

AI技術の導入による艦艇省人化について

杉本 成雄

はじめに

AI(Artificial Intelligence : 人工知能)という言葉が、コンピュータによる家電の制御、ロボットによる人間生活のサポート、棋界における人間との対戦など最近のトレンドとして巷間で頻繁に使われ、また語られている¹。

各分野で AI が活用されたコンピュータシステムが世の中に出回っているが、これらは人間が日常的な活動において補助的に使用するというのが一般的な流れである。1995年に科学技術基本法が施行され、内閣に総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が設立されたように、ICT(Information and Communication Technology)化が国を挙げて推進される流れにある²。そのような世の中の趨勢にあつて、社会的には、医療、介護、芸術・デザイン、教育、接客サービス、輸送・移動、農業、治安・セキュリティに関連することへの AI 技術の導入が盛んに進められている³。

海運に関連する状況を見てみると、商船等一般の船舶においては、従来

¹ ロボットという技術概念は、アニメ等に描かれるロボットや工場内で使われる製造機械にとどまらず、「物理空間と相互作用する情報機械」と広く定義するのが最も適当であろう。・・・例えば自動車については、自動運転車はもちろんのこと、踏み間違い防止、自動停車、自動ワイパーといった知的機能もロボット技術の応用である。また、センサー(感覚器)やアクチュエータ(動作器)を備え、人間の動きに応じて様々なサービスを提供する部屋であるインテリジェントルームもロボットの種類である。国立国会図書館 調査及び立法考査局「人工知能・ロボットと労働・雇用をめぐる視点」、『科学技術に関する調査プロジェクト報告書』、2018年3月30日、25頁。

² 我が国における科学技術の水準向上を目的とするもの。「基本計画」について、その実施に要する経費に関し毎年度国の財政の許す範囲内でこれを予算に計上する等、その円滑な実施に必要な措置を講ずるよう努めなければならないとしている。2016年1月には第5期基本計画が閣議決定され、「Society 5.0」(ICT、IoT技術を活用し、サイバー空間とフィジカル(現実)空間を高度に融合させることで新しい価値を創出し、経済的発展と社会的課題の解決を両立することにより、人々が快適で活力の満ちた質の高い生活を送ることのできる人間中心の社会を目指す)ことが示された。1995年11月15日公布、全19条。

³ 「人工知能・ロボットと労働・雇用をめぐる視点」、43-78頁。

から航海、機関関連のセンサー導入等による省人化が進められており、外航船、内航船、あるいは数百トンから数十万トンまでの大きさの別なく20人未満で運航しているのが現状である。さらに、近い将来の目標としてAI機能を付加することによる自律運航化も推進している。このために航海はレーダ、カメラ等各種センサーを駆使したオートパイロットに加え、衝突等を未然に防ぐ措置がとれる機能を付加している。また機関は、陸上施設において複数の船舶の状態を一括監視し、出力データを基に部品交換指示等を行うことにより不具合の発生を未然に防ぐとともに、故障発生時においても陸上から処置要領を助言することにより乗員の負荷軽減を図ろうとしている。

一方、海上自衛隊においては、防衛省全体として隊員数の確保が今後難しくなっていくことが確実な環境にあって、30大綱に今後の人口減少と少子高齢化の急速な進展を見据えた上での人的基盤の強化のために、人材の確保取組に加えAI等の技術革新の成果を活用した無人化・省人化を推進することが明記されており、多くの乗員を有している艦艇部隊もこれを受けた取組が求められるところである。

しかし、問題はこれを認識したところで、この「AI技術活用による省人化」を果たして自衛隊の艦艇に導入できるのかという点である。艦艇は、日常的な活動のためにあるのではなく、軍事作戦を遂行するものであることを考えると、現在のAI化の主流になっている方面とは全く異なった分野での用途が主体である。また、武器を使用する点においては、なおさらである。そもそも、軍事作戦には作戦レベルがあり、状況のエスカレートの度合いにより対応が異なってくる。そして実際の戦闘場面においては武器の発射をするのかどうかをその場の状況により判断するなど、容易には自律化等をできない部分がほとんどのように思われる。だが、艦艇全体の構成をみると、例えば航海、機関については、商船等で推進されている自律運航化を参考として艦艇に適した形に作り替えて導入することが出来そうであり、装備武器の運用についても、やみくもな「AI化」を進めることはするべきではないものの、省人化に寄与できる部分は積極的に取り込んでいける要素はあると考える。

そこでここでは、そもそもAI化とは何かについて確認したうえで、艦艇にAIがどの部分にどのように導入でき、そして省人化に寄与できるか、あるいはするべきかについて考えてみたい。

1 ICTの発展がもたらすAI技術とは

近年のネットワーク、情報処理技術の発展は著しく、ビッグデータの極めて短時間での処理、並びにネットワークを通じた情報のやり取りが世界規模で瞬時に行われるようになった。このような中、さらに現在進行形でAIやIoTという分野が日進月歩の勢いで発展している⁴。

AIとは何かについて、専門家間で共有されている定義は未だない⁵。一般的には、人間の脳が行っている知的な作業をコンピュータで模倣したソフトウェアやシステムであり、具体的には人間の使う自然言語を理解したり、論理的な推論を行ったり、経験から学習したりするコンピュータプログラムであると考えられる⁶。

現代生活における新しい製品の中には、人型のロボットのように人間になり代わって仕事をするようにする程度まで進化したものがある。また、例えば自動車の運転に係る分野において盛んに導入に向けた開発が進められている、センサーでとらえた情報をAIで解析して自動走行させようとするものもあるが、これらは、これまで人間が行っていた作業などをAI技術を活用することによって代替し、かつ、サービスを向上させようとするものである⁷。これらは大規模なデータが利用できるようになり、また、コンピュータの計算能力の向上とソフトウェアの進歩により、深層学習や統計学学習など、さまざまな機械学習の技術が発展してきた結果、実用的な能力を備えた人工知能システムが次々に現れてきていることが背景にある⁸。

このようなことを理解した上で艦艇について見てみる。艦艇のコンピュ

⁴ IoTは、Internet of Thingsの略であり自動車、家電、ロボット、施設などあらゆるモノがインターネットにつながり情報のやり取りをすることで、モノのデータ化やそれに基づく自動化等が進展し、新たな付加価値を生み出すというものである。これにより、製品の販売に留まらず、製品を使ってサービスを提供するいわゆるモノのサービス化の進展にも寄与するものである。総務省『平成28年度版情報通信白書』、4・5頁。

⁵ 人工知能学会編『人工知能学大事典』、共立出版、2017年7月15日、2頁。

⁶ 大まかには「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」と説明されているものの、その定義は研究者によって異なっている状況にある。・・・例えば、人工知能を「人間のように考えるコンピュータ」と捉えるのであれば、そのような人工知能は未だ実現していない。安宅和人、『人工知能はビジネスをどう変えるか』、『DAIMOND ハーバート・ビジネス・レビュー 2015年11月号』、42・45頁。

⁷ 総務省『平成26年版 情報通信白書』、224・235頁。

⁸ 「同上」、2頁。

一タ制御は、いわゆる装備武器に関する「システム化」として古くは「たちかぜ」クラス護衛艦のターゲット・ディレクション・システム (TDS) 導入、「こんごう」クラス護衛艦のイーゼスシステム導入、「すがしま」クラス掃海艇への掃海艇武器システム導入など、機器操作を含め中途の結節点で複数の乗員の手を介しつつも、諸センサーからの情報を収集、処理し類別、敵味方識別補助、追尾、攻撃武器管制等がなされるように発展してきた。これには古くは UYK シリーズコンピュータ、最近では汎用コンピュータが戦闘指揮システム等としてその処理を担っている。これは、複数の誘導武器等の目標への対処など戦闘指揮に関する処理の自動化であり、人が計算して処理するよりもはるかに速かつ大量に行うことができ、また指示入力により追尾、記録し、指揮官の命令により攻撃武器等を発射することができるようになったものである。そして、この発展の流れをそのまま未来へと展望すると、コンピュータの処理能力の加速度的進化により、哨戒任務等においてさらに多くの対空、対水上、対水中センサーから大量の情報を得て融合し、従来以上に大量の目標に対し、より高い精度で対応できるようになるということは論を俟たないところである。

このような流れにあつてコンピュータの発達による戦闘指揮システムの発達と、現在トレンドとなっている AI との違いは何であろうか。それは、すなわち通常のコンピュータが演算、処理を高速で行い、設定されたプログラムに基づき常に同じ答えを出すということであるのに対し、AI はこれに「学習と推論」という要素を加えたものと言える。すなわち使えば使うほど実績データが積み重ねられ、より精度の高いものになっていくことが「学習」であり、自動チューニングと呼ぶこともできると考えられる⁹。また、「推論」は、これまでにない新しいデータが得られた場合の、従来から積み重ねられたデータ及び対応履歴から推定して最適と思われる対応策を導出できるようになることと考えられる¹⁰。したがって、戦闘指揮システムの中に「学習」と「推論」が望まれる部分があり、これを導入す

⁹ 一定数の事例を教えて後に機械学習に判断させれば、これまで膨大な時間がかかっていた情報処理が驚くほど短い時間で終わるようになる。さらに、この処理の最中も学習が進み、その精度はますます上がる。「同上」、47頁。

¹⁰ 推論とは、前提となるいくつかの事実をもとにして結論を導くことである。帰納推論とは、観察された過去の事象の積み重ねから一般的な法則を導く推論法のことである。それに対して、演繹推論では、正しいことが保証されている規則を適用することで推論を行う。「あらゆる人はいつか死ぬ」という命題と「ソクラテスは人である」という命題から「ソクラテスはいつか死ぬ」という結論を導くことができる。これは演繹推論である。演繹推論は、プログラム検証技術や人工知能の基礎として幅広く利用されている。「同上」、239頁。

ればAI技術導入の戦闘指揮システムになると言える。

2 商船等におけるAI技術導入の現状

商船においてAI技術は、「自律運航船」として多くの国、企業等が導入を推進しており、既に航行試験等を実施する段階に入りつつある¹¹。

自律運航は最終的な形としての目標であり、商船においてはこのためのアプローチとして、自律レベルの向上と無人レベルの向上の二つに分類して推進する流れとなっている。すなわち、自律レベルを縦軸に、無人レベルを横軸としてそれぞれを段階的に実現させていき、双方ともに完成したゴールが完全な自律運航船として運航可能となるものである¹²。また、自律運航の機能として必要な、見張りなどの、人間が目視により実施している情報収集をカメラ、レーザー、ライダー(Lidar:Laser Imaging Detection and Ranging)等への代替を図ること、周辺環境、状況の把握をセンサー融合技術等により結合、自動化すること、そして次にとるべき行動の判断をアルゴリズムやAI等により実施することが考えられ、これを段階的に実現させていくことにより、最終的に完全な自律運航が可能となる¹³。つまり、自律運航のためには、平穏な航海条件における、人からセンサー、コンピュータ機器への代替による無人化のみでは不十分であり、ここに「学習と推論」という要素を加え、例えば突然目の前に漂流物が発見された場合などの突発事象に対して、これまでのデータの積み重ねから推定して最

¹¹ ノルウェーの化学肥料メーカー 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 Birkland」(Length o.a.:79.5m,Width mld.:14.8m,Deadweight:3200mt)を開発、建造し、2019年に就航させるべく計画を進めている。”YARA AND KONGSBERG ENTER INTO PARTNERSHIP TO BUILD WORLD'S FIRST AUTONOMOUS AND ZERO EMISSIONS SHIP”,Kongsberg.com.

¹² 商船の自律化を推進しているNAFS(Norwegian Forum for Autonomous Ships)では、自律船(Autonomy)=無人船(Unmanned)ではないとしている。自律船は、船舶が人の介在なしに、あるいは限定的な介在だけで予め定められた作業を行うことができる。実際に乗員が乗船しているかどうかは別問題としている。無人船は、機械の監視や指令のための乗員がブリッジに当直していない。この場合でも乗員が乗船しているケースは存在すると定義づけている。Yoshiori MIURA/DNV GL Japan、『欧州における自律船プロジェクトの動向』、5-7頁。

¹³ ライダーは、1㎡の疑似海上漂流物を距離1.5kmから2.0kmの範囲では形状確認は難しいが、海上漂流物の検知は可能であることが実験で得られている。笹野雅彦ほか、「イメージング蛍光ライダーによる航行船舶の前方海上監視」、2010年3月17日、2-3頁、

www.nmri.go.jp/main/news/others/topics/imaginglidar/yokosyu.pdf.

善の衝突回避のための措置をとることができるなどの自律レベルを向上させることにより初めて自律運航が可能となるということである。

自律に向けた省人化については、特に欧州において急速に進んでおり、乗員は監視員の立場の少数のみとなる流れにある。例えばフィンランドの商船等は国内という限定的区域においてはあがあるが、自律航行船舶が10年以内には就役することは確実な状況にある¹⁴。また、総合的状态監視の手段として陸上施設(コントロールセンター)を整備することにより、ネットワークを通じて、管理下にある複数船舶の船内機関等の稼働状態をリアルタイムで把握することができ、不具合発生時の乗員に対する復旧作業のサポート、故障等兆候の発見、乗員への部品交換指示等を行う態勢をとっている。

3 艦艇の任務を考慮した AI 技術非代替部分

艦艇は、軍事作戦に使用することを主たる目的とするため、これに適合した船体、機関、電機を装備していることに加え、戦闘に使用する武器体系を有しており、現代の艦艇においてそれらは戦闘指揮システム等により統合され、サブシステムで制御されることにより戦闘能力を発揮している。したがって、商船は、物を出発点から到着点まで危険を避けつつ安全かつ経済的に運搬するのみであることから完全自律運航は可能であろうが、艦艇の任務を考えれば、どんなに ICT 技術が発達しても、全てをコンピュータ、AI 任せにして自動的に運航し、作戦を遂行することは極めて困難であろう。

しかしながら、省人化を図ることを目標とするならば、乗員の仕事を代替できる部分を抽出し、その可否について検討を加えることも当然必要である。そこで、ここではまず艦艇の任務遂行上、AI 技術で代替できない部分を考察してみたい。

¹⁴ フィンランドでは、国の事業としてバルト海における 2025 年までの自律運航(2020 年までの遠隔操作)の実現を目標とする計画を進めている。政府により本国沿岸に実証試験エリアが設けられており、2018 年から実証研究が開始された。

なお、「国内」という制限を外すためには、国際的法令等の整備など技術面とは別に乗り越えなければならないことがある。「MIURA、欧州における自律船プロジェクトの動向」、8・18 頁。

(1) 処置判断の最終許可

コンピュータ(AIを含む)は、多くの情報を取り込み、設定されたプログラムに従い複合的に処理し、処置判断の案を提示するところは人間よりも優れている。しかしながら、導き出された答えはあくまでも処置案であり、特に艦艇としての本来の目的である戦闘場面において、ある攻撃武器を使用する／しない、あるいは、発射する／しないの判断はその場の状況等を踏まえ判断すべきであり、オートマチックというわけにはいかない。確かに、理論上はあらゆる状況を想定したアルゴリズムを設計し、AIシステムを完成させればどのような状況においても迷うことなく、正しく答えを導き出すことはできるが、常識的には不可能ではないかと考える。

もともと、ビッグデータを処理し、関連性を導き出すことにより最適解を見つけ出すことがAIの基本的機能であることを考えてみれば、例えば自動運転のための繰り返しの試験は何千何万回でも試験ができるので、より精度の高い反応ができるようになると理解できるが、常にその時その時で情勢が変化するなかで下す、絶対間違いのない処置のためのアルゴリズムを設計できるほどの信頼をおくことはできない。また、そのようなアルゴリズムが設計できシステムが製造できても、次なる課題として軍事的場面における処置判断を補助するに足る推論をするための十分なデータ量が確保できるかは疑問である¹⁵。

したがって、この点においてはAIの導入は困難であろうと思われる。

(2) 自己完結性の維持

艦艇は、与えられた任務を遂行するに十分なこう堪性、冗長性を備えている。そして、洋上において艦のどこかに不具合が発生した際には、その場では対応する必要がある。例えば、艦艇が行動する中で日常的に機関、電機、武器等の故障、いわゆる重篤ではない軽微な故障が度々発生するが、これに対しては現状においても乗員による部品交換等の措置により復旧させ、元のおりの稼働状態としている。

また、日常的な故障とは別に、被攻撃により損傷を受けることも当然考えられるが、その際には、任務を継続するために当該部分の防火・防水等

¹⁵ 実用化を目指す特定の分野における大量、かつ、適切な内容のデータを用意し、このデータからディープラーニングを用いた機械学習をすること、またそのような機械学習が可能になる情報処理能力が提供されて初めて、当該特定分野における人工知能が実用化に至るとされる。「安宅、人工知能はビジネスをどう変えるか」、236頁。

処置が必要不可欠である。これらについては、例えば防火・防水扉の開閉など自動化を図ることは考えられるものの、例えば閉鎖区画の乗員不在確認等、何らかの人為的処置も必要になるとと思われる。

いずれにしても、艦艇の任務遂行上の自己完結性を維持するためには、日常的に機器やシステムを監視し、故障発生の際にはこれに対応させ、さらには作戦遂行上受ける損傷等にも対応させるための自動化もしくは自律化できる以外の最低限の要員は確保する必要があるだろう。

(3) 武器システム不完全性の補償

AI技術を導入した武器システムといっても、そもそもモデルに基づき人間が作製したプログラムにより作動し、各種データを収集、処理し回答を得るものであり、これの繰り返しによりデータが蓄積され、学習機能により漸次精度を上げていき、最終的にあらかじめ求めた目的を達成する、または目標に近づく。そのため目標設定のためのアルゴリズムや設定モデルはシステムの大きさに比例して難しくなる。この観点から、艦艇武器システムは極めて大きなものであり、かつ先に述べたように情勢が目まぐるしく変化する作戦様相においては、あらゆる想定を盛り込んでモデル化しプログラムしていたとしても、想定を超える状況は度々発生すると思われるため、指揮官の判断の材料となる正しい処置案を提示することは困難であろうと考えられる。またAIは、一般的には顔認識警備システムや囲碁ロボットなど、一つのことを自律的にさせるための限られた枠組あるいは設定した範囲内での使用が通常である¹⁶。したがって、艦艇のような大きなシステムにAIを導入しようとするに当たっては、システム全体としての導入ではなく、各サブシステムレベルでの導入を考えるべきである。そして、各サブシステムレベルにおいても不完全性を前提とすべきであり、これを分掌指揮官がいつでもオーバーライドできるよう保つことが必要不可欠である。

4 艦艇の省人化を図ることができる部分

これまでAI技術や商船における自律運航について述べ、そして艦艇の

¹⁶ 例えば囲碁の世界におけるAIロボットについての話題として、2016年3月米グーグル傘下の英グーグル・ディープマインドが開発した囲碁AI「アルファ碁」と韓国のイ・セドル9段が対戦し、5勝4敗でアルファ碁が勝利したが、第4戦はイ9段の妙手にアルファ碁が悪手を重ねて自滅した。

特質すなわち任務遂行上の非代替性を有する部分を考えてきた。省人化は、これらのことを勘案しつつ、将来の艦艇の姿を見通したうえで進めていく必要がある。

これらを俯瞰した上で省人化を図るための AI 技術を艦艇に実際に適用でき、かつ、効果的または影響の大きな部分は、筆者の独断ではあるが、航行に関する範囲の最適化、武器関連の範囲における探知及び目標の自動類・識別、そしてダメージコントロールについての可能な限りの自動化ではないかと考える。

(1) 航行関連への商船自律化推進策の準用

航行に関する範囲について商船と艦艇は、目的、運航思想が全く異なるので、自律航行の流れをそのまま当てはめることはできないが、商船に準じて検討しても差し支えないと考える。

艦艇においてコンピュータは、エンジンの出力制御、発電機の制御、プロペラ角制御等に活用されている。この活用されている部分については、商船とはディーゼルとガスタービンという機関の種類が異なること、また出力の大きさや冗長性が商船よりも確保されているものの、基本的な構造は同じであり、ICT が相当活用されており、自動制御が確立されている。したがって、現状において艦艇乗員の通常勤務場所は無人化が進んだ商船等と同様、機関室での当直勤務はしておらず、操縦室において状態監視をすることでエンジン、発電機、補機を継続運転させている。

機関関連の自動制御化の一方で、航海関連、すなわち操舵、見張りに関わる機能については、現状 ICT 化は推進されていない。前述のとおり、商船においては自律運航船の実現に向け、自律レベルと無人レベルの向上の双方を推進し試験をする段階にあるが、艦艇においては、まだ機関関連の自動制御化のみが実現されているという段階であり、オートパイロット機能、すなわち目的地、到着時刻等を入力することにより装置が機関、舵を制御する機能の付与等はなされていないのが現状である。また、いわゆる「見張り」は当直士官以下の乗員による双眼鏡見張り、水上レーダ、(水中においてはソーナー) が基本であり、カメラ映像機能は航海用としては装備していない。さらには、前述のとおり、例えば従来型艦艇の操艦装置及び水上レーダ表示装置に装備されている機能は、定針定速を保つとともに自艦から一定の距離を設定し、その内側に水上目標が入り現針路・速力を維持した場合には衝突の恐れがあるとして警報を発する機能であり、衝突警報、回避針路リコメンドまたは自動回避する機能は装備されていないた

め、当直士官等への航海安全確保のための補助機能は理想的な状態とは言えない¹⁷。したがって、艦艇にもオートパイロット機能を装備して自律運航が可能となるようにすべきであろう。これにより、不具合発生に備えた冗長性の確保、並びにシステム監視及び緊急時の補助的操作をするための人員は必要であるものの、それ以外は全て無人化を図ることができる。また、通常の航海当直における保安体制は、全く無人にすることはできないが、舷外で実施している双眼鏡による見張りはカメラ、ライダー等に置き換え可能である。当直士官（または副直士官）は、艦橋の窓から艦外の状況を確認することに加え、航海に係るセンサー等情報を統合処理表示装置に表示させることにより自艦の状況を把握することができる。これに加え、当該処理表示装置への AI 技術を採用した衝突警告、回避の補助的リコメンド機能の装備により、当直士官の見張りの漏れ及び操船ミスを防止することができ、「仕事の質の向上」（人為的ミスの防止のための補完機能）につながるものとなる¹⁸。

実際の戦闘等実施の際の考慮事項として、武器使用最適針路、占位位置等が挙げられるが、これらは各モードをあらかじめ設定しておくことにより自動航行をすることは可能であり、最終判断（許可）を船務長（船務士）がすることにより艦は自動的に適切な機関出力を調節し、最適針路を航行できる。したがって、従来 CIC に配置している航海関連、船務関連の人員が実施する作業の多くは AI 機器に仕事をさせることにより、大きな負担軽減につながると思われる。

(2) 武器システムの探知、類・識別等自動化

現就役艦艇のほぼ全ての武器体系は、標準的にシステム化されている。各武器は戦闘指揮システム等の情報処理装置を介して接続され、多くのセンサー情報の処理、目標類・識別、追尾、攻撃武器の指向、並びにミサイル等発射までの一連の動きを自動で行う、もしくはあらかじめ指示された

¹⁷ 定針定速を保持する機能は、「電気式舵制御装置」として「あめ」型以降の護衛艦に装備されている。また、OPA-6 シリーズの表示装置は、レーダ情報を入力して一定の範囲内に入った目標がある場合に警告信号を発する機能を有している。それぞれの装置は別々の独立したものであり、連動してはいない。

¹⁸ 29 年度海難事故について、国内貨物船の事故隻数は 186 隻で、事故原因別では操船不適切 51 隻(27%)、見張り不十分 39 隻(21%)、機関取扱不良 12 隻(9%)となっており、過去 5 年においても、これら人為的要因によるものが 941 隻(78%)となっている。同じく、29 年度における国内タンカーの事故数は 57 隻で、原因は見張り不十分 20(35%)、操船不適切 10(18%)である。海上保安庁、『29 年度版海難の現況と対策資料編』、14-15 頁。

方針に基づき処理し、指揮官に処置案を提示する。これに加え、近年の情報処理速度の飛躍的向上に伴い各種戦においてレーダ、ソーナー等によって探知された多数のセンサー情報を融合し、多数の目標に関わる処理等を極めて短時間に実施できるようになっている。レーダからミサイル等の対空武器、ソーナーから魚雷等の対水中武器等についても、それぞれの部署で探知、目標類・識別等を行えるよう、サブシステムとして独立してシステム化されており、各サブシステム別に分掌指揮官、解析員等が配置されており、それぞれで方針を入力し分掌指揮官に対し処置案が示され、各分掌指揮官が艦長等に報告、艦長が最終判断を下す流れをとっている。

武器システムのいわゆるキルチェーンは、搜索、探知、類・識別、追尾、攻撃という流れである。この最終的な「攻撃」部分における武器使用の判断については、前述のとおり、その場の情勢判断というコンピュータがAI化しても担うことが困難な部分であり、AI自体の不完全性からも全自動にはできない¹⁹。しかしながら、多くのセンサー情報等を統合処理し、与えられた目的（あらかじめ設定した対応要領）に基づき融合することにより次にとるべき最適処置案を提示することが、AIを導入した統合処理システムの最も得意とするという観点に立てば、一部機器操作員を残す必要はあるものの、表1に示すように、搜索から追尾までは、作戦モード等を細かく設定することにより搜索、探知、類・識別等、ほぼ全自動でシステムの運用が成り立つと考えられる²⁰。そして指揮官及び分掌指揮官がその状況を常に把握し、追尾、攻撃等に移るかどうかを判断することで、一連の処理を満足することができる。

その他、前項で述べた航行関連への自律化と本項での武器システムの搜索～追尾の自動化に共通した、若しくは双方に関連した考えとしての探知から攻撃を想定した場合、それに加え被攻撃における緊急回避等の防御に関わるものは、指揮官等がその場で多くのことを把握して判断を下すことは難しく、かつ合理的ではないので、全自動（自律）対応にすべきであると考えられる。したがって、戦闘システムと航行制御に関するシステムは統合

¹⁹ 例えばソーナー員の探知、分析における専門性（いわゆるノウハウ、知識や経験に基づく匠的な判断）に関する部分が、ロボット機器やAIにどう代替、支援されるのかについては議論を深める必要がある。

²⁰ 省人化は段階的に進めるべきであり、ここではベテラン乗員による類・識別結果の不完全性補完等、乗員が補助的に実施（「一部乗員」）する作業を残したものを「省人化」システムとしている。「全自動化」システムは、さらに省人化を進めた状態として、「攻撃」区分に該当する武器使用以外をAI化された機器に実施させる究極的な概念として表示したものである。

表1 システム状態とキルチェーン各段階別の省人化推進の関係

システム状態	捜索	探知	類・識別	追尾	攻撃
現行	乗員 一部機器	乗員 一部機器	乗員	機器 一部乗員	乗員
省人化	機器 一部乗員	機器	機器 一部乗員	機器	乗員
全自動化	機器	機器	機器	機器	乗員

化を推進すべきであることも付言したい²¹。

(3) ダメージコントロール

ダメージコントロールは、通常の運航における衝突、自艦の不具合による破孔や火災等の発生、そして戦闘等における被攻撃による被害への対処として実施する自艦の運用能力継続に必要な不可欠な機能である。

小規模な火災や浸水に際しては乗員の人力で防火・防水作業等を実施する。しかし、衝突や被攻撃による大規模な火災や破孔が発生した場合は、乗員自身の力による防御力には限界があるものの、カメラをはじめとする多くのセンサーが発達した現代においては、前述のように ICT 技術を駆使してあらゆる被害に対するダメージコントロールシステムを構築することも可能と考える²²。

従来から艦艇においては、被害等発生に対応するために応急員を指定している。この指定はダメージコントロール専従の人員では不足する部分、例えば水測員のように配置が与えられている者を指定して補足するものであるため、全自動化したとしても人員の削減には直接的効果は少ないかも知れないが、緊急閉鎖等被害発生時の処置を全て艦橋もしくは CIC で自動的に行うシステムとすれば、少なくとも負担の軽減にはなるものと思われる

²¹ 米海軍で就役している ZUMWALT 級 DDG は、Total Ship Computing Environment Infrastructure(TSCEI)を装備し、“ship control, maintenance, logistics, training and other deployment functions”を統合したシステムで構成されている。これにより、“60% reduction in manning”となっている。John Pink, “Navy Approves Reitheon’s Zumwalt Total Ship Computing Environment infrastructure”。

²² 確かに、魚雷、ミサイル等による被攻撃により電源全体が喪失した場合にはセンサー、自動閉鎖機能等が働かなくなるので、人員による対処も考慮すべきかもしれない。そのような大被害に対しては、電源の冗長性を十分に確保する設計を考慮するほか、運用面においてダメージコントロールの能力を超える場合の対処基準を設定する必要があるだろう。

る。

なお、被攻撃、衝突等による艦内防御のための自動閉鎖を行うことは、その区画にいる乗員の有無を確認する必要がある為困難であるとも考えられるが、将来的に高度の無人化、自律運用化が進んだ艦艇においては乗員の数は相当少なく、居住区を艦橋周辺に集中させ、勤務場所も艦橋、CIC、操縦室等に限定することにより、区画にいる乗員の確認をする必要がなくなるということも想定できる。

いずれにしても、被攻撃並びに通常航行においても発生する防火、防水等部署対応については、従来どおりの部署作業への人の介在の可否についての考え方を整理する必要はあるが、スプリンクラーによる自動防火、水線下区画の閉鎖等の全てを全自動化できると考える。

以上(1)～(3)を総括して汎用 DD クラスに当てはめて乗員の任務と配置を考察すると、表2に示す程度の人員規模で可能であろうとの結論が得られる²³。

この人数は任務対応に関するものを積み上げているが、行動中に洋上補給等の運用作業を実施することも当然考えられる。この作業に対しては、自動化した索取込装置の装備等、作業員の負担軽減策を講ずることにより、非番直員で実施することが可能だろうと考えている。

5 省人化を補完するための陸上部隊との状態監視・整備ネットワーク確保

商船における自律航行に向けた取組みのところで触れたが、商船の世界においては、自律化・無人化の実現のためには陸上のコントロールセンターで、複数船舶を一括して状態監視をし、故障等発生を未然に防止するための部品交換リコメンド、故障発生の際の修理のための助言をする態勢を構築している。この役割は、乗員が少数でも円滑な運航が可能であることに加え、乗員の整備・修理技量が低くても業務への支障がほとんどなくなるという側面もある。これは、艦艇においても同じことが言え、商船以上に複雑なシステムであることから、今後、乗員全員の技量を整備・修理に

²³ 艦種及び任務内容によって変化するため、人数の幅が考えられる。また、4(2)項で触れた全自動化システムが現実的なものとなる程の将来においては、例えば「作戦」における分掌指揮は不要、並びに「機器操作・整備」はさらに半数程度に削減することが可能であろう。

表2 「省人化」システム DD 乗員の人員規模についての概案

任 務	配 置	勤務場所	人員	3直態勢
作 戦	艦 長	CIC	1	1
	対空・対水上指揮、分掌指揮		2	6
	対潜指揮、分掌指揮		2	6
	航海（当直士官、見張警戒、操舵）	艦橋	3	9
機 器 操 作 ・ 整 備	通 信	CIC	2	6
	指揮システム		2	6
	サブシステム		2	6
	機 関	CIC	2	6
	電 機	（操縦室）	2	6
補 給	ほう炊	調理場	3	
合 計			21	55

対応できる程度に高めることは難しいと思われる。したがって、定員削減を実現するに当たっては、作戦の継続性を確保するため整備・修理等に係る陸上部隊とのネットワークを整備し、通常の行動等情報交換ができる環境にある限り、陸上部隊で艦艇の航海、機関、武器等の状態監視を行い、故障の未然防止のための部品交換、また実際の故障の際のリアルタイム画像による応急修理支援をできるようにすることが必要不可欠である。

おわりに

本論文においては、まず近年の情報処理、インターネット環境などの急激な発展、そしてその中で特に「AI」が多くの分野で導入されるようになったということを確認したうえで、軍事作戦を遂行する艦艇に対し、このAIがどの部分にどのように導入でき、そして省人化に寄与できるか、あるいはすべきかについて考えてきた。当然武器の使用などAIを含めシステムにすべて任せ、全自動にすることはできないものの、例えば検索するためのセンサーから情報処理装置を介し類・識別、追尾、攻撃まで繋がる、いわゆる武器体系においては、AI技術をうまく活用することにより、究極的には多数かつ多岐にわたるセンサーから情報を収集、あらかじめ指定された方針に基づき処理し、処置案として提示することが可能であり、そし

て艦長等は、この処置案として提示されたものに対しイエスカノーかを判断すること、もしくはそれに近いレベルのみで運用可能なのではないかと結論付けた。また、航行に関する部分は、商船における自律化の流れを準用し省人化を実現すべきことを述べた。さらに、防火・防水等ダメージコントロール作業を自動化することや乗員存在区画の集中にも言及した。

かなり大胆に考えたので、一部には論理の飛躍があったかもしれない。また、AIによるセンサーデータ等の処理及び処置案の提示のためには、その元となる学習用データや試験が必要なことも理解しており、これらが今後本格的に艦艇にAI技術を導入しようとする場合の課題になることも認識している。しかし、世の中全体としてICT化が年単位、もしくはそれ以上に急激な発展を遂げている現在にあつては、従来人間が行っていたことを、AI・ロボットで代替する流れはさらに加速することも予想される。

また、一方で我が国の少子化に伴い、既に顕在化している隊員確保数の漸減が余儀なくされるという情勢においては、従来と同程度の艦艇乗員数を確保することができなくなるため、少人数で運用せざるを得ない状況になっていることも解決しなければならない課題となっている。

このような状況に鑑みれば、艦艇として所要の能力を担保しつつも、むしろ積極的にICTによる人の介在しないシステムを構築し、できる限り少人数の乗員で運用可能となる方案を推進していくべきである。そしてこれは同時に、新たな領域に関する技術や、AI(人工知能)等のゲーム・チェンジャーとなり得る最先端技術等の重要技術への投資にふさわしいものが推進されることにもなり、30大綱の目指す「技術基盤の強化」にも繋がるものであると考える²⁴。これは一足飛びに実行に移すことができるものではないとは承知しているが、世の中が加速度的にシステム化、ネットワーク化している現状をよい機会として、従来の考えを一旦別の所に置き固定観念を取り除いて、全く新しい概念を取り込むということを考えるべき時が来ていると認識すべきである。

²⁴ CNN記者のZumwaltに関する取材記事において、米海軍においても以下のように最新の艦艇が変化していることを述べている。

“Theoretically, the ship could even be steered from the ops center—the ship is piloted by computer, not a helmsman,” Callagher wrote. CDS displays are built into the “Commanding officer’s and executive officer’s chairs on the bridge”. 中略“it really give them unprecedented situational awareness”. “The ability is truly going to be a game-changer”.

“Navy’s stealth destroyer designed for the video gamer generation”, CNN Reviewed 29 Oct.2014.