

第二回 自動運航船検討会 MEGURI2040 開発概要

2024年7月25日

(公財)日本財団 無人運航船プロジェクト MEGURI2040

DFFAS+ Consortium プロジェクトディレクター

株式会社 日本海洋科学 / 桑原 悟



- ▶ **プロジェクト期間**
2022年10月～**2026年3月末**
- ▶ **プロジェクトの目標**
実証試験を経て『**実用化(実運用)** = **自律商業運航** (貨物・旅客 積載&乗組員の
みで運航)』を目指す
- ▶ **将来的な目標**
社会実装
プロジェクト終了後のシステム継続利用による『**実用化**』を視野に入れて開発
- ▶ **実証体制 (実証船・陸上支援)**
以下の『**4隻**』を実証船とし使い、陸上支援センター『**2施設 +a**』を使って
実証船を陸上から支援する
 - (1) 新造 コンテナ船 (2025年9月末就航予定)
 - (2) 既存 レトロフィット コンテナ船
 - (3) 離島航路船
 - (4) RORO船尚、実証期間は『2025年7月から』最長9ヶ月の予定

<ポイント>

▶ 船橋は無人／船内は有人

システムは『**船橋が無人でも安全に航行可能なシステム**』を目指すが、非常時は通常運航体制に戻す想定のため『**船内に人間が存在する**』というコンセプト(※認証機器となるため、既存のAP・INSと同じ位置付け)

▶ 実証試験による「検証」と「実用化」

- **検証**: 自動運航の実証試験により、省力化及び少人数化の可能性を検証
- **法令の運用・解釈変更**: 20条特例及び252通達等の運用及び解釈変更を検討
- **実用化**: 省力化・少人数化した状態で自動運航の実用化を実施
(※現法令の枠組み内で省力化・少人数化が不可の場合、継続的に検討)

▶ 「検証」という枠で目指す姿

- **航海当直要員の削減**:
749GT以上(沿海)の船舶において「2名×3直=6名」⇒「1名×3直=3名」
- **機関職員の削減**:
749GT以上(沿海)の船舶において「機関長+機関士の体制」⇒「機関長はFOC、船上は機関士」
- **船橋無人化**:
実証試験の沿岸航行時の船橋無人化

▶ 目指すシステムレベル：

『**完全自動運転が一部可能な自動化レベル（自動車の自動運転レベル4）**』

自動車においては

- **レベル5（完全自動運転）：**

「HANDs OFF」・「EYES OFF」・「MIND(s) OFF」

- **レベル4：**

「HANDs OFF」・「EYES OFF」・「MIND(s) OFF (sometimes)」

(参考) HANDs OFF: 自動操舵中、EYSs OFF: 自動見張り中、MIND(s) OFF: 自律運航中

▶ 運航設計領域(ODD)に応じた自動化レベルの運用

離岸・出港から入港・着岸までの間、海域や環境条件を踏まえ、自動化レベルを切り替えて航行

※ 『Level 5 ⇔ Level 4 ⇔ Level 3 ⇔ Level 2』 (必要に応じて人間が見張りや操舵を行う)

実証時期	船舶種別・船名	対象船	PJ終了後の目指す姿
2025年 10月開始 (5ヶ月)	新型コンテナ船 (約7,800トン) (限定近海区域)	新造コンテナ船 (2025年9月就航)	システムは外さずに利用 当直体制変更 (要員削減含む) 航海士/部員 3/ 3 (Mind-on) → 3/ 0 (Mind-on) 機関士 2 → 1 (陸上監視追加)
2025年 8月開始 (9ヶ月)	離島航路船 おりんぴあ どりーむせと (942トン) (平水区域)		システムの一部は外さずに利用 当直体制変更 (要員削減含む) 航海士/部員 1/ 1 (Mind-on) → 1/ 0 (Mind-off)
2025年 7月開始 (3ヶ月)	コンテナ船 みかげ (749トン) (沿海区域)		システムは外し利用しない
2025年 6月開始 (数航海)	RO-RO船 第2ほくれん丸 (11,413トン) (限定近海区域)		一部システムは外さずに利用を検討 当直体制変更 航海士/部員 1/1 (Mind-on) → 1/1 (Mind-off)

* 新造コンテナ船以外は「機関系の自動化」は対象外

* PJ期間における当直体制想定と「PJ終了後の目指す姿」は異なる (PJ期間における当直体制想定の方が上回る可能性あり)

各種陸上組織
(海運会社・海上保安庁・気象会
社・AIS提供サービス会社など)

通信システム
(通信インフラ [地上・衛星])

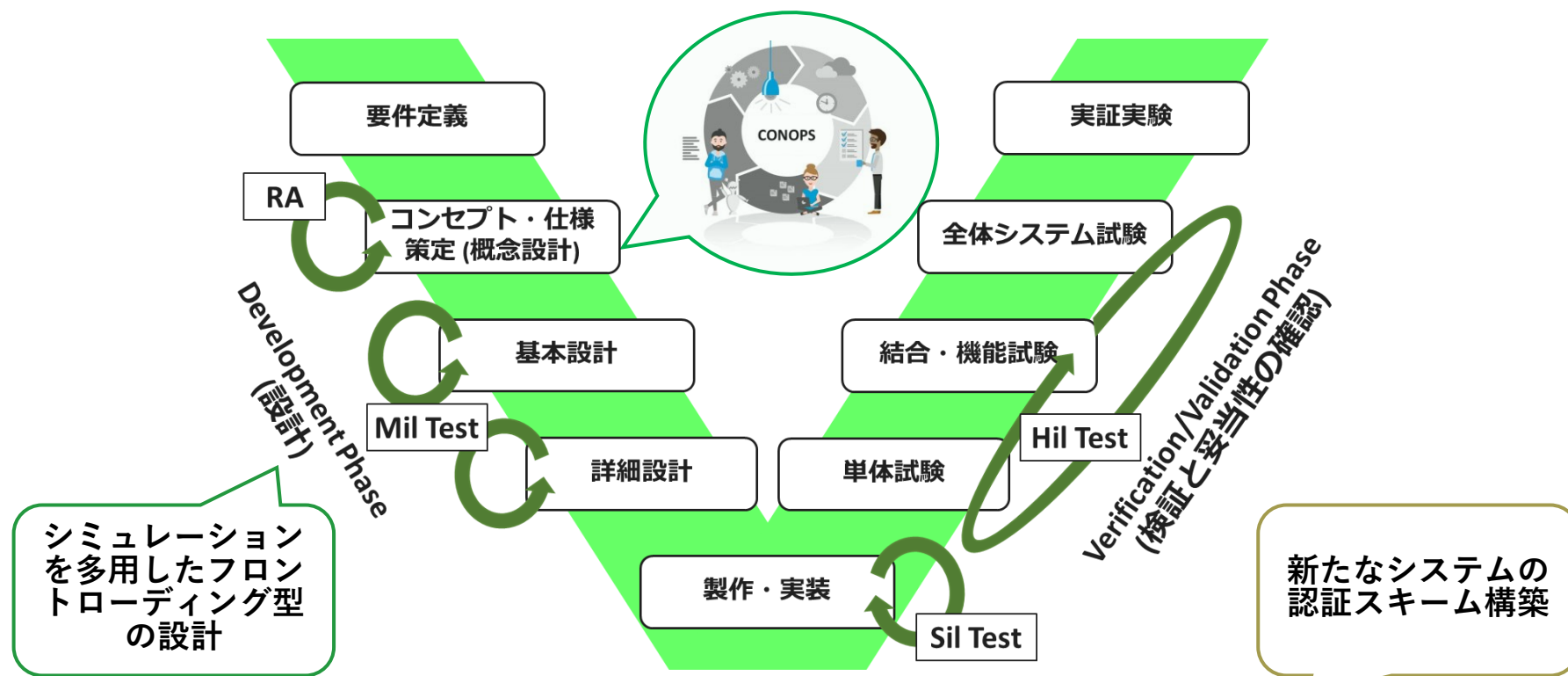
データ連携

フリート支援システム
(総合情報管理機能)

MEGURI 2040

自動航行計画・制御システム (自律航行機能)

Vプロセス基盤をベースにシミュレーション技術の高度化・リスクアセスメントの汎用化により強化

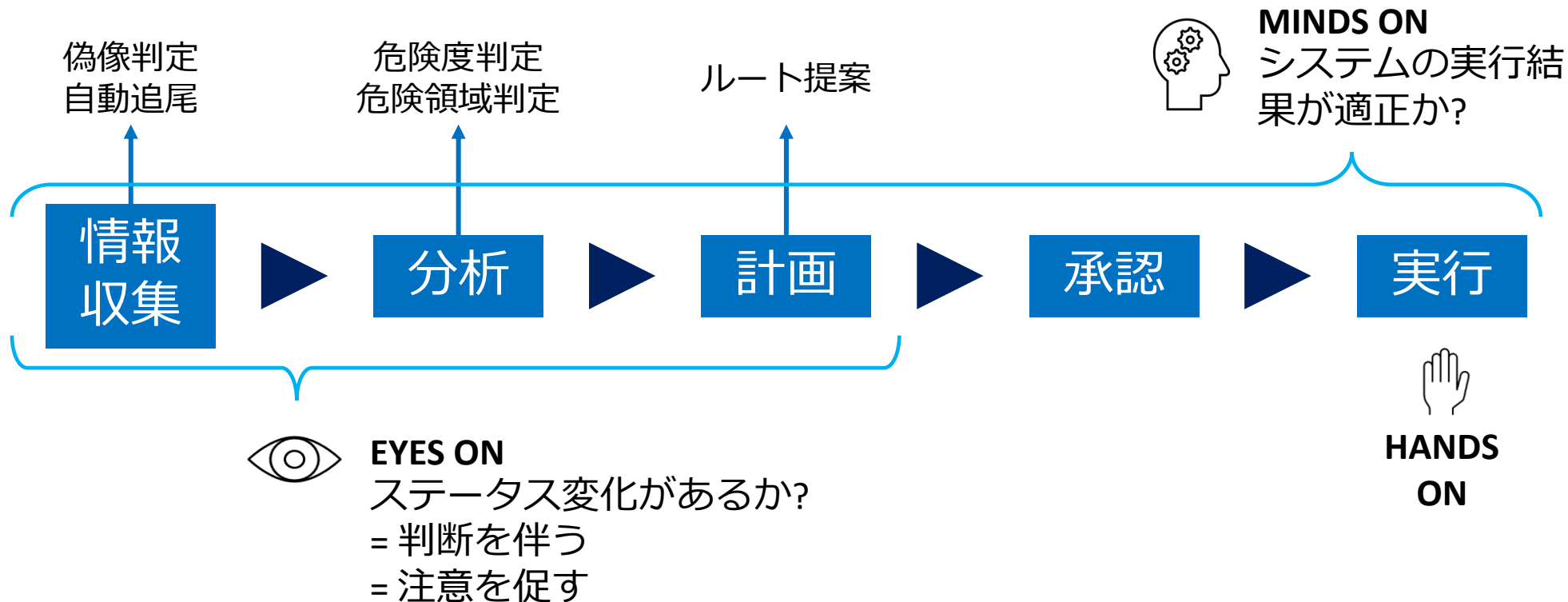


ClassNK

- 設計開発体制及びプロセスの審査
- 書類ベースでの審査
- RA・機能確認試験結果のレビュー
- 必要に応じて機能実証試験を要求

- 検査員立ち会いでの実機試験ベース
- 対象の性質に応じシミュレーション活用

**TQ認証取得
⇒ 製品化**



HANDS: アクチュエータ

EYES: プロセスの監視 (情報収集・分析・計画)

MINDS: システムに任せた機能 (=安全運航) に対する妥当性評価 (確認のみ or 確認・承認)

- ▶ Full Autonomous
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
- ▶ Monitoring Mind ON
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)
- ▶ Monitoring with APPR
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
- ▶ Track Control
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)**
- ▶ Manual
Heading Control / 手動操船 が実施されている状態

ステータス	ステータス名称	ロイド分類	HANDS	EYES	MINDS
Full Autonomous	Full Autonomous	AL4	OFF	OFF	OFF
Monitoring	Monitoring Mind ON	AL4	OFF	OFF	ON
	Monitoring w/approval	AL3	OFF	ON	ON
Fallback	Track Control (Speed Control含む)	AL2	OFF/ON	ON	ON
	Manual	AL1, 0	ON	ON	ON

緊急対策として、即座に既存船と同等の機能を有し、かつ船長による安全操船ができること



Nav. Mode	代表的なオペレーション: 定義
Unberthing	解纜: 姿勢制御・かいらん作業
Leaving	離棧操船: 姿勢制御・速力調整可能 (後 5 (?) ～ 前 5(?))
Harbour Out	狭水路航行: トラック制御・速力調整可能 (0 ～ Max)
Coastal	沿岸航行: トラック制御・速力調整可能 (10 (?) ～ Max) <i>*補助ブローを起動させない(On/OFFを繰り返さない)程度の速力 or TCSが効く程度の速力</i>
Ocean	大洋航行: トラック制御
Harbour In	狭水路航行: トラック制御・速力調整可能 (0 ～ Max)
Approaching	着棧操船: 姿勢制御・速力調整可能 (後 5 (?) ～ 前 5(?))
Berthing	係船: 姿勢制御・係船作業

タスク	現状		旗船		おりんぴあどりーむせと	
	人間	システム	人間	システム	人間	システム
情報収集	目視 レーダープロット 海図からの地形情報確認	AIS	目視	レーダー自動プロット 改造電子海図 画像認識(360°) AIS	目視	レーダー自動プロット 改造電子海図 AIS
分析	他船の方位変化量確認	TTによる最近距離計算	分析内容確認	衝突危険領域表示 3D BV 方位変化によるアラート	分析内容確認	衝突危険領域表示
計画	長期航海計画 避航案作成 針路、速力指示		計画承認(航海計画・避航計画)	陸上支援による 長期航海計画・ 避航計画	初期航路計画 計画承認(航海計画・避航計画)	避航計画 離着岸最適化
実行	速力制御 スラスト操作 操舵	AP	操舵 速力制御 その他	操舵(AP) 速力制御 スラスト制御	操舵全般 速力制御 その他	システム操船 (舵・主機・スラスト)

* 赤字は緊急時対応のみ

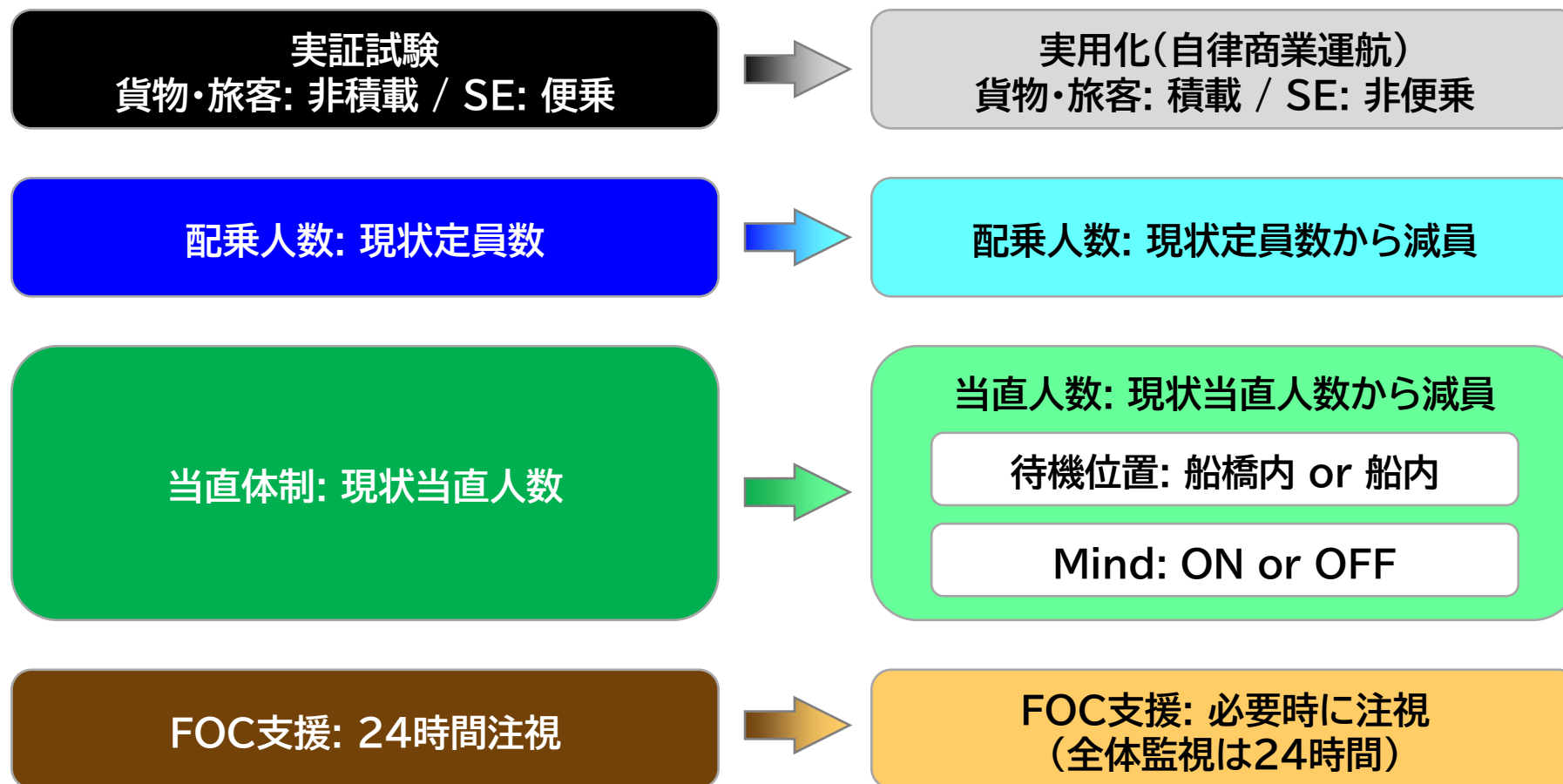
タスク	現状		みかげ		第二ほくれん丸	
	人間	システム	人間	システム	人間	システム
情報収集	目視 レーダー プロット 海図からの地形情報確認	AIS	目視	レーダー自動プロット 改造電子海図 画像認識(180°) AIS	目視	レーダー AIS 電子海図(NGA) 画像認識
分析	他船の方位変化量確認	TTによる最近距離計算	分析内容確認	衝突危険領域表示 3D BV TUB機能	分析内容確認	衝突危険領域表示
計画	長期航海計画 避航案作成 針路、速力指示		計画承認(航海計画・避航計画)	陸上支援による長期航海計画案 避航計画	初期航海計画 計画承認(避航計画・最適化)	陸上支援による長期航海計画案 避航ルート策定
実行	速力制御 スラスト操作 操舵	AP	操舵 速力制御 その他	舵/スラスト /CPPの主機の統合制御	操舵 速力制御 その他	操舵 主機 速力制御

* 赤字は緊急時対応のみ

以下の各要素をそれぞれ「現状から目指す未来へ」近づけていくイメージで段階を作り、それらを組み合わせて検証を進めるイメージ

現状

目指す未来



移行ステップ (新造コンテナ船) ～実証試験～

	甲板部				機関部				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗	非積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	1	ON		*対応時Mind-on					
STEP 2 Level 3+ 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗	非積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	0	-		*対応時Mind-on					
STEP 3 Level 4 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗	非積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	0	-		*対応時Mind-on					
STEP 4 Level 5 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗	非積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	0	-	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	0	-		*対応時Mind-on					

移行ステップ（新造コンテナ船）～実用化（自律商業運航）～

	甲板部				機関部				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	1	ON		*対応時Mind-on					
STEP 2 Level 3+ 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	1	OFF		*対応時Mind-on					
STEP 3 Level 3++ 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	0	-		*対応時Mind-on					
STEP 4 Level 4- 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許せばSTBY	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
		部員	3			*状況が許せば減員					
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	1	STBY			
		部員	1	ON		*対応時Mind-on					

移行ステップ（新造コンテナ船）～実用化（自律商業運航）～

	甲板部				機関部 (新造コンテナのみ)				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 4 Level 4－ 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許 せばSTBY	便乗 状況が許 せば減員 しゼロへ	積載
		部員	3			*状況許せば減員					
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	1	STBY			
		部員	1	ON		*対応時Mind-on					
STEP 5 Level 4 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許 せばSTBY	便乗 状況が許 せば減員 しゼロへ	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	1	STBY			
		部員	1	OFF		*対応時Mind-on					
STEP 6 Level 4+ 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許 せばSTBY	便乗 状況が許 せば減員 しゼロへ	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	1	STBY			
		部員	0	-		*対応時Mind-on					
STEP 7 Level 5 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許 せばSTBY	便乗 状況が許 せば減員 しゼロへ	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	0	-	航海当直	機関士	1	STBY			
		部員	0	-		*対応時Mind-on					

移行ステップ（おりんぴあどリーむせと）～実証試験～

	甲板部				機関部 (2直体制)				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	便乗	非積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	1	ON		部員	1	ON			
STEP 2 Level 3+ 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	便乗	非積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	1	OFF		部員	1	ON			
STEP 3 Level 3++ 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	非積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	0	-		部員	1	ON			
STEP 4 Level 4 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	非積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	0	-		部員	1	ON			

移行ステップ（おりんぴあどりーむせと）～実用化（自律商業運航）

	甲板部				機関部 (2直体制)				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	非便乗	積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	1	ON		部員	1	ON			
STEP 2 Level 3+ 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	非便乗	積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	1	OFF		部員	1	ON			
STEP 3 Level 3++ 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	非便乗	積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	0	-		部員	1	ON			
STEP 4 Level 4 相当	船上配置	航海士	2		船上配置	機関士	1		ON 状況が許せばSTBY	非便乗	積載
		部員	1			部員	1				
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	1	ON			
		部員	0	-		部員	1	ON			

移行ステップ (みかげ) ～実証試験～

	甲板部				機関部				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		OFF	便乗	積載
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
						*対応時Mind-on					

移行ステップ (みかげ) ～実用化 (自律商業運航) ～

	甲板部				機関部 (2直体制)				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3+ 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許せばSTBY	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
						*対応時Mind-on					
STEP 2 Level 4 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許せばSTBY	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
	航海当直	航海士	1	OFF	航海当直	機関士	2	STBY			
						*対応時Mind-on					
STEP 3 Level 5 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況が許せばSTBY	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
	航海当直	航海士	0	-	航海当直	機関士	2	STBY			
						*対応時Mind-on					

移行ステップ (第二ほくれん丸) ～実証試験～

	甲板部				機関部				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	1	ON		*対応時Mind-on					
STEP 2 Level 3 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON	便乗 状況が許せば減員しゼロへ	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	ON	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	1	ON		*対応時Mind-on					

移行ステップ° (第二ほくれん丸) ~実用化 (自律商業運航) ~



	甲板部				機関部				FOC	SE	貨物 旅客
STEP 1 Level 3 相当	船上配置	航海士	3		船上配置	機関士	2		ON 状況許せばSTBY	非便乗	積載
		部員	3								
	航海当直	航海士	1	STBY	航海当直	機関士	2	STBY			
		部員	1	STBY		*対応時Mind-on					



免責事項

本資料は、電子的または機械的な方法を問わず、当社の書面による承諾を得ることなく複製又は頒布等を行わないようお願いします。

Legal Disclaimer

No part of this document shall be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of NYK Line.