

日本の風力発電は世界で 19 位

IEA の 2015 年の世界の再生可能エネルギー発電量比率は、風力発電 49%、バイオマス 25%、太陽光発電 14%、廃棄物発電 6%、その他の地熱・太陽熱・潮力発電 6%である。風力発電量は 84 万 GWh で世界の年間発電量の 3.4%を占めています。世界エネルギー会議の報告書によれば、風力発電の設備容量は 2001 年から平均で 20%以上の伸びており、今後も 2020 年まで 13%の成長率で伸びるといわれています。

風力発電は 2000 年前後から米国、ドイツ、スペイン、デンマークの 4 か国がリードしてきたが、2005 年から英国、イタリア、フランス、ポルトガル、スウェーデン、オランダといった EU 諸国が追随、又、この頃から経済発展に応じて電力需要が増加した中国、インドで導入量が増えた。日本は 2004 年当時イギリスに次ぐ世界 8 位の発電国であったが、2017 年では世界 19 位に転落している。

表 1 2017 年世界の風力発電設備容量 (単位 GW、1GW=100 万 KW、原発 1 基分)

順位	国	風力設備 容量	洋上設備 容量
1	中国	188.2	2.8
2	米国	80.1	
3	ドイツ	56.1	5.4
4	インド	32.8	
5	スペイン	23.2	
6	英国	18.9	6.8
7	フランス	13.8	
8	ブラジル	12.8	
9	カナダ	12.2	
10	イタリア	9.4	
19	日本	3.4	
世界		539.6	18.8

出所：GWEC、IEA

注：陸上風力発電の設備利用率は 20%、洋上風力発電は 30%とされている。従って、風が昼夜吹いていれば、100%であるが、吹かない時は 0%である。

各国の風力発電の特徴は次の通りである。

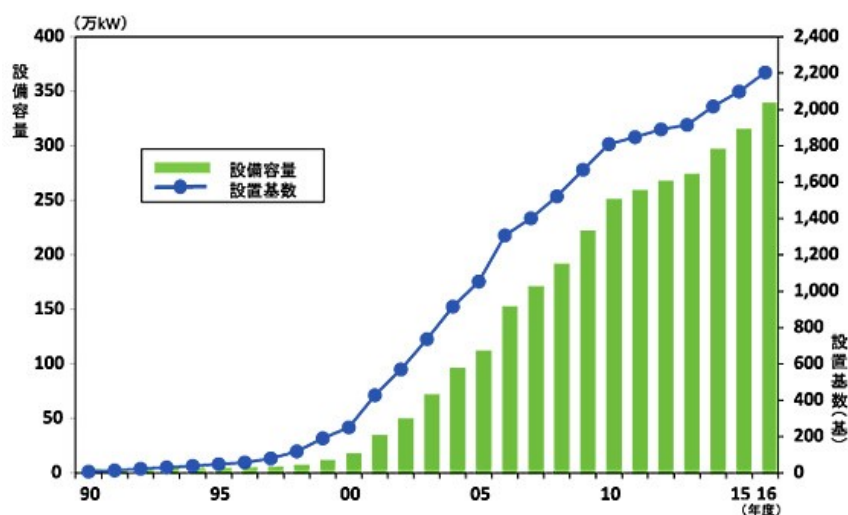
- ・アメリカ、ドイツは、原子力発電の新設を政策的に停止

アメリカ：テキサス、カリフォルニア、ドイツ：7.7%、北海洋上での風力

- ・デンマーク：洋上風力発電が主。すでに電力全体の 20%、2025 年には 50% 目標
- ・イギリス：英国政府の目標は、2020 年までに洋上風力発電設置容量 33GW
- ・スペイン：16.6%の風力発電
- ・フランス：陸上風力と洋上風力

日本の風力発電の現状は

日本の風力発電は、1990 年代に北海道で始まり、設備容量は 1 基 100~300kW で小さかった。2000 年代になると、1,000kW のものも現われた、2010 年代になると、北海道だけでなく、本州にも広がった。次の図に風力発電の設備容量の経年変化がでており、着実に伸長している。



出所: NEDO ホームページ

2016 年度末で日本の風力発電は、2,203 基、累積設備容量は 335.7 万 KW (3.3GW)。欧米に比較し少ない。その理由は、台風に備えうる風車の施設の平地の確保が困難であるとして、太陽光発電を重視してきた経緯がある。日本では北海道の日本海側の海岸エリア (オロロンライン) を中心に風力発電所がある。2018 年 3 月現在、大規模の風力発電所として、苫前町: 43 基、53,400KW さらに稚内: 75 基、77,855kW などがある。本州では三重県津市の新青山高原発電 40 基、80,000kW がある。洋上風力発電としては、茨城県神栖町 (鹿島港沖) ウィンドパエアーかみす洋上風力発電所の能力は 第 1 と第 2 で 15 基 30,000kW である。



新青山高原



ウィンドパワーかみす洋上風力

洋上風力発電には、着床式と浮体式の二通りの方式がある。世界的には着床式が多い。NEDOが進める着床式洋上風力発電としては、銚子沖 2,460kW と北九州沖 1,980kW がある。

日本の場合、周辺海域の水深が深く、海底の地形も複雑なため、浮体式が有望と見られている。水深が 50m を越えると着床式でコストアップになる。浮体式洋上風力発電として、福島沖合約 20km の 2,000kW、5,000kW、7,000kW がある。



浮体式風力発電 出所：日立造船のカタログ

風力発電のポテンシャルは着床式で 9,100 万 kW (91GW)

2018 年 2 月に日本風力発電協会の資料によれば、長期のエネルギー需給の見通し（経済産業省 平成 27 年 7 月）において風力発電導入見通し 2030 年 1,000 万 kW (10GW) は、2020 年以降、早期に達成される見込みである。何故なら、2017 年 3 月末時点で実績導入量は 337 万 kW であり、環境アセス中案件（2017 年 12 月末時点）1,610 万 kW で

あり、合計約 1,950 万 kW である。環境アセスメント中のものとして規模の大きいものを列挙すると、港湾区域として石狩湾新港、むつ小川原港、能代港、秋田港、北九州港で約 57 万 kW である。一般海域としては、津軽西、陸奥湾、八峰能代沖、秋田県北部、秋田県由利本庄市沖、下関市安岡沖、長崎県西海江島、長崎県五島市沖で約 376 万 kW である。具体的には秋田県の秋田港では 13 基で 54,600kW、能代港では 21 基 88,200kW の洋上風力発電が 2021 年春から操業を始める。また、秋田県由利本庄市沖合沿い（水深 10m～30m）30km の長さに、56 万 kW の着床式洋上風力発電が 2026 年度から稼働の予定である。浮体式洋上風力発電として、北九州港における 44 基で最大 22 万 kW、2022 年度に着工を予定している。

次の段階である 2030 年 3,620 万 kW（陸上 2,660 万 kW＋着床 580 万 kW＋浮体 380 万 kW）の導入達成に向けて業界を挙げて取り組んでいくという姿勢である。一般海域の導入ポテンシャルは着床式だけでも、約 14,591 km²で 9100 万 kW（91GW）程度としている。

2018 年 11 月末の参議院本会議で洋上風力発電を促進するために、「海洋再生可能エネルギー発電利用促進法」が成立した。国は 5 か所の海域を「促進区域」として最長 30 年間にわたり、海域を発電用に占有できるようになる。大手電力会社の参入も相次ぐ。東京電力は千葉県銚子沖で調査を開始。関西電力、Jパワーは英国で洋上風力発電会社（9500kW×90 基＝86 万 kW、運転開始は 2021 年の予定）に出資し、ノウハウを蓄積し国内市場での活用を見込んでいる。

風力発電の特徴-長所と短所-

(1) 陸上と洋上で発電が可能なエネルギー源

陸上では導入可能な適地は限定的であり、洋上風力発電も検討・計画されている。

(2) 経済性を確保できる可能性のあるエネルギー源

風力発電は、大規模に発電できれば発電コストが火力並みであることから、経済性も確保できる可能性のあるエネルギー源。工期も短い。修理やメンテナンスに要する期間を短くできる。

(3) 変換効率が良い

風車の高さやブレード（羽根）によって異なるものの、風力エネルギーは高効率で電気エネルギーに変換できる。

(4) 夜間も稼働

太陽光発電と異なり、風さえあれば、夜間でも発電できる。

(5) 課題

世界では風力発電の発電コストは急速に低下しているが、日本の発電コストは高止まっている。また、系統制約、環境アセスメントの迅速化、地元調整等の開発段階での高い調整コストなども課題である。日本の電力会社は風力発電事業に消極的である。

(6) 短所

主に出力電力の不安定・不確実性と、周辺環境への悪影響の問題があり、特に設置場所の選定が重要となっている。

- ①台風、サイクロンなどによる強風で、定格を大幅に超える速度で運転すると、風力発電機の破損を招く場合がある。
- ②周囲に騒音被害を与える恐れがある。
- ③ブレードに鳥が巻き込まれて死傷する場合がある。
- ④落雷などで故障したり、事故の原因になる場合がある。

風力発電メーカーは

日本のメーカーは三菱重工、日立や日本製鋼所であるが、三菱重工は欧州の企業と合弁会社を設立した。洋上風力は規模が巨大化し、日立や日本製鋼所は撤退した。

世界のメーカーの順位次の通り。

(1) デンマークのヴェスタス社：三菱重工と合弁（2014年）

9,500kW×100基を英スコットランド沖合に建設着手。更に世界最高出力の風車の開発に着手。

(2) ドイツ Siemens がスペインの Gamesa を吸収合併

2022年に洋上風力10,000kW(直径193mの風車)

(3) 米国の GE

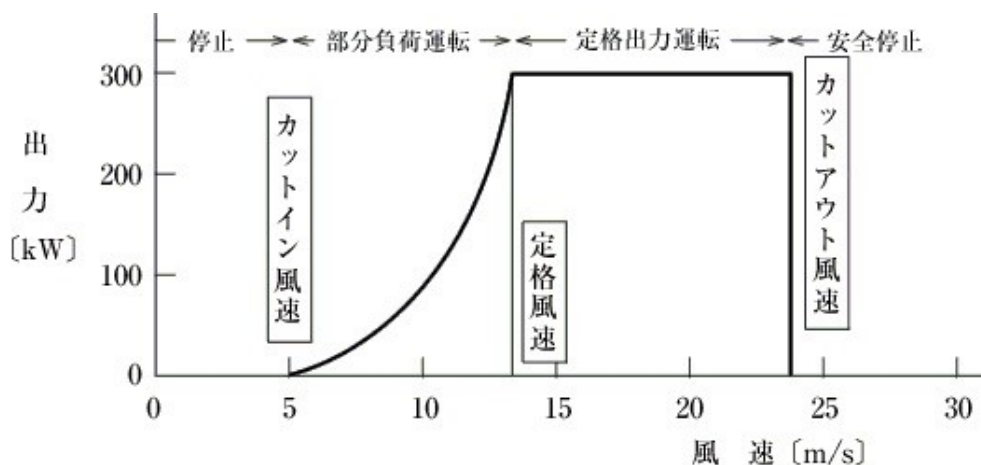
オランダに洋上風力12,000kW(高さ260m, 東京都庁舎240m)

(4) 中国の Goldwind

(5) ドイツのエネルコン

どの程度の風速で発電できるのかー台風の時にはー

風力発電システムは一定風速以上になると発電を開始し、出力が発電機の定格出力に達する風速以上ではピッチ制御あるいはストール制御による出力制御を行い、更に風速が大きくなると危険防止のためローターの回転を止めて発電を停止する。



出所：（公社）日本電気技術者協会

カットイン風速（3～5m/秒 以上の風が必要である。

定格風速（8～16m/秒）

カットアウト風速（24～25m/秒）、台風時は止めてしまう。

風力発電の発電量が風速の3乗に比例する。ローターの半径の2乗に比例する。

設備利用率 30%～40%

洋上風力発電と陸上風力発電の比較

	洋上風力発電	陸上風力発電
最大高さ	約 150m	約 120m
直径	約 130m	80m
風況	陸上より良い	洋上に劣る
設備規模	5,000kW	2,000kW
部材の輸送制約	小さい（船舶輸送のため）	大きい（道路輸送のため）
環境	低周波の騒音なし	低周波の騒音あり

余剰電力の出力抑制に対応するシステムの確立が必要

電気は、「周波数」を一定（50Hz、60Hz）に保つ事が重要である。なぜなら、周波数が変動すると産業用機器の使用などに不具合が生じる恐れがある。周波数を一定に保つには、電気の消費（需要）と発電所の出力（供給）のバランスをとる必要がある。需給バラ

ンスが崩れると大規模停電の恐れもある。

九州電力管内では、晴天で太陽光発電が伸びたことなどで余剰電力が発生し、出力を減らす必要が生じた。太陽光売電業者としては困惑の状況になった。イギリスの西隣国のアイルランドでは、洋上風力発電で電力の 20%強を供給しているが、夜間は電力の消費が落ち込み余剰電力が生じる。その対策として風力発電の出力抑制が頻繁に起こる。その対策は、需給調整のために中央指令室からオンラインで、各風力発電所に指令を出し、瞬時に蓄電池に蓄える方式を採用している。需要が増大した場合には、蓄電池から供給するシステムが完成している。

以上