

# 内航船用船底防汚塗料について

**CMP CHUGOKU**

2021年8月24日 国土交通省殿  
第4回カーボンニュートラル検討会  
中国塗料株式会社  
© 2021 Chugoku Marine Paints, Ltd.

## 説明の概要

1. 内航船の環境と低摩擦・高性能防汚塗料について
2. 製品のご紹介 シープレミアシリーズ
3. 就航解析および燃費解析について

## 内航船の環境と防汚塗料

国際的な地球温暖化問題対策の為、CO<sub>2</sub>削減の気運が高まり、国際海運の規制では、EEDI、EEXIの規制等、最終的なゼロエミッションを目指した取り組みが行われています。

内航海運においても、モーダルシフトで内航海運の重要性は増してきており、防汚塗料でCO<sub>2</sub>削減に貢献できる部分があると考えております。

### 内航船の環境と防汚塗料

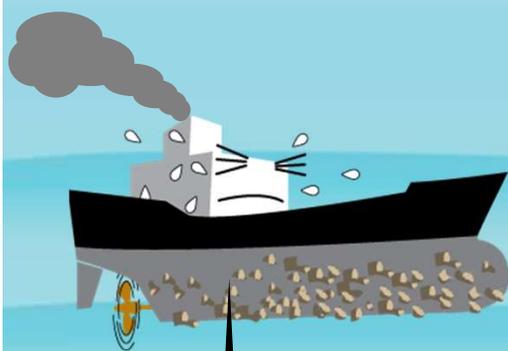
運行形態 : 低速航海・長時間停泊

海洋環境 : 海水温の上昇による海洋生物の活性化

弊社の対応 : 環境負荷の少ない防汚塗料の開発、自主的取り組み  
(燃費低減、性能向上、防汚剤低減、VOC低減など)

# 低摩擦防汚塗料について

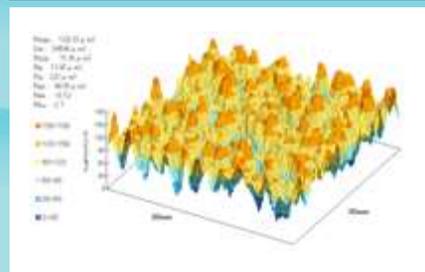
## 船底防汚塗料と摩擦抵抗と燃費



防汚塗料なし 燃費：×



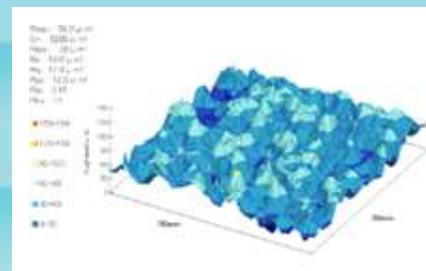
一般防汚塗料 燃費：○



Rz(粗度) : 102 $\mu$ m  
RSm(波長): 3,454 $\mu$ m



低摩擦防汚塗料 燃費：◎



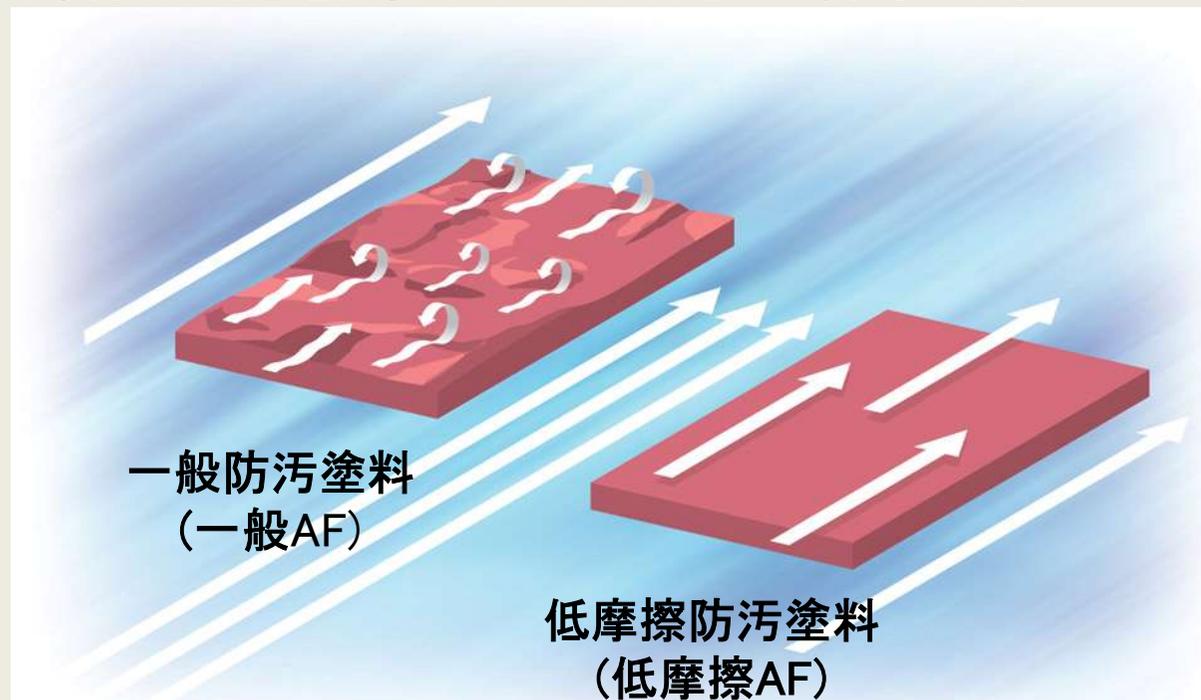
Rz(粗度) : 56 $\mu$ m  
RSm(波長): 5,255 $\mu$ m

塗装後の塗膜表面が平滑に仕上がることで抵抗が低減する。

## 低摩擦防汚塗料 / 塗膜の超平滑化

### 低摩擦防汚塗料 (2010年上市)

塗膜表面を平滑化することにより、船体への摩擦抵抗を減らし、燃費低減効果を発揮するよう設計された防汚塗料。

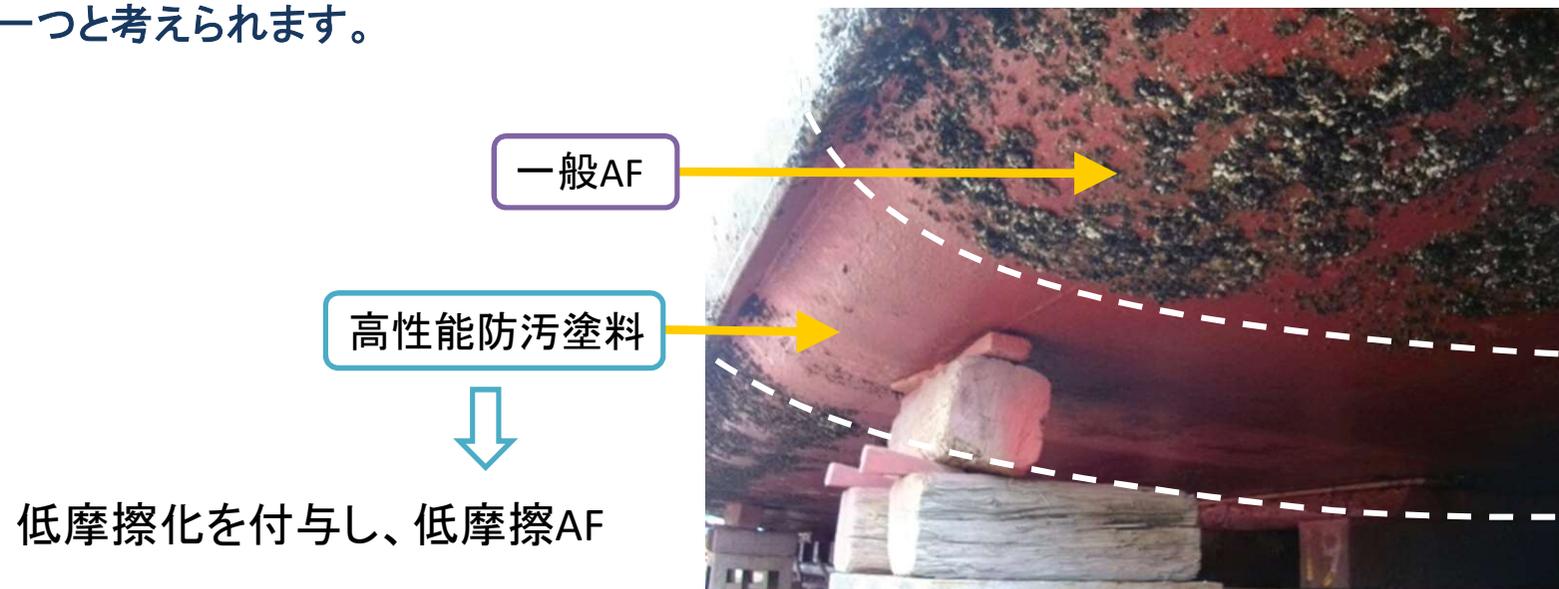


## 船舶からのCO<sub>2</sub>排出量対策

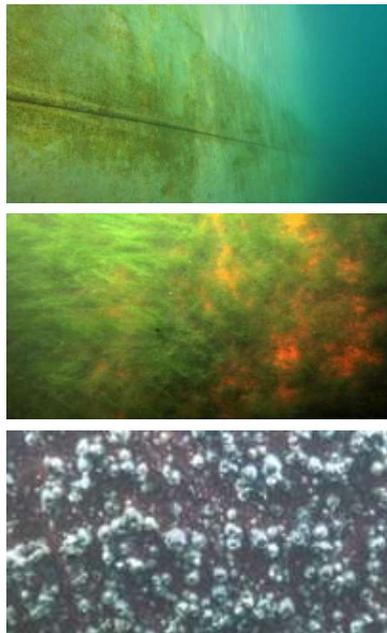
### 排出量対策 国土交通省殿HPから引用

- ① 新造船に省エネ対策
  - ② 既存船の配船・運行の効率化
  - ③ 既存船の省エネ改造
- 低摩擦AFを推奨

様々な省エネ対策・改造の中で、低摩擦AFによる対策は比較的安価で容易に実施できる、効果が高い対策の一つと考えられます。



## 汚損の種類



	軸馬力 増加 (%)	高圧水洗 除去	除去の 工数	
汚損なし	0	-	小	
ライトスライム	9	○	小	
ヘビースライム	19	○	小	
少 フジツボ, ノリ	33	△	小-中	
中 フジツボ	52	×	大	
多 フジツボ	84	×	大	

船底汚損が燃費に大きな影響を与える

フジツボは高圧水洗での完全除去が難しいため、追加の処理費用が発生する

※参考文献: Schultz, M.P. (2007): Effects of coating roughness and biofouling on ship resistance and powering. Biofouling23(5), 331-341    IMO MEPC 60/4/21において引用

## 航路と汚損リスク

航路	汚損リスク(主な汚損種類)
全国	中程度(スライム、ノリ)
本州～沖縄	高い(ノリ、アオサ)
大阪～北海道、愛知～北海道	中程度(ノリ)
瀬戸内	高い(アオサ、イガイ、フジツボ)
東京～福岡、愛知～福岡	高い(スライム、アオサ、フジツボ)
湾内(東京湾、四日市、大阪等)	非常に高い(フジツボ、他動物種)
河川、湖	低い

それぞれの航路条件に合った防汚塗料を推奨 赤字は動物種

## 内航船用 船底防汚塗料 Line up

製品		特長的な防汚剤	FIR 値	期待燃費低減率	
低燃費防汚塗料	シープレミア 3000 PLUS 2	亜酸化銅 + Selektope®	1.5	5~8%	
	シープレミア 3000 PLUS 1				
	シープレミア 3000				
	シープレミア 2000 PLUS	亜酸化銅 + Selektope®	1.2		
	シープレミア 1000 PLUS	Selektope®			
	シープレミア 1000 PLUS H				
	シープレミア 1000	ECONEA®			
	シープレミア CF Z				
	シープレミア 200 PLUS	亜酸化銅 + Selektope®	1.5		
一般防汚塗料	シーグランプリ 2200	亜酸化銅	10.7	-	
	シーグランプリ 800 EX				
	シーグランプリ 200 R				
	シーテnder 20				
	シーテnder 7				
シリコーン系防汚塗料	CMP BIOCLEAN PLUS	防汚活性剤(微量)	1.0	5~8%	

## 期待燃費低減率の算出

### 国土交通省 技術開発支援事業

当社は国土交通省の「次世代海洋環境関連技術開発支援事業」及び一般財団法人日本海事協会の共同研究テーマ（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）の中で新FIR理論/三次元ポータブル船体粗度計/超平滑船底防汚塗料を開発し、実際の塗装現場で塗膜粗度およびFIR値を計測して検証に努めています。

国土交通省殿の「次世代海洋環境関連技術開発支援事業」および一般財団法人日本海事協会殿との共同研究テーマ（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）において超平滑船底防汚塗料と、防汚塗料の超平滑化の効果を推定し、実船評価する手法を開発しています。

[https://www.cmp.co.jp/products/cmp\\_tech/CMP-MAP/FIR-Analysis.html](https://www.cmp.co.jp/products/cmp_tech/CMP-MAP/FIR-Analysis.html)

# 期待燃費低減率の算出

## 国土交通省技術開発支援事業

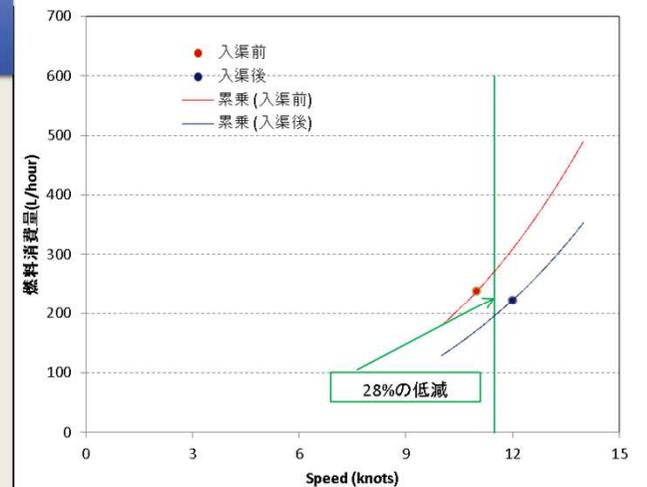
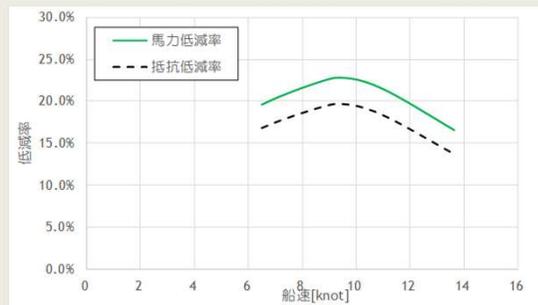
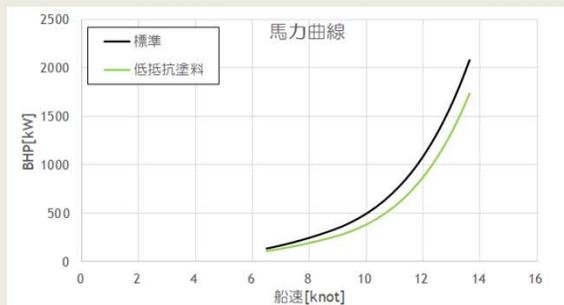
### 低抵抗塗料効果評価プログラム

船型データ	
船名	A丸
Lpp	80.0 [m]
B	12.8 [m]
D	10.0 [m]
d	5.0 [m]
Cb	0.775
Design Speed	13 [knot]
浸水表面積	1585 [m <sup>2</sup> ]

入力	
Read HOPE Light Data	
標準	
粗度平均高さ Rc	186 μm
粗度波長 RSm	5867 μm
低抵抗塗料	
粗度平均高さ Rc	19.3 μm
粗度波長 RSm	3187 μm

定数	
粗度抵抗係数 Croughness	0.04793
rho	1025 kg/m <sup>3</sup>
水温	25.0 °C
Nu	8.93E-07

フロベラ荷重度の変化による効率変化を考慮する



A丸(船齢20年):フルブラスト後、**低摩擦防汚塗料(シープレミアシリーズ)**を塗装し、**評価プログラムでの効果を試算しました。**  
 また、**入渠前後の実船燃費評価**により、試算に近い低減効果を得ています。

## 低摩擦AFの概要

2010年より発売

一般タイプに比べ、5－8%燃費低減が期待できる

それぞれの航路条件に合った製品を提供できる

製品の一部に特許技術を使用

低摩擦・高性能船底防汚塗料 内航船用

シープレミアシリーズ

## シープレミアシリーズ

亜酸化銅フリータイプ

シープレミア 1000 PLUS



架橋型亜鉛アクリル樹脂系

亜酸化銅タイプ

シープレミア 3000 PLUS

シープレミア 2000 PLUS



シリル樹脂系

【内航船】あらゆる環境に対応するための製品をラインナップ



内航シリル防汚塗料  
(亜酸化銅)

+



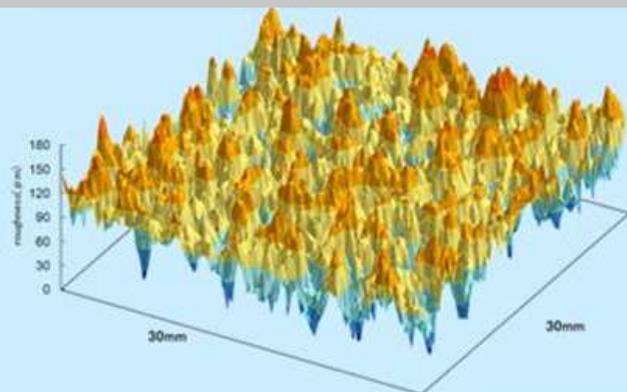
selektope®  
(メデトミジン)

# シープレミア 3000 PLUS

加水分解型ポリマー + メデトミジン = 中国塗料の特許技術！

## 低摩擦AF / 塗膜の超平滑化

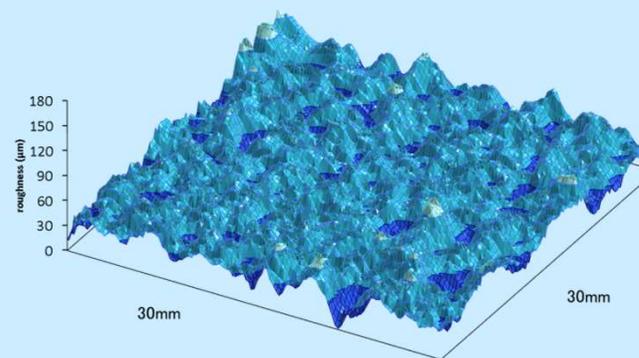
## 一般AF



Rz : 111 $\mu$ m  
RSm : 3024 $\mu$ m

**FIR : 10.7%**

## シープレミア 3000 PLUS



Rz : 45.5 $\mu$ m  
RSm : 3694 $\mu$ m

**FIR : 1.5%**

Rz = 粗度高さ  
RSm = 粗度の波長  
FIR = 摩擦抵抗増加率  
**FIR 0% = 鏡面**

**低FIR化を実現 = 低摩擦化**

## 東京湾の汚損環境

一般タイプの防汚塗料

内航LPG船 / 約15ヶ月

航路 : 東京湾平水

稼働率 : 15%

フジツボ活性が高い

## 低摩擦防汚塗料/耐フジツボ性の強化

スーパープレミア 3000 PLUS

内航LPG船 / 約24ヶ月

航路 : 東京湾平水

稼働率: 20% (低稼働)

平底部: 一般タイプ

# 就航解析及び燃費解析サービスについて

**CMP - Monitoring & Analysis Program**

**CMP**  **MAP**

CMP - モニタリング & 解析プログラム

**CMP** 中国塗料株式会社

# CMP-MAP について

3種の解析アプローチにより、船体性能を可視化します。

Triple **CMP MAP** approach

## 1 FIR解析

船体表面粗度  
&  
船体性能

**V-FIR** Friction Increase Ratio  
New THEORY 特許技術



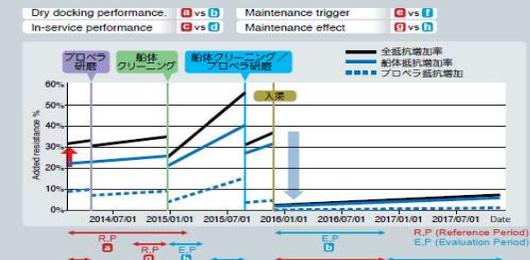
## 2 就航解析

運航履歴  
&  
防汚塗装仕様



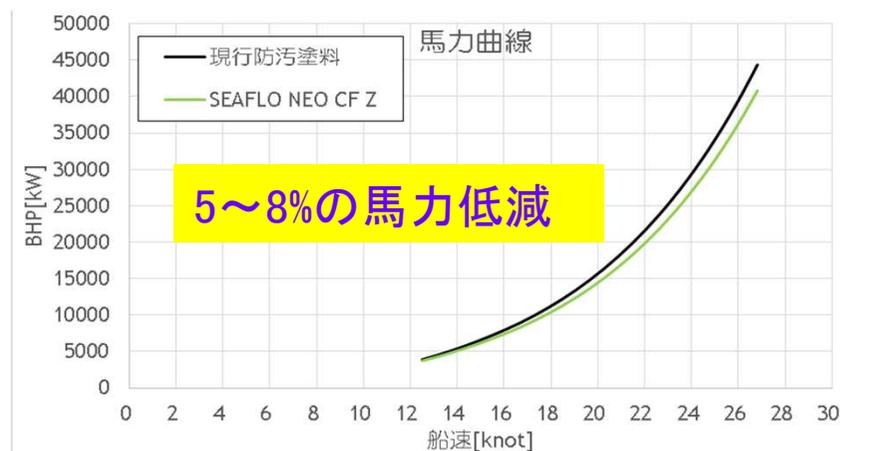
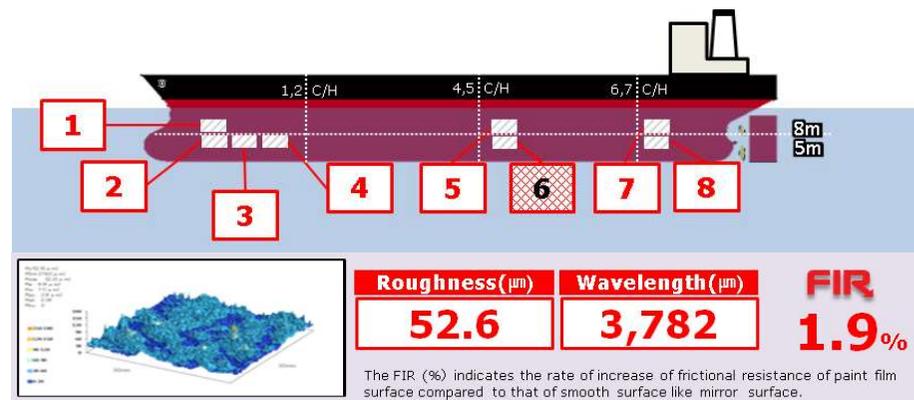
## 3 馬力解析

馬力解析  
ISO19030



# ① FIR解析

自社開発の三次元粗度測定器により粗度データを収集-解析、推定馬力を算出し、性能を可視化します。

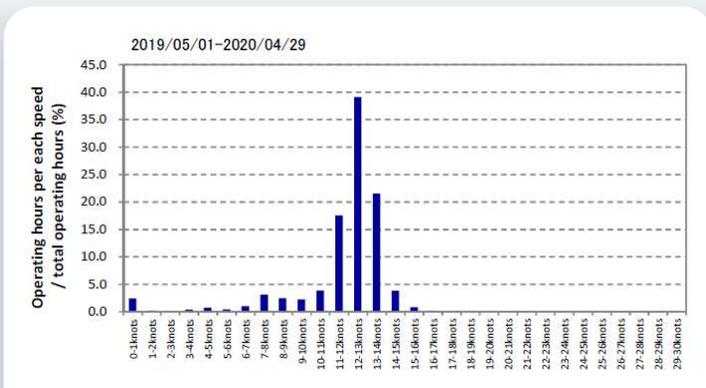


## ② 就航解析

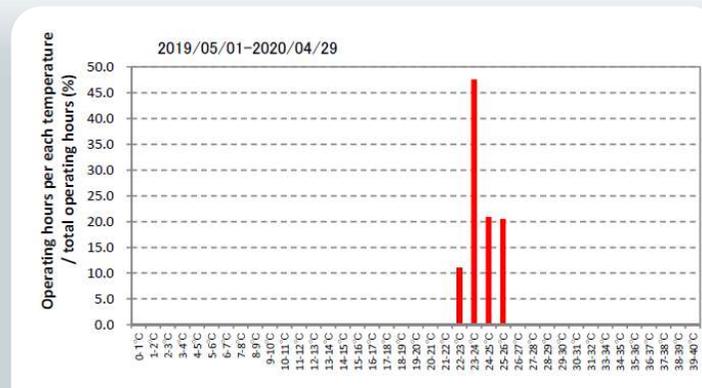
ドック時期	入渠前1年間	入渠後1年間
2019年5月		
内航LPG船		
平均船速(ノット)	11.1	11.7
平均海水温(℃)	23.5	23.5
稼働率(%)	28.6	28.3



船速分布



海水温分布



### ③ 船舶性能解析(外航船のケース)

ISO19030を応用した解析手法を用いて  
船速-馬力曲線、トレンド曲線により船体性能を可視化します。

ISO19030 Measurement of changes in hull and propeller performance

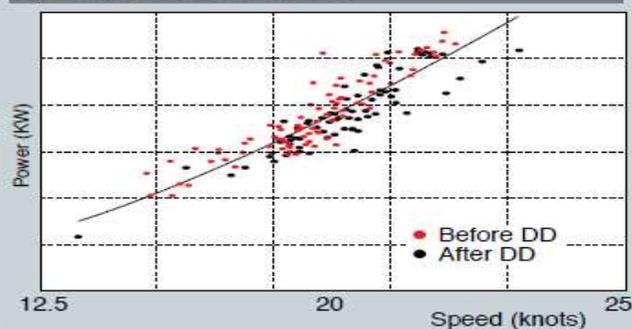
#### Input

船舶からのデータ

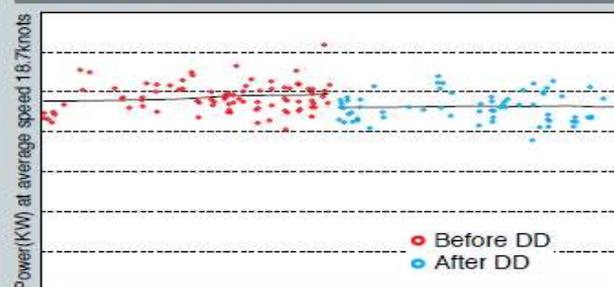
- スピード (Log/ OG)
- 燃料消費量/ 軸馬力
- 風速、風向
- 排水量・その他

#### Output

Speed power curve



Trend analysis at constant speed



### ③ 船舶性能解析(内航船のケース)

#### 例 RORO船 497 GT

低摩擦AF施工前後の燃料消費から削減率を算出

A重油価格 76.5円/L (2021.6)

CO<sub>2</sub>排出量計算 2.71 kg-CO<sub>2</sub>/L A重油

施工前 598,150 L/年 1,615,005 kg-CO<sub>2</sub>排出

施工後 518,900 L/年 1,406,219 kg-CO<sub>2</sub>排出

低減効果 79,250 L/年 208,786 kg-CO<sub>2</sub>削減 (12.9% 削減)



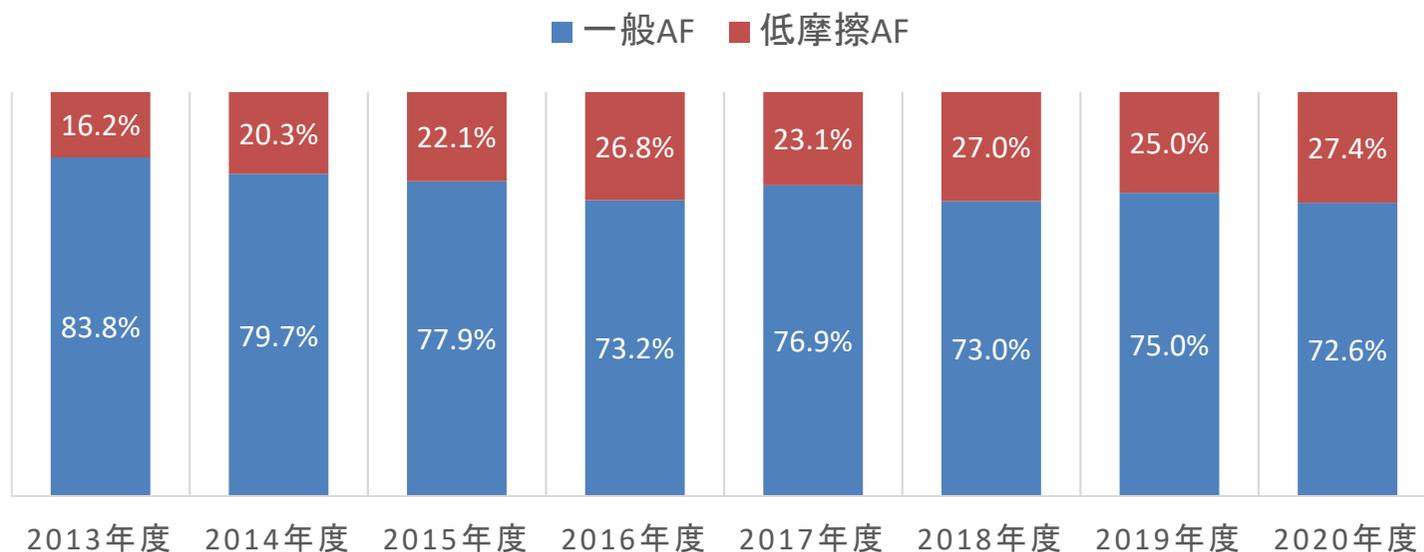
**削減価格**  
**6,062,625円/年**



**CO<sub>2</sub>削減量**  
**208トン/年**

## 種類別の製品普及比率

### 内航船AFの普及比率(数量ベース)



参考資料 幣社国内船主向け外航船AFの普及比率(数量ベース)

	低摩擦AF	一般AF
2020年度	49%	51%

**全体の4分の3は一般AF**

## 今後の課題

- 海洋環境は日々変化しており、より良い製品の開発・改良が必要
- 低摩擦AFの普及

内航船用防汚塗料 総合カタログ

[https://www.cmp.co.jp/library/cmp\\_jpn/brochure\\_jp/pdf/AF\\_coastal.pdf#zoom=80](https://www.cmp.co.jp/library/cmp_jpn/brochure_jp/pdf/AF_coastal.pdf#zoom=80)

## 防汚塗料について (補足資料)

	内航船用	外航船用
ドック間隔	12 - 24ヶ月	30 - 60ヶ月
稼働率	20% - 60%	50% - 90%
航行区域	中-高汚損海域	低-中汚損海域
塗膜消耗度(平均)	8ミクロン/月	4 - 5ミクロン/月
乾燥膜厚 (DFT)	100 - 200 ミクロン	200 - 450 ミクロン
主なタイプ	加水分解型、水和分解型	加水分解型、水和分解型

特長	基本防汚性能	溶解機構	低燃費性能
加水分解型	高い	石鹼のように表面更新	有り
水和分解型	通常	微溶解、水流で更新	無し

[https://www.cmp.co.jp/products/cmp\\_tech/antifouling\\_coatings/antifouling\\_system.html#select3](https://www.cmp.co.jp/products/cmp_tech/antifouling_coatings/antifouling_system.html#select3)