特集 1・自然エネルギーの現在

風力発電の展望と課題

中 村 成 人*

1. はじめに

日本における風力発電、とりわけ、事業としての風力発電の歴史は、北海道苫前町においてトーメンパワー・グループが1999年11月に完成し商業運転を開始した「苫前グリーンヒルウィンドパーク」(20MW：1,000KW×20基)で始まったと言え、その歴史はわずか数年にすぎない。一方で、米国では1970年台に二度にわたり発生した石油ショックを背景に、カーター政権が制定したPURPA法により石油代替エネルギー(Alternative Energy)としての風力発電が、一挙に大量導入されることとなった。又、90年台に入るとこの流れは英国他欧州各国でも急速に進み、更に90年台半ば以降は、温暖化問題など世界的に地球環境に関わる関心が大きく高まり、風力発電は再生可能エネルギー(Renewable Energy)としての側面からも新しい価値が見出され、EU諸国を中心に再度大幅な導入拡大が実現するところとなった。

我が国においては、1997年12月に京都において、いわゆる地球温暖化防止京都議定書が採択されたことを契機として、急速に環境問題とエネルギーへの関心が高まったことを受け、翌年には電力会社各社による自主的な制度として、長期の優遇価格による買取メニューが採用され、合わせて政府による補助金制度が拡充されたことから、事業としての風力発電が成立する要件が整い、上記の「苫前グリーンヒルウィンドパーク」も実現した訳である。即ち、日本の風力発電の歴史は、欧米と較べて20年近く遅いスタートを切ったとも言える。

表1 主要国の風力発電導入量(単位: MW)

	米 国	ドイ ツ	デンマーク	スペイン	日本
1991	1,450	110	409	15	1
1993	1,550	325	483	52	3
1995	1,703	1,132	635	133	9
1997	1,611	2,081	1,116	512	17
1999	2,445	4,445	1,738	1,812	70
2000	2,568	5,432	2,281	2,099	150

(出典: Wind Power Monthly)

2. 技術進歩の動向

上記の通り、世界的に風力発電が大規模に導入されるようになってからはほぼ20年が経過したが、この間種々の技術的な進歩が実現している。ここでは、特に最近その傾向が強まりつつある単機容量の大型化に触れてみたい。

2.1 大型機種の開発・導入

トーメン・グループの風力発電事業も世界の歴史と同様米国から始まったが、当社が1987年に完成したカリフォルニア州における最初のプロジェクトで使用した風力発電機の単機容量は250KW、これでも当時は世界最大級の風車であった。一方で、今日世界の商業目的で使用されている風車の単機容量は、特に欧州、日本を中心に近年急速に大型化の傾向を強めており、その平均は1,000KWを優に上回る程度となっている。その要因は幾つか挙げられるが、陸上の風力発電サイトの開発が臨界に達しつつある欧州諸国においては、安定した好風況が期待できる洋上プロジェクトの開発が脚光を浴びており、この場合プロジェクトの効率を高めるためにも、単機容量で2 MWを超える大型機の起用が常識化しつつある。更に、陸上においても風車の設置が次第に風況の劣る地域へと移行していく傾向にあり、この点からも風車を大型化し翼長を延ばすことで受風

* (株)トーメンパワー・ジャパン
Shigehito NAKAMURA

表2 風車大型化の歩み（ドイツの例）

	1991	1993	1995	1997	1999	2001
ハブ高	31 m	36 m	47 m	59 m	66 m	75 m
翼直径	23 m	28 m	39 m	44 m	53 m	62 m
定格出力	165kw	260kw	480kw	626kw	1,119kw	1,266kw

(出典：ISET Database)

面積を拡大し（風車が受ける風エネルギーは受風面積に比例する）発電効率を向上させることが必要となる。

又、日本においては比較的平坦地が少ないこともあり、一定の面積で発電容量を最大化するためには、やはり風車の大型化は有効な手立てとなっている。因みに、長年の統計が揃っているドイツの例で風車の大型化の歴史を振り返ると、表2の通りとなる。

2.2 大型機導入の効果

次に、この風車大型化の効果について簡単に触れてみたい。大きく分ければ、効果としては経済性の向上と環境への影響（負荷）の低減の二つが上げられよう。まず、経済性についてであるが、上記と同じISETのドイツのKW当たり建設単価に関するデータによれば、1990年に概ね1250ユーロであったものが1999年では850ユーロ程度となっており、大略30%のコストダウンが実現している。更に、上述の通り風車発電機の効率自体も大きく向上していることは確実にて、大雑把に言えば、90年台の10年間で、発電原価は概ね半分に低減したものと推測される。

一方で、環境面への効果はどうであろうか。先ず指摘できるのが騒音の低下である。即ち、風車騒音の音源としては、発電機を格納しているいわゆるナセルから発生する機械音と翼の回転に伴う風切り音の二種類がある。風車の大型化に合わせて各メーカーでは、機械の振動や音の発生を抑えるべく部品の構造・材料などに改造を加えるとともに、翼の回転数を半分程度に落とすことで翼先端の回転速度を下げ、回転音を低減している。実例として、風速8 m/s下での運転時の地上1.5mの騒音レベルは、某メーカーの風車で、250KW機で44.9dBA、1,000KW機で39.9dBAと報告されている。

又、大型化により限りある土地が有効利用できるため、風力発電所の建設に必要な面積（開発面積）も小さくでき、この点からも大型機導入による環境面での効果（環境負荷の低減）が期待されると言える。因みに、10,000KW規模の風力発電所に必

表3 風車規模による開発面積

	600KW風車	1,300KW風車
全 幅	約42 m	約62 m
全 高	約80 m	約100 m
必要本数	17基 (10,800KW)	8基 (10,400KW)
開発面積	約440,000 m ²	約370,000 m ²

要となる面積を（風車は横一列配列が前提）計算すると、表3の通りとなる。

3. 市場の広がり可能性

世界の動向

冒頭にも紹介したいいわゆる世界の風力発電先進国では、いずれも2010年から2030年にかけて意欲的な導入目標を設定し、そのための施策を実施している。因みに、米国では2020年までに総電力需要の5%を風力発電で賄うことを目標に掲げており、又EU諸国では2010年で概ね同上10%程度は風力発電で賄うべく、国別に目標を設定している。現実これら諸国では、毎年20%を上回る設備の新設が行なわれており、全世界の風力発電の設備容量は、1995年の約3,700MWが2000年には約16,500MWへと急速に拡大している。

一方、日本はどうであろうか。我が国においても経済産業省の諮問機関である総合資源エネルギー調査会は、昨年7月の会合において、2010年における日本の風力発電の導入目標を従来のエネルギー大綱で謳われていた300MWから3,000MWへと一挙に10倍に引き上げることを決定した。そもそも日本の風力発電の導入可能性（潜在力）については様々な試算がなされているが、いずれも上記目標である3,000MWは大きく上回っている。ある試算によれば物理的な限界潜在量は約35,000MW、又、実際の潜在量は10,000MW程度との結果であり、いずれにせよ日本においても風力発電の一層の導入については大きな可能性が存在することは間違いないと思われる。

4. 風力発電導入促進のために

4.1 風力発電の特長

ここで風力発電の特長について確認，整理しておきたい．すでに述べて来た通り，風力発電は先ず有限な資源である石油系資源の代替エネルギーであるとの性質を有している．同時に低い環境への負荷と再生可能エネルギーとして無尽蔵の資源であるとも言える．更に，純国産又風が吹いている地域固有のローカルなエネルギーでもあり，この点から現在世界的にその価値が見直されつつある地域分散型の電源・エネルギーとしての側面も持ち合わせている．加えて，風力発電は数ある再生可能エネルギーの中でも，最も高い経済性を備えているとも言え，これが近年の各国における大規模導入に繋がり，又この大規模な導入が更に風力発電を立派な産業に押し上げ，一層の経済性の向上に結びついていると考える次第である．

4.2 更なる導入拡大のために

風力発電の先進国とも言える欧米諸国の歴史を見ると，そこには共通した導入拡大のプロセスがあるようにも思える．これを整理すれば，概ね以下の三点になると考える．

- 1) 国と国民によるエネルギー（ライフスタイル）の選択（大きなコンセンサスの形成）
- 2) 選択に基づく一貫性のある政策と制度創り（有効に機能する制度と仕組み）
- 3) 制度を支える諸環境の整備

上記の通り，先ずは国と国民自身によるどのようなエネルギーを使いたいのかという選択が行なわれることが基本であり，多少大袈裟に言えば，国民生活のライフスタイルに関わるコンセンサスを形成することが先決である．次に，この選択を実現するための一定の期間を前提とした一貫性のある政策とその政策を実行に移すための制度創りが必要となる．言うまでもないことではあるが，これらの政策や制

度は，国の現状や関連する諸制度などを視野に入れた有効に機能すべきものであるべきなのは勿論ではあるが，同時に明確な目標とそれを達成するまでの時間軸を合わせて設定することが肝要である．更に，法律や制度はそれ自体では必ずしも十分に機能しない．即ち，法律や制度を支える諸環境の整備を合わせて実施することがある意味では極めて重要であり，不可欠であるとも言える．具体的には，土地の利用などに関連する関係法規や運用の見直しを含めた広い意味での規制の緩和や，投資などに関連した優遇税制他の整備がこれに含まれよう．

4.3 日本の風力発電の展望

上述の通り2010年までの日本における風力発電の導入目標は3,000MWに設定された．政府・経済産業省ではこの目標を達成するための施策の要として，日本では初めて自然エネルギーの導入促進を目的とする法律を制定すべく法案（電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法案）を国会に上程した．この法案の骨子は，電気事業者によるその電源の一定割合をいわゆる新エネルギーから調達することを義務付けることにあり，その目標期限を上記の2010年に合わせている．予定通りに法案が国会で承認されれば，来年4月には新法が施行されることになる．

この状況を上記の「導入促進のためのプロセス」に当てはめると，現在の日本では風力発電を始めとする再生可能エネルギーは，地球環境に対する国民的な関心の高まりもあり，国民からの支持は急速に広がりつつあると考えられ，又関連する法案も国会に上程されるなど，第二段階に入りつつあるものと言える．今後は，この法案を実効あらしめるために不可欠な政令や省令がしっかりと整備され，併せて上記の通り規制緩和など周辺諸環境の整備がタイムリーに実行されれば日本の風力発電も立派に離陸でき，新しい産業としても自ら育っていけるものと確信する次第である．