

# I. 基地港湾の規模および配置に関する検討について

---

令和3年5月18日



一般社団法人

日本埋立浚渫協会

## 目次

21年3月時点の環境アセス申請案件は概ね10MW機が想定されている。一方、風車メーカーは既に、12~14MW機の開発を始め、自然条件の過酷な東アジア市場への導入を目標にTクラス風車の認証取得を進めている。本検討ではこの状況を踏まえ、

- ① 30年10GWは、10MW機をベースに基地港湾について検討する。
- ② 10MW機が15~20MW機に大型化された場合のリスク要因とコストの分析を行う。
- ③ 40年45GW達成に向けた基地港湾のあり方について考察を加える。

以下の手順で検討を進める。

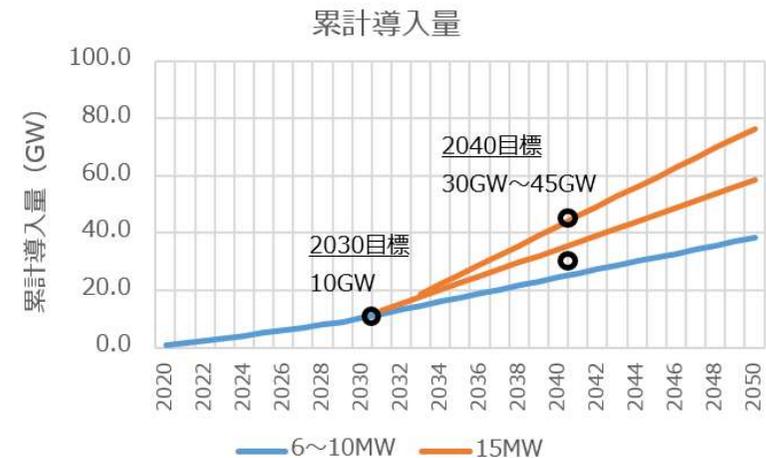
### 1. 30年10GWのために必要な基地港湾



### 2. 風車大型化の影響と考察

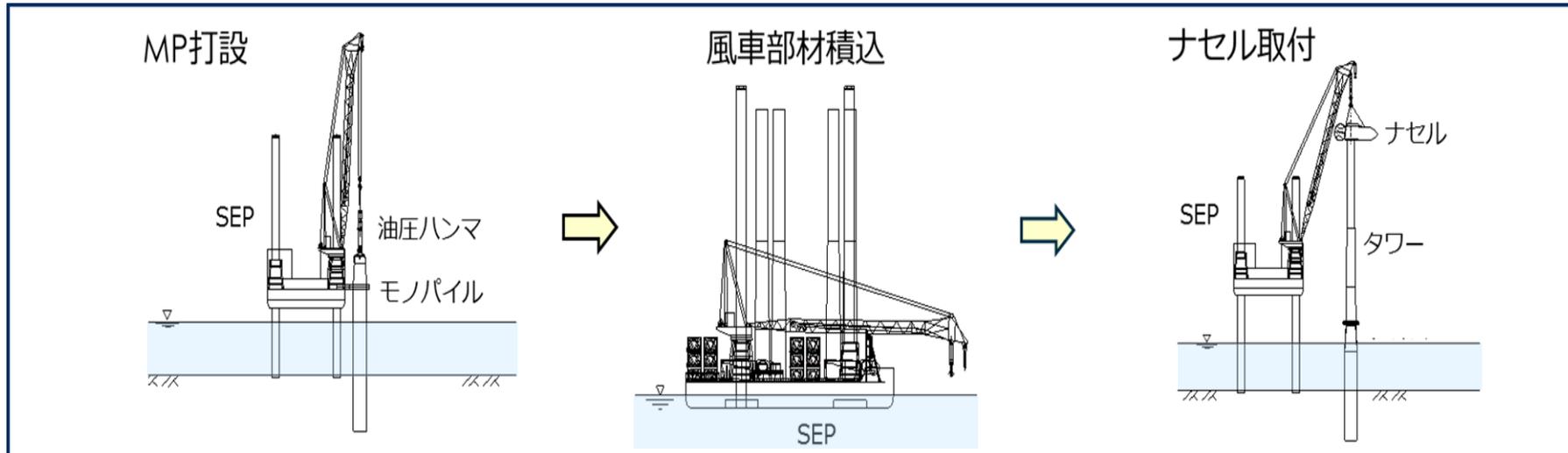


### 3. 40年45GWのために必要な基地港湾



# 1. 30年10GWのために必要な基地港湾

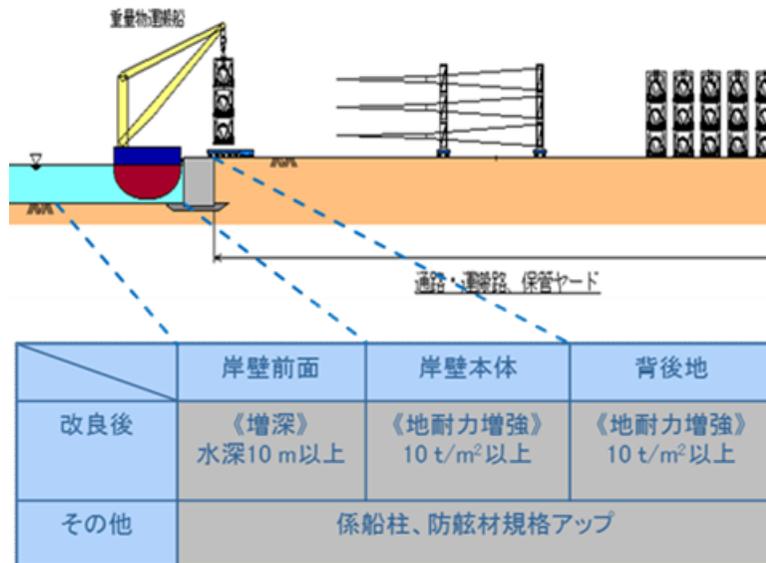
## ■ 施工手順（海域）と施工サイクルタイム



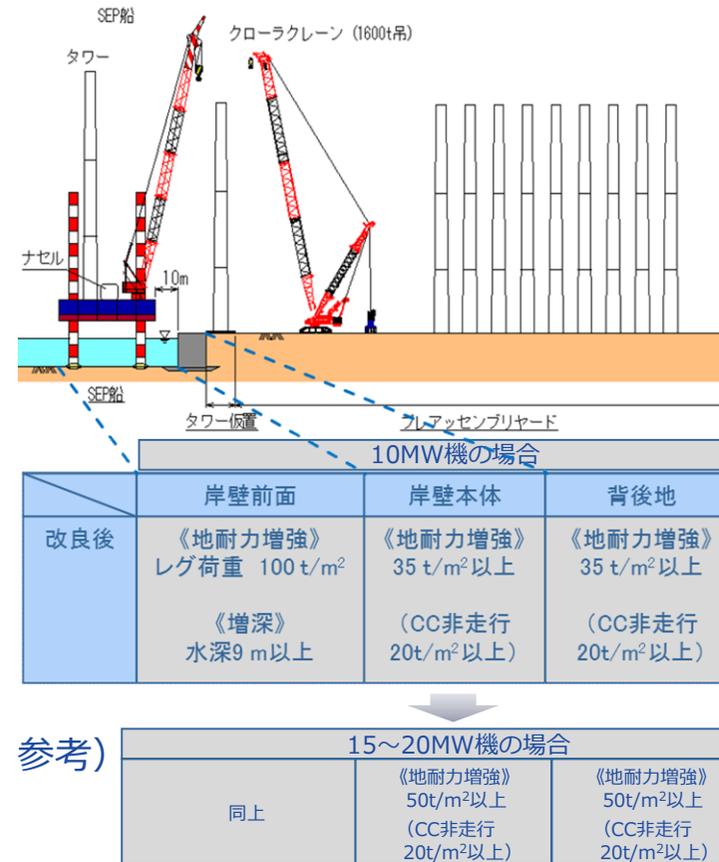
- モノパイル打設と風車組立の2工程で実施。  
(10MW稼働日当りサイクル：基礎3基→12.5日/サイクル、風車4基→8.5日/サイクル)
- 洋上風力建設は、陸上風車と同様の施工精度が求められ、これにより稼働率が大きく制約を受ける。(作業限界条件：有義波高 $\leq 1.5\text{m}$ 、平均風速 $\leq 10\text{m/s}$ )
- 稼働率制約を最小限とするためには、SEP (自己昇降式作業船：Self elevating platform= Jacking up vessel)が必要。  
国内SEP船の現状は、稼働中：2隻 (うち船籍転換1隻)、建造・計画中：5隻 (うち船籍転換2隻)、合計7隻。

## ■ 施工手順（陸域）と必要地耐力

### ● 部材搬入（水切り）ヤード

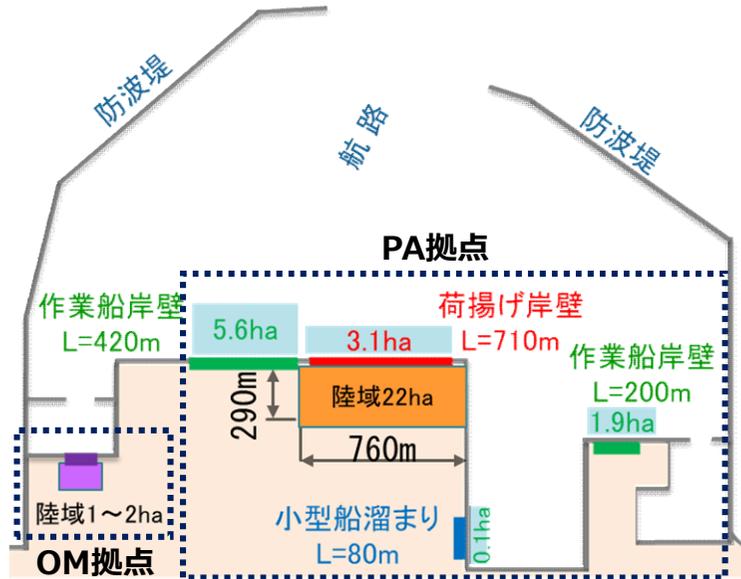


### ● プレアッセンブリー・積出ヤード

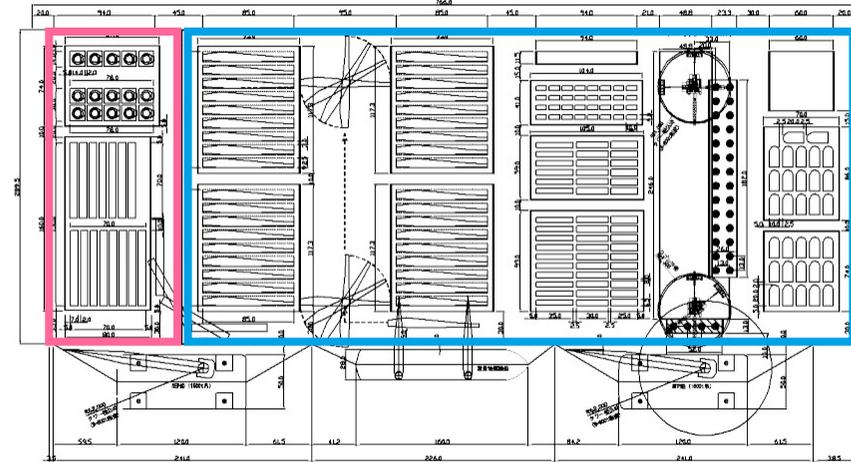


- **仮置き**：部品は輸入品でありストックが必要。一旦陸揚げして仮置く保管ヤードが必要
- **プレアッセンブル**：海域で効率よく組み立てるために、据付直前の姿に仮組立しておく
- **地耐力**：重量物を扱うので通常の岸壁の10倍近い地耐力が必要

## 基地港湾の原単位 (10MW対応)



### ● 10MW



基礎 約4ha

+ 風車 18.2ha

= 全体 22.2ha

### 【PA拠点の原単位】

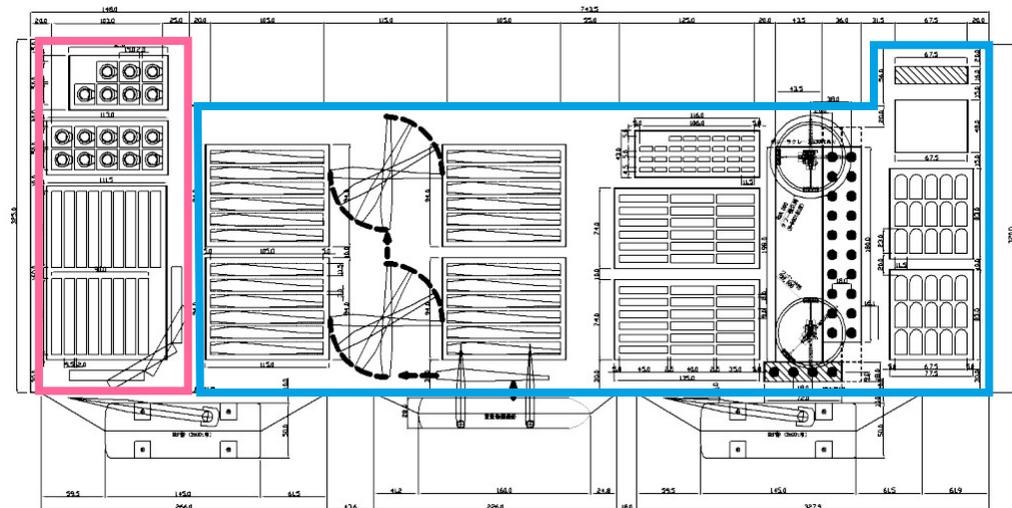
10MW50基、連続2年建設に必要な  
基地港湾諸元

- ・ 陸上ヤード : 22ha
- ・ 泊地面積 : 11ha
- ・ 岸壁 : 1,400m、水深9m以上

### 【OM拠点の原単位】

- ・ 陸上ヤード : 1~2ha
- ・ 岸壁 : 50m、水深4.5m以上

### ● 参考) 15MW

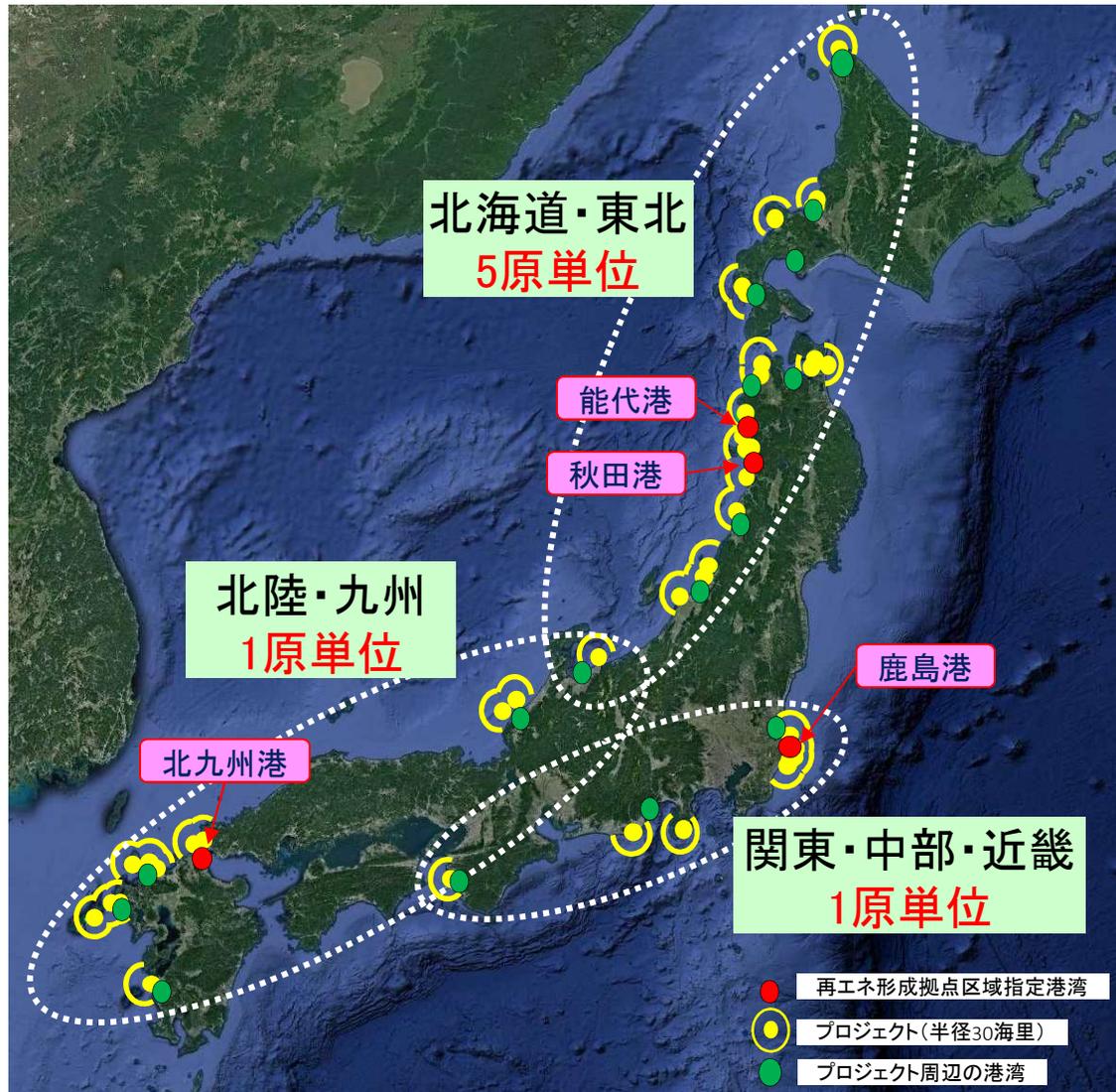


基礎 4.8ha

+ 風車 20.2ha

= 全体 25.0ha

## 30年10GWのために必要な基地港湾原単位数



- 2030年10GW達成のためには、**拠点港湾 (PA拠点+OM拠点)**として**7原単位**が必要
- OM拠点**として**13原単位**が別途必要

※PA : Pre Assembly

※OM : Operation & Maintenance

## 2. 風車大型化の影響と考察

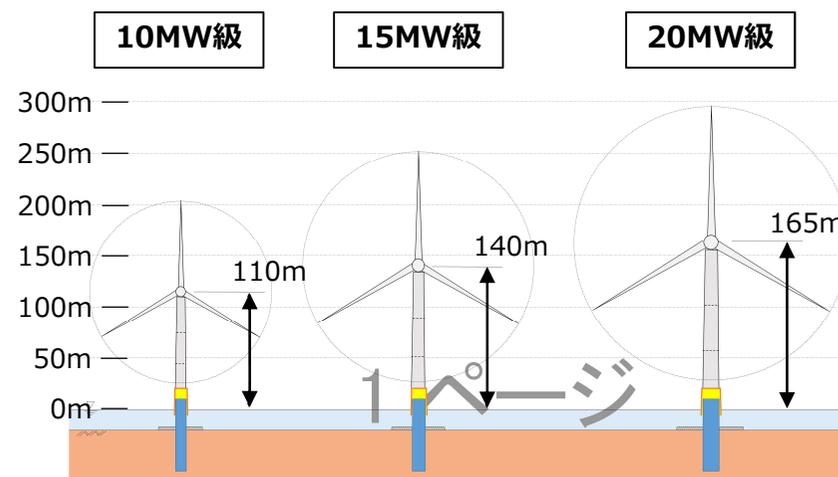
### ■ 風車設備の主要諸元の想定

#### ● 主要諸元

風車設備の主要諸元を公表情報やメーカーヒアリングに基づき、以下のとおり設定した。

【 風車 】	10MW級	15MW級	20MW級
ハブ高さ	110m	140m	165m
ローター径	180m	220m	270m
タワー径(下端)	6.5m	9.0m	10.5m
タワー重量	600t	900t	1,300t
部材の総重量比	1.0	1.4	1.8

【 MP式基礎 】	10MW級	15MW級	20MW級
MP直径	7.5m	9.5m	11.0m
MP長さ	70m	70m	70m
MP重量※	1,100t (~1,300t)	1,500t (~1,800t)	1,800t (~2,200t)
TP重量	300t	400t	500t



風車設備の寸法イメージ

※ ( ) 内は懸念シナリオで想定

#### ● 重量・ハブ高さに伴うサイクルタイム

風車	10MW	15MW	20MW
重量比率	1.0	1.3	1.5
4基/サイクル	8.2日	10.0日	11.0日
サイクル比率	1.00	1.18	1.29

基礎(MP・TP)	10MW	15MW	20MW
重量比率	1.0	1.3	1.5
3基/サイクル	12.5日	15.5日	17.5日
サイクル比率	1.00	1.24	1.40

## ■ リスク要因とコストの分析方法

### ● 洋上風力産業の全体像とコスト構造（10MW：標準モデル）



※数字(%)は「Guide to an offshore wind farm」(BVG associates, 2019)より三菱総研が算出したLCOEに占める割合

原典：「Guide to an offshore wind farm」(BVG associates\*, 2019) ※再生可能エネルギーに関するイギリスのコンサルティング会社  
→ 10MW×100基の着床式洋上WFを想定した開発コストの分析レポート

### ● 風車大型化に伴うコストシナリオ

項目		① 調査開発	② 風車製造	③ 基礎製造	④ 電気系統	⑤ 設置	⑥ 設置 (作業基地)	⑦ O&M	⑧ O&M (被災復旧)	⑨ O&M (故障修理)	⑩ 撤去
増減要因	減	基数減	基数減	基数減	基数減	基数減	基数減	基数減			基数減
	増		重量増	重量増	単機容量増	サイクルタイム増	部材規模増	部材表面積増	落雷回数増	※LCOE分析にて発電量として考慮	サイクルタイム増
	懸念要因			耐震化			海底地盤改良増深				

#### 低コストシナリオ

出力増に伴う基数の減とサイクルタイムの増を反映

#### 懸念コストシナリオ

高シナリオに加え、地震外力に過敏な手法を採用したMP重量増を反映

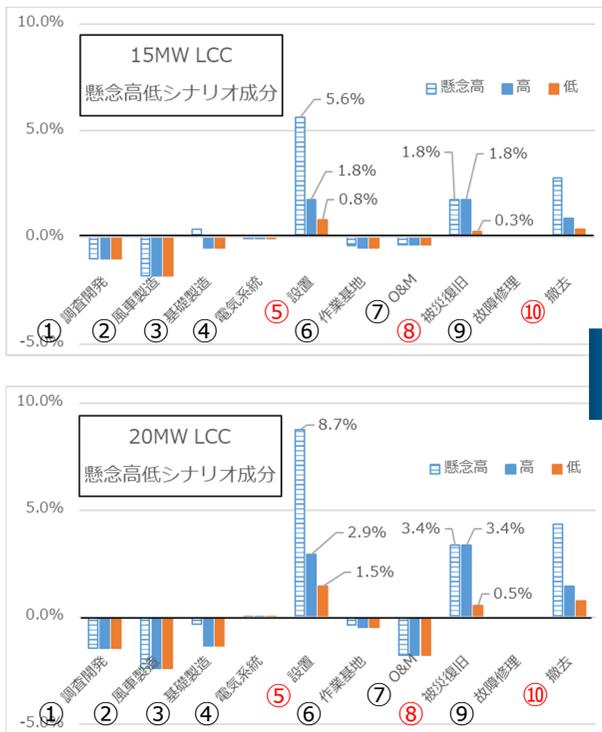
#### 高コストシナリオ

低コストシナリオに比べ、「落雷」、「故障」の既存データが大きい方を反映

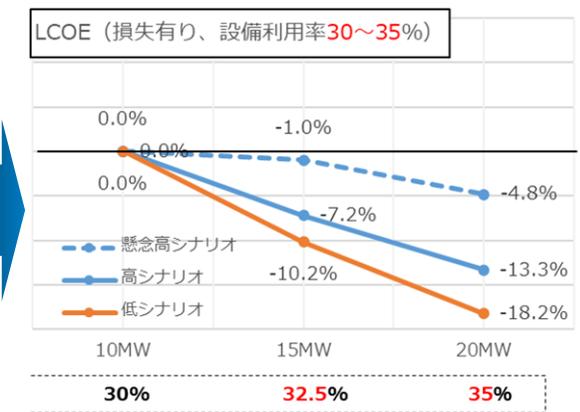
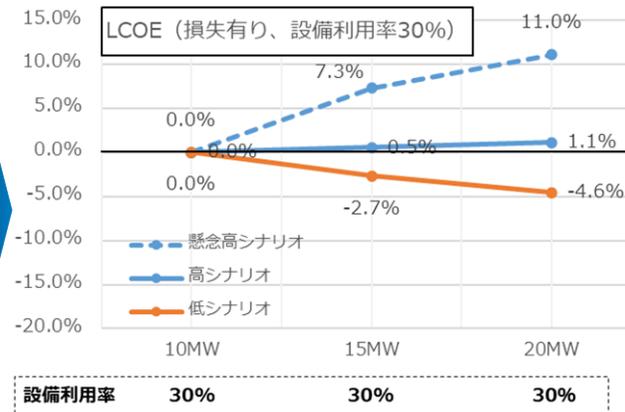
## ■大型化によるLCCとLCOE

風車が大型化すると高コストおよび懸念コストシナリオでは、「⑤設置」「⑧OM（被災復旧）」「⑩撤去」のコスト増が基数減効果を上回り、全体としてLCCコスト増の可能性がある。

一方で、風車の大型化に伴いローター面積が増大し、設備利用率が向上※する場合、LCOE（発電量当たりのコスト）は低下、即ち経済性は向上するものと考えられる。



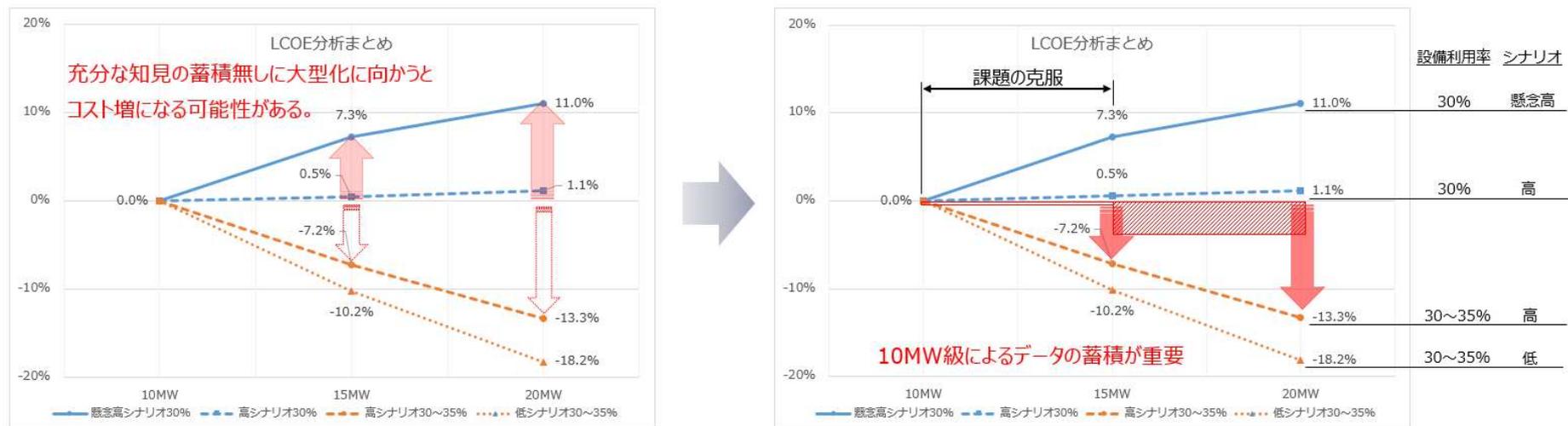
※出力が5.0MWアップするごとの設備利用率が2.5%アップすると仮定して  
10MW級：30% ⇒ 15MW級：32.5% ⇒ 20MW級：35% とした。



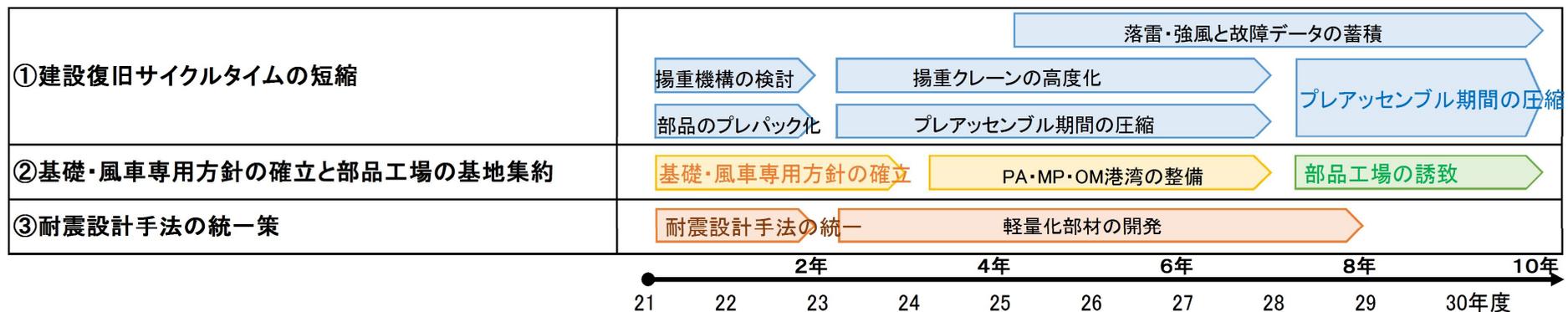
**【結論】** 設備利用率の向上が期待できれば、大型化に伴い5~15%程度のコストダウンが見込める。しかしながら、落雷や強風による被災復旧に時間を要することで設備利用率が上がらなければ、却って5~10%程度のコスト増となる可能性がある。

## ■大型化の方向性と20年代に解決すべき課題

コスト削減のためには「①建設復旧サイクルタイムの短縮」とこれを支える「②基礎・風車専用方針の確立と部品工場の基地集約」、「③耐震設計手法の統一策」が必要となる。特に①は、設備利用率が寄与する大きな要因である、欧州でデータ蓄積のない10MW以上の機種へ大型化を進めるのではなく、これらの課題に取り組む期間をとることが重要である。

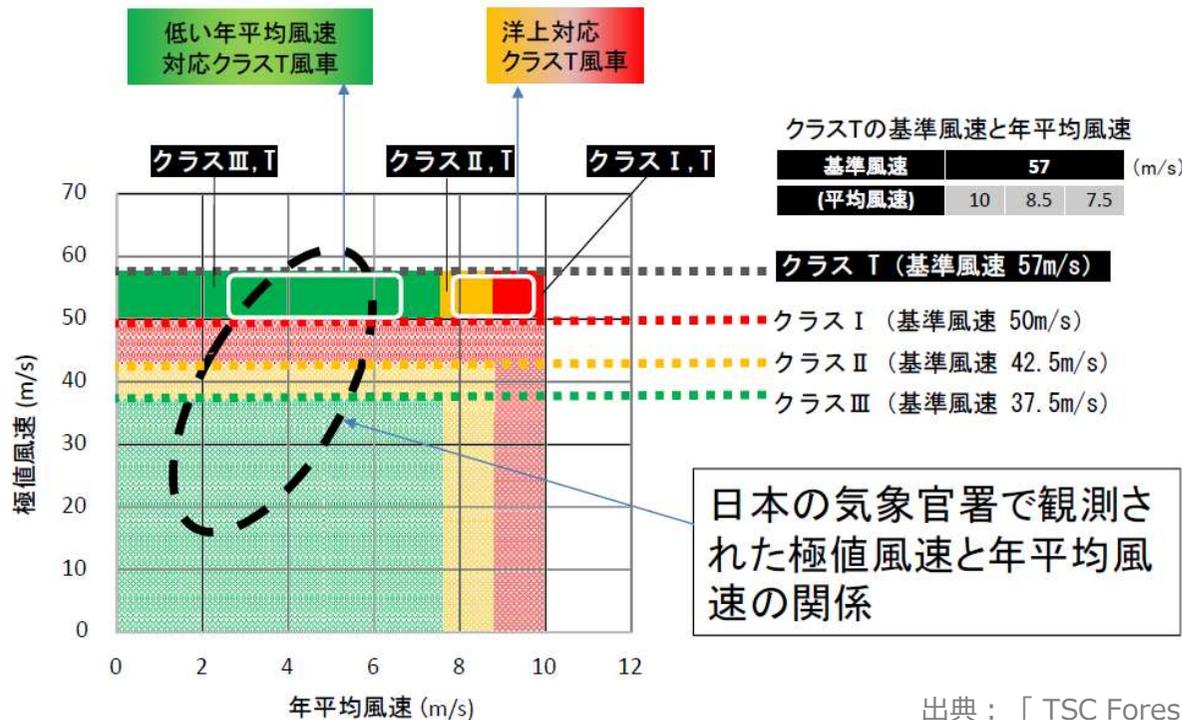


### 【 20年代に克服すべき課題 】



## 参考) クラスTと日本の平均風速・極値風速の関係

日本の風況特徴は低い平均風速と高い基準風速の組み合わせであり、日本の風況下における設備利用率向上策の検討が必要。



出典：「TSC Foresight 風力発電」森則之 平成30年度  
NEDO『TSC Foresight』セミナー（第1回）

図 JISの風車設計規格

商用風車の設計は、欧米の風条件をベースとしたIEC61400-1(1)に定められているが、我が国のような台風や山岳・丘陵部における高乱流サイトでは設計要件と適合しないことが問題とされている。

出典：「Tクラスによる風車終局荷重の評価」今村博ら 2012年 第34回風力エネルギー利用シンポジウム

### 3. 40年45GWのために必要な基地港湾

#### ■ 導入目標と作業基地原単位数

単純計算では、30年10GW達成で7原単位、40年45GW達成で19原単位が必要となり、港湾整備において、かなりの負担となる。



大型化の課題克服検討期間



※1原単位を以下のように設定

10MW : 22.2ha、15MW : 25.0ha

20年代は10MW機で、30年代に15MW以上機への採用をベースとして考える。

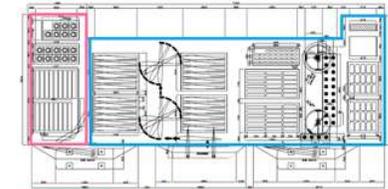
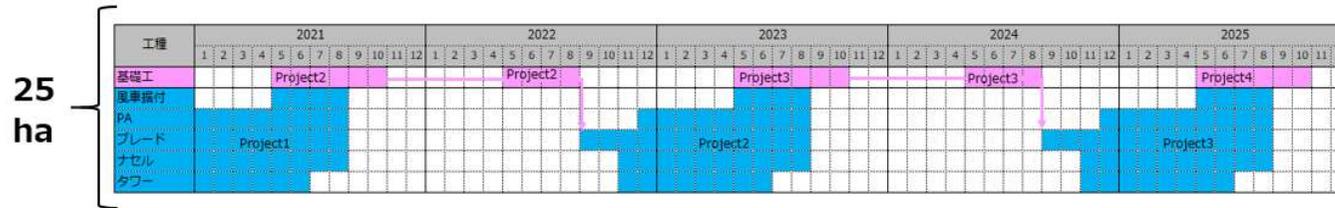
## ■ (改善策) 基地港湾の効率化

基地港湾は高い地耐力が必要なプレアッセンブルのために、風車部材に特化することとし、MPやTPは基地港湾を補完する港を拠点とすることで、基地港湾の効率を高める。

	現状案	改善案
概念図	<p>事業サイト①</p> <p>事業サイト②</p> <p>風車 基礎</p> <p>基地港湾① 地耐力(高)</p> <p>風車 基礎</p> <p>基地港湾② 地耐力(高)</p>	<p>事業サイト①</p> <p>事業サイト②</p> <p>風車 基礎</p> <p>基地港湾① 地耐力(高)</p> <p>基礎</p> <p>基地港湾③ 地耐力(低)</p> <p>風車</p> <p>基地港湾② 地耐力(高)</p>
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 港湾整備前の事業者間調整が不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 港湾あたりの必要面積が小さい</li> <li>・ 補完港では地耐力を抑制できる</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 整備面積が広く、高い地耐力が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 港湾整備前の事業者間調整が必要</li> <li>・ 事業サイトからの距離が遠くなるケースもある</li> </ul>
評価	△	○

# 基地港湾の効率化に伴う生産性向上

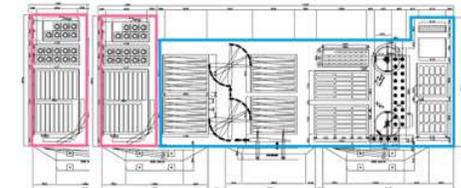
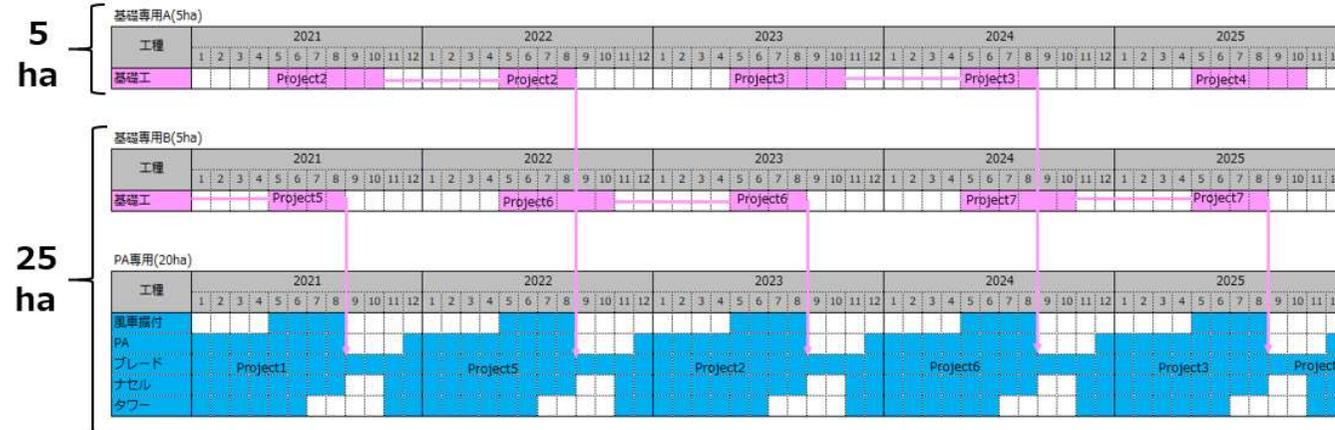
## 現状案



基礎専用 5 ha + 風車専用 20 ha = 25ha  
(10.0 MW/ha・年)

2 ページ

## 改善案



基礎専用 5 ha + 基礎専用 5 ha + 風車専用 20 ha = 30ha  
(16.7 MW/ha・年)

基礎専用 : 風車専用 = 1 : 2  
10ha : 20ha

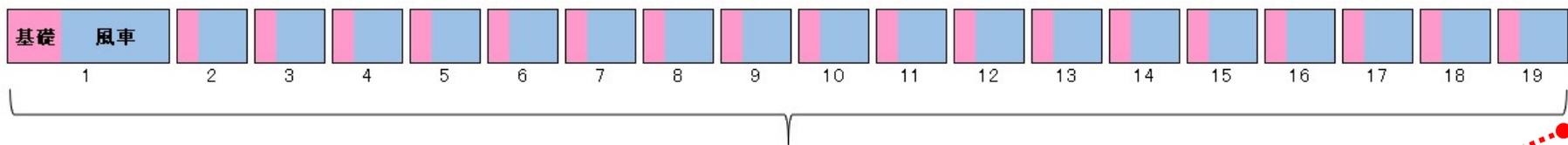
67%の生産性向上

- 基礎対応の基地港湾を増やすことで工程上の“遊び”が少なくなり、生産性が67%向上する。
- 基地港湾および補完港を「基礎：風車 = 1：2」の比率で整備する。

## ■ 基地港湾の効率化に伴う原単位数

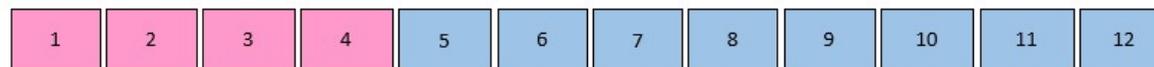
風車・基礎両対応の基地港湾を整備した場合、40年45GWのために19原単位が必要となる。しかし、基礎と風車への対応を専用化することで、12原単位まで縮減することができる。

### 現状案



基地港湾：19原単位※（455ha）

### 改善案



基礎（補完港）：風車（基地港湾） = 1 : 2  
地耐力(低)                      地耐力(高)

12原単位※（272ha）

生産性向上  
67%



※1原単位を以下のように設定

10MW : 22.2ha、15MW : 25.0ha