

欧州造船関係企業の動向 2020

2021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。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 2020

| | |
|---|-----|
| 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) | 14 |
| Thyssenkrupp Marine Systems (ドイツ) | 16 |
| Meyer Turku (フィンランド) | 18 |
| Fincantieri (イタリア) | 22 |
| Chantiers de l'Atlantique (フランス) | 28 |
| Naval Group (フランス) | 32 |
| VARD (ノルウェー) | 35 |
| Ulstein Verft (ノルウェー) | 39 |
| Damen Shipyards Group (オランダ) | 44 |
| Navantia (スペイン) | 50 |
| BAE Systems (英国) | 54 |
| Tersan Shipyard (トルコ) | 58 |
| 第 2 章 欧州主要船舶設計企業 | 62 |
| BMT Group (英国) | 62 |
| MacDuff Ship Design (英国) | 66 |
| Kongsberg Maritime (旧 Rolls-Royce Marine) (ノルウェー) | 69 |
| Skipsteknisk (ノルウェー) | 73 |
| Multi Maritime (ノルウェー) | 76 |
| Salt Ship Design (ノルウェー) | 78 |
| 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) | 96 |
| Neptun Ship Design (ドイツ) | 98 |
| Stirling Design International (フランス) | 100 |

| | |
|---|-----|
| 第3章 欧州主要船用企業 | 102 |
| 3-1 船用機関 | 102 |
| Wärtsilä Corporation (フィンランド) | 102 |
| MAN Energy Solutions (ドイツ) | 110 |
| Rolls-Royce Power Systems AG (ドイツ) | 116 |
| 3-2 プロペラ、ラダー、推進システム | 120 |
| SCHOTTEL GmbH (ドイツ) | 120 |
| Becker Marine Systems (ドイツ) | 123 |
| Voith Group (ドイツ) | 126 |
| Siemens Energy AG (ドイツ) | 129 |
| ABB (スイス) | 131 |
| Mecklenburger Metallguss GmbH – MMG (ドイツ) | 135 |
| 3-3 荷役機械・甲板設備 | 137 |
| Cargotec Corporation (フィンランド) | 137 |
| 3-4 流体制御、ボイラー (バラスト水含む) | 141 |
| Alfa Laval (スウェーデン) | 141 |
| OptiMarin (ノルウェー) | 145 |
| 3-5 航海機器及びレーダー | 148 |
| Inmarsat (英国) | 148 |
| Kongsberg Maritime (ノルウェー) | 152 |
| 3-6 船用塗料 | 157 |
| AkzoNobel (オランダ) | 157 |
| Hempel (デンマーク) | 162 |

第 2 編 欧州造船関連技術開発動向 2020

| | | |
|-------|--|-----|
| 第 4 章 | EU 助成共同研究開発プロジェクト | 165 |
| 4-1 | FIBRESHIP | 165 |
| 4-2 | FLARE (Flooding Accident Response : 浸水事故へのレスポンス) | 166 |
| 4-3 | GASVESSEL | 167 |
| 4-4 | LNG PITCH4 | 168 |
| 4-5 | MOSES (Automated vessels and supply chain optimisation for sustainable short sea shipping : 持続可能な短距離海運に向けた自動航行船とサプライチェーンの最適化) | 168 |
| 4-6 | RAMSSES (Realisation and demonstration of advanced material solutions for sustainable and efficient ships : 効率的で持続性のある船舶のための先進素材ソリューションの実現と実証) | 169 |
| 4-7 | STEERER (Structuring towards zero-emission waterborne transport : ゼロ排出の海上輸送網の構築) | 171 |
| 4-8 | TrAM (Transport: Advanced and Modular : 輸送の先進性とモジュール性) | 172 |
| 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 | 173 |
| 5-1 | CODE KILO | 173 |
| 5-2 | FOIL SERIES | 173 |
| 5-3 | フランスとイタリアのリサーチ&テクノロジープログラム | 174 |
| 5-4 | オープンシミュレーションプラットフォーム (OSP) | 175 |
| 5-5 | SEA Defence (Survivability, electrification, automation, detectability enabling foresight of European naval capabilities in extreme conditions : 極限状況下で欧州海軍能力の予測を可能にするサバイバル性、電化、自動化、検出性) | 176 |
| 5-6 | SLING (Sloshing of liquefied LNG : LNG のスロッシング) | 177 |
| 5-7 | USWE (Upskilling Shipbuilding Workforce in Europe : 欧州造船所労働力のスキル向上) | 177 |
| 第 6 章 | 欧州各国の造船研究開発プロジェクト | 178 |
| 6-1 | AERONAUT | 178 |
| 6-2 | DTYard (Digital twin yard : デジタルツイン造船所) | 178 |
| 6-3 | FORCE Technology の研究開発プロジェクト | 179 |
| 6-4 | HYKOPS (Development of a framework for the design of hydrodynamic components of manoeuvring and propulsion systems : 操船及び推進システムの流体力学部品設計のためのフレームワークの開発) | 179 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6-5 | MARIN (Integrated marine remote environmental monitoring : 統合型遠隔海洋環境モニタリング) | 180 |
| 6-6 | NORTHERN LIGHTS | 180 |
| 6-7 | ProProS (Digital twin to optimise shipbuilding : 造船工程最適化のためのデジタルツイン) | 181 |
| 6-8 | TwinShip (Digital twins for vessel life cycle service : 船舶のライフサイクルサービスのためのデジタルツイン) | 181 |
| | | |
| 第7章 | 欧州各国の造船工業及び造船技術の動向 | 183 |
| 7-1 | 概況 | 183 |
| 7-2 | クロアチア | 188 |
| 7-3 | フィンランド | 189 |
| 7-4 | フランス | 193 |
| 7-5 | ドイツ | 195 |
| 7-6 | イタリア | 200 |
| 7-7 | オランダ | 204 |
| 7-8 | ノルウェー | 208 |
| 7-9 | スペイン | 210 |
| 7-10 | 英国 | 211 |
| | | |
| 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 | 214 |
| 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 | 214 |
| 8-1-1 | AUTOSHIP | 214 |
| 8-1-2 | HYDRA (Hybrid power-energy electrodes for next generation lithium-ion batteries : 次世代リチウムイオン電池向けの ハイブリッドパワー・エネルギー電極) | 214 |
| 8-1-3 | HySHIP (Hydrogen ship : 水素駆動船) | 215 |
| 8-1-4 | IW-NET (イノベーション駆動型共同欧州内陸水路ネットワーク) | 215 |
| 8-1-5 | SeaTech プロジェクト (Next generation short-sea ship, dual-fuel engine and propulsion retrofit technologies : 次世代短距離海運船、デュアルフュエルエンジンと推進システムの レトロフィット技術) | 216 |
| 8-1-6 | ShipFC 燃料電池プロジェクト | 216 |
| 8-1-7 | 水上技術プラットフォーム | 217 |
| 8-2 | その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向 | 218 |
| 8-2-1 | AMMONFUEL : アンモニア燃料の研究 | 218 |
| 8-2-2 | アンモニア駆動タンカー | 218 |
| 8-2-3 | AUTOBIN (自動運航内陸船) | 218 |
| 8-2-4 | 船用バッテリーの安全性 | 219 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 8-2-5 | Bio2Bunker プロジェクト | 219 |
| 8-2-6 | decarbonICE プロジェクト | 220 |
| 8-2-7 | 船用 e-燃料 | 220 |
| 8-2-8 | 「GETTING to ZERO 2030」連合 | 221 |
| 8-2-9 | GoodShipping プログラム：バイオ燃料の試験 | 221 |
| 8-2-10 | 国際海事研究開発委員会（International Maritime Research and Development Board：IMRB） | 222 |
| 8-2-11 | Maersk Mc-Kinney Moller のゼロカーボン海運センター | 222 |
| 8-2-12 | 自動運航船「MAYFLOWER」 | 223 |
| 8-2-13 | RESHiP（Renewable energy ship propulsion：再生可能エネルギー船用推進システム） | 223 |
| 8-2-14 | RH2INE プロジェクト（Rhine Hydrogen Integration Network of Excellence：ライン川水素統合ネットワークオブエクセレンス） | 224 |
| 8-2-15 | RIVER（Non-carbon river boat powered by combustion engines：内燃機関駆動のノンカーボン河川船） | 224 |
| 8-2-16 | RUN WIND PROPULSION TECHNOLOGY（風力支援船用推進プロジェクト） | 225 |
| 8-2-17 | 商船向けの風力推進システム | 226 |
| 8-3 | 欧州各国の技術開発と共同研究開発プロジェクトの動向 | 226 |
| 8-3-1 | AEngine プロジェクト（Ammonia-fuelled engine：アンモニア燃料エンジン） | 226 |
| 8-3-2 | 先進カーボン回収技術 | 227 |
| 8-3-3 | 船用エンジンのアンモニア燃料 | 227 |
| 8-3-4 | 自動運航海運（ノルウェー） | 228 |
| 8-3-5 | 自動運航海運（英国） | 228 |
| 8-3-6 | BioFlex プロジェクト | 228 |
| 8-3-7 | 「Clean Maritime Call」プロジェクト（英国） | 229 |
| 8-3-8 | デンマーク海事基金：2020年のプロジェクト支援状況 | 230 |
| 8-3-9 | 海運の脱炭素化：商船運航の復活 | 230 |
| 8-3-10 | DuPro（Determination of the effective propeller inflow for inland navigation：内陸航行向けの効果的なプロペラ流入の測定） | 231 |
| 8-3-11 | EmissionSEA（Determination and reduction of CO ₂ emissions from ships：船舶からのCO ₂ 排出量の測定と削減） | 232 |
| 8-3-12 | E2Fuels（Renewable low-emission fuel：再生可能な低排出燃料） | 232 |
| 8-3-13 | EU 海事基金 | 233 |
| 8-3-14 | FC-BATShip（Fuel cell battery hybrid ship：燃料電池バッテリーハイブリッド船） | 233 |

| | | |
|---------------------------------|---|-----|
| 8-3-15 | FELMAR プロジェクト | 233 |
| 8-3-16 | FLO-MAR フロー電池技術プロジェクト | 234 |
| 8-2-17 | 燃料電池プロジェクト (ノルウェー) | 235 |
| 8-3-18 | 燃料電池試験船 | 235 |
| 8-3-19 | GAMMA-1 (Efficient gas motor for maritime application : 効率的な船用ガスモーター) | 236 |
| 8-3-20 | GREEN MARITIME METHANOL (グリーンな船用メタノール) | 236 |
| 8-3-21 | GREEN SHIPPING PROGRAMME (グリーン・ SHIPPING・プログラム、ノルウェー) | 237 |
| 8-3-22 | 水素燃料のサプライチェーン | 238 |
| 8-3-23 | LBM/LSM (Liquefied bio-methane/liquefied synthetic methane : 液体バイオメタン/液体合成メタン) | 239 |
| 8-3-24 | MarE-Fuel (Electro-fuels for long-range maritime transport : 長距離海上輸送向けの e 燃料) | 239 |
| 8-3-25 | 船舶からのカーボン回収技術研究 (英国) | 239 |
| 8-3-26 | 船用電力マイクログリッド | 240 |
| 8-3-27 | 船用イノベーション・インパルス・プロジェクト (オランダ) | 240 |
| 8-3-28 | Oceanbird : 風力駆動船 | 241 |
| 8-3-29 | ShippingLab パートナーシップ (デンマーク) : ハイブリッド・ゼロ排出動力 | 242 |
| 8-3-30 | ゼロ排出のサービス : 内陸水運向けバッテリー | 243 |
| 8-3-31 | 共同産業プロジェクト「ZERO」 | 244 |
| 8-3-32 | ZEUS (Zero emission ultimate ship : ゼロ排出究極船) | 244 |
| 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 | 245 |
| 9-1-1 | ALFA-LAVAL : 新型スクラバー「PureSOx Express」 | 245 |
| 9-1-2 | Hans JENSEN : 電子潤滑システム | 245 |
| 9-1-3 | MAN Energy Solutions : アンモニア駆動エンジン | 246 |
| 9-1-4 | MAN Energy Solutions : メタンスリップ保証 (2 ストロークエンジン) | 246 |
| 9-1-5 | MAN Energy Solutions : 低負荷エンジンチューニング | 246 |
| 9-1-6 | MAN Energy Solutions : ME-LGIM-W 型エンジン | 247 |
| 9-1-7 | MAN Energy Solutions : ME-GA 型エンジンの EGR バージョン | 248 |
| 9-1-8 | MAN Energy Solutions : S35ME-C 型エンジンのアップグレード | 248 |
| 9-1-9 | MAN Energy Solutions : サイバーセキュリティ 「EngineVault」 | 249 |
| 9-1-10 | MAN Energy Solutions : デジタルプラットフォーム「mya」 | 250 |
| 9-1-11 | MAN Energy Solutions : 中国の CPP 工場 | 250 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 9-2 | フィンランド | 250 |
| 9-2-1 | WÄRTSILÄ : グループ再編 | 250 |
| 9-2-2 | WÄRTSILÄ : メタンスリップ排出 | 251 |
| 9-2-3 | WÄRTSILÄ : アンモニア燃料の試験 | 252 |
| 9-2-4 | WÄRTSILÄ : LPG 燃料サプライチェーン | 252 |
| 9-2-5 | WÄRTSILÄ : 2 ストロークエンジンのアップグレード | 252 |
| 9-2-6 | WÄRTSILÄ : デジタル予測的メンテナンス | 253 |
| 9-2-7 | WÄRTSILÄ : ゲートラダー | 253 |
| 9-2-8 | WÄRTSILÄ : セイル支援推進システム | 253 |
| 9-3 | ドイツ | 254 |
| 9-3-1 | IMES : ガスエンジン圧力センサー | 254 |
| 9-3-2 | MAN Energy Solutions : 大規模なリストラ | 254 |
| 9-3-3 | MAN Energy Solutions : メタンスリップ (4 ストロークエンジン) | 255 |
| 9-3-4 | ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 「Power Lab」 戦略 | 255 |
| 9-3-5 | SCHOTTEL : アジマススラスタ M シリーズ | 256 |
| 9-3-6 | SCHOTTEL : 格納型リムスラスタ | 256 |
| 9-3-7 | SCHOTTEL : CFD 技術への投資 | 257 |
| 9-3-8 | VOITH : 電動式 Voith シュナイダープロペラ (eVSP) | 257 |
| 9-3-9 | ZF MARINE : ハイブリッド型トランスミッション | 257 |
| 9-4 | オランダ | 258 |
| 9-4-1 | BAKKER SLIEDRECHT : CDG 発電機保護 | 258 |
| 9-4-2 | MARIN : 極低温燃料タンク試験施設 | 258 |
| 9-5 | ノルウェー | 259 |
| 9-5-1 | ABB Marine : 燃料電池の製造 | 259 |
| 9-5-2 | NORSEPOWER : 傾斜型ローターセイル | 259 |
| 9-5-3 | PARAT Halvorsen : 多燃料ボイラー | 260 |
| 9-5-4 | ROLLS-ROYCE Power Systems : Bergen Engines 売却の可能性 | 260 |
| 9-5-5 | STADT : 可変速発電機 | 260 |
| 9-5-6 | TECO Marine : 燃料電池プロジェクト | 260 |
| 9-6 | スウェーデン | 261 |
| 9-6-1 | ALFA LAVAL Group の開発動向 | 261 |
| 9-6-2 | BERG PROPULSION : 事業統合 | 261 |
| 9-6-3 | OXE Marine : ディーゼル船外機 | 261 |
| 9-6-4 | PowerCell : 大型船用燃料電池 | 262 |
| 9-7 | 英国 | 262 |
| 9-7-1 | BROOKES BELL : 船用技術ラボラトリー | 262 |
| 9-7-2 | CMB TECH : 水素エンジン試験台 | 263 |
| 9-7-3 | DATUM Electronics : AI コンディションモニタリング | 263 |
| 9-7-4 | EQUIPMAKE : PM 電動機 | 263 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 9-7-5 | KISTLER UK : エンジンモニタリング | 264 |
| 9-7-6 | RICARDO UK : バーチャル遠隔エンジン試験 | 264 |
| 9-7-7 | RICARDO UK : 水素エンジンの開発 | 265 |
| 9-7-8 | SILVERSTREAM Technologies : 空気潤滑システム | 265 |
| 9-7-9 | WINDSHIP Technology : セイル補助推進 | 266 |
| 9-8 | スイス | 266 |
| 9-8-1 | ABB Turbo : デジタル技術協力 | 266 |
| 9-8-2 | Burckhardt Compression : 外国企業の買収 | 266 |
| 9-8-3 | Winterthur Gas & Diesel : ショートストロークエンジン | 267 |
| 9-8-4 | Winterthur Gas & Diesel : X-DF 型エンジンの第 2 世代 | 268 |
| 9-8-5 | Winterthur Gas & Diesel : フレキシブルインジェクター技術 | 269 |

第 1 編

欧州主要造船関連企業動向 2020

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 Germany

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

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>

ドイツ北東部パーペンブルクに本社を置く Meyer Werft は、1795 年の創業以来、Meyer 家が所有・経営する同族企業で、現在七代目の Bernard Meyer が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 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 年代の木造船建造から、1872 年には鋼製蒸気船の建造を開始した。1870 年時点ではパーペンブルクには 20 か所の造船所があったが、21 世紀まで生き残ったのは Meyer のみで、2020 年 1 月には設立 225 周年を迎えた。

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 隻前後を竣工しており、合計 51 隻の建造実績を持つ。2018 年には、世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」を竣工した。クルーズ船以外にも、ROPAX フェリー、RORO 貨物船、LPG タンカーなどの建造実績があり、ロストックに位置する子会社 Neptun Werft GmbH & Co. KG は、主に河川クルーズ船の建造を行っている。フィンランドの Meyer Turku もグループ企業である。

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

練を受けている。尚、Meyer グループ造船所 3 か所とパートナー企業約 20 社を含めた場合、約 7,000 人を直接雇用し、間接雇用を含めた全体的な雇用者数は 4 万人におよぶ。

2019 年にはクルーズ船 3 隻を新規受注し、2020 年の新規受注はなかったが、2020 年 12 月時点の受注残はクルーズ船 9 隻で、うち 7 隻は LNG 駆動クルーズ船である。

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、COVID-19 感染拡大の影響で予定よりも数か月遅れ、9 月に「the Spirit of Adventure」(Saga Cruises)、10 月に「Iona」(P&O Cruises) の 2 隻が竣工した。2020 年中に竣工予定であった「Odyssey of the Seas」(Royal Caribbean International) は、11 月末に艤装が開始された。



パーペンブルク Meyer Werft 屋内建造ドックと工場（出典：Meyer Werft）

<COVID-19 による影響>

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取りやめており、クルーズ市場の約 80% を独占する大手クルーズ船社の市場価値は低下を続けている。Meyer Werft は、これら大手クルーズ船社は毎日 1 億ユーロの損失を計上していると推測している。

また、COVID-19 危機はクルーズ産業の絶頂期に訪れたため、大手クルーズ船社 Carnival、Norwegian、Royal Caribbean は、約 43 隻の新造クルーズ船を Meyer Werft を含む主に欧州の造船所に発注済みである。

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 5 月 1 日から時短勤務で建造作業を再開したが¹、7 月には従業員の多くが 6 週間の帰休扱いとなった。9 月からは、規模を縮小して建造を続けている。少なくとも 2020 年末までは正規従業員の時短勤務が続く。

¹ <https://www.offshore-energy.biz/meyer-werft-impact-of-coronavirus-on-new-cruise-ship-orders-to-be-immense/>

世界のクルーズ船建造を行う造船所の約 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。

同造船所の受注残への影響も避けられず、その規模は現時点では予測不可能であるが、新規受注は 2023 年または 2024 年まで見込めないと、Meyer Werft は予想している。短期的には船社は完成した新造船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建造を行わず、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。

現在 Meyer Werft は 2023 年まで、Meyer Turku は 2024 年までの受注残を持つが、状況は完全に变化した。発注済みのクルーズ船は全く必要がなくなったとする顧客もあり、今後の話し合いにより解決策を見出さなければならない。Meyer Werft は納期を引き延ばすことにより、できる限りキャンセルを避けたいと考えている。同社は、クルーズ船市場の回復は 2030 年以降になると予測している。²

上記の状況を踏まえ、Meyer Werft は最良のシナリオの場合でも、パーペンブルク造船所の年間建造能力を、現在の大型船 2 隻、小型船 1 隻から、大型船 1 隻、小型船 2 隻に調整する必要がある。2023/24 年期までの新規受注は見込めなため、他のグループ造船所でも同様の調整を行い、現在の受注残を引き延ばしてゆく。Meyer Werft はこの措置に関して顧客との交渉を行っている。

結果として、労働力の 40%削減を行うと報道されている。新規投資を極力抑え、新規採用は中止する。時短勤務に関しては労働委員会と協議を行っており、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、今後 5 年間に、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。

<政府による支援>

2020 年 5 月 7 日、ドイツ金属労働者組合 IG Metall 及びドイツ海事業界団体 VSM は、COVID-19 による打撃を受けたドイツ造船所は公的支援なしで生き延びることは難しいとの懸念を表明した。ドイツの造船業は、サプライヤーを含め約 100,000 人以上を雇用する主要産業のひとつである。VSM は、間接雇用を含めると総数は 200,000 人になると見積もっている。

5 月 9 日には、パーペンブルク造船所が位置するニーダーザクセン州の州政府が、地域の大雇用主である同造船所への支援の意向を表明し、9 月には 2,000 万ユーロの支援を発表した。

ドイツ連邦政府は、船社の債務返済を 1 年間延期するとの政策を打ち出しており³、発注済みの新造契約の動向が注目されている。2020 年 11 月、AIDA Cruises は発注済み

² <https://www.swzmaritime.nl/news/2020/04/20/meyer-werft-no-orders-for-new-cruise-ships-expected-until-2023-24/?gdpr=accept>

³ <https://www.kfw.de/stories/economy/companies/meyer-werft/>

の 2 隻のキャンセルは行わないと述べている。同社は、連邦政府に対し、4 億ユーロ規模の融資を申請している⁴。

< 建造設備 >

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

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

2002 年には建造設備の大々的な近代化を行い、ブロック組み立て工場とレーザー溶接などの最新設備を持つ 2 基目の屋内建造ドックを建設した。さらに 2008 年には建造ドックは 120m 拡張され、全長 504m となった。2012 年にはレーザーセンターにブロック組立工場を追加した。これら 2 基の屋内建造ドックを含む最新の建造設備は、あらゆるサイズの船舶の建造に対応している。ほぼ全ての工程は初期段階からデジタル化され、コンピューターと 3D シミュレーションで効率的に管理されており、リードタイムの短縮とコスト削減を実現している。

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



屋内建造ドック（出典：Meyer Werft）

⁴ https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg_ostfriesland/Meyer-Werft-AIDA-Cruises-will-bestellte-Schiffe-abnehmen,meyerwerft1436.html

< 建造プロジェクト例：世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」 >

2018年12月、Meyer Werft は、世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」をドイツ AIDA Cruises に引き渡した。全長 337.00m、幅 42m、総トン数 183,900 トン、乗客数 5,228 人、キャビン数 2,626 室の同船は、ドイツで建造された最大のクルーズ船である。同船は、Caterpillar の超低排出 DF 主機 4 基で駆動され、航海中及び停泊中も 100% LNG 燃料を使用する。エンジンルームユニットは、子会社 Neptun Werft で建造された。

「AIDAnova」は、Meyer Werft が米国 Carnival Corporation の AIDA ブランド向けに 建造する新型クルーズ船 3 隻の第 1 船である。姉妹船は 2021 年及び 2023 年に竣工が予定されている。Meyer Werft はグループ造船所 Meyer Turku とともに、さらに Carnival 向けのクルーズ船 6 隻を受注済みである。

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

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



AIDAnova (出典：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 年以来、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る。

Neptun Werft (ドイツ)

建造船種：

河川クルーズ船、フェリー、ガスタンカー、調査船

所在地：

Neptun Werft GmbH & Co. KG

Werftallee 13 18119 Rostock Germany

Tel: 0381/384 10 10

Fax: 0381/384 10 11

E-Mail: info@neptunwerft.de

https://www.neptunwerft.de/en/neptunwerft_de/index.jsp

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 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、2019 年末時点の建造実績は 70 隻（前年：68 隻）を超えている。2006 年 3 月には、社名を再び「Neptun Werft」とした。

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

2019 年末時点で Neptun Werft は約 700 人（前年：500 人）を雇用しており、ロストックの主要雇用主のひとつとなっている。また、約 60 人の実習生が 6 業種の職業訓練を受けている。

< 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。

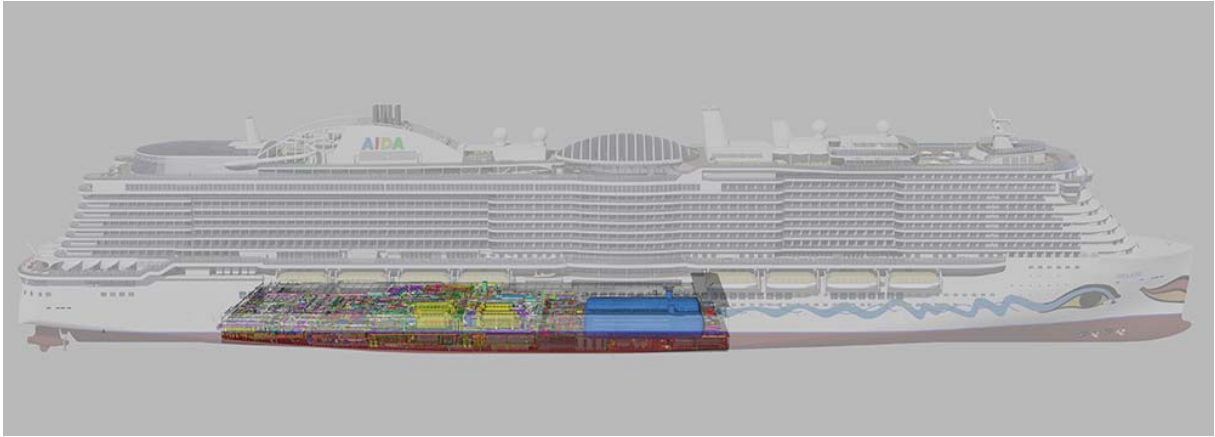
以前は浮きドックを用いていたが、2006 年 9 月には新たにクレーン設備を導入し、屋内工場で製造された大型重量部品の水上的移動が容易になった。コンクリート製のポンツーンの長さは 150m、幅は 55m である。

2006 年には、組立工場の横に 700 m²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 m²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）



クルーズ船のエンジンルームユニット配置（出典：Neptun Werft）



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

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

経営者：Peter Fetten (President&CEO)

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ある。

同グループの 3 造船所は 70 年以上の歴史を持ち、合わせて 2,500 隻以上の新造船建造実績がある。新組織 MV Werften として、Genting Hong Kong が所有する Crystal Cruises、Star Cruises、Dream Cruises などのクルーズ船社向けにクルーズ船の建造を、ドイツ国内 3 か所の造船所で行っている。2019 年末時点で 2,948 人（前年：2,000 人、3 年間で倍増）を雇用し、メケレンブルク-フォアポンメルン州の最大雇用主のひとつとなっている。

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

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

2019 年 1 月、同グループはドイツ最大手の船舶設計企業 Neptun Ship Design 社の買収を発表した。

2019年8月には、Global クラスクルーズ船2隻の建造に対し、ドイツ連邦政府とメクレンブルク-フォアポンメルン州政府が信用保証を行い、ドイツ KfW IPEX-Bank の国際銀行コンソーシアムから29億ユーロの資金を調達した。

< 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。

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、2020年4月22日、ドイツの放送局NDRは、MV Werften の財政危機は予想よりも深刻で、州政府からの6億ユーロの支援を用いて遅延した支払いを行っている」と報道した⁵。メクレンブルク-フォアポンメルン州政府は、同造船所からの支払いが滞っているサプライヤーに対しても5,000万ユーロの補助金を拠出するとしている。MV Werften は、この補助金の返済義務がある。

さらに、6月には、メクレンブルク-フォアポンメルン州政府と銀行17行が、1億7,500万ユーロの緊急支援を行ったと報道された。

2020年10月、ドイツ連邦政府は、MV Werften に対し、「経済安定化基金（WSF）」から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る。従業員の多くは時短勤務を再開する。MV Werften は総額5億ユーロ規模の融資を申請している。⁶

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、同造船所は、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。

同造船所は、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第2船の竣工は2024年に延期し、先に小型クルーズ船2隻の建造を行うとしている。

< 建造設備 >

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

① ヴィスマール

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

⁵ <https://www.ndr.de/nachrichten/mecklenburg-vorpommern/Corona-Glawe-kuendigt-Staatshilfen-fuer-MV-Werften-an,coronavirus1614.html>

⁶ The Motorship, 12 Oct 2020

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 m²の欧州最大級の屋内建造ドックを持ち、全長 340m、幅 67m、深さ 13m までの船舶の屋内建造が可能である。クレーンの最大吊り上げ能力は 1,000 トンである。

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

2020 年 9 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 隻である。⁷



ヴィスマール屋内建造ドック（出典：MV Werften）

②ロストック

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

同造船所は MV Werften 最大の敷地面積 850,000 m²を持ち、320×54m、深さ 11m、面積 85,000 m²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。

⁷ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020



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。同造船所の偽造岸壁は全長750mである。

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

2020年9月現在の受注残は、20,000トン型クルーズ船3隻と65,000トン型クルーズ船1隻である。⁸

⁸ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020



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 の影響により建造は遅れている。



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た。⁹

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¹⁰。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。¹¹

⁹ <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Tennor-Holding-von-Windhorst-uebernimmt-FSG-komplett,fsg282.html>

¹⁰ <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Mehr-Kurzarbeit-bei-Flensburger-Werft,fsg290.html>

¹¹ <https://www.motorship.com/news101/ships-and-shipyards/fosen-completion-deal-as-honfleur-leaves-fsg>

<破綻と再建>

2020年4月24日、FSGはフラ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。

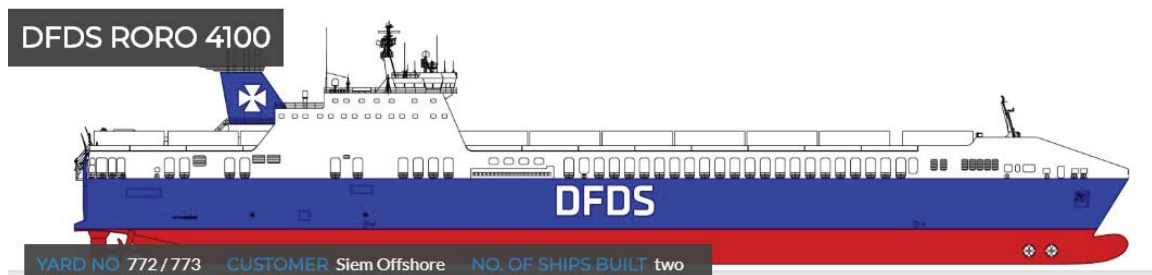
経営破綻にもかかわらず、Tennorのオーナーである投資家Lars Windhorstは、銀行から資金を調達し、6月には受注残の建造を再開したいとの意向を表明した。コスト増大により巨大損失を計上したフェリー建造ではなく、同造船所が得意とするRORO貨物船の建造に特化するべきであると述べた。

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。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創業者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。もう1隻の建造オプションがあり、契約総額は1億4,000万ユーロである。

同造船所の建造設備の詳細は非公開である。

<船型例>



RORO 船（出典：FSG）



ROPAX（出典：FSG）

Thyssenkrupp Marine Systems (ドイツ)

建造船種：

艦艇 (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>

キール、ハンブルク、ブレーメン、デ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強化した。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。

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。

< 船型例 >



F125 級フリゲート（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

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、2,386 人 (2019 年平均、前年：2,205 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 人のビジネスマン Esaias Wechter 及び Heinrich Remgean が設立した木造船造船所にさかのぼり、新造船の建造実績は 1,300 隻以上である。

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

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

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

同造船所は、安全快適で環境にやさしい高度大型クルーズ船と ROPAX フェリーの建造を専門としており、初のガスタービン駆動高速フェリー、初の全アウトサイドキャビン

のクルーズ船、初のディーゼル電気推進クルーズ船、初のポッド推進クルーズ船、初のアトリウム型プロムナードを持つクルーズ船、LNG 駆動大型クルーズフェリーなどの建造実績を持つ。

同造船所の 2019 年の売上は、11 億 4,180 万ユーロ（前年：9 億 6,970 万ユーロ）を記録したが、収支は 1 億 970 万ユーロの赤字となっている。2020 年 9 月時点の受注残は、超大型クルーズ船 7 隻で、2025/2026 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・オフショア向け件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 2019 年末の従業員数は 2,386 人であった。

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ている。

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。2020 年 12 月現在の受注残はクルーズ船 7 隻であるが、建造作業は遅れており、納期に関しては、最長で 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。現在、Meyer Turku は同クラス第 3 船となる「Carnival Mardi Gras」を建造中であるが、2020 年 10 月の竣工予定は延期されている。



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) 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 は世界で約 2 万人 19,000 人（前年：19,500 人）、うちイタリア国内で 8,600 人（2019 年末、前年：8,300 人）を雇用し、欧州、南北アメリカ、アジアの 4 大陸に 18 か所（前年：20 か所）の造船所を持つ欧州最大の造船グループである。間接雇用者数は全世界で 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、船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は続いており、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。

Fincantieri は 2014 年にイタリアで株式上場した。2002 年 9 月 21 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 は事実上の国営企業である。2002 年以来、Giuseppe Bono がグループ最高経営責任者（CEO）を務めている。

Fincantieri グループの 2019 年次報告書によると、グループの 2019 年の売上は、58 億ユーロ（前年比 8%増）で前年度の同社史上最高を再び更新した。一方、利益（EBITDA）は、子会社 VARD のリストラ支出の影響により 3 億 200 万ユーロ（前年：4 億 2,100 万ユーロ）に減少した。年間研究開発投資は平均 7,000 万ユーロである（2018 年）。

2019 年の新規受注は、クルーズ船 13 隻、米国海軍向け艦艇 6 隻を含む 28 隻、2019 年末時点の受注残は 109 隻、327 億ユーロ相当である。新造船は 2027 年まで引き渡しが続く。2019 年には、クルーズ船 4 隻、エクスペディションクルーズ船 4 隻、艦艇 3 隻を含む計 26 隻を竣工した。

<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。これにより Fincantieri は世界 20 か国以上で展開し、35,000 人を雇用する造船グループとなる。2019 年 10 月、Naval Group との 50/50%合弁会社は「NAVIRIS」と命名された。

一方、Fincantieri によるフランス Chantiers de l'Atlantique の買収に関しては、2020 年 12 月現在、欧州連合（EU）の欧州委員会が欧州企業合併法に照らし合わせた調査を継続中である。2021 年 1 月に上記統合は見送られる旨報道されている。

<その他の買収・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、インドの大手国营造船所 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 が 2020 年 7 月 31 日に発表した 2020 年度上半期決算によると、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、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。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。

7 月末時点において新造キャンセルはなく、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。

< 建造設備 >

Fincantieri は、現在イタリア 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 (ジェノヴァ)、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 ² |
| 屋内面積 | 252,000 m ² |
| 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 |

2020 年 9 月時点の受注残は、クルーズ船 14 隻で 2026 年まで引き渡しが続く。¹²

¹² Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020

②マルゲラ



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

2020 年 9 月時点の受注残は、クルーズ船 7 隻で 2027 年まで引き渡しが続く。¹³

③セストリ・ポネンテ



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

¹³ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020

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

2020年9月時点の受注残は、クルーズ船7隻で2025年まで引き渡しが続く。¹⁴

④アンコナ



| | |
|--------|---------------------------------|
| 総面積 | 362,000 m ² |
| 屋内面積 | 68,000 m ² |
| 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 |
| 艀装岸壁 | 長さ270m、深さ7.5m、30トンクレーン1基、60トン1基 |

2020年9月時点の受注残はクルーズ船7隻で、2025年まで引き渡しが続く。¹⁵

<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。

¹⁴ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020

¹⁵ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020



Carnival Horizon (出典 : Fincantieri)

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

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大手となった。1990年後半にはLNGタンカー5隻の建造も行った。

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

2017年、韓国 STX の経営破たんを受け、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と基本合意したが、その後合意は数回更新され、最新の合意は2020年12月31日まで有効である。欧州連合(EU)の欧州委員会は、欧州企業

合併法に照らし合わせた調査を継続中である。2021年1月にこの買収は見送られる旨報道されている。

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 Fincantieri 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る。2020年12月7日には、Fincantieri は、欧州委員会の決定の有無にかかわらず、年末までに最終決定を行う意向であると報道されている。¹⁶

近年の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、手持ち工事量は 2027 年まで継続する。2020 年 1 月には、MSC Cruises 向けの World クラス超大型クルーズ船 2 隻を追加受注し、2020 年 9 月時点の受注残は、200,000 総トン級超大型クルーズ船 6 隻を含むクルーズ船 11 隻である。¹⁷

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、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 |

¹⁶ https://actu.fr/pays-de-la-loire/saint-nazaire_44184/saint-nazaire-vente-des-chantiers-de-l-atlantique-fincantieri-s-impatiente_37982928.html

¹⁷ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020



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 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、第 1 船である「MSC Europa」は 2022 年に竣工予定である。同船は、フランスで建造される初の LNG 駆動クルーズ船となる。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 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。

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15,168人（2019年）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2019年の年間売上高は、前年比2.9%増の37億ユーロ（29%はフランス国外）、うち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。2019年の新規受注は53億ユーロ、受注残は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。

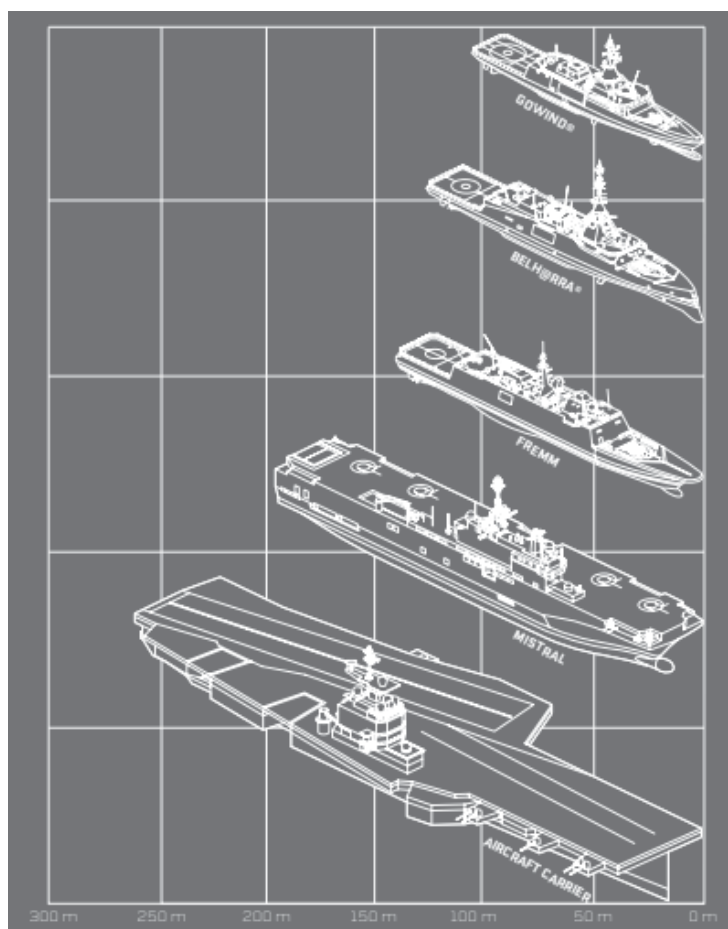
2020年12月には、フランス大統領が、2038年までに航空母艦「シャルル・ド・ゴール」の代替となる新原子力空母に関する大規模な研究開発プロジェクトの開始を発表した。Naval Groupは、Chantiers de l'Atlantique、TechnicAtome、Dassault Aviationと共同で同プロジェクトに参加する。

研究開発関連の年間支出は、売上の3.1%に相当する1億1,700万ユーロである。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。

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>

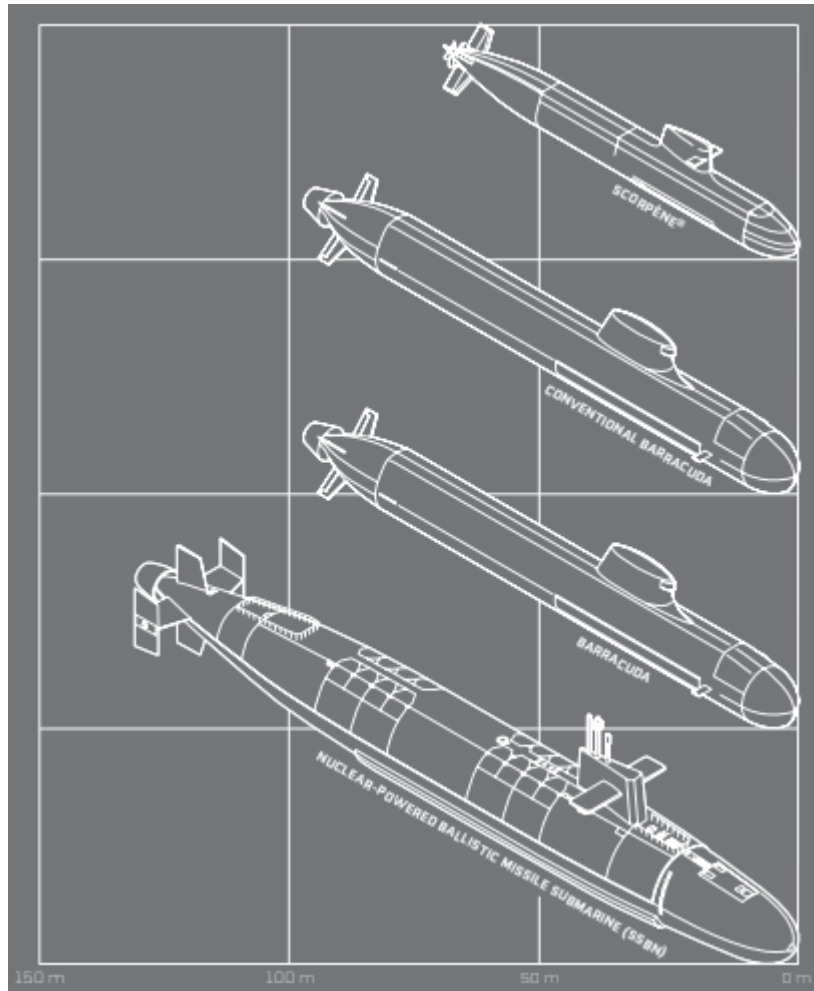
- 原子力航空母艦「シャルル・ド・ゴール」
- FREMM型汎用フリゲート
- ミストラル級強襲揚陸艦
- Gowind型汎用戦闘艦
- Belh@rra型デジタルフリゲート



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、両国のプロジェクト及び共同輸出プロジェクトを担当する。

VARD（ノルウェー）

建造船種：

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

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

<http://www.vard.com/Pages/default.aspx>

親会社：Fincantieri

<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船用機器システム製造を行うグローバルなエンジニアリング企業である。VARD は、グループ企業を含めて 9,000 人（2017 年）を雇用し、ノルウェーに 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。

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。VARD の近年の新規受注は、小型エクスペディションクルーズ船が中心となっている。

2020年9月時点のノルウェー国内造船所の受注残は合計9隻で、うち6隻は小型クルーズ船である。¹⁸

2019年の収支は、再編関連コストの増加により赤字となったが、2020年第1四半期にはその効果が表れ、損益分岐点まで回復している。

COVID-19感染拡大により世界のクルーズ市場が停滞した2000年の新規受注としては、4月、ファロー諸島の漁業会社 Framherji の子会社 P/F Akraberg 向けに全長87mの最新鋭漁船の設計と建造を約5,000万ユーロで受注した。船体はルーマニア Braila で建造された後、ノルウェー Brattvaag で艤装を行い、2022年第1四半期の竣工が予定されている。

同じく4月には、商船三井と台湾 Ta Tong Marine Co., Ltd. (TTM) の合弁会社である Ta San Shang Marine Co., Ltd. から、全長84.4m型洋上風力発電施設サービス船 SOV の設計と建造を受注した。アジア市場向けの初の SOV となる同船は「VARD 419」船型を基礎とし、ベトナム Vard Vung Tau で建造され、2022年上半期に竣工の予定である。

10月には、ロシア Luntos Co. Ltd から、2019年に受注した第1船に続き、2隻目の87m型船尾トロール船を受注した。同船もベトナム Vard Vung Tau で建造され、2022年第3四半期に竣工の予定である。

12月には、オランダの海底ケーブル敷設企業 Van Oord から、次世代ケーブル敷設船1隻の設計と建造を受注した。「Vard 9 02」船型をベースとし、燃料柔軟性を持つ環境性の高い同船の船体はルーマニア Vard Tulcea で建造された後、2023年にノルウェー Vard Brattvaag で竣工する予定である。

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)

¹⁸ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020

< 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 万ノルウェークローネ（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 月に最終艤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¹⁹。

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、必要な資金を調達し、2021 年には同船の実証試験を開始したいと述べている。

¹⁹ <https://smartmaritimenetwork.com/2020/12/01/autonomous-container-vessel-yara-birkeland-delivered-to-owner/>



Yara Birkeland (出典：Yara International、2020年4月)

<建造プロジェクト例：エクスペディションクルーズ船>

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

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

これら6隻の姉妹船シリーズに加え、VARDは同じくPonant向けに砕氷型エクスペディションクルーズ船を建造し、2021年に引き渡しが予定されている。同船は、世界初のLNG及びDF駆動の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、第2船となる全長139m、16,000トンの「HANSEATIC inspiration」が竣工した。同船はルーマニアVard Tulceaで船体が建造された後、ノルウェーVard Langstenで最終艤装が行われた。第3船「HANSEATIC spirit」は2021年に竣工予定である。

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

Ulstein Verft (ノルウェー)

建造船種：

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

所在地：

Ulstein Verft

6065 Ulsteinvik NORWAY

Tel: +47 7000 8000

Email: gr@ulstein.com

<https://ulstein.com/>

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 内の造船部門で、同グループ最大のビジネスユニットである。親会社である Ulstein Group は、造船以外にも船舶設計、修繕・改造、アフターサービス、電気・制御システム製造、システム統合、海運などの部門を持つ総合海事企業である。

1900年代初頭、ノルウェーの漁船は、帆船、ろかい船からモーター船への移行を開始した。1917年、23才の Martin Ulstein と義兄弟 Andreas Flø はモーターの取り付けとメンテナンスを行うビジネス「Ulstein mek. Verksted」を設立した。

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

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

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を受注した。

ノルウェー造船業は、過去15～20年に鋼製船体の建造を主にポーランドやルーマニアなどノルウェー国外で行うようになった。一方、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な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5年間赤字経営が続いている²⁰。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。

2020年9月時点の Ulstein Verft の受注残は2隻、17,000 DWT で、2021年9月までの工事量である。²¹

< 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。

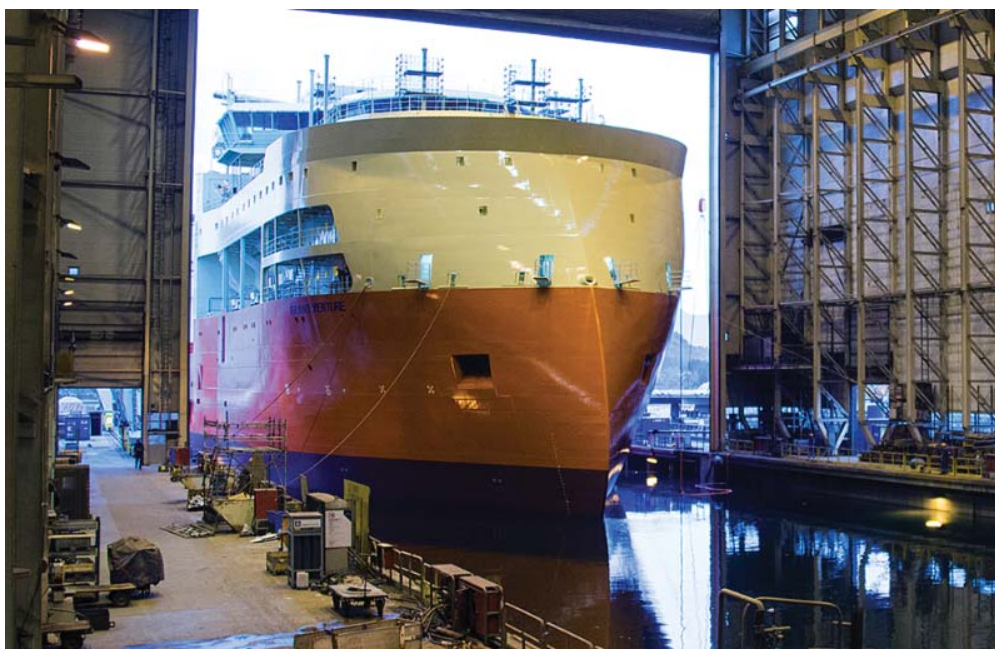
Ulstein のドックは140×55m、うち110mは屋内である。ドックのゲートを開放した場合には、外部の乾ドックを含めて全長225mとなる。屋内ドックの主クレーン2基の吊り上げ能力は合計500トンである。



Ulstein Verft 造船所全景（出典：Ulstein Verft）

²⁰ <https://www.proff.no/selskap/ulstein-verft-as/ulsteinvik/producenter/IF38X1L016D/>

²¹ Clarksons World Shipyard Monitor September 2020



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 m² 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 で最終艤装が行われ、2019年8月に竣工したノルウェーColor Line 向け「COLOR HYBRID」は、ノルウェー・スウェーデン間の航海時間の約 20%（12 海里）は、環境にやさしいバッテリー電力のみを使用する世界最大のプラグイン・ハイブリッドフェリーである。重量 65 トン、出力 4.7 MWh のバッテリーパックは、陸上電力または船内発電機により 1 時間で充電される。

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

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



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

<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に本社を置く Damen Shipyards Group は、グループ企業 54 社、世界 22 か国に造船・修繕所 36 か所を所有し、総従業員数は 13,000 人（うちオランダ国内 3,500 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。年間建造数は約 175 隻で、Damen のユニークな標準船型概念により、安定した品質の船舶を迅速に提供している。

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

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

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

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

2019年の売上は約18億ユーロ（2018年：約20億ユーロ）である。2019年の新造船引き渡し実績は前年と同レベルの176隻で、その内訳はタグ・作業船76隻、オフショア船3隻、高速船・フェリー40隻、ポンツーン・バージ21基、浚渫船・特殊船13隻、艦艇18隻、ヨット5隻である。

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

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年の新規受注としては、6月、ドイツ海軍の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2隻のオプションの可能性もある。

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、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。

<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%、CO₂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、サービス速力は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 40 隻を大型受注した。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）

<COVID-19 による影響と新ビジネス>

Damen Shipyards Group は、従業員には可能な限り在宅勤務を推奨しているが、製造部門など在宅勤務ができない場合には、シフト体制の強化し、従業員同士の接触は最小限とした。また、自国以外で働いている従業員に対しては、帰国をアレンジした。

このような状況で、Damen のビジネスは継続しており、ほとんどの製造拠点では受注済みの建造プロジェクトを進めている。同社では IT ネットワークが完備されており、オフィス以外のロケーションにおいても従業員間のコネクションは確立されている。²²

新ビジネスとしては、世界的な医療従事者向け防護設備の不足を受け、2020 年 3 月 26 日、Damen は、Blue Orange Wave、Redgrasp、VFA Solutions 及び企業スポンサー、協力企業・機関とともに非営利コンソーシアム「Air-wave.org Association」を設立し、シュノーケルマスクを改造した医療従事者向けの防護マスク「COVID Lifesaver Mask」及び「Air-Wave Protector」を開発中であると発表した。これらのソリューションの設計は、3D 印刷で製造可能なコネクターを含めオープンソースで誰でも利用できる。²³

また、2020 年 6 月、Damen のモバイル船舶修繕部門 Damen Shiprepair Harbour & Voyage (DSHV) は、船内でコロナ感染が発生した場合の 24 時間体制の消毒サービスを開始した。

²² <https://www.damen.com/>

²³ https://www.damen.com/en/news/2020/03/damen_part_of_support_network_for_air_wave_protector_snorkel_mask_coronavirus

< 建造設備 >

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

オランダ国内の本社造船所 Damen Gorinchem の 2020 年 9 月時点の受注残は、オフショア船 10 隻（14,915DWT）である。²⁴

< 建造設備 >

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

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

2020 年 9 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、2021~2022 年の竣工が予定されている。²⁵

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

②Damen Shipyards Galati (DSGa)

1999 年以来、Damen はルーマニアにもう 1 か所の大型造船所「Damen Shipyards Galati (DSGa)」を所有している。ルーマニア東部のドナウ川岸に位置する敷地面積 55 ヘクタールの同造船所は、2,500 人を雇用し、多様な船種の建造を行っている。2020 年 9 月時点の同造船所の受注残は 10 隻、17,000 DWT で、2021~2022 年に竣工予定である。²⁶

²⁴ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020

²⁵ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2020

²⁶ Clarksons World Shipyard Monitor, September 2019

<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 m²の甲板スペースを持つ。

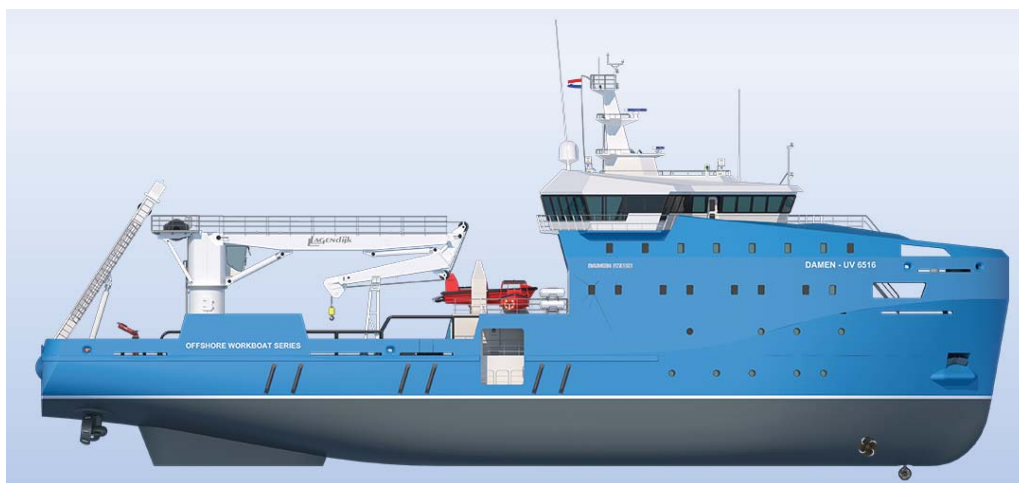


W2W 船型 (出典 : Damen)

<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 m²の甲板スペースを持つ。



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：Belén Gualda（President、2020年9月30日就任）

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年に建設された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 AESAs 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人を傘下に持つ産業持ち株会社 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。

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。さらに、2021年には前年比32%増と予想されている。

近年の重要な業績としては、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。²⁷

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。

Navantia は、2015 年以來、「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。

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。

①フェロル造船所

| | |
|-----------|------------------------------------|
| 総面積 | 682,500 m ² |
| 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 ² |
| 船台 2 基 | 338 m×50 m、338 m×58 m |

²⁷ <https://www.sepi.es/en/press-room/news/grupo-sepi-will-record-2021-profit-71-meu-while-its-turnover-will-grow-19-thus>

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 m²
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 226.000m²
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 m²
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。最高速度は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 UK

BAE Systems: +44 (0) 1252 373232

<https://www.baesystems.com/en/home>

Maritime : Tel: +44 (0) 1276 603000

<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(2019年)の軍事企業として、世界40か国に85,800人(うち英国30,100人、米国30,500人、サウジアラビア6,300人、オーストラリア4,100人)を雇用し、2019年の年間売上高は201億900万ポンド(2018年:184億700万ポンド)、受注残は454億ポンド(2018年:484億ポンド)に上る。

同社の主要技術分野は、航空(2019年全社売上の52%)、海事(同25%)、陸上(18%)、及びサイバー技術で、地理的な主要市場は、2019年のグループ売上高の43%を占める米国、続いて英国(22%)、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、艦艇及び潜水艦の設計、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 14,000 人（2020 年 6 月現在）を雇用し、2019 年の売上は 31 億 1,600 万ポンド（2018 年：29 億 7,500 万ポンド）、受注残は 86 億ポンド（2018 年：91 億ポンド）である。売上の内訳は、Maritime が 91%（艦艇 44%、潜水艦 47%）、Land が 9%である。

2000 年上半期の売上は、COVID-19 感染拡大による影響を受けたが、前年同期比約 1%減にとどまっている。一方、同時期の新規受注は前年比 29%減となった。

近年に実施または現在継続中の海事部門の主なプログラムは、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」及び「HMS Prince of Wales」、オステュート級原子力潜水艦 7 隻、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潜水艦とシティ級 26 型フリゲートの設計である。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。原子力潜水艦はイングランド北西部バロウ・イン・ファーンレスで建造している。

<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 隻目「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・エリザベス級航空母は、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 年代にボスポラス海を航行する船舶向けの各種サービス企業として設立された比較的新しい企業である。

1998 年に Tersan はイスタンブール郊外の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 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2200人から2020年には4,500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つ。Tersan は、今後 VLCC の建造を目的にトルコ南部への進出も計画中である。

Tersan は、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、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²⁸。2020年6月時点における受注残は19隻、12億3,000ドル相当である²⁹。2019年の売上は前年比27.37%増であったが、営業利益（EBIT）は74.02%減となっている³⁰。

2020年の新規受注としては、6月、ノルウェーSkipsteknik設計の全長87.40mの冷凍ファクトリートロール船を、ファロー諸島P/F Havborg向けに受注した。同船は2022年第4四半期に竣工の予定である。



冷凍ファクトリートロール船（出典：Tersan）

また、7月には、デンマーク Ocean Prawns A/S 向けに、同じく Skipsteknik 設計の全長 82.30m の冷凍ファクトリートロール船を受注した。同船も 2022 年第 4 四半期に竣工の予定である。

2020年5月には、カナダ Ocean Choice International 向けの全長 74m の冷凍船尾トロール船「Calvert」（NB1091）が竣工した。引き渡しは、COVID-19による移動制限のため、両国政府の特別許可を得たクルーがチャーター機で到着し、事前に無人状態となっていた同船に直接移動して乗船した。

<造船設備>

Tersan は新造船建造設備の詳細を公表していないが、2019年、トルコ最大の新たな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。さらに、作業エリア面積を2,800㎡から4,000㎡に拡張し、新たな設備を導入する計画である。

²⁸ <https://www.thebusinessyear.com/turkey-2020/get-on-board/interview>

²⁹ <https://www.denizbulten.com/haber-tersan-georgiy-meshcheryakov-u-denize-indirdi-31052.html>

³⁰ https://www.emis.com/php/company-profile/TR/Tersan_Tersanecilik_AS_en_3342055.html



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（NB1093） >

2018年9月、Tersan Shipyard は、ノルウェー船社 Havila Kystruten AS（Havila）から新造沿岸フェリー2隻の建造を受注した。

全長 122.70 m、幅 22.00m、LNG・バッテリー駆動の同フェリー2隻は、ノルウェーのベルゲンーキルクネス沿岸航路に就航する姉妹船4隻の建造と運航に関する Havila とノルウェー運輸省との契約の一環として建造される。

ノルウェーHavyard 設計の最新技術を駆使した同フェリーは、Tersan のヤロ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、竣工予定は 2021 年第 1 四半期に変更となっている。



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・車両フェリーの第2船、Fjord1 向けフェリーとしては第6船となる「ERESFJORD」を竣工した。姉妹船（NB1098）の竣工は、2021年末に予定されている。

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



NB1092「ERESFJORD」(出典：Tersan)

第 2 章 欧州主要船舶設計企業

BMT Group (英国)

設計船種：

ヨット、ROPAX フェリー、洋上風力発電向け支援船、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 UK

shipdesign.cs@bmtglobal.com

Tel: +44 (0) 23 8022 6655

E-mail: 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、英国の民間エンジニアリングサービス企業である BMT グループ内の船舶設計・コンサルタント部門で、先進的で特殊なヨット、商船、艦艇の初期概念から詳細設計までを行う国際的な民間船舶設計企業である。

同社は、全長 9~220m、最高速度 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 拠点をもち、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。

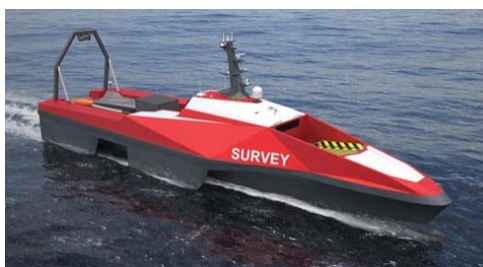
BMT の船舶設計部門は、1986 年に Nigel Gee and Associates Ltd.として設立され、2003 年に BMT に買収された。2018 年に BMT Nigel Gee Limited は、BMT Group 内の船舶設計・コンサルティング部門 BMT Specialised Ship Design となった。

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

<プロジェクト例：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>

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のアルミニウム製高速旅客フェリー2隻(+オプション1隻)の設計を受注した。

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



Kitsap Transit 高速フェリー (出典：BMT)

<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、最高速力20ノットの環境にやさしくコスト効率の高い新型ハイブリッド「エコフェリー」設計を発表した。

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



エコフェリー（出典：BMT）

<プロジェクト例：70m型 LNG カーフェリー（NG1023）>

2016年8月、BMT Nigel Geeは、オランダRederij Doeksen社向けの全長70mのアルミニウム製カタマラン型ROPAXフェリー2隻の設計を受注した。オランダ北部の内陸水路で運航される同船型は、LNG燃料のみで駆動されるMTU400シリーズのガスエンジン2基を搭載する。これによりCO₂排出量は30%以上削減され、NO_x及びSO_x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船は、2020年7月に海上試運転を完了した。



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。

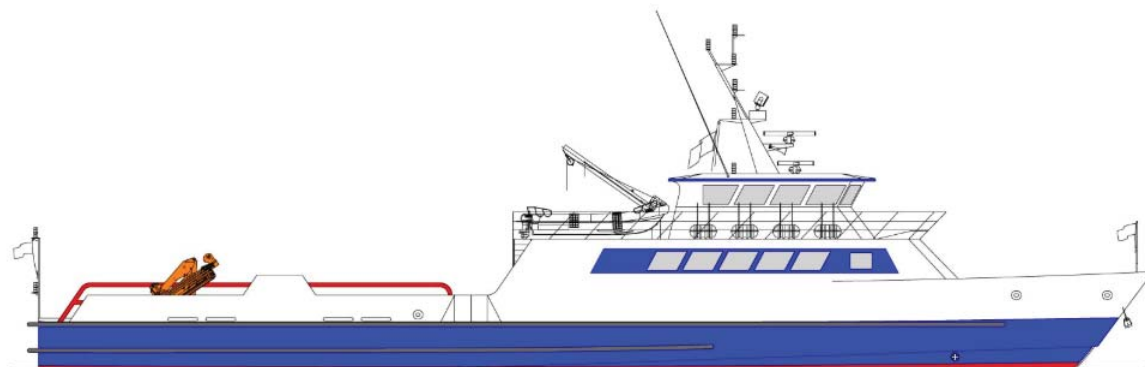
Macduff Ship Design は、船主、造船所と密接に協力し、近代的、効率的で頑丈なカスタムメイドの船舶の設計を行っており、200隻以上の建造実績を持つ。同社の主な設計船種は以下の通りである。

- 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、現在も多様な漁法および養殖業に対応する全長 8～47.5m までの漁船設計を提供している。
- 作業船：全長 6～46m のテーラーメイドの作業船の設計実績を持つが、概念設計としては全長 120m までの作業船の設計が可能である。

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

<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・建造を共同で受注した。その内訳は、港湾作業船 4 隻、港湾潜水サービス船 1 隻、ゴミ収集船 1 隻、16m 型パイロット船 1 隻、19m 型パイロット船 3 隻、25m 型タグボート 2 隻、30m 型タグボート 4 隻、油水分離バージ 2 隻で、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。

2020 年 11 月現在、Kongsberg Maritime は世界 34 か国 117 拠点を有し、7,300 人を雇用している。旧 Rolls-Royce を含む Kongsberg の販売実績は、30,000 隻向け以上に達している。

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。

＜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 で艀装が行われる。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。この先進的漁船はスペインGondan造船所で建造され、2021年初頭に竣工予定である。

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



NVC370 型遠洋トロール漁船（出典：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プログラムを進めている。

環境性、燃料効率及び速力 14.3 ノットの必要条件を満たすため、Rolls-Royce は同社の希薄燃焼ガスエンジン「Bergen B35:40 V12」1 基で駆動される最適化された船体を持つ耐航性の高い貨物船船型「NVC 405 LNG」を設計した。液体燃料使用時と比較した場合、同船の CO₂ 排出量は約 22%、NO_x 排出量は約 90%削減される。

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



LNG 駆動貨物船「MS Kvitbjørn」（出典：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、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。

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

同社は中国上海にも拠点をもち、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。

<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 108m、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 m³である。

2021年4月に竣工予定の新造船 1096 の姉妹船となる同船は、トルコ Tersan で建造され、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。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 で艤装が行われる。2021 年第 2 四半期に竣工予定である。



ケーブル敷設船「Nexans Aurora」(出典：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

E-mail: firmapost@multi-maritime.no

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

<企業概要・沿革>

ノルウェー西岸の造船業の中心地であるフェルデに 1983 年に設立された Multi Maritime AS は、個人経営の独立系民間船舶設計企業である。当初はノルウェーのオフショア産業向けのケミカルタンカーとオフショア船の設計を手掛けていたが、設計船種を徐々に拡大し、高い技術力を持つ国際的な設計企業に成長した。

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。2019 年末時点の従業員数は約 30 人で、同社の設計した船舶 11 隻が建造中である。

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ベストな製品やシステムを選んで統合し、ノルウェー国内及び国外の造船所と協力して船舶設計を行っている。

今回受注した 5 隻のフェリーは、通常は完全電気推進であるが、バックアップとしてバイオディーゼル発電機を搭載する。

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

うち 2 隻のフェリー「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。



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。³¹

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。

<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。

³¹ <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 m³ 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_x 排出量は 80%、CO₂ 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。³²

同船はトルコ Cemre Shipyard で建造され、2021 年第 1 四半期に竣工が予定されている。同船は、2018 年のノルウェーのイノベーション賞を受賞した。



バッテリー・LNG 駆動巾着網漁船「Libas」（出典：Salt Ship Design）

³² <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：ハイブリッド型バッテリートロール漁船「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

Balticgade 15C, 2. Tv DK-8000 Aarhus C DENMARK

Tel: (+45) 86 17 80 99

コペンハーゲン拠点

OSK-ShipTech A/S

Bryggervangen 55, 1. Tv DK-2100 Copenhagen OE DENMARK

Tel: (+45) 45 76 42 10

E-mail: mail@osk-shiptech.com

<http://osk-shiptech.com/>

<企業概要・沿革>

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

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

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

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

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

2015 年には、国内フェリー、旅客輸送に長年の実績を持つ造船コンサル企業 A/S Jørgen Petersen (ASJP) を買収した。さらに、2016 年には、Steen Friis Design

A/S を買収し、海事エンジニアリング、船体及びインテリア設計におけるデンマークのリーディング企業としての地位を確立した。

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 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。

<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。第 1 船は、2022 年に GNV に引き渡し予定されている。さらに姉妹船 4 隻のオプション建造も予定されている。

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

KNUD E. HANSEN（デンマーク）

設計船種：

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

所在地：

KNUD E. HANSEN A/S

Lundegaarden - Claessensvej 1 DK-3000 Helsingor - Denmark

Tel: +45 3283 1391

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

<企業概要・沿革>

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

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

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

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

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

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

<プロジェクト例：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 1～5MW 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 船隊の第 1 船「ECO VALENCIA」、及び第 2 船「ECO BARCELONA」は、2020 年に竣工予定である。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）を発注する計画である。

同船型は大容量リチウムバッテリーを搭載し、港湾停泊時には陸上電力を利用する。バッテリーは軸発電機により航海中にも充電される。また、発電用に 600 m²のソーラーパネルを搭載する。



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、タグボート、多目的船、警備艇、クルーズ船など

所在地：

AKER ARCTIC TECHNOLOGY INC

Merenkulkijankatu 6 00980 Helsinki, Finland

info@akerarctic.fi

Tel: +358 10 323 6300

<https://akerarctic.fi/en/>

<企業概要・沿革>

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

Aker Arctic の歴史は古く、1930年代後半のフィンランドの砕氷船建造に端を発している。1970年代までの砕氷船は、既存砕氷船の経験とフルスケールの試験に基づいて建造されていた。最初の氷海試験水槽は、1969年に石油会社 Esso International Inc の北アメリカ大陸の北方を通過し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。DESME 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：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 及びクルーズ船社 PONANT と共同で、世界初のポーラークラス (PC) 2 船級を持つ全長 140m の砕氷型豪華探検クルーズ船の開発を行った。同クルーズ船「LE COMMANDANT CHARCOT」は、Aker Arctic 設計の氷海船建造に実績のあるノルウェー造船所 VARD において建造された。



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ながら厚さ 1.8m の氷海を航行することができる。氷の薄い海域では、通常に前進航行する。



砕氷型プロダクトタンカー「BORIS SOKOLOV」(出典：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/ship-design>

Wärtsilä Ship Design Norway AS (ノルウェー船舶設計部門)

Meatjønnevegen 74 N-5412 Stord, Norway

Tel. +47 5342 2500

Fax: +47 53 45 70 01

<企業概要・沿革>

1834年にフィンランドのカレリア地方で製材所として創業した Wärtsilä は、1930年代以来造船及び船用産業に携わっており、数多くの戦略的企業買収を経て、現在では船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、ノルウェーの船舶設計部門 Wärtsilä Ship Design を中心に、船主のビジネスモデルに適した船舶設計を行っている。船舶設計の焦点は、高いコスト効率と燃料効率、最適化された建造過程、低運転コスト、高環境性である。設計部門は50年以上の歴史を持ち、世界初のLNG駆動サプライ船「Viking Energy」(2003年竣工)を含む設計実績は4,000隻以上に及ぶ。

その最大の強みは、総合船用メーカーとして、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。

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。

<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 m³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」>

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

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



トロール船「Resolute」(出典：Wärtsilä)

＜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）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。

2000 年の共同研究開発プロジェクトとしては、米国 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。

<プロジェクト例：Viking Line 向け 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、初期設計からヴァーチャルリアリティを駆使して、短時間で船主要望を反映した設計を 3D 提供することを可能にする。

Deltamarin が概念設計からプロジェクト管理までを担当する Viking Line の全長 202m、全幅 35m、総トン数 63,543 GT、旅客定員 2,800 人の ROPAX フェリー「Viking Glory」は、2020 年 12 月現在、中国 Xiamen Shipbuilding Industry において建造中で、2021 年の就航が予定されている。

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



Viking Line 新 LNG 駆動 ROPAX フェリー（出典：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「VIIKKI」、「HAAGA」＞

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



LNG 駆動ばら積み貨物船（出典：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、25 人の造船技師、エンジニア、コンピューター技術者を有し、船舶設計、洋上風力発電、石油ガス産業、エネルギー技術に関連したサービスを提供している。

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

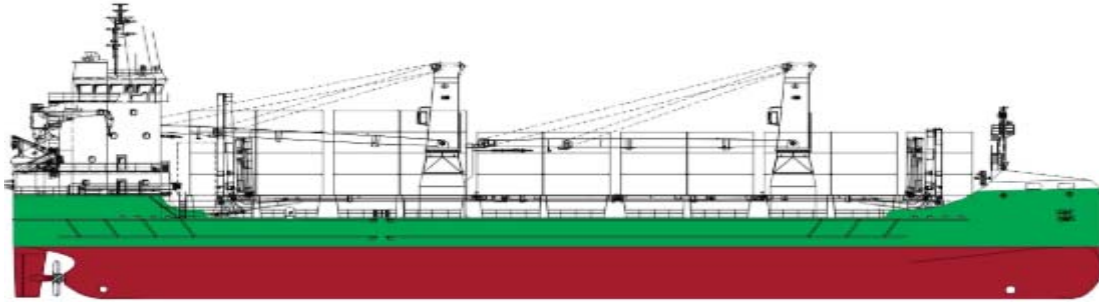
20年前には中国に進出し、中国の海事研究所 Shanghai Merchant Ship Design & Research Institute (SDARI) との提携により、アジア市場向けのビジネスを拡大した。アジア諸国（中国、バングラデシュ、韓国、日本）に加え、欧州（ポーランド、リトアニア、ロシア、スペイン、トルコ、オランダ）、南米（チリ、アルゼンチン）、中東（イスラエル）においても船舶設計及び改造実績を持つ。

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

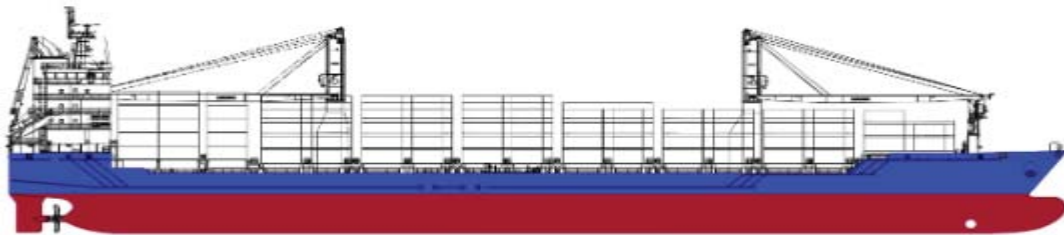
| | |
|-----|--------------------|
| 大きさ | 99.95 x 18 x 9.85m |
| TDW | 7,100 |
| TEU | 401 |
| GT | 76,300 |



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

<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、艀装、居住区、機関、配管、電気系統など船舶建造の全工程をカバーし、船種と顧客の要望に応じてカスタムメイドまたは既製の船舶設計を短期間で提供する。

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

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

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

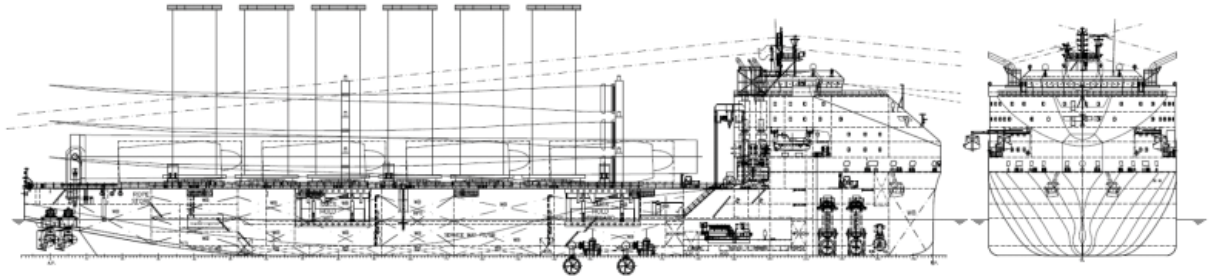
2019 年 1 月、Neptun Ship Design の位置するメクレンブルク＝フォアポンメルン州に 3 か所の造船所を所有する造船グループ MV WERFTEN が、同社の買収を発表した。Neptun Ship Design は MV WERFTEN 傘下の独立した設計企業として存続する。

Neptun Ship Design は、河川クルーズ船、多目的船、オフショア船を含む 200 隻以上の設計実績を持つ。また、同社は洋上風力発電、北極海におけるオペレーション、軽量船体、氷海向け貨物船などに関する国際共同研究開発プロジェクトに参加している。

<プロジェクト例：風力タービン輸送船（WTTV）>

全長 178.34m の「Blue Azurit」は、8MW 以上の能力を持つ風力タービンの輸送が可能な世界初の船舶である。荷役システムを搭載した同船は、港湾クレーンを使わずに自力でタービン部品の荷役作業を行い、同じく Neptun Ship Design 設計のジャッキアップ作業船「Blue Amber」に部品を直接輸送することも可能である。同船型は高い船位保

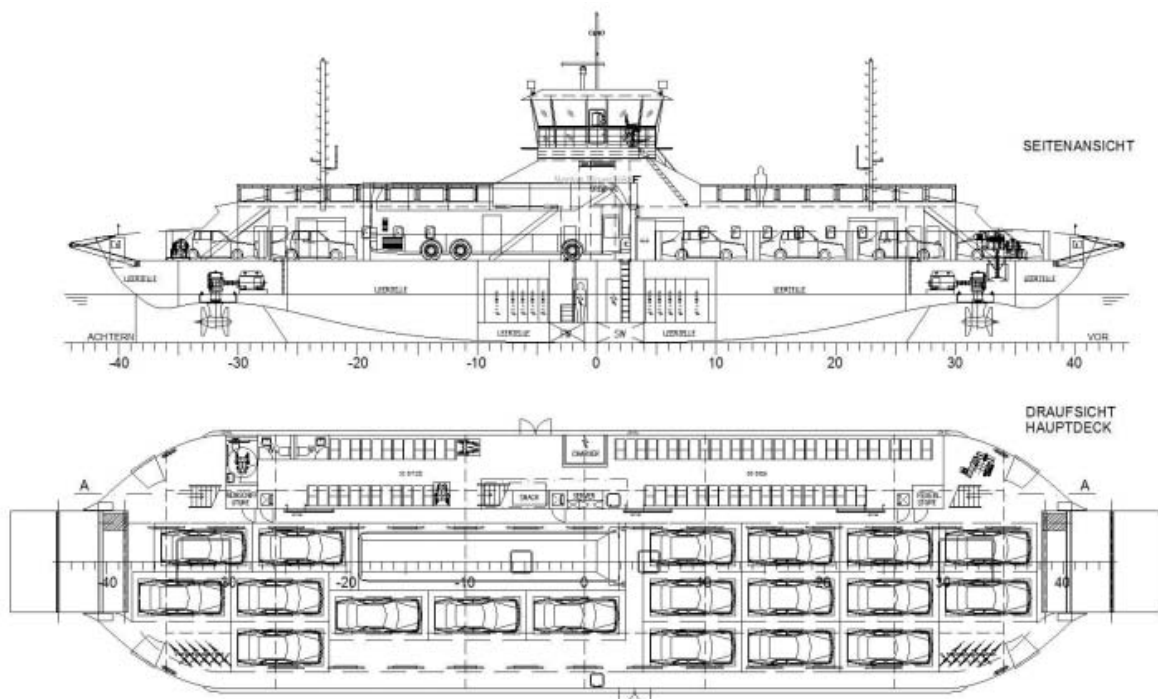
持性能を持つ。また優れた環境性と居住性を提供しており、「クリーン」船級及び「コンフォート」船級を取得している。



風力タービン輸送船「Blue Azurit」(出典：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

<https://www.stirlingdesign.fr/en/>

<企業概要・沿革>

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

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

<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。



エクスペディション型豪華大型ヨット 4 隻（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、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・沿革>

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発電市場向け動力ライフサイクルソリューション提供企業である。2020 年の売上は約 46 億 400 万ユーロ（前年：51 億 7,000 万ユーロ）、世界約 80 か国に 200 拠点をもち、総従業員数は 17,792 人（2020 年末、前年：18,795 人）である。うち 21% はフィンランド国内である。

Wärtsilä は、サステナブルな社会を目指し、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、娯楽システム、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（737人）がある。

Wärtsilä が2021年1月27日に発表した2020年1-12月期決算報告書によると、2020年の全社的な売上は、COVID-19感染拡大に伴う移動制限によるサービス業務の減少と製品引渡しの遅れから、前年比11%減の46億400万ユーロとなった。売上比率は、船用動力部門が38%、エネルギー部門が35%、船用システム部門が18%、航海部門が5%、ポートフォリオ部門が4%である。また、製品からの売上が51%、サービス49%である。

2020年の全社的な地域別売上比率は、アジア38.1%、欧州32.7%、南北アメリカ21.2%、その他8.0%である。

営業利益（税引前）は、前年の3億6,200万ユーロから1億9,100万ユーロへと-39%の大幅減となったが、これにはCOVID-19感染拡大によるコスト増大の影響も大きい。

2020年の全社的な新規受注も前年比18%減の43億5,900万ユーロ（前年：53億2,700万ユーロ）となった。

結果として2020年末時点の受注残も前年比14%減の50億5,700万ユーロ（前年：58億7,800万ユーロ）に縮小した。

Wärtsilä は、COVID-19による財政面への影響を軽減するため、裁量的経費の削減、時短勤務、一時的解雇などの短期的なコスト削減策を実施した。

Wärtsilä の業績推移（全社、単位：百万ユーロ）

| | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 売上 | 4,801 | 4,911 | 5,147 | 5,170 | 4,604 |
| 営業利益（税引前） | 583 | 538 | 543 | 362 | 191 |
| 当期受注高 | 4,927 | 5,644 | 6,307 | 5,327 | 4,359 |
| 当期受注残高 | 4,696 | 5,100 | 6,166 | 5,878 | 5,057 |

<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、船用電気システム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

< 市場環境と動向 >

COVID-19 感染拡大による海上輸送量の減少、移動制限によるフェリー運航率の激減とクルーズ船の運航停止、新造投資の減少などの要因は、2020 年を通じて海運及び造船市場における船用機器・システムとサービスの需要に大きな打撃を与えた。

2020 年の世界の新造船受注量は 815 隻（2019 年：1,153 隻）に減少し、同時にメンテナンスと部品への需要も減少した。一方、2020 年 11 月のワクチン開発のニュースは、全船種における新造船受注とサービス再開に希望を与えている。

船用燃料市場では、石油価格の下落と VLSFO の生産量増加により、HSFO と VLSFO の価格差が縮小し、SOx スクラバーのレトロフィットと新造船への搭載に影響を与えた。11 月のワクチン開発のニュースにより石油価格は急上昇し、価格差は 1 トン当たり 80 ドルに広がった。しかしながら、今後のスクラバーへの需要の回復は不透明である。

一方、船用技術とシステムのデジタル転換は進んでいる。物理的な移動制限の中、クラウドベースのリモートソリューションの利用が増加し、船舶から港湾へのコミュニケーション

ョン、ドキュメントとデータの交換の電子化が進んだ。また、競争力の維持のために、船隊最適化やパフォーマンス管理技術の採用が増加した。

海運の脱炭素化への動きは加速している。新造船の代替燃料の採用は増加し、LNG は温室効果ガス削減への有効な手段としての地位を確固なものとした。LNG 燃料を使用するデュアルフェュエルエンジンの燃料柔軟性により、将来的なゼロカーボン燃料としてバイオ燃料、アンモニア、水素などへの関心も高まっている。

2020 年 11 月、IMO は海運の脱炭素化に向けた野心的な目標を設定し、2022 年以降に実施する計画を発表した。同時に、EU 欧州議会は、海運の排出取引制度を承認した。今後、船舶の運航効率最適化技術と燃料消費量削減による脱炭素化が加速すると予想されている。

< 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)

| | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 売上 | 1,667 | 1,104 | 2,815 | | |
| 船用動力 | | | | 1,923 | 1,748 |
| 船用システム | | | | 952 | 808 |
| 航海 | | | | 280 | 248 |
| 当期受注高 | 1,285 | 1,288 | 3,945 | | |
| 船用動力 | | | | 2,247 | 1,737 |
| 船用システム | | | | 754 | 539 |
| 航海 | | | | 310 | 262 |
| 当期末受注残 | 2,017 | 2,009 | 3,651 | | |
| 船用動力 | | | | 2,019 | 1,839 |
| 船用システム | | | | 1,232 | 857 |
| 航海 | | | | 274 | 275 |

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。

2020 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 23%減、28%減、16%減であった。従って、期末受注残もそれぞれ 9%減、31%減、0.4%となった。同じく売上も、9%減、15%減、12%減で、全てが前年を下回った。

< 新規受注 >

2020 年の主な新規受注としては、以下の例が挙げられる。

7 月、初めて台湾 CSBC で建造される全長 216m の大型風力発電設置船「Green Jade」向けに Wärtsilä 46DF 型エンジン 4 基、Wärtsilä 20DF 型エンジン 2 基、スラスタ、DP-3 ソリューション、SCR システムなどをパッケージ受注した。

9 月、カナダ沿岸警備隊の砕氷船「CCGS Amundsen」向けに、格納式スラスタ 2 基と DP システムを受注した。

11月、スリランカ Colombo Dockyard で建造中のノルウェー Misje Rederi グループの環境にやさしい 5,000DWT 型新造ばら積み船 3 隻向けに Wärtsilä 20 型主機、NOx 削減装置、動力伝達システム、プロペラ、ブリッジ制御システムなどを含む Wärtsilä ハイブリッドソリューションをパッケージ受注した。

同じく 11 月、スイス Shiptec AG で建造され、スイス General Navigation Company (CGN) がレマン湖で運航するハイブリッドフェリー 2 隻向けに、河川船の EU Stage V 排出規制を満たす Wärtsilä 14 型高速エンジンと排ガス後処理システムを受注した。

また、第 4 四半期には、新造 LNG 船 6 隻向けに DF エンジンを大型受注した。

船用システム部門の 2020 年の特筆すべき受注としては、ケルン（ドイツ）に CO₂ ニュートラルな輸送機関向け液体燃料を年間 100,000 トン製造する新工場の建設に関する大型契約がある。

< 競合状況 >

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、船用機器市場の競合状況は、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)、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 Kongsberg、その他 Schottel、Thrustmaster などである。環境関連ソリューション市場も競合が激しいが、Alfa Laval と Evac が主な競合社である。自動化、電子機器分野での競合は、Kongsberg、GE、Siemens、ABB などである。

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

< 製造 >

Wärtsilä は、顧客に近い場所における製品製造を戦略としており、中国における現地製造体制を強化している。現在、Wärtsilä の製造合弁会社は、中国 CSSC Wärtsilä Engine (Shanghai) Co., Ltd. (中速ディーゼル及び DF エンジン製造)、韓国 Wärtsilä Hyundai Engine Co Ltd. (ガス運搬船向け 50DF 型エンジン製造)、中国 Wärtsilä Qiyao Diesel Company Ltd. (補機製造)、中国 CSSC Wärtsilä Electrical & Automation Co., Ltd. (クルーズ船向け自動化、電子システム製造) である。

尚、低速エンジン製造に関しては、Wärtsilä は 2016 年 6 月に同社が保有していた中国 China State Shipbuilding Corporation (CSSC) との合弁会社であるスイス

Winterthur Gas & Diesel Ltd (WinGD) の全株式を CSSC に売却し、2 ストローク低速エンジン事業から撤退した。

<企業買収・売却>

近年の Wärtsilä の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、鑄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。

2020 年の企業買収は発表されていない。

<新製品・研究開発>

2020 年、Wärtsilä は、ノルウェー Knutsen OAS Shipping AS、ドイツ Repsol、ノルウェー Sustainable Energy Catapult Centre と共同で、船用 4 ストロークエンジン向けの世界初のアンモニア燃料の長期的実証試験を開始した。同試験には、ノルウェーリサーチカウンシルが「DEMO 2000」プログラムを通じて 2,000 万ノルウェークローネを拠出している。

また、ノルウェー船社 BW LPG 社が所有する VLGC の LPG 燃料駆動船用 2 ストロークエンジン上で、Wärtsilä の LPG 燃料供給システムの実証試験を行った。

新製品としては、海運の低硫黄分燃料の使用増加を踏まえ、重油及び低粘度燃料の両方を使用する RT-flex 型 2 ストロークディーゼルエンジンに対応するため、FuelFlex Injection Control Unit のアップグレードを行った。また、LNG 運搬船及び LNG バンカー船のボイルオフガスの新再液化システム Compact Reliq を発表した。コンパクトな設計により、既存船の大きな改造なしにレトロフィットが可能である。

エンジンのアップグレードとしては、Wärtsilä 31DF 型エンジンの出力を向上させた。排ガス削減とともに、設置コストとメンテナンスコストの減少につながる。

全船用システムの最適化を目指した Wärtsilä のデジタル化戦略により、航海システム分野では、船陸間のデータ交換をシームレス化する新 Navi-Port ソリューションを発表した。ドイツ Carnival Maritime と Hamburg Vessel Coordination Center (HVCC) が協力を行った。

自動運航技術分野では、航海部門 Wärtsilä Voyage が、シンガポール PSA Marine と協働し、シンガポール港における IntelliTug の実証試験プロジェクトを進めた。また、半自動運航船向けセンサー技術 Wärtsilä SmartMove Suite の試験に成功した。American Steamship Company は、同技術を初搭載した企業となり、米国オハイオ州のカヤホガ川における自動運航を行う。

2020 年には、Wärtsilä の航海システムをバーチャルサービスエンジニアで支援する Smart Support Centre の開設、Wärtsilä の 2 ストローク及び 4 ストロークエンジン顧客向けに船舶と Wärtsilä Expertise Centre を接続する Assured Operations 遠隔支援サービスの開始、2 ストロークエンジン向けメンテナンス予測技術 Expert Insight の導入など遠隔支援技術を充実させた。

さらに、航海部門は、COVID-19 によるロックダウン中でも船員トレーニングの継続を可能とする新クラウドシミュレーションプラットフォームを発表した。香港の大手船社 Anglo-Eastern は、インド、フィリピン、ウクライナの同社トレーニングセンターに同プラットフォームを導入した。

<提携・戦略的プロジェクト>

Wärtsilä の 2020 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。

2 月、Wärtsilä と DNV GL は、海事産業のデジタル化促進に関する協力に合意した。既存製品及び新製品におけるデジタル技術の利用、データシェアリング、技術の標準化を目指す。また、自動運航船、遠隔サービス、新航海技術、データシェアリング、サイバーセキュリティなどの分野におけるデジタル技術のアプリケーションの共同研究開発を行う。

3 月、Wärtsilä が 6 企業・組織とともに実施する大規模な共同研究開発プロジェクト「SeaTech」は、EU からの助成金を獲得した。同プロジェクトでは、エンジン制御の正確性を向上させ、また波力エネルギーの推力を利用することにより、燃料消費量と排出量を削減することを目的としている。また、同じ目的のために、栗林商船と、ゲートラダーの開発、及び日本国外の市場におけるゲートラダー製品の販売、サービスに関するライセンス契約に合意した。

6 月には、Wärtsilä は、初の自動運航大西洋横断を行う国際的な自動運航船プロジェクト「Mayflower」に参加した。Wärtsilä は、輻輳海域における状況判断機能を向上さ

せる高速高解像度 FMCW K-バンドレーダー「Wärtsilä RS24」システムを提供する。また、Wärtsilä は、オランダ ING Bank、フランス Engie、ロッテルダム港とともに、内陸水運の持続可能性向上を目的に、充電式バッテリーの利用を促進する「Zero Emission Services B.V. (ZES)」を設立した。同プロジェクトはオランダインフラ水管理省が支援し、ビール会社ハイネッケンが初のユーザーとなる。

7 月には、Wärtsilä は、輸送産業、ロジスティックス産業のエネルギー転換の促進を目指す業種を超えた国際的研究開発プロジェクトに参加した。

10 月には、英国のローターセイルメーカー Anemol Marine Technologies と、同社製品の販売とサービスにおける提携に関する基本合意を締結した。ローターセイル技術を Wärtsilä の推進システムビジネスに統合する。

12 月には、ゼロエミッションを目指す共同研究開発プロジェクト「CHEK」に参加した。プロジェクトでは、風力支援推進のばら積み船、水素駆動クルーズ船などの研究開発を行う。温室効果ガスの 99%削減、エネルギー消費量の 50%削減、ブラックカーボン排出量の 95%削減を目指す。プロジェクト参加企業・組織は、ヴァーサ大学、Wärtsilä、Cargill International、MSC Cruises、Lloyd's Register、the World Maritime University、Silverstream Technologies、HASYTEC Electronics、Deltamarin、Climeon、BAR Technologies である。

MAN Energy Solutions（ドイツ）

業務内容・製品：

船用・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・沿革>

ドイツアウグスブルクを本拠とする MAN Energy Solutions（旧 MAN Diesel&Turbo）は、250年以上の歴史を持つ企業である。現在、世界120か所以上に拠点・代理店を展開し、出力450kW～87MWのエンジンを提供している。総従業員は約14,000人で、うちドイツ国内の従業員が約半数を占める。

同社は、2010年1月1日、ドイツMANグループ（MAN SE）傘下のMAN Diesel社とMAN Turbo社が統合されて誕生した企業で、ディーゼルエンジンとターボ技術を組み合わせた船用排熱回収システム等のパッケージ製品を提供している。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、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は、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。ドイツ国内のアウグ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、2019年1月1日以来の MAN Energy Solutions の親会社である Volkswagen AG が2020年10月30日に発表した2020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2020年1-9月期の売上は27億4,900万ユーロ（前年同期：28億7,300万ユーロ）、収支は1億100万ユーロの赤字（前年同期：9,800万ユーロの赤字）となっている。営業利益率も前年同期の-3.4%から-3.7%に悪化した。尚、2020年通年の業績は現時点（2021年2月）において未だ発表されていない。

2020年の業績は、COVID-19感染拡大によるプロジェクトの延期または中止により、新規受注は全般的に前年よりも低調であった。特にクルーズ船と旅客フェリー市場は大きく影響を受けた。海運市況は比較的安定していたにもかかわらず、先行きの不透明さにより市場は低迷し、オフショア市場は船腹過剰と原油価格下落の影響を受けた。唯一堅調であったのは艦艇市場である。一方、アフターセールス市場の受注は前年よりも若干増加した。

前年 2019 年の業績としては、2020 年 2 月 28 日に発表された Volkswagen AG の 2019 年 1-12 月期年次報告書によると、MAN Energy Solutions と RENK を含む MAN のパワーエンジニアリング部門全体の 2019 年の売上は、前年比 10.8% 増の 39 億 9,700 万ユーロ（2018 年：36 億 800 万ユーロ）であったが、赤字幅は前年の 6,400 万ユーロから 9,300 万ユーロに拡大している。営業利益率も前年の -1.8% から -2.3% に悪化した。

<新規受注>

MAN Energy Solutions の 2020 年の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

2 月、ノルウェー BW LPG から、2018 年の LPG 駆動エンジンの初回受注に続き、MAN B&W ME-LGIP 型 LPG 駆動エンジン 4 基のレトロフィットをオプション受注。続いて、さらに 4 基、12 月には 3 基をオプション受注し、2020 年末までに、同社からのレトロフィット受注は合計 15 隻となった。初回受注は、同社の LPG 運搬船の MAN B&W 6G60ME-C9.2 型 HFO 焚きエンジン 4 基を、6G60ME-C9.5-LGIP 型 DF エンジンへと改造する契約であった。2020 年 10 月には、1 隻目の LPG 運搬船「BW Gemini」へのレトロフィットが完了し、同船は LPG 駆動の改造エンジンで駆動される世界初の商船となった。

3 月、エストニア Tallink Grupp がフィンランド Rauma Marine Constructions (RMC) で建造する RORO フェリー「MyStar」向けに MAN 51/60DF 型主機 5 基を受注。

4 月、China Merchant Heavy Industry (CMHI) から、ベルギー Jan De Nul Group の 5,000 トン型新造浮体式建設クレーン船「Les Alizés」向けに MAN 12V32/44CR 型主機 6 基と SCR システムを受注。

4 月、フィンランド Finnlines PLC. の 238 m 型 RORO 船 3 隻向けに MAN B&W 9S50ME-C9.6 型主機 6 基を受注。Finnlines の親会社であるイタリア Grimaldiからは、2019 年に同型船 9 隻向けに同様のシステムを受注している。

5 月、ドイツ Hartmann Gas Carrier が上海 CIMC-SOE (CIMC Sinopacific Offshore & Engineering Co., Ltd.) で建造中の 5,000 m³ 型 LPG 運搬船 3 隻向けに MAN B&W ME-LGIP 型 DF エンジン 3 基、Alpha CPP プロペラ、PTO、制御システムを含む推進システムをパッケージ受注。

9 月、中国 Guangzhou Shipyard International Co., Ltd. (GSI) からシンガポール Hafnia 向け大型 (LR2) タンカー 2 隻向けに 6G60ME-GI Mk 10.5 型 DF エンジン 2 基を受注。さらに 2 隻のオプションを含む。MAN Energy Solutions の低速 DF エンジンの受注実績は 333 基、LNG 燃料のみの稼働時間は 150 万時間を超える。

10 月、フィンランド海軍の新造コルベット 4 隻向けに、MAN 12V175D-MEL 型発電システム合計 16 基を受注。

10 月、イスラエル Israel Shipyards が建造中の OPV-45 型哨戒艦艇 2 隻向けに MAN 16V175D-MM 型エンジン、Alpha FPP 型プロペラ、ギアボックスを含む推進システムをパッケージ受注。

10月、シンガポール EPS の 210,000DWT 型新造ばら積み船 5 隻向けに 6G70ME-GI Mk 10.5 型 DF エンジン 5 基を受注。

11 月、シンガポール Petredec Holdings (Eastern) PTE Ltd が中国 Jiangnan Shipyard1 で建造する 93,000 m³型 LPG 運搬船 3 隻向けに MAN B&W 6G60ME-LGIP 型 DF エンジン 3 基を受注。契約にはオプション 3 隻が含まれる。

<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。

同年 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。

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 Høegh 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「m^ya」のさらなる開発に関する基本合意を締結した。「m^ya」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。

また、同年 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。

<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、同社はデュアルフュエルエンジンと液化ガス船内貯蔵システムのパッケージ提供を戦略としている。

2 ストロークエンジン部門では、LNG、メタノール、エタン、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 Marininvest/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 m³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、CO₂ 排出量が 18%、粒子状物質排出量が約 90% 減少する。ガスモードでは、同エンジンに必要な燃料油はパイロットオイル用の 3% のみである。将来的にはパイロットオイル 0% の機種を開発する。

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

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

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

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

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

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

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。

同年 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>

MAN Energy Solutions の手動で 2020 年 10 月に開始されたアンモニア駆動 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。

Rolls-Royce Power Systems AG (ドイツ)

業務内容・製品：

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

本社所在地：

Rolls-Royce Power Systems AG
Maybachplatz 1 88040 FRIEDRICHSHAFEN Germany

Tel: +49 7541 90-91

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 (ビジネスユニット Power Systems プレジデント、Rolls-Royce Power Systems AG CEO、MTU Friedrichshafen GmbH 会長)

親会社：

Rolls-Royce Holdings plc (英国)

<企業概要・沿革>

英国 Rolls-Royce の動力部門である Rolls-Royce Power Systems は、ドイツ南部のフリードリヒスハーフェンに本社（元 MTU 本社）を置き、従業員数は約 10,000 人である。世界に 11 製造拠点、30 社以上の子会社を持ち、130 か国に 1,200 以上の開発、製造、サービス、販売網を展開している。

エンジン関連の提供製品は、MTU ブランドの船用・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度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」が付け加えられる。

<業績>

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 2020 年 3 月 2 日に発表された 2019 年年度報告書となる。それによると、Rolls-Royce Power Systems の 2019 年 1-12 月期の売上は、前年比 4% 増の 35 億 4,500 万ポンド、営業利益も 15% 増の 3 億 5,700 万ポンドであったが、受注残は前年比 5.6% 減少した。

Rolls-Royce Power Systems の業績の回復は、市場の回復とともに新経営陣によるビジネス再編、生産の効率化、製品ポートフォリオの合理化（製品数を 20% 以上削減）、固定費削減などの影響が大きい。2019 年の売上増加分はほとんど陸上発電向けであった。

2019 年の Rolls-Royce Power Systems の売上は、Rolls-Royce 全体の 22%（前年：22%）を占めており、民間航空部門（51%）に次ぐ規模の事業部門である。

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

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 売上 | 2,385 | 2,655 | 3,008 | 3,434 | 3,545 |
| 税引き前利益 | 194 | 191 | 261 | 315 | 357 |
| 当期末受注残 | 1,928 | 1,815 | 2,400 | 3,100 | 2,900 |

MTU ブランド単体の業績等の情報は公表されていないが、2019 年の船用部門、即ち MTU と Bergen の船用エンジンの売上は前年比 12% 増で、Rolls-Royce Power Systems の売上の 28%（前年：29%）を占めている。また、Rolls-Royce Power Systems 全体では、製品からの収入が 67%、サービス収入が 33% である。（2019 年）

Rolls-Royce による Tognum 買収の主な目的は、MTU の高速エンジンを自社製品ポートフォリオに含め、Rolls-Royce の船体設計及びエンジンその他の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。

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に売却したと発表した。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。Bergenの船用中速エンジンのディストリビューターであるKongsberg Maritimeとの関係は今後も変わらないとされている。

<新規受注>

Rolls-Royce Power Systemsの2020年の船用関係の主な新規受注は以下の通りである。

3月、ドイツ政府の全長95mの新造多目的船2隻向けにBergen B36:45L6AG型中速エンジン4基を含む推進システムを受注。

5月、英国海軍の次世代31型汎用フリゲート5隻向けにMTU 20V 8000 M71型エンジン20基及び16V 2000 M41B型発電システム20基を含むMTU推進システムを大型受注。MTUエンジンは、英国海軍の次期駆逐艦、潜水艦、フリゲートのほとんどで採用される。

11月、ドイツのエムデン港に展開する全長28mのタグボート「Peter Wessels」向けにMTU 12V 4000型エンジン2基と10年間のエンジンメンテナンス契約を受注。

<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Servowatch 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。

<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。

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、潮力発電装置、防食性塗料、シールリングの開発、製造、販売、サービス

本社所在地：

SCHOTTEL GmbH

Mainzer Straße 99 D-56322 Spay/Rhine Germany

Tel: +49 (0) 26 28 61 0

Fax: +49 (0) 26 28 61 300

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Frydenbø Industri AS が所有)

<企業概要・沿革>

2021年には創業100周年を迎えるSCHOTTELは、1921年に小型船の建造及びその他工作作業を目的に、Josef Beckerによってドイツのライン川沿いのシュパイ (Spay) に設立された。1950年には、現在同社の主要製品となっているラダープロペラを開発している。1986年には初めて6,000kWの出力を誇るラダープロペラを製造し、大型船舶市場への参入を果たした。現在は最大出力30MWまでの推進機器の開発・製造・販売を行っている。

1995年には中国現地法人を立ち上げ、現在はドイツ国内に750人、全世界に約950人の従業員を持ち、世界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>

2020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。

6月、スペインの水産会社 Albacora Group がスペイン Astilleros Armón で建造する全長95.1mの新造まぐろ漁船「Galerno Lau」向けに SCP 109 4-X型可変ピッチプロペラを受注。

7月、2011年建造の全長89.9mのノルウェーの養魚用飼料輸送船／一般貨物船「Kryssholm」のバッテリーハイブリッドへのアップグレードを受注。SRP 130 R型ラダープロペラ2基及びSTT 1型スラスタ2基を搭載する。

8月、オランダ Oceanwide Expeditions がクロアチア Brodosplit で建造中の全長107.6mのエクスペディションクルーズ船「Janssonius」向けに SCP 109 4-XG型可変ピッチプロペラ（4,260kW）、スラスタSTT 1 CP（350kW）及びSTT 2 CP（500kW）を受注。

8月、ポルトガル Mystic Cruises がポルトガル West Sea Viana Shipyard で建造中の全長126mの新造クルーズ船5隻向けに SPJ 82型電動ポンプジェット10基を受注。

9月、ロシア Ark Shipping 及び Adamant Cargo がトルコ Atlas Shipyard で建造中の全長73.3mのカスピ海向け浅喫水アンカーハンドリングタグサプライ船（AHTS）2隻「Polar」及び「Polus」向けに、SCP 65 4-XSG型可変ピッチプロペラ6基を受注。

12月、ロシア Antey、Merlion、Aqvainvest がロシア Nakhodka 及び Brothers Nobel で建造する全長57.7mのカニ漁船10隻向けに、SCP 774型可変ピッチプロペラ10基及びSTT 1 CP型スラスタ10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>

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

SCHOTTEL HYDRO は、潮力発電タービン、セミサブ・プラットフォーム、及びタービンハブやドライブなどの関連部品を提供している。同社は、子会社として英国 TidalStream Ltd. (TSL) 及びカナダ Black Rock Tidal Power (BRTP) を保有している。

新技術としては、2019年1月、デンマーク Svitzer の協力を得て開発した、「SCHOTTEL Y-Hybrid」スラスタ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実験が計画されている。

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

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

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

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

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：

Dirk Lehmann (70%)、Henning Kuhlmann、Mathias Kluge (Manager)

<企業概要・沿革>

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。

従業員数は、全世界で約 230 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。2020 年 1 月現在の Becker Marine 製品の納入実績は、8,000 隻以上を超える。

<製品>

2004 年同社が開発した登録商標 TLKSR 捻りリーディング・エッジ・ラダー「Becker Twist Rudder」は大成功を収め、現在も同社の主要製品のひとつである。

2009年に発表された「Mewis Duct」と呼ばれる付加装置は、プロペラ前方にダクトを装着することにより、水流を集中させ、内部フィンのステーター効果により、プロペラ作動方向とは逆方向に予渦流を発生させ高い推進力が得られる。同社測定の結果、この製品は、燃費9%向上、NO_x及びCO₂の削減に成功している。売上は非常に好調で、2013年初めには受注実績500基、2014年末には800基、2015年6月には1,000基を達成した。その約50%はレトロフィット需要である。2019年に発売10周年を迎えた「Mewis Duct」は現在でも同社の主力製品のひとつで、同社は今後も年間200基程度の新規受注を見込んでいる。

<新規受注>

2019年の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

1月、韓国現代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。

<業績>

同社は2020年の新規受注に関する情報を公表していない。

<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。

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

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) に参加した。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

経営者：

Dr. Toralf Haag (President & CEO Voith Group)、Dr. Uwe Knotzer (President & CEO Group Division Turbo)

親会社：

Voith GmbH & Co. KGaA（創業者一族が 100% 保有）

<企業概要・沿革>

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 年にはタービン用调速機を製造し、水力発電産業へと進出し、第一次世界大戦後には、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 41.73 億ユーロ（2019 年 10 月～2020 年 9 月、前年度：42.83 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 20,634 人（前年度：19,410 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、有限会社から株式合資会社（KGaA）となった。

2015 年 2 月、Voith は企業再編の一環として、コアビジネスである技術エンジニアリングに集中する戦略を発表し、Voith Industrial Services 社の売却を決定した。

Voith Group は、製紙業向け機械を製造する Group Division Paper、水力発電所向け装置を製造する Group Division Hydro、機械、流体力学、電気推進システム、ブレーキシステム及び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。

<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 6,555 人（前年度：5,600 人）、Voith Group の 32%（前年度：29%）を占める。今年度の増加は、主にオーストリア ELIN Motoren の買収、及びデジタル部門からの異動による。

2019/20 年の Group Division Turbo 部門全体の業績は、COVID-19 感染拡大の影響を受け、売上は前年比 4%減の 13 億 3,700 万ユーロ、新規受注は同 3%減の 14 億 300 万ユーロであった。2020 年 5 月 1 日に株式の 70%買収が完了したオーストリアの電動機メーカー ELIN Motoren の業績を除いた場合には、減少幅は大きくなる。船用部門では、完全電気駆動の新 eVSP の売上が好調であった。

Group Division Turbo の業績推移（単位：百万ユーロ）

| | 2015/16 年 | 2016/17 年 | 2017/18 年 | 2018/19 年 | 2019/20 年 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 売上 | 1,397 | 1,283 | 1,302 | 1,398 | 1,337 |
| 受注高 | 1,247 | 1,344 | 1,378 | 1,445 | 1,403 |

（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>

2020 年 6 月、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 隻向けに新製品「eVSP」8 基を受注。

9 月、ドイツ Thyssenkrupp Steel Europe AG がライン川で運航する新タグボート（押し船）2 隻向けに VSP5 基を受注。

9 月、スイス CGN SA がスイス Shiptec AG で建造し、レマン湖で運航する予定の新ハイブリッドフェリー 2 隻向けに、Voith Linear Jets (VLJ) 2 基×2 と Voith Inline Thrusters (VIT) 4 基×2 を受注

<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>

2019/20年度の Voith 全社の研究開発支出は、売上の4.5%に相当する前年比11%減の1億8,900万ユーロ（昨年度：2億1,300万ユーロ、売上比5.0%）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。

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、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

本社所在地：

Siemens Energy AG

Otto-Hahn-Ring 6 81739 Munich, Germany（ベルリンに移転予定）

Tel: +49（89）636 00

E-mail: 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 of Siemens Energy AG）

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・沿革>

1847年に電報装置のメーカーとして創業したドイツ Siemens（本社：ベルリン、ミュンヘン）は、欧州最大の工業製造コングロマリットである。子会社を含め、世界 200 か国・地域で約 385,000 人（2019年度）を雇用し、2020年度（2019年10月～2020年9月）の売上は 571 億ユーロである。

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

2018年度末、同社は全社的な新戦略「Vision 2020+」を打ち出し、カンパニー制を導入して Siemens ブランドの各ビジネス部門の企業的な自由度を高めた。この再編戦略に伴い、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。同社は世界90か国以上でビジネスを展開し、2020年度の売上は275億ユーロ、従業員数（2020年9月30日現在）は93,000人である。新企業は、風力発電部門を含む「Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE)」の67%を保有している。

< 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「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。

< バッテリー推進システム >

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

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

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

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

2020年の船用関連の主な新規受注としては、12月、インド最大の国営造船所Cochin Shipyardが建造するKochi Metro Rail Ltd. (KMRL)の全長24mのフェリーボート23隻（旅客定員100人）向けに、電気推進システムを受注した。

ABB（スイス）

業務内容・製品：

Azipod 推進システム、過給システム、制御システム、自動化システム、燃料電池等の船用電気系製品・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）

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・沿革>

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。約110,000人を雇用し、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2021年2月4日に発表した2020年連結決算によると、2020年の売上は前年比5%減の261億ドルである。

同社の4事業部門は、エレクトリフィケーション（EL）、モーション（MO）、インダストリアルオートメーション（IA、またはプロセスオートメーション）、ロボティクス & ディスクリートオートメーション（RA）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 のインダストリアル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。

ABB の過給機ビジネスは、同じくインダストリアル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もち、

ABB のインダストリアル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 2020 年の売上は前年比 8%減の 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。

ABB は、船用電気推進システムと過給システムでは業界 1 位の企業である。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。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。

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 インダストリアルオートメーション事業部門の主な競合他社は、Emerson、Honeywell、Valmet、Rockwell Automation、Beckhoff、Schneider Electric、Siemens、Voith、横河電機である。

<新規受注>

2020 年の主な受注は以下の通りである。

9 月、中国 Guangzhou Shipyard International Ltd が建造する英国 P&O Ferries の新造フェリー 2 隻向けに出力 7.5 MW の Azipod 合計 8 基とバッテリーシステムを受注。

11月、韓国 Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering が建造する砕氷型 LNG 運搬船 6 隻向けに出力 17MW の Azipod 合計 18 基を受注。契約金額は 3 億ドル。

11月、イタリア Fincantieri が建造する次世代クルーズ船 5 隻向けに出力 20MW の Azipod 合計 10 基を受注。契約金額は約 1 億 5,000 万ドル。

11月、トルコ Sefine Shipyard が建造するノルウェー Frøy Gruppen のハイブリッド活魚運搬船向けに、Onboard DC Grid™ システム及びエネルギー貯蔵システムを含む電力システムをパッケージ受注。同システムは、ABB の Power and Energy Management System (PEMS™) で管理される。

<新製品>

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

<研究開発>

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 9,800 万ドル（前年：11 億 4,700 万ドル、4.4%）であった。2020 年の数字は未だ発表されていない。

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」、コントロール、コンバーター、トランスフォーマーを提供した。

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

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。

<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。

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 (Müritz)

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.encyclopedia-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・沿革>

ドイツ北部ヴァーレンを本拠とするプロペラメーカーMMGは、1871年にドイツ北東部ミューリッツ湖畔で操業した鉄工所「Maschinenbauanstalt」（機械製作所）が基礎となっている。東独時代には、ソ連のみならず、世界の造船業を支える国営プロペラメーカーとして設備を拡大し、大型プロペラの製造を行っていた。

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

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

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

同社は財務情報及び詳細な企業情報を公開していないが、2015年1月時点において、同社のプロペラ納入実績は2,400隻分、年間製造能力は約150基である。同社の2014年のプロペラ納入実績は148基、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180人（2020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、サプライ船、艦艇向けの最大直径11.6m、150トンまでのプロペラ「MMG ESPRO」、船舶のエネルギー効率を3%向上させる省エネ型キャップ「MMG-escap」を製造している。また、ラダーメーカーVan der Velden Marine Systemsと共同開発した省エネパッケージ「MMG-espac」は、プロペラとラダーの組み合わせを最適化し、燃料消費量を最大14%削減する。また、同社はSchottel、Rolls-Royce、MAN Energy Solutions、Scana Zamechなどと協力し、ポッド用、スラスタ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、中国に支店、日本、韓国、台湾、フランス、ギリシャ、クロアチア、トルコ、インド、ブラジルに代理店を持つ。

<製造>

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

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

<研究開発>

プロペラ設計には、ハンブルク・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、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)、Michel van Roozendaal (President, MacGregor)

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・沿革>

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 1,000

人規模のリストラを行い、2020 年末時点における総従業員数は 11,552 人（2019 年：12,587 人）である。

Cartotec の戦略的目標は、サービス分野におけるリーダーシップである。インテリジェントな荷役企業として、売上の 38%をサービスとソフトウェアから創出している（2020 年）。

Cargotec が 2021 年 2 月 4 日に発表した 2020 年 1-12 月期連結決算によると、2020 年の売上高は、前年比 11%減の 32 億 6,300 万ユーロであった。新規受注は前年比 16%減で、期末受注残も前年比 13%減となった。営業利益は前年比 61%減と大幅に縮小した。

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であるが、オートメーションへの需要は増加傾向にある。Hiab は第 4 四半期に最高の業績を記録し、また Kalmar のモバイル型装置も好調であったが、MacGregor のビジネスは低迷した。

Cargotec の業績推移（単位：100 万ユーロ）

| | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 受注高 | 3,283 | 3,190 | 3,756 | 3,714 | 3,121 |
| 期末受注残 | 1,783 | 1,550 | 1,995 | 2,089 | 1,824 |
| 売上 | 3,514 | 3,280 | 3,304 | 3,683 | 3,263 |
| 営業利益 | 250 | 226.7 | 190.0 | 180.0 | 70.4 |

2020 年には企業再編の一環として、ソフトウェア子会社 Navis の売却と、フィンランド Konecranes の吸収合併の手続きを開始した。

また、2020 年 5 月、Cargotec は、同社の資材及び製品からの CO₂ 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た。

< 船用部門 MacGregor >

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

2020 年、MacGregor は大規模なリストラを行い、年末時点の従業員数は 1,987 人（2019 年：2,350 人）である。2019 年には、TTS 買収によりの従業員数が増加していた。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 >

2020 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、風力発電分野からの新規受注は増加し、売上は前年比 5%増となった。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を含む企業再編により、2020 年下半期の

利益率は改善し、赤字幅は縮小した。また、COVID-19 への迅速な対応と数々のコスト削減方策も利益率改善に寄与した。

MacGregor の業績推移 (単位 : 100 万ユーロ)

| | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 受注高 | 546 | 521 | 580 | 630 | 511 |
| 期末受注残 | 598 | 487 | 530 | 633 | 480 |
| 売上 | 778 | 576 | 538 | 611 | 642 |
| 営業利益 | 18 | 12 | -4.2 | -83.3 | -48.2 |

<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>

2020 年の MacGregor の主な新規受注は以下の通りである。

- 2020 年 5 月には、ノルウェー Østensjø Group の洋上風力発電部門 Edda Wind の水素燃料駆動のサービス船 (CSOV) 4 隻向けに洋上ギャングウェイ、リフト、新型 TTS Colibri™ クレーン (3D Motion Compensated Crane) などの機器をパッケージ受注した。また、第 3 四半期には、ノルウェー OHT の洋上風力発電建設船「Alfa Lift」向けにもシステムをパッケージ受注し、MacGregor の 1 隻の船舶向けの最大規模の受注となった。
- 第 2 及び第 3 四半期には、62,000DWT 型一般貨物船 8 隻向けに貨物クレーン及び監視システム「OnWatch Scout」を受注した。
- 第 3 四半期、日本の ROPAX フェリー 2 隻及び補給船 2 隻向けに、ランプ、リフティングプラットフォームを含むハードウェアをパッケージ受注した。
- 第 3 四半期、アジアの ROPAX フェリー 2 隻向けに幅広い製品パッケージを大型受注。近年の最大規模の受注となった。
- 第 3 四半期、スカンジナビアからフェリー向けの複数のリンクスパンを受注。
- 第 4 四半期には、ノルウェー North Sea Shipping から「OnWatch Scout」予測サービスの 5 年間契約を初受注。

＜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。2020 年の研究開発支出は売上の 3.2%（前年：2.8%）に相当する 1 億 5,000 万ユーロ（前年：1 億 2,000 万ユーロ）であった。2013 年以降、研究開発支出は毎年増加している。部門別の研究開発支出は発表されていない。

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に合意している。

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・沿革>

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 16,882人（2019年末：17,497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 2021 年 2 月 3 日に発表した 2020 年連結決算によると、2020 年の受注高（為替差損を除く）は前年比 10%減の 398 億 3,300 万 SEK（スウェーデン・クローナ）であったが、売上高（為替差損を除く）は同 11%減の 414 億 6,800 万 SEK であった。営業利益は前年比 9%減の 72 億 3,100 万 SEK となった。

また、2020 年 12 月 31 日時点における受注残は、新規受注の不振を受け、前年比 7.6%減の 189 億 6,900 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。

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）

| | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 売上 | 35,634 | 35,314 | 40,666 | 46,517 | 41,468 |
| 営業利益 | 5,553 | 5,610 | 6,718 | 7,989 | 7,231 |
| 受注高 | 32,060 | 36,628 | 45,005 | 44,119 | 39,833 |
| 期末受注残 | 16,870 | 18,289 | 23,168 | 21,551 | 18,969 |

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。

2020 年の新規受注に占める割合は、マリン部門 35%、エネルギー部門 30%、食品・飲料品部門 35%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。2020 年末時点におけるマリン部門の従業員数は 4,489 人（2019 年：4,702 人）である。

<マリン部門業績>

マリン部門の 2020 年受注高は、COVID-19 感染拡大によるプロジェクトの延期または中止と、造船市場の低迷により、主力製品であるバラスト水処理装置「PureBallst」、SOx スクラバー「PureSOx」、また移動制限の影響を受けたサービスとも需要が伸び悩

み、前年比 7.7%減の 140 億 670 万 SEK となった。オフショア向けポンプシステムは、石油価格の上昇により、第 4 四半期に若干回復した。

2020 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 76%、オフショア市場向けが 15%、エンジン動力市場向けが 8%、その他が 1%である。

新規受注に占めるサービスの割合は前年と同レベルの 31%である。

2020 年 12 月 31 日時点における受注残は、前年同期比 20%減の 91 億 7,300 万 SEK であった。

Alfa Laval マリン部門の業績推移（単位：100 万 SEK）

| | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 受注高 | 8,760 | 11,456 | 17,322 | 15,953 | 14,067 |
| 売上 | 12,125 | 10,809 | 13,583 | 17,993 | 15,867 |
| 営業利益 | 2,051 | 1,771 | 2,328 | 3,425 | 2,758 |
| 期末受注残 | 8,285 | 9,027 | 13,118 | 11,443 | 9,173 |

<新規受注>

2020 年のマリン部門の大型新規受注（500 万ユーロ超）は以下の通りである。

第 2 四半期、中国で建造される FPSO 1 基向けに Framo ポンプシステムを 1 億 3,000 万 SEK で受注。

第 3 四半期、中国で建造される FPSO 3 基向けに Framo ポンプシステムを 2 億 7,500 万 SEK で受注。

同じく第 3 四半期、ブラジルの FPSO 2 基向けに Framo ポンプシステムを 1 億 5,500 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。「PureBallast」は既に 4,000 基以上の販売実績がある。

<研究開発・新製品>

2020 年の Alfa Laval 全社の研究開発支出は、売上の 2.5%（2019 年：2.3%）であった。部門別の配分は発表されていない。

2020 年の主な新製品は、以下の通りである。

- ばら積み船仕様の「PureBallast 3」：ばら積み船の荷役時、陸揚げ作業は積み込み作業の半分のスピードで行われることに着目し、取水時のみに使用されるフィルターを小型化することにより投資コスト、運転コストの低い小型製品を開発した。
- Alfa Laval CEC-S：スイス WinGD の LNG 焚き DF エンジンの排ガス再処理技術「iCER」向けに開発されたメタンスリップと燃料消費量を削減する排ガス冷却装置。冷却塔、Alfa Laval Aalborg マイクロエコマイザー、プレート式熱交換器で構成される。
- Alfa Laval PureSOx Express：小型船向け SOx スクラバー
- Alfa Laval PureBallast コンプライアンスサービスパッケージ：Alfa Laval のサービスエンジニアが顧客のバラスト水処理システムのコンプライアンス（規制要求の順守）状況を総合的に監視、保証するコスト効率の高いサービス。

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。

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・沿革>

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ルに、バラスト水処理システムの開発を目的として設立された専門メーカーである。

同社は、2000年の米 Princess Cruise 社の旅客船「Regal Princess」への業界初のバラスト水処理システム（OBS）の搭載から、2016年12月には、米国沿岸警備隊（USCG）の正式型式承認を初めて取得したメーカーとなった。2017年には、設立以来初めて利益を計上した。

OptiMarin は、ノルウェー以外にもドイツ、オランダ、ルーマニア、トルコ、日本、韓国、中国、米国にサービス拠点を持つ。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 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。

2021年2月現在の OBS の販売実績は1,000基以上、うち700基以上が稼働している。

<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 m³ 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 m³/時の機種の場合、設置コストは 70,000 ユーロ～、設置工所要日数は 4～8 日としている。設置はエンジニアリング企業 Goltens と Zeppelin Power Systems が協力している。

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。

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。

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：

Rupert Pearce（CEO、2012 年就任）、Ronald Spithout（President、Maritime、2014 年就任）

親会社：

Connect Bidco Limited

<企業概要・沿革>

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 Apex 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。現在、Inmarsat は世界 40 国で事務所・サービス拠点を展開し、従業員数は約 1,500 人（2018 年末：1,825 人）である。

< 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。買収オファー直前の 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。

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

2016 年 3 月にサービスが開始された船舶向け GX サービスである「Fleet Xpress (FX)」サービスは、2016 年末までに 335 隻、2017 年末までに 2,614 隻、2018 年末までに約 6,200 隻、2019 年 12 月には約 8,000 隻に搭載されている。旧サービスからの移行も進んでおり、2020 年 12 月には 10,000 隻を超えた。

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。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。

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。

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

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

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

<新製品>

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。

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、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・沿革>

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、軍事・航空部門 Kongsberg Defence & Aerospace、デジタル部門 Kongsberg Digital 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。

2020年のグループ全体の売上は、軍事部門の好調により前年比10%増の256億1,200万 NOK（ノルウェークローネ）、総従業員数は10,689人（2019年：10,793人）である。2020年は、COVID-19感染拡大により、約750人（うち700人は Kongsberg Maritime）の一時帰休を実施した。

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。

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2021年2月11日に発表した2020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、COVID-19感染拡大による造船及び海運市場活動の低迷に影響され、特に短期的なアフターセールスビジネスへの影響が大きかったが、既存契約のキャンセルは少なかった。一方、旧 Rolls-Royce Commercial Marine（CM）のビジネス統合によるコスト削減は計画よりも順調に進んでいる。

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）

| | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 | 2020 年 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| KM 売上 | 8,597 | 7,429 | 7,545 | 8,905 | - |
| CM 売上 | | | | 7,134 | - |
| 売上合計 | | | | 16,039 | 16,319 |
| KM 営業利益 | 280 | 642 | 594 | 1,091 | - |
| CM 営業利益 | | | | 369 | - |
| 営業利益合計 | | | | 1,460 | 1,532 |
| 受注高 | 7,940 | 7,336 | 8,884 | 15,469 | 15,925 |
| 年末受注残 | 5,137 | 4,820 | 5,739 | 12,095 | 11,386 |

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。

2020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 41%、統合ソリューション 24%、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>

2020年の Kongsberg Maritime の特筆すべき受注例は、以下の通りである。

第 1 四半期

- ポルトガル Mystic Cruises がポルトガル WestSea Viana Shipyard で建造するエクスペディションクルーズ船 3 隻向けにハイブリッド推進システム、電力システム、制御、自動化などの統合ソリューションなどを 3 億 NOK でパッケージ受注。

第 2 四半期

- 米国 Ocean Infinity の新造自動運航船隊「Armada」の遠隔操作型無人潜水機（ROV）向けにローンチ&リカバリーシステム（LARS）を初受注。

第 3 四半期

- ノルウェー Rimfrost がトルコ Tersan Shipyard 及びノルウェー Westcon で建造する新造南極オキアミ漁船の設計と機器システム一式を 2 億 NOK でパッケージ受注。
- ノルウェーの食品輸送企業 ASKO の新造自動運航船 2 隻向けに自動運航システム一式を受注。
- ノルウェー Sølvtrens Rederi がノルウェー Myklebust Verft で建造する活魚運搬船の設計とシステム一式を 4,500 万 NOK でパッケージ受注。
- ノルウェー沿岸警備隊がノルウェー VARD で建造する新造船 3 隻向けにソナーを受注。

第4四半期

- 中国 China Merchants Jinling Shipyard で建造中のフィンランド Finnlines の大型 ORPAX フェリー2隻向けに推進システム及び制御システムを1,200万ユーロで受注。
- スペイン Navantia で建造されるスペイン海軍の F110 型フリゲート5隻向けに推進システムを2億 NOK で受注。
- デンマーク Astrid Fiskeri がデンマーク Karstensens Skibsvaerft で建造中のトロール船向けに大型電動ウィンチシステムを受注。

<新製品>

2020年に発表された主な新製品は以下の通りである。

- 3月、同社の自律型無人潜水機(AUV)「HUGIN」向けの「Launch and Recovery System (LARS)」を発表。AUVの発射と回収を水中で行うことにより、AUVへのダメージのリスクを軽減すると同時に操縦者の安全性を高める。

<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年以来、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。

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 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。

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

<研究開発>

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

①統合ソリューション

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

②デジタル化

数千個のセンサーからのデータを用いた Kongsberg Maritime の「情報管理システム」は既に 100 隻以上の LNG 船に搭載されている。また、2019 年にはデータインフラソリューション「Vessel Insight」を市場化した。（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「Sølvkrona」の運航を開始した。さらに、2018 年には、ノルウェー大手船社 WILHELMSEN と、自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。

<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。

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・沿革>

アムステルダムに本社を置く AkzoNobel は、1994年にオランダ Akzo が、1646年からの歴史を持つスウェーデン Nobel Industries を買収して誕生した世界的な化学企業で、世界の塗料業界では第3位の企業である(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 グループ全体では、世界で約33,800人(2019年末)を雇用し、150か国で製品を販売している。

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

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

同社が2020年2月12日に発表した2019年1-12月期連結決算によると、グループ全体の売上（為替差損を含む）は、価格戦略による4%増と企業買収による1%増を売上量の減少による5%減が相殺し、前年と同水準の92億7,600万ユーロであった。一方、営業利益）は29%増の13億4,100万ユーロとなった。

AkzoNobelの業績推移（単位：百万ユーロ）

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

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

2016年には、ドイツの総合化学メーカーBASFの産業塗料部門を4億2,500万ユーロで買収した。同部門は英国と南アフリカに製造拠点をもち、従業員数は約350人である。

< 船用塗料部門 >

業界第1位のAkzoNobelの船用塗料部門は英子会社International Paint社が担当し、産業用、車両等及びパッケージ塗料と共にAkzoNobelのPerformance Coatings部門に含まれている。

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

1881年創立の英国International Paint社は、世界に16の製造拠点と8の研究開発拠点、60カ国に500か所の販売拠点を展開し、5,500人（2013年）を雇用している。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23.5%（2019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（2019年）、船用塗料市場では2位の市場リーダーである（2014年）。

AkzoNobel 船用・保護塗料部門の売上推移（単位：百万ユーロ）

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

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

2019年の特筆すべき新規受注としては、ノルウェーKnutsen OAS Shippingが韓国現代重工業で建造するLNG運搬船2隻向けに「Intershield® 300」及び「Intersleek®」を受注した。

<主力製品・新製品>

同社の主力製品である高性能船用塗料「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トの高性能防食塗料「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CO₂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CO₂排出量を最大6%削減する。AkzoNobelは環境にやさしいバイオ原料の研究と利用を促進している。

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

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

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

2017年5月には、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、米国のヨット塗料企業New Nautical Coatingsの買収を発表した。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。

<研究開発、パートナーシップ>

AkzoNobel 全社の過去5年間の研究開発投資は、12億5,000万ユーロに上る（2019年）。全世界の研究拠点で3,000人の科学者が研究に従事している。特許数は2,900件以上である。主要研究拠点は、英国、米国、中国、スウェーデンにある。

2011年6月に稼働した英国北東部フェリングの船用塗料研究所は、AkzoNobel最大級の研究開発拠点である。その後さらに1,200万ユーロ規模の投資を行い、2019年には研

究者 100 人を擁する新研究所を開設した。また、2017 年には、米国ヒューストンの研究拠点を拡張した。

2011 年には、オランダの船舶環境性モニタリング企業 BMT ARGOSS と提携し、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 CO₂ 排出量を正確に予測するツール「Intertrac Vision」を発表した。

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

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

<カーボン・クレジット・プログラム>

2014 年 4 月、AkzoNobel の船用塗料部門 International とスイスの環境保全機関 The Gold Standard Foundation が共同で開発した「カーボン・クレジット」手法を発表した。船主・船社は、現行の船用塗料を、バイオサイドを使用しない「Intersleek 1100SR」等の先進塗料に切り替えることで、環境性を保ちながら船舶の燃費を改善、CO₂ 排出量を削減し、それによりクレジット、即ち収入を得るという手法である。2014 年 10 月時点の同プログラムへの参加企業は 2 船社 17 隻であった。

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

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

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

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

<設備投資>

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

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

2016年には、インドのウッタル・プラデーシュ州に新製造拠点を開設し、さらにムンバイ近郊 Thane に工場の建設を開始した。タイにも、ミャンマーなど東南アジア向けビジネスの拠点となる総合拠点を建設中である。また、上海に 150 人規模の新技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 1,200 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：

船用・海洋向け塗料、保護塗料、コンテナ用塗料、装飾用塗料、ヨット向け塗料、スーパーヨット向け塗料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 年にデンマークに船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。

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。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。また、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。

2019 年末時点の従業員総数は 6,201 人（2018 年末：6,259 人）である。ドイツの大手装飾塗料メーカー J.W. Ostendorf（従業員数 650 人、フランス Renaultac 社を含む）の買収により、2018 年には従業員数が増加した。

同社は、船用、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。事業部門は、地域別に南北アメリカ、欧州装

飾、欧州・アフリカ、北アジア、南東アジア、中東に加え、専門の船用部門がある。またグループ機能としては、財務、経営、人事、営業機能を持つ。

<業績>

Hempel が 2020 年 3 月 3 日に発表した 2019 年 1-12 月期の年次報告書によると、2019 年の売上は全部門を通じて好調で、前年比 14% 増の 15 億 3,400 万ユーロであった。2018 年に買収したドイツ J.W.Ostendorf が売上増に貢献した。2015 年を頂点に縮小していた営業利益も、2019 年には増加に転じた。

2016 年にドイツなど数か国で船主、船社への贈賄事件 9 件が発覚し、関連経費総額 4,000 万ユーロが発生し、2017 年にも内部調査を継続した結果、主にアジア環太平洋諸国でコンプライアンス違反が数多く発見された。Hempel は CEO を含む幹部の交代などで対応したが、デンマーク当局 SØIK より課せられた 2 億 2,000 万デンマーククローネの罰金は、営業利益を圧迫する要因となっていた。2019 年にも、デンマーク及びドイツ当局に 2,900 万ユーロの罰金を支払った。

Hempel の業績推移（単位：百万ユーロ）

| | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 売上 | 1,563 | 1,424 | 1,378 | 1,346 | 1,534 |
| 営業利益 | 158 | 130 | 115 | 90 | 92 |

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

<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 CO₂ 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、26 億ドル分の燃料消費量削減と 2,350 万トンの CO₂ 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 CO₂ 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>

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。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。

第 2 編

欧州造船関連技術開発動向 2020

第4章 EU 助成共同研究開発プロジェクト

4-1 FIBRESHIP

FIBRESHIP プロジェクトの目的は、全長 50m 以上の商船の建造に、繊維強化ポリマー (fibre reinforced polymer : FRP) を利用する方法の開発である。マドリード (スペイン) のエンジニアリング企業 **Tecnicas y Servicios de Ingenieria** がコーディネーターを務め、18 企業・組織が参加するこの大規模なプロジェクトは、2017 年 6 月 1 日に開始し、2020 年 6 月に完了した。

FIBRESHIP プロジェクトの総予算は 1,100 万ユーロ (1,300 万ドル) で、うち 887 万ユーロを EU が「**Horizon 2020**」プログラムから拠出した。

プロジェクトの究極的な目的は、FRP 製の全長 50m 以上の商船建造に関する新たな EU 市場を構築することであった。プロジェクトでは、様々なアプリケーション向けの FRP 材を開発し、長期的な構造的強度と耐火性などに重点を置いた評価を行った。

FRP の採用により、船体が大幅に軽量化し、燃料消費量の削減、安定性の向上につながるるとともに、温室化ガスや水中放射騒音などの環境負荷が軽減され、また貨物積載量が増加する。FRP 材は腐食耐性があり、疲労負荷に対する性能もよい。

FIBRESHIP プロジェクトの最終評価会議は、2020 年 7 月 1 日に開催された。COVID-19 感染拡大のため、会議はオンラインで行われ、プロジェクトメンバーである 18 企業・組織と EU 欧州委員会からの代表が参加した。会議では、プロジェクトの最も重要な研究結果と各作業パッケージ (WP) の成果を、以下のように概説した。

WP1 : 海運業における FRP 材の実用化に関する総合的な市場分析。

WP2 : 全長 50m 超の船舶への利用に最適な FRP 材と接合方法の特定と評価。

WP3 : 大型または比較的大型の FRP 製船舶の設計と評価を支援する数値ツールの開発と、民間の共通ソフトウェアへの統合。

WP4 : FRP 材を用いて大幅に軽量化された 3 船種 (コンテナ船、ROPAX フェリー、漁業調査船) を設計。また、新たに FRP 製船舶の構造及び耐火性の基準を開発。

WP5 : 利用可能な FRP 材 (WP2) 、船体構造設計 (WP4) に基づき、最適な建造技術と方法を特定。

WP6 : FIBRESHIP プロジェクトで開発された各種ソリューションのライフサイクル性能の評価、及び開発された FRP 製パネルの非破壊検査方法の評価。

WP7 : 大規模な実証実験の結果と漁業調査船 (FRV) 建造に関する報告。

WP8 : FRP 製コンテナ船、ROPAX フェリー、漁業調査船のライフサイクルコスト評価に用いるコスト分析とグローバルビジネスプランの開発。

FIBRESHIP プロジェクトの最大の成果は、プロジェクトで開発されたソリューションと建造技術を用い、軽量 FRP 材を使用した漁業調査船の船体ブロックをフランスで建造したことである。建造された船体ブロックは、重さ 20 トン、長さ 11m×幅 11m×高さ 8.6m である。これにより全長 85m の船舶全体への FRP 利用の技術的及び経済的な有効性が証明された。

この船体ブロックは、Tecnicas y Servicios de Ingenieria 社が設計し、フランス造船所 La Ciotat において、フランスの複合材ボート建造所 iXblue が建造した。

FIBRESHIP プロジェクトは、中期的には FRP 製船舶が欧州造船市場の約 5% を占め、売上 20 億ユーロ（23.5 億ドル）の市場に成長し、54,000 人の新規雇用を創出すると予測している。さらに、FRP 造船技術の採用により、欧州船主は年間 10 億ユーロ（12 億ドル）のコスト削減が可能となると示唆している。

4-2 FLARE (Flooding Accident Response : 浸水事故へのレスポンス)

産業、学界、行政からの主要関係者が参加する FLARE プロジェクトの主目的は、船舶衝突及び座礁事故後の浸水のリスク評価とコントロールに関するリスクベースの手法を開発することである。

EU の「Horizon 2020」プログラムが助成する同プロジェクトの実施期間は 3 年間で、過去 20 年間に実施された船舶の安全性に関する数々の EU 研究開発プロジェクト（HARDER、SAFEDOR、GOALDS、EMSA III、eSAFE）で協力した企業・組織が参加している。これらのプロジェクトの研究の焦点は、旅客船の安全性であった。

2019 年に開始された FLARE プロジェクトは、リスクの低減と制御を目指した革新的な技術ソリューションと船舶設計コンセプトの研究開発を行っている。また、旅客船に関する IMO の現行規制の改正と更新への提案を行う。

プロジェクトでは、迅速な実用化が容易なリスクベース手法の開発を目指し、以下の作業が行われている。

- 旅客船及び旅客船事故に関する最新のデータベースを構築する。このデータベースは、衝突及び座礁により発生する浸水事故の汎用的リスクモデル開発のための浸水シミュレーションツールにより支援される。
- リスクモデルの汎用性（全種類の事故を含むこと）と全体性（活動的及び受動的な措置を含むこと）を確保し、新造船、既存船の両方に適用可能なものとする。
- 浸水への脆弱性から、重大な浸水事故時の召集と離船シナリオや浸水後の船内事故などを含む緊急事態へのレスポンスまでをカバーする、リスクベースのアプローチを採用する。衝突によるダメージへの耐性、水密性の高い扉、事故後の高膨張性フォームの利用、危機管理への意思決定支援などを含むリスク抑制を目指した船舶設計コンセプトと機器に関する革新的な技術ソリューションを開発する。
- 旅客船の浸水事故リスクの低減と制御のための信頼性の高いリスクベースのアプローチの実現を目指し、現行の IMO 規制改正への提案を作成する。

大規模な FLARE プロジェクトには、21 企業・組織が参加しており、ドイツ BALance Technology Consulting 社が、英国ストラスクライド大学の協力のもとに、プロジェクトコーディネーターを務めている。参加組織・企業は、欧州を代表するクルーズ船建造所 4 社（Fincantieri、Chantiers de l'Atlantique、Meyer Werft、Meyer Turku）、世

界の2大クルーズ船社（Carnival、Royal Caribbean）、北欧のフェリー・RORO船社（Color Line、Stena Teknik）、複数の船級協会、研究機関、技術企業、及び欧州業界団体SEA Europeである。

プロジェクトは2019年6月から2022年5月までで実施され、EUが全予算950万ユーロ（1,100万ドル）を拠出している。予算配分が最も大きい参加組織は、オランダ海事研究所MARIN（125万ユーロ、150万ドル）、ハンブルク試験水槽HSVA（107万ユーロ、130万ドル）、ストラスクライド大学（104万ユーロ、120万ドル）である。

2020年には、HSVAはプロジェクト用に損傷を受けたROPAXフェリーのモデルを作成した。モデル実験の第一段階では、船舶の海上サバイバルの数値シミュレーションに使用される事故船の横揺れ減衰係数が決定され、以下のような異なる形と大きさの損傷の試験が行われた。

- ①岩礁との接触事故による船底の損傷（例としては、イタリアのクルーズ船「Costa Concordia」の事故など）。
- ②混雑したフェリー航路で発生した衝突事故による典型的な船体側面の損傷。

4-3 GASVESSEL

GASVESSEL プロジェクトは、地域間貿易に利用する革新的な圧縮天然ガス（compressed natural gas : CNG）運搬船の開発を目指しており、EUがプロジェクトの全予算を負担している。

GASVESSEL プロジェクトの目的は、革新的な船体設計、圧縮ガス貨物艙設計、建造技術を開発することにより、欧州内のコスト効果の高いガス輸送を促進することである。

開発されるCNG運搬船の航続距離は最大2,500kmで、天然ガスがエネルギーミックスの一部ではない地域、再ガス化施設に大規模投資が行われていない地域等にCNGを供給する。

GASVESSEL プロジェクトでは、以下の3件のガス開発シナリオの分析を行った。

- ①地中海東部のガス田（ギリシャ、イタリアの島々、キプロスへのガス供給）
- ②黒海沿岸
- ③バレンツ海の海底油田（石油生産に伴い発生する燃焼ガスの利用）

プロジェクトの作業の焦点は、以下の通りである。

- 新設計の軽量圧力シリンダーの開発と試験
- 新型シリンダー格納と貨物処理システムに基づく新設計の船舶の決定
- コスト効果分析、環境性評価、安全性評価を通じた概念実証の確認

GASVESSEL プロジェクトは、イタリアの設計コンサルタント企業がコーディネーターを務め、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12企業・組織が参加している。EUが、「Horizon 2020」プログラムから

プロジェクト予算の全額となる 1,200 万ユーロ（1,400 万ドル）を拠出している。実施期間は 4 年間の同プロジェクトは、2021 年 5 月 31 日に完了の予定である。

4-4 LNG PITCH4

EU 助成プロジェクトである「LNG PITCH4」プロジェクトは、海洋船及び河川船向けの液化天然ガス（LNG）燃料タンクの新設計の開発を目指している。LNG の CO₂ 排出量は石油よりも 20% 少なく、硫黄酸化物（SO_x）と粒子状物質（PM）の排出量は事実上ゼロであるが、大気汚染物質であるメタンを含んでいる。「LNG PITCH4」プロジェクトの目的は、LNG の取扱いと輸送に由来するメタンの排出量の削減である。研究の焦点は、船用極低温タンクの熱分析である。

同プロジェクトの研究開発作業には、大規模研究開発プロジェクト「SLING」（本報告書 5-6 参照）でオランダ海事研究所 MARIN が開発した多相波動実験室（Multiphase Wave Laboratory）が利用される。

オランダ東部の中小企業は、この波動実験室を利用し、気圧や温度などの異なる環境条件下で革新的な船用中型 LNG 燃料タンクのプロトタイプの試験を行っている。

同プロジェクトの総予算は約 100 万ユーロ（120 万ドル）で、オランダ東部の研究開発プログラムである「低炭素経済への移行」戦略の一環として、EU 欧州地域開発基金が支援を行っている。

4-5 MOSES (Automated vessels and supply chain optimisation for sustainable short sea shipping : 持続可能な短距離海運に向けた自動航行船とサプライチェーンの最適化)

2020 年 7 月に開始された MOSES プロジェクトの主目的は、欧州のコンテナ輸送網における短距離海運の利用促進である。プロジェクトの戦略は、船舶設計と港湾作業の効率化の両方を目指し、短距離海運の魅力を増してゆくことである。

プロジェクト予算 812 万ユーロ（960 万ドル）は、EU が「Horizon 2020」プログラムが全額を拠出し、プロジェクトは 2023 年 6 月 30 日までの 36 か月間にわたって実施される。プロジェクトには EU7 か国から 17 企業・組織が参加し、アテネ工科大学（NTUA）がコーディネーターを務めている。幅広い分野からの参加企業・組織には、スペイン造船所 Astilleros de Santander、ギリシャのコンテナ船社 Danaos、港湾管理企業、貨物運送企業、技術企業などが含まれる。

MOSES プロジェクトでは、企業 1 社では技術的、経済的に開発が難しい革新的ソリューションの共同開発を行う。その目的は、インフラ設備が限られた小規模港湾への短距離フィーダー輸送サービスの導入を促進することと、水深の大きいコンテナ積み換え港における大型コンテナ船の係船作業と荷役作業を自動化することである。

プロジェクトで開発される主なイノベーションとしては、以下を想定している。

- 革新的なフィーダーコンテナ船
3種類のコンテナ船の概念設計を開発する。これらのコンテナ船は、自動化技術、低排出の推進システム、エネルギー貯蔵システム、また可能性としては風力支援推進システムなどの先進技術を搭載する。
- ロボット技術を利用したコンテナ荷役システム
MOSESで開発されるフィーダーコンテナ船のコンテナ荷役システムにロボット技術を導入する。
- 自動化された港湾業務と係船システム
水深の大きいコンテナ積み換え港では、自動航行タグボート船隊、自動係船システム、自動荷役システムを用いて大型コンテナ船に対応する。
- チャージシステム
MOSESフィーダーコンテナ船と港湾タグボートのバッテリーは、自動化された陸上充電ステーションで充電される。
- ロジスティクス調整プラットフォーム
デジタル共同プラットフォームが、貨物の出入港管理を高度化する。

4-6 RAMSSES (Realisation and demonstration of advanced material solutions for sustainable and efficient ships : 効率的で持続性のある船舶のための先進素材ソリューションの実現と実証)

造船業界最大級の共同研究開発プロジェクトである RAMSSES プロジェクトの目的は、造船への軽量素材の導入である。実施期間 4 年間の同プロジェクトの総予算は 1,350 万ユーロ (1,590 万ドル) で、うち 1,080 万ユーロ (1,270 万ドル) を EU が「Horizon 2020」プログラムから拠出している。

RAMSSES プロジェクトには、欧州 12 か国から 36 企業・組織が参加し、コーディネーターはイタリアの研究機関 CETENA である。技術管理はドイツ海事技術センター (CMT) が担当している。2017 年 6 月 1 日に開始された同プロジェクトは、2021 年 5 月末に終了予定である。研究開発作業は、21 の作業「パッケージ」で構成されている。

RAMSSES プロジェクトの主な研究開発作業は以下の通りである。

- プロジェクト終了後に迅速な商品化が可能な 13 件の船用製品の開発、試験、評価を行う。開発される 13 件の製品プロトタイプには、革新的な軽量部品とモジュール型システム及び船用製品と部品、高性能鋼製構造物、複合材の構造的統合、修繕ソリューションなどが含まれる。
- 開発された製品プロトタイプの技術特性、ライフサイクルコスト、環境性能に関する総合的評価を行う。これは各製品の認証のベースとなり、また将来的には類似したアプリケーションへの知識ベースを提供する。
- 情報交換と協力を目指し、他のプロジェクトにも利用可能な素材イノベーションプラットフォームを構築する。これは自動車、鉄道、航空、マテリアルサイエンスなど他産業から海事産業への系統的な知識の吸収と技術移転を可能にする。

るだけではなく、プロジェクトの成果と得られた知識を船用企業や海運企業を含む幅広い海事コミュニティに提供するものである。

プロジェクトの重要な要素は、造船セクターへの新材料導入に関する迅速な認証方法を開発することである。

RAMSSES プロジェクトで研究開発が行われる効率的で持続性のある船舶に向けた 13 件のソリューションは以下の通りである。

①複合材構造：多目的壁

旅客船の壁と上部構造の軽量モジュール型システムを造船工程に統合する。

②複合材構造：モジュール型 RORO 甲板

RORO 船向けの非金属製モジュール型甲板を開発する。素材重量と貨物積載量の最適なバランス、及び製造コストの削減とメンテナンスの低減（素材の腐食がないため）を目指す。

③複合材構造：キャビンシステム

旅客船向けの艙装済みモジュール型キャビンを開発する。船体構造との相互関係が考慮された革新的な設計を持つキャビンは、約 25%軽量化され、コスト、製造時間、メンテナンス、将来的な改装の必要性などを削減する。

④複合材構造：作業船向け軽量アルミニウム複合材パネル

製造リードタイムの短縮、軽量化、溶接の歪みの低減を目指し、アルミニウムと複合材のサンドイッチパネルを用いた新たなソリューションを開発し、船体の上部構造及び船橋に採用する。

⑤複合材構造：カスタムメイドの船体

厳しい環境で運航する大型オフショア船の完全複合材製の実物大の船体セクションを開発する。

⑥複合材構造：鋼製甲板上の複合材製上部構造モジュール

小型高速船の通常は鋼製またはアルミニウム製の上部構造は、曳き波や青波、風、振動、超高温や超低温などの非常に厳しい環境条件に晒されている。複合材は、軽量化、騒音と振動の低減、静穏性（巡視船の場合など）の向上などの利点がある。提案されたソリューションは、金属製甲板に取り付ける一体型ジョイントを持つ繊維強化プラスチック（FRP）フォーム（foam）のサンドイッチパネルで構成されるコンパクトな上部構造である。

⑦機器と部品：大型プロペラブレードの 3D 印刷製造

アーク溶接を応用した WAAM（Wire Arc Additive Manufacturing）式 3D 印刷技術を用いて大型プロペラブレードを製造する。

⑧機器と部品：多素材ラダー

軽量フラップを持つ多素材ラダーを開発する。

⑨機器と部品：軽量内部壁と上部構造のモジュール型システム

トラス状構造物を形成する自動ファイバーワインディング（巻きつけ）成形によるパネル製造をベースとしたソリューション。

⑩機器と部品：バイオ複合材

バイオ由来の材料（バイオ複合材）を用いて製造された持続性のある軽量部品を用いたパネル状の構造物（甲板、隔壁、壁など）を開発、製造する。

⑪鋼板と修繕：クルーズ船向けの軽量高張力（HTS）鋼板製甲板

最大強度 690MP の HTS 材を採用することにより、甲板の 20%以上の軽量化と高いコスト効率が実現する。

⑫鋼板と修繕：設計の詳細

客船及び調査船などの特殊船の高負荷構造への HTS 低合金鋼の使用に関する研究と提案。

⑬鋼板と修繕：パッチ修繕

金属製及び複合材製の船用構造物の修繕と改良に複合材を上貼り（パッチ）する方法を開発する。

プロジェクトの重要な進展としては、2019 年初頭に、空洞プロペラブレードの試作機の製造を行った。この試作機は、フランス企業が 3D 印刷技術を用いて製造した。

さらに、2020 年 7 月には、オランダ Damen Schelde Naval Shipbuilding が、実物大の複合材製船体セクションを製造した。この試作機は「オフショア船向けカスタムメイド船体」と呼ばれ、従来の鋼製船体と比較して 40%の軽量化を実現した。試作機の開発と製造は、Damen Schelde と Damen Shipyards Gorinchem が主導し、複合材企業 Airborne UK、InfraCore、Evonik、研究機関 TNO、船級協会 Bureau Veritas が協力した。この作業では、厚型ラミネート材を高さ 6m まで積層する技術を開発した。

船舶への複合材の使用に関する承認されたガイドランは存在せず、現行規制は 500 トンまでの船舶、即ち全長約 25m までの船舶のみに適用される。RAMSSES プロジェクトは、この事態を改善するために複合材技術と設計、製造能力を改良し、IMO の SOLAS 基準と船級要求を完全に満たす全長 85m までの複合材製船舶を製造、市場化することを目指している。

4-7 STEERER (Structuring towards zero-emission waterborne transport : ゼロ排出の海上輸送網の構築)

2019 年 12 月 1 日に開始された EU 助成プロジェクト「STEERER」の目的は、排出削減に関連する研究開発テーマを特定し、提案することにより、ゼロ排出の海上輸送を実現することである。

プロジェクトは欧州造船用工業会 SEA Europe がコーディネーターとなり、EU が「Horizon 2020」プログラムからプロジェクト費用 150 万ユーロ（180 万ドル）の全額を拠出している。SEA Europe に加え、EU 諸国から 6 企業・組織が参加している同プロジェクトは、2022 年 5 月 31 日に終了する予定である。

STEERER プロジェクトは、海事業界の様々なステークホルダーと協力し、以下の目標の達成を目指している。

- EU のカーボンニュートラル政策と連動した 2020 年からの排出目標を共同で決定する。(中期目標は 2025 年まで、その後 2030 年まで)
- 目標達成に向けた研究開発・イノベーション戦略を構築する。
- 目標達成のために、実施可能で競争力のある計画を決定する。
- 海上輸送セクターとそのゼロ排出へのコミットメントに関する理解を深めるためのコミュニケーションキャンペーンを開発し、実施する。

4-8 TrAM (Transport: Advanced and Modular : 輸送の先進性とモジュール性)

船舶のモジュール化の利点を証明するために、2018 年に開始された EU 助成プロジェクト「TrAM」は、2021 年 1 月に実証船の建造を開始する予定である。

TrAM プロジェクトの目的は、革新的なモジュール設計と建造方法を持つゼロ排出で完全電気推進の短距離、沿岸、内陸水路航路向け高速フェリーの開発である。建造コストの低減と「スマート」な建造方法が、欧州造船所の競争力維持につながることを期待されている。

開発された全長 30m、幅 9m の実証フェリーは、2021 年にかけてノルウェー造船所 Fjellstrand で建造される。同船の積載量は乗客 147 人、自転車 20 台で、ノルウェーのスタバンゲル地域の通勤フェリーとして 2022 年 1 月に就航が予定されている。

モジュール化された設計と建造方法は、自動車及び航空技術を利用している。プロジェクトパートナーであるストラスクライド大学(英国)、Fraunhofer IEM(ドイツ)、モジュールサプライヤー Leirvik(ノルウェー)が、コアとなるモジュール技術の研究開発を行う。TrAM プロジェクトでは、従来の船舶と比較した場合、ゼロ排出に加え、製造コストの 25%削減、エンジニアリングコストの 70%削減を目標としている。

実証船は出力 550 kW のバッテリー駆動の電動機 2 基で駆動される。Wärtsilä Norway がシステム統合を担当する。推進装置は、ノルウェー Servogear 社製の可変ピッチプロペラ 2 基である。

ハンブルク試験水槽(HSVA)は、船体と推進システムの数値的最適化を担当した。初期設計段階において、最初の船型が開発され、2019 年 12 月に HSVA の大型曳航水槽で試験が行われた。その後バッテリー配置が変更されたため、変更された船型の試験を 2020 年 5 月に実施した。新船型の流体力学性能は向上し、消費電力は設計速度 23 ノットで 6%減、15~17 ノットでは 10%低減した。

通勤フェリーの実証船建造により得られた知識は、ベルギー及びロンドンの河川用小型フェリー 2 隻の開発に活用される予定である。

ノルウェーのルーガラン(Rogaland) 県政府と海事産業クラスター NCE Maritime CleanTech が主導する TrAM プロジェクトには、14 の企業・組織が参加している。主な参加企業・組織は、カタマランフェリー運航企業 MBNA Thames Clippers(英国)、ローカルフェリー運航企業 Kolumbus(ノルウェー)、アテネ工科大学(ギリシャ)、De Vlaamse Waterweg(ベルギー)などである。EU が「Horizon 2020」プログラムより 1,170 万ユーロ(1,380 万ドル)を助成し、ノルウェーリサーチカウンシル(研究評議会)と研究開発基金 Innovation Norway が追加支援を行っている。

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 CODE KILO

「CODE KILO」プロジェクトは、欧州の複数の大造船所グループが 2019 年半ばから 2020 年半ばにかけて実施した船舶の接続性に関する共同プロジェクトである。その目的は、データ管理に関するソリューションと標準の整合性確保で、造船業界におけるデータ転送の標準化の可能性を調査した。

プロジェクトの動機は、造船業界のデータ転送に関する共通基準の欠如が、顧客やシステムインテグレーターへの問題とコスト負担の増大につながるため、欧州造船業の競争力と効率に影響しているとの認識である。

相互接続されたオープンな船用プラットフォームは、船舶から陸上、サプライヤーから造船所、造船所から顧客へのデータ転送を可能にする。その目的は、船内のシステムデータを利用、再利用、組み合わせることから知識と価値を創出し、造船所のみならず、船舶運航者や船用機器サプライヤーがその活動を最適化することである。

これにより造船所はデジタル環境におけるインテグレーターとしての役割を拡大し、IoT（モノのインターネット）、ビッグデータ、人工知能（AI）を利用して、将来的な事業ベースを強化することが可能になる。

同プロジェクトは、欧州造船企業 7 社、即ち Fincantieri（イタリア）、Chantiers de l'Atlantique（フランス）、Naval Group（フランス）Damen Shipyards（オランダ）、Meyer Werft（ドイツ）、Luerssen（ドイツ）、Navantia（スペイン）の経験を組み合わせたものである。プロジェクト管理は、Fincantieri 傘下のイタリアのオートメーション企業 Seastema が担当し、欧州業界団体 SEA Europe が支援を行った。プロジェクトに参加した全造船グループは、ブリュッセルに本拠を置く欧州経済利益グループ（European Economic Interest Group : EEIG）である EUROYARDS のメンバーである。

5-2 FOIL SERIES

オランダ海事研究所 MARIN は、軽量高速船向けのフォイル技術の開発促進を目指した新たな共同産業プロジェクト（JIP）を提案した。

フォイルボートまたはフォイルフェリーのコンセプトは新しいものではなく、その開発と利用は 1980 年代にピークを迎えた。同技術への投資と研究はその後減少したが、近年になり、複合材、軽量構造、動揺制御システム（ride control systems）の進化により、フォイル技術への新たな関心が高まっている。

MARIN の長期的な研究開発目標は、フォイル統合型電気推進システムを搭載したフォイル船の新たなコンセプトの開発である。第一段階としては、フォイルと制御システムの初期設計を決定するための設計手法を開発する。MARIN は、既にヴァーヘニンゲン（オランダ）に位置する耐航性・操縦性試験水槽において自航式フォイル船の試験を行った。

提案された共同プロジェクトは、フォイル技術の特性と効率及び安全性への影響、悪天候時のフォイル船の快適性などに関する知識を増加させる。さらに、フォイル力学へのよりよい理解は、動揺制御システムの設計改善に役立つ。

プロジェクトでは、システマティックなフォイル船シリーズを開発する計画である。また、波浪時及び静穏な海象条件下の両方で、同シリーズ船の異なる運転段階（テイクオフ、トランジット、減速／旋回）における性能の試験を行う。試験では、キャビテーションとベンチレーションの影響も考慮する。

5-3 フランスとイタリアのリサーチ&テクノロジープログラム

2020年1月、Fincantieri（イタリア）とNaval Group（フランス）が設立した出資比率50：50の合弁会社Navirisは、艦艇市場における両造船グループの二国間及び輸出市場におけるビジネス機会に焦点を当てている。Navirisの本社はジェノヴァ（イタリア）に置かれ、オリウル（Ollioules、フランス）に子会社を持つ。Navirisは、世界の競合他社からの圧力増加に対応し、欧州の艦艇建造所の統合を加速する動きである。

Navirisは以下の主要事業に焦点を当てる。

- 世界の艦艇建造プロジェクト
- 共同研究開発プロジェクト
- プライムコントラクター及び設計企業としての役割
- 資材調達の最適化

2020年6月、Navirisは、FincantieriとNaval Groupの研究開発プログラム「Research & Technology (R&T) Programme」のプライムコントラクターとコーディネーターを務める契約を、欧州共同軍備協力（European Joint Armaments Cooperation）組織 OCCAR から受注した。Navirisは、研究開発活動の成果全ての知的財産（IP）権を保有する。

このR&Tプログラムの実施期間は2024年までの3年半に及び、以下の5件のプロジェクトで構成される。

① デジタルシップ

艦艇の全ライフサイクルをカバーするシミュレーション技術を開発する。これにより、物理的試験の必要性を低減すると同時に、製品の性能を向上させる。コンピューター支援エンジニアリング（CAE）を用いて流体力学的及び空気力学的な設計の精度を高め、またデジタルツイン技術も活用する。

② エネルギー消費の最適化

水上艦艇の船内電気システムと電気エネルギー消費のモニタリングを効率化するための新たなアーキテクチャーを開発する。

③ 燃料電池（水上艦艇向け）

水上艦艇に搭載するモジュール型燃料電池を開発する。

④ 未来のロジスティクス

製品のライフサイクルを通じた製造の効率化のためのソリューションを開発し、また検査、保守、船内システム管理の新ツールを提供することにより、造船業の競争力を向上させる。

⑤船舶性能

艦艇が現在よりも厳しい気象及び海象条件下でのオペレーション（ユニットの発射と回収など）を可能にするための手法、ツール、エンジニアリングを開発する。

プロジェクトの研究開発作業が行われるイタリアとフランスの 7 拠点は、Fincantieri ジェノヴァ、Fincantieri トリエステ、Fincantieri Group の研究機関 Cetena（ジェノヴァ）、Fincantieri Group のオートメーション企業 Seastema（ジェノヴァ）、Naval Group の 3 拠点（ナント-アンドル、オリウル、ロリアン）である。

5-4 オープンシミュレーションプラットフォーム（OSP）

デジタルツイン開発に焦点を当てた共同産業プロジェクトである「オープンシミュレーションプラットフォーム（OSP）」は、ノルウェーの 4 組織の主導で開始されたが、その後 23 組織が参加する国際的プロジェクトに発展した。プロジェクトは 2018 年第 3 四半期に開始され、予定通りに 2020 年第 2 四半期に終了した。

OSP プロジェクトの短中期的及び長期的なビジョンは以下の通りである。

①短中期的ビジョン

統合された複雑なシステムの設計、コミッション、オペレーション、安全性に関する要求を満たす共通デジタルツインソリューションを開発する。

②長期的ビジョン

共通デジタルツインシミュレーションのためのエコシステムを構築する。

また、OSP プロジェクトの基礎となる主な原則は以下の通りである。

- モデルの再利用：シミュレーションモデル及びデジタルツイン構成要素の再利用
- 知的財産権（IPR）の保護
- 異なるステークホルダー、シミュレーションツール、プラットフォームからのデジタルツイン構成要素のコシミュレーション
- 共通基準の構築
- 標準化と互換性のためのオープンソース

プロジェクトでは、ユーザーによるプラットフォーム機能の理解を促進するため、3 件のアプリケーションが開発され、ユーザーからのフィードバックをさらなる開発に利用する。OSP ソフトウェアと互換性仕様を用いたシミュレーションセットアップは、以下のような利用向けに構築された。

- ①ハイブリッドフェリー推進システムの設計（Sintef Ocean が主導）
- ②沿岸航路船の「バーチャル」発注（Kongsberg Maritime が主導）
- ③既存調査船のクレーン操作の計画（DNV GL が主導）

OSP プロジェクトは、DNV GL が主導し、当初 Kongsberg Maritime、SINTEF Ocean、ノルウェー科学技術大学（NTNU）の協力のもとに開始された。その後、中国、日本、韓国の研究組織、北欧及び西欧地域の産業・技術企業など多数の企業・組織がプロジェクトに参加した。

また、OSP を利用した以下の 2 件の研究開発プロジェクトが、ノルウェーで開始された。

- ①TWINSHIP (Digital twins for vessel life cycle service : 船舶のライフサイクルサービスのためのデジタルツイン) (本報告書 6-8 参照)
- ②DTYard (Digital twin yard : デジタルツイン造船所) (同 6-2 参照)

5-5 SEA Defence (Survivability, electrification, automation, detectability enabling foresight of European naval capabilities in extreme conditions : 極限状況下で欧州海軍能力の予測を可能にするサバイバル性、電化、自動化、検出性)

EU は、防衛能力の増強と防衛産業の統合、及びイノベーションと競争力の促進を目指したプログラムを開始した。戦略目標達成のため、EU 欧州委員会は欧州防衛基金 (European Defence Fund : EDF) *を設立した。

2019 年に開始された欧州防衛産業開発プログラム (European Defence Industrial Development Programme : EDIDP) により EDF が設立され、2020 年、EDIDP の一環として「SEA Defence」プロジェクトが開始された。

「SEA Defence」研究開発プロジェクトでは、次世代海軍プラットフォームに含まれるべき技術と開発プログラムに関するロードマップを構築するためのフィジビリティスタディを実施する。

フィジビリティスタディに含まれる課題は、船舶の動揺抑制、発電方法の改良、エネルギー貯蔵方法、自動化と自律化の促進などである。

「SEA Defence」プロジェクトは、英国を除く EU の主要艦艇建造所が参加している。プロジェクトはオランダ防衛省が主導し、プロジェクト参加諸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、パートナーは 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)、欧州造船用工業会 SEA Europe (ベルギー) である。

2020 年 2 月、フランスとギリシャは、艦艇建造及び関連研究開発イノベーション (RDI) 分野における協力合意に調印した。調印者は、フランス海事産業連合 GICAN とギリシャ国防製造企業連合 SEKPY である。

この合意は、フランスとギリシャ間のさらに広範囲な二国間軍事協定の一部である。また、欧州防衛基金 (EDF) を通じた欧州防衛産業の強化戦略を反映したものである。

*欧州防衛基金 (EDF) は、以下の 2 つの要素を持っている。

- ①研究活動：基金は、2019 年末までに 9,000 万ユーロ（1 億 600 万ドル）、2020 年以降は年間 5 億ユーロ（5 億 8,800 万ドル）。
- ②開発と買収：基金は、2019 年及び 2020 年には総額 5 億ユーロ（5 億 8,800 万ドル）、2020 年以降は年間 1 億ユーロ（1 億 2,000 万ドル）。

5-6 SLING (Sloshing of liquefied LNG : LNG のスロッシング)

2020 年 10 月、オランダ海事研究機関 MARIN の多相波動実験室 (Multiphase Wave Laboratory) 内の大型オートクレーブ (高圧装置) が稼働し、同実験室の活動は重要な新段階を迎えた。

SLING プロジェクトは、LNG タンク及び液化水素 (LH₂) タンク内のスロッシングに関する複雑な多相波動の研究、及び最適な設計手法の開発に焦点を当てている。多相波動実験室は、制御された環境下で多様な試験条件を提供する。試験設備の中心となるのは、長さ 15m、直径 2.5m の新オートクレーブ装置である。オートクレーブ装置は複数の窓を持ち、リサーチャーは、内壁に設置された高速映像の 100 圧力センサーを用いて衝撃荷重を測定し、波動の衝撃を可視化することができる。

試験は、ATEX 指令 (EU の爆発物取扱規定) の制約を受ける LNG を用いて行うのではなく、水と異なるガスの混合と異なる圧力と温度の組合せを用いて物理モデルを構築し、実証試験を行う。

SLING プロジェクトには、オランダ科学研究組織 NOW の応用科学工学部門が 530 万ユーロ (620 万ドル) を拠出している。MARIN 以外の参加企業・組織は、オランダの 4 大学、Bureau Veritas、ClassNK、Shell、Total、Damen Shipyards Group、Gaz Transport & Technigaz (GTT) である。

5-7 USWE (Upskilling Shipbuilding Workforce in Europe : 欧州造船所労働力のスキル向上)

2019 年に開始された USWE プロジェクトは、欧州造船業社会的ダイアログ委員会が主導し、造船業とその従業員によるインダストリー4.0/シップヤード 4.0 の技術導入への支援を目的としている。また、欧州の労働者の可動性を改善することにより、スキルのギャップを解決することを目指す。

プロジェクトでは、産業、労働者、教育提供者が協力して、技術の変化による仕事への影響を分析し、将来的なスキルのニーズを予測する。その目的は、造船業のスキルと能力の変化に対応するソリューションを提供する教育プログラムを共同開発することである。

USWE プロジェクトは、EU の Erasmus+プログラムが資金を拠出している。参加企業・組織は、欧州造船船舶用工業会 SEA Europe、欧州工業労働組合 IndustriALL Europe、フィンランドのトゥルク応用科学大学、スペインの職業教育訓練向け応用イノベーション研究組織 TKNIKA である。

第6章 欧州各国の造船研究開発プロジェクト

6-1 AERONAUT

船体上部構造の空力抵抗の低減を目指すドイツの研究開発プロジェクト「AERONAUT」は、2020年に大きく進展した。この3年間プロジェクトは、欧州における近代的な海洋船の空力抵抗に関する過去30年間の研究の少なさを問題視している。

AERONAUT プロジェクトには、ドイツ連邦経済技術省が、国家研究プログラム「次世代海事技術」から資金を拠出している。

幾何学的にシンプルな大型直方体の船体上部構造は、製造工程の簡易さと製造コストの低さから選ばれている。しかしながら、このような上部構造は風力抵抗を受けやすく、燃料消費の増加につながる。欧州内のフィーダー輸送に利用される小型コンテナ船の風力抵抗は、全抵抗の6%と算出され、タンカーやばら積み船などの船種ではこの数値はさらに大きくなる。

AERONAUT プロジェクトでは、様々な形状の上部構造向けに、スポイラー、デフレクター、フェアリングなどの空力抵抗抑制装置を開発し、最適化する。

プロジェクト参加組織であるハンブルク・ハーブルク技術大学が、プロジェクトで提案された各種ソリューションの風洞実験を担当している。各ソリューションのプロトタイプは、同じくプロジェクト参加企業である船社 Juengerhans の1,000TEU型フィーダーコンテナ船上に設置され、試験が行われる。その例としては、2020年初頭にデフレクターブレードが同船の船橋前面の角に設置され、通常航海中にモニタリングが行われた。これらのフロントスポイラーは、コンテナが搭載された同船の空力抵抗を約10%低減させると予想されている。

同時に、提案された様々な追加的装置の強度と建造方法の研究も行われている。

AERONAUT プロジェクトのコーディネーターはハンブルク試験水槽 HSVA が担当し、前述のハンブルク・ハーブルク技術大学と Juengerhans の他、海事技術研究センター CMT 及び Knierim Yachtbau が参加している。

6-2 DTYard (Digital twin yard : デジタルツイン造船所)

ノルウェーの DTYard プロジェクトの目的は、複雑な統合システム及びソフトウェアのデジタルツインシミュレーションのためのプラットフォーム間及びライブラリー間の協力促進を目指した産業「エコシステム」を構築することである。

具体的には、船主、造船所、船用メーカー、サブサプライヤーなどのステークホルダー間の協力のために、船舶とシステムのデジタルツインの効果的、効率的な構築を行う。2019年から2021年にかけて実施される同 DTYard プロジェクトは、共同産業プロジェクト「オープンシミュレーションプラットフォーム」プロジェクト（本報告書5-4参照）で開発された技術とアイデアを活用している。プロジェクトには Kongsberg Maritime、DNV GL、Sintef が参加し、ノルウェーリサーチカウンシル（研究評議会）が資金を拠出している。

DTYard プロジェクトでは、企業・組織が、知的財産権とソースコードを保護しながら、自らのモデルとデジタルツイン要素を他のステークホルダーとシェアすることができるモデルライブラリーを構築する。

デジタルツイン船は、実船と同様にインターフェイスで接続された船舶の機器及び自動化システムの多数のモデルとデジタルツイン要素から構築される。これは、モデルやサブシステムを完全なシステムや船舶に組み立てるためのバーチャル造船所となる。ライブラリーとバーチャル造船所は、モデルの効率的な交換と接続を可能にする船用モデルとシミュレーションに関する新基準により支援される。

DTYard エコシステムは、複雑な統合システムとソフトウェアの設計、製造、試験、運転、確認に関する多くの課題の解決に寄与すると予想されている。

6-3 FORCE Technology の研究開発プロジェクト

デンマークのコンサルティング企業 FORCE Technology が現在行っている研究開発活動には、デンマークの機関教育支援管理局が 2019～2020 年プログラムから資金を拠出している以下の 2 件のプロジェクトが含まれる。

①安全で効率的な航海

浅水域、港湾、航路、水路における操船のシミュレーションを行う改良型流体力学船舶モデルを開発する。船舶の周りの波動と潮流を計算する数値モデルの開発に焦点を当て、従来よりも高い精度で流体力を決定する。

②流体及空気力学バーチャル実験室

人工知能（AI）、マシンラーニング、歴史的データベース、数値解析法をベースとした新たなバーチャル実験室を構築し、流体力学及び空気力学に関する現行の物理的研究方法を補足する。これにより、造船及びオフショア産業向けに、より価値のあるデータに基づいたコンサルティングサービスを提供する。

6-4 HYKOPS (Development of a framework for the design of hydrodynamic components of manoeuvring and propulsion systems : 操船及び推進システムの流体力学部品設計のためのフレームワークの開発)

HYKOPS プロジェクトは、プロペラ、ラダー、ダクト、省エネ装置などの流線形要素の設計とデータ交換の改良を目的としたドイツの共同研究開発プロジェクトである。

ドイツの造船所 lensburger Schiffbau Gesellschaft (FSG) が主導した同プロジェクトは、2020 年初頭に完了した。プロジェクト参加企業・組織は、船舶技術・輸送システム開発センター DST Duisburg、ハンブルク試験水槽 HSVA、ISA Propulsion、MMG Mecklenburger Metallguss、SVA Potsdam、ハンブルク・ハーブルク技術大学、ロストック大学、ソフトウェア企業 Friendship Systems で、ドイツ連邦経済エネルギー省 (BMWi) が資金を拠出した。

プロジェクトの研究は、FSG が建造した特殊設計の傾斜型翼端を持つツインプロペラを搭載した英国の ROPAX フェリーを用いて行われた。実船におけるキャビテーションの観察、出力の計測、後流の計測などによるプロペラの流体力学特性の研究を行い、モデル実験で補足した。

HYKOPS プロジェクトは、船体とプロペラの相互関係と特殊型プロペラ設計に関する理解の深化に貢献した。

6-5 MARIN (Integrated marine remote environmental monitoring : 統合型遠隔海洋環境モニタリング)

2020 年に開始された MARIN プロジェクトは、無人船開発に関するイタリアの研究開発プロジェクトで、プーリア州政府が同州の研究イノベーション基金から助成を行っている。プロジェクトの予算総額は約 600 万ユーロ (700 万ドル) で、実施期間は 3 年間である。

プロジェクトで開発される多機能無人船は、沿岸モニタリングのための空中及び水中ドローンの統合と連携のプラットフォームを提供する。その機能は、環境保全、沿岸の安全確保、巡視/セキュリティーオペレーションなどである。同船は、陸上制御ステーションから遠隔操作され、先進的意思決定支援システムを持つ。

開発された技術は、全長約 20m の技術実証船を用いて海上試験が行われる。

MARIN プロジェクトは、Fincantieri 傘下の船用オートメーション企業 SEASTEMA がコーディネーターを務め、研究開発活動はイタリア南部沿岸のレッツェで行われる。その他のプロジェクト参加企業・組織は、RINA Consulting、通信技術企業 Co.M.Media、サレント大学、エンジニアリング企業 Apphia である。

SEASTEMA は、遠隔操作者に完全管理及び状況認識ツールを提供するための自動制御、意思決定支援、センサーデータフュージョンロジックなどの技術の開発を担当する。

6-6 NORTHERN LIGHTS

「Northern Lights」プロジェクトは、温室効果ガス (GHG) 削減目標達成のための二酸化炭素回収・貯留 (Carbon capture and storage : CCS) 技術を開発するノルウェーのイニシアティブの一部である。船舶による効率的な CO₂ 輸送は、新たな市場となる。同プロジェクトの主な内容は以下の 2 件である。

- ①セメント製造及びオスロフォルド地域の廃棄物発電所から CO₂ を回収
- ②これらの施設から液化 CO₂ をノルウェー西岸に海上輸送し、パイプラインでオフショア貯蔵施設に移送する。

「Northern Lights」プロジェクトは、ノルウェー国営エネルギー企業 Equinor、多国籍石油企業 Shell 及び Total のノルウェー拠点、船級協会 DNV GL の共同プロジェクトである。

プロジェクトの目的は、エネルギー効率設計指標（EEDI）のフェーズ 3 要件を満たす CO₂ 輸送船を設計することである。推進システムとしては、LNG、デュアル燃料の両方が検討されており、45 分間の操船が可能なバッテリーを併用する。

CO₂ 貨物格納容器は、LPG 輸送に広く採用されているタイプ C 型大口径加圧タンク 1 基である。DNV GL 認証を持つこの格納システムは、マイナス 30℃という運転設計温度を持ち、冷却の必要性を軽減している。このシステムには、19 バールという高圧に耐えるタイプ C 型の独立タンクが要求される。

高密度貨物、高設計圧、大口径のタンクの組合せのためには、タンクの強度要求を満たす革新的なアプローチが必要である。

6-7 ProProS (Digital twin to optimise shipbuilding : 造船工程最適化のためのデジタルツイン)

ドイツの国家研究開発プロジェクト「ProProS」は、造船所の建造・組立工程に利用するデジタルツインモデルの開発を目的としている。デジタルツインモデルは、造船工程のステータス管理と最適化に用いられる。建造工程で問題が発生した場合には、デジタルツインが代替となる建造・組立オプションをデジタル提供する。

ProProS プロジェクトには、ブレーメンの造船所 Luerssen、アーヘン大学の工作機械・製造工学実験室（WZL）、PLM（製品ライフサイクル管理）企業 PROSTEP が参加している。研究開発作業は 2020 年初頭に開始され、2022 年までの継続が予定されている。プロジェクトでは、実証用のデジタルツインを開発中である

開発されるデジタルツインモデルは、製品の構造や製造・加工所要時間、組立順序などの主要データのシミュレーションを行う。これらのデータは、リアルタイムで実際の製造工程の値と比較される。

最初の必要条件となる技術は、部品が紛失または準備されていなかった場合などに発生する製造工程の中断を早期発見するためのソリューションである。次の段階では、中断による遅延を軽減または完全になくすために、デジタルツインが工程管理に介入し、製造・組立方法の代替案を提案する。

6-8 TwinShip (Digital twins for vessel life cycle service : 船舶のライフサイクルサービスのためのデジタルツイン)

ノルウェーのリサーチカウンシルは、船舶のシステム及びオペレーションのデジタルツインの開発を目指した共同プロジェクト「TwinShip」を助成している。2021 年に終了予定の 3 年間プロジェクトである TwinShip には、オーレスンのノルウェー科学技術大学（NTNU）、Kongsberg Maritime、DNV GL、Sintef が参加している。

その目的は、全体のシステム設計を含むオープン形式のバーチャルシミュレーターの開発である。このバーチャルシミュレーターは、システムのコンフィギュレーション、運転性能の確認を行い、ライフサイクルサービスサポートとシステムの挙動予測を提供する。

TwinShip プロジェクトは、以下の 3 件の主要作業パッケージで構成されている。

- ①船舶設計、オペレーション、メンテナンスのためのオープンデジタルツインプラットフォームの開発。
- ②デジタルツインをベースとした早期警告、予測、最適化のためのツールの開発。
- ③サブシステム及び運転確認プロセスの一部となる実証機の作成。

TwinShip プロジェクトは、共同産業プロジェクト「オープンシミュレーションプラットフォーム」（本報告書 5-4 参照）で開発されたソフトウェアをベースとして利用している。

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

2019 年末時点における世界の新造商船の受注残は、2004 年以来最低となる 7,970 万トン (CGT) *で、欧州 (EU28 各国とノルウェー) のシェアは 14.7%であった。CGT に換算した上位 3 各国のシェアは、中国 34%、韓国 26%、日本 15%である。

EU の受注残 (CGT) は前年よりも若干減少し、2017 年と同レベルであったが、2009 ~2016 年期よりも高い水準である。しかしながら、欧州 (EU28 各国とノルウェー) の造船所の新規受注は、前年から大幅に減少した約 250 万 CGT、146 隻であった。

業界アナリストによると、2020 年初頭の欧州造船所の商船受注残は 800 億ドル相当で、金額ベースでは世界で最も多かった。これは、欧州造船所の建造船種の大部分が旅客船、及び貨物船以外の高付加価値の船舶であることに由来する。一方、中国造船所の受注残は約 600 億ドル、LNG 運搬船の受注残が多い韓国の受注残額も同レベルである。日本の受注残は、約 200 億ドルである。

過去 15 年間、欧州はばら積み船、コンテナ船、大型タンカーの建造を東アジア地域の造船所にとられてきたが、現在ではこれらの船種を完全に失ったといえる。Clarksons Research による 2020 年 7 月 1 日の数字では、欧州の受注残の世界シェアは、隻数では 10%であるが、トン数 (DWT) では僅か 1%に過ぎない。

さらに、欧州造船所が建造してきた高付加価値船種の一部も、アジアの造船所の領分となりつつある。特に ROPAX 及び RORO 船セグメントでは、近年中国の造船所が国際市場において大きな成功を収めている。

欧州の造船所は、長年の実績を持つクルーズ船建造所 (Fincantieri、Chantiers de l'Atlantique、Meyer Werft、Meyer Turku) と近年エクスペディションクルーズ船などの超豪華な小型客船市場に参入した造船所に分けられる。新規市場に参入した造船所に関しては、その後経営破綻が相次いだ。

スペインの造船所 Hijos de J.Barreras は、同造船所に発注した豪華新造船の竣工実現を望んだ Ritz Carlton が救済しなければ、2020 年には破綻していたであろう。同様に、ノルウェー造船所 Kleven Verft も、同造船所にクルーズ船を発注したノルウェー船社 Hurtigruten が買収しなければ、経営危機に陥っていた。2020 年初頭には、Kleven Verft は再び売却され、クロアチア造船所 Brodosplit を所有するクロアチア企業 DIV Group に買収された。また、クロアチアでは、エクスペディションクルーズ船市場に参入した Uljanik Shipyard が、破産申請を行った。Uljanik グループの造船所である 3 Maj Shipyard は、今年に入り、顧客であるオーストラリアクルーズ船社と、同造船所の 10 年リース契約を締結した。

2019 年、欧州造船船舶用工業会 SEA Europe は、欧州の海事技術セクターの経済的価値に関する最新統計の調査を、海事コンサルティング企業に発注した。この調査の結果、欧州海事産業の過去数年間の実績は以下ようになった。

- EU 加盟国 28 各国 (EU28) の年間海事技術生産高 (造船を含む) は、約 1,150 億ユーロ (1,352 億ドル) で、世界の生産高の 24%を占めている。

EU28 か国に EU 非加盟国であるノルウェーとトルコを加えた SEA Europe 加盟国全体では、さらに高い 1,286 億ユーロ (1,513 億ドル) となる。

- 欧州全体の海事セクターの直接雇用者数は 660,000 人、サプライチェーンによる間接雇用を含めた場合には 100 万人超となる。

船用機器・技術産業の生産額は、造船、改造、修繕セクターよりも大幅に大きい。EU28 か国の海事産業全体の生産額 1,150 億ユーロ (1,352 億ドル) のうち、船用企業が生産額が 710 億ユーロ (835 億ドル)、商船及び艦艇造船所の生産額が 430 億ユーロ (506 億ドル) である。SEA Europe 加盟国全体では、総生産額 1,286 億ユーロ (1,513 億ドル) のうち、船用企業が 816 億ユーロ (960 億ドル)、造船所が 470 億ユーロ (553 億ドル) となっている。

一方、同調査報告書では、今後 EU が産業戦略目標を達成できない場合には、欧州の地位はリスクに晒されることとなると警告し、戦略には、グローバルな競争と保護主義に対する一貫したアプローチを含めるべきであると述べている。

2019 年 12 月末、OECD (経済協力開発機構) 内の造船部会である第 6 作業部会は、2016 年に開始された「グローバルな造船制度に関する試験的協議」の終了を決定した。欧州側は、この決定は、韓国側に有意義な合意に向けた協議を行う意思がなかったことが原因であるとしている。OECD の協議終了を受け、SEA Europe は欧州の政策担当者に、グローバルな解決方法がない場合には、公平な市場条件を強制する多国間合意が必要であると主張している。

(*標準貨物船換算トン数 (CGT) は、労働力を含めた建造工事量を考慮するため、総トンや載貨重量トンよりも、トン数、労働価値の適切な指標となる。)

<COVID-19 の影響>

新型コロナウイルス (COVID-19) の感染拡大は、欧州造船業に深刻な影響を与えている。2020 年上半期の世界の新造受注は前年同期比 40% 減少し、竣工量も 17% 減少した。欧州の減少幅はさらに大きく、同時期の新造受注は 62% 減、竣工量は 48% 減となっている。

これまで欧州造船業を支えてきた大型クルーズ船や艦艇など高付加価値分野の全てでビジネスが崩壊した。2019 年には、欧州造船所はクルーズ船分野において、10,000 総トン以上のクルーズ船 25 隻を新規受注していた。一方、2020 年上半期の新規受注は、僅か 2 隻である。

2019 年、欧州造船所は 165 隻の艦艇を新規受注したが、2020 年上半期の受注量は大きく減少した 49 隻である。

フェリー市場における新規受注は 2019 年に大きく減少したが、2020 年上半期の欧州造船所のフェリー受注はゼロであった。

COVID-19 感染拡大前の欧州造船所の商船受注残は、中国、韓国、日本の約 2 年分よりも格段に大きい、少なくとも今後 4 年間の工事量が保証されていた。しかしながら、欧州造船所の受注残は、リードタイムと開発期間の長い複雑なプロジェクトが多く、またコロナ禍により最大の打撃を受けたクルーズ市場に依存している。

クルーズ船に次ぐ欧州造船所の第二の市場である艦艇その他の政府関連の船舶建造市場においても、COVID-19 対応への政府支出の急増により、将来的な需要へのリスクと不透明さが高まっている。政府債務の増大は、今後の艦艇・政府船予算にも影響を及ぼす可能性がある。

ドイツの造船関係者は、今後少なくとも2年間または3年間の新造船需要の完全な回復は見込めないとし、これは欧州全体の見方でもある。ドイツの業界団体VSMをはじめとする欧州各国の業界団体は、このような状況への対応策として、①公的受注の促進と前倒し（海上保安艇、警察船、消防艇、調査船、公共フェリーなど）、②商船のエネルギー効率化、環境性向上へのリニューアルの促進、③研究開発活動への支出増加などを提案している。代替としての新造船建造への補助は、環境持続性の向上と関連したものとし、民間海運への新技術導入を進めてゆく。

さらに、欧州各国の造船業工業会は、「アジア各国の補助制度」により公平な競争が損なわれているとし、EU及び各国政府に確固とした対応を求めている。

<暫定的対策>

COVID-19 感染拡大により造船産業が直面している深刻な状況に対応するため、欧州各国政府は、EU 欧州委員会と連携し、以下のような数々の暫定的政策を打ち出している。

- 省庁及び政府関連機関による船隊リニューアルプログラムの前倒し
- 艦艇及び関連機器の公的調達プログラムの前倒し
- 造船所、船用企業、EU の戦略的指令（環境性向上、デジタル化、競争力強化、製造の安全性向上）に沿って活動及びプロジェクトを行っている企業に対する税金控除
- 造船所の工事量を維持するための船主向けの財政的インセンティブ
- 船用技術への投資を行う中小企業向けの財政的インセンティブ
- 造船所の労働力を維持し、再トレーニングを行うための方策
- 欧州海事産業全体のプロジェクトである「ゼロ排出の水上輸送」（Zero Emission Waterborne Transport）プラットフォームによって創出されたビジネス機会の振興と活用

SEA Europe は、EU の「水上輸送技術プラットフォーム」（Waterborne Technology Platform）を支援するため、EU「Horizon 2020」プログラムの後継プログラムとして2021年に開始される欧州研究開発イノベーションに関する7年間プログラム「Horizon Europe」の戦略策定を進めてきた。

SEA Europe と「水上輸送技術プラットフォーム」は、欧州委員会と加盟国政府からゼロ排出水上輸送プロジェクトに関する協力プログラムと共同パートナーシップへの政治的支援を獲得した。これらの政策は次期フレームワークプログラム「Horizon Europe」に含まれ、海上輸送による温室効果ガス排出の削減というIMOの戦略目標を達成するための革新的ソリューションの研究開発活動を支援する。また、パートナーシップは、2050年までに気候中立を目指す欧州委員会の「欧州グリーンディール」の実施を支援する。

<特許の保護>

造船所、船用企業、技術企業、設計企業を含む欧州の海事産業は、年間売上の最大 9% を研究開発活動に投資している。イノベーションの優位性と国際競争力の維持のために、同産業は効果的で信頼性があり、アクセス可能な特許システムを必要としている。2020 年 4 月、SEA Europe は、EU 当局に計画中の統一特許制度 (Unitary Patent System) の早期発効を求めた。

統一特許 (Unitary Patent : UP) と統一特許裁判所 (Unified Patent Court : UPC) の創設は、現行の欧州特許制度を強化し、シンプルでコスト効果の高い制度とする。統一特許は、欧州特許庁 (European Patent Office : EPO) に 1 件の特許申請を行うことにより、最大 EU25 か国において同特許が保護されるため、複数国での特許登録の必要がなくなる。これにより総コストが 70% 低下すると同時に、欧州のイノベーション・技術市場へのアクセスが可能となり、特に中小企業、大学、研究機関にとっては利点大きい。

統一特許制度は、計画されている統一特許裁判所とリンクしている。同裁判所は、EU 加盟国により設立され、統一特許及び欧州特許の侵害や有効性に関する裁定を行う司法機関である。これにより、複数の加盟国におけるコストのかかる同時訴訟の必要がなくなると同時に法的確実性を高め、各国の裁判所から異なる判決を受けるといった事態を回避できる。

EU 当局は、新特許制度の開始は 2022 年になると示唆している。しかしながら、ドイツの統一特許裁判所批准の遅れと、英国が EU 離脱に伴い、2020 年に統一特許裁判所の批准取りやめを決定したことを、SEA Europe は問題視している。

<欧州造船船舶産業の防衛>

現行の EU の貿易防衛策は、産業の特殊な性質から、造船業には適用されていない。2020 年 6 月、欧州委員会は、「外国の公的補助に関する市場の平等化」と題された白書を発表した。同白書は、新たな方策または指令を導入することにより、EU の貿易と産業への脅威となる公的補助問題に取り組むという野心的な計画を含んでいる。

SEA Europe は、提案されている EU の新方策は、欧州の造船所を支援する貿易防衛手段としても利用可能とすることを求めている。

SEA Europe は、「アジアとの不平等な競争」への懸念を繰り返し表明してきた。この懸念は、特にオランダ造船船舶業界団体である Netherlands Maritime Technology (NMT) からの強い賛同を得ている。

欧州委員会の白書の発表を受け、NMT は、「この有望な提案を有効で確固とした方策に変換する」ことを、EU 及び各国政府に提唱している。オランダの海事産業は、中国政府による中国造船所への多額の補助金と支援を特に問題視している。グローバルな造船業の構造的な能力過剰状態と相まって、このような政府補助はさらに大きな影響を与えている。市場の不平等は、OECD の規制に反した輸出向け融資も原因となっている。

NMT は、「欧州委員会の白書は、外国の補助による市場の不平等に関する欧州規制には本質的な欠陥があることをついに認めた」としている。オランダでは、この法的問題が迅速に解決されない限り、同国の造船業と関連産業のビジネスの大部分は、2、3 年以内にアジア諸国に奪われると見られている。

2020年5月、SEA Europeは、新たな政策の重要性を強調し、「現在のような困難な時期に、欧州海事産業の技術優位性、雇用、知識、及び欧州の独立性（自給力）を守るために、欧州は海事技術セクターに対して効果的な解決策を早急に打ち出すべきである」と述べている。

さらに、「迅速な行動がなければ、アジアの造船技術セクターとの関係はさらに悪化し、欧州は残りの造船セグメントさえもアジアに奪われることとなり、関連産業のサプライチェーン全体も連鎖的に大打撃を受ける。欧州造船産業の喪失により、欧州は造船、修繕、レトロフィット、メンテナンス、改造、商船及び艦艇の艤装を完全にアジアに依存することになる。COVID-19感染拡大により、このような外国への既存の危険性は既に明らかである。」との警告を発している。

<EUの環境目標>

2019年12月、欧州委員会は、「欧州グリーンディール」（EUGD）を発表した。この重要な政策は、2050年までに欧州経済を気候中立にすることを目標としている。EUGDの目標に沿って、欧州水上輸送技術プラットフォームは、戦略的研究課題を決定した。

決定された課題は、研究開発イノベーション戦略と、異なる水上輸送セグメントへの適用方法に関するものである。水上輸送パートナーシップの中心的な目標は、2030年までに全主要船種とサービス向けのゼロ排出ソリューションの実証実験を行い、2050年までにゼロ排出水上輸送を実現することである。

この移行の実現のためには、海事産業の現在の研究開発イノベーション投資に加えて、さらに多額の投資が必要となる。その調査段階として、SEA Europeは「STEERER」プロジェクトを主導している。（本報告書4-7参照）

同時にSEA Europeは、EU排出量取引制度（EU Emission Trading Scheme）を海運に導入する代わりに、新たなEU海事基金（EU Maritime Fund）の創設を提案している。この海事基金は、海運の「グリーン」な技術の開発と持続性のある代替燃料の導入を促進するインセンティブとなる。また、「グリーン」なインフラの構築を支援し、新たなシステムや燃料の早期導入を促す。

さらに、このような投資は、海事セクターに法的な確実性を提供する法的枠組み内で行われるべきであり、法的な確実性がなければ、企業は投資を控えると予想している。

<造船所の製造・メンテナンス工程の改善>

欧州委員会は、「Horizon 2020」助成プログラム内の2018～2020年期の研究開発活動として、造船所の製造・メンテナンス工程の改善に関するプロジェクト提案を募集した。

欧州委員会は、海外の競合造船所が、クルーズ船、高度な特殊目的船などこれまでEU造船所が優位性を持っていた高付加価値船種市場への参入を増加させていることに危機感を感じている。特に、欧州の中小造船所にとって、市場環境は一段と厳しい。中小造船所は、1隻のみのニッチ船種の開発、建造、プロジェクト管理に機敏性を持つが、研究開発活動への資金と人材が不足している場合が多い。

造船産業の競争力を維持するには、継続したイノベーション活動が必要である。また、自動車、航空機、情報技術など造船以外のセクターからの技術と知識の活用も重要である。造船業は、製造のデジタル化、先進ロボット工学、コボット（協働ロボット）、マシンビジョン、IoT、柔軟な製造システム、3D印刷、複数拠点のサプライチェーンの統合、スキル開発戦略などに関する最新技術を活用すべきである。

欧州委員会は、大規模造船所への支援も重要であるが、支援の焦点となるのは、中小造船所の競争力向上のための研究開発イノベーション活動の促進であると明言している。

「Horizon 2020」プログラムで認可された研究開発プロジェクトには、EU から 400 万～600 万ユーロの助成金が支給される。

<造船所のライフサイクルサービス提供>

欧州の海事産業界では、造船所は、船舶の建造に加えて完全なライフサイクルサービスを提供することにより、ビジネス転換を図るべきであるとの意見がある。

このアプローチは、船主・船社への長期的な利益となり、造船所と造船業全体のビジネス拡大にも役立つ。

このようなビジネス転換を実現するには多くの課題があり、特にデジタル技術の導入は不可欠である。

造船所にとっては、船舶建造以外に、ライフサイクルメンテナンス、修繕、アップデート、監視などのサービスを提供することは有益である。造船所は、既に設計、製造、建造された船舶に関するデータを加工し、デジタル化している。従って、船主が船舶を建造した造船所が、メンテナンスや修繕を発注することは理にかなっている。この条件としては、造船所が、スキルのある人材を有するか、または建造、艀装からの人材を回すという柔軟な姿勢を持つことが必要である。

従来、造船所は造船契約に縛られており、コスト内で納期通りに船舶を建造、竣工させることに重点を置いているため、船主の長期的コストまたはライフコストが考慮されていない場合がある。ライフサイクル計画の責任を担うことにより、造船所は、船主の長期的コストやライフサイクルコストを考慮した建造計画への財政的意欲が高まると予想される。

さらに、このようなアプローチは、長期的には、効率、製品の品質及び資産価値の向上につながると考えられる。また、戦略の基礎としてのデジタルツイン概念の導入も進むと予想される。

7-2 クロアチア

2020年7月、オーストラリア資本のクルーズ船社 Scenic Group は、新たに設立した子会社 MKM Yachts を通じて、クロアチア政府とリエカの造船所 3 Maj Shipyard のサブコンセッション（部分的経営権）契約に合意し、造船業に参入した。MKM Yachts は、同造船所の 21,400 m²を運営し、「ブティック」クルーズまたはエクスペディションクルーズ市場向けの超豪華クルーズ船の開発と建造を行う。サブコンセッション契約の期間は10年間である。

MKM Yachts は、契約合意後直ちに、昨年 3 Maj Shipyard が着工した 17,500 総トン型クルーズ船「Scenic Eclipse II」の建造を引き継いだ。同船の旅客定員は僅か 228 人である。さらに、MKM は、Scenic Cruises 向けの同型船 4 隻を建造し、2026 年までに順次竣工する。

Scenic Cruises の新造船計画は、2019 年 8 月にプーラ（クロアチア）の造船所 Uljanik Shipyard で竣工したクルーズ船「Scenic Eclipse I」から始まった。Uljanik は、3 Maj Shipyard と同じクロアチアの持ち株会社が所有していたが、2020 年初頭に持ち株会社が経営破綻したため操業を停止した。一方、3 Maj Shipyard は、クロアチア政府の支援により資金を調達し、操業を続けてきた。MKM Yachts との合意は、同造船所の復興戦略にとって重要な展開となった。

クロアチア政府は、3 Maj Shipyard が受注済みのカナダ船主向けの自動荷役式ばら積み船の第 2 船の建造を完了するために、クロアチア復興開発銀行からの 2,600 万ユーロ（3,060 万ドル）の融資を保証した。同船は 2020 年 9 月に竣工、引渡しが行われた。同造船所の受注残は、元は Uljanik 造船所に発注されていたカナダ船主向けの同型船 1 隻と、スペイン向けのタンカー 1 隻である。

その他の動向としては、2020 年、クロアチア Brodosplit 造船所を所有するクロアチアのグループ DIV が、ノルウェー Kleven 造船所を買収した。今後 Kleven は、Brodosplit と共同で建造を行う。（本報告書 7-8 参照）

7-3 フィンランド

COVID-19 感染拡大を受け、2020 年 4 月、Meyer Turku は人員削減を行うと同時に、手持ち工事量を 2026 年まで引き延ばす計画を発表した。

納期を延期するという受注残の調整には、発注者との合意が必要である。Meyer Turku の計画では、2020～2023 年期には、年間 1 隻または 2 隻の大型船を建造する予定であったが、それを年間 1 隻のみのクルーズ船建造に変更する。人員削減に関しては、最大 450 人のレイオフが予定されている。2019 年、Meyer Turku は、LNG 駆動の 184,000 総トン型クルーズ船「Costa Smeralda」の引き渡しの遅れから、過去数年間で初めての赤字を計上している。

Meyer Turku は、フィンランド南西部の民間企業としては 2 番目に大きい雇用主であり、公的機関を含めると、トゥルク市、トゥルク大学、Valmet Automotive 社に次ぐ同地方 4 番目の大雇用主である。

Meyer Turku の受注残 (2020 年 10 月 1 日現在)

| 納期 | クルーズ船 船名/クラス | 総トン数 (GT) | 船主 |
|-------------|--|--------------|----------------------|
| 2020 年末 | <i>Mardi Gras</i> (同クラス第 1 船、LNG 駆動) | 180,000GT | Carnival Cruise Line |
| 2021 年 10 月 | <i>Costa Toscana</i> (Costa Smeralda クラス第 2 船、LNG 駆動) | 184,000GT | Costa Crociere |
| 2022 年 | <i>Mardi Gras</i> クラス第 2 船 (LNG 駆動) | 180,000GT | Carnival Cruise Line |
| 2023 年 | <i>Icon of the Seas</i> (同クラス第 1 船、LNG 駆動) | 200,000GT | Royal Caribbean |
| 2024 年 | <i>Mein Schiff 7</i> | 111,500GT | TUI |
| 2025 年 | <i>Icon</i> クラス第 2 船 (LNG 駆動) | 200,000GT | Royal Caribbean |
| 2026 年 | <i>Icon</i> クラス第 3 船 (LNG 駆動) | 200,000GT | Royal Caribbean |

2020 年 7 月、オーストラリア船社 TT Line は、フィンランドで復活した造船所 Rauma Marine Constructions (RMC) との、48,000 総トン型 ROPAX フェリー 2 隻の建造に関する基本合意 (memorandum of understanding : MOU) をキャンセルした。TT Line を所有するタスマニア州政府による発注計画キャンセルの理由は、COVID-19 感染拡大と同州への経済的影響である。

この基本合意は、TT Line が当初ドイツ造船所 Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG) に発注した同 2 隻をキャンセルした後、5 か月前に RMC と締結された。FSG は深刻な資金難に陥っており、製造継続が困難となり、納期も大幅に遅れていた。

フィンランド RMC との合意のキャンセルは、COVID-19 感染拡大に伴い世界中で増加しているナショナリズム的傾向を反映したものであると考えられている。タスマニア州政府は、既存船の代替や船隊への投資プロジェクトに関し、タスマニア州内及びオーストラリア国内からの船舶、部品、製造労働力の調達を増やす必要性を感じているとみられる。

<アールト大学との共同研究開発>

2020 年初頭、アールト大学はフィンランド造船所 Meyer Turku 及び Rauma Marine Constructions との共同研究開発に合意したと発表した。

アールト大学と Meyer Turku の合意は、分野横断型の研究、教育、専門家の協力などに関する体制を構築、強化することを目指している。Meyer Turku は、常に新たな才能を求めており、アールト大学のキャンパスで同造船所の存在感を高めることに利点を感じている。合意された協力は、学内の分野横断型プロジェクト、修士及び博士論文に関するプロジェクト、共同セミナーやワークショップなどを含む。また、キャンパスでは、Meyer Turku におけるキャリアパスや海事技術分野での雇用機会に関する情報も提供する。

さらに、共同研究開発は、材料研究や鋼材構造、情報通信技術、デジタル化、流体力学、船舶の安全性、エネルギー効率、持続性のあるソリューションの分野に拡大され、継続される。

海事分野の将来的トレンドと影響に関するアールト大学の新プロジェクト「MarineX」は、海事産業、海事技術向けの研究フォーラム及び協力プラットフォームへと発展する予定である。

アールト大学と Rauma Marine Constructions の協力は、長期的な共同研究開発プログラムである。同プログラムの計画は 2020 年に開始された。その焦点は、海事産業のカーボンフットプリント削減のための新燃料の実用化を含む、海運の環境及び安全性技術の開発である。アールト大学は、氷と波浪の負荷による複雑な物理的環境下の船舶の挙動と強度、また氷海技術全般において豊富な経験がある。このような知識は、バルト海域向けの ROPAX フェリー、多目的砕氷船、政府船などの受注残を持つ RMC にとって有益なものである。

<アールト大学の氷海試験水槽>

フィンランドの耐氷船技術は、アールト大学の氷海モデル試験水槽のアップグレードによりさらに強化された。800 万ユーロ（940 万ドル）を投資したこのプロジェクトは、設備の調整試験、試験結果の検証、アップグレードされた冷却装置と曳航設備の効果測定を経て、2020 年 1 月に完了した。

この氷海水槽は 1980 年代に建造されたもので、アールト大学（2010 年まではヘルシンキ工科大学）が主に天然氷の挙動の研究に用いてきた。2017 年以来、同大学と Aker Arctic Technology 社との協力合意により、同水槽は民間船の設計や実証実験に利用できるようになった。

Aker Arctic Technology の自社氷海試験水槽は長さ 75m、幅 8m であるが、アールト大学の多目的氷海水槽は 40×40m の正方形である。この正方形水槽は、特に新設計の船舶の旋回性能や操縦の試験に適している。また、流氷と流氷方向の変化による影響のシミュレーションと評価試験も可能である。

<Aker Arctic Technology>

COVID-19 感染拡大にもかかわらず、2020 年を通じて Aker Arctic Technology の氷海試験水槽はフルタイムで稼働していた。顧客自身が試験に立ち会うことができないため、新たにオンラインのビデオストリーミングサービスが開発された。

試験中の船舶モデルは、上方、両サイド、下方から撮影される。1 基のカメラは試験水槽のガラス底を通して撮影するため、氷海における船首、船尾両方の挙動の観察が可能である。ビデオ映像は、スクリーン上の 4 つの画面に投影され、顧客は自らのオフィスで、船舶モデル試験の全過程を全アングルから見るができる。また、質疑応答のための「チャット」機能もあり、Aker Arctic Technology の試験担当者とは会話ができる。オンライン試験には、一度に最大 30 人のビューアーの参加が可能である。

Aker Arctic Technology は、オンラインサービスは、事態が正常に戻ったときには、実際の試験見学に取って代わるものではないと考えているが、長期的に見た場合、このオンラインサービスには、物理的な見学よりも多くの人々が参加（報告書を読むだけでなく）できるという利点がある。

Aker Arctic Technology が 2020 年に開発した技術には、氷と塗装された鋼製船体の摩擦の計測技術がある。2019 年、ロシア船級協会（Russian Maritime Register of Shipping : RS）は、氷海船の塗装に関する規制を変更した。新規制では、認可された塗料が使用された場合には、さらに薄い鋼板の使用が許可されている。塗料が認可されるためには、マイナス 20℃の環境で、硬度、耐性、摩擦などに関する試験をクリアする必要がある。Aker Arctic Technology は、このような測定のための特殊リグを開発し、ロシア船級協会による検査と承認を得た。

<CADMATIC : データ駆動型造船>

造船ソフトウェア専門企業 Cadmatic は、フィンランドで売上に対して最も高い比率の研究開発投資を行っている企業のひとつである。2019 年には、同社は年間売上の 21% を研究開発活動に投じており、これはフィンランド企業としては 7 番目に高い比率である。

Cadmatic は、造船所と船舶設計企業が、造船のライフサイクル及び設計プロセスの高度デジタル化が与える大きなビジネス機会を活用することを促進している。

Cadmatic は、データ駆動型産業に転換した造船産業の実現というビジネス戦略を迫及している。船舶の設計・建造工程全体における データの品質、一貫性、相互接続性、データ処理の完全自動化は、効率、生産性、収益性の向上に不可欠な要素である。

データ駆動型造船では、デジタルデータのストリームは一貫性と信頼性があり、すべての分野、プロジェクト工程、船舶のシリーズ建造に再利用が可能である。データが造船の全工程を駆動、接続し、手動のデータ処理を最小限または完全になくす。これにより、データの一貫性は保護され、造船工程は最適化される。

その目的は、工程の最適化、エラーの大幅減少、初期段階からの正確性の確保だけではなく、造船所がエラーやその他の要素により変更を余儀なくされた場合に、効率的な変更を可能にすることである。

船舶の全データのコアは、CAD 3D モデル内に作成、保管される。CAD コア上で無数の計算及び解析プログラムが処理されて船舶のデジタルモデルに加えられ、モデルを構築してゆく。

データの一貫性により、船舶の 3D モデルは、スケジュール作成、プランニング、製造、組立などの造船工程の最適化を支援するために使用できる。

データ駆動型造船の核となる要素は、造船のライフサイクル内で使用される数々のシステムの統合である。これまで船舶設計及び造船工程で作成されたデータの多くはサイロ化（保存）されたため、ライフサイクルを通じたシステムの統合は非効率的であった。

CAD、CAM、ERP（enterprise resource planning : 企業資源計画）、MES（manufacturing execution system : 製造実行システム）、PDM（product data management : 製品データ管理）、PLM（product lifecycle management : 製品ライフサイクル管理）の統合により構築されたデジタルツインは真の価値を持つ。特に、設計、組立、建造まで垂直統合されたオペレーションを持つ造船グループには利点大きい。

データ駆動型造船では、一貫したデータストリームにより、紙製図の必要をなくし、造船工程のペーパーレス化を促進する。これにより部門間の協力が容易になり、同じソースからのリアルタイムデータを共有することにより、複数のプロセスが統合され、造船工程

の始めから終わりまでの連続性が確保される。造船所の製品化への所要時間短縮、建造リードタイムの短縮、コストの低減を実現し、また設計、製造、サプライチェーンの品質の欠陥を減少させる。

Cadmatic の「eShare」プラットフォームは、デジタルツインを漸次作成する。同プラットフォームは、様々な CAD フォーマットの 3D モデルを保存、統合し、また PDM、PLM、ERP、MES などの他のシステムからのデータを効率的に統合する。ユーザーは、高度ビジュアル化技術とオンデマンドのデータ取り込みにより、全てのデータにアクセスすることができる。

データ駆動型アプローチでは、連続したデータストリームにより、紙の製図や書類を使用する必要がなくなる。2020 年に市場化された Cadmatic の最初の 3D ビューアー「eBrowser」を利用して、造船所は製図の量を 30%削減した。また、全プロジェクト情報を相互接続したセントラルポータルとして機能する「eShare」プラットフォームの導入により、さらに 70%の製図数削減が実現した。

IT 技術のインテリジェンスの進歩により、製造工程に必要な製図の数と種類が大幅に削減された。造船所の現行の製造工程の変革に対する受け入れ態勢も、データ駆動型アプローチへの追い風となった。

<戦略的パートナーシップ>

2020 年 6 月、Cadmatic とオランダ企業 Floorganise は、両社の製品群拡大と造船所向け製造計画及び制御ソリューションに関するビジネス強化に向けて戦略的パートナーシップに合意した。このパートナーシップは、エンジニアリングデータと計画・制御機能を統合した造船計画・制御プラットフォームの共同開発に焦点を当てている。開発されるソリューションは、全建造工程の所要時間を 15%以上削減する。

この合意により、Cadmatic は、全製造工程、エンジニアリング、サプライチェーンをカバーする「1 ストップ・ショップ」としての情報管理ソフトウェアソリューションの設計を提供する。

7-4 フランス

2020 年、Chantiers de l'Atlantique は、同社サン・ナゼール造船所の設備投資プログラムの次の段階を発表した。この計画では、3,500 万ユーロ（4,120 万ドル）を投資し、メインのバース（船台）上に、2 基目のガントリークレーンとして、吊上荷重 1,050 トンの新クレーンを設置する。新クレーンは既存の 750 トンクレーン 2 基の代替となり、1 基目の 1,400 トンガントリークレーンを補完するものである。

新クレーンは、高さが既存の 1,400 トンガントリークレーンよりも 10m 高い「Very High Gantry」（VHG）である。この VHG クレーンは 2022 年第 1 四半期の稼働が予定されており、水深のある建造ドックでの大型クルーズ船の上部構造やファンネルの設置に使用される。現在この作業は、艀装ドックでリースされたクレーンを用いて行われている。

1,400 トン型 VLG クレーンは、超大型船体ブロックの吊り上げと設置のために最大化される予定である。設備投資プログラムの前段階では、組立エリアの拡張の一環として、VLG クレーンのレールは 135m 延長された。

Fincantieri による Chantiers de l'Atlantique の買収に関しては、2020 年 10 月に EU 競争当局による承認が予定されている（本報告書 7-6 参照）。現在のところ、筆頭株主であった韓国 STX Group の株式売却に伴い、フランス政府が一時的に Chantiers de l'Atlantique の 84.3%を所有し、その他の株主は Naval Group（11.7%）、複数の地元企業（1.6%）、従業員（2.4%）である。Fincantieri の買収により、イタリア国営造船グループがフランス最大の造船所の 51%を所有することとなる。EU による承認の長引く遅れは、フランス国内及び海運市場の買収への懸念によるものであるとも考えられる。フランスのシップブローカーは、その懸念を以下のように述べている。

- クルーズ船の船主は、計画中の Fincantieri、Vard（Fincantieri が所有）、Chantiers de l'Atlantique の合併は、同グループの優位性を高め、市場の独占につながると見ている。
- Chantiers de l'Atlantique の売却により、商船、艦艇建造の両方で、フランスの自給性、技術所有権、戦略的支配権は縮小する。（Chantiers de l'Atlantique はクルーズ船に加え、艦艇も建造している。）
- Chantiers de l'Atlantique はクルーズ船の設計と建造に豊富な技術と実績を持っており、中国造船所にクルーズ船技術のライセンス供与を行っている Fincantieri による買収は、フランスのノウハウが Fincantieri を通じて中国に売却される懸念がある。
- 自らが蓄積した専門技術はフランス内に留めるべきであるとする労働組合及び経営陣からの反対がある。

2021 年 1 月に、Fincantieri による Chantiers de l'Atlantique の統合は見送られる旨報道されている。

Chantiers de l'Atlantique が、収入源の多様化のために洋上再生可能エネルギー分野のビジネスに参入し、オフショア市場での地位を強化していることも重要である。洋上風力発電は成長が見込まれる市場で、工業の移転と地方の開発が政治的な優先策であるという現状において、特に地方への恩恵が大きい。

フランスの造船業には、イタリア Fincantieri ともうひとつの展開がある。即ち、Fincantieri とフランス Naval Group が設立した艦艇建造に関する合併会社 Naviris である。（本報告書 7-6 参照）

Chantiers de l'Atlantique のクルーズ船受注残 (2020 年 10 月 1 日現在)

| 納期 | クルーズ船 船名／クラス | 総トン数 | 船主 |
|-------------|--|-----------|-------------------|
| 2020 年 10 月 | <i>MSC Virtuosa</i> (Meraviglia-Plus クラス第 2 船) | 177,000GT | MSC Cruises |
| 2021 年 3 月 | <i>Wonder of the Seas</i> (Oasis クラス第 3 船) | 227,000GT | Royal Caribbean |
| 2021 年 | <i>Celebrity Beyond</i> (Celebrity Edge クラス第 3 船) | 129,500GT | Celebrity Cruises |
| 2022 年 | Celebrity Edge クラス第 4 船 | 129,500GT | Celebrity Cruises |
| 2022 年 6 月 | <i>MSC World Europa</i> (MSC World クラス第 1 船、LNG 駆動) | 205,000GT | MSC Cruises |
| 2023 年 | Meraviglia-Plus クラス第 3 船 (LNG 駆動) | 183,500GT | MSC Cruises |
| 2023 年秋 | Oasis クラス第 4 船 | 231,000GT | Royal Caribbean |
| 2024 年 | MSC World クラス第 2 船 (LNG 駆動) | 205,000GT | MSC Cruises |
| 2024 年秋 | Celebrity Edge クラス第 5 船 | 129,500GT | Celebrity Cruises |
| 2025 年 | MSC World クラス第 3 船 (LNG 駆動) | | MSC Cruises |
| 2026 年 | MSC World クラス第 4 船 (LNG 駆動) | | MSC Cruises |

フランス政府による同国の造船業への支援策としては、フランス装備総局 (Direction générale de l'Armement : DGA) が Chantiers Piriou にタグボート 20 隻を新造発注した。うち 15 隻は、全長 26m の港湾タグで、35 トンの牽引力と護衛能力を持つ。残りの 5 隻は、沿岸／港湾タグである。これらのタグボートは、ブルターニュ地方コンカノーにある Chantiers Piriou の造船所で建造される。建造プロジェクト管理は、Piriou と Naval Group の合弁会社 Kership が担当する。引き渡しは 2022 年半ばに開始され、年間 4 隻のペースで行われる。新造タグボートは、フランス及び同国海外県の海軍基地 5 か所に配備される。

デジタル化プログラムを進めている Chantiers Piriou は、建造、修繕、メンテナンス事業のデジタル化を目指し、同造船所の国際ネットワークに「Infor LN」ソフトウェアを採用した。同社最大の造船所であるフランスのコンカノー造船所は、2021 年に最初にデジタル化される予定で、その後アルジェリア、西アフリカ、ベトナムの同社造船所が順次デジタル化される。

7-5 ドイツ

2019 年のドイツの船用・オフショア機器セクターの雇用者数は、前年比 3% 増の 64,500 人で、売上は同 4.5% 増の 114 億ユーロ (134 億ドル)、新規受注も 3.4% 増加した。このようなドイツ船用企業の好調は、2020 年の COVID-19 感染拡大により打撃を受けた。

一方、COVID-19 感染拡大にもかかわらず、ドイツの船用企業は既存受注の生産体制を維持し、一時的な物流の問題による遅れは少なかった。しかしながら、ドイツ国内外からの新規受注は大幅に減少した。減少幅は国内需要よりも輸出向けが大きく、輸出が 75% を占めるドイツ船用工業にとっては深刻な事態となった。

ドイツ連邦政府は、船用産業の苦境に迅速に対応し、減価償却と損失への税免除、研究開発への税優遇、政府省庁の船隊刷新計画の前倒しなどの支援策を打ち出した。

長期的戦略としては、ドイツ工業会 VDMA は、企業の製品群の拡大だけではなく、提供サービスの拡大のために、デジタル化の重要性を強調している。また、VDMA は、全船種向けのドイツのハイテク製品群のライフサイクルサポートと、経済的及び環境面で最適なオペレーションを提供することを目標としており、海事産業におけるデジタル化の重要性は一段と増していると述べている。

将来的には、機械技術の共通インターフェイス UMTI (Universal Machine Technology Interface) を用いたオープンインターフェイスの標準化が、新製品、新サービスを開発する企業にとっては重要な要素となる。また、船用産業は、デジタル化を促進するために、魅力的な労働条件と興味深い仕事を提供することにより、若年世代からの適材を引きつける必要がある。

VDMA は、「グリーン」な水素とエネルギー保存コンセプト「power2x」の海運への導入に大きなポテンシャルがあるとしている。ドイツの役割は、効率的な水素製造能力を持つ諸国向けの製造エンジニアリングとプラントの輸出である。

ドイツは、同国の EU 欧州理事会の議長国担当期間を利用して、欧州委員会の「グリーンディール」の実現を促進してゆく意向である。2020 年 9 月にハンブルクで開催されたグリーン SHIPPING コンファレンスにおいて、ドイツ連邦交通デジタルインフラ相アンドレアス・ショイアーは、EU 各国交通相及び船主、造船所、業界団体などの海事産業関係者と、革新的で気候にやさしい海運ソリューション実現への方策と提案を協議した。

<造船支援プログラム>

2020 年 6 月、ドイツ連邦政府は、COVID-19 に関連する経済支援パッケージの一環として、新造船、研究開発イノベーション、海事インフラプロジェクトに対し、10 億ユーロ (12 億ドル) 規模の補助金を承認した。10 億ユーロの予算は、2020 年及び 2021 年に実施されるプロジェクトに適用される。

ドイツ工業団体 VSM と労働組合 IG Metall は、ドイツ連邦政府に COVID-19 感染拡大により悪化したドイツ造船業の危機への対策を求めており、補助金の決定は、これを受けたものである。

支援の対象となるプロジェクトは、政府省庁の中小型船隊のリニューアル、クリーンな船用技術の導入、LNG バンカリングの開発と投資である。さらに、政府は、複数の調査船の新造プロジェクトを前倒しし、ドイツ国内の造船所に発注する。

2020 年には、ドイツ連邦政府は、新規特別財政保証プログラムに造船業も含めると発表した。連邦政府が提案するこの特別法では、造船所の多くが位置しているフォアポンメルン・メクレンブルク州及びシュレスヴィヒ・ホルシュタイン州の 2 州のみが 2 億 5,000 万ユーロ (2 億 9,400 万ドル) を拠出する。

しかしながら、上記 2 州は、自らの予算は既に不足しており、特別造船保証基金は連邦政府が負担すべきであると主張している。また、ドイツ造船所の製造活動が創造する付加価値は、造船所のある両州だけではなくドイツ全土に恩恵を与えているとし、さらに、連

邦政府は、「Hermes*」輸出保証制度の数百万ユーロの手数料を毎年得ていることを指摘している。

一方、ドイツ連邦経済・エネルギー省、及びフィンランド、フランス、イタリア、ノルウェーの経済省は、クルーズ船社による輸出信用の融資返済の一時的停止を許可することに合意した。これにより、造船所の顧客であるクルーズ船社の流動性危機と発注済み契約のキャンセルを回避し、欧州造船所と関連企業の受注残を保護する。

*「Hermes」は、ドイツ連邦政府による輸出信用保証制度である。ドイツの貿易政策の重要な要素であるこの保証制度は、外国の債権者による債務不履行が発生した場合に、ドイツ企業を保護する制度である。その手数料は、取引の種類、金額、期間、及び輸出先国のリスク評価によって異なる。クレームが発生した場合には、輸出者は通常、契約金額の5～15%に相当する自己負担額を支払う。

<Meyer Werft>

同族企業の Meyer Werft は、コロナ禍では主力の造船分野における技術優位の維持がさらに重要性を増したと考え、従業員の採用と教育への投資を強化している。2020年9月1日、65人の訓練生と勤労学生が16種のスキルと職種でのトレーニングを開始した。Meyer Werft は、意欲のある若者の雇用に積極的で、若い専門家は同造船所の将来に寄与すると強調している。今回の採用を含めると、2020年9月現在、同造船所では220人の訓練生と勤労学生が働いている。2021年には、この職業訓練制度を拡大し、製造技術に関する訓練生を募集する。

Meyer Werft の受注残 (2020年10月1日現在)

| 納期 | クルーズ船 船名/クラス | 総トン数 (GT) | 船主 |
|----------|---|-----------|-------------------|
| 2020年10月 | <i>Iona</i> (同クラス第1船、LNG 駆動) | 184,000GT | P&O Cruises |
| 2021年3月 | <i>Odyssey of the Seas</i> (Quantum Ultra クラス) | 168,800GT | Royal Caribbean |
| 2021年 | <i>Disney Wish</i> (Disney クラス第1船、LNG 駆動) | 135,000GT | Disney Cruises |
| 2021年 | <i>AIDAcosma</i> (AIDAnova クラス、LNG 駆動) | 184,000GT | AIDA Cruises |
| 2022年 | Disney クラス第2船、LNG 駆動 | 135,000GT | Disney Cruises |
| 2022年 | <i>Iona</i> クラス第2船、LNG 駆動 | 184,000GT | P&O Cruises |
| 2022年 | Evolution クラス第1船 | 45,000GT | Silversea Cruises |
| 2023年 | AIDAnova クラス第3船、LNG 駆動 | 183,200GT | AIDA Cruises |
| 2023年 | Disney クラス第3船、LNG 駆動 | 135,000GT | Disney Cruises |
| 2023年 | Evolution クラス第2船 | 45,000GT | Silversea Cruises |

<Luerssen と German Naval Yards の合弁会社>

2020年のドイツの新造船合弁会社の設立は、国家戦略である造船業界再編に向けたドイツ政府の政治的意思の表れである。2020年5月、民間向けの特種船及び小型艦艇を建造する Luerssen Werft は、キールを本拠とする German Naval Yards との協力に合

意した。両造船所の水上艦艇建造事業は、合弁会社としてブレーメンの Luerssen Group が主導する。

この動きは、「ドイツ防衛産業強化への戦略」と題された報告書を受け、ドイツ連邦政府が艦艇建造分野を「キーテクノロジー」として特定したことによる。Luerssen-German Naval Yards のジョイントベンチャーは、ドイツ連邦政府を代表する海事産業担当議員ノーベルト・ブラックマンの全面的支持を得ている。

German Naval Yards の親会社である Privinvest Holding は、ドイツ造船業の再編は長らくの懸案であったとし、ドイツには世界最高レベルの艦艇建造所と技術があり、顧客は戦略的に重要な大型受注に対応するスケールと能力を持った造船所を求めていると述べている。今回のドイツ国内の艦艇建造所の合弁は、このような需要に応えるものである。

< Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG) >

フレンスブルクに位置する Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG) は、ROPAX 及び RORO 貨物船の設計と建造における世界の主要造船所のひとつで、他の特殊船種の建造でも豊富な実績がある。しかしながら、2020 年は同造船所にとって苦難の年となり、経営破綻とその後の再建に向けた努力が続けられている。

以前の受注契約による損失に加え、アイルランド船主向けの大型 ROPAX フェリーの建造の問題と遅れにより、2019 年初頭、FSG は重大な財政危機に陥った。この状況は、Brittany Ferries 向けの LNG 駆動 ROPAX フェリー建造の大幅な遅れなどその他の新造船建造にも波及した。

莫大なコスト超過により、FSG の資産は激減した。資金調達が必要となり、FSG を所有する SIEM Europe は、アムステルダムの子会社である同造船所の過半数株を売却することに合意した。2019 年 2 月、FSG の親会社であるノルウェー SIEM Group は、FSG 株の 76% を Sapinda Holding (2019 年 5 月に Tennor Holding へと社名変更) に売却した。さらに、その 6 か月後の 2019 年 8 月には、SIEM は残りの 24% を Tennor に売却した。

SIEM の 2019 年年次報告書では、FSG の会長と経営陣のリーダーシップは長期にわたって機能しておらず、同造船所が大きく依存しているサブコントラクターの管理も非効率的であったと述べている。主要サブコントラクターのひとつであるノルウェー Kongsberg Group は、建造中の ROPAX フェリーの電気系統設置と LNG 設備に不可欠な同社のサブコントラクター 2 社が財政危機に陥ったため、契約が不履行となった。

FSG の問題は依然として続いている。2020 年 2 月、オーストラリアのタスマニア州の船社 TT Line が、FSG との ROPAX フェリー 2 隻の新造契約をキャンセルし、代わりにフィンランドの造船所に発注した。アイルランド Continental Group も超大型 ROPAX フェリーの契約をキャンセルした。さらに、Brittany Ferries も長引く建造の遅れにより、LNG 駆動 ROPAX フェリー「Honfleur」の新造契約をキャンセルした。建造中の同船は、未だに FSG の艀装ドックに係留されている。

2020 年 4 月末、持ち株会社 Tennor が所有する FSG は、自己破産を申請した。造船所再建に向けた手続きが開始され、Tennor は造船所の業務継続に必要な部分的資金を提供した。

フレンスブルク地方裁判所は、2020年8月1日にFSGの破産手続きを開始し、ロシアが所有するドイツの造船所Pella SietasがFSG買収の可能性に関する交渉を行っている。しかしながら、可能性が最も高いのは、Tennor HoldingによるFSGの再買収である。Tennor Holdingの創始者であるラルス・ヴィントホルストは、満足できる条件で同造船所を再買収できた場合には、同社はFSGにRORO貨物船2隻を新造発注すると述べている。この条件には、造船所の労働力の50%削減が含まれる可能性がある。Tennor Holdingが発注を予定している新造RORO船2隻は、全長209m、4,076レーンメートルを持つトレーラー船で、FSGが8隻の建造実績のある船型を採用する。

アジア造船所との競合が、FSGに与えた影響を評価することは難しい。確実であることは、ドイツの造船所は、近年ROPAX及びRORO船市場における中国造船所（特にAVIC威海、GSI広船国際、厦門Xiamen Shipbuilding）との激化する競争に直面していることである。

一方、FSGを所有していたSIEM Europeは、売却契約の一部として、FSGから未完成のROPAXフェリー「Honfleur」を接收した。

<Pella Sietas>

ハンブルク近郊に位置するPella Shipyardは、2014年にロシア資本に買収されるまではJ.J.Sietas Shipyard (Sietas Werft)と呼ばれていた。2020年、数年間の交渉の結果、同造船所はロシアの大規模プロジェクトの契約を獲得した。同造船所は、ロシアRosmorport向けにARC7クラスの北極海砕氷船を建造する。契約金額は約1億ユーロ（1億1,760万ドル）である。この新造船は、マイナス40℃の北極海を航行し、厚さ最大2.5mの氷塊の砕氷能力を持つ。2023年の竣工が予定されている全長120mの同船は、Pella Sietas造船所が獲得した最大の建造契約である。

<Abeking & Rasmussen>

特殊船及び全長126mまでのメガヨットの建造を行うドイツの造船所Abeking & Rasmussenは、3Dレーザー溶接技術をベースとした新建造手法を導入した。このロボットシステムは、3次元の船体構造の溶接が可能で、建造時間の短縮、船体の軽量化、燃料消費量の削減などに寄与する。

溶接作業をハイテクプロセスに変換する3Dレーザー溶接技術は、欧州造船業のイノベーション能力を示すものである。同技術は、Abeking & RasmussenとベルリンのProton社が共同開発した。Protonは、造船よりも大幅に薄い鋼板を用いる鉄道、自動車産業向けの鋼板部品の製造と複雑な組立を専門とするドイツのメーカーである。

Abeking & Rasmussen向けの製造は、当初Protonのベルリン拠点で開始されたが、その後Abeking & Rasmussenはこの新技術をブレーメン近郊の自社造船所で使用するようになった。同造船所では、まず全長100m超の新造メガヨットのセクション溶接に3Dレーザー溶接技術が利用された。

新溶接システムにより、高品質の船体建造が可能となり、同時に資材と建造時間が節約される。同技術の開発資金の4分の1は、ドイツ連邦政府の「革新的な造船による高品質な雇用の保護」プログラムから拠出された。

<Thyssenkrupp Marine Systems (TMS) >

2020年、ドイツの艦艇建造所 Thyssenkrupp Marine Systems (TMS) は、ブラジルの造船所 Oceana を買収した。ブラジルのイタジャイに位置する同造船所は、ブラジルのオフショアサービス船企業 CBO Group 傘下の Alianca が所有していた。Oceana は、ブラジル海軍向けのタマンダレ級フリゲート 4 隻の建造を受注済みで、2025~2028 年に順次竣工が予定されている。このシリーズは、Thyssenkrupp Marine Systems (TMS)、ブラジルの Embraer Defence 及び Atech の合弁会社である Aguas Azuis が完成させる。

2019年には、ドイツ TMS は、ブラジル海軍向けのコルベット 4 隻を新造受注している。

7-6 イタリア

イタリアは、主に Fincantieri のクルーズ船建造能力により、総トン及び CGT ベース及び受注額において欧州最大の造船国の地位を維持している。Fincantieri グループのイタリア国内の造船所の現在の受注残は、大型クルーズ船 40 隻に及ぶ。

イタリアの造船業と関連産業のサプライチェーンは、他の欧州諸国に比べると 2020 年を無難に乗り切っている。これは 2020 年初頭時点の大量の受注残によるものであり、また造船所とイタリアのサプライヤー間の協力の成果でもある。契約のキャンセルは最低限で、顧客である船主との積極的な協力体制を構築する造船所の能力がうかがえる。

しかしながら、イタリア造船業のクルーズ船建造への依存の高さから、今後のクルーズ船市場をめぐる動向が大きな懸念材料となっている。イタリア造船業全体への重大なリスクを回避するためには、クルーズ市場が比較的早く回復する必要がある。

イタリア造船工業会 Assonave は、このようなリスクを低減させるには、イタリア政府と EU による戦略的な措置を要すると述べている。短期的な優先政策は、イタリア及び欧州造船業の生存能力と競争力の維持であるが、長期的には、生存だけではなく、造船業が繁栄するための環境の整備が望まれるとしている。

2020年9月、Assonave は、以下のように述べている。「造船セクターは、困難な産業及び市場状況に果敢に立ち向かっている。我々は EU 欧州委員会及びイタリア政府に対し、イタリア及び欧州の経済状況を踏まえた造船産業への積極的な関与を促す。公的補助金ではなく、技術イノベーション、環境性向上及びゼロ排出船への移行に対する支援を求める。また、多額の公的補助金を得ているアジアの造船所との不公平な競争から欧州造船業を守ることを求める。アジアの造船所は、ダンピングにより欧州造船所に損害を与えている。」

<Fincantieri Group >

Fincantieri Group の 2020 年上半期の売上は、COVID-19 感染拡大による製造のダウンタイムのため、前年同期比 16%減となった一方、顧客とのポジティブな協議による「効果的な受注残維持戦略」が功を奏し、受注済みの契約のキャンセルは皆無であった。2020年6月30日時点の確定受注残額は、280億ユーロ（330億ドル）である。加えて、99億ユーロ（117億ドル）相当のオプションと発注内示がある。2020年上半期には、イタリア国内の Fincantieri の造船所で大型クルーズ船 2 隻が竣工し、下半期にはさらに 3 隻の竣工が予定されている。

2020年9月時点において、Fincantieriは、同社の2020年下半期の建造量と売上は、前年同期と同レベルになると予想している。今後も受注残がキャンセルされなければ、収益増加により中長期的にも同社の業績は大きく改善する。クルーズ船部門だけでも、2021年から2027年にかけて、Fincantieriのイタリア国内造船所及びグループ企業VARDのノルウェー造船所から合計38隻の新造船が竣工する予定である。

2020年上半期の支出は1億2,200万ユーロ（1億4,350万ドル）で、主にイタリア国内造船所の効率改善、VARDのルーマニア造船所Tulcea及びBrailaの製造能力の調整、及びグループ造船所の安全性と環境システムのアップグレード関連の支出であった。

事業多角化戦略が奏功しFincantieriの2020年上半期の収入は約6%増加した。多角化は、主にインフラセクター（橋梁建設、土木工事プロジェクト、港湾建設工事など）、及び電子技術とサイバーセキュリティ分野である。

2020年、Fincantieriの米国市場におけるビジネスは、米国海軍向け新型誘導ミサイルフリゲートの第1船の設計と建造という大規模プロジェクトを受注した。同船の建造は、Fincantieriの米国子会社Fincantieri Marinette Marine（FMM）が担当し、設計はフランスNaval Group／イタリアFincantieriのFREMM（European multi-purpose frigate）型多目的フリゲートをベースとする。米国海軍との契約は、さらに9隻の同型フリゲートの建造オプションを含む。

<Fincantieri 主導の業界再編：Chantiers de l'Atlantique 買収計画>

世界最大の造船グループであるイタリア Fincantieri によるフランス最大の造船所 Chantiers de l'Atlantique の買収計画は、EU の規制機関からの反対を受けている。2020年10月、EU 欧州委員会による審査は続いており、認可に関する決定はなされていない。2021年1月に、Fincantieri による Chantiers de l'Atlantique の統合は見送られる旨報道されている。

Fincantieri、Chantiers de l'Atlantique 両造船所の受注残は、クルーズ船が独占している。欧州造船関係者の多くは、COVID-19 拡大によりクルーズビジネスの崩壊したことで、EU 競争当局は両造船所の合併に青信号を出すかも知れないと考えている。

EU 当局は、計画されている買収による影響を見極めることに困難を感じているが、それでも買収を却下するであろうと業界関係者は見ている。両造船グループの合併は、欧州造船業における寡占状態を引き起こし、顧客の選択肢の減少、価格の上昇、イノベーション意欲の減退などにつながる懸念がある。特に、吸収合併により、Chantiers de l'Atlantique は、既に飽和状態で、新規参入が困難な旅客船市場における独立した競合企業としての地位を失うこととなる。

2019年には、EU 競争当局は鉄道エンジニアリング産業においても同様の懸念の表明し、フランス Alstom とドイツ Siemens の合併計画を却下したという経緯がある。

Chantiers de l'Atlantique と Fincantieri の合併により、欧州の大型クルーズ船建造所は4社から3社になる。一方、Fincantieri は、中国造船所との競争激化がこの合併の最大の動機であると述べている。（業界関係者は、中国へのクルーズ船建造に関する技術移転を含む Fincantieri と中国国営造船グループ CSSC の協力関係を指摘している。）

Fincantieri への最大の出資者は、イタリア国営投資銀行 Cassa Depositi e Prestiti である。同様に、Chantiers de l'Atlantique もフランス政府が大部分を所有する事実上の国営企業である。

<Naviris 設立>

Fincantieri は、欧州造船業界の海上防衛セグメントの統合を主導している。Fincantieri とフランスの国防企業 Naval Group は、合弁会社 Naviris を設立した。2020 年 1 月に事業を開始した Naviris は、イタリア、フランス両海軍の駆逐艦及びフリゲート建造プログラムにおける両グループの 20 年にわたる協力体制を基礎としている。

両グループの 50:50 合弁企業である Naviris は、本社をイタリアのジェノヴァに置き、フランス拠点をトゥーロン近郊のオリウルに置く。同社はイタリアとフランス向けだけではなく、輸出市場での機会も狙う。

Naviris は、以下のような活動を通じ、顧客への価値の提供と、艦艇建造における欧州の競争力の向上を目指している。

- 共同研究開発プロジェクト
- 国際市場における共同入札
- プライムコントラクター及び設計企業
- 調達の最適化と調整

2020 年 6 月、Naviris は、契約第一号として、Fincantieri 及び Naval Group による船舶設計と建造に関する 3 年半に及ぶ研究技術 (R&T) プロジェクトを受注した。この契約は欧州統合装備協力機関 OCCAR を通じて調印された。

<Fincantieri の事業多角化>

2020 年、Fincantieri Infrastructure 社は、Fincantieri グループの橋梁建設を含む土木工学・建設プロジェクトの技術と管理能力を活用し、さらに数件の大型契約を受注した。

Fincantieri Infrastructure は、2020 年に、崩壊したジェノヴァの道路橋の再建工事を、合弁会社を通じてスケジュール通りに完了した。また、欧州で 3 番目に長い吊り橋となるブライラ (ルーマニア) のドナウ川にかかる橋の建設を行っている。2020 年には、ラパッコのカルロ・リヴァ・マリーナの再建プロジェクト、及びヴァード・リーグレの港湾防波堤の拡張プロジェクトを新規受注した。

2020 年 8 月、Fincantieri グループは事業多角化戦略をさらに進め、イタリアの油田サービス企業 SAIPEM と深海の海底資源採掘 (deep-seabed mining : DSM) 促進に関する合意に調印した。このパートナーシップの目的は、新規 DSM プロジェクトの技術的、経済的フィジビリティと持続可能性の調査である。Fincantieri は、DSM システムの設計、エンジニアリング、建設、管理などのソリューションを提供する。

再生可能な「グリーン」技術の多くには、深海海底に集中する金属類が大量に必要であると考えられている。

Fincantieri のクルーズ船受注残 (2020 年 10 月 1 日現在)

| 納期 | クルーズ船 船名/クラス | 総トン数 (GT) | 船主 |
|-------------|---|--------------|--------------------------------------|
| 2020 年 10 月 | <i>Costa Firenze</i> (Vista クラス) | 135,500GT | Costa Crociere |
| 2020 年末 | <i>Enchanted Princess</i> (Royal Princess クラス) | 143,000GT | Princess Cruises |
| 2020 年末 | <i>Silver Moon</i> | 40,700GT | Silversea Cruises |
| 2021 年 4 月 | <i>Viking Venus</i> (Viking Star クラス第 7 船) | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2021 年 6 月 | <i>MSC Seashore</i> (Seaside Evo クラス第 1 船) | 169,400GT | MSC Cruises |
| 2021 年 | <i>Valiant Lady</i> (Scarlet Lady クラス第 2 船) | 110,000GT | Virgin Voyages |
| 2021 年 7 月 | <i>Rotterdam</i> (Pinnacle クラス第 3 船) | 99,800GT | Holland America Line |
| 2021 年 11 月 | <i>Silver Dawn</i> | 40,700GT | Silversea Cruises |
| 2022 年 | <i>Viking Tellus</i> (Viking Star クラス第 8 船) | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2022 年 | Leonardo クラス第 1 船 | 140,000GT | Norwegian Cruise Line |
| 2022 年 | <i>Queen Anne</i> | 113,000GT | Cunard Line |
| 2022 年 | Viking Star クラス第 9 船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2022 年 | Scarlet Lady クラス第 3 船 | 110,000GT | Virgin Voyages |
| 2022 年 | <i>Discovery Princess</i> (Royal Princess クラス) | 143,000GT | Princess Cruises |
| 2022 年 | Allura クラス第 1 船 | 67,000GT | Oceania Cruises |
| 2023 年 | Viking Star クラス第 10 船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2023 年 | <i>MSC Seascope</i> (Seaside Evo クラス第 2 船) | 169,400GT | MSC Cruises |
| 2023 年 | Leonardo クラス第 2 船 | 140,000GT | Norwegian Cruise Line |
| 2023 年 | LNG 駆動、第 1 船 | 175,000GT | Princess Cruises |
| 2023 年 | Scarlet Lady クラス第 4 船 | 110,000GT | Virgin Voyages |
| 2023 年 | MSC Yacht Club クラス第 1 船 | 64,000GT | MSC Cruises |
| 2023 年 | Seven Seas Explorer クラス 第 3 船 | 54,000GT | Regent Seven Seas |
| 2024 年 | TUI (LNG 駆動) | 161,000gt | TUI Cruises (TUI/Royal Caribbean) |
| 2024 年 | Viking Star クラス第 11 船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2024 年 | Leonardo クラス第 3 船 | 140,000GT | Norwegian Cruise Line |
| 2024 年 | Viking Star クラス第 12 船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2024 年 | MSC Yacht Club クラス第 2 船 | 64,000GT | MSC Cruises |
| 2024-2025 年 | Viking Star version 2 クラス (2 隻) | 48,000GT+ | Viking Ocean Cruises |
| 2025 年 | Viking Star クラス第 13 船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2025 年 | LNG 駆動、第 2 船 | 175,000GT | Princess Cruises |
| 2025 年 | Leonardo クラス第 4 船 | 140,000GT | Norwegian Cruise Line |
| 2025 年 | MSC Yacht Club クラス第 3 船 | 64,000GT | MSC Cruises |
| 2025 年 | Allura クラス第 2 船 | 67,000GT | Oceania Cruises |
| 2026 年 | TUI (LNG 駆動) | 161,000GT | TUI Cruises (TUI/Royal Caribbean) |
| 2026 年 | Viking Star クラス第 14 船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2026 年 | Viking Star クラス第 15 船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2026 年 | MSC Yacht Club クラス第 4 船 | 64,000GT | MSC Cruises |

| 納期 | クルーズ船 船名／クラス | 総トン数 (GT) | 船主 |
|---------------------------|--|--------------|----------------------------------|
| 2026年 | Leonardo クラス第5船 | 140,000GT | Norwegian Cruise Line |
| 2027年 | Viking Star クラス第16船 | 47,800GT | Viking Ocean Cruises |
| 2027年 | Leonardo クラス第6船 | 140,000GT | Norwegian Cruise Line |
| ノルウェー VARD グループ 造船所 | | | |
| 2021年5月 | <i>Hanseatic Spirit</i> (Hanseatic Nature クラス第3船) | 16,000GT | Hapag-Lloyd Cruises |
| 2021年 | <i>Le Commandant Charcot</i> (LNG-エレクトリックハイブリッド) | 30,000GT | Ponant Cruises |
| 2021年 | <i>Viking Octantis</i> | 30,150GT | Viking Cruises |
| 2022年 | <i>Viking Polaris</i> | 30,150GT | Viking Cruises |
| 2022年 | | 11,000GT | Paul Gauguin Cruises (Ponant) |
| 2022年 | | 11,000GT | Paul Gauguin Cruises (Ponant) |

上記に加え、ベトナムの VARD Vung Tai Shipyard において、Coral Expeditions 向けに「Coral Geographer」（6,000GT型 Coral Adventurer クラス第2船）を建造中で、2021年初頭に竣工が予定されている。

7-7 オランダ

<業界の懸念>

2020年7月に発表されたオランダ造船業の2019年度（2019年1～12月）の業績では、前年に比べて建造量（竣工量）及び新規受注の大幅な減少が確認された。2020年度の数字は2021年半ばまで発表されないが、本年度はさらなる業績の悪化が予想される。2020年の業務はCOVID-19感染拡大に影響され、またオランダ造船業の主要市場からの需要は石油価格下落の打撃を受けた。

2019年のオランダ造船所の新規受注額は、前年比48%減の3億5,100万ユーロ（4億1,300万ドル）であった。CGTベースでは、新規受注量の減少率は50%以上となる。この大幅な減少は、オランダ造船所が得意とする主要分野である高性能大型浚渫船の新規受注の減少に影響された。

一方、受注が回復した分野は短距離貨物船で、オランダの造船所は13隻を新造受注した。

2019年の新造船の竣工量は、43隻（2018年：55隻）である、2019年末時点の受注残は、66隻、374,000CGT（2018年：404,000CGT）となった。受注残の金額は、前年比5%減の17億6,000万ユーロ（21億ドル）であるが、2020年に建造中の高性能大型新造船の多くは、損失を計上すると予想されている。

オランダの造船所がリーダー的地位を持つもうひとつの分野は、スーパーヨットの建造である。この分野は好調が続いており、2019年末時点の受注残は、全長24m以上のヨット51隻である。同年のヨットの新規受注は16隻、10億ユーロ（12億ドル）超である。

造船業が低迷する一方、2019年のオランダ船用工業の売上は、前年の35億ユーロ（41億ドル）から38億ユーロ（45億ドル）に増加した。うち65%は輸出向けである。

2020年7月、オランダ業界団体 Netherlands Maritime Technology (NMT) は、オランダ政府に以下のような支援を求めた。

- 海事セクターのイノベーションの促進
研究開発イノベーション (RDI) への財政支援の増加、代替燃料インフラへの投資、省庁、公共機関を通じた「持続性のある」または「スマート」な船舶の早期発注、オランダ納税者のオランダ企業の製品への支出の最大化。
- 一方的措置と融資アクセスの改善によるアジアとの競争に対する「公正なグローバル市場」を確保
- 船用製造業におけるプロフェッショナル育成及び技術教育への投資

2020年6月、Damen Shipyards Group がドイツ向けのフリゲート4隻、46億ユーロ（54億ドル）相当を受注し、オランダ造船業にとっては艦艇市場における重要な輸出契約となった。ドイツが自国の艦艇建造に外国企業をメインコントラクターとして選んだことは例外的である。しかしながら、プロジェクト投資額の約80%はドイツ国内に投資される。フリゲートはドイツ国内の複数の造船所で建造され、ハンブルクのBlohm+Vossで組立が行われる。

<持続性のある造船への補助金制度>

オランダ政府は、2017年にオランダの造船所における船舶の建造と改造への補助金制度を導入しており、少なくとも中期的に継続してゆく。

その名が示すように「持続性のある造船への補助金制度」は、排出削減、騒音削減、「持続性のある」ライフサイクルまたは「持続性のある」船舶運航などの分野におけるイノベーションを採用した船舶の建造に補助金を支給する。

2020年度の補助金制度には、プログラムの効果を改善するためにいくつかの調整が行われた。最も大きな違いは、応募されたプロジェクトの審査に様々な評価基準が導入されたことである。最も高いスコアを獲得したプロジェクトは、最初に補助金を受け取ることができる。以前は応募した順番に補助金を受け取っていた。この新方式により、応募のタイミングではなく、プロジェクトの総合評価が最も重要となる。

さらに、2020年にはプロジェクト募集（入札）は1回だけであったが、2021年及び2022年の2年間は、年に2回ずつ、春と秋に募集を行う。

2020年度のプロジェクト募集は、7月15日に開始され、10月6日に終了した。2020年度の予算は460万ユーロ（540万ドル）である。補助金の比率は、プロジェクトコストの25%で、プロジェクト1件につき最大125万ユーロ（150万ドル）である。

応募プロジェクトへの共通した要求は、イノベーション、実験、設計の改良で、プロジェクトの対象は以下の通りである。

- 100総トン以上で出力365kW以上（漁船を除く）の海洋船及び内陸船

- 新たな浮体式オフショア構造物
- 船舶、オフショア船または構造物の新たなパーツ／セクション
- 製品のプロトタイプまたは技術実証船

持続可能性に関するプロジェクトの対象は以下の通りである。

- エネルギー消費量の削減、代替燃料の利用、または排ガスの後処理による排出の削減
- エンジン、駆動系、プロペラからの騒音の削減
- モジュール型設計及び建造、素材、リサイクルなどを通じた持続性のあるライフサイクルの実現
- 技術イノベーションによるオペレーションの効率化または船員の安全性向上を通じた持続性のある配乗

<NESEC 海運債務基金 (NSDF) >

2020年1月27日、オランダ NESEC 海運債務基金 (NESEC Shipping Debt Fund : NSDF) が正式に発足した。同基金は、短距離海運セクターの船主に、モーゲージを担保とした融資を提供する。基金の規模は 2 億 5,000 万ユーロ (2 億 9,400 万ドル) で、EU 欧州委員会の承認を得て、オランダ経済省が債務を保証する。

1946年に設立された NESEC は、船主への劣後ローンの提供、及びオランダ建造船の輸出促進という二つの目的を持つ。今回の新 NDSF プログラムは、オランダ企業を主な対象としているが、オランダ国内だけではなく、欧州北西部の中小船社も利用が可能である。地域間の短距離海運は、オランダ海運業の主要セグメントである。

NDSFにより、船主は 15,000DWT 以上の新造船または中古船の購入に際して長期融資を受けることができる。また、船隊効率化のための改造プロジェクトも融資の対象となる。

NESEC は、規制環境の変化により、従来の金融機関は船舶を担保とした長期融資には消極的であると述べている。そこで NDSF は、船主の融資獲得の手段が減少している状況に対応し、船舶モーゲージの提供により、船主のニーズと機関投資家の投資意欲を結びつける。

ファンドの中心は、短距離海運船主と管理会社の大部分が位置するオランダ北部である。フローニンゲン地域だけでも、この分野で 40 社の船社が活動している。

NDSF ファンドは、オランダ政府、オランダ水道局銀行 Nederlandse Waterschapsbank、フローニンゲン州政府、アセットマネジメント企業 NN Investment Partners (NNIP) のクライアント、金融コンサルタント Waterland Investment Services が支援している。

<Royal IHC>

Royal IHC Group は、長年にわたり、浚渫船、オフショア船、特殊船の技術と建造でオランダ海事産業に大きく貢献してきた。しかしながら、重大な財政危機に陥った同グループは、2020年に投資家、銀行、関連産業企業のコンソーシアムに買収され、資本増強

が実施された。この買収にはオランダ政府も関与し、様々な形で約 4 億ユーロ（4 億 7,050 万ドル）の支援を提供した。

Royal IHC Group の救済は、同グループの消滅が、知識、専門性、ビジネス規模においてオランダの海事クラスターに与える影響を危惧したオランダ産業界と政治家の支援によるものである。とりわけ大きな懸念は、同グループが中国資本に買収される可能性とこれに伴うオランダからの技術の流出であった。

「Continuity IHC Foundation」と呼ばれる新組織は、グループ経営企業「IHC Merwede Holding」の 100%株式を持つ。新株主は、以下の浚渫、オフショアセクター関連企業である。

- HAL Investments（オランダの浚渫グループ Boskalis の過半数株主）
- Ackermans & van Heeren（ベルギーの浚渫企業 DEME の過半数株主であるベルギーの投資会社）
- MerweOord（オランダの浚渫・オフショア企業 Van Oord の投資会社）
- Huisman Group（オランダのオフショア・大型クレーンメーカー）

資本増強は、Royal IHC の既存の取引銀行、オランダ経済気候省、オランダ財務省、信用保険組織 Atradius Dutch State Business の支援により可能となった。

<Damen : デジタル化とシミュレーション>

世界で 36 か所の造船・修繕所を運営する Damen Shipyards Group は、オランダ海事クラスターの中心的存在である。2020 年には、Damen は伝統的な造船所からデジタル接続された造船所への移行をさらに進めた。その目的は、新造船契約の調印から船舶の退役、解撤（リサイクル）までの全過程を含むライフサイクルサービスの提供である。

Damen のデジタル化戦略の主要ツールは、「Triton」と呼ばれる船舶接続プラットフォーム（Connected Vessel Platform）である。「Triton」は、統合された共同 IoT プラットフォームで、Damen が建造した船舶に搭載された 10,000~15,000 個のセンサーからのデータを収集する。

同プラットフォームにリレーされる情報は、出力、回転数、燃料消費などのエンジンのパフォーマンス、船内の燃料、潤滑油、真水に関するデータ、その他のオペレーション関連のデータなどである。これにより船舶は「スマート化」し、遠隔監視が可能となる。データは、運航効率の最大化に利用され、最も効率的な航路の選択により、燃料消費量と排出の削減を実現する。また、予防的メンテナンスの支援も行う。

Damen のさらなる目標は、サプライチェーン全体におけるステークホルダー間の情報共有と協力促進により、効率とサステナビリティを向上させることである。

また、Damen は、デジタル化への投資により、同グループの新造船及び船用機器製品の開発を促進したいと考えている。「Triton」は、インド資本の多国籍企業 Tata Consultancy Services の協力を得て、Damen が開発した。

<シミュレーション・リサーチ・ラボラトリー>

2020年初頭、Damen Shipyards Group は、フローニンゲン本社にシミュレーション・リサーチ・ラボラトリーを新設した。ロッテルダムの VSTEP Simulation 社と共同開発した新ラボラトリーは、Damen の幅広い研究開発プログラムを支援するために革新的なシミュレーション手法の研究を行う。

新ラボラトリーの最初の研究の焦点となるのは、船舶設計とエンジニアリングである。特殊ソフトウェアにより、造船技師及びエンジニアは、初期設計の変更可能性のモデルを作成し、船舶の性能への設計変更の影響を仮想現実（VR）で可視化する。

今日では、船舶の設計、建造、運航へのリスクを最少化するためにシミュレーションの利用がさらに増加している。新シミュレーション・ラボラトリーへの投資により、部品間の相互接続が標準化され、完成したシミュレーションは将来的な再利用が可能になるため、シミュレーション 1 件当たりのコストは大幅に削減されると予想されている。

また、新ラボラトリーは、デジタルツイン構築に向けた研究も行う。既存船型のデジタルツインは、船舶の多様な役割、条件、運航形態における性能の予測に利用される。これにより得られた情報は、新市場または新サービスへの再利用のための設計の調整と最適化に利用される。

<Damen : 技術移転>

多くの外国企業は、バングラデシュを将来的な低コストの工業生産国とみなしている。バングラデシュ政府は、造船業を開発、促進されるべき産業のひとつと位置づけ、中期的には同国経済に重要な輸出産業とすることを目指している。

オランダ Damen Shipyards Group は、既に世界に 36 か所の造船・修繕所網を展開しており、バングラデシュにおいても事業を開始する計画である。2020年初頭、Damen とオーストラリアのコンサルティング企業 Gentium Solutions は、バングラデシュ産業省と同国における造船・修繕業の開発に関する覚書に調印した。当初の計画は、国内市場向けであるが、長期的には海外市場向けの業務拡大を視野に入れている。

Damen-Gentium チームは、技術と知識の移転を促進してゆく。まず、必要なスキル分野における労働者の訓練に焦点を当てる。

7-8 ノルウェー

顧客によるノルウェーのグリーンな海事技術の購入を支援する輸出融資制度は、「Export Credit Norway」及びノルウェー輸出信用保証局（GIEK）の 2 機関が、民間銀行による融資を補完している。

「Export Credit Norway」は、ノルウェー企業から機器及びシステムを購入する企業に融資を行い、GIEK は Export Credit Norway または銀行その他金融機関の融資を保証する。Export Credit Norway による融資は、GIEK または他の銀行、金融機関からの保証を受けなければならない。

Export Credit Norway 及び GIEK は、あらゆる金額の輸出契約の最高 85% までの資金を融資する。この制度は、革新的な造船プロジェクトの実現とノルウェーの製品、技術、専門性の利用を効果的に促進するものである。

<沿岸船隊のリニューアル振興策>

2020 年 8 月、ノルウェー貿易省は、ノルウェー沿岸とノルウェー国内及び欧州の港湾間を航行するあらゆる船種の短距離海運船隊のリニューアル促進を目的とした公的制度を発表した。この振興策は、非効率または船齢が高い既存船の解撤（リサイクル）を促すものである。

ノルウェー議会は、船舶の解撤に 7,500 万ノルウェークローネ（810 万ドル）、新造船建造融資に 6 億クロネ（6,470 万ドル）の基金を承認した。補助金受給の条件としては、船主は古い既存船を解撤（リサイクル）し、低排出またはゼロ排出の新造船を発注、または比較的新しい船舶を低排出に改造する必要がある。

解撤補助金は 1 隻につき最大 800 万クロネ（90 万ドル）、新造船の建造または既存船改造への融資額は最大 5,000 万クロネ（540 万ドル）である。現行の利子は年間 3.95% で、返済期間は 15 年間である。さらに、解撤補助金受給者は、解撤（リサイクル）が認可された方法で行われることを確認しなければならない。既存船の解撤と新造船建造は、高排出で非効率な中古船が市場に出回ることを防ぐ目的もある。

この制度は、ノルウェー政府組織 Innovation Norway が管理を行う。

<Ulstein Group>

水素はゼロ排出への究極的なソリューションであるとの考えのもとに、ノルウェーの海事産業は水素燃料に関する研究開発活動に資金を投入している。その一例としては、2020 年 6 月、Ulstein Group が初の水素駆動船型の市場化準備が整ったと発表した。

<VARD Group>

イタリア Fincantieri 傘下の VARD Group は、洋上再生可能エネルギー市場の成長を見込んだ積極的な戦略を打ち出しており、2020 年 9 月には、ノルウェー企業 Ocean Installer と共同で、世界最新の風力タービン設置船（WTIV）を開発すると発表した。VARD はオフショア船分野における自社技術を同プロジェクトに活用する。この動きは、自国の石油ガスサプライチェーンを利用して風力発電セクターに進出するというノルウェーの方向性を示すものである。開発される WTIV は、重量 1,000 トン超、海面からの高さが 150m 以上の風力タービン部品の設置が可能である。

<Kleven Verft>

2020 年、クロアチア最大の造船所 Brodosplit を所有するクロアチア工業グループ DIV Group が、ノルウェーの沿岸フェリー及びエクスペディションクルーズ船運航企業 Hurtigruten からノルウェー造船所 Kleven Verft を買収した。

Hurtigruten は、3 年前に、同社向けのハイブリッドディーゼル／バッテリー駆動エクスペディションクルーズ船 2 隻の建造中に深刻な資金難に陥った Kleven Verft の 40%

株式を買収し、閉鎖の危機から救済した。その後 2018 年には 100%の所有権を獲得し、新造クルーズ船の第 3 船を同造船所に発注した。

DIV Group は、Kleven Verft を用いて、近年小型クルーズ船などの高付加価値の新造船建造を増やしている自社造船所 Brodosplit を支援する。同グループは、両造船所の協力体制は、新造船受注と資金調達、設計、船体建造、艤装など全ての分野においてポジティブなシナジー効果があると述べている。Kleven Verft は、主にクロアチアで建造される新造船の船体の複雑な艤装を担当することが予想される。

7-9 スペイン

スペイン最大の造船組織 Navantia は、「Astillero 4.0」（＝「シップヤード 4.0」）プログラムのもとで、デジタル化されたエコシステム導入の最終段階にある。

Navantia の事業の全要素を対象とする「Astillero 4.0」プログラムは、「スマートファクトリー」の構築を目指して欧州全土の製造業への導入が進んでいる「インダストリー 4.0」の概念を造船所に適用するものである。

Navantia は、「インダストリー 4.0」概念の導入は、造船業の将来に不可欠であると述べている。Navantia は、インテリジェントラベル（スマートタグ）、ロボット工学、3D 印刷技術を駆使してスマートファクトリーラインを構築中である。また、クレーンのクオリティーコントロール検査に用いるドローンのプロトタイプを開発中である。「インダストリー 4.0」導入によるポテンシャルは非常に大きく、Navantia はこれを利用してグローバル市場に向けた複雑で高度な船舶を建造してゆく意向である。

Navantia の「Astillero 4.0」プログラムに含まれるデジタル化技術は、以下の 13 件である。

- モノのインターネット（IoT）
- ビッグデータと解析
- モデリングとシミュレーション
- ロボット工学
- 自律走行車
- 人工知能（AI）
- 新素材
- 3D 印刷
- ブロックチェーン
- サイバーセキュリティー
- 仮想現実（VR）及び拡張現実（AR）
- デジタルプラットフォーム
- クラウド

Navantia グループは、造船業を含む工業分野の他企業を比べて、格段に高い比率である年間売上の 9%を研究開発イノベーション（RDI）活動に投入している。同グループ

の RDI 投資には、スペイン国内のアンダルシアイノベーション開発局（IDEA）、カディス大学、Airbus Group、カディス海事クラスター、高度製造技術イノベーション研究所（CFA）などとの共同研究開発が含まれている。

また、Navantia は、スペイン国内の 4 大学（マドリード、カルタヘナ、カディス、ア・コルーニャ）、及びオーストラリアなど海外の大学との緊密な協力関係を持っている。

7-10 英国

<InfraStrata：英国造船業界の新企業>

ロンドンを本拠とするエネルギーインフラ・アセットマネジメント企業 InfraStrata は、12 か月間で閉鎖された英国造船所 2 社の買収を行った。2019 年 12 月に買収したベルファストの Harland & Wolff は H&W（Belfast）、2020 年 8 月に買収したデボンの Appledore は H&W（Appledore）へとそれぞれ社名が変更された。同社は、両造船所の造船活動再開に加え、鉄鋼製品製造、オフショアエネルギー関連プロジェクト、船舶修繕事業を開始する戦略を持っている。

<Harland & Wolff（H&W）の買収>

北アイルランドベルファストの造船所 Harland & Wolff（H&W）は 2019 年に閉鎖に追い込まれたが、InfraStrata の買収後の 2020 年には、業績は着実に回復基調にある。

H&W は、同造船所を所有していたノルウェー企業が破綻した後、2019 年 8 月に倒産した。InfraStrata は 2019 年 12 月に同造船所の買収を完了し、直ちに新経営陣を送り込むと同時に、造船活動の再開を視野に、多角的なビジネス開発戦略を開始した。

同造船所の最後の新造船建造は 2003 年であったが、その後も重工業、鉄鋼製品製造、再生可能エネルギー、船舶修繕・改造などの事業を継続していた。InfraStrata は、標準的な船舶修繕から複雑な組立及び建造までの造船分野における新たなビジネス機会を追求している。H&W は欧州最大級の乾ドック 2 基を所有しており、うち 1 基は英国国内で唯一大型クルーズ船の建造が可能なドックである。

InfraStrata は、H&W を 5 つの独立した市場、即ち艦艇、クルーズ船及びフェリー、商船、石油ガス関連構造物、再生可能エネルギー市場へのサービス提供に集中してゆく。また、InfraStrata は、中期的には北アイルランドにおけるガス貯蔵プロジェクトを開拓し、H&W はプロジェクト向けのモジュールを製造する。新経営戦略では、335m の乾ドックと 556m の建造ドックを復活させる。両ドックでは同時に複数の船舶の作業が可能である。2020 年には、フェリー、RORO 船、クルーズ船の修繕とレトロフィット作業を相次いで受注した。

InfraStrata が同造船所の買収に乗り出した理由のひとつは、英国の大型船の製造能力の欠如である。英国政府の地方経済の成長と輸出に対する振興政策も、買収計画の追い風となった。

ベルファストにおける造船業の復活は、2020 年に調印された InfraStrata/H&W とスペインの造船・防衛グループ Navantia との提携合意により進展した。この提携の主目的は、英国国防省が計画中的補助艦（Fleet Solid Support Ship）3 隻の契約の獲得で

ある。両グループのパートナーシップは「Team Resolute」と名付けられ、船隊の近代化やレトロフィットプロジェクトなど英国防衛分野における他のビジネス機会も共同で狙ってゆく。

パートナーシップ「Team Resolute」のビジネスアプローチでは、補助艦建造プログラムは、Harland & Wolff (H&W) と Navantia が共同受注し、英国の設計を採用し、英国内で建造する。英国の国家造船戦略では、英国政府は、同国の造船能力の強化と繁栄を追求すると同時に、コスト効果と製造効率を向上してゆくと述べている。

提携合意は、Navantia が同社の技術とノウハウを H&W に移転することが主要要件として盛り込まれており、スペイン国内の Navantia 造船所におけるトレーニングによりベルファスト H&W の労働力のスキル向上を目指す。

Navantia は、最新の製造技術への大型投資を行っており、前述の「Astillero 4.0」(シップヤード 4.0) と呼ばれるデジタル化戦略を H&W 及び英国内のサプライチェーンとシェアすることにより、効率の 20% 向上を目標としている。Navantia の専門性は、船舶設計、建造からシステム統合、主機組立、武器製造、ライフサイクルサポートに及ぶ。近年、同社は、主力艦及び補助艦分野における輸出と技術移転などの国際ビジネスに力を入れている。

InfraStrata との提携に先駆け、Navantia と英国の技術グループ BMT は、計画中の補助艦の設計に関する共同入札を行った。BMT は、独占的サブコントラクターとして、Navantia/H&W の提携契約に参加する。BMT の最近の受注実績は、英国海軍補助艦隊 (RFA) 向けに韓国大宇造船海洋で建造されたタイド型給油艦の設計である。

< Appledore の買収 >

2020 年 8 月、InfraStrata は、最後の新造受注船の竣工後、2019 年 3 月に Babcock International が閉鎖した英国造船所 Appledore を 700 万ポンド (930 万ドル) で買収した。休止状態の同造船所は、小型商船及び艦艇の建造、及び鉄鋼製造事業を再開する計画である。

Appledore 造船所は、119m の完全屋内型建造ドックと隣接した複数の組立ホールから成る。最後に建造した船は、2018 年の全長 90m のオフショア巡視船である。1970 年代に再建された当時、同造船所は欧州初の完全屋内型造船所のひとつであった。

InfraStrata は、同造船所の建造、組立、修繕作業が可能な屋内設備を高く評価している。同造船所は H&W (Appledore) と社名を変更し、現在はフェリー、艦艇、鉄鋼製造、オフショアエネルギー市場における受注獲得を狙っている。同時に同グループ内の造船所 H&W (Belfast) との協力体制も構築してゆく。同造船所の近隣海域では多くの洋上風力発電施設の建設が計画されており、今後の受注につながる可能性がある。また、英国政府及び政府諸機関は今後 10 年間に特殊目的船隊への投資を予定しており、同造船所にビジネス機会を提供すると予想される。

InfraStrata による Appledore の買収は、英国には小型船 (全長 120m 以下) 及び鉄鋼製品製造への将来的な需要に対応する能力に限られているとの認識に基づいている。英国の 2 造船所の買収により、InfraStrata は全長 120m までの小型船建造 (Appledore)

及び 300m 超の大型船建造（H&W）の両市場における建造能力を得た。一方、同社は、全長 120～300m の中型船市場には同様のビジネス機会はないと考えている。

<Wight Shipyard>

近年、英国造船業に参入した独立系造船所 Wight Shipyard は、軽量高速フェリー市場で国際的な成功を収めている。2020 年には、同社はマルタ向けにアルミニウム製カタマラン型フェリー4 隻を同時建造し、同時竣工するという快挙を成し遂げた。竣工したフェリーのうち 2 隻は全長 20m、旅客定員 197 人、残りの 2 隻は全長 33m、旅客定員 298 人である。

<艦艇市場への投資>

Babcock International は、英国海軍向け 31 型フリゲート 5 隻の建造準備のために、スコットランドのロサイスに位置する同社の造船所とドックヤード（海軍工場）への設備投資を進めている。2020 年には、新組立工場の建設計画を発表した。

投資計画の中心となるのは、先進デジタル技術の導入である。同社はこれにより船舶建造システムを変換する。同社の戦略は、船舶の設計段階から全製造工程、艀装、エンジニアリングをカバーする「デジタルスレッド」を構築することである。さらに船舶が就航した後はデータ分析システム「iFrigate」が支援を行う。

Babcock International は、デジタル化による製造、建造、組立工程の効率化は、これまで英国 BAE Systems が独占してきた英国艦艇建造市場における同社の競争力を向上させ、国際市場におけるビジネス機会にもつながってゆくと期待している。

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 AUTOSHIP

2020年、EU助成プロジェクト「AUTOSHIP」は、ノルウェー及びベルギーにおける自律運航技術の実証試験の候補船2隻を選んだ。

2022年11月30日に完了予定のAUTOSHIPプロジェクトは、予算総額2,770万ユーロ（3,240万ドル）の大規模プロジェクトである。うち2,010万ユーロ（2,350万ドル）をEUが「Horizon 2020」プログラムから拠出し、予算配分が最も多い参加企業はEU非加盟国のノルウェーの企業である。

実証実験用に使われた2隻のうち1隻は、ノルウェーEidsvaag Shippingが運航する一般貨物船「Eidsvaag Pioneer」で、AUTOSHIPプロジェクトで開発された遠隔操作自動運航技術が搭載される。試験は、ノルウェー沿岸の環境的に脆弱なフィヨルド海域で養殖場に養魚用飼料を輸送する同船の通常航海中に行われる。

試験の目的は、完全自動運航システム、インテリジェントマシンシステム、自己診断機能、予知機能、運航スケジュール決定機能、及び高レベルのサイバーセキュリティーを実現する通信技術とアップグレードされた電子インフラへの統合などの主要技術のさらなる開発である。

実証実験用の2隻目は、ベルギーBlue Line Logisticsが所有する内陸水路用シャトルバージである。同バージは、欧州西部の内陸水路網において大型コンテナ港とターミナル間を運航している。

2019年6月1日に開始されたAUTOSHIPプロジェクトのもうひとつの役割は、5年以内にEU域内で自動運航海運を商業化するためのロードマップの開発である。

ノルウェーKongsberg Groupが、プロジェクトを主導し、予算配分も最も大きい企業である。1,500万ユーロ（1,750万ドル）超の助成金を受け取る同グループからは、事業部門であるKongsberg Maritime、Kongsberg Maritime CM、Kongsberg Digital、Kongsberg Norcontrolがプロジェクトに参加している。

8-1-2 HYDRA (Hybrid power-energy electrodes for next generation lithium-ion batteries : 次世代リチウムイオン電池向けのハイブリッドパワー・エネルギー電極)

2020年5月、EU「Horizon 2020」プログラムが予算全額を拠出するHYDRAプロジェクトが開始された。同プロジェクトの目的は、次世代リチウムイオン電池の開発である。

当初は電気自動車（EV）市場向けのプロジェクトであったが、その後対象は船用市場にも拡大され、他の市場への技術移転も検討されている。この計画には、ノルウェーCorvus Energy社の関与が重要である。HYDRAプロジェクトは、ノルウェーの研究機関SINTEFがコーディネーターを務め、完了予定は2024年8月31日という長期に渡るプロジェクトである。EUが全予算940万ユーロ（1,100万ドル）を拠出している。

8-1-3 HySHIP (Hydrogen ship : 水素駆動船)

HySHIP プロジェクトは、民間海運に水素燃料を普及させることを目的とした EU の新研究開発プロジェクトである。2020 年末に開始予定の同プロジェクトには、「Horizon 2020」プログラムから 800 万ユーロ (940 万ドル) の助成金が承認されている。

HySHIP プロジェクトは、ノルウェー船舶運航・船用サービス企業 Wilhelmsen が主導し、14 企業・組織が参加する。EU 助成金の使用目的は、①液体水素を燃料とし、また輸送する RORO 船を設計、建造し、実証実験を行うこと、②沿岸地域に液体水素のサプライチェーンとバンカリング設備を構築することの 2 点である。

開発される RORO 船は、Wilhelmsen が運航する。出力 3MW のプロトン交換膜 (PEM) 型水素燃料電池と出力 1,000 kWh のバッテリーの組合せにより、ゼロ排出運航を実現する。同船は、貨物船及び技術実証船としての役割を持つ。

同 RORO 船は、定期スケジュールで輸送する商業貨物に加え、液体水素を現在計画中のバンカリングハブに供給する。液体水素は特殊極低温コンテナで輸送される。水素は、ベルゲン近郊モンスタッドの新液体水素生産施設から供給される。HySHIP プロジェクトは、水素駆動輸送船、革新的な駆動システム、水素燃料ディストリビューションネットワークを実証する大プロジェクトである。

HySHIP プロジェクトでは、液体水素で駆動される異なる 3 船種でも同様の研究を行う予定である。研究対象となる 3 船種は、出力 1MW の内陸水路タンクバージ、3MW の高速フェリー、20MW のケーブサイズ型ばら積み貨物船である。

同プロジェクトにおいて Wilhelmsen に協力する企業・組織は、Kongsberg Maritime (ノルウェー)、LMG Marin (ノルウェー)、Equinor (ノルウェー)、Norled (ノルウェー)、PersEE (フランス)、Diana Shipping (ギリシャ)、Stolt Nielsen Inland Tanker Service (オランダ)、Air Liquide (フランス)、NCE Maritime CleanTech (ノルウェー)、DNV GL (ノルウェー)、ETH Zurich (スイス)、ストラスクライド大学 (英国)、Demokritos (ギリシャ) である。

8-1-4 IW-NET (イノベーション駆動型共同欧州内陸水路ネットワーク)

2020 年 5 月に開始された IW-NET プロジェクトでは、欧州の内陸水路輸送に関する様々なイノベーションを開発し、試験を行う。実施期間 36 か月の同プロジェクトの総予算は 830 万ユーロ (970 万ドル) で、EU が「Horizon 2020」プログラムから全額を拠出する。ブレーメンの海運経済ロジスティックス研究所 (ISL) が主導する同プロジェクトには、EU9 か国から 26 企業・組織が参加し、革新的な船舶、デジタル化、インテリジェント交通管理の研究開発に焦点を当てる。

8-1-5 SeaTech プロジェクト (Next generation short-sea ship, dual-fuel engine and propulsion retrofit technologies : 次世代短距離海運船、デュアルフュエルエンジンと推進システムのレトロフィット技術)

2020 年に開始された「Horizon 2020」プログラム内の助成プロジェクト「SeaTech」の目的は、革新的な船舶の機関と設計の相互作用による燃料効率の 30%向上と排出の大幅削減である。開発される概念は、まず短距離海運船に適用する。

エンジン動力に関する革新的なアイデアのひとつは、高精度のエンジン制御による超高効率のエネルギー変換と排気の大削減である。もうひとつのイノベーションは、船首の下に設置されたバイオミメティック*な動翼で、様々な海況条件下で推進力を補助する機能がある。波力を利用して推進力を増加させ、船体の動揺を軽減する。

3年間プロジェクトである「SeaTech」の究極的な目的は、上記のイノベーションを進化させ、実証実験を行うことである。短距離海運船に採用した場合のシナジー効果は、カスタム化された高度データ分析フレームワークにより推定された実験データによりモデル化される。

プロジェクトの研究成果は、2025 年までに欧州及びアジアの短距離海運市場で商業化された後、遠洋船市場にも採用する。開発されるシステムは、新造船への搭載、及び既存船へのレトロフィットの両方に適しており、船主の投資に対して 400%のリターンをもたらす可能性があるとされている。

SeaTech で開発される相互作用のあるイノベーションは、燃料効率を 30%向上させると同時に、NO_x (窒素酸化物) 及び SO_x (硫黄酸化物) の排出量を 99%、粒子状物質 (PM) 排出量を 94%、CO₂ 排出量を 46%それぞれ削減する。欧州短距離海運船の僅か 10%に同システムがレトロフィットされたと仮定しても、CO₂ の年間削減量は 3,200 万トンに上る。

SeaTech プロジェクトに参加する国際企業・組織は、Wärtsilä (フィンランド)、Wärtsilä (オランダ)、ノルウェー船主 Utkilen、Huygens Engineering (オランダ)、Liewenthal Electronics (エストニア)、アテネ工科大学 (ギリシャ)、UiT The Arctic University of Norway (トロムソ大学、ノルウェー)、サウサンプトン大学 (英国) である。フィンランド Wärtsilä がコーディネーターを務める。

*バイオミメティック：生化学プロセスを模倣する合成方法

8-1-6 ShipFC 燃料電池プロジェクト

EU が「Horizon 2020」から 1,000 万ユーロ (1,170 万ドル) を拠出する船用イノベーションプロジェクト「ShipFC」は、アンモニア駆動燃料電池を船舶に搭載する世界初のプロジェクトである。

ShipFC プロジェクトには、欧州の 14 企業・組織が参加し、ノルウェーの海事クラスター NCE Maritime CleanTech がコーディネーターを務める。プロジェクトでは、大型船によるゼロ排出の長距離航海が可能であること、また大型燃料電池機関が安全かつ効果的に全船内システムに電力を供給できることを実証する。

プロジェクトでは、出力 2MW のアンモニア燃料電池が、プロジェクト参加企業であるノルウェー Eidesvik が所有し、ノルウェー国営エネルギーグループ Equinor が運航するオフショアサービス船「Viking Energy」に搭載される。

プロジェクトの核となるのは、出力 100kW の燃料電池を 2MW にスケールアップすることである。ノルウェー Prototech が開発、製造する燃料電池は、別のプロジェクトで陸上試験が行われる。

NCE Maritime CleanTech、Eidesvik、Equinor、Prototech 以外のプロジェクト参加企業・組織には、ノルウェーの産業グループ Yara、フィンランド Wärtsilä Group のノルウェー支社が含まれる。ノルウェー Wärtsilä は、船用アンモニア燃料システム、実験船の設計と復原性の変更、エネルギー管理システムを担当する。

ドイツの研究機関 Fraunhofer IMM は、同プロジェクトの燃料電池システムの開発と製造を支援し、フランス PersEE はエネルギー管理制御とデータの支援を行う。安全性評価は、英国ストラスクライド大学とギリシャ国立科学研究所 Demokritis が担当する。

ノルウェーの再生可能エネルギー研究所 Sustainable Energy Catapult Centre は、エネルギーシステムの試験及びアンモニア燃料電池のスケールアップの試験を担当する。開発された技術を実船に適用する試験は、ノルウェー North Sea Shipping、ギリシャ Capital-Executive Ship Management、ノルウェー／キプロス Star Bulk Ship Management が行う。

8-1-7 水上技術プラットフォーム

欧州水上輸送セクターのステークホルダーと EU が支援する組織 Waterborne Technology Platform（水上技術プラットフォーム）で構成されるパートナーシップ「Horizon Europe Partnership」は、ゼロ排出に向けたソリューションの共同研究開発に関する提案を作成した。同パートナーシップが作成した「戦略的研究及びイノベーションのアジェンダ」は 2020 年 7 月に発表され、関連産業及び全ステークホルダーが諮問を行っている。

パートナーシップの主目的は、2030 年までに海洋船、河川船の主要船種に適用可能なゼロ排出ソリューションを開発、実証することにより、2050 年までにゼロ排出の水上輸送を実現することである。開発される様々なソリューションは、新造船及び既存船へのレトロフィットの両方に適用される。

同パートナーシップは、関心のある全ステークホルダーが「戦略的研究及びイノベーションのアジェンダ」の開発と制定に参加することを求め、EU 助成金支給の対象となる研究開発プロジェクトのテーマを決定してゆく。また、パートナーシップは、2030 年までのゼロ排出技術ソリューションの実用化を目標に、各国及び国際レベルの規制及び政策の制定を支援する。

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 AMMONFUEL：アンモニア燃料の研究

2020年8月、船用企業Alfa LavalとHaldor Topsoe、船社Hafnia、風力タービンメーカーVestasとSiemens Gamesaは、船用アンモニア燃料に関する報告書を発表した。

「アンモニア燃料—船用燃料としてのアンモニアに関する海事産業の見解」と題された船主向けの報告書の結論は以下の通りである。

- 「通常」のアンモニア燃料のコストは、超低硫黄分船用油（VLSFO）と同等である。将来的には、再生可能エネルギーを利用して製造された「グリーン」なアンモニア燃料が最も経済的なカーボンニュートラル燃料となる。
- アンモニアの安全な取り扱いに関しては、業界では実績がある。船舶設計者と専門機器メーカーは、船上におけるアンモニアの安全な取り扱いのためのソリューションを提供する能力がある。
- 船用燃料としてのアンモニアの供給と生産拡大に関する問題は見受けられない。必要なグローバルインフラの大部分は既に整備されている。
- アンモニアとVLSFOのデュアルフュエル設計は、燃料コストを最小限にする高い柔軟性を提供し、将来的な規制を満たすこともできる。

アンモニアを内燃機関に使用した場合、SO_x（硫黄酸化物）、PM（粒子状物質）、CO₂（二酸化炭素）の排出がない。また、選択触媒還元（SCR）技術を用いてNO_x（窒素酸化物）／N₂O（亜酸化窒素）を除去することも可能である。アンモニアは自然環境内で無毒化され、蓄積しない。

8-2-2 アンモニア駆動タンカー

2020年1月、MAN Energy Solutions（デンマーク）、Lloyd's Register（英国）、MISC Berhad（マレーシア）、サムスン重工業（韓国）は、アンモニア燃料で駆動されるタンカーの共同開発プロジェクトで協力を行うと発表した。

アンモニア燃料は、海運のカーボンフリー化へのオプションのひとつであると考えられている。今回の4企業のアライアンス結成は、IMOの2050年温室効果ガス排出目標を達成するには、海事産業のリーダーシップと協力体制が必要であるとの認識に基づいている。

同アライアンスは、海運の脱炭素化には複数の手段を検討する必要があるとし、規制の制定に先駆けて他企業もこの新イニシャティブに参加することを促している。

8-2-3 AUTOBIN（自動運航内陸船）

AutoBin（Autonomes Binnenschiff：自動運航内陸船）プロジェクトは、内陸水路貨物船の自動運航のシミュレーションと実証により、内陸水運の新たな課題を解決することを目的としている。

AutoBin プロジェクトは、ドイツの造船工学・輸送システム開発センター（DST）とデュイスブルク・エッセン大学が共同で実施し、ルクセンブルク企業 Imperial Dry Bulk Shipping が準メンバーとして参加している。プロジェクトの実施期間は 2019 年 10 月～2022 年 9 月の 36 か月間で、EU の欧州地方開発基金（ERDF）とドイツのノルトライン＝ヴェストファーレン州が資金を拠出している。

プロジェクトでは、自動運航内陸船の開発とドルトムント近郊の内陸水路における実証試験を予定している。開発される制御システムは、船舶の操縦、推進、旋回機能を持ち、船内の乗組員の介入なく、交通状況と航行ルールを考慮した安全な航行が可能である。マシンラーニング機能を持つシミュレーター内に、人口知能（AI）をベースとする制御システムを開発する。

Imperial Dry Bulk Shipping が提供する内陸船には、自動運航に必要なセンサーとアクチュエーター技術が搭載される。

8-2-4 船用バッテリーの安全性

2020 年 1 月、3 年間の研究を経て、DNV GL は船用バッテリーの安全性に関する報告書を発表した。この研究プロジェクトには、ノルウェー、デンマーク、米国の海事当局、バッテリーメーカー、システム統合企業、防火装置メーカー、造船所、船主が参加した。

バッテリーの火災は、非常に高熱の炎を発生させ、またバッテリーから発生するガスによる爆発の危険性がある。同報告書では、船舶のバッテリー容器からの火災の発生から対処方法までの全プロセスを研究した。また、船用バッテリー装置の爆発及び火災リスクと消火システムの効果の評価を行った。

報告書の最も重要な成果のひとつは、爆発性ガスの蓄積を防ぐために不可欠な換気システムに関する研究である。しかしながら、報告書では、バッテリーシステムの大部分が発火した場合には、換気システムだけではガスの蓄積を十分に防ぐことができないと警告している。消火と換気に加え、発火とガス排出がバッテリーシステムの一部のみに留まるような安全バリアを持つバッテリーシステムの設計が必要である。

8-2-5 Bio2Bunker プロジェクト

2020 年 7 月、LNG 燃料供給企業 Titan LNG は、バイオ LNG 燃料のサプライチェーン開発を目的とした「Bio2Bunker」プロジェクト向けに、EU のコネクティングヨーロッパファシリティ（Connecting Europe Facility : CEF）基金から 1,100 万ユーロ（1,280 万ドル）の補助金を獲得した。同プロジェクトでは、3 隻のバンカーバージを建造し、ゼーブルッヘ（ベルギー）、ロッテルダム（オランダ）、リュウベック（ドイツ）で運航する。バイオ LNG と LNG の組合せにより、将来的な脱炭素化を目指す。次の段階は、バージを改造し、合成液化ガス（synthetic liquefied gas : SLG）を導入することである。

8-2-6 decarbonICE プロジェクト

2019年10月に開始された「decarbonICE」プロジェクトは、海運からの排出削減のための船内二酸化炭素回収・貯蔵（CCS）ソリューションの開発を目的としている。

decarbonICE プロジェクトは、船舶の排気ガス内のCO₂を凍結し、そのドライアイス状の粉末をブロック化し、深海の海底に排出するという概念に基づいている。同プロジェクトは、デンマークの海事産業クラスターが資金を拠出する海事開発センター（MDC）が主導する国際プロジェクトである。この概念は、既存の技術と物理原則に基づいており、HFO、MGO、LNGなどの既存燃料を用いる新造船及びレトロフィット向けのアプリケーションである。カーボンフリー燃料のコストが低下し、入手が容易になったときには、現実的なソリューションになると見られている。

2021年初頭に完了予定の同プロジェクトでMDCに協力している企業・組織は、船社日本郵船、SCF Sovcomflot、Teekay、BW Group、Knutsen OAS Shipping、Ardmore Shipping Corporation、及び大宇造船海洋（DSME）、スクラバーメーカーClean Marine、ブラジルの資源開発・輸送船運航企業Vale、デンマークの交通イノベーションネットワークである。プロジェクト資金はデンマーク政府が拠出する。

プロジェクトの主要アイデアは、①船舶のエンジンからの排ガスに含まれるCO₂及びその他の温室効果ガスを回収し、低温化プロセスによりドライアイスに変換すること、②通常航海中に回収、凍結されたCO₂を水深3,000m以上の指定海域に、カーボン降下装置（carbon descent vehicles：CDV）として船舶から投入する。CDVは海底を貫通してドライアスを海底堆積物内に移動させ、液体CO₂及びCO₂ハイドレートとして安全に永久貯蔵すること、という2点である。

プロジェクトでは、その手法と要素のフィジビリティスタディを行い、IMOに承認プロセスを提案する。また、以下のサブシステムの概念設計と概念実証を行う。

- LNG及びHFO/MGO燃料エンジン向けの超低温カーボン回収装置
- ドライアイスからCDVを製造するシステム
- CDVを海に投入する発射システム
- 新造船及びレトロフィット向けのシステム統合設計

DSMEの技術部門長は以下のように述べている。「海事産業は、船内のカーボン回収と適切なサイトでの貯蔵が、脱炭化ソリューションとして認められるということを見過ごしている。DSMEは、過去数年間、海底堆積層に注入されたCO₂の挙動に関する韓国研究グループの研究を注視してきた。「decarbonICE」プロジェクトの成功は、極低温化プロセスに必要な電力をどれだけ低下させることができるかにもかかっている。」

8-2-7 船用 e-燃料

英国のコンサルティング企業Ricardoが実施した研究では、再生可能エネルギー源から製造されたe-燃料（合成燃料）の海運への利用に関するポテンシャルは非常に大きいとしている。

米国の環境防衛基金が作成した報告書「海運向けエレクトロフュエル」では、可能性の高い製造国としてチリに焦点を当てている。チリは既に世界最大の再生可能エネルギー生産国のひとつで、太陽光発電だけでも 1,200GW のポテンシャルを持つ。その地理的位置から、同国は国際及び国内海運輸送への依存度が高い。

再生可能エネルギーを利用し、電気分解により水から水素原子を分離させ、水素を生成する。「グリーン」な水素は、そのまま燃料として用いるか、またはさらに「グリーン」アンモニアまたはメタノールなどの炭素ベースの燃料にプロセスすることも可能である。アンモニアとメタノールは、既存エンジンの設計を少し変更するだけで船用燃料として利用することができる。

報告書の目的は、大規模な未開発の再生可能資源を持つ諸国が、その資源を海運の将来的なエネルギー需要向けに活用するための新エネルギーインフラへの投資を促す実際的な方法を示すことであった。

8-2-8 「GETTING to ZERO 2030」連合

2019 年 9 月、船社、技術企業、エネルギー事業者、小売事業者などが、ゼロ排出に向けた輸送機関のエネルギー変換を加速させることを目的とした「Getting to Zero 2030」連合を発足させた。

連合の発足メンバーのひとつである Wärtsilä は、2020 年 7 月、プロジェクトでは、以下の 3 点の主要目標に向けた共同研究開発活動を行うと述べている。

- さらに多くのクリーンなエネルギー源を特定し、開発する。
- 貨物輸送 1km 当たりのエネルギー消費量を削減する。
- 有害排出物の大部分を排除する。

目標は、2030 年までに革新的な技術を開発し、その結果を出すことである。計画されている研究開発プロジェクトは、水素燃料及びバイオ燃料の開発、バイオガス及び合成ガス燃料の利用、ハイブリッドソリューションの利用拡大などである。

連合に参加する他のメンバーは、Amazon Web Services、Carrefour、CMA CGM Group、Cluster Maritime Francais、Credit Agricole Corporate Investment Banking、Engie、Faurecia、Michelin、Schneider Electric、Total である。

8-2-9 GoodShipping プログラム：バイオ燃料の試験

2020 年、自動車メーカー BMW Group は、短距離海運企業 United European Carriers (UECC) 所有船で行われるバイオ燃料油 (BFO) の試験に関する「GoodShipping」プログラムへの参加を決定した。

UECC と船用バイオ燃料企業 GoodFuels は、全長 140m の自動車運搬船「Autosky」で、3,000 トンのサステナブルなバイオ燃料を使用する 3 か月間の試験を開始した。2020 年 3 月にロッテルダム港で初回のバンカリングが行われたバイオ燃料は、食品廃棄

物に由来し、事実上 CO₂ の排出はなく、硫黄排出量は 0.5%規制に対応するレベルに削減される。

BMW が参加を決定したことにより、試験はさらに 2 か月間延長された。BMW は、試験中に「Autosky」で輸送される同グループの貨物に必要なバイオ燃料と通常の燃料油（重油、精製油）との差額を支払う。これにより、BMW は、自社貨物輸送中の CO₂ 排出量の 80～90%を削減、即ち 400 トン以上のカーボン削減することとなる。

この試験は、BMW と「GoodShipping」プログラムの目的であるカーボンニュートラルなサプライチェーン構築への重要なステップとなる。同プログラムは、海運業者と荷主による環境フットプリントの削減を目指して GoodFuels が 2017 年に開始したプロジェクトである。

8-2-10 国際海事研究開発委員会（International Maritime Research and Development Board : IMRB）

世界最大級の海運組織のグループは、海運からの CO₂ 排出をなくすことを目的とした数百万ドル規模の研究開発プログラムを開始する計画を発表した。

世界海運評議会（World Shipping Council : WSC）、及び BIMCO、Intercargo、国際海運会議所（International Chamber of Shipping : ICS）などの 8 組織は、IMO の脱炭化目標を達成するための燃料や関連技術に関する長期的な研究開発活動を促進する。

同グループは、IMO 加盟国が監督する非政府研究開発組織となる国際海事研究開発委員会（International Maritime Research and Development Board : IMRB）の設立を提案している。

これには、世界の海運企業が購入した船用燃料 1 トンにつき 2 米ドルを寄付することを義務付け、研究開発活動資金とする。10 年間で 50 億ドル規模の基金が見込まれている。

この基金は、「グリーン」水素及びアンモニア、燃料電池、バッテリー、再生可能エネルギーを用いて生成される合成燃料などを含むゼロカーボン技術及び推進システムの開発促進に利用される。

8-2-11 Maersk Mc-Kinney Moller のゼロカーボン海運センター

「Maersk-Mc-Kinney Moller ゼロカーボン海運センター」（Maersk-Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping）は、海運を代表する企業数社が、共同でコペンハーゲン（デンマーク）に設立した新研究開発センターである。同センターは、A.P.Moller 財団の 4 億デンマーククローネ（6,280 万ドル）の寄付により、2020 年 6 月に開設された。開設に協力したパートナー企業は、A.P.Moller-Maersk、American Bureau of Shipping、Cargill、MAN Energy Solutions、三菱重工業、日本郵船、Siemens Energy である。

独立した非営利研究組織として、同センターは産学官が共同で海運セクターに関する研究を行う。分野横断型チームがグローバルに協力して脱炭化ソリューションを研究し、選

ばれた脱炭化燃料及び動力技術を開発する。また、ゼロカーボン海運への移行を可能にする規制、財政、商業的手段の開発を支援する。

8-2-12 自動運航船「MAYFLOWER」

2020年3月、自動運航船「MAYFLOWER」(Mayflower Autonomous Ship : MAS) プロジェクトのために開発された自動運航システムの試験が、英国プリマス沖の有人調査船上で行われた。人工知能(AI)をベースとしたシステム「AI Captain」は、その後2020年9月に、プロジェクト用に建造された全長15mのトリマラン型 MAS 「MAYFLOWER」で試験が行われた。

試験航行プログラムの後、「MAYFLOWER」は、2021年4月にプリマスから米国東岸ケープコッドのプリNSTOWNに向けて出港する予定である。同船は、1620年のオリジナルのメイフラワー号の歴史的航海を記念すると同時に、ユニークな海上航行プラットフォームとして完全自動運航技術の実証と評価を行う。MAS プロジェクトは、コネチカットを本拠とする海事研究機関 Promare とコンピューターグループ IBM が主導し、英国プリマス大学が研究作業のコーディネートを担当している。

IBMの「AI Captain」システムは、カメラ、AI、最新のコンピューターシステムを用いて他船、航路標識、危険物など回避しながら安全に MAS を航行させる。MAS は、先進技術を用いて、人間の介入なしに航行中に感じ、考え、決断を下す。3月の海上試験では、AIのプロトタイプが英国プリマスマリンラボラトリー所有の有人調査船に設置された。試験のフィードバックを活用し、MAS 新造船に設置するマシンラーニングモデルの改良を行った。

軽量トリマラン型 MAS は、英国 Whiskerstay 及び MSubs (Marlin Submarines) が設計し、グダニスク(ポーランド)の Aluship Technology が船体を建造した。船体はポーランドから英国に移送され、電子機器が艀装された。英国バーミンガム大学が、MAS 航海用の仮想現実(VR)、拡張現実(AR)、混合現実(MR)技術を担当した。MAS は自動運航実証船であるとともに、海洋の状況、汚染調査、環境保全などの研究用の特殊ポッドを搭載する。

8-2-13 RESHiP (Renewable energy ship propulsion : 再生可能エネルギー船用推進システム)

イタリアの造船工学コンサルタント Navalprogetti は、2019~2020年に実施された革新的な船用動力システムの研究に関する「RESHiP」プロジェクトのコーディネーターを務めた。プロジェクトの研究活動の焦点は、旅客船の NO_x、SO_x、PM 排出の最小化、及び騒音の大幅削減であった。

プロジェクトでは、環境負荷低減を目指し、推進及び船内需要の両方を賄う電力の発電技術の研究が行われた。

異なる燃料の評価の結果、プロジェクトでは船用燃料電池システムのプロトタイプを開発した。その目的は、新造船への設置または既存船へのレトロフィットが容易なスキッド上に組み立てられた完全に認証されたシステムの設計であった。

開発されたシステムは、旅客定員 150～200 人の小型旅客船向けであるが、大型クルーズ船へも適用可能なスケーラブルな設計である。主目的は NO_x、SO_x、CO₂ 排出の完全な削除と、エネルギー消費量の 10%削減であった。

「RESHiP」プロジェクトで Navalprogetti のパートナーとなったのは、トリエステ大学と Lloyd's Register である。プロジェクト総予算 690,000 ユーロ（806,400 ドル）のうち、475,000 ユーロ（555,200 ドル）の補助金を、EU の欧州地方開発基金及びイタリアのフリウリ・ベネチア・ジュリア州の地方運用プログラム（2014～2020 年）から拠出している。

8-2-14 RH2INE プロジェクト（Rhine Hydrogen Integration Network of Excellence : ライン川水素統合ネットワークオブエクセレンス）

EU 欧州委員会は、内陸水路交通における水素燃料の利用促進を目指した研究開発プロジェクト「RH2INE」の予算の半分を拠出している。

「RH2INE」プロジェクトでは、ライン川アルプス回廊の主要貨物航路であるロッテルダム港とドイツ内港ケルンを結ぶ水路に、2025 年までに水素駆動船 10 隻以上を導入することを計画している。この航路には 3 か所の水素燃料ステーションが必要となる。将来的には、水素ステーションの数を増やし、水素駆動貨物船が内陸水路をイタリアまで航行できるようにする。

「RH2INE」プロジェクトには、EU 欧州委員会が 500,000 ユーロ（584,400 ドル）を出資し、プロジェクト参加企業・組織であるロッテルダム港管理当局、オランダのゾイトホラント州、ドイツのノルトライン＝ヴェストファーレン州、デュイスブルク港、RheinCargo が共同でさらに 500,000 ユーロを出資している。

これらの予算は、内陸水路船向けの水素技術の開発、水素燃料供給ステーションの位置の決定、様々な規制要求の調査などに用いられる。

8-2-15 RIVER（Non-carbon river boat powered by combustion engines : 内燃機関駆動のノンカーボン河川船）

EU が資金を拠出する「RIVER」プロジェクトは、内陸水路船向けの低カーボンまたはカーボンフリーソリューションの開発を主目的に、2017 年 9 月に開始された。プロジェクトは 2021 年 3 月に完了予定である。

RIVER プロジェクトは、カーボン排出に関する EU 規制（Regulation EU 2016/1628）、及びノンロード移動機械（NRMM）の内燃機関に関する EU 指令（Directive 97/68/EC, 01/2017）がその動機となっている。

プロジェクトでは、酸素燃料駆動のディーゼルエンジンの開発とカーボン回収貯蔵（CCS）技術を組み合わせた研究を行った。

開発されたエンジンは、空気（窒素、酸素、アルゴン、CO₂、水蒸気を含む）の代わりに純粋な酸素を用いる。酸素中の炭化水素が燃焼すると、CO₂と水のみを発生させる。よって、エンジン燃焼から排出されるのはCO₂と水のみで、窒素またはNO_xは含まれない。CO₂と水はコンデンサーを用いて容易に分離することができ、その後CO₂は隔離または他の用途のために回収される。

水素と燃料は酸素燃料（oxy-fuel）を形成し、予混合圧縮着火（HCCI）式のディーゼルエンジンに供給される。酸素は船内の高圧酸素シリンダーに貯蔵される。排気ガスの蒸気は圧縮され、水は分離され、残ったCO₂は圧縮後、貯蔵される。この技術はNO_x排出を排除し、PM排出を最小限に抑える。CO₂はその後工業目的に利用することができる。

RIVER プロジェクトでは、技術の調査のために専用の試験台を設置した。また、英国の小型内陸水路船に実証実験システムを設置する計画もある。プロジェクトでは、大型船への同技術の導入に関するフィジビリティースタディーも行った。

RIVER プロジェクトの総予算は324.1万ユーロ（380万ドル）で、うち194.5万ユーロ（230万ドル）を、EUの地域協力プログラムを通じて欧州地方開発基金（ERDF）が拠出している。

プロジェクトには、EU5 各国（フランス、ドイツ、ルクセンブルク、オランダ、英国）からの9企業・組織が参加、及びその他5企業・組織が準メンバーとして支援している。プロジェクトを主導するのはフランスの制御専門企業 YNCREA である。参加メンバーの知識ベースは、エンジン制御システム、酸素燃料エンジン技術、CO₂処理、内陸水路輸送である。

プロジェクトの一環として、CO₂をバイオ溶液に変換する小規模な実験室が設置された。参加メンバーであるデュイスブルク大学の役割は、開発された酸素燃料エンジンを小型内陸水素船に統合することであった。

2018～2050年の間には、既存船のエンジン6,000基の代替が必要であり、また2,400隻の新造船が就航すると予想されている。

8-2-16 RUN WIND PROPULSION TECHNOLOGY（風力支援船用推進プロジェクト）

風力支援船用推進（Wind-Assisted Ship Propulsion : WASP）プロジェクトである「RUN WIND PROPULSION TECHNOLOGY」では、大学、風力技術企業、船社が協力し、複数の風力支援推進技術の研究、試験及び性能評価を行っている。その目的は、風力支援技術の利用促進と、欧州北海の豊富な風力エネルギーを活用して「グリーン」な海運を実現することである。

オランダの海事技術財団が主導する WASP プロジェクトの予算は、540万ユーロ（630万ドル）で、うち230万ユーロ（270万ドル）をEUが「Interreg North Sea Europe」プログラムを通じて欧州地方開発基金（ERDF）から拠出している。残りのコストは、船社5社を含む参加企業・組織が負担している。

2020年1月、WASP プロジェクト参加企業が所有する3,600DWT型短距離貨物船の船首付近に、高さ10mの「Ventifoil」翼2基が設置された。風力支援「Ventifoil」シ

システムは、オランダ eConowind 社が 3 年間の WASP プロジェクト内で開発したシステムである。

WASP プロジェクトでは、プロジェクトメンバーである別のオランダ船主が所有する 3,600DWT 型貨物船にも Ventifoil 翼 2 基を設置する計画である。同船の北海における通常航海中に、燃料消費量などを含むシステムの性能を監視する。プロジェクトでは、10%前後の燃料削減を予想している。

2020 年 5 月、プロジェクトメンバーであるデンマーク/ドイツ船社 Scandlines は、自社 ROPAX フェリーにフィンランド Norsepower 社が供給する高さ 30m の「Rotor Sail」1 基を設置した。これにより 4~5%の排出量削減が予想されている。

WASP プロジェクトでは、さらに多くの欧州北部の短距離輸送船に風力支援ソリューションを設置し、実証実験を行う計画である。2019 年 7 月に開始された同プロジェクトは、2023 年 1 月に終了予定である。

8-2-17 商船向けの風力推進システム

英国設計コンサルタント BAR Technologies、国際バルク輸送企業 Cargill Ocean Transportation、フィンランドの船舶設計企業 Deltamarin は、海洋商船向けのセイル支援推進システムの開発に関する新共同プロジェクトを開始した。

プロジェクトが提案する新ソリューション「WindWings」システムは、BAR Technologies が開発したシステムで、最大高さ 45m の大型ウィングセイルを大型船の上甲板に設置する。

初回の「WindWings」システムはプロダクトタンカー向けであるが、プロジェクトではばら積み船向けのシステムも開発する計画である。

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 AEngine プロジェクト (Ammonia-fuelled engine : アンモニア燃料エンジン)

2020 年 10 月、デンマーク政府機関 Innovation Fund Denmark は、アンモニア燃料駆動の 2 ストローク船用エンジンの開発プロジェクト「AEngine」への支援を表明した。MAN Energy Solutions のデンマーク拠点が主導する同プロジェクトの目的は、アンモニア燃料駆動の商船の初受注につながる船用推進システム全体の設計と開発である。

AEngine プロジェクトで MAN の研究パートナーとなる企業・組織は、デンマークの燃料システム企業 Eltronic FuelTech、デンマーク技術大学 (DTU)、DNV GL である。

計画されているフルスケールの実証エンジンは、MAN Energy Solutions コペンハーゲン研究センターの試験台のひとつを用いてアンモニア駆動試験が行われる。Eltronic FuelTech 社は、燃料弁系を含む燃料供給システムの開発と、燃料タンク、パージシステム、換気システムへの統合を担当する。

プロジェクトの主な 3 段階は以下の通りである。

- ①アンモニアエンジンの概念開発と初期設計
- ②アンモニア燃料供給システムの設計
- ③実寸大のエンジンの実証試験

アンモニアは炭素を含まないため、燃料過程で CO₂ を排出しない。

8-3-2 先進カーボン回収技術

2020 年に英国で実施された研究開発プロジェクトでは、極低温「A3C」プロセスを用いたカーボン回収のコストは、アンモニアなどのゼロカーボン燃料の利用技術を開発し、使用した場合のコストの半分以上で、海運の脱炭素化を加速するとしている。

プロジェクトでは、「A3C」ソリューションを用いて、船内でエンジン排ガスを回収し、回収した CO₂ を最終的な隔離（海底貯蔵）のために港湾に輸送するという手法は、特にゼロカーボン燃料の製造、供給、仕様に係わる多額のコストと比較した場合、商業的に利用される可能性は高い、と述べている。

英国 PMW Technology 社が開発した「A3C」船内カーボン回収プロセスは、船舶の排ガスを急冷して CO₂ を分離する。

英国 T-TRIG プログラムが資金を拠出したこの 6 か月プロジェクトには、PMW Technology、チェスター大学、海事コンサルティング企業 Houlder、ティーズ・バレー合同行政機構が参加した。研究結果の評価のベースとして、10,200DWT 型の LNG 駆動自動車・トラック運搬船（PCTC）及び 830DWT 型ハイブリッドディーゼルエレクトリック／バッテリーフェリーの 2 船種が採用された。

8-3-3 船用エンジンのアンモニア燃料

4 ストローク船用エンジンにアンモニア燃料を用いた世界初の長期的な試験が、2021 年第 1 四半期にノルウェーで開始される。この試験プロジェクトには、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（210 万ドル）を拠出している。

アンモニアは、カーボンフリーの船用燃料として有望である。また、アンモニアは、ノルウェー大陸棚のオフショア施設などの遠隔発電システムに「グリーン」なエネルギーを供給するという大きな可能性を持っている。

このアンモニア試験プロジェクトのパートナーは、Wärtsilä Norway、Knutsen OAS Shipping、Repsol Norway、及び Wärtsilä の 4 ストロークエンジンの試験が行われるストード（ノルウェー）のエネルギー研究所 Sustainable Energy Catapult Centre である。Wärtsilä の船用アンモニア燃料のエンジンパフォーマンスへの影響に関する研究は、同社のヴァーサ研究開発センター（フィンランド）で開始されたが、プロジェクトではストードの研究所で長期的試験を継続する。Wärtsilä のアンモニア燃料の研究は、「ZEEDS」プロジェクト内で行われた。

ノルウェーの「DEMO 2000」プログラムは、新技術がノルウェー大陸棚の油田・ガス田に採用されるために、または国際市場で販売するために、実証試験と評価を必要とするノルウェーのメーカーとサブコントラクター向けのプログラムである。

8-3-4 自動運航海運（ノルウェー）

2020年、ノルウェーの食品小売業者 ASKO は、沿岸サービス向けの全長 66m の自動運航 RORO 貨物船 2 隻を発注した。ASKO は、ゼロ排出の無人運航に必要な機器と技術を Kongsberg Maritime に発注し、また Kongsberg / Wilhelmsen の合弁事業 Massterly に同船隊の運航を委託した。

ノルウェーの排出削減目標と貨物輸送の道路から海へのモーダルシフトという政策に沿った同プロジェクトには、ノルウェー研究開発局 ENOVA が 1 億 1,900 万ノルウェークローネ（1,250 万ドル）を拠出している。貨物船 2 隻はインドのコーチン造船所で建造され、2022 年に竣工の予定である。各船は、EU 仕様トレーラー 16 台の積載能力があり、バッテリー容量は 1,800kWh である。

一方、ノルウェー Yara Birkeland のゼロ排出の自動運航沿岸コンテナ船のプロジェクトは、コロナ感染拡大により中止された。

8-3-5 自動運航海運（英国）

英国船級協会 Lloyd's Register (LR) と英国国立物理学研究所 (NPL) は、自動運航船の標準の明確化のための協力を合意した。その目的は、自動運航無人船及び関連システムのリスク管理と認証のために使用できる一貫した標準の制定である。今回の基本合意では、同 2 組織は共同で、現在の自動運航船に関する知識を確立し、向上させる。

同時に、LR と NPL は、世界最大の自動運航海洋船のフィジビリティに関する研究開発プロジェクト「THEMIS」にも各種のサービスを共同で提供している。「THEMIS」プロジェクトは、シンガポール港管理局が部分出資し、シンガポール ST Engineering Electronics と三井物産が参加している。

8-3-6 BioFlex プロジェクト

フィンランドの「BioFlex」プロジェクトの一環として、技術研究所 VTT とパートナー企業は、バイオマス及び廃棄プラスチックから生成される燃料油の船用エンジン及び陸上発電所における使用の適性に関する共同研究を行っている。

この 3 年間プロジェクトは、2020 年 3 月に開始が発表された。主要課題のひとつは、バイオ燃料または廃棄物由来の燃料が、エンジンの大幅な改造なしに利用可能か否かを見極めることである。その他の課題としては、これらの燃料の貯蔵特性、化石燃料油との混合の可能性、硫黄、窒素、粒子状物質の削減に関する研究である。

「BioFlex」プロジェクトの予算は 160 万ユーロ（190 万ドル）で、Business Finland、VTT の他、プロジェクトに参加する Wärtsilä、Valmet、Polartek、Fortum、Neste がコストを分担している。

8-3-7 「Clean Maritime Call」プロジェクト（英国）

2020 年 5 月、英国海事業界団体 Maritime Research & Innovation UK (MarRI-UK) 内の研究開発イニシャティブ「Clean Maritime Call」の一環として、英国運輸省は 10 件のプロジェクトに 140 万ポンド（180 万ドル）の助成金を支給すると発表した。この助成金は、英国海運のゼロ排出化を実現するための革新的な技術の開発を支援する。

助成金には 55 件の応募があり、その中から 10 件のプロジェクトが選ばれた。うち 8 件のプロジェクトは、複数企業・組織の共同プロジェクトである。

10 件のプロジェクトのタイトル（内容）、助成金額、総予算額、主導組織は以下の通りである。

- FLO-MAR (Flow batteries for marine application : 船用フロー電池) : 助成金約 69,500 ポンド (90,000 ドル)、総予算 120,000 ポンド (155,000 ドル)、Marine South East (本報告書 8-3-16 参照)
- FC-BATShip (Fuel cell/battery hybrid ship—advanced power-energy management solution for zero-emission propulsion systems : 燃料電池／バッテリーハイブリッド船 : ゼロ排出推進システムの先進電気エネルギー管理ソリューション) : 助成金約 195,500 ポンド (253,000 ドル)、総予算 407,000 ポンド (527,300 ドル)、Babcock International (同 8-3-14 参照)
- WaveMaster Zero C (オフショアサービス船向けのゼロカーボン推進ソリューションの評価) : 助成金約 208,500 ポンド (270,000 ドル)、総予算 374,000 ポンド (484,600 ドル)、Bibby Marine Services
- 省エネ技術 (Energy Saving Technology : EST) (製品リースモデル : 海運セクターの省エネ技術採用を促進する商業的手段) : 助成金約 27,200 ポンド (35,200 ドル)、BMT Group
- 沿岸一般貨物船の電化とエネルギー貯蔵 : 助成金約 67,400 ポンド (87,300 ドル)、Intrada Ships Management
- SALMO (Sustainable aquaculture leading to marine opportunities : 持続性のある養殖業の海事ビジネス機会 : 養殖業と漁業からの廃棄物を利用した再生可能船用燃料の開発) : 助成金約 243,800 ポンド (316,000 ドル)、総予算 326,000 ポンド (22,400 ドル)、Green Fuel Research
- 英国初の完全電気国内旅客船 : バッテリー電気推進船の実証 : 助成金 105,500 ポンド (136,700 ドル)、総予算 237,000 ポンド (307,000 ドル)、Plymouth Boat Trips
- STEAM (Sustainability through efficient actions in maritime : 効率的アクションによる海運のサステナビリティ実現) : 行動経済学を用いた船内

意思決定方法の最適化による船舶の効率化：助成金約 130,000 ポンド (168,500 ドル)、Signol

- 将来的な高度ゼロ排出船用アンモニアエンジン：助成金約 97,300 ポンド (126,000 ドル)、総予算 454,000 ポンド (588,300 ドル)、ノッティンガム大学
- TorQ：ゼロ排出の船内電気エンジンを搭載した複合艇 (RIB、複合型ゴムボート) の設計と製造：助成金約 250,000 ポンド (324,000 ドル)、総予算 653,500 ポンド (847,000 ドル)、RS Sailing

2020年7月には、英国運輸省は、追加的に「Clean Maritime Call」内の海事技術イノベーションプロジェクト11件に対し、150万ポンド(190万ドル)の助成金支給を決定した。助成金を受けたプロジェクトは、プリマスシティーカレッジが主導する「MAV (Marine Autonomous Vehicle) の革新的動力と推進」プロジェクト、Jebb Smithが主導する「ハイブリッド及び電気船の海上充電」プロジェクト、Newcastle Marine Servicesが主導する「Re-Charge LOHC@Sea：オフショアサービス船の排出フリー推進」プロジェクト、ソレント大学が主導する「インテリジェントシップセンター (IGNITE)」プロジェクトなどである。

8-3-8 デンマーク海事基金：2020年のプロジェクト支援状況

2020年3月、デンマーク海事基金の2020年度の初回の助成金1,800万デンマーククローネが、13件のプロジェクトに配分された。メインテーマは、再生可能な「グリーン」エネルギーと船用動力ソリューション、及びデジタル化である。最も多くの助成金を獲得したプロジェクトのひとつは、デンマークのRORO貨物船に燃料電池を搭載、試験を行うプロジェクト(本報告書8-3-18参照)である。それよりも多くの助成金が配分されたのは、海事技術研究促進のために、分野を越えてデンマークの大学及び海事研究機関が協力する「マリタイム・リサーチ・アライアンス」の設立である。(2018年の助成金分析では、海事研究への助成金が十分でないとの結果となっていた。)また、2020年の初回の助成金には、中小企業やスタートアップ企業からの革新的なアイデアに基づいたプロジェクトへの支援も含まれている。

8-3-9 海運の脱炭素化：商船運航の復活

新たなゼロ排出フェリーの開発を目指す英国北アイルランド地方ベルファストに拠点を置く企業のグループは、英国政府のイノベーション助成金3,300万ポンド(4,280万ドル)の支給対象となっている。提案されているフェリーはハイドロfoil型で、中心となる機能は、「eFoil」推進システムと呼ばれる電気foil推進装置である。

「海運の脱炭素化：商船運航の復活」と題された同プロジェクトでは、ハイドロfoilに関する既存の船用技術の改良を行うと同時に、同船の設計は、構造的、工学的に航空技術の影響を強く受けている。

プロジェクトの研究開発チームである「ベルファスト・マリタイム・コンソーシアム」は、実績のある企業及び新企業、大学、研究機関、公的機関を含む。海洋船運航の経験を持つ Artemis Technologies がプロジェクトを主導し、ベースとなる旅客定員 400 人のゼロ排出高速フェリーの設計を提供する。同社のパートナーは、Bombardier Belfast（元航空機メーカーの Short Brothers）、ベルファスト港湾委員会、Northern Ireland Advanced Composites Engineering、Creative Composites、Energia、Catalyst、ベルファスト市議会、ベルファストメトロポリタンカレッジ、アルスター大学、ベルファストクイーンズ大学、アーズ・アンド・ノース・ダウン議会である。

3,300 万ポンド（4,280 万ドル）の助成金は、英国政府機関 UK Research and Innovation の地方強化基金（Strength in Places Fund : SIPF）から拠出されている。SIPF 基金の目的は、イノベーション促進による地方経済の成長である。プロジェクト参加企業・組織の資金負担を含めると、今後 4 年間のプロジェクト予算総額は、約 6,000 万ポンド（7,780 万ドル）となる。プロジェクトではまず 125 人分の研究開発雇用を創出し、長期的にはさらなる雇用促進につながると期待されている。

プロジェクトの焦点は、都市部の環境汚染と交通渋滞の緩和を実現する効率的な水上輸送に対するグローバルな需要への対応である。開発されるフェリーは、ユニークな電気ハイドロfoil推進システム「eFoiler」と、航空機産業の軽量複合材と製造工程を組み合わせたものとなる。

「eFoiler」推進システムは、超高密度電動発電ユニットをカーボンファイバー製ハイドロfoilに統合している。この設計は、水の影響を受ける表面積と摩擦抵抗を最小限にする。通常の高速フェリーや V 型ハイドロfoilフェリーと比較した場合、摩擦抵抗は最大 90% 低減する。高速度と高航続距離という利点に加え、効率の向上により、電気推進は経済的に可能な選択となる。

公的資金は、以下の 2 つの戦略のために用いられる。

- ①ベルファストの海事クラスターの活性化。
- ②2025 年までに英国領海で就航する全新造船をゼロ排出化するという英国政府の環境政策（クリーン・マリタイム・プラン）の実現を支援。

8-3-10 DuPro (Determination of the effective propeller inflow for inland navigation : 内陸航行向けの効果的なプロペラ流入の測定)

ドイツの 3 年間プロジェクト「DuPro」は、2020 年に完了した。デュイスブルクの船舶技術輸送システム開発センター（DST）が主導した同プロジェクトは、内陸水運に焦点を当て、異なる喫水で異なる船尾部設計を持つ船舶の推進ユニットの性能の研究を行った。内陸水路船の推進ユニットとしては、ダクト型プロペラが最も広く用いられている。

プロジェクトでは、船隊、プロペラ、水路の複雑な相互作用に関する系統的な調査と、数多くの異なる設計と喫水の組合せにおける試験が行われた。

「DuPro」プロジェクトの成果に基づき以下の研究が計画されている。

- プロペラ流入の調査に関し、「DuPro」プロジェクトで試験を行った 2 種類の船型を大型化し、スケール効果に関するデータを収集する。
- ラダープロペラと「Flex Tunnel*」を持つ船尾部を設計し、CFD シミュレーション、粒子画像流速測定法（PIV）を用いたモデル実験を行う。

（「Flex Tunnel」はオランダ企業 Van der Velven が開発した。）

8-3-11 EmissionSEA（Determination and reduction of CO₂ emissions from ships：船舶からの CO₂ 排出量の測定と削減）

ドイツ連邦交通デジタルインフラ省（BMVI）は、欧州水域を航行する船舶からの CO₂ 排出量の測定、予測、削減を目的とするプロジェクト「EmissionSEA」を支援している。同プロジェクトは、2018 年 1 月 1 日に発効した、EU 域内を航行する商船の CO₂ 排出量の報告に関する新 EU 規制に対応するために、2018 年に開始された。

ドイツ BMVI の「mFund」プログラムから 156 万ユーロ（180 万ドル）の助成金を受けたこの 3 年間プロジェクトは、2021 年 7 月に終了する予定である。

EU では、主機及び補機からの CO₂ 排出量を申告することを義務化しているが、報告された数字を評価する適切な手法がなく、また気象条件の絶え間ない変化と船舶の運航形態の多様性により、その予測は困難である。

「EmissionSEA」プロジェクトでは、記録された歴史的データとリアルタイム測定値の両方をデータ源として用いる。プロジェクトパートナーである Fraunhofer Center for Maritime Logistics（CML）、ヴィスマール応用科学大学、ドイツ航空センター（DLR）、JAKOTA Design Group、及びプロジェクト管理を担当する JAKOTA Cruise Systems は、CO₂ 排出量を計算するソフトウェアのプロトタイプの開発を行っている。船舶に搭載された自動識別システム（AIS）からのデータ、及び気象観測所からの情報を用いて、船速と外的要因を考慮した燃料消費量と排出量を算出する。

船主と船員を支援するこの新ツールは、燃料消費量と CO₂ 排出量の効率化のために目的港までの航路の最適化と予測を可能にする。

8-3-12 E2Fuels（Renewable low-emission fuel：再生可能な低排出燃料）

ドイツ連邦経済エネルギー省（BMWFi）は、船舶、輸送車両、陸上エンジン向けの水素、メタノール、合成燃料、オキシメチレンエーテル（OME）の製造に関する 3 年間の共同研究開発プロジェクト「E2Fuels」を支援している。

2021 年 10 月に完了予定の「E2Fuels」プロジェクトには、産業及び学界から 16 企業・組織が参加している。主な参加企業・組織は、MAN Energy Solutions、MAN Truck & Bus、Siemens、Bosch、Volkswagen、Audi である。プロジェクトの焦点は、燃料の生成と製造の最適化、エンジンへの適応、実証実験である。

プロジェクトの多方面にわたる作業のうち、ミュンヘン工科大学は超低排出燃料（ポリオキシメチレンジメチルエーテル）の製造に関する研究と合成燃料のライフサイクル分析

を担当している。また、Fraunhofer Institute と ZSW Centre は、電気分解技術と CO₂ 発生源の調査を行う。

さらに、「E2Fuels」プロジェクトでは、新製造工程を採用したメタノール製造パイロットプラントの構築も行う。その他の研究開発テーマとしては、革新的な噴射システム、実証試験用車両、柔軟性の高いガスエンジン、港湾のメタノール供給インフラの開発などがある。

8-3-13 EU 海事基金

2020年5月、欧州造船船用工業会 SEA Europe は、欧州委員会に対し、「グリーン」技術と船用代替燃料の開発を促進する専門の海事基金の設立を提案した。

提案された EU 海事基金は、海運向けの EU 排出取引制度（Emission Trading Scheme : ETS）の延長に代わるものと見られている。同時に、SEA Europe は、新船用技術の開発への投資には、効率的な法的枠組みが必要であると述べている。

8-3-14 FC-BATShip（Fuel cell battery hybrid ship : 燃料電池バッテリーハイブリッド船）

2020年、英国海事業界団体 Maritime Research & Innovation UK（MarRI-UK）の「クリーン・マリタイム・プラン」の一環として、4組織が共同研究開発プロジェクト「FC-BATShip」を開始した。その目的は、ゼロ排出推進システム向けの先進的動力・エネルギー管理ソリューションの開発と、試験プラットフォームの構築である。

MarRI-UK は、「FC-BATShip」プロジェクトの総予算 407,000 ポンド（527,300 ドル）のうち、約 195,500 ポンド（253,000 ドル）を拠出している。プロジェクトは Babcock International が主導し、燃料電池メーカー Fuel Cell Systems と Plug Power、及びウォリック大学工学部が支援している。

8-3-15 FELMAR プロジェクト

「FELMAR」プロジェクトは、水素－電気駆動系の船用アプリケーション開発を目的とするオランダ企業・組織の共同開発プロジェクトである。プロジェクトでは、2023年までに全長 135m のオランダの内陸輸送船に水素ベースのシステムを搭載する。また、短距離海運向けのアプリケーションも計画している。

プロジェクト参加企業・組織は、燃料電池メーカー Nedstack、海事研究所 MARIN、Damen Shipyards Group、Future Proof Shipping、Marine Service Noord、Holland Ship Electric で、オランダ企業局（RVO）が補助金を拠出している。内陸水路船に関する研究開発は、RVO とオランダインフラ水路管理省と EU が支援するもうひとつのプロジェクト「WEVA」でも行われている。

Nedstack 社は、オランダ企業 Koedood と協力して、船用プロトン交換膜（PEM）燃料電池の開発を行った。「FELMAR」プロジェクトでは、稼働試験の設備が MARIN に設置された。

8-3-16 FLO-MAR フロー電池技術プロジェクト

2020 年、英国の 4 組織は、フロー電池技術の船用アプリケーションの可能性を調査する共同プロジェクト「FLO-MAR」を開始した。同プロジェクトは、英国運輸省の「クリーン・マリタイム・プラン」（本報告書 8-3-9 参照）から 69,000 ポンド（89,400 ドル）の少額補助金を支給された。

フロー電池は、エネルギーを電解液に貯蔵し、比較的安価であるが、キロワット時（kWh）あたりの容積は固形電池よりも大きい。電解液は、電池の充電、放電に応じて電気化学セルを通じてタンクから注入される。フロー電池は、迅速な充電が可能で、耐久性が高く、電解液タンクの大きさによりエネルギー貯蔵の大型化も可能であるが、現時点では船舶への設置向けの設計ではない。

技術コンサルティング企業 Houlder、船級協会 Lloyd's Register、エネルギー貯蔵企業 Swanbarton、サウサンプトンのビジネスコンソーシアム Marine South East は、電気及びハイブリッド船にゼロ排出の推進及び補助動力としてのフロー電池を搭載するために、船体設計を最適化する方法の研究を行っている。プロジェクトでは、既存のリチウムイオン電池や水素燃料電池と比較した場合のこの革新的技術の利点を検証し、評価する。

Houlder は、フロー電池搭載に最も適した船型と運航形態の分析を行い、その利点を検証するための実証船の基本設計を開発する。Swanbarton は、特定船種におけるフロー電池技術の利点を以下のように述べている。

- 電解液タンクは、船舶またはボートの船体のどの部分にも設置可能である。電解液は不揮発性で、甲板下に貯蔵された場合でも火災のリスクはない。
- 電池の出力とエネルギー貯蔵容量は独立したものである。出力は電気化学セルのスタックのサイズで決まり、容量は電解液のボリュームで決まる。これによりフロー電池はスケーラブルで、船舶の大きさと運航形態に応じて容易にサイズの変更ができる。

Lloyd's Register は、実績のある AIP（基本認証）手法を用いて、規制要求に反して 1 隻のみの船舶設計向けに同技術の基準を設定し、危険性、リスクと緩和の可能性を調査することができる。

「FLO-MAR」プロジェクトの参加企業・組織のうち、Swanbarton と Marine South East は、「海運脱炭素化のための陸上電力供給インフラ」（Shore Power Infrastructure to Decarbonise Shipping : SPIDS）プロジェクトでも、英国運輸省（DfT）の支援を受けている。運輸省の輸送技術研究イノベーション補助金（Transport Technology Research Innovation Grants : T-TRIG）プログラムは、

将来的な船舶にクリーンで持続性のあるエネルギーを導入する新技術の開発を行う企業に対する支援を行っている。

2000年に実施された6か月プロジェクトである「SPIDS」プロジェクトは、海洋船の電化に係わる以下の課題の研究を行った。

- 遠距離または中距離航海が可能な耐久性を持つ低コストのバッテリーの必要性。
- 長距離航海に適したバッテリー充電能力の必要性。現在、ほとんどの港湾の充電能力は短い寄港時間に対応できない。

SPIDS プロジェクトは、上記の課題を克服するために、フロー電池と高速ポンプシステムを提案している。船内のフロー電池は、使用済みの電解液を高速ポンプで排出し、新たな電解液をポンプで注入することにより充電される。使用済みの電解液は、陸上充電施設で再生することが可能である。

8-2-17 燃料電池プロジェクト（ノルウェー）

2020年、ノルウェーのストードの持続可能エネルギーカタパルトセンターにおいて、1.2MW型燃料電池のプロトタイプの実験が行われた。このプロトタイプは、ノルウェー Odfjell 社が所有するケミカルタンカーに搭載される予定である。その他のプロジェクト参加企業・組織は、Wärtsilä、燃料電池技術企業 Prototech、オフショア石油ガス企業 Lundin である。プロジェクトには、ノルウェー国営カーボン回収貯蔵企業である Gassnova が部分出資を行った。

8-3-18 燃料電池試験船

2020年、デンマーク海事基金（Den Danske Maritime Fond）は、DFDSが北海で運航するデンマークの RORO 貨物船における燃料電池の実験プロジェクトに財政支援を行った。

全長195mの RORO 貨物船「Ark Germania」は、燃料電池搭載用に改造され、通常航海中に試験が行われる。2020年の第一回目のプロジェクト入札では、デンマーク海事基金は総額1,800万デンマーククローネの助成金を13件のプロジェクトに拠出し、「燃料電池試験船」プロジェクトは最も多くの助成金を獲得したプロジェクトのひとつである。

「燃料電池試験船」プロジェクトは、2030年までに自社船隊の温室効果ガス排出量を2008年レベルから45%削減するという、欧州の一貫輸送 RORO 船社 DFDS の戦略目標に沿った最新の動きである。この目標は、2030年までに海運のCO₂排出量を40%削減するというIMOの目標を満たしている。

「Ark Germania」の電気系統は、最大出力1MWの燃料電池の実験を可能にするためにアップグレードされる。この作業には、デンマークの海事クラスター「Blue Denmark」のメンバーが協力する。コンテナに収納された装置が上甲板に設置され、同船のネットに

プラグインされ、燃料源に接続される。プロジェクトでは、新バッテリー技術やスーパーキャパシター（電気二重層コンデンサー）の評価、システムの詳細分析も行う。

水素、メタノール、アンモニアなどで駆動される燃料電池は、商船の非カーボンエネルギー源として利用可能な信頼性があり、実際的でコスト効果の高い技術として実証するためには、多額の投資と大規模な試験を必要とする。DFDSをはじめとするデンマーク海事産業は、分野を超えた協力体制により、燃料電池メーカーによる船用アプリケーション開発を促進することができると考えている。

8-3-19 GAMMA-1 (Efficient gas motor for maritime application : 効率的な船用ガスマーター)

共同研究開発プロジェクト「GAMMA-1」は、将来的な高効率の可変速ガスエンジンのコア要素となる過給機及びエンジン制御の技術開発に貢献している。その焦点は、新技術の開発、及び新技術と天然ガスまたは LNG 駆動の船用推進システムとの相互関係の評価である。

「GAMMA-1」プロジェクトの実施期間は 5 年間（2016～2020 年）で、ドイツ連邦経済技術省が資金を拠出している。プロジェクト参加企業・組織は、Rolls-Royce Power Systems (MTU Friedrichshafen)、NUMECA Ingenieburo、ダルムシュタット工科大学、Friendship Systems である。

プロジェクトのイノベーションは以下の通りである。

二段過給システム：低圧軸流タービンを持つコンパクトな二段排ガス過給機は、高い性能と効率を提供する。コンパクトな設計は、熱損失の削減とガス容積の縮小につながり、過給能力を改善するため、ガスエンジンの能力も向上する。

エンジン制御コンセプト：革新的なエンジン制御方法により、特定の限界条件内でシステムの理想的な設定を自動決定する。これにより、連続的な最適効率での運転が可能となり、推進システム全体の効率を改善する。

8-3-20 GREEN MARITIME METHANOL (グリーンな船用メタノール)

2019 年初頭に開始されたオランダの共同プロジェクト「グリーンな船用メタノール」プロジェクトは、2020 年初頭にエンジン試験プログラムを開始した。

プロジェクトパートナーである Pon Power 社とオランダ防衛アカデミーは、100%メタノール駆動の Caterpillar 高速ガスエンジンの試験を開始した。同時に、防衛アカデミーは、メタノールとディーゼルの混合燃料で駆動される MAN 4L20/27 型中速 4 ストロークエンジンの試験も開始した。

使用される Caterpillar ガスエンジンは、火花点火式の 2508 型エンジンで、特別に製造されたシリンダーヘッドとエンジン制御管理システムを持つ。メタノールのみを用いたエンジン試験は成功したと報告されており、これまでに点火タイミング、潤滑特性、CO₂ 及び NO_x の排出などの調査を行った。

防衛アカデミーにおける MAN の 4 シリンダー L20/27 型エンジンの試験プログラムは、シリンダー内へのメタノール直接噴射試験を含む。ディーゼル油は、混合燃料を点火するパイロット燃料として用いられる。また、乳化剤により安定化した混合燃料、機械で混合された混合燃料などの研究も行った。さらに、給気口からのメタノール供給、シリンダー内へのディーゼル燃料の直接噴射による点火などの試験も行った。

様々なディーゼル、メタノール、乳化混合燃料の挙動に関する調査は、オランダ TNO Eindhoven とデンヘルダーの海軍化学研究所が共同で行った。研究結果のデータは、将来的な推進システムや船舶設計に利用される。

再生可能なメタノールを船用燃料として使用する可能性を研究する「グリーンな船用メタノール」プロジェクトは、メタノールの利点として、既存エンジンの小規模な改造のみで使用できること、船内貯蔵が容易なこと、持続性のある製造が広く利用できることを挙げている。2021 年初頭に完了予定の同プロジェクトには、オランダ経済気候政策省と海事クラスター TKI Maritiem が資金援助を行っている。プロジェクト参加企業・組織数は、プロジェクト実施中に増加し、2020 年 3 月時点で、船主、エンジンメーカー、大学、メタノール研究所など 30 の企業・組織が参加している。

8-3-21 GREEN SHIPPING PROGRAMME (グリーン・ SHIPPING・プログラム、ノルウェー)

2015 年に開始されたノルウェーの「グリーン・ SHIPPING・プログラム」は、沿岸及び地域海運への環境にやさしい技術の導入を目指し、新たなプロジェクトを開始、継続している。

2020 年には、温室効果ガスを排出しないバルク貨物の「サステナブル」な沿岸輸送実現に関するパイロットプロジェクトが、新造船建造の検討段階を迎えた。2020 年 7 月に発表された計画では、5,000DWT 型のゼロ排出の小型ばら積み貨物船 2 隻の建造と所有に関する募集を行った。同船隊は、セメントメーカー HeidelbergCement 及び穀物卸売組合 Felleskjøpet が長期用船する。輸送貨物の流れは、一方向に砂利を輸送し、反対方向に穀物を輸送することとなる。

このばら積み貨物船隊に使用される燃料の種類は未だ決定されていないが、オプションとしては水素が挙げられている。DNV GL が主導する「グリーン・ SHIPPING・プログラム」には、ノルウェーの海運、技術、電気工学、造船、研究機関、公的機関からの企業・組織が参加している。

また、アルミニウムの沿岸・短距離輸送を行う水素燃料駆動のゼロ排出ばら積み貨物船の可能性に関するもうひとつのパイロットプロジェクトも進行中である。同プロジェクトには、ノルウェーのアルミメーカー Hydro Aluminium が参加している。

8-3-22 水素燃料のサプライチェーン

2020年1月、ノルウェー政府は、ノルウェー国内の船用液体水素燃料のサプライチェーン構築に関する共同産業プロジェクトに対し、3,350万ノルウェークローネ（350万ドル）の支援を決定した。

プロジェクトの目的は、ノルウェー海運の脱炭化戦略を支援するため、信頼性の高い大規模な水素燃料供給インフラをノルウェー国内に構築することである。プロジェクトでは、民間海運向けの液体水素は、2024年第1四半期には入手可能になると予想している。

プロジェクトは、ベルゲンを本拠とする発電企業 BKK、ノルウェー国営エネルギー企業 Equinor（旧 Statoil）、フランスの公共ガス企業 Air Liquide が主導している。この他のプロジェクトパートナーは、ノルウェーのフェリー船社 Norled、Viking Ocean Cruises、Wilhelmsen Group、オフショアサプライ企業 NorSea、ノルウェーの研究所 NORCE、海事クラスター NCE Maritime Cleantech である。プロジェクトは、液体水素燃料の製造、貯蔵、エンドユーザーへの輸送を含むサプライチェーン全体をカバーする。

液体水素は、エネルギー需要の大きい船舶向けに最適なゼロ排出燃料のひとつであると考えられている。ノルウェー初の水素駆動カーフェリーに採用され、Norled が運航する同船は、2021年にスタバングル地域での就航が予定されている。プロジェクトの目標は、電気分解により製造された液体水素を地元市場に供給し、利用を促進することである。

プロジェクトパートナーである Wilhelmsen と NorSea は、ゼロ排出の燃料輸送船、及び NorSea が運営する供給基地における貯蔵ターミナルとバンカリングを含む、柔軟性の高い新たな水素燃料のディストリビューション方法を開発中である。Wilhelmsen、Viking Ocean Cruises、Norled は、水素燃料のユーザーとなる計画である。計画されている水素ターミナルは、バスなど他の輸送機関にも水素燃料を供給する。

プロジェクトは、ノルウェーリサーチカウンシル、Innovation Norway、ノルウェー気候環境省内の組織 Enova SF が管理する「PILOT-E」プログラムから資金援助を受けている。

「PILOT-E」プログラムは、海事産業のゼロ排出化を促進、支援するためのエネルギー技術製品の開発を迅速に行うことを目的としている。プログラムは、研究開発プロジェクトの技術のコンセプトから製品の市場化までの全開発過程を支援する。

2021年に就航予定の Norled の新造フェリーは、出力 200kW の Ballard 燃料電池モジュール 2 基のエネルギーシステムを持ち、3トンの液体水素を貯蔵する。自動車 80 台、旅客 299 人の積載量を持つ全長 82m の両頭型フェリーは、フィヨルドの横断に用いられ、ノルウェー西部の高速道路 13 号線を接続する。同船は、3 週間毎に道路タンカーから液体水素をバンカリングされる。

Norled は、EU が助成する水素駆動船の共同研究開発プロジェクト「FLAGSHIP」にも参加している。

8-3-23 LBM/LSM (Liquefied bio-methane/liquefied synthetic methane : 液体バイオメタン/液体合成メタン)

2020年、オランダの研究機関 CE Delft が行った研究では、バイオ LNG 及び合成 LNG は、脱炭化に向けた経済的に可能な船用燃料となるとの結果を示した。この研究は、海運業界の LNG ロビークループ SEA\LNG が委託した。

液化バイオメタン (LBM) は廃棄物由来で、液体合成メタン (LSM) は水素と CO₂ の化学反応から製造される。水素は、フルーガスやその他のガスから CO₂ を同時回収しながら、再生可能エネルギーを使用した電気分解による製造も可能である。

研究では、LBM と LSM は大量生産が可能で、将来的な海運の脱炭化に貢献するとし、またコストも他の低カーボン及びゼロカーボン燃料とそれほど変わらないと結論付けている。

他の低カーボン燃料と比較した場合の LBM 及び LSM の利点は、既存の船内機関システムの大きな改造なしに利用が可能であること、また既存の LNG 供給インフラを利用できることである。

8-3-24 MarE-Fuel (Electro-fuels for long-range maritime transport : 長距離海上輸送向けの e 燃料)

デンマーク工科大学 (DTU) が主導する「MarE-Fuel」プロジェクトは、気候ニュートラルな海運向けの代替燃料とその関連コストに関する研究を行っている。研究の焦点は、アンモニアをはじめとする「e 燃料」(electro fuel)、すなわち合成燃料である。

「MarE-Fuel」プロジェクトは、海運産業が気候ニュートラル目標を満たすために競争力のあるソリューションの選択することを支援し、また合成燃料市場の開発を促進する。デンマーク海事基金が助成する同プロジェクトは、2019年5月1日から2021年4月30日までの2年間プロジェクトである。

8-3-25 船舶からのカーボン回収技術研究 (英国)

ロンドンを本拠とする設計エンジニアリングコンサルティング企業 Houlder は、もう1社の英国企業 PMW Technology と共同で、カーボン回収技術の船用利用の可能性に関する研究を開始した。

2020年3月、英国運輸省は、脱炭化を目指す海運産業による先進的カーボン回収技術の利用に係わるフィジビリティ、コスト、インフラ、影響、利点に関する研究を行う6か月プロジェクトに参加する PMW Technology に対し、助成金を支給した。この助成金は、輸送技術研究イノベーション補助金 (T-TRIG) プログラムから拠出された。

PMW の「A3C」カーボン回収プロセスは、船用エンジンからの排ガスを凍結して CO₂ を回収し、浄化する。その後、CO₂ は液化され、船内の専用タンクに貯蔵される。このようにして、船舶のエンジンや燃料に大規模な技術変更を行わずに、排ガスからカーボンを取り出すことができる。

水素やアンモニアなどの現在注目されている他の再生可能燃料ソリューションと比較した場合、カーボン回収技術は、新たな燃料製造・供給システム構築の必要がなく、現行の高性能エンジン設計と既存船をそのまま利用できるコストの低いソリューションである。

今回の研究には、チェスター大学とティーズ・バレー合同行政機構が協力した。

8-3-26 船用電力マイクログリッド

2020年7月、Wärtsiläのイタリア子会社とイタリア企業3社は、海事産業の電化に向け、船用電力マイクログリッド（船用「スマートグリッド」）構築のための革新的技術の開発における協力を合意した。プロジェクトの主要素のひとつは、船用電力システムと関連部品の新ソリューションの試験を行う技術実証機（ETEF）の製造である。ETEFはトリエステに設置される。

最初に開発される船用電力マイクログリッド技術は、海軍向けのアプリケーションとなるが、電力システムと制御機能の統合による柔軟性その他の利点を考えると、将来的には商船にも有益な技術である。

パワーエレクトロニクス、電力供給システム、電動機器、燃料電池、エネルギー貯蔵システム（バッテリー）などの分野における開発は、海事産業にとって重要性を増している。ETEFはインテリジェントな船用電力システムの新コンセプトの試験と、インテリジェントなエネルギー管理システムの評価を行う。

プロジェクトの主目的は以下の通りである。

- マイクログリッド形式で電力を発電、制御する革新的なモジュール型配電システムの開発と実証。
- 燃料電池とバッテリーアプリケーションを含む、顧客とサプライヤーの協力による能動的、受動的、過渡的負荷を管理するモジュール型直流（DC）電力供給システムの開発と実証。
- 関連制御システムを開発し、リスク低減と統合所要時間の短縮のために、新機器を実船に設置する前に予備試験を行う。

5年間に及ぶ同プロジェクトには、イタリアの防衛総局が部分出資を行っている。Wärtsilä Italiaのパートナーは、Fincantieriのシステム統合（SI）部門、Fincantieri傘下のオートメーション専門企業Seastema、トリエステ大学のデジタルエネルギー転換・電化学部である。

8-3-27 船用イノベーション・インパルス・プロジェクト（オランダ）

オランダの海事産業クラスター組織「Netherlands Maritime Technology」は、オランダ経済省の協力を得て、2020年度の補助金の対象となる8件の研究開発プロジェクトを選んだ。民間企業が出資するクラスター組織「Stichting Nederland Maritiem

Land」(NML)は、毎年、多くのプロジェクトに対してオランダ政府と共同出資を行っている。

2020年度のプロジェクトは、8件のうち7件が、以下のように民間海運関連のプロジェクトである。

- エンジニアリング及び設計フレームワークのオペレーショナルデータ (RODEO) : RODEO プロジェクトの目的は、船舶のライフサイクルの各段階を通じたデータ利用に関するフレームワークを企業、研究機関に提供することである。その焦点は、設計、エンジニアリング、オペレーションに関するパートナー間のデータ共有である。
- 海運の新たな排出削減方法 (Novel and minimised emissions shipping : NOMES) : プロジェクトの目的は、完全電気船または半電気船向け推進システム、エネルギー管理システム、関連インフラの設計に関する課題の研究である。
- 「AmmoniaDrive」のフィジビリティ研究 : 「ハイブリッド内燃機関-固体酸化燃料電池 (ICE-SOFC) AmmoniaDrive システム」と呼ばれるハイブリッドエンジン/アンモニア/燃料電池推進コンセプトの研究を行う。
- バイオ燃料のポテンシャル : 欧州の港湾におけるバイオ燃料の需要、原料、再処理能力の評価を行う。
- 燃料電池のアプリケーション : 様々な形式の船用燃料電池と燃料の技術的安全性と経済的フィジビリティに関する研究を行う。
- 風力支援推進 : 試験データを用いて風力支援船用推進 (WASP) システムの設計と性能を改良し、実証実験で性能と効率を測定する。
- グリーンな海運へ振興策 : カーボンクレジット、燃料課税、「グリーン」燃料割引など、船主に燃料消費量とCO₂フットプリントの削減を促す制度の評価を行う。燃料コストは用船者が負担することが多いため、船主が燃料効率の高い設計や技術に投資するインセンティブは十分ではない。

8-3-28 Oceanbird : 風力駆動船

スウェーデンでは、風力駆動の自動車・トラック運搬船 (PCTC) の設計を開発する共同研究開発プロジェクトが実施されている。同プロジェクトでは、高さ100mのセイルリグ5基を搭載した自動車積載量7,000台の海洋船「Oceanbird」を計画している。同船は、ガス排出量を90%削減するが、航海時間は長くなる。例えば、従来のPCTCでは7~8日間の大西洋横断航海が、風力駆動の「Oceanbird」では12日程度となる。

プロジェクトは、PCTC所有・運航企業 Wallenius Marine、KTH Centre for Naval Architecture、研究機関 SSPA Sweden が共同で実施し、スウェーデン運輸局が資金支援を行っている。2020年には、SSPA Sweden の操船試験水槽で、7m型のモデル数基の試験が行われた。

8-3-29 ShippingLab パートナーシップ（デンマーク）：ハイブリッド・ゼロ排出動力

デンマーク企業 3 社は、産業分野横断型研究パートナーシップ「ShippingLab」を発足させ、ゼロ排出の動力システムの研究開発プロジェクトを開始した。プロジェクトでは、圧縮水素ガスを用い、バッテリーと燃料電池で構成されるハイブリッド電力ソリューションを開発する。ソリューションには、デンマークの低温 PEM（プロトン交換膜）型燃料電池を搭載する。同ソリューションは、パートナー企業のひとつが新造する浚渫船に搭載され、試験が行われる。

また、プロジェクトでは、「グリーン」な水素を用いたゼロ排出コンセプトを拡大し、小型フェリーや沿岸貨物船など他の船種に採用するためのビジネスケースの評価を行う。

プロジェクト参加企業は、Odense Maritime Technology、Hvide Sande Shipyard、カナダ Ballard Power Systems のデンマーク子会社である。

実証実験を行う浚渫船は、Hvide Sande Shipyard が建造し、そのハイブリッド動力システムは、推進力及び浚渫作業と機器への全動力を供給する。同船の燃料電池は、圧縮され、タンクに貯蔵された水素が燃料源となる。水素燃料は、もうひとつの研究開発プロジェクト「Hvide Sande」水素プロジェクトで、ローカルな風力発電源を用いて、電気分解により製造される。

同船の船型と動力システムの設計は、2020 年から 2022 年にかけて行われ、実証実験は 2022～2024 年期中に予定されている。プロジェクトと風力駆動システムの成功は、同システムの商業的な有効性にかかっている。

2019 年 3 月に発足した「ShippingLab」パートナーシップには多くの企業が参加しており、数々の野心的な目標を持っている。その目的は、個々の企業が対応するには大き過ぎ、また複雑過ぎる課題に共同で取り組むことである。

「ShippingLab」パートナーシップでは、3 年間のプロジェクトの主要テーマとして、以下を挙げている。

- 船舶のオペレーションのデジタル化
- 自動化と自律化
- CO₂削減、化石燃料を使用しないゼロ排出のエネルギー供給
- 「循環型経済」に対応する船用技術
- 統合型ロジスティクス

自動化に関する研究作業は、デンマーク工科大学（DTU）がコーディネーターを務め、DFDS、Danelec Marine、MAN Energy Solutions、Wärtsilä のデンマーク子会社 Wärtsilä Lyngso Marine が参加している。また、別の作業パッケージでは、脱炭化に焦点を当てる。このパッケージでは、燃料電池とバッテリーだけではなく、「グリーン」転換を実現する可能性のある他の燃料と動力方式を検証する。

ShippingLab は、デンマークイノベーション基金、デンマーク海事基金、D/S Orients 基金、Lauritzen Fonden が支援し、参加企業も資金を分担している。

2-3-30 ゼロ排出のサービス：内陸水運向けバッテリー

2020年、ゼロ排出のシステムと技術の開発、促進により、オランダの内陸水運の持続可能性を高めることを目的としたコンソーシアム「ゼロ排出サービス」(Zero Emission Services: ZES)が発足した。

ZES コンソーシアムの設立メンバーは、Wärtsilä Nederland、ING Bank、エネルギーグループ Enegie、ロッテルダム港管理局で、オランダインフラ水路管理省が資金援助を行っている。

ZES は、まず内陸水運へのバッテリー導入を促進する。そのコンセプトは、「ZES Packs」と呼ばれる交換可能なバッテリーコンテナである。バッテリーは再生可能エネルギー源を用いて充電される。オープンアクセスの充電ポイントのネットワークを構築し、使用済みのバッテリーコンテナを充電済みのコンテナと交換することにより、充電ポイントにおける待ち時間を最小限にとどめる。Wärtsilä は、船用バッテリーシステム、陸上発電、リモート接続などの専門技術を提供する。

ZES では、コンテナ型動力パックに水素燃料技術を導入する可能性に関する研究も行っている。

オランダ国内の水路網の一部が、ZES プロジェクトの第一段階の運航エリアに指定される。指定水路では、ZES プロジェクトの最初の顧客として、ビール会社 Heineken が醸造所からのビールを輸送に ZES サービスを利用する。次の段階として、ZES は指定水路をアムステルダムーロッテルダムーアントワープ回廊に拡大する計画である。

オランダにおける内陸水運技術への財政支援は以下の通りである。

①2020年4月、オランダ政府は、内陸輸送船への SCR システムのレトロフィット向けに 7,900 万ユーロ (9,230 万ドル) の助成金を発表した。この助成金は、「窒素問題に対する構造的アプローチ」と題された戦略パッケージの一環である。

この戦略では、内陸水運の NO_x 排出量削減のために、既存の内陸輸送船のエンジンに選択触媒還元 (SCR) システムを搭載する。(SCR システムは NO_x 排出量を 80%程度削減する。)

レトロフィット助成金は 2020~2029 年間に利用可能であるが、総額 7,900 万ユーロ (9,230 万ドル) のうち、6,200 万ユーロ (7,250 万ドル) は、2020 年から 2024 年末までを対象としている。

②オランダインフラ水路管理省は、内陸水路輸送船の持続可能性のある「クリーン」エンジン開発を支援するために 150 万ユーロ (180 万ドル) の予算を配分している。

この助成金は、エンジン技術企業及びエンジンメーカーの高コストなエンジン開発・製造事業を支援するものである。エンジンメーカーの多くは、内陸船向けのエンジンは、比較的小規模な「ニッチ」市場であるとみなしている。

2020 年度の助成金総額は 500,000 ユーロ (584,300 ドル) で、助成額は 1 件につき最大 250,000 ユーロ (292,150 ドル) である。2021 年度の助成金総額は 100 万ユーロ (120 万ドル) に引き上げられる。来年度分の助成金への応募期限は、2021 年 3 月 1 日である。助成金は Expertise and Innovation Centre for Inland Navigation (EICB) が管理する。

8-3-31 共同産業プロジェクト「ZERO」

2020年、オランダの海事研究所 MARIN は、共同産業プロジェクト（JIP）「ZERO」を開始した。その目的は、海事産業のエネルギー転換を支援するゼロ排出の安全で信頼性の高い船舶運航を実現するための「未来のエンジンルーム」のプロトタイプ的设计、製造、試験である。プロジェクトの課題は、未来の燃料（水素とメタノールを含む）、パワートレイン（燃料電池を含む）、船内エネルギー貯蔵、ハイブリッド駆動などである。

ZERO プロジェクトは、最適なエネルギーキャリア（担体）とエネルギー変換、新燃料（合成燃料）、バッテリー、水素と他のエネルギーキャリアの組合せと内燃機関、直流（DC）電力システム環境の燃料電池などの研究を行う。最も有望なオプションのプロトタイプを製造し、MARIN のゼロ排出実験室（Zero Emission Lab : ZEL）で試験を行う。

様々なエンジンルーム構造の設計、制御システム、試験結果とオプション、及び開発された駆動システムのデジタルツインは、プロジェクト参加企業・組織が共有する。

8-3-32 ZEUS（Zero emission ultimate ship : ゼロ排出究極船）

2020年9月、イタリア造船所 Fincantieri は、国家プロジェクトである燃料電池駆動実験船「ZEUS」を起工した。「ZEUS」は全長約 25m、重量約 170 トンで、航行中の燃料電池の挙動を調査するための浮体式実験室となる。

「ZEUS」は、ディーゼル発電機 2 基と電動機 2 基をベースとした推進用ハイブリッド主発電プラントを搭載する。この発電プラントは出力 130kW の燃料電池システムとバッテリーパックで補完され、船速約 7.5 ノットで 8 時間のゼロ排出航海が可能である。燃料電池は、金属製水素化物シリンダー 8 基に貯蔵された 50kg の水素で駆動される。この技術は潜水艦に採用されている。

推進システムは、4 つの運転モードを提供する設計となっている。

- ゼロ騒音：リチウム電池のみを使用し、船速 4 ノットで 4 時間の航海が可能。
- ゼロ排出：燃料電池プラントから供給される電力で駆動。
- ディーゼル発電機を用いた航海：船速 9 ノットで 60 時間の航海が可能。
- バッテリー充電中のディーゼル発電機を用いた航海

ZEUS プロジェクトの第二の目標は、クルーズ船上での発電と熱製造に関する新たな方法の開発である。

イタリア学術会議（CNR）、国立標準化研究・促進機関（ENR）、ジェノヴァ大学、ナポリ大学、パレルモ大学、船級協会 RINA など多様なイタリアの組織が、コンサルタントとして Fincantieri が主導する「ZEUS」プロジェクトに協力した。実験船「ZEUS」は、イタリア経済開発省が国家運営計画として共同出資を行う大規模プロジェクト「低環境負荷技術（TECBIA）」の一部として建造される。

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：新型スクラバー「PureSOx Express」

Alfa-Laval は、同社の排ガス処理装置「PureSOx」スクラバーの製品群に、ハンディマックス型ばら積み船やプロダクトタンカーなどの中型海洋船向けの新機種「PureSOx Express」を加えた。

「PureSOx Express」モデルは、組立済み、設定済みのモジュールとして造船所に供給される。1時間あたり最大75トン、エンジン出力にして10,000kWの排ガス処理能力がある。対象となるのは、ばら積み船、プロダクトタンカーを含む40,000～65,000DWTの船舶である。

「PureSOx Express」スクラバーは一体型モジュールとして供給されるため、設置が容易で、エンジニアリングと設置に要する時間を短縮し（10～14日間）、関連コストを削減する。レトロフィットにも適している。同スクラバーはオープンループ型であるが、ハイブリッドシステムに対応する接続機能を持っており、ハイブリッドシステムへの改造も可能である。

PureSOx 技術の開発は、主にデンマークのオールボー（Aalborg）の Alfa Laval 試験・トレーニングセンターで行われている。同スクラバーシステムの販売は、同社のオランダ子会社 Alfa Laval Nijmegen が担当している。

9-1-2 Hans JENSEN：電子潤滑システム

デンマーク企業 Hans Jensen Lubricators は、ポンプの必要がなく、潤滑油消費率を削減する新たな2ストロークエンジン向けシリンダー潤滑システム「HJ Smartlube 4.0」を開発した。

新システムは、2ストローク低速エンジン向けのシリンダー潤滑システムの効率改善に関する同社の長年にわたる独自の研究の成果である。

このようなシステムは通常、オイルステーション、シリンダー潤滑ポンプ、噴射バルブから構成される。一方、「HJ Smartlube 4.0」は、潤滑装置を使わずに、1本の高圧シリンダー潤滑油ラインと電子噴射バルブを用い、ポンプの必要はない。

潤滑油を全潤滑ポイントに同時に高圧噴射するため、潤滑油噴射能力と機能は、シリンダー潤滑噴射バルブに上方移行している。電子バルブが潤滑装置として効果的に機能し、バルブ開閉のタイミングと長さを決定する。

運転コストの削減と同時に、システムの合理化により部品数を減らし、製造所要時間とコストの削減にもつながっている。

同社は、この新製品はシリンダー潤滑機能を大きく進化させ、その影響はコモンレール燃料噴射システムの導入に匹敵する可能性があるとしている。また、同システムは、制御の柔軟性と均等な潤滑油噴射を提供すると同時に、シリンダー油の消費量を削減し、シリンダーのコンディションを最適化する未来のシリンダー潤滑システムであると述べている。

9-1-3 MAN Energy Solutions : アンモニア駆動エンジン

MAN Energy Solutions のデンマーク支社は、共同研究開発プロジェクト「AEngine」内で、アンモニア駆動の 2 ストローク船用エンジンの開発を行っている。（本報告書 8-3-1 参照）

9-1-4 MAN Energy Solutions : メタンスリップ保証（2 ストロークエンジン）

2020 年初頭、MAN Energy Solutions は、同社 ME-GI 型ガス噴射デュアルフュエル（DF）2 ストロークエンジンシリーズのメタンスリップのレベル保証を導入した。メタンスリップ値の基準を全負荷範囲で設定し、自社技術である計算ツール「Computerised Engine Application System : CEAS」に組み込んだ。

メタンの地球温暖化への影響は、CO₂ よりも 100 年のタイムスパンでは 28 倍大きく、20 年間では 84 倍にもなる。このため、国際海運からのメタンスリップは IMO の議題となっている。今後のメタン排出規制導入を念頭に、MAN Energy Solutions は ME-GI 型エンジンのメタンスリップの保証値を 0.2g/kWh、許容範囲をプラスマイナス 0.1g/kWh と設定した。

現在 ME-GI 型エンジンシリーズがメタンスリップ対応の焦点となっているが、同社はメタンスリップはエンジンプロセス、性能、負荷に大きく影響されるということを、規制にも反映すべきであると述べている。

様々な要素を考慮に入れ、ME-GI 型機種種の全負荷範囲で計算された値が、ME-C-GI 型エンジンシリーズのメタンスリップの測定の詳細評価のベースとなった。未燃焼のメタンの排出は、低エンジン負荷で増加した。その原因は、低い温度での遅い燃焼過程により、少量のガスが漏れることである。

高圧ガス噴射の ME-GI 型デュアルフュエル 2 ストロークエンジンを補完するため、MAN Energy Solutions は、低圧 ME-GA 型デュアルフュエル 2 ストロークエンジンのシリーズを開発中である。開発の課題は、メタンスリップを他の予混合型の 2 ストロークガス噴射エンジンと同レベルに止めることである。

9-1-5 MAN Energy Solutions : 低負荷エンジンチューニング

MAN Energy Solutions は、同社の最高出力を持つ 2 ストロークエンジンである「G95ME-C Mark 10」シリーズの部分負荷効率を向上させる新たなチューニング方法を開発した。シーケンシャル燃料噴射と過給機の最適化により、低負荷運転時の燃料消費率は 25% 改善した。

G95ME-C10.5 型ディーゼルエンジンの部分負荷及び低負荷時の燃料消費率（SFOC）の改善は、これまでエンジンプロセスチューニング（EPT）により行われていた。既存の G95ME-C10.5 の低負荷チューニング方法と比較した場合、新設計の G95ME-C10.6 型 LL-SEQ バージョンのシーケンシャル燃料噴射と過給機最適化による SFOC の削減は以下の通りである。

- 0.0g/kWh @ 100%負荷
- 1.5g/kWh @ 85%負荷
- 1.5g/kWh @ 75%負荷
- 3.0g/kWh @ 50%負荷
- 3.0g/kWh @ 25%負荷

新たなチューニング方法は、Tier II 規制対応型エンジン、排ガス再循環カットアウト (EGRTC) 搭載の Tier III 規制対応型エンジン、及び低圧または高圧選択触媒還元 (LPSCR/HPSCR) システム搭載の Tier III 規制対応型エンジンに利用可能である。

シーケンシャル燃料噴射の第一の目的は、高付加運転時の NOx 排出量の制御である。これには、各燃料弁の噴射を独立制御する新たな燃料ブースター噴射弁 (fuel booster injection valve : FBIV) を使用する。過給機能の最適化は、NOx 排出量に大きな影響を与えずに低負荷運転時の SFOC を改善する。

低負荷 SEQ フォーマットの新型 G95ME-C10.6 の 50% 負荷時の SFOC は 151.5g/kWh、低負荷 EPT バージョンの C10.5 型モデルの SFOC は 154.5g/kWh である。75% 負荷時には、SEQ 機種と EPT 機種の SFOC は、それぞれ 155g/kWh と 157g/kWh、100% 負荷時には、両機種とも同じ 164.5g/kWh である。

G95ME-C10.6 型エンジンには 5 シリンダーから 12 シリンダーまでの機種があり、シリンダーボアは 950mm、ストロークは 3,460mm である。出力は C10.5 型と変わらず、12G95ME-C10.6 の最高出力は、回転数 80rpm、平均有効圧力 21 バールで 82,440kW となる。大出力の G95ME-C 型 2 ストロークエンジンは、超大型コンテナ船向けに開発された。

9-1-6 MAN Energy Solutions : ME-LGIM-W 型エンジン

2020 年、MAN Energy Solutions は、IMO Tier III 規制対応型エンジンのオプションをさらに拡大し、メタノールと水の混合燃料で駆動される ME-LGIM 型 2 ストロークエンジンを発表した。

水とメタノールの混合燃料及び水とディーゼルの乳化燃料で駆動されるエンジンの一連の試験では、NOx 排出レベルを Tier III 規制内に止めながら要求されるエンジン性能が得られることが判明した。これにより、選択触媒還元 (SCR) システムや排ガス再循環 (EGR) システムが不要となる。

MAN Energy Solutions は、船用ガスオイル (MGO)、船用ディーゼル油 (MDO)、重油 (HFO) だけではなく、低引火点を持つ液体燃料であるメタノールでも駆動可能な ME-LGI 型デュアルフュエル 2 ストロークエンジンを既に開発している。メタノールで駆動した場合、パイロット燃料として少量の HFO または MDO または MGO が用いられ、CO₂、NOx、SOx の排出を大幅に削減すると同時に、メタンスリップもほぼ除去すると報告されている。乳化燃料を用いた試験は、三井 E&S ホールディングス玉野事業所の 4S50ME-T 型試験エンジンを用いて行われた。同エンジンは、メタノール燃料駆動試験に用いられた ME-LGIM 型エンジンを改造したものである。

ME-LGI 設計のディーゼルパイロット燃料の噴射は、点火性の悪い燃料の安定した点火と燃焼を可能にし、従来よりも大幅に水分の多い水と燃料の混合を燃焼させることができる。

水とメタノールの混合燃料の試験では、メタノール 2g/kWh~6g/kWh で、燃料消費量の増加が発生した。MAN Energy Solutions は、さらなる開発活動により、この不具合は大幅に減少したと述べている。

メタノールと水、またはディーゼルと水の混合試験において、シリンダー内圧力を高め、エンジン性能パラメーターを最も燃料効率のよい設定にした場合に最良の結果が得られた。この場合、必要な分量の水を追加することにより、NOx 排出量は Tier III 規制内に収まる。

メタノールを主燃料として使用した試験では、エンジン負荷に応じてメタノールを約 25~40%の水と混合し、そのエマルジョンを点火するためのパイロット燃料として 5%のディーゼル燃料を使用することにより、NOx 排出量を Tier III 規制内に収めることが可能であることが判明した。

MAN Energy Solutions は、ME-LGIM-W (エマルジョン) ソリューションは、SCR システムまたは EGR システムが不要なため、主機関への投資コストと設置スペースの削減につながるとしている。LGIM 型エンジンに乳化メタノールを使用するための大きな改造は必要ない。

考慮すべき要素のひとつは、当該船が Tier III 運転海域でどれだけの時間を過ごすかである。Tier III 運転に必要な真水は船内で製造、貯蔵されるため、その量は船舶のランニングコストに影響するからである。

9-1-7 MAN Energy Solutions : ME-GA 型エンジンの EGR バージョン

2019 年、MAN Energy Solutions は、2021 年末までの発売を目指し、低圧デュアル燃料 2 ストロークエンジン「ME-GA」シリーズの開発を開始した。2020 年には、ME-GA 型エンジンがガスモードに加えて燃料油モードでも IMO Tier III 規制の NOx 排出量を満たすために、排ガス再循環 (EGR) バージョンを追加すると発表した。搭載される EGR は高圧型である。

9-1-8 MAN Energy Solutions : S35ME-C 型エンジンのアップグレード

MAN Energy Solutions は、S35ME-B 型エンジンの代替機種として、アップグレードされたボア 350mm の小型 2 ストロークエンジン「S35ME-C9.7」を設計した。

S35ME-C9.7 は、S35ME-B と比較した場合、全運転領域において燃料消費率 (SFOC) が改善している。また、将来的な代替燃料駆動への移行を念頭に置いた設計がなされている。

S35ME-B9.7 を ME-C 概念にアップデートした新 S35ME-C9.7 型エンジンは、部分負荷時の燃料消費の最適化と排ガス再循環 (EGR) 技術が利用できる。これまで、ボア 350mm シリーズと小口径の ME-B 型エンジンシリーズには、Tier III 規制適応技術として選択触媒還元 (SCR) 技術が推奨されていた。

新型エンジンでは、SFOC の改善により掃気圧が増加した。連続最大定格出力 L1（回転数 167rpm でシリンダー出力 870kW）では、掃気圧は 4.2 バールから 4.3 バールに上昇した。この定格で、SFOC は 170g/kWh から 169g/kWh に減少している。

新エンジンの配置寸法図は既存機種と同一で、回転数 118RPM、シリンダー出力 495kW の L4 定格から、最大 167rpm、870kW までの出力と回転数の要求に応じた幅広い選択肢を提供する。既存機種との違いは、部分負荷運転の最適化と全負荷領域における燃料消費の削減である。新 S35ME-C9.7 型エンジンは、5 シリンダーから 8 シリンダーまで、出力 2,775kW から 6,960 kW までの多様な機種を提供する。

MAN の 2 ストローク小型エンジンである新 S35ME-C9.7 型エンジンは、将来的に燃料の選択肢を広げることのできる設計となっている。ディーゼル（DI）、ガス（GI）、液化ガス（LGIP）による運転に加え、メタノールを利用可能な機種も計画されている。LGIP 機種は、2020 年末までに準備が整う予定である。MAN Energy Solutions は、GI 機種及び LGIM 機種に関しては、市場の動向を見極めて順次導入する計画である。

ME-C 型エンジンでは、燃料噴射のタイミングと排気弁の動作は電子制御されており、全エンジン負荷における排気弁の開閉に柔軟性を与えている。一方、ME-B 型エンジンでは、燃料噴射のみが電子制御されており、排気弁はカム駆動である。

MAN S35ME-C9.7 型エンジンの主要目

| | |
|-------------------|---------------|
| ボア | 350mm |
| ストローク | 1,550mm |
| ストローク／ボア比 | 4.43 |
| シリンダー出力定格（MCR、L1） | 870kW |
| シリンダー数 | 5、6、7、8 |
| 出力範囲（MCR、L1） | 4,350-6,960kW |
| 回転数 | 16 rpm |
| 平均有効圧 | 21 バール |
| 燃料消費率（SFOC、L1） | 169g/kWh |

9-1-9 MAN Energy Solutions : サイバーセキュリティー「EngineVault」

2020 年半ばより、MAN Energy Solutions は、ME シリーズの新造 2 ストロークエンジンに、サイバーセキュリティー保護機能「EngineVault」を標準装備する。

「EngineVault」は、最新のソフトウェアとハードウェアを組み合わせ、ファイアウォール保護、総合的なアクセス認証、アプリケーション層保護を提供し、エンジンネットワークを外部または船内からの脅威、攻撃から守る。

「EngineVault」は、以下の 3 つの主要セキュリティー機能から成る。

- ポート保護、全送受信データの暗号化によるネットワーク全体の強化と高度ネットワークセグメント隔離。

- エンジン制御管理システムの最新オペレーティングパネル経由の重要ハードウェアの保護。
- エンジンネットワークに MAN が認可したソフトウェアのみのアクセスを可能にするアプリケーション層保護とアクセス認証。

攻撃が成功した場合でも、「EngineVault」はエンジンネットワークを直ちに最後のセーフ状態に戻す。MAN Energy Solutions は詳細な社内試験を行った後、同システムをデンマークの LPG 運搬船に搭載し、実証試験を行った。

9-1-10 MAN Energy Solutions : デジタルプラットフォーム「mya」

2020 年 2 月、MAN Energy Solutions は、デジタルプラットフォーム「mya」を発表した。このプラットフォームにより、参加企業と製品オーナーは安全に制御された環境で、OEM データの統合と交換を行うことができる。MAN Energy Solutions と他の同プラットフォーム設立メンバーの目標は、「mya」を運営する独立した非営利組織を設立し、デジタル技術に関する産業界の協力を促進することである。2020 年 7 月には、Rolls-Royce Power Systems が「mya」に加盟した。

9-1-11 MAN Energy Solutions : 中国の CPP 工場

MAN Energy Solutions は、「MAN Alpha」可変ピッチプロペラと船尾ソリューションの増産のために、中国常州市に新たな製造ラインを開設した。常州の新製造・試験設備は、デンマーク北部フレゼリクスハウンの主製造・設計拠点を支援する。

中国への投資は、MAN Energy Solutions が、中国の新造船建造の現地調達に関する新要求を満たす狙いがある。同時に、プロペラの中国市場への供給所要時間を最大 10 週間短縮し、「MAN Alpha」ブランドの競争力を高める。現時点では、フレゼリクスハウン工場で使用する部品の一部は中国から調達されており、輸送に伴うコストと時間が問題となっている。

MAN の常州拠点は、現在の MAN ターボチャージャー、過給機械、RENK ベアリングに加え、「MAN Alpha」ブランド製品を提供することとなる。

9-2 フィンランド

9-2-1 WÄRTSILÄ : グループ再編

2020 年 7 月 1 日、Wärtsilä は、船用ビジネス部門を 3 つの独立事業、即ち船用動力 (Marine Power)、船用システム (Marine Systems)、航海 (Marine Voyage) に再編した。その目的は、グループの事業組織をシンプル化し、戦略的意思決定と実行を加速させることである。

新事業体制では、船用動力部門は Wärtsilä のエンジン及び推進ソリューション、船用システムはガスソリューション、排ガス処理、船用電気システム、シール、ベアリングに関する事業を担当する。航海部門は、航海技術、シミュレーション、トレーニングソリューションを担当する。

各事業部門は、当該セクターと製品群のライフサイクル管理の責任を持つ。これにより、独立部門であったアフターセールス及びサービス機能は、各事業部門に吸収されることとなる。

9-2-2 WÄRTSILÄ : メタンスリップ排出

Wärtsilä は、2023 年までに、同社の低圧デュアル燃料 4 ストロークエンジンからのメタンスリップを 1.0g/kWh 程度まで削減する計画である。現在、Wärtsilä の最大出力デュアル燃料エンジン「46DF」シリーズのメタンスリップは 2.8g/kWh である。同社の他の 4 ストロークエンジン製品群のメタンスリップの平均値は 5.5g/kWh 未満である。

計画されている改善は、メタン排出の段階的な削減となり、最新エンジンだけではなく、全エンジン群で実施される。メタンスリップ削減技術は、新造船向けに加えて既存船へのレトロフィット用にも開発される。

陸上発電分野では、Wärtsilä はメタンスリップレベルが 1g/kWh 内外の LNG 焚きエンジン約 2GW 相当を既に設置している。この経験を活かし、また新エンジン技術を採用することにより、Wärtsilä は LNG 焚き船用エンジンも 2023 年までに同レベルで運転することができるかと自信を見せている。

Wärtsilä が課題としているメタンスリップに影響する 2 つのエンジン設計要素は以下の通りである。

- エンジン燃焼室：船用ガスエンジンの燃焼には、NO_x 排出量を最小限に抑えると同時に燃焼効率を高めるために高濃度の酸素と低温燃焼が必要である。メタンは高温で完全燃焼が高まるため、低温ではガスの一部は未燃焼のまま排出される。特に、燃焼室の比較的温度の低い部分では未燃焼が発生しやすい。従って、燃焼室の低温部を減らし、未混合のメタンが燃焼せずに残るスペースをなくすという設計の最適化により、メタンスリップを削減することができる。
- バルブ開閉タイミング：ガスの吸気タイミングとバルブのオーバーラップ（重複）時間の長さは重要なパラメーターである。オーバーラップとは吸気弁と排気弁が同時に開いている時間で、燃焼サイクル間にエンジン部品を部分的に冷却し、NO_x 排出量を削減するために使われる。吸気がシリンダー内に残った排ガスを排出する助けとなり、掃気も改善する。これは冷却に効果的であるが、オーバーラップ時間はメタンスリップを悪化させる。エンジン制御システムとバルブシステムの改善により、オーバーラップ時間を短縮することで、メタンスリップを減少させることができる。

9-2-3 WÄRTSILÄ : アンモニア燃料の試験

Wärtsilä は、アンモニア燃料の燃焼試験を実施している。この試験は、同社が、海運業界及びエネルギー業界向けの製品に、温室効果ガス削減に貢献するアンモニア燃料を利用するための準備である。

試験の一環として、アンモニアを燃焼実験装置に噴射し、燃料としての特性の研究を行った。試験プログラムは、デュアルフュエルエンジン及び火花点火式ガスエンジンを用いて続けられ、その後 2022 年以降には船主の協力を得て実船試験を行う。

現在、アンモニアの多くは化石燃料から製造されている。将来的には、再生可能資源からの電力を用いて製造されたアンモニアは、温室効果ガスフットプリントがほぼゼロの燃料となる。

Wärtsilä は、エンジン、燃料供給、貯蔵から成る完全な統合アンモニア燃料ソリューションを提供することを目標としている。同社は、ノルウェーのオフショア支援船でアンモニア燃料電池システムの実証実験を行う EU 助成研究開発プロジェクト「ShipFC」（本報告書 8-1-6 参照）で、アンモニア燃料貯蔵・供給システムの開発を行っている。

9-2-4 WÄRTSILÄ : LPG 燃料サプライチェーン

2020 年初頭、Wärtsilä グループは、液化石油ガス（LPG）焚きの 2 ストロークエンジンの実証実験を完了した。これは世界初の試みとされている。

シンガポールを本拠とするノルウェー船社 BW LPG 社は、当初、同社の LPG 運搬船 4 隻で LPG 燃料を使用するために、Wärtsilä の LPG 燃料供給システム（LFSS）をレトロフィット発注した。その後、Wärtsilä によるエンジン試験の成功を受け、BW LPG 社はレトロフィットプログラムを拡大し、自社船隊 12 隻を LPG デュアルフュエル駆動に改造することを決定した。最初の 2 隻へのレトロフィットは、2020 年夏の定期乾ドックの間に行われた。

Wärtsilä は、このレトロフィットプログラムのシステムインテグレーターに指名され、LFSS の設置だけでなく、必要な船舶設計の変更、LFSS 制御システムの各船の統合自動化システム（IAS）への統合、及び造船所、エンジンライセンサー（MAN Energy Solutions）、船主のコーディネートを担当する。

9-2-5 WÄRTSILÄ : 2 ストロークエンジンのアップグレード

RTA 及び RT-flex シリーズの低速 2 ストロークエンジンは、Wärtsilä が設計したものであるが、全製品の製造は、2015/2016 年に Wärtsilä の 2 ストローク事業を買収した Winterthur Gas & Diesel（WinGD）のライセンサーが行っている。一方、Wärtsilä は、アフターセールスサービスとして RTA/RT-flex エンジンの技術アップグレードを行う権利を今でも有している。

2020 年 5 月、Wärtsilä は、残油及び低粘性船用燃料で駆動される RT-flex 型ディーゼルエンジンのアップグレードソリューションとして燃料噴射制御ユニット「FuelFlex Injection Control Unit（ICU）」を発表した。このソリューションは、海運の低硫黄

燃料の使用の増加に対応するもので、RT-flex96C 型及び RT-flex84T 型 2 ストロークエンジンに利用可能である。

前世代の ICU は、残油での運转向けに設計されており、低粘性燃料の長期間の使用は部品寿命を短くする可能性がある。燃料の測定と噴射タイミングの精度は、ICU 内のピストンとバルブからの燃料漏出に影響される。燃料の粘性、圧力差、純度などが燃料漏出の量を左右する。

新「FuelFlex ICU」は、堅牢な設計と耐久性の高い材料を使用するなどの改良により、燃料漏出を低減し、同時に部品のサービス寿命を延長する。

9-2-6 WÄRTSILÄ : デジタル予測的メンテナンス

Wärtsilä は、デジタル予測的メンテナンスシステム「Expert Insight」の利用を、同社の 2 ストロークエンジン群と排ガス浄化装置（スクラバー）に拡大した。同ソリューションは、人工知能（AI）技術と法則に基づく高度診断機能を、Wärtsilä の製品技術者の知識と経験と組み合わせるものである。

「Expert Insight」システムは、運転データから可能性のある問題を発見し、技術者が顧客に対して情報とアドバイスを提供する。この方法は、予測的メンテナンス戦略のベースとなる。「Expert Insight」は、2019 年 11 月に 4 ストロークエンジン向けに発表され、2020 年 7 月には、2 ストロークエンジン及びスクラバーに利用可能となった。

9-2-7 WÄRTSILÄ : ゲートラダー

2020 年 2 月、Wärtsilä と栗林商船は、ゲートラダーの開発、販売、サービスに関するライセンス及び協力を合意した。

プロペラ後流に配置される従来型のラダーと異なり、ゲートラダーはプロペラの両側を囲む形のツインラダーで、流体力学性能と燃料効率を改善する。ゲートラダーは、従来型ラダーを使用しているあらゆる船舶に適用可能な技術で、栗林商船に加え、かもめプロペラ、海上・港湾・航空技術研究所（MPAT）、山中造船、佐々木紀幸教授が特許を保有している。

Wärtsilä は、自社推進システムの設計とソリューションにゲートラダーを統合する意向で、日本以外のグローバル市場向けに提供する。同技術は、新造船、既存船の両方に搭載可能である。

9-2-8 WÄRTSILÄ : セイル支援推進システム

2020 年 10 月、Wärtsilä は英国企業 Anemoui Marine Technologies と、ローターセイル推進ソリューションに関する基本合意を締結した。この合意により、Wärtsilä は推進システム事業の一部として、Anemoui のセイルシステムの販売とサービスを行う。

9-3 ドイツ

9-3-1 IMES : ガスエンジン圧力センサー

ドイツ企業 IMES は、4 ストロークガスエンジン及びデュアル燃料エンジン向けに設計された圧力センサーの新シリーズを開発した。新設計は、ガスエンジン技術の進歩と、平均有効圧、ピーク圧、熱発生率 (HRR)、燃焼質量割合 (MFB) その他の熱力学値などの各シリンダーの燃焼過程と性能の詳細な知識の必要性を反映したものである。

9-3-2 MAN Energy Solutions : 大規模なリストラ

MAN Energy Solutions の親会社 Volkswagen Group は、「ノン・コア」ビジネスを売却し、自動車事業に集中するというグループ戦略の一環として、MAN Energy Solutions 売却の可能性を検討している。

2019 年末から 2020 年初頭にかけて、同グループは、米国 Cummins Group、三菱重工業、Jenbacher 及び Waukesha ブランドを所有する米国エンジニアリンググループ Innio からの買収オファーを受けたと広く報道されていた。

Volkswagen (VW) Group は、様々な市場の憶測やメディア記事に対して公式なコメントはしていない。しかしながら、VW Group の組織再編への意向は明らかである。同グループは、完全電動 (バッテリー) 自動車とハイブリッド車の市場リーダーとなることを目指しており、既存自動車工場の改造と新工場建設への最大規模の投資計画を発表している。

自動車部門への投資計画では、マニサ (トルコ) の新自動車組立工場に 14 億ユーロ (16 億ドル)、また 2021~2024 年期中に電動自動車向けの既存生産設備の改造と新生産ラインの建設に 6,000 万ユーロ (7,010 万ドル) を投入する。最大の投資は、ドイツ東部のツヴィッカウ工場である。

このような戦略は、MAN Energy Solutions を含む「ノン・コア」ビジネスの売却を加速すると予想されている。しかしながら、2020 年半ばまでに提示されたオファーは、VW にとって財政的、商業的に十分な魅力があるものではなかったと見られる。

一方、2020 年 8 月には、MAN Energy Solutions の将来的な生存能力確保を目指したコスト削減と世界規模の組織縮小を含む再編計画が発表された。さらに、VW は、MAN Energy Solutions の売却計画を一旦棚上げにし、同社の利益率 (利息および税前利益 : EBIT) が 9% の目標を継続的に達成した場合は、少なくとも 2026 年末までは VW グループに残すと発表した。

今回の再編措置には、工場の閉鎖、部品製造の集中化、2,600 人 (ドイツ国内 1,650 人、国外 950 人) の雇用損失が含まれる。ドイツ国内の蒸気タービン製造は中止する。デンマーク、フランス、スイス、英国の拠点の合理化は公にはされていないが、高速ディーゼルエンジンの製造、改造、サービスを行っている英国コルチェスター工場の閉鎖が含まれると報道されている。

9-3-3 MAN Energy Solutions : メタンスリップ (4 ストロークエンジン)

MAN Energy Solutions は、低圧デュアルフュエル (DF) 4 ストロークエンジン及び火花点火 (SI) 式 4 ストロークガスエンジンのメタンスリップ削減に関する研究を行っている。同社は、ガス噴射式 2 ストロークエンジン「ME-GI」シリーズのメタンスリップに関しては、既に保証制度を発表している。(本報告書 9-1-4 参照)

最新の研究では、同社の 4 ストローク DF エンジン及び SI エンジンのメタンスリップレベルの低減には 2 つのソリューションが提案されている。ソリューションのひとつは、2 ストローク GI エンジンシリーズのガス噴射 (GI) 技術を、4 ストロークエンジンに適用することである。研究されている二つ目のソリューションは、酸化触媒の利用である。

直接ガス噴射ソリューションは、DF エンジンのメタンスリップレベルを最大 90% 低減させる可能性がある。この手法では、ガス状燃料をディーゼルパイロット燃料とともにピストン上死点 (TDC) の周りの圧縮混合気に噴射する。これにより、4 ストロークサイクルのシリンダー掃気時に未燃焼メタンが漏出する可能性を低減する。

直接 GI 噴射ソリューションでは、4 ストローク DF またはガスエンジンシリーズを、オットーサイクル燃料エンジンからディーゼルサイクル燃焼エンジンに改造する。これにはさらに高圧のガス噴射が必要となり、既存のオットーサイクルエンジンよりも高圧のガスを処理するためにガスコンプレッサーのアップグレードの必要がある。改造の追加的コストは、燃料消費効率の向上と温室効果ガスの排出削減により相殺されると同社は述べている。

二つ目のメタンスリップ削減ソリューションは、排出ガスに酸化触媒を加える手法で、メタンスリップを最大 70% 削減する可能性がある。

このソリューションに関しては、MAN Energy Solutions は、ドイツ連邦政府が助成する研究プロジェクト「IMOKAT」で、他の企業・組織と共同研究を行っている。

同ソリューションが効果的に機能するためには、排ガスの高温化と、ウェイストゲートの後、ターボチャージャーの前の触媒噴射が必要である。合成排出ガスを使用した実験室試験では、70% のメタン転換率が達成された。2020 年 8 月には、次の段階として実寸エンジンを使用した試験を行う計画が発表された。

9-3-4 ROLLS-ROYCE POWER SYSTEMS : 「Power Lab」戦略

2020 年 8 月、Rolls-Royce Power Systems は、ゼロカーボンの推進、駆動、エネルギーソリューションのイノベーションに特化する新事業ユニット「Power Lab」を設立した。

「Power Lab」の目標は以下の通りである。

- ①再生可能エネルギーをベースにした合成燃料の製造と利用 (Power-to-X)。水素燃料の研究に焦点を当てる。
- ②同社の「グリーン&ハイテク」プログラム内の効率改善、代替燃料、電化、デジタル化、統合システムソリューションの研究を促進する。

③ 船用推進及び発電所向けの燃料電池。Daimler との協力により、Rolls-Royce (MTU) のフリードリヒスハーフェン工場に水素燃料電池の試験台を設置する計画である。

9-3-5 SCHOTTEL : アジマススラスターM シリーズ

2020 年 7 月、ドイツの推進システムメーカーSchottel は、新型ラダープロペラ (アジマススラスター) M シリーズを発表した。モジュール設計の M シリーズスラスターは、一般的なエンジン出力クラスに応じた 3 機種、即ち 210 (640kW)、240 (850kW)、270 (1,000kW) を提供する。全機種は、パワフルな「プラネタリーステアリングギア」を装備している。

これらのアジマスモジュールは、Z ドライブ、L ドライブ、ZY ハイブリッドドライブが利用可能で、水平型エレクトリック、垂直型エレクトリック、または統合ダイレクトエンジンと水平式モーター接続 (ハイブリッドソリューション) に適している。

M シリーズは、あらゆる船舶設計に対応する。標準設置システムは、長さの変更が可能なプロペラアームを持つ。さらに、アームの短いコンパクトバージョンもある。コンパクト機種は、L ドライブ向け LC 及び Z ドライブ向け ZC である。スタンダード型、コンパクト型とも、ボルト接続、または溶接、または船体上の弾性搭載が可能である。

M シリーズとともに使用可能な推進モジュールは、「Schottel Rudderpropeller」(SRP) 及び「Schottel EcoPeller」(SRE) の 2 種類である。SRE は、高出力を必要とする船舶の全体効率と保針性能を高め、高速運航するフェリーなどに適している。

9-3-6 SCHOTTEL : 格納型リムスラスター

2020 年 6 月、Schottel は、同社のリムスラスターにリトラクタブル (格納可能) 機種「SRT-R」を追加した。新機種は最大出力 500 kW までをカバーする。新機種は計算流体力学 (CFD) 技術を用いて内部プロペラブレード設計がキャビテーション低減のために最適化され、騒音と振動レベルを低減させた。

「SRT-R」は、360 度の全方向に推力を発揮する。これにより同スラスターは利用性が高いだけでなく、自動船位保持 (DP) または帰港モード (take-home 補助推進力) などを含むあらゆる運転要求に対応する。スラスターが格納された場合には、追加的な流体抵抗が発生しない。

リトラクタブル型リムスラスターは、リムスラスター「RT」機種としても利用可能で、格納ポジションではサイドスラスターとして機能し、浅水域で高効率を発揮する。

リムスラスターでは、発電機の固定子がスラスタートンネルの外側に搭載され、プロペラブレードはローターの内側に装着される。この結果、システムの省スペース化と軽量化を実現する。電力は推進力に直接変換され、スラスター周辺の水が電動機を常時冷却する。

9-3-7 SCHOTTEL : CFD 技術への投資

Schottel は、流体特性への理解をさらに深めるため、計算流体力学（CFD）技術に追加的な大規模投資を行った。

CFD シミュレーションは、長年、流体力学設計プロセスに用いられてきた。CFD 計算は、開放水域におけるプロペラの性能、船隊抵抗、牽引力、操縦性、キャビテーションリスクまたは騒音発生などの幅広いアプリケーションのシミュレーションに利用される。また、推進システムの極限状況における運転時のシミュレーションに必要な機械部品の負荷データを得ることができる。

CFD に関する知識と能力の増加により、あらゆる作業における詳細な計算が可能となる。

CFD 計算では、最小限の努力で、モデルを自由に拡大、拡張、変更することができるという利点がある。また、CFD シミュレーションは、実際の流体実験が困難な場合、または経験的測定値が決定できない場合に効果的である。

9-3-8 VOITH : 電動式 Voith シュナイダープロペラ (eVSP)

ドイツの推進システム企業 Voith は、Voith シュナイダープロペラ (VSP) の電動バージョン「eVSP」を発表した。新システムは、VSP 技術と、もうひとつの同社製品「Voith Inline Thruster (VIT)」における過去 10 年間の電気技術ノウハウを組み合わせた製品である。

新「eVSP」は、メインドライブとして、ユニットに完全統合された永久磁石 (PM) 同期モーターシステムを用いる。さらに、ギアの必要はなく、ステップレスな運転と動的応答性の高い電気駆動力の損失ゼロの変換が可能である。ギアを完全に排除することにより、騒音は最小化し、また船内の省スペース化も実現する。「eVSP」には軽量化の利点もある。同システムは多様な船種向けに開発されているが、特にタグボート、オフショアサービス船、フェリーなどへの搭載に適している。

9-3-9 ZF MARINE : ハイブリッド型トランスミッション

2020 年初頭、ZF Marine は、V (V ドライブ) と A (ダウンアングル) 両方の設置形態が可能なハイブリッド型トランスミッション「ZF5200 A/V PTI」を発表した。

「ZF5200 A/V PTI (power take-in)」モデルは、フェリー、高速オフショア船、高速作業船、巡視船、その他の船種を対象としている。同シリーズは幅広い変速比と駆動方式を提供し、V ドライブとダウンアングル両方の形態で最適な電力 PTI により高性能を実現している。また、オプションとしての統合軸ブレーキにより、操縦性と急停止性能も向上した。

モジュール型でコンパクトな設計は、設置の省スペース化にもつながる。

9-4 オランダ

9-4-1 BAKKER SLIEDRECHT : CDG 発電機保護

オランダ企業 Bakker Sliedrecht は、クローズド型バスタイ (bus-tie) またはリングシステムを持つ発電機保護システムを開発した。自動船位保持 (DP) 船の船主や運航者は、オープン型バスシステムではなく、高効率、省エネ、低メンテナンスで低環境負荷のクローズド型バスタイの利用を高めている。

クローズドシステムでは、複数の発電機が並行運転され、各発電機は必要に応じてスイッチオフまたはスイッチオンされるため、運転効率が向上する。クローズド型バスで運転されるシステムの欠点は、相互接続モードが故障への脆弱性を高め、あらゆる故障 (発電機の故障またはショートなど) が船舶の完全な停電状態を引き起こす恐れがあることである。このような事態は、電動スラスタで船位を保持するオフショア DP 船にとって危険または致命的である。

オープンバスシステムでは、船舶の発電機と配電盤は独立したセクションまたは「アイランド」に分離され、各アイランドがそれぞれエンジンルームと発電システム、配電盤を持つ。各アイランドは、防水・防火機能のあるバルクヘッドで分離される。オープンシステムの利点は、発電機 1 基が機械、制御または燃料の問題により正常に機能しなかった場合でも、他の発電機が運転を継続することである。これにより、発電プラント全体が不安定化することを防ぎ、停電を引き起こすリスクがなくなる。

一方、オープンバスシステムの欠点は、クローズドシステムよりも効率が低く、燃料消費量が多く、排出も多いことである。

Bakker Sliedrecht の新ソリューション「CDG (Common Diesel Generator) 保護システム」は、デュアルフェュエルエンジンを含むクローズド型バス発電システムを持つあらゆる船舶向けの製品である。同システムは、ソフトウェアで故障部品を素早く検出し、完全な停電を防ぐために瞬時にスイッチオフする。同システムは、発電機の電気的問題に加え、ディーゼルエンジンや燃料供給システムの問題も検出する。

同システムは、出力 10MW の発電機 4 基が搭載された大型クレーン船で詳細な実証試験が行われた。同船は洋上風力発電施設の建設に用いられる。

9-4-2 MARIN : 極低温燃料タンク試験施設

2020 年 10 月、MARIN は、LNG、液体水素などの極低温液体の船用燃料タンク内の挙動の研究及び試験を行う新施設を公式に開設した。

「The Atmosphere」と命名された新施設の中心となるのは、温度、圧力、ガス成分、湿度などが制御可能なオートクレーブ装置である。「The Atmosphere」では、液体の多相性の動態の理解を深め、船舶の航行中の衝撃荷重の変化とタンク構造への影響を研究する。最初の研究作業は、共同研究開発プロジェクト「SLING」内で実施する、航行中の船舶の低温燃料タンク内のスロッシングの影響に関する研究である。

「SLING」プロジェクトのメンバーは、企業と大学で、オランダの 4 大学が参加している。「The Atmosphere」は、「SLING」プログラムの一環として設計、建設され、オランダ研究評議会（NWO）とビジネスコミュニティが資金を拠出した。

9-5 ノルウェー

9-5-1 ABB Marine：燃料電池の製造

2020年4月、ABB Group（ABB Marine & Ports）のノルウェー拠点は、水素企業 Hydrogene de France（HDF）と、メガワット級の船用燃料電池システムの製造に関する基本合意を締結した。今回の合意は、2018年に締結された ABB と Ballard Power Systems のプロトン交換膜（PEM）型の船用燃料電池の開発に関する協力合意をさらに進めるものである。

ABB と HDF の合意では、ABB と Ballard が共同開発した大型燃料電池システムを、HDF が同社のボルドー（フランス）の新工場で製造する。

ABB Marine は、同技術が、大型海洋船を含む幅広い船種に利用可能となるとの自信を見せている。同社は、現在数百キロワット級の燃料電池を 2023 年までには数メガワット級にスケールアップする計画である。

ABB と研究機関 SINTEF は、トロンハイム（ノルウェー）の SINTEF のオーシャン R&D ラボラトリーにおいて、燃料電池に関する共同プロジェクトを実施している。2019年には、同施設は、ABB と SINTEF のソフトウェアを用いたシミュレーションによる異なる負荷おけるエンジン、バッテリー、燃料電池の組合せの試験を行うことができるように改造された。その目的は、ハイブリッド技術が貨物船やクルーズ船などの大型船の主推進動力の供給源となる可能性に関する研究である。

9-5-2 NORSEPOWER：傾斜型ローターセイル

ノルウェーNorsepower 社が開発したローターセイル（Rotor Sail）の傾斜（tilting）バージョンは、2020年第4四半期に、北海を航行する RORO 貨物船に搭載される予定である。同船のレトロフィットには、Norsepower 最大の 35m 型ローターセイル 2 基が搭載され、排出を 25%削減すると予想されている。

ローターセイルは、マグナス効果を用いた回転シリンダーが風力を推進力に変換するフレットナーローターの近代化バージョンである。Norsepower が船主 Sea-Cargo の協力を得て開発した新傾斜型バージョンは、必要に応じてセイルをほぼ水平レベルまで傾斜させることができる。この傾斜システムは、ノルウェー企業 North Sea Handl が提供した。

傾斜型ローターセイルがレトロフィットされる Sea-Cargo の 12,500GT 型 RORO 貨物船の航路上には複数の橋や電線があり、その下を航行するときにセイルの傾斜機能が必要となる。

9-5-3 PARAT Halvorsen : 多燃料ボイラー

2020年、Parat Halvorsenは、新船用ボイラー「MCS」を発表した。「MCS」は、燃料として排ガス／燃料／電気を組み合わせたコンパクトなボイラーで、効率を最適化し、船舶の運航中に予備電力を供給するために、燃料源を切り替えることが可能な設計である。また、港湾停泊中には、排出ゼロの陸上電力を利用することも可能である。対象市場としては、クルーズ船、フェリー、ROPAX船、オフショア船などを想定している。

9-5-4 ROLLS-ROYCE Power Systems : Bergen Engines 売却の可能性

2020年2月28日、ロンドンに本社を置くRolls-Royce Holdingsは、ノルウェーのBergen エンジン部門の戦略的見直しを行う計画を発表し、売却の可能性を示唆した。中速エンジン設計・製造企業であるBergenは、Rolls-Royceのコアビジネスとは見なされていない。

Rolls-Royce Power Systems内のBergen事業部門は、出力1,400～11,830kWの発電所向け及び船用ガスレシプロエンジンとディーゼルエンジンの設計・製造を行っている。

Rolls-Royce Holdingsは、事業のシンプル化と集中化のための同社ポートフォリオ再評価の一環として、Bergenの中速ガス・ディーゼルエンジン事業の戦略的見直しを行い、2020年度のグループ決算ではBergenはノンコアビジネスに分類されると述べている。

MTUブランドの製品とサービスに加え、Bergen製品群をビジネスに含めるRolls-Royce Power Systemsは、Rolls-Royceグループ内では第二位の売上高を持つビジネスユニットである。Rolls-Royce Power Systemsの2019年度の売上は、主にMTUブランドの好調により前年比4%増となっている。

ノルウェーKongsberg Maritimeは、商船向けのRolls-Royce Bergenエンジンの独占ディストリビューターとなっている。Kongsbergは、エンジンの設計・製造は行っていないが、船用推進機器セクターの主要企業のひとつで、2019年4月1日のRolls-Royceのコマーシャルマリン部門の買収により、船舶制御技術分野でも優位性を高めている。

近年、Rolls-Royceは、Bergenエンジンを製造するHordvikneset工場への大規模な再投資を行ってきた。工場内の配置が変更され、新フローライン工程の導入により生産能力は向上し、エンジン組立所要時間は短縮された。同工場は、リーンバーンレシプロガスエンジンの設計、開発、製造に長い実績を持つ。

9-5-5 STADT : 可変速発電機

ノルウェーの動力専門企業Stadtは、同社の電気推進ソリューション「Lean Propulsion」に可変速度オプションを追加した。

可変速制御機能を搭載した新オプションの可変速電動機「VariAC」は、ディーゼルまたはLNGデュアルフュエル発電システムのエンジン速度の変化に対応する。「VariAC」は、MaK及びCatブランドの発電システムの運転要求に応えるために、Stadtがエンジン販売会社PON Caterpillarと共同開発した製品である。

出力負荷は、可変ピッチプロペラの速度とピッチによりシームレスに制御される。3つの異なるパワーモード（低出力、中出力、高出力）により、船舶運航者は出力負荷と船速を高精度で制御することができる。

9-5-6 TECO Marine : 燃料電池プロジェクト

2020年、ノルウェー企業 Teco Marine は、オーストリアのエンジニアリングコンサルティング企業 AVL List と共同で、船用燃料電池の開発を開始した。この3年間プロジェクトでは、プロトン交換膜（PEM）型燃料電池技術に焦点を当てた研究開発を行う。

9-6 スウェーデン

9-6-1 ALFA LAVAL Group の開発動向

- ①2020年9月、スウェーデンに本社を置く Alfa Laval Group は、アンモニア駆動エンジン向けのターンキーで使用可能な液体燃料供給システムの製造計画を発表した。高圧アンモニア・デュアルフュエル2ストロークエンジン向けの同ソリューションは、MANのME-LGIP型エンジンのLPG燃料に使用されているシステムと同様のシステムである。低圧アンモニア・デュアルフュエル2ストロークエンジン向けの燃料ガス供給ソリューションは、低圧LNG供給システムとの共通点が多い。
- ②Alfa Laval の新 CEC-S カスケード排ガス冷却システム「PureCool」が、Winterthur Gas & Diesel (WinGD) のLNGデュアルフュエル2ストロークエンジンに搭載される。CEC-S は、エンジン効率を向上させると同時に、メタンスリップを低減する。

9-6-2 BERG PROPULSION : 事業統合

2020年7月、Berg Propulsion は、同年末までに全ての製造事業をスウェーデン国内に集中させる計画を発表した。同社は、可変ピッチプロペラ、アジマススラスタ、サイドスラスタ及び制御システムの製造を行っており、これまでは研究開発を行うスウェーデン以外に、シンガポールにも製造拠点を置いていた。事業統合に伴い、スウェーデン国内の組立工場と倉庫設備への投資を行う。

今回の投資と事業統合計画は、スウェーデンのビジネスマン Stefan Sedersten が、2013年以来 Berg Propulsion 所有していた米国 Caterpillar Group から、同社事業を買収したことに起因する。

9-6-3 OXE Marine : ディーゼル船外機

2020年5月、スウェーデン企業 OXE Marine は、パワフルなディーゼル駆動船外モーター「OXE 300」の製造を開始した。モジュール設計の「OXE 300」は、6シリンダ

一型バイターボ（ツインターボ）自動車用ディーゼルエンジンを搭載している。エンジン回転数 4,200～4,400rpm で、300hp（224 kW）の出力をプロペラに供給し、1,750rpm で 680Nm のトルクをクランクシャフトに供給する。

同等出力（300hp）を持つガソリン船外機と比較した場合、「OXE 300」ディーゼルは、燃料消費量を 40%削減、運転範囲を 70%拡大、CO₂ 排出量を 35%削減、NO_x 排出量を 68%削減する。

OXE は、世界初の高出力ディーゼル船外機である。そのトルクと耐久性により、港湾船、輸送バージ、海上保安船、救助（SAR）船など新たな船外機市場を開拓する製品である。

9-6-4 PowerCell：大型船用燃料電池

2020年3月、スウェーデン PowerCell 社は、非公表の欧州大手造船所と、出力 3MW 級の船用燃料電池システムの開発と供給に関する契約を締結した。同システムの開発、供給期間は 3年間で、契約総額は 7,700 万スウェーデンクローナ（860 万ドル）である。

2020年初頭、PowerCell は、イタリア造船所 Fincantieri に 30MW 型燃料電池「MS-30」システム 1基を引き渡した。同社の燃料電池スタック「PowerCell S2」をベースに製造された「MS-30」システムは、Fincantieri の船用推進及び発電向けの燃料電池技術の試験に使用される

9-7 英国

9-7-1 BROOKES BELL：船用技術ラボラトリー

2020年10月、技術・科学コンサルティング企業 Brookes Bell は、リバプールに船用顧客向けのサービスと同社の新市場進出のための新ラボラトリーを開設した。新ラボラトリーでは、燃料試験、冶金試験、塗料分析、非破壊検査（NDT）分析などのサービスを提供する。ラボラトリーは、軽度のエンジニアリング能力も持つ。

Brookes Bell は、例として、エンジン部品の故障、溶接の不具合、ワイヤーロープの不備などに関するアドバイスなどを提供する。

同社には、燃料関連の調査の需要が増えている。新ラボラトリーは、ISO 8217 標準を満たすための燃料試験を行い、サブスタンダードの船用燃料を特定、また燃料関連の問題の原因を特定する。これに加え、GCMS（Gas Chromatography Mass Spectrometry：ガスクロマトグラフィー質量分析）、FTIR（Fourier Transform Infrared Spectroscopy：フーリエ変換赤外分光法）、ICP（Inductively Coupled Plasma Spectroscopy：誘導結合プラズマ発光分析）などのさらに複雑で高度な試験と分析を行う能力がある。

タンクと船体の塗料の破損の原因を特定する塗料分析は、デジタル顕微鏡やソフトウェアなど最新のツールを用いて行われる。

9-7-2 CMB TECH : 水素エンジン試験台

アントワープ（ベルギー）を本拠とする船社 **Compagnie Maritime Belge (CMB)** は、船用低排出及びゼロ排出ソリューションを提供するという同グループの長期戦略の一環として、英国に水素（内燃）エンジンの試験設備を開設する計画である。

2019年、CMBは、2017年に英国のボート建造所がCMB向けに建造した小型水素／ディーゼルデュアルフュエル実証船の水素システムを供給した英国企業 **Revolve Technologies** を買収した。

買収後、「CMB Tech」へと社名を変更した **Revolve Technologies** は、水素一元燃料及び二元燃料の内燃エンジンの開発を継続している。2020年には、エセックス州ブレントウッズの同社エンジン試験設備の拡張とアップグレードが開始された。新設備には複数の冷却塔が設置される。

また、CMBは、ベルギーの中速エンジンメーカー **ABC Engines** と、水素一元燃料及び二元燃料の内燃エンジンの開発・製造を行うジョイントベンチャー「**BeHydro**」を設立した。2020年、**BeHydro**は、同社最初の機種となる出力1MWの水素デュアルフュエルエンジンを発表した。当初は出力範囲800～2,800kWをカバーするエンジンを計画していたが、その後、さらに大きな定格出力への「アップスケール」が可能な設計に重点を置いている。

9-7-3 DATUM Electronics : AI コンディションモニタリング

2020年5月、**Datum Electronics** は、人工知能（AI）を用いた革新的なコンディションモニタリングシステム「**Datum Hawk**」を発表した。同システムは、データ収集、アルゴリズム実行、ディーゼル発電機のプロファイリングなどにおいて **Innovate UK** とストラスクライド大学の協力を得た同社の数年間に及ぶ設計、開発、試験の成果である。英国政府の助成プログラム「**Clean Maritime Plan**」も、この研究開発活動を支援した。

「**Datum Hawk**」は、出力、エンジン回転速度、トルク、燃料フロー、燃料消費率（**SFOC**）その他の要素のリアルタイム分析を行う。同システムは、毎秒2,000件のサンプルを収集し、問題を素早く検出し、各シリンダーの情報をそれぞれ表示することにより、エンジン状態の連続的なアップデートを提供する。同システムは、AI自己適応型アルゴリズムを搭載している。

同システムは、ねじり振動に着目し、最も正確で信頼性が高く、コスト効果の高いコンディションモニタリングを提供している。

開発段階では、同社は顧客が示した要求と要素に焦点を当てた。その結果、高いデータサンプリング率を用いてエンジンまたはディーゼル発電機の各シリンダーのプロファイルから特定の変化を検出する最新のコンディションモニタリング技術の開発が可能となった。

9-7-4 EQUIPMAKE : PM 電動機

2020年7月、電気パワートレイン（動力伝達系）専門企業 **Equipmake** は、小型船向けの高動力密度の電動機シリーズを発表した。同社は、出力125kW～220kWの新軽量

電動機シリーズは、世界で最も動力密度の高い電動機製品であるとしている。この新製品は、同社の自動車、レーシングカー、オフハイウェイ、建設セクターにおける経験を活かした同社初の船用市場向け製品である。

この永久磁石（PM）モーターは、磁石が車輪のスポークのように配置された冷却効果の高い「スポーク」アーキテクチャーを採用している。モーターの冷却が維持されるため、そのサイズと比較して最大出力とトルクが大きく、また比較的安価な磁石材料と従来の製造方法を用いるため、小型、軽量でコスト効果の高い電動機を実現した。

船用市場向けに発売された 2 機種は、12,000rpm でピーク出力 125kW、連続出力 75kW、ピークトルク 130Nm で重量は統合型ギアボックスを含め僅か 12kg の「APM 120」、及び 10,000rpm でピーク出力 220kW、連続出力 110kW、ピークトルク 450Nm で重量は統合型ギアボックスを含めて 40kg の「APM 200」である。

2019 年末、同社はノーフォーク州スネッタートンに、電動機と駆動系統の設計、試験、製造を行う新工場を開設した。同工場では、最新のリチウムイオン電池も製造する。

9-7-5 KISTLER UK : エンジンモニタリング

- ①Kistler UK 社は、内燃機関の光学的研究のための革新的な高速カメラ撮像システム「HIS」を開発した。「HIS」カメラは、光学式プローブを用いて燃焼過程の可視化を行い、噴射プロセス、火炎伝播、煤煙形成などの現象の調査を可能にする。「HIS」システムは、制御装置、高速カメラ、LED 照明を備えたボアスコープから構成される。カメラは最大毎秒 40,000 件のイメージをキャプチャーする。Kistler UK は、スイス Kistler Group の子会社である。
- ②Kistler は、大型船用エンジン及び固定エンジンの内燃室の極限状態の高精度測定を可能にする新シリンダー圧力センサー「66351A」を開発した。「66351A」センサーは、デュアルフェュエルエンジンの最適化を念頭に開発されたもので、全シリンダーの同時モニタリングが可能となる。クローズループ式燃焼制御は、エンジン性能を高め、最大 2% の省エネを実現する。信号伝達の信頼性を高めるため、センサーは従来のプラグ接続ではなく溶接接続を採用している。ダイアフラムの機能は、熱衝撃誤差を減少させ、350 バールまでのピーク圧力の測定を提供する。

9-7-6 RICARDO UK : バーチャル遠隔エンジン試験

2020 年、技術エンジニアリングコンサルティング企業 Ricardo は、船用エンジンのバーチャル認証試験サービスを開始した。最初の IMO Tier III 規制バーチャル認証試験は、MTU 高速 4 ストロークディーゼルエンジンを用いて同社で行われた。

この試験方式により、全ての関係者（顧客、船級協会、エンジンメーカー、サブシステムサプライヤー）が試験を観察し、品質検査を遠隔評価する。また、COVID-19 感染拡大による制約にも、安全かつ容易に対応する方法でもある。

今回のバーチャル試験は初の船用顧客向け試験であったが、Ricardo は 2020 年 4 月には自動車産業顧客向けのバーチャル認証の草分けとなった。自動車製造業界の顧客と認証

機関は、安全な3方向ライブフィードにより、Ricardoの先進試験施設で実施されたオートメーションとデータ管理システムの試験を観察した。

船用セクター向けの新サービス開始に関しては、Rolls-Royce Power SystemsのMTUブランドエンジンの北欧地域のディストリビューターであるノルウェー企業 Bertel O.Steen Power Solutionsが協力を行った。Steenは、MTUの10V2000M 72型エンジンの英国Ricardoのショーラム技術センターへの配送をアレンジした。

Ricardoは、遠隔認証試験プロセスを効率化する一連のITソリューションを提供した。これには、試験セルの検査と排出測定システムチェック用の固定及びポータブルカメラ技術、複数のシステム（自動化データ表示、試験セルライブカメラ、エンジン管理システム：EMS、選択触媒還元（SCR）制御サブシステム）への「バーチャルネットワークコネクティビリティ」などを含む。安全なプレゼンテーション表示は、顧客の要求に適應するMicrosoft Teams経由のディスプレイで行われた。

さらに、EMSとSCRに関する独立したコネクティビリティが、Steenと同社のスウェーデンのサブサプライヤーを接続し、ノルウェーとスウェーデンのエキスパートに専門性の高いシステムのライブモニタリングと制御を提供した。

9-7-7 RICARDO UK：水素エンジンの開発

2020年9月、Ricardoは、英国に水素エンジン開発施設を開設する計画を発表した。この計画では、同社のショーラム技術センターの既存のレシプロエンジン試験セルのひとつを改造する。

新施設では、当初自動車産業向けの水素駆動エンジンと駆動系の開発と試験に焦点を当てるが、将来的には船用エンジン向けの研究開発にも利用する計画である。

9-7-8 SILVERSTREAM Technologies：空気潤滑システム

ロンドンを本拠とするSilverstream Technologies社は、英国貿易省の非財政的支援を得て、同社の開発した省エネ空気潤滑システム（ALS）のグローバル市場における大幅な売上増を達成した。貿易省は、同社にアドバイスその他のサービスなどを提供し、同社が多数の大規模輸出契約を獲得することを支援した。2020年半ばには、Silverstreamは、2020年末までに欧州及びアジアにおいてさらに15件のALSの販売契約締結を完了すると述べている。

英国政府は、その「Maritime UK」戦略内で、グローバル市場における英国の技術イノベーションの促進に向けた投資を行っている。

独立した調査によると、SilverstreamのALSは、船舶の種類、大きさ、運転状況に応じて燃料消費量を5～12%削減する。2019年12月、同社は、ALSの販売とサービスに関してWärtsiläとライセンス協力契約を締結した。同契約により、ALSはWärtsiläの統合推進ソリューションに含まれることとなる。

9-7-9 WINDSHIP Technology : セイル補助推進

2020年、サウサンプトン大学の風洞試験施設において、Windship Technology 社が開発したセイル支援推進システム「Auxiliary Sail Propulsion System : ASPS」の試験が行われた。試験では、Windship が実施した CFD 研究の結果の検証を行い、海洋商船に搭載された同システムが年間燃料消費量を 30%以上削減するというポテンシャルが確認された。

「ASPS」ソリューションは、固定式ウィングセイル技術を採用している。高さ 35m のマスト（リグ）2 基または 3 基が、ばら積み船などの甲板上に設置される。各マストは 3 基の空力ウィングを持つ。マストは卓越風の風力を利用するため自動的に回転する。これにより、エンジンのみの運転の場合と同等速力を得るためのエンジンの推進力が削減され、消費燃料と排出の削減につながる。

Lloyd's Register の技術調査部門が、スプラマックス型ばら積み船の CFD モデリングを用いて行った ASPS の評価では、推進力の削減により、燃料コストの 30%削減につながるという結果を得た。

9-8 スイス

9-8-1 ABB Turbo : デジタル技術協力

2020年8月、スイス ABB Turbocharging とノルウェーKongsberg Digital は、「エッジ」データ収集と船用エンジン性能分析における協力を合意した。この合意は、完全自動化ソリューションと高度センサー技術により、航行中の船舶のエンジン性能を分析する新たなデジタルツールの開発につながる。「クラウド」プラットフォーム間のデータ交換により作業を効率化し、遠隔診断を可能にする。

9-8-2 Burckhardt Compression : 外国企業の買収

2020年、スイス資本の船用・産業用コンプレッサーメーカー Burckhardt Compression 社は、外国企業 2 社のコンプレッサー事業の完全買収を行った。3 月には日本製鋼所のグローバルコンプレッサー事業を買収し、7 月には中国メーカーShenyang Yuanda（瀋陽遠大）Compressor 社の残りの 40%株式を買収した。Burckhardt は、2016年に Shenyang Yuanda の 60%株式を取得していた。

2020年10月には、瀋陽の新工場が稼働し、小規模な 2 製造拠点を代替するとともに、生産能力を 60%拡大した。Shenyang Yuanda が製造するコンプレッサーは、2019 年以来、Burckhardt の販売網を通じて、いくつかの海外市場に輸出されている。

9-8-3 Winterthur Gas & Diesel : ショートストロークエンジン

2020年、Winterthur Gas & Diesel (WinG) は、同社中型低速エンジン群にショートストローク設計の4機種を追加した。新エンジンは、設置スペースの限られた中小型船向けで、多様な運転状況において燃料消費量を改善する。

追加された機種は、シリンダーボア 520～620mm で、出力範囲 4,950kW から 21,480kW のディーゼル及デュアルフュエルバージョンがある。X52-S2.0型ディーゼル及びX52DF-1.0型デュアルフュエルバージョンのピストンストロークは、標準機種X52よりも270mm短くなっている。X62-S2.0型及びX62DF-S1型デュアルフュエルバージョンのストロークは、既存のボア620mm機種よりも413mmも短い。

ショートストロークのエンジンは、コンテナフィーダー船、RORO フェリー、トレーラー船、多目的貨物船、自動車運搬船など、喫水の浅い船舶、プロペラ直径の小さい船舶、主甲板が低い船舶に適している。これらのカテゴリーの船舶の船齢は比較的高いため、WinGDは今後数年間の船隊近代化によるビジネス機会の増加を予想している。

今回の追加機種のうち2機種はLNG駆動が可能なデュアルフュエルタイプであるが、ディーゼル駆動の2機種も将来的なガス駆動が可能な「gas-ready」設計となっている。対象船種の多くが当てはまる地域間の短距離海運に従事する船舶は、特に環境規制の厳しい海域を航行している場合が多い。

新シリーズは、5～8シリンダーの直列型エンジンである。エンジン試験は2022年半ばまでに完了する予定である。

X52-S2.0型ディーゼルの最大連続出力は、回転数120rpmでシリンダー当たり1,910kWであるが、回転数95rpmまでの連続出力が可能である。X52DF-S1.0型デュアルフュエル機種の主要寸法は同じで、シリンダー最大出力は1,500kWである。

さらに大型のX62-S2.0型ディーゼルのシリンダー最大出力は、回転数108rpmで2,685kW、回転数85rpmで1,520kWである。デュアルフュエルバージョンのシリンダー最大出力は2,110kWである。

これらのエンジンはコンパクト化されただけではなく、ストローク／ボア比が低下し、製造コストと部品コストも低下している。新たな機能は、IMOのTier III NO_x規制に対応するための統合型選択触媒還元(iSCR)システムである。「iSCR」システムの小型化により、造船所における設置が容易になる。各エンジン機種は過給機2機を搭載しており、WinGDは、ABB及び三菱の製品の3つのオプションを提供している。

新エンジンシリーズのうち、最初に試験が行われる機種は6シリンダー型X62-S2.0で、2021年末にかけて試験が行われる予定である。第1号機はその6か月後に完成する。

WinGD X52-S2.0 型／X62-S2.0 型エンジンの主要目

| 機種名 | X52-S2.0 | X62-S2.0 |
|---------------|------------------------------|------------------------------|
| 燃料 | ディーゼル | ディーゼル |
| ボア | 520mm | 620mm |
| ストローク | 2,045mm | 2,245mm |
| ストローク／ボア比 | 3.93 | 3.62 |
| シリンダー数 | 5、6、7、8 | 5、6、7、8 |
| シリンダー出力、R1 定格 | 1,910kW@120rpm | 2,685kW@108rpm |
| 出力範囲、R1 定格 | 9,550～15,280kW | 13,425～21,480kW |
| 平均有効圧、R1 定格 | 21.99 バール | 22.01 バール |
| 総出力範囲 | 5,425～15,280kW @95～120rpm | 7,600～21,480kW @85～108rpm |
| 正味燃料消費率、R1 定格 | 162g/kWh | 161g/kWh |

WinGD X52DF-1.0 型／X62DF-1.0 型エンジンの主要目

| 機種名 | X52DF-1.0 | X62DF-1.0 |
|---------------|------------------------------|------------------------------|
| 燃料 | デュアルフュエル | デュアルフュエル |
| ボア | 520mm | 620mm |
| ストローク | 2,045mm | 2,245mm |
| ストローク／ボア比 | 3.93 | 3.62 |
| シリンダー数 | 5、6、7、8 | 5、6、7、8 |
| シリンダー出力、R1 定格 | 1,500kW@120rpm | 2,110kW@108rpm |
| 出力範囲、R1 定格 | 7,500～12,000kW | 10,550～16,880kW |
| 平均有効圧、R1 定格 | 17.3 バール | 17.3 バール |
| 総出力範囲 | 4,950～12,000kW @95～120rpm | 6,925～16,880kW @85～108rpm |

9-8-4 Winterthur Gas & Diesel : X-DF 型エンジンの第 2 世代

2020 年 6 月、2 年間に及ぶ試験の後、WinGD は X-DF 型デュアルフュエルエンジンの第 2 世代機種を発表した。新シリーズの中心的な特長は、同社の「iCER」（Intelligent Control by Exhaust Recycling：排ガス再利用によるインテリジェント制御）技術である。

「iCER」システムは、排ガス再循環（EGR）技術から派生したシステムであるが、イナートガスの利用により燃焼制御が改善している。同システムは吸気中の酸素を二酸化炭素（CO₂）に置き換える。LNG 駆動時には、「iCER」技術は、排気される前に未燃焼燃料（メタン）を回収し、エンジンが未燃焼燃料を燃焼する機会を再度与える。

このシステムにより、LNG 燃料駆動時のメタンスリップ排出量が 50%削減され、またガスモードで燃料消費量が 3%削減される。さらに、ディーゼルモードで運転中には、燃料消費量を最大 5%削減する。

「iCER」システムは、ガスモード運転時の排出ガスの一部を冷却し、低圧パスを通じて再循環させる。排ガスの質量流量の最大 50%を再循環させることが可能である。この過程は、エンジンに隣接したタービンの後で、カスケード排ガス冷却装置「Cascade Exhaust Gas Cooler：CEC-S」を通してコンプレッサー入口に排ガス循環させるシス

テムを通じて行われる。過給機のコンプレッサーホイールに流入する前に、排ガスと空気が混合される。「CEC-S」システムは、WinGD の協力を得て、Alfa Laval が開発した。「iCER」技術の主な特徴は以下の通りである。

- 「iCER」は、吸気中の酸素を CO₂ と置換することにより、ガス／空気の混合気の反応性を減少させる。
- 「iCER」は、X-DF エンジンの正味ガス消費率 (BSGC)、燃焼圧変動、排ガスなどの熱力学性能を改善し、正味平均有効圧 (BMEP) を増加させる。
- 「iCER」は、高効率のカスケード排ガス冷却装置 (CEC) を含む低圧排ガス再循環パスから構成される。

第 1 世代の X-DF 型エンジンのメタンスリップレベルは 2.0～2.5g/kWh である。WinGD は、第 2 世代機のレベルは 1.0～1.2g/kWh に低下するとしている。IMO は、2050 年の温室効果ガス排出目標達成に向けて、今後メタンスリップ排出の規制を導入すると予想されている。

また、最新の開発により、排出レベルにポジティブな影響を与える燃料効率の改善も実現している。X-DF2.0 プラットフォームは、イナータガスの再循環率や燃料供給や点火タイミングなどのパラメーターの調整が可能であるため、圧縮率を増加させることで効率を向上させる。これにより、エンジン負荷や温度条件にかかわらず、クローズドループ制御を通じて燃焼が最適化される。

オットーサークル方式の低圧 2 ストロークエンジン「X-DF」シリーズは非常に人気が高く、特に LNG 運搬船市場において広く採用されている。X-DF 第 2 世代は、海運産業のカーボンニュートラル燃料への移行を支援する。X-DF エンジンは、将来市場化されるカーボンニュートラルな合成燃料またはバイオ由来の LNG 燃料を使用することも可能である。

WinGD は、X-DF2.0 型エンジンの実船実験の準備を進めている。2020 年 6 月、WinGD は、新「X-DF2.0」プラットフォームの技術仕様を世界中の WinGD ライセンサーに送付した。

「iCER」技術は、最初は船主へのオプションとして提供され、コストプレミアムが発生する。同技術は、新型 X-DF 型エンジンの全機種に搭載可能で、また、スペースに余裕のある大型船へのレトロフィットも可能である。

9-8-5 Winterthur Gas & Diesel : フレキシブルインジェクター技術

2020 年 6 月、WinGD は、低カーボン液体燃料と適用型エンジン設計の研究の一環として、フレキシブルインジェクターの開発を行っている」と発表した。同システムは、メタノール、エタノールをはじめとするアルコールベースの燃料などの低密度燃料の噴射を可能にする調整可能なニードルを採用する。同システムは、重油や船用ディーゼル油などの従来燃料の使用も可能である。

新システムは、2018年に完了したエンジン開発に関する欧州共同プロジェクト「Hercules-2」で開発されたシステムを基礎としている。

WinGDの同システムの開発プロジェクトは、温室効果ガス排出削減に向けた国際規制や各国規制に対応する海運が利用可能な燃料の種類に関する不透明さが動機となっている。アルコール燃料や合成燃料などの様々な新燃料のオプションは、例えばLNG燃料などの場合とは異なる燃料噴射システムを必要とする。低カーボン燃料対応型エンジンの設計において、最大の課題は燃料噴射システムである。開発中のフレキシブルインジェクターは、将来的に海運業が選択する各種燃料に対応するシステムのスタート地点となる。

同社は、既に多燃料に対応するフレキシブルインジェクターを「RTX-6」試験エンジンに搭載し、少量のディーゼル油をパイロット燃料として使用するエタノール駆動に関する検証を行っている。この試験では、NO_xと煤煙の排出量の低下が認められた。

同プロジェクトは、スイス連邦エネルギー省からの資金援助を受けている。WinGDは、EU支援プロジェクト「FALCON」をはじめとする、新液体燃料の調査に関する数件の共同研究開発プロジェクトに従事している。4年間プロジェクトである「FALCON」では、リグニンからカーボンニュートラル燃料を製造することを目指している。

この報告書は、ボートレース事業の交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

欧州造船関係企業の動向 2020

2021年（令和3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。

