

# 着床式洋上風力発電の残置に係る 有識者検討会（第1回） JWPA説明資料

2021年7月12日

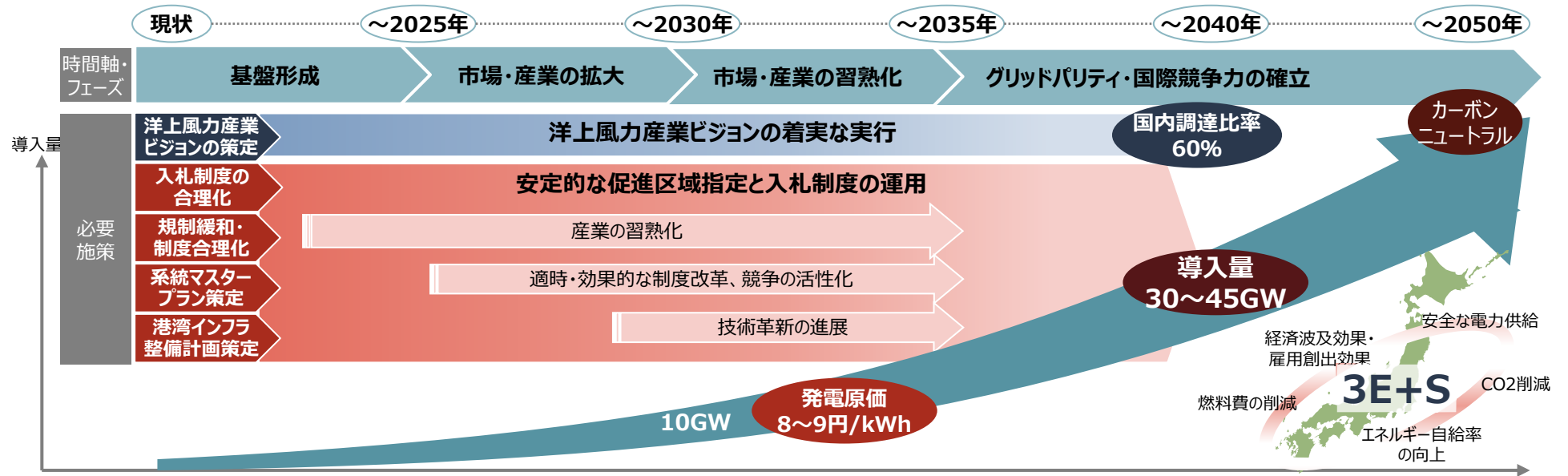
一般社団法人 日本風力発電協会

# 目次

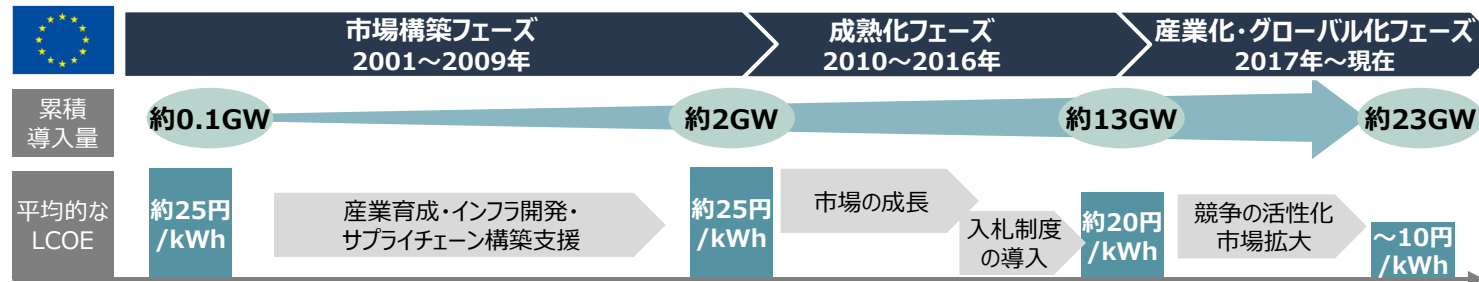
1. 国内洋上風力発電に関する動向
2. 洋上風力発電の設備構成
3. 洋上風力発電の基礎形状
4. 先行事例（海外）
5. 産業界側からの要望

# 洋上風力主力電源化に向けた道筋

- コスト低減と国内産業育成を両立させ、導入目標を達成するためには、**必要となる施策を適切な順序で、適時に実施していくことが極めて重要。**
- **今後10年間で産業の基盤を形成、2030年以降早期に国際競争力を持つ国内産業を育成し、3つの目標（導入量・コスト・国内調達比率）の実現を目指す。**



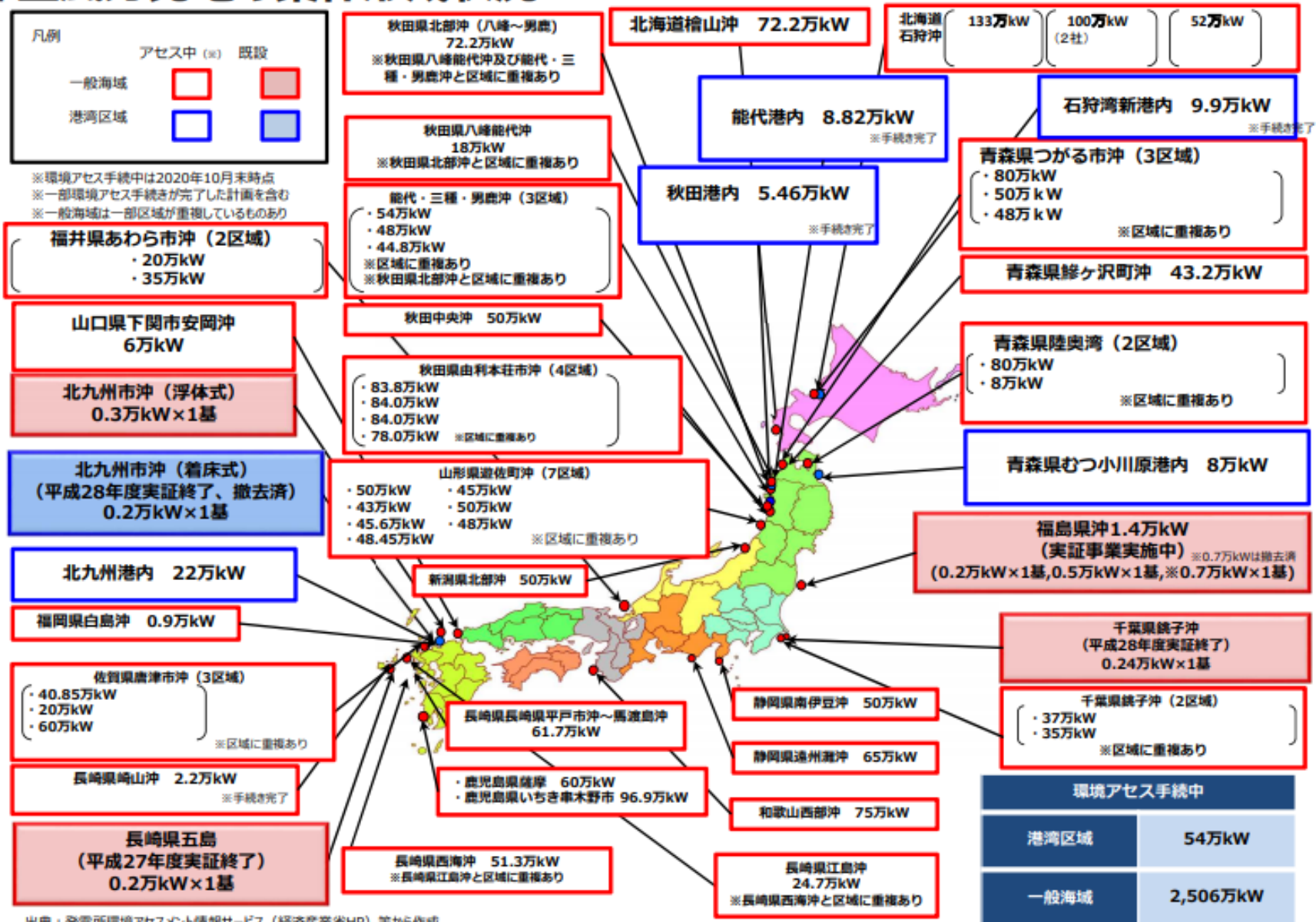
## 欧州の歩みとの比較\*



欧州は20年をかけ、サプライチェーンを構築、入札制度や産業ビジョン等の施策を適時に実施し、グリッドパリティを達成

\* JWPA内部調査レポートに基づき作成

# 洋上風力発電の案件形成状況



出典：発電所環境アセスメント情報サービス（経済産業省HP）等から作成

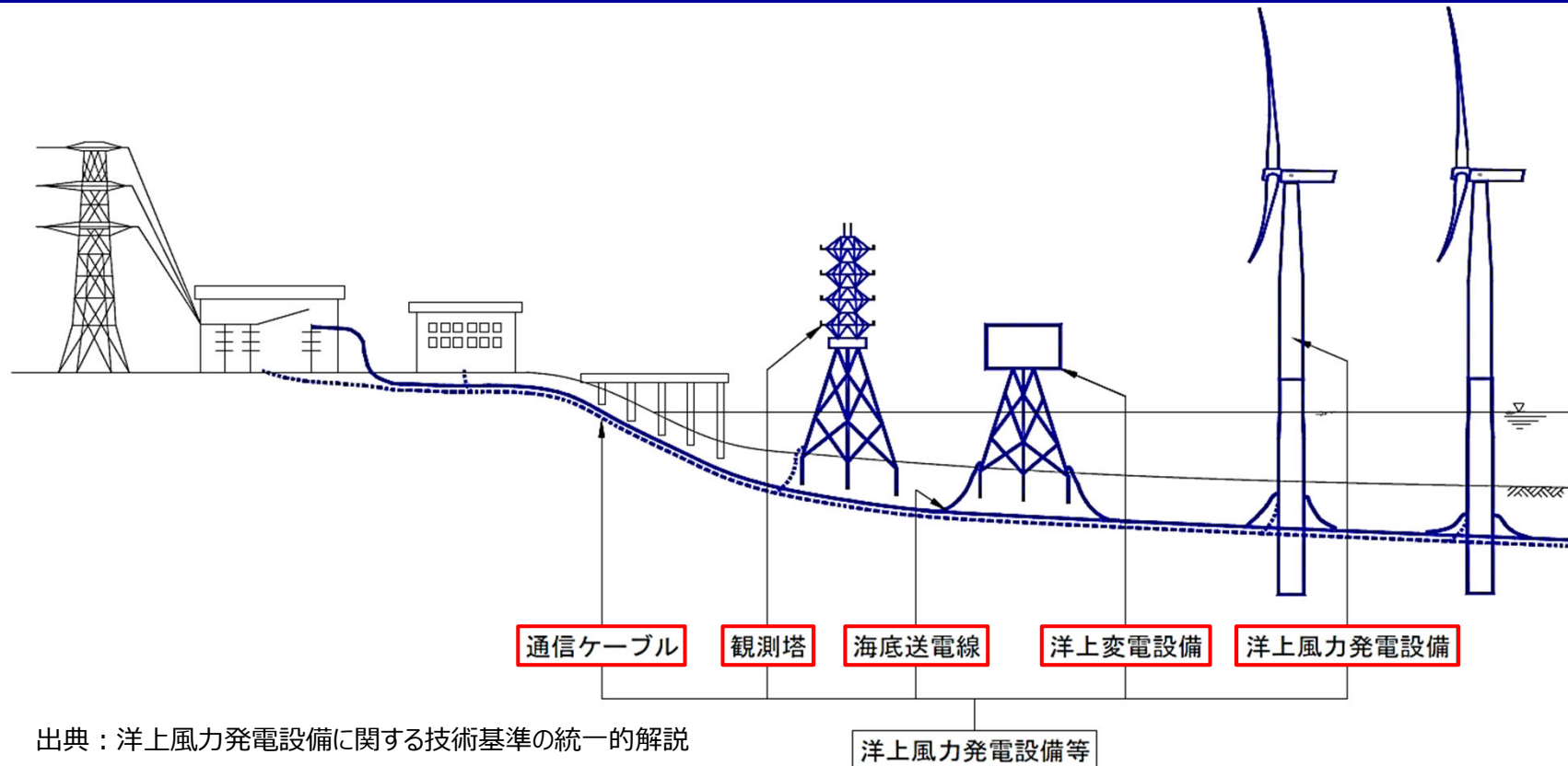
出典 調達等価格算定委員会「令和3年度以降の調達価格等に関する意見」

1. 国内洋上風力発電に関する動向
2. 洋上風力発電の設備構成
3. 洋上風力発電の基礎形状
4. 先行事例（海外）
5. 産業界側からの要望

# 洋上風力発電の一般的な設備構成

## 洋上に設置される主要設備

- 洋上風力発電設備（風車）、洋上変電設備（※）、観測塔（※）
- 海底送電線、通信ケーブル
- ※ 洋上変電設備や観測塔については、案件によって設置の有無は異なる。



出典：洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説

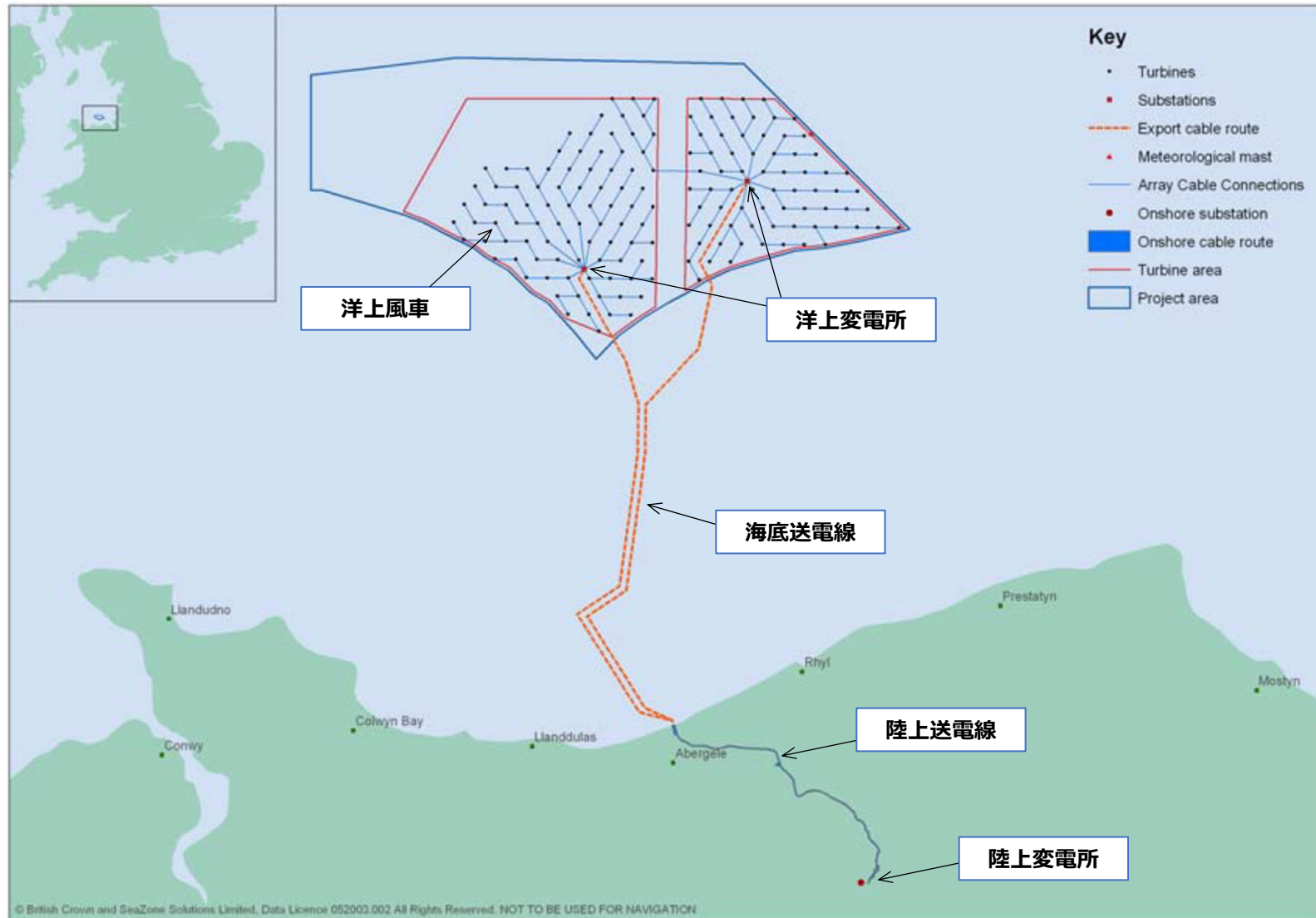


## (参考) 英国 洋上ウインドファーム (West of Duddon Sands)



英国アイルランド海の  
West of Duddon Sands wind farm  
2014年10月運開  
SGRE 3.6MW×108台 = 38万9千 kW  
開発費は12.54億ポンド (1800億円)  
写真提供：SGRE社

# (参考) 英国 洋上ウインドファーム レイアウト例 (Gwynt y Môr)

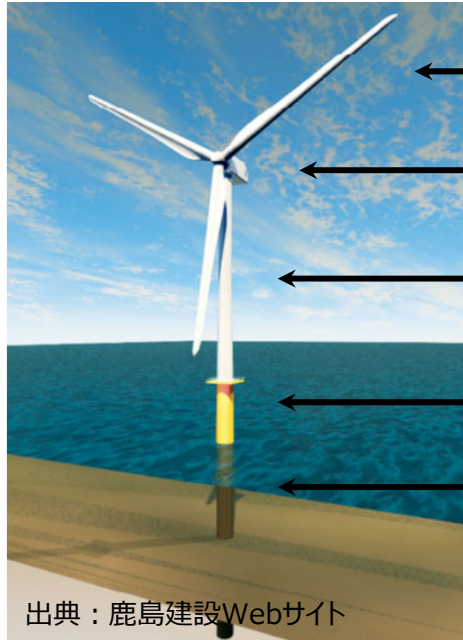


出典 : RWE npower renewables "DECOMMISSIONING STRATEGY GWYNT Y MÔR OFFSHORE WIND FARM LTD"



# 着床式洋上風力発電設備の構造と大きさ（例）

## 着床式洋上風力発電設備の構造



← ブレード（FRP）：長さ約80m、重量33.5トン

← ナセル（FRP、鋼材）：重量約370トン（ハブ、発電機含む）

← タワー（鋼製）：長さ約100m、重量約460トン

← トランジションピース（鋼製）：直径6.0～6.5m、重量約360トン

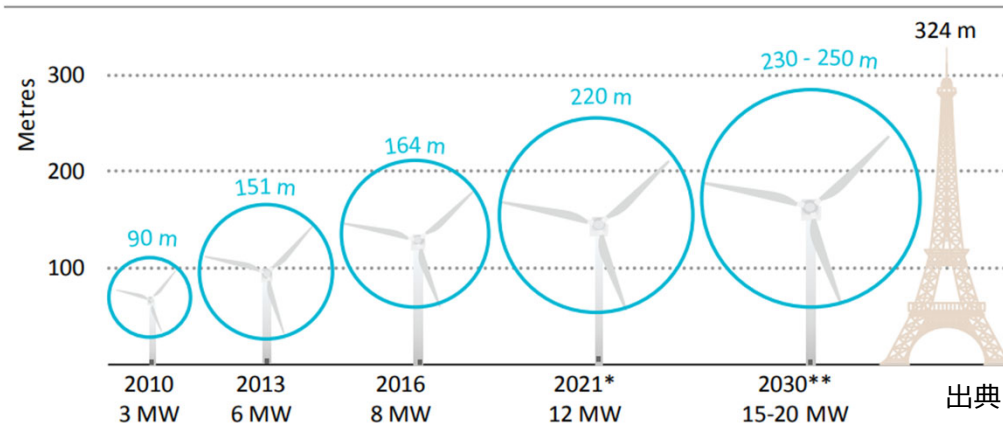
← モノパイル（MP:鋼製）：直径8.9～9.5m、重量約970～1,280トン

⇒ 総重量約2,300～2,600トン/風車1台

出典：鹿島建設Webサイト

出典：Ørsted Hornsea Project Two Offshore Wind Farm “Decommissioning Programme”

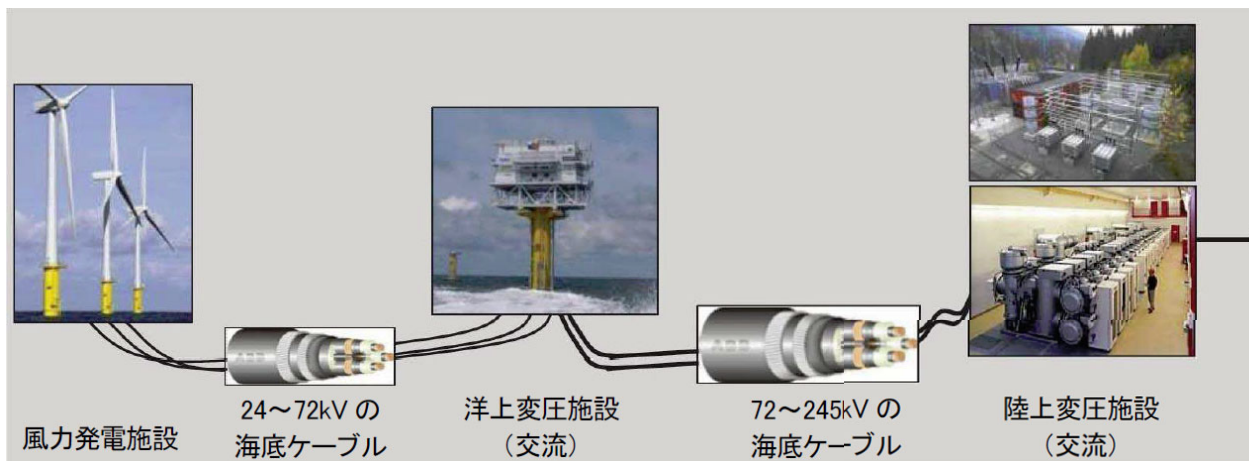
## 洋上風力発電用の風車の最大サイズの推移



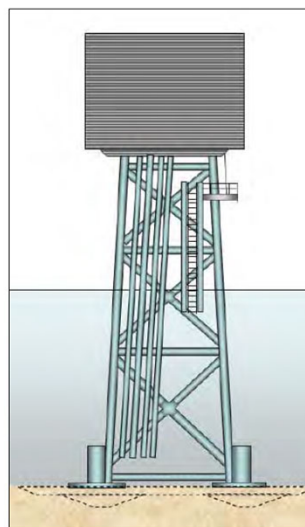
出典：IEA World Energy Outlook 2019 9

# 洋上風力発電所の送変電設備

## 接続構成



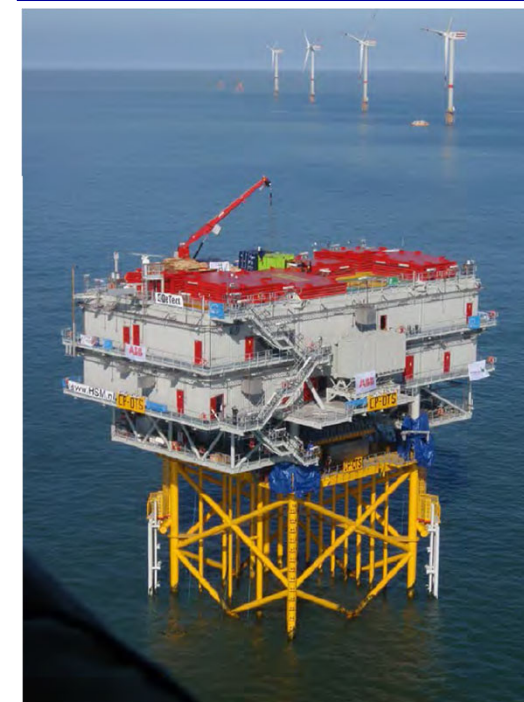
- 各風力発電設備で発電した電力を洋上変圧施設で集約、昇圧し、陸上変圧施設へ送電する。
- ただし、洋上風力発電所の規模や離岸距離により、案件に応じて設置の有無は異なる。



Source: DNV GL.

Figure 2-23 Offshore substation on jacket foundation

## 洋上変電所



Source: ABB.

Figure 2-24 Thornton Bank substation

# その他の洋上設備（風況観測塔）

発電設備以外にも事業開発にあたり、洋上風況を把握するための洋上風況観測塔などでは、モノパイル等の基礎を用いる。

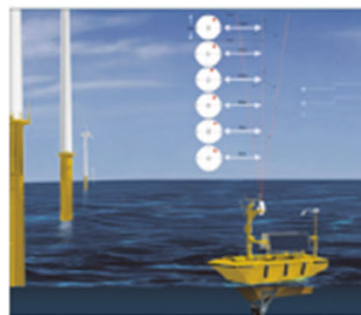
ゼニライトブイ



FLIDAR



三菱電機のドップラーライダー



WindSentinel Buoy Lidar

洋上風況を把握ため様々な測定方法



白浜観測タワー



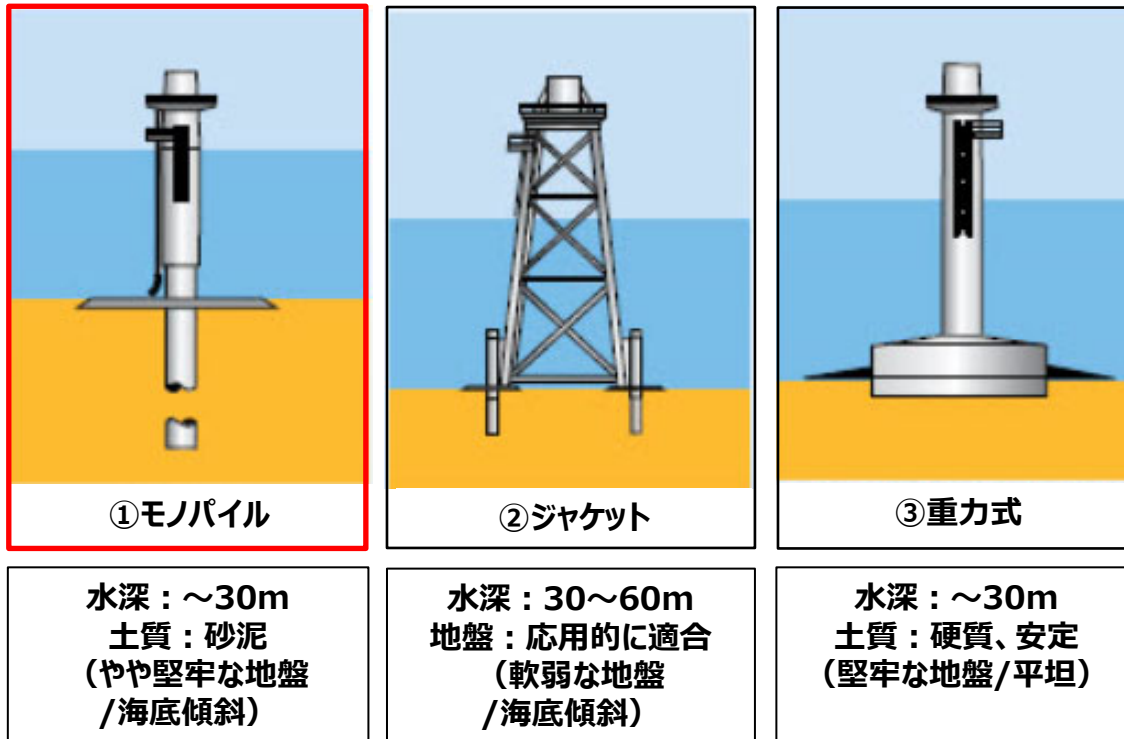
出典：深田サルベージ建設

出典：Tsubasa windfarm design

1. 国内洋上風力発電に関する動向
2. 洋上風力発電の設備構成
- 3. 洋上風力発電の基礎形状**
4. 先行事例（海外）
5. 産業界側からの要望

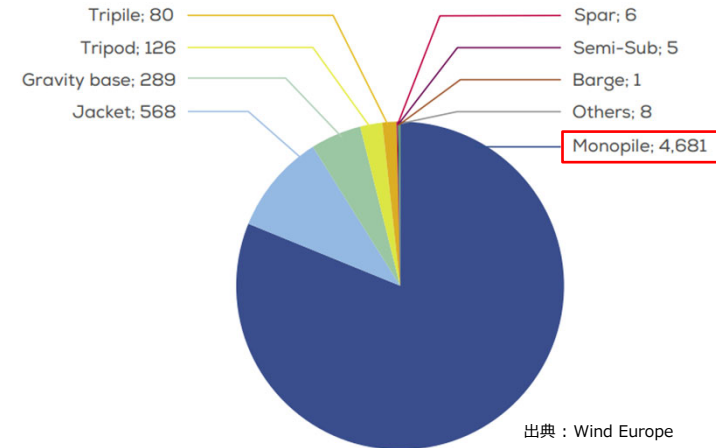
# 洋上風力（着床式）の基礎の形式

## 洋上風力（着床式）の主要な基礎形式の模式図

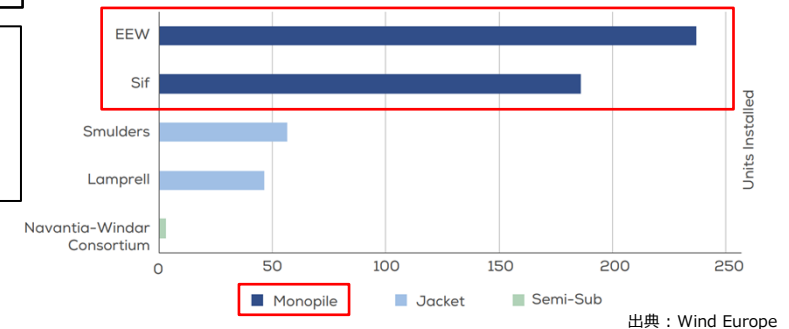


出典：EWEA Typical fixed Offshore Foundations

## 設置された基礎の累積数（下部構造タイプ毎）



## 2020年に設置された基礎と下部構造（メーカー毎）



欧州においては、現在、モノパイルとジャケットが占めており、工事が容易で安価であることからモノパイルが現在の主流となっている。(約80%以上)。



# 主な洋上風力（着床式）の基礎の形式（写真）

## モノパイル



モノパイル基礎は形状が単純で、標準化・自動溶接・量産性に優れる。

## ジャケット



ジャケット基礎は大水深、もしくは大口径杭の打設が難しい岩盤地質で使用される。



# 主な洋上風力（着床式）の基礎の形式（写真）

## 重力式



水深30m以下に限定されるが、比較的安価。  
大重量（数百～千トン）なので、サイトの最寄り  
で製造される事が多く、地元貢献度が高い。

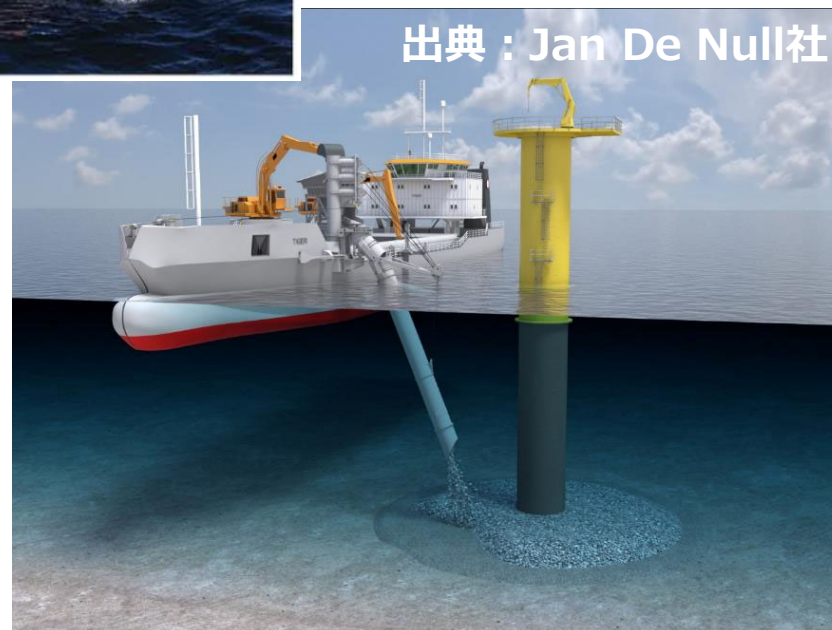
# 洗堀防止処理

Stone dumping vessels

出典 : DOB Academy



出典 : Jan De Null社



基礎の海底面では、  
洗堀（Scouring）の防止のために  
基礎の周りに碎石を敷き詰める

1. 国内洋上風力発電に関する開発動向
2. 洋上風力発電の設備構成
3. 洋上風力発電の基礎形状
4. 先行事例（海外）
5. 産業界側からの要望

# 海外の規制・対応について

項目	イギリス	ドイツ	デンマーク	アメリカ
規制機関	Department of Energy and Climate Change (DECC)	Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH)	Danish Energy Agency (DEA)	Bureau of Ocean Energy Management (BOEM)
要件	DECCガイダンスでは、据付けた設備は基本的に撤去する必要がある。 <u>ただし、要件はケースバイケースで決定される。</u>	BSHでは、すべての構造物を撤去する必要がある。 <u>実際には、要件はケースバイケースで定義されており、廃止措置で「残置の切断部が露出しないようにする」</u> との最小要件がある。	廃止措置プロセスの目的は、 <u>環境への短期的および長期的な影響を最小限に抑えつつ、他者が航行できるように海を安全にすること。</u>	すべての施設、プロジェクト、ケーブル、パイプライン、障害物を撤去または廃止する（BOEMによって別途許可されていない限り、 <u>すべての施設を泥線から15フィートの深さまで取り除く</u> ）。
基礎	<u>基礎は海底面下の適切なレベルで切断する。</u> DECCは、部分残置となる可能性を認識する。	一般に、 <u>基礎は切断することとし、切断深さはケースバイケースとする。</u>	<u>海底レベルまで撤去するか、部分的に残置する。</u>	BOEMの許可がない限り、すべての設備を泥線から15フィート（4.5m）下の深さまで撤去する。
ケーブル	<u>ケースバイケースとする。</u>	撤去が残置よりも環境に及ぼす影響が大きい場合を除き、 <u>ケーブルを取り外す必要がある。</u>	風車－洋上変電所間： 取り外す（埋設ではない場合） ／安全に残置／海底レベルより下に埋設／ロックダンプで保護 洋上変電所－陸上グリッド間： 安全に残置／海底レベルより下に埋設／ロックダンプで保護	同上

出典：DNV GL Assessment of Offshore Wind Farm Decommissioning Requirements “Ontario Ministry of the Environment and Climate Change”

**先行している洋上風力市場において、廃止措置要件は、ほぼ同様であり、**

- **理想的には、すべての設備または構造を撤去する必要があるが、実際には、ある程度の柔軟性があり、**
- **通常、安全上の極端なリスク、極端なコスト、また、撤去が残置よりも大きな環境影響を引き起こす場合において、残置が認められている。**

# ＜参考＞ 欧州における洋上風力発電設備及び風況観測マストの撤去事例 (モノパイル基礎)

項目	発電所	Yttre Stengrund	Utgrunden	Robin Rigg	Blyth	Lely	Ijmuiden	Amrumbank West
発電所 撤去概要	撤去対象	風力発電設備	風力発電設備	風力発電設備	風力発電設備	風力発電設備	風況観測マスト	風況観測マスト
	国	スウェーデン	スウェーデン	イギリス	イギリス	オランダ	オランダ	ドイツ
	海域	バルト海	バルト海	アイリッシュ海	北海	アイセル湖	北海	北海
	離岸距離	2km	8～12.5km	11～13km	1km	0.8km	85km	44km
	水深	6～8m	7～10m	4～13m	6～11m	5～10m	26m	20～25m
	設置者	Vattenfall	Vattenfall	E.ON	E.ON	Vattenfall	innogy	E.ON
	設備容量	10MW	10.5MW	180MW(撤去前)	4MW	2MW	—	—
	風車	NEG-Micon 2MW 5基	Enron EW 1.5MW 7基	V90-3MW 60基	V66-2MW 2基	NedWind 500kW 4基	—	—
	設置or運開	2001年	2000年	2010年	2000年	1994年	2011年	2015年
	撤去数	5基	7基	2基	2基	4基	1基	1基
撤去時期	2015～2016年	2018年	2015年	2019年	2016年	2016年	2016年	
撤去の理由	保守交換部品の入手難	老朽化	海底地盤の洗掘	発電所寿命	発電所寿命	風況観測終了	風況観測終了	
基礎諸元	直径	φ3.5m	φ3m、φ3.65m	φ4.3m	φ3.5m	φ3.2、φ3.7m	φ3.3m	φ3.5m
	板厚	40-60mm*	45mm、55mm	—	—	35mm	55mm	78mm
	全長	30m*	31.4～33.7m	35m	18～23m(推定)	30m	62m	66m
	基礎重量	80-100t*	～110t、～165t	310t	—	71t、89t	250t	273t
	根入れ長	18m	19～24m	22m	12～15m	20～24m	32m	23m
	土質	巨大な玉石および極めて硬質の珪質砂岩基盤	礫/岩	砂、シルト、粘性土	岩	軟質粘土 4m 密な砂 15m 硬質粘土 5m(支持層) 非常に密な砂 5m	主に砂	主に砂
基礎撤去方法	全撤去or残置	残置	残置	残置	残置	全撤去	残置	残置
	切断深さ	海底面	—	洗掘後の海底面上2m	海底面下0.5m	—	海底面下6m以深	海底面下2.8m
	切断方法	ダイヤモンドワイヤソー	海中で切断	外部から切断	ウォータージェット装置	パイプロ工法によるモノパイル引抜き	内部から切断	内部から切断

**欧州も撤去実績・事例は未だ多くないが殆どのPJで基礎を残置(計画中のPJもほぼ同様)**

1. 国内洋上風力発電に関する開発動向
2. 洋上風力発電の設備構成
3. 洋上風力発電の基礎形状
4. 先行事例（海外）
5. 産業界側からの要望

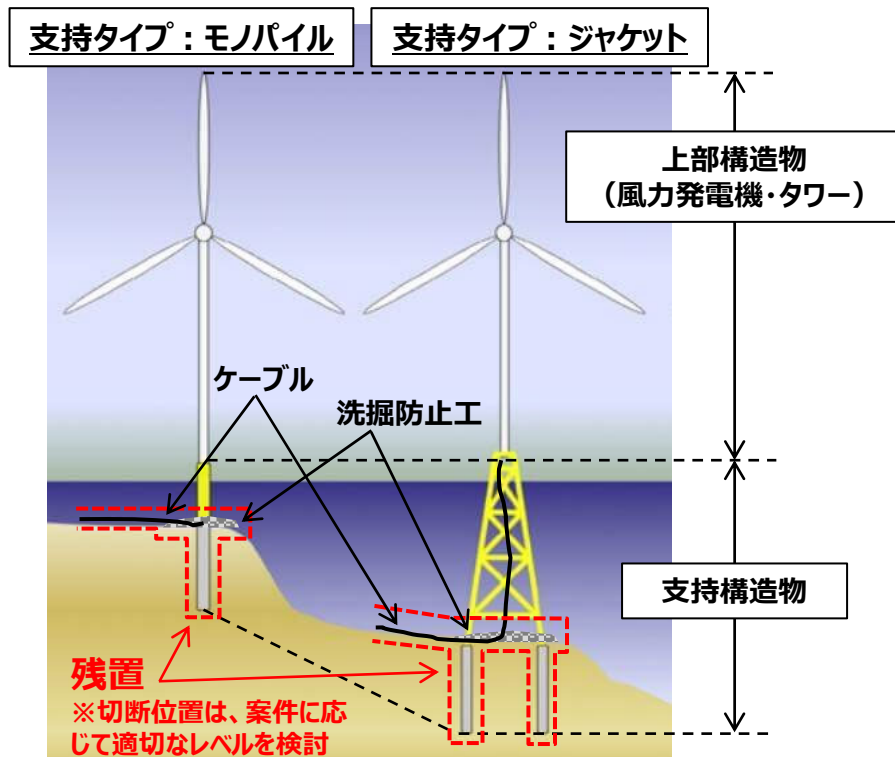


# 事業終了後の撤去の扱いに関する産業界側からの要望

## 事業終了後の撤去の扱いについて

- ◆ IMOの洋上施設の残置基準においては、環境影響、安全性、航路近接性、技術・コスト的な評価を行った上で、ケースバイケースで洋上風力設備の一部残置を可能にしている。
- ◆ また、先行している欧州基礎の場合、案件毎にケースバイケースではあるが、安全上の極端なリスク、極端なコスト、撤去が残置よりも環境影響を引き起こす可能性等を考慮し、基本的に残置することが通例となっている。

➡ 日本においても、上記に準じて、残置の考え方を明確化いただきたい。



設備	事業後の対応
上部構造物	撤去
支持構造物（切断部※より上部）	撤去
支持構造物（切断部※より下部）	残置
ケーブル（埋設部分）	残置
洗掘防止工	残置

※ 切断深さはケースバイケースで適切なレベルを検討