



地形起因の大気乱流が大型風車の構造強度に与える影響の評価に成功

—大規模風力発電の普及・拡大に期待—

九州大学応用力学研究所の内田孝紀准教授は、九電工新エネルギー株式会社の協力の下、西日本技術開発株式会社および株式会社日立製作所とH27年度に共同研究を実施し、地形起因の大気乱流が商用大型風車の構造強度に与える影響の評価に成功しました。本研究で対象となった鹿児島県の串木野れいめい風力発電所には、日立製作所製の2MW商用大型風車が10基設置されており、東風が発生した際に10号機風車に風況起因の発電停止が多発することが実測データの解析から確認され、その原因として東側(直線距離で約300m)に位置する弁財天山(標高519m)の影響が示唆されました。そこで、10号機をターゲット風車にし、地形起因の大気乱流が風車の構造強度に与える影響について詳細に調査・研究を行った結果、東風が発生した際に、疲労荷重が最大値を示したことが分かりました。

これは、10号機の風車ブレード3枚の根元に電気式の歪ゲージを設置し、歪ゲージの測定値と風車運転基本情報(ナセル風向、ナセル風速など8項目)を50Hz(1秒間に50回)で同期計測するシステムを構築し、実測データを収集・解析したものです。また同時に、内田准教授が開発している数値風況診断技術RIAM-COMPACT®を用いて、上記の最大疲労荷重が発生している際の気流性状を明らかにすることに成功しました。今後は、3次元超音波風向風速計を風車ナセル上に、小型ドップラーソナーを10号機風車の周辺に設置し、さらに詳細な実風況観測を行い、地形起因の大気乱流が風車の構造強度に与える影響の定量化と、その予測手法の確立を目指します。我々が「産学連携」で一丸となって取り組む今回の共同研究は、風車の「重大事故」を未然に防ぎ、かつ陸上および洋上の大規模風力発電の適切な普及・拡大に大きく貢献することが期待されます。

H27年度に実施した共同研究の一連の成果は、12月1日(木)に科学技術館(東京)において開催される第38回風力エネルギー利用シンポジウムにて紹介する予定です。

研究者からひとこと：

今後、陸上・洋上の大規模な風力発電を安全・安心に普及・拡大させるために、数値風況診断技術 RIAM-COMPACT®を「コア技術」とし、風車メーカー、風力事業者、コンサルティング会社など一丸になり、地形起因の大気乱流が風車に与える影響の解明を目指します。



(参考図)

本研究で対象にした鹿児島県串木野れいめい風力発電所、日立製作所製の2MW商用大型風車が10基設置されています。

提供：九電工新エネルギー株式会社

別紙

本研究で対象にしたのは、2012年11月より運転を開始した鹿児島県の串木野れいめい風力発電所です。串木野れいめい風力発電所には、日立製作所製の2MW商用大型風車(ハブ高さ60m、ブレード直径80m)が10基設置されています(図1)。本研究では、東風が発生した際の10号機をターゲット風車にし、地形起因の大気乱流が風車の構造強度に与える影響について詳細に調査・研究を行いました。

本研究では、10号機の風車ブレード3枚の根元(ルート部：ハブ接合面から約1.3mの位置)に電気式の歪ゲージ(共和電業製)を設置し、歪ゲージの測定値と風車運転基本情報(ナセル風向、ナセル風速など8項目)を50Hz(1秒間に50回)で同期計測するシステムを構築して実測データを収集しました。2015年11月3日0時から11月18日9時の実測データを解析し、風車の疲労荷重の評価において一般的に用いられるスカラー量のDEL(Damage Equivalent Load：疲労ダメージ等価荷重)を算出した結果、11月13日の9時40分から9時50分に発生した東風(10分平均ナセル風速9.7m/s、10分平均ナセル風向113度)において、疲労荷重が最大値を示したことが分かりました。

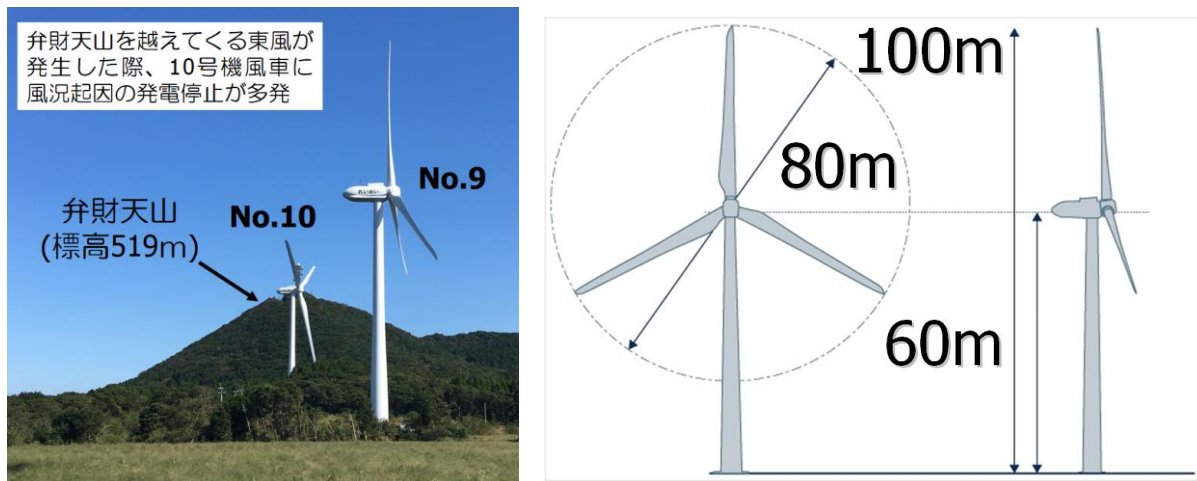


図1 ターゲット風車(10号機)を西側から見た現地写真、風車スケール

上記の最大疲労荷重が発生している際の風況場に関して、メソ気象モデルWRF-ARWや内田准教授が開発している数値風況診断技術RIAM-COMPACT®により、その気流性状を明らかにすることに成功しました(図2、図3)。さらに、RIAM-COMPACT®から出力される風車周辺における風速3成分の時刻歴データを入力値とし、風車の時刻歴応答シミュレーション(空力弾性シミュレーション)を実施するための前処理ツールを確立しました(図4)。

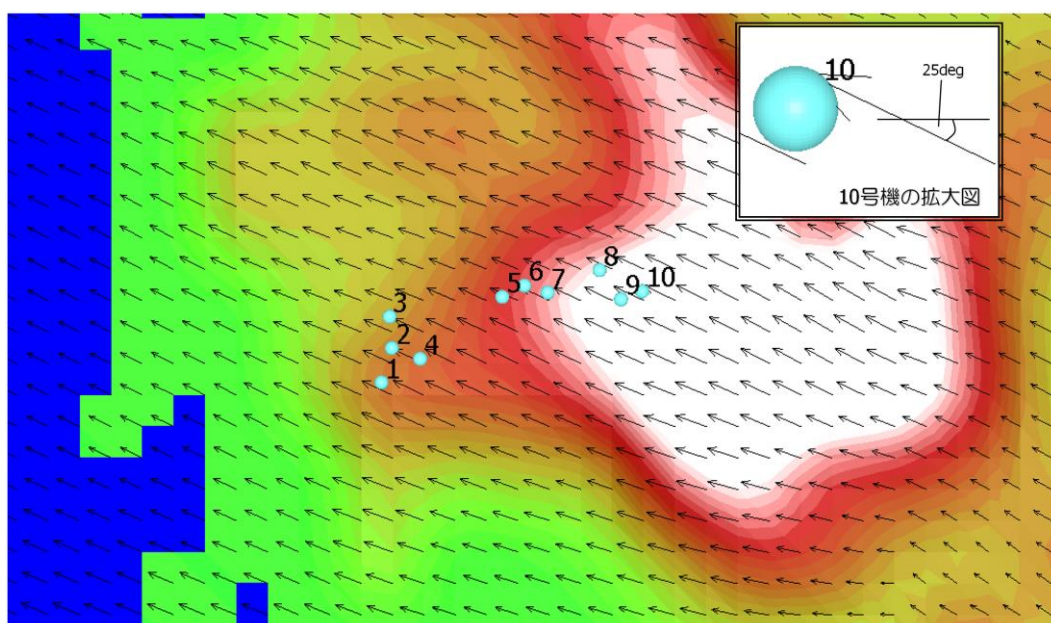
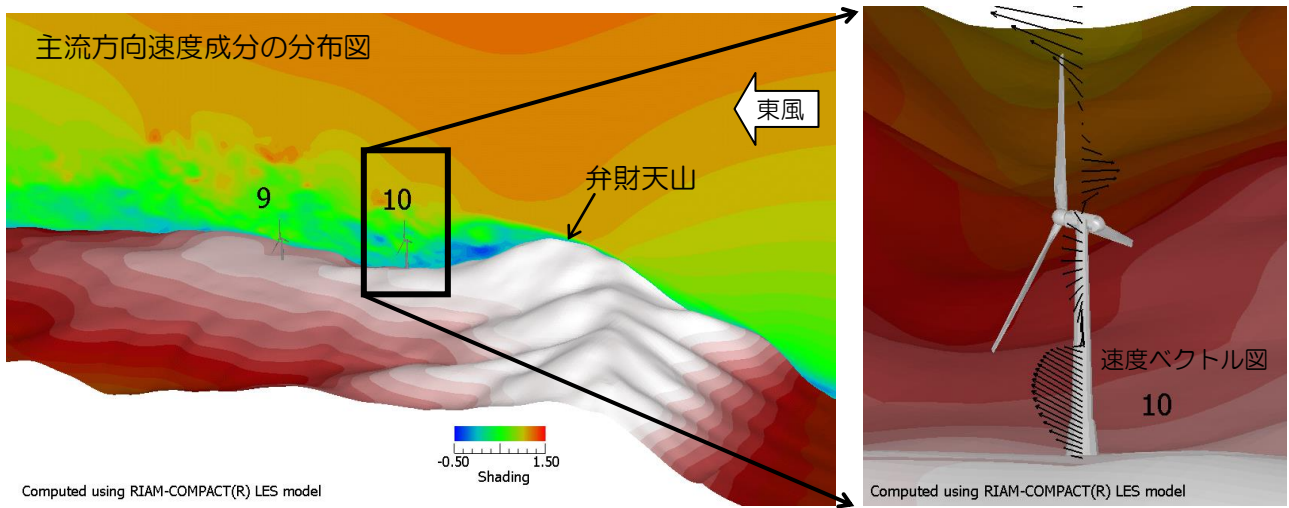
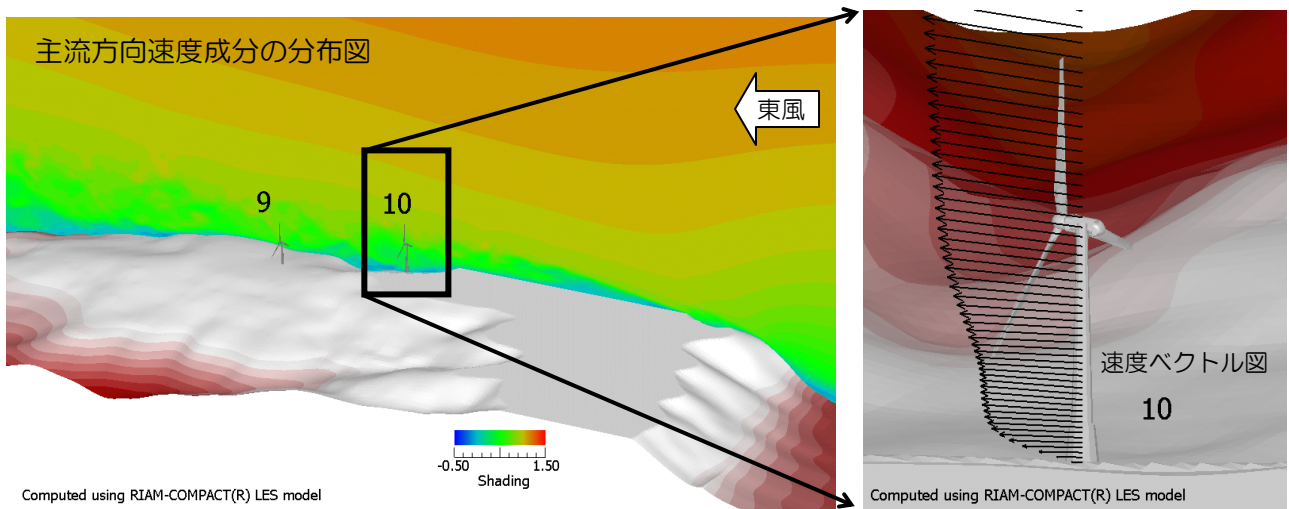


図2 メソ気象モデルWRF-ARWの計算結果、11月13日の9時40分、風車ハブ高さ(地上60m)における速度ベクトル図



(a) 弁財天山が有る場合、現況



(b) 弁財天山が無い場合

図3 数値風況診断技術RIAM-COMPACT®の計算結果の一例、
弁財天山の有無の影響を比較した結果、東風

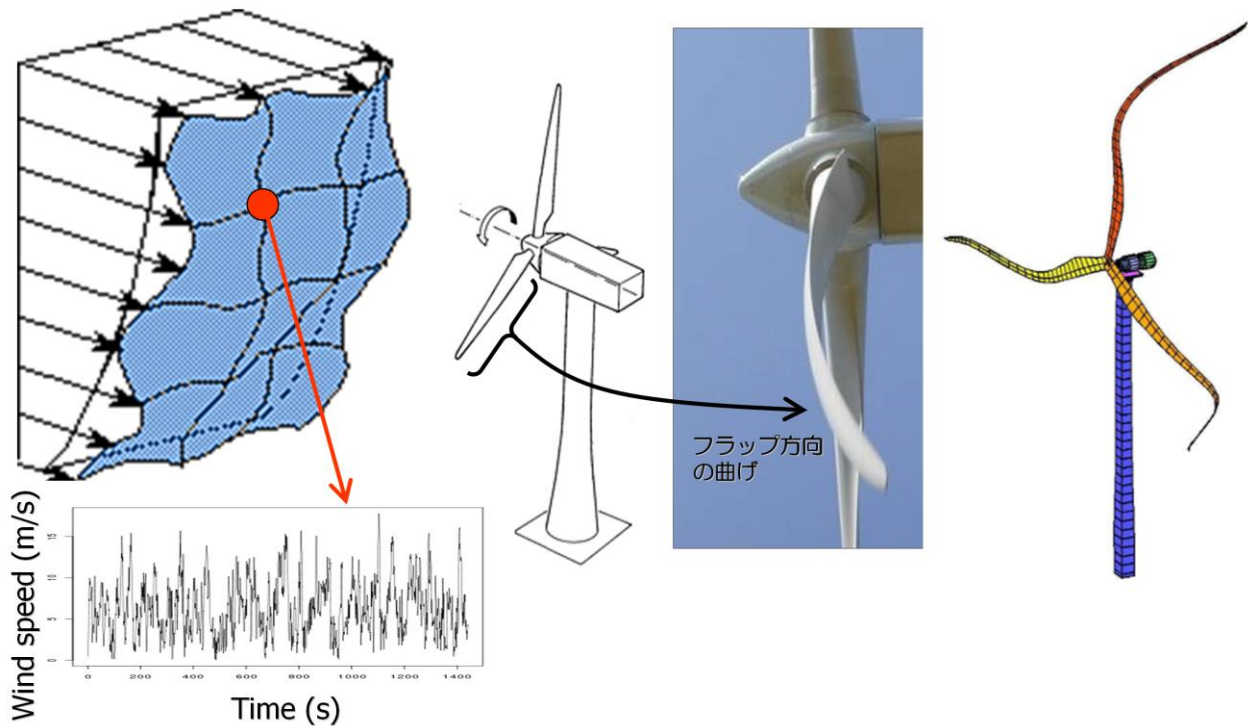


図4 風車設計・分析のためのガラードハッサン社(GH)のBladedソフトウェアによる
空力弾性シミュレーションのイメージ図

H27年度の共同研究にて得られた一連の研究成果は、12月1日(木)に科学技術館(東京)において開催される第38回風力エネルギー利用シンポジウムにて紹介する予定です(下記を参照)。

【講演タイトル】

地形乱流が風車構造強度に与える影響に関する研究

(その1: リアムコンパクトによる地形乱流診断)

○川島 泰史, 内田 孝紀, 清木 荘一郎, 近藤 勝俊, 猿渡 和明, 西田 利彦

地形乱流が風車構造強度に与える影響に関する研究

(その2: 複雑地形における風車に流入する実測乱流の特性評価)

○近藤 勝俊, 内田 孝紀, 清木 荘一郎, 川島 泰史, 西田 利彦

地形乱流が風車構造強度に与える影響に関する研究

(その3: 複雑地形での疲労荷重に対する実測評価および予測技術開発)

○清木 荘一郎, 内田 孝紀, 川島 泰史, 近藤 勝俊, 西田 利彦

H28年度も共同研究を継続し、強風域(90m/s)の測定が可能なソニック製の3次元超音波風向風速計(SAT-900)を風車ナセル上に、同じくソニック製のフェーズドアレイ方式の小型ドップラーソーダ(KPA-300)を10号機風車の周辺に設置し、さらに詳細な実風況観測を行います(図5)。得られた実測データや数値シミュレーションの結果に基づき、地形起因の大気乱流が風車の構造強度に与える影響の定量化と、その予測手法の確立を目指します。

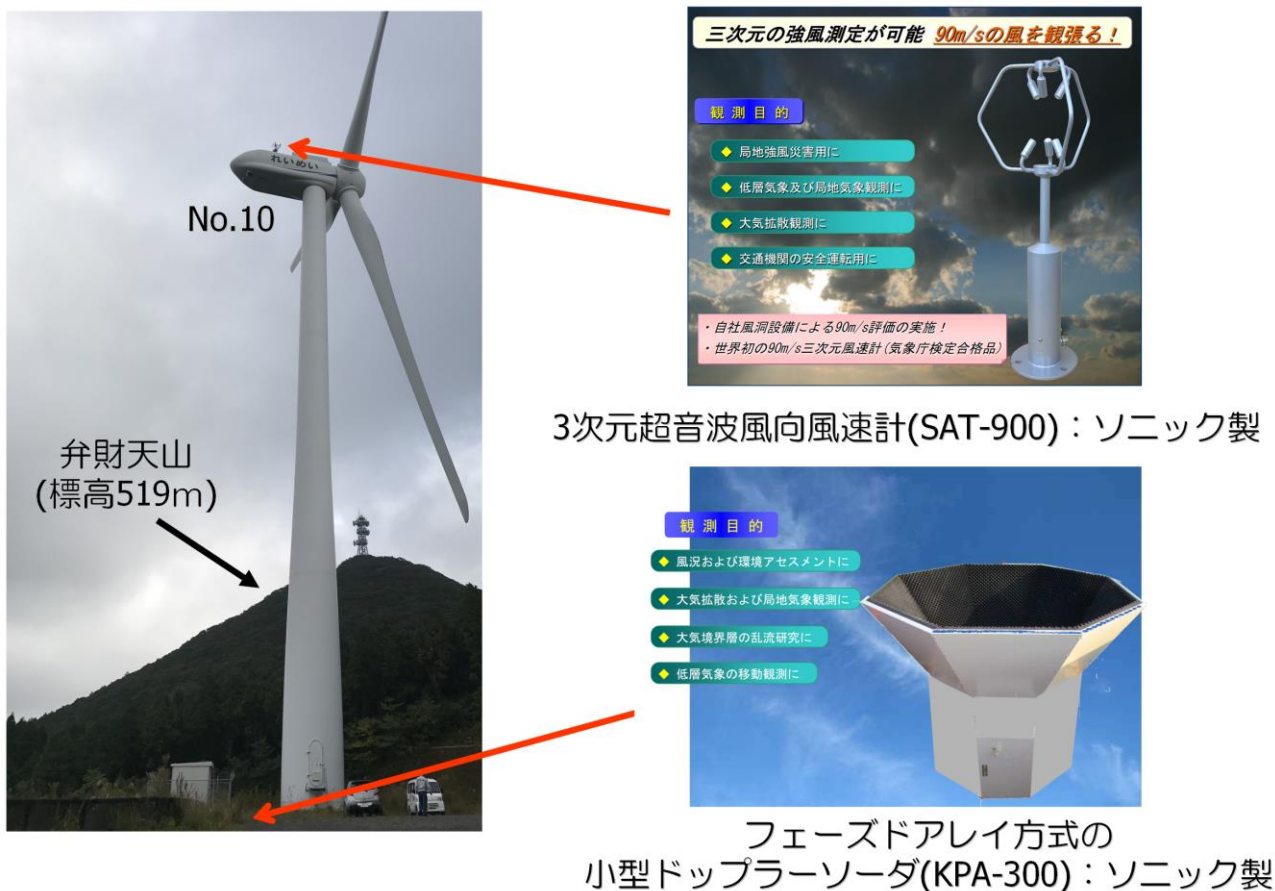


図5 3次元超音波風向風速計と小型ドップラーソーダの設置イメージ図

■お問い合わせ先

【研究全体のお問い合わせ】

応用力学研究所 風工学分野 准教授 内田 孝紀(うちだ たかのり)

電話:092-583-7776

FAX:092-583-7779

Mail: takanori@riam.kyushu-u.ac.jp

【九電工新エネルギー株式会社のお問い合わせ】

専務取締役 西田 利彦(にしだ としひこ)

電話:092-791-2130

FAX:092-791-2061

Mail: t-nisida@k-ne.co.jp

【西日本技術開発株式会社のお問い合わせ】

火力本部 火力技術部 技術調査グループ 川島 泰史(かわしま やすし)

電話:092-713-0516

FAX:092-713-6841

Mail: y-kawashima@wjec.co.jp

【株式会社日立製作所のお問い合わせ】

電力ビジネスユニット 風力発電システム部 清木 荘一郎(きよき そういちろう)

電話:0294-55-1762

FAX:0294-55-9882

Mail: soichiro.kiyoki.ga@hitachi.com