

本調査は、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構が
一般財団法人日本造船技術センターに委託して実施したものである
(調査協力:一般社団法人内航ミライ研究会・株式会社SIM-SHIP)。

連携型省エネ船の普及に向けた技術的課題に関する調査
連携型省エネ船を構成する
各機器・技術の導入効果等に関する調査報告書
別添資料
2026年3月



II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査

目次

別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

- 調査対象機器一覧
- コンセプト整理表に記載の標準省エネ効果一覧
- 省エネ効果評価基準一覧 ～ 調査機器の類型化と省エネ効果の「標準値」の算定
- 労働負荷改善効果評価基準一覧 ～ 調査機器の労働改善効果の「標準値」の算定
- 導入効果の評価観点と基準の整理参考 ～ コンセプト整理表の省エネ効果が適用しがたい機器の評価法

別添(2)評価の実施

- 調査方法
- 評価結果

別添(3)連携型省エネ船の各コンセプト検討例の費用対効果の試算

- 関連費用の算定の対象機器と算定方法

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ 調査対象機器一覧

➤ 自動化技術

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	モード R6調査	期待される省エネ効果 R6調査	その他の効果 R6調査
1	ジョイスティック操船	可変ピッチプロペラやスラスト、舵など、複数の操船要素を総括するジョイスティック操船システム	離着岸	離着岸時間短縮	操船作業の集約による負荷低減
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	離着岸	離着岸時間短縮	離着岸時の安全性向上と作業負荷低減
3	自動運航	離着岸や着岸を含めた自動運航システム	離着岸	離着岸時間短縮	離着岸時の作業負荷低減、省人化
4	ウインチ制御	ウインチの遠隔操作や自動ブレーキ、オートテンションなど	離着岸	離着岸時間短縮	係船時の作業負荷低減、省人化
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	荷役	荷役効率改善	荷役時の作業負荷低減、省人化
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	荷役	荷役効率改善	荷役時の作業負荷低減
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化・デジタル化、リモコンによる遠隔操作など	荷役	荷役効率改善	挟み込み事故防止、作業負荷低減
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	停泊	-	定期的な甲板上巡回の負荷低減
9	トラックコントロール	ECDIS との連携、トラックコントロールによる自動航路制御	運航	運航効率改善	航海時の作業負荷低減、省人化
10	避航操船	レーダや AIS 等で取得した他船や障害物との衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	運航	運航効率改善	航海時の安全性向上、作業・心理的負担の軽減
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	運航	運航効率改善	監視作業の負荷低減
12	主機の冗長化	緊急時の減筒運転を実現する主機など	運航	運航効率改善	緊急時の安全性向上、機関室の省人化

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ 調査対象機器一覧

➤ 遠隔化技術

ID	遠隔化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	対象機器 R6調査	期待される省エネ効果 R6調査	その他の効果 R6調査
1	クラウドサーバ活用	主機のログデータを陸側のサーバーに送信し、ウェブ上または専用アプリで監視する機能など	主機	エンジン効率改善、運航効率改善	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援
2	主機異常検出	専門技術者（エンジンメーカー）による機関診断、異常を判断する機能など	主機	エンジン効率改善、運航効率改善	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援
3	空調設備監視	関連機器のデータ取得と陸上へのデータ送信機能、各種モニタリング機能	補機類	補機類の省エネ化	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減
4	バラスト設備監視	関連機器データのモニタリング機能、異常発生時のレポート配信機能など	補機類	補機類の省エネ化	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減
5	タンク監視	各タンクの液面・温度・圧力等のデータを陸上で監視する機能、貨物の状態監視	補機類	補機類の省エネ化	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減
6	ボイラ監視	運転状態・運転履歴などの遠隔監視機能、レポート出力機能など	補機類	補機類の省エネ化	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減
7	PC・タブレットによる船内監視	荷役ポンプ等の状態を船内サーバー経由でPC・タブレットを表示する機能など	補機類	-	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減
8	航海機器監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能（避航、緊急）など	その他	運航効率改善	安全性向上、異常時の対応支援
9	運航監視	本船の動静や位置の監視機能、海難事故発生時のVDRデータをダウンロード機能、航路離脱監視機能など	その他	運航効率改善	安全性向上、異常時の対応支援
10	総合監視	船上に搭載された機関データロガーや航海機器等からデータを収集し、陸上にて状態を把握する機能、任意のアラーム発令機能など	その他	運航効率改善	安全性向上、異常時の対応支援

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ コンセプト整理表に記載の標準省エネ効果一覧

➤ 運航モード

ID	モード整理表	省エネ技術の分類整理表	省エネ技術の導入例整理表	省エネ効果 (モード毎)[%]※貨物船			船別省エネ効果 (モード毎)[%]※貨物船			
				最小値	最大値	平均	貨物船	タンカー	セメント船・749GT	セメント船・5000GT
1	運航	エンジン効率改善	高効率エンジン	2.0	3.0	2.6	2.5	2.5	3.0	3.0
2	運航	エンジン効率改善	エンジン出力の最適化	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	運航	推進効率改善	高効率プロペラ	2.0	4.0	3.3	4.0	4.0	3.0	2.0
4	運航	推進効率改善	省エネ付加物	3.0	7.0	4.0	3.0	3.0	3.0	7.0
5	運航	推進効率改善	低摩擦軸受	0.5	4.0	1.9	1.5	1.5	4.0	0.5
6	運航	推進効率改善	プロペラ健全化 (健全性の維持)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
7	運航	推進効率改善	1機1軸化	0.0	0.0	-	-	-	-	-
8	運航	抵抗低減	船型改善	3.0	5.0	4.3	5.0	5.0	4.0	3.0
9	運航	抵抗低減	空気潤滑	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
10	運航	抵抗低減	低摩擦塗料	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
11	運航	抵抗低減	船体健全化 (健全性の維持)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
12	運航	抵抗低減	低抵抗スラストネル	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13	運航	抵抗低減	船体軽量化	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
14	運航	抵抗低減	風圧抵抗低減形状	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	運航	高度設計技術	水槽試験による最適設計	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
16	運航	高度設計技術	CFDによる最適設計	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
17	運航	運航効率改善	ウェザールーティング	3.0	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	4.0
18	運航	運航効率改善	最適航路選定・船速最適化 (減速航	0.0	0.0	-	-	-	-	-
19	運航	運航効率改善	陸上サポート (荷主連携)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
20	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
21	運航	補機効率改善	補機インバータ制御	0.6	5.0	2.8	0.6	0.6	0.6	0.6
22	運航	補機効率改善	LIB等蓄電池への代替	0.0	0.0	-	-	-	-	-
23	運航	その他	電気推進	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
24	運航	その他	ハイブリッド推進	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
25	運航	その他	水素軽油混焼エンジン	0.0	0.0	-	-	-	-	-

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ コンセプト整理表に記載の標準省エネ効果一覧

➤ 離着岸・荷役・停泊・その他モード

ID	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	省エネ効果（モード毎）[%]※貨物船			船別省エネ効果（モード毎）[%]※貨物船			
				最小値	最大値	平均	貨物船	タンカー	セメント船・ 749GT	セメント船・ 5000GT
26	離着岸	離着岸時間短縮	高機能スラスト	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
27	離着岸	離着岸時間短縮	大舵角舵・特殊舵	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
28	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
29	離着岸	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
30	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	3.0	5.0	4.5	5.0	5.0	3.0	5.0
31	荷役	荷役時間短縮	運用効率改善	2.0	5.0	2.8	2.0	5.0	2.0	2.0
32	荷役	エンジン効率改善	高効率エンジン	2.0	3.0	2.6	2.5	2.5	3.0	3.0
33	停泊	電気機器効率改善	補機インバータ制御	0.6	5.0	2.8	0.6	0.6	0.6	0.6
34	停泊	陸電利用	陸電利用	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
35	停泊	蓄電池	大容量蓄電池搭載	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
36	その他	排熱回収	高性能蒸気プラント	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
37	その他	排熱回収	排熱回収発電	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
38	その他	船内電力消費削減	高効率船内電力機器（LEDなど）	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
39	その他	船内電力消費削減	太陽電池パネル	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
40	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
41	その他	発電装置	軸発電装置	0.0	0.0	-	-	-	-	-

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ 省エネ効果評価基準一覧 ～ 調査機器の類型化と省エネ効果の「標準値」の算定

➤ 自動化技術

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	期待される省エネ効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	省エネ効果 (モード毎)[%]			【参考】船別省エネ効果 (モード毎)[%]			
							最小値	最大値	平均	貨物船	タンカー	セメント船・ 749GT	セメント船・ 5000GT
1	ジョイスティック操船	可変ピッチプロペラやスラスト、舵など、複数の操船要素を総括するジョイスティック操船システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
3	自動運航	離着岸や着岸を含めた自動運航システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
4	ウインチ制御	ウインチの遠隔操作や自動ブレーキ、オートテンションなど	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	荷役効率改善	荷役	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	荷役効率改善	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	3.0	5.0	4.5	5.0	5.0	3.0	5.0
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化・デジタル化、リモコンによる遠隔操作など	荷役効率改善	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	3.0	5.0	4.5	5.0	5.0	3.0	5.0
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	-	停泊	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	トラックコントロール	ECDISとの連携、トラックコントロールによる自動航路制御	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化(減速航行)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
10	避航操船	レーダやAIS等で取得した他船や障害物との衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化(減速航行)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化(減速航行)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
12	主機の冗長化	緊急時の減荷運転を実現する主機など	運航効率改善	運航	運航効率改善	※類似機器なし(省エネ効果は最小値を使用)	3.0	5.0	4.5	5.0	5.0	3.0	5.0

※ 「主機の冗長化」は、相当する類似機器がないため、コンセプト整理表のうち自動化技術に対応する技術の最小値を使用。

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ 省エネ効果評価基準一覧 ～ 調査機器の類型化と省エネ効果の「標準値」の算定

➤ 遠隔化技術

ID	遠隔化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	期待される省エネ効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	省エネ効果 (モード毎)[%]			【参考】船別省エネ効果 (モード毎)[%]			
							最小値	最大値	平均	貨物船	タンカー	セメント船・ 749GT	セメント船・ 500GT
1	クラウドサーバ活用	主機のログデータを陸側のサーバーに送信し、ウェブ上または専用アプリで監視する機能など	エンジン効率改善、運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
2	主機異常検出	専門技術者 (エンジンメーカー) による機関診断、異常を判断する機能など	エンジン効率改善、運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
3	空調設備監視	関連機器のデータ取得と陸上へのデータ送信機能、各種モニタリング機能	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
4	バラスト設備監視	関連機器データのモニタリング機能、異常発生時のレポート配信機能など	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
5	タンク監視	各タンクの液面・温度・圧力等のデータを陸上で監視する機能、貨物の状態監視	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
6	ボイラ監視	運転状態・運転履歴などの遠隔監視機能、レポート出力機能など	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
7	PC・タブレットによる船内監視	荷役ポンプ等の状態を船内サーバー経由で PC・タブレットを表示する機能など	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	航海機器監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能 (避航、緊急) など	運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
9	運航監視	本船の動静や位置の監視機能、海難事故発生時の VDR データをダウンロード機能、航路離脱監視機能など	運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
10	総合監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能 (避航、緊急) など	運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ 労働負荷改善効果評価基準一覧 ～ 調査機器の労働改善効果の「標準値」の算定

➤ 自動化技術

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	その他の効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	労働改善効果（モード毎）採点			労働改善効果（モード毎）重要度			
							身体負荷	精神負荷	労働環境	身体負荷	精神負荷	労働環境	
1	ジョイスティック操船	可変ピッチプロペラやスラスト、舵など、複数の操船要素を総括するジョイスティック操船システム	操船作業の集約による負荷低減	離着棧	離着棧時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	3位	1位	2位	
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	離着岸時の安全性向上と作業負荷低減	離着棧	離着棧時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	3位	1位	2位	
3	自動運航	離着岸や着棧を含めた自動運航システム	離着岸時の作業負荷低減、省人化	離着棧	離着棧時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	2位	3位	1位	
4	ウインチ制御	ウインチの遠隔操作や自動ブレーキ、オートテンションなど	係船時の作業負荷低減、省人化	離着棧	離着棧時間短縮	高機能甲板機器	○	○	○	3位	1位	2位	
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	荷役時の作業負荷低減、省人化	荷役	離着棧時間短縮	高機能甲板機器	○	○	○	3位	1位	2位	
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	荷役時の作業負荷低減	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	○	○	○	2位	3位	1位	
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化・デジタル化、リモコンによる遠隔操作など	挟み込み事故防止、作業負荷低減	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	○	○	○	3位	1位	2位	
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	定期的な甲板上巡回の負荷低減	停泊	-	-	-	○	○	-	-	2位	1位
9	トラックコントロール	ECDIS との連携、トラックコントロールによる自動航路制御	航海時の作業負荷低減、省人化	運航	運航効率改善	船速最適化（減速航行）	-	○	-	-	1位	-	
10	避航操船	レーダや AIS 等で取得した他船や障害物との衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	航海時の安全性向上、作業・心理的負担の軽減	運航	運航効率改善	船速最適化（減速航行）	-	○	-	-	1位	-	
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	監視作業の負荷低減	運航	運航効率改善	船速最適化（減速航行）	-	○	-	-	1位	-	
12	主機の冗長化	緊急時の減筒運転を実現する主機など	緊急時の安全性向上、機関室の省人化	運航	運航効率改善	※類似機器なし	-	○	○	-	2位	1位	

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ 労働負荷改善効果評価基準一覧 ～ 調査機器の労働改善効果の「標準値」の算定

➤ 遠隔化技術

ID	遠隔化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	その他の効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	労働改善効果（モード毎）採点			労働改善効果（モード毎）重要度		
							身体負荷	精神負荷	労働環境	身体負荷	精神負荷	労働環境
1	クラウドサーバ活用	主機のログデータを陸側のサーバに送信し、ウェブ上または専用アプリで監視する機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
2	主機異常検出	専門技術者（エンジンメーカー）による機関診断、異常を判断する機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
3	空調設備監視	関連機器のデータ取得と陸上へのデータ送信機能、各種モニタリング機能	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
4	バラスト設備監視	関連機器データのモニタリング機能、異常発生時のレポート配信機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
5	タンク監視	各タンクの液面・温度・圧力等のデータを陸上で監視する機能、貨物の状態監視	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
6	ボイラ監視	運転状態・運転履歴などの遠隔監視機能、レポート出力機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
7	PC・タブレットによる船内監視	荷役ポンプ等の状態を船内サーバ経由でPC・タブレットを表示する機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	-	-	-	-	○	○	-	2位	1位
8	航海機器監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能（避航、緊急）など	安全性向上、異常時の対応支援	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
9	運航監視	本船の動静や位置の監視機能、海難事故発生時のVDRデータをダウンロード機能、航路離脱監視機能など	安全性向上、異常時の対応支援	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位
10	総合監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能（避航、緊急）など	安全性向上、異常時の対応支援	その他	定時運航維持	陸上サポート（機器管理）	-	○	○	-	2位	1位

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(1)導入効果の評価観点と基準の整理

□ 参考 ~ コンセプト整理表の省エネ効果が適用しがたい機器の評価法

● 生産効率向上視点からの省エネ評価手法

- 自動化(Factory Automation・ロボット・AI・自動制御など)における省エネ効果の評価は、単に「エネルギー消費量が減ったか」だけでなく、「生産性(アウトプット)を維持・向上させながら消費エネルギーを減らせたか」という観点が重要。製造工場などの陸用設備の分野では、国際規格(ISO/JIS)に基づく評価手法が存在。
- 「工場の生産効率 = 船舶の輸送効率(ton-mile)」と捉えることにより、これら評価手法の活用が可能。

(1) 指標による評価(生産効率との関連付け)

① エネルギー原単位(Energy Intensity): 総消費電力量 ÷ 良品生産数

- ・ 生産速度を上げたことで、1個あたりの消費電力が下がれば「省エネ」と評価。

② サイクルあたりの消費エネルギー

- ・ ロボットや搬送機などが、特定の1動作(1サイクル)を完了するのに要した電力量(Wh)を測定し評価。

③ 待機電力比率:(待機時電力 ÷ 稼働時電力) × 100 サイクルあたりの消費エネルギー

- ・ 自動化ラインでは「待ち」の時間が多いため、待機電力をいかに下げるかが評価の重要項目

(2) 国際規格・JISに基づく評価(工作機械・ロボット等)

① 工作機械(ISO 14955 / JIS B 0955シリーズ)

- ・ 「エネルギー効率の高い設計手法(第1部)」や「供給エネルギーの測定方法(第2部)」が規定されており、主軸や冷却装置などコンポーネントごとの評価を推奨。

② 産業用ロボット(ISO 9283)

- ・ 特定の動作パターン)を実行した際の電力量を計測し評価。

③ 自動化システム全体(IEC/TR 62837)

- ・ 個別の機器ではなく、工場全体のオートメーションシステムとしてのエネルギー効率を評価。

(3) 設備効率(OEE:Overall Equipment Effectiveness)を用いた間接的評価

- ・ ISO 22400の「総合設備効率(OEE)」を改善による時間あたりのエネルギーロスを評価。

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

調査方法

①省エネ効果

- 調査機器を開発/製造・導入するメーカー等・船主等に算定した標準値のヒアリングを実施。
 - アンケート回答を踏まえ省エネ効果の標準値を見直し(省エネ効果の値→中央値・平均値等)。
 - 省エネ効果は、メーカーから根拠文献/省エネ基準年(2013年比較)/搭載船(適用範囲)と標準値との関係が示され妥当性が確認できた場合は、標準値ではなくメーカー提示の値を使用。

②労働負荷改善効果

- 調査機器を開発/製造・導入するメーカー等・船主等に算定した標準値のヒアリングを実施。
 - アンケート回答を踏まえ労働改善効果の標準値を見直し(評価指標の採点結果→中央値・平均値等)。
 - アンケートでは「指標の重みづけ」も追加調査(身体負荷・精神負荷・労働環境の重要度の順番)
 - 標準値の見直し結果・指標の重みづけ結果を踏まえ、総合評価方式の導入を検討(採点×重要度)。

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	期待される省エネ効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	省エネ効果 (モード毎) [%]			【参考】船舶省エネ効果 (モード毎) [%]							
							最小値	最大値	平均	貨物船	タンカー	セメント船・ 749GT	セメント船・ 5000GT	20.0	20.0	20.0	
1	ジョイスティック操船	可変ジョイスティックシステム、舵など、複数の操舵要素を包括するジョイスティック操舵システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0			
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0			
3	自動運航	離着岸を含む自動運航システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0			
4	フィン制御	フィンの遠隔操作や自動ブレーキ、オートアシストなど	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0			
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	荷役効率改善	荷役	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0			
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役/バラスト作業の支援	荷役効率改善	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	3.0	5.0	4.5	5.0	5.0	3.0	5.0				
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化、デジタル化、H.ECONによる遠隔操作など	荷役効率改善	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	3.0	5.0	4.5	5.0	5.0	3.0	5.0				
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	-	停泊	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
9	トラックコントロール	ECDIS との連携、トラックコントロールによる自動航路制御	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0				
10	道航操船	バックアップ等で取得した船舶や積荷物の衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0				
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0				
12	主機の冗長化	緊急時の減速運転を実現する主機など	運航効率改善	運航	運航効率改善	※類似機器あり(省エネ効果は最小値を使用)	3.0	5.0	4.5	5.0	5.0	3.0	5.0				

調査機器の省エネ効果の標準値

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	その他の効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	労働改善効果 (モード毎) 採点			労働改善効果 (モード毎) 重要度			
							身体負荷	精神負荷	労働環境	身体負荷	精神負荷	労働環境	
1	ジョイスティック操船	可変ジョイスティックシステム、舵など、複数の操舵要素を包括するジョイスティック操舵システム	操船作業の集約による負荷軽減	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	3位	1位	2位	
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	離着岸時の安全性向上と作業負荷軽減	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	3位	1位	2位	
3	自動運航	離着岸を含む自動運航システム	離着岸時の作業負荷軽減、省人化	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	2位	3位	1位	
4	フィン制御	フィンの遠隔操作や自動ブレーキ、オートアシストなど	係船時の作業負荷軽減、省人化	離着岸	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	○	○	○	3位	1位	2位	
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	荷役時の作業負荷軽減、省人化	荷役	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	○	○	○	3位	1位	2位	
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役/バラスト作業の支援	荷役時の作業負荷軽減	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	○	○	○	2位	3位	1位	
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化、デジタル化、H.ECONによる遠隔操作など	狭み込み事故防止、作業負荷軽減	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	○	○	○	3位	1位	2位	
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	定期的な甲板巡回の負荷軽減	停泊	-	-	-	○	○	-	-	2位	1位
9	トラックコントロール	ECDIS との連携、トラックコントロールによる自動航路制御	航海時の作業負荷軽減、省人化	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	-	○	-	-	-	1位	-
10	道航操船	バックアップ等で取得した船舶や積荷物の衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	航海時の安全性向上、作業・心理的負荷の軽減	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	-	○	-	-	-	1位	-
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	監視作業の負荷軽減	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	○	-	-	○	-	1位	-
12	主機の冗長化	緊急時の減速運転を実現する主機など	緊急時の安全性向上、機関室の省人化	運航	運航効率改善	※類似機器なし	-	○	○	-	-	2位	1位

調査機器の労働負荷改善効果の標準値

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

□ 調査方法

➤ 省エネ効果・労働負荷改善効果の標準値のヒアリング事業者・ヒアリング項目

	①省エネ効果の評価	②労働負荷改善効果の評価						
ヒアリング事業者	<ul style="list-style-type: none"> □ メーカー・船主等 □ 令和6年度「内航船における自動化及び陸上支援の技術動向調査」の調査対象の機器の製品開発メーカー 							
ヒアリング項目	<ul style="list-style-type: none"> □ 共通 Q1.自動化技術の「標準値」 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 妥当である/妥当でない ➤ 妥当でない場合、省エネ効果の値を記載 Q2.遠隔化技術の「標準値」 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 妥当である/妥当でない ➤ 妥当でない場合、省エネ効果の値を記載 □ 製品開発メーカーの追加質問 Q3.自社製品の省エネ効果の「標準値」 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 妥当である/妥当でない ➤ 妥当でない場合、メーカー提示の省エネ効果の値を記載 ➤ 妥当でない場合、メーカー提示の値の妥当性検証の資料(標準値との関係)を提示 	<ul style="list-style-type: none"> □ 共通 Q1.自動化技術の「標準値」 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 妥当である/妥当でない ➤ 妥当でない場合、労働負荷改善効果の値を記載 Q2.遠隔化技術の「標準値」 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 妥当である/妥当でない ➤ 妥当でない場合、労働負荷改善効果の値を記載 □ 製品開発メーカーの追加質問 Q3.自社製品の労働負荷改善効果の「標準値」 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 妥当である/妥当でない ➤ 妥当でない場合、労働負荷改善効果の値を記載 						
参考標準値の設定	<ul style="list-style-type: none"> □ 省エネ効果 <ul style="list-style-type: none"> ➤ コンセプト整理表の類似機器の貨物船・タンカー・セメント船の値を引用 	<ul style="list-style-type: none"> □ 労働負荷改善効果 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 評価指標 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;">①身体負荷</td> <td>重量物運搬、不自然・窮屈な姿勢、肉体労働 等</td> </tr> <tr> <td>②精神負荷</td> <td>プレッシャーのかかる作業、集中力が必要な作業、監視 等</td> </tr> <tr> <td>③労働環境</td> <td>高温、騒音・振動、有害・危険区域への立ち入り、悪天候、視界不良 等</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 評価指標の採点値 <ul style="list-style-type: none"> • 改善あり(○)・改善なし(-) ➤ 評価指標の重要度 <ul style="list-style-type: none"> • 改善あり(○)指標の順位付け・重要度1位・2位・3位順 	①身体負荷	重量物運搬、不自然・窮屈な姿勢、肉体労働 等	②精神負荷	プレッシャーのかかる作業、集中力が必要な作業、監視 等	③労働環境	高温、騒音・振動、有害・危険区域への立ち入り、悪天候、視界不良 等
①身体負荷	重量物運搬、不自然・窮屈な姿勢、肉体労働 等							
②精神負荷	プレッシャーのかかる作業、集中力が必要な作業、監視 等							
③労働環境	高温、騒音・振動、有害・危険区域への立ち入り、悪天候、視界不良 等							

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

□ 評価結果

アンケート回答数

- 23社 内数 船社 11社 ※共通質問
内数 メーカー 12社 ※共通質問+製品開発メーカーの追加質問

①省エネ効果

- 自動化技術の標準値については、各技術の全体平均で94%が「妥当である」と回答。
- 遠隔化技術の標準値については、各技術の全体平均で97%が「妥当である」と回答。
- 当初設定の値を標準値として採用。
- なお、自社製品の省エネ効果にメーカー提示の値を使用すると回答するメーカーはいなかった。

②労働負荷改善効果

- 自動化技術の標準値については、各技術の全体平均で95%が「妥当である」と回答。
- 遠隔化技術の標準値については、各技術の全体平均で98%が「妥当である」と回答。
- 当初設定の値を標準値として採用。

ID	自動化技術 R6調査	①省エネ効果の標準値			②労働負荷改善効果の標準値		
		妥当である	妥当ではない	無回答	妥当である	妥当ではない	無回答
1	ジョイスティック操船	20	1	2	19	2	2
2	全周カメラ	21	0	2	19	2	2
3	自動運航	19	2	2	21	0	2
4	ウインチ制御	20	1	2	20	1	2
5	遠隔操作	19	2	2	19	2	2
6	バラスト作業支援	19	2	2	21	0	2
7	電動ハッチカバー	19	2	2	20	1	2
8	係船索張力監視	19	2	2	19	2	2
9	トラックコントロール	21	0	2	21	0	2
10	避航操船	20	1	2	20	1	2
11	他船検知	20	1	2	20	1	2
12	主機の冗長化	19	2	2	20	1	2

ID	遠隔化技術 R6調査	①省エネ効果の標準値			②労働負荷改善効果の標準値		
		妥当である	妥当ではない	無回答	妥当である	妥当ではない	無回答
1	クラウドサーバ活用	21	0	2	22	0	1
2	主機異常検出	19	2	2	21	1	1
3	空調設備監視	21	0	2	22	0	1
4	バラスト設備監視	20	1	2	22	0	1
5	タンク監視	20	1	2	21	1	1
6	ボイラ監視	21	0	2	22	0	1
7	PC・タブレットによる船内監視	21	0	2	20	2	1
8	航海機器監視	20	1	2	22	0	1
9	運航監視	20	1	2	22	0	1
10	総合監視	20	1	2	22	0	1

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

②労働負荷改善効果

□ 評価結果 ～ 総合評価方式の検討

➤ 「総合評価 = 採点値×重要度」とした場合の試算結果。

- ・ 採点値：改善あり(○)=1点、改善なし(-)=0点
- ・ 重要度：1位=3点、2位=2点、3位=1点

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	労働改善効果（モード毎）採点			労働改善効果（モード毎）重要度			労働改善効果（モード毎）総合評価			
			身体負荷	精神負荷	労働環境	身体負荷	精神負荷	労働環境	身体負荷	精神負荷	労働環境	評価点
1	ジョイスティック操船	可変ピッチプロペラやスラスト、舵など、複数の操船要素を総括するジョイスティック操船システム	○	○	○	3位	1位	2位	1.0	3.0	2.0	6.0
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	○	○	○	3位	1位	2位	1.0	3.0	2.0	6.0
3	自動運航	離棧や着棧を含めた自動運航システム	○	○	○	2位	3位	1位	2.0	1.0	3.0	6.0
4	ウインチ制御	ウインチの遠隔操作や自動ブレーキ、オートテンションなど	○	○	○	3位	1位	2位	1.0	3.0	2.0	6.0
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	○	○	○	3位	1位	2位	1.0	3.0	2.0	6.0
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	○	○	○	2位	3位	1位	2.0	1.0	3.0	6.0
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化・デジタル化、リモコンによる遠隔操作など	○	○	○	3位	1位	2位	1.0	3.0	2.0	6.0
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	-	○	○	-	2位	1位	-	2.0	3.0	5.0
9	トラックコントロール	ECDIS との連携、トラックコントロールによる自動航路制御	-	○	-	-	1位	-	-	3.0	-	3.0
10	避航操船	レーダや AIS 等で取得した他船や障害物との衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	-	○	-	-	1位	-	-	3.0	-	3.0
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	-	○	-	-	1位	-	-	3.0	-	3.0
12	主機の冗長化	緊急時の減筒運転を実現する主機など	-	○	○	-	2位	1位	-	2.0	3.0	5.0

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

□ 評価結果

①省エネ効果の評価(自動化技術)

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	期待される省エネ効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	省エネ効果 (モード毎)[%]		
							最小値	最大値	平均
1	ジョイスティック操船	可変ピッチプロペラやスラスト、舵など、複数の操船要素を総括するジョイスティック操船システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0
3	自動運航	離着岸や着岸を含めた自動運航システム	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能操船支援装置	20.0	20.0	20.0
4	ウインチ制御	ウインチの遠隔操作や自動ブレーキ、オートテンションなど	離着岸時間短縮	離着岸	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	5.0	5.0	5.0
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	荷役効率改善	荷役	離着岸時間短縮	高機能甲板機器	5.0	5.0	5.0
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	荷役効率改善	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	3.0	5.0	4.5
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化・デジタル化、リモコンによる遠隔操作など	荷役効率改善	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	3.0	5.0	4.5
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	-	停泊	-	-	-	-	-
9	トラックコントロール	ECDIS との連携、トラックコントロールによる自動航路制御	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	5.0	5.0	5.0
10	避航操船	レーダや AIS 等で取得した他船や障害物との衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	5.0	5.0	5.0
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	運航効率改善	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	5.0	5.0	5.0
12	主機の冗長化	緊急時の減筒運転を実現する主機など	運航効率改善	運航	運航効率改善	※類似機器なし (省エネ効果は最小値を使用)	3.0	5.0	4.5

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

□ 評価結果

①省エネ効果の評価(遠隔化技術)

ID	遠隔化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	期待される省エネ効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	省エネ効果 (モード毎)[%]		
							最小値	最大値	平均
1	クラウドサーバ活用	主機のログデータを陸側のサーバーに送信し、ウェブ上または専用アプリで監視する機能など	エンジン効率改善、運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
2	主機異常検出	専門技術者 (エンジンメーカー) による機関診断、異常を判断する機能など	エンジン効率改善、運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
3	空調設備監視	関連機器のデータ取得と陸上へのデータ送信機能、各種モニタリング機能	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
4	バラスト設備監視	関連機器データのモニタリング機能、異常発生時のレポート配信機能など	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
5	タンク監視	各タンクの液面・温度・圧力等のデータを陸上で監視する機能、貨物の状態監視	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
6	ボイラ監視	運転状態・運転履歴などの遠隔監視機能、レポート出力機能など	補機類の省エネ化	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
7	PC・タブレットによる船内監視	荷役ポンプ等の状態を船内サーバー経由で PC・タブレットを表示する機能など	-	-	-	-	-	-	-
8	航海機器監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能 (避航、緊急) など	運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
9	運航監視	本船の動静や位置の監視機能、海難事故発生時の VDR データをダウンロード機能、航路離脱監視機能など	運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0
10	総合監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能 (避航、緊急) など	運航効率改善	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	2.0	2.0	2.0

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

□ 評価結果

②労働負荷改善効果の評価(自動化技術)

ID	自動化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	その他の効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	労働改善効果(モード毎) 採点			労働改善効果(モード毎) 重要度			
							身体負荷	精神負荷	労働環境	身体負荷	精神負荷	労働環境	
1	ジョイスティック操船	可変ピッチプロペラやスラスト、舵など、複数の操船要素を総括するジョイスティック操船システム	操船作業の集約による負荷低減	離着棧	離着棧時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	3位	1位	2位	
2	全周カメラ	全周カメラを利用した操船支援システム	離着岸時の安全性向上と作業負荷低減	離着棧	離着棧時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	3位	1位	2位	
3	自動運航	離着岸や着棧を含めた自動運航システム	離着岸時の作業負荷低減、省人化	離着棧	離着棧時間短縮	高機能操船支援装置	○	○	○	2位	3位	1位	
4	ウインチ制御	ウインチの遠隔操作や自動ブレーキ、オートテンションなど	係船時の作業負荷低減、省人化	離着棧	離着棧時間短縮	高機能甲板機器	○	○	○	3位	1位	2位	
5	遠隔操作	バルブ、ポンプ等の遠隔操作、タンク洗浄と排出の自動化など	荷役時の作業負荷低減、省人化	荷役	離着棧時間短縮	高機能甲板機器	○	○	○	3位	1位	2位	
6	バラスト作業支援	計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	荷役時の作業負荷低減	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	○	○	○	2位	3位	1位	
7	電動ハッチカバー	ハッチカバーの電動化・デジタル化、リモコンによる遠隔操作など	挟み込み事故防止、作業負荷低減	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	○	○	○	3位	1位	2位	
8	係船索張力監視	係船中の係船索張力を係船機から離れた場所で監視できる装置	定期的な甲板上巡回の負荷低減	停泊	-	-	-	○	○	-	-	2位	1位
9	トラックコントロール	ECDISとの連携、トラックコントロールによる自動航路制御	航海時の作業負荷低減、省人化	運航	運航効率改善	船速最適化(減速航行)	-	○	-	-	1位	-	
10	避航操船	レーダやAIS等で取得した他船や障害物との衝突危険領域を表示する機能、最適ルートを生成する機能など	航海時の安全性向上、作業・心理的負担の軽減	運航	運航効率改善	船速最適化(減速航行)	-	○	-	-	1位	-	
11	他船検知	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置	監視作業の負荷低減	運航	運航効率改善	船速最適化(減速航行)	-	○	-	-	1位	-	
12	主機の冗長化	緊急時の減荷運転を実現する主機など	緊急時の安全性向上、機関室の省人化	運航	運航効率改善	※類似機器なし	-	○	○	-	2位	1位	

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(2)評価の実施

□ 評価結果

②労働負荷改善効果の評価(遠隔化技術)

ID	遠隔化技術 R6調査	製品・サービスの概要 R6調査	その他の効果 R6調査	モード 整理表	省エネ技術の分類 整理表	省エネ技術の導入例 整理表	労働改善効果(モード毎)採点			労働改善効果(モード毎)重要度		
							身体負荷	精神負荷	労働環境	身体負荷	精神負荷	労働環境
1	クラウドサーバ活用	主機のログデータを陸側のサーバーに送信し、ウェブ上または専用アプリで監視する機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
2	主機異常検出	専門技術者(エンジンメーカー)による機関診断、異常を判断する機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
3	空調設備監視	関連機器のデータ取得と陸上へのデータ送信機能、各種モニタリング機能	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
4	バラスト設備監視	関連機器データのモニタリング機能、異常発生時のレポート配信機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
5	タンク監視	各タンクの液面・温度・圧力等のデータを陸上で監視する機能、貨物の状態監視	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
6	ボイラ監視	運転状態・運転履歴などの遠隔監視機能、レポート出力機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
7	PC・タブレットによる船内監視	荷役ポンプ等の状態を船内サーバー経由でPC・タブレットを表示する機能など	予防保全、メンテナンス・定期保守管理の効率化、緊急時の復旧支援、監視作業の負荷低減	-	-	-	-	○	○	-	2位	1位
8	航海機器監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能(避航、緊急)など	安全性向上、異常時の対応支援	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
9	運航監視	本船の動静や位置の監視機能、海難事故発生時のVDRデータをダウンロード機能、航路離脱監視機能など	安全性向上、異常時の対応支援	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位
10	総合監視	オートパイロットやジャイロコンパス製品などの監視機能の強化機能、陸上からの遠隔操船機能(避航、緊急)など	安全性向上、異常時の対応支援	その他	定時運航維持	陸上サポート(機器管理)	-	○	○	-	2位	1位

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(3)連携型省エネ船の各コンセプト検討例の費用対効果の試算

□ 関連費用の算定の対象機器と算定方法

➤ 機器OPEX(導入費用③) ~ DNVの「Energy Efficiency Report 2025」のOPEXの値

No.	Measure		Efficiency gain		CAPEX		OPEX		No.	Measure		Efficiency gain		CAPEX		OPEX	
			Likely [%]	High [%]	Likely [kUSD]	High [kUSD]	Likely [% or kUSD]	High [% or kUSD]				Likely [%]	High [%]	Likely [kUSD]	High [kUSD]	Likely [% or kUSD]	High [% or kUSD]
1	Energy consumers	エネルギー消費機器							4.	Machinery	機関システム						
1.1	Auxiliary systems optimization	補機システムの最適化	0.5	1.5	50	1,000	1.0%	2.0%	4.1	Batteries	バッテリー	2.5	5.0	1,000	3,000	2.5	25.0
1.2	Energy-efficient lighting system	省エネ照明システム	0.1	1.0	20	1,200	-	-	4.2	Electronic auto-tuning	電子オートチューニング	0.5	2.0	5	10	1.0	3.0
2.3	Optimization of cargo handling systems	荷役システムの最適化	0.5	1.0	5	30	-	-	4.3	Engine de-rating	エンジン出力低減 (デレーティング)	5.0	15.0	50	1,000	6.0	20.0
2.	Energy harvest-ing	エネルギー収集							4.4	Engine performance testing and tuning	エンジン性能試験・調整	1.0	4.0	50	150	1.0	3.0
2.1	Solar panels	太陽光パネル	0.0	2.0	700	3,000	1%	1%	4.5	Exhaust-gas boilers on auxiliary engines	補機関排ガスボイラー	0.3	1.0	100	300	0.3	0.5
2.2	Wind-assisted propulsion systems	風力補助推進システム	5.0	40.0	500	3,000	2%	5%	4.6	Improved auxiliary engines load	補機関負荷の改善	1.0	5.0	-	-	1.0	5.0
3.	Propulsion and Hull	推進・船体							4.7	Optimized turbocharger for lower engine loads	低負荷対応型ターボチャージャーの最適化	1.0	3.0	30	100	1.0	3.0
3.1	Air lubrication system	空気潤滑システム	0.0	8.0	500	3,500	1%	1%	4.8	Shaft generator (PTO/PTI)	シャフトジェネレーター (PTO/PTI)	2.0	5.0	700	2,000	0.5	1.0
3.2	Bulbous bow retrofit	球状船首の改修 (レトロフィット)	2.0	15.0	500	1,500	-	-	4.9	Shore power	陸上電源 (陸電)	25.0	50.0	20	1,000	-	-
3.3	High-performance coatings	高性能塗装	2.0	8.0	50	600	-	-	4.10	Steam plant operation improvement	蒸気プラント運転改善	0.5	1.5	50	300	0.2	1.0
3.4	High-efficiency rudder	高効率舵	2.0	4.0	500	1,500	-	-	4.11	Variable engine speed	可変エンジン回転数	1.0	20.0	700	3,000	0.2	1.0
3.5	Hull and propeller cleaning	船体・プロペラ清掃	3.0	6.0	25	50	-	-	4.12	Variable frequency drives	可変周波数ドライブ (VFD)	0.5	2.0	70	300	0.2	2.0
3.6	Hull form optimization	船型最適化	2.0	20.0	70	300	-	-	4.13	Waste-heat recovery	廃熱回収	5.0	12.0	1,500	9,000	2.0	5.0
3.7	Hull form optimization for real sea states	実海象に基づく船型最適化	0.0	2.0	200	200	-	-	5.	Operational	運航						
3.8	ESDs AFT of the propeller	プロペラ後方に設置する省エネ装置	0.0	3.0	25	120	-	-	5.1	Autopilot adjustment and usage	オートパイロットの調整・運用改善	0.2	0.5	-	-	5.0	5.0
3.9	ESDs FWD of the propeller	プロペラ前方に設置する省エネ装置	2.0	9.0	200	600	-	-	5.2	Deadweight/maximum draught increase	デッドウェイト/最大喫水の増加	-	-	30	50	-	-
3.10	Propeller measures	プロペラ改善策	2.0	7.0	200	2,500	-	-	5.3	Optimization of bow thruster openings	バウスラスタ開口部の最適化	1.0	5.0	700	3,000	1.0	10.0
3.11	Windshields (and aerodynamic optimization)	防風壁 (および空力最適化)	1.0	2.0	500	1,700	-	-	5.4	Trim optimization	トリム最適化	2.0	7.0	50	60	0.0	0.0
									5.5	Port optimization	港湾オペレーション最適化	0.2	1.0	-	-	-	-
									5.6	Speed optimization	速度最適化	5.0	40.0	-	-	-	-
									5.7	Weather routing	ウェザー・ルーティング	3.0	10.0	Software-based Dependent on system	Software-based Dependent on system	2.0	10.0
									5.8	DP Power system upgrades	DP (動的位置保持) 電力システムの改良	5.0	30.0	Software-based Dependent on system	Software-based Dependent on system	5.0	30.0

※赤字は、既存機器の類似機器

出典: DNV「Energy Efficiency Report 2025」

II. 連携型省エネ船を構成する各機器・技術の導入効果等に関する調査 別添(3)連携型省エネ船の各コンセプト検討例の費用対効果の試算

□ 関連費用の算定の対象機器と算定方法

➤ 機器OPEX(導入費用③) ~ モデル船搭載の既存機器のOPEX(DNV調査の類似機器のOPEX)

ID	モード	省エネ技術の分類	省エネ技術の導入例	導入費用 OPEX		ID	モード	省エネ技術の分類	省エネ技術の導入例	導入費用 OPEX	
				[百万円/年]	類似技術 (DNV)					[百万円/年]	類似技術 (DNV)
1	運航	エンジン効率改善	高効率エンジン	0.9	4.3 エンジン出力低減 (デレーティング)	26	離着棧	離着棧時間短縮	高機能スラスト	0.2	5.3 パウスラスタ-開口部の最適化
2	運航	エンジン効率改善	エンジン出力の最適化	0.2	4.4 エンジン性能試験・調整	27	離着棧	離着棧時間短縮	大舵角舵・特殊舵	none	3.4 高効率舵
3	運航	推進効率改善	高効率プロペラ	none	3.10 プロペラ改善策	28	離着棧	離着棧時間短縮	高機能操船支援装置	0.1	1.1 補機システムの最適化
4	運航	推進効率改善	省エネ付加物	none	3.9 プロペラ前方に設置する省エネ装置	29	離着棧	離着棧時間短縮	高機能甲板機器	0.1	1.1 補機システムの最適化
5	運航	推進効率改善	低摩擦軸受	-	3.10 プロペラ改善策	30	荷役	荷役効率改善	高効率機器の採用	none	2.3 荷役システムの最適化
6	運航	推進効率改善	プロペラ健全化 (健全性の維持)	none	3.5 船体・プロペラ清掃	31	荷役	荷役時間短縮	運用効率改善	none	2.3 荷役システムの最適化
7	運航	推進効率改善	1機1軸化	-	-	32	荷役	エンジン効率改善	高効率エンジン	none	2.3 荷役システムの最適化
8	運航	抵抗低減	船型改善	none	3.6 船型最適化	33	停泊	電気機器効率改善	補機インバータ制御	0.1	1.1 補機システムの最適化
9	運航	抵抗低減	空気潤滑	0.8	3.1 空気潤滑システム	34	停泊	陸電利用	陸電利用	none	4.9 陸上電源 (陸電)
10	運航	抵抗低減	低摩擦塗料	none	3.3 高性能塗装	35	停泊	蓄電池	大容量蓄電池搭載	0.4	4.1 バッテリー
11	運航	抵抗低減	船体健全化 (健全性の維持)	none	3.5 船体・プロペラ清掃	36	その他	排熱回収	高性能蒸気プラント	0.0	4.10 蒸気プラント運転改善
12	運航	抵抗低減	低抵抗スラストノズル	0.2	5.3 パウスラスタ-開口部の最適化	37	その他	排熱回収	排熱回収発電	0.3	4.13 廃熱回収
13	運航	抵抗低減	船体軽量化	none	3.11 防風壁 (および空力最適化)	38	その他	船内電力消費削減	高効率船内電力機器 (LEDなど)	none	1.2 省エネ照明システム
14	運航	抵抗低減	風圧抵抗低減形状	none	3.2 球状船首の改修 (レトロフィット)	39	その他	船内電力消費削減	太陽電池パネル	1.1	2.1 太陽光パネル
15	運航	高度設計技術	水槽試験による最適設計	none	3.6 船型最適化	40	その他	定時運航維持	陸上サポート (機器管理)	-	-
16	運航	高度設計技術	CPDによる最適設計	none	3.6 船型最適化	41	その他	発電装置	軸発電装置	0.1	4.8 シャフトジェネレーター (PTO/PTI)
17	運航	運航効率改善	ウェザ-ルーティング	0.3	5.7 ウェザ-ルーティング						
18	運航	運航効率改善	最適航路選定・船速最適化 (減速航行)	0.8	5.1 オートパイロットの調整・運用改善						
19	運航	運航効率改善	陸上サポート (荷主連携)	-	-						
20	運航	運航効率改善	船速最適化 (減速航行)	0.8	5.1 オートパイロットの調整・運用改善						
21	運航	補機効率改善	補機インバータ制御	0.1	1.1 補機システムの最適化						
22	運航	補機効率改善	LIB等蓄電池への代替	0.4	4.1 バッテリー						
23	運航	その他	電気推進	-	-						
24	運航	その他	ハイブリッド推進	-	-						
25	運航	その他	水素軽油混焼エンジン	-	-						