuel Ready」の新ノーテーション	231
9-5-5	ROLLS-ROYCE Power Systems : Bergen Engines の売却	231
9-5-6	TECO 2030 : Future Funnel スクラバー	232
9-5-7	TECO 2030 : 船内カーボンキャプチャー・貯蔵 (CCS)	232
9-5-8	WÄRTSILÄ : アンモニア燃料試験	232
9-5-9	WÄRTSILÄ : 船内カーボンキャプチャー・貯蔵 (CCS)	232
9-6	スウェーデン	232
9-6-1	LEAN MARINE : FuelOpt システム	232
9-6-2	STENA LINE : 「Stena Elektra」の概念	233
9-6-3	VOLVO PENTA : 高速エンジンの開発	233
9-6-4	Wallenius Wilhelmsen Logistics : バイオ燃料の実船試験	233
9-7	英国	234
9-7-1	ARTEMIS TECHNOLOGIES : eFoiler 電気推進システム	234
9-7-2	BABCOCK LGE : 韓国造船所との合意	234
9-7-3	BAR Technologies : WindWings 風力支援システム	234
9-7-4	FLUECHEM : 船内尿素製造	234
9-7-5	RICARDO UK : 水素エンジンの開発	234
9-7-6	QUADRISE Fuels International : 乳化合成燃料「bioMSAR」	235
9-7-7	SILVERSTREAM Technologies : 空気潤滑システムの契約受注	236
9-7-8	SOMERS FORGE : 軸系コーティング	236
9-7-9	WINDSHIP Technology : 125,000DWT 型船向け風力支援推進システム	236
9-8	スイス	236
9-8-1	Daphne Technology : 排ガス浄化システム「SulPure」	236
9-8-2	Winterthur Gas & Diesel : X70DF エンジンシリーズのアップグレード	237
9-8-3	Winterthur Gas & Diesel : CX40DF エンジン開発での中国との協力	238
9-8-4	Winterthur Gas & Diesel : 統合 SCR システム「iSCR」	238
9-8-5	Winterthur Gas & Diesel : 動力システムの統合	238

## 第1編 欧州主要造船関連企業動向

### 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](https://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft_de/index.jsp)

経営者：Bernard Meyer（MEYER WERFT グループ代表取締役、Meyer Turku 会長）、Dr Jan Meyer（ドイツ MEYER WERFT 代表取締役）

所有者：Meyer ファミリー

#### <企業概要・沿革>

ドイツ北東部ニーダーザクセン州パーペンブルクに本社を置く MEYER WERFT は、1795 年の創業以来、マイヤー家が所有・経営する同族企業で、現在七代目の Bernard Meyer がグループ代表取締役（1982 年就任）、Dr. Jan Meyer、Tim Meyer、Thomas Weigend が取締役を務めている。2020 年夏には、それぞれ造船所 MEYER WERFT と MEYER TURKU のトップであった Tim Meyer と Jan Meyer が地位を交代した。

MEYER WERFT は、1700～1800 年代の木造船建造を経て、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 月には創立 225 周年を迎えた。

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 隻前後の建造能力を持つ。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 は、主に河川クルーズ船の建造を行っている。フィンランド最大の造船所 MEYER TURKU もグループ企業である。

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 グループの造船所 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、間接雇用を含めた全体的な雇用者数は 4 万人におよぶ。

## <2021年の実績>

2019年のクルーズ船3隻の新規受注以来、COVID-19の影響で2020年には新規受注がなく、2020年末時点では少なくとも2023/24年期までは新規受注を見込めないとしていたMEYER WERFTは、2021年に3隻の新規受注の獲得に成功し、2025年末までの仕事が確保された。

2021年最初の新規受注は、3月に受注した日本郵船のクルーズ子会社向けのLNG燃料の「小型」クルーズ船である（全長229m、51,950GT）。この新規受注は、コロナ危機発生後、世界で初めてのクルーズ船受注であると同時に、MEYER WERFTにとって初の日本市場からのクルーズ船受注であるという重要な意味を持つ。また、同社にとって、すべての交渉と契約手続きがビデオコンファレンスによって行われた初の新規受注でもある。同船は2025年の竣工を予定している。

2021年7月に暫定的に受注した2隻目の新造船は、Ocean Residences Development Ltd. (ORD) 向けの全長289.30m、幅33.50mのバッテリーハイブリッド推進システムを搭載したLNG燃料のアパートメント船「M/Y NJORD」（84,800GT）で、2025年末に竣工される。117室の滞在型アパートメントを持つ同船は、特殊なメガヨット設計を持つ。また、同船は海洋調査機能を搭載する。

クルーズ船市場の早期回復が見込めない中、MEYER WERFTは新たな市場として、メガヨット分野を視野に入れている。2021年9月のモナコヨットショーにおいて、全長150m、幅20m、6デッキを持ち、ヨットとしては非常に大きい15,000GTのメガヨット船型「ONE 50」を発表した。燃料電池/バッテリー駆動の同船型の最高速度は23ノットである。

尚、MEYERグループの3隻目の新規受注は、ドイツ海軍向けの補給艦で、グループ造船所NEPTUN WERFTで建造される。

2021年には、MEYER WERFTパーペブルク造船所は、大型クルーズ船2隻「Odyssey of the Seas」（3月）及び「AIDAcosma」（12月）を竣工し、2021年12月末現在の受注残は、クルーズ船8隻、及びアパートメント船1隻である。前年2020年12月時点の受注残は、クルーズ船9隻（うち7隻はLNG駆動）であった。

2022年には、大型クルーズ船2隻「Disney Wish」及び「ARVIA」の竣工を予定している。

2021年9月には、グループ造船所NEPTUN WERFTが位置するロストックに、特殊船開発に関する技術研究所を設立し、当初50人のエンジニアを採用すると発表した。



MEYER WERFT パーペブルク屋内建造ドックと工場

(出典：MEYER WERFT)

## <COVID-19による影響>

2020年のCOVID-19の感染拡大を受け、世界のほぼ全てのクルーズ会社はクルーズ船の運航を中止した。2021年には一部のクルーズが再開したが、船内クラスターは発生しており、変異株の感染拡大からクルーズ産業の先行き不透明感は再び強まっている。

また、COVID-19危機はクルーズ産業の絶頂期に訪れたため、その時点で大手クルーズ船社Carnival、Norwegian、Royal Caribbeanは、既に約43隻の新造クルーズ船をMEYER WERFTを含む主に欧州の大型造船所に発注済みであった。

ドイツ、イタリアでは一時閉鎖した造船所もあったが、新造クルーズ船の引き渡し時期の厳守と経済的ダメージを最小限に抑えるため、MEYER WERFTのパールペンブルク造船所では、安全対策を講じた上で3,600人の従業員が2020年5月1日から時短勤務で建造作業を再開したが<sup>1</sup>、7月には従業員の多くが6週間の帰休扱いとなった。2020年9月からは、規模を縮小して建造を続けた。

計画では、2020年には3隻のクルーズ船の竣工し、年間建造総トン数が初めて400,000GTを超える予定であったが、感染拡大の影響で建造作業は予定よりも数か月遅れた。それでも現在のところコロナ危機発生後の新造契約のキャンセルはなく、2021年末までに4隻の新造クルーズ船を竣工している。

MEYER WERFTパールペンブルク造船所の年間建造能力は420,000GTであり、2021年には貴重な新規受注を獲得したとはいえ、建造能力以下の仕事量が今後も続く。

イタリアFincantieri、フランスChantiers de l'Atlantiqueなど世界の主要クルーズ船建造所の約70%は国営企業であり、民営企業であるMEYER WERFTは財政的に非常に不利で厳しい状況に置かれていると、同社経営陣は述べている。

短期的にはクルーズ船社は完成した新造船の多くを運航することができず、中期的には新造船の納期延長とオプション建造の中止が予想される。長期的にもクルーズ船社は新造船の発注を控え、クルーズ船社が経営破綻した場合、市場には安価な中古船が溢れ、新規受注の可能性は一段と減少すると、MEYER WERFTは懸念を表明している。

このような状況を踏まえ、MEYER WERFTは最良のシナリオの場合でも、パールペンブルク造船所の年間建造数を、現在の大型船2隻、小型船1隻から、大型船1隻、小型船2隻に調整し、顧客との交渉により受注残の納期を引き延ばしてゆく。

結果として、仕事量の減少に比例して労働力の40%削減を行い、新規投資を極力抑え、新規採用は中止する。残業及び休日出勤も取りやめる。コントラクターの利用は減少させる。グループ造船所であるNeptun Werft及びMeyer Turkuにおいても、人員削減と生産能力の調整を進める。グループ全体では、5年間で売上の12%に相当する13億ユーロ規模のコスト削減を目指している。

2021年7月には、ドイツ金属労働者組合IG Metall及び自社工場協議会との合意に達し、MEYER WERFTから250人、子会社EMS Maritime Servicesから100人の希望退職者を募ることとなった。MEYER WERFTは、2021年の新規受注獲得により、さらなる人員削減は当面避けられると予想している。

## <建造設備>

MEYER WERFTは創業以来200年に渡ってパール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年にパール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

<sup>1</sup>[https://www.offshore-energy.biz/MEYER WERFT-impact-of-coronavirus-on-new-cruise-ship-orders-to-be-immense/](https://www.offshore-energy.biz/MEYER-WERFT-impact-of-coronavirus-on-new-cruise-ship-orders-to-be-immense/)

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。2001 年 9 月、3,500 万ユーロを投資し、完全自動化された最新設備を持つ 10,000m<sup>2</sup>のロジスティクスセンターが稼働した。

また、2021 年には、2009 年に独立したレーザー技術子会社 MEYER WERFT Laserzentrum GmbH を本社組織に再統合した。MEYER WERFT は、建造工程の標準化と自動化をさらに進める。



屋内建造ドック

(出典：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 隻のうちの 1 番船である。2021 年 12 月には、姉妹船「AIDAcosma」を竣工し、2023 年には 3 隻目の姉妹船の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」

(出典：MEYER WERFT)

#### <研究開発：船用燃料電池>

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 年以來、ドイツ連邦運輸インフラ省が支援するこの船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ったが、その詳細は公表されていない。

## 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](mailto:info@neptunwerft.de)

[https://www.neptunwerft.de/en/neptunwerft\\_de/index.jsp](https://www.neptunwerft.de/en/neptunwerft_de/index.jsp)

取締役：Bernard Meyer、Thomas Weigend、Manfred Ossevorth

所有者：Meyer ファミリー

### <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、Rostocker Actien-Gesellschaft für Schiffs- und Maschinenbau と合併し、Actien-Gesellschaft NEPTUN, Schiffswerft und Maschinenfabrik となり、社名に初めて「NEPTUN」が採用された。

第二次世界大戦後の東独時代には、VEB NEPTUN WERFT は主要国营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、2021 年末時点の建造実績は 70 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 とフィンランド 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。

2021 年 3 月、Viking River Cruises 向けの河川クルーズ船シリーズの最後 2 隻を竣工し、受注残はゼロとなった。同社向けには、2010 年以来、65 隻の河川クルーズ船を建造したが、パンデミック発生後は河川クルーズ船の新規需要はない。

同年 5 月には、ドイツ金属労働者組合 IG Metall 及び自社工場協議会との合意に達し、解雇を最小限に抑えるため、NEPTUN WERFT 及び子会社 NEPTUN Logistik から 180 人前後の希望退職者を募ることとなった。

一方、2021 年 7 月には、ドイツの艦艇建造グループ Lürssen が受注したドイツ海軍向け補給艦



(MBV707) 2 隻の建造に関し、Lürssen は MEYER WERFT と協力し、建造作業の大部分は NEPTUN WERFT で行うと報道されている。<sup>2</sup>

2021 年末時点で NEPTUN WERFT は約 700 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 35 人の実習生が 6 業種の職業訓練を受けている。

また、2021 年には、親会社 MEYER WERFT が、NEPTUN WERFT、ロストック大学及びブラウンホーファー研究機構が位置するメケレンブルク-フォアポンメルン州ロストックに、特殊船開発に関する技術研究所を設立し、当初 50 人のエンジニアを採用すると発表した。

### <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的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 m<sup>2</sup>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。

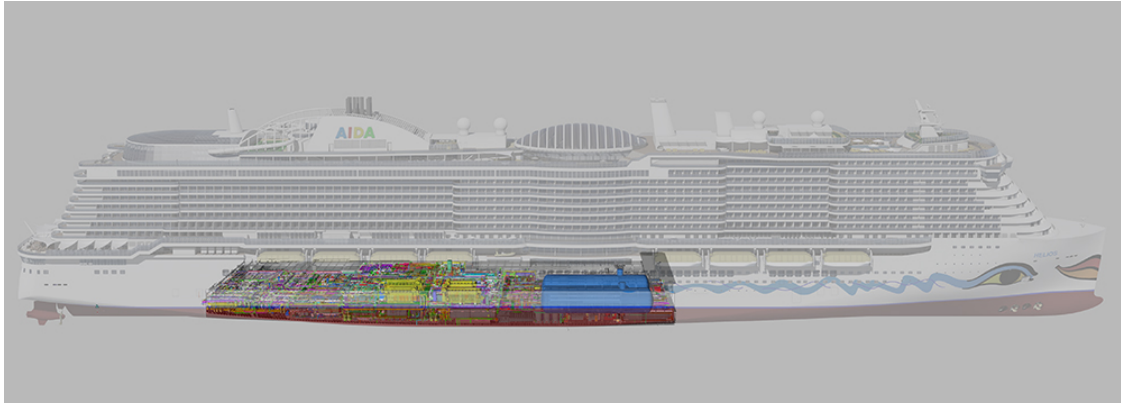
NEPTUN WERFT は、建造設備の拡張を続けており、2018 年には、13,000 m<sup>2</sup>の新組立工場が着工した。2017 年までは、年間数隻の河川クルーズ船を中心に建造していたが、新工場では、MEYER WERFT 及び MEYER TURKU が建造するクルーズ船向けの浮体型エンジンルームユニットを製造し、MEYER グループ内のシステムサプライヤーとしての役割を強化している。



NEPTUN WERFT 屋内工場とポンツーン

(出典：NEPTUN WERFT)

<sup>2</sup><https://www.behörden-spiegel.de/2021/07/16/vertrag-zu-den-neuen-doppelhuellentankern/>



クルーズ船のエンジンルームユニット配置

(出典：NEPTUN WERFT)

<建造プロジェクト例：河川クルーズ船>



河川クルーズ船

(出典：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](mailto:info@mv-werften.com)

<https://www.mv-werften.com/en/home.html>

経営者：Carsten J. Haake (CEO 兼 Managing Director)

親会社：Genting Hong Kong

### <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、新組織設立後 8 か月で豪華河川クルーズ船 4 隻を竣工させた記録を持つ。

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 などのクルーズブランド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。2021 年末時点で 2,600 人超 (2019 年末：2,948 人) 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。

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。

2021 年 10 月、3 年間 CEO を務めた Peter Fetten (元 Carnival Corporation、Royal Caribbean Cruises、Blohm+Voss) の契約満了に伴い、専務取締役兼 CFO であった Carsten J. Haake (Lloyd Werft Bremerhaven) が新 CEO に就任した。

### <COVID-19 による影響>

2020 年 3 月 20 日、MV WERFTEN は従業員の健康を守るため、同社の 3 か所の造船所の 4 月 17 日まで約 4 週間の閉鎖を発表したが、その後も閉鎖は繰り返し延長された。

同年 5 月 8 日には、COVID-19 対策を講じた新製造体制の試験と段階的な製造再開準備をヴィスマール造船所で開始した。造船所再開後、MV WERFTEN の約 3,000 人の従業員は、休憩時間の必要がない 6 時間のシフト制で業務を行う。建造作業はライン作業でないため、従業員間の安全な距離の確保が優先事項となっている。

MV WERFTEN は財務状況を公表していないが、パンデミック発生以前の 2019 年 8 月には、Global クラスの超大型クルーズ船 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ている。

2020 年 10 月、ドイツ連邦政府は、MV WERFTEN に対し、「経済安定化基金」(ESF) からブ

リッジローン（WSF）として1億9,300万ユーロの緊急融資を行った。この融資は、2020年夏に竣工予定であったエクスペディションクルーズ船「Crystal Endeavor」の2021年春の竣工を目指し、造船業務の維持に使用された。従業員の多くは時短勤務を再開し、MV WERFTENは総額5億ユーロ規模の融資を申請した。<sup>3</sup>

ドイツ資本ではないMV WERFTENへの公的資金投入に関しては議論もあるが、親会社Genting Hong Kongは、2016年の同造船所買収以来20億ユーロを投資し、地域の雇用に貢献してきたと指摘している。

MV WERFTENは、建造日程を変更し、2022年に予定されていたGlobalクラスクルーズ船の2番船の竣工を2024年に延期し、先に小型クルーズ船2隻の建造を行うと発表した。2021年7月には、「Crystal Endeavor」（全長164.5m、20,449GT）を竣工した。

2021年6月、ドイツ「経済安定化基金」の支援決定による1億9,300万ユーロの債務の返済開始と、ドイツ連邦政府、メケレンブルク-フォアポンメルン州政府、株主からのブリッジローンにより、2022年に竣工が予定されているGlobalクラスクルーズ船の1番船「Global Dream」と2024年竣工予定の2番船の建造継続が可能となった。

### < 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・艀装、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、喫水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 Fertigmobule GmbHが担当している。

2021年10月現在の受注残は、Globalクラスの204,000トン型クルーズ船2隻と88,000トン型クルーズ船6隻の計8隻で、全て親会社Genting Hong Kongのクルーズブランド向けである。<sup>4</sup>



ヴィスマール屋内建造ドック

(出典：MV WERFTEN)

<sup>3</sup> The Motorship, 12 Oct 2020

<sup>4</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

## 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。

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

(出典：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。同造船所の艀装岸壁は全長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艀装を行っている。

2021年10月現在の受注残は、20,000トン型クルーズ船2隻と65,000トン型クルーズ船1隻で、全て親会社Genting Hong KongのクルーズブランドCrystal Cruises向けの船舶である。<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021



シュトラールズント建造ドック

(出典：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「Global Dream」は、ヴィスマール造船所で 2021 年に竣工予定であったが、COVID-19 の影響と資金難により建造は遅れており、現在 2022 年の竣工が予定されている。



Global クラスクルーズ船

(出典：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/>

経営者： Philipp Maracke (CEO)、取締役： Stefan Kindler 及び Tarek Malak

親会社： Tennor Holding

### <企業概要・沿革>

ドイツ北部シュレスヴィヒ＝ホルシュタイン州のフレンスブルクに 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 750 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。SIEM 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 万ユーロの損失を計上していた。<sup>6</sup>

2020 年初頭時点の受注残は、RORO 貨物船及び ROPAX フェリー計 5 隻であったが、2020 年 2 月末には、TT-Line 向けの LNG 駆動大型 ROPAX フェリー 2 隻がキャンセルされた。

また、2020 年 6 月には、フランス船社 Brittany Ferries が、2018 年以来建造が中止されていた LNG 駆動 ROPAX フェリー「Honfleur」(42,000GT、契約額 1 億 9,500 万ユーロ) をキャンセルした<sup>7</sup>。未完成の同船は、船体を所有するノルウェー SIEM グループが、同年 10 月、ノルウェー造船所 Fosen において完成させるために曳航された。<sup>8</sup>

### <破綻と再建>

2020 年 4 月 24 日、FSG はフレンスブルクの地方裁判所に破産申請を行った。同造船所は以前から資金難が報道されており、多くの従業員は数か月前から時短勤務を行っていた。COVID-19 の感染が拡大した 3 月半ば以降は、造船所は完全に閉鎖していた。

経営破綻にもかかわらず、Tennor のオーナーである投資家 Lars Windhorst は、銀行から資金

<sup>6</sup><https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Tennor-Holding-von-Windhorst-uebernimmt-FSG-komplett,fsg282.html>

<sup>7</sup><https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Mehr-Kurzarbeit-bei-Flensburger-Werft,fsg290.html>

<sup>8</sup><https://www.motorship.com/news101/ships-and-shipyards/fosen-completion-deal-as-honfleur-leaves-fsg>

を調達し、6月には受注残の建造を再開したいとの意向を表明した。コスト増大により巨大損失を計上したフェリー建造ではなく、同造船所が得意とする RORO 貨物船の建造に特化するべきであると述べた。

2020年9月1日、Tennor Holding による同造船所の買収が完了し、再建が開始された。買収契約には、同造船所の従業員 650 人のうち 300 人が含まれている。新取締役には Tennor Holding の Stefan Kindler 及び Tarek Malak 両氏が就任し、さらに 11月2日には、German Naval Yards Kiel の Philipp Maracke が CEO に就任した。

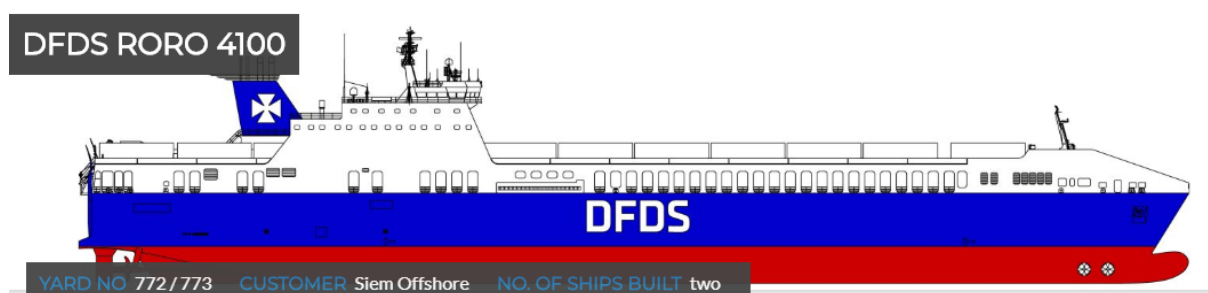
2020年11月、Tennor Holding 創立者 Lars Windhorst が所有する IVP Ship Invest は、同造船所に全長 210m、32,770GRT の RORO 貨物船 1 隻を発注した。竣工予定は 2022 年 4 月である。契約総額は 1 億 4,000 万ユーロで、建造オプション 1 隻がある。

2021年9月には、既存顧客であるオーストラリア SeaRoad から、総額 1 億ユーロ超で全長 210m、43,100GT の LNG 駆動 RORO 船 1 隻を受注した。竣工予定は 2023 年第 4 四半期である。

2021 年末現在の受注残は、上記 RORO 船 2 隻である。

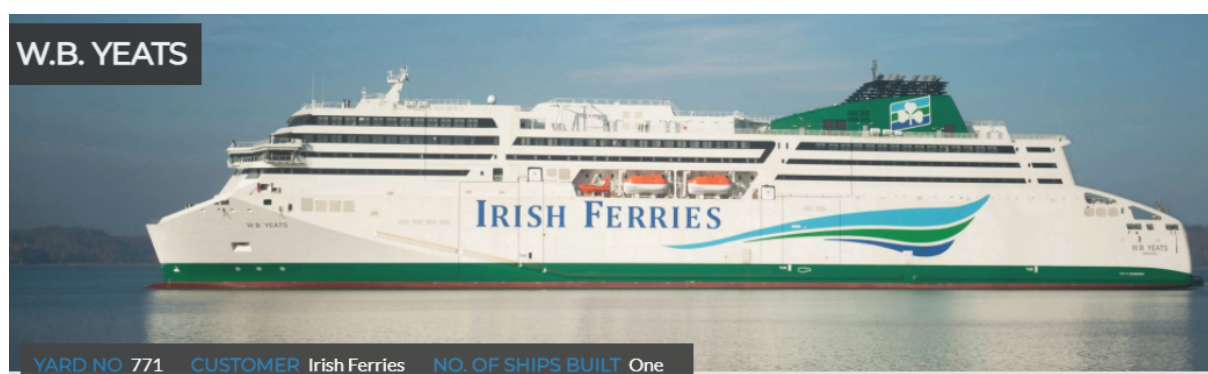
同造船所の財務状況と建造設備の詳細は非公開である。

### <建造プロジェクト例>



RORO 貨物船

(出典：FSG)



ROPAX フェリー

(出典：FSG)



## Thyssenkrupp Marine Systems (ドイツ)

建造船種：水上艦（フリゲート、コルベットなど）、通常動力潜水艦

所在地：

Thyssenkrupp Marine Systems GmbH  
Werftstrasse 112-114  
24143 Kiel  
Germany

Tel: +49 431 700 0

Fax: +49 431 700 2312

E-mail: marinesystems@Thyssenkrupp.com

<https://www.Thyssenkrupp-marinesystems.com/en/company>

経営者：Dr. Rolf Wirtz (CEO)

親会社：Thyssenkrupp AG（筆頭株主：Alfried Krupp von Bohlen und Halbach 財団、21%保有）

### <企業概要・沿革>

ドイツ北部キール、ハンブルク、ブレーメン、エムデンに拠点を持つ Thyssenkrupp Marine Systems は、ドイツの多国籍コングロマリット Thyssenkrupp グループ内の造船・船用企業で、従業員数は 3,600 人、2018～19 年度の売上高は 18 億ユーロである。

親会社 Thyssenkrupp グループ は、世界 78 か国で 106,000 人を雇用するエンジニアリング、製鉄を主体とした工業技術グループで、年間売上高は 420 億ユーロである。同社の歴史は、1811 年にフリードリッヒ・カール・クルップがエッセンに設立した鉄工所にさかのぼる。Thyssenkrupp は、1999 年に Krupp と 1891 年創業の鉄鋼企業 Thyssen AG との合併により誕生した。

Thyssenkrupp Marine Systems は、2005 年に Thyssenkrupp が買収したキールの造船所 Howaldtswerke-Deutsche Werft (HDW) の造船事業を継承している。HDW は、1838 年創業のキール Howaldtswerke と 1918 年創業のハンブルク Deutsche Werft が、1968 年に合併した造船所である。

2011 年、Thyssenkrupp Marine Systems は、UAE 資本の造船グループ Abu Dhabi MAR にキールの旧 HDW Gaarden を売却し、商船建造から完全撤退した。その後、造船は艦艇建造に特化し、民間船向けのサービスとしては、ロジスティックスサービス、資材とパーツの供給のみを行っている。

2013 年には、HDW とドイツ Blohm+Voss Naval が合併し、ドイツ唯一の艦艇市場のシステムサプライヤーとして艦艇建造能力を増強した。2017 年にはブレーメンに拠点を置く海洋・軍事エレクトロニクス企業 ATLAS ELEKTRONIK を買収した。主要海外子会社としては、カナダに Thyssenkrupp Marine Systems Canada Ltd.を持つ。

Thyssenkrupp Marine Systems は、通常動力（非原子力）潜水艦建造のリーダー企業であり、非大気依存推進（Air-Independent Propulsion : AIP）システムにより長期にわたる連続潜航が可能な Thyssenkrupp の潜水艦は、世界 20 か国で採用されている。NATO 軍の通常動力潜水艦の 70%は、同社で建造されたものである。

同社は燃料電池研究でも優位性を持っており、レトロフィットも可能な潜水艦向けの高効率「HDW Fuel Cell AIP System」は主力製品である。燃料電池は可動部品がないため、静穏性が高

く、探知はほぼ不可能である。

水上艦部門では、高性能フリゲート、小型コルベット、特殊巡視艇、支援艇などの設計、建造を行っている。フリゲートは16か国の海軍に採用されている。

また、同社は1996年以来、艦艇建造においてイタリア Fincantieri に協力している。2020年12月には、新たにイタリア海軍の U212A 型潜水艦2隻のライセンス建造に合意した。

2021年7月には、ドイツ及びノルウェー海軍向けに212 CD 型潜水艦6隻の建造に関する55億ユーロ規模の大型契約を締結した。Thyssenkrupp Marine Systems は2017年以来、ノルウェー Kongsberg Defence & Aerospace (KDA) と提携している。史上最大の受注であるこの建造プロジェクトは、2023年から2034年まで続く予定で、同社は、同プロジェクトのために新建造工場の建設を開始した。

2021年には、ドイツ海軍向け F125 型フリゲート「SACHSEN-ANHALT」及び「RHEINLAND-PFALZ」、イスラエル海軍向け SA'AR 6 級コルベット「INS Oz」、「INS Atzmaut」、「INS Nitzachon」、エジプト海軍向け209/1400mod 級潜水艦「S44」を竣工した。

また、2021年9月には、ポーランド海軍の次世代フリゲート建造計画「Project MIECZNIK」の概念設計及びフィジビリティ研究に関する競争入札の最終候補に選ばれた。

南米への事業拡大も進めており、2020年5月には、オフショア船支援船を建造するブラジル造船所 Oceana を買収した。Thyssenkrupp Marine Systems は、同造船所でブラジル海軍向けの Tamandaré 級フリゲート4隻を建造する計画である。

Thyssenkrupp Marine Systems は、総合技術企業として基礎研究開発から設計、建造、艤装、試験、サポート、メンテナンスを一括して提供することができる。

同社は建造設備の詳細を公表していないが、潜水艦建造はキール、水上艦建造はハンブルクとエムデンで行っている。主幹造船拠点であるキールでは、2億5,000万ユーロを投資した大規模な設備近代化と拡張が行われており、2023年までには新たに500人の雇用を創出する計画である。

2021年11月には、同社キール拠点に同社の艦艇建造に関する広報活動を目的としたマルチメディア施設「oceanworld」を開設した。

## <船型例>



F125 型フリゲート

(出典：Thyssenkrupp Marine Systems)



MEKO® A-100 コルベット

(出典 : Thyssenkrupp Marine Systems)

## 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](https://www.meyerturku.fi/en/meyerturku_com/index.jsp)

経営者：Bernard Meyer (MEYER WERFT グループ代表取締役、Meyer Turku 会長)、Tim Meyer (Meyer Turku CEO)

所有者：Meyer ファミリー

### <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 グループが所有する大型造船所で、約 2,000 人 (2019 年：2,386 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 CEO は Tim Meyer (2020 年 7 月就任、Jan Meyer と交代)、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 人の実業家 Esaias Wechter 及び Heinrich Remgean が設立した木造船造船所にさかのぼり、これまでの複雑な歴史の中で新造船の建造実績は 1,300 隻以上に上る。

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 に買収された。1920 年代には商船建造を開始した同造船所は、第二次世界大戦後の 1946 年に State Metal Works の子会社となり、数年後に 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。

2021 年 11 月には、LNG 駆動クルーズ船「Costa Smeralda」の姉妹船「Costa Toscana」を竣工した。2021 年末時点の受注残は、超大型クルーズ船 5 隻で、2026 年までの仕事量が確保されている。

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・オフショア向けエンジニアリング企業 ENG'nD Oy を持つ。



Meyer Turku 造船所全景

(出典：Meyer Turku)

MEYER TURKU は、工業企業としてはフィンランド南西部第 2 の規模の雇用主である。2018 年時点において、同造船所のダイレクトサプライヤーは 1,246 社で、うち 927 社はフィンランド企業である。サプライヤーを含めたフィンランド国内の年間売上高は 19 億ユーロ（2018 年）に上る。

海外サプライヤーとして最も多いのはドイツ企業である。特に、同系列のドイツ造船所 Neptun Werft からはクルーズ船向け浮体式エンジンルームユニットを供給されている。

#### <COVID-19 による影響>

COVID-19 の感染拡大を受け、2020 年 4 月 28 日、Meyer Turku は従業員 450 人程度のレイオフに向けた協議を従業員側と開始した。2020 年 8 月の 166 人の解雇に続き、11 月には 84 人を解雇し、協議は完了したと発表した。同造船所の 2020 年の従業員数（平均）は 2,359 人（前年：2,386 人）である。

Meyer Turku は、クルーズ船「Costa Smeralda」の竣工の遅れにより、2019 年には 1 億 970 万ユーロの赤字を計上した。2020 年の売上は 10 億 3,590 万ユーロ、利益は前年比 0.8%増の 780 万ユーロであった。

これまで新造キャンセルは発生していないが、Meyer Turku の親会社 MEYER WERFT は、Meyer Turku の年間建造数を、これまでのクルーズ船 2 隻から 1 隻に減らすとしている。2021 年末現在の受注残はクルーズ船 5 隻で、納期は 2026 年まで延長されている。

#### <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、同船はCosta Cruisesのフラッグシップとなった。

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、計9隻を発注済みである。

MEYER TURKUは、同クラス3番船となる「Carnival Mardi Gras」を2020年12月に、2021年12月には4番船「Costa Toscana」をそれぞれ引き渡した。



「Costa Smeralda」

(出典：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隻を受注しており、「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、2022~2026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)に参加している。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。

また、MEYER TURKUは、フィンランドの海事クラスターのエンジニアリング能力の強化と、優秀な人材の確保を目的に、フィンランド国内の大学(アアルト大学、トゥルク大学)と共同研究開発に関する戦略的協定を締結している。

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

本社所在地：

FINCANTIERI S.p.A.

Via Genova, 1 34121 – Trieste

Italy

Tel. +39 040 3193111

Fax +39 040 3192305

<https://www.fincantieri.com/en/>

経営者：Giuseppe Bono (CEO)

筆頭株主：CDP Industria SpA (71.32%)

### <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 20,784 人 (2021 年 6 月末、2020 年末：20,150 人)、うちイタリア国内で 10,336 人 (2020 年末：9,844 人) を雇用し、欧州、南北アメリカ、アジアの 4 大陸に 18 か所の造船所を持つ欧州最大の造船グループである。間接雇用者数は全世界で 120,000 人及ぶと推定されている (2019 年)。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事業を多角化し、現在はクルーズ船から艦艇、オフショア船、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。

造船以外の分野においても多角化戦略を展開しており、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、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。さらに、2020 年 11 月には、子会社 Fincantieri Infrastructure を通じてイタリアの大手建設エンジニアリング・ヘルスケア技術企業 INSO - Sistemi per le Infrastrutture Sociali 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 年代に本格化した世界的な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 年以來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 (2019 年)。

Fincantieri は 2014 年にイタリアで株式上場した。2021 年 9 月 6 日現在、全株式の 71.32% は CDP Industria S.p.A. が保有している。CDP Industria S.p.A. は Cassa depositi e prestiti S.p.A. が 100% 所有しており、Cassa depositi e prestiti S.p.A. の 82.77% はイタリア経済財務省が保有しているため、Fincantieri は事実上のイタリア国営企業である。2002 年以來、Giuseppe Bono がグループ最高経営責任者 (CEO) を務めている。

2021 年 11 月 11 日に発表された直近の 2021 年 1～9 月期の Fincantieri グループの実績では、売上は前年同期比 28% 増の 45 億 3,600 万ユーロとなった。また、利益 (EBITDA) は同 65% 増、新規受注 23 億ユーロと、前年からの回復を示したが、クルーズ船の新規受注はなかった。従業員の安全確保など COVID-19 関連の特別支出は約 3,000 万ユーロであった。

同時期の造船部門の実績を見ると、売上は前年比 28.5%増の 39 億 8,900 万ユーロであった。クルーズ船がグループ全体の売上の 53%、艦艇が 23%を占めている。艦艇の比率が前年同期比 2%増加した。建造量は COVID-19 以前の水準を上回り、同社史上最高を再び更新した。

2021 年 1~9 月期には、グループの 10 造船所からクルーズ船 6 隻、艦艇 4 隻、オフショア・特殊船 3 隻の計 13 隻を竣工した。2021 年全体の竣工数は 20 隻である。2021 年 9 月末現在の受注残は 92 隻（360 億ユーロ）である。

#### <フランス造船所の買収・合併事業>

2017 年、Fincantieri 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。2019 年 10 月、Naval Group との 50/50%合弁会社は「NAVIRIS」と命名された。NAVIRIS を通じ、Fincantieri と Naval Group は共同でグローバルな水上艦市場の入札に参加する。

一方、Fincantieri による フランス Chantiers de l'Atlantique の買収計画に関しては、2021 年 1 月、Fincantieri、フランス政府、Naval Group は 6 度目の交渉延長を行わないことを決定し、計画は破棄された。同計画に対しては、2019 年 10 月に欧州連合（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開始し、またフランス国内からは根強い反対があった。

#### <買収・提携>

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。

2020 年 10 月には、インドの大手国営造船所 Cochin Shipyard Limited (CSL)との提携に基本合意し、インド海軍向けの需要に対応する。

2020 年 11 月には、メキシコ政府と、同国ユカタン州に建設予定の大規模造船所の経営を 40 年間担当する基本合意を締結した。合意には、2021 年に建設を開始し 2027 年に完成予定の同造船所の設計と建設を含み、Fincantieri は 1 億 5,000 万ドルを投資する。同社は、事業多角化によりリスクを分散し、市場需要の変動に柔軟に対応することを戦略としている。

#### <COVID-19 の影響>

Fincantieri の 2020 年度上半期決算では、COVID-19 感染拡大による造船所閉鎖と建造作業の遅れから、同期の収支は 1 億 3,700 万ユーロの赤字となった。売上高は前年同期比 15%減の 23 億ユーロであった。

これを受け、同社は新ゼネラルマネージャーとして、2018 年まで Fincantieri の筆頭株主であるイタリア国営投資会社 Cassa Depositi e Prestiti (CDP)の CEO を務めた銀行家 Fabio Gallia を任命した。

Fincantieri は 2020 年 3 月 16 日にイタリア国内の全造船所を一時閉鎖したが、同年 4 月 20 日から徐々に再開し、6 月末時点ではイタリア造船所の 90%の作業員が勤務している。コロナ禍にも関わらず、2020 年下半期には、イタリア造船所でクルーズ船 3 隻を竣工した。2021 年 11 月現在、イタリア国内造船所は再びフル稼働している。

新造キャンセルは発生しておらず、2020 年 7 月末時点において受注残は最高レベルの 117 隻、379 億ユーロ相当（2019 年末：327 億ユーロ）を維持しており、今後 6~7 年間の仕事量が確保されている。

2021 年 10 月現在、世界のクルーズ船社 65 社が全船隊の 57%に相当する 206 隻のクルーズ船の運航を行っている。大手船社は 2021 年末までに運航率を 70~80%に戻す計画であったが、変異種による感染再拡大により状況は不透明である。



### <建造設備>

Fincantieri は、イタリア 9 か所、ノルウェー 3 か所（2019 年に 5 か所のうち 2 か所を閉鎖）、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 m <sup>2</sup>
屋内面積	252,000 m <sup>2</sup>
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 第 2 岸壁：長さ 550m、深さ 8m、15 トンクレーン 3 基

2021 年 10 月時点の受注残は、クルーズ船 11 隻で 2026 年まで引き渡しが続く。<sup>9</sup>

#### ②マルゲラ



<sup>9</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

総面積 378,000 m<sup>2</sup>  
 屋内面積 125,000 m<sup>2</sup>  
 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  
 艀装岸壁 第 1 岸壁：長さ 320m、深さ 8m、20 トンクレーン 2 基  
 第 2 岸壁：長さ 340m、深さ 8m、20 トンクレーン 2 基、40 トン 1 基

2021 年 10 月時点の受注残は、クルーズ船 6 隻で 2027 年まで引き渡しが続く。<sup>10</sup>

### ③セストリ・ポネンテ



総面積 257,000 m<sup>2</sup>  
 屋内面積 79,000 m<sup>2</sup>  
 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  
 艀装岸壁 第 1 岸壁：長さ 300m、20 トンクレーン 2 基  
 第 2 岸壁：長さ 250m、深さ 8m、20 トンクレーン 2 基、40 トン 1 基  
 第 3 岸壁：長さ 200m、30 トンクレーン 1 基

2021 年 10 月時点の受注残は、クルーズ船 5 隻で 2025 年まで引き渡しが続く。<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

<sup>11</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

#### ④アンコナ



総面積	362,000 m <sup>2</sup>
屋内面積	68,000 m <sup>2</sup>
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
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

2021 年 10 月時点の受注残はクルーズ船 6 隻で、2025 年まで引き渡しが続く。<sup>12</sup>

#### <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」

(出典：Fincantieri)

<sup>12</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

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。

## 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/>

経営者：Laurent Castaing (directeur général (CEO)、2012年1月30日就任)

主要株主：フランス政府 (84.34%)、Naval Group (11.67%)

### <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、2019年12月31日現在の総従業員数は3,227人である。

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中心となった。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、フランス政府が筆頭株主となり、STX France は、再び「Chantiers de l'Atlantique」(アトランティック造船所) に社名を戻した。

2017年4月、イタリア造船グループ Fincantieri が Chantiers de l'Atlantique の50%株式の買収をフランス政府及び Naval Group と基本合意した。フランス唯一の大型商船造船所である Chantiers de l'Atlantique のイタリア国営造船所による買収に関しては、2017年5月に発足したマクロン政権を含め、フランス世論の根強い反対があった。EU 欧州委員会は、独占禁止法に照らし合わせた詳細な調査を行っていた。買収交渉の合意期限は数回更新されが、2020年12月31日まで有効であった合意は更新されず、Fincantieri は買収を断念した。

2021年の竣工実績としては、2月、MSC Cruises に同社最大級のクルーズ船「MSC Virtuosa」(181,541GT、姉妹船「MSC Grandiosa」は2019年竣工)を引き渡した。2020年1月には、MSC Cruises 初のLNG駆動クルーズ船となるWorldクラス超大型クルーズ船(205,700GT)2隻を追加受注している。4隻シリーズの同クラスの1番船「MSC World Europa」は2022年、2番船「MSC World America」は2025年に竣工予定である。

パンデミック発生まで続いたクルーズ市場の活況により、Chantiers de l'Atlantique のクルーズ

船の受注残は史上最高レベルを維持しており、2021 年の新規受注はなかったが、手持ち工事量は 2027 年まで継続する。2021 年 10 月時点の受注残は、200,000 総トン級の超大型クルーズ船 6 隻を含むクルーズ船 10 隻である。<sup>13</sup>

同造船所の艦艇建造部門は、フランス Naval Group と共同で大型艦艇の設計と建造を行っている。2019 年には、フランス空軍向けの次世代 BRF (Bâtiments Ravitailleurs de Force) 支援艦の設計、建造及びプロジェクト管理を受注した。

また、造船部門に加え、経営多角化戦略により、オフショアエンジニアリングと建設を専門に行う事業部門「Atlantique Offshore Energy」を持つ。

### <COVID-19 の影響>

Chantiers de l'Atlantique は、フランス全土がロックダウンに入った 2020 年 3 月 17 日に造船所を一時閉鎖したが、同年 4 月 27 日には 50% の従業員が職場に戻り、建造作業を徐々に再開した。新造キャンセルはなく、建造計画に大きな変更や遅延もないと報道されているが、Chantiers de l'Atlantique は、この件に関して公式発表を行っていない。

### <建造設備>

総敷地面積	100 ヘクタール (うち 21 ヘクタールは屋内)
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 トン級ガントリークレーン 1 基、700 トン 1 基
建造ドック	900m×63m
艀装ドック	450m×95m



Chantiers de l'Atlantique 造船所全景

(出典 : Chantiers de l'Atlantique)

### <建造プロジェクト例 : MSC Cruises 向け World クラスクルーズ船>

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

<sup>13</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

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、205,700 総トン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、1 番船である「MSC World 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。World クラスの建造は 2027 年まで続く。



World クラスクルーズ船 (出典：Chantiers de l'Atlantique)

#### <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 World 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。

#### <Solid Sail/AeolDrive ソリューションの開発と実用化>

Chantiers de l'Atlantique は、海運のゼロエミッション化に向けて、高さ 85m の複合材製のマスト 3 基と面積 1,200 m<sup>2</sup>のセイルが 360 度回転する Solid Sail/AeolDrive ソリューションを、地元企業と共同開発した。同ソリューションを搭載した全長 190m のクルーズヨット船型は「Silenseas®」と呼ばれる。2022 年には、同ソリューションを実船に設置し、実証試験を行う計画である。



Silenseas®

(出典 : Chantiers de l'Atlantique)



## Naval Group (フランス)

建造船種：艦艇（航空母艦、フリゲートを含む水上艦、弾道ミサイル原子力艦、攻撃型原子力潜水艦を含む潜水艦）

本社所在地：

Naval Group SA  
40-42, rue du Docteur Finlay  
75732 Paris  
France

Tel: +33 1 40 59 50 00

<https://www.naval-group.com/en>

経営者：Pierre Éric Pommellet（会長兼 CEO）

主要株主：フランス政府（62.25%）、Thales（35%）

### <企業概要・沿革>

欧州最大の艦艇建造企業である Naval Group（2017年6月までの社名は Direction des Constructions Navales : DCNS）は、フランス国内に造船所数か所を含む10拠点を展開し、ブラジル、インド、シンガポール、オーストラリアなど世界18か国に拠点を持つ。総従業員数は15,798人（2019年：15,168人）で、2018～2028年期には10,000～12,000人の新規採用計画がある。

Naval Group は、ルイ13世の宰相であったリシュリュー枢機卿が1631年に開設した国営海軍造船所から2019年のバラクーダ級攻撃型原子力潜水艦1番艦のシュフラン（Suffren）の竣工まで、400年近くにわたるフランス海事防衛産業の歴史を継承する企業である。

歴史的な製品としては、1858年には初の鋼製フリゲート「La Gloire」、1899年には初の近代的潜水艦「Le Narval」、1967年には初の弾道ミサイル原子力潜水艦「Le Redoutable」、1996年にはラファイエット級スティルス型フリゲートを開発した。

Naval Group は、海事防衛システムのシステムインテグレーター及びプライムコントラクターとして、潜水艦及び水上艦（コルベット、フリゲート、デストロイヤー、空母）の設計と建造、保守、修繕、アップグレードなどのサポート業務、及び造船所及び海軍基地向けの各種サービスを提供している。造船以外では、子会社 Naval Energies を通じて洋上再生可能エネルギー事業を行っている。

同グループの強みは、幅広い技術をカバーする3,550社の戦略的パートナー企業及びサブコントラクターを持ち、Le Terrible 級弾道ミサイル原子力艦などの革新的で技術的に最も高度で複雑な製品とサービスを、国際的な顧客に長期的に提供できることである。

同グループの2020年の年間売上高は、前年比10.5%減の33億ユーロ（30.2%はフランス国外）、うち38%（前年：41%）はサービス及びインフラ事業からである。サービス事業は、主にフランス海軍艦隊の保守業務である。2020年の新規受注は35億ユーロ（前年：53億ユーロ）、受注残は152億ユーロ（前年：150億ユーロ）である。

最大規模の受注としては、2016年、オーストラリア向けに潜水艦12隻を受注した。

2020年12月には、フランス大統領が、2038年までに航空母艦「シャルル・ド・ゴール」の代替となる新原子力空母に関する大規模な研究開発プロジェクトの開始を発表した。Naval Group は、Chantiers de l'Atlantique、TechnicAtome、Dassault Aviation と共同で同プロジェクトに参加する。

2021年の主な新規受注としては、7月、フランス海軍の原子力潜水艦隊の保守契約を受注、9月、ギリシャ海軍向けのフリゲート（FDI HN）3隻の建造と装備調達に関する基本合意を締結、10月、フランス装備総局（DGA）から次世代哨戒艦艇の予備設計及び詳細設計を受注、などがある。

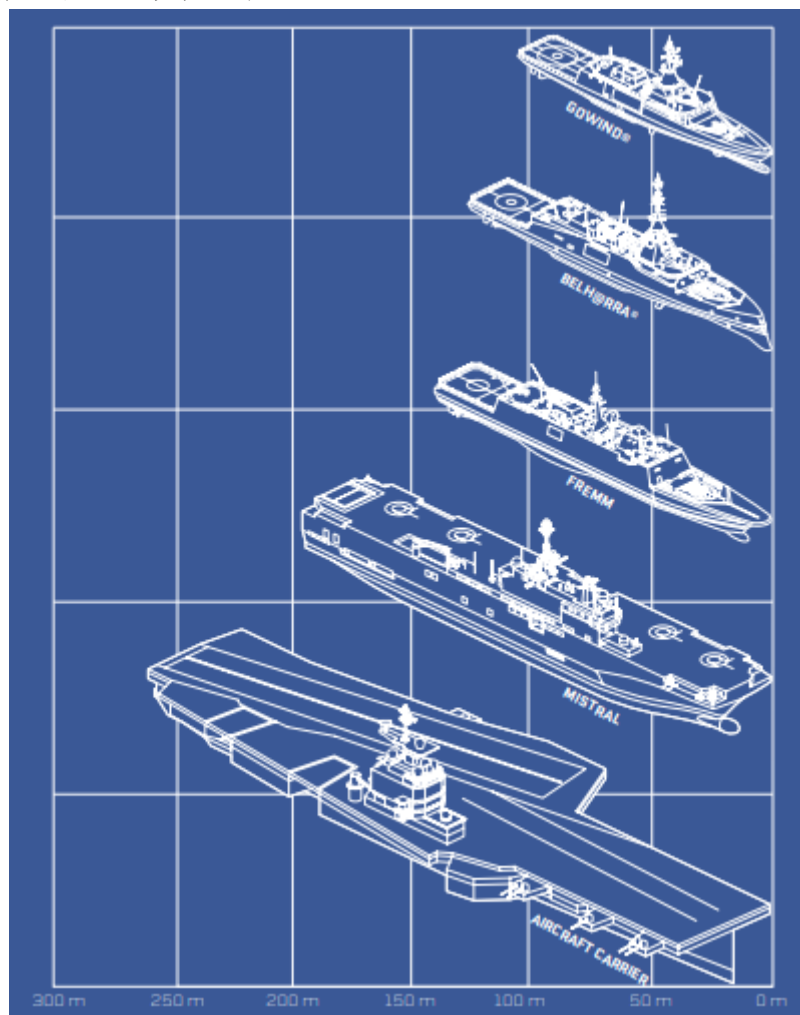
Naval Groupでは、1,500人が研究開発に携わっている。2020年の海事防衛関連の研究開発支出は、パンデミック関連の特別支出により前年よりも減少した7,900万ユーロであった。これに加え、フランス国防省などが5,000万ユーロ超の研究開発プロジェクト支援を行っている。同グループは、フランス以外では、シンガポールとオーストラリアに研究開発拠点を持つ。2021年11月には、3か所目の国外研究開発拠点をベルギーに開設した。

また、Naval Groupは、フランス最大の商船造船所Chantiers de l'Atlantiqueの株式の11.67%を保有している。

主な建造艦艇・製品は以下の通りである。

#### <水上艦>

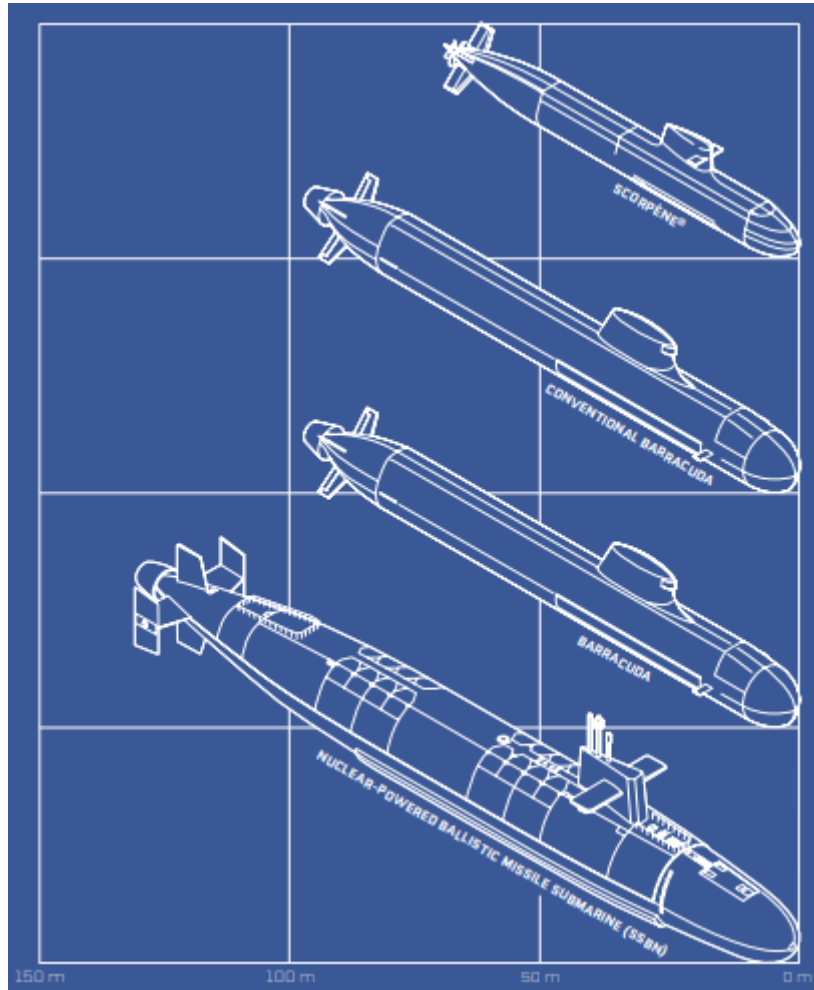
- 原子力航空母艦「シャルル・ド・ゴール」
- FREMM型汎用フリゲート
- ミストラル級強襲揚陸艦
- Gowind®型汎用戦闘艦
- Belh@rra®型デジタルフリゲート



水上艦 (出典：Naval Group)

### <潜水艦>

- 50年の実績を持つ弾道ミサイル原子力潜水艦（SSBN）
- 通常動力型バラクーダ型攻撃型潜水艦
- バラクーダ型原子力潜水艦
- Scorpène®級通常動力型潜水艦、チリ、マレーシア、インド、ブラジルから14艦を受注



潜水艦 (出典：Naval Group)

### <合弁会社 Naviris の設立>

2019年6月、Naval Group とイタリア Fincantieri は合弁会社の設立に合意し、2020年1月に出資比率 50：50 の新企業「Naviris」が誕生した。本社をジェノバ（イタリア）に置き、オリウール（フランス）に100%子会社及び共同エンジニアリング研究所（CNEL）を持つ同社は、両国の艦艇建造プロジェクト及び輸出プロジェクトへの共同入札を行う。

2021年2月には、Naviris は、スペイン NAVANTIA と、次世代コルベット（European Patrol Corvette：EPC）開発計画における協力に基本合意した。

## 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

本社所在地：

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

<https://www.vard.com/>

親会社：Fincantieri Oil & Gas S.p.A.（Fincantieri S.p.A.の 100%子会社）

### <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 8,000 人を雇用し、ノルウェーに 3 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 7 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 万ノルウェークローネであった。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 5 造船所のうち 2 か所（Aukra 及び Brevik）の閉鎖を決定した。

また、VARD グループ最大の造船所であるルーマニア Tulcea は、新造船建造から 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。ルーマニアで建造された船体の最終艤装は、ノルウェーの 3 造船所で行っている。

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たが、COVID-19 感染拡大によるクルーズ市場の停滞を受け、再びオフショア船の比率が増加している。

COVID-19 感染拡大後の 2000 年の特筆すべき大型新規受注としては、11 月、米国の海洋ロボット企業 Ocean Infinity 向けに全長 78m のロボット船 8 隻の設計と建造を受注し、新たな船種市場に参入した。船体設計は子会社 Vard Design が担当し、船内自動化・動力管理システム「SeaQ」は Vard Electro が提供する。同船隊はベトナム Vard Vung Tau で建造され、2022 年半ばから 2023 年末にかけて順次引き渡しが行われる予定である。Ocean Infinity は、現在オフショア及び沿岸作業用の 21m 型及び 36m 型ロボット船計 9 隻を建造中である。「Armada」と呼ばれるこれ

らの無人ロボット船隊は、同社の米国オースティン及び英国サウサンプトンの陸上拠点から制御される予定である。



Armada ロボット船

(出典：Ocean Infinity)

2021年の客船の新規受注としては、6月、世界初の「ヨットライナー」となる世界最大のヨット「Somnio」（全長222m、幅27m、33,500 GRT）の建造を受注した。同船の39の豪華アパートメントは、それぞれプライベートオーナーを持つ。

また、オフショア関連の受注も好調であった。主な受注としては、4月、英国 North Star Renewables 向けオフショア船（SOV）3隻、8月、ノルウェー Rem Offshore 向け VARD 4 19 船型オフショア建設サービス船（Construction Service Operations Vessels：CSOV）2隻、10月、ノルウェー Norwind Offshore 向けに VARD 4 19 船型オフショア船（Commissioning Service Operations Vessel：CSOV）2隻の建造及びプラットフォームサプライ船（PSV）1隻の SOV への改造を受注、12月、英国 North Star Group から4隻目の VARD 4 12 船型オフショア船（Service Operation Vessel：SOV）1隻を受注、などがある。

2021年3月には、オーストラリア Coral Expeditions に2隻目の VARD 6 01 船型エクスペディションクルーズ船「Coral Geographer」を引き渡した。6月には、Hapag-Lloyd Cruises から受注したエクスペディションクルーズ船3隻の3番船「HANSEATIC spirit」（全長138m）を引き渡した。続いて7月には、LNG 駆動の氷海仕様エクスペディションクルーズ船「Le Commandant Charcot」（全長150m）をフランス PONANT に引き渡した。

同12月には、Viking から受注したエクスペディションクルーズ船2隻の1番船「Viking Octantis」を竣工した。205×23.5m の同船は、VARD がこれまで建造した最大の船舶である。船体はルーマニア Vard Tulcea で建造され、最終艤装はノルウェー Vard Søviknes で行われた。

## < 建造設備 >

### ① 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。



VARD Tulcea 造船所全景

(出典：VARD)

### <建造プロジェクト例：自動運航コンテナ船「Yara Birkeland」>

2018年、VARDは、ノルウェーの大手窒素肥料メーカーYara InternationalとKongsbergが共同開発した世界初の自動運航コンテナ船となる120TEU型「Yara Birkeland」の建造を2億5,000万ノルウェークローネ（約2,800万米ドル）で受注した。うち、1億3,360万クロネ（約1,500万ドル）をノルウェー政府が支援している。

2020年5月14日、COVID-19のグローバルな影響を受け、Yara Internationalは、建造発注済みの「Yara Birkeland」プロジェクトの中止を発表した。COVID-19だけではなく、同船の予想以上の技術の複雑さとコストの問題もプロジェクト中止の理由であると報道されている。

Yara Internationalのプロジェクト中止決定にもかかわらず、VARDのルーマニア造船所Vard Brailaで建造された同船の船体は、予定よりも遅れて2020年5月に最終艀装のためにノルウェーBrattvaagに曳航された。同船は2020年11月に竣工し、Yara Internationalに引き渡しが行われた<sup>14</sup>。Yara Internationalは、同船の自動運航には、対応する陸上施設の整備が必要であるとしている。

一方、同船の自動運航技術を担当したKongsberg Maritimeは、自動運航化とそのための認証取得に向けた2年間の実証試験を、2022年に開始する計画である。



「Yara Birkeland」

(出典：Yara International、2020年4月)

<sup>14</sup><https://smartmaritimework.com/2020/12/01/autonomous-container-vessel-yara-birkeland-delivered-to-owner/>

### <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年に竣工した。同船は、世界初のLNG及びDF駆動の電気ハイブリッドクルーズ砕氷船である。



「PONANT EXPLORERS」

(出典：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、2番船となる全長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。2021年6月には、3番船「HANSEATIC spirit」が竣工した。

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](mailto:gr@ulstein.com)

<https://ulstein.com/>

経営者：Cathrine Kristiseter Marti (CEO Ulstein Group、2020 年 11 月就任)、Lars Lühr Olsen (COO Shipbuilding and Managing Director Ulstein Verft AS)

所有者：Ulstein ファミリー

### <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 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。

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、船用機器、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・船用グループとなった。

1999 年、英国 Vickers (後に Rolls-Royce が買収) 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 船型のオフショア船の受注実績が 100 隻を超えた。北海のオフショア船用に開発された X-BOW 船型は、2017 年に初受注した氷海向けエクスペディションクルーズ船にも採用されている。

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「COLOR HYBRID」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、ルーマニア、トルコ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 はドイツの船用メーカー 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 の船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。



COVID-19 感染拡大を受け、2020 年 5 月、Ulstein は、感染症及び自然災害発生時などの非常事態に病院船として活用できる緊急支援船（Emergency Support Vessels : ESV）の 5 船型に関するケーススタディーを発表した。開発された ESV 船型には、病院船として建造される特殊船に加え、医療支援のための緊急配備が可能のように改造された既存船を含んでいる。

2017 年に創業 100 周年を迎えた Ulstein Group は、現在も Ulstein 家が所有する同族企業である。従業員数 322 人（2019 年）の造船所 Ulstein Verft は、過去数年間赤字経営が続いている<sup>15</sup>。2020 年 11 月には、22 年間 Ulstein Group の CEO を務めた Gunvor Ulstein が退任し、CFO であった Cathrine Kristiseter Marti が新 CEO に就任した。Ulstein Verft の取締役は、Lars Lühr Olsen である。

Ulstein Verft はコロナ禍でも建造作業を続け、2021 年 3 月にはケーブル敷設船「Nexans Aurora」を竣工した。また、9 月には独特の船首設計「X-BOW®」を持つ全長 124.4m の氷海仕様エクスペディションクルーズ船「National Geographic Resolution」を竣工した。同船は 2020 年 3 月竣工の「National Geographic Endurance」の姉妹船である。米国 Lindblad Expeditions が所有・運航する。

近年は、Ulstein Verft の新造船受注量は減少しており、Ulstein 設計の船を中国や韓国の造船所が建造することが多い。2021 年には新造船の新規受注は発表されておらず、既存船の改造やメンテナンスを中心に行っている。

#### < 建造設備 >

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。



Ulstein Verft 造船所全景

(出典 : Ulstein Verft)

<sup>15</sup> <https://www.proff.no/selskap/ulstein-verft-as/ulsteinvik/produsenter/IF38X1L016D/>



Ulstein Verft 屋内ドック

(出典 : 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 m<sup>2</sup>を持つ。



CSV/SOV 「ACTA AURIGA」

(出典 : Ulstein)

### <建造プロジェクト例：プラグイン・ハイブリッドフェリー「COLOR HYBRID」>

Ulstein Verft で最終艀装が行われ、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4.7MWh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。



フェリー「COLOR HYBRID」

（出典：Ulstein）

### <建造プロジェクト例：ゼロ排出の洋上風力発電タービン設置船>

2020年の新製品としては、10月、ゼロ排出の水素バッテリーハイブリッド駆動の洋上風力発電タービン設置船（wind turbine installation vessel：WTIV）の船型「Ulstein J102」を発表した。Ulsteinは、同船型の初期投資費用は従来船の5%増のみであるとしている。



Ulstein「J102」水素ハイブリッドゼロ排出 WTIV  
(出典：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

本社所在地：

Damen Shipyards Group  
Avelingen-West 20  
Gorinchem  
The Netherlands

Tel: +31 (0) 183 639911

Fax: +31 (0) 183 632189

Email: [info@damen.com](mailto:info@damen.com)

<https://www.damen.com/>

経営者：Kommer Damen (会長)、Arnout Damen (CEO、2020年1月1日就任)

所有者：Damen ファミリー

### <企業概要・沿革>

オランダ南部のホルクム (Gorinchem) に本社を置く Damen Shipyards Group は、グループ企業 55 社、世界 22 か国に造船・修繕所 35 か所を所有し、総従業員数は約 12,000 人である。建造実績は 6,500 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。年間建造数は平均約 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の迅速な提供が可能である。

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 グループは 3 世代目が CEO を務める同族企業である。

1969年、2代目となる Kommer Damen は父親 Jan Damen 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、同社はホルクム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。現在は投機的に自社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、クレーンバージ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た。

また、2020年1月には、バングラデシュ政府と同国の造船・修繕産業開発への協力に関する基本合意を締結した。バングラデシュ政府は、自国向け船舶の建造・修繕に加え、将来的には輸出

市場に参入する意向である。

2020年の大型新規受注としては、6月、ドイツ海軍のF126型（旧名：MKS-180型）フリゲート4隻の新造プロジェクトをメインコントラクターとして入札した。このドイツ海軍最大の建造プロジェクトにおいては、ドイツ Blohm+Voss、Lürssen 及び Thales が、Damen のパートナーとなる。2027~2031年に竣工予定の同船隊への投資総額は約46億ユーロである。2032年以降にオプション2隻の可能性もある。

同船隊はハンブルク Blohm+Voss 及びその他のドイツ造船所で建造され、投資額の80%はドイツ企業約100社が獲得するが、ドイツ海軍の建造計画にオランダ企業がメインコントラクターとして選ばれたことは特筆に値する。

2020年の売上は約18億ユーロ（2019年：約20億ユーロ）である。2020年の新造船引き渡し実績は143隻、修繕・改造実績は1,300件であった。2020年の内訳は発表されていないが、2019年に引き渡した176隻の新造船の内訳はタグ・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隻であった。

COVID-19感染拡大による造船所の一時閉鎖や新規受注の減少により、赤字は2019年の2,340万ユーロから2020年は4,300万ユーロに拡大したが、2021年第1四半期には黒字に回復した。

2020年末時点の受注残は、コロナ禍にもかかわらず前年の37億ユーロから倍増し、同社史上最高の80億ユーロを記録した。これは、ドイツ海軍向けフリゲート4隻、LNG 駆動河川船（タンクバージ）40隻、オランダで建造されるヨットとしては最大の全長120mのスーパーヨットなどの大型受注によるところが大きい。

2021年の特筆すべき新規受注としては、3月、オランダ Concordia Damen が、オランダ船社 Lenten Scheepvaart から世界初の水素駆動河川船「MV Antonie」（全長135m、3,700トン）の建造を受注した。水素をエネルギー源とする燃料電池で駆動される同船は、オランダの大手ケミカルサプライヤーNouryon 向けにオランダ国内の内陸水路で塩を輸送する。オランダ政府インフラ水管理省が同建造プロジェクトに対し、400万ユーロの支援を行っている。

#### <建造プロジェクト：デンマーク向け「eフェリー」>

2020年7月、Damen Shipyards Group は、コペンハーゲン Arriva Denmark が運航するデンマーク公共交通 Movia 向けの23.3m×5.6m、定員50人の「eフェリー」5隻の引き渡しを行った。

出力120kWhのバッテリーシステムで駆動されるこの環境性の高いフェリーの採用により、コペンハーゲンの公共交通機関からのNOx排出量は2.5%、CO<sub>2</sub>排出量は10%、PMは66%それぞれ削減される。バッテリーは、航路の始点と終点で自動的に高速充電される。

推進力55kW@800rpmのeモーター2基から構成される主機関が固定ピッチプロペラ1基を駆動し、サービス速度は7ノットである。

同プロジェクトでは、Damen は船舶の設計建造に加え、インテグレーター／完全ソリューションプロバイダーとして、自動係船システムや陸上電力供給システムの構築などの高付加価値サービスを提供した。Movia は、電力の60%が持続可能なエネルギー源から供給されることを望んだ。



コペンハーゲン「e フェリー」 (出典 : Damen)

<建造プロジェクト：オランダ向け「ウォーターバス」>

2020年11月には、オランダ Aqualiner-Swets 向けに都市間公共交通機関となるハイブリッドカーボンファイバー製高速旅客フェリー「ウォーターバス」9隻を受注した。



オランダ「ウォーターバス」 (出典 : Damen)

<建造プロジェクト：河川タンクバージ>

同じく2020年11月には、オランダの内陸水路船専門造船所 Concordia Damen が、環境にやさしいデュアル燃料型エンジンを搭載した全長110mの河川タンクバージ「Parsifal Tankers」40隻を受注した。主にLNG燃料で駆動される同船隊は、Shellが用船し、VT Group/Marlowが運航する。



河川タンクバージ (出典：Damen)

### <建造設備>

現在、Damen の新造船建造所は、オランダ国内に 8 か所、国外に 12 か所（ポーランド、ルーマニア、トルコ、南アフリカ、キューバ、UAE、カタール、中国、ベトナム）の合計 20 か所である。修繕所は世界に 13 か所（うちオランダ国内 8 か所）である。

オランダ国内の本社造船所 Damen Gorinchem の 2021 年 10 月時点の受注残は、オフショア船 5 隻、10,415DWT である。<sup>16</sup>

#### ①Damen 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 m<sup>2</sup>、うち屋内エリアは 95,960 m<sup>2</sup>である。乾ドックは、① 302m×48m×9m、② 322m×48m×9m、③ 360m×60m×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 本の艀装岸壁は 430m～630m で、全長は 1,590m である。

同造船所は年間 12 隻の建造能力を持つ (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。

COVID-19 感染拡大以前、同造船所は 1,850 人を雇用しており、Damen は今後 500～1,000 人規模の増員を行う計画であった。しかしながら、2020 年の欧州の新造受注量の前年比 64%減少という状況の変化により、2020 年 7 月に合理化計画を発表し、2021 年 7 月に 228 人の解雇を決定した。

2021 年 10 月時点の同造船所の受注残は、フェリーを含む 3 隻、5,600DWT である。<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

<sup>17</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021



## ②Damen Shipyards Galati (DSGa)

1999 年以來、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。

2021 年 10 月時点の同造船所の受注残は 5 隻、9,184 DWT である。<sup>18</sup>

同造船所は、Damen Shipyards Mangalia と同様、COVID-19 の影響による合理化の対象となっており、2021 年 7 月には 642 人の解雇が決定された。

### <標準船型例：オフショア支援船 DAMEN ASV 9020 「WALK TO WORK」(W2W) >

Damen の W2W 船型は、オフショア支援船である。通常のア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 m<sup>2</sup>の甲板スペースを持つ。



W2W 船型

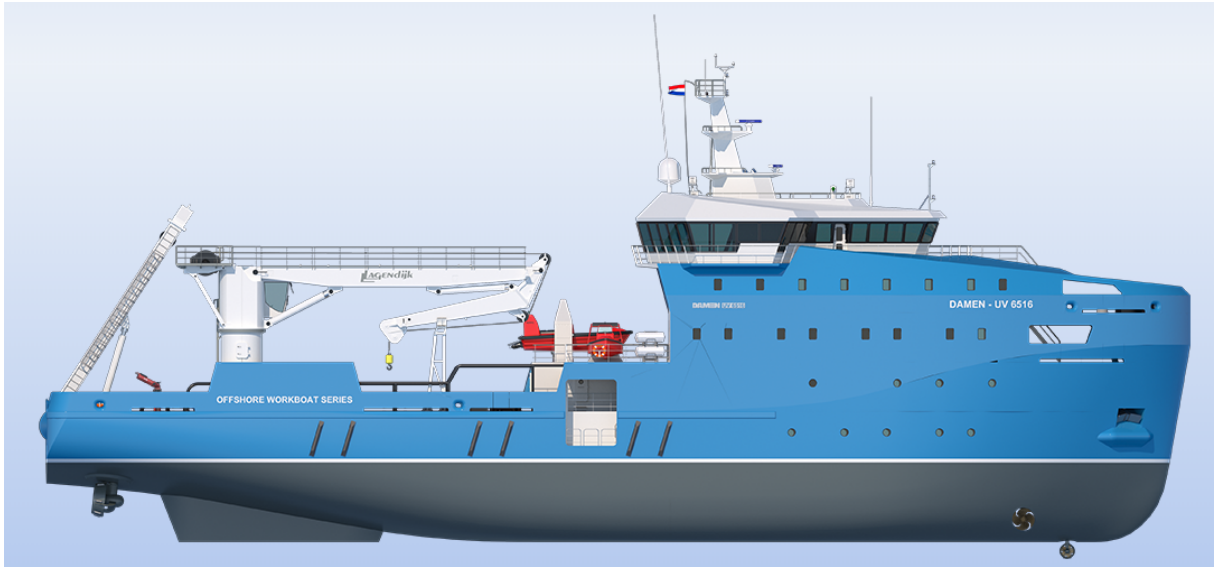
(出典：Damen)

### <標準船型例：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 m<sup>2</sup>の甲板スペースを持つ。

<sup>18</sup> Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021



「UTILITY VESSEL 6516」

(出典 : Damen)

## Navantia (スペイン)

建造船種：艦艇（フリゲート、航空母艦、潜水艦、揚陸艦、哨戒艦、補給艦）、タンカー、オフショア船、FPSO など

本社所在地：

Navantia S.A.  
Calle de Velázquez, 132  
28006 Madrid  
Spain

Tel: +34 913358400

E-mail: navantia@navantia.es

<https://www.navantia.es/en/>

経営者：Ricardo Domínguez (President、2021年4月就任)

親会社：Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) (スペイン政府産業持ち株会社、100%保有)

### <企業概要・沿革>

Navantia の歴史は、1717 年創業のスペイン初の近代的な海軍造船所 Real Arsenal de la Carraca に始まり、続いて 1731 年にはカタルヘナ、1750 年にはフェロルに造船所が建設された。これらの造船所は、スペイン海軍の艦艇建造と修繕を専門に行っていた。18 世紀の艦隊を建造した船台や岸壁では、今でも最先端技術を持つフリゲートや潜水艦などの艦艇が建造されている。

1908 年、カタルヘナとフェロルの造船所は海軍建造協会（通称 La Naval）の一部となり、1960 年代後半には民間造船所とともに Spanish Shipyards グループ (AESAs) となった。スペイン内戦 (1936~1939 年) 終結後には、スペイン政府が海軍造船所を管理下に収め、1947 年に公営造船企業 Bazán を設立した。21 世紀初頭には AESA と Bazán が統合され、国営企業 IZAR となった。2005 年には、経営合理化を目的に、IZAR の軍事部門が「Navantia」として分離独立した。Navantia は、スペインの公営企業 15 社、従業員数 78,000 人を傘下に置く産業持ち株会社 SEPI Group に属している。

Navantia は、スペイン国内に 5 か所の造船・修繕所を持ち、海外ではノルウェー、トルコ、サウジアラビア、インド、オーストラリア、米国、ブラジルに拠点を展開している。艦艇に加え、商船の設計・建造・保守・修繕、軍用システムの開発と製造、ディーゼルエンジン及びタービンの製造、及び近年は洋上風力発電施設の建造も行っている。従業員数は、4,112 人 (2019 年) である。

親会社 SEPI によると、Navantia の業績は近年大きく改善しており、2000 年の売上は前年比 9% 増となると予想されていたが、COVID-19 感染拡大により売上は減少し、2000 年の売上は 11 億 2,900 万ユーロ (前年：12 億 3,700 万ユーロ) となった。2020 年度末時点の受注残は、78 億 5,100 万ユーロ (前年：83 億 500 万ユーロ) である。

近年の重要な進展としては、F-110 型フリゲート 5 隻の新規受注、S-80 型潜水艦の開発、スペイン海軍の次世代艦艇 (BAM) の建造予算の承認、オーストラリア、サウジアラビア、トルコの海軍からの艦艇建造と保守契約の受注などが挙げられる。<sup>19</sup>

<sup>19</sup><https://www.sepi.es/en/press-room/news/grupo-sepi-will-record-2021-profit-71-meu-while-its-turnover-will-grow-19-thus>

Navantia は、多くの国際企業（Lockheed Martin、Indra、Thales、MTU など）と技術的、戦略的に提携し、また造船発注国の現地企業と様々な協力を行っている。

2020年5月には、英国ベルファストの造船所 Harland & Wolff と、英国海軍補助艦隊の次世代固形貨物補給艦（Fleet Solid Support : FFS）3隻の建造プロジェクトへの入札を、「Team Resolute」として共同で行った。Navantia と Harland & Wolff の親会社 InfraStrata は、2019年11月に造船業務全般及び洋上風力発電市場における協力に関する基本合意（MoU）を締結しており、今回の入札は最初の共同事業となる。2021年9月、Team Resolute は、最終候補4チームのひとつに選ばれた。

2021年2月には、イタリア Fincantieri とフランス Naval Group の合弁会社である Naviris と、欧州の次世代コルベット「European Patrol Corvette (EPC)」開発計画における協力を基本合意した。さらに11月には、Fincantieri と艦艇及び商船建造における協力関係の強化に基本合意した。

同年5月には、ギリシャの造船業と協力し、同国の造船業再生に向けた技術移転に着手した。Navantia は、ギリシャ海軍向けの新型フリゲート4隻の建造を受注している。

また、ポーランド海軍の次世代フリゲート建造計画の競争入札に参加しており、2020年6月には最終候補3社（コンソーシアム）のひとつに選ばれている。

9月には、英国 Harland & Wolff 及びスペイン Windar Renovables と、主に英国内の今後の風力発電プロジェクトにおける共同入札に基本合意した。

#### <シップヤード4.0と戦略計画>

Navantia は、2015年以来、「インダストリー4.0」の造船所版である「Astillero 4.0」（「シップヤード4.0」）戦略に沿って、デジタルエコシステムの構築を進めている。「Astillero 4.0」に係る主要技術には、IoT、AI、ビッグデータ、ブロックチェーン、VR/AR、自動運航技術、ロボット技術、新素材、サイバーセキュリティ、3D印刷、デジタルプラットフォーム、クラウドなどが含まれる。

競争力強化を目的とした同社の2018~2022年戦略計画（Navantia Strategic Plan : PEN）の3つの柱は、「Astillero 4.0」、工程のデジタル転換、造船設備の近代化である。2000年には、主にデジタル転換プロジェクトに6,800万ユーロを投資している。

この戦略の一環として、迅速な製品化を目指した技術開発のための物理的スペースを提供する先進製造技術イノベーションセンター（Center for Innovation in Advanced Manufacturing Technologies : CFA）において、IDEA Agency、カディス大学、Airbus、カディス海事クラスターと共同で技術開発を行っている。

2020年7月には、スペイン通信企業 Telefónica と共同で、艦艇のライフサイクルサポートに利用する実船のデジタルツインに関するデジタルプラットフォーム構築への開発プロジェクトを開始した。

#### <建造設備>

Navantia は、スペイン北西部リア・デ・フェロルに2か所（フェロル、フェネ）、南東部カルタヘナに1か所、南西部バイア・デ・カディスに2か所（プエルトリアル、サンフェルナンド）の新造船建造能力を持つ造船所を所有している。現在、バイア・デ・カディスの造船所の近代化を進めている。

##### ①フェロル造船所

総面積：682,500 m<sup>2</sup>

船台3基：200m×34m、228m×43m、287m×53m

クレーン20基：130トン×2、100トン×2、60トン×4、25トン×12

②フェネ造船所

総面積：682,667 m<sup>2</sup>

船台 2 基：338 m×50 m、338 m×58 m

ガントリークレーン 1 基：800 トン

クレーン 78 基：クレーン 100 トン×1、80 トン×4、60 トン×2、25 トン×1

③カルタヘナ造船所

総面積：201,000 m<sup>2</sup>

船台 3 基：140m×19m、192m×19m、192×19m

浮きドック 1 基：100×32m

クレーン 4 基：120 トン×1、50 トン×3

④サンフェルナンド造船所

総面積：226.000m<sup>2</sup>

船台 3 基：136m×18m、136m×21m、136m×23m

ガントリークレーン 1 基：400 トン

クレーン 4 基：120 トン×1、50 トン×3

⑤プエルトレアル造船所

総面積：1,150,000 m<sup>2</sup>

船台：乾ドック 500m×100m

ガントリークレーン 2 基：高さ 112m ×幅 175m

クレーン 7 基：100 トン×2、16.5 トン×2、15 トン×2



プエルトレアル造船所の乾ドック

(出典：Navantia)

<建造プロジェクト例：サウジアラビア海軍向けコルベット>

2018年11月、Navantiaはサウジアラビア海軍向けのコルベット5隻の建造と同船隊のライフサイクルサポートを受注した。2020年11月には第2船「Al-Diriyah」の進水式が、サンフェルナンド造船所で行われた。

同船は全長104m、幅14mで、定員は102人である。最高速力は27ノット、21日分の物資を輸送可能である。最新設計の同船は、コンバットシステム「CATIZ」、統合通信システム「HERMESYS」、MINERVA統合ブリッジシステムなどNavantiaの自社製品、及びNavantiaがライセンス製造を行ったMTUエンジン、RENKギアボックスなどを搭載している。

同船隊の引き渡しは2024年までの5年間続く予定で、間接雇用を含めると年間のべ6,000人分

(うち 1,100 人は Navantia の正規従業員) の仕事量を創出する。建造プロジェクトには 100 社以上の企業が協力する。同プロジェクトは、Navantia の業績回復に貢献するだけでなく、カディス湾地域の関連産業にも好影響を与えている。



コルベット「Al-Diriyah」(サンフェルディナンド造船所)

(出典：Navantia)

## BAE Systems (英国)

建造船種：艦艇（原子力潜水艦、航空母艦、デストロイヤー、フリゲート、巡視船、軍用複合艇など）

本社所在地：

BAE Systems, Plc.  
Warwick House  
PO Box 87 Aerospace Centre  
Farnborough  
GU14 6YU  
United Kingdom

BAE Systems: +44 (0) 1252 373232  
<https://www.baesystems.com/en/home>

Maritime : Tel: +44 (0)2392 896 000 (Naval Ships、ポーツマス)  
<https://www.baesystems.com/en-uk/our-company/our-businesses--uk-/maritime>

経営者：Sir Roger Carr (Chairman)、Dr. Charles Woodburn (Chief Executive、2017年7月就任)、Glynn Phillips (Group Managing Director Maritime and Land UK、2020年1月就任)  
主要株主：The Capital Group Companies, Inc. (5.02%) AXA S.A.及びグループ企業 (5.00%)、BlackRock Inc. (5.00%)、Invesco Limited (4.97%) など

### <企業概要・沿革>

英国ファーンバラに本社を置く BAE Systems は、1999年11月30日に、General Electric Company (GEC) の艦艇建造子会社である英国の軍事エレクトロニクス企業 Marconi Electronic Systems (MES) と、英国の航空機、武器、海軍システムメーカーである British Aerospace (BAe) の77億ポンド規模の合併により誕生した企業である。その歴史は、1560年にロンドン近郊ウォルサムアビーに設立された王立火薬製造所にさかのぼり、統廃合を繰り返した世界の数多くの軍事企業及び民間企業の技術と製品群を継承している。

陸空海の軍事、航空機、セキュリティー、IT システムを開発、製造するグローバル企業である BAE Systems は、欧州最大手及び世界 7 位 (2020 年) の軍事企業として、世界 40 か国以上に 89,600 人 (うち英国 35,300 人、米国 31,900 人、サウジアラビア 6,700 人、オーストラリア 4,500 人、2019 年：85,800 人) を雇用し、2020 年の年間売上高は 208 億 6,200 万ポンド (2019 年：201 億 900 万ポンド)、受注残は 452 億ポンド (2019 年：454 億ポンド) に上る。

同社の主要技術分野は、航空 (2020 年全社売上の 55%)、海事 (同 24%)、陸上 (16%)、及びサイバー技術 (5%) で、地理的な主要市場は、2020 年のグループ売上高の 45% を占める米国、続いて英国 (19%)、サウジアラビア (13%)、オーストラリア (3%) である。最大市場の米国では、米国政府との特別セキュリティー合意により、子会社 BAE Systems, Inc. がビジネスを行っている。

艦艇、海事サービス、潜水艦の 3 事業を含む BAE Systems の海事部門は、海事及び陸上部門「Maritime and Land UK」に含まれ、水上艦及び潜水艦の設計、製造に加え、最新鋭の戦闘システムと機器の設計、製造を行っている。さらに、世界で就役中の艦艇及び機器のトレーニング、メンテナンス、近代化プログラム、支援インフラ管理などの関連サービスを提供している。

「Maritime and Land UK」は、11 拠点に約 17,900 人 (2020 年 6 月現在) を雇用し、2020 年

の売上は 32 億 5,700 万ポンド（2019 年：31 億 1,600 万ポンド）、受注残は 91 億ポンド（2019 年：86 億ポンド）である。売上の内訳は、Maritime が 91%（水上艦 42%、潜水艦 49%）、Land が 9%である。

Maritime の 2021 年上半期の売上は、COVID-19 の影響から回復基調にあり、前年同期比約 10%増となった。また、新規受注は、前年同期比 267%増の 27 億 7,100 万ポンドと飛躍的に回復し、受注残も 102 億ポンド（前年同期：81 億ポンド）となった。

近年に実施または現在継続中の海事部門の主なプロジェクトは、英国海軍向けのクイーン・エリザベス級航空母艦 2 隻「HMS Queen Elizabeth」（2017 年就役）及び「HMS Prince of Wales」（2019 年就役）、オステュート級原子力潜水艦 7 隻（4 隻が竣工済み）、リバー級海洋巡視船 5 隻の建造、及び英国海軍の次世代ドレッドノート級原子力潜水艦とシティ級 26 型フリゲートの設計と建造である。

現在、シティ級 26 型フリゲートの最初の 3 隻「HMS Glasgow」、「HMS Cardiff」、「HMS Belfast」の建造がグラスゴーにおいて進行中で、同建造プロジェクトは英国国内で 4,000 人規模の雇用を創出している。

英国海軍のバンガード級原子力潜水艦の代替となる次世代ドレッドノート級原子力潜水艦 4 隻は、英国国防省 Submarine Delivery Agency (SDA) 及び Rolls-Royce と協力し、イングランド北西部バロウ・イン・ファーネスで建造される。現在、同造船所の大規模な拡張工事が行われている。1 番艦は、2030 年代初頭に就役する予定である。

さらに、プリマス海軍基地のトレーニングサービスと管理、戦闘システム、水雷、レーダーの設計、製造、保守サービスを行っている。

BAE Systems は、造船所の建造設備などの情報を公開していない。

#### <建造プロジェクト例：クイーン・エリザベス級航空母艦>

近年の特に重要なプロジェクトの進展としては、2019 年 11 月、英国海軍のクイーン・エリザベス級航空母艦隊の 2 番艦「HMS Prince of Wales」が予定よりも 2 週間早く初回の海上試験を終え、ポーツマス海軍基地に帰港した。

クイーン・エリザベス級空母建造プログラムは、BAE Systems、Babcock、Thales、英国国防省のアライアンス「Aircraft Carrier Alliance」の 16 年間の協力の成果である。同艦隊の建造には、英国造船所 6 か所の 10,000 人以上が携わった。

全長 280m、最大幅 70m、排水量 65,000 トンのクイーン・エリザベス級空母は、英国造船所で建造された最も大きく最もパワフルで高性能の戦艦で、1 隻が約 4 エーカーの基地となる。速力は 25 ノットで、航続距離は 10,000 海里である。最新機器の搭載と合理化により、679 人のクルーで運航が可能で、兵隊定員は 921 人である。就役後は英国の F-35 戦闘機が配備される計画である。





クイーン・エリザベス級航空母

(出典：BAE Systems)

#### <建造プロジェクト例：無人複合艇「Pacific 24」>

2020年6月、英国海軍とBAE Systemsは、軍事見本市 Armed Forces Week において、同軍初の無人複合艇となる「Pacific 24 Rigid Inflatable Boat (P24 RIB)」を発表した。300万ポンドを投じて開発された同艇は、最高船速38ノットで、1艇または複数艇で運航し、「未来の艦隊」を構成要素となる。

複合艇「Pacific 24」は、25年以上に渡り英国艦隊の救命活動のバックボーンとなっていた実績のあるBAE Systemsの船型で、最新型のMark 4船型は4年前に導入された。

全長7.8mの無人複合艇「Pacific 24」は、英国海軍の技術イノベーション部門NavyXがスポンサーとなり、英国BAE Systemsと共同開発を行った。BAE Systemsは、同艇の設計と建造（英国ポーツマス）を担当している。

開発された無人複合艇は、有人「Pacific 24」の船体と推進システムをベースとし、自動運航のために制御システムとセンサーが変更、追加されている。23型フリゲート「HMS Argyll」から制御される同艇のプロトタイプは、2019年9月、国際見本市DSEI 2019の開催中に、ロンドンのドックランズで実証実験が公開され、その後も開発と改良が続けられた。今後は既存の「Pacific 24」に自動航行機能をレトロフィットする計画もある。

同艇は有人の「Pacific 24」と同様の任務に従事するが、無人航行によりその能力と柔軟性と効率は格段に向上し、同時に水兵への脅威が軽減すると英国海軍は述べている。



無人複合艇「Pacific 24 (P24) Rigid Inflatable Boat (RIB)」

(出典：BAE Systems)

## 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/>

経営者：Mehmet Gazioğlu (Managing Director)

筆頭株主：Osman Nurettin Paksu (会長、75%保有 (2019年))

企業概要・沿革：

トルコ北西部マルマラ海東沿岸のヤロヴァに位置する 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年代にボスボラス海峡を航行する船舶向けの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。

Tersan は、1998年にイスタンブール郊外のトゥ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。年間プロジェクト件数 50~70 隻という修繕所の成功を受け、2000年に造船所としての同社を設立、2001年には同地域の別造船所で新造船建造に参入した。

トゥ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、トゥズラのマルマラ海対岸ヤロヴァ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。従業員数は、2008年の2,200人から2021年には約5,000人に増加している。

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ち、100人超の研究者が10件以上のプロジェクトに従事している。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、2008年の経済危機後、建造船種を需要が激減したタンカー及び貨物船市場から、技術的に高度なニッチ市場に移行した。近年、特にノルウェーの船主、船社、船舶設計企業との協力関係を強めており、新造船部門は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。その他の主要市場は、ロシア及び北米である。

2020年には、創立以来の新造船受注実績（建造実績及び受注残）が100隻を超えた<sup>20</sup>。2021年には8隻を竣工し、2021年12月現在の受注残は13隻（旅客船5隻、漁船・養殖船7隻、貨物船1隻）で、その多くがノルウェー造船所及び船主向けである。

2021年の新規受注としては、ノルウェーFjord1 ASA向けの全長84mのバッテリー駆動フェリー2隻を追加受注した。2017年以来、同社向けには既に6隻の完全電気フェリーを竣工し、7隻目を建造中である。今回受注した2隻は、2023年第2四半期に竣工の予定である。

---

<sup>20</sup> <https://www.thebusinessyear.com/turkey-2020/get-on-board/interview>

### <造船設備>

ヤロヴァ造船所は、敷地面積 320,000 m<sup>2</sup>のうち、55,000 m<sup>2</sup>の屋内建造設備を持つ。200m×56.5m の船台では 2 隻の同時建造が可能である。2 基のガントリークレーン（550 トン、400 トン）を持ち、3 本の艀装岸壁の全長は 1,452m である。

180×29m の浮きドックに加え、2019 年には、トルコ最大の新たな 284m×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。



Tersan ヤロヴァ造船所全景

(出典：Tersan)

### <建造プロジェクト例：LNG 駆動沿岸旅客・車両フェリー>

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。

全長 122.7 m、幅 22m、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〜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。世界最大の 6500kWh のバッテリーパックを搭載した同船型は、4 時間のゼロエミッション航行が可能である。

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 のヤロヴァ造船所で建造され、2020 年末に引き渡し、2021 年 1 月にノルウェー国内で就航が予定されていたが、COVID-19 感染拡大による建造作業の遅れから、1 番船「Havila Capella」は 2021 年 11 月に引渡しが行われた。2 番船「Havila Castor」に続き、姉妹船「Havila Pollux」及び「Havila Polaris」も 2022 年に竣工予定である。



「Havila Capella」 (NB1093)

(出典：Tersan)

＜建造プロジェクト例：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 2 番船、Fjord1 向けフェリーとしては 6 隻目となる「ERESFJORD」を竣工した。

ノルウェー Multi Maritime AS 設計のバッテリー駆動のハイブリッド両頭型フェリーは、全長 115.80m、幅 16.80m で、旅客 299 人、自動車 130 台、トレーラー 12 台の輸送能力がある。



「ERESFJORD」 (NB1092)

(出典：Tersan)

## 第2章 欧州主要船舶設計企業

BMT Group (BMT Specialised Ship Design : 旧 BMT Nigel Gee) (英国)

設計船種：ヨット、ROPAX フェリー、洋上風力発電向け支援船、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

Tel: +44 (0)23 8022 6655

Email: [shipdesign.cs@bmtglobal](mailto:shipdesign.cs@bmtglobal)

<https://www.bmt.org/industries/specialised-ship-design/>

<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。英国本社に加え、カナダ、シンガポール、インドに拠点を持つ。

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。

2020 年 5 月、BMT は英国造船所 Harland & Wolff 及びスペイン造船所 Navantia とともに「Team Resolute」を結成し、英国政府の造船能力強化戦略の一環である英国国防省の「Fleet Solid Support (FSS)」プログラムのコントラクターとなった。

また、同社はアジア地域における BMT ブランドの確立と、防衛、オフショア、再生可能エネルギー、洋上・沿岸インフラなどアジアにおける新市場へのビジネス参入を戦略としており、2000 年 10 月には、新シンガポール拠点をアジア地域のハブとして開設した。BMT は、既にシンガポール、台湾、インドネシア、韓国の造船所と提携を行っている。

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、合併会社 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。

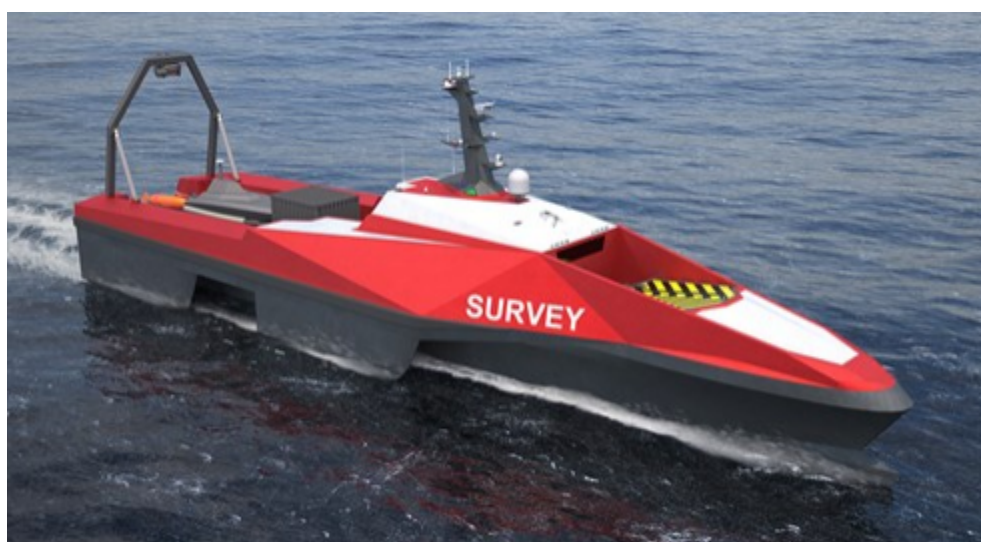
2019/2020 年期には、11 か国向けの全長 12~136m 合計 207 隻の設計プロジェクトを手掛け

た。その内訳は、フェリー6隻、ヨット17隻、艦艇173隻、オフショア船11隻である。

2020/2021 年期には、英国スコットランド公営船社 CMAL 向けの新旅客フェリー、日本の東北自然エネルギー開発能代風力発電所向けのサービス船 (WFSV)、英国 Isle of Scilly Steamship Group 向けの全長 72m 型旅客フェリー「Scillonian IV」及び 45m 型貨物船、英国国防省警察向けの 15m 型巡視艇などの設計を手掛けている。

#### <プロジェクト例：次世代「Pentamaran」船型>

2020 年 4 月、BMT は、実績のある高速船「Pentamaran」の自動運航アプリケーション向けの次世代船型を発表した。同船型は非常にスレンダーな船体と両側に 2 基ずつの小型ハル（スポンソン）を持ち、従来のモノハル、カタマラン、トリマランと比較して流体抵抗を軽減し、対航性を高めている。スポンソン 4 基は水中ではなく水上に位置する。自動運航船としての信頼性を確保するために、同船型は独立した複数の電源を持つ。



自動運航「Pentamaran」船型 (出典：BMT)

#### <プロジェクト例：オフショアクルー輸送船「Flex-42X」船型>

BMT とシンガポール Penguin Shipyard が共同開発した「Flex-42X」船型の多機能高速オフショアクルー輸送船は、主機として Caterpillar C32 Acert 3 基、固定ピッチプロペラを搭載し、最高速力 30 ノットを発揮する。同船型は、全長 42m、幅 8m で、クルー用座席 80 席を持つ中型オフショア支援船である。

同船型は、洋上施設へのクルーと貨物の輸送に加え、セキュリティー&エスコート、救助、緊急対応、消火、患者後送などの機能を持つ。

同船型の「Alkahfi Chief」は、2020 年 2 月、Offshore Support Journal 誌の「Support Vessel of the Year Award 2020」を受賞した。



オフショア支援船「Alkahfi Chief」 (出典：BMT)

<プロジェクト例：43m型高速フェリー「ENETAI」、「COMMANDER」>

2019年7月、BMTは、米国ワシントン州キッ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のアルミニウム製カタマラン型高速旅客フェリー2隻(+オプション1隻)の設計を受注した。

同船の最高航海速度は38ノット、乗客255人、自転車26台の積載能力を持ち、乗客の快適性を重視した設計である。SCRシステムを搭載した主機MTU Tier IV 16V400M65L型ディーゼルエンジン2基が、ウォータージェット「Kongsberg Kamewa S71-4」2基を駆動している。海上試験では40ノットを実現した。

「ENETAI」は2021年3月にサウスワースーシアトル航路に就航、「COMMANDER」は2021年8月に引き渡しが行われた。



Kitsap Transit 高速フェリー「COMMANDER」

(出典：Nichols Brothers Boat Builders)



### <プロジェクト例：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 型エンジン 4 基を搭載し、航海速度は 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。

「MV Alfred」は、2020年3月、Cruise & Ferry Review 誌の「Ship of the Year」を受賞した。



ROPAX フェリー「MV Alfred」

(出典：BMT)

### <プロジェクト例：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、最高速度 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

(出典：BMT)

<プロジェクト例：70m型 LNG カーフェリー（NG1023）「Williem Barentsz」>

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 UNESCO 世界遺産であるワッデン海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<sub>2</sub> 排出量は 30%以上削減され、NO<sub>x</sub> 及び SO<sub>x</sub> 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。

ベトナム Strategic Marine Shipyard で船体が建造され、Rederij Doeksen で最終艤装が行われた第1船「Willem Barentsz」は 2020年7月、姉妹船「Willem de Vlamingh」は 2021年1月にオランダのハルリンゲン-フリーラント島・テルスヘリング島航路に就航した。

オランダ国内初の LNG 駆動フェリー「Willem Barentsz」は、2021年の Shipax 「Technology and Design」賞を受賞した。



LNG カーフェリー

(出典：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 Macduff Ship Design Ltd は、1993 年に創業した独立系の船舶設計企業である。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。

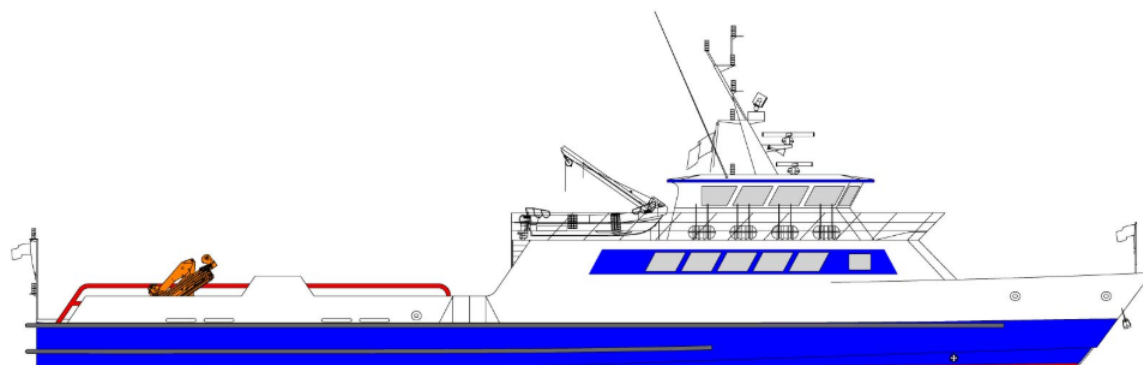
- 従来型タグボート：特定の作業を行う船舶から多目的船まで、あらゆる必要に応じた頑丈で効率的なタグボート。
- ASD 式タグボート：全長 9m から 70m までの ASD (Azimuth Stern Drive) 式タグボート。
- タグ作業船：全長 9m から 30m までのタグボートと作業船の機能を兼ね備えたハイブリッド船。



27m 型従来型タグ作業船

(出典：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

(出典：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 のテイ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。特に、トルコ造船所 Tor Marine からは、既に 23 隻の受注実績がある。近年はポーランド造船所で船体を建造し、最終艤装を Macduff Shipyards が行う場合が多い。

2019 年には同社設計の大型パイロットボート「Scarpa Pathfinder」、2020 年にはカニ漁船「Aodh Na Mara」が、それぞれのカテゴリで Baird Maritime / Work Boat World 誌のベスト賞を受賞している。

2021 年には、同社が設計した漁船 7 隻及び巡視船 1 隻が竣工、または建造中である（2021 年 11 月現在）。

#### <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 とトルコ造船所 Tor Marine は、サウジアラビアの港湾向けの 8 船種 19 隻の設計・建造の共同受注実績がある。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、2014～2018 年に順次竣工した。



サウジ向け港湾船

(出典：Macduff Ship Design)

#### <プロジェクト例：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。

#### <プロジェクト例：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」

(出典：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

KONGSBERG MARITIME AS – HEADQUARTERS

Kirkegårdsveien 45

3616 Kongsberg

Norway

Tel: +47 81 57 37 00

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船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、同社船用部門 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 となり、「Kongsberg」のブランド名でビジネスを継続している。

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。

2021 年 11 月現在、Kongsberg Maritime は世界 34 か国 117 拠点を有し、7,000 人を雇用している。旧 Rolls-Royce を含む Kongsberg の販売実績は、30,000 隻以上に達している。

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。同社は総合船用メーカーとして、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、Kongsberg とのシナジー効果が期待されている。

2021 年の新規大型受注としては、6 月、ノルウェー Awind AS の洋上風力発電施設向けの「UT 5519 DE」船型の建設サービスオペレーション船 (CSOV/SOV) 2 隻の設計及び航海システム、DP・自動化システム、甲板機器、発電機、スラスタを含むパッケージを 2 億 5,000 万ノルウェークローネで受注した。

また、2021 年 3 月には、ノルウェー造船所 Myklebust Verft が建造するノルウェー Sølvrans 向けの「NVC 390」船型の 5,000m<sup>3</sup> 型活魚運搬船 (LFC) の設計、機器パッケージ及び長期メンテナンス契約を 9,000 万ノルウェークローネで受注した。Sølvrans 向けの LFC の設計に関しては 8 隻の実績がある。世界最大のサーモン・トラウト運搬業者である Sølvrans は、2025 年までに新造船 19

隻、合計 70 億クローネ規模の投資を計画している。

#### <プロジェクト例：120m 型南極海オキアミ漁船>

2020 年 9 月、Kongsberg Maritime は、ノルウェー Rimfrost 社から全長 120m の革新的なオキアミ漁船の設計と推進、航海、荷役、漁業、オートメーションなどの機器・システム一式及び遠隔支援サービスを、2 億ノルウェークローネ超でパッケージ受注した。同船は、トルコ Tersan Shipyard で船体が建造され、ノルウェー Westcon Yards で艤装が行われる。2022 年の竣工が予定されている。

南極海におけるオキアミ漁に従事する同船は、DNV GL の「Clean Design」船級と IMO の「Polar Code」の両方を満たす環境にやさしい設計となる。排ガス、冷却水、加工ファクトリーから回収された排熱を利用し、また油圧システムからの汚染を軽減するために電気機器を多く採用する。



120m 型南極海オキアミ漁船

(出典：Kongsberg Maritime)

#### <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船用機器一式をパッケージ受注した。この先進的漁船「Magne Arvesen」はスペイン Gondan 造船所で建造され、2021 年 4 月に引き渡しが行われた。

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している。



NVC370 型遠洋トロール漁船 (出典：Rolls-Royce)

#### <プロジェクト例：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」を開発した。液体燃料使用時と比較した場合、同船の CO<sub>2</sub> 排出量は約 22%、NO<sub>x</sub> 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。両船は中国産産業で建造され、2015 年に竣工した。



LNG 駆動貨物船「MS Kvitbjørn」 (出典：Rolls-Royce)

#### <プロジェクト例：南極調査船「RRS Sir David Attenborough」>

2020 年 11 月 27 日、英国造船所 Cammell Laird で建造された英国の新南極調査船「RRS Sir David Attenborough」は海上試験を終え、英国南極調査機関 British Antarctic Survey に引き渡された。



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。英国政府は、同船の建造プロジェクトに 2 億ポンドを投じた。

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、また船尾は後進時の砕氷が可能な設計となっている。通常の航海速度は 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」

（出典：Rolls-Royce）

## Skipsteknisk (ノルウェー)

設計船種：各種オフショア船、漁船、養殖船、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、2020 年にはニュージーランド向け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。

現在、設計部門には 20 人、船体部門には 12 人、機関部門には 10 人の造船技師及びエンジニアが勤務している。

Skipsteknisk は、自社設計を「ST-Design」と呼んでいる。同社の船型は、船種・市場別に番号が振り分けられており、漁船が ST-100、オフショア船が ST-200、調査船が ST-300、洋上風力発電船が ST-400、養殖船が ST-500、巡視艇が ST-600 となっている。

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 AS を経営している。同社設計の漁船は、近年トルコ造船所 Tersan で建造されることが多い。

2020 年には、ファクトリートロール船「Barentsevo More」及びはえ縄漁船「Atlantic」が、それぞれの部門で Baird Maritime - Work Boat World 誌のベスト賞を受賞した。

2021 年の新規受注としては、10 月、カナダ Qikiqtaaluk Fisheries Corporation (QFC) 向けの ST-118 船型の氷海仕様冷凍トロール船「Saputi II」(全長 79m)、及び同じくカナダ Baffin Fisheries Ltd. 向けの ST-119 船型の冷凍トロール船(全長 80m) の設計を受注した。

### <プロジェクト例：スーパーファクトリートロール船 (ST-191L) >

2020 年 3 月、Skipsteknisk はロシアの大手水産会社 OKEANRYBFLOT 社から、全長 108.20m、幅 20m の世界最大級の冷凍ファクトリー船尾トロール船の設計を受注した。同船は、1 日 450 ト

ンの冷凍能力を持ち、冷凍貨物容量は 4,700 m<sup>3</sup>である。

トルコ Tersan で建造され、2021 年に竣工した「Georgiy Meshcheryakov」(NB1096) の姉妹船となる「Vladimir Biryukov」(NB1106) は、2022 年の竣工が予定されている。



OKEANRYBFLOT 向けスーパートロール船

(出典 : Skipsteknisk)

<プロジェクト例 : 船尾トロール船「MV CALVERT」(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した。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、2020 年 5 月に引き渡しが行われた。



Ocean Choice Ltd.向け船尾トロール船 (出典 : Skipsteknisk)

<プロジェクト例 : はえ縄漁船「Geir」(ST-156XL) >

「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。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。2019年12月に竣工予定であったが、2020年5月にオーレスンで命名式が行われた。



HP Holmeset AS 向けはえ縄漁船「Geir」

(出典：Skipsteknisk)

#### <プロジェクト例：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、ポーランドで船体が建造され、ノルウェーUlstein Verft で艤装が行われた後、2021年5月に竣工した。



ケーブル敷設船「Nexans Aurora」

(出典：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

Email: firmapost@multi-maritime.no

<https://www.multi-maritime.no/>

### <企業概要・沿革>

Multi Maritime AS は、1983 年、ノルウェー西岸の造船業の中心地であるフェルデに個人経営の民間船舶設計企業として設立された。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。

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。従業員数は約 30 人（2019 年末時点）である。

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、うち 25 隻がバッテリー駆動、ハイブリッド船である。新造船の設計だけではなく、既存船の電化、ハイブリッド化も行っている。

2019 年末、Multi Maritime AS は、協力関係にあったノルウェーフローレ（Florø）の船舶設計企業 Polarny Maritime D&E AS の全株式を買収し、同社の事業を吸収合併した。Polarny Maritime D&E AS の従業員数は 11 人で、特殊タンカーの設計を得意としていたが、近年では貨客フェリー市場に進出している。今後両社は Multi Maritime AS として、国際市場におけるビジネス機会を模索してゆく。

### <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、船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最適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「M/F Florø」及び「M/F Hillefjord」は、速力 13 ノットで 14.2km の Ranavik-Skjersholmane 航路に就航し、もう 1 隻「M/F Sildafjord」は Gjermundshamn-Årsnes 航路に就航した。これら 3 隻はトルコ Sefine Shipyard で建造され、2019 年下半期に竣工した。

Fjord1 ASA 向けの 4 隻目のフェリーは、トルコ Tersan Shipyard で建造された全長 116m の「MM111FE EL」船型で、2020 年 1 月 1 日に「M/F Samlafjord」として Jondal-Tørvikbygd 航路に就航した。積載量は車両 130 台及び旅客（クルーを含む）299 人である。

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 人である。ノルウェーVard Brevik で建造された同船「Utnefjord」は、2020 年 1 月に Kvanndal-Utne 航路に就航した。同社は、続いて「MM62FE EL」船型の全長 66.68m の「Matre」も発注した。

さらに 2019 年には、Boreal は、同社のノルウェーMolde - Vestnes 航路に就航する全長 108.80 m のバッテリー駆動フェリー3 隻（Malmefjord、Tomrefjord、Vestrefjord：定員 399 人、自動車 120 台）を発注した。Multi Maritime 設計の同船隊は、トルコ造船所 Sedef で建造され、2020～2021 年に竣工した。



Fjord1 ASA 向けバッテリー駆動フェリー

(出典：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/people>

<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業務に従事している。

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。<sup>21</sup>

また、2021年2月には、セルビアのAlbatross Ship Design社（従業員20人）を統合した。

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。

2020年10月現在、漁船、養殖魚運搬船、洋上風力発電作業船（SOV）など19隻のSalt Ship Design設計船が建造中または建造予定である。

2021年4月には、ノルウェーLiegruppenから革新的なバッテリー・LNG駆動漁船「Libas」に続き、世界初のWavefoil搭載巾着網／トロール船「Liafjord」の設計を受注した。

### <プロジェクト例：ノルウェーDEES向け活魚運搬船>

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から環境にやさしい同一船型の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。

2020年10月には、同社からさらに2隻の91.1m型活魚運搬船の設計を受注した。同船はトルコ造船所Sefineで建造され、2022年第3四半期、2023年第2四半期にそれぞれ竣工の予定である。同船隊は、デュアル燃料発電システム4基とガスタンク2基から構成される燃料柔軟性の高い推進システムを持ち、MGO、LNG、バイオガスに加え、将来的にはアンモニア燃料にも対応する設計となっている。

---

<sup>21</sup> <https://salmonbusiness.com/salt-ship-design-fish-welfare-and-good-prices-are-key/>



91.1m 型活魚運搬船

(出典：Salt Ship Design)

### <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 (Liegruppen AS) 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 m<sup>3</sup> 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、NO<sub>x</sub> 排出量は 80%、CO<sub>2</sub> 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、船舶の動揺を軽減する効果を持つ。<sup>22</sup>

同船はトルコ Cemre Shipyard で建造され、2021 年 3 月に竣工した。同船は、2018 年のノルウェーのイノベーション賞を受賞している。



バッテリー・LNG 駆動巾着網漁船「Libas」

(出典：Salt Ship Design)

<sup>22</sup><http://www.nor-fishing.no/nominated-to-the-innovation-award-liegruppen-and-salt-ship-design-as/?lang=en>



### <プロジェクト例：世界初の Wavefoil 搭載巾着網／トロール船「Liafjord」>

2021年4月、上記「Libas」竣工の数週間後、Liegruppen は、Salt Ship Design 設計のもう1隻のトロール船（71×15m）をトルコ Cemre Shipyard に発注した。

同船は、ノルウェーWavefoil 社が開発した格納式バウフォイル（retractable bow foils）を搭載した世界初の漁船となる。このバウフォイルは水中のバウの横に突き出した複合材製のウィングで、船の動揺を軽減して快適性を向上させるとともに、波力を推進力に変換することにより燃料消費量を5～15%削減する。また、波浪中でも船速を維持することができる。これにより航行を効率化し、船舶の環境性と安全性を高める。

同船はバッテリーパックと電動ウィンチを搭載している。



Wavefoil 搭載巾着網／トロール船「Liafjord」

（出典：Salt Ship Design）



船首下部のバウフォイル

（出典：Wavefoil）

### <プロジェクト例：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。同船は、トルコ Cemre Shipyard で建造され、2021年第1四半期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」

(出典：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 12C, 1.

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. th

DK-2100 Copenhagen OE

DENMARK

Tel: (+45) 45 76 42 10

Email: 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 年以上の実績を持つ。

OSK-ShipTech の前身は、1966 年に設立された「Consulting Naval Architects Ole Steen Knudsen ApS」(OSK) で、当初は木造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 年には水中工事で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立した。

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。

近年の大型受注としては、2019 年 9 月、ニュージーランド国営企業 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。

また、2019 年 10 月にイタリア船社 Moby が中国 Guangzhou Shipyard International（GSI : 広船国際有限公司）に発注した大型 ROPAX フェリー 2 隻（+2 隻のオプション）の設計も受注している。第 1 船は 2022 年に竣工の予定である。

2021 年 6 月には、OSK-ShipTech が設計し、同じく中国 GSI で建造されたアルジェリア国営船社 ENTMV の Algérie Ferries ブランド向けの大型 ROPAX フェリー「Badji Mokhtar III」（200×30m、旅客定員 1,800 人、自動車 600 台）が竣工した。主機は IMO の 3 次排出規制対応型 4 ストローク MAN 8L48/60CR（出力 10,800kW）4 基である。同船は、アルジェリアと欧州南部（マルセイユ、バルセロナなど）を結ぶ航路に就航する。

#### <プロジェクト例：水素燃料フェリー共同開発プロジェクト>

OSK-ShipTech は、デンマークの船社、船用企業、自治体など 10 企業・組織の一員として、デンマークのリムフィヨルドにおいて世界初の水素燃料システムをレトロフィットしたフェリーの運航を目指す研究開発プロジェクト「På brint over fjorden」に参加している。同プロジェクトには、デンマーク海事基金が資金を拠出している。

水素燃料は、2050 年までのゼロ排出目標を達成する有効な手段であると考えられている。フェリーの平均寿命は 30 年以上であるため、目標達成には新造船に加えて、既存船へのレトロフィットが必要となる。OSK-ShipTech は、様々な標準型フェリーの船型を検討する。

#### <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」 （出典：OSK-ShipTech）

### <プロジェクト例：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度は 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」

(出典：OSK-ShipTech)

### <プロジェクト例：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。

Onorato Armatori の子会社 Moby Lines 向けの第1船「Moby Fantasy」(237×32m) は、2022年夏に引き渡しが予定されている。

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 が担当している。

## 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

Email: [contact@knudehyansen.com](mailto:contact@knudehyansen.com)

<https://www.knudehyansen.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もち、約 100 人の造船技術者、エンジニアを有している。

KNUD E. HANSEN の創業以来の実績は、800 隻以上の船舶設計、500 隻以上の船型開発とモデル試験、400 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、航海速度は 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供給し、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。

2021 年の大型受注としては、10 月、オランダ Van Oord 向けの全長 175m の超大型洋上風力発電施設建設船の設計を受注した。同船は、長さ 100m 以上のタービンブレードを持つ 20MW 級の大型洋上風力発電施設の建設に使用される。搭載されるクレーンは 3,000 トン以上のリフト能力を持つ。船体は 126m のレッグ 4 本によりジャッキアップし、水深 70m までの作業が可能である。同船は、CO<sub>2</sub> 排出量を 78%削減するメタノール燃料の使用が可能で、NO<sub>x</sub> 削減のための SCR システム、燃料消費量と排出を削減する出力 5,000 kWh のバッテリーパックを搭載している。同船は中国 Yantai CIMC Raffles Shipyard で建造され、2024 年に竣工予定である。

### <プロジェクト例：水素燃料電池フェリー研究開発プロジェクト>

KNUD E. HANSEN は、デンマーク船社 DFDS が提唱するコペンハーゲン（デンマーク）ーオ

スロ（ノルウェー）間の往復 48 時間の航海が可能な水素燃料電池駆動の大型 ROPAX フェリー「Europa Seaways」（旅客定員 1,800 人、車両レーン 2,300m）の開発に関する EU 助成プロジェクトに参加している。

プロジェクトでは、現行の PEM 燃料電池の最大出力 1~5 MW を大型フェリー用に 23MW まで引き上げ、2027 年までの就航を目指している。



水素燃料電池駆動の ROPAX フェリー「Europa Seaways」

(出典：KNUD E. HANSEN)

#### <プロジェクト例：砕氷型エクスペディションクルーズ船>

KNUD E. HANSEN が 2020 年 10 月に発表した最新型の砕氷型クルーズ船は、全長 144m、旅客定員 300 人、キャビン数 150 室の豪華エクスペディションクルーズ船である。

サービス速度は 17 ノット、氷の厚さ 1.8m の氷海の航行が可能である。航続距離は 8,100 海里である。ディーゼル電気推進システムが出力 7.5MW の Azipod2 基を駆動する。総出力 23MW の発電システム 6 基は、MDO と LNG で駆動される。停泊中はリチウムイオン電池を用い、港湾におけるゼロ排出を実現する。



砕氷型エクスペディションクルーズ船

(出典：KNUD E. HANSEN)

#### <プロジェクト例：Grimaldi 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 船隊のうち、既に 5 隻が 2020~2021 年に地中海航路に就航した。同船型はトレーラー 500 台分に相当する 7,800m の車両レーンを持つ。Grimaldi は、同船型を 12 隻

(うち3隻は Finnlines 向け) 発注している。

同船型は大容量リチウムバッテリーパック (5MWh) 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、船内発電用に 600 m<sup>2</sup>のソーラーパネルを搭載している。さらに、燃料消費量を約 6%削減する英国 Silverstream Technologies 社の船体空気潤滑システムを採用している。

GG5G 船型の第1船「ECO VALENCIA」は、Ferry Shipping Summit 2021 の「RORO フェリーオブザイヤー」及び2021年の Shippax 誌の「RORO 技術・環境賞」を受賞した。



RORO 船「Grimaldi Green 5th Generation」

(出典 : 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、砕氷型のタグボート、多目的船、警備艇、クルーズ船、コンテナ船、LNG 運搬船など

所在地：

AKER ARCTIC TECHNOLOGY INC  
Merenkulkijankatu 6  
00980 Helsinki, Finland

Tel: +358 10 323 6300

Email: [info@akerarctic.fi](mailto:info@akerarctic.fi)

<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 49 人（2020年12月時点）で、ロシアと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じ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、自動運航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。

2020年10月には、北極海「Arctic LNG 2」プロジェクト向けの砕氷型 LNG 運搬船「Arc7」船型を、韓国大宇造船海洋（DSME）、ロシアの独立系天然ガス生産・販売会社 Novatek と共同開発したと発表した。全く新しい砕氷機能と船体を持つ「Arc7」船型は、推進出力も増加しており、北極海の通年航行が可能である。DSME は、ロシア Sovcomflot と商船三井から既に同船型 6 隻を受注した。

また、同年 11 月には、スウェーデン海事局とフィンランド交通インフラ局と、バルト海において大型商船を支援する次世代砕氷型エスコート船の開発に関する契約を締結した。新船型は、2030年までの化石燃料ゼロ化を目指した環境性の高い設計となる。

### <プロジェクト例：砕氷型コンテナ船の概念>

2020年、Aker Arctic は、上記の砕氷型 LNG 運搬船の「Arc7」船型を基礎に、新たな 8,000TEU 型砕氷型コンテナ船「Aker ARC 220」（300×46m、喫水 13m）の船型を発表した。同船型は、「Arc7」船型と同様に、欧州とアジアを短距離で結ぶ北極海航路（Northern Sea Route：NSR）の通年航行が可能である。

同船型には 2 つの設計バージョンがある。総出力 56MW の「Aバージョン」は船体中央のシャフトラインとプロペラに加え、両側にアジマス式プロペラユニットを持ち、後進しながら砕氷し、自力での氷海航行が可能なハイブリッド推進ソリューション「Double Acting Ship」（DAS™）技術を採用した船型である。一方、総出力 44MW の「Bバージョン」は従来型のシャフトライン 2 本とラダーを組合せた船型である。Bバージョンの砕氷能力は Aバージョンに比べて低いため、厳寒期には砕氷船の支援が必要となる。砕氷能力（3 ノット）は、Aバージョンが 2.3m、Bバージョンが 1.9m である。

同船型の独立型 LNG 燃料タンクは、必要な場合は設計の大きな変更なしに原子力ユニットと交換することも可能である。



砕氷型コンテナ船「Aker ARC 220」

（出典：Aker Arctic）

### <プロジェクト例：LNG 駆動砕氷型クルーズ船「LE COMMANDANT CHARCOT」>

Aker Arctic は、フランスの設計企業 Stirling Design International（後述）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 150×28m の砕氷型豪華探検クルーズ船の開発を行った。

LNG／バッテリーを用いたハイブリッド電気推進システム（主機 7,700 kW×4 基、補機 5,500kW×2 基、ABB ポッド 17,000kW×2 基）を持つ同クルーズ船「LE COMMANDANT CHARCOT」（旅客 245 人、クルー 235 人）は、Aker Arctic 設計の氷海船建造に実績のあるノルウェー VARD のルーマニア Tulcea 造船所において建造され、2021 年に竣工した。



砕氷型クルーズ船「LE COMMANDANT CHARCOT」

(出典：Aker Arctic)

<プロジェクト例：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（GSI）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、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」

(出典：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/marine/build>

### <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。2019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、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駆動サブライ船「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。

Wärtsilä の近年の大型受注としては、2019年第3四半期に、Amundsen Expeditions 向けの豪華エクスペディションクルーズ船(旅客定員200人)6隻の設計を受注した。設計に加え、Wärtsilä 32型エンジン、SCRシステム、「Wärtsilä Nacos Platinum」統合航海システム、オートメーションソリューション、10年間のサービス契約などをパッケージ受注した。

また、2000年の新規受注としては、3月、Shanghai Chonghe Marine Industry (CMI)から、南極海域で長期間に渡りオキアミ漁に従事する全長140mの超大型漁船の設計を受注した。オキアミ漁船としては世界最大となる。同船は、2020年に基本設計を完了し、2023年に竣工予定である。Wärtsilä は、2000年に竣工予定の同社向けの全長115mの第1船「Shen Lan」の設計と推進システムも受注した。

2021年2月には、米国の1920年商船法(ジョーンズ・アクト)に適合した全長76mの洋上風力発電施設向けハイブリッド多目的サービス船(multi-purpose service operation vessel: MP SOV)の設計を発表した。クルー定員60人、キャビン60室を持ち、船内のソーシャルディスタンスに配慮した設計となっている。同船型は、水素燃料電池などの将来的な動力システムの搭載にも対応する。

一方、2020年10月、Wärtsilä の船舶設計を主に担当していたノルウェーWärtsilä Ship Design社(1989年設立)のOve H. WilhelmsenとTommy Hivandが、Wärtsilä の同意を得て「Breeze Ship Design」社として独立し、Wärtsilä Ship Designは閉鎖された。独立後もWärtsilä との協力関係は続いており、Breeze Ship Design社は10,000隻以上のWärtsilä 設計へのアクセスを保持している。

2021年11月現在、同社は20数名の造船技師及びエンジニアを有し、主に漁船、養殖船、オフショア船、洋上風力発電船の設計を行っている。

#### <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 は多くの船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 m<sup>3</sup>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

(出典：Wärtsilä)

#### <プロジェクト例：最新鋭トロール船「Resolute BF-50」>

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 BF-50」の設計を受注した。スペイン造船所 Astilleros Balenciaga で建造された同船は、2020年11月に引き渡しが行われ、2003年にノルウェーで建造された既存船「Resolute」の代替船となった。

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 BF-50」

(出典：FiskerForum)

#### <プロジェクト例：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

(出典：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。

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 の親会社であるシンガポールの海事産業グループ 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。現在、香港 Wing Hing Ship Investment Ltd (旧 AVIC International Maritime Holdings) が、Deltamarin の 79.57%、残りの 20.43%は Deltamarin 経営陣が保有している。

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、2019年の売上は 4,260 万ユーロ (前年：4,750 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。

2020年の新規受注としては、6月、協力関係にある中国造船所 China Merchants Jinling shipyard (Weihai) (金陵船舶(威海)有限公司) から、Finnlines 社向けの全長 235m のハイブリッド ROPAX フェリー「Superstar 5」船型 (乗客定員 1,200 人、車両レーン 5,100m) 2隻の設計を受注した。これにより今後 18 か月の仕事量が確保された。プロジェクトは、Finnlines との

同社の親会社 Grimaldi、及びノルウェーの船舶設計企業 Knud E. Hansen と協力して行われる。

2021 年の大型契約としては、8 月、Deltamarin は、中国造船所 China Merchants Jinling shipyard (Weihai) と、「Stena E-Flexer」船型の 10、11、12 番船となる ROPAX フェリー3 隻の設計を受注した。カナダ Marine Atlantic が Stena RoRo からチャーターする 10 番船（定員 1,100 人、車両レーン 2,600m）は、LNG 燃料エンジンとバッテリーハイブリッド推進システムを持つ。11 番船、12 番船（定員 1,400 人）は、フランス Brittany Ferries がチャーターする。両船の LNG 燃料エンジンは、LNG に加えてバイオガス、アンモニアなどの新代替燃料の使用が可能である。また、推進と港湾操船用の出力 10MWh の大型バッテリーパックを搭載している。Deltamarin の設計作業は 2022 年中に完了し、同船隊は 2024~2025 年に就航予定である。

#### <プロジェクト例：風力支援推進システム「WindWings」搭載貨物船>

2000 年に開始された共同開発プロジェクトとして、Deltamarin は、自社船隊の CO<sub>2</sub> 排出量削減を目指す米国大手船社 Cargill 及び英国 BAR Technologies と協力し、BAR Technologies の開発した風力支援推進システム「WindWings」を搭載した貨物船の設計を行っている。

WindWings は、高さ 45m のソリッドな大型ウィングセイルで、ばら積み貨物船の甲板に設置することにより、風力を利用して CO<sub>2</sub> 排出量を 30% 程度削減する。ウィングセイルは、風量や風向に応じて向きや高さの調節が可能である。

Cargill は 600 隻以上のばら積み船を運航し、世界の 1,000 か所以上の港湾間で年間 4,500 回以上の航海を行っている。

脱炭素化は、海運の最大の課題となっている。Deltamarin は、①運航の最適化、②設計と機器のアップグレード、③代替燃料という 3 つの主な手法を組み合わせたソリューションを提案していく。



「WindWings」搭載貨物船

(出典：Cargill)

#### <プロジェクト例：Viking Line 向け次世代 LNG 駆動 ROPAX フェリー「Viking Glory」>

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、初期設計からバ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「Viking Glory」は、中国 Xiamen Shipbuilding Industry において建造され、2021 年 11 月初旬には 2 回目の海上試験が行われた。

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

(出典 : Deltamarin, Viking Line)

#### <プロジェクト例：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

(出典 : Deltamarin, MV Werften)

<プロジェクト例：LNG 駆動ばら積み貨物船「VILKKI」、「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

(出典：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、20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、水素及び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500隻以上、プロジェクト実績は1,000件以上である。

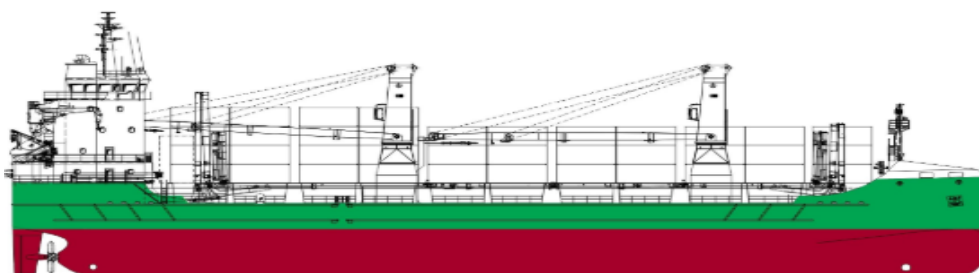
20年前には中国に進出し、中国の海事研究所 Shanghai Merchant Ship Design & Research Institute (SDARI)との提携により、アジア市場向けのビジネスを拡大した。アジア諸国（中国、バングラデシュ、韓国、日本）に加え、欧州（ポーランド、リトアニア、ロシア、スペイン、トルコ、オランダ）、南米（チリ、アルゼンチン）、中東（イスラエル）においても船舶設計及び改造実績を持つ。

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。現在進行中の共同研究開発プロジェクトは、ドイツ及びオランダ北部の水素経済への移行を支援する「H2Watt」プロジェクト（2019～2021年）である。

同社は、多様な船種と洋上構造物の設計に加え、バラスト水処理装置やスクラバーの既存船へのレトロフィットも行っている。

### <プロジェクト例：7,000TDW 型重量物運搬船>

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

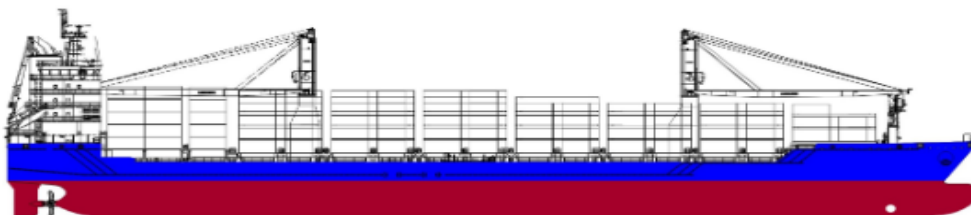


7,000TDW 型重量物運搬船

(出典 : abh INGENIEUR-TECHNIK)

<プロジェクト例 : 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)



1,100TEU 型浅喫水ベンガルマックスコンテナ船

(出典 : 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

Email: [management@neptun-germany.com](mailto:management@neptun-germany.com)

<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。同社は近年、洋上風力発電関連ソリューションのビジネスに注力している。また、北極海域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：オフショアクレーン船「Blue Amethyst」>

2021 年 8 月に発表された「Blue Amethyst」は、Neptun Ship Design が有力システムサプライヤー (Kongsberg、Siemens Energy、Trident Maritime Systems、Mohr Hebeteknik、Bröhl、Flender、Hawart) と共同開発した浮体式風力タービン建設船 (Floating Wind Turbine Installation Vessel : FWTIV) の新船型で、浮体式及び固定式両方の風力発電施設のタービン設置が可能な世界初のクレーン船である。

同船のジャッキアップクレーンシステムは、自動船位保持 (DP) モードで、下記の「Blue Azurit」が輸送したタービン部品を次々に組み立てることが可能で、浮体式風力発電タービンの陸上での事前の組み立て作業の必要がない。

同船の発電機は、将来的にグリーンアンモニアが使用可能な設計となっている。同社は、MAN Energy Solutions が主導する海運へのアンモニア燃料導入に関するドイツの共同研究開発プロジ

エクト「AmmoniaMot」（2020年12月～2023年11月）に参加している。



オフショアクレーン船「Blue Amethyst」

（出典：Neptun Ship Design）

#### <プロジェクト例：風力タービン輸送船（WTTV）「Blue Azurit」>

Neptun Ship Design が 2018 年に発表した全長 178.34m の「Blue Azurit」船型は、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「Blue Amethyst」やジャッキアップ作業船「Blue Amber」に部品を直接輸送することが可能である。同船型は高い自動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。

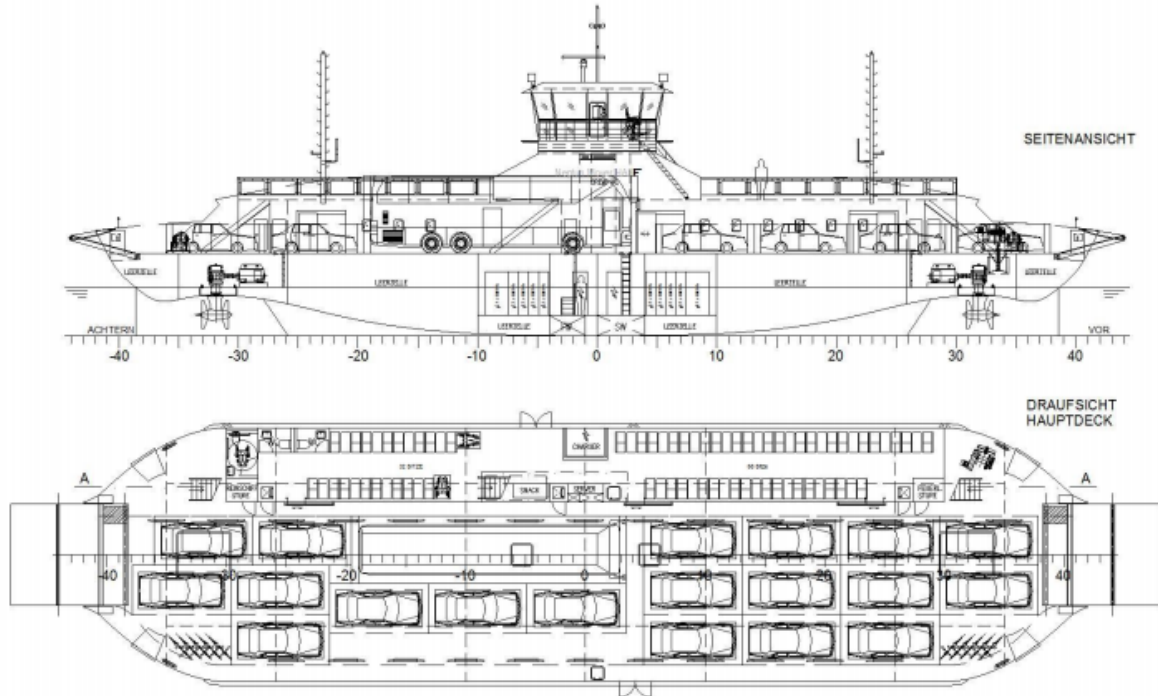


風力タービン輸送船「Blue Azurit」

（出典：Neptun Ship Design）

<プロジェクト例：バッテリー駆動フェリー「Neptun Mover Haff」>

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」

(出典：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](mailto: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、デルフト工科大学出身の造船技師 Thibaut Tincelin がマネージャー（現社長）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。

2021年8月には、同社がフィンランド Aker Arctic 及びノルウェー VARD と共同開発し、VARD のルーマニア Tulcea 及びノルウェー Søviknes で建造されたフランス Ponant 向けの全長 150m、幅 28m の極海砕氷クルーズ船「Le Commandant Charcot」(30,000GT) が竣工した。同船は、LNG 駆動のハイブリッド電気推進システムを持つ。

### <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年に順次竣工した。





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

(出典 : Stirling Design International)

#### <プロジェクト例 : 河川クルーズ船「Indochine II」>

Stirling Design International は、フランスの国際的な河川クルーズ船社 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」

(出典 : Stirling Design International)

<プロジェクト例：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

(出典：Stirling Design International)

## 第3章 欧州主要船用企業

### 3-1 船用ディーゼル機関

#### Wärtsilä Corporation（フィンランド）

主な業務内容・製品：

船用ディーゼル、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、排ガス後処理システム、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>

経営者：Håkan Agnevall（Group President & CEO、2021年2月1日就任）

主要株主：Invaw Invest AB（17.70%）、Varma Mutual Pension Insurance Company（5.37%）、Ilmarinen Mutual Pension Insurance Company（2.58%）

#### <企業概要・業績>

Wärtsiläの歴史は、1834年にフィンランドのカレリア地方で創業した製材所に端を発し、1898年に同製材所及び鉄工所の社名はWärtsiläとなった。1935年にはフィンランド国内の造船所を買収し、本社をヘルシンキに移転した。1942年以来ドイツのディーゼルエンジンをライセンス製造していたが、1959年には自社設計のディーゼルエンジンの製造をフィンランドのヴァーサで開始した。1980年代にはグローバル化を開始したが、1980年代半ばの造船不況後、1990年代にかけて買収・売却、合併、分離を繰り返した。2000年にエンジンメーカーとしてのWärtsiläの社名が復活し、2000年代には中国、韓国でエンジンとプロペラの製造を開始し、数々の戦略的買収を行っている。

現在のWärtsiläは、グローバルな船用及びエネルギー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。2021年の売上は約48億ユーロ（前年：46億400万ユーロ）、世界68か国に200拠点以上を持ち、総従業員数は17,305人（2021年末、前年：17,792人）である。うち21%はフィンランド国内、40%はフィンランド以外の欧州諸国である。

Wärtsiläは、サステナブルな社会を目指し、船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の主要事業部門は、2020年7月1日より、マリン部門（Wärtsilä Marine Business）とエネルギー部門（Wärtsilä Energy Business）の2部門体制から、マリン部門を分割し、船用

動力 (Marine Power、8,355 人)、船用システム (Marine Systems、1,897 人)、航海 (Voyage、1,915 人)、及びエネルギー (Energy、4,888 人) の 4 部門体制に変更された。

これに加え、コンバーター、タンク制御システム、水・廃棄物処理、水力発電など上記 2 部門に含まれない特殊製品を扱うポートフォリオビジネス部門がある。

Wärtsilä が 2022 年 2 月 10 日に発表した 2021 年 1-12 月期決算報告書によると、2021 年の全社的な売上は、前年の COVID-19 の打撃から状況は幾分回復したものの、前年比 4%増の 47 億 7,800 万ユーロに留まった。依然として市場や事業への影響は続いているが、比較的好調であったサービスからの売上が、売上全体の 52% (前年：49%) を占めている。売上比率は、船用動力部門が 39%、エネルギー部門が 39%、船用システム部門が 14%、航海部門が 6%である。

2021 年の全社的な地域別売上比率は、アジア 31%、欧州 33%、南北アメリカ 27%、その他 9%である。

2021 年の全社的な新規受注は回復し、前年比 32%増の 57 億 3,500 万ユーロ (前年：43 億 5,900 万ユーロ) となった。2021 年末時点の受注残も、コロナ以前の 2019 年水準に回復し、58 億 5,900 万ユーロ (前年：50 億 5,700 万ユーロ) となった。営業利益 (税引前) は、前年比 34%増の 3 億 1,400 万ユーロである。

しかしながら、工場稼働率の低迷、移動制限によるサービス活動の減少、コスト上昇などの要因により、利益率は圧迫された。Wärtsilä は、コスト削減策として、トリエステ工場の一時帰休、各部署における人員削減、子会社の売却、中国の合弁会社の閉鎖などを行った。

Wärtsilä の業績推移 (全社、単位：百万ユーロ)

	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
売上	4,911	5,147	5,170	4,604	4,778
営業利益 (税引前)	538	543	362	191	314
当期受注高	5,644	6,307	5,327	4,359	5,735
当期受注残高	5,100	6,166	5,878	5,057	5,859

2021 年 11 月に Wärtsilä が発表した財政目標、脱炭素化目標に関する新戦略「Wärtsilä Way」では、船用部門とエネルギー部門の脱炭素化に関する「イノベーション、技術、サービスによるサステナブルな社会の実現」を全社的な目標として挙げている。

具体的な財政目標としては、年間 5%の成長と 12%の営業利益率を実現する。脱炭素化目標としては、2030 年までに全社のオペレーションをカーボンニュートラル化し、ゼロカーボン燃料に対応する製品群を提供する。

### <船用部門の概要>

2020 年 7 月 1 日、Wärtsilä はビジネス戦略の実行の迅速化と長期的成長を目指してマリン部門 (Wärtsilä Marine Business) を分割し、船用動力 (Marine Power)、船用システム (Marine Systems)、航海 (Voyage) の 3 部門体制に再編した。これは近年の Eniram 及び Transas の買収により、航海機器向けのデジタルソリューションが充実し、Wärtsilä がこの分野におけるリーダー企業のひとつとなったことも理由である。

Wärtsilä の船用ビジネスは、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。

2020 年 7 月 1 日に再編された Wärtsilä 船用ビジネスの新 3 部門とその製品、技術、サービスは以下の通りである。

①船用動力（プレジデント：Roger Holm）

エンジン、推進システム、ハイブリッド技術、統合パワートレインシステム

②船用システム（プレジデント：Tamara de Gruyter）

ガスバルブ、排ガス処理、シールとベアリング、シャフトライン修理サービス、水中サービス、船用電気系統の統合に関する製品、ソリューション、サービス

③航海（プレジデント：Sean Fernback）

船舶の安全性、効率、信頼性、排出などの航海性能の向上させる各種デジタルソリューション

<2021 年の市場環境と動向>

2021 年の世界の造船及び海運市場は、セグメントによって異なる活動レベルが特徴であった。1～12 月期の世界の新造船受注隻数は 1,855 隻（前年同期：815 隻）で、その多くはコンテナ船であった。世界の物流の混乱による船腹不足は、運賃が高騰しているコンテナ船、ガス運搬船、ばら積み船の需要を増加させ、新造船受注量はコロナ以前の水準を超えた。タンカー市場は引き続き低迷している。

一方、新造船受注量の増加により、乾ドックを要するスクラバーのレトロフィットなどの作業には遅れが生じている。

ワクチン接種の拡大と移動制限の解除によりクルーズ船も運航を再開し、2021 年末には稼働率は 70%に回復すると予想されていたが、オミクロンの影響で再び稼働率は低下し、2019 年の水準以下となっている。フェリー市場は回復基調にあるが、旅客数は完全には回復していない。

風力発電建設船など風力発電関連の船舶への需要増加により、オフショア市場は回復しつつある。

世界的な環境問題への関心の高まりと脱炭素化への規制強化により、市場環境は変化している。2021 年 7 月には、欧州連合（EU）が「Fit for 55」と題された環境政策パッケージを発表し、温室効果ガス（GHG）排出量を 2030 年までに 1990 年水準から少なくとも 55%削減するという目標を打ち出した。この政策には、2023 年からの海運への排出量取引システム導入が盛り込まれている。また、EU の「FuelEU」マリタイムイニシアティブには、船用代替燃料と技術を促進し、船舶が利用するエネルギーの GHG 強度を制限する政策が含まれている。

これらの規制に対応するための船主のオプションとしては、減速運航、エネルギー削減装置、運航最適化ソリューション、ハイブリッド及び完全電動推進システム、代替燃料などが考えられる。

クリーンな燃料への移行は既に進行中であり、代替燃料に対応する新造船 384 隻が発注済みである。これは 2021 年に発注された新造船の 21%に相当する。現時点では代替燃料として LNG が大部分を占めているが、他の代替燃料も徐々に増加している。2021 年には、低硫黄燃料と高硫黄燃料の価格差が 1 トン当たり 150 ドルに拡大した。

新造船を中心にスクラバーの搭載も進んでおり、2021 年に発注された新造船 231 隻にはスクラバーが搭載されている。しかしながら、既存船へのレトロフィットの進行速度は遅い。

## <船用部門業績>

2020年7月の船用部門の再編により、2019年以降の業績は、船用動力（Marine Power）、船用システム（Marine Systems）、航海（Voyage）の3部門に分かれている。

Wärtsilä 船用部門の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
売上	1,104	2,815			
船用動力			1,923	1,748	1,863
船用システム			952	808	654
航海			280	248	279
当期受注高	1,288	3,945			
船用動力			2,247	1,737	2,011
船用システム			754	539	835
航海			310	262	292
当期末受注残	2,009	3,651			
船用動力			2,019	1,839	1,994
船用システム			1,232	857	1,042
航海			274	275	288
当期営業利益					
船用動力				137	195
船用システム				83	52
航海				-41	-28

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

2021年の船用部門、即ち船用動力、船用システム、航海の新規受注は、それぞれ前年比16%増、55%増、12%増で、うちサービス受注もそれぞれ22%増、14%増、19%増とプラスに転じた。部門別の売上は、7%増、22%減、6%増であった。期末受注残は、それぞれ8%増、22%増、5%増となった。

船用動力部門では、サービス受注が下半期のクルーズ船再稼働により好調で、前年より22%増加した。機器の新規受注は6%増で、その40%は好況のコンテナ船を中心とした商船、12%はクルーズ船、11%はフェリー、16%は特殊船向けであった。売上増加率の低さは、前年度の新規受注の低さを反映している。コスト上昇と工場稼働率の低さが利益に影響した。5月の中国鎮江市の合弁会社 Wärtsilä CME の閉鎖、及びフィンランドヴァーサの Smart Technology Hub の合理化に関連するコスト1,500万ユーロも含まれている。

船用システム部門の新規受注も前年比55%増、特に機器受注は80%増と回復したが、スクラバーの不振が売上と利益に影響した。組織の合理化コストは400万ユーロであった。受注残は、排ガス処理システム以外のすべての製品で増加した。

航海部門も、顧客がほぼコロナ以前の活動レベルに戻り、新規受注は前年より12%増加、売上も13%増加した。デジタル技術への投資とサービス要員の移動制限、効率改善プログラムのコスト1,200万ユーロなどが利益に影響したが、赤字幅は縮小している。

## <新規受注>

2021年の船用関連の主な新規受注としては、以下の例が挙げられる。

1月、NYK LNG シップマネジメントから、同社 LNG 運搬船2隻に搭載された Wärtsilä DF エンジン及びその他の機器の15年間の長期メンテナンス契約を受注。

1月、大宇造船海洋が建造中のロシア Arctic LNG-2 プロジェクトの新造砕氷型 LNG 運搬船6隻向けに統合航海システムを受注。さらに、イナータガス製造（IGG）システムも受注。2020年

12月にはDFエンジン46基も受注している。

3月、中国 Jiangnan Shipyard が建造中のシンガポール Petredec の93,000 m<sup>3</sup>型LPG運搬船6隻向けに貨物処理システムと燃料供給システムを受注。

4月、中国 Jiangnan Shipyard が建造中の Oriental Energy の新造VLGC2隻向けに貨物処理システムとLPG燃料供給システムを受注。

4月、世界最大のLNG運搬船船主であるカタール Nakilat から、Wärtsilä のLNG再ガス化システムの5年間のサービス契約を受注。

5月、デンマーク Maersk Supply Service のAHTS「Maersk Minder」向けにコンテナ型ハイブリッドバッテリー「Wärtsilä HY Module」を受注。2022年初頭に改造工事が行われる。

5月、中国 CSSC Huangpu Wenchong Shipbuilding が建造中の中国国営 China Three Gorges Corporation (CTGC)の風力タービン設置船(WTIV)2隻向けにスラスター一式を受注。

5月、China Merchants Heavy Industry (Jiangsu)が建造中のノルウェーOHT ASA のWTIV向けにスラスター一式、DPシステム、NOx処理システムを受注。

6月、フィンランド Rauma Marine Constructions (RMC)が建造中のオーストラリア TT-Line のROPAXフェリー2隻向けに多元燃料エンジンと燃料ガス供給システムを受注。

7月、デンマーク Karstensens Shipyard が建造するスコットランド Fraserburgh の漁船2隻向けに Wärtsilä 32型主機を受注。同造船所からは2020年にも漁船7隻向けのエンジンを受注している。

8月、中国 Nantong CIMC Sinopacific Offshore and Engineering が建造中のイタリア Fratelli Cosulich のLNGバンカリング船向けに貨物処理システム一式を受注。

7～8月、現代三湖重工業で建造中のノルウェーKnutsen OAS Shipping のLNG運搬船3隻向けに新型LNG再ガス化システム「Compact Reliq」3基を受注。

11月、Grimaldi Group傘下のスペイン船社 Tramed GLE S.L.のROPAXフェリー2隻向けにオープンループスクラバーシステム「I-SOx」4基を受注。

11月、米国 Fincantieri Bay Shipbuilding が建造する Polaris New Energy のLNGバンカリングバージ向けにLNG貨物貯蔵・処理システム一式を受注。

## <競争状況>

新造船市場の低迷により、船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、航海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。

一方、船用機器市場の競争状況は、2019年のノルウェーKongsbergによる英国 Rolls-Royce の商船向け船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)、Rolls-Royce Power Systems、HiMSENである。中速主機市場における Wärtsilä のシェアは45%、補機市場では15%である(2019年)。

推進機器市場は細分化されているが、主要競合社は Schottel、Brunvoll などである。環境関連ソリューション市場も競争が激しいが、Alfa Laval が主な競合社である。自動化、電子機器分野での競争は GE、Siemens、ABB など、燃料ガスシステムでは TGE Marine など、航海システムでは Furuno、JRC である。Wärtsilä はこれらの分野の多くにおけるトップ企業であるが、Rolls-Royce の買収により製品群を拡大した Kongsberg とは全面的に競合している。

## <製造>

Wärtsilä は、顧客に近い場所における製品製造を戦略としており、中国における現地製造体制を強化している。現在、Wärtsilä 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 の船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船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。

船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 の船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、2015 年の L-3 Communications MSI の買収により Wärtsilä の傘下となったが、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) の Cohort plc への売却を発表し、2020 年 12 月に最終的に売却した。

2020 年 9 月には、同じく L-3 Communications MSI の買収により、Wärtsilä 傘下となった Wärtsilä JOVYATLAS GmbH のドイツ Jacob Waitz Industrie GmbH への売却を発表した。

10 月には、2012 年の Hamworthy 買収により Wärtsilä 傘下となった英国 Wärtsilä Valves Ltd の売却を発表した。

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。

2021 年にも Wärtsilä は数件の事業、子会社を売却したが、船用関連の売却はなく、また 2020 ~ 2021 年の企業買収はなかった。

### <新製品・研究開発>

Wärtsilä 全社の 2021 年の研究開発関連の支出は、売上の 3.7% (前年 : 3.3%) に相当する 1 億 7,500 万ユーロ (同 1 億 5,300 万ユーロ) であった。その主目的は、海事産業とエネルギー産業による環境負荷の最小化である。具体的には、商業的に可能なクリーンな代替燃料の開発、デジタル技術によるコネクティビティ、サステナビリティ、効率及び顧客の安全性の改善などが焦点となっている。

2021 年 3 月、Wärtsilä は、船舶向けのカーボン回収・貯蔵技術 (carbon capture and storage : CCS) の大々的な研究開発を行ったと発表した。さらに、モス (ノルウェー) の試験施設において 1MW の試験プラントの設置を進めている。近い将来には、排ガス処理システムが、船舶から排出された CO<sub>2</sub> を直接処理することができるようになる。同年 10 月には、ノルウェー船社 Solvang ASA と、同社の 21,000 m<sup>3</sup>型エチレン運搬船「Clipper Eos」に CCS システムを搭載し、実証試験



を行う計画に合意した。

6月、Wärtsilä と船級協会 RINA は、冗長性を高め、機械部品が少なく投資コスト及び運転コストを削減する効率的で環境性の高い推進システムのアレンジメントを発表した。このアレンジメントでは、通常の複数基の推進用 2 ストロークエンジン及び発電用 4 ストロークエンジンの組み合わせに代わり、4 ストローク DF エンジン 2 基及びオプションとしてのバッテリーまたは小型 DF 発電機の組み合わせで対応する。LNG 駆動の Wärtsilä 31DF 型エンジンを採用した場合、エネルギー効率設計指標 (EEDI) の値は最大 50%削減され、IMO の 2030 年目標を満たす。

7月には、水素とアンモニアを使用したカーボンフリーソリューションの大規模な試験プログラムを開始した。70%アンモニア燃料を使用した実寸エンジン試験の結果は良好で、船用市場向けには 2023 年までにアンモニア駆動エンジンのコンセプトを準備する計画である。100%水素燃料の実験も進行しており、Wärtsilä は、エネルギー市場向けには 2025 年までに水素燃料駆動エンジンのコンセプトを準備する計画である。

また、Wärtsilä は、EU の「ShipFC」プロジェクトにおいて、アンモニア貯蔵・供給システムを開発している。

さらに、2020 年に開始したノルウェーの「DEMO 2000」プロジェクトでは、ノルウェー Knutsen OAS、Repsol Norway、Equinor、Sustainable Energy Catapult Centre と共同で、船用 4 ストロークエンジンでのアンモニアの試験を開始する計画である。同試験には、ノルウェーリサーチカウンシルが 2,000 万ノルウェークローネを拠出している。

7月、Wärtsilä 航海部門の航海シミュレーター「NTPRO」(Navi-Trainer Professional 5000) が、DNV のクラウドベースのシミュレーターに関する新標準「DNV Class D」を初めて取得した。

8月、Wärtsilä は、実績のある 20DF 型二元燃料エンジンのアップブレード機種を発表した。新機種は出力が増加し、環境負荷と燃料消費は低下している。また、使用可能なガス燃料の質を拡大し、燃料柔軟性をさらに高めている。シリンダー出力が 185kW から 195kW に増加すると同時に、メタンスリップは 40%低減しており、CO<sub>2</sub>排出量も大幅に減少している。

9月、Wärtsilä のモバイル型バッテリーコンテナを初めて搭載した 104TEU 型河川コンテナ船「Alphenaar」が、オランダで運航を開始した。同船はハイネッケンビールを輸送している。同船にはバッテリーコンテナ 2 基が搭載され、電気のみで運航するため、カーボン排出はゼロである。バッテリーコンテナは陸上で交換され、再生可能エネルギー源を用いて充電される。

11月、Wärtsilä は、2022 年第 1 四半期に、2 ストローク燃料転換プラットフォームを発売すると発表した。この特許技術であるエンジン燃焼技術プラットフォームは、2 ストローク主機の将来的なクリーンな代替燃料または混合燃料への迅速かつコスト効率の高い燃料転換を可能にする。モジュラー設計による簡単なレトロフィットにより、船主は長いダウンタイムを回避することができる。Wärtsilä は、トリエステ工場において 2 ストロークエンジンでの試験に成功している。

同じく 11月、Wärtsilä は排ガス処理システムの新シリーズ「IQ Series」を発表した。IQ シリーズスクラバーの設計は、同等の性能を持つ従来機種と比較して 25%小型化し、35%軽量化している。船舶の貨物スペースが拡大することにより、収益性が向上する。

### <提携・戦略的プロジェクト>

Wärtsilä の 2021 年の主な船用関連の提携・戦略的プロジェクトは以下の通りである。

7月、Wärtsilä とサムソン重工業 (SHI) は、4 ストローク補機を搭載したアンモニア燃料駆動船の共同開発に合意した。最初の新造船の対象となるのは、2 ストローク主機と 4 ストローク補機を搭載したコンテナ船、大型原油タンカーである。

9月、Wärtsilä は、「LINCCS」(linking carbon capture and storage) プロジェクトに参加し、船用カーボン回収・貯蔵技術の研究開発を加速させた。同プロジェクトの目的は、カーボン貯蔵施設のコストを 70%削減し、他分野における CCS 技術を促進、市場化することである。Wärtsilä は、Sustainable Energy Catapult Center 及び SINTEF の協力を得て、船用 CCS ソリューション

ンの研究開発を主導する。

10月、Wärtsilä と Eidesvik Offshore ASA は、オフショア補給船 (OSV) をアンモニア焼きエンジン駆動に改造するプロジェクトに合意した。この世界初のレトロフィットプロジェクトは2023年末までの完了を目標としている。改造される OSV は、Wärtsilä の DF エンジンを搭載しており、主に LNG で駆動されている。改造により、同船は 70%アンモニア混合燃料の使用が可能となる。最終的な目的は、最小限の点火燃料のみを必要とする、100%アンモニア駆動にすることである。

11月、Wärtsilä の航海部門は、シンガポール海事港湾庁 (MPA) と港湾のスマート化へのイノベーションとデジタル化における協力を合意した。この戦略的パートナーシップの目的は、デジタル化へのソリューション、e ナビゲーションの互換性と船舶から陸への安全なデータ通信、全エコシステムパートナー間のオペレーション効率を高める信頼性とコスト効率及びサイバーセキュリティの高い情報交換システムの開発と促進である。

## 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、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/>

経営者：Dr. Uwe Lauber（Chief Executive Officer、Chief Technology Officer）

親会社：Volkswagen AG（ドイツ）

### <企業概要>

ドイツアウト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 か所以上にサービス拠点・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、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た。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 12 月 31 日付で、MAN SE の動力エンジニアリングビジネス、即ち MAN Energy Solutions の 100%と RENK の 75%は、MAN SE の親会社である Volkswagen AG（Volkswagen Group の親会社）に買収された。

2019 年 5 月には、自動車部門への事業集中とスリム化を目指す Volkswagen Group は、MAN Energy Solutions の売却計画を発表した。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た。

2020 年の新たな展開として、8 月、Volkswagen Group は、MAN Energy Solutions の事業再編による収益性改善を条件に、同社の売却計画を少なくとも 2024 年末まで、また、収益性（営業利益率）が EBIT マージン（利息および、税金控除前の収益（EBIT）を売上高で割った比率）9%を達成した場合には 2026 年末まで延期すると発表した。（尚、2020 年 10 月、Volkswagen は RENK を売却した。）

## <事業再編計画>

2020年8月3日にMAN Energy Solutionsが労組側と合意したと発表した事業再編計画には、2,600人規模（ドイツ国内で1,650人、欧州内外で950人）の人員削減、人件費削減、製造の国外移転などが盛り込まれている。尚、7月に発表された当初の計画では4,000人の削減が提案されていた。

同社のベルリン拠点は規模を縮小し、部品製造に特化して存続する。ハンブルク拠点のサービス部門はそのまま継続するが、蒸気タービン製造部門を他の製造拠点に移転させる。ドイツ国内のアウトスブルク拠点とオーバーハウゼン拠点に加え、デンマーク、フランス、イングランド、スイスの拠点においても人員削減を行う。11月には英国コルチェスター工場の閉鎖を決定した。

4億5,000万ユーロのコスト削減目標達成のためには、2021～2023年間に年間4,000万ユーロ規模の人件費削減が必要となる。

その他のコスト削減策には、原材料と機械のコスト削減、サービス網の最適化、製品群の合理化、組織内のコスト削減、次世代技術に焦点を当てた研究開発などが含まれる。

## <業績>

MAN Energy Solutionsの親会社Volkswagen AGは、MAN Energy Solutions単体の業績を公表していない。

入手可能な直近の数字としては、Volkswagen AGが2021年10月28日に発表した2021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2021年1-9月期の売上は23億3,800万ユーロ（前年同期：27億4,900万ユーロ、RENKを含む）、主に事業再編によるコスト削減策により、営業赤字は前年同期の1億100万ユーロから100万ユーロに縮小した。尚、2021年通年の業績は現時点（2022年2月）において未だ発表されていない。

2021年は長引くCOVID-19の影響により、クルーズ船と旅客フェリー市場は低迷した。一方、コンテナ船市場は好調で、特に中国と韓国で建造されるコンテナ船隊向けのメタノール焼きエンジンを含む低速DFエンジンの需要が増加した。

## <新規受注>

MAN Energy Solutionsの2021年の船用関連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、Hapag-Lloydの23,500TEU型新造コンテナ船6隻向けにMAN B&W 11G95ME-GI Mk10.5型主機6基を受注。同船隊は大宇造船海洋が建造し、主機も韓国で製造される。7月には、オプション6隻向けにも同様の受注を獲得した。

2月、低速エンジンがNOx排出に関するTier III規制を満たすことを可能にする排ガス再循環システムとSCRシステムの販売実績が1,000基を超えた。

2月、ドイツ造船所Abeking & Rasmussenが建造するインドネシア海軍の掃海艇2隻向けにMAN 12V175D-MM型主機2基、MAN Alpha CPP型ツインスクループロペラ、AKAハイブリッドPTIシステムを含むハイブリッド推進パッケージを受注。

3月、ノルウェーSeistar ASがトルコ造船所Cemreで建造中の世界最大級の活魚運搬船2隻向けにTier III対応のMAN 12V175D型高速エンジン6基を初受注。うち1隻（12,000DWT）は、世界最大のバッテリーハイブリッド推進活魚運搬船となる。

3月、サムスン重工業が建造中のSeaspan Corporationの15,000TEU型コンテナ船10隻向けに8G95ME-GI10.5型主機10基を受注。MANの低速DFエンジンの受注実績は360基を超える。

5月、中国New Times Shipbuildingが建造中のEastern Pacific (EPS)の210,000DWT型ばら積み船3隻向けにMAN B&W 6G70ME-GI型主機3基を受注。中国CSSC-MES Diesel (CMD)が同エンジンを製造する。

7月、現代重工業が建造中の174,000 m<sup>3</sup>型LNG運搬船6隻向けに最新のDFエンジンME-GA

型主機 12 基を初受注した。同船隊は複数船主から Shell Tankers (Singapore)が用船する。

同じく 7 月、現代重工業が建造する A.P. Møller–Maersk の 2,100TEU 型コンテナ船向けにメタノール焚き低速 DF エンジン MAN B&W 6G50ME-LGIM を受注した。現代重工 HHI-EMD が同エンジンを製造する。メタノールを貨物として輸送しない船舶へのメタノール焚きエンジンの搭載は世界初である。

続いて 8 月には、同じく現代尾浦造船が建造する A.P. Møller–Maersk の 16,000TEU 型コンテナ船 8 隻向けメタノール焚き低速 DF エンジン MAN B&W 8G95ME-LGIM 型主機 8 基を受注した。HHI-EMD が同エンジンを製造する。

10 月には、三井 E&S マシナリー及び三井商船と、2023 年の購買契約を念頭に、アンモニア焚き低速主機の供給に関する基本合意を締結した。

11 月には、Yangzijiang Shipbuilding Group が建造する Seaspan Corporation の 7,000TEU 型コンテナ船 10 隻向けに MAN B&W 7G80ME-C10.5-GI 型主機 10 基を受注した。

### <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、船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、船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。

また、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を合意した。この合意により、Kongsberg 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。さらに、2020 年 9 月には、MAN Energy Solutions と Kongsberg Digital は、ノルウェーHöegh Autoliners 向けのデジタルインフラ構築に関する提携を発表した。

2020 年 7 月には、MAN Energy Solutions と Rolls-Royce Power Systems は、MAN Energy Solutions が 2020 年 2 月に発表したオープンデジタルプラットフォーム「mýa」のさらなる開発に関する基本合意を締結した。「mýa」は、OEM、オペレーター、オーナーのデータ交換と統合を可能にするサービスで、顧客への船隊及びアセット管理サービスの提供を目的としている。

2021 年 6 月には、Rolls-Royce Power Systems と、同社の MTU ターボチャージャーの販売に関する戦略的提携に合意した。MAN の PBST ブランドは、MTU の ZR1~ZR5 シリーズを「HIRO」というシリーズ名で販売する。

### <企業買収>

2021 年 1 月、MAN Energy Solutions は、水素を利用した脱炭素化ソリューション開発に向けて、ドイツの PEM 電解装置メーカー H-TEC SYSTEMS の 99%買収を発表した。

### <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。近年は、エンジンの燃料柔軟性の向上とデジタル化も進めている。市場競争激化と価格圧力に対抗するため、製造コスト削減と時間の短縮を目指した製品設計の調整も行っている。現行のエンジン製品群の最適化を目標とした研究開発活動も継続している。

2015 年末のスウェーデン Cryo AB の船用ガス燃料供給システム部門を買収により、MAN Energy Solutions のガス燃料システムの専門性が高まった。船用燃料としてのガスの重要性は増しており、同社は二元燃料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、アンモニア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 m<sup>3</sup>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<sub>2</sub> 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。

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。

2020 年 8 月、MAN Energy Solutions は、2019 年以来、同社コペンハーゲン拠点で大規模な試験を継続している ME-GA 型低圧 DF エンジンの造船所への出荷を、2021 年末までに開始すると発表した。EGR バージョンの低圧エンジンは、ディーゼルモード及びガスモードで IMO Tier III 規制を満たす。また、ガス消費量を 3%、燃料油消費量を 5%削減し、メタンスリップを 30~50% 低減する。2021 年 3 月に発売された同エンジンの受注実績は、2021 年 8 月時点で 40 基を超えている。

2020 年 9 月には、MAN Energy Solutions の MAN 32/40 型 4 ストロークエンジンの DF エンジンへの改造向けの新 DF レトロフィットキットが 3 船級協会 (DNV GL、ABS、LR) の型式承認試験 (TAT) に合格した。試験は主にオンラインで行われた。

#### <共同研究開発プロジェクト：脱炭素化戦略>

MAN Energy Solutions は、脱炭素化戦略の一環として、「船用エネルギー転換」及び「Power-to-X」関連の共同プロジェクトを進めている。

2019 年 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、幅広い船用企業、船主、エネルギー企業、金融機関、港湾、ロジスティクス企業、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。

「Power-to-X」技術を用いた水素製造能力の拡大も課題のひとつである。2020年11月には、MAN Energy Solutions は、同社子会社 MAN Cryo が、液体水素燃料ガス供給システム (LH2 FGSS) の開発を進めていると発表した。また、2021年には、水素を利用した脱炭素化ソリューション開発に向けて、ドイツの PEM 電解装置メーカー H-TEC SYSTEMS を買収した。

MAN Energy Solutions の主導で2020年10月に開始されたアンモニア燃焼2ストロークエンジン開発に関するデンマークの共同研究開発プロジェクト「AEngine」では、2024年までの同エンジンの実用化を目指している。その他のプロジェクト参加企業・組織は、Eltronic FuelTech、デンマーク工科大学、DNV GL である。

2020年12月には、MAN Energy Solutions の主導で、アンモニア燃焼中速エンジンの共同開発プロジェクト「AmmoniaMot」が開始された。この3年間のプロジェクトは、ドイツ連邦経済エネルギー省が支援し、ミュンヘン大学、Neptun Ship Design、WTZ、Woodward L'Orange が参加している。

2021年4月には、シンガポールの大手商品取引企業 Trafigura Group Pte Ltd が、MAN Energy Solutions のアンモニア燃焼低速エンジン開発の共同スポンサーとなった。

2019年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。

2021年9月には、「ElbBLUE」(旧「Wes Amelie」、2021年2月にドイツ船社 Elbdeich Reederei が買収) は、エルベ川のブルンスビュッテルで、海事産業では世界初の SNG のバンカリングを受けた。この20トンの SNG は、ドイツ kiwi AG が「Power-to-X」技術を用いて100%再生可能エネルギーから製造したグリーン燃料である。サンクトペテルブルクに向けた同船のバルト海航海には MAN PrimeServ のエンジニアが同乗して監視を行い、SNG の利用には問題がないことを確認した。

2021年10月には、脱炭素化戦略の一環として、ドバイのスマートロジスティクスソリューション企業 DP World との5年間の提携に合意した。両社は、グリーン燃料インフラの構築、エネルギー転換、ハイブリッド駆動系、電動エンジンなどの研究開発で協力する。

## Rolls-Royce Power Systems AG (ドイツ)

### 業務内容・製品：

MTU ブランドの船用、陸上用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 90-91

Fax: +49 7541 90-5000

E-mail: info@ps.rolls-royce.com

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

<https://www.mtu-solutions.com/eu/en.html>

経営者：Andreas Schell (Rolls-Royce Power Systems AG CEO、2017年1月就任)

親会社：Rolls-Royce Holdings plc (英国)

### <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 11,000 人である。世界に 11 製造拠点、30 社以上の子会社を持ち、175 か国以上で 140 の販売パートナー、500 の公認ディーラーを含む 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 ブランドの船用・発電、軍事用・産業向け高速エンジンと推進システム、MTU Onsite Energy ブランドの陸上ディーゼル発電システム、Bergen ブランドの船用、発電用中速エンジンである。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、1999 年に買収した自社子会社であるノルウェーの船用中速エンジンメーカー Bergen Engines を Tognum に統合し、2014年1月、Tognum を「Rolls-Royce Power Systems」(RRPS) と社名変更した。

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



2019 年秋以来、Rolls-Royce は全社的なブランド戦略の一環として、MTU を含む Rolls-Royce Power Systems AG の対外的名称を、「Business Unit Power Systems of Rolls-Royce」としている。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」が付け加えられた。

さらに、2021 年 6 月 15 日付で、MTU Friedrichshafen GmbH は「Rolls-Royce Solutions GmbH」へと社名を変更し、全子会社は MTU の名称を廃止して社名に Rolls-Royce を付けることとなった。

2021 年 3 月には、Power Systems 部門の組織再編が行われた。新たな部門体制は、Mobile Power Solutions（船舶を含む輸送機器向けの動力ソリューション）、Stationary Power Solutions（陸上発電向けのディーゼル、ガスエンジンを含む動力ソリューション）、Sustainable Power Solutions（エネルギー貯蔵、燃料電池、合成燃料の製造と利用を含む環境にやさしい新ソリューション）、また成長が見込まれる中国市場に特化した Power Solutions for Greater China 部門である。

### <業績>

現時点（2022 年 2 月）において最新の年次報告となる 2020 年通年の Rolls-Royce Power Systems の業績は、売上は前年比 17% の 27 億 4,500 万ポンド、営業利益も前年度の 3 億 6,700 万ポンドから 1 億 7,800 万ポンドに減少したが、クルーズ市場の崩壊、造船所や工場の一時的閉鎖を含む経済活動の停滞が発生したコロナ禍でもかろうじて黒字を維持した。

Rolls-Royce Power Systems は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）、固定費削減などを進めてきた。

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

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
売上	2,655	3,008	3,434	3,184	2,745
税引き前利益	191	261	315	367	178

親会社 Rolls-Royce Holdings は四半期決算を発表しないため、直近の財務情報は 2021 年 8 月 5 日に発表された 2021 年上半期決算となる。それによると、Rolls-Royce Power Systems（Bergen Engines を含む）の 2021 年 1-6 月期の売上は前年同期比 4% 減の 11 億 8,100 万ポンド、営業利益は同 26% 増の 4,100 万ポンドであった。2021 年上半期はコロナの状況が幾分落ち着き、世界経済が好転したため、サービスと部品販売は前年同期比 13% 増と好調であったが、製品販売の不振により相殺された。ヨット及び艦艇市場が好調で、新規受注は前年同期比 19% 増の 14 億ポンドとなった。Rolls-Royce は業績のさらなる回復を見込んでおり、2022 年にはコロナ以前の 2019 年レベルに戻ると予想している。

低カーボン、ゼロカーボンソリューションへの需要が増加しており、Rolls-Royce は研究開発を促進してゆく。2025 年までには、研究開発予算の 75% を脱炭素化ソリューション関連の研究開発に充てる計画である。

Rolls-Royce による Tognum 買収の主な目的は、MTU の高速エンジンを自社製品ポートフォリオに含め、Rolls-Royce の船体設計及びエンジンその他の船用機器のパッケージ販売を強化することであった。そのシナジー効果は顕著で、Rolls-Royce の船用市場向けの大型新規受注の多くはパッケージ受注であったが、Rolls-Royce の事業合理化戦略により、2019 年には民間船用部門がノルウェー Kongberg に売却されたため、船用製品は再びエンジンのみとなった。

さらに、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。

### <Bergen Engines の売却>

2021年2月4日、Rolls-Royceは2020年2月から戦略的見直しを行っていた中速ディーゼルエンジン部門 Bergen Engines（従業員数約950人）を、1億5,000万ユーロでロシアの鉄道車両メーカーTMH Groupのスイス子会社TMH Internationalに売却すると発表した。Bergenの2019年の売上は2億3,900万ポンドで、1,800万ポンドの赤字を計上していた。

しかしながら、Bergen Enginesはノルウェー海軍へのサプライヤーであるため、2021年3月26日、ノルウェー政府はセキュリティの観点から同社のロシア企業への売却を却下した。

Rolls-Royceは再び売却先を探し、2021年8月、英国のエンジニアリンググループLangley Holdingsと6,300万ユーロでBergenの売却に合意した。売却は2021年12月31日に完了し、Bergenは、Langleyの子会社であるイタリアMarelli Motori及びドイツGerman Piller Power Systemsとともに、Langleyが新たに設立したパワーソリューション部門に組み込まれる。

### <新規受注>

Rolls-Royce Power Systemsの2021年の船用関連の主な新規受注は以下の通りである

1月、シンガポールSembcorp Marineの子会社Jurong Marine Servicesが運航する世界初のLNGハイブリッド推進のタグボート向けにMTU 16V 4000 M55RN型ガスエンジンを受注。2025年までに12隻の建造が予定されている。

4月、台湾CSBCが建造中の台湾沿岸警備隊の巡視艇2隻向けに、初めて16シリンダー型の8000シリーズエンジン（16V 8000 M71L、出力7,280kW）2基を引き渡した。同エンジンは、1,000トンクラスの船舶で24ノットを発揮する。合計6隻の建造が予定されている。

9月、スペインBaleariaの1996年建造の高速カタマラン「Avenar Dos」へのレトロフィット向けに、mtu 20V1163 M84型エンジン4基、自動化システム、デジタルプラットフォーム「mtu Go!」を受注。

12月、ブラジル造船所Rio Maguariが建造するSvitzerのタグボート4隻向けに16V 4000 M63型エンジン8基を受注。ブラジルのタグボート5隻のうち1隻はmtuのエンジンを搭載している。

12月、Rolls-Royceは、欧州最大の内陸港であるデュイスブルク港（ドイツ）に建設中の新コンテナターミナルに、mtuの水素駆動燃料電池を含む水素技術を供給すると発表した。

### <新製品・型式承認>

2021年3月、MTUの4000シリーズ4000 M65L型ディーゼルエンジンをベースとした船用推進システムは、米国の最も厳格な排出基準であるEPA Tier 4認証を取得した。

同年9月、ヨット市場向けに既に市場化されている4000シリーズエンジンに加え、2022年4月にはIMOのTier III規制に対応する排ガス後処理装置SCRを内蔵した2000シリーズエンジンを発売すると発表した。また、2023年からは電動機を統合したハイブリッド推進システムを市場化する。eディーゼルや第二世代バイオ燃料などのサステナブルな燃料の使用も可能とする。

同じく9月、新造船及び既存船に搭載可能な自動化システム「mtu NautIQ」の製品群を発表した。同システムには、2020年12月に買収したServowatchの技術が統合されている。

12月、オーバーホール間隔（TBO）を96,000時間に延長する次世代4000シリーズエンジン（M05）を発表した。新機種は、従来機種のTBOを7年間延長し、最大25年間本格的なオーバーホールの必要がない。

### <提携・企業買収>

2020年11月、Rolls-Royce Power Systemsは、中国のアルミニウム製高速船造船所Jianglong Shipyard、AustalとJianglongの合弁会社Aulong Shipyard、陸上発電システムインテグレーターVPower Groupと、MTUエンジン供給に関する戦略的提携に合意し、中国市場におけるビジネ

スを大幅に拡大した。

2020年12月には、Rolls-Royceは、インドLarsen & Toubroから英国の船用オートメーション企業Servovatch Systemsを買収した。今後、同社技術を「MTU SmartBridge」と各種デジタルソリューションに統合する。

2021年6月、Rolls-RoyceとMAN Energy Solutionsは、mtuブランドのターボチャージャーをMANのPBSTブランドで販売する戦略的契約に合意した。ZR1～ZR5シリーズのmtuのターボチャージャー製品群を、「HIRO」というシリーズ名で販売する。

同年9月、Rolls-Royceと遠隔操作・自動化技術専門企業Sea Machines Roboticsは、Rolls-Royceの船用自動化システム「mtu NautIQ」への支援に関する提携に合意した。

11月、Rolls-Royceと中国Zhenjiang Shipyardは、高速エンジンを搭載したタグボートと作業船の中国国内及び輸出向けビジネスの拡大する戦略的提携に合意した。

### <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。船用エンジンに関しては、新排出規制に対応するディーゼル及びガスエンジンと推進システムの開発が焦点となっている。また、燃料電池の開発も視野に入れている。2019年以降の数字は発表されていない。

新製品としては、2019年には、同社初のガスエンジンを発表した。16シリンダーSeries 4000型高速ガスエンジンの第1号機は、2020年7月、オランダRederij Doeksenが運航する全長70mの新造フェリー2隻の第1船「Willem Barentz」に搭載された。

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、船用、陸上向けに実用化する。

また、2021年の市場化を目指し、船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、その他の主要船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。

2020年7月には、ドイツMAN Energy Solutionsと、同社が2020年2月に発表したオープンデジタルプラットフォーム「mýa」における協力に関する基本合意を締結した。「mýa」は、OEM、オペレーター、オーナーのデータ交換と統合を可能にするサービスで、顧客への船隊及びアセット管理サービスの提供を目的としている。Rolls-Royceは、2020年に航空機産業向けのデータ交換プラットフォーム「Yocova」も発表している。

### <新事業部門「Power Lab」>

2020年8月、Rolls-Royceは、船用市場とインフラ市場向けのゼロカーボンの駆動系及びエネルギーソリューションの開発を専門に行う新独立事業部門「Power Lab」を設立した。新技術開発のイノベーションユニットとして機能する「Power Lab」では、再生可能エネルギーを用いた合成燃料の製造（Power-to-X）、及び船用燃料電池システムの開発も行う。

### <サステナビリティ戦略>

2021年6月、Rolls-Royce Power Systemsは、2023年から同社の主力エンジンである2000及び4000シリーズをサステナブルな第二世代バイオ燃料及びe燃料に対応させると発表した。商船、ヨット、陸上発電、重車両、鉄道などに広く利用されている両シリーズエンジンは、同社の売上の85%を占めている。

2025年からはCO<sub>2</sub>フリーの燃料電池による発電を開始する。全社レベルでは、新たな低カーボン、ゼロカーボン技術により、2030年までにGHG排出量を2019年レベルから35%削減する。この目標に向けて、燃料としての水素やメタノールの利用、燃料電池、Power-to-Xシステムなどの研究開発を加速する。

Rolls-Royce Group全体では、2050年までのネットゼロ化を目標としている。

### 3-2 プロペラ、ラダー、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、自動化システムの開発、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

E-mail: info@schottel.de

<http://www.schottel.de>

経営者：Stefan Kaul（Managing Director）

親会社：SCHOTTEL Industries GmbH（SCHOTTEL 創業者一族とノルウェーFrydenbo Industri AS が所有）

#### <企業概要>

2021年11月に創業100周年を迎えた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、現在は全世界に約850人の従業員を持ち、世界14か国に100か所の販売・サービス拠点と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。また、2020年には、イタリアに子会社SCHOTTEL Italiaを設立、ブラジルに新サービス拠点を開設した。

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は財務情報や経営情報を公開しておらず、また2021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、船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>

2021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、インド Cochin Shipyard (CSL)で建造中のノルウェーASKO Maritime ASの全長67mの自動運航RORO船2隻向けにSCHOTTEL EcoPellers及びPumpJetsを受注。2隻のオプションあり。

2月、ロシア Marine Engineering Bureau 設計の新造多目的貨物船9隻向けにSRP 340型 RudderPropellerを受注。

同じく2月、カナダ Western Pacific Maritime Ltdの全長89mの新造カーフェリー向けにSCHOTTEL TwinPropellers4基を受注。ディーゼル電気推進の同船は、将来的には完全電動船となる。

3月、ドイツ Abeking & Rasmussen が建造するドイツ政府 WSVの全長90mのLNG駆動多目的船3隻向けにSRP 750型SCHOTTEL RudderPropellers 6基とSPJ 520型PumpJet 3基を受注。さらに同船隊にはデータ収集・IoTゲートウェイシステム「SCHOTTEL MariHub」が搭載される。

4月、シンガポール Sembcorp Marine が建造する世界初のハイブリッドLNG駆動タグボート向けにアジマスハイブリッドドライブシステム「SYDRIVE-E」を受注。12隻の建造が予定されている。

5月、オランダ Holland Shipyards Group が建造中のノルウェーBrevik Fergeselskapの全長42mの完全電動フェリー向けにSRP 150 L型SCHOTTEL RudderPropellers 2基を受注。

7月、中国 China Merchants Jinling Shipyard で建造中のフランス Rubis Groupの15,000DWT型アスファルト運搬船向けにSRE 560型SCHOTTEL EcoPellers 2基を受注

9月、米国 Keppel AmFELS が建造中のManson Construction Co.の全長125mの浚渫船「Frederick Paup」向けにSRP 510 L FP型SCHOTTEL RudderPropellers 3基を受注した。同船は、米国最大のトレーリングサクシオンホッパー浚渫船(TSHD)となる。

11月、ポーランド造船所 Crist で建造中のFinFerriesの電動フェリー「Altera」向けにSRE 430型SCHOTTEL EcoPellers 2基を受注。

#### <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船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、大型スラスタの製造を行い、SCHOTTELの生産能力は約30%増加した。

2020年には、500,000ユーロを投資し、ヴィスマール工場(従業員数約100人)に新クレーンシステムを導入した。

#### <提携>

2019年7月、SCHOTTELは、ノルウェー造船所ULSTEINと、船用システムの自動化、デジタル化における協力を合意した。船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。

2020年11月、2004年以来の協力関係を持つトルコ Sanmar Shipyards と、同造船所が建造する Robert Allan 設計の Bigaçay 級タグボート向けのドライブ供給に関する2年間の独占契約を締結した。各タグボートには SRP 560 CP 型ラダープロペラ2基が搭載される。Schottel は、2019年1月にトルコ支店を開設している。

#### <研究開発、新事業、新製品>

近年の新技术としては、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試験が行われた。

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「SCHOTTEL Pump Jet type SPJ 30」を発表した。同スラスタは没水部分 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の運河プッシュボート「Elektra」にラダープロペラを提供した。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「EcoPeller (SRE)」を提供している。

2020年7月には、出力 400~1,000kW の中型アジマススラスタ「M シリーズ」を発表した。Z ドライブ、L ドライブ、ZY ハイブリッドに利用可能な柔軟性の高いアジマスモジュールである。また、SCHOTTEL SYDRIVE などのハイブリッドソリューションとの互換性を持つ。

2021年4月には、あらゆるメーカーの電動機と互換性のある SCHOTTEL LE-Drive (Embedded L-Drive) を発表した。LE-Drive の特徴は、上部ギアボックスのない設計で、機械効率が3%向上しており、燃料消費量の削減につながっている。また、騒音と振動も軽減されている。さらに、Z-Drive よりも高さが小さいため、設置の柔軟性が高まる。

## 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 船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

E-mail: info@becker-marine-systems.com

<http://www.becker-marine-systems.com/>

経営者：Henning Kuhlmann 及び Dirk Lehmann (Managing Directors)

主要株主：ナカシマプロペラ株式会社 (51%)、Dirk Lehmann、Henning Kuhlmann、Mathias Kluge (Manager)

### <企業概要>

Becker Marine は、キャプテン 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、日本に支店、その他 18 か国に代理店を持つ。2017 年には神戸に支店を開設した。

2020 年 12 月時点の従業員数は、全世界で約 250 人、うち約 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が、2018 年の売上は 7,095 万ドルと報道されている。2022 年 2 月現在の Becker Marine 製品の納入実績は、8,000 隻以上を超える。

### <ナカシマプロペラによる買収>

2021 年 4 月 1 日、ナカシマプロペラ株式会社は、3 月 31 日付けで欧州子会社ナカシマプロペラヨーロッパを通じて Becker Marine Systems の 51% 持分を取得し、子会社化したと発表した。両社は 1978 年以来協力関係にあり、ナカシマプロペラは Becker Marine 製品の日本代理店である。ナカシマプロペラは、この買収により、「船舶のライフサイクルでの推進性能と操船性の最適化」を実現する。

両社は、Becker Marine の操船システム、省エネルギー装置、バッテリーソリューションとナカシマプロペラのプロペラ及びバウスタスターを組み合わせたビジネスを展開してゆく。

Becker Marine は、この買収を「戦略的パートナーシップ」と呼んでおり、同社の経営者 Henning Kuhlmann 及び Dirk Lehmann は、マネージングダイレクターとしての地位を維持する。



今後のビジネスの詳細は発表されていない。

#### <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」（Friedrich Mewis が発明）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<sub>2</sub> の削減に成功している。同社は今日までに 7,000,000 トンの CO<sub>2</sub> 削減に貢献したと述べている。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、現在では 1,200 基を超えている。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>

近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。

2019年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。

同社は2020年の新規受注に関する情報を公表していない。

2021年の特筆すべき新規受注としては、8月、ドイツ Hitzler shipyard からハンブルク港の新造作業船「CHICAGO」向けに船用小型バッテリー装置「Compact Battery Rack (COBRA)」6基（ラック）を受注した。同時に、ラダーシステム「Becker Flap Rudder with Closed Linkage (HERACLES)」も受注した。

#### <製造>

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船用小型バッテリー装置「Compact Battery Rack (COBRA)」の開発も継続している。2021年2月には、DNV GLの認証を取得した。

2019年には、商船向けの風力推進支援装置ウイングセイルを、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 m<sup>2</sup>のウイングセイルは、Wallenius Marine の最新鋭自動車運搬船に4基が搭載され、実船試験が行われる。

2020年2月には、船用風力推進システムの業界団体 International Windship Association (IWSA)に加盟した。同団体には、船級協会、船社、メーカーなど100以上の企業・組織が会員となっている。

## Voith Group（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、船用各種技術サービス、タグボートの設計

### 本社所在地：

Voith Group  
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>

<https://voith.com/corp-en/industry-solutions/marine-technology.html>

経営者：Dr. Toralf Haag（President & CEO Voith Group）、Cornelius Weitzmann（President & CEO Group Division Turbo、2021年6月1日就任）

親会社：Voith GmbH & Co. KGaA（創業者一族が100%保有）

### <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前年比2%増の42.6億ユーロ（2020年10月～2020年9月、前年度：41.73億ユーロ）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19,918人（前年度：20,634人）である。従業員の37%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船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。

同社の全オペレーションをグローバルレベルで 2022 年以降気候ニュートラルとすることを目標としている。

### <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 6,200 人（前年度：6,555 人）、Voith Group の 31%（前年度：32%）を占める。今年度の減少は、主に管理部門と製造部門の合理化による。

2020/21 年の Group Division Turbo 部門全体の業績は COVID-19 の影響を大きく受けた昨年度から幾分回復し、売上は前年比 9%増の 14 億 5,700 万ユーロであったが、引き続きサプライチェーンの問題とコスト上昇の影響を受けた。新規受注も同 8%増の 15 億 1,200 万ユーロであった。2020 年 5 月 1 日のオーストリアの電動機メーカー ELIN Motoren の買収の効果が初めて表れている。船用部門は、依然として船腹過剰と COVID-19 の影響を受けて低迷したが、前年度に発売された eVSP の新規受注は唯一好調であった。

Group Division Turbo の業績推移 (単位：百万ユーロ)

	2016/17 年	2017/18 年	2018/19 年	2019/20 年	2020/21 年
売上	1,283	1,302	1,398	1,337	1,457
受注高	1,344	1,378	1,445	1,403	1,512

(注：VOITH の財務年度は 10 月 1 日～翌年 9 月 30 日)

Group Division Turbo は、船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。船用製品は、Mobility 部門に含まれる。

### <新規受注>

Voith Turbo が発表している 2021 年の船用関係の受注は以下の通りである。

2021 年 1 月、カナダオンタリオ州本土とクリスチャン島を結ぶ新造両頭型フェリー向けに電動機で駆動される Voith Schneider Propellers (VSP)を受注。

2 月、ドイツ Abeking & Rasmussen が建造中のドイツ連邦政府 WSV の全長 90m の LNG 駆動多目的船 3 隻向けに Voith Inline Thrusters (VIT)を受注。同スラスタは振動と騒音が非常に少ない。また、DP 性能にも優れている。

### <新製品>

2012 年 9 月、Voith Turbo 船用部門は、燃料消費量が大幅に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「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。

2020年の新製品としては、6月、プロペラに同期電動機を統合したVSPの完全電気駆動バージョンである「eVSP」を発表した。対象市場としては、特に成長する洋上風力発電分野の補給船やサービス船を想定している。初回受注として、ノルウェーØstensjøがスペインで建造する洋上風力発電施設サービス船4隻向けに8基を受注した。

### <研究開発>

2020/21年度のVoith全社の研究開発支出は、前年度と同レベルの売上の4.5%に相当する1億9,200万ユーロ（前年比2%）増であった。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への投資が増加している。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。

動力部門の研究開発活動の焦点は、駆動系の電化と製品のデジタル化である。船用部門で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も継続的に行っている。

Voithは、遠隔操作タグボートに関するドイツの共同研究開発プロジェクト「FernSAMS」を主導している。ドイツ連邦経済エネルギー省が支援する同プロジェクトには、ハンブルク工科大学、Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services、ドイツ連邦油圧工学局、McGregor、ハンブルク Marine Training Center (MTC)、MediaMobilが参加している。

また、同じくドイツ連邦経済エネルギー省が支援するライン川の自動運航フェリーに関する共同研究開発プロジェクト「AKOON」にも参加している。アーヘン大学が主導する同プロジェクトでは、ラインフェリー「Horst」を実証船とし、同船はVSP4基で駆動される。

## Siemens Energy AG（ドイツ）

### 業務内容・製品：

推進制御システム、スラスタ制御システム、動力管理システム、統合自動化システム、デジタル化システム、電化システム、バッテリーシステム、周波数変換装置、配電盤、発電装置、電動機、排熱回収装置等の船用電気系製品・システムの設計、開発、製造、販売、サービス

### 本社所在地：

Siemens Energy Global GmbH & Co. KG  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 Munich, Germany

Tel: +49 (89) 636 00

E-mail: [contact@siemens-energy.com](mailto:contact@siemens-energy.com)

<https://www.siemens-energy.com/global/en.html>

<https://www.siemens-energy.com/global/en/offerings/industrial-applications/marine.html>

経営者：Dr.-Ing. Christian Bruch（President and CEO）

主要株主：Siemens AG（23.08%）、SBI GmbH（Siemens AG 子会社、12.02%）、Siemens Pension Trust e.V.（9.90%）

### <企業概要・業績>

2020年4月設立のSiemens Energyは、1847年に電報装置のメーカーとして創業した欧州最大の工業製造コングロマリットであるドイツ Siemens（本社：ベルリン、ミュンヘン）のエネルギー部門である。

Siemens 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、Siemens 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。この再編戦略に伴い、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た。

2019年5月、Siemens AG は、エネルギー関連ビジネス、即ちオペレーティングカンパニー「Gas and Power」を別会社として独立させる計画を発表した。

2020年4月1日、Siemens のエネルギー部門「Gas and Power」は新企業「Siemens Energy AG」として独立し、同年9月28日にフランクフルト証券取引所に上場した。風力発電部門を含む「Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE)」は Siemens Energy の子会社である。

同社は世界90か国以上でビジネスを展開し、2021年度（2020年10月1日～2021年9月30日）の売上は285億ユーロ（前年度：275億ユーロ）、従業員数（2021年9月30日現在）は約91,000人（前年度：93,000人）である。2021年2月、同社は競争力向上のための3億ユーロ規模のコスト削減策の一環として、全世界で2025年までに7,800人を削減する計画を発表した。2021年時点で、Siemens Energy の製品ポートフォリオの50%以上は脱炭素化されている。

## <船用関連ビジネス>

130年の歴史を持つ Siemens の船用関連ビジネスは、前述の組織再編により、新企業 Siemens Energy AG の3事業部門「Transmission」、「Generation」、「Industrial Applications」のうちの「Industrial Applications」部門に含まれることとなった。

Siemens の部品、製品、技術は他の船用メーカーの多様な船用機器に組み込まれているが、現在 Siemens がシステムとして提供している主な製品は、バッテリー推進システム「BlueDrive PlusC」、ポッド型推進システム「SISHIP eSiPOD」、小型船用電気推進システム「EcoProp」、監視制御システム「IMAC」、Flender ギアボックス、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 の民間船向け船用ブランドで、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。

## <新規受注>

2021年に発表された船用関連の新規受注としては、1月、Odfjell Drilling 社の半没水型掘削リグ2基へのレトロフィット向けに「BlueDrive」DCグリッドシステムを受注した。排出を削減する「BlueDrive」のオフショア掘削リグへの搭載は初めてである。さらに3基へのレトロフィットが予定されている。

2月、Maersk Drilling 社のジャッキアップリグ2基へのレトロフィット向けに、リチウムイオンエネルギー貯蔵システム「BlueVault™」を受注した。バッテリー、データ監視システムなどの効率化システムを含むアップグレードにより、Maersk Drilling 初のハイブリッドリグのCO<sub>2</sub>排出量は25%、NO<sub>x</sub>排出量は95%削減される。

11月、米国 Thoma-Sea Marine Constructors が建造する米国海洋大気庁（NOAA）の調査船2隻向けに、ディーゼルエレクトリック推進システム「SiSHIP Blue Drive PlusC™」及びリチウムイオンエネルギー貯蔵システム「BlueVault™」を受注した。これによりCO<sub>2</sub>排出量を年間5,700トン削減する。「SiSHIP Blue Drive PlusC™」は、下記の世界初の完全電動カーフェリー、世界最大のクルーズフェリーなど、既に80隻以上に採用されている。

## <研究開発：バッテリー推進システム>

Siemens Energy 全社の2021年度の研究開発予算は、年間11.55億ユーロ（前年度：9.85億ユーロ）で、約5,000人が研究開発に携わっている。特許数は、18,300件（前年度：16,600件）に上る。

近年、Siemens Energy の船用部門は、全社的な脱炭素化戦略の一環として、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、同船隊は2019年に就航した。

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。

2020年9月には、Siemensの電気推進システムとエネルギー貯蔵システム「Siemens BlueVault」を搭載したノルウェーRostein AS 所有の世界初のプラグイン・ハイブリッド活魚運搬船「Ro Vision」が、ノルウェーの「Ship of The Year 2020」を受賞した。



ABB (スイス)  
(Marine & Ports)

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、燃料電池等の船用電気系  
製品・システムの設計、開発、製造、販売、統合オペレーションセンターの運営

本社所在地：

ABB Asea Brown Boveri Ltd  
Affolternstrasse 44  
CH-8050 Zürich  
Switzerland

Tel: + 41 43 317 71 11

Fax: + 41 43 317 44 20

<https://new.abb.com/marine>

ABB Marine & Ports

Snarøyveien 30c

1360 Fornebu

Norway

Tel: +47 451 32 617

E-mail: margarita.sjursen@no.abb.com

経営者：Björn Rosengren (CEO、2020年3月就任)、Peter Terwiesch (President、Process Automation)、Juha Koskela (Division President、Marine & Ports)

主要株主：Investor AB (スウェーデン、11.8%)、Cevian Capital II Gp Limited (ジャージー、5.34%)、BlackRock Inc. (米国、3.36%)、Artisan Partners Limited Partnership (米国、3.03%)

<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。104,420人(2021年)を雇用し、世界100国以上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、鋳業、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 2022年2月3日に発表した 2021年連結決算によると、2021年の売上は前年比8%増の289億ドル(前年：261億ドル)である。

同社の4事業部門は、Electrification、Motion、Process Automation、Robotics & Discrete Automation 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%を日立に売却し、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。

## <船用関連ビジネス「Marine & Ports」>

船用関連ビジネスは、業界 2 位の ABB のプロセスオートメーション事業部門内の「ABB Marine & Ports」に含まれる。ABB Marine & Ports は 26 か国に拠点をもち、従業員数は約 2,000 人である。2021 年には、トルコとサウジアラビアに自社拠点を開設した。

ABB の過給機ビジネスは、同じくプロセスオートメーション事業部門内の「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 のプロセスオートメーション事業部門内には、Marine & Ports と Turbocharging に加え、Energy Industries、Process Industries、Measurement & Analytics 部門があり、事業部門全体の 2021 年の売上は前年比 5%増の 62 億 5,900 万ドル（前年：57 億 9,200 万ドル）であるが、各部門単体の財務情報は公表されていない。尚、Marine & Ports の売上は、前年度（2020 年）のプロセスオートメーション部門の 22%を占めている。

ABB は、船用電気推進システム、ターミナル自動化、低中速過給システムでは業界 1 位の企業である。ABB の船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。

Azipod は 25 船種に採用されているが、特に、クルーズ船 125 隻、砕氷船及び氷海船 90 隻以上の受注実績がある。2021 年には、搭載実績が 300 隻を超えた。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、新船種市場としては、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。

2021 年 11 月には、同社の上海の Azipod 製造拠点が開設 10 周年を迎えた。出力 7.5MW 以下の中小型船舶向け Azipod を製造する同工場の引き渡し実績は 170 基、総出力 500MW である。大型 Azipod は、フィンランドのハミナとヘルシンキの 2 工場で製造している。

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。

ABB プロセスオートメーション事業部門の主な競合他社は、Emerson、Honeywell、Schneider Electric、Siemens、横河電機、General Electric、Endress + Hauser、Kongsberg、Valmet、Garrett である。

## <新規受注>

2021 年の船用関連の主な受注は以下の通りである。

1 月、韓国 Haemin Heavy Industries が建造する釜山港湾局の全長 40m の電動カタマラン型フェリー向けに、バッテリーパック、「Onboard DC Grid™」、動力管理システム「PEMS™」を含む動力・エネルギーソリューション一式を受注。韓国政府は、2050 年までのネットゼロ化に向けて、2030 年までに政府所有船 140 隻の従来型推進機関をクリーンなシステムに代替する計画である。

スペイン Astilleros Gondán が建造するポルトガル Transtejo, S.A.の全長 40m の河川旅客フェリー 10 隻向けに、バッテリーパック、「Onboard DC Grid™」、「PEMS™」を含む電動・自動化ソリューションを受注。

8 月、エストニア Tallink の ROPAX フェリー「Megastar」（2017 年建造）向けに、陸上電力接続システムを受注。2022 年 1 月、同船の運航中にレトロフィットされる。現在 Rauma Marine で建造中の「MyStar」にも同様のシステムが設置される。ABB の陸上電力システム設置実績は、2001 年の発売以来、150 隻に上る。

11 月、中国 New Times Shipbuilding が建造するミャンマー Himalaya Shipping の 210,000DWT 型ばら積み船 12 隻向けに永久磁石軸発電システムを受注。

12月、ドイツ Abeking & Rasmussen が建造する全長 100m 超のスーパーヨット向けに、Azipod®、Onboard DC Grid™、500kWh のエネルギー貯蔵システム、動力・エネルギー管理システム「PEMS™」を含む統合動力・推進システムを受注。

#### <新製品>

近年の新製品としては、2019年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。

2021年7月には、新オンラインプラットフォーム「ABB Ability™ Marine Fleet Intelligence – Advisory」を発表した。同システムは、SaaS (Software as a Service) として提供され、船舶のあらゆるシステムからのデータを収集し、クラウドベースの分析と報告を、ユーザーフレンドリーに可視化する。船舶性能を、他の船舶、姉妹船、または全船隊と比較することができる。

同じく7月には、Azipod のステアリングアングルを自動的に最適化するデジタルソリューション「ABB Ability™ OptimE – Toe Angle Optimization for Propulsion」を発表した。従来推進機器と比較した場合の Azipod の燃料消費量削減 20%に加え、運転効率化によりさらに 1.5%削減する。

2021年10月、商船向けのモバイル技術を採用したユーザーフレンドリーな自動化ソリューション「C-CAMs」を発表した。同ソリューションは、船舶の各種システム、動力管理、ア持つ管理、タンク計測などに適用され、効率と安全性を向上させる。

#### <研究開発>

2019年の ABB Group 全社の研究開発支出は、売上の約 4.3%に相当する 11億 2,700万ドル（前年：11億 9,800万ドル、4.3%）であった。2021年の数字は未だ発表されていないが、前年比 8%増とされている。

近年の ABB Marine & Ports の戦略は、海運の総合的なデジタル化で、同社は「Electric. Digital. Connected.」アプローチと呼んでいる。

2017年5月、ABB と OMT、GTT、Caterpillar Solar Turbines、CMA CGM と子会社 CMA Ships、DNV GL は、共同産業プロジェクト「PERFECt」の第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」、コントローラ、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。さらに、2021年4月には、シンガポール Keppel Offshore & Marine と共同で、シンガポール港におけるタグボートの遠隔操作による運航試験を行った。

2020年12月には、2021年に発効する IMO の安全管理システムに関するガイドラインに沿った動きとして、サイバーセキュリティラボラトリーを開設した。「ABB Ability™ Cyber Asset Inventory」ソリューション、「ABB Ability™ Collaborative Operations Center」などを活用し、船主・船社向けのサイバーセキュリティリスクへの対応を支援する。2021年、ABB の自動化、

推進、スイッチボードシステムは、DNV の IMO ガイドラインに沿ったサイバーリスク管理に関するクラスノーテーション「Cyber secure SP0」を取得した。

#### <共同研究開発プロジェクト>

ABB Marine & Ports は、洋上風力発電施設の遠隔検査・保守技術の開発を目指す EU の共同研究開発プロジェクト「ATLANTIS」に技術パートナーとして参加している。ABB は、陸上オペレーターによる作業船の遠隔操作を可能にする ABB Ability™ Marine Advisory System の新モジュールである最適化ソフトウェア「OCTOPUS」を提供する。

また、2020 年 11 月には、デンマーク DFDS がデンマークーノルウェー間に運航する水素燃料電池駆動の ROPAX フェリー「Europa Seaways」（積載能力：旅客 1,800 人、トラック 120 台または自動車 380 台）の開発に関する共同研究開発プロジェクトに参加した。DFDS、ABB、Ballard Power Systems Europe、Hexagon Purus、Lloyd's Register、Knud E. Hansen、Ørsted、Danish Ship Finance が参加する同プロジェクトでは、グリーンな水素をエネルギー源とする出力 23MW の燃料電池を開発する。既存の燃料電池の最大出力は僅か 1~5MW である。プロジェクトでは、同フェリーの 2027 年までの就航を目指している。

2021 年 12 月には、米国 Maritime Partners LLC (MP)、Elliott Bay Design Group (EBDG)、e1 Marine と、超低排出長距離航行トウボート「Hydrogen One」の開発に関する基本合意を締結した。ミシシッピ川を運航する全長 27m の同船は、世界初のメタノール水素燃料電池駆動の河川トウボートとなる。燃料補給間隔は 4 日である。ABB は、Onboard DC Grid™、動力・エネルギー管理システム「PEMS™」、自動化システム、燃料電池、バッテリーを含む電気推進システムを供給する。

## 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船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、ハウジング等の船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 (Müritzt)

Tel: +49 (0) 39 91 - 73 60

Fax: +49 (0) 39 91 - 73 62 10

sales@mmg-propeller.de

www.mmg-propeller.de

<http://www.encyency-by-mmg.de/index.html>

経営者：Katrin Beuster（Managing Director）、Dr Lars Greitsch（Managing Director）

主要株主：経営陣 25%、投資会社 75%（2018 年）

### <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ル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、ピーク時の 2015 年の売上は約 1 億ユーロを記録し、受注残は 160 基であった。

その後、世界の造船市場が低迷する中、同社の 2016 年の売上は約 8,000 万ユーロに減少した。2018 年 5 月、ドイツ金属労働者組合 IG Metall は、雇用を守るため、船用プロペラ以外の鋳造ビジネスを検討するよう要求した。

2018 年 7 月、親会社 DiHAG Holding の事業再編により再び独立企業となった MMG は、プロペラ以外の鋳造ビジネスへの比重を高め、売上に占めるプロペラの比率は、2018 年の 95%から 2019 年には 70%に減少している。鋳造ビジネスは「XXL Metalworking Services」という社名で行っている。

同社の従業員数は約 170 人（2021 年）である。ピーク時の 2015 年の従業員数は 235 人であった。

## <プロペラ部門>

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、サブライ船、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。

MMGは、中国、日本、韓国、台湾、フランス、ギリシャ、キプロス、クロアチア、トルコ、インド、ブラジル、UAE 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。

2020 年には、モデル製造用の XXL プリンターと、「ラピッドプロトタイピング」用の自動溶接ロボットを導入した。

## <研究開発>

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

開発の焦点は、排出量削減に向けたプロペラの効率化、電化及び水中騒音の低減である。同社は既に 350 隻以上の大型プロペラを高効率プロペラに交換するレトロフィットプロジェクトの実績がある。

### 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船用及びオフショア用荷役機械・甲板設備の開発、製造、販売、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/>

経営者：Mika Vehviläinen (CEO)、Leif Byström (President, MacGregor、2021年10月就任)  
主要株主：Wipunen varainhallinta oy (フィンランド、14.13%)、Mariatorp Oy (フィンランド、12.27%)、Pivosto Oy (フィンランド、10.73%)、KONE Foundation (フィンランド、3.00%)

#### <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、そして港湾及び船用荷役装置、ハッチカバー、その他船用関連システムの 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。中国、フィンランド、ドイツ、インド、アイルランド、イタリア、マレーシア、ノルウェー、ポーランド、韓国、スペイン、スウェーデン、英国に工場を持つ。大規模な製造は、主にアジアの提携工場で行っている。

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。その後企業買収により全社的な従業員数は増加したが、2020 年には再び 1,000 人規模のリストラを行い、2021 年末時点における総従業員数は 11,174 人（2020 年：11,552 人）である。

Cargotec が 2022 年 2 月 3 日に発表した 2021 年 1-12 月期連結決算によると、2021 年の売上高は、前年比 2% 増の 33 億 1,500 万ユーロ（前年：32 億 6,300 万ユーロ）であった。新規受注は前年比 42% 増の 44 億 2,700 万ユーロと大きく回復し、期末受注残も前年比 56% 増の 28 億 4,700 万ユーロとなった。サービスの売上は 7%、新規受注は 18% 増加した。

尚、下表の営業利益の大幅な増加は、主にソフトウェアビジネス Navis の売却によるものである。これを除いた場合は、前年比 2% の増加であった。

2020 年は COVID-19 感染拡大により、顧客が新造船や港湾設備などの大規模な投資を見合わせたことが業績悪化の主な原因となったが、2021 年はすべての部門で回復した。特に、Hiab の新規

受注は倍増した。しかしながら、プロジェクトの遅れや部品の不足、世界的な物流の停滞により、売上の増加率は2%にとどまった。

2020年10月、CargotecとフィンランドKonecranes Plcは、合併計画を発表した。CargotecはKonecranesを吸収合併し、同社のKalmarビジネスに統合する計画である。2022年2月現在、手続きは完了していない。

Cargotecの業績推移 (単位：100万ユーロ)

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
受注高	3,190	3,756	3,714	3,121	4,427
期末受注残	1,550	1,995	2,089	1,824	2,847
売上	3,280	3,304	3,683	3,263	3,315
営業利益	226.7	190.0	180.0	70.4	356

2020年5月、Cargotecは、同社の資材及び製品からのCO<sub>2</sub>排出量を、2030年までに2019年レベルから50%削減し、カーボンニュートラルになるとの目標を発表している。

2021年時点で、同社の売上の19%はエコ製品である。環境効率の高い製品への顧客要望も増加しており、フォークリフト製品の受注の4分の1は電動機種である。同社は製品の電化を進めてゆく。

2021年4月には、2024年までに同社の全バリューチェーンからのCO<sub>2</sub>排出量を100万トン削減すると発表した。

#### <船用部門 MacGregor>

2005年以来Cargotecの船用部門であるMacGregorは、1920年代に英国のMacGregor兄弟が発明し、1929年に特許を取得した初の鋼製ハッチカバーがビジネスの基礎となっている。同社は企業買収と合併によって拡大し、現在はMacGregorの製品群に、Hatlapa (2013年買収：甲板機器)、Porsgrunn (2014年買収：オフショア)、Pusnes (2014年買収：オフショア)、Triplex (2013年に買収したHatlapa子会社)、Flintstone (2016年買収：オフショア)、Interschalt (2016年買収：ソフトウェア)、Rapp Marine (2018年買収：漁船、調査船)からの技術と製品を統合している。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、現在31か国で事業を展開している。

2021年末時点のMacGregor全社の従業員数は1,909人(前年：1,987人)である。2019年にはTTS買収による従業員数が増加していたが、2000年に大規模なリストラを行った。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>

2021年のMacGregorを取り巻く市場環境は引き続き厳しいものであったが、2020年のコロナ禍の影響は軽減され、新規受注は前年比28%増、受注残も17%増加したが、売上は14%減であった。新規受注の4分の3は商船向け、残りはオフショア市場向けであった。

サービスの売上は3%増加し、売上全体の47%(前年：39%)を占めている。

TTS買収によるシナジー効果と2019年に実施された大規模なリストラや数々のコスト削減策を含む企業再編により、2020年下半期以降の利益率は改善し、赤字幅は縮小した。2021年の営業利益の赤字は、主に風力発電船プロジェクト向けの新製品開発コストによるものである。



## MacGregor の業績推移

(単位：100 万ユーロ)

	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
受注高	521	580	630	511	652
期末受注残	487	530	633	480	560
売上	576	538	611	642	553
営業利益	12	-4.2	-83.3	-48.2	-40.0

## ＜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、船用、オフショア用荷役・甲板システムの最大手メーカーの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 19 子会社を持ち、従業員数は約 930 人である。製造は中国との 3 合弁会社で行っている。製品の搭載実績は 9,000 隻に上る。買収により、約 580 人が Cargotec に異動した。

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＞

2021 年の MacGregor の主な新規受注は以下の通りである。

- 第 1 四半期、自動車トラック運搬船 4 隻向けに各種電動システムを受注。
- 第 2 四半期、ノルウェーの SOV2 隻向けに電動ギャングウェイシステム、3D モーションクレーン「Colibri」、遠隔操作ステーションをパッケージ受注。
- 第 2 四半期：オランダ FPSO 船向けに荷役装置をパッケージ受注。
- 第 3 四半期、ノルウェーの「walk-to-work」SOV2 隻向けに 3D モーションクレーン「Colibri」、遠隔操作ステーションをパッケージ受注。
- 第 3 四半期、アジアで建造される RORO 船 8 隻向けに、クォーターとサイドランプ、格納式自動車デッキ、ランプウェイドアを受注。
- 第 3 四半期、商船 4 隻の船主から「OnWatch Scout」デジタル予測サービスの契約を受注。
- 台湾の 3,055TEU 型コンテナ船 12 隻向けにハッチカバーを受注。

## ＜研究開発・新製品＞

Cargotec の全社的な研究開発活動の焦点は、環境目標達成を支援するデジタル化、電化、自動化を含む技術開発と、製品の競争力強化とコスト効率向上である。2021 年の研究開発支出は売上の 3.1% (前年：3.2%) に相当する 1 億 200 万ユーロ (前年：1 億 5,000 万ユーロ) であった。2013 年以降、研究開発支出の比率は毎年増加していたが、2021 年は若干減少した。部門別の研究開発支出は発表されていない。

現在、MacGregor は石油ガス技術と幅広い経験を活かし、洋上風力・再生可能エネルギー分野における製品開発を加速している。

また、COVID-19 による移動制限を受けた 2020 年第 2 四半期には、ノルウェーの MacGregor のテストエンジニアは、フランスの船主、デンマークの顧客、トルコの造船所と協働し、クレーンの拡張現実オペレーターステーションからの CCTV フィードなどのデジタル技術を用いてプロジェクトを完了させた。

2019 年 6 月に MacGregor が開始したデジタル予測的メンテナンスサービス「OnWatch Scout」のパイロットプログラムは順調に進展し、2020 年には試験システムが多目的 OSV1 隻と一般貨物

船 1 隻に搭載された。電動クレーンが「OnWatch Scout」に接続され、ケーブルの代わりにワイヤレスアンテナがクレーンから船内にデータを転送する。

2019 年 12 月には、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を合意している。

共同研究開発プロジェクトとしては、MacGregor は、ドイツ経済エネルギー省が支援する遠隔操作タグボートの開発プロジェクトに参加している。

また、同社は牽引システムの接続の安全性を高める無人ロボットハンドオーバーシステムの開発を行っている。同社の Marine Data Engine システムを利用した二方向データフローによる牽引接続の遠隔操作を大なう。

さらに、EU の「Horizon 2020」プログラム内の電動クレーンとスプレッダーの実証試験に関する研究開発プロジェクト「Aegis」及び「Moses」にも参加している。

2021 年末には、MacGregor が開発中の「How2」アプリケーションのプロトタイプの改良を進めた。同アプリケーションは、AR、2D 及び 3D CAD モデルによる可視化されたステップバイステップのメンテナンスインストラクションを提供し、作業の効率化と安全性向上を実現する。同時に、自動的にサービスレポートを作成し、パーツを発注する。

また、2021 年末には、次世代可変周波数ドライブ（VFD）電動クレーン及び完全電動重量物クレーンを製品群に加えた。VFD は効率を 50% 向上させる。同クレーンは軽量化され、また「OnWatch Scout」予測的メンテナンスサービスに接続可能である。

MacGregor は、バーチャルモデル設計の最適化と機器運転の効率化を支援するデジタルツインの開発も進めており、洋上風力発電船のオペレーター向けのシミュレーションベースのトレーニングパッケージを開発中である。

### 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 ブランド船用・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>

経営者：Tom Erixon（President and CEO、2016 年就任）、Sameer Kalra（Marine Business Division）

主要株主：オランダ TETRA LAVAL INTERNATIONAL S.A.（29.1%）、スウェーデン ALECTA PENSIONS FÖRSÄKRING（5.8%）、スウェーデン AMF - FÖRSÄKRING OCH FONDER（3.7%）

#### <企業概要・業績>

熱交換、分離、流体移送機器の世界的大手メーカーである Alfa Laval の歴史は、1883 年、スウェーデンの技術者で発明家のグスタフ・デ・ラバルと、そのビジネスパートナーのオスカー・ラムが創業した牛乳用遠心分離機メーカー AB Separator 社にさかのぼる。同社は 1963 年に社名を Alfa Laval に変更した。

1991 年、スウェーデン／スイス Tetra Pak 社に買収され、1993 年には Tetra Laval Group 内の独立産業グループとなったが、2000 年には Industri Kapital 社に売却され、2002 年にストックホルム証券取引所に再上場した。現在も Tetra Laval 社が筆頭株主で、Tetra Pak が最大の顧客である。2017 年には船用油水分離機の販売開始から 100 周年を迎えた。

2020 年末時点の総従業員数は 17,883 人（2020 年末：16,882 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 39 か所、サービス拠点は 106 か所である。

同社が 2022 年 2 月 2 日に発表した 2021 年連結決算によると、2021 年の新規受注（為替差損を除く）は、効率化及び脱炭素化向けのサステナビリティソリューションが好調で、前年比 20% 増の 457 億 1,800 万 SEK（スウェーデン・クローナ）に回復し、売上高（為替差損を除く）は同 3% 増の 409 億 1,100 万 SEK であったが、営業利益は前年比 2% 減の 71 億 1,400 万 SEK となった。サービス収入が同社売り上げの約 30% を占めている。

また、2021 年 12 月 31 日時点における受注残も、前年比 23.6% 増の 229 億 5,400 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。2020年のコスト削減効果は3億SEKであった。2021年の従業員数の増加は、主に後述のStormGeo社の買収に起因する。

さらに、2019年12月に発表された競争力強化のための事業再編計画のコストとして、2020～2021年期中に8億5,000万SEKが計上されている。2022年以降、年間3億SEKのコスト削減効果を見込んでいる。

Alfa Lavalの業績推移 (単位：100万SEK)

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
売上	35,314	40,666	46,517	41,468	40,911
営業利益	5,610	6,718	7,989	7,231	7,114
受注高	36,628	45,005	44,119	39,833	45,718
期末受注残	18,289	23,168	21,551	18,969	22,954

注：営業利益は調整済み EBITDA（金利・税金・償却費控除前利益）

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12月末には、グリーンハウス部門が分離された。

2021年の新規受注に占める割合は、マリン部門34%、エネルギー部門30%、食品・飲料品部門36%である。

#### <マリン部門の構成>

Alfa Lavalの船用ビジネス部門であるマリン部門は、「Pumping Systems」、「Marine Separation & Heat Transfer Equipment」、「Environmental Products」、「Boilers」の4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「Boilers」、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。

2021年末時点におけるマリン部門の従業員数は、StormGeo社の買収により増加し、4,932人（2020年：4,489人）となった。

#### <マリン部門業績>

マリン部門の2021年受注高は、全製品分野で回復した。コンテナ船、ガス運搬船、ばら積み船などの新造船の増加により、環境ソリューション全般への需要が増加した。特に、主力製品であるバラスト水処理装置「PureBallst」は、規制コンプライアンスへの期限が近づいているため、好調であった。昨年は移動制限の影響を受けたサービスの需要も商船、オフショア両分野で増加した。オフショア向けポンプシステムも、石油価格の上昇により、好調であった。

営業利益の減少は、StormGeo社の買収、コロナ禍から回復した活動レベルによる人件費の増加、PureBallastの特許使用料の上昇による。

2021年のマリン部門の市場別新規受注は、海運・造船市場向けが79%、オフショア市場向けが12%、エンジン動力市場向けが6%、その他が3%である。

新規受注に占めるサービスの割合は前年比1%増の32%である。

2021年12月31日時点における受注残は、前年同期比11%増の103億4,000万SEKであった。

Alfa Laval マリン部門の業績推移 (単位: 100 万 SEK)

	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
受注高	11,456	17,322	15,953	14,067	15,379
売上	10,809	13,583	17,993	15,867	13,888
営業利益	1,771	2,328	3,425	2,758	2,211
期末受注残	9,027	13,118	11,443	9,173	10,340

<新規受注>

2021 年のマリン部門の大型新規受注 (500 万ユーロ超) を含む特筆すべき受注例は以下の通りである。

第 1 四半期:

- スコットランド最大の洋上風力発電施設向けに Framo ポンプシステムを受注。

第 2 四半期:

- 中国の FPSO プロジェクト向けに Framo カーゴポンプシステムを 8,700 万 SEK で受注。

第 3 四半期:

- FPSO 船向けに Framo カーゴポンプシステムを 8,100 万 SEK で受注。
- FPSO 船向けに Framo カーゴポンプシステムを 1 億 2,800 万 SEK で受注。

第 4 四半期:

- 中東のタンカー船隊向けに分離システム、熱交換システム、PureBallast を 5,800 万 SEK で受注。
- ブラジル FPSO 向けに海水汲み上げポンプを 9,600 万 SEK で受注。
- ブラジル FPSO 向けにカーゴポンプを 1 億 3,600SEK で受注
- ノルウェーの生産プラットフォーム向けにガスコンプレッサーを 1 億 3,300 万 SEK で受注。

<製品>

現在の Alfa Laval の船用向けビジネスの主力製品は、バラスト水処理装置「PureBallst」及び SOx 除去装置「PureSOx」、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 (2021 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。2021 年 5 月には、アジア市場におけるさらなる需要増加を見込み、中国青島市で「PureBallast 3」の製造を開始すると発表した。

新製品

2021 年の主な船用関連の新製品は、以下の通りである。

StormGeo ETA Calculator :

StormGeo の予想到着時刻カリキュレーターは、船舶の性能と航路の天候予報を考慮して到着時間を予想し、運航者の意思決定を支援する。

## StormGeo Studio :

低コストで柔軟性の高いカスタム化した天候情報を提供する、Singular.Live 技術を基礎としたクラウドベースのサブスクリプション形式のプラットフォーム。

### <型式承認>

2021年11月、Alfa Lavalのメタノールボイラーは、船用メタノール焚きボイラーとしては初めてABSの基本認証（AIP）を取得した。次のステップは実船試験である。

### <企業買収・合併会社>

2021年の船用関連の企業買収としては、6月1日、ウェザーインテリジェンスとデータサイエンスソリューションのグローバルリーダーである1997年設立のノルウェーStormGeo社を、6億9,900万SEKで買収した。同社は15か国に従業員519人を持つ。同社の買収により、Alfa Lavalは船用向けデジタルソリューションを強化する。

2021年7月には、オランダの空気潤滑技術企業Marine Performance Systemsを部分買収した。同社の気泡による空気潤滑技術は、船体と海水間の摩擦を50~70%低減することにより、エネルギー消費量を8~12%削減する。

また、2021年10月1日には、ノルウェーのシステムメーカーLiftUP社を買収した。1991年設立の同社は、養殖場向けの廃棄物除去システムの市場リーダーである。LiftUPシステムは、Alfa Laval Framo ポンプシステム「AquaStream」を補完するサステナブルなシステムである。

2021年6月、Alfa LavalとスウェーデンWallenius Groupは、合併会社「AlfaWall Oceanbird」を設立すると発表した。同社は、5年以内に船用風力支援推進システムを開発し、第1号機は大西洋航路に就航する自動車船（積載量7,000台）に搭載される。

### <研究開発>

2021年のAlfa Laval全社の研究開発支出は、売上の2.8%（2020年：2.5%）であった。部門別の配分は発表されていない。

近年の研究開発としては、2020年11月、デンマークのAlfa Laval試験・トレーニングセンターにおいて、デンマークのバイオ燃料メーカーMASH Energy、船社DFDS、研究機関Shipping Labと共同で、船用バイオ燃料に関する研究開発と試験開始を発表した。

また、2021年1月には、デンマーク企業DTU Energy、Haldor Topsoe、Svitzer、Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shippingと共同で、アンモニアベースの固形酸化物形燃料電池（SOFC）の研究開発プロジェクトを開始すると発表した。

さらに、同月には、Alfa Lavalは、船舶向けの低排出、ゼロ排出技術開発における戦略的パートナーとして、Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shippingに加盟した。両社は上記の「SOFC4Maritime」プロジェクトなどで協働している。

## 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/>

経営者：Leiv Kallestad（CEO、2019年就任）

所有者：非公開

### <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グエルに、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。

OptiMarin は、ノルウェー以外にもオランダ、ブルガリア、シンガポール、日本、中国、米国に拠点を持つ。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、英国 Newport Shipping 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。

2022年2月現在の OBS の販売実績は2,000基近くに上る。

### <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。

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

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 m<sup>3</sup>/時の機種の場合、設置コストは 70,000 ユーロ～、設置工事所要日数は 4～8 日としている。設置はエンジニアリング企業 Goltens、Zeppelin Power Systems などが協力している。引渡し所要日数は 30 日前後、ときには 10 日以内に可能な場合もある。業界平均は 3 か月である。

2021 年には、同社 OBS のサービス契約に、トラブルシューティングと船隊全体のバラスト水管理のデータ分析を行うクラウドベースのデジタルソリューション「OptiLink™」を統合した。

Optimarin は、今後の研究開発目標として、OBS のシンプル化と小型化を挙げている。また、さらなるサービス網の拡大も課題である。

#### <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、2020 年には型式承認が更新された。Optimarin の OBS は、Filtrex または Boll の 2 種類のフィルターからの選択が可能な、USCG 認証を持つ唯一のシステムである。

OBS は世界の主要船級協会や管理当局 (ABS、BV、DNV-GL、LR、CCS、MLIT) の型式認証を取得している。2020 年 10 月には、IMO の G8 認証を取得した。

#### <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、2020 年には 1,000 基を超えた。40% は既存船へのレトロフィットである。2022 年 2 月現在、受注実績は 2,000 基に近づいている。

近年の大型受注としては、2019 年、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。その他の主な顧客としては、Royal Caribbean International、Hapag-Lloyd、Fednav、GulfMark、Matson Navigation、McDermott、デンマーク海軍、MOL、Seatruck、Technip などがある。

OptiMarin は財務情報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 年の新規受注は 282 基、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 年以降も成長を予測しており、COVID-19 感染拡大の影響は少ないとしている。

2020 年の新規受注は 296 基であった。2021 年の数字は発表されていないが、コロナ禍にも関わらず、受注は前年比 20% 増であったと同社は述べている。

2024 年 9 月の IMO バラスト水管理条約のバラスト水処理装置の搭載期日が近づき、同社はさらなるレトロフィット需要の増加を見込んでいる。Clarksons Research は、未だ 35,000 隻が未設置であると推定している。

同社は財政情報を公開していないが、2017 年には初めて利益を計上し、利益 (EBITDA) 成長率は、2019 年は 28%、2020 年は 20% としている。

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 (当時) の Tore Andersen 氏は、2017 年 12 月時点で約 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 Global Limited  
99 City Road  
London EC1Y 1AX  
UK

Tel: +44 (0)20 7728 1000

<http://www.inmarsat.com>

経営者：Rajeev Suri (CEO、2021 年 3 月就任)、Ben Palmer OBE (President of Maritime Business Unit、2021 年 11 月就任)

親会社：Connect Bidco Limited (2021 年 11 月 8 日より、米国 Viasat が買収手続き中)

#### <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。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。

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、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。現在では 14 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、160,000 隻以上の船舶、17,000 機の航空機が同社のサービスにより接続されている。2024 年までにはさらに 7 基の通信衛星の打ち上げが予定されている。

Inmarsat のビジネス部門は、対象市場別に船用部門、政府部門、エンタープライズ部門、航空部門の 4 ビジネス部門体制となっている。

2019 年 12 月 5 日、Inmarsat Plc は、英国のグローバル投資会社 Apax Partners 及び米国のグローバル投資会社 Warburg Pincus、カナダ年金制度投資委員会 CPP Investment Board、及びカナダ最大の職業年金基金 Ontario Teachers' Pension Plan から成る新コンソーシアム Connect Bidco Limited により 34 億ドルで買収され、ロンドン証券取引所の上場を廃止した。

Connect Bidco は、Inmarsat 本社をロンドンに残し、これまで通り研究開発活動を継続すると述べている。Inmarsat は世界 40 国で事務所・サービス拠点を展開し、2019 年時点の従業員数は約 1,500 人 (2018 年末 : 1,825 人) である。

2 年後の 2021 年 11 月 8 日、Inmarsat は、競合企業である米国 Viasat による買収に合意したと発表した。買収額は 73 億ドルである。Viasat は、北米市場で一般向け、航空産業及び防衛産業向けのコネクティビティと通信サービスを提供している。買収手続きは 2022 年下半期の完了が予定されている。

## <全社業績>

2019年12月のConnect Bidco Limitedによる買収以降の業績は発表されていない。買収直前の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。

## <船用部門>

Inmarsat船用部門の主力製品(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%を占める船用部門の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 船用部門の業績推移 (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 などに対応してゆく。

### <「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 GX1~4 号機を合わせたよりもさらにパワフルな第五号機 GX5 の打ち上げに成功し、2020 年 12 月 10 日にサービスを開始した。

2020 年以降には、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、続いて GX7、GX8、GX9、GX10A、GX10B も順次打ち上げが計画されている。

2021 年 12 月 23 日には、「I-6」シリーズ初号機「I-6 F1」衛星が、鹿児島県の種子島宇宙センターから三菱重工の H-IIA ロケット 45 号機によって打ち上げられた。同衛星は、後述の全世界多次元通信網「Inmarsat ORCHESTRA」ネットワークのコンポーネントとなる。

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おり、2020 年 12 月には 10,000 隻を超え、2021 年 10 月時点では 11,000 隻を超えている。

主な顧客である世界の大手タンカー船社 MOL、K-Line、Hapag-Lloyd、オフショア船社 Tidewater、Bourbon、Maersk Supply などに加え、ヨット、客船、漁船にも FX サービスは浸透している。2020 年の大型受注としては、5 月、米国 Crowley Maritime Corp.の船隊約 200 隻向けに FX サービスを受注した。2021 年の大型受注としては、11 月、Maersk Supply Service のオフショア船隊 30 隻向けに Fleet Xpress を受注した。

2020 年の COVID-19 感染拡大に伴い、世界の 165 万人の船員の福祉と精神衛生のために、デジタル衛星通信と船内の通信環境の重要性はさらに増している。また、COVID-19 の移動制限の影響でパイロット業務、サーベイ、船員トレーニングなどの遠隔サービスの需要が急増し、Inmarsat の調査によると、2020 年 1 月~2021 年 3 月期の 1 隻当たりの 1 日の平均データ消費量は 3.4GB から 9.8GB に増加した。2021 年のグローバルな船用デジタル製品・サービス市場の規模は 159 億ドルで、COVID-19 以前の予想を 18% 上回っている。

世界の VSAT 市場における Inmarsat のシェアは 25% である (2018 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。

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>

近年発表された船用関連の新製品・サービスとしては、2019 年、業界初の船用 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。

2021年7月、Inmarsatは、船舶、航空機、政府関係などのモビリティ顧客向けにGEO（geosynchronous）衛星、LEO（low earth orbit）衛星、地上波5Gを高性能なひとつのソリューションに統合した初のネットワーク「Inmarsat ORCHESTRA」を発表した。同社は最初の5年間（2021～2026）に同ネットワークへの1億ドル規模の投資を行う計画である。

続いて8月には、グローバル狭帯域ネットワーク「Inmarsat ELERA」を発表した。IoT及びモビリティ顧客に最適なサービスである。

## 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：船用ディーゼル、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、関連船用機器・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>

経営者：GEIR HÅØY（President & CEO、Kongsberg Gruppen）、Egil Haugsdal（Executive Vice President、Kongsberg Gruppen、President、Kongsberg Maritime）

親会社：Kongsberg Gruppen ASA（ノルウェー貿易産業漁業省が 50.00%を保有）

### <企業概要>

Kongsberg Maritime は、ノルウェーKongsberg 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 年に創立 200 年を迎えた Kongsberg Gruppen は、1814 年 3 月、Poul Steenstrup が Kongsberg に設立した武器工場 Kongsberg Våpenfabrikk に端を発し、当初は同年 5 月に独立を果たしたノルウェーの軍隊にライフルを供給していた。第一次大戦後の 1918 年には民間市場に進出したが、第二次世界大戦前には再び軍需企業となった。大戦中のドイツによる接収を経て、戦後はノルウェー国営企業となり、近代化が開始された。1987 年には、軍事部門以外の部門の民営化が開始され、1995 年に現在の社名「Kongsberg Gruppen ASA」となった。

現在、Kongsberg Gruppen は、船用システム部門 Kongsberg Maritime（KM）、軍事・航空部門 Kongsberg Defence & Aerospace（KDA）、デジタル部門 Kongsberg Digital（KDI）の 3 事業部門で構成されている。自動運航技術、船用シミュレーター、オートメーション、人工知能などのデジタル技術は、2016 年設立の Kongsberg Digital が担当している。

2021 年のグループ全体の新規受注は最高の 420 億 NOK（ノルウェークローネ）を記録し、売上は前年比 7.2%増の 274 億 NOK であった。受注残は 495 億 3,500 万 NOK である。総従業員数は 11,122 人（2020 年：10,689 人）である。

Kongsberg Gruppen の 100%子会社である Kongsberg Maritime は、1997 年、Kongsberg Gruppen 内の船用企業、即ち Kongsberg Simrad（1946 年設立、1996 年 Kongsberg が買収）、Kongsberg Norcontrol（1965 年設立、1992 年 Kongsberg が買収）、Kongsberg Norcontrol Simulation、Simrad が統合され、誕生した企業である。さらに 2003 年、Kongsberg Simrad、Kongsberg Maritime Ship Systems、Simrad のビジネスが再統合され、世界最大級の船用電子システム企業 Kongsberg Maritime AS となった。その後も Kongsberg Maritime は企業買収により

拡大を続けている。

2019年4月、Kongsbergは、英国Rolls-Royce plc.の民間船用部門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)へと急増したが、2020年には米国子会社Hydroidの売却と引き続きCM部門の人員削減(2019~2020年間に485人削減)により6,815人に減少した。2021年末時点では6,857人である。

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(ノルウェー、フィンランド、ドイツ、スウェーデン、英国、カナダ、米国、中国)に22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船用技術企業となった。

### <業績>

Kongsberg Gruppenが2022年2月10日に発表した2021年1-12月期年連結決算(速報値)によると、Kongsberg Maritimeの2020年の新規受注は、製品、サービスとも昨年度のCOVID-19感染拡大の影響から回復し、洋上風力発電関連、艦艇、タグボートなどの新造船市場の需要増加が顕著であった。特に、風力タービン設置船3隻向けの機器システムのパッケージ受注が大きく寄与した。旧Rolls-Royce Commercial Marine (CM)のビジネス統合によるシナジー効果も表れている。受注残も前年から14%増加した。

注：2019年の第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。2020年の業績では両社のビジネスは完全統合されている。

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、船用サービス

Kongsberg Maritimeの業績推移

(単位：100万NOK)

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
KM売上	7,429	7,545	8,905	-	-
CM売上			7,134	-	-
売上合計			16,039	16,319	16,507
KM営業利益	642	594	1,091	-	-
CM営業利益			369	-	-
営業利益合計			1,460	1,532	1,977
受注高	7,336	8,884	15,469	15,925	17,936
年末受注残	4,820	5,739	12,095	11,386	13,023

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。

2021年の売上の部門別内訳は、グローバル顧客サポート・サービス44%、統合ソリューション21%、センサー・ロボット15%、推進・エンジン14%、システム・甲板機器5%であった。

## <新規受注>

2021年のKongsberg Maritimeの特筆すべき受注例は、以下の通りである。

2月、大宇造船海洋で建造され、ロシアNovatek LNGCがチャーターするLNGプロダクトタンカー「Novatek」向けに甲板機器を受注。

3月、ノルウェーMyklebust Verftが建造するSolvtransの活魚運搬船向けに「Promas」推進システム、スラスタ、発電機、電気系統、自動化システムなどの機器・システムを7,000万NOKでパッケージ受注。Solvtransは2025年までに活魚運搬船18隻を建造する70億NOKの計画を持っている。

3月、オランダHeesen shipyardが建造する高速スーパーヨット「Skyfall」向けに「Kamewa」ウォータージェット4基を受注。

3月、米国Keppel AmFELSが建造するDominion Energyの風力タービン設置船(WTIV)向けにモーションコントロール、推進システム、DPシステムを含む統合技術ソリューションを4,000万ドルで受注。

3月、ノルウェーの訓練船「MS Gann」向けに統合ソリューションを4,120万NOKで受注。

5月、ノルウェーHurtigruten Norwegian Coastal Expressの既存船3隻のハイブリッド化へのバッテリー、ディーゼルエンジン、エネルギー管理システムを含むシステムをパッケージ受注。

6月、ノルウェーAwind ASが中国CMHIで建造する建設サービスオペレーション船(CSOV/SOV)2隻の設計と機器・システム一式を2億5,000万NOKでパッケージ受注。同2隻はKongsbergの「UT 5519 DE船型」を採用する。

6月、Maran Gas Maritimeの全船隊(LNG運搬船20隻以上)向けに情報管理システム「K-IMS」を受注。

7月、中国COSCOが建造するデンマークCadelerの風力タービン設置船(WTIV)2隻向けに総合技術・システムを4,900万ユーロでパッケージ受注。

9月、ノルウェーVARDが建造するRem Offshoreの洋上風力発電メンテナンス船(Construction Service Operations Vessels : CSOV)2隻向けにトンネルスラスタ、アジマススラスタ、格納式スラスタを含む永久磁石スラスタ一式と「K-Master」ブリッジ制御システムをパッケージ受注。このサイズのPMパッケージの搭載は世界初である。

12月、ノルウェーHavila Kystrutenのクルーズ船「Havila Capella」向けに、エンジンと永久磁石スラスタシステム「KM Azipull-PM」をパッケージ受注。Kongsbergは同船を含むHavilaのクルーズ船隊4隻向けにBergenガスエンジン16基を引き渡す予定である。

## <新製品>

2021年に発表された主な新製品は以下の通りである。

- 6月、新JCS (Jet Control System) プラットフォームを採用したウォータージェット制御システム「JCS Compact」及び「JCS Extended」を発表。共通プラットフォームの採用により、低コスト化と小型化が実現した。
- 10月、海洋環境データの収集、可視化、分析、管理などを可能にするクラウドベースのデジタルツールボックス「Blue Insight」を発表。

## <Rolls-Royce 民間船用部門の買収>

2018年7月、Kongsberg Maritimeの親会社であるKongsberg Gruppenは、英国Rolls-Royceの民間船用部門(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 船用部門は、25,000基の動力・船用システムの販売実績を持ち、同社製品は世界70か国の艦艇を含む30,000隻以上に搭載されている。また、同社設計のUT船型のオフショア船の受注実績は650隻を超える。2016年には、アジマス式スラスタの受注実績が30年前の発売

以来 1,000 基に達した。民間船用部門の従業員数は約 3,600 人であった。

2015 年以來、石油・ガス市場とオフショア市場の低迷により Rolls-Royce 船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、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。

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。

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船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。その効果は、既に 2020 年には 9 億 NOK、2021 年には 11 億 NOK 規模のクロスセールス（既存顧客からの別製品の追加受注）として表れている。うち、5 億 NOK は洋上風力発電プロジェクト関連である。

## <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。（船用デジタル技術は、デジタル部門 Kongsberg Digital が担当）

### 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、Kongsberg 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る 10 件以上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「Solvkrona」の運航を開始した。さらに、2018 年には、ノルウェー大手船社 WILHELMSSEN と、自動運航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。

2020 年 1 月には、ノルウェー海事クラスターの企業・組織と共同で、自動運航技術に関する新たな EU 助成プロジェクト「AUTOSHIP」を開始した。沿岸及び内陸水路向けの次世代自動運航船を開発する。

また、2020 年には、ノルウェー食品輸送企業 ASKO がインド Cochin Shipyard で建造する全長 67m の自動運航電動フェリー 2 隻向けに自動運航システム、オートメーション、自動係船システムなどを受注した。オスロフィヨルドで運航される同船隊は、Massterly が技術管理と運航を行う。



2021年11月には、Kongsbergと世界最大の肥料メーカーYaraがノルウェー政府機関Enovaの1億3,350万NOKの支援により共同開発した世界初の自動運航電動コンテナ船「Yara Birkeland」がオスロフィヨルドで試験航海を行った。同船は、年間40,000回のトラック輸送の代替となり、CO<sub>2</sub>排出量を1,000トン削減する。

さらに、水素エネルギーの船用利用もKongsbergの研究開発課題のひとつである。2021年12月、2013年から実施されているEUの「HySeas」プロジェクトの一環として、Kongsberg Maritimeは、水素を船舶推進用のエネルギーキャリアとして使用するシステムの実証試験を行った。同システムは、英国スコットランドのオークニー諸島に就航するCMALの水素駆動旅客フェリーに搭載される予定である。CMALは2022年3月に、同船の設計を最終決定する計画である。同船の水素燃料は、港湾の風力発電により製造される。

#### <提携>

2019年10月には、ドイツMAN Energy Solutionsと船用共通データインフラの構築における協力を合意した。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。2020年には、エッジデータ収集とエンジン性能分析に関するABB Turbochargingとの提携も開始した。

2021年8月、Kongsberg Maritimeと日本財団-GEBCOの「Seabed 2030」プロジェクトは、2030年までに全世界の海底マップを作成するグローバルプロジェクトにおける協力を基本合意した。国連の海底資源の持続可能な開発目標を支援する。

同10月、Kongsberg MaritimeとノルウェーNorsepower Oy Ltd.は、Norsepowerの風力支援推進システム「Rotor Sail」をKongsbergが提供する推進システムの製品群に加えることに関する基本合意を締結した。

### 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/>

経営者：Thierry Vanlancker（CEO、2017年就任）、Jean-Michel Gauthier（Director、Marine, Protective and Yacht Coatings）

主要株主：米国 Massachusetts Financial Services Co.（3.83%）、米国 Harris Associates LP（3.59%）、米国 Causeway Capital Management LLC（3.49%）など

#### <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の化学メーカー Nobel Industries を買収して誕生した世界的な化学企業で、2008 年には、英国の大手化学メーカー ICI（Imperial Chemicals Industries）を買収し、さらに拡大した。現在は塗料ビジネスに専念しており、世界の塗料業界では第 3 位の企業である（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 は 60 以上のブランドを持つが、他のメインブランドとしては、装飾塗料 Dulux、装飾・産業用塗料 Sikkens、粉体塗料 Interpon がある。

AkzoNobel グループ全体では、世界で約 32,200 人（2020 年末、前年末：33,800 人）を雇用し、150 か国以上で製品を販売している。2020 年の企業買収による増加は 250 人であった。

同社の事業部門は、「Decorative Paints」（装飾用塗料）、「Performance Coatings」（産業用塗料）の 2 部門体制である。2018 年までは「Speciality Chemicals」（化学薬品）を含む 3 部門体制であったが、2017 年に AkzoNobel は同部門（従業員数 9,900 人）の売却・分割計画を発表し、同部門は 2018 年 10 月に 58 億ユーロで売却された。（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 2022 年 2 月 9 日に発表した 2021 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、COVID 感染拡大の影響を受けた前年から 14% 増の 95 億 8,700 万ユーロであった。2019 年と比較しても 9% 増となっている。一方、営業利益の減少は、原材料その他のコスト上昇（7 億 6,900 万ユーロ）に起因する。

**AkzoNobel の業績推移** (単位：百万ユーロ)

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
売上	14,575	9,256	9,276	8,530	9,587
営業利益	1,525	1,037	1,341	1,442	1,436

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)

2021年、同社は塗料企業としては初めて、科学根拠に基づいて設定されたサステナビリティ目標の公式認証を受けた企業となった。同社は、パリ協定の1.5°C目標を支持し、カーボン排出量を2030年までに2018年基準から50%削減することを目標としている。

**<企業買収>**

AkzoNobel は、数々の企業買収・売却を繰り返してきたが、近年の主な企業買収としては、2016年、ドイツの総合化学メーカーBASFの産業塗料部門を4億2,500万ユーロで買収した。同部門は英国と南アフリカに製造拠点をもち、従業員数は約350人である。

近年の船用塗料関連の買収としては、2020年第4四半期、米国の大手ヨット塗料メーカーNew Nautical Coatingsの買収が完了した。

**<船用塗料部門>**

業界第1位のAkzoNobelの船用塗料部門(ヨットを含む)は主に英子会社International Paint社が担当し、粉体塗料、産業用、車両・航空機及び特殊塗料と共にAkzoNobelのPerformance Coatings部門に含まれている。

2021年のPerformance Coatings部門全体の売上は、前年比15%増の56億300万ユーロであった。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。船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20.8%(2021年)を占めるAkzoNobel船用・保護塗料部門は、保護塗料市場とヨット塗料市場では1位、船用塗料市場では2位の市場リーダーである。(2021年)

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

	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
売上	1,299	1,291	1,306	1,068	1,164

2021年の船用・保護塗料部門の業績は、売上はCOVID-19感染拡大の影響から回復し、前年比10%増の11億6,400万ユーロとなった。成長率の高いヨット部門に加え、下半期には新造船向けの塗料、保護塗料部門でも回復が見られた。特に保護塗料の需要が増加した。

**<主力製品・新製品>**

同社の主力製品である高性能船用塗料「Intershield 300」の1988年の発売以来の採用実績は、2016年11月に20,000件を超えた。新造船への採用実績は4,600隻以上に上る。同塗料は、2012年5月に、2013年1月発効のIMOの新基準である貨物油タンク向け保護塗料の型式承認(IMO PSPC COT)を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 億トンの船用燃料削減と 3,200 トンの CO<sub>2</sub> 削減に貢献したとしている。

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

また、2016 年 9 月に発売された「Intersleek 1000」は、羊毛から抽出した再生可能なバイオ原料を利用した特許技術ラニオン技術を採用した初の防汚塗料である。船舶の燃料消費量と CO<sub>2</sub> 排出量を最大 6% 削減する。AkzoNobel は環境に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、船用顧客向けの最新製品情報を提供するモバイル app を発表した。

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。

2020 年 12 月には、米国のヨット塗料メーカー New Nautical Coatings を買収した。同社は北米で人気の高いヨット塗料ブランド「Sea Hawk」を持つ。

2021 年の新製品としては、10 月、最もサステナブルな船体管理パッケージ「Intertrac HullCare」を発表した。「Intertrac HullCare」は、遠隔操作による検査、先進クリーニング技術、ビッグデータモニタリングを統合したソリューションである。同社は、船体の良好な状態を維持する 10 年間スキームを選ぶことにより、最大 34,000 トンの CO<sub>2</sub> 削減と、460 万ユーロの燃料費削減を実現することができるとしている。

## <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 : 2 億 5,500 万ユーロ)。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船用塗料研究所は、AkzoNobel 最大級の研究開発拠点で、さらに 2019 年には同拠点を拡大し、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、船用塗料の性能改善に関するデータのモニタリングと研究開発を開始した。

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

2017 年には、ガスタンカー船社 Barrier Group 及びドローン企業 DroneOps と共同で、ドローンを使用した船体及びバラスタ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の船用塗料部門 International とスイスの環境保全機関 The Gold Standard Foundation が共同で開発した「カーボン・クレジット」手法を発表した。船主・船社は、現行の船用塗料を、バイオサイドを使用しない「Intersleek 1100SR」等の先進塗料に切り替えることで、環境性を保ちながら船舶の燃費を改善、CO<sub>2</sub>排出量を削減し、それによりクレジット、即ち収入を得るという手法である。2014年10月時点の同プログラムへの参加企業は2船社17隻であった。

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

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

2016年10月時点において、50隻以上がカーボン・クレジット・プログラムに参加おり、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人規模の新技术研究センターを開設した。

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

2019年には、英国フェリング拠点に1,300万ユーロを投資した新研究設備を開設した。船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

経営者：Lars Petersson（Group President & CEO of Hempel A/S、2019年7月就任）、Alexander Enström（Hempel Vice President and Head of Marine、2021年2月就任）  
所有者：Hempel Foundation（1948年に創業者 J.C. Hempel が自己持ち株で設立した財団で、Hempel Group を100%所有。個人または企業株主はおらず、配当は全て財団に還元される。同社事業への長期的投資と研究開発の他、社会福祉事業を行っている。）

### <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）、28 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。2020 年末時点の従業員総数は 6,099 人（2019 年末：6,201 人）である。

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、韓国及び中国蘇州市及び煙台市の製造拠点の拡張及び新設計画を発表した。2020 年にはサウジアラビアの新工場が稼働した。中国の新製造拠点は 2021 年と 2022 年に竣工予定である。また、4,000 万ユーロを投資し、全世界の製造施設の近代化、最適化を行っている。2019 年には 700 万ユーロを投資し、デジタル化とアップグレードを進めた。

同社は、舶用、風力発電、火力発電、石油・ガス、インフラ設備、産業、コンテナ、ヨット市場向けに塗料を製造・販売している。現在の市場別の事業部門は、Decorative、Marine、Infrastructure、Energy である。

同社は 2020 年からの 5 年間で売上を倍増し、2025 年には 30 億ユーロとするという「Double Impact」戦略を展開している。イノベーションとデジタル化を促進し。選択した市場セグメントとサステナビリティにおけるリーダーシップを実現する。売上の 50%以上は、Hempel がリーダーシップを持つ市場から創出し（現在は 10%）、売上増加分の 50%は企業買収から創出する。

Hempel は、パリ協定の 1.5°C 目標に連動し、2025 年までに自社オペレーションをカーボンニュートラルとする。また、高効率でサステナブルなソリューションにより、顧客の CO<sub>2</sub> 排出量を年間 750 万トン削減することを目標としている。

## <業績>

Hempel は中間決算を発表しないため、直近の財務情報は同社が 2021 年 3 月 3 日に発表した 2020 年 1-12 月期の年次報告書となる。それによると 2020 年の売上は、世界的な COVID-19 感染拡大という厳しい状況にも係らず、DIY 市場の需要が増加した装飾塗料と船舶の定期乾ドック中に使用される保護塗料が比較的好調で、前年比 3.2%増の 15 億 4,200 万ユーロであった。欧州船主による大型新造船建造が増加したこともプラスとなり、船用部門の業績は予想を上回った。船用保護塗料「Hempaguard X7」の実績は、2,000 アプリケーションを超えた。

Hempel の業績推移 (単位：百万ユーロ)

	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
売上	1,424	1,378	1,346	1,534	1,542
営業利益	130	115	90	92	89

2020 年の Hempel の船用部門の売り上げは、前年比 12%増の 4 億 1,300 万ユーロ (2019 年：3 億 7,700 万ユーロ) で、グループ売上の 27% (2019 年：24%) を占めている。

## <船用製品>

Hempel の船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、現在の製品名は、「Hempaguard X7」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<sub>2</sub> 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、2020 年 12 月には 2,000 隻を超えた。同社は、「Hempaguard X7」は、26 億ドル分の燃料消費量削減と 2,350 万トンの CO<sub>2</sub> 排出量削減に貢献したと述べている。

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<sub>2</sub> 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、バラスタタンク向けのプライマーとして開発され、IMO のバラスタ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タ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。

他の主力船用製品としては、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・サービス>

2019年9月には、新船用塗料「Hempaguard MaX」を発売した。同製品は2013年の発売開始以来、2,000隻超の採用実績がある高性能船用塗料「Hempaguard X7」をベースとしている。

「Hempaguard MaX」は船体の流体力学効率を改善し、船舶の燃料消費量、排出量を増加させるドラッグを軽減する。

2020年9月には、遠隔操作型無人潜水機（ROV）を利用した船体の水中検査サービスを開始した。港湾または沖合に停泊中の船舶の塗装状態の検査を行う。サービスは当初アジア太平洋地域の主要港で開始し、将来的には全世界のハブ港に拡大する。

同年12月には、実績のある防食塗料「Olympic+」及び「Oceanic+」を改良し、「Oceanic Protect+」、「Oceanic Flex+」、「Olympic Protect+」、「Olympic Flex+」、「Olympic Protect」の5製品を発売した。

#### <提携>

2019年10月、Hempelは、海運の排出量を大幅に削減し、2030年までに経済的に可能なゼロエミッション船（ZEV）の実用化を目指す産業グループ「Getting to Zero Coalition」に参加した。Hempelは、船体の流体力学効率を向上させる船用塗料により、排出力削減に貢献する。

2020年9月、Hempelは、長年の協力関係にあるデンマークの風力発電タービンメーカーVestasと、戦略的提携契約を締結した。2020年11月には、Hempelは「Vestas Sustainability Award 2020」を受賞した。



## 第2編 欧州造船関連技術開発動向

### 第4章 EU助成共同研究開発プロジェクト

#### 4-1 Computational Tools for Shipbuilding（造船向け計算ツール）

2021年12月2日、「Computational Tools for Shipbuilding」（造船向け計算ツール）と題されたプロジェクトへの募集が開始された。応募締め切りは2022年4月26日である。同プロジェクトには、EUの次期フレームワークプログラム「Horizon Europe」から700万ユーロ（800万ドル）の補助金が支給される。

先進的計算システムは、複雑な高付加価値の船舶の建造、メンテナンス、改造、修繕に係わる欧州の優位性を維持するために不可欠であると考えられている。欧州の造船所が使用する計算システムは独自のものが多いため、維持が難しく、旧弊化が進んでいる。一方、海外の競合造船所は、先進的な計算ツールの研究開発を継続的に行っている。

欧州がハイテク造船技術市場において将来的にも競争力を維持するためには、船舶設計への革新的な新技術の統合を可能にする先進的計算ツールが要求される。新技術には、e燃料、再生可能エネルギー、電化、ハイブリッド化など新たな動力ソリューションを含む。計算システムは、競争力のある建造工程に利用されると同時に、船舶のライフサイクルを通じて必要となる設計や機器の変更にも対応しなければならない。

#### 4-2 FIBRE4YARDS（Fibre composite manufacturing technologies for the automation and modular construction in yards：造船所のモジュール型建造と自動化のためのファイバー複合材製造技術）

2021年1月1日、「シップヤード4.0」概念に基づく新たな建造技術に焦点を当てた研究開発プロジェクト「FIBRE4YARDS」が開始された。その目的は、「シップヤード4.0」環境でデジタル化、自動化されたコスト効果の高いファイバー強化船のモジュール型建造手法の開発である。

同プロジェクトは、欧州の中小造船所の国際競争力の向上を目指している。製造コストの高さとリサイクルの困難さが、FRP（繊維強化プラスチック）を用いた船体と部品の大量生産への障害となっている。FRP製部品製造のスケールアップには、製造コストと品質管理の適性バランスを見出す必要がある。

プロジェクトの主目的は、他産業の先進的製造技術（適応型鋳型、ATP/AFP\*、3D印刷、カーブド・プロファイル、ホットスタンピング、革新的な複合接続など）を特定し、「シップヤード4.0」環境における造船への技術移転、適用、組合せを研究することである。プロジェクトでは、FRP製造のフィジビリティ研究のための実証機を設計、製造する。

FIBRE4YARDSプロジェクトには、欧州の13企業・組織が参加し、スペインの研究機関Centre Internacional de Metodes Numerics（CIMNE）がコーディネーターを務める。中小造船所が主力となっているスペイン企業・組織の参加が多い。プロジェクト総予算760万ユーロ（870万ドル）のうち、EUが「Horizon 2020」プログラムから600万ユーロ（690万ドル）を拠出する。同3年間プロジェクトは、2023年12月31日に完了予定である。

\*ATP/AFP：自動テープ積層装置（ATP：automated tape laying）／自動繊維積層（AFP：automated fibre placement）

#### 4-3 GASVESSEL（ガス船）

2021年、EU欧州委員会は「GASVESSEL」プロジェクトの延長を承認した。同プロジェクトの究極的な目的は、EUの天然ガスの供給を多様化し、輸入への依存度を軽減することである。研究の焦点は、圧縮天然ガス（CNG）の海上輸送ソリューションの開発である。少量の短距離輸送

に関しては、CNGはLNGよりも経済的で実地的な天然ガスの形態である。

GASVESSEL プロジェクトでは、天然ガスの洋上生産施設から貯蔵施設への短距離及び中距離輸送に用いる新型貯蔵システムと輸送船の設計を開発した。開発された GASVESSEL 船型は、全長 205m、幅 36m、喫水 7.5m で、ガス輸送能力は 15,000 m<sup>3</sup> であるが、要求に応じて最終設計と容量を変更することも可能である。基本船型の動力機関は、CNG 駆動が可能な Wärtsilä の二元燃料エンジン (8V31DF 型) である。また、船底には空気潤滑システムを採用する。

同船型の特徴は、船体内に垂直に設置された圧縮ガスシリンダーという軽量化された貨物タンクである。スロベニアの CNGV 社が設計した同シリンダーは、カーボンファイバーに包まれたステンレス製である。

GASVESSEL プロジェクトには、ベルギー、キプロス、ドイツ、ギリシャ、イタリア、ノルウェー、スロベニア、ウクライナの海事業界及び産業界から 12 企業が参加している。プロジェクトコーディネーターはイタリアの船舶設計企業 Navalprogetti が務めている。

プロジェクト総予算 1,200 万ユーロ (1,370 万ドル) を EU 「Horizon 2020」プログラムがカバーする同プロジェクトは、2021 年 5 月 31 日に完了の予定であったが、2021 年 4 月、欧州委員会は 2022 年 1 月末まで 8 か月間の延長を承認し、追加助成を行った。延長期間中には、CNG シリンダーの最後の 4 本の実証試験、及び CNG シリンダー製造者へのマニュアルを完成させるために必要な全リファレンスデータの収集が予定されている。

#### 4-4 HOLISHIP (Holistic optimisation of ship design and operation through the life cycle : 船舶のライフサイクルを通じた船体設計とオペレーションの全体論的な最適化)

40 企業・組織が参加した 4 年間の大規模プロジェクト「HOLISHIP」は、2020 年末に完了した。プロジェクトの背景には、急速に複雑化している欧州建造船と浮体式構造物、及び規制環境の変化に対応する新たな設計コンセプト開発への必要性がある。

HOLISHIP アプローチは、市場要求、経済性、効率、安全性、環境負荷などの異なる分野を総合的 (全体論的) に統合することにより、船舶設計を新たなレベルに引き上げる。

プロジェクトの第一フェイズでは、関連する船舶設計の課題全てを処理するプラットフォームと設計・分析ツールのシステムを開発した。第二フェイズでは、第一フェイズで開発された技術を異なる 9 件のモデルに適用した。これらのモデルは、多様な船種と省エネルギー手法、船体の軽量化、予測的メンテナンス、ライフサイクル性能、先進的操船装置などの幅広い要素をカバーしている。さらに、プロジェクトでは 3 船種 (ROPAX フェリー、両頭型ローカルフェリー、氷海仕様オフショアプラットフォーム) の概念設計を開発し、流体力学分析と構造、復原性、コスト分析との相互関係を含む複数の異なる要素の初期設計における統合の評価を行った。

HOLISHIP プロジェクトの最大の成果は、船舶または建造中の製品の全ライフサイクルを含む統合設計ソフトウェアプラットフォームである。同プラットフォームでは、設計のバーチャル試験と実証も可能である。

プロジェクト総予算 1,143 万ユーロ (1,300 万ドル) は、EU が「Horizon 2020」プログラムから全額を負担した。プロジェクトコーディネーターはハンブルク試験水槽 HSVA が担当した。

2021 年には、HOLISHIP プロジェクトの参加パートナーが、プロジェクト成果の市場化に着手した。プロジェクトで開発された先進的設計及び分析ツールに、顧客がアクセス可能な統一されたリファレンスポイントを構築する。これにより、総合的な HOLISHIP 「パッケージ」、または個別の設計に統合する特定の要素のみを利用するという選択の柔軟性を提供する。

#### 4-5 LASH FIRE

4 年間プロジェクトである「LASH FIRE」は、RORO 船の火災に関する安全性の重要な要素の特定を行っている。この EU 助成プロジェクトの目的は、船内火災の効果的な防止及び外部からの支援を要請することなく対処することを目指した国際 (IMO) 規制改正への技術的根拠を示す

ことである。

同プロジェクトでは、RORO 船の火災の各段階における防火機能を向上させるオペレーションと設計ソリューションを開発し、実証する。また、特定された 20 項目の課題をもとに、新たなソリューションを開発、そのフィジビリティ評価を行う。開発されたソリューションの規制当局による承認を目指し、リスク軽減とコストへの効果を評価し、また運航者と旗国の諮問グループを設立する。

LASH FIRE プロジェクトは、RORO 船の独立した防火機能を大幅に向上させ、RORO 船の火災発生頻度を 35%削減、死者を 45%削減するという野心的な目標を掲げている。

同プロジェクトは 2023 年 8 月 31 日に完了予定である。プロジェクト総予算 1,350 万ユーロ (1,550 万ドル) のうち、EU が「Horizon 2020」プログラムを通じて 1,220 万ユーロ (1,400 万ドル) を拠出している。LASH FIRE は海事産業界から 26 企業・組織が参加する大規模プロジェクトである。プロジェクトコーディネーターはスウェーデンの研究機関 RISE が担当する。

#### 4-6 Mari4\_YARD (User-centric solutions for flexible and modular manufacturing in small and medium-sized shipyards : 中小造船所における柔軟性の高いモジュラー製造に係るユーザー中心のソリューション)

EU の「Horizon 2020」プログラムの助成プロジェクトである「Mari4\_YARD」は、人件費の安い海外造船所との激しい競争に直面している欧州の中小造船所の競争力向上を目指している。

2020 年 12 月に開始された同プロジェクトは、2024 年 12 月に完了の予定である。その目的は、製造工程の改善と製造コストの削減である。技術的目標は以下の通りである。

- オペレーターのスキルと職人技を統合した COBOT (協働ロボット) ソリューションの開発。
- 造船所作業員を支援するポータブル小型 AR/MR (拡張現実/複合現実) ツールの開発。
- 作業員の疲労と肉体的ストレスを軽減する AI (人工知能) 支援型外骨格型ロボット (exoskeleton) の開発。
- 作業員の知識とスキルを活用することにより、重労働の作業を支援する作業員中心のツールの導入。
- Mari4\_YARD プロジェクトの成果を中小造船所で実証し、EU 全域の造船所の工程への導入を目指す。

プロジェクトには欧州 9 か国から技術機関、研究機関、技術メーカーを中心に 18 企業・組織が参加しており、コーディネーターはスペインの研究機関 AIMEN (Asociacion de Investigacion Metalurgica del Noroeste) が務めている。EU は、プロジェクト総予算 590 万ユーロ (680 万ドル) の約 85%に相当する 500 万ユーロ (570 万ドル) の補助金を拠出している。

巨大な装置をベースとした現行の自動化ソリューションは、中小造船所の生産性向上には適していない。Mari4\_YARD プロジェクトでは、生産性を向上させると同時に、重労働の作業の精度と品質を向上させるコスト効果が高く、変更可能で作業員中心の手法を開発する。

#### 4-7 RESURGAM (Robotic survey, repair and agile manufacture : ロボット化されたサーベイ、修繕、迅速な製造)

2021 年 2 月 1 日に開始された EU 助成プロジェクトである「RESURGAM」の目的は、新たなハイテク船の建造における欧州の中小造船所の生産性向上と、専門的な修繕とメンテナンス市場へのアクセスを可能にすることである。プロジェクトの中心となる技術は、アルミニウム船舶の建造に用いられている摩擦攪拌接合 (friction stir welding : FSW\*) である。FSW 技術は、歪みが少なく信頼性の高い、環境にもやさしい溶接技術である。同技術は、過去に EU の第 7 次フレームワークプログラム内で実施された「HILDA」プロジェクトで研究された。

最近の FSW 技術に利用可能な工具材料の進化により、同技術の鋼材構造への適用の可能性が高まっており、これが RESURGAM プロジェクトの開始と助成の動機となっている。プロジェクトを主導する中心的機関のひとつは、1991 年に FSW 技術を開発した英国ケンブリッジの溶接研究所 The Welding Institute (TWI) である。同研究所に加え、プロジェクトには 9 か国から 12 の企業・組織が参加している。

欧州委員会は、2024 年 1 月 31 日に完了予定の 3 年間プロジェクトである RESURGAM プロジェクトの総予算 620 万ユーロ (710 万ドル) に対し、「Horizon 2020」プログラムから 500 万ユーロ (570 万ドル) を拠出している。

プロジェクトのコーディネーターは、ブリュッセルの欧州溶接・接合・切断連盟 (European Federation for Welding, Joining and Cutting) が務める。技術管理は、パイプライン修理・メンテナンス用の FSW ロボットクローラーを開発した英国 Forth Engineering 社が担当する。

RESURGAM プロジェクトの 13 参加企業・組織は、新たな材料との組合せにより、造船所の既存 CNC (コンピューター数値制御) 機械にレトロフィット可能な鋼材溶接システムへの FSW 技術の転用を目指す。また、AI (人工知能) を活用した水中溶接修理が可能なロボットシステムへの FSW 技術導入の研究も行う。

プロジェクトの中心となる技術は、高度船舶のモジュール製造、及び修繕、改造、メンテナンスの計画と実施において、関係者 (ステークホルダー) 間の協力を可能にするデジタルコネクティビティーである。プロジェクトでは、既に自動車産業、航空産業では広く採用されている「インダストリー4.0」の安全なデジタルインフラと技術を導入した製造・修繕能力は、欧州全域において迅速で協調した船舶とボートのモジュール建造を可能にすると期待している。

鋼材への FSW 技術の利用により、世界中どこでもその場で船舶の修繕が可能となり、損傷を受けた船舶を最も近い乾ドックまで移動させる必要がなくなる。船主はどちらかのオプションを選ぶことができるようになり、また修繕所のビジネスの幅も広がる。

\*FSW (摩擦攪拌接合) 技術では、溶接は溶解することなく固相 (solid phase) で行われる。回転する非消耗溶接工具と加工材料の間には摩擦熱が発生する。摩擦熱により加工材料は溶解点に達することなく軟化し、工具が溶接ラインに沿って横断することで、ふたつの部材を固相接合する。

#### 4-8 USWE (Upskilling Shipbuilding Workforce in Europe : 欧州造船労働力のスキルアップ)

2020 年 11 月 26 日、将来的な欧州造船業の労働力のニーズを研究する EU 助成プロジェクト「USWE」(Upskilling Shipbuilding Workforce in Europe : 欧州造船労働力のスキルアップ) の最終会合が開催された。USWE プロジェクトは、インダストリー4.0 技術の造船所へのインパクトを解明し、スキルギャップと将来的に必要なスキルとトレーニングを特定した。

この 2 年間プロジェクトは、欧州造船工業会 SEA Europe、欧州労働組合 IndustriAll Europe が主導し、トゥルク応用科学大学 (フィンランド) と職業・教育訓練応用研究所 Tknika Basque VET (スペイン) が協力した。

USWE プロジェクトでは、EU 造船労働者への要求は、急速な技術進歩、デジタル化やインダストリー4.0 (第 4 次産業革命) / シップヤード 4.0 への技術転換、環境規制とゼロエミッション船、COVID-19 の影響、造船業への若年層のリクルートの困難さ、必要なスキルを持つ労働力の不足などの要因により、今後も変化してゆくと予想している。

同プロジェクトでは、2020 年から 10 年間の動向を考察した。2030 年においても、欧州造船業は依然として特定分野のスキルを持つ労働者 (「ブルーカラー」労働者) を必要としている。職種としては、溶接工、機械工、塗装工、電気工、現場監督、船大工、配管工、旋盤工、インテグレーター、3D デザイナー、電子技術者などである。これに加え、インダストリー4.0 のデジタルスキル及び「グリーン」なスキルを持つ新たな労働者が必要となる。さらに、データサイエンティスト、3D 印刷技術者、システムアーキテクト、サイバーセキュリティ専門家などの技術職への

需要も高まる。現在と同様に、将来的にも工業技術者、機械技術者、電気技術者、造船技師への需要増加への対応と維持が必要となる

現在（2020年）の欧州造船所労働者の40%は、2030年までに定年を迎える。このため、欧州造船業は緊急に新たな労働力を採用し、世代間のスキルと知識の移行を完了しなければならない。欧州造船業がCOVID-19危機を生き延びることができた場合、造船業及び関連船用産業の将来的な雇用は増加する。

高スキル労働者のトレーニング、採用、及び維持のためには、今後5年間に毎年7%、合計約201,600人のスキルアップと再訓練が必要となる。また、2030年までに約234,000人の新たな高スキル労働力を採用しなくてはならない。この目標達成のためには、10億ユーロ（11億5,000万ドル）規模の民間及び公的投資が必要となる。

#### 4-9 VesselAI (Enabling maritime digitalization by extreme-scale analytics, AI and digital twins : エクストリームスケール解析、AI、デジタルツインによる海事産業のデジタル化)

EU助成プロジェクト「VesselAI」の目的は、船舶設計と運航効率の最適化のために船舶の挙動のモデル化と予測を行うフレームワークの開発である。

デジタルツイン技術を活用したフレームワークは、大量のデータを収集・統合し、様々な動的条件下での船の挙動のほぼリアルタイムの高精度なモデリングと最適化を可能にする。

また、VesselAIプロジェクトでは、海運業のデジタル化（ビッグデータを用いたイノベーションとソリューション）をさらに進めるために、人工知能（AI）、クラウドコンピューティング、高度なハイパフォーマンス・コンピューティング（HPC）を活用する可能性を研究する。

2021年1月1日に開始された実施期間3年間のVessel AIプロジェクトには、フィンランド、フランス、ギリシャ、オランダ、ノルウェー、ポルトガルから13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国立アテネ工科大学（NTUA）が務める。EUが「Horizon 2020」プログラムからプロジェクト総予算600万ユーロ（690万ドル）を全額拠出している。

## 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 FlexiMan (Flexible additive manufacturing for competitive maritime components : 競争力のある船用製品の柔軟な付加製造)

FlexiMan プロジェクトは、付加製造 (Additive Manufacturing : AM) 及び指向性エネルギー型 3D 積層造形 (Directed Energy Deposition : DED) 技術による船用製品の柔軟な製造手法の開発を目的としている。究極的な目的は、従来の製造手法と比較した場合のコストとリードタイムの 40%削減である。

同プロジェクトでは、特に DED 手法と DED 手法で製造された部品の適格性に焦点を当てる。この実際のプロジェクトで開発される製造手法は、DED 技術と従来の製造方法を組み合わせたものとし、多様な製品の競争力を向上させる。

プロジェクトでは、推進及びポンプシステムに関連する 3 種類の部品を製造し、それに使用された製造手法の実証を行う。さらに、金属研削くずのリサイクル方法を研究し、付加・ハイブリッド製造 (AM/HM) 工程で「サステナブル」な金属粉として利用する。

2020 年 3 月に開始された FlexiMan プロジェクトは、2023 年 2 月末に完了予定である。プロジェクト総予算 150 万ユーロ (170 万ドル) のうち、110 万ユーロ (130 万ドル) を、EU の研究開発共同出資プログラムである「MarTERA」のパートナーであるノルウェーリサーチカウンシルとドイツ連邦経済エネルギー省が拠出する。プロジェクトは、ノルウェーの研究機関 SINTEF が主導し、ノルウェーとドイツの企業・組織が参加している。

### 5-2 SEA Defence (Survivability, electrification, automation, detectability enabling foresight of European naval capabilities in extreme conditions : 極限条件における欧州海軍能力のサバイバル性、電化、自動化、検出性の動向)

2020 年 5 月に承認された「SEA Defence」プロジェクトは、2020 年 12 月に初回会合が開催され、2021 年に作業を開始した。2020 年末には欧州委員会が 1,429 万ユーロ (1,640 万ドル) の補助金を正式に承認した。同プロジェクトは、欧州の海軍防衛技術と産業基盤の強化に焦点を当てている。

「SEA Defence」プロジェクトでは、次世代海軍プラットフォームと今後の開発プログラムに含まれる技術のロードマップ準備のためのフィジビリティ研究を行う。

同プロジェクトには、英国を除く主要な欧州の艦艇造船国が参加している。オランダ国防省が主導する同プロジェクトには、参加国政府が支援を行っている。プロジェクトコーディネーターはオランダ Damen Shipyards Group、その他の参加企業・組織は、Fincantieri (イタリア)、Naval Group (フランス)、Navantia (スペイン)、Saab Kockums (スウェーデン)、thyssenKrupp Marine Systems (ドイツ)、Odense Maritime Technology (デンマーク)、Luerssen Defence (ドイツ)、TNO (オランダ)、MARIN (オランダ)、CTN (スペイン)、欧州造船船用工業会 SEA Europe (ベルギー) である。

### 5-3 TopTier

2021 年 5 月に開始されたオランダの海事研究所 MARIN が主導する共同産業プロジェクト「TopTier」は、荒天時の航行中にコンテナ船から失われるコンテナの増加に対する懸念が背景となっている。

TopTier プロジェクトの究極的な目的は、技術、設計、運航手段の改良により、このようなコンテナ損失を大幅に削減し、コンテナ輸送の安全性への信頼を取り戻すことである。

実施期間 3 年間の同プロジェクトには、世界の大手船社、船級協会、造船所、船用技術企業、研究機関、旗国当局など 34 企業・組織が参加している (2021 年 9 月現在)。

TopTier プロジェクトは、MARIN の主導で 2006～2009 年に実施された共同研究開発プロジェクト「Lashing@Sea」の研究成果を基礎としている。当時 10,000TEU であった最大のコンテナ船は、現在では 24,000 TEU へと大型化している。そのスケールとコンテナ輸送への経済圧力により安全性が犠牲となり、大規模なコンテナ損失を含む海難事故の度重なる発生につながっている。プロジェクトでは、現行の技術及び運航条件の問題を特定し、規制環境及び船内手順の改善案を提案する。

プロジェクトの主要素は、船舶の動揺と貨物固定方法を技術的に正確に理解し、設計、計画承認、運航の安全性計算に適用することである。積載条件、メタセンタ高さ (GM)、ウェザールーティング (最適航路選定)、近代的船舶の構造的柔軟性、甲板コンテナスタックの高さなどの多様な条件を考慮した精度の高い計算モデルを開発する。また、安全基準に対する実際の積載状況の負荷に関する情報をクルーに提供し、パラメトリック横揺れ、復原性の喪失、横揺れ減衰などの設計外の条件に対応または回避への認識と能力を提供する。

さらに、TopTier プロジェクトでは、コンテナとコンテナ角金具の状態、固定装置のメンテナンス、コンテナの重量、内容物、積荷の状態の正確なデータの追跡に関するオプションとインフラ要求の研究も行う。

同プロジェクトの成果は、プロジェクト参加企業・組織が共有する。参加企業・組織は、Maersk、MSC、Ocean Network Express (ONE)、Hapag-Lloyd、CMA CGM、Evergreen、NYK Line、Seaspan、Yang Ming である。また、研究結果は、トップダウンにより平等で安全な競合状態を保証するために、国際規制機関 IMO、ISO、IACS に提出される。

#### 5-4 TrAM (Transport—advanced and modular : 先進的なモジュール型輸送)

2021 年 6 月、TrAM プロジェクトの一環として、ノルウェー造船所はアルミニウム製船体を持つ完全電気旅客フェリーの建造を開始した。同船は、国際高速船安全性規定 (HSC コード) を満たす世界初のゼロエミッションの完全電気推進高速フェリーとなるとされている。

同フェリーは全長 31m、幅 9m で、旅客定員は 150 人、2MW 超の充電能力を持ち、電動モーター 2 基を駆動する出力 1.5 MWh のバッテリーを搭載する。同フェリーは TrAM プロジェクトの実証船となり、ノルウェーのスタバングル沿岸のコミューターサービスの実証実験を開始する。航海速度は 23 ノットと予想されている。

同電気フェリーは、船体と上部構造の両方がアルミニウム合金で建造されたモジュール構造により、製造コストを 25%、建造時間を 70% も削減する。

TrAM プロジェクトでは、同型船 2 隻の建造も予定しており、1 隻はロンドン市内のテムズ川の旅客サービス、もう 1 隻はベルギーの内陸水路の貨物サービスに投入する計画である。

TrAM プロジェクトは、ノルウェーの海事クラスター NCE Maritime CleanTech が主導し、ノルウェーその他の欧州諸国から 14 企業・組織が参加しており、EU が「Horizon 2020」プログラムから 1,170 万ユーロ (1,340 万ドル) を拠出している。加えてノルウェーのローガラン県政府が 6,800 万ノルウェークローネ (780 万ドル) を拠出し、さらにノルウェーリサーチカウンシルも資金補助を行っている。

## 第6章 欧州各国の造船研究開発プロジェクト

### 6-1 F4ST (Development of 4.0 technologies for the future shipyard of Navantia : Navantia の未来の造船所への4.0技術の開発)

スペイン北西部フェロル (Ferrol) 地域の企業4社は、造船所向けのインダストリー4.0技術の開発に関する共同研究開発プロジェクト「F4ST」を行っている。

F4STプロジェクトは、スペインの造船グループ Navantia が主導し、技術研究所 AIMEN、機械・鉄鋼企業 Intaf Promecan、電気エンジニアリング企業 ElectroRayma がパートナーとなっている。その目的は、複雑な船舶と洋上構造物の柔軟性の高い製造能力を実現する「シップヤード4.0」概念の評価と実証である。

プロジェクトの作業は、Navantia の造船所2か所の製造ラインの2分野、即ちサブブロック及び洋上風力タービンジャケットの製造工程に再構成可能なモジュール型セルを統合することに焦点を当てている。これらの2分野は、現在 Ferrol 造船所及び Fene 造船所の製造活動の60%以上を占めている。

さらに、4.0工程技術の導入により、各製造ラインにおけるサブブロックと部品の移動が迅速化し、生産性は大幅に向上すると予想されている。

F4STプロジェクトのパートナー企業4社は、寸法管理技術、検査技術、工程のデジタル化、デジタルツインの導入などの研究開発を行う。プロジェクトには、スペインのガリシア地方政府とEUが資金援助を行っている。

### 6-2 GREEN HYDROGEN (グリーン水素)

スペインの研究機関 SOERMAR と3つの造船所 (Freire Shipyard、Astilleros de Santander、Astilleros de Mallorca) は、「グリーン」水素の製造と貯蔵に関するフィジビリティ研究を共同で行っている。製造される水素は、造船所のエネルギー需要の一部を賄う燃料電池に供給される。

同プロジェクトは、スペイン産業商業ツーリズム省がスポンサーとなっている。プロジェクトの目的は、スペインの造船所を、欧州造船業のクリーンな再生可能エネルギーの製造・貯蔵ノウハウの最先端として位置づけることである。これと並行して、EUの「Horizon 2020」プログラム内の研究開発イノベーションプロジェクトへのスペイン造船所の参加資格を向上させることも目的である。

### 6-3 INFUTURE (Future potential of inland waterways : 内陸水運の将来的なポテンシャル)

フィンランドでは、低排出の内陸水運の課題に関する研究開発プロジェクト「INFUTURE」が実施されている。その背景には、フィンランド東部のサイマー (Saimaa) 運河の閘門拡張工事により、さらに効率的な短距離貨物船の新設計が可能となったことがある。

INFUTUREプロジェクトでは、アアルト大学と Aker Arctic Technology が協力し、2種類の氷海仕様の一般貨物船の概念設計が開発された。そのひとつは、単独での通年航行が可能な氷海仕様 (アイスクラス) 「1A Super」を持ち、もうひとつは、砕氷船の支援を必要とするアイスクラス「1A」の船舶である。

「1A Super」バージョンは、アジマス式電動スラスタと特殊船型を持ち、Aker Arctic の特許技術である前進及び後進が可能な「ダブルアクティング」技術を採用している。一方、「1A」バージョンは、固定ピッチプロペラ1基と従来型船型を持つ。両船型とも開放水域における速力は11.5ノットで、主機燃料としてバイオ燃料の使用が可能である。

両船型とも、サイマー運河における航行可能期間を延長し、同地域の幅広い一般貨物やバルク貨物の輸送に対応する。



#### 6-4 INTENS (Integrated energy solutions to smart and green shipping : スマートでグリーンな海運向けの統合エネルギーソリューション)

フィンランドのイノベーションプロジェクト「INTENS」は、船舶設計の効率化とエネルギー効率の改善に関する 3 年半に及ぶ研究開発を完了した。プロジェクトでは数多くの新たなソフトウェア及びハードウェアのソリューションが開発され、その多くは既に製品としての商業化が進んでいる。

同プロジェクトの研究グループのひとつは、技術仕様や天候の影響などを含む船舶の計画された運航パターンに関する全データを統合したデジタル設計プラットフォームを開発した。他の研究グループは、航路計画や海象予報を考慮し、またエンジン冷却システム及び熱回収システムのモデルを含むクルーズ船の船内エネルギー需要を 24 時間前に予測する手法を開発した。推進力と居住区需要の両方を含むこのエネルギー需要予測には、マシンラーニング機能を活用している。

さらに、プロジェクトでは、連続的な運転効率評価によりサイクル効率を向上させるために、オーガニックランキンサイクル (Organic Rankine Cycle : ORC) の熱回収システムのデジタルツインを開発した。

プロジェクトのソフトウェア開発者は、航行規制、風力、波力、うねり、潮流、水深などの条件を考慮した新世代の航路計画アルゴリズムを開発した。また、ある研究グループは、船舶のメタンスリップ低減へのメタン酸化触媒の効果を研究し、二元燃料運转向けに改造された Wärtsilä 4R32 型 4 ストローク中速エンジン上で試験を行った。

INTENS プロジェクトには、フィンランドの海事企業 (Wärtsilä, Meyer Turku, Deltamarin) 及び 5 つの大学、研究機関を含む 14 企業・組織が参加した。また、プロジェクト参加企業・組織は、他の国内プロジェクト及び国際プロジェクトの参加企業・組織とも協働した。INTENS プロジェクトのコーディネーターはフィンランド技術研究所 VTT が担当し、フィンランド雇用経済省の機関である Business Finland が部分的に資金補助を行った。

#### 6-5 SAMSON (Tailor-made flow control for ship design : 船舶設計におけるテイラーメイドの水流制御)

船舶周辺の水流の状態は、抵抗や操船性などの船舶の動的特性に大きな影響を与える要素である。水流の制御と調整は、船舶の水流力学特性を改善し、設計の効率化につながる。

ドイツの共同研究開発プロジェクト「SAMSON」は、船舶向けの能動的及び受動的な流体制御の可能性に関する研究を行っている。操船性、耐航性能、出力需要への流体制御手法の効果を数値的に予測した後、牽引水槽において物理的なモデル実験を行う。

受動的流体制御手法はラダーとスタビライザーフィンのリーディングエッジの特殊加工、また船体とラダーの能動的流体制御は流体発振装置を使用する。流れの詳細は、レーザーベースの粒子画像流速測定法 (Particle Image Velocimetry : PIV) を用いて可視化される。さらなる詳細は、固有直交分解手法 (Proper Orthogonal Decomposition : POD) を用いて PIV データを主要モードに分解することにより得られる。

2022 年に完了予定の SAMSON プロジェクトには、ドイツ連邦経済エネルギー省 (BWMi) が部分補助を行っている。プロジェクト参加企業・組織は、ハンブルク試験水槽 HSVA、IB Fischer CFD + Engineering、プロペラメーカー Mecklenburger Metallguss (MMG) ロストック大学、Damen Marine Components のドイツ子会社である。

## 第7章 欧州各国の造船工業及び造船技術の動向

### 7-1 概況

回復基調にあるとはいえ、最も収益性が高く技術的にも進んだ海事ビジネスであったクルーズツーリズムの崩壊は、クルーズ船建造に特化している EU 造船国にとって、すべてのリスクアナリストの最悪のシナリオを超えるものであった。これによりクルーズ市場への依存度の高い欧州の主要商船造船国は、戦略の変更を余儀なくされた。

欧州造船所は、実績のある他の専門分野、及びその設計、技術、建造能力を活かすことのできる他のセクター、また緊急性が増している国内外の環境課題への対応などの新ビジネスへの参入を検討、実行している。この動きは欧州の海事産業全体で見られるが、特に Meyer Group、Chantiers de l'Atlantique、Fincantieri などの有力造船所は、国際ネットワークの拡張と、インフラ及び土木エンジニアリングなどの分野への多角化を進めている。艦艇建造セクターも、国内または欧州市場への依存から脱却し、海外への輸出志向を強めている。

2021年7月14日、EU 欧州委員会は「Fit for 55 Climate Package」と題された環境政策について発表した。この政策パッケージは、「EU グリーンディール」に示された EU の 2030～2050 年期の目標達成に向けたエネルギー及び気候に関する法規制を提案している。海運からの排出を 2030 年までに 55%削減し、2050 年までに気候ニュートラルを実現するという目標は、大きなチャレンジであると同時に新たな機会を創出している。しかしながら、目標達成には、海事産業からの多大な投資と各国政府からの幅広い支援が必要である。

欧州 16 か国の造船・船用企業を代表する業界団体である SEA Europe は、このような支出は、欧州造船所の「グリーン」な船舶と技術、サステナブルな燃料の開発への投資を促進するために、法的枠組み内で保証されるべきであると述べている。また、海運の気候ニュートラル化目標達成のためには、現在のイノベーション研究開発への投資に加え、さらなる EU 資金の投入が必要であると強調している。代替燃料と化石燃料の価格差の縮小、グリーン技術とサステナブルな代替燃料の開発促進、新環境技術と燃料の効果的な船舶への導入など多くの課題には、追加資金が必要である。このような幅広い課題の解決に向けて、SEA Europe は、新たな海事基金 (Maritime Fund) の設立を提案している。

SEA Europe は、内燃機関をはじめとする現行のエネルギー転換装置は、気候ニュートラルな合成燃料などを使用した場合には、海運の脱炭素化に大きく寄与すると考えている。欧州委員会は、「FuelEU Maritime」イニシアティブの中で、ライフサイクル評価 (LCA) アプローチを提案している。このアプローチは、将来的に最適な燃料と技術を選ぶ助けとなる。

### 7-2 フィンランド

#### <Meyer Turku>

フィンランド最大の造船所 Meyer Turku は、赤字を計上した困難な 2 年間の後、2021 年はクルーズ船市場、同社の財政状況とも回復の兆しを見せていると述べている。新造クルーズ船の引渡し延期に関する顧客との合意により建造計画が変更され、労働力は削減された。結果として受注残は 2026 年まで引き延ばされている。さらに、2021 年 8 月には、フィンランド国境警備隊向けの多目的巡視艇 2 隻の建造に関する基本合意を締結し、艦艇建造への動きも出始めている。

Meyer Turku の新造船受注残（2021年12月1日現在）

引渡し予定	クルーズ船名・型	総トン数 (GT)	船社
2021年12月	Costa Toscana (Costa Smeralda クラス 2 番船、 LNG 駆動)	184,000	Costa Crociere
2022年11月	Costa Toscana (Mardi Gras クラス 2 番船、LNG 駆動)	180,000	Carnival Cruise Line
2023年	Icon of the Seas (Icon クラス 1 番船、LNG 駆動)	200,000	Royal Caribbean
2024年	Mein Schiff 7	111,500	TUI
2025年	Icon クラス 2 番船 (LNG 駆動)	200,000	Royal Caribbean
2026年	Icon クラス 3 番船 (LNG 駆動)	200,000	Royal Caribbean

フィンランドの艦艇建造プログラムには、同国 2 位の造船所 Rauma Marine Constructions (RMC) も投資を行っている。2021年11月には、同造船所は、フィンランドの艦艇建造プログラム「Squadron 2020」の一環である多目的コルベット艦 4 隻の建造に向けた新組立工場の建設工事を開始した。2,600 万ユーロ (2,980 万ドル) を投資した新工場は、長さ 180m、幅 40m、高さ 30m で、2023 年以降の新造船建造を行う。

#### <新設計ソリューション>

2021 年、フィンランドを代表する造船・船舶設計ソフトウェア企業 Cadmatic と NAPA は、同社が共同開発した基本設計から詳細設計、建造、引渡しまでの新造船建造プロジェクトの全サイクルをカバーする既存設計ツールを統合したインテリジェントな設計ソリューションを発表した。この統合ソリューションは、設計、エンジニアリング、建造工程を最適化し、全段階でデジタル技術を活用している。データを統合し、参照と共同作業の総合的なプラットフォームを提供する。また、プロジェクトの初期段階からデジタルツインを利用することができ、3D モデルベースの船級承認が可能となる。

2021 年 11 月、Cadmatic は同社の造船ソフトウェアの新バージョン (2021T3) を発表した。新バージョンの改良点は以下の通りである。

- 構造部品に用いられる鋼板のマーキングのオンスクリーンでのエディティングと可視化を改良。
- 船内ケーブルの配線の決定に使用されるセグメントとノードのネットワークを作成するための新ユーザーインターフェイス。3D モデルを採用した新「再現」ツールにより、ユーザーは迅速かつ明確に配線網を作成、変更することができる。

### 7-3 フランス

#### <Fincantieri による Chantiers de l'Atlantique 買収計画の破棄>

2021 年 1 月、Fincantieri によるフランス最大手造船所 Chantiers de l'Atlantique の買収計画は、3 年以上に及ぶ交渉と見直しの末、ついに破棄された。この期間中には、当局により交渉完了予定日の延長が 5 回も認められていた。

2019 年 10 月、EU 欧州委員会は、市場競争に影響を与える可能性のあるこの買収計画の詳細な調査を開始した。買収計画断念の背景には、両造船所の統合により市場競争が減少し、既に統合の進んだ造船セクターにおける船価の上昇につながるという理由が挙げられる。この状況は、COVID-19 危機に伴うクルーズ船市場と新造船需要への影響により悪化している。市場状況の悪

化は買収計画の追い風になるとの予想もあったが、EUの決定は、COVID-19危機は長期的に市場構造を損なうものではないとの規制当局の考えを示している。それよりも造船業の一極化を問題視しており、また外国企業によるフランス有数の企業の買収に対するフランス国内の反対も無視できない。

Chantiers de l'Atlantique は、フランス政府が 84.3%の大多数を所有し、その他 Naval Group が 11.7%、地元企業が 1.6%、従業員が 2.4%を所有している。買収計画が成功した場合には、イタリアの国有企業である Fincantieri がフランス最大の造船所の 51%を所有することとなるはずであった。

### <大型船向け帆支援技術「Solid Sail/AeolDrive」>

一方、Chantiers de l'Atlantique のクルーズ船受注残は 2026 年まで拡大している。2021 年には、同造船所は大型船向けの帆支援技術である「Solid Sail/AeolDrive」ソリューションの市場化への技術試験を進めた。同造船所が主にクルーズ船市場向けのシステムとして開発した「Solid Sail/AeolDrive」のプロトタイプの実験搭載の準備が行われた。

2021 年秋には、第一段階として、サン・ナゼールの同造船所にマストの高さ 38m、帆面積 550 m<sup>2</sup>のプロトタイプが設置された。1 年後には、高さ 95m、帆面積 1,200 m<sup>2</sup>の折り畳み可能な Solid Sail の実寸モデルが開発される。同システムの中心は、70°傾斜するマスト「AeolDrive」と 360°回転する Balestron リグである。

大型のセイル（帆）は、長方形の長寿命の複合材パネルで構成されている。複合材製の Solid Sail は、布製セイルの 5 倍の寿命があり、またサイズの制約なしに製造することが可能である。

同ソリューションの開発は、13 年前に実施された研究開発プロジェクト「Ecorizon」を基礎としており、低排出、究極的にはゼロ排出の新造船を建造するという Chantiers de l'Atlantique の戦略の一環である。

2019 年末までには、サン・ナゼール近郊のポミシェ港の埠頭に設置された 15m のマストと balestron リグを装備した 1/5 スケールの 50 m<sup>2</sup>の Solid Sail プロトタイプの実験が行われた。以前の開発段階では、全長 18m の競技ヨット、続いて大西洋を航行する Ponant 社所有の全長 90m の豪華クルーズ船での試験も行われている。

一連の実験では、力と位置のセンサーシステムを用いて同ソリューションの空気力学及び運動学性能を評価し、同時に機械要素のストレスレベルの監視を行った。

Chantiers de l'Atlantique は、製品としての Solid Sail/AeolDrive の一号機を、二元燃料エンジン推進システムを補完するものとして全長 200m の新造クルーズ船に搭載する計画である。これにより同船の温室効果ガス排出量は、従来の動力機関と比較して 50%以上削減されると予想している。2018 年には、同造船所は、マスト 3 本、帆面積 4,350 m<sup>2</sup>を持つ旅客定員 300 人の全長 190m バージョン及び 210m バージョンのセイリングクルーズ船シリーズ「Silenseas」を提案している。さらに、将来的には、大型プレジャーボートに加え、商船にもその利用を拡大してゆくことを検討している。

この開発プログラムには、欧州地方開発基金（ERDF）、2020 欧州研究イノベーションプログラム、フランス環境エネルギー管理庁（ADEME）を含む EU、フランス政府及び地方政府からの多額の資金が投入されてきた。

### <海洋再生可能エネルギー分野>

2021 年、Chantiers de l'Atlantique は、海洋再生可能エネルギー分野へのビジネス拡大を一段と進めた。同社の専門事業部門 Atlantique Offshore Energy は、デンマーク Orsted 社からドイツ沖の洋上風力発電所「Gode Wind 3」の 242MW 級の変電所の設計、エンジニアリング、建設を受注した。さらに、EDF 主導のコンソーシアムからは、北部フランス沖のカルバドス洋上風力発電所の 450MW 級変電所の設計、建設、設置を受注した。

洋上風力発電分野におけるビジネスの成長により、同造船所は電気技師、構造エンジニア、設計技師、溶接工、金属工の新規採用を続けている。

Chantiers de l'Atlantique のクルーズ船受注残（2021年12月1日現在）

引渡し予定	船名／型	総トン数（GT）	オペレーター
2022年秋	Celebrity Edge クラス 4 番船	130,800	Celebrity Cruises
2022年	MSC World Europa （MSC World クラス 1 番船、 LNG 駆動）	205,700	MSC Cruises
2023年6月	MSC Euribia （Meraviglia-Plus クラス 3 番 船、LNG 駆動）	183,500	MSC Cruises
2023年秋	Harmony クラス 4 番船	231,000	Royal Caribbean
2024年	MSC World クラス 2 番船、 LNG 駆動	205,700	MSC Cruises
2024年秋	Celebrity Edge クラス 5 番船	130,800	Celebrity Cruises
2025年	MSC World クラス 3 番船、 LNG 駆動	205,700	MSC Cruises
2026／2027年	MSC World クラス 4 番船、 LNG 駆動	205,700	MSC Cruises

#### 7-4 ドイツ

2021年、ドイツ造船海洋産業協会（VSM）は、欧州造船業への支援に関する政策の場抜本的な見直しを求めた。クルーズ船建造を主要ビジネスとするドイツ及び他の欧州造船国の状況は、パンデミックによる新造クルーズ船への需要激減により悪化した。ドイツは、国内造船所に新造船を発注済みのクルーズ船社への債務モラトリウムを開始した。

ドイツの商船建造は、家族経営の中型ヤードが主体となっている。これらの造船企業は、（公然とまたは水面下で）強力な国家支援を背景とした中国などの造船国との競争には太刀打ちできないと主張している。多額の国家補助金を受けている「略奪的な」アジア造船国との競合状態は激化しており、ドイツと欧州造船所は、EU や各国政府の支援なしには今後 10 年間を生き延びることは困難であるとの懸念を表明する造船所もある。

VDS は、ドイツの造船業は、将来的な成功につながる幅広い技術的、工業的スキルを持つとしながらも、国家及び欧州レベルにおける一貫性のある政策なしには、数十年間続いている競合状態の歪は解消されず、欧州造船業の弱体化は避けられないと述べている。

2021年3月、ドイツ連邦政府は、「ドイツ海事経済の発展と将来の展望に関する第七次報告書」を発表した。同報告書では、海事産業の状況はパンデミックにより悪化した。エネルギー転換は新たな機会を提供していると述べている。IMO は、2050年までに CO<sub>2</sub> 排出量を 2008年レベルの半分以上削減するとの目標を持つ。一方、EU は、2030年までに 1990年レベルからの 53%削減を達成することを目標としている。

ドイツ連邦政府は、海運の近代化とデジタル化に対して 10 億ユーロ（11 億 5,000 万ドル）を配分する計画である。これには技術研究開発、代替燃料と環境性の高い推進システムの利用促進、政府所有船のドイツ造船所におけるリニューアルなどへの資金が含まれる。

ドイツ連邦の中央政府は、それぞれの連邦州による船舶向けの陸上電力システム及び代替燃料の供給インフラの構築に対する財政補助への支援も行っている。さらに、市場化が可能な水素技術への投資に対する補助も確保している。

連邦政府による支援の一部である 8,600 万ユーロ（9,850 万ドル）は、2 年間に渡り、複数のドイツ造船所における LNG バンカリングタンカーの建造プログラムに配分されている。同プログラ

ムでは、最長 3 年間の新造プロジェクトのコストの最大 40%の補助を行う。第 1 回の応募締め切りは 2022 年 1 月 31 日である。同プログラムは 2022 年から 2024 年にかけて実施され、再生可能燃料の利用促進を目的としている。

ドイツで建造された LNG バンカリング船は、ドイツ国内の港湾だけではなく、代替燃料の供給インフラの拡大という EU の目的を満たすために EU 全域で運航される。

ドイツ船主は、5,300 万総トンという世界第 5 位の規模の船隊を所有しているが、大部分の新造船を国外の造船所に発注している。商船隊の約 16%はドイツ船籍で、32%は他の欧州国の船籍を持つ。平均船齢は着実に上昇しており、EU の「グリーンディール」またはパリ MOU 内の気候保護目標を満たすために、多くの既存船及び新造船は近い将来にレトロフィットや改造が必要となる。ドイツ船主は、政府はレトロフィットや改造に必要な資金調達に関する実現可能なソリューションを提示してこなかったと述べている。

### <Meyer Werft>

2021 年 7 月、ドイツを代表する造船所のひとつである Meyer Werft は、コロナ危機により仕事量が激減したことを正式に認めた。2021 年にはいくつかの新規受注を獲得したが、過去数年間の実績と比較して工事量は大幅に減少している。

同造船所は 2025 年までの受注残を確保しているが、コロナ禍のクルーズ市場への打撃により新規ビジネスは減少し、年間 420,000 総トンの建造能力を持つ同造船所の工事量は、今後も低水準が続くと予想される。

このような状況の変化に対応するため、同造船所は希望退職者を募り、450 人規模の人員整理を行った。2021 年に獲得した 3 件の新規受注（日本郵船向けクルーズ船、Ocean Residencies 向けアパートメント船、ドイツ海軍向け補給船）がなければ、さらに多くの従業員が解雇されたであろう。同造船所は、今後クルーズ市場への依存度を軽減するビジネス戦略を検討している。

2021 年に獲得した日本郵船との新造契約は、日本市場における欧州造船所の成功という貴重な事例であるだけでなく、世界中の造船所で 2021 年に締結された唯一の新造クルーズ船契約であるとの重要性を持つ。旅客定員 744 人の同船には、二元燃料による推進システム、ポッド式プロペラ、自動船位保持（DP）システム、停泊中の陸上電力供給（cold-ironing）、水流力学を考慮した航路計画、乗客と乗員を守る数々の感染症対策などの最新技術が導入され、日本の豪華クルーズ市場の水準を高めるものである。

このユニークな小型クルーズ船（51,950 総トン）は、Meyer Group が長年建造してきた巨大クルーズ船とは対照的である。また、シリーズ建造などでコスト効果の高い姉妹船建造オプションが付帯していない 1 隻のみのクルーズ船の建造は、同グループのビジネス戦略の変化を示している。

### <メガヨット>

2021 年、Meyer Werft は、燃料電池とバッテリーのみで駆動されるメガヨットのコンセプトを発表し、新市場に進出した。提案されている設計は、大型の超豪華ヨットへの需要増加に対応する全長 150m、幅 20m、15,000 総トンという大型ヨットである。この設計概念は「ONE 50」と名付けられ、バッテリーと燃料電池の組み合わせが 25,000kW の電力を供給し、最高速度は 23 ノットである。

Meyer Group は、最高の環境基準と最大のサイズを持つメガヨット市場は、同グループのコア事業となる可能性があると述べている。

2021 年に締結された Ocean Residences との 84,800GT 級アパートメント船の新造契約は、さらに大型化したメガヨットと似た側面を持っており、Meyer のエンジニアリングと環境保護戦略の方向性を示すものである。その主な特徴は、LNG 二元燃料機関、バッテリー、先進的熱回収システム、エネルギー管理システムである。さらに、同アパートメント船の技術設計とシステムは、

低カーボンまたカーボンニュートラルな代替燃料に対応する将来的な改造が可能なものとなっている。同船の引き渡しは2025年の予定である。

### <新規投資>

Meyer Group は、ロストックに特殊船に関する新たな研究センターを開設する計画を発表した。同センターでは、新造船向けの環境にやさしい駆動系の革新的なソリューション、及び技術進化と規制環境の変化に伴い、さらに環境性の高い推進及び運転システムの既存船へのレトロフィットに関する研究開発を行う。

新研究センターの場所としてロストックが選ばれた理由は、①地元の中規模パートナー企業の既存ネットワークによるノウハウの蓄積があること、②フラウンホーファー研究機構及びロストック大学の存在、③Meyer傘下の造船所 Neptun Werft の存在、などである。

2021年のMeyer Werftの新規投資としては、新ロジスティックセンターの開設がある。3,500万ユーロ(4,000万ドル)を投資した同センターは、標準型ユーロパレットに搭載された材料及び機器を保管する25,000ユニットを持つ完全に自動化された大型倉庫である。7基のレール式スタッカークレーンが、必要に応じて保管品をひとつのシェルフコンパートメントから別のコンパートメントに自動的に移動させる。

Meyer Werftの新造船受注残(2021年12月1日現在)

引渡し予定	船名/型	総トン数(GT)	オペレーター
2022年7月	Disney Wish (Disneyクラス1番船、LNG駆動)	144,000	Disney Cruise Line
2022年	Arvia (Ionaクラス2番船、LNG駆動)	184,000	P&O Cruises
2022年	Evolutionクラス1番船	45,000	Silversea Cruises
2023年	(元AIDAnovaクラス3番船、LNG駆動)	183,800	Carnival Cruise Line (AIDA Cruisesから変更)
2023年	Evolutionクラス2番船	45,000	Silversea Cruises
2024年	Disneyクラス2番船 (LNG駆動)	144,000	Disney Cruise Line
2025年	LNG駆動	51,950	郵船クルーズ (日本郵船)
2025年	Disneyクラス3番船 (LNG駆動)	144,000	Disney Cruise Line
2025年	アパートメント船 Njord (LNG駆動)	84,800	Ocean Residences

### <Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG)>

新たな所有者のもとで再生したフレンスブルク造船所 Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG) は、2021年1月にROROトレーラー船の建設を開始し、その後もいくつかのポジティブな進展が見られた。

FSGは、2020年に投資家Lars Windhorstの持ち株会社Tennor Holdingにより経営破綻から救済された。Tennorによる買収に続き、同造船所の実績のあるトレーラー船型である「RORO 4100」(積載量4,000トン)1隻、及び建造オプション1隻をチャーター市場向けに受注した。また、既存顧客であるオーストラリアSeaRoad向けに二元燃料推進システムを搭載した3,800トン型RORO貨物船を受注した。

FSGは、大型RORO貨物船とROPAXフェリーの設計と建造に長年の実績を持ち、この船種分野ではグローバルリーダー企業のひとつである。しかしながら、欧州では同社とイタリア

Cantiere Navale Visentini が RORO 船の建造を続けているとはいえ、ほとんどの欧州船主は中国に RORO 船を発注している。その結果、FSG は他の特殊船市場への事業多角化に加え、スーパーヨットビジネスと艦船建造市場への参入を計画している。さらに、新造船の設計段階からのライフサイクル計画に関する総合的な企業戦略を打ち出している。

2021 年 7 月、多角化戦略の一環として、FSG は経営破綻したドイツの造船所 Werft Nobiskrug を買収した。Nobiskrug はスーパーヨット建造を専門に行っていたが、2021 年 4 月に仕事が枯渇し破産した。レンズブルクの Nobiskrug を傘下に収めた FSG は、両造船所の事業統合と合理化を進めている。

#### <MV Werften>

2021 年 5 月、MV Werften を所有する Genting Hong Kong は、26 億ドル規模の資本増強を行った。これにより、前年のクルーズ市場崩壊により危機に陥っていた MV Werften 内の 3 造船所の事業継続が可能となった。同造船所は Genting グループ内の様々なクルーズブランド向けにクルーズ船を建造している。2020 年 8 月には、同グループへの COVID-19 の影響により、債権者への支払いが停止されていた。

2020 年 10 月、ドイツの連邦経済安定基金からのブリッジローン（つなぎ融資）により当面の経営コストが確保され、さらに幅広い経営状況の評価が行われるまでの造船所閉鎖は回避された。政府の救済措置は、MV Werften の 3 造船所の人員削減を条件としていた。

#### <Pella Sietas>

2021 年 8 月、ハンブルクの造船所 Pella Sietas が破産を申請した。ドイツ最古の造船所である 9 世代続いた家族経営造船所 J.J.Sietas は、2014 年、ロシアの造船所 Pella により買収され、Pella Sietas となった。

J.J.Sietas は、標準船型の短距離貨物船、タンカー、小型コンテナ船の大量建造に実績を持つ造船所であった。Pella Sietas は、小型フェリー、浚渫船、ロシア Rosmorport 向けの 120m 型砕氷船を含む多くの新造契約を受注していた。しかしながら、破産管財人は、同造船所は無謀なギャンブル的経営を行ってきたとしている。管財人は新たな買い手を探しているが、現時点では真剣な興味を示している買い手に関する報道はない。

#### <艦艇建造>

ドイツの艦艇建造所も統合が進んでいるが、外国企業であるオランダ Damen Group がドイツ海軍の次世代フリゲート建造の入札に成功した。Damen Group は、Luerssen Group 傘下の Blohm+Voss と共同で同フリゲート建造プログラムに参加しており、建造の大部分はドイツ国内で行う予定であるが、ドイツ政府の国内産業への依存からの転換を示している。

一方、2021 年 7 月、thyssenKrupp Marine Systems (TKMS) は、ノルウェー海軍向け潜水艇 4 隻のドイツ国内建造に関する輸出契約を締結した。これは 6 隻の建造プログラムの一環で、同クラス「Type 212CD」の残り 2 隻はドイツ海軍向けに建造される。TKMS のキール拠点では、2021 年 9 月、同プログラムのために新たな建造工場の建設を開始した。長さ 170、幅 70m、高さ 40m の新建造工場は、2023 年に稼働する予定である。これは、TKMS の総額約 2 億 5,000 万ユーロ（2 億 8,600 万ドル）の投資計画の一部である。

#### <Fassmer>

2021 年、ドイツの家族経営の造船所 Fassmer は、その国際ネットワークを拡大し、ドミニカ共和国の造船所 Ciramar Shipyards との提携に合意した。Fassmer の米国フロリダ拠点を通じて調印されたこの戦略的提携では、ドミニカ共和国での小型船と推進機器の設計と製造において協力を行う。Fassmer と Ciramar の共同ビジョンは、カリブ海地域における造船と修繕の新たな標準



を構築することである。

### <船用機器セクターの実績>

COVID-19による2020年のビジネス減少にもかかわらず、ドイツの船用・オフショア機器セクターは2021年に明らかな回復の兆しを見せている。ドイツ機械工業連盟VDMAは、2022年のグローバルな新造市場の見通しはポジティブであると予測する。ドイツの船用機器売上の76%は輸出向けであり、ドイツの船用企業の国内造船業への依存度は比較的少ない。

同セクターの2020年の売上は前年比4.9%減の105億ユーロ（120億ドル）、新規受注は約11%減であった。また、コロナ禍の移動制限によりサービス事業も影響を受けたが、生産量はこれまでの感染拡大の3回の波を通じて一定に維持されている。

ドイツ船用企業の2020年の受注の34%は他のEU諸国向けであったが、アジア諸国への輸出もほぼ同水準である。新規受注の約18%、売上の14%は中国向けである。中国造船所への新造需要の急速な回復により、2021年には再び中国市場の比率が高まると予想されている。

それでもなおドイツの船用企業は、グローバル市場における中国企業との競争激化に直面している。VDMAは、平等な市場競争環境を確保するためには、ドイツ及び欧州の貿易政策の調整が必要であるとしている。補助を受けた第三国との競争からEU域内市場を守ることと同時に、第三国の市場開放を求めている。

### <デジタル化>

デジタル化とデジタル製品は、今後のビジネスの発展に不可欠な要素であると考えられている。機械工学分野では、umati (universal machine technology interface) を基礎としたオープンインターフェイスが、全サブセクター向けに定義されつつある。

Module Type Package (MTP) 規格に基づくVDMA標準の構築におけるドイツ海事産業の協力は、先駆的な利点となる。しかしながら、中国をはじめとする他の諸国も、標準の構築を目指している。

2021年、Siemens Digital Industries Softwareは、スペインのエンジニアリング技術企業SenerからのソフトウェアビジネスForanの買収により、ForanのCAD/CAE/CAMラインアップをSiemensのXcelerator製品群に加え、船用システムの製品群を充実させた。拡大した。製品群は、船舶の概念設計から新造船建造、運航、管理を含む全ライフサイクルをカバーする。

Foranの買収により、Siemensの統合船舶設計とエンジニアリング「デジタルスレッド」の能力が拡大し、デジタルツインアプローチが進化する。商船及び艦艇の主要造船所がデジタル化を中心とした「シップヤード4.0」への移行を進める中、この戦略はタイムリーである。

## 7-5 イタリア

### <Fincantieri>

Fincantieriは、現在イタリア国内及びノルウェー、ルーマニア、米国、ベトナム、ブラジルで全18か所の造船所を所有する世界第4位の造船企業である。同グループは、他セクターへの事業多角化を進めると同時に、イタリア内外でコアビジネスである造船業を強化するという、賢明な戦略を継続している。研究開発は、同グループの将来的な成長戦略における重要性を増している。2020年度の製品及び工程イノベーションへの研究開発投資は、総額1億6,400万ユーロ（1億8,780万ドル）であった。

2021年上半期のFincantieriの設備投資（capex）は約1億6,000万ユーロ（1億8,320万ドル）で、前年同期比31%増となっている。これは同時期の収入の5.3%に相当し、主に同グループの欧州及び米国におけるクルーズ船及び艦艇建造活動に投資された。投資プログラムは、建造が開始された、または今後予定されている新造船プロジェクトの利益率を改善するための製造工程の効率化と技術近代化を目指している。

パンデミックによるクルーズ市場への多大な影響にもかかわらず、Fincantieri は高付加価値造船市場におけるグローバルな地位の確立に成功している。2020 年度の売上は、前年比 2%増であった。顧客への配慮と現在の仕事量を保護するために、同グループは顧客であるクルーズ船社による支払いの延長を認めた。顧客との対話は有益であることが証明され、パンデミック発生以来の受注済みのクルーズ船及びその他の船舶のキャンセルは皆無である。

2020 年 12 月末時点の同グループの受注残とオプションは 116 隻、357 億ユーロ（410 億ドル）相当である。これに加え、「ソフトバックログ」（暫定的な受注とオプション）が 19 隻、79 億ユーロ（90 億ドル）となっている。

COVID-19 感染拡大による市場と製造現場の混乱の後、建造プログラムは徐々に回復している。現在、Fincantieri は、イタリアで 7 か所、国外で 11 か所の造船所を傘下に持つ。2020 年には、クルーズ船 7 隻、その他新造船 12 隻の引き渡しを行った。2021 年には、さらにクルーズ船 7 隻（イタリア国内建造が 5 隻、国外建造が 2 隻）が竣工した。Fincantieri の生産体制はフル稼働に戻り、2021 年の造船活動と仕事量は前年をはるかに上回っている。2021~2022 年期には、世界のクルーズ船の 2 隻に 1 隻は、Fincantieri で建造されることとなる。

増加が予想される仕事量に対応するために、主にクルーズ船建造を行うイタリア国内の造船所 2 か所（モンファルコーネ、マルゲーラ）には投資が予定されている。また、クルーズ船建造に特化した Fincantieri のイタリア国内造船所及びノルウェー子会社 VARD 傘下のルーマニア造船所の統合のための新規投資も予定されている。VARD は、ビジネスの焦点をオフショア石油ガス市場から他の高付加価値セクターにシフトしている。

#### <研究開発>

技術イノベーションプロジェクトには、ナポリ近郊カステッランマーレ・ディ・スタービア（Castellammare di Stabia）における水素駆動船「Zeus」（全長 25m）のプロトタイプ建造が含まれている。Zeus プロジェクトは、Fincantieri とイタリア学術会議（CNR）、船級協会 RINA、イタリアの 3 大学との共同研究開発プロジェクトで、イタリア経済開発省が共同出資を行っている。

2021 年 7 月 26 日、Fincantieri の主要商船建造市場であるクルーズ産業に水素燃料導入への重要な進展があった。Fincantieri が MSC Group のクルーズ部門及びイタリアのエネルギー企業 SNAM と締結した基本合意（MOU）には、水素駆動クルーズ船の設計と建造に関する条件を共同で決定することが盛り込まれている。これにより特定海域におけるゼロエミッション航行が可能となり、水素バンカリングインフラの開発が必要となる。12 か月間の研究開発プロジェクトでは、水素技術と燃料電池を搭載した船舶の設計、船内システムの技術パラメーター、温室効果ガス（GHG）削減量の予測、水素燃料の供給とインフラに関する技術・経済分析などの研究が行われる。

Fincantieri の提供製品の改良としては、トリエステのウィルス学研究所である遺伝子工学・バイオテクノロジー国際センター（International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology : ICGEB）と共同開発したクルーズ船の空気清浄システムがある。同システムは 2020 年以降の新造船に搭載されている。

2021 年 5 月、Fincantieri はトリノの Consorzio Macchine Utensili (COMAU) と、ロボット型鋼板溶接ソリューションのプロトタイプ開発に関する予備的基本合意書（letter of intent）を締結した。最初の共同プロジェクトでは、人型溶接ロボットと遠隔操作される無軌道車から成るロボット型溶接装置を開発する。試験は 2022 年上半期に予定されている。新システムは船用に認証された後、橋梁、ホイスト式システム、インフラ設備などの大型鉄鋼部品の製造にも適用される。

#### <メキシコへの投資>

Fincantieri は、メキシコのユカタン半島プログレソ（Progreso）東部の新造船所建設プロジェクトへの追加投資を決定した。

2020年10月、Fincantieri は、ユカタン州政府と、修繕、改造、メンテナンスを専門に行う造船所の設計と建造に関する合意を締結した。その時点では、Fincantieri は初期投資として1億5,000万ドルを計上していた。2021年10月には、これを2億2,000万ドルに増額し、三段階に分けた投資総額は5億ドルを超えると予想されている。

新造船所では、全長400mまでの船舶に対応する乾ドック2基の開発が計画されている。主なターゲットは、ユカタン地方を訪れる多くのクルーズ船及びオフショア石油ガス産業である。また、メキシコの貿易量の増加に伴い、活発な商船活動もターゲットとなっている。新造船所では、乾ドックに加え、全長150mの船舶用の引揚船台と浮体式ユニット、及び約1,000mの岸壁、作業所、その他関連インフラの建設が予定されている。

新造船所は、2022～2027年にかけて段階的に建設される。この造船所建設プロジェクトは、プログレソ港の拡張と近代化及び工業地区開発の一環である。第一段階である浚渫と土木工事は、専門のメキシコ企業がユカタン州政府の代理で行っている。Fincantieri は、プロジェクト開始時からコンサルタントサービスを提供しており、特殊建造設備と機器の設置、従業員のトレーニング、技術移転を担当する。Fincantieri は、プログレソ造船所の40年間に及ぶ管理権を委託される予定である。

### <艦艇建造>

フランス Naval Group とともに合弁会社 Naviris を設立した Fincantieri は、欧州の艦艇建造セクターの統合プロセスの中心となっている。Naviris の目的は、水上艦の輸出と協力プログラムの管理、及び艦艇研究開発プロジェクトの推進である。現在 Naviris は、2020年にスペイン Navantia と合意した新艦艇プラットフォーム「European Patrol Corvette」の開発を行っている。Fincantieri は、イタリア、フランス、スペイン、ギリシャが参加する同プログラムの調整を行うと同時に、他の欧州パートナーを求めている。

Fincantieri は、現在ドイツの艦艇・軍事企業 thyssenKrupp Marine Systems (TKMS) と共同で、イタリア海軍向け潜水艦2隻の建造を行っている。2021年には、インドネシア向けの FREMM フリゲート6隻のイタリアにおける建造及びインドネシアの PT PAL Shipyard におけるライセンス建造を含む数々の新規契約を受注し、艦艇建造量は増加した。さらに、米国子会社である Marinette Marine を通じ、米国海軍の FFG(X) ミサイルフリゲートプログラムに、初めてプライムコントラクターとしての契約を受注した。

### <事業多角化>

国際的な造船所ネットワークへの新規投資と同時に、Fincantieri グループは造船業で培った技術と管理能力及びシステム統合能力を活かし、インフラ、電子機器、サイバーセキュリティー、病院建設など海事産業以外の分野への進出を行っている。さらに、通信、セキュリティー、病院建設などのターゲットセクターにおける企業買収を進めている。ヘルスケアインフラ分野では、設備管理と医療機器及び技術のシステム統合を提供している。

事業多角化戦略の最近の例としては、Fincantieri NexTech (元セキュリティー専門企業 INSIS)、Autostrada Tech、IBM 間で合意された高速道路インフラと安全性の次世代監視システムの開発がある。もうひとつの例としては、同じく Fincantieri NexTech が、欧州防衛システムの対抗手段の有効性を監視するプログラム可能なエミュレーターを受注している。

2021年3月には、エネルギーソリューション企業 ENEL X との提携に合意し、グループのコアビジネスに関連する分野への事業多角化を行った。Fincantieri と ENEL X は、電気エネルギー供給システムを含む次世代港湾インフラの開発で協働している。第一の目的は、停泊中の船舶に陸上電力を供給することである。これにより停泊中の船舶が港湾内で船内発電システムを使用する必要がなくなる。また、両社は、再生可能エネルギー源と燃料電池を使用する電力貯蔵システム及び発電システムの分野におけるビジネス機会も模索している。

2021年7月、Fincantieri Infrastructure は、MSC Group のクルーズ部門から、北米・カリブ海のクルーズ産業のハブであるマイアミ港における大型クルーズターミナルの建設を受注した。2023年の開設が予定されている同ターミナルは、Fincantieri が建造する MSC 最大の新造クルーズ船に対応する。

2021年5月には、Fincantieri のグループ企業 Fincantieri SI とエネルギー貯蔵システム企業 Faist Electronics が、リチウムイオン電池製造に関する新合弁会社「Power4Future」を設立した。同社の主要ターゲットは自動車、通信、産業市場であるが、船用アプリケーションへのビジネス機会も狙っている。Fincantieri SI と Faist Electronics は、バッテリー製造の新工場を建設し、バッテリーモジュール、バッテリーパック、バッテリー管理システムの設計、組立、営業、アフターセールスサービスを提供する。

Fincantieri のクルーズ船受注残 (2021年12月1日現在)

引渡し予定	船名/型	総トン数 (GT)	オペレーター
2022年	Viking Mars (Viking Star クラス 8 番船)	47,800	Viking Ocean Cruises
2022年	Norwegian Prima (Prima クラス 1 番船)	142,500	Norwegian Cruise
2022年	Queen Anne	113,000	Cunard Line
2022年	Viking Star クラス 9 番船	47,800	Viking Ocean Cruises
2022年	Resilient Lady (Scarlet Lady クラス 3 番船)	110,000	Virgin Voyages
2022年	Discovery Princess (Royal Princess クラス 6 番船)	145,000	Princess Cruises
2022年11月	MSC Seascape (Seaside Evo クラス 2 番船)	169,400	MSC Cruises
2023年4月	Vista (Vista クラス 1 番船)	67,000	Oceania Cruises (NCL)
2023年	Viking Star クラス 10 番船	47,800	Viking Ocean Cruises
2023年	Prima クラス 2 番船	142,500	Norwegian Cruise Line
2023年	Sphere クラス 1 番船 (LNG 駆動)	175,000	Princess Cruises
2023年	Scarlet Lady クラス 4 番船	110,000	Virgin Voyages
2023年	Explora I (MSC Yacht Club クラス 1 番船)	64,000	Explora Journeys (MSC Cruises)
2023年	Seven Seas Explorer クラス 3 番船	54,000	Regent Seven Seas
2024年	TUI 1 番船 (LNG 駆動)	161,000	TUI Cruises (TUI/Royal Caribbean)
2024年	Viking Star クラス 11 番船	47,800	Viking Ocean Cruises

引渡し予定	船名／型	総トン数 (GT)	オペレーター
2024 年	Prima クラス 3 番船	142,500	Norwegian Cruise Line
2024 年	Viking Star クラス 12 番船	47,800	Viking Ocean Cruises
2024 年	Explora II (MSC Yacht Club クラス 2 番船)	64,000	Explora Journeys (MSC Cruises)
2024~2025 年	Viking Star version2 クラス (2 隻)	48,000+	Viking Ocean Cruises
2025 年	Viking Star クラス 13 番船	47,800	Viking Ocean Cruises
2025 年	Sphere クラス 2 番船 (LNG 駆動)	175,000	Princess Cruises
2025 年	Prima クラス 4 番船	142,500	Norwegian Cruise Line
2025 年	Explora III (MSC Yacht Club クラス 3 番船)	64,000	Explora Journeys (MSC Cruises)
2025 年	Vista クラス 2 番船	67,000	Oceania Cruises (NCL)
2026 年	TUI 2 番船 (LNG 駆動)	161,000	TUI Cruises (TUI/Royal Caribbean)
2026 年	Viking Star クラス 14 番船	47,800	Viking Ocean Cruises
2026 年	Viking Star クラス 15 番船	47,800	Viking Ocean Cruises
2026 年	Explora IV (MSC Yacht Club クラス 4 番船)	64,000	Explora Journeys (MSC Cruises)
2026 年	Prima クラス 5 番船	142,500	Norwegian Cruise Line
2027 年	Viking Star クラス 16 番船	47,800	Viking Ocean Cruises
2027 年	Prima クラス 6 番船	142,500	Norwegian Cruise Line

**VARD Group 造船所 (ノルウェー) の受注残**

2022 年	Viking Polaris (Viking Octantis クラス 2 番船)	30,150	Viking Cruises
2022 年		11,000	Paul Gauguin Cruises (Ponant)
2022 年		11,000	Paul Gauguin Cruises (Ponant)

## 7-6 オランダ

2020年、オランダの海事業界団体 Netherlands Maritime Technology (NMT) は、オランダ政府に同国の重要産業及び輸出産業である海事業業に対する支援策を求めた。その内容は、研究開発イノベーション (RDI) 活動への補助、代替燃料への投資、「サステナブル」で「スマート」な船舶の政府機関や公営運航企業による受注への支援などである。また、NMT は、アジア諸国との競合に関し、一方的措置及び資金へのアクセス改善を通じた「平等なグローバル市場環境」の整備を求めている。

2021年には、海事業業支援に関するいくつかの動きがあった。オランダ政府は、「海事業業ゼロエミッション化へのマスタープラン」を発表し、2030年までに海洋船及び内陸船を対象とした30件のプロジェクトを実施する計画である。同計画の焦点は、ゼロエミッション技術開発プロジェクトへの財政支援である。プロジェクトのコストは海事業業が最大75%を負担し、残りをオランダ国家成長基金または欧州復興レジリエンス基金を通じて公的に支援する。

同プログラムは、まずオランダ国防省及び Rijkswaterstaat (インフラ水管理省機関) の中期的な新造政府船需要を基礎とする。

しかしながら、オランダの艦艇製造は、国防省が2022年中に予定されていた次世代潜水艦の発注計画を、早くとも2023~2024年まで延期したことにより打撃を受けた。入札に参加している3企業・グループは、①スウェーデン Saab-Kockums とオランダ造船所連合、②フランス Naval Group と Royal IHC、③ドイツ thyssenKrupp Marine Systems である。

サステナブル造船補助計画 (Sustainable Shipbuilding Subsidy Scheme : SDS) では、2021年に2回の入札が行われ、2回目の入札期間は6月14日から10月1日であった。SDSを通じ、オランダ経済気候省は、造船、改造、オフショア構造物建造におけるサステナブルなイノベーションの市場導入促進を目指している。SDS 補助金は、造船所が革新的なソリューションを開発、採用する場合のリスク軽減に利用される。

SDS プログラムは、総トン数200トン、漁船を除く総出力365kW以上の海洋船及び内陸船の建造及び改造を対象としている。プロジェクトの選択とコストに対する補助率の決定には、当該プロジェクトの以下の条件が考慮される。

- イノベーションのレベル
- 海運のサステナビリティ向上への貢献度
- 経済的なポテンシャルと実用性
- アプリケーションのクオリティの高さ

プロジェクトのサステナビリティ要件は、エネルギー消費量削減、代替燃料の利用、後処理などによる排ガス削減、エンジン、駆動系、プロペラからの騒音削減、モジュール設計、材料の選択などによるライフサイクルを通じたサステナビリティ向上、技術イノベーションによる運転効率化によるサステナブルな開発、などである。

2021年、オランダの海事業業、研究所、政府機関は、人工知能 (AI) の利用に関する研究プロジェクトを実施した。同プロジェクトでは、プロセス効率化、新製品・サービスの開発、廃棄物と排出削減に関する社会的目標の達成などにおいて、AI 技術の海事セクターへの有効性は高いと考えられている。また、AI 導入への「ロードマップ」において、発生しうるリスクも検証された。プロジェクトに参加したデルフト工科大学は、AI の価値を近い将来に最大化するためには、海事業業における基礎的 AI 研究とその課題の特定を共同で行うことが不可欠であり、海事セクターでAIを使いこなす次世代エンジニアや専門家の育成も重要であると述べている。

### <新規受注>

2021年、オランダの造船所は、国内外から続いて新規受注を獲得し、欧州短距離海運市場向け

の貨物船建造における主要造船国としての地位を強化した。その他の順調に新規受注を獲得した船種は、革新的な設計と推進システムを持つ内陸水路船、及び大型モーターヨットである。

しかしながら、幅広い船種及びシステムにおいてアジア太平洋諸国の造船所との競争は激化しており、多くのオランダ国内造船所は多大な損失を計上し、経済的に困難な状況に陥っている。オランダ造船業の将来的な方向性に関しては、いくつかの異なる戦略が表明されている。

オランダ海事クラスターのメンバーの中には、オランダは新造船の設計、技術、特殊機器とエンジニアリングシステムなどで高付加価値の製品提供に集中し、船体建造は人件費の安い造船国に委託するべきであるとの意見がある。一方、オランダは、高品質の船舶を建造するための完全な造船能力、知識、スキル、イノベーションを維持するべきであるとの考えもある。従って、特にオランダの主要輸出船である 12,000DWT 以下の船舶の建造効率化と設計向上へのさらなる努力が必要となる。

2021 年に乾貨物船を新規受注したオランダ造船所としては、アイルランド Arklow Shipping 向け 6,600DWT 型沿岸貨物船 7 隻及びノルウェー Hagland Shipping 向け 5,000DWT 型セルフアンローダー貨物船 2 隻を受注した Royal Bodewes がある。また、レンマの VEKA Bijlsma Shipyard は、フローニンヘンの Longship 向けに Bijlsma Trader シリーズの多目的貨物船 2 隻、Thecla Bodewes は、Vertom Shipping 向けに 7,000DWT 型ディーゼルエレクトリック沿岸貨物船 4 隻をそれぞれ新規受注した。フローニンヘンを本拠とする Ferus Smit は、Symphony Shipping から 12,500DWT 型貨物船 2 隻を受注し、ルール (Leer) の同社ドイツ造船子会社で建造する。

#### <Conoship International>

Conoship International は、デルフト工科大学と共同で、動力供給システムと機関スペースにモジュール設計を採用した短距離貨物船の設計概念を開発した。この設計は、動力・推進システムの将来的なレトロフィットが可能で、技術進化の利点と規制環境の変化に対応することができる。動力系統のレトロフィットが可能な 2 種類の設計が開発され、ディーゼル電気推進システムを持つ船舶は、特にモジュール型でレトロフィットが可能な船型に適していることの結果を得た。しかしながら、モジュールの適切な選択を行った場合には、ギア式ディーゼル機関のアップデートまたは二元燃料オプションへの将来的なレトロフィットも可能である。

#### <Damen Shipyards>

2019 年度の 2 億 8,700 万ユーロ (3 億 2,900 万ドル)、2020 年の 1 億 6,150 万ユーロ (1 億 8,500 万ドル) の赤字を計上した後、Damen Shipyards は、2020 年末時点で同社史上最高の 80 億ユーロ (92 億ドル) の受注残を持つ同社の経営状態は安定していると述べている。ドイツ海軍向けフリゲートプログラム、Concordia Damen による河川タンカー 40 隻の受注、オランダ造船史上最大の 120m 級メガヨットの設計・建造受注などにより、同社の受注残は 2019 年末時点の 37 億ユーロ (42 億ドル) からほぼ倍増した。

同グループは、世界で 36 か所の造船所及び修繕所を展開し、オランダ海事クラスターの中心となっている。標準船型の小型船及びボートの建造に加え、同グループは技術的に高度な 1 隻のみの新造船や特殊船シリーズの建造を増加させている。2020 年の新造船竣工数は 143 隻である。オランダで培われたプロセスとシステムは、同グループの国内外における事業拡張の基礎となっている。

2021 年、Damen は、新たに金融サービス専門部門を開設し、「グリーン」な船舶プロジェクトをカバーするソリューションを含む新たな船舶リースに関する顧客向けの総合的金融パッケージの提供を開始した。

#### <デジタル転換と新技術>

Damen グループは、伝統的な造船所から、船舶の「ゆりかごから墓場まで」のライフサイクル

サービスを提供するデジタル接続された造船所への転換を進めている。この戦略のかぎとなるのは、Damen が建造した船舶に搭載された多様なセンサーからデータを収集する「Triton」と名付けられた「Connected Vessel Platform」である。Connected Vessel Platform に送信される情報は、出力、回転数（rpm）、燃料消費量などのエンジン性能インジケータ、船内の燃料、潤滑油、真水量などのデータ、その他運転に関する詳細データなどである。Triton により船舶はスマート化し、遠隔監視が可能となる。収集されたデータは、運転効率の最適化に利用され、最も効率的な航路を選択、燃料消費量と排出量を削減し、予防的メンテナンスを支援する。さらに、同システムのデータは、新造船や機器設計にフィードバックされる。

2021 年の特筆すべき技術的進展としては、Concordia Damen がオランダ船主から全長 135m、3,700DWT の水素燃料駆動内陸水路貨物船の初回契約を受注した。同船の建造に際し、船主はオランダ政府からの 400 万ユーロ（460 万ドル）の補助金を利用している。2024 年に竣工予定の同船は、オランダ Nedstack 社のプロトン交換膜（PEM）燃料電池を搭載する。

#### <Royal IHC>

2019 年と 2020 年に大幅赤字を計上した後、Royal IHC は、2021 年の実績は若干の改善を予想している。同社は、水素駆動のドラグサクシオン浚渫船の設計に対し、Bureau Veritas の基本承認（approval in principle : AiP）を取得した。浚渫船建造、浚渫オフショア技術のリーダー企業である Royal IHC は、2020 年、オランダ政府の支援と投資家、銀行、企業パートナーのコンソーシアムによる買収と資本増強により、経営破綻から救済された。

オランダでは、Royal IHC の破綻が、オランダ海事クラスターの知識、専門性、仕事量の喪失につながるのと強い懸念があった。最大の懸念は、同グループが中国資本に売却され、オランダの特殊技術が流出することであった。

進行中の再建計画では、同社を主幹事業に集中し、現実的な収入予測に沿った規模の組織にするため、人員の大幅削減と複数のエンジニアリング子会社の売却を行う。2020 年下半期以降の浚渫市場の順調な回復は、設計と機器の売り上げ増加につながった。また、新たなビジネスとして、オフショア採掘市場及び防衛市場への進出を開始した。

#### <De Hoop Lobith>

2021 年 10 月、オランダで最も歴史の古い造船所のひとつである De Hoop Lobith が、破産を申請した。造船所閉鎖までの 18 か月間の新規受注は皆無であった。同造船所の近年の建造実績は、主に河川クルーズ船と河川輸送船であった。

#### <MARIN>

MARIN のヴァーヘニンゲン拠点に建設中の最新設備を持つシミュレーターセンター「Seven Oceans Simulator Centre : SOSc」は、2022 の第 3 四半期に開設が予定されている。SOSc は、柔軟性の高いバーチャル試験施設で、概念設計からオペレーション開発までの船舶開発の全過程が没入型シミュレーションにより支援される。

新施設では、設計支援だけではなく、設計、オペレーション、特定の船内手順の相互関係のシミュレーションと評価を行うことができる。SOSc は、陸上トレーニング拠点、船社、航海中の船舶のシミュレーターを接続する（分散シミュレーション）。

### 7-7 ノルウェー

#### <VARD>

Fincantieri が所有するノルウェーの造船グループ VARD は、ビジネスの焦点を、オフショア石油ガス産業向け支援船から、急成長するオフショア再生可能エネルギーセクターにシフトしており、洋上風力発電施設支援船及びケーブル敷設船の複数の建造契約を受注した。



同時に、VARD は、自動航行船技術でも先駆的な地位を持つ。同社は、米国／英国の海洋ロボット企業 Ocean Infinity 向けに、オフショアサーベイとフィールド支援サービスを行うロボット船 8 隻の設計と建造を受注した。同船型は船内の人の存在は最小限で、陸上から遠隔操作される。また、将来的なアンモニア燃料の導入が可能な設計となっている。

2021 年、VARD Group は、急成長するエクスペディションクルーズ市場向けの 1 番船を竣工した。フランス Ponant Cruises 向けに建造された全長 150m の氷海仕様クルーズ船「Le Commandant Charcot」は、クルーズ船としては最大規模のバッテリーを搭載したハイブリッド電気推進システムを持つ。VARD のルーマニア造船所 VARD Tulcea で船体が建造された後、ノルウェー西部の VARD 造船所において艤装が行われた。

この Ponant の新造プロジェクトには、ノルウェーの輸出信用機関 Eksfin が 1 億 6,200 万ユーロ（1 億 8,550 万ドル）の融資を供与した。VARD がこの輸出契約を獲得した背景には、Eksfin によるノルウェー政府の融資保証がある。

Eksfin は、ノルウェー海事産業のグリーン化促進に重要な役割を果たすと同時に、ノルウェー造船業と輸出契約の支援を行っている。同機関は過去 4 年間に、環境性の高い技術を持つ船舶 35 隻の建造に対し、総額約 10 億ユーロ（11 億 5,000 万ドル）規模の融資保証を供与している。

## 7-8 スペイン

### <SOERMAR>

2021 年 3 月、スペインの造船技術研究機関 SOERMAR は、スペイン産業商業観光省に対し、同国造船所のイノベーション活動への支援を求めた。

SOERMAR は、技術センターと財団から構成され、スペインの 18 の中小民間造船所が株主となっている。同機関は、造船所の効率化と組織改善を目指した研究開発イノベーションプロジェクトに焦点を当てている。現在 SOERMAR が参加している共同研究開発プロジェクトは、「GREEN HYDROGEN」（グリーン水素）及び SEABAT（水上輸送向け大型バッテリーソリューション）の 2 件である。

SOERMAR は、提案されている以下の 3 件のエネルギー効率に関する新欧州プロジェクトにも参加している。この 3 件のプロジェクトは、EU の次期フレームワークプログラムである「Horizon Europe」に含まれる予定である。

- HYPOBATT (Hyper-powered vessel charging system : 船用ハイパーパワー充電システム) : モジュラーシステムを採用し、船用高速充電システムの効率を 20% 向上させる。欧州 10 か国から 19 企業・組織が参加し、実施期間は 42 か月、総予算 990 万ユーロ (1,130 万ドル) を予定している。
- ODISSES (Optimal design of integrated sustainable energy systems for ships : サステナブルな船用統合エネルギーシステムの設計最適化) : 革新的なゼロエミッションソリューション、燃料、運転方法、技術を組み合わせることで温室効果ガス (GHG) 排出を削減し、効率を 20% 向上させる。欧州 9 か国から 15 企業・組織が参加し、実施期間は 48 か月、総予算 500 万ユーロ (570 万ドル) を予定している。
- PERFORN (Development and demonstration of a high-temperature fuel cell system for water transport : 水上輸送向け高温燃料電池システムの開発と実証) : 固体酸化物形燃料電池 (SOFC) を用いた船用コンバインドサイクルシステムを開発する。10 か国から 22 企業・組織が参加し、実施期間は 48 か月、総予算 1,680 万ユーロ (1,920 万ドル) を予定している。

### <Sener>

2021 年 5 月、Sener は、船舶設計と建造に利用される FORAN CAD/CAM/CIM ツールの新バージョン「V80R4.0」を発表した。2 年間の開発期間を経た新バージョンは、全設計機能に新機能

を統合し、多くの既存機能も改良され、設計から建造までの全造船工程をデジタル化する。「V80R4.0」は、「V80R3.0」バージョンが発表された 2019 年 7 月以来初めてのアップデートである。

4.0 バージョンの主な特徴のひとつは、新たなビジュアル化エンジンの採用である。これにより、設計及び建造要素のダイナミックハイライティング、新たな選択式モードとシステムナビゲーション方法、最新グラフィックライブラリーとの互換性、HLR/HLD（ハイレベル要求／ハイレベル設計）プロセス表示など多くの新機能が実現した。

多様な新機能と改良機能は全モジュールで利用可能である。新機能には、特殊目的船の新復原性基準、破損状態の自動作成、インポートされた CAD モデルの自動簡易化、切断工程の作成とプレビュー用の新モジュール、溶接管理、アイソメトリックス作成、ケーブル配線のインターアクティブ比較などが含まれる。

### <新海事研究所 CESENA>

ドイツ Siemens は、スペイン造船業のデジタル転換への投資を行い、202 年 9 月、フェロルに新海事研究所 CESENA を開設した。新研究所はスペインの海事産業クラスターが集中するガリシアに位置し、造船及び関連産業のデジタル化促進、及び造船・船用企業、船主、大学、研究所、公的機関などセクター間の協力促進を目的としている。究極的な目的は、スペイン海事産業の全バリューチェーンのデジタル転換と競争力の強化である。

CESENA は、デジタルスキルのトレーニングを支援し、NX、TeamCenter、opCenter、SimCenter、Tecnomatix を含む Siemens の「Xcelerator」技術及びプログラムを利用して、スペイン造船所の工程のデジタル化を推進する。

CESENA の設立は、2019 年 11 月に Siemens が合意した、艦艇建造企業 Navantia の「シップヤード 4.0」概念に基づいたデジタル転換戦略への協力の一環である。Navantia との合意には、現在進行中のスペイン海軍のフリゲート建造プログラムへのデジタルツインシステム導入を含んでいる。Siemens は、約 50 人のエンジニアを CESENA に派遣している。

その他の進展としては、Siemens は、カディス海事クラスターと海事技術のトレーニング基準の向上に関する契約を締結している。

### <ガリシア地方>

2021 年に入り、スペインのガリシア地方の造船企業連合は、同地方の造船業近代化への支援をスペイン政府に要請した。

スペインの国営企業である Navantia 以外のガリシアの造船所の多くは民間の中小企業であり、幅広い下請け企業と関連企業のクラスターに支えられている。「海事セクターの転換プログラム」と題された提案を主導するのは、Navantia とスペインの中小造船所 19 社を代表する業界団体 PYMAR である。ガリシア地方の 15 の民間造船所が同提案を支持している。

同プログラムでは、2026 年までに 6 つのテーマと 20 件以上のプロジェクトが提案されており、デジタル・環境転換による競争力強化を目指している。その手段としては、工程の自動化、製造の柔軟性向上と多角化、環境サステナビリティ向上などが考えられている。同プログラムにより、6 年間で 1,700 人の雇用創出、売上の 6%増加、競争力の 15~20%向上を予想している。

一方、Navantia は、ギリシャ海軍の新フリゲート建造計画への入札に参加している。同社は、スペイン海軍の主力となる F-110 フリゲートの設計と、ギリシャの造船業再建のための技術を提供する。フリゲート艦隊は、Navantia がメインコントラクターとなり、ギリシャ国内で建造される可能性がある。

## 7-9 英国

### <国家造船戦略>

2017年に元造船技師サー・ジョン・パーカーが起草した英国政府の「国家造船戦略」(National Shipbuilding Strategy : NSbS)のアップデートが、2021年末までに発表される予定である。ジョンソン政権は、今後10年間の造船業への支出を年間平均17億ポンド(23億ドル)へと倍増させる計画を発表している。造船戦略の第二弾(NSbS(II))では、今後30年間の政府所有船の調達計画を拡大すると予想される。

この長期計画の目的は、需要の変動の激しい水上艦建造計画を平坦化し、英国造船業に確実な製造計画と変動の少ない需要シナリオを提供することである。また、特に艦艇及び特殊船への複雑なシステムの統合に関し、造船所だけでなく、サプライチェーン全体に恩恵を与えることを目的としている。

同計画でカバーされる長期間には、政権の交代や方針の変更、また艦艇需要に影響を与える地政学的な出来事などが予想されるため、NSbS(II)では、30年計画の資金が財務省から継続的に配分されると仮定している。

NSbS(II)の目標達成には、必要なスキルを持つ次世代労働者の採用、トレーニング、維持が不可欠である。現在、英国造船業の雇用者の大半は40才以上である。さらに、国際競争力を維持するためには、機械、デジタル技術、設備への投資が必要である。現在計画中の次世代補給艦の建造には外国企業の関与が予想されており、英国造船業の製造能力と技術力の欠如は明らかである。

NSbS(II)は、船舶の複雑性によって3つのカテゴリーに分けられている。コアとなる高度艦艇建造プログラムは最も困難であるが、その価値も高い。現在、この分野はBAE Systemsが独占している。第二のカテゴリーは、艦艇、商船両方の基準を持つ補給艦などの船舶である。第三のカテゴリーは、一般商船には含まれない特殊商船と特殊目的船である。

第三のカテゴリーには、長期的な経済的恩恵がある。英国政府は、輸出促進を目指したナショナルフラッグシップの開発プロジェクトを開始した。同プロジェクトの目的のひとつは、将来的に小型クルーズ船や艀装の複雑な船舶の国際市場で競争力を持つために、英国造船業の能力増強を目指した投資を支援することである。また、英国政府は、通信ケーブルやパイプラインなどの海中インフラの監視能力を持つ多機能海洋調査船の建造を計画している。

2021年9月、英国国防相は国家造船局(National Shipbuilding Office)の創設を発表した。同局は政府機関として、政府船建造に関する長期計画の履行や必要なスキルと輸出能力の確保など、造船業への国家の関与を全般的に監督する。

2021年9月、政府は長期計画の一環として、BAE Systemsに次世代潜水艦の初期設計と概念開発を発注した。同プロジェクトは、現在BAE Systemsが英国海軍向けにバロウ造船所で建造中の原子力潜水艦「Astute」シリーズの代替となるという長期的な計画である。Astute級潜水艦は7隻シリーズであり、うち4隻は就役中、5隻目は現在艀装中で2022年に引渡しが予定されている。

### <トン税制度の改革>

2021年10月、英国財務大臣は、トン税制度の抜本的改革を含む英国海事産業の成長促進政策を発表した。この改革は、トン税制度に参加可能な企業の決定に際して英国船籍の登録を促すものである。英国船籍の登録は、トン税制度加入への重要条件となっている。英国は2050年までのネットゼロエミッションへの移行を戦略としており、脱炭素化目標達成に寄与する新設計の船舶やシステムへの投資を行う企業も、トン税加入に優遇される。

改革パッケージ全体の目的は、英国に本社を置く企業を増やし、英国の海事サービスインフラと英国船籍の利用を促すことである。これらの政策は、英国のEU離脱に伴うもので、EUの規制環境からの離脱による新たな可能性を示すものである。英国のEU離脱決定後、先行きの不透明感から英国船籍船のトン数は3分の1減少している。

2000年に開始された英国のトン税制度では、船社が士官候補生を訓練することを要求している。

しかしながら、この訓練要求は、英国のトン税を、マルタやキプロスなどの許容度の高い EU 制度の 8~10 倍のコストがかかるものとし、シンガポールの 14 倍ものコストとなっている。英国船籍の国際競争力を高めるために、現在、士官候補生の訓練コストは政府が負担する案が検討されている。

#### <EU 離脱の影響>

EU 欧州委員会との政治的関係がさらに悪化した場合、英国政府は、EU 科学研究プログラムからの完全脱退を検討する可能性がある。これが現実化した場合、海事産業を含む英国の産業界は、EU の次期研究開発フレームワークプログラム「Horizon Europe」へのアクセスができなくなる。

EU の現行「Horizon」プログラム、その他の EU 助成共同研究開発プログラムに参加するためには、英国政府は 21 億ポンド（28 億ドル）の負担金を支払う必要がある。EU は、北アイルランド問題や英国水域における EU 漁業権などの数多くの問題から、英国の「Horizon Europe」への参加を延期している。2021 年の英国政府による国内海事研究開発プロジェクトへの支援策（Clean Maritime Demonstration Competition）は、英国独自のイノベーション促進と支援への意思を示めすものである。

#### <クリーンマリタイムプログラム>

英国の「Clean Maritime」プログラムの野心的な目標のひとつは、ゼロエミッション船技術に焦点を当てた英国造船業の復興である。2021 年には、合計 55 件のプロジェクトと研究に対する財政支援が決定された。全プロジェクトは 2022 年 3 月までに完了予定である。英国運輸省が同プログラムの管理を担当し、プロジェクト総予算 3,350 万ポンド（4,500 万ドル）のうち、約 2,300 万ポンド（3,100 万ドル）を拠出している。

#### <Wight Shipyard>

洋上風力発電産業の成長は、支援・サービス船の設計と建造に関して、英国造船業に大きなビジネス機会を提供している。英国は、今後 10 年間に総出力 40GW となる北海の洋上風力発電セクターへの 500 億ポンド（670 億ドル）規模の投資誘致を予想している。2016 年に造船業に新規参入し、既に小型旅客船の輸出実績のあるワイト島の Wight Shipyard は、世界初のハイブリッド表面効果船型（SES）のクルー輸送船（CTV）を建造した。同船は従来型 CTV よりも 50% 高速であると同時に、摩擦を低減するホーバークラフト技術の採用により、燃料消費量を 33% 削減している。

Wight Shipyard は、洋上再生可能エネルギー産業の成長により、支援船への需要が急増すると予想している。同社は、ノルウェーのオフショア石油ガス産業向け新造支援船の現地調達政策を例に挙げ、英国水域で航行する船舶の建造に関しては、部分的な現地調達要求を導入することを、英国政府に提案している。

#### <Babcock international>

Babcock International は、液化ガス運搬船の貨物システム及び船用ガス燃料供給技術に関する韓国造船業とのビジネス関係を基礎に、韓国の艦艇建造分野への進出を開始した。Babcock Korea は、釜山拠点において韓国海軍向けの製品組み立てを増加させており、同拠点の組立、保守、修繕能力改善への投資を進めている。

2021 年 8 月、Babcock International は、現代重工業（HHI）の子会社 Korea Shipbuilding & Offshore Engineering（KSOE）と、韓国が計画中的の新 CVX 航空母艦の設計及び建造における協力に関する基本合意（MOU）を締結した。この合意は、韓国初の新造軽空母に最新鋭の技術を統合するためのプラットフォームとなる。（Babcock は、英国海軍のクイーンエリザベス級航空母艦を建造した英国航空母艦連合のメンバーであった。）また、今回の KSOE との合意は、Babcock と

HHI がその技術力を統合し、協力してグローバルな艦艇市場における機会を模索する足掛かりとなる。

英国政府は、英国造船所の艦艇建造能力を活かし、国際市場におけるビジネス獲得を目指している。Babcock は、近年特に国際市場でのビジネスを活発化している。2021 年 9 月、同グループは、PT PAL インドネシアに設計ライセンスを供与することにより、Arrowhead 140 (AH 140) 型フリゲートの初の輸出契約を獲得した。このライセンスにより、PT PAL は、インドネシア海軍向けに AH 140 フリゲート 2 隻を建造する。

今回のインドネシアとの契約の 2 年前には、Babcock のロサイス造船所（スコットランド）が、英国海軍の Type 31 型フリゲート新造計画の基礎となる AH 140 船型を受注している。Babcock は、インドネシア海軍の要求を満たすための技術変更の設計において PT PAL を支援する。

Babcock は、ポーランド政府によるポーランド海軍の Miecznik（メカジキ）級フリゲート計画の設計に関する入札の最終候補企業のひとつで、同社は AH 140 船型を提案している。さらに、Babcock は英国企業 Thales UK と共同で、ギリシャ海軍の新フリゲート 4 隻の建造計画においても AH 140 船型で入札に参加している。入札した場合には、同船隊は Babcock の技術支援を受け、ギリシャ国内でライセンス建造される。

2021 年 9 月、Babcock グループは、ウクライナ政府と、同国の海軍と関連インフラの開発における同政府と英国及びウクライナの下請け企業への協力に合意した。この開発計画には、既存艦艇の改造と新艦隊（新型フリゲート、高速戦闘ミサイル艇、艦載兵器など）の設計及び開発、及びウクライナ国内造船所の再開とトレーニングを含む。

Babcock のスコットランドのロサイト造船拠点では、6,000 万ポンド（8,50 万ドル）規模の投資計画が進行中である。2020 年に開始された投資計画では、英国海軍の次世代 Type 31 型フリゲートの建造に用いられる高度な建造設備と組立工場への 3,150 万ポンド（4,230 万ドル）の投資が行われる。新組立工場は、同社のデジタル転換戦略の要となるもので、ロボット溶接機能を持つ造船パネルラインや半自動化造船機器などが導入される。この 147×62×42m の施設では、2 隻の新造船の同時建造が可能である。

2020 年 11 月、Babcock グループは、事業の合理化を目指し、ノンコアビジネスの売却及び防衛、船用、セキュリティ事業への集中を含む戦略の見直しに着手した。続いて 2021 年には、事業の効率化と品質の向上のために、経営モデルの変更を行った。管理者の層を減らし、さらにシンプルでフラットな経営体制を目指した。これにより、組織内の重複を排除し、分散型（サイロ型）経営から「ワンカンパニー」体制へと移行した。

2021 年、Babcock International は英国クランフィールド大学との研究パートナーシップを更新した。協力体制の 3 年間の延長では、人工知能（AI）、デジタルツイン、拡張現実（AR）などデジタル技術の開発に焦点を当てる。また、Babcock とクランフィールド大学は、デジタルツインの設計と開発において、Rolls-Royce、BAE Systems、Atkins など他の防衛関連企業との協力も行っている。

#### <Harland & Wolff>

2021 年、InfraStrate 傘下の Harland & Wolff (H&W) のビジネスには、以下のような重要な進展があった。

- 2019 年 12 月の InfraStrata による H&W 買収後、H&W ベルファスト造船所で最大規模の船舶（147,000DWT 型シャトルタンカー）の修繕を受注。
- 買収後、初の大規模現地サポート契約（110,000GT 型クルーズ船）を受注。
- 2020 年 8 月に InfraStrata が買収した造船所 Appledore が、オフショアサプライ船のアップグレードを初受注し、活動を再開。
- 2021 年に InfraStrata が買収したアーニッシュ（スコットランド）建造所が、黒海向け海底サクシオンパイル 4 基の建造を初受注。

- Team Resolute (H&W/Navantia/BMT 連合) が、英国海軍補助艦隊 (RFA) の新補給艦 3 隻の設計に関する競争入札に参加。\*

\*2021 年 10 月、英国政府は、英国海軍補助艦隊 (RFA) の補給艦 (fleet solid support (FSS) ship) 3 隻の設計に関する 500 万ポンド (670 万ドル) の契約を、競争入札により 4 グループ、即ち① Team Resolute、②Larsen & Toubro (インド) と Leidos Innovations (英国)、③Team UK (Babcock International、BAE Systems、Cammell Laird、Rolls-Royce) ④Serco (英国) と Damen Shipyards (オランダ)、に発注した。英国政府は、英国の造船サプライチェーンからの多く企業が参加し、最終組み立ては英国で行うことを条件としている。前回の RFA の船隊近代化計画では、補給タンカー4 隻の建造は大宇造船海洋が受注し、最終艤装は A&P Group が英国で行った。

#### <有限要素法 (Finite Element Method : FEM) >

英国の研究機関 Alan Turing Institute が主導する国際共同研究開発プロジェクトでは、有限要素法 (Finite Element Method : FEM) の再設計が行われた。同プロジェクトの目的は、物理的モデル予測作成のための FEM へのデータ統合の限界を克服することであった。

プロジェクト成果としては、データと数理モデルのパワフルな統合により、工学的及び科学的アプリケーションにおける予測機能が進化した。プロジェクトでは、修正された手法を用い、オーストラリアのノースウエストシェルフに位置する洋上エネルギー構造物への波力の影響に関する実証実験を行った。同プロジェクトでは、英国ケンブリッジ大学と西オーストラリア大学が、Alan Turing Institute に協力した。

## 第 8 章 推進システム、船用機器、船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 CHEK (Decarbonising shipping by enabling key technology symbiosis on real vessel concept designs : 実船の概念設計への主要技術活用による海運の脱炭素化)

2021 年春に開始された EU 助成プロジェクトである「CHEK」プロジェクトは、水素燃料、風力、バッテリー、熱回収、船底空気潤滑、新防汚技術などの低炭素のエネルギー、システムや技術を統合することによる海運の排出量削減を目的としている。また、関連した船舶設計や運航方法の研究も行う。

プロジェクトでは、①セイル支援推進システムを搭載したばら積み船、②Wärtsilä の水素燃料エンジンで駆動されるクルーズ船の 2 種類の船種の概念設計を行う。

革新的技術を組み合わせることにより、温室効果ガス (GHG) の排出量を 99%削減、ブラックカーボン を 95%削減し、最大 50%のエネルギー消費量削減を目指す。

EU の「Horizon 2020」プログラムから 1,000 万ユーロ (1,160 万ドル) の補助を受けている CHEK プロジェクトは、Wärtsilä が主導し、ヴァーサ大学、英国の空気潤滑専門企業 Silverstream Technologies、ばら積み船運航企業 Cargill Ocean Transportation に加え、Deltamarin、Climeon、Lloyd's Register、MSC Cruises、Hasytec Electronics、世界海事大学が参加している。

#### 8-1-2 CURRENT DIRECT

EU の「Horizon 2020」プログラムが助成する研究開発プロジェクトである「Current Direct」は、既存の船用バッテリー電気駆動系のコストを 50%削減するという野心的な目標を掲げている。

2021 年初旬に開始された同プロジェクトは、米国資本のバッテリーメーカー Spear Power Systems が主導し、欧州の船用電化技術関連の 13 企業・組織が参加している。Blackstone Technology 社は、3D 印刷製造のリチウムイオン電池のコストを削減する新材料を使用する。その他の参加企業・組織は、ベルギーのハッセルト大学 (電気化学技術)、Foreship (船用技術コンサルタント)、Wärtsilä、Lloyd's Register である。

Wärtsilä はモジュール型バッテリーコンテナと充電インフラを開発し、Lloyd's Register が認証を担当する。その目標は、現行システムの 300%の容量を持つコンテナ型エネルギー貯蔵システムの開発である。Blackstone Technology は、ベルギー Umicore 社の特殊材料を用いた 3D 印刷製造により、リチウムイオン電池の製造コストを削減する。ハッセルト大学は、欧州の新概念プラットフォーム「Energy as a Service」の一環として、バッテリーシステムのサービス寿命と投資コストを最適化する「Current Direct」バッテリーセルの物理学ベースモデルを開発する。プロジェクトには、フィンランドの船用技術コンサルタント Foreship も参加している。

プロジェクトの最終目的としては、2023 年中にロッテルダム港で、オランダ Kotug 社所有のタグボートを用いて Current Direct バッテリー、陸上充電技術、アセットマネジメントプラットフォームの実証実験を行う。

#### 8-1-3 ENGIMMONIA

2021 年 5 月に開始された EU 「Horizon 2020」プログラム内の助成プロジェクト「ENGIMMONIA」は、船舶に搭載されたクリーンエネルギーソリューションの試験を行う。

ENGIMMONIA プロジェクトでは、以下の 2 つの目標に焦点を当てている。

- ① 海運業のカーボンフットプリント削減を目指し、アンモニアをはじめとする代替燃料の導入をグローバルに促進する。

②陸上で実績のあるクリーンエネルギー技術（排熱回収、再生可能エネルギー等）を海運セクターに導入する。

プロジェクトでは、3つの船種（石油タンカー、コンテナ船、ROPAX フェリー）に搭載されたMAN エンジンを用いて、様々なソリューションの実証試験が行われる。

4年間プロジェクトである ENGIMMONIA は、2025年4月に完了する予定である。プロジェクト総予算950万ユーロ（1,100万ドル）は、全てEUが負担している。イタリア船級協会 RINA Consulting が主導する同プロジェクトには、欧州9か国から21企業・組織が参加し、予算の大部分（500,000ユーロ=580,000ドル）は、Ocean Energy（ドイツ）、デンマーク工科大学、MAN Energy Solutions、ルンド大学（スウェーデン）、Famous Logistics（ギリシャ）、国立アテネ工科大学に配分されている。

その他の参加企業のひとつである METIS Cyberspace Technology は、運航効率と環境性能に関連した船内機器・システムからのデータを収集し、船員が船舶と機関を効率的に運転することを支援するためのデジタルサービスの開発を担当している。

#### 8-1-4 e-SHyIPS（Ecosystem knowledge in standards for hydrogen implementation on passenger ships：旅客船への水素搭載基準に関するエコシステムの知識）

2021年1月に開始された「eSHyIPS」プロジェクトの目的は、舶用水素燃料に係わる規制及びリスク評価である。ミラノ（イタリア）の Polytechnic がコーディネーターを務める同プロジェクトには、欧州の14企業・組織が参加し、規制枠組みの評価及び船舶の設計、安全性システム、材料と部品、バンカリング手順に関する実験データの評価を行う。また、水素燃料駆動の旅客船向けのIGFコード\*のアップデートに関する提案と、海運セクターへの水素燃料導入促進に関するロードマップを準備する。

eSHyIPS プロジェクトは実施期間4年の長期間プロジェクトで、EUが総予算250万ユーロ（290万ドル）の全額を「Horizon 2020」プログラムから拠出している。

\*IGFコード（*International Code of Safety of Ships using Gases or other Low-flashpoint fuels*）：ガス燃料及び低引火点燃料を使用する船舶に対する安全要件を規定する SOLAS の強制コード

#### 8-1-5 GATERS（Gate Rudder System as a retrofit for the next-generation propulsion and steering of ships：次世代船用推進・操縦システムへのゲートラダーシステムのレトロフィット）

2021年2月1日に開始されたEU助成プロジェクト「GATERS」の目的は、船舶のエネルギー効率を向上させる革新的なラダーシステムの開発である。プロジェクトでは、欧州の沿岸タンカーにゲートラダーシステムをレトロフィットしてその効果を実証し、海洋船へのアプリケーションを検証する。

英国ストラスクライド大学がコーディネーターを務める GATERS プロジェクトには、欧州の18企業・組織が参加し、プロジェクト総予算590万ユーロ（680万ドル）のうち500万ユーロ（580万ドル）をEUが助成している。プロジェクトの実施期間は3年で、2024年1月31日に完了が予定されている。

プロジェクトの作業は以下の3段階に分かれている。

- ①技術的課題とソリューションの研究
- ②対象船向けのレトロフィットシステムの詳細設計と製造
- ③実船にレトロフィットされた技術の実証試験及び他の船種や大きさの異なる船舶への適用の可能性の検証

プロジェクトの「成果物」としては、以下の2点が予定されている。

- ①開発されたシステムを沿岸タンカーにレトロフィットし、欧州の短距離海運への適性を実証する。



②同システム概念の海洋船への応用を検証する。

#### 8-1-6 HySEAS III

ゼロ排出海運の実現のために水素燃料の可能性を検証する EU「Horizon 2020」プログラム内のプロジェクト「HySeas」の3段階の最終段階である「HySeas III」プロジェクトが、2021年に開始された。

「HySeas I」プロジェクト（2013年）では水素駆動船の概念を研究し、「HySeas II」プロジェクト（2014～2015年）では水素燃料電池で駆動される船舶の詳細な技術研究と商業化の可能性を検証した。

「HySeas III」プロジェクトでは、燃料電池が、船舶のハイブリッド電気駆動システム（電気推進、制御機器、バッテリーなど）及び関連する水素貯蔵・供給システムに効率的に統合可能であること実証する。

プロジェクトでは、実寸のドライブレインを開発、製造し、陸上で試験と評価を行う。そのノウハウを、スコットランド北部沖のオークニー諸島で運航される小型 RORO 旅客フェリーの建造に応用する。オークニー諸島は再生可能エネルギー源が豊富で、同フェリーへの水素燃料供給に活用される。建造されるフェリーは、欧州初の水素燃料電池駆動の海洋フェリーとなる予定である。

HySeas III の参加企業・組織は、CMAL Caledonian Maritime Assets（英国）、Kongsberg Group（ノルウェー）、Ballard Power Systems（デンマーク）、オークニー諸島自治政府（英国）、セントアンドリュース大学（英国）、McPhy（フランス）、Arcsilea（英国）、及びフェリーの設計を担当するオスロの AqualisBraemar である。

#### 8-1-7 HySHIP

2020年末、EUはRORO船向けの固体高分子形燃料電池（Proton-exchange membrane：PEM）の研究開発プロジェクトに対し、800万ユーロ（930万ドル）の助成金の支給を承認した。開発される船舶は、ノルウェー沿岸地域に構築される液体水素（LH<sub>2</sub>）燃料供給網の一部となる。

LH<sub>2</sub>を沿岸の水素供給ハブに輸送する実証船となる同船は、出力3MWのPEM形燃料電池と1MWhのバッテリーパックを搭載する。グリーン（再生可能）水素は、ベルゲン近郊 Mongstad の新工場で製造される。

HySHIPプロジェクトには、Kongsberg Maritime、Equinor、DNV、Wilhelmsen、LMG Marin、BKK、NCE Maritime CleanTech という幅広いノルウェー企業・組織に加え、ストラトクライド大学、ETH Zurich、Diana Shipping が参加している。プロジェクトで開発される船舶は、2024年の竣工が予定されており、Wilhelmsen が運航する。

HySHIPプロジェクトには、3MWの高速フェリー、1MWの河川タンカーバージ、ケーブルサイズ型ばら積み船に適用可能な20MWエネルギーシステムへのスケールアップという3件の派生プロジェクトが含まれている。

#### 8-1-8 SATURN（Solutions at underwater radiated noise：水中拡散騒音へのソリューション）

2021年2月初旬、水中拡散騒音の問題に取り組む大規模な欧州研究開発プロジェクト「SATURN」が開始された。プロジェクトでは船舶からの騒音が海中環境に与える影響を特定、騒音の伝播をモデル化し、船舶設計と水中騒音の関係を明らかにする。

SATURNプロジェクトの実施期間は4年で、2025年1月31日に完了予定である。その究極的な目的は、船舶設計、エンジニアリングソリューション、地域的な騒音管理政策により、水中騒音を効果的に減少させることである。

プロジェクト総予算900万ユーロ（1,040万ドル）は、EUが「Horizon 2020」プログラムを通じて全額を負担し、多様な技術・学術分野をカバーする10か国20企業・組織に配分される。特

に、オランダの海事クラスターからは Wartsilä のオランダ支社などの有力企業が参加している。プロジェクトコーディネーターは、ヨーク大学（アイルランド）のエネルギー気候海事研究センター（MaREI）が務める。

プロジェクトの主な研究課題は以下の通りである。

- 水中生物に最も影響を与える騒音の特定と、その発生と伝播に関する研究。
- 船舶からの騒音が、無脊椎動物、魚類、海洋哺乳類に与える短期的、長期的な影響の検証。
- 水中生物に影響の大きい船舶騒音の削減に向け、既存及び新造船に適用可能で最も有効な騒音測定技術と削減技術を特定。

プロジェクトの予算配分が最も大きいデンマークのオーフス大学は、アザラシ、イルカ、ゴンドウクジラに最新の測定装置を取り付け、プロジェクトに参照データを提供する。同装置は、動物が受ける騒音を測定し、GPS、深度計、モーションセンサーによる動きを記録する。記録されたデータは船舶騒音の測定結果と比較され、動物が受ける騒音と挙動との関係を特定する。

騒音の大きさは重要であるが、周波数や長期的な変動などの要因も海洋生物に重大な影響を与えると考えられている。

プロジェクトの大学・研究組織が分析した騒音特性のデータは、プロペラ、船体設計、騒音・振動低減システムを開発し、試験を行うプロジェクト参加企業に提供される。プロジェクトには、Wartsilä に加え、フランス Naval Group、オランダ海事研究機関 MARIN、イタリア研究機関 Cetena が参加している。

過去 10 年間には、船舶からの騒音の環境への影響を研究する数件の EU 助成プロジェクトが実施された。過去のプロジェクトは関連知識の蓄積につながったが、各プロジェクトは独立しており、SATURN プロジェクトのコーディネーターである MaREI は、今回の新プロジェクトは多分野にわたって相互的な恩恵となると期待している。

#### 8-1-9 SEABAT (Solutions for large batteries for waterborne transport : 水上交通向け大型バッテリーのソリューション)

2021 年 1 月 1 日、コスト効率の高い船用大型バッテリーの開発を行う大規模な EU 助成研究開発プロジェクト「SEABAT」が開始された。4 年間プロジェクトである SEABAT プロジェクトの目的は、現行の船用エネルギー貯蔵ソリューションの代替となる高効率で高出力、かつ投資コストと運転コストの低いソリューションの開発である。

SEABAT プロジェクトでは、2 種類のバッテリー（高エネルギーモジュール型バッテリー及び高出力バッテリー）を組み合わせた完全電気ハイブリッドバッテリー概念と、自動車産業向けの新コンバーター概念と製造技術に焦点を当てる。標準化されたモジュール部品を使用したモジュール型アプローチは、船用ユーザーに大量生産によるスケールメリットを提供する。

プロジェクトの成果としては、1MWh 以上のバッテリーソリューションの実証、及びフェリーや短距離海運など対象セクター向けの製品標準化と型式承認への「ロードマップ」の作成が予定されている。新システムのコストは、既存の船用バッテリーシステムよりも 35～50% 低く、また設備投資コストは 15～30%、造船所における統合コストは 50% それぞれ低下、さらに船内でのシステムの寿命消化後の投資コストの回収率は 5% を予想している。

SEABAT プロジェクトの参加企業は造船所が中心で、スペイン造船技術工業会 SOERMAR の会員造船所及びイタリア造船グループ Fincantieri が参加している。ベルギーの研究機関 Flanders Make が主導する同プロジェクトの 4 年間の予算総額は 960 万ユーロ（1,110 万ドル）で、EU が「Horizon 2020」プログラムから全額を拠出している。

#### 8-1-10 ゼロエミッション水上輸送 (ZEWT) パートナーシップ

2022 年には、EU の水上技術プラットフォーム (Waterborne Technology Platform) の一環として 2020 年に結成された産業横断的パートナーシップである「ゼロエミッション水上輸送

「(ZEW) パートナーシップ」から数件の EU 助成プロジェクトが予定されている。ZEW パートナーシップは、多岐に渡る欧州企業、協会、学術機関の協力体制で、既に約 80 参加企業・組織が参加している。

暫定的に予算が計上されている ZEW プロジェクトは、以下の通りである。

①電気エネルギー貯蔵システムの研究及び完全バッテリー電気船及びハイブリッド船の大型バッテリー電力の最適化：

同プロジェクトでは、2 種類の船舶（ハイブリッド及び完全電気推進）を使用した実証試験を 2027 年までに行う。完全電気船は、充電までに 300 海里以上の航海が可能である。プロジェクト総予算 1,600 万ユーロ（1,850 万ドル）のうち、EU が約 800 万ユーロ（930 万ドル）を拠出する。

②革新的なノンバッテリーの船用電気エネルギー貯蔵システム：

同プロジェクトの目的は、完全バッテリー電気ソリューションとハイブリッドシステムの代替となる動力システムの研究開発である。両システムには、駆動時間、速力・推進力比の出力要求などに関する運転面、設計面での欠点がある。

その他の既存エネルギー貯蔵システムは、将来的には船用利用が可能となるかも知れないが、現時点では十分に研究されていない。これにはスーパー/ウルトラキャパシター、超電導、磁気エネルギー貯蔵、フライホイールエネルギー、フロー電池が含まれる。

プロジェクトでは、2027 年までに少なくとも 2 種類の電気エネルギー貯蔵システムの試験を実船上で行う計画である。プロジェクト総予算 1,500 万ユーロ（1,740 万ドル）のうち、EU が 500 万ユーロ（580 万ドル）を拠出する。

③風力エネルギーに焦点を当てた再生可能エネルギーの船用利用に関する研究

同プロジェクトでは、船内の再生可能エネルギー、特に自動風力支援システムの利用により船舶のエネルギー需要を大幅に削減し、燃料消費量を削減する可能性に関する研究を行う。将来的には、高価な気候中立燃料と炭素税の導入により、風力、太陽光エネルギーの効率的な利用による経済的利点がさらに重要となる。

中期的には、自動化された風力技術が長距離海上輸送に広く利用されることを目指している。プロジェクト総予算 1,800 万ユーロ（2,080 万ドル）のうち、EU が約 900 万ユーロ（1,040 万ドル）を負担する意向である。

④レトロフィットによる既存船隊の運航のグリーン化

同プロジェクトの目的は、新造船だけではなく、既存船に新ソリューションをレトロフィットすることにより、海運の気候中立化を加速することである。新造船のみに利用可能なソリューションは、船主の商業的理由による船隊リニューアルのペースでしか普及しない。

プロジェクトでは、造船所、船主、運航者が比較的容易に利用でき、短期間で搭載可能なレトロフィット向けの新技術を開発し、既存の海洋船及び内陸水路船からの排出を削減する。

プロジェクト総予算 2,500 万ユーロ（2,900 万ドル）のうち、EU が約 500 万ユーロ（580 万ドル）を拠出する。

⑤既存船、新造船の全条件における LNG エンジンからのメタンスリップの測定と低減

2021 年 6 月 24 日に、同プロジェクトの追加募集が開始された。プロジェクトの目的は、複数の最新型 LNG 焚きエンジンの排出性能を評価することである。搭載されたエンジンからのメタンスリップのデータを評価、比較し、その結果を発表する。

プロジェクトの成果と長期的目標は以下の通りである。

- LNG 燃料への移行が温室効果ガス（GHG）を増加させないことを確認する。
- LNG の恩恵の大きい分野における LNG の持続性のある移行を促進し、LNG 技術における欧州の優位性を強化する。
- 既存船に適用可能な最低 1 件のメタンスリップ低減ソリューションを開発し、実証試験を行う。
- 多様な運航形態に対応する既存船へのレトロフィット及び新造船向けの低減ソリューションを開発し、実証試験を行う。
- 異なるタイプの LNG 焚きエンジンと負荷性能、及び操縦時の動的負荷を考慮した実際のメタンスリップの量を測定する。

## 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 代替燃料と脱炭素化技術

欧州海上安全庁（European Maritime Safety Agency : EMSA）は、代替燃料と脱炭素化技術に関する 6 件の研究を含む 4 年間の国際プロジェクトを 2021 年半ばに開始した。

EMSA の目的は、EU 欧州委員会と EU 加盟国に対し、海運の持続性向上と低排出及びゼロ排出への転換を促すための技術的支援を提供することである。研究対象となる課題は、アンモニア、水素、バイオ燃料、風力支援推進、空気潤滑、及びその他の有望な技術である。

米国船級協会 ABS の欧州拠点、オランダの研究コンサルタント CE Delft とロンドンの海洋環境コンサルタント Arcsilea と協力して同研究プログラムを主導する。

### 8-2-2 船用代替燃料としてのアンモニア

2021 年 6 月、23 企業・組織が代替燃料としてのアンモニアに関連する課題の共同研究を開始すると発表した。

この研究プロジェクトにはいくつかの有力欧州企業が参加しているが、国際的には特に日本企業の参加が目立っており、プロジェクトコーディネーターは伊藤忠商事が務める。

プロジェクトには、海運、造船、船用エンジニアリング、船級協会に加え、エネルギー及び鉱業分野からの大手企業・組織が参加している。ABS は、代替燃料のリスクを正しく理解し、安全性要求を促進するためには、このような産業横断的な協力が不可欠であると述べている。

プロジェクトでは、以下の課題の研究が行われる。

- ①アンモニア（NH<sub>3</sub>）駆動船の安全性評価
- ②アンモニアバンカリングの安全性評価
- ③アンモニア燃料の仕様
- ④アンモニア製造の CO<sub>2</sub> 排出量

船用代替燃料としてのアンモニアの一般的な課題の研究に加え、プロジェクトではアンモニア駆動船の開発を支援する。さらに、伊藤忠とプロジェクトパートナーは、アンモニア燃料の国際的なサプライチェーンの開発に関する研究を行う。

2021 年 4 月、世界銀行は、アンモニアと水素が海運のゼロ排出化に寄与する船用代替燃料として最も有望であるとの報告書を発表した。

### 8-2-3 船用燃料としてのアンモニア

大きな影響力を持つ欧州及び日本の企業は、船用燃料としてのアンモニアの安全性を確保するための新たなプロジェクトを開始した。プロジェクト参加企業・組織は、Lloyd's Register、the Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping、A.P.Moller-Maersk、Total、三菱重工業、日本郵船（NYK）である。

アンモニア、特に「グリーン」アンモニアは、現在海運の低炭素化、脱炭素化に寄与する有望なソリューションのひとつであるとされている。しかしながら、アンモニア燃料の毒性は非常に高く、安全性の確保が最も重要な課題となっている。プロジェクトの第一段階では、定量リスク評価手法が用いて、アンモニア駆動船の設計と運航の安全性に関するベストプラクティスを開発する。

### 8-2-4 アンモニア駆動のアンモニアガス運搬船

2021 年、ノルウェーに本社を置く肥料グループ Yara International は、日本の企業とともに、船用燃料としてのアンモニアの利用促進を目指した共同研究開発プロジェクトを開始した。

この共同プロジェクトでは、アンモニア駆動のアンモニアガス運搬船の開発と運航に関する研究を行う。2020年8月には、既に日本郵船、今治造船/ジャパンマリンユナイテッド（日本シッパード）、日本海事協会が共同研究を開始している。

開発されるアンモニアタンカーは、アンモニア燃料を使用した場合にはゼロ排出を実現し、IMOの温室効果ガス（GHG）削減戦略に寄与する。また、このような次世代船舶は、アンモニア燃料の経済的な安定供給を支援するものである。

プロジェクト参加企業・組織は、それぞれの役割を分担する。例えば開発されるアンモニア運搬船をチャーターする Yara International は、同船の運航条件の決定と経済効率の評価を担当する。

日本シッパードは、同船の設計と実現可能なCO<sub>2</sub>削減量の目標設定を担当する。

Yara International は、年間850万トンのアンモニアを製造する大企業で、世界18か所のアンモニアターミナルから11隻のアンモニア運搬船を運航している。

#### 8-2-5 アンモニア駆動の新造船

2021年7月、Wärtsilä は、サムスン重工業とアンモニア駆動の4ストローク補機の共同開発契約を締結した。開発されるアンモニア燃料が利用可能な補機は、将来的な新造船建造時にアンモニア駆動2ストローク主機を補うものとなる。主な対象船種は、コンテナ船とVLCCである。

Wärtsilä は、既に70%のアンモニアを含む混合燃料で駆動する4ストロークエンジンの試験を行っており、2023年までには100%アンモニアで駆動するエンジン概念を開発する計画である。

#### 8-2-6 アンモニア駆動船

2021年、ベルギー船主 Euronav は、現代重工業、Lloyd's Register、DNV とともに、アンモニア二元燃料エンジンで駆動される VLCC とスエズマックス型タンカーの導入を促進するための共同開発プロジェクトを開始した。

#### 8-2-7 CLINSH（Clean inland shipping：クリーンな内陸水運）

2021年、内陸水運の排出に関する「CLINSH」プロジェクトが完了し、最終会合と結果発表が11月25日に予定されている。同プロジェクトの主目的は、内陸水運からの排出低減を加速することにより、都市部の大気質を改善することである。

プロジェクトでは、5年間わたって内陸水路船43隻からのNO<sub>x</sub>排出データ及び酸素レベル、圧力、燃料消費量、船速、船位などの関連データを収集した。これらの船舶には、多様な排出削減技術、システム、燃料が使われている。

プロジェクトでは、異なるソリューションの排出特性を研究し、1隻ごとのNO<sub>x</sub>排出量、それぞれの技術及び燃料と排出量の関係を解明した。また、粒子状物質（PM）の排出量測定も行った。今後の排出量及び排出削減量の予測モデルを作成し、ロッテルダム港やデュイスブルク港を含む数か所の大気質への影響をモデル化した。

CLINSHプロジェクトには、オランダ、ベルギー、ドイツ、英国の18企業・組織が参加した。プロジェクト総予算は850万ユーロ（980万ドル）で、EUのLIFEプログラムが助成を行った。

#### 8-2-8 将来的エネルギー連合

輸送とロジスティックスのエネルギー転換の加速を目指し、フィンランド Wärtsilä グループと主にフランス企業から成る研究開発コンソーシアム「将来的エネルギー連合」（Coalition for the Energy of the Future）が結成された。11企業・組織が参加する同連合は、それぞれの専門分野を活かし、2030年までに明確な効果を持つ技術的解決方法を開発する。

同プログラムには輸送分野全体をカバーする多様なサブプロジェクトが含まれ、海運関連では「グリーン」水素の調達ソリューション、バイオ燃料の開発、バイオガス及び合成ガスの利用な

どの研究が行われる。

コンソーシアムには、コンテナ船社 CMA CGM、エネルギーグループ Total 及び Engie の他、メーカー、銀行、小売りグループなどが参加している。

#### 8-2-9 DDD-BATMAN (Data-driven degradation monitoring and prediction of batteries for maritime applications : 船用バッテリーのデータ駆動の劣化モニタリングと予測)

DNV がコーディネーターを務め、ノルウェーとドイツが実施した「DDD-BATMAN」プロジェクトでは、産業横断的な研究グループがバッテリーの状態とエネルギー量の調査を行い、ハイブリッド及び船用電気動力システムの安全性と信頼性の向上を目指した。プロジェクトの主目的のひとつは、エネルギー貯蔵システム（バッテリー）の予測に関するデータ駆動の手法とバッテリーの健康状態（state of health : SoH）を評価する手法の開発である。バッテリーの健康状態は、温度、放電率、インピーダンスなどの関連パラメーターのリアルタイムのセンサー測定をベースとする。一方、現行の評価手法は年間容量試験をベースとしており、問題点が多い。

プロジェクトの焦点のひとつは、クルーズ船のバッテリーシステムのバッテリー寿命、交換方法、ライフサイクル評価、陸上での接続方法などの詳細な調査である。

DDD-BATMAN プロジェクトは、MarTERA\*、ノルウェーリサーチカウンシルとドイツ連邦経済エネルギー省（BMWi）が資金を拠出している。

\*MarTERA : 様々な分野の国際共同研究プロジェクトを行う 16 か国のコンソーシアムで、EU が「Horizon 2020」プログラムから補助金を拠出している。

#### 8-2-10 「GETTING to ZERO 2030」連合

2021 年、英国の独立系エンジニアリング技術コンサルタント Ricardo が、「GETTING to ZERO 2030」連合に参加した。

同連合の目的は、2030 年までに、海上貿易ルートに運航される世界初の商業的に有効なゼロエミッション船隊を開発、建造することである。これらの船隊は、ゼロカーボンのエネルギー源の製造、供給、貯蔵、バンカリングを含む関連インフラにより支援される。

2019 年 9 月に結成が発表された「Getting to Zero 2030」連合は、海運、技術企業に加えて小売り企業、金融グループが参加し、輸送機関のエネルギー転換の加速を目的としている。結成メンバー 11 企業には Wärtsilä が含まれ、現在では 150 以上の企業、協会、政府間組織（IGO）が参加している。

連合に参加した Ricardo は、同連合は既に、海運の GHG 排出量を 2050 年までに最低 50% 削減するという IMO の目標を積極的に支援する以下のような活動を行っていると述べている。

- 政策決定を支援する GHG 排出量のインベントリーを作成
- 再生可能エネルギーをベースとした電子燃料の開発と製造に関する機会と利点の評価
- 「クリーン」な次世代船用推進ソリューションの開発

#### 8-2-11 GreenVoyage2050

2021 年 5 月、ノルウェーは、IMO とノルウェーの共同プロジェクト「GreenVoyage2050」への 1,450 ノルウェークローネ（170 万ドル）の追加出資に合意した。同プロジェクトは、開発途上国の船舶からの温室効果ガスの削減を支援している。

2019 年 5 月に開始された同プロジェクトの第一段階は、2022 年 5 月に完了の予定である。追加資金は、代替燃料のポテンシャルに関する調査を含む船舶と港湾における実証プロジェクトの決定と実施を支援するツールの開発に用いられる。

ノルウェー政府と IMO の共同プロジェクトである「GreenVoyage2050」は、小島嶼開発途上国（Small Island Developing States : SIDS）と後発開発途上国（Least developed country : LDC）

を含む開発途上国が、IMO の温室効果ガス戦略に沿った海運のエネルギー効率と気候変動目標を達成するための努力を支援している。

#### 8-2-12 HealthProp (Life prediction and health monitoring of marine propulsion system under ice impact : 氷海の影響を受ける船用推進システムの寿命予測と状態監視)

極海を航行するクルーズツーリズムの増加に伴い、氷海における船用推進システムの新研究プロジェクト「HealthProp」が開始された。同プロジェクトの主目的は、北極海及び南極海を航行する船舶の推進システム及び駆動系の監視に関するデジタルツインの開発である。これにより厳しい環境条件下のシステムの信頼性と運航の安全性を向上させる。

デジタルツインプラットフォームは、インテリジェントセンサー、データ収集、故障検出アルゴリズムを組み合わせ、物理的及びクラウドベースのモデリングにより作成される。2012 年建造の南アフリカの極海調査船「SA Agulhas II」上でデータ計測を行う。また、同船では、開発されたデジタルツインを用いて機関及びシステムの寿命、氷による故障の予測などの試験も行う。

HealthProp プロジェクトの実施期間は 3 年で、2023 年 7 月に完了が予定されている。プロジェクト予算 220 万ユーロ (260 万ドル) のうち、約 190 万ユーロ (220 万ドル) を EU の MarTERA コンソーシアム、ノルウェーリサーチカウンシル、ドイツ連邦経済エネルギー省 (BMWi)、南アフリカ科学イノベーション省が拠出する。ノルウェー科学工科大学が主導する同プロジェクトには、ドイツ、ノルウェー、南アフリカの企業・組織が参加している。

#### 8-2-13 制御システムのイノベーション

2021 年、オランダの海事研究機関 MARIN は、オフショアサービス船の先進的な統合制御システムに関する 2 年間の研究開発プロジェクト「INNOVATION in CONTROL」を提案した。

オフショア産業で使用される支援船は、自動船位保持 (DP)、動揺軽減型クレーン (motion-compensated crane)、動揺軽減型ギャングウェイ、その他の機器など複数の制御システムを搭載し、技術の高度化が進んでいる。MARIN は、設計段階における船内統合システムの性能を試験、評価する系統的で認証された手法が定義されていないことを問題視している。

このような手法は、新造船に搭載される前にシステムの試験、最適化、比較を行い、建造契約の評価に利用することができる。合理化された手法により、新制御システムの市場化過程が迅速化し、開発コストも低下する。

#### 8-2-14 LNG 輸送：メタン排出量の測定と低減

気候変動阻止への世界的な努力は、主に CO<sub>2</sub> 排出量削減が焦点となっている。一方、現在の人為的地球温暖化に大きな影響を与えていると考えられる温室効果ガス (GHG) であるメタンに関する研究は未だ少ない。メタンは大気中に留まる時間は短い、20 年間で CO<sub>2</sub> の 87 倍もの影響を与える GHG である。

2021 年、ロンドンのクイーンメアリー大学は、米国の輸出ターミナルと欧州の積み降ろし港間の往復航海を行う LNG 運搬船からメタン排出量を直接測定するという初めての研究を行った。同プロジェクトでは、174,000m<sup>3</sup> 型新造 LNG 運搬船「GasLog Galveston」(2021 年建造) に 3 人のリサーチャーが乗船し、航海中に LNG 二元燃料推進機関の排気と貨物から漏れる排出量のデータを収集した。

プロジェクト予算 400,000 ポンド (545,000 ドル) は、米国イリノイ州の産業が出資する研究機関 Collaboratory to Advance Methane Science (CAMS) 及びスペインのエネルギー企業 Enagas が拠出している。

プロジェクトの結果は、技術誌に発表される予定である。クイーンメアリー大学は、「このプロジェクトは、政策決定者が産業の規制方法と気候目標の達成方法を理解し、制定するという重要な時期に実施される。プロジェクトで得られた透明性の高い排出関連データを活用し、このよう



な目的を達成することができる。」と述べている。

#### 8-2-15 MarHySafe 共同開発プロジェクト

船級協会 DNV と「MarHySafe」プロジェクトパートナーは、2021 年半ばに水素燃料船ハンドブック (Handbook for Hydrogen-fuelled Vessels) を発表した。このハンドブックは、安全性、リスク低減、エンジニアリング、設置方法などを含む水素燃料駆動の船用固体高分子形燃料電池の設計と製造の要求の詳細が記載されている。

同ハンドブックは法的書類ではなく、MarHySafe プロジェクトとその終了後も連続的にアップデートされる知識ハブとして活用され、また将来的な水素関連規制の制定のベースとなる。

MarHySafe プロジェクトは、DNV が主導する 26 企業・組織から成るコンソーシアムで、その目的は、海運の安全な水素利用に関する知識ベースを構築することである。2021 年半ばに第二段階に入った同プロジェクトは、リスク評価、試験、及び引き続き水素バンカリングの研究、標準設定などの作業を行う。

#### 8-2-16 船用バイオ燃料の試験

2021 年に実施された共同産業プロジェクトでは、イタリア企業が所有するプロダクトタンカー船隊でバイオ燃料の試験を行い、その脱炭素能力を調査した。プロジェクトには、イタリア船社 d'Amico Group、MAN Energy Solutions、バンカー供給企業 TFG Marine (Trafigura Group)、Lloyd's Register、ABS、RINA、Liberia Registry が参加した。

プロジェクトで使用されたバンカー燃料は、第二世代フィードストックから製造された B30 バイオ燃料ブレンドである。実船試験では、主機、ディーゼル発電機、ボイラーの挙動を監視し、性能、排出、燃料貯蔵などの評価を行った。

#### 8-2-17 ONE SEA 産業アライアンス

2021 年 6 月、産業アライアンス「One Sea」は、船舶の安全性と自動運航技術の關係に焦点を当てた「白書」を発表した。この白書では、One Sea アライアンスの意見として、自動運航船技術は海上の安全性を向上させるものであり、現行の関連規制を早急に見直す必要があると述べている。

One Sea アライアンスの目的は、世界の海運における安全な自動運航システムの開発を支援し、2025 年までに十分に研究され、実証された高効率な自動運航エコシステムを構築することである。フィンランドが主導する同アライアンスの活動は、2016 年に開始された。

保険業者、船員組合、訓練期間、規制当局、船級協会を含むステークホルダー間のダイアログと協力は、自動運航海運の将来とデジタル化に関する課題の解決に不可欠である。

#### 8-2-18 バナジウム・レドックス・フロー電池 (VRFB) 技術

ゼロエミッション船向けのバッテリー技術の進化を目指し、新たな欧州パートナーシップが結成された。2021 年初頭、オランダの船舶設計企業 Conoship International、ドイツ船主 Vega Reederei、カナダ VanadiumCorp のドイツ子会社は、船用推進システム向けの次世代バナジウム・レドックス・フロー電池 (VRFB) の開発に関する覚書に調印した。

この 3 社のパートナーシップは、Special Purpose Vehicle (SPV) 社として法人化された。SPV は、船用市場向けに画期的な高エネルギー密度電解物をベースとしたレドックスフロー電池スタックを開発する。エネルギー密度の向上により、同技術のビジネス価値は高まる。この進化は、VanadiumCorp とドイツとオーストラリア電気化学技術アライアンスである CENELEST の協力により実現した。

Conoship は、船用推進システムにコンパクトなレドックスフロー電池を統合するためのエンジニアリング設計を提供する。

#### 8-2-19 ばら積み船向け風力支援推進

2012年1月、ドイツ船社 Oldendorff Carriers は、ロンドン Anemoi Marine Technologies、Lloyd's Register、上海船舶研究設計院（Shanghai Merchant Ship Design And Research Institute : SDARI）と、ばら積み船向けの風力支援推進ソリューションの共同開発に関する合意を締結した。

2022年中に完了が予定されている同プロジェクトでは、Anemoi が特許を持つ縦型ローターセイルをニューカッスルマックス型ばら積み船（207,000DWT）の甲板に搭載し、長距離航海中に試験を行う。試験結果がポジティブな場合、Oldendorff Carriers はこのソリューションを同社の環境戦略に組み込むことを検討する。

Oldendorff Carriers は、船舶設計企業、メーカー、船級協会と協力することにより、同社船隊のライフサイクルを通じて環境及び経済的に利点のある風力技術を、総合的、機能的に導入することを目指している。

Anemoi Marine Technologies は、Tufon Group と、同社のカムサマックス型ばら積み船（82,000DWT）にローターセイル 3 基ともうひとつの特許技術であるレール移動式システムをレトロフィットする契約に合意した。

#### 8-2-20 WISAMO（Wing Sail Mobility : ウィングセイル・モビリティー）

「WISAMO」システムは、Michelin Research & Development とスイスの投資家 2 人によって開発されたシステムである。この膨張式自動伸縮セイルシステムは、新造商船への搭載及び既存船へのレトロフィットの両方が可能である。格納式のマストにより、船舶は橋の下を航行することができる。Michelin によると、WISAMO システムは、船舶のエネルギー消費効率を最大 20% 改善する。第一号機の商船搭載は、2022年に予定されている。

#### 8-2-21 WiSP2（Wind assisted ship propulsion : 風力支援推進）

2021年7月、オランダ海事研究所 MARIN が実施した WiSP プロジェクトの第一段階（WiSP1）の結果をベースに、WiSP2 共同産業プロジェクトが開始された。新プロジェクトは MARIN と米国船級協会 ABS が主導し、18 企業・組織が参加している。同プロジェクトの目的は、海運の脱炭素化への重要なツールとしての風力推進の幅広い採用を実現することである。

船用風力支援推進技術の研究は復活してきたが、CE Delft による市場化ポテンシャルに関する研究によると、独立した透明性のある評価情報と風力推進の性能予測に関する情報の不足が、風力推進の普及への障害となっている。

2 年間プロジェクトである WiSP2 プロジェクトでは、船主が期待できる燃料及び排出量の削減率を明らかにし、投資の決定と EEDI、EEXI を含む法規制へのコンプライアンスを支援することを目的としている。実際の運航条件に基づいた性能の評価に焦点を当てた研究を行う。

WiSP2 プロジェクトの成果は、推奨される性能予測手法としてまとめられる。プロジェクトの成果物のひとつは、風力推進システム向けに参加企業・組織が使用する基本的性能予測ソフトウェアツールである。推奨される手法は、IMO に提案する。

## 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 AmmoniaDrive

2020 年末から 2021 年初頭にかけて、オランダのデルフト工科大学 (TU Delft) が提唱するゼロエミッション船用動力概念の開発に向けたプロジェクト「AmmoniaDrive」が、オランダの公的補助を受けて開始された。「AmmoniaDrive」概念は、有害物質を排出しない一元燃料高効率ハイブリッド内燃機関 (ICE) 及び固体酸化物形燃料電池 (SOFC) 動力推進プラントである。

補助金の申請は、補助金を配分するオランダ科学機関 NWO を通じて行われた。

再生可能エネルギーから製造された場合、アンモニアは海運の脱炭素化目標達成に寄与する。しかしながら、船用燃料としてのアンモニアの利用に関しては、その複雑な燃焼特性、海洋環境や人の安全性、有害性の懸念、経済的障害などの課題が多い。

アンモニアは火炎伝搬速度が遅く燃焼率が低いため、ICE 内のアンモニア燃焼には促進燃料 (promoter fuel) の使用が必要である。促進燃料としては、アンモニア (NH<sub>3</sub>) がキャリアする水素が提案されている。アンモニア駆動の SOFC では、内部改質の結果として水素が AOG (anode-off gas) 内にリリースされる。

提案されている AmmoniaDrive プラントは、ICE と SOFC というエネルギー変換機関の利点を最適化し、アンモニアを水素及びエネルギーキャリアとして利用する。これによる船舶設計と統合への影響は少ないとされている。

AmmoniaDrive のさらなる開発を提案するプロジェクトパートナーは、TU Delft、TNO、MKC、オランダの船用技術コンサルタント C-Job である。

### 8-3-2 AmmoniaMot (アンモニアエンジン)

2020 年 12 月、アンモニア駆動の中速二元燃料エンジンの開発に関する共同プロジェクト「AmmoniaMot」がドイツで開始された。

プロジェクトの実施期間は 3 年で、MAN Energy Solutions、ミュンヘン大学、Neptun Ship Design、エネルギー変換企業 WTZ、噴射システムメーカー Woodward L'Orange が参加している。

ミュンヘン大学は、高速圧縮／拡張試験機を用いてアンモニアの燃焼の研究を行う。同大学と MAN は、異なるサイズのエンジンへの同技術の早期導入を目指した燃焼モデルを共同開発する。WTZ は、高速試験エンジンを用いて、MAN と共同で提案されている新エンジンの燃焼概念を開発する。Neptun Ship Design は、カプセル化されたモジュール型燃料システムの技術及び安全性要求に関する国際規制を調査する。開発される燃料システムのプロトタイプは、WTZ の試験エンジンを用いて試験が行われる。Woodward L'Orange は、ミュンヘン大学及び WTZ のアンモニア燃料試験に使用する噴射システムを開発する。

MAN は、開発された技術を大型 4 ストロークエンジンにスケールアップし、同エンジンの製造と市場化の準備を行う。また、MAN は、2024 年までに 2 ストロークアンモニア燃料エンジンを発売する計画を進めている。

### 8-3-3 海上輸送のカーボンニュートラル化

デンマーク船社 MHO-Co は、2021～2024 年に実施される予算総額 450 万ユーロ (520 万ドル) の海運向け「グリーン」ソリューション開発プロジェクトを主導している。同プロジェクトには、デンマークのエネルギー技術開発実証プログラム (Energy Technology Development & Demonstration Programme : EUDP) が 215 万ユーロ (250 万ドル) を助成している。

プロジェクトには、洋上風力発電支援船を運航する MHO-Co に加え、Danfoss、Ballard Power Systems Europe、Sterling PlanB、Stuart Friezer Marine、及びオールボー大学のリサーチエンジニアが参加している。

Ballard と Sterling は、燃料電池とエネルギー貯蔵システムに関する専門技術を提供する。

MHO-Co は、浮体式試験プラットフォームとなるカタマラン型新造船 2 隻を中国造船所に発注済みであり、2021 年中に引き渡し予定されている両船で両技術の試験を行う。両船は、将来的に環境にやさしいエネルギーシステムへの交換が可能なエンジン・推進設計を持っている。

#### 8-3-4 クリーンマリタイムプログラム（英国）

英国政府の「クリーンマリタイム」プログラムでは、2021 年には 55 件の助成プロジェクトが実施されている。全プロジェクトは 2022 年 3 月までに完了する。同プログラムは英国運輸省が監督し、プロジェクトの総コスト 3,350 万ポンド（4,560 万ドル）のうち、約 2,300 万ポンド（3,130 万ドル）の補助金を支給している。

プロジェクトのトピックは、ゼロエミッション船技術と「グリーン」な港湾の設計と開発に関連し、補助金は技術試験とフィジビリティ研究を対象とする。55 件のプロジェクトのうち 51 件は 2~5 企業・組織の共同プロジェクトで、残りの 4 件は 1 社のみで行っている。

英国政府の究極的な目的は、海運の脱炭素化とゼロエミッションへの転換を促進するイノベーションへの支援、及び船用技術ソリューション分野における英国の国際競争力の強化である。

船用推進関連のプロジェクトの例としては、以下が含まれる。

①CAPSULE（Composite application to propulsion systems for upscaling and low emissions : 低排出と改善のための推進システムへの複合材料の利用）

総予算 224,000 ポンド（305,000 ドル）のうち、約 179,000 ポンド（243,000 ドル）を助成。推進機器への複合材料の利用。

②テムズ川の公共高速水上輸送の脱炭素化

総予算 216,000 ポンド（294,200 ドル）のうち、約 108,000 ポンド（147,000 ドル）を助成。フェリー運航企業の既存カタマラン型フェリーに適用可能なゼロカーボン燃料の 3 オプションの経済的、技術的利点に関する研究。

③船用推進向けダイレクトアンモニア燃料電池

総予算 375,000 ポンド（510,700 ドル）のうち、281,000 ポンド（382,700 ドル）を助成。

④eFoilerCTV

総予算 756,000 ポンド（1,030,000 ドル）のうち、534,000 ポンド（727,200 ドル）を助成。Artemis Technologies 社が開発中の革新的な電動フォイル推進システム「eFoiler」を搭載した洋上風力発電施設のクルー輸送船の開発。

⑤大型船の動力機関への燃料電池統合

総予算 386,000 ポンド（25,700 ドル）のうち、203,000 ポンド（276,500 ドル）を助成。大型船への燃料電池統合に関する技術的障害と課題を研究。

⑥水素駆動の超耐性無人水上船のフィジビリティ研究

総予算 326,000 ポンド（444,000 ドル）のうち、242,000 ポンド（330,000 ドル）を助成。

⑦HOST（Hydrogen and oxygen, south Thames : テムズ川南部の水素と酸素）

総予算 480,000 ポンド（653,600 ドル）のうち、242,000 ポンド（330,000 ドル）を助成。テムズ川最大のフェリー運航企業（Thames Clippers）が、今後 10 年間に船隊をディーゼルエンジンに代わり水素燃料電池、バッテリー、電動モーター駆動に転換する計画の達成可能性の評価。

⑧NEPTUNE

総予算 478,000 ポンド（651,000 ドル）のうち、348,000 ポンド（474,000 ドル）を助成。シェットランド諸島の海事産業のゼロカーボン燃料導入計画と分析を支援するデスクベースの意思決定モデリング・支援システム（desk-based decision modelling and support system : DEMOSS）の開発。

⑨海洋船向け風力推進システム「SKYTUG」

総予算 889,000 ポンド（121 万ドル）のうち、約 606,000 ポンド（825,000 ドル）を助成。

SKYTUG 概念 (Bluewater Engineering が開発) は、通常速力で航行する大型商船の牽引または牽引支援のために 1 基または複数基のカイトを搭載したタグボートを利用する概念である。

#### ⑩TransSHIP

総予算 683,000 ポンド (930,000 ドル) のうち、580,000 ポンド (790,000 ドル) を助成。既存の海洋船、沿岸船への水素燃料推進システムのレトロフィットに係わる技術的、経済的フィジビリティ研究。

#### ⑪大型船のゼロカーボンのベースロード

総予算 474,000 ポンド (645,500 ドル) のうち、315,000 ポンド (429,000 ドル) を助成。固体酸化物形燃料電池 (SOFC) とバッテリーを、クルーズ船の補助電力 (居住区電力) としてディーゼル発電機を代替する技術に係わるフィジビリティ研究。

### 8-3-5 クリーンな推進技術

2021 年、フィンランド政府は、国家研究開発プロジェクト「クリーンな推進技術 (Clean Propulsion Technologies)」に対し、フィンランド政府機関 Business Finland を通じて 790 万ユーロ (920 万ドル) の補助を決定した。2021 年 4 月に開始された同プロジェクトは、2023 年春に完了予定である。その主目的は以下の通りである。

- ①燃料柔軟性のある「Reactivity Controlled Compression Ignition : RCCI」(反応度制御圧縮着火) モード\*で運転可能な革新的中速エンジンの開発。
- ②低負荷及び部分負荷運転時のメタン排出 (メタンスリップ) を大幅に低減する二元燃料エンジン技術の開発。
- ③選択触媒還元 (SCR) 技術の改善。
- ④エンジンの自動化と制御の精度を高めるマシンラーニング制御技術の開発。
- ⑤温室効果ガスの排出量を最低 20%削減する後処理技術の開発
- ⑥ハイブリッド推進システム向けの最適化された予測的動力制御構造の設計

ヴァーサ大学が主導する同プロジェクトの主要パートナーは Wärtsilä である。その他の参加企業・組織は、アアルト大学、オーボ学術大学、フィンランド研究所 VTT、Meyer Turku、NAPA Systems、Geysler Batteries、Bosch Rexroth、AGPO Power、Dinex Finland、Proventia、APUGenius である。

同プロジェクトは、フィンランドの 15 の企業、大学、研究所、及び 4 つの国際パートナーが参加する「CleanShip」共同プロジェクトから派生したものである。

\*RCCI とは、均一予混合圧縮着火 (Homogeneous Charge Compression Ignition : HCCI) のバリエーションで、天然ガス、メタノール、または空気及び再循環排気ガスと混合された水素などの低反応度燃料をシリンダー内で予混合する。その後、バイオディーゼルなどの高反応度燃料を燃焼室に直接噴射する。

### 8-3-6 DEffProForm (Design of efficient ship propellers with unconventional shape : 高効率な非従来型船用プロペラの設計)

2021 年、斬新な設計の省エネ型プロペラの研究開発プロジェクト「DEffProForm」が、公的補助を得てドイツで開始された。同プロジェクトには、ハンブルク試験水槽 HSVA、ハンブルクハーブルク工科大学、ロストック大学、プロペラメーカーMecklenburger Metallguss (MMG)、ポツダム試験水槽 Schiffbau-Versuchsanstalt Potsdam、ソフトウェア企業 Friendship Systems、ISA Propulsion が参加している。

「DEffProForm」プロジェクトの主目的は、ティップフィン (tip-fin) プロペラなどの非従来型プロペラの導入によって複雑化するジオメトリー、設計過程、フロー、キャビテーション計算

への対応である。以前に実施されたドイツの国家研究プロジェクト「HYKOPS」の研究結果が「DEffProForm」プロジェクトに活用される。

### 8-3-7 e4ships/ELEKTRA プロジェクト

ドイツの国家「ライトハウス（灯台）」プログラム「e4ships」内の ELEKTRA サブプロジェクトでは、初のバッテリー及び燃料電池駆動の押船（タグボート）を建造した。全長 20m の同船のエネルギーは、水素ガス、燃料電池及び充電可能バッテリーが供給する。押船「Elektra」の建造と並行し、同船の運航エリアであるベルリン周辺の内陸水路では、電気と水素の供給インフラを構築中である。

燃料電池プラントは同船の甲板に設置され、バッテリー室は 250 モジュール（重量 20 トン超）から構成される。バッテリーバンクの容量は約 2.5MWh である。建造プロジェクトの最大の課題は、電気部品、発電機、船内電力消費器具の配線と、監視・制御技術であった。

押船「Elektra」は、ベルリンの内陸港 Westhafen をベースとし、バージ船隊の押し作業に従事する。

プロジェクト総予算は 1,300 万ユーロ（1,500 万ドル）で、そのうち約 800 万ユーロ（930 万ドル）をドイツ連邦交通デジタルインフラ省（BWVi）が補助する。プロジェクト管理と監督は、Project Management Juelich、国家水素燃料技術機関 NOW GmbH が担当する。

プロジェクト参加企業・組織は、ロジスティックス企業、造船所 Schiffswerft Herman Barthel、燃料電池メーカー Ballard Power Systems、水素タンクメーカー Anleg、バッテリーメーカー EST-Floatch、推進システムメーカー Schottel、及びプロジェクトリーダーであるベルリン工科大学である。

### 8-3-8 代替推進システムを持つ風力支援貨物船

ドイツ連邦交通デジタルインフラ省は、風力と代替推進システムを利用する貨物船に関するフィジビリティ研究プロジェクトへの募集を行った。認可研究機関が応募でき、応募期限は 2021 年 9 月 30 日である。プロジェクトには、燃料電池・水素技術に関する国家イノベーションプログラムが資金を拠出する。

対象となるプロジェクトは、代替推進システムを搭載した風力支援新造船の開発と建造の基礎となるフィジビリティ研究または概念設計である。

### 8-3-9 グリーン船用メタノール

2021 年前半に完了したオランダの「グリーン船用メタノール」（Green Maritime Methanol : GMM 1.0）プロジェクトの後継プロジェクトとして、2021 年 8 月に「GMM 2.0」の実施が決定された。

「GMM 1.0」プロジェクトでは、船用燃料としてのメタノール利用に関する以下のような課題の研究が行われた。

技術及び運転要件：

- ①船用エンジンへのメタノール利用方法のオプション
- ②安全なメタノールの船内貯蔵と取扱い
- ③バンカリング方法と安全性

経済的、環境面での有効性：

- ①メタノールの市場ポテンシャル
- ②製造とサプライチェーンの研究
- ③異なる製造方法による排出量

海運市場への適用：

- ①異なる船種の技術レイアウトと運航条件をベースとした船体の詳細設計
- ②異なる船種へのメタノール導入に関するケーススタディー

プロジェクトでは、6種類の船種へのメタノール燃料のケーススタディーを行った。6船種とは、オランダで設計、建造、運航される小型の一般貨物船、ケーブル敷設船、ドラグサクシオン浚渫船、調査船、港湾監視船、内陸水路監視船である。プロジェクトでは、既存船へのメタノール導入のための改造は、メタノール駆動の新造船の建造よりもコストがかかることが判明した。

アイントホーフェン（オランダ）の応用科学研究機関 TNO が主導する「GMM 1.0」プロジェクトには、オランダの産業及び学界から 30 企業・組織が参加した。プロジェクト資金は、オランダ経済気候政策省及び海事クラスター機関 TKI Maritiem が補助を行った。

### 8-3-10 グリーン SHIPPING（オランダ）

オランダの内陸水域であるワッデン海を囲む三つの地方（フローニンヘン、フリースランド、北ホランド）は、同地域の水運及び港湾の「グリーン」なエネルギー転換を促進するための大規模な投資プログラムを支援している。今後 4 年間の投資総額は 2,600 万ユーロ（3,010 万ドル）で、ワッデン海基金を通じて投資される。その目的は 2030 年までに CO<sub>2</sub> 排出量を 60%削減することで、商業水運への水素燃料導入が戦略の焦点となっている。

「グリーン SHIPPING」プログラムは、最大 10 件のサブプロジェクトから構成され、最初の 5 件は 2024 年までに実施される。初期投資として、ワッデン海基金は 800 万ユーロ（930 万ドル）を拠出している。最初のサブプロジェクトは、陸上電力への水素利用に関するプロジェクト（Hydrogen for Shore Power）で、同水域の港湾に寄港する船舶に電力を供給する水素ベースのモバイル型燃料電池発電機を設計し、試験を行う。オランダ企業 Eekels Technology、Nedstack Fuel Cell Technology、Bredenoord が技術開発を担当する。

### 8-3-11 グリーン SHIPPING プログラム（ノルウェー）

ノルウェーのグリーン SHIPPING プログラムの一環として、海事業界及び産業界の関係者は、ゼロエMISSIONの沿岸ばら積み貨物船の建造プロジェクトを行っている。計画中の貨物船の推進システムは、水素燃料駆動の内燃機関と大型ローターセイル 2 基の組合せである。このコンセプトは「WITH ORCA」（“Powered by Nature”）というプロジェクト名を持つ。

2021 年のノルウェーの同プロジェクトの共同研究作業は、船舶設計の開発に焦点を当てている。同船は、風力支援推進の効果が高い風力条件を持つ北海で主に運航される予定である。横風の影響を軽減するため、同船は特殊設計のキールを持つ。

同船の開発、建造、運航に関する入札には、合計 31 社の船社が応募した。落札したのは、家族経営の船主 Egil Ulvan Rederi である。同社は Norwegian Ship Design 及び DNV と共同技術開発を行い、同船は 2024 年に就航が予定されている。同船は、東方向の沿岸航海ではプロジェクト参加企業である HeidelbergCement Norway のために骨材を輸送し、帰路は Felleskjøpet AGRI のために穀物を輸送する。

### 8-3-12 高温プロトン交換膜（HTPEM）技術

2021 年、オールボー（デンマーク）において、高温プロトン交換膜（HTPEM）技術の試験設備の建造が開始された。この研究開発プロジェクトは、Alfa Laval、燃料電池メーカー Blue World Technologies、船社 DFDS、Hafnia、Maersk Drilling が共同で行っている。燃料としてメタノールを使用する試験装置では、船用補助動力としての HTPEM 技術の可能性を研究する。デンマークのエネルギー技術開発実証プログラム（EUDP）がプロジェクト支援を行っている。

この燃料電池試験装置は出力 200kW であるが、完成したモジュール設計は、将来的には 5MW レベルまでのスケールアップが可能であると予想されている。オールボーの Alfa Laval 試験・ト

レーニングセンターにおける試験は 1 年間で予定しており、燃料電池システムの耐性と寿命の詳細な調査を行う。

HTPEM 形燃料電池は、他の形式の燃料電池よりも熱循環耐性が高く、発電装置に要求される動力変動に適している。しかしながら、同技術を船舶で利用するためには、内燃技術と同等の寿命を持つ必要がある。従って、同燃料電池の様々な性能の劣化が解決すべき課題となっている。

Alfa Laval は、燃料電池開発に関するもうひとつの国家プロジェクト「SOFC4Maritime」にも参加している。

### 8-3-13 水素燃料電池推進システム

オランダの内陸水路コンテナ船に水素燃料電池推進システムをレトロフィットするプロジェクトが、公的な補助金を獲得した。

プロジェクトの対象となる全長 110m の河川コンテナ船「Maas」は、Holland Shipyard Group のハルディンクフェルト造船所において 2021 年 12 月までに動力改造工事が行われる予定である。工事では、既存の主機とギアボックスを、電動モーター、水素タンク、プロトン交換膜 (PEM) 形燃料電池、バッテリーシステムから構成される新たなモジュール型推進システムと交換する。

ロッテルダムに本社を置く Future Proof Shipping が発注した今回のレトロフィットにより、水素動力に転換した同船の温室効果ガス (GHG) 排出は、年間約 2,000 トンの CO<sub>2</sub> 削減となる。

同プロジェクトは、①オランダ企業局のサステナブル SHIPPING プログラム、②ロッテルダム港湾局のクリーンな内陸海運とサステナブルロジスティクスプログラム、③EU の Interreg VB 北海地方プログラムからの資金支援を受けている。

### 8-3-14 MariData

2021 年初頭、船舶のエネルギー管理意思決定支援システムの開発に関する大規模な国家研究プロジェクト「MariData」がドイツで開始された。同プロジェクトはハンブルク試験水槽 HSVA が主導し、船社、技術企業、大学が参加している。

MariData プロジェクトの革新性は、風力、波力の影響及び船体とプロペラの状態を含む実際の航海条件下の船舶のドラッグ (抵抗)、推進、燃料消費を正確に決定する機能である。

同プロジェクトには、ドイツ連邦経済エネルギー省 (BMWi) が資金を提供している。

### 8-3-15 MethQuest

2021 年 9 月、輸送とエネルギー供給網に再生可能資源由来のガスを利用することを促進するドイツの大規模な国家プロジェクト「MethQuest」が完了した。2018 年 9 月に開始された同プロジェクトには、産業、技術企業、大学を代表する 29 企業・組織が参加した。プロジェクト総予算 3,200 万ユーロ超 (3,700 万ドル) のうち、1,900 万ユーロ (2,200 万ドル) をドイツ連邦経済エネルギー省 (BMWi) が拠出した。

プロジェクトの焦点は、再生可能資源から製造されたメタンと水素を燃料として利用することにより、海運、陸上交通、陸上発電所の気候中立性を実現することである。MethQuest プロジェクトでは、様々な分野における再生可能燃料の開発と利用に関する 6 件のサブプロジェクトが実施された。

MTU ブランドを持つ Rolls-Royce Power Systems がコーディネーターを務めたサブプロジェクト「MethMare」では、2 種類の船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が行われた。その結果、触媒装置と非常に複雑な高圧ガス噴射技術を用いた場合、メタン駆動の船用エンジンからの排出量は、通常の高圧ガスエンジンと比較して 80% 低減されることが判明した。また、大型高速エンジン内のメタノール燃焼は、低レベルの汚染物質を排出し、メタン排出はゼロである。Rolls-Royce は、革新的な水素駆動のオットーサイクル大型ガスエンジンの試験も行い、水素燃焼による有害物質の排出は低レベルであるとの結果を得た。



また、「MethFuel」サブプロジェクトでは、再生可能資源からメタンを製造する新たな方法の研究が行われた。

#### 8-3-16 モビリティと燃料戦略（ドイツ）

2021年、ドイツ政府は、コロナ感染拡大による企業の財政難と補助金への需要増加の影響を受け、LNG燃料船への補助金の支給期限を延長した。新造船及び既存の海洋船へのレトロフィットへの補助金の第3次募集は、2021年6月12日まで受け付けられた。

補助金は、LNG推進システムへの投資額の通常は最大40%、当該企業のサイズにより最大60%までが支給される。この政策は国家モビリティ・燃料戦略（Mobility and Fuels Strategy : MFS）の一環で、船用LNG燃料が海運からの温室効果ガス（GHG）排出量と大気汚染の低減に寄与するとの信念に基づいている。補助金を得た新造船建造は世界中どこかの造船所でも行うことができる。一例として、ドイツのケミカルタンカーは中国で建造された。

#### 8-3-17 Pa-X-ell 2 プロジェクト

2020年末、DNVは、ドイツFreudenberg Sealing Technologies社が開発したメタノールベースの燃料電池システムに対し、同協会の基本承認（Approval in Principle : AIP）を授与した。これにより、さらなる試験と2018年建造のドイツのクルーズ船「AIDANova」への試験設置が可能となった。この燃料電池システムの開発は、ドイツの国家研究プロジェクト「Pa-X-ell 2」内で行われた。

同プロジェクトにおけるFreudenbergの研究パートナーは、DNV、造船所Meyer Werft及びLuerssen Werft、船主AIDA Cruises（Carnival Corporation子会社）、ドイツ航空宇宙センター、Besecke Automation、EPEAである。

「Pa-X-ell 2」プロジェクトでは、メタノールから製造された水素を燃料とする燃料電池システムを開発し、最もクリーンな燃焼特性を持つ化石燃料であるLNGよりもさらに低排出の補助電力としてクルーズ船に提供することを目指した。燃料電池はハイブリッドエネルギーシステムの一部となる。また、同技術は騒音と振動の低減にも寄与する。将来的には、必要なメタノールを再生可能エネルギー源から製造することも考えられる。

「Pa-X-ell 2」は「e4ships」研究クラスターの一部として、ドイツ交通インフラ省が水素・燃料電池技術に関する国家イノベーションプログラムを通じて資金を拠出している。

#### 8-3-18 POWER-to-AMMONIA

2021年、船舶及びその他のユーザーへのアンモニア供給を目指し、欧州最大の「グリーン」アンモニアの製造施設の開発に関するデンマークの共同研究開発プロジェクト「Power-to-Ammonia」が開始された。

この代替燃料プロジェクトでは、デンマークの短距離RORO及びROPAXフェリー運航企業DFDSが、A.P.Moller-Maersk、食品グループArla及びDanish Crown、燃料サプライヤーDLGというデンマークの有力企業と協力を行っている。

DFDSは、100%再生可能でカーボンフリーな過程により製造される「グリーン」アンモニアは、フェリーにとって理想的な代替燃料候補であると考えている。アンモニアは固体酸化物形燃料電池内部での燃焼が可能で、副産物は水と窒素のみである。

計画中の「Power-to-Ammonia」プラントは、デンマーク西岸のエスビェアに建設され、北海の燃料補給基地となる。2026年に操業を開始し、当初は50,000トンの燃料製造が予定されている。

### 8-3-19 SOFC4Maritime (Solid oxide fuel cell for maritime : 船用固体酸化物形燃料電池)

デンマーク Alfa Laval の Aalborg 部門は、セラミック燃料電池の開発を加速する新たなデンマーク国家プロジェクト「SOFC4Maritime」を主導している。デンマークエネルギー技術開発実証プログラム (EUDP) が資金を拠出する同プロジェクトは、海運業の「グリーン」転換を支援するものである。

Alfa Laval は、プロジェクト作業に同社オールボーの試験トレーニングセンターを提供する。Alfa Laval の研究開発パートナーは、DTU Energy、Haldor Topsoe、Svitzer、Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping である。

アンモニア、水素、バイオメタンなどの燃料を使用するセラミック燃料電池と呼ばれる燃料電池は、化石燃料ベースの動力を代替する汚染のないシステムとして有望視されている。プロジェクトの研究の焦点となるのは、アンモニアベースの燃料電池である。

SOFC4Maritime プロジェクトの発表に続き、Alfa Laval は戦略パートナーとして Maersk Mc-Kinney Moller Center に参加した。同社の役割は、新「グリーン」燃料の処理システムまたはエネルギー効率を向上させるシステムを含む低カーボン及びゼロカーボン技術の共同開発である。

Alfa Laval は、燃料電池に関するもうひとつの国家プロジェクト「HTPEM」にも参加している。

### 8-3-20 TOPEKA

2021 年、ノルウェー政府の支援を受け、世界初の水素駆動 RORO 船の共同開発プロジェクト「TOPEKA」が開始された。

Wilhelmsen が主導する TOPEKA プロジェクトの目的は、ノルウェー沿岸で運航されるゼロエミッションの RORO 船 2 隻の開発である。同船隊は、ノルウェー西岸のオフショア産業補給基地間の貨物輸送、及びバンカリング基地への液体水素 (LH<sub>2</sub>) のコンテナタンク輸送に従事する。バンカリング施設は、今後の需要増加が予想される水素燃料をローカルフェリーその他の船舶、及び陸上輸送機関に供給する基地となる。

Wilhelmsen は、その子会社 NorSea を通じて沿岸海上輸送サービス網を展開している。TOPEKA プロジェクトは、完全な液体水素インフラと商業的エコシステムを構築するという同社の戦略に沿ったものである。同プロジェクトには、ノルウェー気候環境省内の代替エネルギー促進機関である ENOVA が 1 億 1,900 万ノルウェークローネ (2,570 万ドル) を拠出している。

### 8-3-21 Twin-CRP-pod ULCS (Application of hybrid CRP-pod propulsors on ultra-large, twin-screw container ships : 超大型ツインスクリューコンテナ船へのハイブリッド CRP ポッドプロペラの適用)

2023 年 8 月に完了が予定されているドイツのプロジェクト「Twin-CRP-pod ULCS」では、超大型コンテナ船の効率向上を目指し、異なるプロペラソリューションの研究を行っている。その究極的な目的は、ULCS の 3 種類の高効率イノベーション、即ちツインプロペラ設計、ポッドプロペラ、二重反転概念を組みわせることにより、燃料消費量の大幅削減、操縦性の向上、航海の安全性向上を実現することである

プロジェクト研究には、高度 CFD (数値流体力学) 手法と最新の牽引水槽を用いる。操縦性及び航行に関する試験は、自然湖で複数の有人モデルを用いて行う。全ての技術研究には、ライフサイクル分析を加える。

プロジェクト参加企業・組織は、ハンブルク試験水槽 HSVA (ドイツ)、Foundation for Safety of Navigation and Environmental Protection、Center of Maritime Technologies (CMT)、Seatech Engineering、Otto Piening、CVBA Brabo、グダニスク工科大学 (ポーランド) である。同プロジェクトには、以前実施されたプロジェクト「HYKAT」で開発された推進システム比較試験手法を活用する。

「Twin-CRP-pod ULCS」プロジェクトは、ドイツ連邦経済エネルギー省が MarTERA プログラムを通じて資金を拠出している。

#### 8-3-22 VIA KAIZEN

2020 年末、AI（人工知能）ベースの船舶運航システムの研究開発を加速するスウェーデンの共同プロジェクト「VIA KAIZEN」が開始された。同プロジェクトでは、技術企業と大学・研究機関のグループが、さらにエネルギー効率の高い航海を計画、実行する半自律システムの開発を目指す。

プロジェクト参加企業である Lean Marine 社の「FuelOpt」と「FleetAnalytics」技術、及び Molflow 社の「Slipstream」システムは、高度なデジタル化、自動化を可能にする。「FuelOpt」自動化システムは、VIA KAIZEN プロジェクトで開発された AI システムの指令により、リアルタイムで推進駆動系を動的に最適化する。船舶運航データは、クラウドベースの性能管理システム「Fleet Analytics」にフィードされ、Molflow の船舶モデリングソフトウェア「Slipstream」と共有される。

同プロジェクトは、スウェーデン交通省（Trafikverket）が資金を拠出している。CIT Industriell Energi がコーディネーターを務め、主要パートナーはチャルマース工科大学である。プロジェクトには、複数のスウェーデン船主が参加している。

## 第9章 欧州主要造船・設計・船用機器関連企業の製品開発動向

### 9-1 デンマーク

#### 9-1-1 ALFA LAVAL : メタノール燃料供給システム

Alfa Laval は、船用燃料としてのメタノールの使用に関連する新たな船内ソリューションを開発した。同社は既に MAN Energy Solutions と共同で、ME-LGM 型 2 ストロークメタノール DF エンジン向けに着火点の低い燃料供給システム「FCM Methanol」を開発した実績がある。2021 年、FCM Methanol ソリューションを、メタノール駆動の 4 ストロークエンジンと Alfa Laval Aalborg ボイラーに適用するために必要な開発が行われた。

さらに、主機、補機、メタノール焚きボイラーに同じ低着火点燃料供給システムを使用することで船内スペースとエネルギーを節約できる統合システムを、船主に提供している。オールボー（デンマーク）の Alfa Laval 試験トレーニングセンターでは、ボイラーの効率の最大化を目指し、メタノール燃焼の調整作業が続けられている。

#### 9-1-2 ALFA LAVAL : 船内 CO<sub>2</sub> キャプチャー

Alfa Laval は、日本の海上技術安全研究所（NMRI）が主導する船内 CO<sub>2</sub> キャプチャーの試験プロジェクトに参加している。プロジェクトには実績のあるハイブリッドスクラバーシステムが必要であるため、Alfa Laval の PureSOx ソリューションが選ばれた。

同プロジェクトに参加している日本船主は、硫黄排出規制を満たすために新造船に PureSOx システムを搭載済みである。Alfa Laval と建造造船所は、同船の海上試験中に、同システムがカーボンキャプチャー作業を行うように変更を加えた。変更された PureSOx スクラバーシステムは、クローズドループサイクル運転時に、停泊中の船舶の補助ディーゼルエンジンから CO<sub>2</sub> を吸収することが可能であることを実証した。

同プロジェクトでは、スクラバーから CO<sub>2</sub> をキャプチャーすることのみに焦点を当てている。完全なカーボンキャプチャー・貯蔵（CCS）ソリューションでは、排気ガスから除去されたカーボンは、大気への放出を防ぐために個別に貯蔵される。

#### 9-1-3 Blue World Technologies : 燃料電池の製造

2021 年初め、Blue World Technologies 社は、メタノール燃料電池の試験と製造を行うための施設のリース契約を結んだ。同施設では、当初年間 5,000 ユニット（50MW）の燃料電池の製造を行う。同プロジェクトは、600 万ユーロ（700 万ドル）規模の投資募集によって実現した。メタノール燃料電池技術に経験を持つ複数の欧州企業その他、多くの小口投資家が出資を行った。

その後、同社は、デンマークのグリーン投資基金を通じて 1,000 万デンマーククローネ（160 万ドル）の融資を確保したと発表している。

#### 9-1-4 Frugal Technologies : インテリジェント推進管理システム

2020 年に所有船に搭載した推進管理システム「Frugal Propulsion」の良好な結果を受け、デンマーク船主 Uni-Tankers は、2021 年にさらにプロダクトタンカー 3 隻への同システムのレトロフィットを行った。

「Frugal Propulsion」は、型式認証を取得した特許製品で、手動操作なしに、船舶の喫水、負荷、波力・風力条件に応じてエンジンとプロペラの状態を常に最適に保つシステムである。同システムは、継続的に「スマート化」するセンサー、ビッグデータ、学習アルゴリズムをベースとしている。Frugal Propulsion を開発した Frugal Technologies 社は、2017 年設立のデンマーク企業である。

#### 9-1-5 MAN Energy Solutions : メタノール二元燃料エンジン

2021年9月、MAN Energy Solutionsは、同社の2ストローク二元燃料エンジン群に、同社最大の出力を持つボア径950mmのG95ME型エンジンのメタノール駆動が可能な新機種「G95ME-C10.5-LGIM」を追加すると公式発表した。新機種は、大型コンテナ船を対象とし、メタノール、バイオメタノール、及び従来燃料で駆動が可能な燃料柔軟性を提供する。

G95ME-C10.5-LGIM型エンジンの公式発表に続き、MANは同型エンジン8基をA.P.Moller-Maerskの16,000 TEU型コンテナ船シリーズ向けに受注したと発表した。A.P.Moller-Maerskは、この新造コンテナ船隊には主燃料としてメタノールを使用する計画である。同型エンジンはメタノールで駆動する最大のエンジンで、今回受注した8シリンダー型G95ME-C. LGIMは、全て現代重工業のエンジン機関部門がライセンス製造を行う。

今回の受注は、A.P.Moller-Maerskが、メタノール駆動の6シリンダー型6G50ME-C.LGIM型エンジンを、現代尾浦造船で建造される同社の2,100 TEU型コンテナ船向けに指定した1か月に行われた。

MANのコペンハーゲン研究開発センターで開発されたG95ME-C10.5-LGIM型エンジンは、ボア径500mmのG50ME-C.LGIM型エンジンと同様の技術に加え、ME-GI（ガス噴射）及びME-LGI（液体ガス噴射）シリーズのノウハウを活用している。

現在、化石燃料由来のメタノールは、重油（HFO）燃料と比較してCO<sub>2</sub>排出量を10%、NO<sub>x</sub>排出量を30～59%、PMとSO<sub>x</sub>排出量を99%近くそれぞれ削減するとされている。さらに、再生可能エネルギー源から製造されたメタノール（e-メタノール）の場合は、全過程を通じて温室効果ガス（GHG）を大幅に削減し、カーボンニュートラルな燃料となり得る。

MAN Energy Solutionsは、他の二元燃料供給システムと比較した場合、G95ME-C10.5-LGIM型エンジンのガス燃料供給システムはシンプルで投資コストの低いソリューションであると述べている。

最大級の出力を持つG95ME-C型エンジンシリーズのシリンダー連続最大出力は6,870kWで、12シリンダー型エンジンの総出力は82,440kWとなる。

#### 9-1-6 MAN Energy Solutions : ME-GA型エンジンシリーズ

2021年3月、MAN Energy Solutionsは、コペンハーゲンで2ストローク低圧二元燃料エンジン「ME-GA」のプロトタイプを試験を行った。新エンジンは、高圧ガス噴射型低速エンジン「ME-GI」のオットーサイクル機種で、LNG運搬船などボイルオフガスをエンジン燃料として使用できる船種を対象としている。

ME-GA型エンジンは、ME-GI型エンジンの低コストバージョンである。ME-GIの初期投資コストの高さは、ボイルオフガスを噴射圧力300バールまで上昇させるために必要な高圧コンプレッサーを含むガス燃料供給システムに由来する。低圧ME-GAは、これを必要としないため、低価格化を実現している。

MANのME-GA開発プログラムでは、2021年末までに初回製品の試験を開始し、2022年中に一号機の市場化を行う。2021年7月には、同エンジンの共同開発パートナーであるライセンシー現代重工業エンジン機関部門（HHI-EMD）からのME-GA型エンジンの初回受注を発表した。

この契約には、現代重工業が建造する174,000m<sup>3</sup>型LNG運搬船6隻向けの合計12基のボア径700mm型エンジンが含まれる。これらのLNG運搬船は複数の船主が発注し、Shellがチャーターする。各エンジンは5シリンダー機種（5G70ME-C10.5-GA）で、2022年8月から2023年後半にかけて引渡しが予定されている。

さらに、各エンジンは、特許技術である排ガス再循環（EGR）システムを搭載している。2020年11月、MANはME-GAシリーズにはEGR機種を含めると発表している。二元燃料ME-GA機種は、ガスモードではIMOのNO<sub>x</sub>3次規制（Tier III）を満たすが、ディーゼルモードにはEGRの追加が必要となる。

MANは、EGR使用によりME-GAはガス消費量を約3%、燃料油消費量を約5%削減している。また、メタンスリップを30~50%削減し、予混合オットーサイクル燃焼過程の安定性を向上させる。ME-GA EGR型エンジンは、追加的な排ガスの後処理なしで、ガス及び燃料油の両モードでIMOの3次規制を満たす。

ME-GA EGR型エンジンは、既存の機関室設計に統合可能な高圧システムである。EGRユニットそのものはエンジンの設置面積に影響しない。また、ME-C型ディーゼルエンジン内のEURシステムと同様の技術を使用しているため、低コストである。配管工事でも低圧EGRよりも高圧EGRの方が容易である。

#### 9-1-7 MAN Energy Solutions : ME-LGIM型メタノールエンジンシリーズ

2021年、MAN Energy Solutionsは、ME-LGIM（液体ガス噴射メタノール駆動）エンジンシリーズの初の受注を獲得した。この2ストローク二元燃料エンジンは、バイオメタノールを含むメタノールを主燃料とした駆動が可能である。

7月に締結された初回契約は、6シリンダー型機種「6G50ME-LGIM」1基で、現代尾浦造船で建造されるA.P.Moller-Maersk向けの2,100TEU型コンテナ船に搭載される。続いて8月には、同じく現代重工で建造されるA.P.Moller Maerskの16,000TEU型コンテナ船向けに最大ボア径（950mm）の8G95ME-LGIM型エンジン8基を受注した。

MAN Energy Solutionsは、メタノールと水の混合燃料で駆動されるME-LGIM型エンジン、即ち「ME-LGIM-W」の開発も行った。水/メタノール混合燃料の使用により、排ガス循環（EGR）装置または選択触媒還元（SCR）装置による後処理を行わずに、IMOのNO<sub>x</sub>3次規制を満たすことができる。（メタノール駆動の場合には、少量のHFO、MDO、MGOのいずれかがパイロット燃料として使用される。）

試験結果では、主燃料としてメタノールを使用することにより、NO<sub>x</sub>排出量は3次規制レベルに低減することが可能であると判明した。この場合、メタノールはエンジン負荷に応じて25~40%の水と混合され、混合燃料を着火するためのパイロット燃料として5%のディーゼル油が使用される。

2021年7月時点において、MANは既に合計12基のME-LGIM-W型エンジンを受注しており、初回受注は韓国造船所で建造中の新造船2隻に搭載され、2021年末までに海上試運転が行われる予定である。

#### 9-1-8 MAN Energy Solutions : G45ME型エンジンの新機種

2021年4月、MAN Energy Solutionsは、2ストロークディーゼルエンジン「G45ME」の燃料効率を改善したアップグレード機種「C9.7」を発表した。現行のG45ME-C9.5型エンジンと比較して、新機種の燃料消費率（SFOC）はあらゆる負荷において改善している。

性能の改善は設計変更によるものであるが、レイアウトダイアグラムには変更はない。C9.7型機種の改善点は、内燃室の設計変更、新設計の排気バルブとコンロッドFlexRod、燃料バルブのアップデートである。

高負荷運転の最適化により、IMOのNO<sub>x</sub>2次規制を満たすG45ME-C9.7は、100%MCRで燃焼率166 g/kWhを保証する。これはG45ME-C9.5の170 g/kWhよりも4 g/kWh少ない。低負荷運転最適化機種には、排ガスバイパス（EGB）チューニングが用いられ、全負荷において燃焼率が改善しているが、高負荷最適化エンジンよりも若干低いレベルである。

3次規制の対応には、排ガス循環（EGR）技術または選択触媒還元（SCR）技術を用いたEGRBP、EcoEGR、HPSCR、LPSCRという4種類のエンジンチューニングから選択できる。

新機種C9.7は燃料油焚きエンジンであるが、ガス噴射型バージョンG45ME-C9.5 GIエンジンを選ぶことも可能である。

G45ME-Cシリーズは、5:1というストローク/ボア比の高さが特徴で、ピストン移動距離は

2,250mmである。ライセンス製造される同シリーズは、5、6、7、8シリンダーの直列型で、回転数 111rpm で最大出力 6,950kW～11,120kW をカバーしている。

2020年、MANはS35ME-B型エンジンの代替機種となる同社最小のボア径 350mm の改良型 2ストロークエンジン「S35ME-C9.7」を発表した。新機種では全負荷において燃料消費率が向上している。

#### 9-1-9 MAN Energy Solutions : Mark 10.6 型 2ストロークエンジン

2021年、アップグレードされた3機種が、MANの2ストローク低速エンジン製品群に加わった。「Mark 10.6」型ディーゼルエンジンから派生したボア径 500mm、600mm、800mm の3機種は、それぞれ「S50ME-C10.6」、「S60ME-C10.6」、「G80ME-C10.6」として発売された。これに先駆け、2020年2月には、MANの最高出力のエンジン設計である最初の「Mark 10.6」機種として「G95ME-C10.6」が市場化されている。

全ての新機種は、前機種と比較して（即ち S50ME-C10.6 対 S50ME-C9.7、S60ME-C10.6 対 S60ME-C10.5、G80ME-C10.6 対 G80ME-C10.5）、燃料消費率（SFOC）が全負荷で改善され、動力領域が拡大（extended layout area）している。

アップグレードされた Mark 10.6 プラットフォームは、低負荷チューニング、シーケンシャル燃料噴射（SEQ）、排ガスバイパス（EGB）などの新技術により、SFOC を最適化し、NOx 排出規制に対応する。

シーケンシャル燃料噴射技術は、2ストロークエンジンとしては初めて G95ME-C10.6 に採用された技術である。

#### 9-1-10 MAN Energy Solutions : Mark 3 L23/30H 型 4ストロークエンジン

2021年3月、MANの韓国ライセンスSTX Engine Co.により、主に海洋船の補機として用いられるMANのL23/30H型4ストロークエンジンの新Mark 3機種の型式認証試験（TAT）が行われた。

Mark 3バージョンは、既存機種Mark 2の出力範囲（525～1,400kW）と比較して、出力範囲（500～1,800 kW）とシリンダー出力が増加している。その他の特徴は、①SFOCの改善、②このクラスの機種としては長いオーバーホール間隔（TBO）、③改善されたコンロッド設計、④メンテナンス作業を迅速化する2パートのピストン設計などである。

2021年初頭には、MANは同機種の初回受注を獲得した。STX Engine Coが獲得した同受注契約では、3基の6L23/30H Mk3型補機が、韓国Daehan Shipbuildingで建造する新造船1隻に搭載される。各エンジンは、IMOのNOx 3次規制を満たすために選択触媒還元（SCR）技術を搭載する。

#### 9-1-11 MAN Energy Solutions : Mark 2 L21/31 型 4ストロークエンジン

2021年2月、MAN Energy Solutionsは、小口径のL21/31型4ストロークエンジンにMark 2バージョン「L21/31 Mk2」を追加した。新機種は、補機（発電機）及びディーゼル電気推進に適している。アップグレードでは、圧縮比、噴射タイミングと噴射時間、燃料ノズルの設計、ターボチャージャーマッチング、エアフローなどが最適化された。

船用発電装置として利用する場合、運転状態に応じたターボチャージャーマッチングにより、SFOCは部分負荷領域（最高連続定格MCRの40～65%）で最大5%改善する。部分負荷チューニングは、新造船への適用、及び既存発電装置へのレトロフィットが可能である。

Mark 2 L21/31型エンジンは、小型化した交流機、新型フライホイールとフライホイールハウジング、ターボチャージャーの新配置により、発電装置の長さを50cm以上短縮している。ディーゼル電気設置では、Mark 2は全出力範囲において燃料効率を最大2.5%改善する。

## 9-1-12 MAN Energy Solutions : 20V175 型高速エンジン

MAN 175D 型高速エンジンの 20 シリンダーバージョンの初回製品は、2022 年に運転を開始する予定である。また、出力の大きい機種も製品群に追加された。

20V175D 型推進エンジンの初回製品は、回転数 1,800rpm で最大出力 3,700 kW の中負荷から高負荷型機種である。続いて回転数 2,000rpm で最大出力 4,000kW の軽負荷機種「20V175D-ML」が投入される。

さらに、2,000rpm で最大出力 4,400kW の軽負荷バージョンも製品群に加えられた。この機種は、4,000 kW 機種からの燃料消費量の増加はない。

ドイツに本社を置く MAN Energy Solutions は、デンマークのフレゼリクスハウン工場で 175D シリーズの製造を行う。

175D は、2015 年に V12 エンジンとして発売され、2019 年には 16V 機種、2020 年には 20V 機種が追加された。SCR システムを搭載することにより、同エンジンは IMO の NOx 排出 3 次規制を満たすことができる。

## 9-2 フィンランド

### 9-2-1 ABB : Azipod OptimE デジタルソリューション

ABB は、Azipod 電気推進システムの効率向上のために、自動化ステアリング機能「ABB Ability OptimE—Toe Angle Optimization for Propulsion」を導入した。この新デジタルソリューションは、船舶の Azipod プロペラの最適なステアリング角度を自動的に選択し、航行の効率化を支援する。ABB は、「Ability OptimE」の利用により、船舶の運航条件に応じて燃料消費量を最大 1.5%削減すると述べている。

### 9-2-2 NORSEPOWER : 鉱石運搬船向け RotorSail

2021 年、フィンランド Norsepower 社が開発した RotorSail システムは、大型ばら積み船市場への進出に成功した。中国の江蘇新時代造船（New Times Shipbuilding）が韓国 Pan Ocean Ship Management 向けに建造した 325,000DWT 型鉱石運搬船には、5 基の傾斜型 RotorSail が搭載された。この VLOC は、ブラジルの鉱業会社 VALE がチャーターする。

Norsepower は、この新造船の運航ルート、即ちブラジルからの鉱石輸送ルートを分析した結果、RotorSail 風力支援推進システムの利用により、効率は最大 8%向上し、同時に環境への利点もあると述べている。今回の試験設置が成功した場合、VALE は RotorSail システムを同社船隊の他船にも搭載する計画である。

新造 VLOC に設置された 5 基の RotorSail は、高さ 24m、直径 4m で、油圧シリンダーを用いて傾斜する。

### 9-2-3 VALMET : スクラバー水処理

フィンランド Valmet 社は、船用スクラバー及び排ガス再循環（EGR）システム向けに同社の特許技術である完全自動化水処理ソリューション「Valmet Marine Water Treatment Unit」を発表した。

Valmet は、船用市場向けスクラバーを市場化した初の企業であり、新ソリューションは、サステナビリティを促進するという同社の目標に沿ったものである。新ソリューションの中心技術は、Valmet の製紙業向けの工業排水処理製品から派生した「Valmet Ultrafilter CR」である。

この排水処理ユニットは、ローターを用いた動的クロスフロー薄膜フィルターをベースとしている。これらのローターは、薄膜の穴に微粒子が詰まることを防ぐ。これによりフィルターはクリーンに保たれ、日常的な使用には化学物質を必要としない。必要な化学物質は、週 1 回の薄膜の洗浄に使われる洗剤のみである。船用システムは、異なる船内配置に適応する 4 つのモジュールから構成される。



#### 9-2-4 WÄRTSILÄ : W31DF 型二元燃料エンジンのアップグレード

Wärtsilä は、同社の W31DF 型 4 ストローク二元燃料エンジンの最大シリンダー出力を、550kW から 600kW にアップグレードした。エンジン寸法と設置面積に変更はない。

今回の出力アップグレードにより、出力範囲はこれまでの 4,200~11,000kW から 4,600~12,000kW に拡大し、750rpm で 600 kW/シリンダーまたは 720rpm で 580kW/シリンダーというアプリケーションをカバーする。同時に、同エンジンの既に低い排ガス排出量はさらに低減している。

#### 9-2-5 WÄRTSILÄ : W20DF 型二元燃料エンジンのアップグレード

2021 年 8 月、Wärtsilä は、W20DF 型 4 ストローク二元燃料エンジンのアップグレード機種を発表した。新機種は、出力が上昇すると同時に燃料消費量を低減し、さらに環境負荷を低減している。

シリンダー出力は 185kW から 195kW に増加し、3 機種の最大出力範囲は 1,110~1,665kW から 1,270~1,755 kW に拡大した。同時にメタンスリップは 40% も減少した。さらに、新機種は、出力に影響を与えることなく、メタン価 MN65 までの幅広い範囲のガス品質に対応する。

既存の W20DF 制御システムは、最新の Wartsila UNIC オールインクルーシブ自動化システムに代替された。

#### 9-2-6 WÄRTSILÄ : 水素/アンモニア燃料試験

2021 年 7 月、Wärtsilä は、船用燃料としての水素とアンモニアの可能性を探る詳細な試験を、同社のフィンランドのヴァーサエンジン試験所で行ったと発表した。試験は Wärtsilä の燃料柔軟性のある 4 ストロークエンジンを用いて行われ、ゼロカーボン燃料でのエンジン運転時の最適なエンジンパラメーターを評価した。

試験エンジンの 1 基では、通常の船舶のエンジン負荷範囲において 70% アンモニア燃料で駆動した場合の性能は良好であった。もう 1 基のエンジンを用いた水素のみの運転試験も成功した。

#### 9-2-7 WÄRTSILÄ : Saacke との提携

2021 年 1 月、Wärtsilä とドイツ Saacke 社は、戦略的提携に合意した。この合意により、両社は製品の安全性に関する共同技術運用を行う。特に、イナートガスシステム (IGS) とガス燃焼ユニット (GCU) における技術提携を中心に行い、両社は総合的な船用パッケージを提供する。

今回の合意は、Wärtsilä の IGS 及び GCU に加え、Saacke のボイラー、排ガスエコマイザー、空気冷却型 GCU をカバーしている。さらに、Wärtsilä は同社のフルーガスシステムを Saacke に提供し、ボイラーとフルーガスシステムのパッケージ販売を可能にした。両社の共同販売体制は、LNG 運搬船及び LPG 運搬船市場をターゲットにしている。

#### 9-2-8 WÄRTSILÄ : 中国の排出基準

Wärtsilä は、2021 年 7 月に発効した中国のステージ II 船用エンジン排出基準を満たすエンジンと選択触媒還元 (SCR) システムを組み合わせた「パッケージ」を発表した。中国の新規制は、沿岸船、河川・海洋船、内陸水路船、漁船に適用される。

Wärtsilä が提供するソリューションは、W20 型 4 ストロークエンジンと特許製品 NOx 削減システム (NOR) の組合せである。認証試験は、合弁会社である上海 Wartsila Qiyao Diesel Co (WQDC) により上海で行われた。

#### 9-2-9 WÄRTSILÄ : タンク制御システムビジネスの売却

2021 年 9 月、Wärtsilä は同社のタンク制御システムビジネスをデンマーク企業 Svanehoj に売

却したと発表した。この売却契約には、LNG 運搬船、浮体式貯蔵船、及び陸上 LNG ターミナル向けのハイエンド測定システムの設計、製造、販売、サービスを含む。

#### 9-2-10 YASKAWA Environmental Energy/The SWITCH : 新試験センター

2021 年 9 月、Yaskawa/The Switch の大型ドライブ試験センター (Large Drive Testing Centre : LDTC) が稼働した。LDTC は、フィンランド南東部ラッペーンランタの同社工場の近くに位置している。工場では、永久磁石 (PM)、ダイレクトドライブ軸発電機、推進機器、補助発電機を製造している。

新試験センターは、出力 12MW のドライブシステムを収容することが可能で、同システムの出力を 18MW に増加させる計画もある。これによりラッペーンランタは世界で最も能力の高い施設のひとつとなる。同センターは、さらに出力の大きい推進システムへの需要の増加に対応するものである。

### 9-3 ドイツ

#### 9-3-1 ABB : 排出監視システム

ABB のフランクフルト拠点は、新たな船用排出監視システム「CEMcaptain」を発表した。この船内システムは、リアルタイムで測定データを提供する多成分分析装置である。

CEMcaptain は、規制要求に応じて、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) 及び二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を連続的に同時測定する。各分析装置は、SO<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> の流れの連続監視のために 2 本の独立したガス経路を持ち、分析モジュールごとに最大 4 つの異なる成分の監視が可能である。船内及び遠隔デジタルサービスにより、迅速な故障報告、診断、修理が可能になる。

#### 9-3-2 Becker Marine Systems : 日本企業による買収

2021 年 4 月、ナカシマプロペラは、ドイツの船用企業 Becker Marine Systems の過半数所有権を取得した。高効率ラダーとエネルギー節約装置 (Becker Mewis Duct など) の分野で高い専門性と市場優位性を持つ Becker Marine Systems の買収は、プロペラ設計・製造分野の有力企業としてのナカシマプロペラの地位を向上させるものである。今回の買収により、両社はさらに高効率の船舶後尾システムを開発、統合し、提供することができる。

近年、Becker Marine Systems は事業を多角化しており、船用バッテリーシステムの開発も開始した。2021 年 2 月には、同社の海洋船及び内陸水路船向けの COBRA バッテリーシステムが、DNV の型式認証を取得した。同社は COBRA バッテリーの需要増加を予想し、ハンブルク郊外ヴィンゼンの同社製造拠点の拡張を行った。COBRA バッテリーセルは、通常のコバルトベースの電池技術ではなく、リン酸鉄リチウム (LFP) 技術を採用している。

#### 9-3-3 CATERPILLAR MOTOREN : MaK エンジンの製造終了

米国 Caterpillar Group は、MaK ブランドの中速エンジンの製造の終了を決定した。この決定は、ドイツ Caterpillar Motoren 社のキール及びロストックの製造工場、及び近年設立された中国合弁会社の現地工場に影響を与える。

製造終了は 2022 年末までに完了する予定で、合理化された MaK ビジネスは、アフターマーケットサービスと技術サポートに専念する。

MaK の製品群は、船用主機 (ディーゼルメカニカル及びディーゼルエレクトリック推進) 及び補機として用いられる出力 1,000~16,800kW の 4 ストローク中速ディーゼルエンジン及び二元燃料エンジンである。MaK ブランドは、幅広い船種と市場をカバーしており、過去 10 年間はクルーズ船主機として採用されることも多かった。Caterpillar は、1997 年に同社を買収した。

#### 9-3-4 Essberger Group : 二元燃料ケミカルタンカー

ドイツ政府は、ドイツ船主のケミカルタンカー新造プロジェクトに補助を行っている。2021年5月、ドイツ船主 John T.Essberger は、LNG 二元燃料推進の 6,600DWT 型ステンレス鋼パーセルタンカー4隻を、中国造船所に発注した。船体と機器システムの設計は最適化され、同クラスの既存船と比較して 30%の効率向上が予想されている。さらに、同船隊は、港湾荷役作業中に陸上電力の利用が可能である。

ドイツ連邦交通デジタルインフラ省は、ドイツ政府のモビリティ・燃料戦略 (MKS) の一環として、この新造プロジェクトのタンカー1隻につき 158 万ユーロ (180 万ドル) の補助を行っている。補助金支給に関する調整は、政府所有のコンサルティング企業 NOW が担当している。

#### 9-3-5 MAN Energy Solutions : 32/40DF レトロフィットパッケージ

MAN Energy Solutions は、同社の 4 ストローク中速エンジン 32/40 向けに二元燃料レトロフィットパッケージを開発した。同パッケージは、既存の 32/40CD 型エンジンを、従来の燃料油に加えガス燃料 (ボイルオフガスを含む) による駆動が可能な「32/40R-DF」に改造する。

#### 9-3-6 MAN Energy Solutions : 合成天然ガス燃料

2021年9月、ドイツを航行する短距離フィーダーコンテナ船に、初の合成天然ガス (SNG) 燃料のバンカリングが行われた。このバンカリングでは、同船の MAN 51/60DF 型 4 ストローク二元燃料主機向けに 20 トンの「グリーン」SNG が供給された。

エンジン性能の評価と監督のために、MAN Energy Solutions のサービス部門 PrimeServ のエンジニアが乗船し、航海に同行した。同航海では、同船の CO<sub>2</sub> 排出量は 65 トン削減されることが予想されている。使用された液体 SNG は、100%再生可能エネルギーを用いてドイツ国内で製造された。

同船は、2017年に MAN 8L48/60B 型主機が改造され、二元燃料焚きの 51/60DF としてレトロフィットされている。

#### 9-3-7 MAN Energy Solutions : H-TEC Systems の買収

2021年6月、MAN Energy Solutions は、フレドリヒスハーフェン (ドイツ) に本社を置く電気分解装置メーカー H-TEC Systems の同社所有株式率を 40%から約 99%に増加させた。

メガワット級の電気分解装置を専門とする H-TEC Systems の買収により、MAN は水素バリューチェーンへの投資をさらに進めた。MAN の狙いは、H-TEC Systems の専門性を利用し、一般市場向けの「グリーン」水素製造への準備を行うことである。

#### 9-3-8 MAN ENGINES : 新高速機種

MAN Truck & Bus のエンジン部門 MAN Engines は、4 ストローク高速エンジンの製品群を拡大した。発表された 4 機種は、全て内陸水運に関する EU のステージ V 排出基準を満たしている。

これまで同社の EU ステージ V 排出基準を満たすエンジンは、2019年に発表された 3 機種のみであった。この 3 機種は D2676 型エンジンのバージョンで、定格出力は 290 kW、選択触媒還元 (SCR) 機能を搭載している。2021 年末以降に発売が予定されている以下の新 4 機種には、EU ステージ V 排出基準を満たすために SCR とディーゼル微粒子フィルター (DPF) が搭載されている。

- D2676 LE477 (出力 368kW)
- D2676 LE43B (出力 412kW)
- D2862 LE447 (出力 735kW)
- D2862 LE43B (出力 882kW)

EU ステージ V 排出規制では、出力 300kW 以上のエンジンに対しては、NO<sub>x</sub>、微粒子量、微粒子数に関して高めの排出制限が定められている。この理由により、MAN の新機種は SCR と DPF を搭載し、出力範囲 368~882kW となっている。

#### 9-3-9 PBS Turbo : TCT60 ターボチャージャー

2021 年、PBST ブランドで市場化されている TCT60 ターボチャージャーが、初めて 2 ストロークエンジン（韓国製造の MAN G70ME-C）に搭載された。

PBS Turbo が 2019 年に発売した TCT ターボチャージャーシリーズは、TCT40 に始まり、続いて TCT50 及び TCT60 が追加された。現在開発中の TCT30、TCT70、TCT80 が完成すると、同シリーズは大きさの異なる 6 機種の製品群となる。同シリーズは、ディーゼル及び二元燃料エンジン、2 ストローク及び 4 ストロークに対応し、将来的には TCA シリーズのターボチャージャーを代替するもので、最新シリーズの主要素は、新開発のラジアル圧縮式軸流タービンである。

MAN Energy Solutions 及び同社のチェコ子会社 PBS Turbo の空気管理製品は、2019 年以来 PBST ブランドで市場化し、販売されている。両社の研究開発機能も統合されている。

#### 9-3-10 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 排出削減戦略

2021 年 7 月、「気候中立化」を目指す Rolls-Royce Power Systems は、「Net Zero at Power Systems」と題された戦略プログラム、即ちロードマップを発表した。新プログラムは、以前の「グリーン・ハイテクプログラム」を進化させたものである。

同社の目標は、2030 年までに同社のビジネスユニットの温室効果ガス（GHG）排出量を 2019 年レベルから 35%削減し、遅くとも 2050 年までには排出のネットゼロ化を達成することである。

新戦略の焦点のひとつは、同社の主力製品である MTU ブランドのエンジンを、2023 年以降はサステナブル燃料によって駆動することである。この戦略により、同社売上の 85%を占める 2000 シリーズ及び 4000 シリーズの最新高速エンジンは、第二世代バイオ燃料及び E メタノールを含む E 燃料による駆動が可能となる。

#### 9-3-11 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : EPA Tier 4 規制対応型 4000 シリーズエンジン

2021 年初頭、Rolls-Royce は同社 4000 シリーズの 16 シリンダー高速エンジン「Series 4000 M65L」をベースとした MTU 推進システムに米国 EPA Tier 4（4 次規制）認証を取得した。

厳格な米国基準への適応は、同社の選択触媒還元（SCR）排ガス後処理システム及び過給過程、燃焼過程、燃料噴射の調整により実現した。この組み合わせにより、IMO Tier II（2 次規制）要求と比較して NO<sub>x</sub> 排出量は 75%削減、またディーゼル微粒子フィルター（DPF）を使用せずに微粒子排出量を EPA Tier 3 基準よりも 65%削減している。燃料消費率も 190 g/kWh にまで削減された。

現在 Rolls-Royce Power Systems は、新機種の迅速な市場投入のために、シリンダー数の異なる他の 4000 シリーズエンジンの EPA Tier 4 認証取得を目指している。同社は 2018 年以来、IMO Tier III（3 次規制）を満たす 4000 シリーズエンジンを発売している。

#### 9-3-12 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 16 シリンダー型 8000 シリーズエンジン

2021 年、Rolls-Royce Power Systems は、8000 シリーズ高速ディーゼルエンジンの 16 シリンダー機種 2 基の初回引渡しを行った。同エンジン「16V8000 M71L」（出力 7,280 kW）2 基は、台湾の沿岸警備隊が台湾で建造中の速力 24 ノットの巡視艇に搭載された。

オリジナルの 20 シリンダー型エンジン「20V8000」は、20 年前の発売以来、同出力クラス（最大 10,000 kW）のエンジン市場のベストセラー製品である。新 16 シリンダー機種には数々の改良を加え、効率向上とメンテナンスの簡易化を実現している。

### 9-3-13 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : MAN とのターボチャージャー契約

PBST ブランドを持つ MAN Energy Solutions の子会社 PBS Turbo は、MTU ブランドのターボチャージャーの販売を開始した。これは市場リーチの拡大を狙う Rolls-Royce Power Systems と MAN Energy Solutions の新たな戦略的提携契約の結果である。

この契約では、PBS Turbo は、同社の製品群に、最新世代の MTU ターボチャージャー ZR1 から ZR5 を含め、「HIRO」というシリーズ名で提供する。これらの MTU ターボチャージャーは、一段または二段過給システムとして 400kW~2,500kW の高速エンジンをカバーする。

また、2021 年 7 月、Rolls-Royce Power Systems は、部品試験ベンチ及び 10 シリンダーディーゼル試験エンジン上で、新開発の電気支援型 MTU ターボチャージャーの試験に成功したと発表した。新技術は、使用燃料の種類にかかわらず、ディーゼル及びガスエンジンに適用可能である。電氣的に過給圧を上昇させターボラグを防ぐ新システムは、ガスエンジンのような迅速な動的応答性を要するエンジンに最も適している。

### 9-3-14 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : エンジン内部コーティング

ドイツの開発プロジェクトにおいて、Rolls-Royce Power Systems は、内部コーティングによりエンジンの耐久性と効率を向上させる方法の研究を行っている。このソリューションでは、クランクシャフト、コンロッド、ピストンなどのエンジン内部の可動部品に特殊コーティングを施す。

ピストン、ピストンリング、クランクドライブの表面を、蒸着過程でダイヤモンドのような特性を持つカーボン材でコーティングする。これにより部品は硬質化し、摩擦係数が低下することで、摩擦損失と燃料消費量を低減すると同時に、エンジン可動部品の耐久性が向上する。

同コーティング技術は、まず MTU の陸上用ガスレシプロエンジンで試験が行われた。陸上発電向けエンジンは最も稼働時間が長いためである。同技術は MTU ディーゼルエンジンにも採用される予定である。

### 9-3-15 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : Servowatch の買収

2021 年、Rolls-Royce Power Systems は、近年買収した英国の商船及び艦艇市場向け自動化統合ブリッジシステムのサプライヤー Servowatch 社を、同社の MTU 船用自動化技術部門に完全統合した。

### 9-3-16 SAACKE Marine Systems : 新型ガス燃焼ユニット (GCU)

ブレーメンに本社を置く Saacke Marine Systems は、同社の船内ガス燃焼ユニット (GCU) を進化させた LNG 運搬船及び LNG バンカリングタンカー向け「GCU Evo システム」を発表した。新システムは、燃焼ユニットとグリッドバーナーを組み合わせ、LNG 運搬船の限られたスペースに適応するコンパクトな設計となっている。

GCU Evo システムには、メタン燃料率が毎時 0.4 トンから 4.5 トンまでの異なる出力サイズがある。コンパクトな設計と機能性により、グリッドバーナーの炎は短く、標準型 GCU よりもブローアー数が少ない。また、特殊コールドフレイム (cold flame) 技術により、NOx 排出量は 60~80mg/m<sup>2</sup> 程度減少した。

### 9-3-17 SCHOTTEL : LE-Drive システム

電動ソリューションへの需要増加に応え、Schottel は同社のアジマス式推進ユニット Schottel Rudderpropeller (SRP) 及び Ecopeller (SRE) 向けに、電気駆動装置「LE-Drive」ソリューションを発表した。

新 LE-Drive は、ディーゼル電気推進船またはバッテリー駆動船向けのシステムで、あらゆるメーカー及び型の電動機の選択が可能である。内蔵電動機によりコンパクト化した同システムの高さは非常に小さく、Z-Drive と同程度となっている。同システムは、上部ギアボックスの排除によ

り機械効率が約 3%向上し、同時に騒音と振動が低減している。

### 9-3-18 SERO PumpSystems : LPG 燃料ポンプ

ドイツ SERO PumpSystems 社の二元燃料推進システム向け新型 LPG ポンプ「SHPmarine」は、Lloyd's Register 及び DNV の型式認証を取得した。同サイドチャネルポンプは、燃料貯蔵タンクから補助燃料供給システムを経由して船舶の主機に LPG を供給する。

「SHPmarine」は当初、石油ガス産業向けに開発されたソリューションである。同ソリューションの海洋船への適用に関しては、低い有効吸い込みヘッド (net positive suction head : NPSH) への要求、揮発性 LPG の信頼性の高い均等圧力移送、船舶の振動への耐性、高塩分の空気による腐食への耐性などの課題があった。

### 9-3-19 ZF MARINE : ハイブリッド変速機

ZF Marine 社は、2021 年のバーチャル SMM 展示会において、各種小型船向けの新モジュール型スラスタ「AT 80」を発表した。AT 80 スラスタシリーズは、出力範囲 1,380kW ~ 1,585kW をカバーする。

新シリーズは、360°ステアラブル推進スラスタ、格納可能ユニット、またはバウスラスタとして利用可能である。ノズルの搭載も可能である。推力オプションノズルまたは抵抗低減オプションノズルの追加は、異なる船種においてそれぞれ推力または速力性能を向上させる。流体力学設計により最適化された新型水中ハウジングは、ドラッグとキャビテーションを軽減する。

## 9-4 オランダ

### 9-4-1 EST-Floatch : 船用バッテリー技術

2021 年 9 月、オランダ EST-Floatch 社は、新型船用バッテリー 3 種と新世代バッテリー管理システムを発表した。新ソリューションは、あらゆる大きさの船舶に適用可能である。また、パッシブ冷却またはアクティブ冷却の選択が可能で、アクティブ冷却の場合は強制空気または液体冷却を選ぶことができる。

この設計プラットフォームは「Octopus」シリーズと呼ばれ、その中心的要素はバッテリー管理システムで、どのエネルギー貯蔵システム (ESS) を選んでも同じインターフェイスを提供する。ESS のチョイスは以下の 3 種類、即ち、①大規模アプリケーション向けの高耐久性の高エネルギー NMC バッテリー、②エネルギー貯蔵スペースが少なく、充電時間が短いアプリケーション向けの高出力 NMC モジュール、③スペースは問題ではないアプリケーション向けのコバルトを含有しない高エネルギー LFP バッテリーシステム、である。

これらの新製品群は、2022 年に発売が予定されている。

### 9-4-2 HYDROMASTER : 新型ステアラブルスラスタ

Damen Shipyards Group の要望に応え、2 年間の研究と詳細な CFD (計算流体力学) 分析の結果、オランダ Hydromaster 社は新型 360°ステアラブル高速スラスタを開発した。CFD 研究の詳細分析と設計の最適化は、オランダ海事技術研究所 MARIN が担当した。

新スラスタの設計は高度に効率化され、水中部分のドラッグは小さく、プルタイプのハイスキュープロペラを駆動するスパイラルベベルギアを内蔵している。同スラスタの出力範囲は最大 900kW である。電動船向けには垂直型電動機を持つ L ドライブバージョン、ディーゼルメカニカル推進向けには直角型上部ギアボックスを持つ Z ドライブバージョンが適している。

初回の受注は、オランダ国内で運航される Damen 建造のハイブリッド電動高速河川カタマランフェリーのシリーズ向けである。

Hydromaster ブランドは、以前は英国企業 Sykes Marine が所有し、製品は英国で製造されていたが、2015 年にオランダ企業に買収され、現在はオランダ国内で製造されている。

#### 9-4-3 REGULATEURS EUROPA : 電気油圧式エンジンガバナー

ドイツ Heinzmann Group のオランダ子会社 Regulateurs Europa (RE) は、ディーゼルまたは二元燃料エンジン、及び蒸気タービンに適応した新型ガバナー「DG 2800.14」を発表した。

「DG 2800.14」ガバナーは、RE の既存製品である 2800 型油圧式ガバナーと Heinzmann のデジタルガバナー「DC 14」の技術を統合したものである。デジタルガバナーは、電流信号を用いてアクチュエーターの比例ソレノイドを制御する。新型ガバナーは統合速度センサー (speed pick-up) を内蔵するが、必要な場合は外部センサーを接続することも可能である。

「DG 2800.14」は、推進及び発電機への利用に適しており、小口径エンジン向け、大口径エンジン向けの 2 機種がある。「DC 14」デジタルガバナーから統合された速度制御機能は、特に発電システムに有効な機能である。

#### 9-4-4 RH Marine : 新型自動船位保持システム (DPS)

オランダ RH Marine 社は、発電機とスラスターの燃料消費を最適化する新型自動船位保持システム (DPS) を開発した。新型 DPS は、船舶のエネルギー管理システム (EMS) 及び動力管理システム (PMS) に接続され、各システムは「スマート」な方法で相互通信することができる。この「スマート」システムのアーキテクチャーは、気象条件を考慮して、運転動力要求と船位保持の関係を最適化し、動力製造を行う。

バッテリー船の場合、EMS は発電機からの動力がバッテリーに貯蔵されることを確認し、バッテリーモード時に DPS モードを保つことにより、騒音、排出、燃料消費量を削減する。将来的には、燃料電池やフライホイールなど他のエネルギー貯蔵方法を提供する。

#### 9-4-5 デルフト工科大学 : 新試験ツール「Hardware-in-the-Loop」(HIL)

デルフト工科大学 (TU Delft) の海事交通技術学部は、実際の状況に近い条件で推進機能の水槽実験を行う新たな統合ツールを開発した。新システムでは、ひとつの試験に、海洋エンジニアリング要素と水流力学要素を統合することができる。

「Hardware-in-the-Loop」(HIL) と呼ばれる機能により、開放水域の試験環境に統合し、正確なスケールの動的状態で、波、プロペラ、機関の相互関連性のモデル実験を行う。

TU Delft が準備した HIL 開放水域試験では、プロペラとその周辺環境は物理的に利用し、機関室のシミュレーションは専用シミュレーションコンピューターを用いて行う。最新の開放水域試験装置は、MARIN が開発、製造を行った。

新 HIL ツールは、今後の TU Delft の安全でサステナブルな推進システムの研究開発に役立つものである。

#### 9-4-6 VALUE MARITIME : 船内 CO<sub>2</sub> キャプチャー

オランダ Value Maritime 社は、船内カーボンキャプチャー・貯蔵 (CCS) ソリューションを開発した。特許技術を用い、特殊モジュールが船舶の排気から CO<sub>2</sub> をキャプチャーし、その CO<sub>2</sub> を船内貯蔵設備としての CO<sub>2</sub> バッテリーのチャージに用いる。チャージされた CO<sub>2</sub> バッテリーは、港湾で下され、農業分野の CO<sub>2</sub> 消費者が利用することにより、ディスチャージ (排出) される。ディスチャージ後、バッテリーは船舶に戻され、通常の短距離航海中に再びチャージされる。

Value Maritime の CO<sub>2</sub> キャプチャーモジュール及び CO<sub>2</sub> バッテリーの第 1 号システムは、2021 年 11 月までにデンマークの 1,036TEU 型フィーダーコンテナ船「Nordica」にレトロフィット搭載される。同船は、CCS 搭載した初の既存船 (新造船ではなく) となる。

同社は、この CO<sub>2</sub> の船内キャプチャーと船内貯蔵サイクルはエンドレスで、船舶が排出する CO<sub>2</sub> を 100% 捕集することが可能であると主張している。

#### 9-4-7 VERHAAR OMEGA/DE WAAL : 電動ポッドドライブ

オランダ企業 Verhaar Omega と De Waal が開発した 360°回転式完全電動ポッドドライブ「Equadrive」が市場化された。同ソリューションの設計は、全動力システムを船首部分に搭載可能という特長がある。もうひとつの利点は、推進ユニットのプロペラは直接反転が可能であることである。この機能により、通常の Z ドライブまたは L ドライブのように船の後進時にドライブ全体を 180°回転させる必要がない。

運転要求またはロケーションに応じて Equadrive システムにはいくつかの機種があり、ユニット当たりの定格出力は 250kW~600kW である。機種は以下の通りである。

- ①360°自由回転 (free-swivelling) 式、ノズル付きまたはノズルなし、ユニット上部にスライディングコンタクトが搭載された機種
- ②自由回転式、2×110°、ノズル付きまたはノズルなし機種
- ③固定式 (非回転式)、ノズル及びラダー装備、喫水制限のある内陸水路向けの機種

Equadrive システムは、バウスラスタと操縦システム分野で豊富な経験を持つオランダ企業 Verhaar Omega と De Waal が共同で開発及び製造を行っている。

### 9-5 ノルウェー

#### 9-5-1 ABB MARINE : コンテナ型エネルギー貯蔵システム

低排出及びゼロ排出の船用ソリューションへの需要急増を受け、ABB はコンテナ型船内エネルギー貯蔵システム (ESS) を発表した。同システムは、20 フィート型 ISO ハイキューブコンテナに収納され、船舶の主配電システムに統合される。

コンテナ型 ESS は、船舶へのエネルギー貯蔵システムのレトロフィットを簡易化する。コンテナユニットには、バッテリー、コンバーター、変圧器、制御、冷却、補助機器が事前に組み込まれ、プラグインで使用することが可能である。このソリューションは幅広い船種に利用可能であるが、特に機関室または電気室のスペースが制限されている船舶に適している。

#### 9-5-2 CORVUS ENERGY : 船舶のモジュール型バッテリールーム

2021 年、ベルゲンの Corvus Energy 社は、バッテリー搭載船 (battery-on-board : BOB) 向けのコンテナ型バッテリールーム「Corvus BOB」を発表した。「Corvus BOB」は、型式認証取得済みの標準化されたモジュール型バッテリールームソリューションで、10 フィート型及び 20 フィート型 ISO ハイキューブコンテナの 2 サイズがある。このエネルギー貯蔵システム (ESS) は、バッテリー、バッテリー監視システム、冷却、熱暴走排気 (thermal runaway exhaust)、消火・検出システムから構成されている。プラグイン (Plug and Play) バッテリールームのコンセプトは、船内のあらゆる動力管理システムへの統合を容易にしている。

「Corvus Energy ESS」を内蔵した最初の「Corvus BOB」システムは、DNV の型式承認を取得している。

#### 9-5-3 CORVUS ENERGY : トヨタとの提携

Corvus Energy は、トヨタを主要パートナーとして、大型舶用水素燃料電池システムの開発と製造を開始した。

Corvus は、ノルウェー国内のパートナー、即ち Equinor、Norled、Wilhelmsen、LMG Marin、海事クラスター NCE Maritime CleanTech、ノルウェー南東大学とともに、船用市場向けのプロトン交換膜 (PEM) 燃料電池 (固体高分子形燃料電池) の開発と製造に関する共同プロジェクトを主導している。

同プロジェクトは、ノルウェー政府機関 Innovation Norway から 520 万ユーロ (600 万ドル)



の補助を受けている。2023年には開発された初の船用燃料電池システムが実船搭載され、2024年以降は型式認証を取得した同製品が市場化される予定である。

Corvusとトヨタは、2020年12月に提携契約を締結した。この契約は、Corvusの実績のある燃料電池技術と、トヨタの競争力のある大規模生産技術を組み合わせるものである。両社は、将来的には設置出力200kW～10,000kWのアプリケーションをカバーする計画である。

#### 9-5-4 DNV : 「Fuel Ready」の新ノーテーション

2021年7月1日、DNVは、代替燃料に関する規定を更新し、新たなノーテーションを発表した。新規定は2022年1月1日に発効する。

新たな「ガス燃料 (Gas Fuelled)」アンモニアノーテーションは、カーボン低減要求の厳格化に対応するもので、「Fuel Ready」船級ノーテーションは、船主に将来的に代替燃料を使用するための改造を行うというオプションを提供する。

この「Fuel Ready」ノーテーションは、船用燃料としてのアンモニア、LNG、LPG、LFL (メタノール) をカバーし、1種類の燃料または同時に2種類以上の燃料に適用される。その義務的要件としては、設計 (D) 及びタンク (Ti/Tc) の基本的またはオプションレベルの準備が含まれ、新造船建造プロジェクトにおいてシンプルなフレームワークを提供する。オプションな準備要素としては、構造、エンジンと機関、配管、バンカリングが含まれる。

また、DNVは環境ノーテーションの更新も行った。この更新には、燃料電池の設置、低着火点液体燃料エンジンに関する「LFL fuelled」ノーテーション、水中騒音に関する「Silent(E)」ノーテーション、外部空気伝搬騒音に関する「Quiet」ノーテーションが含まれる。

#### 9-5-5 ROLLS-ROYCE Power Systems : Bergen Engines の売却

2021年8月、ロンドンに本社を置くRolls-Royceは、同社が所有するBergen Engines事業を英国の民有多角的エンジニアリンググループLangley Holdingsへ売却する計画を発表した。売却は特定条件の処理後、2021年12月31日までに完了する予定である。この売却により、Rolls-Royce Power Systemsの一部であったBergen Enginesは、単独で中速ディーゼルエンジン及びガスエンジンの設計・製造事業を継続する。

Langleyへの売却の前には、Rolls-Royceは、Bergen EnginesのロシアTransmashholdingのスイス子会社TMH Internationalへの売却に失敗している。2021年3月、ノルウェー政府は、国家セキュリティーその他の観点からロシア企業によるBergen Enginesの買収を阻止した。Bergen Enginesはノルウェー海軍のサプライヤーのひとつである。

Bergen Enginesの船用及び陸上用中速ガス及びディーゼルエンジンの出力は1,400～11,830kWをカバーする。Langleyへの売却契約には、ベルゲン近郊のHordvikneset工場、社内鑄造所、設計及び研究能力、グローバルサービスネットワークが含まれる。

Bergen Enginesは、新設されたLangleyの動力ソリューション部門の一部となる。同部門には、Langleyの他の子会社2社、即ちイタリアの電動機及び発電機メーカーMarelli Motor及びドイツの限界出力専門企業Piller Power Systemsも含まれる。Bergen Enginesと同社製品のディストリビューターであるKongsberg Maritimeとの提携関係は、新所有体制後も継続する予定である。

英国ノッティンガムシャーに本社を置くLangley Groupは、現CEOであるAnthony Langleyが1975年に設立した企業で、財政的に独立した同族企業である。同グループは、発電機、無停電電源 (UPS) システム、印刷機、溶接システム、セメント・バルク材処理装置などの製造事業を国際的に展開している。

Rolls-RoyceによるBergen Engines売却は、ノンコアビジネスの売却により最低20億ポンド (27億3,000万ドル) を捻出するという同グループの合理化戦略の一環である。

#### 9-5-6 TECO 2030 : Future Funnel スクラバー

Teco Maritime Group 内の Teco 2030 社は、同社の排ガス浄化システム「Future Funnel」に、既存のオープンループ型スクラバーに加え、クローズドループ型及びハイブリッド型スクラバーを追加した。クローズドループ型スクラバーは、スクラバー排水の放出が禁止されている海域、及び海水のアルカリ度が低い海域を航行する船舶を主な対象としている。排水浄化により排出された物質は、船内に貯蔵され、港湾でディスチャージされる。ハイブリッドシステムは、航行海域及び規制に応じて、オープンループモードとクローズドループモードを切り替えることができる。

「Future Funnel」シリーズは、排出制御性能が改善され、また将来的な CO<sub>2</sub> キャプチャー技術の統合にも適した設計となっている（後述）。

#### 9-5-7 TECO 2030 : 船内カーボンキャプチャー・貯蔵（CCS）

2021年6月、Teco 2030 は、米国グループ Chart Industries と、船内 CO<sub>2</sub> キャプチャー及び液化 CO<sub>2</sub> 貯蔵ソリューションの共同開発に基本合意した。開発されるシステムには、Sustainable Energy Solutions（SES）社が開発した極低温カーボンキャプチャー技術を採用する。同社は2020年12月に、Chart Industries に買収された米国企業である。

Chart Industries と SES technologies の技術を組み合わせ、船舶の排ガスから CO<sub>2</sub> を分離し、純度の高い液化 CO<sub>2</sub> を生成する。その後液化 CO<sub>2</sub> は他産業で消費されるか、または地下に永久貯蔵される。CCS システムの課題のひとつは、スペース要求である。

#### 9-5-8 WÄRTSILÄ : アンモニア燃料試験

Wärtsilä は、ノルウェーのストール（Stord）にあるエネルギー研究所 Sustainable Energy Catapult Centre において、Knutsen OAS Shipping、Repsol Norway、Equinor と共同で、船用 4 ストロークエンジンのアンモニア燃料試験を行っている。この試験は、ノルウェーの石油ガス産業向けの大規模な研究開発プログラム「Demo2000」の一環として実施される。Demo2000 プログラムの実施期間は 2018～2022 年で、各プロジェクトはノルウェー政府から最大 25%の補助金を支給される。

#### 9-5-9 WÄRTSILÄ : 船内カーボンキャプチャー・貯蔵（CCS）

2000年から2021年にかけて、Wärtsilä は、カーボンキャプチャーと貯蔵（CCS）技術の船舶利用への転換とスケールアップに関する大規模な研究開発を行った。開発を加速するために、Wärtsilä はノルウェーのモスにある試験施設に出力 1MW の試験プラントを設置した。試験プラントでは、様々な条件とシナリオで CCS 技術の評価を行う。

CCS の開発は、排ガス処理システム（スクラバー）などの実績のある既存技術を基礎としている。その主目的は、スクラバーが排ガス流からカーบอนをキャプチャーする方法の開発である。

### 9-6 スウェーデン

#### 9-6-1 LEAN MARINE : FuelOpt システム

スウェーデン Lean Marine 社が開発した自動化推進最適化技術「FuelOpt」システムが、フィンランドの石油精製企業 Neste が発注した新造アフラマックス型原油タンカーに採用された。

FuelOpt システムは、エンジン出力、燃料消費、速力、またはその組み合わせのコマンドをもとに、船舶の推進駆動系をリアルタイムで最適化する。ブリッジコンソールのボタンひとつでシステムは自動的に作動し、船速と燃料消費を自動的に制御することにより、波浪や強風など厳しい海象条件における航行時の燃料の過剰消費を防ぐことができる。システムの適応アルゴリズムは、気象、潮流、船体抵抗、エンジン負荷、シャフト出力など多様な条件を処理する。

FuelOpt システムは、動力利用の最適化のためのダイナミックチューニングシステムとして機

能し、燃料消費量と排出量を最大 15%削減する。

#### 9-6-2 STENA LINE : 「Stena Elektra」 の概念

RORO フェリー運航企業 Stena Line は、2030 年までに化石燃料を使用しないバッテリー駆動のフェリー2 隻を、便数の多いスウェーデンーデンマーク航路に投入する計画である。海運の非化石燃料への転換を加速するために、Stena Line、Volvo Group、ヨーテボリ港は、スカンジナビア最大の港であるヨーテボリ港に係わる排出量の大幅削減を目指した共同プロジェクトを実施している。目標は、同港の排出レベルを 2030 年までに 70%削減することである。

同プロジェクトにおいて、Stena Line は、新たな船舶設計の基礎となる「Stena Elektra」概念を提供する。同社は、2022 年に「Stena Elektra」船の仕様を発表し、2025 年までには第 1 船を発注する計画である。同クラスの ROPAX フェリーとしては初の非化石燃料駆動船となる同船は、全長 215m、旅客定員 1,200~1,500 人、レーンメーターは 3,100m（積載能力：自動車 700 台またはトラック 160 台）である。

同船は、船体軽量化と効率化のために高張力鋼を用いて建造され、Stena Line の主要北欧航路のひとつであるヨーテボリーフレリクスハウンの距離に相当する約 50 海里をバッテリー電力で航行可能であると予想されている。一航海の所要エネルギーは 30MWh と予想され、約 70MWh のバッテリー容量が必要となる。充電は港で行われる。第 1 号船は、2030 年までに就航する予定である。

Stena Group 内の技術設計企業である Stena Teknik は、現在の研究結果にもよるが、Stena Elektra は完全電動船にはならない可能性があるとして述べている。その代わりに、同船はバッテリーを含む複数の技術を組み合わせた完全な非化石燃料船となる。Stena Elektra は一隻のみの設計ではなく、将来の船舶の基礎となる柔軟なモジュール設計を提供する。

2018 年以来、Stena Line は、ヨーテボリーフレリクスハウン航路に、港湾内の操船にバッテリー電力を使用するバッテリー／ハイブリッド ROPAX フェリー「Stena Jutlandica」を運航している。同船のバッテリーは、航海中に加え、ヨーテボリ港の「グリーン」な陸上電力を用いて充電される。同社は、これにより CO<sub>2</sub> 排出量を年間 1,500 トン削減していると述べている。

#### 9-6-3 VOLVO PENTA : 高速エンジンの開発

2021 年、Volvo Penta は、同社の高速エンジン製品群の設計を変更し、アップグレードした機種を発表した。アップグレードされた 6 シリンダー「D6」の出力は、高出力運転時には 850hp（634kW）、連続運転時には 750hp（559kW）へと増加した。IMO の 3 次 NO<sub>x</sub> 規制を満たすだけでなく、EPA 3 及び China 2 基準を満たすバージョンも利用可能である。低回転で高トルクを発揮し、操船性能と加速性能が向上している。

また、耐久性と性能向上に重点を置いた新 D13 シリーズの 4 機種も発表された。2020 年 11 月、Volvo Penta は、EU のステージ V 規制要求を満たす内陸水路船向けの 8 リットル及び 13 リットルエンジンパッケージを発表した。ステージ V 規制適応型 D8 及び D13 エンジンは、選択触媒還元（SCR）後処理システムを搭載している。ステージ V 対応型船用エンジン D13 の初回機種は、2021 年にオランダのオペレーターに引き渡しが行われた。

ディーゼル技術から電化への段階的な転換を進めている Volvo Penta は、2021 年にノルウェーのバッテリー・電気駆動系サプライヤー ZEM 社を買収した。ZEM は独立企業として継続し、両社は協力して完全な船用システム「パッケージ」の製造を目指す。

#### 9-6-4 Wallenius Wilhelmsen Logistics : バイオ燃料の実船試験

2021 年、ノルウェー Wallenius が所有し、Wallenius Wilhelmsen Logistics が運航するスウェーデンの自動車トラック専用運搬船（PCTC）上で、バイオ燃料の試験が行われた。使用されたバイオ燃料ブレンドは、硫黄分 0.5%の超低硫黄分燃料油（VLSFO）で、45%の脂肪酸メチルエス

テル (FAME) を含有している。このブレンドの利点は、船舶またはエンジンの変更なしにそのまま使用できることで、既存船にも適応する。試験前にはリスク評価も行われている。

最初の試験結果では、エンジン性能へ悪影響はなく、技術的なフィジビリティが実証された。このブレンドの使用により、従来の船用燃料油と比較して CO<sub>2</sub> 排出量を 3 分の 1 減らすことができる可能性がある。

## 9-7 英国

### 9-7-1 ARTEMIS TECHNOLOGIES : eFoiler 電気推進システム

スイスジュネーブに本社を置く商品取引企業 Gunvor Group は、英国 Artemis Technologies 社の株式を取得した。Gunvor による投資に先立ち、2020 年には、英国政府が Artemis Technologies が主導するベルファストマリタイムコンソーシアムによるゼロエミッションの高速フェリーを含む船舶の開発プロジェクトに対し、3,300 万ポンド (4,500 万ドル) の補助を行っている。

Gunvor による投資は、Artemis Technologies の将来的なゼロエミッションの「グリーン」船を駆動する電動 hidrofoil 推進システム「eFoiler」の開発を支援するものである。

### 9-7-2 BABCOCK LGE : 韓国造船所との合意

2021 年、英国 Babcock International 社の LGE (液化ガス装置) 部門は、韓国現代グループ内の複数の造船所との長期提携に関する基本合意を締結した。この合意により、Babcock LGE は超大型及び中型 LPG 運搬船向けの LPG 貨物取扱システムにおける優先サプライヤーとなった。対象となる韓国造船所は、現代重工業、現代三湖重工業、現代尾浦造船である。

Babcock LGE のシステムは、プラント容量及び能力を向上させ、また非凝縮性または揮発性の高い貨物の輸送を可能にする特許技術である「VentGasCooler (VGC)」技術を採用している。

また、同社は燃料ガス供給技術「ecoFGSS」に関する新契約も獲得している。

### 9-7-3 BAR Technologies : WindWings 風力支援システム

2021 年 4 月、英国の帆支援推進の専門企業 BAR Technologies 社とノルウェー Yara Marine 社が提携に合意した。この合意により、両社は共同で風力支援推進概念「WindWings」の市場化を進める。「BARTech WindWings」と名付けられた共同開発製品は、Yara Marine が調達、供給、製造、設置全体のチェーンを通じて管理を担当する。初回の契約は、Cargill 社のばら積み船へのレトロフィットで、2022 年にシステムの引き渡しが予定されている。

### 9-7-4 FLUECHEM : 船内尿素製造

英国に本社を置くバンカリングシステムサプライヤー Fluechem とイタリアの尿素システムメーカー ARAN は、新たな船内尿素製造システムを共同開発した。新システムは、船内で尿素水 AUS40 を製造し、船外からのバンカリングによる尿素水供給の代替となる。NO<sub>x</sub> 排出量を削減する選択触媒還元 (SCR) システムに使用される尿素水 AUS40 は、約 60% の水分を含んでいる。

さらに、同システムは、オンデマンドで尿素水を船内製造することにより、船内の尿素水貯蔵タンクのサイズを大幅に削減 (90%) する。

### 9-7-5 RICARDO UK : 水素エンジンの開発

2021 年、エンジニアリング技術コンサルタント企業 Ricardo は、水素燃料の開発と船用その他のアプリケーション向けの水素動力の利用に関する大きな一歩を進めた。同社は、燃料電池及び内燃エンジン (ICE) 向けのゼロエミッション燃料としての水素とアンモニアのポテンシャルを研究している。

Ricardo の研究開発の進捗状況は以下の通りである。

- 本社のある英国ショーラム技術センターに水素開発試験施設を開設。燃料電池、水素その他の「グリーン」な代替燃料の研究に焦点を当てる。250万ポンド（340万ドル）を投資した新試験施設は、Ricardoの水素輸送技術のさらなる開発を支援する。同社は水素エンジンの開発を進めているが、それに代わるカーボンフリー船用推進への長期的オプションとして、燃料電池を挙げている。2021年1月、Ricardoは、英国のアルカリ燃料電池企業AFC Energyと、船舶、鉄道、発電所向けの燃料電池の製造とサービスに関する提携に合意した。（その後、2021年4月には、ABBがAFC Energy社に戦略的投資を行っている。）
- Ricardoが開発した水素エンジンのプロトタイプの実験が、英国ブライトン大学の先進エンジニアリングセンター（Advanced Engineering Centre：AEC）\*で開始された。試験プログラムでは、同プロトタイプのパフォーマンス、効率、排出に関する試験を行い、Ricardoのグローバル顧客向けのマルチシリンダーエンジンの製造に関する可能性を評価する。その究極的な目的は、船舶、長距離トラック、オフハイウェイ車両と機械のゼロエミッション化を促進する経済的で耐久性のあるサステナブルなオプションを提供することである。Ricardoのソリューションは、再生可能エネルギーに由来する「グリーン」水素をベースとする。（\*ブライトン大学は、内燃機関研究におけるRicardoの長期的パートナーである。同大学の先進エンジニアリングセンター（AEC）は、複雑な内燃過程、及びレーザーベースの測定技術、基礎的モデリング、コンピューターシミュレーションの分野で国際的な実績がある。2020年には、同大学はNO<sub>x</sub>排出がほぼゼロの革新的なエンジン「Dolphin N2」の市場化で、Ricardoとの提携を開始した。）
- Ricardoは、船舶設計とロジスティックスの効率化のために、水素貯蔵量を減らす方法を研究している。船用燃料としての水素は、貯蔵量のボリュームが大きな問題である。700バールに圧縮した場合でも、水素はディーゼル燃料の9倍、液化水素の5倍ものスペースを必要とする。水素が液化アンモニアの状態で供給された場合には、そのボリュームはディーゼル燃料の3倍に抑えられる。Ricardoは、水素をメタルハイドライド（水素吸蔵合金）として貯蔵することにより、さらにボリュームを抑える方法の研究も行っている。メタルハイドライドは、その表面から水素を吸収した後リリースし、圧縮や液化の必要がない。同社は、英国政府助成プロジェクトとして、ロンドンのサウスバンク大学と同技術の共同研究を行っている。
- Ricardoは、2021年に「Getting to Zero 2030 Coalition」に参加した。

#### 9-7-6 QUADRISE Fuels International：乳化合成燃料「bioMSAR」

2020年の詳細な研究開発を経て、ロンドンのQuadris Fuels International社は、英国Aquafuel Research社と共同開発した新たな「サステナブル」燃料「bioMSAR」を発売した。

bioMSARは、重油燃料（HFO）を代替する油分と水が乳化した合成バイオ燃料で、MSAR乳化技術により、CO<sub>2</sub>排出量がHFOよりも30%低く、NO<sub>x</sub>排出量も20~25%低い。粒子状物質の排出も減少する。その性能はLNGと同レベルであるが、機関の改造コストまたは適用コストは大幅に低い。

bioMSARは、重油とグリセリンのブレンドで、MSAR技術を用いて少量の特殊化学物質及び水と混合されている。

bioMSARに混合されるグリセリンの量は、CO<sub>2</sub>削減要求に応じて増減することができる。40%の再生可能グリセリンが混合された場合は、CO<sub>2</sub>排出量は最低20%削減される。燃料としてのグリセリン（C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>）は、有害物質をほとんど排出せずに燃焼し、事実上CO<sub>2</sub>ニュートラルである。また、潤滑性も高い。

実験室及びパイロット試験の後、Quadrisは、ケント州のAquafuel Researchの施設において、

Cummins 社の 4 ストローク高速ディーゼルエンジンを用いて bioMSAR の試験を行った。さらに、フィンランドの VTT 技術研究所において、Wärtsilä の 32 シリーズ 4 ストローク中速ディーゼルエンジンを用いた試験も行った。

#### 9-7-7 SILVERSTREAM Technologies : 空気潤滑システムの契約受注

2021 年 9 月、英国 Silverstream Technologies 社は、船底空気潤滑システムの最大規模の契約を受注した。今回の 30 基の大型受注は、スイス・イタリア船社 Mediterranean Shipping Company (MSC) の新造コンテナ船隊向けである。

Silverstream の空気潤滑システムは、船体と水の間の摩擦を軽減する気泡の層を施すことにより、燃料消費量と排出量を 5~10%削減することが実証されている。同システムは全条件下で効果があり、現在市場化されている空気潤滑ソリューションの中で最も稼働率（航海中にシステムが稼働可能な割合）が高いとされている。

MSC は、同システムの使用により、船隊のライフサイクルを通じて 160 万トンのカーボン排出量を削減し、2 億 5,750 万ユーロ（2 億 9,800 万ドル）の燃料コストの節約になると予想している。

#### 9-7-8 SOMERS FORGE : 軸系コーティング

推進軸製造・修理企業である Somers Forge は、溶接クラディングシステムに加え、ガラス強化コーティングを開発した。GRP (Glass Re-inforced Plastic) コーティングは、船用軸とパイプへの使用に適している。同社の GRP エポキシコーティング「SOMPLAS」は、2 年間をかけて開発した腐食耐性が高く、衝撃にも強い製品である。同製品は型式承認取得済みで、EU REACH 規制を満たしている。

英国ミッドランド地方の Somers Forge は、船用、産業及び防衛市場向けに鋳造、熱処理、機械加工及び試験設備を提供している。

#### 9-7-9 WINDSHIP Technology : 125,000DWT 型船向け風力支援推進システム

英国 Windship Technology 社は、ソリッド型エアロfoil、ソーラーパネル、熱回収、船内 CO<sub>2</sub> キャプチャー技術を搭載したディーゼルエレクトリック船の設計を開発中である。このプロジェクトは、自動セイルリグを持つ補助風力推進システムの開発から始まった。各リグは、高さ 36~48m のウィングfoil 3 基から構成されている。その後の研究開発では、他の燃料及び排出削減技術が統合された。新たな統合ソリューションは、主にタンカーやばら積み船などの大型商船を対象としている。

エアロfoil性能の CFD 分析は、別の英国企業 Cape Horn Engineering が行い、船体の流体力学評価は、英国サウサンプトン大学の Wolfson Unit が担当した。Wolfson Unit は、異なる 2 種類のセイルリグと他の技術の組合せを持つ 125,000DWT 型船の性能予測を行った。燃料と排出の削減率は 30%超となった。

Windship は、同社のソリューションには、風力を有効に利用するために必要な発電の柔軟性を持つディーゼルエレクトリック推進が最も適していると考えている。125,000DWT 型船では、速力 11 ノットの風力支援推進を行うためには 4,500kW の動力が必要であるが、航海の大部分にはエンジン動力の半分が不必要になると予測している。

### 9-8 スイス

#### 9-8-1 Daphne Technology : 排ガス浄化システム「SulPure」

スイス Daphne Technology 社は、化石燃料及びアンモニア、水素などの新燃料の燃焼による排ガスを除去するワンステップの排ガス浄化システム「SulPure」を開発した。同システムは、「グリーン」コンバーターを用い、もう一段階で汚染物質を販売可能な無害な肥料に変換する。

このグリーンコンバーターは、数件の特許を取得している。同システムのプロセスは、まず排

ガスを排ガスパイパス経由で加湿タワーに導く。加湿タワーでは、汚染物質の除去能力を最大化するために温度と湿度が最適化される。その後排ガスは、Daphne Technology の特許技術「Electron Chamber」を通過する。「Electron Chamber」は、同社が特許を持つ動力システム「Wavelet Pulsed Package」により電気駆動されるカートリッジである。

同カートリッジの電極は、電氣的に励起されて電子を発生し、排ガス中の二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) と NO<sub>x</sub> を硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) と硝酸 (HNO<sub>3</sub>) に変換する。これらは尿素を用いて中性化され、肥料 (Ammonium Sulphate Nitrate : ASN) として利用可能なブレンド (硫酸アンモニウム ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) と硝酸アンモニウム (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) の水溶液) となる。

グリーンコンバーターと SulPure システムは、選択触媒還元 (SCR) システムとほぼ同サイズで、ターボチャージャーの近くまたはエコノマイザー、サイレンサーの後ろに設置できる。または、コンテナ型のシステムも利用可能である。

### 9-8-2 Winterthur Gas & Diesel : X70DF エンジンシリーズのアップグレード

WinGD 社の人気の高い X70DF エンジンシリーズがアップデートされ、出力 (installed power) と排出を低減すると同時に船舶設計の柔軟性が向上された。

X72DF 型 2 ストローク二元燃料エンジンの最新のアップデートには、X72DF-1.1/-1.2/-2.1/-2.2 の 4 機種が含まれ、低出力最適化機種とメタンスリップ (未燃焼のメタン排出) 削減機種のオプションを提供している。X72DF は、LNG 運搬船に人気の機種であるが、スエズマックス型タンカー、ケープサイズ型バルカー、パナマックス型及びサブパナマックス型コンテナ船にも適している。

同シリーズの変更には、新エンジン制御アーキテクチャー「WiCE」(WinGD Integrated Control Electronics) を含む。WiCE は、2020 年 6 月に発表された WinGD のメタンスリップ削減技術「iCER」(intelligent control by exhaust recycling) とのインターフェイスを可能にしている。

新機種のうち、X72DF-1.1 及び-1.2 の 2 機種は iCER 技術を搭載しないバージョンで、他の 2 機種 X72DF-2.1 及び-2.2 は iCER を搭載している。

シリーズ全体の技術的アップグレードとしては、燃焼と排出の制御を向上させるモジュール型掃気技術がある。

5 シリンダー及び 6 シリンダーエンジンには、低出力での効率を改善する最適化技術が利用可能である。定格出力の削減とシリンダー数を抑えることにより、スラスト部分が短くなるためエンジン設計が小型化する。同時に、ギア系の最適化と燃料供給ユニットの小型化により、エンジンの長さが減少し、機関室の設計の柔軟性が増す。

X72DF-2.1 及び -2.2 バージョンには iCER 技術が搭載され、特に LNG 燃料船に適した設計となっている。これらの 2 機種は、メタンスリップと温室効果ガス全体が低減し、ガス消費量も低減している。従って LNG 運搬船、ケープサイズ型バルカー、スエズマックス型タンカー、3,000 ~ 8,000TEU 型コンテナ船の運航コストと排出を削減する競争力のある機種となっている。

X72DF-1.1/-1.2 バージョンの引き渡しは 2022 年 4 月、iCER 搭載型 X72DF-2.1/-2.2 バージョンの引き渡しは 2022 年第 3 四半期に開始される予定である。

### 改良型 WinGD X72DF 二元燃料エンジンの概要

エンジン機種	出力	対象船	利点
X72DF-1.1 (5~8 シリンダー)	最大 25,800kW、 69~89rpm	高出力のタンカー、バルカー、コンテナ船	改良されたエンジン設計
X72DF-1.2 (5、6 シリンダー)	最大 15,600kW、 69~79rpm	150,000m <sup>3</sup> 以下の LNG 運搬船、低出力のタンカー、バルカー	改良されたエンジン設計
X72DF-2.1 (5~7 シリンダー)	最大 22,575kW、 69~89rpm	高出力のタンカー、バルカー、コンテナ船	改良されたエンジン設計+iCERシステム (メタンスリップ削減、ガス消費量削減)
X72DF-2.2 (5、6 シリンダー)	最大 15,600kW、 69~79rpm	150,000m <sup>3</sup> 以下の LNG 運搬船、低出力のタンカー、バルカー	改良されたエンジン設計+iCERシステム

#### 9-8-3 Winterthur Gas & Diesel : CX40DF エンジン開発での中国との協力

WinGD と中国の造船研究所 (China Shipbuilding Power Engineering Institute : CSPI) との共同開発の結果として、ボア径 400mm の新 2 ストローク二元燃料エンジンが発表された。X40DF 型エンジンの開発プロジェクト名は「CX40DF」である。

この新機種は、WinGD の低圧ガス技術と実績のある X40 型ディーゼルエンジン設計を組み合わせたものである。CSPI は、ガス点火のガス圧力制御とパイロット燃料副室 (pre-chamber) システムの統合技術を提供し、CX40DF プロジェクトにおいて主要な役割を務めた。

最終的な X40DF 型推進エンジンは、ガス運搬船、タンカー、コンテナ船、ばら積み船を含む幅広い商船を対象とする。

WinGD と CSPI は両社とも、中国の国営造船グループ China State Shipbuilding Corporation (CSSC) が所有する企業である。

#### 9-8-4 Winterthur Gas & Diesel : 統合 SCR システム「iSCR」

2021 年 7 月、WinGD は、NOx 削減技術を搭載した初の 2 ストロークエンジンを正式に発表した。これによりエンジンの設置スペースとコストの大幅な削減を実現する。初回の統合 SCR (iSCR) 型エンジンである定格出力 11,640kW の 6 シリンダー X52 型低速エンジンは、中国造船所で建造される 50,000DWT 型タンカーに搭載される。同 6X52 型エンジンは、WinGD のライセンサーである中国 Dalian Marine Diesel Co. で製造された。

同エンジンは、高圧 (HP) SCR リアクターが排気マニホールドに直接統合されており、必要な補助機器と配管の量を低減している。SCR をターボチャージャーのすぐ上流に配置することで、運転温度が高温となり、NOx 除去効率が高まる。iSCR 統合型エンジンは低放熱で、排出モードを IMO の NOx 排出に関する 2 次規制、または 3 次規制への対応モードに切り替えることができる。HP-SCR は高硫黄分燃料にも対応するため、iSCR ソリューションは使用燃料の柔軟性を提供する。

WinGD は、iSCR を同社のディーゼル焚き低速エンジン X シリーズのターボチャージャーに適用してゆく計画である。一方、同社の二元燃料エンジン X-DF は、ガスモードで既に 3 次規制要求を満たしているため、NOx 除去装置を必要としない。

#### 9-8-5 Winterthur Gas & Diesel : 動力システムの統合

WinGD は、単なる主機のサプライヤーではなく、統合船用動力システムのプロバイダーとなるための戦略を進めている。この戦略の重要な段階として、2021 年 8 月、同社は日本郵船の新造自動車トラック専用運搬船 (PCTC) 4 隻向けに統合されたハイブリッドエネルギーシステムを受注した。



各 PCTC には、低速二元燃料エンジン 7X62DF-2.1、軸発電機、DC（直流電力）リンク、エネルギー貯蔵システム（バッテリー）が搭載される。従来の重油（HFO）焚きエンジンで駆動される自動車船と比較した場合、同船の CO<sub>2</sub> 排出量は 40%程度削減されると予想されている。搭載されるソリューションに関しては、運転予備電力、ピークシェービング、エネルギーフローの最適化により、主機は常に最適な負荷と回転数（スイートスポット）で運転され、同時に非効率的な発電機の負荷を避けることができる。

日本郵船の PCTC 船隊は、中国南京の China Merchants Jinling Shipyard で建造され、2023 年に引き渡しが予定されている。

この報告書は、ポートル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。

## 欧州主要造船関連企業動向 2021

2022年（令和4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。