

RIAM-COMPACT と連動した風力発電電力量評価ツール

RC-Explorer の紹介*

Introduction of Wind Energy Generation of Electricity Quantitative Appraisal Tool RC-Explorer which is linked with RIAM-COMPACT

荒屋 亮** 内田 孝紀*** 川島 泰史**** 田辺 正孝***** 斉藤 俊彦*****
Ryo ARAYA Takanori UCHIDA Yasushi KAWASHIMA Masataka TANABE Toshihiko SAITOU

1. はじめに

効率的な風力発電事業を実施するには、風況の良い地点を選定することが最も重要となる。内田らによって開発された非線形・非定常シミュレータソフトである RIAM-COMPACT は、複雑地形における気流の流れを正確に再現し、風車建設に適した地点の探索に活用されている。一方、事業者の視点からは、風車を適切な地点に配置した場合どの程度の発電電力量が見込めるか、経済性を定量的に判定することが求められていた。そこで、RIAM-COMPACT で解析した風速分布と対象地域における年間の風況観測データを組み合わせ、任意地点での年間発電電力量を算定するソフトウェア『RC-Explorer』(以下、本ソフトウェア)を開発した。開発は、九州大学応用力学研究所、(株)西日本技術開発、(有)環境ジエアエス研究所の産学連携コンソーシアムで実施した。

本ソフトウェアは、GIS 技術を活用し地図情報の上で風車の配置検討と発電電力量を評価するものである。計画者は、風車の位置や風車機種を変更することで、事業の効率性を比較検討することができる。

2. 発電電力量評価の概要

発電電力量評価は、図1に示す流れとなる。

①RIAM-COMPACT で実行した対象地域の16風向別のシミュレーション結果データを読み込む。次に、②国土院の数値地図データを読み込み、シミュレーション結果と公共座標によって正確に重ね合わせて表示する。

その地図上で、③風況観測地点と風況観測データを設定すると、結果と観測値を同化し任意空間上の風況を予測できるようになる。④風車機種情報と⑤風車設置位置を登録し、⑥発電電力量の評価を行うと、風車

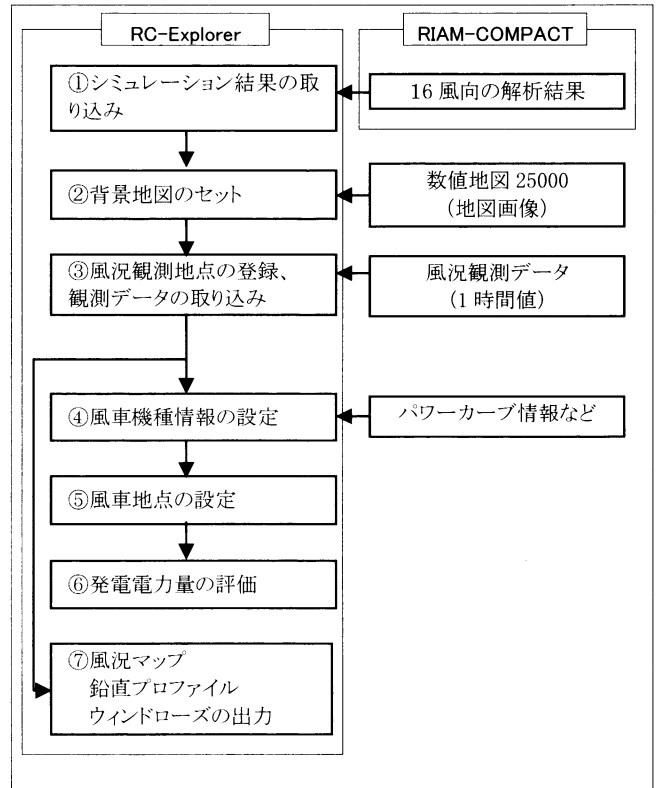


図1 RC-Explorer の評価の流れ

に当たる一年間の風向風速を1時間単位で予測し、風車のパワーカーブと積算することによって、年間発電電力量を算出する。

また、風況観測データを取り込んだ後は、⑦風況マップや任意地点における風速の鉛直プロファイル、風配図を出力する。これによって、計画者は対象地区の風況特性を視覚的に確認し、風車の配置検討時の材料とすることができる。次章以降にその詳細を示す。

3. 発電電力量算出の方法

RIAM-COMPACT は、3次元的に密な格子を生成し、複雑地形による剥離現象等が再現された風の流れを捉えることができるため、これらの結果を発電電力量評価に反映させることが重要となる。そこで、本ソフト

*平成18年11月21日第28回風力エネルギー利用シンポジウムにて講演
**非会員 (有)環境ジエアエス研究所 〒812-0001 福岡市早良区百道浜2-1-22-302B
***会員 九州大学応用力学研究所
****会員 西日本技術開発(株)
*****非会員 (株)環境科学研究所
*****非会員 英和(株)

ウェアでは以下のような方法によって風車地点の風向・風速を求めている。

①該当格子点の空間検索

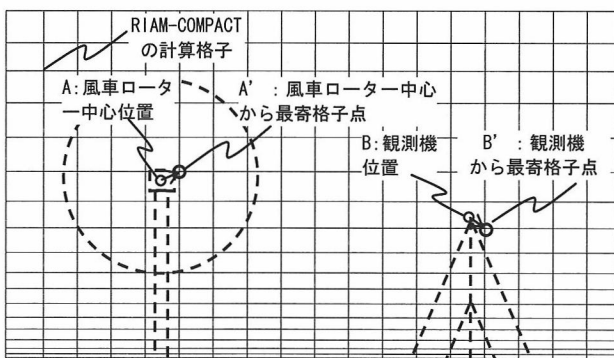
風車のローター中心位置 A に最寄りとなる格子点 A' と、風況観測ポールの観測位置 B の最寄り格子点 B' を自動検索する。RIAM-COMPACT のシミュレーション結果は、風向に対して計算格子が正対するよう 16 風向分の格子を生成する。RC-Explorer の空間検索では、各風向の格子に対して 3 次元的なユークリッド距離で最小となる格子点を空間検索している(図2)。

②風速比の算出

RIAM-COMPACT の計算結果データを参照し、前述の 2 点間の風速比ならびに風向の変化に基づき、風向毎の風速比テーブルを作成する。

③風車地点における風向・風速の算出

前述の風速比テーブルと風況観測データを参照し、風車のローター中心地点における風向・風速を 1 時間単位で算出する。



※ある風向における座標 A の計算風速と座標 B の計算風速の比は、実際の速度比と等しいと仮定する。

図2 風速比の算出

④発電電力量の算定

算出した風速値とパワーカーブから求められる出力の積により 1 時間単位の発電電力量を算出し、1 年分を合計することで年間発電電力量を算出する。

なお、パワーカーブは 1m/s ビンで提供されていることが多い。風速値を 1m/s 単位で切り捨て、出力と掛け合わせると実際の発電電力量より少なく、事業者の視点から安全側に評価されることになる。しかし、例えば風速 8.0m/s と 9.0m/s では、一般的な風車の出力値に大きな差があることから、8.9m/s の様な風速をどのように扱うかによって予測結果に大きな差を生じる。

そこで、本ソフトウェアでは、そのまま風速値を出力に掛け合わせる方法(出力側は線形で内挿する)、風速値を四捨五入した上で出力とかける方法、風速値の

少数分を切り捨て出力とかける方法、の 3 種をユーザが選択できるようにしている。

4. RC-Explorer の特徴

①鉛直プロファイルの確認

RIAM-COMPACT の特徴である非線形の計算では、地表面の起伏によってどの程度の風速の欠損が、風車受風面に生じているのかを、鉛直プロファイルで確認することができる。ユーザは、任意地点もしくは風車検討地点を地図上で指定すると鉛直プロファイルを示すグラフを見ることができる。グラフは、画像データならびに数値データ(CSV 形式)として保存することも可能である。風車検討地点においては、事前に風車のローター径ならびにハブ高さを指定しているため、グラフ中に、風車のローター位置を実際のスケールで描画することができる。

また RIAM-COMPACT は高さ方向の格子間隔を密に設定して計算を行うため、検討風車のハブ高さに相当する風速をベキ指数等を用いて補完することなく、正確に把握することができる。これにより、風車マストの長さの変更により受風面の高さを調整するなど、効率的な風車検討が可能となる(図3)。

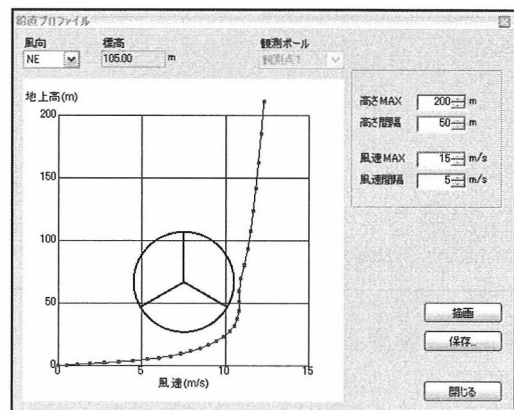


図3 任意地点の鉛直プロファイル表示

②風配図の表示

任意地点もしくは風車検討地点における風配図のグラフを表示する。地形の影響によって、観測地点の卓越風向や出現頻度がどのように変化しているか、確認することができる(図4)。

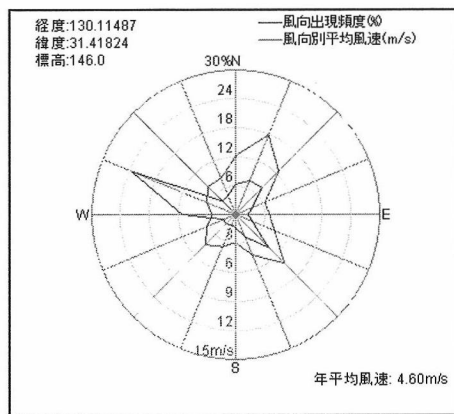


図4 任意地点の風況図表示

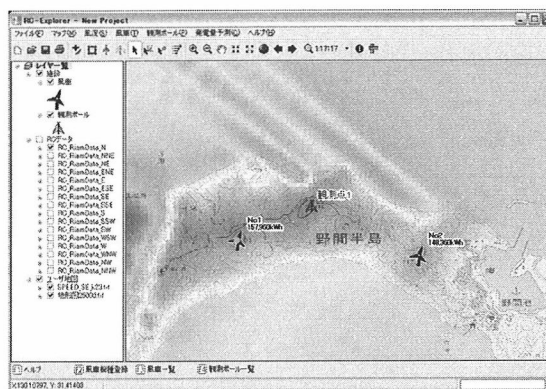


図6 風況図の作成

③地図上への解析結果のグラフ表示

発電電力量、設備利用率、風況図等を、地図上にグラフを重ねて表示する。これにより風車検討地がどのような風況特性となっているのか、全体像を視覚的に確認することができる(図5)。

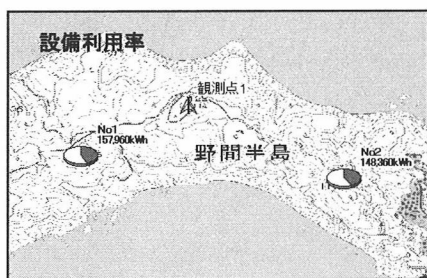
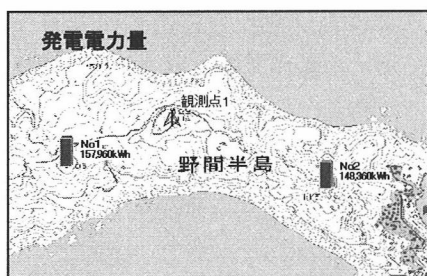


図5 地図上でのグラフ表示

④風況図の作成

汎用的な地図の上に、風の強弱や方位をグラデーションや矢印で表示する。任意風向や高さの風況図を作成したり、同一高さの16風向の風況図を、風向別出現頻度を加味して合成した合成風況図を作成することができる(図6)。

⑤レポート出力機能

発電電力量の評価結果をXML形式のデータとして出力する。ここには風車や観測ポールの設定条件や、補正済みの風速値、発電電力量が記載されており、表計算ソフトを用いた集計や、報告書へ素材としての掲載や、評価結果の検証等に有用である。

5. 予測精度の検証

①検証条件

実際のウィンドファームにおける1年分の風況観測データと発電電力量の実績データを用いて、RC-Explorerの予測精度について検証した。検証サイトの4号基ナセル部に設置された風速計の観測データを元に、約560m離れた1号基の発電電力量を予測した(図7)。

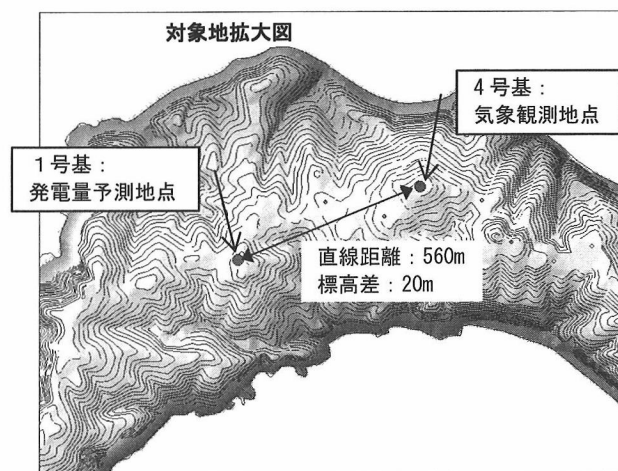


図7 対象地の地形条件

②検証結果

図8は、1号基における平均風速の予測値と観測値を月別に集計し比較したグラフである。月別の誤差は5%以内、年平均にすると1%以内の誤差となり、

RIAM-COMPACT の計算が、高い予測精度を有していることが分った。

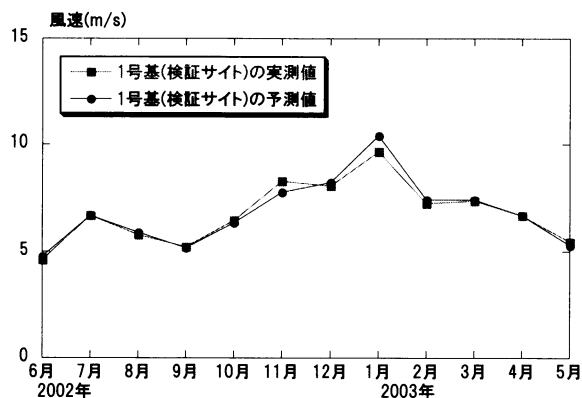


図8 月別予測風速の集計

次に、1号基風車のパワーカーブと重ね合わせて月別に発電電力量を算出した(表1)。これによると、月平均で、最大10%程度の誤差が生じているが、年平均では1%未満と非常に高い予測をしていることが確認できた。

表1 発電電力量と予測値と実績値の誤差

評価期間：2002年6月～2003年5月まで

	評価時間 (h)*	予測値 (kWh)	観測値 (kWh)	相対誤差 (%)
2002年6月	355	25,266	23,251	8.67
2002年7月	411	42,703	41,971	1.74
2002年8月	395	38,069	36,623	3.95
2002年9月	458	26,285	25,737	2.13
2002年10月	406	40,864	44,837	8.86
2002年11月	499	60,037	67,218	10.68
2002年12月	509	63,170	68,084	7.22
2003年1月	519	95,708	91,356	4.76
2003年2月	481	62,232	60,760	2.42
2003年3月	501	68,510	66,887	2.43
2003年4月	517	51,654	52,093	0.84
2003年5月	416	36,665	37,691	2.72
	5,467	611,164	616,508	0.87
総評価時間 (h)	総発電量 (kWh)	総発電量 (kWh)	年間誤差 (%)	

*評価時間は、欠損データ分を除いた時間数としている。

今回の検証サイトは急峻な地形であるが、周囲を海に囲まれた条件である。今後は内陸部などのより複雑な地形条件下において、予測精度を検証していきたい。

6. まとめと今後の展開

RC-Explorerは、RIAM-COMPACTによって計算された16風向の解析結果データと風況観測データを同化させることによって、対象地域における任意地点の年間発電電力量を高精度に予測することができる。

操作はマウス操作とGUIをベースに行い、地図画面

上で風車位置や風車スペックを変更しながら複数案を比較検討し、風車の最適配置を探索することが容易にできることとなった。

本ソフトウェアは、GIS(地理情報システム)の技術をベースとしているため、法規制データなど他のGISデータを取り込み、解析結果と重ねて表示することができる。これにより、複数の制約条件を同時に勘案した風車配置の検討が可能となる。

今後の開発として、発電電力量評価時のウェイクロスの実装機能を実装する予定である。風車の後背域に生じる風速の低減と回復が、風車からの距離との関係でどのようになっているか、シミュレーションや風洞実験で得られた値を元に経験則的な算定方法を確立し、発電電力量から一定量を減じて示す仕組みを開発する。

さらに、海外の地形データでも解析ができるよう汎用性を高め、風力発電の普及に寄与したいと考えている。

補注

RC-Explorerの動作環境は以下の通りである。

- WindowsXP SP2
- .NET Framework1.1
- ArcGIS Engine9.1 (3D Analyst 含む)

参考文献

内田孝紀, 大屋裕二: 風況予測シミュレータ RIAM-COMPACT の開発—風況精査とリアルタイムシミュレーション—, 日本流体力学会誌「ながれ」, Vol.22, No.5, pp.417-428, 2003