Supported by
日本財団
THE NIPPON FOUNDATION

欧州主要造船関連企業動向2022

２０２３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・舶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。欧州では環境やデジタルなどを中心に研究開発が進められており、造船及び舶用工業の分野で、国際競争力を維持している欧州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）

目　次

第 1 編　欧州主要造船関連企業動向

第 1 章　欧州主要造船企業 1
MEYER WERFT（ドイツ） 1
Neptun Werft（ドイツ） 6
MV WERFTEN（ドイツ）（2022 年 1 月に破産） 9
Flensburger Schiffbau-Gesellschaft（FSG）（ドイツ） 14
Thyssenkrupp Marine Systems（ドイツ） 16
Meyer Turku（フィンランド） 19
Fincantieri（イタリア） 23
Chantiers de l'Atlantique（フランス） 29
Naval Group（フランス） 34
VARD（ノルウェー） 37
Ulstein Verft（ノルウェー） 42
Damen Shipyards Group（オランダ） 47
Navantia（スペイン） 52
BAE Systems（英国） 56
Tersan Shipyard（トルコ） 60

第 2 章　欧州主要舶用企業 63
2－1　舶用ディーゼル機関 63
2－2　プロペラ、ラダー、推進システム 79
2－3　荷役機械・甲板設備 97
2－4　流体制御、ボイラー（バラスト水含む） 101
2－5　航海機器及びレーダー 107
2－6　舶用塗料 117

第 2 編　欧州造船関連技術開発動向

第 1 章　EU 助成共同研究開発プロジェクト 124
1－a　Computational Tools for Shipbuilding（造船向け計算ツール） 124
1－b　ElectroSAnMBR（Development of a novel, submerged, anaerobic, electrochemical membrane bioreactor for bilge water treatment：ビルジ水処理用の革新的な半没水型嫌気性電気化学メンブレンバイオリアクター） 124
1－c　FLARE（浸水事故レスポンス） 125
1－d　造船所の製造工程と生産量の改善 125
1－e　RESURGAM（Robotic survey, repair and agile manufacture：ロボット検査、修繕、柔軟な製造） 126
1－f　SafePASS（Next generation of life-saving appliances and systems for safe and swift evacuation operations on high-capacity passenger ships in extreme scenarios and conditions：極限状況とシナリオにおける大型客船の迅速な避難活動のための次世代救命設備とシステム） 126

1－g　STEERER（Structuring towards zero-emission waterborne transport：
ゼロエミッションの水上輸送の構築）.....127

第 2 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.....128
2－a　CETO（CO_2 efficient transport via ocean：CO_2 効率の高い海上輸送）.....128
2－b　造船所の溶接検査のデジタル化.....128
2－c　GREEN TANKERS towards 2050（2050 年目標に向けたグリーンタンカー）.....128
2－d　TrAM（Transport−advanced and modular：先進的なモジュール型の輸送）.....129
2－e　WILLIWAW.....129

第 3 章　欧州各国の造船研究開発プロジェクト.....131
3－a　ALSO4（Automated Laser Scanner Operations：自動レーザースキャナー操作）...131
3－b　Digitisation of cold-plastic forming through continuous quality control
（連続的品質管理によるプラスティック冷間加工のデジタル化）.....131
3－c　HULL PRODUCTION 4.D（4D 船体製造）.....131
3－d　NEcOLEAP.....131
3－e　SECURENAV1.....132
3－f　Shared Facility（施設共有プロジェクト）.....132
3－g　WEVA（Hydrogen-electric inland freight vessel：水素電気駆動内陸貨物船）.....133

第 4 章　欧州各国の造船工業及び造船技術の動向.....134
4－a　概況.....134
4－b　デンマーク.....135
4－c　フィンランド.....135
4－d　フランス.....137
4－e　ドイツ.....140
4－f　イタリア.....145
4－g　オランダ.....149
4－h　ノルウェー.....154
4－i　スペイン.....155
4－j　英国.....156

第 5 章　推進システム、舶用機器、舶用関連技術における欧州共同研究開発プロジェクト...162
5－1　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.....162
5－2　その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向.....167
5－3　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.....172

第 6 章　欧州主要造船・設計・舶用機器関連企業の製品開発動向.....186
6－4a　デンマーク.....186
6－4b　フィンランド.....188
6－4c　ドイツ.....192
6－4d　オランダ.....198
6－4e　ノルウェー.....200
6－4f　スウェーデン.....203
6－4g　英国.....204
6－4h　スイス.....207

第１編　欧州主要造船関連企業動向

第１章　欧州主要造船企業

MEYER WERFT（ドイツ）

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

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

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

経営者（取締役）：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）、Thomas Weigend、Tim Meyer
所有者：Meyer ファミリー

＜企業概要・沿革＞

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

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

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

1985 年に旅客船建造市場に参入した MEYER WERFT は、過去数十年間で高付加価値の特殊船建造の世界大手となり、特に最新技術を駆使した大型クルーズ船に関しては、年間 3 隻前後の建造能力を持つ。2018 年には、世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」を竣工した。クルーズ船以外にも、ROPAX フェリー、RORO 貨物船、LPG タンカーなどの建造実績があり、ロストックに位置する子会社 NEPTUN WERFT は、主に河川クルーズ船の建造を行っている。フィンランド最大の造船所 MEYER TURKU もグループ企業である。MEYER グループのクルーズ船建造実績は 50 隻に上る。同グループのグローバル設計チームは 1,300 人を有する（2022 年）。

MEYER WERFT は、3,350 人（2022 年 12 月現在、2021 年：3,625 人）を雇用しており、地域の主要雇用主となっている。従業員の平均年齢は 38 才（2018 年）である。また、250 人の実習生

が職業訓練を受けている。尚、MEYER グループの造船所 3 か所とパートナー企業約 20 社を含めた場合、約 7,000 人を直接雇用し、間接雇用を含めた全体的な雇用者数は 4 万人におよぶ（2021 年）。

2022 年 4 月には、同じくドイツの家族経営の造船所 FASSMER と、ロストック（ドイツ）の造船エンジニアリング企業 NEPTUN SHIP DESIGN（従業員約 100 人）を買収すると発表した。ロストックには、NEPTUN WERFT、MEYER NEPTUN Engineering、NEPTUN SHIP DESIGN という MEYER グループ企業 3 社が存在することとなる。

近年のクルーズ市場の低迷を受け、MEYER グループは事業の多角化を進めている。2022 年 3 月には、浮体式建築物の建造を行う MEYER Floating Solutions を設立した。浮体式不動産の大手企業 ADMARES Marine との合弁会社である MEYER Floating Solutions の本社はトゥルク（フィンランド）に置かれる。

また、同年 4 月には、建造船にライフサイクルサービスを提供するアフターセールス専門企業 MEYER RE を設立した。同社は、グループ企業 MEYER NEPTUN Engineering と共同で、脱炭素化、エネルギー管理、各種システム、内装などの改造、レトロフィット、アップグレードを含む既存船がその生涯で必要とするサービスを提供する。

MEYER WERFT は新たな市場として、メガヨット分野を視野に入れている。2021 年 9 月のモナコヨットショーにおいて、全長 150m、幅 20m、6 デッキを持ち、ヨットとしては非常に大きい 15,000GT のメガヨット船型「ONE 50」を発表した。燃料電池／バッテリー駆動の同船型の最高速力は 23 ノットである。2022 年には、ヨット専門子会社 MEYER YACHTS を設立した。

さらに、2022 年には、経営破綻したドイツ MV Werften が同社ヴィスマール造船所で建造中であった Disney Cruise Line の超大型クルーズ船「Global Dream」（208,000GT）の建造とメタノール駆動への改造を同造船所において完成させるために、新部門 MEYER WISMAR を設立した。MEYER は、このプロジェクトのために、旧 MV Werften の従業員 400～650 人を再雇用する計画である。同クルーズ船は 2025 年の就航が予定されている。

＜2021～2022 年の実績＞

2019 年のクルーズ船 3 隻の新規受注以来、新型コロナパンデミックの影響で 2020 年には新規受注がなく、2020 年末時点では少なくとも 2023／24 年期までは新規受注を見込めないとしていた MEYER WERFT は、2021 年中に 3 隻の新規受注の獲得に成功し、2025 年末までの仕事を確保した。

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

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

尚、MEYER グループの 3 隻目の新規受注は、ドイツ海軍向けの補給艦で、グループ造船所 NEPTUN WERFT で建造される。2021 年 9 月には、NEPTUN WERFT が位置するロストックに、特殊船開発に関する技術研究所を設立し、当初 50 人のエンジニアを採用すると発表した。

2021 年には、MEYER WERFT パーペンブルク造船所は、大型クルーズ船 2 隻「Odyssey of the Seas」（3 月）及び「AIDAcosma」（12 月）を竣工し、2022 年には、大型クルーズ船 2 隻「Disney Wish」（6 月）及び「ARVIA」（12 月）を竣工した。

2022 年のクルーズ船の新規受注はなく、12 月現在の同造船所のクルーズ船の受注残は 6 隻で、2025 年まで引渡しが続く。2021 年 12 月末時点の受注残は、クルーズ船 8 隻、及びアパートメン

ト船 1 隻であった。2020 年 12 月時点の受注残は、クルーズ船 9 隻（うち 7 隻は LNG 駆動）であった。

2022 年の新規受注としては、年頭にドイツの提携造船所 Fassmer と共同で、ドイツの新調査船「Meteor IV」の建造を受注した。



MEYER WERFT パーペンブルク屋内建造ドックと工場

出所：MEYER WERFT

＜新型コロナによる影響＞

2020 年の新型コロナの感染拡大を受け、世界のほぼ全てのクルーズ会社はクルーズ船の運航を中止した。コロナ危機はクルーズ産業の絶頂期に訪れたため、その時点で大手クルーズ船社 Carnival、Norwegian、Royal Caribbean は、既に約 43 隻の新造クルーズ船を MEYER WERFT を含む主に欧州の大型造船所に発注済みであった。

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

計画では、2020 年には 3 隻のクルーズ船の竣工し、年間建造総トン数が初めて 400,000GT を超える予定であったが、感染拡大の影響で建造作業は予定よりも数か月遅れた。それでも現在のところコロナ危機発生後の新造契約のキャンセルはなく、2022 年末までに 6 隻の新造クルーズ船を竣工している。

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

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

短期的にはクルーズ船社は完成した新造船の多くを運航することができず、中期的には新造船の納期延長とオプション建造の中止が予想される。長期的にもクルーズ船社は新造船の発注を控

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

え、クルーズ船社が経営破綻した場合、市場には安価な中古船が溢れ、新規受注の可能性は一段と減少すると、MEYER WERFT は懸念を表明している。

2022 年末時点でも新型コロナパンデミックの影響は続いており、加えて 2022 年 2 月のロシアのウクライナ侵攻による原材料や製品の不足と価格高騰などの要因が、クルーズ船ビジネスをさらに圧迫している。

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

結果として、仕事量の減少に比例して労働力の 40%削減を行い、新規投資を極力抑える。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 及びフィンランド MEYER TURKU においても、人員削減と生産能力の調整を進める。グループ全体では、5 年間で売上の 12%に相当する 13 億ユーロ規模のコスト削減を目指している。

＜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。2001 年 9 月、3,500 万ユーロを投資し、完全自動化された最新設備を持つ 10,000m²のロジスティックスセンターが稼働した。

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



屋内建造ドック

出所：MEYER WERFT

＜建造プロジェクト例＞

世界初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」

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

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

「AIDAnova」は、MEYER WERFT が米国 Carnival Corporation の AIDA ブランド向けに建造する新型クルーズ船 3 隻のうちの 1 番船である。2021 年 12 月には、姉妹船「AIDAcosma」を竣工し、2023 年には 3 隻目の姉妹船の竣工が予定されている。MEYER WERFT はグループ造船所 MEYER TURKU とともに、さらに Carnival 向けのクルーズ船 6 隻を受注済みである。

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

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



「AIDAnova」

出所：MEYER WERFT

＜研究開発：舶用燃料電池＞

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

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

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

2021 年には、2018 年に同造船所が竣工した初の LNG 駆動クルーズ船「AIDAnova」に燃料電池を搭載し、実証実験を行う計画であったが、その詳細は公表されていない。

NEPTUN WERFT（ドイツ）

建造船種：河川クルーズ船、フェリー、ガスタンカー、調査船

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

Tel: 0381/384 10 10
Fax: 0381/384 10 11
E-Mail: info@neptunwerft.de
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 Schiff - und Maschinenbau と合併し、Actien-Gesellschaft NEPTUN, Schiffswerft und Maschinenfabrik となり、社名に初めて「NEPTUN」が採用された。

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

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

2000 年、NEPTUN は、MEYER のクルーズ船建造に関するノウハウを利用して河川クルーズ船の建造に参入した。現在では、豪華河川クルーズ船建造における世界最大手のひとつであり、2021 年末時点の建造実績は 70 隻を超えている。2006 年 3 月には、社名を再び「NEPTUN WERFT」とした。

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

2021 年 3 月、Viking River Cruises 向けの河川クルーズ船シリーズの最後 2 隻を竣工し、受注残はゼロとなっていた。同社向けには、2010 年以来、65 隻の河川クルーズ船の建造実績がある。（追記：パンデミック発生後は河川クルーズ船の新規需要はなかったが、2023 年 2 月、NEPTUN WERFT は Viking からセーヌ川向けクルーズ船 1 隻（全長 125m）を新規受注したと発表した。同船は 2025 年 3 月に竣工予定である。2020 年には姉妹船 4 隻を竣工している。）

2021 年 7 月には、ドイツの艦艇建造グループ Lürssen が受注したドイツ海軍向け補給艦（MBV707）2 隻の建造に関し、Lürssen は、MEYER WERFT と協力し、建造作業の大部分は

NEPTUN WERFT で行う計画であるとされている。

2022 年末時点で NEPTUN WERFT は約 500 人（2021 年末：700 人）を直接雇用しており、ロストックの主要雇用主のひとつとなっている。また、約 30 人の実習生が 3 業種の職業訓練を受けている。

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

＜建造設備＞

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

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

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

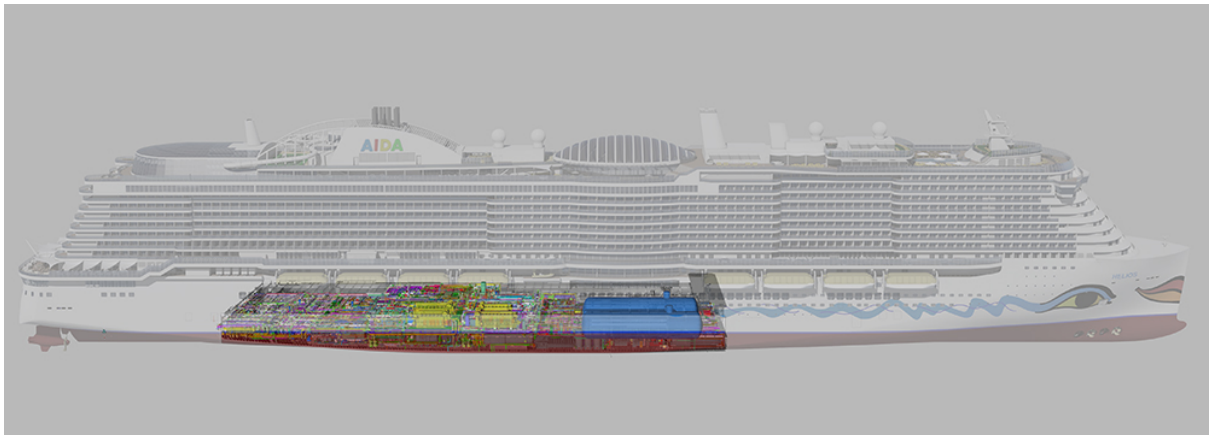
NEPTUN WERFT は、建造設備の拡張を続けており、2018 年には、13,000 ㎡の新組立工場が着工した。2017 年までは、年間数隻の河川クルーズ船を中心に建造していたが、新工場では、MEYER WERFT 及び MEYER TURKU が建造するクルーズ船向けの浮体型エンジンルームユニットを製造し、MEYER グループ内のシステムサプライヤーとしての役割を強化している。

2022 年末時点の受注残は、MEYER WERFT 及び MEYER TURKU が建造する Disney Cruise Line のクルーズ船 2 隻向けのエンジンルームユニットと Silversea Cruises のクルーズ船 1 隻向けの船体ブロックである。



NEPTUN WERFT 屋内工場とポンツーン

出所：NEPTUN WERFT



クルーズ船のエンジンルームユニット配置

出所：NEPTUN WERFT

＜建造プロジェクト例＞

河川クルーズ船



出所：NEPTUN WERFT

MV WERFTEN（ドイツ）（2022 年 1 月に破産）

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：Carsten J. Haake（CEO 兼 Managing Director）（2022 年 1 月まで）
親会社：Genting Hong Kong（2022 年 1 月まで）

＜企業概要・沿革＞

ドイツ北東部メケレンブルク-フォアポンメルン州のバルト海沿岸に 3 か所の近代的な造船所を持つ MV WERFTEN は、2016 年 4 月にマレーシアのレジャー・不動産企業 Genting Group のクルーズ部門である Genting Hong Kong が買収した Nordic Yards を基礎として誕生した新たな造船グループで、新組織設立後 8 か月で豪華河川クルーズ船 4 隻を竣工させた記録を持つ。

同グループの 3 造船所は 70 年以上の歴史を持ち、合わせて 2,500 隻以上の新造船建造実績がある。新組織 MV WERFTEN として、Genting Hong Kong が所有する Crystal Cruises、Star Cruises、Dream Cruises などのクルーズブランド向けにクルーズ船の建造を、ドイツ国内 3 か所の造船所で行っていた。

同社は 2021 年末時点で 2,600 人超（2019 年末：2,948 人）を雇用し、メケレンブルク-フォアポンメルン州の最大雇用主のひとつとなっていた。

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

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

＜新型コロナによる影響と経営破綻＞

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。

MV WERFTEN は財務状況を公表していないが、パンデミック発生以前の 2019 年 8 月には、Global クラスの超大型クルーズ船 2 隻の建造に対し、ドイツ連邦政府とメケレンブルク-フォアポンメルン州政府が信用保証を行い、ドイツ KfW IPEX-Bank の国際銀行コンソーシアムから 29 億ユーロの資金を調達している。

2020 年 10 月、ドイツ連邦政府は、MV WERFTEN に対し、「経済安定化基金」（ESF）からブリッジローン（WSF）として 1 億 9,300 万ユーロの緊急融資を行った。この融資は、2020 年夏に竣工予定であったエクスペディションクルーズ船「Crystal Endeavor」の 2021 年春の竣工を目指し、造船業務の維持に使用された。従業員の多くは時短勤務を再開し、MV WERFTEN は総額 5

億ユーロ規模の融資を申請した。[2]

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ったが、親会社 Genting Hong Kong は、2016 年の同造船所買収以来 20 億ユーロを投資し、地域の雇用に貢献してきたと指摘した。

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

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

しかしながら、さらなる財政支援に関するドイツ政府と Genting Hong Kong の協議は合意に至らず、2022 年 1 月、経営破綻した親会社 Genting Hong Kong と MV WERFTEN は破産申請を行い、裁判所の管理下に入った。

その後、ロストック造船所はドイツ海軍に売却され、「Marinearsenal Warnowwerft」となった。また、ヴィスマール造船所は thyssenkrupp Marine Systems（tkMS）に、シュトラールズント造船所はシュトラールズント市に、それぞれ売却された。

建造作業が 60～70％完了していた超大型クルーズ船「Global Dream」に関しては、米国 Disney Cruise Line が未完成の状態で買い取り、ドイツ MEYER WERFT が tkMS ヴィスマール造船所において同船のメタノール駆動への改造を行い、MV WERFTEN の従業員を再雇用して完成させることとなった。尚、2 番船となる予定であったもう 1 隻の未完成のクルーズ船は解撤されたと報道されている。

＜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た。

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

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

2021 年 10 月時点の受注残は、Global クラスの 204,000 トン型クルーズ船 2 隻と 88,000 トン型クルーズ船 6 隻の計 8 隻で、全て親会社 Genting Hong Kong のクルーズブランド向けであった。[3]

[2] The Motorship, 12 Oct 2020
[3] Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021



ヴィスマール屋内建造ドック

出所：MV WERFTEN

②ロストック

70 年以上の歴史のあるロストック造船所は、貨物船、コンテナ船、北極航路船、洋上設備などの建造を行ってきた。近年は、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た。

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



ロストック造船所全景

出所：MV WERFTEN

③シュトラールズント

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

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

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

2021 年 10 月時点の受注残は、20,000 トン型クルーズ船 2 隻と 65,000 トン型クルーズ船 1 隻で、全て親会社 Genting Hong Kong のクルーズブランド Crystal Cruises 向けであった。[4]



シュトラールズント建造ドック

出所：MV WERFTEN

＜建造プロジェクト例＞

Global クラスクルーズ船

MV WERFTEN 最大のクルーズ船は、全長 342m、幅 46m、総トン数 205,000 トン、旅客数 5,000 人超、キャビン数 2,503 室の Global クラスのクルーズ船である。Dream Cruises のアジア市場向けの第 1 船「Global Dream」は、ヴィスマール造船所で 2021 年に竣工予定であったが、新型コロナの影響と資金難により建造は遅れ、竣工は 2022 年に延期されていた。2022 年 1 月の MV WERFTEN 破綻後、米国 Disney Cruise Line が未完成の同船を買い取り、MEYER WERFT が同船のメタノール駆動への改造と完成を担当することとなった。2024 年の竣工を目指す。

[4] Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021



Global クラスクルーズ船

出所：MV WERFTEN

Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG)（ドイツ）

建造船種：RORO 船、ROPAX フェリー、オフショア船、艦艇など

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

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

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

＜企業概要・沿革＞

ドイツ北部シュレスヴィヒ＝ホルシュタイン州のフレンスブルクに 1872 年に創業した Flensburger Schiffbau-Gesellschaft (FSG) は、オフショア船、RORO 船、旅客フェリー、艦艇など 750 隻以上の建造実績を持つ。

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

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

2019 年 2 月、ドイツ人投資家 Lars Windhorst のグローバル投資会社 Tennor が FSG の筆頭株主となり、同年 8 月には SIEM の残りの持ち株を買収して FSG の所有者となった。FSG は、資金難による新造船建造の遅れから、2018 年には 1 億 1,100 万ユーロの損失を計上していた。[5]

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[6]。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。[7]

＜破綻と再建＞

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

[5]https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Tennor-Holding-von-Windhorst-uebernimmt-FSG-komplett,fsg282.html
[6]https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Mehr-Kurzarbeit-bei-Flensburger-Werft,fsg290.html
[7]https://www.motorship.com/news101/ships-and-shipyards/fosen-completion-deal-as-honfleur-leaves-fsg

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。買収契約には、同造船所の従業員 650 人のうち 300 人が含まれている。新取締役には Tennor Holding の Stefan Kindler 及び Tarek Malak 両氏が就任し、さらに 11 月 2 日には、German Naval Yards Kiel の Philipp Maracke が CEO に就任した。

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

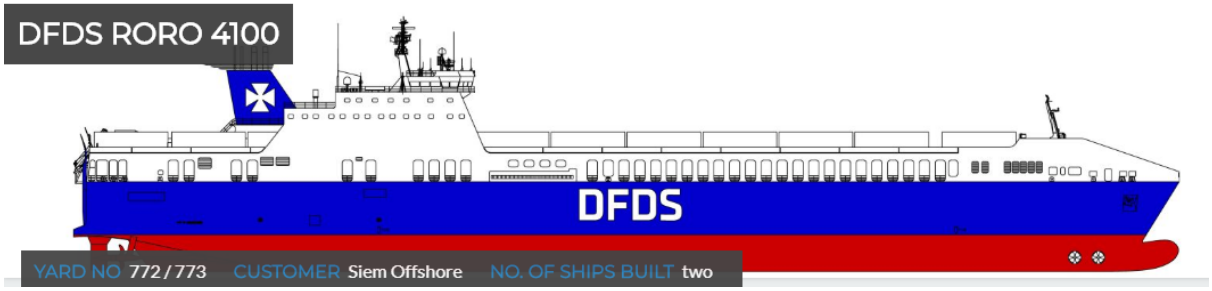
2021 年 9 月には、既存顧客であるオーストラリア SeaRoad から、総額 1 億ユーロ超で全長 210m、43,100GT の LNG 駆動 RORO 船 1 隻を受注した。竣工予定は 2023 年第 4 四半期である。

2022 年 12 月現在の受注残は、上記の RORO 船 2 隻（IVP Ship Invest 向け及び SeaRoad 向け）、23.000DWT である[8]。2022 年の新規受注は発表されていない。

同造船所の財務状況と建造設備の詳細は非公開である。

＜建造プロジェクト例＞

RORO 貨物船



出所：FSG

ROPAX フェリー



出所：FSG

[8] WSM Shipyard Orderbook Vol 30 No 1 January 2023

thyssenkrupp Marine Systems（ドイツ）

建造船種：水上艦（フリゲート、コルベットなど)、通常動力潜水艦

所在地：
thyssenkrupp Marine Systems GmbH
Werftstrasse 112-114
24143 Kiel
Germany

Tel: +49 431 700 0
Fax: +49 431 700 2312
E-mail: marinesystems@thyssenkrupp.com
https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/company

経営陣：Oliver Burkhard（CEO：最高経営責任者、2022 年 5 月 1 日就任)、 Paul Glaser（CFO：財務)、Dr. Luis Alejandro Orellano（COO：執行） Bernd Hartmann（CHRO：人事）
親会社：thyssenkrupp AG（筆頭株主：Alfried Krupp von Bohlen und Halbach 財団、21%保有）

＜企業概要・沿革＞

ドイツ北部キール、ハンブルク、ブレーメン、エムデンに拠点を持つ thyssenkrupp Marine Systems は、ドイツの多国籍コングロマリット thyssenkrupp グループ内の造船・舶用企業で、従業員数は 3,600 人、2020～21 年度の売上高は 21 億ユーロである。

親会社 thyssenkrupp グループ は、世界 60 か国で 103,600 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 355 億ユーロである。同社の歴史は、1811 年にフリードリッヒ・カール・クルップがエッセンに設立した鉄工所にさかのぼる。thyssenkrupp は、1999 年に Krupp と 1891 年創業の鉄鋼企業 Thyssen AG との合併により誕生した。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

同社は建造設備の詳細を公表していないが、潜水艦建造はキール、水上艦建造はハンブルクとエムデンで行っている。

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

2022年1月には、ドイツ海軍向けF125型フリゲート「RHEINLAND-PFALZ」を竣工した。これでthyssenkrupp Marine Systemsがブレーメンの NVL Group（旧 Lürssen Defence）と共同開発・建造を行った同クラス全4艦が竣工し、2023年半ばから就役する。また、10月にはエジプト海軍のMEKO® A-200 EN級フリゲートの1番艦「AL-AZIZ」を竣工した。

2022年の大型受注としては、1月、イスラエル防衛省とイスラエル海軍の新Dakar級潜水艦3隻の建造に関する基本合意を締結した。この受注に備え、2019年から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、新燃料電池工場を含む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。

＜旧 MV WERFTEN ヴィスマール造船所の買収＞

2022年6月、thyssenkrupp Marine Systemsは、同年1月に経営破綻したドイツMV WERFTENの3造船所のうち、ヴィスマール造船所を買収すると発表した。買収金額は公表されていない。同社は、同造船所の設備を近代化し、2024年から潜水艦建造を開始する計画である。

同社は、今後のドイツ政府の潜水艦の需要に応じて、MV WERFTENの従業員を中心に800人程度を雇用するとしている。水上艦を追加受注した場合には1,500人となる。メクレンブルク＝フォアポンメルン州ではMV WERFTEN破綻後の雇用創出が大きな課題となっている。

＜船型例＞



F125 型フリゲート

出所：thyssenkrupp Marine Systems



MEKO® A-100 コルベット

出所：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、約 2,000 人（2019 年：2,386 人）を直接雇用、提携企業の間接雇用も含めると合計 9,500 人（2020 年）を雇用するフィンランド南西部及びフィンランド海事産業有数の企業である。現在の CEO は Tim Meyer（2020 年 7 月就任、Jan Meyer と交代）、取締役は Tapani Pulli である。

同造船所の歴史は、1737 年にトゥルクで 2 人の実業家 Esaias Wechter 及び Heinrich Remgean が設立した木造船造船所にさかのぼり、これまでの複雑な歴史の中で新造船の建造実績は 1,300 隻以上に上る。

19 世紀後半に設立されたフィンランドの造船所 2 か所、即ちヘルシンキの Sandviken（1865 年設立）、トゥルクの Vulcan（1898 年設立）は、1936 年に Wärtsilä に買収された。1920 年代には商船建造を開始した同造船所は、第二次世界大戦後の 1946 年に State Metal Works の子会社となり、数年後に Valmet Corporation の子会社となった。

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

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

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

同造船所は、世界のクルーズ船市場におけるシェアを約 15%としている（2022 年）。最大の顧客は、Royal Caribbean International、Carnival Cruise Lines、TUI Cruises、Costa Cruises、Tallink-Silja である。

2021 年 11 月には、LNG 駆動クルーズ船「Costa Smeralda」の姉妹船「Costa Toscana」を竣工し、2022 年 5 月には、「Carnival Celebration」（344m、182,80GT）を竣工した。2022 年にクルーズ船の新規受注はなかった。

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



Meyer Turku 造船所全景

出所：Meyer Turku

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。

＜新型コロナによる影響＞

新型コロナの感染拡大を受け、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 2021 年の従業員数（平均）は 2,086 人（前年：2,359 人）である。

Meyer Turku は、クルーズ船「Costa Smeralda」の竣工の遅れにより、2019 年には 1 億 970 万ユーロの赤字を計上した。2020 年の売上は 10 億 3,590 万ユーロ、利益は前年比 0.8%増の 780 万ユーロであった。2021 年の売上は 10 億 800 万ユーロで、最終損益は前年比-1.6%の 1,700 万ユーロの赤字となった。

新造キャンセルは発生していないが、MEYER TURKU の親会社 MEYER WERFT は、MEYER TURKU の年間建造数を、これまでの大型クルーズ船 2 隻から 1 隻に減らすとしている。2022 年末現在の受注残は大型クルーズ船 4 隻で、納期は 2026 年まで延長されている。

＜建造設備＞

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

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

＜建造プロジェクト例＞

LNG 駆動超大型クルーズ船「Costa Smeralda」

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

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

Carnival は、ドイツとフィンランドの MEYER WERFT で建造されるこれらの LNG 駆動クルーズ船を、「Excellence クラス」と名付けており、計 9 隻を発注済みである。

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



「Costa Smeralda」

出所：Costa Cruises

上記に加え、MEYER TURKU は、米国 Royal Caribbean 向けに、さらに大型の LNG 駆動クルーズ船 3 隻を受注しており、「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。

＜研究開発プロジェクト＞

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。

さらに、2022 年に入り、MEYER TURKU は、カーボンニュートラルでサステナブルなクルーズ船の建造に関するフィンランドの共同研究開発プロジェクト「NEcOLEAP」を主導している。

同造船所は、環境面における重要性だけではなく、このようなクルーズ船 1 隻の受注は、同造船所の約 10 億ユーロの売上増とフィンランドの輸出に寄与し、約 12,000 人／年、即ち造船所と提携企業にとって 9,500 人の雇用につながるとしている。現在約 1,350 社の提携企業は 1,500 社に増加する。

同造船所の目標は、2025 年までにカーボンニュートラルなクルーズ船の概念を開発し、2030 年までには同社の造船活動自体をカーボンニュートラル化することである。

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：Pierroberto Folgiero（CEO、2022 年 5 月就任）
筆頭株主：CDP Industria SpA（71.32%）

＜企業概要・沿革＞

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

現在、Fincantieri は世界で 20,774 人（2021 年 12 月末、2020 年末：20,150 人）、うちイタリア国内で約半数を雇用し、欧州、南北アメリカ、アジアの 4 大陸に 18 か所の造船所を持つ欧州最大の造船グループである。間接雇用者数は全世界で 120,000 人及ぶと推定されている（2019 年）。主要顧客は大手クルーズ船社とイタリア内外の海軍及び防衛機関である。

同グループは、2008～2013 年にかけて企業買収と子会社設立により事業を多角化し、現在はクルーズ船から艦艇、オフショア船、メガヨットなど高付加価値船の建造・修繕・改造、舶用機器システムとクルーズ船キャビンの製造、アフターセールスまで全てのサービスを提供する総合造船グループである。

造船以外の分野においても多角化戦略を展開しており、2019 年には、イタリアの軍事、民間向け IT、サイバーセキュリティー、光電子工学のソリューションプロバイダーInsis を買収した。さらに、2020 年 11 月には、子会社 Fincantieri Infrastructure を通じてイタリアの大手建設エンジニアリング・ヘルスケア技術企業 INSO - Sistemi per le Infrastrutture Sociali を買収した。

1870 年創業の Fincantieri は、数多くの歴史的な大西洋航路客船を建造してきたが、1980 年代に本格化した世界的なクルーズ市場の拡大では、1990 年初頭に Renzo Piano デザインの豪華クルーズ船「Crown Princess」を竣工し、クルーズ船建造におけるリーダー企業となった。1990 年以来のクルーズ船建造実績は 18 のクルーズブランド向けの 100 隻超で、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る。

Fincantieri は 2014 年にイタリアで株式上場した。現在、全株式の 71.32%は CDP Industria S.p.A.が保有している。CDP Industria S.p.A.は Cassa depositi e prestiti S.p.A.が 100%所有しており、Cassa depositi e prestiti S.p.A.の 82.77%はイタリア経済財務省が保有しているため、Fincantieri は事実上のイタリア国有企業である。

2022 年 11 月 8 日に発表された直近の 2022 年 1～9 月期の Fincantieri グループの実績では、売上は前年同期比 17%増の 53 億 1,500 万ユーロとなった。また、利益（EBITDA）は同 3.2%増、新規受注 33 億ユーロと前年からの回復を示した。

2022 年第 3 四半期には、3 船主（Viking 向け 4 隻、MSC Cruises 向け 2 隻、Four Seasons 向け 1 隻）からクルーズ船合計 7 隻を新規受注した。Viking のクルーズ船は水素燃料電池、MSC Cruises のクルーズ船は次世代水素駆動エンジンを搭載する。

同時期の造船部門の実績を見ると、売上は前年同期比 17%増の 53 億 1,500 万ユーロであった。クルーズ船がグループ全体の売上の 49.8%（前年：54.3%）、艦艇が 22.0%（前年：22.3%）を占めている。これに加え、オフショア・特殊船部門が 9.3%、機器・システム・サービス部門が 18.9%である。売上の 87%はイタリア国外の顧客からである。

2022 年 1～9 月期には、グループ造船所からクルーズ船 4 隻、艦艇 5 隻、オフショア・特殊船 3 隻の計 12 隻を竣工し、13 隻を新規受注した。2022 年全体の竣工数は 22 隻（前年：20 隻）である。2022 年 9 月末現在の受注残は 92 隻（クルーズ船 28 隻、艦艇 32 隻、オフショア船 32 隻）、266 億ユーロ（前年同期：92 隻、360 億ユーロ）で、2029 年までの仕事量が確保されている。

同グループは、2023 年の世界のクルーズ市場の完全な回復とともに、世界的な軍事予算の増加と、洋上風力発電関連、特に浮体式風力発電の需要急増が同グループのビジネスの追い風となると予想している。

＜フランス造船所の買収・合弁事業＞

2017 年、Fincantieri は、フランス政府と大型造船所 STX France（現 Chantiers de l'Atlantique）の 50%株の買収、及びフランス艦艇建造企業 Naval Group とのアライアンスに基本合意した。2019 年 10 月、Naval Group との 50/50%合弁会社は「NAVIRIS」と命名された。NAVIRIS を通じ、Fincantieri と Naval Group は共同でグローバルな水上艦市場の入札に参加する。

一方、Fincantieri によるフランス Chantiers de l'Atlantique の買収計画に関しては、2021 年 1 月、Fincantieri、フランス政府、Naval Group は 6 度目の交渉延長を行わないことを決定し、計画は破棄された。同計画に対しては、2019 年 10 月に欧州連合（EU）の欧州委員会が欧州企業合併法に照らし合わせた調査を開始し、またフランス国内からは根強い反対があった。

＜買収・提携＞

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

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

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

2022 年 12 月には、ギリシャ ONEX Shipyards & Technologies Group と、Elefsis Shipyards においてコルベット建造・メンテナンスラインを共同で製造することに合意した。Fincantieri はギリシャの国防産業における存在感を強めている。

また、2022 年 3 月には、イタリア船級協会 RINA と、アンモニアや水素などの代替燃料、カーボン回収、洋上風力及び潮力などの再生可能エネルギーの分野における共同研究開発を行い、海事産業の脱炭素化を進めることに基本合意した。

＜新型コロナの影響＞

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

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

Fincantieri は 2020 年 3 月 16 日にイタリア国内の全造船所を一時閉鎖したが、同年 4 月 20 日から徐々に再開し、6 月末時点ではイタリア造船所の 90%の作業員が勤務していた。コロナ禍にも関わらず、2020 年下半期には、イタリア造船所でクルーズ船 3 隻を竣工した。また、2021 年 7 月には、イタリアの造船所で建造された最大のクルーズ船「MSC Seashore」（全長 339m、170,412GT）を竣工した。2021 年 11 月時点でイタリア国内造船所は再びフル稼働していた。

新造キャンセルは発生せず、2020 年 7 月末時点においても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、今後 6～7 年間の仕事量を確保していた。

2021 年 10 月時点では、世界のクルーズ船社 65 社が全船隊の 57%に相当する 206 隻のクルーズ船の運航を行っていた。2021 年の変異種による感染再拡大によりクルーズ市場の回復は予想よりも遅れたが、2022 年にクルーズ市場は大きく回復し、2022 年 9 月末時点で世界のクルーズ船隊の 94%が稼働している。2023 年末までにはクルーズ客数はコロナ禍以前の 2019 年レベルを超えると予想されている。

＜建造設備＞

Fincantieri は、イタリア 9 か所、ノルウェー3 か所（2019 年に 5 か所のうち 2 か所を閉鎖）、ルーマニア 2 か所、米国 3 か所、ブラジル 1 か所、ベトナム 1 か所の建造所及びドックを所有している。

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

①モンファルコーネ



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

2022 年 12 月末時点の受注残は、クルーズ船 9 隻で 2027 年まで引き渡しが続く。[9]

[9] Clarksons World Shipyard Monitor, January 2023

②マルゲラ



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

2022 年 12 月末時点の受注残は、クルーズ船 6 隻で 2027 年まで引き渡しが続く。[10]

③セストリ・ポネンテ



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

[10] Clarksons World Shipyard Monitor, January 2023

2022 年 12 月末時点の受注残は、クルーズ船 3 隻で 2025 年まで引き渡しが続く。[11]

④アンコナ



総面積　　362,000 ㎡
屋内面積　68,000 ㎡
乾ドック　240×55m、建造能力 60,000GT
吊り上げ能力　　500 トン型ガントリークレーン 1 基
艤装岸壁　長さ 270m、深さ 7.5m、30 トンクレーン 1 基、60 トン 1 基

2022 年 12 月末時点の受注残はクルーズ船 6 隻で、2027 年まで引き渡しが続く。[12]

＜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 向けに建造した最大級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。

[11] Clarksons World Shipyard Monitor, January 2023
[12] Clarksons World Shipyard Monitor, January 2023



「Carnival Horizon」

出所：Fincantieri

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

Chantiers de l'Atlantique（フランス）

建造船種：クルーズ船、艦艇

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、総従業員数は約 3,500 人である。

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

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

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

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

2017 年、韓国 STX の経営破たんを受け、フランス政府が筆頭株主となり、STX France は、再び「Chantiers de l'Atlantique」（アトランティーク造船所）に社名を戻した。

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

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

2022 年には、1 月に RCI／RCCI の「Wonder of the Seas」（362 m、227,000UMS）、4 月に

RCCL の「Celebrity Beyond」（326m、140,000UMS）、10 月には世界最大の LNG 駆動クルーズ船「MSC World Europa」（333.33m、215,863UMS）を竣工した。

2021 年、2022 年の新規受注はなかったが、2023 年 1 月には、フランス Accor と全長 220m の世界最大の帆船型クルーズ船 2 隻の建造に関する基本契約を合意したと発表した。1 番船「Orient Express Silenseas」は 2026 年 3 月、2 番船は 2027 年 9 月に竣工の予定である。

パンデミック発生まで続いたクルーズ市場の活況により、Chantiers de l'Atlantique のクルーズ船の受注残は高い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。2022 年 12 月時点の受注残は、200,000 総トン級の超大型クルーズ船 4 隻を含むクルーズ船 9 隻である。[13]

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、フランス海軍向けの次世代 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。4 隻のうち 1 番艦「Jacques Chevallier」は、2022 年 4 月に進水した。

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。

＜新型コロナの影響＞

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

＜建造設備＞

総敷地面積	100 ヘクタール（うち 21 ヘクタールは屋内）
従業員数	2,700 人
下請け数	500 社、5,000 人以上
組立工場	長さ 1,200m（2018 年末に 30%拡張）
吊り上げ能力	欧州最大の 1,400 トン級ガントリークレーン 1 基、700 トン 1 基
建造ドック	900m×63m
艤装ドック	450m×95m

[13] Clarksons World Shipyard Monitor, January 2023

Chantiers de l'Atlantique 造船所全景



Chantiers de l'Atlantique 造船所全景

出所：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、2022 年に竣工した 1 番船である「MSC World Europa」は、フランスで建造された初の LNG 駆動クルーズ船となった。また、同船は LNG で駆動される燃料電池（SOFC 形、150kW）を搭載した初のクルーズ船である。LNG 燃料が入手できない場合には、MGO と SCR システムの組み合わせを用いて、NOx 排出量を 90%削減する。同船は、カーボンニュートラルな合成燃料など将来的な代替燃料にも対応する設計となっている。

現在建造中の 2 番船「MSC World America」は、2025 年に北米航路に就航の予定である。World クラス船の建造は 2027 年まで続く。

「MSC World Europa」



出所：Chantiers de l'Atlantique

＜研究開発：燃料電池プロジェクト「PACBOAT」＞

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

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

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

＜Solid Sail/AeolDrive ソリューションの開発と実用化＞

Chantiers de l'Atlantique は、海運のゼロエミッション化に向けて、高さ 85m の複合材製のマスト 3 基と面積 1,200 m²のセイルが 360 度回転する Solid Sail/AeolDrive ソリューションを、地元企業 Lorima、Multiplast、Avel Robotics、CDK Technologies、SMM と共同開発した。同ソリューションを搭載した全長 190m のクルーズヨット船型は「Silenseas®」と呼ばれる。

2022 年 12 月には、高さ 66m、幅 2m、重さ 20 トンのカーボンファイバー製 SolidSail 用マストが納入された。次の段階としては、同ソリューションを実船に設置し、実証試験を行う計画である。Neoline 社の貨物船への搭載も計画されている。



Silenseas®

出所：Chantiers de l'Atlantique

Naval Group（フランス）

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

本社所在地：
Naval Group SA
40-42, rue du Docteur Finlay
75732 Paris
France

Tel:　+33 1 40 59 50 00
https://www.naval-group.com/en

経営者：Pierre Éric Pommellet（会長兼 CEO）
主要株主：フランス政府（62.25%）、Thales（35%）

＜企業概要・沿革＞

欧州最大の艦艇建造企業である Naval Group（2017 年 6 月までの社名は Direction des Constructions Navales：DCNS）は、フランス国内に造船所数か所を含む 10 拠点を展開し、ブラジル、インド、シンガポール、オーストラリアなど世界 18 か国に拠点を持つ。2022 年にはメキシコに拠点を開設した。総従業員数は 13,469 人（2021 年平均、前年：12,661 人）である。

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。

2022 年 4 月 20 日に発表された同グループの 2021 年の年間売上高は、前年比 22.0%減の 41 億ユーロ（27.1%はフランス国外）、うち 38%（前年：41%）はサービス及びインフラ事業からである。2021 年の新規受注は 31 億ユーロ（前年：35 億ユーロ）、受注残は 141 億ユーロ（前年：152 億ユーロ）である。

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

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

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

2022 年には、上記のギリシャ海軍向けフリゲート建造計画に関し、ギリシャの関連産業からの調達と共同開発に関する数件の合意を締結した。また 12 月には、2023 年初頭にはギリシャに子会社を設立すると発表した。

同年 11 月には、Naviris、Fincantieri、Naval Group、Navantia が主導するコンソーシアムが提案した「Modular and Multirole Patrol Corvette：MMPC」（モジュール型多機能巡視コルベット）が、EU 欧州委員会に選ばれた。同コンソーシアムの目的は、欧州造船業のシナジーと協働を促進することである。欧州 12 か国からの 40 企業が参加する同コンソーシアムは次世代コルベット「European Patrol Corvette：EPC」を共同開発する。

Naval Group では、1,500 人が研究開発に携わっている。2021 年の海事防衛関連の研究開発支出は、約 9,000 万ユーロであった。前年 2020 年は、パンデミック関連の特別支出により前年よりも減少した 7,900 万ユーロであった。これに加え、フランス国防省などが多額の研究開発プロジェクト支援を行っている。同グループは、フランス以外では、シンガポールとオーストラリアに研究開発拠点を持つ。2022 年 4 月には、ベルギー拠点内に 2 つの研究開発所、掃海艇に関する MCM Lab 及びサイバーセキュリティーに関する Cyber Lab に開設した。

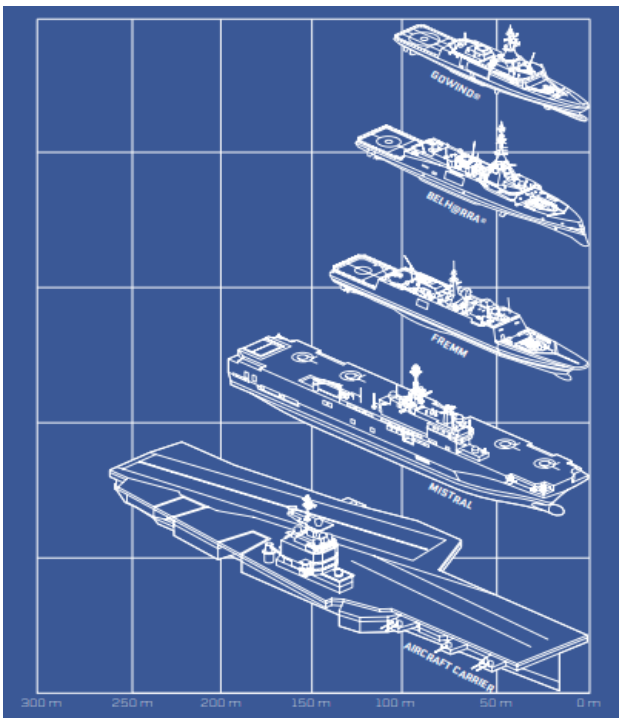
2022 年 10 月には、インドネシア最大の造船所 PT PAL Indonesia (Persero)と、海軍向けのエネルギー及び推進ソリューションの共同開発を行う Indonesian Energy Research Lab を設立することに基本合意した。

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

主な建造艦艇・製品は以下の通りである。

水上艦

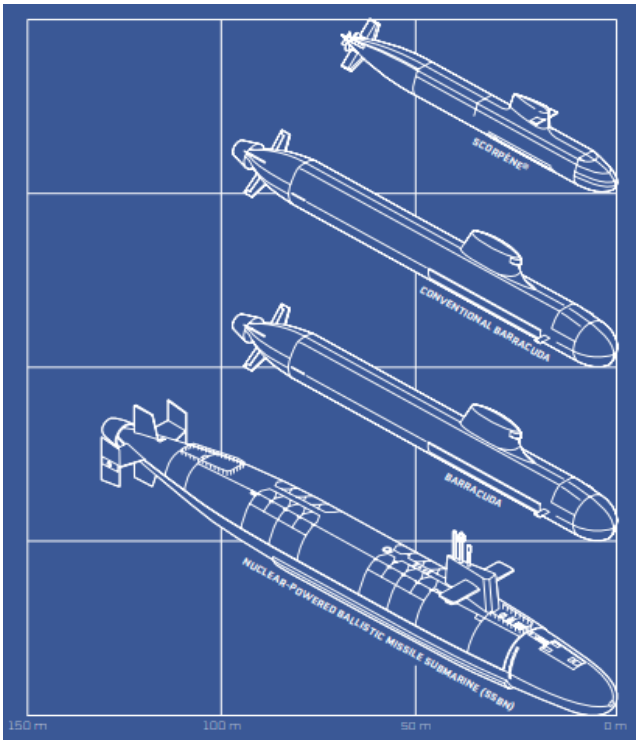
- 原子力航空母艦「シャルル・ド・ゴール」
- FREMM 型汎用フリゲート
- ミストラル級強襲揚陸艦
- Gowind®型汎用戦闘艦
- Belh@rra®型デジタルフリゲート



出所：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



出所：Naval Group

合弁会社 Naviris の設立

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

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

VARD（ノルウェー）

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

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

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

経営者：Alberto Maestrini（CEO）
親会社：Fincantieri Oil & Gas S.p.A.（Fincantieri S.p.A.の 100%子会社）

＜企業概要・沿革＞

ノルウェー西岸オーレスンに本社を置く VARD は、特殊船設計建造及び舶用機器システム製造を行うグローバルなエンジニアリング企業である。VARD は、グループ企業を含めて 8,000 人を雇用し、ノルウェーに 3 か所、ルーマニア 2 か所、ブラジル 1 か所、ベトナム 1 か所の計 7 造船所を所有する。

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

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

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

2019 年 11 月には、Fincantieri は、VARD の小型漁船及び養殖支援船建造からの撤退と、VARD のノルウェー国内の 5 造船所のうち 2 か所（Aukra 及び Brevik）の閉鎖を決定した。

また、VARD グループ最大の造船所であるルーマニア Tulcea は、新造船建造から Fincantieri 及び VARD のクルーズ船向けの船体ブロック建造にシフトしている。ルーマニアで建造された船体の最終艤装は、ノルウェーの 3 造船所で行っている。

VARD の近年の新規受注は、小型エクスペディションクルーズ船が中心となっていたが、新型コロナ感染拡大によるクルーズ市場の停滞を受け、再びオフショア船の比率が増加している。

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

沿岸作業用の 21m 型及び 36m 型ロボット船計 9 隻を建造中である。「Armada」と呼ばれるこれらの無人ロボット船隊は、同社の米国オースティン及び英国サウサンプトンの陸上拠点から制御される予定である。



Armada ロボット船

出所：Ocean Infinity

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

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

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

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

2022 年の竣工実績は、船尾トロール船 2 隻、オフショア船（SOV）1 隻、上記の Viking のエクスペディションクルーズ船の 2 番船「Viking Polaris」である。

同年の新規受注としては、4 月、ノルウェーNorwind Offshore から 2021 年 10 月の 2 隻に続き、CSOV（Commissioning Service Operations Vessel）2 隻の設計（VARD 4 19 船型）と建造をオプション受注した。2024 年に竣工する 1 隻目の船体はルーマニア Vard Braila で建造され、艤装はノルウェーVard Brattvaag で行う。2025 年に竣工する 2 隻目は、ベトナム Vard Vung Tau が建造と艤装を担当する。Norwind Offshore からの受注は、洋上風力支援船分野における VARD の地位を強化するものとなる。

また、2022 年 11 月には、イタリア Prysmian Group から 2021 年竣工の「Leonardo da Vinci」に続くケーブル敷設船（170×34m）の設計と建造を受注した。契約金額は約 2 億ユーロである。同船

の船体はルーマニア Vard Tulcea で建造され、艤装はノルウェーで行う。2025 年に竣工予定である。
2022 年 12 月現在の VARD のノルウェー造船所、VARD Brattvaag の受注残は 5 隻、VARD Soeviknes の受注残は 4 隻で、2025 年までの仕事量である。

＜建造設備＞
VARD Tulcea

ルーマニアのドナウ川岸に位置する 1975 年設立の VARD Tulcea は、VARD グループ最大の造船所として 3,000 人以上を雇用している。
近年、VARD グループは造船設備の拡張と近代化を進めており、新パネルラインの設置、建造バースの拡張、造船所周辺の浚渫を実施、さらに 2017 年には親会社 Fincantieri の協力で新ガントリークレーンの設置を完了した。 また、2016 年に拡張された浮きドックは、最大 210×49m の船舶の進水が可能である。
2010 年には、VARD Tulcea 内に基本設計部門が開設され、200 人の技師が IT インフラを用いてノルウェーの設計部門 VARD Design との共同設計作業を行っている。



VARD Tulcea 造船所全景

出所：VARD

＜建造プロジェクト例＞
自動運航コンテナ船「Yara Birkeland」

2018 年、VARD は、ノルウェーの大手窒素肥料メーカーYara International と Kongsberg が共同開発した世界初の自動運航コンテナ船となる 120TEU 型「Yara Birkeland」の建造を 2 億 5,000 万ノルウェークローネ（約 2,800 万米ドル）で受注した。うち、1 億 3,360 万クローネ（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、新型コロナ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。新型コロナだけではなく、同船の予想以上の技術の複雑さとコストの問題もプロジェクト中止の理由であると報道されている。
Yara International のプロジェクト中止決定にもかかわらず、VARD のルーマニア造船所 Vard Braila で建造された同船の船体は、予定よりも遅れて 2020 年 5 月に最終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[14]。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。

[14]https://smartmaritimenetwork.com/2020/12/01/autonomous-container-vessel-yara-birkeland-delivered-to-owner/

同船は 2022 年春にノルウェーPorsgrunn で商業運航を開始し、同船の自動運航技術を担当した Kongsberg Maritime は、完全自動運航化とそのための認証取得に向けた 2 年間の実証試験を行っている。



「Yara Birkeland」

出所：Yara International、2020 年 4 月

エクスペディションクルーズ船

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

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

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



「PONANT EXPLORERS」

出所：VARD

また、VARD はドイツ Hapag-Lloyd Cruises 向けにもこれまで 3 隻の氷海仕様エクスペディションクルーズ船をシリーズ受注しており、2019 年 10 月には、2 番船となる全長 139m、16,000 トンの「HANSEATIC inspiration」が竣工した。同船はルーマニア Vard Tulcea で船体が建造された後、ノルウェー Vard Langsten で最終艤装が行われた。2021 年 6 月には、3 番船「HANSEATIC spirit」が竣工した。

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

Ulstein Verft（ノルウェー）

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

所在地：
Ulstein Verft
6065 Ulsteinvik
NORWAY

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

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

＜企業概要・沿革＞

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

新型コロナ感染拡大を受け、2020 年 5 月、Ulstein は、感染病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、過去数年間赤字経営が続いている[15]。2020 年 11 月には、22 年間 Ulstein Group の CEO を務めた Gunvor Ulstein が退任し、CFO であった Cathrine Kristiseter Marti が新 CEO に就任した。Ulstein Verft の取締役は、Lars Lühr Olsen である。

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

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

2022 年 7 月、Ulstein Verft は、ノルウェーOlympic から風力発電建設オペレーション船（CSOV）2 隻の設計と建造を受注した。ULSTEIN SX222 船型（89.6m×19.2m）をベースとした TWIN X-STERN の同船は、ハイブリッドバッテリー推進システムを持ち、メタノール燃料にも対応する。Olympic は既に 6 隻を Ulstein Verft で建造した実績を持つ。両船とも 2024 年に竣工の予定で、2022 年 12 月末現在、Ulstein Verft の受注残は同 2 隻のみである。

＜建造設備＞

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

Ulstein のドックは 140×55m、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。

[15] https://www.proff.no/selskap/ulstein-verft-as/ulsteinvik/produsenter/IF38X1L016D/

Ulstein Verft 造船所全景



Ulstein Verft 造船所全景

出所：Ulstein Verft



Ulstein Verft 屋内ドック

出所：Ulstein

＜建造プロジェクト例＞

CSV／SOV「ACTA AURIGA」（ULSTEIN SX195）

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

全長 93.4m、幅 18m、トン数 3,200DWT の同船は、洋上風力発電施設の CSV（建設支援船）、及びクルーと貨物を輸送する SOV（サービスオペレーション船）として機能する。吊り上げ能力 6 トンの 3D クレーンを搭載し、波高 3m でも安全で効率的に作業可能な設計となっている。乗員 120 人用のキャビン 80 室、甲板面積 500 ㎡を持つ。



CSV／SOV「ACTA AURIGA」

出所：Ulstein

プラグイン・ハイブリッドフェリー「COLOR HYBRID」

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

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

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



フェリー「COLOR HYBRID」

出所：Ulstein

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

出所：Ulstein

Damen Shipyards Group（オランダ）

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

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（Gorinchem）に本社を置く Damen Shipyards Group は、グループ企業 55 社、世界 22 か国に造船・修繕所 35 か所を所有し、総従業員数は約 11,000 人である。建造実績は 6,500 隻に上り、世界 100 か国以上で Damen 建造の船舶が利用されている。年間建造数は平均約 175 隻で、Damen のユニークな標準船型概念により、安定した品質の船舶の迅速な提供が可能である。

1922 年に自宅の納屋でボート建造を開始した Jan と Rien の Damen 兄弟は、1927 年に Damen Brothers 社を設立し、同社は小規模ながらも 40 年間続いた。現在も Damen グループは 3 世代目が CEO を務める同族企業である。

1969 年、2 代目となる Kommer Damen は父親 Jan Damen から同社を受け継ぎ、小型船のモジュラー建造概念を導入した。後に「Damen Standard」と呼ばれるこの標準化手法は、実績のある船型のコストと建造時間の削減につながり、大きな成功を収めた。1973 年には、同社はホルクムの建造設備を拡張した。

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

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

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

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

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

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

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

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

2021 年の売上は約 25 億ユーロ（2020 年：約 18 億ユーロ）と大きく増加した。2021 年の新造船引き渡し実績は 143 隻、修繕・改造実績は 1,100 件（2020 年：1,300 件）であった。生産量も 20 億ユーロから 24 億ユーロへと増加した。

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

2021 年末時点の受注残は 88 億ユーロで、2 年連続で同社史上最高を記録した。これは作業船部門の新規受注 99 隻及び Damen Yachting の好調によるところが大きい。営業利益（EBITDA）は、2020 年の 8,750 万ユーロの赤字から、2021 年には 8,150 万ユーロの黒字へと転じた。

2023 年 1 月現在、2022 年の業績は発表されていないが、同社のビジネスはロシアのウクライナ侵攻の影響を大きく受けている。侵攻以前には、同社のウクライナのヘルソンとムィコラーイウの造船所には 214 人の従業員が働いていた。同社は数百人の従業員とその家族をルーマニア、ポーランド、オランダの造船所に避難させ、ウクライナに残ることを決めた従業員には援助を行っている。また、オランダ政府の経済制裁により、ロシア及びベラルーシの顧客が発注した船舶は引渡しが禁止されている。

このような状況でも同社の受注残は堅調である。タグボート、ヨット、内陸船、漁船、バージ、作業船に加え、ドイツ海軍の F126 型フリゲート 4 隻、オランダ海軍の戦闘支援艦「Den Helder」、ロッテルダム STC グループのグリーン水素駆動の訓練船「Ab Initio」などの建造が続く。

今後の成長が見込まれるビジネスとして、同社が現在開発中の船種のひとつは、浮体式洋上風力発電タービン（floating offshore wind turbines：FOWT）である。2050 年までには総出力 200GW の新 FOWT が稼働していると予想されており、これは約 13,500 ユニットに相当する。各 FOWT は、アンカー4～6 基と直径 152mm～220mm のチェーンを必要とする。現行よりも迅速で効率的なアンカーハンドリング能力と係船システムの開発が課題となっている。

＜建造プロジェクト＞

デンマーク向け「e フェリー」

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

出力 120 kWh のバッテリーシステムで駆動されるこの環境性の高いフェリーの採用により、コ

ペンハーゲンの公共交通機関からの NOx 排出量は 2.5%、CO_2 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」

出所：Damen

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フュエル型エンジンを搭載した全長 110m の河川タンクバージ「Parsifal Tankers」40 隻を受注した。主に LNG 燃料で駆動される同船隊は、Shell が用船し、VT Group/Marlow が運航する。



河川タンクバージ

出所：Damen

＜建造設備＞

現在、Damen の新造船建造所は、オランダ国内に 5 か所、国外に 12 か所（ポーランド、ルーマニア、トルコ、南アフリカ、キューバ、UAE、カタール、中国、ベトナム）である。修繕所は世界に 13 か所（うちオランダ国内 8 か所）である。

オランダ国内の本社造船所 Damen Gorinchem の 2022 年 12 月時点の受注残は、オフショア船を中心に 31 隻、123,050DWT である[16]。受注残の急増を受け、Damen は同造船所の拡張計画を進めている。拡張後、同社 Hardinxveld-Giessendam 造船所は Gorinchem に統合される。現在 Damen は、オランダ国内の 5 造船所で新造船建造を行っている。

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

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

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

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。

2021 年 10 月時点の同造船所の受注残は 5 隻、9,184 DWT である。[17]

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

＜標準船型例＞

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

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

[16] Clarksons World Shipyard Monitor, January 2023
[17] Clarksons World Shipyard Monitor, October 2021

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



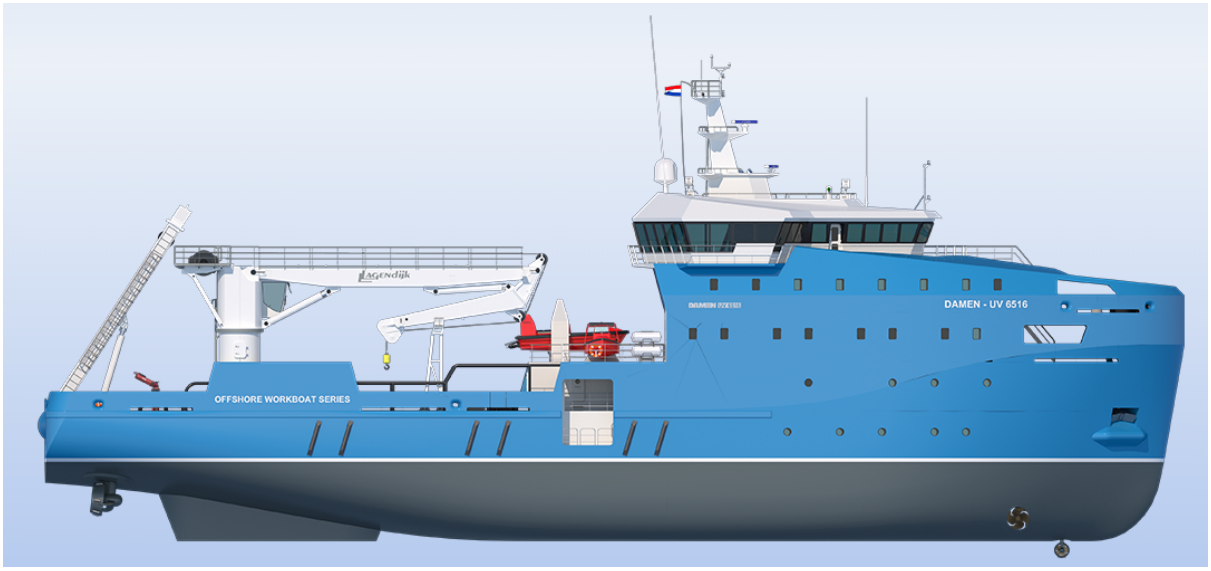
W2W 船型

出所：Damen

多機能オフショア作業船「UTILITY VESSEL 6516」

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

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



「UTILITY VESSEL 6516」

出所：Damen

Navantia（スペイン）

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

本社所在地：
Navantia S.A.
Calle de Velázquez, 132
28006 Madrid
Spain

Tel: +34 913358400
E-mail: navantia@navantia.es
https://www.navantia.es/en/

経営者：Ricardo Domínguez（President、2021 年 4 月就任）
親会社：Sociedad Estatal de Participaciones Industriales（SEPI）（スペイン政府産業持ち株会社、100%保有）

＜企業概要・沿革＞

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

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

Navantia は、スペイン国内に 5 か所の造船・修繕所を持ち、海外ではノルウェー、トルコ、サウジアラビア、インド、オーストラリア、米国、ブラジルに拠点を展開している。2022 年には英国に拠点を開設した。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。関連企業を含めた直接雇用者数は 9,900 人（うち 1,500 人はエンジニア）、間接雇用も含めると 27,050 人規模の産業となる。

親会社 SEPI によると、Navantia の業績は近年大きく改善しており、2000 年の売上は前年比 9%増となると予想されていたが、新型コロナ感染拡大により売上は減少し、2000 年の売上は 11 億 2,900 万ユーロ（前年：12 億 3,700 万ユーロ）となった。2021 年の売上高は、13 億 3,340 万ユーロへと回復している。

近年の重要な進展としては、F-110 型フリゲート 5 隻の新規受注、S-80 型潜水艦の開発、スペイン海軍の次世代艦艇（BAM）の建造予算の承認、オーストラリア、サウジアラビア、トルコの海軍からの艦艇建造と保守契約の受注などが挙げられる。[18]

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

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

2020 年 5 月には、英国ベルファストの造船所 Harland & Wolff と、英国海軍補助艦隊の次世代固形貨物補給艦（Fleet Solid Support：FSS）3 隻の建造プロジェクトへの入札を、「Team Resolute」として共同で行った。Navantia と Harland & Wolff の親会社 InfraStrata は、2019 年 11 月に造船業務全般及び洋上風力発電市場における協力に関する基本合意（MoU）を締結しており、今回の入札は最初の共同事業となる。2021 年 9 月、Team Resolute は、最終候補 4 チームのひとつに選ばれ、2022 年 11 月には優先入札者（preferred bidder）に選ばれた。2023 年初頭には最終契約に調印し、ブロック建造は 2025 年に開始される予定である。Navantia は、英国における事業拡大を目指し、2022 年 4 月には子会社 Navantia UK を設立した。

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

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

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

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

2022 年の大型新規受注としては、11 月、サウジアラビア海軍向けの多目的戦闘艦 5 隻の設計と建造を受注した。同契約には、現地造船所の関与と技術移転が含まれる。戦闘システムは、サウジアラビアとの合弁会社 SAMINavantia が供給する。Navantia は、同国から既にコルベット 5 隻を受注しており、2022 年 12 月には 3 隻目を引き渡した。

＜シップヤード 4.0 と戦略計画＞

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

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

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

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

2022 年 10 月には、ドイツ Airbus Defence and Space と、工業及び防衛産業におけるデジタルトランスフォーメーションを共同で推進、実行するための契約に調印した。両社は 2021 年から協働可能な分野の特定作業を進めており、グリーンエネルギー、デジタルスキルのトレーニング、海洋及び大気環境のサステナビリティー、デジタルトランスフォーメーションにおけるシナジーなどを課題としている。両社は共同で、テクノロジーベースの製品とサービスを開発する。

脱炭素化も戦略的課題のひとつである。2022 年 3 月には、スペインの石油ガス企業 Repsol と、

海運の脱炭素化に関する共同研究開発に合意した。カーボンニュートラルを目指した研究では、特に低排出の代替燃料に焦点を当てる。Navantia がカタルヘナに開設した水素技術とエネルギー貯蔵の研究所 CEDTH もプロジェクトに参加する。

＜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（プエルトレアル、サンフェルナンド）の新造船建造能力を持つ造船所を所有している。現在、バイア・デ・カディスの造船所の近代化を進めている。

①フェロル造船所

総面積：	682,500 ㎡
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 ㎡
船台 2 基：	338 m×50 m、338 m×58 m
ガントリークレーン 1 基：	800 トン
クレーン 8 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 ㎡
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 ㎡
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

出所：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。2022 年 12 月には、僅か 3 年間で建造された 3 隻目「Hail」を引き渡した。

同船型は全長 104m、幅 14m で、定員は 102 人である。最高速力は 27 ノット、21 日分の物資を輸送可能である。最新設計のコルベットは、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はなく、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）

出所：Navantia

BAE Systems（英国）

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

本社所在地：
BAE Systems, Plc.
Warwick House
PO Box 87 Aerospace Centre
Farnborough GU14 6YU
United Kingdom

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

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

経営者：Sir Roger Carr（Chairman）、Dr. Charles Woodburn（Group CEO、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（2021 年）の軍事企業として、世界 40 か国以上に約 90,500 人（うち英国 36,849 人、米国 31,237 人、サウジアラビア 6,737 人、オーストラリア 4,707 人、その他 2,559 人。2020 年：89,600 人）を雇用し、2021 年の年間売上高は前年比 5%増の 213 億 1,000 万ポンド（2020 年：208 億 6,200 万ポンド）、新規受注は 214 億 5,800 万ポンド（2020 年：209 億 1,500 万ポンド）、受注残は 400 億ポンド（2020 年：452 億ポンド）である。

同社の主要技術分野は、航空（2021 年全社売上の 55%）、海事（同 24%）、陸上（16%）、及びサイバー技術（5%）で、地理的な主要市場は、2021 年のグループ売上高の 43%を占める米国、続いて英国（20%）、サウジアラビア（12%）、オーストラリア（4%）である。最大市場の米国では、米国政府との特別セキュリティー合意により、子会社 BAE Systems, Inc.がビジネスを行っている。

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

「Maritime and Land UK」は、11 拠点に約 18,200 人（2021 年）を雇用し、2021 年の売上は 34 億 1,600 万ポンド（2020 年：32 億 5,700 万ポンド)、新規受注は 43 億 3,600 万ポンド（2020 年：37 億 7,200 万ポンド)、受注残は 99 億ポンド（2020 年： 91 億ポンド）である。売上の内訳は、Maritime が 91%（水上艦 42%、潜水艦 49%)、Land が 9%である。製品からの売上が 68%、サービスからの売上が 32%である。

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

現在、シティ級 26 型フリゲートの最初の 3 隻「HMS Glasgow」、「HMS Cardiff」、「HMS Belfast」の建造がグラスゴーにおいて進行中で、同建造プロジェクトは英国内で 4,000 人規模の雇用を創出している。1 番艦「HMS Glasgow」は 2020 年代半ばに竣工する。

2022 年 11 月には、英国国防省から次期シティ級 26 型フリゲート 5 隻の建造に関する 42 億ポンドの契約を受注した。18 億ポンドはサプライチェーンに使われ、うち 12 億ポンドは英国のサプライヤー向けである。既に英国サプライヤー120 社が同プロジェクトの契約を受注している。

英国海軍のバンガード級原子力潜水艦の代替となる次世代ドレッドノート級原子力潜水艦 4 隻は、英国国防省 Submarine Delivery Agency（SDA）及び Rolls-Royce と協力し、イングランド北西部バロウ・イン・ファーネスで建造される。現在、同造船所の大規模な拡張工事が行われており、BAE Systems は、バロウの労働人口の 29%は BAE Systems に雇用されているとしている。1 番艦は、2030 年代初頭に就役する予定である。

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

BAE Systems は、造船所の建造設備などの情報を公開していない。

＜建造プロジェクト例＞

クイーン・エリザベス級航空母艦

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

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

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



クイーン・エリザベス級航空母

出所：BAE Systems

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)」

出所：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、民間の造船・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峡を航行する船舶向けのサービス企業として設立された比較的新しい企業である。

Tersan は、1998 年にイスタンブール郊外のトゥズラに浮きドックを持つ造船所を買収し、船舶修繕・改造・メンテナンス業を開始した。年間プロジェクト件数 50～70 隻という修繕所の成功を受け、2000 年に造船所としての同社を設立、2001 年には同地域の別造船所で新造船建造に参入した。

トゥズラの造船所は手狭になったため、2008 年、Tersan の新造船部門は、トゥズラのマルマラ海対岸ヤロヴァに位置する規模の大きい近代的な新造船所に移転した。豊富な人材と最新設備を持つ新造船部門は、短期間でトルコそして欧州最大規模の造船所のひとつとなった。90 隻以上の新造船の建造実績がある。従業員数は、2008 年の 2,200 人から 2021 年には約 5,000 人に増加している 。

また、Tersan は、トルコで 2 か所目となる政府に認可された研究開発センターを持ち、100 人超の研究者が 10 件以上のプロジェクトに従事している。Tersan は、今後 VLCC の建造を目的にトルコ南部への進出も計画中である。

Tersan は、2008 年の経済危機後、建造船種を需要が激減したタンカー及び貨物船市場から、技術的に高度なニッチ市場に移行した。近年、特にノルウェーの船主、船社、船舶設計企業との協力関係を強めており、新造船部門はノルウェーで設計されたノルウェー船主向けのオフショア船、漁船、フェリーなどの複雑な特殊船の建造にほぼ特化している。その他の主要市場は、ロシア及び北米である。

同社は、8 年間連続でトルコ造船業界最大の輸出企業であり、またトルコ全体では 40 位の輸出企業である（2021 年）。

年間平均 6～10 隻の新造船を竣工し、創立以来の新造船建造実績は 90 隻以上である。2023 年 2 月現在の受注残は 15 隻（旅客船 4 隻、漁船・養殖船 9 隻、オフショア船 2 隻）で、その大部分はノルウェー造船所及び船主向け、またはノルウェー企業の設計である。

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

2022 年の新規受注としては、2 月、カナダ Niqitaq Fisheries からカナダ向け漁船の 3 隻目とな

る全長 80m の船尾トロール船 1 隻（ノルウェーSkipsteknisk 設計）を受注した。
同年 6 月には、オランダ Acta Marine Netherlands から全長 89m のメタノール駆動次世代 CSOV（Construction Service Operating Vessel、ノルウェーUlstein 設計）を受注した。

＜建造設備＞

ヤロヴァ造船所は、敷地面積 320,000 ㎡のうち、55,000 ㎡の屋内建造設備を持つ。200m × 56.5m の船台では 2 隻の同時建造が可能である。2 基のガントリークレーン（550 トン、400 トン）を持ち、3 本の艤装岸壁の全長は 1,452m である。
180×29m の浮きドックに加え、2019 年には、トルコ最大の新たな 284m×51m の浮きドックが稼働した。同時に修繕バースを 270m に延長した。



Tersan ヤロヴァ造船所全景

出所：Tersan

＜建造プロジェクト＞

LNG 駆動沿岸旅客・車両フェリー

2018 年 9 月、Tersan Shipyard は、ノルウェー船社 Havila Kystruten AS（Havila）から新造沿岸フェリー2 隻の建造を受注した。
全長 122.7 m、幅 22m、LNG・バッテリー駆動の同フェリー2 隻は、ノルウェーのベルゲン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。世界最大級の 6500kWh のバッテリーパックを搭載した同船型は、4 時間のゼロエミッション航行が可能である。
ノルウェーHavyard 設計の最新技術を駆使した同フェリーは、Tersan のヤロヴァ造船所で建造され、2020 年末に引き渡し、2021 年 1 月にノルウェー国内で就航が予定されていたが、新型コロナ感染拡大による建造作業の遅れから、1 番船「Havila Capella」は 2021 年 11 月に引渡しが行われた。2022 年 4 月に竣工した 2 番船「Havila Castor」に続き、姉妹船「Havila Pollux」及び「Havila Polaris」も 2023 年に竣工予定である。



「Havila Capella」（NB1093）

出所：Tersan

バッテリー駆動 RORO 旅客・車両フェリー

2019 年 11 月、Tersan Shipyard は、ノルウェー大手フェリー船社 Fjord1 向けのバッテリー駆動 RORO 旅客・車両フェリーの 2 番船、Fjord1 向けフェリーとしては 6 隻目となる「ERESFJORD」を竣工した。

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



「ERESFJORD」（NB1092）

出所：Tersan

第２章　欧州主要舶用企業

2－1　舶用ディーゼル機関

Wärtsilä Corporation（フィンランド）

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

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

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

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

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

＜企業概要・業績＞

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

現在の Wärtsilä は、グローバルな舶用及びエネルギー市場向け動力ライフサイクルソリューション提供企業である。2022 年の売上は約 58.5 億ユーロ（前年：48 億ユーロ）、世界 79 か国に 240 拠点以上を持ち、総従業員数は 17,581 人（2022 年末、前年：17,305 人）である。うち 22%はフィンランド国内、37%はフィンランド以外の欧州諸国、22%はアジア諸国、14%は南北アメリカである。

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

Wärtsilä の主要事業部門は、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、舶用動力（Marine Power、8,500 人）、舶用システム（Marine Systems、1,937 人）、航海（Voyage、1,406 人）、及びエネルギー（Energy、5,320 人）の 4 部門体制に変更された。（2023 年 1 月には、航海部門は舶用動力部門に統合された。）

これに加え、コンバーター、タンク制御システム、水・廃棄物処理、水力発電など上記 2 部門に含まれない特殊製品を扱うポートフォリオビジネス部門（Portfolio Business、412 人）がある。

Wärtsilä が 2023 年 1 月 31 日に発表した 2022 年 1-12 月期決算報告書によると、2022 年の全社的な売上は、前年比 22%増の 58 億 4,200 万ユーロとなり、新型コロナ以前の水準を大きく超えた。サービス収入は前年比 12%増加し、機器からの売上は 33%増加した。売上比率は、舶用動力部門が 33.9%、エネルギー部門が 46.6%、舶用システム部門が 13.1%、航海部門が 4.5%、ポートフォリオビジネスが 1.9%で、エネルギー部門の比率が高まった。

2022 年の全社的な新規受注は、前年比 6%増の 60 億 7,400 万ユーロとなった。2022 年末時点の受注残は、1%増の 59 億 600 万ユーロである。しかしながら、営業利益（税引前）は、前年比-108%減で 2,600 万ユーロの赤字となった。コスト上昇、原子力プロジェクト、人員削減、ロシア拠点の閉鎖、トリエステ工場の閉鎖などの一時的なコストが影響している。

Wärtsilä の業績推移（全社、単位：百万ユーロ）

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
売上	5,147	5,170	4,604	4,778	5,842
営業利益（税引前）	543	362	191	314	-26
当期受注高	6,307	5,327	4,359	5,735	6,074
当期受注残高	6,166	5,878	5,057	5,859	5,906

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

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

＜舶用部門の概要＞

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、舶用動力（Marine Power）、舶用システム（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 の舶用ビジネスは、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舶用ビジネスの新3部門とその製品、技術、サービスは以下の通りである。

①舶用動力
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舶用システム
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、舶用電気系統の統合に関する製品、ソリューション、サービス

③航海
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

＜舶用部門業績＞

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

Wärtsilä 舶用部門の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
売上	2,815				
舶用動力		1,923	1,748	1,863	1,982
舶用システム		952	808	654	765
航海		280	248	279	264
当期受注高	3,945				
舶用動力		2,247	1,737	2,011	2,418
舶用システム		754	539	835	654
航海		310	262	292	289
当期末受注残	3,651				
舶用動力		2,019	1,839	1,994	2,180
舶用システム		1,232	857	1,042	924
航海		274	275	288	291
当期営業利益					
舶用動力			137	195	39
舶用システム			83	52	48
航海			-41	-28	-164

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。

2022年の舶用部門、即ち舶用動力、舶用システム、航海の新規受注は、それぞれ前年比20%増、22%減、1%減となった。部門別の売上は、6%増、7%増、5%減であった。期末受注残は、それぞれ9%増、11%減、1%増となった。

舶用動力部門では、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を扱っている。2022年、コロナ禍からの回復基調にあった海運及び造船市場は、ロシアによるウクライナ侵攻の影響を受けた。今後のマクロ経済への懸念にもかかわらず、船腹需要の回復、クルーズ旅客数のほぼコロナ以前のレベルまでの回復、クルーズ船隊の再稼働（2022年末現在94%）などの好要因が見られた。

2022年の世界の新造船契約数は1,538隻（前年：1,855隻）で、LNG船への需要は過去最高を記録した。発注された新造船のうち約30%（466隻)、船腹にすると約60%は、代替燃料の使用

が可能な船舶である。そのうち 80%を LNG 駆動船が占めているが、メタノールなど他の代替燃料への需要も増加し始めている。

Wärtsilä 舶用動力部門のサービスビジネスの新規受注と売上は前年からそれぞれ 23%と 17%増加し、同社舶用動力部門の新規受注の約 65%、売上の約 71%を占めている。しかしながら、部門全体の営業利益は、原材料、部品、輸送のコスト高騰、試験燃料のコスト、部品の不足、エネルギー価格の高騰などが影響した。また、ヴァーサ（フィンランド）の新研究所 Sustainable Technology Hub の開発、ロシア事業からの撤退、トリエステ（イタリア）工場の閉鎖などのコストも利益を圧迫した。

ガス、排ガス処理、シャフトライン、水中修理、電気関連のシステムを取り扱う舶用システム部門のビジネスは堅調であったが、コストの高騰と地政学的な先行きの不透明感から投資が減少しており、新規受注は前年比 22%減となった。新規受注の約 38%を占めるサービスは概ね好調であったが、部門全体の利益にはスクラバーの納入の減少が若干影響した。

最新のデジタル技術を駆使した航海と港湾技術を取り扱う航海部門は、2022 年の Wärtsilä のロシアからの事業撤退の影響を大きく受けた。ロシアのソフトウェア開発技術者は、主にセルビアとフィンランドに異動し、セルビアには航海部門の新研究開発拠点を開設した。このような状況にもかかわらず、新規受注は前年レベルを維持し、サービスは増加した。しかしながら、利益には好調であったロシアビジネスの閉鎖とコスト高騰が響いている。

＜新規受注＞

2022 年の舶用関連の主な新規受注としては、以下の例が挙げられる。

1 月、Wärtsilä は新造船向けのメタノール駆動エンジンの初受注を獲得した。オランダ Van Oord が中国 Yantai CIMC Raffles で建造する洋上風力発電設置船には、Wärtsilä 32 型エンジン 5 基とメタノール燃料供給システム「MethanolPac」が搭載される。

同じく 1 月、ポーランド Remontowa shipyard で建造される ROPAX フェリー3 隻向けにエンジン、燃料貯蔵システム及び供給システムを受注した。同船隊はポーランド造船所で建造される初の LNG 駆動 ROPAX フェリーである。

2 月、明治海運が運航する LNG 運搬船 2 隻向けに最適化メンテナンス契約（OMA）を受注した。

同じく 2 月、中国 Guangzhou Shipyard International (GSI)で建造される ROPAX 船 2 隻向けに排ガススクラバーを受注した。

3 月、ノルウェーKnutsen OAS が運航する LNG 運搬船 4 隻向けにデジタル支援を含むサービス契約を受注した。

5 月、Stena RoRo が中国で建造中の ROPAX フェリー3 隻向けにハイブリッド推進システムを含む動力、推進、航海システムをパッケージ受注した。11.5 MWh 型バッテリーを搭載する同船隊は、世界最大のハイブリッド船となる。

6 月、ノルウェーKnutsen OAS が Hyundai Heavy Industries (HHI)で建造する LNG 運搬船 3 隻向けに再液化装置「Compact Reliq」を追加受注した。今回の受注を含めると 8 隻となる。

7 月、アルゼンチン Buquebus がオーストラリア Incat で建造する最大（全長 130m）のアルミニウム製高速カタマランフェリー向けにエンジン、ウォータージェット、燃料貯蔵・供給システムを受注した。

12 月、ドイツ SAL Heavy Lift GmbH が中国 Wuhu Shipyard で建造中の重量物リフト船 4 隻向けにハイブリッド推進システムを受注した。2 隻の建造オプションもある。

＜競合状況＞

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

一方、舶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 の商船向け舶用部門の買収により、大きく変化した。

主機市場における Wärtsilä の主な競合他社は、MAN Energy Solutions、Caterpillar (MAK)、Rolls-Royce Power Systems、HiMSEN である。中速主機市場における Wärtsilä のシェアは 45%、補機市場では 15%である（2019 年)。

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

また、Wärtsilä は、現在、脱炭素化に寄与する舶用ハイブリッドシステムの市場リーダーで、設置されたバッテリー容量（MWh）ベースで 25%のシェアを持っている。

＜製造＞

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

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

2022 年 7 月、Wärtsilä は、欧州における 4 ストロークエンジン製造をフィンランドのヴァーサ工場に集約し、イタリアのトリエステ工場における製造をスケールダウンすると発表した。事業再編コストは約 1 億 3,000 万ユーロであるが、2025 年以降には年間 3,500 万ユーロのコストが削減につながると予想されている。

＜ロシアからの撤退＞

2022 年 2 月のロシアによるウクライナの軍事侵攻に伴う各国の経済制裁措置に従い、Wärtsilä はロシアへの製品引渡し、ロシア市場における販売、受注、入札を全て停止した。

Wärtsilä は現在の状況でビジネスを継続することは不可能であると判断し、2022 年 4 月、ロシアにおける活動をスケールダウンすると発表した。6 月には、Transas Newbuilding Limited 及び Transas Navigator Ltd. 、7 月には Vostok LLC の持ち株を処分し、ザンクトペテルブルグの Wärtsilä Digital Technologies 拠点を閉鎖、ロシア市場からの撤退を完了した。撤退関連コストは約 2 億ユーロで、2022 年の同社の利益を圧迫している。

＜企業買収・売却＞

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

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

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

地位を高めた。

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

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

また、2019 年 12 月には、2015 年の L-3 Communications MSI の買収により Wärtsilä の傘下となったが、Wärtsilä のスマートマリン戦略とのシナジー効果のない水中音響製品メーカー Wärtsilä ELAC Nautik GmbH (ELAC Nautik)の Cohort plc への売却を発表し、2020 年 12 月に最終的に売却した。

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

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

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

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

2022 年 6 月には、カナダのグローバル港湾ソリューション企業 Altyn Consulting Inc. (PortLink)を完全買収し、Wärtsilä の航海部門に統合した。買収金額は 800 万ユーロである。

＜新製品・研究開発＞

Wärtsilä 全社の 2022 年の研究開発関連の支出は、売上の 4.1%（前年：4.1%）に相当する 2 億 4,100 万ユーロ（前年：1 億 9,600 万ユーロ）であった。その主目的は、海事産業とエネルギー産業による環境負荷の最小化である。具体的には、商業的に可能なクリーンな代替燃料の開発、デジタル技術によるコネクティビティー、サステナビリティー、効率及び顧客の安全性の改善などが焦点となっている。また、Wärtsilä は、2030 年までにゼロカーボン燃料ソリューションを提供するために、同社の事業をカーボンニュートラル化するという目標を持っている。

2022 年の舶用関連の新製品としては、4 月、他燃料エンジンの最新機種「Wärtsilä 46TSDF」を発表した。LNG に加え、バイオメタン、合成メタンなど将来的な代替燃料に対応する。ガス燃料モードでは、中速エンジン市場最高の効率を持つ。

同じく 4 月、同社は「Smart Panoramic Edge Camera System (SPECS)」を発表した。同システムは、船舶とその周辺の 360 度の状況をブリッジにリアルタイムで提供し、事故のリスクとそれに伴うコストを削減する。

9 月には、新 4 ストローク中速エンジン「Wärtsilä 25」を発表した。高効率で柔軟性の高い同エンジンは、LNG、ガスまたは液体のカーボンニュートラルバイオ燃料の使用が可能で、将来的にはカーボンフリー燃料利用へのアップブレードも容易である。同機はアンモニア燃料に対応する Wärtsilä 初のエンジンである。

10 月には、WEC Energy Group、EPRI、Burns & McDonnell と共同で、水素混合燃料の試験を行い、成功した。その報告書は 2023 年初頭に発表される。

＜提携・戦略的プロジェクト＞

Wärtsilä の 2022 年の主な舶用関連の提携・戦略的プロジェクトは以下の通りである。

2 月、Wärtsilä は、ノルウェーSolstad Offshore の船隊の脱炭素化に協力することで合意した。目標は、同社船隊 90 隻の CO_2 排出量を 2030 年までに 50%削減することである。Wärtsilä はアドバイザーとなり、各船に最適な脱炭素化及び効率化技術・ソリューションを提案し、システムを供給する。

4 月、海運関連企業のコンソーシアムを設立し、アンモニア駆動の 2 ストローク及び 4 ストロークエンジンの実証機を開発するプロジェクト「Ammonia 2-4」を開始すると発表した。2025 年には2ストロークバージョンを実船搭載し、試験を行う。エンジンと燃料処理システムの開発の他、アンモニアの安全性や規制環境などの研究と提案を行う。

6 月には、ヴァーサに新技術センター「Sustainable Technology Hub」を開設した。同センターは、顧客、提携企業、大学などと協働し、デジタル技術や脱炭素化技術の研究開発、試験、実証を行うグローバルエコシステムとして機能する。また、顧客向けのトレーニング、遠隔支援、予測的メンテナンスを提供する。同センターには、2018 年の計画発表以来、2 億 5,000 万ユーロが投資されている。

10 月には、同社航海部門（Voyage）を、2023 年 1 月 1 日付で舶用動力部門に統合し、舶用顧客へのエンド・ツー・エンドのデジタルソリューションの開発と提供を加速すると発表した。

同じく 10 月、Wärtsilä は、Carnival Corporation 傘下の Holland America Line 及びオランダ GoodFuels と共同で、バイオ燃料混合燃料の実船実験を開始した。これは Wärtsilä にとって、100%バイオ燃料で駆動される初のクルーズ船実験となる。カーボン排出の 80～90%削減が期待されている。

11 月には、フィンランドの水素製造技術企業 Hycamite TCD Technologies と、船内の LNG から水素を製造する技術に関する共同研究開発に合意した。概念設計は 2023 年半ばまでに準備され、2024 年下半期には試験用プロトタイプを製造する。

MAN Energy Solutions（ドイツ）

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

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

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

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

親会社：Volkswagen AG（ドイツ）

＜企業概要＞

ドイツアウグスブルクを本拠とする MAN Energy Solutions（旧 MAN Diesel&Turbo）は、250 年以上の歴史を持つ企業である。現在、世界 120 か所以上にサービス拠点・代理店を展開し、14 か所（欧州 11、アジア 3）の製造工場を持ち、出力 450 kW～87 MW のエンジンを提供している。総従業員は約 14,900 人で、うちドイツ国内の従業員が約半数を占める。

同社は、2010 年 1 月 1 日、ドイツ MAN グループ（MAN SE）傘下の MAN Diesel 社と MAN Turbo 社が統合されて誕生した企業で、MAN SE は、同社を特殊ギア製造子会社 RENK とともに、グループの動力エンジニアリング部門と位置づけた。同社の 2 ストローク及び 4 ストロークエンジンは、世界の貨物輸送に必要な動力の約 50%を担っている。

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

2018 年 12 月 31 日付で、MAN SE の動力エンジニアリングビジネス、即ち MAN Energy Solutions の 100%と RENK の 75%は、MAN SE の親会社である Volkswagen AG（Volkswagen Group の親会社）に買収された。

2019 年 5 月には、自動車部門への事業集中とスリム化を目指す Volkswagen Group は、MAN Energy Solutions の売却計画を発表した。米国 Cummins、三菱重工、オーストリア Innio が売却先候補として報道されていた。

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

＜事業再編計画＞

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

同社のベルリン拠点は規模を縮小し、部品製造に特化して存続する。ハンブルク拠点のサービス部門はそのまま継続するが、蒸気タービン製造部門を他の製造拠点に移転させる。ドイツ国内のアウ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 年期に年間 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 単体の業績の詳細を公表していないが、2021 年の新規受注は 38 億ユーロ、売上は 33 億ユーロ、営業利益は 1 億 7,600 万ユーロであった。

直近の数字としては、Volkswagen AG が 2022 年 10 月 28 日に発表した 2022 年第 3 四半期決算報告書で、MAN Energy Solutions の 2022 年 1 - 9 月期の売上は 25 億 1,700 万ユーロ（前年同期：23 億 3,800 万ユーロ）、営業利益は 2 億 1,000 万ユーロ（前年同期：1 億 2,300 万ユーロ）と大きく改善している。尚、2022 年通年の同社の業績は現時点（2023 年 2 月）において未だ発表されていない。

同社の市場は、様々な地域的要因、経済的要因に影響されている。2022 年 1～9 月期の舶用市場のビジネスは、前年同期よりも低いレベルで推移した。民間海運への需要減少により、造船所の稼働率は低下した。特に、コンテナ船、タンカー、ばら積み貨物船の需要は前年よりも低下したが、ガスタンカー市場は好調であった。新型コロナ関連の規制の終了により、クルーズ船及びフェリー市場は回復基調にある。現在の地政学的な情勢を背景に、政府向け船舶の需要は増加した。オフショア市場では、石油・ガス価格の高騰にもかかわらず、船腹の過剰は解消されておらず、市場は低迷している。一方、洋上風力発電関連の特殊船への需要は急成長している。市場全体に関しては、将来的な代替燃料と規制環境の不透明さが影響している。

＜新規受注＞

MAN Energy Solutions の 2022 年の舶用関連の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

3 月、Dalian Shipbuilding Industry Co. Ltd.が建造する Northern Lights の 7,500 ㎥型液体 CO_2 運搬船 2 隻向けに MAN B&W 7S35ME-GI 型 DF エンジン 2 基を受注。同船隊は、カーボン回収・貯蔵技術開発に関するノルウェーの「Longship」プロジェクトの一環として建造される。

4 月、ルクセンブルグ CLdN のハイブリッド RORO 船（全長 234m）2 隻向けに MAN B&W 6S60ME-GI 型 DF エンジン 4 基と EGR システムを受注した。

5 月には、同社の EGR システム／SCR システムを搭載した IMO の Tier III 規制を満たす MAN B&W の 2 ストロークエンジンの受注実績が 2,000 基を超えたと発表した。内訳は EGR システムが 724 基、SCR システムが 1,292 基である。1,000 基を超えたのは 2021 年 1 月である。

5 月、MAN Cryo は、Yantai CIMC Raffles Shipyard で建造する自動車船 2 隻向けに燃料ガス供給システム（(FGSS)を受注した。FGSS はボイルオフガスをコンプレッサー経由で ME-GI 型主機に供給し、メタンスリップを最小化する。同船隊は Volkswagen がチャーターする。

9 月、Degage Group がベトナムの Austal で建造する高速カタマランフェリー向けに 16V175D-MM 型エンジン 4 基を受注した。

10 月、MAN Energy Solutions は、Norwegian Cruise Line Holdings と、MAN 48/60 型中速エンジンをディーゼル／メタノール二元燃料駆動にレトロフィットするプロジェクトに基本合意した。

同じく 10 月、A.P. Moller-Maersk が現代重工業 HHI-SBD で建造する 17,000TEU 型コンテナ船 6 隻向けに ME-LGIM 型 DF エンジン 6 基を受注した。グリーンメタノール駆動が可能な同エンジンは、HHI-EMD が韓国で製造する。

11 月、MAN Energy Solutions は、2014 年の納入開始以来の MAN B&W 低速 DF エンジンの受注実績が 1,000 基を超えたと発表した。その内訳は、ME-GI（ガス）型 538 基、ME-GIE（エタン）型 37 基、GE-LGIM（メタノール）型 72 基、ME-LGIP（液体ガス）型 139 基、ME-GA（低圧）型 214 基である。

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

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に合意した。この合意により、Kongsberg のデータインフラソリューション「Vessel Insight」と MAN のデジタルプラットフォーム「MAN CEON」の統合の可能性を研究する。さらに、2020 年 9 月には、MAN Energy Solutions と Kongsberg Digital は、ノルウェーHöegh Autoliners 向けのデジタルインフラ構築に関する提携を発表した。

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

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

2022 年 9 月には、MAN Energy Solutions と ABB は、次世代 FSRU 及び LNG 運搬船向けに二元燃料電気推進概念を共同開発することに合意した。MAN 49/60DF エンジンと ABB の「Dynamic AC」配電・制御システムをベースに、次世代脱炭素化ソリューション「Dual-Fuel, Electric+（DFE+）」を開発する。

同年 12 月には、Anglo-Eastern Ship Management Ltd.と、「イノベーション・パートナーシップ」と呼ばれる協力体制に合意した。両社は、日常的なエンジンの運転データ、エンジン性能、メンテナンスの情報と知識を共有し、デジタル製品の試験、ソフトウェア、アルゴリズム、API（アプリケーション・プログラミング・インターフェイス）などの開発を共同で行う。

＜企業買収＞

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

＜研究開発・新製品・型式承認＞

MAN Energy Solutions の研究開発の焦点は、脱炭素化とデジタル化である。具体的には、エンジンのエネルギー効率の改善とガス排出量の削減、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 の舶用ガス燃料供給システム部門を買収により、MAN Energy Solutions のガス燃料システムの専門性が高まった。舶用燃料としてのガスの重要性は増しており、同社は二元燃料エンジンと液化ガス船内貯蔵システムのパッケージ提供を戦略としている。

2 ストロークエンジン部門では、LNG、メタノール、エタン、アンモニアなどの燃料の柔軟性が研究開発の焦点となっている。2016 年 4 月には、カナダ Waterfront Shipping、スウェーデン Marinvest/Skagerack Invest (Marinvest)、飯野海運、三井物産、日本郵船が共同発注したメタノール焚きエンジンを搭載した初の海洋船 7 隻が就航した。搭載された MAN B&W ME-LGI 型 2 ストロークエンジンは、メタノール、重油、MGO、ガスオイルの使用が可能である。2018 年 2 月には、同エンジンを搭載した 4 隻が追加発注された。

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

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

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

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

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

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

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

2020 年 8 月、MAN Energy Solutions は、2019 年以来、同社コペンハーゲン拠点で大規模な試験を継続している ME-GA 型低圧 DF エンジンの造船所への出荷を、2021 年末までに開始すると発表した。EGR バージョンの低圧エンジンは、ディーゼルモード及びガスモードで IMO Tier III 規制を満たす。また、ガス消費量を 3%、燃料油消費量を 5%削減し、メタンスリップを 30～50%低減する。2021 年 5 月に発売された同エンジンの受注実績は、2021 年 10 月時点で 100 基を超えている。

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

2021 年 9 月には、燃料効率の高い新 4 ストローク DF エンジン「MAN 49/60DF」を発表した。同エンジンは、LNG、ディーゼル、HFO に加え、バイオ燃料ブレンド、合成天然ガスなどのサステナブルな燃料での駆動が可能である。

＜共同研究開発プロジェクト：脱炭素化戦略＞

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

2019 年 9 月には、MAN Energy Solutions は、2030 年までにゼロ排出船を開発することを目的とした新産業パートナーシップ「Getting to Zero Coalition」に参加した。同パートナーシップには、幅広い舶用企業、船主、エネルギー企業、金融機関、港湾、ロジスティックス企業、政府、公共機関が参加し、サステナブルな海運産業の実現を目指す。

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

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

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

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

2019 年 11 月には、ドイツ Wessels Marine GmbH と共同で、同社の 1,036TEU 型フィーダーコンテナ船「Wes Amelie」の燃料として、再生可能電力から製造された液体 SNG（合成天然ガス）を使用するプロジェクトを開始した。同プロジェクトには、LNG 輸送企業 Nauticor 及びチャーター船社 Unifeeder も参加している。「Wes Amelie」は、2017 年に MAN が DF エンジンをレトロフィットした世界初の貨物船である。

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

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

2022 年 3 月には、MAN Energy Solutions と DNV は、両社の共通課題である脱炭素化、デジタル化、水素バリューチェーン構築の分野における協力に基本合意した。

同年 4 月には、Amazon Web Services 社と、海事産業のデジタルトランスフォーメーション促進への協働を開始した。両社は、リアルタイム監視と予測的メンテナンスプラットフォームを用いて、舶用、動力、工業アプリケーションの運転効率向上を目指す。

5 月には、ギリシャ船主組合と脱炭素化における協力に合意した。大型商船はバッテリーや燃料電池で駆動できないため、将来的な代替燃料の使用が焦点となる。ギリシャ海運は世界の船腹の 21%を保有している。

8 月には、MAN Energy Solutions は、Stena Teknik 及び世界第二位のメタノール製造企業 Proman と、MAN 48/60 型エンジンをディーゼル／メタノール二元燃料駆動にレトロフィットするプロジェクトを開始した。

Rolls-Royce Power Systems AG（ドイツ）

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

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

Tel: +49 7541 90-91
Fax: +49 7541 90-5000
E-mail: info@ps.rolls-royce.com
http://www.rrpowersystems.com/
https://www.mtu-solutions.com/eu/en.html

経営者：Dr Jörg Stratmann （CEO of Rolls-Royce Power Systems AG、2022 年 11 月就任）

親会社：Rolls-Royce Holdings plc（英国）

＜企業概要＞

英国 Rolls-Royce の動力部門である Rolls-Royce Power Systems は、ドイツ南部のフリードリヒスハーフェンに本社（元MTU本社）を置き、従業員数は約9,000人である。世界に11製造拠点、30 社以上の子会社を持ち、175 か国以上で 140 の販売パートナー、500 の公認ディーラーを含む 1,200 以上の開発、製造、サービス、販売網を展開している。

エンジン関連の提供製品は、MTU ブランドの舶用・発電、軍事用・産業向け高速エンジンと推進システム、MTU Onsite Energy ブランドの陸上ディーゼル発電システム、Bergen ブランドの舶用、発電用中速エンジンである。 また、世界の原子力発電所の約半数に安全関連システムを提供している。

2011 年 3 月、独 Daimler AG と英国 Rolls-Royce plc の合弁会社 Engine Holding GmbH が、MTU の持ち株会社である Tognum の買収を発表、同年 11 月に買収を完了し、Tognum は Rolls-Royce の子会社となった。

2013 年 7 月、Rolls-Royce は、1999 年に買収した自社子会社であるノルウェーの舶用中速エンジンメーカーBergen Engines を Tognum に統合し、2014 年 1 月、Tognum を「Rolls-Royce Power Systems」（RRPS）と社名変更した。

2014 年 8 月 26 日、Rolls-Royce は、Daimler AG が保有する Rolls-Royce Power Systems（旧 Tognum AG）の株式 50%を買収し、完全子会社化を完了した。

Rolls-Royce Power Systems のメインブランドである MTU は、出力範囲 260kW～10MW、回転数 1,000rpm の高速ディーゼルエンジンの開発、製造、販売を行っている。ガスタービンを含めると、最大出力は 35,000kW となる。メガヨット向けの高速エンジンでは最大手である。2019 年には同社初のガスエンジンを発表した。

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

2019 年秋以来、Rolls-Royce は全社的なブランド戦略の一環として、MTU を含む Rolls-Royce Power Systems AG の対外的名称を、「Business Unit Power Systems of Rolls-Royce」としている。製品及びソリューションのブランドネームとしての MTU は存続するが、mtu ロゴには「A Rolls-Royce solution」が付け加えられた。

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

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

＜業績＞

現時点（2023 年 2 月）において最新の年次報告となる 2021 年通年の Rolls-Royce Power Systems の業績は、売上は前年比 3%増の 2.7 億 4,900 万ポンド、営業利益も前年度 1 億 7,800 万ポンドから 2 億 4,200 ポンドに増加し、コロナ禍以前の水準近くまで回復した。受注残は過去最高レベルである。Rolls-Royce Group は、Rolls-Royce Power Systems 環境にやさしいサステナブルなソリューションの開発に、4 億ユーロを投資している。

Rolls-Royce Power Systems は新経営陣によるビジネス再編、生産の効率化、製品ポートフォリオの合理化（製品数を 20%以上削減）、固定費削減などを進めてきた。

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

	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
売上	3,008	3,434	3,184	2,745	2,749
税引き前利益	261	315	367	178	242

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 2022 年 8 月 4 日に発表された 2022 年上半期決算となる。それによると、Rolls-Royce Power Systems の 2022 年 1-6 月期の新規受注は、発電、政府、産業向けの受注の好調により前年同期比 53%増の過去最高を記録した。売上は前年同期比 20%増の 14 億ポンドで、サービスは 17%増、機器は 21%増と好調であった。営業利益は 1 億 1,900 万ポンド（前年同期：1 億 4,200 万ポンド）で、グローバルなサプライチェーンの問題による主要部品の不足が利益に影響した。研究開発コストは 7%増加した。

同社は、現在の世界情勢から、今後軍用の mtu エンジンの需要増加を予想しており、建造能力の増強を行っている。今後 10 年間に 450 人を追加雇用する計画である。

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

＜Bergen Engines の売却＞

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

しかしながら、Bergen Engines はノルウェー海軍へのサプライヤーであるため、2021 年 3 月

26 日、ノルウェー政府はセキュリティーの観点から同社のロシア企業への売却を却下した。

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

＜新規受注＞

Rolls-Royce Power Systems の 2022 年の舶用関連の主な新規受注は以下の通りである

1 月、オランダ Damen が建造するドイツ海軍の F126 フリゲート 4 隻向けに「mtu NautIQ Master Integrated Platform Management System」及び「mtu NautIQ Foresight Equipment Health Management System」を受注。続いて 6 月には、「mtu 20V 4000 M65L」発電装置 16 基を受注。

9月、イタリア Liberty Lines がスペイン Armon で建造する高速旅客船 9 隻向けに「mtu Hybrid PropulsionPack」9 基を受注。

9 月、トルコ Turquoise Yachts が建造するメガヨット向けに「mtu Hybrid PropulsionPack」1 基を受注。

＜新製品・型式承認＞

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

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

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

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

2022年3月には、自動化システム「mtu NautIQ」の異なるレベルのクルー支援、自動化機能、遠隔操作機能を提供する3つの新製品「mtu NautIQ CoPilot」、「mtu NautIQ CoOperate」、「mtu NautIQ CoDirect」を発表した。

同年 9 月の SMM 見本市において、mtu Series 4000 をベースとしたメタノールエンジンを 2026 年に、mtu 燃料電池システムを 2028 年に、mtu Series 2000 及び mtu Series 4000 エンジン向け「mtu Hybrid PropulsionPack を 2023 年に発売すると発表した。

また、「mtu Series 1163」エンジン及び「mtu Series 8000」エンジンを、2025 年までに IMO Tier III 規制対応型にアップグレードすると発表した。

10 月には、英国海軍の艦艇 5 船型に搭載されている 90 基以上の mtu エンジンの 5 年間のメンテナス契約を受注した。

＜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 から英国の舶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。

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

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

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

2022 年 9 月には、ドイツのヨット造船所 Lürssen と、全長 75m 超のヨット向けのメタノールエンジンの共同開発に関する合意を締結した。

＜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。

＜サステナビリティー戦略「Net Zero at Power Systems」＞

2020 年 8 月、Rolls-Royce は、舶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）、及び舶用燃料電池システムの開発も行う。

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

2025 年からは CO_2 フリーの燃料電池による発電を開始する。全社レベルでは、新たな低カーボン、ゼロカーボン技術により、2030 年までに GHG 排出量を 2019 年レベルから 35%削減する。この目標に向けて、燃料としての水素やメタノールの利用、燃料電池、Power-to-X システムなどの研究開発を加速する。

2022 年 7 月には、ネットゼロ化に向けた水素エンジンの社内試験機の建造をアウグスブルク拠点で開始した。

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

2−2　プロペラ、ラダー、推進システム

SCHOTTEL GmbH（ドイツ）

業務内容・製品：
プロペラ、ラダープロペラ、リムスラスター、ポンプジェット等各種推進機器・システム、自動化システムの開発、製造、販売、サービス

本社所在地：
SCHOTTEL GmbH
Mainzer Straße 99
D-56322 Spay/Rhine
Germany

Tel: +49 (0)26 28 61 0
Fax: +49 (0)26 28 61 300
E-mail: info@schottel.de
http://www.schottel.de

経営者：Stefan Kaul（CEO）

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＞

2021 年 11 月に創業 100 周年を迎えた SCHOTTEL は、1921 年に小型船の建造及びその他工作作業を目的に、Josef Becker によってドイツのライン川沿いのシュパイ（Spay）に設立された。1950 年には、現在同社の主要製品となっているラダープロペラを開発している。1986 年には初めて 6,000kW の出力を誇るラダープロペラを製造し、大型船舶市場への参入を果たした。

現在は最大出力 30MW までの推進機器の開発・製造・販売を行っており、約 100 人のエンジニアが製品開発に携わっている。

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。2022 年 12 月現在、世界で 10,000 隻以上の船舶が SCHOTTEL 製品を搭載している。

1995 年には中国現地法人を立ち上げ、現在では全世界にグループ全体で 1,500 人の従業員を持ち、世界 14 か国に 100 か所以上の販売・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。2021 年には新たにフランスとスペインの企業によるサービス提供に合意し、サービスネットワークをさらに拡大した。170 人のサービスエンジニアが、現場または世界 8 か所の拠点でサービスを提供している。2022 年 4 月には、韓国釜山に韓国及び日本市場を対象とする新子会社 SCHOTTEL East Asia を設立した。

＜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 2022 年 2 月現在、2015 年期以降の業績は発表されていない。

SCHOTTEL の売上推移（単位：百万ユーロ）

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

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

＜新規受注＞

2022 年の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

1 月、イタリア Fratelli Cosulic が中国 Nantong CIMC Sinopacific Offshore and Engineering で建造する 8,000 ㎥型 LNG バンカリング船向けに推進システム「SCHOTTEL EcoPeller」を受注。

2 月、ペルーPSA Marine Peru が香港 Cheoy Lee Shipyards で建造するタグボート向けに特許技術 SYDRIVE-M 技術を搭載した「SCHOTTEL RudderPropellers」を受注。

8 月、ベルギーPort of Antwerp-Bruges がスペイン Astilleros Armon で建造した世界初の水素駆動タグボートに「SCHOTTEL RudderPropellers」が搭載された。

11 月、中国 Ouyang Offshore の新造洋上風力発電タービン設置船（WTIV）4 隻向けに「SCHOTTEL RudderPropellers type 430」アジマススラスター8 基及び「SCHOTTEL TransverseThrusters type STT 4」8 基を受注した。

＜製造＞

SCHOTTEL は、現在ドイツ国内 2 拠点（本社 Dörth 新工場及び Wismar)、及び中国蘇州の 100%子会社でスラスターとプロペラの製造を行っている。また、2014 年に買収した子会社 HW Elektrotechnik の 4,200 ㎡の新工場では、SCHOTTEL 舶用推進システム向けの電気部品の製造を行っている。

2015 年夏には本社に近い Dörth の新工場（24,000m²）が稼働した。新工場の従業員数は 290 人である。新工場では、大型スラスターの製造を行い、SCHOTTEL の生産能力は約 30%増加した。

2020 年には、500,000 ユーロを投資し、ヴィスマール工場（15,000m²、従業員数約 100 人）に新クレーンシステムを導入した。

＜提携・買収＞

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

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。さらに、2022 年 2 月には、Robert Allan 設計の Sirapinar 級タグボートにも SCHOTTEL のスラスターを供給する排他的契約を締結した。SCHOTTEL は、2019 年 1 月にトルコ支店を開設している。

2022 年 5 月、SCHOTTEL の親会社 SCHOTTEL Industries GmbH はトルコの舶用電気システム統合企業 elkon の過半数株式を取得した。両社は対等なパートナーとしてビジネス提携を行う。

＜研究開発、新事業、新製品＞

近年の新技術としては、2019 年 1 月、デンマーク Svitzer の協力を得て開発した、「SCHOTTEL Y-Hybrid」スラスター技術をベースとした新たなメカニカルハイブリッド推進コ

ンセプト「SCHOTTEL SYDRIVE-M」を発表した。同コンセプトでは、両舷のアジマススラスターを相互接続し、1 基の主機で駆動する。Svitzer のタグボートでの実船試験が行われた。

新製品としては、2019 年 2 月、高効率の浅水域向け小型アジマススラスター「SCHOTTEL Pump Jet type SPJ 30」を発表した。同スラスターは没水部分 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の運河プッシュボート「Elektra」にラダープロペラを提供した。さらに、ノルウェーで建造中の世界初の液体水素駆動フェリー2 隻向けにもアジマススラスター「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ー「M シリーズ」を発表した。Z ドライブ、L ドライブ、ZY ハイブリッドに利用可能な柔軟性の高いアジマスモジュールである。また、SCHOTTEL SYDRIVE などのハイブリッドソリューションとの互換性を持つ。

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

2022 年 8 月には、DP 機能の性能向上のために最適化された新型ラダープロペラ「SRP-D ("Dynamic")」を発表した。同製品はオフショア風力発電市場を対象としている。

Becker Marine Systems（ドイツ）

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

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

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

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

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

＜企業概要＞

Becker Marine は、キャプテン Willi Becker により 1946 年に独ハンブルクに設立された。設立当初は、内陸水路を航行するバージ船及びタグボート向けフラップ・ラダー（通称：ベッカー・ラダー）が主要製品であったが、1970 年初にコルト・ノズルの特許を取得し、国際航行船舶向け市場へと進出した。その後、シリング・ラダービジネスに進出し、グローバル市場でのプレゼンスを高めた。

また、同社は世界ネットワークを拡大し、2003 年には中国に拠点を設立、現在ではノルウェー、韓国、シンガポール、米国、中国、日本に支店、その他 18 か国に代理店を持つ。2017 年には神戸に支店を開設した。

2020 年 12 月時点の従業員数は、全世界で約 250 人、うち約 120 人はハンブルク本社勤務である。

Becker Marine は財務情報を公表していないが、2018 年の売上は 7,095 万ドルと報道されている。2022 年 2 月現在の Becker Marine 製品の納入実績は、8,000 隻以上を超える。

＜ナカシマプロペラによる買収＞

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

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

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

今後のビジネスの詳細は発表されていない。

＜製品＞

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

また、2009 年に発表された「Mewis Duct」（Friedrich Mewis が発明）と呼ばれる付加装置は、プロペラ前方にダクトを装着することにより、水流を集中させ、内部フィンのステーター効果により、プロペラ作動方向とは逆方向に予渦流を発生させ高い推進力が得られる。同社測定の結果、この製品は、燃費 9%向上、NOx 及び CO_2 の削減に成功している。同社は今日までに 7,000,000 トンの CO2 削減に貢献したと述べている。売上は非常に好調で、2013 年初めには受注実績 500 基、2014 年末には 800 基、2015 年 6 月には 1,000 基を達成、現在では 1,200 基を超えている。その約 50%はレトロフィット需要である。2019 年に発売 10 周年を迎えた「Mewis Duct」は現在でも同社の主力製品のひとつで、同社は今後も年間 200 基程度の新規受注を見込んでいる。

＜新規受注＞

近年の特筆すべき新規受注の例としては、以下が挙げられる。

2019 年 1 月、韓国現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。

同社は 2020 年の新規受注に関する情報を公表していない。

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

2022 年の大型受注としては、世界最大のばら積み貨物輸送企業であるドイツ Oldendorff Carriers の保有船 12 隻向けに Becker Mewis Ducts®とラダーバルブを受注した。

＜製造＞

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

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

＜研究開発・新製品・新事業＞

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

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

また、リチウムイオン電池をベースとする舶用小型バッテリー装置「Compact Battery Rack (COBRA)」の開発も継続している。2021 年 2 月には、DNV GL の認証を取得した。

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

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

Voith Group（ドイツ）

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

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

Tel: +49 (0)7321 37 0
Fax: +49 (0)7321 37 7000
info@voith.com
http://voith.com
https://voith.com/corp-en/industry-solutions/marine-technology.html

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

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

＜企業概要・業績＞

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

設立当初、Voith は、地元の製紙会社や織物工場向けに道具や予備部品などの製造を行う企業であった。1859 年には木材パルプからの紙の量産について新処理方法を開発し、製紙産業用機器メーカーとして成長した。また 1879 年にはタービン用調速機を製造し、水力発電産業へと進出し、第一次世界大戦後には、タービン製造によって培った流体技術を基礎に駆動技術部門に進出した。この部門への進出が成功し、同社を世界的に有名にする Voith シュナイダープロペラを開発、1928 年に 1 号機を納入した。

第二次世界大戦後は国際化を押し進め、1970 年代には日本支社も設立された。グループ全体の売上は前年比 2%増の 48.86 億ユーロ（2021 年 10 月～2022 年 9 月、前年度：42.60 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 21,491 人（前年度：19,918 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舶用プロペラを製造する Group Division Turbo の 3 事業部門で構成されている。

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

＜動力部門 Group Division Turbo＞

Voith の動力部門である Group Division Turbo の従業員数は 7,732 人（前年度：6,200 人）、Voith Group の 32%（前年度：31%）を占める。今年度の増加は、主にスイスの油圧技術企業 Argo-Hytos 社の買収による。

2021/22 年の Group Division Turbo 部門全体の業績は新型コロナの影響を大きく受けた 2019～2020 年から回復基調にあり、売上は前年比 7%増の 15 億 5,700 万ユーロであったが、コスト上昇の影響を受けた。新規受注も同 8%増の 16 億 3,600 万ユーロであった。2020 年のオーストリアの電動機メーカーELIN Motoren の買収の効果が表れている。舶用部門は、ウクライナ情勢や中国のロックダウン、サプライチェーンの問題の影響を受けたが、2 年前に発売された eVSP の新規受注は引き続き好調であった。

Group Division Turbo の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2017/18 年	2018/19 年	2019/20 年	2020/21 年	2021/22 年
売上	1,302	1,398	1,337	1,457	1,557
受注高	1,378	1,445	1,403	1,512	1,636

（注：VOITH の財務年度は 10 月 1 日～翌年 9 月 30 日）

Group Division Turbo は、舶用市場以外にも鉄道、商用車、石油・ガス、エネルギー、鉱業等多様な市場向けの駆動・推進ソリューションを提供しており、市場別の業績は公表されていない。舶用製品は、Mobility 部門に含まれる。

＜新規受注＞

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

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

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

2021～2022 年の eVSP の新規受注は好調であったとしているが、具体例は発表されていない。

＜新製品＞

2012 年 9 月、Voith Turbo 舶用部門は、燃料消費量が大幅に少ない新推進システム「Voith Linear Jet（VLJ）」を発表した。2013 年には、英国のハイブリッド型フェリー2 隻とオフショア補給船に搭載された。2019 年には、国際スーパーヨット協会のテクノロジーアワードを受賞した。

また、同時にリムドライブ技術を採用したアジマス式スラスター「Voith Inline Propulsor (VIP)」を発表した。

加えて、Voith Turbo は、カナダの船舶設計企業 Robert Allan Ltd.と共同開発した新型タグボートを発表した。新 RAVE 型タグボートは、従来型のタグボート VWT が船首側に VSP2 基を搭載することに対し、VSP を船首側と船尾側に 1 基ずつ配置した設計で、船体の幅が小さくなっている。

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

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

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。

2022 年には、eVSP を搭載した初の洋上風力発電メンテナンス船の船隊が運航を開始した。

＜研究開発＞

2021/22 年度の Voith 全社の研究開発支出は、前年度とほぼ同レベルの売上の 4.4%（前年度 4.5%）に相当する 2 億 1,300 万ユーロ（前年度：1 億 9,200 万ユーロ）であった。コロナ禍でも研究開発への支出は維持された。

部門別の研究開発予算は発表されていないが、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た付加価値の高い製品を開発することである。

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。舶用部門では高効率の新型プロペラの開発、及び船体と Voith シュナイダープロペラ（VSP）の相互作用の最適化も継続的に行っている。

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

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

Siemens Energy AG（ドイツ）

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

本社所在地：
Siemens Energy Global GmbH & Co. KG
Otto-Hahn-Ring 6
81739 Munich, Germany

Tel: +49 (89) 636 00
E-mail: contact@siemens-energy.com
https://www.siemens-energy.com/global/en.html
https://www.siemens-energy.com/global/en/offerings/industrial-applications/marine.html

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

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

＜企業概要・業績＞

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

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

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

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

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

同社は世界 90 か国以上でビジネスを展開し、2021 年度（2020 年 10 月 1 日～2021 年 9 月 30 日）の売上は 285 億ユーロ（前年度：275 億ユーロ)、従業員数（2021 年 9 月 30 日現在）は 91,000 人以上（前年度：93,000 人）である。2021 年 2 月、同社は競争力向上のための 3 億ユーロ規模のコスト削減策の一環として、全世界で 2025 年までに 7,800 人を削減する計画を発表した。

2021 年時点で、Siemens Energy の製品ポートフォリオの 50%以上は脱炭素化されている。

＜舶用関連ビジネス＞

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

Siemens 舶用部門の主戦略は、①海事産業の電化、デジタル化、自動化、②海運の脱炭素化、③メンテナンスなどにおけるリモートサービスである。

海事産業向けの 4 つの製品群は、①自動化・制御ソリューション、②電気推進・駆動ソリューション、③ポッド推進ソリューション、④発電・配電ソリューションである。

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

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

＜新規受注＞

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

2 月、Maersk Drilling 社のジャッキアップリグ 2 基へのレトロフィット向けに、リチウムイオンエネルギー貯蔵システム「BlueVault™」を受注した。バッテリー、データ監視システムなどの効率化システムを含むアップグレードにより、Maersk Drilling 初のハイブリッドリグの CO_2 排出量は 25%、NOx 排出量は 95%削減される。

11 月、米国 Thoma-Sea Marine Constructors が建造する米国海洋大気庁（NOAA）の調査船 2 隻向けに、ディーゼルエレクトリック推進システム「SiSHIP Blue Drive PlusC™」及びリチウムイオンエネルギー貯蔵システム「BlueVault™」を受注した。これにより CO_2 排出量を年間 5,700 トン削減する。「SiSHIP Blue Drive PlusC™」は、下記の世界初の完全電動カーフェリー、世界最大のクルーズフェリーなど、既に 80 隻以上に採用されている。

2022 年の新規受注の情報は発表されていない。

＜研究開発：バッテリー推進システム＞

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

近年、Siemens Energy の舶用部門は、全社的な脱炭素化戦略の一環として、環境性の高い駆動技術であるバッテリー推進ソリューションの開発に焦点を当てている。

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

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

2016 年 11 月には、ノルウェー船社 Fjord1 から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。

ABB（スイス）（Marine & Ports）

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

本社所在地：
ABB Asea Brown Boveri Ltd
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zürich
Switzerland

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

ABB Marine & Ports
Snarøyveien 30c
1360 Fornebu
Norway
Tel: +47 451 32 617
E-mail: margarita.sjursen@no.abb.com

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

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

＜企業概要・業績＞

ABB Group（本社：スイスチューリッヒ）は、動力及びオートメーション技術のグローバルリーダーである。105,000 人（2022 年、前年：104,420 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、鉱業、鉄鋼企業 Asea AB と 1891 年創業のスイスの電気エンジニアリング企業 Brown Boveri の対等合併により誕生した ABB Asea Brown Boveri Ltd が母体となっている。

同社が 2023 年 2 月 2 日に発表した 2022 年連結決算によると、2022 年の売上は前年比 2%増の 294 億ドル（前年：289 億ドル）である。

同社の 4 事業分野は、「Electrification」、「Motion」、「Process Automation」、「Robotics & Discrete Automation」である。全事業分野が業界 1 位または 2 位のポジションを持つ。4 事業分野は舶用部門「Marine & Ports」を含む 21 部門に分かれている。

ABB 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™」をベースとした多様な産業向けの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%

を保有することとなった。これは同社の大型インフラビジネスからデジタル産業ビジネスへの転換戦略の一環である。

＜舶用関連ビジネス「Marine & Ports」＞

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

ABBのプロセスオートメーション事業部門内には、Marine & Portsに加え、Energy Industries、Process Industries、Measurement & Analytics部門があり、事業部門全体の2022年の売上は約60億ドル（前年：62億5,900万ドル）である。各部門単体の財務情報の詳細は公表されていないが、Marine & Portsの売上は毎年7億5,000万ドル～12億5,000万ドル程度とされており、プロセスオートメーション部門の売上の約22%（2022年）を占めている。

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

Azipodは25船種に採用されているが、特に、クルーズ船125隻、砕氷船及び氷海船90隻以上の受注実績がある。2021年には、搭載実績が300隻を超えた。近年の大型受注は、ロシアYamal LNG船隊15隻向けのパッケージ受注であった。2019年には、Azipodを搭載したノルウェー沿岸警備隊の砕氷船「KV Svalbard」が初めて北極に到達した。

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

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

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

ABB Marine&Ports部門の主な競合他社は、Siemens Energy、東芝三菱電機産業システム、Wärtsilä、General Electric、Kongsbergである。

＜過給機事業の分社化＞

ABBの過給機ビジネスは、同じくプロセスオートメーション事業部門内の「ABB Turbocharging」が担当していたが、2022年2月、ABBは過給機事業を「Accelleron」としてブランド化し、続いて7月には分社化（スピンオフ）してスイス証券取引所に上場することを決定した。10月には、Accelleron Industries AGはスイス証券取引所に上場し、分社化は完了した。これによりABBは、エレクトリフィケーションとオートメーションの分野におけるコアビジネスに集中する戦略を進める。

ABBの過給機事業は大型過給機の市場リーダーで、50か国以上に約100か所のサービス拠点、2,200人の従業員を有する。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年間販売台数は1万基以上、設置実績は18万基以上に上る。2021年の売上は、7億5,600万ドルであった。

＜新規受注＞

2022年のABB Marine & Portsの舶用関連の主な受注は以下の通りである。

2月、モナコEneti Inc.が韓国大宇造船海洋（DSME）で建造する次世代洋上風力タービン建設船（WTIV）2隻向けに総額2,700万ドルで動力、自動化、制御システムを受注。

3月、サービス部門ABB MarineCareが、フランスPONANTの新造極海クルーズ船「Le Commandant Charcot」の10年間サービス契約を受注。

4 月、Remontowa Shiprepair Yard S.A.から、新造バルト海ハイブリッド電気推進フェリー3 隻向けの動力、自動化、制御システムを受注。

同じく 4 月、IHI 原動機から世界初のハイブリッド電気推進バイオマス運搬船「ROBOSHIP」向けに DC 配電システムを受注。6 月には、同社から東京汽船の初の電気推進タグボート「大河」向けのソリューションを受注。

同じく 4 月、マルタ／米国 Ritz-Carlton Yacht Collection がフランス Chantiers de l'Atlantique で建造するメガヨット 2 隻向けに 5.5-MW Azipod®2 基を受注。

6 月、パナマのコンテナターミナル SSA Manzanillo International Terminal （MIT）の船陸クレーン 21 基向けにコンテナ情報処理を自動化する OCR（optical character recognition）システムを受注。

同じく 6 月には、フランスのツーロン港に停船中の船舶への陸上電力供給に関する大型プロジェクトを受注。

8 月、オランダ Van Oord の洋上風力発電建設ジャッキアップ船（JUV）向けに Azipod®4 基を含む統合システムをパッケージ受注。

9 月、Equinor、Shell、Total のカーボン回収貯蔵プロジェクト「Northern Lights」が大連船舶重工集団で建造する世界初の CO2 貯蔵専用船向けに永久磁石機能を持つ軸発電システムを受注。

11 月、中国 COSCO Shipping が COSCO Shipping Heavy Industry (Yangzhou) Co. Ltd. で建造するコンテナ船 10 隻（14,000TEU 型 6 隻、16,000TEU 型 4 隻）向けに軸発電システムを大型受注。

＜新製品＞

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

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

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

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

2022 年 9 月、船隊管理に豊富な実績のある Wallenius Marine との共同開発によるデジタル船隊支援センター「OVERSEA」のサービスを開始。「ABB Ability™ Genix」解析と AI を活用したデジタルサービスと船隊支援センター機能を統合した業界初のサービスで、あらゆるサイズの船社向けに提供可能である。

＜研究開発＞

ABB Group 全体では、約 7,000 人が研究開発に従事しており、その 60%以上はソフトウェア開発とデジタル化の研究を行っている。2020 年の ABB Group の研究開発支出は、売上の約 4.8%に相当する約 13 億ドル（前年：11 億 2,700 万ドル）であった。

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。さらに、2021年4月には、シンガポールKeppel Offshore & Marineと共同で、シンガポール港におけるタグボートの遠隔操作による運航試験を行った。

2020年12月には、2021年に発効するIMOの安全管理システムに関するガイドラインに沿った動きとして、サイバーセキュリティー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ーリスクへの対応を支援する。2021年、ABBの自動化、推進、スイッチボードシステムは、DNVのIMOガイドラインに沿ったサイバーリスク管理に関するクラスノーテーション「Cyber secure SP0」を取得した。

2022年2月には、2018年からBallard Power Systemsと共同開発を行ってきた3MWの高出力燃料電池概念が、DNVの基本承認（AiP）を取得した。

同4月には、ABBのサイバーセキュリティーソリューションが、業界初のDNV「Cyber Secure Essential SP1」認証を取得した。

＜共同研究開発プロジェクト＞

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

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

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

2022年9月には、ドイツMAN Energy Solutionsと、カーボンフットプリントと燃料コストを削減する推進ソリューションとLNG運搬船の運転の柔軟性向上に関する共同研究開発に基本合意した。MANの新49/60DF型4ストローク主機とABBの「Dynamic AC」配電・制御システムを組み合わせたソリューションを開発する。

Mecklenburger Metallguss GmbH – MMG（ドイツ）

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

本社所在地：
Mecklenburger Metallguss GmbH - MMG
Teterower Strasse 1
17192 Waren (Müritz)

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.efficiency-by-mmg.de/index.html

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

主要株主：経営陣 25%、投資会社 75%（2018 年）

＜企業概要・業績＞

ドイツ北部ヴァーレンを本拠とするプロペラメーカーMMG は、1871 年にドイツ北東部ミュー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、舶用プロペラ以外の鋳造ビジネスを検討するよう要求した。

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

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

＜プロペラ部門＞

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

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

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

同社の製造するプロペラの 95%はドイツ国外、特に東アジア地域に輸出されている。

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

近年の大型受注としては、2022 年 8 月、ドイツ Hapag-Lloyd の長期的な船隊近代化計画の一環として、7,500TEU 型コンテナ船「Ningbo Express」のプロペラのレトロフィットを開始した。両社は船隊の効率を改善し、2030 年までに CO_2 排出量の 30%削減を目指す。Hapag-Lloyd の船隊近代化計画は、今後 5 年間で同社コンテナ船隊 235 隻のうち 150 隻の既存船を対象としており、少なくとも 86 隻にはプロペラのレトロフィットを行う。[19]

＜製造＞

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

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

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

＜研究開発＞

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

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

[19] https://www.offshore-energy.biz/hapag-lloyd-to-make-150-ships-fit-for-the-future/

2－3　荷役機械・甲板設備

Cargotec Corporation（フィンランド）

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

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

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

経営者：Mika Vehviläinen（CEO）、Leif Byström（President, MacGregor、2021 年 10 月就任）

主要株主：Wipunen varainhallinta oy（フィンランド、14.13%）、Mariatorp Oy（フィンランド、12.27%）、Pivosto Oy（フィンランド、10.73%）、KONE Foundation（フィンランド、3.00%）

＜企業概要・業績＞

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

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

Cargotec は、世界 100 か国に支店・代理店を持ち、うち 43 か国には自社社員を置いている。中国、フィンランド、ドイツ、インド、アイルランド、イタリア、マレーシア、ノルウェー、ポーランド、韓国、スペイン、スウェーデン、英国に工場を持つ。大規模な製造は、主にアジアの提携工場で行っている。

2012 年 10 月には、収益改善のためにフィンランドとスウェーデンを中心に人員削減を開始した。その後企業買収により全社的な従業員数は増加したが、2020 年には再び 1,000 人規模のリストラを行い、2022 年末時点における総従業員数は 11,526 人（2021 年：11,174 人）である。

Cargotec が 2023 年 2 月 2 日に発表した 2022 年 1-12 月期連結決算によると、2022 年の売上高は、前年比 23%増の 40 億 8,900 万ユーロ（前年：33 億 1,500 万ユーロ）と大きく改善した。新規受注は前年比 10%増の 48 億 6,200 万ユーロ （44 億 2,700 ユーロ）、期末受注残も 24%増の 35 億 4,100 万ユーロ（前年：28 億 4,700 万ユーロ）となった。サービスの売上も 17%増加した。サービスからの収入は売上全体の 31%を占めている。

2020 年は新型コロナ感染拡大により、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原因となったが、2021 年はすべての部門で回復し、2022 年には、ロシアのウ

クライナ侵攻、サプライチェーンの問題、利率の上昇、コスト高騰、顧客心理の悪化などのグローバルな危機にもかかわらず、新規受注、売上、利益（comparable operating profit）とも最高レベルを記録した。

2020 年 10 月、Cargotec とフィンランド Konecranes Plc は、合併計画を発表した。Cargotec は Konecranes を吸収合併し、同社の Kalmar ビジネスに統合した。2022 年 3 月には、Kalmar の港湾向け大型クレーンビジネスから撤退し、環境性の高い可動式貨物クレーンに集中すると発表した。

また、2022年3月には、MacGregorを売却する計画を発表し、同年11月には最終決定を行った。

Cargotec の業績推移（単位：100 万ユーロ）

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
受注高	3,756	3,714	3,121	4,427	4,862
期末受注残	1,995	2,089	1,824	2,847	3,541
売上	3,304	3,683	3,263	3,315	4,089
営業利益	190.0	180.0	70.4	356	106

注：2021 年の営業利益の大幅な増加は、主にソフトウェアビジネス Navis の売却によるものである。
これを除いた場合は、前年比 2%の増加であった。

2020 年 5 月、Cargotec は、同社の資材及び製品からの CO_2 排出量を、2030 年までに 2019 年レベルから 50%削減し、カーボンニュートラルになるとの目標を発表している。

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

2021 年 4 月には、2024 年までに同社の全バリューチェーンからの CO_2 排出量を 100 万トン削減すると発表した。

＜舶用部門 MacGregor＞

2005 年以来 Cargotec の舶用部門である MacGregor は、1920 年代に英国の MacGregor 兄弟が発明し、1929 年に特許を取得した初の鋼製ハッチカバーがビジネスの基礎となっている。同社は企業買収と合併によって拡大し、現在は MacGregor の製品群に、Hatlapa（2013 年買収：甲板機器）、Porsgrunn（2014 年買収：オフショア）、Pusnes（2014 年買収：オフショア）、Triplex（2013 年に買収した Hatlapa 子会社）、Flintstone（2016 年買収：オフショア）、Interschalt（2016 年買収：ソフトウェア）、Rapp Marine（2018 年買収：漁船、調査船）からの技術と製品を統合している。さらに 2019 年には、大手荷役システムメーカーTTS の買収を完了し、現在 31 か国で事業を展開している。

2022 年末時点の MacGregor 全社の従業員数は 1,978 人（前年：1,909 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が、2000 年に大規模なリストラを行った。従業員数の多い国は、ノルウェー、ドイツ、中国、スウェーデン、シンガポール、フィンランドである。

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

＜業績＞

2022 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。洋上風力発電市場への投資とコスト高が利益にネガティブに作用した。一方、商船向けのビジネスは比較的好調であった。

サービスの売上は 17%増加し、売上全体の 53%（前年：47%）を占めている。

TTS 買収によるシナジー効果と 2019 年に実施された大規模なリストラや数々のコスト削減策を

含む企業再編により、2020年下半期以降の利益率は改善し、赤字幅は縮小した。2021年の営業利益の赤字は、主に風力発電船プロジェクト向けの新製品開発コストによるものであったが、2022年にはコストの高騰により赤字幅はさらに拡大した。

MacGregorの業績推移（単位：100万ユーロ）

	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
受注高	580	630	511	652	976
期末受注残	530	633	480	560	927
売上	538	611	642	553	569
営業利益	-4.2	-83.3	-48.2	-40.0	-190.2

＜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、舶用、オフショア用荷役・甲板システムの最大手メーカーのひとつであるノルウェーTTS Group ASAのビジネスの大部分の買収を発表し、2019年7月31日に買収手続きを完了した。買収価格は5,790万ユーロである。

50年の歴史を持つTTSは、ベルギー、ブラジル、中国、ドイツ、ギリシャ、イタリア、韓国、ノルウェー、ポーランド、シンガポール、スウェーデン、UAE、米国、ベトナムに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。

＜MacGregorの売却計画＞

親会社 Cargotec は、2022 年 3 月に発表した事業再編戦略の一環として、MacGregor に関する戦略的オプションの検討を開始し、11 月には売却の意向を決定したが、その時期は未だ決定されていない。

その間、MacGregor はビジネスの収益性改善に着手し、損失を計上しているオフショア事業の再編を開始した。漁船、調査船関連のビジネス及びオフショア係船ソリューションのビジネスは中止した。

洋上風力発電関連のプロジェクトと新技術の開発には多大なコストを要するが、将来性の高い市場であることは確かである。

＜新規受注＞

2022年のMacGregorの主な新規受注は以下の通りである。

- 第1及び第2四半期、ノルウェー顧客の自動車・トラック運搬船8隻むけにRORO機器を受注。
- 第2四半期、ポーランド顧客からROPAXフェリー3隻向けにRORO機器パッケージを受注。
- 第3四半期、韓国の造船所で建造される23,500+TEU型コンテナ船12隻向けにコンテナラッシング装置を受注。
- 第3及び第4四半期、インドネシア顧客から浮体式バージ船隊向けに電動油圧式大型クレーン10基を大型受注。
- 第4四半期、3船主向けに中国、韓国の3造船所で建造される自動車・トラック運搬船15隻向けにRORO機器パッケージを大型受注。

＜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。2022 年の研究開発支出は売上の 2.4%（前年：3.1%）に相当する 1 億ユーロ（前年：1 億 200 万ユーロ）であった。2013 年以降、研究開発支出の比率は毎年増加していたが、2021 年からは若干減少している。部門別の研究開発支出は発表されていない。

近年、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行ってきた。

2022 年の新製品としては、MacGregor は、従来の油圧式駆動システムと比べてエネルギー消費量が 60%少ない大型電動クレーンのシリーズ開発を完了した。

内陸水運の自動化を目指す EU プロジェクト「SEAMLESS」では、EU の「Horizon 2020」プログラムからの助成金 1,500 万ユーロのうち 260 万ユーロが MacGregor に配分された。MacGregor は、インフラの限られた内陸港で自動運航船の離着岸と係船を行う「Dock'n'Load」システムの開発を担当する。また、陸上設備との接続を最適化する「Voyage and Container Optimisation Platform」を開発する。さらに様々な既存プラットフォームとの接続の安全性も確立する。

また、MacGregor は、他の産業関係者とカーボン回収・使用、貯蔵（CCUS）セグメントでの協働を積極的に進めている。

MacGregor は、2020 年に開始されたノルウェーの洋上風力エネルギー関連の協働研究開発プロジェクトに参加している。開発されたプロトタイプを用いて、様々な環境においてシミュレーションモデルと制御機能の評価を行う。ノルウェーのアグデル大学との協働を行っている。

2022 年、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」は「SMART4SEA Technology Award」を受賞した。

2－4　流体制御、ボイラー（バラスト水含む）

Alfa Laval（スウェーデン）

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

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

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

経営者：Tom Erixon（President and CEO、2016 年就任）、Sameer Kalra（President, Marine Business Division、2019 年 1 月就任）

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

＜企業概要・業績＞

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

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

2022 年末時点の総従業員数は 20,300 人（2021 年末：17,883 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 2023 年 2 月 2 日に発表した 2022 年連結決算によると、2022 年の新規受注（為替差損を除く）は、効率化及び脱炭素化向けのサステナビリティーソリューションが好調で、前年比 18%増の 586 億 4,500 万 SEK（スウェーデン・クローナ）と好調で、売上高（為替差損を除く）も同じく 18%増の 521 億 3,500 万 SEK、営業利益も前年比 16%増の 82 億 2,900 万 SEK となった。サービス収入が同社売り上げの 28.6%（前年：30.4%）を占めている。

また、2022 年 12 月 31 日時点における受注残も、前年比 29.8%増の 37 億 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。2022 年もエネルギー部門、舶用部門で人員の調整を行い、3億6,700万SEKが発生した。また、ロシアのウクライナ侵攻により、4 億 SEK の追加コストが発生した。2022 年の従業員数の増加は、主に Desmet 社と Scanjet 社の買収に起因する。

さらに、2019 年 12 月に発表された競争力強化のための事業瀬再編計画のコストとして、2020～2021 年期に 8 億 5,000 万 SEK が計上された。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）

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
売上	40,666	46,517	41,468	40,911	52,135
営業利益	6,718	7,989	7,231	7,114	8,229
受注高	45,005	44,119	39,833	45,718	58,645
期末受注残	23,168	21,551	18,969	22,954	37,000

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。

2022 年の新規受注に占める割合は、マリン部門 33%、エネルギー部門 30%、食品・飲料品部門 37%である。

＜マリン部門の構成＞

Alfa Laval の舶用ビジネス部門であるマリン部門は、「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（FRAMO）のビジネスは「Pumping Systems」に含まれている。

2022 年末時点におけるマリン部門の従業員数は、Scanjet 社の買収などにより増加し、5,465 人（2021 年：4,932 人）となった。

＜マリン部門業績＞

マリン部門の 2022 年の業績は、全製品分野で好調であった。コンテナ船、ガス運搬船、ばら済み船などの新造船への需要は減少したが、環境ソリューション全般への需要増加が相殺した。主力製品であるバラスト水処理装置「PureBallst」は、2024 年の規制コンプライアンス期限前のレトロフィット需要は若干減少した。オフショア関連ビジネスは、石油価格の高騰と長期的なエネルギー供給政策により需要が急増している。

サービスは、海運活動の回復とオフショア分野における設置数の増加により好調であった。新規受注に占めるサービスの割合は前年比 3%増の 35%である。

営業利益には、コロナ禍から回復した活動レベルによる人件費の増加、コストの上昇、PureBallast の需要減少が影響した。

2022 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 68%（前年：79%）、オフショア市場向けが 18%（同 12%）、エンジン動力市場向けが 6%（同 6%）、その他が 8%（同 3%）である。

2022年12月31日時点における受注残は、前年同期比36.6%増の141億2,200万SEKである。

Alfa Laval マリン部門の業績推移（単位：100万SEK）

	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
受注高	17,322	15,953	14,067	15,379	19,442
売上	13,583	17,993	15,867	13,888	16,370
営業利益	2,328	3,425	2,758	2,211	1,741
期末受注残	13,118	11,443	9,173	10,340	14,122

＜新規受注＞

2022年のマリン部門の大型新規受注（500万SEK超）は、ブラジル、中国、ノルウェー、シンガポール、フランスなどのFPSO（浮体式生産貯蔵積出設備）向けのポンプシステム11件と廃熱回収機能のあるボイラーシステム2件、及び英国の洋上風力発電高圧直流送電（HVDC）プラットフォーム向けのポンプシステム1件である。

＜主力製品＞

現在のAlfa Lavalの舶用向けビジネスの主力製品は、バラスト水処理装置「PureBallst」及びSOx除去装置「PureSOx」、NOx処理装置「PureNOx」等の環境関連システムである。2014年には、買収したFrank MohnのFramoブランドのオフショア向け各種ポンプシステムが製品群に加わった。

2009年の発表以来、「PureSOx」は既に4,000基以上の販売実績がある（2023年2月現在）。

2016年12月、Alfa Lavalのバラスト水処理装置「PureBallast」の第3世代機種が米国沿岸警備隊（USCG）の型式承認を取得した。USCG正式型式承認取得は、ノルウェーOptiMarin社に続く2社目である。米国領海における同製品の使用が正式に可能となり、2017年2月には既に大型受注につながった。2021年5月には、アジア市場におけるさらなる需要増加を見込み、中国青島市で「PureBallast 3」の製造を開始すると発表した。

＜新製品＞

2022年の主な舶用関連の新製品は、以下の通りである。

Online Field Service：

世界中の顧客がいつでもアクセスすることのできるAlfa Laval舶用製品のオンラインサービスサポートネットワーク。同社の遠心分離機やPureBallastシステムのライブサポートを行い、問題の迅速な解決により機器の稼働時間を延長するとともに、エンジニアの訪船による環境負荷とコストを削減する。

Framoサクションアンカー：

大型風力タービンを海底で支えるサクションアンカー。静穏性の高い迅速な設置と、シンプルな引き抜きが可能。

Framo Ultra Compact HPU：

実績のあるFramoのHPU（油圧動力ユニット）の超コンパクトバージョン。

StormGeo's CII Simulator：

船舶のカーボン強度のシミュレーションを行うツール。カーボン強度指標（CII）規制に沿った環境性能の管理を支援する。

Framo MyPage ポータル：

油圧機器、ポンプシステムなど全 Framo 製品のサービスと活動に容易にアクセスできるオンラインプラットフォーム。

Framo メタノール燃料供給ポンプシステム：

メタノール駆動の二元燃料エンジン向けの燃料タンクと燃料供給ソリューション。可燃性が高く毒性のあるメタノール移送のためのコンパクトな水中ポンプを開発。

＜型式承認＞

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

＜企業買収・合弁会社＞

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

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

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

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

2022 年 8 月には、スウェーデンのタンク洗浄機器・ソリューション企業 Scanjet（従業員数 150 人、売上 3 億 SEK）を買収した。同社はスウェーデン、ポーランド、インドネシアに工場を持つ。

＜研究開発＞

Alfa Laval 全社の研究開発支出は、売上の 2.5～2.8%程度である。部門別の配分は発表されていない。

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

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

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

2022 年 9 月、Alfa Laval は、スイス WinGD と、同社が開発中のメタノール駆動 2 ストロークエンジン向けの燃料供給システムを共同開発することで合意した。WinGD は、2024 年のメタノールエンジンの実用化を目指している。

OptiMarin（ノルウェー）

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

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

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

経営者：Leiv Kallestad（CEO、2019 年就任）

所有者：非公開

＜企業概要＞

同社は、1994 年にノルウェーのオフショア産業の中心地スタバンゲルに、バラスト水処理システムの開発を目的として設立された専門メーカーである。

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

OptiMarin は、ノルウェー以外にもオランダ、ブルガリア、シンガポール、日本、中国、米国に営業拠点を持つ。サービス拠点は米国、ブラジル、英国、ノルウェー、ドイツ、スペイン、オランダ、ルーマニア、UAE、中国、日本、韓国、シンガポール、台湾にあり、今後も代理店契約により販売・サービス網を拡大してゆく計画である。現在、米国 Goltens、ドイツ Zeppelin Power Systems、英国 Newport Shipping 等の提携エンジニアリング企業が独占的に OBS 設置を担当している。トレーニングセンターは、ノルウェー、ムンバイ、マニラに置いている。

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。

2023 年 2 月現在の OBS の販売実績は 2,000 基近くに上る。

＜製品＞

同社のバラスト水処理システム「Optimarin Ballast System」（OBS）は、前処理として分離フィルターにより一定のサイズを超える固体を除去し、その後、UV 照射による海洋有機物、ウイルス、バクテリアの不活性化を行うことによりバラスト水の処理を行うものであり、化学物質は使用されない。バラスト水は取水・排水時に処理され、二重の効き目があるように設計されている。

同社は、主な利点として、60,000DWT までの船舶を対象とした毎時 7000 ㎥の処理能力、及び既存・新造船へ双方への搭載を挙げている。主な対象船種は、オフショアサービス船（OSV)、ばら積み船、RORO 船、コンテナ船等である。

システム設置に関しても、標準化された機材により、分離フィルターは垂直・水平どちらにも設置できるようになっており柔軟に対応できる。ある種の船舶へのレトロフィットには、甲板上

などでの搭載を容易にするため、ブースターポンプ含めたコンテナ形状で納入することも可能である。また通常のバラスト水システムとの圧力損失を抑えた一体化、騒音の少なさ、軽量及び可動部位の最小化によるシンプルで信頼性の高い設計も利点として強調している。

同社は、処理能力 500 ㎥／時の機種の場合、設置コストは 70,000 ユーロ～、設置工事所要日数は 4～8 日としている。設置はエンジニアリング企業 Goltens、Zeppelin Power Systems などが協力している。引渡し所要日数は30日前後、ときには10日以内に可能な場合もある。業界平均は3か月である。

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

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

＜型式承認＞

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

2016 年 12 月 2 日、同社のバラスト水処理装置は、世界で初めて米国沿岸警備隊（USCG）の正式型式承認を取得し、2020 年には型式承認が更新された。Optimarin の OBS は、Filtrex または Boll の 2 種類のフィルターからの選択が可能な、USCG 認証を持つ唯一のシステムである。

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

＜販売実績・業績＞

2009 年の型式承認取得以来、OBS への需要は急増しており、販売実績は既に 2018 年 10 月時点の 650 基（2017 年：320 基）から、2020 年には 1,000 基を超えた。40%は既存船へのレトロフィットである。2023 年 2 月現在、受注実績は 2,000 基に近づいている。

近年の大型受注としては、2019 年、シンガポール Asiatic Lloyd Shipmanagement LLP のコンテナ船隊向けに 30 基を一括受注した。その他の主な顧客としては、Royal Caribbean International、Hapag-Lloyd、Fednav、GulfMark、Matson Navigation、McDermott、デンマーク海軍、MOL、Seatruck、Technip などがある。

OptiMarin は財務情報の詳細を公表していないが、2017 年には初めて利益を計上し、利益（EBITDA）成長率は、2019 年は 28%、2020 年は 20%としている。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、新規受注は 282 基、売上は約 3 億ノルウェー・クローネ（3,300 万ドル）、利益率（EBITDA）は 10%であった。システム、サービス両方の売上は倍増し、新規受注と利益も大幅に増加した。2020 年の新規受注は 296 基であった。

さらに、2022 年 2 月 15 日のプレスリリースでは、サプライチェーンの問題や電気部品のコスト上昇にもかかわらず、2021 年の売上も前年比 20%増の 3 億ノルウェー・クローネ（3,400 万ドル）を記録したと述べている。同時に新規顧客も 20%増加し、サービス収入も 20%増加した。特に欧州市場が好調であった。納入実績は 1,000 基を超えている。

これまで同社の製品は小型船向けの受注が多かったが、2024 年 9 月の IMO バラスト水管理条約のバラスト水処理装置の搭載期日が近づき、造船所のスケジュールはさらにタイトになっている。また、他の環境機器のレトロフィット需要も多いため、モジュール型で設置が容易な同社システムは大型船向けの需要が増えていると同社 CEO は述べている。

OptiMarin は、2022 年 3 月時点で、2024 年 9 月までにバラスト水処理装置のレトロフィットが必要な 62,000 隻のうち約半数に相当する 30,000 隻前後が未だにレトロフィットを完了していないと推定している。同社は英国 Newport Shipping とその 15 提携造船所とレトロフィットに関する契約を結んでいる。

2－5　航海機器及びレーダー

Inmarsat（英国）

業務内容・製品：
海洋ブロードバンド音声・データ通信サービス、海洋 ISDN 音声・FAX サービス、海洋パケット通信音声・FAX サービス、海洋衛星携帯電話サービス、海洋救難通信サービス、船員向け一般通信サービス等の衛星移動体通信サービスの提供

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

Tel: +44 (0)20 7728 1000
http://www.inmarsat.com

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

親会社：Connect Bidco Limited（2021 年 11 月 8 日より、米国 Viasat が買収手続き中、EU 規制当局が 2023 年 2 月 13 日までに決定）

＜企業概要＞

Inmarsat は、1979 年、船舶に救難用の通信手段を提供するために国際海事機関（IMO）により、国際海事衛星機構（INMARSAT：International Maritime Satellite Organization）として英国に設立された。1999 年、Inmarsat は国際機関としては初めて民営化され、2005 年にはロンドン証券取引所に上場した。

1982 年には、世界初のグローバル移動体衛星通信サービス（MSS）を開始し、当初は船舶向けの通信サービスであったが、政府機関、石油ガス開発企業、航空会社、メディア等に利用は拡大していった。現在では 14 基の通信衛星を所有・運用する移動体衛星通信の最大手企業で、160,000 隻以上の船舶、17,000 機の航空機が同社のサービスにより接続されている。2024 年までにはさらに 7 基の通信衛星の打ち上げが予定されている。

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

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

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

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

定されていたが、2023 年 1 月末現在、EU 規制当局の許可が下りていない。英国政府は、2022 年 9 月 16 日に買収を承認している。

＜全社業績＞

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

＜舶用部門＞

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

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

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

＜業績＞

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

Inmarsat 舶用部門の業績推移（単位：100 万ドル）

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

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

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

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

＜「Global Xpress」サービス＞

12 億ドルを投資した Inmarsat の「Global Xpress™」（GX）グローバル高速通信サービスは、2013 年 12 月に打ち上げが成功した Ka 波帯を使用した米国 Boeing 建造の新世代衛星の第一号機「I-5 F1」（GX1）により、2014 年 7 月に米国政府顧客及び一部エンドユーザー向けのサービスを開始した。「I-5 F1」は、欧州、中東、アフリカ、アジアをカバーしている。続いて南北アメリカと大西洋をカバーする第二号機衛星「I-5 F2」（GX2）も、2015 年 2 月に打ち上げが成功した。第三号機「I-5 F3」（GX3）の打ち上げも 2015 年 8 月に成功、2017 年 6 月には第四号機「I-5 F4」（GX4）、2019 年 11 月には GX1～4 号機を合わせたよりもさらにパワフルな第五号機 GX5 の打ち上げに成功し、2020 年 12 月 10 日にサービスを開始した。

2020 年以降には、Ka 波帯と L 波帯の両方をサポートする初の衛星となる第 6 世代衛星「I-6」シリーズ、続いて GX7、GX8、GX9、GX10A、GX10B も順次打ち上げが計画されている。

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

2016 年 3 月にサービスが開始された船舶向け GX サービスである「Fleet Xpress（FX）」サービスは、2016 年末までに 335 隻、2017 年末までに 2,614 隻、2018 年末までに約 6,200 隻、2019 年 12 月には約 8,000 隻に搭載されている。旧サービスからの移行も進んでおり、2020 年 12 月には 10,000 隻を超え、2021 年 10 月時点では 11,000 隻を超えている。

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

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

世界の VSAT 市場における Inmarsat のシェアは 25%である（2018 年、2016 年：15%）。VSAT 市場は 2018 年の約 25,000 隻から 2023 年末には 50,000 隻に拡大すると予想されている。Inmarsat は商船以外にも、オフショア船、スーパーヨット、漁船などからの受注を見込んでいる。

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

＜新製品＞

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

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

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

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

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

2022年9月には、グローバル海運の安全性を向上させる新「Fleet Saety」を発表した。100,000基以上の海運ユーザーを持つGMDSSのバックボーンである「Inmarsat C」の後継サービスとなる。続いて11月には、「Fleet Safety」を含むスタンドアローンの次世代ターミナルを発表した。

Kongsberg Maritime（ノルウェー）

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

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

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

経営者：GEIR HÅØY（President & CEO、Kongsberg Gruppen）、Lisa Edvardsen Haugan（Executive Vice President, KONGSBERG. President Kongsberg Maritime、2022 年 11 月就任）

親会社：Kongsberg Gruppen ASA（ノルウェー貿易産業漁業省が 50.00％を保有）

＜企業概要＞

Kongsberg Maritime は、ノルウェーKongsberg を本拠とする国際的な知識集約型テクノロジー企業 Kongsberg Gruppen の海事部門の子会社である。

2014 年に創立 200 年を迎えた Kongsberg Gruppen は、1814 年 3 月、Poul Steenstrup が Kongsberg に設立した武器工場 Kongsberg Våpenfabrikk に端を発し、当初は同年 5 月に独立を果たしたノルウェーの軍隊にライフルを供給していた。第一次大戦後の 1918 年には民間市場に進出したが、第二次世界大戦前には再び軍需企業となった。大戦中のドイツによる接収を経て、戦後はノルウェー国営企業となり、近代化が開始された。1987 年には、軍事部門以外の部門の民営化が開始され、1995 年に現在の社名「Kongsberg Gruppen ASA」となった。

現在、Kongsberg Gruppen の二大事業部門は、舶用システム部門 Kongsberg Maritime（KM）及び軍事・航空部門 Kongsberg Defence & Aerospace（KDA）で、他にデジタル部門 Kongsberg Digital（KDI）、Kongsberg Renewables Technologies（KRT）がある。自動運航技術、舶用シミュレーター、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。

2022 年のグループ全体の新規受注は前年の記録を更新した 451 億 5,000 万 NOK（ノルウェー・クローネ）（前年：420 億 NOK）、売上は前年比 15.9％増の 318 億 NOK（前年： 274 億 NOK）であった。2022 年末時点の受注残は同社史上最高の 630 億 NOK（前年：495 億 3,500 万 NOK）である。グループの総従業員数は 12,187 人（2021 年：11,122 人）である。

Kongsberg Gruppen の 100％子会社である Kongsberg Maritime は、1997 年、Kongsberg Gruppen 内の舶用企業、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、世界最大級の舶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.の民間舶用部門 Rolls-Royce Commercial Marine（RRCM）の買収を完了し、RRCM は Kongsberg Maritime に統合された。

Kongsberg Maritime の従業員数は、3,794 人（2018 年末）から 7,212 人（2019 年末）へと急増したが、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 年期に 485 人削減）により 6,815 人に減少した。その後ビジネスの成長とともに従業員数は再び増加しており、2022 年末時点では 7,114 人である。

Kongsberg Maritime は、ノルウェー、英国、ドイツ、米国、カナダ、中国に 13 か所の製造拠点、世界 21 カ国に 54 の販売・サービス拠点を展開していたが、Rolls-Royce Commercial Marine の買収により、製造拠点はスウェーデン、フィンランドを加えた 8 か国（ノルウェー、フィンランド、ドイツ、スウェーデン、英国、カナダ、米国、中国）に 22 か所、拠点数は 34 か国に 117 か所へと倍増した。

Kongsberg Maritime の製品は 17,000 隻、Rolls-Royce の製品は 30,000 隻に搭載されている。合併により、Kongsberg Maritime は最も幅広い製品・サービス群と知識ベースを持つ世界最大手の舶用技術企業となった。

尚、2022 年第 3 四半期には、Kongsberg Maritime 内のセンサー・ロボット部門を分離し、2023 年 1 月 1 日付で独立した事業部門「Sensors & Robotics」とすることが決定された。

＜業績＞

Kongsberg Gruppen が 2023 年 2 月 10 日に発表した 2022 年 1-12 月期年連結決算（速報値）によると、Kongsberg Maritime の 2022 年の新規受注は製品、サービスとも好調で、売上は前年から 15%増加した。洋上風力発電関連、商船、フェリーなどの新造船市場の需要増加が顕著であったが、全てのセグメントで増加した。風力タービン設置船向けの機器システムのパッケージ受注も大きく寄与した。旧 Rolls-Royce Commercial Marine （CM）のビジネス統合によるシナジー効果も表れている。受注残は、前年より 56 億 NOK 増加し、186 億 NOK 超となった。2022 年の業績は、新規受注、受注残とも最高を記録した。

2022 年のアフターサービスからの収入は前年から 30 億 NOK 増の 11 億 NOK で、顧客の EU 及び IMO の規制強化への対応と環境性の高い製品への需要が売上を押し上げた。

注：2019 年の第 2 四半期以降の数字は、4 月に買収が完了した Rolls-Royce Commercial Marine (CM)を含むが、2018 年の業績との比較のために、旧 Kongsberg Maritime（KM）及び旧 Rolls-Royce Commercial Marine（CM）の業績が、下表のようにそれぞれ発表されている。2020 年以降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、舶用サービス

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

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
KM 売上	7,545	8,905	-	-	
CM 売上		7,134	-	-	
売上合計		16,039	16,319	16,507	18,978
KM 営業利益	594	1,091	-	-	
CM 営業利益		369	-	-	
営業利益合計		1,460	1,532	1,977	2,390
受注高	8,884	15,469	15,925	17,936	24,353
年末受注残	5 739	12,095	11,386	13,023	18,641

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。

2022 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 48%（前年：44%）、統合ソリューション 19%（同 21%）、センサー・ロボット 16%（同 15%）、推進・エンジン 12%（同 14%）、システム・甲板機器 5%（同 5%）であった。

＜Rolls-Royce 民間舶用部門の買収＞

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

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

2015 年以来、石油・ガス市場とオフショア市場の低迷により Rolls-Royce 舶用部門の業績は悪化し、Rolls-Royce 全社の利益を圧迫していた。同部門は拠点数を 27 か所から 15 か所に縮小し、従業員も約 30%の削減を行った。一方、同部門は自動化技術、自動運航船技術では市場リーダーのひとつで、多くの共同研究開発プロジェクトに参加している。

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

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

Kongsberg の狙いは、グローバル化する海事産業においてさらにトータルな舶用企業となって自社及びノルウェーの海事クラスターの競争力を高め、またスケールメリットを活用することである。その効果は、既に 2020 年には 9 億 NOK、2021 年には 11 億 NOK 規模のクロスセールス（既存顧客からの別製品の追加受注）として表れている。うち、5 億 NOK は洋上風力発電プロジェクト関連であった。

尚、Rolls-Royce 民間舶用部門の買収に伴い、2019 年から Kongberg は Bergen エンジンの独占販売契約を持つこととなったが、Langley Holdings plc による Bergen の買収後、2022 年 6 月末に 5 年間の同契約は破棄された。

＜新規受注＞

2022 年の Kongsberg Maritime の特筆すべき受注例は、以下の通りである。

- Ocean Infinity 向けに水深 3,000m までの探査が可能な Hugin AUV（Autonomous Underwater Vehicle）6 隻を追加受注。

- Shell から LNG 船 45 隻への JAWS (Just Add Water System)ソフトウェア搭載に関する 5 年契約を受注。
- Scandlines のゼロエミッション新造貨物フェリー向けに推進・制御システムをパッケージ受注。
- ノルウェーIntegrated Wind Solutions ASA (IWS)の新造 CSOV2 隻向けに統合機器パッケージを 2,000 万ユーロで受注。
- デンマーク Cadeler の F クラス洋上風力発電ジャッキアップ船向けに総合技術パッケージを受注。11 月にはもう 1 隻（4 隻目）向けの技術とエンジニアリングを追加受注。
- Aker Arctic から SQ2020 コルベット 4 隻向けにプロペラシステムとシャフトラインを受注。
- スコットランド Caledonian Maritime Assets Limited (CMAL)の新造フェリー2 隻向けにスタビライザー「Aquarius 50 Retractable Fin Stabiliser」を受注。
- 第 2 四半期、複数船主向けに総額 4 億 5,000 万 NOK の HUGIN AUV を受注。
- 米国の新 Azimuth Stern Drive (ASD)型タグボート 16 隻向けにスラスター32 基を受注。
- 8 月、ノルウェーOlympic の新造 CSOV 2 隻向けに技術ソリューションとアジマススラスターを 6,400 万 NOK でパッケージ受注。
- 8 月、オランダ Damen Naval が建造するドイツ海軍の F-126 フリゲート 4 隻向けにプロペラとシャフトラインを受注。
- ポーランド Remontowa Shipbuilding SA (RSB)が建造するポーランド海軍の掃海艇 3 隻向けに HUGIN AUV と関連制御システムを受注。
- Holland Shipyards Group が建造するスウェーデン交通局の電動フェリー4 隻向けに電化システムと制御システムを受注。
- 11 月、Pelagic Wind Services がインド Cochin Shipyard で建造する CSOV 2 隻の設計と機器システムを 3 億 NOK でパッケージ受注。
- トルコ Med Marine が建造するタグボート 16 隻向けに牽引ウィンチを受注。

＜新製品・型式承認＞

2022 年に発表された主な新製品は以下の通りである。

- 無人水上船（USV）向けの海底探査用マルチビーム・エコーサウンダー「EM 712 USV」。
- C-Line、P-Line、X-Line の 3 種類の新プロペラシステム。
- 8 月、DOF Subsea AS (DOF)、Sintef、NORCE、Innovation Norway との共同研究開発プロジェクトの成果として、船舶の運航を最適化するインテリジェントでダイナミックな意思決定支援システム「EcoAdvisor™」を発表。
- 11 月、ラダーの操縦性と推進性能を向上させ、軽量化にもつながる「Direct Trunk Support (DTS)」を発表。
- 12 月、小型化した新型格納式アジマススラスター「ULE PM」シリーズを発表。

9 月には、リアルタイムでエンジンとシャフトの出力を計算するソフトウェア「EPL/ShaPoLi (engine power limitation /shaft power limitation)」が、DNV から業界初の型式承認を取得した。環境性を重視する船主が、エンジの出力を制限することができる。

＜研究開発＞

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

①統合ソリューション
船舶の制御機能（DP）とエネルギーディストリビューションを統合し、船舶のパフォーマンスを調整する「トライアングル」コンセプトにより、船舶のパフォーマンスを最適化する。

②デジタル化
数千個のセンサーからのデータを用いた Kongsberg Maritime の「情報管理システム」は既に 100 隻以上の LNG 船に搭載されている。また、2019 年にはデータインフラソリューション「Vessel Insight」を市場化した。（船用デジタル技術は、デジタル部門 Kongsberg Digital が担当）

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

④自動運航船
Kongsberg Maritime は、世界初の自律型ゼロ排出電気コンテナ船となる「Yara Birkeland」の開発プロジェクトをはじめとする自動運航船に関す 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。
2021 年 11 月には、Kongsberg と世界最大の肥料メーカーYara がノルウェー政府機関 Enova の 1 億 3,350 万 NOK の支援により共同開発した世界初の自動運航電動コンテナ船「Yara Birkeland」がオスロフィヨルドで試験航海を行った。同船は、年間 40,000 回のトラック輸送の代替となり、CO_2 排出量を 1,000 トン削減する。
さらに、水素エネルギーの舶用利用も Kongsberg の研究開発課題のひとつである。2021 年 12 月、2013 年から実施されている EU の「HySeas」プロジェクトの一環として、Kongberg Maritime は、水素を船舶推進用のエネルギーキャリアとして使用するシステムの実証試験を行った。同システムは、英国スコットランドのオークニー諸島に就航する CMAL の水素駆動旅客フェリーに搭載される予定である。同船の水素燃料は、港湾の風力発電により製造される。
2022 年には、ドイツの物流企業 DB Schenker、家具メーカーEkornes、船舶設計企業 Naval Dynamics、KONGSBERG、Massterly は、ノルウェー沿岸に革新的な自動運航電動コンテナフィーダーを就航させる共同プロジェクトを開始した。同船は、Naval Dynamics が KONGSBERG と Massterly の協力により設計した「NDS AutoBarge 250」船型を基礎とする。

＜提携＞
2019 年 10 月には、ドイツ MAN Energy Solutions と舶用共通データインフラの構築における協力に合意した。MAN Energy Solutions のデータプラットフォーム「MAN CEON」のデータ収

集・送信に、Kongsberg Digital が 2019 年 6 月に発表したデータインフラソリューション「Vessel Insight」を利用する可能性を研究する。2020 年には、エッジデータ収集とエンジン性能分析に関する ABB Turbocharging との提携も開始した。

2021 年 8 月、Kongsberg Maritime と日本財団-GEBCO の「Seabed 2030」プロジェクトは、2030 年までに全世界の海底マップを作成するグローバルプロジェクトにおける協力に基本合意した。国連の海底資源のサステナブルな開発目標を支援する。

同 10 月、Kongsberg Maritime とノルウェー Norsepower Oy Ltd.は、Norsepower の風力支援推進システム「Rotor Sail」を Kongsberg が提供する推進システムの製品群に加えることに関する基本合意を締結した。

2022 年には、シンガポール船社 Berge Bulk と、同社が保有する約 80 隻の乾貨物船隊向けの脱炭素化技術を共同開発することに基本合意した。Berge Bulk は、同社船隊を 2025 年までにカーボンニュートラル化し、2030 年にはカーボンフリーとすることを目標としている。

2－6　舶用塗料

AkzoNobel（オランダ）

業務内容・製品：
装飾用塗料、車両用塗料、舶用塗料、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：Gregoire Poux-Guillaume（CEO、2022 年 11 月就任）、Simon Parker（Director、Marine, Protective and Yacht Coatings）

主要株主：米国 Massachusetts Financial Services Co.（3.83%）、米国 Harris Associates LP（3.59%）、米国 Causeway Capital Management LLC（3.49%）など

＜企業概要・業績＞

アムステルダムに本社を置く AkzoNobel は、1994 年にオランダ Akzo が 1646 年からの歴史を持つスウェーデンの化学メーカーNobel Industries を買収して誕生した世界的な化学企業で、2008 年には英国の大手化学メーカーICI（Imperial Chemicals Industries）を買収し、さらに拡大した。現在は塗料ビジネスに専念しており、世界の塗料業界では第 3 位の企業である（2018 年）。

同社は、舶用塗料「International」ブランドを持つ最大手の船舶・重防食用塗料メーカーである 1904 年創業の英 International Paint 社を傘下に持つ。AkzoNobel は 60 以上のブランドを持つが、他のメインブランドとしては、装飾塗料 Dulux、装飾・産業用塗料 Sikkens、粉体塗料 Interpon がある。

AkzoNobel グループ全体では、世界で約 35,200 人（2022 年末、前年末：32,200 人）を雇用し、150 か国以上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）の 2 部門体制である。2018 年までは「Speciality Chemicals」（化学薬品）を含む 3 部門体制であったが、2017 年に AkzoNobel は同部門（従業員数 9,900 人）の売却・分割計画を発表し、同部門は 2018 年 10 月に 58 億ユーロで売却された。（注：「Speciality Chemicals」部門の売却に伴い、2018 年以降の売上の数字は大幅に減少している。）

同社が 2023 年 2 月 8 日に発表した 2022 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、13%増の 108 億 4,600 万ユーロであったが、営業利益は前年比 28%減となった。原材料や輸送コストの上昇と、いくつかの同社の重要市場における新型コロナの影響の長期化に起因する。2022 年 11 月には CEO を含む経営陣を一新し、同社はコスト削減政策を継続する。

AkzoNobel の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
売上	9,256	9,276	8,530	9,587	10,846
営業利益	1,037	1,341	1,442	1,092	789

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

2021 年、同社は塗料企業としては初めて、科学根拠に基づいて設定されたサステナビリティー目標の公式認証を受けた企業となった。同社は、パリ協定の 1.5℃目標を支持し、カーボン排出量を 2030 年までに 2018 年基準から 50%削減することを目標としている。同社はバリューチェーン全体のカーボン排出量の削減を目指し、2022 年には「Paint the Future Collaborative Sustainability Challenge」の一環として、5 件のプロジェクトを開始した。

＜企業買収＞

AkzoNobel は、数々の企業買収・売却を繰り返してきたが、近年の主な企業買収としては、2016 年、ドイツの総合化学メーカーBASF の産業塗料部門を 4 億 2,500 万ユーロで買収した。同部門は英国と南アフリカに製造拠点を持ち、従業員数は約 350 人である。

近年の舶用塗料関連の買収としては、2020 年第 4 四半期、米国の大手ヨット塗料メーカーNew Nautical Coatings の買収が完了した。

2022 年 6 月には、関西ペイントのアフリカ事業部門「Kansai Paint Africa」の買収計画を発表した。同部門は約 2,500 人の従業員を有している。

＜舶用塗料部門＞

業界第 1 位の AkzoNobel の舶用塗料部門（ヨットを含む）は主に英子会社 International Paint 社が担当し、粉体塗料、産業用、車両・航空機及び特殊塗料と共に AkzoNobel の Performance Coatings 部門に含まれている。

2022 年の Performance Coatings 部門全体の売上は、前年比 16%増の 64 億 7,200 万ユーロであった。従業員数は 18,800 人（2018 年末）である。

1881 年創立の英国 International Paint 社は、世界に 16 の製造拠点と 8 の研究開発拠点、60 カ国に 500 か所の販売拠点を展開し、5,500 人（2013 年）を雇用している。舶用技術サービス担当者は 800 人以上である。同社は近年の企業情報を発表していない。

Performance Coatings 部門の売上の約 21.2%（2022 年）を占める AkzoNobel 舶用・保護塗料部門は、保護塗料市場とヨット塗料市場では 1 位、舶用塗料市場では 2 位の市場リーダーである。（2021 年）

AkzoNobel 舶用・保護塗料部門の売上推移（単位：百万ユーロ）

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
売上	1,291	1,306	1,068	1,164	1,374

2022 年の舶用・保護塗料部門の業績は、売上は新型コロナ感染拡大の影響からさらに回復し、前年比 18%増の 13 億 3,74 万ユーロとなった。価格設定の変更と受注量の増加が売上の増加につながった。

＜主力製品・新製品＞

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

PSPC COT）をロイズ船級協会より初取得している。

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

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

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

また、2016 年 9 月に発売された「Intersleek 1000」は、羊毛から抽出した再生可能なバイオ原料を利用した特許技術ラニオン技術を採用した初の防汚塗料である。船舶の燃料消費量と CO_2 排出量を最大 6％削減する。AkzoNobel は環境にやさしいバイオ原料の研究と利用を促進している。

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

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

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

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

2019 年の新製品としては、耐久性の高いヨット用高性能トップコート「Awlgrip HDT (High Definition Technology)」を発売した。

2020 年 12 月には、米国のヨット塗料メーカーNew Nautical Coatings を買収した。同社は北米で人気の高いヨット塗料ブランド「Sea Hawk」を持つ。

2021 年の新製品としては、10 月、最もサステナブルな船体管理パッケージ「Intertrac HullCare」を発表した。「Intertrac HullCare」は、遠隔操作による検査、先進クリーニング技術、ビッグデータモニタリングを統合したソリューションである。同社は、船体の良好な状態を維持する 10 年間スキームを選ぶことにより、最大 34,000 トンの CO_2 削減と、460 万ユーロの燃料費削減を実現することができるとしている。

＜研究開発、パートナーシップ＞

AkzoNobel 全社の過去 5 年間の研究開発投資は、12 億 5,000 万ユーロに上る（2019 年：2 億 5,500 万ユーロ）。全世界の研究拠点で 3,000 人の科学者が研究に従事している。特許数は 2,900 件以上である。主要研究拠点は、英国、米国、中国、スウェーデンにある。

2011 年 6 月に稼働した英国北東部フェリングの舶用塗料研究所は、AkzoNobel 最大級の研究開発拠点で、さらに 2019 年には同拠点を拡大し、研究者 100 人を擁する新研究所を開設した。また、2017 年には、米国ヒューストンの研究拠点を拡張した。

2011 年には、オランダの船舶環境性モニタリング企業 BMT ARGOSS と提携し、舶用塗料の性能改善に関するデータのモニタリングと研究開発を開始した。

2015 年 10 月には、業界初のビッグデータを用いて船主・船社が先進防汚塗料の使用により節約できる燃料消費量と CO_2 排出量を正確に予測するツール「Intertrac Vision」を発表した。

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

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

＜カーボン・クレジット・プログラム＞

2014 年 4 月、AkzoNobel の舶用塗料部門 International とスイスの環境保全機関 The Gold Standard Foundation が共同で開発した「カーボン・クレジット」手法を発表した。船主・船社は、現行の舶用塗料を、バイオサイドを使用しない「Intersleek 1100SR 」等の先進塗料に切り替えることで、環境性を保ちながら船舶の燃費を改善、CO_2 排出量を削減し、それによりクレジット、即ち収入を得るという手法である。2014 年 10 月時点の同プログラムへの参加企業は 2 船社 17 隻であった。

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

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

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

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

＜設備投資＞

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

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

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

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

2019 年には、英国フェリング拠点に 1,300 万ユーロを投資した新研究設備を開設した。舶用及び石油ガス市場向けの製品の開発を行う。

2022 年 3 月には、英国スラウに 1,000 万ユーロを投資したグローバル研究開発拠点を開設した。120 人の専門家が研究に従事する。

Hempel（デンマーク）

業務内容・製品：
舶用・海洋向け塗料、保護塗料、コンテナ用塗料、装飾用塗料、ヨット向け塗料、スーパーヨット向け塗料等の各種塗料及び特殊化学薬品の製造及び販売

本社所在地：
Hempel A/S
Lundtoftegårdsvej 91
2800 Kgs. Lyngby
Denmark

Tel: +45 (0)4593 3800
Fax: +45 (0)4588 5518
hempel@hempel.com
http://www.hempel.com

経営者：Michael Hansen（Group President & CEO of Hempel A/S、2022 年 10 月就任）、Alexander Enström（Executive Vice President of Marine、2021 年 2 月就任）

所有者：Hempel Foundation（1948 年に創業者 J.C. Hempel が自己持ち株で設立した財団で、Hempel Group を 100%所有。個人または企業株主はおらず、配当は全て財団に還元される。同社事業への長期的投資と研究開発の他、社会福祉事業を行っている。）

＜企業概要＞

J.C. Hempel により 1915 年にデンマークに舶用塗料メーカーとして設立された Hempel は、2015 年 7 月に創業 100 周年を迎えた。

Hempel はビジネス成長と市場シェア拡大を目指した投資戦略を進めている。現在、世界 12 か国に 15 の研究開発施設（欧州、中東、アジア、北米）、28 の生産工場（欧州、北米、南米、アジア、中東）、48 の販売拠点、140 以上の在庫貯蔵施設を持つ。2021 年末時点の従業員総数は、6,746 人（2020 年末：6,099 人）である。2021 年のオーストラリア Wattyl 及び英国 Farrow & Ball の買収による従業員数の増加は 1,412 人である。

2017 年末には、デンマーク本社に新研究所の建設計画を発表した。2018 年には、韓国及び中国蘇州市及び煙台市の製造拠点の拡張及び新設計画を発表した。2020 年にはサウジアラビアの新工場が稼働した。中国の新製造拠点は 2021 年と 2022 年に竣工予定である。また、4,000 万ユーロを投資し、全世界の製造施設の近代化、最適化を行っている。2019 年には 700 万ユーロを投資し、デジタル化とアップグレードを進めた。

尚、2022 年 2 月のロシアのウクライナ侵攻を受け、同社は 3 月 1 日にロシアでの全活動を停止し、4 月 1 日にはロシア拠点を閉鎖した。Hempel は 1996 年以来ロシアに拠点を持ち、124 人を雇用していた。

同社は、舶用、風力発電、火力発電、石油・ガス、インフラ設備、産業、コンテナ、ヨット市場向けに塗料を製造・販売している。現在の市場別の事業部門は、Decorative、Marine、Infrastructure、Energy である。

＜「Double Impact」戦略＞

同社は 2020 年からの 5 年間で売上を倍増し、2025 年には 30 億ユーロとするという「Double Impact」戦略を展開している。イノベーションとデジタル化を促進し。選択した市場セグメントとサステナビリティーにおけるリーダーシップを実現する。売上の 50%以上は、Hempel がリーダーシップを持つ市場から創出し（現在は 10%）、売上増加分の 50%は企業買収から創出する。

Hempel は、パリ協定の 1.5°C 目標に連動し、2025 年までに自社オペレーションをカーボンニュートラルとする。また、高効率でサステナブルなソリューションにより、顧客の CO_2 排出量を年間 750 万トン削減することを目標としている。

＜業績＞

Hempel は中間決算を発表しないため、直近の財務情報は同社が 2022 年 3 月 2 日に発表した 2021 年 1-12 月期の年次報告書となる。それによると 2021 年の業績は、新型コロナの長期化と、原材料コストの 40%上昇という前代未聞の状況が大きく影響したにもかかわらず、「Double Impact」戦略のコスト削減策と生産性の向上、企業買収、製品の値上げなどの方策により、売上と営業利益は当初の目標に沿ったものとなった。

Hempel の業績推移（単位：百万ユーロ）

	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
売上	1,378	1,346	1,534	1,541	1,774
営業利益	115	90	92	99	112

2021 年の Hempel の舶用部門の売り上げは、前年比 8.3%増の 4 億 4,600 万ユーロで、グループ売上の約 25%（2020 年：27%）を占めている。

船主にとっては、2023 年に発効する IMO の既存船を対象としたエネルギー効率指標（Energy Efficiency Existing Ship Index ：EEXI）及びカーボン強度指標（CII）のコンプライアンスが急務となっており、船舶のエンジン以外で燃料効率を改善する最も効果的な方法は高性能の船体保護塗料の採用である。この理由と船主のサステナビリティーへのコミットメントから、Hempel 舶用部門の主力製品である高機能防汚塗料「Hempaguard」は、2021 年に過去最高の売上を記録し、2022 年 9 月時点でも売上は前年同期比 82%増となっている。

＜舶用製品＞

Hempel の舶用塗料の主力製品のひとつは、シリコン・ハイドロゲルとバイオサイド拡散抑制を統合した特許技術 ActiGuard®を採用した高機能防汚塗料「HEMPAGUARD」で、現在の製品名は、「Hempaguard X7」である。

同製品は従来の防汚塗料と比較して、船舶の燃料消費量と CO_2 排出量を 6%削減する。2013 年 9 月発売の同製品の採用実績は、2014 年中に 200 隻を超え、2016 年 4 月には 500 隻、2018 年 5 月には 1,000 隻、2020 年 12 月には 2,000 隻を超えた。同社は、「Hempaguard X7」は、26 億ドル分の燃料消費量削減と 2,350 万トンの CO_2 排出量削減に貢献したと述べている。さらに、2022 年 9 月には採用実績が 3,000 隻を超え、2,700 万トンの CO_2 排出量削減と 860 万トンの燃料削減に貢献した。

もうひとつの主力製品は、2009 年に数々の環境賞を受賞した高性能塗料「HEMPASIL X3」である。同塗料はその汚染抑制機能により、船舶の速度を落とさずに、燃料消費量と CO_2 排出量を 4～8%削減させ、また殺生物剤（バイオサイド）を使用していないため、海洋環境を汚染することもない。

また、貨物倉向け高性能純エポキシ樹脂系塗料「HEMPADUR」も主力製品シリーズのひとつで、「HEMPADUR Ultra-Strength 4500」は 2010 年に International Bulk Journal 紙の革新的

技術賞を受賞した。塗料メーカーによる同賞の受賞は初めてである。同塗料は、通常 2～3 年である貨物倉の塗装間隔が 10 年まで延長可能となる高耐性塗料である。

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

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

2015 年 4 月には、速乾性の風力発電タービン塔向け 2 液型プライマー「HEMPADUR 4774D」を発売した。Hempel は、風力発電市場における同社のシェアは 50%以上であるとしている。

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

2017 年 11 月には、船倉用防汚塗料「HEMPADUR Ultra-Strength Fibre 47510」を発売した。ばら積み貨物船の船倉やハッチカバー、ハッチコーミングなどの厳しい条件に耐える防食塗料で、船倉のメンテナンスコストを 40%削減する。

他の主力舶用製品としては、環境性、耐久性を向上させたハイソリッド型防食塗料「Globic」、「Oceanic」、「Olympic」シリーズがある。Globic シリーズは 2002 年の発売以来、10,000 隻以上に採用されている。

＜新製品・サービス＞

2019 年 9 月には、新舶用塗料「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舶用塗料「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。

2021 年には、船体検査とアドバイスのサービスの提供を開始した。Hempel は、船隊全体の燃費を改善し、排出を低減することを目的としたデータ駆動型サービスの提供を進めている。

また、同年には、船体の流体力学性能を向上させ、燃費と排出を削減する革新的な海洋船向けの溶接シームサービス「Seam Flow」を開始した。

＜提携＞

2019 年 10 月、Hempel は、海運の排出量を大幅に削減し、2030 年までに経済的に可能なゼロエミッション船（ZEV）の実用化を目指す産業グループ「Getting to Zero Coalition」に参加した。Hempel は、船体の流体力学効率を向上させる舶用塗料により、排出力削減に貢献する。

2020 年 9 月、Hempel は、長年の協力関係にあるデンマークの風力発電タービンメーカー Vestas と、戦略的提携契約を締結した。2020 年 11 月には、Hempel は「Vestas Sustainability Award 2020」を受賞した。

第 2 編　欧州造船関連技術開発動向

第 1 章　EU 助成共同研究開発プロジェクト

1－a　Computational Tools for Shipbuilding（造船向け計算ツール）

2022 年、欧州造船業の競争力向上を目指した EU 助成プロジェクトへの募集が行われた。「Computational Tools for Shipbuilding」（造船向け計算ツール）と題された同プロジェクトには、「Horizon Europe」プログラムからの予算 700 万ユーロ（720 万ドル）が暫定的に合意されている。

応募締め切りは 4 月 26 日に設定されたが、プロジェクト開始時期などの詳細に関しては確認されていない。

この研究プロジェクトは、欧州造船所のコンピューターシステムのアップデートとさらに高度な計算ツールの必要性を反映したものである。このようなツールは、e 燃料、再生可能エネルギー、電化及びハイブリッド化などの革新的技術を用いた新たな動力システムと設計の開発と統合に不可欠である。競争力のある製造工程と船舶のライフサイクルを通じた船舶の設計変更を支援するためのシステム構築が必要とされている。

同プロジェクトの目標と成果は以下のように予想される。

- 複雑で高付加価値の船舶建造におけるグローバル市場での欧州造船所の競争力の強化。
- 船舶の初期設計工程の促進（人工知能の活用など）。
- 初期設計段階におけるコスト予測（特にグリーン技術導入コスト）の信頼性を高めるバーチャルプロトタイピングの活用。
- サプライチェーン管理への考慮を含めた船舶設計の各段階（概念、機能、製造）の統合。
- 船舶のライフサイクルを通じてコスト効率の高いレトロフィットが可能なモジュラーアーキテクチャーに基づく将来対応型船舶設計の開発。
- サイバー脅威への耐性を持つ造船向け計算ツールとデータ管理システムの開発。
- 新技術の統合を含む造船向け先進計算ツールを駆使することのできる高度スキルを持つ欧州労働力の育成。
- 実証試験により確立された「インダストリー4.0」のデジタル技術を基礎とした設計と製造工程の開発。

1－b　ElectroSAnMBR（Development of a novel, submerged, anaerobic, electrochemical membrane bioreactor for bilge water treatment：ビルジ水処理用の革新的な半没水型嫌気性電気化学メンブレンバイオリアクター）

2022 年 3 月に完了した 2 年間プロジェクト「ElectroSAnMBR（e-SAnMBR)」では、船舶のビルジ水の革新的な処理技術の開発を行った。開発されたシステムは、半没水型嫌気性電気化学メンブレンバイオリアクター（SAnMBR ）内部の電気分解セル 1 基で構成されている。同技術は、メンブレン分離、電気凝固法、遠心分離、科学薬品などの高コストで二次汚染を引き起こす恐れのある既存のビルジ水処理方法よりも効率的な代替技術であるとされている。

「e-SAnMBR」嫌気性バイオリアクターは、両電極を持つ。アノードは微好気状態を発生させ、生物分解の困難な成分を分解する。一方、カソードは水素の発生を助け、微生物が CO_2 をメタンに変換する。また、同プラントは、半没水型マイクロフィルター・メンブレンにより、微生物やその他の有機物を保持する。

「e-SAnMBR」システムは、キプロス工科大学の環境工学実験室において開発、最適化された

後、Ecofuel Cyprus により実証試験が行われた。バイオリアクターの微生物構成は、同大学の環境バイオプロセス実験室で検査が行われた。また、同大学は、素材・ナノ／マイクロ工学実験室で電極の構築を行った。

プロジェクト総予算 158,000 ユーロ（163,000 ドル）は、EU の「Horizon 2020」プログラムから拠出された。

1－c　FLARE（浸水事故レスポンス）

2022 年は、クルーズ船及び ROPAX フェリー（旅客 RORO 船）の安全性に関する 36 か月間のプロジェクト「FLARE」の最終年であった。21 企業・組織が参加した同プロジェクトの目的は、新造船及び既存船の浸水事故に対するリスクベースの手法、即ち「ライブ」浸水リスクアセスメントとコントロールの手法の開発である。EU の「Horizon 2020 プログラム」が、プロジェクト予算 940 万ユーロ（970 万ドル）を全額拠出した。

同プロジェクトでは、リスクの抑制とコントロールのための船舶設計と機器に係る革新的な技術ソリューションの開発を行った。また、旅客船及びフェリーの浸水事故の抑制とコントロールに関する IMO 規制にリスクベースの手法を導入することも、目的のひとつである。

「FLARE」プロジェクトのコーディネーターは、ドイツ BALance Technology Consulting が英国ストラトクライド大学の協力を得て担当した。他の 19 研究パートナーは、欧州の大手造船所、旅客船船主、船級協会、大学、研究機関、ソフトウェア企業などである。

浸水のシミュレーションの基準となるデータは、オランダ海事研究所 MARIN 及びドイツのハンブルク実験水槽 HSVA がモデル実験により提供した。試験には、大型クルーズ船及び ROPAX フェリーの多様なレベルと複雑性を持つ浸水事故のシナリオを用いた。大規模な浸水実験には、典型的なクルーズ船の船内のキャビンの「迷路」、ドアの開き方、接続された廊下などの条件が考慮された。

プロジェクトの初期研究では、既存の動的浸水シミュレーションは、船舶の沈没の予測に関しては効果的であるが、船内への水の侵入の時間的予測と各コンパートメントの浸水レベルの予測に関しては、これまでの様々なシミュレーションツールはそれぞれ異なる結果を出していることが判明した。その後の研究では、複雑性を増しているクルーズ船及びフェリーの複数の浸水シナリオに関する調査を行い、結果を発表した。

1－d　造船所の製造工程と生産量の改善

2022 年、EU 助成プロジェクト「造船所の製造工程と生産量の改善」（Improved Production and Manufacturing Processes in Shipyards）への参加募集が行われた。EU 欧州委員会は、同プロジェクトは欧州の中小造船所への恩恵が最も大きいとしているが、大型造船所の参加も可能である。

欧州委員会は、同プロジェクトには、造船産業からの反応に応じて、EU Horizon プログラムから 400 万～600 万ユーロ（410 万～620 万ドル）の助成金が配分されるとしている。プロジェクトの目的は、独立した研究力とイノベーションのための十分な資金のない欧州の中小造船所の問題の解決である。

プロジェクトの提案は、アジアの造船所との競争激化に対する欧州の懸念を示すものである。欧州造船所は、これまで大型客船などの高度技術を持つ複雑な船舶の建造において優位性を維持してきたが、競合する海外造船所はこのようなニッチ市場への参入を開始している。

欧州委員会の公式声明では、欧州の造船業が競争力を維持するためには絶え間ないイノベーションが必要であり、自動車、航空機、IT などの他産業から学ぶことも多いとしている。また、造船所は、デジタル製造技術、先進ロボット工学、協働ロボット（コボット）、モノのインターネット（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、スキルの開発などの最新技術を有効に活用するべきであると述べている。

1－e　RESURGAM（Robotic survey, repair and agile manufacture：ロボット検査、修繕、柔軟な製造）

2022 年、EU 助成プロジェクト「RESURGAM」は、革新的な水中船体修繕ロボットの概念設計を決定した。英国で開発された「RESURGAM」マシンは、船舶をその場で修繕する世界初の水中ロボットであるとされている。これにより、船舶の乾ドック入りの必要がなくなる。

同プロジェクトの技術管理を担当する英国カンブリア地方の Forth Engineering 社の目的は、摩擦攪拌接合（FSW）技術を用いて水中で船体修理を行う特殊ロボットの開発である。これにより、世界どこでも遠隔操作で修繕を行うことができ、時間とコストの節約につながる。また、同ソリューションは、多くの場合危険な状況で作業を行う専門の潜水士の必要をなくす。

水中作業という課題に加え、克服すべき課題は、①船体にポータブルロボット機器を取り付ける方法、②溶接工程の開始に必要な力の確保、③垂直面での溶接作業、であった。

Forth Engineering の解決策は、円形の軌道フレームで溶接ヘッドを支え、R1000 電磁石 4 基を用いてフレーム全体を船体に取り付けるという方法である。各電磁石は、7.5 トンの力を発生させ、溶接ヘッドが溶接作業を継続するために Z 軸方向の力を与える。

同社は次期プロジェクトにも参加し、同ロボットの設計改良を行う。設計概念は、英国の 22.5×10m の試験池で試験が行われる。

欧州委員会は、RESURGAM プロジェクトの総予算 620 万ユーロ（640 万ドル）のうち、500 万ユーロ（510 万ドル）を、Horizon 2020 プログラムから助成している。13 企業・組織が参加するこの 3 年間プロジェクトは、2024 年 1 月 31 日に完了予定である。Forth Engineering 以外の英国からの参加企業・組織は、溶接技術組織 The Welding Institute（TWI）、研究・製品開発企業 Element Six、ランカスター大学内の研究センターJoining 4.0 Innovation Centre である。他国からの参加は、トルコ造船工業会、デルフト工科大学、フランスの機器メーカーStirweld である。プロジェクト管理は、欧州溶接連盟が担当する。

RESURGAM プロジェクトの目標は、FSW 技術を新ツールとともに、スチール溶接システムに統合し、造船所の既存計算機数値制御（CNC）機器と水中溶接修理を行う AI 駆動ロボットシステムにレトロフィットすることである。

FSW 技術は、1991 年にケンブリッジの The Welding Institute（TWI）が開発した技術で、Forth Engineering はパイプラインの修理・メンテナンス用 FSW ロボット型クローラー開発のパイオニアである。

1－f　SafePASS（Next generation of life-saving appliances and systems for safe and swift evacuation operations on high-capacity passenger ships in extreme scenarios and conditions：極限状況とシナリオにおける大型客船の迅速な避難活動のための次世代救命設備とシステム）

2022 年末、今日の超大型客船の避難手法の課題に焦点を当てた 40 か月プロジェクト「SafePASS」が終了した。EU が Horizon 2020 プログラムから予算全額を拠出した同プロジェクトには 15 の企業・組織が参加し、その目的は、船舶からの避難を、「スマート」でさらに迅速で安全なものとすることであった。

SafePASS プロジェクトは、避難手順、避難システムと機器を根本的に見直し、革新的で統合されたシステム及びソリューションを開発することにより、あらゆる環境における客船の安全性基準を高めることを目的とした。これらのシステムは旅客と乗員の監視を行い、最適な避難経路と直観的に容易に使用できる先進的な救命設備に誘導する。

プロジェクト参加企業のひとつは、英国のサバイバル技術専門企業 Survitec である。15 の参加企業・組織には、機器・システムメーカーに加え、大手造船所 Chantiers de l'Atlantique、クルーズ船社 Royal Caribbean Cruises、複数の船主協会と大学が含まれる。プロジェクト予算 830 万ユーロ（860 万ドル）は、EU が全額負担している。プロジェクトコーディネーターは国立アテネ工

科大学で、同大学には 120 万ユーロ（120 万ドル）が配分された。
プロジェクトでは、SafePASS のプロトタイプの実証実験が、救命装置メーカーの実験室と試験水槽に加え、実際のクルーズ船上で行われる予定である。

1－g　STEERER（Structuring towards zero-emission waterborne transport：ゼロエミッションの水上輸送の構築）

2022 年半ば、欧州造船業が主導した「STEERER」プロジェクトが完了した。プロジェクトの目的は、水上輸送のゼロエミッション化を達成するための研究課題を見極め、提案することであった。プロジェクト予算 150 万ユーロ（160 万ドル）は、EU が Horizon 2020 プログラムを通じて 100%拠出した。プロジェクト結果は 2022 年末に発表される。プロジェクトコーディネーターは、欧州造船舶用工業会 SEA Europe が担当した。
2022 年 11 月現在、既に発表されている報告書は以下の 2 件である。

① 「水上輸送の脱炭素化の現状」:「技術導入地図」として、多くのセクターが使用中または使用を計画している「グリーン」技術の詳細リスト。
② 「第一回諮問期間の結果：変革のトレンドと推進力」：プロジェクトに参加している 2 諮問機関のひとつ Green Shipping Expert Group が特定した、水上輸送の発展に影響する主なトレンドと推進力となる要素のプレゼンテーション。

STEERER プロジェクトの最も重要な役割は、主要な全船種とサービス向けのゼロエミッションソリューションを提供、実証する欧州ゼロエミッション水上輸送（European Zero Emission Waterborne Transport：ZEWT）パートナーシップへの支援である。STEERER プロジェクトでは、2025 年、2030 年、2050 年の排出目標と脱炭素化シナリオの研究を行った。

第２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

2－a　CETO（CO_2 efficient transport via ocean：CO_2効率の高い海上輸送）

2022 年初頭、船舶による CO_2 の輸送向けの低圧ソリューションの開発に関する共同産業プロジェクト（JIP）「CETO」が開始された。2023 年中に完了する同プロジェクトは、DNV とエネルギー企業 Equinor、Shell、TotalEnergies、Gassco の共同プロジェクトで、ノルウェー政府機関 Gassnova がノルウェーの CLIMIT プログラムを通じて助成を行っている。

現在、CO_2 の海上輸送の大部分は小規模で、中圧（28℃で 15 バール）で行われており、将来的なカーボン回収・貯蔵（CCS）の増加に対応するスケールアップの可能性は限られている。

CO_2 を工業規模で安全で効率的に輸送するためには、低圧輸送ソリューション（－49℃で約 7 バール）が可能性として考えられる。低圧輸送では、各段に大きいタンク容積、貨物容積が可能となるため、輸送コストが低減する。しかしながら、海運業界ではこのような条件での CO_2 輸送の事例はほとんどない。

そのため、CETO プロジェクトでは、以下の課題の研究を行い、ノウハウと知識の蓄積を行う。

- 低圧タンクと貨物取扱システムを搭載した液化 CO_2 運搬船の設計。
- 材料の選択と試験。
- 貨物取扱に関する中規模の試験とシミュレーション。
- 貨物の状態調整と液化。
- 液化 CO_2 の挙動の低圧での海上試験。

2－b　造船所の溶接検査のデジタル化

2022 年 9 月、ドイツに本拠を置く Waygate Technologies は、造船所の溶接作業向けのデジタルソリューションに関し、イタリア船級協会 RINA との提携に合意した。

Waygate と RINA Consulting は、溶接検査をデジタル化し、明確な行動につながるデータ分析を提供するためのするため新たなソリューションを共同開発する。これにより、造船所検査官は、溶接後直ちに欠陥を発見することができる。このような迅速な行動は、将来的な作業遅延と溶接の欠陥箇所の修理ややり直しに伴うコストを削減または完全に排除する。

また、新ソリューションにより、造船所は収集された検査データから統計を作成し、造船工程の重要なポイントを特定することができる。このような予防的及び修正的行動の実行により、作業の流れが最適化され、溶接の欠陥は減少、溶接部の品質は向上する。

RINA との共同プロジェクトで、Waygate Technologies は、同社の非破壊検査（NDT）のノウハウと同社の統合ソフトソフトウェアエコシステム「InspectionWorks」のデジタル機能を活用する。この機能は、人工知能（AI）とマシンラーニング技術を用いて溶接の欠陥を発見する。Waygate は、米国グループ Baker Hughes のデジタルソリューション事業である。

2－c　GREEN TANKERS towards 2050（2050 年目標に向けたグリーンタンカー）

2022 年、ノルウェーと韓国の共同プロジェクト「2050 年目標に向けたグリーンタンカー」の第二フェイズが実施された。

2019 年には、DNV と HHI Group（現代尾浦造船：HMD 及び現代グローバルサービス：HGS）が、VLCC と中距離（MR）タンカーの低カーボン化、ゼロカーボン化を目指した同プロジェクトの第一フェイズを開始した。2002 年に実施された第二フェイズでは、50,000DWT 型 MR タンカーが 2 つの目標、即ち①IMO と EU による船舶のライフサイクルを通じた温室効果ガス規制、②2050 年までの完全脱炭素化、を達成するための道筋の設定に関する可能なオプションの研究を行った。

HMD は、同造船所の最新の 50,000DWT 型タンカーは、エネルギー効率設計指標（EEDI）の基準値から 50%低い数値を実現することが可能であることを実証した。それに影響する要素は、LNG 二元燃料動力と風力支援推進システムである。HMD は、同船型は、2040 年までの CII（カーボン強度指標）C グレードを超えることができるとしている。

HGS は、CO_2 削減へのレトロフィットソリューションを提案し、デジタル技術の導入が運転効率を向上させることを実証した。DNV は、同社の「FuelPath」モデルを用い、異なる燃料戦略と関連コストの経済的フィジビリティーの評価を行った。超低硫黄分燃料油の利用により、2040 年初頭までの IMO 規制を満たすことができるが、さらなる規制の厳格化に対応するためには、他のソリューション（LNG、メタノール、風力支援など）が必要となる。

2－d　TrAM（Transport—advanced and modular：先進的なモジュール型の輸送）

2022 年、ノルウェーの「TrAM」プロジェクトの技術実証船であるアルミニウム製の完全電動旅客フェリーが完成した。同船の外寸は 31×9m、旅客定員は 150 人で、充電能力 2.3MW の 1.5MWh 型バッテリーが、550kW の電気推進モーター2 基を駆動する。

TrAM プロジェクトは、ゼロエミッション技術とフェリーの建造手法の両面において画期的であると考えられている。同船は、バッテリーからの電力のみを使用し、速力 23 ノットで 1 時間の航行が可能である。充電は、港に停泊時に陸上から行われる。

船体と上部構造の両方は、アルミニウムで製造される。全てのプレート、押し出し加工品、摩擦攪拌溶接（FSW）パネルがモジュラー製造に適した船型となっている。モジュラー手法により、効率は大幅に向上する。プロジェクトの目標は、製造コストの 25%削減とエンジニアリング所要時間の 70%削減である。

製造工程の大きな変化によるコストと時間の節約は、電気駆動の高速船を製造コスト及び購入コストの面で競争力のあるものとするために不可欠である。同フェリーは、軽量船建造に実績のあるノルウェー造船所 Fjellstrand が設計と建造を担当し、アルミニウムは Hydro Extrusion Norway が供給した。モジュラー概念は、航空機産業、自動車産業で採用されている手法を、造船用に適応したものである。同フェリーは、ノルウェー西部スタバンゲルの複数の乗り場に寄港する通勤ルートにおける定期運航中に、技術実証試験が行われる。

TrAM プロジェクトでは、さらに 2 隻の同船型の建造を計画している。1 隻はロンドン中央部を運航する Thames Clippers の河川旅客輸送サービス向け、もう 1 隻はベルギーの内陸水路で運航される。

EU 助成プロジェクトである同プロジェクトは、ノルウェーの海事クラスター組織 NCE Maritime CleanTech が提唱したもので、ノルウェーその他の欧州諸国から 13 企業・組織が参加している。プロジェクト総予算 1,470 万ユーロ（1,520 万ドル）のうち、EU が Horizon 2020 プログラムを通じて 1,170 万ユーロ（1,210 万ドル）を拠出している。これに加え、ノルウェーのローガラン地方政府が、民間輸送向けの 1 番船のプロトタイプ製造のために、6,800 万ノルウェー・クローネ（667 万ドル）の補助を行っている。また、ノルウェーリサーチカウンシルも補助金を拠出していると考えらえている。

2－e　WILLIWAW

フランスの舶用風力コンサルタント Zephyr & Boree、オランダのエンジニアリングコンサルタント Blue Wasp Marine、オランダ企業 Groot Ship Design の 3 社は、風力とメタノール燃料を用いた 600TEU 型コンテナ船の開発プロジェクト「WILLIWAW*」を提案している。同プロジェクトは、同サイズの既存コンテナ船と比較して CO_2 排出量が最低 50%削減されたコンテナ船の実現を目的としている。

フランスを本拠とする貨物荷主協会 AUTF は、2022 年 2 月に、WILLIWAW 船の設計の入札募集を開始した。Groot Ship Design の船型提案は、2022 年の上半期に準備された。2022 年 7 月末、

Zephyr & Boree は、同 WILLIWAW 船型をベースとしたコンテナサービスの契約を落札した。近い将来には、同船型のコンテナ船の建造所と建造隻数が決定される。AUTF 会員企業の現在のニーズは、10 隻程度と見積もられている。

同船型は、船首部に設置された上部構造と、甲板上に設置された大面積のウィングセイル 6 基（2 基ずつのペア）が特徴である。船体設計は、風力の挙動を改善するために最適化されている。ウィングセイルに加え、同船にはメタノール駆動の推進システムが搭載される。

*Williwaw とは、山に近い海岸線から海に向かって吹き下ろす突風である。

第 3 章　欧州各国の造船研究開発プロジェクト

3－a　ALSO4（Automated Laser Scanner Operations：自動レーザースキャナー操作）

イタリア Fincantieri は、造船工程における船体ブロックとセクションの 3D 管理を行うレーザースキャナー技術に基づいた光電子工学制御システムの研究開発に関するイタリアの共同プロジェクト「ALSO4」に参加している。光電子工学（オプトエレクトロニクス）とは、光を発見、検出、制御する電子機器・システムのアプリケーションと技術である。同プロジェクトは、イタリアのフリウリ・ベネチア・ジュリア州が財政支援を行っている。Fincantieri の研究パートナーは、トリエステ大学、ウディネ大学、トリエステの企業 MarineLAB 及び Studio Zerouno である。

レーザー技術の利用により、手作業への依存が軽減し、データの検査と処理に費やされる時間が短縮され、また設計・製造工程が最適化され、修理の必要性も低下すると考えられている。船体の年間コスト削減率は 1.25%と予想され、同時に製品の品質は向上する。「ALSO4」プロジェクトは 2020 年に開始され、2023 年中の完了が予定されている。

3－b　Digitisation of cold-plastic forming through continuous quality control（連続的品質管理によるプラスティック冷間加工のデジタル化）

2022 年 8 月、ドイツ連邦政府の経済気候保護省は、造船技術の向上を目指す野心的な研究開発プロジェクトに対し、130 万ユーロ（130 万ドル）の支給を決定した。「連続的品質管理によるプラスティック冷間加工のデジタル化」と題されたプロジェクトは、シュトラールズントに本拠を置く Ostseestaal 社がコーディネーターを務める。同社は、鋼板及びその他の金属の 3D 冷間成形のスペシャリストである。プロジェクトパートナーは、MSR Service、ロストック大学、Fraunhofer Institute for Large Structures in Production Engineering（IGP）、Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering（IOF）である。

プロジェクトの目的は、金属板の表面の検査にセンサーを用い、成形過程を 3D フォーマットでデジタル記録し、手作業を減少させることである。

Ostseestaal は、データフローを加速し、その情報を効果的に処理するデジタル手法の開発と試験を行う。これにより、マニュアルの監視と成形プロセスの試験に必要な時間を大幅に短縮することができる。その結果、プレス加工機のダウンタイムは 35%短縮され、材料の加工量は増加する。さらに、3D 冷間加工のデジタル化された製造工程は、ビッグデータ解析により、社内の他の部門の工程最適化にも活用することができる。

3－c　HULL PRODUCTION 4.D（4D 船体製造）

Fincantieri は、船体建造工程の最適化を目的とした公的資金によるプロジェクト「Hull Production 4.D」を実施中である。同プロジェクトでは、イタリア経済開発省がスポンサーとなり、製造工程と品質管理工程を統合し、Fincantieri のグループ造船所と製造拠点全体にできる限り統一された基準と手法を導入する。同プロジェクトの実施期間は 2020～2023 年で、先進的レーザー・ビジョン・システムを開発し、同グループのカステルマーレ・ディ・スタビア造船所（ナポリ）とパレルモ造船所における実証船の建造工程を支援する。

3－d　NEcOLEAP

2022 年、フィンランドの大手造船所 MEYER TURKU は、大規模なフィンランドの研究開発プロジェクト「NEcOLEAP」を開始した。その中期的目標は、気候ニュートラルなクルーズ船を開発し、受注を獲得することで、長期的目標は、カーボンニュートラルな造船の実現である。同プロジェクトのコストは 1 億 6,000 万ユーロ（1 億 5,550 万ドル）と予想され、フィンランド政府が部分的に支援を行う。フィンランド政府の目的は、フィンランドの産業エコシステムと学術的エ

コシステムのコラボレーションを促進することである。

現時点のプロジェクトメンバーは、MEYER TURKU、トゥルク大学、オーボ・アカデミー大学である。総予算 1 億 6,000 万ユーロ（1 億 5,550 万ドル）のうち、政府機関 Business Finland が 2,000 万ユーロ（2,070 万ドル）を MEYER WERFT に助成している。MEYER WERFT は自己資金から 4,000 万ユーロ（4,140 万ドル）を拠出する。残りの約 1 億ユーロ（1 億 350 万ドル）のうち約半分は、他のメンバー及び今後プロジェクトに参加するメンバーがカバーする。Business Finland は、約 5,000 万ユーロを、将来的なメンバーを含めた参加企業及び大学に配分する。

気候ニュートラルな大型船の建造と、「サステナブル」な造船への移行には、企業、研究機関、大学の密接な協力と新たな労働手法が必要である。NEcOLEAP プロジェクトの研究パートナーは、船舶と造船のエネルギー効率、自動化、ロボティクス、催場セキュリティーなどを実現するサステナブルな技術と手法の研究開発を行う。フィンランド政府は、プロジェクト参加メンバーは、今後 EU 欧州員会の産業支援基金「Recovery & Resilience Facility（RRF)」からの助成金を得る資格があると考えている。

NEcOLEAP の主目的は以下の通りである。

- 造船エコシステム内の革新的な研究開発を強化、拡大する。
- 船舶のライフサイクルを通じて「インテリジェント」技術を活用する。
- 顧客の環境責任と社会の気候アクションへの要求に対応するため、ビジネスのグリーン化を進める。
- 2025 年までに気候ニュートラルなクルーズ船の概念を開発する。
- 2030 年までにカーボンニュートラルな造船を実現する。

2022 年 6 月までに、NEcOLEAP 内の 4 件のサブプロジェクトが承認された。これらのプロジェクトは、先進的鋼製建造物、エネルギー消費の最適化、造船の「バーチャル」トレーニング（デジタル技術と新技術の導入)、データに基づく意思決定に関するものである。

プロジェクトの新たな設計概念に基づいた先進的クルーズ船は、10 億ドルの経済価値があり、フィンランドの輸出に貢献すると同時に年間 12,000 人分の直接雇用につながると予想されている。

3－e　SECURENAV1

Fincantieri とジェノヴァ大学の共同プロジェクトである「SECURENAV1」は、製造工程において多層防御（defence-in-depth）戦略とセキュリティー・バイ・デザイン（Security by Design）戦略を統合するためのガイドラインの開発と分析を目的としている。プロジェクトでは、造船サプライチェーン全体のサイバーセキュリティーの水準を向上させるために、セキュリティー・バイ・デザイン手法の導入を目指す。

プロダクトの設計と建造の初期段階で、ICT（情報通信技術）が新造船に統合される以前にこのような手法と対策を導入することにより、サイバーセキュリティーのリスク低減に係るコストを削減することができる。

3－f　Shared Facility（施設共有プロジェクト）

オランダのフローニンゲン海事委員会（Groningen Maritime Board : GMB）は、大規模で総合的な海事クラスターを持つオランダ北部に造船工程のロボット化を促進する施設を開設するためのフィジビリティー研究を開始した。GMB は、フローニンゲン州政府により 2019 年に設立された組織である。

フローニンゲン州は、GMB に 250,000 ユーロ（258,638 ドル）の補助金を支給し、同地方の産業が共同で利用できる施設の設立に関するフィジビリティー研究を委託した。この施設共有プロ

ジェクトでは、参加造船所に供給するマイクロパネルのロボット製造を行う専用プラントの技術的、運用的、経済的な可能性を検証する。

同プロジェクトは、オランダ北部の海事組織の大規模なコラボレーションを促進するいうつかのプロジェクトのひとつである。GMB が提唱する協力体制は、「Green Maritime Coalition」（グリーン海事連合、本報告書 4-g 参照）と呼ばれている。その目的は、オランダ北部を、グローバルな競争力を持つ「グリーン」海運とデジタル造船の中心とすることである。

小型商船と特殊目的船に強い同地方の海事クラスターは、欧州で最も大規模でダイナミックなクラスターではあるが、中国をはじめとする労働力が安価で国家が経済を管理する諸国との競争に直面している。

同プロジェクトの中心的な目的は、技術レベルの向上、効率改善、造船チェーン全体の協力体制の最適化により、激化する国際競争から同地域の海事産業を守ることである。

同プロジェクトは、GMB とパートナーである船舶設計企業 Conoship International。ロッテルダムのコンサルタント企業 Marstrat、オランダ技術協会 FNE が主導し、オランダ北部の数多くの造船所とサプライヤーが協力している。プロジェクトの結果と決定は、2022 年末までに発表される予定である。

プロジェクトのパートナーは、自動化とロボット化は効率向上に不可欠な手段であると考えている。同じ数の労働者で生産量を増加させると同時に、品質を向上させ、契約から納入までの時間を短縮する。また、先進技術への投資は、若い世代を業界に惹きつける力となり得る。オランダの造船所と関連セクターの平均賃金の上昇と、適切な労働力の採用と維持は、解決すべき問題となっている。

一方、統合されたアプローチを必要とするブロック建造のロボット化には、いくつかの課題が存在する。Conoship は、このようなアプローチは、設計段階に対する考え方の変革を必要とするとしている。ひとつの企業のみに適用される工程ではなく、造船チェーン全体の視点から設計にアプローチしなければならない。これは造船チェーン全体にとって、工程の大きな節約となる。同社は、大幅な標準化がカギであるとしている。

ロボット化の促進には、データの有効活用が不可欠である。デジタルツインの導入は、マイクロパネルの製造に関し、切断機の制御のための製造データ、溶接ロボットや協働ロボット（コボット）などの自動化システムのモデルを提供する。次のステップは、人工知能（AI）技術を活用した自己学習型製造工程の構築である。

3－g　WEVA（Hydrogen-electric inland freight vessel：水素電気駆動内陸貨物船）

2022 年 3 月 30 日、オランダ政府は、「グリーン」水素のみで駆動されるオランダ初の内陸貨物船の建造を認可した。2023 年半ばに就航が予定されているこの全長 135m の貨物船は、ロッテルダムからオランダ北部デルフセイルに、内陸水路網経由で塩を輸送する。

同船は、「WEVA」プロジェクトで開発された信頼性の高い水素電気駆動系を搭載する。このような動力システムと水素燃料を使用する船舶の開発コストと建造コストは、従来型駆動船の倍に跳ね上がった。オランダインフラ水管理省は、追加コストに対して 400 万ユーロ（410 万ドル）の補助金を拠出した。

WEVA プロジェクトには、ロッテルダムを本拠とする NPRC（欧州最大の共同内陸貨物船運航企業）、NPRC メンバーの船社 Lenten Scheepvaart、造船所 Concordia Damen、燃料電池メーカーNedstack、荷主 Nobian、エネルギーコンサルタント企業 HyEnergy TransStore が参加している。

第 4 章　欧州各国の造船工業及び造船技術の動向

4－a　概況

欧州の造船・舶用技術産業は、約 100 万人（直接及び間接雇用）を雇用し、総生産額は約 1,280 億ユーロ（1,324 億ドル）にのぼる。経済的な恩恵の他、同セクターは欧州の防衛と海事産業に戦略的な重要性を持つ。コロナ禍での欧州造船所への新規受注の 90%減少（トン数（CGT）ベース)、及び複雑な船種に特化した欧州造船所の数少ないニッチ市場への依存は、深刻な問題となっている。

欧州の民間造船所のクルーズ船、メガヨットなど旅行・レジャーセクター向けの船舶建造は、CGT（標準貨物船換算トン数）ベースで総生産量の 80～89%を占めているとされている。この依存の高さは、特に中国が大型旅客船の国際市場に進出し始めていることから、リスクとして認識されている。

新型コロナパンデミック以前には、毎年 20～25 隻の大小の新造クルーズ船が発注されていた。しかしながら、過去 2 年間には僅か数隻の新規受注があったのみで、今後 2～3 年間の発注も低いレベルに留まると予測されている。18 か月間収入が途絶えたクルーズ船社の赤字は急増し、現在の新規投資にネガティブな影響を与えている。

このような状況で、欧州の造船業にとっては、船舶のアップグレードやレトロフィット、「グリーン」技術、洋上再生可能エネルギーセクター向けの船舶と機器の製造などの分野への多角化と投資が急務となっている。

欧州造船所の受注残は、新造クルーズ船の引渡し延長とリスケジュールにより、中期的には確保されている。これは造船所と船主の合意に基づいたものであるが、政府が保証する輸出信用保証を含む新造船ファインナンスの緩和により可能になっている。このような措置は、契約のキャンセルを防ぐ効果はあるが、受注残の引き延ばすことにより、造船所の年間建造量と収入の減少につながる。

一方、新型コロナの影響による中国と韓国の新規受注の減少幅は比較的少なく（中国−16%、韓国−18%)、回復も早かった。迅速な回復は、少なくとも部分的には「巨額の公的刺激策」によるものであると、欧州造船工業会 SEA Europe と欧州労働組合 industriAll は述べている。これらの刺激策は、既に実施されている政府の支援策と相まって、競合状況を大きく歪めており、欧州はその犠牲となっている。さらに、このような政策の新造船価格と契約条件への影響は大きく、欧州船主は「グリーン」な新造船を含め、欧州ではなくアジアに発注する事例が増えている。

SEA Europe は、次のように述べている。「残念ながら、欧州の造船業は同様の支援を受けておらず、不利な競合状況にある。もうひとつの問題は、欧州の造船所は、補助金相殺関税やアンチダンピング関税などの貿易保護措置の恩恵も受けていないことである。この理由は、船舶は EU 関税局の領域に輸入されていないからである。」

SEA Europe と industriAll は共同で、以下のような措置を求めている。

- EU は、グローバル市場における平等性を保つため、欧州海事技術産業向けの特別な戦略を打ち出すべきである。
- 欧州の政策決定者は、以下の分野における国内需要を喚起する政策を緊急に打ち出すべきである。①革新的なゼロエミッション船（船隊リニューアル振興策など)、②既存船の技術アップグレードまたはレトロフィット、③「グリーン」な船舶と関連技術。
- EU は、研究開発投資への財政的支援を増加させるべきである。特に「グリーン」な技術と船舶の研究開発に焦点を当て、また、EU の「Pact for Skills」政策に則したデジタル技術、グリーン技術に対応する労働力のリスキリング及びアップスキリングへの資金を提供する。

4－b　デンマーク

コペンハーゲンに本社を置く Scandlines がトルコ造船所に発注した短距離 ROPAX フェリーは、船舶のライフサイクルを通じた環境負荷を示すデジタルツインモデルを持つ初の船舶となる。この「気候ツイン」は、デンマークの技術スタートアップ企業 ReFlow が、最新のライフサイクル評価（LCA）技術を用いて開発した技術である。

ReFlow は、船舶の建造から長い年月の後の最期までの詳細なライフサイクルモデルを作成する。このモデルは、同フェリーのデンマーク - ドイツ間の定期航海中の環境負荷を実証するだけではなく、新造船建造段階におけるツールともなる。デジタル気候ツインにより、Scandlines は、新たなグリーン技術と多様なオプションの利用に関するシミュレーションを行うことができる。従って、投資を行う前に機器・システムを選ぶことができる。

トルコの Cemre Shipyard に発注された 14,000GT 型フェリーは、2024 年上半期の竣工が予定されている。

ReFlow のデジタルソリューションの導入により、サプライヤーは Scandlines に直接 LCA 計算値を提出ことが可能となり、船主が新たなサプライヤーまたは現在のサプライヤーを選ぶプロセスを迅速化する。舶用業界のメーカー（OEM）の中には、既にデジタルプラットフォームを利用している企業もあり、製品の LCA に係る時間とコストは、従来のマニュアル作業と比較して 80%以上削減されるとしている。

EU は、LCA の利用を、製品とプロセスの環境データ提供の手法として促進している。「グリーン・ディール」などの EU プロジェクトでは、環境データと製品の透明性の向上を提唱している。

4－c　フィンランド

＜MEYER TURKU＞

2002 年 5 月、フィンランド最大の造船所 MEYER TURKU は、2021 年度決算を発表した。2021 年の同社の売上は、11 億ユーロ（11 億 4,000 万ドル）に増加したが、最終損益は前年度の黒字から 1,700 万ユーロ（1,760 万ドル）の赤字となった。これは予想よりも長期化する新型コロナパンデミックのグローバルな影響であるとされている。同造船所の受注残は 2026 年まで確保されており、同社の顧客であるクルーズ船社は市場回復を予想している。

しかしながら、2022 年の新規受注はなかった。親会社である MEYER Group による MEYER TURKU 造船所への 2 億 6,000 万ユーロ（2 億 6,900 万ドル）規模の投資プログラム（設備の近代化と生産量の倍増）は、パンデミックの直前に完了した。新規受注の枯渇を背景に、この投資は大きな負債となっている。

Meyer Turku は、同社のグローバルクルーズ船市場におけるシェアを約 15%と推定している。2021 年 12 月、同造船所は、Costa Crociere に「Costa Toscana」を引き渡した。Carnival Corporation の LNG 二元燃料駆動クルーズ船 「Carnival Celebration」は 2022 年末、Royal Caribbean の「Icon of the Seas」は 2023 年、TUI Cruises の「Mein Schiff 7」は 2024 年にそれぞれ竣工が予定されている。

MEYER TURKU は、ドイツ MEYER WERFT と同様に、2021 年春に開始されたコスト効率化戦略を継続している。また、MEYER TURKU は、サステナブルな造船への移行を目指すプロジェクトを開始した（本報告書 3-d「NEcOLEP」プロジェクト参照）。

2022 年 3 月、MEYER Group は、事業多角化戦略の新たな展開として、浮体式不動産の開発と製造に特化した合弁会社「MEYER Floating Solutions」を設立した。本社は、MEYER TURKU のあるトゥルクに置かれる。新事業では、MEYER の造船及び艤装の能力と、トゥルクのモジュラー製造技術企業 Admares Marine のノウハウを組み合わせる。

浮体式ソリューションは、住居、ツーリズム、インフラ、その他のアプリケーションとして提供される。水上不動産の建設は急速に増加すると予想され、様々なロケーションにおいてハイクオリティーな開発が行われる可能性がある。モジュール型の構造は、工場内で製造、管理される

ため、時間と現地の労働コストの節約につながるとともに、環境負荷も少ない。MEYER Floating Solutions 社は、Admares Marine 社の製品ポートフォリオと特許を買収した。

＜Rauma Marine Constructions（RMC）＞

フィンランド第二の造船所 Rauma Marine Constructions（RMC）は、2022 年も高価格船の製造を継続し、オーストラリアから大型高速 ROPAX フェリー2 隻を新規受注した。しかしながら、パンデミックの影響とエネルギー及び資材の価格高騰により、同社は 11 月にこの新規受注は利益が出ないと発表した。全ての契約価格は固定されており、建造作業は数年間に渡る。

フィンランド政府は、商船だけではなく艦艇も建造する同造船所の戦略的重要性を理解しており、同造船所の専門技術がフィンランド国内に留まることを望んでいる。そのため、フィンランド政府は、劣後債の発行により同造船所の事業継続を支援することに合意した。

RMC は、さらなる財政状況悪化の可能性を踏まえ、組織再編を開始した。これには造船所経営陣の変更、及び艦艇その他の政府船を専門に建造する新子会社「RMC Defence」の設立などが含まれる。新経営陣は、迅速な結果を出さなくてはならない。組織再編は 2022 年 10 月に開始され、2023 年 3 月にはその成果が評価される。それにより同造船所の将来が決定される。

一方、同造船所の艦艇建造向けに最適化された新建造工場の建設は、最終段階を迎えている。新工場では、まずフィンランド海軍向けのコルベット 4 隻が建造される。新工場は、長さ 186m、幅 44m、高さ 32m を持ち、建設コストは約 2,600 万ユーロ（2,690 万ドル）である。

フィンランド政府は、同国の老朽化した船隊を代替する複数の新砕氷船の発注を計画しており、砕氷船建造に実績のある RMC は入札に参加すると予想される。同じく砕氷船船隊のリニューアルを計画しているスウェーデンとフィンランドは、以前に共同プログラムを提案しており、検討が再開される予定である。現在、スウェーデンはバルト海向けの新造砕氷船 4 隻と、ヴェッテルン湖向けの小型砕氷船を計画している。スウェーデンは、これらの新造砕氷船は全て欧州内で建造すると明言している。

＜Wärtsilä Group＞

フィンランド Wärtsilä Group は、将来の技術ソリューションと船舶設計のための海上試験センターを設立した。2022 年、同グループはドイツ政府から旧漁業監視船を購入し、同船をイノベーションと開発のための浮体式実験室及び研究プラットフォームとして使用するために改造した。

同船のブリッジは、NACOS Platinum、SPECS、RS24 などの多くの Wärtsilä Voyage 製品、及び他社のパートナー技術製品でアップグレードされた。さらに、監視、遠隔操作、衛星接続などの機能が搭載される予定である。

Wärtsilä は、この投資への背景として、イノベーションの市場化の加速と、コントロールされた環境の外で異なる技術を比較し、理解することの重要性を挙げている。新試験センターは、高度技術を持つ船舶の能力を試験するパワフルなツールと、同社が求める現在と未来を見ることのできる環境を提供すると述べている。

表：Meyer Turku の受注残（2022 年 12 月 1 日現在）

引渡し予定	クルーズ船 船名／クラス	トン数	運航船社
2022 年末	Carnival Celebration（Mardi Gras クラス 2 番船、LNG 駆動）	180,400GT	Carnival Cruise Line
2023 年	Icon of the Seas （Icon クラス 1 番船、LNG 駆動）	200,000GT	Royal Caribbean
2024 年	Mein Schiff 7	111,500GT	TUI Cruises
2025 年	Icon クラス 2 番船（LNG 駆動）	200,000GT	Royal Caribbean
2026 年	Icon クラス 3 番船（LNG 駆動）	200,000GT	Royal Caribbean

＜Cadmatic 造船・設計ソフトウェア＞

2022 年 6 月、Cadmatic の造船・設計ソフトウェアの新バージョン（2022T2）がリリースされた。同バーションには、以下のよう改良点と新技術が搭載されている。

- ボルトの長さの自動計算機能。これによりマニュアル作業が減少し、ヒューマンエラーを排除することにより、設計の品質が向上する。
- 配管の等角図製作の高速化。製造「ツリーベース」のモデリングを用いることにより、同システムは配管の総合的でわかりやすい等角図を提供する。さらに、パイプが 3D で変更された場合、等角図のステータスも自動的にアップデートされる。
- 船体（船殻）プレートの設計の簡易化と高速化。同システムは、ワンクリックで必要なプレートまたはシェルの寸法及び幾何学データを自動的に計算する。
- 新 OCX（Open Class 3D Exchange）標準を用い、船体のトポロジー3D モデルをエクスポートすることができる。造船所による船級協会向けの複数の製図の製作に代わり、船級協会が OCX エクスポート機能を用いて必要な 3D モデルにアクセスすることができる。
- eShare（マルチスクリーン・インターアクション・アプリケーション）へのプラグイン形式の新たなユーザーインターフェイス機能。これにより、顧客の選んだオペレーティングシステムとブラウザーで eShare が使用可能となる。
- 電気艤装には、新たなワイヤリングインターフェイスにより、ユーザーはひとつの集中型ツールを用いて異なるワイヤリング形式のグラフィック化を行うことができる。同じインターフェイスを用いてワイヤリングデータを迅速に編集することもできる。

4－d　フランス

2022 年 11 月、フランス政府は、今後 7 年間に、3 億ユーロ（3 億 1,040 万ドル）の公的資金を海事産業のカーボンフットプリント削減の支援のために拠出すると発表した。「France-Mer 2030」計画と題されたこの戦略では、フランスにおけるゼロエミッション船の建造を目標に、イノベーションと技術開発を促進する。

同計画は 10 か月間の諮問期間中に、海事産業の全セクターからの意見を募集する。その後、商船、漁船、小型船のゼロエミッション技術導入への障害を特定、排除することを目的に、各船種の脱炭素化へのロードマップを作成する。フランス政府の海洋事務総局は、局内に脱炭素化専任チームを設立する計画である。

フランス最大の船主 CMA CGM は、「France-Mer 2030」計画への支援をいち早く表明した。2022 年 9 月には、同グループは 15 億ドルの予算を持つエネルギー基金を設立すると発表した。同基金は、同グループ組織全体が推し進める野心的な脱炭素化目標を達成するための再生可能エネルギーの供給確保と新ソリューションとプロトタイプの開発を目的とした革新的なプロジェクトに投資される。また、大企業、中小企業、スタートアップ企業、大学、科学研究所などの協力体制の構築を支援する。エネルギー基金の予算から、CMA CGM は、政府による 3 億ユーロ（3 億 1,040 万ドル）を補完するために、2 億ユーロ（2 億 690 万ドル）を 「France-Mer 2030」計画に出資する意向である。

エネルギー基金は、管理チームとともに 2022 年 10 月に発足した。

＜Chantiers de l'Atlantique＞

Chantiers de l'Atlantique（CDA）は、2022 年にクルーズ船の新規受注を獲得した数少ない造船所のひとつであり、同社サン・ナゼール造船所の「トップエンド」の旅客船建造における競争力を維持している。新規受注したのは、ホテルチェーン Ritz-Carlton グループの米国船社 The Ritz-Carlton Yacht Collection 向けの全長 242m の超豪華クルーズ船 2 隻である。

「スーパーヨット」と呼ばれる同新造船 2 隻の受注により、CDA はクルーズ船市場の新たなセグメントに進出した。各船は、プライベートテラス付き客室 228 室を持ち、地中海とカリブ海の 7～10 日間クルーズに就航する。受注金額は 8 億ユーロ（8 億 2.760 万ドル）で、仕事量は同造船所の 1 年間の仕事量に相当する 200 万時間となる。動力システムは、LNG 二元燃料エンジン 4 基である。Ritz-Carlton は、3 番船、4 番船の発注も検討中である。

同造船所の最新の新造船は、固体酸化物形燃料電池（SOFC）技術を搭載した世界初のクルーズ船「MSC World Europa」である。LNG により補助動力を供給する同船の 150kW プラントは、技術実証機として使用される。総トン数 215,863GT の「MSC World Europa」は、これまで建造された最大の LNG 燃料エンジン駆動船である。主発電装置 5 基は Wärtsilä 46DF 型エンジンで、各エンジンが選択触媒還元（SCR）ユニットを搭載している。CDA は、同船はクルーズ産業で最も排出量の少ないクルーズ船であるとしている。

2019 年、CDA とスイスに本社を置く MSC Group のクルーズ部門は、SOFC 技術を LNG 駆動クルーズ船に搭載するための共同プロジェクト「Blue Horizon」を開始した。このプロジェクトは、MSC の脱炭素化戦略の一部であった。

「Blue Horizon」実現のため、CDA は米国 Bloom Energy との提携により、Bloom Energy の燃料電池システムを「MSC World Europa」に採用した。Bloom Energy の燃料柔軟性のあるプラットフォームは、LNG を使用した非燃焼電子化学プロセスにより従来の動力源よりも発電が 20～30%効率化され、同時に大気汚染物質の排出はごく僅かである。

MSC は、将来の新造船にも、スケールを拡大した同技術を搭載する計画である。水素経済の成熟により水素供給が増加した場合には、Bloom Energy の柔軟なプラットフォームは、船舶にゼロエミッション動力ソリューションを提供する。

表：Chantiers de l'Atlantique cruiseship の受注残（2022 年 12 月 1 日現在）

引渡し予定	クルーズ船 船名／クラス	総トン数	運航船社
2023 年 6 月	MSC Euribia （Meraviglia-Plus クラス 3 番船、 LNG 駆動）	183,500GT	MSC Cruises
2023 年 9 月	Celebrity Ascent （Celebrity Edge クラス 4 番船）	140,600GT	Celebrity Cruises
2024 年春	Utopia of the Seas （Harmony クラス 4 番船、 LNG 駆動）	231,000GT	Royal Caribbean
2024 年	MSC World クラス 2 番船、LNG 駆動）	205,700GT	MSC Cruises
2024 年	Ilma （LNG 駆動）	46,750GT	Ritz-Carlton Yacht Collection
2025 年	Celebrity Edge クラス 5 番船	140,600GT	Celebrity Cruises
2025 年	Luminara （LNG 駆動）	46,750GT	Ritz-Carlton Yacht Collection
2025 年	MSC World クラス 3 番船、 LNG 駆動	205,700GT	MSC Cruises
2027 年	MSC World クラス 4 番船、 LNG 駆動	205,700GT	MSC Cruises

Chantiers de l'Atlantique（CDA）は、同社の高度な商船建造分野の専門性は、艦艇建造における時間、コスト、品質管理に大きな利点となることを示した。2022 年、同社サン・ナゼール造船所は、新造海軍補給艦のブロック 20 基を史上最速の 50 日間で組み立てることに成功した

建造された 31,000DWT 型「Jacques Chevallier」は、CDA がフランスの軍事企業 Naval Group と共同受注したフランス海軍の「FlotLog」計画シリーズ 4 隻の 1 番船である。「FlotLog」は、フランス装備総局（Direction générale de l'armement：DGA）とイタリアの装備担当機関 NAVARM を代表する OCCAR が主導するフランスとイタリアの協力体制の一部である。

CDA は、Jacques Chevallier 級 4 隻の設計、建造、システム統合を担当し、Naval Group は、戦闘システムその他の要素を供給する。これらの補給艦は、フランスと同盟国の艦艇向けに燃料、弾薬、スペアパーツ、食糧を輸送する。

＜Solid Sail 技術＞

2022 年、CDA は、「Solid Sail」システムの商業化と大型クルーズ船への搭載に関するプロジェクトの最終段階に進んだ。Bureau Veritas は、「Solid Sail」に基本承認（AiP）を許可し、同システムの初の実船搭載への道が開けた。

同システムは、1,200 ㎡の複合材パネル製のセイル 1 基から成る。この設計は、通常の布製セイルのサイズの制限を克服している。さらに、セイルパネルの硬性により、風によるフラッピングが少なく、通常のソフトセイルに比べて製品寿命が長くなる。「Solid Sail」の最終評価は、CDA のクルーズ船のエネルギー効率向上と環境負荷低減に関する研究開発プロジェクト「ECORIZON」の成果である。

2022 年 11 月、ナントに本拠を置くフランスの海上貨物輸送企業 Neoline は、同社が計画中の風力支援推進の海洋貨物船向けに「Solid Sail」システムを指定したと発表した。Neoline は、2022 年末までに、全長 136m の新造コンテナ／RORO 船を発注する計画である。同船のトン数は約 11,000DWT で、高さ 76m のマストを持つ「Solid Sail」2 基を搭載し、推進力は補助推進システムで補完される。同船は、フランス（サン・ナゼール）とカナダ東部および米国を結ぶ北大西洋の定期航路で速力 11 ノットを発揮するとされている。Neoline はこの革新的な貨物船は、同等の

輸送能力を持つ従来型貨物船と比較して、80～90%の燃料削減につながると予想している。

同プロジェクトへの信頼と期待は大きく、既に 10 社の荷主企業が同船の航路にコンテナ型貨物を搭載したいと表明している。これらの支援者には、フランスの大手製造企業である Renault、Michelin、Manitou などが含まれている。さらに、2022 年 9 月には、フランスの大手船社 CMA CGM が、Neoline と共同で 1 番船建造に資金援助を行うと表明した。

同プロジェクトは当初の計画よりも遅れているが、プロジェクト支援者は、2024 年までに 1 番船を就航させることを望んでいる。1 番船は、フランスの設計技術とセイルシステムを用いてトルコの造船所で建造されると予想され、既に 2 番船の建造も検討されている。

クルーズ船建造は依然として CDA サン・ナゼール造船所の商船建造事業のコアであるが、同造船所はそれを補完するものとして、洋上エネルギー分野への関与を強めている。最新の受注としては、2022 年 10 月、CDA の洋上エネルギー部門 Atlantique Offshore Energy が、フランスの 2 件の洋上風力発電プロジェクト向けの洋上サブステーションの上部構造の設計、建造、試験を受注した。この 2,500 トンの構造物は、2024 年及び 2025 年に設置される予定である。

フランスの洋上風力発電市場は開放され始めており、造船所、製造業、機器メーカーへ多くのビジネス機会を提供している。

＜Naval Group＞

欧州の艦艇建造業界においては、特に輸出契約に関する欧州企業間の提携が増加している。このトレンドの例としては、フランスの国有企業である Naval Group が受注したギリシャ海軍向けのフリゲート船隊の建造がある。Naval Group は、同社ロリアン（フランス）のヤードで建造するこの船隊プログラムに、ギリシャの多くの企業を含めている。2022 年に入札された第一回の調達契約では、ギリシャ企業が変圧器、機械、塗装、救命艇の供給することとなった。

Naval Group が打ち出した「ギリシャ産業参加計画」では、フリゲート建造プログラムを超えた、長期的なギリシャの軍事産業エコシステムの構築を目指している。

2022 年 11 月、Naval Group は、インドネシアの造船所 PT Pal と、艦艇分野におけるエネルギー及び推進ソリューションでの協力を目的としたインドネシアエネルギー研究所（Indonesian Energy Research Lab）の設立に関する基本合意を締結した。

4－e　ドイツ

2022 年 5 月のプレゼンテーションにおいて、ドイツ造船・舶用技術工業会 VSM は、ドイツ及び欧州全体の造船産業の将来に関する強い警告を発した。2022 年のグローバルな商船需要は好調であったが、アジアの造船所は全ての船種における受注の大部分を獲得しただけではなく、次世代「グリーン」船舶への移行に成功し、さらに高度な船舶の受注比率も増加させた。

VSM は、中国と韓国は、政府による直接的、間接的支援や財政的メカニズムにより、不平等な競合状態を助長していると指摘する。VSM は、EU 欧州委員会と各 EU 加盟国がこの状況に対応する措置を取らなければ、欧州の造船業は消滅する可能性がある警告している。雇用や経済への直接的影響だけではなく、欧州の地元造船業の喪失は、欧州の機器メーカーとサプライチェーンにも決定的な打撃を与える。

ドイツ連邦政府はこのような懸念を認識しており、2022 年 8 月には財政支援策を発表したが、業界が指摘する「不平等な」競争に対する EU 全体の政策は打ち出されていない。ドイツの財政支援策には、環境にやさしい舶用技術の開発とゼロエミッション船の建造を含む「グリーン」海運への資金の増大を柱としている。その一環として、関連プロジェクトへの 2025 年までの年間 3,000 万ユーロ（3,100 万ドル）の追加資金が決定された。また、2022 年 8 月には、Ostseestaal が主導する研究開発プロジェクトを決定し（本報告書 3-b 参照）、造船業のデジタル技術導入への政府支援を明確にした。

＜MV Werften＞

ドイツの商船建造への需要の激減は、ヴィスマール、シュトラールズント、ロストック－ヴァルネミュンデに 3 か所の造船所を持つ MV Werften の経営破綻につながった。MV Werften は、2022 年 1 月に破産申請をした。管財人が指名され、破産手続きは 2022 年 3 月 1 日に開始された。同社の親会社 Genting Hong Kong も同時期に破産を宣言した。

財政困難は、新型コロナパンデミックと相まって、Genting Group 内のクルーズ船社に打撃を与えた。さらに、MV Werften の唯一の顧客は様々な Genting ブランドのクルーズ船社であったため、ドイツ造船業全体の受注残にも影響を与えた。この状況を如実に表しているのは、208,000 総トンの巨大クルーズ船「Global Dream」の建造中止である。船主が破産を申請した時点で、同船は MV Werften のヴィスマール造船所の屋内ドックでの作業を 75%完了していた。

しかしながら、ドイツの造船産業は、旧 MV Werften の建造設備を転用することにより破綻を免れた。特に、ロシアのウクライナ侵攻と西側諸国への脅威に対抗するため、ドイツは軍事支出を強化する計画であり、艦艇建造への需要も増加している。2022 年 6 月には、thyssenkrupp Marine Systems が旧 MV Werften のヴィスマール造船所を買収し、続いてドイツ連邦政府がロストック－ヴァルネミュンデ造船所を買収し、事実上の国有化を行った。さらに、2022 年 11 月には、Disney Cruise Line が、部分的に建造された「Global Dream」を購入し、Meyer Werft にヴィスマール造船所における同船の建造作業の完成を発注した。

軍事企業 thyssenkrupp Marine Systems は、同社がターゲットとするセクターでのビジネス機会がヴィスマール造船所に長期的な展望を約束するとし、2024 年に同造船所で潜水艦建造を開始することを提案している。ドイツ連邦政府のさらなる潜水艦建造計画は、同造船所に新たな資金をもたらし、雇用を促進する。

ロストック造船所の国有造船所としての再生は、同造船所のサイトを海軍工廠に転換し、造船所の一部はリースされるか、商船及びオフショア関連の事業を行うという形になると予想される。

Genting の財政問題は、海事産業の他の分野にも波及した。2022 年初頭に MV Werften が破産を申請した直後には、2015 年以来 Genting Group が所有していた Lloyd Werft Bremerhaven も同様の措置を開始した。その後 2 か月以内には買い手が現れ、同造船所は Lloyd Werft Yachts 社として主にメガヨットの建造と改造に専念することとなったが、ブレーマーハーフェンの設備はさらに大型の船舶の修繕と改造が可能である。同造船所は、ドイツ企業 2 社が共同で買収した。Heinrich Ronner Group は多くの分野における土木工学と鉄鋼加工で活動しており、Zech Group のビジネスラインは建設、ホテル、不動産である。

＜Flensburger Schiffbau-Gesellschaft（FSG）＞

一方、ドイツ北西部のフレンスブルクでは、商船建造が復活している。2022 年 6 月に竣工した大型 RORO 貨物船は、2020 年、投資家 Lars Windhorst の所有する Tennor Holding 社による買収により救済された新生 Flensburger Schiffbau-Gesellschaft（FSG）の 1 番船となった。

同新造船は、数多くの船主からの受注実績のある FSG の「RoRo 4100」船型（レーンメーター4,000m 型）をベースとしている。現時点における FSG の唯一の受注残は、オーストラリア船社 SeaRoad 向けのレーンメーター3,800m 型 RORO 貨物船 1 隻である。

FSG は、RORO 船に関しては世界の最大手企業のひとつで、主にドイツ国外の船主向けに建造を行ってきた。しかしながら、今日の RORO 船の国際市場、特に RORO フェリーの建造は、中国造船所に独占されている。FSG の新オーナーは、特殊目的船市場や艦艇市場への同社の多角化を進める戦略を持っている。

FSG は、長らく検討されてきたドイツの新大型砕氷調査船の受注を狙っており、高度新造船プロジェクトを共同で行う造船所連合の設立提案に積極的である。豪華スーパーヨット及び艦艇市場への参入と同時に、Tennor／FSG は経営破綻した Werft Nobiskrug を 2020 年に買収した。レンンズブルクの Werft Nobiskrug は、フレンスブルクの FSG の経営となり、2 つの造船所の事業

と人材は合理化される。

2022 年 8 月、FSG は、カナダの運送企業 Oceanex との新プロジェクトを発表した。同プロジェクトでは、FSG の RORO 船技術と同造船所の戦略であるライフサイクル分析・計画を統合した新造船を建造する。Oceanex との合意では、カナダ東部を運航する氷海仕様のコンテナ／RORO 船（CON-RO 船）の革新的な設計の共同開発を行う。同船は、超高効率で「気候ニュートラル」な船型となる。

FSG と Oceanex は、アンモニア、メタノール、水素、バイオ燃料、合成燃料などの代替燃料の利用に関する研究と、Oceanex の運航水域（セント・ローレンス川、セント・ローレンス湾、ニューファンドランド・ラブラドール）におけるその実用性の調査を行う。FSG は、2013 年に Oceanex にユニークな新造船を引き渡した実績がある。同船は、全長 210m、トン数 19,460DWT の CON-RO 船「Oceanex Connaigra」で、モントリオールとニューファンドランド間のコンテナ、トレーラー、自動車の輸送を行っている。

＜MEYER WERFT＞

パーペンブルクの MEYER WERFT の受注残は 2025 年末までの引渡しが確保されているが、新型コロナパンデミックにより引き起こされた市場の混乱により新規受注は大幅に減少し、今後新規受注がない限り、同造船所は建造能力以下の仕事量を余儀なくされる。大型クルーズ船の契約合意から引き渡しまでの所要時間は約 3 年から 3 年半であるため、MEYER WERFT は 2023 年初頭までに新規受注を確保する必要がある。

新型コロナパンデミックの発生以前には、MEYER Group（ドイツ MEYER WERFT 及び Neptun Werft、フィンランド MEYER TURKU）は、年間建造量を以下のように拡大する計画であった。

- MEYER WERFT（パーペンブルク）：大型クルーズ船 2 隻＋中型クルーズ船 1 隻。
- MEYER TURKU（トゥルク）：大型クルーズ船 2 隻。
- Neptun Werft（ロストック）：上記クルーズ船向け浮体式エンジンルームユニット（FERU）5 基＋複数の小型船。

コロナ禍で、同グループは、以下のように計画を下方修正した。

- MEYER WERFT（パーペンブルク）：大型クルーズ船 1 隻＋中型クルーズ船 1 隻。
- MEYER TURKU（トゥルク）：大型クルーズ船 1 隻。
- Neptun Werft（ロストック）：上記クルーズ船向け浮体式エンジンルームユニット（FERU）3 基＋複数の小型船。

クルーズ船建造は MEYER WERFT とグループ全体のコアビジネスとして存続するが、同族企業である MEYER Group は、現在の仕事量減少への対策及び長期的な成長戦略として、事業の拡大と多角化を開始した。現在の受注残は、全て LNG 二元燃料駆動の動力・推進システムを指定されている。

修正された戦略では、大型クルーズ船のシリーズ建造への需要減少を踏まえ、1 隻のみの船舶や小型クルーズ船、及び政府向け船舶（調査船、海軍補助艦）、メガヨットの建造を増加させる。ヨット専門部門 Meyer Yachts が設立され、全長 120m 超の新造ヨットの建造を担当する。また、2022 年、Meyer は、成長が期待される浮体式不動産市場を対象とした合弁会社 MEYER Floating Solutions を設立した。同社の本社はトゥルク（フィンランド）に置かれる。（本報告書 4-c 参照）

2022 年、MEYER Group と同じくドイツの同族企業 Fassmer は、破綻したドイツ MV Werften が所有していた Neptun Ship Design を共同買収した。この買収により、両社がターゲットとする高度特殊船市場における共同開発体制を強化する。

MEYER と Fassmer との協力関係は既にシナジー効果を見せ、2022 年初頭にはドイツ連邦教育研究省の新調査船「Meteor IV」の受注につながった。同船は、全長約 125m、総トン数約 10,000 トンで、定員は科学者 35 人と船員 36 人である。同契約は Fassmer が獲得したが、MEYER Group がノウハウを提供することで、共同プロジェクトとして進める。

MEYER Group は、そのコアビジネスであるクルーズ船建造からの付加価値を利用して、MEYER 建造船向けのライフサイクルサービスを提供する新会社 MEYER RE を設立した。MEYER RE は、顧客に、設計から長期間の運航を含む船舶の全ライフサイクルを通じたワンストップ・サポートを提供する。また、最新技術、さらに「サステナブル」な技術、新規制対応技術による既存船の近代化を船主に提供し、MEYER Group にとっては新たな長期的収入源を確保する。

船舶のアップデートは、旅客のホテル部分だけではなく、エンジニアリング、エネルギー管理、ソフトウェア、新燃料の導入などを含む。MEYER RE のビジネスは、以下の 3 分野に分かれている。

MEYER RETHINK：エネルギーが最適化されたサステナブルな運航のためのソリューション開発とコンサルタント業務。

MEYER REVALUE：船舶の内装とホテル部分の近代化（改装）、機器システムのメンテナンスとサービス、運航コストとエネルギー要求の管理を向上させる船内システムのアップデートなどによる資産価値の維持。

MEYER CARE：MEYER 新造船の複雑な技術システムの有効利用のための保証期間を超えたメンテナンス契約、デジタル技術書類とマニュアル、船員トレーニングの提供。

これらの再生プロジェクトは、MEYER Group の既存造船ネットワークを利用して進められる。

MEYER Group の長期的な事業戦略（ドイツ及びフィンランド）は、造船所の活動を支援する機能を提供する専門企業の設立や買収を通じたサプライヤーセグメントにおけるビジネス強化である。今日では、同グループは、インテリア艤装、客室モジュール製造、塗装、空調、設計・エンジニアリングサービス、ロジスティックス、大型ヨット技術などの専門企業を有している。

幅広い機能をコントロールすることによる事業効率化に加え、このような舶用産業への投資の背景には、クルーズ船その他の高度船種に係る研究、開発、イノベーションが、造船所からサプライヤーネットワークに徐々に移行しているという事実がある。

表：MEYER WERFT の受注残（2022 年 12 月 1 日現在）

引渡し予定	クルーズ船 船名／クラス	総トン数	運航船社
2022 年 12 月	Arvia （Iona クラス 2 番船、 LNG 駆動）	184,700GT	P&O Cruises
2023 年夏	Silver Nova （Evolution クラス 1 番船）	54,700GT	Silversea Cruises
2023 年	Carnival Jubilee （Mardi Gras クラス、 LNG 駆動）	183,800GT	Carnival Cruise Line
2024 年	Evolution クラス 2 番船	54,700GT	Silversea Cruises
2024 年	Disney Wish クラス 2 番船 （LNG 駆動）	144,000GT	Disney Cruise Line
2025 年	LNG 駆動	51,950GT	飛鳥クルーズ （郵船クルーズ）
2025 年	Disney Wish クラス 3 番船 （LNG 駆動）	144,000GT	Disney Cruise Line
2025 年末	アパートメント船 Njord （LNG 駆動）	84,800GT	Ocean Residences

同社建造船の技術水準向上への投資の成果は、現在パーペンブルクで建造中の全長 216m のクルーズ船「Silver Nova」でも明白である。同船は、これまでクルーズ船に使用された燃料電池としては最大規模のシステムを搭載する。Freudenberg（欧州舶用技術動向 4c-1 参照）が供給するこの 4MW 型燃料電池プラントは、同船の港湾内の電力需要を完全に満たし、従来の発電機を稼働させる必要を排除する。Silver Nova は、2023 年夏の就航が予定されている。MEYER WERFT と Freudenberg は、AIDA クルーズのクルーズ船に燃料電池をレトロフィットする「Pa-X-ell 2」プロジェクトでも協働している。

2022 年は 11 月までの新規受注はなかったが、11 月末、MEYER WERFT は、既存顧客である Disney Cruise Line からクルーズ船「Global Dream」をヴィスマールの旧 MV Werften ヤードで完成させる契約を受注した。Genting が所有する MV Werften と船主の経営破綻により、「Global Dream」の建造は 2022 年初頭に中止されていた。

MEYER は同船を完成させるだけではなく、Disney が指定する動力系の変更も行う。この変更では、エンジンをメタノール駆動に改造し、タンクと関連設備を追加する。この作業は、Meyer がヴィスマール造船所で行い、旧 MV Werften の従業員数 100 人を雇用する予定である。

＜舶用機器セクターの決算＞

2021 年のドイツの舶用機器・システムメーカーの売上は前年比で 2.5%減少したが、新規受注は 14%以上増加した。世界の新造船建造活動の好調により、2021 年の舶用メーカーの契約量は増加し、2022 年も引き続き増加が見込まれている。しかしながら、部品調達などのサプライチェーンの問題により、製品の製造と納入は減速している。ウクライナ情勢の影響もあり、2023 年以降の受注残の動向は不透明である。

ドイツの産業組織 VDMA によると、新型コロナパンデミックの影響により、舶用産業の売上高は 2020 年の 105 億ユーロ（109 億ドル）から 2021 年には 102 億ユーロ（106 億ドル）へと減少した。新規受注はその逆となり、2020 年は前年比 10.9%減少したが、2021 年には 14.3%増へと回復した。

2021 年に収入減少にもかかわらず、ドイツ舶用セクターは、輸出企業として、また世界中の造船所、船主、他の舶用メーカーへのサプライヤーとしての優位な地位を維持した。売上の輸出比率は 80%を超えている。アジア地域がドイツ国外の売上の 34%を占め、ドイツ以外の欧州諸国への輸出が 33%を占めている。

工業国としてのドイツの地位は高く、エンジン、機器、その他製品が売上の 81%を占めている。一方、サービス及び設置ビジネスはコロナ禍の移動制限により大きな打撃を受け、2021 年の売上に占める割合は僅か 11%であった。

多くのドイツ企業は、柔軟性のあるサプライチェーンの構築とともに、デジタル化と自動化が国際競争力のさらなる強化へのカギとなると見ている。

同セクターの雇用者数には大きな変化はなく、約 400 社が 63,000 人を雇用している。しかしながら、VDMA は、エンジニアリング分野における熟練労働者の不足を指摘している。VDMA は、今後数年間に退職する多くの熟練労働者に代わる若い労働者には、舶用機械工学の適切で魅力的なトレーニングの提供が必要であると述べている。VDMA は労働者の 10%のトレーニングを目標としているが、同セクターの地域的優位性にもかかわらず、現時点では十分な応募者が集まらないと憂慮している。

＜沿岸船への助成金＞

ドイツ連邦政府は、2021 年に沿岸海運への助成計画を発表した。この「NaMKu（沿岸船のサステナブルな近代化）」指令は、承認された新造船またはレトロフィットプロジェクト向けに追加コストの最大 60%を助成する。助成対象は、エネルギー効率を改善し、汚染を低減する機関、システム、技術である。天然ガス（LNG または CNG）で駆動される推進システムは、別の助成プ

ログラムでカバーされているため、「NaMKu」プログラムの対象とはならない。

「NaMKu」プログラムは特定サイズ以下の船舶に適用され、主要条件はバルト海と北海を結ぶドイツのキール運河を航行可能なことである。助成対象となる最大寸法は、全長 235m、幅 32.5m、高さ（エアドラフト）40m、喫水 9.5m である。全ての船舶はドイツ企業が保有し、船籍はドイツまたは他の EU 加盟国、またはアイスランド、リヒテンシュタイン、ノルウェー、スイスでなければならない。

2022 年 9 月、ドイツ船主 SAL Heavy Lift が、同社が中国で建造する新造船隊への「NaMKu」プログラムの助成を申請した。SAL は、中国 Wuhu Shipyard（蕪湖造船廠有限公司）に、14,000DWT 型多目的重量貨物船 4 隻を発注済みである。同船隊は、二元燃料主機、バッテリー、ディーゼル・エレクトリック・ブースター機能を含むハイブリッド推進システムを搭載する。

SAL は、ドイツ連邦政府の「NaMKu」プログラムからの支援により、パイオニア的技術による革新的動力系を持ち、最高の効率と大幅な排出削減を実現する船隊の建造が可能になったと述べている。

4－f　イタリア

＜Fincantieri＞

Fincantieri は欧州最大の造船所で、イタリア経済に大きく貢献する輸出企業であるだけではなく、イタリア国内の 8 造船所に加え、国外に 10 か所の造船所（ノルウェー、ルーマニア、米国、ベトナム、ブラジル）を展開している。同時に、国有企業である Fincantieri は、ノウハウと経営をイタリアに集中させている。

同グループは、基幹事業である造船所としてのビジネスを統合し、改善するとともに、その強みを活かして舶用産業内外における事業多角化を進めている。

Fincantieri によるフランス大手造船所 Chantiers de l'Atlantique の買収計画は、欧州の独占禁止法により阻止されたが、同グループは国際的存在と影響力の強化を目的に、企業買収と提携を積極的に進めている。

製品群の絶え間ない改良により、同グループはクルーズ船市場におけるグローバルなリーダーシップを確立している。これは 2022 年の動向と決算からも明らかである。

2022 年上半期の中間決算について、Fincantieri は以下のように述べている。「2022 年の上半期には、長引く新型コロナパンデミックとロシアとウクライナの紛争によるマクロ経済面での不透明さが影響した。これは一方ではクルーズ市場の回復を鈍化させ、他方では特に原材料、エネルギー、天然ガス、鉄鋼などのインフレ率を押し上げることとなり、サプライチェーンの状況を悪化させた。」

このようなマイナス要因にもかかわらず、多角化した国際的な同グループの業績は良好で、パンデミック発生以来の契約キャンセルもないため、将来の予測はポジティブを維持している。

さらに重要な進展は、Fincantieri が 2022 年 7 月に複数のクルーズ船の新造契約を受注したことである。今回の受注は、クルーズ市場への投資の再開を意味している。

MSC Group の子会社 Explora Journeys と締結された基本契約は、LNG／水素駆動のクルーズ船 2 隻で、各船は 6MW 型水素燃料電池補助動力プラントを搭載する。これに先立ち、Fincantieri は、MSC Group 及びイタリアのエネルギー企業 SNAM と共同で、水素駆動のクルーズ船の設計と建造に関するフィジビリティー研究を行っている。Explora との暫定契約の直後には、市場に新規参入する Four Seasons Yachts（カナダのホテル・リゾートグループ Four Seasons の子会社）からの超豪華船 1 隻とオプション 2 隻の新造契約を受注した。Four Seasons 向けの新造船は全長 207m で、非常に個性的な設計を持ち、スイート数は僅か 95 室である。同船は、2025 年末の就航が予定されている。

Fincantieri Group の造船所の生産量は同社史上最高レベルを維持しており、実際の仕事量は 2021 年上半期の 840 万時間から 2022 年上半期には 860 万時間に増加した。2022 年上半期の新造

船竣工実績は、大型クルーズ船 2 隻、艦艇 3 隻、オフショア船（SOV）1 隻、漁船 2 隻の合計 8 隻である。下半期にはクルーズ船 5 隻の竣工が予定されており、2022 年度連結決算は若干の回復が予想されている。

2022 年 6 月 30 日時点の同グループの商船及び艦艇を含む受注残は 113 隻、346 億ユーロ（358 億ドル）相当である。そのうち確定した受注が 93 隻、241 億ユーロ（249 億ドル）で、2029 年まで引渡しが続く。加えて、オプションと暫定契約が 20 隻、105 億ユーロ（109 億ドル）相当である。

一方、同グループが進めてきた舶用産業以外への多角化は、近年のグローバルな状況により財政的な影響を受けた。特に、原材料価格の上昇は、グループのインフラ部門の業績に大きな打撃を与えた。

2022 年下半期には、同グループの経営陣は、以下の 2 つの目的を柱とする新なビジネス戦略のための詳細分析を行った。

1. コア事業であるクルーズ船及び艦艇建造ビジネスをできる限り集約する。
2. 革新的な「グリーン」技術やデジタルソリューションを駆使し、製品の差別化を図る。

新たな戦略の方向性は、同グループへのリスクを軽減し、また、市場の混乱によって呈された課題の克服と環境性向上への焦点をさらに強めるものである。

2022 年上半期の同グループの資本支出は 1 億 800 万ユーロ（1 億 1,170 万ドル）で、最も比率の高い支出（71%、7,700 万ユーロ（7,970 万ドル））は、造船部門の支出であった。造船所への投資額は前年同期から 43%大きく減少したが、これには過去数年間の国際造船所ネットワークへの投資の高さの影響もある。2019～2021 年の 3 年間には、イタリア内外の船舶及び舶用機器製造に対して約 9 億 4,900 万ユーロ（9 億 8,200 万ドル）の投資が行われた。

ロボット工学とデジタル化の分野では、多くのプロジェクトが実施されてきた。そのひとつは、鋼材溶接のためのロボットソリューションの開発である。同プロジェクトの第一段階として、2002 年、Fincantieri の製造拠点において、溶接ロボットの製造と試験が行われた。開発されたソリューションは、溶接ヘッドを持つ自走式人型ロボットで、遠隔操作システムで動かされる。同ソリューションは、溶接工程の効率化と製品の品質向上を目指している。同ソリューションは、特に人間のオペレーターの手の届きにくい部分の作業に有益である。

Fincantieri は、顧客である Viking Ocean Cruises と共同で、水素動力の開発を行っている。協力関係の最初の成果として、100kW の水素燃料電池モジュールを、トン数 47,000GT のクルーズ船「Viking Neptune」に搭載した。2022 年 11 月に Fincantieri のアンコナ造船所で竣工した同船は、16 隻シリーズの 9 番船である。搭載された燃料電池プラントは実証機として使用され、クルーズ船の水素燃料使用に関する規制環境の構築を支援する。

両社は、船舶からの温室効果ガス（GHG）の大幅削減を目的に、さらに大型水素システムの開発で協力している。2024 年以降に竣工するクルーズ船向けには、大型化した水素燃料タンクと関連システムが搭載可能な船舶設計が決定された。協力関係の次の段階は、総出力 6MW から 7MW 程度の水素発電システムの開発である。これにより、港湾内で煙を排出しない運航と減速運航を行う。同システムは、クルーズ船上で試験が行われる最大級のシステムとなる。

表：Fincantieri のクルーズ船受注残（2022 年 12 月 1 日現在）

引渡し予定	クルーズ船 船名／クラス	総トン数	運航船社
2023 年 4 月	Vista （Allura クラス 1 番船）	67,000GT	Oceania Cruises (NCL)
2023 年春	Resilient Lady （Scarlet Lady クラス 3 番船）	110,000GT	Virgin Voyages
2023 年	Viking Saturn （Viking Star クラス 10 番船）	47,800GT	Viking Ocean Cruises
2023 年 5 月	Explora i （MSC Yacht Club クラス 1 番船）-	64,000GT	Explora Journeys (MSC Cruises)
2023 年夏	Norwegian Viva （Prima クラス 2 番船）	142,500GT	Norwegian Cruise Line
2023 年第 4 四半期	Brilliant Lady （Scarlet Lady クラス 4 番船）	110,000GT	Virgin Voyages
2023 年第 4 四半期	Seven Seas Grandeur （Seven Seas Explorer クラス 3 番船）	54,000GT	Regent Seven Seas
2024 年第 1 四半期	Sun Princess （Sphere クラス 1 番船、LNG 駆動）	175,000GT	Princess Cruises
2024 年第 1 四半期	Queen Anne	113,000GT	Cunard Line
2024 年	TUI 向け 1 番船 （LNG 駆動）	161,000GT	TUI Cruises (TUI/Royal Caribbean)
2024 年	Viking Star クラス 1 番船	47,800GT	Viking Ocean Cruises
2024 年	Prima クラス 3 番船	142,500GT	Norwegian Cruise Line
2025 年	Viking Star クラス 12 番船	47,800GT	Viking Ocean Cruises
2024 年夏	Explora II （MSC Yacht Club クラス 2 番船）	64,000GT	Explora Journeys (MSC Cruises)
2024-2025 年	Viking Star version2 クラス （2 隻）	48,000GT+	Viking Ocean Cruises
2025 年	Sphere クラス 2 番船 （LNG 駆動）-	175,000GT	Princess Cruises
2025 年	Prima クラス 4 番船	142,500GT	Norwegian Cruise Line
2025 年	Explora III （MSC Yacht Club クラス 3 番船、LNG 駆動）	64,000GT	Explora Journeys (MSC Cruises)
2025 年	Allura クラス 2 番船	67,000GT	Oceania Cruises (NCL)
2025 年末	超豪華船		Four Seasons Yachts
2026 年	Viking Sta クラス 13 番船	47,800GT	Viking Ocean Cruises
2026 年	TUI 向け 2 番船 （LNG 駆動）	161,000GT	TUI Cruises (TUI/Royal Caribbean)
2026 年	Prima クラス 5 番船	142,500GT	Norwegian Cruise Line
2026 年	Explora IV （MSC Yacht Club クラス 4 番船、 LNG 駆動）	64,000GT	Explorer Journeys (MSC Cruises)
2027 年	Viking Star クラス 14 番船	47,800GT	Viking Ocean Cruises
2027 年	Prima クラス 6 番船	142,500GT	Norwegian Cruise Line
2027 年	Explora V （MSC Yacht Club クラス 5 番船、 LNG 駆動）	64,000gt	Explora Journeys (MSC Cruises)
2028 年	Viking Star クラス 15 番船	47,800GT	Viking Ocean Cruises
2028 年	Viking Star クラス 16 番船	47,800GT	Viking Ocean Cruises
2028 年	Explora VI （MSC Yacht Club クラス 6 番船）	64,000GT	Explora Journeys (MSC Cruises)

VARD Group 造船所（ノルウェー）			
2023 年		11,000GT	Paul Gauguin Cruises (Ponant)
2023 年		11,000GT	Paul Gauguin Cruises (Ponant)

Fincantieri とスイスに本社を置く MSC Group のビジネス関係は、Fincantieri グループの輸送インフラ市場への参入につながった。MSC Group は、既に 10 隻近くの新造船を Fincantieri に発注した実績がある。Fincantieri は、現在マイアミに MSC 専用クルーズターミナルを建設中である。2023 年末までの完成が予想されている同ターミナルは、米国内最大の専用クルーズターミナルとなる。3 億 5,000 万ユーロ（3 億 6,210 万ドル）を投資した同ターミナルは、MSC の最新シリーズのクルーズ船 3 隻が同時に停泊することが可能で、1 日最大 36,000 人の乗客が利用する。

クルーズ船建造と並行して、Fincantieri は艦艇市場を基幹事業のひとつととらえている。同グループの輸出向けビジネスの促進により、2022 年には数件の新規契約を受注した。新規受注には、ギリシャからのコルベット 4 隻シリーズが含まれている。これらはイタリアで建造されるが、Fincantieri はギリシャの舶用メーカーとの関係を強め、コルベット建造計画へのサプライヤーとすることを計画している。同社は、これがギリシャからのさらなる受注につながることを期待している。

同グループは、提携、協働にも積極的である。その一例は、フランス Naval Group との合弁会社 Naviris の設立である。両社は、Naviris を通じて艦艇の輸出と共同研究開発プロジェクトを進める。

＜Fincantieri と RINA の合意＞

2022 年 3 月、Fincantieri と RINA は、代替燃料、カーボン回収、再生可能エネルギーの分野において、両社の専門性を活かしたシナジー効果を目指した共同研究開発に関する基本合意を締結した。Fincantieri の高付加価値船の設計と建造ノウハウ及び複雑なシステムの統合能力を、RINA の検査、認証、エンジニアリングサービスの専門性と組み合わせる。

今回の合意では、両社は共同で、新燃料（特に水素とアンモニア）とカーボン回収の技術スカウティング*と分析、研究、シミュレーションを行う。また、基本承認（AiP）活動、新設計及び概念を等価安全性ベースで評価する船級のリスクベース手法、革新的なプロジェクトと技術の条件などの共同研究も行う。

研究開発合意のその他の要素は、再生可能エネルギーの研究（洋上風力発電、潮力発電）、EU 助成プロジェクトへの共同参加、「グリーンファイナンス」の開発などである。

*技術スカウティング（technology scouting）とは、既存または開発中の技術、製品、サービス、トレンドを発見し、評価するプロセスである。

＜Visentini 造船所＞

今日の ROPAX 及び RORO フェリーの国際輸出市場は、中国の造船所が独占している。これに伴い以前は欧州造船所にとって重要な収入源であった RORO／ROPAX 建造ビジネスは、事実上消滅した。しかしながら、大型 ROPAX フェリーの建造を続けているイタリアの民間造船所 Cantiere Navale Visentini は、数少ない例外である。同造船所は 2022 年にも新造 ROPAX を竣工させ、新規受注も 1 隻確保した。

Visentini の ROPAX 及び RORO 設計概念は、トリエステのコンサルタント企業 NAOS Ship & Boat が 1990 年代初頭に開発したものである。同設計は、イタリア北東部ポー川の Visentini の建造ドックの寸法に合わせて拡大され、改良が重ねられてきた。

Visentini/NAOS シリーズの特徴は、エンジン 2 基と可変ピッチプロペラ 2 基を用いた満載状態での高速性（23～25 ノット）である。設計の改良点は、水流力学特性が最適化された船首形状（Flex Bow）及び LNG 二元燃料エンジンの導入である。

4－g　オランダ

2021 年にオランダの造船所で建造された海洋船の隻数は、その前の 3 年間よりも高い水準となり、オランダ造船業はコアセクターである短距離貨物船の建造と艤装ビジネスも増加させた。しかしながら、複雑な高付加価値船の新規受注は低迷した。

2021 年の海洋船の竣工数は 39 隻、163,000CGT（標準貨物船換算トン数）で、金額ベースで 8 億 5,300 万ユーロ（8 億 8,250 万ドル）であった。新規受注は、37 隻、4 億ユーロ（4 億 1,380 万ドル）相当で、2021 年 12 月 31 日時点の受注残は海洋船 63 隻、280,000 CGT、7 億 5,000 万ユーロ（7 億 7,600 万ドル）となった。 一方、前年（2020 年）の受注残は、海洋船 68 隻、120 億ユーロ（124 億ドル）相当であった。金額ベースでの減少は、複雑性の高い船舶への需要減少が原因と考えらえる。

＜製造コストの削減＞

オランダの新プロジェクト「SHARED FACILITY」（設備の共有）プロジェクト（本報告書 3-f 参照）では、オランダ北部の協力造船所が共同で使用できるロボット化された造船センターを構築する。同プロジェクトは、同地域の造船業の競争力向上を目的に実施された以前のプロジェクトの成果のひとつである

1990 年代後半までは、オランダ北部の造船業は、短距離船建造において最も効率的な造船セクターであった。しかしながら、その後 20 年間に、賃金の低い他国・地域の造船所は、小型貨物船及びその他の短距離船向け船体建造市場における競争力を高めた。その結果、オランダ北部の造船所や関連企業は、地域の競争力の復活に向けて共同で対処することとなった。

EU 及びオランダの資金支援により、規模の大きい海事クラスターを持つオランダ北部における造船の効率化を目的とした数件のプロジェクトが実施された。プロジェクトのひとつは、完成した鋼製船体（最終艤装なしの「casco」）のコストを、1kg あたり 3.5 ユーロ（3.52 ドル）から 2.5 ユーロ（2.6 ドル）に削減する可能性とその方法に関するプロジェクトであった。

同プロジェクトは、設計コンサルタント企業 Conoship International が、10 造船所及びフィンランドの造船ソフトウェア企業 Cadmatic と共同で実施した。プロジェクトでは、設計、エンジニアリング、資材調達、事前製造、セクション建造、セクションブロック組み立てから船体の予備艤装までの全バリューチェーンを検証した。その結果、2019 年の報告書では、最適化により 1kg あたり 1 ユーロ（1 ドル）のコスト削減が可能な主要分野を以下のように特定した。

- (a) 設計とエンジニアリング—33%
- (b) ロボット化 Robotisation—33%
- (c) ロジスティックスの計画と管理—33%

(a) 設計とエンジニアリングの最適化は、近代的な計算ツール（Cadmatic システムなど）と、建造製図の製作を超えた 3D モデルの利用が必要である。資材コストと労働人時の削減に焦点を当てた船体の建造設計の最適化は不可欠である。次に最もコスト効率の高い建造及び溶接工法の詳細の選択を行う。これには少なくとも部分的な工程自動化が必要となる。

(b) 提案されているコスト削減戦略のもうひとつの柱は、ロボット技術の導入である。これには、ロボット化されたパネルラインでのマイクロパネルの集中的な事前製造（多くの造船所に供給）、及び各造船所におけるロボット化とデジタル化が必要となる。共

有の集中ロボット化パネルラインの導入により、必要なコスト削減の 14%に貢献し、残りの 19%は各造船所の投資から発生する。

(c) コスト削減の残りの 33%は、ロジスティックスの計画と管理の最適化により実現する。鋼製部品だけではなく、配管、設置、機器などへも 3D モデリングを導入し、造船及び艤装工程全体のロジスティックスの計画と管理を向上させる必要がある。これには「CADMATIC eShare」などの情報管理ツールが重要な役割を果たす。このようなツールは、鋼製構造部品、艤装部品、システム、その他の部品を 3D モデルから選択するために利用され、製造計画の作成、労働時間や進捗状況の管理、造船、設置、艤装工程の管理を行う機能を持つ。

2019 年の初回の研究結果は、何件かの既存及び新プロジェクトにつながり、「Shared Facility」プロジェクトはそのひとつである。

＜オランダの海事マスタープラン＞

オランダ政府は、オランダの海事産業がグローバルなエネルギー移行の先駆者となることを後押ししている。この政策は、「Dutch Maritime Masterplan」（オランダの海事マスタープラン）と題された「スマート」で将来的にはゼロエミッションの海事産業を構築する戦略となっている。また、オランダのサステナビリティー戦略は、国際競争の激化を鑑み、許容できるコストで環境目標を達成するという目標を伴っている。この実際的なオランダのアプローチは、コスト競争への圧力は今後も軽減しないとの予想に基づいている。

このためオランダの海事セクターは、ゼロエミッション船やゼロエミッション技術のコストを抑える方法を模索し、労働生産性を向上させる技術を統合した船舶の建造コストの削減を目標としている。

海事マスタープランの 3 つの主な要素は以下の通りである。

1. 「スマート」なゼロエミッション技術と知識のオランダ内での共同開発と共有。
2. 50 隻の船舶（オランダ企業保有船 30 隻とオランダ政府または政府機関保有船 20 隻）を用いた技術実証試験プロジェクトの実施。
3. デジタル設計とロボット化製造の試験施設の開発。

近年の海事研究開発への投資の減少を補うため、マスタープラン内ではオランダ政府が部分出資する第一回の研究開発プロジェクト群が実施された。プロジェクト資金は、オランダ経済省が出資する「R&D Mobility（RDM）」プログラムから拠出され、オランダ企業局（Netherlands Enterprise Agency）が管理を行っている。

最初のプロジェクト 3 件、即ち、「MENENS」（メタノール燃料ソリューションの開発、2022 年欧州舶用技術動向 5-3-u 参照）、「SH2IPDRIVE」（水素推進、同 5-3-z 参照）、「LNG-ZERO」（LNG 駆動船からの GHG 排出削減、同 5-3-s）は、総コスト 8,680 万ユーロ（8,980 万ドル）のうち、5,290 万ユーロ（5,470 万ドル）の助成を受ける資格を得た。これらのプロジェクトは、2021 年 11 月に承認された。

2022 年初頭、オランダ海事産業は、マスタープランの次の段階に進むために国家成長基金への申請を行った。イノベーションへの追加資金と船舶への投資を目的に申請された公的資資金は3億6,560 万ユーロ（3 億 7,820 万ドル）で、産業側からは 10 億ユーロ（10 億ドル）を拠出する計画である。

＜GREEN MARITIME COALITION（グリーン海事連合）＞

2022 年、オランダ北東部の海事産業は、新たな協力体制である「Green Maritime Coalition」（グリーン海事連合）を発足させた。この連合は Groningen Maritime Board（GMB：フローニンゲン海事委員会）とフローニンゲンの船舶設計企業 Conoship International が提唱したもので、海運のグリーン化と造船のデジタル化を目指している。

同連合は、船社、造船所、サプライヤー、技術開発企業、研究機関、大学などの 21 パートナーから構成されている。焦点となる分野は、水素推進、VentiFoil 風力推進、レドックス・フロー電池完全電気推進、船内カーボン回収・貯蔵（CCS）、造船工程のロボット化などである。

初期のプロジェクトは、オランダ政府と EU 両方の資金援助を受けている。

Conoship International は次のように述べている。「技術開発企業、造船所、船主、研究機関の協力は、船舶建造のロボット化と組み合わせたグリーンな舶用技術の開発と実用化による、オランダ北部における革新的なゼロエミッション船の建造というビジネス機会の実現に不可欠である。」

その多岐に渡る目標を追求するため、2022 年 7 月、同連合は初回補助金 140 万ユーロ（145 万ドル）を確保した。この資金は欧州地域開発基金（ERDF）が拠出し、フローニンゲン州政府経由で支給された。実施されるプロジェクトのうち、ロボット化された造船施設の共有に関するプロジェクト「SHARED FACILITY」には、フローニンゲン州から 250,000 ユーロ（258,638 ドル）の資金が配分された。同プロジェクトの結果は 2022 年末に発表される予定である。（本報告書 3-f 参照）

＜オランダ造船企業の動向＞

①Damen Shipyards Group

3 年間連続の赤字の後、2021 年、Damen Shipyards Group は 2,500 万ユーロ（2,590 万ドル）の営業利益を計上した。2021 年末時点の受注残は、前年の 80 億ユーロ（83 億ドル）から 88 億ユーロ（91 億ドル）に増加した。

2021 年の新造船竣工席数は、2020 年と全く同数の 143 隻であったが、金額ベースでは、前年の 20 億ユーロ（21 億ドル）から 24 億ユーロ（25 億ドル）に増加した。金額の増加は、タグボート、内陸船、漁船、作業船、大型豪華ヨットなどの主要船種の好調と、ドイツ海軍向けのフリゲート建造プログラムの作業開始によるものである。2022 年に竣工したもうひとつの特筆すべき新造契約は、オランダ企業向けのバッテリー／燃料電池駆動の内陸水運訓練船である。

Damen Group の子会社 Damen Maaskant は、2022 年、同社ステレンダム造船所内に漁船の改修向けの新屋内施設を建設した。全天候型の建造工場は、長さ 70m、幅 20m で、高さ 18m までの船舶の入渠が可能である。新施設にはガントリークレーンが設置された。また、作業員への清浄な空気と塗装作業中の良好な状態を保つダスト除去装置を装備し、高度な断熱機能を採用している。

Damen Group が開発した新技術は、北海漁船団の運航のサステナビリティーを向上させ、究極的にはゼロエミションを達成するために、ステレンダム造船所で利用される。

2022 年 10 月、Damen は同社のオランダ造船所ネットワークの再編と統合を示唆した。ハルディンクフェルト＝ギーセンダムの造船所は閉鎖され、全従業員は拡張されるホルクム造船所に移籍する。ホルクム造船所には 150m の新シップリフトと船舶修繕設備が追加され、拡張工事は 2023 年下半期に完了する。この投資により、ホルクムは、Damen Group の本社所在地であるとともに、同グループの設計、メンテナンス、修繕、改造、及び全長 90m までの商船の建造におけるメインロケーションとなる。

Damen は、艦艇市場におけるビジネスを拡大している。2022 年に新たな動きとしては、コロンビア海軍の次世代フリゲート計画の設計において、コロンビアの造船グループ COTECMAR と共同開発に関する契約を締結した。提案されている設計は、Damen が開発した全長 105m の「SIGMA 10514」モジュラー船型をベースしている。

フランスはギリシャとの艦艇建造に関する協力体制を強化しているが、Damen Group も、同年、ギリシャの海事産業との新たな協力を開始した。2022 年 3 月、Damen とギリシャ舶用機器製造・輸出工業会（HEMEXPO）は、ギリシャとオランダの海運及び造船産業の協力体制の強化と、造船、舶用機器、船舶技術における協力促進に関するに基本合意を締結した。

Damen は、新造船顧客に対して船舶のライフサイクルをカバーするサポートとサービスの提供を開始した造船産業界のパイオニアである。この戦略の一環として、2022 年には Cat エンジンのグローバルサポートサービスに関して Caterpillar との合意を締結した。この合意には、船隊管理・監視システムを含む。

この新契約は、まずオーストラリアとニュージーランドに適用され、今後世界中の Damen のサービスハブ全体に拡大される。Caterpillar と Damen は 1970 年代から提携しており、同社のエンジンは Damen の標準船型（タグボート、作業船など）に搭載されている。

②Royal IHC

完全な新造船建造ではなく、特殊ノウハウやシステムを提供するという業界のトレンドを表している例として、Royal IHC は、2022 年 8 月、浚渫船の設計、エンジニアリング、機器の提供に関する合意をバングラデシュと締結した。カッターサクション浚渫船（CSD）4 隻（全長 54m 型 2 隻及び 74m 型 2 隻）が、オランダ Royal IHC のパッケージを用いて、バングラデシュの Karnafuly Ship Builders により建造される。また、Royal IHC は、船舶とハードウェアの設置、試験、海上試験などで同造船所をサポートする。

かつでは浚渫船市場のリーダーであったオランダの浚渫船の国内建造は衰退している。米国や中国、南アジア及び東南アジアを含む世界の造船所に設計ライセンスを供与した Royal IHC の受注残は減少しており、2022 年 9 月には同社は造船設備のさらなる縮小計画を発表した。労働力の縮小に加え、様々なエンジニアリング及びオフショア事業部門の売却を進め、同社のクリンペン・アーン・デン・エイセルの造船所の操業を停止した。同造船所は新規受注が確保されるまで「休眠」する。

Royal IHC の最近のリストラは、2020 年 4 月の政府、銀行、企業のコンソーシアムによる同社の破綻からの救済に続くものである。これにより、つなぎ融資と信用保証が利用できるようになった。

③Royal Bodewes Group

Royal Bodewes Group は、フローニンゲン近郊フォクホルに位置する旧 De Hoop 造船所を買収し、オランダ国内の造船能力を高めた。De Hoop は 2017 年に船舶建造を停止し、その後他の造船所や鉄鋼企業に設備を貸していたが、2021 年に破産を申請した。

Royal Bodewes は、リトアニアの鉄鋼製造・設計企業 Passer SIDC と共同で De Hoop を買収した。Passer SIDC は、造船と修繕の他、石油、ガス、再生可能エネルギーセクターで事業を行っている。フォクホル造船所は、最大 136×16m の船舶の建造が可能である。Passer SIDC は、2022 年に数件の新造船建造契約と船体製造契約に署名したと報道されており、フォクホル造船所の再始動の可能性は高まった。

＜MARIN：新シミュレーターセンター＞

2022 年 9 月、オランダ海事研究所 MARIN の新シミュレーターセンター「Seven Oceans Simulator Centre（SOSc）」の建設が公式に開始された。同センターは、航海中の困難な状況での船舶と船員の挙動と相互関係の現実的なシミュレーションと行い、海事研究に寄与する。同センターは 2024 年初頭までに稼働する予定である。

船舶の安全性に関する研究に加え、バーチャル試験設備により、ユーザーは設計段階で新造船の挙動を経験し、評価することができ、船員の重要な役割と船内での協力関係を知ることができ

る。MARIN の新センターは、国内の海事セクターだけではなく、国際的な海事コミュニティー向けに開かれている。同センターの設備の利用は、厳しい海象条件においても最高レベルの安全性を維持する革新的な船舶の開発につながる。

この Seven Oceans 研究センターは、 可動式ブリッジを持つ球体型シミュレーター、及び VR／AR（仮想現実／拡張現実）技術、ヒューマンファクター管理、監視技術を活用した実験室が特徴である。球体型シミュレーターは世界でもユニークで、環境映像は周囲だけではなく、上部と下部にも投影される。

＜艦艇建造プログラム＞

オランダ国防省は、オランダ海軍の既存の支援艦（support vessel）全 10 隻を新造船 8 隻で代替するという大規模な計画を進めている。全 8 隻の建造プログラムはひとつの造船契約者に委託される予定である。契約には、同艦隊の就役後のメンテナンスも含まれる。委託される造船企業は、2024 年に決定される。

8 隻の新造船は、水上支援艦 4 隻と潜水支援艦（DSV）4 隻である。水上艦には 2 つのタイプがあり、ひとつはオランダ海軍の現行の水路調査船と魚雷作業船を組み合わせた役割を持ち、もうひとつは現行のロジスティックス船と訓練船を組み合わせた役割を持つ 4 隻の新造 DSV は、爆発物処理、港湾保護、メンテナンス、トレーニングを含む複数の任務を行うダイバー向けに設計されている。

一方、長らく期待されていたオランダの潜水艦代替計画は、さらに延期された。2022 年 10 月、オランダ政府は 2023 年末以前には契約を決定しないと発表した。潜水艦建造入札で競合しているのは、Royal IHC（オランダ）、thyssenkrupp Marine Systems（ドイツ）、Saab-Kockums（スウェーデン）である。

＜舶用企業＞

①Van Voorden

2021 年 12 月のプロペラメーカーVan Voorden の経営破綻後、オランダの舶用機器サプライヤーネットワークには、もはやプロペラメーカーが含まれない。ザルトボメルに本社を置く Van Voorden は 2017 年に一度破綻したが、Andus Group による買収とともに再建された。しかしながら、今回の閉鎖は決定的である。これはオランダ造船業の新規受注の減少と、中国及びトルコの造船所の小型船、浚渫船市場への進出と勢力拡大の結果である。

②Bakker Sliedrecht

オランダの舶用電気企業 Bakker Sliedrecht は、船舶の設計、建造、退役を含む全ライフサイクルの電気設備データを活用するデジタル化戦略を進めている。同社のデジタルプラットフォーム（OASIS 及び eVIEW）を活用し、船舶の電気設備とコンポーネントの全情報はデジタルフォームで保存される。データの入力は、設計エンジニアリング段階の製図と船舶建造に必要な建造計画からスタートする。同システムは、その後の調整やアップグレード、完全な改造を含む情報の継続的なアップデートを行う。データベースは関係者全てがアクセス可能である。

特に建造段階では、変更と計画への迅速で柔軟な対応のために、情報共有が重要である。これにより可能性のある問題を特定し、プロジェクトの時間と予算に大きな影響を与えることなく解決することができる。

Bakker Sliedrecht のデジタル化戦略の背景には、船舶建造が必要とする関係者の増加と、規制環境の複雑化がある。デジタル化により常に情報を最新の状態にすることができ、e メールや Excel のスプレッドシートを繰り返しやり取りする必要がなくなる。また、エラーのリスクを削減し、リアルタイムの情報交換を可能にする。同社は、デジタル化により、船主にとって長期的なコスト削減が実現すると考えている。

4－h　ノルウェー

ノルウェー政府は、同国海運の低排出及び究極的なゼロ排出目標に寄与する新造船に投資するノルウェー船主に対し、補助金を支給している。2022 年 6 月、ノルウェー気候エネルギー省に属する政府機関 ENOVA SF は、3 船主が建造を計画している新造船 7 隻向けの資金援助を決定した。（しかしながら、この補助金政策の狙いはノルウェー海運の環境性の向上であるため、新造船をノルウェー国内で建造する義務はない。）

補助金の受給資格を得た新造船 7 隻の船主は、以下の通りである。

- Faerder Tankers Norway：アンモニア燃料を使用するタンカー2 隻と自動車運搬船 2 隻。ENOVA からの補助金は 2 億 560 万ノルウェー・クローネ（2,020 万ドル）。事実上エミッションフリーで運航する最初の海洋商船隊であるとされている。
- Samskip Norway と技術企業 Ocean Infinity の共同プロジェクト：大出力水素燃料電池プラントとバックアップのディーゼル電気推進システムを持つ 500TEU 型短距離コンテナ船 2 隻。オスロフィヨルド海域とロッテルダム間でエミッションフリーの貨物輸送サービスを提供することが目標。資金配分は 1 億 4,860 万ノルウェー・クローネ（1,460 万ドル）。
- Thor Dahl Shipping：圧縮水素を使用する水素燃料電池で駆動される 5,000DWT 型ばら積み貨物船。同船はノルウェー企業（オスロの Naval Dynamics 社）が開発し、CO2、NOx、SOx を排出せずに 1,000 海里の航行が可能な設計となっている。

また、ENOVA SF は、海運のエネルギー移行を促進するために、ノルウェー国内の水素製造プロジェクト 5 件にも補助金を拠出している。

2022 年、ノルウェー政府の環境局 Miljodirektorat は、低排出化への投資を行うノルウェーの高速船船主に対し、4,000 万ノルウェー・クローネ（390 万ドル）の追加資金を拠出した。ひとつの組織に対する最大の資金配分は、ヴェストラン県政府に対する 1,700 万ノルウェー・クローネ（170 万ドル）で、ベルゲンに電動高速船を就航させるプロジェクトの追加コストをカバーする。また、電動高速フェリー2 隻をスタバンゲル海域に就航させるプロジェクトを実施するローガラン県政府に対しては、1,300 万ノルウェー・クローネ（130 万ドル）が支給された。

さらに、「Fremtidens Hurtigbaat」（未来の高速船）プロジェクトにおいて高速フェリーの共同開発を行っている 4 地方政府に対しては、970 万ノルウェー・クローネ（100 万ドル）が追加支給された。同プロジェクトには、既に 2020 年に Miljodirektorat から 5,590 万ノルウェー・クローネ（550 万ドル）が支給されている。プロジェクトの目標は、現行のノルウェーの高速フェリーよりもエネルギー消費量が 30%少ない高速フェリーの開発である。

トロムス・オ・フィンマルク県は、トロムソ - ハーシュタ間を運航するローカル高速船のバッテリー駆動化に関するフィジビリティー研究と初期プロジェクトに対し、500,000 ノルウェー・クローネの補助金を確保した。

＜Ulstein Verft＞

2016～2018 年期のエクスペディション・クルーズ船建造市場は記録的な需要を経験し、受注の大部分は欧州造船所が獲得していた。一般的な契約条件は、急増するエクスペディション・クルーズ客の需要に対応するための迅速な製品納入であった。

そのような造船所のひとつであるノルウェーUlstein Verft は、計画通りの引渡しを行うことで定評がある。同社のエクスペディション・クルーズ船（及びその他の特殊船）の納入実績は、他の国際的造船所と比較しても例外的によかった。

同社の独自調査によると、2017～2021 年期に竣工したエクスペディション・クルーズ船 32 隻の引渡し遅延日数は平均 139 日であった。クルーズ会社は、平均して契約納期よりも 4 か月から 5

か月半も遅れて新造船の引渡しを受けおり、これはクルーズシーズンひとつに相当する。納入遅延が 30 日以内であったのは僅か 8 隻である。5 隻はほぼ一年間引渡しが遅れていた。納入遅延による追加コストは、オリジナルの新造船価格と比較しても大きい。

造船所は、エクスペディション・クルーズ船新造プロジェクトの契約時に、建造所要時間を過小に見積っていると考えられる。小型、中型のエクスペディション・クルーズ船は技術的に複雑で、艤装にも時間がかかる。これらのクルーズ船は、ガラパゴス諸島、南極、北極などのユニークな海域を航行する設計となっており、特殊な技術や装置が採用されている。

Ulstein Verft は、同社の納期を順守する能力を、以下のように説明している。

1. 能力のある人的資源、特に熟練労働者：「Ulstein の最も重要な資源は従業員であり、同ヤードの良好なパフォーマンスの主な要因である」と、同社は述べている。
2. プロジェクト管理：新造船プロジェクトのサプライチェーンの管理は、リソースの有効活用に不可欠である。バリューチェーン内の協働も、複雑なプロジェクトの成功を決定する。
3. 効率的な設備と製造：同社ウルシュタインヴィクのコンパクトな造船所のレイアウトと屋内ドックは、天候に左右されずに生産性を維持することができ、また造船に効率的なロジスティックスを提供している。
4. ノウハウの開発：Ulstein は、ノルウェー内外の大学と長年の協力関係を築いており、納期や製造所要時間に影響する既存の造船戦略のさらなる開発を続けている。

4－i　スペイン

2022 年 3 月、スペイン政府は、「回復と経済転換のための戦略的プロジェクト」（PERTE）と題された造船業のプログラムを承認した。同プログラムは、公的部門からの 3 億 1,000 万ユーロ（3 億 2,070 万ドル）を含む総額 14 億 6,000 万ユーロ（15 億 1,000 万ドル）の資金を投入した産業刺激策である。PERTE の目的は、スペイン及び欧州の産業の自給性を高め、造船業の多角化と技術開発を促進することである。

スペイン政府は、同戦略は約 3,000 人分の雇用を創出し、スペイン造船業の競争力を 15%向上させ、またスペインの海事産業全体の競争力を 9%向上させるとしている。主な目的は、公的部門と民間部門の協力関係を強化し、バリューチェーンの転換、造船活動の多角化、産業全体のデジタル化、環境持続性の促進、従業員のトレーニングと資格取得の促進などに共同で取り組む。

PERTE では、スペイン産業省が、部分的に返済義務のある融資（融資と補助金を組み合わせた支援）による財政支援を監督する。PERTE 支援は、低排出船の開発と舶用再生可能エネルギーセクター、特に洋上風力発電所向けの支援船建造への多角化を促進する

「インダストリー4.0」概念に基づいたデジタル化戦略は、関連生産技術及び無人システムなどを対象とする。同プログラムは、5,000 人以上の労働者のデジタル技術の習得を含めている。

イノベーション促進を目的とした官民の協働プラットフォームは、国有造船・海上防衛企業 Navantia 及びスペインの主要民間造船所を代表する Pymar によって構築された。官民協力は、PERTE 戦略の実行と成功に不可欠な要素のひとつであると考えられている。Navantia と Pymar は、PERTE プログラムの補助金を得るための造船業からの提案を促進し、監督する。

スペインの造船産業は現在約 70,000 人を雇用し、年間売上高は 75 億ユーロ（77 億 6,000 万ドル）である。20 以上の造船所が、海洋船建造能力を持つ。

＜Astilleros Armón＞

2022 年、スペインの造船グループ Astilleros Armón は、ビーゴの Barreras 造船所（Hijos de J.Barreras）を買収し、事業をさらに拡張した。Barreras は、ROPAX 船、RORO 船、貨物船、漁船建造で長年の実績があり、最近ではクルーズ船市場にも参入したが、経営破綻した。スペイ

ン北部に造船所ネットワークを持つ Armón Group による買収価格は 1,450 万ユーロ（1,500 万ドル）であった。Armón Group は、1999 年にビーゴの Santodomingo 造船所、2013 年にヒホンの Astilleros Gijon を買収している。

Armón は、大型漁船や調査船などの多数の特殊船の受注残を確保している。Barreras 造船所の統合は、Armon の高度新造船の建造能力を高めた。2022 年には、ニュージーランド、アイスランド、スペインから受注した調査船の建造が開始された。

Armón は、スペイン最大手の民間造船所としての地位を確立した。Armón Group は、2022 年上半期にスペインの造船所が受注した新造船 28 隻のうち 25 隻を受注している。2022 年 6 月 30 日現在、スペインで建造中または受注済みの商船、民間船の総数は 64 隻で、うち 35 隻を Armón Group が占めている。 スペイン造船所の受注残は、過去 5 年間で最高の数字となっている。

4－j　英国

2022 年 3 月、英国政府は、英国造船産業の再生を目的とした国家造船戦略（National Shipbuilding Strategy）の改訂版を発表した。この戦略は、2017 年戦略をアップデートしたものである。2017 年戦略の艦艇建造への焦点を維持しながら、新戦略では商船建造と関連サプライチェーンへの比重をこれまでになく高めている。

新戦略の要点は、艦艇と政府保有船向けの 40 億ポンド（48 億ドル）規模の政府調達プログラムの詳細「the pipeline of work」（仕事のパイプライン）である。造船所と関連産業に長期的な需要の展望を与えることにより、造船所が確信を持って計画と投資を継続することが可能となる。しかしながら、各造船所は受注可能な仕事に関して互いに競合関係にある。造船所が自動的に契約を受注することはなく、受注獲得のためのいかなる補助金もない。造船「パイプライン」は、150 隻以上の政府保有船（艦艇及び民間向け）をカバーしている。

同戦略は、政府による造船業への各種支援策も含めている。そのひとつは、長年の停止期間を経た国内造船信用保証制度（Home Shipbuilding Credit Guarantee Scheme）の再導入である。この制度により、英国造船所が国内契約の支払いを保証するための資金へのアクセスを可能とし、他国の輸出信用保証制度に対抗するために競争市場を平等化する。

もうひとつの政策は、英国運輸省による排出削減を目的とした海運局（UK Shipping Office for Reducing Emissions：UK-SHORE）の設立と、同局が管理するゼロエミッション船及び関連インフラの研究開発への 2 億 1,600 万ポンド（2 億 5,680 万ドル）規模の資金である。これは、英国造船業を「グリーン」船と関連技術のリーダーにするというボリス・ジョンソン元首相の願望を反映している。UK-SHORE は、港湾インフラへの投資など、クリーンな舶用技術への投資を阻害する課題の解決を支援する。また、企業と大学、研究機関の共同研究開発プロジェクトを促進するための英国の助成プログラムであるクリーン・マリタイム実証コンペティション（Clean Maritime Demonstration Competition：CMDC、欧州舶用技術動向報告書 5-3-d 参照）への様々な支援を行う。

さらに、同造船戦略では、英国教育省が主導する英国造船スキル・タスクフォース（UK Shipbuilding Skills Task Force）を設立する。このタスクフォースは、英国内の産業やトレーニング提供者と共同でスキルのギャップを特定し、対処する。

同戦略の一環として、国際貿易省内に新海事局「Maritime Capability Campaign Office」が設立され、輸出支援と投資の調整を行う。その目的は、英国造船所と舶用企業による製品、技術、設計、サービスにおける輸出契約の獲得を助け、英国の市場シェアを拡大することである。

さらに、もうひとつの新たな造船支援機関「Shipbuilding Enterprise for Growth（SEG）」は、造船産業、学界と共同で、防衛産業、宇宙航空産業など他産業の経験を活用し、造船業の転換とイノベーションを促進する。調達過程における競合以外で、ステークホルダーの協働の機会を特定し、造船業全体の改善を目指した行動をとる。SEG の当初の優先事項は、技術、サプライチェーン、スキルの開発を通じた生産性と競争力向上のための方策を特定することである。また、

SEG は、ロボット技術やサプライチェーンのデジタル統合を含む先進的製造技術を活用した「未来の造船所」（Shipyard of the Future）のモデルの構築を担当する。

英国国家造船戦略のアップデートとジョンソン元首相の造船産業活性化計画は、英国政府による 1970 年代以来最も抜本的な造船戦略である。この数十年間、英国政府と政治家の造船政策は一貫性に欠けるか、または無関心であった。新戦略の目的を達成するためには、今後の政権交代にかかわらず、長期的な協力と一貫性が維持されなくてはならない。

しかしながら、2022 年 11 月までには、造船戦略内の「仕事のパイプライン」に既に変更がひとつ加えられた。計画されていた 2 億 5,000 万ポンド（2 億 9,720 万ドル）のフラッグシップがキャンセルされ、ケーブルやパイプラインなどの海底インフラを保全する特殊船 2 隻に代替された。フラッグシップは、英国の貿易と技術のプロモーション及びハイレベルの国際会議に利用される予定であった。特殊船のうち 1 隻は英国内で建造される新造船、もう 1 隻は既存船または既存船体を購入し、改造したものとなる。

＜造船信用保証制度＞

2022 年 10 月、英国政府は国内造船信用保証制度（Home Shipbuilding Credit Guarantee Scheme）の導入計画を再確認し、2022 年末までに実施すると発表した。同制度は、英国内のオペレーターを対象とし、民間金融業者とのパートナーシップのもとで政府が新造船への融資を保証し、新造船投資を促進するものである。

英国の海事産業は、長年にわたり国内造船信用保証制度の再導入を求めてきた。今回のイニシャティブは、国家造船戦略の重要な要素のひとつである。英国政府は、同制度は、他国の競合造船所の輸出信用保証に対抗し、英国造船所が公平な競争条件のもとで貴重な契約を勝ち取ることを可能にする、と述べている。

＜Harland & Wolff＞

2019 年の Harland & Wolff（H&W）造船所の買収により設立された新英国造船グループは、ベルファストにおいて造船活動を再開し、鋼材製造と造船事業を活性化している。同時に、英国での企業買収により事業を拡張している。

2022 年 11 月、同社が参加する民間造船連合「Team Resolute」は、英国国防省の海軍支援艦 3 隻の建造プロジェクトの優先入札者に選ばれ、同社と産業にとって大きな突破口となった。この 16 億ポンド（19 億ドル）規模の契約は、2023 年春に最終決定される。Team Resolute は、Harland & Wolff、船舶設計企業 BMT、及びスペイン最大の造船所 Navantia の新英国子会社で構成されている。

計画されている新造船隊は、全長 216m×幅 34.5m で、英国海軍補助艦隊（Royal Fleet Auxiliary：RFA）が運用する最長の船舶となる。その主な任務は、軍用品、弾薬、スペアパーツ、機器の輸送で、海上で直接戦艦に補給を行う。最高速力は 19 ノットで、動力及び推進システムは将来的なカーボンフリー燃料や代替燃料の採用に対応する設計となる。設計は、BMT が開発した Aegir 船型を基本としている。同船型は、大宇造船海洋で建造され、2017～2019 年に RFA が運用した Tide 級タンカー船隊に使用された。

同船隊のブロックとモジュールの大半は、ベルファスト及びアップルドアの Harland & Wolff 造船所で建造され、部品は同造船所のスコットランドの建造所 2 か所から調達される。スペイン Navantia のカディスのプエルトレアル造船所も、建造作業の一部を担当する。最終組み立てはベルファストで行われ、製造は 2025 年に開始される。また、Navantia は、ベルファストの Harland & Wolff に技術移転とスキルのノウハウを提供する。Harland & Wolff が最後に建造した大型新造船は、2003 年に竣工した。

Team Resolute への正式契約の決定は、ベルファストの造船所インフラへの 7,700 万ポンド（9,200 万ドル）規模の投資を促す。この投資は、Harland & Wolff の造船所の雇用増大と将来的

な輸出向け及び国内からの造船とオフショア関連受注につながるものとなる。

ベルファストにおける造船活動の再開に向けて、H&W Group は、テムズ川の大手オペレーターから貨物バージ 23 隻を受注した。このバージ建造プログラムにより、ベルファスト拠点の建造工場は再稼働し、英国国防省の英国海軍補助艦隊向けの暫定契約による大規模な造船活動再開への準備作業となっている。

また、英国では、2 年間閉鎖されていたデボンのアップルドア造船所が、H&W による買収の後、活動を再開した。2019 年に Babcock International により閉鎖された同造船所は、2020 年末に H&W が買収した。2022 年には、H&W は、 リトアニア海軍向けに旧英国海軍の掃海艇を改造する 5,500 万ポンド（6,540 万ドル）の契約の作業を、アップルドア造船所で開始した。この改造プロジェクトにより、アップルドアには 100 人分の雇用が戻り、サプライチェーンにも恩恵を与えた。H&W は、この契約を踏み台に、政府保有船向けのさらなる受注獲得を狙っている。

さらに、2021 年、H&W Group は、スコットランドの旧オフショアプラットフォーム製造工場 2 か所（メトヒルとアーニッシュ）を買収した。その後、両工場は、エネルギー・採掘セクターからの建造受注を獲得している。アーニッシュヤードは、大型圧延設備を持ち、特殊溶接で定評がある。

2022 年、スペインの国有造船・海事防衛企業 Navantia は、英国子会社を設立し、H&W だけではなく、英国の造船及び洋上風力発電産業におけるパートナーシップの強化を狙っている。

＜Artemis Technologies＞

Artemis Technologies は、革新的な「eFoiler」推進システムのさらなる開発と市場化に向けてベルファストハーバーにハブとなる新製造拠点を開設した。ベルファストのクイーンズアイランド地区に位置する新施設は、eFoiler 製造ラインのプロトタイプ開発を行い、ベルファスト近郊のリズバーンにある同社の既存施設を補完する。

Artemis は、革新的な電気フォイル推進システムを搭載した新世代のゼロエミッション高速フェリーとサービス船の設計と製造に焦点を当てた 13 企業のシンジケート「Belfast Maritime Consortium」の主導メンバーである。

ベルファストラフ（入り江）に位置する 42,200 平方フィート（3,920 ㎡）の工場には、Artemis の製造、設計チームが駐在し、作業船、旅客フェリー、プレジャーボート、及び今後の需要増加が見込まれる洋上風力発電施設のクルー輸送船向けに同社技術の市場化を行う。目的のひとつは、eFoiler をスタンドアローンの製品として、新造船への設置と既存船へのレトロフィットの両方に提供することである。

eFoiler システムは、超高密度の電動発電機ユニットをカーボンファイバー製ハイドロフォイルに統合するという概念を基礎としている。同設計は、水に接するエリアとドラグを最小化する。同社は、ドラグは既存の高速フェリー船型と比較して 70%以上低減するとしている。また、高効率を実現することにより、電気推進を商業的に可能にすると同時に、高い速力と航続距離を提供することを目指している。

航空産業からの知識は、同技術の開発に重要な役割を果たしている。航空機メーカー Bombardier Belfast（旧 Short Brothers）は、Belfast Maritime Consortium の主要メンバーである。その他の協働メンバーは、北アイルランド先進複合材・エンジニアリングセンターNIACE 及び Creative Composites 社である。

Artemis は、全ての技術製造を英国内に維持するために、長期的な供給戦略を持っている。同社は、「この目的達成のカギは、ハイレベルのスキルと投資を必要とする技術を開発することである。これによって高価値の製造における雇用が確保されると同時に、高収益の製品が維持される」と述べている。

2022 年には、同社は「eFoiler」電気推進概念の開発の最終段階に達した。同システムは、グローバルな高速フェリー市場向けの完全電動旅客船の新設計に統合された。革新的な FF-24 型フェ

リーは、Artemis が開発中の eFoiler ゼロエミッション船のいくつかの船型のうちのひとつである。同船型の最高速力は 38 ノットで、通常速力 25 ノットでは 115 海里の航続距離を持つ。燃料削減率は 85%で、従来型のディーゼル駆動高速フェリーと比較して非常に静かなことも特徴である。EF-24 船型は、Artemis の特許技術「eFoiler」電気推進システムで駆動され、ハイドロフォイル型の船体を持つ。旅客積載量は 150 人である。

2022 年に発表された実証プロジェクトでは、EF-24 の 1 番船が北アイルランドのベルファストとバンゴールを結ぶローカルな沿岸航路の旅客サービスに投入される。同サービスは、イギリス海峡でフェリーを運航する Condor Ferries との共同運航となり、2024 年の就航が予定されている。同船は、Artemis Technologies のベルファスト新工場で建造される初の完成船となる。

EF-24 と将来的な派生船型は全て eFoiler システムを搭載し、「グリーン」ソリューションとして世界中の都市部や沿岸の輸送に活用されることが期待されている。この半没水型電気駆動システムの効率は、全長 12m の eFoiler 作業船のプロトタイプを用いて試験が行われた。ゼロエミッションと非常に低い騒音と振動の他、同船型は後流をほとんど発生させず、高速航行時の動揺を削減する。同船のユニークな高速衝突回避システムは、ベルファストのクイーンズ大学と共同開発された。

2020 年、ベルファストの海事企業連合「Belfast Maritime Consortium」は、ゼロエミッションフェリー開発のために、英国政府の研究・イノベーション助成金 3,300 万ポンド（3,920 万ドル）を確保した。Condor Ferries は、2022 年に同連合に加盟した。

＜Babcock International＞

2022 年 4 月、スコットランドの Babcock International のロサイス・ドックヤードは、最初の新造の建造を開始した。同船は英国海軍向けの 6,000 排水トンの Type 31 型フリゲートで、ロサイスでシリーズ建造される 5 隻の 1 番船である。同組立工場は、同サイズの船舶 2 隻を横並びで同時建造することが可能である。

Type 31 は、Babcock の「Arrowhead 140（AH140）」船型をベースとしている。同船型は、ポーランド海軍及びインドネシア海軍の次世代フリゲート計画にも採用されている。各計画では、基本建造はそれぞれポーランドとインドネシアで行われ、Babcock は支援と技術移転を行う。

2022 年初頭には、同社はポーランド海軍の「Miecznik」（メカジキ）級フリゲート建造計画の設計・技術パートナーに選ばれ、同社の海軍向け国際市場への拡大は新たな段階を迎えた。Babcock が開発した「Arrowhead 140」船型の 3 隻は、PGZ-Miecznik コンソーシアムの監督の下で、ポーランドで建造される。ポーランドのサプライヤーが中心となるが、Babcock のグローバルサプライチェーンも利用される。

2022 年 9 月、Babcock は Miecznik プログラム関連の追加契約を受注した。それは船級設計契約と知識及び技術移転枠組み契約で、建造プログラムのさらなる開発を支援し、ポーランド国内の造船能力を高め、同 3 隻の計画通りの仕様と納入を目指す。技術移転合意により、Babcock は、ポーランドの PGZ 及び Remontowa Shipbuilding と技術及び産業ノウハウを共有する。

英国海軍の変化する需要に対応するため、プリマスの Babcock デボンポート造船所は、2020 年に 10 年間の開発計画を開始した。1 億 4,000 万ポンド（1 億 6,640 万ドル）の初期契約では、原子力潜水艦のメンテナンスを行うための建造インフラの設計と再開発を行う。

2022 年、Babcock International 傘下の Babcock LGE は、現代重工業（HHI）及び現代尾浦造船（HMD）と、液化 CO_2 運搬船の設計開発に関する契約を締結した。Babcock の責任は、船舶と運航形態に応じた貨物処理システムの設計である。

カーボン回収・貯蔵（CCS）システムの国際的な普及に伴い、液化 CO_2 の大量輸送は急速に拡大すると予想されている。

Babcock の LPG システムは、300 隻の既存船に搭載されており、その実績とノウハウを液化 CO_2 運搬船向けのシステム開発に応用する。液化 CO_2 運搬船と LPG 運搬船は、いくつかの設計上の特徴を共有している。

＜BAE Systems＞

英国に残った僅かな大型船建造所にとって、海軍向けの契約は命綱となっている。海軍向け契約の重要性は、2022 年に英国国防省が発注した次世代ドレッドノート級潜水艦の第三引渡しフェイズ向けの 20 億ポンド超（24 億ドル）という契約金額から明らかである。この契約は、BAE Systems とエンジニアリンググループ Rolls-Royce が受注した。第三引渡しフェイズには、さらに 70 億ポンド（83 億ドル）の追加契約が計画されており、同建造プログラムの総額は 100 億ポンド（119 億ドル）となる。

ドレッドノート級潜水艦建造プログラムに対応するため、BAE Systems のバロウ・イン・ファーネス造船所の先進技術と設備のアップデートには、既に 10 億ポンド（12 億ドル）以上の資金が投資されている。プログラム実施中には、さらに 4 億 5,000 万ポンド（5 億 3,500 万ドル）の追加投資が計画されている。2022 年、同社は潜水艦事業部部門に、さらに 340 人の見習い工と 90 人の大卒者を雇用する計画を発表している。

ドレッドノート級潜水艦の艦隊は、2030 年代初頭に就役する予定である。英国の連続航行抑止力（continuous at-sea deterrence：CASD）は、1969 年から維持されている。ドレッドノートプログラムの第三フェイズでは、新造弾道ミサイル搭載潜水艦 4 隻の 1 番艦が、BAE Systems のバロウ・イン・ファーネス造船所で竣工ステージを迎える。ドレッドノート級は、世界で最も複雑な潜水艦のひとつで、英国海軍最大の潜水艦である。潜水艦の建造はバロウ・イン・ファーネス造船所に集中しているが、同プログラムは英国のサプライチェーンの 30,000 人分の雇用をサポートしている。

また、2022 年には、アストュート級原子力潜水艦 7 隻のうち 5 隻目である「HMS Anson」がバロウの BAE Systems で竣工した。13 億ポンド（16 億ドル）を投資した「HMS Anson」は、これまで英国で建造された最も高度な攻撃型潜水艦であるとされている。

英国海軍のフリゲート建造計画と BAE Systems ガバン造船所内の新建造工場への 1 億ポンド（1 億 1,900 万ドル）超の投資により、造船ハブとしてのグラスゴーの未来は確定したと考えられる。造船設備の開発プロジェクトは最終段階にあり、完成すれば 2 隻の同時建造が可能となる。デジタル製造技術を導入した全天候型新工場では、天候に左右されず、最適化されたロジスティックスを用いて建造が行われる。

ガバン造船所の初回受注は Type 26 型フリゲート 3 隻で、英国政府は 2022 年 11 月に、さらに 5 隻の次期計画を決定した。主監となる「HMS Glasgow」は、2024 年に就役する予定である。

BAE の同拠点への投資は、400 人の追加雇用を含め、英国海軍だけではなく輸出契約の獲得を目指す同社の戦略を決定づけるものとなる。

2022 年、BAE Systems は、「Adaptable Strike Frigate（ASF）」と呼ばれる新設計の適応型多目的戦艦のマーケティングを開始した。新設計の基本はモジュール性である。これにより特定の要求に対してコスト効率の高い対応が可能となり、また任務と運航形態の種類に応じて設計を改造することができる。モジュール性は、同フリゲートの舶用エンジニアリングシステムにも適用される。同船型の仕様の試案では、高い操船性と航行能力を組み合わせた革新的な「グリーン」推進システムを搭載している。

＜Wight Shipyard＞

2022 年 3 月、英国最大のアルミニウム製船舶建造所 Wight Shipyard は、フランス最大の同業造船所 OCEA と合併した。新グループは、フェリー市場及び洋上再生エネルギー市場におけるビジネスの獲得に焦点を当てる。

Wight Shipyard は、英国造船所の近年の成功例である。イングランド南部のワイト島に位置する同造船所は、2016 年に設立されたばかりであるが、英国内及び海外の顧客からコンスタントに小型アルミニウム製フェリーを受注し、利益を上げている。

2022 年に受注した最新の契約は、ロンドン中央部テムズ川での旅客輸送を拡大している Thames Clippers 向けのカタマラン型フェリー2 隻である。2 隻の新造船はハイブリッド推進システムを持つ。ロンドン中心部のシティーゾーンを航行するときには、各船はバッテリー動力のみで駆動される。中心部以外の航行では、バイオ燃料を使用する。さらに、バッテリー充電は陸上電力に依存せず、バイオ燃料モード時にエンジンから発生した余剰電力を用いて充電される。

Wight Shipyard は、フランス OCEA との合併合意により、同社イーストクロウ造船所は建造能力を倍増させると述べている。合併後、OCEA は Wight Shipyard と人材や運営を共有し、事業拡大を開始する。OCEA の本社造船所は、フランス大西洋岸サーブル＝ドロンヌに位置する。同社は、フランス国内に複数の製造拠点、及びカリブ海とフィリピンにも拠点を持つ。

＜自動航行技術＞

2022 年 10 月、英国プリマスに国立沿岸自動化センター（The National Centre for Coastal Autonomy）が正式に開設された。同センターは、自動航行船の開発と導入、及び遠隔操作、海洋サイバーセキュリティー、自動化、人口知能（AI）、マシンラーニング、先進的航法などの関連技術の開発を行う。

同センターの設立パートナーは、プリマス海事試験所（Plymouth Marine Laboratory）、プリマス大学、海洋生物学協会で、これらの組織は既にジョイントベンチャー「Marine Research Plymouth」を設立している。プリマス市は、既に英国の沿岸舶用自動化技術の開発と導入の中心となっている。

第 5 章　推進システム、舶用機器、舶用関連技術における欧州共同研究開発プロジェクト

5－1　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

5－1－a　AMMONIA 2-4（アンモニア 2-4）

2022 年に開始された欧州連合（EU）の助成研究開発プロジェクト「Ammonia 2-4」の目的は、アンモニア焚きの 2 ストローク及び 4 ストローク舶用エンジンの開発を加速することである。アンモニア燃料は、海運の脱炭素化目標へのポテンシャルが特に高い燃料であると考えられている。

同プロジェクトでは、2 ストローク及び 4 ストローク向けの技術を開発し、2 ストロークバージョンの実船へのレトロフィットを行う。同時に、船舶における燃料直接駆動及び燃料エレクトリック駆動の両タイプの調査研究を行う。

同プロジェクトは、EU の Horizon Europe プログラムから 1,000 万ユーロ（980 万米ドル）の助成金を獲得している。Wärtsilä がコーディネーターを務め、プロジェクトパートナーは DNV、船社 Mediterranean Shipping Company（MSC）、設計コンサルタント C-Job、イタリア国営リサーチカウンシル（CNR）である。Wärtsilä は既に 70%アンモニアの混合燃料で駆動するエンジンを開発しており、2023 年までには 100%アンモニアで駆動するエンジンを開発することを目標としている。

アンモニア焚きの 2 ストローク及び 4 ストロークエンジン両機種は、実際に近い状況において実験室で実証試験が行われる。実証試験が成功した後、同 2 ストロークエンジンは MSC 所有の既存船に搭載され、航海中に評価が行われる。

5－1－b　CoPropel（Composite material technology for next-generation marine vessel propellers：次世代舶用プロペラ向け複合材技術）

2022 年 6 月に開始された「CoPropel」プロジェクトの究極的目標は、構造状態監視システムを搭載した複合材製舶用プロペラの開発を市場化であり、プロジェクト総予算 330 万ユーロの全額を EU の Horizon Europe プログラムが拠出している。プロジェクトには欧州 5 か国の 9 組織が参加しており、コーディネーターはギリシャのイオアンニナ大学（Panepistimio Ioanninon）が担当している。プロジェクトの実施期間は 3 年間で、2025 年 5 月 31 日に完了予定である。

プロジェクトの動機は、既存の舶用プロペラと比較した場合の複合材プロペラの推進効率、騒音低減、軽量化などに関する利点である。プロジェクトパートナー各自の既存の調査によると、複合材プロペラ設計のエネルギー消費量削減率は 12%、フルスケールでは 15%の削減が見込まれている。プロジェクトでは、実船実験によりこれを証明する。

CoPropel プロジェクトの学際的コンソーシアムには産業、調査機関、大学が参加し、理論、数値モデリングから精密な製造、組み立て、実証試験まで総合的な研究を行う。プロジェクトには、複数のギリシャ船社と船級協会 Bureau Veritas が参加している。

5－1－c　CURRENT DIRECT

2022 年 3 月、EU 助成プロジェクト「Current Direct」に参加しているフィンランドの舶用技術コンサル企業 Foreship は、プロジェクトパートナー向けに技術報告書「Ship Applicability Type Technical Report」を発表した。

「Current Direct」は、内陸水路船及び沿岸船の主推進機関となるバッテリーの開発し、温室効果ガス（GHG）の削減を目的としている。主な目的のひとつは、水上交通向けに最適化された革新的なリチウムイオン電池を開発することである。同時に、新たな製造技術を用いてバッテリーのコストを現行の市場価格よりも低く抑える。もうひとつの主目的は、同じくバッテリー推進システムのコストを低減する交換可能なコンテナ型エネルギーシステムを開発、実証し、市場化す

ることである。

開発される交換可能なバッテリーシステムは、長距離内陸水運向けに最大 3MWh の出力を提供する。交換ユニットが幅広く利用可能になることにより、陸上充電施設の必要がなくなる。

Foreship は、交換可能なコンテナ型バッテリーの機械的及び電気系インフラを支援する標準化インターフェイスのフレームワークを開発中である。同社が発表した技術報告書は、コンテナ型バッテリーのインターフェイス要求に関するガイドラインの基礎となるものである。

同プロジェクトの総予算 1,200 万ユーロ（1,180 万ドル）は、EU が Horizon 2020 プログラムから全額を支給している。ブリュッセル自由大学がプロジェクトコーディネーターを務め、13 企業・組織が参加している。実施期間は、2021 年 1 月 1 日から 2023 年 12 月 31 日である。Current Direct バッテリー、陸上充電及び資産管理に関する実証試験は、2023 年中にロッテルダム港において、オランダ企業 Kotug が所有するタグボートを用いて行われる予定である。

5－1－d　DT4GS（Digital twin for green shipping：グリーン海運向けのデジタルツイン）

2022 年 6 月 1 日、船舶の効率向上とカーボン排出削減に向けたイノベーティブなデジタルツイン技術の利用に関する 3 年間プロジェクト「DT4GS」が開始された。EU 欧州委員会の Horizon Europe プログラムが助成する同プロジェクトでは、船舶向けのリアリスティックなデジタル画像を作成し、「Living Labs」で実証試験を行う。

プロジェクトでは、機関、船体設計、エネルギー管理、運航（航行と航路）など船舶の主要素の最適化を目指し、異なる船種で実証を行う。

「Living Labs」と呼ばれる概念は、計画から設計、運航、アップデートされた技術のレトロフィットから解撤までの船舶の全ライフサイクルをベースとしている。バーチャルな試験メカニズム（Virtual Testbed）は、新造船建造プロジェクト、技術アップブレード（レトロフィット）、船舶と港湾のインターフェイスを含む意思決定支援システムで補完される。

DT4GS プロジェクトには、船社、デジタルツイン専門企業、大学、研究所など欧州 9 か国（ベルギー、キプロス、フランス、ギリシャ、アイルランド、イタリア、オランダ、ポーランド、スペイン）から 21 企業・組織が参加している。プロジェクトコーディネーターは、ベルギーの研究企業 INLECOM が担当する。

5－1－e　GREEN RAY（グリーンレイ）

「GREEN RAY」プロジェクトは、2022 年に開始された大規模な EU 助成プロジェクトのひとつである。他分野にわたる欧州企業が参加するこの 5 年間プロジェクトの目的は、LNG 焚きの舶用機関からのメタンスリップを削減するソリューションの開発と実証である。欧州委員会は同プロジェクトに対し、Horizon Europe プログラムからの助成金 700 万ユーロ（690 万ドル）を承認した。

同プロジェクトの任務は、3 件のソリューションの開発である。2 件のソリューションは内燃機関、もう 1 件は後処理技術を対象としている。

エンジンベースのソリューションのひとつでは、クルーズ船、フェリー、ガス運搬船の 4 ストローク二元燃料（DF）エンジンの全負荷においてメタンスリップを削減する。もうひとつのエンジンベースのアプローチは、特許技術である LNG 噴射システムを用いて 2 ストローク DF エンジンのメタンスリップを削減する。このソリューションは、タンカーやコンテナ船を含む幅広い船種市場で利用可能である。

3 件目のソリューションは、メタンスリップを 95%削減する硫黄に耐性のある触媒システムの開発である。3 件のソリューションは、全て新造船 2 隻、既存船 1 隻を用いて実証試験が行われる。

「GREEN RAY」プロジェクトには Wärtsilä、Wärtsilä、Chantiers de l'Atlantique、DNV、Shell、CMA Ships、MSC Cruise Management、MSC Malta Shipyard Management、フィンランド気象研究所が参加し、コーディネーターはフィンランドの技術研究センターVTT が担当する。

5－1－f　HELENUS（High efficiency, low emission nautical solid oxide fuel cell：高効率、低排出の舶用固体酸化物燃料電池）

2022 年に開始された HELENUS プロジェクトは、EU Horizon 助成プログラム内で最大規模の研究開発プロジェクトのひとつである。同プロジェクトの目的は、出力 500kW の固体酸化物形燃料電池（SOFC）を製造し、大型クルーズ船に搭載して実証試験を行うことである。同 SOFC モジュールは、フランス Chantiers de l'Atlantique で建造中のスイス MSC World Cruises 向けの World クラスシリーズのクルーズ船のうち 1 隻の船内でコジェネレーション（熱と動力の組み合わせ）モードで運転する

この燃料電池は、船舶設計に空間的、電気的、熱的に完全統合される。発注済みの World クラスの新造クルーズ船 4 隻は、各船の総トン数 206,000GT、旅客定員は 5,000 人である。1 番船は 2023 年初頭に運航を開始する予定で、続いて 2024 年、2025 年、2027 年に姉妹船が竣工する。

当初の 500kW の SOFC は、HELENUS の最終目標に比べると小型である。プロジェクトでは、500kW 型 SOFC の成功後、成熟した SOFC 技術をアップスケールし、2029 年までにはクルーズ船向けに 20MW 級の SOFC を開発する。20MW 型 SOFC プラントは、60MW の内燃機関エネルギーシステムと組み合わせ、内燃機関のみの動力システムと比較して燃料消費量を 23%削減する。

2022 年 7 月 1 日に本格始動した HELENUS プロジェクトには、11 企業・組織が参加している。この 5 年間プロジェクトの予算は 1,570 万ユーロ（1,540 万ドル）で、うち 1,490 万ユーロ（1,470 万ドル）を EU が Horizon Europe プログラムから拠出している。最も大きな予算配分は、ノルウェーのベルゲンを本拠とする技術企業 Prototech である。予算配分の大きいその他の企業は、Chantiers de l'Atlantique 及び Wärtsilä のノルウェー部門である。

5－1－g　HySEAS III

ノルウェーKongsberg Maritime は、水素燃料電池で駆動されるフルスケールのゼロエミッション・ドライブトレインの試験と実証を行った。エネルギーキャリアとしての水素の技術実証は、EU 支援プロジェクト「HySEAS」の最終フェイズでとなる「HySEAS III」で実施された。

この水素駆動燃料電池をベースとした電気推進システムは、Kongsberg のベルゲン近郊の Ågotnes 拠点で製造された。4 か月間に及ぶ試験では、水素駆動の小型 ROPAX フェリーの最終設計が承認され、水素燃料電池が舶用ハイブリッド電気駆動システムに統合可能であることの実証試験に使用された。

このセットアップは、スコットランドのオークニー諸島間を航行する短距離フェリーの運転負荷に対応するものである。試験結果は、プロジェクト参加企業のひとつであるスコットランド Caledonian Maritime Assets（CMAL）にフィードバックされた。開発されるフェリーの水素燃料は、同船の母港の風力発電により供給される。

5－1－h　NAUTILUS（Nautical integrated hybrid energy systems for long-haul cruise ships：長距離クルーズ船向けの舶用統合ハイブリッドエネルギーシステム）

EU 助成プロジェクト「NAUTILUS」は、クルーズ船への燃料電池導入に関する研究を行っている。その目的は、高効率低排出で高出力の LNG 焚き統合エネルギーシステムの開発である。同ハイブリッドエネルギーシステムは、固体酸化物形燃料電池（SOFC）とリチウムイオン電池で構成される発電装置をベースとする。

開発されるシステムは、クルーズ船の熱及び動力の全ての需要をカバーする。この概念は、SOFC バッテリーハイブリッド発電装置と従来の内燃エンジン発電機を統合したものである。この概念は段階的なスケールアップが可能で、最終的には従来型発電機を電気ハイブリッドシステムで代替する。

プロジェクトでは、旅客定員 5,000 人超のクルーズ船及び旅客定員 1,000 人のエクスペディション型クルーズ船向けの出力 5～60MW の統合エネルギーシステムの概念設計の開発に着手した。

加えて、60kW の SOFC バッテリー実証機を開発、製造し、ドイツ航空センター（DLR）及びプロジェクト参加造船所において実証試験を行う。物理的な実証機とデジタル設計は、規制環境を考慮した評価が行われる。

3 基、または 4 基、5 基の LNG 二元燃料エンジンによる発電装置駆動の代わりに、クルーズ船は複数基の小型でモジュール型のハイブリッド電気システムにより駆動されることとなる。並行して、MAN Energy Solutions は新型エネルギー管理システムの開発を行う。この組み合わせにより、典型的なクルーズ船の運航プロファイルの変動するエネルギー需要への対応が容易となる。結果として、全体的な動力の削減につながる。

新たな燃料が利用可能になるにつれて、LNG はバイオメタンや e-メタンとブレンドされる。開発される発電装置は、メタノール、水素、アンモニアなどの将来的な燃料に対応する設計となっている。最終的には、サステナブルな合成燃料への完全移行が行われる。

ドイツ DLR がコーディネーターを務める NAUTILUS プロジェクトには、15 企業・組織が参加し、実施期間は 2020 年 7 月から 2024 年 6 月である。同プロジェクトには、欧州の大手造船所 2 社（Chantiers de l'Atlantique、Meyer Werft）及び米国系クルーズグループ Carnival のドイツ子会社が参加している。プロジェクトの第一フェイズの予算は 789 万ユーロ（780 万ドル）で、EU Horizon 2020 プログラムがその 100%を出資している。

要約すると、NAUTILUS プロジェクトの主要目標は以下の通りである。

- 全体的な温室効果ガス（GHG）排出量を 50%削減。
- 他の汚染物質を測定不可能なレベルまで削減。
- 革新的な動力システムの動的能力及びモジュール性を改善。
- IMO の 2050 年目標に則した将来的な排出削減を実現する燃料柔軟性を確保。

これらの目標達成のためのプロジェクトの 3 本の柱は以下の通りである。

- 第一の柱は、船内の SOFC／バッテリー発電装置統合のための工程の設計開発。
- 第二の柱は、造船所が船舶のエネルギーシステムの設計とエネルギー需要と排出の評価に利用可能なバーチャルツール、即ちバーチャル発電装置シミュレーターの確保。
- 第三の柱としては、実験室スケールの概念と、機能する発電装置実証機により、海洋条件下で NAUTILUS 設計概念の工程の評価を行う。

5－1－i　OPTIWISE（Optimised wind supported vessels：風力支援推進船の最適化）

2022 年に開始された 3 年間の共同研究開発プロジェクト「Optiwise」は、オランダ海事研究所 MARIN が提唱し、主導している。プロジェクトの目的は、風力推進を用いる商船の設計と制御の改良である。プロジェクト予算は 510 万ユーロ（500 万ドル）で、EU の Horizon Europe プログラムの助成金を確保している。

プロジェクトでは、これまで風力推進は多くの場合船舶の設計や運航を考慮または再評価せずに適用されてきたため、効率の向上が限定的であったことを問題視している。プロジェクトの目標は、現実的な風力に支援された運航を予測した場合、同等の従来型動力船と比較して 30～60%の省エネを実現することである。

Optiwise プロジェクトの実施期間は 3 年間で、多分野の産業パートナーシップで進められる。MARIN 以外のプロジェクト参加企業・組織としては、風力支援推進ソリューションの設計企業及びメーカー3 社、即ちフランスの AYRO OceanWings 及び Chantiers de l'Atlantique、英国 Anemoi Marine である。Anemoi Marine はプロジェクト参加に関し、英国政府からの補助金を得ている。

Optiwise プロジェクトは、革新的な船舶概念の実現ために、ホリスティックな設計及び制御手法を開発し、適用することを目的としている。 プロジェクトの最終的な成果物は、風力支援船の統合システム最適化に関するオープンガイドライン、最も効率の高い運航のためのスマートな測

定と制御などである。開発されたガイドラインは、モデル試験、ブリッジシミュレーション、陸上における実寸大の風力推進ユニットを使用した試験により実証が行われる。

2022 年時点で、補助推進システムとしてのセイルを搭載している商船は 15 隻余りで、プロジェクト参加企業 3 社の風力支援船の実績が同プロジェクトの基礎となっている。具体的には、AYRO の「OceanWings」を搭載したタンカー、Chantiers de l'Atlantique の「Solid Sail」システムを搭載した旅客船、 Anemoi の「Rotor Sails」を搭載したばら積み船で、現在運航中の風力支援推進技術を代表している。

多岐にわたるシミュレーションを行う複数の作業パッケージでは、空気力学、流体力学、船舶のルーティング、エネルギー管理などの専門分野を網羅する。特に、開発された統合設計の現実的な運航シナリオに焦点を当て、保針性能と操作性を検証するための水槽試験、船員のオペレーションを評価するブリッジシミュレーション、陸上における風力推進力の測定と制御試験を行う。

他のプロジェクト参加企業・組織は、Wärtsilä のオランダ子会社、スウェーデンの研究機関 SSPA、アントワープを本拠とし、世界最大級の原油タンカー船隊を持つ Euronav である。

5－1－j　RESHIP（Redefine energy efficiency solutions for hydrogen powered ships and inland waterway vessels：水素駆動の海洋船及び内陸水路船向けのエネルギー効率化ソリューションの再検討）

新 RESHIP プロジェクトは、海洋船及び内陸水路船向けの省エネソリューションの研究を目的としている。プロジェクトでは、省エネデバイス（ESD）と船舶の水素利用という 2 分野において「破壊的な」技術を用いた調査を行う。

同プロジェクトは、「Tubercle Assisted Propeller（TAP）」*を利用した水素互換性のある ESD ソリューションを開発し、船舶の推進エネルギー効率を改善する。RESHIP プロジェクトが提案するこの全体的なエネルギー効率化システムには、水素キャリア技術「HydroSil」を採用する。この革新的な水素キャリアは、液体ケイ素水素化物の派生物から成り、燃料としての水素をオンデマンドでリリースする。

ERD と水素キャリア技術を組み合わせることにより、プロジェクトでは、最新の水素駆動船と比較して、最低 35%の全体的なエネルギー削減、及び水素燃料貯蔵スペース及び／または重量の半減を目標としている。

EU 支援プロジェクトである RESHIP には、EU 加盟国 9 か国から 13 企業・組織が参加している。コーディネーターは、フランスの水素ロジスティックス専門企業 HySiLabs である。同プロジェクトは、EU のゼロエミッション水上輸送（ZEWT）研究プログラム内のプロジェクトとして、EU が Horizon Europe プログラムから 380 万ユーロ（370 万ドル）のプロジェクト予算の 100%を拠出している。2022 年 9 月 1 日に開始されたこの 3 年プロジェクトは、2025 年 8 月 31 日に完了する。

*「Tubercles」（小さな丸い突起）をプロペラに付加することで、プロペラへの流入を改善し、後流の乱れを削減する。従って水流力学性能が改善する。

5－1－k　ShipFC

2022 年、Fraunhofer Institute（マインツ Fraunhofer IMM）は、EU 助成研究開発プロジェクト「ShipFC」の一環として、画期的な触媒コンバーターを開発した。新コンバーターは、提案されている舶用動力ソリューションとしてのアンモニア焚き固体酸化物形燃料電池（SOFC）がゼロエミッションを達成することを確実にする。

ShipFC の究極的な目標は、高出力燃料電池（2MW 超）を搭載した大型船によるゼロエミッションの長距離運航の可能性を実証することである。解決すべき問題は、アンモニア燃料電池からの排ガスを完全に浄化し、有害な排出をゼロとすることである。Fraunhofer IMM が開発した触

媒反応装置は、アンモニア SOFC 動力ソリューションの最終排出物は水と窒素のみであることを保証し、NOx（窒素酸化物）はゼロまたはごく微量である。

2MW 型アンモニア燃料電池は、2023 年下半期に実証船であるノルウェーのオフショアサービス船にレトロフィットされる。他の 3 隻、即ちオフショア建造船 1 隻と貨物船 2 隻を用いた実証試験も予定されている。最初の実証船は、Yara International が開設するノルウェーの試験プラントで製造された「グリーン」アンモニアを使用する。

EU の Horizon 2020 プログラムが助成する ShipFC プロジェクトは、2020 年 12 月から 2025 年 12 月にかけて実施される。

5－2　その他の欧州国際技術開発プロジェクトの動向

5－2－a　舶用燃料としてのアンモニア

2022 年、Bureau Veritas（BV）と TotalEnergies は、舶用燃料としてのアンモニアに関する共同研究を行った。このプロジェクトの目的は、アンモニアの安全性と健康へのリスクの評価で、特にアンモニアリークの削減と処理に焦点を当てた。

プロジェクトでは、一重壁及び二重壁の格納容器、及びバンカリング作業中などの異なるアンモニア漏れのシナリオを研究した。また、気象条件も考慮された。プロジェクトは、換気の効果と蒸気処理システム、必要な安全ゾーンの範囲、アンモニアリークの人体への影響などの研究結果を提供した。

燃料としてのアンモニアのリスク軽減のため、BV は、過去 10 年間の燃料としての LNG の開発と利用促進に用いた実績のある手法を採用した。BV の規定（Rule Note）NR671 も、ガイドラインとして参照された。NR671 規定は、船内のリーク管理と蒸気ガス処理に関する厳格な規制を含み、人間のいるエリアにごく微量のリークすら届かないように規制している。

5－2－b　コンバインドサイクル・ガスタービン液化水素運搬船

液体水素を燃料とするコンバインドサイクル・ガスタービンを動力源とする 280,000m^3 型の大型液化水素運搬船に関する英国（クランフィールド大学）とクウェート（技術研究カレッジ）の研究者による共同技術研究が実施された。

プロジェクトでは、同船による貨物とボイルオフガスの燃料としての利用方法を実証した。使用されたタービンは、そのコンパクトなサイズ、適切な熱効率、排出の少なさで選ばれた。

プロジェクトで提案された動力プラントは総出力 50MW で、電気駆動のツインポッド推進システムにエネルギーを供給する。暫定的な仕様は、速力 18 ノット超を維持する出力 15.5MW（1 基）の ABB Azipod 2 基をベースとしている。

モデリングの結果では、コンバインドサイクル・ガスタービンは水素燃料の使用により、コンプレッサー圧力比率 23:1 でエネルギー効率 55%を達成する。

5－2－c　EverLoNG

LNG 焚き船舶上でカーボンキャプチャー（回収）技術の試験を行う EverLoNG プロジェクトは、EU の気候アクション基金である ACT 3 プログラム*からの補助金を確保した。同プロジェクトへの補助金により、この国際共同プロジェクトは、商船をベースとした経済的に実用化が可能なカーボンキャプチャー技術の研究が可能となった。

EverLoNG プロジェクトには、5 か国（ドイツ、オランダ、ノルウェー、英国、米国）から 16 企業・組織が参加し、全バリューチェーンをカバーするフルチェーンのカーボン回収・有効利用・貯留（CCUS: Carbon Capture, Utilization and Storage）ネットワークの構築を目的としている。プロジェクトでは、船内のカーボンキャプチャーと CO_2 輸送作業、地理的な CO_2 貯蔵、工

業の CO_2 有効利用をリンクさせる。また、詳細なライフサイクル評価と技術経済分析を行う。

同プロジェクトはオランダ TNO が主導し、参加国 5 か国からの公的資金 340 万ユーロ（330 万ドル）を確保している。プロジェクト総予算は 490 万ユーロ（480 万ドル）で、そのうち 150 万ユーロ（150 万ドル）は参加企業・組織が拠出している。

実証用の CCS システムは、プロジェクト参加企業であるノルウェーTotalEnergies とオランダ Heerema Marine Contractors の LNG 焚き船舶に搭載される。プロジェクトには、MAN Energy Solutions と船級協会 Bureau Veritas、DNV、Lloyd's Register が参加している。船級協会は、船舶に搭載された CSS が、既存の規制フレームワークに適合するか否かを評価する。

*EU の CCS 技術促進（Accelerating CCS Technologies：ACT）プログラムは、カーボン回収、有効利用、貯蔵（CCUS）を地球温暖化に対抗するツールとして確立する国際プログラムで、安全でコスト効率の高い CCUS 技術の実現に向けた研究開発プロジェクトに対して資金を供与している。

5－2－d　将来的な燃料のリスク評価

2022 年、海運産業の安全性コンソーシアムは、4 種類の代替燃料、即ち将来的な燃料に関する共同研究を完了した。この研究グループは、メタノールが最もリスクが低く、LNG、水素、アンモニアが続くとの結論に達した。

メタノールは、航海に関連するシナリオ（操船性の喪失、過剰なモーション、海上でのブラックアウト)、及びオペレーションに関するシナリオ（機器が損傷を受けた場合の貨物処理、乗員交代など。バンカリングを除く）におけるリスクレーティングが最も低かった。また、メタノールは、船舶の衝突による船体損傷時におけるリスクレーティングも最も低かった。しかしながら、バンカリングに関するシナリオでは、LNG と水素の方がメタノールよりもリスクが低い。

この評価プロジェクトで協働を行った企業は、Maersk-McKinney Moller Group, the Carnival Group、Euronav、MSC Ship Management、Lloyd's Register、Chevron、Shell、 石油会社国際海事評議会（OCIMF）である。

5－2－e　FUMES（Fugitive Methane Emissions from Ships：船舶からのメタン漏出）

LNG 燃料を使用する船舶からのメタン排出量を削減するための共同プロジェクト「FUMES」が、2022 年初頭に開始された。同プロジェクトでは、4 つの主要研究分野からのデータを収集し、業界で最も充実したデータベースを構築する。船内での継続的モニタリング技術に加え、データ収集にはドローンとヘリコプターも活用する。

プロジェクトはワシントンの国際クリーン交通委員会（ICCT）が主導し、デンマークの技術企業 Explicit 及びオランダ応用科学研究所 TNO が研究パートナーとなる。プロジェクトでは、船舶の機関からのメタンスリップだけではなく、燃料タンクとカーゴタンクからの漏出を含めたメタン排出を、様々な運転状況での調査を行う。

船内での調査では、2 隻の船舶からの排出を測定する。1 隻は 4 ストローク低圧二元燃料エンジン、もう 1 隻は 2 ストローク高圧二元燃料エンジンを搭載している。測定デバイスは、煙突内部センサー及びドローンに搭載されたセンサーの組み合わせを用いる。2022 年夏に行われた別のドローンによる調査プロジェクトでは、ロッテルダム、アントワープ、バルセロナという大規模港を出入港する LNG 駆動船のメタン排出量を測定した。

ドローンによる調査では、LNG 駆動船の入港、停泊、LNG 貨物取扱時などの異なる条件下のメタン排出を測定し、総量を算出する。4 つ目の作業であるヘリコプターによる測定では、2022 年を通じてデンマーク領海を航行する LNG 駆動船からのメタン排出量を測定する。

収集された調査結果は、関係者向けの白書としてまとめられ、2023 年には一般公開される。

調査対象となった船舶及び機関のメタン排出及び NOx 排出を含む調査結果は、海運の気候及び

大気への悪影響を軽減するために、現在進行中の IMO と EU の政策決定に寄与する。

FUMES プロジェクトの背景には、地球温暖化へのメタンによる深刻な影響がある。今後 100 年間のメタンの影響は CO_2 と比較して 30 倍多いが、今後 20 年間に限るとその影響は 82.5 倍となる。現在世界の海運の LNG 消費量は全燃料消費量の 3%に過ぎないが、メタン排出量は近年着実に増加している。

舶用機関から未燃焼メタンが大気に排出されるメタンスリップは、海運業界及び一般社会にとって深刻な問題となっている。

5－2－f　船舶エネルギー効率政策の将来

2022 年 6 月、アメリカ船級協会 ABS と英国コンサルタント企業 ARCSILEA は、欧州委員会による 船舶エネルギー効率政策の将来（Future of Ship Energy Efficiency Measures）に関するプロジェクト入札に成功した。この 15 か月間のプロジェクトでは、IMO の CII（カーボン強度指標)、EEXI（エネルギー効率指標)、EEDI（エネルギー効率設計指標）の枠組みの分析と、今後の開発、効果的な実施、強化に関する提案を行う。

同プロジェクトは、EU が IMO 内でサステナビリティー基準を確立するための欧州員会の「スマート&サステナブルモビリティー戦略」の一環である。

5－2－g　H2SHIPS（System-based solutions for hydrogen-fuelled water transport in North West Europe：欧州北東部の水素駆動の水上輸送向けのシステムベースのソリューション）

大規模な欧州助成プロジェクトである「H2SHIPS 」は、4 年間近くの活動の後、2022 年末に完了した。プロジェクトの主目的は、海運向けの水素推進及びバンカリングの技術的、経済的フィジビリティーの実証と、同技術の市場化の成功に向けた条件の特定であった。

同プロジェクトでは、2 件の実証プロジェクトが行われた。ひとつは、アムステルダム港管理局向けの水素駆動の「フラッグシップ」の建造、もうひとつは、オステンド港（ベルギー）における洋上風力発電施設サービス船、メンテナンス船、その他の船舶向けの陸上水素補給ステーションの構築である。

さらに、同プロジェクトの主要成果物としては、パリのセーヌ川への水素駆動河川商船の導入に関する実証プロジェクトへの作業計画の決定がある。

H2SHIPS プロジェクトの総予算 633 万ユーロ（620 万ドル）のうち、347 万ユーロ（340 万ドル）を Interreg North West Europe 基金が出資した。プロジェクトには 5 か国から 13 企業・組織が参加し、ドイツの欧州エネルギー研究所がコーディネーターを務めた。主要参加企業・組織は、英国バーミンガム大学、アムステルダム港管理局、フランスのエネルギー企業 EDF の子会社 Hynamics である。

2022 年 7 月、H2SHIPS プロジェクトは、オランダフローニンゲンの Next Generation (NG) Shipyards に、アムステルダム港向けの船舶を発注したと発表した。新造船は、固体の水素化ホウ素ナトリウム（NaBH4）がエネルギー（水素）キャリアとして使用される革新的な水素駆動推進システムを持つ。

水素化ホウ素ナトリウム補給システムは、プロジェクト内でデルフト工科大学をはじめとする参加企業が開発した。水素キャリアとしての水素化ホウ素ナトリウムの最大の利点は、高いエネルギー密度とバンカリングの安全性である。.

開発された新造船は、2023 年 6 月にアムステルダムで運航を開始する予定である。実験が成功した場合、この技術を内陸水路船や短距離輸送船向けにスケールアップし、さらにオフショア船、浚渫船、巡視船などの特殊目的船にも適用する。

H2SHIPS プロジェクトの後続プロジェクトは、オランダの「H2CargoShip」プロジェクト（アムステルダム港の実証船に使用されたシステムをスケールアップして貨物船に適用)、及び使用済み水素化ホウ素ナトリウムの再利用に関する「BORE2ACTOR」プロジェクトである。さら

に、同技術のセーヌ川の押船への適用に関するフィジビリティー研究も予定されている。この研究には、フランスのセメント企業 Lafarge が参加する予定である。

5－2－h　国際海事開発研究委員会（International Maritime R&D Board：IMRB）

2022 年 6 月、IMO の海洋環境保護委員会の第 78 回会合（MEPC 78）において、大多数の政府は、脱炭素化目標達成のために海運業が支援する研究開発プログラムの設立に関する提案を否決した。

IMO が監督する国際海事開発研究委員会（International Maritime R&D Board：IMRB）の設立は、低カーボン、ゼロカーボンの燃料の研究開発を加速するものとなるはずであった。同提案は以前、国際海運評議会（ICS）を含む多くの海運産業の国際機関からの賛同を得ていた。MEPC 78 における提案否決の理由は、IMO 加盟国の政治的立場の違いによるものであると推測される。

提案が可決されていた場合、その資金は、10 年間に全ての船舶から徴収される消費燃料 1 トンにつき 2 ドルの課金を財源に、国際海事研究基金（IMRF）を通じて拠出されることとなっていた。

5－2－i　Maersk Mc-Kinney Moller Center：資金投入

2022 年 6 月、A.P.Moller Foundation は、Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping に対し、3 億 2,000 万デンマーククローネ（4,230 万ドル）の寄付を行った。この資金は、2 年前の同センター設立時の出資に続くものである。

同センターは、国際海運及びエネルギーセクターにおいて、官民学と協働する非営利の独立系研究開発機関である。同センターはコペンハーゲンを本拠とし、従業員は約 100 人である。

5－2－j　Methane Abatement in Maritime（MAM：海運のメタン削減）

2022 年 9 月、船舶からのメタン排出の測定と管理に関するソリューションを開発し、促進する欧州主導の共同研究開発コンソーシアム「Methane Abatement in Maritime（MAM）」が始動した。このパートナーシップの目的は、海運が利用している LNG の環境負荷を最小化し、同時に将来的な代替燃料への移行を支援することである。

MAM コンソーシアムは、ロンドンの Safetytech Accelerator が管理を担当している。Safetytech Accelerator は、最近 Lloyd's Register（LR）と Lloyd's Register Foundation が、工業環境の安全性とリスクに焦点を当てた技術の促進を目的に設立した非営利団体である。メタンスリップへの懸念は深刻化している。船舶の LNG 利用による環境への利点は、燃焼過程で排出される未燃焼メタンの量により、ネガティブとなる可能性があるとされている。

MAM における LR のパートナーは、Maran Gas Maritime、Mediterranean Shipping Company（MSC）、Shell、Knutsen Group、Carnival Corporation、Seaspan である。初年度には、同プロジェクトコンソーシアムは、船舶からのメタン排出を監視し、削減する新技術を特定し、試験を行う。コンソーシアムはこれらのソリューションの評価を行った後、海運における利用を推奨する。また、MAM では、船主や船舶運航企業による実証されたメタン削減技術の導入を促進する方法を検討する。

メタン排出規模の測定と、排出量をごく僅かなレベルに管理する可能性を理解することにより、液化バイオメタン（LBM）及び液化合成メタン（LSM）が 2050 年の脱炭素化目標を達成する移行燃料となり得るか否かを知ることができる。

Safetytech Accelerator は、次のように述べている。「我々はよりよい情報発信が、LNG 駆動船のメタン排出の懸念に関する海事産業の理解を促進すると信じている。船主、政策決定者、社会が正しく理解することにより、市場はメタンスリップ削減または他の移行燃料に関する新技術への投資を増加させることとなろう。」

5－2－k　NoGAPS（Nordic green ammonia powered ship：北欧のグリーンアンモニア駆動船）

2022 年初頭、アンモニア駆動のアンモニア運搬船の詳細設計開発に関する欧州北部の共同プロジェクト「NoGAPS」は、24 か月間の延長が決定された。

NoGAPS プロジェクトの第一フェイズは、2020 年に行われた 1 年間の概念研究で、ノルディック・イノベーション・モビリティー・ミッション：海と陸」プログラムが助成を行った。同プロジェクトの成果をもとに、ノルディック・イノベーションは、2023 年末までに詳細設計を発表するという作業への出資を決定した。開発された詳細設計は、造船所の入札と新造船建造につながる基礎となる。

NoGAPS プロジェクトには、Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping、MAN Energy Solutions、Wärtsilä、DNV、Yara International、BW Epic Kosan、Global Maritime Forum が参加している。

5－2－l　北欧のロードマップ

2022 年 4 月、ノルウェー気候環境省は、DNV 主導のパートナーシップに、北欧地域へのサステナブルなゼロカーボン燃料導入に関する「ロードマップ」の開発を委託した。

DNV が主導する開発作業には、MAN Energy Solutions、チャルマース大学、スウェーデン環境研究所 IVL、経済・環境コンサルタント企業 Menon 及び Litehauz が参加している。この北欧のロードマップは、知識共有の促進と新分野における経験を得るための実証プロジェクト及び研究プロジェクトを支援する北欧協力プラットフォームの設立を中心としている。欧州北部の海事セクターの有名企業がこのロードマップに関心を示しており、今後も参加企業が増えると予想される。

5－2－m　ReMarCCAble（Realising maritime carbon capture to demonstrate the ability to lower emissions：排出削減能力を実証する舶用カーボンキャプチャーの実現）

スウェーデンの企業グループ Alfa Laval は、大規模なエンド・ツー・エンドの船内カーボンキャプチャーの実証に関する 2 年間の国際プロジェクト「ReMarCCAble」に参加した。同プロジェクトには、シンガポールの海運脱炭素化グローバルセンター（Global Centre for Maritime Decarbonisation：GCMD）、ロンドン及びヒューストンの石油ガス気候イニシャティブ（Oil and Gas Climate Initiative：OGCI）、スウェーデン船主 Stena Bulk を含む海運、エネルギー産業からの 7 企業・組織が参加している。

ReMarCCAble プロジェクトでは、Stena Bulk の MR 型タンカーに搭載されたカーボンキャプチャーユニットの試験を行い、運航中の船舶における同技術の課題を調査し、将来的な実用化に際して可能なコスト削減方法を検討する。このプロジェクトの成功により、船内カーボンキャプチャー技術の実用化と導入は 2026 年までに加速するとしている。

Alfa Laval は、同社のサーマル管理技術と排出削減技術でプロジェクトに寄与する。同社（オランダ拠点とデンマーク拠点を含む）は、ソリューションの設計、エンジニアリング、評価及び Stena タンカーへの設置を支援する。同社デンマーク拠点の試験・トレーニングセンターにおいて、カーボンキャプチャー設備の試験を行い、設置前には船員のトレーニングを提供する。

5－2－n　WINNEW（Oceanwings: the new wind propulsion technology to lead the shipping industry’s shift towards a blue economy：海運のブルーエコノミーへの転換を支援する新風力支援推進技術）

風力推進ハイブリッドシステムの設計と製造を行うフランスのスタートアップ企業 AYRO は、同社のセイル技術の開発をさらに進めるための「WINNEW」プロジェクトに対する EU の補助金を確保した。

WINNEW プロジェクトへの公的資金拠出の背景には、同社の技術が海運の脱炭素化に寄与す

る可能性への認識がある。プロジェクトでは、AYRO の 363m² 型ウィングセイル設計（Oceanwings 363）の商船向けの開発を進め、試験と実証を行う。

「Oceanwings」システムは、新造船とレトロフィットの両方に搭載可能で、「Oceanwings 363」ソリューションは、燃料消費量と CO_2 排出量を最大 45%削減し、北大西洋及び北海海域の気象条件に適合するとされている。

WINNEW プロジェクトは 2021 年 9 月から 2023 年 11 月にかけて実施され、最終的には北大西洋横断の試験航海を行う。プロジェクトには、欧州海洋漁業基金（EMFF）から、EU のブルーエコノミープログラムを通じて 236 万ユーロ（230 万ドル）の補助金拠出が承認されている。

2021 年末には、AYRO はノルマンディー地方カーンの地方政府と、カーン - ウイストルアムに Oceanwings の製造工場を設置する契約に署名した。「Oceanwings 363」ソリューションの初回受注は、サンナゼールの Chantiers de l'Atlantique で建造中の全長 121m の RORO 船向けのウィングセイル 4 基の供給と設置である。同船は、Ariane Group に用船され、ロケット部品の輸送を行う。

5－3　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

5－3－a　AMAZE（Ammonia Zero Emissions：アンモニアのゼロエミッション）

2022 年 1 月、ノルウェーの中速エンジン設計・製造企業 Bergen Engines は、AMAZE プロジェクトを開始した。この 3 年間プロジェクトは、カーボンフリーのアンモニアを主燃料とした、燃料柔軟性のある内燃エンジンの開発を目的としている。先進的燃料噴射及び燃焼技術により、高効率とほぼゼロの排出を実現する。

Bergen Engines が主導する AMAZE プロジェクトには、エネルギーグループ Equinor、SINTEF Energy Research、SINTEF Ocean、ノルウェー科学技術大学 NTNU、RISE Fire Research が参加している。プロジェクト予算 400 万ユーロ（390 万ドル）は、ノルウェーリサーチカウンシル、Equinor、及び Bergen Engines の新親会社である英国 Langley Holdings が共同で出資している。

同プロジェクトでは、開発される技術を、新エンジンシリーズだけではなく、経済的に可能なレトロフィットパッケージとして提供し、既存機関の継続的な利用を可能にする。エンジン試験は、NTNU 及び SINTEF のノルウェー北部トロンハイムの研究設備を用いて共同で行われる。

Bergen Engines は次のように述べている。「AMAZE プロジェクトは、従来型 Bergen ディーゼルエンジンを、高圧多燃料ユニットとして再活用することを目的としている。この技術は、エンジンが圧縮点火・直接高圧燃料噴射によりアンモニアを燃焼させるという、アンモニア焚き内燃エンジンに向けた画期的な進歩である。この技術は、高い熱効率と燃料柔軟性を提供すると同時に、大気中の未燃焼燃料を減少させる。」

エンジン始動時のパイロット噴射にはカーボン含有量の多いディーゼル燃料が使用されるため、プロジェクトでは噴射タイミングを研究し、このようなタイミングを最小限に抑える技術を開発する。

5－3－b　AmmoniaDrive

アンモニア焚き内燃エンジンとハイブリッド推進システムの開発を目指すオランダの「AmmoniaDrive」プロジェクトは、2022 年半ばに公的補助金を確保した。アンモニアで駆動されるエンジンは、高温固体酸化物形燃料電池（SOFC）と組み合わせて、汚染物質を排出しない動力・推進プラントを形成する。

AmmoniaDrive プロジェクトは、デルフト工科大学（TU Delft）が主導し、6 大学、3 研究機関、12 企業が参加している。同プロジェクトは、2023 年第 1 四半期に始動し、低コストで安全かつエネルギー効率の高い燃料であるアンモニアの利用により、海運（及びトラック）をさらにク

リーンでサステナブルな輸送機関とすることを目的とした 5 年間の研究を行う。アンモニアは燃料電池に共有され、電気と水素を製造する。水素は内燃エンジンに燃焼促進燃料として使用され、アンモニアの燃料特性の問題を補う。

プロジェクトは、オランダリサーチカウンシル（NWO）の「Perspectief」補助金 150 万ユーロ（150 万ドル）を確保しているが、プロジェクト期間中に最大 400 万ユーロ（390 万ドル）に増額される可能性がある。

5−3−c　カーボンニュートラル船

ノルウェーの公的補助金により、欧州北部沿岸を短距離航行するメタノール二元燃料コンテナ船 2 隻の建造が行われている。1,300TEU 型新造コンテナ船 2 隻は、ノルウェー船主 MPC Container Ships（MPCC）と Topeka MPC Maritime が中国造船所泰州三福船舶工程に発注したものである。2024 年に運航開始予定の同 2 隻は、多くの工業企業からの用船契約を持つハウゲスン（ノルウェー）の North Sea Container Line が 15 年契約で運航を行う。

同船隊の二元燃料エンジンは、メタノールまたは舶用ガスオイル（MGO）での運転が可能である。

同プロジェクトは、海運その他の企業からの排出削減を目的としたノルウェーの NOx 基金から 6,000 万ノルウェークローネ（570 万ドル）の補助金を確保した。これに加え、公的機関 ENOVA の海運電化プログラムからの 1,370 万クローナ（130 万ドル）も確保している。

5−3−d　クリーンマリタイム（英国）

英国政府が主催するクリーン・マリタイム・デモンストレーション・コンペティション（CMDC）のもとで、多様な研究開発プロジェクトが実施されている。同コンペティションは、英国運輸省と政府機関 Innovate UK が資金を拠出している。

第 1 回 CMDC は、2021 年 3 月から 2022 年 3 月にかけて実施された。プロジェクト予算は 2,330 万ポンド（2,630 万ドル）で、英国内の 55 件のプロジェクトに配分された。CMDC の目的は、英国の「グリーン」な海事技術と造船業の強化のためのクリーンなソリューションに関するフィジビリティー研究と技術試験の実施である。多岐に渡るプロジェクトには、総計 208 の英国企業・組織が参加し、総予算は 3,350 万ポンド（3,780 万ドル）であった。

第 2 回 CMDC は、2022 年 5 月に開始され、2023 年 8 月に終了予定である。約 1,500 万ポンド（1,690 万ドル）の予算が、31 件のプロジェクトに配分された。目的は、革新的でクリーンな舶用技術のフィジビリティー研究と事前試験である。総計 121 の英国企業・組織が参加し、総予算は 2,080 万ポンド（2,350 万ドル）である。

第 3 回 CMDC は、2022 年 9 月に開始され、2025 年 3 月に完了する。6.000 万ポンド（6,770 万ドル）の資金が、クリーンな海事技術及びシステムの実証に用いられる。その焦点は、ゼロエミッションの船舶、燃料、港湾インフラである。プロジェクト応募期間は、2022 年 9 月 29 日から 2022 年 11 月 9 日までであった。選ばれたプロジェクトは 2023 年 4 月以降に開始され、2025 年 3 月までに完了する。

第 1 回 CMDC に参加したプロジェクトの例は以下の通りである。

＜CAPSULE＞

CAPSULE プロジェクトは、航空産業向けに開発された複合材技術を海事産業に適用するためのフィジビリティー研究である。軽量化と効率改善により、同技術は温室効果ガス（GHG）を直接削減し、低排出及びゼロカーボンのエネルギーシステムへの移行を支援する。

プロジェクトパートナーは、英国国立複合材センター（NCC）、推進機器メーカーTeignbridge Propellers である。NCC は、coreUK の高価値製造カタパルト（High Value Manufacturing Catapult）の一部である。同センターは、複合材の採用により、英国産業の生産性を高めること

を目的としている。
同プロジェクトは、効率改善と GHG 排出削減という複合材の利点と機会を活かした推進システムの初期設計を開発する。開発された推進システムには、低エネルギー密度のゼロカーボン燃料が使用可能である。

＜CleanFerry＞
CleanFerry プロジェクトは、イングランド北東部のタイン川の旅客フェリーサービスの環境負荷を軽減し、効率を改善することを目的としている。プロジェクトでは現行の推進システムの環境負荷を定量化し、効率改善、カーボン排出削減、燃料消費改善のための先進技術の既存船へのレトロフィットまたはアップグレードの可能性とそのコスト効果を評価する。
プロジェクトでは、Royston Engineering の最新の電子燃料監視システム、ニューカッスル大学の排出研究の実績、フェリー船社 Nexus の運航ノウハウを組み合わせた研究を行う。

＜Clean Marine：クリーンな動力推進システム＞
ロンドンのコンサルタント企業 Expleo Technology は、GHG 排出量を 92%削減し、船舶運航コスト（OPEX）を年間 140 万ポンド（160 万ドル）削減するクローズドループ式舶用燃料ソリューションを開発した。このソリューションは、DMDC プログラムの資金を利用した Expleo のクリーンな動力を用いた推進システムに関するフィジビリティー研究を明確化したものである。
ソリューションのモデリングのためには、英国 Bibby Marine が所有する先進的なオフショア船（SOV）を用いた。同船は、洋上風力発電施設のメンテナンスに利用されている。
Expleo は、固体酸化物形燃料電池（SOFC）の採用を提案している。SOFC プラントは高効率であるが、比較的密度の高い CO_2 を排出する。GHG 排出量の大幅な削減のため、SOFC は革新的なカーボン回収貯蔵システム（CCS）と組み合わせる。これにより、船舶は回収された CO_2 と「グリーン」水素を用いて e-メタノールを合成する。同ソリューションのグリーン水素は、洋上風力発電施設で製造、または港湾で供給される。
提案されているシステムは、ディーゼル発電機の代替として、新造船への統合が容易な設計となっている。

＜Clean Marine：ゼロエミッション船＞
英国の舶用コンサルタント企業 Houlder、海運企業 Bibby Marine、コンサルタント企業 Expleo Technology は、2022 年にゼロエミッション船研究プロジェクトを完了した。同プロジェクトでは、新造オフショアサービスオペレーション船（OSV）が、液化有機水素キャリア（LOHC）概念を用いた水素燃料とプロトン交換膜（PEM）形燃料電池により、ゼロエミッションを実現する可能性に関するフィジビリティー研究を行った。
開発される船舶は、再生可能エネルギーを用いた電解により製造された「グリーン」水素を用いると考えられる。また、同船は、リチウムイオン電池で構成される余剰エネルギー貯蔵システム（ESS）を搭載する。このシステムは、最高速力での航行時のブーストを供給し、燃料電池システムの過渡応答の遅さを補うものとなる。また、システム設計には圧縮水素バッファータンクを含み、LOHC 関連ユニットの遅い過渡応答に対応する。
LOHC のエネルギー密度は液化水素やアンモニアよりも低いが、安全性の懸念は大幅に少なく、船舶設計への変更も少ない。

＜水素駆動自動運航船＞
英国政府の CMDC からの公的補助金を得て、英国のスタートアップ企業は長距離航行が可能な液体水素駆動の無人海上船の開発を行っている。「Ocean Protector」と名付けられたプロトタイプが、2022 年半ばにポーツマスの PDL 造船所で進水した。同船は最大 70 日間の航海が可能で、

20 ノットの最高速力を持つ。
対象市場は、セキュリティー及び監視船セクターである。プロジェクトの水素燃料電池は、ニューカッスルの Proton Motors が供給する。

＜英国排出削減海運局（UK Shipping Office for Reducing Emissions：SHORE）＞
2022 年 3 月、英国政府は、ゼロエミッション技術を焦点とした革新的な船舶と港湾設備の開発において、英国を世界有数の国家とするための大々的な資金投入プログラムを発表した。今後数年間で、CMDC 内の SHORE プログラムを通じて総額 2 億 600 万ポンド（2 億 3,250 万ドル）の資金が、中小企業を含む産業や大学の研究を支援する。研究開発の対象には水素、アンモニア、電気技術を含み、英国の造船業、労働者のスキル、及び輸出の強化を実現する。

＜大型船向けゼロカーボンのベース動力＞
クルーズ船のディーゼル発電機を固体酸化物形燃料電池（SOFC）システムで代替し、推進以外の動力要求を満たす可能性に関するフィジビリティー研究への補助金が承認された。プロジェクトでは、10MW 程度の出力の供給を目指す。プロジェクトパートナーは、SOFC 技術企業 Ceres Power、Carnival UK、Shell、Lloyd's Register、サウサンプトン大学である。これらのパートナーは、GHG 削減の可能性と既存船のエネルギー効率改善に関する研究と評価を行う。
第 2 回 CMDC に参加したフィジビリティー研究プロジェクトの例は以下の通りである。

＜アンモニア／水素エンジンアーキテクチャー＞
Sunborne Systems、Cummins UK、Ocean Infinity Innovations は、海事セクターにおける「グリーン」動力の促進を目的に、スケーラブルなアンモニア／水素舶用内燃エンジンアーキテクチャーに関する新たなプロジェクトで共同研究開発を行っている。

＜舶用セラミック水素燃焼エンジン技術＞
産業、船主、2 大学から成るコンソーシアムは、エンジンとセラミック部品を主要素とした発電機を組み合わせた超高効率な舶用パワートレインの研究開発を行っている。テクニカルセラミックから製造される部品は、超高温の燃料燃焼に耐える特性を持つため、3 分の 1 の燃料エネルギーが冷却システムで失われることを排除する。

＜H2ICE の開発＞
英国の小型船向け推進・トランスミッション技術専門企業とブルーネル大学は、水素内燃エンジンの開発プロジェクトへの補助金を確保した。

＜HydroMAR-E＞
DolphinN2、ブライトン大学、Hiflux、BMT から成る共同研究グループは、回復分割サイクルエンジン（Recuperated Split Cycle Engine：RSCE）の一元燃料水素バージョンを船舶、発電、陸上輸送に適用するための研究を行っている。

＜プロジェクト ZERO（Zero-emission research and offshore service vessel：ゼロエミッション研究とオフショアサービス船）＞
「プロジェクト ZERO」は、オフショア調査船を用いて長期的なゼロエミッション運航の技術的、経済的フィジビリティーの実証を行う。同時に、将来的な代替燃料への柔軟性も確保する。研究チームは、革新的な船舶設計とハイブリッドドライブトレインの統合を研究する。

＜風力推進技術開発と英国における製造＞

同プロジェクトでは、英国企業 Green Technologies が開発した固定式セイル風力推進システム「Wingsail 」の技術的、経済的フィジビリティー研究とその実証を行う。この技術は、全長 20m から大型貨物船まで多様な船種向けの補助動力となる。また、プロジェクトでは、同技術の英国内での製造の可能性を検討する。

＜ZEHPHyr（Zero-emission hydrogen-powered hovercraft：ゼロエミッション水素駆動ホーバークラフト）＞

ZEHPHyr プロジェクトは、ゼロエミッションのホーバークラフト運航への主な障害のリスクを軽減するための 8 か月間にわたるフィジビリティー研究である。プロジェクトの中心的なイノベーションは、現行のホーバークラフトのディーゼルエンジンを、MW 規模の燃料電池、電動スラスター、高容量バッテリーから構成される水素推進システムで代替することである。

5－3－e　DEOS（Driving emissions out of shipping：海運からの排出削減）

2021 年 4 月 1 日から 2022 年 3 月 31 日にかけて実施されたフィンランドが助成する研究開発プロジェクト「DEOS」では、海運からの排出を削減するためのモデルを開発した。プロジェクトの目的は、貨物輸送関係者が、排出報告モデルにアクセスすることにより、そのサプライチェーンからの排出を理解することである。また、荷主が認証された低排出の輸送方法を選び、環境保護への責任を示すことにより競争力を高めることを可能にする。

DEOS プロジェクトは、フィンランド政府のイノベーション基金である Business Finland からの助成金を確保した。プロジェクト参加企業・組織は、オーボアカデミー大学、PBI Research Institute、Viking Line、ESL Shipping である。

5－3－f　FAST プロジェクト

ノルウェーの共同プロジェクト「FAST」の直接の成果として、スラスター専門企業 Brunvoll は、状態監視システムを発表した。同プロジェクトは、ノルウェーリサーチカウンシルが部分出資し、2019 年に Brunvoll とコンプレッサーメーカーSperre Air Power、研究機関 Sintef、船主 Altera Infrastructure が共同で開始した。プロジェクトの目的は、人工知能（AI）を活用した船内の状態監視・意思決定支援を行うシステムの開発と実用化である。

プロジェクトの主目的は以下の通りである。

- 船舶に搭載された Brunvoll の機器及び関連システムからのセンサーデータを収集、圧縮するソリューションの開発と実証。
- 船舶陸上間の安全なデータ通信のためのインフラの開発。
- AI とマシンラーニング機能を活用し、データをメンテナンスとオペレーションの最適化に利用する。
- ダッシュボードの関連データと情報を可視化し、クライアント及び船内利用を可能にする。

プロジェクト完了後、その成果として新たな Brunvoll 状態監視システムが発表された。同システムは、スラスター及び推進システムの高度なモニタリングを行い、またメンテナンスと運航の最適化に重要な出来事と運航特性を検知するハードウェアと様々なアルゴリズムを搭載している。

5－3－g　FastRig ウィングセイル技術

英国企業 Smart Green Shipping（SGS）は、2022 年 7 月に開始された、商船へのレトロフィットが可能な完全自動化セイル技術の開発と試験に関する 500 万ポンド（560 万ドル）プロジェクトの中心的役割を果たしている。この 3 年間の共同プロジェクトは、スコットランドの政府機

関 Scottish Enterprise からの 180 万ポンド（200 万ドル）の補助金と、民間企業からの 320 万ポンド（360 万ドル）の援助を受けている。

SGS のプロジェクトパートナーは、Lloyd's Register、バイオマス発電企業 Drax、エンジニアリング企業 Malin、港湾管理企業 Peel Ports である。SGS は、Malin の協力を得て、同社の「FastRig」ウィングセイルソリューションの陸上試験を、Peel Ports の Hunterston Port & Resource Centre で行う。陸上試験の成功後、実証機は 2023 年中に海洋商船上に設置される。

Lloyd's Register は、FastRig 技術に基本承認（AiP）を与えている。同技術は、最低 20%の省エネと、関連した温室効果ガスの削減を実現するとされている。

FastRig は、2018 年に 1 年間のフィジビリティー研究の対象となった。Innovate UK と英国機械学会が出資した同研究の後、2019 年に SGS は、海運における風力を予測し、最適化するデジタルツールを、欧州宇宙機関（ESA）と共同開発した。今回のプロジェクトでは、SGS は、デジタルルーティングソフトウェアの開発も継続する。

5－3－h　FlexBulk

舶用アンモニア燃料を用いたカーボンフリーの短距離海運の実現を目的としたノルウェーの研究開発プロジェクト「FlexBulk」には、ノルウェーの国家プログラム「Pilot-E」から 1,375 万ノルウェークローネ（130 万ドル）の公的資金が拠出され、さらに追加的な補助金の確保も予定されている。

Pilot-E プログラムは、ノルウェーリサーチカウンシルと政府機関 Innovation Norway 及び ENOVA の共同事業である。

FlexBulk プロジェクトは、Viridis Bulk Carriers の主導で、アンモニア駆動の多目的短距離貨物船の概念設計を開発した。ノルウェー政府機関によるプロジェクトへの資金援助により、Viridis Bulk Carriers は開発された船舶の発注が可能となった。プロジェクトの計画では、2022 年末までに初回の発注を行い、2024 年または 2025 年に引き渡しを行う。Viridis は、計画中の船隊の用船基本契約（MOA）を既に 7 社と締結したと述べている。

FlexBulk プロジェクトは、 姉妹プロジェクトである「アンモニア燃料バンカリングネットワーク」と密接に関連している。同プロジェクトは、2021 年に「ノルウェーグリーンプラットフォーム」プログラムから 8,900 万ノルウェークローネ（840 万ドル）の資金を確保した。

5－3－i　FreeCo2ast

4 年近くに及ぶ「FreeCo2ast」プロジェクトにおける協働の後、ノルウェーHAV Group は、同プロジェクトで開発された水素ベースのエネルギーシステムの基本承認を取得した。これにより HAV Hydrogen 社の技術は、商船市場への導入準備が可能となった

開発されたシステムは、「FreeCo2ast」プロジェクトから派生したものである。同プロジェクトは、関連企業 Havila Kystruten 所有する沿岸クルーズフェリーへのレトロフィットが可能な高容量の水素エネルギーソリューションの開発を目的としている。

同プロジェクトは、ノルウェーリサーチカウンシルと政府機関 Innovation Norway 及び Enova が支援し、ノルウェー国内の技術企業や研究機関が参加している。

5－3－j　GREEN HYDROGEN

2022 年 2 月、再生可能エネルギーを用いた電気分解による「グリーン」な水素の製造に焦点を当てた DNV は共同産業プロジェクト（JIP）「グリーン水素」を開始した。エネルギー供給の脱炭素化と同時に、このような方法で製造される水素は、海運のエネルギー転換のひとつの手法となると DNV は期待している。

大規模な水素製造のためには、電気分解装置も標準化が必要であると、社会では考えられている。DNV は、この共同産業プロジェクトで、18 社の企業と協働している。

5－3－k　グリーン水素バンカリングソリューション

ノルウェー政府は、ノルウェーのエネルギー企業 Statkraft 及び Skagerak Energi のゼロエミッションの新造沿岸ばら積み貨物船向けの「グリーン」水素のバンカリングソリューションの開発プロジェクトに対し、1,400 万ノルウェークローネ（130 万ドル）を出資した。この補助金は、ノルウェーの気候・エネルギー技術支援を行う公的機関 ENOVA 経由で拠出された。

開発された貨物船は「With Orca」と命名され、2024 年に竣工の予定である。HeidelbergCement とノルウェー農業協同組合 Felleskoepet AGRI 向けに開発された同船は、「グリーン」水素とローターセイルを組み合わせた推進システムを持つ。同船は、一方向には砂利と骨材を運搬し、逆方向には穀物を輸送しながらノルウェー沿岸の港湾間を航行する。Statkraft と Skagerak Energi は、圧縮「グリーン」水素を輸送する交換可能なタンクコンテナの開発を行っている。

5－3－l　未来の高速船

2022 年 6 月、水素駆動の高速旅客船の開発に関するノルウェーの共同研究開発プロジェクト「未来の高速船」（High Speed Vessel of the Future）に、500 万ノルウェー・クローネ（50 万ドル）の公的支援が決定された。

燃料電池企業 TECO 2030 が主導する同プロジェクトには、複合材製船舶建造所 Umoe Mandal とエンジニアリングコンサルタント企業 BLOM Maritime が参加している。また、同プロジェクトには、ノルウェー沿岸の 4 県の政府が参加している。

提案されているカタマラン型フェリーは、Umoe Mandal の表面効果船（surface effective ship：SES）技術を採用し、TECO 2030 の水素燃料電池を動力源とする。同船は、沿岸航行時に 35 ノット超の最高速力で旅客 200～300 人を運ぶ能力を持つ。Umoe Mandal は、30 年以上にわたり、SES 技術を基礎とした軽量でエネルギー効率の高い船舶の建造実績がある。

プロジェクトは主要 2 フェイズを持つ。2022～2023 年の第一フェイズは、設計・エンジニアリングソリューションの開発と認証を行う、第二フェイズでは、船舶のプロトタイプを建造し、試験を行い、2025 年は試運航を開始する。

成功した場合、プロジェクトは、将来的にノルウェーの「従来型」高速船を代替する新たな船舶設計のテンプレートを提供する。

5－3－m　HIMET（Hydrogen in an integrated maritime energy transition：統合舶用エネルギー移行のための水素）

2022 年、フェリー及びクルーズ船ターミナルの脱炭素化のためのソリューション開発に関する英国の共同プロジェクト「HIMET」が開始された。この 220 万ポンド（250 万ドル）プロジェクトは、スコットランドの北に位置するオークニー諸島を対象とし、地元の水素製造企業 EMEC Hydrogen が主導する。プロジェクトには、同社の他、エンジニアリングコンサルタント企業 Ricardo、電気技術専門企業 Schneider Electric、オークニー諸島政府など 10 企業・組織が参加している。

プロジェクトでは、フェリーの脱炭素化のための様々なソリューションを開発し、実証を行う。水素燃料電池の補助動力として、オークニー諸島の小型 ROPAX フェリー上でコンテナ型水素貯蔵ソリューションの試験を行う。コンテナ型水素貯蔵と燃料電池は、スタンドアローンのシステムとして試験が行われる。

HIMET プロジェクトのもうひとつの研究は、Ricardo による既存の天然ガスエンジンを 199%水素駆動に転換するための燃焼システムとエンジンハードウェアの設計と開発である。Ricardo は、新造船及び既存船にゼロエミッション推進システムを供給するための有望な方法として、舶用ディーゼルエンジンを水素バージョンに代替する試験を行う。この試験は、イングランド南部ショーラムの同社の試験専門施設で行われる。

また、海事セクターに脱炭素化された陸上電力を供給するため、ハイブリッドソーラー光電池（PV）・水素エンジンが、オークニー諸島のハッツトンクルーズターミナルに設置される。

5－3－n　H2NOR

Corvus Energy のベルゲン（ノルウェー）子会社は、舶用のモジュール型プロトン交換膜（PEM）燃料電池の開発、製造に関する共同プロジェクト「H2NOR」を主導している同プロジェクトには、エネルギーグループ Equinor、船主 Wilhelmsen 及び Norled、船舶設計企業 LMG Marin、海事クラスター組織 NCE Maritime CleanTech、ノルウェー南東大学、そして日本のトヨタが参加している。ノルウェー政府機関 Innovation Norway とノルウェーリサーチカウンシルが、590 万ノルウェー・クローネ（60 万ドル）を拠出している。

H2NOR プロジェクトは、2023 年に開発された舶用燃料電池のプロトタイプを実船搭載し、2024 年には型式承認取得済みの製品を市場化する計画である。プロジェクトの計画は、2024 年に本格製造と商品化を開始するという Corvus Energy の戦略に準じるものである。Corvus Energy の安全ソリューションは、2022 年に船舶搭載に関する基本承認（AiP）を、DNV から取得した。2022 年 10 月には、Corvus Energy は、同社ベルゲン製造拠点に水素燃料電池の新試験設備を開設した。

開発されたソリューションは、出力 320 kW から 10 MW までのアプリケーションを想定している。同ソリューションは、トヨタの PEM 燃料電池モジュール技術をベースとする。Corvus とトヨタは、2020 年 12 月に提携契約を締結した。

5－3－o　HyNjord

ノルウェー政府は、液体有機水素キャリア（liquid organic hydrogen carrier : LOHC）と呼ばれるエネルギー媒体をベースとしたゼロエミッション推進システムの開発プロジェクト「HyNjord」を支援している。プロジェクトには、ノルウェー船主 Johannes Ostensjo、ドイツ Hydrogenious LOHC Technologies が参加し、両社はノルウェー合弁会社, Hydrogenious LOHC Maritime を設立した。

この合弁会社は、メガワット級の製品を 2025 年までに市場化する計画である。水素を LOHC に結合することにより、安全で低コストの技術を実現する。HyNjord の初期研究には、ノルウェー気候環境省内の機関 Enova が 2,600 万ノルウェー・クローネ（250 万ドル）を拠出した。

LOHC は、水素を含有する有機油である。Hydrogenious LOHC Technologies 社は、サーマルオイルに水素を添加し、舶用動力システムの必要に応じて水素をリリースするという LOHC 技術を開発、特許を取得している。媒体となるベンジルトルエンは、何百回も水素の添加と取り出しが可能で、リサイクルも可能である。LOHC のエネルギー密度は、圧縮水素の貯蔵よりも優れているとされている。

5－3－p　INTENS

Wärtsilä は、メタンスリップを目的に、メタン酸化触媒技術の研究を行っている。

フィンランドが主導する「INTENS」プロジェクトでは、二元燃料運転機能がレトロフィットされた Wärtsilä（Vasa）4R32 型舶用 4 ストローク中速エンジンで、70～80%のメタン酸化率が達成された。触媒の上流に SOx トラップが設置された場合には、酸化率はさらに高くなり、触媒を硫黄汚染から効果的に保護することができる。

5－3－q　JUPITER 1000

2022 年、フランスのコンテナ輸送企業 CMA CGM は、水素と e-メタンの利用を促進する「Jupiter 1000」プロジェクトに参加した。CMA CGM のプロジェクト参加決定は、同社船隊の低カーボン燃料源への移行目標を反映するものである。

「Jupiter 1000」は、再生エネルギー源から製造される「グリーン」水素、及び関連するメタン化（e-メタン）とカーボンキャプチャーの実証を目的としている。プロジェクトのコンセプトは、再生可能エネルギーが豊富なときにその一部を低カーボンエネルギー（水素及び e-メタン）に転換し、長期間にわたって大規模な貯蔵を行うことである。

「Jupiter 1000」は、フランスの天然ガス輸送企業 GRTgaz が実施している。2020 年には、初回の電気分解装置（水と再生可能エネルギーから水素を製造）が水素を GRTgaz 輸送ネットワークに水素を注入した。2021 年 11 月には、異なる技術を採用した 2 基目の電気分解装置が稼働した。CO_2 は合成ガスに変換され、再利用される。2022 年半ばには、水素メタン化施設が稼働した。

「Jupiter 1000」プロジェクトから得られた知識は、CMA CGM 船隊向けの e-メタンの大規模製造に向けて活用される。

2022 年 6 月時点において、CMA CGM は、e-メタン対応型（e-methane ready）の LNG 駆動 DF エンジン搭載のコンテナ船 28 隻の船隊を有している。2024 年末までには、同船隊は合計 44 隻に拡大する予定である。

「Jupiter 1000」プロジェクトには、欧州地方開発基金（ERDF）、フランス政府（ADEME 経由）、プロヴァンス・アルプ・コートダジュール地域圏が共同出資を行っている。

5－3－r　舶用燃料としての LNG

2022 年、ユニバーシティーカレッジロンドン（UCL）のエネルギー研究所は、舶用燃料としての LNG に関する報告書を発表した。産業界では、LNG は移行期の燃料と広く認識されている。しかしながら、UCL の報告書では、温室効果ガス（GHG）を含む排出のライフサイクル分析を行った場合、低硫黄重油（LSHFO）と比較した LNG の環境的利点は限定的か、ネガティブであると述べている。UCL の研究結果は、増加する科学的エビデンスに基づいたものであるとされている。

同報告書は、海運の最も低コストの化石燃料からのエネルギー転換方法としては、短距離海運セクターではハイブリッド及び電気動力ソリューション、遠洋海運セクターではスケーラブルな水素及びアンモニアやメタノールなどの水素派生燃料を挙げている。

同報告書では、2020 年代末（2029／2030 年）までに、国際政策及び各国の国内政策がパリ協定に則した海運の脱炭素化を進めた場合、LNG 駆動船は、当初の予定よりもかなり早い時期にゼロエミッション船との競争にさらされる可能性があるとしている。ゼロエミッション船への投資に補助があった場合、投資コストの高い LNG 駆動船の経済的恩恵と財政的なリターンは予想よりも長く続かず、船主には経済的損失を被るリスク（stranded value risk、資産価値が大きく下がる座礁資産リスク）がある。

近年、LNG 燃料を使用可能な船舶の発注は急増した。2025 年までに引渡しが行われる新造船の 65%が LNG 燃料の使用が可能であると予測されている。2 年ほど前までは僅か 10%であった。これには、ノルウェーの NOx 基金、EU の代替燃料インフラの構築促進、日本や韓国の輸出保証制度などの公的資金の投入が、LNG 駆動機関を搭載した船舶への投資促進に大きな役割を果たしている。

UCL エネルギー研究所は次のように述べている。「船主と資本家は、LNG 燃料対応船ではなく、将来的にゼロエミッション燃料のレトロフィットが可能な従来燃料船への投資を検討すべきである。既存の LNG 対応船に関しては、新造船建造時にレトロフィットのコストを含めること、または急激な減価償却曲線を想定するなど、投資家は座礁資産リスクの管理方法を検討すべきである。」

5－3－s　LNG-ZERO

LNG 駆動船から排出される温室効果ガス（GHG）の削減を目的とした研究プロジェクト「LNG-ZERO」が、オランダで開始された。このプロジェクトは、オランダの海事マスタープランの一環として、オランダ政府機関 Netherlands Enterprise Agency が助成し、増加する LNG 駆動船からの排出を大幅に削減する戦略と技術の開発を行う。

「LNG-ZERO」の 3 つの主目的は、①メタンスリップと NOx の排出削減、②CO_2 の回収と輸送、③回収された CO_2 の利用または貯蔵である。カーボンの回収技術と窒素の排出削減技術は、LNG だけではなく、従来の燃料を使用する船舶にも適用可能である。

同プロジェクトの予算は 610 万ユーロ（600 万ドル）で、うち 420 万ユーロ（410 万ドル）の補助金をオランダ政府が拠出している。VDL AEC Maritime がコーディネーターを務めるオランダの同プロジェクトには、エネルギー・インフラ開発企業（Shell、Carbon Collectors）、船主（Heerema、Anthony Veder）、設計企業、サプライヤー・システム統合企業（Conoship International、Carbotreat）、船級協会及び研究機関（Lloyd's Register、 MARIN、TNO）、大学（トゥウェンテ、デルフト）が参加している。

5－3－t　MariNH3（Decarbonised Clean Marine: Green Ammonia Thermal Propulsion：脱炭素化クリーンマリン：グリーンアンモニアサーマル推進）

2022 年 3 月、アンモニア燃料を使用したエンジン技術の開発に関する大規模な研究プロジェクト「MariNH3」が、英国で開始された。この 5 年間プロジェクトは、英国の海事産業の脱炭素化促進戦略の一環である。

同プロジェクトには英国全土から 20 企業・組織が参加し、NOx 超低排出の燃料システムの研究を行っている。ノッティンガム大学が主導する同プロジェクトの予算は 550 万ポンド（620 万ドル）で、工学・物理化学研究評議会（EPSRC）が資金を拠出している。

この多分野プロジェクトは、舶用「グリーン」アンモニア（再生可能源から製造されたアンモニアなど）に関連する課題の研究を行う。アンモニアは、新造エンジン及びレトロフィット向けに有望でサステナブルな次世代燃料であると考えられている。

燃焼時には、アンモニアは窒素と水に還元され、化石燃料の燃焼から発生する CO_2 を排出しない。しかしながら、アンモニア燃料の燃焼の遅さと NOx の発生が欠点となっている。

MariNH3 プロジェクトでは、様々な技術的、経済的な不明点と課題を、高い熱効率と NOx の超低排出が可能な「破壊的」NH3 エンジン概念により解決する。 また、型式承認と国際ルールの策定を支援するリスク評価を含む法的側面の検討を行う。

ノッティンガム大学に加え、MariNH3 プロジェクトには、BMT Group、Lloyd's Register、Rolls-Royce、Cummins Power Generation、Johnson Matthey、Ricardo Group、MAHLE Powertrain、Dolphin-N2、Maritime & Coastguard Agency（MCA）、及び大手エネルギー企業 BP と Shell が参加している。

MariNH3 プロジェクトとその目標に関連する技術は、MAHLE の特許技術である高速燃焼技術ジェット点火（Jet Ignition）技術である。もうひとつの関連技術は、ディーゼル燃料のような効率と非常に低い NOx 排出を実現する可能性のある Dolphin-N2 の回復分割サイクル（Recuperated Split Cycle：RSC）技術である。シングルシリンダー型概念試験 RSC エンジンの運転試験がブライトン大学で行われており、マルチシリンダー型のプロトタイプは開発中である。

海運の脱炭素化を目指す MariNH3 プロジェクトのプラットフォームが内燃エンジンであるという事実は、海洋船向けのバッテリー電動システムの欠点を示している。同プロジェクトは、2027 年 2 月 28 日に完了が予定されている。

5－3－u　MENENS（Methanol as an energy step towards zero-emission Dutch shipping：オランダ海運のゼロエミッション化へのエネルギーとしてのメタノール）

海運向け低カーボン燃料としてのメタノールの利用促進に関する研究開発プロジェクト「MENENS」は、オランダ Netherlands Enterprise Agency からの補助金 2,430 万ユーロ（2,390 万ドル）を確保した。この 4 年間プロジェクトの総予算は 3,800 万ユーロ（3,740 万ドル）である。

オランダの同プロジェクトには、船主、造船所、技術コンサルタント、舶用機器メーカーを含む企業と研究機関の合計 22 社・機関が参加し、2025 年 11 月まで研究活動を行う。

MENENS プロジェクトの研究課題は多岐に渡るが、2 つのメインカテゴリーは産業研究と試験的開発である。産業研究には、メタノール発電に関する知識の進化、燃料貯蔵の安全性、システム設計と統合、実験室試験（動力・エネルギー管理と制御を含む）などの課題が含まれる。次の実証段階では、調査船、短距離貨物船、浚渫船で燃料を用いた実験と評価を行う。これにより将来的な動力・エネルギーシステム設計の試験を行う。

2014 年に建造された Fugro 社の調査船「*Fugro Pioneer*」は、2023 年にメタノール駆動に改造され、プロジェクトの実証船となる。

Fugro が主導する MENENS プロジェクトには、MARIN、Damen Group、Royal IHC、Thecla Bodewes、Wärtsilä Nederland、Bakker Sliedrecht、RH Marine、Royal Wagenborg、 TNO、デルフト工科大学などが参加している。

プロジェクト内では、システムインテグレーターBakker Sliedrecht 及び RH Marine が、船舶のメタノール及び他のゼロエミッション燃料での運航を可能にする新電気システムを開発中である。メタノールによる運転では、ディーゼルや LNG 燃料と同様の動的応答を得ることができない。そのため必要な性能を保証するためには、メタノール燃料を用いる動力システムまたはメタノール燃料電池は、バッテリーまたはスーパーキャパシターとの接続が可能な設計が必要となる。

5－3－v　OptHyMob（Optimized hydrogen powered maritime mobility：水素駆動の海上モビリティーの最適化）

2022 年 9 月、水素燃料電池とバッテリーを組み合わせた舶用推進システムに関する新プロジェクト「OptHyMob」が開始された。同プロジェクトは、カナダ Corvus Energy のベルゲン（ノルウェー）支社とベルゲンの研究機関 NORCE が主体となっており、ノルウェーリサーチカウンシルが 1,390 万ノルウェー・クローネ（130 万ドル）を拠出している。

OptHyMob プロジェクトは、現在進行中の Corvus Energy 主導の H2NOR プロジェクト（本報告書 5-3-n 参照）と関連している。同プロジェクトでは、トヨタの技術を基礎としたモジュール型舶用プロトン交換膜（PEM）燃料電池の開発、実証、認証を行っている。新 OptHyMob プロジェクトは、同じくノルウェーリサーチカウンシルが支援し、NORCE 主導のプロジェクト「HyEff」（Efficient Energy Harnessing of Hydrogen-Powered Ships：）とも密接な協働を行っている。同プロジェクトには、OptHyMob プロジェクトと同じメンバーが参加している。

Corvus Energy は、現行の燃料電池の寿命と水素の高コストが、水素駆動船の導入を妨げているとしている。この問題を解決することにより、同社は海運の脱炭素化を加速する。同社は、同プロジェクトによって得られる知識と開発されるモデルとシステムを通じて、コスト効率の高い舶用ハイブリッド燃料電池・バッテリーシステムを開発する。

OptHyMob プロジェクトと HyEff プロジェクトは、実験データと実際の運転データを組み合わせ、船舶の推進システムの燃料電池とバッテリーの最適な負荷配分を示唆する最適化されたコストのシステムを開発する。また、物理ベースのデータ駆動モデルを用いて、次の波と負荷の予測機能を開発する。

さらに、プロジェクトでは、舶用バッテリーと燃料電池の劣化メカニズムを解明する。これにより、部品・要素間の相互関係を研究し、劣化の最小化とシステムの寿命延長を実現する組み合わせを決定する。

5－3－w　高出力の統合 PEMD のフットプリントと重量の削減

2022 年、電化技術のノウハウと機能の強化を目指した新たな英国の研究開発プロジェクトが開始された。GE Power Conversion が主導するこのプロジェクトは、「高出力の統合 PEMD（パワーエレクトロニクス、電気機械及びドライブ） のフットプリントと重量の削減」と題され、PEMD に関連する国家研究への支援プログラムの一部として政府が出資している。

PEMD のサプライチェーンへの投資は、英国の輸送及びエネルギーセクターのゼロエミッショ

ン化目標の達成に不可欠であると考えられている。

GE Power Conversion は、このプロジェクトでリンカーンの Dynex Semiconductor、ノッティンガム大学、Warwick Manufacturing Group（ウォリック大学の一部）と協働している。

プロジェクトでは、高出力電化システムの動力密度を大幅に増加させる変更可能な設計と革新的な製造技術に焦点を当てる。動力密度が重要な理由は、大型船や大規模な工業アプリケーションは、そのサイズにもかかわらず多くの場合スペースが限られているからである。このため、電動モーターや先進的パワーエレクトロニクスなどの新たな電力マイクログリッド機器及びクリーンなエネルギー源の統合が難しい。

プロジェクトでは、イングランドのラグビー（ミッドランド）に位置する GE のシステム・製造拠点、及び同社のウェッツトン（レスターシャ―）にある同社の陸上舶用試験・エミュレーション・イノベーションセンターにおいて研究作業を行っているまた、2021 年 3 月に開設されたノッティンガム大学のパワーエレクトロニクス・マシンセンターも利用している。

プロジェクトは、英国政府機関 UK Research & Innovation からの約 200 万ポンド（230 万ドル）の助成金を確保している。同プロジェクトは、英国のネットゼロ目標への PEMD 開発を支援する総額 1,670 万ポンド（1,890 万ドル）政府補助金の受給資格を得た 10 件のプロジェクトのひとつである。

公的資金拠出の理由は、環境目標に加え、将来的に海外サプライチェーンに問題が発生した場合に英国産業を保護するために、英国における PEMD 部品の製造ベースを強化することである。

5－3－x　SAFEMATE（Safe Maritime Autonomous Technology：安全な自動運航技術）

2022 年、船舶の自動運航システムの安全性と効率の評価と向上を目指すノルウェーのプロジェクト「SAFEMATE」が開始された。

その焦点は、航路計画と衝突回避である。脅威と障害を発見し、情報を分析し、ブリッジの乗員にソリューションを伝え、意思決定をサポートするシステムを開発する。開発されたシステムは、シミュレーターを用いて試験された後、ノルウェー南部のオスロフィヨルドを航行するフェリーで実船試験が行われる。

ノルウェーリサーチカウンシルが助成する SAFEMATE プロジェクトには、DNV、Kongsberg Maritime、Kongsberg Seatex、Bastø Fosen、ノルウェー科学技術大学 NTNU が参加している。

5－3－y　SeaSHUTTLE

オスロ - ロッテルダム間を定期運航する水素駆動の半自動運航コンテナ船 2 隻の建造プロジェクトには、ノルウェー政府が資金支援を行っている。各船は 500TEU のコンテナ積載能力を持ち、出力 3,200kW の水素燃料電池で駆動される。ディーゼル・エレクトリック補助推進プラントがバックアップのために搭載される。

同プロジェクトは、アイスランド Icelandic logistics のノルウェー子会社が主導し、船社 Samskip と舶用ロボット専門企業 Ocean Infinity が参加している。ノルウェー政府機関 ENOVA が 1 億 5,000 万ノルウェー・クローネ（1,420 万ドル）を拠出している。

5－3－z　SH2IPDRIVE（Sustainable hydrogen integrated propulsion drive：サステナブルな水素統合推進ドライブ）

水素ベースの舶用推進システムの研究を行うオランダのプロジェクト「SH2IPDRIVE 」は、オランダ Netherlands Enterprise Agency から 2,420 万ユーロ（2,380 万ドル）の補助金を獲得した。25 企業・組織が参加する同プロジェクトの総予算は 3,360 万ユーロ（3,300 万ドル）である。プロジェクトでは、海運のゼロエミッション化を加速するための水素の利用方法を模索する。

プロジェクトは 9 つの作業パッケージから構成され、多岐に渡る水素の研究開発をカバーしている。作業パッケージには、バンカリングと貯蔵システム、水素キャリア、燃料電池、データ収

集、システム検証、システム統合、モジュラー試験、船舶設計、安全性が含まれる。
SH2IPDRIVE プロジェクトの目的は、水素ベースの船舶のゼロエミッションの推進システムとエネルギーシステム向けの高い信頼性と安全性を持つ標準化されたスケーラブルでコスト効率の高いソリューションを開発することである。これらの目的は、以下の 4 つの形態で研究される。

1. 圧縮水素ガス
2. 液体水素
3. 液体有機水素キャリア
4. 水素化ホウ素水素キャリア

また、プロジェクトでは、動力密度が高く、従来よりも寿命の長い新燃料電池システムの研究と燃料電池のスケールアップを行う。さらに、水素のバンカリングと貯蔵に関する技術標準の開発、水素技術の船舶への統合、関連した船舶設計などの研究作業も行う。
開発された技術要素とサブシステムは、以下のようなオランダ海運の代表的な船種の 5 件の概念設計を用いて実証試験が行われる。

- 内陸水路船（新造）
- 内陸水路船（レトロフィット）
- 沿岸／短距離船
- 旅客船
- 特殊目的船

プロジェクトには、船社、造船所、技術企業、大学、研究所を含む 25 企業・組織が参加している。その例は、MARIN、Holland Shipyards、Royal IHC、Concordia Damen、Dutch Defence Materials Organisation、Nedstack Fuel Cell Technology、TNO、デルフト工科大学である。

5－3－z2　UltraPropulsor Co-Innovation

2022 年、革新的な推進システムの開発による推進効率の最大化と環境負荷の削減を目的するフィンランドのプロジェクト「UltraPropulsor Co-Innovation」が開始された。同プロジェクトの総予算は 450 万ユーロ（440 万ドル）である。プロジェクトは研究企業 VTT が主導し、ABB、Foreship、ATA Gears、Composite Solutions & Innovations が参加している。VTT は、政府機関 Business Finland から 120 万ユーロ（120 万ドル）の補助金を確保した。
プロペラからの動力が実際に船舶の推進に使用される割合は、通常約 70%である。同プロジェクトは、この割合を引き上げる方法を研究する。流体力学研究により、数値モデリングと実験を通じて新たなソリューションの実証を行う。また、素材研究では、プロペラブレードの強度評価の手法を開発する。これにはライフサイクルコスト、製造の容易さ、疲労強度、耐久性、腐食耐性などの材料特性などが考慮される。
推進効率の向上に加え、同プロジェクトでは船舶の水中放射騒音を低減するソリューションの研究も行う。

5－3－z3　バナジウムレドックス・フロー電池

2022 年、オランダの企業は、内陸水素船の完全電気推進向けのフロー電池ソリューションの研究開発プロジェクトを行った。
この概念はバナジウムレドックス・フロー電池（VRFB）技術をベースとしている。VRFB では、電気エネルギーは、周囲条件で貯蔵が可能な不燃性で非爆発性の液体電解質に貯蔵される。電気エネルギーが消費された電解質は、充電が可能である。または、使用済みの電解質は、充電され

た電解質との交換が可能である。

完全電気推進（及び風力または太陽光から製造された電力を用いた充電インフラ）を提供することにより、内陸水路における化石燃料の使用を終了することができる。プロジェクトでは、浮体式の充電用ポンツーンを利用した充電インフラの構築を目指している。

プロジェクトのパートナーは、CellCube、PortLiner、Werkina である。提案されている完全電化船は、最大 1.5MW の AC（交流）電力と、6.25 MWh のエネルギー貯蔵システム（ESS）を持つ。充電用ポンツーンは、最大 2MW の電力と、最大容量 25MWh の EES を持つ計画である。

レドックス・フロー完全電気推進は、オランダの海事グリーン化計画「Netherlands Green Maritime Coalition」の研究テーマのひとつである。

5－3－z4　wPCC（Wind-powered car carrier：風力推進の自動車運搬船）

2022 年、スウェーデンの 3 組織によるサステナブルな海運を促進する共同研究開発プロジェクト「wPCC」（Wind-powered car carrier：風力推進の自動車運搬船）が完了した。2019 年に開始された同プロジェクトは、セイル支援海洋船「Oceanbird」の設計の開発と、5 年以内の建造を目指していた。

究極的な目標は、航海時間は長くなるが、風力を主要動力とするゼロエミッションの商船の運航である。例としては、wPCC 船による大西洋航海の所要日数は約 12 日間、通常船では 7 日前後である。

プロジェクト参加企業・組織は、Wallenius Marine（「Oceanbird」概念を所有）、 SSPA Sweden、KTH Royal Institute of Technology である。wPCC プロジェクトの予算は 2,700 万スウェーデン・クローナで、スウェーデン運輸省が資金を拠出している。

第 6 章　欧州主要造船・設計・舶用機器関連企業の製品開発動向

6－4a　デンマーク

6－4a－1　ALFA LAVAL：アンモニア燃料の試験

オールボー（デンマーク）の Alfa Laval 試験・トレーニングセンターのアンモニアの試験システムは、2023 年初頭に完了予定の試験プログラムにおいて認証を取得した。LNG、バイオ燃料、メタノールの場合と同様に、同センターにおける最新の投資は、アンモニアの燃焼に関する知識を深化させ、船舶向けの技術開発を促進する。

同センターは、Alfa Laval Aalborg ボイラー、燃料供給システム、燃料電池など幅広いシステムにおけるアンモニアの特性と挙動の研究を行う。試験設備は、他の燃料から安全な距離を保つ二重殻式アンモニアタンク、センターからの全てのパイプに保護された接合部を持つ二重配管を持つ。これらのバリアは、将来的な船舶へのアンモニア導入に要求されると考えられる安全措置である。

6－4a－2　ALFA LAVAL：燃料電池の試験

2022 年、Alfa Laval は小規模なメタノール燃料電池（FC）システムの試験を、デンマークの同社試験・トレーニングセンターで行った。この試験は、デンマーク政府のエネルギー技術開発・実証プログラムが支援する舶用燃料電池開発プロジェクトの一環である。

同プロジェクトの目的は、高温プロトン交換膜（HT-PEM）燃料電池をベースとした効率的でコスト効果の高いエネルギーソリューションの開発である。第一段階として、2022 年 7 月に同センターにおいて 10kW（2×5kW）の燃料電池の試験が開始された。

開発中の燃料電池システムは、再生可能エネルギーを用いて製造されるカーボンニュートラルなメタノールを使用し、粒子状物質を排出しないクリーンな運転を行う。このシステムは、HT-PEM燃料電池スタックのモジュールで構成され、200kWのラックを組み合わせることができる。これにより、メガワット級の出力が可能なスケーラブルな標準化されたシステムを提供する。

6－4a－3　ALFA LAVAL：E-Power-Pack

Alfa Laval の試験・トレーニングセンターで開発された「E-Power-Pack」は、船内の多様な熱源から電力を発電する自給型ソリューションである。熱源は、燃焼した燃料の約 50%を占める排ガスの廃熱だけではなく、エンジン冷却水などの低温の液体を含む。

「E-Power-Pack」システムは、使用燃料の種類にかかわらず、あらゆる船舶で利用可能な設計となっている。低硫黄燃料を利用する船舶は、蒸気の余剰が発生する。同システムは余剰蒸気を熱源とし、動力源に変換する。

同社は、「E-Power-Pack」は、将来的にメタノール駆動及びアンモニア駆動船の機関への価値を提供するとしている。メタノールとアンモニアは、従来の炭化水素燃料よりも高価であるが、エネルギーは低い。そのため、熱回収を最大化し、これらの燃料が持つ全エネルギーを有効利用する必要がある。

6－4a－4　MAN Energy Solutions：メタノール二元燃料 2 ストロークエンジン

2022 年、MAN Energy Solutions は、メタノール二元燃料 2 ストロークエンジンの製品群を拡大した。ボア 500mm、800mm、950mm の機種に加え、現在ではボア 600mm と 700mm の機種が利用可能である。船主、船社のメタノール駆動エンジンの選択肢は、5 種類のボアサイズの 7 機種のエンジンとなった。

同社の戦略は、クリーンな燃焼を行う低カーボン燃料としてのメタノールへの関心の高まりを

反映したものである。「グリーン」なメタノールが燃焼した場合には、ネットゼロカーボン燃料となる可能性がある

MAN Energy Solutions のメタノールエンジン群は LGIM シリーズと呼ばれる。LGIM 二元燃料技術は、まずボア 500mm の「S50ME-C9.6-LGIM」及び「G50ME-C9.6-LGIM」設計が発表され、メタノール貨物を輸送する新造ケミカル／プロダクトタンカーのシリーズ向けに受注した。

2021 年には、同社最高出力の 2 ストロークエンジン「G95ME-C10.5」シリーズの LGIM 機種が、大型コンテナ船向けに発表された。続いて、中型コンテナ船、超大型原油運搬船（VLCC）超大型鉱石運搬船（VLOC）その他の船種向けに「G80ME-C10.5-LGIM」設計が発表された。

2022 年 3 月、MAN Energy Solutions は、ボア 600mm 及び 700mm のメタノールエンジン、「S60ME-C(10.5)-LGIM」、「G60ME-C(10.5)-LGIM」、「G70ME-C(10.5)-LGIM」機種を発表した。

メタノール運転には、点火のためのパイロット燃料（HFO、MDO、または MGO）が必要であるが、化石燃料（LNG）ベースのメタノールで駆動される LGIM は、HFO 燃料よりも CO2 排出量が 10%以上少なく、SOx 排出量はほぼゼロ、NOx 排出量は 30%以上低くなる。IMO の NOx 排出 3 次規制（Tier III）を満たすためには、同社の排ガス再循環（EGR）技術の搭載が必要となる。

さらに進化した LGIM 型エンジン「ME-LGIM-W」は、メタノールと水の混合概念を採用している。

6－4a－5　MAN Energy Solutions：アンモニア二元燃料 2 ストロークエンジン

MAN Energy Solutions は、アンモニア燃料に対応する二元燃料 2 ストロークエンジンを 2024 年に発売する計画である。初回機種は、ボア 600mm の機種である。異なるボアサイズの開発に関しては、2023 年に決定される予定である。

ボア 600mm のアンモニア焚きエンジンは、超大型液化ガス運搬船（VLGC）、パナマックス型及びニューカッスルマックス型ばら積み船、長距離（LR1／LR2）タンカー、自動車／トラック専門運搬船（PCTC）、短距離／フィーダーコンテナ船など幅広い商船に適している。

MAN Energy Solutions は、同社ライセンシーである三井 E&S マシナリーと、同新機種の試験と製造に関する協力契約を締結した。その結果、2023 年には、MAN Energy Solutions のコペンハーゲン 2 ストローク研究所における 4 シリンダー、ボア 500mm の試験エンジンと、三井 E&S マシナリーの玉野事業所におけるボア 600mm の「7S60ME-C」試験エンジンの試験が同時進行する。

2021 年 4 月、シンガポールのコモディティー取引・輸送企業 Trafigura Group は、MAN Energy Solutions の燃料柔軟性のあるアンモニア焚き 2 ストロークエンジン開発の共同スポンサーとなると発表した。

6－4a－6　MAN Energy Solutions：OPL 技術（OPL Overridable Power Limitation：オーバーライド可能な出力制限）

2 ストロークエンジンの市場リーダーである MAN Energy Solutions は、OPL（Overridable Power Limitation：オーバーライド可能な出力制限）ソリューションを MC 型メカニカル（カムシャフト）制御エンジン及び ME 型電子制御エンジン向けに開発した。OPL は、最大出力（即ち最大燃料消費）をエンジンの設計・認証値よりも低く抑えることにより、カーボン排出を削減する技術である。

OPL 技術の開発は、2023 年 1 月 1 日発効予定の IMO の MEPC 335(76) 規制により加速された。同規制は、既に運航中の船舶もエネルギー効率指標を満たすことを求める「EEXI」（エネルギー効率既存船指標）である。

MC 型エンジンには、メカニカルストッパーデバイスが用いられる。一方、ME 型エンジンには、エンジン制御システム（ECS）内に新たなソフトウェアとパラメーターファイルを設置する。両システムは、波浪時または荒天時には安全な出力が確保されるようにオーバーライド機能を持っている。

OPL の最初の大型受注のひとつは、香港の船舶管理企業 Anglo-Eastern Group によるものである。同社は、EEXI 規制を満たすために、約 300 隻に同技術をレトロフィットする必要がある。

MAN Energy Solutions のライセンシーも、新システムの利用に関する契約を締結している。初回の契約は、2022 年に現代重工業の Hyundai Global Service（HGS）と合意された。この合意は、当初 2 年間の OPL ソリューションの再販と、現代重工業のエンジン機器部門が MAN Energy Solutions のライセンスの下で製造する ME 及び MC シリーズエンジンへの設置である

6－4a－7　MAN Energy Solutions：二元燃料補機

二元燃料 2 ストロークエンジンによる推進システムの全船種への採用に伴い、MAN Energy Solutions は、二元燃料エンジンによる補助動力への需要増加を見込んでいる。

将来的な 4 ストローク事業への影響を見据え、同社は全ての燃料オプションを分析し、舶用発電機として最適なオプションを検討する。

同社の小口径の 4 ストロークエンジン発電機は、現在メタン（LNG）、バイオ燃料（水素添加植物油など）、合成燃料油による駆動が可能である。暫定的な機種発売予定は、2023 年：二元燃料メタノール／ディーゼルエンジン、2025 年：二元燃料水素／ディーゼルである。さらに長期的には、二元燃料アンモニア／ディーゼル機種を発売する。

技術開発プログラムの目標は、信頼性（ブラックアウトを防ぐ船内電力供給のセキュリティー確保）、エンジン力学（負荷性能）、シンプルさである。MAN Energy Solutions は、制御プラットフォームと設計は比較的複雑ではなく、高度なコンピューター化またはコモンレール燃料システムには依存しないと述べている。

メタノール駆動 L21/31 試験エンジンを用いたメタノール焚きエンジンのフルスケールの試験は、デンマークの同社 フレゼリクスハウン工場において 2022 年に実施された。また、4 ストロークエンジンにおけるアンモニアの可能性に関する研究も行われている。

6－4b　フィンランド

6－4b－1　ABB MARINE：直列式 PM 軸発電機

2022 年 3 月、ABB は幅広い商船に適した新永久磁石（PM）式軸発電機を発表した。その直後、200,000DWT 型ばら積み船の船隊向けの初回受注が発表された。

「AMZ 1400PM」直列 PTO（power take-off）／PTI（power take-in）軸発電機は、全負荷及び部分負荷において、誘導型または励起型の同期機よりも高い効率を発揮するとされている。これにより最大 4%の燃料コストが削減され、初期投資回収期間は 2～4 年である。「AMZ 1400PM」は、従来型同期機または誘導型軸発電機よりも 20%小型化され、30%軽量化されている。

PTO モードでは、同軸発電機は船舶の電力網に電力を供給し、PTI モードでは、 同期電動モーターとして機能し、推進力のブースターなる。また、主機の故障時には、帰港のための補助推進力となる。

6－4b－2　STEERPROP：SP-T アジマス式推進装置

2002 年、フィンランドの舶用メーカーSteerprop は、新開発した T シリーズのアジマス式推進装置「SP-T」の初受注を獲得した。主にタグボートと作業船を対象とした「SP-T」推進ユニットは、出力範囲 1,000～2,800kW をカバーし、Z ドライブ、J ドライブ、統合 PM（永久磁石）ドライブの製品がある。このノズル型推進装置は、牽引力（ボラードプル）の要求に応じて、異なるプロペラサイズで提供される。

この新設計は、柔軟性が改善し、モジュール性とスケーラビリティーが向上している。また、牽引力と電力要求の関係が最適化されている。比較的シンプルな設計によるサービス性の高さも

重要である。同システムには、Steerprop の状態監視システム「Steerprop Care」を統合することも可能である。

初回契約は、トルコの造船所で建造された新造タグボート 2 隻向けの「SP 175 T」 機種 4 基である。各ユニットの定格出力は 1,080kW である。

6－4b－3　Wärtsilä：製造拠点の統合

2022 年 7 月、Wärtsilä は、イタリアにおける Wärtsilä エンジンの製造を終了し、全ての 4 ストロークエンジンの製造はフィンランドのヴァーサ工場に集約すると発表した。イタリア北東部トリエステの工場閉鎖により、2025 年には年間 3,500 万ユーロ（3,440 万ドル）の節約につながる。セールス、プロジェクト管理、調達その他の非製造活動とともに、トリエステ拠点の研究開発機能は残る。

Wärtsilä は、これまでも欧州の製造拠点と事業の統合を進めてきた。同社は、欧州における製造機能の集約により、将来的な成長を目指した競争力の強化が可能になると述している。

トリエステにおける Wärtsilä の存在は、同社が旧 Grandi Motori Trieste（GMT）の株主となった 1997 年にさかのぼる。その後 1999 年には、GMT を完全買収した。同拠点では、史上最大の 4 ストロークエンジンであるボア 640mm の Wärtsilä 64 型エンジンを含む 4 ストローク及び 2 ストロークの Wärtsilä エンジンの製造が開始された。近年及び現在の製造機種は、Wärtsilä 26 型、38 型、46 型、46F 型、46DF 型、50DF 型、50SG 型を含む 4 ストロークエンジンのシリーズ及びプロペラ部品である。

6－4b－4　Wärtsilä：サステナブル技術ハブ

2022 年 6 月 1 日、Wärtsilä はヴァーサ（フィンランド）に新技術センター「サステナブル技術ハブ」を開設した。同センターは、サステナブルな燃料とデジタル技術を活用した「グリーン」ソリューションに焦点を当てた開発を行う。また、イノベーションと同時に、コラボレーションも促進する。

2 億 5,000 万ユーロ（2 億 4,600 万ドル）を投資した同センターは、燃料実験室、フレキシブルエンジン試験設備、技術評価設備、最新の製造システム、高度自動化システムを持つ。また、「コラボレーションのグローバルエコシステム」として、顧客、提携企業、学界と協働し、新たなアイデアの開発、試験、評価を行う。

6－4b－5　Wärtsilä：新小口径中速エンジン「Wärtsilä 25」シリーズ

2022 年 9 月、Wärtsilä は、既存燃料及び将来的な燃料に対応する新型の小口径中速エンジンプラットフォームを発表した。新シリーズは、モジュラー原理をベースとし、「Wärtsilä 31」型エンジンプラットフォームと類似したアプローチを採用している。I

新「Wärtsilä 25」シリーズは、ディーゼル機種及び LNG 二元燃料機種が発売され、カーボンニュートラルなバイオ燃料の使用にも適している。さらに、モジュラー設計により、将来カーボンフリー燃料が入手可能となった場合には、新燃料に対応するアップグレードも可能である。「Wärtsilä 25」は、アンモニア燃料の使用が可能な同社初のエンジンとなる。

アップグレードが可能なモジュラー構造により、全エンジンを交換することなく、既存エンジンのパーツの最小限の交換のみで、さらにグリーンな燃料への移行が可能である。

Wärtsilä は、同エンジンは将来に対応する小口径中速エンジンの新時代の幕開けとなるもので、海事産業の脱炭素化目標達成への重要なステップとなると述べている。また、「Wärtsilä 25」は、小型ではあるがパワフルなエンジンで、将来の燃料への容易な移行を可能にするとしている。

天然ガス（LNG）による運転時には、同エンジンは IMO の NOx 3 次規制（Tier III）を満たす。また、ディーゼル機種には、同社の NOx 排出削減装置（NOR）がエンジンに統合されており、3 次規制を満たしている。同エンジンの設計は、IMO の CII（カーボン強度指標）及び 2023 年に発

効する EEXI（エネルギー効率既存船指標）を満たすと同時に、高い運転効率と燃料の経済性を発揮する。

「Wärtsilä 25」は直列エンジンで、6、8、9 シリンダーの機種がリリースされる。ディーゼル機種は一段過給システムを搭載し、最大出力 2,000kW～3,400kW の機種がある。一方、二元燃料バージョン「Wärtsilä 25DF」は、二段過給システムを持ち、出力範囲は 1,900kW～3,100kW である。

コモンレール高圧燃料噴射技術は、全負荷において燃料噴射設定と燃焼を最適化する。これにより、スモークフリーな運転を約束する。

その他の特徴としては、キャリブレーション（較正）の必要性を少なくする自己学習型 PID（proportional, integral, derivative：比例、内蔵、派生）制御機能、Wärtsilä の「Expert Insight」サービス経由の予測的メンテナンスのための重要データ収集、報告、分析機能などがある。

同エンジンの設計には、ディーゼル・メカニカル、ディーゼル・エレクトリック、ハイブリッドの形式があり、ロバスト（頑強）な主機または補機としての利用が可能である。主機としての利用は、小型商船、タグボート、浚渫船、オフショア支援船、漁船などに適している。長期間のメンテナンスフリー運転が可能な設計となっており、オーバーホール間隔（TBO）は最大 32,000 時間とされている。

Wärtsilä 25/25DF エンジンシリーズ

シリンダーボア	250mm
ピストンストローク	340mm
エンジン回転数	900/1,000rpm
ピストン速度	10.2/11.3m/s
燃料消費率（SFOC）	184g/kWh
シリンダー数	6L, 7L, 8L, 9L
定格出力（ディーゼル）	2,040-3,375kW
定格出力（LNG 二元燃料）	1,890-3,105 kW

6－4b－6　Wärtsilä：新 46TS-DF 型エンジン

2022 年 4 月、Wärtsilä は、新型ワイドボア中速エンジン「Wärtsilä 46TS-DF」を正式にリリースした。このボア 460 mm の多元燃料 4 ストロークエンジンは、同社の 46 型、46F 型、50 型シリーズエンジンの経験に基づいて開発された。

「46TS-DF」には 6 シリンダーから 16 シリンダーの機種があり、最大シリンダー出力は 600rpm で 1,300kW、即ち出力範囲 7,800～20,800kW をカバーしている。Wärtsilä は、46TS-DF は、ガスモードでは、舶用中速エンジン市場で最高の効率を発揮するとしている。

「TS」は二段過給（two-stage turbocharging）を意味し、燃料消費の削減と排出の低減への重要要素となっている。二段過給により、同エンジンはガスモードまたはディーゼルモードで 52%の効率を持つ。過給システムは、低圧過給機 1 基と高圧過給機 1 基で構成され、各シリンダーバンクの給気冷却器 2 基と組み合わせられている。Wärtsilä は、この構成により、小型設計にもかかわらず、超高圧率と非常に高い過給効率を発揮し、高い出力密度につながるとしている。

各過給機は、比較的低い圧縮率を持つため、ロバスト（頑強）な設計と幅広い運転において高効率と安定したパフォーマンスを提供する。過給機は、Wärtsilä の設計に従って英国企業 Napier が製造している。また、46TS-DF では、ステップレス・バルブタイミング機能が吸気バルブだけではなく、排気バルブにも採用されている。

同エンジンは、LNG 燃料だけではなく、将来的にはバイオ LNG または合成メタンの使用にも対応可能な設計となっており、脱炭素化に向けた長期的なオプションを提供している。エンジンプラットフォームは、モジュラー設計により製造とメンテナンスが容易で、また将来的な代替燃

料使用のためのアップグレードと改造も容易である。

Wärtsilä は、フランス Chantiers de l'Atlantique で建造中の Royal Caribbean のクルーズ船 1 隻向けに同型エンジン 6 基の初受注を確保している。

Wärtsilä は、次期エンジンとして、46TS-DF のピュアガス機種の開発を検討中である。

Wärtsilä 46TS-DF の仕様

シリンダーボア	460mm
ピストンストローク	580mm
シリンダー出力	1,300kW
クランクシャフト回転数	600rpm
エンジン機種	6L, 7L, 8L, 9L, 12V, 14V, 16V
最大出力範囲	7,800-20,800kW
平均有効圧（MEP）	27 バール
ピストン速度	11.6 m/s
エンジン効率	最大 52%

6－4b－7　Wärtsilä：メタノール／多元燃料エンジン「Wärtsilä 32」シリーズ

2022 年、Wärtsilä は、メタノール駆動の新型中速エンジン「Wärtsilä 32」を発表した。同エンジンは、2023 年第 3 四半期に市場リリースされる予定である。

メタノールに加え、同エンジンは液体バイオ燃料、軽油（LFO）、重油（HFO）での運転が可能で、可変速度主機、または補機、またはディーゼル・エレクトリックエンジンとしての利用に適している。対象船種は、各種商船や特殊目的船で、船主にカーボンニュートラルな運航手段を提供する。

Wärtsilä は、同メタノールエンジンは、「グリーン」メタノールを使用して CO_2 排出量を 92%削減、NOx 排出量を IMO の 2 次規制レベルから 50%削減するとしている。また、メタノールの燃焼からは SOx と粒子状物質（PM）を排出しない。同機は、高い重量出力比を持つ信頼性の高いエンジンである。また、高い燃料柔軟性と全負荷における低い燃料消費量を提供するとしている。

2022 年 1 月に発表された Wärtsilä 32 型メタノールエンジンの新造船向けの初受注は、オランダ船主向けに中国で建造される洋上風力施設建設船のディーゼル・エレクトリック発電、推進システム向けのエンジン 5 基である。

Wärtsilä のメタノール燃料噴射技術は、Stena の ROPAX フェリーの Wärtsilä（旧 Sulzer）Z40 型エンジンの改造のために初めて開発された。同技術は、実績のある Wärtsilä 32 型エンジンの制御システムと自動化システムを新メタノールエンジン向けに組み合わせたものである。メタノール燃料噴射技術は、現在稼働中の 5,000 基以上の従来燃料型 Wärtsilä 32 型エンジンへのレトロフィットも可能である。

6－4b－8　Wärtsilä：メタノール燃料供給システム「MethanolPac」

2022 年 3 月、Wärtsilä は、メタノール専用の燃料供給システム「MethanolPac」を発表した。MethanolPac は、高圧メタノール燃料ポンプユニット、低圧ポンプモジュール、燃料バルブトレイン、バンカリングステーション、タンク設備を含む。Wärtsilä 32 型メタノールエンジンと同様に、MethanolPac システムは、Wärtsilä 32 型の従来燃料型エンジンを搭載した多数の既存船へのレトロフィットが可能である。

6－4b－9　Wärtsilä：将来の燃料向けの 2 ストローク改造プラットフォーム

2022 年に Wärtsilä が市場化した多元燃料レトロフィットプラットフォームは、電子制御の 2 ストロークディーゼルエンジンの、LNG、メタノール、またはアンモニアを使用した運転のための改造を可能にする。

「将来燃料改造プラットフォーム（Future Fuels Conversion Platform）」と呼ばれる同技術は、革新的な円了噴射技術と燃料概念をベースとし、特にレトロフィットの容易さと短い減価償却期間を特徴としている。同技術は、トリエステ（イタリア）の同社 2 ストロークエンジン研究所で試験が行われ、開発作業は完了した。

スイスを本拠とする MSC Shipmanagement 社が同技術の開発において Wärtsilä に協力した。2023 年には、同技術は Wärtsilä 12RT-flex96C 型エンジン 1 基で駆動される MSC の 13,000TEU 型コンテナ船に搭載され、実証試験が行われる。続いて 2024 年には、同エンジンでアンモニア燃料の使用に関する試験が予定されている。

この改造概念は、大口径及び小口径両方のエンジンに適用可能である。同技術プラットフォームは、Wärtsilä の燃料ガス供給システムとの組み合わせ、完全なターンキーソリューションを提供する。

この技術は画期的な燃料噴射技術であると考えらえている。その開発は、2023 年 1 月に発効予定の CII（カーボン強度指標）規制により加速された。「将来燃料改造プラットフォーム」は、ディーゼルサイクルとオットーサイクル技術の利点を組み合わせたものである。船主は、規制へのコンプライアンスを実現すると同時に、既存燃料の組み合わせの柔軟性を得ることができる。また、将来的には、「グリーン」水素や「グリーン」アンモニアなどの代替燃料への対応も可能である。

このソリューションは、－150℃の極低温 LNG を低圧でエンジンに直接供給し、中圧でシリンダーに噴射する。極低温 LNG の使用により、噴射前に LNG が 40℃前後に加温される通常の LNG 運転と比較して、ガス供給システムの複雑性とエネルギー消費量が低減する。これにより、燃料タンクと主機の間の高コストでエネルギー消費量の高い装置の必要性を排除する。

6－4b－10　安川電機／The SWITCH：バッテリー短絡制限デバイス

フィンランドを本拠とする Yaskawa Environmental Energy/The Switch は、エネルギー貯蔵システム（ESS）メーカーCorvus Energy と提携し、バッテリー漏電制限デバイス（battery short-circuit limiter：BSCL）の開発を続けている。BSCL は、大容量バッテリーと先進的な DC（直流）配電システムを保護するデバイスである。

2022 年 7 月に発表された基本合意では、Corvus Energy（ノルウェー及びカナダ）は、継続中の BSCL 開発において Yaskawa/The Switch の優先パートナーとなる。

BSCL は、損傷や火災の原因となり得る ESS システムからの予期しない急激なエネルギー放出に対する超高速の半導体ベースの保護デバイスである。船舶に搭載された ESS のサイズは急速に大型化しており、危険性は増している。短絡からの保護と同時に、多くの DC ハブを必要せずに多くのバッテリーを電気網に接続する BSCL デバイスは、システムの合理化を可能にする。

その例としては、これまで 20MWh の ESS には 8 基の DC ハブが必要であった。一方、BSCL を利用した場合、最大 40MWh までの ESS に必要な DC ハブは僅か 2 基である。同デバイスは、10MWh 以上の「Blue Whale」システムを含む全ての Corvus ESS との互換性がある。

6－4c　ドイツ

6－4c－1　Freudenberg：メタノール燃料電池システム

2022 年 9 月、ミュンヘンを本拠とする Freudenberg e-Power Systems が開発したメタノール駆動燃料電池は、船級協会 RINA からの型式承認を取得した。同社が気候ニュートラルなメタノールを選んだ理由は、シンプルなアルコールであるメタノールは、通常の周囲条件では液体で、液化水素の約 3 倍の体積エネルギーを持ち、船舶設計、運航条件と距離への適応力が高いからである。

Freudenberg の革新的なアプローチは、高効率の燃料改質技術と寿命の長居プロトン交換膜（PEM）燃料電池を組み合わせ、モジュール型でスケーラブルなシステムユニットとしている。

水素は水蒸気改質により生成され、燃料電池内の空気中の酸素と反応して、船舶の推進と電力網に必要な電力を製造する。改質装置に必要な熱は、燃料電池の廃熱から直接得ることができる。燃料電池スタック、改質装置、制御エレクトロニクス、及び媒体供給は、事前に製造されたモジュラーユニットに内蔵され、船内に設置される。

RINAによる型式承認は、同システムアーキテクチャーの安全性と舶用標準及び規制への適合に関するものである。この型式承認取得により、燃料電池システムは、クルーズ船や海洋商船向けのメガワット級システムとして使用される可能性が開けた。

Freudenberg の安全性概念の舶用利用に関しては、クルーズ船を対象としたドイツの研究開発プロジェクト「Pa-X-ell 2」の初期段階で既に試験が行われている。「Pa-X-ell」プロジェクトには、造船所 Meyer Werft 及び Lürssen Werft、ドイツの諸研究機関、Carnival Maritime のドイツ子会社 AIDA Cruises、船級協会 DNV GL が参加した。プロジェクトでは、商業的な本格導入と大量生産を念頭に、当初から燃料電池のモジュール化と標準化を検討していた。将来的には、名目出力 500kW のシステムユニットを組み合わせ、二桁台の MW 数の出力を実現する。

現在 Meyer Werft が建造中の全長 216m のクルーズ船「Silver Nova」には、世界最大の燃料電池を搭載する。Freudenberg が供給するこの 4MW の燃料電池プラントは、同船の港湾内の動力需要を満たすため、従来の発電機を稼働させる必要がなくなる。同船は、2023 年夏に就航予定である。Meyer Werft と Freudenberg は、AIDA のクルーズ船に燃料電池システムをレトロフィットする「Pa-X-ell 2」プロジェクトでも協働している。

6－4c－2　HB Hunte：LNG 燃料貯蔵

2022 年 9 月、HB Hunte Engineering の小型 LNG 駆動船向けの新小型燃料貯蔵・供給システムは、Lloyd's Register（LR）の基本設計承認を取得した。同設計は、Type C のバイローブ型燃料タンクが位置するタンク接続スペースと燃料貯蔵槽を組み合わせている。この配置は、スペースの限られている小型船へのソリューションとして、LNG 駆動の新造船及びレトロフィットに適しており、またコスト的にも利点がある。

LR は、同システムの開発は、カーボンフットプリントの削減とクリーンな排出への重要なステップである、と述べている。対象セグメントは、LR の特殊サービス船（SSC）規定でカバーされる全長 24～150m の船舶である。

6－4c－3　KBB：排出制御パートナーシップ

ドイツの過給機メーカーKompressorenbau Bannewitz（KBB）は、オランダの排出制御専門企業 Eminox とのビジネスパートナーシップを開始した。両社は共同で、舶用エンジンメーカーと船主向けに完全統合排出制御ソリューションを提供する。

出力 1,000kW 以上の中速ディーゼルエンジンを対象とした排出制御パッケージは、KBB の舶用過給システムのノウハウと Eminox の排ガス後処理技術「EMx」を組み合わせている。

6－4c－4　Korea Shipbuilding & Offshore Engineering：欧州研究開発センター

2022 年初頭、現代グループ企業である Korea Shipbuilding & Offshore Engineering（KSOE）は、デュッセルドルフ（ドイツ）に欧州研究開発センターを開設した。同センターは、KSOE のグローバルな技術協力ネットワーク拡大のためのプラットフォームとなる。初期のプロジェクトとしては、アーヘン工科大学と、水素やアンモニアなどの「グリーン」エネルギーで駆動される大型船向けの「未来へと続く」システムの共同開発に合意した。

KSOE は、2019 年、インドに同社初の海外研究開発センターを設立した。

6－4c－5　MAN Energy Solutions：49/60DF 型二元燃料中速エンジン

2022 年 9 月にハンブルクで開催された SMM 見本市において、MAN Energy Solutions は、新型二元燃料中速エンジン「49/60DF」を発表した。同エンジンは、LNG、ディーゼル、重油（HFO）に加え、バイオ燃料ブレンドと合成天然ガスでの駆動が可能な同社の 4 ストロークエンジンシリーズの最新機種である。同社は、新エンジン設計は、4 ストロークエンジンの燃料効率の新たなベンチマークとなるとしている。新シリーズは、直ちに受注が開始された。

49/60DF 型エンジンの主な対象船種は、クルーズ船、ROPAX 船、RORO フェリー、LNG 運搬船、浚渫船であるが、他の船種への搭載も可能である。49/60DF プラットフォームは、6～10 シリンダーの直列型機種、12 及び 14 シリンダーの V 型機種で、クランクシャフト回転数 600rpm でシリンダー出力 1,300kW を発揮する。従って同シリーズの最大出力範囲は 7,800kW～18,200kW となる。同シリーズに 10 シリンダー直列型機種が含まれていることは重要である。

ガスモードでの燃料消費率は負荷 85%で 6,990kJ/kWh、ディーゼルモードでは負荷 85%で 171g/kWh である。同社は、この数値は同クラスの機種としては最高効率であるとしている。49/60 型エンジンプラットフォームは、二段過給システム、第二世代 2.2 コモンレール燃料噴射技術、「SaCoS5000」自動化システム、自動的に燃焼を最適化する次世代適応燃焼制御システム「ACC2.0」を含む MAN の最新技術を採用している。同時に、同エンジンは、ガス噴射システム、パイロット燃料油システム、選択触媒還元（SCR）システムなど MAN の既存技術も搭載している。

ガスモードでの 49/60DF からのメタン排出量は、既存機種 51/60DF と比較して「劇的に」削減され（最大 40%）、ディーゼルモードにおける煤排出も 50%減少している。 MAN は、同エンジンの高効率と燃料柔軟性は、EU 目標を含む 2050 年排出削減目標達成への多様な道筋を示すものであるとしている。

同エンジンプラットフォームの次の開発としては、MAN はピュアディーゼルエンジンを 2023 年に発表する計画である。このエンジンは、将来的なメタノールや LNG 駆動へのレトロフィットに対応した設計となる。

MAN 49/60DF 型二元燃料エンジンの主な仕様

シリンダーボア／ストローク	490/600 mm
シリンダー形式	6L, 7L, 8L, 9L, 10L, 12V, 14V
エンジン回転数	600 rpm
シリンダー最大出力	1,300 kW
最大出力範囲	7,800-18,200 kW
アプリケーション	ディーゼル・メカニカル（可変ピッチプロペラ）、ディーゼル・エレクトリック（定速／可変速力）
ガスモード燃料消費率（SFC）@85%負荷	6,990 kJ/kWh
ディーゼルモード燃料消費率（SFOC）@85%負荷	171 g/kWh

49/60DF 型エンジン発表に続き、MAN Energy Solutions と ABB は、LNG 運搬船向けの二元燃料発電システムの共同開発に合意した。この基本合意により、両社は MAN の新二元燃料エンジンと ABB の「Dynamic AC（DAC)」システムを統合した機種を開発する。DAC 概念は、従来型 AC の利点と可変周波数を組み合わせた技術で、発電機の負荷をエンジンスピードに対応させることにより、船舶のあらゆる運航プロファイルにおいて連続的に燃料消費を最適化する。

6－4c－6　MAN Energy Solutions：メタン酸化触媒技術

MAN Energy Solutions の 4 ストロークエンジン部門は、メタン酸化触媒（oxicat）技術の舶用アプリケーションに関する研究を行っている。同触媒は、漏洩したメタン排出を酸化する。同社は酸化触媒ソリューションを 2025 年までに市場化する計画である。

2022 年を通じて触媒とエンジンの相互関係の研究が行われた。2023 年には、試験システムの実

船試験と評価が行われる。

MAN **Energy Solutions** は、2017～2019 年に実施された、メタルフリーの触媒の開発に関するドイツの「IMOKAT」プロジェクトに参加した。プロジェクトでは、セリウム - マンガン触媒が、代替ソリューションとして有望であるとの結論に達した。この触媒はプラチナベースの触媒よりも低コストで製造することができ、同時に安定した機械的、物理的特性を持つ。

6－4c－7　MAN Energy Solutions：メタノール二元燃料エンジンのレトロフィット

2022 年 8 月、MAN Energy Solutions は、スウェーデン及びスイスの企業と、中速ディーゼルエンジンのメタノール／ディーゼルによる二元燃料運転を可能にするためのレトロフィットに関する共同研究開発プロジェクトを行うことに基本合意した。

このプロジェクトの第一段階は、プロジェクトの目標設定のためのフィジビリティー研究と、MAN とプロジェクトパートナーである Stena Teknik（船社 Stena の研究開発部門）及びスイス Proman（世界第二位のメタノール製造企業）との作業分担の決定である

プロジェクトの主目的は、メタノールポート燃料噴射*を用いたオットーサイクルにおけるメタノール燃料過程の研究である。新造船向け及びレトロフィット向けのメタノール直接噴射技術の研究も計画されている。メタノール／ディーゼル二元燃料運転用に適用されるエンジン機種は、ワイドボアの 48/60 シリーズである。

フィジビリティー研究に続くプロジェクト第二段階は、エンジンのレトロフィットと実証試験である。第三段階は、実証試験の完了と商業運航である。

*ポート噴射では、燃料は吸気マニホールドに向けて、またはシリンダーヘッドを通りバルブ上に噴射されるが、直接噴射では、燃料はシリンダーに直接噴射される。

6－4c－8　MAN Energy Solutions：Amazon との合意

MAN Energy Solutions は、同社のリアルタイム監視及び予測的メンテナンスサービスプラットフォームである CEON の開発に重要な決定を行い、Amazon Web Services（AWS）を、CEON の高度解析、マシンラーニング、IoT 機能に関する優先「クラウド」プロバイダーに選んだ。

マシンラーニングアルゴリズムを用い、MAN CEON は運転データを収集、分析し、舶用（及び陸上発電用）エンジン、タービン、コンプレッサーのリアルタイム監視を行う。これらの機器は、常時データを送信する多数のセンサーを内蔵している。これにより MAN の技術者は機器・システムの異常や起こりえる問題を早期に検知し、運転やメンテナンスにおいて顧客を支援することができる。

MAN CEON は、同社のデジタルサービス開発事業のバックボーンである。Amazon の AWS 上に CEON プラットフォームを構築することにより、MAN は最新のマシンラーニングと IoT により管理されたサービスを活用してプラットフォームのアルゴリズムを改善し、グローバルな顧客ベースに拡大することができる。

6－4c－9　MAN Engines：再生可能ディーゼル燃料

MAN Engines（MAN Truck & Bus 内の事業部門）は、同社の舶用エンジン群に再生可能ディーゼル燃料の使用を認可した。対象となるエンジンは、作業船、小型船、レジャーボート市場向けの D2862、D2868、D2676 シリーズの 6、8、12 シリンダー機種で、出力範囲 140～1,471 kW をカバーする。

再生可能ディーゼル燃料の燃焼により、粒子状物質（PM）の排出は約 30%、NOx の排出は約 10%削減される。同燃料は、動物及び植物廃棄物、作物の残留物などのセルロース系バイオマス、水素化植物油（HVO）を原料とする。再生可能燃料による運転は、欧州規制 EN 15940 及び米国規制 US ASTM D975 を満たしている。

6－4c－10　ORCAN Energy：廃熱回収システム

Orcan Energy は、船内の廃熱を電気エネルギーに変換するさらにパワフルなソリューションである「PACK M 150.200」を発表した。同システムは、排ガスの廃熱やエンジン冷却水などの低温液体を含む多様な船内の熱源から電力を製造する。同システムの熱吸収は 2.1MW で、以前の機種「50.100」の 2 倍となっている。200kW の出力（正味発電量） も、前機種の約 2 倍である。

新システムは、低硫黄燃料への転換により水蒸気発生が増加した船舶に、「無料」のエネルギーを効果的に供給する。Orcan は、同システムの販売に関して Alfa Laval との提携を開始した。

6－4c－11　ROLLS-ROYCE Power Systems：MTU のネットゼロプログラム

Rolls-Royce Power Systems は、環境目標を達成する同社 MTU 舶用高速エンジンの新機種をドイツで開発中である。これは、「Net Zero at Power Systems」と題された同社のサステナビリティープログラムの一環である。

2022 年を通じ、同社は小型商船及び大型ヨット市場向けに、メタノール駆動が可能な 4 ストローク高速エンジンの開発を進めてきた。メタノールはディーゼルサイクル及びオットーサイクルの内燃機関だけではなく、燃料電池と組み合わせた使用にも適している。

2022 年 9 月、同社は以下のように述べている。「Rolls-Royce Power Systems は、まず「MTU Series 4000」をベースとしたメタノールエンジンを開発し、2026 年に市場投入する。メタノールのエネルギー密度は、他のサステナブルな燃料に比べると高く、また液状であるため、周辺温度での貯蔵と補給が容易である。さらに、システムの複雑性が減少し、投資コストが比較的低いこともメタノールタンクシステムの利点である。」

改質器を使用し、メタノールから水素を生成することも可能である。水素は燃料電池に使用され、電気を発生する。これは水素タンクを設置するスペースのない船舶にとって魅力的なオプションとなる。Rolls-Royce は、主推進力と船内発電向けの MTU 燃料電池システムを 2028 年に発売する計画である。水素駆動の燃料電池は、CO_2、NOx、粒子状物質を含む有害物質を排出しない。

これらのシステムの開発に加え、同社は 2023 年中に高速エンジン「MTU Series 2000」及び「MTU Series 4000」のサステナブルな燃料を使用する次世代機種を発表する計画である。新エンジンは、合成ディーゼル「EN15940」またはバイオ燃料を使用し、ほぼ全てのアプリケーションにおいて気候ニュートラルな運転が可能である。

2019 年以来、サンフランシスコ湾を運航する小型フェリー6 隻を用い、水素化植物油（HVO）の実証試験が行われている。試験では、HVO は、最大出力、負荷、燃料消費ではディーゼルと同程度のパフォーマンスを示したが、CO_2、NOx、煙の排出量は大幅に削減された。

6－4c－12　ROLLS-ROYCE Power Systems：MTU Series 1163/8000 型エンジンの IMO III 対応機種

最もパワフルな MTU 舶用高速エンジンの IMO Tier III 規制対応機種が、2025 年に市場投入される。開発された Series 1163 型及び Series 8000 型エンジンは、16 シリンダー及び 20 シリンダーの V 型機種である。この 2 機種は、出力範囲 4,800～10,000kW をカバーする。

IMO Tier III コンプライアンスを達成するために、同エンジンには選択触媒還元（SCR）技術を用いた新型排ガス後処理システムが搭載される。同システムは、NOx 排出量を、IMO Tier II 規制 の排出上限から 75%削減する。顧客の船舶設計やレイアウトに関する要求に応じ、SCR システムは水平または垂直の設置を選ぶことができる。

さらに、2025 年には、水素化植物油（HVO）などのサステナブル燃料を使用した運転に対応するエンジンを承認する計画である。

6－4c－13　ROLLS-ROYCE Power Systems：MTU Series 4000 エンジンのオーバーホール間隔延長

Rolls-Royce Power Systems は、MTU Series 4000 型エンジンの最新世代として、オーバーホール間隔（TBO）が最大 96,000 時間に延長されたエンジンを発表した。延長されたオーバーホー

ル間隔 TBO は、商船向けの同シリーズの全エンジンに適用される。

同社は、MTU Series 4000 型高速エンジンの最新機種「M05」は、大々的なオーバーホールを必要とするまで最大 25 年間運転可能である。運転時間と使用形態にもよるが、オーバーホール間隔は前機種と比較して 7 年も延長されている。

Rolls-Royce は、MTU Series 4000 型エンジンの M03 世代及び M04 世代にも、オーバーホール間隔の延長を適用する計画である。

6－4c－14　ROLLS-ROYCE Power Systems：スライディング・ベアリング

Rolls-Royce Power Systems は、MTU 高速エンジン向けに、燃料消費量を 1%削減するスライディング・ベアリングを開発した。新型ベアリングは、同社のフリードリヒスハーフェン（ドイツ）本社のプロジェクトチームとオーストリアのベアリングメーカーMIBA 及びオーストリアのレオーベン工業大学との協働の成果である。

同ベアリングの表面は完全にスムーズではなく、細かい溝が刻まれている。潤滑油とともに、この形状はハイドロプレーニングのような効果を持ち、摩擦防止層として機能するため、ベアリングとクランクシャフト間の摩擦は大幅に低減する。摩擦低減率は、運転モードにより 20～35%とされている。

特許申請中の新ベアリングは、MIBA が独立した部品として市場化する予定である。

6－4c－15　RWO：新型油水分離器

2022 年 9 月、ブレーメンに本社を置く RWO は、超大型原油タンカーや鉱石運搬船などの大型船向けに特別開発された新型油水分離器「OWS-PT」を発表した。コンパクトで柔軟性の高い設計を持つ OWS-PT は、船主からのフィードバックに直接応える製品である。同社は、船舶設計の進化により、従来の油水分離器が設置されていたビルジ水貯蔵タンクの横のスペースが確保できないことに着目した。

油水分離器の設置スペースはさらに上部の甲板にしかないため、運転に補助ポンプが必要な従来型の分離器では設置コストと材料コストが上昇する。これに対し、新 OWS-PT は、追加的なフィードポンプの必要がなく、ビルジ水タンクの横に設置する必要がないため、設置の柔軟性が高まる。新圧力式 OWS-PT は、ビルジ貯蔵タンクの数メーター上方に設置することが可能である。

6－4c－16　SCHOTTEL：SRP-D ラダープロペラ

2022 年 8 月、Shottel は、ダイナミックポジショニング（DP）運転のために最適化された新型ラダープロペラ「SRP-D」を発表した。SRP-D（dynamic）機種の対象市場は、洋上風力発電施設設置・支援船市場である。

新 SRP-D シリーズの特徴は、プロペラの加速及び減速所要時間の短縮である。高速アジマスステアリングシステムと強化ギア部品を組み合わせ、SRP-D は従来型ラダープロペラよりも高速な推進力を発揮する。応答時間の短縮は、風力、気象、潮流などの外部要因への高速でさらに精度の高いレスポンスを実現し、正確な船位維持により燃料消費量が減少する。SRP-D は、非常にプロファイルの低い垂直統合された LE-Drive を持ち、下部ギアボックスは傾斜している。下方への追加的な 8 度の傾斜は、推進ユニットと船体の相互作用を軽減する。

6－4c－17　SCHOTTEL：スラスターの弾性マウンティング

Schottel は、弾性の高いウェル（取り付け穴）タイプのマウンティングの採用により、同社スラスター「TransverseThruster（STT）」シリーズの騒音を低減した。この改造は、出力範囲 125kW～6,500kW の STT スラスターに適用される。

この低振動スラスターは全船種に対応するが、特に居住性と DP の精度が重要なサービスオペレーション船（SOV）その他のオフショア支援船に適している

弾性ウェルマウンティングは、騒音を 11 デシベル低減するとされている。ウェル設置のもうひとつの利点は、スラスターへのアクセスの容易さである。同推進ユニットは船体に溶接されていないため、メンテナンス作業が容易で、乾ドックに必要な時間を短縮する。

6－4c－18　SCHOTTEL：船舶静粛化プロジェクト

2022 年 10 月、ドイツ Schottel は、船舶の静粛化を目指すカナダ政府のプログラム「Quiet Vessel Initiative」への参加企業としてカナダの補助金の受給資格を得た。同社は、2022 年 6 月に開始された「Hydrodynamic Propeller Noise Monitoring System（HyPNoS）」（流体力学的プロペラ騒音モニタリングシステム）プロジェクトで研究作業を行っている。同プロジェクトは 2024 年 3 月に完了予定である。

「Quiet Vessel Initiative」は 22 件の研究開発プロジェクトで構成され、船舶の静粛化を目指し、カナダ領海を航行する船舶からの水中騒音を低減させる新たな技術、設計、運航手法を開発する。この 5 年間プログラムの予算は 2,600 万カナダドル（1,890 万米ドル）である。

Schottel は、推進システムの設計変更により実現する騒音低減の評価を行う。作成されるデータは、水中騒音予測手法の精度改善を促進する。研究結果は、船舶運航者に騒音の制限値を超えたことを警告するリアルタイムの騒音モニタリングツールのプロトタイプ開発にも用いられる。これによりセンシティブな海洋哺乳動物の生態系を水中騒音から保護する。

6－4c－19　SIEMENS Energy：e-メタノール燃料

2022 年 2 月、デンマークの「グリーン」エネルギー開発企業 European Energy は、ドイツ Siemens Energy にデンマーク南部オベンロー（Aabenraa）向けの電気分解装置を発注した。この 50MW 級プラントは、e-メタノール製造のために必要な再生可能電力を地元で確保することができる。European Energy の新エネルギー購入を決めた大型顧客のひとつは、A.P.Moller-Maersk Group である。同グループは、2021 年にメタノール駆動の主機を搭載した複数のコンテナ船を発注している。

オベンローにおけるメタノールの商業製造は、2023 年下半期に開始される予定である。製造された e-メタノールは、Maersk の次世代コンテナ船隊に供給される。

6－4d　オランダ

6－4d－1　ALEWIJNSE：Ingeteam との提携

オランダ Alewijnse は、ハイブリッド及び電動舶用推進システムの開発及び統合に関し、スペイン Ingeteam とのパートナーシップを開始した。両社は電動モーター、ドライブ技術、エネルギー貯蔵システムなどの関連分野で協働する。Ingeteam のオランダ販社は、全ての技術の社内開発には限界があるとし、将来的に成功する企業にはパートナーシップによる協働が不可欠であると述べている。

6－4d－2　ALFA LAVAL：LNG イナートガス製造システム

Alfa Laval の「Smit LNG」 イナートガス製造システムは、モジュラー建造技術の採用により最適化された。

Smit LNG システムは、Alfa Laval の「UltramizingO」原理を用いて非常に乾燥した高品質のイナートガスを製造する。同燃料は水蒸気により噴霧され、貨物タンク内のすす発生を抑えるだけではなく、NOx 排出量を削減する。開発された新システムは、標準化された多数のモジュールにより構成され、柔軟性のある設計を持つ。最もベーシックな設計は船級と安全性に関する全ての要件を満たしており、顧客は必要なオプションを加えることができる。モジュール化への設計

変更は、顧客の投資コストの合理化と造船所のリードタイムの短縮につながっている。

6－4d－3　DAMEN Shipyards：排出削減システム

Damen Shipyards Group は、排出削減システムの設計の社内開発を行った。開発された統合ソリューション「Damen Emission Reduction System（ERS)」は、出力 300kW から 700kW までの主機及び補機向けで、同社が主に建造する小型船、内陸水路船、作業船市場を対象としている。

ERS は、煤フィルターと選択触媒還元（SCR）システムを組み合わせ、粒子状物質（PM）と NOx を排除する。また、同システムの平均騒音レベルは 45 デシベルに低減されている。同システムは、IMO の Tier III 規制及び EU の Stage V 規制の排出基準を満たしている。システム開発には 6 年間が費やされ、Damen は、EU Stage V 規制を満たすシステムを開発した欧州初の造船所となった。

Damen グループは、ERS の開発をさらに進めており、約 4,000kW の最大出力を持つ複数の推進駆動系への搭載が可能となる認証取得を目指している。

6－4d－4　ECONOWIND：VentoFoil 風力支援システム

オランダに本社を置く Econowind は、同社の風力支援推進システム「VentiFoil」の改良機種を発表した。この次世代システムは「VentoFoil」と名付けられ、オランダ Vertom 社が所有する短距離貨物船 2 隻へのレトロフィット向けに開発された。VentoFoil システムではサクションシステムがアップグレードされ、可動部品数が減少している。

第一世代機種「VentiFoil」は、2022 年半ばに Vertom が所有する既存船 2 隻にレトロフィットされた。この初回プロジェクトと同様に、同社は、以下の条件を満たすために、さらに 2 隻への第二世代「VentoFoils」のレトロフィットを決断した。

--既存船向けのエネルギー効率指標である EEXI 規制
--運航距離 1 海里当たりの CO_2 排出量に関する CII（カーボン強度指標）規制
--貨物ユニット当たりの排出に関する EEIO（environmentally extended input-output：環境的に拡張された入出力）規制

VentiFoil 及び VentoFoil は、甲板上の 40 フィートコンテナの内部、または船舶に直接マウントされた固定式または格納可能なウィングである。

Econowind 社は、オランダの船舶設計・技術コンサルタント企業 Conoship International とオランダ HCP による合弁会社である。

6－4d－5　VALUE MARITIME：船内 CO_2 回収

2022 年、オランダ Value Maritime は、同社が開発した船内カーボン回収・貯蔵（CCS）システム「Filtree」の受注を獲得した。今回の受注は、アイスランドのロジスティックスグループ Samskip が所有する欧州短距離コンテナ船 2 隻向けである。

「Filtree」ソリューションは、Value Maritime が開発した事前組み立て・設置式のガス浄化システムで、硫黄、PM、CO_2 を除去する。また、残さ油と超微粒子を除去し洗浄水の pH バランスを中性化する。この特許技術を用い、特殊モジュールが船舶の排ガスから CO_2 を回収し、その CO_2 で船内貯蔵施設である CO_2 バッテリーの充電を行う。

2023 年初頭に Samskip 所有船に搭載されるシステムでは、船のファンネルの後方にガス浄化ユニットを設置し、回収された CO_2 は、甲板上の ISO タンクコンテナに内蔵された 10MW 型 CO_2 バッテリーに供給される。充電された CO_2 バッテリーは、港湾で下ろされ、農業セクターの CO_2 ユーザー向けに輸送され、そこで CO_2 はディスチャージされる。CO_2 のディスチャージ後、バッテリーは船に戻され、同船の定期短距離運航中に再びチャージされる。

バッテリーの容量は 3MW から 15MW までの複数サイズが利用可能で、同カーボン回収ソリューションは積載量 2,000TEU までのコンテナ船に搭載されているエンジンサイスに対応する。Value Maritime は、船内 CO_2 回収・貯蔵サイクルは永遠で、船舶が排出する CO_2 の 100%を回収する可能性を提供するとしている。

6－4d－6　Zero Emission Services（ZES）：内陸水運の電化

オランダ政府は、内陸水運向けの交換可能、リチャージ可能なバッテリーコンテナの利用促進のために、5,000 万ユーロ（4,920 万ドル）の補助金を拠出している。オランダの合弁エネルギーシステム企業 Zero Emission Services（ZES）への補助金は、同社の事業のバリューチェーン全体をカバーしている。補助金は、船用バッテリーコンテナ「ZES パック」75 基、及び ZES パックを充電するためのドッキングステーション 14 基の開発に使用される。同パックは、内陸水路船 45 隻に搭載される。

補助金は、オランダ政府の「Nationaal Groeifonds」（国家成長基金）が拠出し、オランダのインフラ水管理省及び南ホラント州が管理を行う。今回の 45 隻のシステム設置への補助金は、国内市場への追い風となると予想されている。ZES は、電気推進船、バッテリーパック、関連インフラの整備が同時進行しない限りは、ゼロエミッションの海運は実現しないと述べている。

ZES の統合アプローチに支援された同技術の主な利点は、CO_2、窒素、粒子の除去と、静粛な運航である。

ZES の株式は、Ebusco（ゼロ排出の輸送とエコシステム）、ING（銀行・金融サービス）、Wärtsilä（船用技術）、ロッテルダム港管理局の 4 社が保有している

6－4e　ノルウェー

6－4e－1　BERGEN ENGINES：新たな所有者

2022 年 1 月 4 日、Rolls-Royce Holdings が保有していたノルウェーの中速エンジン設計・製造企業 Bergen Engines の英国 Langley Holdings による買収が完了した。陸上発電及び産業向けのディーゼル及びガスエンジンが Bergen の主要市場であるが、Langley は、海事業界向け製品も引き続き重要で、同社の事業戦略とエネルギー転換計画に大きな意味を持つとしている。この戦略は、アンモニアエンジンの研究開発プロジェクト「AMAZE」（本報告書 5-3-a 参照）への Langley の支援からも明らかである。

Bergen Engines は、Langley の新部門である動力ソリューション部門の核となり、同社のネットゼロカーボン戦略における中心的役割を果たす。同部門内では、Bergen は、同じく Langley の子会社であるイタリア Marelli Motori 及びドイツ Piller Power Systems と密接に協力する。

Bergen Engines は、LNG 燃料から 100%グリーン水素燃料への段階的な転換を目指し、現在ゼロカーボン排出エンジンの総合的な試験プログラムを進めている。その目的は、最大 60%の水素含有量で駆動されるエンジンの市場化と、将来的には 100%水素での駆動が可能なエンジンの開発である。

2022 年には、B35:40 型希薄燃焼式中速ガスエンジンを用いた水素／天然ガスのブレンド燃料の燃焼に関する多様な試験が実施された。

6－4e－2　Bertol O.STEEN：Servogear の買収

2022 年、ノルウェーBertol O.Steen Power Solutions は、ノルウェーの Servogear を買収し、統合動力システムの提供能力を強化した。「Servogear Ecoflow Propulsor」は、エンジン出力 400～4,000 kW、最高速力 50 ノットまでの高速船向けのユニークな可変ピッチプロペラ（CPP）システムである。Servogear は、近年のノルウェーのプロペラ駆動のハイブリッド及びゼロエミッショ

ン高速旅客船向けのプロペラの大部分を受注している。

Bertol O.Steen は、主にディーゼル・エレクトリック、バッテリー・エレクトリック、ハイブリッド推進ソリューションの供給、及び同社の動力・エネルギー管理システムの供給で知られている。

6－4e－3　CORVUS ENERGY：交換可能な船内エネルギー源

Corvus Energy のノルウェー子会社とノルウェーの NAVTEK Naval Technologies 及び BMA Technologies は、ゼロエミッション海運ソリューションの共同開発を行っている。この技術提携は、EU の環境戦略「EU Green Deal」内の新政策「Fit for 55」と輸送のゼロエミッション目標に対応したものである。

この提携では、船内の交換可能なエネルギー源、即ち交換可能なコンテナ型バッテリーと燃料電池システムの技術研究、イノベーション、市場化研究で協働する。交換可能なソリューションは、動力系統のデジタル化に支援される

6－4e－4　DNV：VLCC のアンモニア対応設計

DNV は、LNG 二元燃料エンジンを搭載した新造 VLCC を、将来的なアンモニア燃料の使用に対応する設計（ammonia-ready）とすることの有効性に関する共同研究を行った。この共同産業プロジェクト（JIP）における DNV のパートナーは、サムスン重工業、TotalEnergies、及び社名を公表していないアジアのエネルギー輸送船社である。

同プロジェクトでは、アンモニア対応設計を持つ船舶のエンジンの LNG 二元燃料エンジンからアンモニア二元燃料エンジンへの改造に関して、数多くの課題が判明した。このような改造／レトロフィットでは、LNG 燃料ガス供給システムは完全な交換が必要となり、さらに燃料タンクシステム、主機、発電装置、ボイラー、補助システムも改造が必要である。

LNG 燃料を使用する機関を搭載した VLCC への投資コストの高さに加え、新造船建造時にアンモニア対応機能を持たせることにより、さらに 300 万ドル程度の追加投資が必要となる。DNV によると、アンモニアの容積当たりのエネルギー密度は、LNG の約半分である。これは船舶の運航の柔軟性に影響し、燃料のバンカリング方法の再検討が必要となる。

プロジェクトは、現時点ではアンモニア燃料に対応する改造技術は未熟であるとし、最もコスト効果の高い規制コンプライアンス戦略は、バイオ LNG のブレンドを増やしながらの LNG 燃料駆動の継続であると結論付けている。

6－4e－5　DNV：プロペラ軸監視

2022 年 8 月、DNV は、プロペラ軸の状態監視と性能の強化に関する新たな船級符号（クラスノーテーション）を導入した。新「TMON(Oil lubricated,+)」ノーテーションは、船舶の推進軸系の最大級の保護を目的としている。DNV は、過去 10 年間に、様々な要因によるプロペラ軸ベアリングへの損傷が増加したことを受け、それぞれの原因と問題に対応する措置を同時に導入している。同社は、今回の新ノーテーションは、モニタリングとコントロールの強化に向けた方策のひとつであるとしている。

6－4e－6　HURTIGRUTEN：ゼロエミッションフェリー

ノルウェーの沿岸フェリー・クルーズ船運航会社 Hurtigruten は、ノルウェーの研究機関 SINTEF と提携し、ゼロエミッションフェリーの概念開発を開始した。Hurtigruten は、化石燃料を使用しない同社初のフェリーを 2030 年までに就航する計画である。開発される船型は、ノルウェー沿岸の環境条件に適した設計となる。

6－4e－7　STADT：電化に関するパートナーシップ

ノルウェーの電気推進技術企業 STADT とカナダ企業 Shift Clean Energy は、海事産業向けの「サステナブル」な推進システムとエネルギー貯蔵ソリューションの共同開発と提供に合意した。

Shift Clean Energy 社のリチウムイオンバッテリーをベースとしたエネルギー貯蔵システム（ESS）は、海洋船、オフショア船、内陸水路船のハイブリッド及び完全電気推進システムに利用されている。同システムは、「ユニーク」な冷却システムを採用している。

STADT は、電気推進システムと同社の駆動技術を、世界で 150 隻以上の船舶に供給した実績がある。同社の「Lean Propulsion」概念は、あらゆる種類の新燃料源及び将来的な燃料源に対応する。

6－4e－8　TECO 2030：コンテナ型燃料電池

ノルウェー企業 TECO 2030 は、同社のコンテナ型燃料電池技術に基づいた浮体式ゼロエミッション動力供給船「Power Barge」のコンセプトを開発した。同船は、水素インフラを持つ港湾に停泊中の船舶に、動力を供給する。「Power Barge」は、TECO 2030 の燃料電池モジュール、バッテリー、水素貯蔵、燃料補給ソリューション、及び関連エレクトロニクスとオートメーション技術を搭載している。

同社は、電力網が不十分なロケーションにおいて、停泊中の船舶に陸上電力を供給する浮体式で可動式のソリューションは、港湾と沿岸の有害な排出を低減、除去するための画期的な手法であるとしている。また、燃料電池は、発電を必要するあらゆるアプリケーションとインフラに使用可能であると述べている。

「Power Barge」のコンセプトは、2022 年 9 月 14 日に EU 欧州委員会が発表した、欧州輸送インフラプロジェクトへの 50 億ユーロ（49 億 2,000 万ドル）規模の出資提案に沿ったものである。2021 年末、TECO 2030 は、同社の水素燃料電池の開発に関し、ノルウェー政府の「Innovation Norway」プログラムからの 5,000 万ノルウェー・クローネ（470 万ドル）の補助金を確保した。また、同社は水素駆動タンカー概念の開発プロジェクト「Hy-Ekotank」において、スウェーデン船主 Ektank、ロンドンを本拠とする Shell Shipping & Maritime、ノルウェー船級協会 DNV と協働している。

6－4e－9　ULSTEIN Group：原子力推進

2022 年、ノルウェーの船舶設計・造船企業 Ulstein は、トリウム融解塩原子炉（MSR）で駆動される船舶の概念設計という革新的な提案を発表した。この全長 149m の船型は、replenishment（補給）、research（調査）、rescue（救助）という 3 つの R（3R）の役割を持ち、基本的には可動式原子力発電所として機能する。

この「3R」船は、例えばノルウェーのフィヨルドなどのセンシティブな環境の海域におけるバッテリー駆動のゼロエミッション船へのエネルギー補給を行うことができる。同船と技術は、世界中の被災地域、伝染病地域、紛争地域などへの緊急電力供給などに活用可能である。トリウムは、自然界に豊富に存在する元素で、放射性は低い。

6－4e－10　Wärtsilä：IQ Series スクラバー

2021 年末、Wärtsilä のノルウェー部門は、新型排ガス処理システム「IQ Series」スクラバーを発表した。「IQ Series」は、出力 20,000kW～70,000kW のアプリケーションに対応し、コンテナ船市場を念頭に開発されたスクラバーである。

同スクラバーは Wärtsilä の他の排ガス浄化ソリューションと同様のモジュラー設計であるが、小型化された形状で、必要な排ガス処理能力を持つ。同スクラバーは、前機種と比較して占有面積が 25%少なく、30%軽量で、35%体積が小さい。同設計は、モス（ノルウェー）に位置する Wärtsilä の排ガス処理事業部門が開発した。

「IQ Series」スクラバーは、SOx 以外の有害物質を処理する技術と組み合わせたアップグレー

ドが可能である。NOx を削減する排ガス再循環（EGR）システム、PM を削減するブラックカーボンフィルター、ファンネルからの水蒸気を削減するユニット、Wärtsilä がモス試験施設で現在開発中のカーボン回収・貯蔵（CCS）モジュールなどが、統合可能な技術の例である。

6－4f　スウェーデン

6－4f－1　Alfa Laval：タンク洗浄機器

2022 年半ば、Alfa Laval は、スウェーデンの舶用タンク洗浄機器メーカーScanjet の買収に合意した。この合意により、Scanjet の製品群と 「ITAMA」インテリジェントタンク管理ソリューションが、Alfa Laval のタンカー向けの既存製品群（Framo 半水没型貨物ポンプと Smit イナートガスシステムを含む）に追加される。Scanjet が開発した ITAMA システムは、タンク洗浄からタンクレベル、温度、圧力のリアルタイム監視を含むタンクメンテナンスの主要要素を統合したものである。

6－4f－2　Climeon：新型廃熱回収システム

2022 年 9 月、スウェーデン企業 Climeon は、同社最新の廃熱回収技術である「HeatPower 300 Marine」システムを発表した。この「HeatPower」製品群の最新機種は、15,000 kW 以上の動力を持つ船舶向けに開発され、システム 1 基で最大 355kW のカーボンフリー電力を製造することができる。

モジュール型でスケーラブルな同システムは、SOLAS 規制を満たす設計を持ち、船内の廃熱をクリーンな電力に変換する。1 隻の船舶には、同船の熱エネルギーの量により、最大 3 基の「HeatPower 300 Marine」ユニットの搭載が可能で、最大 1MW もの再生可能エネルギーを供給する。同スクラバーを搭載することで、船舶のディーゼル発電機への依存は減少し、燃料消費とそれに伴う CO_2 排出量も最大 5%低減する。

大部分の廃熱回収ソリューションは高温の熱源が必要であるが、Climeon の特許技術「HeatPower」は、低温熱源を利用して再生可能なカーボンフリーエネルギーを製造する。実際、船内で発生する熱はほとんどの場合低温である。「HeatPower 300 Marine」は、80～90℃という低温の廃熱で、最大の変換効率を発揮する設計となっている。

6－4f－3　Echandia：燃料電池パートナーシップ

ストックホルムに本社を置く Echandia は、長期にわたる東芝との協力関係をさらに強化した。新たな合意では、両社は燃料電池技術とバッテリーを組み合わせた舶用ソリューションの共同開発を行う。この動きは、今後の海洋船及び大型船の電化への需要増加を背景としている。ヘビーデューティーで耐久性のある燃料電池ソリューションは、海運の脱炭素化戦略における重要性を増している。

Echandia と東芝の確立された関係は、東芝の充電可能な LTO セルを用いた Echandia のチタン酸リチウム（LTO）電池システムに表れている。

6－4g　英国

6－4g－1　ANEMOI MARINE：風力推進システムの契約

2022 年 10 月、「Rotor Sail」技術を用いたセイル支援推進概念を開発したロンドン Anemoi Marine Technologies は、中国 COSCO Shipping Heavy Industry Co（CHI）と重要な契約を締結した。今回合意された契約では、CHI が所有する造船所が、新造船及びレトロフィット向けに Anemoi システムのターンキー設置を提供する。CHI は、ほぼ全ての造船市場セグメントをカバーする 9 造船所を傘下に置いている。

6－4g－2　Artemis Technologies：eFoiler 製造

Artemis Technologies は、革新的な「eFoiler」推進システムのさらなる開発と市場化に向けてベルファストハーバーにハブとなる新製造拠点を開設した。

Artemis は、革新的な電気フォイル推進システムを搭載した新世代のゼロエミッション高速フェリーとサービス船の設計と製造に焦点を当てた 13 企業のシンジケート「Belfast Maritime Consortium」の主導メンバーである。

ベルファストのクイーンズアイランド地区に位置する新施設は、eFoiler 製造ラインのプロトタイプ開発を行い、ベルファスト近郊のリズバーンにある同社の既存施設を補完する。新拠点では、既に全長 11m の作業船 2 隻の建造が進行中である。うち 1 隻は eFoier 推進システムを搭載し、もう 1 隻は搭載しない。試験では、「グリーン」な推進システム持つ船とガソリン駆動の従来船との比較が行われる。

ベルファストラフ（入り江）に位置する 42,200 平方フィート（3,920 ㎡）の工場には、Artemis の製造、設計チームが駐在し、作業船、旅客フェリー、プレジャーボート、及び今後の需要増加が見込まれる洋上風力発電施設のクルー輸送船向けに同社技術の市場化を行う。目的のひとつは、eFoiler をスタンドアローンの製品として、新造船への設置と既存船へのレトロフィットの両方に提供することである。

eFoiler システムは、超高密度の電動発電機ユニットをカーボンファイバー製ハイドロフォイルに統合するという概念を基礎としている。同設計は、水に接するエリアとドラグを最小化する。同社は、ドラグは既存の高速フェリー船型と比較して 70%以上低減するとしている。開発者は、高効率を実現することにより、電気推進を商業的に可能にすると同時に、高い速力と航続距離を提供することを目指している。

航空産業からの知識は、同技術の開発に重要な役割を果たしている。航空機メーカー Bombardier Belfast（旧 Short Brothers）は、Belfast Maritime Consortium の主要メンバーである。その他の協働メンバーは、北アイルファンド先進複合材・エンジニアリングセンター（NIACE）及び Creative Composites 社である。

2002 年、Artemis Technologies は、eFoiler 技術を採用した 100%電動のフォイル式パイロットカッターのフィジビリティー研究のために、約 300,000 ポンド（338,600 ドル）の英国政府からの補助金を確保した。この補助金は、英国政府の「Clean Maritime Demonstration Competition（CMDC）」の第二ラウンドから拠出された。Artemis とリサーチパートナーである Lloyd's Register、船舶運航企業 Tidal Transit、研究機関 ORE Catapult は、洋上風力発電施設に作業員を輸送する全長 24m のゼロエミッション（eFoiler）の作業船の開発のために、既に 100 万ポンド（110 万ドル）の補助金を確保している。

6－4g－3　Babcock LGE：LNG 再液化の遠隔監視システム

2022 年 9 月、Babcock International は、Kongsberg Maritime と、Babcock LGE の LNG 再液化システム「ecoSMRT」向けの遠隔監視システムの共同開発に関する契約を締結した。その目的は、船舶からのプラントの稼働状況に関する詳細なフィードバックを提供することにより、故障

のリスクと予想外のダウンタイムを低減し、信頼性を改善、船内における物理的な支援の必要性を最小化することである。船主は、情報に基づいたプラントの運転とメンテナンスの決断が可能となる。

6－4g－4　Britishvolt：舶用バッテリーの研究開発

2022 年、モナコを本拠とする船社 Scorpio Group は、英国のバッテリー専門企業 Britishvolt への投資を行った。この投資は、舶用バッテリー技術の共同開発を支援する。

スタートアップ企業である Britishvolt は、38 億ポンド（43 億ドル）を投資し、今後 2 年以内にイングランド北西部にバッテリー製造のための「ギガファクトリー」を開設する計画を進めている。2022 年初頭、同社は、自動車メーカーAston Martin 及び Lotus とのバッテリー駆動電気自動車の開発で協働すると発表した。

Scorpio に関しては、Britishvolt への投資は、海運のカーボンフットプリント削減を目指す同社の数々の方策のひとつである。

6－4g－5　Brookes Bell：燃料試験設備

2022 年、Brookes Bell は、同社が 2021 年にイングランド北西部に開設した独立系新実験施設「The Lab」の燃料試験サービスに対し、UKAS（英国認証機関認定審議会）の認証を取得した。

The Lab は、ガスクロマトグラフィー質量分析（GCMS）、誘導結合プラズマ（ICP）、フーリエ変換赤外分光法（FTIR）など最新の試験設備、及びデジタル顕微鏡である走査型電子顕微鏡（SEM）などの先進的検査装置、レーザー誘起ブレークダウン分光器（LIBS）などのポータブル分析装置、ポジティブ材料識別（PMI）検査などの設備を備えている。

UKAS 認証は、燃料サンプルが高品質のシステムで処理され、信頼できる検査結果を提供することを顧客に保証する。

燃料試験の他、The Lab は、冶金の法工学検査のための最新分析ツールも装備している。

6－4g－6　CMB.TECH：二元燃料型水素エンジン

2022 年、スウェーデン Volvo Penta と英国 CMB.TECH（ベルギーCMB Group の子会社）は、舶用その他の産業向けの二元燃料、水素エンジンの開発を促進するための提携に合意した。両社は、2017 年以来、複数のプロジェクトで協働しており、CMB.TECH の改造キットを用いて Volvo Penta エンジンの水素とディーゼルの二元燃料駆動への改造に成功している。

今回のパートナーシップの強化は、両社のノウハウと提供製品のシナジー効果を狙ったもので、二元燃料水素技術をゼロエミッションの代替燃料が市場化するまでの移行期のローカーボン燃料として確立することを目的としている。

水素噴射システムの設計と試験は、英国ブレントウッドにある CMB.TECH の技術開発センターで行う。同センターで Volvo エンジンをテストし、信頼性と排出削減の最大化のための水素・ディーゼル噴射戦略の最適化を行う。

6－4g－7　LLOYD'S REGISTER（LR）：原子力推進

Lloyd's Register（LR）は、英国の舶用・オフショア向け原子力エネルギーシステム専門企業 Core Power と共同で、溶融塩炉（MSR）の商船への設置に関する保証体系の開発を行っている。

加圧水型原子炉（PWR）技術が世界の原子力艦隊の主流となっており、過去数十年間に高レベルの信頼性と性能を実証している。近年、他の原子力技術の開発が進み、多くの組織が MSR を民間の船舶向けの技術に選んでいる。MSR と他の熱中性子炉との根本的な違いは、燃料（ウラン、プルトニウム、トリウム）が溶融塩（塩化物またはフッ化物）に溶かされ、タービンを駆動する蒸気を発生させる。加圧の必要はほとんどないか、全くない。低圧での作動は安全性が高く、また同システムは従来の原子炉よりも軽量で投資コストが低いため。大量生産に適している。

小型化された MSR は現在開発中である。非加圧式プラントであるため、事故発生時の避難ゾーンは船舶の境界内に収まる。MSR はメルトダウンを起こさない特性を持つ。非常に高いとされている燃料転換効率により、エネルギー損失が少ない。また、稼働中の燃料補給が可能であるため、30 年間にわたり中断なく運転が継続する。

12 年ほど前にも、LR は、他の企業と共同で、小型モジュラー原子炉の舶用利用に関する研究を行っている。このプロジェクトでは、70MW 型プラントを搭載したスエズマックス型タンカーを想定した。

6－4g－8　RIVERTRACE：新型燃料油センサー

2022 年 8 月、英国に本社を置く Rivertrace は、舶用主機向けの新たな燃料油センサー「SMART VISCO」を発表した。同センサーは、主機への噴射前に燃料油の粘性と温度を測定する。測定後、モニターがアナログ、デジタル両アウトプット経由でデータを送信する。リレー接点はボルトフリー（無電圧）である。

「SMART VISCO」センサーは、超音波ガイド波技術を用いてあらゆるグレードの重油（HFO）の測定を行う。超音波の高周波と高速度により、周囲振動と流速は測定に影響を与えない。モニターは、LCD ディスプレーを搭載し、全てのパラメーターを表示する。粘性と温度のデータは、RS485 通信デバイスまたは USB メモリーを用いて簡単に回収することができる。

6－4g－9　英国バッテリー工業化センター（UKBIC）

1 億 3,000 万ポンド（1 億 4,670 万ドル）を投資し、設立された英国バッテリー工業化センター（UK Battery Industrialisation Centre：UKBIC）は、進化するバッテリー技術の製造促進と、企業、投資家がそのノウハウを製造に利用することを支援する。そのコンセプトは、企業が投資を本格化する前に技術とプロセスを実証することにより、英国のバッテリー「エコシステム」の構築を支援することである。

2021 年 7 月に開設された UKBIC は、ミッドランド地方コベントリーに 20,000 ㎡の製造開発施設を持つ。英国政府による同プロジェクトへの資金支援は、電気自動車へと移行する自動車産業の将来のための国内バッテリー供給網構築の重要性を示すものである。

2022 年半ばまでには、UKBIC は設計と技術に関する研究と開発作業に関する 20 件以上の契約を受注した。多くの契約は自動車業界からのものであるが、同センターは、多分野における電化の進展とともに、顧客ベースの拡大を狙っている。これには舶用産業をはじめ、航空産業、オフハイウェイ及び鉄道セクターなどが含まれる。

6－4g－10　Warsash MASS 研究センター

過去 10 年間には、世界中で自動運航船の実現に向けた技術開発が急速に進展した。少数のクルーが乗船した、または完全に無人の「スマートシップ」と自動運航船は、ゼロエミッション推進システムの開発に支援されている。

英国では、ソレント大学が自動運航船研究所「Warsash Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) Research Centre」を開設した。同センターは、海事産業の自動化に関する産官学の共同研究へのプラットフォームを提供する。研究テーマは、「スマート」な船舶と港湾からスマートなシステムを使用するヒューマンファクターまで幅広い分野をカバーする。また、将来の人材育成のための教育とコンサルタントの必要性にも対処する。

技術進歩に伴い、ヒューマン／マシン・インターフェイスは、自動運航船の安全で効率的な運航に不可欠な要素となっている。

6－4h　スイス

6－4h－1　ABB Group：舶用燃料電池

2022 年 2 月、ABB と Ballard Power Systems のデンマーク子会社が共同開発した高出力燃料電池の概念は、DNV の基本承認（AiP）を取得した。3MW を発電する同システムの開発は、2018 年に開始された。

今回の基本承認は、同設計の技術的フィジビリティーを確認するもので、実用化への大きな障害は存在しないことを示している。ABB と Ballard は、2 年以内に同ソリューションを完成させ、幅広い船種に適用する計画である。

この高出力燃料電池ユニットは、フレキシブルなソリューションで、船舶の電力需要に応じて複数の 3MW ブロックを船舶に搭載することが可能である。これにより、沿岸海域や環境のセンシティブな海域を航行するフェリーやクルーズ船の電力需要を全てまたは部分的に供給、または遠洋船の補助電力を供給する。また、同システムは、エネルギー貯蔵システム（バッテリーパック）との統合にも適している。

6－4h－2　ABB Group：ソリッドステート・サーキットブレーカー

ABB は、船内の直流（DC）グリッド向けの新ソリッドステート・サーキットブレーカー（配線用遮断器）を発表した。DC 配電網は、エネルギー効率とサステナビリティー目標に対応する海運産業へのアプリケーションが増加している。開発された「SACE Infinitus」サーキットブレーカーは統合が容易で、あらゆる船種とサイズの船舶の DC ネットワークの保護と制御を行う。

「SACE Infinitus」は、世界初の IEC（ジュネーブ、国際電気標準会議）の 60947-2 認証を持つブレーカーであるとされている。半導体技術を搭載した同ブレーカーは、電力損失が少なく、ひとつで DC 電力の保護と制御を行うデバイスである。同ブレーカーは、従来のメカニカルサーキットのブレーカーよりも 100 倍高速に短絡を検出し、反応するとされている。2023 年第 1 四半期には、シリーズ生産が開始される予定である。

6－4h－3　ABB Turbocharging：新 Accelleron ブランド

2022 年 2 月、ABB の過給機部門は、新ブランド名「Accelleron」となった。この変更は、同部門の売却またはスピンオフ（分社化）に関する最終決定の前に事業を独立化するという ABB の戦略を反映したものである。実際、2002 年 7 月には、ABB は、Accelleron（旧 ABB Turbocharging）を分社化し、2022 年 10 月にスイス証券取引所に上場すると発表した。

Accelleron は、大型エンジン向け過給機の市場リーダーである。同社は、出力 500kW から 80,000kW 超のエンジン向けの過給機、技術、最適化ソリューションを提供し、年間約 10,000 基の過給機を納入、合計約 180,000 基の搭載実績を持つ。同社の本社と研究開発センターは、バーデン（スイス）に位置する。2021 年の研究開発支出は、売上の約 7%に相当する。この高比率は今後も維持されると予想される。

2022 年 9 月、Accelleron は、中速 4 ストロークエンジン市場むけのデータ駆動サービス「Turbo SmartCare」を発表した。「Turbo SmartCare」は、過給機の実際の状態にかかわらず、決められた時期に検査を行う標準的なサービス契約とは異なり、データにより分析されたサービスを提供する。過給機のメンテナンスへの不要な出費を減らすだけではなく、新サービスはエンジンの排出にも好影響を与えると予想されている。

6－4h－4　ABB Turbocharging（Accelleron）：デジタル解析

2022 年初頭、ABB Turbocharging（現 Accelleron）は、2 ストロークエンジン過給機にデータ解析機能「Turbo Insights」を導入した。この機能は、船主にコンポーネントのパフォーマンスの可視化を提供する。

新データ解析機能は、追加的なコストや船内の追加的ハードウェアの必要はなく、船舶から受信した運転データに基づいた分析を行う。同機能は、2 ストロークエンジンに搭載された全ての A100-L 型及び A200-L 型過給機の標準機能となる。

データ接続された船舶向けの「Turbo Insights」は、顧客のオンラインポータルを通じて数値的及び可視的に過給機の運転に週 7 日 24 時間アクセスする。「Turbo Insights」は、海上試運転から保証期間の終了までの船舶のライフサイクルをカバーし、過給機が約束通り、予想通りに稼働していることをデータで証明するサービスである。この新デジタル機能は、運転の最適化、燃料節約、CO_2 排出削減などに関する指標を提供する。

6－4h－5　Daphne Technology：SlipPure ソリューション

2022 年 6 月、Lloyd's Register（LR）は、Daphne Technology のメタン排出削減技術「SlipPure」に基本承認（AiP）を与えた。

「SlipPure」は、LNG 駆動エンジンからのメタンスリップを削減するために開発された技術である。大気中に排出される未燃焼メタンは、環境にとって非常に有害で、温室効果に影響する。最新のエンジンでは、メタンスリップは大幅に低減しているとはいえ、依然として LNG 燃料船の重要なリスクである。

Daphne Technology の開発は、メタン排出低減が温室効果ガス削減規制に含まれた場合に、LNG 駆動船や LNG 運搬船がメタン排出を制御することを支援する。今回の LR による基本承認により、同技術の実証試験が可能となる。試験後、同技術は調整され、本格的に市場化される。

6－4h－6　Leclanche：新エネルギー貯蔵システム（ESS）

スイスのエネルギー貯蔵専門企業 Leclanche は、ハイブリッド及び完全電気船向けに「第三世代」とされる舶用バッテリー「Navius MRS-3」を開発した。この新ソリューションは、同社の「MRS-2」を基礎とし、バッテリーのエネルギー密度、モジュール性、安全性が向上している。

同ソリューションは 7 種類の高さの製品があり、冷却ラック、ケーブル、コントロールパネルのアクセスの容易さが特徴である。この小型機種は、前世代の ESS の同等機種と比較して、エネルギー貯蔵が 27%増加している。スカンジナビアの「ゼロエミッション」貨物フェリー向けを含む初回の納入は、2023 年に予定されている。

6－4h－7　Winterthur Gas & Diesel（WinGD）：戦略

＜エンジンの小型化と最適化＞

2022 年、WinGD は、2008 年の IMO のエネルギー効率設計指標（EEDI）の発効とともに、エンジンの高出力化は終わったとしている。搭載エンジン出力が EEDI に影響する最大かつ唯一の要素であり、2023 年以降は既存船にも同様の規制（EEXI）が適用される。EEDI/EEXI の改善に最も効果的で簡単な方法は、搭載出力の削減である。

WinGD は、エンジンの小型化にはもうひとつの理由があるとしている。効率が最適化された近代的な船型は、流体力学特性を向上させ、船体とプロペラの相互関係を改善するために、船尾部分の幅が狭い設計となっている。そのため船尾部分のエンジン設置スペースが限られることとなる。低速で高出力を発揮するストローク／ボア比の高いエンジンは、このような船型には適していない。

この傾向に対応するため、WinGD は、ストロークが短く、寸法が小型化された X-S 機種シリーズを発表した。

このエンジンシリーズは、先進的な排ガス後処理装置の搭載の容易さが、設計の基本となっている。二元燃料機種は、既存の低圧排ガス再循環（LP-EGR）システムをベースとした排ガスリサイクル技術（iCER）によるインテリジェントな制御機能を持つ。この X-DF 技術の開発の第二段階は、ガス及びディーゼルモードにおける燃料消費の削減だけではなく（それぞれ 8%と 6%）、

未燃焼メタンの排出も低減している。

ディーゼルエンジン機種は、統合型 SCR（選択触媒還元）の搭載が可能で、これにより機関室のスペース要求が大幅に減少する。独立型の大型 SCR 装置ではなく、エンジンの過給システムに統合された統合型 SCR は、エンジンの外部寸法に大きな影響を与えない。

舶用 2 ストロークエンジンに関しては、現在運航中の商船の大部分が搭載している主機よりも、他の船内エネルギーシステムへのさらに大きく進化した統合が必要となる。ハイブリッド化というコンセプトは、発電機能と推進システムの統合により、船舶の全体効率に大きく貢献する。PTI（power take-in）／PTO（power take-off）技術は、このコンセプトの普及に不可欠な技術である。

WinGD の「X-Act」戦略では、この PTI／PTO 機能をエンジンに直接統合することを目標とした開発を行っている。これは、電動機／発電機ユニットのハウジングとステーターを、エンジンの余白部分のベッドプレートとコラム上に搭載するというコンセプトである。WinGD は、サプライヤーと共同で、最高のパフォーマンスを持つ最もコンパクトなソリューションを実現する。

＜新ビジネスモデル「Power-by-the-hour」＞

WinGD は、コンディションベースのモニタリングと予測的メンテナンスを超えた、新たな海運向けのビジネスモデルを模索している。そのひとつは、陸上発電市場で用いられている「power-by-the-hour」型（エンジン自体を販売するのではなく、エンジンの稼働時間に対して課金をするモデル）の契約である。この契約では、企業とユーティリティーは使用量ベースで電力を購入する。実際のエンジンの運転は、エンジンメーカー（OEM）、サプライヤー、または第三者に委ねられる。

＜研究開発＞

WinGD は、代替燃料に関する研究への投資を増加させている。2021 年半ばに開始された 3,000 万ユーロ（2,950 万ドル）のプログラムでは、アンモニアとメタノールの燃焼ソリューションの開発を行っている。同社は、メタノール駆動の 2 ストロークエンジンは 2025 年、アンモニア駆動の 2 ストロークエンジンは 2025 年の市場化を目指している。

WinGD の多元燃料ソリューションは、実績のあるディーゼル焚き X 型エンジン及び二元燃料 X-DF 型エンジンをベースに開発される。これらの主力エンジン機種に、アンモニアやメタノールなどのゼロカーボンまたはカーボンニュートラル燃料の使用機能を持たせることは、船舶運航者の排出削減手法の柔軟性を高めることを目的としている。

X 型及び X-DF 型エンジンシリーズは、既に低カーボン燃料（液体バイオ燃料またはバイオガス）との互換性があり、温室効果ガスの削減に大きく貢献している。

LNG は移行期の燃料であると広く認識されており、将来的に合成 LNG（SNG）またはバイオメタン（LBG）が利用可能になれば、LNG の環境性はさらに改善される。しかしながら、WinGD は、バイオメタンの供給量には問題があり、民間航空機産業をはじめとする他産業との獲得競争も激しいとしている。海運業界では、長期的には、液体燃料としてのメタノール、液体燃料またはガス燃料としてのアンモニアへの移行が予想されている。

ハイブリッドエネルギーシステムは、電力の利点と内燃エンジンの利点を組み合わせたもので、船舶のライフサイクルを通じたコスト削減と CO_2 削減につながると考えられている。バッテリーによるエネルギーだけでは、大部分の商船を駆動することは今後も不可能である。代替燃料の開発と導入と並行した船舶の電化は、ひとつの方策である。

6－4h－8　Winterthur Gas & Diesel（WinGD）：エンジン出力制限（EPL）

WinGD は、2023 年 1 月 1 日に発効する MO の MEPC 335(76)規制への対応として、ソフトウェアベースのエンジン出力制限（Engine Power Limitation：EPL）システムを発表した。同規制により、既存船の 2023 年以降の初回の定期検査時点でエネルギー効率既存船指標（Energy

Efficiency Existing Ship Index：EEXI）が適用される。

EPL システムは、最大出力を制限し、エンジンの設計・承認値よりも低い出力に抑えることにより、燃料消費を低減する。同ソリューションは、WinGD の 2 ストロークエンジン全機種、及び UNIC または WECS-9520 制御システムを搭載したレガシー機種である Wärtsilä 及び Sulzer の 2 ストロークエンジンに適用される。EPL は、ブリッジのスイッチを用いて、船長または当直航海士がオーバーライドすることが可能である。

6－4h－9　Winterthur Gas & Diesel（WinGD）：カーボン強度指標（CII）

2022 年、WinGD は、シンガポールの排出データ専門企業 Chord X と、「サステナビリティー」に関連したデジタルソリューションの共同開発に関する合意に署名した。最初の開発テーマは、新カーボン強度指標（CII）のレーティングである。WinGD のエンジン診断プラットフォーム「WiDE」を Chord X の船舶排出分析ソリューション「ecoMax」に接続することにより、船主及び運航者は CII レーティングの数値を改善するために、エンジンの最適化を検討することができる。

接続された両システムは、船主及び運航者に対して今後の航海がどのように CII レーティングに影響するかを示し、また将来的に規制が強化された場合のレーティングを予測することもできる。新ソリューションは、オペレーターのエンジン性能の理解を深めると同時に、メンテナンスや船隊の利用に関する優先順位の決定を支援するツールとなる。

この戦略的提携は、CII 以外にも、排出データの精度の向上が船主やオペレーターへの恩恵となる他の分野にも拡大される。

6－4h－10　Winterthur Gas & Diesel（WinGD）：Alfa Laval とのメタノール技術開発

2022 年 9 月、WinGD と Alfa Laval の共同開発プログラムが発表された。同プログラムでは、Alfa Laval が、WinGD が開発中のメタノール駆動 2 ストロークエンジン向けの燃料供給システムを開発する。WinGD は、2024 年以降、同社エンジンのメタノールによる運転を可能にする計画である。

WinGD との提携で、Alfa Laval は、低引火点燃料供給システム（low-flashpoint fuel supply system：LFSS）及び関連制御システム、燃料バルブトレイン、パージングシステムなどの補助機能を開発、供給する。プロトタイプの試験は、WinGD ヴィンタートゥール拠点内のメタノールエンジンを用いて行われる。

Alfa Laval の既存システム「FCM Methanol LFSS」は柔軟性の高い設計で、2022 年 9 月時点で 30 件以上の舶用メタノールプロジェクトにおいて、船主に選ばれている。

6－4h－11　Winterthur Gas & Diesel（WinGD）：韓国ライセンシーとの提携

2022 年、WinGD は、現代重工業のエンジン・機械部門（HHI-EMD）との提携関係を強化した。両社は、環境持続性のある 2 ストロークエンジン技術に焦点を当てた開発を行う。主な目標は、エンジン効率の改善と同時に、LNG 二元燃料機関からのメタンスリップをはじめとする温室効果ガス（GHG）のさらなる削減、及び NOx などの大気汚染物質のさらなる削減を実現することである。両社の協力は、統合設計アプローチによるエンジンのフットプリントの最小化も目的としている。

さらに 2022 年 9 月には、WinGD は、同社のメタノール駆動の大型 2 ストロークエンジンの開発促進を目的としたエンジンメーカーHSD Engine との共同プロジェクトを開始した。同社の計画は、2024 年までにカーボンニュートラルな「グリーン」メタノールで運転可能なエンジンを発売することである。これにより、IMO の 2050 年目標に対応する将来的な新造船への動力ソリューションを、船主に提供する。

HSD Engine との共同プロジェクトでは、WinGD は、燃焼と噴射の研究、排ガス後処理要求、エンジン概念設計を担当する。HSD Engine は、コスト効果の高い製造と組立への支援、エンジ

ン試験設備の供給、燃料供給システムと排ガス後処理システムの供給を担当する。研究対象は、主に超大型コンテナ船向けのボア 820mm の X82 型エンジン及びボア 920mm の X92 型エンジンである。

6－4h－12　Winterthur Gas & Diesel（WinGD）：エンジン搭載型 iCER システム

2022 年 5 月、WinGD は、同社 iCER システムのエンジン搭載型機種を発表した。この開発により、エンジンのフットプリントに影響することのない排出削減技術が利用可能となり、排ガス後処理装置に必要な機関室のスペースを削減する。同システムの排ガス冷却装置と全ての排ガス流制御コンポーネントはエンジン上に設置され、機関室の設計の柔軟性が高まる。

「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）技術は、二元燃料駆動の X-DF 型 2 ストロークエンジンシリーズの排ガス性能の効率をさらに向上させる最初の X-DF2.0 技術である。

6－4h－13　Winterthur Gas & Diesel（WinGD）：グローバル試験センター

2021 年 12 月 16 日、WinGD は、中国の研究機関と共同で、上海にグローバル試験センターを開設した。

グローバル試験センターでは、サステナブルな燃料と燃焼の研究を通じて、脱炭素化を目的とした作業を中心に行う。この合弁事業のパートナーは、China Shipbuilding Power Engineering Institute（CSPI、中船動力研究院）である。

新試験センターは、2 ストローク試験エンジン 2 基、及び燃料噴射、ポンプ、ガス導入バルブなどのサブシステムの試験用の試験リグ数基の設備を持つ。WinGD の低圧二元燃料技術のさらなる開発に関連する試験と、メタノールやアンモニアなどの新燃料を使用した運転に関する研究を行う。

また、同試験センターは、DC グリッド実験室含む近代的な船舶の電力グリッドを再現した設備、及び水動力計（water brake）に代わる動力計（dynamometer）を完備している。このような設備インフラは、将来的なハイブリッド推進システムの試験にも対応するものである。

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。

欧州主要造船関連企業動向 2022

2023 年（令和 5 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。