

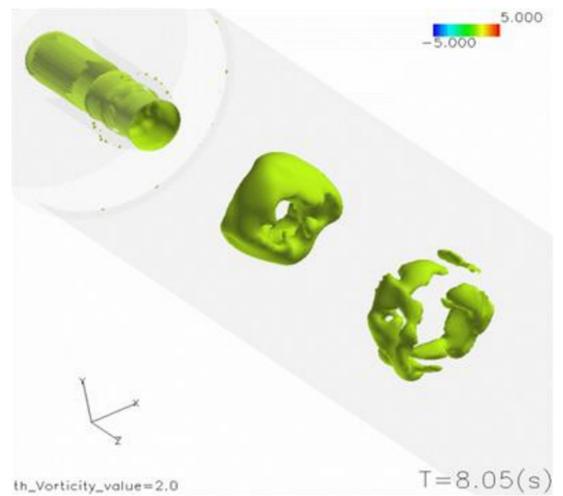
本研究室では、水・空気の流れに係る様々な研究を行っています。
その研究テーマは、基礎的研究から時代の先端をいく応用的研究まで多岐にわたります。
以下に、本年度の主な研究テーマを紹介します。

■ 渦輪を用いた熱輸送（革新的な熱輸送手法の確立）

渦輪は、噴流を瞬間的に噴出させた場合に流体がドーナツ状に巻き上がることで生成されます。また、渦輪は輪の中に物質や流体を閉じ込めたままの状態でも移動できる流体力学的な特性を有することが知られています。煙の輪が目に見えるのは、このためです。近年では、渦輪のこのような特性を質量、運動量およびエネルギーの輸送手段として工学的に利用するための研究がおこなわれています。

例えば、渦輪の中に熱い（または冷たい）流体を注入すれば、熱を輸送することができます。物体の冷却をおこなう目的で冷たい流体を物体に高速で吹き付ける（つまり噴流を用いる）場合がありますが、冷たい流体を注入した渦輪を連続的に生成して物体に衝突させた方が、流体を拡散させることなく集中的に物体へ吹き付けられることから冷却効率が高まることが期待できます。冷却効率の向上は、省エネルギー化への貢献となります。しかしながら、渦輪の輸送能力については全く解明されておらず、また輸送に最適な渦輪を効率よく連続して生成するための方法もまだ確立されていません。

本研究は、輸送能力が最も高い渦輪を連続して生成するための方法の確立を目的としています。様々な吹き出し条件で生成された渦輪の挙動を実験および数値シミュレーション（CFD）を用いて調べ、流れ場へおよぼす影響および渦輪の輸送能力（今回は特に熱輸送）について解析します。さらに、得られた結果から、渦輪の輸送能力および高い輸送能力を有する渦輪の生成方法について検討します。世界に先駆けた研究を体験してみたいあなたの参加をお待ちしています。



■ 革新的な噴流ノズルの開発（流体の混合・拡散効果を劇的に促進させるノズルの開発）

噴流は、物質および流体を混合・拡散する能力が非常に高いことから、燃焼効率の向上、プラント内での混合向上、化学反応の促進、伝熱特性の向上といった工学的な様々な分野で広く利用されています。このため、噴流の混合・拡散効果を向上させることは、工学的な貢献が大きいことに加えて、省エネルギー化や汚染物質排出の削減に直結していることから、研究が盛んにおこなわれています。

噴流の混合・拡散効果は、噴流せん断層が周期的に巻き上がって生成された渦輪列が崩壊して、小さな渦へと分裂しながら流れ場内に拡がることで生み出されます。従って、混合・拡散効果を促進させるためには、渦輪の渦の強さを強め、渦輪列の崩壊位置および崩壊の挙動を制御することが重要となり、渦輪列の生成および挙動制御を目的とした研究が盛んにおこなわれています。

昨年の研究では、噴出口のノズル形状に工夫を施すという簡単な方法によって、噴流の混合・拡散効果を劇的に向上させることを目的としており、昨年度には拡大部を有した形状のノズル（ディフューザーノズルと呼びます）を開発しました。このディフューザーノズルは従来のノズルに比べ混合・拡散効果が30%程度向上することが確認されました。今年度はディフューザーノズルのさらなる性能向上を目指して、最適形状および寸法の検討を行うことを目的としています。



■ 自己発熱ポンプの開発

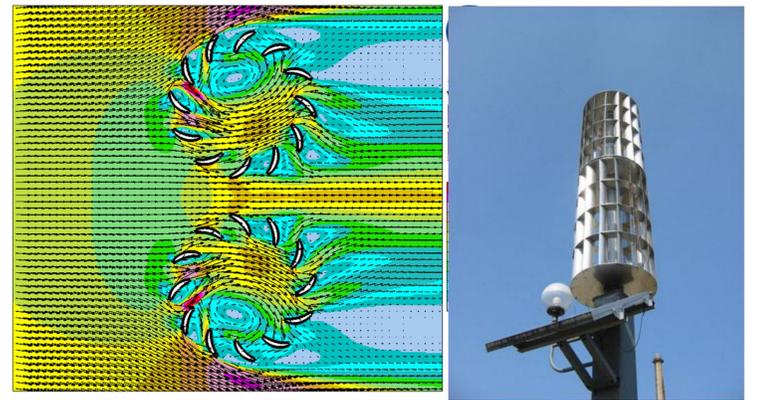
暖房などに使用する温水供給システムは水の加熱部と給水部で構成されます。加熱は一般的にジュール熱や燃焼熱が用いられ、加熱部には発熱量の制御や安全対策の装置が必要となります。ところで、給水部に用いられるポンプにはエネルギーが供給されますが、その全てが給水の仕事になるわけではなく、何割かは損失となり、損失は最終的に熱に変わります。この損失の大部分はポンプ内の乱れの生成と消散が原因となっています。したがって、乱れの生成と消散を積極的に行うと、流体自身が発熱し水温を上昇させるポンプを考えることができます。このポンプを用いた温水供給システムは加熱部を必要としないので、加熱の制御や安全対策の装置が不要になり、構造が簡単で低コストで制作できると期待できます。

本研究では、このようなポンプを開発するための基礎実験を行う予定です。

■ ツインロータークロスフロー風車の開発

現在、CO2排出量の削減、化石燃料の枯渇や価格の高騰など環境、政治や経済の面から無尽蔵でクリーンな自然エネルギーが注目されています。自然エネルギーの代表としては風力エネルギーがあります。風からエネルギーを取り出すには風車を使用しますが、風車の形状によってエネルギー変換効率がかなり変わります。また、人里は慣れた山や街中など風車の設置場所によってその大きさも制限されます。

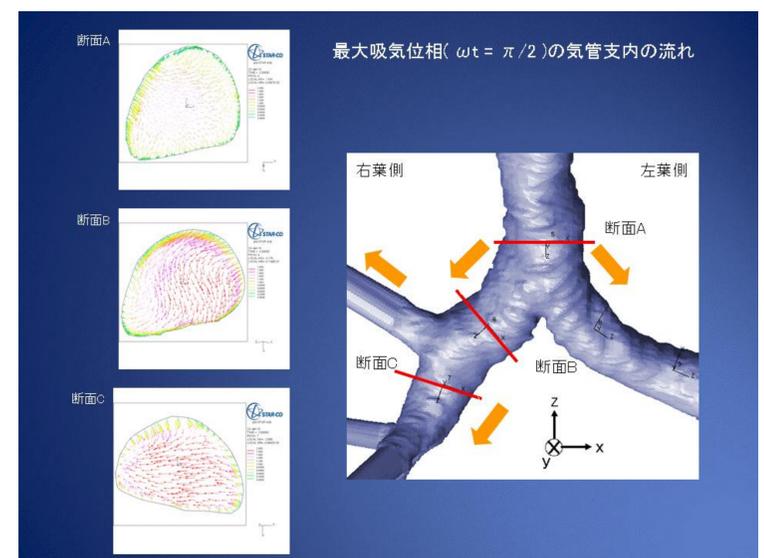
本研究では市街地や郊外、ビルの谷間などに設置するのに最適な垂直軸型風車に着目して、その形状や設置方法の提案していくことを目標としています。したがって、様々な風車(翼の形、枚数)や設置法を提案し、それら風車の性能を数値計算によって予測していきます。また、提案された風車のうち性能がよいと予測された風車については、モデルを製作し風洞実験で性能を検証します。



■ 気管支内の流れ解析

肺ガンが発見された場合、腫瘍部がある肺区域の摘出を伴う肺ガンの手術を行う必要があります。その手術では、病変部に繋がる気管支を切断して縫合を行ないます。気管支を切断して縫合する方法は数種類あり、それぞれの切除後の気管形状は個体差があります。したがって、術後の切断や縫合を施した気管内の流れは、通常呼吸状態に比べ大きく異なり、流れの状態が術後の気管支に及ぼす予後への影響については、未だ明らかになっていません。このような流れの解明は医学にも注目されています。

本研究は、肺区域摘出術前後の気管内流れを予測する手法の確立を目的としており、生体CT画像より作成した実形状気管支モデルに対して、通常呼吸の条件で気管内流れの数値解析を行い、気管内の三次元非定常な流れの可視化を行ないます。誰もまだ見たことのない流れを見てみませんか。



■ 流体シミュレーション

流体を学ぶとき、重要なことは流れを想像するという事です。しかし、一様流中に置かれた単純な物体として円柱の周囲の流れを考えたとしても、一様流の速度によって円柱周囲の流れはさまざまに変化します。さらに流れは非定常な現象を伴うことが多いので、なおさら想像しにくいものです。したがって、いろいろな流れを簡単に見る(模擬・予測する)ことのできるシステムを構築することは、流体の学習に大いに役立つこととなります。

本研究では、Open Sourceの解析ソフトを使ってさまざまな流れを計算し、流れを可視化し流体粒子の三次元運動のアニメーションにします。

■ 超高速カメラを使った運動解析

超高速カメラは人間の目や、ムービーカメラではとらえることができない瞬間を記録することができ、記録した画像をスロー再生することで、超高速現象の詳細な解析が可能となります。まずは、撮影技術を高める目的で、身の回りの高速現象を捕らえることから始め、しだいに流体の様々な超高速現象を捕らえていきます。

■ 自由テーマ

自らテーマを決めて研究を進めたい人は申し出てください。相談に応じます。