

自動運航船/無人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

目次

1. 概要	2
2. 主要原則	2
2.1 本手順書の対象とする船舶	2
2.2 本手順書の対象とするリスク解析	2
2.3 用語の定義	2
3. リスク解析の実施手順の概要	4
4. 用意すべき資料	5
4.1 初期設計に対する解析で必要となる資料	5
4.2 詳細設計に対する解析で必要となる資料	5
5. リスク解析の各段階で行う作業	6
5.1 解析の準備	6
5.2 検討組織	7
5.3 解析条件の合意	7
5.4 解析と評価の実施	10
5.4.1 ハザード同定	10
5.4.2 リスクの指標化	11
5.4.3 初期設計に対するリスク解析及び評価	12
5.4.4 詳細設計に対するリスク解析及び評価	12
5.5 報告書	12
付録 1 考慮すべきハザードの例	14
付録 2 代表的なリスク解析手法の概要	17
付属書 1 自動運航船のリスク解析の実施例	20
付属書 2 無人運航船の実証実験のリスク解析の実施例	76
参考文献	138

1. 概要

近年、自動運航船や無人運航船の開発が進められており、複数の船級協会や旗国から自動運航船のガイドラインが公開されている。また、国際海事機関 IMO (International Maritime Organization, IMO) からは自動運航船や無人運航船の実証実験を安全に実施するための暫定ガイドラインが公開されている。それらにおいてリスク解析の実施が明記されているが、具体的な手順等については示されていない。そのため、本手順書において、自動運航船や無人運航船の開発や実証実験の際に実施するリスク解析の具体的な手順等を示す。これにより、自動運航船や無人運航船の安全性向上及び開発促進に貢献する。

2. 主要原則

2.1 本手順書の対象とする船舶

自動運航船や無人運航船の定義や自動化レベルについて、国際的な合意がなされていない現状ではあるが、本手順書では、国土交通省海事局により示された「自動運航船の実用化に向けたロードマップ」におけるフェーズⅡの自動運航船（陸上からの操船や AI 等による行動提案で、最終意思決定者である船員をサポートする船舶）やフェーズⅢの自動運航船（自律性が高く、最終意思決定者が船員ではない領域が存在する船舶）を対象とする。なお、本手順書では、フェーズⅡの自動運航船を「自動運航船」、フェーズⅢの自動運航船を「無人運航船」と呼ぶ。

2.2 本手順書の対象とするリスク解析

自動運航船や無人運航船は、従来通りに設計・建造・運航される船舶又はそれらを部分的に変更した船舶に、自動化システムが搭載されることが想定される。従来通りに設計・建造・運用される船舶は、十分な安全性を有しているため、船舶全体に対するリスク解析は不要であると考えられる。したがって、本手順書のリスク解析では、従来船と異なる部分、異なる運用方法により発生するハザードを解析する。

2.3 用語の定義

本手順書で使用される主要な用語の定義を表 2.1 に示す。

表 2.1 用語の定義

用語	定義
リスク	特定期間内において望まない事象が一定の結果とともに生じる可能性の尺度（すなわち、結果の頻度と重大性の組合せ）を指す。[1]
ハザード	人命、健康、財産又は環境などに対して、危害を及ぼし得る要因をいう。危険因子ともいう。[2]

事故シナリオ	ハザードが潜在している初期状態から、結果に至る一連の過程を想定し、それを記述したものを指す。[2]
リスク低減措置	リスク低減のために実施される単一もしくは複数の対策を指す。対策としては、ハザードの回避策、結果の大きさの縮小策、発生のしやすさの抑制策などがある。
HAZID	HAZard Identification の略。ハザードの同定を指す。
FI	Frequency Index の略。頻度指標。頻度を常用対数に変換して表現したもの。
SI	Severity Index の略。深刻度指標。深刻度を常用対数に変換して表現したもの。
RI	Risk Index の略。リスク指標。リスクを常用対数に変換して表現したもの。FI と SI の和として求められる。
HAZID 会議	ハザードの同定を主目的に実施される会議のこと。ハザードの同定の他に、原因や結果の特定、FI, SI, RI の決定、リスク低減措置の検討も実施されることが多い。
タスク	操船業務を構成する操作や作業を、自動化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。[3]
サブタスク	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	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。[3]
自動化	意思決定サブタスクの一部又は全ての実行を、コンピュータシステムが担当する状態をいう。[4]
自動化システム	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。[3]
想定使用範囲	自動化システムを搭載する船舶の主要目、自動化システムを使用する航路、運航のフェーズや海気象条件等をいう。
運航設計領域	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。[3] 想定使用範囲の一部としても表現される。
フォールバック	自動化システムや遠隔制御システムの故障やサイバー攻撃による侵入など、自動化システムや遠隔制御システムが正常に作動しない状態が発生した際に、危険を最小化するために行う対応をいう。運航設計領域外の状態に陥った場合の対応を含む。[4]

3. リスク解析の実施手順の概要

ここでは、リスク解析の実施手順を簡単に説明する。リスク解析は図 3.1 に示した流れで実施する。各項目の詳細な説明はカッコ内の数字が示す本手順書の各節を参照されたい。

リスク解析は初期設計及び詳細設計に対して実施する。初期設計に対するリスク解析では、解析対象範囲の確定やリスク解析を実施するために必要な資料を準備する。次にその資料を用いて、解析対象範囲を決定するとともにリスク解析を実施する上で確定しておかなければいけない情報を整理する。リスク評価のクライテリア等の解析条件について関係者間の合意を取ったうえで、解析と評価を実施する。最後に、以上の結果を纏めた報告書を作成する。

次に詳細設計に対するリスク解析を実施する。初期設計に対するリスク解析で推奨されたリスク低減措置を取り込んだ詳細設計に対して、初期設計では確定されていなかった具体的な機器やオペレーションを想定して、初期設計に対するリスク解析と同様の流れで解析と評価を実施する。なお、解析の準備や解析条件の合意は、初期設計に対するリスク解析と同様のものを流用できる場合が多いため、省略可能である。リスク評価の結果、推奨されたリスク低減措置を最終的な詳細設計に取り込み、本手順書で対象とするリスク解析は終了する。

なお、リスク解析の対象が実証実験である場合は、実証実験の目的によっては初期設計段階のみのリスク解析を実施した後に実証実験を実施することもあると考えられることに留意されたい。

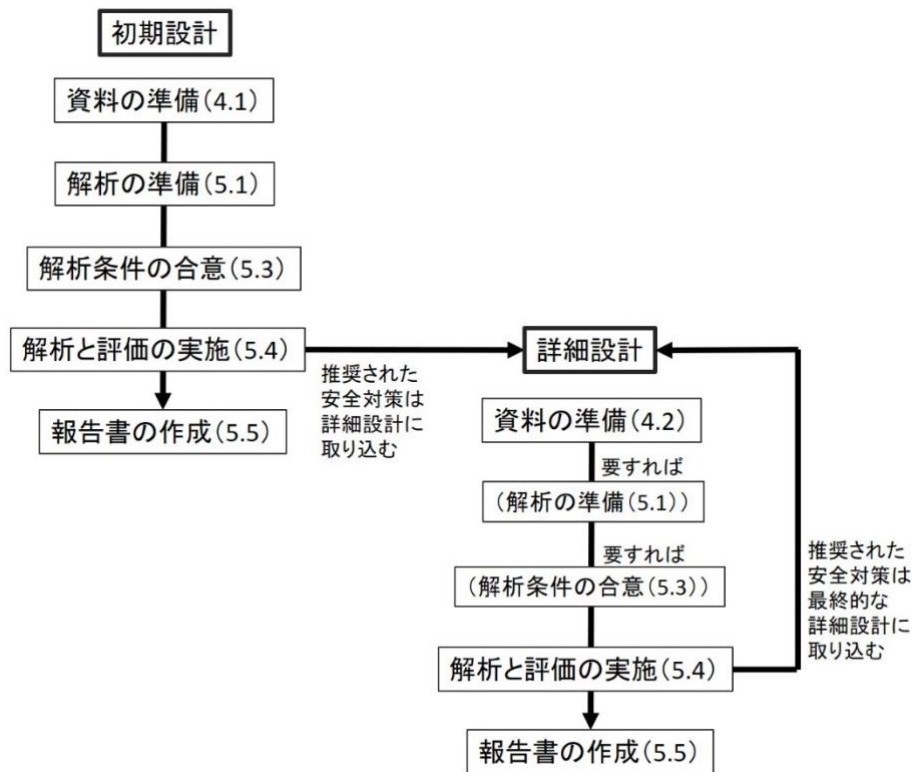


図 3.1 リスク解析の作業の流れ

4. 用意すべき資料

本節では、解析の各段階で必要となる資料について、説明する。

4.1 初期設計に対する解析で必要となる資料

初期設計に対して解析を行う際は、以下の資料が必要である。

- (1) 自動化システムの機能要求（自動化の対象タスク・サブタスク）
- (2) 自動化システムの全体像がわかるようなシステムアーキテクチャ（自動化システムと搭載船舶上の他のシステムとの関係性の明確化や使用されるセンサ類や航海機器の明確化を可能な限り実施することが望ましい）
- (3) 自動化システムの内部動作の概要
- (4) 自動化システムと人間の役割分担の概要（自動化システムと人間の権限移譲のプロセスやフォールバックのプロセスの概要を含む）
- (5) 自動化システムの運航設計領域

実証実験のリスク解析の場合は、上記に加え下記。

- (6) 実証実験の内容（目的、航路、スケジュール、実施手順等）を示したもの

4.2 詳細設計に対する解析で必要となる資料

詳細設計に対するリスク解析には、初期設計段階で提示した資料に生じた変更点の他、初

期設計段階で不明確であった部分の明確化を実施した資料が必要となる。

5. リスク解析の各段階で行う作業

本節では、リスク解析の各段階で行う作業について個別に説明する。

5.1 解析の準備

解析の準備段階として、解析対象船における従来船と異なる部分を明らかにする必要がある。解析対象船の新しい機能もしくは既存設備の新しい使用方法の目的、役割、構成物およびその使用方法等の情報を整理して、その情報に基づいて解析対象の定義と解析対象範囲の確定を行う。

まず、解析対象となる新機能を持つ設備等（以下、新設備等）の機能とその使用目的を明確にする必要がある。また、解析対象船で自動運航を行う条件として運航設計領域、航路の特徴、運航のフェーズ、運航設計領域から外れた場合に維持すべき条件とその間の対応方法を整理しておくことも必要である。

さらに、これらの情報や新設備等の仕様等に基づき、解析対象のモデル化を行うことが、解析対象の定義と解析対象範囲の確定、解析補助としても有用である。モデル化においては、新設備等を構成するハードウェア、ソフトウェア等のモジュール毎の要素機能を解析に適した程度に分解して定義する。必要に応じて、要素間の相互作用（入出力等）についても定義に含む。また、人間による情報の入力・修正等が可能な場合はその機能と人間との相互作用も含める。既存の船舶設備との相互作用がある場合には、当該設備もモデルに追加し、新設備等と既存設備の相互作用を明確化することで、新設備等の導入による既存設備への影響も解析可能になる。以上の手順で作成したモデル全体のうち、解析の目的に応じて必要な範囲を解析対象範囲として定義する。このようなモデルを利用することで解析対象の理解が促進され、解析の補助となることが期待できる。モデル化の例は付属書 1 や付属書 2 を参照されたい。

また、解析にあたっては、解析対象範囲に含まれる各構成要素の主な故障や不具合に関するデータがあれば収集しておくことが必要である。

以上をまとめると、解析の準備段階においては、下記の情報を整理しておくことが必要となる。これらの情報の記載例は付属書 1 や付属書 2 を参照されたい。

- 機能の定義
- 機能の目的
- 自動化の範囲・操船者（船上乘組員／遠隔オペレータ）との関係
- 遠隔制御の範囲・操船者（船上乘組員／遠隔オペレータ）との関係
- 想定使用範囲（当該新機能を搭載する船舶の主要目、当該新機能を使用する航路、運航のフェーズや海気象条件等）
- 運航設計領域（当該新機能が作動する外部条件、内部条件、通信条件等）

- 自動運航の方法
- 当該機能のモニタリング手段
- 自動運航中に運航設計領域から外れた場合の対応手順
- 当該新設備等を構成するハードウェア、ソフトウェア等の要素ごとの機能、要素間の相互作用等（人間や既存設備等との関係を含む）
- 解析対象範囲に含まれる各構成要素の故障・不具合に関するデータ

5.2 検討組織

解析は一般的に異なる専門分野の専門家出席の会議形式で実施する。その会議の出席者を選定する必要がある。専門家としては、例えば以下のような関係者が考えられる。

所有者、建造者、設計者、対象システムの安全性や設計、運用等に関する知識や経験を有する専門家、必要に応じて、検査員、船舶運航者、安全工学者、装置や人間工学の専門家、航海士や海事工学者[5][6]

5.3 解析条件の合意

得られたリスクをどのように取り扱うか、あらかじめ決めておく必要がある。すなわち、リスクの大きさが一定以上と推定されたハザードについて、リスクを低減させる措置が必要な範囲を決め、関係者であらかじめ合意しておく必要がある。また、リスク低減措置適用後のリスクについても推定するか決める。これらを行うためには、(i)リスクの指標化、(ii)クライテリアの設定が必要である。それぞれについて下記で述べる。

(i) リスクの指標化

ハザードから結果に至る事故シナリオの発生頻度とその被害度及びそれらの積であるリスクを半定量化（指標化）する。発生頻度や被害度を対数スケールで表現することで半定量化（指標化）を行う。被害度としては一般的に、人命、環境、財産への影響の大きさが考慮される。これらのうち全てを対象とするのか、いずれかを対象とするのかをあらかじめ決めておく必要がある。

リスクを R 、発生頻度を F 、被害度を S とすると、リスクは(1)式から求められ、これを常用対数に変換すると(2)式となる。

$$R = F \cdot S \quad (1)$$

$$\text{Log}(R) = \text{Log}(F) + \text{Log}(S) \quad (2)$$

常用対数に変換されたリスク、頻度、被害度をそれぞれ Risk Index (RI), Frequency Index (FI)及び Severity Index (SI)と呼ぶ。FI と SI 及びそれらの組合せである RI の例 [7]を以下に示す。これらは単なる例示であり解析において同じものを利用する必要は無い。そのため、

FI 及び SI の定義について関係者間であらかじめ決めておく必要がある。なお、表 5.4 をリスクマトリクスと呼ぶ。

表 5.1 頻度の指標 (FI: Frequency Index) の定義の例[7]

FI	頻度	定義	F (per ship year)
7	頻繁	1 隻において月に 1 度発生	10
5	時々	10 隻において年に 1 度発生	0.1
3	稀な	1,000 隻において年に 1 度発生	10^{-3}
1	非常に稀な	全世界 5,000 隻あったとして生涯中に 1 度発生	10^{-5}

表 5.2 深刻度（安全）の指標 (SI: Severity Index) の定義の例 [7]

SI	深刻度	人間への影響	船体への影響	S（死者数換算）
1	小さな影響	単一負傷者又は複数の軽傷者	局所機器の損傷	0.01
2	大きな影響	複数の負傷者又は重傷者	重大で無い損傷	0.1
3	深刻な影響	単一の死者又は複数の重傷者	重大な損傷	1
4	破滅的影響	複数の死者	全損	10

表 5.3 深刻度（環境）の指標 (SI: Severity Index) の定義の例 [7]

SI	深刻度	定義
1	Category 1	1 トン未満の油流出量
2	Category 2	1 トン以上 10 トン未満の油流出量
3	Category 3	10 トン以上 100 トン未満の油流出量
4	Category 4	100 トン以上 1,000 トン未満の油流出量
5	Category 5	1,000 トン以上 10,000 トン未満の油流出量
6	Category 6	10,000 トン以上の油流出量

表 5.4 リスク指標 (RI: Risk Index) の定義（リスクマトリクス）の例 [7]

FI	頻度	深刻度 (SI)			
		1	2	3	4
		小さな影響	大きな影響	深刻な影響	破滅的影響
7	頻繁	8	9	10	11
6		7	8	9	10
5	時々	6	7	8	9

4		5	6	7	8
3	稀な	4	5	6	7
2		3	4	5	6
1	非常に稀な	2	3	4	5

(ii) クライテリアの設定

指標化したリスクについて、どのように取り扱うかの判断基準、すなわちクライテリアを設定する。

このために、(i)のリスクマトリクス上であらかじめクライテリアを設定する。図 5.1 に示すように「リスク低減が必要」、「リスク低減の検討が必要」、「リスク低減不要」の3段階で設定するのが一般的である。各ハザードや事故シナリオ毎にリスクを指標化し、それとクライテリアを比較することで、リスク低減措置の要否を決定する。

FI	頻度	深刻度 (SI)				
		1	2	3	4	
		小さな影響	大きな影響	深刻な影響	破滅的影響	
7	頻繁	8	9	10	11	リスク低減が必要
6		7	8	9	10	
5	時々	6	7	8	9	
4		5	6	7	8	
3	稀な	4	5	6	7	リスク低減の検討が必要
2		3	4	5	6	
1	非常に稀な	2	3	4	5	
		対応不要				

図 5.1 クライテリアの設定例

- 「リスク低減不要」に該当するハザードや事故シナリオについては、リスク低減措置の検討は不要である。
- 「リスク低減の検討が必要」に該当するハザードや事故シナリオについては、リスク低減措置について検討する。また、そのリスク低減措置を実際に導入するか否かを検討する。比較的 RI の高いハザードや事故シナリオはリスク低減措置を導入する必要性が高いため、一定以上の RI であるハザードや事故シナリオに対しては、リスク低減措置を導入する。どの程度の RI に対してリスク低減措置を導入するかはあらかじめ決めておく必要がある。ただし、この RI より小さいハザードや事故シナリオであっても、そのハザードや事故シナリオは「リスク低減の検討が必要」に該当するハザードや事故シナリオであるため、リスク低減措置を導入する努力をする必要がある。
- 「リスク低減が必要」に該当するハザードや事故シナリオについては、リスク低減措置を検討する。リスク低減措置を取った場合のリスクも指標化を実施するかについては、

あらかじめ決めておき、指標化を実施する場合は、再びリスクマトリクス上のクライテリアとの比較を実施し、「リスク低減が必要」又は「リスク低減の検討が必要」に該当する場合は、更なるリスク低減措置の検討を行う。以上について、「リスク低減不要」又は「リスク低減の検討が必要」となるまで繰り返す。

5.4 解析と評価の実施

解析は、一般に用いられるハザード同定手法（例えば SWIFT, FMEA, HAZOP など）を用いて行う。解析対象となる新機能に発生しうるハザードを同定することから始め、ハザードの発生原因、そのもたらす影響の抽出、また影響の大きさとそのような影響がもたらされる頻度を推定する。これらのプロセスは前項の専門家と共に行う必要がある。必要に応じてリスクの高いハザードに対して推奨するリスク低減措置等を抽出する。同様に必要であればリスク低減措置実施後のリスクを推定する（リスク低減措置導入により発生する新たなハザード等が無いかも含め検討することが望ましい）。解析の過程は手法に対応するワークシートを用いて記録し、報告書の一部とする。

5.4.1 ハザード同定

(i) 一般的事項

ここでは、ハザード同定手法によらず解析の実施に際し必要な事項について説明する。

- 専門家の選定

5.2 項を参照されたい。

- フェーズ分け

対象の自動化システムを利用するフェーズ毎に分析を実施する必要がある。例えば、下記のフェーズを考慮する必要がある。なお、これは単なる例示であるため、対象の自動化システムの特徴に応じてフェーズを設定すること。

離着陸、港内航行、輻輳海域航行、大洋航行、非常時（火災、浸水等）

- 考慮すべきハザードの例

考慮すべきハザードの例を付録 1 に示す。なお、単なる例示であるため、これに拘らず可能な限り多く、網羅的にハザードを同定すること。

- 考慮すべきリスク対象の種類（人命、環境、財産）

5.3 項で述べた通り、被害度として人命、環境、財産への影響のうち全てを対象とするのか、いずれかを対象とするのかをあらかじめ決めておく。

(ii) リスク解析手法の概要

海事分野におけるリスク解析で一般的に良く用いられる手法である SWIFT (Structured What IF Technique)の概要を下記に示す。SWIFT 以外の代表的な手法については付録 2 に示す。

●SWIFT (Structured What IF Technique)

会議進行役の下，対象システムの設計者，使用者及び専門家等が参加する会議において，「もし～だったら」といった通常の状態からの逸脱を想定した質問を繰り返し，ブレインストーミングによりハザードを同定する手法である．

分析が比較的容易であり，コンセプト検討時や概念設計段階でも適用可能であるという長所がある一方，会議参加者の経験に依存する，事故シナリオが陽に示されないという短所がある．

SWIFT の標準的な手順及びワークシートは次の通り：

ステップ 1： 対象のシステムやプロセスを定義する．

ステップ 2： 設計情報や関連データ等の資料の準備や検討組織を手配する．

ステップ 3： HAZID 会議を開催し，ブレインストーミングによりハザード，原因，結果，FI，SI，RI，既存の安全対策等を特定する．

ステップ 4： これらの議論をワークシートに記録する．

ワークシート例：

システム：LNG運搬船

フェーズ：航海中

ID	ハザード	原因	結果	既存の 防御手段	必要な 対策	FI	SI	RI	コメント
1	衝突	・機器の故障／損傷 ・荒天 ・操作ミス	・構造設備の故障／損傷 ・二次災害 ・乗員の負傷／死亡	・予防措置（警報装置、船側二重構造） ・緩和措置（損傷時復原性、救命救助） ・機器の検査点検 ・作業員教育訓練		2	4	6	

図 5.2 SWIFT ワークシート例

5.4.2 リスクの指標化

同定されたハザードや事故シナリオに対して頻度と被害度の半定量化（指標化）を実施する．この際，参考となる資料を以下に示す．

頻度，深刻度の設定にあたり必要となる資料：頻度・重大性の検討に必要なデータ

- ・過去に発生した/想定される各システムの不具合・故障・事故の発生頻度や被害の大きさ（人命・環境・財産にどのような規模の被害・影響が発生したか）に関するデータ，無ければ類似システムの参考データ
- ・人命（死傷者数）・環境（海洋汚染）・財産（船体損傷）に関するデータ

可能な限り，利用可能なデータを利用し，半定量化（指標化）を実施する必要があるが，利用可能なデータの無い場合も多い．その場合は，専門家の経験に基づき半定量化（指標化）

する。例えば、データに基づき半定量化（指標化）を実施したハザードや事故シナリオと比べて、データが無いハザードや事故シナリオの頻度や被害度がどの程度かを相対的に考えることによって、半定量化（指標化）することが可能である。

半定量化（指標化）したリスクについて、あらかじめ設定したクライテリアと照合し、あらかじめ設定した受容可否の判断方法、リスク低減措置の検討方法、リスク低減措置実施後の受容可否の判断方法に基づき、リスクに対する対応を決定する。

5.4.3 初期設計に対するリスク解析及び評価

概念もしくは基本的な設計情報に基づく初期のリスク解析の場合、システムの役割や、そのために生じる既存船との差異を主眼にリスク解析及び評価を実施する。

4.1 項で示した資料を利用し、5.1 項で示した方法により解析対象範囲を決定するとともに5.1 項で示した情報を整理する。その上で、5.2 項に基づき出席者を選定し、5.3 項で示した事項等について合意し、5.4.1 項及び5.4.2 項の通り解析及び評価を実施する。

以下のうち、概念設計から考えられるハザードを考慮する。

- (1) ヒューマンマシンインターフェースに起因するリスク
- (2) 自動化システムに連結されるセンサ類や制御機器の不具合
- (3) 自動化システムが搭載船舶の他のシステムに与える影響
- (4) サイバーセキュリティ
- (5) 自動化システム運用時の不備（関連するソフトウェアの更新忘れや非常事態発生時の対応の妥当性検証も含む）

5.4.4 詳細設計に対するリスク解析及び評価

この段階では、以下に関する確認を行う。

- ・ 初期のリスク解析及び評価における推奨事項が詳細設計において確実に反映されているかどうか。
- ・ 初期のリスク解析では考慮されていなかった事故シナリオや関連機能があるかどうか。

前者について、反映されていない場合は、詳細設計に反映する。後者について考慮されていなかった事故シナリオや関連機能がある場合は、5.4.3 項と同様に解析を実施し、解析の更新を行った上で評価を行う。

5.5 報告書

前項までの内容は文書に記録される必要がある。以下に記録すべき内容の目次例を示す。

1. 初期設計に対するリスク解析及び評価

- 1.1 初期設計でのシステムの概念的な説明とリスク解析で必要となる資料

- 1.2 解析の準備に必要な情報
- 1.3 検討組織
- 1.4 解析条件
- 1.5 解析及び評価結果
 - 1.5.1 解析の実施方法
 - 1.5.2 解析及び評価結果（ワークシートの添付，解析及び評価の結果の説明）
- 2. 詳細設計に対するリスク解析及び評価
 - 2.1 詳細設計でのシステムの説明とリスク解析で必要となる資料
 - 2.2 解析の準備に必要な情報
 - 2.3 検討組織
 - 2.4 解析条件
 - 2.5 解析及び評価結果
 - 2.5.1 解析の実施方法
 - 2.5.2 解析及び評価結果（ワークシートの添付，解析及び評価結果の説明）

付録 1 考慮すべきハザードの例

考慮すべきハザードの例を各船級ガイド[4], [8], [9]におけるハザードの記載例や既往研究[11]-[14]等を参考に纏めた結果を表 A1.1 に示す.

表 A1.1 考慮すべきハザードの例

分類	ハザード
外部環境	悪天候
	視界不良
	輻輳海域
	想定外その他船の挙動
自動化システム 及び関連装置の 不良	情報収集装置からの信号喪失
	情報収集装置からの情報の信頼性や安定性の低下
	自動化システム内の関連装置の故障
	自動化システムのソフトウェアのバグ
	個船へのパラメータ等の調整が不適切（自動化システムへ本船の運動性能が正しく反映されていない等）
	自動化システム又は関連装置の電源喪失
	ヒューマンマシンインターフェースが不適切（警報発令の理由がわかりにくい，自動化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等）
	自動化システムと他のシステムとのインターフェースが不適切（認知情報範囲の相違，運動モデルの相違，パラメータの不一致，システムの故障，通信不良など）
検知	漂流物等の小型物標の検知失敗
	衝突対象の検知失敗
	航路標識の検知失敗
	船灯，音，形の検知失敗
	半没水型の曳航装置や浮揚装置（地震計やトロール網等）の検知失敗
	海図と計測された水深の不一致の検知失敗
	気海象予報と実際の気海象の不一致の検知失敗
	センサの性能低下の検知失敗
	自動化システムの性能低下の検知失敗
	スラミングや高振動の検知失敗
航行	他船や海洋構造物との衝突

	浮遊物との衝突
	海洋生物との衝突
	陸上インフラとの衝突
	好ましくない船体応答による非損傷時復原性の喪失
	着氷による非損傷時復原性の喪失
	予期しない操縦及び発進
	推進力を失ったことによる座礁
	操舵を制御できなくなったことによる座礁
	予定された航路からの逸脱による座礁
	予定された航路に誤りがあり座礁
	航路上で漁労装置／漁網を引っかける
	貨物の移動等による安定性が欠けた状態
運用時の不備	海図，気海象情報，関連ソフトウェア等の更新忘れ，誤情報
	自動化システムへ設定データ，初期入力データの入力ミス（例えば，航行計画データ，避航判断のための基準値等）
	関連する装置や機器類を自動化システムと互換性のないものへ交換
	警報が多すぎる，警報の優先順位付けができない
通信	通信手段の電子的部品の不具合
	無線接続における無線到達範囲の縮小
	データ送信時のエラー（ビットエラー）
	データ完全性の失敗（データ伝送時のエラー等）
	コマンドの認識欠如
	通信機能の設定の誤り
	利用可能な帯域幅の想定外の減少
	想定外の遅延の増加
	長時間不安定なデータ接続
	ネットワーク・ストーム
	電力喪失
セキュリティ	GNSS 及び AIS などのスプーフィング
	RADAR 等へのジャミング
	自動化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
	自動化システム及び関連システムがマルウェアへ感染
船上乘組員（フォールバック）	船上乘組員の居眠り
	自動化システム使用者（船上乘組員）の習熟度や理解度が不足（アラームの意味を理解できない，自動化システムの使用環境が不適等）

	自動化システム使用者（船上乘組員）の自動化システムへの過信
	不適切なヒューマンマシンインターフェース
	航海計画の誤入力や未入力を把握できない
	不適切な避航航路を黙認
	運航モードの切替（例：港外航行モード⇔港内航行モード）の未実施を把握できない
	運航設計領域外になりフォールバックが必要となるが、船上乘組員が対応できない
非常事態	船体の重大損傷（構造損傷や水密装置の故障による浸水等）
	船舶設備（推進器、操舵装置やレーダー等）の故障
	火災
	ブラックアウト等による一時的又は永続的な停電
遠隔制御	遠隔オペレータのヒューマンエラー（居眠り，長時間の離席，データの誤った解釈等）
	船舶との通信遮断状態
	通信の遅延及び不具合
	遠隔制御システム等の画面のフリーズ
	情報過多や情報の欠如による遠隔オペレータの状況認識の失敗
	あるオペレータから別のオペレータへの職務の引継ぎ

付録 2 代表的なリスク解析手法の概要

本文で示した SWIFT 以外のリスク解析手法の概要について下記に示すとともに各手法の特徴を纏めた表を示す。SWIFT を含む各手法の詳細については参考文献[15]-[20]等を参照されたい。なお、自動運航船のリスク解析において、本手順書で示した以外の手法を利用することも可能である。

(1) FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)

システムを構成する機器に着目し、その機器に発生し得る故障モードを特定し、それがシステムに及ぼす影響を解析する手法である。故障による影響の抽出方法としてよく用いられる方法である。

系統的、網羅的に分析が可能であるという長所がある一方、概念設計段階では適用が難しい、労力や時間が多くかかる等の短所がある。

FMEA の標準的な手順及びワークシートは次の通り：

ステップ 1： 対象のシステムやプロセスを定義する。

ステップ 2： 設計情報や関連データ等の資料の準備や検討組織を手配する。

ステップ 3： 会議を開催し FMEA 分析を実施する。構成要素を順に選択し、その要素に対し、下記を実施する：

- ・ 機能の特定
- ・ 生じ得る不具合の種類の特定（故障モード）
- ・ その故障モードにより生じる局所的な影響（局所的影響）及びシステム全体に及ぶ影響（最終的影響）の特定
- ・ その故障モードからシステムを防御する方法（故障検出の方法、是正処置等）の特定

ステップ 4： これらの議論をワークシートに記録する。

ワークシート例：

システム： 主機関システム
 運航モード： 全速時の通常航行
 日付：
 シート番号：

サブシステム： 燃料油管系統
 ブロック線図： ブロック線図 燃料油管系統
 編集者：
 承認者：

行番	装置名	機能	故障モード	故障の原因	故障の影響		故障検出	是正処置	故障影響の重大性	備考
					局部的影響	最終的影響				
1	主機1 (2, 3, 4)	燃料を燃焼させエネルギーを機械的仕事に変換する	出力低下(停止)	主機1 (2,3,4) のピストン損傷等	主機1運転停止	外側2軸運転不可	異音、振動、各種警報	外側2軸を停止し、内側2軸で航行	大きな影響	

図 A2.1 FMEA ワークシートの例*

*HSC コードに基づく FMEA ワークシート海技研修正版

故障モードとは、生じうる不具合の種類であり、高速船の国際規則である高速船コード2000[21]では次の故障モードが挙げられている： 構造上の故障（破壊）、物理的な拘束又は噛み込み、振動、維持不能（位置的に）、開かない、閉じない、開放不良、閉鎖不良、内部漏れ、外部漏れ、許容値逸脱（高）、許容値逸脱（低）、偶発的な作動、間欠的な作動、不安定な作動、誤表示、流量が制限、誤作動、停止不能、始動不能、切り替え不能、早期作動、遅延作動、誤入力（増加）、誤入力（減少）、誤出力（増加）、誤出力（減少）、入力減失、出力減失、短絡（電氣的）、開放（電氣的）、漏洩（電氣的）、その他

(2) HAZOP (HAZard and OPerability Study)

プロセスプラントのハザード解析で良く用いられる手法であり、プロセスシステムに潜在する異常の発生、伝播メカニズムを明らかにして対策の妥当性を評価する手法である。設計意図からの「ずれ（逸脱）」を想定して分析開始とし、その発生原因と生じ得る影響の両側へ解析を進める。ガイドワードを用いて設計仕様からの逸脱による潜在的危険を分析するための質問を作成し、質問に回答する形で原因と影響を推定する。

系統的、網羅的に分析が可能であるという長所がある一方、概念設計段階では適用が難しい、労力や時間が多くかかる等の短所がある。

(3) Bow-Tie Diagram

一般的に Bow-Tie（蝶ネクタイ）のような形で図示され、結び目に対象事象を、左側に対象事象を引き起こす可能性のある要因の繋がりを、右側には対象事象が引き起こす結果までの進展を図示し、対象事象の発生防止策や、結果への進展防止策も合わせて示すための手法である。本手法は、SWIFT 等との組み合わせで、事故シナリオを図示するために利用されることが多い。

事故シナリオを陽に図示できるという長所がある一方、本手法単独ではハザードや原因、結果等の同定が難しく、SWIFT 等の他の手法を利用しなければならないという短所がある。

(4) STAMP/STPA (Systems-Theoretic Accident Model and Processes/System-Theoretic Process Analysis)

AI/IoT 等の大規模・複雑化したシステムの安全性を分析するために開発された手法であり、要素間の相互作用の不具合に着目した手法である。FMEA 等の従来手法は、構成機器の故障やオペレーションミスに起因し事故が起きることを想定していたのに対し、本手法は要素間の相互作用から事故が起きると想定していることが特徴である。

従来手法では見出せない異常も抽出できる、従来手法より少ないコスト・工数で解析できる[22]、コンセプト検討時や概念設計段階でも適用可能であるという長所がある一方、故障の原因を詳細に解析したり、（半）定量的に評価することはできない[23]、新手法であるが

故，従来手法に比較し適用例が少ない等の短所がある．

以上の各手法及び SWIFT の特徴を整理すると表 A2.1 の通りとなる．

表 A2.1 各手法の特徴

	SWIFT	FMEA	HAZOP	Bow-Tie	STAMP/STPA
概要	「もし～だったら」といった通常の状態からの逸脱を想定した質問を繰り返し，ブレインストーミングによりハザードを同定する手法	システムを構成する機器に着目し，その機器に発生し得る故障モードを特定し，それがシステムに及ぼす影響を解析する手法	設計意図からの「ずれ（逸脱）」を想定して分析開始とし，その発生原因と生じ得る影響の両側へ解析を進める手法	要因から対象事象，対象事象から結果までの過程を蝶ネクタイの形で図示する手法．	大規模・複雑化したシステムの安全性を分析するために開発された手法であり，要素間の相互作用の不具合に着目した手法
一般的な適用段階	コンセプト検討，概念設計，詳細設計	詳細設計	詳細設計	コンセプト検討，概念設計，詳細設計	コンセプト検討，概念設計，詳細設計
主な長所と短所	・分析が比較的容易 ・コンセプト検討時や概念設計段階でも適用可能 ・会議参加者の経験に依存 ・事故シナリオが陽に示されない	・系統的，網羅的に分析が可能 ・概念設計段階では適用が難しい ・労力や時間が多くかかる	・系統的，網羅的に分析が可能 ・概念設計段階では適用が難しい ・労力や時間が多くかかる	・事故シナリオを陽に図示可能 ・本手法単独ではハザードや原因，結果等の同定が難しく，SWIFT等の他の手法を利用しなければならない	・従来手法では見出せない異常を抽出可能[22] ・従来手法より少ないコスト・工数で解析可能[22] ・コンセプト検討時や概念設計段階でも適用可能 ・故障原因の詳細解析が困難 ・(半) 定量的評価が困難

					[23] ・従来手法に 比較し適用例 が少ない
--	--	--	--	--	----------------------------------

付属書 1 自動運航船のリスク解析の実施例

自動運航船のリスク解析の実施例を以下に示す。以下に記載の通り，ここでは，フェーズとして通常航行（港外航行及び港内航行）と離着岸の2つを想定した。更に網羅的なハザード同定の実施が必要な場合は，更に細かくフェーズ分けした上でリスク解析（HAZID）を実施することが望ましいことに留意されたい。

i. 資料の準備

本手順書 4.1 節等に記載した各資料の例を以下に示す。

(0) ConOps

Table 1.1 ConOps

●機能の定義

本機能は，所与の航海計画を目標とし，逐次発生する他船や漂流物，海気象に由来する外乱等を検知し，事前に定義された行動方針に従って操船計画を立案し，これを実現する機関出力と操舵指令を計算し，本船の速力，針路を出力しながら目標の達成を行うものである。

航海計画は，出発地，出発日時，到着地，到着日時，経由地等から構成されるものとする。船上の自律操船システムは航海計画を踏まえて本機能搭載船の操船計画を策定し，船舶制御システムを介し，操船計画に則った操舵と機関出力の制御を行う。

<航海計画>

出発地：XXX 港

出発日時：X 月 X 日 X 時 X 分

到着地：YYY 港

到着日時：Y 月 Y 日 Y 時 Y 分

経由地：ZZZ 港

経由地到着日時：Z 月 Z 日 Z 時 Z 分

<行動方針>

他船の航行を阻害せず，他船の船員等に恐怖感を与えないよう，適切な避航開始時期，適切な離隔距離を確保すること。

航海計画を考慮し，到着日時に大幅な遅れが生じないよう，上記の適切な避航開始時期

及び適切な離隔距離を確保しつつ、避航行動にかかる時間は必要最小限に抑えること。
●機能の目的 本機能の目的は、目標としている航海計画の実現において、阻害要因となる外部の障害物や外乱に対する対応を含む操船計画を立案し、船上の船員の承認を得た操船計画を実行に移すことである。
●自動化の範囲・操船者（船上乘組員／遠隔オペレータ）との関係 本機能の自動化の範囲は、ClassNK ガイドライン[4]で例示されている分類 I に相当する。 障害物に関する情報の収集、統合、操船計画の作成は本機能によって実施される。 作成された操船計画は、船上の船員に提示され、承認を待機する。 承認を得た操船計画は、本機能によって操舵及び機関の設備に出力される。 以下で述べる本機能の想定使用範囲内では、本機能による自動操船を行い、その範囲外では、船上の船員が従来通りの方法で操船を行う。
●遠隔制御の範囲・操船者（船上乘組員／遠隔オペレータ）との関係 本機能は、遠隔制御機能を有さない。
●想定使用範囲 船舶： 船名：〇〇〇 船種：フェリー 総トン数：199 トン 全長：45m 全幅：9m 航行区域：沿海 航路：XXX 港から YYY 港 運航のフェーズ：通常航行中（港内航行及び港外航行）、離着岸
●自動運航の方法 本機能を搭載した船舶の自動運航は、想定使用範囲内の航路において、船上の船員から

作業を引き継ぎ、船員による動作確認の下、機能を動作させることで行う。想定使用範囲内の航路内の自動運航を完了し、船員へ作業の引渡しを完了するところまでを自動運航の範囲とする。なお、航路の中途において運航設計領域の外に出た場合は、想定使用範囲内であっても船員に作業を引き渡すことで自動運航を終了する。
●当該機能のモニタリング手段 本機能が収集したセンサ情報、統合されたセンサ情報、作成された操船計画、運航設計領域内における本船の位置づけは、全て船内の専用モニタリング装置によって、船員に対して常時提供される。
●自動運航中に運航設計領域から外れた場合の対応手順 運航設計領域から外れたことは、本機能によって検知され船内警報により船員に通知される。船員は決められた手順で、操船モードを自律操船モードから手動操船モードへ切替えることで、操船権は船員に引き継がれる。

(1) 自動化システムの機能要求（自動化の対象タスク・サブタスク）

Table 1.2 自動化システムの機能要求（フェーズ：通常航行）

ID	要素名	タスク	サブタスク
1	自律操船システム	・操船計画の立案 ・運航フェーズ切替（通常航行→着岸操船） ・自身の状態の診断	・自船の統合情報の取得 ・他船/漂流物等の統合情報の取得 ・気象海象の統合情報の取得 ・航行安全性&経済性の計算 ・操船計画の提示 ・自身の状態判断に必要な情報の取得
2	自船情報統合システム	・自船情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・自船情報の取得 ・自身の状態診断に必要な情報の取得 ・センサの状態診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
3	他船/漂流物等情報統合システム	・他船/漂流物情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・他船/漂流物情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得 ・センサの状態の診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
4	気象海象情報統合システム	・気象海象情報の統合 ・自身の状態の診断	・気象海象情報（現在地）の取得 ・気象海象予測情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得

		・センサの状態の診断	・センサの状態の診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
5	船舶制御システム	・操船計画に基づく制御量の計算 ・舵/機関の制御 ・舵/機関の状態の診断 ・自身の状態の診断	・操船計画の取得 ・実船の位置の取得 ・操船計画と自船の位置との偏差計算 ・制御閾値との現在状態の比較 ・舵/機関の状態、自身の状態の送信
6	自律運航管理システム	・操船モード切替指示 ・自身の状態の診断	・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報の取得 ・各システムの状態の情報の取得 ・ODD 内外判定 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得
7	船員	・操船計画の承認、修正 ・操船モード切替 ・緊急時対応（手動操船強制切替）	・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報の確認 ・自律操船システムが立案した操船計画の確認 ・自律運航管理システムの運航モード切替指示の確認 ・各システムの動作の常時監視 ・自船周囲の常時監視

Table 1.3 自動化システムの機能要求（フェーズ：離着岸）

ID	要素名	タスク	サブタスク
1	自律操船システム	・離着岸操船計画の立案 ・運航フェーズ切替（離岸操船→通常航行） ・自身の状態の診断	・自船の統合情報の取得 ・他船/漂流物等の統合情報の取得 ・気象海象の統合情報の取得 ・航行安全性&経済性の計算 ・離着岸操船計画の提示 ・自身の状態判断に必要な情報の取得
2	自船情報統合システム	・自船情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・自船情報の取得 ・自身の状態診断に必要な情報の取得 ・センサの状態診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信

3	岸壁距離計測システム	・自船と岸壁との距離の計測 ・近接の場合の警報発出 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・岸壁位置の取得 ・自船位置の取得 ・自身の状態診断に必要な情報の取得 ・センサの状態診断に必要な情報の取得
4	他船/漂流物等情報統合システム	・他船/漂流物情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・他船/漂流物情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得 ・センサの状態の診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
5	気象海象情報統合システム	・気象海象情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・気象海象情報（現在地）の取得 ・気象海象予測情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得 ・センサの状態の診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
6	船舶制御システム	・離着岸操船計画に基づく制御量の計算 ・舵/機関の制御 ・舵/機関の状態の診断 ・自身の状態の診断	・離着岸操船計画の取得 ・実船の位置の取得 ・離着岸操船計画と自船の位置との偏差計算 ・制御閾値との現在状態の比較 ・舵/機関の状態、自身の状態の送信
7	自律運航管理システム	・操船モード切替指示 ・自身の状態の診断	・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、岸壁距離の取得 ・各システムの状態の情報の取得 ・ODD 内外判定 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得
8	船員	・離着岸操船計画の承認、修正 ・操船モード切替 ・緊急時対応（手動操船強制切替）	・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、岸壁距離の確認 ・自律操船システムが立案した離着岸操船計画の確認 ・自律運航管理システムの運航モード切替指示の確認 ・各システムの動作の常時監視 ・自船周囲の常時監視

(2) 自動化システムの全体像がわかるようなシステムアーキテクチャ

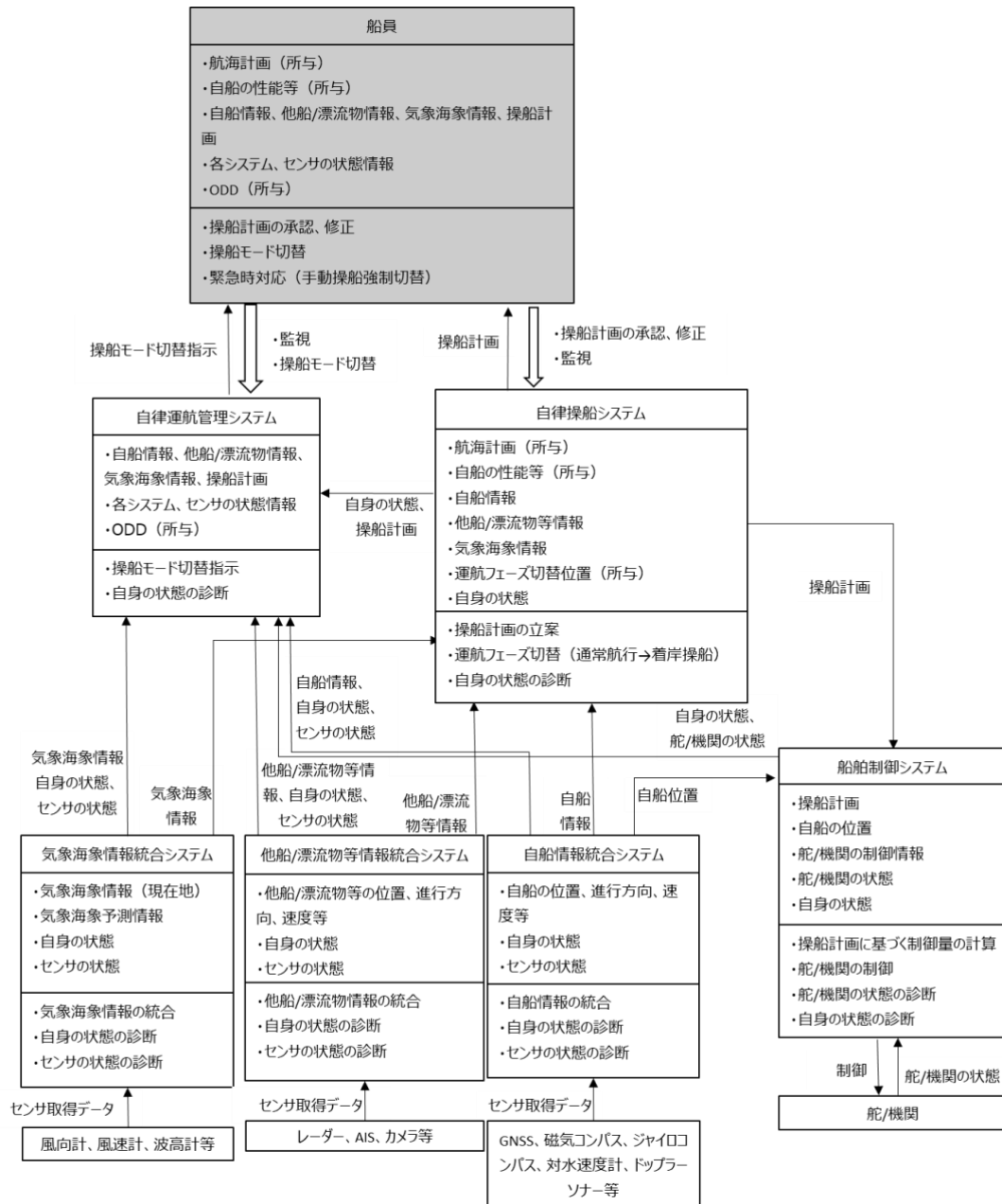


Figure 1.1 システムアーキテクチャ (フェーズ：通常航行)

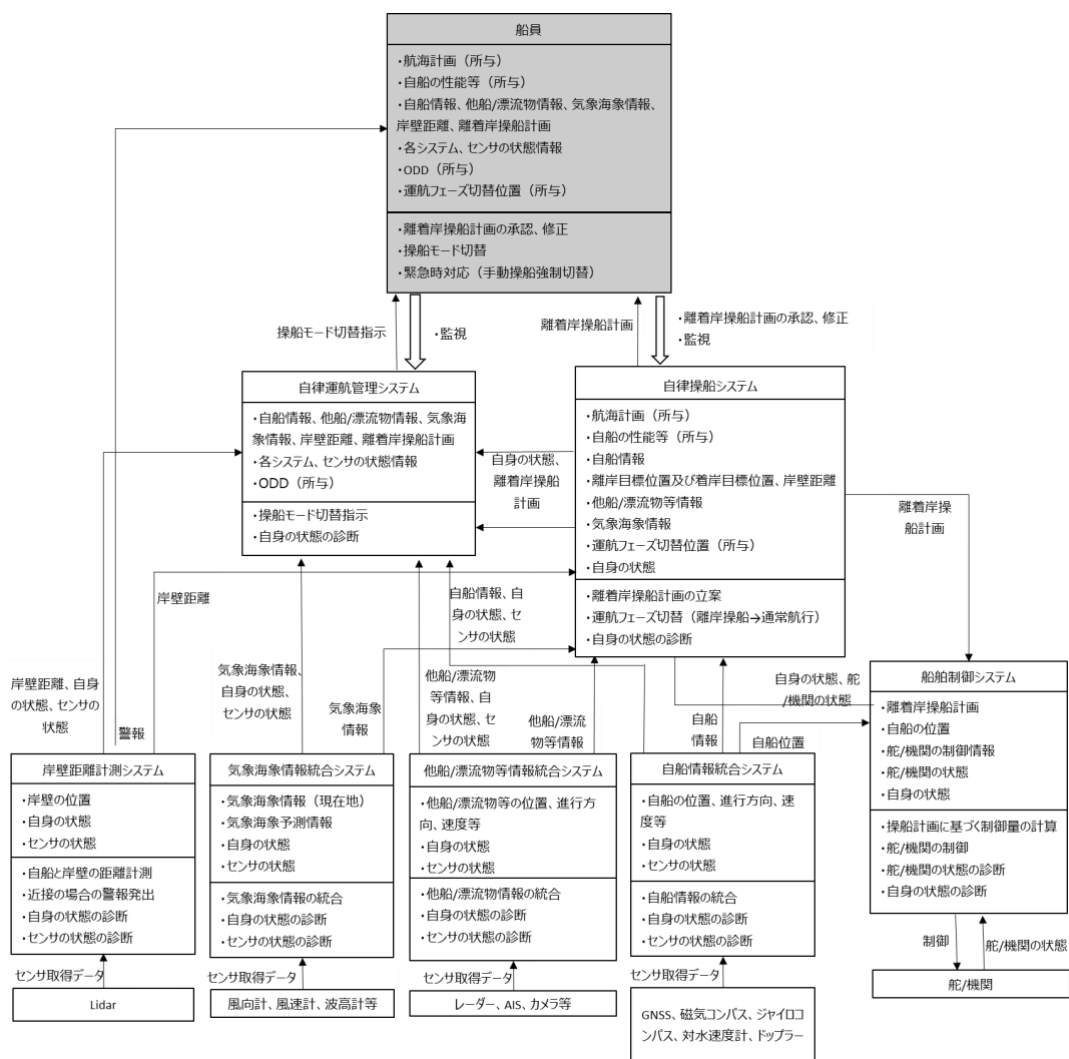


Figure 1.2 システムアーキテクチャ（フェーズ：離着岸）

(3) 自動化システムの内部動作の概要

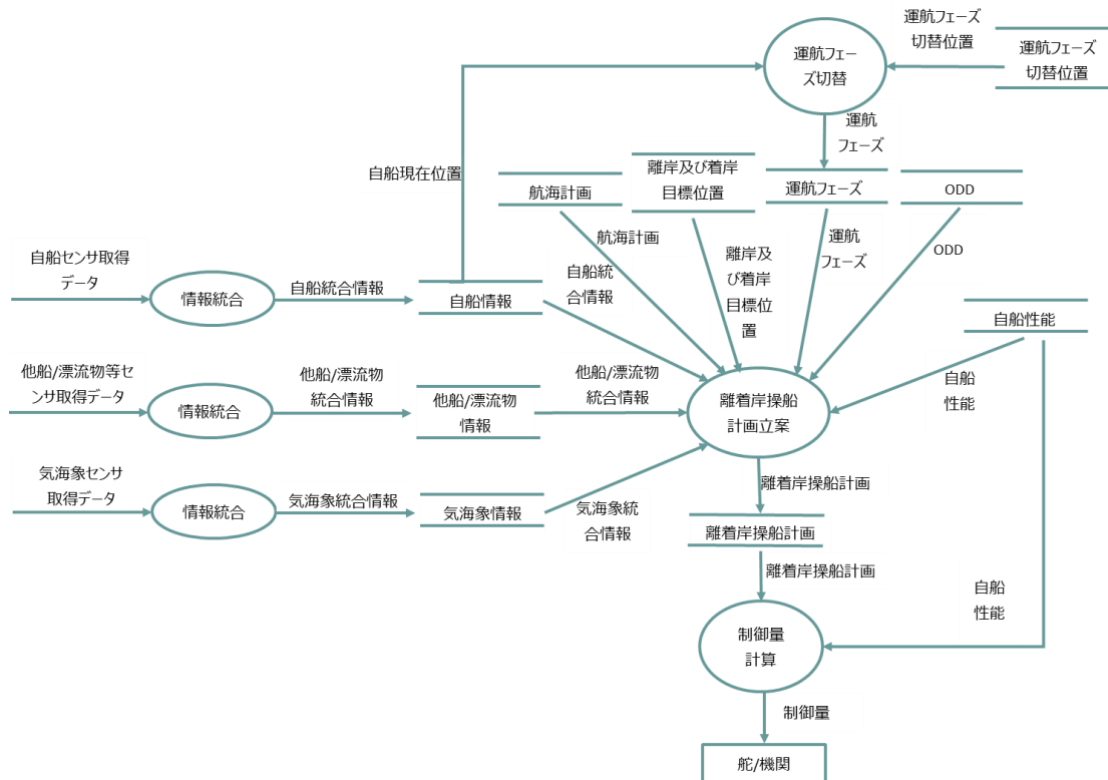


Figure 1.5 操船に関する内部動作の概要（フェーズ：離着岸）

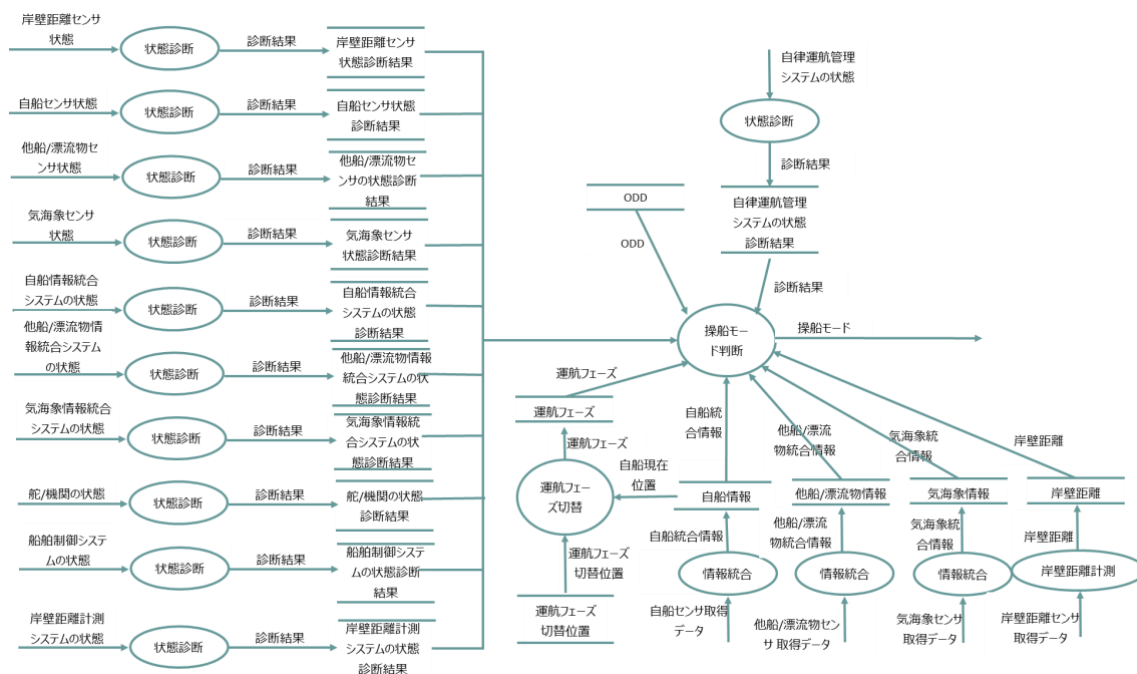


Figure 1.6 操船モード判断に関する内部動作の概要（フェーズ：離着岸）

(4) 自動化システムと人間の役割分担の概要

Table 1.4 自動化システムと人間の役割分担の概要（フェーズ：通常航行）

Task	自律操船システム	自船情報統合システム	他船/漂流物等情報統合システム	気象海象情報統合システム	船舶制御システム	自律運航管理システム	船員
運航フェーズ切替	①切替						②監視
自船の情報取得		①情報取得/統合					②監視
他船/漂流物等の情報取得			①情報取得/統合				②監視
気象海象の情報取得				①情報取得/統合			②監視
(避航) 操船計画の立案	①立案						②承認
(避航) 操船の実行					①実行		②監視
関連センサの状態診断		①状態診断	①状態診断	①状態診断			②監視
自身の状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	②監視
ODD 内外判定& 操船モード決定						①判定& 決定	②監視
操船モード切替要求& 操船						①モード切替要求	②モード切替

モード切替							
手動操船 強制切替							①監視 ②手動操 船切替

Table 1.5 自動化システムと人間の役割分担の概要（フェーズ：離着岸）

Task	自律操 船シス テム	自船情 報統合 システ ム	他船/漂 流物等 情報統 合シス テム	気象海 象情報 統合シ ステム	岸壁距 離計測 システ ム	船舶制 御シス テム	自律運 航管理 システ ム	船員
運航フ ェーズ 切替	①切替							②監視
自船の 情報取 得		①情報 取得/統 合						②監視
他船/漂 流物等 の情報 取得			①情報 取得/統 合					②監視
気海象 の情報 取得				①情報 取得/統 合				②監視
岸壁距 離の計 測					①計測			②監視
離着岸 操船計 画の立 案	①立案							②承認
離着岸 操船の 実行						①実行		②監視

関連センサの状態診断		①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断			②監視
自身の状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	①状態診断	②監視
ODD 内外判定 & 操船モード決定							①判定 & 決定	②監視
操船モード切替要求 & 操船モード切替							①モード切替要求	②モード切替
手動操船強制切替								①監視 ②手動操船切替

(5) 自動化システムの運航設計領域

Table 1.6 自動化システムの運航設計領域

海域条件	
航行区域	指定された航路
離着岸する港内水域	港内での方向転換に必要な占用水域があること:: 3L の占用水域
離着岸する桟橋水域	離着岸に必要な占用水域があること::0.5L の占用水域
輻輳度	低い輻輳状態::3nm レンジ内に 8 隻まで
AIS 非搭載船及び障害物	システムが感知できない AIS 非搭載船や障害物等が無いこと::500m 以内に大きさ 1m 以下の危険な障害物が無い
環境条件	

気象海象	平穏な状態:: 風速 7m/s 以下, 波高 1.5m 以下, 視程 500m 以上
時刻	終日
内部状態	
システム状態	正常に稼働していること:: エラーの表示無し
運航に必要な機器	正常に稼働していること:: エラーの表示無し
船体動揺	船体の設計上の制約の範囲内:: 異常値の表示無し
その他	緊急事態に相当する事象が発生していない:: 船内火災, 船外火災, 落水, 緊急信号傍受等が生じていない

ii. リスク解析

i. で示した資料の自動運航船に対してリスク解析 (HAZID) を実施した結果を纏めた HAZID WS の例を Table 1.7 と Table 1.8 に示す. なお, FI (Frequency Index), SI (Severity Index), RI (Risk Index) の定義は, 本手順書 5.3 節に記載と同じものを使用した.

Table 1.7 HAZID WS (フェーズ：通常航行)

Sheet ID: 1

Phase: 通常航行

ID	Hazard	Causes	Consequences	Existing Safeguards	Index(before)			Recommendation	Index(after)			Comments
	ハザード	原因	結果	既存の安全対策	SI	FI	RI	追加対策	SI	FI	RI	コメント
自律操船システム												
1	操船計画の立案の誤り	C1.1 入力情報(自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報等)の未取得や誤り C1.2 航海計画(所与)の未取得や誤り C1.3 自律操船システムの操船計画立案アルゴリズムの誤り C1.4 自律操船システムの不具合・故障 C1.5 マルウェアの侵入やハッキング	E1.1 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E1.2 衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・航海計画入力時のダブルチェック ・自船や他船/漂流物の位置飛び時の警報 ・操船計画立案アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	・操船計画立案アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む)	1	5	6	※下記は更なる安全性向上にむけた推奨事項 ・出力の検証と検証結果に応じた対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)
2	操船計画の立案の実施	C2.1 入力情報(自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報等)の未取得 C2.2 航海計画(所与)の未取得 C2.3 自律操船システムの不具合・故障 C2.4 マルウェアの侵入やハッキング C2.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID1と同じ	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	※下記は更なる安全性向上にむけた推奨事項 ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)

3	操船計画の立案の実施 が遅すぎる/早すぎる	C3.1 入力情報(自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報等)の未取得や誤ったタイミングによる取得 C3.2 自律操船システムの操船計画立案アルゴリズムの不具合(操船計画立案演算に時間が掛かり過ぎる) C3.3 自律操船システムの不具合・故障 C3.4 マルウェアの侵入やハッキング C3.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID1と同じ	ID2と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	※下記は更なる安全性向上にむけた推奨事項 ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)
4	運航フェーズ切替(通常航行→着岸操船)の誤り	C4.1 運航フェーズ切替位置(所与)の入力誤り C4.2 入力情報(自船位置情報)の誤り C4.3 自律操船システムの不具合・故障 C4.4 マルウェアの侵入やハッキング	E4.1 航路逸脱 E4.2 他船/物標、棧橋、座礁の危険性がある地点に異常接近 E4.3 他船・棧橋との衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置入力時のダブルチェック ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む)	1	5	6	

5	運航フェーズ切替（通常航行→着岸操船）の未実施	C5.1 運航フェーズ切替位置（所与）の入力誤りや未入力 C5.2 入力情報(自船位置情報)の入力誤りや未入力 C5.3 自律操船システムの不具合・故障 C5.4 マルウェアの侵入やハッキング C5.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID4と同じ	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置や自船位置未入力時の警報 ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	ID4と同じ	1	5	6	ID2と同じ
6	運航フェーズ切替（通常航行→着岸操船）の実施が遅すぎる/早すぎる	C6.1 入力情報(自船位置情報)の取得タイミングの誤り C6.2 運航フェーズ切替アルゴリズムの不具合（切替演算に時間が掛かり過ぎる） C6.3 自律操船システムの不具合・故障 C6.4 マルウェアの侵入やハッキング C6.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID4と同じ	・システム故障時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	ID4と同じ	1	5	6	ID3と同じ

7	自身の状態の診断の誤り	C7.1 自律操船システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C7.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C7.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID4と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・自己診断機能の事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	ID4と同じ	1	5	6	
8	自身の状態の診断の実施	C8.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C8.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C8.3 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に診断未実施→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に診断未実施→ID4と同じ	・自己診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	ID4と同じ	1	5	6	
9	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C9.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障 C9.2 自律操船システムの自己診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C9.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C9.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→E9.1 手動操船への切替遅れ E9.2 ODD外での自律操船 E9.3 航路逸脱 E9.4 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E9.5 他船との衝突、座礁、転覆・沈没	ID8と同じ	1	5	6	ID4と同じ	1	5	6	

自船情報統合システム												
10	自船情報の統合の誤り	C10.1 入力情報の不整合(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C10.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C10.3 マルウェアの侵入やハッキング	E10.1 誤った(避航)操船計画の立案 E10.2 誤った制御量の計算 E10.3 運航フェーズ切替の誤り/未実施 E10.4 航路逸脱 E10.5 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E10.6 衝突、座礁、転覆・沈没	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み(どのデータを優先するか等) ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・情報統合アルゴリズムの改良	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・統合情報の信頼度の管理(信頼度評価と低信頼度時の対策の策定)
11	自船情報の統合の未実施	C11.1 入力情報の不整合(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる) C11.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C11.3 マルウェアの侵入やハッキング C11.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID10と同じ	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み(どのデータを優先するか等) ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	4	5	ID10と同じ	1	4	5	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・出力が無い場合の対処機能の導入(当該システムの再起動など。機能が停止している場合の対処として、自身の診断とは別に用意)

12	自船情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C12.1 自船情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合（情報統合に時間が掛かり過ぎる） C12.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C12.3 マルウェアの侵入やハッキング C12.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	E12.1 誤った（避航）操船計画の立案 E12.2 誤った制御量の計算 E12.3 誤った位置での運航フェーズ切替 E12.4 航路逸脱 E12.5 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E12.6 衝突、座礁、転覆・沈没	ID11と同じ	1	5	6	ID10と同じ	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・出力の遅れが大きい場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など）
13	自身の状態の診断の誤り	C13.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C13.2 自船情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C13.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C13.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	・自己診断機能のアルゴリズムの改良	1	5	6	
14	自身の状態の診断の未実施	C14.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C14.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C14.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6	
15	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C15.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C15.2 自船情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C15.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C15.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	6	7	ID13と同じ	1	6	7	

16	センサの状態の診断の誤り	C16.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C16.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C16.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C16.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID10と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	・センサ状態診断機能のアルゴリズムの改良	1	5	6
17	センサの状態の診断の実施	C17.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C17.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C17.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID10と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	・センサ状態診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6
18	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C18.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C18.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C18.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C18.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→ID12と同じ	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6
他船/漂流物等情報統合システム											
19	他船/漂流物情報の統合の誤り	C19.1 入力情報の不整合(複数の他船/漂流物情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C19.2 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C19.3 マルウェアの侵入やハッキング	E19.1 誤った(避航)操船計画の立案 E19.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E19.3 衝突、座礁、転覆・沈没	ID10と同じ	1	5	6	ID10と同じ	1	5	6

20	他船/漂流物情報の統合の未実施	C20.1 入力情報の不整合（複数の他船/漂流物情報センサの同一種類のデータが異なる） C20.2 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C20.3 マルウェアの侵入やハッキング C20.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID19と同じ	ID11と同じ	1	4	5	ID10と同じ	1	4	5	ID11と同じ
21	他船/漂流物情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C21.1 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合（情報統合に時間が掛かり過ぎる） C21.2 入力情報（異なるセンサの情報）取得タイミングの誤り C21.3 マルウェアの侵入やハッキング C21.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID19と同じ	ID11と同じ	1	5	6	ID10と同じ	1	5	6	ID12と同じ
22	自身の状態の診断の誤り	C22.1 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C22.2 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C22.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C22.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6	
23	自身の状態の診断の未実施	C23.1 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C23.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C23.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6	

24	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C24.1 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C24.2 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C24.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C24.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	6	7	ID13と同じ	1	6	7
25	センサの状態の診断の誤り	C25.1 他船/漂流物等情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C25.2 他船/漂流物等情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C25.3 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の誤り C25.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID19と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	ID16と同じ	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6
26	センサの状態の診断の未実施	C26.1 他船/漂流物等情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C26.2 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の未取得 C26.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID19と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される）	ID17と同じ	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6

27	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C27.1 他船/漂流物等情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C27.2 他船/漂流物等情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合（状態診断演算に時間が掛かり過ぎる） C27.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C27.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる →問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる →ID19と同じ	ID18と同じ	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6	
気象海象情報統合システム												
28	気象海象情報の統合の誤り	C28.1 入力情報の不整合(複数の気象海象情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C28.2 気象海象情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C28.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID19と同じ	ID10と同じ	1	5	6	ID10と同じ	1	5	6	ID10と同じ
29	気象海象情報の統合の未実施	C29.1 入力情報の不整合(複数の気象海象情報センサの同一種類のデータが異なる) C29.2 気象海象情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C29.3 マルウェアの侵入やハッキング C29.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID19と同じ	ID11と同じ	1	4	5	ID10と同じ	1	4	5	ID11と同じ

30	気象海象情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C30.1 気象海象情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合（情報統合に時間が掛かり過ぎる） C30.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C30.3 マルウェアの侵入やハッキング C30.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID19と同じ	ID11と同じ	1	5	6	ID10と同じ	1	5	6	ID12と同じ
31	自身の状態の診断の誤り	C31.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C31.2 気象海象情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C31.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C31.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6	
32	自身の状態の診断の実施	C32.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C32.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C32.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6	
33	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C33.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C33.2 気象海象情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C33.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C33.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	6	7	ID13と同じ	1	6	7	

34	センサの状態の診断の誤り	C34.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C34.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C34.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C34.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID19と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	ID16と同じ	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6
35	センサの状態の診断の実施	C35.1 気象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C35.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C35.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID19と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	ID17と同じ	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6
36	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C36.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C36.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C36.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C36.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→ID19と同じ	ID18と同じ	1	5	6	ID16と同じ	1	5	6

船舶制御システム												
37	操船計画に基づく制御量の計算の誤り	C37.1 操船計画の誤り C37.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の誤り C37.3 制御量計算アルゴリズムの誤り C37.4 船舶制御システムの不具合・故障 C37.5 マルウェアの侵入やハッキング	E37.1 航路逸脱 E37.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E37.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・システム故障時の警報 ・制御量計算アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	・制御量計算アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）	1	5	6	
38	操船計画に基づく制御量の計算の未実施	C38.1 操船計画の未取得 C38.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の未取得 C38.3 船舶制御システムの不具合・故障 C38.4 マルウェアの侵入やハッキング C38.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID37と同じ	・システム故障時の警報 ・各種情報未取得時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）	1	5	6	ID2と同じ
39	操船計画に基づく制御量の計算の実施が遅すぎる/早すぎる	C39.1 操船計画の取得タイミングの誤り C39.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の取得タイミングの誤り C39.3 制御量計算アルゴリズムの不具合（制御量計算に時間が掛かり過ぎる） C39.4 船舶制御システムの不具合・故障 C39.5 マルウェアの侵入やハッキング C39.6 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID37と同じ	・システム故障時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	ID38と同じ	1	5	6	ID3と同じ

40	舵/機関の制御の誤り	C40.1 制御量計算の誤り C40.2 アクチュエータの不具合・故障	E40.1 航行不能 E40.2 航路逸脱 E40.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E40.4 衝突、座礁、転覆・沈没	・システムの事前検証 ・アクチュエータ不具合・故障時の警報 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	・信頼性向上策（冗長化等）（費用対効果検討含む）	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・舵/機関の状態が誤っている場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。）
41	舵/機関の制御の未実施	C41.1 入力情報(制御量)の未取得 C41.2 アクチュエータの不具合・故障 C41.3 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID40と同じ	・アクチュエータ不具合・故障時の警報 ・制御量未取得時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	ID40と同じ	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・舵/機関の制御が行われていない場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。） ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
42	舵/機関の制御の実施が遅すぎる/早すぎる	C42.1 入力情報(制御量)の取得タイミングの誤り C42.2 アクチュエータの不具合・故障 C42.3 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID40と同じ	ID41と同じ	1	5	6	ID40と同じ	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・舵/機関の制御の遅れが一定以上の場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。） ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
43	舵/機関の状態の診断の誤り	C43.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C43.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能のアルゴリズム間違い C43.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の誤り C43.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	・舵/機関状態診断機能のアルゴリズムの改良	1	5	6	

44	舵/機関の状態の診断の未実施	C44.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C44.2 入力情報(舵/機関診断に必要な情報)の未取得 C44.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID43と同じ	1	5	6
45	舵/機関の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C45.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C45.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C45.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C45.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	6	7	ID43と同じ	1	6	7
46	自身の状態の診断の誤り	C46.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C46.2 船舶制御システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C46.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C46.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6
47	自身の状態の診断の未実施	C47.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C47.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C47.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6

48	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C48.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C48.2 船舶制御システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C48.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C48.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	6	7	ID13と同じ	1	6	7
自律運航管理システム											
49	操船モード切替指示の誤り	C49.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C49.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C49.3 入力情報(操船モード切替判断に必要な情報)の誤り C49.4 マルウェアの侵入やハッキング	E49.1 ODD外での自律操船 E49.2 航路逸脱 E49.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E49.4 衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	1	5	6	・操船モード切替アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）	1	5	6
50	操船モード切替指示の未実施	C50.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C50.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C50.3 入力情報(操船モード切替判断に必要な情報)の誤り C50.4 マルウェアの侵入やハッキング C50.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID49と同じ	・各システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID49と同じ	1	5	6
								ID2と同じ			

51	操船モード切替指示の実施が遅すぎる/早すぎる	C51.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C51.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの不具合（操船モード切替判断の計算に時間が掛かり過ぎる） C51.3 入力情報（操船モード切替判断に必要な情報の取得タイミングの誤り） C51.4 マルウェアの侵入やハッキング C51.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID49と同じ	ID50と同じ	1	5	6	ID49と同じ	1	5	6	ID3と同じ
52	自身の状態の診断の誤り	C52.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C52.2 自律運航管理システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C52.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C52.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6	
53	自身の状態の診断の実施	C53.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C53.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C53.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID13と同じ	1	5	6	
54	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C54.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C54.2 自律運航管理システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C54.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C54.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	6	7	ID13と同じ	1	6	7	

船員												
55	操船計画の承認、修正の誤り	C55.1 自律操船システムへの過信 C55.2 操作方法の理解不足 C55.3 操船計画の（意図の）把握が困難なHMI C55.4 自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する誤った認識 C55.5 自律操船システムの故障 C55.6 操作ミス C55.7 同時発生タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・設定内容の確認通知	1	5	6	・船員の事前訓練方法の確立	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員のワークロード管理（発生しうるタスクの量に応じた船員数の確保、自動化の導入などによるリソースの補充）
56	操船計画の承認、修正の未実施	C56.1 急病/居眠り、船橋内に船員が居ない等 C56.2 操船計画の承認/修正の必要性の理解不足 C56.3 操船計画の承認/修正の必要性の把握が困難なHMI C56.4 自律操船システムの故障 C56.5 操作ミス C56.6 他タスクによる拘束 C56.7 承認の必要性の未通達（警告しない）	ID1と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・設定内容の確認通知 ・一定時間超過時の警告発出	1	5	6	ID55と同じ	1	4	5	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員をモニタリングするシステムの必要性の検討 ・船員が対応しない場合のオペレーション（MRM/MRC）の検討と実装 ・船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限等）
57	操船計画の承認、修正の実施が遅すぎる/早すぎる	C57.1 操作方法の理解不足 C57.2 操船計画の（意図の）把握が困難なHMIのために操船計画の承認/修正に時間が掛かる C57.3 自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する理解に時間が掛かり操船計画の承認/修正に時間が掛かる C57.4 自律操船システムの故障 C57.5 他タスクからの解放に時間がかかる C57.6 承認の必要性の未通達（警告しない）	ID1と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・適切な時機での承認要求発出 ・一定時間超過時の警告発出	1	5	6	・船員の事前訓練方法の確立 ・操船計画承認要求アルゴリズムの改良	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員の対応が遅すぎる場合のオペレーション（MRM/MRC）の検討と実装 ・船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限等）

58	操船モード切替の誤り	C58.1 操船モード切替機能の不具合・故障 C58.2 船員が操船モード切替方法に習熟していない C58.3 同時発生タスクによる注意散漫/時間的切迫	ID49と同じ	・自律操船システムの操作方法（操船モード切替方法）のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・自律操船システム故障時の警報	1	6	7	ID55と同じ	1	5	6	ID55と同じ
59	操船モード切替の未実施	C59.1 急病/居眠り、船橋内に船員が居ない等 C59.2 操船モード切替操作の必要性の理解不足 C59.3 操船モード切替の把握が困難なHMI C59.4 操船モード切替機能の不具合・故障 C59.5 操船モード切替指示が発令されない C59.6 同時発生タスクによる失念	ID49と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出	1	5	6	ID55と同じ	1	5	6	ID56と同じ
60	操船モード切替の実施が遅すぎる/早すぎる	C60.1 操作方法の理解不足 C60.2 操船モード切替の必要性の把握が困難なHMIのために操船モード切替に時間が掛かる C60.3 操船モード切替機能の不具合・故障 C60.4 操船モード切替指示が発令が遅すぎる C60.5 同時発生タスクによるリソース不足	ID49と同じ	ID59と同じ	1	6	7	ID55と同じ	1	5	6	ID57と同じ
61	緊急時対応（手動操船強制切替）の誤り	C61.1 操船モード切替機能の故障 C61.2 船員が操船モード切替方法に習熟していない C61.3 他タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	・操船モード切替方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練	1	6	7	ID55と同じ	1	6	7	ID55と同じ

62	緊急時対応（手動操船 強制切替）の未実施	C62.1 自律操船システムへの過信 C62.2 船員が現状が緊急時であることを把握していない（自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する誤った認識） C62.3 船員が操船モード切替方法に習熟していない C62.4 船員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	・船員の事前訓練 ・船員が現状を適切に把握できるようなHMI設計と検証	1	6	7	ID55と同じ	1	5	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員をモニタリングするシステムの必要性の検討 ・船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限等）
63	緊急時対応（手動操船 強制切替）の実施が遅すぎる/早すぎる	ID61と同じ	ID1と同じ	ID61と同じ	1	6	7	ID55と同じ	1	6	7	ID55と同じ

Table 1.8 HAZID WS (フェーズ：離着岸)

Sheet ID: 2

Phase: 離着岸

ID	Hazard	Causes	Consequences	Existing Safeguards	Index(before)			Recommendation	Index(after)			Comments
	ハザード	原因	結果	既存の安全対策	SI	FI	RI	追加対策	SI	FI	RI	コメント
自律操船システム												
1	離着岸操船計画の立案の誤り	C1.1 入力情報(自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、離岸目標位置及び着岸目標位置等)の未取得や誤り C1.2 航海計画(所与)の未取得や誤り C1.3 自律操船システムの離着岸操船計画立案アルゴリズムの誤り C1.4 自律操船システムの不具合・故障 C1.5 マルウェアの侵入やハッキング	E1.1 岸壁、他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E1.2 (単)衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・航海計画入力時のダブルチェック ・自船や他船/漂流物の位置飛び時の警報 ・離着岸操船計画立案アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	5	7	・離着岸操船計画立案アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策(冗長化等)(費用対効果検討含む)	2	5	7	※下記は更なる安全性向上にむけた推奨事項 ・出力の検証と検証結果に応じた対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)
2	離着岸操船計画の立案の未実施	C2.1 入力情報(自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、離岸目標位置及び着岸目標位置等)の未取得 C2.2 航海計画(所与)の未取得 C2.3 自律操船システムの不具合・故障 C2.4 マルウェアの侵入やハッキング C2.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID1と同じ	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	※下記は更なる安全性向上にむけた推奨事項 ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)

3	離着岸操船計画の立案の実施が遅すぎる/早すぎる	C3.1 入力情報(自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、離岸目標位置及び着岸目標位置等)の未取得や誤ったタイミングによる取得 C3.2 自律操船システムの離着岸操船計画立案アルゴリズムの不具合(離着岸操船計画立案演算に時間が掛かり過ぎる) C3.3 自律操船システムの不具合・故障 C3.4 マルウェアの侵入やハッキング C3.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー) タイミングの誤り	ID1と同じ	ID2と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	※下記は更なる安全性向上にむけた推奨事項 ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)
4	運航フェーズ切替(離岸操船→通常航行)の誤り	C4.1 運航フェーズ切替位置(所与)の入力誤り C4.2 入力情報(自船位置情報)の誤り C4.3 自律操船システムの不具合・故障 C4.4 マルウェアの侵入やハッキング	E4.1 航路逸脱 E4.2 他船/物標、棧橋、座礁の危険性がある地点に異常接近 E4.3 他船・棧橋との衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置入力時のダブルチェック ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	5	7	・システムの信頼性向上策(冗長化等)(費用対効果検討含む)	2	5	7	
5	運航フェーズ切替(離岸操船→通常航行)の未実施	C4.1 運航フェーズ切替位置(所与)の入力誤りや未入力 C4.2 入力情報(自船位置情報)の入力誤りや未入力 C4.3 自律操船システムの不具合・故障 C4.4 マルウェアの侵入やハッキング C4.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID4と同じ	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置や自船位置未入力時の警報 ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	4	6	ID4と同じ	2	4	6	ID2と同じ

6	運航フェーズ切替（離岸操船→通常航行）の実施が遅すぎる/早すぎる	C4.1 入力情報(自船位置情報)の取得タイミングの誤り C4.2 運航フェーズ切替アルゴリズムの不具合（切替演算に時間が掛かり過ぎる） C4.3 自律操船システムの不具合・故障 C4.4 マルウェアの侵入やハッキング C6.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID4と同じ	・システム故障時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	5	7	ID4と同じ	2	5	7	ID3と同じ
7	自身の状態の診断の誤り	C7.1 自律操船システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C7.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C7.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID4と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・自己診断機能の事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	5	7	ID4と同じ	2	5	7	
8	自身の状態の診断の未実施	C8.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C8.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C8.3 マルウェアの侵入やハッキング	E8.1 自律操船が適切に実行されているか判断できない ・正常時に診断未実施→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に診断未実施→ID4と同じ	・自己診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	4	6	ID4と同じ	2	4	6	

9	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C9.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障 C9.2 自律操船システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C9.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C9.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる →問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる →E9.1 手動操船への切替遅れ E9.2 ODD外での自律操船 E9.3 航路逸脱 E9.4 岸壁、他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E9.5 （単）衝突、座礁、転覆・沈没	ID8と同じ	2	5	7	ID4と同じ	2	5	7	
自船情報統合システム												
10	自船情報の統合の誤り	C10.1 入力情報の不整合(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C10.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C10.3 マルウェアの侵入やハッキング	E10.1 誤った離着岸操船計画の立案 E10.2 誤った制御量の計算 E10.3 運航フェーズ切替の誤り/未実施 E10.4 航路逸脱 E10.5 他船/物標、岸壁、座礁の危険性がある地点に異常接近 E10.6 衝突、座礁、転覆・沈没	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み（どのデータを優先するか等） ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	4	6	・システムの信頼性向上策（冗長化等）（費用対効果検討含む） ・情報統合アルゴリズムの改良	2	4	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・統合情報の信頼度の管理（信頼度評価と低信頼度時の対策の策定）
11	自船情報の統合の未実施	C11.1 入力情報の不整合(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる) C11.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C11.3 マルウェアの侵入やハッキング C11.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID10と同じ	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み（どのデータを優先するか等） ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・出力が無い場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。機能が停止している場合の対処として、自身の診断とは別に用意）

12	自船情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C12.1 自船情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合（情報統合に時間が掛かり過ぎる） C12.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C12.3 マルウェアの侵入やハッキング C12.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	E12.1 誤った離着岸操船計画の立案 E12.2 誤った制御量の計算 E12.3 誤った位置での運航フェーズ切替 E12.3 航路逸脱 E12.4 他船/物標、岸壁、座礁の危険性がある地点に異常接近 E12.5 衝突、座礁、転覆・沈没	ID11と同じ	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・出力の遅れが大きい場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など）
13	自身の状態の診断の誤り	C13.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C13.2 自船情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C13.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C13.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	・自己診断機能のアルゴリズムの改良	2	5	7	
14	自身の状態の診断の未実施	C14.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C14.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C14.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID13と同じ	2	4	6	
15	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C15.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C15.2 自船情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C15.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C15.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7	

16	センサの状態の診断の誤り	C16.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C16.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C16.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C16.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID10と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	・センサ状態診断機能のアルゴリズムの改良	2	5	7
17	センサの状態の診断の未実施	C17.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C17.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C17.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID10と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	・センサ状態診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID16と同じ	2	4	6
18	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C18.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C18.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C18.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C18.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→ID12と同じ	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID16と同じ	2	5	7

岸壁距離計測システム											
19	自船と岸壁との距離の計測の誤り	C19.1 岸壁距離計測センサの故障・不具合 C19.2 岸壁距離計測システムの故障・不具合 C19.3 距離センサー→計測システム間の通信不具合・故障 C19.4 マルウェアの侵入やハッキング	E19.1 岸壁への異常接近 E19.2 岸壁との衝突	・各システム故障時の警報 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていない ・リモートバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	4	6	・システムの信頼性向上策（冗長化等）（費用対効果検討含む）	2	4	6
20	自船と岸壁との距離の計測の未実施	ID19と同じ	ID19と同じ	ID19と同じ	2	4	6	ID19と同じ	2	4	6
21	自船と岸壁との距離の計測の実施が遅すぎる/早すぎる	ID19と同じ	ID19と同じ	ID19と同じ	2	5	7	ID19と同じ	2	5	7
22	近接の場合の警報発出の誤り	C22.1 岸壁距離計測システムの不具合・故障 C22.2 岸壁距離計測システムの警報発出アルゴリズムの間違い C22.3 入力情報(警報発出判断に必要な情報)の誤り C22.4 マルウェアの侵入やハッキング	E22.1 実際には接近していないが、警報が発出される （実際には接近しているが、警報が発出されない場合はID23、24を参照）	ID19と同じ	2	4	6	ID19と同じ	2	4	6
23	近接の場合の警報発出の未実施	ID22と同じ	（実際には接近しているが、警報が発出されない場合） E23.1 操船モード切替の遅延、失敗 E23.2 岸壁への異常接近 E23.3 岸壁との衝突	ID19と同じ	2	4	6	ID19と同じ	2	4	6

24	近接の場合の警報発出の実施が遅すぎる/早すぎる	C24.1 岸壁距離計測システムの不具合・故障 C24.2 岸壁距離計測システムの警報発出アルゴリズムの不具合（警報発出判断の計算に時間が掛かり過ぎる） C24.3 入力情報（警報発出判断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C24.4 マルウェアの侵入やハッキング	（実際には接近しているが、警報の発出が遅い場合） E24.1 操船モード切替の遅延、失敗 E24.2 岸壁への異常接近 E24.3 岸壁との衝突	・警報発出の適切なタイミングの検証 ・各システム故障時の警報 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	4	6	ID19と同じ	2	4	6
25	自身の状態の診断の誤り	C25.1 岸壁距離計測システムの自己診断機能の不具合・故障 C25.2 岸壁距離計測システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C25.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C25.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7
26	自身の状態の診断の未実施	C26.1 岸壁距離計測システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C26.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C26.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID13と同じ	2	4	6
27	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C27.1 岸壁距離計測システムの自己診断機能の不具合・故障 C27.2 岸壁距離計測システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C27.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C27.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7

28	センサの状態の診断の誤り	C28.1 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C28.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C28.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断 →ID19と同じ ・正常時に異常と誤診断 →異常警報に基づき手動操船へ切替	ID16と同じ	2	5	7	ID16と同じ	2	5	7
29	センサの状態の診断の実施	C29.1 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断機能の故障 C29.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C29.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施 →ID19と同じ ・正常時に診断未実施 →問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	ID17と同じ	2	4	6	ID16と同じ	2	4	6
30	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C30.1 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C30.2 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C30.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C30.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる →問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる →ID19と同じ	ID18と同じ	2	5	7	ID16と同じ	2	5	7
他船/漂流物等情報統合システム											

31	他船/漂流物情報の統合の誤り	C31.1 入力情報の不整合(複数の他船/漂流物情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C31.2 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C31.3 マルウェアの侵入やハッキング	E31.1 誤った離着岸操船計画の立案 E31.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E31.3 衝突、座礁、転覆・沈没	ID10と同じ	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	ID10と同じ
32	他船/漂流物情報の統合の未実施	C32.1 入力情報の不整合(複数の他船/漂流物情報センサの同一種類のデータが異なる) C32.2 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C32.3 マルウェアの侵入やハッキング C32.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID31と同じ	ID11と同じ	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	ID11と同じ
33	他船/漂流物情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C33.1 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合(情報統合に時間が掛かり過ぎる) C33.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C33.3 マルウェアの侵入やハッキング C33.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID31と同じ	ID10と同じ	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	ID12と同じ
34	自身の状態の診断の誤り	C34.1 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C34.2 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C34.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C34.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7	

35	自身の状態の診断の未実施	C35.1 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断機能の不具合・故 障・停止 C35.2 入力情報(自己 診断に必要な情報)の未 取得 C35.3 マルウェアの侵入 やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID13と同じ	2	4	6
36	自身の状態の診断の実 施が遅すぎる/早すぎる	C36.1 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断機能の不具合・故 障 C36.2 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断アルゴリズムの不具 合(自己診断演算に時 間が掛かり過ぎる) C36.3 入力情報(自己 診断に必要な情報)の取 得タイミングの誤り C36.4 マルウェアの侵入 やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7
37	センサの状態の診断の誤 り	C37.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C37.2 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能のアルゴ リズム間違い C37.3 入力情報(センサ 状態診断に必要な情報) の誤り C37.4 マルウェアの侵入 やハッキング	・異常時に正常と誤診断 →ID31と同じ ・正常時に異常と誤診断 →異常警報に基づき手 動操船へ切替	ID16と同じ	2	5	7	ID16と同じ	2	5	7

38	センサの状態の診断の未実施	C38.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C38.2 入力情報(センサ 状態診断に必要な情報) の未取得 C38.3 マルウェアの侵入 やハッキング	・異常時に診断未実施 →ID31と同じ ・正常時に診断未実施 →問題無し(一定時間 超過時に警告は発出さ れる)	ID17と同じ	2	4	6	ID16と同じ	2	4	6	
39	センサの状態の診断の実 施が遅すぎる/早すぎる	C39.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C39.2 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断アルゴリズムの 不具合(状態診断演算 に時間が掛かり過ぎる) C39.3 入力情報(センサ 状態診断に必要な情報) の取得タイミングの誤り C39.4 マルウェアの侵入 やハッキング	・正常時に正常と診断す るのが遅すぎる →問題無し(一定時間 超過時に警告は発出さ れる) ・異常時に異常と診断す るのが遅すぎる →ID31と同じ	ID18と同じ	2	5	7	ID16と同じ	2	5	7	
気象海象情報統合システム												
40	気象海象情報の統合の 誤り	C40.1 入力情報の不整 合(複数の気象海象情 報センサの同一種類の データが異なる、一つもし くは複数の古い情報との統 合等) C40.2 気象海象情報統 合システムの情報統合機 能の不具合・故障、統合 アルゴリズムの誤り C40.3 マルウェアの侵入 やハッキング	ID31と同じ	ID10と同じ	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	ID10と同じ

41	気象海象情報の統合の未実施	C41.1 入力情報の不整合(複数の気象海象情報センサの同一種類のデータが異なる) C41.2 気象海象情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C41.3 マルウェアの侵入やハッキング C41.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID31と同じ	ID11と同じ	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	ID11と同じ
42	気象海象情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C42.1 気象海象情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合（情報統合に時間が掛かり過ぎる） C42.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C42.3 マルウェアの侵入やハッキング C42.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID31と同じ	ID11と同じ	2	4	6	ID10と同じ	2	4	6	ID12と同じ
43	自身の状態の診断の誤り	C43.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C43.2 気象海象情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C43.3 入力情報(自己診断に必要な情報の誤り) C43.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7	
44	自身の状態の診断の未実施	C44.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C44.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C44.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID13と同じ	2	4	6	

45	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C45.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C45.2 気象海象情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C45.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C45.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7
46	センサの状態の診断の誤り	C46.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C46.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C46.3 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の誤り C46.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID31と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	ID16と同じ	2	5	7	ID16と同じ	2	5	7
47	センサの状態の診断の未実施	C47.1 気象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C47.2 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の未取得 C47.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID31と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される）	ID17と同じ	2	4	6	ID16と同じ	2	4	6

48	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C48.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C48.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合（状態診断演算に時間が掛かり過ぎる） C48.3 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C48.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる →問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる →ID31と同じ	ID18と同じ	2	5	7	ID16と同じ	2	5	7
船舶制御システム											
49	離着岸操船計画に基づく制御量の計算の誤り	C49.1 離着岸操船計画の誤り C49.2 入力情報（制御量計算に必要な情報）の誤り C49.3 制御量計算アルゴリズムの誤り C49.3-2 対象船の操縦運動モデルの精度不良 C49.4 船舶制御システムの不具合・故障 C49.5 マルウェアの侵入やハッキング	E49.1 航路逸脱 E49.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E49.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・システム故障時の警報 ・制御量計算アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	5	7	・制御量計算アルゴリズムの改良 ・対象船の操縦運動モデルの精度確保 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）（費用対効果検討含む）	2	5	7
50	離着岸操船計画に基づく制御量の計算の未実施	C50.1 離着岸操船計画の未取得 C50.2 入力情報（制御量計算に必要な情報）の未取得 C50.3 船舶制御システムの不具合・故障 C50.4 マルウェアの侵入やハッキング C50.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID49と同じ	・システム故障時の警報 ・各種情報未取得時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	4	6	・システムの信頼性向上策（冗長化等）（費用対効果検討含む）	2	4	6
※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・挙動の検証機構の導入（接岸速度の見張りなど） ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）											

51	離着岸操船計画に基づく 制御量の計算の実施が 遅すぎる/早すぎる	C51.1 離着岸操船計画 の取得タイミングの誤り C51.2 入力情報（制御 量計算に必要な情報） の取得タイミングの誤り C51.3 制御量計算アル ゴリズムの不具合（制御 量計算に時間が掛かり過 ぎる） C51.4 船舶制御システ ムの不具合・故障 C51.5 マルウェアの侵入 やハッキング C51.6 問い合わせ（本 機能起動のトリガー）タイ ミングの誤り	ID49と同じ	・システム故障時の警報 ・シミュレーションによる事 前検証 ・一定時間超過時の警 告発出 ・ウィルス検知ソフトにより ウィルスが検知されていな いリムーバルメディアのみの 接続、外部ネットワークと の未接続	2	5	7	ID50と同じ	2	5	7	※下記は更なる安全性 向上に向けた推奨事項 ・挙動の検証機構の導入 （接岸速度の見張りな ど） ・問い合わせ元は、応答 が遅ければ、新しい入力 情報で再問い合わせをす る機構にする ・応答が間に合わない場 合の対処機能の導入 （自動化レベルに応じ て、人または機械で実 装）
52	舵/機関の制御の誤り	C52.1 制御量計算の誤 り C52.2 アクチュエータの不 具合・故障	E52.1 航行不能 E52.2 航路逸脱 E52.3 他船/物標、座礁 の危険性がある地点に異 常接近 E52.4 衝突、座礁、転 覆・沈没	・システムの事前検証 ・アクチュエータ不具合・故 障時の警報 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強 制切替	2	4	6	・信頼性向上策（冗長 化等）（費用対効果検 討含む）	2	4	6	※下記は更なる安全性 向上に向けた推奨事項 ・舵/機関の状態が誤っ ている場合の対処機能の導 入（当該システムの再起 動など。）
53	舵/機関の制御の未実施	C53.1 入力情報(制御 量)の未取得 C53.2 アクチュエータの不 具合・故障 C53.3 問い合わせ（本 機能起動のトリガー）の 未達	ID52と同じ	・アクチュエータ不具合・故 障時の警報 ・制御量未取得時の警 報 ・一定時間超過時の警 告発出 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強 制切替	2	4	6	ID52と同じ	2	4	6	※下記は更なる安全性 向上に向けた推奨事項 ・舵/機関の制御が行わ れていない場合の対処機 能の導入（当該システ ムの再起動など。） ・問い合わせ元は、応答 が遅ければ、新しい入力 情報で再問い合わせをする 機構にする ・再問い合わせでも応答が ない場合の対処機能の 導入（自動化レベルに応 じて、人または機械で実 装）

54	舵/機関の制御の実施が遅すぎる/早すぎる	C54.1 入力情報(制御量)の取得タイミングの誤り C54.2 アクチュエータの不具合・故障 C54.3 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID52と同じ	ID53と同じ	2	5	7	ID52と同じ	2	5	7	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・舵/機関の制御の遅れが一定以上の場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。） ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
55	舵/機関の状態の診断の誤り	C55.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C55.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能のアルゴリズム間違い C55.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の誤り C55.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	・舵/機関状態診断機能のアルゴリズムの改良	2	5	7	
56	舵/機関の状態の診断の未実施	C56.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C56.2 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の未取得 C56.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID55と同じ	2	4	6	

57	舵/機関の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C57.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C57.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C57.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C57.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID55と同じ	2	5	7
58	自身の状態の診断の誤り	C58.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C58.2 船舶制御システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C58.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C58.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7
59	自身の状態の診断の実施	C59.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C59.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C59.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID13と同じ	2	4	6
60	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C60.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C60.2 船舶制御システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C60.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C60.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7

自律運航管理システム												
61	操船モード切替指示の誤り	C61.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C61.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C61.3 入力情報(操船モード切替判断に必要な情報)の誤り C61.4 マルウェアの侵入やハッキング	E61.1 ODD外での自律離着岸操船 E61.2 航路逸脱 E61.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E61.4 衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続 ・船員による常時監視 ・船員による手動操船強制切替	2	5	7	・操船モード切替アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）	2	5	7	
62	操船モード切替指示の未実施	C62.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C62.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C62.3 入力情報(操船モード切替判断に必要な情報)の誤り C62.4 マルウェアの侵入やハッキング C62.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID61と同じ	・各システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID61と同じ	2	4	6	ID2と同じ
63	操船モード切替指示の実施が遅すぎる/早すぎる	C63.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C63.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの不具合（操船モード切替判断の計算に時間が掛かり過ぎる） C63.3 入力情報(操船モード切替判断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C63.4 マルウェアの侵入やハッキング C63.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID61と同じ	ID62と同じ	2	5	7	ID61と同じ	2	5	7	ID3と同じ

64	自身の状態の診断の誤り	C64.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C64.2 自律運航管理システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C64.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C64.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7
65	自身の状態の診断の未実施	C65.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C65.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C65.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID13と同じ	2	4	6
66	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C66.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C66.2 自律運航管理システムの自己診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C66.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C66.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID13と同じ	2	5	7
船員											
67	離着岸操船計画の承認、修正の誤り	C67.1 自律操船システムへの過信 C67.2 操作方法の理解不足 C67.3 離着岸操船計画の(意図の)把握が困難なHMI C67.4 自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する誤った認識 C67.5 自律操船システムの故障 C67.6 操作ミス C67.7 同時発生タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・設定内容の確認通知	2	5	7	・船員の事前訓練方法の確立	2	4	6
※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員のワークロード管理(発生しうるタスクの量に応じた船員数の確保、自動化の導入などによるリソースの補充)											

68	離着岸操船計画の承認、修正の未実施	C68.1 急病/居眠り、船橋内に船員が居ない等 C68.2 離着岸操船計画の承認/修正の必要性の理解不足 C68.3 離着岸操船計画の承認/修正の必要性の把握が困難なHMI C68.4 自律操船システムの故障 C68.5 操作ミス C68.6 他タスクによる拘束 C68.7 承認の必要性の未通達（警告しない）	ID1と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・設定内容の確認通知 ・一定時間超過時の警告発出	2	4	6	ID67と同じ	2	4	6	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員をモニタリングするシステムの必要性の検討 ・船員が対応しない場合のオペレーション（MRM/MRC）の検討と実装 ・船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限等）
69	離着岸操船計画の承認、修正の実施が遅すぎる/早すぎる	C69.1 操作方法の理解不足 C69.2 離着岸操船計画の（意図の）把握が困難なHMIのために操船計画の承認/修正に時間が掛かる C69.3 自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する理解に時間が掛かり操船計画の承認/修正に時間が掛かる C69.4 自律操船システムの故障 C69.5 他タスクからの解放に時間がかかる C69.6 承認の必要性の未通達（警告しない）	ID1と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・適切な時機での承認要求発出 ・一定時間超過時の警告発出	2	5	7	・船員の事前訓練方法の確立 ・離着岸操船計画承認要求アルゴリズムの改良	2	5	7	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員の対応が遅すぎる場合のオペレーション（MRM/MRC）の検討と実装 ・船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限等）
70	操船モード切替の誤り	C70.1 操船モード切替機能の不具合・故障 C70.2 船員が操船モード切替方法に習熟していない C70.3 同時発生タスクによる注意散漫/時間的切迫	ID61と同じ	・自律操船システムの操作方法（操船モード切替方法）のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・自律操船システム故障時の警報	2	5	7	ID67と同じ	2	5	7	ID67と同じ

71	操船モード切替の未実施	C71.1 急病/居眠り、船橋内に船員が居ない等 C71.2 操船モード切替操作の必要性の理解不足 C71.3 操船モード切替の把握が困難なHMI C71.4 操船モード切替機能の不具合・故障 C71.5 操船モード切替指示が発令されない C71.6 同時発生タスクによる失念	ID61と同じ	・自律操船システムの操作方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・自律操船システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出	2	5	7	ID67と同じ	2	4	6	ID68と同じ
72	操船モード切替の実施が遅すぎる/早すぎる	C72.1 操作方法の理解不足 C72.2 操船モード切替の必要性の把握が困難なHMIのために操船モード切替に時間が掛かる C72.3 操船モード切替機能の不具合・故障 C72.4 操船モード切替指示が発令が遅すぎる C72.5 同時発生タスクによるリソース不足	ID61と同じ	ID71と同じ	2	5	7	ID67と同じ	2	5	7	ID69と同じ
73	緊急時対応（手動操船強制切替）の誤り	C73.1 操船モード切替機能の故障 C73.2 船員が操船モード切替方法に習熟していない C73.3 他タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	・操船モード切替方法のマニュアル整備 ・船員の事前訓練	2	6	8	ID67と同じ	2	5	7	ID67と同じ

74	緊急時対応（手動操船 強制切替）の未実施	C74.1 自律操船システムへの過信 C74.2 船員が現状が緊急時であることを把握していない（自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する誤った認識） C74.3 船員が操船モード切替方法に習熟していない C74.4 船員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	・船員の事前訓練 ・船員が現状を適切に把握できるようなHMI設計と検証	2	5	7	ID67と同じ	2	5	7	※下記は更なる安全性向上に向けた推奨事項 ・船員をモニタリングするシステムの必要性の検討 ・船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限等）
75	緊急時対応（手動操船 強制切替）の実施が遅すぎる/早すぎる	ID61と同じ	ID1と同じ	ID73と同じ	2	6	8	ID67と同じ	2	5	7	ID67と同じ

付属書 2 無人運航船の実証実験のリスク解析の実施例

無人運航船の実証実験のリスク解析の実施例を以下に示す。以下に記載の通り，ここでは，フェーズとして通常航行（港外航行及び港内航行）と離着岸の 2 つを想定した。更に網羅的なハザード同定の実施が必要な場合は，更に細かくフェーズ分けした上でリスク解析（HAZID）を実施することが望ましいことに留意されたい。

i. 資料の準備

本手順書 4.1 節等に記載した各資料の例を以下に示す。

(0) ConOps

Table 2.1 ConOps

●機能の定義

本機能は，所与の航海計画を目標とし，逐次発生する他船や漂流物，海気象に由来する外乱等を検知し，事前に定義された行動方針に従って操船計画を立案し，これを実現する機関出力と操舵指令を計算し，本船の速力，針路を出力しながら目標の達成を行うものである。

航海計画は，出発地，出発日時，到着地，到着日時，経由地等から構成されるものとする。船上の自律操船システムは航海計画を踏まえて本機能搭載船の操船計画を策定し，船舶制御システムを介し，操船計画に則った操舵と機関出力の制御を行う。

<航海計画>

出発地：XXX 港

出発日時：X 月 X 日 X 時 X 分

到着地：YYY 港

到着日時：Y 月 Y 日 Y 時 Y 分

経由地：ZZZ 港

経由地到着日時：Z 月 Z 日 Z 時 Z 分

<行動方針>

他船の航行を阻害せず，他船の船員等に恐怖感を与えないよう，適切な避航開始時期，適切な離隔距離を確保すること。

航海計画を考慮し，到着日時に大幅な遅れが生じないように，上記の適切な避航開始時期及び適切な離隔距離を確保しつつ，避航行動にかかる時間は必要最小限に抑えること。

●機能の目的

本機能の目的は，目標としている航海計画の実現において，阻害要因となる外部の障害物や外乱に対する対応を含む操船計画を立案し，その操船計画に従い，船舶を制御することである。

●自動化の範囲・操船者（船上乘組員／遠隔オペレータ）との関係 本機能の自動化の範囲は，ClassNK ガイドライン[4]で例示されている分類Ⅱに相当する。 障害物に関する情報の収集，統合，操船計画の作成は本機能によって実施される。 操船計画は，本機能によって操舵及び機関の設備に出力される。 以下で述べる本機能の想定使用範囲内では，本機能による自動操船を行い，その範囲外では，船上の船員が従来通りの方法で操船を行う。
●遠隔制御の範囲・操船者（船上乘組員／遠隔オペレータ）との関係 本機能は，遠隔制御機能を有さない。
●想定使用範囲 船舶： 船名：〇〇〇 船種：フェリー 総トン数：199 トン 全長：45m 全幅：9m 航行区域：沿海 航路：XXX 港から YYY 港 運航のフェーズ：通常航行中（港内航行及び港外航行）、離着岸
●自動運航の方法 本機能を搭載した船舶の自動運航は，想定使用範囲内の航路において，船上の船員から作業を引き継ぎ，船員による動作確認の下，機能を動作させることで行う。想定使用範囲内の航路内の自動運航を完了し，船員へ作業の引渡しを完了するところまでを自動運航の範囲とする。なお，航路の中途において運航設計領域の外に出た場合は，想定使用範囲内であっても船員に作業を引き渡すことで自動運航を終了する。
●当該機能のモニタリング手段 本機能が収集したセンサ情報，統合されたセンサ情報，作成された操船計画，運航設計領域内における本船の位置づけは，全て船内の専用モニタリング装置によって，船員に対して常時提供される。
●自動運航中に運航設計領域から外れた場合の対応手順 運航設計領域から外れたことは，本機能によって検知され船内警報により船員に通知される。船員は決められた手順で，操船モードを自律操船モードから手動操船モードへ切替えることで，操船権は船員に引き継がれる。

(1) 自動化システムの機能要求（自動化の対象タスク・サブタスク）

Table 2.2 自動化システムの機能要求（フェーズ：通常航行）

ID	要素名	タスク	サブタスク
1	自律操船システム	・操船計画の立案 ・運航フェーズ切替（通常航行→着岸操船） ・自身の状態の診断	・自船の統合情報の取得 ・他船/漂流物等の統合情報の取得 ・気象海象の統合情報の取得 ・航行安全性&経済性の計算 ・操船計画の提示 ・自身の状態判断に必要な情報の取得
2	自船情報統合システム	・自船情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・自船情報の取得 ・自身の状態診断に必要な情報の取得 ・センサの状態診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
3	他船/漂流物等情報統合システム	・他船/漂流物情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・他船/漂流物情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得 ・センサの状態の診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
4	気象海象情報統合システム	・気象海象情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・気象海象情報（現在地）の取得 ・気象海象予測情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得 ・センサの状態の診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
5	船舶制御システム	・操船計画に基づく制御量の計算 ・舵/機関の制御 ・舵/機関の状態の診断 ・自身の状態の診断	・操船計画の取得 ・実船の位置の取得 ・操船計画と自船の位置との偏差計算 ・制御閾値との現在状態の比較 ・舵/機関の状態、自身の状態の送信
6	自律運航管理システム	・操船モード切替指示 ・自身の状態の診断	・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報の取得 ・各システムの状態の情報の取得 ・ODD 内外判定 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得

7	船員	(昇橋直前) ・自律運航管理システムからの指示に基づく昇橋 (昇橋後) ・現在状況の把握 ・システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替 ・手動操船	・自律運航管理システムの運航モード切替指示の確認 ・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報の確認
8	シャドー要員	・各システム、周辺状況等の常時モニタリング ・緊急時対応（手動操船強制切替）	

Table 2.3 自動化システムの機能要求（フェーズ：離着岸）

ID	要素名	タスク	サブタスク
1	自律操船システム	・離着岸操船計画の立案 ・運航フェーズ切替（離岸操船→通常航行） ・自身の状態の診断	・自船の統合情報の取得 ・他船/漂流物等の統合情報の取得 ・気象海象の統合情報の取得 ・航行安全性&経済性の計算 ・離着岸操船計画の提示 ・自身の状態判断に必要な情報の取得
2	自船情報統合システム	・自船情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・自船情報の取得 ・自身の状態診断に必要な情報の取得 ・センサの状態診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
3	岸壁距離計測システム	・自船と岸壁との距離の計測 ・近接の場合の警報発出 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・岸壁位置の取得 ・自船位置の取得 ・自身の状態診断に必要な情報の取得 ・センサの状態診断に必要な情報の取得
4	他船/漂流物等情報統合システム	・他船/漂流物情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・他船/漂流物情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得 ・センサの状態の診断に必要な情報の取得

			・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
5	気象海象情報統合システム	・気象海象情報の統合 ・自身の状態の診断 ・センサの状態の診断	・気象海象情報（現在地）の取得 ・気象海象予測情報の取得 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得 ・センサの状態の診断に必要な情報の取得 ・統合情報、自身の状態、センサの状態の送信
6	船舶制御システム	・離着岸操船計画に基づく制御量の計算 ・舵/機関の制御 ・舵/機関の状態の診断 ・自身の状態の診断	・離着岸操船計画の取得 ・実船の位置の取得 ・離着岸操船計画と自船の位置との偏差計算 ・制御閾値との現在状態の比較 ・舵/機関の状態、自身の状態の送信
7	自律運航管理システム	・操船モード切替指示 ・自身の状態の診断	・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、岸壁距離の取得 ・各システムの状態の情報の取得 ・ODD 内外判定 ・自身の状態の診断に必要な情報の取得
8	船員	（昇橋直前） ・自律運航管理システムからの指示に基づく昇橋 （昇橋後） ・現在状況の把握 ・システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替 ・手動操船	※下記は現在状況の把握に含まれる（？） ・自律運航管理システムの運航モード切替指示の確認 ・自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、距岸距離の確認
9	シャドー要員	・各システム、周辺状況等の常時モニタリング ・緊急時対応（手動操船強制切替）	

(2) 自動化システムの全体像がわかるようなシステムアーキテクチャ

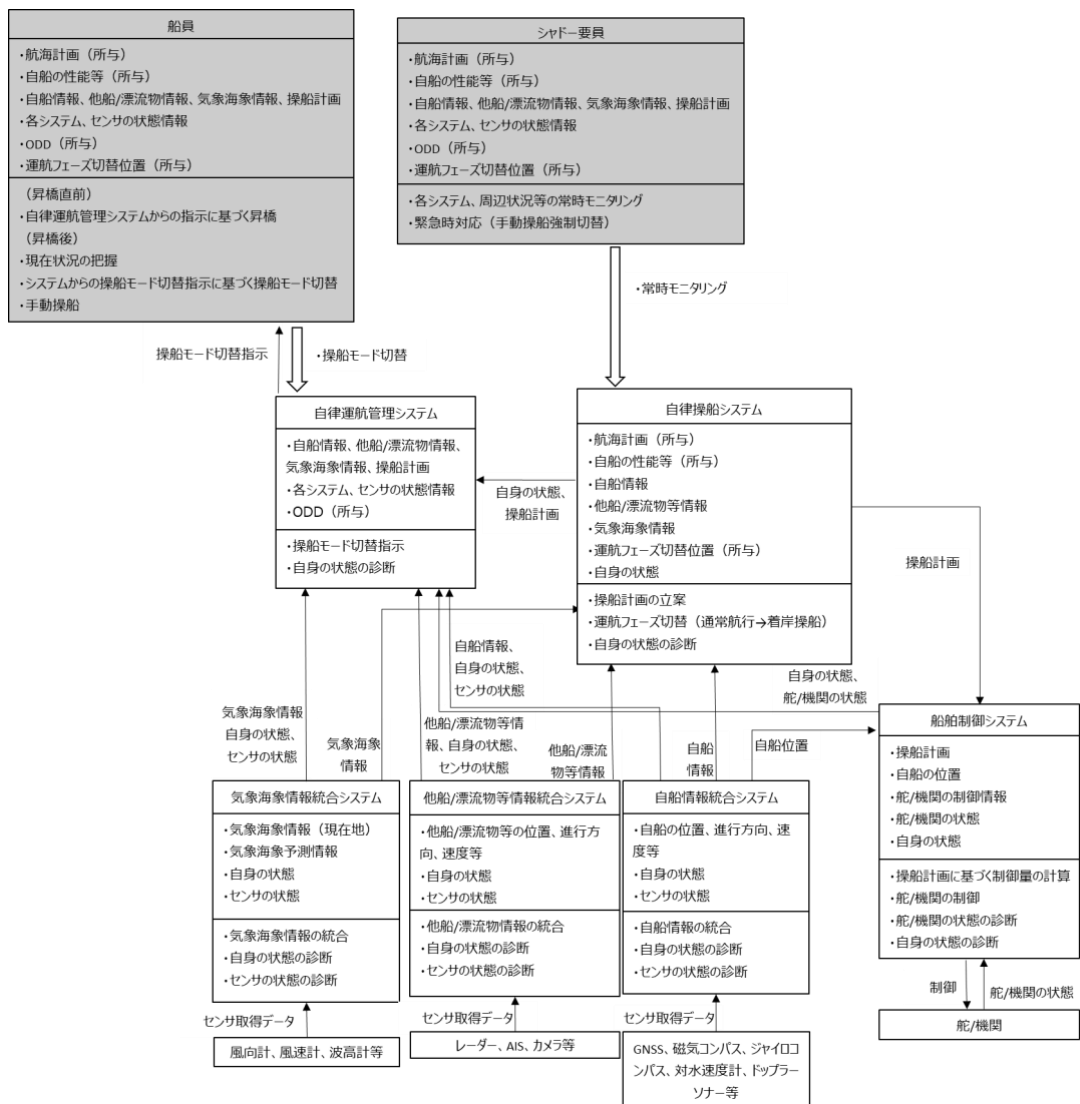


Figure 2.1 システムアーキテクチャ（フェーズ：通常航行）

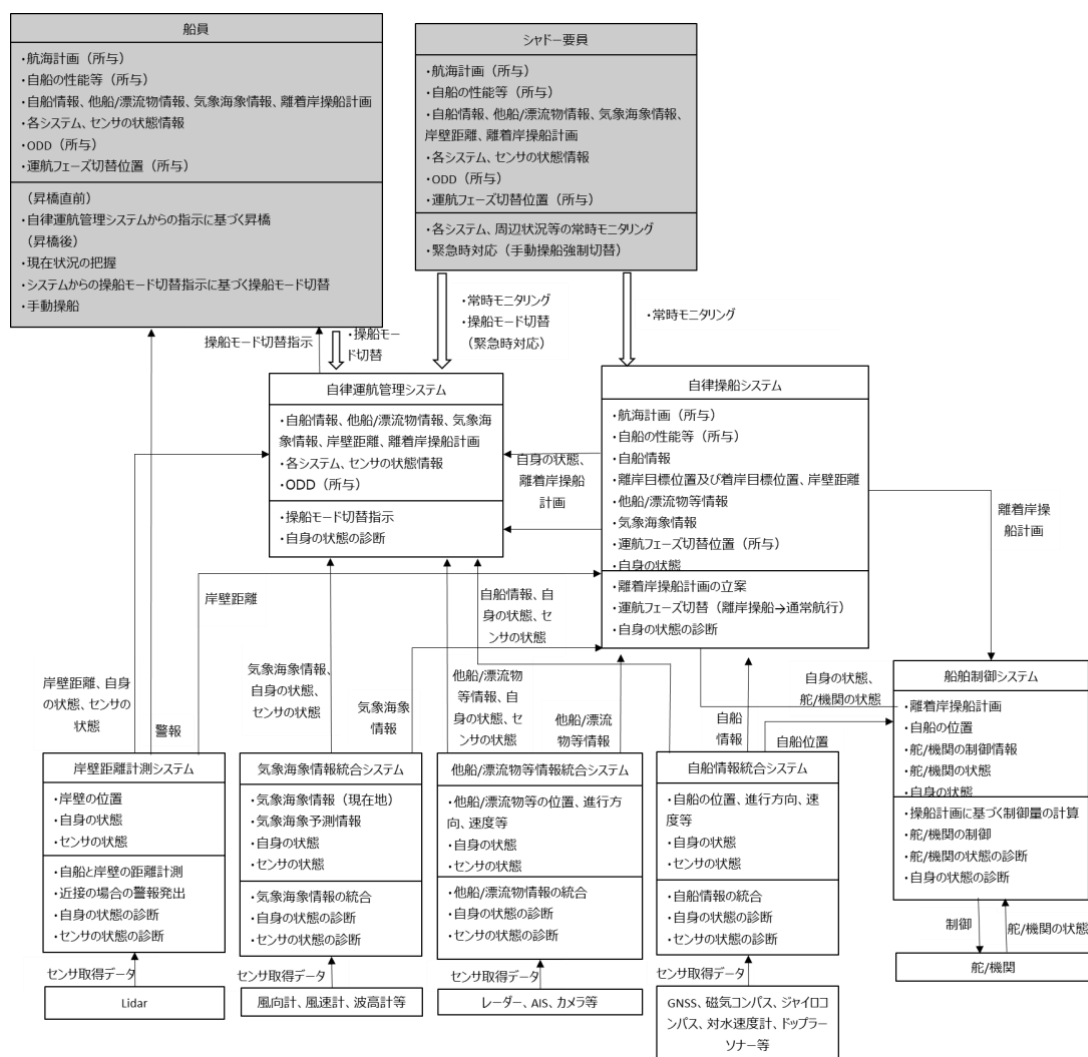


Figure 2.2 システムアーキテクチャ（フェーズ：離着岸）

(3) 自動化システムの内部動作の概要

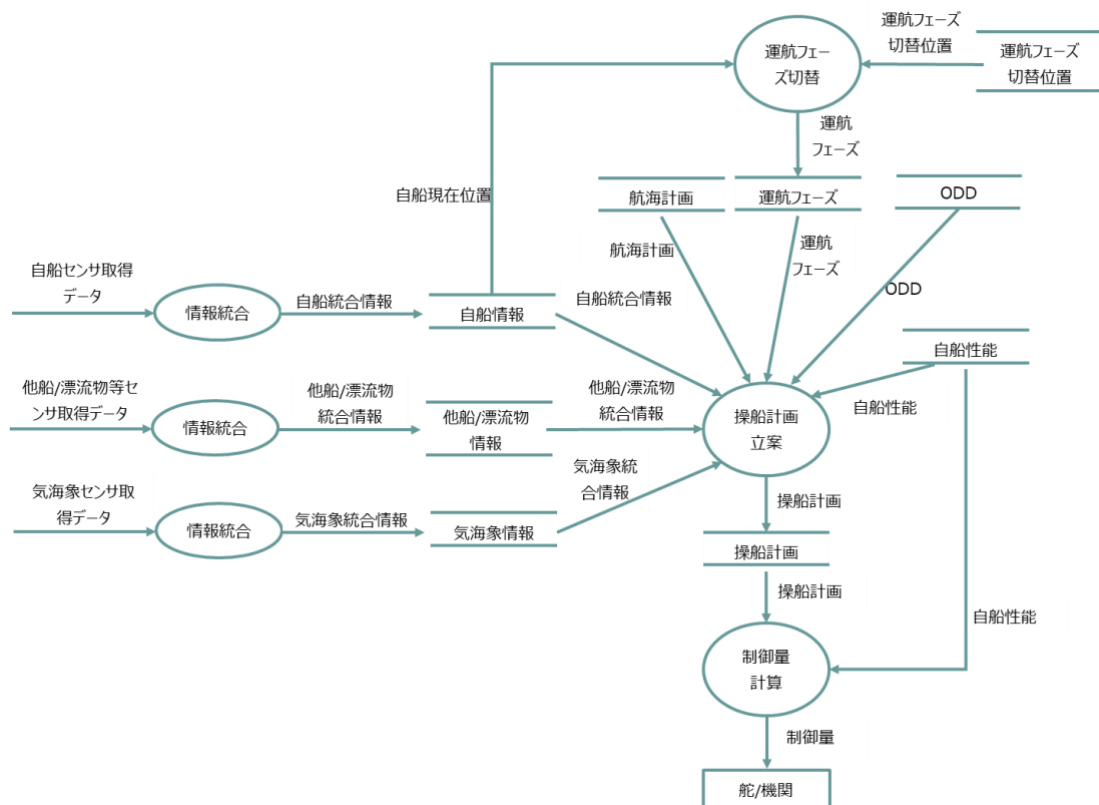


Figure 2.3 操船に関する内部動作の概要（フェーズ：通常航行）

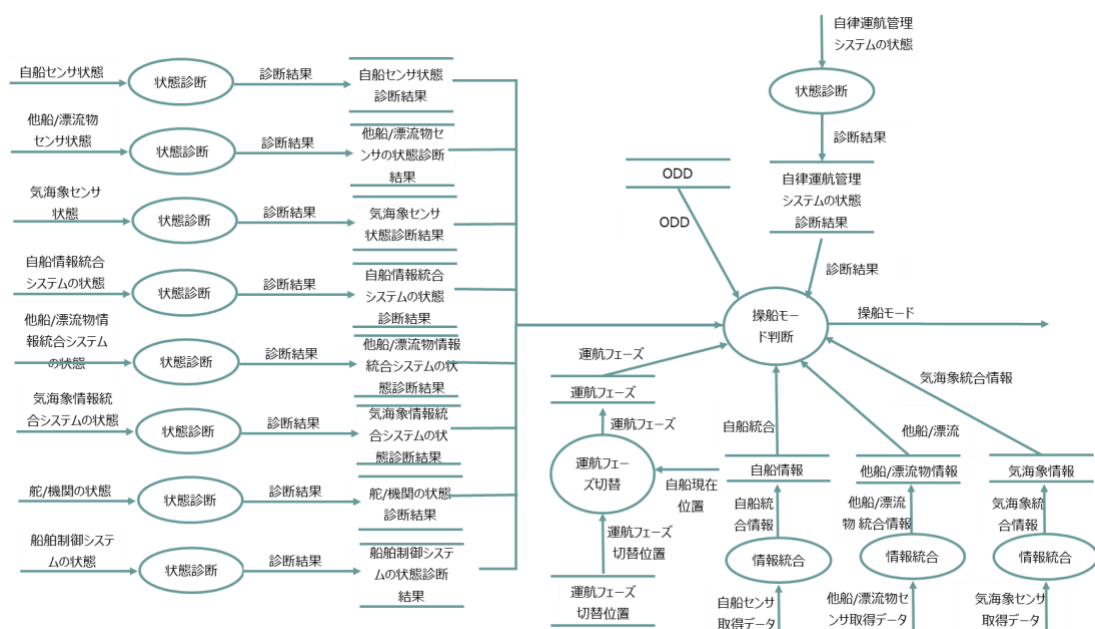


Figure 2.4 操船モード判断に関する内部動作の概要（フェーズ：通常航行）

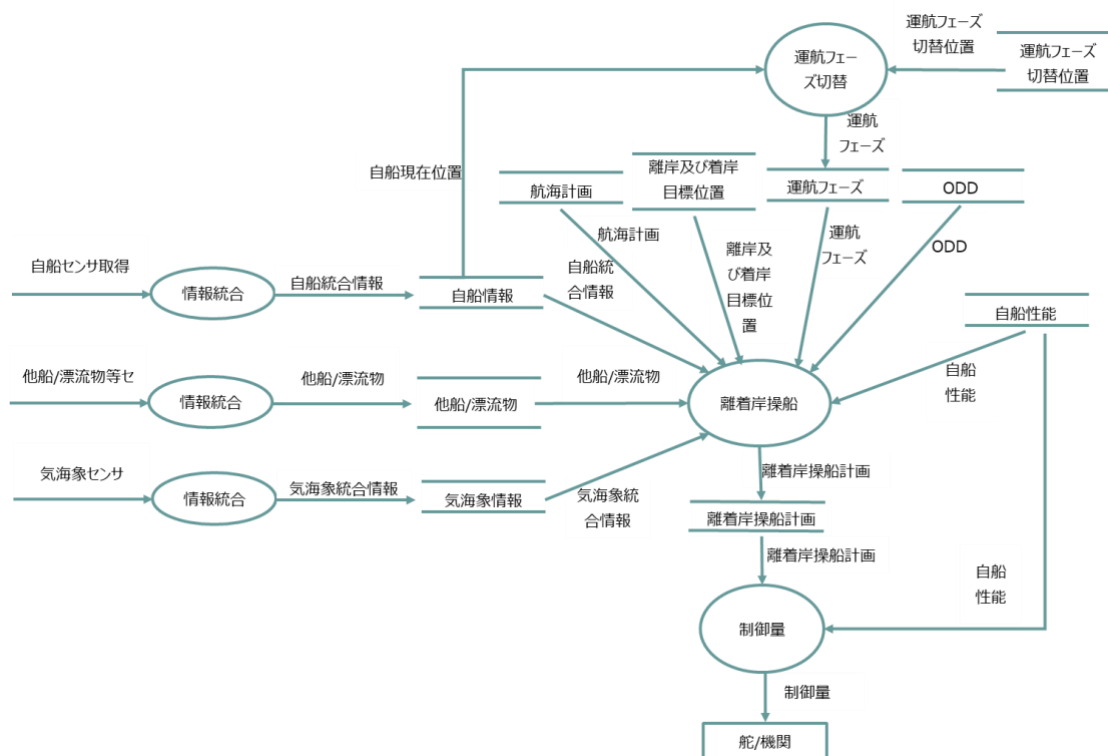


Figure 2.5 操船に関する内部動作の概要（フェーズ：離着岸）

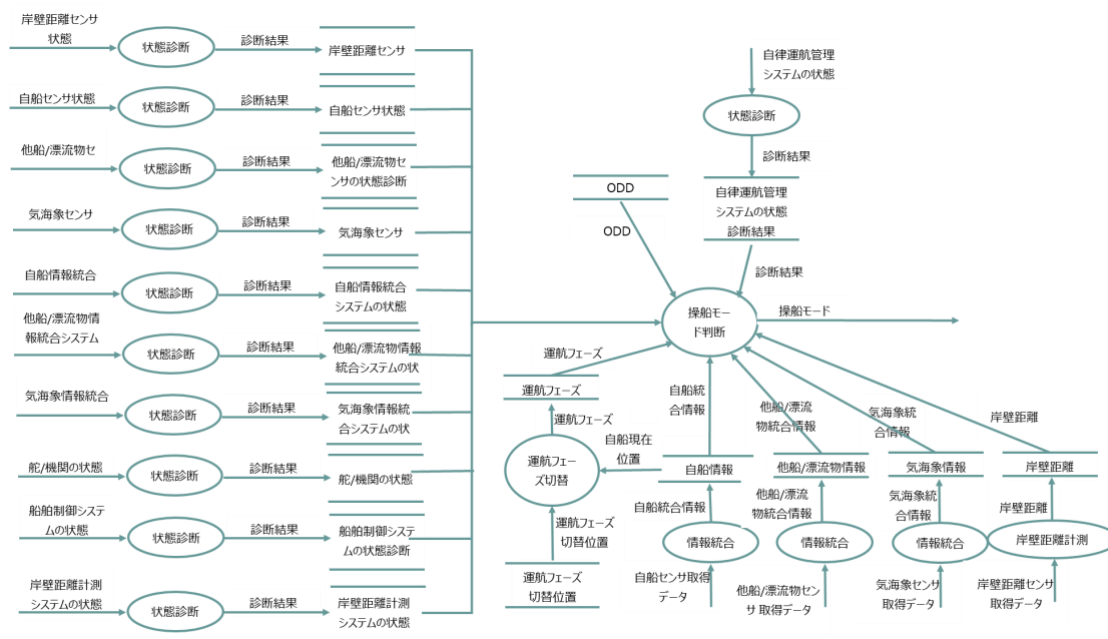


Figure 2.6 操船モード判断に関する内部動作の概要（フェーズ：離着岸）

(4) 自動化システムと人間の役割分担の概要

Table 2.4 自動化システムと人間の役割分担の概要（フェーズ：通常航行）

Task	自律操 船シス テム	自船情 報統合 システ ム	他船/漂 流物等 情報統 合シス テム	気象海 象情報 統合シ ステム	船舶制 御シス テム	自律運 航管理 システ ム	船員	シャド ー要員
運航フ ェーズ 切替	①切替							②モニ タリン グ
自船の 情報取 得		①情報 取得/統 合						②モニ タリン グ
他船/漂 流物等 の情報 取得			①情報 取得/統 合					②モニ タリン グ
気海象 の情報 取得				①情報 取得/統 合				②モニ タリン グ
（避 航）操 船計画 の立案	①立案							②モニ タリン グ
（避 航）操 船の実 行					①実行			②モニ タリン グ
関連セ ンサの 状態診 断		①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断				②モニ タリン グ
自身の 状態診 断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断		②モニ タリン グ

ODD 内外判定 &操船 モード 決定						①判定 &決定		②モニ タリン グ
操船モ ード切 替要求 &操船 モード 切替						①モー ード切 替要 求	②昇橋 ③現状 把握 ④モー ード切 替	⑤モニ タリン グ
手動操 船強制 切替								①モニ タリン グ ②手動 操船切 替

Table 2.5 自動化システムと人間の役割分担の概要（フェーズ：離着岸）

Task	自律操 船シス テム	自船情 報統合 システ ム	他船/ 漂流物 等情報 統合シ ステム	気象海 象情報 統合シ ステム	岸壁距 離計測 システ ム	船舶制 御シス テム	自律運 航管理 システ ム	船員	シャド ー要員
運航フ ェーズ 切替	①切替								②モニ タリン グ
自船の 情報取 得		①情報 取得/ 統合							②モニ タリン グ
他船/ 漂流物 等の情 報取得			①情報 取得/ 統合						②モニ タリン グ

気海象 の情報 取得				①情報 取得/ 統合					②モニ タリン グ
岸壁距 離の計 測					①計測				②モニ タリン グ
離着岸 操船計 画の立 案	①立案								②モニ タリン グ
離着岸 操船の 実行						①実行			②モニ タリン グ
関連セ ンサの 状態診 断		①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断				②モニ タリン グ
自身の 状態診 断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断	①状態 診断		②モニ タリン グ
ODD 内外判 定&操 船モー ド決定							①判定 &決定		②モニ タリン グ
操船モ ード切 替要求 &操船 モード 切替							①モー ド切替 要求	②昇橋 ③現状 把握 ④モー ド切替	⑤モニ タリン グ
手動操 船強制 切替									①モニ タリン グ ②手動

									操船切替
--	--	--	--	--	--	--	--	--	------

(5) 自動化システムの運航設計領域

Table 2.6 自動化システムの運航設計領域

海域条件	
航行区域	指定された航路
離着岸する港内水域	港内での方向転換に必要な占用水域があること:: 3L の占用水域
離着岸する岸橋水域	離着岸に必要な占用水域があること:: 0.5L の占用水域
輻輳度	低い輻輳状態:: 3nm レンジ内に 5 隻まで
AIS 非搭載船及び障害物	システムが感知できない AIS 非搭載船や障害物等が無いこと:: 700m 以内に大きさ 1m 以下の危険な障害物が無い
環境条件	
気象海象	平穏な状態:: 風速 7m/s 以下, 波高 1.5m 以下, 視程 500m 以上
時刻	終日
内部状態	
システム状態	正常に稼働していること:: エラーの表示無し
運航に必要な機器	正常に稼働していること:: エラーの表示無し
船体動揺	船体の設計上の制約の範囲内:: 異常値の表示無し
その他	緊急事態に相当する事象が発生していない:: 船内火災, 船外火災, 落水, 緊急信号傍受等が生じていない

(6) 実証実験の内容

・実験目的: 開発中の自動運航システムを搭載した船舶を実海域にて運航させることで、自動運航システムの改良すべき点の抽出を行う

・実験航路: XXX 港～YYY 港

・実験日時: ○○年××月××日

・シャドー要員: 本機能による自動操船中, 常時見張りと動作の確認を行い, 異常等が見られた際にフォールバックを実施する. なお, シャドー要員は常時、船橋に存在するものとする.

・船上乘組員 (船員): 本機能による自動操船中も居室に滞在するものとする. 自律運航管理システムからの警報が発動した場合は、昇橋し手動操船に切り替え、操船を実施する.

・乗客: 本船は、旅客船であるが、実験は乗客を搭乗させずに実施する.

ii. リスク解析

i.で示した資料の無人運航船の実証実験に対してリスク解析（HAZID）を実施した結果を纏めた HAZID WS の例を Table 2.7 と Table 2.8 に示す. なお, FI (Frequency Index), SI (Severity Index), RI (Risk Index)の定義は, 本手順書 5.3 節に記載と同じものを使用した.

Table 2.7 HAZID WS (フェーズ：通常航行)

Sheet ID: 1

Phase: 通常航行

ID	Hazard	Causes	Consequences	Existing Safeguards	Index(before)			Safeguards at Trial	Index(after)			Emergency Plan	Comments
	ハザード	原因	結果	既存の安全対策	SI	FI	RI	実験時の追加対策	SI	FI	RI	緊急時計画	コメント（商用運航に向けた安
自律操船システム													
1	操船計画の立案の誤り	C1.1 入力情報（自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報等）の未取得や誤り C1.2 航海計画（所与）の未取得や誤り C1.3 自律操船システムの操船計画立案アルゴリズムの誤り C1.4 自律操船システムの不具合・故障 C1.5 マルウェアの侵入やハッキング	E1.1 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E1.2 衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・航海計画入力時のダブルチェック ・自船や他船/漂流物の位置飛び時の警報 ・操船計画立案アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	・シャドー要員による常時監視 ・シャドー要員によるテイクオーバー ・操船切替等に関するシャドー要員の事前訓練 ・不具合や異常発生時は実験中止	1	5	6	①故障時や異常時は警報発令。または、シャドー要員の常時監視で異常・不具合を検知。 ②シャドー要員の判断で手動操船へ切替 ※必要な場合、緊急時計画の詳細は別途準備	・操船計画立案アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・出力の検証と検証結果に応じた対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
2	操船計画の立案の未実施	C2.1 入力情報（自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報等）の未取得 C2.2 航海計画（所与）の未取得 C2.3 自律操船システムの不具合・故障 C2.4 マルウェアの侵入やハッキング C2.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID1と同じ	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）

3	操船計画の立案の実施が遅すぎる/早すぎる	C3.1 入力情報（自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報等）の未取得や誤ったタイミングでの取得 C3.2 自律操船システムの操船計画立案アルゴリズムの不具合（操船計画立案演算に時間が掛かり過ぎる） C3.3 自律操船システムの不具合・故障 C3.4 マルウェアの侵入やハッキング C3.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID1と同じ	ID2と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
4	運航フェーズ切替（通常航行→着岸操船）の誤り	C4.1 運航フェーズ切替位置（所与）の入力誤り C4.2 入力情報(自船位置情報)の誤り C4.3 自律操船システムの不具合・故障 C4.4 マルウェアの侵入やハッキング	E4.1 航路逸脱 E4.2 他船/物標、棧橋、座礁の危険性がある地点に異常接近 E4.3 他船・棧橋との衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置入力時のダブルチェック ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）
5	運航フェーズ切替（通常航行→着岸操船）の未実施	C5.1 運航フェーズ切替位置（所与）の入力誤りや未入力 C5.2 入力情報（自船位置情報）の入力誤りや未入力 C5.3 自律操船システムの不具合・故障 C5.4 マルウェアの侵入やハッキング C5.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID4と同じ	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置や自船位置未入力時の警報 ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID2と同じ

6	運航フェーズ切替（通常航行→着岸操船）の実施が遅すぎる/早すぎる	C6.1 入力情報(自船位置情報)の取得タイミングの誤り C6.2 運航フェーズ切替アルゴリズムの不具合（切替演算に時間が掛かり過ぎる） C6.3 自律操船システムの不具合・故障 C6.4 マルウェアの侵入やハッキング C6.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID4と同じ	・システム故障時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID3と同じ
7	自身の状態の診断の誤り	C7.1 自律操船システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C7.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C7.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID4と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・自己診断機能の事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID4と同じ
8	自身の状態の診断の実施	C8.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C8.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C8.3 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に診断未実施→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に診断未実施→ID4と同じ	・自己診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID4と同じ
9	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C9.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障 C9.2 自律操船システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C9.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C9.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→E9.1 手動操船への切替遅れ E9.2 ODD外での自律操船 E9.3 航路逸脱 E9.4 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E9.5 他船との衝突、座礁、転覆・沈没	ID8と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID4と同じ

自船情報統合システム													
10	自船情報の統合の誤り	C10.1 入力情報の不整合(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C10.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C10.3 マルウェアの侵入やハッキング	E10.1 誤った(避航)操船計画の立案 E10.2 誤った制御量の計算 E10.3 運航フェーズ切替の誤り/未実施 E10.4 航路逸脱 E10.5 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E10.6 衝突、座礁、転覆・沈没	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み(どのデータを優先するか等) ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・情報統合アルゴリズムの改良 ・統合情報の信頼度の管理(信頼度評価と低信頼度時の対策の策定)
11	自船情報の統合の未実施	C11.1 入力情報(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる) C11.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C11.3 マルウェアの侵入やハッキング C11.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID10と同じ	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み(どのデータを優先するか等) ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	4	5	ID1と同じ	1	4	5	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・情報統合アルゴリズムの改良 ・出力が無い場合の対処機能の導入(当該システムの再起動など、機能が停止している場合の対処として、自身の診断とは別に用意)
12	自船情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C12.1 自船情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合(情報統合に時間が掛かり過ぎる) C12.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C12.3 マルウェアの侵入やハッキング C12.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	E12.1 誤った(避航)操船計画の立案 E12.2 誤った制御量の計算 E12.3 誤った位置での運航フェーズ切替 E12.4 航路逸脱 E12.5 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E12.6 衝突、座礁、転覆・沈没	ID11と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・情報統合アルゴリズムの改良 ・出力の遅れが大きい場合の対処機能の導入(当該システムの再起動など)
13	自身の状態の診断の誤り	C13.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C13.2 自船情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C13.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C13.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・自己診断機能のアルゴリズムの改良

14	自身の状態の診断の未実施	C14.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C14.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C14.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID 1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
15	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C15.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C15.2 自船情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C15.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C15.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID 1と同じ	ID13と同じ
16	センサの状態の診断の誤り	C16.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C16.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C16.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C16.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID10と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・センサ状態診断機能のアルゴリズムの改良

17	センサの状態の診断の実施	C17.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C17.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C17.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施 →ID10と同じ ・正常時に診断未実施 →問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	・センサ状態診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ
18	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C18.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C18.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C18.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C18.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる →問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる →ID12と同じ	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ
他船/漂流物等情報統合システム													
19	他船/漂流物情報の統合の誤り	C19.1 入力情報の不整合(複数の他船/漂流物情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C19.2 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C19.3 マルウェアの侵入やハッキング	E19.1 誤った(避航)操船計画の立案 E19.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E19.3 衝突、座礁、転覆・沈没	ID10と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID10と同じ

20	他船/漂流物情報の統合の未実施	C20.1 入力情報の不整合(複数の他船/漂流物情報センサの同一種類のデータが異なる) C20.2 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C20.3 マルウェアの侵入やハッキング C20.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID19と同じ	ID11と同じ	1	4	5	ID1と同じ	1	4	5	ID1と同じ	ID11と同じ
21	他船/漂流物情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C21.1 他船/漂流物情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合(情報統合に時間が掛かり過ぎる) C21.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C21.3 マルウェアの侵入やハッキング C21.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID19と同じ	ID11と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID12と同じ
22	自身の状態の診断の誤り	C22.1 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C22.2 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C22.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C22.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
23	自身の状態の診断の未実施	C23.1 他船/漂流物等情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C23.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C23.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ

24	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C24.1 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断機能の不具合・故障 C24.2 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断アルゴリズムの不具 合（自己診断演算に時 間が掛かり過ぎる） C24.3 入力情報（自己 診断に必要な情報）の取 得タイミングの誤り C24.4 マルウェアの侵入 やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
25	センサの状態の診断の誤り	C25.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C25.2 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能のアルゴ リズム間違い C25.3 入力情報（センサ 状態診断に必要な情報） の誤り C25.4 マルウェアの侵入 やハッキング	・異常時に正常と誤診断 →ID19と同じ ・正常時に異常と誤診断 →異常警報に基づき手 動操船へ切替	ID16と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ
26	センサの状態の診断の未実施	C26.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C26.2 入力情報（センサ 状態診断に必要な情報） の未取得 C26.3 マルウェアの侵入 やハッキング	・異常時に診断未実施 →ID19と同じ ・正常時に診断未実施 →問題無し（一定時間 超過時に警告は発出さ れる）	ID17と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ

27	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C27.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C27.2 他船/漂流物等 情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合（状態診断演算に時間が掛かり過ぎる） C27.3 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C27.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる →問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる →ID19と同じ	ID18と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ
気象海象情報統合システム													
28	気象海象情報の統合の誤り	C28.1 入力情報の不整合（複数の気象海象情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等） C28.2 気象海象情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C28.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID19と同じ	ID10と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID10と同じ
29	気象海象情報の統合の未実施	C29.1 入力情報の不整合（複数の気象海象情報センサの同一種類のデータが異なる） C29.2 気象海象情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C29.3 マルウェアの侵入やハッキング C29.4 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID19と同じ	ID11と同じ	1	4	5	ID1と同じ	1	4	5	ID1と同じ	ID11と同じ

30	気象海象情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C30.1 気象海象情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合(情報統合に時間が掛かり過ぎる) C30.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C30.3 マルウェアの侵入やハッキング C30.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID19と同じ	ID11と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID12と同じ
31	自身の状態の診断の誤り	C31.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C31.2 気象海象情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C31.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C31.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
32	自身の状態の診断の未実施	C32.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C32.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C32.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
33	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C33.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C33.2 気象海象情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C33.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C33.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ

34	センサの状態の診断の誤り	C34.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C34.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C34.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C34.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID19と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	ID16と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ
35	センサの状態の診断の未実施	C35.1 気象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C35.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C35.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID19と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	ID17と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ
36	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C36.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C36.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C36.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C36.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→ID19と同じ	ID18と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID16と同じ

船舶制御システム													
37	操船計画に基づく制御量の計算の誤り	C37.1 操船計画の誤り C37.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の誤り C37.3 制御量計算アルゴリズムの誤り C37.4 船舶制御システムの不具合・故障 C37.5 マルウェアの侵入やハッキング	E37.1 航路逸脱 E37.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E37.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・システム故障時の警報 ・制御量計算アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・制御量計算アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む)
38	操船計画に基づく制御量の計算の未実施	C38.1 操船計画の未取得 C38.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の未取得 C38.3 船舶制御システムの不具合・故障 C38.4 マルウェアの侵入やハッキング C38.5 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID37と同じ	・システム故障時の警報 ・各種情報未取得時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・ID2と同じ
39	操船計画に基づく制御量の計算の実施が遅すぎる/早すぎる	C39.1 操船計画の取得タイミングの誤り C39.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の取得タイミングの誤り C39.3 制御量計算アルゴリズムの不具合(制御量計算に時間が掛かり過ぎる) C39.4 船舶制御システムの不具合・故障 C39.5 マルウェアの侵入やハッキング C39.6 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID37と同じ	・システム故障時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID3と同じ

41	舵/機関の制御の未実施	C41.1 入力情報(制御量)の未取得 C41.2 アクチュエータの不具合・故障 C41.3 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID40と同じ	・アクチュエータ不具合・故障時の警報 ・制御量未取得時の警報 ・一定時間超過時の警告発出	1	4	5	ID1と同じ	1	4	5	ID1と同じ	・信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・舵/機関の制御が行われていない場合の対処機能の導入(当該システムの再起動など) ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)
42	舵/機関の制御の実施が遅すぎる/早すぎる	C42.1 入力情報(制御量)の取得タイミングの誤り C42.2 アクチュエータの不具合・故障 C42.3 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	ID40と同じ	ID41と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・舵/機関の制御の遅れが一定以上の場合の対処機能の導入(当該システムの再起動など) ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入(自動化レベルに応じて、人または機械で実装)
43	舵/機関の状態の診断の誤り	C43.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C43.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能のアルゴリズム間違い C43.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の誤り C43.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・舵/機関状態診断機能のアルゴリズムの改良

44	舵/機関の状態の診断の未実施	C44.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C44.2 入力情報(舵/機関診断に必要な情報)の未取得 C44.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID43と同じ
45	舵/機関の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C45.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C45.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C45.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C45.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID43と同じ
46	自身の状態の診断の誤り	C46.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C46.2 船舶制御システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C46.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C46.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
47	自身の状態の診断の未実施	C47.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C47.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C47.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ

48	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C48.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C48.2 船舶制御システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C48.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C48.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
自律運航管理システム													
49	操船モード切替指示の誤り	C49.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C49.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C49.3 入力情報（操船モード切替判断に必要な情報）の誤り C49.4 マルウェアの侵入やハッキング	E49.1 ODD外での自律操船 E49.2 航路逸脱 E49.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E49.4 衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・操船モード切替アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）
50	操船モード切替指示の未実施	C50.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C50.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C50.3 入力情報（操船モード切替判断に必要な情報）の誤り C50.4 マルウェアの侵入やハッキング C50.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID49と同じ	・各システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID2と同じ

51	操船モード切替指示の実施が遅すぎる/早すぎる	C51.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C51.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの不具合（操船モード切替判断の計算に時間が掛かり過ぎる） C51.3 入力情報（操船モード切替判断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C51.4 マルウェアの侵入やハッキング C51.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID49と同じ	ID50と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID3と同じ
52	自身の状態の診断の誤り	C52.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C52.2 自律運航管理システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C52.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C52.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
53	自身の状態の診断の未実施	C53.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C53.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C53.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ

54	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C54.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C54.2 自律運航管理システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C54.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C54.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID13と同じ
船員													
55	自律運航管理システムからの指示に基づく昇橋の未実施	C55.1 昇橋の未実施 C55.2 昇橋の必要性やシステムからの指示の理解不足による昇橋の未実施 C55.3 不適切なHMI等により指示が把握できない C55.4 他タスクによる拘束	ID49と同じ	・一定時間経過後も船員が対応しない場合はMRM/MRCへ移行 ・適切なHMI設計と検証	1	6	7	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・船員モニタリングシステム及び居眠り防止システムの導入検討 ・各種状況に応じたMRM/MRCの網羅性の検証 ・待機船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限）
56	自律運航管理システムからの指示に基づく昇橋の実施が遅すぎる	C56.1 昇橋が遅れる、居場所が遠い C56.2 不適切なHMI等により指示の把握に時間が掛かり昇橋の実施が遅れる C56.3 自律運航管理システムの指示が遅すぎる C56.4 他タスクからの解放に時間がかかる	ID49と同じ	・適切なHMI設計と検証 ・一定時間経過後も船員が対応しない場合はMRM/MRCへ移行 ・適切なタイミングでの指示のための自律運航管理システムのアルゴリズム検証	1	6	7	ID1と同じ	1	6	7	ID1と同じ	・船員モニタリングシステム及び居眠り防止システムの導入検討 ・各種状況に応じたMRM/MRCの網羅性の検証 ・待機船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限） ・待機船員の居場所の制限

57	現在状況の把握の誤り	C57.1 現在状況について誤った理解をさせるようなHMI C57.2 船員がシステムの操作方法を理解していない C57.3 システムの不具合・故障による誤った情報表示 C57.4 表示情報の見間違い、解釈の誤り C57.5 同時発生タスクによる注意散漫、時間的切迫	E57.1 誤った理解に基づく手動操船 E57.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E57.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・適切なHMI設計と検証 ・船員の事前訓練 ・一定時間経過後も船員が対応しない場合はMRM/MRCへ移行	1	6	7	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・各種状況に応じたMRM/MRCの網羅性の検証 ・船員に昇橋を求める状況でのワークロード管理（発生するタスクの量に応じた船員数の確保、船員に昇橋を求める状況で使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）
58	現在状況の把握の未実施	C58.1 現在状況の把握が困難なHMI C58.2 船員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握ができない C58.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握ができない C58.4 同時発生タスクによる失念	E58.1_1 ODD外での自律操船 E58.1_2 誤った理解に基づく手動操船 E58.2 航路逸脱 E58.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E58.4 衝突、座礁、転覆・沈没	ID57と同じ	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID57と同じ
59	現在状況の把握の実施が遅すぎる	C59.1 操作が困難なHMI又は現在状況の把握が困難なHMIのために現在状況の把握に時間が掛かる C59.2 船員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握に時間が掛かる C59.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握に時間が掛かる C59.4 同時発生タスクによるリソース不足	E59.1 ODD外での自律操船 E59.2 航路逸脱 E59.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E59.4 衝突、座礁、転覆・沈没	ID57と同じ	1	6	7	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID57と同じ

60	システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替の誤り	C60.1 操船モード切替機能の不具合・故障 C60.2 船員が操船モード切替方法に習熟していない C60.3 同時発生タスクによる注意散漫/時間的切迫	ID49と同じ	・各システム故障時の警報 ・船員の事前訓練 ・操船モード切替方法のマニュアル整備	1	6	7	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID57と同じ
61	システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替の未実施	C61.1 昇橋の未実施 C61.2 操船モード切替操作の必要性の理解不足 C61.3 操船モード切替の把握が困難なHMI C61.4 操船モード切替機能の不具合・故障 C61.5 操船モード切替指示が発令されない C61.6 同時発生タスクによる失念	ID49と同じ	・各システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・船員のシステムへの理解力向上のためのマニュアル整備 ・適切なHMI設計と検証	1	5	6	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID57と同じ
62	システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替の実施が遅すぎる/早すぎる	C62.1 操作方法の理解不足 C62.2 操船モード切替の必要性の把握が困難なHMIのために操船モード切替に時間が掛かる C62.3 操船モード切替機能の不具合・故障 C62.4 操船モード切替指示が発令が遅すぎる C62.5 同時発生タスクによるリソース不足	ID49と同じ	ID61と同じ	1	6	7	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID57と同じ
63	手動操船の誤り	C63.1 手動操船システムの不具合・故障 C63.2 船員が手動操船システムの操作方法を理解していない C63.3 他船の動向等の推測誤り C63.4 船員が手動操船に習熟していない C63.5 船員が長期間自動操船に頼りきりで、手動操船技能が低下 C63.6 同時発生タスクによる注意散漫/時間的切迫	E63.1 船員の意図とは異なる手動操船 E63.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E63.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・手動操船システムの冗長化 ・船員の事前訓練	1	6	7	ID1と同じ	1	6	7	ID1と同じ	・手動操船システムの点検 ・手動操船システムの適切なHMI設計 ・船員に昇橋を求める状況でのワークロード管理（発生しうるタスクの量に応じた船員数の確保、船員に昇橋を求める状況で使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）

64	手動操船の未実施	C64.1 手動操船システムの不具合・故障 C64.2 船員が手動操船システムの操作方法を理解していない C64.3 手動操船への切替が未実施 C64.4 同時発生タスクによる失念	E64.1 手動操船や自律操船に基づかない運航 E64.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E64.3 衝突、座礁、転覆・沈没	ID63と同じ	1	6	7	ID1と同じ	1	5	6	ID1と同じ	ID63と同じ
65	手動操船の実施が遅すぎる/早すぎる	C65.1 手動操船システムの不具合・故障 C65.2 船員が手動操船システムの操作方法を理解していない C65.3 他船の動向等の推測誤り C65.4 手動操船への切替が遅れる C65.5 同時発生タスクによるリソース不足	E65.1 誤った操船 E65.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E65.3 衝突、座礁、転覆・沈没	ID63と同じ	1	6	7	ID1と同じ	1	6	7	ID1と同じ	ID63と同じ
シャドー要員													
66	各システム、周辺状況等の常時モニタリングの誤り	C66.1 現在状況について誤った理解をさせるようなHMI C66.2 シャドー要員がシステムの操作方法を理解していない C66.3 システムの不具合・故障による誤った情報表示 C66.4 他タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	NA	1	6	7	・各システムの操作方法のマニュアル整備 ・シャドー要員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・システム故障時の警報 ・実証実験時にはメーカー技師等も同乗 ・シャドー要員のワークロード管理（タスク量に応じたシャドー要員数の確保、使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）	1	5	6	ID1と同じ	NA

67	各システム、周辺状況等の常時モニタリングの未実施	C67.1 現在状況の把握が困難なHMI C67.2 シャドー要員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握ができない C67.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握ができない C67.4 シャドー要員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	1	5	6	ID66と同じ	1	4	5	ID1と同じ	NA
68	各システム、周辺状況等の常時モニタリングの実施が遅すぎる/早すぎる	C68.1 操作が困難なHMI又は現在状況の把握が困難なHMIのために現在状況の把握に時間が掛かる C68.2 シャドー要員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握に時間が掛かる C68.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握に時間が掛かる C68.4 シャドー要員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	1	6	7	ID66と同じ	1	5	6	ID1と同じ	NA
69	緊急時対応（手動操船強制切替）の誤り	C69.1 操船モード切替機能の故障 C69.2 シャドー要員が操船モード切替方法に習熟していない C69.3 他タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	NA	1	7	8	・操船モード切替方法のマニュアル整備 ・シャドー要員の事前訓練 ・シャドー要員のワークロード管理（タスク量に応じたシャドー要員数の確保、使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）	1	6	7	ID1と同じ	NA

70	緊急時対応（手動操船 強制切替）の未実施	C70.1 自律操船システムへの過信 C70.2 シャドー要員が現状が緊急時であることを把握していない（自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する誤った認識） C70.3 船員が対応すると考えて、シャドー要員は対応しない C70.4 シャドー要員が操船モード切替方法に習熟していない C70.5 シャドー要員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	1	6	7	ID69と同じ	1	5	6	ID1と同じ ※船員の対応は期待せずに 少しでも危険を感じたらシャ ドー要員が対応することを徹底 する	NA
71	緊急時対応（手動操船 強制切替）の実施が遅 すぎる/早すぎる	C71.1 操船モード切替 機能の故障 C71.2 シャドー要員が操 船モード切替方法に習熟 していない C71.3 船員が対応すると 考えて、シャドー要員の対 応が遅れる C71.4 シャドー要員の急 病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	1	7	8	ID69と同じ	1	6	7	ID1と同じ ※船員の対応は期待せずに 少しでも危険を感じたらシャ ドー要員が対応することを徹底 する	NA

Table 2.8 HAZID WS (フェーズ：離着岸)

Sheet ID: 2

Phase: 離着岸

ID	Hazard	Causes	Consequences	Existing Safeguards	Index(before)			Safeguards at Trial	Index(after)			Emergency Plan	Comments
	ハザード	原因	結果	既存の安全対策	SI	FI	RI	実験時の追加対策	SI	FI	RI	緊急時計画	コメント（商用運航に向けた安
自律操船システム													
1	離着岸操船計画の立案の誤り	C1.1 入力情報（自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、離岸目標位置及び着岸目標位置等）の未取得や誤り C1.2 航海計画（所与）の未取得や誤り C1.3 自律操船システムの離着岸操船計画立案アルゴリズムの誤り C1.4 自律操船システムの不具合・故障 C1.5 マルウェアの侵入やハッキング	E1.1 岸壁、他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E1.2 （単）衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・航海計画入力時のダブルチェック ・自船や他船/漂流物の位置飛び時の警報 ・離着岸操船計画立案アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	・シャドー要員による常時監視 ・シャドー要員によるテイクオーバー ・操船切替等に関するシャドー要員の事前訓練 ・不具合や異常発生時は実験中止	2	5	7	①故障時や異常時は警報発令。または、シャドー要員の常時監視で異常・不具合を検知。 ②シャドー要員の判断で手動操船へ切替 ※必要な場合、緊急時計画の詳細は別途準備	・離着岸操船計画立案アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・出力の検証と検証結果に応じた対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
2	離着岸操船計画の立案の未実施	C2.1 入力情報（自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、離岸目標位置及び着岸目標位置等）の未取得 C2.2 航海計画（所与）の未取得 C2.3 自律操船システムの不具合・故障 C2.4 マルウェアの侵入やハッキング C2.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID1と同じ	・各システム故障時の警報 ・各種情報や航海計画未入力時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）

3	離着岸操船計画の立案の実施が遅すぎる/早すぎる	C3.1 入力情報（自船情報、他船/漂流物情報、気象海象情報、離岸目標位置及び着岸目標位置等）の未取得や誤ったタイミングでの取得 C3.2 自律操船システムの離着岸操船計画立案アルゴリズムの不具合（離着岸操船計画立案演算に時間が掛かり過ぎる） C3.3 自律操船システムの不具合・故障 C3.4 マルウェアの侵入やハッキング C3.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID1と同じ	ID2と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
4	運航フェーズ切替（離岸操船→通常航行）の誤り	C4.1 運航フェーズ切替位置（所与）の入力誤り C4.2 入力情報(自船位置情報)の誤り C4.3 自律操船システムの不具合・故障 C4.4 マルウェアの侵入やハッキング	E4.1 航路逸脱 E4.2 他船/物標、棧橋、座礁の危険性がある地点に異常接近 E4.3 他船・棧橋との衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置入力時のダブルチェック ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）
5	運航フェーズ切替（離岸操船→通常航行）の未実施	C5.1 運航フェーズ切替位置（所与）の入力誤りや未入力 C5.2 入力情報(自船位置情報)の入力誤りや未入力 C5.3 自律操船システムの不具合・故障 C5.4 マルウェアの侵入やハッキング C5.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID4と同じ	・各システム故障時の警報 ・運航フェーズ切替位置入力時のダブルチェック ・自船の位置飛び時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID2と同じ

6	運航フェーズ切替（離岸操船→通常航行）の実施が遅すぎる/早すぎる	C6.1 入力情報(自船位置情報)の取得タイミングの誤り C6.2 運航フェーズ切替アルゴリズムの不具合（切替演算に時間が掛かり過ぎる） C6.3 自律操船システムの不具合・故障 C6.4 マルウェアの侵入やハッキング C6.5 問い合わせ（本機能のトリガー）タイミングの誤り	ID4と同じ	・システム故障時の警報 ・航路逸脱時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・運航フェーズ切替位置からの一定距離超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID3と同じ
7	自身の状態の診断の誤り	C7.1 自律操船システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C7.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C7.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID4と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・自己診断機能の事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID4と同じ
8	自身の状態の診断の実施	C8.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C8.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C8.3 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に診断未実施→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に診断未実施→ID4と同じ	・自己診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID4と同じ
9	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C9.1 自律操船システムの自己診断機能の不具合・故障 C9.2 自律操船システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C9.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C9.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→E9.1 手動操船への切替遅れ E9.2 ODD外での自律操船 E9.3 岸壁、他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E9.5（単）衝突、座礁、転覆・沈没	ID8と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID4と同じ

自船情報統合システム													
10	自船情報の統合の誤り	C10.1 入力情報の不整合(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる、一つもしくは複数の古い情報との統合等) C10.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C10.3 マルウェアの侵入やハッキング	E10.1 誤った離着岸操船計画の立案 E10.2 誤った制御量の計算 E10.3 運航フェーズ切替の誤り/未実施 E10.4 航路逸脱 E10.5 他船/物標、岸壁、座礁の危険性がある地点に異常接近 E10.6 衝突、座礁、転覆・沈没	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み(どのデータを優先するか等) ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・情報統合アルゴリズムの改良 ・統合情報の信頼度の管理(信頼度評価と低信頼度時の対策の策定)
11	自船情報の統合の未実施	C11.1 入力情報の不整合(複数の自船情報センサの同一種類のデータが異なる) C11.2 自船情報統合システムの情報統合機能の不具合・故障、統合アルゴリズムの誤り C11.3 マルウェアの侵入やハッキング C11.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)の未達	ID10と同じ	・情報統合機能の事前検証 ・データに食い違いがある場合の対応方法の組み込み(どのデータを優先するか等) ・各システム故障時の警告 ・同一種類データが異なる場合の警告 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・情報統合アルゴリズムの改良 ・出力が無い場合の対処機能の導入(当該システムの再起動など。機能が停止している場合の対処として、自身の診断とは別に用意)
12	自船情報の統合の実施が遅すぎる/早すぎる	C12.1 自船情報統合システムの情報統合機能/アルゴリズムの不具合(情報統合に時間が掛かり過ぎる) C12.2 異なるセンサの情報取得タイミングの誤り C12.3 マルウェアの侵入やハッキング C12.4 問い合わせ(本機能起動のトリガー)タイミングの誤り	E12.1 誤った離着岸操船計画の立案 E12.2 誤った制御量の計算 E12.3 誤った位置での運航フェーズ切替 E12.4 航路逸脱 E12.5 他船/物標、岸壁、座礁の危険性がある地点に異常接近 E12.6 衝突、座礁、転覆・沈没	ID11と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策(冗長化等)の検討(費用対効果検討含む) ・情報統合アルゴリズムの改良 ・出力の遅れが大きい場合の対処機能の導入(当該システムの再起動など)

13	自身の状態の診断の誤り	C13.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C13.2 自船情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C13.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C13.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・自己診断機能のアルゴリズムの改良
14	自身の状態の診断の未実施	C14.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C14.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C14.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID13と同じ
15	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C15.1 自船情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C15.2 自船情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C15.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C15.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ

16	センサの状態の診断の誤り	C16.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C16.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C16.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C16.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID10と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・センサ状態診断機能のアルゴリズムの改良
17	センサの状態の診断の未実施	C17.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C17.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C17.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID10と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	・センサ状態診断機能の事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID16と同じ
18	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C18.1 自船情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C18.2 自船情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C18.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C18.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→ID12と同じ	・センサ状態診断機能及びアルゴリズムの事前検証 ・一定時間超過時の警報発出 ・ウイルス検知ソフトによりウイルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID16と同じ

岸壁距離計測システム													
19	自船と岸壁との距離の計測の誤り	C19.1 岸壁距離計測センサの故障・不具合 C19.2 岸壁距離計測システムの故障・不具合 C19.3 距離センサ→計測システム間の通信不具合・故障 C19.4 マルウェアの侵入やハッキング	E19.1 岸壁への異常接近 E19.2 岸壁との衝突	・各システム故障時の警報 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・センサ及びシステムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）
20	自船と岸壁との距離の計測の未実施	ID19と同じ	ID19と同じ	ID19と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID19と同じ
21	自船と岸壁との距離の計測の実施が遅すぎる/早すぎる	ID19と同じ	ID19と同じ	ID19と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID19と同じ
22	近接の場合の警報発出の誤り	C22.1 岸壁距離計測システムの不具合・故障 C22.2 岸壁距離計測システムの警報発出アルゴリズムの間違い C22.3 入力情報（警報発出判断に必要な情報）の誤り C22.4 マルウェアの侵入やハッキング	E22.1 実際には接近していないが、警報が発出される （実際には接近しているが、警報が発出されない場合はID23、24を参照）	ID19と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・警報発出アルゴリズムの改良
23	近接の場合の警報発出の未実施	ID22と同じ	（実際には接近しているが、警報が発出されない場合） E23.1 操船モード切替の遅延、失敗 E23.2 岸壁への異常接近 E23.3 岸壁との衝突	ID19と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID22と同じ

24	近接の場合の警報発出の実施が遅すぎる/早すぎる	C24.1 岸壁距離計測システムの不具合・故障 C24.2 岸壁距離計測システムの警報発出アルゴリズムの不具合（警報発出判断の計算に時間が掛かり過ぎる） C24.3 入力情報（警報発出判断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C24.4 マルウェアの侵入やハッキング	（実際には接近しているが、警報の発出が遅い場合） E24.1 操船モード切替の遅延、失敗 E24.2 岸壁への異常接近 E24.3 岸壁との衝突	・警報発出の適切なタイミングの検証 ・各システム故障時の警報 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID22と同じ
25	自身の状態の診断の誤り	C25.1 岸壁距離計測システムの自己診断機能の不具合・故障 C25.2 岸壁距離計測システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C25.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C25.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
26	自身の状態の診断の未実施	C26.1 岸壁距離計測システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C26.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C26.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID13と同じ

27	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C27.1 岸壁距離計測システムの自己診断機能の不具合・故障 C27.2 岸壁距離計測システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C27.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C27.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
28	センサの状態の診断の誤り	C28.1 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C28.2 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C28.3 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の誤り C28.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID19と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	ID16と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID16と同じ
29	センサの状態の診断の実施	C29.1 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断機能の故障 C29.2 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の未取得 C29.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID19と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される）	ID17と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID16と同じ
30	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C30.1 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C30.2 岸壁距離計測システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合（状態診断演算に時間が掛かり過ぎる） C30.3 入力情報（センサ状態診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C30.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し（一定時間超過時に警告は発出される） ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→ID19と同じ	ID18と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID16と同じ

34	自身の状態の診断の誤り	C34.1 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断機能の不具合・故 障 C34.2 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断機能のアルゴリズム 間違い C34.3 入力情報(自己 診断に必要な情報)の誤 り C34.4 マルウェアの侵入 やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
35	自身の状態の診断の未 実施	C35.1 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断機能の不具合・故 障・停止 C35.2 入力情報(自己 診断に必要な情報)の未 取得 C35.3 マルウェアの侵入 やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID13と同じ
36	自身の状態の診断の実 施が遅すぎる/早すぎる	C36.1 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断機能の不具合・故 障 C36.2 他船/漂流物等 情報統合システムの自己 診断アルゴリズムの不具 合 (自己診断演算に時 間が掛かり過ぎる) C36.3 入力情報(自己 診断に必要な情報)の取 得タイミングの誤り C36.4 マルウェアの侵入 やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ

37	センサの状態の診断の誤り	C37.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C37.2 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能のアルゴ リズム間違い C37.3 入力情報(センサ 状態診断に必要な情報) の誤り C37.4 マルウェアの侵入 やハッキング	・異常時に正常と誤診断 →ID31と同じ ・正常時に異常と誤診断 →異常警報に基づき手 動操船へ切替	ID16と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID16と同じ
38	センサの状態の診断の未実施	C38.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C38.2 入力情報(センサ 状態診断に必要な情報) の未取得 C38.3 マルウェアの侵入 やハッキング	・異常時に診断未実施 →ID31と同じ ・正常時に診断未実施 →問題無し(一定時間 超過時に警告は発出さ れる)	ID17と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID16と同じ
39	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C39.1 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断機能の不具 合・故障 C39.2 他船/漂流物等 情報統合システムのセン サ状態診断アルゴリズム の不具合(状態診断演算 に時間が掛かり過ぎる) C39.3 入力情報(センサ 状態診断に必要な情報) の取得タイミングの誤り C39.4 マルウェアの侵入 やハッキング	・正常時に正常と診断す るのが遅すぎる →問題無し(一定時間 超過時に警告は発出さ れる) ・異常時に異常と診断す るのが遅すぎる →ID31と同じ	ID18と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID16と同じ

43	自身の状態の診断の誤り	C43.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C43.2 気象海象情報統合システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C43.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C43.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
44	自身の状態の診断の実施	C44.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C44.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C44.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID13と同じ
45	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C45.1 気象海象情報統合システムの自己診断機能の不具合・故障 C45.2 気象海象情報統合システムの自己診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C45.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C45.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ

46	センサの状態の診断の誤り	C46.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C46.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能のアルゴリズム間違い C46.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の誤り C46.4 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に正常と誤診断→ID31と同じ ・正常時に異常と誤診断→異常警報に基づき手動操船へ切替	ID16と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID16と同じ
47	センサの状態の診断の実施	C47.1 気象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C47.2 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の未取得 C47.3 マルウェアの侵入やハッキング	・異常時に診断未実施→ID31と同じ ・正常時に診断未実施→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される)	ID17と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID16と同じ
48	センサの状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C48.1 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断機能の不具合・故障 C48.2 気象海象情報統合システムのセンサ状態診断アルゴリズムの不具合(状態診断演算に時間が掛かり過ぎる) C48.3 入力情報(センサ状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C48.4 マルウェアの侵入やハッキング	・正常時に正常と診断するのが遅すぎる→問題無し(一定時間超過時に警告は発出される) ・異常時に異常と診断するのが遅すぎる→ID31と同じ	ID18と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID16と同じ

船舶制御システム													
49	離着岸操船計画に基づく 制御量の計算の誤り	C49.1 離着岸操船計画の誤り C49.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の誤り C49.3 制御量計算アルゴリズムの誤り C49.3-2 対象船の操縦運動モデルの精度不良 C49.4 船舶制御システムの不具合・故障 C49.5 マルウェアの侵入やハッキング	E49.1 航路逸脱 E49.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E49.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・システム故障時の警報 ・制御量計算アルゴリズムのシミュレーションによる事前検証 ・対象船の操縦運動モデルの精度確保 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・制御量計算アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）
50	離着岸操船計画に基づく 制御量の計算の未実施	C50.1 離着岸操船計画の未取得 C50.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の未取得 C50.3 船舶制御システムの不具合・故障 C50.4 マルウェアの侵入やハッキング C50.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID49と同じ	・システム故障時の警報 ・各種情報未取得時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・挙動の検証機構の導入（接岸速度の見張りなど） ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
51	離着岸操船計画に基づく 制御量の計算の実施が遅すぎる/早すぎる	C51.1 離着岸操船計画の取得タイミングの誤り C51.2 入力情報(制御量計算に必要な情報)の取得タイミングの誤り C51.3 制御量計算アルゴリズムの不具合（制御量計算に時間が掛かり過ぎる） C51.4 船舶制御システムの不具合・故障 C51.5 マルウェアの侵入やハッキング C51.6 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID49と同じ	・システム故障時の警報 ・シミュレーションによる事前検証 ・一定時間超過時の警告発出 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバブルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・挙動の検証機構の導入（接岸速度の見張りなど） ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）

52	舵/機関の制御の誤り	C52.1 制御量計算の誤り C52.2 アクチュエータの不具合・故障	E52.1 航行不能 E52.2 航路逸脱 E52.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E52.4 衝突、座礁、転覆・沈没	・システムの事前検証 ・アクチュエータ不具合・故障時の警報	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・舵/機関の状態が誤っている場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。）
53	舵/機関の制御の未実施	C53.1 入力情報(制御量)の未取得 C53.2 アクチュエータの不具合・故障 C53.3 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID52と同じ	・アクチュエータ不具合・故障時の警報 ・制御量未取得時の警報 ・一定時間超過時の警告発出	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・舵/機関の制御が行われていない場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。） ・問い合わせ元は、応答がなければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・再問い合わせでも応答がない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
54	舵/機関の制御の実施が遅すぎる/早すぎる	C54.1 入力情報(制御量)の取得タイミングの誤り C54.2 アクチュエータの不具合・故障 C54.3 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID52と同じ	ID53と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	・信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・舵/機関の制御の遅れが一定以上の場合の対処機能の導入（当該システムの再起動など。） ・問い合わせ元は、応答が遅ければ、新しい入力情報で再問い合わせをする機構にする ・応答が間に合わない場合の対処機能の導入（自動化レベルに応じて、人または機械で実装）
55	舵/機関の状態の診断の誤り	C55.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C55.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能のアルゴリズム間違い C55.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の誤り C55.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・舵/機関状態診断機能のアルゴリズムの改良

56	舵/機関の状態の診断の未実施	C56.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C56.2 入力情報(舵/機関診断に必要な情報)の未取得 C56.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID55と同じ
57	舵/機関の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C57.1 船舶制御システムの舵/機関状態診断機能の不具合・故障 C57.2 船舶制御システムの舵/機関状態診断アルゴリズムの不具合(自己診断演算に時間が掛かり過ぎる) C57.3 入力情報(舵/機関状態診断に必要な情報)の取得タイミングの誤り C57.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID55と同じ
58	自身の状態の診断の誤り	C58.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C58.2 船舶制御システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C58.3 入力情報(自己診断に必要な情報)の誤り C58.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
59	自身の状態の診断の未実施	C59.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C59.2 入力情報(自己診断に必要な情報)の未取得 C59.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID13と同じ

60	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C60.1 船舶制御システムの自己診断機能の不具合・故障 C60.2 船舶制御システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C60.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C60.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
自律運航管理システム													
61	操船モード切替指示の誤り	C61.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C61.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C61.3 入力情報（操船モード切替判断に必要な情報）の誤り C61.4 マルウェアの侵入やハッキング	E61.1 ODD外での自律離着岸操船 E61.2 航路逸脱 E61.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E61.4 衝突、座礁、転覆・沈没	・各システム故障時の警報 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・操船モード切替アルゴリズムの改良 ・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む）
62	操船モード切替指示の未実施	C62.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C62.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの間違い C62.3 入力情報（操船モード切替判断に必要な情報）の誤り C62.4 マルウェアの侵入やハッキング C62.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）の未達	ID61と同じ	・各システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・ODD入力時のダブルチェック ・航路逸脱時の警報 ・操船モード切替指示機能のシミュレーションによる事前検証 ・ウィルス検知ソフトによりウィルスが検知されていないリムーバルメディアのみの接続、外部ネットワークとの未接続	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID2と同じ

63	操船モード切替指示の実施が遅すぎる/早すぎる	C63.1 自律運航管理システムの不具合・故障 C63.2 自律運航管理システムの操船モード切替アルゴリズムの不具合（操船モード切替判断の計算に時間が掛かり過ぎる） C63.3 入力情報（操船モード切替判断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C63.4 マルウェアの侵入やハッキング C63.5 問い合わせ（本機能起動のトリガー）タイミングの誤り	ID61と同じ	ID62と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID3と同じ
64	自身の状態の診断の誤り	C64.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C64.2 自律運航管理システムの自己診断機能のアルゴリズム間違い C64.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の誤り C64.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID7と同じ	ID7と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
65	自身の状態の診断の未実施	C65.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障・停止 C65.2 入力情報（自己診断に必要な情報）の未取得 C65.3 マルウェアの侵入やハッキング	ID 8と同じ	ID8と同じ	2	4	6	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID13と同じ

66	自身の状態の診断の実施が遅すぎる/早すぎる	C66.1 自律運航管理システムの自己診断機能の不具合・故障 C66.2 自律運航管理システムの自己診断アルゴリズムの不具合（自己診断演算に時間が掛かり過ぎる） C66.3 入力情報（自己診断に必要な情報）の取得タイミングの誤り C66.4 マルウェアの侵入やハッキング	ID9と同じ	ID9と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID13と同じ
船員													
67	自律運航管理システムからの指示に基づく昇橋の未実施	C67.1 昇橋の未実施 C67.2 昇橋の必要性やシステムからの指示の理解不足による昇橋の未実施 C67.3 不適切なHMI等により指示が把握できない C67.4 他タスクによる拘束	ID61と同じ	・一定時間経過後も船員が対応しない場合はMRM/MRCへ移行 ・適切なHMI設計と検証	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・船員モニタリングシステム及び居眠り防止システムの導入検討 ・各種状況に応じたMRM/MRCの網羅性の検証 ・待機船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限）
68	自律運航管理システムからの指示に基づく昇橋の実施が遅すぎる/早すぎる	C68.1 昇橋が遅れる、居場所が遠い C68.2 不適切なHMI等により指示の把握に時間が掛かり昇橋の実施が遅れる C68.3 自律運航管理システムの指示が遅すぎる C68.4 他タスクからの解放に時間がかかる	ID61と同じ	・適切なHMI設計と検証 ・一定時間経過後も船員が対応しない場合はMRM/MRCへ移行 ・適切なタイミングでの指示のための自律運航管理システムのアルゴリズム検証	2	6	8	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・船員モニタリングシステム及び居眠り防止システムの導入検討 ・各種状況に応じたMRM/MRCの網羅性の検証 ・待機船員のワークロード管理（従事可能な業務の制限） ・待機船員の居場所の制限

69	現在状況の把握の誤り	C69.1 現在状況について誤った理解をさせるようなHMI C69.2 船員がシステムの操作方法を理解していない C69.3 システムの不具合・故障による誤った情報表示 C69.4 表示情報の見間違い、解釈の誤り C69.5 同時発生タスクによる注意散漫、時間的切迫	E69.1 誤った理解に基づく手動操船 E69.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E69.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・適切なHMI設計と検証 ・船員の事前訓練 ・一定時間経過後も船員が対応しない場合はMRM/MRCへ移行	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・システムの信頼性向上策（冗長化等）の検討（費用対効果検討含む） ・各種状況に応じたMRM/MRCの網羅性の検証 ・船員に昇橋を求める状況でのワークロード管理（発生するタスクの量に応じた船員数の確保、船員に昇橋を求める状況で使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）
70	現在状況の把握の未実施	C70.1 現在状況の把握が困難なHMI C70.2 船員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握ができない C70.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握ができない C70.4 同時発生タスクによる失念	E70.1_1 ODD外での自律操船 E70.1_2 誤った理解に基づく手動操船 E70.2 航路逸脱 E70.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E70.4 衝突、座礁、転覆・沈没	ID69と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID69と同じ
71	現在状況の把握の実施が遅すぎる/早すぎる	C71.1 操作が困難なHMI又は現在状況の把握が困難なHMIのために現在状況の把握に時間が掛かる C71.2 船員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握に時間が掛かる C71.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握に時間が掛かる C71.4 同時発生タスクによるリソース不足	E71.1 ODD外での自律操船 E71.2 航路逸脱 E71.3 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E71.4 衝突、座礁、転覆・沈没	ID69と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID69と同じ

72	システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替の誤り	C72.1 操船モード切替機能の不具合・故障 C72.2 船員が操船モード切替方法に習熟していない C72.3 同時発生タスクによる注意散漫/時間的切迫	ID61と同じ	・各システム故障時の警報 ・船員の事前訓練 ・操船モード切替方法のマニュアル整備	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID69と同じ
73	システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替の未実施	C73.1 昇橋の未実施 C73.2 操船モード切替操作の必要性の理解不足 C73.3 操船モード切替の把握が困難なHMI C73.4 操船モード切替機能の不具合・故障 C73.5 操船モード切替指示が発令されない C73.6 同時発生タスクによる失念	ID61と同じ	・各システム故障時の警報 ・一定時間超過時の警告発出 ・船員のシステムへの理解力向上のためのマニュアル整備 ・適切なHMI設計と検証	2	5	7	ID1と同じ	2	4	6	ID1と同じ	ID69と同じ
74	システムからの操船モード切替指示に基づく操船モード切替の実施が遅すぎる/早すぎる	C74.1 操作方法の理解不足 C74.2 操船モード切替の必要性の把握が困難なHMIのために操船モード切替に時間が掛かる C74.3 操船モード切替機能の不具合・故障 C74.4 操船モード切替指示が発令が遅すぎる C74.5 同時発生タスクによるリソース不足	ID61と同じ	ID73と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID69と同じ
75	手動操船の誤り	C75.1 手動操船システムの不具合・故障 C75.2 船員が手動操船システムの操作方法を理解していない C75.3 他船の動向等の推測誤り C75.4 船員が手動操船に習熟していない C75.5 船員が長期間自動操船に頼りきりで、手動操船技能が低下 C75.6 同時発生タスクによる注意散漫/時間的切迫	E75.1 船員の意図とは異なる手動操船 E75.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E75.3 衝突、座礁、転覆・沈没	・手動操船システムの冗長化 ・船員の事前訓練	2	6	8	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	・手動操船システムの点検 ・手動操船システムの適切なHMI設計 ・船員に昇橋を求める状況でのワークロード管理（発生するタスクの量に応じた船員数の確保、船員に昇橋を求める状況で使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）

76	手動操船の未実施	C76.1 手動操船システムの不具合・故障 C76.2 船員が手動操船システムの操作方法を理解していない C76.3 手動操船への代替が未実施 C76.4 同時発生タスクによる失念	E76.1 手動操船や自律操船に基づかない運航 E76.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E76.3 衝突、座礁、転覆・沈没	ID75と同じ	2	5	7	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID75と同じ
77	手動操船の実施が遅すぎる/早すぎる	C77.1 手動操船システムの不具合・故障 C77.2 船員が手動操船システムの操作方法を理解していない C77.3 他船の動向等の推測誤り C77.4 手動操船への代替が遅れる C77.5 同時発生タスクによるリソース不足	E77.1 誤った操船 E77.2 他船/物標、座礁の危険性がある地点に異常接近 E77.3 衝突、座礁、転覆・沈没	ID75と同じ	2	6	8	ID1と同じ	2	5	7	ID1と同じ	ID75と同じ
シャドー要員													
78	各システム、周辺状況等の常時モニタリングの誤り	C78.1 現在状況について誤った理解をさせるようなHMI C78.2 シャドー要員がシステムの操作方法を理解していない C78.3 システムの不具合・故障による誤った情報表示 C78.4 他タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	NA	2	5	7	・各システムの操作方法のマニュアル整備 ・シャドー要員の事前訓練 ・適切なHMI設計と検証 ・システム故障時の警報 ・実証実験時にはメーカー技師等も同乗 ・シャドー要員のワークロード管理（タスク量に応じたシャドー要員数の確保、使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）	2	4	6	ID1と同じ	NA

79	各システム、周辺状況等の常時モニタリングの未実施	C79.1 現在状況の把握が困難なHMI C79.2 シェード要員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握ができない C79.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握ができない C79.4 シェード要員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	2	5	7	ID78と同じ	2	4	6	ID1と同じ	NA
80	各システム、周辺状況等の常時モニタリングの実施が遅すぎる/早すぎる	C80.1 操作が困難なHMI又は現在状況の把握が困難なHMIのために現在状況の把握に時間が掛かる C80.2 シェード要員がシステムの操作方法を理解しておらず現在状況の把握に時間が掛かる C80.3 システムの不具合・故障により現在状況の把握に時間が掛かる C80.4 シェード要員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	2	5	7	ID78と同じ	2	5	7	ID1と同じ	NA
81	緊急時対応（手動操船強制切替）の誤り	C81.1 操船モード切替機能の故障 C81.2 シェード要員が操船モード切替方法に習熟していない C81.3 他タスクによる注意散漫、時間的切迫	ID1と同じ	NA	2	6	8	・操船モード切替方法のマニュアル整備 ・シェード要員の事前訓練 ・シェード要員のワークロード管理（タスク量に応じたシェード要員数の確保、使用可能な自動化の導入などによるリソースの補充）	2	5	7	ID1と同じ	NA

82	緊急時対応（手動操船 強制切替）の未実施	C82.1 自律操船システムへの過信 C82.2 シャドー要員が現状が緊急時であることを把握していない（自船性能や現在の自船/周囲/環境等の情報に対する誤った認識） C82.3 船員が対応すると考えて、シャドー要員は対応しない C82.4 シャドー要員が操船モード切替方法に習熟していない C82.5 シャドー要員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	2	6	8	ID81と同じ	2	5	7	ID1と同じ ※船員の対応は期待せずに 少しでも危険を感じたらシャ ドー要員が対応することを徹底 する	NA
83	緊急時対応（手動操船 強制切替）の実施が遅 すぎる/早すぎる	C83.1 操船モード切替機能の故障 C83.2 シャドー要員が操船モード切替方法に習熟していない C83.3 船員が対応すると考えて、シャドー要員の対応が遅れる C83.4 シャドー要員の急病/居眠り/他タスク等	ID1と同じ	NA	2	6	8	ID81と同じ	2	5	7	ID1と同じ ※船員の対応は期待せずに 少しでも危険を感じたらシャ ドー要員が対応することを徹底 する	NA

参考文献

- [1] IMO: MSC.1/Circ.1455 Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments (2013)
- [2] ClassNK：リスク評価ガイドライン，第2版（2017）
- [3] 国土交通省海事局：自動運航船に関する安全ガイドライン(2022)
- [4] ClassNK：自動運航，自律運航に関するガイドライン(Ver.1.0) ～自動化システム／遠隔制御システムの設計開発，船舶搭載並びに運用について～(2020)
- [5] IMO: MSC.1/Circ.1212 Guidelines on alternative design and arrangements for SOLAS chapters II-1 and III (2006)
- [6] IMO: MSC/Circ.1002 Guidelines on alternative design and arrangements for fire safety (2001)
- [7] IMO: MSC-MEPC.2/Circ.12 Revised guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process (2013)
- [8] Bureau Veritas: Guidelines for Autonomous Shipping (2019)
- [9] DNV-GL: Autonomous and remotely operated ships (2018)
- [10] 塩莉他：システムモデリングによるリスク解析手法の自動運航船の概念設計への適用，日本船舶海洋工学会春季講演会論文集第32号，pp.355-366 (2021)
- [11] MUNIN: D9.2, Qualitative assessment, FP7 GA-No 314286 (2015)
- [12] EMSA: Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Part 1, Report No. 2019-1296, Rev.0 (2020)
- [13] EMSA: Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Part 2, Report No. 2019-0805, Rev.0 (2020)
- [14] USTRAT: AUTOSHIP D2.4a – Risk assessments, fail-safe procedures and acceptance criteria The Inland Waterway vessel analysis (2020)
- [15] ISO/IEC 31010 (Risk management – Risk assessment techniques)
- [16] ISO/IEC 27005 (information technology – Security techniques – Information security risk management)
- [17] IEC 60812:2006 (Analysis technique for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA))
- [18] IEC 61882:2016 (Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide)
- [19] NK：リスク評価ガイドライン(第2版) 付属書1 FMEAの実施に関するガイドライン (IGCコード関連)
- [20] N. G. Leveson and J. P. Thomas: STPA HANDBOOK, 2018.
- [21] IMO: MSC.97(73) Adoption of the international code of safety for high-speed craft, 2000 (2000 HSC code) (2000)
- [22] IPA/SEC: STAMP 手法に関する調査報告書 (2015)
- [23] 福澤：STAMP/STPAによるシステム安全・セキュリティ解析，システム／制御／情報，

Vol.62, No.4, pp.130-133 (2018)