

九州大学応用力学研究所／風工学分野の紹介

内田 孝紀（九州大学 応用力学研究所）

1. はじめに

我々の研究室(風工学分野)は、福岡県春日市に位置する九州大学筑紫キャンパス内の応用力学研究所にあります。交通アクセスの詳細は本原稿の末尾を参照ください。風工学分野は、教職員および学生を含めて総勢、約20名から構成されています。風工学分野は、地表に近い大気と、その中での物体・地形周辺流れを研究対象としています。具体的には、大気中における各種輸送機器の空力特性、長大建造物の耐風安定性、強風災害対策などです。さらに、様々な気象条件下において大気境界層中に生起する流動・波動および輸送拡散現象の基本過程を調べ、大気環境の調和と保全に関する流体力学的諸問題の研究を行っています。最近では、自然エネルギーの有効利用に関して、高効率の風力発電システム、流体エネルギー取得システムに関する研究、これに伴う局所風況予測システムの開発を行っています。この目的に対し、大型境界層風洞、温度成層風洞、密度成層水槽を用いた流体実験と数値流体シミュレーション(CFD)、野外計測を行って

います。

2. 風工学分野が所有する実験設備と主な研究成果

最初に、風工学分野が有する実験設備を紹介します。図1には、我々が所有する三種類の実験設備を示します。最も大きな設備は、大型境界層風洞です。下記に、その主な仕様を示します。

表 1 大型境界層風洞の主な仕様

項目	仕様
形式	単回路回流式
第一測定部 風速範囲	15.0[m]長×3.6[m]幅×2.0[m]高 0～30[m/s]
第二測定部 風速範囲	3.0[m]長×1.8[m]幅×2.0[m]高(第一測定部内に設置) 0～60[m/s]
トラバース 装置	x方向15.0[m], y方向3.0[m], z方向1.2[m] の範囲内をコンピュータ制御により移動可能

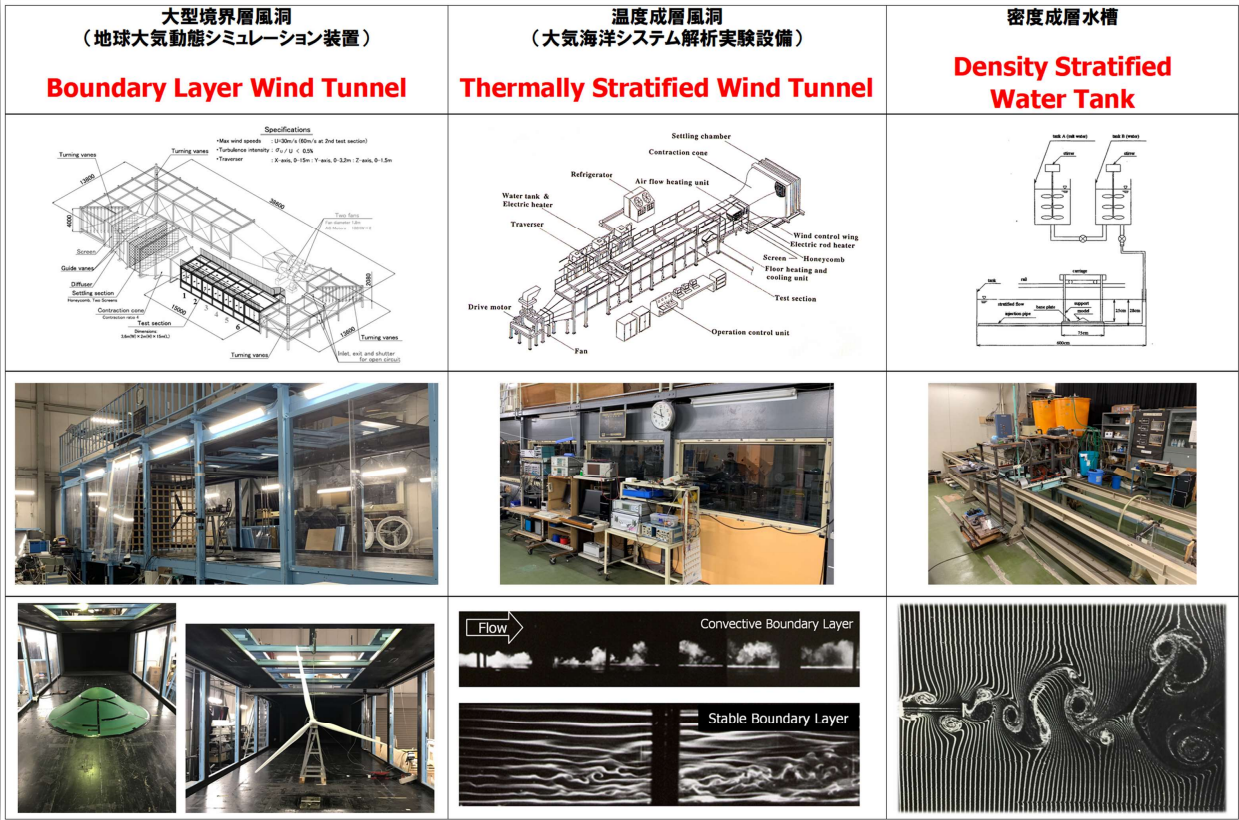


図 1 風工学分野が所有する風洞設備

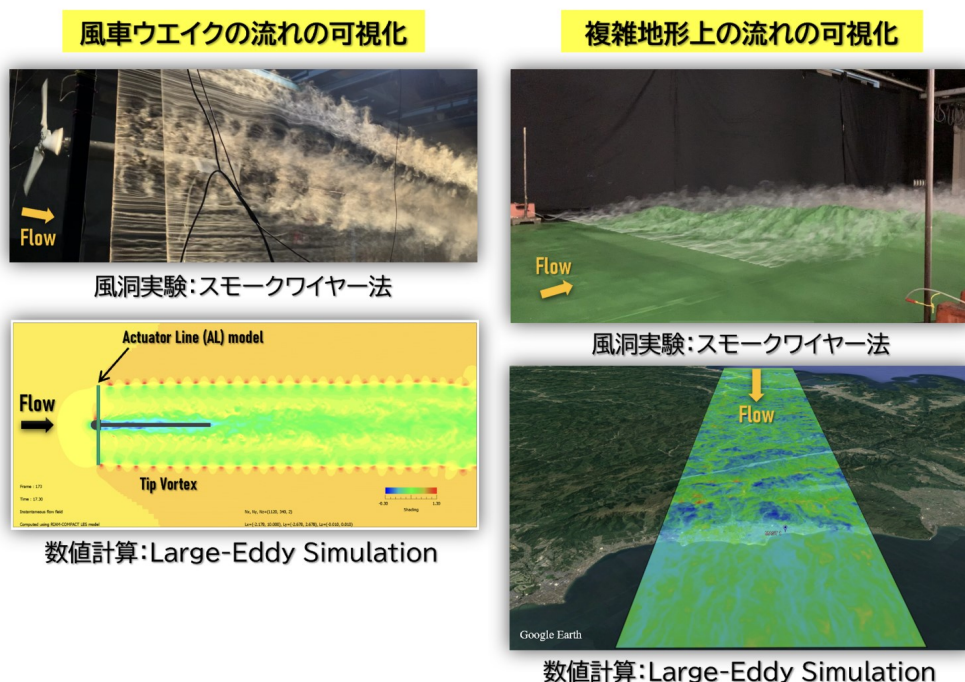


図2 大型境界層風洞を用いた研究例

図2には、大型境界層風洞を用いた研究例をいくつか紹介します。風車の発電性能の評価、風車ウエイク内の気流計測とその可視化など行っています。さらに、実在する複雑地形を対象とした気流計測や流れの可視化なども実施しています。得られた風洞実験の結果は、スーパーコンピュータを用いたCFD解析に活用されます。

表2には、温度成層風洞の主な仕様を示します。特筆すべきは、風洞床面と気流の温度を同時にかつ、個別に制御可能であるということです。この特殊な風洞装置により、種々の温度成層下の大気境界層を再現できます。

表2 温度成層風洞の主な仕様

項目	仕様
形式	単回路吸い込み式
成層装置	ヒータを鉛直方向に配置 (3.0[cm] × 40段)
測定部	13.5[m]長 × 1.5[m]幅 × 1.2[m]高
床面	独立に温度設定可能なパネルを10枚設置 (4.0~80.0[°C])
風速範囲	0.1~2.0[m/s]
トラバース装置	X=0.0~12.0[m], Y=0.0~1.0[m], Z=0.0~0.6[m]の範囲内で移動可能(電動式)

Numerical results of stably stratified-airflows around Miyake-jima

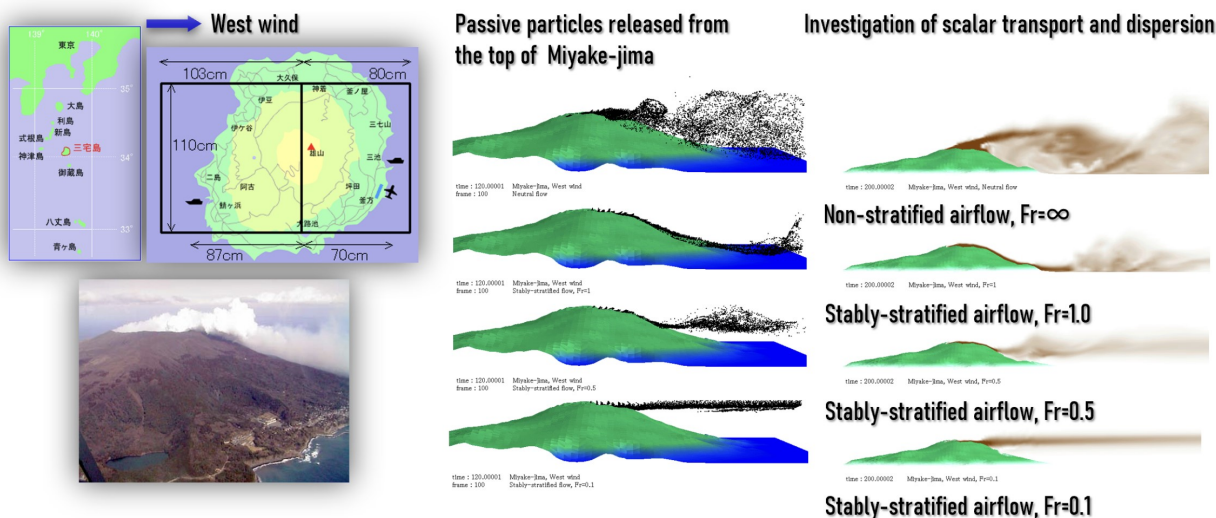


図3 温度成層風洞を用いた研究例

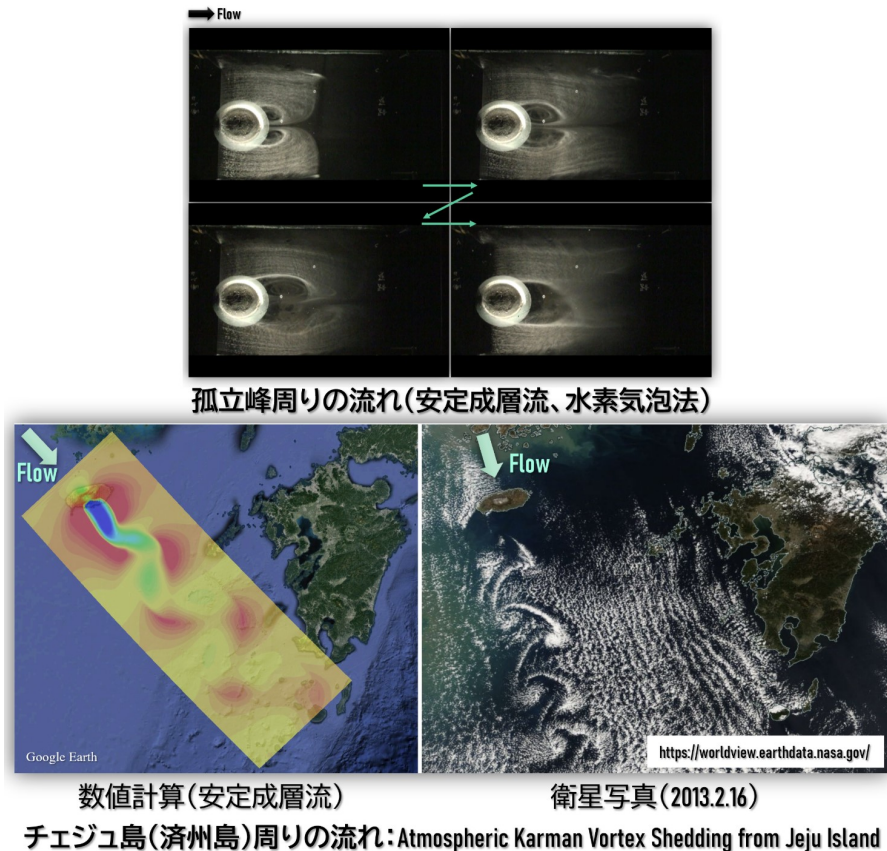


図4 密度成層水槽を用いた研究例

図3には、温度成層風洞を用いた研究例を紹介します。三宅島からの火山ガスの挙動を風洞実験およびCFD解析で再現し、種々の大気安定度における火山ガスの移流・拡散挙動を明らかにしました。

図4には、密度成層水槽を用いた研究例を示します。大気中出现するカルマン渦列に類似した大規模渦の放出現象を再現することに成功しました。

3. 「革新的風力発電システムと数値流体力学(CFD)に基づいたその導入技術」の風工学分野

風工学分野では、流体が物体を通過する際に発生する「渦」に注目してきました。一般的に、流体中（風や水流など）に置かれる（流体）機械は、この「渦」を極力発生しない形状を目指して流線型にデザインされます。私たちはこの渦を逆手に取った新しい発想で「風レンズ技術」をコア技術として「レンズ風車/マルチレンズ風車」を開発しました(図5を参照)。これらの技術は、大屋裕二特任教授を中心として、構造強度や安全性なども含めて、現在、小型および中型風車として実用化に成功しました。その後、それを用いた「浮体ファーム」へ発展を遂げています(図5を参照)。さらに、「ウィンドソーラータワー」の開発が開始され、現在は、九州大学エネルギー研究教育機構・再生可能エネルギー利用研究ユニット所属の渡

邊康一准教授が中心となって研究が行われています。

著者は乱流モデルLESに基づいたCFDアプローチにより、「数値風況予測モデル(RIAM-COMPACT/リアムコンパクト)」の開発を中心とした研究を行っています(図5を参照)。「数値風況予測モデル(RIAM-COMPACT/リアムコンパクト)」は、分散型電源としての小型・中型風車、集中型電源としての大型風車による風力エネルギーの需要拡大、災害リスク（台風、竜巻、火山ガス、大気汚染物質、山火事、花粉など）の低減、空の革命の実現（無人/有人ドローンの高密度運用）を研究テーマの柱とし、「人々の生活圏高度における局所的な風の流れ予想の高度化」を目指しています。

4. 風工学分野の様々な流れに対する研究の歴史

「レンズ風車/マルチレンズ風車」および「数値風況予測モデル(RIAM-COMPACT/リアムコンパクト)」を生み出した背景には、様々な流れに対する研究の歴史があります。「非流線型の物体（ブラフボディー）周りの流れ」に関する研究、「長大構造物などの耐風特性やフラッタ」に関する研究、「地表に近い大気に現れる風（大気境界層）」に関する研究などです。先に簡単に述べたように、これらの研究テーマに対して、室内実験（水槽/風洞）、数値流体シミュレーション(CFD)、野外観測により総合的にア

アプローチしてきました。

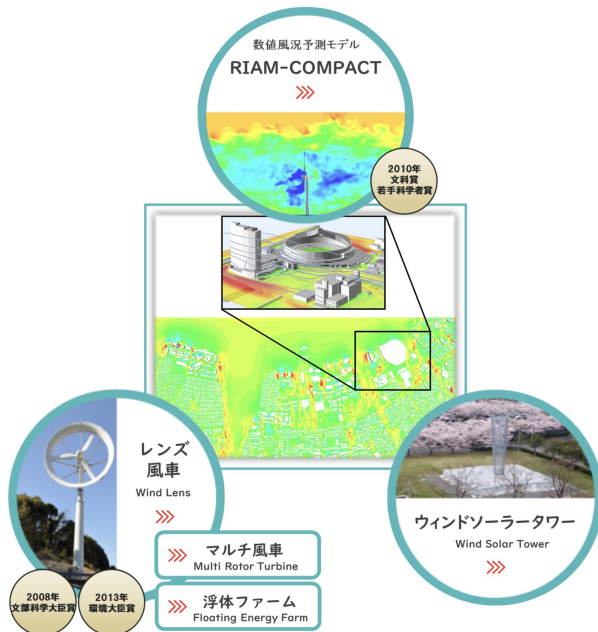
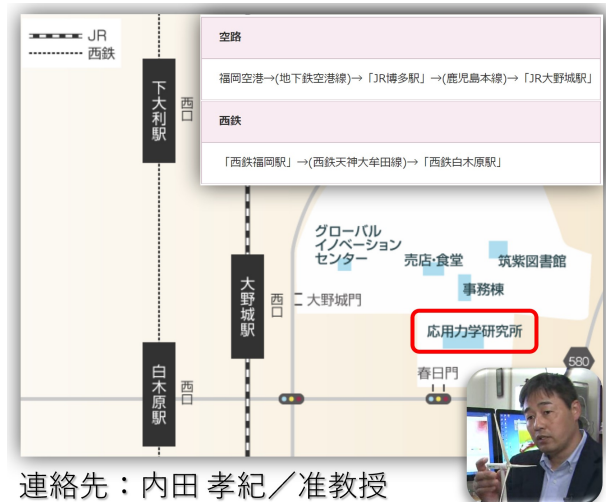


図5 風工学分野における最新の研究テーマ(三つの柱)

5. 風工学分野の将来構想

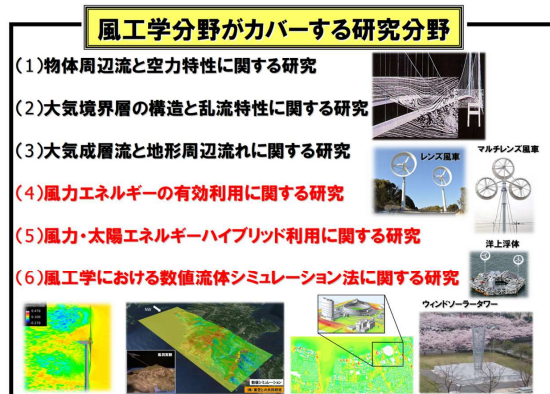
最後に、我々が目指す将来構想を図6に示します。これまで実施してきた全ての研究テーマは、実は密に関連しています。我々は、世界をリードする、学術から応用までを包含する風工学研究の拠点を目指します。



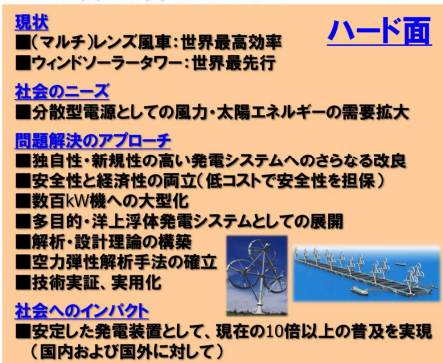
連絡先：内田 孝紀／准教授

TEL：092-583-7776, Mail：takanori@riam.kyushu-u.ac.jp

URL：https://www.riam.kyushu-u.ac.jp/windeng/



(研究分野(4)および(5)のさらなる展開へ)

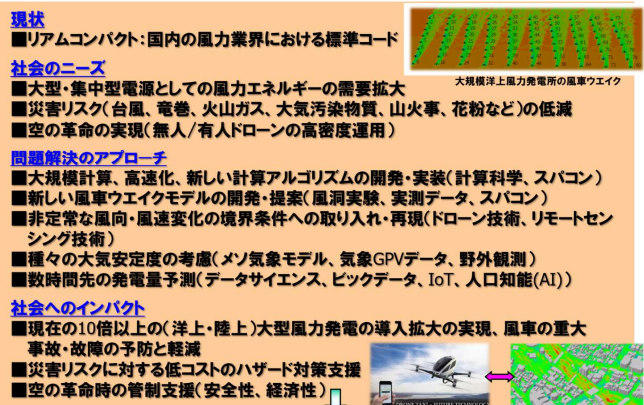


ソフト面

(研究分野(6)のさらなる展開へ)

超精密数値風況予測モデルの開発

～予測精度のさらなる追求と、オンタイム(リアルタイム)シミュレーションの実現へ～



◆世界をリードする「風工学研究(学術から応用まで)」の拠点化
◆「情報基盤研究開発センター附属風況オミクス計測・計算科学センター」、「エネルギー研究教育機構」との連携

図6 風工学分野の将来構想