

# 成果報告書（公表版）

## 新たな船舶実海域推進性能の解析手法の実用化に関する調査研究事業

2016.9.26

**DIESEL UNITED, LTD.**

ソリューション事業室 藤井幹

船舶の実海域推進性能は、効率的で安全な船舶運航、次世代の船舶設計、船舶性能評価指針の模索などに有用であるため、より簡便に高精度の解析手法が模索されている。

しかし、海気象の各要素が船舶に与える影響が非常に大きいこと等より、現状の計測データから推進性能を的確に把握する事は容易ではなかった。

今回開発した手法では馬力計非装備の場合でも実用十分な精度で実海域性能を解析できることを確認した。

本手法の検証を通じて実用化開発を行い、手軽で高精度の実海域推進性能解析手法として普及促進を目指す。

1. 本研究の目標
2. 本推進性能解析のコンセプト
3. 本研究に用いたデータについて
4. 計測データの処理と解析について
5. 計測データ例
6. 解析結果例
7. 軸出力データの有無について
8. まとめ

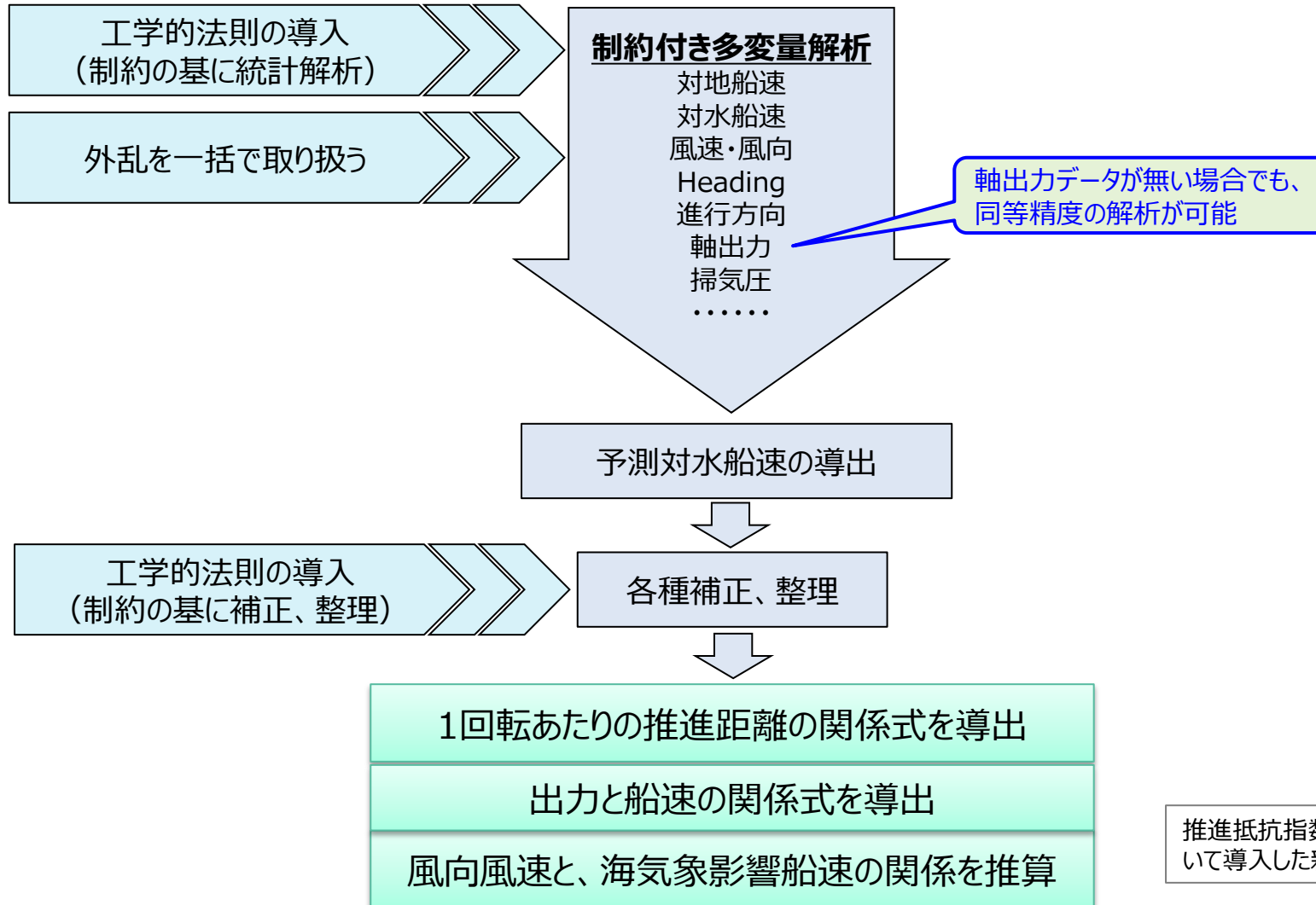
# 1. 本研究の目標

1. 本実海域推進性能解析技術の精度検証と改善を行い実用化を目指す。
2. 軸馬力計を装備していない場合でも、実用十分な解析結果を得ることを目指す。
3. 詳細な海気象情報を加えて本解析手法を適用することにより、各要素（風、波など）が生み出す推進抵抗を各要素毎に定量的に把握することを目指す。

## 2.本推進性能解析のコンセプト

特許出願済

船舶推進に関する物理法則と、最新の統計学的手法を融合させた解析手法



## 3. 本研究に用いたデータについて

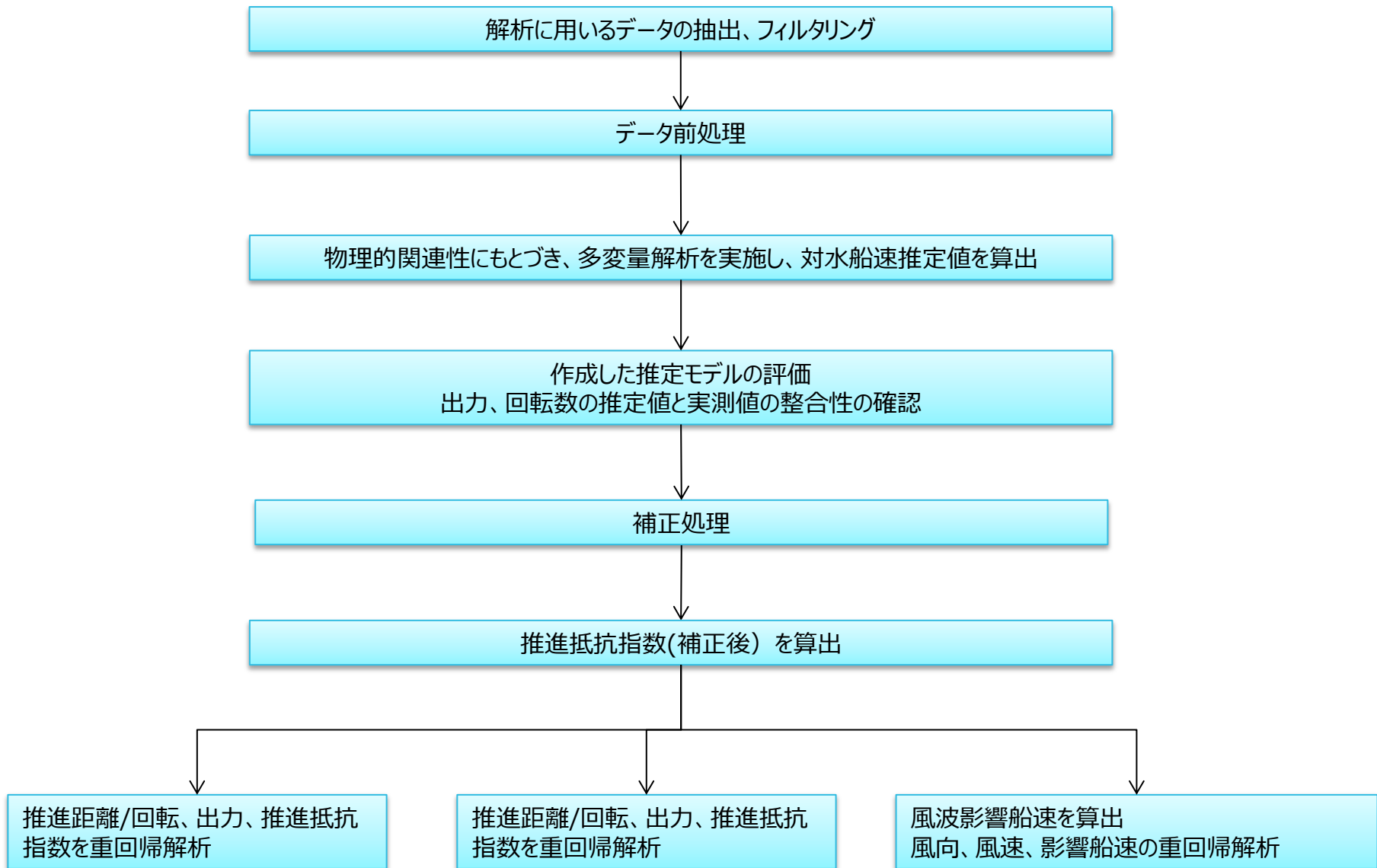


# 解析に用いるデータ

本解析を行うためには、下記のデータが必要。データのサンプリング周期は、数分間隔以内が望ましい。

解析対象項目	データ必要性	備考
喫水	必要	本解析そのものには不要であるが、喫水情報がないと他航海の結果と比較が出来ない。
緯度・経度	必須	進行方向算出に必要
水深	必要	フィルタリングに使用。なくても対応可能
対地船速度	必須	
対水船速度	必須	前後方向・左右方向の両データがあるほうが望ましい。
軸回転速度	必須	
風向・風速	必要	無い場合は、風と影響船速の関係の解析は出来ません。また、補正が出来ないため解析精度が低下します。
船首方向	必須	
軸出力（馬力計）	無くても良い	データが無い場合でも解析可能
過給機回転速度	必須	
主機掃気圧力	必須	
主機各種排ガス温度	無くても良い	データが無い場合でも解析可能
機関室温度	必須	ISO状態に換算するために必要

## 4. 計測データの処理と解析について



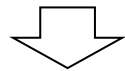
「推進抵抗指数」は下記で表すことができる。  
本指数は、概ね平水無風状態での必要出力との比率をあらわしている。  
(+が推進を妨げる方向の力。 -が推進を助ける方向の力)

$$\text{推進抵抗指数} = \frac{\text{プロペラ推力} + \text{風による推力} + \text{波による推力} + \text{潮流による推力} + \text{その他推力}}{\text{プロペラ推力}}$$

## 5. 計測データ例

# 計測結果（フィルタリングのみ）

左記のフィルタリング条件に基づき、計測結果をフィルタリング処理を実施。



海気象が各種計測値に与える影響度は大きく、また、影響の与え方も多彩であるためフィルタリングのみでは、適切な推進性能予測が困難である。

フィルタ項目
軸回転速度
水深
舵角度
回転数変動
出力変動
推進方向と船首方向差
対地对水船速差
真風速

上記のフィルタリングのみでは、データのばらつき幅を10%程度以下に絞り込むことは困難である。



フィルタリング処理のみでは、適切な推進性能の把握は困難である。

## 6. 解析結果例

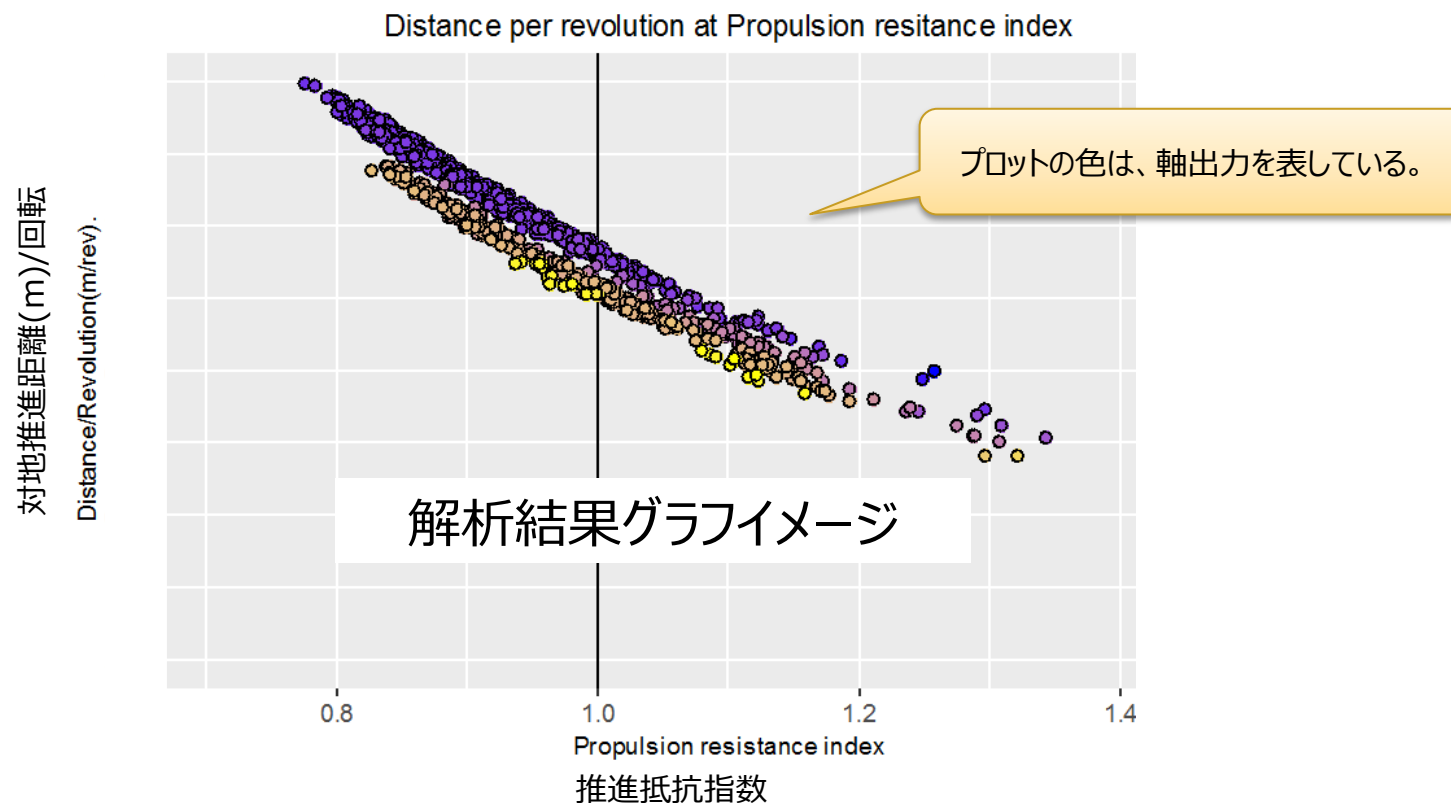
# 解析結果例（推進距離/回転）

推進抵抗指数を用いて整理することにより、軸出力別に回転当たりの推進距離を一意に整理することが可能となった。

重回帰計算により下記の様な予測式の算出が可能 (x:推進抵抗指数, y:出力(kW), z:推進距離/回転)

$$z = a - bx + cx^2 - dy + ey^2 \quad (a,b,c,d,eは重回帰計算により算出される係数。)$$

例) 推進抵抗指数= 1.0 (海気象影響無し)、出力 = 5000kWの場合、5 m/rev.等の予測が可能となる。



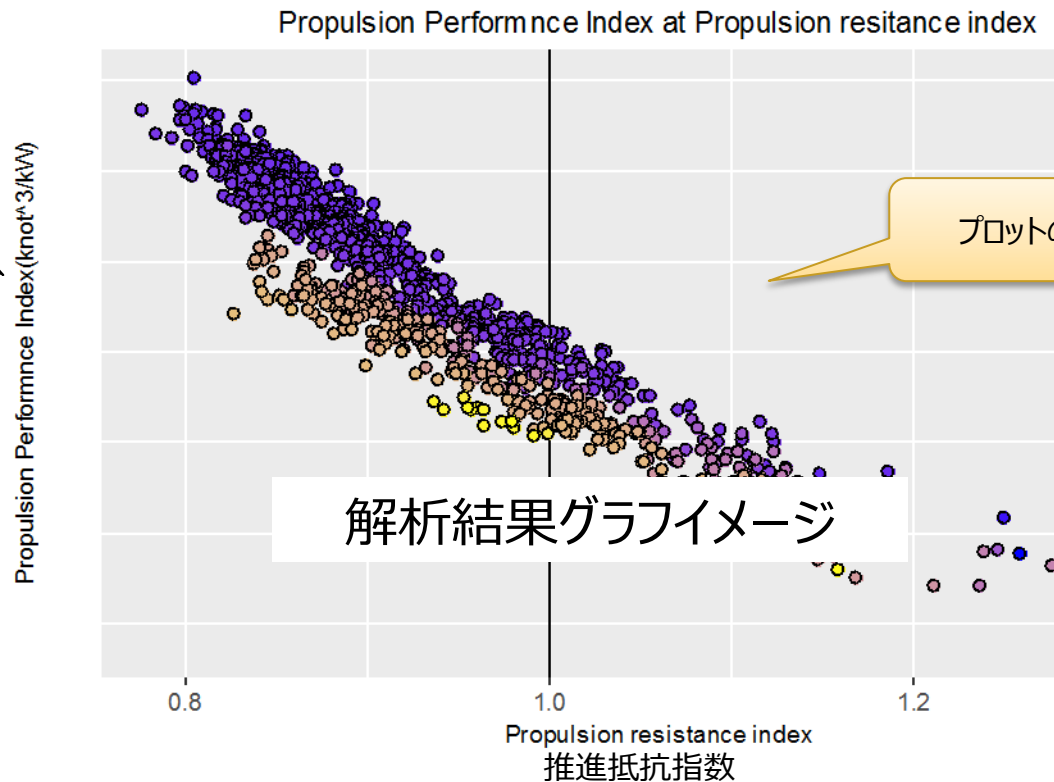


# 解析結果例（船速と出力）

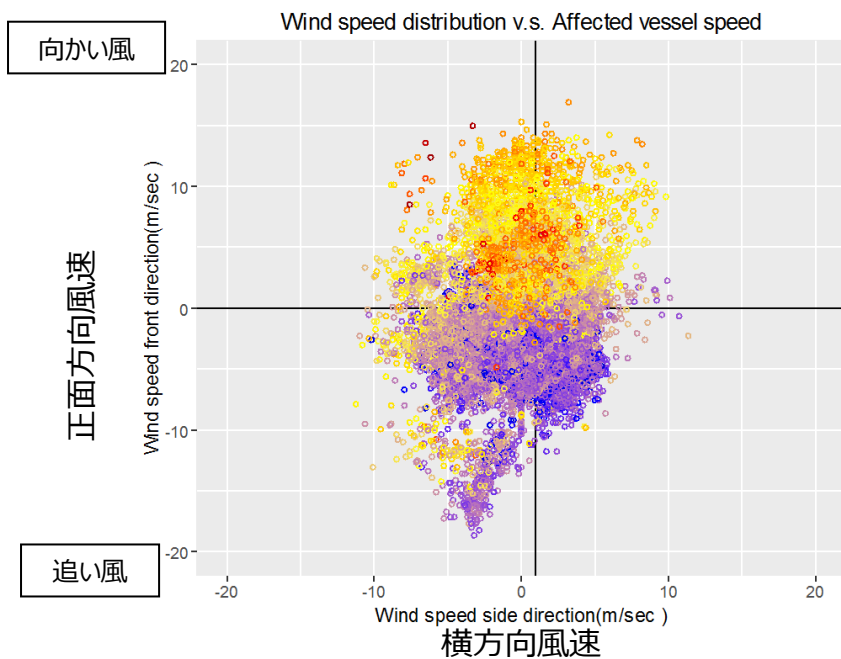
推進抵抗指数を用いて整理することにより、軸出力と船速の関係を概一意に整理することが可能となった。

本例での重回帰計算により求めた予測式 (x:推進抵抗指数, y:出力(kW), z:【対地船速】<sup>3</sup>/【出力】 (knot<sup>3</sup>/kW)  
 $z = a - bx + cx^2 - dy + ey^2$  (a,b,c,d,eは重回帰計算により算出される係数。)

例) 推進抵抗指数 = 1.0 (海気象影響無し)、出力 = 5000kWの場合、船速は15knot等の予測が可能となる。



# 解析結果例（風情報によるまとめ）

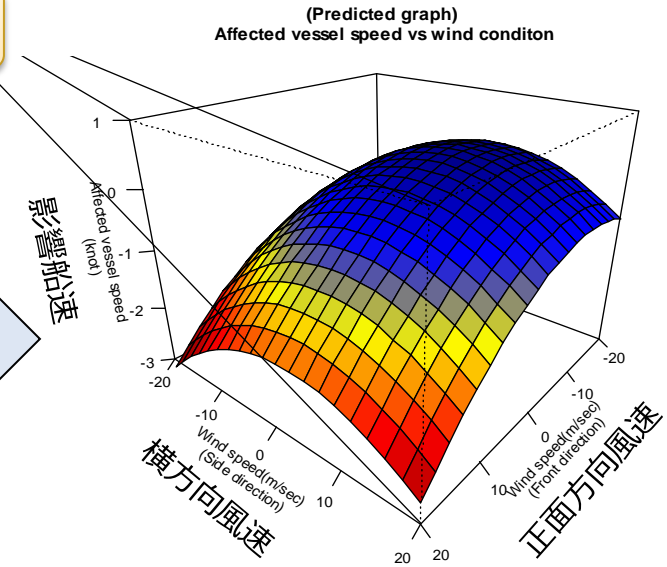


波の影響も含まれています。

影響船速

- affected vessel speed (knot)
- -2
- -1
- 0
- 1
- 2

重回帰解析



本例での重回帰計算により求めた予測式（Z：影響船速, x：正面方向風速, y：横方向風速）  
 $Z = ax - bx^2 + cy + dy^2$ （a,b,c,dは重回帰計算により算出される係数。）

本式により、風向風速から海気象（海流除く）による影響船速（概算）を求めることができる。



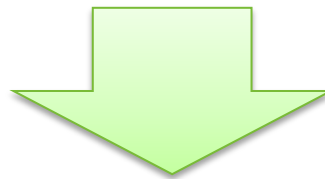
ウェザールーティングの高精度化に貢献できる。

## 7. 軸出力データの有無について

多くの船舶では、軸出力データを得られる機器が装備されておらず、推進性能解析を行う上での大きな障害とされてきた。

しかし、本手法では機関関連データを推進系のデータを合わせて解析することにより、軸出力データが無い場合にも実用上有益な解析を行えることを目指してきた。

本研究の結果、多変量解析に用いるデータ項目選定と設定により軸出力データが無い場合でも、ほぼ同等の解析結果を得ることができる手法を得た。



**多数の船舶の推進性能解析が実施可能となる。**

## 8. まとめ

- 一般的に計測しているデータのみから、実海域の推進性能を適切に推定可能である。
- 他の推進性能解析では軸出力計が必要な場合が多いが、本解析手法では軸出力データが無い場合でも適切に推進性能を推定可能である。
- 風向・風速により、該影響船速を推定可能となる。また、波などの海気象に関する精度の高いデータが入手できれば、あわせて解析することで更に精度の高い解析が可能になると考えられる。

一般的な計測データのみで、船舶の実海域下での推進性能を実用十分な精度で推定することが可能となった。

ただし、解析結果の精度検証が困難な分野であり、今後も解析対象や事例を増やすことにより、定量的精度評価と、精度向上を継続していく事が重要である。

# **IHI GROUP**

## **Realize your dreams**

お客様に喜んでいただける価値を、お客様と共に生み出します。

DU ソリューション事業室