

未来に向けた新しい「人と環境に優しい船」 と今後の技術支援について



鉄道・運輸機構

独立行政法人
鉄道建設・運輸施設整備支援機構

1. JR TTの技術支援について

- ① 新技術の調査研究
- ② 共有建造制度による政策誘導
- ③ 離島航路旅客船建造における検討段階からの支援
- ④ 船舶建造の技術支援
- ⑤ 就航後の技術支援

2. 「人にやさしい船」について

3. 「人と環境に優しい船」について

JRTTの技術支援の全体像

内航船の技術レベルの向上

①新技術の調査研究

機構が新技術に関する調査研究を行い、その知見を共有船主へ提供することにより、**優れた技術の普及を促進**。

②共有建造制度による政策誘導

共有建造制度において、一定の技術基準を設定し、それを満足する船舶の金利を優遇することにより、**優れた船舶の建造を促進**。

船舶の品質確保・財産保全

③離島航路旅客船建造における検討段階からの支援

地方自治体で建造する離島航路旅客船については、通常の④⑤に加え、その前段階である検討段階から航路調査、造船所決定等を支援し、**地域公共交通機関の維持・改善**に協力。

④船舶建造の技術支援

機構の技術者による図面審査、工務監督により、建造**船舶の性能・品質を確保**。

⑤就航後の技術支援

共有期間中、トラブル対応等継続したサポートを実施し、建造**船舶の品質を維持**。

(提案)
建造前

(執行)
建造中

(相談・解決)
建造後

①新技術の調査研究

◆これまでの取組みの例：「先進二酸化炭素低減化船」

- 海上労働条約を先取りし、かつ、CO₂排出を削減する**標準船型の確立**を目的とした実証調査。（H21年度）
- 平成22年「先進二酸化炭素低減化船」の第1番船として、「**山鋼丸**」が竣工。
（これまでに同型船**5隻**が竣工）

先進二酸化炭素低減化船 「山鋼丸」

- 90年代船と比較して、トンマイル当たりの二酸化炭素排出量を**19%低減**
- 貨物艙容積を確保するためエラ船型を採用
- 居室床面積及び天井高さを拡大し、ILO海上労働条約に対応

第1番船 「山鋼丸」の主要目

用途	貨物船
就航年月	平成22年11月
航行区域	沿海区域
長さ×幅×深さ	69.00×12.00×7.12m
総トン数	498トン
載貨重量	1,710トン
航海速力	13.0ノット



②共有建造制度による政策誘導

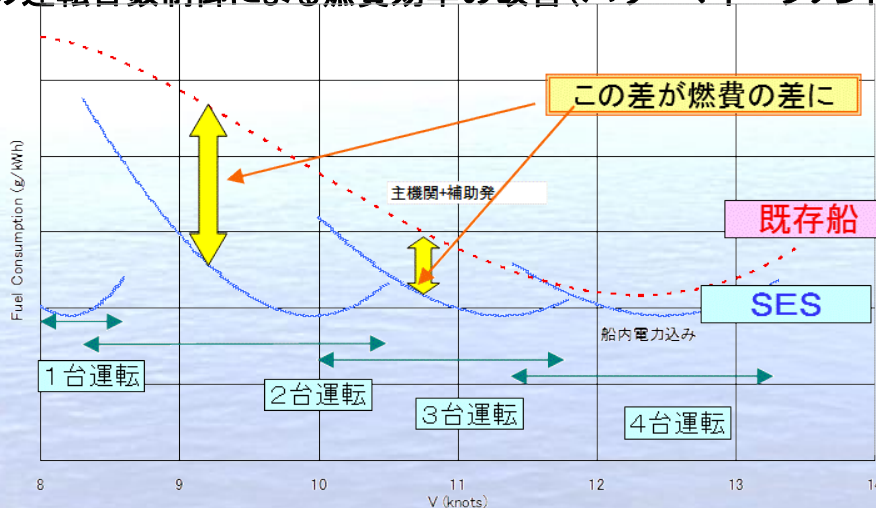
◆政策誘導の例：「スーパーエコシップ」(SES) ※金利 -0.3%

- ・電気推進システムを採用し、**環境負荷低減**、**物流の効率化**等に資する船舶。
- ・主機由来の騒音・振動、保守作業が軽減され、船員の**労働環境改善**にも資する。

1. 機関配置の自由度による船型の最適化(省エネ船型)



2. 発電機の運転台数制御による燃費効率の改善(パワーマネージメント)



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

経済性が高い

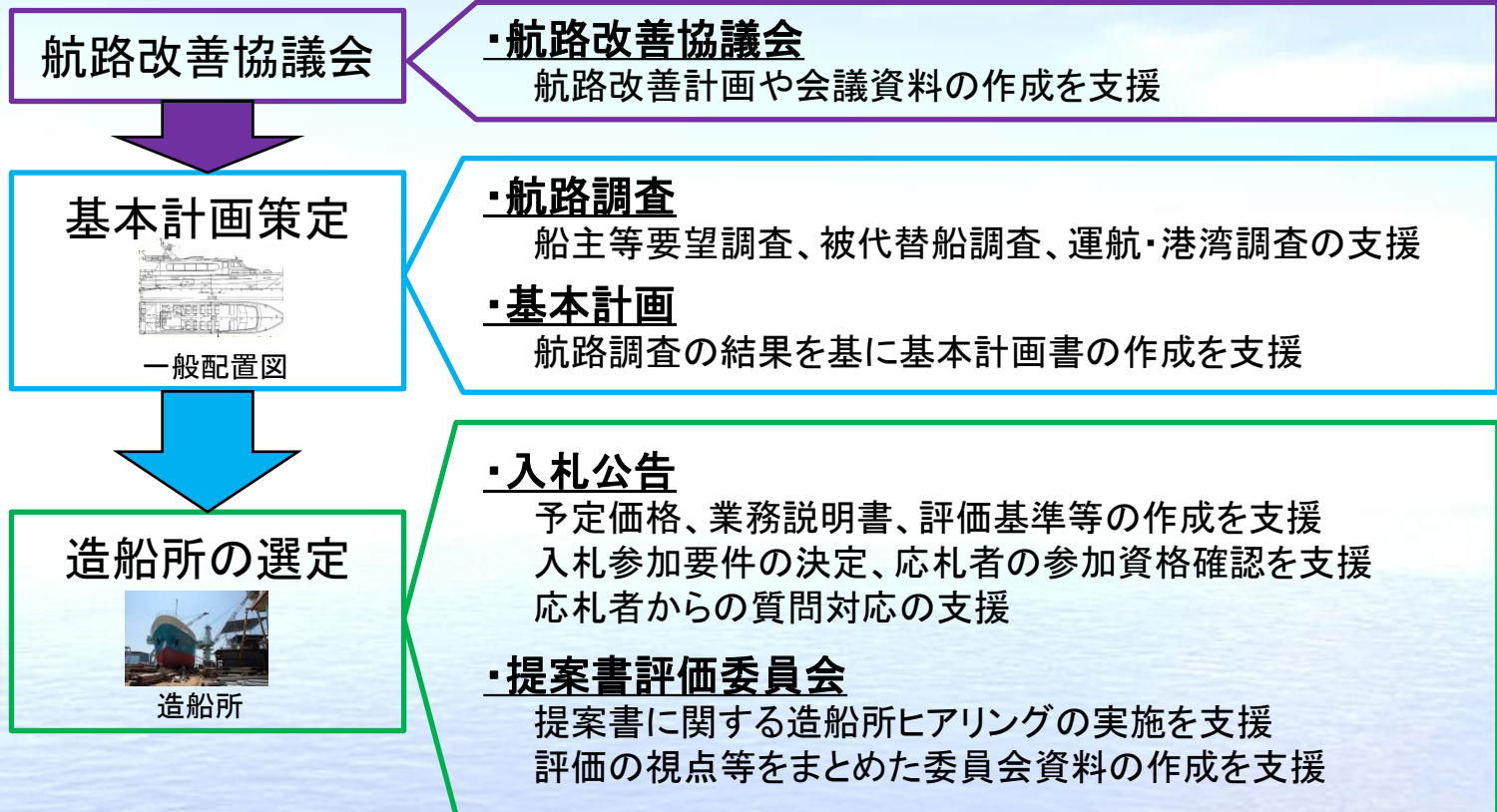
- 省エネ効果 約10~30%低減

③ 離島航路旅客船建造における検討段階からの支援

◆ 地方自治体においては、船舶建造に関するノウハウが少ない場合が多く、JRTTが技術支援の一環として**検討段階から協力**。

(建造までの流れ)

(支援の内容)



これまでの実績:

1. 愛媛県新居浜市 (平成18年～平成21年)
2. 青森県大間町 (平成22年～平成23年)
3. 鹿児島県薩摩川内市 (平成23年～平成24年)
4. 広島県大崎上島町 (平成25年)
5. 愛媛県今治市 (平成26年～)

④船舶建造の技術支援(1/3)

船舶建造の特徴

- ・車のように標準化された『仕様』がなく、建造の都度、船主が『仕様』を決定
- ・良い船を建造するためには、高い水準での積極的な船主関与が不可欠

機構の技術支援により、必要とされる技術力を補完

竣工までの技術支援

機構が実施する図面審査、工務監督において、過去の建造データとの比較検証や最新の技術判断によりリスクを管理し、建造船舶の性能・品質を確保。



計画

設計

建造

海上
試運転

就航

保証
ドック

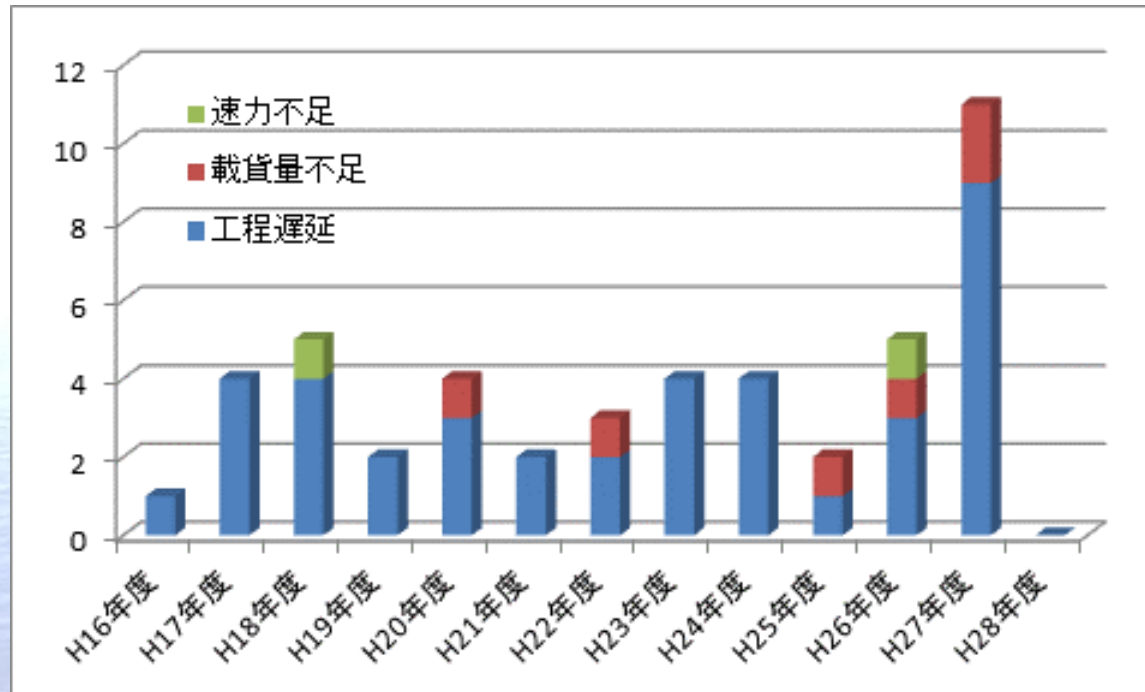
トラブル
対策

④船舶建造の技術支援(2/3)

◆船舶建造におけるリスク

- 造船所毎、年度毎等に当初計画の未達成、建造時に発生したトラブル等について分析。
- 昨年度、当初計画からの「工程遅延」が9隻、「載貨量不足」が2隻発生。
(契約上違約金の発生しない許容範囲内のものを含む。)

＜「速力」「載貨量」及び「工程」に関する当初計画の未達成隻数＞



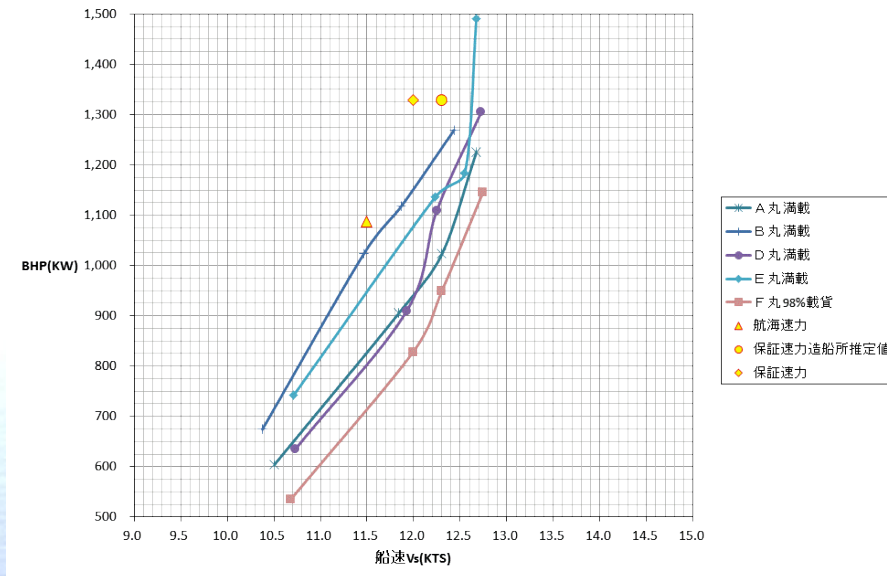
④船舶建造の技術支援(3/3)

◆PDCAサイクルによるリスク管理

- 分析に基づき、毎年度重点的に取組む項目を定めてリスクの低減に努めている。
- 今年度の重点項目は「保証速力の評価」と「工程管理」

1. 保証速力の評価

Lpp、Cb等の変更を考慮しつつ、過去に共有建造された類似船から保証速力達成の確実性を評価。



2. 工程管理

造船所の過去の実績等をもとに遅延発生リスクを検証。工事監督時に進捗状況の確認を徹底するとともに、内部で情報を共有し、リスクの早期把握、遅延発生時の影響の最小限化を図る。

⑤就航後の技術支援(1/3)

就航後の船舶

- ・高価格の財産を比較的長期にわたり使用。
- ・一定期間の使用後、海外等に転売される例も多い。

機構の技術支援により、長期にわたり財産の価値を維持

就航後の技術支援

共有期間を通じて長期にわたりトラブル対応、先進的技術を導入した場合のメンテナンスのサポートなど、高水準のアフターフォローを実施。



⑤就航後の技術支援(2/3)

◆就航後のトラブル対応例:

●主機の燃焼不具合 竣工後1年経過時

概要	燃料噴射口の詰りによる燃焼不具合が頻発
----	---------------------

機構の対応	船主殿からの相談を受け造船所・主機メーカーを交えた対策会議を開催
-------	----------------------------------

- 原因の推察と**解決のための技術的検証**を実施

- 抜本的対策に向けた主機メーカーとの交渉**

⇒ 形状変更した燃料噴射弁への交換や高圧管系の減圧等の対策を指示

⇒ 半年にわたり、対策の有効性を検証するためのフォローアップを実施

●船体損傷事故対応 竣工後5年経過時

概要	岸壁との接触事故により貨物油タンクに亀裂
----	----------------------

機構の対応	損傷状況の確認や損傷範囲を推定し、関係機関と対応を協議
-------	-----------------------------

●プロペラ軸系への海水混入 竣工後5年経過時

概要	船尾管軸受けの潤滑油がエマルジョン化（乳化）
----	------------------------

機構の対応	海水混入経路の確認や修理方法を助言
-------	-------------------

◆先進的技術を導入した場合のサポートの例:

「二重反転プロペラの軸抜出検査間隔の延長」

- ・スーパーエコシップに導入された二重反転プロペラについては、定期検査におけるプロペラ軸の抜出及び取外しにかかる費用と再取付け作業による不具合発生リスクが普及のネックとなっていた。
- ・「予防保全管理方式に基づくプロペラ軸検査方式」(PSCM※)により、抜出及び取外しを延長することについて、JRTTからJGに申入れを行い、特例が認められた。(平成27年度3隻。)



※PSCM：潤滑油の油分析等の軸の定期的な管理によって、軸の抜出を現状は最大10年(NKは異常が見られるまで)延期することが可能。

「人にやさしい船」について

～船内居住環境改善と業務効率化・負担軽減に関する社会的要請の高まり～

「内航海運の活性化に向けた今後の方向性検討会」

- ◆ 人口減少社会における生産性向上の要請の高まり（「生産性革命」）や従来からの内航海運における諸問題（船員と船舶の2つの高齢化、脆弱な経営基盤等）を背景として、国土交通省海事局は「内航海運の活性化に向けた今後の方向性検討会」を開催。本年7月に中間とりまとめを公表。
- ◆ 同とりまとめの中では「早急に着手すべき取組」を5つの柱で整理。若年船員の確保・育成、効率化による生産性向上などがあげられている。

＜中間とりまとめ「早急に着手すべき取組」概要＞

産業構造強化	船員確保・育成	船舶建造	業務効率化	新規需要獲得
<p>良質な輸送を持続的に提供するため体力の強い船団の育成等が必要</p> <p>全内航海運事業者を対象とした経営実態・船員の労務実態等の調査を実施（～H28.9）</p>	<p>高齢船員の大量離職に備えて若年船員を確保・育成する必要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・商船系高専生の面接機会拡大等の船員供給体制強化 ・船員派遣制度を活用した事業者間連携の促進、事業者への支援を検討 	<p>良質な輸送を持続的に提供するため計画的に船舶建造を進める必要</p> <p>省エネ技術を活用した船舶の建造、省エネ機器の導入に係る誘導・支援方策を検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロペラ機器等 ・気象情報と連携した運航支援システム等 	<p>産業全体の成長に貢献するため効率化による生産性向上が必要</p> <p>業務効率化・コスト削減に効果的な設備・機械等の導入促進に係る支援方策を検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象情報と連携した運航支援システム等 ・ローディングアーム・ディープウェルポンプ等 	<p>トラック輸送されている貨物が海上輸送に転換しやすい工夫が必要</p> <p>新規荷主が利用しやすいよう、RORO船・コンテナ船とフェリーによる連携体制構築・利用情報一括提供サイト構築を検討</p>

- ◆ この中で、「船舶建造」に関する具体的な施策の一つとして「船員の労働環境の改善への対応が求められていることも踏まえ、省エネのみならず、人と環境に優しい船の導入」についても支援方策を検討する必要がある。」と謳われている。

騒音規制の導入とJRTTの調査研究

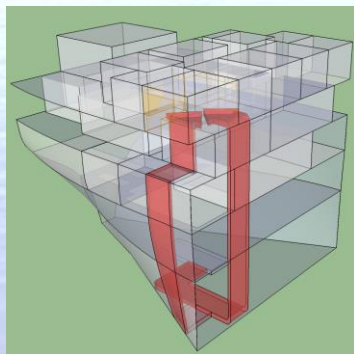
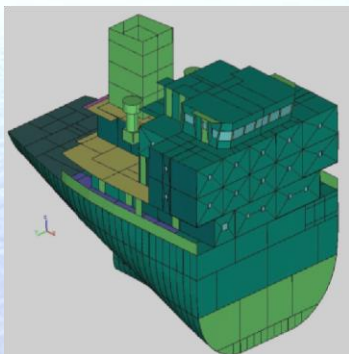
背景

- ・平成26年7月1日以降の建造契約船で1,600総トン以上の船舶に騒音規制が導入。
(内航船については、平水船は非適用。また、同規制の一部である騒音基準は3年間の適用猶予。)
- ・騒音基準は内航船にとって相当厳しい基準となっており、また、この基準を満足するための設計指針もない。

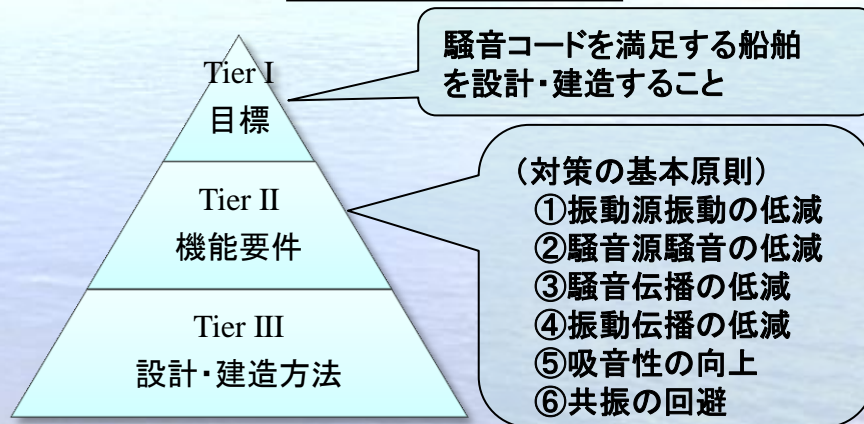
JRTTの騒音対策調査

- ・平成25年度から調査研究を行う中、遮音材を用いることなく騒音基準を満たすタンカーがあることが判明。
- ・平成27年度は、本船の騒音レベルが低く抑えられている技術的な背景を明らかにすべく、騒音・振動の計測、シミュレーションによる解析等を実施。
- ・発生源(主機、補助機関)から居室等への伝播経路、各経路における伝播の寄与度など、船内における騒音・振動の伝播に係るメカニズムを解明。
- ・こうした成果をもとに、騒音基準を満たす船舶を建造するためには、設計の初期段階からどのようなことを検討・実施するべきかを体系的・包括的にまとめた**技術的指針を作成**。

<シミュレーションによる騒音解析の例>



<技術指針の構成>



「人にやさしい船」とは

○従来船

- | | |
|------|--|
| 居住環境 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 機械音や振動により、常時、通勤電車内レベルの騒音に曝されるうるさくて不快な居住空間 ➤ 室温調整ができず、休息時間にテレビ視聴等適当な娯楽も満足に得られない居室 ➤ 家族や友人と十分なコミュニケーションが取れない通信環境 |
| 船内業務 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 荷役や機関の保守など手間や汚れ仕事が多く煩雑な作業に追われる。 ➤ 複数の航海計器からの情報を読み取り、総合的に判断しなければならない。 |

従来船の現状は、**若年船員の雇用や採用後の定着化の阻害要因**

○人にやさしい船（「労働環境改善船」（仮））

- ・ 従来船の抱える種々の問題を改善し、**制約の多い海上生活を快適に過ごせるよう、かつ、労働負担が少なくなるよう措置したもの。**
- ・ 共有建造制度において**金利優遇措置の導入を検討中。**

陸上と同等レベルに静音化された快適な居室で自由な時間を過ごすことができる。

居住環境面からサポート

省力化機器、メンテナンスフリー機器を導入することにより海事技能を一般化

業務面からサポート

効果

若年船員にとって、職場としての魅力が向上し、船員不足問題の解消に寄与

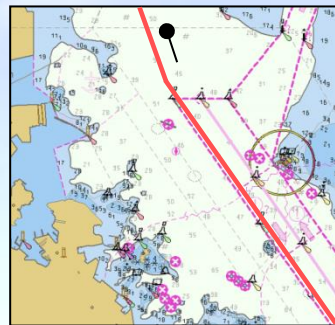
労働環境改善船(499トン)における搭載設備例

1. 電子海図情報表示装置



- ・水深情報や危険な海域などが表示されるため航路計画の立案が格段に簡素化
- ・計画航路からの「ずれ」や浅瀬等、危険な場所への接近を常時監視し、当直航海士に通知

2. トラックコントロールシステム

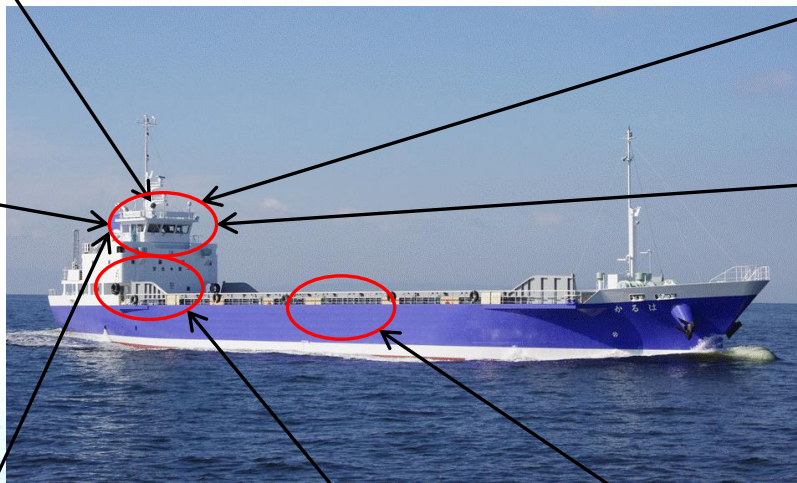


電子海図情報表示装置、GPS等との統合により、航海計画に従い自動運航するシステム。海流や風などによる横流れを補正して最適な航路を保持

3. 最適航海計画支援システム



気象海象や潮流などの情報を基に燃料消費量が最少となる最適な航路を陸上から提供するシステム



4. 船舶自動識別装置



他船や管制機関に対し、船名、針路、速力、目的地などの情報を発信するための装置（衝突予防等に大きな効果）

5. 防音材



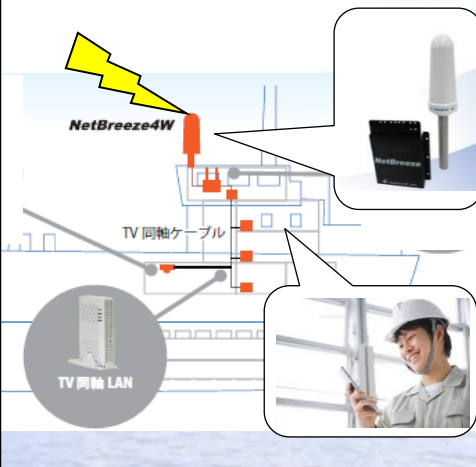
6. 船載カメラ



船倉内の荷役状況等を監視するカメラ

7. Wi-Fi

鋼製船舶の船内で海陸通信を行うための装置



「人と環境に優しい船」について

～環境対策における新たな展開～

内航海運の省エネルギー化の促進に関する検討会

- ◆ 昨年12月に開催されたCOP21において新たな国際的枠組みである「**パリ協定**」が採択。
- ◆ 国土交通省海事局は「内航海運の省エネルギー化の促進に関する検討会」を開催し、本年6月に報告書を取りまとめ。

<報告書概要>

内航海運においては、地球温暖化対策計画に基づき2030年度までに157万t-CO2を削減する。目標の達成には、新造船に加え既存船にも省エネ対策が必要(シミュレーションより)。

省エネルギー化促進の視点

船主、造船所、荷主、運航者に対し、新造船及び既存船にかかる省エネ対策の効果を設計企画段階において見える化し、省エネ投資を促す環境整備が必要。



省エネ効果を見える化する「格付け」制度の創設を検討すべき



- 省エネ機器等ハード面、運航改善等ソフト面の取り組みを横通しする格付けが必要。
- 国は、格付けの検証・実証に取り組むべき。⇒ 格付けの普及による省エネ投資の促進。

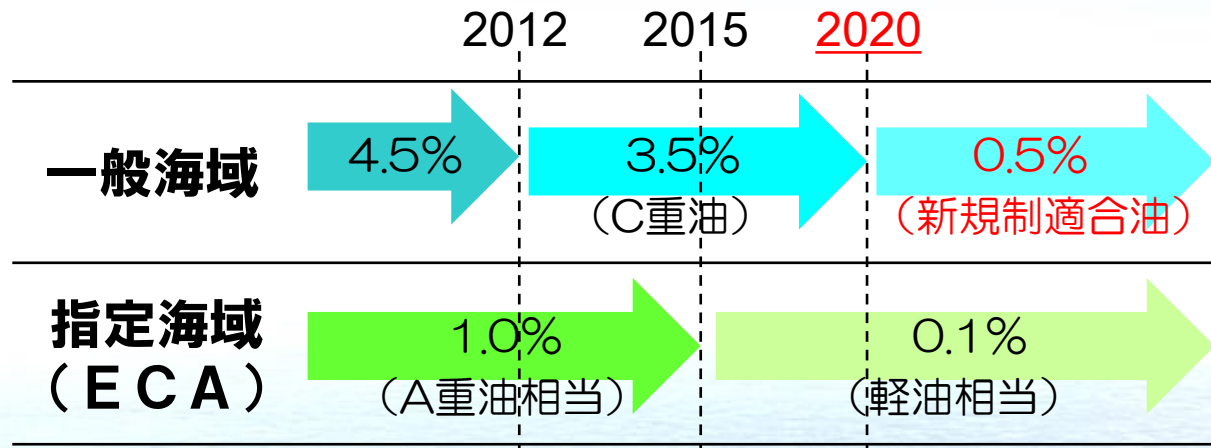
	格付け: 燃料消費量削減率(改善率)による区分例			
	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆☆
新造船(船型、省エネ機器)	代替船又は2000年水準より改善	2000年水準からの改善率5%以上、10%未満	2000年水準からの改善率10%以上、15%未満	2000年水準からの改善率15%以上
既存船(省エネ機器の付加)	省エネ機器の付加により改善	2000年水準からの改善率5%以上、10%未満	2000年水準からの改善率10%以上、15%未満	2000年水準からの改善率15%以上
運航改善等社会実証(ソフト面)	2000年水準より改善	2000年水準からの改善率5%以上、10%未満	2000年水準からの改善率10%以上、15%未満	2000年水準からの改善率15%以上
上記の組合せ	2000年水準より改善	2000年水準からの改善率5%以上、10%未満	2000年水準からの改善率10%以上、15%未満	2000年水準からの改善率15%以上

- ◆ 今後、格付け制度の試行状況を踏まえて「**二酸化炭素低減化船**」の基準への反映を検討。

船舶からのSO_x排出規制の強化

◆規制の概要(MARPOL条約附属書VI第14規則)

- エンジンから排出されるSO_xは、燃料油に含まれる硫黄分（S）の濃度に依存するため、これを規制。（MARPOL条約附属書VI第14規則）
- 一般海域と指定海域（ECA：Emission Control Area）において、それぞれ**段階的に規制を強化**。
- 一般海域の0.5%の規制開始時期については、本年10月に開催された**MEPC70**において、**2020年からの開始が決定**。



◆想定される影響

- 使用燃料の切替えによる燃料費増
 （A重油:52,400円/KL、C重油:37,450円/KL〔2016年7月～9月期〕）
- 設備の簡略化（C重油加熱等タンク、燃料油清浄装置、関連配管等）による初期費用減と機関室スペース拡大（499貨物船で20%程度）
- 燃料の高質化による船内作業の軽減（燃料油洗浄装置の整備等）

「人と環境に優しい船」のコンセプト

背景

現在の社会的な要請を踏まえ、次の要素を満足する新たな先進的内航船の標準的な基本設計を確立し、その普及を促進する必要性。

1. 高い省エネ性能
2. 省力化を進め、生産性を向上
3. 作業性が良く、静かで快適な労働環境の実現

コンセプト

電気推進システム及び様々な目的で開発されている省力システムをIoT技術により有機的に統合し、省エネ性能、船内作業の負担軽減、陸上の労働環境と同等の優れた静音性能を有する船。

技術要素

(1)電気推進システム

- 操作性がよく、静粛性が高い、電気推進システムの採用
- パワーマネジメントによる省エネ性能の向上

労働環境の大幅な向上！

メンテナンス作業の軽減！

パワーマネジメントによる省エネ効果！

(2)IoT技術

- 次の技術統合による究極の省力化を実現
 - ・航海当直支援
航海計画に従い自動運航するトラックコントロールシステム
 - ・機関のメンテナンス支援
集約データの自動解析による機器類の状態管理支援
 - ・陸上からの航海支援
船内LANによる船内情報の統合
陸上と協働した最適運航支援

ブリッジ当直などの負担の大幅な軽減！

(3)低騒音技術

- 次の対策を総合的に講じた究極の静音設計による静かな船内環境を実現
 - ・騒音源への対策
主機等の防振ゴム支持、据付部剛性アップ等
キャビテーションのないプロペラの設置等
 - ・伝播経路への対策
エンジンケーシングと居住区の分離、発電機を居住区から遠ざける等
 - ・受音区画への対策
浮き床、吸音材の採用

居住区内で60dBを達成！
(静かな乗用車、普通の会話レベル)

ご清聴ありがとうございました。

～お問い合わせ先～

ホームページ : <http://www.jrtt.go.jp/>

調査研究等のお問い合わせ:

共有船舶建造支援部 開発支援課 (TEL: 045-222-9124)

共有建造船の技術支援及び省エネ補助金の申請支援:

共有船舶建造支援部 技術支援課 (TEL: 045-222-9123)



鉄道・運輸機構

独立行政法人
鉄道建設・運輸施設整備支援機構