



## 日本型風車ウエイクモデルの社会実装の実現に向けて

～ジャパン・リニューアブル・エナジー(株)、東京ガス(株)とJSTのA-STEPの産学共同(本格型)に採択～

九州大学応用力学研究所の内田孝紀准教授は、ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社と東京ガス株式会社とともに、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のA-STEP産学共同(本格型)に採択されました。2022年10月1日より、「洋上ウインドファームの採算性と耐久性の最適設計に資する日本型ウエイクモデルの開発と社会実装」というプロジェクト名で研究開発が開始されます(※1)。本プロジェクトでは、現在実施中の研究プロジェクト(※2)をさらに加速・発展させ、応用力学研究所発の風車ウエイクモデルの社会実装の実現に向けた研究開発を行います。

本プロジェクトのコア技術は、内田准教授が開発している「数値風況予測モデル・リアムコンパクト(※3)」と、「CFDポーラスディスク・ウエイクモデル(※4)」です。これらはすべて純国産技術であり、前者の「数値風況予測モデル・リアムコンパクト」は、陸上(山間部)での風力発電に対して既に多くの実績を有しています。後者の「CFDポーラスディスク・ウエイクモデル」は、洋上風力発電における最重要検討課題である複数の風車ウエイクの相互干渉現象を、風力発電事業者の立場から予測可能です。

日本特有の自然条件(地形・気象・海象)に適合した日本型の洋上風力発電(沿岸/沖合/着床/浮体)を早期にかつ適切に実現するためには、大学と複数の企業が産学連携スキームで一丸となり、スピード感をもって研究開発に取り組むことが重要です。本プロジェクトでは、響灘ウインドエナジーリサーチパーク合同会社が所有する福岡県北九州市響灘地区の風力発電設備を対象とし、スーパーコンピュータによる風車ウエイクシミュレーション、大型風洞設備を用いた風車模型実験、リモートセンシング技術(鉛直ライダー)やUAV(ドローン)を用いた野外計測、風車操業データの分析を総合的に実施します。これらを通じて、未だ謎の多い風車ウエイク現象を正確に理解し、以下2項目の予測精度の高度化と社会実装を実現します。さらに、一連の研究成果を足掛かりに、風車ウエイクを積極的に制御することで洋上ウインドファーム全体の発電量を向上させ、風車の故障リスクを低減する手法の構築を目指します。

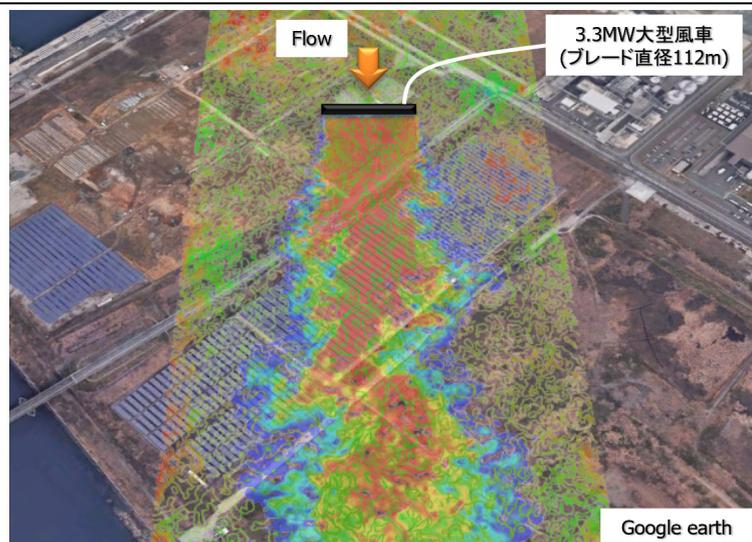
- CFDポーラスディスク・ウエイクモデルを用いて予測した風車年間発電量が、実測データに対して相対誤差率10%以内の精度(流体力学的アプローチ)
- AIを用いた風車ウエイクモデル(※5)を用いて予測した風車年間発電量が、実測データに対して相対誤差率10%以内の精度(データサイエンス的アプローチ)

### 研究者からひとこと：

九州大学応用力学研究所・ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社・東京ガス株式会社は、産学連携スキームにより日本の環境に適した、日本の技術による、日本型大規模洋上ウインドファームの実現を目指します。



内田孝紀 准教授



(参考図)「CFDポーラスディスク・ウエイクモデル」の改良による風車ウエイクの再現事例/応用力学研究所が所有するスーパーコンピュータSX-Aurora TSUBASAによる大規模並列計算

※1 九州大学、ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社、東京ガス株式会社によるプロジェクト採択について

【機関名】 国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)

【制度名】 研究成果展開事業(研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP))

【公募名】 A-STEP 産学共同(本格型) 令和4年度公募

【課題名(課題番号: JPMJTR221C)】

洋上ウインドファームの採算性と耐久性の最適設計に資する日本型ウエイクモデルの開発と社会実装

【研究期間】 2022年10月1日～2025年3月31日

【JSTのプレスリリース】 <https://www.jst.go.jp/pr/info/info1575/index.html>

※2 九州大学、ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社、東京ガス株式会社によるプロジェクト採択について

【機関名】 国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)

【制度名】 研究成果展開事業(研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP))

【公募名】 A-STEP 産学共同(本格型) 令和3年度公募

【課題名(課題番号: JPMJTR211C)】

洋上風力発電の採算性と耐久性の最適設計に資する日本型ウエイクモデルの開発と大型商用風車を活用した精度検証

【研究期間】 2021年10月1日～2023年3月31日

【JSTのプレスリリース】 <https://www.jst.go.jp/pr/info/info1520/index.html>

※3 「数値風況予測モデル・リアムコンパクト」について

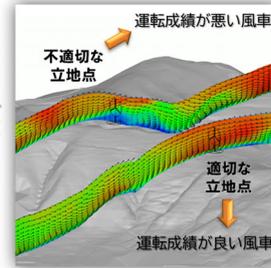
**数値風況予測モデル・リアムコンパクトとは**

陸上風車  
の実績多数

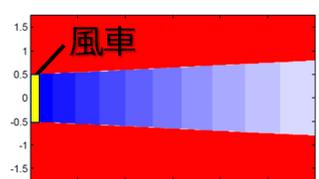
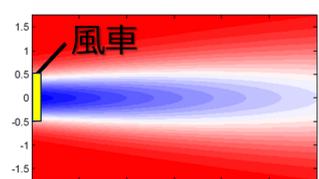
- 数値流体力学(Computational Fluid Dynamics: CFD)に基づいたコンピュータシミュレーション技術

流体の運動に関する方程式(連続の式、ナビエ・ストークス方程式およびその派生方程式)をコンピュータで解くことによって流れを予測する数値シミュレーション手法のこと

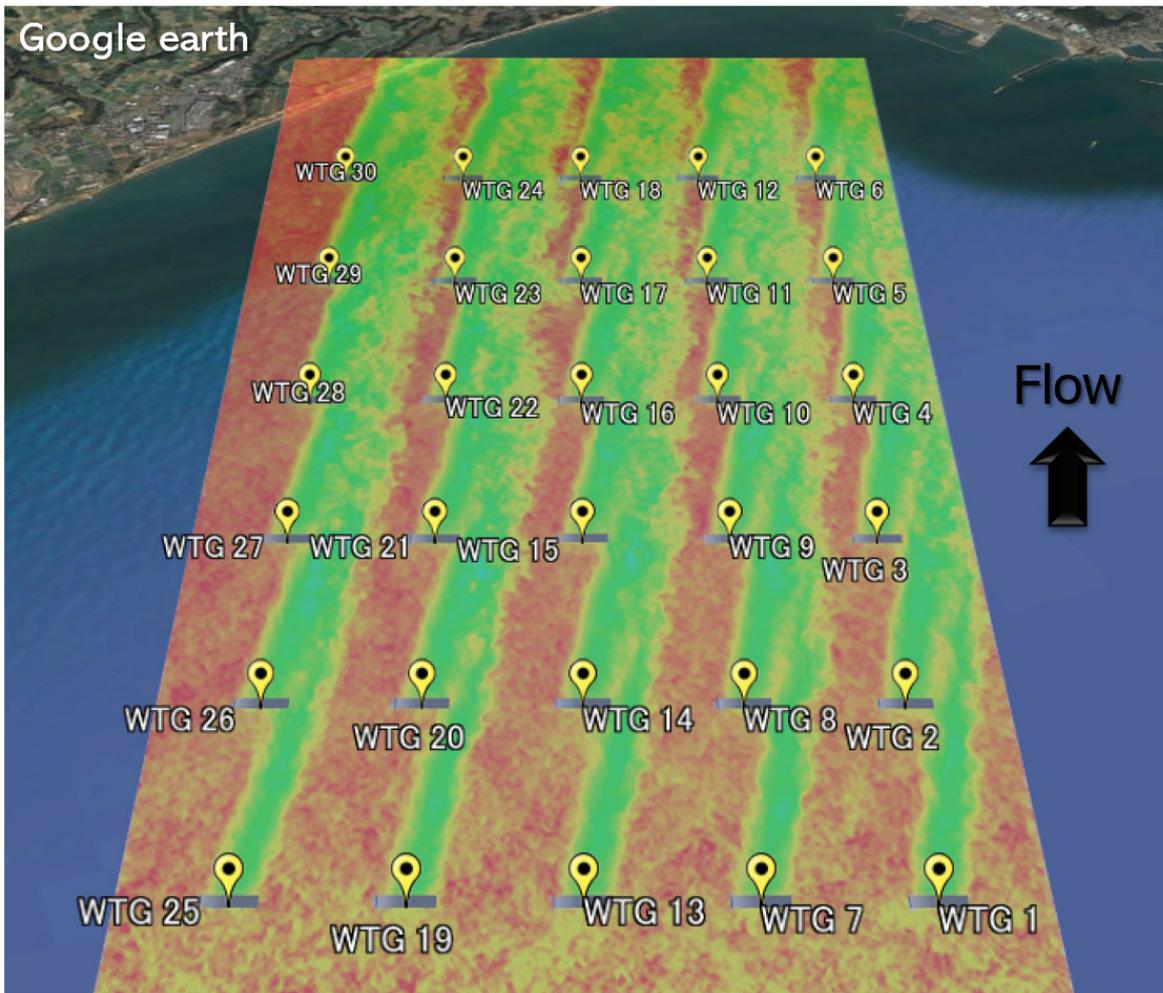
- 1996年(博士課程進学)～現在2021年: 25年の開発の歴史
- 2003年11月: 実用化に成功、現在まで100～のユーザを獲得



※4 「CFDポーラスディスク・ウエイクモデル(特許出願済)」について

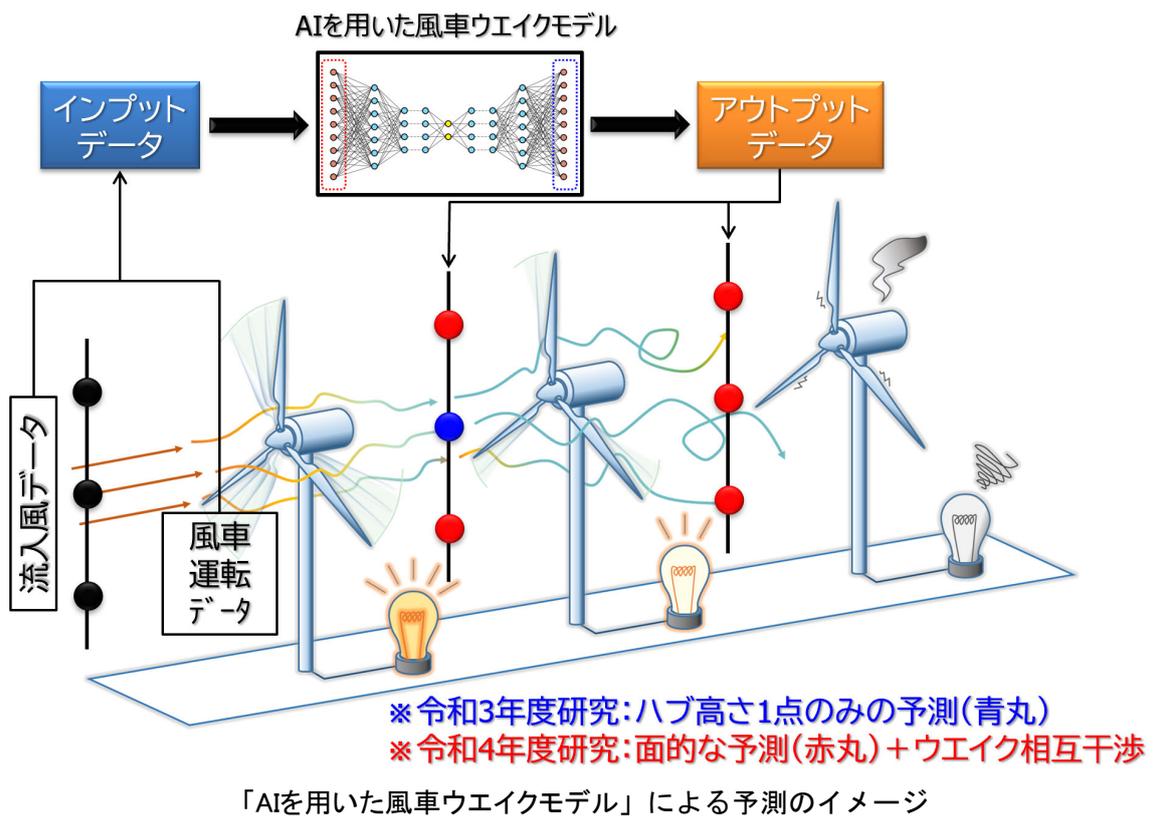
欧米型ウエイクモデル(線形理論モデル)	日本型ウエイクモデル(CFD ポーラスディスク・ウエイクモデル)
	
<p>【既存技術の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 計算負荷は抑えられているが、風車ウエイクの相互干渉現象の再現は不可能</li> <li>● ウインドファーム全体での発電量予測の精度が著しく低下する</li> </ul>	<p>【本技術の新規性・獨創性】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 計算負荷も抑えられており、一般的なWindows搭載PC1台で操作可能</li> <li>● ウインドファーム全体での風車ウエイクの相互干渉現象を高精度に再現可能</li> <li>● ウインドファーム全体での発電量予測や風車故障リスクを高精度に評価可能</li> </ul> <p style="font-size: 10px; color: blue;">経済的インパクト: 風車ウエイクの相互干渉現象を正しく予測できることで、洋上風力発電所1サイトあたり、数十～数百億円の収益獲得へ繋がる可能性が大</p>

「ウエイクモデル」の比較



「CFDポーラスディスク・ウエイクモデル」の改良によるウエイク相互干渉現象の再現事例

※5 「AIを用いた風車ウエイクモデル(特許出願済)」について



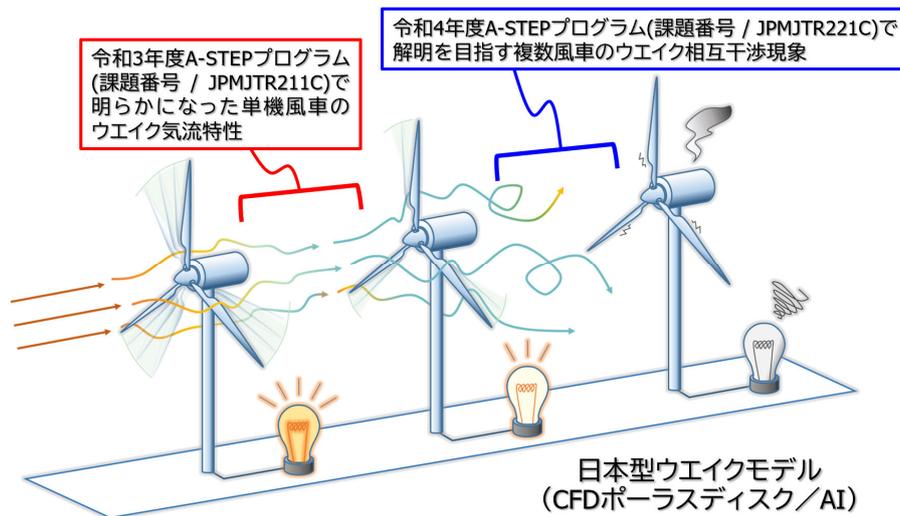
【研究概要など】



2022.8.29  
(ドローンによる撮影)

Vestas社製 3.3MW大型風車(洋上設置タイプ)、平成30年1月1日運転開始  
 ■最大到達点 140m、■ハブ高 84m、■ブレード直径 112m

本プロジェクトの研究の舞台である、響灘ウインドエネルギーリサーチパーク合同会社が所有する福岡県北九州市響灘地区の風力発電設備の写真



本プロジェクトで解明を目指す複数風車のウエイク相互干渉現象のイメージ

【役割分担】

 <p><b>九州大学</b> 九州大学応用力学研究所</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 精密な模型風車を用いた風洞実験</li> <li>■ 模型風車・実機風車を対象としたスーパーコンピュータによる再現計算</li> <li>■ CFDポーラスディスク・ウエイクモデルの高度化</li> </ul>
 <p>ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社 Japan Renewable Energy Corporation</p> <p>ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 実機風車の運転データ(操業データ)の分析</li> <li>■ 実機風車を対象としたウエイク現象の把握 (鉛直ライダーおよびドローンによるウエイク計測、ウエイクの可視化)</li> </ul>
 <p>エネルギー・フロンティア <b>TOKYO GAS</b> 東京ガス株式会社</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AIを用いた風車ウエイクモデルの開発</li> <li>■ 実機風車を対象としたウエイク計測とデータ分析</li> </ul>

## 【参考文献】

雑誌名	energies 2020, 13, 3197 (2020年6月19日オンライン掲載)
論文名	A New Wind Turbine CFD Modeling Method based on a Porous Disk Approach for Practical Wind Farm Design
著者名	Takanori UCHIDA, Yoshihiro TANIYAMA, Yuki FUKATANI, Michiko NAKANO, Zhiren BAI, Tadasuke YOSHIDA and Masaki INUI
DOI	<a href="https://doi.org/10.3390/en13123197">https://doi.org/10.3390/en13123197</a>

雑誌名	energies 2021, 14, 2101 (2021年4月9日オンライン掲載)
論文名	Doppler Lidar Investigations of Wind Turbine Near-Wakes and LES Modeling with New Porous Disc Approach
著者名	Takanori UCHIDA, Tadasuke YOSHIDA, Masaki INUI and Yoshihiro TANIYAMA
DOI	<a href="https://doi.org/10.3390/en14082101">https://doi.org/10.3390/en14082101</a>

雑誌名	Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Volume 220 (2021年12月16日オンライン掲載)
論文名	Effects of continuously changing inlet wind direction on near-to-far wake characteristics behind wind turbines over flat terrain
著者名	Takanori Uchida, Yves Gagnon
DOI	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jweia.2021.104869">https://doi.org/10.1016/j.jweia.2021.104869</a>

雑誌名	Wind Engineering (2022年7月18日オンライン掲載)
論文名	Numerical visualization of wind turbine wakes using passive scalar advection-diffusion equation and its application for wake management
著者名	Takanori Uchida, Susumu Takakuwa, Keiichiro Watanabe, Seiya Hasegawa, Yoshitaka Baba, Reo Murakami, Masahide Yamasaki and Kunihiro Hidaka
DOI	<a href="https://doi.org/10.1177/0309524X221113011">https://doi.org/10.1177/0309524X221113011</a>

雑誌名	Proceedings of WCCM-APCOM YOKOHAMA 2022 (2022年8月)
論文名	Developments in Wind Turbine Wake Modeling based on Machine Learning
著者名	Masahide Yamazaki, Takanori Uchida, Kunihiro Hidaka, Reo Murakami, Yoshitaka Baba, Susumu Takakuwa
DOI	<a href="https://doi.org/10.3390/en14082101">https://doi.org/10.3390/en14082101</a>

## 【学会発表】

最新の研究成果は、2022年12月に開催予定の第44回風力エネルギー利用シンポジウム(科学技術館、東京)にて発表予定です(<https://jwea.exblog.jp/32147279/>)。

日本型ウエイクモデルの開発と大型商用風車を用いた実証研究

- その1. CFDポーラスディスク・ウエイクモデルによる数値予測—
- その2. 風車モデルによる風洞実験—
- その3. SCADAデータと鉛直ライダーによるウエイク分析—
- その4. 機械学習モデルによる数値予測—

**【お問い合わせ先】**

**【研究全体】**

九州大学 応用力学研究所 風工学分野 准教授

内田 孝紀（うちだ たかのり）

Tel : 092-583-7776

Mobile : 080-3954-5631

Fax : 092-583-7779

Mail : takanori@riam.kyushu-u.ac.jp

**【ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社】**

広報CSR部

Tel : 03-6455-4905

Fax : 03-6455-4901

Mail : pr@jre.co.jp

**【東京ガス株式会社】**

<https://www.tokyo-gas.co.jp/news/press/20221003-01.html>