

## 船舶におけるプリウスのな環境技術

広島大学大学院工学研究科  
安川 宏紀



## はじめに

- 船の推進性能は、既に限界近くまできている? (船型改良, プロペラの改良, 軽量化)
- 行き詰まったときこそ, ブレークスルーのチャンス
- 最近では, 新しいアイデアの芽が出てきたように思える (例; POD推進器, 電気推進船, 三胴船, 波浪中抵抗増加の少ない船型等)



## 本講演では

環境問題に対応できる船として,

- 電気推進船
- ハイブリッド型船舶

を紹介し, 課題について述べる。

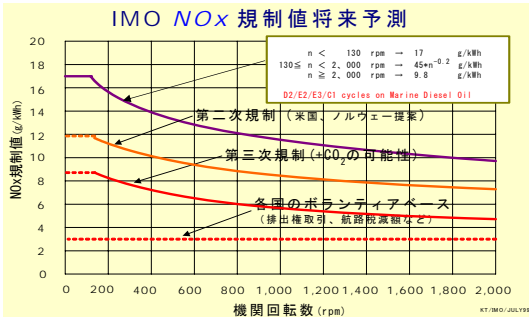


## 背景: 環境問題への対応

- NOx, PM規制: 船は環境に優しくない?

(インターネット上の検索)

## 背景: 今後のIMO規制値予測



## 背景: COP3に対する国内の動き

地球温暖化対策推進大綱(平成10年6月)地球温暖化対策推進本部

1. 輸送エネルギー-効率を約3%向上させること。
2. 内航貨物輸送の推進(具体的数値はなし)

温室効果ガス▲6%の実現のための運輸部門において講ずるべき措置(平成13年): 国土交通省HPより

1. 消費原単位改善3% (CO2削減量として▲10万トン)
2. 長距離貨物のモーダルシフト化率40%から50%に引き上げる。(CO2削減量として▲30万トン)

## 電気推進船の特徴(1)

- 環境対応
  - NOx 発生量の低減が容易  
(「千祥」の場合、NOxを**48%削減**)
  - 場合によっては、CO<sub>2</sub>も削減可能
- 推進器・主機関の配置の制約からの解放
  - 機関室長の削減による貨物艙長さの拡大
  - 配置適正化による機関室容積の削減
  - 発電機関の遠隔配置による客室の静粛性
  - 発電機関自体の防振・防音

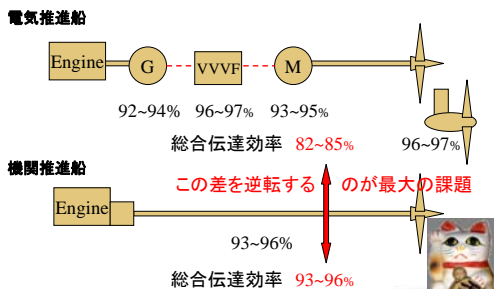


## 電気推進船の特徴(2)

- 変換に伴うロスが発生・・・**10-15%**
  - エネルギー変換、制御システムの効率改善
  - 変換システムの完成度の向上、コストの削減も必要
- 船尾船型の改良による推進効率の向上
  - 抵抗の小さい船型
  - 高効率推進器の開発
  - 効果的な船尾と推進器の組合せ



## 伝達効率の比較



## 電気推進船の特徴(3)

- 電力量に応じて**効率的に発電する複数の発電システム**の構成と管理
- 推進用電源の船内電源、荷役用電源等との共用による船舶の**運航の局面全体を通じての効率化**
- 広い意味での効率の向上
  - 機関室の省スペース化で貨物艙容積を増し  
単位貨物艙容積当りの推進エネルギーの削減



## 電気推進船の特徴(4)

- 高トルク駆動による加速・減速性能の向上
  - 離着棧回数の多いフェリー等の運航の改善
- 低速回転時でも安定した推進パワーを発揮
- 旋回型PODの活用による港内操船性能の向上
  - 横移動、その場旋回等の操船が容易
  - 低速回転、ブースティングのような操船が可能
- トルクリッチに強い: 波浪中性能の改善による定時性向上

## 電気推進両頭双胴フェリー「みやじま丸」



## 「みやじま丸」水線面下

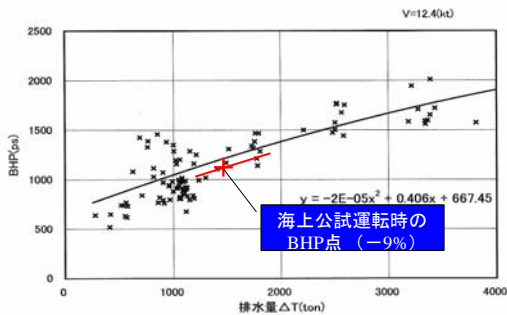


## 電気推進内航タンカー「千祥」



## 「千祥」の評価:性能

(出展:海上技術安全研究所資料より性能比較)



## 「千祥」の評価:ヒアリング(1)

### 1. 燃料消費含めた経済性

- 従来船と比較してイーブンと評価
- その他(補機等)消費量においては他船より少なく、年間の総燃料消費量における全船比較では遜色無し。  
なお、セメント運搬船、ケミカルタンカー等は電気推進船向け

### 2. 船長からのコメント

- 時化に強い:「千祥に荒天は無いのか?」
- 定時制に対する信頼がある。逆潮や向波での走航状態になると、他船に追い付き、追い抜いている。荒天に強いと感心している。

## 「千祥」の評価:ヒアリング(2)

### 3. 機関部からのコメント

- 安心航海:予備機保有で故障に対する安心感がある。船尾管からの漏洩を気にしなくて良い等
- スタンバイ時間が短縮・入出港作業が迅速化
- メンテ契約により陸上支援して仕事量も軽減
- 機関室の装置がシンプル

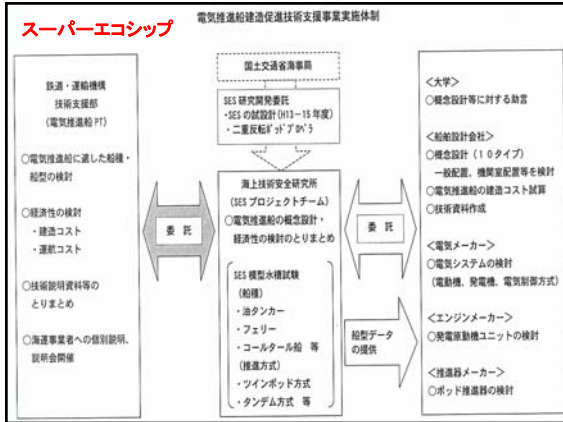
### 4. 甲板部からのコメント

- 振動が少ない



## 電気推進船の課題

- 船種によっては、トータル省エネ性において従来船を凌駕することが難しい。
- 建造船価が高く、それを補う決定的な特長が見あたらない。
- 一方、電気推進化を契機としたシステムの革新が期待される。
  - 船内システムの標準的モジュール化
  - デジタル化・LAN化
  - 運航管理の陸上支援システム等
- 今後は、省人化やランニングコスト等経費削減への可能性を追求すべきでは?



## ハイブリッド型船舶

**ハイブリッド技術:** 二つ以上の技術を組み合わせさせたイトコ取りの技術

例えば、

- ディーゼル機関とPOD推進器の組合せ(ハイブリッドCRPポッド推進方式)
- 蓄電池を備えた電気推進船(プリウス型船舶)
  - 軸発電機のモータリング
  - 変動負荷の平準化と停電対策への応用
- Dual Fuel機関 (LNGの利用)
- 太陽光発電や風車とのハイブリッド等

## ハイブリッドCRPポッド推進方式

抵抗・推進性能の改善量

- 一軸配置による抵抗減: +10~15%
- 伴流回収、二重反転プロペラ効果: +3~5%

## 在来型4機2軸方式プラントとの比較

**在来型4機2軸ディーゼル直動方式**

主推進機関:	53.17 MW (11,395 kW x 2)
主発電機:	3.75 MW (1,250 kW x 3)
補助発電機:	2.50 MW (1,250 kW x 2)
合計:	59.42 MW (80,800ps)

燃料消費量: 1日220トン

**13%の省エネ効果**

**CRPポッド推進加勢方式**

主推進機関:	25.20 MW (12,600 kW x 2)
主発電機:	24.40 MW (12,200 kW x 2)
補助発電機:	2.76 MW (2,760 kW x 1)
合計:	52.36 MW (71,200ps)

燃料消費量: 1日193トン

出展: 船と海のサイエンス2004秋季号 池田著

## 緊急停止時の逆起電力処理

- 電気推進船では緊急停止時の逆起電力処理が課題
- 本船は逆起電力に対し船内消費電力が小さく、専用抵抗器を装備し、逆起電力を吸収する。

## 蓄電池を備えた電気推進船

変動負荷の平準化と停電対策への応用

電力制御装置  
充電・放電制御装置  
制御用ソフト

DC400v 二次蓄電池

電力制御装置および停電対策装置

— 充電時: 外部エネルギーを吸収して蓄電する  
— 放電時: 推進器の電力が必要な時に電力を放出する  
同時に停電した場合に、推進装置に非常用電力を供給する

## 蓄電池を備えた電気推進船の 課題

- ❖ これこそ「プリウス」型のハイブリッド方式であるが・・・
- ❖ 船は、車のように発進と停止を繰り返さないで、それによるエネルギーロスの回収は見込めない。（「プリウス」のような大幅な省エネ効果は難しい？）
- ❖ 例えば、波エネルギーの回収はできないであろうか。



## まとめ

- ❖ 電気推進船とハイブリッド型船舶の概要と課題について述べた。
- ❖ 「汽車」が「電車」に変わったように、電気推進船への移行は大きな流れのように思える。
- ❖ 現状では、解決すべき課題も多い。引き続き、この方面の技術を見守って行きたい。

