

研究領域 B 「地球環境・エネルギー領域」研究活動

平成 22 年度領域長 廣田真史

1. B 領域の研究分野

B 領域では、流体工学や熱工学を基盤として、新しいエネルギーの開発やエネルギーフローの効率化による環境配慮型の資源利用を達成することを目指している。

具体的には、風力発電やバイオマス発電に代表される再生可能エネルギーおよび燃料電池や燃料改質などの新エネルギーに関わるエネルギー技術開発、自動販売機や空調の高性能化・省エネ化技術の開発など実機に即した実用的研究と、これらに関連した機器の要素開発に不可欠となる複雑乱流や混相流のシミュレーションおよび実験技術の開発とそれに基づく熱流動現象の詳細解明など、流体工学や熱工学に関わる基礎的研究を実施している。

これらの研究の殆どは企業との共同研究、あるいは科研費やNEDOなど公的外部資金による研究であり、研究成果は国内・国際会議で発表するとともに学術論文誌にも多数掲載されている。

2. 構成

対象講座：

主担当：エネルギー環境工学研究室，エネルギーシステム設計研究室，流動現象学研究室

副担当：制御システム研究室（石田宗秋教授），エネルギーシステム研究室（山村直樹准教授）

構成メンバー（主担当のみ）：

教職員：11 名（教授 3 名，准教授 2 名，助教 3 名，技術職員 1 名，特任教授 1 名，
客員准教授 1 名）

大学院生：40 名（前期課程 39 名，後期課程 1 名）

学部学生：29 名

その他：1 名

3. 主な研究活動状況

平成 20 年度： 9 月 修士 2 年生 中間発表会 翌年 2 月 修士 2 年生 修士論文発表会

平成 21 年度： 9 月 修士 2 年生 中間発表会 翌年 2 月 修士 2 年生 修士論文発表会

4. 今後の展開

環境・エネルギー問題の重要性は今後ますます高まっていくことが予想され、様々な課題解決に対応するために B 領域の主担当構成員はリサーチセンター「環境エネルギー工学研究センター」を立ち上げて研究活動を行っている。現在も多くの研究が産学あるいは産官学の連携の下に行われているが、今後は学内外の他分野との交流、海外研究機関との連携、大型資金獲得による産官学連携の強化、学会等における情報発信力の強化、研究成果の社会への還元、が領域として目指す活動になると考えられる。

研究領域 B 「エネルギー環境工学研究室」 研究活動

機械工学専攻 教授 前田太佳夫, 准教授 鎌田泰成, 助教 村田淳介

1. はじめに

エネルギー環境工学研究室では、空気や水を始めとする様々な物質の流れを取り扱い、環境に配慮した風力発電や木質バイオマス化発電などの再生可能エネルギーに関連する流体機械の研究や開発を行っている。

2. 研究活動

2. 1 風力タービン

日本に設置された風車は、台風や落雷、風の乱れといった厳しい気象条件にさらされる。輸入された風車はこれらの悪条件に耐えられないものが多く、破損や発電量低下等のトラブルが発生している。そのため、発電量に優れ、なおかつ日本の厳しい気象条件に耐えられる「日本型風車」の開発が期待されている。本研究室では耐久性も含めた高性能風車の開発を目指して、大形風洞を用いた風車ロータや風車専用翼型の開発や、直線翼垂直軸風車ロータの最適設計に関する研究、レーザードップラ流速計による運転中の風力タービン翼面上の境界層の測定、フィールド実験と風洞実験による風車後流内流れ場とその影響に関する研究などを行っている。



図1 風車専用翼型の風洞実験

2. 2 風況精査

風力エネルギーは風速の3乗に比例するため、風力タービンの設置地点の平均風速を知ることは非常に重要である。また、風の乱れや風向の変動、風速の鉛直方向分布といった風の特徴は、風力タービンに生じる負荷に影響を与え、その寿命を大きく左右する。特に、日本においては、好風況地帯が山岳地形に多いため、複雑な地形における風の特徴を明らかにする必要がある。本研究室では複雑地形上での風の特徴の解明を目的として、PIVを用いた丘陵上流れに関する風洞実験や、高度数百メートルまでの風速の観測が可能なドップラソダを用いた風況観測、複雑地形上の流れの数値解析などを行っている。

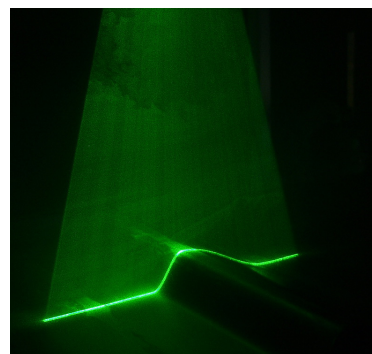


図2 丘陵モデル上流れのPIV計測

2. 3 バイオマスエネルギー

カーボンニュートラルな新エネルギーとして、バイオマスエネルギーの利用が注目されている。本研究室では、その中でも、間伐材や製材くずなど、現在では廃棄されている木質バイオマスを効率的に利用することを目指している。木質バイオマスは少量ずつ広範囲に点在しており、かつエネルギー密度も化石燃料と比較して小さいという特徴がある。そこで本研究室では、実験用のガス化炉を用いて小型で高効率な木質バイオマスガス化発電手法の開発を行っている。



図3 モノスタティックドップラソダ

3. 今後の発展、今後の計画

VBL 大型風洞や 100kW 実験用風車、ドップラソダを始めとする各種計測機器などの設備を活用するとともに、培われたノウハウを生かして、環境に優しい流体機械の研究開発に貢献していきたいと考えている。



図4 木質バイオマスガス化炉

研究領域 B 「エネルギーシステム設計研究室, エコ・プロダクツ研究室」研究活動

機械工学専攻 教授 廣田真史, 准教授 丸山直樹 (エネシス, エコプロ兼任), 助教 西村顕
客員准教授 岡本元秀 (エコプロ)

我々は、現象の本質的なしくみを解明するとともに、その知見を基盤として現象を制御するあやつりの開発を理念に、熱工学と流体工学を基盤として、先端的かつ理論的な研究と企業と連携した実践的研究とを融合させながら、より環境に優しい熱エネルギーの有効利用および高効率エネルギー変換技術の開発に向けて研究に取り組んでいます。

【研究キーワード】

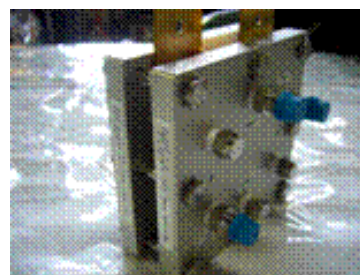
エネルギーシステム設計研究室：燃料電池，環境影響評価，熱・物質輸送，レーザー計測
エコ・プロダクツ研究室：高効率冷却システム，エコデザイン，省エネルギー機器開発

【研究テーマ一覧（一部）】

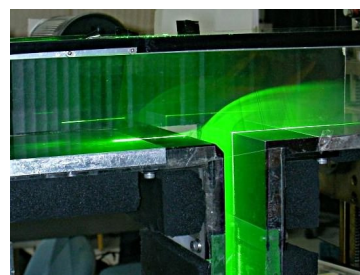
エネルギーシステム設計研究室：

- 自動車用 HVAC ユニットにおける乱流混合の促進・制御法の開発
- コンパクト熱交換器における気液二相分配に関する研究
- ヒートポンプシステムにおけるエネルギー消費量予測の高精度化と省エネ化技術の開発
- 建物内空調負荷低減技術にかかわる基礎的研究
- レーザーとマイクロ熱電対を用いた自然対流伝熱場の可視化温度計測
- ハイブリッドエネルギーシステムを導入した小型店舗の環境影響評価
- 小型高効率熱交換器の開発設計
- 高効率・長寿命発電のための固体高分子形燃料電池内熱・物質移動機構の解明
- 光触媒による温室効果ガスの燃料化と環境調和型炭素循環システムの構築
- 再生可能エネルギー積極活用スマートシティー設計

燃料電池



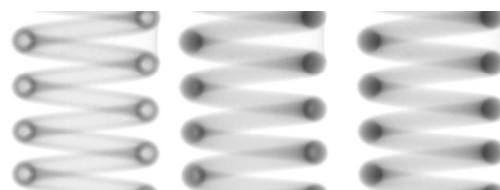
レーザー計測



エコ・プロダクツ研究室：

- 冷媒二相流の可視化計測と新冷却システムの研究開発
- 自動販売機の省エネルギー最適設計手法の研究開発
- 未来型ハイブリッド自転車の研究開発と環境影響評価
- 高効率殺菌水生成システムの研究開発

中性子ラジオグラフィーによる
冷媒二相流の可視化計測



研究領域 B 「流動現象学講座」 研究活動

機械工学専攻 教授 辻本 公一 助教 安藤 俊剛

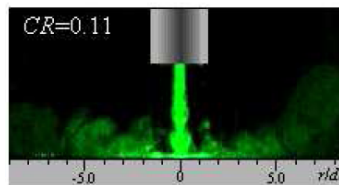
1. はじめに

流体・熱力学, 環境流動学, 混相流力学, 乱流せん断流力学, 計測・制御工学などを基礎に流体・熱工学, 環境エネルギー問題に対して, 理論, 実験的解析ならびに DNS や LES などの高解像度数値シミュレーションを用いて有効な解決手段の検討を行っている。

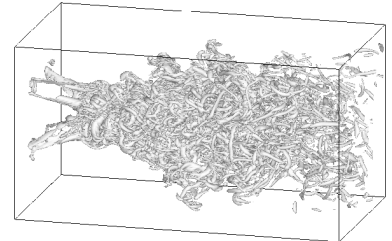
2. 研究活動

2.1 噴流の構造解析と制御に関する研究

工業機器において多用される噴流の混合・拡散を効果的に行うため, ノズル先端形状を実験的に解析することにより, 高性能ノズルの設計開発を行っている。また, 高精度な数値スキームを開発し, シミュレーションによる流動現象の解析とそれに立脚した噴流混合制御手法の開発を行っている。



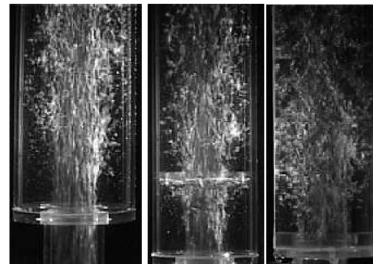
衝突噴流の可視化(実験)



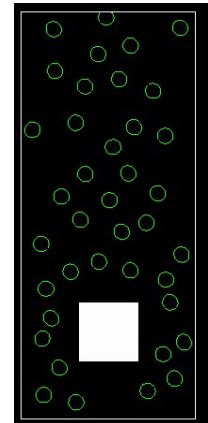
多数噴流の制御(計算)

2.2 混相流動現象のシミュレーションと流動制御技術の開発

環境浄化等さまざまな応用が期待されているマイクロバブル生成技術の開発やマイクロバブル噴流の流動特性の解明, 原子力等の大規模システムにおける配管系での気液二相流の流動解析とそれら制御方法の開発, 省エネルギーのための様々な配管系における抵抗削減手法について研究している。また, 関連する気液二相流における微細流動現象の解明と制御には詳細な流動現象に関する知見が必要であることから, 詳細な流動予測のため DIM (Diffuse Interface Model) を用いた二相流解析手法の研究開発を進めている。



配管内気泡流れ(実験)



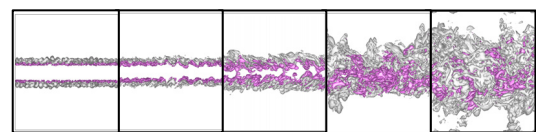
気泡群と物体の干渉(計算)

3. 今後の展開

環境エネルギー問題の解決が急務である。この対策には新しいシステムの創出とともに, 従来からの機器の性能改善が不可欠である。そのために機器の基本性能に関わる微細流動現象の理解とその予測ならびに流動制御手法の開発を行う。

3.1 微小流動現象に基づく噴流制御技術の高度化

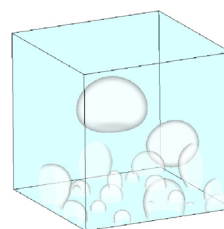
開発した高精度混相微細流動解析技術を利用し, 噴流制御技術を高度化する。具体的には, 環境改善のためのエアレーション技術に関係するマイクロバブル, キャビテーション利用のための高機能ノズルの開発, エンジン等燃焼機器の効率改善のため液体噴流の微粒化機構を解明し, それに基づく高微粒化・高分散性能ノズルの開発を行う。



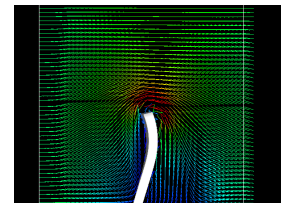
液膜噴流の渦構造(計算)

3.2 マルチフィジクスの高精度予測技術の開発

エネルギー関連分野では, 構造物本体の変形挙動と流動現象の連成問題, あるいは沸騰・蒸発などの相変化の発生などさまざまな現象を考慮した設計が必要で, それに対応するシミュレーションコードの開発が求められている。そこでマルチフィジクスの高精度な解析手法を開発し, 配管内流動現象の予測や高効率伝熱システムの構築のための大規模高精度シミュレーション技術の開発を行う。



沸騰現象の可視化(計算)



弾性体による流動制御(計算)