



## 応用力学研究所発の数値風況予測技術で風車ウエイク研究をさらに加速

～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。2021年10月1日より、「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」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、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活用して行う計画です。

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(※2)」と、「CFDポーラスディスク・ウエイクモデル(※3)」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、洋上風力発電の普及に不可欠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正確に予測可能であり、関連する研究成果は国際学術雑誌「energies」に掲載され、カバーデザインにも選定されました(2021年4月)。

日本の技術による、日本の環境に調和した、日本版洋上風力発電(沿岸/沖合/着床/浮体)を早期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。風車ウエイク現象の謎を解明し、本研究のコア技術である二つの数値モデルの予測精度を検証するため、スーパーコンピュータによる大規模数値シミュレーション、大型風洞設備を用いた風車模型実験、ライダー等のリモートセンシング技術を用いた野外計測、風車操業データの分析を通じて、実風速5~10m/s相当の風況(風速欠損量)のデータベースを整備することを本プロジェクト達成目標としています。さらに、上記を足がかりとし、以下2項目の実現を検討します。

- 物理モデルに基づいて構築された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モデルに基づいて構築された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(コンピュータサイエンス的アプローチ)

※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>

【役割分担】

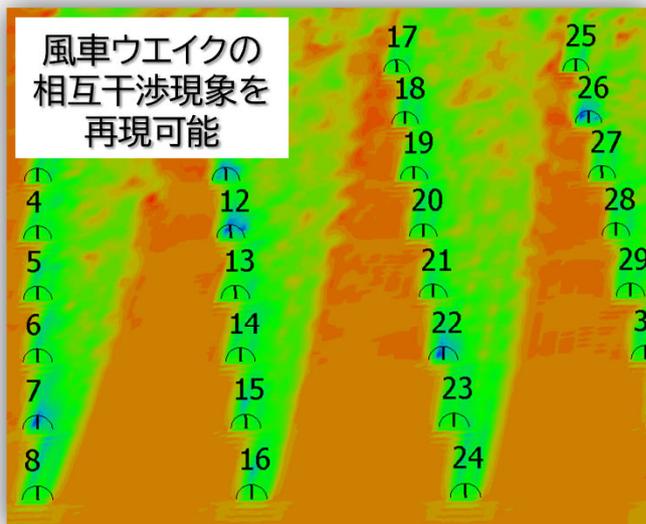
|   |  |
|---|--|
|  <p><b>九州大学</b><br/>九州大学応用力学研究所</p>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 風洞施設を用いた風車模型実験 (気流計測・ウエイクの可視化など)</li> <li>■ 上記を模擬したスーパーコンピュータによる再現シミュレーション</li> <li>■ 本プロジェクトにおけるコア技術である「CFDポラスディスク・ウエイクモデル (物理モデル)」の高度化</li> </ul> |
|  <p>ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社<br/>Japan Renewable Energy Corporation</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ドップラーライダーを用いた実機風車のウエイク計測</li> <li>■ 実機風車の操作データ分析</li> </ul>   |
|  <p>エネルギー・フロンティア<br/><b>TOKYO GAS</b><br/>東京ガス株式会社</p>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 風洞実験、数値シミュレーション、野外計測データへの機械学習の適用 (AIモデルの提案)</li> </ul>  |

【研究概要など】

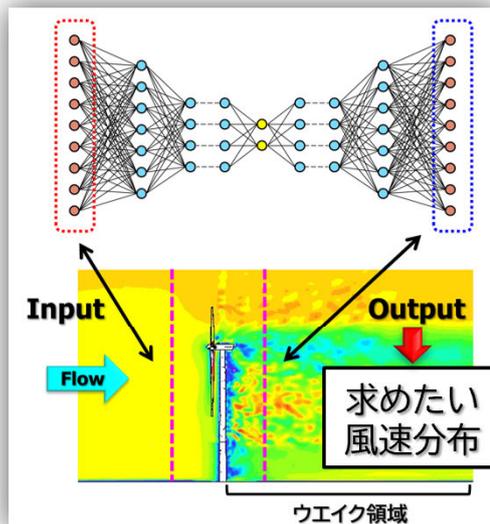


**【本プロジェクトにおける目標】**  
 風車ウエイク現象の謎を解明し、数値モデルの予測精度を検証するため、スパコン計算、風洞実験、野外計測(風車操業データを含む)から、**実風速5~10m/s相当の風況(風速欠損量)データベース**を整備。

**【上記を足がかりとして以下2項目の実現を検討する】**  
 物理モデルに基づいて構築された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モデルに基づいて構築された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 (コンピュータサイエンス的アプローチ)**



流体力学的アプローチ  
(日本型ウエイクモデル: 物理モデル)



コンピュータサイエンス的  
アプローチ(AIモデル)

※2 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

※3 CFDポーラスディスク・ウエイクモデルについて

デンマークのオフショア・ウィンドファーム(大規模洋上風力発電所)である「Horns Rev1(2MWの大型風車が80基設置)」を対象としたエンジニアリング・ウエイクモデル(従来技術)と、我々の独自技術であるCFDポーラスディスク・ウエイクモデルとの比較を示します。実現象と比較して、従来技術であるエンジニアリング・ウエイクモデル(Park Model)は、風車ウエイクの相互干渉の再現が困難であることが分かります。一方、我々の独自技術であるCFDポーラスディスク・ウエイクモデルでは、実現象で観察される風車ウエイクの相互干渉が再現可能であることが視覚的に分かります。

# 風車ウエイクモデルの比較—従来技術と我々の独自技術との比較—

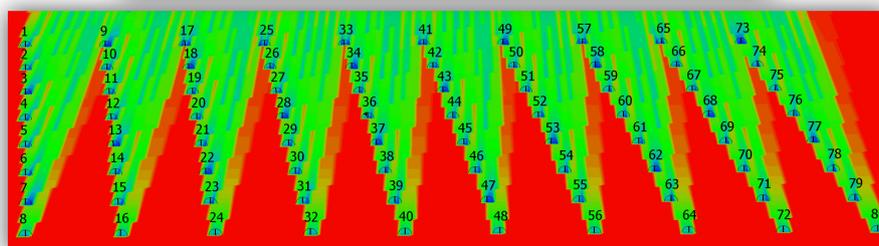
風車ウエイクが霧で可視化された事例



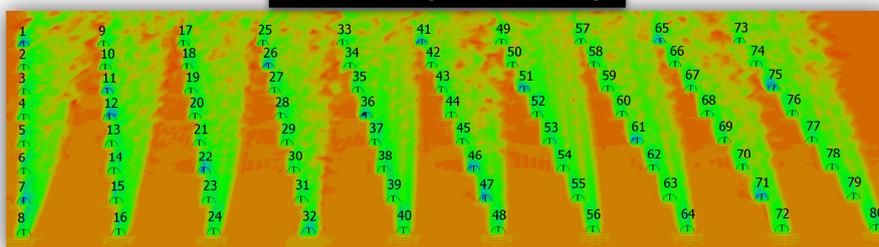
実現象

デンマークHorns Rev 1  
洋上風力発電所  
(2002年運開,  
2MW風車×80台)

↑  
Flow  
Direction



従来技術(パークモデル)



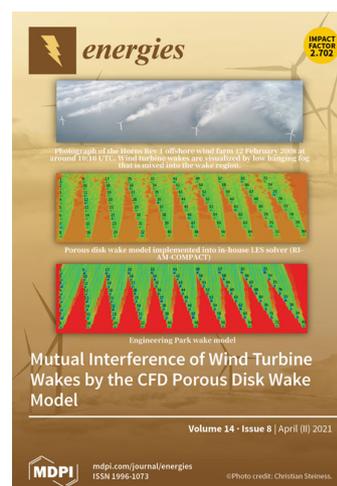
我々の独自技術(CFDポーラスディスク・ウエイクモデル)

## 【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>                    |

※ 上記の論文は、下記に示すように、「Issue 8, Volume 14」の  
カバーデザインにも選ばれました。



**【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

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】**

広報部 報道グループ

Tel : 03-5400-7675

Fax : 03-3437-9130

Mail : koho-hodo@tokyo-gas.co.jp