

5.1 「自動運航船の遠隔操船者の能力要件に関する検討」

想定する自動運航船の前提条件

独立行政法人海技教育機構

近藤宏一

船員スキル定量化事業フェーズ2全体概要

想定1から4に基づき以下を実施

- ①【海技教育機構が】1隻対象のシミュレータによる遠隔監視・操船実験、【海洋大・JAMSSが】複数隻対象の遠隔監視実験及び分析を実施
- ② ①を踏まえて、【海技教育機構が】遠隔オペレータの能力要件等（船員との差分の能力）を導出
- ③ ①を踏まえて、【海洋大・JAMSSが】タスク分析に基づく複数隻の遠隔監視に必要な能力要件等を導出、さらに船員の脳内処理を模式図化（FRAMモデル化）
- ④ ②及び③の能力要件等に基づき遠隔オペレータの技能・訓練の要件化案やカリキュラム案を整理し、これらを踏まえ無人運航船の遠隔技能等の安全ガイドライン案を策定

想定1 様々な未来像

※未来像は、法令等の所要の対応後の世界を想定

未来像バリエーションは多様であるため、網羅的に表現しきれないことに留意

ODD範囲内						(700総トン以上を前提)
周囲の状況の認知		他船との意思疎通	操船判断 (プランナー)	操船の操作実行	ODD範囲外	
視覚 (カメラ、レーダー等)	聴覚その他					
従来船			船員 (航海当直2名)		自動操舵装置 (オートパイロット)	
MEGURIの4隻	自動運航システム	船員 (2名)	船員 (2名)	船員 (2名)	自動運航システム	
未来像A (Bゼロで、船上で全てやり切るパターン)	自動運航システム (Bゼロ)			又はブリッジの外にいる船員	自動運航システム (Bゼロ)	
未来像B (B1で、遠隔ありのパターン)	自動運航システム	船員 (士官1名)	船員 (士官1名)	船員 (士官1名)	自動運航システム	船員(2名) ※うち1名はODD外となったら駆けつけ
未来像C (Bゼロで、遠隔ありのパターン)	自動運航システム (Bゼロ)			又はブリッジの外にいる船員	自動運航システム (Bゼロ)	船員 (2名) ※ODD外となったら駆けつけ
未来像D (Bゼロで、遠隔で陸員が操船するパターン)	遠隔で陸員が操船 (Bゼロ)					船員 (2名) ※ODD外となったら直ちに駆けつけ
未来像E 完全自動運航	全て自動運航システム (Bゼロ)					(全てODD範囲内、範囲外は存在しない)
未来像F 完全遠隔操船	全て遠隔で陸員が操船 (Bゼロ)					(全てODD範囲内、範囲外は存在しない)

本検討における想定

※ODD範囲内では、第一義的にB1の士官船員又はシステムが「見張り」業務を担っているため、遠隔(陸員)は、複数隻の遠隔監視の兼務が可能と考えられる。

※自動運航中のステータス低下時に、船員2名体制となるまでの間の対応

想定2 未来像Bと未来像Cにおける前提

本検討における前提

- システムの運航設計領域（ODD）及び運用コンセプト（ConOps）並びに船の運用領域（OE）は、船ごとに設定されるものであり、本検討では、運航中のステータスに応じ、システム・遠隔の役割分担、及び船員配置を、次のように設定する。
- ステータスが低下し、人が操船を行わなければならない状態では、船と陸のトータルでの2名体制を前提とする。

気象海象、海域、輻輳状況等に応じてステータスが変化する

	ステータス※	自動運航システムの役割	遠隔（陸員）の役割	船員配乗	ブリッジの当直 (700総トン以上)
①	M	ヘディングコントロール機能のみ 又は 無し (= 手動操船)	監視 (任意)	現行どおり	常時B2 (自動操舵装置作動時)
②	TC	トラックコントロール機能のみ	監視 (任意)	現行どおり	常時B2 (自動操舵装置作動時)
③	MA	全ての機能を使用するが、 時々、船員の承認が必要	監視 (任意)	現行どおり	常時B2 (自動操舵装置作動時)
④	MM (ステータスがMA以下に低下して から、ブリッジ2人体制となるまでの 時間を含む)	全ての機能を使用するが、 時々、船員の意識が必要	監視	減員 ※ステータス低下後からブリッジ2人となるまでの間は 船員1人+陸上1人 (= 計2人) が対応	B1 ※法令等の所要の対応後の世界を想定
⑤	FA (ステータスがMM以下に低下して から、ブリッジ2人体制となるまでの 時間を含む)	全てをシステムに委任	監視 操船 (ステータス低下後から ブリッジ2人となるまで)	減員 ※ステータス低下後からブリッジ2人となるまでの間は 陸上の2人が対応	B0
⑥	完全無人運航船 (ほぼ常時FA、時々遠隔)	航海中ほぼ常時、 全てをシステムに委任	監視 操船 (ステータス低下後から 再びFAに戻るまで)	ゼロ	常時B0

本検討における想定

- ※ M (Manual)
 - TC (Track Control)
 - MA (Monitoring with Approval)
 - MM (Monitoring Mind ON)
 - FA (Full Autonomous)
- : Heading Control 又は 手動操船が実施されている状態
: 人間による本船機能及び周囲状況の把握が必要な状態 (人の意識が常にONの状態)
: 人間がシステムを時々監視し承認行動をとることで自律機能が実行されている状態
: 自律航行中だが、システム動作状況を時々意識する状態 (ステータス低下まで余裕なし)
: 完全に自律状態、無人 (= 操船タスクに人が関与しない状態) で動いている状態

想定3 未来像Bと未来像Cにおける 遠隔オペレータの役割

□ 遠隔監視又は遠隔操船を行う遠隔オペレータ（陸員）が担う役割

レベル1：監視・操船補助

- ROCにおいて、監視対象船および周囲状況に対する適切な見張りを実施する
- 異常や危険兆候を認知し、その内容をレベル2および船上の搭乗者に報告・共有する
- 船上の船員またはレベル2の指示に基づき、遠隔から操舵操作を実施する

レベル2：操船判断・避航操船

- レベル1および船上の搭乗者と連携し、安全な航海当直体制を維持する
- 自動運航システムの状態や周囲状況を踏まえ、避航操船の開始を判断する
- 遠隔環境下において、適切な避航操船を実行する

	ステータス※	自動運航システムの役割	遠隔（陸員）の役割	遠隔オペレータの配置	ブリッジの当直 (700総トン以上)
④	MM (ステータスがMA以下に低下してから、ブリッジ2人体制となるまでの時間を含む)	全ての機能を使用するが、時々、船員の意識が必要	監視	レベル1以上：1人	B1
⑤	FA (ステータスがMM以下に低下してから、ブリッジ2人体制となるまでの時間を含む)	全てをシステムに委任	監視 操船 (ステータス低下後からブリッジ2人となるまで)	レベル1以上：1人 レベル2：1人	B0

想定4 未来像Bと未来像Cにおける遠隔監視の複数隻のODDの考え方

自動運航船が、ブリッジ2名で、遠隔支援なしで自動運航しているときのODD（イメージ）

	A船	B船	C船	D船	E船	...
船のODD	周囲●km以内に1隻以下	周囲●km以内に3隻以下	周囲●km以内に2隻以下	周囲●km以内に船がないこと	周囲●km以内に3隻以下	
(例えば、輻輳度について)	外海	東京湾、瀬戸内海以外	東京湾以外	海域限定無し	海域限定無し	

自動運航船が、ブリッジ0名（B0）+ 遠隔監視で自動運航しているときのODD（イメージ）

レベル1とレベル2で1隻の遠隔監視を行う場合のODD	同上	同上	同上	同上	同上	
レベル1とレベル2で2隻の遠隔監視を行う場合のODD	同上	周囲●km以内に1隻以下	周囲●km以内に1隻以下	同上	周囲●km以内に3隻以下	
	外海	外海	東京湾以外		海域限定無し	
レベル1とレベル2で3~4隻の遠隔監視を行う場合のODD	周囲●km以内に船がないこと	周囲●km以内に船がないこと	周囲●km以内に船がないこと	周囲●km以内に船がないこと	周囲●km以内に3隻以下	
	外海	外海	外海	外海	海域限定無し	

海洋大・JAMSS

例えば、A船が、ステータス低下後からB2となるまでの間で、ブリッジ0名（B0）+ 遠隔操船されている状態：

その時の遠隔監視中のレベル1とレベル2がそのまま対応

別のレベル1とレベル2に即座にボタンタッチ

別の陸員へのボタンタッチ（レベル1とレベル2）	2人（レベル1+レベル2）で1隻の遠隔運航 JMETS	B0で自動運航 + 遠隔監視	B0で自動運航 + 遠隔監視	B0で自動運航 + 遠隔監視	同上
-------------------------	---------------------------------------	----------------	----------------	----------------	----