

■ 特集

風力発電に係る世界の動き・日本の動き

－欧米の現状と動向－

(中) 日本風力発電協会 事務局 中尾 徹
イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社

1. 世界の風力発電導入量

風力発電は、再生可能エネルギーの中でも発電単価が比較的安価で、設備利用率も高いことなどから重要視され、欧米と一部のアジア地域を中心に相当量の商業運転が行われている。風力発電の導入は、図-1 に示すように 1990 年代の後半には地球温暖化防止の世界的な気運の高まりとともに急激に増加し、2008 年末現在での世界の風力発電総設備容量は 122,158MW に達し、約 120 基分の原子力発電所に相当する規模となっている。



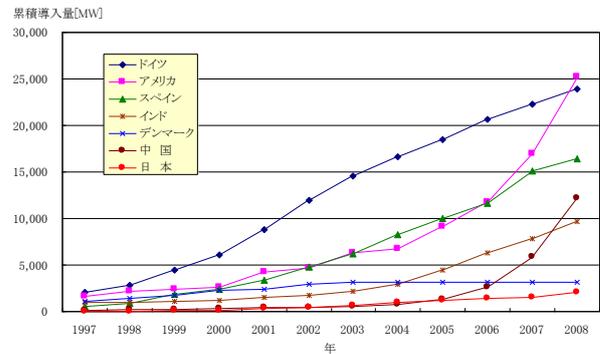
*1 Data of 1997-2007: Windpower Monthly, April, 2009

*2 Data of 2008: BTM Consult, Mar., 2009

図-1 風力発電の世界の導入量

2. 主要国の風力発電導入量

2008 年末の時点における風力発電導入量の上位 6 カ国は、アメリカ、ドイツ、スペイン、中国、インド、デンマークの順で、同年にはアメリカがドイツ、また中国がインドを抜いてそれぞれ世界 1 位と 4 位になっている(図-2)。その他、図示していないが、イタリア、イギリス、フランス、ポルトガルなどの欧州諸国の増加率も顕著で、ここ数年来、急激に導入量が伸びている。一方、日本はカナダに次ぐ 13 位の地位にあって、2005 年以降の伸び率にブレーキが掛かっている。



*1 Data of 1997-2007: Windpower Monthly, April, 2009

*2 Data of 2008: BTM Consult, Mar., 2009

図-2 主要国の風力発電累積導入量の推移

3. 風力発電導入の推移と動向

3.1 主要国の状況

これまで概観したように、風力発電の導入量の推移からも国によって風力発電に対する消長がみてとれる。

特に、ここ 2、3 年の間にアメリカ、中国、インドなどは急激に導入量が増加したものの、ドイツ、スペイン、デンマークなどの伸び率は鈍化しており、デンマークに至っては新規の導入よりも撤去が多いために、2007 年末には累積導入量が前年のそれを下回っている。

以下、国によって風力発電の導入量の推移に盛衰が認められるのはどのような理由があるのか、そしてそれぞれの国はこれからどのように進むことになるのかについて、推測を含めて概観することとする。

(1) アメリカ

アメリカは、2008 年末に風力導入量の世界一を奪還し、風力王国となった。一般に、アメリカに限らず風力発電の導入促進は政策・支援策に負うところが大きい。

アメリカにおける、これまでの風力発電に関連する代表的な政策・支援策を以下に掲げる。

- ・公益事業規制法 (PURPA, 1978 年制定)
- ・エネルギー政策法 (EPA Act, 1992 年制定)

生産税額控除 (Production Tax Credits -PTC, 1992 年から継続)

・Renewable Portfolio Standard(RPS)

PURPA 法は固定価格(回避コスト)の買取制度であったが、EPAct(PTC)は税制面での優遇制度である。その他、RPS は州レベルでの取り組みも盛んである。

これらの制度によって導入が進んだ訳であるが、毎年の導入量は必ずしも前年を上回って増えてはいない。例えば、2000 年前半は PTC の発効と失効が繰り返されたために隔年で導入量の増減が認められたが、2005 年以降は PTC も継続されることとなったために、第二のウインドラッシュと呼ばれるように、風力発電の導入ブームが再来し、急激な導入量の増加となって現れた。

アメリカは、民主党のオバマ政権の誕生によってそれまで軽視されてきたグリーン市場に本格的に参入することが表明された。グリーン・ニューディール(2 兆円規模の減税・免税による景気対策:PTC を 2012 年まで延長、補助金・助成金などの拠出、2 年間で 250 万人の雇用創生計画)によって風力発電導入量はますます増加するものと考えられ、最近、2030 年までの風力発電導入目標を 3 億 kW(300GW)に引き上げる計画が打ち出されている。

(2) 中国

中国は、経済成長に伴うエネルギー需要の増大、環境問題の顕在化に伴い、再生可能エネルギーの導入が国策として推進されている。

・再生可能エネルギー法(2006 年施行)

この法律は、2020 年までに国の電力の 16%を再生可能エネルギーで賄い、この内 30GW を風力発電で担うという目標である。しかし、最近の日本経済新聞(2009. 6. 7)によれば、中国国家エネルギー局が年内にも新エネルギー産業振興計画に「2020 年末に 10,000 万 kW(100GW)」の目標を掲げるとの報道がある。この目標値は既存計画に比べて約 3 倍以上の上方修正となつて非常に意欲的な目標値である。

目標達成のために、政府は設備メーカーの技術開発に対する補助金の拠出、新エネルギーの発電比率を一定以上に高めるよう発電会社への指導、風車建設サイトを内陸部のみならず電力需要が急増している沿海部の洋上風力発電の導入も視野に入れていると言われる。

このような壮大な構想を受けて、中国の風車メーカー金風科技(Goldwind)は生産能力を 3 倍以

上増やす計画を打ち出している。その他、中国メーカーの Sinobel、Dongfang あるいは世界の有力風車メーカーなども巨大市場を睨んだ生産拡大計画を打ち出すものと思われる。

(3) インド

インドにおける風力発電に係る支援策は、非在来型エネルギー省 (Ministry of Non-Conventional Energy Source:MNES) などから打ち出されている以下の 3 つの支援政策をあげることができる。

- ・財政的インセンティブ(税金の減免措置)
- ・金銭的インセンティブの付与(優遇措置)
- ・州ごとの支援政策措置(減免措置, 補助金, 買電など)

これらの支援により導入量は順調に増加し、2005 年末には 4,434MW に達して、デンマークを抜いて世界の 4 位となった(2008 年末時点で 9,655MW)。しかし、一方でこれらの支援措置が政府財源を圧迫していることも事実である。今後は、これまで以上に多様化する温暖化対策としての海外援助(CDM など)を積極的活用し、引き続き風力発電の導入が促進されるものと考えられる。

(4) デンマーク

デンマークでは、1920 年頃に発電用風車が登場し、1950 年代半ばには有名なゲスル風車が稼働、オイルショックを経て一般家庭に風車が普及することとなったようである。また、1985-88 年にはデンマーク国内の風力発電量は電力需要量の 20-30%、風速の強勢な年には 40%を賄える規模となっていた。しかし、近年では上述のように、風力発電の導入促進に弊りがみられるが、これは風車の設置過剰(騒音・景観など環境問題、好風況適地の減少、系統連系併入率の過大)によることその他、デンマーク政府の政権交代に伴う政策転換による影響も一因となっていると考えられる。

デンマークにおけるこれまでの風力発電に係る主要な政策・支援策は以下に掲げるものである。

- ・エネルギー供給法(1976 年施行)
- ・REFIT 法(風車法、1992 年制定)
- ・系統連系法
- ・電力供給法(1999 年 6 月 2 日発効)

各政策・支援策の概要は、風車建設補助金制度(エネルギー供給法)、固定買取制度(REFIT 法)、電力会社の系統連系の義務化と送配電線

の補強など諸費用の負担(系統連系法)、再生可能エネルギーの買取り割当制度とグリーン証明書制度の導入(電力供給法)となっている。

特に、風力発電の導入に大きな影響を及ぼしたのは、1999年6月に制定された「電力供給法」である。本法律により固定買取り価格と環境税返還と発電助成金を組み合わせたシステムから競争原理に基づくシステムへ移行することとなった。ここでは、2003年1月以降に建設された風車または建設後10年を経過した風車は、電力会社に固定価格の買取り義務は課せられておらず市場価格での電力販売となるため、風車の個人所有の多い同国にとっては、このような政策転換が風力発電の導入促進にブレーキを掛けることとなった。このような状況は、しばらく続くかもしれない。

(5) ドイツ

ドイツは、1997年以降、風力発電導入量の世界一を誇っていたが、2008年にはその座をアメリカに譲ってしまった。その兆候は、2000年初頭にみられ、2003年以降の毎年の導入量は年々減少の傾向にあることからもうかがえる。

このように導入量の伸びが鈍化した理由は、デンマークと同様に風況の良好な北部地域に於ける風車の設置過剰によると考えられるが、一方で政策・支援策とも結びつけて推測することができる。

ドイツにおける風力発電に関連する代表的な政策・支援策を以下に掲げる。

- ・250MW 風力計画(1989年開始)
- ・電力供給法(EFL:1991年制定)
- ・再生可能エネルギー法(EEG:2000年制定)

これらの法律で定められているのは、政府による買電補助(250MW 風力計画)を除き、他の法律は電力会社に風力発電による電気を買電させる義務(規定価格以上による買取制度)を課すものである。

2000年に制定された「再生可能エネルギー法」による買取価格は設置後20年間に亘って規定価格以上での買取となっており、その価格は稼働から5年間(第一ステージ)は固定価格、6年目以降の第二ステージは稼働率に応じて買取価格が変動する制度となっている。2004年4月の施行時には、第一ステージの固定価格は2000年では9.1euc/kWhであるものの、2005年には8.8euc/kWhとなって-1.5%の低減率と決められていたものが、2004年の法改正によって同年では8.7euc/kWh、2008年には8.03euc/kWh

となって、引き下げ率は-2%と大きくなっている。このように買取価格が引き下げられたことも風力発電の導入に翳りがみられた原因かもしれない。

しかし、2008年6月に「再生可能エネルギー法」が修正され(2009年1月発効)、買取価格の上乗せの他、リパワリング(大型風車への建て替え)された施設には0.5euc/kWhのボーナス支給がされることとなった。このことからドイツの風力発電の導入は、後述のように洋上風力発電で巻き返しを図って再び加速することが期待される。

(6) スペイン

スペインの風力発電導入量は、1999年に急増し、その後も導入量の増加が続きアメリカと導入量の世界2位と3位を争っていたが、ここに来て伸び率に若干の低下傾向がみられ2007年以降はアメリカとの導入量の差が顕著となってきた。

このような導入量の推移は、風力発電に係る政策・支援策と関連性がうかがわれる。その理由を述べる前に、スペインでの主な政策・支援策を以下に掲げる。

- ・再生可能エネルギーの導入促進(1994年:政令 Royal Law2366)
- ・新電気事業法(1999年1月施行:政令 Royal Law 2818, 1998年)

1998年の政令(Royal Law 2818)で特定発電システムに関する新たな枠組みが制定され、再生可能エネルギー発電事業者は、市場価格+プレミアムの買取り料金と、固定買取り料金のうち、どちらかを選択できるシステムが採用されこと、また新電気事業法では欧州連合の目標にあわせて2010年までに国内のエネルギー消費量の12%以上を再生可能エネルギーで賄うという目標を掲げたことなどが導入量の急増に繋がった。

ただ、2008年以降に稼働を開始する新規の設備についてはRoyal Decree(661/2007)により固定買取価格は引き上げられたものの、プレミアム価格が25%程度引き下げられたことなど、買取価格が変動することが事業リスクになっているものと考えられる。このままでは、世界3位の地位が危ぶまれる。

3.2 洋上風力発電の状況

洋上風力発電は、欧州を中心に導入が進んでおり、Wind Service Holland(2009.2)によれば、

2008年12月現在において約1,500MW(約650基)となっている(表-1)。導入量が最も多い国はイギリスで、次いでデンマーク、オランダ、スウェーデンの順序となっており、日本は9位に位置している。各国の全風力発電量に占める洋上風力発電量の割合はフィンランドが約23%と最も大きなシェアとなっているが、導入が進んでいる上位の国はいずれも10%を超えた割合となっている。

表-1 洋上風力発電導入実績(2008.12現在)

国名	風車基数		風車設備容量		全設備容量に対する 洋上設備容量の割合(%)
	基	%	MW	%	
イギリス	203	31.2	598.40	39.2	18.5
デンマーク	215	33.0	426.35	28.0	13.4
オランダ	128	19.7	246.80	16.2	11.1
スウェーデン	65	10.0	133.65	8.8	17.0
ベルギー	6	0.9	30.00	2.0	10.5
フィンランド	10	1.5	30.00	2.0	23.4
アイルランド	7	1.1	25.20	1.7	2.4
ドイツ	3	0.5	12.00	0.8	0.1
日本	7	1.1	11.20	0.7	0.6
スペイン	5	0.8	10.00	0.7	0.1
中国	1	0.2	1.50	0.1	0.0
イタリア	1	0.2	0.08	0.1	0.0
合計	651	100.2	1525.18	100.3	2.3

出典: Wind Service Holland(2009.2)

EWEA(2007)は、EUにおける将来の洋上風力発電導入見込量を発表している。それに依れば2010年に3,000~4,000MW、2015年に10,000~15,000MW、2020年には20,000~40,000MWと予想されている(図-3)。このように欧州において洋上風力発電の導入が積極的な理由は、陸上風力発電の適地が少なくなっていることがベースとしてあるものの、洋上風力発電は①急速なグローバルエネルギー需要の増大に伴うエネルギー供給の不安定性の問題、②CO₂増加などによる気候変動問題、③産業育成・雇用問題、の解決策に寄与するエネルギーであると認識されているからである。

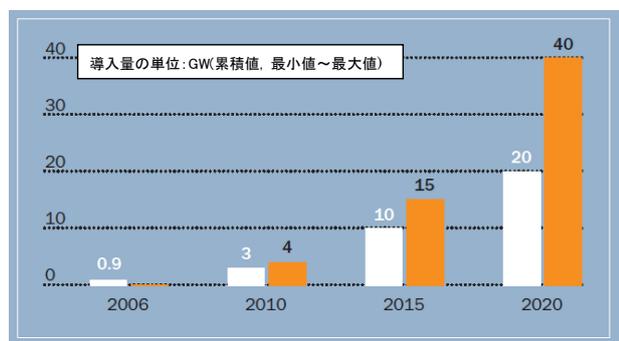


図-3 欧州における2020年までの洋上風力発電導入量予測(EWEA, 2007)

(1) デンマーク

デンマークでは1990年代から洋上風力発電の実証研究が行われ、2000年初めには本格的な

洋上風力発電の商業用ウィンドファーム(Horns Rev(2002年12月)とNysted(2003年11月))が建設され、現在に至るまでHorns Revは風車設置数(80基)で世界一位の地位にある。しかし、2004年以降の建設が進まず、陸上風力発電と同様に、洋上風力発電にも伸び率が鈍りが見られるのは連立政権による政策の不確かさや系統連系容量の問題があると言われている。

(2) イギリス

現在、洋上風力発電で一步先行しているのはイギリスである。それまでデンマークが洋上風力発電の導入量が最も多かったけれども2008年にイギリスが追い抜いたように、同国では洋上風力発電の導入が急ピッチで進んでいる。これは、陸上風力発電の導入拡大が環境問題などで難しいことにもよるが、前述した3つの課題に対する対応策として位置づけられていると考えられる。

特に、背景として同国の石油掘削施設の労働問題がある。北海油田の埋蔵量は、年々減少し石油掘削施設を保有するタリスマン・エナジー社は2015年頃に廃業を予定しており、それに伴い多数の労働者が失業を余儀なくされることとなる。しかし、石油掘削施設の一部は洋上風力発電への転用が可能で、石油掘削技術も洋上風力建設に活用できることなどから、洋上風力を開発することで、北海油田事業に従事する関係者の雇用の確保が期待されている訳である。

政府機関もROCS(Renewable Obligation Certificate System:再生可能エネルギー使用義務認証システム、日本のRPS法と同様のシステム)によるクレジット価値を洋上風力発電は陸上風力発電の50%多い1.5ROCS/MWhとしたことや、Round3までの洋上風力発電開発戦略海域が公開されるなど、洋上風力発電の導入に対して積極的な後押しがなされており、2020年までの洋上風力発電の導入目標33GWは達成する見込みとなっている。

(3) ドイツ

ドイツでは2030年までに25-30GWの洋上風力発電の導入目標が掲げられているが、現在は汀線に近い海域で洋上風車の実証研究が行われているに過ぎない。

本格的な洋上風力発電は、昨年2008年から建設が始まった「ALPHA VENTUS」におけるRAVE(Research at Alpha VEntus)プロジェクト

である。総出力 60MW (5MW×12 基) の設備で、その一部の設備を実証研究用を使用する。プロジェクトは、電力・ガス公益事業者、風車メーカ、国立研究機関・大学などが共同で研究を行うこととなっている。ただ、RAVE プロジェクトを初めとする諸プロジェクトの建設計画は当初のスケジュール通りには運んでいないようである。

この理由は次のように考えられている。①高コストでリスクの多い洋上風力発電に対する固定買取価格が安価であること、②ドイツではデンマーク、イギリスなどと異なり、洋上風力発電の設置可能海域は沖合いで比較的深所であるため、最低でも定格出力 5MW 以上の風車を設置して建設コストを低減させる必要があるが、5MW 機以上の風車を製作しているドイツ国内メーカ (REpower、MultiBrid、Bard および Enercon) はいずれも洋上風力の実績が少ないこと (Enercon 社は、洋上風力に関心を持っていない)、などである。

この内、①は洋上風力発電に対する固定価格の一層の高い価格での買取が望まれるが、再生可能エネルギー法の改正により (2009 年 1 月発効) 事業者や投資家にとって有利になったこととして、洋上風力発電の固定価格の新体系 (価格の低減率：改正前-2%、改正後-5%) の適用される年月日が改正前の 2008 年 12 月 31 日から改正後には 2015 年 12 月 31 日になったことである。つまり、2015 年末までは高い固定価格で電力を買取ってもらえるため、高価格の買取期限の延長が導入促進に繋がるかもしれない。

4. むすび

これまで諸外国における風力発電の導入に係る推移と動向を足早に概観してきたが、導入促進に密接に関係しているのは「固定価格などの買取制度」あるいは「税制優遇制度」の仕組みである。特に、「買取制度」は風力発電事業者にとって事業計画を描きやすくなることから効果的な促進策となる。

また、その一方で、国の風力発電に係る導入目標の設定がある。施策として風力発電の導入目標を掲げている国は、日本を始め中国、欧州の一部の国などに過ぎない。最近、風力発電導入目標についてアメリカ (2030 年までに 300GW) と中国 (2020 年までに 100GW) は非常に高い目標を掲げる報道がなされている。このように、実現可能性のある高い目標を持つことによりメーカにとっては積極的な投資が可能と

なるなど、業界の活性化、ひいては雇用創出に結びつくものである。

洋上風力発電は、欧州を中心に導入が進んでいることは前述の通りであるが、今後、アメリカ、カナダ、中国などでも大規模導入が計画されている。

ただ、欧州における洋上風力発電の導入量の伸び率が低下し、導入予想と実績に著しい差が認められる (図-4)。この理由として、デンマークのように政策面などに起因するものがあるが、以下に掲げるように、経済性の課題の他、インフラなどの技術面に係る課題をあげることができる。

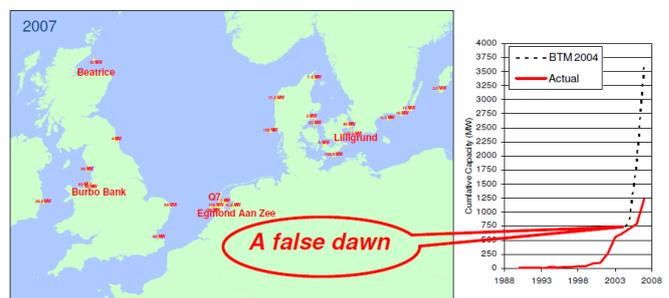


図-4 欧州における洋上風力発電導入に関する計画値と実績値の比較 (Garrard, A., 2008)

- ① 経済性 (陸上風力発電の 2 倍近い例もある：約 40 万円/kW) 最近では鉄鋼のコストアップも一因であった。
- ② 風車の供給 (陸上風車の製造が最優先)
- ③ 建設専用船 (数が少ない/設備能力が劣る)
- ④ 港湾設備の能力 (大水深の港湾が少ない)
- ⑤ 海底ケーブルの敷設能力 (会社が少ない/会社の規模が小さい)
- ⑥ 洋上風車の信頼性
- ⑦ 許認可 (環境アセスも含めて 3-5 年掛かる)

世界の主要国は日本と異なり、低コスト、高効率、環境性に優れた風力発電の導入に大きな比重を置いている。アメリカ、中国は、2000 年代半ばまで風力発電の導入で世界を牽引することであろう。また、欧州諸国は洋上風力発電の開発に係るボトルネックを着実に解決して、導入量の拡大に邁進することと思う。

日本の 2008 年度末の累積導入量は、1,854MW (1,517 基) となったが、2010 年度の導入目標 (3,000MW) の約 2/3 の導入が確保されたに過ぎない。今年度から洋上風力発電実証研究も開始されることとなっているが、日本で何故導入が進まないのか、次項でその問題点などの概要を取りまとめた。