

VESTA (実運航性能シミュレータ) の開発

-実運航の燃費推定と
EEDI最低推進出力規制の技術的検討-

流体設計系

実海域性能研究グループ

流体制御研究グループ

辻本

櫻田

粉原

勝

顕子

直人

黒田

麻利子

実運航性能シミュレータのイメージ

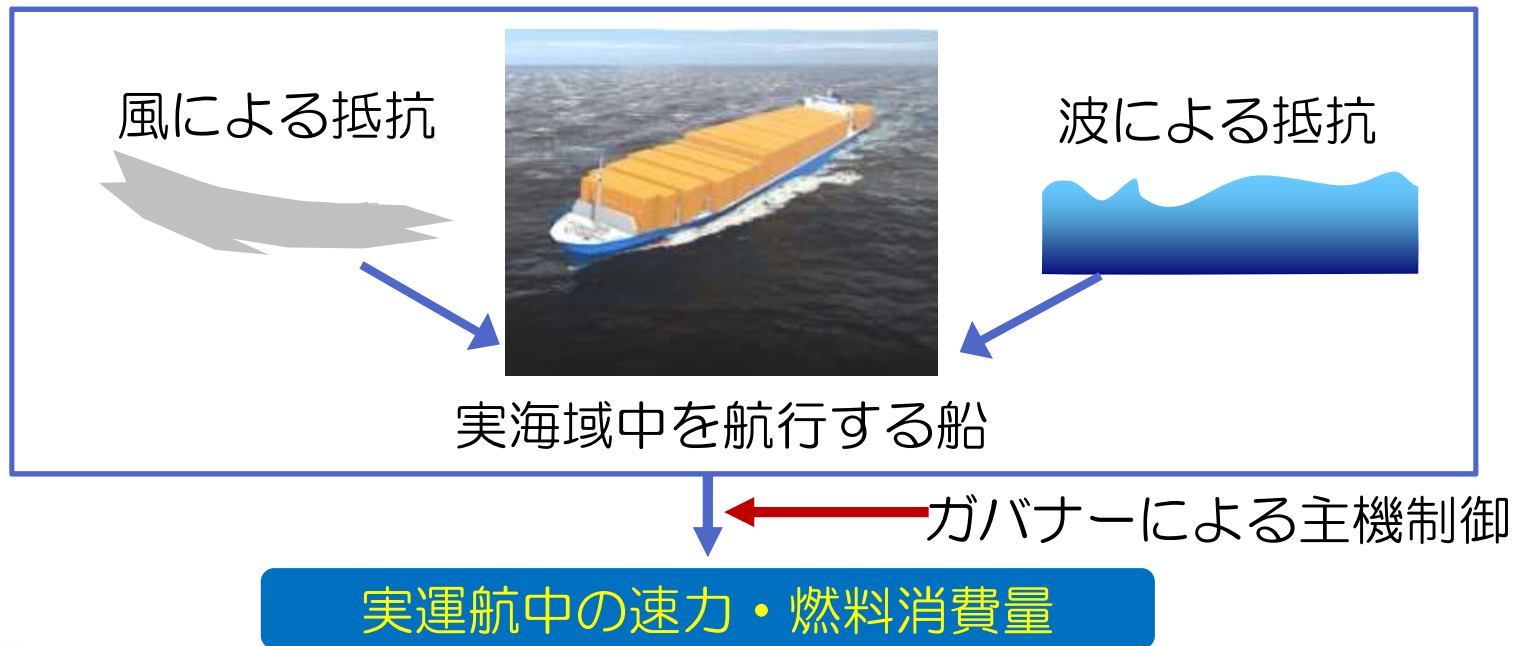
■実運航性能シミュレータ

…本船を特定の航路に就航させた際の性能を評価

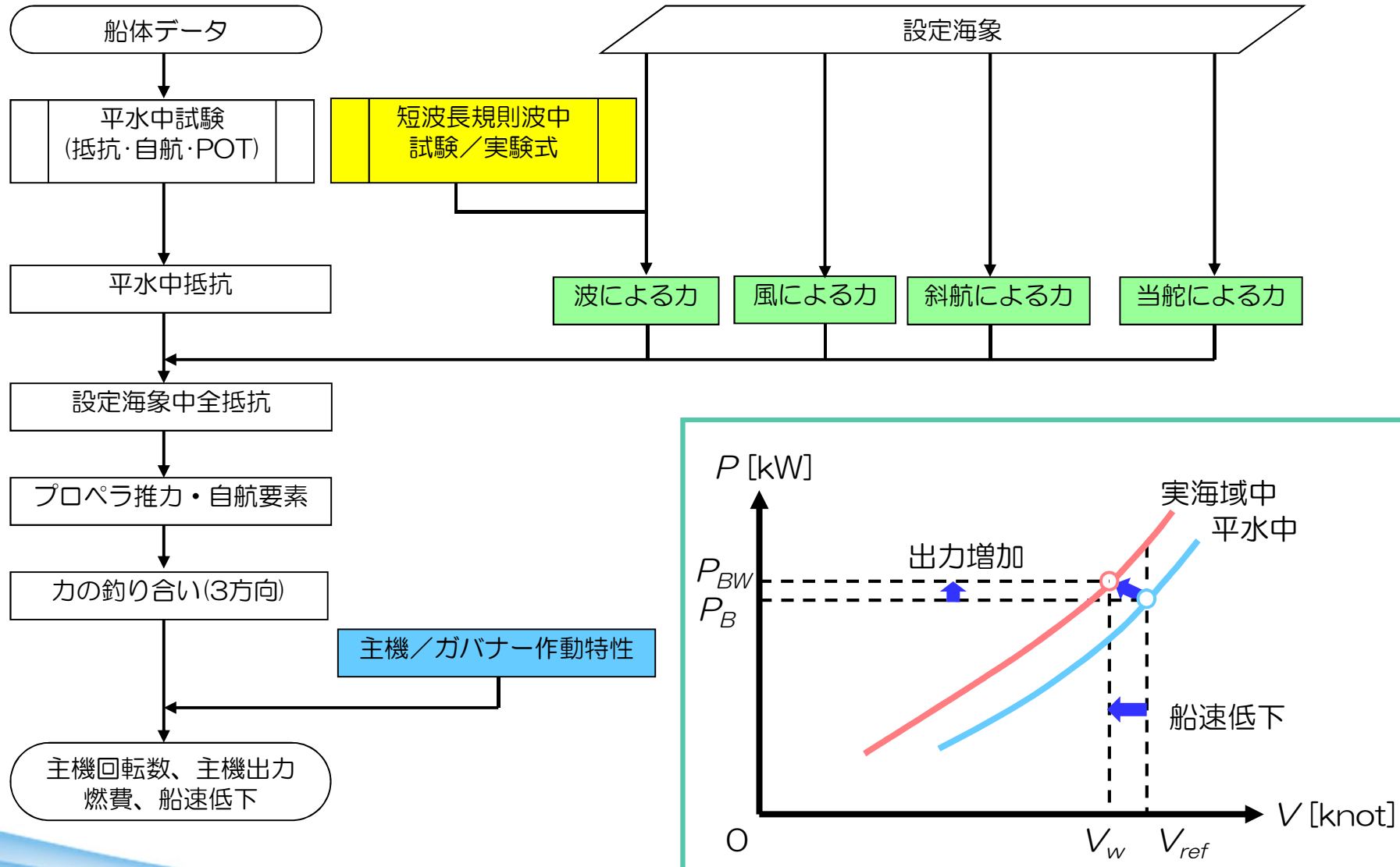
技術1：波、風による外力を十分な精度で評価。

技術2：主機・ガバナー作動特性を考慮した速力・燃費評価。

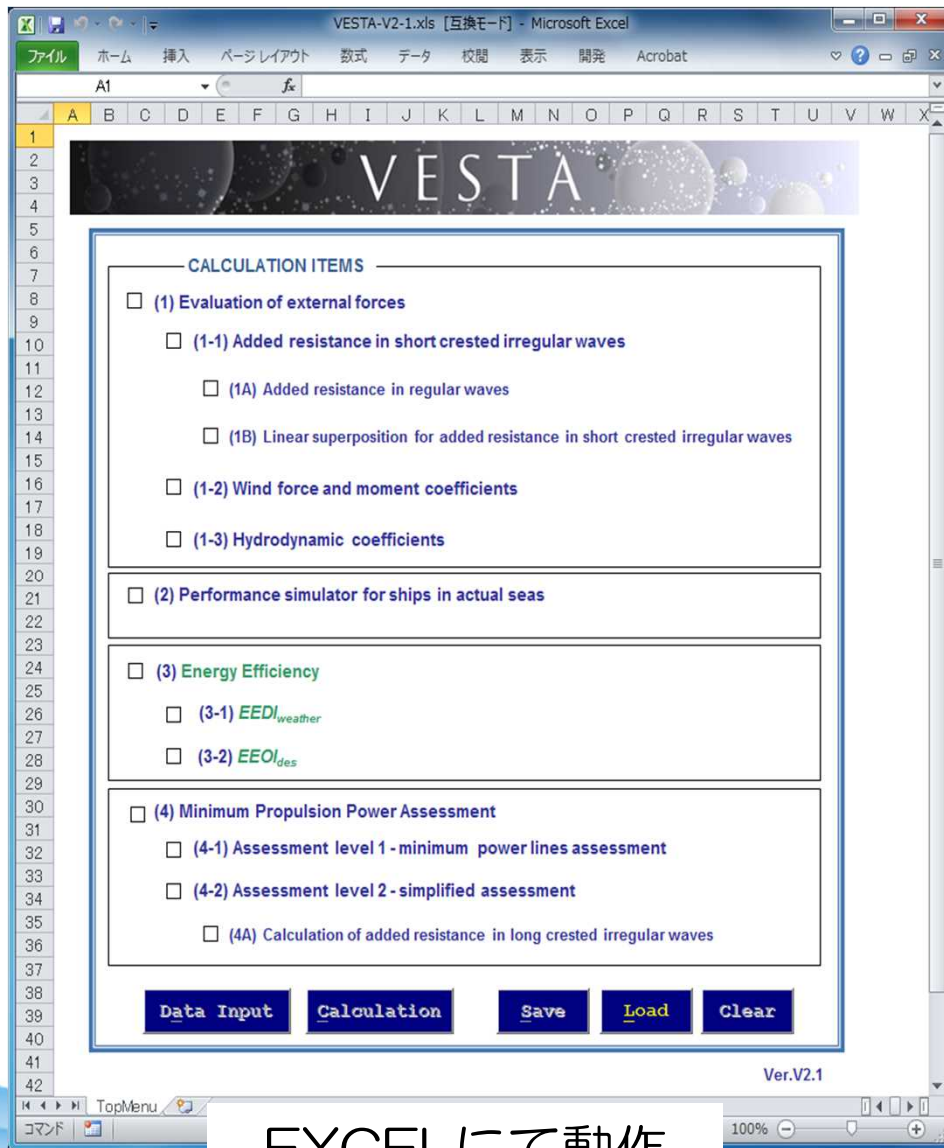
…**運航の改善（省エネ運航）が可能。**



VESTA計算法の概要



実運航性能シミュレータVESTAの開発



EXCELにて動作

機能

(1) 外力評価

波浪中抵抗増加
風圧抵抗
斜航・当舵抵抗

(2) 実海域性能評価

主機・ガバナー特性を考慮
した速力低下、燃料消費量

(3) エネルギー効率評価

$EEDI_{weather}$
 $EEOI_{des}$

(4) EEDI最低推進出力の適合判定

レベル1、レベル2判定

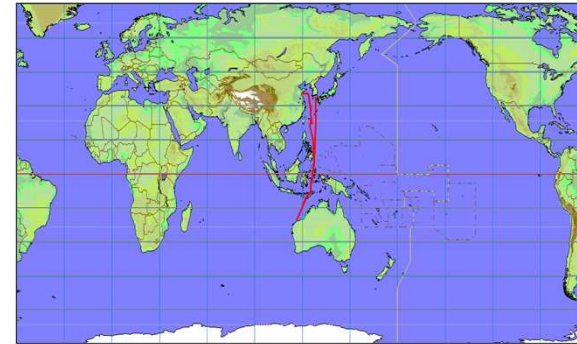
実船計測データによる検証

商船三井一海技研の共同研究により実施。

撤積船（船長330m）



本船の航路



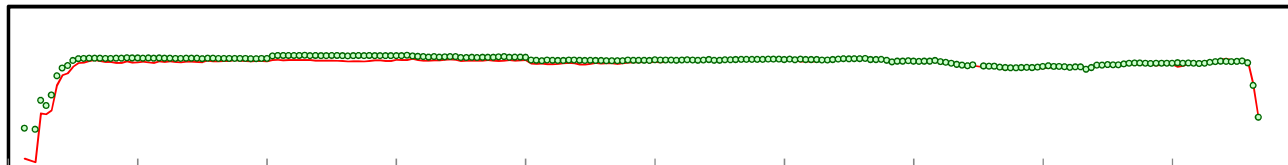
航海日数
約10日

バラスト航海の例

対水船速 (knot)

— 計測値

○ VESTA



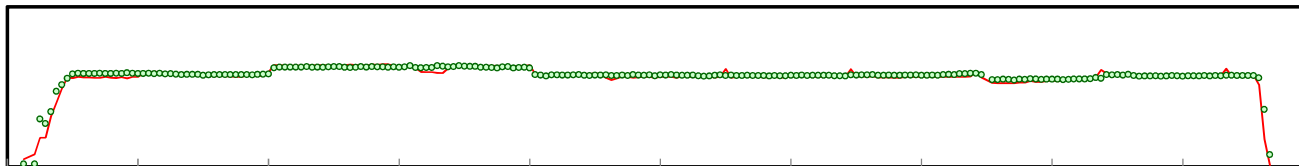
↑↓ 10knot

DATE

燃料消費量 (ton/day)

— 計測値

○ VESTA



↑↓ 50ton/day

DATE

実船計測データによる検証

日本郵船—MTI—海技研の共同研究により実施。

自動車運搬船

要目

船長：192m

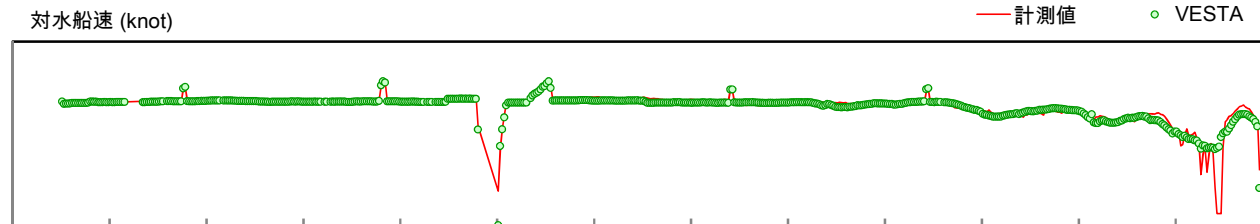
船幅：32.26m

喫水：9m

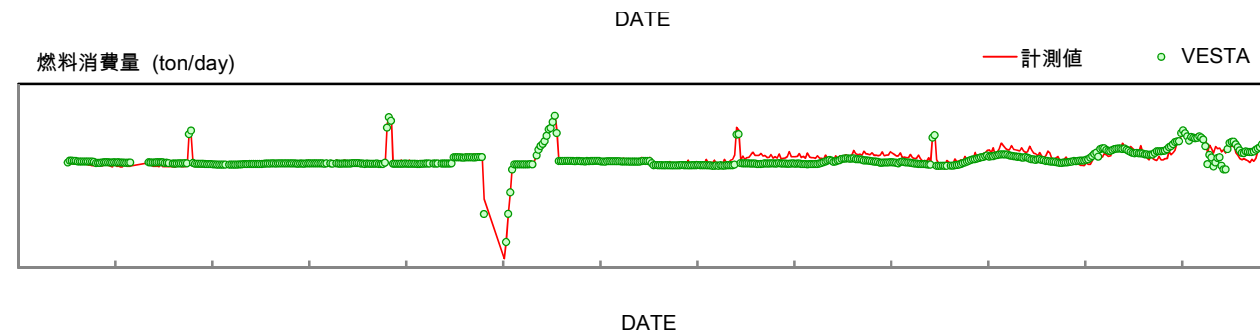
本船の航路



航海日数
約2.5週間

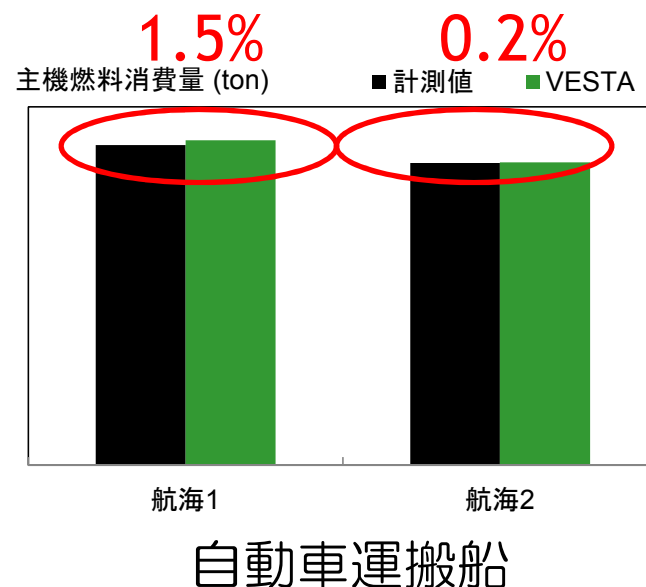
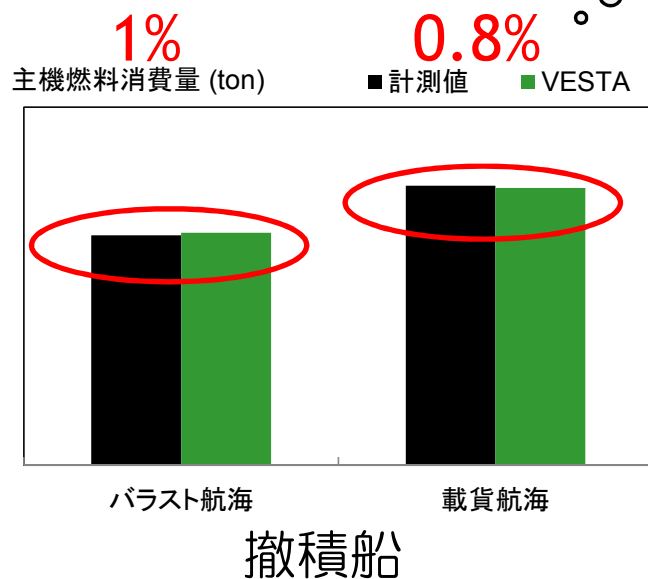


10knot



25ton/day

VESTA燃費評価



実運航シミュレーションが高精度で可能

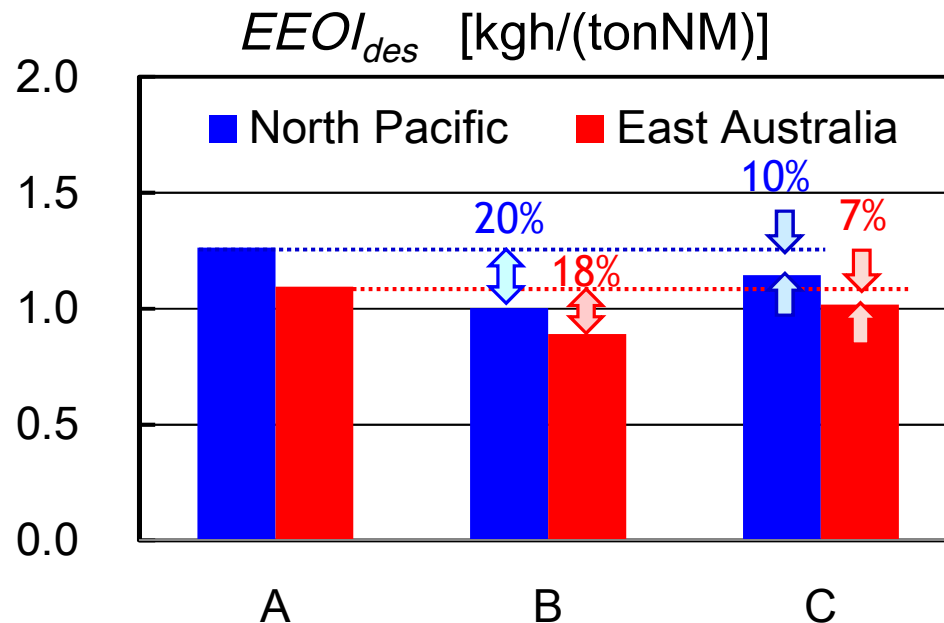
実際に遭遇しなかった海象での評価
減速運航のタイミングを変化させた場合の評価

シミュレーションによる
評価

平水中航行をシミュレート

シナリオ

- (A) 海象中を航行する（長期予測）
- (B) 平穏海象中を(A)と同じ船速になるよう回転数を下げて航行する
- (C) 平穏海象中を(A)と同じ回転数で航行する



改善策（シナリオ）の立案評価に活用できる

詳しくは PS5：実船計測データによるVESTAの検証

EEDIにおける最低推進出力規制の概要



EEDIとは、エネルギー効率の高い船舶の建造・調達を促すことを目的とした技術的手法

エネルギー効率設計指標（EEDI）・・・新造船に対し、決められた削減率を満足しているかをチェック

代表海象の速力低下係数（fw）, EEDI_{weather}など、必要な各種ガイドラインの作成がIMOで行われた。

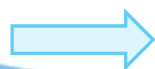
船主国より強い懸念

EEDI規制をクリアさせるため主機出力を下げすぎ、荒天下での操船性能を確保できない船舶が市場に出ることを防ぐのを目的とするガイドライン

荒天時最小出力ガイドライン



MSC91 (2012年11月)で期限付き暫定版承認



MEPC65(2013年5月)で2013年暫定版採択

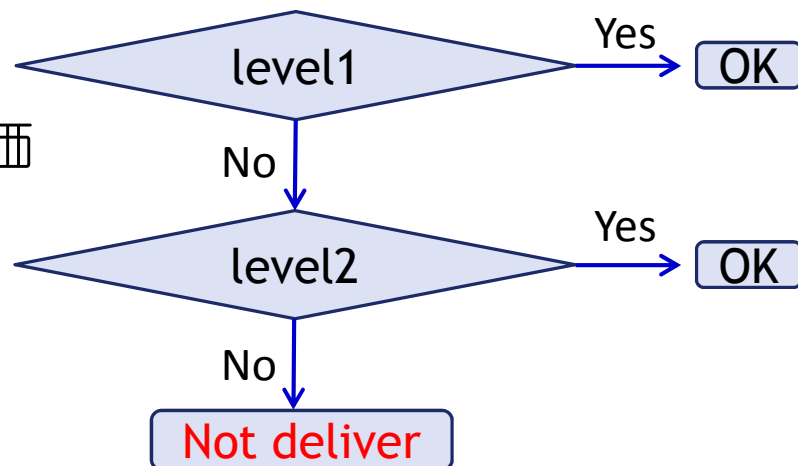
EEDIにおける最低推進出力規制の概要

2013年暫定ガイドライン（2014年12月末まで有効）

方法：2段階評価

Level1評価：最低出力ラインによる評価

Level2評価：簡易評価



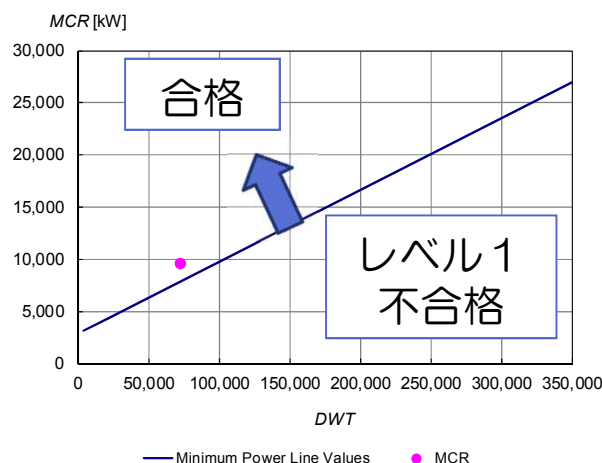
対象：タンカー、バルカー、兼用船

EEDIの最低推進出力規則（**MCR下限規制**）は、EEDI要求値（**MCR上限規制**）の達成と密接に関係する。

EEDIにおける最低推進出力規制の概要

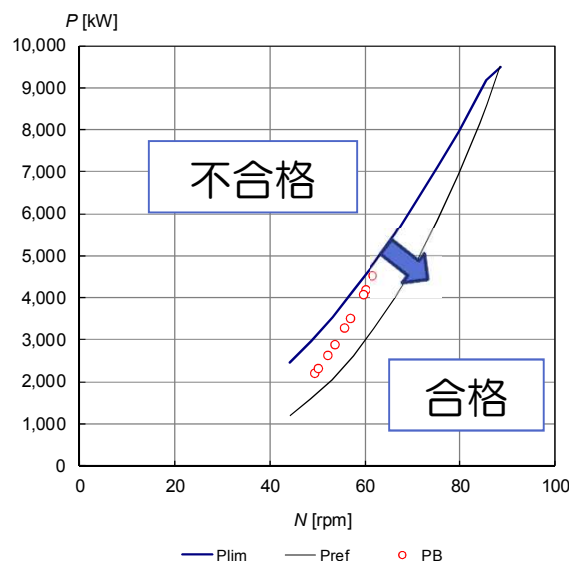
レベル1：

DWTの関数として最低出力ラインを規定



レベル2：

荒天海象下での馬力推定から、主機がトルクリミット以下で作動できるかを判定



入力

主要目
プロペラ単独特性
主機トルクリミット

※模型試験データ

簡易算式を用意

平水中抵抗
自航要素
風圧抵抗

主管庁が認める方法

波浪中抵抗増加
(VESTA)

荒天海象（向波向風）

船長	有義波高	スペクトルピーク周期	平均風速
m	m	s	m/s
200m未満	4.0	7.0から15.0	15.7
$200 \leq L_{pp} \leq 250$	L_{pp} により線形補間する		
250mより大きい	5.5	7.0から15.0	19.0

風圧抵抗、波浪中抵抗増加の扱い

(1) 風圧力 (向風)

風洞試験、経験式・データ

もしくは

$$C_{air} = 1.0$$

海技研の方法 (藤原ら)

VESTA

(2) 長波頂不規則波中抵抗増加 (向波)

規則波中試験から算定、主管庁が認める同等の式

海技研の方法

VESTA

ITTC試運転解析法に記載されていることを根拠に利用可能

ITTC：国際試験水槽会議

レベル2合格のポイント

要求船速 (V_s) $V_s = \max[V_{nav}, V_{ck}]$

$V_{nav} = 4.0$ (knot)

$V_{ck} = V_{ck,ref} - 10.0(A_{R\%} - 0.9)$

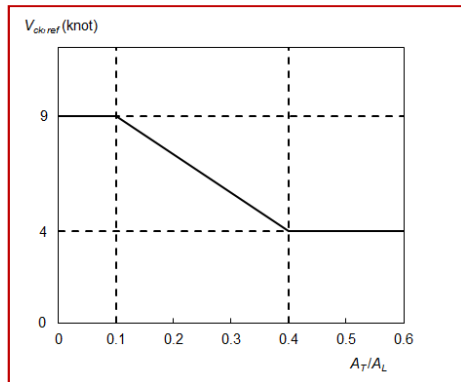
$$A_{R\%} = \frac{A_R}{A_{LS,cor}} \times 100$$

$$A_{LS,cor} = L_{pp} d_{mid} \left\{ 1.0 + 25.0 \left(\frac{B_{max}}{L_{pp}} \right)^2 \right\}$$

舵面積率：舵面積と水面
下面積（幅修正）の比
（DNVルール式）
0.9%が標準値

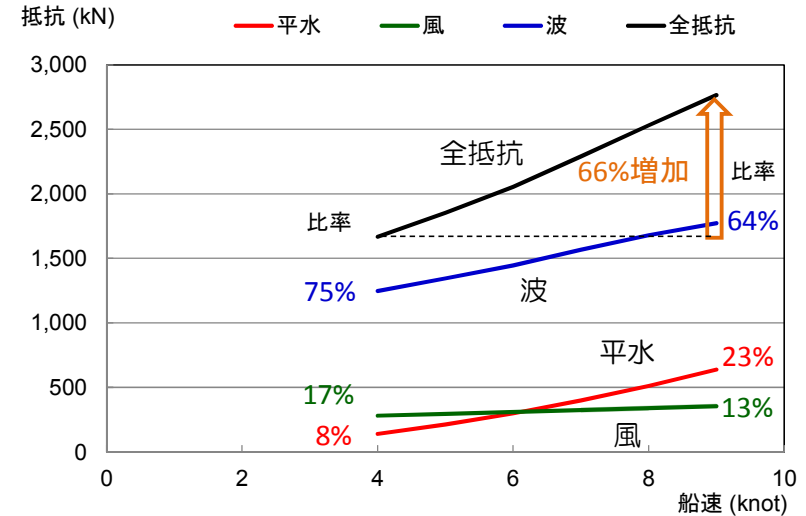
投影面積比 A_T/A_L の関数
（4~9knot：下図）

船速



投影面積比

船速と抵抗成分の関係



大型タンカーの例

☆波浪中抵抗増加の影響が最大

要求船速・・・4knot獲得を

波浪中抵抗増加の低減を

プログラムの開発

日本船舶技術研究協会殿より受託にて、
最低推進出力適合性判定プログラムの開発

VESTAに最低推進出力判定機能を追加

船級認証との整合必要



暫定ガイドラインに記載されて
いない詳細事項の解釈を協議

VESTAをプログラム認証（NK殿）

VESTA V2.1リリース



EEDIに関する波浪中性能（波浪中抵抗増加）

代表海象の速力低下係数（ f_w ）, $EEDI_{weather}$

日本が導入を主導し、IMO/MEPC64（2012年10月）に承認。
暫定試行計算ガイドラインを回章（MEPC.1/Circ.796）。

初めてとなる認証試験を実施（2014年5月：海技研中水槽）
船型に対する証書発行の他、本船でも証書発行可

試運転解析（波浪修正）

ITTCにて技術検証を行い、NMRI法としてITTC推奨法に記載。（ITTC RP: 7.5-04-01-01.2）



EEDIの最低推進出力規則

波浪中試験に代え、NMRI法(VESTA)の利用が可能（MEPC 65/INF.20）。
NKにて判定機能を認証（2014年3月）。

VESTAにより、

- 実運航の速力・燃費シミュレーションが高精度で可能。
- 運航改善シナリオに沿ったシミュレーション・評価が可能。

波浪中抵抗増加が小さいことは、

- シーマージン（波浪）が小さく、実運航でのエネルギー効率が低い。
- EEDI最低推進出力規制のレベル2合格に有利。