

風力発電の基礎シリーズ（3）

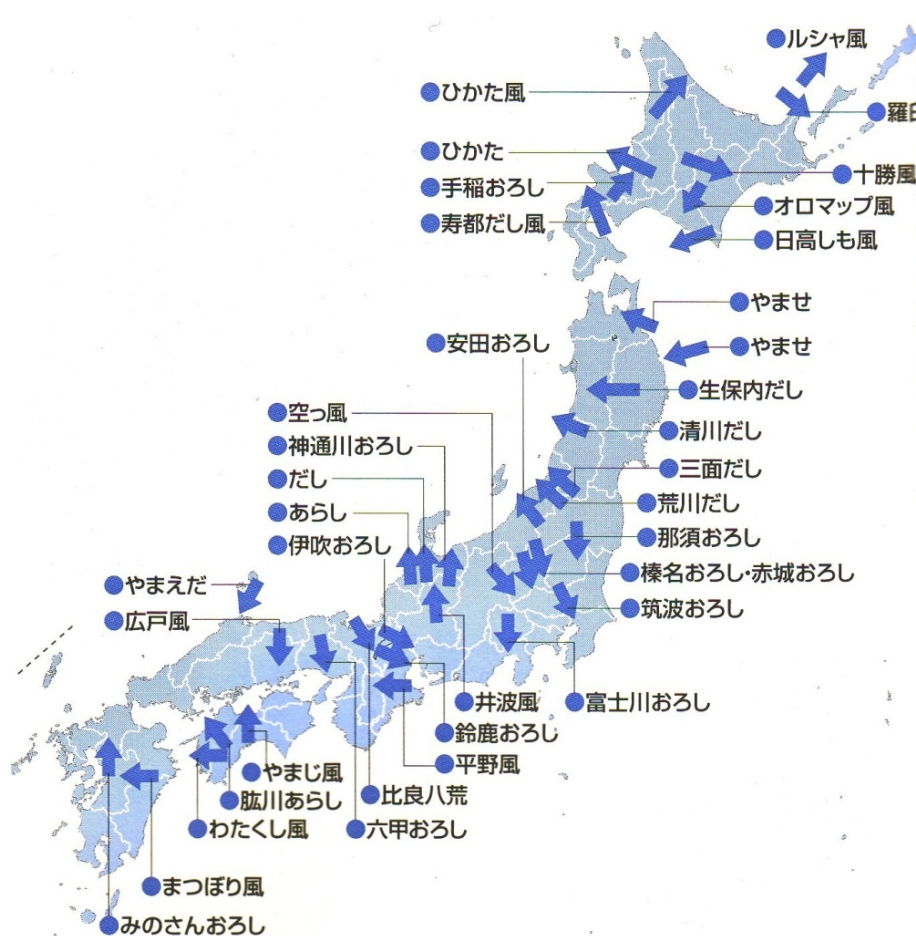
今月は日本の風力エネルギーのポテンシャルはどのようなレベルなのか、またその活用状況はどのようなになっているのか、また風力発電のシステムにはどのような種類があるのかということについて勉強してみたいと思います。

1. 日本列島の風力エネルギー分布

日本は、夏には太平洋高気圧の縁に位置し、冬にはシベリア高気圧からの北西季節風にさらされるために、マクロ的には風に恵まれた地域と言えますが、年間平均で見るとさほど風は強くありません。一方、春の突風や秋の台風などにも襲われ、ときには風が強過ぎるほどになります。

さらに、日本は狭い国であるにもかかわらず、国土のほぼ 70% が山岳丘陵地であることから、地形が複雑で、それに応じて特別な風が吹いています。これを“**局地風**”と呼んでいます。このうちで“**だし**”は主に日本海側、“**おろし**”は主に太平洋側の内陸の風になります。国内外の局地風を研究した吉野正敏は、次図に示すような日本の局地風マップを作成しています。

このマップと、その地域の地形とを比べることで、局地風常襲地の地形的特長が明らかになります。局地風は山脈の風下側のふもとで強く、特に地峡の出口で強くなります、この種の風を“**おろし風**”、あるいは“**地峡風**”と呼びます



では、風力発電を行うための風は吹いているのでしょうか？ 1990 年代に NEDO により、全国各地の気象官署や 21km メッシュ (網目状) で設置されているアメダス気象観見所の風速データに基づく、「風況マップ」が作られました。これは統計的な地形因子解析により、観測点以外の風速分布を推定したものです。

さらに、2003年にはNEDOからLAWEPS（局所的風況予測モデル）と呼ばれる数値流体力学（CFD）に基づいて開発された新しい風況マップが公開され、従来より細かな500mメッシュで、高度70mまでの年平均風速、風配図、風況曲線、ワイブルパラメータなどの情報が利用できるようになりました。この結果、日本には十分風が吹いていることが判りました。

日本風力発電協会の調査では、日本でも陸上で25GW、洋上で56GW、合計で81GWの風力発電が利用可能とされていて、次図一覧のように国内の大型風力発電所は徐々にではありますが増加してきています。しかしながら、これでもなお国内の風力発電の利用はほとんど手付かずといっても過言ではありません。

日本の風力発電所一覧

発電所名	所在地	出力	発電所名	所在地	出力	発電所名	所在地	出力
宗谷岬ウインドファーム	北海道稚内市	57,000 kW	ウインド・パワーかみす風力発電所	茨城県神栖市	14,000 kW	江津東ウインドファーム風力発電所	島根県江津市	22,000 kW
さらぎとまなウインドファーム	北海道稚内市	14,850 kW	ウインド・パワーはさき風力発電所	茨城県神栖市	2,000 kW	江津高野山風力発電所	島根県江津市	20,700 kW
花咲風力発電所	北海道根室市	1,500 kW	銚子ウインドファーム	千葉県銚子市	10,500 kW	楊貴妃の里ウインドパーク	山口県長門市	4,500 kW
苫前ウインビラ発電所	北海道苫前町	30,600 kW	東京臨海風力発電所（東京風ぐるま）	東京都中央防波堤内側埋立地	1,700 kW	大川原ウインドファーム	徳島県徳島市	19,500 kW
島牧ウインドファーム	北海道島牧村	4,500 kW	八丈島地熱・風力発電所	東京都八丈島	500 kW	瀬戸ウインドヒル発電所	愛媛県伊方町	11,000 kW
瀬棚臨海風力発電所	北海道せたな町	12,000 kW	横浜市風力発電所（ハマウイング）	神奈川県横浜市	1,980 kW	伊方ウインドファーム	愛媛県伊方町	18,000 kW
むつ小川原ウインドファーム	青森県六ヶ所村	31,500 kW	三浦ウインドパーク（宮川公園の風力発電）	神奈川県三浦市	1,200 kW	佐田岬風力発電所	愛媛県伊方町	9,000 kW
岩屋ウインドパーク	青森県東通村	27,000 kW	あわら北潟風力発電所	福井県あわら市	20,000 kW	大豊町風力発電所	高知県大豊町	1,200 kW
グリーンパワーくずまき風力発電所	岩手県葛巻町	21,000 kW	磐田ウインドファーム	静岡県磐田市	15,000 kW	葉山風力発電所	高知県津野町	20,000 kW
金石広域ウインドファーム	岩手県金石市・遠野市・大槌町	42,900 kW	石廊崎風力発電所	静岡県南伊豆町	34,000 kW	椿原町風力発電所	高知県椿原町	1,200 kW
秋田新屋ウインドファーム	秋田県秋田市	6,000 kW	落居ウインドファーム	静岡県牧之原市	9,500 kW	大月ウインドファーム	高知県大月町	12,000 kW
田代平風力発電所	秋田県鹿角市	7,650 kW	御前崎風力発電所	静岡県御前崎市	22,000 kW	長崎鹿町ウインドファーム	長崎県佐世保市	15,000 kW
仁賀保高原風力発電所	秋田県にかほ市	24,750 kW	風電君（中島浄化センター敷地内）	静岡県静岡市駿河区	1,500 kW	阿蘇にしはらウインドファーム	熊本県阿蘇郡西原村	17,500 kW
能代風力発電所	秋田県能代市	14,400 kW	青山高原ウインドファーム	三重県津市	15,000 kW	阿蘇おぐにウインドファーム	熊本県阿蘇郡小国町	8,500 kW
サミットウインドパワー酒田発電所	山形県酒田市	16,000 kW	新舞子マリンパーク風力発電所	愛知県知多市	1,700 kW	牟礼ヶ岡ウインドファーム	鹿児島県鹿児島市	10,400 kW
郡山布引高原風力発電所	福島県郡山市	65,980 kW	田原臨海風力発電所	愛知県田原市	22,000 kW	長島風力発電所	鹿児島県出水郡長島町	50,400 kW
桧山高原風力発電所	福島県田村市・川内村	28,000 kW	田原風力発電所	愛知県田原市	1,980 kW	野間岬ウインドパーク発電所	鹿児島県南さつま市	3,000 kW
ウインド・パワーつくば風力発電所	茨城県つくば市	2,000 kW	太鼓山風力発電所	京都府伊根町	4,500 kW	甕島風力発電所	鹿児島県薩摩川内市	250 kW
サミットウインドパワー鹿嶋発電所	茨城県鹿嶋市	20,000 kW	五色風力発電所	兵庫県洲本市	1,500 kW	南大隅ウインドファーム	鹿児島県南大隅町	26,000 kW
波崎ウインドファーム	茨城県神栖市	15,000 kW	阿那賀の風車	兵庫県南あわじ市	37,500 kW	西平安名岬	沖縄県宮古島市	- kW
神栖風力発電施設	茨城県神栖市	10,000 kW	新出雲風力発電所	島根県出雲市	78,000 kW			
波崎風力発電所	茨城県神栖市	1,200 kW	キラトラリーマキ風力発電所	島根県出雲市	1,700 kW			

2. 日本の風力発電の問題点と今後

発電機の小型、大型問わず、日本では欧米諸国に比して普及が進んでいません。理由として、台風に耐えうる風車を施設すると欧米と比較してコストが上がることや、大量の風車を設置できるだけの平地の確保が困難なこと、元々日本ではクリーンエネルギーとして太陽光発電を重視してきた歴史があることなどが挙げられます。また、今までの日本はフランス同様に原子力発電への依存度がすでに大きいために風力への依存傾向は弱く、対照的にアメリカやドイツは原子力発電所の新設を政策的に

停止しているため風力発電への依存度を増しています。

日本では、電力会社は風力発電事業に消極的のようですが、自治体による「自治体風車」や市民グループによる「市民風車」等のプロジェクトの取り組みが進んでいます。

日本国内での風力発電（出力 10kW 以上）の累計導入量は 2007 年 3 月時点で約 1400 基、総設備容量は約 168 万 kW であり、発電量は標準的な原発（100 万 kW 前後）の数分の 1 となります。2007 年度は前年度に比べて導入量が半分以上に落ち込んでいます。1 基あたりの出力を見ると、2007 年度では設備容量 1MW 以上の機種が大部分を占めるようになりました。日本における風力発電会社トップは、ユーラスエナジーホールディングス（旧トーメンパワーホールディングス）（東京電力と豊田通商の合併）。海外機の独壇場であった 2MW 以上の大型機については、国産機の開発も進んでいます。風力発電設備の大部分は輸入品であり、2007 年度の国産機の割合は設備容量ベースで 16%、基数ベースでも 23%となっています。

一方、中小の発電事業者、機器メーカーが生き残りを目指して奮闘する中、国内の風力発電事業を拡大する手だてとして一様に指摘するのが「政府による 抜本的な支援策」です。その中でまず必要なのが導入目標の設定で、政府は 10 年度までに 300 万キロワット（08 年度 188 万 3000 キロ ワット）まで拡大する方針を掲げていますが、その先は未定であり、この点が太陽光発電とは大きな違いとなっています。

それ以上にネックとなるのが、90 年代半ば以降、推進してきた「電力自由化」とのからみです。例えば、事業者が電力会社に売電するうえでの障壁と なっている系統強化について、「電力会社任せではなく、国の責任で整備してほしい」という声が根強いように、再生可能エネルギーの普及は国策として推進する必要があるのではないのでしょうか。

このような状況の中、大地震、大津波による福島第一原発の重大事故が、今までの原子力発電路線の大幅な見直しをせまっています。そして、今まで CO2 削減等の環境問題に対する「お付き合い程度の風力発電」が、環境問題以上の重要度で、“**より安全な国民のエネルギー**”として急速にクローズアップされてきています。風力発電が国民の支持を得る国策として大きく動き始めざるを得ない状況となってきたのです。

3. 大型風力発電システム

風力発電は、風の運動エネルギーを**風車**（風力タービン）により機械的な回転力に変え、この回転を**増速歯車**で高い回転に変えて発電機を回して発電するものです。回転を上げないで、発電機の方の極数を増やすことにより増速歯車を使わない方式もあります。

大型風車の場合には発生した電力を、図に示すように電力会社の電力網に連系して使うことになります。この場合には発電した電力は、電力ケーブルを通じて**昇圧変圧器**に接続し、ここで電圧を上げてから**系統制御盤**を経由して送電網に投入します。

また風車の運転情報は、光ケーブルを通じて現地のウィンドファーム事務所にリアルタイムで伝えられるようになっています。さらに、現地事務所ばかりでなく風力発電事業者の本社でも、国内だけでなく海外で運転されている風車の運転状況がリアルタイムで把握できるようになっています。

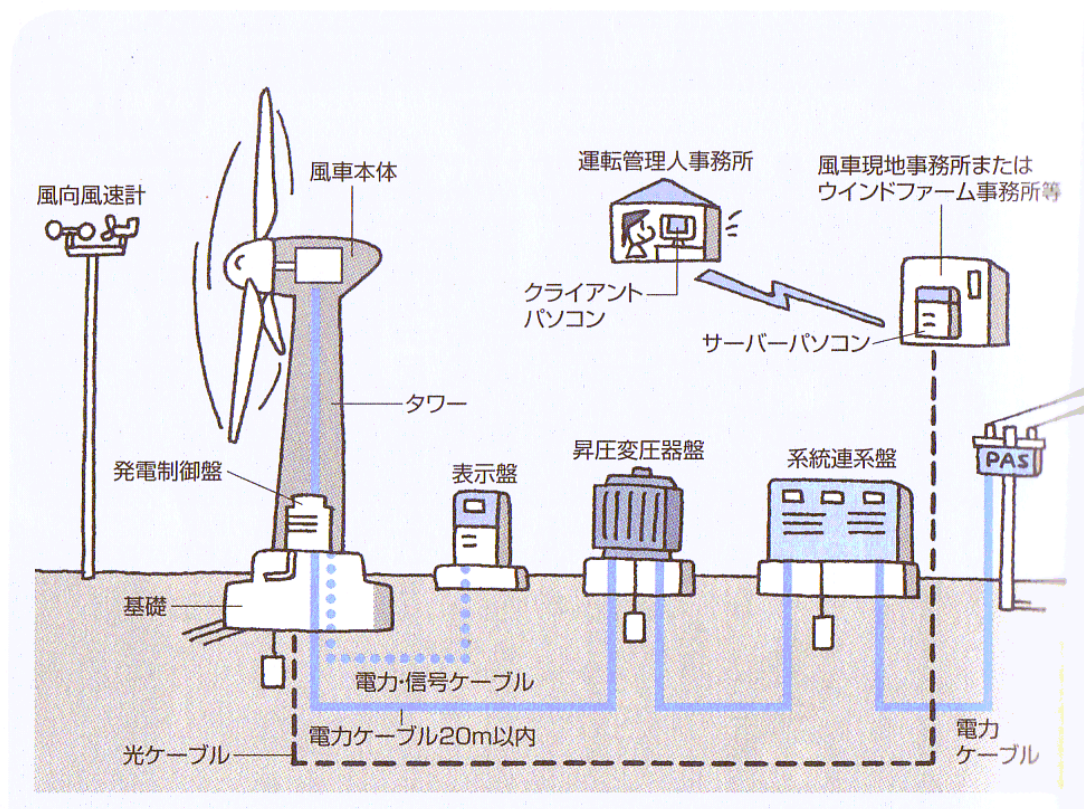
風車の制御は、タワーの上の**ナセル**と呼ばれる大きな箱の上に付いている風向計と風速計の情報に基づいて、風速により風車の羽根の角度を変えて回転数制御を行い、風向に応じて風車回転面を風の方向に向けるようにしています。

一般に、風は地上から上空へ向うほど強くなるため、風車の高さはできるだけ高くしたほうが有利になります。また、風車により風から取り出せるエネルギーは、風車のブレードが回転してできる面

積（受風面積あるいは掃過面積）に比例し、風速の3乗に比例して増大するため、風速が2倍になると風車で取り出せるパワーは8倍になります。風力発電装置はできるだけ大きな風車を、少しでも風の強いところに建てるのが望ましいと言えます。



風から電気へのエネルギー変換の過程



大型風力発電機と電力系統への接続

ここでは発生した電力を電力系統に接続する系統連系方式について述べましたが、小型風車では系統連系を行わず、独立した電源として蓄電池に蓄えて使うという方法が一番多く用いられています。

次回は中・小型風力発電システムと風力エネルギーの取り出し方を中心に勉強してゆきたいと思います。

<参考・引用資料>

「トコトンやさしい 風力発電の本」 牛山 泉 著（日刊工業新聞社）

「風力発電機製作ガイドブック（改訂版）」 金綱 均、松本文雄 共著（パワー社）

「ウィキペディア・フリー百科事典」

「WEDGE」2009年6月号