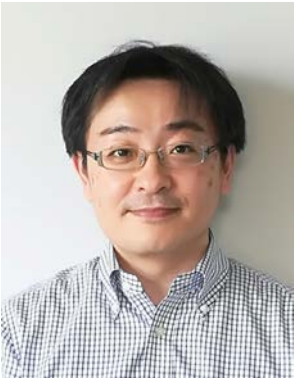




船舶の抵抗低減を飛躍的に向上させる気液二相乱流境界層のスマート制御



研究者所属・職名 :
工学研究院・エネルギー環境システム部門・教授

ふりがな むらい ゆういち

氏名 : 村井 祐一

主な採択課題 :

- [基盤研究\(A\)「気液二相乱流境界層のスマートコントロール」\(2017-2021\)](#)
- [国際共同研究加速基金\(国際共同研究強化\(B\)\)「超音波ドップラーレオメトリーのオンライン化技術の共同開発」\(2018-2020\)](#)
- [基盤研究\(A\)「乱流摩擦抵抗低減のための二相流のスマート制御」\(2012-2016\)](#)

分野 : 流体力学、船舶海洋工学、エネルギー工学

キーワード : 船舶、省エネルギー、流体抵抗低減、乱流境界層制御、混相流、マイクロバブル

課題

● なぜこの研究をおこなったのか？ (研究の背景・目的)

船舶の必要動力は航行速度の3乗に効いて増大する。大型船舶では火力発電所1基分の莫大な燃料を使う。殆ど全ての燃料が、海水との摩擦に打ち勝つためだけに使われる。自動車や航空機などの大きな違いである。海運における温暖化ガス排出削減には、水中で桁違いの抵抗が発生する船舶に対して、新たな工夫が必要になっている。船舶技術で長年の地位を保ってきた我が国に、改めて、この根本的な問題に取り組むときが来た。

● 研究するにあたっての苦労や工夫 (研究の手法)

海水との摩擦を減らす方法に、気泡潤滑法がある。しかし40年近く実用化の面で失敗が続いた。その理由は、摩擦を作っている乱流渦と気泡群の干渉メカニズムが難解であり、ただ気泡を流せば良いという代物ではなかったためである。私達のグループは、大小様々な気泡が乱流渦を掻き消す作用を、レーザーや光を応用した計測で解明し、世界で初めて「抵抗低減設計パレット」を提案した。2015年には4隻の大型船舶で省エネ効果を取得、世界から10000ダウンロードを記録する論文となった。船舶業界からは造船学の革命と言われるようになった。



図1 気泡潤滑抵抗低減船

水面下に微小気泡を発生し船体表面を覆うことで摩擦を低減

船舶の抵抗低減を飛躍的に向上させる気液二相乱流境界層のスマート制御

研究成果

●ラボでの基礎実験で得られた知見を船舶に実装し、内外の研究機関との連携により常時 10%以上の省エネを実現した。

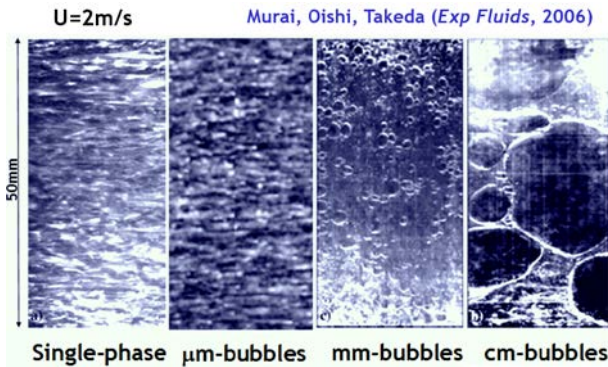


図2 気泡で乱流渦を掻き消すラボ実験

500ミクロン以下のマイクロバブルと5cm以上の気膜ならば乱流渦を弱められることを発見

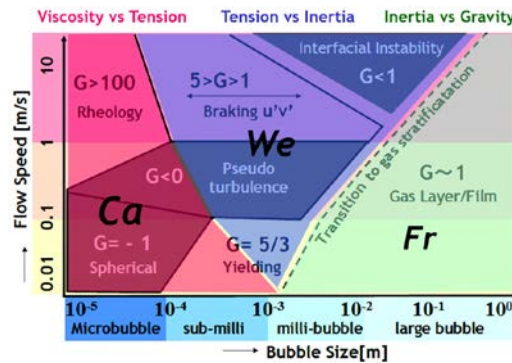


図3 無次元数による抵抗低減線図

船速と気泡サイズを変えた幅広い実験から3つの無次元数により抵抗低減メカニズムが7つの領域で切り替わることを発見



図4 小型漁船から超大型コンテナ船まで海上試験

最小動力で微細気泡を大量発生する水中翼型気泡発生装置（日米の特許）を発明し、段階的に実装試験を実施。現在も発展中。

今後の展望



●今後の展望・期待される効果
世界中を航行する船舶の抵抗を5%減らすことは、我が国の風力発電所の数を倍増することに匹敵する。10%の抵抗低減ならば自然エネルギーの全体に等しい（図5）。無駄なエネルギー消費をなくすための抵抗低減の基礎研究は、小さな泡の運動の理解に託されている。

●今後の新しい技術要素
気泡を含む水には複素粘度がある。気泡の規則的な変形能が乱流渦の性質を一変させる。加えて気泡吹き込み流量に脈動を与えると、ポイド波が形成され、下流まで抵抗低減効果が延伸する。これらの流体力学的な物理は未解明領域であり大きな伸び代となっている。

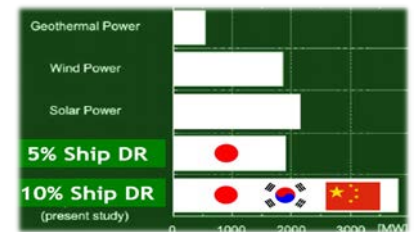


図5 船舶省エネのインパクト