エネルギーについて考えよう

風力発電

図1　福島沖の2メガワットダウンウィンド浮体式洋上風車（日立製作所製。提供・Toru NAGAO）

風力発電システムの技術的現状

三重大学
大学院工学研究科
機械工学専攻　教授
前田　太佳夫

国内でも洋上風力発電が次々と運転を開始し、欧米が先行していた洋上風力発電技術と肩を並べることができた。一方で、陸上風力発電のトラブルが相次ぎ、それらの原因究明のための調査が行われた。これらの調査結果は風力発電の円滑な運転と導入拡大のために貴重な情報となる。経済産業省は今冬から風力発電をピーク時の供給力として計上することを決めたこともあり、風力発電の稼働率や信頼性向上のための研究開発が注目されている。

安全を確保するための技術的課題

2013年は銚子沖と北九州沖の着底式洋上風車、五島列島椛島沖と福島沖の浮体式洋上風車が運転を開始した。いずれも実証プロジェクトであるが、欧州で普及してきた着底式洋上風車技術には追いつき、さらに浮体式洋上風車技術では世界をリードすることになった。これらの実証プロジェクトから培われた技術を基盤として、国内でもさらなる洋上風車の導入が期待される。

一方、陸上風車ではいくつかのトラブルが起きた。これまでも、落雷、風の乱れによる繰り返し荷重（疲労荷重）、台風による極端に大きな荷重（極値荷重）の、風車に及ぼす影響が課題となってきた。これらへの対応として、耐雷性能や耐風速の向上、高乱流への対策がなされた風車が日本型風車として国内メーカーによって開発されており、国内の全ての中型・大型風車メーカーは耐環境性能が優れた風車を製品化している。

しかし、国内で風車が本格導入され始めたころに設置されたものの多くは海外製である。古いものでは10年以上たっており、老朽化に伴うきめ細かいメンテナンスが必要とされている。

また、これらの古い風車は日本の厳しい自然環境には対応しておらず、欧米の自然環境の下に開発された風車である。古い仕様の風車をトラブルなく、順調に稼働させていくためにはメンテナンス体制の充実が必要である。

さらに、新しく開発された風車が市場に受け入れられるためには従来の風車にはない新技術による製品の差別化やコストダウンが必要となる。新しい風車は実証試験により信頼性を確保した上で市場に投入されるが、風車寿命20年の間には実証試験中にはなかった事象も起こり得る。

そのために、風車のメンテナンス要員はマニュアル通りの作業以外に、異常を判断したり、予測したりできる高度な能力や経験が要求される。海外の信頼性の高い風車メーカーでは設置工事と運転に責任を持つスーパーバイザーが、稼働率向上やトラブル防止に対して優れた能力を発揮している。

トラブル防止のポイント　風車の状態監視

風車のトラブル防止のためにはメンテナンスによる人的な作業のほかに、風車の状態監視が重要となっている。従来、風車の主要部品の振動や温度などは監視制御システム（SCADA）によって監視されている。これは10分間平均値などの統計量や異常値の検出により、風車全体に関わる状態を監視するものであり、異常時や緊急時の風車停止に使われている。

風車の故障や事故を未然に防ぐために、より高度な監視制御としてコンディション・モニタリング・システム（CMS）の研究が進められている。これは検知された物理量の時系列データや複数の物理量データをもとに、風車を構成する部品の状態を監視し、故障や事故の防止を行うものである。故障や事故が減少すれば、風車の稼働率が向上し、事業性も向上するため、各種部品を対象としたCMSの研究が世界的に進められており、規格化の作業も始められている。特に洋上風力発電では海象（海で発生する自然現象）により、風車にアクセスすることが困難になることが予想され、さまざまな角度から風車の状態を把握するCMSが稼働率向上の要となる。

また、新しく開発された風車が市場に受け入れられるためには認証機関による精査が必要となる。認証を取得するには試験機関が実施する実証試験によって信頼性が確認される。

しかし、国内には実証試験を行うサイトが存在しない。そのため、国内メーカーは海外に出向いて実証試験を行うことが強いられている。このような不利益を被らないためにも、国内で実証試験サイトを早期に設立することが国内メーカーの技術開発を促進するものとして望まれている。

機器産業の現状と将来　国内市場5倍に

世界の風力発電導入量は12年末には累計283ギガワット（22万台）、単年度の新規設置が45ギガワット（2万3000台）となっており、これを産業規模に換算すると年6兆円となる（世界風力エネルギー学会）。一方、国内の風力発電関連機器産業についても、その実態を把握するための調査研究が行われている（日本産業機械工業会）。

この調査は風力発電に関連する国内メーカーの売り上げや市場予測をアンケート形式で把握するものである。ここ数年は徐々に国内導入量が減少したため、風力産業の売り上げも低下傾向にあるが、各メーカーの見通しでは風力発電の展望は明るく、20年には世界市場は現状の3倍、国内市場は5倍に膨らむと予想している。

風車をトラブルなく、稼働率を向上させるためには信頼性の高い製品を製造することが必要であり、国内の軸受や繊維強化プラスチック（FRP）関連企業はすでに世界的にも優位な位置にある。今後は風車を構成するさまざまな部品の高度化が信頼性向上のために必要となる。特に現在主流となっている2メガワット級風車（ローター直径80メートル級）から、今後開発されていく10メガワット超級風車（同200メートル級）には革新的な技術開発が要求される。

中でも世界的に熱い議論が続けられているのは風車のローターから発電機に至るまでの駆動系（ドライブトレーン）であり、大型化にともなうドライブトレーンの重量増加とコスト低減のトレードオフを克服するための研究が続けられている。

最近では油圧ポンプを航空機用レシプロエンジンのように円形に配置し、油圧アクチュエーターを用いて発電機を駆動する油圧式ドライブトレーンも現れており、三菱重工業の7メガワット風車で採用されている。また、超大型風車のブレードは長さ100メートル級となるため、品質管理の難しい複合材ブレードの生産技術も注目すべき開発分野である。

三重大学の実証事業　高度利用を研究

三重大学では再生可能エネルギーを活用し、二酸化炭素（CO_2）排出量の削減を目的として、スマートキャンパス実証事業に取り組んでいる。これは風力発電（300キロワット）、太陽光発電（60キロワット）、ガスを利用したコジェネレーションシステム（2000キロワット）、電力を安定的・効率的に蓄放電する蓄電池（432キロワットアワー）、全体を一体化して運用するためのエネルギー・マネジメント・システムで構築されたエネルギーの高度利用研究を行っている。

風力と太陽光発電は電力を供給し、コジェネレーションでは発電時の排熱を学内の付属病院で利用、蓄電池は電力安定化に加えて災害時の非常用電源として活用される。

これらの設備によって大学が研究機関としてエネルギーの有効利用に取り組むことは重要であるとともに、エネルギーや環境という言葉に敏感に反応できる学生を育てるための教育機関としてのシンボル的な役割も大きい。

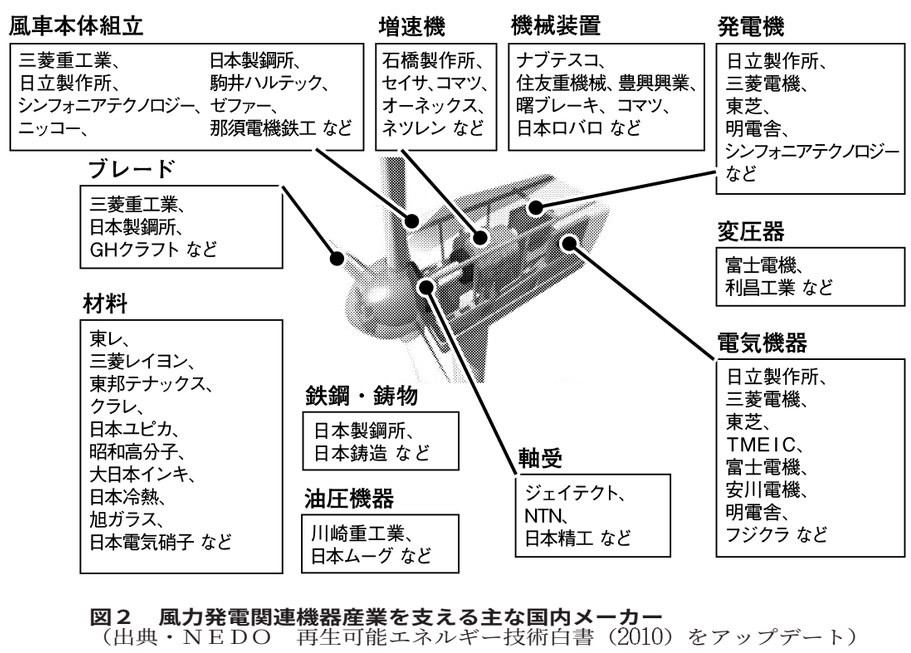
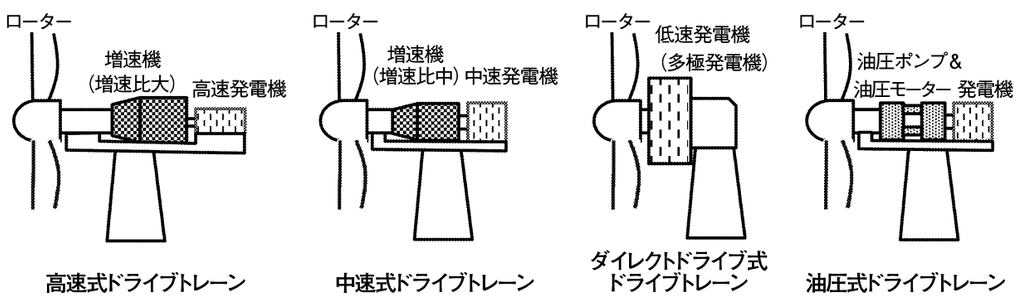


図2　風力発電関連機器産業を支える主な国内メーカー（出典・NEDO　再生可能エネルギー技術白書（2010）をアップデート）

図4　三重大学スマートキャンパス実証事業で発電中の300キロワット風車（駒井ハルテック製）

図3　風車ドライブトレーンの形式



大型ボルト締結が手工具で行える!

油圧の工具やヒーティング、ハンマー等を用いる事なく、
初回の締結からメンテナンス時の取外し・再締結までを
全て手工具のみで行える。
ボルトや相手母材も傷つけない締結構造で
ボルトの破損等のトラブルをも解消。
作業コスト・時間を大幅に短縮するだけではなく、
作業の安全性は劇的に向上します。

プレス機に

コンプレッサーに

鉄鋼機器に

発電機器に

その他大径ボルトを使用されるお客様に

NORD-LOCK®
Bolt securing systems
SUPERBOLT® Re-DEBUT!

資料請求・お問い合せは　株式会社ノルトロックジャパン
本社｜〒550-0011 大阪市西区阿波座1丁目15番19号　TEL:06-6535-1069　FAX:06-6535-4461
東京｜〒140-0013 東京都品川区南大井3丁目22番7号-2F　TEL:03-6423-1069 FAX:03-6423-1072
http://www.nord-lock.com　ノルトロック　検索