

A close-up photograph of a white Hitachi wind turbine nacelle against a blue sky with white clouds. The word "HITACHI" is printed in large, bold, black letters on the side of the nacelle. In the top right corner, the Hitachi logo "HITACHI" is displayed in white, with the tagline "Inspire the Next" below it in a smaller white font.

**HITACHI**  
Inspire the Next

洋上風力発電に関する勉強会(第1回)

## 洋上風力事業への取組みと課題、 地域、企業への期待

2014年8月26日

株式会社 日立製作所  
電力システム社 電機システム事業部

松信 隆

# 風力発電事業の取組みと課題、 地域、企業への期待

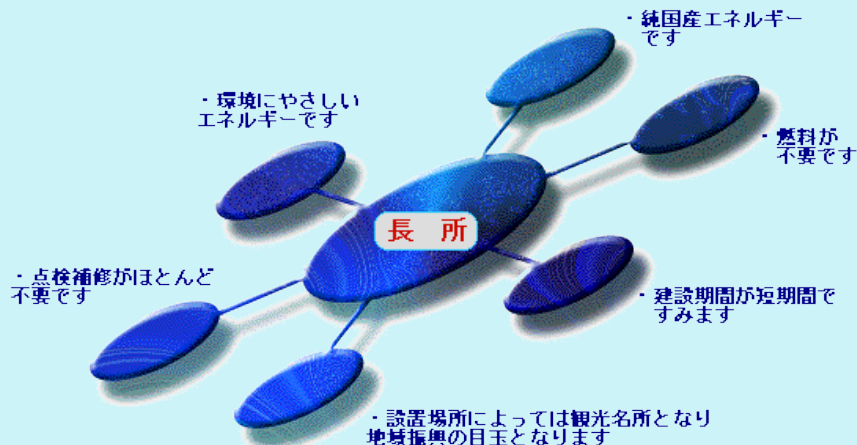
## 目次

1. 風力産業の動向
2. 日本の風力産業の特徴と課題
3. 地域、企業などへの期待
4. まとめ

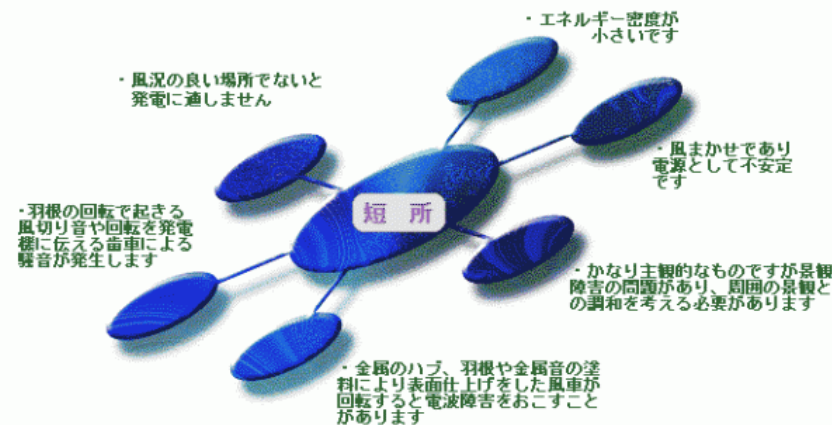
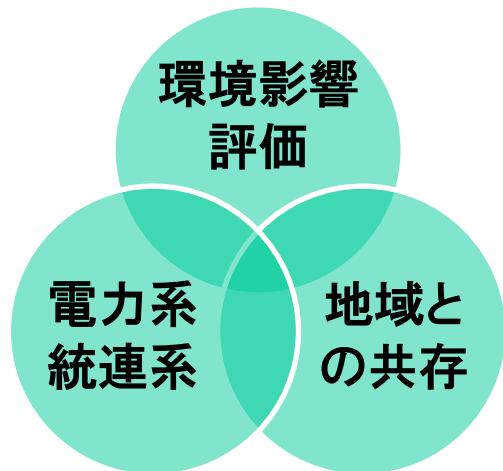
---

# 1. 風力産業の動向

# 1-1 風力発電の特徴



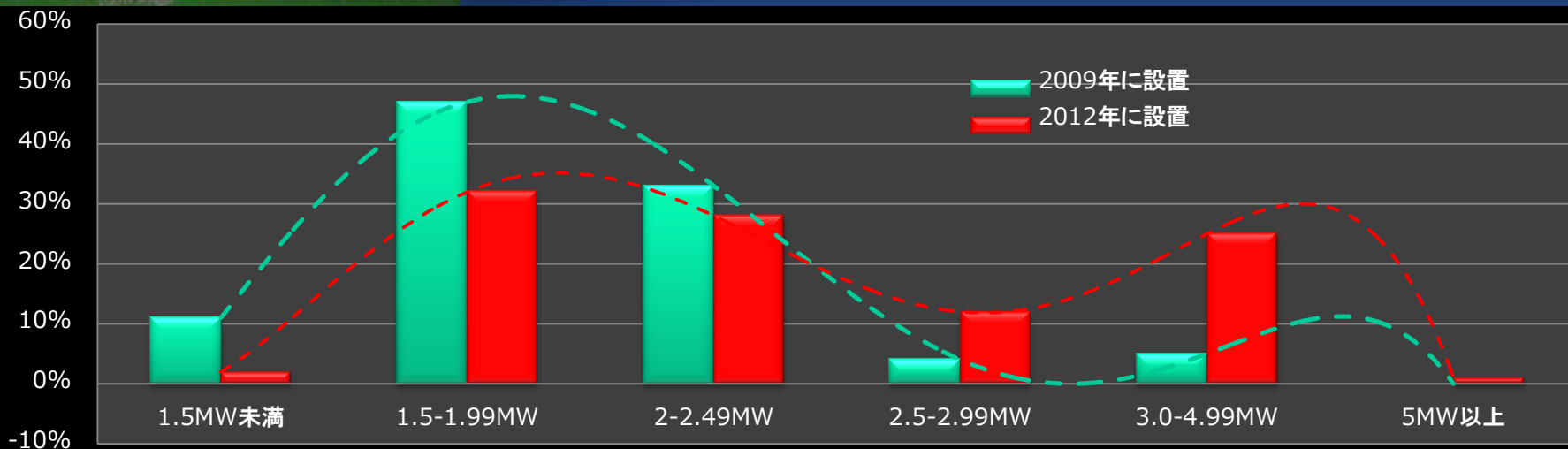
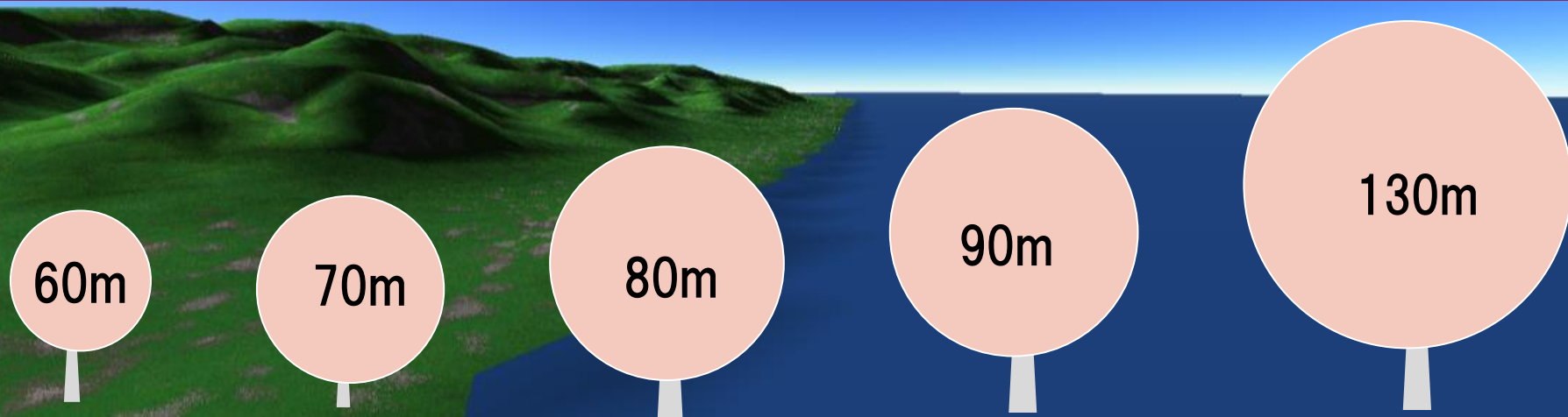
出典 高知県ホームページ <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/610301/denki-fuuryoku-about.html>



出典 高知県ホームページ <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/610301/denki-fuuryoku-about.html>

# 1-2 風車の大型化の傾向

陸上: 2MW級、洋上: 3.5MW級への二極分化、世界の市場規模は、約6兆円

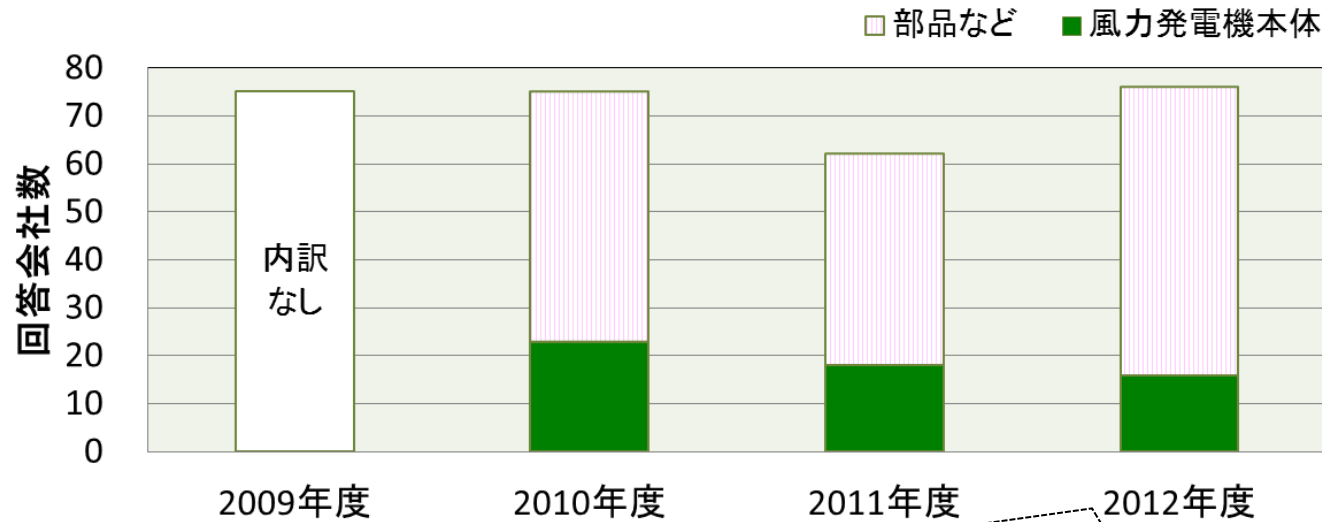


風車のサイズ区分

データ出典: MAKE Consulting, Windturbine Trends - December 2010, Figure 6 Regional Turbine Size Segmentation

# 1-3 風力産業への参入状況 (国内企業数)

日本産業機械工業会は、日本風力発電協会・日本電機工業会と共同で風車関連機器の生産動向を調査(2012年度から)



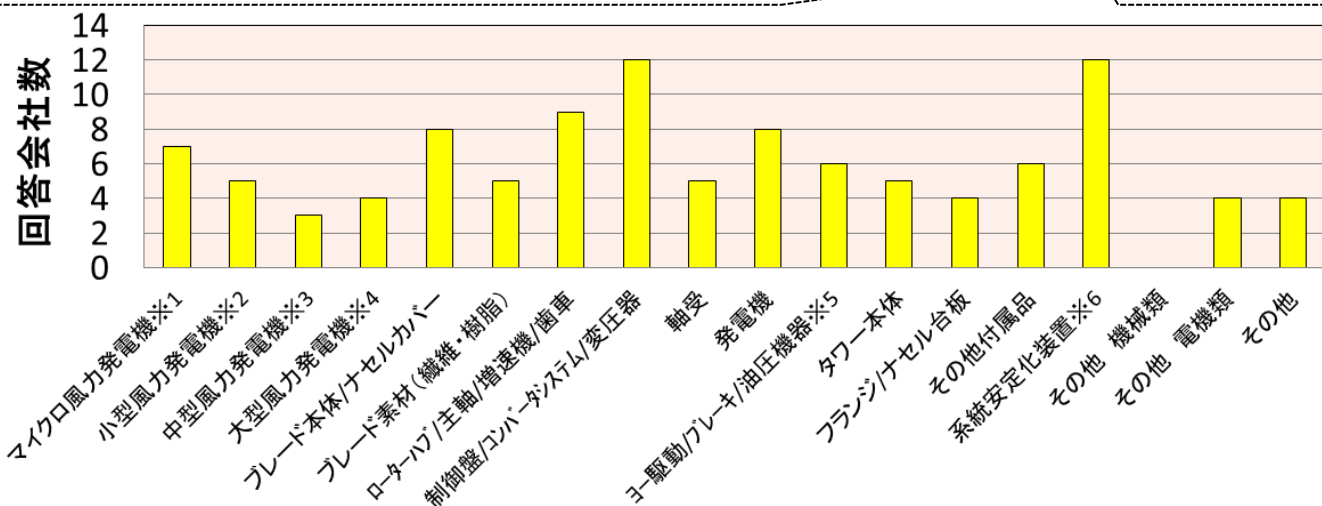
【回答企業数】  
(2012年度)

●風車本体  
16社

●部品  
60社

●合計 68社

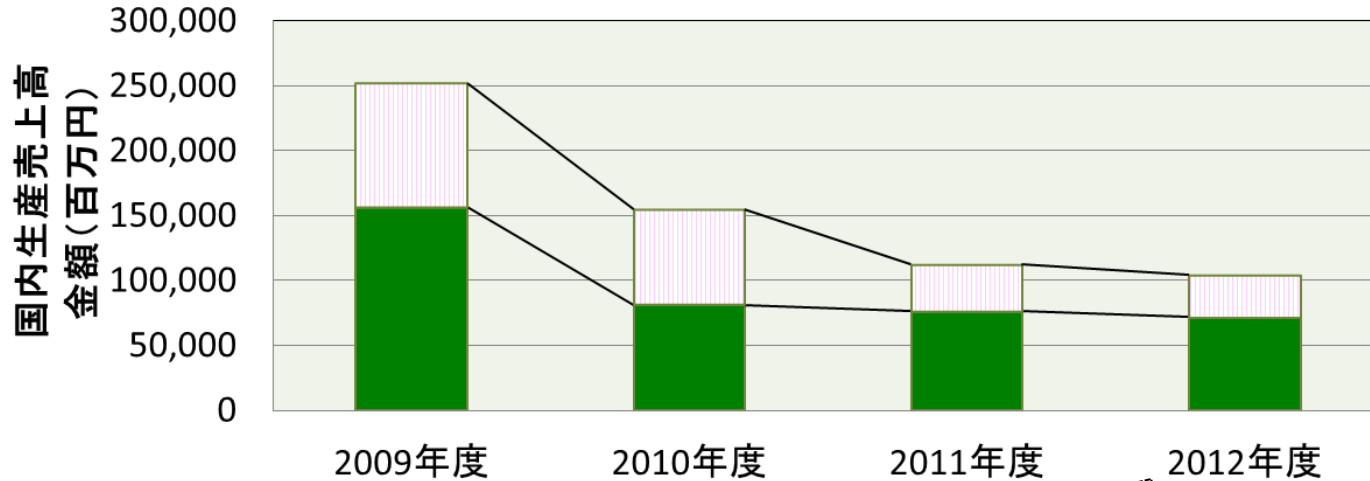
(重複を整理)



# 1-4 風力発電関連機器の売上高 (国内企業)

風車本体の売上高と部品の売上高の年度推移は、ほぼ同じ傾向

□ 部品など ■ 風力発電機本体

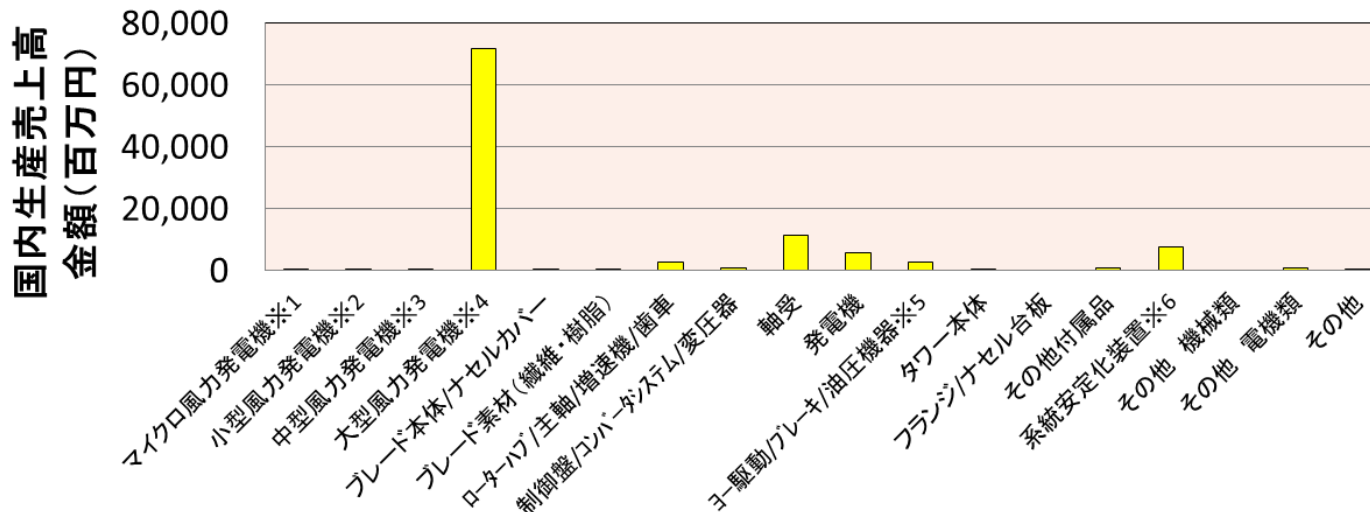


【生産売上高】

● 風車本体と部品

2012年:

約1,040億円

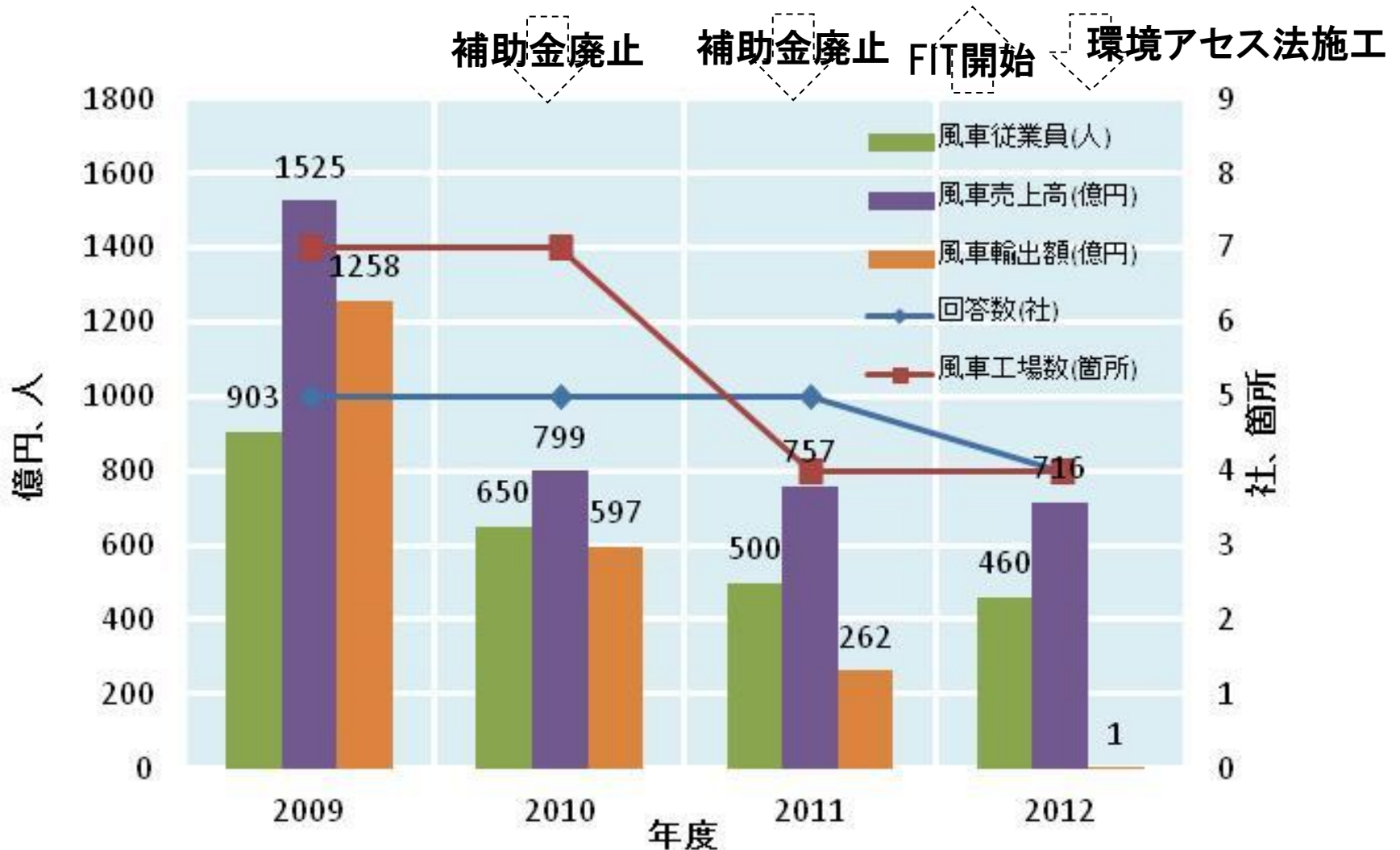


【生産売上高の割合】

大型風力発電機  
が約70%を占める

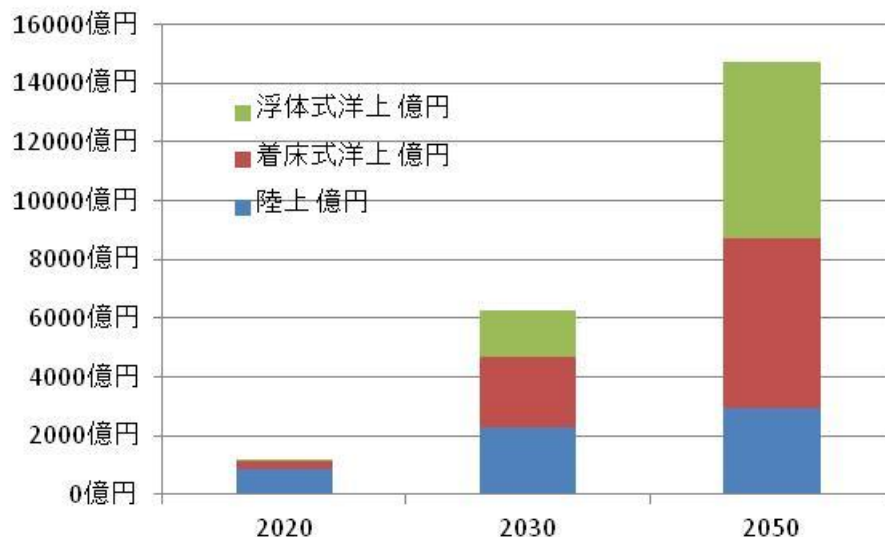
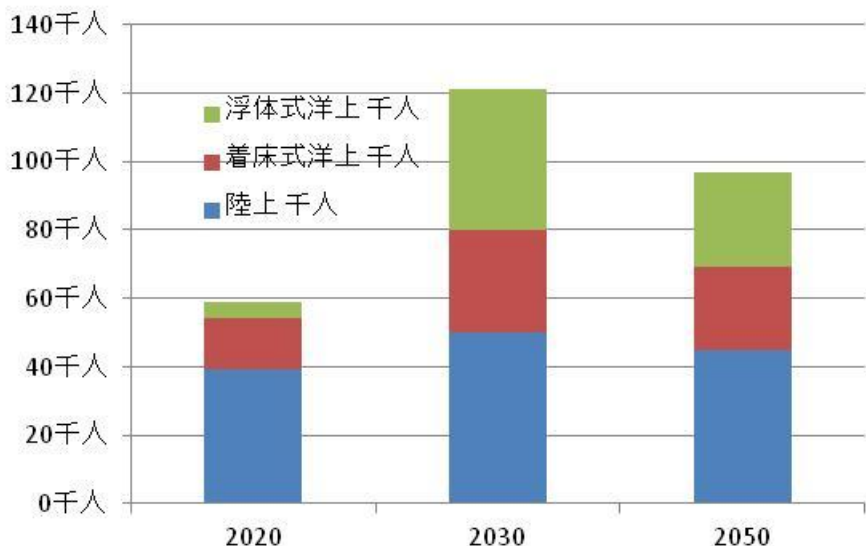
# 1-5 風力産業の状況/風車本体

環境アセス法の適用、補助金廃止と固定価格買取制度開始遅などにより市場は、低迷するも、今後の伸びに期待





## 産業連関表<sup>[1]</sup>を用いて、風力発電の産業と雇用の波及効果を算出



早稲田大学鷲津先生の文献

- 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>

- 中野諭, 鷲津明由『再生可能エネルギー電力施設建設アクティビティの作成と静学的波及効果の推計』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)

・ 将来の風力発電建設コストは、以下の資料から設定 - EWEA Pure Power ECロードマップとEWEAシナリオ

[http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Pure\\_Power\\_III.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Pure_Power_III.pdf)

- 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/downloadfiles/g81125a05j.pdf>

・ O&Mコストは、以下の資料から設定(単価は、将来にわたって低減が無いものと仮定) - 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) 洋上=22.5[千円/kW]、陸上=6[千円/kW]

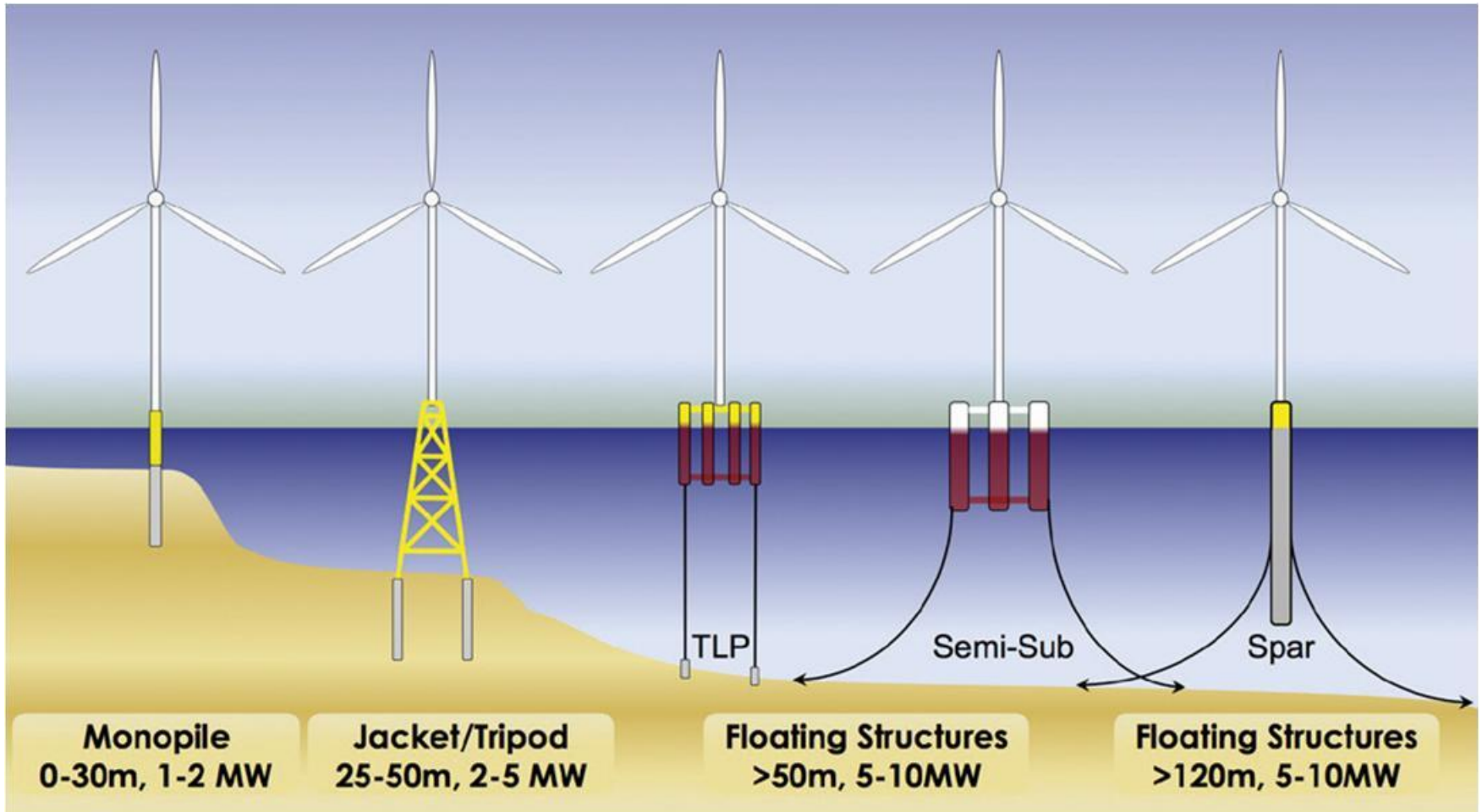
[http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu\\_kakaku/pdf/report\\_003\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/report_003_01_00.pdf)

・ 事業期間中の保険コストは、以下の資料から設定 - 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

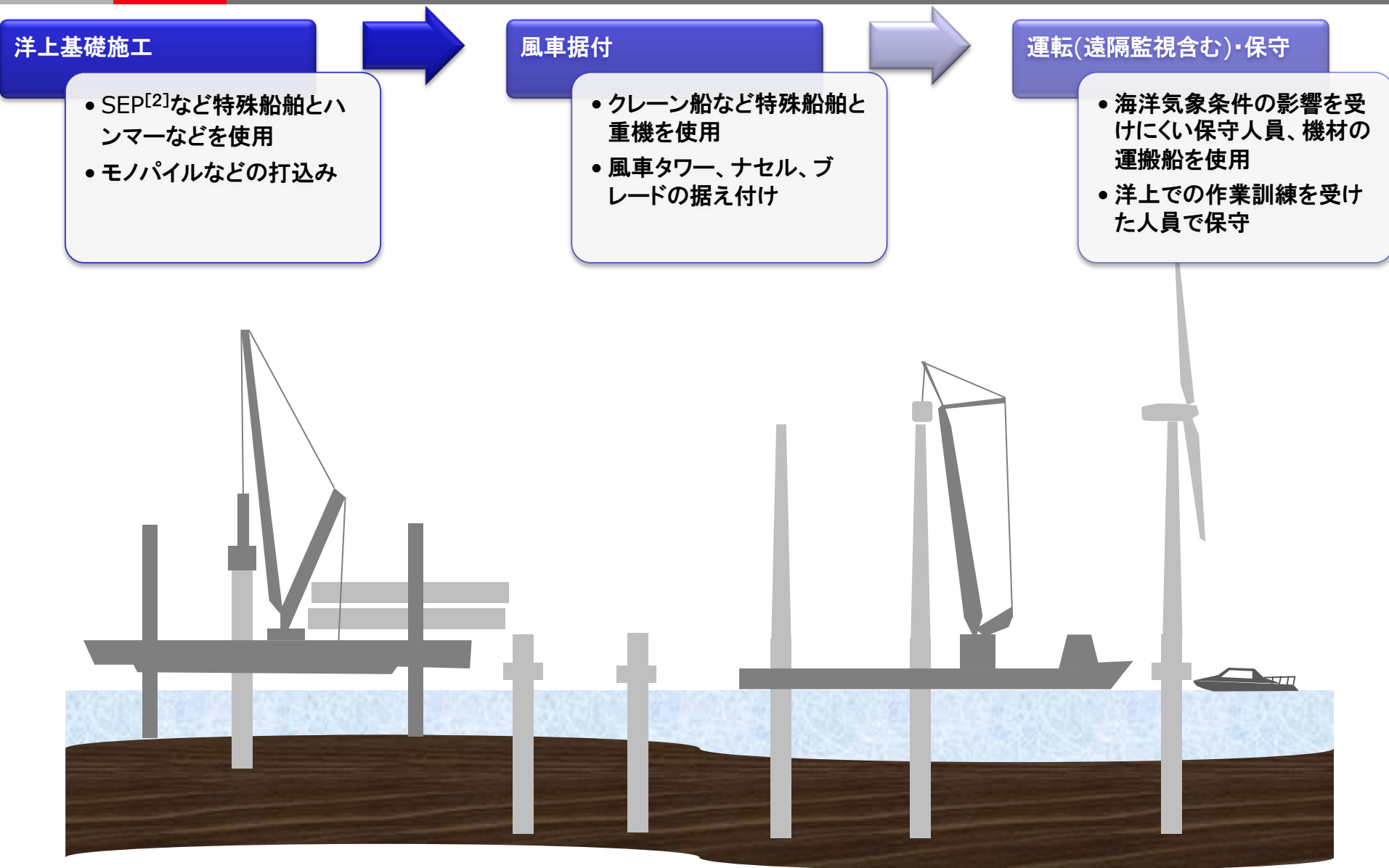
# 1-7 洋上風力の基礎構造型式

着床洋上
かみす、かしま
モノパイル

浮体洋上	
経産省・福島	環境省・樺島
セミサブ	スパー



# 1-8 着床式洋上風力の据付工事



[2] SEP: Self Elevating Platform甲板昇降形作業台船(自己昇降形作業台船)

---

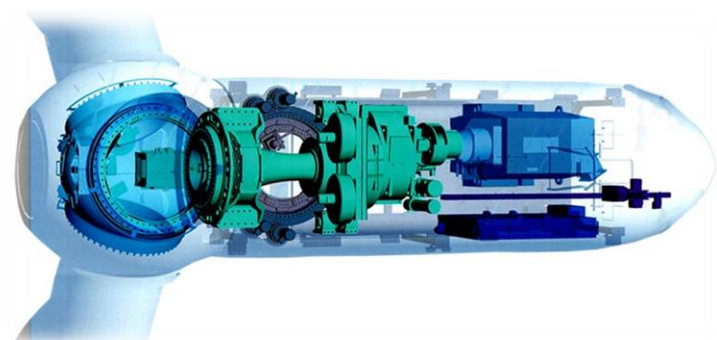
## 2. 日本の風力産業の特徴と課題

### 高付加価値のシステム製品

- ・ 風車は約1万点の部品による組立て産業(参考:ガソリン車は3万点、電気自動車は1万点)
- ・ 特に機械部品は自動車の関連企業と重なる。(自動車減産時の代替先として即効性あり。)

### 日本の「ものづくり」の能力が活きる

- ・ 機械： 歯車、大型軸受、主軸、ブレーキ・・・
- ・ 電気： 発電機、変圧器、電力変換装置・・・
- ・ 化学： ガラス繊維強化プラスチック、炭素繊維・・・



## 2-2 陸上風力発電事業費の構成

基礎・工事



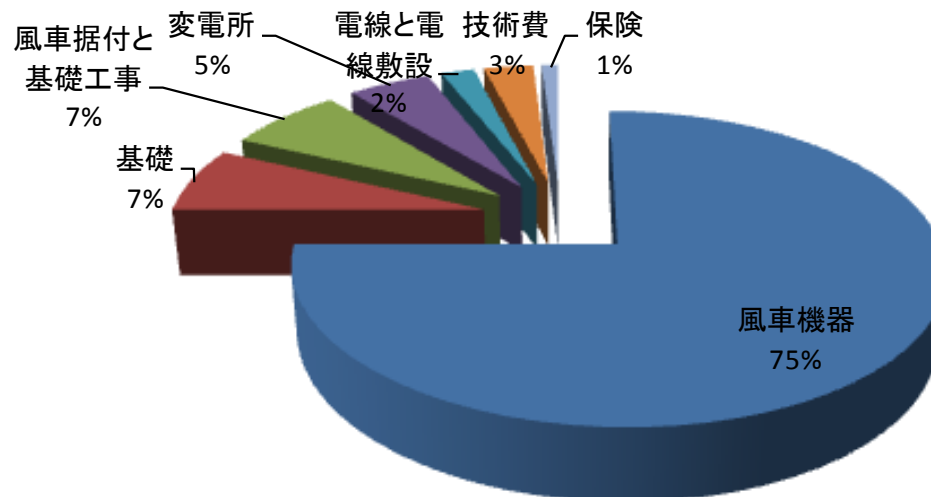
風車・据付



変電所等電気工事



陸上風力発電所の一例



## 2-3 洋上風力発電事業費の構成

### 陸上

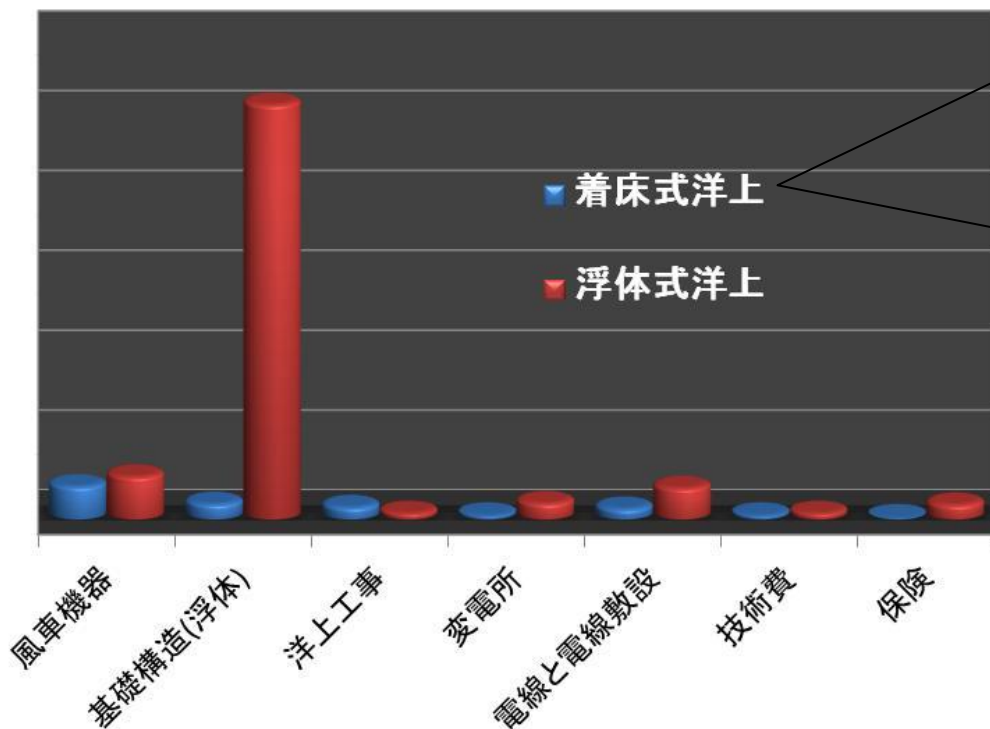
- 風車機器: 3/4程度
- 造成、連系線、変電、据付他: 1/4程度

### 洋上・着床

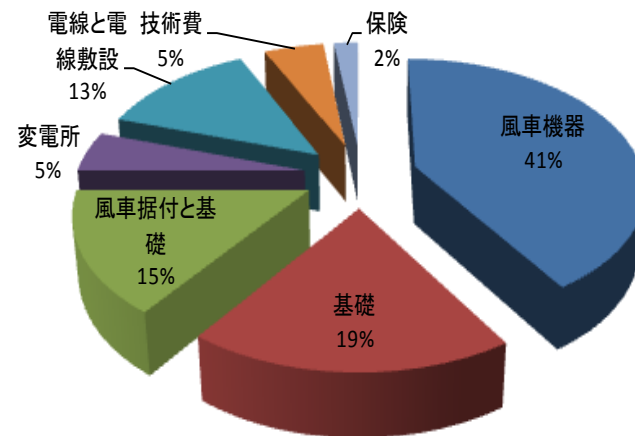
- 着床基礎、洋上工事待機時間などが風車機器より大きい(下図)

### 洋上・浮体

- 浮体式基礎部分が風車を安定的に支持し得るように大型化(下図)



### 着床式洋上コスト内訳[注]



[注]BTM Consult, Offshore 2010 Final PPP (18-11-2010)

### 風力発電の産業効果

- ・ 風車生産で16人・年/MWの雇用 (GWEC: 下表)
- ・ 米国の「20% Wind Energy by 2030」計画では、風車の製造・建設・運用で、15万人の直接雇用、保守など関連分野で、30万人の雇用創出(NEDO海外レポート No.1031 2008-10-22)

### 日本の風車関連の雇用状況

- ・ 風車メーカーの直接雇用は1千人以上
- ・ 部品メーカーも含めると約1万人の雇用効果、今後も輸出を含む増産に応じて雇用が拡大

### 地域経済へのインパクト

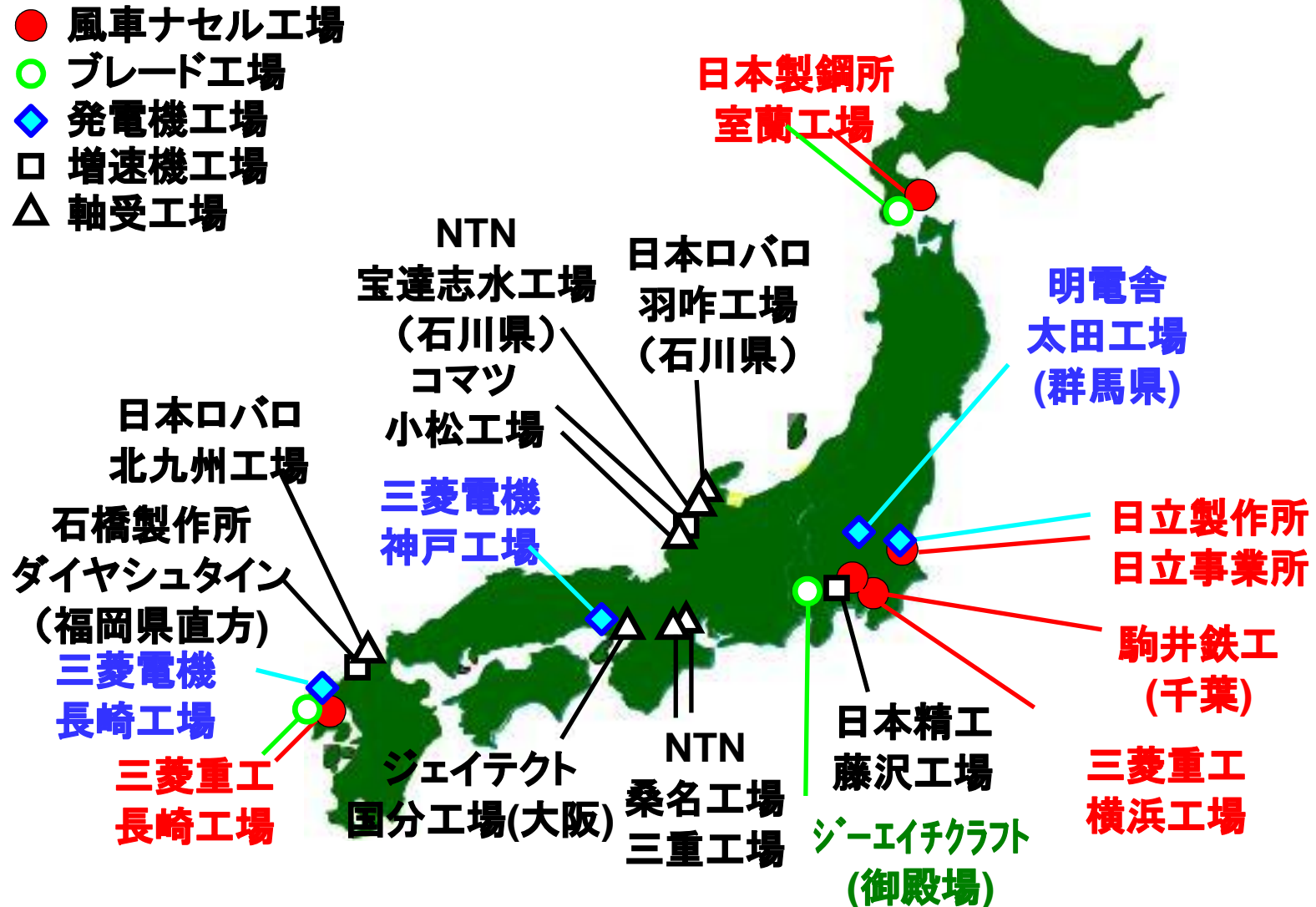
- ・ 風車は、回転機械で定期点検が必要 → 保守要員の雇用

年	年間設置	雇用	MW当の雇用
2010	28.9GW	0.462M-jobs	16jobs/MW
2020	81.6GW	1.3M-jobs	16jobs/MW

GWEC, Global Wind Energy Outlook 2008 (moderate), 2008



## 2-5 風力産業の立地状況 (JSIM統計)



## 2-6 国内の風力発電事業者 (JWPA会員企業)

青森風力開発株式会社  
むつ小川原港洋上風力開発株式会社  
加藤総業株式会社

株式会社日立パワーソリューションズ  
株式会社ウインド・パワー・いばらき

中電プラント株式会社  
株式会社シーテック  
白川電気土木株式会社  
特定非営利活動法人環境NPO渥美  
株式会社青山高原ウインドファーム

大和エネルギー株式会社  
株式会社ガスアンドパワー  
株式会社きんでん  
日立造船株式会社  
株式会社西島製作所  
日本海発電株式会社

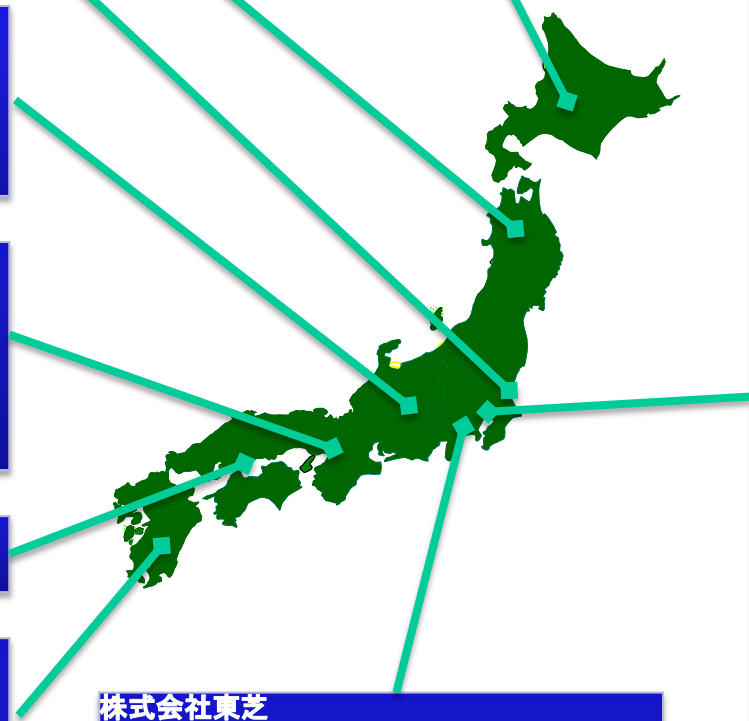
中国ウインドパワー株式会社  
コアテック株式会社

株式会社九電工  
西日本プラント工業株式会社  
シグマパワー・ジャネックス株式会社  
大石建設株式会社  
株式会社玄海電設  
株式会社平戸風力発電所  
株式会社崎戸本郷風力発電所  
南九州クリーンエネルギー株式会社  
南栄建設協同組合

NPO法人北海道グリーンファンド  
有限会社稚内グリーンファクトリー  
株式会社北拓

株式会社東芝  
飛鳥建設株式会社  
三菱重工業株式会社  
JFEエンジニアリング株式会社  
インター・ドメイン株式会社

丸紅株式会社  
三井物産株式会社  
四電エンジニアリング株式会社  
油谷風力発電株式会社  
株式会社レノバ  
日本風力開発株式会社  
電源開発株式会社  
アドエコロジー株式会社  
ミツウロコグリーンエネルギー株式会社  
五洋建設株式会社  
株式会社グリーンパワーインベストメント  
サミットエナジー株式会社  
株式会社新エネルギー技術研究所  
東日本旅客鉄道株式会社  
東京ガス株式会社  
株式会社ユーラスエナジーホールディングス  
富士電機株式会社  
エコ・パワー株式会社  
ウィタンアソシエイツ株式会社  
グリーンパワー株式会社  
株式会社日本製鋼所  
平和観光開発株式会社  
一般社団法人グリーンファンド秋田  
インベナジー・ジャパン合同会社  
オリックス株式会社  
株式会社明電舎  
ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社  
新日鉄住金エンジニアリング株式会社  
RESジャパン株式会社  
SBエナジー株式会社



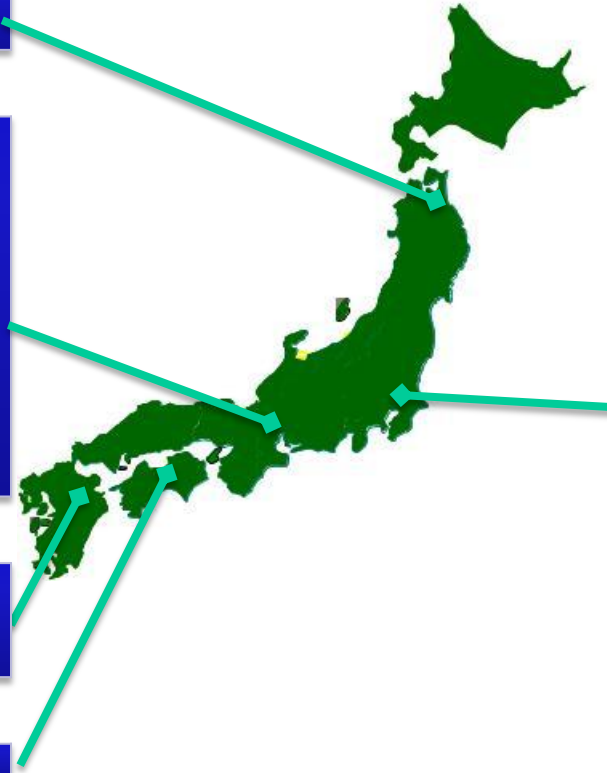
## 2-7 国内の風力発電・建設業者 (JWPA会員企業)

むつ小川原港洋上風力開発株式会社  
株式会社ユアテック

三井造船株式会社  
飛鳥建設株式会社  
株式会社渋谷潜水工業  
株式会社ジェネックス  
株式会社ルッドリフティングジャパン  
株式会社駒井ハルテック  
海洋開発興業株式会社  
大洋製器工業株式会社  
株式会社西島製作所  
ユニタイト株式会社

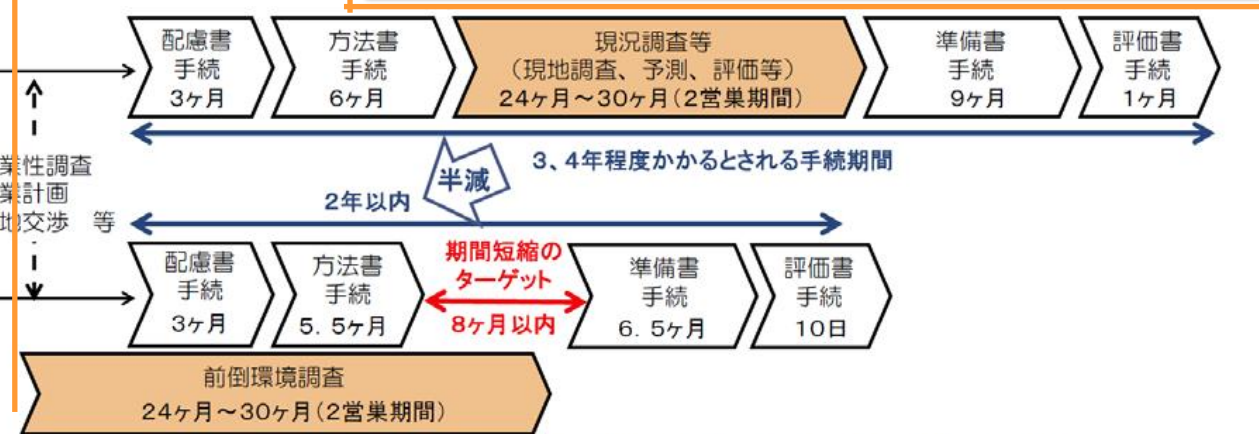
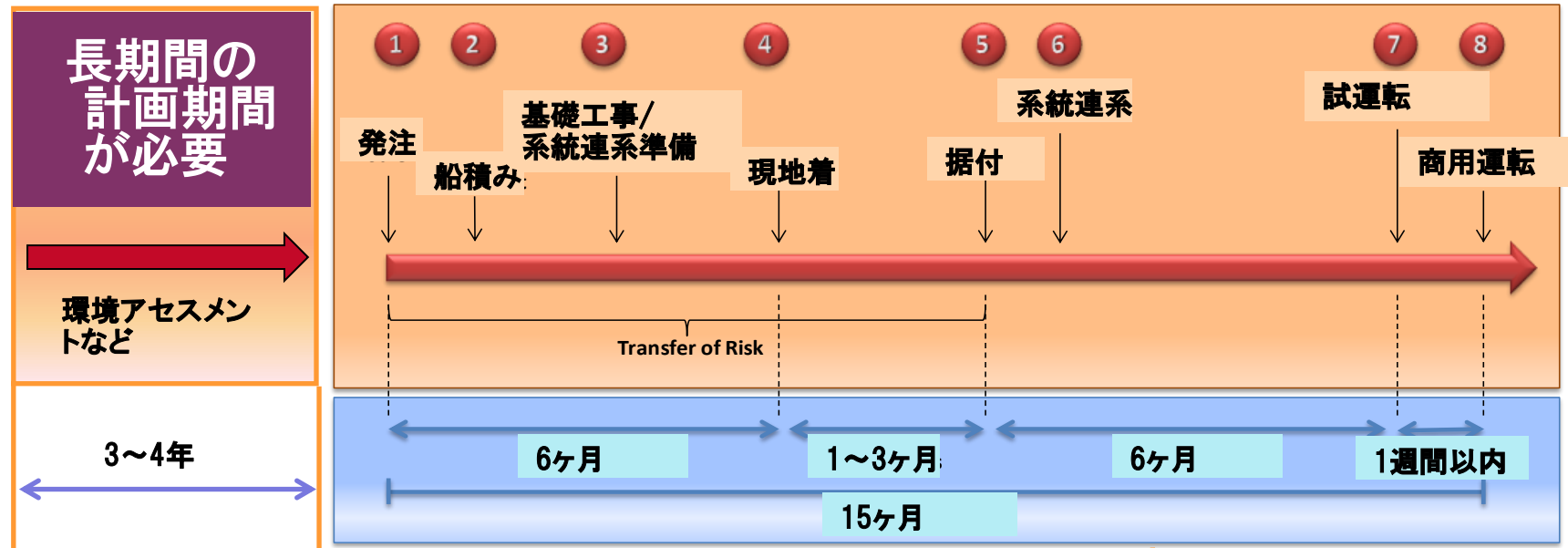
西日本プラント工業株式会社  
大石建設株式会社  
若築建設株式会社

四電エンジニアリング株式会社



電気興業株式会社  
旭硝子株式会社  
株式会社熊谷組  
株式会社JPハイテック  
戸田建設株式会社  
アジア海洋株式会社  
清水建設株式会社  
五洋建設株式会社  
前田建設工業株式会社  
大成建設株式会社  
コスモエンジニアリング株式会社  
株式会社関電工  
株式会社ナカポーテック  
玉川水緑建設株式会社  
鹿島建設株式会社  
株式会社大林組  
東洋建設株式会社  
新日鉄住金エンジニアリング株式会社  
東亜建設工業株式会社  
株式会社竹中土木

# 2-8 陸上風車の計画、建設工程の例



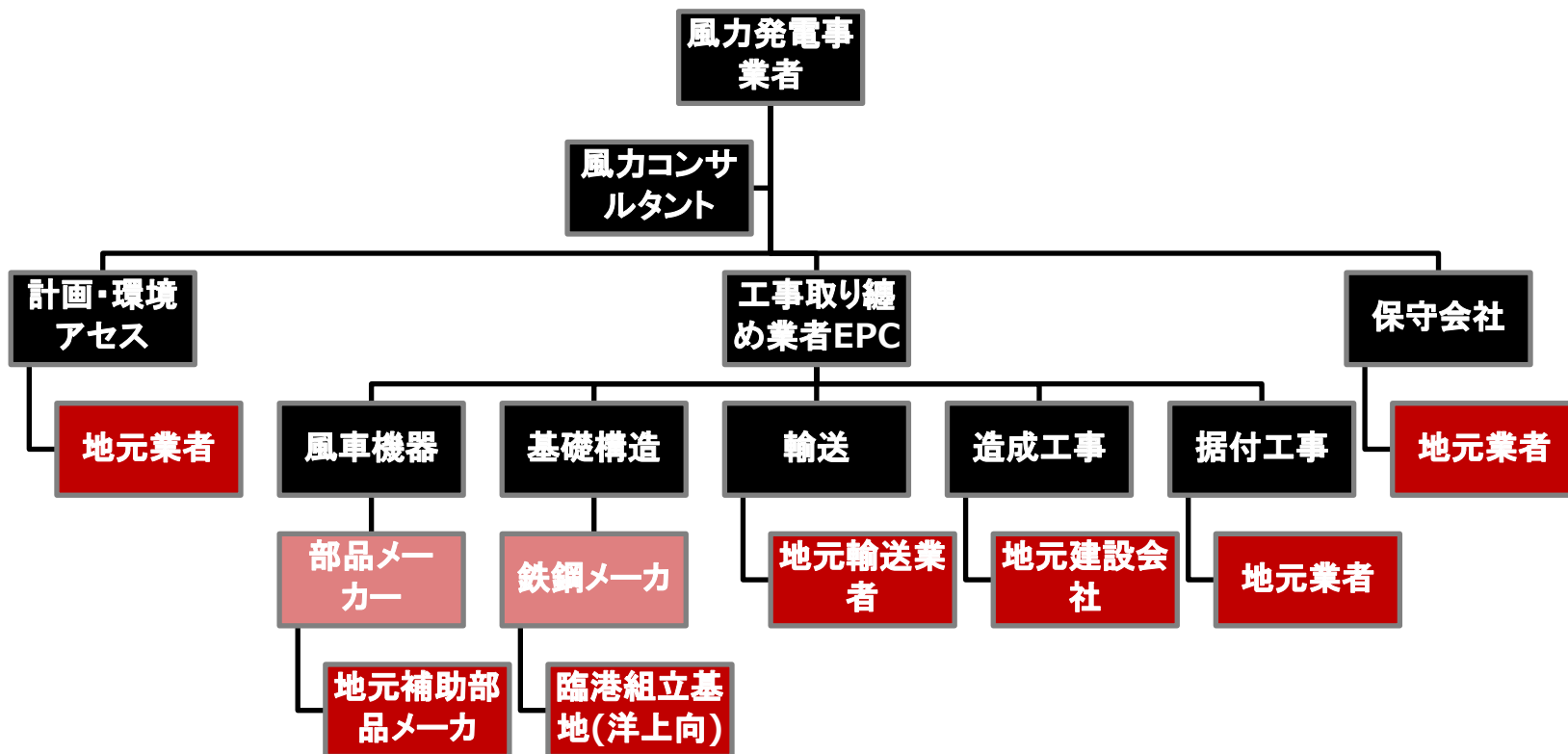
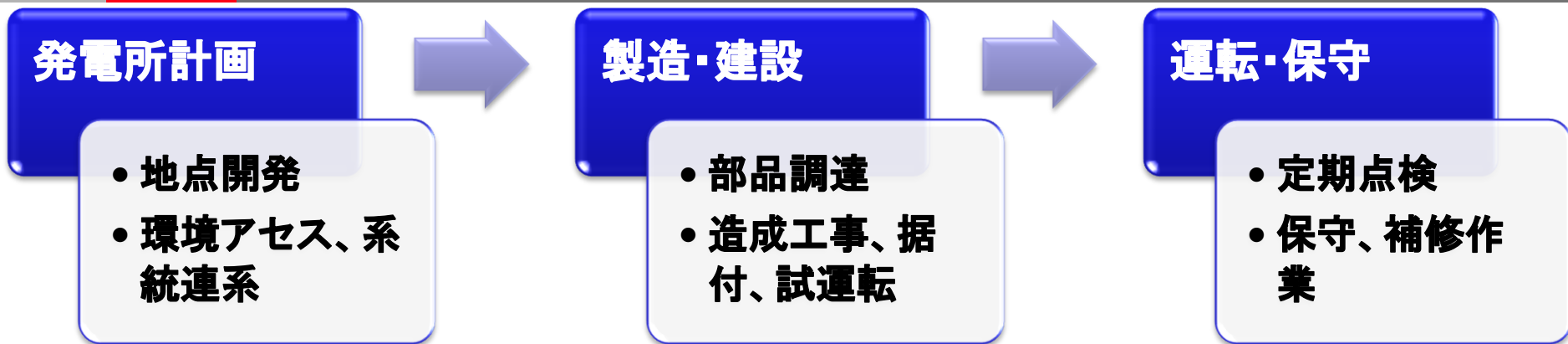
2012年：風力が環境法アセスの対象に

2014年現在：約3.5GWの風力発電所が環境アセス中

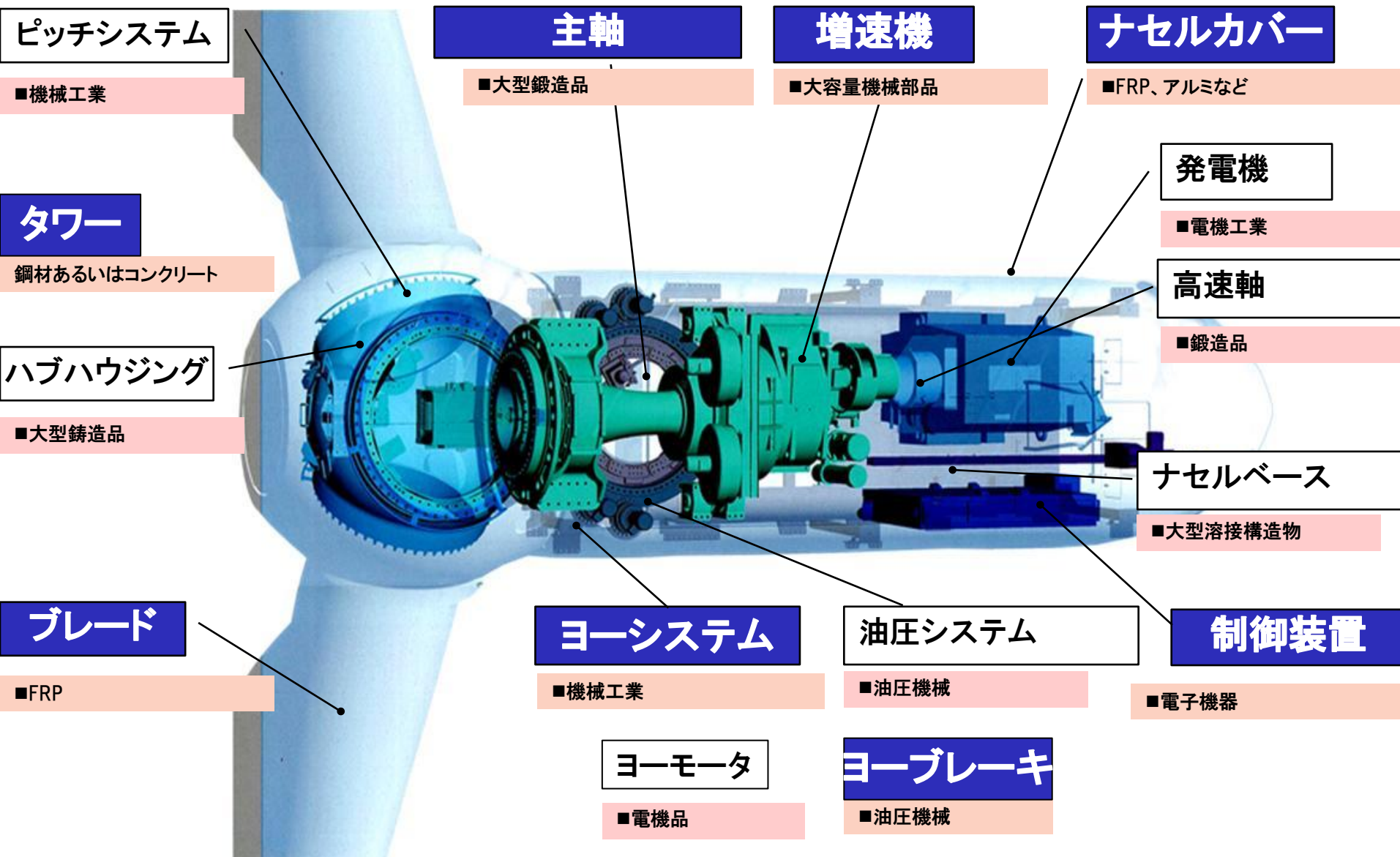
業界団体などでアセスメント期間などの短縮を協議中

注1)「手続期間」とは、図書に係る手続期間へ、「方法書」に係る経済産業大臣の通知又は勧告から「準備書」の届出までの期間を加えたものとした。  
 注2) 図書に係る手続期間とは、電気事業法施行規則及び環境影響評価法施行令に規定される処理期間から、配慮書の届出から評価書の確定通知(又は変更命令)までとした。半減工程では、国の審査期間の短縮目標を概ね含めた期間を想定。ただし、事業者の図書の作成期間や自治体の審査期間の短縮は含めていない。  
 注3) 現況調査等(前倒環境調査同じ)の期間は、2営業期間の猛禽類調査が必要となる場合は「24~30ヶ月」、その他の場合は「18ヶ月」を想定。なお、当該期間には準備書の作成期間を含む。

## 2-9 機器及び役務の調達網



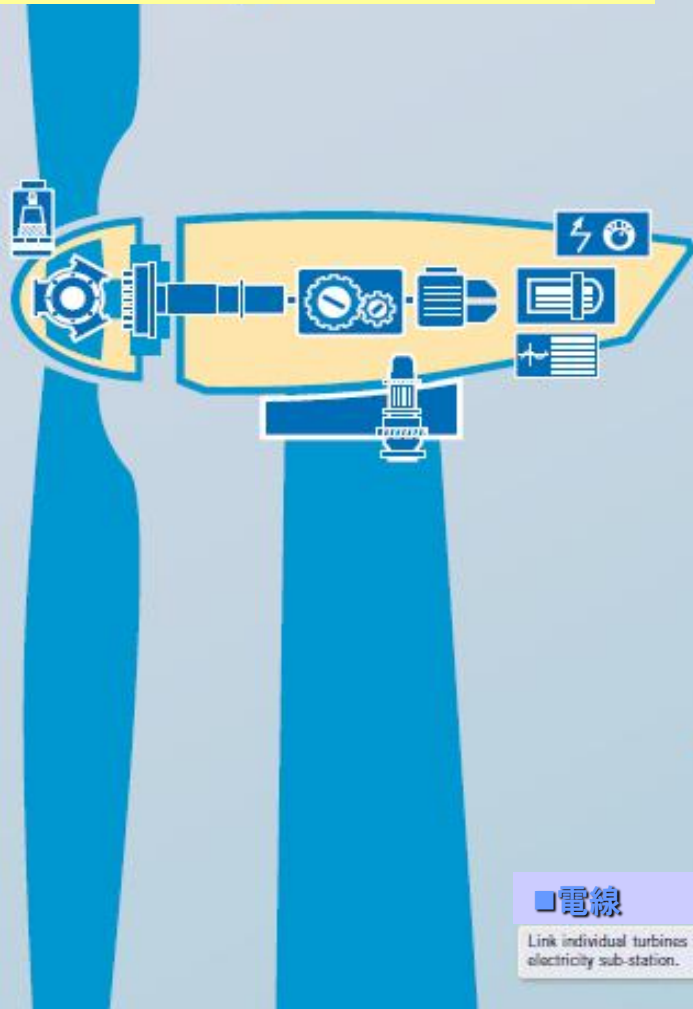
# 2-10 風車機器の構造



# 2-11 風車機器の部品コスト構成の例

## ■風車の主要部品構成 (独 リパワーMM90の例)

A typical wind turbine will contain up to 8,000 different components. This guide shows the main parts and their contribution in percentage terms to the overall cost. Figures are based on a REpower MM92 turbine with 45.3 metre length blades and a 100 metre tower.



**■タワー** 26.3%

Range in height from 40 metres up to more than 100 m. Usually manufactured in sections from rolled steel; a lattice structure or concrete are cheaper options.

**■ロータ翼** 22.2%

Varying in length up to more than 60 metres, blades are manufactured in specially designed moulds from composite materials, usually a combination of glass fibre and epoxy resin. Options include polyester instead of epoxy and the addition of carbon fibre to add strength and stiffness.

**■ロータ・ハブ** 1.37%

Made from cast iron, the hub holds the blades in position as they turn.

**■ロータ軸受** 1.22%

Some of the many different bearings in a turbine, these have to withstand the varying forces and loads generated by the wind.

**■主軸** 1.91%

Transfers the rotational force of the rotor to the gearbox.

**■架構** 2.80%

Made from steel, must be strong enough to support the entire turbine drive train, but not too heavy.

**■増速機** 12.91%

Gears increase the low rotational speed of the rotor shaft in several stages to the high speed needed to drive the generator.

**■発電機** 3.44%

Converts mechanical energy into electrical energy. Both synchronous and asynchronous generators are used.

**■ヨ一駆動機構** 1.25%

Mechanism that rotates the nacelle to face the changing wind direction.

**■ピッチ機構** 2.66%

Adjusts the angle of the blades to make best use of the prevailing wind.

**■電力用半導体** 5.01%

Converts direct current from the generator into alternating current to be exported to the grid network.

**■変圧器** 3.59%

Converts the electricity from the turbine to higher voltage required by the grid.

**■ブレーキ機構** 1.32%

Disc brakes bring the turbine to a halt when required.

**■ナセル構造物** 1.35%

Lightweight glass fibre box covers the turbine's drive train.

**■電線** 0.96%

Link individual turbines in a wind farm to an electricity sub-station.

**■ネジ** 1.04%

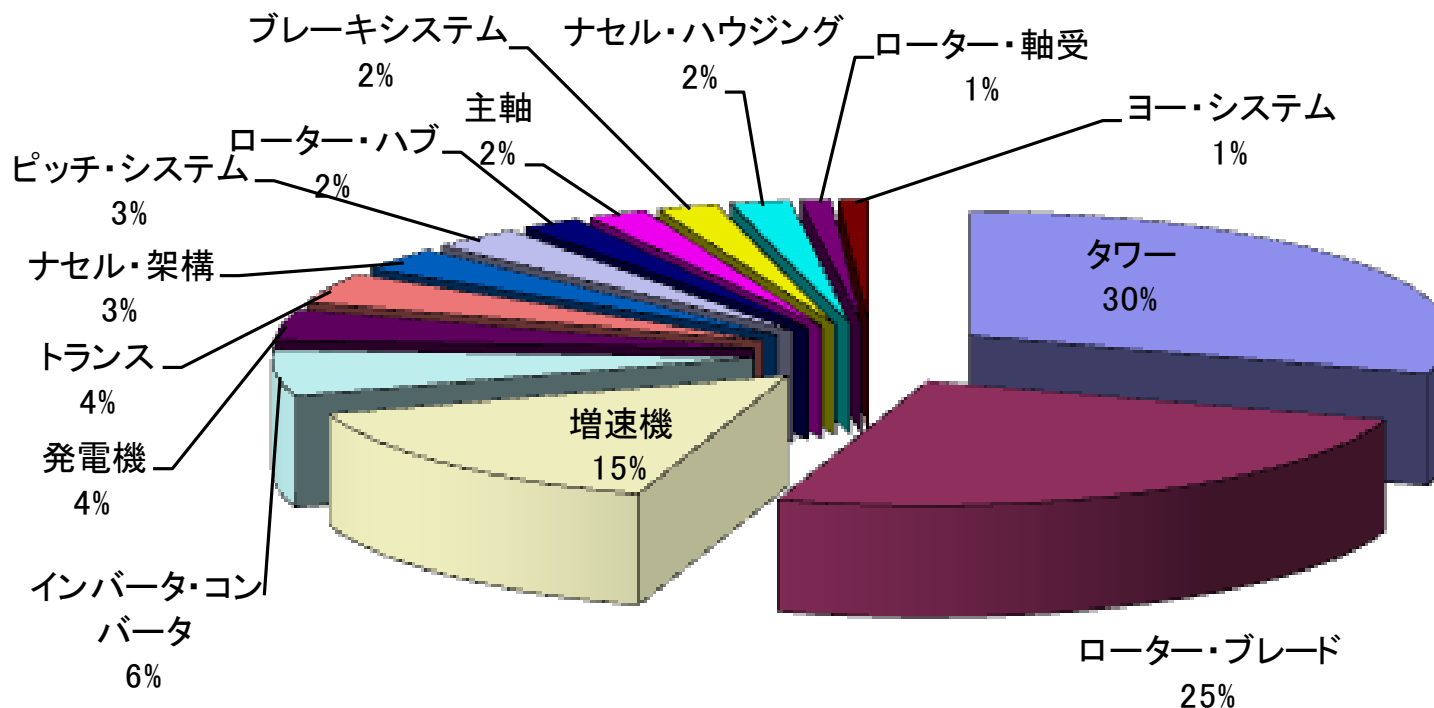
Hold the main components in place, must be designed for extreme loads.

## 大形風車の特徴

- 自動車と同様な量産組立製品
- 風車メーカーは、部品メーカーから構成部品を購入し、組立・調整して製品として出荷

## 大形風車のコスト構成例(MM92風車)

- タワー、ローター・ブレード、増速機のポジションが大
- 上記で全体の約7割を占める



出典 “The Economics of Wind Energy”, EWEA, March 2009



### 日立カナディアンインダストリーズ(HCI)での生産例

- ・ 風力発電サイトに近接した工場で競争力確保



材料切断

曲げ加工

溶接

組立

塗装



### 中国メーカーでの生産例

- ・ 人件費、土地が安価で埠頭に接した工場で製造

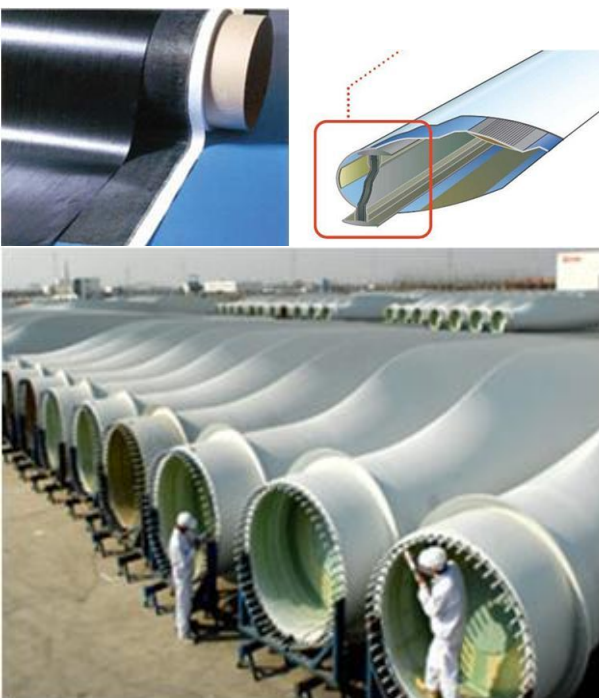
材料切断

繊維積層

樹脂含浸

硬化処理

機械加工、  
塗装



出典 <http://www.lzfrp.com/en/index.asp>

### 増速機は信頼性が重要

- ・ 機械産業の集積、品質管理体制が整った国内生産が望ましい。

鋳造、鍛造等

歯研削加工

熱処理

表面処理

組立・試験

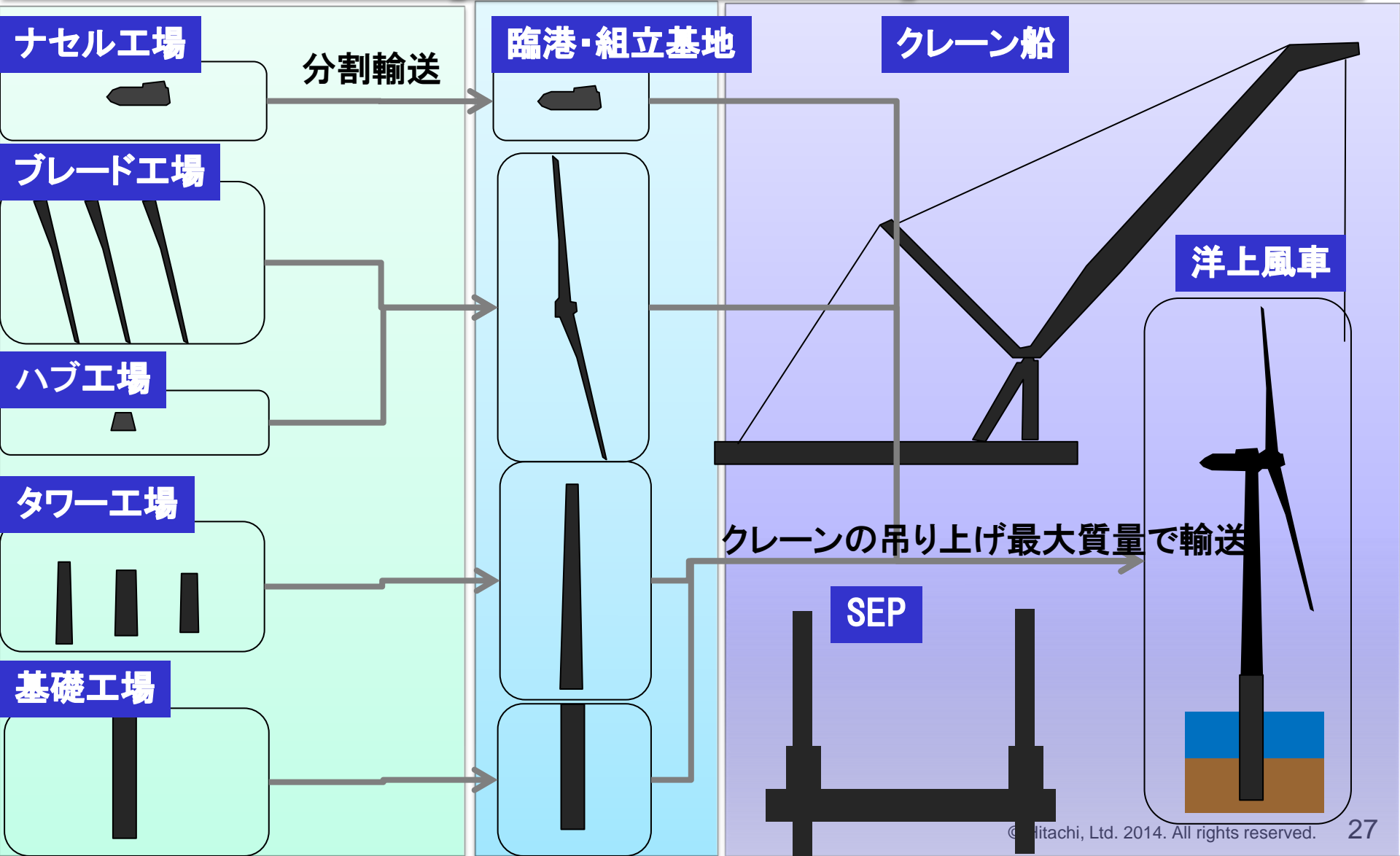


出典:

<http://www.mhi.co.jp/news/story/200802054672.html>

[http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/monozukuri300sha19fy/3kantou/13tokyo/13tokyo\\_13.pdf](http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/monozukuri300sha19fy/3kantou/13tokyo/13tokyo_13.pdf)

# 2-16 洋上風車据付プロセス



## 2-17 導入例・平地、山岳、洋上への展開

平地への設置: 2MW(実証機、日立化成、御前崎など)

山岳地への設置: 2MW(由良、串木野、など)

洋上への設置: 2MW(かみす、かしま、福島復興、など)、5MW開発中



# 2-18 国内の風力発電事業例



提供:環境省  
撮影:西山芳一様

環境省浮体式洋上風力  
発電実証事業(1基)



串木野れいめい風力発電所  
(九電工新エネルギー(株):10基)

淡路風力発電所  
(関電エネルギー開発(株):6基)

御前崎風力発電所  
(中部電力(株):11基)

青山高原ウィンドファーム  
((株)青山高原ウィンドファーム:40基建設中)

由良風力発電所  
(由良風力開発(株):5基)

経済産業省  
福島復興・浮体式ウィンドファーム  
実証研究事業(1基)

深芝処理場風力発電  
(茨城県鹿島下水道事務所:1基)  
ウィンド・パワーかみす  
第1,第2洋上風力発電所  
((株)ウィンド・パワー:洋上15基)

日本最大級



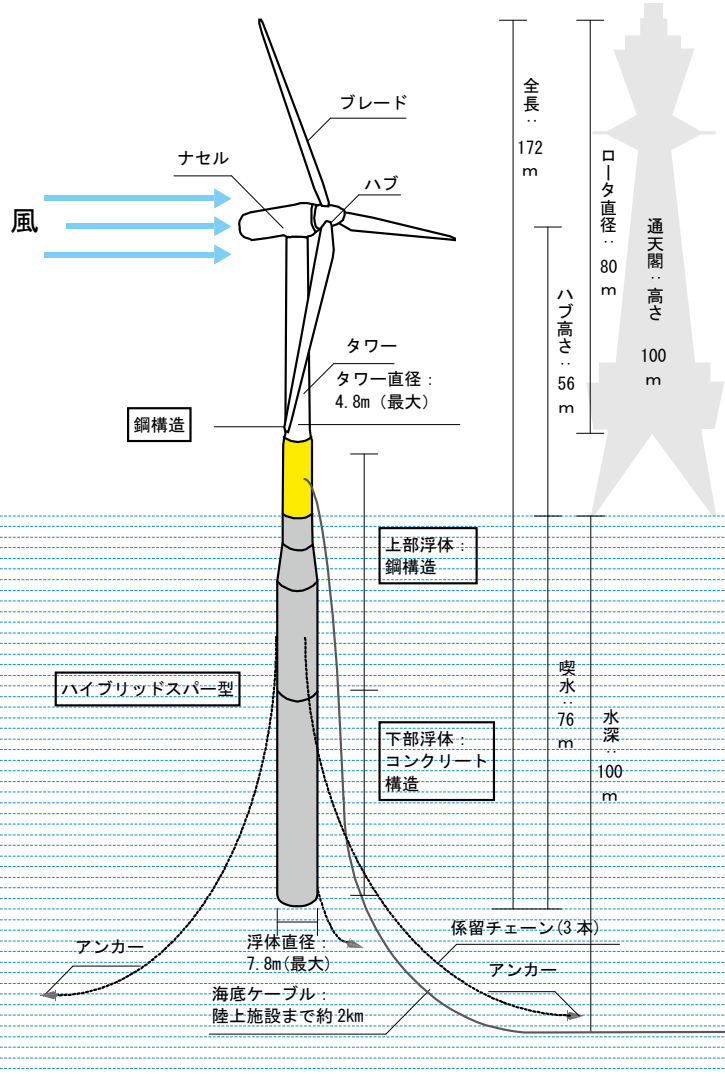
写真提供:  
福島洋上風力コンソーシアム



写真提供 (株)ウィンドパワーいばらき

山間地、丘陵地、平地、着床式洋上、浮体式洋など地域の特性に合わせた風車の建設が進む

## ● ダウンウィンド型ハイブリッドスパーで合理化



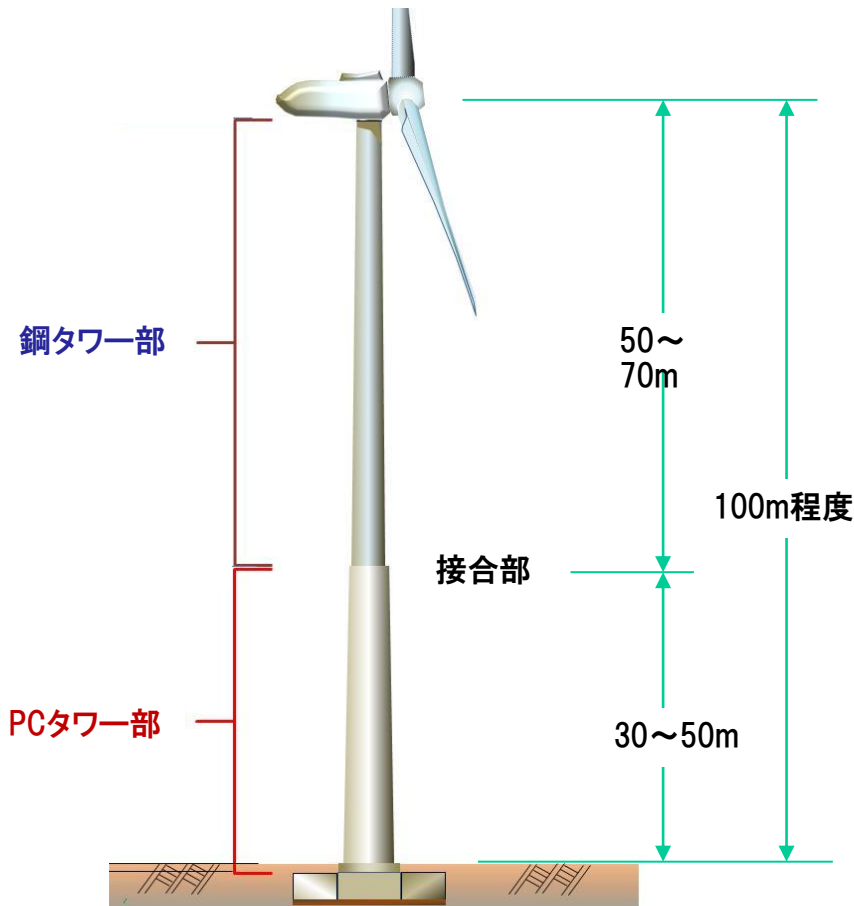
- 風を受けて浮体が傾くと、受風面積が増加する
- 水圧による圧縮力が卓越し、重心を低くするために重量が必要な、底部にコンクリート構造を採用
- 水面近くで曲げが卓越する部分に鋼構造を採用



- 発電効率が良く安価な構造 (コンクリートは国産100%)
- 設置場所の近くで建造できる

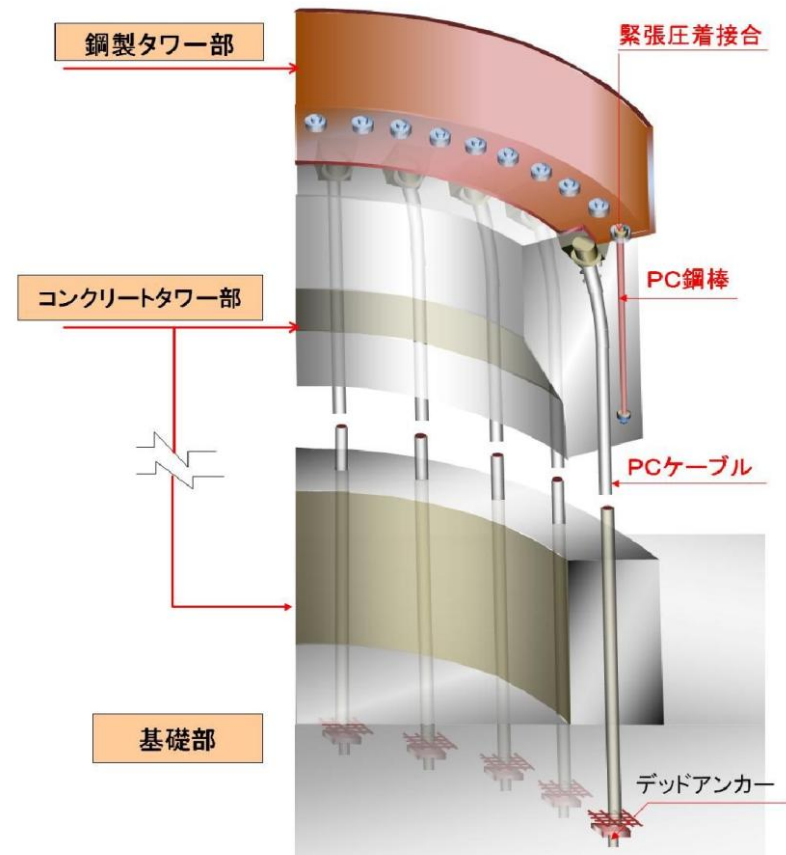
出典: 戸田建設提供資料

## ●ハイブリッドタワーでは鋼・コンクリート接合部が構造的に重要なポイント



出典: 富士PS提供資料

コンクリート部に予め埋め込んだ、接続用のPC鋼棒を緊張定着させ、鋼製円筒部材を接続する





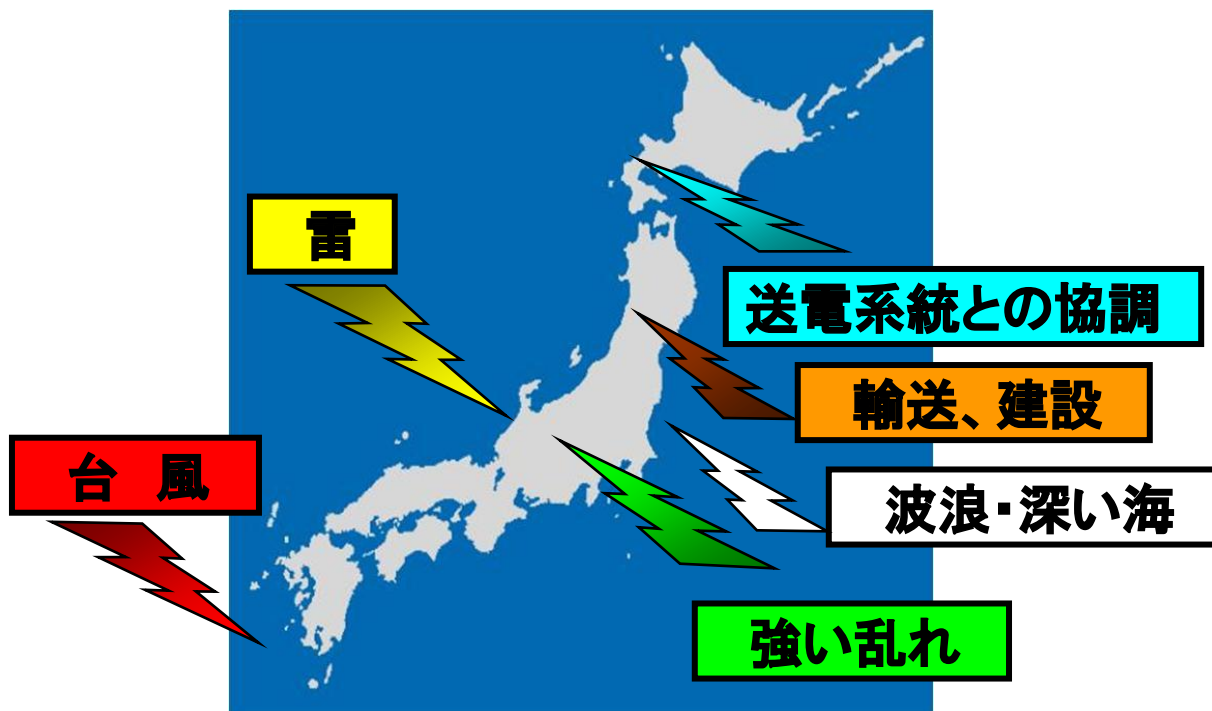
---

### 3 日本の風力事業の特徴と課題

日本固有の過酷な環境条件

風車の健全性維持、稼働率確保が重要

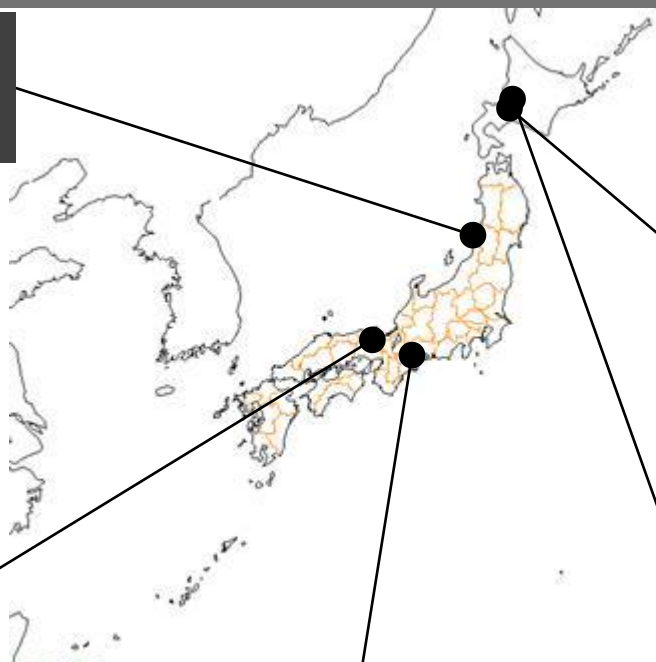
日本の環境に適合した風車の開発



# 3-2 風車の事故例

## 遊佐風力発電所、山形、 2013年11月22日

4号機、エネルコン製、落雷による  
ブレード損傷



## タワーヘッド落下

## 苫前風力発電所、北海 道、2013年9月5日



11号機、ポーナス製、  
(現シーメンス)、不適合  
部品使用による主軸の破  
断

## オロン風力発電所、北 海道、2013年12月5日



1号機、NEGミーコン  
製、落雷によるブ  
レード損傷

<http://www.hokkaido-np.co.jp/news/donai/508391.html>

## タワーヘッド落下

## 太鼓山風力、京都、 2013年3月13日



3号機、Lagerway,  
タワー溶接継手の  
破断

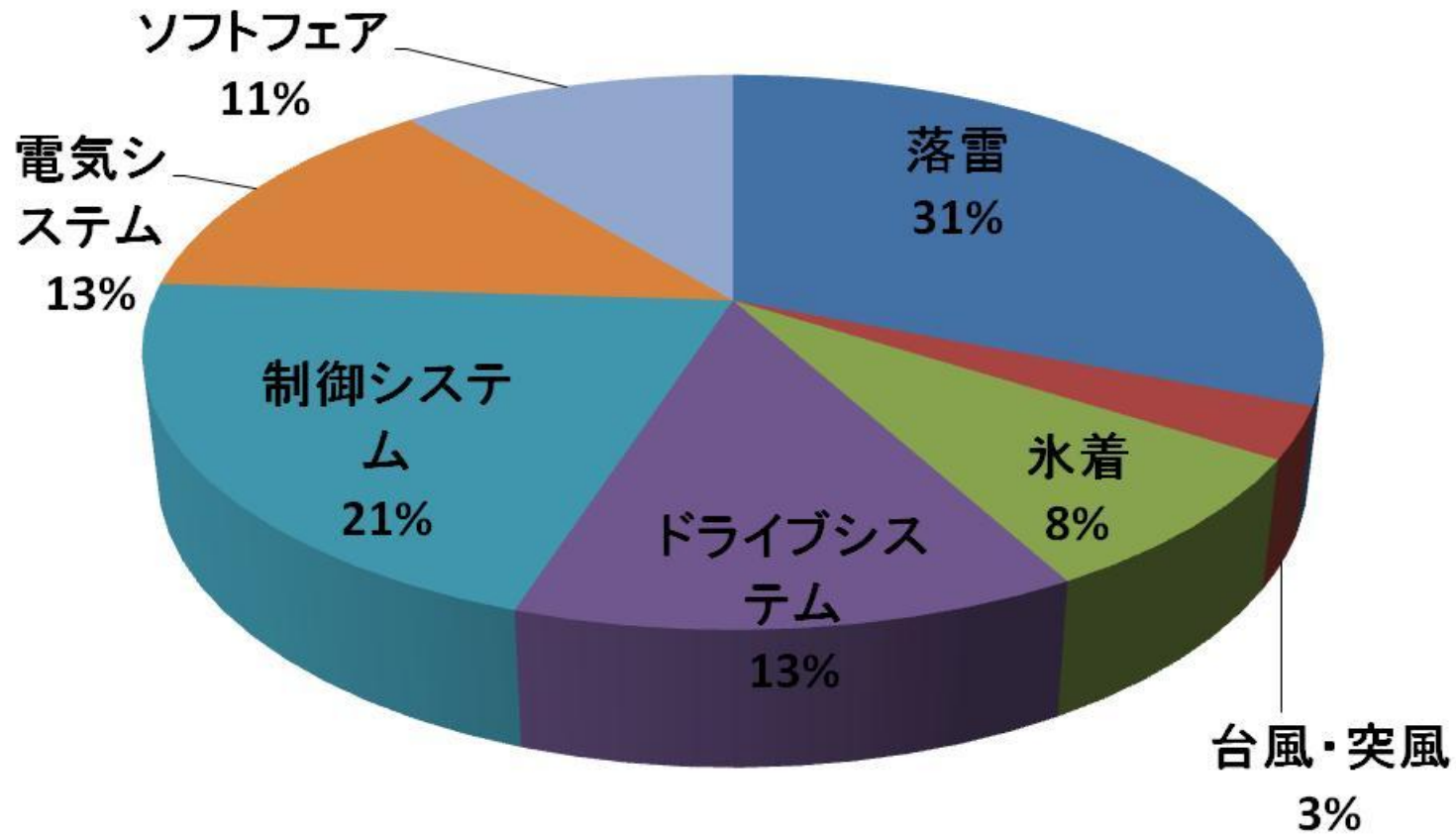
## タワーヘッド落下

## 笠取風力発電所、三重、 2013年4月7日



19号機 日本製鋼  
所製 Zephyrusの  
ライセンス、安全停  
止系の不具合、突  
風による倒壊

雷、台風など日本固有の過酷な環境条件による事故が多い



出典: NEDOデータベース2003

## 風車への要求

台風、乱流

雷、正極雷  
(冬季雷)

地震、津波

## 対応策

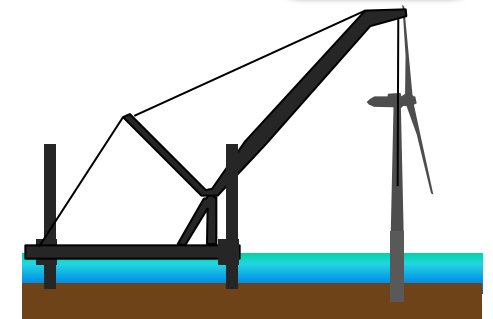
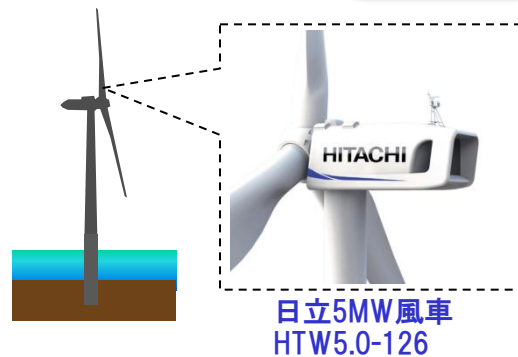
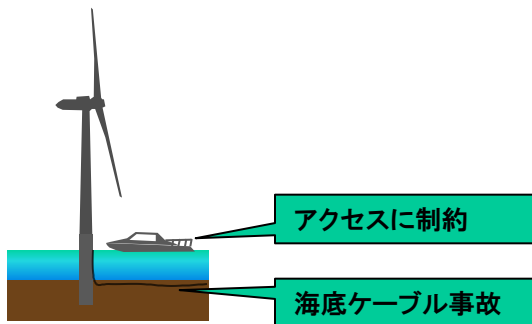
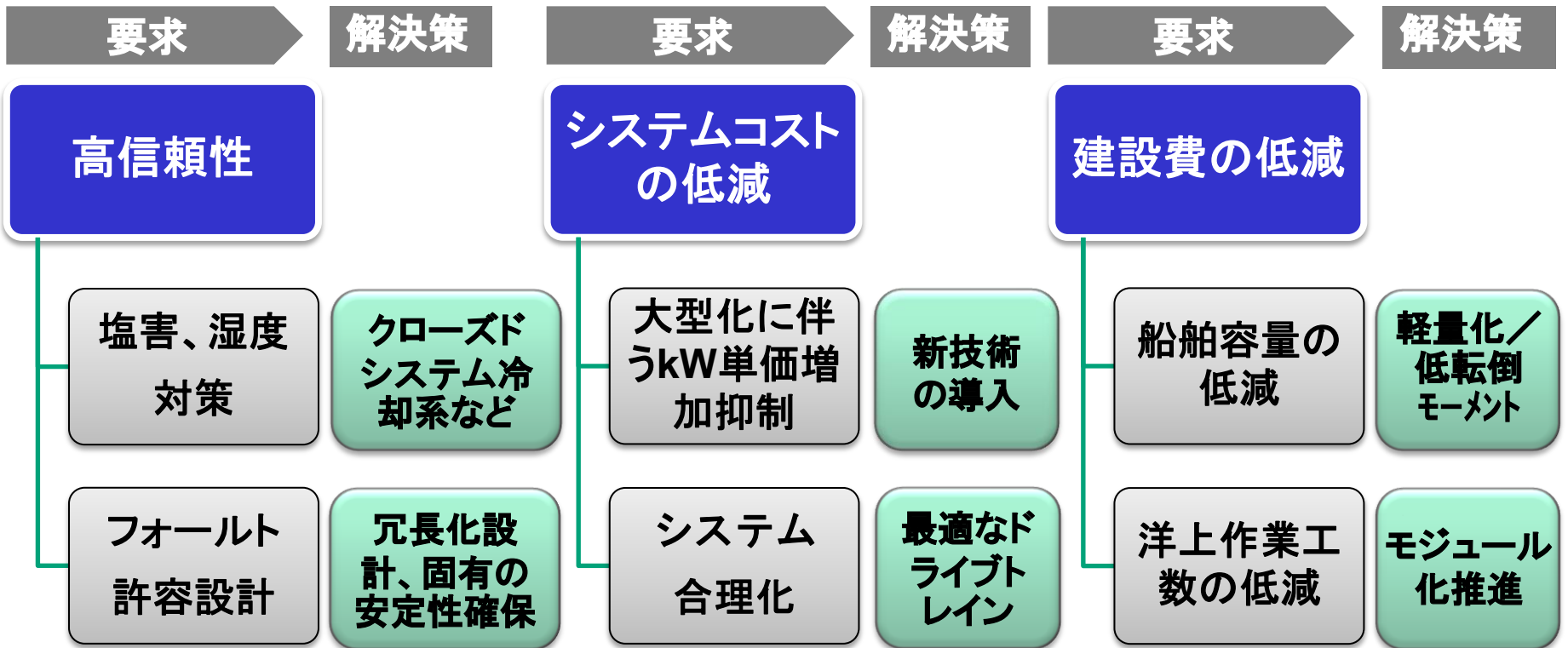
トロピカルサイク  
ロンクラスなど  
への対応設計

耐雷システム  
採用

軽量化、  
低重心化



## 洋上(着床・浮体式)の要求と風車の対応



## 水平軸風車

アップウインド

ダウンウインド

ギアor油圧・  
ドライブ

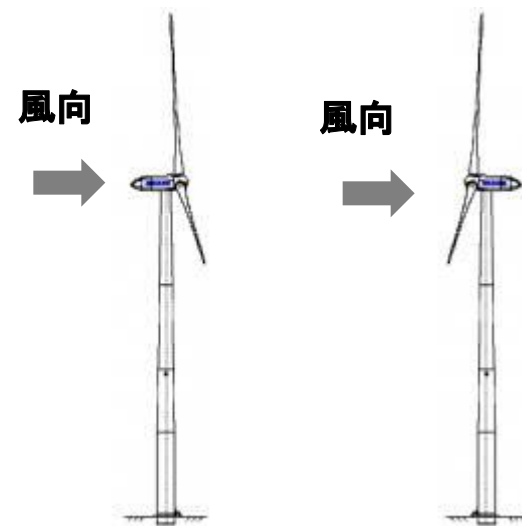
ダイレクト・ドラ  
イブ

ギア・ドライブ

三菱重工業

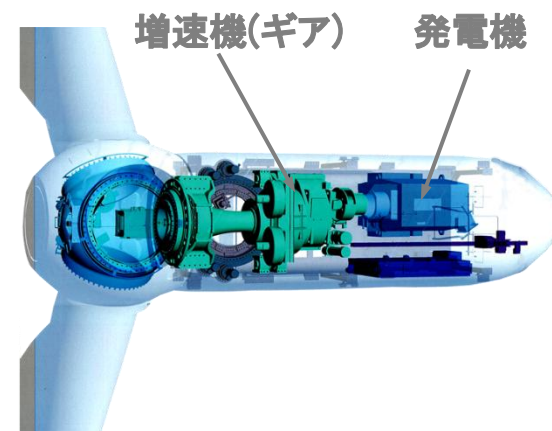
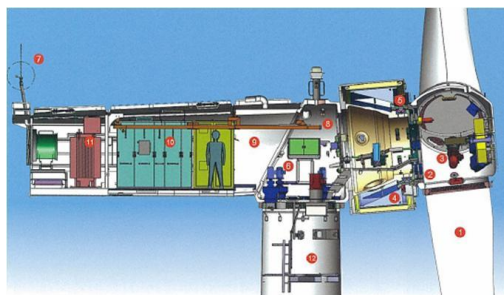
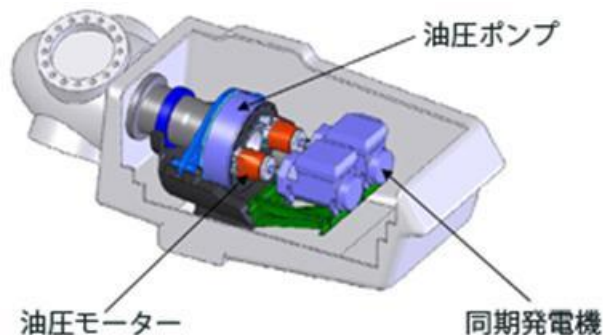
日本製鋼所

日立製作所

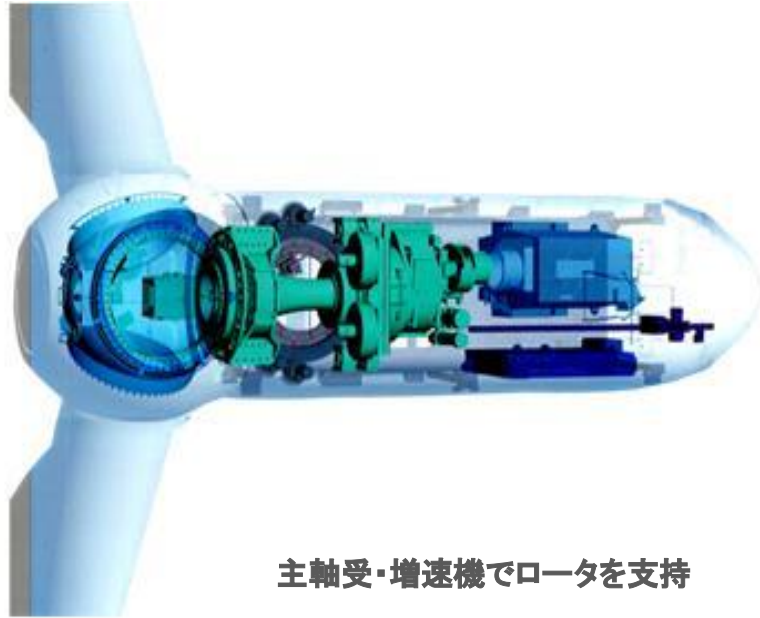


ダウンウインド

アップウインド



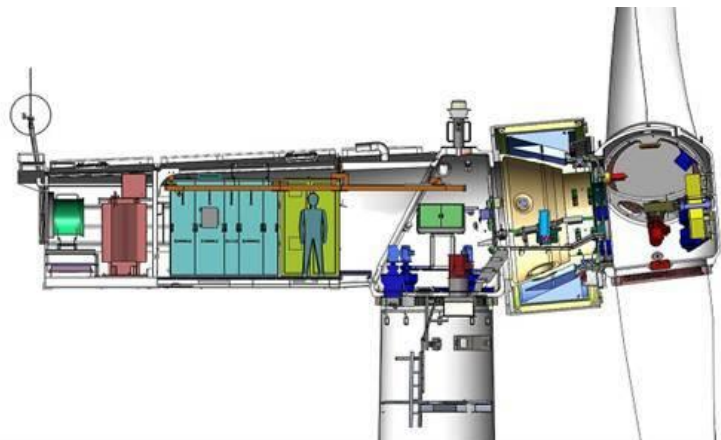
# 3-7 ナセルの構造の例



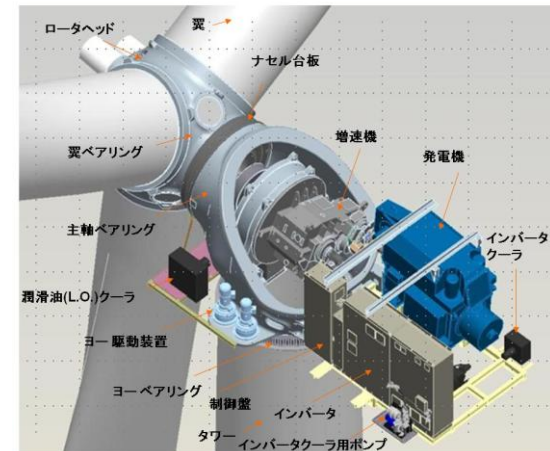
主軸受・増速機でロータを支持



ハブ中の主軸受でロータを支持



ロータと発電機を1組の軸受で支持、ダイレクトドライブ

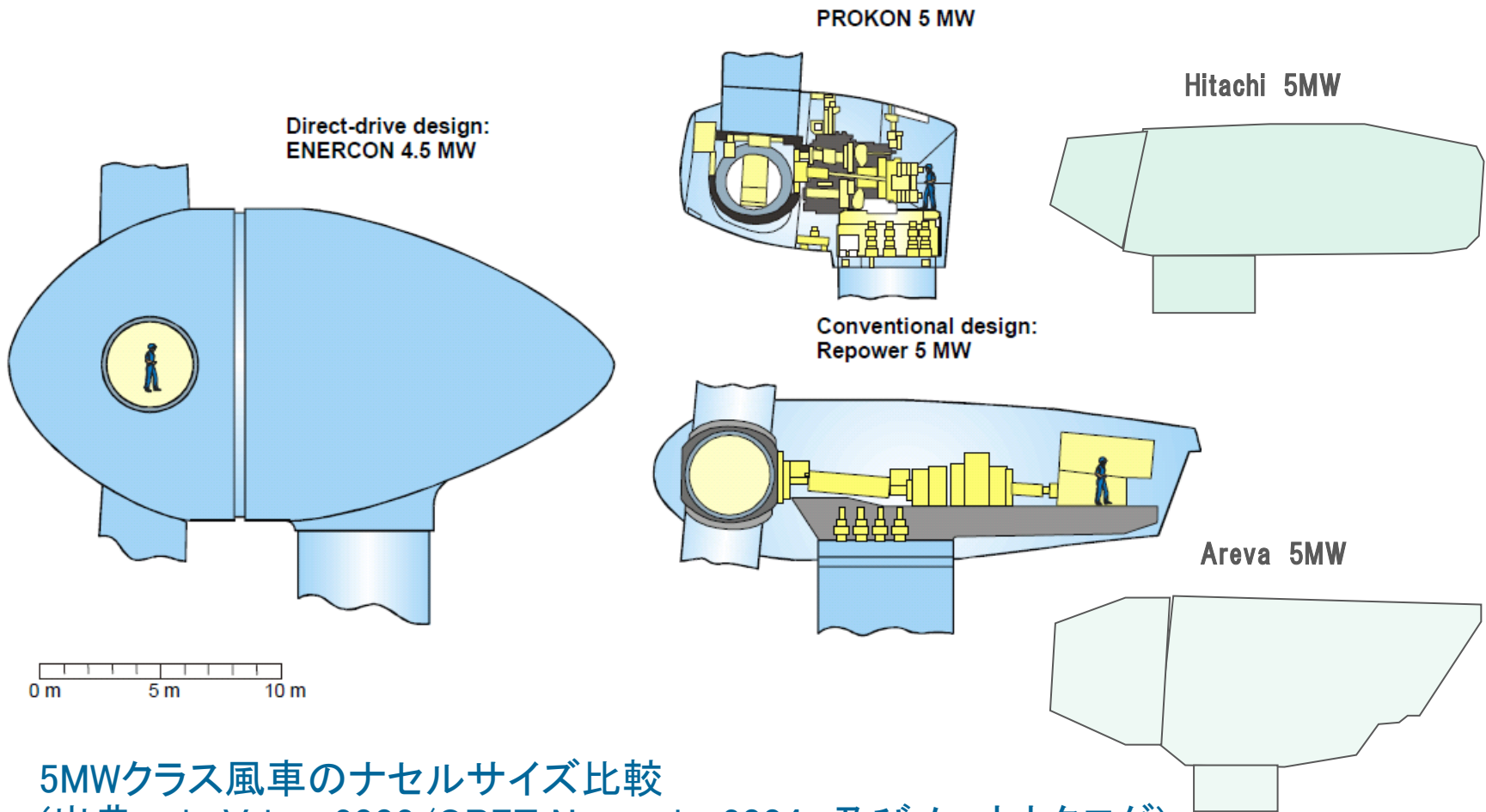


ハブ近傍の軸受でハブを支持



## 3-8 風力発電単価の低減/ナセル軽量化

- 5MW以上の風車では、ナセル寸法の増加を抑制するコンセプトの採用の動き
- ダイレクトドライブ方式、特にコイル式の同期発電機採用タイプでの大きさの増加が著しい



5MWクラス風車のナセルサイズ比較

(出典: de Vries, 2003/OPET Network, 2004、及びメーカーカタログ)

# 3-9 日本国内の洋上環境

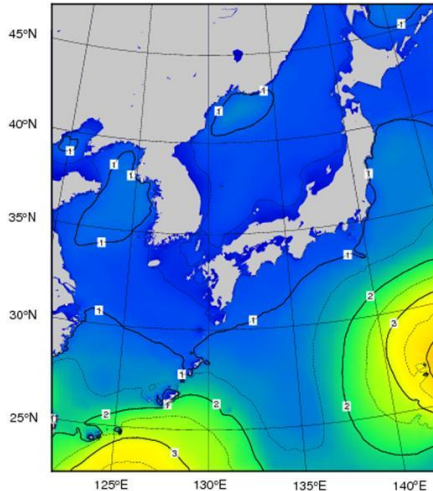
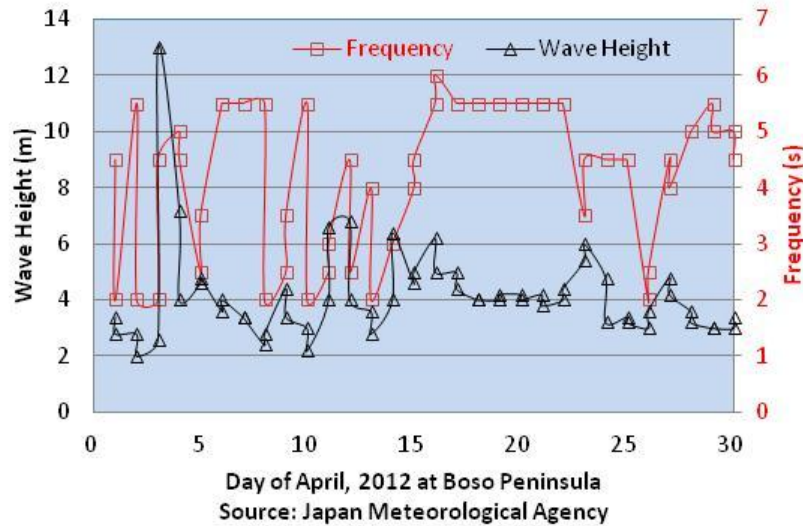
有義波高さが日本近海特に太平洋岸で厳しい



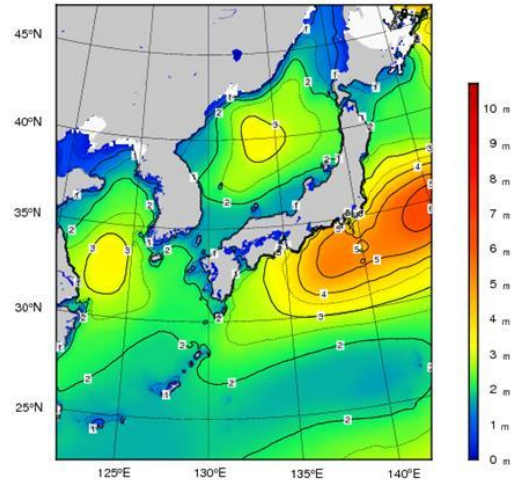
洋上据付工事の稼働率が低下(気象待ち時間が増加)し建設コスト増加



大型の洋上据付用特殊船舶が必要



海象条件の例  
2012.7.30.09:00  
日本気象協会

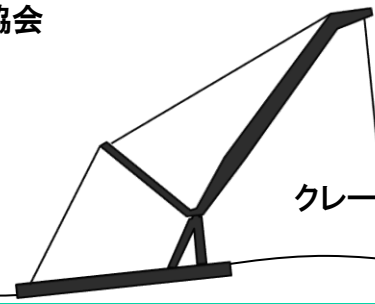


海象条件の例  
2013.2.18.21:00  
日本気象協会

船舶の固有振動数: 周期7秒以上で共振が起こる



SEPR脚を海底に下ろしにくい → 安定したDPS付き大型船舶が求められる

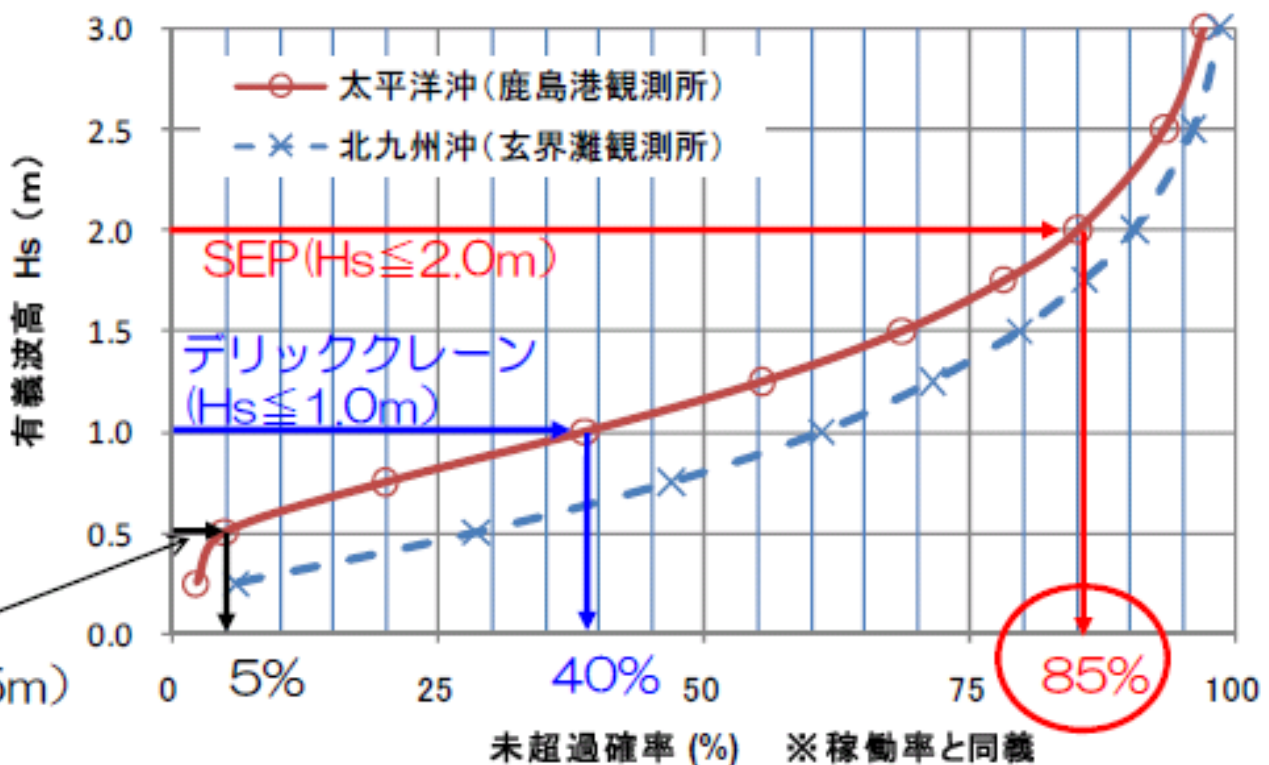


クレーン船の運転が難しい

# 3-10 洋上風車据付用船舶への要求

- 太平洋沿岸の洋上における風力の施工には、有効波高 $H_s > 2.0m$ 以上の大型SEP: Self Elevated Platformの導入が必要となる。
- 造船所業界における大型SEPの建造及び太平洋での洋上風力近傍の港湾の母港化が期待される。

作業船タイプ別の作業限界波高と稼働率



# 3-11 洋上風車据付用船舶の所有状況

	くろしお	JB-114	JB-117	Seajacks Zaratan	Brave Tern
所有者	第一建設機工株式会社	Jack-Up Barge	Jack-Up Barge	Seajacks	Fred Olsen Windcarrier
進水年(年)	2011	2009	2011	2012	2012
サイズ(m)	48.0L-25.0W-4.2D	55.5L-32.2W-5D	76L-46W-6D	81L-41W-7D	132L-39W-9D
積載可能量(t)	1,050	1,750	2,250	3,607	5,300
クレーン能力	(別途搭載可)	300t@16m	1,000t@22m	800t@24m	800t@24m
居住区容量(人)	-	64	68	90	80



# 3-12 船舶と発電所規模のイメージ

積載可能量	1,000 t	2,000 t	3,000 t	4,000 t	5,000 t	6,000 t	7,000 t
SEP	▽くろしお 第一建設機工 ▽JB-114 Jack-Up Barge ▽JB-117 Jack-Up Barge			▽Seajacks Zaratan Seajacks		▽Brave Tern Fred Olsen	
適用発電所規模	2MW級	5MW級-20基			5MW級-100基		



出典 第一建設機工株式会社 ホームページ <http://www.dai1-sep.com/marine.html>

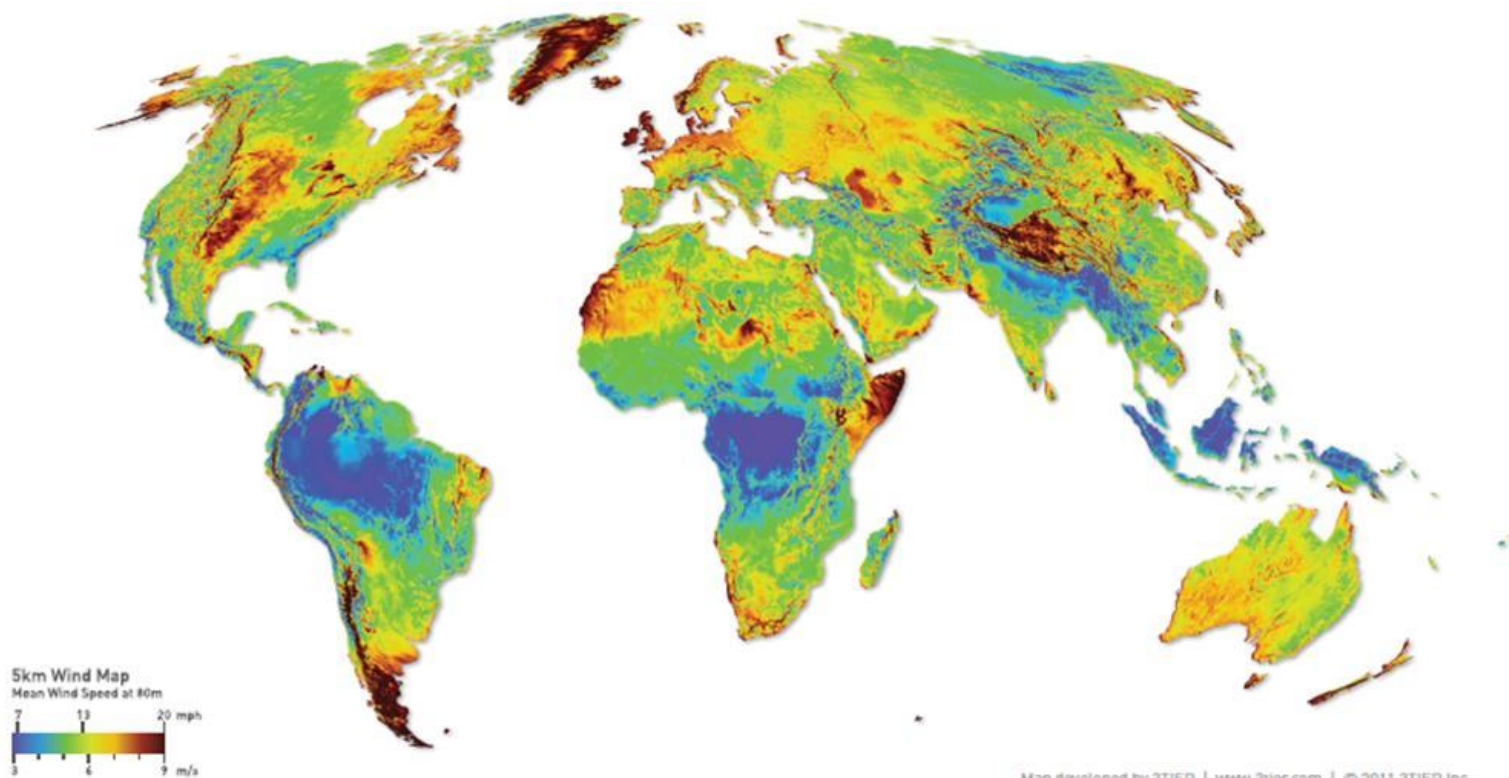
出典 Seajacksホームページ <http://www.seajacks.com/kraken.php>

---

## 4 地域、企業などへの期待

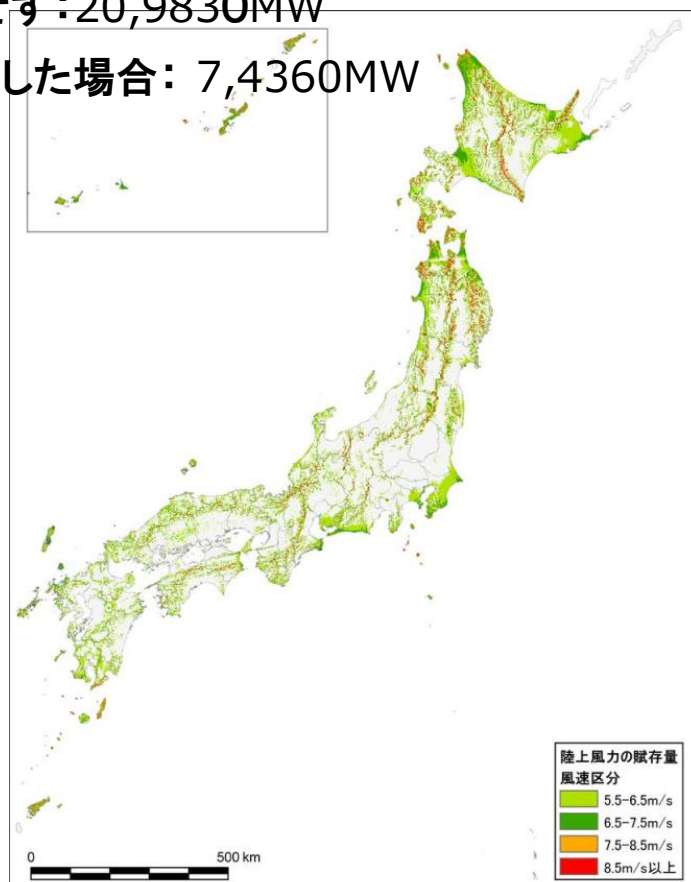
## 4-1 世界と日本の風資源

- 事業性を考慮して80m 高さで年間平均風速6.0m/s以上の賦存量から、社会的制約条件を考慮した「陸上風力ポテンシャル」
  - ・電力会社の設備容量を考慮：209,830MW(発電設備の1.02倍)
  - ・電力会社の設備容量を上限：7,4360MW(発電設備の0.36倍)
- 年間平均風速が10m/sに迫る北欧に比べ、日本の平均風速は低い  
が、台風等に耐える必要がある



事業性を考慮して80m 高さで年間平均風速6.0m/s以上の賦存量から、社会的制約条件を考慮した、「陸上風力ポテンシャル」： 風速別ポテンシャルを均等に開発した場合の平均設備利用率≒25%

- 各電力会社の設備容量を考慮せず: 20,9830MW
- 各電力会社の設備容量を上限とした場合: 7,4360MW

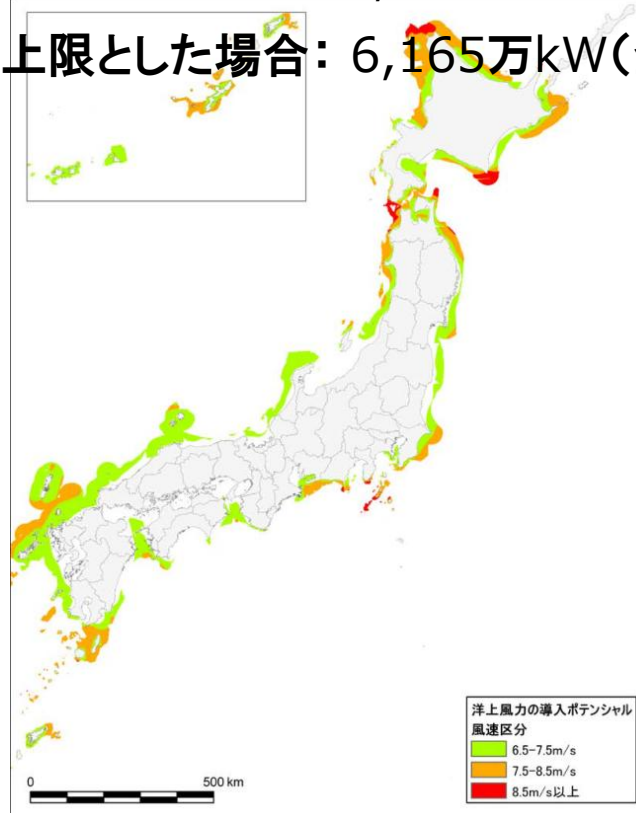




## 4-3 着床式洋上風力のポテンシャル

事業性を考慮して80m高さで年間平均風速7.0m/s以上の賦存量から、社会的制約条件を考慮した、「着床風力ポテンシャル」： 風速別ポテンシャルを均等に開発した場合の平均設備利用率≒30%

- 各電力会社の設備容量を考慮しない場合：15,646万kW(全発電設備容量の0.76倍)
- -各電力会社の設備容量を上限とした場合：6,165万kW(全発電設備容量の0.30倍)



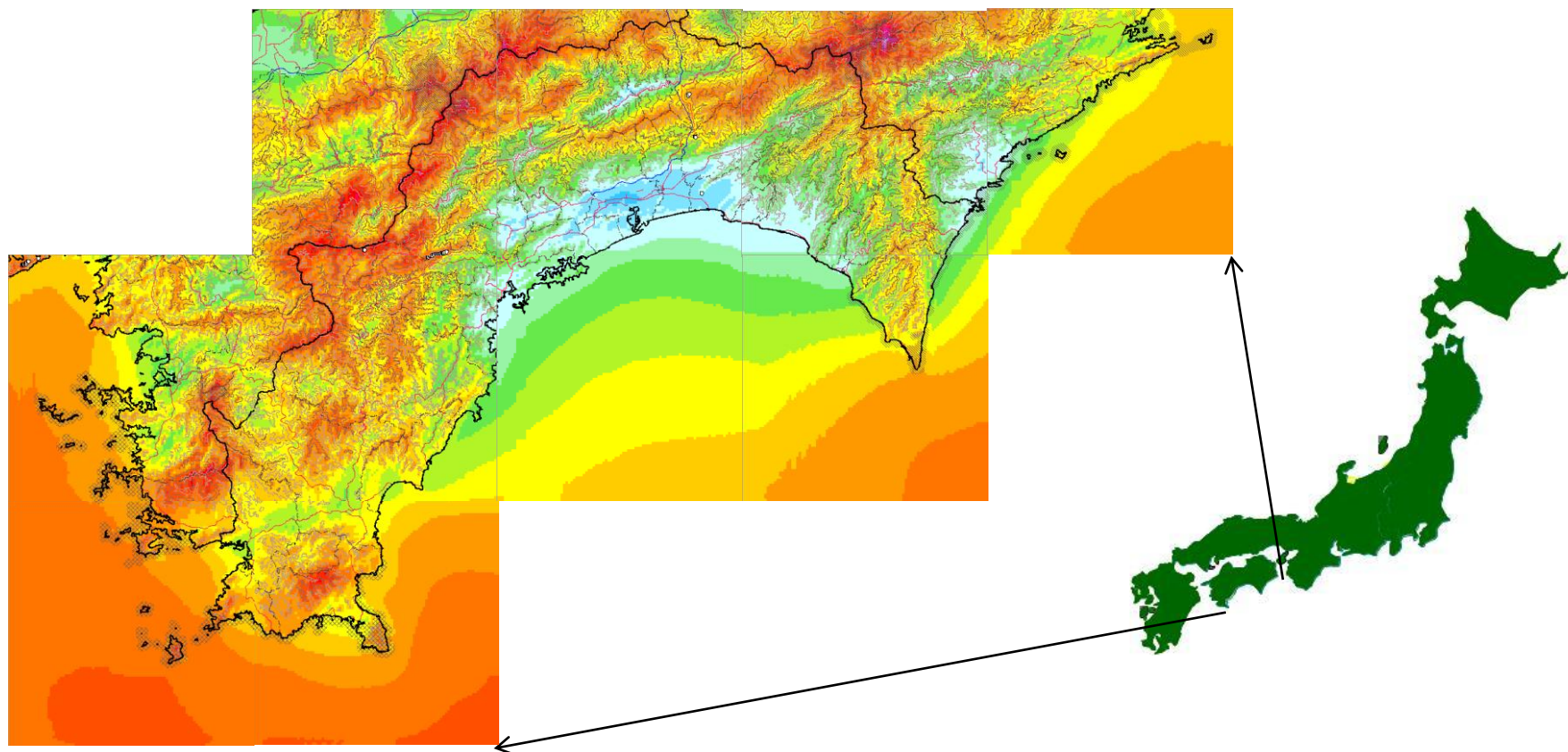
# 4-4 日本及び高知県内の風資源状況

## 陸上

高知平野を除き地上高70mの年間平均風速6m/sから10m/sの地域が広く分布し、事業化を立地するに十分な風資源が存在する。自然公園などを避けて立地を検討する必要がある。

## 洋上

土佐湾の内側の海域は、風が穏やかであるも、室戸岬、足摺岬近傍の海域には、年間平均風速6m/sから10m/sの海域が広く分布し、洋上風力発電として事業化が見込める。  
自然公園などを避けて立地を検討する必要がある。



# 4-5 高知県の大型風力発電所

No.	稼働年度	撤去年度	設置者	県	市町村	定格出力	基数	総出力	メーカー	用途
30	1994年		四国電力	高知県	室戸	300kW	1基	300kW	三菱重工業	実証試験
33	1995年		高知県企業局	高知県	香南市	250kW	1基	250kW	NEG-Micon	売電事業
92	1999年		高知県企業局	高知県	大豊町	600kW	2基	1200kW	Lagerwey	売電事業
111	1999年		高知県檜原町	高知県	檜原町	600kW	2基	1200kW	NEG-Micon	売電事業
114	1999年	2008年	大旺建設	高知県	土佐山田町	225kW	1基	225kW	Vestas	自家用
265	2003年		高知県企業局	高知県	香美市	750kW	2基	1500kW	Vestas	売電事業
341	2006年		葉山風力発電所	高知県	津野町	1000kW	20基	20000kW	三菱重工業	売電事業
372	2006年		大月ウィンドパワー	高知県	大月町	1000kW	12基	12000kW	三菱重工業	売電事業
			(平均 合計)			895kW	41基	36675kW		

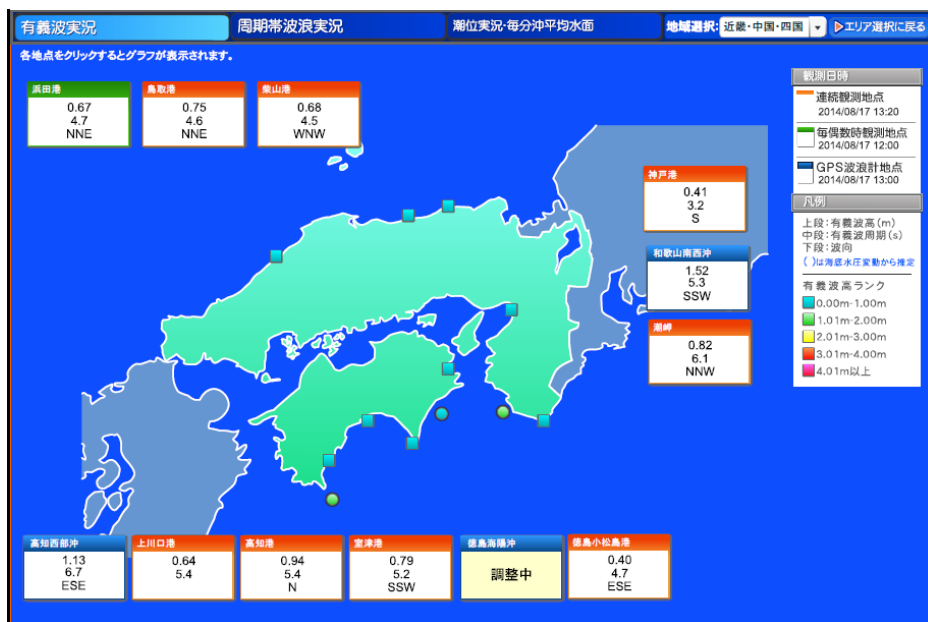


## 太平洋(外海)に面し波高、うねりが大きい

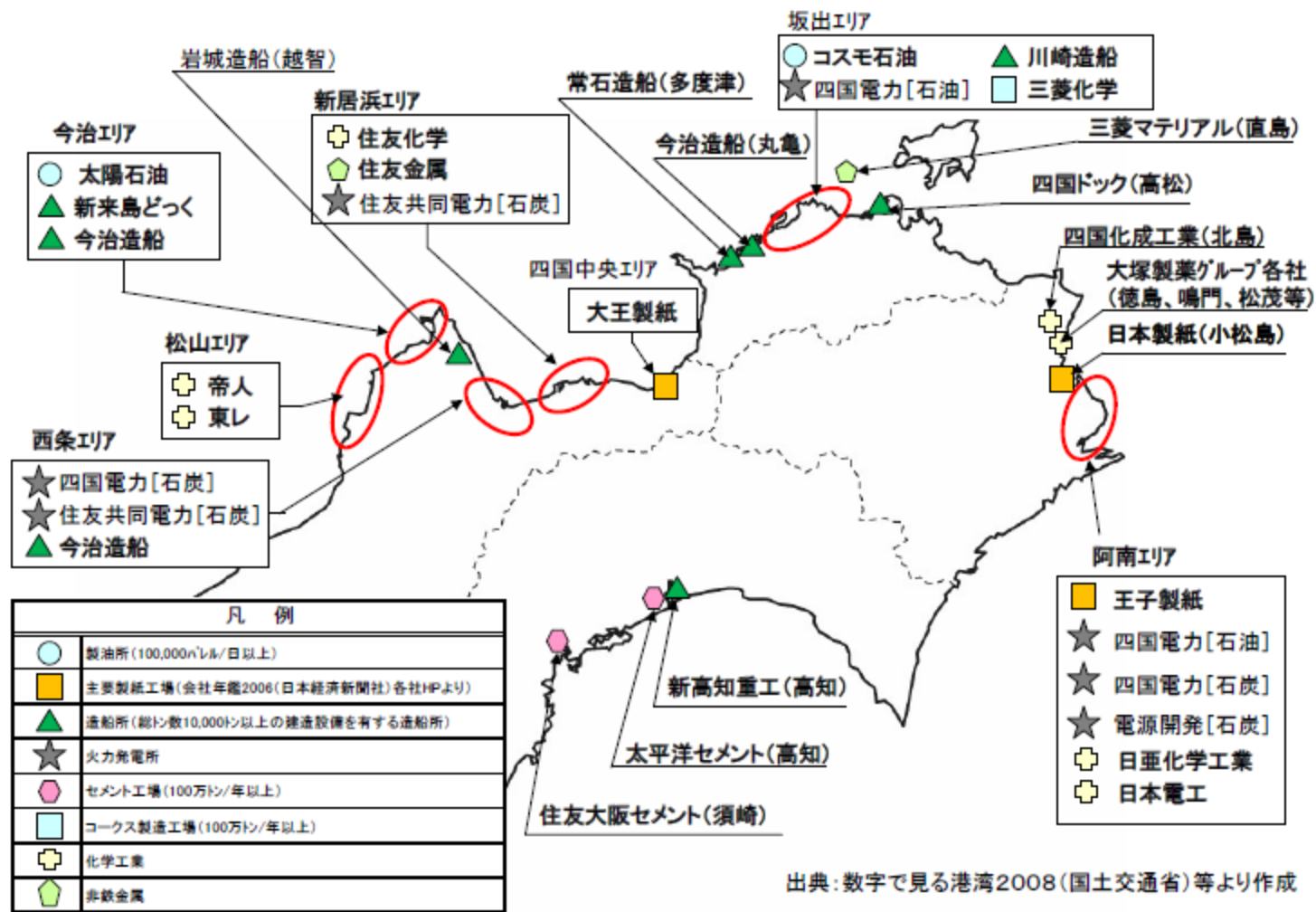
- 工事の稼働率を上げるためには有義波高の高い仕様の船舶が必要

## 水深の浅い土佐湾は、風が弱く、室戸岬、足摺岬近傍は、好風況

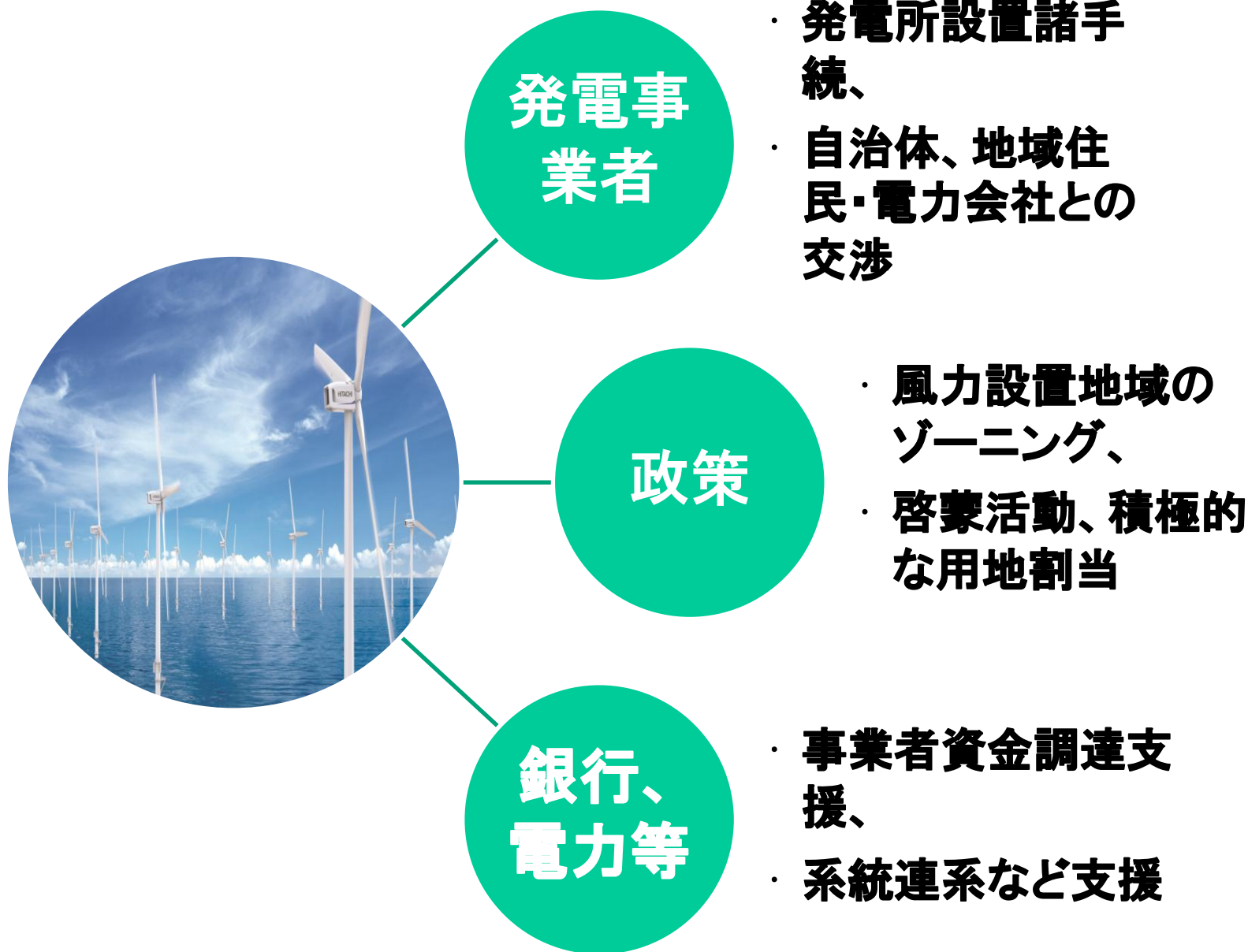
- 離岸距離の近い海域で、着床式洋上風力が経済的に成立すると考えられる
- 沖合では、浮体式洋上の試験サイトなどの立地が可能と思われる



# 4-6 四国の産業基盤/臨海部の主要工場



出典: 数字で見る港湾2008(国土交通省)等より作成



- ・ 風力発電設置評価
- ・ 風力コンサルタントとの提携など

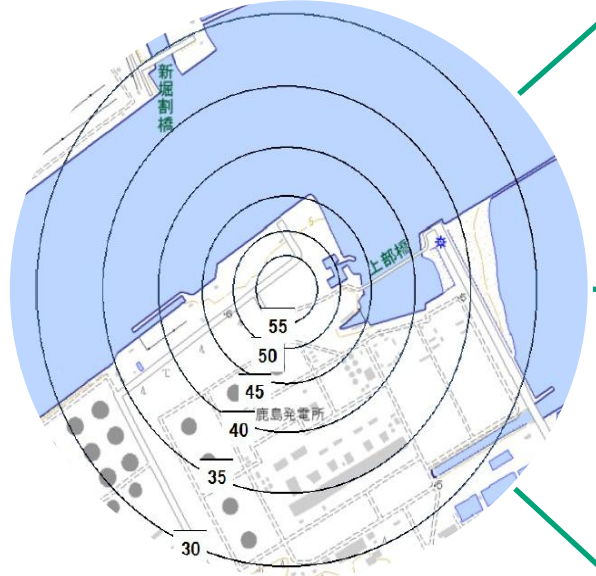
発電事業者

- ・ 環境、景観などへの適切な指針設定
- ・ 手続き迅速化

政策

- ・ 動植物データ整理

環境保護団体、学識経験者等



	事業計画	環境アセス	造成工事
内容	<p>風況評価、資金調達</p> 	<p>環境影響評価</p> 	<p>道路建設、敷地整地</p> 
発注元	発電事業者	発電事業者	取り纏め会社
受注者に期待される能力	発電所設置諸手続遂行、自治体・地域住民・電力会社との交渉能力	風力発電設置評価技術	機器調達、施工、工程管理能力
市場活性化と県内企業参画のための方策	<p>【自治体】風力設置地域のゾーニング、啓蒙活動、積極的な用地割当</p> <p>【地方銀行等】事業者資金調達支援、【電力会社】系統連系など支援</p>	<p>【国】法アセスの手続期間短縮、</p> <p>【自治体】環境、景観などへの適切な指針設定</p> <p>【民間】風力発電設置評価技術習得、風力コンサルタントとの提携など</p>	<p>【自治体】一般建設業者への啓蒙活動、自治体による風力パイロットプラント建設と業者育成</p> <p>【民間】風力発電事業への出資</p>



# 4-10 風力事業への参画の可能性 / 基礎工事など

	基礎工事	洋上着床基礎	洋上浮体基礎
内容	<p>基礎、タワー建設</p> 	<p>鋼構造、RC構造製造</p> 	<p>鋼構造物、コンクリート</p> 
発注元	取り纏め会社	取り纏め会社	取り纏め会社
受注者に期待される能力	大型揚重機を用いた工事遂行能力	大型鋼構造、鉄筋コンクリート構造物製造能力	造船技術 コンクリート技術
市場活性化と県内企業参画のための方策	【県】一般建設業者への啓蒙活動、自治体による風力パイロットプラント建設と業者育成	【国・県】公有水面の洋上風力への割当、公募など、港湾製造組立拠点整備、【民間】既存造船施設活用	【国・県】公有水面の洋上風力への割当、公募など、港湾製造組立拠点整備、【民間】既存造船施設活用

# 4-11 風力事業への参画の可能性 / 部品製造など

	部品、素材製造	機器製造	大型機器製造
内容	<p>機器用部品製造</p> 	<p>主要機器製造</p> 	<p>タワー、ナセルベース、主軸など製造</p> 
発注元	部品メーカー	風車メーカー	風車メーカー
受注者に期待される能力	国内外の工業規格への適合、風車用部品製造の経験、国際競争力	機器システム技術、国際認証取得、風車用部品製造の経験、国際競争力	大型鋼構造物製造技術、市場に近接した立地
市場活性化と県内企業参画のための方策	【県】技術開発助成、機械工業の集積	【県】技術開発助成、機械工業集積、自動車工業など類似業種の工場集積	【国・県】技術開発助成、臨港工場用地提供、【県】県内風力市場の醸成

# 4-12 風力事業への参画の可能性/風車組立～据付

	風車組立	風車輸送	風車据付
内容	<p>部品調達、組立</p> 	<p>道路拡幅、使用許可</p> 	<p>大型クレーンによる据付</p> 
発注元	(風車メーカー)	取り纏め会社	取り纏め会社
受注者に期待される能力	(内製のため、外注しないのが通例、工場誘致の形態)	道路整備、特殊車両、特殊船舶などの確保	風車建設技術
市場活性化と県内企業参画のための方策	<p>【国・県】国内風力市場の拡大政策、風力産業立地支援、</p> <p>【県】臨港用地確保、港湾施設増強、機械工業の集積推進、工場立地優遇施策</p>	<p>【県】風力設置地域のゾーニング、啓蒙活動、積極的な用地割当、道路、港湾整備</p>	<p>【県】県内企業への啓蒙活動</p>

	電気工事	試運転	保守
内容	<p>風車内、変電設備工事</p> 	<p>サイトに適合させる調整</p> 	<p>定期点検</p> 
発注元	取り纏め会社	取り纏め会社	発電事業者
受注者に期待される能力	電気工事(高電圧)対応技術	(風車メーカー)	風車保守技術
市場活性化と県内企業参画のための方策	【県】県内企業への啓蒙活動	(風車メーカー)	【国・県】教育機関設立、資格制度など制定、整備拠点・保守用船舶停泊施設など整備

# 4-14 洋上風力による産業振興/独ブレーメン州

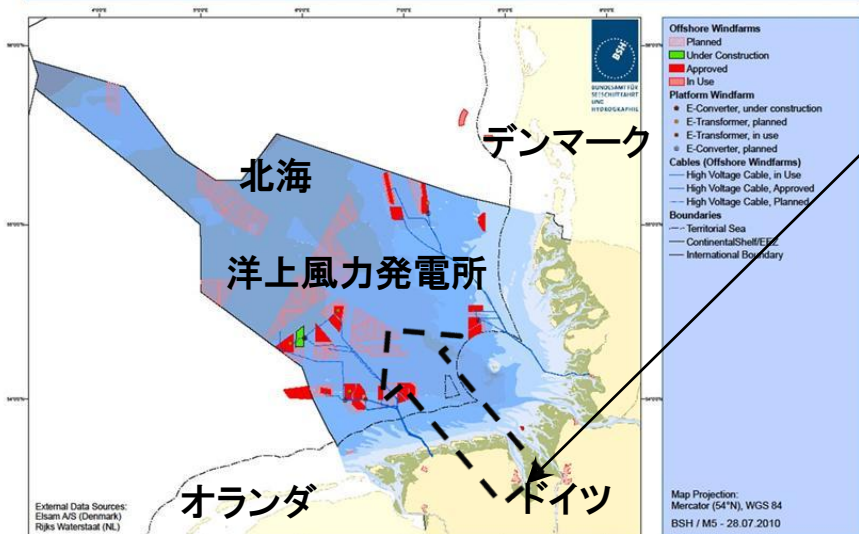
## 港湾の整備など

- ・ 長400mの船が接岸可能な埠頭
- ・ 風車用港湾設備、風車テストフィールドなどの整備
- ・ 6MW風車48基と基礎の仮置可
- ・ SEPは韓国で建造

## 民間投資

- ・ ロイズ造船所25haの約1/3を洋上風力に使用
- ・ 造船所を風力に転用、1,000tonのトリポットも製造

North Sea: Offshore Windfarms



ブレーマーハーフェン



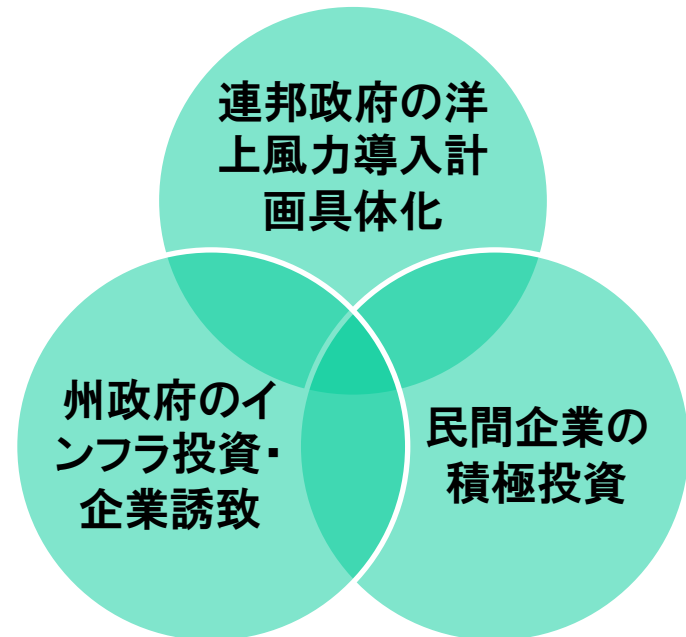
ドイツ連邦政府が洋上風力に対する支援策を充実させ、発電所  
建設計画が現実的なものとしている

各州政府も港湾などインフラ整備、企業誘致に積極的

中小企業を含め、風力関連企業の投資も盛ん



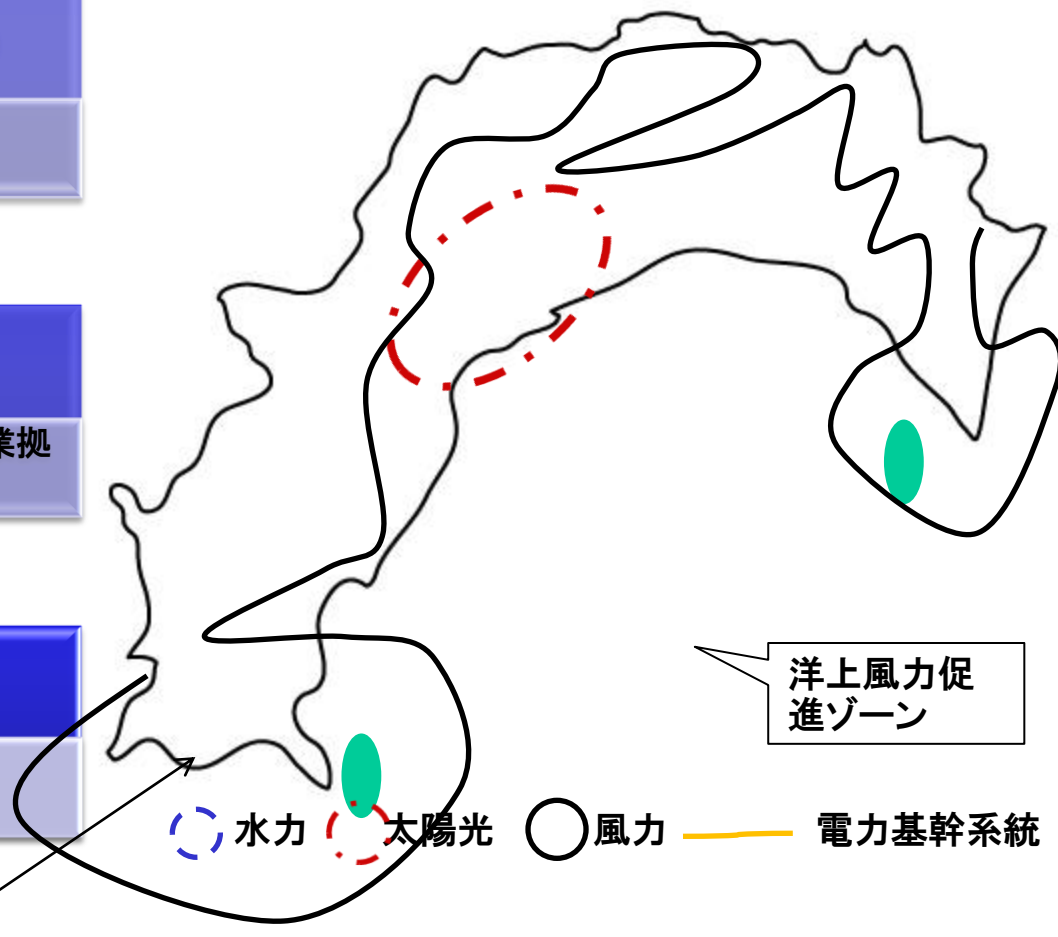
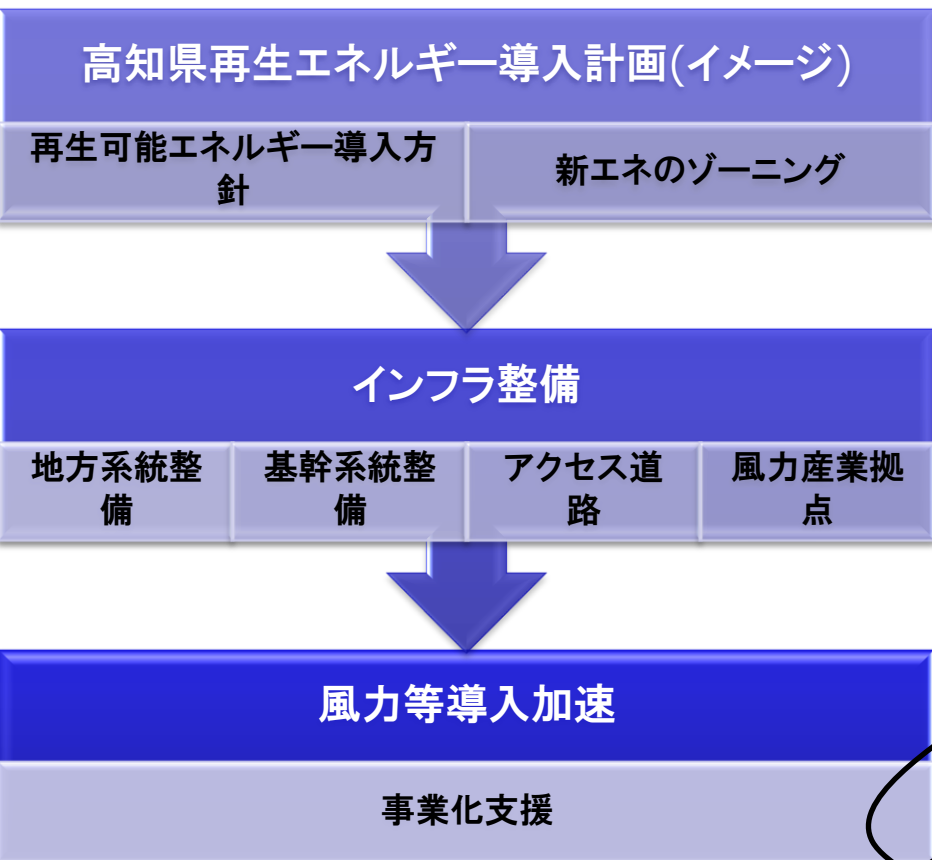
ドイツ・ブレーマーハーフェン



---

## 5 まとめ

# 5-1 高知県内の風資源活用のイメージ



## 足摺宇和海国立公園



### 県内の風力発電 所立地の推進

- ・ 再生可能エネルギーゾーニングなど
- ・ 県内の風力発電事業者の育成と活性化
- ・ 風力発電所の運転、定期点検支援組織の構築

### 国産部品調達 ルートの拡充

- ・ 重量物の輸送費低減のため、風力発電所近傍、臨海部での大型部品製造拠点の確保
- ・ 高信頼で、保守部品の入手を容易とし得る高知県内の部品メーカーの育成(開発費助成など)

### 風車メーカーとして の取組

- ・ 日本国内特に高知県内の風況に適合した風車の開発
- ・ 高知県内の風力発電所向け風車部品の、県内からの調達検討