

風力発電所の風況シミュレーション —メソスケール気象シミュレーションとの連成—

研究・開発機関 : 大阪ガス株式会社
 利用施設 : 自社計算サーバ (Xeon 6248クロック 2.5GHz)、FOCUSスパコン
 計算規模 : 200並列での計算時間は約2日間/ケース
 利用ソフトウェア : WRF、OpenFOAM

Before

- 風力発電所の稼働効率に大きく影響を与える、ある場所の風の吹き方を風況と呼びます。風況シミュレーションでは、当該地周辺の地形をモデル化して、上流側に何らかの風速分布を与え、数値流体シミュレーションを行う方法が主流となっています。
- しかし、それだけでは気象条件の違いによる風車挙動を適切に捉えられない場合があります。

After

- 急速に発達する低気圧や集中豪雨などの現象が対象に含まれる、メソスケール気象シミュレーションプログラムWRFと数値流体シミュレーションプログラムOpenFOAMを連成し、気象条件を反映しつつ、風車付近の地形も考慮する局所風況シミュレーションを開発しました。
- これにより、さまざまな気象条件における風車の挙動を計算することが可能となりました。

背景と目的

政府が掲げる2050年カーボンニュートラル(温室効果ガスの排出量と吸収量の均衡)を実現するために、再生可能エネルギー発電(以後「再エネ」)は、ますますその重要性を増しています。なかでも風力発電は、陸上洋上ともに、今後、設置数が増えていくことが見込まれています。風力発電所を新たに建設するには、立地の検討や事業性の評価のために、観測マストやドップラーライダーと呼ばれる機器などで現地の風況を計測するとともに、風況シミュレーションの活用で長期的な発電量の期待値が予測されます。さらに今後、再エネの大量導入が進むと、電力系統安定化のため、数時間から数日先の発電出力を事前に予測することも重要になってきます。

日本における陸上風力発電所は、山地に立地するものが多く、風力発電所の風況は地形の影響を受ける場合が多々あります。そのため、風力発電所周辺地形を比較的細かな計算メッシュによりモデル化して、計算領域の上流側に何らかの風速分布を与え風況を計算する、数値流体シミュレーションが行われることが一般的です。

しかしその方法では、同じ風向からの風でも気象条件による違いを適切に反映することが困難で、日々の天気の変化に左右される事前の出力予測にも対応することができず、新しい手法が望まれていました。



図1 陸上風力発電所の例

■ 利用成果

解析手法

気象シミュレーションプログラムWRF (Weather Research and Forecasting Model) と数値流体シミュレーションプログラムOpenFOAMを連成させて、気象条件の変化と風車付近の細かな地形も計算に反映できるようにしました。

WRFは、米国の研究機関および大学のグループが開発しているオープンソースのメソスケールの気象シミュレーションプログラムです*。今回は、解像度約20kmの気象データ(気象庁全球数値予報モデルGPV:日本域GSM)を初期条件・境界条件として、2度のネスティング(計算領域を入れ子状に狭め内側の領域をより細かく計算し、外側と内側の整合を取りながら計算結果を得る手法)を行い、解像度2kmまでダウンスケールという手法を用いて空間を細かく表現し、メソスケール気象シミュレーションを行いました。

次に、その結果を初期条件・境界条件として、OpenFOAMを用い、LESモデル(Large Eddy Simulation:乱流モデルのひとつ)による局所風況シミュレーションを行いました。ここでの、風車付近の最小空間解像度は10mとしました。以上の手順で行ったシミュレーションの流れを図2に示します。

解析事例

計算事例として、当社グループが運営する風力発電所を対象とした解析を行いました。事前に図3のように、風車に加わる荷重を把握するため、風車内部にひずみゲージを取り付けて計測し、大きな荷重が加わったタイミングを特定し、その時間帯を対象としてメソスケール気象、局所風況シミュレーションを行い、図4のように、風車中心高さの左右で風速分布に偏りが発生する結果が得られました。詳細データは割愛しますが、これにより、風車を特定の方向に押そうとする計測された荷重のかかり方と、計算された風況が対応していることが確認できました。また、比較のため気象モデルと風況を連成させないシミュレーションも行ったところ、このような風速分布の偏りは発生しませんでした。このことは、気象シミュレーションから初期条件・境界条件を与えることが有意であることを裏付けるものと考えられます。風速分布の一例を図5に示します。

弊社では各種シミュレーションを行っており、必要に応じてFOCUSスパコンなど外部計算資源も活用しています。

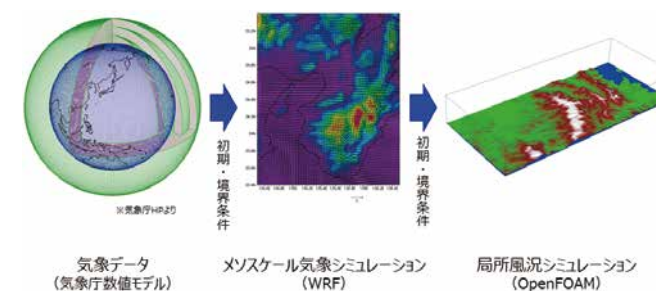


図2 シミュレーションの流れ



図3 風車の荷重計測

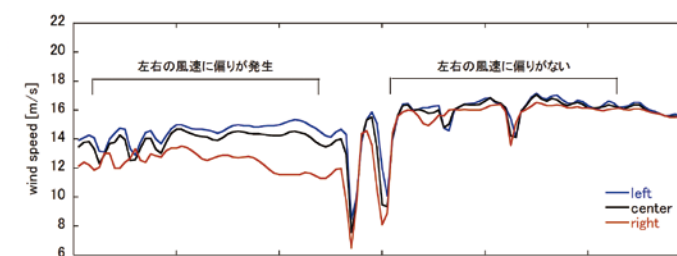


図4 シミュレーションによる風車中心高さでの風速時間変化

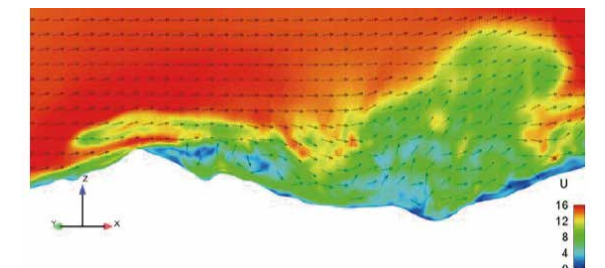


図5 風速分布 (垂直断面)