

自動運航船に関する安全ガイドライン

令和4年2月

国土交通省海事局

はじめに

近年、世界的に自動運航船への関心が高まっており、各国において自動運航船の開発・実証が進められている。こうした動きを受けて、国際海事機関（IMO）は、2018 年から 2021 年にかけて自動運航船に対する現行規制の枠組みに関する検討を実施した他、2019 年 6 月には、国際航海を行う自動運航船の実証試験を安全に実施するための原則等を定めた暫定指針を策定した。今後は、より具体的な国際基準化に向けた作業が進められることになっている。

こうした自動運航船への関心が高まってきた背景として、一つは技術革新が挙げられる。センシング技術や AI、IoT 等の技術が急速に進歩しており、例えば自動車分野においては、これらの技術を取り入れ、世界各国で自動運転技術の研究開発や実証実験を官民が連携して積極的に実施している。もう一つは、自動化システムによる安全面、労働面での改善が期待できることである。海難の約 7 割はヒューマンエラーが原因とされているが、自動化システムの技術を導入することにより、船員の業務負担軽減や、ヒューマンエラーによる事故の減少が期待される。

我が国においては、自動運航船の実現には、最先端技術を用いた船舶の研究開発を推進する必要があることから、国土交通省では、2016 年度より、IoT 技術やビッグデータ解析を活用した船舶や船用機器の技術開発を支援してきている。

また、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報告書（2018 年 6 月 1 日）において、自動運航船の実用化に向け、技術開発と基準・制度見直しの大枠を示したロードマップを策定した。同ロードマップでは、「陸上からの操船や AI 等による行動提案で、最終意思決定者である船員をサポートする船舶」を「フェーズⅡ自動運航船」と類型化し、2025 年までの実用化を当面の目標としており、国土交通省では当該目標の実現に向けて実証事業等を進めてきた。

さらに、海事局は、2020 年 5 月にとりまとめた「海事産業将来像検討会報告書」において、当面、様々なレベルで自動運航船の実船検証等が進められると考えられるため、さしあたっては、実証事業の知見を生かしつつ、自動運航船の設計、自動化システムの搭載、自動運航船の運航等において留意すべき事項などをガイドラインとして整備し、我が国における自動運航船の実用化に向けた動きを加速していくこととしている。

これらを踏まえ、これまでの実証事業で得られた知見を活用しつつ、自動運航船の安全な設計において留意すべき事項等を取りまとめ、「海事イノベーション戦略推進本部（2018 年 10 月設置）」の下に設置された「自動運航船安全検討 WG（2019 年 1 月設置）」において、2020 年 12 月に「自動運航船の安全設計ガイドライン」を策定した。その後、自動化システムの搭載時や自動運航船の運航時における留意事項などについても検討を実施し、今般、先に策定した「自動運航船の安全設計ガイドライン」を包含する形で設計・搭載・運航の 3 要素を 1 つに集約した本ガイドラインを新たに策定した。

なお、本ガイドラインは、これまでに得られた知見や技術動向等に基づく、自動運航船の設計・搭載・運航時における安全確保のために留意すべき事項についての、現時点での基本的な考え方を示したものである。他方、自動運航船に関する技術は未だ発展段階にあり、その国際基準の策定に向けた議論も端緒についたところである。従って本ガイドラインに記載した留意事項は包括的なものではなく、技術発展や基準策定の方向性を予断しないためにも、今後の技術の進展や国際基準の動向等を踏まえ、適宜見直すこととする。

目次

はじめに.....	1
1 章 一般.....	1
1.1 用語.....	1
1.2 対象船舶.....	1
1.3 基本的な考え方.....	2
1.4 法令の遵守.....	3
2 章 設計編.....	4
2.1 自動運航船の設計時における留意事項.....	4
2.1.1 一般.....	4
2.1.2 運航設計領域の設定.....	4
2.1.3 ヒューマン・マシン・インターフェイス（HMI）の設定.....	4
2.1.4 自動化システム故障時等の船員の操船への円滑な移行措置.....	5
2.1.5 記録装置の搭載.....	6
2.1.6 サイバーセキュリティの確保.....	7
2.1.7 避航・離着機機能を実行するための作動環境の確保.....	7
2.1.8 遠隔制御機能を実行するための作動環境の確保.....	8
2.1.9 自動化システムの重要パラメータの特定.....	9
2.1.10 リスク評価の実施.....	9
2.1.11 自動化システムの手引き書等の作成.....	10
2.1.12 自動化システムの不具合発見時の迅速な通知と対応.....	10
3 章 搭載編.....	11
3.1 自動化システムの搭載時における留意事項.....	11
3.1.1 一般.....	11
3.1.2 自動化システムと他の機器・設備との連携確保.....	11
3.1.3 船上におけるシステム統合試験の実施.....	11
3.1.4 離着機機能を安全に実行するための作動環境の確保.....	12
3.1.5 遠隔制御機能を実行するための作動環境の確保.....	13
3.1.6 実海域における試験を実施する場合の手続きと緊急時対応手順の文書化.....	13
3.1.7 自動運航船へ備え付ける図書.....	13
4 章 運航編.....	14
4.1 自動運航船の運航時における留意事項.....	14
4.1.1 一般.....	14
4.1.2 自動化システムを用いた適切な操船の実施.....	14
4.1.3 自動化システムの操作習熟と知識獲得に必要な教育及び訓練.....	14
4.1.4 運航時における自動化システムの誤使用の防止.....	15
4.1.5 自動運航船へ備え付ける図書.....	15
4.1.6 自動化システムの保守管理.....	15
4.1.7 遠隔操船を安全に実行するための準備と定期的な保守管理.....	15

1 章 一般

1.1 用語

本ガイドラインで使用する用語は、次に掲げる通りとする。

- (1) 「タスク」とは、操船業務を構成する操作や作業を、自動化システム又は遠隔制御システムの設計に応じて組み合わせたものをいう（自動化や遠隔制御の対象や範囲、程度によって、「タスク」は異なる）。
- (2) 「サブタスク」とは、タスクを構成する操作や作業をいう。
- (3) 「意思決定サブタスク」とは、サブタスクのうち、認知・判断・対応といった人間の意思決定に関わるサブタスクをいう。
- (4) 「自動化システム」とは、コンピュータシステムあるいはコンピュータシステムと人間の組合せによって、意思決定サブタスクの一部又は全てを自動化するシステムをいう。
- (5) 「遠隔制御システム」とは、意思決定サブタスクの一部又は全てを遠隔で制御可能とするシステムをいう。
- (6) 「運航設計領域」とは、自動化システムが適切に機能する運用の範囲をいう。ODD(Operational Design Domain)とも表現される。
- (7) 「システム供給者」とは、システムの設計及び供給を行う事業者をいう。（例：メーカー）
- (8) 「システム統合者」とは、システム供給者より供給されたそれぞれのシステムを統合システムへと統合し、これを提供する事業者をいう。なお、設計の段階においては、複数のサブシステムをシステムとして統合する役割を担う。また、システム供給者を兼ねることもできる。（例：メーカー、造船所）
- (9) 「システム所有者」とは、自動化システムや遠隔制御システムを運用する船舶の所有者をいう。システムの所有者が、当該船舶の運航会社等にシステム所有者としての役割の一部を委譲した場合には、当該運航会社等もまた含まれる。遠隔制御システム（遠隔制御施設）の運用者が、船舶の所有者と異なる場合も考えられ、その場合に遠隔制御システムを運用する事業者がシステム所有者としての役割の一部を委譲したときには、当該事業者もまた含まれる。システム統合者やシステム供給者と契約を締結する事業者でもある。（例：船主、海運会社）
- (10) 「情報収集装置」とは、「自動化システムや遠隔制御システムの作動に必要な種々の情報を収集する機器や装置（カメラ、センサー、航海計器 等）」をいう。
- (11) 「船体制御系機器」とは、「自動化システムや遠隔制御システムが実行するタスクに供される機器や装置（操舵装置、推進装置 等）」をいう。

1.2 対象船舶

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では、2018 年に、自動運航船の実用化に向けた技術開発と基準・制度見直しの大枠を示したロードマップを策定した。同ロードマップでは、「フェーズⅡ自動運航船（陸上からの操船や AI 等による行動提案で、最終的な意思決定者である船員をサポートする船舶）」を 2025 年までに実用化することを当面の目標としている。

本ガイドラインは、このフェーズⅡ自動運航船を対象とし、その設計や自動化システムの搭載、運航等の段階において、システム供給者・統合者・所有者らが留意すべき事項をとりまとめたものである。具体的には、操船（操舵、針路変更・保持、姿勢制御、推力制

御、見張り、航海計画の策定 等）に関する船員が実行するタスクを支援するための自動化システムのみを対象とし、それ以外のタスク（係船作業、荷役作業、機関監視・整備 等）については本編の対象外とする。

なお、遠隔制御システムを搭載する場合においては、特別な注記がある場合を除き、「自動化システム」を「自動化システム及び遠隔制御システム」と読み替える。¹

1.3 基本的な考え方

世界経済に欠かせない海上物流は、今後とも着実に拡大していくと見込まれているなかで、人的要因による海難を減少させる対策は喫緊の課題である。こうした状況の中で、人間が行う認知・判断・対応を自動化システムで支援する自動運航船を導入することは、人的要因による海難を減らす上で大きな意義を持つものとなる。

より安全な海上輸送の実現に向け、また、自動化システムや遠隔制御システムの技術が発展途上にある現状を踏まえ、自動運航船の設計・搭載・運航に際しては、当面、以下の事項を基本的な考え方とする。

<自動操船、自動離着桟>

- ① 船員は乗船し、緊急時に常時対応できる体制を整えておくこと。
- ② 最終意思決定者は船員（船長又は船長が権限を付与した者）であること。
- ③ 自動化システムに用いられる機器や設備は、十分な信頼性を有していること。
- ④ 自動化システムが実行するタスクを明確にすること。
- ⑤ 自動化システムが実行するタスクにおける人間とコンピュータシステムの役割分担を明確にすること。
- ⑥ 自動化システムの運航設計領域を特定すること。
- ⑦ 自動化システムが運航設計領域から逸脱した際に、船員が適切にタスクを引き継げること。
- ⑧ 自動化システムを搭載する船舶に配乗される船員には、十分な教育及び訓練を受けられる機会を設けること。
- ⑨ 自動化システムの適切な運用のため、手引書等の必要な図書を備え付けておくこと。

<遠隔操船>

- ① 遠隔操船には、無線通信による遠隔操縦と次の目標となる経由点を送信することで航海計画を変更する遠隔支援の両方を含む。
- ② 遠隔操船には、遠隔で操船を行う者（遠隔操船者）の目視可能な範囲内で実行する場合と目視可能な範囲を超えた状態で実行する場合の両方を含む。
- ③ 船員は乗船し、緊急時に常時対応できる体制を整えておくこと。
- ④ 最終意思決定者は船員（船長又は船長が権限を付与した者）であること。
- ⑤ 遠隔制御システムが実行するタスクを明確にすること。
- ⑥ 遠隔制御システムが実行するタスクにおける船舶と遠隔制御施設の役割分担を

¹ 総トン数 20 トン未満の小型船舶（国際航海に従事する船舶を除く）であって、無線通信により遠隔操縦されるものについては、「遠隔操縦小型船舶に関する安全ガイドライン」（2019 年 4 月国土交通省海事局）に従うこととし、本ガイドラインの対象としない。

明確にすること。

- ⑦ 遠隔制御システムの運航設計領域を、船舶と遠隔制御施設の双方において、特定すること。
- ⑧ 遠隔制御システムが運航設計領域から逸脱した際に、船員が適切にタスクを引き継ぐこと。
- ⑨ 船舶と遠隔制御施設との間で、必要なコミュニケーションが取れる手段を構築すること。
- ⑩ 遠隔制御システムを搭載する船舶に配乗される船員には、十分な教育及び訓練を受けられる機会を設けること。

＜遠隔制御施設＞

- ① 本ガイドラインでは、遠隔操船を実行できる設備を有する施設を想定している。
- ② 遠隔制御施設の機器や設備は、十分な信頼性を有していること。
- ③ 遠隔制御施設の運用者は、遠隔制御の対象となるタスクに対し、十分な知識及び能力を有した者を遠隔操船者に指名すること。
- ④ 遠隔操船者は、遠隔制御施設の機器や設備の操作に習熟しているとともに、遠隔制御システムの仕様（運航設計領域を含む）についても理解していること。
- ⑤ 遠隔制御施設の運用者は、遠隔制御施設の遠隔操船者に対して、操作習熟や必要な知識獲得のための適切な教育及び訓練を実施すること。
- ⑥ 遠隔制御施設の運用者は、遠隔制御システムの手引書等の必要な図書を遠隔制御施設に備え付けておくこと。
- ⑦ 遠隔制御施設の運用者は、遠隔制御の対象船舶との通信が断絶又は不安定になった場合の対応手順について、対応する遠隔操船者が確認しやすい場所に掲示しておくこと。
- ⑧ 遠隔制御施設の運用者は、遠隔制御施設の機器・設備について、システム供給者からの推奨事項を考慮し、定期的に保守管理を実施すること。

1.4 法令の遵守

自動運航船は、自船及び周囲の安全を確保するため、船舶安全法、海上交通安全法、海上衝突予防法、港則法等、船舶の航行・安全に関する法令を遵守する船舶である必要がある。特に、以下の点に留意すること。

- (1) 自動運航船の設計は、法令を遵守した操船が可能なものとする。
- (2) 自動化システムの船舶への搭載は、法令を遵守し実行すること。
- (3) 自動運航船の運航においては、自動化システムの作動状況にかかわらず、法令を遵守し、操船すること。

2 章 設計編

2.1 自動運航船の設計時における留意事項

2.1.1 一般

自動運航船の設計にあたっては、2.1.2 から 2.1.12 の事項に留意し、且つフェイルセーフの原則等に基づきその安全な設計を行うことが必要である²。なお、特段の定めがない限り、2 章はシステム供給者及びシステム統合者が特に留意すべき事項とする。

2.1.2 運航設計領域の設定

現状、自動化システムは未だ開発段階の技術であり、あらゆる海域や海象条件等の下で自動運航船が完全に安全な航行を行える技術水準に至っていない。このため、自動化システムには個々の自動運航船又は自動化システムが有する性能及び使用の態様に応じた運航設計領域を定め、運用の範囲・条件を制限すること。この設定した運航設計領域の範囲内において、2.1.10 で記載したリスク評価を通じて、自動化システムの作動に起因した合理的に予見される事故が生じないことを確保する必要がある。

例えば、次の運用の範囲・条件を設定する必要がある。

- ・ 地理条件（航行海域の航路幅、沿岸からの距離 等）
- ・ 環境条件（昼、夜、気象、海象、輻輳度、通信状況 等）
- ・ その他の条件（航行制限、港湾施設を含む外部からの支援度 等）

（具体的な留意事項）

- ① 運航設計領域は、少なくとも以下を考慮して設定すること。
 - ・ 自動化システムの作動に必要な種々の情報を収集する機器や装置（例：カメラ、センサー、航海計器 等）
 - ・ 自動化システムが収集した情報を分析した上で、航海計画を策定する機器や装置
 - ・ 自動化システムが実行するタスクに供される機器や装置（例：操舵装置、推進装置 等）
 - ・ 船員へのタスクの引継ぎに要する時間
- ② 自動化システム又は船員が、自動運航船が航行海域の航路幅等の地理条件、気象・海象等の環境条件等が事前に設定された領域の範囲内にあることを確実に認識し、同システムが当該範囲内で適切に作動するよう設計すること。

2.1.3 ヒューマン・マシン・インターフェイス（HMI）の設定

本ガイドラインにおける自動運航船は、現時点において、無人を想定していないことから、タスクの実行のために自動化システムと人間との間において情報（データ）交換が発生する。HMI は、この情報交換を行うための手段や装置を指す。

自動化システムの運航設計領域を逸脱した場合や、自動運航船に障害が発生した場合等において、自動化システムによる実行継続が困難となったタスクは、船員によって確実に認知され引継がれる必要がある。また、平常時においても、船員の意図する時機に応じ、

² 本ガイドラインに記載する留意事項は、包括的なものではなく、現時点での基本的な考え方を示したものであり、今後の技術の進展や国際基準の動向等を踏まえ、適宜追加・見直しがなされる前提のものである。

タスクの引継ぎが行われる必要がある。これらのタスクの引継ぎが確実に行われるよう、HMI の設定においては、船員が理解しやすい表示や音声での提示方法等を考慮する必要がある。

（具体的な留意事項）

- ① HMI に関して、少なくとも以下の機能を考慮して設計すること。
 - ・ 自動化システムの判断に関する情報を船員が容易かつ確実に認知することを可能とする機能
 - ・ 自動化システムからのタスクの引継ぎ要求を船員が確実に認知することを可能とする機能
 - ・ 一部のタスクのみを船員へ引継ぐ要求である場合を考慮して、船員が引継ぐべき対象のタスクを確実に認知することを可能とする機能
 - ・ 自動化システムから船員にタスクが引継がれたか否かを認識することを可能とする機能
 - ・ 自動化システムが解除された場合、タスクを引継いだ船員が、当該タスクについて確実に自動化システムが解除されていることを認識できる機能
- ② 複数の自動化システムが船上に搭載される場合、HMI に関して、複数の自動化システムの状態を統合して管理及び表示することが可能な機能を考慮して設計することが望ましい。

2.1.4 自動化システム故障時等の船員の操船への円滑な移行措置

航行海域の環境の変化等により、自動化システムの状態が設定された運航設計領域の範囲外となる、又は範囲外となる可能性がある場合、自動運航船や自動化システムに障害が発生した場合等においては、事故が生じるリスクを最小化するための対応が必要である。

本ガイドラインにおける自動運航船では、船員が乗船し、緊急時等に常時対応できる状況を前提としていることから、船員が自動化システムから緊急にタスクを引継ぐ事態が想定される。よって、緊急の場合であっても船員が的確に対応できるよう、船員の役割を明確化する必要がある。また、特に複数の船員が関わる可能性がある場合、各自の役割、あるいは、船員の対応の順番等を整理しておくことが必要であるため、自動化システムの設計においては、タスク引継ぎのプロセスを明確にして設計する必要がある。

なお、自動化システムの故障時等において、最終的なタスクの請負者は船員であることが前提であるが、船員が自動化システムからタスクを請け負うまでの間において、他の手段やシステム等によるタスクの引継ぎが行われてもよい。

（具体的な留意事項）

- ① 自動化システムから船員へのタスクの引継ぎに関して、プロセスや制限を明確にし、設計すること。
- ② 船員にタスクが引継がれるまでの間、自動化システムの機能を維持又は制限した状態で、自動化システムの稼働を継続させる設計とすること。
- ③ 自動化システムが正常に動いている事を確認する手段、異常状態及びその認識手段、異常回復手段、停止手段、復帰手段、並びに代替手段を明確に分別し設計すること。
- ④ 自動化システムの主電源喪失等の異常が発生した場合、簡単な操作により船員にタスクを引継ぐことが可能な設計とすること。

- ⑤ 適切な船員へのタスクの引継ぎが可能となるよう、以下を考慮し設計すること。
 - ・ 船員がタスクの引継ぎ完了までに要する時間
（例：船員が自船及び自船周りの状況認識に要する時間、行動策定を行う時間、視覚的・聴覚的に認識することが可能な設計とすること）
 - ・ 船の操縦性能において衝突回避等の対応が可能な範囲
 - ・ 引継ぐ船員が、迅速に状況を把握するために必要な情報の表示機能
- ⑥ 警報以外の通知や注意喚起を行う場合、船員が警報とは異なることを視覚的・聴覚的に認識することが可能な設計とすること。
- ⑦ 複数の警報を同時に発する場合、警報を要因毎に整理して表示する等して、船員が混乱せず適切に対応できる設計とすること。
- ⑧ 構成する装置が正常に作動していないおそれがある場合、可視可聴の警報が発せられる設計とすること。
- ⑨ 運航設計領域の範囲を逸脱することが事前に予想される場合、事前に十分な時間的余裕をもって注意喚起を行い、船員が自動化システムからのタスクの引継ぎ要求の可能性があることを認識可能な設計とすること。
- ⑩ 設定された運航設計領域の範囲を逸脱した場合や自動運航船に障害が発生した場合等、自動化システムの作動継続が困難であると同システムが判断した場合において、可視可聴警報を発し、船員に対しタスクの引継ぎ要求を行う設計とすること。
- ⑪ 前⑨において、急激な天候の悪化その他の予測することができないやむを得ない事由により、自動化システムが事前に十分な時間的余裕をもって注意喚起を発することが困難なときは、当該事由の発生後直ちに、自動化システムが可視可聴警報³を発し船員へのタスクの引継ぎを要求するとともに、船員によりタスクが引継がれるまでの間は、リスクを最小化させるための制御が作動する設計とすること。

2.1.5 記録装置の搭載

自動化システムを搭載する船舶には、航海中に起こった海難等の原因調査に資するため、自動化システムの作動状況や船員の待機状況等をデータとして記録する装置を備えることが望ましい。

（具体的な留意事項）

- ① 記録装置は、以下の項目を特定できる情報を保存することが望ましい。
 - ・ 自動化システムが作動を開始した時刻及び停止した時刻
 - ・ 自動化システムによる引継ぎ要求が発せられた時刻
 - ・ 自動化システムがリスクを最小化させるための制御を開始した時刻
 - ・ 自動化システムの作動中に船員が手動操舵などにより引継ぎを行った時刻
 - ・ 自動化システムが故障のおそれのある状態となった時刻
 - ・ 使用された航海計画
 - ・ 自船の時々刻々の状態量（船位、船速 等）、各種指示値（指令舵角 等）、操船意図を示す情報

³ この場合において当該警報は、船員により対象のタスクが引継がれ、船員による当該タスクに関する正常な操作を検知した場合にのみ終了することができる。

- ・ 自動化システムの重要パラメータを変更した場合、その時刻及び当該パラメータの変更前・変更後の値

- ② データの保存期間は2年以上とすることが望ましい⁴。
- ③ 保存された記録は、通信を行うインターフェイスにより取得できることが望ましい。
- ④ 保存された記録は、改ざんされないよう、適切に保護されていることが望ましい。

2.1.6 サイバーセキュリティの確保

自動運航船においては、従来型の船舶に比べて陸上からの高度な監視や、また非常事態への対応等として陸上からの遠隔制御が行われることが想定される。従って、これらの遠隔制御システムが、悪意のある第三者からのサイバー攻撃の対象となることは、そうした自動運航船の安全運航を阻害する大きな要因となる。そのため、自動運航船に搭載される自動化システムには、必要とされるサイバーセキュリティ対策を十分検討のうえ、実装されることが重要である。

（具体的な留意事項）

- ① 新造時における自動化システムの設計に関しては、IACSの「Recommendation on Cyber Resilience⁵」や日本海事協会の「船舶におけるサイバーセキュリティガイドライン」等を参考とすること。
- ② 自動化システムに関係するサイバーセキュリティに関する最新の情報を収集し、適切なサイバーセキュリティ対策が考慮された設計とすること。
- ③ 自動化システムのソフトウェア及びプログラムについて、本船のライフサイクルにわたりサイバーセキュリティを確保するために必要なアップデート等に係る措置を講じることを可能とする設計とすること。
- ④ 自動化システムに対する、外部からの不正アクセスを防止するため、ファイアウォール等により不正な通信を遮断すること。
- ⑤ 就航後のセキュリティ対策については、BIMCOの「The Guidelines on Cyber Security Onboard Ships」や日本海事協会「船舶におけるサイバーセキュリティマネジメントシステム」等により運用することが望ましい。そのためこれらのガイドラインに沿った運用を十分考慮した自動化システムとすること。

2.1.7 避航・離着機機能を実行するための作動環境の確保

自動化システムの機能として、設定された航海計画に従い、センサー等によって取得された周囲情報、海図や気象情報等の情報を分析した上で、航海計画の策定や、運航設計領域内で自動運航船を航行させるための操船に関するタスク等を実行する機能が想定される。また、これらのタスクは、コンピュータシステムにより実行されるタスクと、船員により実行されるタスクに分別され、自動化システムの能力に応じて種々に組み合わせたタスクの分担があり得る。よって、船舶の安全な運航を実現するために、船員が実行しなければならないタスクを明確にするとともに、自動化システムにより実行できなくなったタスクを船員に引き継げるように設計することが必要である。

⁴ IMO 決議 MSC. 333 (90) の VDR に関する性能基準を参照

⁵ IACS（国際船級連合）の Recommendation No.166「Recommendation on Cyber Resilience」

また、離着陸時等、低船速における操船においては、操縦性能の低下により風や潮流などの外乱の影響を受けやすくなる。これにより、衝突や座礁などの海難につながるおそれがあるため、低速時の操縦性能低下といった特性を考慮する必要がある。

なお、本ガイドラインでは、自船に備えられた装置を制御して離着陸することを前提としており、タグボート等との連携による離着陸は対象としていない。

（具体的な留意事項）

- ① 船員の意志により自動化システムの作動開始及び停止が可能とする設計とすること。
- ② 航海計画による運航が終了した後、船員へタスクが引継がれるまでは、自動化システムにより船舶の安全が維持される設計とすること。
- ③ 自動化システムを一時中断し、船員による操船が行われた後、再度自動化システムを使用する際は、当該システムの作動環境が運航設計領域内であることを確認した後に再開する設計とすること。
- ④ 離着陸機能について、岸壁へのアプローチにおけるコースの取り方、船速や岸壁からの離隔距離における制御余裕（マージン）を考慮し設計すること。特に、アプローチする際の進入角度、船速に応じた操縦性能の変化を考慮すること。
- ⑤ 避航操船機能について、避航対象（船舶、浅瀬、障害物 等）の状況や状態を反映可能な設計とすること。
- ⑥ 航海計画策定時において、航海計画のうち自動化システムの運航設計領域の範囲外となる部分を明確に表示し、航海計画の途中で船員によるタスクの引継ぎが必要となることを船員が認知可能とする機能を有する設計とすることが望ましい。
- ⑦ 自動化システム停止時において、使用中であった航海計画等を含む重要データが自動的に保存されるよう設計することが望ましい。加えて、一時中断後、再度自動化システムを使用する際には、保存データを呼び出すことが可能な設計とすることが望ましい。

2.1.8 遠隔制御機能を実行するための作動環境の確保⁶

自動運航船において遠隔制御システムを作動させる場合、遠隔制御施設と遠隔制御の対象船舶との間で通信を利用することから、通信装置の性能を考慮した設計とすることがある。また、遠隔制御施設の遠隔操船者、船員及び自動化システム間でタスクの引継ぎが発生するため、自動運航船の安全性確保の観点から、タスクの引継ぎが確実に実施される必要がある。

（具体的な留意事項）

- ① 前述の 2.1.2 から 2.1.7、並びに、後述の 2.1.9 から 2.1.12 に記載している留意事項について、「自動化システム」を「遠隔制御システム」と読み替えること。
- ② 遠隔制御の対象とする船舶の運航に関する意思決定サブタスクについて、遠隔操船者と船員との役割分担を明確にし、遠隔制御システムを設計すること。
- ③ 遠隔制御システムの運航設計領域に関しては、以下を考慮して設定すること。

⁶ 本事項は遠隔制御システムを搭載する船舶に適用する。なお、本項の具体的な留意事項①中の「自動化システム」の記載については、1.2 に基づく読み替えは行わない。

- ・ 通信の遅延時間、通信路容量及び通信可能エリア
 - ・ 運航設計領域(航行区域)における通信状況
 - ・ 既存船の操縦性能⁷を参考とした制御余裕（マージン）
 - ・ 更新頻度（データのサンプリング周期、フレームレート 等）
- ④ 遠隔制御施設及び船内の操船場所のそれぞれにおいて、船舶を遠隔で制御する際に必要なリアルタイムの情報を、遠隔制御施設と船舶において許容される遅延時間内で確認することが可能な機能を有した装置を備え置くこと。
 - ⑤ 遠隔制御施設及び船内の操船場所のそれぞれにおいて、操船権限の所在を表示する機能を有した装置を備え置くこと。
 - ⑥ 遠隔制御システムの運航設計領域の設定に応じて、通信装置の種類や系統数を適切に組み合わせる等して冗長性を確保することにより、システムの信頼性を向上させることが望ましい。

2.1.9 自動化システムの重要パラメータの特定

自動化システムが操船という運航上重要なタスクを担うことに鑑み、システム供給者は、自動化システムの各種パラメータのうち、特に船舶の安全に影響を及ぼす可能性のあるパラメータを事前に特定しておかなければならない。また、これらの重要パラメータに対しては、システム統合者やシステム所有者が確認できるよう、2.1.11 の手引書にも明記すること。

（具体的な留意事項）

- ① システム供給者は、船舶の安全に影響を及ぼす重要なパラメータを特定すること。（重要パラメータの例：座礁や衝突の危険判定に関するパラメータ）
- ② 重要パラメータのうち、搭載船舶の仕様に応じて調整する必要がある場合、システム供給者は、システム統合者やシステム所有者と適宜相談の上、設定すること。
- ③ 重要パラメータに下限値又は上限値を設定する等の適切な制限を設けること。

2.1.10 リスク評価の実施

自動化システムのシステム供給者、システム統合者及びシステム所有者は、リスク評価を協力して実施することにより、設定された運航設計領域における安全性を事前に確認することが重要である。

リスク評価の実施⁸にあたっては、対象となる船舶のハード面やオペレーション等のソフト面を考慮する必要がある。

（具体的な留意事項）

- ① 自動化システムのシステム供給者、システム統合者及びシステム所有者は、設定された運航設計領域においてリスク評価を行い、自動化システムの作動によって発生する、合理的に予見される事故が生じるリスクが許容可能であること

⁷ IMO 決議 MSC. 137 (76) や検査の方法 B 編第 1 章で求められる海上試運転で要求される基準を満たす性能

⁸ 具体的な実施方法についての参考文献例；日本財団助成事業・MEGURI2040 に係る安全性評価「自動運航船のリスク解析手順書」（日本船舶技術研究協会・海上技術安全研究所）、URL：
https://www.jstra.jp/a4b02/a4b2c01/post_216.html

を確認すること。

- ② リスク評価の実施者は、許容できないリスクが確認された場合、追加の安全対策を講じ、リスクが許容可能な範囲に収まるまで対策を講じること。

2.1.11 自動化システムの手引き書等の作成

システム供給者は、自動化システムの手引き書を作成し、システム統合者やシステム所有者と共有できるようにすること。

自動化システムの手引き書には、少なくとも以下の内容を含むこと。

- (1) 自動化システムの概要（運航設計領域や重要パラメータを含む）
- (2) 自動化システムの操作手順（タスクの引継ぎ手順、緊急時の対応手順、システム再起動の手順、ファイアーウォール、スイッチ等のサイバーセキュリティに関する機器の構成設定等を含む）
- (3) 自動化システムの保守管理の方法
- (4) 自動化システム故障時の連絡先（例：システム供給者のアフターサービス対応部署）

なお、自動化システムの運用においては、使用する船員が自動化システムの操作について習熟している必要がある。その観点から、システム供給者は、船員の操作習熟のための研修資料等についても、必要に応じ作成すること。

2.1.12 自動化システムの不具合発見時の迅速な通知と対応

システム供給者は、船舶の安全性に影響するシステムの不具合（ソフトウェアのバグを含む）を発見した際、直ちにシステム所有者へその事実と具体的な対応策を通知する必要がある。必要に応じ、システム供給者はシステム統合者に協力を依頼すること。

3 章 搭載編

3.1 自動化システムの搭載時における留意事項

3.1.1 一般

自動化システムの搭載にあたっては、3.1.2 から 3.1.7 の事項に留意し、自動運航船の安全性を確保することが必要である⁹。なお、特段の定めがない限り、3 章はシステム統合者が特に留意すべき事項とする。

3.1.2 自動化システムと他の機器・設備との連携確保

自動化システムを船舶へ搭載する際、同システムが船舶のその他の機器・設備と適切に接続され、設計通りに連携して作動することを確認する必要がある。特に、自動化システムの作動に必要なデータを自動化システムへ与える情報収集装置や、自動化システムから出力されるデータを受け取る船体制御系機器との連携が正常に実施できることを確認することが重要となる。これらの確認は、配線ミス等による誤作動を防止するため、3.1.3 に記載するシステム統合試験を実施する前に行うこと。

(具体的な留意事項)

- ① 自動化システムを構成する機器や装置の搭載工事が、設計通りに施工されていることを、機器や装置それぞれに対する作動試験等を通じて確認すること。
- ② 自動化システムを構成する機器と装置が適切に接続され、搭載船舶において自動化システムが正しく組み上げられていることを、接続試験等を通じて確認すること。
- ③ 自動化システムが、搭載船舶の情報収集装置及び船体制御系機器と適切に連携できることを確認すること。その際、情報収集装置及び船体制御系機器と自動化システムを接続・制御する各ソフトウェアの互換性についても確認すること。同ソフトウェア等のバージョンの不適切な選択又は組み合わせによって互換性が損なわれる可能性も考慮しておくこと。
- ④ システム統合者は、搭載の際に調整が必要となる自動化システムの重要パラメータ（2.1.9 参照）が、搭載船舶の仕様を考慮した上で、システム供給者により適切に設定されていることを確認すること。なお、操船目的に応じて自動化システムの動作状況を変更する場合（自動化システムが狭い海域を航行するモードや輻輳している海域を航行するモード等を有する場合）には、各モードについても各々設定がなされていることを確認すること。

3.1.3 船上におけるシステム統合試験の実施

自動化システムを搭載後に自動化システムが設計通りに正常に機能することを確認する必要がある。また、自動化システムの運航設計領域が搭載船舶にとって妥当なものであることの確認や、自動化システムの故障等が発生した際に自動化システムから船員に適切に操船を引き継ぐことが実現できるかについても、確認する必要がある。

⁹ 本ガイドラインに記載する留意事項は、包括的なものではなく、現時点での基本的な考え方を示したものであり、今後の技術の進展や国際基準の動向等を踏まえ、適宜追加・見直しが行われる前提のものである。

(具体的な留意事項)

- ① 自動化システムを動作させる全体環境の中で、少なくとも以下について確認すること。なお、これらの確認は海上試運転の前に行うこと。
 - a) 自動化システムの作動状況や運航設計領域に関連する注意喚起や警報の種類、作動のタイミング、表示方法等が適切であること。
 - b) 自動化システムが運航設計領域内にある場合において、自動化システムから船員、船員から自動化システムへ適切にタスクが引き継げること。
 - c) 自動化システムが運航設計領域から逸脱した場合、自動化システムから船員に操船の権限が安全かつ確実に委譲され、船員の手により操船が継続できること。
 - d) 2.1.10 に記載するリスク評価結果に基づくリスク軽減策が講じられていること。
 - e) 2.1.5 に記載する記録装置を搭載する場合、当該記録装置が正常に機能すること。
 - f) 上記 a)～e)の実行に当たり、実務上、自動化システムを構成する HMI が船員の操作ミス等による誤作動を起こしにくい配置になっていること。
- ② 自動化システムを含んだ、船内全体のコンピュータネットワークを考慮したセキュリティ試験を実施すること。(2.1.6 参照)
- ③ 海上試運転において、実際に自動化システムを作動させて当該システムの健全性、重要パラメータの設定や運航設計領域の妥当性、リスク軽減策の有効性を確認すること。これらの確認を海上試運転前に実施できる場合、先行して実施して差し支えない。なお、必要な場合（例えば、実海域で実施すると危険な試験等）には、模擬信号による確認又は他の適当な方法を補完的に活用して差し支えない。
- ④ 上記①～③の確認においては、事前に試験方案を作成し、関係者で合意しておくこと。特に、実海域における試験においては、安全に試験を実施するための対策についても試験方案に明記すること。

3.1.4 離着棧機能を安全に実行するための作動環境の確保

自動化システムで離着棧を安全に実行するためには、離着棧時にはより精緻な制御が求められることから、高精度測位システムによって取得された自船位置情報や岸壁と本船との相対距離センサー等によって取得された周囲情報の正確さに加え、アプローチ速度も重要となる。

また、離着棧時は低船速や浅水域の影響による操縦性能の低下や外乱（風や潮流）による航路逸脱や座礁の回避といった点を考慮する必要がある。

なお、本章では、自船に備えられた装置を制御して離着棧することを前提としており、タグボート等との連携による離着棧は対象としていない。

(具体的な留意事項)

- ① 岸壁等との相対距離を計測する装置を搭載する場合、船型や艀装品等による死角等の有無を考慮した上でセンサー取り付け位置を決定するとともに、取り付け後に設計通りの精度が満足されていることを確認すること。
- ② 離着棧時は、低船速における自動運航船の操縦性能低下といった特性、センサー

取り付け上の精度を考慮した上で、自動化システムのパラメータを調整すること。

3.1.5 遠隔制御機能を実行するための作動環境の確保¹⁰

遠隔制御システムの運用時には、遠隔制御の対象船舶に関する運航設計領域と遠隔制御施設に関する運航設計領域の両方に注意を払う必要がある。そのため、前述の 3.1.2 及び 3.1.3、並びに、後述の 3.1.6 及び 3.1.7 に記載している留意事項については、「自動化システム」を「遠隔制御システム」と読み替えた上で、遠隔制御の対象船舶と遠隔制御施設の両方において確認する必要がある。

(具体的な留意事項)

- ① 船舶へ遠隔制御システムを搭載する際、対象船舶に搭載される遠隔制御に関連する機器や装置が、遠隔制御施設の機器や装置と適切な相互運用性を有することを確認すること。
- ② 船上におけるシステム統合試験には、少なくとも以下の項目を含めること。
 - a) 遠隔制御の対象船舶と遠隔制御施設との間で通信が正常に実施できることの確認
 - b) 通信異常時の遠隔制御システムの動作確認（例えば、信号喪失警報の発令等の動作確認）
 - c) 運航設計領域からの逸脱時の対応手順の妥当性
- ③ 2.1.11 に従って作成した遠隔制御システムの手引書は、船舶及び遠隔制御施設に備え付けておくこと。なお、2.1.11 の適用にあっては、「自動化システム」を「遠隔制御システム」と読み替えること。

3.1.6 実海域における試験を実施する場合の手続きと緊急時対応手順の文書化

実海域において自動運航船の試験を実施する場合、システム統合者は、事前に、システム供給者及びシステム所有者との間で代表者を決めておく必要がある。その上で、その代表者が関係主管庁を含めた関係者へ連絡することで、実海域試験の実施前に必要な認可の取得並びに助言を受ける必要がある。また、試験中止の判断等を行う本船上の最終意思決定者（船長又は船長が権限を付与した者）を事前に明確にしておくとともに、万が一、事故等の緊急事態が発生した時の対応手順についても、試験前に文書化しておく必要がある。なお、当該文書は試験中止の判断等を行う本船上の最終意思決定者が確認しやすい場所に備え置くこと。

3.1.7 自動運航船へ備え付ける図書

安全確保の観点から、システム統合者は、システム供給者やシステム所有者と適宜協力して、2.1.11 に記載する自動化システムの手引書を、自動化システムを使用する船員が確認しやすい場所（自動化システムの操作場所に近い場所が好ましい）に備え付ける必要がある。なお、同手引書等に改定を加えた場合には、その履歴を残す必要がある。また、特に緊急時の対応等については、自動化システムを使用する船員が迅速に確認できるように手順等について掲示しておくことが望ましい。

¹⁰ 本事項は遠隔制御システムを搭載する船舶に適用する。なお、本項の本文及び具体的な留意事項③に示された「自動化システム」の記載については、1.2 に基づく読み替えは行わない。

4 章 運航編

4.1 自動運航船の運航時における留意事項

4.1.1 一般

自動運航船の運航にあたっては、4.1.2 から 4.1.7 の事項に留意し、その安全性を確保することが必要である¹¹。なお、特段の定めがない限り、4 章はシステム所有者が特に留意すべき事項とする。

4.1.2 自動化システムを用いた適切な操船の実施

自動化システムを用いて適切に操船するため、少なくとも下記の項目を満たしている船員を適切に配乗しなければならない。

- ① 自動化システムの操作に習熟している。
- ② 自動化システムの運航設計領域を正しく理解している。
- ③ 自動化システムの運航設計領域逸脱時や自動化システムの故障時等に、適切に操船を引き継ぐことができる。

4.1.3 自動化システムの操作習熟と知識獲得に必要な教育及び訓練

4.1.2 に記載する適切な操船を実現するためには、自動化システムを使用する船員に対し、操作習熟と知識獲得を目的とした適切な教育及び訓練を実施する必要がある。

例えば、自動化システムを一時的な運航設計領域からの逸脱等の理由で中断した場合、再び自動化システムの運航設計領域に復帰するために、自動化システムを再起動することもあり得る。自動化システムを使用する船員は、こういった様々な状況下において、自動化システムを使いこなせるようになっていることが重要となる。

自動運航船の船主や運航会社は、自動化システムを使用する船員が上記に対応できるよう、必要な教育及び訓練を実施する必要がある。なお、船員の操作習熟のための研修資料等の作成については、システム供給者に適宜協力を依頼してよい。(2.1.11 参照)

(具体的な留意事項)

自動化システムを使用する船員に対し、下記項目を含む適切な教育及び訓練を実施し、操作に習熟させること。なお、以下の⑤については、船上の実機を用いた訓練を実施することが望ましいが、操船シミュレータ等を補完的に活用して差し支えない。

- ① 自動化システム作動時に船員が担当するタスクの内容（自動化システムと船員の役割分担を含む）
- ② 自動化システムの運航設計領域
- ③ 自動化システムの使用におけるリスク
- ④ 自動化システムの操作（タスクの引継ぎ手順、緊急時の対応手順、システム再起動の手順、ファイアウォール、スイッチ等のサイバーセキュリティに関する機器の構成設定等を含む）
- ⑤ リスク評価によって抽出された、自動化システム運用時に船員が直面する可能

¹¹ 本ガイドラインに記載する留意事項は、包括的なものではなく、現時点での基本的な考え方を示したものであり、今後の技術の進展や国際基準の動向等を踏まえ、適宜追加・見直しがなされる前提のものである。

性のあるハザードへの対応手順 (サイバーインシデントを含む)

4.1.4 運航時における自動化システムの誤使用の防止

自動化システムが操船という運航上重要なタスクを担うことを鑑み、自動化システムが運航設計領域の範囲内にあるかどうかの判断、自動化システムの起動や終了、モードの切り替え等の重要な操作は、事前に必要な教育及び訓練を受けることにより自動化システムの取り扱いに習熟した船員が行う必要がある。その観点から、自動化システムに携わらない船員が誤って使用することのないよう、自動化システムの運用上の取り決めが必要となる。

重要パラメータの設定を意図せず変更してしまうことのないように、パスワードや物理的な方法による保護についても、必要に応じて検討すること。

(具体的な留意事項)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 自動化システムを使用する船員を明確にしておくこと。 ② 必要に応じて、自動化システムへのアクセスに必要なパスワードや物理的な保護（例えば、設定操作盤に鍵を設ける等）を設けることが望ましい。 |
|---|

4.1.5 自動運航船へ備え付ける図書

システム所有者は、システム供給者やシステム統合者と適宜協力しながら、2.1.11に記載する自動化システムの手引書を適切に管理する必要がある。なお、同手引書等に改定を加えた場合には、その履歴を残す必要がある。

4.1.6 自動化システムの保守管理

自動運航船の安全な運航のためには、自動化システムを含む関連機器・装置が適切に保守管理されていることが不可欠である。システム所有者は、システム供給者やシステム統合者からの情報に基づき、自動化システムのバージョンを適切に管理する必要がある他、当該システムのバージョンを変更した際には、当該システムを接続する情報収集装置及び船体制御系機器との相互運用性が損なわれていないことを確認する必要がある。また、保守管理の記録を残す必要がある。

4.1.7 遠隔操船を安全に実行するための準備と定期的な保守管理¹²

遠隔操船を安全に実行するためには、遠隔制御施設の遠隔操船者がどのような意図に基づいて遠隔制御を行っているのかを、対象船舶の船員が理解できることが重要であり、船員が疑義を感じたときに遠隔操船者に確認できるようにしておく必要がある。更に、遠隔制御の対象船舶の船員にあっては、遠隔制御の実行中における遠隔制御システムとの役割分担を正しく理解する必要がある。加えて、遠隔制御施設との通信が断絶又は不安定になった場合に、適切に遠隔制御システムから操船を引き継ぐ必要がある。

これらを考慮し、遠隔操船中の船内責任者並びに通信断絶時の対応手順を明確にしておくとともに、対象船舶と遠隔制御施設の間で必要なコミュニケーションが取れる手段を用意しておくことが必要である。

その他、遠隔制御施設における各機器及び設備の健全性維持が安全な遠隔制御実行に不可欠であるため、定期的な保守管理の実施及びその記録も必要である。

¹² 本事項は遠隔制御システムを搭載する船舶に適用する。

(具体的な留意事項)

- ① 遠隔制御の対象船舶においては、遠隔制御作動中の船内責任者を明確にしておくこと。
- ② 遠隔制御の対象船舶においては、遠隔制御施設との通信が断絶又は不安定になった場合の対応手順について、対応する船員が確認しやすい場所に掲示しておくこと。
- ③ 遠隔制御施設と対象船舶との間で、必要なコミュニケーションが取れる手段を構築すること。
- ④ 船上の遠隔制御システムを構成する機器・設備について、システム供給者やシステム統合者からの推奨事項を考慮し、定期的な保守管理の実施とその記録を行うこと。