レンズ風車設置のためのリアム・コンパクトによる風況診断*1

Micro-siting technique for installing wind-lens turbines by using the RIAM-COMPACT® CFD model

○内田 孝紀*2, 大屋 裕二*2

Takanori UCHIDA and Yuji OHYA

1. 緒言

最近，売電目的の中型・大型風車に関連し，風力発電事業者や自治体の担当者から，「既存風車における風車内外の故障の原因」や，「ウインドファームの発電電力量が期待通りに出ていない原因」に関する相談を良く受ける．特に，(風力発電事業者も例外ではないが)地方自治体が所有する風車において，風車の故障や事故などは致命的となる．一度，風車が故障すると，部品や修理費用の調達のため，風車を長期間停止せざるを得ない状況に陥る．その結果，当初見込みの発電電力量を大幅に下回る結果になり，赤字に転落する．さらに，卓越風向，すなわち，風車が年間を通じて最も発電しなければならない風向において故障が発生し，発電電力量が低下する場合にも，風力発電ビジネスの観点からは命取りである．これらの話を突き詰めていくと，問題の原因は「風況(サイト)」なのか？あるいは，「風車性能」なのか？と言うところに行き着く．発電電力量に関して，国内某所のウインドファームの実例を図1に示す．問題は図中の点線部分である．

風力発電事業者側に立つと，「本来，発電量を稼がなくてはならない風向と風速域において，期待通りの発電電力量が出ていなければ，風力発電事業そのものが成り立たない．」との意見が出てくる．その一方で，風車メーカー側に立つと，「発電電力量が出ていないのは，風況に問題があるからである．風車の故障を未然に防ぐために風車を制御している．」と言った意見が出てくる．これらの問題は，日本国内の風力業界が抱える「共通の」大きな問題である．同時に，これは解決が非常に難しい問題でもある．

上記の内容は，中型・大型風車に限らず，小型風車においても同様のことが言える．今後，風力発電を「適切に」普及・拡大させるためには，新設の風車サイト，既設の風車サイト，風車サイズに関わらず，風車の重大事故を未然に防ぎ，かつ，風車を安全に運転させる(稼働率を高水準に保つ)ための数値風況診断が必要不可欠である．

そこで本研究では，我々の研究室が中心となって開発を進めている「レンズ風車」[1)]の新規建設に関連した数値風況診断の実例を紹介する．

2. 数値計算手法

著者らは，純国産の数値風況診断技術「RIAM-COMPACT®(リアム・コンパクト)」[1)]の開発をこれまで進めてきた．そのコア技術は，九州大学応用力学研究所で現在も開発が続けられており，2006年に著者らが起業した九州大学発ベンチャー企業の(株)リアムコンパクト(http://www.riam-compact.com/)が，(株)産学連携機構九州(九大TLO)から独占的ライセンス使用許諾を受けている(2006年にRIAM-COMPACT®の商標と実用新案を取得)．現在では，「実地形版RIAM-COMPACT®ソフトウエア」と名付け，風力業界における標準モデルの一つとして広く普及に努めている．現在では，日本国内の風力発電事業者最大手の(株)ユーラスエナジーホールディングスを含め，多数の導入実績を有する．

非定常な乱流LESシミュレーションに主眼を置いたRIAM-COMPACT®では，計算時間の問題が懸念されてきた．現行の流体計算ソルバーは，Intel Core i7などのマルチコアCPUに対応しており，計算時間は劇的に短縮され，実用面での利用において特段の問題は無くなってきた．さらに現在では，GPGPUコンピューティングへの対応にも成功した．

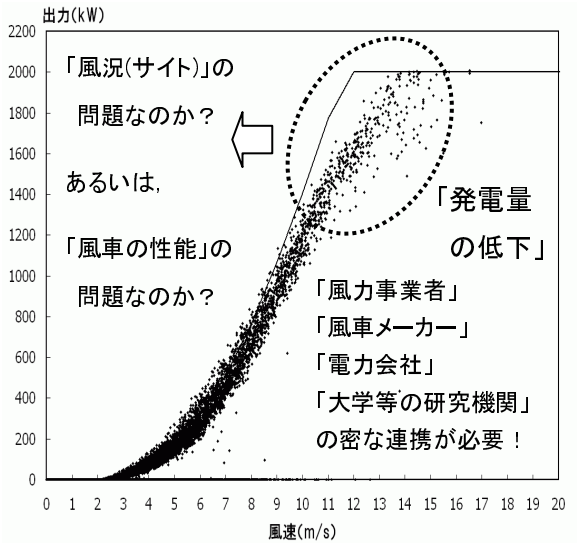


図1 風車のパワーカーブ(理論値，実線)と実測値(シンボル)との関係

---

*1 平成25年11月13日「第35回風力エネルギー利用シンポジウム」にて講演

*2 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)

3. 数値風況診断の実例紹介

3.1 建物屋上への設置例その1

レンズ風車の建設予定地は，宮城県亘理町の建物屋上である(図2，図3参照)．ここは，東日本大地震の津波被害を受けた地区であり，本研究で対象にした建物は，周囲の家屋などが津波で押し流されたものの，津波被害を奇跡的に免れた建造物である．

本研究では，最初に気象庁が提供するGPVデータに基づいて，対象地区の卓越風向を評価した．その結果を受け，最新のGIS技術を用いてレンズ風車を設

図3 レンズ風車の設置予定建造物

(a)全体図　　(b)拡大図

図2 レンズ風車の設置エリア(図中に四角で表示)，宮城県亘理町，Google Earthから引用

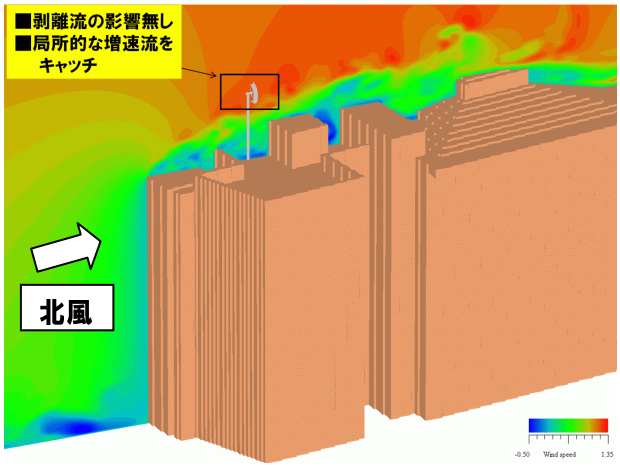


図4 数値風況診断の結果，主流方向風速の分布図，(赤色ほど風速が大きいことを意味する)，全体図

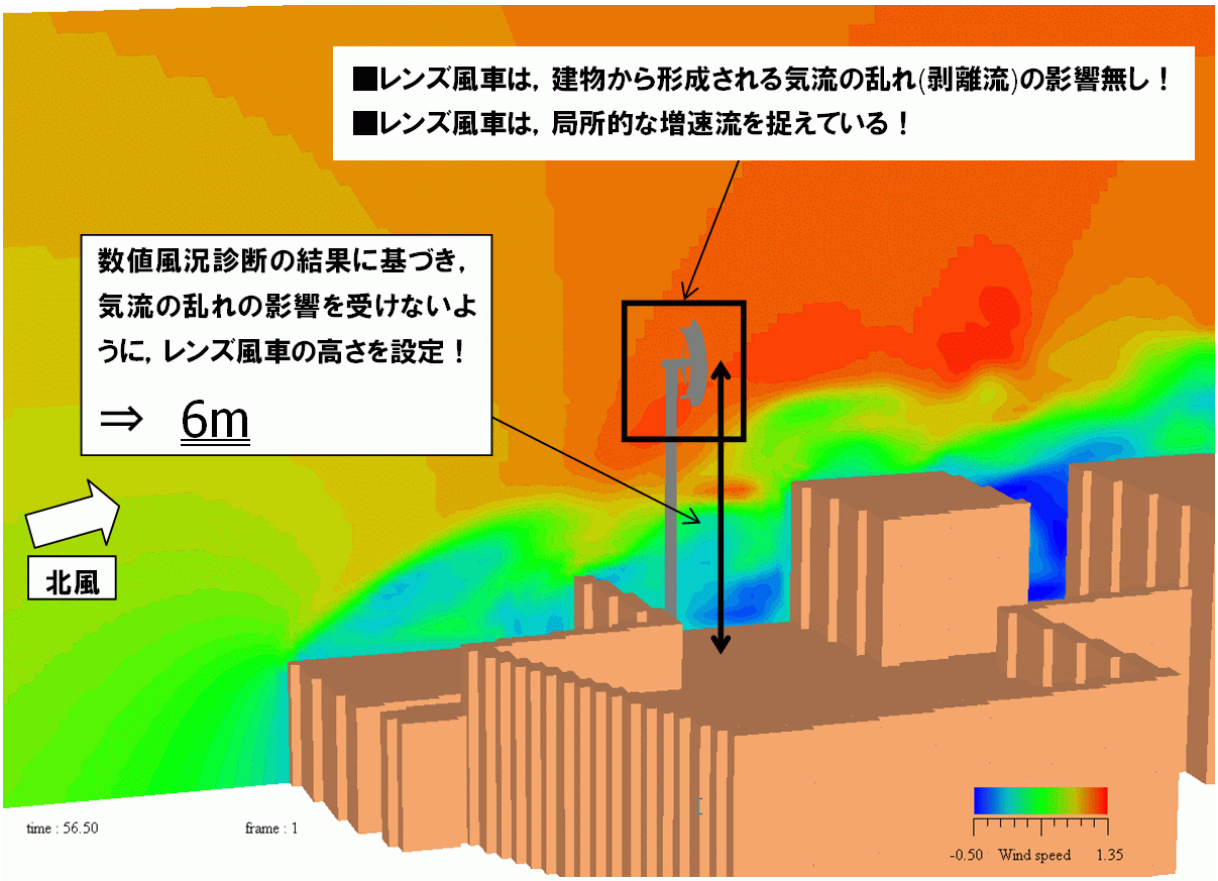


図5 数値風況診断の結果，主流方向風速の分布図，(赤色ほど風速が大きいことを意味する)，拡大図

図6　平成24年8月29日から運用が開始された
1kWのレンズ風車，風車中心高さ6m，集風体外径1.9m

置する建物形状を数十cmレベルで忠実に再現し，RIAM-COMPACT®を用いた数値風況診断を行った(図4，図5参照)．計算格子数は約6,300万点である．

図4，図5を観察すると，建物屋上からは気流が常に剥がれ(これを「流れの剥離」と呼ぶ)，複雑な風の乱れが形成されている．この気流の中に風車が設置されると，風車の故障や発電量の低下に繋がる．その一方，その剥離流の上部には周辺の気流よりも風速が大きく，かつ気流の乱れの小さい領域が形成されている．よって，剥離流の影響を避け，増速流をうまく捉えるようにレンズ風車のハブ高さを決定する必要がある．本研究では，数値風況診断の結果に基づいて，レンズ風車のハブ高さを「6m」に決定した．

本レンズ風車は，平成24年8月29日から運用が開始され，発電した電気はNHKが開発したロボットカメラの電力源として利用されている(図6参照)．

3.2　建物屋上への設置例その2

次に，風車建設予定地の周辺に位置する高層マンションから発生する局地強風(ビル風)を利用した設置例を紹介する(図7の対象地点2)．ここは，RKB毎日放送の立体駐車場屋上である．

先ほどの事例と同様，最初に気象庁が提供するGPVデータに基づいて，対象地区の卓越風向を評価した．得られた結果を受け，最新のGIS技術を用いてレンズ風車を設置する建物形状を数十cmレベルで忠実に再現し(図8参照)，RIAM-COMPACT®を用いた数値風況診断を行った(図9参照)．計算格子数は約1億400万点である．ここでは，冬場の約2ヶ月半の間，野外風況観測(観測マスト高さ6m)も実施し，気象GPVデータによる解析結果の評価も行った．

図9を観察すると，北西の風が発生する場合には，レンズ風車建設予定地の左前方に位置する高層マンションから，それを迂回する増速域(これを「ビル風」と呼ぶ)が形成される．よって，その増速流(ビル風)をうまく捉えるようにレンズ風車の設置位置を決定した．

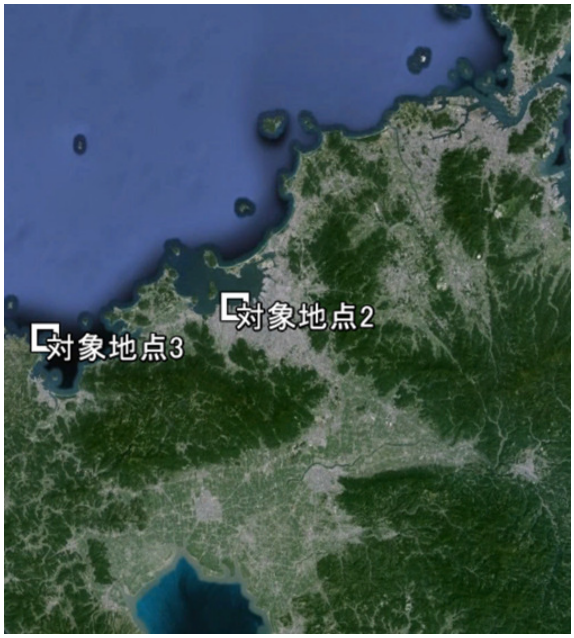
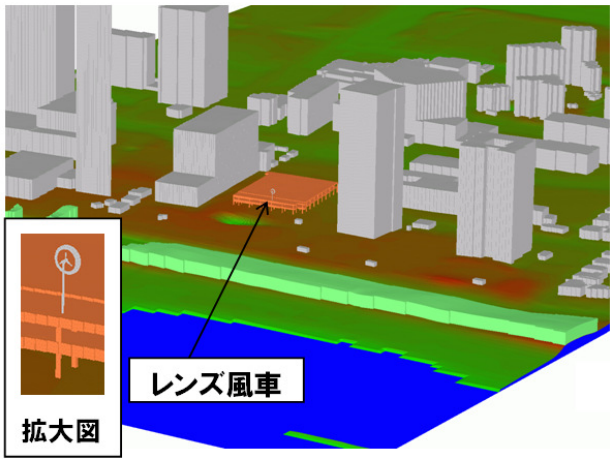


図7　レンズ風車の設置エリア(図中に四角で表示)

(a)Google Earthによる実際の様子



(b)最新のGIS技術で再現した建物群の様子
図8　数値風況診断で入力した建物群データ

本レンズ風車は，平成25年3月28日から運用が開始され，発電した電気は駐車場の照明などの電力源として利用されている(図10参照)．

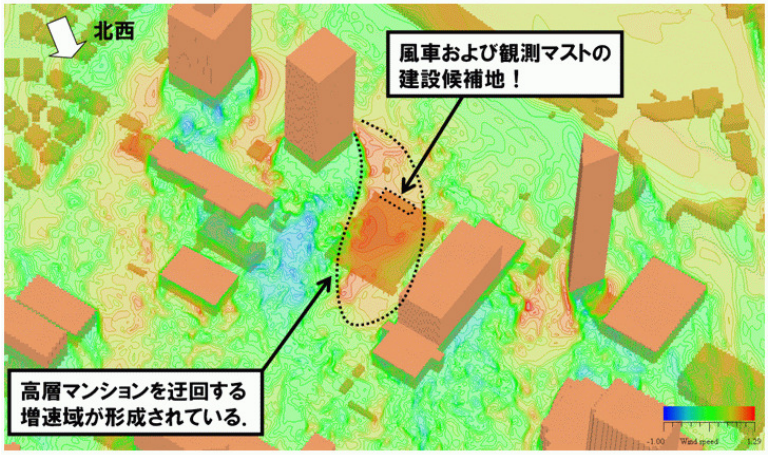


図9 数値風況診断の結果，3kWのレンズ風車の中心高さ(6m)の位置での主流方向風速の分布図，(赤色ほど風速大)

図10 平成25年3月28日から運用が開始された3kWのレンズ風車，風車中心高さ6m，集風体外径3.4m

3.3 離島への設置例

最後に離島への設置例を紹介する．建設予定地は，佐賀県唐津市神集島である(図7の対象地点3)．ここは，唐津市から依頼を受けて建設した場所である．建設手順は上記に説明した方法と同じである．この場所も冬場の約2ヶ月半の間，野外風況観測(観測マスト高さ12m)を実施し，得られた実測データを用いて気象GPVデータの解析結果の評価を行った．

図11には計算格子図を示す．GISを用いて空間解像度10mの標高データを作成した．また周辺の建屋形状も忠実に再現した．計算格子数は約380万点である．図12に計算結果を示す．なお，図12には3kWのレンズ風車(風車中心高さ12m，集風体外径3.4m)の位置を示すとともに，その断面における主流方向風速の分布図を示す．計算結果を観察すると，建物周辺には複雑な気流の乱れが確認されるが，風車の周辺，特に，風車の中心高さ(地面から12m)付近では気流の大きな変化は確認されない．よって，海上から吹いてきた風は地形や建物の悪影響を受けることなく，風車に対して安定に進入する結果を得た．

本レンズ風車は，平成25年4月4日から運用が開始され，発電した電気は駐車場の外灯などの電力源として利用されている(図13参照)．

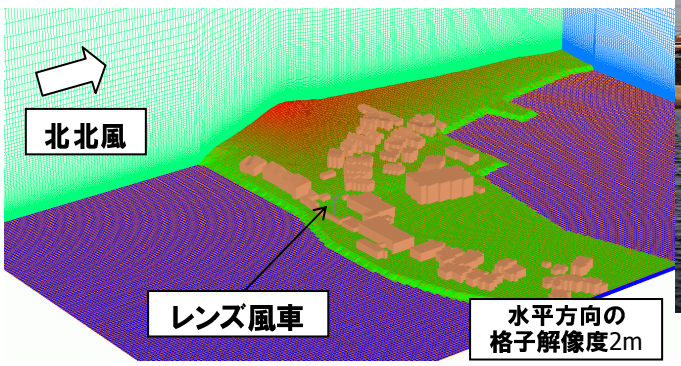


図11 計算格子図，北北西，合計約380万点

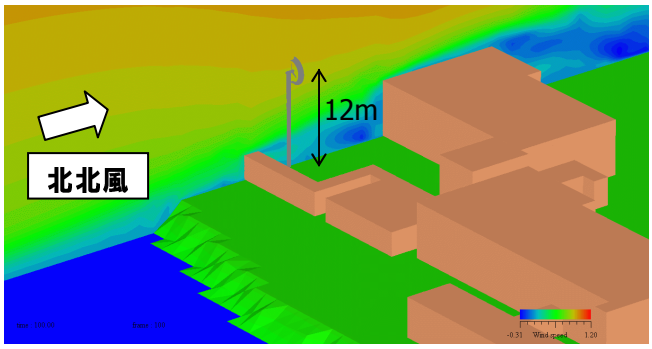


図12 数値風況診断の結果，主流方向風速の分布図，(赤色ほど風速が大きいことを意味する)，拡大図

図13 平成25年4月4日から運用が開始された3kWのレンズ風車，風車中心高さ12m，集風体外径3.4m

4. 結言

産官学で，風力発電における「局所風況」の重要性を，今一度，共通の認識として持つ必要がある．本報では，我々の研究室が中心となって開発を進めている「レンズ風車」の新規建設に関連し，「実地形版RIAM-COMPACT®(リアム・コンパクト)」による数値風況診断の実例を紹介した．

参 考 文 献

1) 内田，烏谷，大屋，九州大学応用力学研究所所報，第139号，pp.131-139，2010