

令和3年(第21回)海上技術安全研究所研究発表会

自動運航船の実現のためのIMO条約等に 共通する規則上の課題



¹国際連携センター/²海洋リスク評価系
塩苅 恵^{1,2}、太田 進¹



目次

1. はじめに
2. RSEの方法
3. 担当条約等の範囲とRSEの結果
4. 共通の重要課題の検討
5. MSCにおける今後の作業
6. まとめ

1. はじめに



背景 ～国際海事機関 (IMO)での審議動向(1)～

* 第98回海上安全委員会 (MSC 98)

- * “Regulatory Scoping Exercise (**RSE**) for the use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)” 「**自動運航船の利用のための規則の論点整理**」を新規作業計画に含めることに合意。

* 第100回海上安全委員会 (MSC 100)

- * **RSEの枠組み**を承認。

- * **第一段階**：自動運航船の**運航を妨げる**、または**改正や明確化が必要なIMO規則を特定**するための検討

- * **第二段階**：自動運航船の運航に対処するための**最適な方法**を決定するための**分析**

- * 有志国が初期検討／分析 → 他国・機関等によるコメント → 有志国が結果取りまとめ



背景 ～国際海事機関 (IMO)での審議動向(2)～

- * 著者らは日本を代表し，以下の検討／分析を主導
 - * 海上人命安全 (SOLAS)条約附属書 第II-2, VI, VII, XII, XIII章
 - * 上記の章で義務化されているコード（規則，規程）およびスタンダード（基準）
- * 全ての規則の論点整理 (RSE)結果は，海上安全委員会 (MSC)に提出。
→ 2021年5月のMSC 103において承認。

本日の発表の流れ

1. はじめに
2. RSEの方法
3. 担当条約等の範囲とRSEの結果
4. 共通の重要課題の検討
5. MSCにおける今後の作業
6. まとめ

著者らが担当したRSEの結果を紹介。

著者らが全てのRSEの結果をレビューして特定した，共通の重要課題と対応方法の案を紹介。

MSCで合意された，共通課題と今後の優先作業を紹介。



2. RSEの方法



定義（RSEのための暫定的な定義）

- * 自動運航船：様々な程度において、人間の介入なしに運航できる船舶。
- * 自動化の程度：下表の通り。

自動化の程度の定義

程度1	<u>自動化されたプロセスや意思決定支援のある船舶</u> ：船員が乗船し、船上システム及び機能の操作及び制御を行う。自動化され、一時的に監視されない操作もあるが、船員は制御を引き継ぐ準備ができています。
程度2	<u>船員が乗船して遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員が乗船し、船上システム及び機能の操作及び制御を引き継ぐことができる。
程度3	<u>船員が乗船せずに遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員は乗船しない。
程度4	<u>完全自律化された船舶</u> ：船舶の運航システムが意思決定を行い、行動を決定することができる。

RSEの手順（第一段階）

- * 自動運航船の運航を妨げる，または改正や明確化が必要なIMO規則を特定するための検討。
- * 規則ごとに下表の選択肢から選ぶ。
- * 有志国が初期検討 → 他国・機関等がコメント → 有志国が結果取りまとめ，MSCに報告

IMO規則の改正の要否等に関する分類（RSE第一段階の選択肢）

A	自動運航船に適用され，自動運航船の運航を妨げる。
B	自動運航船に適用されるが，自動運航船の運航を妨げないので，改正等は必要ない。
C	自動運航船に適用され，自動運航船の運航を妨げないが，改正や明確化が必要かもしれない。もしくは，ギャップを含む。
D	自動運航船の運航に適用されない。



RSEの手順（第二段階）

- * 実質的には、第一段階でAまたはCと特定された規則を含む条約等が対象。
- * 自動運航船の運航に対処するための最適な方法を決定するための分析。
- * 条約，コード，スタンダードごと（SOLAS条約は章ごと）に下表の選択肢から選ぶ。
- * 有志国が初期分析 → 他国・機関等がコメント → 有志国が結果取りまとめ，MSCに報告

自動運航船の運航に対処するための最適な方法の分類 （RSE第二段階の選択肢，複数選択可）

I	条約等で用意されている同等性の利用または解釈の作成
II	既存の条約等の改正
III	新規条約等の作成
IV	上記のいずれにも該当しない



3. 担当条約等の範囲とRSEの結果



RSE担当範囲(1)

- * SOLAS条約附属書 第II-2章「構造（防火並びに火災探知及び消火）」
 - * 国際火災安全設備コード（FSS Code）
 - * 国際火災試験方法コード2010（2010 FTP Code）
- * SOLAS条約附属書 第VI章「貨物及び燃料油の運送」
 - * 国際海上固体ばら積み貨物コード（IMSBC Code）
 - * 貨物の積付け及び固定に関する安全実施規則（CSS Code）第1.9節
 - * 国際穀類コード（International Grain Code）

RSE担当範囲(2)

- * SOLAS条約附属書 第VII章「危険物の運送」
 - * 国際海上危険物規程 (IMDG Code)
 - * 国際バルクケミカルコード (IBC Code)
 - * 国際ガスキャリアコード (IGC Code)
 - * 照射済核燃料コード (INF Code)
- * SOLAS条約附属書 第XII章「ばら積み貨物船のための追加的安全措置」
 - * ばら積み貨物船の隔壁及び二重底強度基準
 - * ばら積み貨物船のハッチ・カバーの船主による検査及び保守についての基準
 - * 単船側外板構造のばら積み貨物船の船側構造についての基準
- * SOLAS条約附属書 第XIII章「遵守の確認」
 - * 実施のためのコード (III Code) は、国際満載喫水線条約 (LL条約) の主担当であるインドが担当



RSE実施における仮定

- * SOLAS条約附属書 II-2章，VI章，VII章，並びにこれらの章の関連コードについては，RSEの実施において，次のような仮定を置いた。
 - * 自動化の程度1及び2の船舶には**船員が乗船**しており，船上システム及び機能の制御を**引き継ぎ**，**操作できる状態**にある。
 - * 自動化の程度3及び4の船舶には，**着岸**，**荷役及び係船作業**の際には**人間が乗船**している。
 - * 自動化の程度4の船舶においては，完全自律化された船舶であっても，遠隔地から**人間が監視**を行う。
- * 一方，SOLAS条約附属書 XII章，XIII章，並びにXII章の関連スタンダードについては，RSEの実施において特に仮定は置かなかった。



自動化の程度の定義（再掲）

自動化の程度の定義

程度1	<u>自動化されたプロセスや意思決定支援のある船舶</u> ：船員が乗船し，船上システム及び機能の操作及び制御を行う。自動化され，一時的に監視されない操作もあるが，船員は制御を引き継ぐ準備ができています。
程度2	<u>船員が乗船して遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員が乗船し，船上システム及び機能の操作及び制御を引き継ぐことができる。
程度3	<u>船員が乗船せずに遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員は乗船しない。
程度4	<u>完全自律化された船舶</u> ：船舶の運航システムが意思決定を行い，行動を決定することができる。



RSEの結果（自動化の程度1）

- * 著者らの担当範囲では、RSE第一段階の結果は**全て B または D**。
 - * 程度1の自動運航船は、一部プロセスが自動化されるものの、船員が操船を引き継ぐ準備ができている状態のため、現行規則の枠組みから大きく逸脱するものではなく、規則の改正等の必要はないと判断。
- * **第二段階の結果は全て IV**。

IMO規則の改正の要否等に関する分類（RSE第一段階の選択肢）

B

自動運航船に適用されるが、自動運航船の運航を妨げないので、改正等は必要ない。

D

自動運航船の運航に適用されない。

自動運航船の運航に対処するための最適な方法の分類 （RSE第二段階の選択肢、複数選択可）

IV

上記のいずれにも該当しない



自動化の程度の定義（再掲）

自動化の程度の定義

程度1	<u>自動化されたプロセスや意思決定支援のある船舶</u> ：船員が乗船し，船上システム及び機能の操作及び制御を行う。自動化され，一時的に監視されない操作もあるが，船員は制御を引き継ぐ準備ができています。
程度2	<u>船員が乗船して遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員が乗船し，船上システム及び機能の操作及び制御を引き継ぐことができる。
程度3	<u>船員が乗船せずに遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員は乗船しない。
程度4	<u>完全自律化された船舶</u> ：船舶の運航システムが意思決定を行い，行動を決定することができる。



RSEの結果（自動化の程度2, 3, 4・第一段階）(1)

- * 著者らの担当範囲において、一部の規則がCに分類された。
- * 自動化の程度2, 3, 4の船舶に共通の課題が特定された規則は下記の通り。
 - * 船長, 船員, 責任者等の人間を表す用語の定義 (II-2章, VI章, VII章, FSS, IMSBC, CSS, Grain, IMDG, IBC, IGC, INF)
 - * 船上の有人の場所 (control stations, safety centre, cargo control room等) の定義 (II-2章, FSS, IBC, IGC)
 - * 警報等, 船上の船員に対してのみ有効な設備に関する規則 (II-2章, XII章, FSS, IBC, IGC)

IMO規則の改正の要否等に関する分類（RSE第一段階の選択肢）

C

自動運航船に適用され、自動運航船の運航を妨げないが、改正や明確化が必要かもしれない。もしくは、ギャップを含む。



RSEの結果（自動化の程度2, 3, 4・第一段階）(2)

課題が特定された規則の一例

- * SOLAS条約附属書 第II-2章 第3規則「定義」では，“control stations”や“safety centre”といった用語の定義が定められている。
 - ➡ これらは船上の場所を指しており，船上の船員が作業を行うことを想定したものであり，遠隔操船／遠隔監視を可能にするためには規則の改正または新規作成が必要。
- * SOLAS条約附属書 第II-2章 第7規則「探知及び警報」では，火災の探知及び警報のための機能要件が定められている。
 - ➡ この規則は，警報が船上の船員に対して発せられることを前提に機能要件を定めたものであり，遠隔操船／遠隔監視を行う職員に対する警報について検討が必要。

RSEの結果（自動化の程度3, 4・第一段階）(1)

- * 自動化の程度3, 4の船舶に特有の課題が特定された規則は下記の通り。
 - * **火災の検知及び制御**に関する機能要件（II-2章）
 - * **手動操作**が必要なシステム及び設備等（持ち運び式消火器，貨物の固定具等）に関する規則（II-2章，VI章，VII章，FSS，IBC，IGC，INF）
 - * **人間による行動**（消火活動，貨物液状化等の非常時対応，船上保守作業）または**船上作業の手順指示書**の用意を規定した規則（II-2章，VI章，VII章，XII章，IMSBC，Grain，IMDG，IBC，IGC，ばら積み貨物船のハッチ・カバーの船主による検査及び保守についての基準）
 - * **宿泊設備**または人間による**接近のしやすさ**に関する規則（II-2章，VII章，XII章，FSS，IBC，IGC）
 - * 事故の基準を含む，**安全な帰港**の規則（II-2章）
 - * **船上での非常時の計画**等を定めた規則（INF）



RSEの結果（自動化の程度3, 4・第一段階）(2)

課題が特定された規則の一例

- * SOLAS条約附属書 第II-2章 第10規則「消火」等では、持ち運び式消火器の備え付けが義務付けられている。
- ➡ これらは船員の乗船しない船舶では使用不可であるため、無人運航を可能にするためには規則の改正または新規作成が必要。
- * IMDGコード第7部「輸送作業に関する規定」では、船員または責任者によるRO-RO貨物区域の、航海中の定期的な点検や、事故発生時の船長による判断を求めている。
- ➡ この規則は、航海中に船上の船員に対して作業を求めているものであり、無人運航を可能にするためには規則の改正または新規作成が必要。



RSEの結果（自動化の程度2, 3, 4・第二段階）

- * 第一段階で特定された課題を含むSOLAS条約附属書各章及び関連コード、スタンダードについては、規則の改正または新規作成が必要。
- * 自動運航船の運航に対処するための最適な方法として、「II かつ/または III」を選択した。

自動運航船の運航に対処するための最適な方法の分類 (RSE第二段階の選択肢, 複数選択可)

- | | |
|-----|-----------|
| II | 既存の条約等の改正 |
| III | 新規条約等の作成 |

4. 共通の重要課題の検討



複数の条約等に共通の重要課題

- * MSCに提出されたRSE結果報告書を全てレビューした。
- * 自動運航船の実現に向けた規則上の課題を整理した。
- * 多くの条約等に共通する重要な課題は以下の通り。
 - ① 船長，船員，責任者等の人間を表す用語の定義
 - ② 遠隔制御センター（名称は今後検討の必要あり）の船外職員の役割と責任
 - ③ 船上の船員と船外職員の役割分担等
 - ④ 遠隔制御センターの設備等に必要な要件
 - ⑤ 手動操作が必要な船上のシステム及び設備等の要件



共通の重要課題への対応方法(1)

① 船長，船員，責任者等の人間を表す用語の定義

- * 自動化の程度2, 3, 4の自動運航船の実現のために対応が必要。
- * 定義の方法について各国から様々な方法（統一解釈作成，規則改正，新規則作成 等）が提案。
- * 全ての条約等において統一的かつ一貫性のある定義の作成が必要との認識は一致。

共通の重要課題への対応方法(2)

② 遠隔制御センターの船外職員の役割と責任

- * 自動化の程度2, 3, 4の自動運航船の実現のために対応が必要。
- * まず船外職員を船員とみなすかどうかを検討する必要。
 - * 船員とみなす場合：船外職員も含むように船員の定義を変更し，船外職員の役割や責任について規定する必要。
 - * 船員とみなさない場合：船員とは別に，船外職員の定義を新規作成し，その役割や責任についても規定する必要。

共通の重要課題への対応方法(3)

③ 船上の船員と船外職員の役割分担等

- * **自動化の程度2**（船上と船外の両方に職員が存在）の自動運航船の実現のために対応が必要。
- * **通常時／非常時**のどちらの状況についても、**明確かつ具体的な役割分担**が必要。
- * 規則上の対応は、船上の船員と船外職員の**役割分担を明確にしておくことを船主等に求める規則**を作成する等が現実的。
- * 具体的な役割分担にまで規則で言及することは困難である可能性。

共通の重要課題への対応方法(4)

④ 遠隔制御センターの設備等に必要な要件

- * 自動化の程度2, 3, 4の自動運航船の実現のために対応が必要。
- * 例えば、以下の要件の検討が必要。
 - * 船舶との通信に関する要件
 - * 遠隔操船時に通信が途絶した場合の非常時対応に関する要件
 - * 船上の異常発生時の正確な状況把握のための警報等のシステムに関する要件
 - * 遠隔制御センターからの異常事態への対応のための要件

共通の重要課題への対応方法(5)

⑤ 手動操作が必要な船上のシステム及び設備等の要件

- * **自動化の程度2, 3, 4**の自動運航船の実現のために対応が必要。
- * 以下の**2種類**に大別される。
 - * 人間による操作を明示的に求めている規則：特に自動化の程度3, 4の自動運航船の実現のために**改正が必要**。
 - * 手動操作が必要なシステムや設備の設置を求めている規則：当該システム等の自動化または遠隔操作を可能とする**新規技術開発によって解決の可能性**。

➡ ただし、自動化システムについて手動操作が可能であることを求める規則等も存在。このような規則に対しては、その**規則の背景にある意図**を理解するとともに、**意図された機能を達成するための適切な代替手段**の検討が必要。

これらの課題と対応方法の案は、今後のIMOでの議論の参考となる。

5. MSCにおける今後の作業



MSC 103で特定された共通課題

* 各国が提出したRSE結果報告を基に、各条約等に共通の課題が下記の通り整理された。

- | | |
|---------------------|------------------------|
| ① 船長，船員，責任者等の用語の定義 | ⑥ 船上の証書及びマニュアル |
| ② 遠隔操船場所 | ⑦ 通信の接続性，サイバーセキュリティ |
| ③ 船員の役割を担う遠隔操船者 | ⑧ 見張り |
| ④ 手動操作が必要な設備等に関する規定 | ⑨ 海難救助への自動運航船の関わり |
| ⑤ 職員による行動を求める規定 | ⑩ 船上で利用可能な，安全な運航に必要な情報 |
| | ⑪ 用語 |

➡ 著者らが整理した重要な共通課題とも概ね一致。

この中で、①、②、③、⑪は、如何に自動運航船の運航を安全かつ効率的に規則の枠組みに導入するかにおいて核心となる課題であるとして、特に優先的に検討することが必要であると合意。

MSC 103での合意事項

- * 優先的に検討される共通課題のほか、以下の通り合意された。
- * 個々の規則改正より、新たに包括的な規則を作成することが望ましいであろう。
- * 目標志向型の義務要件や、自動化システムの搭載等の指針となる非義務的ガイドラインの作成を検討すべきであろう。
- * これらの規則等の作成と並行して、以下の検討も優先的に行う。
 - * 自動運航船や自動化の程度の定義
 - * 自動運航船に関する専門用語の整理
(自律, 自動, 制御等の用語の意味や使い方の統一, 他の産業分野での使用例や法的な意味等も考慮する必要)

定義（RSEのための暫定的な定義）（再掲）

- * 自動運航船：様々な程度において，人間の介入なしに運航できる船舶。
- * 自動化の程度：下表の通り。

自動化の程度の定義

程度1	<u>自動化されたプロセスや意思決定支援のある船舶</u> ：船員が乗船し，船上システム及び機能の操作及び制御を行う。自動化され，一時的に監視されない操作もあるが，船員は制御を引き継ぐ準備ができています。
程度2	<u>船員が乗船して遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員が乗船し，船上システム及び機能の操作及び制御を引き継ぐことができる。
程度3	<u>船員が乗船せずに遠隔操作される船舶</u> ：船舶は別の場所から制御及び操船される。船員は乗船しない。
程度4	<u>完全自律化された船舶</u> ：船舶の運航システムが意思決定を行い，行動を決定することができる。

6. まとめ



まとめ

- * SOLAS条約の多くの章と関連コード等のRSEを主導した。
- * 全てのRSEの結果（MSC所掌内）をレビューし，自動運航船の実現に当たって多くの条約等に共通する重要な課題を特定した。
- * 上記課題への対応方法の案を検討した。⇒IMOでの議論の参考に
- * MSC 103では，RSE結果を基に共通課題を特定し，今後の優先作業として，これらの対処方法の検討とともに，新たな規則等の作成が必要と思われることが合意された。
- * 今後も当所は自動運航船に関するIMO会議に参加し，上記の課題とその対応方法等を念頭に，自動運航船に関する国際条約等の制定に貢献していく。

ご清聴ありがとうございました

本研究の一部は、（一財）日本船舶技術研究協会の2018年度及び2019年度自動運航船の開発・実装に係る制度に関する調査研究（自動運航船プロジェクト）で実施されたものであり、日本財団の助成を受けています。

