

I . 次世代 AI に求められるもの

1. はじめに

昨今、陸上、航空及び海上における乗り物の自動運転化は、目覚ましい発展と、近未来に明るい展望を与えている。

陸上分野における自動車の自動運転レベルは、運転の主体や自動運転の技術到達度、走行可能エリアなどによって、「レベル0」から「レベル5」の6段階に分類されている。2023年1月現在、レベル3の機能を搭載した市販車の販売はすでに始まっており、レベル4（「特定条件下における完全自動運転」のことで、運転に必要な認知、判断、操作のすべてを自動運転システムが賄う状態を指し、「ドライバーが乗車しない自動運転移動サービス」を可能とするもの）の自動運転タクシーが2026年初頭に東京都心部で500台規模の運用開始が予定されている。

航空分野における自動運転については、レベル1「目視内・操縦者有りの飛行」、レベル2「目視内（操縦者無しの飛行）」、レベル3「離島・山間部等の無人地帯での目視外」、レベル4「都市部等の有人地帯での目視外」に分類され、2025開催の大阪万国博覧会では、レベル4のドローンタクシーの運用が予定されている。

海上分野における自動運転については、国際海事機関（IMO）が2018年から2021年にかけて行った自動運航船に対する現行規制の枠組みに関する検討、及び2019年6月に実施した国際航海を行う自動運航船の実証実験を安全に実施するための原則等を定めた暫定指針の策定し、これを受け、国土交通省は2018年6月に2025年までを目途とした自動運航船の実用化のロードマップを発表し、2020年12月に「自動運航船の安全設計ガイドライン」を、2022年2月に「自動運航船に関するガイドライン」をそれぞれ発出した。

2. 海上分野における自動運転の状況

人間の様々な身体の動きを考える場合、認識（五感：視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚（皮膚感覚）の5種類を言い、五感を感じる部分は

目・耳・鼻・舌・皮膚で、それらを感覚器という。）→判断（脳：生命維持、運動、感覚、知的活動など、人のからだの全体をコントロールしている。）→操作（手、足等）の順で行われており、上記3分野における自動化の動きは、センシング技術が五感の代わりに、AIが脳の代わりに、IoTが人間の神経細胞の代わりに行なえるようになったことで開発が急速に進んでいる。

国土交通省が発表した自動運航船の実用化のロードマップによれば、フェーズⅠ「IoT技術活用船」、フェーズⅡ「陸上からの操船や高度なAI等による行動提案で、船員をサポートする船舶」及びフェーズⅢ「自立性が高く、最終意思決定者が船員ではない領域が存在する船舶」に分類し、2025年頃までにフェーズⅢの実用化を目指している。

公益財団法人日本財団は、無人運航船プロジェクト「MEGURI2040」として、2020年2月から5つのコンソーシアム（※複数の民間共同体）と共同で、無人運航船の開発に取り組み、2022年1月から3月にかけて、以下の実証実験に成功している。（以下、①～⑥は、日本財団 無人運航船プロジェクト「MEGURI2040」から引用）

① 2022年1月11日（火）に、世界初となる小型観光船の無人運航による実証実験を横須賀市猿島にて行い、航行に成功した。本技術が小型船へ広く普及することで、離島住民の生活を支える小型船舶への利用や、船員の半数以上が50代以上である国内の船員不足の解消が期待される。

② 2022年1月17日、世界初となる大型フェリーによる実証実験を北九州市新門司から伊予灘の海域において行い、航行に成功した。本実証実験は、全長222mの大型フェリーでの回頭や後進を伴う高度な自動入出港、高速運転（最速26ノット）での無人運航船技術の実証は世界初で、本プロジェクトで大型フェリーを対象に開発された赤外線カメラによる他船検出を行うセンサーを含む高度な自動運航システム、機関室の遠隔監視や高度なサイバーセキュリティシステムは、今

後の船舶の自動化、無人運航化の進展に寄与し、より安全で効率的な海上輸送の実現に向けた大きな一歩となることが期待される。

③ 2022年1月24日から25日にかけて、世界初となる営業コンテナ船による無人運航の実証実験を福井県敦賀港から鳥取県境港まで行い、航行に成功した。本実証実験は、実際に営業しているコンテナ船による無人運航船の実証及びドローンによる係船補助作業などは世界初となる。本プロジェクトで開発された、自律航行システム、ドローンによる係船補助作業、陸上モニタリング用のAR（拡張現実）ナビゲーションシステムなどは、船舶の安全航行や船員の労働負荷低減に寄与することが期待される。

④ 2022年2月6日から7日にかけて、大型カーフェリー「さんふらわあ しれとこ」の無人運航の実証実験を北海道苫小牧から茨城県大洗まで行い、航行に成功した。本実証実験は、約750kmにも及ぶ長距離、約18時間もの長時間航行の無人運航の実証は世界初となり、本プロジェクトで開発された、自動離着岸システムや、陸上モニタリング用のAR（拡張現実）ナビゲーションシステムなどは、船舶の安全航行や船員の労働負荷低減に寄与することが期待される。

⑤ 2022年2月26日から3月1日にかけて、コンテナ船「すぎく」（全長95.23m、総トン数749トン）及び同船の無人運航の監視と遠隔操船が可能な「陸上支援センター」（千葉県千葉市）を用いた実証実験を東京港～津松阪港～東京港で行い、航行に成功した。本実証実験は、本プロジェクトで開発された、無人運航に必要な機能（遠隔操船、陸上支援等）を網羅した包括的なシステムを有した船が、船舶が多数行き交う海域（東京湾）で無人運航実証実験を行ったのは世界初で、今回の実証実験の成功は、船舶の安全航行や労務負担の軽減に寄与することが期待される。

⑥ 2022年3月14日に水陸両用船「ハッ場にゃがてん号」の無人運航の実証実験を群馬県ハッ場あがつま湖で行い、航行に成功した。本実証実験は、水陸両用船による無人運航の実証は世界初となり、本プロジェクトで開発された、経路の追

従・避航システムなどは、船舶の安全航行等に寄与することが期待される。

また、アメリカ海軍は、「ゴーストフリート・オーバーロード」という自立型無人船開発計画を2018年から実施し、2023年9月18日に在日米海軍の無人水上艦「レンジャー」（カリフォルニアの運用センターや、他の水上艦から必要により指示を出して航行する）を横須賀港に寄港させた。

3. 次世代 AIS (VDES)

2船間の海難事故の原因は、「双方が相手船を認識している場合」「片方が相手船を認識していない場合」、「双方が相手船を認識していない場合」に分類され、操船者の言い分としては、「相手船がそのうち避航するだろう」、「自船は保持船だから〇〇してくれるだろう」、「普段、このまま接近していくと漁船（小型船）が直前で避航してくれるので・・・」、「航行船が漂泊船を避航してくれるだろう」、「こんなところに船がいるとは・・・」と言った、はっきりした両船間の意思疎通或いは全く相手船を意識しないままに接近し、衝突することが多い。

2002年7月1日に「1974年の海上における人命の安全に関する条約（SOLAS74）」第V章の発効を受け、船舶自動識別装置*（AIS：Automatic Identification System）の搭載が以下の条件に該当する船舶に義務付けられ、その目的は、①船舶を識別すること、②目標物の追跡を支援すること、③航海情報の交換を容易にすること、④衝突防止に役立つ情報を提供すること、⑤無線電話による船舶通報を減らすことで、海難発生を予防することとし、一定の効果を上げている。

- (1) 国際航海に従事する300総トン以上のすべての船舶
- (2) 国際航海に従事する全ての旅客船
- (3) 国際航海に従事しない500総トン以上の全ての船舶

* 船舶の識別符号、種類、位置、針路、速力、航行状態及びその他の安全に関する情報を自動的にVHF帯電波で送受信し、船舶局相互間及び船舶局と陸上局の航行援助施設等との間で情報の交換を行うシステム

AISは、搭載義務化から20年以上経過した技術で、物流の効率化等に伴い通信量が増加し、

VHF 帯電波で送受信し、船舶局相互間及び船舶局と陸上局の航行支援施設との間で情報の交換を短方向の情報交換を行っている現行の技術では通信が圧迫され、円滑な通信ができなくなることが予想されるなか、AISによる情報交換を高度化・高速化し、衛星による信号中継も行うための双方向デジタル通信システム（VDES：VHF Data Exchange System）が構想され、2019年11月にITU（国際電気通信連合）のWRC（世界無線通信会議）において、必要な周波数の割り当てが決定された。

VDESは次世代のAISともいわれており、従来のAISのアプリケーションによるメッセージ（ASM：Application Specific Message）交換及び地上及び衛星のVDESによる双方向の通信機能を追加したシステムで、日本が主導し、ノルウェー及びシンガポールと共に、VDESをAISの同等物として船舶に搭載できるようにするための条約改正が2021年5月のIMOの第103回海上安全委員会（MSC：Maritime Safety Committee）で承認され、2024年から作業が開始される予定である。

VDESは、地上通信を行う地上VDESと衛星通信の衛星VDESに分けて開発されており、全体像と各通信の機能は以下とおりである。

次世代型AIS（VDES）＝AIS＋ASM＋地上VDES＋衛星VDES

データ伝送速度 AIS:9600bps
ASM:19.2kbps
VDE:最大307.2kbps

① AIS チャンネル

船舶の識別符号、種類、位置、針路、速力、航海状態及びその他の安全に関する情報を自動的にVHF帯電波で送受信し、船舶局相互間及び船舶局と陸上局の航行支援施設等との間で情報の交換を行うシステム

② ASM チャンネル

近年AISを利用したASMの使用頻度が高くなり、徐々にAISチャンネルがひっ迫してくるようになった。ASMのようなメッセージ交換はAISとは別のチャンネルで運用されることとなり、2019年1月からASM1チャンネル

ル及びASM2チャンネルにそれぞれ周波数が割り当てられ、ASM専用チャンネルとして使用できるようになった。

③地上VDESチャンネル

- ・ 捜索救助（SAR）サービス（海上における捜索救助活動に係る各種情報収集・交換）
- ・ 航路標識等情報（Route Exchange）
- ・ 船舶通航（VTS）サービス（船舶位置、目的地や運航計画などを利用して管制）
- ・ 航行支援サービス（VTSの一環、船上における航行意思決定等を支援する）
- ・ 交通構成サービス（VTSの一環、危険状況を回避し、安全・効率的な運航を提供）
- ・ 海上安全情報（MSI）サービス（公的機関からの航行警報や気象警報など）
- ・ 地域港湾サービス（港湾での停泊位置、港湾情報、運行計画などの情報提供）
- ・ 水先サービス（安全・効率的な水先案内業務のための情報）
- ・ タグサービス（タグボートや通船などの安全・効率的な業務のための情報）
- ・ 船舶通報サービス（船舶内の規定された情報の自動／半自動通報）
- ・ 海事支援サービス（船会社、港湾当局、救助会社間等との通信支援）
- ・ 実時間海路・環境情報サービス（潮流、波高、海洋生息環境、航行規制等の情報）

④衛星VDESチャンネル（2026年ごろの国際標準化が見込まれる）

- ・ 海上安全情報（MSI）の放送、氷海域情報、気象情報
- ・ 捜索救助（SAR）通信（捜索救助サービス、遠隔医療支援サービス）
- ・ 航路等情報（Route Exchange）船舶通報（VTS）サービス、交通構成サービス、船舶通報サービス、海事支援サービス、実時間海路・環境情報サービス

現時点では、③地上VDESチャンネル及び④衛星VDESチャンネルが海難発生防止の強力なツールになると推測されるが、詳細は不明である。

4. 次世代型AIS等に求められるもの

現在、様々なところで次世代型AIS（VDES）の開発状況が発表されているが、海難防止をいか

に因るかを考えた場合、開発中とは思われるが、以下の能力が加えられるべきである。

① VDES 搭載船 ⇔ VDES 搭載船 VDES 搭載船
⇔ AIS 未搭載船（地上 VDES は搭載）

航行判断を行う AI をどこに設置（レーダー、ECDIS、VDES）するかは別にし、AI が AIS 又は地上 VDES から入手した相手船情報を元に、法令、気象条件、双方（船）の状態等から航行計画を作成し、作成された航行計画を、相手船の操船者が用いている言語に自動翻訳し、相手船に音声伝達が行われる。翻訳を船内で処理するのかネット経由で行うか整理されていない問題はあるものの、相手船の操船者は、打診された航行計画に対して了解できるならば、了解した旨の返信を行うことになる。

② AIS 未搭載船（地上 VDES は搭載） ⇔ AIS 未搭載船（地上 VDES は搭載）

多くの場合、小型船と小型船の場合が想定されるが、小型船の場合、数分前に地上 VDES の機能によって相手船が認識できれば、地上 VDES にアナウンス機能を持たせ、操船者に認知を促すことによって海難を防ぐことが期待できる。

AIS 未搭載船（地上 VDES は搭載）は、AIS は搭載していないが、内航船のようにレーダー、ECDIS を搭載し、その中に AI が搭載されている場合は、AI が航行計画を作成することから、航行計画を地上 VDES 搭載船にアナウンス機能で検討させることが可能となる。

③ AIS 未搭載船（地上 VDES は搭載）に求められる機能

地上 VDES から発信される信号としては、

航行状態（航行中、漂泊中、錨泊中）、船種（巨大船、大型船、小型船、帆船、喫水制限船、えい航船等、乗り揚げている船舶）及び状態（運転不自由船、操縦性能制限船、漁ろうに従事している船舶）を発信する必要がある。

操船者は、夜間、漁ろう中に従事している船舶を認識し、その漁法を理解したうえで航行計画を考えるためには、かなりの経験と知識を必要とする。地上 VDES から補間情報として、漁ろう中、操業の種類、運動性能等、相手船に有効な情報が発信できれば、発信量及び発信頻度の整理は必要となるが、認知距離がはるかに大きくなり、時間的な余裕も生まれるであろう。今後、自動運航船が増えるにしたがって、地上 VDES を搭載しない船舶は、航行区域が制限されることも予想され、法改正を含む討議が行われると思われる。

5. まとめ

現在、無人運航船の実現に向けて様々な試みが行われているが、最大の課題は、船の大小及び船種、運行状況、各船個々の設備状況、各船舶間でコミュニケーションを行う上で言語の問題がある中、法令の適用を適切に判断し、運航することである。

次世代の AIS はその礎となるものと期待されるが、現時点において内航船（AIS 未搭載船）及び小型船からの情報の提供がなく、情報を蓄積したうえで AI に判断させることができない。

早急に地上 VDES に対する要件を整理し、無人運航船の実現に合わせる必要があると考える。

（杉谷 昭記）