

大規模洋上ウィンドファームにおける 風車ウエイクの相互干渉現象の力学機構解明

課題責任者

内田 孝紀 九州大学応用力学研究所

キーワード：洋上ウィンドファーム，風車ウエイク，相互干渉，力学機構解明

1. はじめに

一般的に、風車ブレードの回転に伴い、その下流側には広範囲にわたり、風車ウエイクと呼ばれる風速の欠損領域が形成される。現在、日本各地の沿岸域で検討が開始されている着床式の大規模洋上ウィンドファームでは、風車ウエイクが相互に干渉し、下流側の風車群に直接的な影響を与えることを考慮しなければならない。本研究では、ドイツで初めてのオフショア・ウィンドファーム（大規模洋上風力発電所）である「Alpha Ventus Offshore Wind Farm」を対象としウエイクシミュレーションを実施した(図1を参照)[1].

2. LESによる風車ウエイクシミュレーション

本研究では、図2に示すように7号機風車のウエイク領域内の風速分布(風車ハブ高さ)に関して、実測データ[2]と比較した。本計算では風向を固定した場合と水平断面内において風向を周期的に変化させた場合を検討した($\alpha = 0, 2.5, 5.0, 6.25, 7.5, 10.0$ deg の計6ケース)。図3には、風向変化 $\alpha = 6.25$ degにおける計算結果(風車ハブ高さにおけるスカラー水平風速の可視化)を示す。図3(a)に示す瞬間場に注目すると、風車下流に形成されたウエイクは大きく蛇行し、揺らいでいる様子が見て取れる。こうした非常なウエイク挙動を反映して、図3(b)に示す時間平均場の結果では、風車下流に向かってウエイク領域が水平方向に徐々に拡大する結果が得られている。風車ハブ高さ(91.5m)におけるスカラー平均風速の比較した結果、周期的に変動させる風向角度を徐々に増加させることで、実測値の傾向に近づくことが示された。

3. おわりに

本報では、実スケールの「Alpha Ventus Offshore Wind Farm」を対象とし、ウエイクシミュレーションの結果を紹介した。特に、7号機風車に着目したウエイクシミュレーションでは、流入風の周期的変動を考慮する手法が実測値の挙動を再現するのに非常に有効であることが明らかになった。今後は複数の風車群を対象に、風車ウエイクの相互干渉現象の解明を目指す。

謝辞

本研究は、文科省の「富岳」成果創出加速プログラム「スーパーシミュレーションとAIを連携活用した実機クリーンエネルギーシステムのデジタルツインの構築と活用」に加え、JST 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 産学共同(本格型) JPMJTR221C, JPMJTR211C, JSPS 科研費 21H01574 の支援を受けた。ここに記して感謝の意を表します。

文献

1. 内田 孝紀, 小野 謙二, 飯田 明由, 吉村 忍, 加藤 千幸, 山出 吉伸, 今村 博, 植田 祐子, スパコン版リアムコンパクトによる風車ウエイクの相互干渉に関する大規模数値シミュレーション—ウエイク領域内の平均風速欠損量の予測精度検証—, 日本風力エネルギー学会論文集, Vol.45, No.4, pp.71-82, 2022
2. Gallacher, Daniel and More, G., Lidar measurements and visualisation of turbulence and wake decay length, European Wind Energy Association Conference and Exhibition 2014, EWEA 2014.

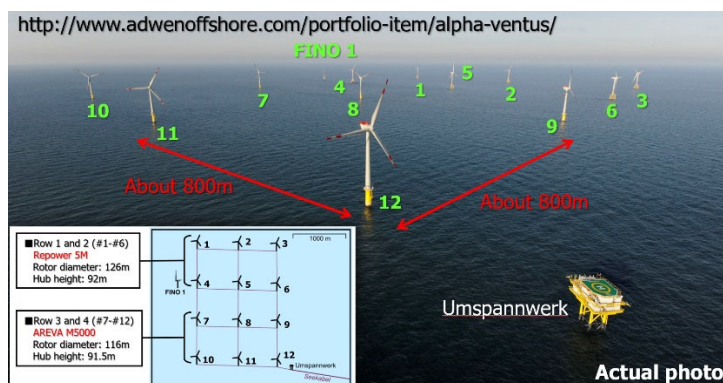


図1 ドイツで初めてのオフショア・ウィンドファームである Alpha Ventus Offshore Wind Farm

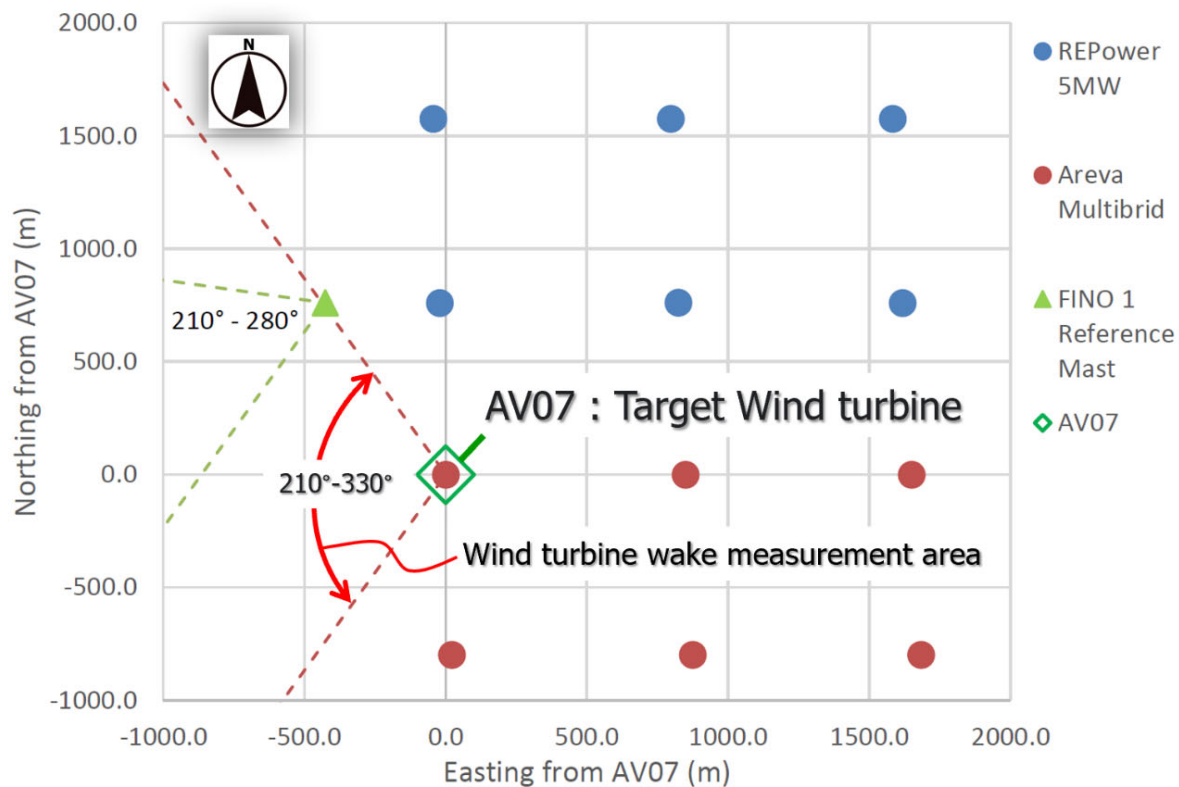


図2 実スケールのAlpha Ventus Offshore Wind Farmのレイアウト

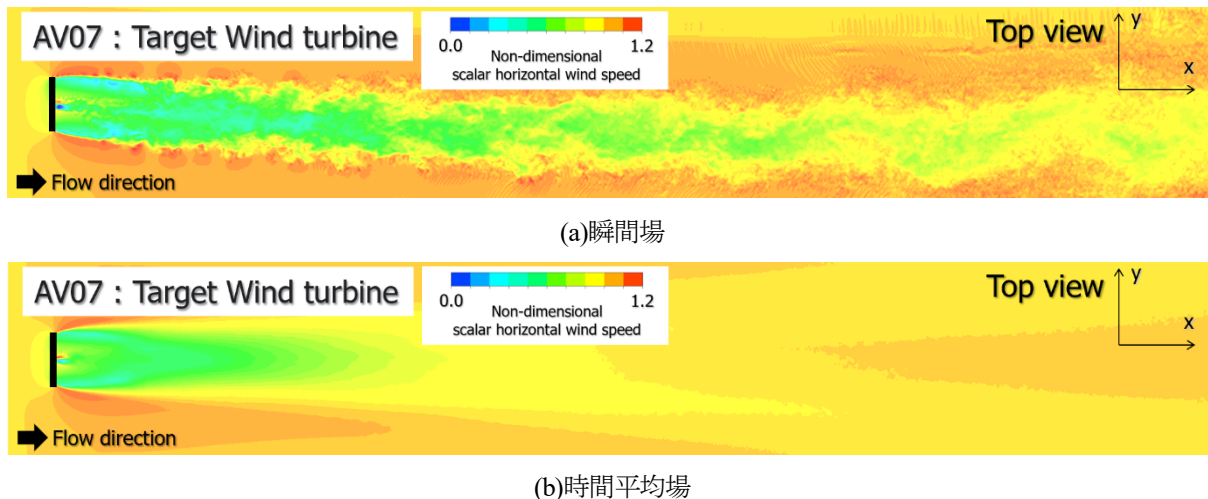


図3 実スケールのAlpha Ventus Offshore Wind Farmの7号機風車を対象にした計算結果,
風向変化 $\alpha = 6.25 \text{ deg}$