

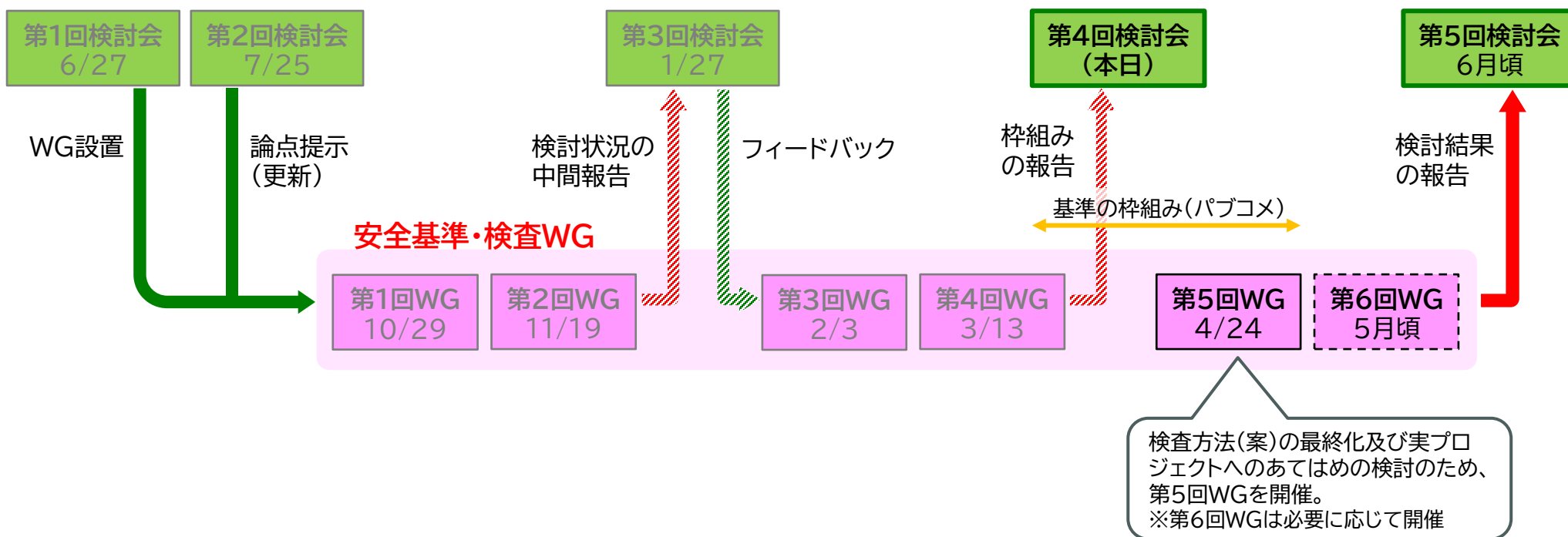
自動運航船の安全基準の枠組み

(WGで検討した事項の報告)

安全基準・検査WGの検討状況

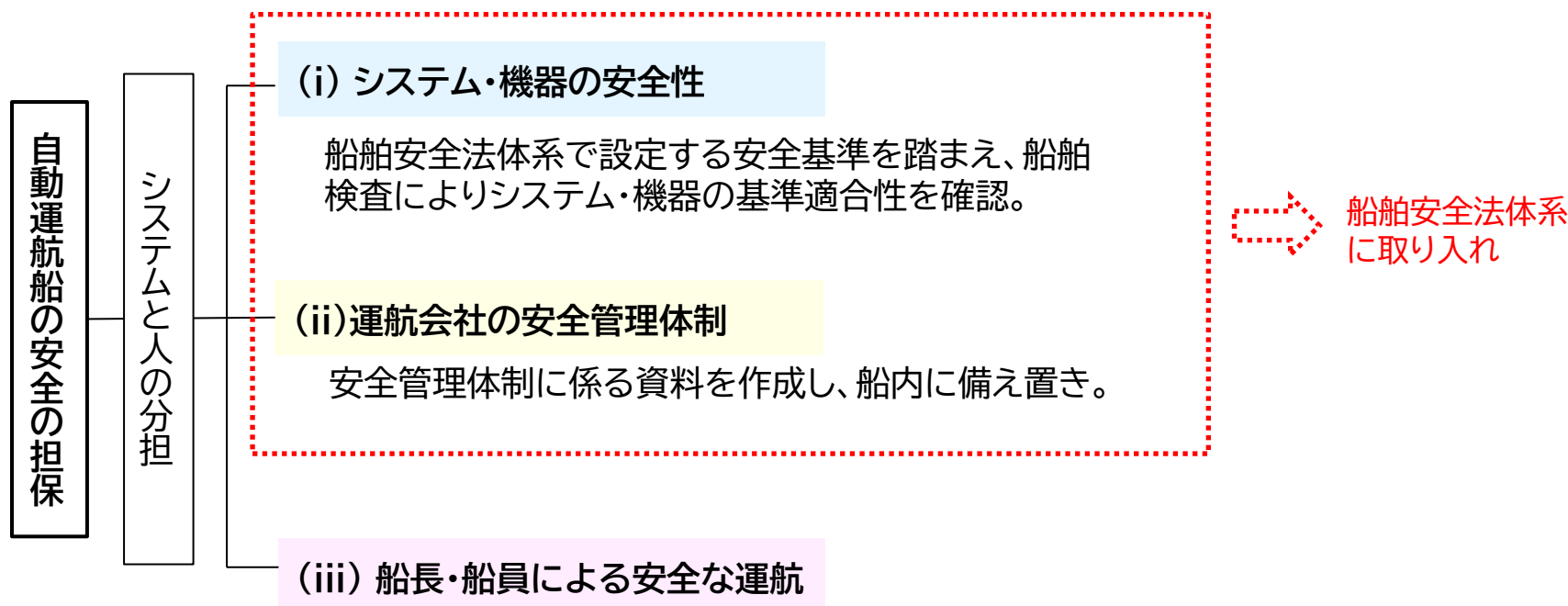
- ◆ 安全基準・検査WGは、第1回自動運航船検討会(昨年6/27)で設置され、第2回検討会(7/25)で示された論点に基づき**安全基準・検査方法を議論し、第5回検討会(本年6月頃)に報告**することとしていた。
- ◆ WGの検討状況について、**第3回検討会(1/27)に中間報告**し、フィードバックを得た。
- ◆ **安全基準については、法令への取り入れのため第4回WG(3/13)において最終化**し、第4回検討会(本日)にその枠組みを報告。
- ◆ **検査方法については、引き続きWGにて議論し、第5回検討会に安全基準とともに報告の上、とりまとめ**予定。

自動運航船検討会



(参考)自動運航船の安全の担保の考え方

- ◆ 資料1のとおり、(i)システム・機器の安全性、(ii)運航会社の安全管理体制、(iii)船長・船員による安全な運航により、確実に安全が担保されることが不可欠。



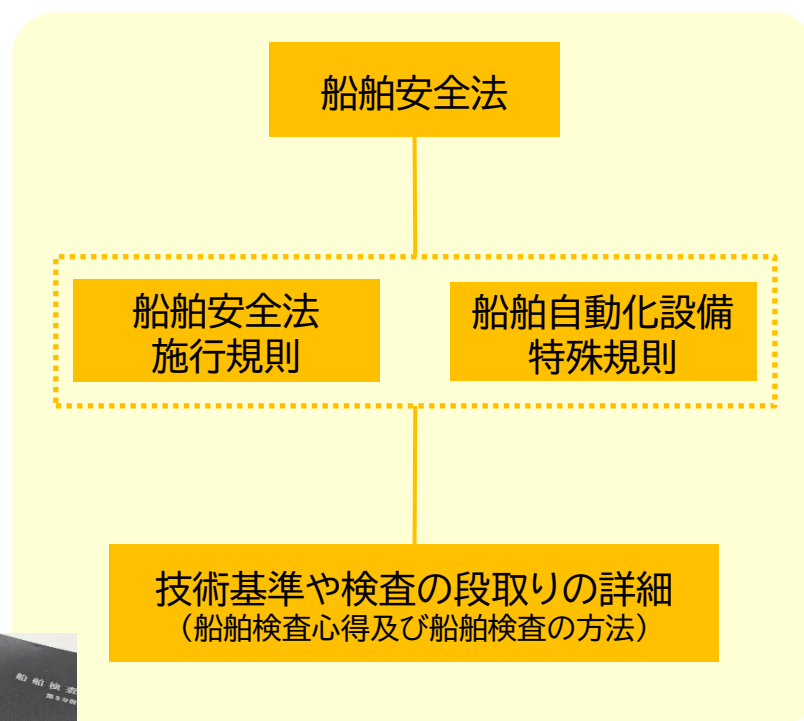
注) 安全管理体制の確保のため、上記の船舶安全法体系への取り入れのみならず、以下を要求。(P.14参照)

- ✓ 内航海運業法、海上運送法に基づき、事業者は安全管理体制に係る資料を反映した安全管理規程等を作成し、必要な事項を実施。
- ✓ 船員法に基づき、船舶所有者は安全管理体制に係る資料による船員の教育を実施し、船長は同資料による適切な航海当直を実施。

安全基準・検査方法の船舶安全法体系への取り入れ

- ◆ 安全基準・検査WGの議論を踏まえ、自動運航船の安全基準・検査方法を船舶安全法体系に取り入れ予定。
- ◆ 自動運航システムの位置付けと機能要件を先行して省令に定めるとともに、詳細な安全基準・検査方法については船舶検査心得及び船舶検査の方法にて定める。

船舶安全法体系における位置付け



STEP 1

船舶安全法体系の省令において、自動運航システムの位置付けと機能要件を定める。

※ パブリックコメント(意見公募手続)を実施のうえ、5月下旬～6月上旬に改正省令の公布・施行を想定。

STEP 2

自動運航船の詳細な安全基準や検査方法について定める。

※ 第5回自動運航船検討会に報告し、とりまとめを行い、MEGURI実証船の検査体制を整備予定。



(参考) 自動運航船の安全基準について (1/7)

安全基準案

※ 黄色マーカー一部は安全基準の柱として固まっている部分であり、国土交通省令に取り込む予定。

- 1章「総則」においては、安全基準の適用対象、重要用語の定義及び運用コンセプト・運航設計領域の設定等について定める。

1章 総則

1.1 適用

本基準は、船舶自動化設備特殊規則(昭和五十八年運輸省令第六号)第11条の2に規定する自動運航システムを搭載する船舶に適用する。ただし、本基準第3章は、同規則第12条に規定する遠隔支援業務用設備等を使用する船舶のみに適用する。

1.2 定義

IMO MASSコードをもとに必要な定義を作成(例:自動運航船、自動運航システム、運用コンセプト、運用領域、運航設計領域)

1.3 原則

自動運航システムは、事前に設定された(1)運用コンセプト、(2)運用領域及び(3)運航設計領域の範囲内において、第2章及び第3章の機能要件を達成するものでなければならない。

ただし、遠隔支援を利用する場合、許容できないリスクをもたらす時間を超える通信途絶又は著しい通信品質の劣化があったときは遠隔支援が中断されたものとみなし、船上のみで機関部及び甲板部の必要な業務を実施可能な構成とすること。

(1) 運用コンセプト

自動運航システムの運用コンセプトについて、船舶及び遠隔支援設備(該当する場合)の制御、監視、介入における運用への人間の関与を考慮の上、少なくとも以下の項目を含めて設定すること。運用コンセプトは、船舶又は遠隔支援設備(該当する場合)に重大な変更が生じた場合は見直すこと。

- 自動運航システムと船員の役割分担
- 自動運航システムから船員への引継ぎ体制

(2) 運用領域

自動運航システムを搭載する船舶の運用領域について、少なくとも以下の項目を含め、船舶の運用能力及び制限を設定すること。

- 船舶の機能及び条件の定義並びにユースケース
- 地理的な運用エリア
- 環境上の制限
- 航海中の多様な運用モードにおける運用上の制限
- 船員と自動化機能の間の機能分担及び作業割当て
- 船舶の運用に重大な影響を及ぼすその他の要因

(3) 運航設計領域

自動運航システムの運航設計領域について、少なくとも以下の項目を含め、当該システムを使用可能な範囲を設定すること。

- システムが安全に動作するための条件及び制限
- システムが作動を開始する前に達成すべき能力及び制限
- 地理的境界、気象等の外的及び内的条件(航行海域の航路幅、沿岸からの距離、気象・海象、輻輳度等)
- 合理的に予見可能な自動運航システム又は機器の故障

(参考) 自動運航船の安全基準について (2/7)

- 2章「自動運航システム」においては、**状況認識**(安全な航海に必要な情報の継続監視等)、**衝突・座礁回避**(海上交通法規に従った経路の計画立案等)、**経路の実行・監視**(許容偏差の範囲内での経路実行等)、**船員への引継ぎ**、**情報記録**、**警報管理**等に係る機能要件を定める。

2章 自動運航システム

2.1 一般

自動運航システムは、2.2～2.8節の機能を果たすため、以下の原則を満たすよう設計されなければならない。

- (1) 他の航海機器等の船舶システムと効果的に統合・協調し、運用上のコマンドの矛盾等の悪影響を防ぐものであること。
- (2) 自動運航システムが故障した場合、代替手段で安全に操船できる機能を備えること。
- (3) 運航に必要なデータについて、MASSコード17.3.2項を考慮し、適切な形式で利用可能であること。
- (4) 適切な航海計画を用いて運航できるよう、MASSコード17.4.1及び17.4.2項を考慮し、航海計画の検証、実行、修正等が可能であること。

2.2 状況認識

自動運航システムは、安全な航海のために必要な状況認識を満たすため、適切に継続監視及び情報統合ができる機能を有しなければならない。

- (1) 以下を含む、安全な航海に必要な全ての情報を継続監視できること。
 - a. 海面上の周囲の静的及び動的対象物(海標、他の船舶、残骸 等)
 - b. 自船状態(針路、速力、位置、内部システムの状態 等)
 - c. 航海安全に関する地理的情報(海図情報 等)
 - d. 環境条件(天候、視界、海況 等)
 - e. その他船舶との衝突のおそれを判断するために必要な視覚情報及び聴覚情報
- (2) (1)で定義された情報について、複数のセンサ入力を統合し、現在状況の分析及び将来状況の予測が可能であること。
- (3) 得られた情報及び分析結果について、船員又は遠隔支援者が適時に利用可能であること。

2.3 衝突・座礁回避

自動運航システムは、状況認識に基づき、衝突又は座礁を回避する手段をとることができるものでなければならない。

- (1) 2.2で得られた情報を考慮の上で、海上交通法規に従った経路の計画立案(明確な回避動作を含む)が行われること。
- (2) 針路又は速力の修正及び決定は、船舶の運動性能を考慮して適時に行われること。
- (3) 避航経路は、衝突又は座礁のリスクの回避に必要な行動の分析に基づくとともに、他の許容できないリスクをもたらすものでないこと。
- (4) 前項までの要件のほか、次に掲げる要件を満たすこと。
 - a. 避航経路の立案にあたり、事前に設定した離隔距離の確保、周囲船舶に与える不安の最小化、避航後の航海計画への復帰に係る事項が遵守されること。
 - b. 相手船の認識及び処理に係る自動運航システムの優位な特徴を活かすため、可能な限りにおいて、衝突リスクを踏まえた事前の針路変更が行われること。
 - c. 相手船との相対関係や種類を考慮し、海上衝突予防法上の保持船又は避航船のいずれに該当するか等の判断が行われること。
 - d. 計画には、少なくとも、変針点又は変速点の位置、航過時の速力、船首方位及び回頭半径の情報が含まれること。
 - e. 立案された計画は、その判断根拠とともに船員が確認できる場所に表示されること。
 - f. 避航動作に伴い必要となる操船信号等の音響信号及び発光信号を適切に実施できること。

(参考) 自動運航船の安全基準について (3/7)

2.4 経路の実行・監視

自動運航システムは、船舶が適切に経路を実行できるための制御ができるものでなければならない。

- (1) 船舶の操縦性等に基づき、予め定められた許容偏差の範囲内で計画された経路を実行できること。その際、必要に応じ、低速時の操縦性能や岸壁からの離隔距離も考慮すること。
- (2) 経路からの逸脱が必要な状況が生じた場合、船員及び遠隔支援者（該当する場合）に通知すること。
- (3) 経路の実行状況を継続的に監視し、必要に応じてその情報を船員及び遠隔支援者（該当する場合）が利用できること。

2.5 船員への引継ぎ

自動運航システムは、必要に応じて船員が引き継ぐことができる仕様としなければならない。

- (1) 運航設計領域の逸脱の有無にかかわらず、船員が任意に自動運航システムをオーバーライドできること。自動/手動のモード切替えは、制御システムから独立し、簡単な操作で迅速に行うことができ、誤動作を防止するものであること。
- (2) 自動運航システムが運航設計領域から逸脱した場合又は逸脱が予見される場合、船員への引き継ぎにより適切な状態を維持するための措置が速やかに実施できるものであること。この措置については、船員がタスクの引継ぎ完了までに要する時間、衝突回避等の対応が可能な範囲が明確に設定されること。
- (3) 運用領域から逸脱した場合、MASSコード8.4項を考慮してフォールバック状態に入り、リスクの最小化が図られること。

2.6 情報記録

自動運航システムは、運航に必要な情報の保持及び事故原因調査のため、作動状況を適切に記録する装置を備えなければならない。

- (1) 自動運航システムの停止時において、使用中であった航海計画等を含む重要な記録が自動的に保存されるとともに、再使用時に当該記録を呼び出すことが可能であること。
- (2) 航海中に起こった海難等の原因調査に資するため、自動運航システムの記録を自動的に保存する機能を有すること。少なくとも以下のデータを含むこと。
 - a. 日付、自船の位置、針路及び速力並びに機関出力及び舵角
 - b. 自動運航システムが作動を開始及び停止した時刻
 - c. 自動運航システムから船員又は遠隔支援者への引継ぎが生じた場合、その要求及び実行の時刻
 - d. 自動運航システムの故障又は不具合が生じた場合、その発生時刻
 - e. 自動運航システムにおける重要なパラメータが変更された場合、その時刻及び変更内容
 - f. 自動運航システムの運航設計領域の逸脱判定に係る情報（風速・風向等）
 - g. 船橋における音響及び無線通信における音声
 - h. レーダー画面に表示された映像
 - i. 警報
 - j. 周囲状況データ（衝突・座礁回避に直接使用している場合）
- (3) (2)の記録は、改ざん防止措置も考慮の上、適切な方法（遠隔支援施設へのデータ転送を含む）により、少なくとも48時間以上の情報を記録することができ、記録終了後、6ヶ月以上保存されること

(参考) 自動運航船の安全基準について (4/7)

2.7 警報管理

自動運航システムの使用にあたり必要な情報を船員又は遠隔支援者に提供するため、適切な警報管理を備えなければならない。

- (1) 船員又は遠隔支援者が以下を実行できるよう、船橋を含め、船舶の監視・制御を行いうる場所（遠隔支援を行う場合は遠隔支援施設を含む。以下同じ。）において、事象の発生後即時に警報が適切に作動するとともに、常時確認が可能であること。
 - a. 警戒すべき状況の存在の認識
 - b. 現在の状況の特定及び評価
 - c. 複数の異常事態に対処しなければならない場合、それらの事態の緊急性の評価
 - d. 警報への対処
 - e. 全ての警報関連状態の一貫した方法による管理
 - f. 自動運航システムの作動状況の効果的な監視
- (2) 少なくとも、以下の事象が発生した場合には、船橋を含め、船舶の監視・制御を行いうる場所において、即時に警報が作動すること。
 - a. 自動運航システムの運航設計領域を超過した又は超過することが予見される場合
 - b. フォールバック状態に入った又はその必要性が認識された場合
 - c. 自動運航システムの運用に影響を与えうる機器の故障又は冗長性の喪失により、リスクが著しく増大した場合
- (3) 警報は、対応の緊急度の高いものを優先して表示すること。
- (4) 正当な必要性のない限り、注意を要する1つの状況に対して複数の警報が作動することがないこと。
- (5) 警報は、状況の結果を把握し、適切な行動を決定するのに十分な情報を提供するものであること。また、簡潔な警報は詳細な理解が妨げられる可能性があることに留意すること。
- (6) 自動運航システムの作動に必要な全ての警報を処理するとともに、他の全ての警報を一貫した方法で処理する機能を備えること。
- (7) 警報の表示、鳴動及び消音について一貫性を持つこと。
- (8) 前項までの要件のほか、MASSコード14章を考慮すること。

2.8 その他の要件

自動運航システムは、前項までの要件に加え、以下の要件を満たすように設計されなければならない。

- (1) 船員又は遠隔支援者が、以下の事項を容易に認識できること。
 - a. 自動運航システムの作動状況
 - b. 自動運航システムが計画した経路
 - c. 船員への引継ぎ要求及びその内容
 - d. 自動運航システムの一部機能が解除された場合、その旨及び解除された機能
- (2) 以下の事項を含む、有効なサイバーセキュリティ対策が講じられていること。
 - a. 船舶のライフサイクルに渡ってサイバーセキュリティを確保するためのアップデートを可能とすること
 - b. 外部からの不正アクセスを防止するための手段を設けること
- (3) 前項までの要件のほか、自動運航システムのハードウェア及びソフトウェアは、MASSコード9章及び10章を考慮すること。

(参考) 自動運航船の安全基準について (5/7)

- 3章「遠隔支援設備」においては、陸上からの遠隔監視(対象は機関及び航行)を利用する場合の要件を定める。

3章 遠隔支援設備

3.1 一般

遠隔支援を行うための設備は、次節以降の機能を果たすため、以下の要件を満たすように設計されなければならない。

- (1) 陸上の遠隔支援施設は、不正アクセスから保護され、サイバーセキュリティが適切に確保されたものであること。
- (2) 陸上の遠隔支援施設と船舶との間の接続及び通信について、通信途絶又は通信品質の劣化を考慮し、適切に冗長性が確保されたものであること。
- (3) 遠隔支援において使用、作成及び送受信されるデータ及び情報は、信頼性が高く、改ざん防止された保管場所に、適切な品質で保持されること。

3.2 機関の遠隔監視

機関の遠隔監視を行うための設備は、適切な監視を実行するため、以下の要件を満たすように設計されなければならない。

- (1) 機関の状態等の監視及び診断を的確に行うことができるものであること。
- (2) 機関の潤滑油の状態を適切な間隔で監視できること。
- (3) 適切な頻度で、当該船舶から陸上施設にセンサ情報を送信する機能を有すること。
- (4) 機関の状態監視及び診断に必要なデータを表示する機能を有すること。
- (5) 機関の運転状態、過給機、各シリンダの燃焼、シリンダ、ピストン、ピストンリング、吸排気弁及び主軸受の状態を監視し、重大な異常又は不具合が生じる兆候を検知する機能を有すること。
- (6) 警報、警報に係るセンサ情報及び異常に関する情報を陸上施設等に直ちに送信する機能を有すること。
- (7) 陸上支援者及び船上の機関士の役割に関するマニュアルを備えていること。

3.3 航行の遠隔監視

自動運航システムの作動状況を含めた航行に係る遠隔監視を行うための設備は、適切な監視を実行するため、以下の要件を満たすように設計されなければならない。

- (1) 自動運航システムの作動状況及び当該船舶の周囲の状況を含め、運航状態等の監視及び診断を的確に行うことができるものであること。
- (2) 適切な頻度で、当該船舶から陸上施設にセンサ情報を送信する機能を有すること。
- (3) 運航状態等の監視及び診断に必要なデータを表示する機能を有すること。
- (4) 自動運航システムの使用時にあっては、当該船舶の状態及び外部環境を監視し、運航設計領域の超過を検知する機能を有すること。
- (5) 警報、警報に係るセンサ情報及び異常に関する情報を陸上施設等に直ちに送信する機能を有すること。
- (6) 陸上支援者及び船上の航海士の役割に関するマニュアルを備えていること。

(参考) 自動運航船の安全基準について (6/7)

- 4章「リスクアセスメント」においては、自動運航船を導入しようとする者に対し、リスクアセスメントとリスク軽減策の実施を要求し、リスクアセスメントで最低限留意すべき事項(ハザード)についても記述。

4章 リスクアセスメント

4.1 リスクアセスメントの実施

自動運航システムは、適切なリスクアセスメントにより、設定した運用コンセプト、運用領域及び運航設計領域が適切であることが示されなければならない。

- (1) リスクアセスメントにおいては、ステークホルダー及び専門家とともに、リスク及び軽減策の分析、特定されたリスクの評価、効果的なリスク管理措置の実施等を含め、自動運航システム及び遠隔支援の利用に関する包括的な検討を行うこと。
- (2) 少なくとも、自動運航船の設計時及び船舶の運用コンセプト、運用領域又は運航設計領域の変更時にはリスクアセスメントを実施すること。
- (3) 前項までの要件のほか、MASSコード第7章を踏まえてリスクアセスメントを実施すること。

4.2 リスク軽減策

自動運航システムは、リスクアセスメントで特定されたリスクについて、必要に応じ、適切なリスク軽減策が講じられたものでなければならない。

- (1) 採用される軽減策は、単一事象だけでなく、同時に複数のシステムの性能に影響を及ぼす可能性のある船舶の運用領域内の予見可能な事象も考慮に入れたものであること。
- (2) 軽減策は、独立した対策で構成され、リスクの大きさに応じたものであること。

4.3 リスクアセスメントの留意事項

リスクアセスメントは、少なくとも以下の事項を考慮して実施すること。

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> (1) 外部要因 <ul style="list-style-type: none"> ・悪天候(降雨・強風・濃霧・波浪) ・輻輳海域 ・想定外の他船の挙動 (2) 状況認識 <ul style="list-style-type: none"> ・航路標識の検知失敗 ・他船の検知失敗 ・悪天候の検知失敗 ・他船の音響信号の検知失敗 ・他船の発光信号の検知失敗 ・他船の灯火及び形象物の検知失敗 ・センサの性能低下の検知失敗 (3) 衝突・座礁回避 <ul style="list-style-type: none"> ・交通法規(海上衝突予防法等)に従わない計画の立案 ・衝突回避できない計画の立案 ・避航計画アルゴリズムの不備・エラー ・状況認識機能からの信号喪失 ・状況認識機能からの情報の信頼性や安定性の低下 | <ol style="list-style-type: none"> (4) 経路の実行・監視 <ul style="list-style-type: none"> ・推進・操舵性能の低下 (5) 船員への引継ぎ <ul style="list-style-type: none"> ・自動運航システムから人間へ移行する際の時間的余裕が足りない ・システム使用者の居眠り又は体調不良による応答遅れ (6) 警報管理 <ul style="list-style-type: none"> ・警報の誤認 ・警報の不作動 (7) 遠隔支援 <ul style="list-style-type: none"> ・船舶との通信遮断状態 ・通信の遅延及び不具合 (8) 運用上の事象 <ul style="list-style-type: none"> ・自動運航システム又は関連装置の電源喪失 ・使用者の習熟度・理解度不足(アラームの意味が理解されない、システムの使用環境が不適等) (9) セキュリティ <ul style="list-style-type: none"> ・自動運航システム及び関連システムへの不正アクセス/ハッキング |
|--|---|

(参考) 自動運航船の安全基準について (7/7)

- 「会社の安全管理体制」においては、自動運航船の運航にあたり、会社の安全管理として要求する事項を定める。

会社の安全管理体制

(1) 自動運航船の運航を安全に実施するため、以下の事項についてシステムの構成・仕様に応じて適切に設定し、運航時に船員・遠隔支援者が適切に業務を実施できる体制を確保すること。

- **自動運航システム等の習熟のための教育及び訓練**
船員・遠隔支援者に対し、自動運航システムの操作に習熟するための十分な教育及び訓練(例:メーカーから運航会社及び船員への説明、シミュレータを用いた習熟訓練)実施。
- **船員・遠隔支援者を含む関係者の役割分担**
船員・遠隔支援者を含め、自動運航船の運航に関わる者がどのようなタスクを担うかを明確に設定。
- **自動運航システム等に関する説明資料の搭載**
船員・遠隔支援者が自動運航システムの使用方法、警報の意味、対処方法を認識できるよう、システムの説明資料(手引書)を定め、参照しやすい場所に設置する。
- **不具合/非常時対応手順の確立**
ODD逸脱、機器故障、サイバー攻撃等の事象を想定し、それぞれの場合の適切な対処方法を確立し、上記手引書に記載。

(2) 自動運航システムや遠隔支援施設等の機能が適切に維持されるよう、以下の事項を含めた保守管理体制を確保すること。

- **自動運航システム等の重大な変更時の対応**
自動運航システムのハードウェア、ソフトウェア、システム構成等について、安全性に関する重大な変更がある場合、会社として適切な承認プロセスを経るとともに、関係部署への情報共有を実施。
- **自動運航システム等の保守管理**
自動運航システムが所定の機能を維持できるよう、ソフトウェアの更新を含め、適切な保守管理体制(例:メーカーとの契約)を構築。
- **トラブルに係る情報収集・対応**
自動運航システムの事故・トラブルが発生した場合、適切に情報収集・整理を行い、社内での共有を行うとともに、メーカーとも連携し対応。(重大な事案については、国土交通省への報告及び他の利用者への通知を含む措置を講じることを要求)

安全基準についての補足説明 (1/2)

前回検討会でのご意見

- ✓ 自動運航船のシステムの判断や操作がリアルタイムで船員に伝わる仕組みが必要。

- ➡
- 自動運航船に乗り組む船員が、自動運航システムの判断・操作を把握できるよう、
 - ✓ 衝突・座礁回避において立案された計画の根拠が表示されること
 - ✓ 経路からの逸脱が必要な状況が生じた場合に通知すること
 - ✓ 自動運航システムの作動状況・計画経路等を容易に認識できるものであること等を安全基準において要求。

(参考) 自動運航船安全基準(案)の該当部分

2.3 衝突・座礁回避

P.7に記載

(4) 前項までの要件のほか、次に掲げる要件を満たすこと。

e. 立案された計画は、その判断根拠とともに船員が確認できる場所に表示されること。

2.4 経路の実行・監視

P.8に記載

(2) 経路からの逸脱が必要な状況が生じた場合、船員及び遠隔支援者(該当する場合)に通知すること。

2.8 その他の要件

P.9に記載

(1) 船員又は遠隔支援者が、以下の事項を容易に認識できること。

- a. 自動運航システムの作動状況
- b. 自動運航システムが計画した経路
- c. 船員への引継ぎ要求及びその内容

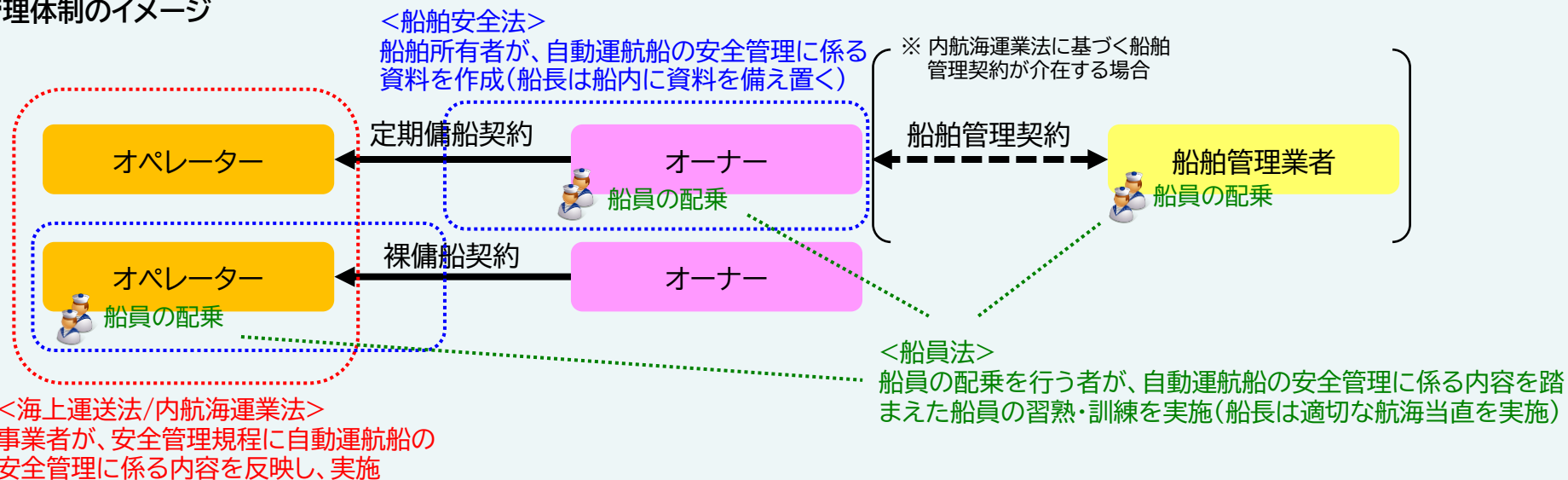
安全基準についての補足説明 (2/2)

前回検討会でのご意見

- ✓ 雇用関係等が多様なことを踏まえると、単純に運航会社が教育訓練をする仕組みとしても上手く機能しない可能性が想定されるため、雇用の多様性、誰が雇用者かということ踏まえた上で、それぞれの会社の責任の所在を明確にし、安全管理体制など適切に義務付けすべき。
- ✓ アンモニア燃料船の乗組員に係る船員教育について通達を発出したように、自動運航船についても必要な訓練、安全管理の仕組みを構築すべき。 → 資料3-2で詳述

- ➡
- 現在、船舶の安全管理については、業法(内航海運業法・海上運送法)に基づく安全管理規程の作成・届出並びに船員法に基づく船員への訓練及び適切な航海当直の実施が要求されているところ。
 - 自動運航船を運航する場合、新たに以下の事項を要求。
 - ✓ 船舶安全法に基づき、船舶所有者に対し、自動運航船の航行を安全に行うために必要な事項が記載された資料の作成等を要求。
 - ✓ 業法上の事業者等に対し、安全管理規程に上記資料の内容を反映するとともに、その遵守を要求。
 - ✓ 船員の配乗を行う者に対し、上記資料に基づく船員への訓練を要求するとともに、船長に対し、同資料に基づく適切な航海当直の実施を要求。

安全管理体制のイメージ



※ 船員派遣の場合、派遣元事業主は各種の船舶に共通する船内の安全衛生に関する基礎的事項の教育を行い、派遣先事業主は個別の船舶の作業特性に応じた作業の実施方法等の具体的な指揮命令に関係するものの安全衛生に関する教育を行う責任を有する。