

Monohakobi Techno Forum 2017

多層型対水船速計を応用した プロペラ周辺流場の実船計測

広島会場： 2017年11月17日

東京会場： 2017年11月22日

株式会社MTI 船舶技術グループ

須藤 康広

目次

1. 背景
2. 多層型対水船速計について
3. プロペラ周辺流場の実船計測
 - 流場計測
 - キャビテーション観測
4. おわりに

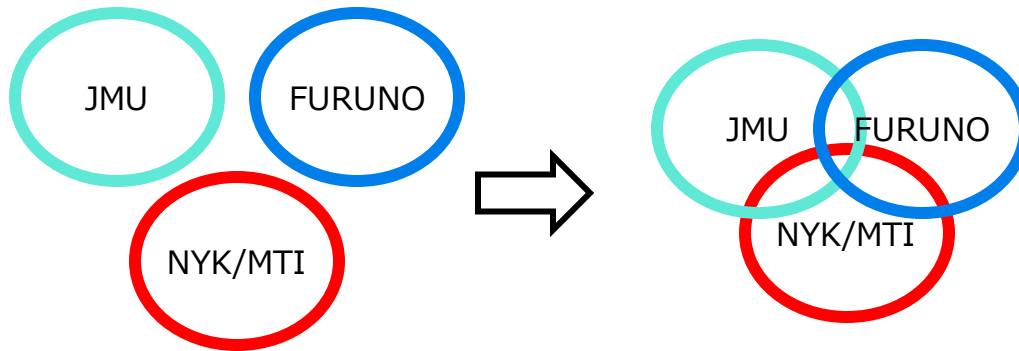


背景

環境対応船の技術ロードマップ 次世代船型を主軸に各種技術を統合

実海域データを
環境対応船の開発に活かす

船会社(海運業) + α の取り組み
さらなる設計改良を追求



従来の所掌範囲
を超えて協力を

(日本郵船(株)「NYKレポート2017」より)



目次

1. 背景
2. 多層型対水船速計について
3. プロペラ周辺流場の実船計測
 - 流場計測
 - キャビテーション観測
4. おわりに

FURUNO



NYK LINE
NIPPON Yusen Kaisha

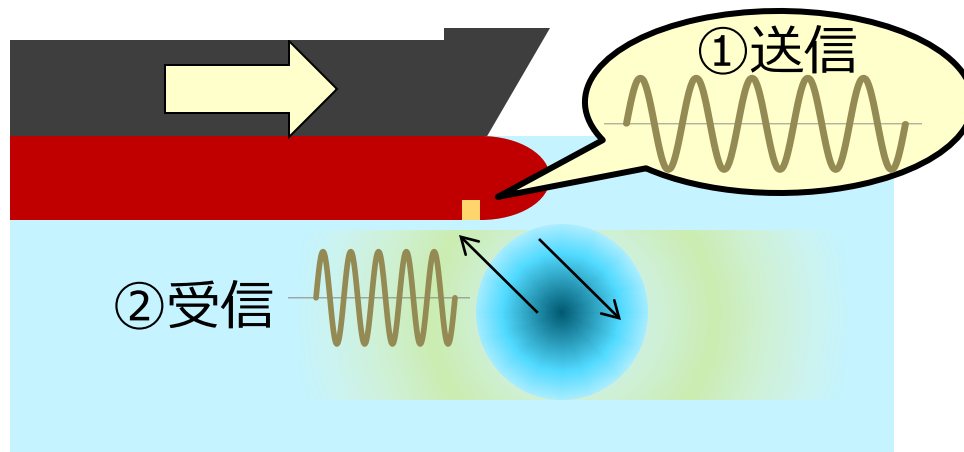


Monohakobi
Technology Institute

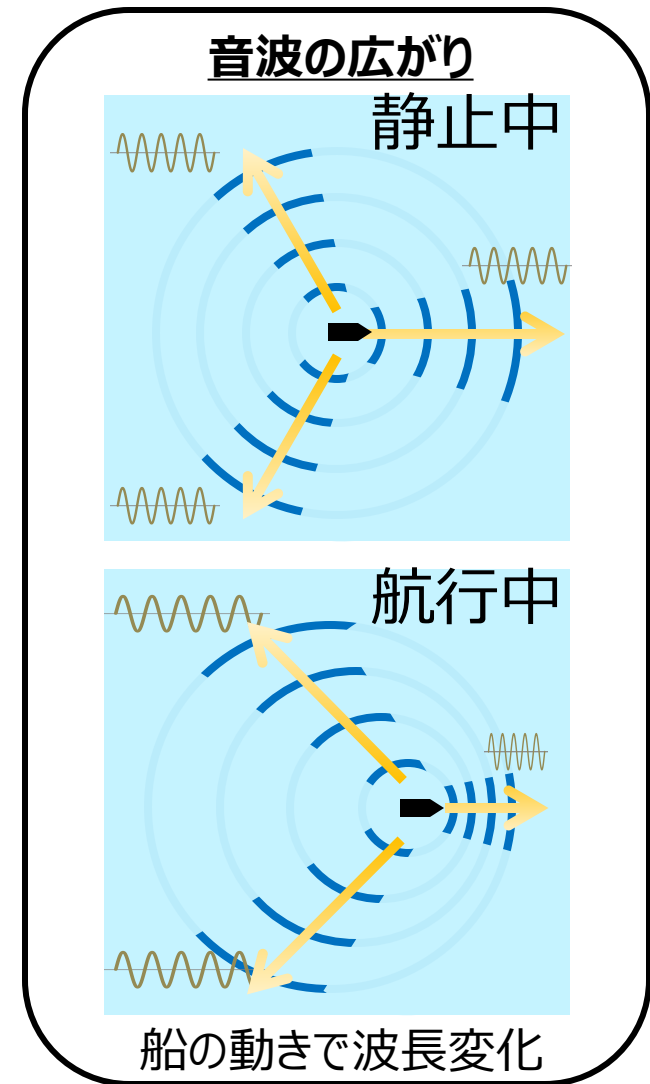


ドップラー対水船速計（従来型）

- ①超音波を送信
- ②プランクトン等から反射した音波を受信
- ③音波の波長を調べて相対流速がわかる



船底下から、たとえば3～20mなど
広い範囲を計測対象とすることが多い。

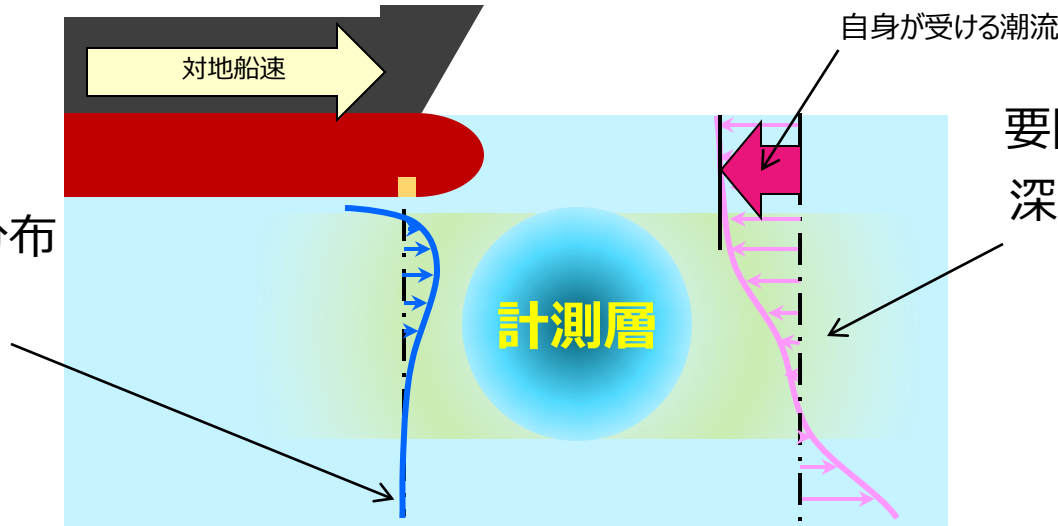


性能解析に用いるには、さらなる精度向上が必要

従来型対水船速計の誤差要因

要因①

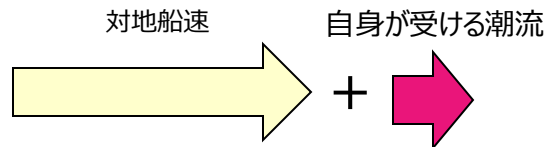
船自身で作る流速分布
船型・喫水・船速で変化
解析値ズレの要因



要因②

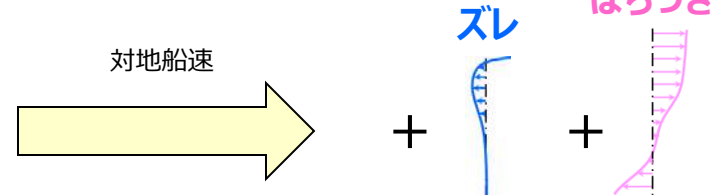
深さ毎に不均一な海流
予測不可・刻々と変化
ばらつきの要因

知りたい真の対水船速



≠

従来の計測方法



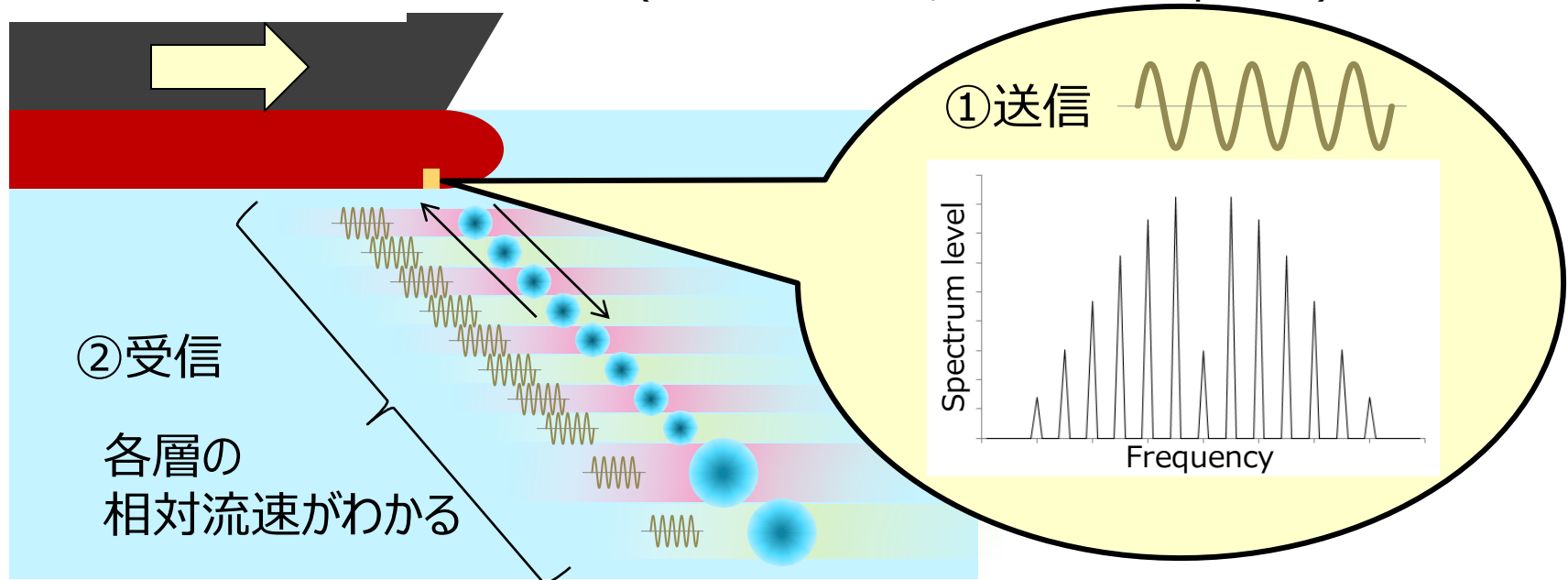
古野電気株式会社とMTIは2013年より共同研究を開始、これら2つの誤差要因を解決するため、多層型対水船速計の開発に着手した。

対水船速計について（多層型）

FURUNO

複数のスペクトルピークを持つ広帯域の超音波を使用することで
増やした情報を基に、より精緻に流速を得る古野電気の特許技術

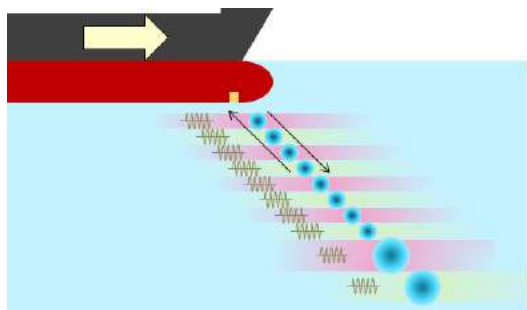
⇒ **・高解像度** **・多層** **・遠方** で計測が可能に
(ハードはDS-60, ソフトのみのUpdate)



多層型対水船速計の商用化に向けた取り組み

機能① 多層計測

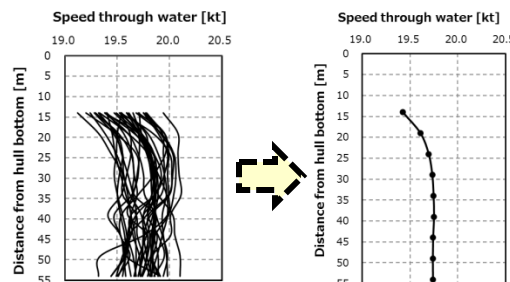
- 情報量の多い音波
- 流速を多層計測



開発完了

機能② 自己学習

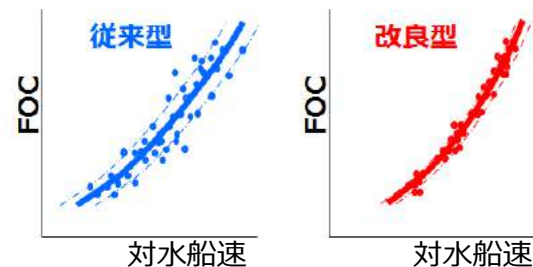
- 喫水、船速ごとに流速分布を学習



開発中

機能③ 補正表示

- 誤差影響をMinimize
→ 対水船速の表示

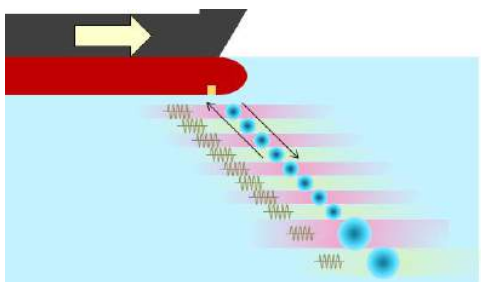


多層計測技術を確立、NYK運航6隻（PCC, Tanker, Container）で動作検証中

多層型対水船速計の商用化に向けた取り組み

機能① 多層計測

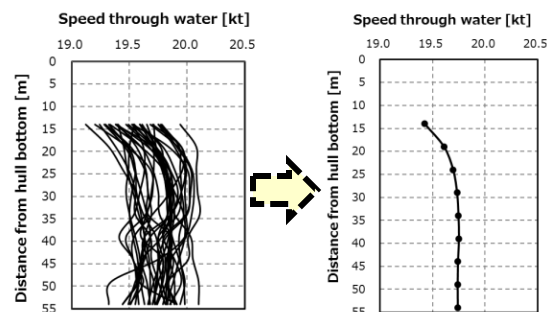
- 情報量の多い音波
- 流速を多層計測



開発完了

機能② 自己学習

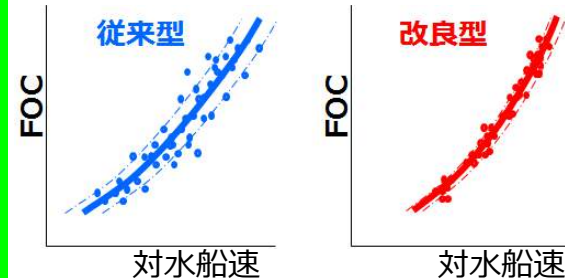
- 喫水、船速ごとに流速分布を学習



開発中

機能③ 補正表示

- 誤差影響をMinimize
→ 対水船速の表示

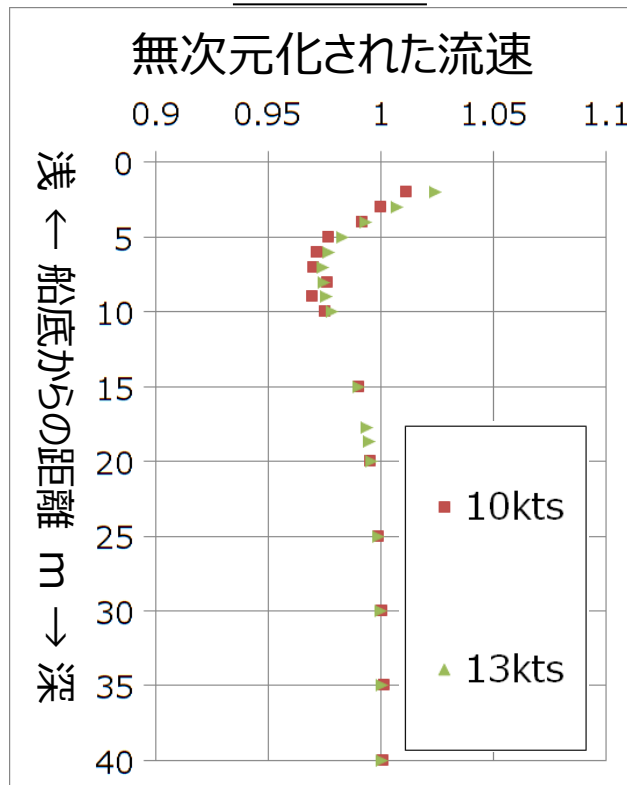


現在、流速分布の自己学習機能／補正表示機能を開発するフェーズ (特許出願中)

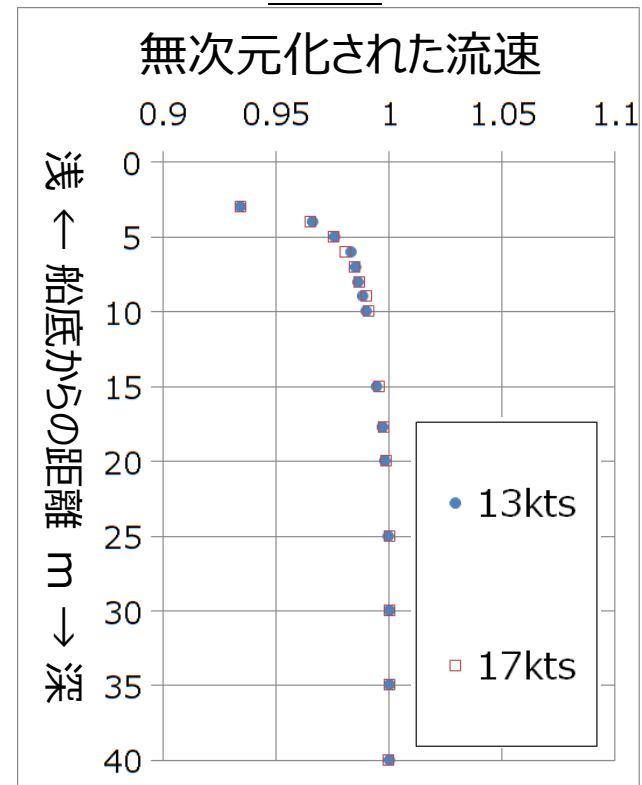
(参考) 多層型対水船速計による学習結果 その1

一定期間収集したデータから、**深さ毎に不均一な海流**をキャンセルし
船自身がつくる流速分布を取得した結果

Tanker



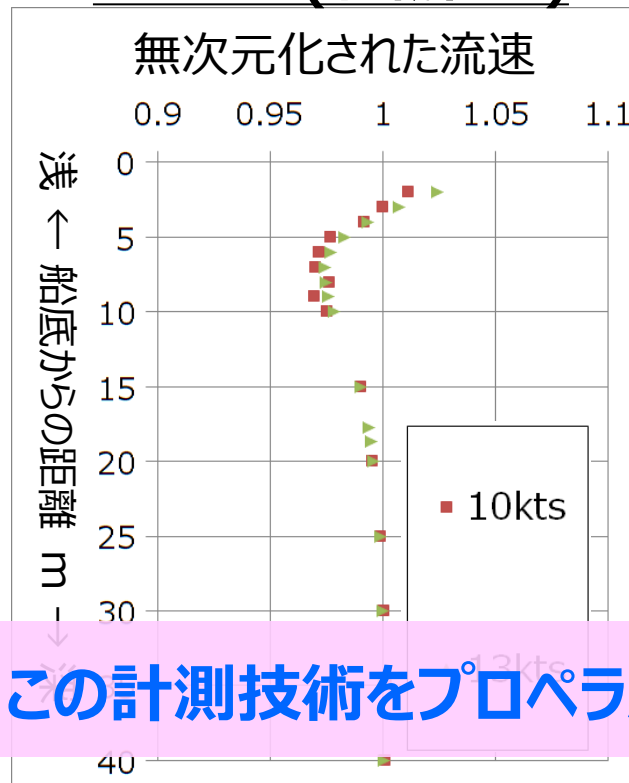
PCC



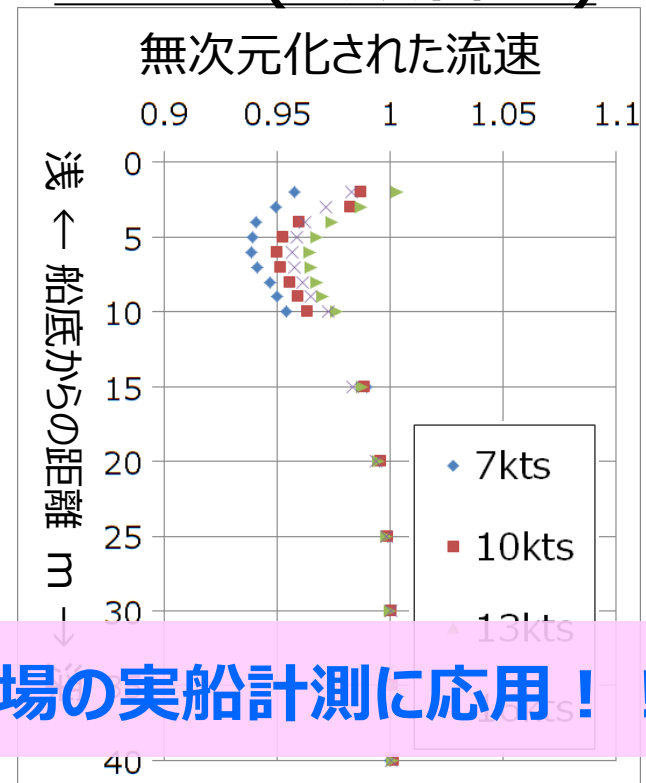
(参考) 多層型対水船速計による学習結果 その2

一定期間収集したデータから、**深さ毎に不均一な海流**をキャンセルし
船自身がつくる流速分布を取得した結果

Tanker (満載状態)



Tanker (バラスト状態)



⇒ この計測技術をプロペラ周辺流場の実船計測に応用！！

目次

1. 背景
2. 多層型対水船速計について
3. プロペラ周辺流場の実船計測
 - 流場計測
 - キャビテーション観測
4. おわりに



実船計測の目的

本研究の目的は、プロペラ周辺流場の実船計測をおこない、設計情報としてフィードバックを行うこと、その手法を確立することである。

省エネのKeyとなるプロペラに着目

設計アイテム

船型
プロペラ
省エネ付加物
主機・機器の効率化 etc.

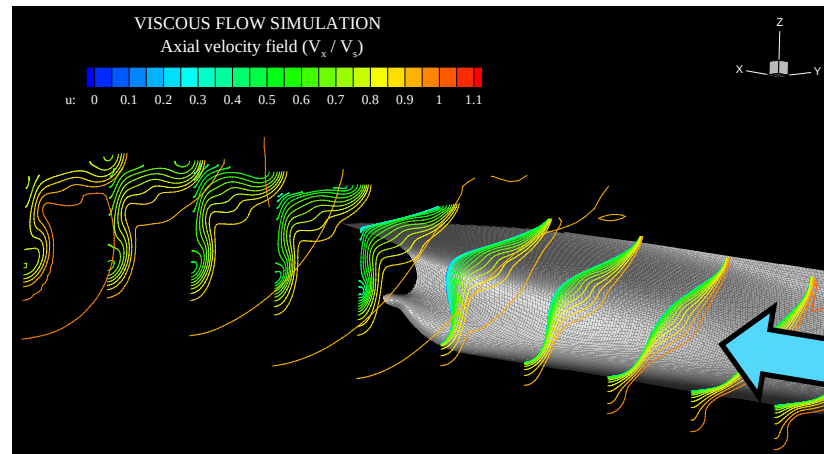


- ✓ プロペラ効率を上げるためにはその流場を正確に把握することが必要
- ✓ 船尾流場は模型と実船で異なることが知られているが、実際に計測されたケースは限定的



エロージョン（損耗）
にも強く関係

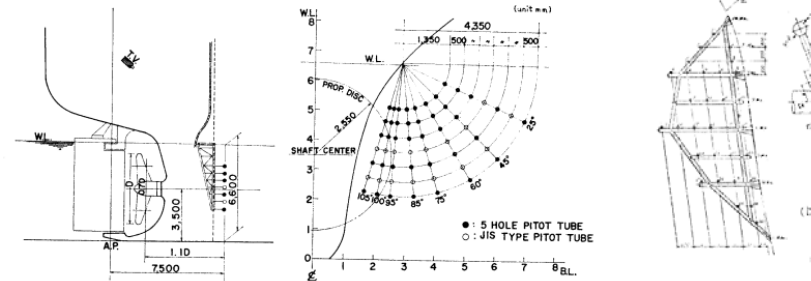
引用) http://www.geocities.jp/hattori_laboratory/studyroom.html



引用) <http://www.marin.nl/web/JIPs-Networks/Archive-JIPs-public/Effort.htm>

- PIV (Particle Image Velocimetry)
 - ★ Amandine (2014, 独Rostock大など)
 - ★ i-Shipping (design) 推進のためのCFD高度化検討委員会 (2016～)

引用) 並末 外:肥大船における実船と
模型船の伴流分布,日本造船学会論文
集第134号(昭和48年)



LDV

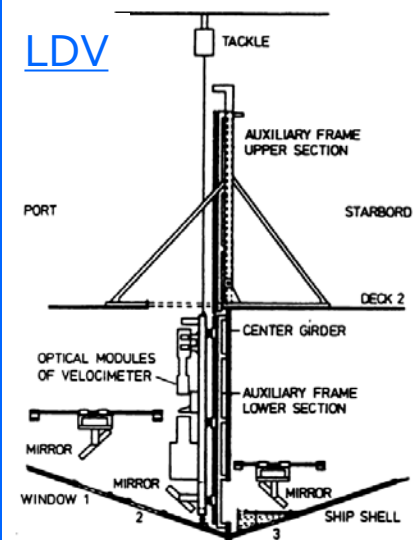


Fig. 7 Typical Arrangement of LDV-Optics in the Ship

引用) Kux, J. et al., 1985, "Correlation of Wake Measurements at Model and Full Scale Ship", 15th Symposium on Naval Hydrodynamics, Washington D.C., USA

PIV

引用 Kleinwächter A., Ebert E., Kostbade R., Hellwig-Rieck K., Heinke H.-J., and Damaschke N. 2015. PIV as a Novel Full-Scale Measurement Technique in Cavitation Research. 3rd International Symposium on Marine Propulsors Austin, Texas



Figure 2: Portholes in the propeller plane of the ConRo-ship "Amandine".

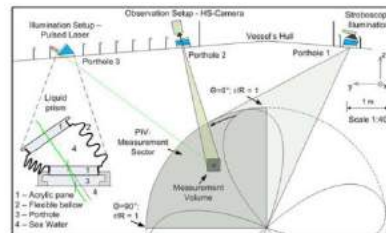
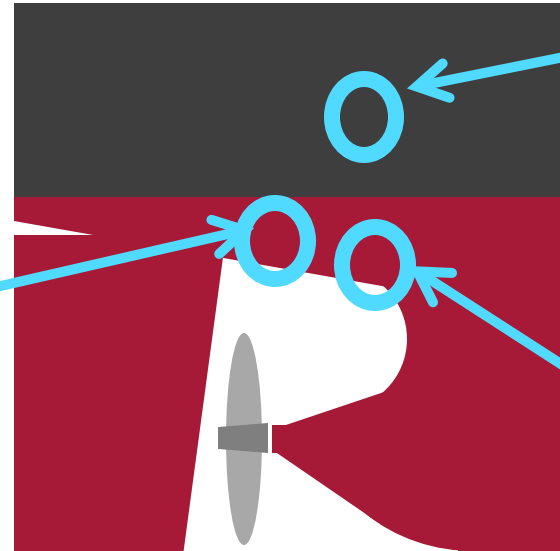
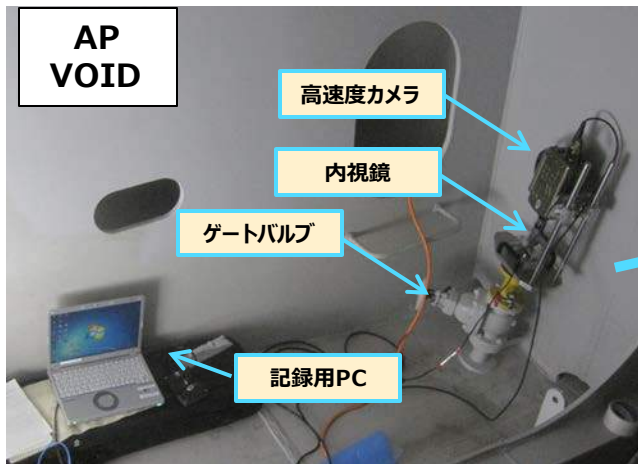


Figure 3: Schematic measurement setup / optical access measurement sector.



Figure 4: Measurement setup inside the steering gear compartment

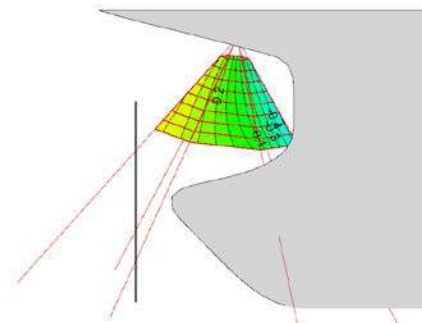
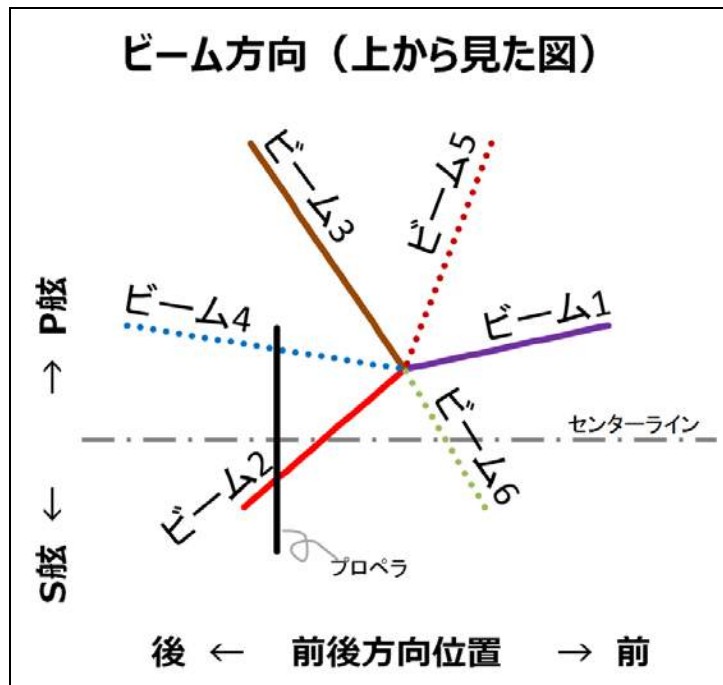
本PJで採用した装置



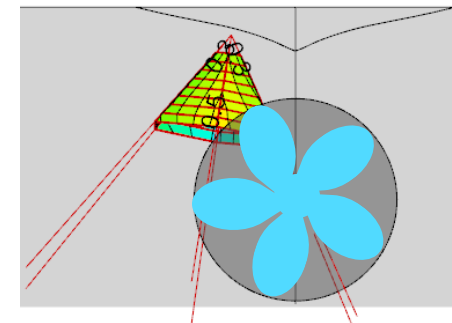
- 流場計測：多層型対水船速計(古野電気製DS-60)を採用
 利点：装置が小規模／工事や認証がシンプル／本船運航への影響リスクなし
 課題：プロペラノイズへの耐性
- キャビテーション観測：内視鏡により小型化した装置を採用

送受波器の設置位置

- プロペラより前方、やや左舷側に配置
- 60度ピッチで6本のビームを送受信
 - ☆ 傘形状に、各方向の相対流速を取得
 - ☆ ビーム1, 2, 3 および 4, 5, 6 にはそれぞれ同時に計測



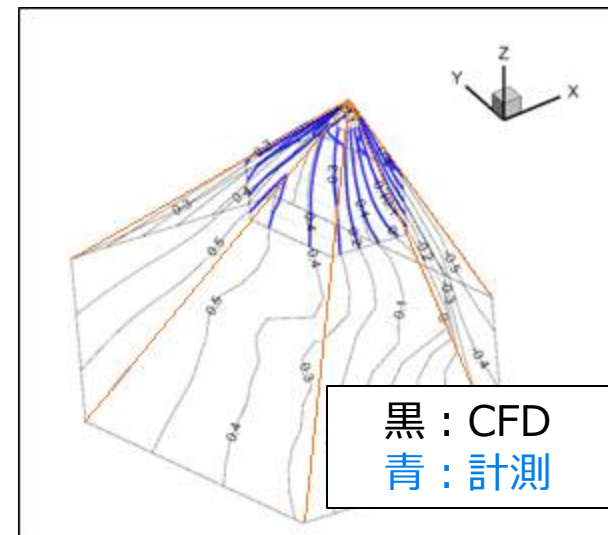
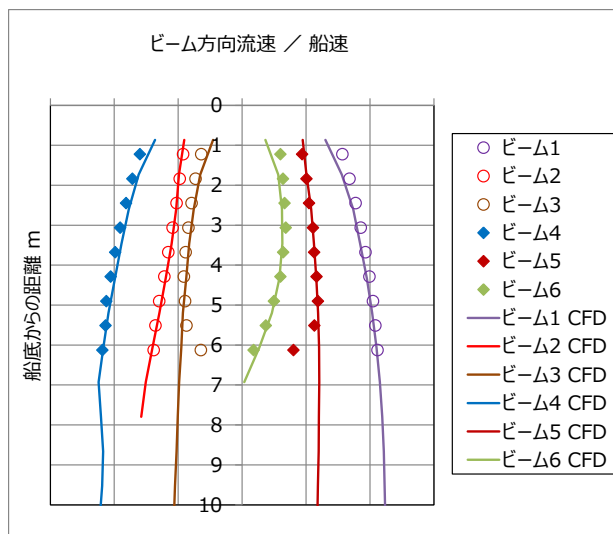
横からの
イメージ図



後からの
イメージ図

流場計測の結果

- 送受波器から 6 m の範囲ではプロペラノイズによる影響も限定的で正常に計測可能
 - ✓ 一つのビームがプロペラ or 船体にあたると、その他のビームで計測NG
 - ✓ 該当ビームをOFFにすることで、計測範囲を広く取れる可能性有
- 船体近傍の計測された範囲では、事前のFull-scale CFD予測値とよく一致

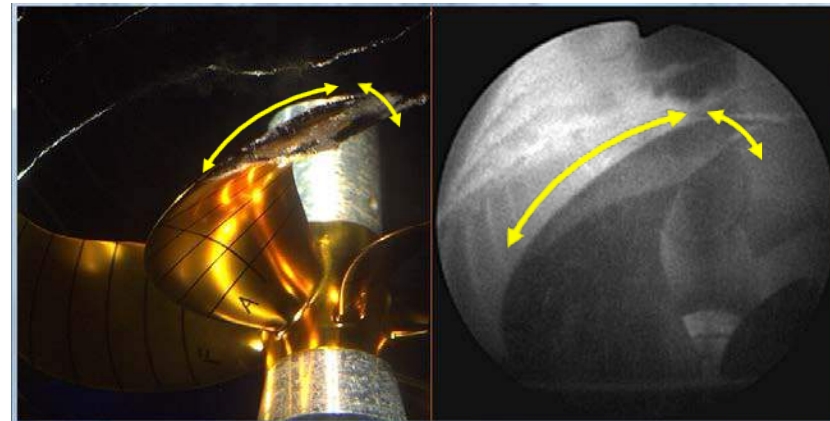


6 m より先ではビーム2がプロペラに、ビーム6が船体にあたる

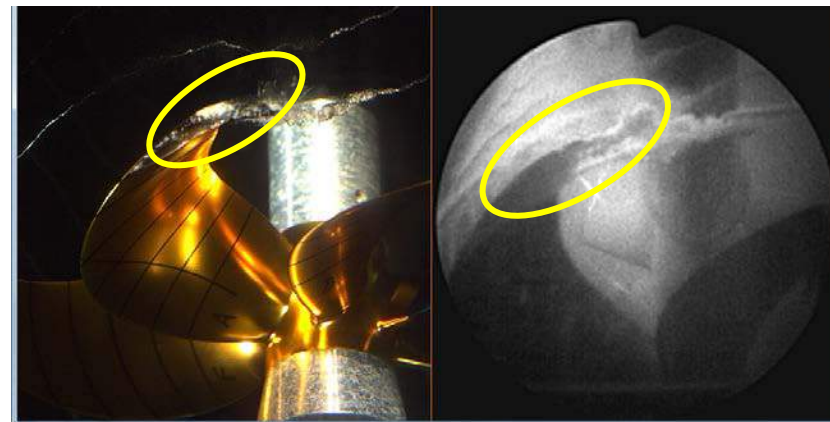
キャビテーション観測

キャビテーション水槽

模型流場
+
CFD/経験式
↓
実船流場を
推定・模擬



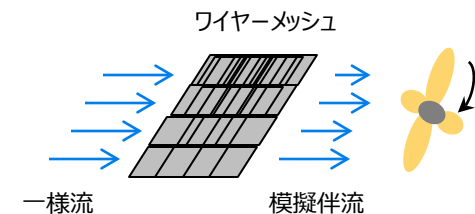
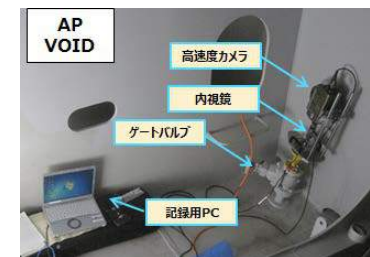
キャビテーションの発生範囲が同程度であることを確認



回転が進むにつれ範囲が狭まり、先端で消滅していく様子が一致

実船観測

実船プロペラの
キャビテーションを撮影

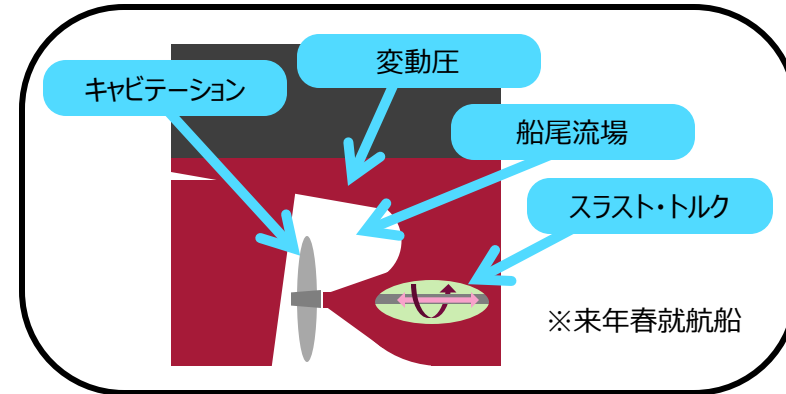


キャビ発生状況は大略想定通り ⇒ 流場も概ね想定通りであると推察

今後の予定

計測可能距離/計測成分を改善し、同型船にて追加試験を実施する

- ✓ 特定ビームOFF機能の追加による計測範囲・距離の拡張
- ✓ 複数台装備による多方向成分の取得
- ✓ さらに各種計測も組み合わせた包括的計測を実施



他手法との実績比較

	計測距離	計測成分	計測装置 工事規模	本船運航 への影響
LDV (レーザードップラー)	～8m	2成分	大規模 ・装置自体 ・専用区画	撤去しない場合の リスク有
PIV (画像解析)	～abt.4m	2成分		
多層型 対水船速計	～6m (10mを目標に拡張予定)	1成分 (複数台装備により2成分、 3成分に拡張予定)	小規模	リスクなし

※ 過去に公開されている実績事例による調査

まとめ

多層型対水船速計によるプロペラ周辺流場の実船計測を行い、以下のことが明らかになった。

- プロペラノイズの影響は限定的であり、いずれかのビームがプロペラ・船体に当たるまでは、高解像度・高品質の音波で計測可能であること。
- 計測された範囲においては、Full-scale CFDの流場とよく一致していること。
- キャビテーション観測結果も実船流場が概ね想定通りであったことを示しており、多層型対水船速計の計測結果を裏付けていること。

以上により、多層型対水船速計が船尾流場計測の有力な手法となる可能性を確認した。また多層型対水船速計、キャビテーション観測、Full-scale CFD の3つを組み合わせることで相互に情報を補い、より確かに実船流場の把握、設計改良への活用が進むものと提案する。

目次

1. 背景
2. 多層型対水船速計について
3. プロペラ周辺流場の実船計測
 - 流場計測
 - キャビテーション観測
4. おわりに

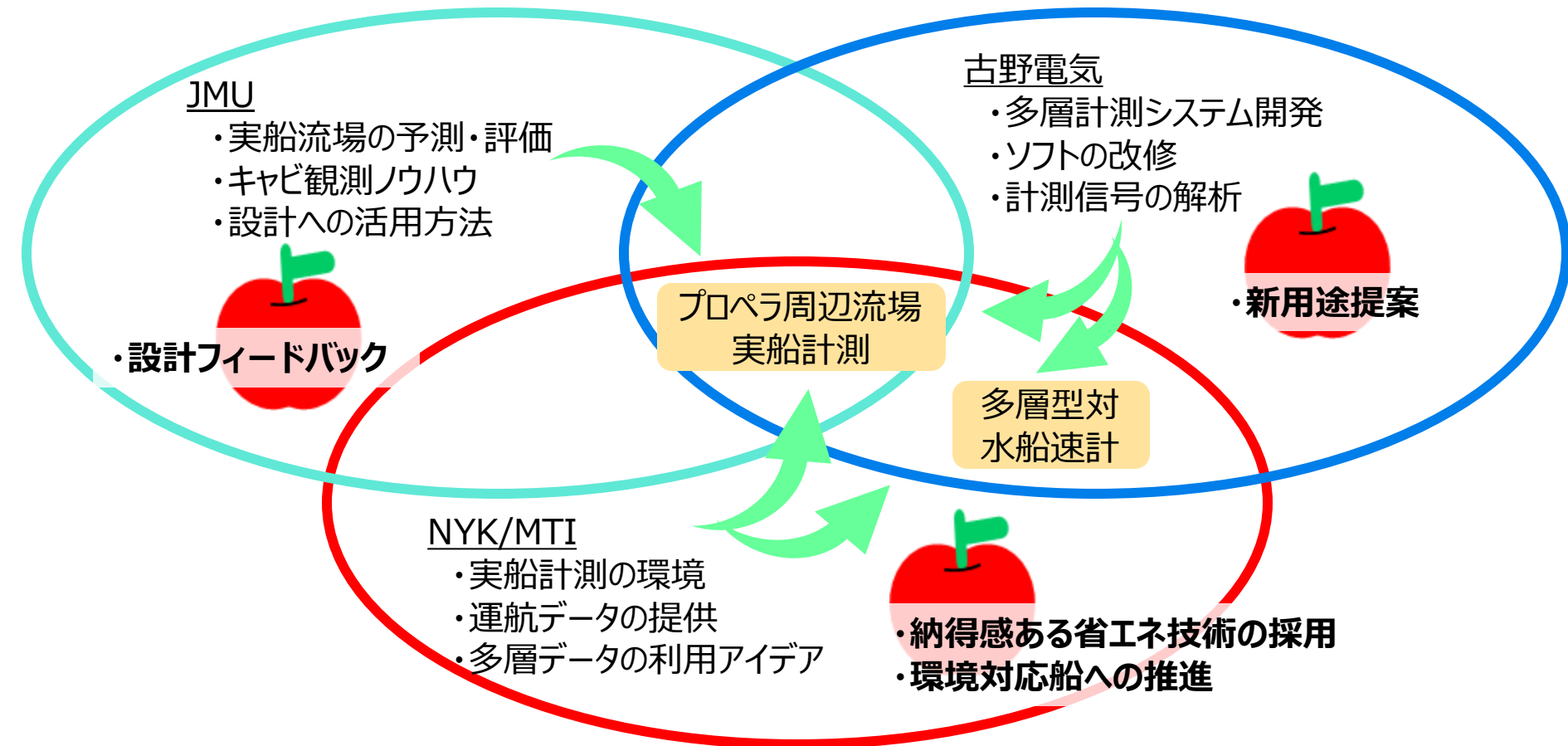


おわりに

メーカー・造船会社・船社の連携による開発事例を紹介した。

☆ ノウハウ、ツール、設備を持ち寄り、新たな価値を創出

☆ メリット享受の形はそれぞれ異なるが、Win-Winになることが大切





ご清聴ありがとうございました

