



激動する風力業界と 地域産業の活性化

2019年9月5日

日立製作所 新エネルギーソリューション事業部
新エネルギーシステム本部
松信 隆

FH-ES-19136

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved.

HITACHI
Inspire the Next

目次

1. 市場と業界の動向
2. 技術のトレンド
3. サプライチェーン
4. 建設工事
5. 運転保守



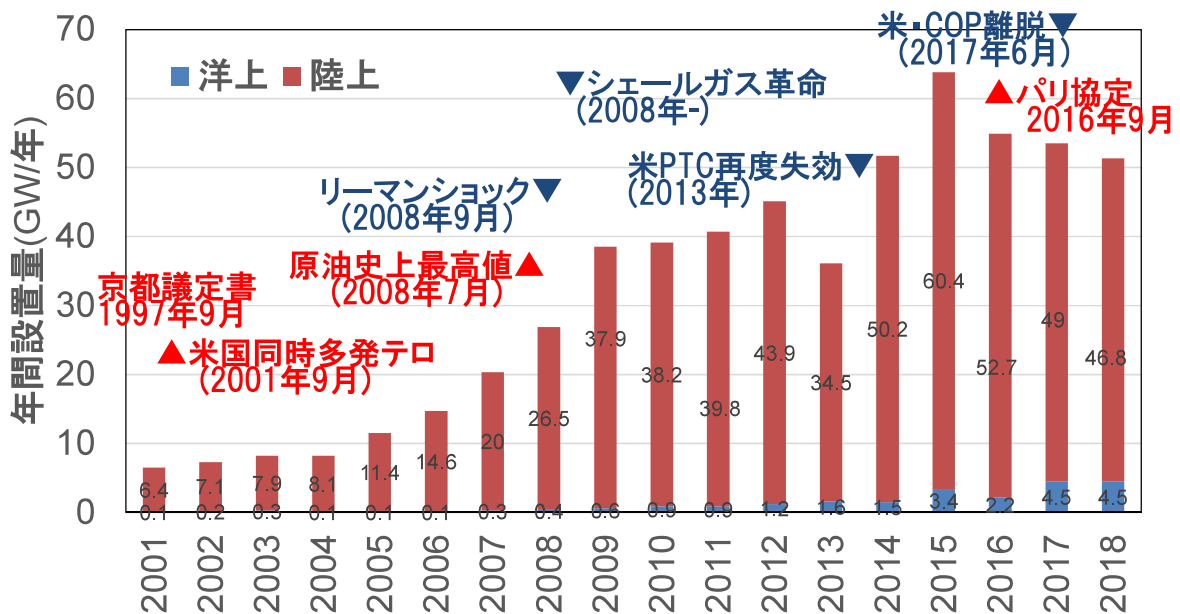
1.市場と業界の動向

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 2

1.1.世界市場の推移 2001～2018



- 風力市場は、気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)以降、原油価格の低下まで、設置量が増加傾向
- シェールガス革命以降、伸びが鈍化、米国PTCの失効、欧州陸上市場の飽和などを受け供給過剰の状況



1) Global Wind Report 2018, GWEC, 2019/4/8, <https://gwec.net/global-wind-report-2018/>

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved.

1.2.日本国内の設置状況 2007-2016

2007: 補助金

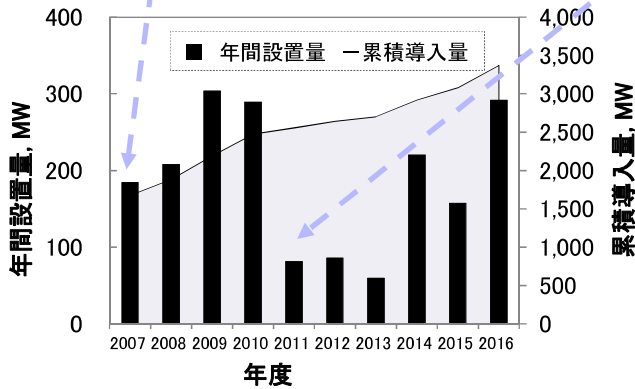
- 再生可能エネルギー利用割合基準制度(RPS)
- 資源エネルギー庁補助金 33%

2012: ブレーキとアクセル

- 固定価格買取制度(FIT)
- 環境アセスメント法施行

2017-: 発展への期待

- 定期点検制度
- 港湾法の改定



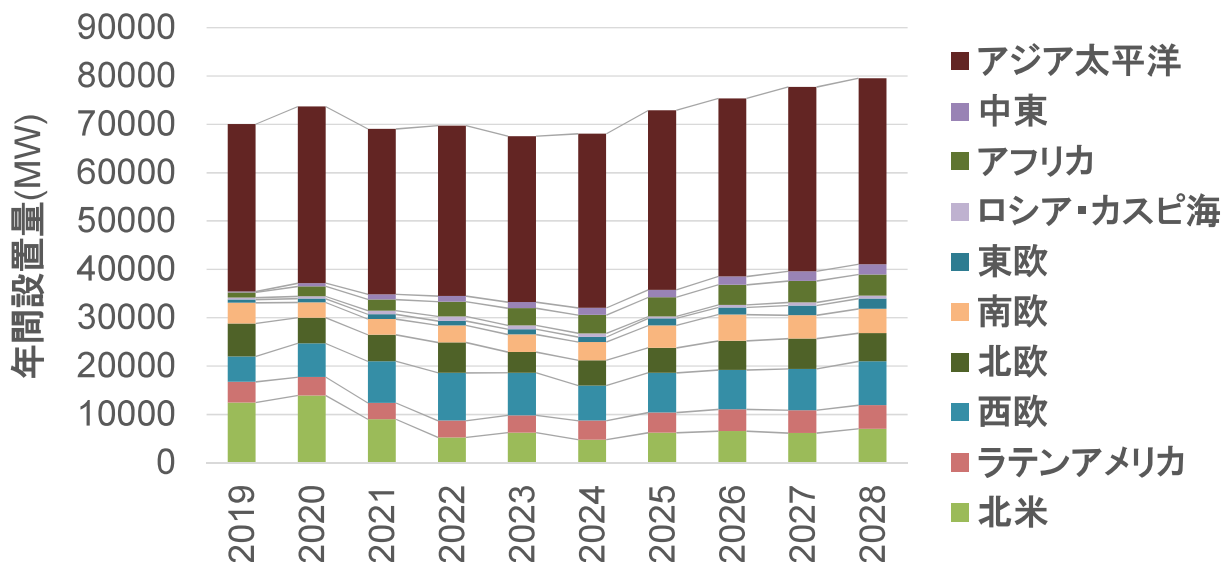
風力発電所の設置状況



Wind Power Station in Japan. 4

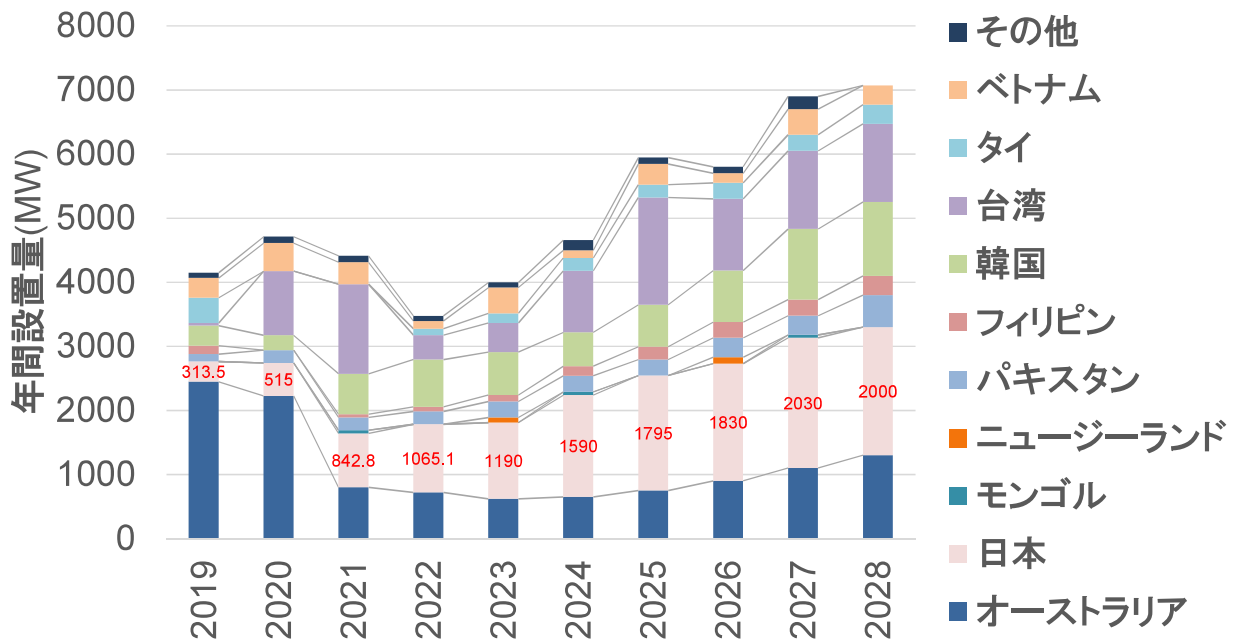
1.3.世界市場の予想 2019~2028

- 70GW/年のレベルで設置が進み、経済成長が著しいアジア地区に世界市場の約半分を占める状況が継続すると予測される
- アジアでは、中国とインドで88%を占める(2019年予測)の傾向が継続すると見られる



1.4.アジア市場（中国・インドを除く）の予測

- 日本は、2022年に1GW/年を超え、2027年に2GW/年を超えると予測される
- 台湾、韓国、オーストラリアの設置量も堅調に推移すると予測されている

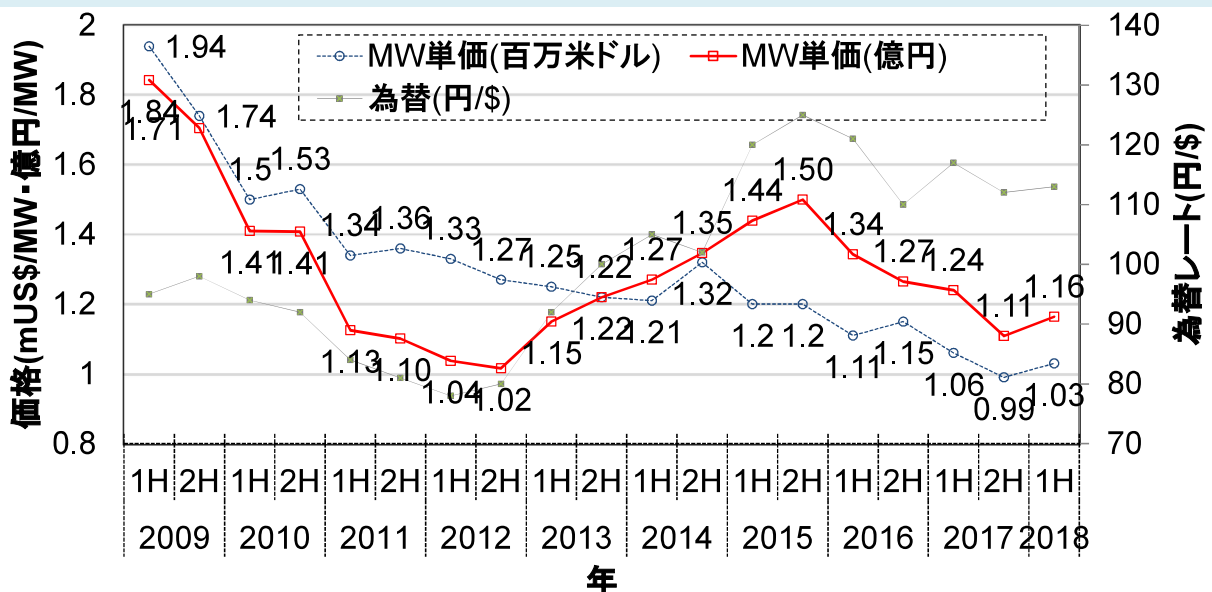


データ出典: Global Wind Report 2018, GWEC, 2019/4/8 <https://gwec.net/global-wind-report-2018/>

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved.

1.5.風車および部品価格の乱高下

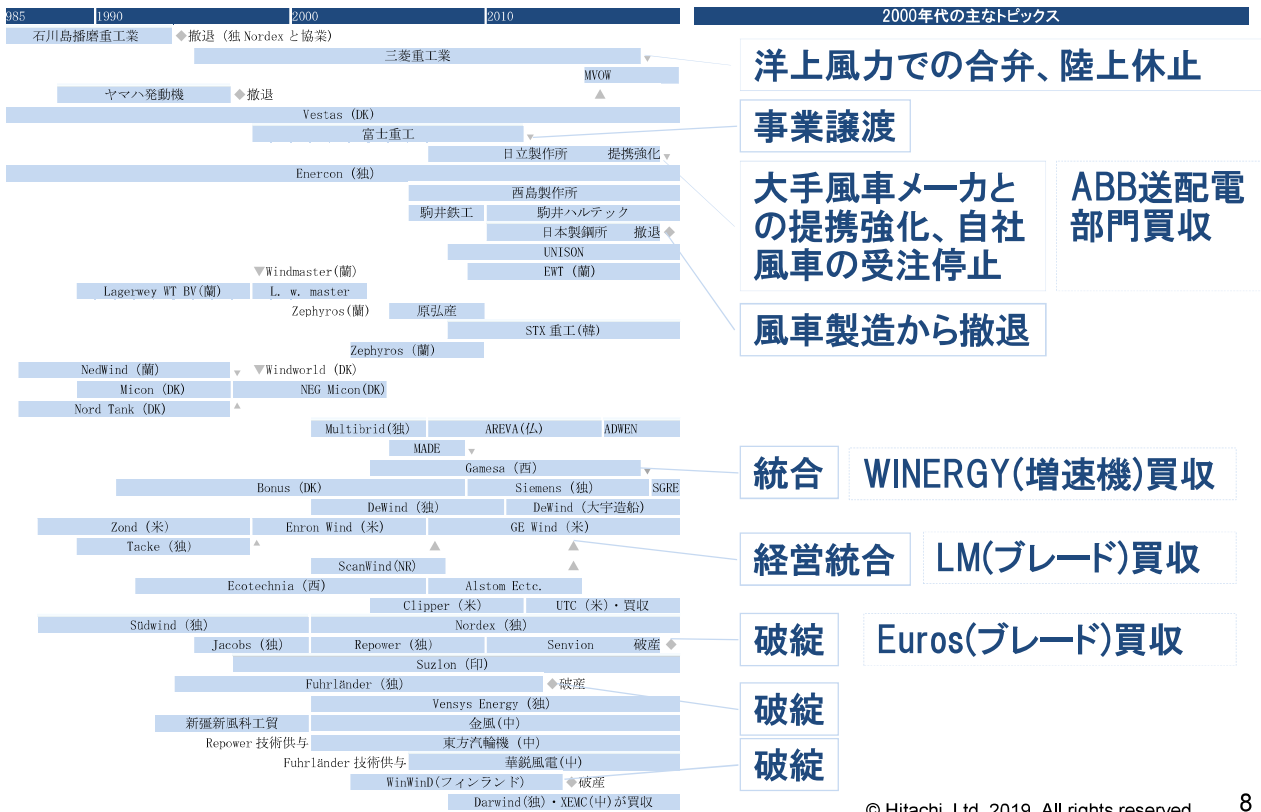
- 欧州市場の低迷で、供給過剰 → 戦略的価格低下、メーカ整理統合
- 化石燃料価格低下(シェールガスなど) → 価格低下



データ出典: B. NEF, "2H 2017 Wind Turbine Price Index," Bloomberg NEF, 24 5 2018. [オンライン]. Available: <https://about.bnef.com/blog/2h-2017-wind-turbine-price-index/>. [アクセス日: 7 2 2019].

【課題】: 経済情勢、為替などで風力発電の発電コストが大きく変動し、風力エネルギーの安定的な供給への支障となる恐れ

1.6.風力関連産業の動き

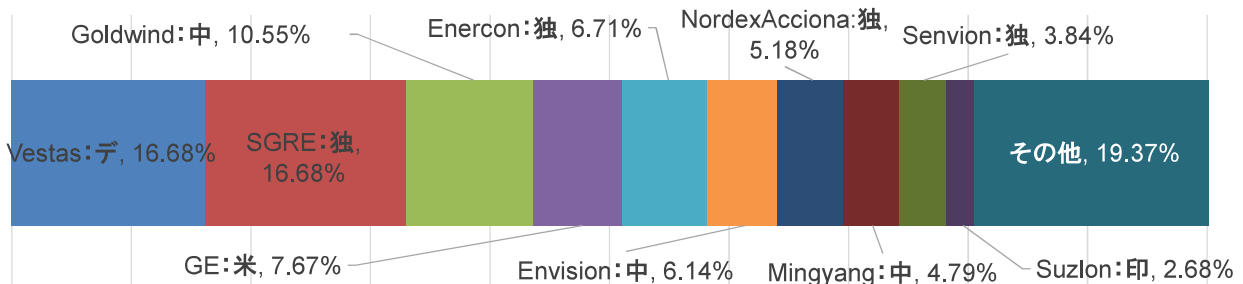


1.7.風車メーカーシェア

- 中国の風車メーカーが世界のトップ10のうち3社を占める
- 日本のメーカーは、ランク外、日本メーカーの世界シェアは0.1%以下

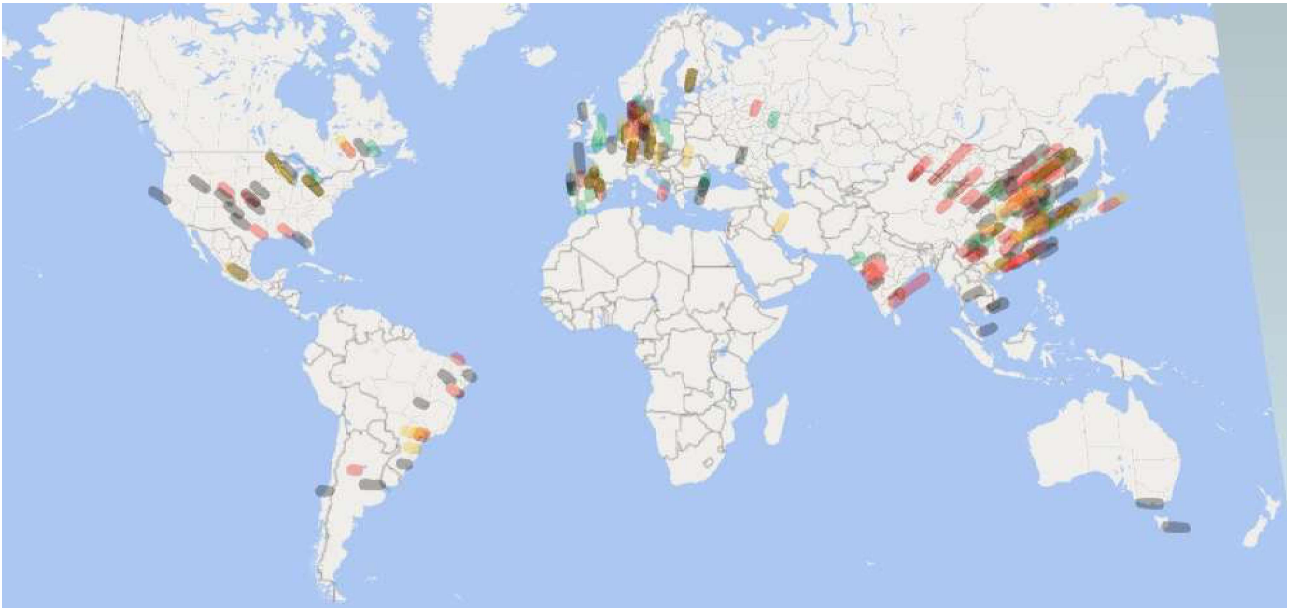
2017年の世界風車メーカーのシェア

Vestas	SGRE	Goldwind	GE	Enercon	Envision	NordexAcciona	Mingyang	Senvion	Suzlon	その他	日立
16.68%	16.68%	10.55%	7.67%	6.71%	6.14%	5.18%	4.79%	3.84%	2.68%	19.37%	0.02%
8.7GW	8.7GW	5.5GW	4GW	3.5GW	3.2GW	2.7GW	2.5GW	2GW	1.4GW	10.1GW	0.01GW



1.8.風力産業の分布

- 欧米、中国、インドに風車の主要コンポーネントの生産拠点が集中
- タワー、ブレードの生産拠点を欧米へ新規立地が目立つ



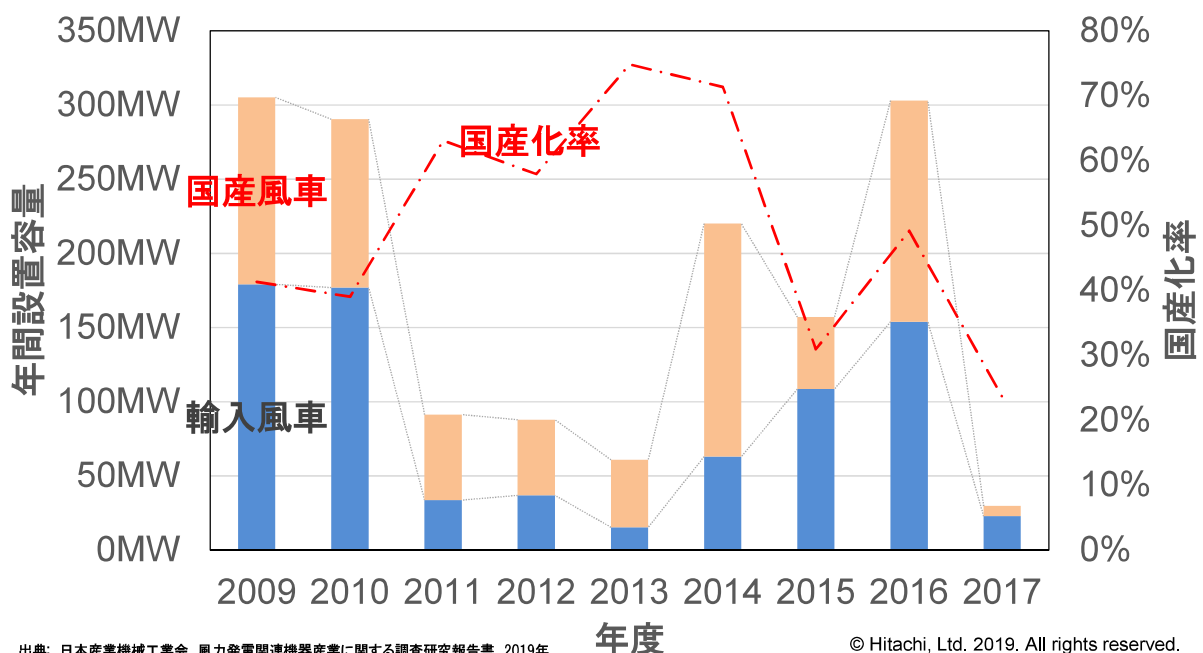
凡例: ■ ナセル、■ ブレード、■ タワー、■ 発電機、■ コンバータ
世界の主要コンポーネント生産拠点の分布

データ出典: Wood Mackenzie, wind-turbine-supply-chain-database, 2019.02.06. などのデータをマイクロソフト/エクセルを用いプロット

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 10

1.9.国産化率の低迷

- 国内市場の伸び悩み、環境法アセス施行での落込をリカバリーできず
- 風車の輸入拡大、国産風車の不振で風車の国産化率は約24%
- 国産メーカーも部品の半分を輸入しているので実質国産化率は約12%程度

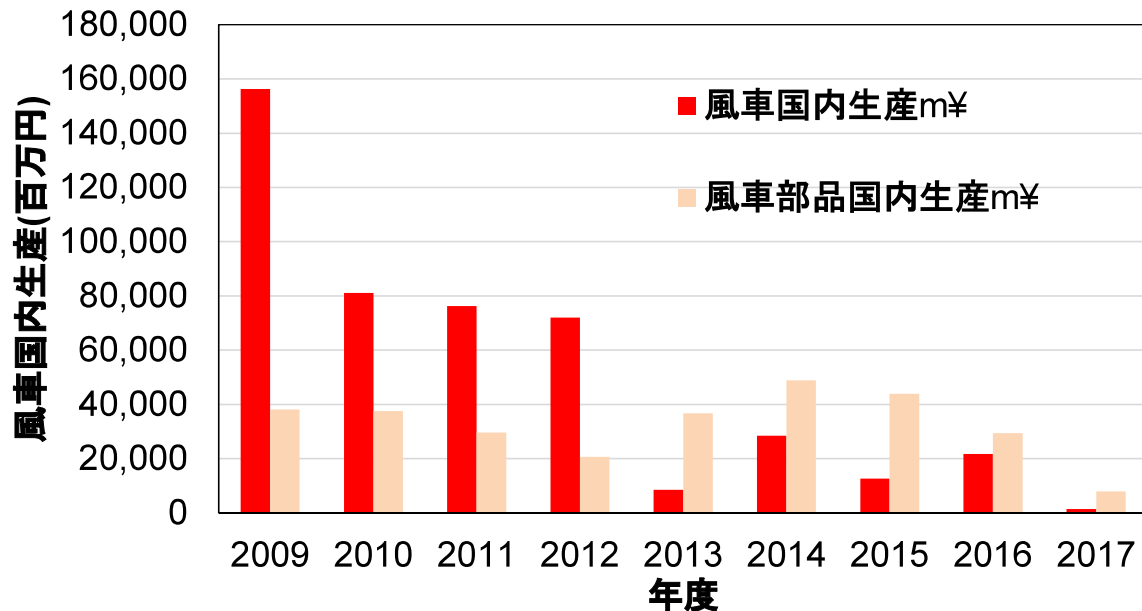


出典: 日本産業機械工業会、風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書、2019年

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 11

1.10.国内生産の減少

- 三菱重工業の輸出停止以来、風車の国内生産量が低迷
- 部品の生産量は、国際競争力のある軸受やアクチュエータを中心に拡大傾向であったものの、価格下落の影響で2017年度は、低下

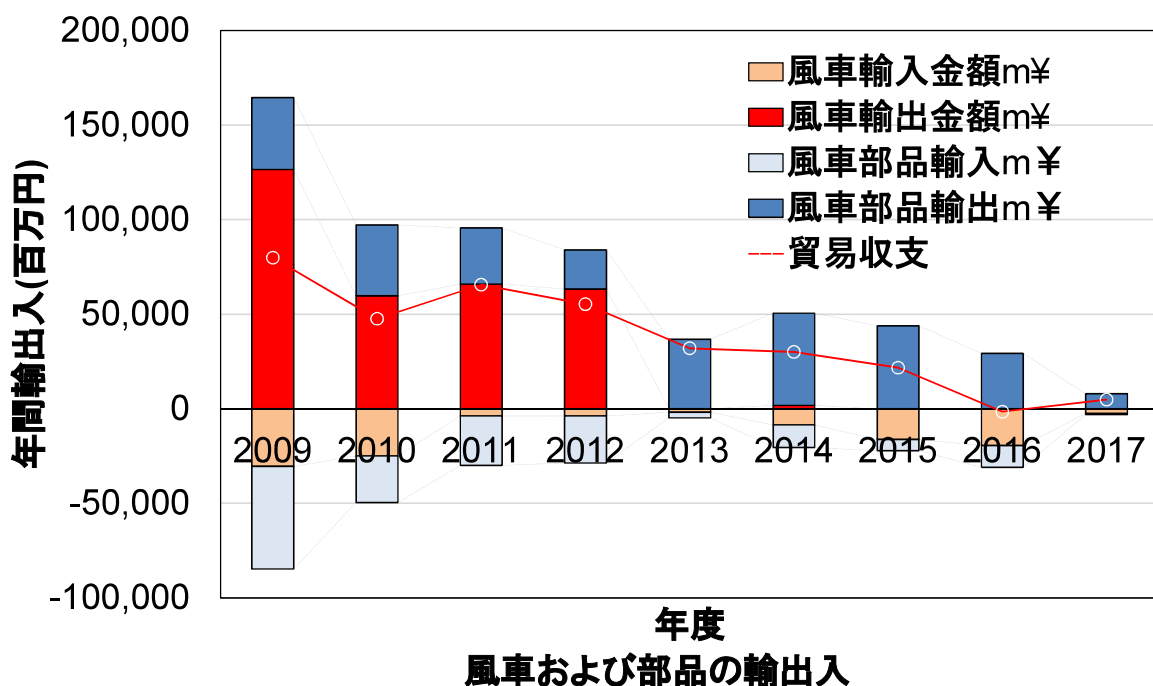


出典：日本産業機械工業会、風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書、2019年

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 12

1.11.風力関連産業の国際収支

- 風車の輸出が2013年以降停止、部品の輸出で貿易収支は黒字を維持
- 2016年には、部品輸出の落込、風車輸入量の増加で貿易収支も赤字に



出典：日本産業機械工業会、風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書、2019年

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 13



2.技術のトレンド

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 14

2.1.世界で販売される風車

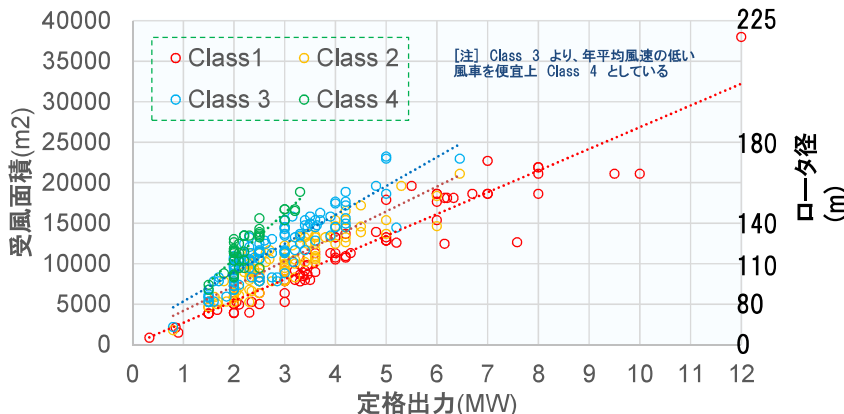


- 風車のロータ径、定格出力、ハブ高、風速クラスなどを設定
- 仕向地の年平均風速、環境、輸送制約、競合する風車との差別化を考慮

風速クラス		I	II	III	S
V_{ref}	(m/s)	50	42,5	37,5	設計者が設定する
V_{ave}	(m/s)	10	8,5	7,5	
$V_{ref,T}$	(m/s)		57		

【課題】日本市場に最適な仕様設定を目指すも、市場規模が小さく、十分な開発投資がしにくい

* $V_{ref,T}$:熱帯性低気圧襲来地域に適用する10分平均基準風速、** 使用の例(IEC II A-T):年平均風速(V_{ave})/クラスII (8.5m/s)、乱流カテゴリ/A、極地風速($V_{ref,T}$)/クラスT(57m/s)



世界で販売されている風車(2018年)



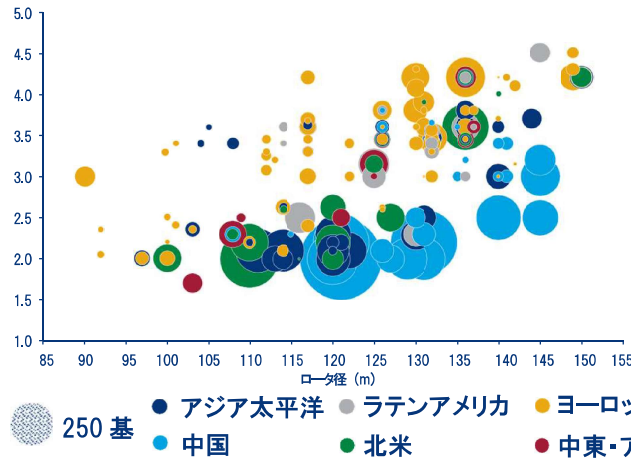
データ出典: [1] Wood Mackenzie, Power & renewables, <https://www.woodmac.com/our-expertise/capabilities/power-and-renewables/>, 2018.12.17, [2] wind-turbine-models.com, <https://en.wind-turbine-models.com/turbines>, 2018.12.17, などから集計、分析

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 15

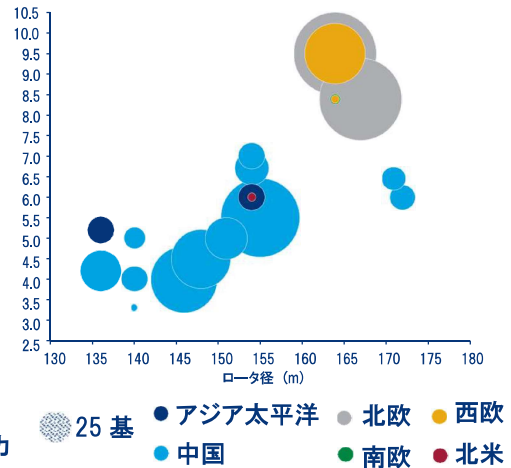
2.2.国・地域に適合した風車の投入

- 中国などでは、定格出力より、ロータ径(受風面積)の増加を優先させる傾向
- 大手風車メーカーに、IEC風車クラス 2_{AT} 、 3_{AT} の風車を開発し、東アジアに投入する動き、ただし、台湾海峡など高風速地域を除く
(上記で、Aは、乱流クラス、Tは、トロピカルサイクロンクラスを示す。)

陸上風車の発注状況、定格出力とロータ径 2018年
(MW 定格出力)



洋上風車の発注状況、定格出力とロータ径 2018年
(MW 定格出力)



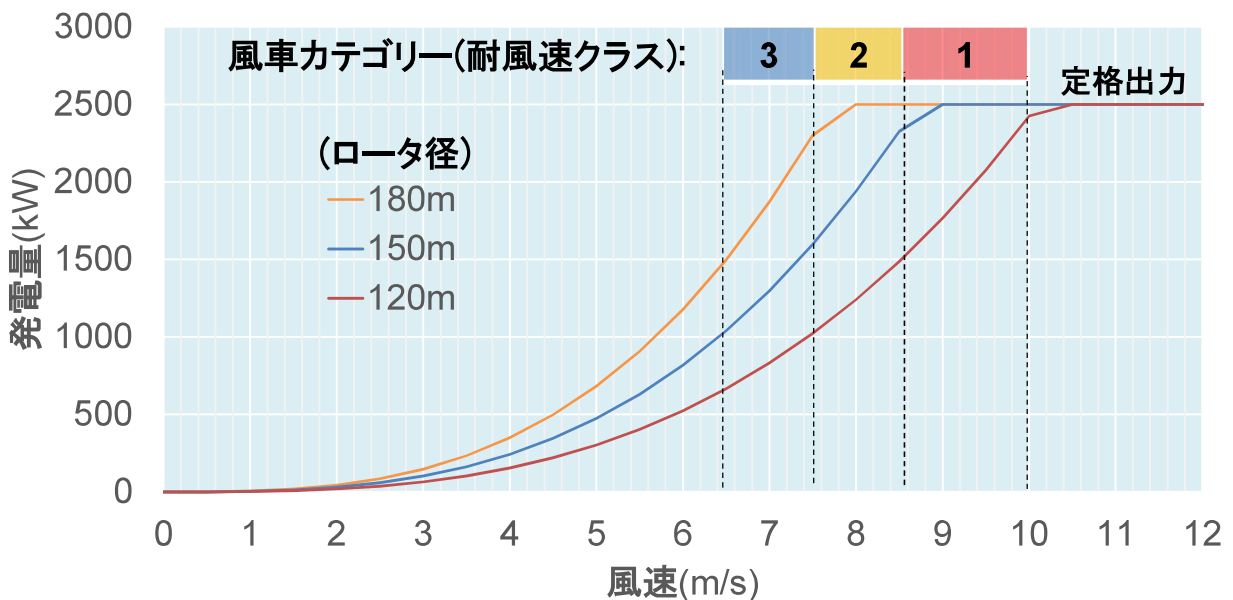
注: バブル径は、2018年に発注された風車の基数を示す。縦軸は定格出力も、横軸は、ロータ径を示す

データ出典: Wood Mackenzie, Global Wind Turbine Order Analysis: Q1 2019

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 16

2.3.風況に適合した風車カテゴリの選定

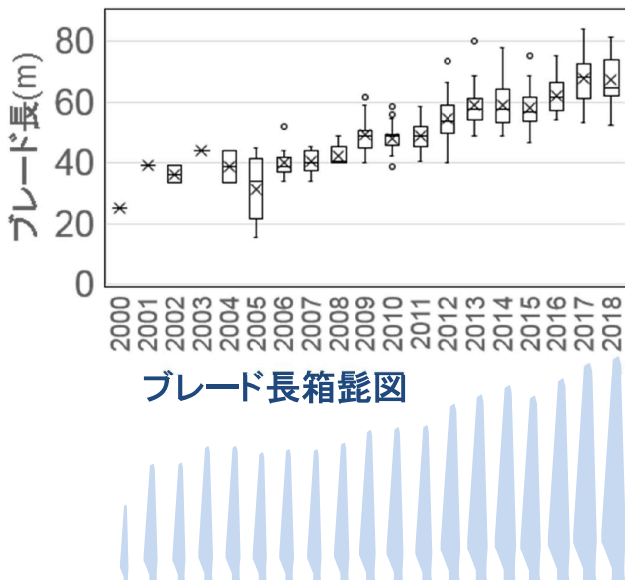
- 風力エネルギーは受風面積に比例し、風速の3乗に比例
- 日本のように、風速が比較的低い地域では、定格出力より受風面積の大きな風車、ブレード径が大きなが求められる



© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 17

2.4.ブレード長拡大による発電量増加

- 2006年頃までブレード長が40m程度(ロータ径80)で推移
- 2018年に商品化された風車は、ブレード長さが70m、Q1/4：第1四分位点(lower quartile)からQ3/4：第3四分位点(upper quartile)の範囲は、ブレード長で60mから70m

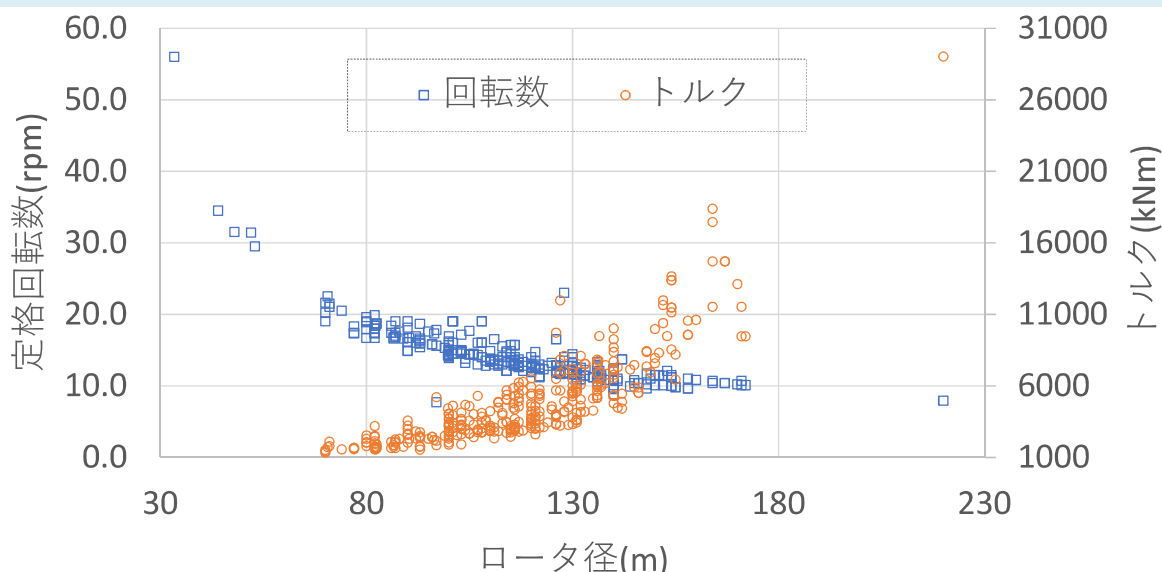


データ出典: [1] Wood Mackenzie, Power & renewables, <https://www.woodmac.com/our-expertise/capabilities/power-and-renewables/>, 2018.12.17, [2] wind-turbine-models.com, <https://en.wind-turbine-models.com/turbines>, 2018.12.17, などから集計、分析

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 18

2.5.大型化に伴う風車技術

- ロータ径の増加、回転数の低下に伴い、ロータのトルクが16,000kNmを超える風車が出てきている
- 電機システム的设计難易度の高まり、大型機開発投資の増加 → 大型機製造メーカーの集約が進む

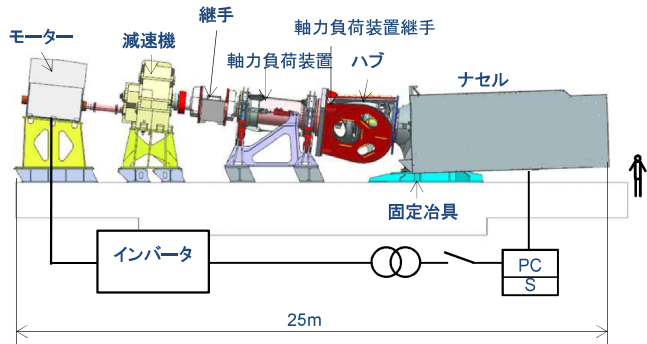


$P = T \times \omega$ ここで、P: 出力(W)、T: トルク(Nm)、 ω : 角速度(rad/s)

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 19

2.6. 試験設備を活用した開発加速

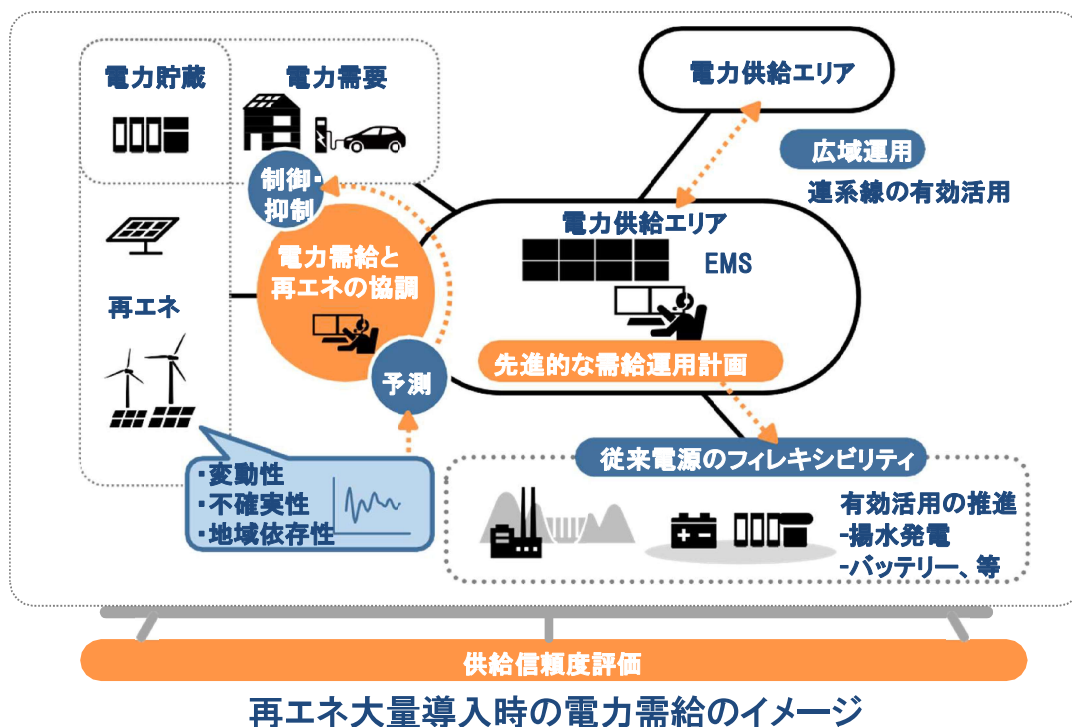
- スペイン北部のナバラ州の国立再生可能エネルギーセンター(CENER: Centro Nacional de Energ í as Renovables)において試験(日本国内に同様の設備が無いため)



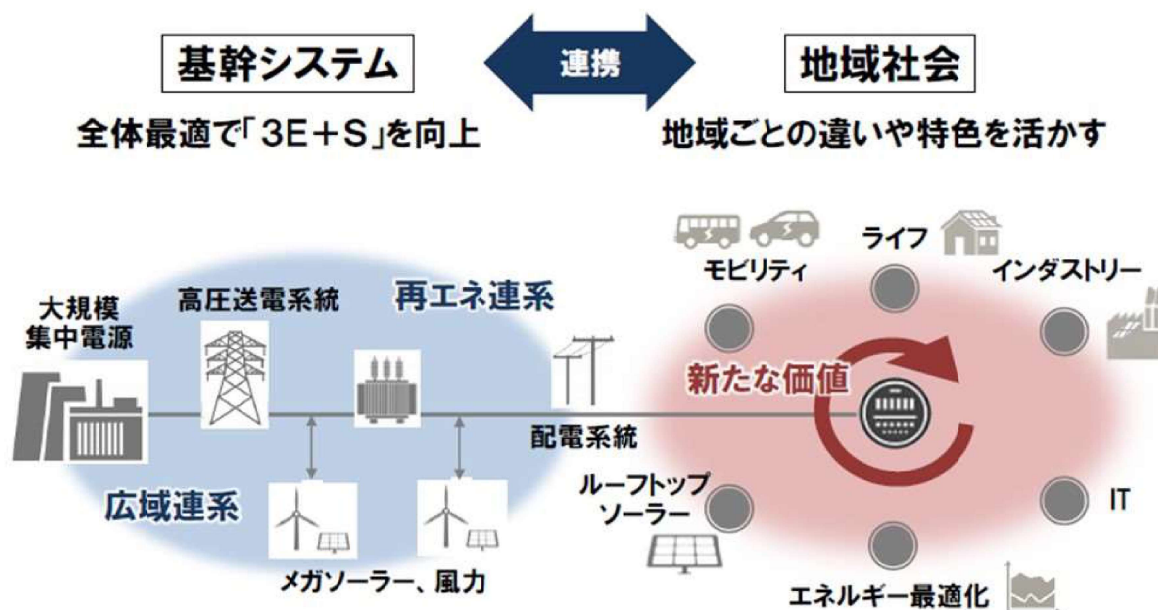
© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 20

2.7. 風力大量導入を支える周辺技術

- IOTと電力系統制御技術で需給バランスを取り、風力の導入可能量を最大化



- 再生可能エネルギー、電気自動車などの拡大によるエネルギーシステムの分散化やビジネスモデルの変化などにも対応



出典: 日立製作所、ABB社パワーグリッド事業の買収について、http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2018/12/f_1217pre.pdf

© Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 22

2.9.パワーグリッド市場の拡大

パワーグリッド市場の拡大

- ・ 再エネの普及
- ・ 新興国におけるエネルギーの需要・供給の増加
- ・ 電気自動車、蓄電池などを活用した分散型電源の拡大
- ・ 各国における電力分野の規制緩和、電力システム改革

エネルギーマネジメントシステム高度化

- ・ デジタル技術を活用した電力供給、貯蔵、制御や次世代送電ネットワーク
- ・ グリッド分野におけるイノベーションの進展

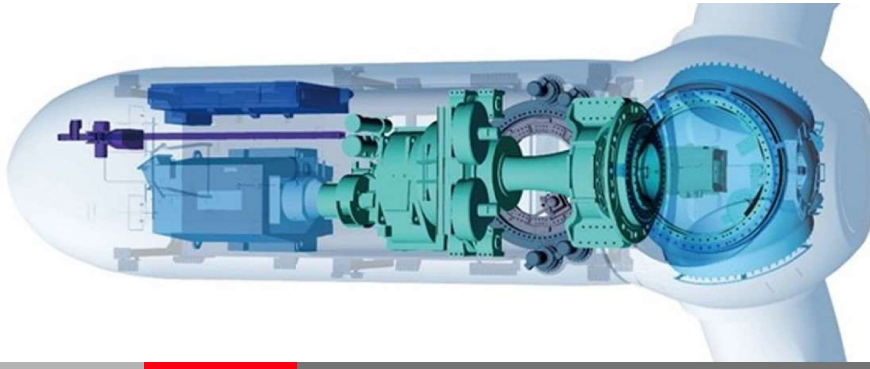
2020年のパワーグリッド

- ・ 市場規模は1,000億米ドル(約11兆円)以上^[注1]
- ・ 2017年から2020年の年平均成長率は4%以上^[注1]
- ・ 再生可能エネルギーの普及および地域ごとの特性に応じた柔軟なエネルギーインフラの構築

安全・高効率運転、運転・保守員の負担軽減などを実現する高信頼システムが、安定した電力供給に貢献しています。



[注1]データ出典: <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2018/12/1217.html>



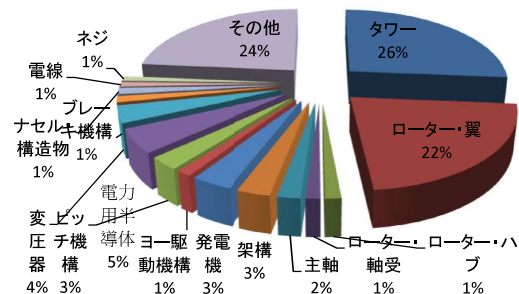
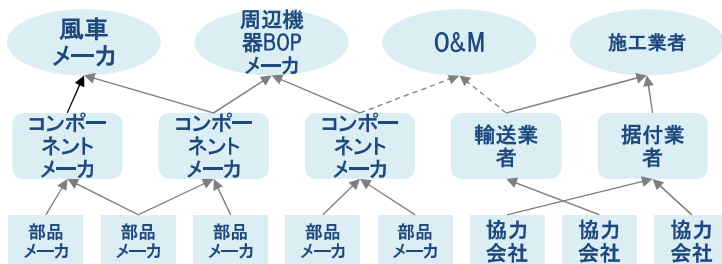
3. サプライチェーン

3.1. 風力関連産業の構造

- 風車関連産業は、典型的な「組立産業」、部品を生産する部品メーカーと部品を購入して完成品を組み立てる組立てメーカーによって構成
- 風車の部品点数は、 2×10^4 個レベル、(マシン、ラジオ、カメラが 10^2 、テレビが 10^3 、自動車 10^4 、航空機が 10^5 、コンピューター、ミサイルが 10^6 と言われる^[1]。)
- 風力の基幹電源化のためには、関連技術の強化が必要



[1] 出典 | 株式会社平凡社/世界大百科事典 第2版



風車コスト構造^[3]



洋上風力発電所の事業費内訳^[4]

[2] <http://www.seajacks.com/wp-content/uploads/2016/05/gallery-zaratan-WindMW-Zaratan.jpg>

[3] 日本産業機械工業会、風力発電関連機器産業に関する調査研究、2019.6
[4] Wind Energy - The Facts (WindFacts), Operation and Maintenance Costs of Wind Generated Power
<http://www.wind-energy-the-facts.org/operation-and-maintenance-costs-of-wind-generated-power.html>