

■トピックス

風力発電導入ポテンシャルと中長期導入目標 V4.3

一般社団法人 日本風力発電協会 代表理事 高本 学

1. はじめに

日本風力発電協会は、2008年2月に、ビジョンとして2007年度需要電力量実績値の10%以上を風力発電から供給すべく、2050年までに5,000万kW導入する事を目標値と定め、その後ポテンシャル調査の精緻化などに伴い、各地域への配分などの見直しを行ってきた。ⁱ

しかしながら上記目標設定から6年が経過しており、最近の電力システム改革やCO2削減目標など社会的状況変化や風車の大型化・高性能化などを考慮し、2050年までに1990年比CO2削減80%を達成する手段の一つとして、『2050年における推定需要電力量ⁱⁱ（シリオA=9,300億kWh、シリオB=7,580億kWh）の20%以上を風力発電から供給する』事を新たな導入目標とし、最新のポテンシャル調査結果を適用すると共に、北海道、東北、九州のポテンシャルを生かすべく電力系統の広域運用を前提に、再策定を行った。

その結果、設備容量では7,500万kW（陸上=3,800万kW、着床=1,900万kW、浮体=1,800万kW）、発電電力量では1,880億kWh（シリオA比20.2%、シリオB比24.8%）を得て、2014年5月30日、日本風力発電協会の成果発表会に於いて新たな中長期導入目標を公表した。

本稿では、風力のポテンシャルと、中長期導入目標の策定手法と各種効果および導入目標達成のための課題と対策などを紹介する。

2. 風力発電の導入ポテンシャル^{iii iv}

賦存量とは、理論的に算出することができるエネルギー資源量の内、明らかに利用することが不可能であるもの（例：風速5.5m/s未満の風力エネルギーなど）を除く資源量であって、種々の制約要因（土地用途、利用技術、法令、など）を考慮しないものをいう。

これに対して、ポテンシャルとは、理論的に算出する事が出来るエネルギー資源量の内、採取・利用に関する種々の制約要因（自然条件、土地利用など）を考慮した一時点における特定の社会条件による導入可能量をいう。

2.1 陸上風力発電のポテンシャル

事業性の観点から地上高80mにおける年間平均風速6.0m/s以上とすると、日本全国では20,983万kWであり、全電力会社の合計発電設備容量と同等であるが、各電力会社の発電設備容量を上限とすると7,436万kW（全発電設備容量の0.36倍）となる。（図1）

2.2 着床式洋上風力発電のポテンシャル

海底ケーブルにより本土への送電が必要となる諸島部を除いた着床式洋上風力のポテンシャルを、離岸距離30km未満、水深50m未満とし、事業性の面から地上高80mにおける年間平均風速7.0m/s以上とすると、日本全国では15,646万kWであり、全電力会社の合計発電設備容量の約3/4倍に相当するが、各電力会社の発電設備容量を上限とすると6,165万kW（全発電設備容量の0.30倍）となる。（図2）

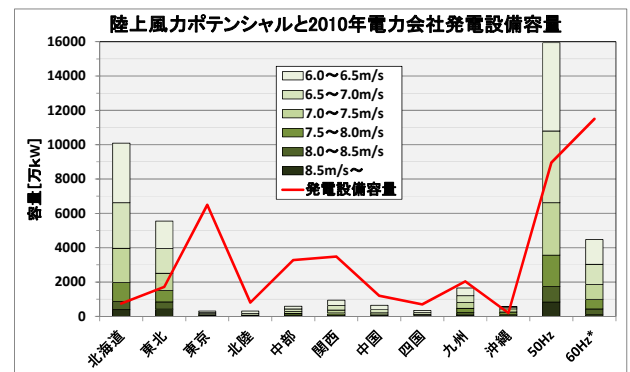


図1 陸上風力発電ポテンシャル

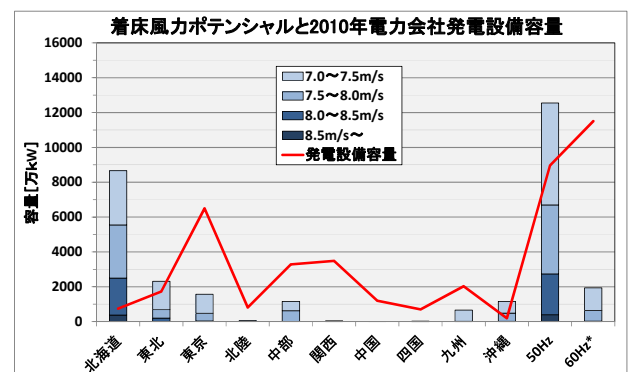


図2 着床式洋上風力発電ポテンシャル（諸島を除く）

2.3 浮体式洋上風力発電のポテンシャル

海底ケーブルにより本土への送電が必要となる諸島部を除いた浮体式洋上風力のポテンシャルを、離岸距離 30km 未満、水深 50m 以上 200m 未満とし、事業性の面から地上高 80m における年間平均風速 7.5m/s 以上とすると、日本全国では 30,046 万 kW であり、全電力会社の合計発電設備容量の約 3/2 倍に相当するが、各電力会社の発電設備容量を上限とすると 8,480 万 kW となる。(図 3)

2.4 堅実な風力発電のポテンシャル

実際に風力発電を導入する際には、該当地域で 1 年間以上の風況精査を行い、更に環境アセスメント調査や電力会社との系統連系協議などを行う事から、シミュレーションで得られたポテンシャル全てが建設可能となるわけではなく、建設不可能となる地域や逆に建設可能となる地域が生じる。

そこで、十分な余裕を見て、上記ポテンシャルの内、陸上は 1/2、着床式は 1/3、浮体式は 1/4 を堅実なポテンシャルとすると、合計では 23,218 万 kW となり全電力会社の合計発電設備容量を 1 割程度上回るが、各電力会社の発電設備容量を上限とすると 7,672 万 kW (全発電設備容量の 0.37 倍) となる。(図 4)

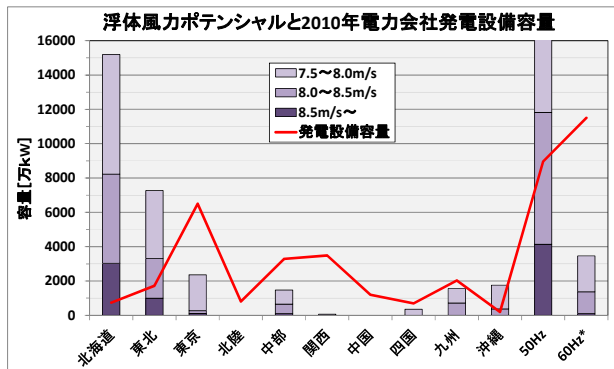


図 3 着床式洋上風力発電ポテンシャル (諸島を除く)

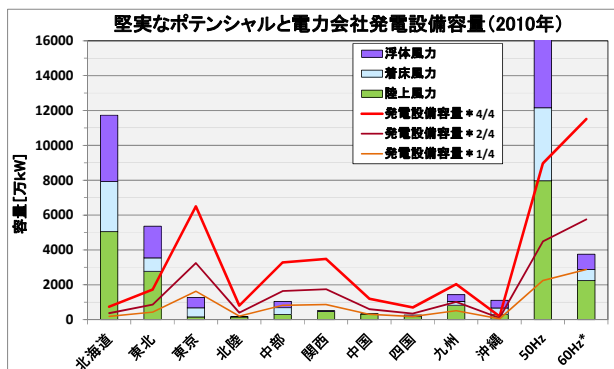


図 4 堅実な風力発電ポテンシャル

3. 中長期導入目標 (JWPA ビジョン : V4.3)

堅実な風力発電のポテンシャルから、各電力会社の設備容量 (= 最大需要電力) よりポテンシャルが多い、北海道電力、東北電力および沖縄電力に関しては、以下の制約条件を加え、年間発電電力量が 1,860 億 kWh 以上達成可能な設備容量を策定した。(図 5)

- ▶ 50Hz 系および 60Hz 系の合計発電設備容量の 1/2 以下、沖縄は 1/4 以下とする。
- ▶ 沖縄は、陸上風力のみとする

なお、風力発電は、各年間平均風速毎のポテンシャルに対して均等に開発が行われるものと仮定し、平均設備利用率は、それぞれ 25%、30%、35%とした。

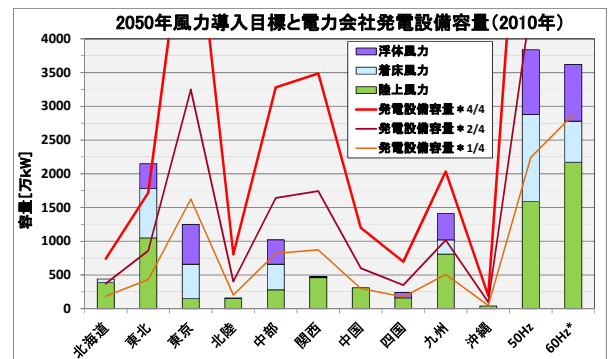


図 5 導入目標 (JWPA ビジョン)

4. ロードマップ (JWPA ビジョン : V4.3)

ロードマップは、最初は徐々に、その後加速的に、最後は飽和傾向になる、いわゆる S 字特性をベースに設定した。(表 1、図 6)

表 1 ロードマップ (JWPA ビジョン)

年度	導入実績と導入目標 [万kW]			発電電力量 [億kWh]
	合計	陸上	着床	
2010	248	245	3	43
2020	1,090	1,020	60	230
2030	3,620	2,660	580	840
2040	6,590	3,800	1,500	1,620
2050	7,500	3,800	1,900	1,880

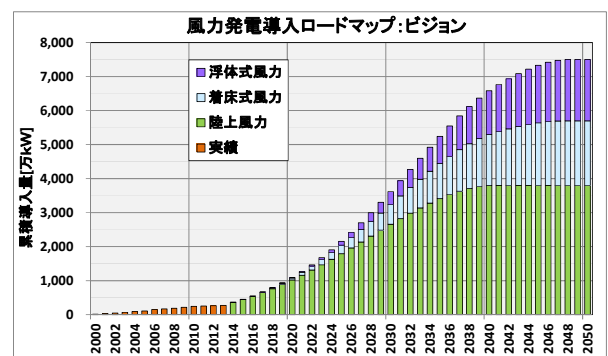


図 6 ロードマップ (JWPA ビジョン)

新規導入量のピークは、2030～2035年度で、300万kWを超過し、約20年毎のリプレースを含む導入量は、2030年度以降には毎年約350万kWを超過するので、安定的な産業と雇用に寄与するといえる。(図7、図8)

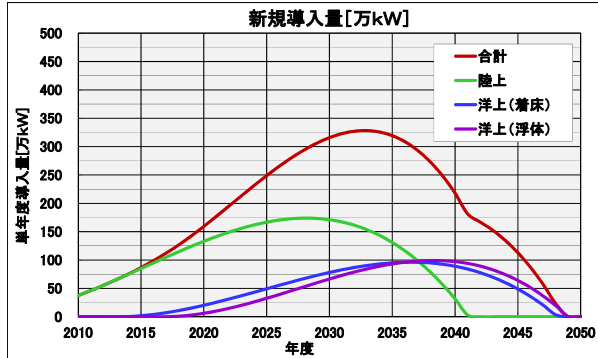


図7 新規導入量

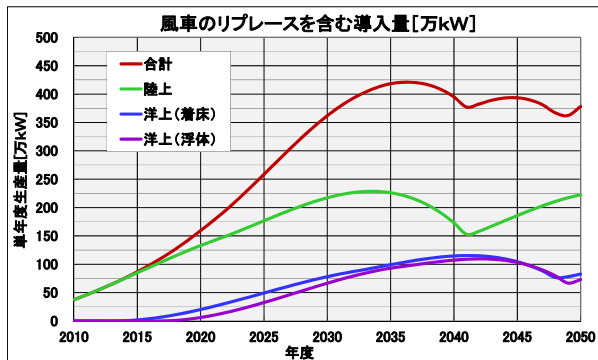


図8 リプレースを含む導入量

5. 経済波及効果と雇用創出効果

総建設費、運転・保守および保険などの費用に加えて、産業連関表¹を用いた経済波及効果と雇用創出効果を算出した。

産業連関表に関しては、早稲田大学鷺津教授の文献^vを参照し、将来の風力発電建設費は、ECロードマップとEWEAの実績とロードマップ^{vi}および第29回新エネ部会資料3-1^{vii}を参照し、欧州の価格上昇・低下に対する日本のズレと市場規模の違いなどを考慮した。

¹ 地域経済を構成する各産業は、域内・域外の産業と相互に密接な取引関係を結びながら生産活動を行い、地域独自の産業構造を形成している。ある一つの産業は、他の産業から原材料や燃料などの財・サービスを購入(投入)し、これを加工(労働・資本などを投入)して新たな財・サービスを生産する。さらに、これを他の産業に対し原材料等として販売(産出)する。このような関係が各産業間で連鎖的につながり、最終需要者に対して必要な財・サービスが供給されることとなる。産業連関表はこのような産業間の取引をまとめたもので、経済活動を財・サービスの取引関係という側面からとらえており、ある地域における一定期間(通常1年間)の経済活動の実態を一つの表(マトリックス)にまとめたものである。

また、運転・保守費の単価は、将来にわたって低減が無いものと仮定し、調達価格算定委員会の資料^{viii}を参照し、事業期間中の保険費は、JWPAの調査・研究資料^{ix}を用いた。

2030年度における経済波及効果は、約3兆円、雇用創出効果は約20万人であり、更に、2050年度においては、約4.5兆円、約30万人となる。

なお、建設費などは、風車のリプレースを含む導入量に連動するが、運転・保守、保険関係は、累積導入量に連動するため、2050年度における各数値は、運転・保守、保険関係が、建設関係の約2倍となる。(表2)

表2 経済波及効果と雇用創出効果

年度	内訳	単位	合計	建設	運転・保守 保険
2020	総建設費、直接費	億円	6,140	4,980	1,160
	経済波及効果	億円	11,330	8,980	2,350
	雇用創出効果	千人	74	59	15
2030	総建設費、直接費	億円	16,350	10,090	6,260
	経済波及効果	億円	30,440	18,030	12,410
	雇用創出効果	千人	197	121	76
2050	総建設費、直接費	億円	22,810	8,110	14,700
	経済波及効果	億円	44,840	14,520	30,320
	雇用創出効果	千人	290	97	193

6. CO2削減効果

CO2削減量は、風力発電による発電電力量に、排出係数代替値(kg-CO2/kWh)^xから、風力発電ライフサイクル排出量^{xi}を減じた値を乗じて算出した。

なお、日本の温室効果ガスの総排出量は、京都議定書第一約束期間(2008～2012年度)の5ヶ年平均で、12億7,800万トン^{xii}(2012年度は、13億4,300万トン)である。

2030年度におけるCO2削減量は、約4,413万t-CO2であり、京都議定書第一約束期間5ヶ年平均値の約3.5%に相当し、更に2050年度においては、約9,888万t-CO2となり、京都議定書第一約束期間5ヶ年平均値の約7.7%に相当する。(表3)

表3 CO2削減効果(%表示は、第一約束期間比)

年度	内訳	単位	合計	陸上	着床	浮体
2020	設備容量	万kW	1,090	1,020	60	10
	発電電力量	億kWh	230	212	16	3
	CO2削減量	万t-CO2	1,214 1.0%	1,116	82	16
2030	設備容量	万kW	3,620	2,660	580	380
	発電電力量	億kWh	840	571	152	117
	CO2削減量	万t-CO2	4,413 3.5%	3,002	799	612
2050	設備容量	万kW	7,500	3,800	1,900	1,800
	発電電力量	億kWh	1,880	830	500	550
	CO2削減量	万t-CO2	9,888 7.7%	4,369	2,621	2,897

7. 中長期導入目標達成のための課題と対策

現在、各電力会社は、管内の設備容量や設備構成により風力発電の系統連系可能量を概ね設備容量の5～10%程度に設定している。

(連系可能量を設定していない、東京・中部・関西を除く合計連系可能量＝563.5万kW)

JWPAのビジョンは、『2050年における推定需要電力量の20%以上を風力発電から供給する』ものであり、これを実現するためには抜本的な系統連系対策が必須となる。

- 地域間送電線および地域内送電線の新増設(送電線熱容量不足の解消)
- 気象予測による再エネ電源の発電電力予測システムの適用(電力供給計画に活用)
- 電力貯蔵設備(揚水、蓄電池)の新増設と需要の能動化(調整電源の確保)
- 既設火力機のバーナー、ミルなどの更新(調整速度・調整範囲の改善)
- 風車制御機能の活用(下げ代・調整力不足対応)
- 出力変動緩和グループ制御蓄電池システムの活用(調整力不足対応)

上記には、既に国として取り組んでいるものも含まれるが、広域的運営推進機関の設立や環境アセスメントの迅速化、更には電力系統出力変動対応技術研究開発事業、風力発電高度実用化研究開発、洋上風力発電等技術研究開発など推進中事業の確実な実施と早期実用化なども必須といえる。

また、海に囲まれた日本においては、洋上風力の導入促進を図るために、国による更なる指導・支援を望むものである。

- 洋上風力のゾーニング
- 洋上風力対応の港湾インフラ整備
- 洋上風力の建設船、作業船の整備

8. おわりに

電力システム改革、地域内送電線新増設、洋上風力実証事業など最近の動向から電力系統の広域運用を前提に、2050年度の推定需要電力量に対して、風力発電から20%以上供給することを目標として、新しい中長期導入目標を策定し、上記目標は、達成可能(2050年度までに7,500万kW)であることが確認された。

今後は、技術的課題などの解決に向けた種々の努力が必要であり、関係各位のご指導・ご協力をお願い致します。

参照資料

- i 風力発電長期導入目標値と目標値達成に向けた提言：2008年2月
<http://jwpa.jp/pdf/50-02teigen2008.pdf>
- ii 2050 日本低炭素社会シナリオ 環境省戦略研究開発プロジェクト：2008年6月
http://2050.nies.go.jp/report/file/lcs_japan/2050_LCS_Scenario_Japanese_080715.pdf
シナリオA：9,300億kWh：利便性・効率性の追求から都市への人口・資本の集中が進展。
シナリオB：7,580億kWh：ゆとりある生活の追求により地方に人口・資本が分散化。
- iii 平成22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査：2011年3月(環境省)
<http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/index.html>
- iv 平成23年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備：2012年6月(環境省)
<http://www.env.go.jp/earth/report/h24-04/index.html>
- v 文部科学省 科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センター「拡張産業連関表による再生可能エネルギー発電施設建設の経済・環境への波及効果分析」(2013年8月)
<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-DP096-FullJ.pdf>
中野論、鷲津明由『再生可能エネルギー発電施設建設アクティビティの作成と静的波及効果の推計』早稲田大学社会科学総合学術院ワーキングペーパー、No.2012-3, 2013年3月, p.1～34
(データソースについては上記ワーキングペーパーとNISTEPのDPの2つを引用したうえ、その筆者から詳細な推計結果の提供を受けた)
- vi EWEA Pure Power ECのロードマップとEWEAの実績とシナリオ(2011年)
http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Pure_Power_III.pdf
- vii 第29回新エネ部会 資料3-1 「風力発電の現状について」(平成20年11月)
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfile/s/g81125a05j.pdf>
- viii 調達価格算定委員会 平成26年度調達価格及び調達期間に関する意見(平成26年3月7日)
http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/report_003_01_00.pdf
- ix JWPA 着床式洋上風力発電所に係る価格検討資料(平成25年11月28日)、他
洋上＝建設費の3%/年、陸上＝建設費の1%/年
- x 環境省：温対法に基づく政府及び地方公共団体実行計画における温室効果ガス総排出量算定に用いる平成24年度の電気事業者ごとの排出係数等の公表について(平成25年12月)0.550kg-CO₂/kWh
<https://www.env.go.jp/press/press.php?serial=17532>
- xi 電力中央研究所：電源別のライフサイクルCO₂排出量を評価(2010年8月)0.025kg-CO₂/kWh
<http://criepi.denken.or.jp/research/news/pdf/den468.pdf>
- xii 環境省：日本の温室効果ガス排出量の算定結果(2014年4月)12億7,800万t-CO₂
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/index.html?sess=6859d4604dc5a737fcea355de0202dd2>