

新性能計測・解析手法の提案

- アブログデータから自動計測データへ -

MTI 技術戦略グループ 上級研究員
角田 領



はじめに

- 省エネ付加物の性能を実海域で評価するには、従来アブログデータを利用するしかなかった
- アブログデータによる解析では数%という付加物の省エネ効果を確認することは難しかった
 - アブログデータ...航海日誌の要約版、毎正午の船位、航行距離、燃料消費量、気象データ等が記録される
- MTIでは自動計測装置を開発し、大量で精度の高いデータを収集・解析することにより、付加物の省エネ効果を正確に、かつ、短期間に評価することを可能にした
- 本日は、自動計測装置と解析手法、評価の事例を紹介し、自動計測データによる性能解析が今後の主流となることを示す



目次

1. 背景
2. 自動計測データによる性能解析
3. 評価事例
4. まとめと今後の課題・展開



1. 背景

- 国際海運からのCO2排出削減の取り組み
 - 船舶の性能への規制(IMOでの議論)
 - EEDI (Energy Efficiency Design Index)
 - 単位輸送量あたりのCO2排出量
 - 2013年から強制化
- 燃料費の高騰による収益への影響
 - 現在、C重油は1トン500\$
 - コンテナ船では1隻1日100トン以上消費 → \$50,000/day



省エネ付加物開発・搭載への関心高まる



1. 背景

省エネ付加物の効果

Name of pre-swirl device	Energy-saving mechanism	Energy-saving rate % model test/trial
Reaction fin	PRI	4-8 / 4-9
Novel integrated duct	IPI	4-5 / 4-6
Inflow compensate nozzle	IPI, AFS	6-11 / 8
Simplified compensate nozzle	IPI, AFS	4-9 / 4-9
Wake-adapted duct	IPI, AFS	4-9 / 4-9
Hydrodynamic fins	IPI	4-6 / 3-9
Fore-propeller hydrodynamic fin sector	IPI	4-7 / 4-7
Thrust shaft brackets	PRI	4.5-12 / 5-8
Sheathed shaft bracket	PRI	5-8 / 5-8
Hydrodynamic partition plate	IPI, AFS	2-3.7 / 2-3.7
Aperture fin	PRI	2-4 / 2-4
Stern-attached fin	IPI, AFS	3 / 3
Flettner rotor at stern post	IPI, AFS	8 /
Fore-propeller vane-wheel	IPI, AFS	3-4 /

• 省エネ効果は数%オーダー

• 模型試験や海上試運転での評価結果はばらついている



実際の省エネ効果は??

参考文献 "The Specialist Committee on Unconventional Propulsors, Final Report and Recommendations to the 22nd ITTC Copyright 2010 Monohakobi Technology Institute"



1. 背景

省エネ付加物の従来評価手法（付加物あり・なしの比較）

- 海上公試
 - 乾貨物船はバラスト状態での評価のみで、満載では検証しない
- アブログ解析
 - 平穏な海域のデータが非常に少ない
 - 1日の平均船速と、正午の気象データで性能を代表させている
 - そもそも性能解析用のデータではない
 - 同航路の多くの船の長期間データがあれば統計的に有意な差があるかどうかは分かる



短期間で数%の省エネ効果を確認するには、自動計測データに基づく性能評価が必要



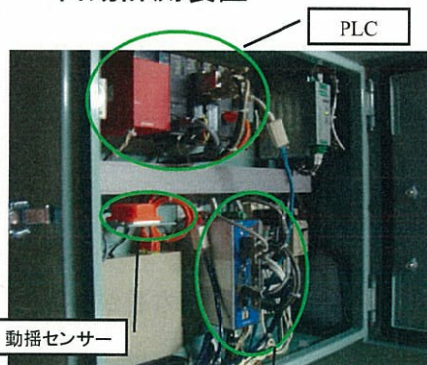
目次

1. 背景
2. 自動計測データによる性能解析
3. 評価事例
4. まとめと今後の課題・展開



2. 自動計測データによる性能解析

自動計測装置



動揺センサー

データ送信
モジュール

PLC



フローメーター

- ・ ECDIS, GPSなど航海計器、主機D/L、燃料フローメーターなど各種信号取得
- ・ 工業用コンピュータ(PLC)の利用により、小型で高い信頼性を実現
- ・ 1時間の平均値計算から、0.1秒毎の計測まで、幅広く対応
- ・ 陸へのデータ送信も可能(オプション)
- ・ 就航中の搭載可能



2.自動計測データによる性能解析

自動計測データの解析手法

- データ精査、データクレンジング(洗浄)
 - 異常値は無いかな
 - 補正して正しいデータにできないかな
 - ・ センサ調整ミスの修正(ゲイン、オフセット)
 - ・ 燃料比重、発熱量の補正
- データフィルタリング
 - 同じ気象・海象条件のデータを抽出(平水中)



質の良いデータのみを解析に利用する
Garbage IN Garbage OUT



2.自動計測データによる性能解析

データ精査、データクレンジング

- ログ(対水)スピードのデータ精査、クレンジングの例



— 正常時
— 異常時

ドップラーログ
泡影響により精度低下する場合あり
スピードのばらつき大きくなる



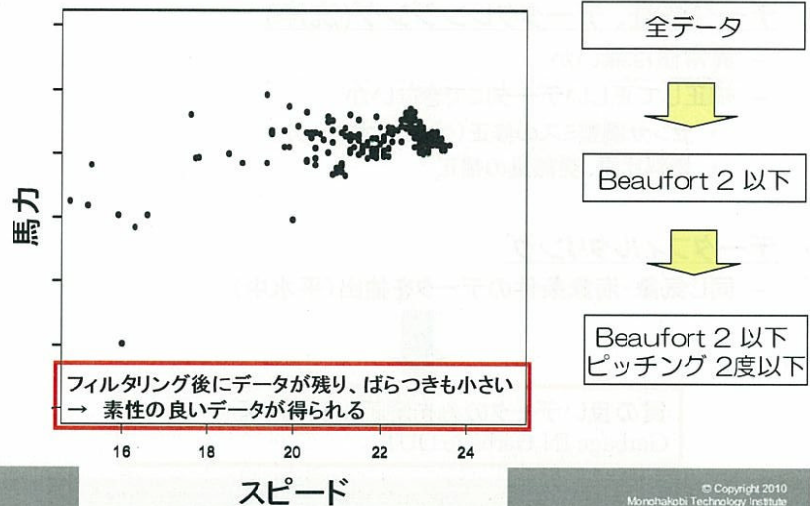
例:
海流がほとんど無いところで
常にログスピードが対地船速より
10%以上速い

据付誤差、調整の差により定常的に
高い or 低い場合あり



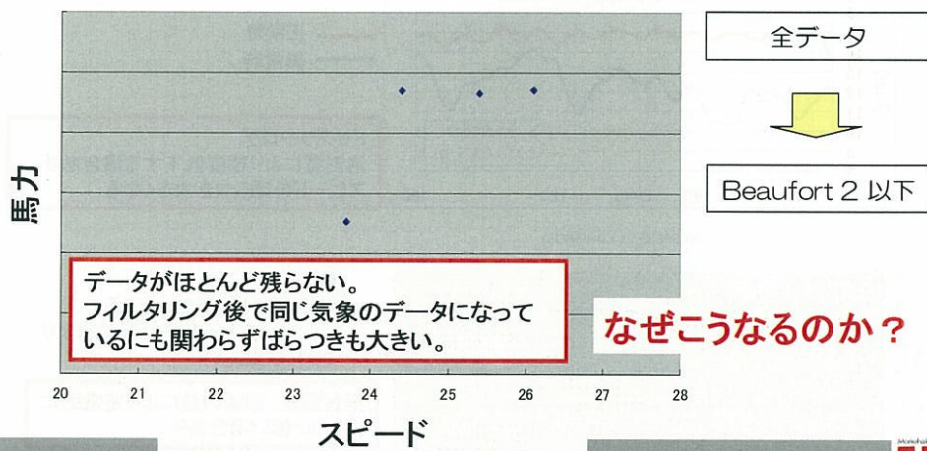
2.自動計測データによる性能解析

データフィルタリングの例(自動計測データ 2週間分 1時間平均値)



2.自動計測データによる性能解析

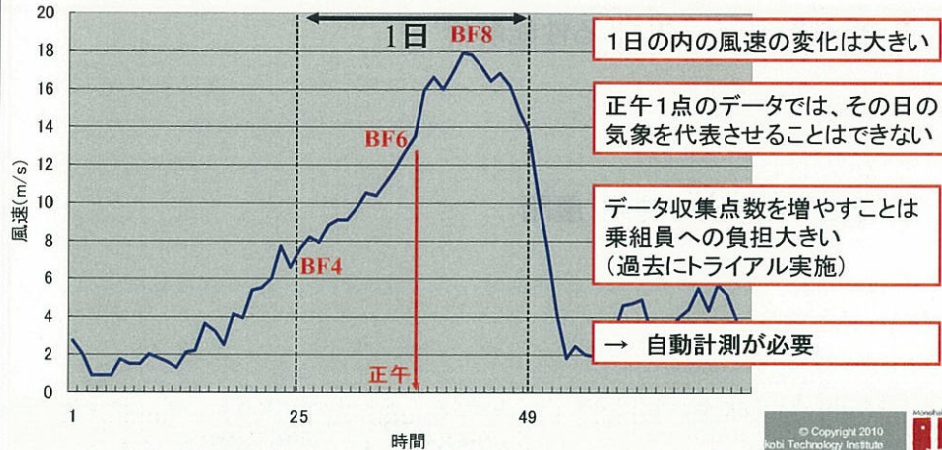
データフィルタリングの例(アブログデータ 1年分)



2. 自動計測データによる性能解析

アログデータ フィルタリングできない要因

風速(1時間平均値)の変動の例 自動計測データに基づく

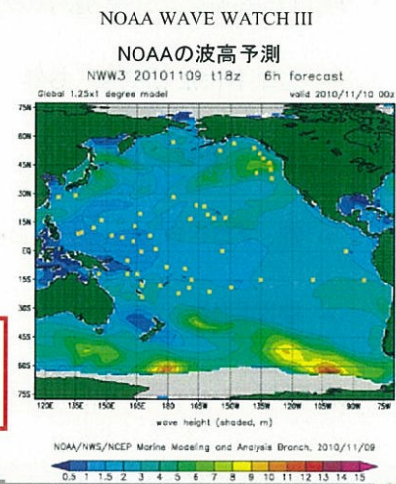


2. 自動計測データによる性能解析

自動計測データに適用するフィルタの例

- 風力
- 動揺(ロール、ピッチ)
- 減速中 or 加速中
- 変針中(舵角のばらつき)
- 斜航角
- 波(気象再解析値、予報値とマッチング)

フィルタを増やし、平水中データのみを抽出できるようにすることで、限りなく近い条件のデータを揃える



目次

1. 背景
2. 自動計測データによる性能解析
3. 評価事例
4. まとめと今後の課題・展開



3. 評価事例

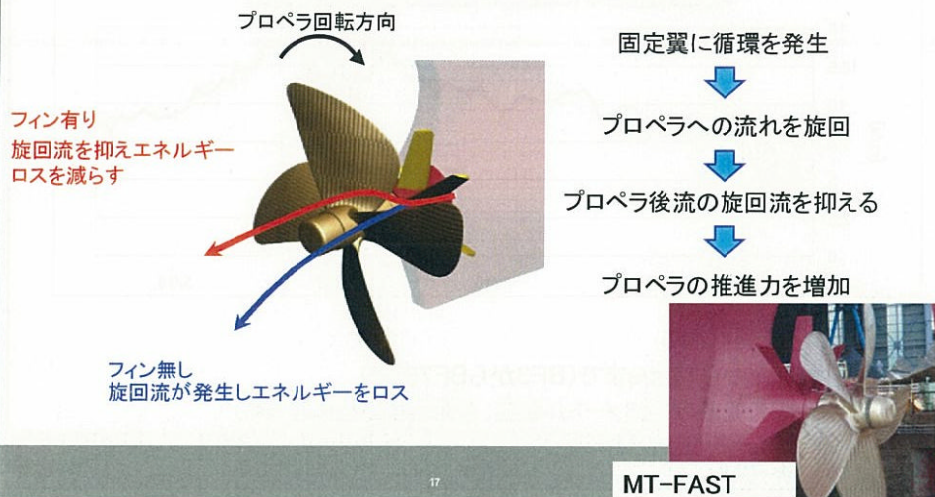
- MTIで実施した(実施中の)評価
 - 省エネ付加物関係...5件
 - 省エネ塗料...1件
 - 舵、プロペラ、オートパイロット...3件
 - 機関関係...1件
- 本日は**フィン型の省エネ付加物**の評価事例について紹介



3.評価事例

フィン型省エネ付加物(Pre-swirl型)

プロペラに入る流れを整流させて、推進性能を向上させる翼型の付加物



3.評価事例

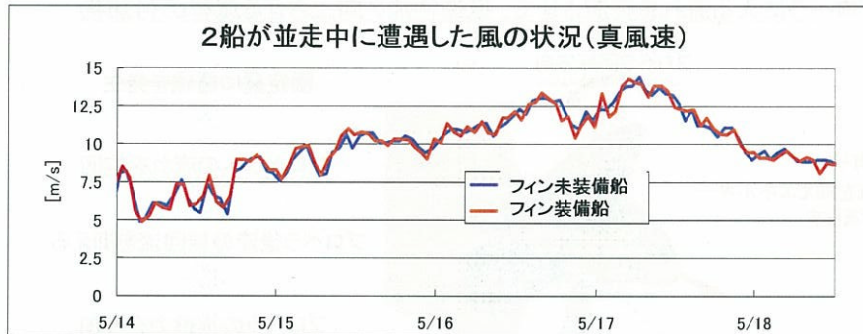
評価事例① MT-FAST

- ・ 北太平洋日本ー北米西岸間にて5日間程度、2 mile 離れてのMT-FAST 装備船・未装備船の並走試験実施。
- ・ 並走なのでフィルタリングして条件を揃える必要なし



3.評価事例

遭遇した気象の比較



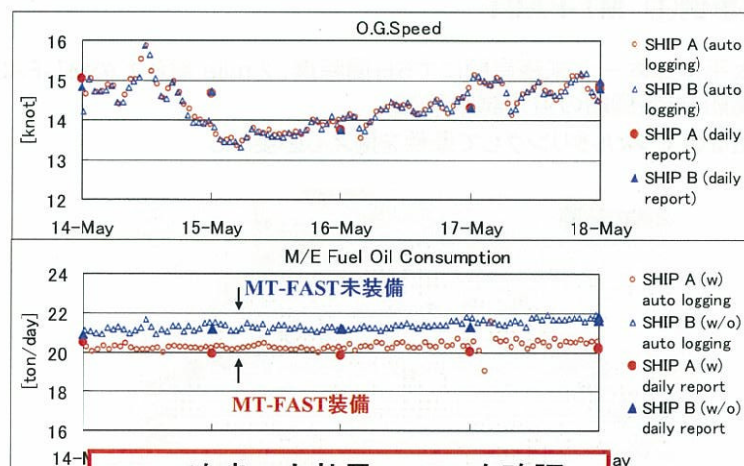
- 遭遇した風速は同じ
- 風速は5m/sから14m/sまで(BF3からBF7まで)
 - やや荒天遭遇(波高3メートル程度、気象再解析値に基づく)

19

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



並走試験結果 対地スピード(上)と燃費(下)の比較



BF7でも省エネ効果4.8%を確認。

20

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



3.評価事例

評価事例① MT-FAST評価まとめ

- MT-FASTの実海域性能を評価するため、フィン装備・未装備の2隻を並走させて、燃料消費量を比較した
- 試験の結果、平穏時だけでなく、荒天時まで5%近い省エネ効果があることが分かった
- 2隻を並走させたことによって、今回は荒天時の性能評価を合わせて行なうことができた
- ただし、現実的には並走試験の実施は難しく、荒天時の性能評価については今後の検討課題である
 - 現在の計測データからは"同じ条件の荒天"を抽出することが困難
 - ・ 気象・海象関係の計測データは風、動揺のみで、波が無い



3.評価事例

評価事例② 他社開発フィン

- 他社開発のPre-swirlタイプフィン装備船、未装備船に自動計測装置を設置
- 装備船、未装備船共に3ヶ月データ収集
 - 毎秒収集、10分平均処理 約5000点のデータ(航行中のみ)
 - ・ アログで5000点集めるには20年かかる
- データクレンジング、フィルタリングを実施し、性能比較



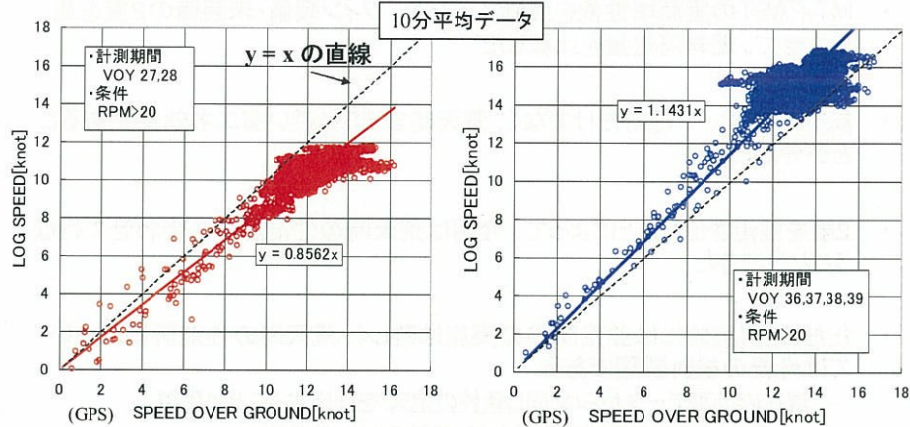
3.評価事例

データクレンジング 対地・対水船速データの比較による、各船ログの精度確認

→ 同航路の往復航海での対地・対水の関係は $y = x$ となるはず。(海流・潮流が打消し合う)

SOG_LOG比較 フィンあり

SOG_LOG比較 フィンなし



近似直線の傾きが1にならない原因をログスピード計の調整不良と判断し、修正。
(海流影響の無いところでの、ログとOGの比も確認)

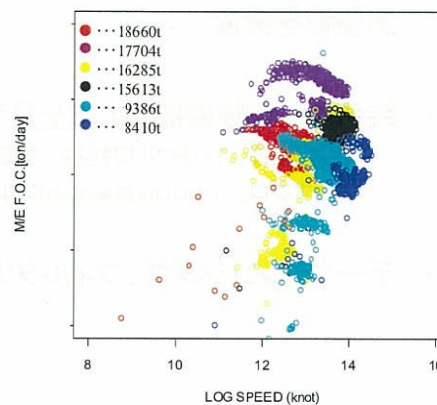
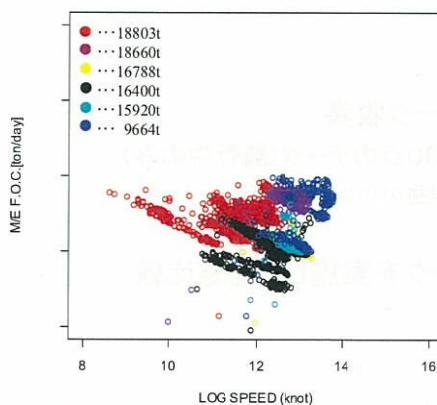
3.評価事例

LOG Speed vs F.O.C.グラフ

- 3ヶ月分の全データ、10分平均値 (排水量毎に色分け)

フィン装備船

未装備船



3.評価事例

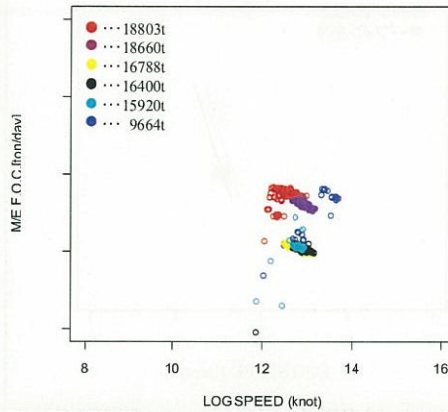
LOG Speed vs F.O.C.グラフ フィルタリング

- BF2以下(排水量毎に色分け)

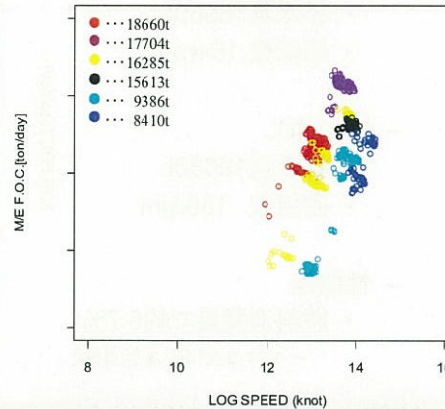
[抽出条件]

真風速...3.3m/s以下
ピッチ振幅...2°以下
ロール振幅...3°以下
舵角標準偏差...2°以下

フィン装備船



フィン未装備船



25

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

3.評価事例

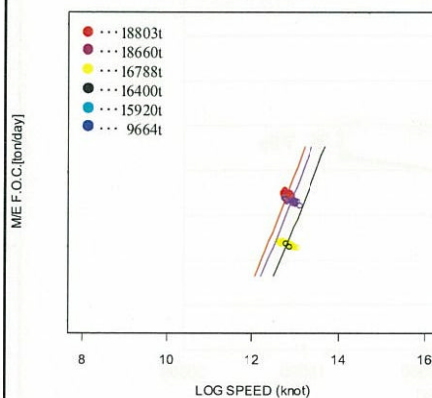
LOG Speed vs F.O.C.グラフ フィルタリング

- BF1以下(排水量毎に色分け、3乗近似曲線追加*)

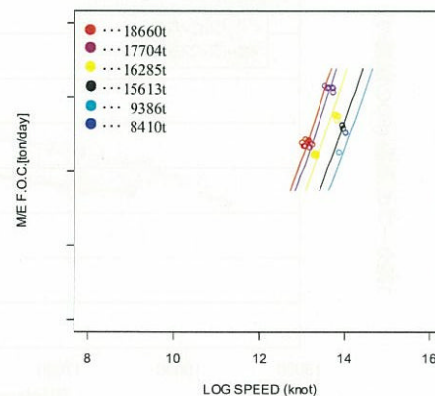
[抽出条件]

真風速...1.6m/s以下
ピッチ振幅...1°以下
ロール振幅...2°以下
舵角標準偏差...1°以下

フィン装備船



フィン未装備船



* 主機出力はスピードの3乗に比例し、主機出力と燃費はほぼ比例する(狭い範囲では)

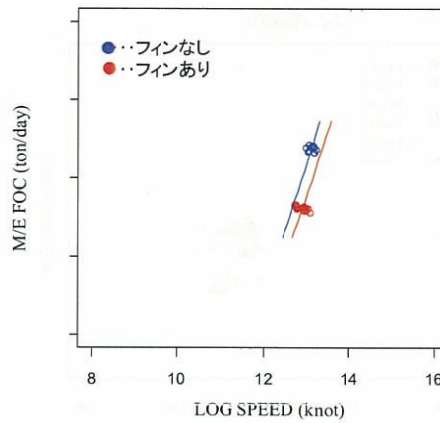
26

© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute

3.評価事例

同一排水量での比較検証

- 同排水量での比較
 - フィンあり
 - 排水量18660t
 - 回転数 154rpm
 - フィンなし
 - 排水量18660t
 - 回転数 156rpm
 - 性能差
 - 燃料消費量で約5.7%
 - $y = ax^3$ の a を比較



27

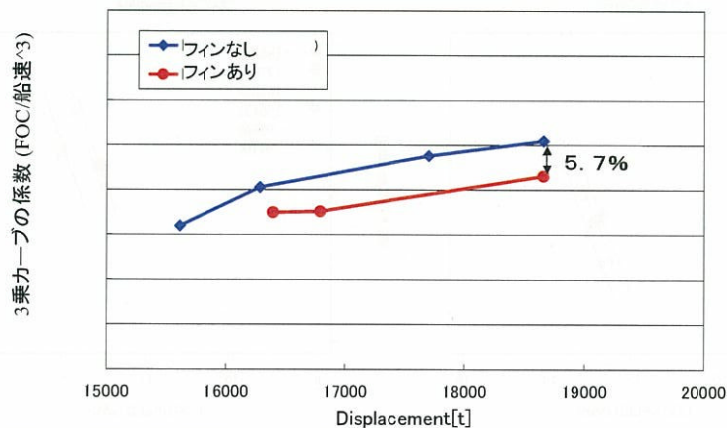
© Copyright 2010
Monohakobi Technology Institute



3.評価事例

排水量別の比較検証

- 3乗曲線の係数比較 (BF1以下)



排水量に関係無く省エネ効果あることが確認できた(5%程度)



3. 評価事例

評価事例② 他社開発フィン評価のまとめ

- 他社開発のPre-swirl型フィン装備・未装備の2隻に自動計測装置を搭載、3ヶ月間データを収集した(約5000点)
- BF1という厳しい条件でフィルタリングをかけても、十分データが残り、複数の排水量条件で2隻の性能を比較することができた
- 比較評価の結果、排水量に依らず、5%程度の省エネ効果があることが分かった
- 自動計測装置を用いれば並走試験を実施しなくても、短期間で大量のデータを収集でき、平穏な海域での省エネ効果を精度良く確認できる



目次

1. 背景
2. 自動計測データによる性能解析
3. 評価事例
4. まとめと今後の課題・展開



4.まとめと今後の展開

まとめ

- ・ 従来アブログデータの解析に代わる、自動計測データに基づく新しい性能解析手法を提案した
- ・ 自動計測装置から得られたデータから、アブログの気象データが性能解析には利用できないことを示した
- ・ 省エネ付加物の性能評価事例について紹介し、自動計測を用いる手法の有用性を示した
 - － 自動計測により素性の良い実海域データが短期間で集められる
- ・ 今後、実海域での性能評価手法は自動計測が主流となるだろう



4.まとめと今後の課題・展開

今後の課題・展開

- ・ 付加物の実海域性能評価のさらなる精度向上を目指す
 - － 各センサの精度向上、初期調整の精度向上
 - ・ ログスピード、燃費、馬力、、、
 - － 船体・プロペラ汚損の評価
 - ・ スラスト計測
 - － 荒天中での省エネ効果の評価
 - ・ 波の計測
- ・ 解析結果の設計へのフィードバック
 - － If you cannot measure it, you cannot improve it. (Kelvin卿の言葉)



ご清聴ありがとうございました