

2019年度 特別調査

欧州における生産・製造新技術に関する調査

2020年3月

日 本 船 舶 輸 出 組 合
ジ ャ パ ン ・ シ ッ プ ・ セ ン タ ー
一 般 財 団 法 人 日 本 船 舶 技 術 研 究 協 会

目 次

1	はじめに.....	1
2	生産・製造新技術の高度化に向けた欧州における取組の現状.....	2
	インダストリー4.0（工場内の生産技術）.....	2
2.1	3D印刷.....	2
2.2	協ロボット（COBOT）.....	4
2.3	先進・複合材料.....	5
2.4	5Gデータ通信の活用.....	6
	デジタル化の進展（インダストリー4.0を超えて）.....	7
2.5	ERP（Enterprise Resource Planning）.....	7
2.6	PLM（Product Lifecycle Management）及びSLM（Service Lifecycle Management）.....	7
3	生産・製造新技術開発に向けた研究開発プロジェクト.....	9
3.1	IN 4.0（造船セクターへの「インダストリー4.0」モデルの応用）.....	9
3.2	INNOVATION LAB パーペンブルクーフローニンゲン 2018-2050.....	9
3.3	WAAM フック（3D プリンティング）.....	10
3.4	ROBOAT プロジェクト.....	10
3.5	FIBRESHIP.....	11
3.6	RAMSSES（持続的かつ効率的な船舶のための先進素材の実現と実証）.....	12
3.7	先進船用製造技術.....	13
3.8	SUPER（船舶のワンオフ建造向け拡張現実感）.....	14
3.9	LINCOLN.....	14
3.10	NAVAIS.....	15
3.11	HOLISHIP（船舶設計とライフサイクルを通じた全体論的最適化）.....	16
3.12	SHIPLYS（船舶のライフサイクル・ソフトウェアソリューション）.....	17
3.13	MAROFF プログラム.....	19
4	生産性向上に向けた企業の取り組み事例.....	21
4.1	Siemens（ドイツ）.....	21
4.2	Automobili Lamborghini（イタリア）.....	28
4.3	Audi（ドイツ）.....	34
4.4	KUKA（ドイツ）.....	39
4.5	BMW（ドイツ）.....	40
4.6	BAE Systems（イギリス）.....	47

1 はじめに

2011年に、今後10～20年後に実現すべき製造プロセスのスマート化が「インダストリー4.0」として提唱されて以降、様々な取り組みが実施されてきている。当初提唱されていた内容は、生産工程のデジタル化・自動化・バーチャル化のレベルを大幅に高めることにより、生産コストを大幅に下げることが目的にされており、スマート工場、すなわち工場内の生産技術の高度化を目指したものであった。具体的には、設計の3Dデジタル化、3D印刷に代表される積層により部品の製造付加製造技術、人間と協力するロボット（COBOT）、リアルタイム大容量通信を活用した遠隔モニタリングであった。

その後、デジタルイゼーションの進展は目覚ましく、取り組みの対象は、工場を越えて製造業企業全体へと、さらにはサービタイゼーションなど製造業の枠を超えて広がっている。

具体的には、スマート工場の実現に向けた取り組みによって設計の3D図面化が進み、通信環境の整備によって製品引き渡し後のリアルタイム遠隔状態監視及び状態基準保全が可能となることと相まって、保守部品供給以外のアフターマーケットの収益化が進み、さらには、ERP（Enterprise Resource Planning）などの製造業企業の経営効率化や、PLM（Product Lifecycle Management）及びSLM（Service Lifecycle Management）を活用したサービタイゼーションなどの製造業のビジネスモデル変革も実現しつつある。

これらの変革は、今後、海事産業においても発生しうるものであり、また、環境規制の強化や社会的ニーズの高まりによっては海事分野においてより必要とされるものである。

既に欧州においては、HOLISHIP（船舶設計とライフサイクルを通じた全体論的最適化）やSHIPLYS（船舶のライフサイクル・ソフトウェアソリューション）といった取り組みが開始されており、第3章では、EUや欧州各国の支援のもとで、将来的に海事産業に取り入れることを想定して実施されている生産・製造技術やサービタイゼーションなどの製造業のビジネスモデル変革に向けた研究開発事例をまとめた。

また、第4章では、欧州における生産性向上にむけた主要企業取り組みの現状についてまとめた。

2 生産・製造新技術の高度化に向けた欧州における取組の現状

インダストリー4.0（工場内の生産技術）

2011年にドイツで開催されたハノーバー・メッセにおいて産学官の代表が「インダストリー4.0」という言葉を初めて用い、10～20年後に実現すべき製造プロセスのスマート化に関する研究開発プロジェクトについて共同声明を発表した。その内容は、生産工程のデジタル化・自動化・バーチャル化のレベルを大幅に高めることにより、生産コストを大幅に下げることが目的としており、スマート工場、すなわち工場内の生産技術の高度化を目指して立ち上げられたものである。その後、欧州委員会のHorizon 2020プロジェクトにおいて、LINCOLN、RAMSSEES、FIBRESHIP（後述）等の海事産業における取り組みも開始されているが、本章においては他産業における先進的な取り組みを紹介する。

2.1 3D印刷

3D印刷、または付加製造（AM：Additive Manufacturing）は、積層により部品の製造を行う技術である。この技術は、様々な金属を用いたさらに大型の部品の印刷へと進化している。航空機産業は、新設計の製造を可能にし、チタンなどの金属を効率的に利用できる3D印刷技術への投資を長年行っている。しかしながら、大量生産を行う自動車メーカーとサプライヤーは、航空機産業に比べて3D印刷技術の導入は遅れていた。

底辺から上部に向けて層を重ねることにより物体を製造する3D印刷は、自動車の製造方法に大きな影響を与える。高周波溶接（RF）などの高度溶接技術は、パーツやユニットをさらに固定的に溶接する場合に利用される。溶接は常に必要であるが、3D印刷は複雑な構造の溶接の必要性を軽減する。また、ユニットの組み立てを迅速化する。

自動車産業は、自動車の様々な部品製造への3D印刷技術のポテンシャルを認識し、導入を進めている。3D印刷に関する2015年のWohlersレポートでは、自動車産業は同年の3D市場の16.1%を占めるとされているが、その後さらに大きく増加している。

Audiなどの企業は、自動車の金属プロトタイプやスペアパーツの製造に3D印刷技術を利用している。Rolls-Royce、Porscheその他のメーカーも追随している。

3D印刷技術がさらに普及し、能力とコスト効果が向上した場合、さらに多くの自動車メーカーが3D印刷を通常の製造工程に統合してゆくと予想される。

自動車とパーツの大量生産への3D印刷技術導入の課題は、サイクルタイム、コスト、及び現行のプレス加工、鋳造、機械加工などの製造工程のサンクコスト（埋没費用）である。自動車産業の大量生産への利用が本格化するには、コストが大幅に低下し、印刷速度が向上する必要がある。

3D印刷技術の改良は、印刷速度と使用可能な材料が焦点となる。カーボンファイバー強化ポリマー（CFRP）、先進プラスチック、そして金属の採用により、3D印刷の利用方法は劇的

に拡大した。これをコンピューティング能力と組み合わせると、パーツの設計はソフトウェアが支援し、エンジニアリングとリードタイムのレベルは低下する。このように印刷速度と使用材料によっては、3D印刷は非常に利用価値の高い技術となるため、3D印刷企業はさらなる開発と耐久性の向上を目指している。

9月には、HP Inc.が、金属パーツの大量製造向けの新3D印刷技術「HP Metal Jet」を発表した。HPによると、Volkswagen AGは、2020年代に「HP Metal Jet」を用いて電気自動車（EV）を製造する計画である。電気自動車は従来の内燃機関に比べて可動部品が少ないため、電気自動車の製造は自動車産業への3D印刷導入の好機となり得る。

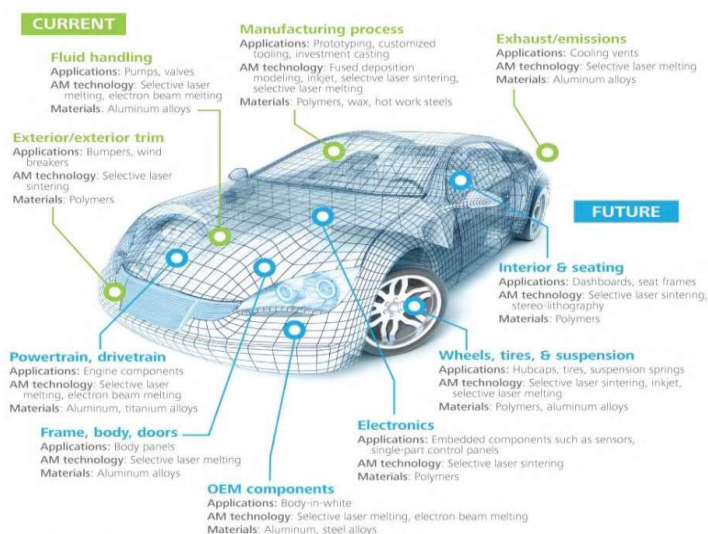
3D印刷のプロトタイピングを越えたパーツの大量生産には、現時点では課題が多い。Synergeering社のアカウントマネージャーLindsay Lewisによると、3D印刷は高級自動車や軍用車両などの少量生産に最も適しており、今後もそれは変わらない。また、自動車業界の最近のトレンドとしては、部品の再生産への利用が増加している。3D印刷により部品の在庫を減少させ、OEMが製造を中止または在庫のないパーツを製造することができる。

3D印刷、または付加製造は、積層により部品の印刷を行う技術である。この技術は、様々な金属を用いたさらに大型の部品の印刷へと進化している。航空機産業は、新設計の製造を可能にし、チタンなどの金属を効率的に利用できる3D印刷技術への投資を長年行っている。しかしながら、大量生産を行う自動車メーカーとサプライヤーは、航空機産業に比べて3D印刷技術の導入は遅れていた。

通常、部品の再生産は、15～20年前に製造された自動車向けである。パーツの必要量を考えると、3D印刷のコストとスピードは機械加工のコストよりも利点大きい。

3D印刷のコストとスピードは、全てのパーツ製造に適しているわけではないが、パーツ以外の治具や固定具の製造に利用する企業が増加している。Stratasys Direct Manufacturing社のビジネス開発部長Ron Clemonsによると、治具と固定具の3D印刷は製造コストを低下させ、より軽量で人間工学的に優れたツールを実現する。製造リードタイムを40～90%削減し、コストを60%削減する。また、3D印刷は、ワンオフのカスタム部品の製造に適しているため、設計チームの時間節約にもつながる。

SmarTechレポートによると、自動車産業による3D印刷材料の消費額は、2021年には5億3,000万ドルに達すると予想されている。



自動車産業の付加製造技術の利用（出所：Deloitte）

2.2 協力ロボット（COBOT）

ロボットは、自動車工場に最初に導入されたオートメーション設備である。初期のロボットは、危険で繰り返しの多い作業を行っていた。現在では、ロボットとオートメーションは作業員の仕事を支援し、またメーカーとサプライヤーの人材不足を補っている。

自動車の製造と開発の多くの作業は自動化されているが、人間の関与も未だに大きい。従来のロボットは、人間が行うべきではない危険で繰り返しの多い作業を行っていた。技術の進歩により、現在のロボットは人間の作業員と共同作業を行うことができる。このような新型ロボットは、協力ロボットまたは「コボット」と呼ばれる。

協力ロボットは、そのスピードとコスト面での利点から自動車産業で注目を集めている。協力ロボットは現行の製造環境に素早く導入することが可能で、既存の製造設備やオペレーターと共同作業を行う能力を持っているため、追加的な設備コストやインフラコストがかからない。



自動車産業の協力ロボット（出所：Robotics Business Review）



航空機産業の協力ロボット（出所：Aertec Solutions）

2.3 先進・複合材料

カーボンファイバーとグラスファイバーで強化された先進／複合材料は、3D印刷が可能なプラスチックの強度を向上させるため、自動車産業にとって魅力的な選択となっている。しかしながら、自動車産業は何トンもの複合材料を使用した経験がなく、複合材料を利用した3D印刷には課題も多い。需要の増加に伴い、大量生産に適した複合材料の処理方法が開発されることが予想されるが、3D印刷は従来大量生産向けの技術ではない。この点に関しては、大型フォーマットの熱可塑性複合材料押出しのニアネット（完成品に近い状態に仕上げること）の加工能力などの技術が開発中である。自動車産業の需要は、過去5年間に3D印刷産業の複合材料ソリューションの開発を加速させている。

複合材料と高強度ポリマーは、材料の運転温度を上昇させるが、製造工程は複雑化し、または加工に追加的なエネルギーが必要となる。さらに、混合材料、複合材料は基準適合とリサイクルが難しくなる。3D印刷は自動車産業で成長するが、未だ解決すべき課題も多く、現在のところホバーカー（飛行自動車）の3D印刷製造の計画はない。

当初は、大量生産に複合材料を利用できる自動車メーカーはごく僅かであった。現在でも複合材料に使用される原材料は安価ではないが、大量生産される自動車に複合材部品が組み込まれることが増えている。

グローバルな複合材料市場は昨年72億ドル規模となり、主に燃料効率向上への需要により、2018～2028年期の平均年間成長率は約5.4%と予測されている。このような消費量増加のペースを見ると、複合材料を使用した自動車製造は成長市場であることがわかる。

複合材料を使用した製造工程には、従来と異なる新技術、方法、ツールが必要となり、材料の高価格以外にも大きなチャレンジとなる。

このような展開に関し、メーカーは以下の課題を解決する必要がある。

- ・ 自動化された大量製造工程：自動車産業における複合材料の利用は増加しているが、そのポテンシャルは十分活用されていない。複合材料を使用する大量製造工程は未だ完全自動化されておらず、現在のワークフローには手作業の工程が多い。シンプルな低価格材料の場合はこれも許容範囲であるが、複合材料は材料の無駄や手作業による失敗は許されない。自動化されたスマートな工程の構築は、自動車産業が複合材料を利用する場合に解決すべき最初で最大の課題である。
- ・ 品質管理：監視すべき要素が増える。メーカーは、樹脂、プライなど複雑な材料と工具の取り扱い方法に関する詳細な最新情報を知る必要がある。材料関連の品質基準は、原材料から完成品までリアルタイムで監視しなければならない。
- ・ サプライチェーンの協力：新材料の使用には、製造工程に新たな企業の関与が必要となる。既存のサプライチェーンに属している企業もあるが、エンジニア、プログラマー、マネージャーなど完全に新しい関係者もある。材料データなど新たな情報に関する全関係者間のコミュニケーションが課題となる。

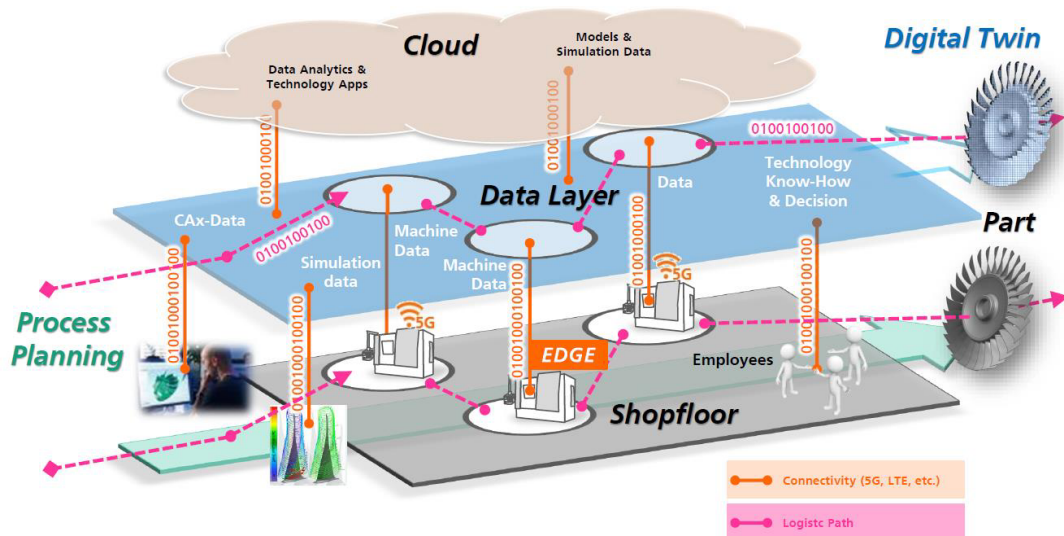
- ・ プロダクトシミュレーション：各材料とファイバーの混合に関する情報と利用経験なしには、詳細なシミュレーションの作成は困難である。これらの材料の価格を考慮すると、メーカーは実際の作業を開始する前に、正確なシミュレーションによる決定の熟考が必要である。

一方、カーボンファイバー複合材料は、その軽量さから、航空機産業では既に広く利用されている。最新の Boeing 787 Dreamliner の構造要素の 50% 以上はこの材料で製造されており、機体の軽量化と燃料効率の向上を実現している。自動車産業も車体の軽量化と省エネを目指し、複合材料を乗用車のパーツに利用する方法を検討している。

自動車産業の複合材料の需要は増加しているが、これらの材料の大量生産は難しい。また、オーストラリアのスウィンバーン大学製造未来研究所の研究開発活動では、これらの材料に「スマート」機能などの多機能を持たせることが課題となっている。

2.4 5G データ通信の活用

5G データ通信の、低遅延性、多数同時接続という性質を活かし、工場内のすべての工作機器・設備からリアルタイムで情報を集めスマート工場を実現する取り組みが進められている。たとえば、Fraunhofer Institute for Production Technology IPT、The Institute for Industrial Management FIR、ERICSSON 等が参画する 5G -Industry Campus Europe プロジェクトにおいてはドイツ・アーヘンにおいて実証試験が実施されているところである。

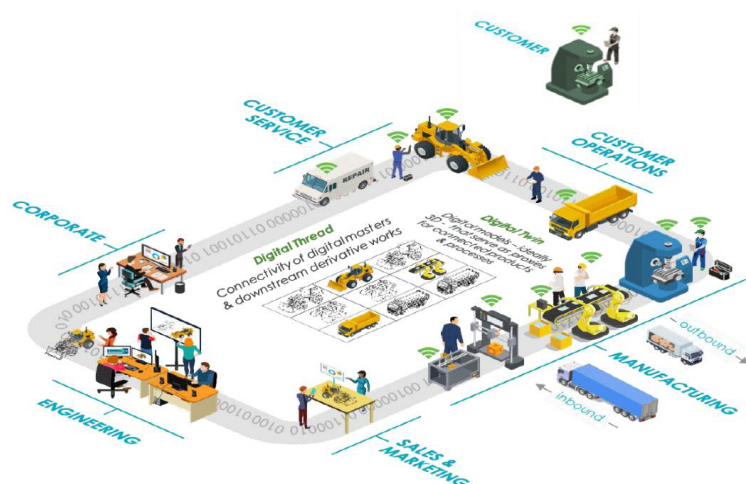


次世代データ通信を活用したスマート工場（出所：5G-Industry Campus Europe）

デジタル化の進展（インダストリー4.0を超えて）

2.5 ERP (Enterprise Resource Planning)

工場のデジタル化を進めるインダストリー4.0によってスマート工場が実現し、無数の産業機械が相互にしゃって高度な製造を実現されると、物理的なクラスターを作る必要性が減少する。たとえば自動車製造においては自動車部品メーカーや組み立て工場の集積するクラスターが生産コストの低い東欧において形成されているが、スマート工場が実現するこうしたクラスターを物理的に構成する必要がなくなり、デジタルネットワークによって結合されたバーチャルクラスターを形成することが可能となる。多くの中堅製造業が分散するドイツの特色を活かすことができる取り組みとして発案されたインダストリー4.0の効果であるが、その基盤となるのが、ERP (Enterprise Resource Planning) である。ERPは、生産管理の手法であるMRP (Material Resource Planning) を一般の企業経営向けに展開し、資源をムダなく有効活用し生産効率を高めていく考え方を、経営の効率化に応用したものであり、特段新しい概念ではないがスマート工場の実現によるデジタル化の進展によってより一層効果を発揮するものであり、今では、統合的な業務システム環境を提供するITアプリとして注目されている。



ERP のイメージ (出所 : Advanced Manufacturing Research Centre)

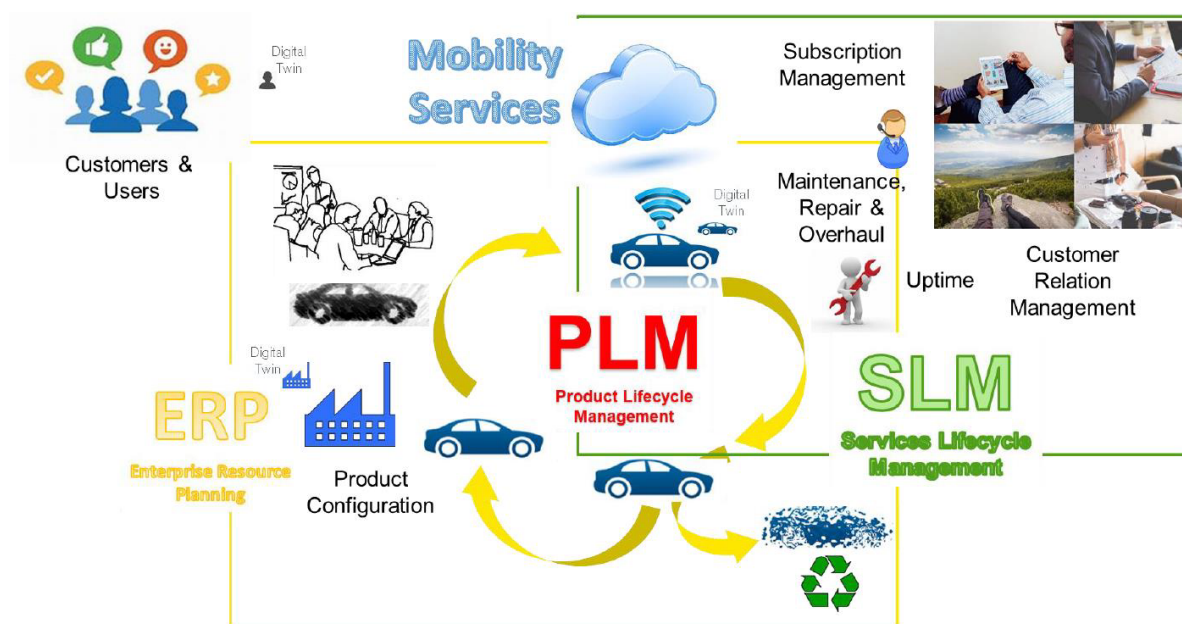
2.6 PLM (Product Lifecycle Management) 及び SLM (Service Lifecycle Management)

ある製品の誕生から消滅までのライフサイクルを一元的に把握し、全体最適を目指して設計や生産における各段階や工程、引き渡し後のアフターサービスやメンテナンス、さらには廃棄・再資源化までを統合的に管理する手法をPLM (Product Lifecycle Management) といい、ERP 同様特段新しい概念ではないがデジタル化の進展によって PLM を情報システムとして構築することとその効果が注目されている。

また、今まで販売していたモノを、それ自体ではなくそのモノが生み出すコトに価値を見出してビジネスモデルを転換するサービタイゼーションが新たなビジネスエリアだと認識されてきたが、デジタルライゼーションの進展と AI、IoT の活用によって、リアルタイムに収集されるデータの中から、製品の状態、稼働状況、トラブルの予兆などを察知し、トラブルが発生する前にメンテナンスを行い正常に動作する状態に維持する、遠隔監視や予防保全が実現される。先進的なサービタイゼーション事例としては、Rolls Royce（英国）が航空機エンジンにおいて、エンジン出力と稼働時間を従量課金で提供するビジネスが有名である。

欧州における設計の 3D-CAD 化や、デジタルツイン、遠隔状態監視などの取り組みは製造業が牽引しており、製造業が製品の提供のみならず、フィールドサービスの提供が今度の収益部門と見通していることを伺い知ることができる。

また、リアルタイムに収集される膨大なデータの中から役に立つ情報を洗い出して提供する DaaS（Data as a Service）や、当該情報を用いてアドバイス等を行うアプリを提供する SaaS（Software as a Service）も注目されている関連産業分野である。



Product Lifecycle management と Service Lifecycle Management の概念図（出所：NEVS）

3 生産・製造新技術開発に向けた研究開発プロジェクト

3.1 IN 4.0（造船セクターへの「インダストリー4.0」モデルの応用）

欧州大西洋沿岸の海事産業組織は、「インダストリー4.0」の概念とシステムの地域造船セクターへの応用を目指したプロジェクトを行っている。

インダストリー4.0（「IN 4.0」）は、産業による国際競争力向上と成長を実現する新技術手法の採用を支援するリサーチイニシアティブである。同プロジェクトのコストの70%以上は、EUが欧州地域開発基金を通じて負担する。

2017年9月1日に開始された「IN 4.0」プロジェクトは、2020年8月30日までに完了の予定である。プロジェクトの総予算260万ユーロ（300万ドル）のうち190万ユーロ（220万ドル）をEUが拠出する。欧州大西洋沿岸のフランス、スペイン、ポルトガル、英国、アイルランドから10企業・組織が参加し、プロジェクトコーディネーターはスペイン北西部ガリシア地方のDiputacion Provincial de Pontevedra（DEPO）が務める。

造船業と関連産業は、これらの地域の経済と雇用において重要な役割を果たしている。同産業の将来的発展には、イノベーション、研究開発、新技術の採用が不可欠である。地域と住民の長期的利益となる産業への公的機関による公的資金の利用促進が必要となっている。

IN 4.0プロジェクトの目的は、造船業のインダストリー4.0モデル採用への障害の特定、新たなソリューションの提案、製造工程、組織、システムの改善、既存技術の将来的効率、インダストリー4.0への移行に対応する造船労働者の訓練等である。

3.2 INNOVATION LAB パーペンブルクーフローニンゲン 2018-2050

2018年7月、ドイツ造船所Meyer Werftとオランダ・フローニンゲン大学は、共同研究開発に関する長期契約を締結した。その目的は、ドイツ北西部とドイツ・オランダ国境地域における科学と経済の相互関係を強化することである。この「Innovation Lab Papenburg-Groningen 2018-2050」イニシアティブでは、参加企業・組織は持続性のある競争力の高いソリューションの開発に焦点を当てる。

最初の3プロジェクトでは、以下のように製造IT、持続性、船舶のエネルギー効率に関する研究を行う。

①製造工程における次世代IT

「スマートインダストリー」、「インダストリー4.0」コンセプトの時代に、ICT（information and communication technology）は製造工程の柔軟性を向上させる。プロジェクトでは、クルーズ船建造のバリューチェーンに活用できるICTアプリケーションを開発する。

②持続性

クルーズ船建造の世界最大手であるMeyer Werftは、国際的な持続性基準を遵守している。プロジェクトの目的は、国際的に標準化された報告基準を開発することである。

③クルーズ船のエネルギー効率

エネルギー効率は、クルーズ産業の最重要課題の一つである。プロジェクトでは、革新的燃料、高効率駆動システム、再生可能エネルギー製造等に関する技術的可能性を研究する。パーペンブルクとフローニンゲンには、「フューチャースペース」と呼ばれるプロジェクト管理施設を建設する。

3.3 WAAM フック (3D プリンティング)

2018年、オランダのクレーンメーカーHuisman とロッテルダム RAMLAB は、大型オフショア・クレーンフックの WAAM (wire and arc additive manufacturing : ワイヤーク積層造形) 技術を用いた 3D プリンティングに関するプロジェクトを開始した。3D プリンティング技術を用いて製造されたフックは空洞で、必要材料と製造リードタイムを大幅に削減する。

Huisman の 4 枝設計をベースとしたフックは、大きさ 1×1m で重量は 1,000kg 弱であり、世界最大重量の 3D 製造鋼製製品となる。吊り能力は 325 トンである。2018 年初頭には、Huisman は 3D プリンティングされたオフショア・クレーンフックの 80 トン負荷試験を成功させた。

WAAM フック製造プロジェクトには、Huisman Equipment、RAMLAB、Autodesk、DNV GL、Bureau Veritas、ABS (American Bureau of Shipping) 、Voestalpine Boehler Welding が参加している。

2017 年には、RAMLAB が 3 翼プロペラ試作機の 3D プリンティング製造を行った。「WAAMPeller」と呼ばれるこのプロペラの直径は 1,350 mm で、ニッケルアルミ青銅合金製である。2017 年後半に 3D プリンティング製造された「WAAMPeller」の 2 号機は、オランダの小型タグボートに搭載された。

RAMLAB は、2015 年にロッテルダム港湾局、InnovationQuarter、RDM Makerspace とロッテルダム港周辺の船用及び産業企業が共同で実施したオランダの研究開発プロジェクト「船用及び航空用スペア部品の 3D プリンティングの結果として誕生した組織である。

3.4 ROBOAT プロジェクト

Roboat プロジェクトは、アムステルダムの首都圏水域における自律航行船の可能性に関する大規模な研究開発プロジェクトである。この 5 年間プロジェクトは、都市研究所 Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Studies が主導し、米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) 、オランダのデルフト工科大学及びヴァーヘニンゲン大学が参加している。

Roboat プロジェクトの予算は、2,500 万ユーロ (2,840 万ドル) で、アムステルダム市、アムステルダムの水道会社 Waternet、マサチューセッツ州ボストン市が資金を拠出している。第 1 号の試作船は 2016 年にアムステルダムの運河で試験が行われ、2018 年 10 月には更なる試験が実施された。

Roboat プロジェクトは、アムステルダムを対象としているが、プロジェクトの成果は世界中の都市部に適応可能である。プロジェクトでは、人と貨物を輸送するだけでなく、ごみ収集等他の作業を行う自律航行船の開発を行い、都市部の道路輸送による騒音、排ガス、道路混雑を軽減する。

Roboat の試作船シリーズは、MIT のコンピューターサイエンス・AI 研究室 (CSAIL) が設計し、3D プリンティング製造が行われる。船体は 4×2m の長方形で、センサー、マイクロコントローラー、GPS モジュールその他のハードウェアが搭載される。設計は、浮橋やプラットフォーム等他の目的への変更とセルフアSEMBリーが容易である。

3.5 FIBRESHIP

FIBRESHIP プロジェクトは、造船業のイノベーション促進を目的とした最も野心的な EU 助成プロジェクトの一つである。プロジェクトの主目的は、全長 50m 以上の商船の建造に使用する革新的な繊維強化ポリマー (FRP) の開発、評価、検査を行うことである。

プロジェクトは、2017 年 6 月 19 日に開始され、実施期間は 3 年間である。主な作業は、設計及び製造工程の新ガイドラインの開発、効率的な製造及び検査方法の開発、経験的に検証された最新のソフトウェア分析ツールの採用である。

FIBRESHIP プロジェクトは、①軽量商船 (コンテナ船等)、②旅客輸送、レジャー船 (RORO 旅客フェリー等)、③特殊目的船 (漁業調査船等) の 3 船種を研究対象とし、各船種独自のガイドラインを開発する。

プロジェクトで開発された設計・製造に関するガイドラインは、今後制定される基準・規則の基礎となる。プロジェクトでは、24 か月以内、すなわち 2019 年 6 月までに実物大のプロトタイプを建造することを目的の一つとしている。

EU は、プロジェクト総額 1,100 万ユーロ (1,250 万ドル) のうち、900 万ユーロ (1,020 万ドル) を「Horizon 2020」プログラムから拠出する。プロジェクトには、EU 11 か国から造船企業、造船ソフトウェア企業、船級協会、船社、研究所等 18 企業・組織が参加している。

プロジェクトでは、英国 Welding Institute 等の造船システム・アーキテクチャー及び CAE (computer-aided engineering) ソフトウェアを専門とする 4 組織が協働している。これに加え、4 つの研究機関、コンテナ船社 Danaos 及びフェリー船社 Anek Lines を含むスペイン及びギリシャの船社 4 社、欧州の中規模造船所 2 社 (ルーマニア Novrom 造船所、フランスの複合材ボート建造所 iXblue)、及びデンマークの複合材造船所 Tuco Marine が参加している。船級協会からは、Bureau Veritas、Lloyd's Register、Registro Italiano Navale の 3 社が参加している。

プロジェクトの 4 つの研究分野は以下のとおりである。

- ・ 素材、部品、モデリング
- ・ 設計、エンジニアリング

- ・ 製造、ライフサイクル管理
- ・ 造船市場及びビジネス分析

3.6 RAMSSES（持続的かつ効率的な船舶のための先進素材の実現と実証）

2017年に開始されたEU助成プロジェクトであるRAMSSES（Realisation and Demonstration of Advanced Material Solutions for Sustainable and Efficient Ships）プロジェクトは、海洋船、河川船に革新的な新素材を利用することを目的としている。プロジェクトの優先課題の一つは、新素材採用の承認を高速化する手順の開発である。

RAMSSES プロジェクトは、2017年6月1日に開始され、実施期間は4年である。プロジェクトには、欧州12か国から36企業・組織が参加している。コーディネーターはイタリアの研究機関CETENA、技術管理はドイツCenter of Maritime Technologies (CMT) が担当している。プロジェクト予算総額1,350万ユーロ（1,580万ドル）のうち、EUが1,080万ユーロ（1,260万ドル）を「Horizon 2020」プログラムを通じて拠出している。

複合材又は高性能金属素材等の新素材は、船舶と船用機器の軽量化、コスト効率化、環境性向上、安全性向上に寄与する。一方、素材の船用利用に関しては、非常に厳しい使用条件と環境条件を満たす必要がある。また、コスト効率に関しても、多種の素材が使用された船体構造への統合の適正や複雑な造船及び修繕工程に対応する必要がある。

RAMSSES プロジェクトの主な作業は以下のとおりである。

- 13製品の開発、試験、検証を行う。これらの製品は2021年にプロジェクト完了後直ちに市場化される。実証機には、革新的部品とモジュラー型軽量システム、船体及び負荷部分、修繕ソリューションを含む。
- 実証機の技術特性、ライフサイクルコスト、環境性能の総合評価を行い、各ソリューションの承認の基礎とし、また、幅広い知識を蓄積する。
- 情報交換と協力のための「素材イノベーションプラットフォーム」を構築する。これにより、他の産業セクター（自動車、鉄道、航空、素材科学）からの系統的な知識収集と技術移転を可能にする。また、素材イノベーションプラットフォームにより、幅広いメーカーや事業者がプロジェクト成果と蓄積された専門技術を利用することが出来る。その結果として、欧州海事産業による革新的素材の採用が促進される。

RAMSSES プロジェクトで開発された実証機は、実船上又は実船に近い条件で物理的試験を行う。13の実証機は以下のとおりである。

- ①トラスコア構造のパネルシステム：モジュラー型、軽量で耐火性がある。（作業グループはドイツBalticoが主導）
- ②バイオベースのパネルシステム：可燃性（fire class）の高負荷軽量部品（スウェーデンPodcompが主導）
- ③3Dプリンティング製造のプロペラブレード（フランスNaval Groupが主導）
- ④複合材製の軽量ラダーフラップ（ドイツBecker Marineが主導）

- ⑤造船工程におけるクルーズ船の内壁と上部構造へのモジュラーシステムの統合（ドイツ Meyer Werft が主導）
- ⑥RORO 船向けモジュール型軽量甲板システム（クロアチア Uljanik Group が主導）
- ⑦作業船向け軽量アルミニウム複合素材パネル（エストニア MEC が主導）
- ⑧小型高速船の鋼製デッキ上の小型上部構造モジュール（フランス Naval Group が主導）
- ⑨オフショア船向けカスタムメイドの非金属船体（オランダ Damen Schelde が主導）
- ⑩旅客船向けキャビンシステム: 軽量素材を使用した完全艙装のモジュール型キャビン（フランス STX France が主導）
- ⑪クルーズ船向け抗張力低合金鋼の高負荷構造（イタリア Fincantieri が主導）
- ⑫クルーズ船向け抗張力鋼製軽量デッキ（フィンランド Meyer Turku が主導）
- ⑬パッチ補修：金属及び非金属構造の修繕及び改良のための複合材オーバーレイ（スペイン Cardama が主導）

RAMSSES プロジェクトは、軽量素材の船用利用に関する欧州ネットワークである E-LASS ネットワークと連携する。2013 年に発足した E-LASS は、2018 年 6 月時点で 317 の会員を持つ。RAMSSES プロジェクトと E-LASS は、他の欧州及び各国の関連研究開発プロジェクトとも協力をを行う。また、E-LASS は、プロジェクト完了後も RAMSSES プロジェクトの知識を保持する。

RAMSSES プロジェクトには、海事産業及び研究機関が参加している。参加造船所は、STX France（フランス）、Naval Group（旧 DCNS、フランス）、Fincantieri（イタリア）、Uljanik Group（クロアチア）、Meyer Werft（ドイツ）、Meyer Turku（フィンランド）、Baltic Workboats（エストニア）、Damen Schelde 及び Damen Gorinchem（オランダ）である。

3.7 先進船用製造技術

2018 年 5 月、フランスと豪州の研究機関は、船用推進機器の設計と製造への先進技術の利用促進に関する共同研究を開始した。

フランスの研究機関 Centrale Nantes と豪州のフィンダース大学の 2 学部（ナノ化学・技術研究所、海事工学・制御・画像センター）が協働し、付加製造（AM）と船舶の流体力学という主要課題に焦点を当てた研究を行う。

最初の作業は、ナノコンポジット技術をプロペラ製造に利用することにより、ブレードの強度を高め、騒音と腐食を軽減し、現行の鋳造工程と比較して製造コストを削減することである。

また、同プロジェクトは、試験モデルを開発し、運転中のパフォーマンスと構造的強度を監視するセンサーを内蔵した「スマート」な複合材製造に関するフィージビリティ研究を行う。

研究開発チームは、金属ポリマー複合材の 3D プリンティングの可能性と課題に関する研究も行う。

3.8 SUPER（船舶のワンオフ建造向け拡張現実感）

ドイツの「SUPER」プロジェクトは、「ワンオフ」船（単発建造船）建造時の労働生産性向上のための拡張現実感（Augmented Reality：AR）ツール開発を目的とした研究開発プロジェクトである。AR技術は、造船所の建造現場のスタッフと製造プランニング・クオリティ管理事務所間の情報フローを改善する技術である。

AR技術の導入により、製図、計画、ガイドライン等に必要な情報収集に要する時間が短縮されると予想されている。さらに、エラーや問題の記録に要する時間も大幅に短縮される。

SUPERプロジェクトのAR技術ソリューションは、以下の4段階で開発される。

- ①情報フローの分析。その結果をもとに、情報提供及び収集に最適なAR技術とトラッキング技術を選択する。
- ②モジュラー概念を用いて、異なるユーザー要求を満たし、統合する。
- ③連続的情報処理媒体のためのデータ処理方法の構築。下請け企業向けの情報統合技術も検討する。
- ④プロジェクトで開発された概念とツールの試験と評価。

プロジェクトの実施期間は2016年12月1日から2018年11月30日で、ドイツ海事技術センター（CMT）が監督する。AGP Fraunhofer Institute とハンブルク・ハーブルク工科大学が研究開発を行う。プロジェクト資金は、ドイツ連邦経済技術省（BMW）が共同産業研究プログラム（Industrielle Gemeinschaftsforschung：IGF）を通じて拠出している。

3.9 LINCOLN

LINCOLNプロジェクトは、動的シミュレーションモデルを用いた新船舶概念開発に革新的設計手法とツールを応用することを目的としている。研究対象は小型特殊船である。

LINCOLNプロジェクトは、小規模造船所及びボート建造所、船舶設計企業、ソフトウェア企業、標準化組織、オフショアサービス企業、海事規制当局等への利益となることを目指している。2016年10月1日に開始された同プロジェクトには、16企業・組織が参加しており、実施期間36か月を経て2019年9月30日に完了予定である。プロジェクト予算総額780万ユーロ（890万ドル）のうち634万ユーロ（730万ドル）を、EUが「Horizon 2020」プログラムから拠出している。

プロジェクトの主目的は、新たな造船技術、IoT技術、設計手法、市場要求を統合し、新たな船舶概念と革新的設計概念の実現に結び付けることである。

LINCOLNプロジェクトの主な結果及び成果としては、以下が期待されている。

1. 3船種の革新的船舶概念の開発

- ①マルチプラットフォーム・カタマラン（洋上風力発電支援船、オフショアクルー輸送船、沿岸調査船等）
- ②モジュール概念をベースとした高速巡視船