

# 環境負荷の低減

---

平成27年4月23日

海事局海洋・環境政策課  
海事分科会基本政策部会

1. 海事分野における環境政策の概要
2. 国際基準の動向
3. 環境技術の開発・普及に向けて

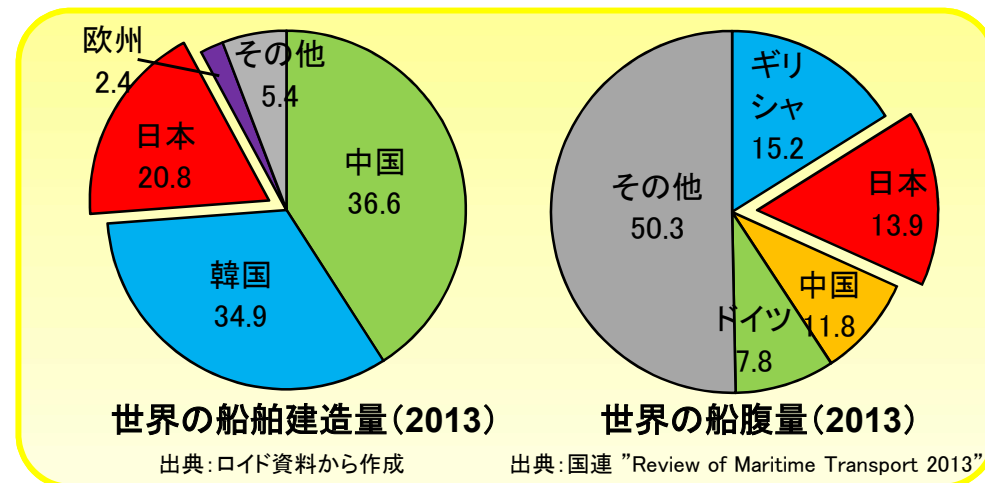
# 1. 海事分野における環境政策の概要

## (基本方針)

- 世界有数の海運・造船国の責務として、国際的な環境問題に積極的な貢献を果たす。
- 我が国が得意とする環境技術を核とした海事産業の国際競争力強化に取り組む。



IMO本部(ロンドン)



## (戦略)

- 国際基準の策定をリード(我が国海事クラスターの強みを最大限活用、科学的根拠に立脚した提案)
- 並行して、技術革新の推進と新技術の普及を図る。

## (施策)

- 海事産業(造船会社、船用メーカー、海運会社等)、海技研、大学と密接に連携(実証試験の実施等)
- 民間の技術開発を支援(高効率船舶等技術研究開発費補助金(H21~H24)、次世代研究開発費補助金(H25~))



水槽試験



空気潤滑法

# これまでの成果

## 国際条約の策定を主導 (CO2排出規制、シップリサイクル)

- ✓ 我が国海事クラスターが有する優れた技術力をベースに、CO2排出規制の導入を主導。
- ✓ 我が国が主導してシップリサイクル条約を作成し、2009年5月採択。

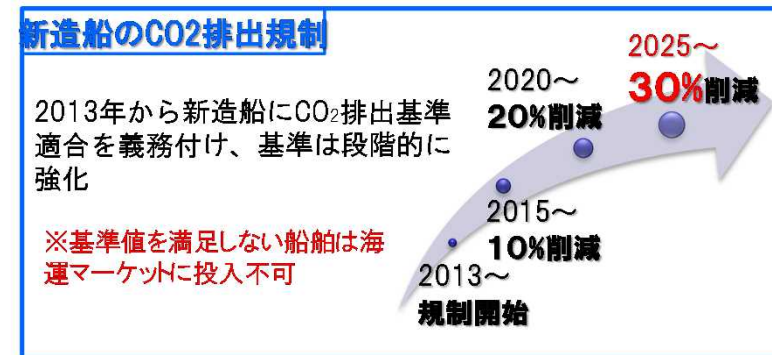


シップリサイクル条約採択外交会議  
(海事局職員が第1副議長を務める)



## 世界トップクラスの環境性能を達成

- ✓ 我が国造船所は、2020年に開始予定のCO2排出基準 (20%削減)を達成
  - ✓ 世界に先駆け、NOx3次規制 (80%削減) 対応技術を確立 (EGR, SCR、DFE)
- **世界の海洋環境保全に寄与**

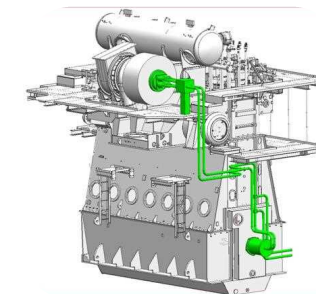


## 環境技術向上による我が国海事産業の国際競争力強化

- ✓ 国の支援の下に実施された技術開発をベースとする多数の商品が市場に展開。
- **我が国の海事産業の国際競争力の強化**



高効率プロペラ



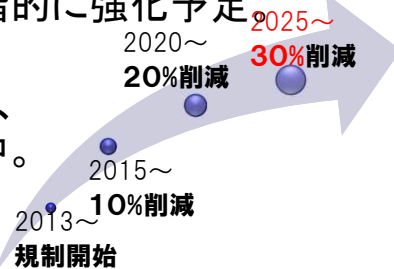
排熱回収システム

## 2. 国際基準の動向

## 1. 地球温暖化対策

### (1) GHG削減規制(地球温暖化対策)

- 国際海運はUNFCCC・京都議定書の対象外。IMOで審議し、2013年1月より燃費規制(EEDI)を導入。
- 燃費規制の基準値は、今後段階的に強化予定
- 更なるCO2排出削減手法として、燃費報告制度等をIMOで審議中。



## 2. 大気汚染対策

### (1) NOx・SOx規制

- 国際海運からのNOx,SOx規制は、既に適用開始。
- NOx規制は、排出規制海域において、2016年から規制強化予定。
- 一般海域におけるSOx規制強化時期(2020年 or 2025年)について審議中。



### (2) ブラックカーボン

- IMOにおいて北極域の雪氷上に沈着したブラックカーボンが太陽光の吸収を促進することが問題視され、影響等を議論中。

## 3. 生態系保全

### (1) バラスト水の規制

- バラスト水を介した生物の越境移動による生態系破壊が指摘され、船舶バラスト水規制管理条約を2004年に採択。(条約は未発効)
- 国内法を整備し、我が国は昨年10月に条約を締結。

### (2) 船体付着生物の規制

- 船体に付着した生物の越境移動による生態系破壊が問題視され、2011年に非強制ガイドラインを策定。



### (3) 水中騒音

- 船舶・海洋開発等による騒音がクジラ等へ与える影響等を議論中(IMO、CBD、ISO)。



## 4. その他

### (1) シップリサイクル

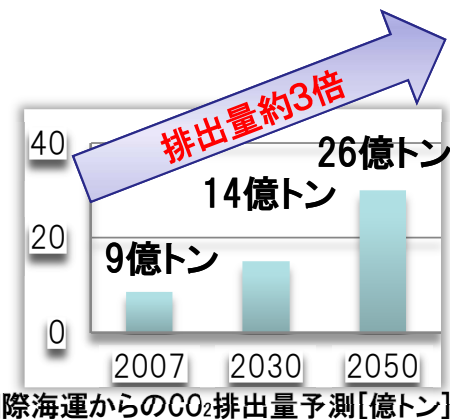
- 船体に含まれる有害物質(アスベスト等)による健康影響やリサイクル時の劣悪な労働環境問題が顕在化し、シップリサイクル条約を2009年に採択。





## 増大を続ける国際海運分野のCO2排出

- ・新興国等の経済成長に伴う貿易量の増大により、**国際海運分野のCO2排出量は飛躍的に増大**。
- ・「**京都議定書**」では、**国際海運のCO2排出対策は国際海事機関(IMO)において追求するよう規定**。



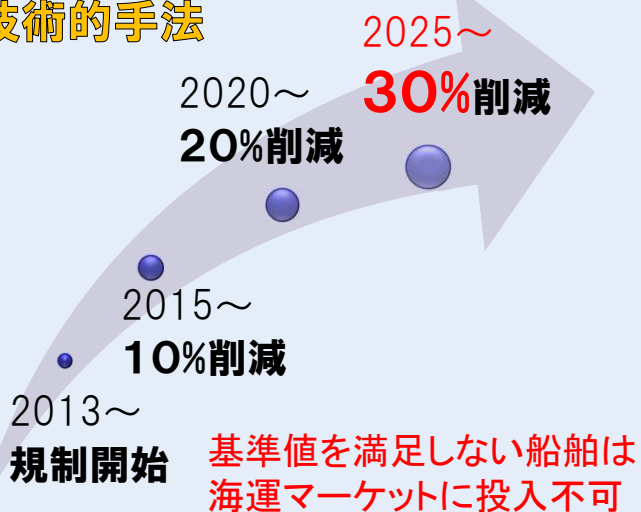
2011年7月 **国際海事機関(IMO)**において、**第一段階の対策**として国際海運に**先進国、途上国の別なく一律にCO2排出規制**を導入することを合意

※ 日本は規制の仕組みなど39の提案文書を提出し、**条約作りを主導**

### 新造船のCO2排出規制

2013年から新造船にCO2排出基準適合を義務付け、基準は段階的に強化

#### 技術的手法



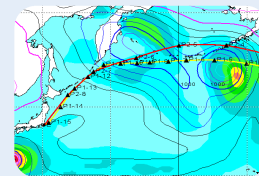
### 省エネ運航

現存船を含む全ての船舶に、省エネ運航計画の策定を義務付け

個々の船舶のオペレーション等を踏まえた最適な対策を計画・実施

#### 運航的手法の例

- ・減速航行
- ・ウェザールーティング



実燃費を把握し、運航的手法の継続的な見直しにより排出を削減



United Nations  
Framework Convention on  
Climate Change

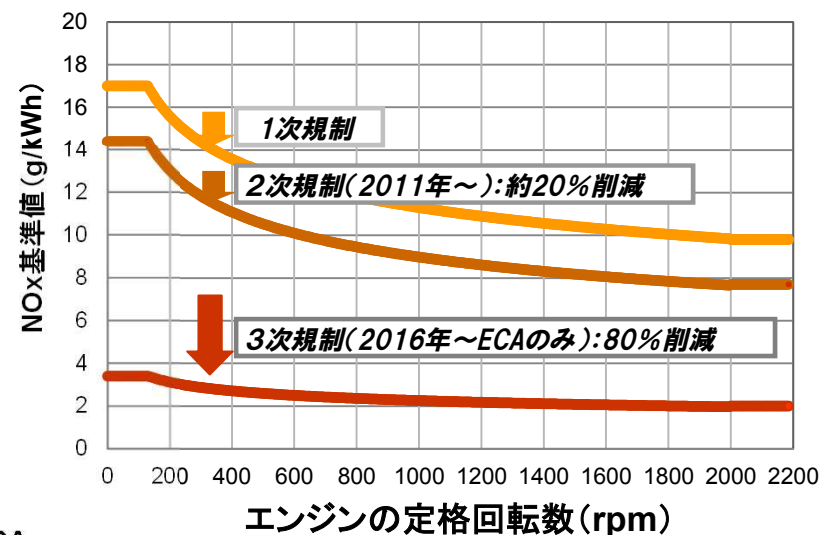
- ・「**京都議定書**」  
国際海運のCO2排出対策は**国際海事機関(IMO)において追求するよう規定**。
- ・「**新たな法的枠組み**」  
2015年合意・2020年発効目標
- ・「**気候変動資金**」  
2020年以降、先進国は毎年1000億ドルを拠出することを合意済。  
国際海運・航空を有力な資金源とする意見あり。



# 大気汚染対策 (NOx規制)

## NO<sub>x</sub>規制

- ◇規制対象範囲: 130kWを超えるディーゼルエンジンを搭載する船舶
- ◇規制のしくみ: エンジンの定格出力当たりのNO<sub>x</sub>排出量(g/kWh)がエンジンの定格回転数に応じて定められた基準値を満足すること



## NO<sub>x</sub>規制対応技術の開発状況

我が国では、NO<sub>x</sub>規制の策定と並行して民間の研究開発が進行。規制対応技術が確立されている。

### SCR (排出されたNO<sub>x</sub>を触媒により除去する装置)

- ・4ストロークエンジンメーカー: 国内メーカーが商品化の段階。
- ・2ストロークエンジンメーカー: 海外メーカーはライセンスが開発中。国内メーカーは商品化の段階。

### EGR (エンジン内の燃焼温度等を低くし、NO<sub>x</sub>の排出を抑制する装置)

- ・国内メーカーは、独自のEGRシステムを水エマルジョン燃料との併用で開発中(実船試験段階)。
- ・国内メーカーは、独自の低圧EGRシステムを開発中(実船試験段階)。
- ・海外メーカーは、テストエンジンを使用した基礎テストを実施中。



SCR

EGR

※ SCR: Selective Catalytic Reduction、 EGR: Exhaust Gas Recirculation

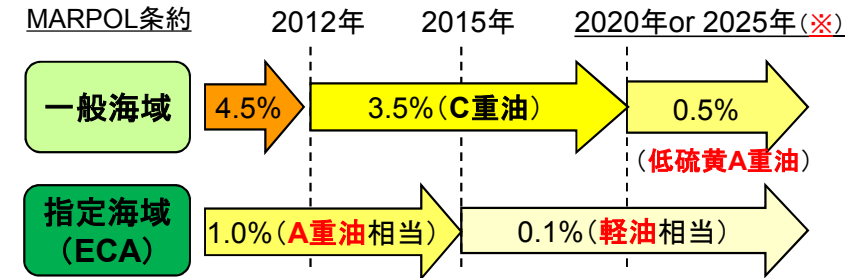
## 硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)の規制

### ◆規制のしくみ (MARPOL条約附属書VI)

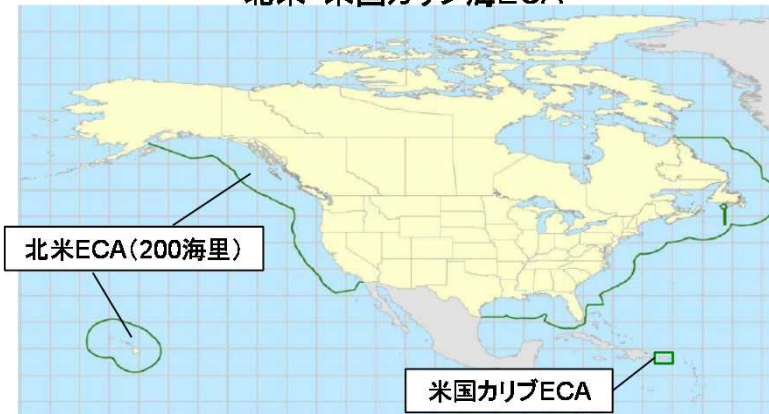
- エンジンから排出されるSO<sub>x</sub>は、燃料油に含まれる硫黄分(S)の濃度に依存するため、これを規制。
- 一般海域と指定海域(ECA: Emission Control Area)において、それぞれ段階的に規制強化。

※一般海域の0.5%の規制開始時期についてはIMOでレビューすることが規定されている。現在、レビューの開始時期や方法論について、IMOで審議中。

### 段階的に硫黄分濃度規制の上限値を強化



北米・米国カリブ海ECA



北海・バルト海ECA



## SO<sub>x</sub>規制対応技術の開発状況

DFE (LNGと重油の二種類の燃料を使用できるエンジン)

国内メーカーが開発を終了。

スクラバー (水、薬剤などを用いてSO<sub>x</sub>を除去する排ガス浄化装置)

国内メーカーが開発を終了。



※DFE: Dual Fuel Engine

スクラバー

## バラスト

発効要件：30カ国以上の国が締結し、かつ、その合計商船船腹量が世界の商船船腹量の35%以上となった日の12ヶ月後

締結状況：締約国数 44カ国※、合計商船船腹量32.86%(2015年4月16日現在)

### (今後の取組の方向性)

- ・条約の早期発効に向けた取組を推進
- ・我が国関連産業によるバラスト関連市場の獲得を支援
  - ・条約の早期発効に向け、未締結国に対し、条約締結を働きかけ  
(例)海事局庁よりパナマ海事庁長官へ働きかけ(2015年4月)
- ・我が国メーカー6社がバラスト処理装置市場に参入。今後も複数社が参入予定。
- ・我が国造船所による現存船への処理装置搭載工事の実施。

### 国内メーカー型式取得状況

会社名	生物殺滅方法
日本油化工業	薬剤
JFEエンジニアリング	薬剤+フィルター
クラレ	薬剤+フィルター
三浦工業	紫外線+フィルター
住友電気工業	紫外線+フィルター
三井造船	オゾン
	メンブレンフィルター
日立プラントテクノロジー	凝集剤+フィルター

## 船体付着

IMOにおいて、非強制のガイドラインを採択  
(2012年7月)

- ①平滑化した船体設計
- ②防汚塗料の塗布等
- ③船体付着生物の除去
- ④水中洗浄時等の生物の回収・処理
- ⑤生物付着管理計画、記録簿の船上備置き
- ⑥修繕施設等での手順策定・実施

### (今後の取組の方向性)

一部の国等により問題提起されているものの、規制導入に関しては合理性に乏しく、不要と認識。科学的根拠に基づく議論に誘導。

水中洗浄の様子



## 水中騒音

IMOにおいて、非強制のガイドラインを採択  
(2014年3月)

- ①水中騒音の計算/予測モデル
- ②水中騒音を計測するための規格(ISO等)
- ③新造船が設計する際に検討すべき事項  
(プロペラの設計等)
- ④操船及び運航する際に検討すべき事項  
(減速運航等)

### (今後の取組の方向性)

一部の国等により問題提起されているものの、規制導入に関しては合理性に乏しく、不要と認識。科学的根拠に基づく議論に誘導。



## シップリサイクル

<条約発効要件>

- ①15ヶ国以上が締結
- ②締結国の商船船腹量の合計が40%以上
- ③締結国の直近10年における最大年間解体船腹量の合計が締結国の商船船腹量の3%以上

### (今後の取組の方向性)

- ・条約の早期発効に向けた取組
- ・条約実施に向けた国内準備(インベントリ作成準備等)



現存船のインベントリ作成に向けた訪船調査の様子

### 3. 環境技術の開発・普及に向けて



# 環境技術の開発・普及に向けた考え方

## 海事分野の環境政策の基本的考え方

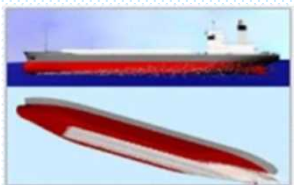
- 世界有数の海運・造船国の責務として、国際的な環境問題に積極的な貢献を果たす。
- 我が国が得意とする環境技術を核とした海事産業の国際競争力強化に取り組む。

## 我が国の環境技術をめぐる現状

- ◎ 主要な環境規制に対応する技術は確立。今後の技術開発の中心は省エネ・省CO2分野。
- ◎ 省エネ技術の開発については、規制に先行して実施。現時点において、我が国造船所は2020年に開始予定の規制値(20%)を既にクリア。一方で、韓国等諸外国との差も縮まってきているところ。
- ◎ ポスト京都議定書の枠組み作りが進行中。運輸分野の1モードとして、内航海運もCO2削減への貢献が必要であり、内航船の省エネ化、モーダルシフトの促進につながる技術の普及が求められている状況。

## 環境技術(省エネ・省CO2)のメニュー

### ◎ 省エネ設備(ハード対策)

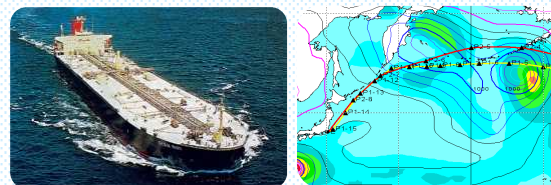


空気潤滑システム



高効率プロペラ

### ◎ 省エネ運航(ソフト対策)



ウェザールーティング

### ◎ 燃料転換



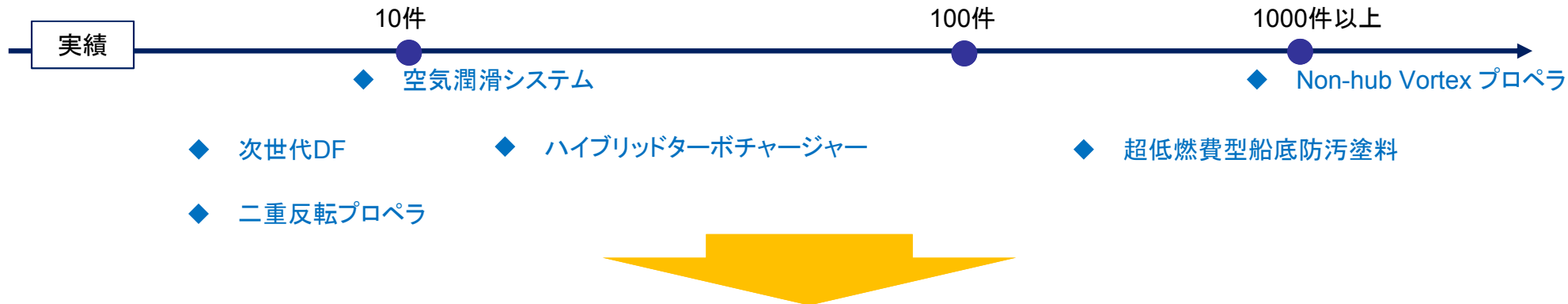
LNG燃料船



水素燃料電池船

# 省エネ技術等の開発促進と普及

- 国内海事産業における省エネ船等の技術研究開発を促進し、国際競争力強化するため、H21－24年度の4年間で「高効率船舶等技術研究開発費補助金事業」を実施。



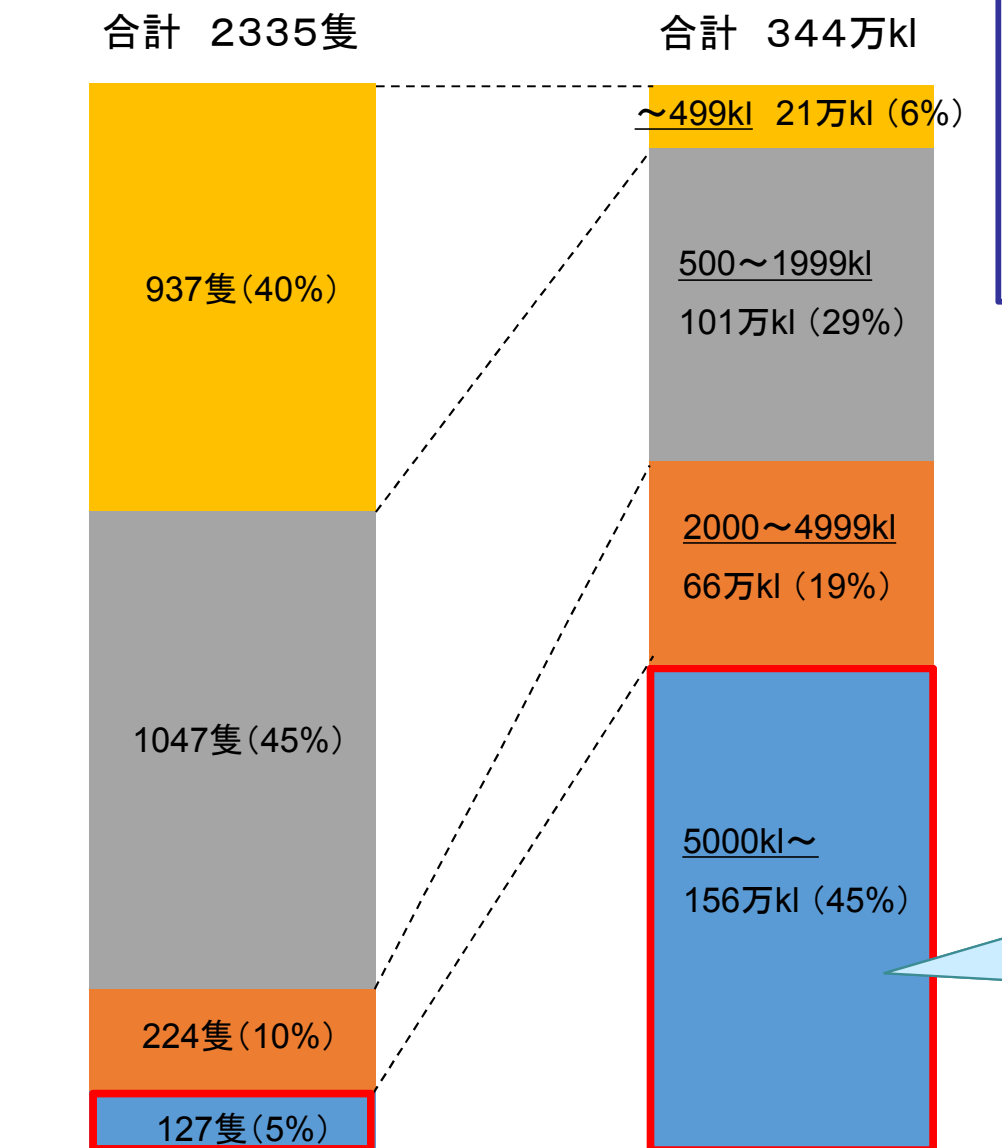
- H25－H29年度にかけて、「次世代海洋環境関連技術開発費補助金」として、CO2削減に寄与する省エネ設備等への補助事業を継続することで更なる技術力・競争力強化を図っている。

船体系	防汚剤フリー超低燃費防汚塗料の研究開発	機関系	シェールガス対応LNG運搬船に搭載するハイブリッド2軸推進プラント開発
	ばら積船からのCO2削減のための各種省エネ手法・装置の開発および投資回収に関する研究		LNG改質による船用燃料電池使用ハイブリッド電力供給電気推進システムの開発
	船体塗膜粗度低減と粗度パラメーターから実船摩擦抵抗変化率を推定する方法の研究		CPP回転数・翼角同時制御による船舶の省エネ技術の開発
	帆主機従ハイブリッド船「ウィンドチャレンジャー」の研究開発		船用大型ディーゼル機関のEGR装置によるCO2及びNOx削減技術の実証
	空気潤滑法の既存船装備技術に関する開発		船舶に搭載可能なLNG燃料タンク及び気化システムの研究開発
推進系	LNG改質による船用燃料電池使用ハイブリッド電力供給電気推進システムの開発	推進系	船舶からのGHG削減に資する研究開発 －広範囲な負荷域で利用できる船用マイクロバイナリー発電システム－
	シェールガス対応LNG運搬船に搭載するハイブリッド2軸推進プラント開発		船舶主機排熱利用VPCシステムの実証
	CPP回転数・翼角同時制御による船舶の省エネ技術の開発		環境に優しい機関システムの開発
運航系	高度航海システムの研究開発	運航系	船用コンバインドサイクルシステムの研究開発
	スマートフリートオペレーションの研究開発		船用ディーゼル主機の複合低環境負荷システムの開発



# 内航海運のCO2排出量の現状

## 燃料消費量と隻数の関係



### これまでの省エネ施策

- JRTT共有建造制度(二酸化炭素低減化船等に対し、金利を優遇)
- 船舶に係る特別償却制度(環境性能に優れた船舶への代替建造促進)
- 省エネ技術の開発・実証等の支援(次世代の省エネ技術の開発促進、革新的な省エネ技術の実証を支援)
- 省エネ標準船型の開発(低炭素船舶の標準的な船型の開発)

### 今後

⊕ 上記の施策に加えて

- ・ **CO2削減効果の高い船種について省エネ化を促進。**  
 ※燃料消費量の大きい船舶について、この5年間で30隻以上の代替建造が予定(ヒアリングより)。
- ・ **省エネ機器等の量産効果による価格低減を図り、普及につなげる。**

### 燃料消費量が5,000kl以上の船舶の内訳(隻数ベース)

- 1位 RORO船等
- 2位 長距離フェリー
- 3位 中距離フェリー
- 4位 短距離フェリー
- 5位 自動車専用船

※海事局調べ (参考)総合エネルギー統計、内航船舶輸送統計、温対税還付措置申請書

2013年度に温対税還付申請を行った船舶(燃料消費量344万原油換算kl(内航海運の約85%) 2335隻)を分析

## 施策概要

基礎研究

技術開発

実証

普及

自立普及

省エネ技術開発補助金  
(次世代海洋環境技術開発支援)

省エネ型ロジスティクス補助金  
(革新的省エネ型海上輸送システム実証)

エネルギー使用合理化事業者  
支援補助金 (SII※補助金)

## 省エネ機器の導入事例

・最新の省エネ設備・技術の組み合わせにより、**CO2 20~30%削減**が可能

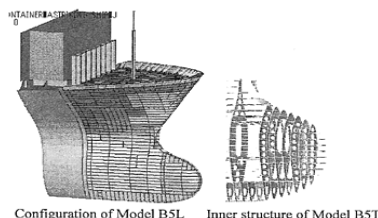
抵抗低減型高性能舵



ハブ渦制御によるプロペラ効率改善

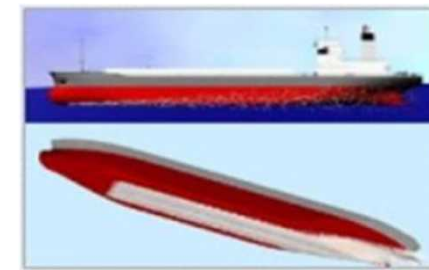


省エネ船型



最適な省エネ船型を開発することにより抵抗が減少

空気潤滑システム



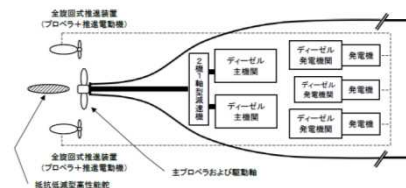
気泡による摩擦抵抗を低減

電子制御2サイクル主機関



燃料の噴射タイミングなどを制御

省エネ型推進システム(2機1軸方式)



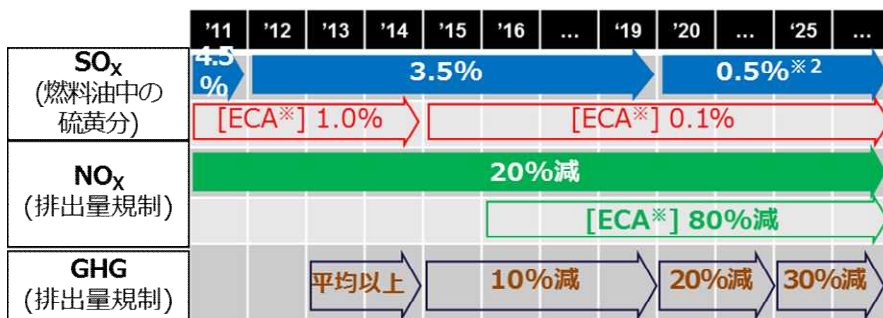
船尾抵抗の低減  
プロペラの最適化



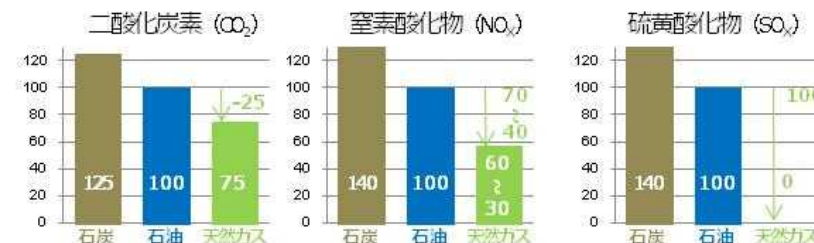
従来のプロペラよりもキャビテーションによる船尾変動圧を低減

## 背景

NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>の環境規制については、順次強化される方向。



船用燃料の天然ガスへの転換は、環境規制への有効な対応策の一つとして期待



IEA: Natural Gas Prospects to 2010  
Natural Gas Prospects and Policies

## 戦略的取組

### ① 早期実用化・導入のための国際動向調査等

船舶及び燃料供給システムの国際標準化を戦略的に推進

国際海事機関 (IMO):  
ロンドン



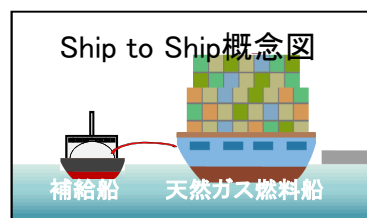
### ② 船舶(ハード)に係る安全規制の検討

船舶(ハード面)の安全性の評価等を実施



### ③ 燃料供給(ソフト)に係る安全規制の検討

燃料供給に関する安全性の評価等を実施



## メーカーの開発状況

- 2ストロークDFE: 国内メーカーが開発済。
  - 4ストロークDFE: 国内メーカーが開発済。
  - 燃料移送システム: 国内メーカーが開発済。
  - OSPB燃料タンク: 国内メーカーが開発済。
  - LNG燃料タンク、気化システム、ME-GI、ハイブリッド電力供給システム: 国の支援により開発中
- ※日本初のLNG燃料船(タグボート)が今夏就航予定



LNG燃料船

## 施策の方向性

大型LNG燃料船の導入には、燃料供給のインフラ整備がボトルネックであり、受入体制整備に関する調査検討(FS)の実施等が必要

# 水素社会実現に向けた取組の基本的な考え方

## 水素社会実現の意義

### 1. 省エネルギー

燃料電池の活用により、大幅な省エネルギー化。

### 2. エネルギーセキュリティ

水素は様々な方法での製造、リスクの低い地域からの調達により、セキュリティが向上。

### 3. 環境負荷低減

CCS (CO2回収・貯留技術) や再エネ由来水素の活用により、環境負荷を低減。

### 4. 産業振興・地域活性化

燃料電池分野の特許出願件数は世界一。水素製造は地域資源の再エネ等を活用可能。

## 取組の基本的考え方

「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(平成26年6月)

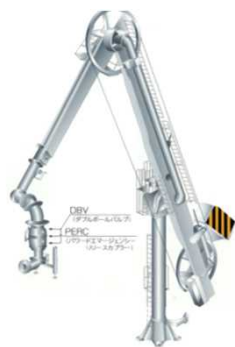
- 環境保全に関して、抜本的な対策となり得るため、海事分野としても取り組むべき。
- 海事分野の貢献は、①新たなエネルギー源となる水素の大量輸送、②水素燃料のユーザー。

## 水素関連施策

### 液化水素の大量輸送



液化水素運搬船  
安全基準の策定・国際基準化



液化水素ローディングシステム  
研究開発、安全基準の策定

### 水素利用



水素燃料電池船  
研究開発、安全基準の策定



船用燃料電池システム  
研究開発支援



# 今後の海事分野における環境政策の方向性

- 「国際的な環境問題への積極的貢献」と「海事産業の国際競争力強化」という環境政策の基本方針を維持する。
- 「国際基準の策定」と「技術革新の推進と新技術の普及」を柱とした施策を展開し、海事分野における環境負荷の低減を目指す。
- 「国際基準」に関しては、地球温暖化対策、大気汚染防止対策について、条約の規定に基づき、規制の実施を着実に進めるとともに、バラスト水規制、シップリサイクルについて、条約の実施に向けた取組に注力する。
- 「新技術の開発・普及」に関しては、今後の環境問題が地球温暖化対策を中心に展開すると見込まれることを踏まえた取組を行う。
  - 我が国が得意とする省エネ技術について諸外国との格差が縮まってきていることから、省エネ分野での技術的優位を維持するための技術開発支援を継続する。
  - ポスト京都の枠組み作りが進行中であり、内航海運も輸送モードの一つとして、運輸部門のCO<sub>2</sub>削減に貢献することが求められる。内航船の省エネ化やモーダルシフト促進につながる技術の普及の取組を進める。
  - 環境性能の抜本的な改革を図るため、LNG燃料船の導入に向けた取組、水素社会の実現に向けた取組を進める。