



図 2-19 3D 印刷されたプロペラ（出所：Damen）

Damen 内の様々なプロダクトグループは、長年デジタル化の進展に注目してきたが、Damen は「Damen Digital」の設立により、社内のデジタル化作業を統合し、初めて組織化した。その目的は、Damen 建造船のシステムや機器からの全データを収集するゲートウェイの構築である。Damen は、この情報を分析し、船舶の性能とコスト効率改善のための設計最適化に利用する。

その例としては、燃料消費動向の遠隔監視がある。収集された情報は、将来的に低排出、低コストの船舶設計に利用される。また、機器のパフォーマンスを遠隔監視し、その機器が特定作業に最適か否かを確認することができる。

Damen は、これらの情報を利用して建造工程を最適化する。さらに、デジタル監視は、燃料の品質を監視することによりメンテナンス間隔を決定し、定期メンテナンス計画の正確性を向上させる。

自動車産業では、同様の手法により部品やパーツの疲労に関する知識を分析し、コスト削減と稼働時間の最大化に大きな成功を収めている。Damen は、顧客と密接に協力し、Damen Digital の開発を進めている。

その他のイノベーションプロジェクトの例は以下の通りである。

- ・バーチャル曳航水槽（Virtual Towing Tank）を開発。船体の設計過程を最適化し、低コストで迅速、かつ精密な設計を行う。

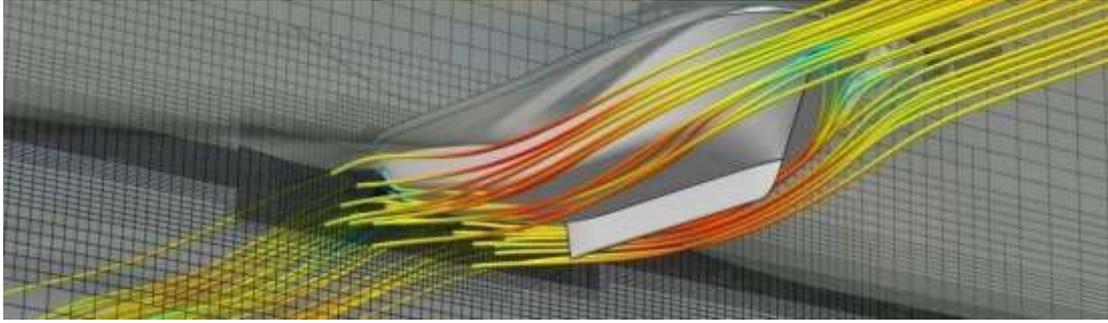


図 2-20 バーチャル曳航水槽（Virtual Towing Tank）プロジェクト（出所：Damen）

- ・Damen は、顧客及び認証試験企業 TÜV Rheinland と共同で、自動車の安全ガラスを参考にした「Damen Safety」ガラスを開発した。開発されたガラスは、2 枚のガラスの間にフォイルを挟んだ合わせガラスで、フォイルが割れたガラスの破片を捕らえる役割を果たす。



図 2-21 安全ガラス「Damen Safety」

- ・Damen は、オランダ及び欧州の研究開発プロジェクトに参加し、新型空気潤滑式内陸船「Ecoliner」を開発した。「Ecoliner」は、空気の層で潤滑を行うことにより船体の摩擦抵抗を低減する。Damen はこの概念の特許を取得した。モデル実験及び実船実験では、燃料消費量の 15%削減が可能であることが判明した。
- ・現行の研究開発プロジェクトは、空洞（air cavity）概念を利用した新システムの実用化及び経済的なフィジビリティ研究である。同概念は、オランダのデルフト工科大学が特許を取得している。基礎研究の結果は良好で、同概念は船舶の動

揺に強く、船体構造への影響が少ないため、幅広い利用が可能であるとされている。既存船への採用も可能である。

- **Damen** は、ヒューマンエラーの防止と生産性向上を目的としたペーパーレスヤードプロジェクトを実施中である。このプロジェクトは、生産技術への拡張現実（AR）導入の第一歩でもある。スマートフォンまたはタブレットのアプリを経由し、AR 技術を利用して、採寸されたパイプの形状を 1mm 以内の誤差で得ることができる。このようなプロセスのデジタル化により、手動の採寸やスケッチによるエラーを防ぐことができる。

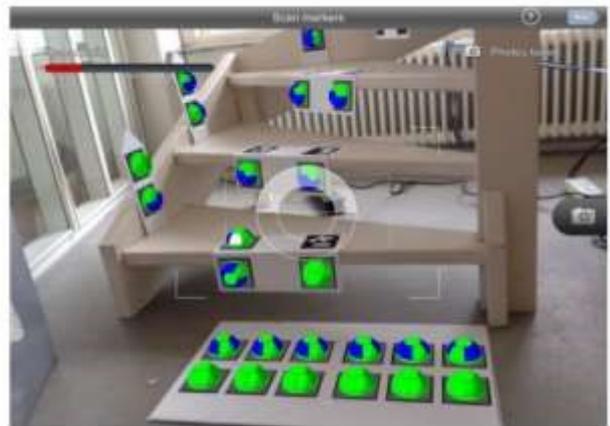


図 2-22 Damen のペーパーレスヤードプロジェクト。生産技術に AR 技術を導入。

(出所 : Damen)

- **Damen** は、効果的な新ソリューション開発のための複合材料のイノベーションに関する研究開発プロジェクト「Bluenose」を実施中である。造船は変化しており、その効率化は不可欠である。船体の構造材料の選択は、船舶の性能に大きく影響する。従来の鋼材ではなく複合材で建造された船舶は、最大 30%の軽量化が可能で、燃料消費量とコストが大幅に低下する。**Damen** をはじめとする造船所は、高速船やヨットなどの全長 25m までの小型船には既に複合材を利用している。しかしながら、大型船への複合材の利用は、比較的新しい研究分野である。
- **Bluenose** プロジェクトでは、新業界標準につながる試験データベースを開発した。**Damen** は、船級協会 **Bureau Veritas** と共同で、新標準とガイドラインの制定への提案を準備している。また、両社は、**Bluenose** プロジェクトの成果を **RAMSSES** プロジェクトに利用し、EU 全体への恩恵となる先進材料に関する研究開発を支援している。
- **Bluenose** プロジェクトでは、以下のような相互作用のあるテーマの研究を行っている。
 - 波浪曲げモーメント
 - スラミング
 - 部分安全係数法

- ・ 第一原理構造設計
- ・ 製造技術
- ・ 防火設計
- ・ 品質保証
- ・ 騒音及び振動
- ・ 断熱

長さ 80m、高さ 6m の大型船体の建造をベースとした製造技術の研究成果は非常に有望である。この研究の成果としては、複合材を使用した船体の品質と強度が確認された。現在大型船の複合材使用に関する船級規定がないため、同プロジェクトは新たな船級の制定への知識ベースを提供する。

2-5 Chantiers de l'Atlantique

フランスのサン＝ナゼールに位置する Chantiers de l'Atlantique は、欧州最大級の造船所のひとつであり、幅広い商船、艦艇、旅客船の建造を行っている、同造船所は、ナント近郊のロワール川河口の大西洋へのアクセスが可能な位置にあり、大型船の出入が容易である。当初は Alstom の所有であったが、Alstom の造船部門を買収した Aker Group の所有となった。その後、韓国 STX Corporation が Aker Yard を買収し、Chantiers de l'Atlantique は STX Europe の一部となったが、2016 年の STX Corporation の破綻後、社名を元の Chantiers de l'Atlantique に戻した。現在、イタリア Fincantieri が同造船所の 50% 株式買収の意向を表明しており、EU 競争当局が独占禁止法の調査を行っている。

スマートヤード 2020

Chantiers de l'Atlantique は、研究開発プロジェクト「PACBOAT」を実施中である。プロジェクトでは、2022 年竣工予定の MSC Cruises の World クラスクルーズ船 4 隻の第 1 船に、新たな燃料電池技術を搭載して試験を行う。出力 50kW の試験機は、World クラスクルーズ船の使用燃料である液化天然ガス（LNG）を利用して電気と熱を製造する。Chantiers de l'Atlantique が主導する PACBOAT プロジェクトでは、CEA が開発した特許技術である最新の SOFC 技術を用いる。同プロジェクトは、フランス政府の「未来への投資プログラム（PIA）」が出資し、フランス環境エネルギー管理庁（ADEME）が支援している。同プロジェクトは、Chantiers de l'Atlantique が 2008 年に開始した、船舶のエネルギー効率と環境性の向上を目指す「Ecorizon®」研究開発プログラムの一部である。石油ガスその他のエネルギー産業向けの生産、輸送、貯蔵インフラの設計、建造、運用を行うフランスの国際企業 Entrepouse Group が、試作機の設計と製造を担当し、大手船級協会 Bureau Veritas が試作機の搭載と運転の認証を行う。

Ecorizon® プログラムで開発された他のソリューションと同様、PACBOAT プロジェクトの革新的なソリューションは、2030 年、2050 年までの将来的な排出規制値を

満たすものである。また、欧州を初のカーボンニュートラル大陸とすることを目指す EU 欧州委員会の戦略に沿ったゼロ排出船実現への重要な技術的進歩でもある。

2-5-1 革新的な造船技術

Chantiers de l'Atlantique は、他の欧州造船所の多くと同様に、漸増的な製造技術の改善を行っている。特筆すべき新技術はないが、いくつかの改良点を以下に概説する。

同造船所は、1968 年から使用していた 750 トンガントリークレーンを、新しい 1,050 トンクレーンと交換する。新クレーンは、超大型ブロックの設置に使用される 1,400 トンの大型ガントリークレーンに追加されることとなり、さらに大型化する船舶の建造に向けてクレーン能力は増加する。

同造船所は、最近、「Atlantique+」と名付けられた新たなサービス、ソリューション、システムのシリーズを発表した。クルーズ船のライフサイクルを通じたサービス、メンテナンス、近代化における長年の経験を活かし、「Atlantique+®」は、エネルギー／環境、オペレーション、ゲストエクスペリエンスという 3 つの主要分野に関する革新的で効果的なソリューションを提供する。エネルギー／環境分野では、Atlantique+® Ecorizon® サービスはクルーズ船運航企業が大幅にエネルギーを削減し、環境負荷を軽減することを支援する。このサービスでは、エネルギー効率評価とウィークリーエネルギー効率監視を提供する。Ecorizon®により、顧客の船隊は、2018 年に平均 16%の省エネを達成している。

エネルギー消費量と排出削減技術のもうひとつの例は、頑丈で操作が容易な格納可能可動式複合材製帆「Solid Sail」である。同造船所が開発したこのソリューションは、現在 Ponant 社のクルーズ船上で試験中であるが、有望な成果を上げている。

また、Chantiers de l'Atlantique は、革新的なセーリングクルーズ船の新バージョン「Silenseas+」を開発した。「Silenseas®」は、「Solid Sail」システムによる帆推進とデュアルフュエルエンジンの両方で推進されるハイブリッドクルーズ船である。同造船所は、「Silenseas®」を改良した「Silenseas+」の 2 つの船型、「Silenseas 190」（7 デッキ、旅客 300 人、全長 190m）と「Silenseas 210」（8 デッキ、旅客 300 人、全長 210m）を発表した。両船型は 4,350 m²の帆面積を持ち、15 ノット以上の風速で排出なしに航行する。

2-6 他の造船所の技術

2-6-1 Navantia – 艦艇建造における 3D 印刷

スペインの国営艦艇造船所 Navantia は、「Shipyards 4.0」(「ASTILLERO 4.0」)プログラムにより造船所の近代化を行っている。同造船所は、スペイン国防省から付加製造技術を利用した F-110 型フリゲート 5 隻の建造を受注した。サイバーセキュリティーに加え、インダストリー 4.0 を利用した 3D 印刷部品を搭載した初の船隊となる。

デジタルツイン、「ASTILLERO 4.0」:

同造船所は、高度に統合された制御及びシミュレーションシステムを利用してフリゲート 5 隻を建造する。これには、センサー、アンテナ、新ハイブリッドプロペラシステム、将来的な指向性エネルギー兵器搭載用の無人車両が含まれる。Navantia は Siemens と技術提携し、同社の「Xcelerator」技術を利用する。両社はガリシアに海軍技術研究所「CESENA」(Center of Excellence of the Naval Industry)を設立し、造船所のデジタル化を促進する計画である。品質管理を含む多様なアプリケーションに拡張現実 (AR) 技術を導入する。また、3D コンピューター支援設計 (CAD) モデルを実物に重畳し、検査官が効率的に違いを発見できるようにする。3D カメラが実物をスキャンし、物理的構造をデジタル化することにより、AR 技術はユーザーのヘッドセットに問題個所を表示する。これにより、品質管理プロセスが大幅にシンプル化する。

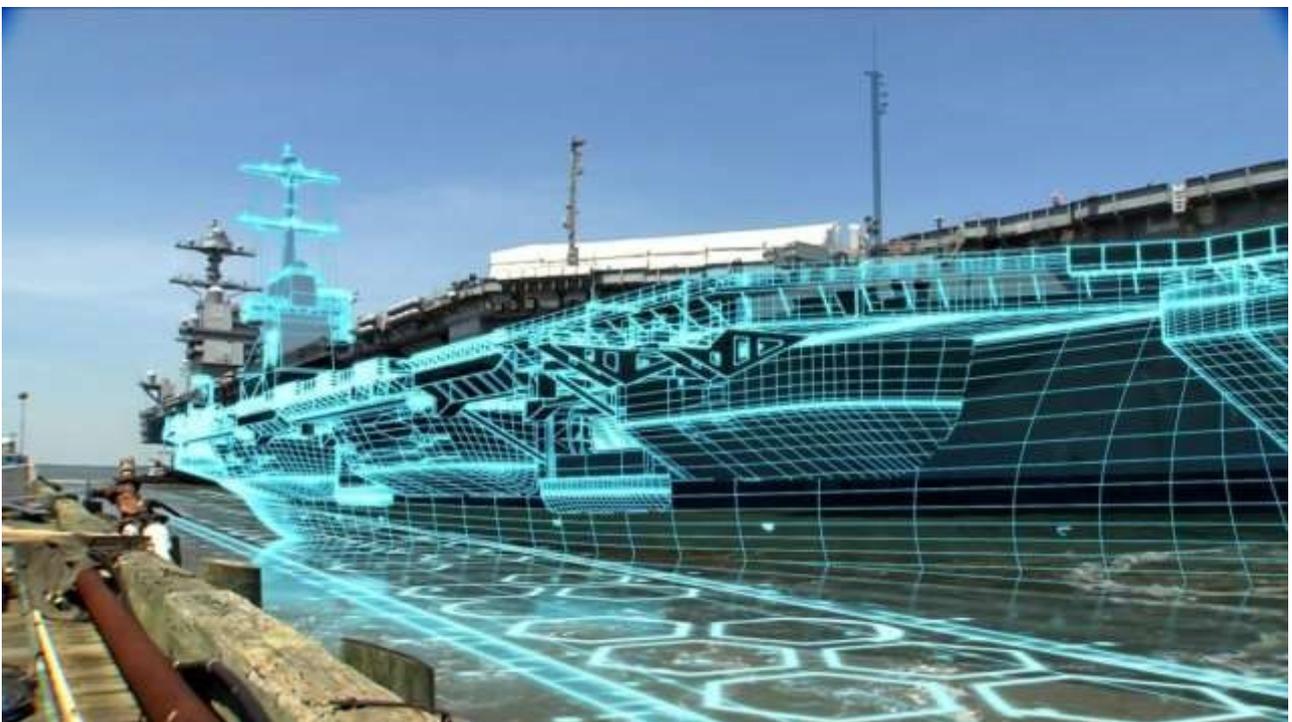


図 2-23 Navantia の AR 技術

また、Navantia は、INNANOMAT (Materials and Nanotechnology Innovation) と共同で、スエズマックス型石油タンカー「Monte Udala」で 3D 印刷されたパーツの海上試験を開始した。同造船所はこの目的のために、大型船部品用 3D プリンター「S-Discovery」を開発した。海上試験用には、Monte Udala の換気システムのグリル 2 基を 3D 印刷製造し、従来の 25kg のステンレス製グリルが、3.5kg のカーボンファイバー強化 ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) 樹脂製グリルで代替された。パーツ製造のリードタイムは 5 日から 3 時間に短縮され、3D 印刷パーツの製造コストは僅か 122 ドルで、ステンレス製パーツよりも 17%安価である。

さらに、Navantia は、モジュール型トイレと船内換気用格子の 3D 印刷製造を行うプロジェクト「3DCABINS」を実施した。3D 印刷された製品は、従来製品よりも 50%軽量化した。



図 2-24 3DCabin の製造

また、同造船所は、3D 印刷プロセスの同社のサプライチェーンへの統合を目指すプロジェクト「ADIBUQE」も開始した。

2-6-2 レーザークラディングマシン

オランダの大手造船所 Royal IHC は、性能を向上させ、運転コストを低下させる技術と製品のイノベーションで知られている。同社は年間収益の約 3% を研究開発に充てており、オランダ企業の研究開発のトップ 15 位内にランクされている。

同社の従業員 200 人以上は、社内研究所 IHC MTI に所属している。開発された最新製品のひとつは、油圧シリンダー向けの鋼製またはステンレス製ピストンロッドをクラッド（貼り合わせ）するレーザークラディングマシンである。レーザー技術は精度が高く、環境負荷も少ない。

合金を貼り合わせることにより、異なる種類のクラディング素材の利用の幅を広げ、現在オフショア産業で使用されている船体のセラミックコーティングを代替する可能性がある。

この技術はサプライチェーンの短縮にもつながり、クラディング加工の品質を高め、輸送中の損傷も少ない。このため、将来的に大きな恩恵が期待されるサステナブルなソリューションである。

開発されたマシンのベースは旋盤である。ピストンロッドの回転に合わせてレーザーユニットが動き、クラッド加工を行う。溶接の最高速度は分速 200m である。通常、分速を 20m 前後に設定することで、層の厚さの制御が容易となる。マシンは、超希薄状態で 30 ミクロメートルかそれ以下の厚さの層のコーティングが可能である。加工精度が増し、効率と環境性も向上する。

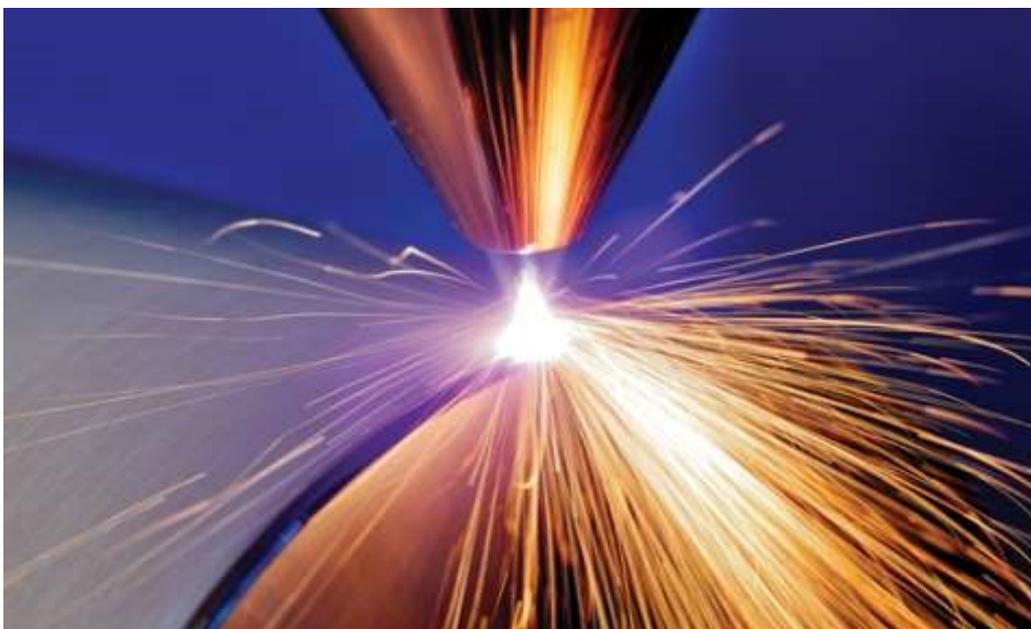


図 2-25 レーザークラディングマシン

第 3 章 欧州主要設計、技術、エンジニアリング企業の革新的な設計・製造技術

欧州の造船所の多くは、各種サービス及び製品のプロバイダー、ときには競合他社と共同で、共同研究開発プロジェクトや他産業からの経験を通じて、造船技術の効率化と生産性拡大を目指した革新的手法や製造技術の開発を進めている。

設計と技術の多くは、共同産業プロジェクトその他の公的資金による支援プロジェクトを通じて開発または試験過程にある。デジタル化に関連する技術としては、人工知能（AI）、仮想現実（VR）、IoT、船舶の効率化などが、本章で示すように様々な造船企業により開発、試験されている。

特筆すべき開発動向の例としては、以下が挙げられる。

- ・造船用 CAD/CAM/CAE⁶設計への人工知能の応用
- ・エンジニアリング用オープンソースプログラミングフレームワーク「OpenCalc」
- ・船舶設計過程における自動ジオメトリ及びメタデータ変換
- ・船体表面設計におけるパラメトリック発生とインターアクティブ操作の統合
- ・造船におけるシミュレーションによる構造設計
- ・造船用鋼材組立のコスト予測システム
- ・多機能船舶設計への VR ソフトウェアの導入
- ・モジュール型船舶設計のモデルベースの手法
- ・デジタルツイン構築のためのデータ駆動型反復手法の導入
- ・デジタルデータ駆動型造船の無製図化製造（実世界のエンジニアリングのごく初期段階における 2D/3D グラフィックスの利用。しかしながら、紙製製図の代替としてのタブレット利用に留まっている。）
- ・重要な船体構造の長期疲労監視へのデジタルツイン導入
- ・多目的サンプリング、メタモデリング、最適化による流体力学設計手法
- ・戦略的造船所計画の離散事象シミュレーション（工程全体の改善のため、離散事象シミュレーション（Discrete Event Simulations : DES）を開発し、進行中の建造作業に適用する。DES はシミュレーションベースの設計を利用し、VR 技術により作業戦略計画を効率化し、生産性を大幅に向上する。）
- ・船舶設計への仮想現実（VR）技術の導入

造船と船舶のイノベーションの多くは、欧州企業が主導している。本章では、以下の欧州企業の特筆すべき技術開発動向を概説する。

⁶ CAD – Computer Aided Designs/ CAM – Computer Aided Manufacturing/ CAE – Computer Aided Engineering

表 3-1 造船に係る主な製造技術

技術企業／設計企業／エンジニアリング企業	技術
Kranedonk	溶接、切断ロボット
RB3D	ウェアラブルロボット、外骨格型ロボット
Kongsberg	統合システム
ABB	自律運転
3D Maritim	データ駆動型船舶建造
Wärtsilä	船舶メンテナンス向け拡張現実（AR）技術
Rolls-Royce Marine & NTNU	オープンシミュレーションプラットフォーム
I-tech	先進材料とバイオテクノロジー: Selektope®
RAMLAB	付加製造研究所
Sculpteo	プロトタイピングとモデリング向け 3D 印刷
Konecranes	データサイエンス研究所
We4Sea	設計最適化のためのデジタルツイン
BAE systems	3D 船舶プロトタイプ
Titomic	付加製造試験
Fostech	ホログラフィックコンピューター
Vranvic	セールスと顧客向けの仮想現実及び混合現実ソリューション
Dassault Systèmes' 3DEXPERIENCE	3D ソフトウェア
C-Job	3D 設計とモデリング
CADNATIC	データ駆動型造船

3-1 Kranedonk - 溶接、切断用ロボット

造船には、設計から建造まで無数の工程があるが、いくつかの作業は、作業員にとって非常に危険で過酷である。作業現場の安全性向上と組立工程の効率化を目指し、溶接、切断その他の鋼材関連の作業は徐々にスマートなロボットに代替されつつある。

オランダ Kranendonk 社は、プロファイル切断とパネル溶接の専門企業である。CAD ベースの自動パネル溶接ガントリーを利用することにより、プレプログラミング、コンフィギュレーション、カスタム化が不必要となる。



図 3-1 Kranendonk の造船向けソリューション（出所：Kranendonk）

造船用の 3D サブアセンブリー製造は、その操作特性により自動化が困難である。この問題を克服し、製造効率を高めるため、Kranendonk は自社ソフトウェア「RinasWeld」を利用し、稼働時間の長いロボット型パネル溶接ラインを開発した。CAD システムと製造自動化システムのダイレクトインターフェイスにより、運転時間の最大 90% のアーク溶接が可能となった。固定型パネル溶接ガントリーが大型作業エリアを移動して連続的な溶接を行い、時間を節約する。さらに、安定性と作動能力が高く、あらゆるサイズの鋼板に柔軟に対応する。ソフトウェアは自動的に溶接部を検知し、事前に決定された溶接データを適用する。従ってあらゆるパネルと形状の高品質の溶接が可能となる。

韓国造船所現代重工業（HHI）及び大宇造船海洋（DSME）は、溶接時間短縮と建造コスト削減のためにロボット型溶接アームを導入している。HHI は、ロボット型アームと似た 670 kg の産業用ロボットを利用し、船体前部と後部の鋼板の曲げ加工と溶接を行っている。同ロボットは独立した設計ソフトウェアで制御される。HHI は、同ロボットの導入により、溶接時間が 3 分の 1 に短縮され、年間 940 万ドル程度のコスト削減につながったとしている。

2016 年以來、DSME は 16 kg のロボット型アーム「Caddy」5 基を、砕氷型天然ガス運搬船の鋼製部品の溶接に利用し、1 隻あたり 420 万ドルの建造コスト削減を実現した。この成功は、14.5kg の小型溶接ロボットの開発につながった。

3-2 RB3D – ウェアラブルロボットと外骨格型ロボット

他の製造業と同様、造船業においても自動化技術とロボットシステムは建造工程近代化のカギとなっている。溶接、ブラスト、重量物吊り上げその他の作業を行うロボットは、造船所の人手不足の解消に役立ち、同時に危険な作業を行う作業員の安全性向上にもつながる。また、造船業は常に重量物の吊り上げと大型部品組立の必要がある。重量物吊り上げ作業の大部分は大型機械と輸送機器によって行われるが、いくつかの作業は人間が手作業で行う必要があり、作業員の負傷のリスクは高い。

多くの工業作業は、重い手動工具によって行われ、作業員の筋骨格負傷や極度疲労の原因となる。2001年、フランス RB3D 社は、ウェアラブルロボットと外骨格型ロボットの製造を開始した。現在では、鉄鋼、自動車、航空機、ロジスティクス、防衛、プラスチック、農作物食品、機械などの各産業向けにロボット供給の実績がある。

工業では、負荷運搬が最も頻繁に行われる作業である。負荷運搬作業を簡易化するため、RB3D はパワー外骨格型ロボット (powered exoskeleton) を設計、開発し、数 kg から 100kg までの物体を簡単に運べるようにした。

この強度強化装置により、さらに生産性の高いツールを使用した効率的な作業が可能となる。



図 3-2 RB3D「Hercule」ロボット

造船業におけるロボットの導入例を以下に示す。欧州造船所もロボットを幅広く利用しているが、公開された情報は少ない。

- ・世界最大手の造船所で主要ロボットメーカーでもある韓国現代重工業 (HHI) は、2013 年以來、造船所に小型溶接ロボットを導入している。溶接アームを伸ばした状態で 50cm×50cm×15cm のロボットは、人間がアクセスできない場所でも作業が可能で、6 本のアームが人間とほぼ同様のスピードで溶接作業を行う。ロボットの磁力式ボディはパネルや天井に吸着でき、一人の作業員が同時に 3 基を操作することにより、生産性は 3 倍に増加する。また、HHI は、鋼板切断、ブラスト、塗装作業へのロボット導入のためのソフトウェアを開発中である。
- ・韓国大宇造船海洋 (DSME) も、ウェアラブルロボット「Iron Man」を導入し、作業員の生産性向上と重量物を持ち上げることによる筋骨格負傷の防止を目指している。



図 3-3 ウェアラブルロボット「Iron Man」(出所：DSME)

3-3 Kongsberg – 統合システム

ノルウェーを本拠とする Kongsberg は、深海、デジタル、防衛、商船、石油・ガス、漁業、航空宇宙など多くのセクター向けのサービスと製品を提供している。イノベーションは、常に同社のカルチャーの中心である。同社は海洋技術の大手企業で、ビジネスの 80% が海洋向けソリューション関連である。Yara 社と共同開発した世界初の完全電気推進自動運航コンテナ船「Yara Birkeland」は、Kongsberg の先進的なビジョンとイノベーションの一例である。

Kongsberg は、Kongsberg Maritime、Kongsberg Defence and Aerospace、Kongsberg Digital の事業を持ち、それぞれの産業の需要に対応している。また、世界にいくつかの子会社を持ち、様々な顧客向けのビジネスを展開している。

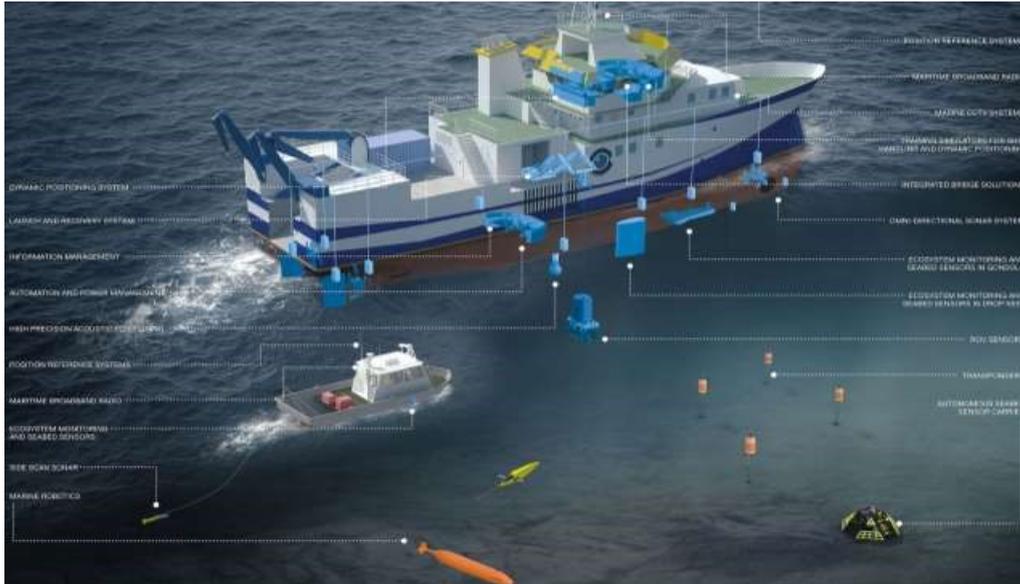


図 3-4 Kongsberg は海洋産業に統合システムを提供（出所：Kongsberg）

世界の船隊の約半数は、Kongsberg の製品またはサービスを利用している。同社の船用及び海洋構造物向け自動化システムは、世界の造船所の多くで使用されている。

Kongsberg は、本報告書の焦点である造船技術の改良には直接関与していないが、同社設計の船型は欧州造船所に広く利用されている。同社の専門は、従来型の商船、ROPAX、漁船、オフショア船、調査船、海洋構造物向けの統合システムを開発、提供することである。Kongsberg Maritime は、高度なマッピング、サーベイ、ソナー、水中通信、海洋ロボット（無人船、自動海中船）関連の製品とシステム、及び荷役、推進、電気、自動化、制御関連のソリューションを提供している。同社のシステムは、海事技術全般の効率と安全性を向上させる。また、造船業向けのターンキー設計とエンジニアリングサービスを提供する能力がある。

同社の主要市場は、大型漁業、オフショア、造船、エネルギー開発・製造産業である。エネルギー産業向けには、探査船用の高性能水中技術及びポジショニング技術とシステムを提供している。フィールド開発分野では、同社は、アウトプットを最大化し、ダウンタイムを最小化するソフトウェアとハードウェアの開発と、革新的ソリューションと特殊アプリケーションを持つオフショア船の建造を支援している。海上輸送船、漁船、オフショア船向けには、甲板機器、推進機器、航海機器、自動化機器、トレーニング、安全ソリューション、自動運航ソリューションなどを提供している。

3-4 ABB – 自動運転技術

スイス - スウェーデンの多国籍企業 ABB は、海事産業を含む産業のデジタル化を推進するリーダー企業である。海事セクター向けには、ABB は船用自動化ソフトウェア、コンテナ荷役向け自動化・電気システム、バルクシステム、ドリルシステム、ダイナミック AC(DAC)、電気推進、船用及びエネルギー貯蔵用電化製品、統合オペレーション

システム、船内 DC 網、発電及び配電、陸上電気供給、マイクログリッド、排熱回収システムなどを提供している。



図 3-5 ABB の自動運転への 5 ステップ（出所：ABB）

過去 2 年間、海事産業はデジタル化、自動化、電化、排出削減などを急速に進めている。ABB のような OEM 企業は、海事産業へのソリューション提供に焦点を当て、船舶とその運航の近代化へのイノベーションを数多く開発している。

造船業に関しては、ABB は静止形周波数変換装置（排出、汚染、騒音を低減）、ディーゼル発電を代替する電力網などの環境にやさしい電化ソリューションを多くの造船所に提供している。

3-5 D Maritim – データ駆動型船舶建造技術

建造工程の進展と変更の監視は、データベース内の文書の多さから困難な作業である。建造工程の現状を把握する仮想現実を利用したアプリケーションとラピッドプロトタイプングの役割は、現実と仮想世界の高精度のデータ交換である。

ドイツの 3D Maritim 社は、船体の各要素に焦点を当て、ポイントデータを設計データに変換、データベース内のジオメトリックデータ、リアルタイム測定値、予測モデルとの偏差の計算を統合する。

同社の 3D Maritim フォーラムは、造船、運航、オフショア及び船用技術への 3D コンピュータグラフィックスの導入に興味を持つ全関係者へのコンタクトポイントを提供している。

3-6 Wärtsilä – メンテナンス向けの拡張現実技術

大型船運航の複雑な問題は、専門家の知識が必要な場合が多いが、修理やサービスの専門家は物理的に現場に常駐しているわけではない。フィンランドを本拠とする Wärtsilä は、インターネット、Bluetooth、カメラ、マイクを内蔵した拡張現実（AR）眼鏡を開発し、現場のエンジニアに対し、スペアパーツ製造拠点とメンテナンスユニットの専門家が遠隔支援を行う。AR 眼鏡には予防的機能があり、エンジニアが船舶を検査した場合に現在及び可能性のある問題を警告し、さらに問題解決方法をステ

ップバイステップで指示する。これによりエンジニアは船舶のよりよいメンテナンス状態を維持することができる。Wärtsiläはこのガイダンス手法に関するARウェアラブルの実証試験を行い、この手法が効率化に寄与し、ドックや造船所における全体的な安全性を向上させると評価している。



図 3-6 Wärtsilä Seals & Bearings の AR スマート眼鏡

3-7 Rolls-Royce Marine & NTNU - オープンシミュレーションプラットフォーム

船舶のライフサイクルの中で、運転効率に影響するソフトウェアまたはハードウェア部品の交換、部品その他の要素の交換が必要な場合がある。デジタルツイン技術は、他の船舶の運航データを参考に実船のデジタルコピーにシミュレーションを行うことにより、実世界における特定の変化また変更を予測する。

英国を本拠とする Rolls-Royce Marine は、ノルウェー工科大学（NTNU）及び韓国現代重工業と共同で、デジタルツインモデルの作成を標準化するオープンソースプラットフォーム「Open Simulation Platform (OSP)」を開発した。同プラットフォームは、クラウドコンピューティングとマシンラーニング技術を用いて変化をシミュレーションし、船舶のパフォーマンスに影響する要素を特定する。これらの標準は、IT システムを統一し、船隊管理を支援し、各船のパフォーマンスの比較を容易にする。

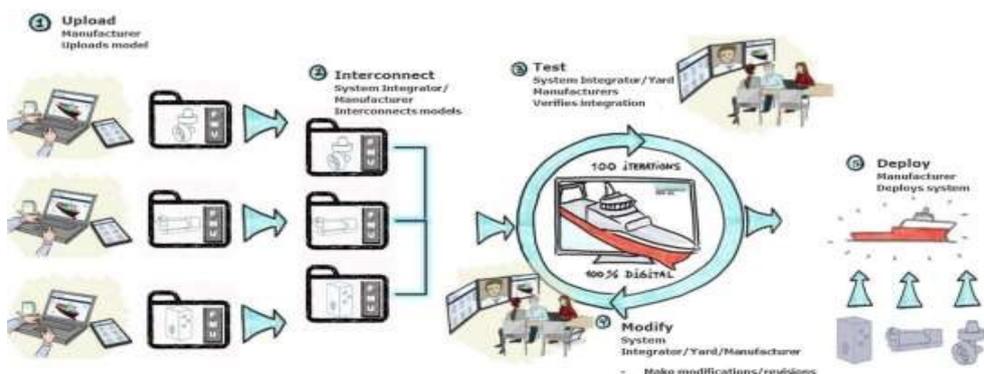


図 3-7 オープンシミュレーションプラットフォーム

(出所: www.opensimulationplatform.com)

3-8 I-tech – 先進材料とバイオテクノロジー

造船業は、常に船舶のエネルギー効率化と競争力向上の方法を模索している。船体表面の塗装、構造部品、船体構造などへの先進材料の採用は、船舶を軽量化し、ドラッグを軽減、燃料消費量を削減する。

スウェーデンの I-tech 社は、船用、造船セクター向けバイオ技術製品の専門企業である。提供製品のひとつ「Selektope®」は強力な生物付着防止機能を持つユニークな船用防汚塗料向けの成分である。船用塗料メーカーは、最新のフジツボ防止機能を持つ同技術を既存または将来の製品に採用し、独自のイノベーションを提供することができる。



図 3-8 Selektope の船体防汚ソリューション「I-tech」(出所：www.selektope.com)

3-9 RAMLAB – 付加製造研究所

すべての船用部品の 3D 印刷製造が可能なのではないが、部品のメンテナンスと修理作業には 3D 印刷が導入されつつあり、製造工程の自動化とコスト効率向上に寄与している。最も利用されている 3D 印刷技術のひとつは粉末焼結積層造形法で、レーザーまたは電子ビームを用いて粉末を焼結し、積層構造や部品を製造する。オランダの RAMLAB は、ロッテルダム港が設立した付加製造研究所である。同研究所では、6 軸のロボットアームを用いて造船用スペアパーツ及び小型、大型の船用部品を製造している。



図 3-9 RAMLAB の溶接機械は 2m × 2m までの金属物体の 3D 印刷が可能。