

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

2026年3月



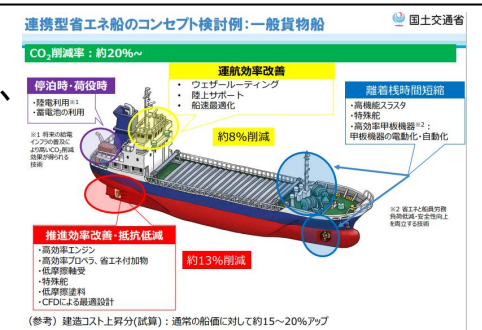
共有船舶に関する技術調査

①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

連携型省エネ船とは

現在の省エネ技術をさらに高度化するとともに、以下のような機器の導入により、**荷主、陸上、港湾等と連携し、さらなる省エネ・省CO2を実現する船舶**

- ・ハイブリッド推進の導入
- ・運航の最適化を図る運航支援設備の導入
- ・時間短縮や船員の作業低減に資する荷役・離着岸設備の自動化・電動化
- ・陸電受電設備や大容量蓄電池



国土交通省

- ▶ 令和3年3月「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会」取りまとめ
- ・ 内航海運における2030年度CO₂削減目標17%(2013年比)達成に向け更なる省エネを追求した船舶として連携型省エネ船の開発を提示
- ▶ 令和5年3月「連携型省エネ船開発・普及に向けた検討会」
- ・ **連携型省エネ船**のコンセプトを策定
- ・ 各種船種に最適な技術の組み合わせ、CO₂削減率等を提示
- ▶ 令和7年3月「内航海運の2040年度温室効果ガス削減目標」を公表
- ・ 2040年度削減目標は約36%(2013年比、モーダルシフトを考慮した場合)
- ・ 目標実現に向けた取組みの一つに、連携型省エネ船の建造が含まれる

JRTT

- ▶ 「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会」に参加
- ▶ 令和6年4月
- ・ 先進二酸化炭素低減化船の要件改正を改正し、連携型省エネ船対応
- ▶ 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」
- ・ 連携型省エネ船に搭載できる技術の現状把握を実施
- ・ 自動化技術・遠隔支援技術の現状、各社における製品開発動向
- ▶ 令和7年度「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」
- ・ 前年度調査した技術を中心に、
- 省エネ効果・労働負荷改善に係る評価手法を検討、導入効果を整理
- 連携型省エネ船のコンセプト検討例を建造するにあたる投資効果を試算

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
先進二酸化炭素低減化船の要件に用いられる
基準線の整理



共有船舶に関する技術調査(①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)

I. 先進二酸化炭素低減化船の要件に用いられる基準線の整理

□ 調査概要

- 機構の政策要件のひとつである先進二酸化炭素低減化船では、単位当たりCO₂排出量の比較により運航時のCO₂低減率を評価している。

- ✓ 運航時のCO₂低減率 = $\left(1 - \frac{\text{建造船の単位当たりCO}_2\text{排出量}}{\text{基準船の単位当たりCO}_2\text{排出量}}\right) \times 100$

- ✓ 単位あたりCO₂排出量 = $\frac{\text{主機CO}_2\text{排出量} + \text{補機CO}_2\text{排出量} + \text{ボイラCO}_2\text{排出量}}{\text{輸送能力} \times \text{実海域速力}}$

- 現行の評価基準(基準船の単位当たりCO₂排出量)について、下記の課題点がある。
 - ✓ 1990年代の新造船群をもとに設定された評価基準であり、最新の内航船の状況が反映されていない可能性がある。
 - ✓ 輸送能力の単位が混在(GT、DWT、kL、Lpp)しており、船種、船型間での不統一により審査が煩雑化。
 - ✓ 評価基準が離散的に整備されており、未設定の船種船型が存在。
- 先進二酸化炭素低減化船への連携型省エネ船の取り入れ経緯をふまえ、2013年度の存在船をもとに主要な船種船型に対応する連続的な評価基準を整理・設定することを念頭に、2013年当時の内航船群のデータを整理する。

共有船舶に関する技術調査(①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)

I. 先進二酸化炭素低減化船の要件に用いられる基準線の整理

□ 調査方針

- 2013年度当時の内航の存在船(船舶明細書に記載された船舶)について、「単位当たりCO2排出量」を計算しプロット。
- 対象船種は、国土交通省「内航船省エネルギー格付制度」の対象船にならない、下表の8船種。

フェリー・大型旅客船	自動車運搬船・RoRo船	コンテナ船	セメント船・石灰石船
油タンカー	一般貨物船	液化ガス運搬船	ケミカルタンカー

- EEDIリファレンスライン計算ガイドライン(MEPC.231(66))に定める「船種別」の計算式により、各船舶の単位当たりCO2排出量を計算。

$$3.1144 \cdot \frac{190 \cdot \sum_{i=1}^{NME} P_{MEi} + 215 \cdot P_{AE}}{Capacity \cdot V_{ref}}$$

P_{MEi} :主機出力 P_{AE} :補機出力
 $Capacity$:DWT V_{ref} :速度

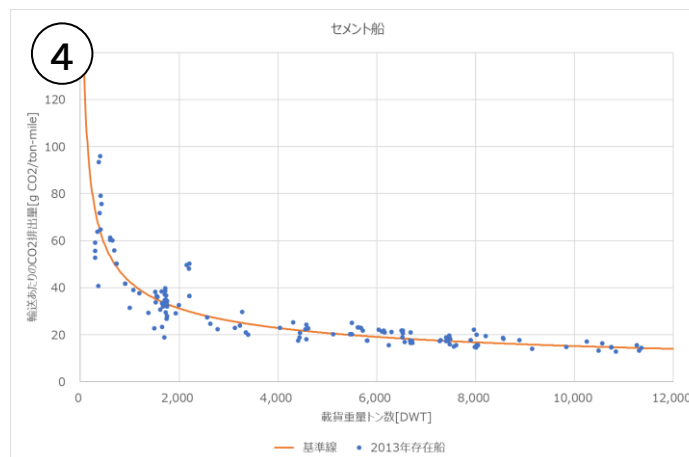
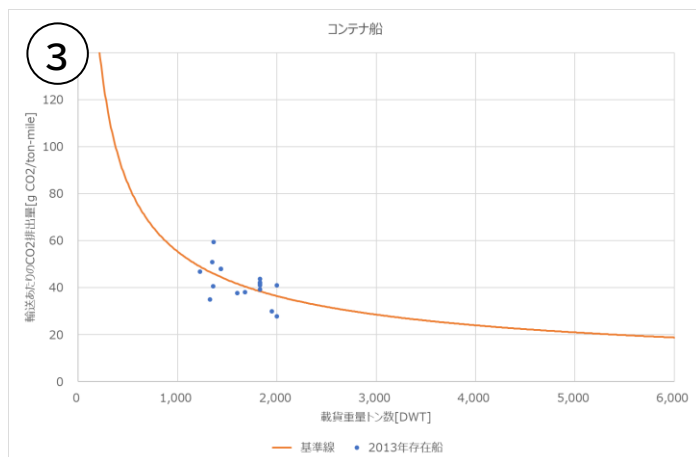
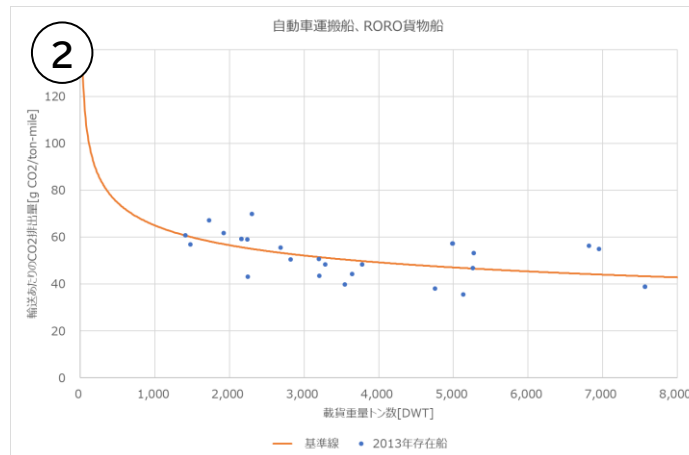
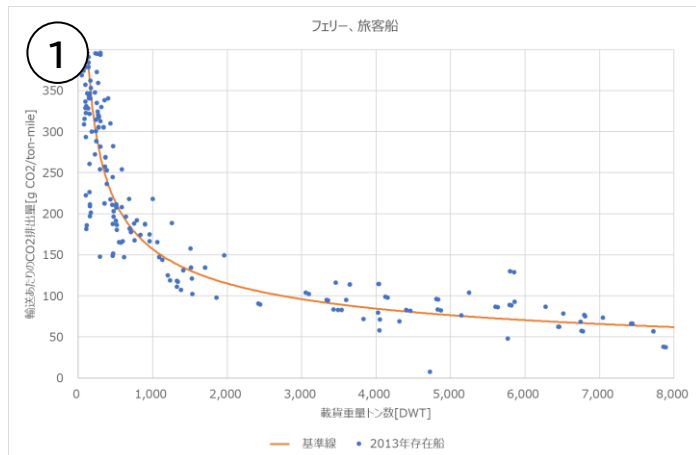
- EEDIリファレンスライン等での実績を参考に、 $a \times DWT^b$ の数式による船種毎の平均曲線を確認。

共有船舶に関する技術調査(①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)

I. 先進二酸化炭素低減化船の要件に用いられる基準線の整理

□ 調査結果

➤ 船種毎の、2013年内航存在船データのプロットと平均曲線



①	フェリー・大型旅客船 ● 50隻
②	自動車運搬船・RoRo船 ● 25隻
③	コンテナ船 ● 18隻
④	セメント船・石灰石船 ● 147隻

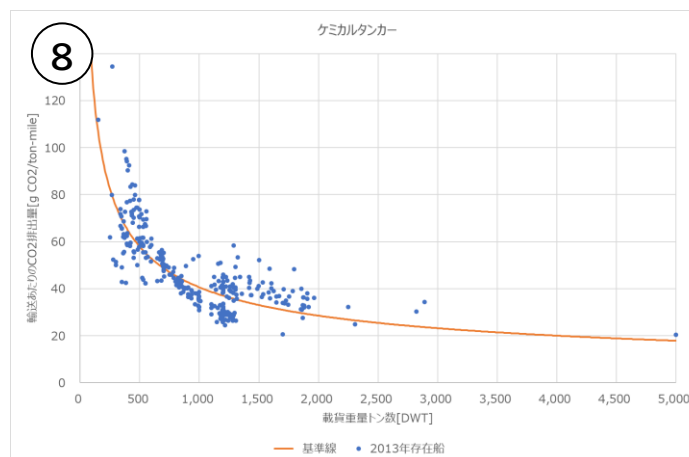
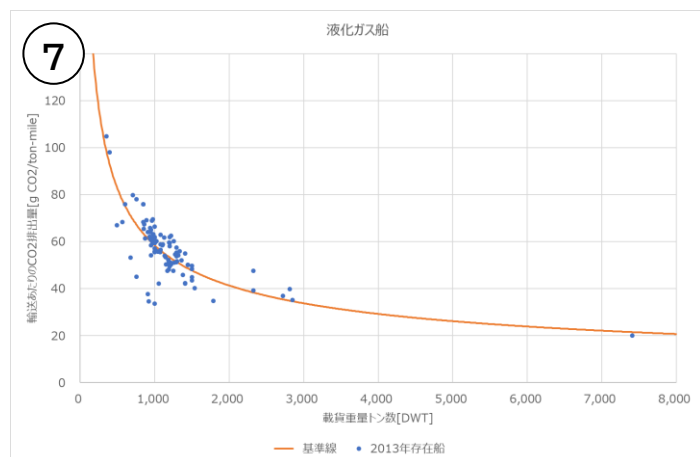
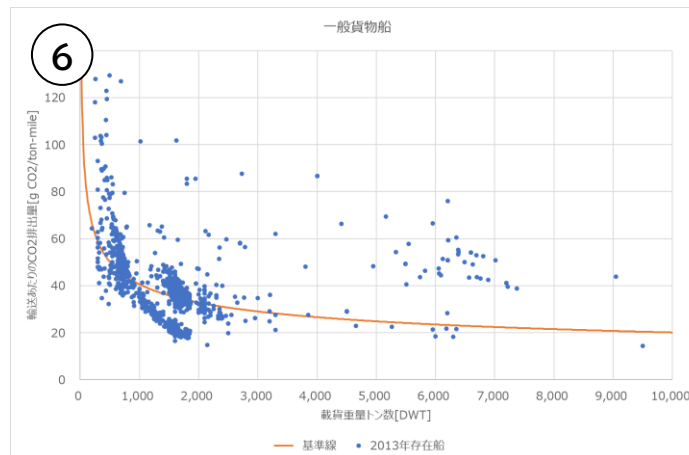
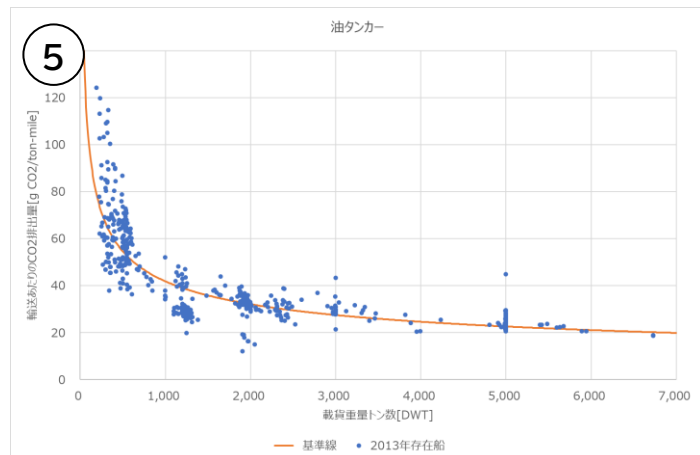
●	2013年存在船
—	2013年存在船の平均曲線

共有船舶に関する技術調査(①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)

I. 先進二酸化炭素低減化船の要件に用いられる基準線の整理

□ 調査結果

➤ 船種毎の、2013年内航存在船データのプロットと平均曲線



⑤	油タンカー
	● 530隻
⑥	一般貨物船
	● 1197隻
⑦	液化ガス運搬船
	● 116隻
⑧	ケミカルタンカー
	● 346隻

●	2013年存在船
—	2013年存在船の平均曲線

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**



共有船舶に関する技術調査(①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)

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

調査概要

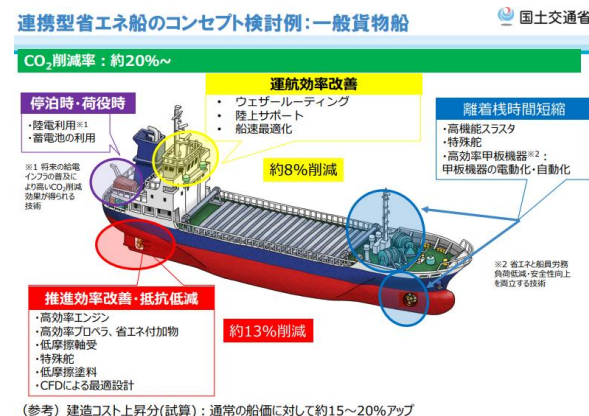
- 令和5年3月 国交省
「連携型省エネ船開発・普及に向けた検討会」
 - **連携型省エネ船**のコンセプトを策定
 - 各種船種に最適な技術の組み合わせ、CO2削減率等を提示
 - 令和6年度 JRTT
「内航船における自動化及び陸上支援の技術動向調査」
 - 連携型省エネ船に搭載できる技術の現状把握を実施
 - 自動化技術・遠隔支援技術の現状、各社における製品開発の動向、導入効果等の基本情報を把握
 - 令和7年3月 国交省
「内航海運の2040年度温室効果ガス削減目標」を公表
 - 2040年度削減目標は約36% (モーダルシフトを考慮した場合)
 - 目標実現に向けた取り組みの一つに、連携型省エネ船の建造が含まれる
- ↓
- 令和7年度の技術調査
自動化技術・遠隔支援技術の導入検討に資する情報の提供を目指し、昨年度調査した技術を中心に、
 - 省エネ効果・労働負荷改善に係る評価手法を検討、導入効果を整理し、
 - 合わせて、連携型省エネ船のコンセプト検討例を建造するにあたる投資効果を試算した。

連携型省エネ船とは

現在の省エネ技術をさらに高度化するとともに、

- ハイブリッド推進の導入
- 運航の最適化を図る運航支援設備の導入
- 時間短縮や船員の作業低減に資する荷役・離着岸設備の自動化・電動化
- 陸電受電設備や大容量蓄電池

などの一部あるいは全部を導入することにより、**荷主、陸上、港湾等と連携**し、さらなる省エネ・省CO2を実現する船舶



共有船舶に関する技術調査(①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)

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

□ 調査対象機器の概略(R6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」での調査機器と同一)

➤ 自動化技術

運航モード	技術の分類	期待される省エネ効果
離着棧	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	離着棧時間短縮
	全周カメラを利用した操船支援システム	
	離棧や着棧を含めた自動運航システム	
	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	
荷役	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
	計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	
	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	
停泊	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	---
運航	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
	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	
	カメラ画像から他船や障害物を識別する装置と自動制御技術との連携	
	緊急時の減筒運転を実現する主機など	

➤ 遠隔化技術

対象機器	技術の分類	期待される省エネ効果
主機	主機のログデータを陸側のサーバーに送信し、ウェブまたは専用アプリで監視する機能など	<ul style="list-style-type: none"> エンジン効率改善 運航効率改善
	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	
補機類	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
	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	
	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	
	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	
	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	---
その他	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
	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	
	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	

共有船舶に関する技術調査(①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) 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

□ 調査方法 (省エネ効果・労働負荷改善に係る評価手法の検討、当該手法に基づいた導入効果の整理)

①省エネ効果

- 調査機器について、コンセプト整理表に従った標準省エネ効果を試算(運航・離着岸・荷役・停泊・その他モード)
- メーカー提示の数値等の妥当性評価基準を検討(根拠文献/省エネ基準年/搭載船と標準省エネ効果の関係等)

②労働負荷改善効果

- 調査機器について、欧州労働条件調査の「Job Quality Framework」における指標を活用し評価
 - ・参考URL:<https://www.eurofound.europa.eu/en/topic/job-quality>
- 船員の労働環境改善の重要度に応じた「指標の重み付け」や総合評価方式(採点制等)も検討

また、①②とも調査機器を開発/製造するメーカー・導入する船主等に算定した効果の「標準値」のヒアリングを実施

貨物船のコンセプト整理表



モード	省エネ技術の分類	省エネ技術の導入例	エネルギー消費割合 [%]	省エネ効果(モード毎) [%]	省エネ効果(全体) [%]	コンセプト		注釈
						搭載技術	省エネ効果(1-100) [%]	
運航	エンジン効率改善	高効率エンジン		2.5	2.0	○	2.0	
		エンジン出力の最適化		1.0	0.9	○	0.9	
	推進効率改善	高効率プロペラ		4.0	3.6	○	3.6	
		省エネ付加物		3.0	2.7	○	2.7	
		低摩阻船殻		1.5	1.4	○	1.4	
		プロペラ健全化(健全性の維持)		0.5	0.5			
	船体改善	船体改善		5.0	4.5			
		空気抵抗		2.5	2.0			
	船体低減	低摩阻塗料		2.5	2.0	○	2.0	メンテナンスが必要
		船体健全化(健全性の維持)		2.5	2.0			
低振動スラスターシステム			1.0	0.9				
船体軽量化			2.0	1.8				
高度設計技術	気圧排気低減形状							
	水機設計による最適設計 CFDによる最適設計							
運航効率改善	ウェザールーティング							
	陸上サポート(同主連携)							
補機効率改善	船速最適化(低速航行)							
	補機インバータ制御							
その他	電気推進							
	ハイブリッド推進							

モード
 省エネ技術の分類
 省エネ技術の導入例
 エネルギー消費割合
 省エネ効果(モード毎)
 省エネ効果(全体)

運航抵抗低減
 空気潤滑
 91%
 2.5%
 2,3%

コンセプト整理表の記載の機器の省エネ効果

... too many job demands

Time pressure	Work usually more than 50 hours per week. Difficult to take an hour or two off during working hours for personal or family matters. Work at very high speed and to tight deadlines.	精神負荷
Physical health risk factors	Tiring and painful positions. Carrying or moving heavy loads. Exposed to vibrations from hand tools, machinery. Exposure to high noise. Exposure to high or low temperature.	身体負荷 労働環境
Workplace intimidation	Verbal abuse. Threats and humiliating behaviour. Bullying or harassment.	職場環境

労働負荷改善効果の評価イメージ

共有船舶に関する技術調査(①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) 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

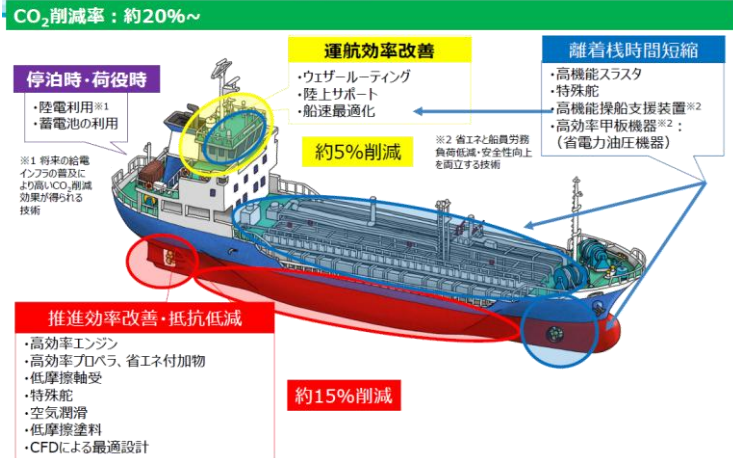
①省エネ効果

□ 評価基準

➤ コンセプト整理表に従い、調査機器の省エネ効果の「標準値」を算定

- 調査機器をコンセプト整理表に従い運航等のモードで整理し、類型化(①省エネ効果・②労働改善効果で共通)
- 調査機器の「省エネ効果」はコンセプト整理表の類似機器の貨物船・タンカー・セメント船の値を標準値として使用(RORO船・フェリー・旅客船は、運航等のモード別のエネルギー使用割合が貨物船と異なるため標準値から除外)
- 相当する類似機器がない場合は、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。

連携型省エネ船のコンセプト検討例:タンカー



貨物船のコンセプト整理表



モード	省エネ技術の分類	省エネ技術の導入例	エネルギー消費割合(%)	省エネ効果(モード毎) [%]	コンセプト船		注釈
					搭載技術	省エネ効果(モード毎) [%]	
運航	エンジン効率改善	高効率エンジン	2.5	2.3	○	2.3	
		エンジン出力の最適化	1.0	0.9	○	0.9	
	推進効率改善	高効率プロペラ	4.0	3.6	○	3.6	
		省エネ付加物	3.0	2.7	○	2.7	
		低摩擦軸受	1.5	1.4	○	1.4	
	船体抵抗	プロペラ健全化(健全性の維持)	0.5	0.5			
		船型改善	5.0	4.6			
		空気潤滑	2.5	2.3			
		低摩擦塗料	2.5	2.3	○	2.3	メンテナンスが必要
		船体健全化(健全性の維持)	2.5	2.3			
		低摩擦スラスタ/スラスタ外エネルギー	1.0	0.9			
	高度設計技術	気圧船体抵抗低減形状					
水筒試験による最適設計							
運航効率改善	CFDによる最適設計						
	ウェザールーティング						
操縦効率改善	陸上サポート(荷主連携)						
	船速最適化(高効率航行)						
操縦効率改善	操縦インバータ制御						
	操縦インバータ制御						

モード
 省エネ技術の分類
 省エネ技術の導入例
 エネルギー消費割合
 省エネ効果(モード毎)
 省エネ効果(全体)

運航抵抗低減
空気潤滑
91%
2.5%
2,3%

$$\text{省エネ効果(トータル)} = \frac{\text{エネルギー消費割合(モード毎)} \times \text{省エネ効果(モード毎)}}{100}$$

コンセプト整理表の省エネ効果の算定方法

共有船舶に関する技術調査(①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)

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

①省エネ効果（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

技術の分類	モード 整理表	省エネ効果(モード毎)[%]		
		最小値	最大値	平均
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	離着棧	20.0	20.0	20.0
全周カメラを利用した操船支援システム	離着棧	20.0	20.0	20.0
離棧や着棧を含めた自動運航システム	離着棧	20.0	20.0	20.0
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	離着棧	5.0	5.0	5.0
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	5.0	5.0	5.0
計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	荷役	3.0	5.0	4.5
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	3.0	5.0	4.5
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	-	-	-
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	5.0	5.0	5.0
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	5.0	5.0	5.0
カメラ画像から他船や障害物を識別する装置と自動制御技術との連携	運航	5.0	5.0	5.0
緊急時の減筒運転を実現する主機など	運航	3.0	5.0	4.5

➤ 遠隔化技術

技術の分類	モード 整理表	省エネ効果(モード毎)[%]		
		最小値	最大値	平均
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	その他	2.0	2.0	2.0
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	その他	2.0	2.0	2.0
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	その他	2.0	2.0	2.0
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	その他	2.0	2.0	2.0
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	その他	2.0	2.0	2.0
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	その他	2.0	2.0	2.0
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	-	-	-	-
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	2.0	2.0	2.0
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	2.0	2.0	2.0
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	2.0	2.0	2.0

共有船舶に関する技術調査(①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)

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

①省エネ効果

□ 省エネ効果にメーカー提示の値を採用する場合の妥当性検証に必要な資料

①根拠文献

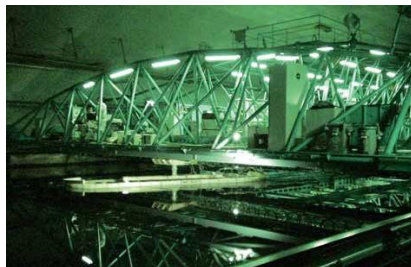
- 対象機器の仕様・省エネ効果の原理、省エネ効果の試験方法・試験条件・結果(社内資料、公開文献等) 等

②省エネ基準年(2013年比較)

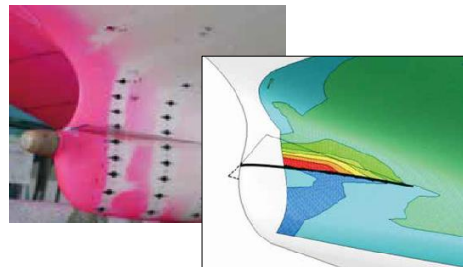
- 対象機器の2013年時点の製品化・同様技術の有無、「有」の場合は2013年時点の省エネ効果 等

③搭載船(適用範囲)

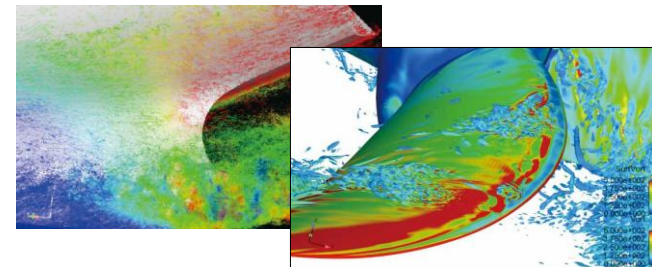
- 対象機器を搭載する船舶の船種・大きさ等の要目(船種・要目で効果が異なる場合は、適用別の省エネ効果) 等



模型試験



実船計測



数値計算

対象機器の省エネ効果の試験イメージ

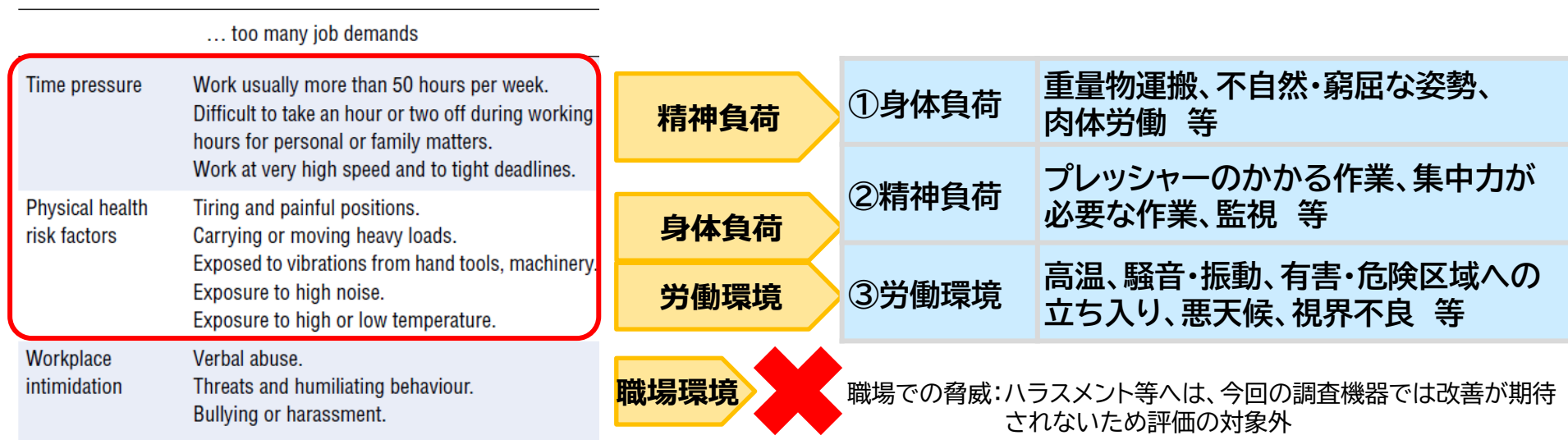
共有船舶に関する技術調査(①連携型省エネ船の普及に向けた技術的課題に関する調査)

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

②労働負荷改善効果

□ 評価基準

- コンセプト整理表に従い、調査機器の労働改善効果の「標準値」を算定。
 - 調査機器をコンセプト整理表に従い運航等のモードで整理し、類型化(①省エネ効果・②労働改善効果で共通)。
 - Job Quality Frameworkで労働負荷の要因として定義され、調査機器の自動化技術・遠隔化技術による改善が期待されるTime pressure at work(時間的プレッシャー)とExposure to physical health risk factors(身体的健康リスク要因)を、「身体負荷」・「精神負荷」・「労働環境」の3指標に整理し評価。
 - 評価指標は業務フロー分析の結果から、採点の標準値を設定(改善あり(○)・改善なし(-))。また、評価指標の重要度の重みづけの標準値も設定(改善あり(○)指標の順位付け・重要度1位・2位・3位の順)。



Job Quality Frameworkの労働改善効果の評価指標

共有船舶に関する技術調査(①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) 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

②労働負荷改善効果

□ 評価基準 ~ 労働負荷改善効果の評価手法「Job Quality Framework」概要

- 欧州労働条件調査など各国で採用されるOECDが提唱する Job Quality Framework(仕事の質の枠組み)は、単に雇用の「量」ではなく、「質」に注目して労働市場を評価するための国際基準。
- 良い仕事とは何かを①Earnings Quality(収入の質)、②Labor Market Security(労働市場の安全性)、③Quality of the Working Environment(働く環境の質)で体系化し、各国の政策改善に活用。
- 労働負荷については、③働く環境の質において、Job strain(仕事の負荷)の要員を次のとおり定義。調査機器の自動化技術・遠隔化技術については、要因a.とb.の改善が期待。
 - a. Time pressure at work(時間的プレッシャー) : 作業強度(高速作業、頻繁な中断)
 - b. Exposure to physical health risk factors(身体的健康リスク要因) : 身体的環境(作業環境、安全性、作業姿勢)
 - c. Workplace intimidation(職場での脅威) : ハラスメント

Table 3.1. Broad outcome measures of job quality and their subcomponents

Dimensions	Aggregate outcome measure of job quality	Subcomponents (at the individual level)	Main labour market and social policies that affect job quality
Earnings quality	Earnings index taking into account both earnings level and its distribution (inequality).	<i>Level of earnings.</i>	Wage setting systems. In-work benefits schemes. Minimum wage.
Labour market security	Expected earnings loss associated with unemployment.	<i>Unemployment risk:</i> • Risk of becoming unemployed. • Expected duration of unemployment. <i>Insurance against unemployment risk:</i> • Eligibility to unemployment benefits. • Generosity of benefits (replacement rates).	Employment protection legislation. Tax and benefit systems. Active labour market policies.
Quality of the working environment	Proportion of workers experiencing job strain (i.e. imbalance between work stressors and workplace resources).	<i>Work-related stress factors:</i> • Time pressure at work. • Exposure to physical health risk factors. • Workplace intimidation. <i>Support and resources to accomplish job duties:</i> • Work autonomy and learning opportunities. • Good management practices. • Good workplace relationships.	Working-time regulations. Health-related labour laws. Sickness insurance schemes. Occupational health care services. Labour inspection bodies. Vocational training.

Table 3.2. Job demands, job resources and job strain

Job strain, as the result of...			
... too many job demands		... and too few job resources	
Time pressure	Work usually more than 50 hours per week. Difficult to take an hour or two off during working hours for personal or family matters. Work at very high speed and to tight deadlines.	Work autonomy and learning opportunities	Can choose or change the order of tasks. Can choose or change methods of work. Job involves learning new things. Employer provided training or on-the-job training.
Physical health risk factors	Tiring and painful positions. Carrying or moving heavy loads. Exposed to vibrations from hand tools, machinery. Exposure to high noise. Exposure to high or low temperature.	Good management practices	Well-defined work goals. Feedback from manager. Manager good at planning and organising work.
Workplace intimidation	Verbal abuse. Threats and humiliating behaviour. Bullying or harassment.	Good workplace relationships	Feel "at home" at work and have very good friends at work.

共有船舶に関する技術調査(①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)

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

②労働負荷改善効果

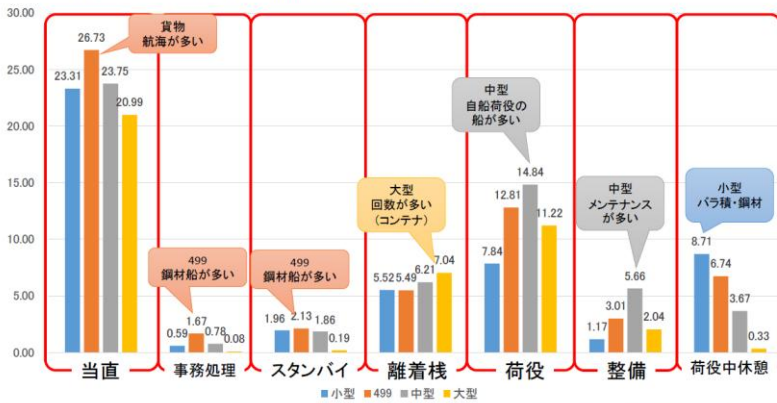
□ 評価基準 ~ 評価指標の採点と重みづけ

- 国土交通省の交通運輸技術開発推進制度で海上技術安全研究所と内航ミライ研究会が実施した「内航船への新技術の適用促進等による働き方改革実現のための内航船の新たな評価手法の確立と標準化に向けた研究開発」において、船内作業の業務時間・作業負荷(身体負荷・精神負荷)の調査分析を実施。
- 着棧作業の負担低減、運航の安全性向上、バンカー作業の負担低減、荷役・メンテナンス作業の負担低減、機関部の作業性向上が重要視。

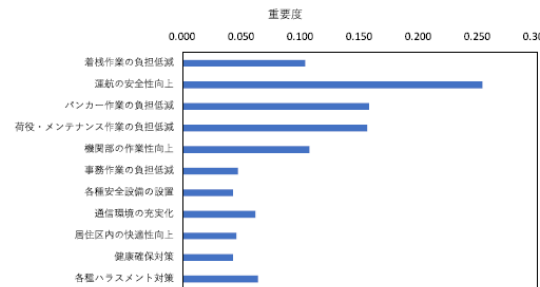
3. 一週間アンケート調査の結果

(3)貨物船の総トン数別、業務時間内訳(一週間アンケート)

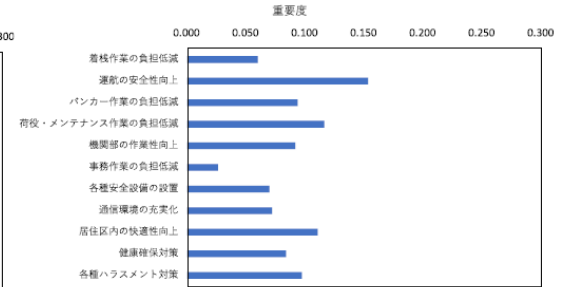
- 最も長い...当直・事務処理・スタンバイ499、荷役・整備中型、荷役中休憩小型
- フェリーでは、事務処理の時間割合がやや長い。



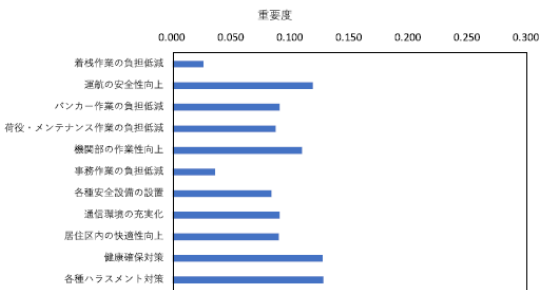
船主



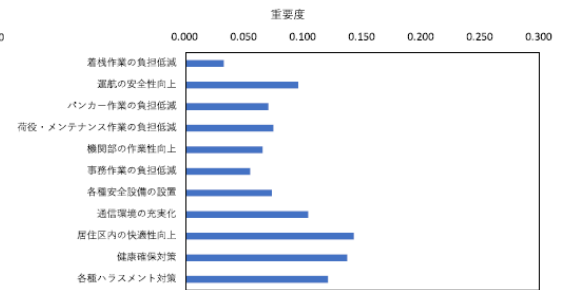
船長



機関士



航海士



出典:「内航船への新技術の適用促進等による働き方改革実現のための内航船の新たな評価手法の確立と標準化に向けた研究開発」

<https://www.mlit.go.jp/common/001386885.pdf>

共有船舶に関する技術調査(①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)

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

②労働負荷改善効果（調査機器の労働改善効果の「標準値」の算定）

➤ 自動化技術

技術の分類	労働改善効果(モード毎)採点			
	身体負荷	精神負荷	労働環境	評価点
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	1点	3点	2点	6点
全周カメラを利用した操船支援システム	1点	3点	2点	6点
離棧や着棧を含めた自動運航システム	2点	1点	3点	6点
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	1点	3点	2点	6点
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	1点	3点	2点	6点
計測データを活用した荷役バラスト作業の支援	2点	1点	3点	6点
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	1点	3点	2点	6点
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点	3点	5点
ECDIS との連携、トラックコントロールによる自動航路制御	-	3点	-	3点
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	-	3点	-	3点
カメラ画像から他船や障害物を識別する装置と自動制御技術との連携	-	3点	-	3点
緊急時の減筒運転を実現する主機など	-	2点	3点	5点

➤ 遠隔化技術

技術の分類	労働改善効果(モード毎)採点			
	身体負荷	精神負荷	労働環境	評価点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点
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	-	2点	3点	5点

共有船舶に関する技術調査(①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)

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

□ 調査方法 (連携型省エネ船のコンセプト検討例を建造するにあたる投資効果の試算)

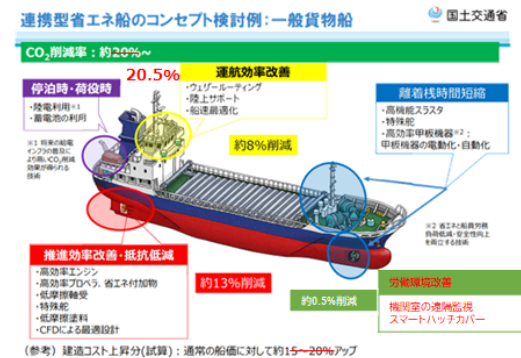
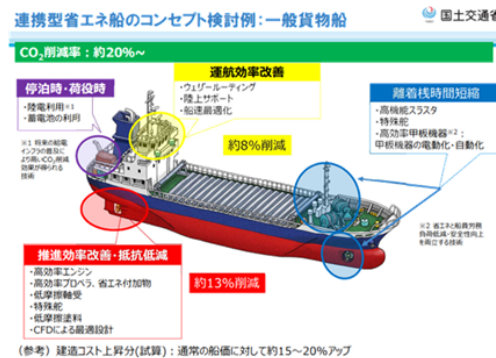
- 「省エネ機器の導入費用」と「省エネ効果による燃料削減費用」の費用対効果を試算(投資回収)。
 - ・ 省エネ機器に重点をおく評価のため、船員費等の機器に直接関係しない費用は試算の対象から除外。
 - ・ 調査機器のみの評価は困難なため、コンセプト検討例の省エネ機器(既存機器)と追加する複数の調査機器の評価を実施。

①対象機器

- コンセプト整理表の費用算定で採用された機器(既存機器)
- 調査対象機器から、各船で共通するジョイスティック操船、ウィンチ制御、トラックコントロールの3機器(調査機器)

②関連費用の算定

- ・ 燃費削減率：コンセプト整理表の燃費削減率(省エネ効果)及び本調査で算定した対象機器の省エネ効果を使用
- ・ 導入費用①：(既存機器CAPEX)コンセプト整理表の対象機器の導入費用を使用(船価(※非公開)の差分から算定)
- ・ 導入費用②：(調査機器CAPEX)JRTT令和6年度調査で聴取した導入費用を使用(※非公開)
- ・ 導入費用③：(整備費・機器OPEX) DNVの”Energy Efficiency Report 2025”のOPEX(機器整備等)の類似機器の値及びメーカー聴取により算定
- ・ 削減費用①：(燃料削減費)従来船の年間燃料消費量に既存機器と調査機器の燃費削減率を乗じて算定



連携型省エネ船コンセプト検討例の更新イメージ

共有船舶に関する技術調査(①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) 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

□ 費用対効果の概算の一例(回収期間法により計算)

モデル船	貨物船	タンカー	セメント・749GT	セメント・5000GT	RORO船	
	<p>連携型省エネ船のコンセプト検討例:一般貨物船 CO₂削減率:約20% 省エネ技術: 船体形状最適化、推進器効率向上、船内空調システム、船内照明LED化、船内機器効率化、船内空調システム、船内照明LED化、船内機器効率化</p>	<p>連携型省エネ船のコンセプト検討例:タンカー CO₂削減率:約20% 省エネ技術: 船体形状最適化、推進器効率向上、船内空調システム、船内照明LED化、船内機器効率化</p>	<p>連携型省エネ船のコンセプト検討例:749GTセメント船 CO₂削減率:約20% 省エネ技術: 船体形状最適化、推進器効率向上、船内空調システム、船内照明LED化、船内機器効率化</p>	<p>連携型省エネ船のコンセプト検討例:5,000GTセメント船 CO₂削減率:約20% 省エネ技術: 船体形状最適化、推進器効率向上、船内空調システム、船内照明LED化、船内機器効率化</p>	<p>連携型省エネ船のコンセプト検討例:RORO船 CO₂削減率:約20% 省エネ技術: 船体形状最適化、推進器効率向上、船内空調システム、船内照明LED化、船内機器効率化</p>	
投資額						
導入費用①+② (CAPEX)	約 22%~27% UP	約 21%~26% UP	約 13%~16% UP	約 6%~8% UP	約 6%~11% UP	建造コスト 上昇分 [百万円/年]
導入費用③ (OPEX)	約 2	約 3	約 2	約 2	約 3	
回収額						
削減費用①	約 -13	約 -15	約 -14	約 -43	約 -51	[百万円/年]
回収期間法						
回収期間	約 17~20	約 18~22	約 11~14	約 5~6	約 9~16	[年]

- 導入費用①~③は、JRTT等の調査結果であり、実際の購入価格とは異なる可能性あり
- 燃料費単価は、100[千円/k]として試算(調査時の市場価格を参考)
- 省CO₂化による炭素価格削減費は試算対象外
- 労働負荷改善効果は考慮外