

戦略策定調査事業

洋上風力発電の技術開発に係るロードマップ 策定準備に関する調査

大和田 政孝

(株)風力エネルギー研究所

2019年10月18日

問い合わせ先
株式会社風力エネルギー研究所
E-mail : information@windenergy.co.jp
TEL : 03-6457-9801

事業概要

1. 期間

開始 : 2019年1月

終了(予定): 2019年3月

2. 最終目標

国内外の洋上風力発電(着床式、浮体式)に関する資本費(CAPEX)、運営費(OPEX)の実態及び動向を調査し、日本の技術課題の抽出や整理を行い、2030年までに8~9円/KWhの実現に向けた技術開発ロードマップ(Wind Challenge)を策定する。

3. 成果・進捗概要

(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

(2) 価格目標の実現に向けた課題抽出

a) 着床式洋上風力発電について、価格目標の実現に向けた技術的及び社会的課題の抽出及び解決策の提案

b) 浮体式洋上風力発電について、商用化に向けた技術的及び社会的課題の抽出及び解決策の提案

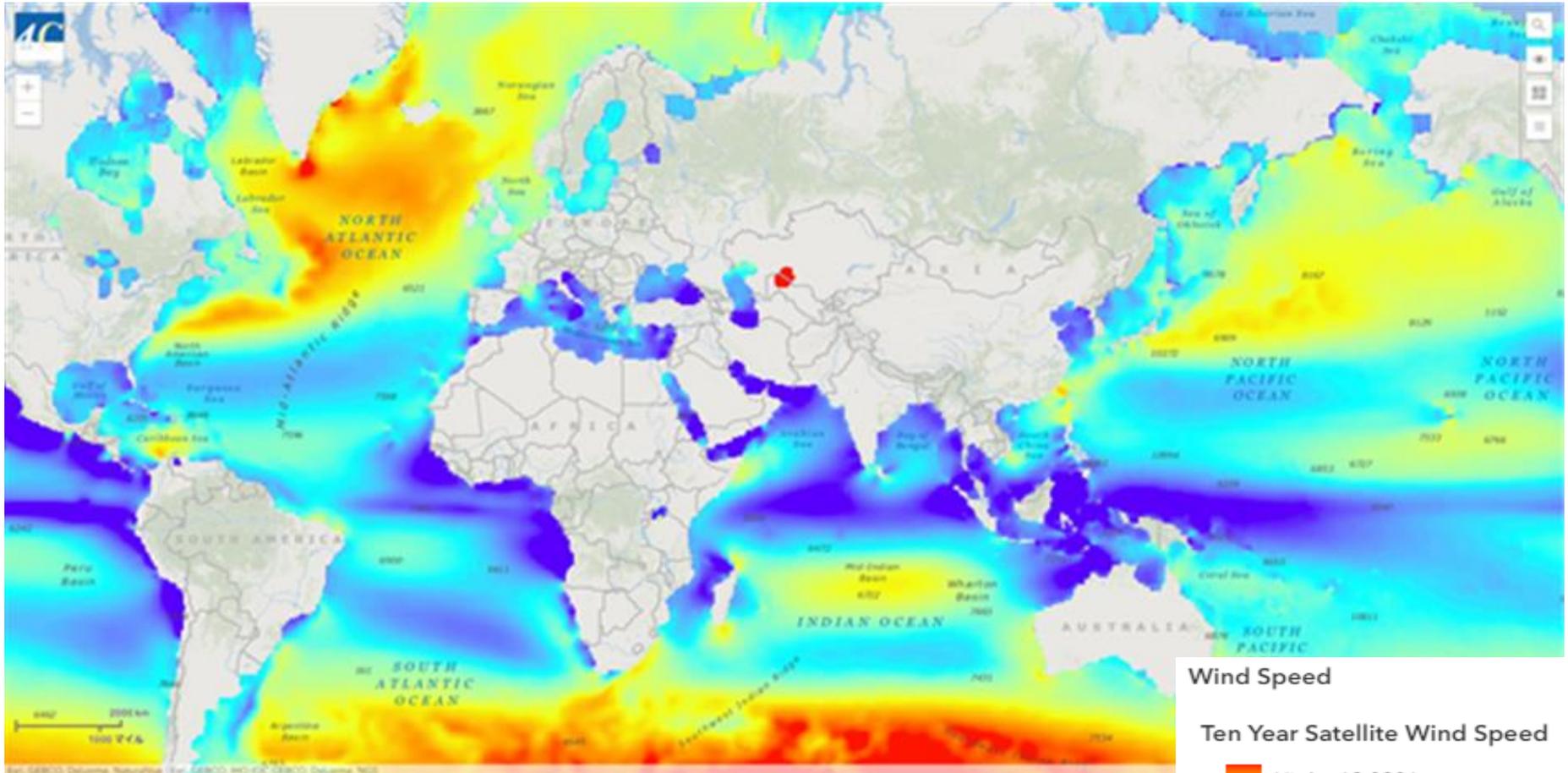
(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《各国の政策(導入目標)について》

	導入目標等			促進のための政策
	再生可能エネルギー全体	風力	洋上風力	
日本	2030年度:電源構成の22~24%	2030年度:電源構成の約1.7% 日本風力発電協会 2020年:10.9 GW 2030年:36.2 GW 2050年:75.0 GW	日本風力発電協会2020年:0.7 GW 2030年:9.6 GW 2050年:37.0 GW 内, 浮体式 2020年:0.1 GW 2030年:3.8 GW 2050年:18.0 GW	固定価格買取制度 再エネ海域利用法
EU	2030年:最終エネルギー需要の32% 2030年:電源構成の50%以上	2030年:再生可能エネルギーの約30%	2030年:再生可能エネルギーの7% 2020年:40GW 2030年:150GW内, 浮体式 4~5GW	再生可能エネルギー指令(2009年)
米国	2030年:発電電力量の80%(原発含むクリーンエネルギー)	2050年:404 GW	2050年:86 GW	州再生可能エネルギーポートフォリオ基準(RPS)
中国	2050年までに全電力の80%	2020年:210GW	2020年:導入済み5 GW, 建設中20 GW	固定価格買取制度 グリーン証書 通知第47号
台湾	2025年:電源構成比の20%	2025年:4.2 GW	2025年:5.5 GW	電気法 再生可能エネルギー開発法

(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

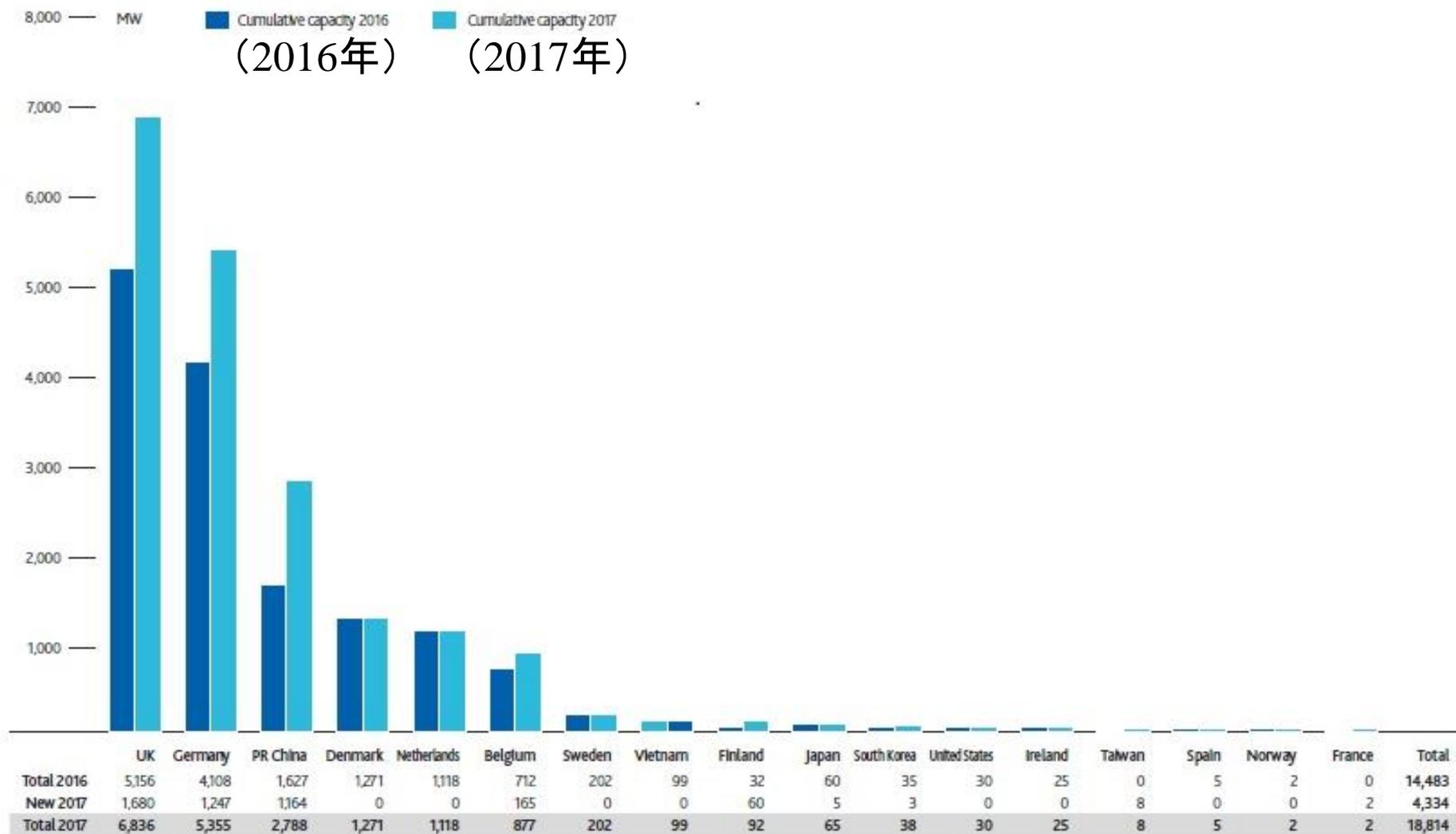
《各国の洋上風力ポテンシャルについて》



4coffshore, <https://www.4coffshore.com/offshorewind/>

(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

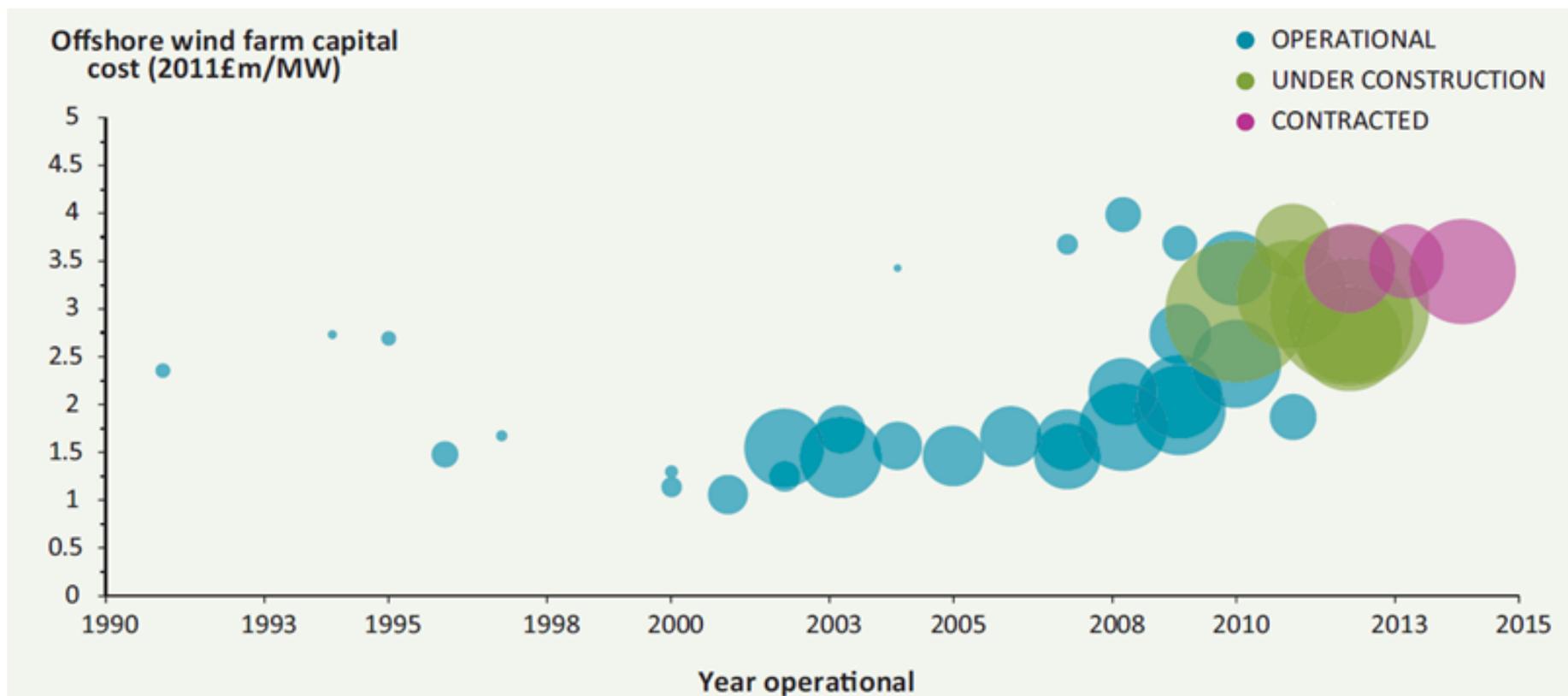
《 洋上風力発電累積導入量の国別内訳(GWEC) 》



(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《 欧州洋上風力の資本費の推移 (Crown Estate) について 》

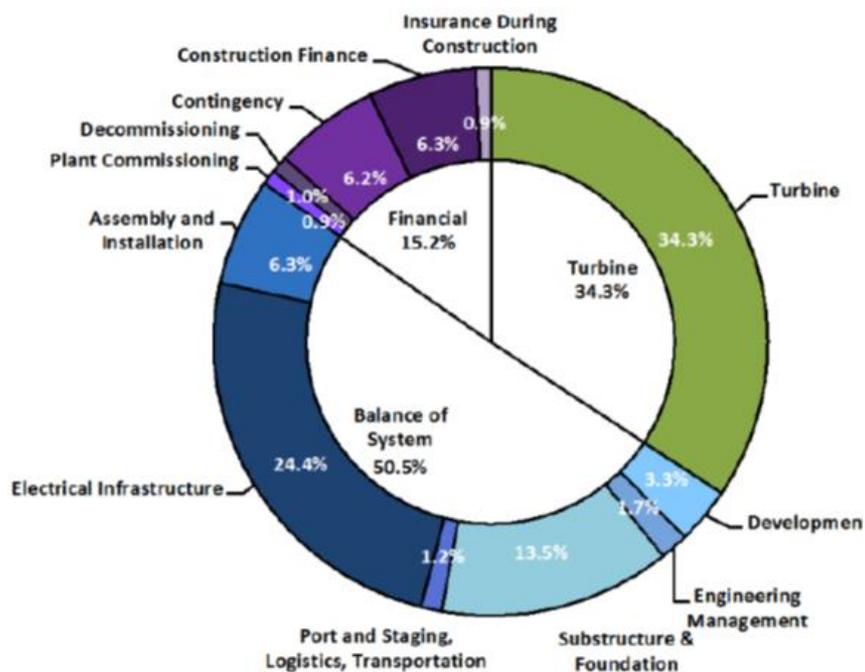
2010年前後から、離岸距離と水深の増加及び風車の大型化により、資本費が上昇している



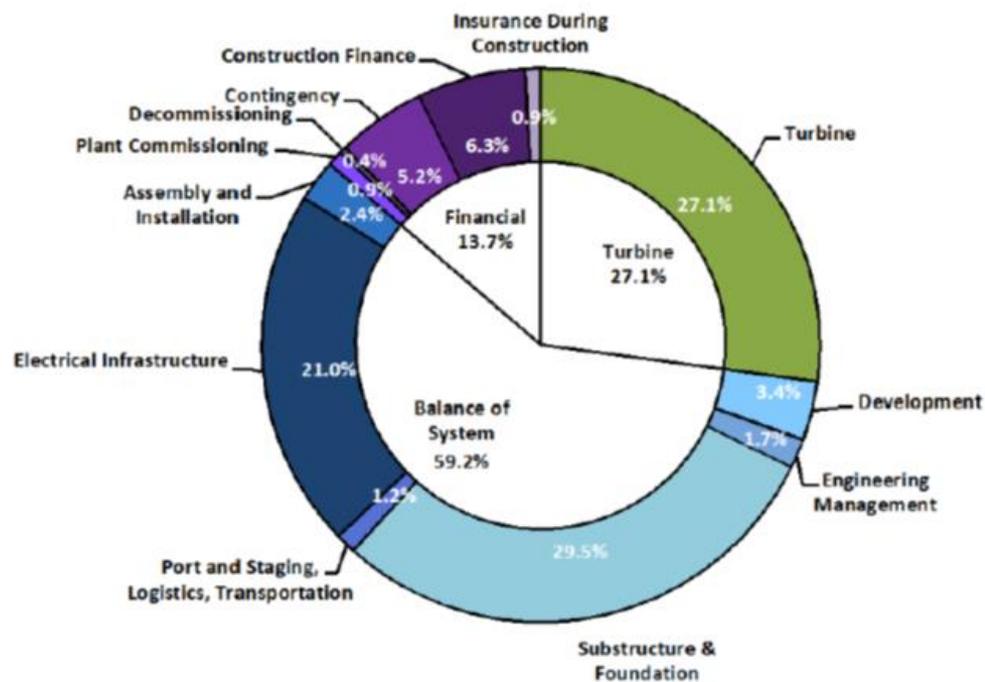
(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《洋上風力の資本費の比較について》

浮体式の方が着床式に比較して資本費が大きく、両者の構成比率が異なる。



着床式の資本費の内訳 (NREL)
 4,536 [米ドル/kW] (50.8万円/kW)

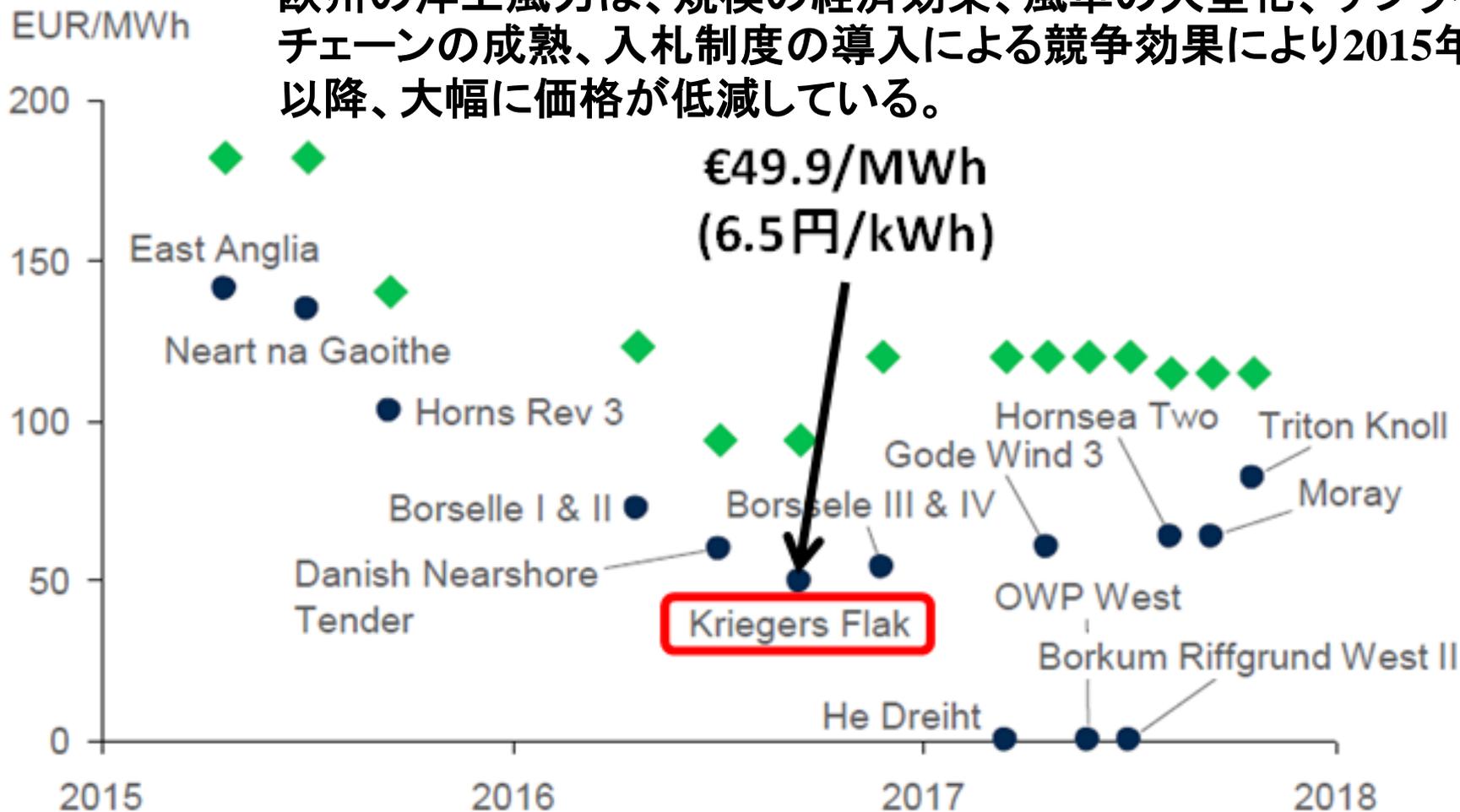


浮体式の資本費の内訳 (NREL)
 5,605 [ドル/kW] (62.8万円/kW)

(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《洋上風力入札価格の推移について》

欧州の洋上風力は、規模の経済効果、風車の大型化、サプライチェーンの成熟、入札制度の導入による競争効果により2015年以降、大幅に価格が低減している。



Note: Time of award of subsidy

Source: MAKE

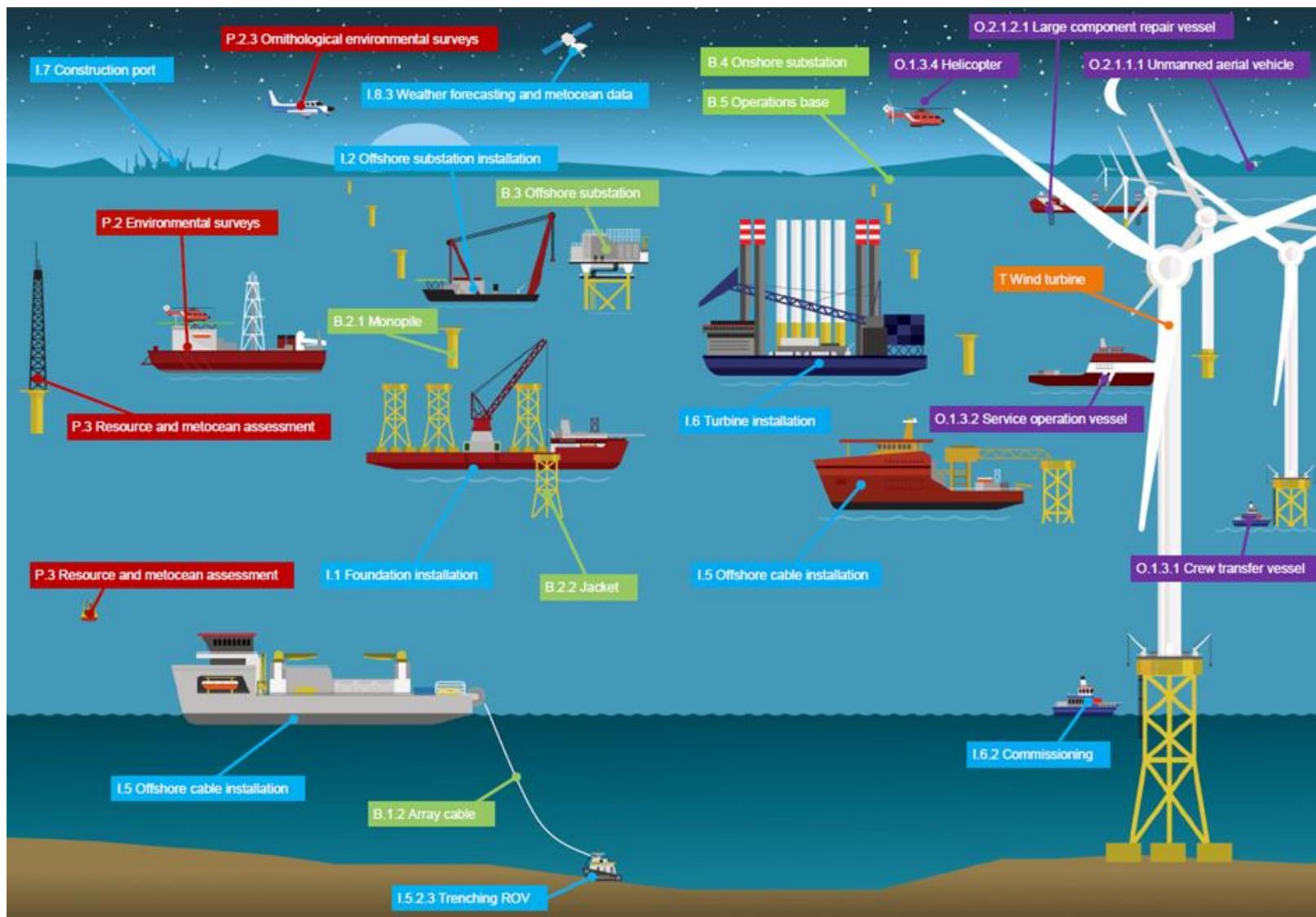
操業開始年

Subsidy cap

S. Broust Nielsen, "How has offshore wind become so cost-effective and what are the consequences?", MAKE, 2017.

(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

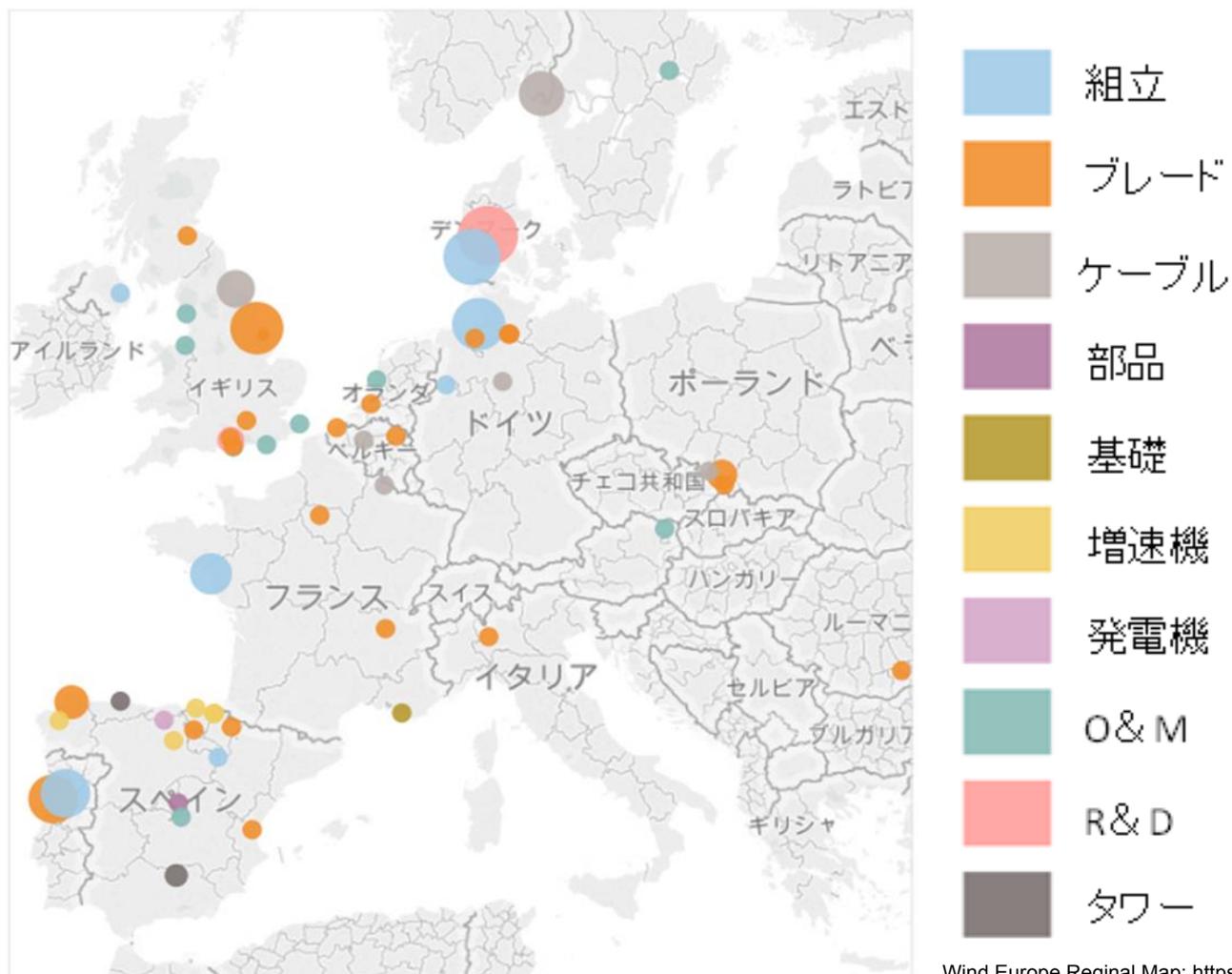
《 洋上風力産業構造について 》



(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《 欧州における洋上風力発電市場の主要プレイヤーの位置関係 》

欧州は洋上風力市場を支えるサプライチェーンの拡充が進んでいる。

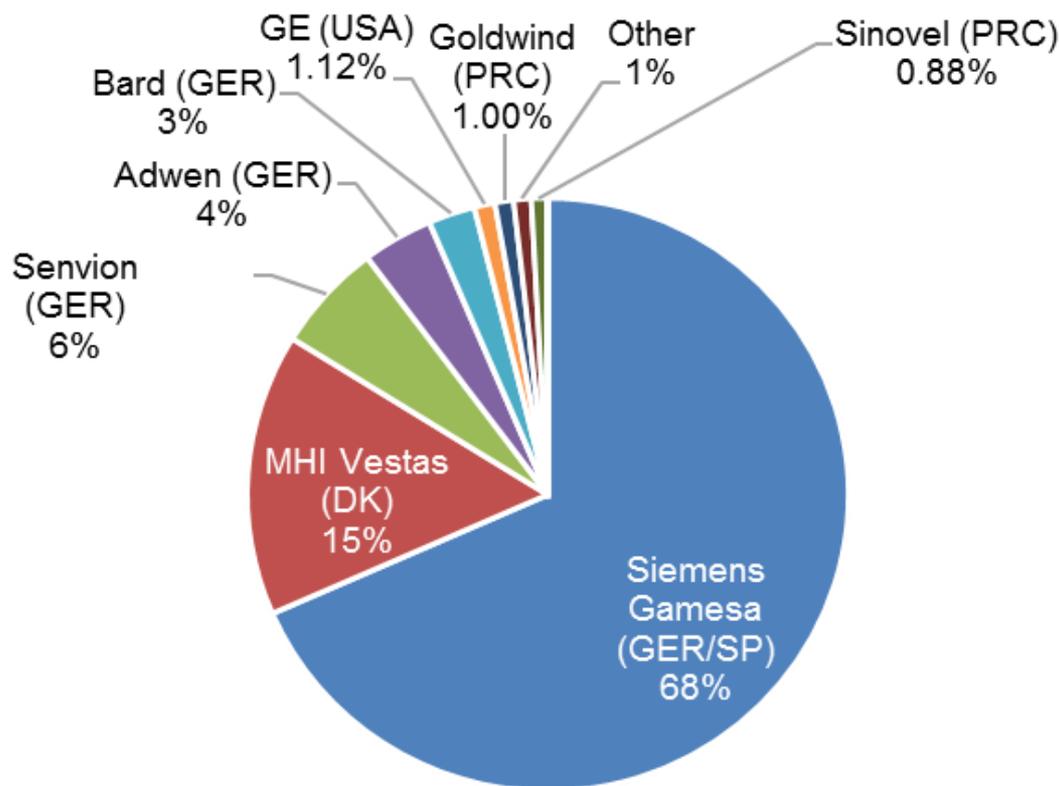


Wind Europe Regional Map: <https://windeurope.org/about-wind/>

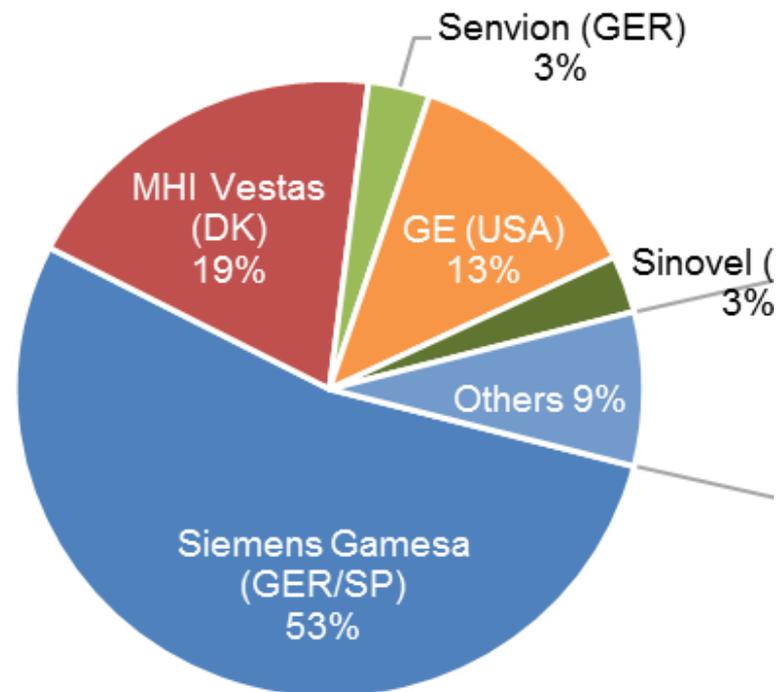
(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《 洋上風力発電機の世界市場シェア 》

計画中のプロジェクトにGE風車が期待されている。



(2017年時点:稼働中)



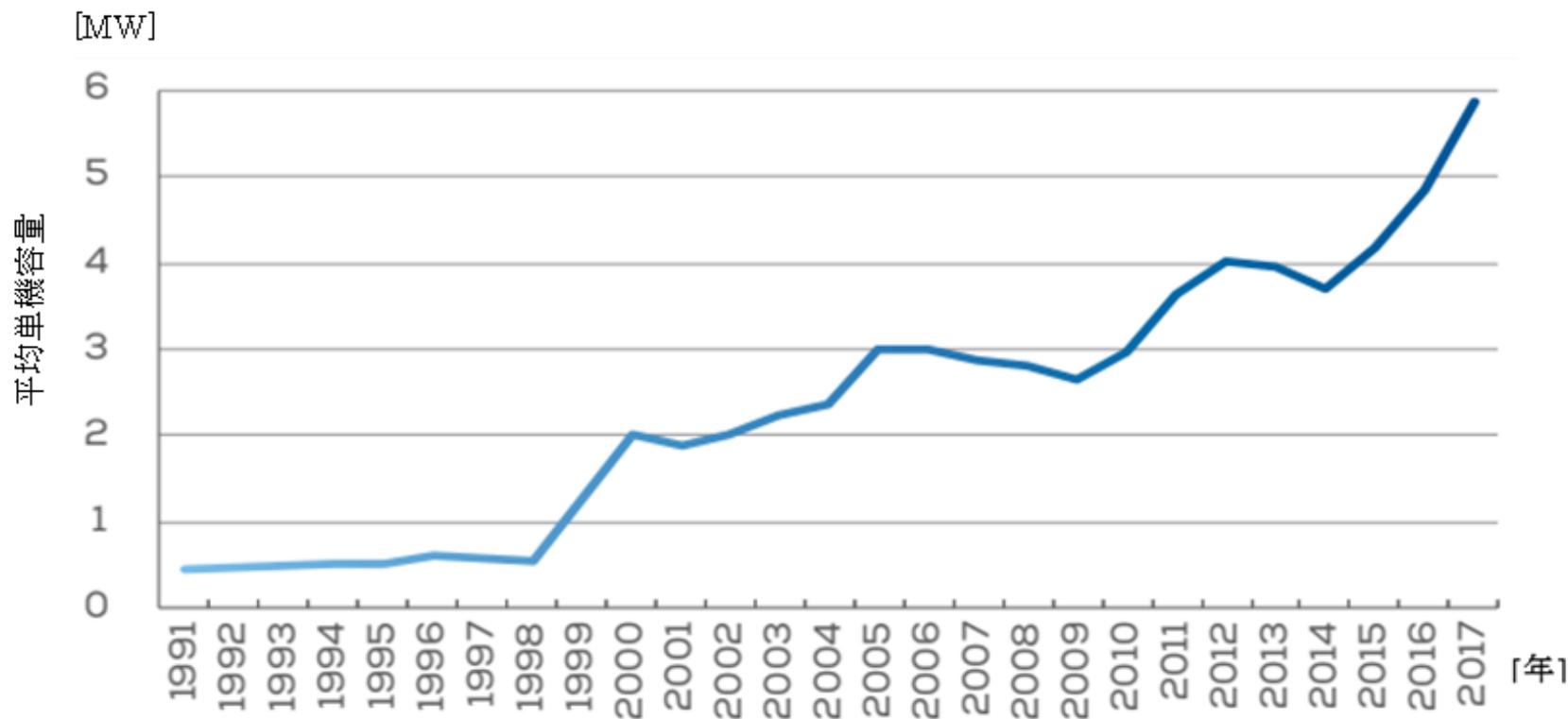
(2017年時点:稼働中および計画中)

"2017 Offshore Wind Technologies Market Update" (2018、EERE) より作成

(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《 洋上風力技術開発について 》

洋上風力発電の平均単機容量は年々拡大してきており、近年では10MW超級の大型風力発電機の技術開発が進められている。



洋上風車の平均単機容量の推移

"Offshore Wind in Europe Key trends and statistics 2017" (2018、Wind Europe)

(1) 洋上風力発電の国内外の動向調査

《 洋上風力技術開発について 》



NEDOの風力発電研究開発(1981~2017年)

(2) 価格目標の実現に向けた課題抽出

《日本の風力発電コスト高要因及び対策の一例(大西、2017)》

発電コスト

資本費 (風車価格、工事費用等) :

- ・ 導入・調達規模による風車・施工コストの高さ (日本では<4基以下のプロジェクトが50%以上)
- ・ 国特有の地震・台風等の対応の特殊仕様風車
- ・ 平地が少ないこと等に伴う建設費用増加

メンテナンス費

- ・ 発電所の規模
- ・ 予防保全・技術の不足

風力プロジェクト開発コスト

- ・ 長期の環境アセスメント
- ・ 地元調整農林地開発等に伴う土地利用規制対応

導入に伴う追加コスト

系統増強費用

- ・ 適地が必要地から離れている

出力変動調整力

- ・ 超短期
- ・ 短期
- ・ 中長期

新技術の導入促進
(高効率化・低風速、稼働率向上)
プロジェクトの大規模化

スマートメンテナンス・デジタル化
(稼働率保証付きの割合はまだ低い)
プロジェクトの大規模化・集合化

開発プロセスの可視化・透明化
ゾーニング・整備地区の設定

広域運用
既設系統の柔軟運用 (Connect & Manage)

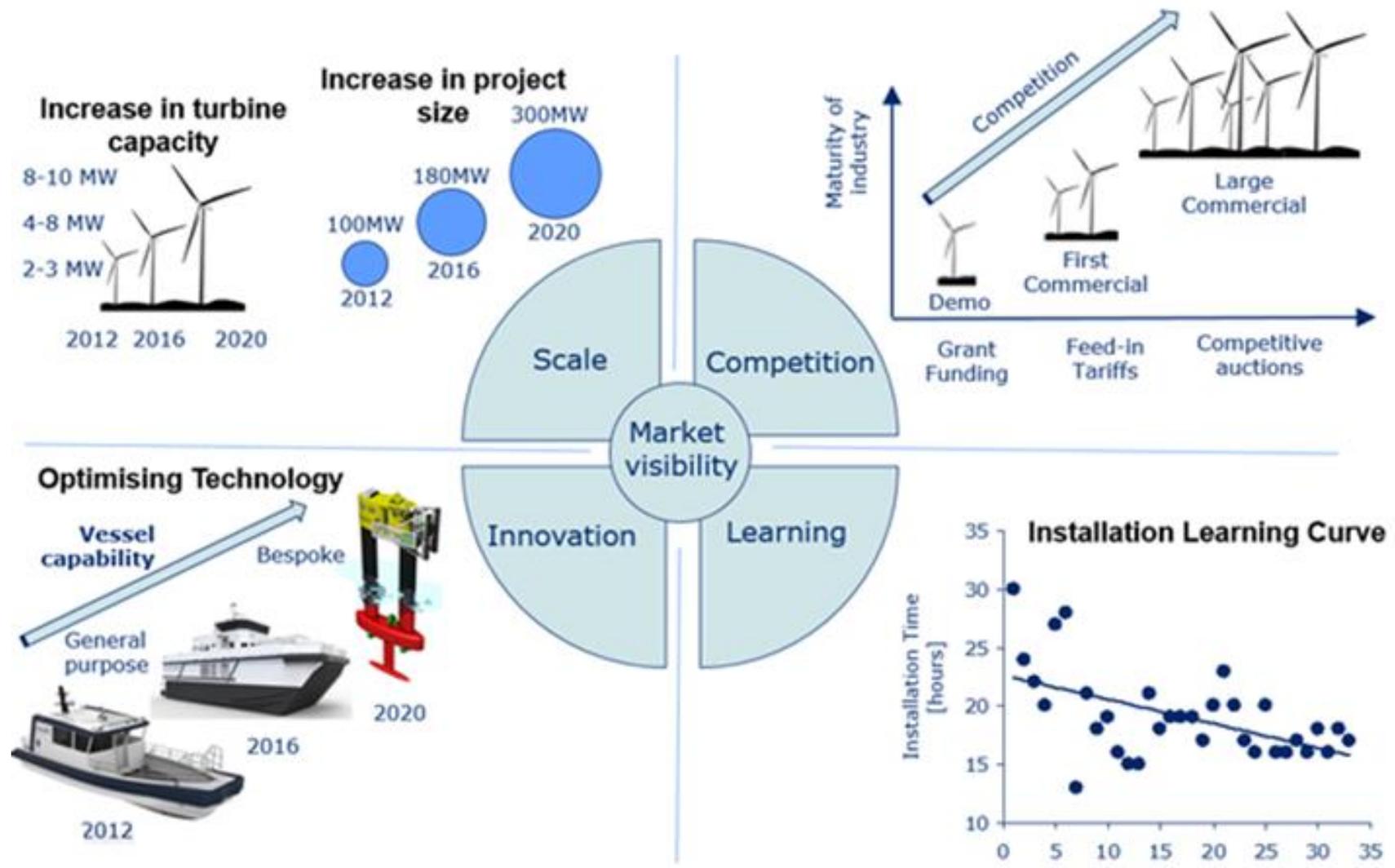
広域運用
再生可能(風車)による系統安定
調整能力の新技術採用

共通する課題

- ・ 大規模風力プロジェクトの後押しメカニズム(整備地区等の設定等)
- ・ 最新の技術の実用化・日本化の推進(障害の排除)
- ・ 広域運用による全体利益の可視化(スコアカード化)とその再配分スキーム

(2) 価格目標の実現に向けた課題抽出

《コスト低減項目 (Carbon Trust)》



(2) 価格目標の実現に向けた課題抽出

《JWPA/Wind Visionによる風力発電コスト低減のシナリオ(2016年)》

	陸上風力 導入量	CAPEX (低減率)			OPEX (低減率)		コスト増大(+) /低減(-)要因		
2015年	294万kW	31.6万円/kW (+5.7%)			11,000円/kW/年 (+83%)		(+)設備の老朽化 (+)工事単価高騰 (+)環境アセス導入		
2020年	1,020万kW	26.3~27.1万円/kW (-9.7~12.3%)			4,800~5,220円 /kW/年 (-13.0~20.0%)		(-)新規案件の操業開始 (-)単機容量の増大 (-)機器性能の向上 (-)メンテナンス技術の向 上		
2030年	2,660万kW	23.9~25.3万円/kW (-15.7~20.3%)			4,098~4,590円 /kW/年 (-21.0~31.7%)				
低コスト化 要因		ロータ 面積	ハブ高 増加	ナセル軽 量化	変換 効率	CMS	長寿命 化	ブレード	モジュー ル化
	発電効率	○	○		○			○	
	設備利用率	○	○		○	○		○	
	建設費			○					○
	発電コスト	○	○	○	○	○	○	○	○

※低減率は2013年比、コスト低減化率は7%の経験曲線を適用(経験曲線7%とは累積導入量が2倍になった場合に生産コストが7%低減することを意味する。追跡導入量が8倍になった場合、生産コストは20%低減する。)

(2) 価格目標の実現に向けた課題抽出

《低コスト化のための技術開発内容案》

	項目	開発内容	コスト低減化寄与		
			CAPEX	OPEX	AE P
洋上（着床式・浮体式）	計画・開発	開発費コスト削減のために、浮体式LiDAR等の洋上風況観測システムの高精度かつ低コスト化技術を開発する。また、ウェイクモデルを高度化することによるウィンドファームの最適配置や電力ケーブルの最適配置を実現するツールの開発を行う。	○		○
		低コストな海底地盤調査技術を開発する。			
	風車・支持構造	東アジアなどの台風襲来地域に適した超大型洋上風車を開発する。	○		○
		我が国の設置条件に適した低コストなモノパイル支持構造の高度化や他の支持構造を開発する(着床式)。	○		
		我が国の環境条件に適した低コストな浮体を開発する(浮体式)。	○		
		高強度低コストな係留システムを開発する(浮体式)。	○		
		熱損失の低い海底送電線による低コスト化	○		○
	施工	洋上風力発電システムの低コスト化に資する、先進的な風車・基礎構造の施工技術などに係る技術開発及び実証事業を実施する。我が国の海底地形・地盤踏まえ、洋上での工期を短縮できる洋上施工技術や撤去工法について研究開発を行う。	○		
		現状回復が原則とされている支持構造の撤去に関する技術を開発し、完全撤去可能な支持構造又は施工方法及び撤去方法を確立する。	○		
	維持管理	風車の完全自動運転を目指し、風車のビッグデータを活用し、定期点検のない自動メンテナンス方法を確立する。		○	

まとめ

1. 洋上風力発電の国内外の動向調査

a) 各国の政策(導入目標)やポテンシャルについて

欧米等の導入目標や政策方針、導入促進のための支援策の有無等について、欧米等の各国政府機関や業界団体の文献を中心に調査し、洋上風力発電拡大のポテンシャルについて取りまとめた。

b) 導入状況について

洋上風力発電の導入状況の推移を国別、年度別、出力別等といった視点で整理した。

c) 設備設置(風車、施工等)や運用・保守等費用について

最新の洋上風力の資本費及び運用保守費のデータを、国内外の業界団体等が発表している文献を中心に調査をし、整理した。

d) 産業構造・市場シェア・プレイヤーについて

洋上風力発電の産業構造、市場シェア、プレイヤーについては、国内外の業界団体等による市場レポートを中心に調査し、取りまとめを行った。

e) 発電コスト(現状、見通し)について

文献調査及びヒアリングを通し、海外とのコストの差異及びその要因に着目して、整理をした。

f) 技術開発について

最新の洋上風力における技術開発の現状を取りまとめた。

2. 価格目標の実現に向けた課題抽出

a) 着床式洋上風力発電の価格目標の実現に向けた技術的及び社会的課題の抽出及び解決策の検討

国内における技術的及び社会的課題を抽出し、高コスト要因分析、分類・整理をし、各技術について、価格目標(2030年までに8~9円/kWh)の実現に向けて、技術的課題の解決策の検討及び提案を行った。

b) 浮体式洋上風力発電の商用化に向けた技術的及び社会的課題の抽出及び解決策の検討

商用化の実現に向けて、技術的課題の解決策の検討及び提案を行った。