

2017年度 特別調査

スマート SHIPPING 等における重要技術要素の 開発・実用化動向の調査

2018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	自律運航船または船舶の遠隔操縦の実現に向けた欧州における取組の現状	2
2.1	One Sea.....	2
2.2	Yara Birkeland.....	5
2.3	AAWA: Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative project.....	8
2.4	SIMAROS: Safe Implementation of Autonomous and Remote Operation of Ships.....	11
2.5	ROMAS: Remote Operations of Machinery and Automation Systems.....	13
2.6	AUTOSEA.....	14
2.7	ATSAT : Autonomous Ship Transport at Trondheimsfjorden.....	16
2.8	HORIZON 2020.....	18
2.9	Mayflower Autonomous Ship Project.....	21
2.10	Rolls-Royce の取組み	22
2.11	Wärtsilä の取組み.....	25
2.12	Kongsberg の取組み	26
2.13	NTNU の取組み	28
2.14	NFAS: Norsk Forum for Autonome Skip.....	29
2.15	MASRWG: The Maritime Autonomous Systems Regulatory Working Group.....	32
2.16	SARUMS: Safety and Regulations for European Unmanned Maritime Systems.....	33
3	欧州における企業の取組に関するヒアリング調査	34
4	法的枠組みや認証制度等の構築に向けた取組の現状	37
5	まとめ.....	41

1 はじめに

現在、衛星通信等の技術の向上によるデータ通信の大容量化及び高速・高効率化、さらに、コンピュータの処理・解析能力の加速度的増大によって、あらゆる情報のデジタル化（デジタルライゼーション）が進むとともに、ビッグデータ解析、IoT（Internet of Things）と呼ばれる革新的な情報の共有・活用の仕組みが出現し、これら新たな情報通信技術を基盤とした技術開発が様々な分野において進められている。

さらに、各種センサーの解析性能の向上が相俟って、従来人間の手によってなされてきた状況の認知→分析・判断→意思決定（行動）という一連のプロセスの機械による関与（自動化）の増大または完全な代替（自律化）に関する技術開発が、様々な分野で世界的に進行している。

海上輸送の分野においても、ヒューマンエラーによる事故防止等の安全性向上や労働環境の向上、または、運航コストの低減等が実現できるとして、船舶の自律運航や陸上施設からの遠隔操船の実現に向けた取組みが、現在、欧州を中心に活発に進められている。

第2章では、欧州における自律運航船や遠隔操船の実現を目的として実施されている主要なプロジェクトについて、その事業の概要や参加企業等についてまとめ、続いて第3章では、DNV GL との協力で実施した欧州自動運航船関連企業ヒアリングにおいて聴取した情報をまとめた。

さらに、第4章では、自律運航船や遠隔操船に関する認証制度の構築に関する現状についてまとめる。

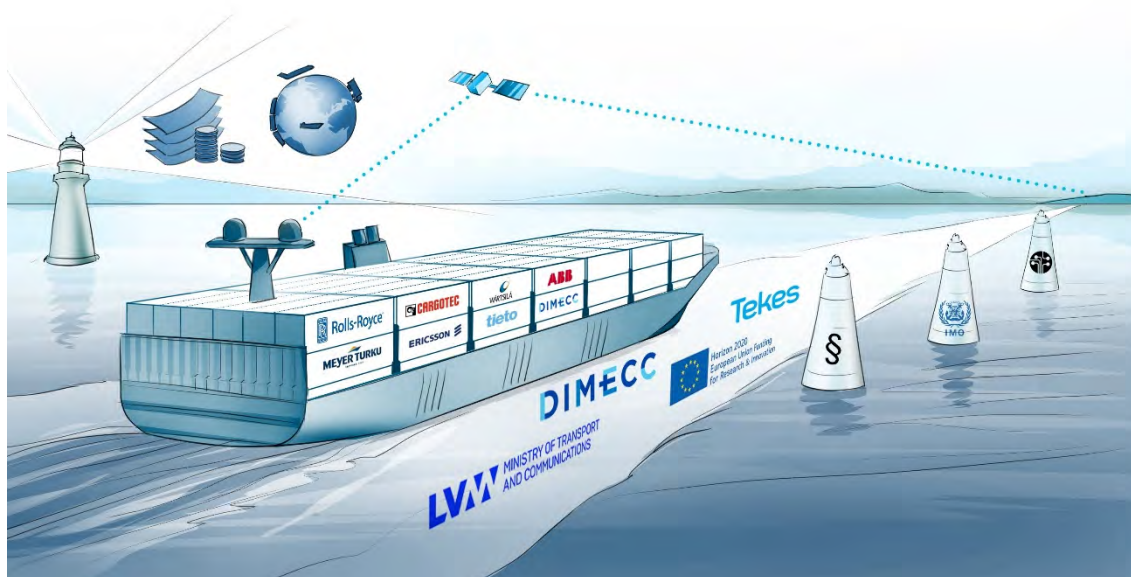
2 自律運航船または船舶の遠隔操縦の実現に向けた欧州における取組の現状

2.1 One Sea

☆ プロジェクトの概要

“One Sea”は、2016年に開始されたフィンランドにおけるプロジェクトである。バルト海における2025年までの自律運航による海上物流エコシステムの実現を目標としている。プロジェクトの中核組織を、デジタル化に関する分野横断的な取組みを支援するベンチャー企業であるDIMECCが担い、そこにCargotec、Ericsson、Tieto、Meyer Turku、Rolls-Royce、Wärtsiläなど多様な業種の企業が技術・資金の両面を提供する形で参加している。また、行政側からもファンディングエージェンシーのTEKESが参加し、本プロジェクトに財政的支援を行っている。

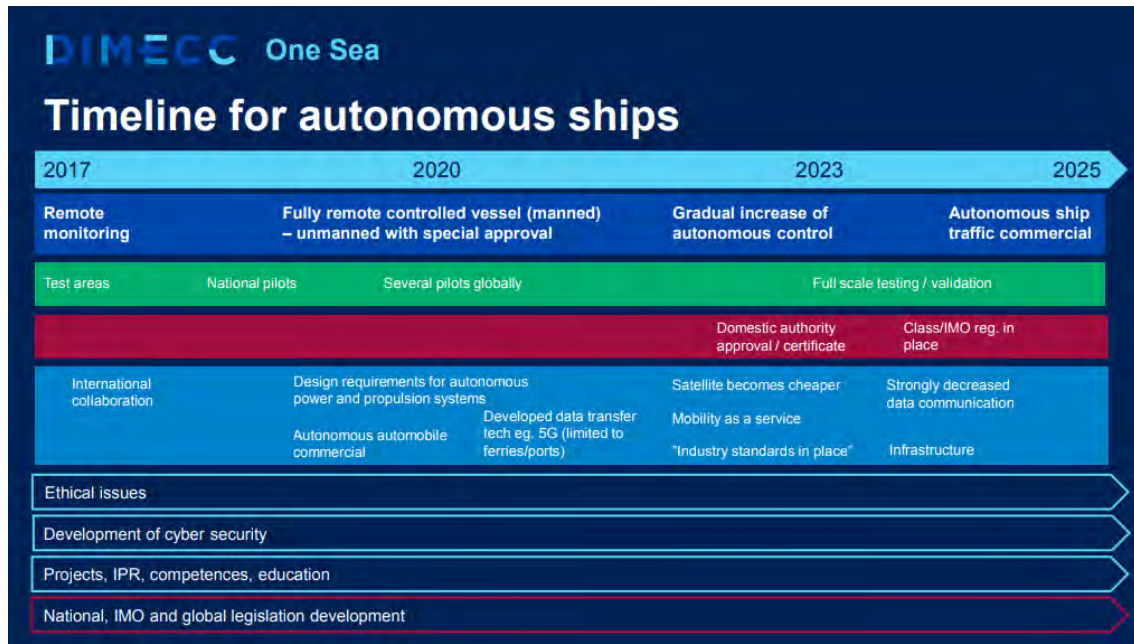
公式HP：<https://www.oneseaecosystem.net/>



(<https://www.dimecc.com/material-bank/>)

☆ ロードマップ

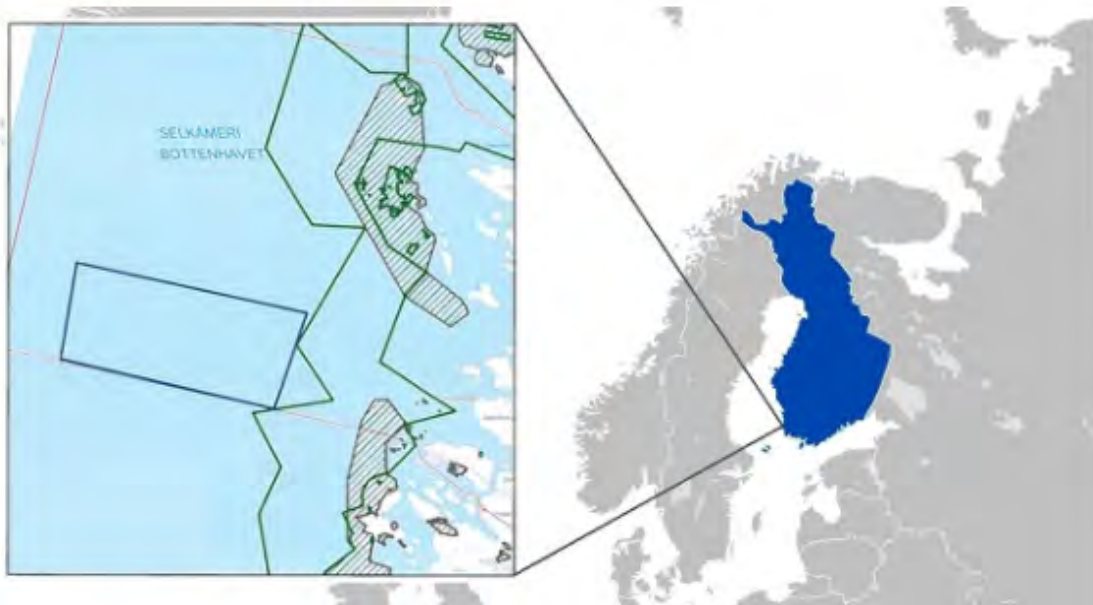
本プロジェクトは、バルト海における2025年までの自律運航による海上物流エコシステムの実現を目標としており、また、その過程として、2020年までのバルト海での完全遠隔操縦による海上輸送の実現を掲げている。試験エリア（下記参照）での最初の実証試験が2018年春に開始予定。



(<https://oneseaecosystem.dimecc.com/roadmap>)

◇ 試験エリア

本事業の実施に当たり、フィンランド政府より同国沿岸に 17.85 km×7.10 km の試験エリア（名称：Jaakonmeri Test Area）が設けられている。試験エリアの管理は DIMECC が担っている。



(<https://oneseaecosystem.dimecc.com/test-area/>)

☆ 参加企業

DIMECC : デジタル化に関する分野横断的な取組みを支援するフィンランドのベンチャー企業。本プロジェクトの中核企業。

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

ABB : スイスの産業機械、電力機器等の世界的メーカー。

<http://new.abb.com/>

CARGOTEC (MacGregor) : フィンランドの荷役機器メーカー。MacGregor は同社の海洋輸送部門。

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

<http://www.macgregor.com/en-global/macgregor/Pages/default.aspx>

ERICSSON : スウェーデンの通信機器・サービス会社。

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

FINFERRIES : フィンランドの国有フェリー会社。

<http://www.finferries.fi/en/>

FINNPILOT PILOTAGE : フィンランドの水先業務会社。

<https://www.finnpilot.fi/en>

MEYER TURKU : フィンランドの造船会社。

<http://www.meyerturku.fi/en/meyerturku.com/index.jsp>

ROLLS-ROYCE : 英国の航空・船舶・防衛関係企業。船舶部門の所在はフィンランド。

<https://www.rolls-royce.com/>

TEKES : フィンランドのファンディングエージェンシー。

<https://www.tekes.fi/en/>

TIETO : フィンランドのソフトウェア会社。

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

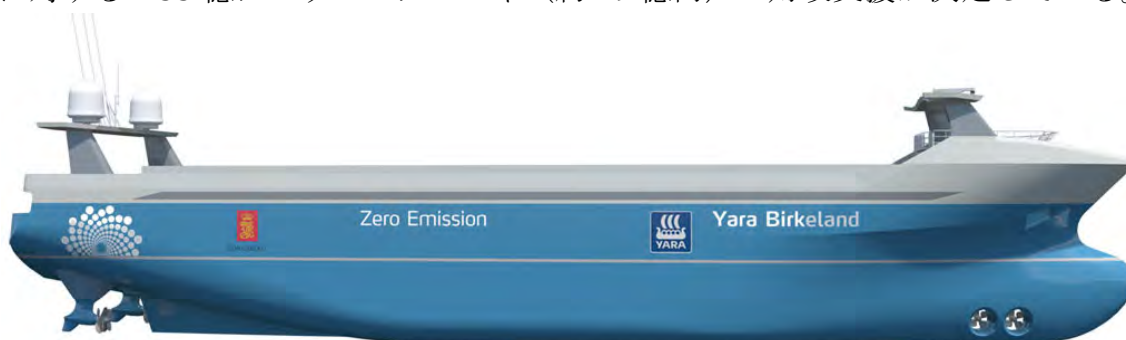
WÄRTSILÄ MARINE SOLUTIONS : フィンランドの船用エンジンメーカー。

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

2.2 Yara Birkeland

◇ プロジェクトの概要

ノルウェーの化学肥料メーカーの Yara が、Kongsberg と共同で世界初の電動無人自律運航コンテナ船「Yara Birkeland」を開発・建造し、2019 年に就航させる計画を発表している。就航後、Yara は、現在陸上輸送している自社製品の国内運搬に同船を活用する。航行のみならず荷役作業及び離着岸も自動化する計画。本事業のトータルコストは 4 億ノルウェークローネ（約 56 億円）と見積もられており、ノルウェー石油エネルギー省傘下の ENOVA という政府系団体からの本事業に対する 1.33 億ノルウェークローネ（約 19 億円）の財政支援が決定している。



(<https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/4B8113B707A50A4FC125811D00407045?OpenDocument>)

【主要目】

Length o.a.: 79.5 m Length p.p.: 72.4 m Width mld.: 14.8 m
Draught (full): 6 m Draught (ballast): 3 m
Service speed: 6 knots Max speed: 13 knots
Cargo capacity: 120 TEU Deadweight: 3,200 mt
Propulsion system: Electric Battery pack: 7 – 9 MWh
Propellers: 2 Azimuth pods Thrusters: 2 Tunnel thruster

【就航予定航路】

ノルウェー国内の Herøya、Brevik 及び Larvik の 3 港を結ぶ航路に就航。

各港間の距離は、Herøya – Brevik 約 7 海里
Herøya – Larvik 約 30 海里。



◇ ロードマップ

2017年9月にノルウェーの Marin Teknikk 社による設計が完了し、ノルウェーの研究機関 SINTEF での 6m 模型による水槽試験を実施。2019年の第1四半期に就航予定。

就航時にはコンテナ化したブリッジを搭載し、就航後しばらくは人員が乗り込むが、2019年中に遠隔操船に移行し、2020年にはブリッジを撤去して、完全自律航行に移行する予定。

同船の設計・建造に当たり、上記各社のほか、ノルウェー海事局（Norwegian Maritime Authority (NMA)）及びノルウェー沿岸管理局（Norwegian Coastal Administration (NCA)）の両行政機関及び DNV GL がリスク評価等の検討作業に参画している。

2017	2018	2019	2020
<ul style="list-style-type: none">● 設計完了● 水槽試験	<ul style="list-style-type: none">● 建造● 船員等を乗せた各種試験（年後半）	<ul style="list-style-type: none">● 就航（第1四半期）● 遠隔操船への移行● 自律航行化に向けた各種試験	<ul style="list-style-type: none">● 自律運航への移行



(<https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/4B8113B707A50A4FC125811D00407045?OpenDocument>)

◇ 参加企業

YARA：ノルウェーの農業用化学肥料メーカー。「Yara Birkeland」のオーナー。

http://yara.com/media/stories/yara_birkeland_vessel_zero_emission.aspx

Kongsberg：ノルウェーの石油・ガス開発、商船及び防衛宇宙分野の機器メーカー・技術プロバイダー。本プロジェクトの技術的な中核企業。

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

Marin Teknikk：ノルウェーの船舶設計会社。「Yara Birkeland」の設計を担当。

<http://www.marinteknikk.no/>

SINTEF：ノルウェーの研究機関。「Yara Birkeland」の水槽試験を担当。

<http://www.sintef.no/en/>

ENOVA：ノルウェー石油エネルギー省傘下の地球温暖化ガス削減等を推進するための組織。本事業を財政面で支援。

<https://www.enova.no/about-enova/>

GARD：ノルウェーの海上保険会社。本船に対する船体及び P&I 保険を提供。

<http://www.gard.no/web/frontpage>

2.3 AAWA: Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative project

◇ プロジェクトの概要

Rolls-Royce を中心として 2015 年に開始された、自律運航船及び遠隔操船に関する基本設計及び基本仕様を完成させることを目的としたプロジェクト。Rolls-Royce を中心に多くの企業・大学が参加し、自律運航船及び陸上からの遠隔操船の実現に向けた、操船アルゴリズム・通信・センサー等に関する技術的課題のみならず、自律運航船や遠隔操船が社会に実装までのロードマップについて、新たに生じ得るリスクや、ビジネスモデルの変容を踏まえた検討を行っている。技術課題の検討においては、フィンランドの内航海運会社 **Finferries** が運航する RoRo 船を用いて、センサーの信頼性及び最適化に関する実証試験が行われている。なお、One Sea プロジェクト同様、ファンディングエージェンシーの **TEKES** が本事業に対して 660 万ユーロの財政支援を行っている。

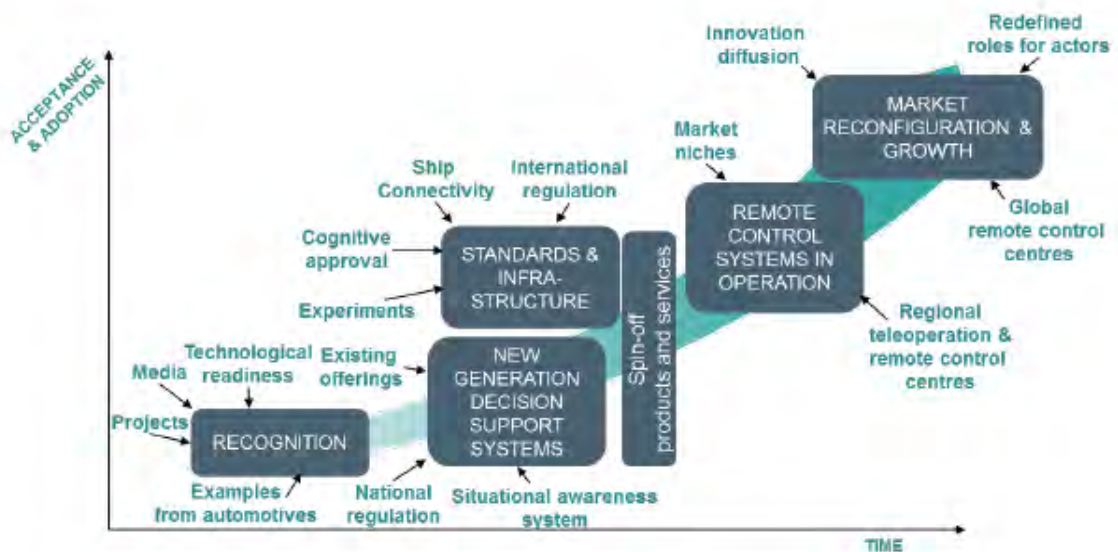


(<http://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/shipp-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>)



センサーの実証が行われている RoRo 船

(<http://www.rolls-royce.com/products-and-services/marine/customer-focus/making-autonomous-vessels-a-reality.aspx>)



社会実装のロードマップ概念図

(<http://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>)

◇ ロードマップ

2015 年の開始後、各種検討結果をまとめた white paper が 2016 年 7 月に Rolls-Royce のホームページ上に公表された。その後、先述の実海域での試験等を踏まえた実証を経て、2018 年に終了する予定である。（しかし、継続事業が実施されることは確実だと予想される。）

White paper:

<http://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>

PROJECT TIMELINE



◇ 参加企業・大学

ROLLS-ROYCE：英国の航空・船舶・発電・防衛関係企業。船舶部門の本部の所在はフィンランド。本プロジェクトの中核企業。

<https://www.rolls-royce.com/>

Deltamarine：フィンランドの船舶設計会社。

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

Inmarsat：英国の通信衛星サービス会社。

<https://www.inmarsat.com/maritime/>

DNV GL：ノルウェーの船級協会

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

NAPA：フィンランドの船舶の設計・運航に関するソフトウェア会社。

<https://www.napa.fi/>

また、以下のフィンランドの大学・研究機関が参画。

Aalto University (<http://www.aalto.fi/en/>)

VTT Technical Research Center of Finland (<http://www.vttresearch.com/>)

University of Turku (<http://www.utu.fi/en/Pages/home.aspx>)

Åbo Akademi (<https://www.abo.fi/>)

2.4 SIMAROS: Safe Implementation of Autonomous and Remote Operation of Ships

☆ プロジェクトの概要

海洋石油・天然ガス開発に用いられる支援船（OSV（Offshore Support Vessel））の、世界初の無人自律運航 OSV 「Hrönn」の開発を目指すプロジェクト（「Hrönn プロジェクト」と呼ばれることも多い。）。英国の Automated Ships とノルウェーの Kongsberg が共同で 2016 年に立ち上げたプロジェクトであり、プロジェクト開始後、フランスの Bourbon もプロジェクトに参加。

Kongsberg の発表によると、2018 年の就航を目指しているとされているが、現在、プロトタイプ船建造のための準備が上記 3 社によって行われているところである。プロトタイプ船は、ノルウェーの造船所 Fjellstrand にて建造される計画。ルール作りの観点からノルウェー海事局（Norwegian Maritime Authority (NMA)）及び DNV GL も参加している。



(<http://www.bourbonoffshore.com/en/bourbon-joins-automated-ships-ltd-and-kongsberg-deliver-groundbreaking-autonomous-offshore-support>)

☆ 参加企業

Automated Ships : イギリスの AUV 等の開発メーカーである M Subs が本事業のために設立した完全子会社。

<http://automatedshipsltd.com/#>

Kongsberg : ノルウェーの石油・ガス開発、商船、防衛宇宙分野の機器メーカー・技術プロバイダー。本プロジェクトの技術的な中核企業。

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

Bourbon : フランスの海洋開発支援サービス会社。

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

Inmarsat : 英国の通信衛星サービス会社。

<https://www.inmarsat.com/maritime/>

Fjellstrand : ノルウェーの海洋開発支援船を主とした造船所。

<http://www.fjellstrand.no/>

DNV GL : ノルウェーの船級協会。

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

2.5 ROMAS: Remote Operations of Machinery and Automation Systems

◇ プロジェクトの概要

船舶の遠隔操船に関して、特に主機関の陸上での遠隔制御を主眼として、必要な規則・ルールの手組みや安全性の検証手法の確立を目的としたプロジェクト。期間は2017-19の3年間プロジェクト。DNV GLを中心に、機関等の状態監視システム等のハード/ソフトメーカーである Høglund Marine Automation およびの内航フェリー会社 Fjord1 の3社による共同事業。プロジェクト資金は各社持ち寄りにより、総額950万ノルウェークローネ（約1.3億円）である。また、ノルウェー海事局（Norwegian Maritime Authority (NMA)）もオブザーバ的立場で参画している。



(<http://gcnod.no/wp-content/uploads/DNV-GL-Autonomy-and-remote-control.pdf>)

◇ ロードマップ

2017	2018	2019
<ul style="list-style-type: none"> ● 主機関の遠隔制御に関するリスク評価及び必要な警告装置等の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 関連する船級規則検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 検証・承認・認証スキーム検討 ● 遠隔制御装置のプロトタイプによる安全評価試験実施

◇ 参加企業・大学

Høglund Marine Automation：ノルウェーの船舶の状態監視・管理システム等のハード/ソフトメーカー。

<https://www.hma.no/>

Fjord1：ノルウェーの内航フェリー会社。

<http://www.fjord1.no/eng/about-fjord1>

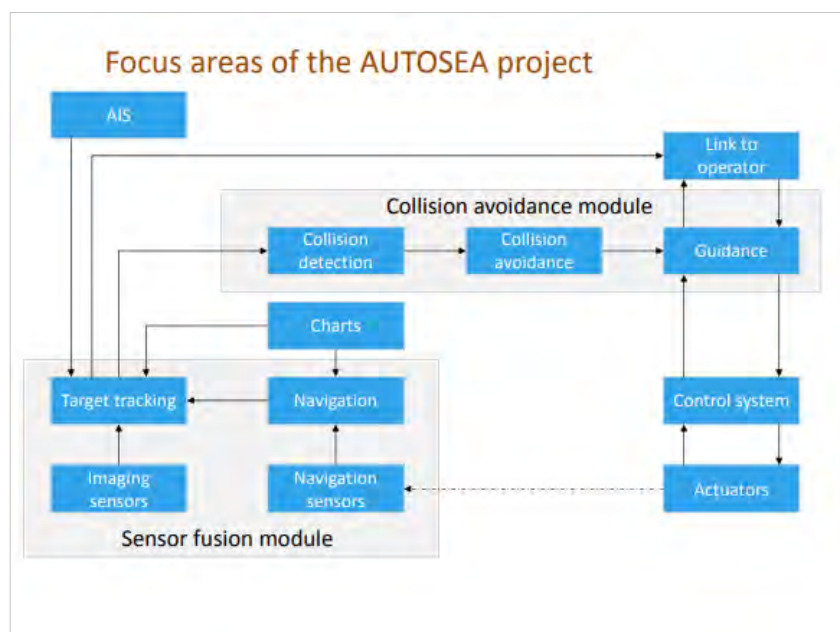
DNV GL：ノルウェーの船級協会

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

2.6 AUTOSEA

◇ プロジェクトの概要

ノルウェー科学技術大学 (NTNU) の人工頭脳学部 (The Department of Engineering Cybernetics) が主導するプロジェクト。各種センサーを融合させた先進的な衝突回避技術の確立を目的とする。各種実証試験が NTNU のあるトロンハイムの公的試験海域にて実施されている。期間は2015年8月から2019年春までの約3年半。研究パートナーとして、DNV-GL の他に、船舶・航空機 (ドローン) の自律・無人航行に関する技術コンサルタントの Maritime Robotics および Kongsberg が参画。本プロジェクトは、ノルウェー総合研究審議会 (Research Council of Norway) による海事・海洋向け研究助成プログラム (MAROFF) の一環として、1,100 万ノルウェークローネ (約 1.5 億円) の支援が行われている。



(<https://www.sintef.no/globalassets/project/hfc/sarepta/4-ntnu-autonomus-ferry-efb.pdf>)

◇ 参加企業・大学

NTNU：ノルウェー科学技術大学。人工頭脳学部（The Department of Engineering Cybernetics）にて実施。本プロジェクトの中核組織。

<https://www.ntnu.edu/>

Maritime Robotics：ノルウェーの船舶・航空機の自律・無人航行に関する技術コンサルタント。

<https://maritimerobotics.com/>

Kongsberg：ノルウェーの海洋開発、商船及び防衛宇宙分野の機器メーカー・技術プロバイダー。

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

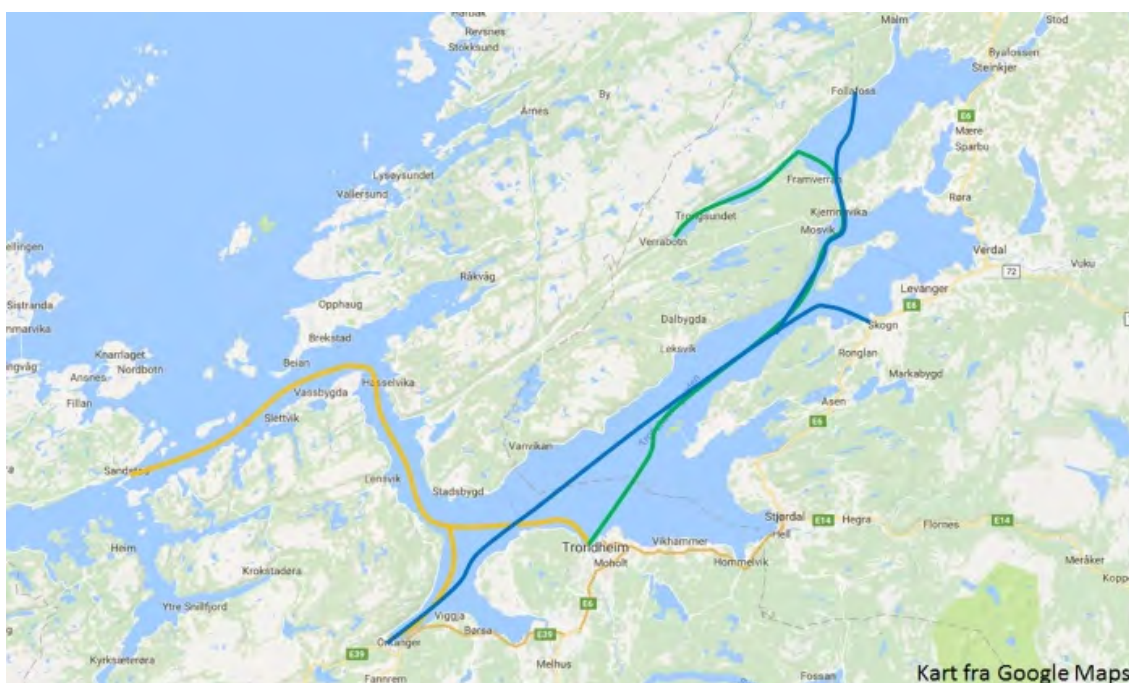
DNV GL：ノルウェーの船級協会

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

2.7 ATSAT : Autonomous Ship Transport at Trondheimsfjorden

◇ プロジェクトの概要

トロンハイム湾内における自律運航船の導入に関する検討プロジェクト。具体的な3航路（下図参照。それぞれ80~90kmの距離）を対象として、従来船やトラックによる現状の貨物輸送を自律運航船の導入により代替させることで、それぞれの航路における経済的利益や安全面の検討を行うこととしている。ノルウェー総合研究審議会（Research Council of Norway）が資金提供しており、研究期間は、2017年5月から2019年3月までの約2年間。本研究の中で、NFAS（ノルウェーの自動運航船に関する業界プラットフォーム。詳細は後述）を通じた自動化レベルの定義に関する検討も実施されている。



検討対象航路(<http://astat.autonomous-ship.org/index.html>)

◇ 参加企業・大学

SINTEF：ノルウェーの研究機関。本事業の中核機関。

<http://www.sintef.no/en/>

Kongsberg：ノルウェーの海洋開発、商船、防衛宇宙分野の機器メーカー・技術プロバイダー。

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

Allskog：トロンハイム地区の林業組合。

Maritime Robotics：ノルウェーの船舶・航空機の自律・無人航行に関する技術コンサルタント。

<https://maritimerobotics.com/>

Fosen Yard：ノルウェーの造船会社。

<http://fosenyard.com/>

Kystrederiene：ノルウェーの海上貨物運送事業者組合。

その他、ノルウェー海事局、ノルウェー沿岸管理局、トロンハイム港湾局が参加。

2.8 HORIZON 2020

◇ プロジェクトの概要

HORIZON2020 は、EU による欧州の研究レベル向上・国際競争力維持のための研究助成プログラム（第7次欧州研究開発フレームワーク計画(FP7)の後継施策）であり、2014年～2020年の7年間で770億ユーロが用意されている。なお、交通分野の研究に対しては約63億ユーロが割り当てられている。この中で、自律運航船・遠隔操船に関連のあるプロジェクトは以下のとおり。

➤ EfficienSea 2

デンマーク海事局主導によるプロジェクトであり、北極海及びバルト海における海上交通の安全性向上及び高効率化を目的として、通信接続性の向上による e-Navigation の実装にむけた総合的な研究を実施。研究期間は2015年5月から2018年4月までの3年間。多様な海事ステークホルダー間での効率的な情報共有を可能とする通信フレームワーク（Maritime Cloud）の開発や船陸間通信向上のための技術開発に32の企業・大学等が参加。総事業費は約1,150万ユーロ。うち約980万ユーロをHORIZON2020により補助。



Maritime Cloud (<http://efficiensea2.org/solution/maritime-connectivity-platform/>)

公式 HP : <http://efficiensea2.org/>

➤ NOVIMAR

“Vessel Train”という、先導する船の後ろを省人化した船舶が隊列を組んで追従する構想の技術開発プロジェクト。オランダ海事技術財団（STICHTING NETHERLANDS MARITIME TECHNOLOGY FOUNDATION）（*NETHERLANDS MARITIME TECHNOLOGY の構成組織の1つであり、旧 CMTI）が中核となり、22 の企業・大学が参加している。研究期間は、2017 年 6 月から 2021 年 5 月までの 4 年間。総事業費約 800 万ユーロの全額が HORIZON2020 により補助されている。



(<https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020/projects/H2020-Transport/Waterborne/NOVIMAR>)

公式 HP : <http://www.novimar.eu/#>

➤ ENABLE-3

交通部門への高度な自動化・自律システム導入に向けた研究。船舶のみならず、自動車・航空機・鉄道の主要な輸送モードが対象。研究期間は、2016 年 5 月から 2019 年 4 月までの 3 年間。総事業費 6,500 万ユーロであり、そのうち HORIZON2020 により 1,600 万ユーロを補助。研究全体の中核企業は自動車用パワートレインの開発・製造を行う AVL（オーストリア）が担う。船舶分野では、ノルウェーの航海用ナビゲーションシステムの開発・販売企業 NAVTOR 等が参画し、陸上の遠隔操船センターの実現に関する研究が行われている。

公式 HP : <https://www.enable-s3.eu/>

➤ **MG-3-2-2018: The Autonomous Ship**

2017年10月より助成申請受付中。予算2000万ユーロ。審査及び採択後、実際の研究開始は2019年5月ごろを想定。スコープは以下のとおり。

- ✓ （必要な研究要素として）自律運航船の初期の社会実装（領海内・短距離航海・沿岸や水路を航行するフェリーとしての導入）を念頭にした、自律運航船の開発と実海域での実証（衝突回避や港湾インフラとの相互影響等を含めた通信・制御・操船・接岸技術、状態監視・メンテナンス、故障時対応など、実現に必要な全ての要素を包含すること）。
- ✓ （上記以外の任意の研究要素として）無人化した船内システムの信頼性・故障シナリオの評価、安全性の検証・認証手法の開発、必要な規制の検討、国際海運への展開を見据えた際に必要となる条約改正事項の検討、技術面・規制面の障壁の整理とそれを解消するまでのロードマップ作成、サイバーセキュリティ対策、社会認知向上のためのその他の検討（新たに必要となるスキル、既存の雇用への影響など）

➤ **MG-BG-01-2018: Unmanned and autonomous survey activities at sea**

2017年10月より助成申請受付中。予算800万ユーロ。審査及び採択後、実際の研究開始は2018年12月ごろを想定。スコープは以下のとおり。

- ✓ 海底調査に利用可能な自律運航調査船（外洋（水深の深いエリア）で支援船なしで長時間利用できるもの）の開発及び実証
- ✓ 数ヶ月間の自律操船による調査を想定した動力・推進システムの開発
- ✓ 配船・回収コストの削減
- ✓ 安全なデータ通信、システムの冗長性、“find me”機能の開発など

2.9 Mayflower Autonomous Ship Project

◇ プロジェクトの概要

世界初の大西洋横断を目標とした英国の自律船開発プロジェクト。AUV 等の開発メーカーである M Subs とプリマス大学が中心となり、クラウドファンディングにて資金を調達中。2020 年（メイフラワー号が大西洋を渡った 400 周年）までに全長 21m の船舶を建造し航海を開始する計画。推進システムは再生可能エネルギー（太陽光・風および波力）のみを利用する構想。

公式 HP: <http://www.mayflowerautoship.com/>



(<http://www.mayflowerautoship.com/>)

2.10 Rolls-Royce の取組み

◇ プロジェクトの概要

Rolls-Royce は 2013 年に無人自律運航船のビジョンを発表して以来、先述の One Sea や AAWA といった共同プロジェクトへ参加しているほか、自律運航船や遠隔操縦船の開発に 2 億ポンドの自社資金を投じることを表明している。2018 年 1 月、フィンランドのトゥルクに自社の研究施設 Research & Development Centre for Autonomous Ships を開設したほか、以下に挙げるように、様々な企業や組織と連携し技術開発を進めている。

◇ タグボートの遠隔操縦

Svitzer と遠隔操縦・自律運航の分野において協力して研究を進めており、2017 年 6 月に両社共同で Svitzer 社保有の全長 28m のタグボート（Rolls-Royce 製 DPS 搭載）の遠隔操縦の実証試験をコペンハーゲン湾にて実施。本試験の遠隔操縦ルームはコペンハーゲン湾に面した場所に立地している Svitzer 本社に設置された。英国船級協会 Lloyd's Register も安全性の検証の観点から本事業に参画している。

The world's first remote control commercial vessel

Key facts

- Rolls-Royce and Svitzer demonstrate the world's first remote controlled commercial vessel
- Test took place in Copenhagen harbour
- The 28 metre Svitzer Hermod was controlled by a Captain from shore
- It successfully demonstrated vessel navigation, situational awareness, remote control and communications systems
- Rolls-Royce Remote Operations Centre features state-of-the-art control
- Combination of Radar, Lidar and camera technology ensures Captain's awareness of surroundings

The tech

- On board sensors to give Captain full awareness of surroundings
- Sensors covering Radar, Lidar, camera and audio
- State-of-the-art Remote Operations Centre on shore
- Rolls-Royce Dynamic Positioning systems control position of the vessel via satellite

The test

- 400+ individual validations met
- 42 individual safety requirements met
- Passed 61 mandatory cyber security tests
- Completed 16 hours of remote control operation and overseen by Lloyd's Register

The vessel

- 28 metre tug Svitzer Hermod
- Built in 2016
- 2 x MTU 16V4000 M63 diesel engines

Control hands over to on-shore Captain, departs Pier 248

Navigates course southbound towards Pier 167

Departs Pier then conducts a 360 degree manoeuvre, and returns to Pier 248

Successfully moors alongside Pier 167

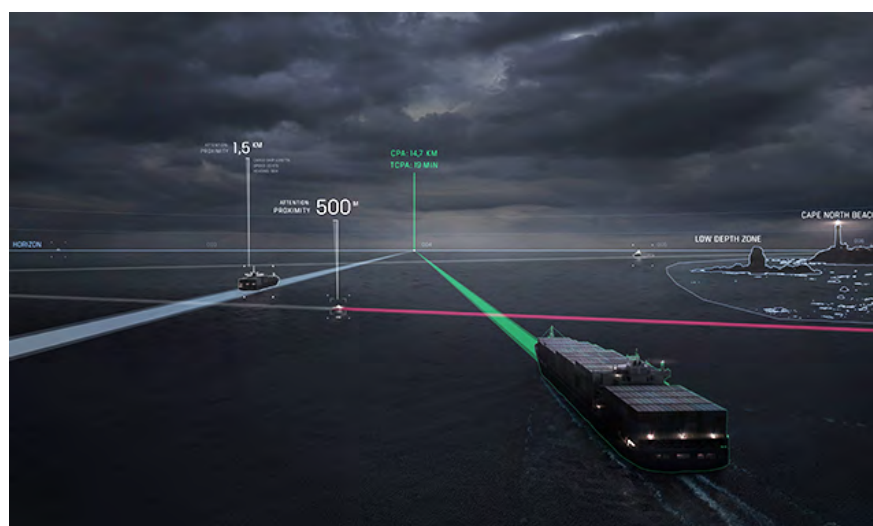
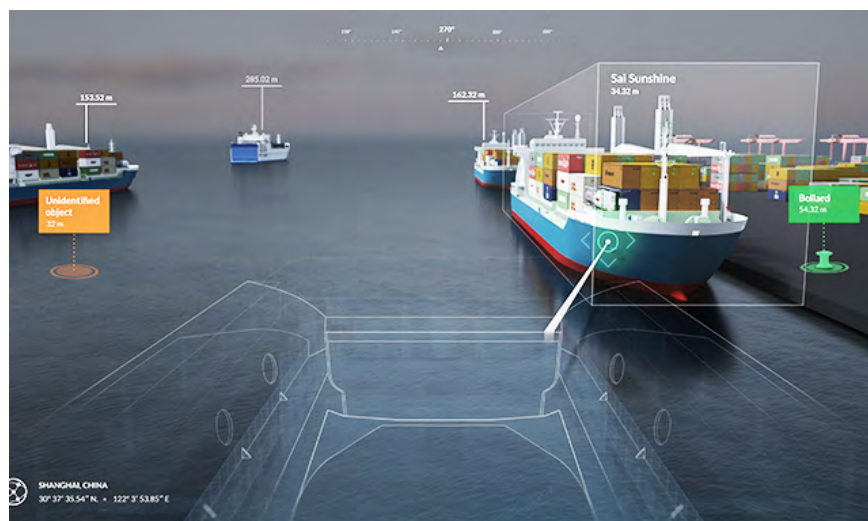
The Svitzer Hermod makes the historic journey along Copenhagen harbour

Rolls-Royce

◇ 高度認知システム (Intelligent Awareness System) の開発

スウェーデンのフェリー会社 **Stena Line** と共同で、他船の針路・船速や岩礁などの船周囲の外環境に関する情報をより高度に乗船員に示すためのシステムの開発を実施している。また、同様の技術開発を(株)商船三井と共同で実施することを 2017 年 12 月に発表した。

また、高度認知システムの開発においては **Google** との連携を 2017 年 10 月に発表。**Google Cloud** の機械学習機能を用いて **Rolls-Royce** の AI を高度化し、遭遇する船舶等の対象物の発見・認識(分類)・追跡機能を向上させることとしている。



(<https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2017/20-03-2017-rr-and-stena-line-to-work-together.aspx>)

◇ その他の連携事業

自動運航船や陸上からの遠隔操縦の実現に向けた今後の衛星通信に関する検討を、欧州宇宙機関（ESA）と共同で行うことを2017年11月に発表。

また、中国の自動運航船実現に関する企業連合である”Chinese Alliance for Autonomous Ships”へも参画している。（当該企業連合には、欧米からは他にも、Wärtsilä、ABS（米国の船級協会）が参加）

2.11 Wärtsilä の取組み

◇ 概要

船舶の遠隔操船に関する研究・実証を進めており、2017年8月に北海における実証研究を成功させている。この実証事業は、米国 Gulfmark Offshore 社（OSV オペレータ）と協働して行ったもので、北海（アバディーン沖）にて航海する船舶（Wärtsilä 製 DPS 搭載のプラットフォーム・サプライ船。船長 80m）を、衛星通信を通じて 8,000km 離れた米国サンディエゴの Wärtsilä オフィスにて操船するというもの。



試験に用いられた船舶（PSV）

(<https://www.wartsila.com/media/news/01-09-2017-wartsila-successfully-tests-remote-control-ship-operating-capability>)

Wärtsilä は約 4 時間の試験航海は計画通り成功したと発表しており、映像も公開している。

公式映像（2017年9月公開）：

https://www.youtube.com/watch?v=6_DbZz9RJ6g&feature=youtu.be

2.12 Kongsberg の取組み

◇ プロジェクトの概要

Kongsberg は海洋開発分野における AUV や DPS に関して長年に渡って培った技術を背景に、自律運航船や遠隔操縦に関する研究開発を進めており、Yara Birkeland 等のプロジェクト以外にも、下記の取組を進めている。

◇ 完全自動電動フェリーのコンセプト開発

ノルウェー総合研究審議会（Research Council of Norway）、イノベーションノルウェーおよび ENOVA が共同で行っている、内航分野の環境負荷低減に関する革新的な技術に対する研究助成プログラム”PILOT-E”からの補助を受け、2017年9月より、完全自動・電動フェリーのコンセプト開発を実施。船舶向けバッテリー開発・販売企業の Grenland Energy、造船会社の Fjellstrand、ノルウェー国内の EV 用充電スタンド管理会社の Grønn Kontakt および NTNU との共同事業として実施中。



(<https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0238.nsf/AllWeb/C436FADB888BFD55C1258192003B8148?OpenDocument>)

◇ SEA-KITE

効率的な海洋調査等を実現する次世代の AUV 無人母船 SEA-KITE を開発中。現在、Shell が開催する深海探査に関する技術コンペティション Shell Ocean Discovery XPRIZE に日本財団/GEBCO 研修プログラム修了生チームの機体として参加中。なお、技術開発には日本財団による約 3 億円の支援も提供されている。



(<https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0238.nsf/AllWeb/4C460B90E71873FDC12581E500408C72?OpenDocument>)

2.13 NTNU の取組み

◇ プロジェクトの概要

NTNU では、自律運航を同大学海洋部門の重点分野の 1 つに掲げており、AMO (Centre for Autonomous Marine Operations and Systems) という専門部署を設置し、2013 年から 2022 年までの 10 年間で集中的に研究を進めることとしている。10 年間総額の研究予算は 8.3 億ノルウェークローネ (約 116 億円)。組織的には、Department of Marine Technology (Faculty of Engineering) のほか、Department of Engineering Cybernetics (Faculty of Information Technology and Electrical Engineering) が中核となり、飛行ドローンや AUV・ROV も含めた総合的な自律運航技術の研究を行っている。

NTNU AMOS HP: <https://www.ntnu.edu/amos>

先述の AUTOSEA プロジェクトに参画しているほか、具体的には、下記 9 つの研究を柱として進めている。

- ① 海洋再生可能エネルギー (洋上風力など) の最適制御・フォールトトレラントシステム
- ② インテリジェント養殖システム
- ③ 自律無人化船
- ④ 自律水中ロボット
- ⑤ 海洋調査用自律航空機
- ⑥ 船舶・洋上構造物の低環境負荷推進技術
- ⑦ 大水深・北極海などの厳しい環境化における自律システム
- ⑧ 非線形有限要素法を用いた船舶・洋上構造物の事故原因解析
- ⑨ 自律システムによる水中作業のリスク分析

この中で、自動運航船の分野の研究として、Milli-Ampere という自律運航フェリーの開発事業が挙げられる。

◇ Milli-Ampere の概要

NTNU が取り組む、トロンハイムにおける完全無人自律運航シャトルフェリー (渡し舟のイメージ) の開発プロジェクト。構想の特徴は以下のとおり。

船長 : 10m、乗船定員 : 12 人

1 回の航行時間 : 1 分

推進システム : 電気推進・バッテリー自動充電

測位システム : 高精度衛星測位システム (GNSS)

その他 : 自動衝突回避システム・自動着岸システム

現在、1 / 2 スケール (5m) 模型での実証実験を実施中。



2.14 NFAS: Norsk Forum for Autonome Skip

◇ プロジェクトの概要

自律運航船に関心のあるノルウェーの企業・個人が集まった団体。業界プラットフォームとして、自動運航船に関心を持つノルウェーの関係企業・機関間の連携強化、自律運航船の開発・利用の促進に向けた戦略の共有及び意見の発信並びに国際的な交流促進及び発信力向上を目的に、ノルウェー海事局（Norwegian Maritime Authority (NMA)）、ノルウェー沿岸管理局（Norwegian Coastal Administration (NCA)）、ノルウェー企業連合（Norsk Industri）及び SINTEF が発起人となり、2016年10月に発足。事務局を SINTEF が担っている。

公式 HP : <http://nfas.autonomous-ship.org/index-en.html>

◇ INAS (International Network for Autonomous Ship)

自律運航船に関する国際的なネットワークの構築を目的に、NFAS と SINTEF が発起人となり INAS も 2017年10月に発足。発足時の会合には、ノルウェー、英国、ドイツ、ベルギー、オランダ、エストニア、フィンランド、デンマーク、韓国が参加している。

公式 HP: <http://www.autonomous-ship.org/index.html>

◇ 会員資格

NFAS の会員になるためには、ノルウェーの企業・個人であることが条件であるほか、以下の年会費をそれぞれの区分に応じて支払う必要がある。

会員種別	年会費
学生	500 ノルウェークローネ (約 7,000 円)
個人 (学生を除く)	2,500 ノルウェークローネ (約 35,000 円)
小規模法人 (従業員 9 人以下)	5,000 ノルウェークローネ (約 70,000 円)
中規模法人 (従業員 10 人以上 30 人以下)	10,000 ノルウェークローネ (約 140,000 円)
大規模法人 (従業員 31 人以上)	25,000 ノルウェークローネ (約 350,000 円)

◇ 会員企業

企業・機関名	概要
NAVTOR https://www.navtor.com/	航海用ナビゲーション装置の開発・販売企業

Norwegian Maritime Administration (NMA) https://www.sjofartsdirektoratet.no/en/	ノルウェー海事局
The Norwegian Coastal Administration (NCA) http://www.kystverket.no/en	ノルウェー沿岸管理局
Sperre http://www.sperre.com/	コンプレッサの開発・販売企業
UMOE Mandal AS https://www.um.no/	造船会社
SINTEF https://www.sintef.no/ocean	研究機関
The Arctic University of Norway https://en.uit.no/startside	大学(旧トロムソ大学他が合併した組織)
Gard AS http://www.gard.no/web/frontpage	保険会社
Kongsberg https://kongsberg.com/	海洋開発、商船、防衛宇宙分野の機器メーカー・技術プロバイダー
Rolls Royce http://www.rolls-royce.com/	英国の航空・船舶・発電・防衛関係企業
Inmarsat http://www.inmarsat.com/maritime/	英国の通信衛星サービス企業
GMC Maritime AS http://www.gmc.no/	船舶修繕会社
Brunvoll http://www.brunvoll.no/	推進器(スラスター)の開発・販売企業
NTNU https://www.ntnu.no/	ノルウェー科学技術大学
The Norwegian Shipowners' Association https://www.rederi.no/en/	ノルウェー船主協会
Norsk Industri	ノルウェー企業連合
DNV GL	船級協会
The Norwegian Mapping Authority https://kartverket.no/en/	ノルウェー地図庁
Havyard https://www.havyard.com/home/	船舶設計会社
University of Oslo Scandinavian Institute of Maritime Law http://www.jus.uio.no/nifs/english/	オスロ大学法科大学院
MET Norway https://www.met.no/en	ノルウェー気象庁
Norwegian Defence Research Establishment https://www.ffi.no/en/Sider/default.aspx	ノルウェー防衛研究機構
Trondheim Port Authority http://trondheimhavn.no/Home.aspx	トロンハイム港湾局

The University College of Southeast Norway (USN) https://www.usn.no/english/	
Telenor Maritime http://telenormaritime.com/	海上通信会社
The Norwegian Union of Maritime Engineers (NUME)	ノルウェー・マリンエンジニア組合
The Port of Grenland http://grenland-havn.no/about-port-of-grenland/	グレンランド港
Norwegian Marine Officers Association	ノルウェー船員協会
Maritime Robotics https://maritimerobotics.com/	船舶・航空機の自律・無人航行に関する技術コンサルタント
Lloyd's Register http://www.lr.org/en/	英国の船級協会
Høglund Marine Automation https://hma.no/	船舶の状態監視・管理システム等のハード/ソフトメーカー
Bureau Veritas http://www.bureauveritas.com/	フランスの船級協会
Light Structures http://www.lightstructures.no/	船舶・オフショア用光ファイバーセンサの開発・販売企業
Marine Technologies LLC http://www.mtlc.us/	米国の船舶の操船機器メーカー。研究部門をノルウェーに設置。
Port of Risavika http://en.risavika.no/	リサビカ港
Blue Maritime Cluster http://www.bluemaritimecluster.no/gce	ノルウェー・ムーレ地区の海事クラスター(オフショア船関係が中心)
GCE NODE http://gcenode.no/	海洋開発関係企業のクラスター
ULSTEIN https://ulstein.com/	オフショア船舶を中心とした船舶設計会社
Norwegian Ports Association	ノルウェー港湾協会
The Nordic Association of Marine Insurers (Cefor) http://www.cefor.no/	北欧海上保険連合

2.15 MASRWG: The Maritime Autonomous Systems Regulatory Working Group

◇ プロジェクトの概要

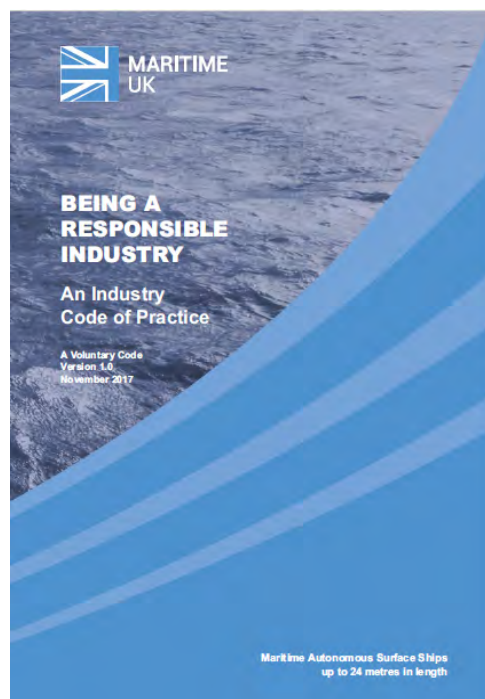
2014年に英国海洋産業連合（UK Marine Industries Alliance）によって設立。海事分野における自律システム（Maritime Autonomous）に関する英国の国内法、さらには国際的な法的枠組みに関して検討し、規制当局等に対して提案を行うための業界プラットフォーム。英国海上保安庁（MCA）に対して、業界のベストプラクティスに基づく法的枠組みを提案することを具体的な最終目的として掲げている。Rolls-Royce や Fugro 等 23 の企業が参加。

2017年11月、船長24m未満の自律船の設計・建造・操船に関する業界規範を公表。

HP: <http://www.ukmarinealliance.co.uk/MAS>

Industry Code of Practice :

<https://www.maritimeuk.org/media-centre/publications/being-responsible-industry-industry-code-practice/>



2.16 SARUMS: Safety and Regulations for European Unmanned Maritime Systems

☆ プロジェクトの概要

欧州防衛機関 (European Defence Agency) が 2008 年に策定した欧州防衛研究技術戦略 (EDRT strategy) において、22 の重点分野の 1 つに無人海事システム

(Unmanned Maritime Systems (UMS)) が位置づけられ、2011 年より UMS に関する法律や安全規則を検討するプログラム (SARUMS) が開始された。スウェーデン国防装備庁 (FMV) を中心にベルギー、フィンランド、フランス、ドイツ、オランダ、イタリアの 7 カ国が参画。加盟各国の海軍における UMS の相互運用や標準化を念頭に、UMS の設計、操作、法的位置づけ・安全規則等に関するベストプラクティスガイドを 2015 年に策定。

欧州防衛機関 HP :

[https://eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/unmanned-maritime-systems-\(ums\)-research](https://eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/unmanned-maritime-systems-(ums)-research)

3 欧州における企業の取組に関するヒアリング調査

● 概要

第2章で挙げたプロジェクトに参画する企業・大学のうち次に掲げるものに対して、各企業等の技術開発等の取り組みや今後の実現に関する各社のビジョン等を聴取する目的で、訪問によるヒアリングを実施した。本章では、その概要について述べる。

なお、活発な意見交換を行うため、基本的に各社とのやり取りは対外非公表を前提に進めたため、詳細な意見交換の内容は省略し、訪問概要のみを記載する。

● 訪問先企業等

- Høglund Marine Automation
- Inmarsat
- Kongsberg
- MARITIME ROBOTICS
- NTNU
- Rolls-Royce
- SINTEF
- DNV GL

● 訪問概要

① Høglund Marine Automation

- 輻輳海域での自動運転（自動衝突回避）を実現するためには、当該海域の全ての自動運航船を1つのホストPCが一括で管理するという考え方も一案。
- 陸地から近いエリアでの短距離での自動運航（例えば渡し船など）については、必要な技術は既に確立されている。一方でルール策定には、ノルウェーの国内法の整備にも時間がかかる印象で、IMOでの国際ルールの整備が完了するのは相当先の将来ではないかと考えている。

② Inmarsat

- Rolls-Royce、サムソン重工、商船三井、DNV-GL、Wärtsilä、Caterpillarなどと共同で技術開発を実施中。
- 自社の通信技術を用いて、海運以外の分野にも、農業、港湾作業、民間航空等の様々な分野におけるさらなる「スマート化」に貢献できると考えている。

③ Kongsberg

- 自律運航と遠隔操船の将来を比較した場合、遠隔操船には運航コスト削減面でのメリットは少ないと考えている。
- 自社の自動運航船に関する技術開発を支えているものとして、50年を越える技術開発で培った DPS および AUV の制御技術の開発が最も活かされていると考えている。

④ MARITIME ROBOTICS

- 同社が立地するトロンハイムは自動運航船の公的実証エリアの1つとなっており、Kongsberg や NTNU など共同で実証事業にも取り組んでいる。
- ノルウェーに限らず多くの企業と連携。製造メーカーではないため、造船所を始め多くの企業と互恵的に連携できると考えている。大学との連携にも注力。

⑤ NTNU

- 自動衝突回避の難しさについては、AIS 搭載義務のない船、特に、カヤックなどの小さな船との衝突回避が大きな課題の1つ。
- 外航船での自動運航船に実現時期に関しては、IMO での国際法の整備に非常に長い時間がかかると予想される。

⑥ Rolls-Royce Marine

- 2016年に AAWA の報告書を公表してから、社会の認識が変化し、自動運航は近い将来に本当に現実のものになると受け止められるようになったと認識。
- 一方で、実現には法規制の整備が最大の課題と認識。内航であれば国内法の整備のみでよいが、外航船への導入には IMO でのルール整備が必要で、長い時間がかかるものと認識。

- また、事故時責任や保険の考え方、雇用関係や倫理面など社会に完全に受け入れられるには多くのステークホルダーで議論を継続する必要がある。

⑦ SINTEF

- ノルウェーの造船・海運産業は、海洋開発分野を除いても今後も成長していくと予想。
- 自動運航船関連では、Yara Birkeland の開発への参加、NFAS や INAS の事務局を担うほか、港湾設備の自動化やサーバーセキュリティ等に関する研究も実施中。

⑧ DNV-GL

- 自律運航船に関する船級ガイドラインの策定に際しては、メーカー等にとって開発・設計における具体的な指針になるものとしながらも、革新的なアイデアを阻害することのないガイドラインとすべく現在検討中。

4 法的枠組みや認証制度等の構築に向けた取組の現状

● 欧州における現状

◇ 法制度の構築

自律運航船や遠隔操船の実現に際して、法整備や認証スキームの構築が最重要課題の1つであることは、第2章で概説した欧州の各企業に共通した認識でもあった。現在、自律運航船や陸上からの遠隔操船に関する安全基準等の法制度がすでに整っている国はなく、フィンランド政府において、目下遠隔操縦に関する国内法整備を進めているという情報もあるが、具体的な公示時期等は明らかになっていない。

また、ノルウェーにおいては、Yara Birkeland による遠隔操縦や自律運航の実証が2019年以降予定されているが、当該実証事業の実施前までに国内法を整備するというのではなく、既存の法律の枠組みにおける「特例（例外）措置」として、実証運航を認める形をとる予定とされている。なお、ノルウェーでは、フィンランド（第1章のOne Seaプロジェクトを参照）同様、公的試験海域が設定されている。

また、IMOにおける国際ルールの整備に関しては、2017年6月の第98回海上安全委員会（MSC98）において、日本のほか、デンマーク、エストニア、フィンランド、オランダ、ノルウェー、韓国、英国および米国の共同提案を受け、規制面での論点整理を開始し、2020年までに取り組むことが合意されたところである。

* ノルウェーにおける公的試験海域

第1号（2016年9月）：トロンハイム

第2号（2017年9月）：ストールフィヨルド

第3号（2017年12月）：ホーテン

（今後、グレンランド（2018年中に開設予定）、トロンソ（時期未定）にも設置される予定。）



（出典：SINTEF）

◇ 認証制度の構築

法整備のほか、船級協会による認証制度に関しては、2017年2月に、英国船級協会 Lloyd's Register が無人船に関する性能要求をまとめた「LR Unmanned Marine Systems Code」を発表しており、他の協会もガイドラインの策定作業を進めているところである。

◇ 自動化レベルの定義

自律運航船や遠隔操縦船に備えられた機能による「自動レベル」の定義については、第1章でまとめたいくつかのプロジェクトにおいて議論が行われているほか、上記の Lloyd's Register による要求コードにおいても言及されており、概要をまとめる。

➤ **NFAS**

ATSAT 事業の一環として、NFAS による自動化レベルの定義に関する報告書が公表されている。

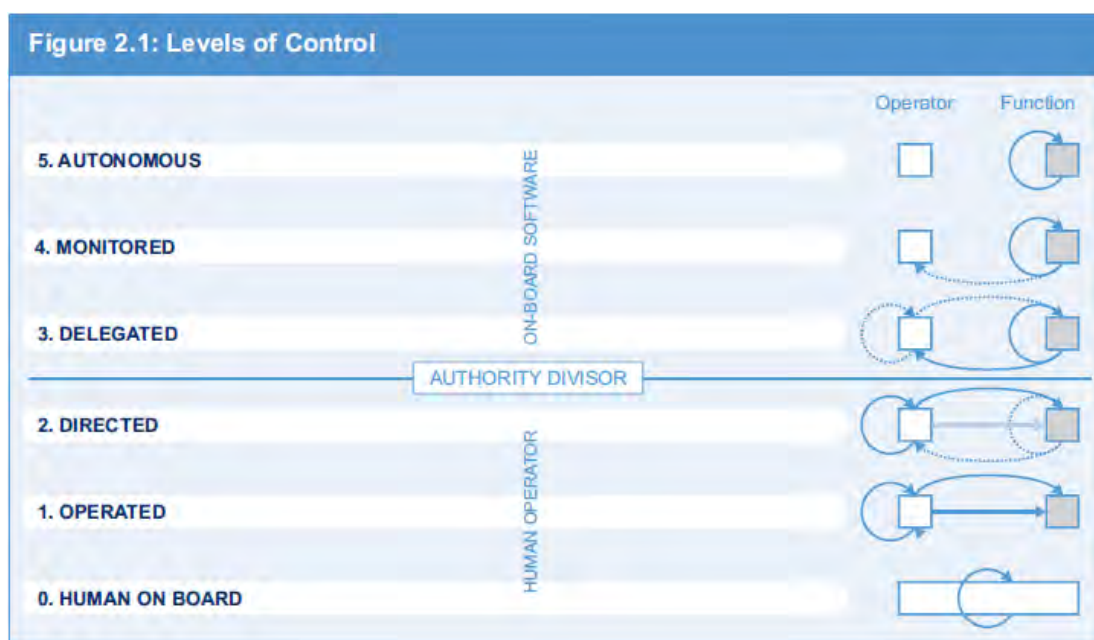
原文：<http://nfas.autonomous-ship.org/resources/autonom-defs.pdf>

名称 (分類)		定義 (要約)
有人船	<i>Direct control</i>	船員が操船するもの。船員的意思決定サポート機能等を有する装置を搭載している場合もここに含まれる。
	<i>Automatic bridge</i>	ある程度の操船行為が、船員の手を介さず自動で行われるが、船員は常に状態を監視し、いつでも自らによる操船に切り替えることができる状態のもの。
無人船	<i>Remote control</i>	陸上の制御センターから人間により操船されるもの。
	<i>Automatic ship</i>	“Automatic bridge”と同様の状態が陸上の制御センターにて実現されているもの。
	<i>Constrained autonomous</i>	他船との衝突回避を含めほぼ全ての操船行為が、人間の手を介さず自動で行われるが、陸上の制御センターにおいて状態が監視され、システムからの要請により迅速に手動操船に変更できる状態のもの。
	<i>Fully autonomous</i>	陸上の制御センターによる監視も必要とせず、完全に自律的な操船が行われるもの。

➤ **MASRWG**

船長 24m 未満の自律船の設計・建造・操船に関する業界規範が公開されており、その中で、SURUMS プロジェクトでの検討を受けた自動化レベルについても定義されている。

分類	名称	定義（要約）
0	<i>Manned</i>	乗船した船員により操船されるもの（従来船）
1	<i>Operated</i>	無線やケーブル等を通じて全ての操縦を人間が行うもの
2	<i>Directed</i>	船舶側が自動的に周辺環境を認識し、操縦者に対して船舶および周囲の状況を報告し、とるべき動作を提案する機能を持つもの。ただし、船舶側の実際の動作には、提案に対する操縦者からの指令や許可を必要とするもの。
3	<i>Delegated</i>	船舶側が自動的に周辺環境を認識し、操縦者に対して船舶および周囲の状況を報告し、とるべき動作を提案する機能を持ち、操縦者が一定の時間内に船舶側からの提案に対して拒否しない場合、提案した動作を船舶側が自動的に実行するもの。
4	<i>Monitored</i>	船舶側が自動的に周辺環境を認識し、とるべき動作を決定・実行し、操縦者に対して報告する機能を持つもの。ただし、操縦者は船舶の行動を監視する。
5	<i>Autonomous</i>	船舶側が自動的に周辺環境を認識し、とるべき動作を決定・実行し、報告する機能を持つもの。



(出典 : Being A Responsible Industry – An Industry Code of Practice – Version 1.0 November 2017)

➤ **LR Unmanned Marine Systems Code**

英国船級協会 Lloyd's Register が公表している上記コードにおいて、自動化レベルについて以下のとおり定義されている。

分類	名称	定義（要約）
AL 0	<i>Manual</i>	全ての意思決定及び動作を人間が制御し実行するもの。
AL 1	<i>On-board Decision Support</i>	全ての動作を人間が実行するが、船内の機器により、人間の意思決定を支援する機能を持つもの。
AL 2	<i>On & Off-board Decision Support</i>	全ての動作を人間が実行するが、船内または船外の機器により、人間の意思決定を支援する機能を持つもの。
AL 3	<i>'Active' Human in the loop</i>	人間の監督の下で、意思決定及び動作が船内または船外のシステムにより実行されるもの。
AL 4	<i>Human on the loop, Operator/ Supervisory</i>	人間の監督の下で、動作及び意思決定が自律的に実行されるが、重要事項に関する意思決定に対しては、人間が拒否及び修正を行う機会が与えられるもの
AL 5	<i>Fully autonomous</i>	人間による監督がほとんど行われず、全ての意思決定及び動作がシステムにより実行されるもの。
AL 6	<i>Fully autonomous</i>	人間による監督なしで、全ての意思決定及び動作がシステムにより実行されるもの。

5 まとめ

欧州では、自律運航船や陸上からの遠隔操船の実現に向け、ノルウェー、フィンランド及び英国を中心に、多くの研究開発プロジェクトが進められている。その中でも、いくつかの事業においては、内航海運事業への導入を念頭に2018年や2019年の自律運航の実証も予定されている。また、各プロジェクトには、様々なメーカー、船会社、船級協会など多くの関係者が参加して、共同で技術開発を進めている。

各国政府も、研究に対する公的助成や実証試験海域の設定等を通じて、技術開発を積極的に支援しており、今後さらにプロジェクトの数は増えていくことが予想される。

また、法整備や自動化レベルの定義に関しては、現時点では確立されたものはないものの、研究プロジェクトの進展により、実海域での実証を通じて得られた知見等を踏まえ、議論は今後ますます活発なものとなるものと思われる。

この報告書はポートルース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。

スマート SHIPPING 等における
重要技術要素の開発・実用化動向の調査
(2017年度 特別調査)

2018年(平成30年)3月発行

発行 日本船舶輸出組合
〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-15-12
日本ガス協会ビル 3階
TEL 03-6206-1663 FAX 03-3597-7800

JAPAN SHIP CENTRE (JETRO London)
MidCity Place, 71 High Holborn,
London WC1V 6AL, United Kingdom

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。