

風力発電立地地点の景観に係わる可視解析及び 流体工学モデルRIAM-COMPACT®を用いた地形乱流評価*1 Landscape Analysis and Turbulent Flow Analysis By Using RIAM-COMPACT® CFD Model in WTG Location Points

○川島 泰史*2, 内田 孝紀*3, 荒屋 亮*4, 藤本 弘明*5, 山下 晃太*6

Yasushi KAWASHIMA, Takanori UCHIDA, Ryo ARAYA, Hiroaki FUJIMOTO and Kota YAMASHITA

1. 緒言

実地形版RIAM-COMPACT®ソフトウェアは、九州大学発ITベンチャー企業の(株)リアムコンパクトを中心に西日本技術開発(株)、(株)環境GIS研究所、(株)FSコンサルティングが開発が進められている。本ソフトウェアのコア技術は、著者の一人である内田博士を中心に開発され、(株)産学連携機構九州(九大TLO)から(株)リアムコンパクトが独占的ライセンス使用許諾を受けている。

我々のグループでは実地形版RIAM-COMPACT®ソフトウェアによる精密な風況評価(ウインドリスク評価)技術と景観影響評価技術を連携し、効率的に風車配置検討を実施している。特に九州管内において風況が良好とされている鹿児島県では、本年4月1日より「風力発電施設の建設等に関する景観形成ガイドライン」(以下、「ガイドライン」という)が施行された。これに伴い九州電力(株)の風力連系申込書提出時に、鹿児島県から風車配置に対する適合と判断される通知の提出が追加要件となったため、効率的な風車配置検討は、今後益々重要性を増すと考えられる。

本報では、実地形版RIAM-COMPACT®ソフトウェアを用いた高精度風況シミュレーションによる風力発電立地の風況評価と景観影響評価の連携技術と、具体的な実施事例を紹介する。

2. 風況評価と景観影響評価の連携

山間部での風力発電は山の稜線に設置されるケースがほとんどであるため、人目に触れやすく景観への影響も大きい。この様な中、良好な景観の形成と風力発電事業の推進のため風況評価結果と景観影響評価結果をGISに統合し可視化することにより、地元住民の風車配置に対する合意形成を図っている。

まず実地形版RIAM-COMPACT®ソフトウェアによる微細な地形による詳細シミュレーションを実施し、風速の強弱、風の乱れ状況等を解析し、風況面から最適な風車配置の検討を進める。並行してガイドライン及び自治体との協議により決定された風車建設エリア周辺における重要な視点場及び景観資源位置から風車の可視解析を行う。これらの解析結果を統合し、事業性を確

保し、景観影響を微少とする風車建設地点の選定を行う。なお、我々のグループでは景観影響の他、法規制の有無、送電線状況、アクセス道路状況、騒音影響など総合的な見地から風車建設地点を選定する手法を構築している。



図1 風車配置決定の流れ

実施ソフト
・RIAM-COMPACT®(前処理・後処理ソフトを含む)
・ArcGIS 9.3.1 (3D Analyst Extension)

3. GISを活用した景観影響評価事例

ここでは、計画が進められている風力発電プロジェクトの景観影響評価の実施事例を紹介する。ガイドラインは、風力発電施設の建設等に当たって事業者が遵守すべき基準や調整手順を示し、景観上の影響を未然に防止することを目的として制定されている。まず、評価の第1ステップとして、地元自治体との十分な協議により視点場を決定することが重要となる。

第2ステップにおいて、可視・不可視領域の解析を行う。視点場高さは、人間の視線を想定しGL+2mとし、計画風車毎にブレード先端から地形の起伏によって見渡せる領域、すなわち可視領域の空間的な評価を行う。

*1 平成22年11月25日「第32回風力エネルギー利用シンポジウム」にて講演

*2 会員、西日本技術開発(株)(〒810-0003福岡市中央区春吉1-7-11 スペースキューブビル3F, 連絡先 : y-kawashima@wjec.co.jp)

*3 会員、九州大学応用力学研究所(〒816-8580春日市春日公園6-1, 連絡先 : takanori@riam.kyushu-u.ac.jp)

*4 非会員、(株)環境GIS研究所(〒814-0001福岡市早良区百道浜2-1-22 福岡SRPセンタービル308, 連絡先 : araya@engisinc.com)

*5 非会員、(株)FSコンサルティング(〒754-0893山口県山口市秋穂二島3822-1, 連絡先 : nf@c-able.ne.jp)

*6 会員、西日本技術開発(株)(〒810-0003福岡市中央区春吉1-7-11 スペースキューブビル3F, 連絡先 : k-yamashita@wjec.co.jp)

風車地点毎の可視領域図を統合し、すべての風車から不可視の範囲に視点場がある場合には、その視点場への景観的な影響は無いものとする。一方で、可視領域内に視点場がある場合は、風車の可視台数によって、風車建設による圧迫度の評価を行うことができる。

第3ステップでは、風車の可視台数が1台以上となる地点において、その風車に対する視点場からの垂直視角（〔翼先端の仰角〕－〔地形稜線の仰角〕）の算定を行い、景観ガイドラインに示される垂直視角が1度未満の地点であれば、風車配置可能とする。

最後に、決定した風車配置に対して、各視点場からの視覚的資料として人間の視野角を想定したCG（コンピュータグラフィックス）の作成を行う。また、地元地治体との協議時において、直感的に判断出来る様な説明とするため必要に応じて代表的な視点場からのアニメーションの作成も行う。

現在、計画する風車周辺の視点場からの垂直視角の上限値を指定すると、その垂直視角未満となる範囲を地図化するシステムの開発を行っており、景観に影響の少ない風車配置検討のさらなる効率化を進めているところである。

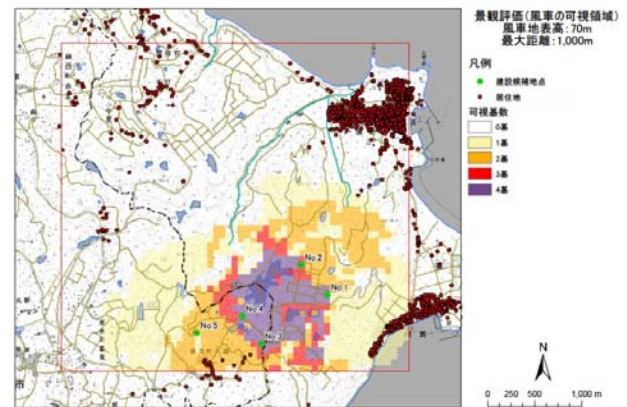


図3 景観評価（風車の可視領域）

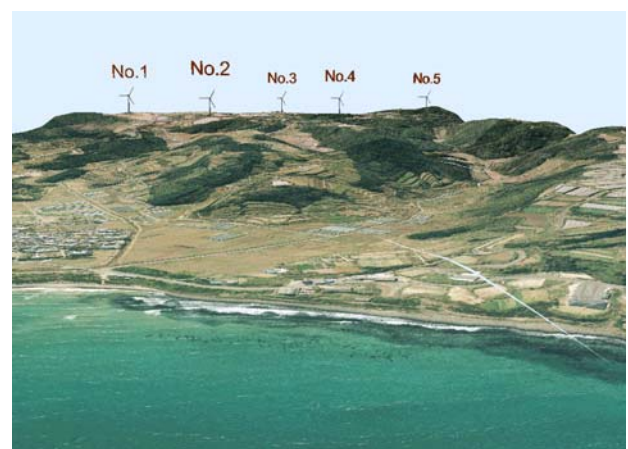


図4 景観CG（北側より風車群を望む）

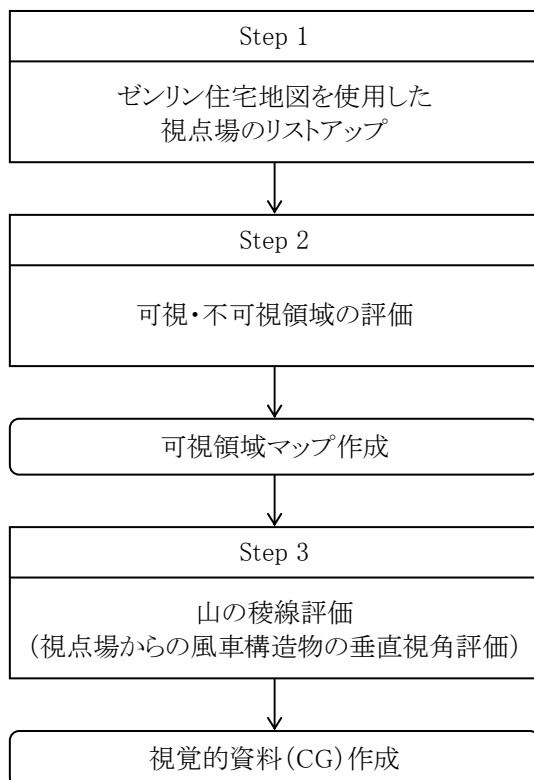


図2 景観影響評価の流れ

4. RIAM-COMPACT®による風況評価事例

ここでは、(株)新エネルギー企画より受託した、「串木野れいめい風力発電所建設工事風況シミュレーション」の実施事例を紹介する。串木野れいめい風力発電所(以下、「本発電所」という)は鹿児島県いちき串木野市に位置しており、発電出力は2万kW(2,000kW×10基)で、鹿児島県より本年5月にガイドラインに基づく「適合通知」を受け、平成24年11月運転開始に向けて建設が進められている。立地地点の標高は約200～400mで、周辺地形の一部は谷地形の複雑地形を有している。本受託業務においてRIAM-COMPACT®による卓越風向の風況シミュレーションを行い、風車配置エリア及び風車位置毎の風況評価を実施した。風況シミュレーションは、図4に示す風車配置計画範囲を包含する領域において約60万点の数値計算を行った。地形構築は森林基本計画図(S=1/5,000)の紙図面を用いて10m解像度の詳細標高データを作成した。

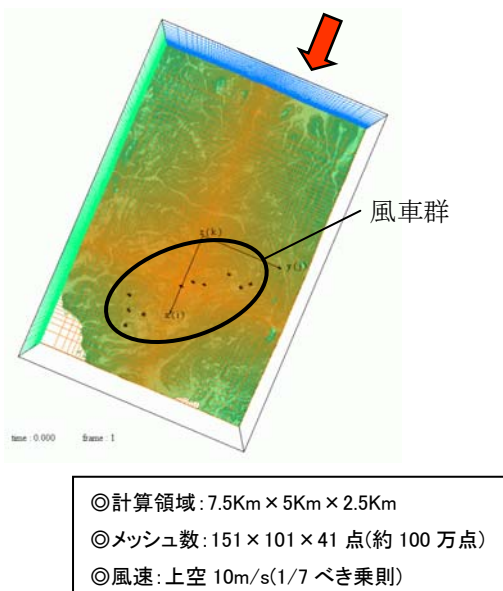


図4 計算領域の鳥瞰図

最近、国内のWFにおいて、設備利用率が当初の予想を下回り、発電出力が著しく低下するWTG(Wind Turbine Generator)の問題が顕在化している。これは、WTG近傍のわずかな地形起伏の変化が起源となり、そこから機械的(直接的)に発生する風の乱れ(地形乱流)の影響であると考えられている。

このため、地形乱流の影響に重点を置いた評価を行った。以下では、計算結果に基づく風況評価内容について、代表的な結果を紹介する。最初の評価として、地形的影響により速度変動の大きな領域が時間とともに移動している様子が見て取れるアニメーションを作成し、視覚的に地形乱流の影響の有無を確認した。

図5にWTGハブ高さにおける速度ベクトルの時間変化(瞬間場)を示す。図6に風車立地地点における鉛直方向の速度ベクトル(瞬間場)を示す。また、図7には図5及び図6に対応した主流方向の速度変動成分 $|u' |$ ($= |u - U_{ave}|$) のコンター図(瞬間場)を示す。ここで示

す静止画では、風の乱れが分りにくいが、アニメーションを観察することにより、地形乱流の空間変動を確認した。

ここで示す地形乱流の時間変化は、非定常な風況シミュレーションを実施することで捉えられるものである。RIAM-COMPACT®を使用した我々の風況評価では、複雑な風の流れや乱れを視覚化し、3次元的な気流条件を考慮した風車配置検討が可能である。

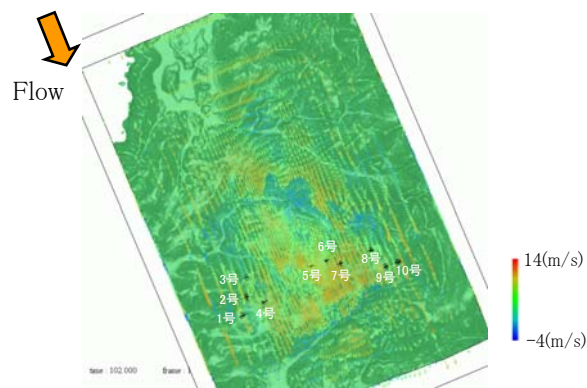


図5 風車ハブ高さにおける風速ベクトル図



図6 風車立地地点における鉛直方向の速度ベクトル



図7 風車ハブ高さにおける主流方向変動速度成分の分布

2番目の評価として、時間平均統計量分析を行った。風車配置エリア内における10基のWTG位置での平均風速の鉛直プロファイルと、主流方向速度成分に関する乱流強度の鉛直プロファイルを図8および図9に示す。

縦軸は実スケールにおける地上高 z^* (m)を示しており、横軸は流入風速 U_{in} で正規化された無次元風速を示す。また、図中にはロータ径を示す。我々の事前評価では、平均速度の鉛直プロファイルにおいて、大きな速度シアが無いこと、大きな速度欠損がないことをWTG設置点の重要な判断基準としている。また同時に、乱流強度の鉛直プロファイルにおいては、乱流強度に係わる独自の評価基準値を定めている。数々のWF風況診断により、その値以内であれば、WTGの発電出力が著しく低下しないことを確認している。平均風速や乱流強度の鉛直分布を評価し、風車に対する風荷重の軽減を考慮することは、故障頻度の低減にも繋がると言える。今回の事例では、本発電所内のWTG統計量の相対比較を示したが、これらのWTGについては概ね安定した運転が期待出来ると考えられる。

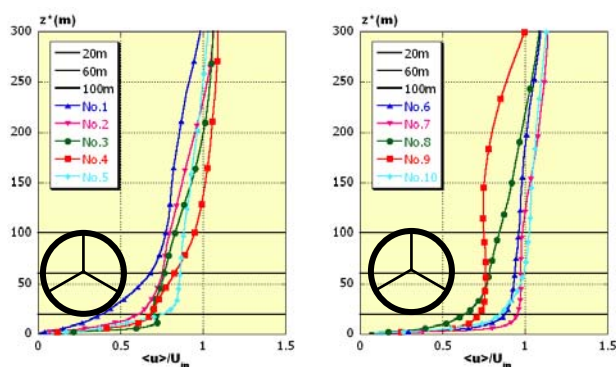


図8 平均速度の鉛直プロファイル

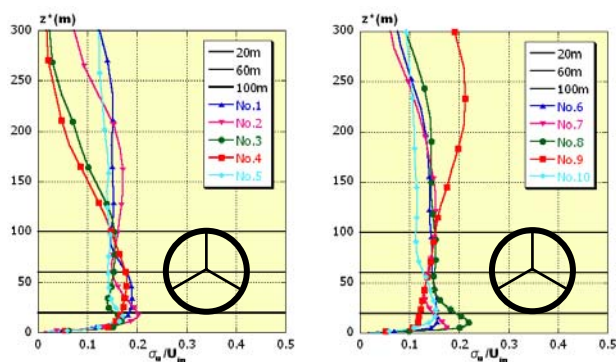


図9 乱流強度の鉛直プロファイル

4. 結 言

事業者サイドによる景観評価において、主要な視点場からの景観や地域固有の景観を阻害しない様に配慮した風力発電建設地点の選定・提案を行うことが重要となる。

また、きめ細やかな調査が必要とされる風車配置決定のための風況評価は、非定常な風況シミュレーション技術と最新の状況を反映した詳細地形データの構築技術が必要である。風況場の可視化手法に関しても、従来までのハブ高さにおける水平断面の定常的な速度分布を可視化した風況マップだけでは不十分である。特に、WTGの大型化に伴い鉛直断面内の評価が重要であり、平均速度や乱流強度の鉛直分布の表示は、今後ますます重要になる。

今後、風力発電施設に関する環境影響評価の実施が法制化される見込みであることから、風力発電事業推進のために重要である、環境面及び風況面において合理的に風車建設地点を選定し、地元自治体や住民に対して視覚的な情報の提示と効果的な合意形成が可能となる手法の確立を図っていきたい。

謝 辞

本発表の串木野れいめい風力発電所地点において、(株)新エネルギー企画より受託した業務のデータを使用させていただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参 考 文 献

1. 内田孝紀, 大屋裕二, 「Micro-siting Technique for Wind Turbine Generator by Using Large-Eddy Simulation」, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. , Vol. 96, pp. 2121-2138, 2008
2. 内田孝紀, 大屋裕二, 「Application of LES Technique to Diagnosis of Wind Farm by Using High Resolution Elevation Data」, JSME International Journal, 「Environmental Flows」, Series B, Vol. 49, No. 3, pp. 567-575, 2006