

内航海運における省エネへの取り組み

平成28年4月

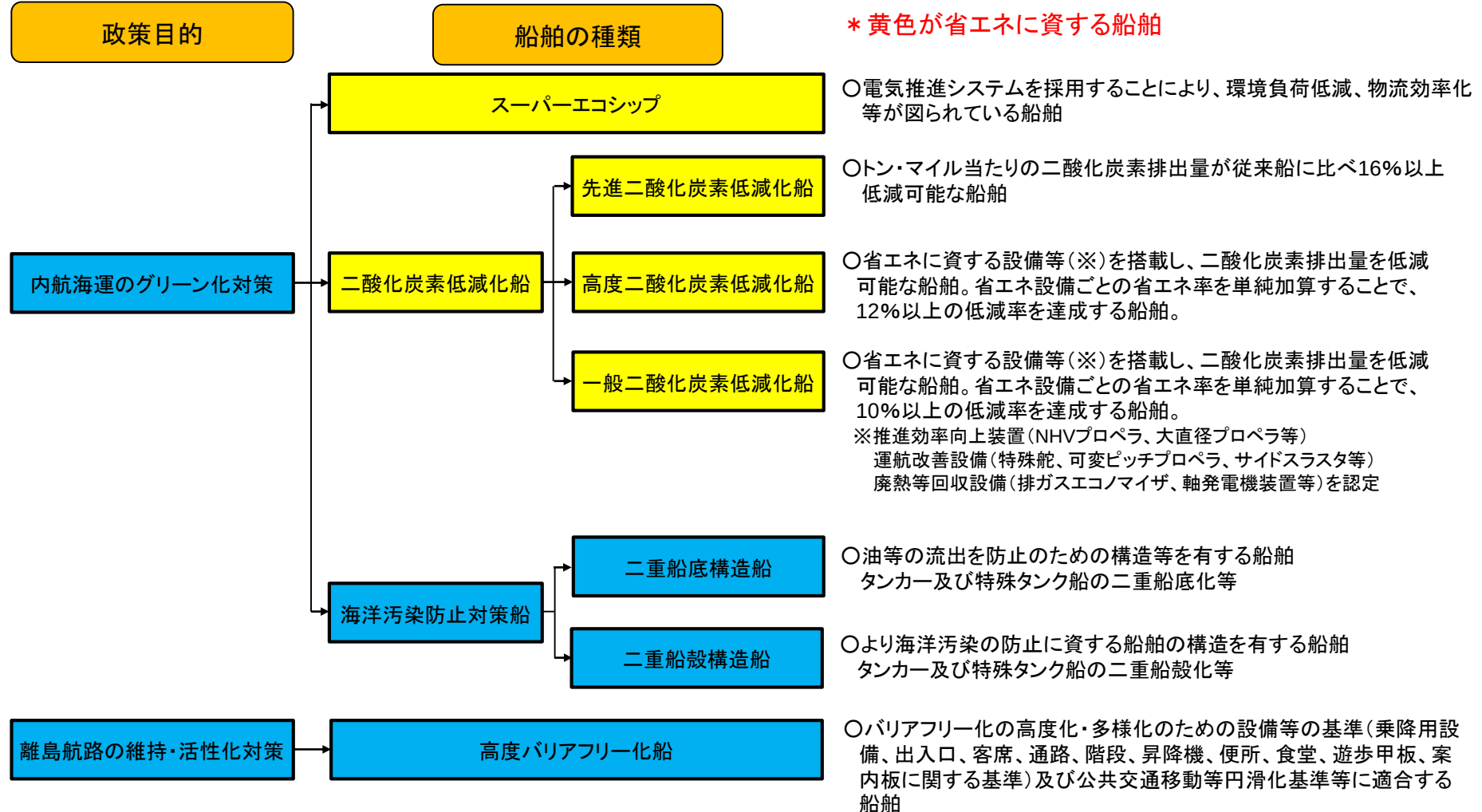


独立行政法人
鉄道建設・運輸施設整備支援機構

共有船舶建造制度における省エネの推進

共有船舶建造制度では、環境対策、物流効率化、少子高齢化対策等の国内海運政策を実現するため、建造対象船舶を以下の政策目的に適合した船舶としている。

また、船舶の種類毎に、船舶の構造、設備等の技術的な基準を定め、共有建造の条件としている。



共有建造要件・共有割合上限・金利

平成28年3月9日現在

船舶の種類			機構分担割合の上限		金利
			中小規模事業者	中小規模事業者以外	
旅客船	内航海運のグリーン化に資する船舶				
	環境負荷低減、物流効率化等に資する新技術を採用した船舶（スーパーエコシップ）			80%	-0.3%
	二酸化炭素低減化船	先進二酸化炭素低減化船（16%以上）		80%	-0.3%
		高度二酸化炭素低減化船（12%以上）			-0.2%
		10%低減化船		80%	70%
	離島航路等の維持・活性化に資する船舶				
	離島航路の整備に資する船舶			90%	-0.1%
	離島航路に準じる生活航路に就航する船舶（バリアフリー化を要件とする）	高度バリアフリー化船		80%	-0.1%
		高度バリアフリー化船以外		80%	70%
	海上運送活性化・再生に資する船舶として、集中改革プランに基づき一定の航路経営の合理化等を行う船舶			80%	-0.1%

船舶の種類			機構分担割合の上限		金利	
			中小規模事業者	中小規模事業者以外		
貨物船	内航海運のグリーン化に資する船舶					
	環境負荷低減、物流効率化等に資する新技術を採用した船舶（スーパーエコシップ）			80%	-0.3%	
	二酸化炭素低減化船	先進二酸化炭素低減化船（16%以上）		80%	-0.3%	
		高度二酸化炭素低減化船（12%以上）			-0.2%	
		10%低減化船		80%	70%	±0
	海洋汚染防止対策船	二重船殻構造を有する油送船及び特殊タンク船		80%	-0.2%	
		二重船底構造を有する油送船及び特殊タンク船		70%	+0.2%	
	モーダルシフト船（RORO、コンテナ、自動車専用船）	平均的な総トン数以上		80%	70%	-0.2%
		内航フィーダーの充実に資する船舶				-0.3%
						±0
産業競争力強化に資する船舶としてグループ化等を実施する内航海運事業者により建造される船舶			80%		-0.3%	

船舶の種類	機構分担割合の上限	金利
新設 30歳未満の若年船員を計画的に雇用する事業者の船舶（※1）	他の政策要件に準ずる	-0.1%
30歳未満の女性船員等を計画的に雇用する事業者の船舶（※2）		-0.1%

共有期間	新金利		備考（左記の期間に該当する共有期間の船舶）		
	固定型	見直し型		旅客船	貨物船
9年以内	1.55%	1.55%	7年	■強化プラスチック船	—
			9年	■軽合金船	—
9年超10年以内	1.55%	1.55%	10年	—	■薬品送船
10年超11年以内	1.55%	1.55%	11年	■鋼製カーフェリーであって2,000トン未満のもの	■油送船、特殊タンク船であって2,000トン未満のもの
11年超12年以内	1.55%	1.55%	12年	—	■鋼製はしけ
12年超13年以内	1.55%	1.55%	13年	—	■油送船、特殊タンク船であって2,000トン以上のもの
13年超14年以内	1.55%	1.55%	14年	■鋼製旅客船（カーフェリー以外）であって2,000トン未満のもの	■貨物船、セメント専用船、自動車専用船であって2,000トン未満のもの
14年超15年以内	1.55%	1.55%	15年	■鋼製旅客船であって2,000トン以上のもの	■貨物船、セメント専用船、自動車専用船であって2,000トン以上のもの
15年超16年以内	1.55%	1.55%	16年	■共有期間延長制度を利用する場合に適用	
16年超17年以内	1.55%	1.55%	17年		
17年超18年以内	1.55%	1.55%	18年		

注 1) 利率は、経済状況によって変動いたします。

注 2) 上記は基準金利であり、建造する船舶等の政策要件、若年船員対策および信用リスクに
応じて、一定の条件の下に一定の率が軽減されます。詳しくはお問い合わせ下さい。

注： ※1及び※2の政策要件は、他の政策要件を満たす増減率の上乗せ要件であり、
※1及び※2の要件のみでの適用はできません。
また、※2の要件は※1の上乗せ要件であり、※2が適用される場合の増減利率は「-0.2%」

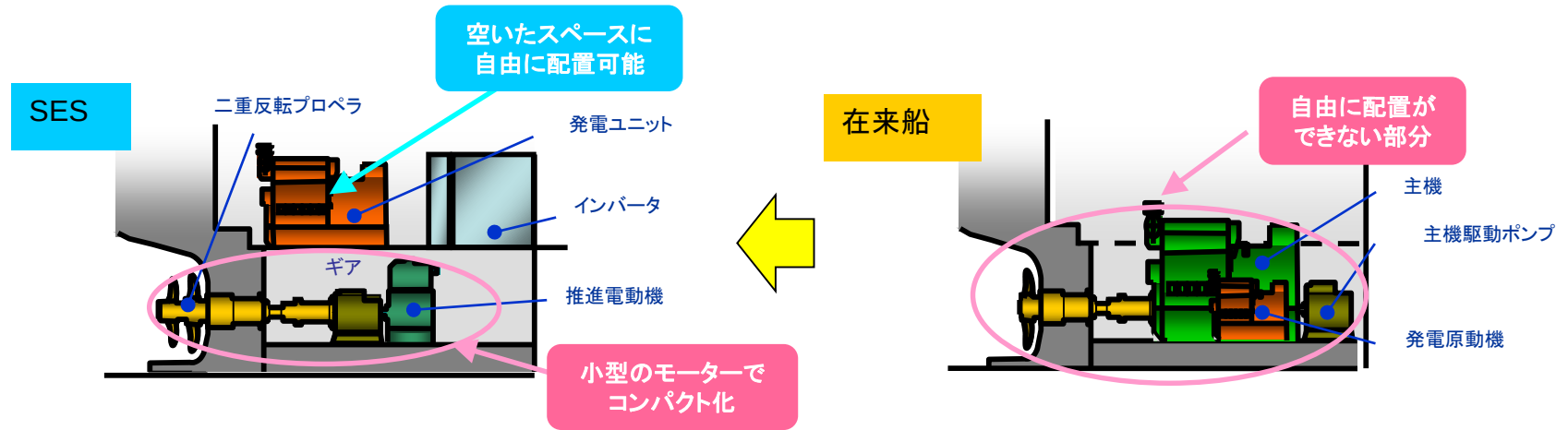
(1) スーパーエコシップ (SES) の概要及び導入効果①

SESの概要

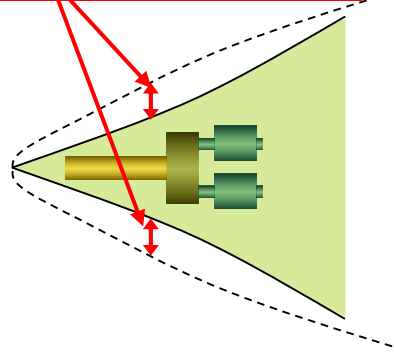
- ・ディーゼル主機関によるプロペラ直結型の推進システムに替えて、小型の発電機関で推進用電動機を駆動する電気推進システム(もしくは従来システムとの組み合わせ)を有する電気推進船。
- ・環境負荷低減、物流効率化等に資する先進的な船舶として、これまで合計25隻が就航。

導入効果

1. 機関配置の自由度による船型の最適化(省エネ船型)

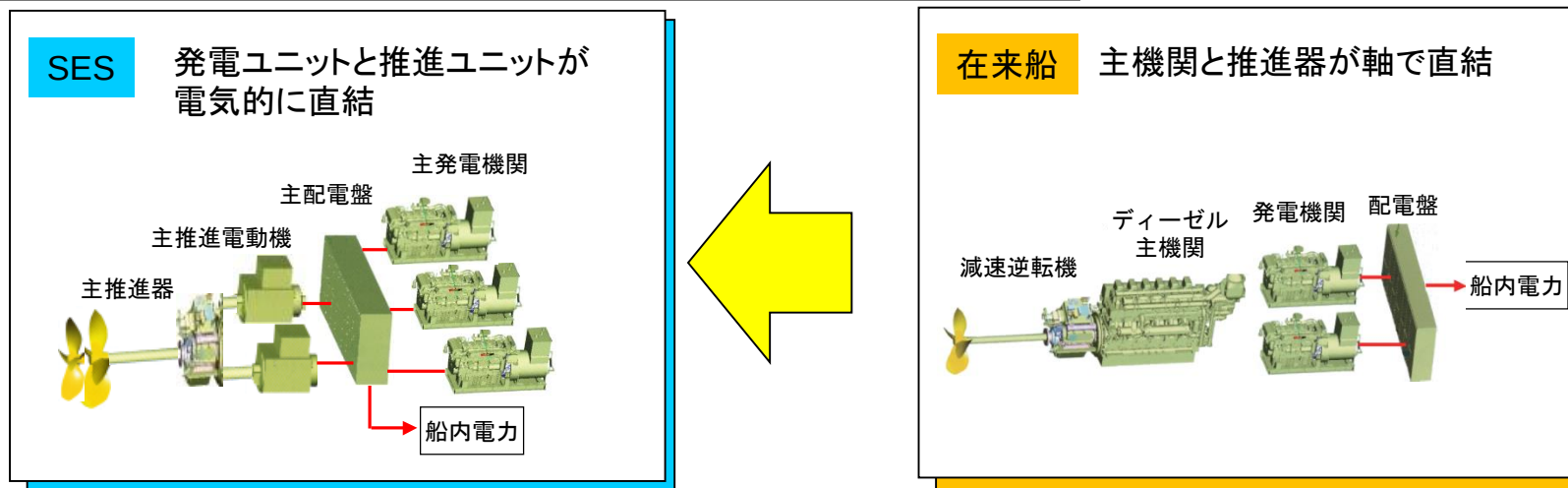


船尾が細い抵抗の少ない船型



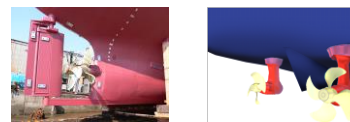
(1) スーパーエコシップ (SES) の概要及び導入効果②

2. 発電機の運転台数制御による燃費効率の改善 (パワーマネジメント)



3. 二重反転方式のプロペラの採用による推進効率の改善

4. 全旋回ポッドの採用により操船性能の向上



経済性が高い

- 省エネ効果
約10～30%低減

環境に優しい

- CO₂, SO_x
約10～30%低減
- NO_x
約20～40%低減

乗客・船員に優しい

- 振動・騒音の軽減
5～10dB低減
(乗用車内並みの静粛さ)
- 機関部運転・保守作業等の軽減
- 電動荷役機器等の採用による省力化

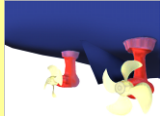
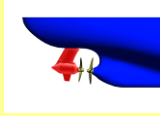
安全性が高い

- 故障率が低い上に一部が故障しても航行可能

SESの建造実績

計25隻（旅客船4隻、貨物船21隻）の内訳

（平成28年3月31日現在）

推進方式	船 種					
	一般貨物船	油タンカー	メカタンカー	セメント船	LPG船	旅客船
ラインシャフト CRP 	499GT型 「新衛丸」	749GT型 「なでしこ丸」 「東亜丸」	499GT型 「第五日光丸」 「のじぎく」 「第三ほうりん」 「豊和丸」 「ろっこう」 「第五豊晃丸」 「やまゆり」 1000GT型 「国朋丸」	749GT型 「海光丸」 「鶴洋丸」 5700GT型 「パシフィック ブリーズ」 「北斗丸」	749GT型 「第十いづみ丸」	
ボッド 				749GT型 「安鷹」 「松涛丸」		250GT型 「みやじま丸」 1300GT型 「桜島丸」 1400GT型 「第二桜島丸」
タンデムハイブリッド 	4675GT型 「北翔丸」			15000GT型 「興山丸」		5700GT型 「橘丸」
2軸CPP 			749GT型 「新進丸」			

(2) 先進二酸化炭素低減化船の概要

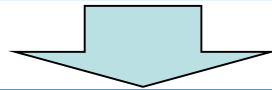
先進的な船型開発を行った船型であって、標準となる輸送能力(実海域航海速力、DWT等)を維持しつつ、従来船(基準船)のトン・マイル当たりのCO₂排出量と比較して、16%以上の低減率となる船のこと。

建造船のCO₂排出量(g/トン・マイル)の算定式(EEDI)

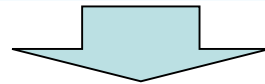
$$\text{EEDI(g/ton} \cdot \text{mile)} = \frac{\text{CO}_2\text{換算係数} \times \text{燃料燃費率(g/kWh)} \times \text{機関出力(kW)}}{\text{DWT(ton)} \times \text{実海域速力(mile/h)}}$$

関係性 機関出力 $\propto$ 速力の3乗、機関出力 $\propto$ 排水量の2/3乗

水槽試験による先進的な船型開発



基準船と建造船のCO₂排出量を比較



低減率16%以上
先進二酸化炭素低減化船として認定

EEDIの改善方法について

建造船のCO₂排出量(g/トン・マイル)の算定式(EEDI)

$$\text{EEDI}(\text{g/ton} \cdot \text{mile}) = \frac{\text{CO}_2\text{換算係数} \times \text{燃料燃費率}(\text{g/kWh}) \times \text{機関出力}(\text{kW})}{\text{DWT}(\text{ton}) \times \text{実海域速力}(\text{mile/h})}$$

関係性 機関出力 ∝ 速力の3乗、機関出力 ∝ 排水量の2/3乗

改善方法

	船体対策	検討事項
燃料消費率 の改善	機関の電子制御化、LNG燃料化、低速機関採用、低燃費機関(二段過給式等)採用、	導入コスト、設置スペース
機関出力 の低減	計画航海速力の適正化(低下)	目的地への到着遅延の恐れ
	船体抵抗削減 ・フィン等整流付加物 →高度二酸化炭素低減化船の基準に採用 ・高性能防汚塗料 ・空気潤滑採用 ・新船型開発(推進性能の改善) →先進二酸化炭素低減化船の基準に採用	導入コスト、設置スペース
	推進効率改善 →高度二酸化炭素低減化船の基準に採用 ・プロペラ大直径化、低速回転化 ・CRP採用 ・プロペラ付近流改善(付加物追加(PBCF等)、船型改良)	導入コスト、設置スペース
	機関廃熱等回収 →高度二酸化炭素低減化船の基準に採用 ・排ガスエコノマイザ等の省エネ機器搭載	導入コスト、設置スペース
載貨重量 の増加	・船体の大型化 ・貨物艙の大型化 ・機関の軽量化	港湾施設仕様による船長、船幅、喫水の制約、総トン数の制約(499、749G/T型等)

先進二酸化炭素低減化船の建造実績

平成28年3月末現在

●造船所が開発した場合（船主／建造造船所）（竣工）

○499GT型貨物船

1. 光翔丸（吉祥海運／渡邊造船所）（H23.11）
2. 第三十八三晃丸（三晃海運／徳岡造船）（H24.2）
3. 第五進康丸（泊洋汽船／中之島造船所）（H24.4）
4. 第八新江丸（新洋海運／小池造船海運）（H25.3）
5. 第二十七徳丸（松岡船舶／徳岡造船）（H25.5）
6. HKL まや（兵機海運／中之島造船所）（H25.3）

○7000DWT型セメント船

絆洋丸（アジアパシフィックマリン・ジェネック／三浦造船所）（H26.1）

○8600DWT型セメント船

パシフィックグローリー（中津留組／三浦造船所）（H27.6）

○8600DWT型セメント船

絆永丸（アジアパシフィックマリン・ジェネック／三浦造船所）（H27.12）

○5000kl型白油タンカー

双信丸（邦洋海運・旭タンカー／熊本ドック）（H26.3）

○5000kl型黒油タンカー

幸秀丸（藤井綱海運／村上秀造船）（H26.4）

○749GT型貨物船

成秀丸（協同商船／山中造船）（H27.6）

○13000GT型カーフェリー

フェリーびざん（オーシャントランス／佐伯重工業）（H27.12）



幸秀丸

●機構が開発した標準の船型の場合（船主／建造造船所）（竣工） （499GT型貨物船）

1. 山鋼丸（山中造船／山中造船）（H22.11）
2. みつひろ7（三原汽船／山中造船）（H23.3）
3. 大隆邦（中松海運／山中造船）（H23.8）
4. 千勝丸（勝丸海運／山中造船）（H23.6）
5. 太栄丸（栄吉海運／山中造船）（H25.4）



千勝丸

(3) 高度二酸化炭素低減化船の概要

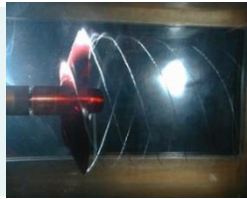
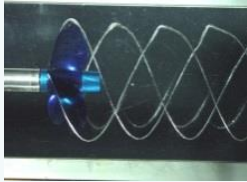
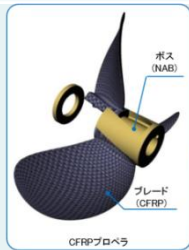
- ・主機関の燃料消費量の低減率並びに省エネに資する推進効率向上設備、運航改善設備及び廃熱等回収設備を搭載することによる燃料消費の低減率を単純積み上げすることで評価。
- ・低減率の積み上げ量が10%以上で「一般二酸化炭素低減化船」、12%以上で「高度二酸化炭素低減化船」と認定。

省エネ設備等		設備の種類	JRTTが採用する省エネ率
主機関	—	—	燃費改善率(%)
推進効率向上設備	①	推進率向上型のプロペラ	3%
	②	大直径プロペラ	3%
	③	その他(低抵抗船型等)	2～3%
運航改善設備	①	サイドスラスト	2%
	②	特殊舵	2%
	③	可変ピッチプロペラ装置	2%
	④	その他(ジョイスティックコントロール装置等)	2%
廃熱等回収設備	①	排気ガスエコマイザ	回収出力と主機定格出力との比率(%)
	②	軸発電機装置	軸発最大出力の20%と主機定格出力との比率(%)
	③	冷却清水利用	回収出力と主機定格出力との比率(%)
	④	その他(太陽電池等再生エネルギーの利用)	太陽電池定格容量と主機定格出力との比率(%)

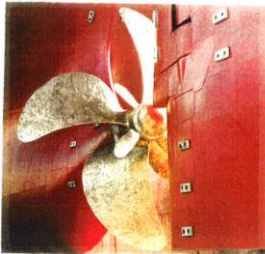
高度二酸化炭素低減化船の建造実績(過去5年)

年度	一般貨物船	油タンカー	ケミカルタンカー (白油又は黒油兼用含む)	セメント船	RORO自動車	旅客船	その他	合計 ()内は、総建造数
平成23年度	5 499G/T×3 1000G/T×1 4000G/T×1	8 170G/T×1 999G/T×4 5000kl×3	3 499G/T×3	0	0	2 カーフェリー 2000G/T×1 9000G/T×1	4(特殊タンク船4)	22(34)
平成24年度	0	10 499G/T×3 999G/T×3 5000kl×4	1 5000kl×1	2 5000DWT×2	0	1 カーフェリー 3000G/T×1	0	14(31)
平成25年度	5 250G/T×1 460G/T×2 499G/T×1 1500G/T×1	6 340G/T×1 749G/T×2 999G/T×2 5000kl×1	3 499G/T×3	3 749G/T×1 6000DWT×2	3 12000G/T×2 17000G/T×1	3 カーフェリー 17000G/T×2 2500G/T×1	4(PCC1、特殊タンク船1、石灰石専用船(押船)1、石灰石専用船(バージ)1)	27(40)
平成26年度	3 260G/T×1 499G/T×2	2 749G/T×1 6500kl×1	1 580G/T×1	3 749G/T×1 4000G/T×1 9990G/T×1	0	1 貨客船 11000G/T×1	2(特殊タンク船2)	12(19)
平成27年度	1 499G/T×1	3 499G/T×2 999G/T×1	3 499G/T×2 749G/T×1	4 250G/T×1 749G/T×1 4100G/T×1 12000G/T×1	1 13000G/T×1	1 13500G/T×1	0	13(20)

推進効率向上設備

	設備の種類	製品名	概要	イメージ	JRTTが採用する省エネ率(%)	投資回収年数 (メーカー調べ)
①	推進率向上型のプロペラ	NHVプロペラ	ハブボルテックスを、特別な装置や付加物を用いずにプロペラ翼形状のみで軽減、消滅。		3%	1年未満
		SGプロペラ	① ハブ渦微弱化② 翼先端荷重増大化③ 新たな翼断面の採用によりプロペラ単独効率の向上と低振動を可能に。		3%	1年未満
		CFRPプロペラ	荷重度の低減とキャビテーション発生を抑制する。また、可変ピッチプロペラのALCと同様の効果が期待できる。		3%	—

推進効率向上設備

	設備の種類	製品名	概要	イメージ	JRTTが採用する省エネ率(%)	投資回収年数(メーカー調べ)
②	大直径プロペラ		原則として、一般的な設計のプロペラの平均値に比べて直径が10%以上大きいもの	—	3%	—
③	その他(低抵抗船型等)	ターボリング	リングに小径のタービン翼をつけたもので、プロペラ流を打ち消すことにより省エネ効果を発揮する。		2%	1年未満
		省エネステータ	船尾の流れを整流することにより、船尾振動を低減させる効果共に、船の推進効率を向上させる効果をもつ		3%	1年未満
		PBCF	プロペラボスキャップに装備される小翼で、ハブボルテックスを消し、プロペラの効率を向上させる。		3%	1年未満

運航改善設備

	設備の種類	製品名	概要	イメージ	JRTTが採用する省エネ率(%)	投資回収年数(メーカー調べ)
①	サイドスラスト		船体に設けた貫通トンネル内にプロペラを装備し船体に横推力を与える横推進装置。		2%	—
②	特殊舵(出入港等が容易な小回りのきく舵等)	シングル・シングラダー	一軸の推進器システムを装備した船舶用の1枚舵。 下部ピントル型と吊舵型がある。		2%	—
		ベクツインラダー	プロペラ後流を360°にわたって向けることが可能		2%	—
		フラップ付き舵(K-7ラダー)	舵の揚力増加を目的とし、舵効きの向上を図る。		2%	—
		フラップ付き舵(ベッカー舵)	舵の揚力増加を目的とし、舵効きの向上を図る。		2%	—

運航改善設備

	設備の種類	製品名	概要	イメージ	JRTTが採用する省エネ率(%)	投資回収年数(メーカー調べ)
②	特殊舵(出入港等が容易な小回りのきく舵等)	全旋回式推進器 (ショットテル・ラダープロペラ等)	プロペラと舵とが一体になっており、360度旋回が可能		2%	—
③	可変ピッチプロペラ装置		角度(ピッチ)を自由に変えることが可能		2%	—
④	その他(ジョイスティックコントロール装置等)	ジョイスティック操船装置	プロペラ、舵、サイドスラスター等を一括して操作し複雑な操船を容易に行うこと可能		2%	—

廃熱等回収設備

	設備の種類	製品名	概要	イメージ	JRTTが採用する省エネ率(%)	投資回収年数(メーカー調べ)
①	排気ガスエコノマイザ	船用排ガスエコノマイザ KS・KFなど	主機関の廃熱(排ガス)を利用して、温水や蒸気を発生させる装置		回収出力と主機定格出力との比率	—
②	軸発電機装置		発電機を回すのに主機関を利用するもの		軸発最大出力の20%と主機定格出力との比率	—
③	冷却清水利用		主機関の廃熱(冷却清水)を利用して燃料タンクのヒーティング等に使用するもの		回収出力と主機定格出力との比率	—
④	その他(太陽電池等再生エネルギーの利用)		太陽電池とは、光エネルギーを電力に変換する電力機器		太陽電池定格容量と主機定格出力との比率	—