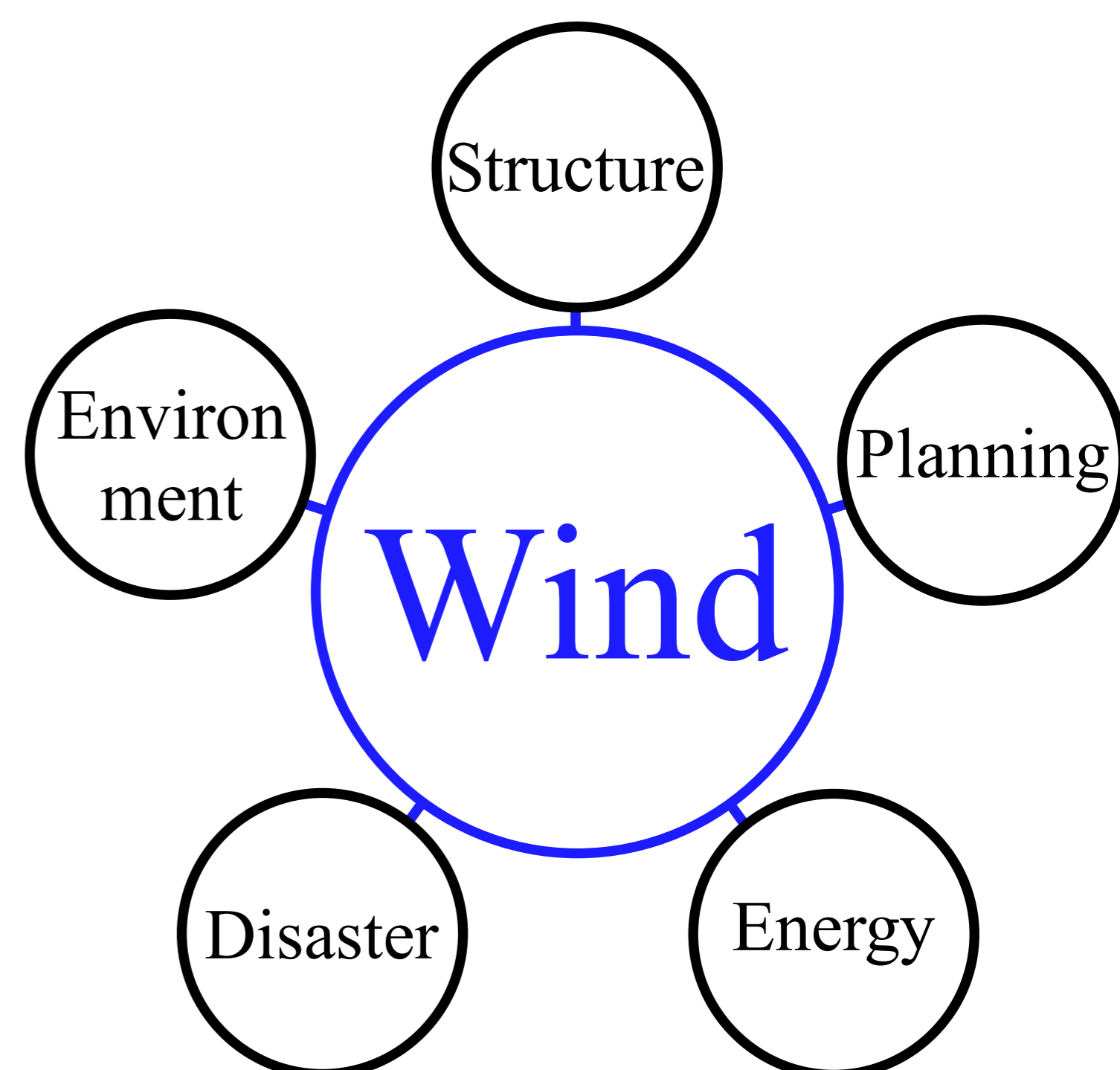


風 に関わる問題は、土木工学と同じように、私たちの周りに数々存在しています。たとえば、高層ビル街を歩けば、風が強く吹く場所と逆に弱い場所を感じる場合があります。ビル風問題や弱風問題と呼ばれるこれらの状況は建物の配置によって決まり、都市の再開発や都市計画と密接に関わる問題です。

2018年、2019年の2年連続で台風に伴う強風が日本全土に数々の爪痕を残しました。このような風災害の激甚化は、地球規模の気候変動の影響が顕在化し始めているのかもしれませんが、気候変動による強風頻度の増加は、構造物の風に関わる設計基準の見直しにもつながる、非常に重要な問題です。

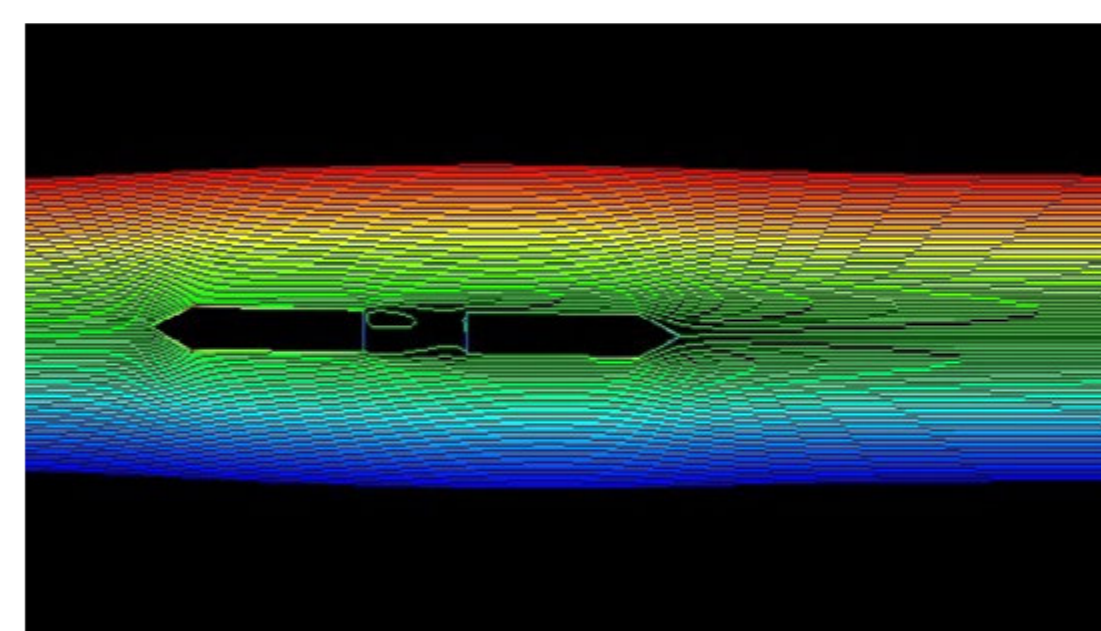
気候変動だけでなく、世界的なエネルギー問題にも風が重要なファクターであることは有名です。再生可能な風力エネルギーの利活用は、地球の未来を左右する大きな課題の一つです。

風工学(かぜこうがく)は、これらの問題すべてを扱う幅広い学際分野です。私たちの研究室では、構造物と風の関わりから、風環境、風災害、そして風力エネルギーまで、風に関わる諸問題を解決するための研究を進めています。

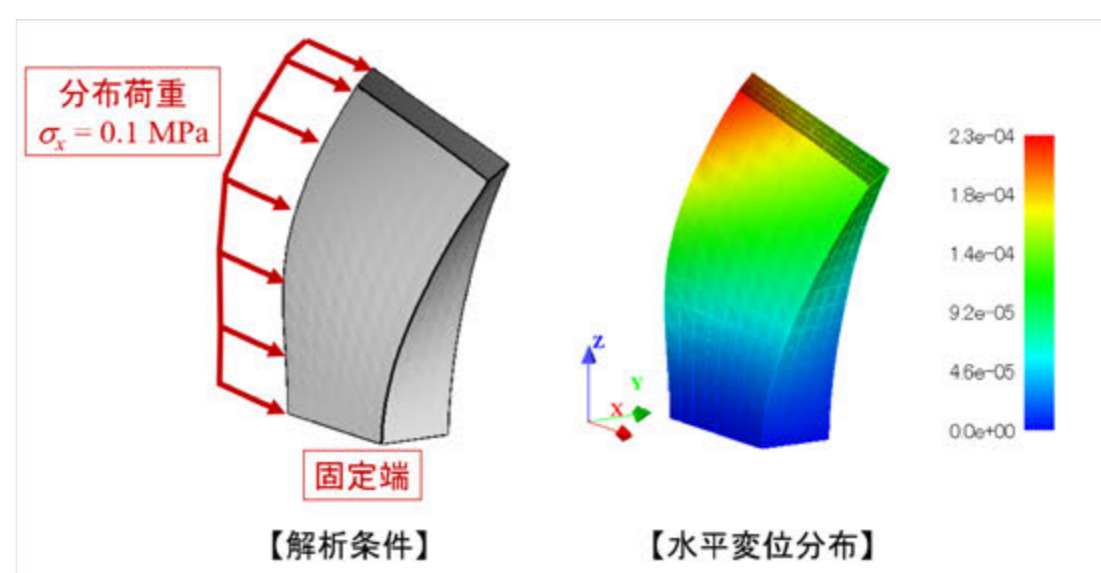


Research topics

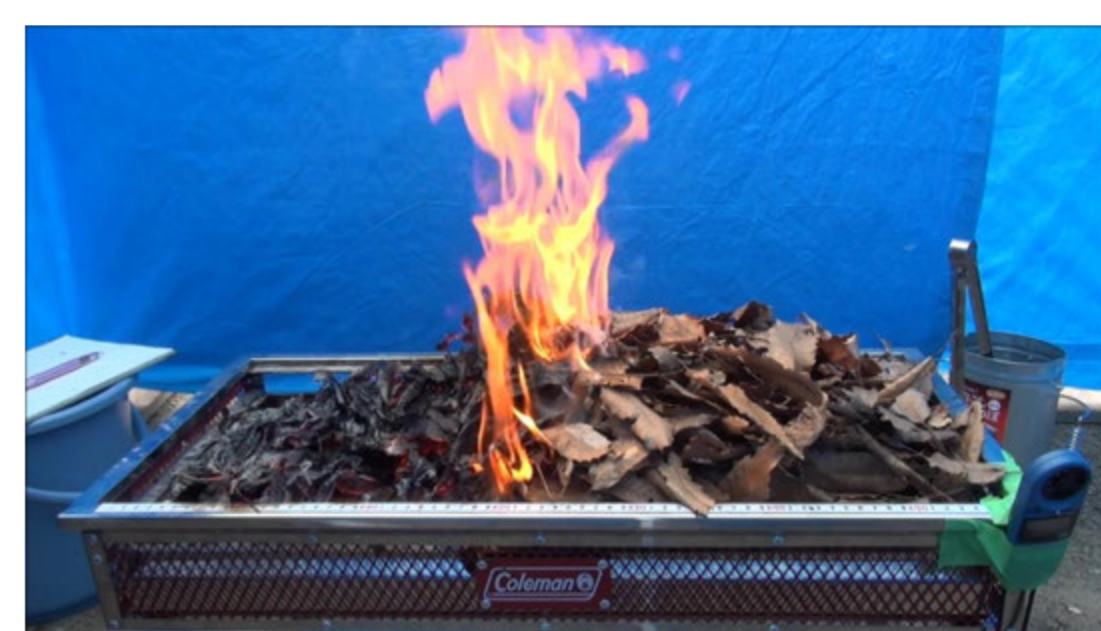
橋 は最も風の影響を考えなければならない土木構造物です。特に吊橋のような長く大きい橋(長大橋)は風の影響を無視することができません。従来の長大橋の設計は、風洞実験の実施を前提としたものでした。一方で昨今では、風工学の様々な問題に数値シミュレーションが活用されています。橋梁の耐風設計にも数値シミュレーションを十分導入できる状況にです。本研究室では、橋梁の耐風設計プロセスの中で、これまで風洞実験に基づいて検討されていたステップを、数値シミュレーション(CFD: Computational Fluid Dynamics)に置き換えるための解析条件の設定方法や、より効率的にシミュレーションを行うための解析手法の開発に関する研究を進めています。



数 値シミュレーションは、風工学の諸問題を解決する上で重要なアプローチです。風が構造物に作用して生じる変形や、構造物周辺の風の流れパターンによって励起させる振動などは、広く『流体構造連成問題』と呼ばれています。たとえば、強風による橋の振動や台風などの風災害において吹き飛ばされる屋根や瓦などの挙動が該当します。これらの中には風洞実験での検証すら困難な、複雑な現象があり、その検討には数値シミュレーションが有用です。一方で、風による構造物の挙動のシミュレーションは、構造物の形状を正確に表現することが重要です。本研究室では、CADで描かれた物体形状を厳密に表現できる『Isogeometric Analysis』を導入し、複雑な流体構造連成問題を高精度に解く数値シミュレーション法を開発しています。



火 災と風は密接な関係を持っています。2016年12月に発生した新潟県糸魚川市の大規模火災は、秒速20 m/sを超える強烈な風により延焼範囲が拡大し、大きな被害をもたらしました。風の影響で火災の延焼速度が増すことは広く知られていますが、風速何メートルで何倍の速度になるのかなど、基本的な事項から応用的な問題まで未解明な点が多く残されています。しかし、一般的な風洞実験室の中で火災の実験を実施することは困難です。そこで本研究室では、屋外でも実験が実施できるよう、ポータブルの風洞を製作し、かつ火災の実験ができる独自の実験装置を開発し、風速と火災の延焼速度を計測する実験などを進めています。さらに実験だけでなく、風と火災の連成問題を対象とした数値シミュレーション法の開発にも取り組んでいます。



観 測は風の特徴を把握する最も有効な手段です。本研究室では、駿河台キャンパス7号館の屋上にサンプリング周波数100 Hzの高性能な超音波風速計を設置し、都市部の常時風観測を行っています。そこから得られるデータは大変興味深いもので、これまで知られていなかった都市部の新たな風の特徴が得られつつあります。一方で、高性能な風速計から得られるデータ量は膨大です。たとえば1秒間で100、1分間で6,000に上るデータが得られます。これら一つ一つを直接チェックすることは不可能です。そこで、AIを導入し、取得したデータを自動的に判別するシステムや、観測したデータに基づいて予測される直近の風の変動データを推定する方法などの研究を進めています。



発 電も風工学の一つの重要なテーマです。いま洋上風力発電が注目されていますが、プロペラ型風車は大型で、かつプロペラ自体が風の流れを乱す関係で、すぐ後ろに次の風車を設置することができません。おおよそ風車直径の約10倍程度下流側まで離れないと効率よく発電しません。したがって、プロペラ型風車を多数配置するウインドファームは広大な面積が必要となります。本研究室では、物体下流側に形成される乱れた流れ(ウェイク)に着目し、ウェイク中に複数の振動子を直列に配置し、それらが激しく振動する現象を利用した『ウェイクギャロッピング発電』と称する発電方法を考案しました。現在、ウェイクギャロッピング発電に関する特許を取得し、実用化に向けた研究を進めています。

