

## ■ウインドウズ オブ Wind (風の窓)

# 風力発電システムの導入促進に関する提言

(財)新エネルギー財団 計画本部 企画調査部 窪田 新一、田中 誠

### 1. はじめに

(財)新エネルギー財団では、産業界の声を吸い上げ、新エネルギーの導入促進に関する提言を取りまとめている。中でも風力発電分野は、世界的に見ても急成長している分野であり、日本においても同様の成長を続けるべく、風力発電導入促進のための提言を行ってきた。

本稿では当財団の組織する風力委員会（委員長：足利工業大学 牛山学長）にて平成20年3月にとりまとめられた「風力発電システムの導入促進に関する提言」についてその概要を述べる。

### 2. 提言の概要

現在、世界の風力発電累積導入量は2007年末現在で約9388万kWに達しており(図1参照)、地球温暖化防止対策や経済性での優位性の視点から、急速な導入拡大が続いている。一方でわが国においては、2007年度の累積導入量は約167万kW(図2参照)であり、世界の導入量の約1.8%程度にすぎない。わが国の風力発電の導入拡大をはかり、独立した産業として定着させていくためには、長期的なエネルギー政策の中で、新エネルギーとしての風力発電の位置付けや将来展望を明確にしておくことが重要であり、あわせて、風力発電導入の現在の諸課題の解決や、さらなる導入拡大のための技術開発も重要である。

風力委員会では、このような観点から、風力発電を取り巻く状況について調査活動を行い、

「風力発電システムの導入促進に関する提言」をとりまとめた。以下にその概要を示す。

#### 《提言1》「風力発電の長期導入目標の設定」

わが国における長期エネルギーの需給見通しについては、2004年度に経済産業省により「2030年のエネルギー需給展望」が策定され、新エネルギーを含むエネルギーの長期需給見通しに関するケーススタディが実施された。そしてその後のエネルギーを巡る内外の情勢が大きく変化したことから、現在、総合資源エネルギー調査会需給部会（最新の会合はH20.3.19）において2020年及び2030年におけるエネルギー需給見通しの改定作業が進められており、この中で風力発電については、2030年に原油換算で269万kL(最大導入ケース：約660万kWに相当)という導入量の試算が行われている。これはケーススタディという位置づけで、現在の導入量の約3倍にあたるが、欧米先進国に見劣りしないより野心的な目標量の設定が望まれる。

このように、わが国における風力発電の導入は、これまで着実に進展しては来たものの、今後とも風力発電の導入を着実に進め国内産業として確実に定着させていくためには、長期エネルギー需給見通し等国の長期的なエネルギー政策の中で、新エネルギーとしての風力発電の位置づけを明確にし、導入目標と導入シナリオを策定した上で、シナリオ実現のための具体的な施策を整えることが必要である。

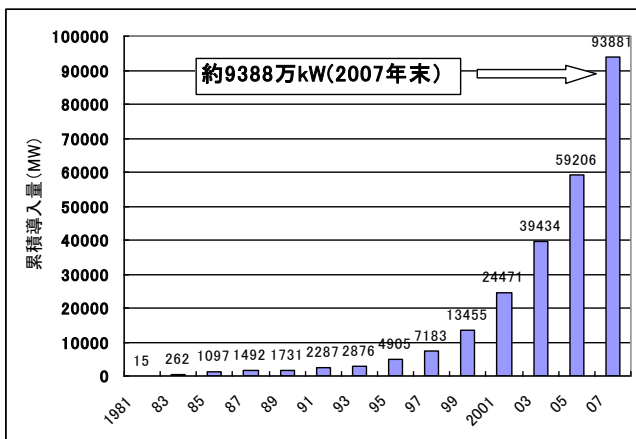


図1 世界の風力発電導入量の推移

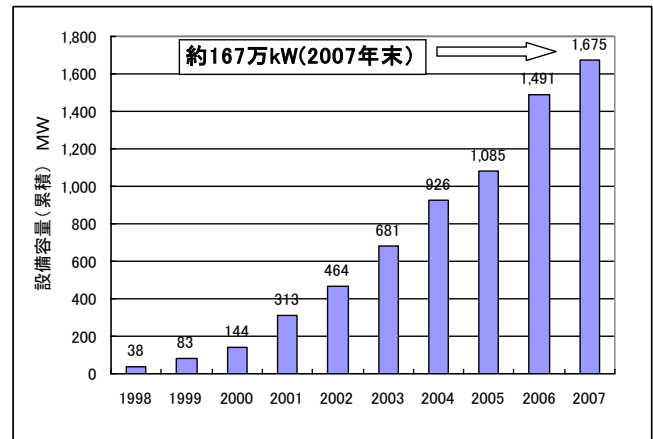


図2 日本の風力発電導入量の推移

以上を踏まえて「風力発電の長期導入目標の設定」について、以下の通り提言する。

### (1) 長期導入目標の設定

#### (a) 2030年までを睨んだ野心的な長期目標

2006年度に改定された「エネルギー基本計画」では、新エネルギーの位置付けを「長期的にはエネルギー源の一翼を担うことを目指し施策を推進する」としている。この「エネルギー基本計画」を踏まえ、風力発電を重要な電源と明確に位置付け、その上で具体的な数値目標を設定することが肝要である。

従って、少なくとも2030年程度を睨んだ風力発電の将来展望を示すとともに欧米風力先進国に見劣りしない戦略的で野心的な長期目標を設定することが必要である。

#### (b) NEDO「風力発電ロードマップ」の評価、レビュー

2004年度にNEDOが策定した「風力発電ロードマップ」は、風力発電の長期的展望がない現状を踏まえると貴重な成果である。今後はこれらの検討結果を諸外国との対比を含めて適宜レビューするとともに、国として評価の上、風力発電の将来展望に関する基本方針を明確にし、基本方針に従って確実に推進するための具体的な施策を講ずることが必要である。

なお、国による長期目標が示されることは、風力発電事業者のみならず関連機器・部品メーカー等周辺関連産業の育成につながるものであり、産業構造の厚みを増し、市場拡大効果が期待できるものである。

#### (2) 長期目標実現のためのシナリオの策定等

設定した目標を達成するためには、その実現のための具体的な諸条件や課題・施策を網羅し、道筋を示したシナリオの策定が必須である。

このシナリオ策定に際しては、個別の課題の対応策はもとより、風力発電の導入拡大に伴う経済性の視点からの定量的評価が重要と考えられ、例えば、米国(DOE/NREL)で実施された「風力発電の導入拡大に必要な費用増分と、導入拡大によりもたらされる燃料代替による温室効果ガスの削減効果の便益との比較評価手法」などを実施することが望まれる。また定量的評価の際には、競合する他の再生可能エネルギーとの比較を行い、日本全体の再生可能エネルギー導入促進における風力発電の位置

付けを示すことも肝要である。

更には、新エネルギー導入に伴うCO2排出量削減価値を広く流通させることなどにより新エネルギーの市場拡大を誘導するような取組みも今後重要である。

以上のような導入拡大のシナリオを早急に策定・公表することは広く国民的なコンセンサスを形成することにつながり、本格的な導入拡大の強い原動力になるものである。

### 《提言2》「現状の課題と諸施策の実施」

風力発電は近年飛躍的に導入が拡大したが、一方で導入拡大に伴い、更なる普及を妨げる様々な課題も顕在化し始めている。今後の導入拡大に向けて、現状における主な課題に対する以下の諸施策について提言する。

#### (1) 長期的視点に立った系統連系対策の見直しと速やかな会社間連系線の活用

出力変動を伴う風力発電の一層の導入促進のためには、周波数変動と送電容量に代表される系統連系対策が最大の課題となっている。2004年の「新エネルギー部会風力発電系統連系対策小委員会」ではこのための様々な対策が議論されたが(表1参照)、風力発電の導入促進のためには、長期的視点に立った系統連系対策の見直しが必要であり、早急に上記小委員会を再開し検討に着手することが必要である。また上記小委員会で議論された対策には、新たな技術開発等の対策もあるが、取り分け休日・夜間の調整力確保を目的としたベース潮流の通告送電による会社間連系線の活用は、上記小委員会中間報告において「制度的、技術的な課題はない」とされていることから、費用負担の在り方を含め実運用に際して必要な取り決めや、同報告にある他の課題、すなわち風力発電量予測や二酸化炭素排出量増加の可能性など多面的な評価・検討を早急実施すべきと考える。

#### (2) 風力発電と環境の調和

わが国における風力発電の導入も一定の成果を上げたが、一方で導入が進んだことによる新たな課題も生じている。その一つが「風力発電と環境との調和」であり、最近マスコミにも数多く取り上げられているが、誤解を招く記事も多く見受けられ、早い段階で適切に対処して、風車に対する正しい理解を促すことが必要である。

については、「風力発電施設と調和した地域・自然景観形成」、「バードストライクが鳥類個体群に与える影響」、「騒音による影響」等の課題に関する検討を行い、対処できるような取組みを実施することを提言する。

い風車も多くみられる。

風力発電の一層の導入促進のためには安全性に配慮するとともに風車の利用率向上を図ることが重要であり、そのために以下のことを提言する。

(3) 風力発電設備の信頼性向上

風車の信頼性は、IEC 規格により一定の品質が確保されているものの、昨今の風力発電施設の故障・事故や不具合事例からも見てわかるように、日本特有の複雑な風況になじまなかったものや、不十分な風況調査のために利用率の低

- (a) 風車の故障・事故に係わる「データセンター」の設置
- (b) コンディションモニタリングによる風車診断手法の開発
- (c) 精度の高いハブ高風速推定手法と評価手法の開発

表 1 系統連系対策小委員会で議論された対策一覧

1. 周波数変動対策オプション

No.	項目	検討結果	実行状況
1	周波数変動の観点から見た風力発電連系可能量の正確な把握	・九電以外: '07年に再評価 ・九電 : '06年に再評価	評価中 実施済(追加募集を実施)
2	解列枠の募集	・10~60%解列検討	北電・東北電: '06年に抽選募集
3	蓄電池等の導入	'07年エネ庁委託蓄電池導入調査 ・短周期変動吸収(九電) ・長周期変動吸収(東北、四電、九電) ・夜間充電・昼間フラット運転 但し、コスト的には採算性厳しい結果	東北電: '06年及び'07年に抽選募集 ・出力変動緩和制御: 50MW ・翌日通告出力一定制御: 50MW  低コスト蓄電池開発検討中
4	会社間連系線の活用	・東北-東京: 5万kW/25万kWベース (ベース潮流による短周期対策時) コストUP分: 5~10¥/kWh	今後、資源エネルギー庁を中心に継続検討
5	調整力拡大に向けた電源運用	—	今後、資源エネルギー庁を中心に継続検討
6	周波数変動による導入制約のない地域での風力発電立地	・陸上: 50万kW程度 コストUP: 0~3¥/kWh ・洋上: ? 万kW コストUP: 5¥/kWh	抽選および入札枠にて募集中  NEDO洋上調査プロジェクト進行中
7	気象予測に基づく風力発電量予測システムの調査研究	—	NEDO委託研究・開発プロジェクトにて技術開発終了(今後の対応未定)

2. 送電容量等対策

No	項目	電力会社への要望	発電事業者への要望
1	連系可能量算定方式の工夫	風車の持っている機能(力率制御、電圧抑制)を考慮しつつ技術検討実施。 SVC設置等の技術理由説明実施	オンデマンド出力調整の検討
2	連系容量を超える発電容量の連系	日負荷(時間)ベースでの連系許容量の協議の検討。	共同事業者間における責任体制
3	風力発電事業者保有のアクセス線・変電所の活用	共同での長距離アクセス線及び変電設備の検討	明確化 継続検討
4	電力会社保有送電線の増強	既設連系線、変電所の増強・改良に関する協議・検討	
5	事業計画変更の許容	系統連系要件に影響の無い範囲での計画変更の検討	

上記以外に、⑥送電容量、バンク容量情報提供、⑦周波数変動制約の無い地域での連系協議随時受け付け、  
⑧連系協議回答の理由開示、⑨連系付加時代替案提示等の検討が盛り込まれている。 [ ] : 今後の要検討事項

#### (4) 風力発電施設の設計・建設に関する規制及び窓口の一本化

風力発電施設の建設に係わる関係法規は極めて多岐に亘っており、従って必要な許認可も数多くの関係省庁を含めて広範囲且つ複雑で、一部には重複しているものもある。(図3参照)

また平成19年6月以降は、建築の耐震偽装に端を発する改正建築基準法が施行され、高さ60mを超える風力発電施設は、超高層建築物とほぼ同じ扱いとなり大臣認定が必要となった。その結果、審査期間の長期化、基準の高度化、動的解析などの計算の複雑化などにより、費用の増大や大幅な着工の遅れのなどの問題も発生している。

これらの問題は、例えば送電鉄塔のように、風力発電施設が建築基準法の適用外となり、電気事業法に一本化されれば、大幅な改善が期待される。以上を踏まえて下記の二点を提言する。

- (a) 風力発電及び施設を主管する官庁を明確に定め、関連する法規類は、可能な限り電気事業法等の下に一本化すること
- (b) 長期的な展望に立った風力発電導入に関する国としての統一した方針を明示し、主管官庁が主導することで、関係官庁が一体となった総合的な施策を講じること

#### 《提言3》「風力発電の導入拡大に向けた技術開発の推進」

風力発電の技術開発に関しては、これまで技術開発フェーズを過ぎ、導入普及フェーズにあるという認識が持たれていたが、近年の石油価格の急激な高騰や、エネルギーセキュリティー確保の観点から、クリーンで無尽蔵な風力、太陽光などの再生可能エネルギーの役割は益々重要となってきており、今後の導入拡大に向けては、これらの情勢を踏まえて、以下のような視点に立って技術開発を行うことが重要である。

- コストの低減  
(近年の為替レート・材料価格高騰の影響、風車需要増加による売手市場の影響に対するコストの低減)
- 信頼性の向上  
(日本特有の乱れの多い風況、冬季雷等に対する信頼性の向上)
- 大型化技術  
(一層のコスト低減のための大型化技術。特にコスト的に不利な洋上風車の普及のための大型化技術の開発)
- 出力安定化技術  
(系統連系制約を解消するための出力安定化技術の開発)



図3 風力発電建設に係る主な許認可一覧

上記のような視点から、風力発電の一層の導入を図るために表2および表3のような技術課題の抽出を行った。そして抽出した課題から、以下のような民間では研究規模が大きく実施困難で横断的な研究開発課題について、国主導で実施することを提言する。

またこれらの技術開発課題については、技術開発がなされた後も、わが国の風車産業の育成ならびに国際市場での発言力の強化のために、風車の技術規格である IEC 規格へ技術開発成果の反映を行うことが切望される。

- (1) 風荷重予測、制御技術
- (2) 寿命予測、評価技術
- (3) 日本型風車
- (4) 空力・構造連成解析技術
- (5) 大長翼ブレードの開発
- (6) 出力変動平滑化技術
- (7) 着床型洋上風力発電

なおこれらの技術開発課題のうち、(3)日本型風車、(7)着床型洋上風力発電については、NEDOにて継続実施中であり、着実な技術開発の推進を望むものである。

### 3. おわりに

新エネルギーを取り巻く状況は、最近の石油価格の上昇や、原子力発電所の長期停止問題、また今年度より京都議定書の約束期間が始まったこと等を受けて、数年前と異なり大きく様変わりしようとしている。

わが国においては、エネルギーセキュリティの観点から、エネルギー自給率の確保は大きな課題であり、あわせて温暖化防止といった地球環境の保全についても、同時に達成しなければならない課題である。

新エネルギー財団ではこれらの状況を踏まえて、今後とも、国産エネルギーであり環境にやさしいエネルギーである新エネルギーの普及のために、産業界の声を反映し、新エネルギー政策について関係省庁等への提言を行っていく所存である。

最後に、本提言をとりまとめるにあたり、牛山委員長を初めとする風力委員会委員の皆様には大変熱心な調査活動をしていただき、本紙面をお借りして厚く御礼申し上げる次第である。

表2 国の行うべき技術開発マップ

実施主体	研究開発項目	研究開発要素技術	研究開発項目	備考
国	風車本体	低コスト化技術	制御技術と荷重予測技術の進展による制御システムの信頼性向上とコスト削減 (a)前方風の3次元計測 (b)荷重低減制御	
		高耐久性	寿命予測手法・評価手法の開発 (a)ブレード、発電機、増速機、補機類のコンディションモニタリング技術(モニタリング用センサの開発と状態診断技術)の確立と実用化研究	
		日本型風車	風力発電システムの落雷保護技術 (a)日本海側の主要な地点における落雷(特に冬季雷)の電流等の観測を実施	NEDOにて継続実施中
		風車の設計技術	空力・構造連成解析計算コードの開発 (a)山岳、複雑地等の地形データ、風況データ、風車の特性から年間発電量、風力発電装置の寿命、耐久性をシミュレーションするプログラムの開発 (b)実プラントで実証試験	
		超大型風車	長大翼ブレードの開発 (a)軽量・高比強度のための炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の利用と製造方法の開発 (b)ピッチ制御機構の負荷低減のためのブレードFRP弾性変形による制御方法(空力弾性テラリング)の開発	
系統連系対策	電力安定化技術	出力変動平滑化システムの開発 (a)気象予測データに基づく風車出力予測システムの構築と給電運用システムへの活用 (b)出力変動平滑化の指針と対応策(解列、蓄電池、気象予測のベストミックスを考慮した指針策定) (c)近隣地域の複数WFに対する統合的出力管理による地域単位の発電出力変動の緩和 (d)出力変動平滑化システムの開発(電池系統側設置,他組合)		
洋上風力発電	着床式洋上風力発電	着床式実証試験 (a)海上風の特性把握 (b)波浪/海潮流の特性把握 (c)連成振動予測技術/疲労照査技術の開発 (d)環境影響評価手法の開発 (e)実証データに基づいた高信頼・コスト低減可能な合理的設計	NEDOにて継続実施中	

□ : 本書における提言内容

表3 民間の行うべき技術開発マップ

実施主体	研究開発項目	研究開発要素技術	研究開発項目	備考
民間	風車本体	低コスト化技術	翼に関し複合材料による低コスト・高強度な製造技術の開発	(a)製造(積層、巻浸)、検査の自動化の研究 (b)カーボンを使用したブレード構造の設計、試作、評価
			風車の低コスト化(風力発電本体:50%→45%)	(a)低価格タワーの研究
		日本型風車	風車の維持管理費の低減	(a)点検整備機材、手法、システムの開発
			高性能低風速型風車の開発	(a)大型風力発電装置開発と実証 (b)低平均風速+高極値風速の日本の風に対応した風車
			風況変動対応の機械/電気設備及び制御システムの開発	(a)軸受け、増速機、ヨー駆動装置の運用条件の明確化 (b)条件に合致した機器の設計条件の明確化 (c)運転中の実機において計測し、そのデータを用いて機器毎の設計条件を設定する。
	建設工事	低コスト化技術	強風対応型風向風速計の開発	(a)強風対応型風向風速計の開発
			風車の軽量化/小型化/分割化	(a)ブレード分割のリファイン (b)新形式分割タワーの開発 (c)ナセル分割のリファイン
		環境調和建設技術	風に左右されない効率的なブレード1本空中取付工法	(a)ブレード空中取付クレーン(アタッチメント)の開発 (b)ヤード面積の低減 (c)ブレード保持機構・ボルト接合自動位置決システム
			輸送道路幅員・曲率の低減に資する輸送車両開発	(a)登坂力が大きく、走行曲率が小さく、走行速度10km/h以上の輸送車両
			環境にやさしい建設工法・技術の開発	(a)環境負荷低減型の建設ヤード/道路造成技術/環境修復技術の開発
	系統連系対策	電力安定化技術	連系可能量の策定(風力発電所連系点/エリア内)	(a)好風況地域における各送電線の熱容量と運用制限の調査。場合によっては、連系可能量増強対策案も検討 (b)海外系統の現状整理
	風況	風況シミュレーション技術	非線形風況シミュレーションモデルの高速化	(a)非線形風況シミュレーションソフトにおける高速計算モデルの開発
	洋上風力発電	着床式洋上風力発電	洋上風車の改良・支持構造等の詳細設計	(a)着床式洋上風車の改良・支持構造等に関する詳細設計
			風車運搬・施工技術(特殊杭打ち船等を使用しない工法)	(a)風車の一括吊り上げ、浮力を利用した施工等 (b)施工機械の改良および開発、新たな基礎の開発
		浮体式洋上風力発電	洋上(沿岸域)風況予測技術	(a)沿岸海域を対象とする風況予測システムの開発
			洋上風車の改良・係留方法等の詳細設計	(a)浮体式洋上風車の改良・支持構造等に関する詳細設計
	エネルギー変換/貯蔵技術	エネルギー変換技術	風車運搬・施工技術	(a)浮体式洋上風力発電のための施設の運搬・施工技術の開発
			洋上(近海域)風況予測技術	(a)近海域を対象とする風況予測システムの開発
	エネルギー変換/貯蔵技術	エネルギー貯蔵技術	洋上(外洋域)風況予測技術	(a)沖合海域を対象とする風況予測システムの開発
			電気エネルギーによる水素製造	(a)水素製造設備 (b)貯蔵技術開発 (c)流通技術開発 (d)実証試験
		従来型蓄電池	(a)コスト低減のための蓄電池併設システムの開発	