

次期省エネ自動車専用船 —CO₂50%削減を目指して—

2010年11月25日

株式会社MTI 技術戦略グループ
主任研究員 石井智憲



目次

- 1.はじめに
2. 次期省エネ自動車専用船について
 - ①船体
 - ②機関、太陽光発電
 - ③荷役促進
 - ④運航
 - ⑤その他
- 3.まとめ



1. はじめに

NYK Cool Earth Project (2008年発表)

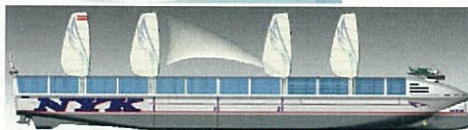
- ・ 長期ビジョン: 2050年までの世界の温室効果ガス排出半減に貢献
- ・ 削減目標: 2013年までに2006年度比原単位で最低10%削減

2010年発注に備えて開発

- ・ 50%省エネPCC

2030年に向けての取り組み

- ・ NYK Super Eco Ship 2030



長期ビジョンに向け実船搭載可能な
省エネ技術から検証を実施



Copyright 2010
Institute



2010年度発注に備えて次期省エネ自動車専用船を開発

2年間で14テーマ、49プロジェクトを実施



© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

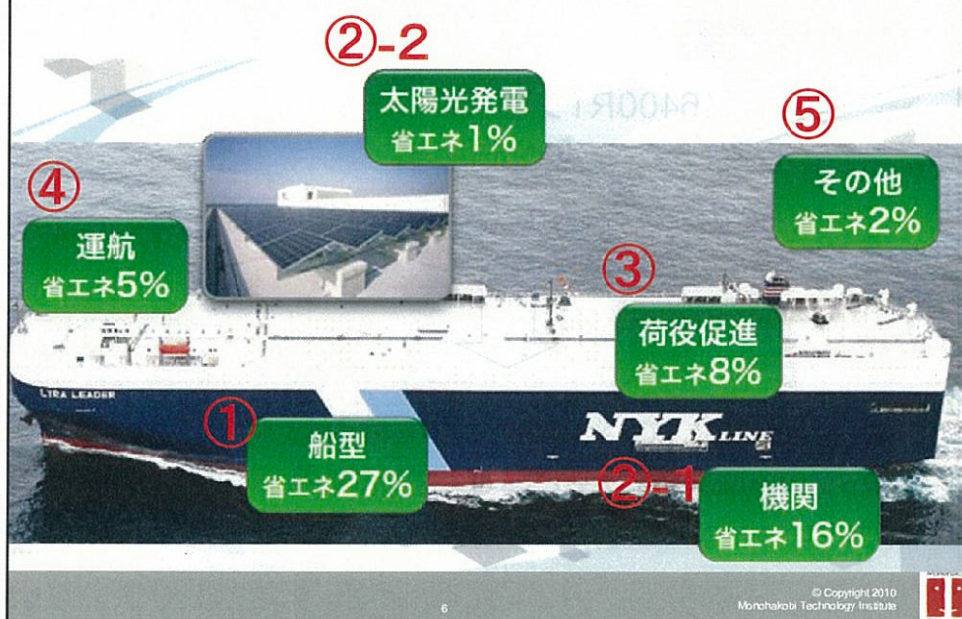


目次

- 1.はじめに
- 2.次期省エネ自動車専用船について
 - ①船体
 - ②機関、太陽光発電
 - ③荷役促進
 - ④運航
 - ⑤その他
- 3.まとめ



次期省エネ自動車専用船



次期省エネ自動車専用船の省エネアイテム

	省エネアイテム
① 船型	(1) 船型
	(2) 摩擦抵抗低減
	(3) 風圧抵抗低減
②-1 機関	(1) 廃熱回収
	(2) ガバナ
	(3) 発電機容量最適化
	(4) インバータ化
	(5) LED照明
②-2 太陽光発電	(1) 太陽光発電
③ 荷役促進	(1) 荷役時間短縮
④ 運航	(1) モニタリング
⑤ その他	(1) バウスラストトンネルカバー
	(2) オートパイロット

7

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

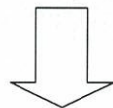


①-(1) 船型

現行船(6400RTシリーズ)

全長Loa = 200m未満

幅 B = 32.2m (現行Panamax)



主寸法についてパラメトリックに検討し、積台数1台あたりの燃費が最小となる船型を開発

8

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



パラメトリック検討

— バース事情から実現性がある主寸法で検討

〈検討ケース〉		船長 (m)		
幅 (m)		Case-1	Case-2	Case-3
		200	225	240
32.2	Case-A	Case-1A	Case-2A	Case-3A
35.5	Case-B	Case-1B	Case-2B	—
38.8	Case-C	Case-1C	Case-2C	—

9

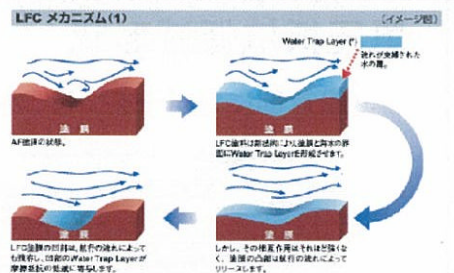
© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



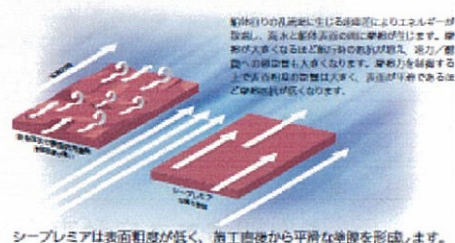
①-(2) 摩擦抵抗低減 — 省エネ塗料 —

表面粗度を下げ摩擦抵抗
を低減

実航海にて既存の塗料との
性能比較を検証中



日本ペイントマリン(株)HPより抜粋



中国塗料(株)HPより抜粋

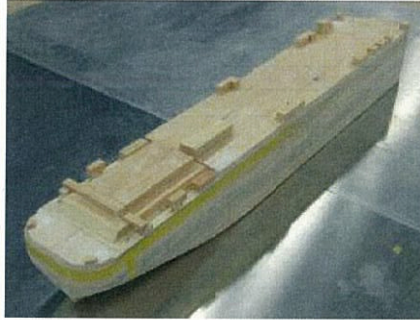
10

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

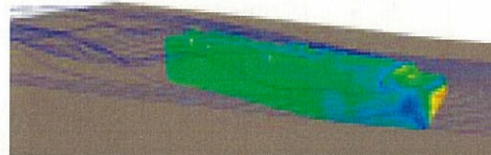
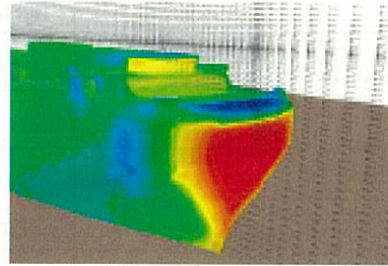


①-(3) 風圧抵抗低減

風洞試験とCFD(数値計算)シミュレーションにより効果を推定



< 現行船 >



11

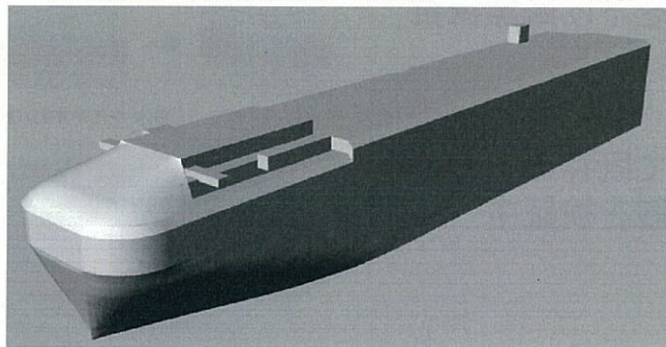
© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



風圧抵抗低減形状

船首部にカバーをつけ、ホールドファンを船内に格納

現行船比: 抵抗係数Cd 20%減



< 次期省エネ自動車専用船 >

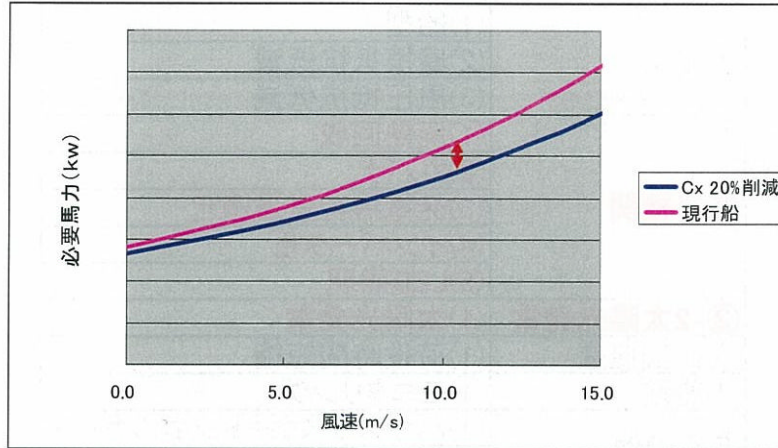
12

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



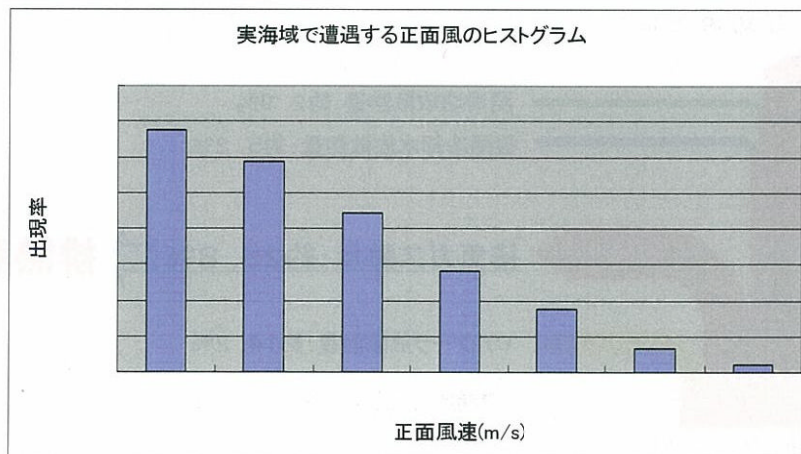
検討結果

BF5相当では3%の省エネ効果となる



風圧抵抗低減効果

実運航状態で燃費削減率に換算すると1%の省エネとなる



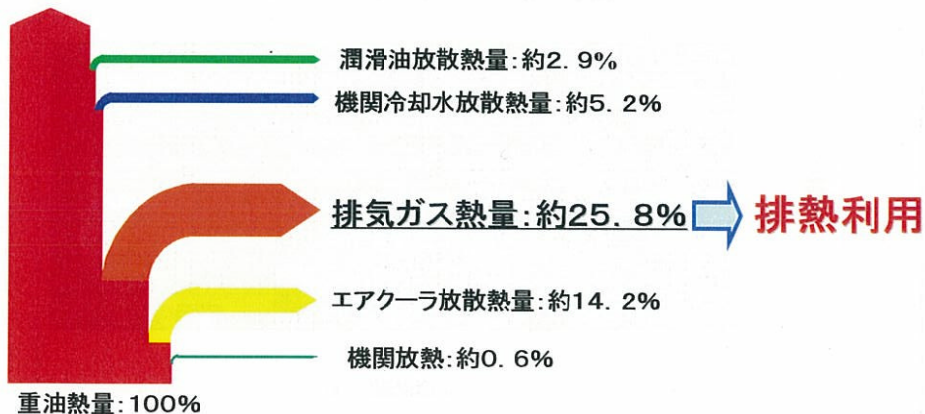
次期省エネ自動車専用船の省エネアイテム

省エネアイテム	
① 船型	(1)船型
	(2)摩擦抵抗低減
	(3)風圧抵抗低減
②-1機関	(1)廃熱回収
	(2)ガバナ
	(3)発電機容量最適化
	(4)インバータ化
	(5)LED照明
②-2太陽光発電	(1)太陽光発電
③荷役促進	(1)荷役時間短縮
④運航	(1)モニタリング
⑤その他	(1)バウスラスタートネルカバー
	(2)オートパイロット



②-1-(1) 排熱回収

推進力: 約49.3%

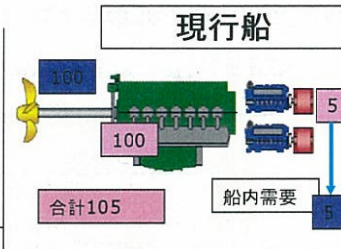
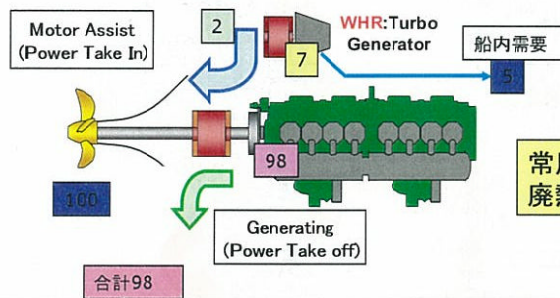


推進システム概要

常用出力で評価すると6%の省エネ効果

次期省エネ自動車専用船

SGM (Shaft Generator Motor) + WHR



常用出力での運転状態
廃熱回収量は負荷によって異なる

17

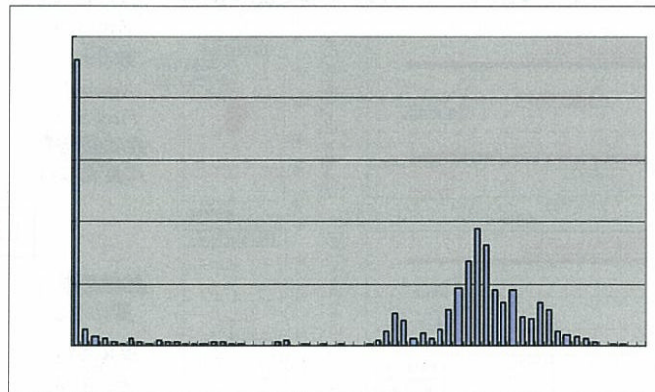
© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



省エネ効果算出手法

実運航で評価すると5.1%の省エネ効果となる

実運航ヒストグラム



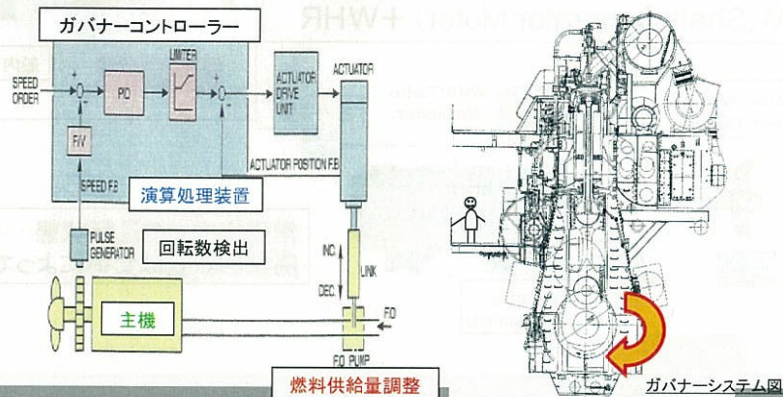
18

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



②-1-(2)ガバナ

主機の制御ガバナは、波浪、負荷変動に対して設定回転数一定で機関が回り続けるように、燃料噴射量を制御(自動車のアクセルに相当)する装置である



19

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

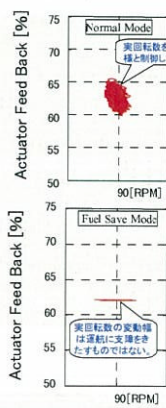
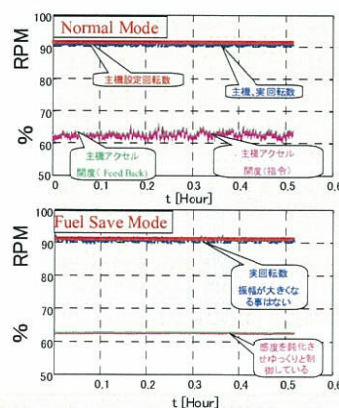
主機 新制御ガバナの概要

従来の制御：回転数一定制御 常時燃料噴射量を制御

洋上での外乱は比較的周期が長く、細かな制御では無駄



新制御ガバナ：噴射量一定制御 回転数は変動するが省燃費制御



平均回転
数:89.19

Normal /
Fuel Save
共に回転数
に変化なし

1.3%の省エネ

航続距離に
変化なし

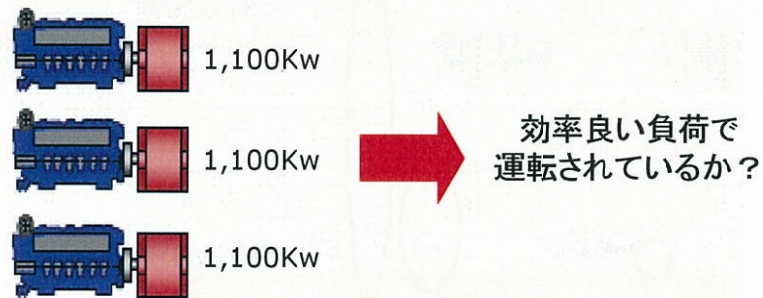
平均回転
数:89.24

20

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

②-1-(3) 発電機容量最適化

航海中の発電機の使用状況を調査し、
発電機の容量バランスを最適化する(燃費の良い負荷で使用する)



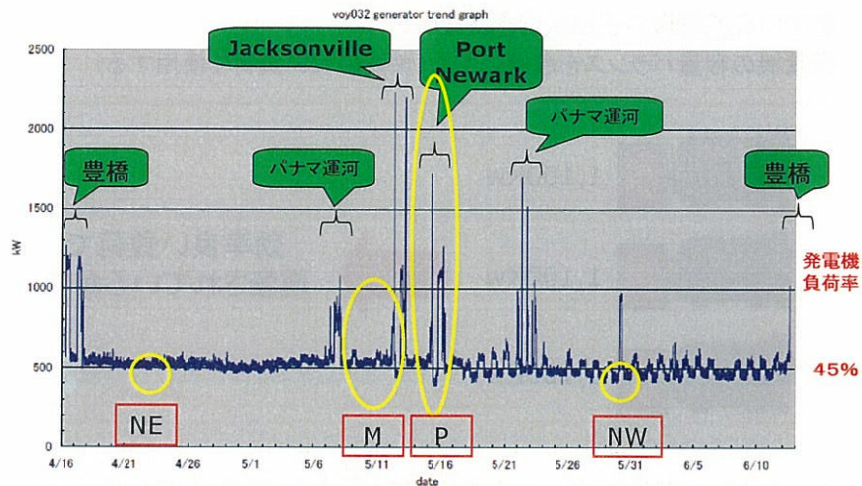
船内電力消費の計測

- 期間: 2009年4月16日～6月13日
- 航路: 日本～北米東岸往復

4/16 - 4/17	豊橋／日本
5/07 - 5/08	パナマ運河
5/12 - 5/13	Jacksonville／USA
5/15 - 5/17	Port Newark／USA
5/22 - 5/23	パナマ運河
6/11 - 6/12	豊橋／日本



計測結果



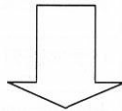
23

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



電力計測結果についての考察

計測結果から集計したヒストグラムから、本船の発電機は、
50%程度の負荷率で運転されている時間が長いことがわかった



現状では1台あたりの発電機容量が大きく、負荷率が低い範囲で使用
燃費率が良い範囲(負荷率80%程度)で使いたい

→ 改善のため、発電機の持ち方の再検討を行った

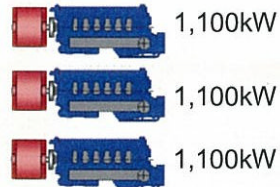
24

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



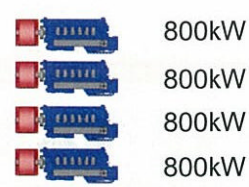
検討結果

現行船



Total: 3,300kW

次期省エネ船



Total: 3,200kW

年間推定燃料消費量(発電機のみ)		推定削減量	削減効果 (発電機のみ)
現行船	次期省エネ船		
1060.4 MT	978.2 MT	82.2MT	7.8 %



②-1-(4) インバータ化

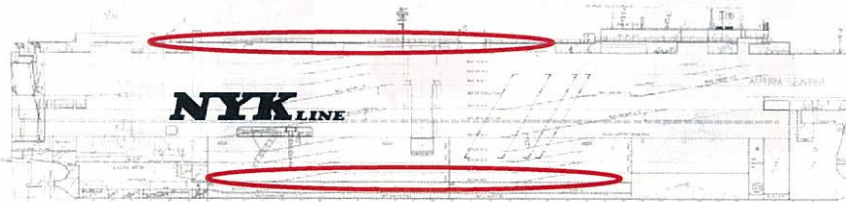
機関室補機のモータの周波数を制御することにより、使用状況に応じた回転数(電力)で使うことができ省エネを実現

系統	現行船	次期省エネ船	削減電力
冷却海水系統ポンプ	90kW	22kW	68kW
冷却清水系統ポンプ	90kW	52.5kW	37.5kW
機関室ファン	69kW	47 kW	22kW
船内削減電力			21%



②-1-(5)LED照明

船倉内照明のLED化を検討



ACCOMMODATION DECKとNo.1 CAR DECKにLED照明を設置

蛍光灯	LED	削減電力
18kW	12 kW	6kW
船内削減電力		1%



LED照明装置の色調比較



蛍光灯と遜色ない



LED照明の青色が非常に目立ち
違和感あり



HOLD照明用LED照明選定の為のポイント

下記3点を押さえた上で、LED照明を選定することが、安全荷役・省エネの為の重要なポイントとなる。

- ・色調 → 青色が強くなり、蛍光灯に近い色調
冷色系は欧米で敬遠される傾向
- ・拡がり → 直下での最大照度よりも、
灯具間の平均照度、
特に壁際の照度が重要
- ・眩しさ → 直視しても残像が残らないような形状
カバーの加工の工夫が重要



②-2-(1) 太陽光発電



太陽光パネル出力 定格 40kW級
太陽光パネル枚数 328枚
太陽光パネル面積 約250m²

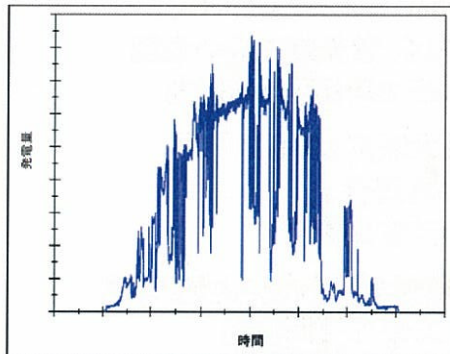
2008年12月より太陽光パネルを取り付け、実験を開始



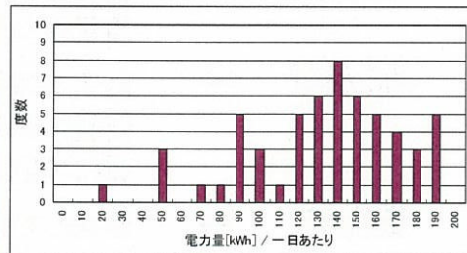
計測結果

実際の発電量を計測し、効果を算出

→次期省エネ自動車専用船では最上甲板全域に設置する(定格250kw級)と船内電力の5%を賄える



ある日の発電量



一日あたりの発電量



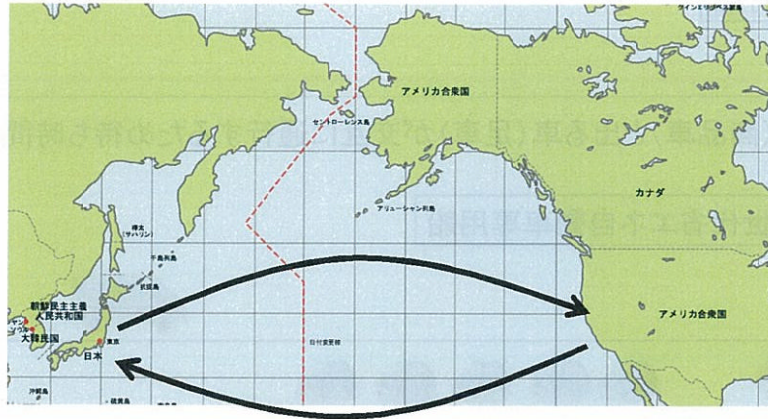
次期省エネ自動車専用船の省エネアイテム

省エネアイテム	
①船型	(1)船型
	(2)摩擦抵抗低減
	(3)風圧抵抗低減
②-1機関	(1)廃熱回収
	(2)ガバナ
	(3)発電機容量最適化
	(4)インバータ化
	(5)LED照明
②-2太陽光発電	(1)太陽光発電
③荷役促進	(1)荷役時間短縮
④運航	(1)モニタリング
⑤その他	(1)バウスラストンネルカバー
	(2)オートパイロット



③-(1) 荷役時間短縮

減速航海を行うことにより省エネを実現



20ノットで航行していた船が、19ノットにスピードを落とすと、14%の燃料が減らせる



現行船の荷役



- ・ドライバーが商品車を運転して船の中に入り、車を整列させる
 - ・ドライバーは、足車と呼ばれる車で、まとめて船から降りる
- これを繰り返す
通常ドライバー5人で1組→これを1ギャングという

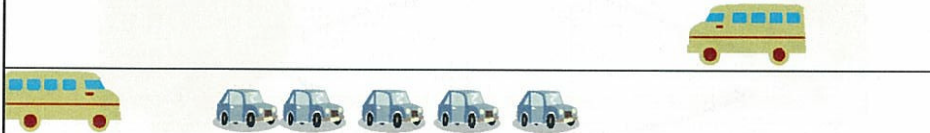


荷役時間の短縮方法

現行船

入る車(商品車)と出る車(足車)が交互に通行するため待ち時間がある

次世代省エネ自動車専用船



入る車と出る車が通る道を分けることによって、待ち時間を減らす

35

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



荷役時間短縮手法

<特徴1>

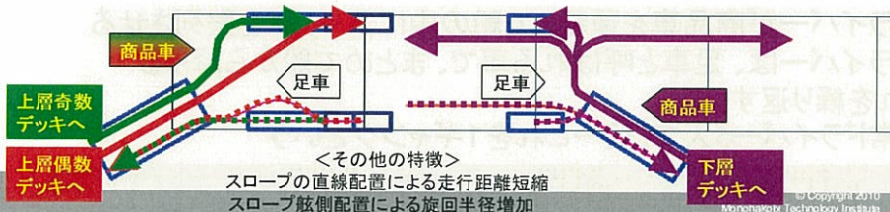
商品車と足車の
走行経路を完全分離

左舷スロープ...商品車
右舷スロープ...足車

<特徴2>

船倉内を3つに区分け、
それぞれに出入り口を設置

上層奇数デッキ...船尾ランプ
上層偶数デッキ...船尾ランプ
下層デッキ...船首ランプ



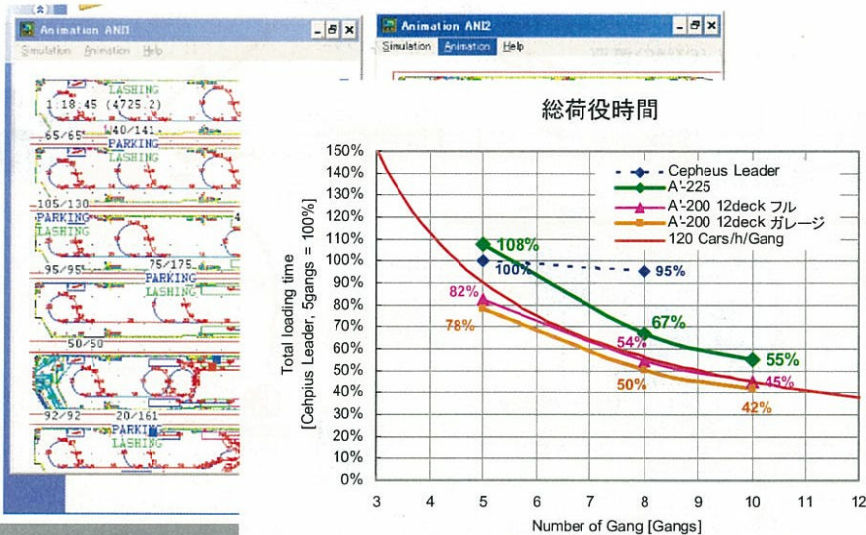
<その他の特徴>

スロープの直線配置による走行距離短縮
スロープ舷側配置による旋回半径増加

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



シミュレーションにより効果を試算

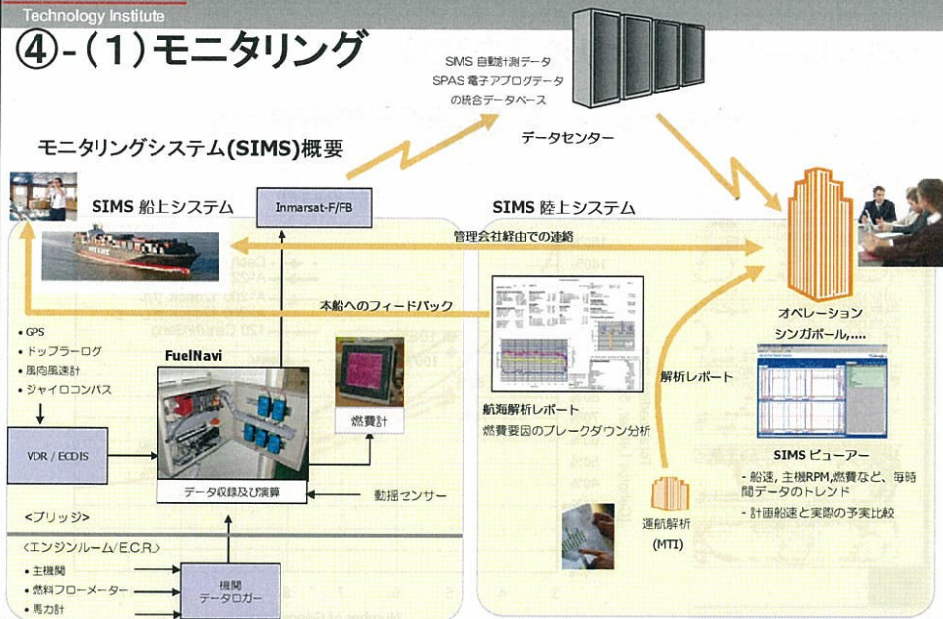


次期省エネ自動車専用船の省エネアイテム

省エネアイテム	
①船型	(1)船型
	(2)摩擦抵抗低減
	(3)風圧抵抗低減
②-1機関	(1)廃熱回収
	(2)ガバナ
	(3)発電機容量最適化
	(4)インバータ化
	(5)LED照明
②-2太陽光発電	(1)太陽光発電
③荷役促進	(1)荷役時間短縮
④運航	(1)モニタリング
⑤その他	(1)バウスラスタートネルカバー
	(2)オートパイロット

④-(1) モニタリング

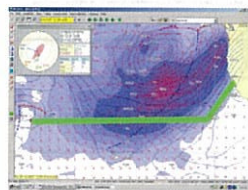
モニタリングシステム(SIMS)概要



39

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

リアルタイム・ウェザールーティング & モニタリングにより
安全性、環境負荷低減、経済性のベストバランスを目指す
→5%の省エネ効果



ウェザールーティング (PLAN)



モニタリング (CHECK)

- * 航路と回転数のプランニング
 - ー最適運航計画
 - ー船のモデル



- * 船の状況、性能の把握
 - ーモニタリング
 - ーパフォーマンス解析

海気象、船の性能に関する予測のずれがあっても、モニタリングによるフィードバックで補う

40

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

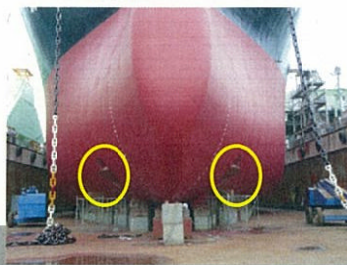
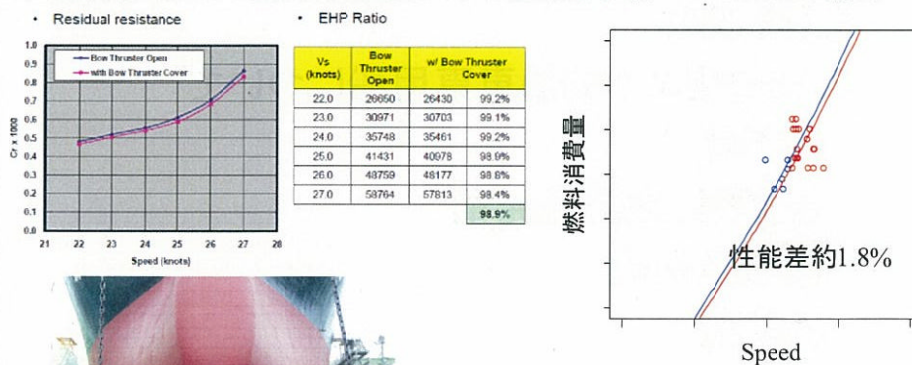
次期省エネ自動車専用船の省エネアイテム

省エネアイテム	
①船型	(1)船型
	(2)摩擦抵抗低減
	(3)風圧抵抗低減
②-1機関	(1)廃熱回収
	(2)ガバナ
	(3)発電機容量最適化
	(4)インバータ化
	(5)LED照明
②-2太陽光発電	(1)太陽光発電
③荷役促進	(1)荷役時間短縮
④運航	(1)モニタリング
⑤その他	(1)バウスラスタートネルカバー
	(2)オートパイロット



⑤-(1)バウスラスタートネルカバー

水槽試験および実船計測結果により効果を試算 →1.8%の効果



⑤-(2)オートパイロット

あらかじめ定められた針路に
船が向かって行くようにする自動操舵装置

波などの外乱による周期の短い針路変動を無視し、
大きく針路が変動したときのみ制御

新旧オートパイロット
を両方装備し
30分毎に自動切換え
省エネ効果を検証中



43

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



目次

- 1.はじめに
- 2.次期省エネ自動車専用船について
 - ①船体
 - ②機関、太陽光発電
 - ③荷役促進
 - ④運航
 - ⑤その他
- 3.まとめ

44

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



次期省エネ自動車専用船検討結果まとめ

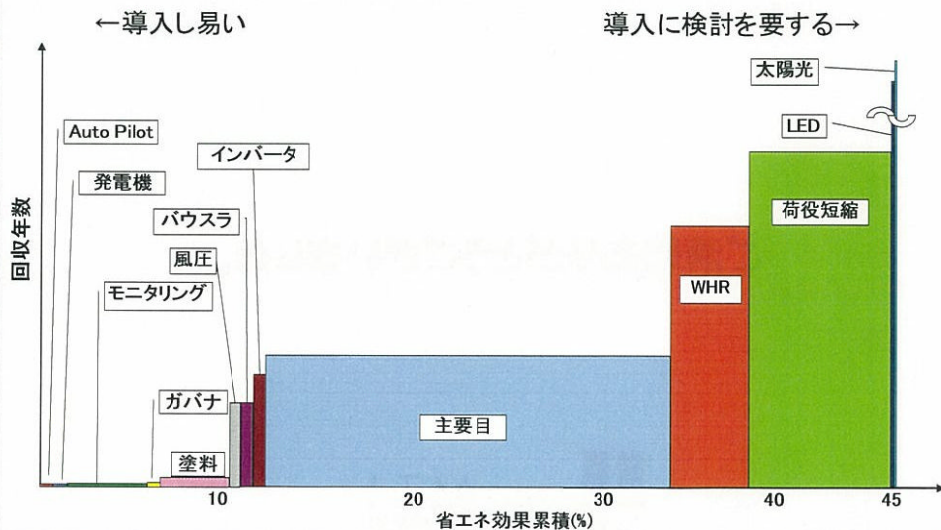
	省エネアイテム	省エネ効果	目標(2008年予定)
①船型	(1)船型	29%	27%
	(2)摩擦抵抗低減(検証中)		
	(3)風圧抵抗低減		
②-1機関	(1)廃熱回収	9%	17%
	(2)ガバナ		
	(3)発電機容量最適化		
	(4)インバータ化		
	(5)LED照明		
②-2太陽光発電	(1)太陽光発電		
③荷役促進	(1)荷役時間短縮	9%	8%
④運航	(1)モニタリング	5%	5%
⑤その他	(1)バウスラスタートネルカバー	2%	2%
	(2)オートパイロット(検証中)		
計		45%	48%

45

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



省エネアイテムの費用対効果



46

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



まとめ

- 2008年に発表した次期省エネ自動車専用船の省エネ効果について詳細検討を実施
(14テーマ、49プロジェクト)
- 従来船比較で45%の省エネ効果の目処をつけた
- 今後も技術開発を継続し、省エネ効果の更なる上積を目指す



ご清聴ありがとうございました。

