

【指定テーマ2 自律運航船技術の開発進展状況について】

《研究ノート》

自律運航船技術の国内外の開発進展状況について

丹 羽 康 之

(国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所)

目 次

1. はじめに
2. 国内プロジェクト
3. 海外プロジェクト
4. IMO の状況
5. 国内外での動きの特徴と課題
6. おわりに

1. はじめに

遠隔操船並びに自律型の船舶の運航について国内外で関心が高まっており、産官学の各所で様々な研究開発や実証プロジェクトが進められている。本論では、国内及び海外で進められている主なプロジェクトの概要と開発進展状況を述べる。それらを踏まえ、日本の動きと世界の動きの特徴と今後の展望等を示す。

なお、自律的に運航できる船舶に関しては、自律化船、無人船等の呼称が使われている。また、国土交通省は自動運航船という名称を使っている。本論では原則として自律運航船を用いることとする。ただし、出典等の引用する場合は、原文表記とする。

2. 国内プロジェクト

自律運航船に関しては、国内及び海外とも、大学、研究機関、民間会社等により活発に技術開発が実施されている。国内では、技術開発に加え、社会実装に向けた検討及び実証プロジェクト等においても、国土交通省が制度面で主導的な立場を担っている。これは、自動車の自動運転においても同様の傾向である。

国内の具体的な動きとしては、国土交通省の交通政策審議会海事分科会海事イノベーション部会において、2018年6月に、今後重点的に取り組む課題・施策等として、自動運航船の実用化に向けたロードマップの策定が明記されるなど¹⁾、国土交通省が自律運航船プロジェクトを積極的に推進している。一方、IT系企業が独自に進めているプロジェクト

¹⁾ 国土交通省、交通政策審議会 海事分科会 海事イノベーション部会、http://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk5_000039.html (参照日 2019年7月6日)

もあるが、本章では、上記の国内の特徴を鑑み、公的な国内プロジェクトの概要を中心に述べる。そのほかのプロジェクトについては文献²⁾等を参照とする。

2. 1 先進安全船舶技術研究開発支援事業³⁾

国土交通省海事局は船舶の建造及び運航等の海事産業の活性化及び国際的な競争力の強化を目指し、海事産業の生産性革命（i-Shipping）の推進に向けて、「先進安全船舶技術研究開発支援事業」を2016年から実施している。

本支援事業の中で、「船舶の衝突リスク判断と自律操船に関する研究」が実施されている。この研究では、船社を中心に、航海機器メーカ等が参加し、2016年から5年間の計画で、船舶の衝突リスク判断機能の開発及び陸上からの遠隔操船機能の開発等により、船員の負担低減を図るとともに自律運航に向けた段階的な研究開発が進展している。

2. 2 自動運航船実証事業⁴⁾

前述のi-Shippingにおいて、2018年からはさらなる自律運航船の実用化に向けた取り組みとして、安全要件の策定などの環境整備を進めるための3つの実証事業が開始された。

「自動操船機能の実証事業」では、造船会社及びエンジニアリング会社により、自動操船プログラムの健全性を評価する手法等の確立に必要なデータの収集等を行っている。

「遠隔操船機能の実証事業」では、船社を中心に船用機器メーカ等が参加し、船舶から陸上に送信すべき情報とその量、通信途絶等の緊急時の安全対策等を整理している。

「自動離着機機能の実証事業」では、造船会社を中心に、自動離着機システムの健全性の評価手法及び緊急時の安全確保策等の確立に必要なデータの収集等をおこなっている。

これらのうち「自動操船機能の実証事業」では、2019年6月には、自動避航機能を備えた自動操船システムによるデモ運航が実施されている⁵⁾。

2. 3 交通運輸技術開発推進制度⁶⁾

国土交通省総合政策局は、海上輸送をはじめ交通運輸分野における政策課題の解決に向けた技術開発シーズを発掘することを目的とし、2013年から「交通運輸技術開発推進制度」を制定し、広く技術開発を推進している。本制度の中で、2つの自律運航船のプロジェクトが実施されている。

「自律型海上輸送システムの技術コンセプトの開発」では、造船会社ほか研究機関等が参加し、2017年から3年間の計画で、自動運航船の技術コンセプトを構築し、技術開発

²⁾ 梅田綾子ほか1名、「自律運航実現に向けた法的課題」、日本航海学会論文集第136巻、日本航海学会、2017年7月、152頁～159頁

³⁾ 国土交通省、海事産業の生産性革命（i-Shipping）の推進に向けて7件の先進安全船舶技術研究開発支援事業を決定、http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji07_hh_000054.html（参照日2019年7月6日）

⁴⁾ 国土交通省、自動運航船 実証段階へ、http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji07_hh_000109.html（参照日2019年7月6日）

⁵⁾ (株)大島造船所、日本初の完全バッテリー駆動式自動運航船「e-Oshima」命名式開催、http://www.osy.co.jp/topics/topics_detail.php?topixCode=203（参照日2019年7月6日）

⁶⁾ 国土交通省、交通運輸技術開発推進制度、http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/safety/sosei_safety_tk2_000007.html（参照日2019年7月6日）

ロードマップの策定を目指している⁷⁾。著者は、本プロジェクトに参画しており、自律運航船で重要な技術となる自動避航操船機能を対象に、その安全性評価手法を担当し、操船シミュレータを用いた評価手法の検討を行っている。

一方、「人工知能をコア技術とする内航船の操船支援システム開発」は、2018 年に採択され、深層強化学習に基づく自動衝突回避機能を実現するものである。本機能は、大学を中心に 3 年間の計画で、輻輳海域を航行する内航船の操船支援システムとして開発され、最終的には練習船で実海域での実証試験を行う^{8), 9)}。

2. 4 海上技術安全研究所重点研究

著者が所属する海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所では、自律運航船が備えるべき各種の機能に関する技術開発研究及び安全基準に関する調査研究を実施している。

前述のとおり、自律運航船において、衝突回避を担う自動避航操船機能は重要である。著者らは、避航操船アルゴリズムの開発を行うとともに、「操船シミュレータを活用した研究」として、各種避航操船アルゴリズムを、海上技術安全研究所が所有する操船シミュレータに容易に組み込めるように整備し、自律運航船の機能評価のためのテストベッドとして構築している^{10), 11)}。

また、自律運航船や遠隔操船における船員による見張りの代替もしくは支援として、自動他船検出技術も重要である。この技術の一つとして、「画像処理による他船検出の研究」において、商業運航中の船舶の船橋（操舵室）の左右両舷に計 2 台のカメラを搭載して遭遇する船舶の画像データを収集し、深層学習を用いた景観画像中の船舶検出システムの開発を行っている。ここでは、視差のある画像を用いることにより、船舶の相対位置の推定を行うこととしている。図 1 に、船舶の検出結果例を示す。図中の四角の枠が、船舶と判定した検出結果である。なお、船舶の周囲状況の認識機能としては、2019 年 6 月に海の画像認識システム構築研究委員会が発足し¹²⁾、深層学習に必要な膨大な画像データを協働して収集及び整備していくこととなり、この分野のさらなる進展が見込まれる。

さらに、風等の外乱の影響を受ける着離棧も船舶にとって難しい操船作業となる。着離棧機能についても、船員への支援並びに自動着離棧機能の開発に向け、研究に着手してい

⁷⁾ 国土交通省、平成 29 年度交通運輸技術開発推進制度新規研究課題の概要、<http://www.mlit.go.jp/common/001210798.pdf>（参照日 2019 年 7 月 6 日）

⁸⁾ 国土交通省、交通運輸技術開発推進制度の新規研究課題を決定、http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo17_hh_000083.html（参照日 2019 年 7 月 6 日）

⁹⁾ 橋本博公、「人工知能をコア技術とする内航船の操船支援システム開発」、第 3 回交通運輸技術フォーラム講演集、国土交通省、2018 年 10 月、83 頁

¹⁰⁾ 丹羽康之ほか 3 名、「自律避航実現のための取り組み」、平成 30 年度（第 18 回）海上技術安全研究所研究発表会講演集、海上技術安全研究所、2018 年 7 月、124 頁～133 頁

¹¹⁾ Eiko SAITO et al., “Introduction of an Automatic Collision Avoidance Function on a Ship Handling Simulator”, Proceedings of the 29th International Ocean and Polar Engineering Conference, 2019.6.

¹²⁾ 日本船舶技術研究協会、海の画像認識システム構築研究委員会の発足について、<https://www.jstra.jp/conference/docs/プレスリリース本文「海の画像認識システム構築研究委員会」発足.pdf>（参照日 2019 年 7 月 6 日）

る¹³⁾、¹⁴⁾。

また、無人運航船の航行に必要な法制度の整備に関して、国際海事機関（International Maritime Organization、以下 IMO という）の関連規則を分析し、（1）無人運航を排除する規則（IMO regulations which preclude unmanned operations）、（2）無人運航に適用できない規則（IMO regulations which would have no application to unmanned operations）、（3）無人運航を排除しないが修正を要する規則（IMO regulations which do not preclude unmanned operations but may need to be amended）に分類しとりまとめた¹⁵⁾。この結果は、日本から、IMO に情報提供している。

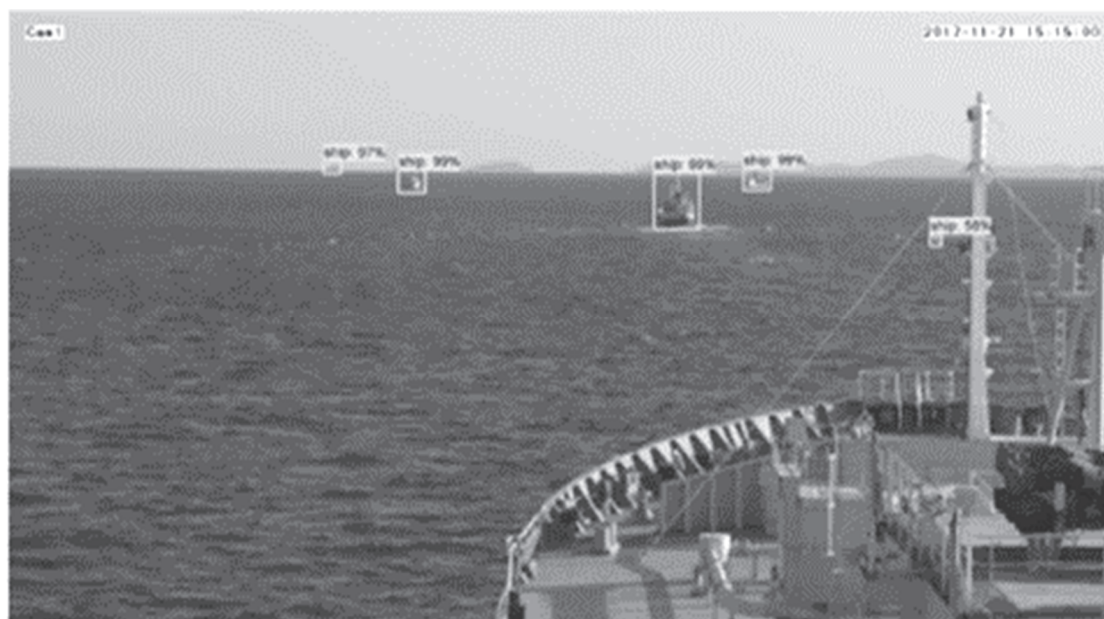


図1 船舶の検出結果例（四角の枠が、船舶と判定した検出結果）

出典：自律避航実現のための取り組み

3. 海外プロジェクト

2019 年 7 月現在、海外では、自律運航船は研究段階から開発段階へと進展しており、特に北欧を中心に、実海域実験の海域設定や実証船の試験運航計画等が進められている。

¹³⁾ 平田宏一ほか 2 名、「小型船舶の運航支援のための着岸操作の分析」、第 27 回交通・物流部門大会（TRANSLOG2018）、日本機械学会、2018 年 12 月

¹⁴⁾ 齊藤詠子ほか 3 名、「小型船舶の着岸操船支援のために必要な操縦運動のモデル化」、第 27 回交通・物流部門大会（TRANSLOG2018）、日本機械学会、2018 年 12 月、USB

¹⁵⁾ OTA Susumu, “Identification of IMO Regulations Relating to Unmanned Operations of Maritime Autonomous Surface Ships - SOLAS Convention and Related Mandatory IMO Instruments”, 海上技術安全研究所報告第 17 巻第 3 号、海上技術安全研究所、2017 年 12 月、227 頁～275 頁

著者が既に解説しているが¹⁶⁾、図 2 に、海外の主要なプロジェクトを整理した。図の左側には、おおよそ 2012 年から 2015 年に実施されたプロジェクトを示しており、EU による MUNIN プロジェクト、DNV-GL による Revolt プロジェクト、ロールスロイス社によるプロジェクトが主たるものである。これらのプロジェクトの成果に基づき、2015 年から 2018 年にかけて実施されているプロジェクトを中央部に示す。さらに右側には、それぞれのプロジェクトの開発対象や実施主体となる機関等を示す。なお、現在、コングスバーク社がロールスロイス系列の一部のプロジェクトを吸収している（図 2 の点線で囲ったプロジェクトがそれに相当する）。図 2 に示したプロジェクトの多くはおおよそ 3 年計画で実施されており、プロジェクトの目的としては、コンセプト構築、要素技術の研究開発、実証実験のように大別できる。

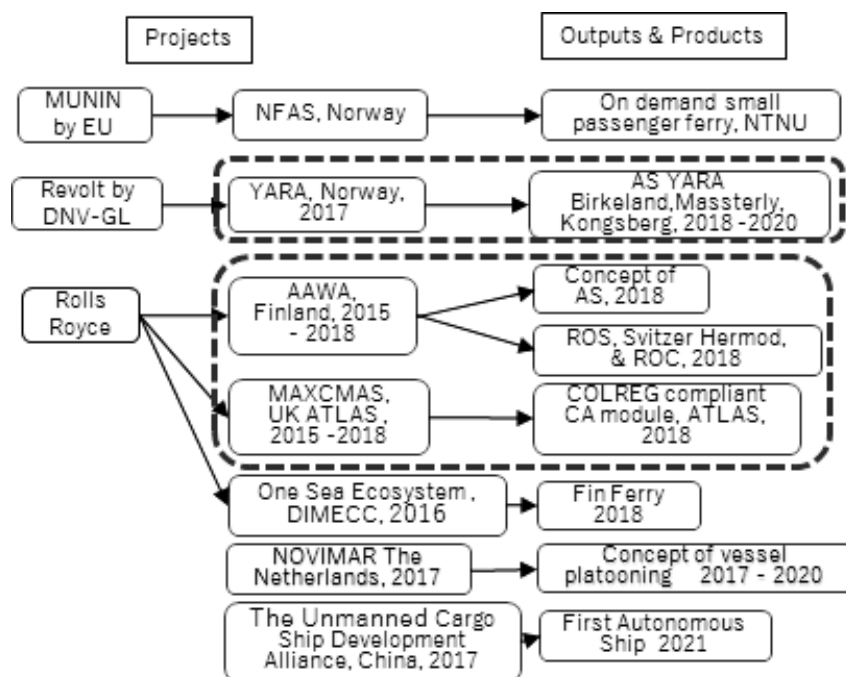


図 2 海外の自律運航船に関連するプロジェクト

出典：自動運航船の取組み－国内及び海外プロジェクトについて

本論では、海外プロジェクトとして、ReVolt プロジェクトとそれを発展させた YARA プロジェクト、ロールスロイス社とその一部を引き継ぐコングスバーク社のプロジェクトのほか、実証段階に入ったプロジェクト及び IMO の動きについて述べる。そのほかのプロジェクトの概要については、前述の文献 16 及び文献 17¹⁷⁾ 等を参照とする。

¹⁶⁾ 丹羽康之、「自動運航船への取組み－国内及び海外プロジェクトについて」、マリンエンジニアリング第 54 巻第 2 号、日本マリンエンジニアリング学会、2019 年 3 月、204 頁～209 頁

¹⁷⁾ 丹羽康之ほか 1 名、「自動運航船の国内外の概要と避航機能について」、信学技報 vol. 119 no. 100 SSS2019-8、電子情報通信学会、2019 年 6 月、5 頁～8 頁

3. 1 ReVolt プロジェクト^{18), 19)}

2013 年から 2016 年まで DNV-GL により実施された ReVolt プロジェクトでは、陸上のトラック輸送を海上にモダルシフトすることを目的に、短距離輸送に対応した無人でゼロエミッションのコンテナ船の概念が構築された。本プロジェクトの対象船舶を、ノルウェー沿岸を航行海域とする船長 60m、船速 6 ノット、航続距離 100 海里、コンテナ積載量 100TEU のコンテナ船とし、CO₂削減、運航費用の維持・削減及び安全性の向上の観点から、以下の特徴を持つ無人の自律運航船として設計された。

- ・ 無人船
- ・ 蓄電式電気推進によるゼロエミッション
- ・ 高度自律運航
- ・ メンテナンスの低減を目的とした電動化による可動部（エンジンやバラスト調整等）の廃止
- ・ 低速運航による消費エネルギーの削減（小型自動車並みのエネルギー消費）
- ・ 設計条件に合わせた諸元
- ・ 2 機のアジポットと収納可能なバウスラストによる着離岸時の操船性能の確保
- ・ 陸からの充電及び着岸支援施設

最後に本プロジェクトの結論として以下が挙げられた。

- ・ 低速航行と 2 翼プロペラにすることにより、60%の推進効率が得られた。
- ・ バッテリーによる航行は、当初は、ハイブリッドシステムと短距離輸送に限られる。
- ・ 再生可能なエネルギーによる発電が可能になれば、CO₂ の排出のないシステムが実現でき、ノルウェーはそのポテンシャルを持っている。
- ・ 新しいアイデアではなく、現在の情報通信技術を使用して、DNV-GL は Revolt に装備した無人船を運航する可能にするセンサー群を含むシステムで、自動・自律船を実現できる。
- ・ 航路に沿った気象データを用いることにより、抵抗増加が計算できた。

3. 2 YARA プロジェクト²⁰⁾

ReVolt プロジェクトを発展させ、世界初の自律運航コンテナ船 YARA Birkeland を開発、実証するプロジェクトは、コングスバーク社が重要技術の責任を負っている。当初の計画では、2020 年までに、船橋ユニットを追加して船長及び少人数船員による評価、遠隔操船テスト、自律運航テストを実施することとなっていたが、遅れ気味となっている。

以下に Yara Birkeland 主要目等を示す。

¹⁸⁾ DNV-GL, ReVolt, <https://production.presstogo.com/mars/embed?o=61B31CB1FF164E2D&c=10651&a=Y> (参照日 2019 年 7 月 6 日)

¹⁹⁾ DNV-GL, THE NEXT REVOLT, <http://gcaptain.com/wp-content/uploads/2014/09/ReVolt-Details.pdf> (参照日 2019 年 7 月 6 日)

²⁰⁾ YARA, The first ever zero emission, autonomous ship
<https://www.yara.com/knowledge-grows/game-changer-for-the-environment/> (参照日 2019 年 7 月 6 日)

主要目:

船長: 70 m 以下

船幅: 15 m

型深: 12 m

満載喫水: 5 m

軽荷喫水: 3 m

船速:

巡航船速: 6 kn

最大船速: 10 kn

貨物容量:

搭載コンテナ数: 100 ~ 150 TEU

排水量: 3500 ~ 4500 mt

電気推進:

2 アジッポット

2 トンネルスラスト (当初の上下昇降式アジポッドは不採用)

バッテリー: 3.5 ~ 4 MWh

主要センサー: Camera、Radar、AIS、Lidar、IR camera

荷役機能: 電動クレーンによる自動荷役

航行海域については、沿岸 12 マイル以内の 3 つの港を航行する。全領域をノルウェーの Brevik's VTS による監視が可能。各港間の距離は以下の通りである。

Heroya – Brevik (約 7 NM)

Heroya – Larvik (約 30 NM)

この航行海域は年間約 8,000 隻の船が航行するノルウェー国内でも操船が難しいとされる輻輳海域の 1 つである。Yara Birkeland は 1 度の航海でも平均して 10~18 隻の船と行き交うことを想定している。また、航路に対する他船のアクセス制限はないが、当局から注意喚起のアナウンスが為される見込みである。

安全を担保するため、3 つの違う役割を持った陸上コントロールセンターを設置予定である。これらの陸上コントロールセンターでは、緊急事態及び例外のハンドリング、状況監視、運航監視、意思決定支援、船舶及び周辺の見張り及びその他の安全関連項目の監視を行う。

自律航行機能では、Dynamic Positioning (DP) がキーとなる。DP の技術としては、コングスバーク社は開発・製造経験があり、Sea Launch、ODIN プロジェクトでは、小型の自律船を軍用として開発しており、十分な機能を実現でき、衝突回避等にも応用できる。なお、YARA Birkeland 完成後の有人運航中には AI を用いて、避航アルゴリズムを改良していく予定である。また、就航当初に使用する避航アルゴリズムは、コングスバーク社で独自開発はしておらず、NTNU (Norwegian University of Science and Technology) が開発に取り組んでいるものを搭載する予定である。

また、コングスバーク社は、ノルウェーのトロントハイムでのテスト海域では、2 隻のドローン 41feet を運用しており、他の機関からの自律化船も含め十分な試験ができる環境

が準備されている。

安全に関しては、多様なアプローチをしており、サイバーセキュリティ、衝突回避（ただし、COLREG には準拠していない）、センサーフュージョン、状況認識支援で対応しており、システムが機能しなくなった時には DP で停留することを想定している。

デジタル化では、デジタルツイン、モニタリングシステム、ディープラーニングが挙げられ、検討が進められている。

3. 3 ロールスロイス社のプロジェクト

ロールスロイス社では、Blue Ocean Team を設置し、同社の統合操船システム、推進制御システム、船位制御システム等を基礎として、遠隔操船の概念やシステムの実現性を検討し、表 1 に示す遠隔操船の利点と表 2 に示す必要な基盤技術並びに実現のためのロードマップを示した²¹⁾。

表 1 遠隔操船の利点

遠隔操船の利点
船員費の削減
船員の労働環境の向上
事故の低減と船員の安全性向上
フリート管理の強化と無人に起因する新形式船による経済効率の向上

表 2 遠隔操船に必要な基盤技術

基盤技術
遠隔操船（陸上システム）
遠隔制御システム（船載システム）
通信システム
業務効率化システム
健全性・安全管理システム
状況認識システム

表 1 の出典並びに著者作成の表 2 の出典：

<http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2014/10/MUNIN-WS@SMM-140909-4-Rolls-Royce-Approach-EJ.pdf>

2015 年以降、フィンランドや英国のファンドと多岐にわたる研究協力が行われた。Tekes（Finnish Funding Agency for Technology and Innovation）の支援を受けた AAWA（Advanced Autonomous Waterborne Applications）²²⁾ は、主たる成果として、状況認識

²¹⁾ Rolls-Royce, Towards Remote Controlled Ships, MUNIN Workshop at SMM, <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2014/10/MUNIN-WS@SMM-140909-4-Rolls-Royce-Approach-EJ.pdf>（参照日 2019 年 7 月 6 日）

²²⁾ AAWA, Autonomous Ships The next steps, <http://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls->

システムにおけるブラックアウト対策、夜間状況での対応、遠隔制御等の確認が行われている。また、法規制の整備が一番の課題としており、IMO での規則整備の必要性が述べられている。

MAXCMAS (Machine eXecutable Collision regulations for Marine Autonomous System)²³⁾、²⁴⁾ は、COLREG (Convention On the International REGulations for Preventing Collisions at Sea) 対応の衝突回避支援システムの開発を目的に設置されたプロジェクトで、英国の InovateUK からの支援を受け、シミュレータでの COLREG に準拠した自律運航船の操船・管制の在り方の検討を行い、遠隔操船の海上試験航海を掃海試験艇で実施している。障害物の自動検出、避航操船判断、リスク管理・評価を行っており、危険の判定には TCPA 解析を、経路探索には粒子群最適化法を用いている。また、モンテカルロシミュレーション機能 (シミュレーションの数値計算で乱数を用いる方法) を用いたシステム検証を行っている。

One Sea プロジェクト²⁵⁾ は、DIMECC (Digital, Internet, Materials and Engineering as well as Co-Creation) を中心に、2025 年にバルト海で自律運航船による海運を実現する環境を構築するため、2016 年に始まったプロジェクトである。海事産業界に地方公共団体も加わった共同体により、ロードマップ、遠隔操船・位置検出・船陸間通信等の技術開発、航路及び気象海象の電子情報を提供する知的航路 (Intelligent fairway) の検討等を行っている。なお、DIMECC はフィンランドにおける自律運航船の試験海域の管理を行う。

3. 4 FinFerry プロジェクト²⁶⁾

2018 年 12 月に、ロールスロイス社の自律運航船の技術に基づき、世界初の完全自律運航船のデモンストレーションがフィンランドにおいてカーフェリーで実施された。センサーフュージョンと人工知能技術を用いた障害物検知がなされ、避航操船及び自動着棧が実演された。

また、50km 離れた遠隔監視センターからの遠隔操船のデモンストレーションも行われている。

3. 5 NFAS (Norwegian Forum for Autonomous Ships)²⁷⁾

自律運航船を対象としたノルウェーのフォーラムであり、ノルウェー政府、研究機関、大学、民間企業等が参加している。海外の自律運航船のプロジェクトの牽引してきたロールスロイス社、現在リードしているコングスバーク社も NFAS のメンバーである。また、

Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf (参照日 2019 年 7 月 6 日)。

²³⁾ Project MAXCMAS, <http://www.warsashacademy.co.uk/about/our-expertise/maritime-research-centre/project-maxcmas/home.aspx> (参照日 2019 年 7 月 6 日)

²⁴⁾ Jesus Mediavilla Varas et al., "MAXCMAS Project - Autonomous COLREGs Compliant Ship Navigation", 16th Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries, COMPIT'17, 2017.5, pp.454-464

²⁵⁾ ONE SEA, <https://www.oneseaecosystem.net> (参照日 2019 年 7 月 6 日)

²⁶⁾ Finferries' Falco world's first fully autonomous ferry, <https://www.finferries.fi/en/news/press-releases/finferries-falco-worlds-first-fully-autonomous-ferry.html> (参照日 2019 年 7 月 6 日)

²⁷⁾ NFAS, <http://nfas.autonomous-ship.org/index-en.html> (参照日 2019 年 7 月 6 日)

NFAS の主要メンバーである NTNU (Norwegian University of Science and Technology) が主体となって、トロンハイム市内の水路のごく短距離を渡るバッテリー駆動の電気推進船として、最大 12 名と自転車が搭乗できるオンデマンドの渡し船の検討が進められており²⁸⁾、実証段階に入っている。

4. IMO の状況²⁹⁾, ³⁰⁾, ³¹⁾

これまで述べたとおり、国内外において自律運航船の実用化に向けた取り組みが進行中であるが、IMO の現行の安全に関する国際規則は自律運航船を念頭においたものではなく、そのまま適用することは適切ではない。そこで、2017 年 6 月の IMO/MSC 98 において、日本を含む 9 カ国により、現行の規則の改正の要否、新たに必要となる基準等について IMO での検討開始を提案し、多数の国の賛成を得て、自律運航船の安全に関する検討を開始することが合意された。続く 2018 年 5 月の IMO/MSC 99 において、自律運航船の国際規則策定に向けた議論が開始された。自律運航船を実現するために必要となる現行基準の改正や新たな基準の策定等の検討を進めるにあたり、暫定的に自律運航船の定義や自動化の程度 (degrees) が定められた。

さらに、2018 年 12 月の IMO/MSC 100 において、ノルウェー等の提案により、自律運航船の実証試験を行うための指針作成の必要性が認められ、審議の結果、暫定指針案の作成方針が決定された。この方針に基づき、ノルウェーが主導し日本も参加する非公式通信部会において暫定指針案を検討し、日本及びノルウェー等から、2019 年 6 月の IMO/MSC 101 に、共同提案を行った。IMO/MSC 101 では、この共同提案をベースとして暫定指針が策定され、承認された。これにより、リスク管理、操船者（遠隔操船を含む）の資格、人間と機械との相互作用の考慮、適切な通信手段等のインフラの確立、試験関係者間の情報共有、試験海域の沿岸国や通航船舶への通知、IMO を通じた試験結果（企業秘密に関わる情報を除く）の国際的な共有などが推奨される。

規則に関しては、これまでに、自律運航船の運航を実現するために必要な IMO 規則の改正、新規策定等の具体的な方法を決定するための分析を行うことが合意されており、日本を含む有志国が初期検討の分担を引き受けている。IMO/MSC 101 では、各有志国の初期検討を進める中で直面した課題や得られた知見等が共有された。以上のとおり、日本は IMO において積極的に貢献している。

²⁸⁾ The Development of an Autonomous Shuttle Ferry in Trondheim, https://www.ntnu.edu/documents/1278511297/1282174090/6_sess2-Eide.pdf/8314c17e-e17f-4fb4-a006-118519984c5e (参照日 2019 年 7 月 6 日)

²⁹⁾ 国土交通省、国際海事機関 (IMO) が自動運航船の安全に関する検討開始を決定、http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji06_hh_000149.html (参照日 2019 年 7 月 6 日)

³⁰⁾ 国土交通省、国際海事機関 (IMO) において、自動運航船の国際ルール策定に向けた議論が開始されました、http://www1.mlit.go.jp/report/press/kaiji06_hh_000167.html (参照日 2019 年 7 月 6 日)

³¹⁾ 国土交通省、自動運航船の早期実用化に向けて更に前進！実証試験の実施原則を作成！、http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji06_hh_000192.html (参照日 2019 年 7 月 6 日)

5. 国内外での動きの特徴と課題

以上のとおり、国内及び海外とも、自律運航船の技術開発に関しては、民間会社、大学、研究機関等により活発にプロジェクトが実施されている。一方、社会実装に向けた検討及び実証プロジェクト等は、一概には言えないが、国内では、国土交通省が制度を設けて主導し、海外ではファンドを利用して民間会社等が中心となって社会実装に向けた活動が行われている傾向が見られる。これは、自動車の自動運転においても、同様な傾向が指摘されている。但し、海外においても、EU プロジェクトとして実施されたり、国が社会実装に必要な規則及び環境整備を検討し、民間会社等を後押ししている面も見られる。

次に、自律運航船の技術開発状況であるが、必要な機能については当然ながら国内外で違いは無く、その進捗状況にも、日本の自律運航船に携わっている関係者間の意見交換では、日本が大きく遅れているということは無い。但し、国内外では、情報の発信及び国際的な学術発表の積極性の違いがあり、海外の先行点が見られると考えられる。例えば、海外プロジェクトは、積極的にインターネット上で、途中経過や成果を発信している。これまでは、コンセプトの段階であってもイメージ動画を公開し、国内外へのアピールをしていたが、実証実験段階に至った2018年度後半以降は、実際の実証実験の動画も公開されている。一方、日本の各プロジェクトは、プレス発表等の簡単な紹介にとどまっている。

自律運航船には、船上が有人か無人か、また、船舶が原則自律的な運航をする場合でも陸上等からの遠隔操船がどの程度の役割を担うのかといった点で様々な形態が考えられる。日本では、民間会社の中では船社が積極的な姿勢が見られることから、無人よりも、船員の負担軽減から出発して自律運航船に取り組んでいることも特徴的である。海外ではエンジニアリング会社や物流関係者が中心的な役割を果たしているところが見られる。

上記日本の状況を踏まえると、日本の方向性としては、船上が無人とはならず、人間が乗船した状態での自律運航船の開発及び社会実装が進むと考えられる。技術的な課題としては、まずは小型船の自動検出が挙げられる。さらに、船上の人間または陸上等の人間に関わらず、自律運航機能が対応できない事象が起こったときの対応並びにヒューマンマシンインターフェース等の人間に引き継ぐとした場合の課題への対応が必要である。今後は、技術開発に加え、社会実装に向けた総合的な安全性評価及び社会受容性の醸成が必要となる。

6. おわりに

本論では、自律運航船について国内及び海外で進められている研究開発及び実証プロジェクト等を述べた。

自律運航船は欧州では DNV-GL やロールスロイス社の流れを引き継ぐプロジェクトが先手を打ち、実証実験にも進んでいる。それに対して日本は、遅れをとっているように見えることもあるが、海事産業の裾野が広く、あらゆる関係者が揃っているという強みがある。この海事クラスターを活かして、日本が抱えている海上の安全確保、高齢社会及び人口減少といった課題を解決するためにも、日本に適した自律運航船の実現に向け、著者らも尽力する所存である。それが、ひいては国際的な貢献にもつながると考えている。