

# 2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾 のあり方検討会 ～基地港湾の配置及び規模～

---

令和4年2月

国土交通省 港湾局

## 目次

1. 検討体制
2. 基地港湾を取り巻く状況
3. 基地港湾の最適配置
4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック
5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

# 1. 検討体制

2. 基地港湾を取り巻く状況

3. 基地港湾の最適配置

4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック

5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

## (1) 基地港湾の配置及び規模に関する検討の進め方

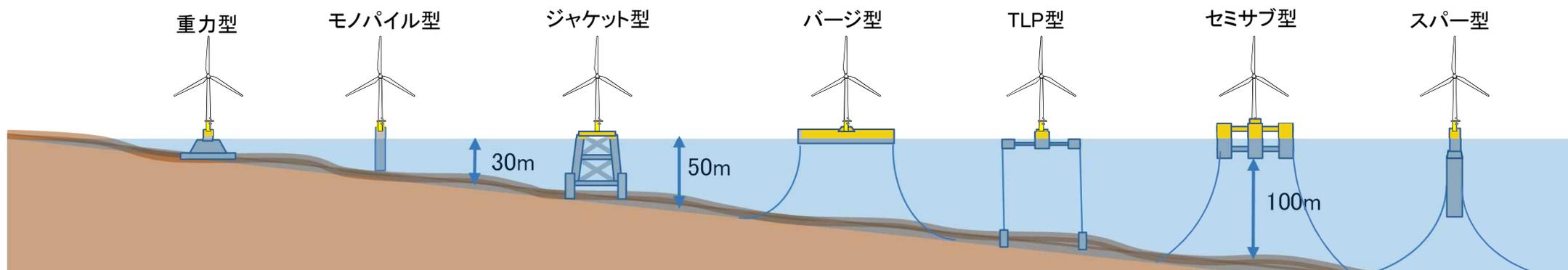
## 検討の進め方(検討会1～5回のアウトプット)

	課題①配置・段階整備	課題②大型化・大規模化対応	課題③浮体式対応
第1回検討会	<b>配置及び規模の検討に必要な項目、この項目に対する将来動向、対応方針を確認</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>項目(風車の大型化、発電所の大規模化、浮体式の導入、送電網整備 等)</li> <li>各項目とも将来動向により複数ケースの発生が想定されるため、第2回以降の会議において、必要に応じて各項目の対応方針を確認</li> </ul>		
第2回検討会	送電網整備の対応方針 発電所大規模化への対応方針 大型化への対応方針 浮体式導入への対応方針	大型化・大規模化への対応方針 <b>大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適な規模</b> ・面積、地耐力 等	浮体式導入への対応方針 <b>浮体式に対応した基地港湾の最適な規模</b> ・面積、地耐力、岸壁水深 等
第3回検討会			
第4回検討会	<b>基地港湾の最適配置</b> ・段階別地域別配置計画案 等		
第5回検討会	<b>とりまとめ</b> ・基地港湾の最適配置計画案、基地港湾の最適な規模(着床式/浮体式)		

# (参考)洋上風力発電設備の型式

- 水深50m以浅では、重力・モノパイル・ジャケット型の着床式、同50m以深では、バージ・TLP・セミサブ・スパー型の浮体式が主要な型式となっている。

## 主な洋上風力発電設備の型式とその特徴



	着床式			浮体式			
	重力型	モノパイル型	ジャケット型	バージ型	TLP型	セミサブ型	スパー型
長所	・保守点検作業が少ない	・施工が低コスト ・海底の整備が原則不要	・比較的深い水深に対応可 ・設置時の打設不要	・構造が単純で低コスト化可 ・設置時の施工容易	・係留による占用面積が小さい ・浮体の上下方向の揺れが抑制される	・港湾施設内で組立が可能 ・浮体動揺が小さい	・構造が単純で製造容易 ・構造上、低コスト化が見込まれる
課題	・海底整備が必要 ・施工難易度が高い	・地盤の厚みが必要 ・設置時に汚濁が発生	・構造が複雑で高コスト ・軟弱地盤に対応不可	・暴風時の浮体動揺が大。安全性等の検証が必要	・係留システムのコストが高い	・構造が複雑で高コスト ・施工効率、コストの観点からコンパクト化が課題	・浅水域では導入不可 ・施工に水深を要し設置難
設置水深	15m以下	30m以下	50m以下	50~100m	50~100m	100m超	100m超

(出所) 着床式の設置水深はFoundations in Offshore Wind Farms: Evolution, Characteristics and Range of Use. Analysis of Main Dimensional Parameters in Monopile Foundationsに示された2018年時点での欧州実績、浮体式は、NEDO資料に基づき記載

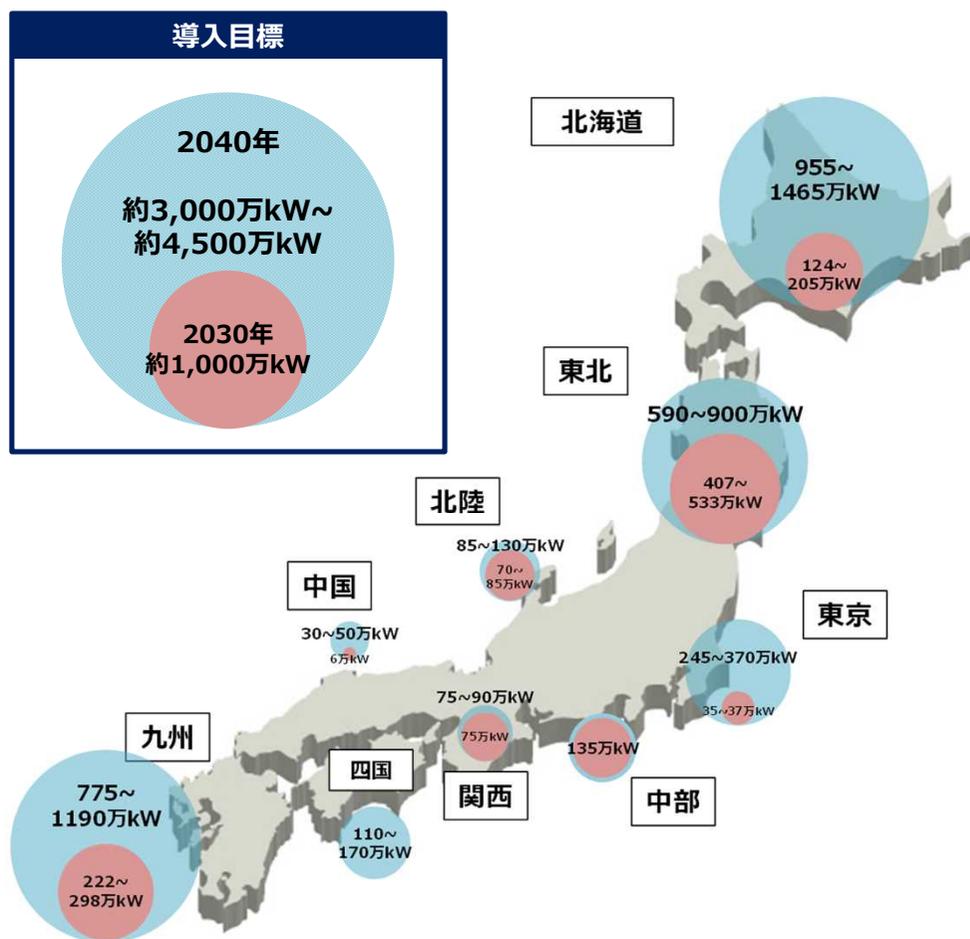
1. 検討体制
2. **基地港湾を取り巻く状況**
3. 基地港湾の最適配置
4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック
5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

## 2. 基地港湾を取り巻く状況

### (1) 洋上風力産業ビジョン(第1次)の導入目標および国内の風況

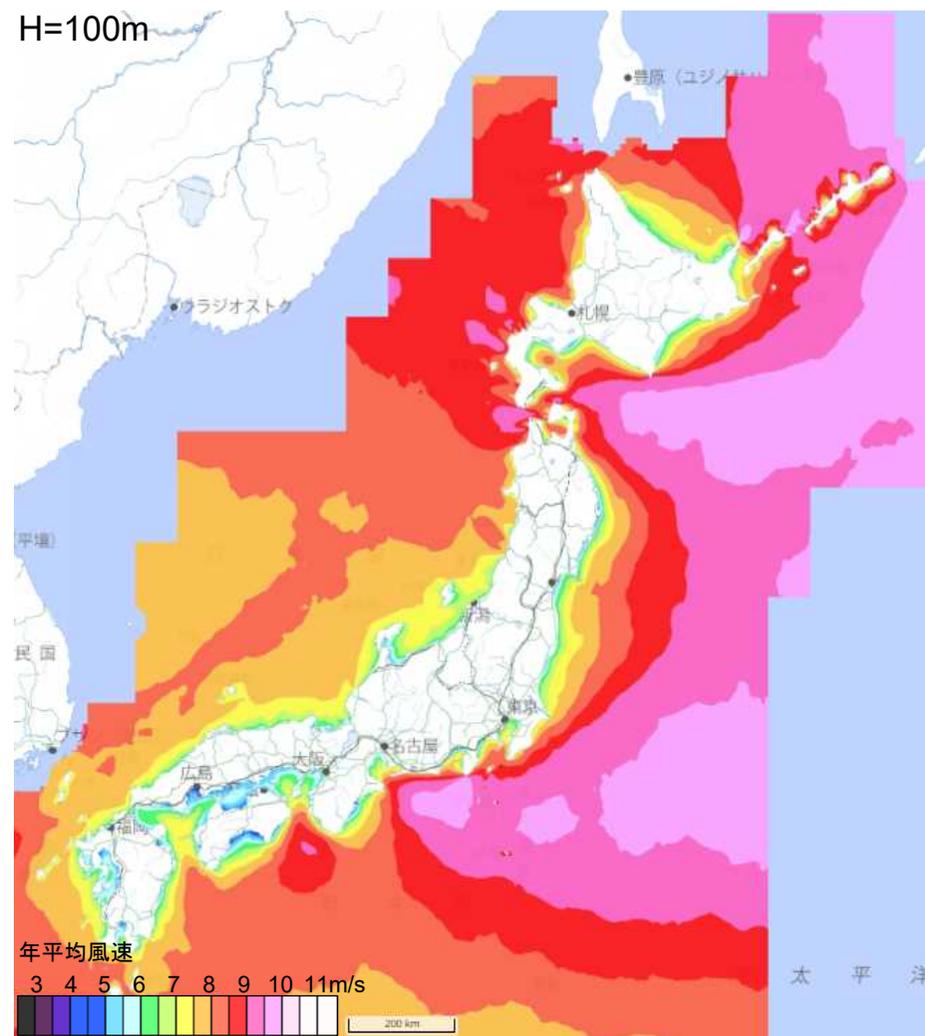
- 洋上風力産業ビジョン(第1次)において、2030年に約1,000万kW、2040年に約3,000~4,500万kWの導入目標が示されている。

#### 洋上風力産業ビジョン(第1次)に示されている導入目標と国内の風況



(注) 100万kW=1GW

(出所) 洋上風力産業ビジョン(第1次)をもとに作成

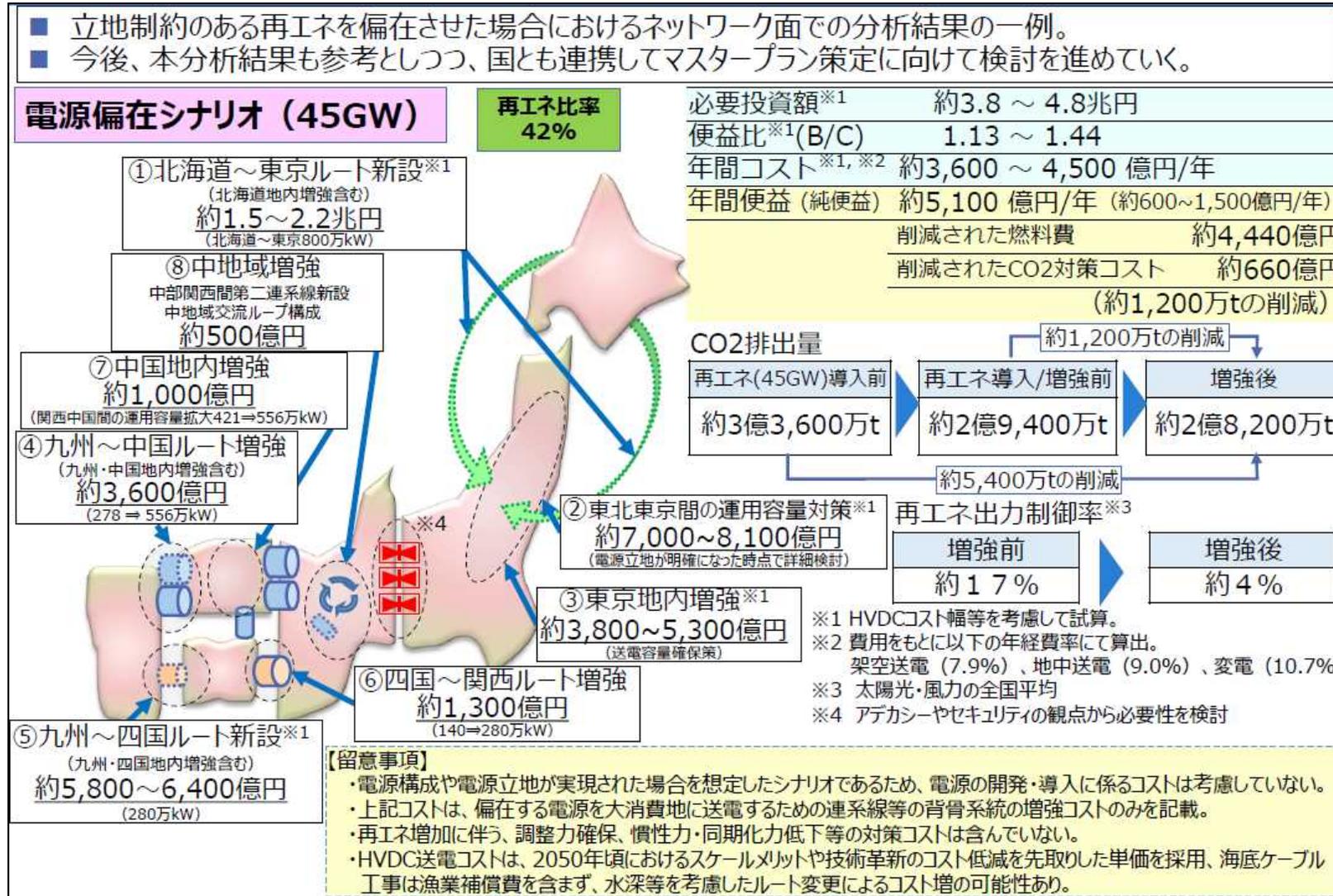


(出所) neowins

(2) 広域連系システムの整備

- 電力広域的運営推進機関は、「広域連系システムのマスタープラン及びシステム利用ルールの在り方等に関する検討委員会」において、2021年5月に中間整理として連系線を中心とした増強の可能性を示した。

45GWを想定した場合の系統整備の分析結果の例

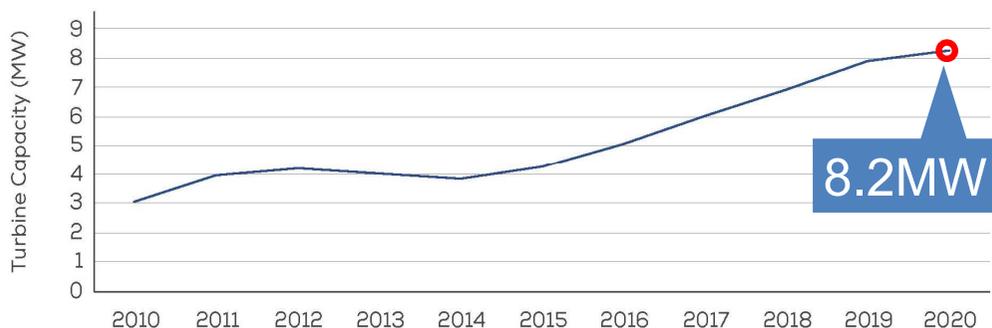


### (3) 風車の大型化、発電所の大規模化の動向

- 欧州では、風車の大型化・発電所の大規模化が進み、2020年に導入された風車サイズは平均8.2MW、発電所規模の平均は78.8万kWとなっている。

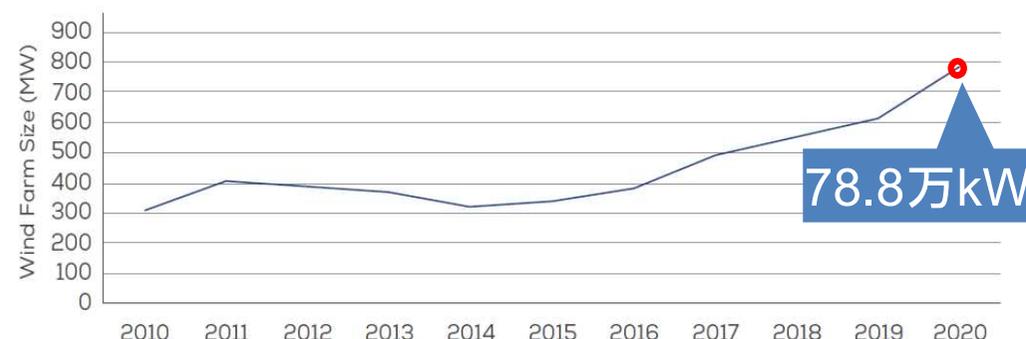
#### 風車の大型化・発電所の大規模化の動向

○欧州における風車大型化の状況



(出所) Offshore Wind in Europe Key trends and statistics 2020(Wind Europe)

○欧州における発電所大規模化の状況

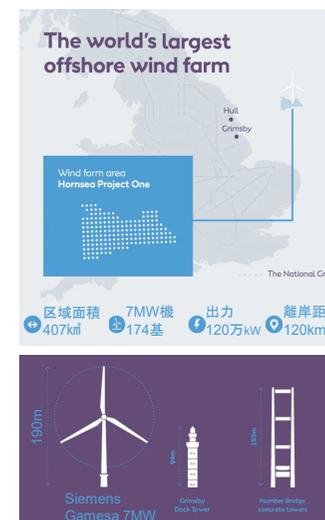


○世界最大(2021.11現在)の洋上風力発電所  
ホーンシーワン(発電所出力1.2GW)の概要

○大型風車の開発、認証状況

出力	機種	IEC Class	投入時期
10MW	MHIVestas社 V164-10.0MW	ClassS or S,T	投入済
11MW	SGRE社 SG11.0-200DD	Class1 or S	2022
12MW	GE社Haliade-X *13/14MWも有	Class1B *13/14MWもは1C	投入済
14MW	SGRE社 SG14-222DD	Class1 or S	2024
15MW	Vestas社 V236-15.0MW	ClassS or S,T	2024

(出所) 各社ホームページ資料より作成



Hornsea One timeline



(出所) ホーンシーワンホームページ資料より作成

## (4) 洋上風力発電設備の寸法、重量

- 洋上風力発電設備について公表されている情報を基に、将来導入が想定される15、20MW機の寸法・重量を想定し、本検討での評価の前提とした。

		10MW機	15MW機	20MW機
洋上風力発電設備の寸法概要		<p>寸法概要: ナセルL=20m、B=10m、タワーL=90m、Φ=6.5m、モノパイルL=70m、Φ=7.0~7.5m。ローター径約164~193m、総高約186~215m、ブレード長約80~95m。</p>	<p>寸法概要: ナセル22.5m、B=11.5m、タワーL=120m、Φ=9.0m、モノパイルL=70m、Φ=9.5m。ローター径約222~236m、総高約244~258m、ブレード長約110~120m。</p>	<p>寸法概要: ナセルL=25m、B=12.5m、タワーL=145m、Φ=10.5m、モノパイルL=70m、Φ=11.0m。ローター径約280m、総高約300m、ブレード長約140m。</p>
重量	ナセル	約450t±50	約650t±100	約850t±100
	ブレード	約125t±10(3枚)	約180t±10(3枚)	約250t±10(3枚)
	タワー	約550t±100	約950t±100	約1400t±100
	小計	約1,100t前後	約1,800t前後	約2,500t前後
	モノパイル基礎	約900t±300	約1200t±300	約1500t±300
	計	約2,100t前後	約3,100t前後	約4,200t前後
参考機種	SG10.0-193DD、V164-10MW	SG14.0-236DD、V236-15MW、Haliade-X	無し	

## (5) 風車大型化に伴うSEP船等作業船の大型化

- 大型風車を設置できる第四世代2,500トン超の吊り能力を持つSEP船の建造や、基礎の大型化に対応した基礎設置船の建造が始まっている。

### 世代別にみたSEP船諸元の変遷

Generation:	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>
供用開始	2005	2010	2015	2022
概要	First heavy lift jack-ups in offshore wind	New designs primarily for offshore wind	Scaled-up designs for larger turbines	Next generation for future 15MW turbines
クレーン能力	500 ton	900 ton	1,400 ton	2.5 - 3,500 ton
積載能力	2,000 ton	5,000 ton	8,500 ton	10 - 16,000 ton
対象風車サイズ	3 MW	6 MW	9 MW	15 MW
事例				

(出所)Ulstein Design & Solutions

### 大型基礎設置船の例



- ・全長218m、全幅56m
- ・DWT51,087トン
- ・\* 2,000トンMP、400トンTP各11基積込可
- ・クレーン吊り能力3,000トン
- ・速度14.3kn

(出所)Seaway7社

### 国内SEP船の諸元と稼働時期

会社名	SeaJacks (Zaratan)	五洋	大林、東亜	五洋、鹿島、寄神	五洋、DEME	NYK、VanOord	清水
吊り能力	800 t	800 t	1,250 t	1,600 t	1,600 t	1,600 t	2,500t
自航、非自航	自航	非自航	非自航	非自航	—	自航	自航
稼働時期	稼働中	稼働中	2023. 4	2023. 3	2025春	—	2022. 10

(出所)各社HP等より作成

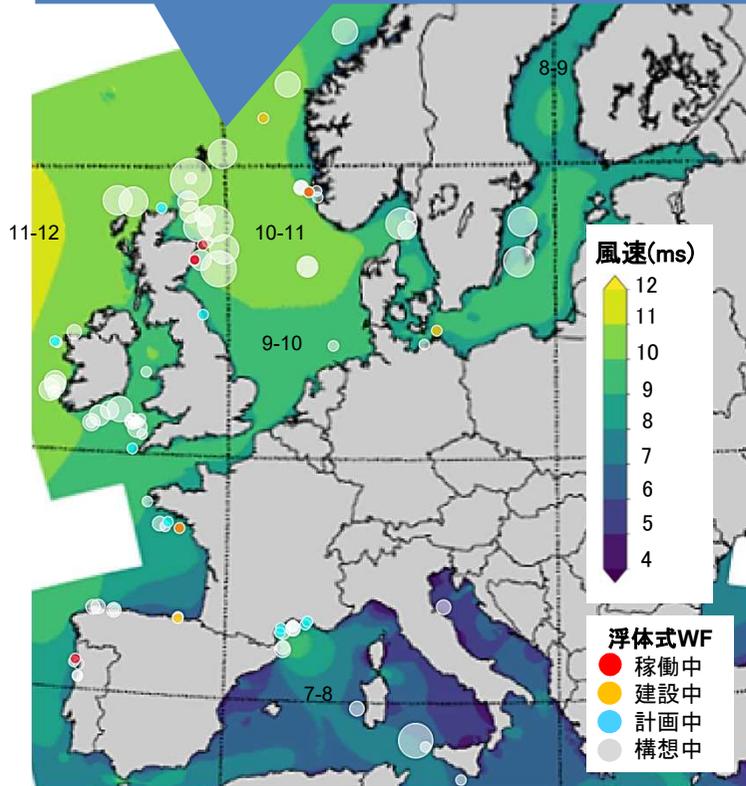
2. 基地港湾を取り巻く状況

(6) 浮体式洋上風力発電の優位性と日本での可能性

- 浮体式洋上風力発電所は、水深の制約が小さく、平均風速の大きい水域に設置可能で1基当たり発電量の増加が見込まれる。また地盤条件や地震の影響を受けにくいいため基礎の標準化・コストダウンが可能である。
- 一方で、沖合に設置するため、着床式と比較して建設費・維持管理費のコストアップの可能性もある。

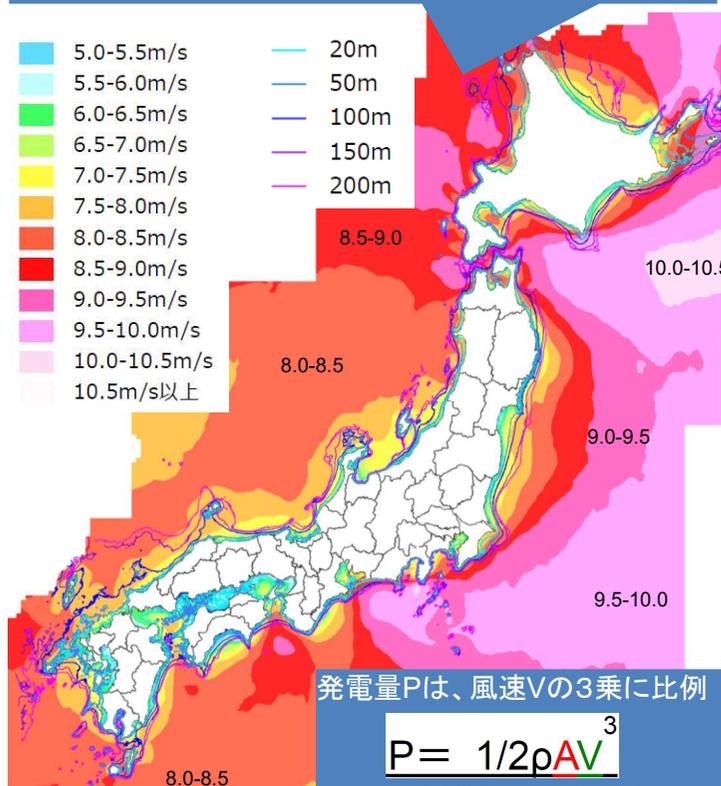
欧州の浮体式洋上風力発電所の分布

欧州の浮体式洋上風力発電は水深は深くとも風況の良い場所に立地



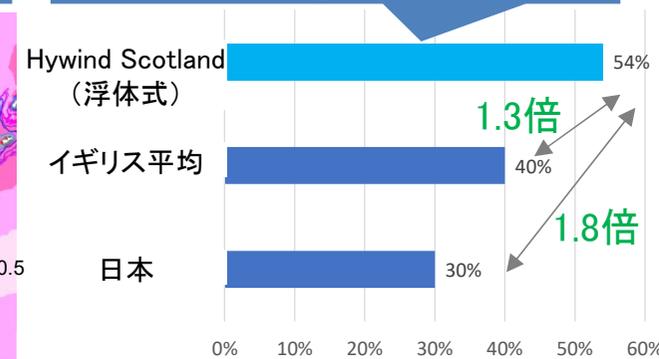
国内の風況分布(H140m)と水深

国内においても水深-50m以深に風況の良い水域が分布



設備利用率の比較

風況の良い水域に立地する浮体式洋上風力発電は高設備利用率



(出所) <https://energynumbers.info/uk-offshore-wind-capacity-factors>,  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/063\\_02\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/063_02_00.pdf)より作成

風速が7m/s→8m/sになると

※ Vの3乗効果により  
(8\*8\*8)/(7\*7\*7)=512/343=1.49

約1.5倍の発電量となり

効果が非常に大きい。

(注) 1989~2018年迄のH=100mにおける平均風速

(出所) Europe's offshore winds assessed with synthetic aperture radar, ASCAT and WRF (DTU)

(出所) Neowins

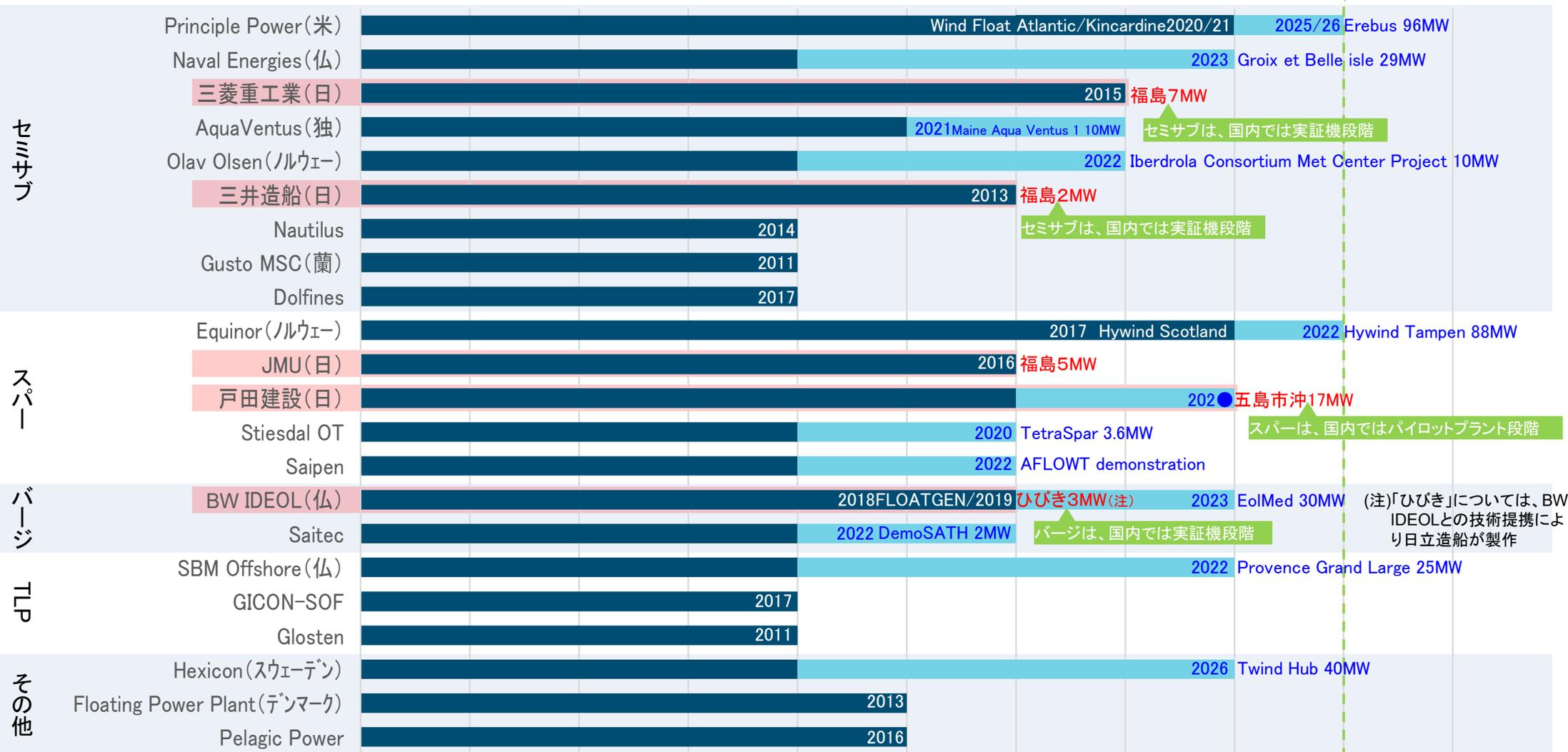
2. 基地港湾を取り巻く状況

(7) 浮体式洋上風力発電の技術熟成度と国内浮体の状況

- 浮体式は、現時点では商用化に至っておらず、量産等の技術課題を解決すべく、発電所規模5万KW超のプレコマースシャルの規模の案件が計画されている。

浮体式洋上風力発電の技術熟成度と国内浮体の状況

欧州はプレコマースシャル段階



(出所) Floating Wind Joint Industry Project Phase II summary report (CARBON TRUST)を各社HP等を基に修正し、作成

1. 検討体制
2. 基地港湾を取り巻く状況
- 3. 基地港湾の最適配置**
4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック
5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

3. 基地港湾の最適配置

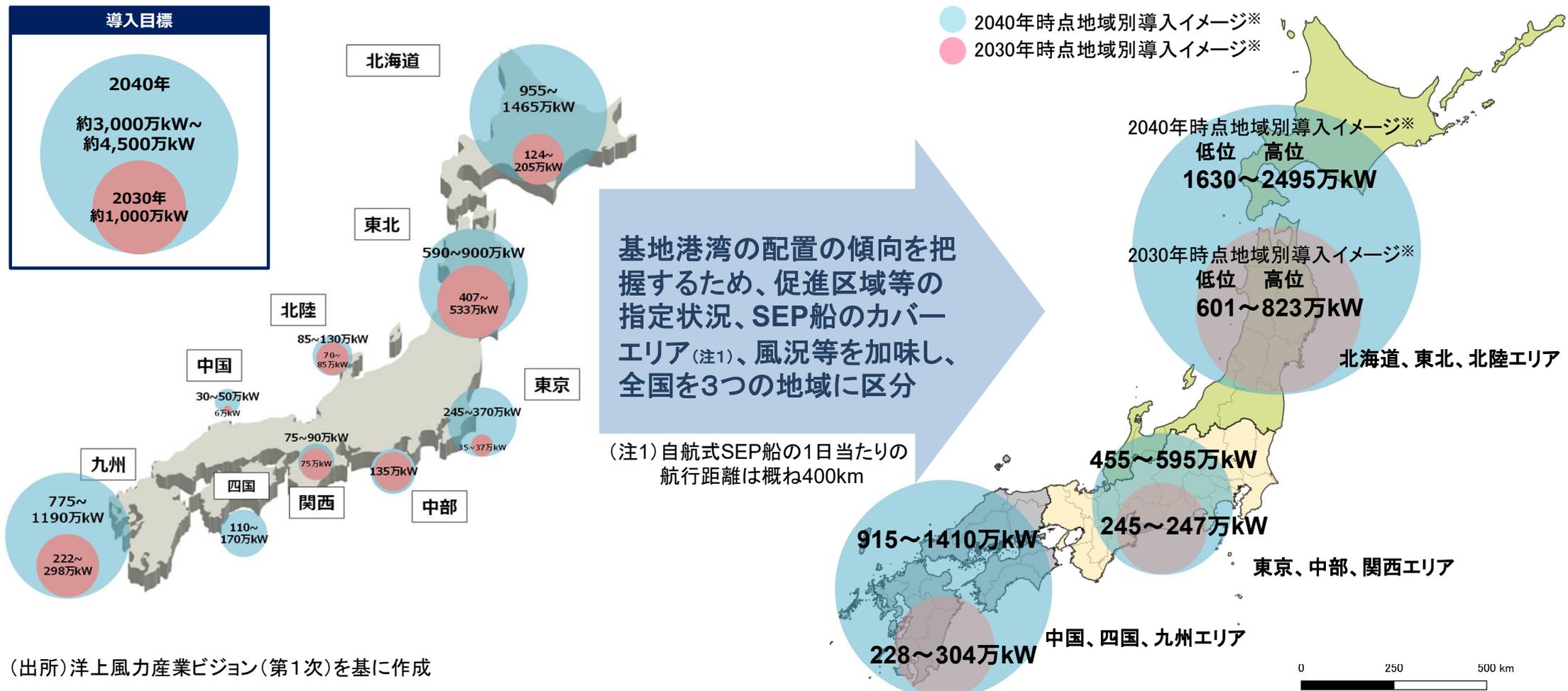
(1) 基地港湾の配置傾向を把握するための地域区分の設定

- 基地港湾の配置の傾向を把握するため、促進区域等の指定状況、SEP船のカバーエリア、風況等を加味し、全国を3つの地域に区分する。

基地港湾の配置を検討するための地域の考え方

○ 洋上風力産業ビジョン(第1次)で示された地域別導入イメージ※

○ 基地港湾検討用の地域区分と地域別導入イメージ※



基地港湾の配置の傾向を把握するため、促進区域等の指定状況、SEP船のカバーエリア(注1)、風況等を加味し、全国を3つの地域に区分

(出所) 洋上風力産業ビジョン(第1次)を基に作成

※FIT認定量ベース

各地域・各時点の地域別導入イメージ※の小さい方の数値を低位、大きい方の数値を高位とする

3. 基地港湾の最適配置

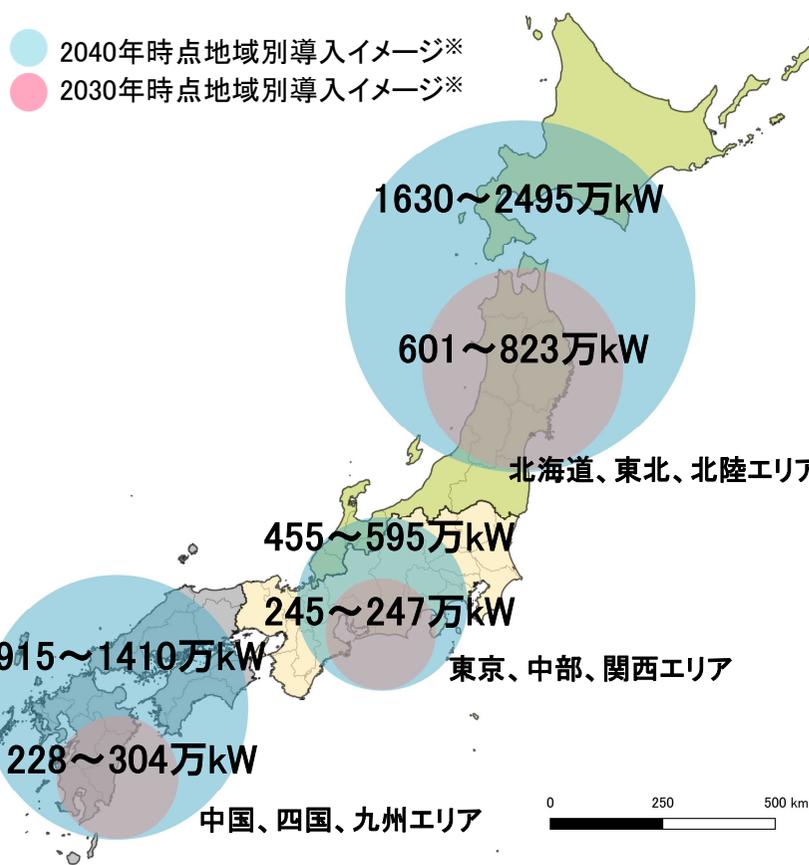
(2) 地域別導入イメージ※に必要な促進区域数 (case1の場合)

- 促進区域1箇所あたりの洋上風力発電所の規模は、将来の発電所大型化を考慮し、3つのケースを想定した上で、ケース毎に促進区域数を算出した。

地域別導入イメージ※に必要な促進区域数の考え方

○ 基地港湾検討用の地域区分でみた地域別導入イメージ※

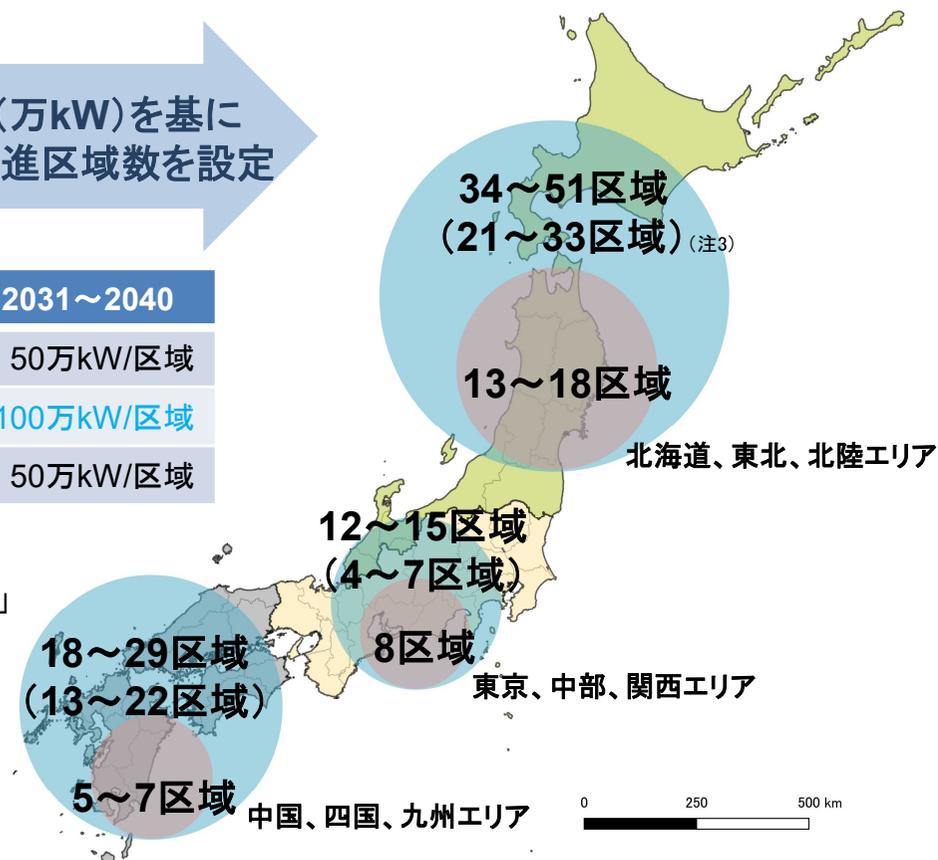
○ 地域別導入イメージ※を基に設定した促進区域数 (注2) - case1の場合 -



地域別導入イメージ※(万kW)を基に下記の3ケース(注1)で促進区域数を設定

	~2030	2031~2040
case1	50万kW/区域	50万kW/区域
case2	50万kW/区域	100万kW/区域
case3	35万kW/区域	50万kW/区域

(注1) case1は「欧州の過去平均」  
case2は「大規模化想定」  
case3は「区域指定がトライン」



(注2) 促進区域数が、地域別導入イメージ※(万kW)を50万kWで割った数字となっていないのは、指定済の促進区域・有望な区域の区域数を加味しているため。

(注3) 図中括弧内の数字は、2031~2040年の区域数

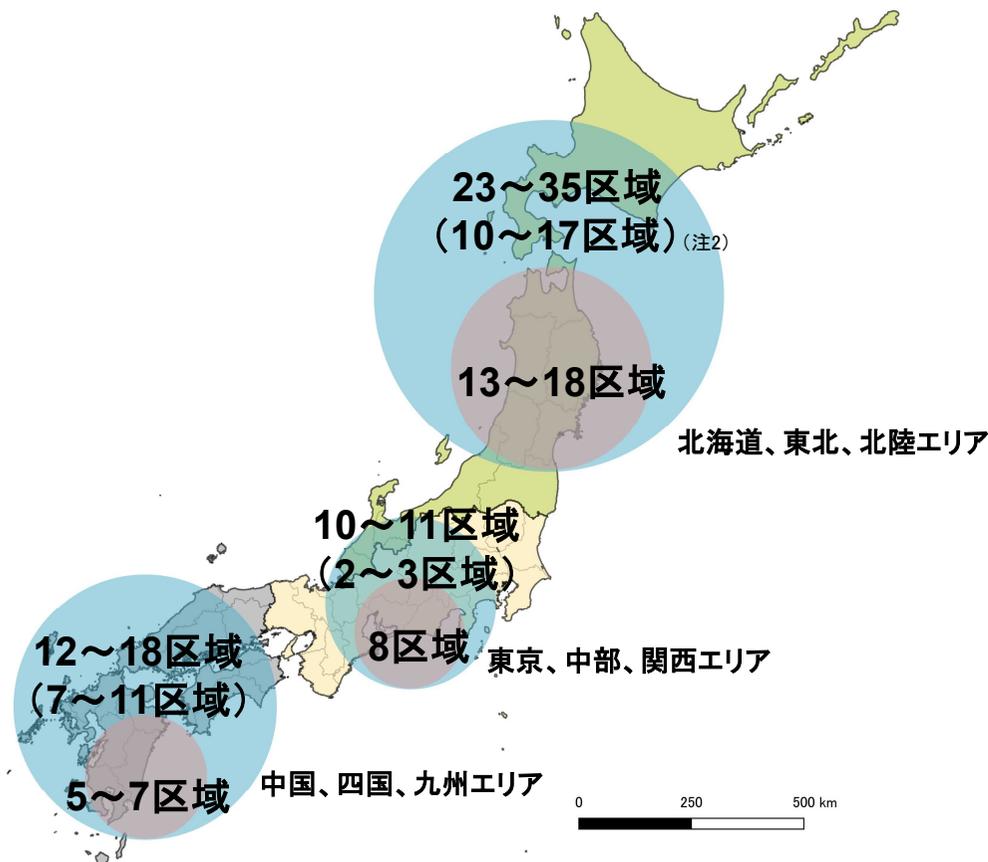
各地域・各時点の促進区域数の小さい方の数値は低位に対応した促進区域数、大きい方の数値は高位に対応した促進区域数

各地域・各時点の地域別導入イメージ※の小さい方の数値を低位、大きい方の数値を高位とする

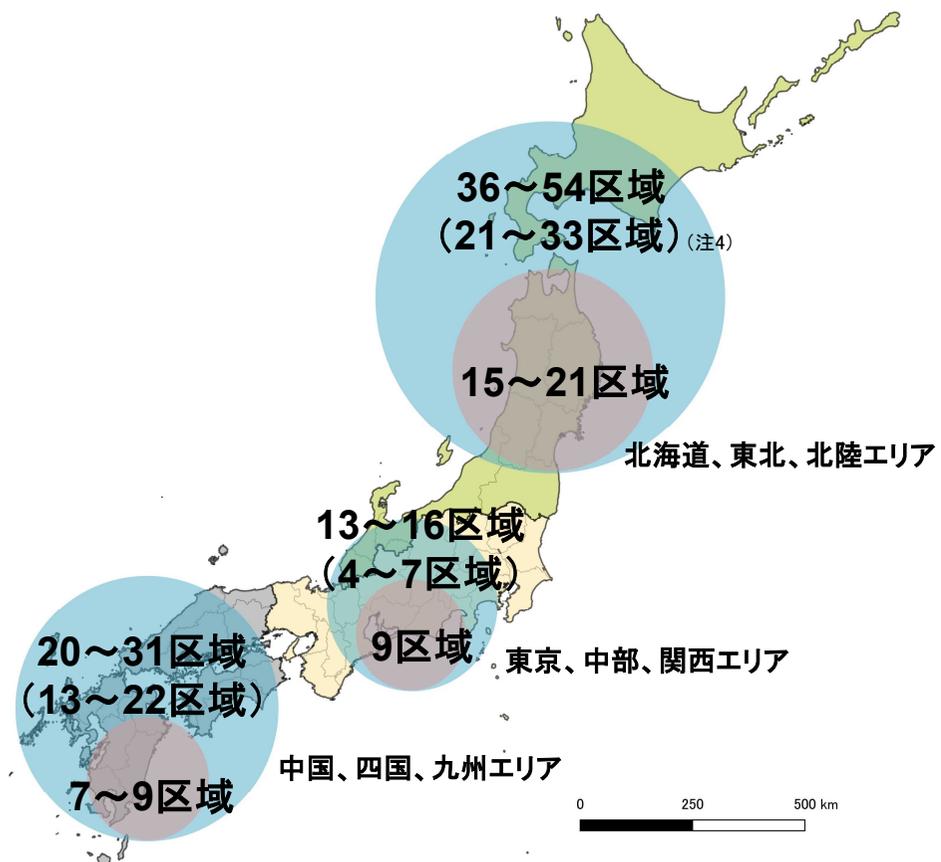
※FIT認定量ベース

(3)地域別導入イメージ※に必要な促進区域数 (case2、case3の場合)

○地域別導入イメージ※を基に設定した促進区域数<sup>(注1)</sup>  
 - case2の場合 -



○地域別導入イメージ※を基に設定した促進区域数<sup>(注3)</sup>  
 - case3の場合 -



(注1) 促進区域数が、地域別導入イメージ※(万kW)を50万kWもしくは100万kWで割った数字となっていないのは、指定済の促進区域・有望な区域の区域数を加味しているため。

(注2) 図中括弧内の数字は、2031~2040年の区域数

(注3) 促進区域数が、地域別導入イメージ※(万kW)を35万kWもしくは50万kWで割った数字となっていないのは、指定済の促進区域・有望な区域の区域数を加味しているため。

(注4) 図中括弧内の数字は、2031~2040年の区域数

各地域・各時点の促進区域数の小さい方の数値は**低位**に対応した**促進区域数**、  
 大きい方の数値は**高位**に対応した**促進区域数**

## (4) 促進区域指定から運営開始までのスケジュール

- 促進区域の指定から運営開始までの期間については、①区域指定の翌年に事業者選定、②その翌年にFIT認定、③環境アセスメント等の実施期間を見込みFIT認定の6年後から3年間基地港湾を利用することを想定する。(基礎や風車の施工期間である2年に加え、資機材の搬入等、事前準備や後片付けの期間を1年見込み、基地港湾の利用期間を3年とする)
- 基地港湾の指定から供用開始までの期間については、現在の港湾整備事業の実施状況を踏まえ、指定の翌年から概ね5年間としている。

促進区域の指定から運営開始までのスケジュール

(年目)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
促進区域指定	○											
事業者選定		○										
FIT認定			○									
基地港湾利用									○	○	○	
運営開始												○

環境アセスメント等

FITによる売電開始(20年)

注: 環境アセスメント等の期間については、手続きの前倒し等により短縮可能。また、初期段階から政府や自治体が関与し、より迅速・効率的に風況等の調査、適時に系統確保等を行う日本版セントラル方式(洋上風力産業ビジョンP6参照)が導入された場合は、その進め方に基づき、スケジュールの見直しを行う。

基地港湾の指定から供用開始までのスケジュール

(年目)

	1	2	3	4	5	6	7
基地港湾指定	●						
基地港湾整備		●	●	●	●	●	
基地港湾供用開始							●

注: 基地港湾整備の期間は、整備の内容等により変わる。

## (5) 基地港湾必要数の算出方法

- 1年のFIT認定される促進区域数を平準化(北海道・東北・北陸エリアにおけるcase3の場合を参考に、3～12年目の10年間に15区域の促進区域をFIT認定する場合は、2区域と1区域を隔年で認定する。)することとし、基地港湾が必要となる時期及び数量を算出する。

### 基地港湾必要数の算出方法

FIT認定の1年前に事業者選定、  
2年前に促進区域指定とする

	(年目)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
促進区域指定	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1					
事業者選定		2	1	2	1	2	1	2	1	2	1				
FIT認定			2	1	2	1	2	1	2	1	2	1			
基地港湾利用の内訳(イメージ)									2	1	2	1	2	1	
										2	1	2	1	2	
											2	1	2	1	
基地港湾必要数										2	3	5	4	5	4

10年間に15区域の促進区域をFIT認定する場合

FIT認定後、6～8年後の3年間、基地港湾を利用する

6～8年前にFIT認定した区域の数が、基地港湾の必要数となる

注: case2の2031年～2040年(発電所規模100万kW/区域)の場合、促進区域1箇所に対し2つの基地港湾を利用するものとして、基地港湾必要数を算出する。

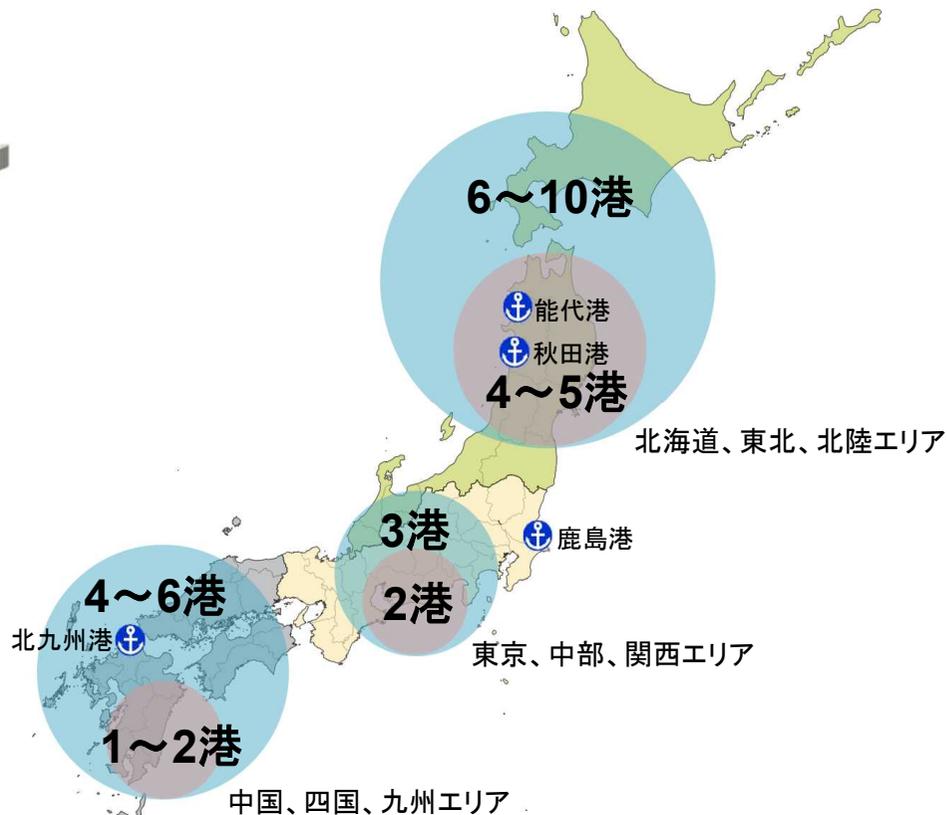
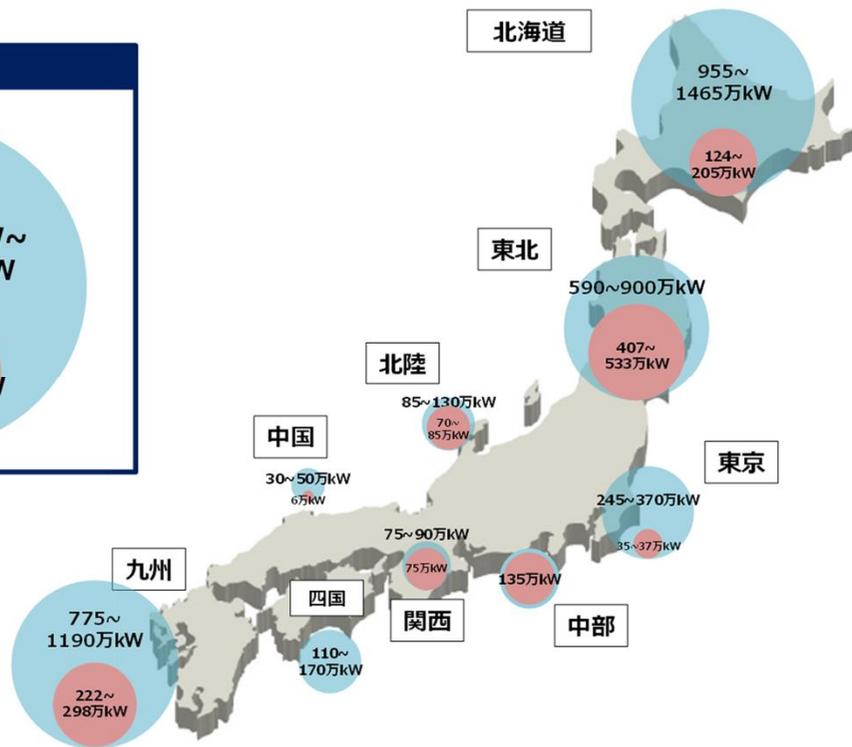
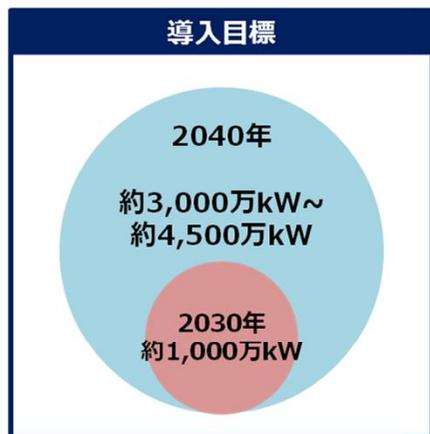
3. 基地港湾の最適配置

(6) 基地港湾の最適配置－地域別の基地港湾の必要数の目安(試算)

- 洋上風力産業ビジョン(第1次)に示された導入目標の達成のために必要となる基地港湾の数の目安を、地域別に試算した結果は下記のとおり。

洋上風力産業ビジョン(第1次)で示された地域別導入イメージ※

地域別の基地港湾の必要数の目安



(出所) 洋上風力産業ビジョン(第1次)を基に作成

※FIT認定量ベース

	2030年目標達成に必要な、 2030年までに新たに供用開始する基地港湾数	2040年目標達成に必要な、 2030年以降更に追加する基地港湾数
北海道、東北、北陸エリア	2～3港程度	2～5港程度
東京、中部、関西エリア	1港程度	1港程度
中国、四国、九州エリア	0～1港程度	3～4港程度

## 3. 基地港湾の最適配置

## (参考)ケース別の試算結果 ― 基地港湾の利用期間を3年とする場合

※前頁枠書きに示した目安は50万kWの洋上風力発電所の建設に対応した基地港湾の規模を前提としたものであり、基地港湾の規模が大きくなれば、必要となる基地港湾数は減少する。詳細については、風車大型化や発電所大規模化の今後の動向を踏まえた検討が必要となる。

※浮体式については、基礎の保管水域を別途用意する必要があるものの、基地港湾に求められる機能、規模は着床式と大きく異なるため、今回試算した基地港湾の必要数に浮体式も含む。

※上記については、22～23頁の基地港湾の利用期間を4年とする場合も考慮した試算についても同様。

①case1: 発電所規模50万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (50万kW/区域)			2031～2040年 (50万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	4	～	5	6	～	10
東京、中部、関西エリア	2	～	2	3	～	3
中国、四国、九州エリア	1	～	1	4	～	6
合計	7	～	8	13	～	19

 ②case2: 2022～2030年の発電所規模50万kW/区域、  
2031～2040年の発電所規模100万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (50万kW/区域)			2031～2040年 (100万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	4	～	5	6	～	10
東京、中部、関西エリア	2	～	2	3	～	3
中国、四国、九州エリア	1	～	1	6	～	6
合計	7	～	8	15	～	19

 ③case3: 2022～2030年の発電所規模35万kW/区域、  
2031～2040年の発電所規模50万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (35万kW/区域)			2031～2040年 (50万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	5	～	5	6	～	10
東京、中部、関西エリア	2	～	2	3	～	3
中国、四国、九州エリア	1	～	2	4	～	6
合計	8	～	9	13	～	19

※各ケース・各地域・各時点の  
左側の数値は低位に対応した基地港湾必要数  
右側の数値は高位に対応した基地港湾必要数

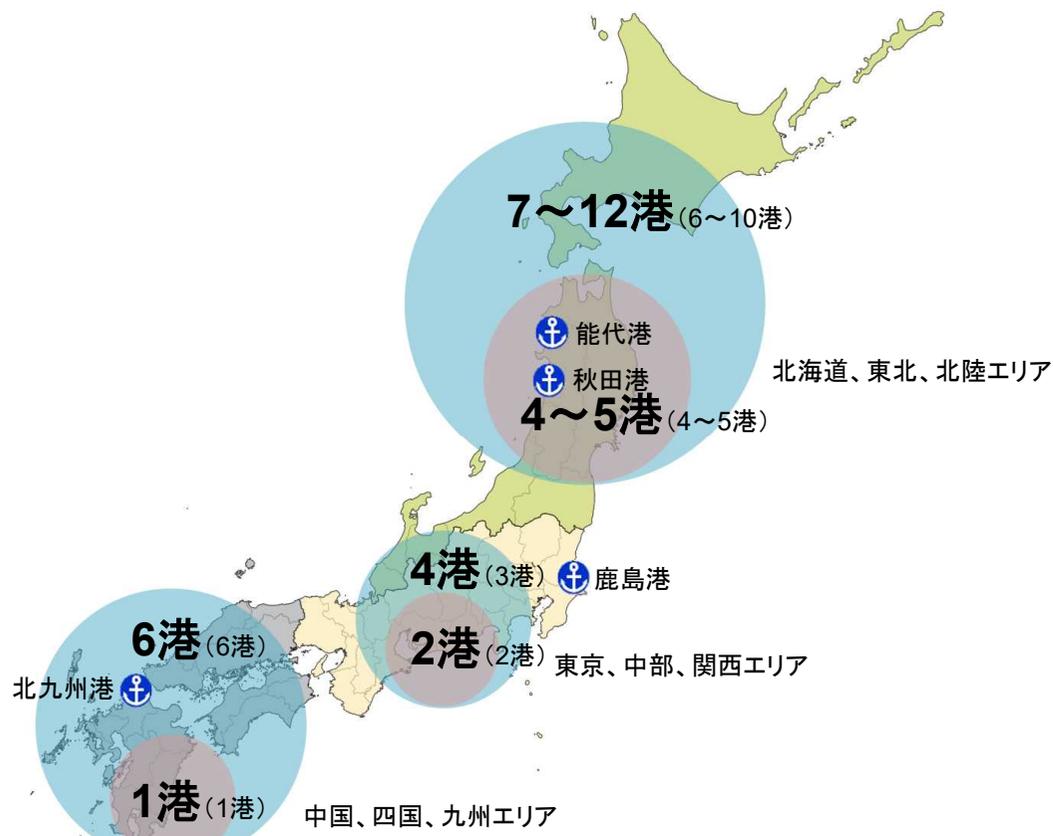
3. 基地港湾の最適配置

(7) 基地港湾の最適配置－地域別の基地港湾の必要数の目安(試算、基地港湾の利用期間を4年とする場合も考慮)

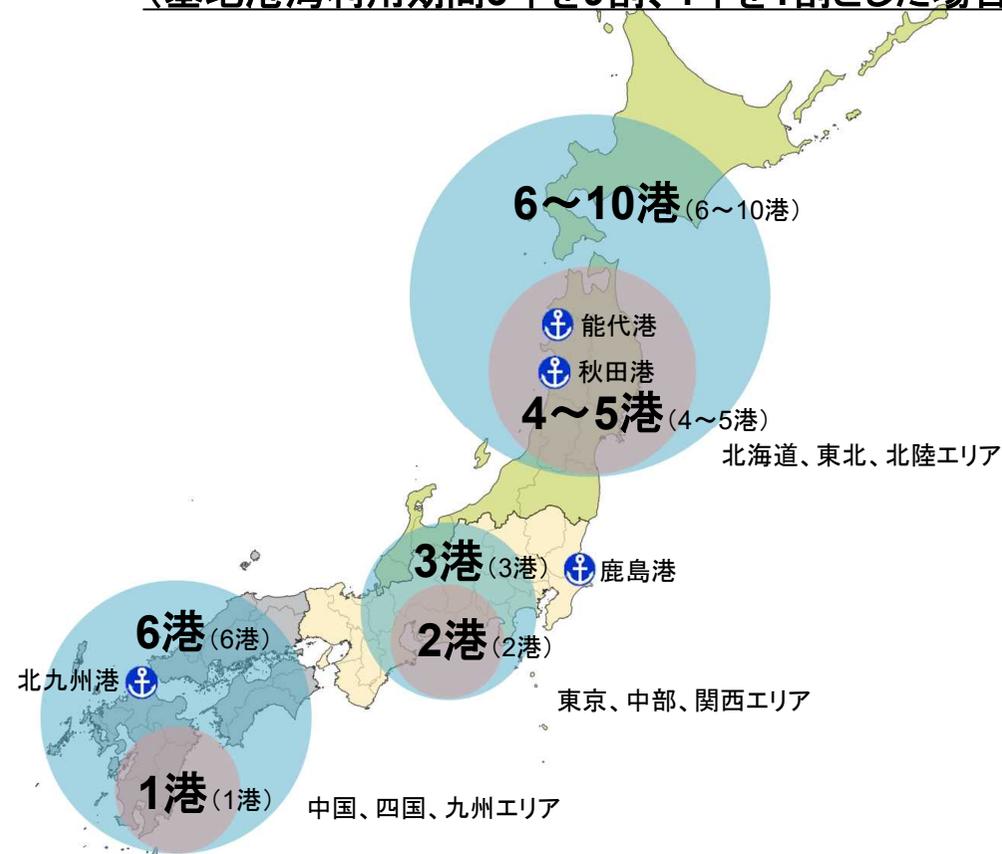
- 北海道、東北、北陸エリア 2030年目標達成には、2030年までに新たに2～3港程度の基地港湾の供用開始が必要。  
2040年目標達成には、上記に加え、更に最大7港程度の基地港湾が必要。
- 東京、中部、関西エリア 2030年目標達成には、2030年までに新たに1港程度の基地港湾の供用開始が必要。  
2040年目標達成には、上記に加え、更に最大2港程度の基地港湾が必要。
- 中国、四国、九州エリア 2030年目標達成には、2030年までに新たに1港程度の基地港湾の供用開始が必要。  
2040年目標達成には、上記に加え、更に最大5港程度の基地港湾が必要。

(注1) 当該目安はcase1～3の全ての検討結果を考慮したもの。

**地域別の基地港湾の必要数の目安**  
(基地港湾利用期間3年を5割、4年を5割とした場合)



**地域別の基地港湾の必要数の目安**  
(基地港湾利用期間3年を9割、4年を1割とした場合)



(注2) 両図はcase2「2022～2030年の発電所規模50万kW/区域、2031～2040年の発電所規模100万kW/区域」を前提に試算した場合の目安。  
基地港湾の利用期間を4年とする場合は、基礎をジャケット式とした場合などを想定している(通常は3年)。  
図中の括弧内の港湾数は、全ての案件において基地港湾の利用期間を3年とした場合の必要数の目安

## 3. 基地港湾の最適配置

## (参考) ケース別の試算結果 ― 基地港湾の利用期間を4年とする場合も考慮

 基地港湾利用期間3年: 5割  
 基地港湾利用期間4年: 5割

①case1: 発電所規模50万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (50万kW/区域)			2031～2040年 (50万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	4	～	5	7	～	11
東京、中部、関西エリア	2	～	2	4	～	4
中国、四国、九州エリア	1	～	1	5	～	7
<b>合計</b>	<b>7</b>	<b>～</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>～</b>	<b>22</b>

 ③case3: 2022～2030年の発電所規模35万kW/区域、  
 2031～2040年の発電所規模50万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (35万kW/区域)			2031～2040年 (50万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	5	～	5	7	～	11
東京、中部、関西エリア	2	～	2	4	～	4
中国、四国、九州エリア	1	～	2	4	～	7
<b>合計</b>	<b>8</b>	<b>～</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>～</b>	<b>22</b>

 ②case2: 2022～2030年の発電所規模50万kW/区域、  
 2031～2040年の発電所規模100万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (50万kW/区域)			2031～2040年 (100万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	4	～	5	7	～	12
東京、中部、関西エリア	2	～	2	4	～	4
中国、四国、九州エリア	1	～	1	6	～	6
<b>合計</b>	<b>7</b>	<b>～</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>～</b>	<b>22</b>

 ※各ケース・各地域・各時点の  
 左側の数値は**低位**に対応した基地港湾必要数  
 右側の数値は**高位**に対応した基地港湾必要数

 ・基地港湾利用期間3年: 9割  
 ・基地港湾利用期間4年: 1割

①case1: 発電所規模50万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (50万kW/区域)			2031～2040年 (50万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	4	～	5	6	～	11
東京、中部、関西エリア	2	～	2	3	～	3
中国、四国、九州エリア	1	～	1	4	～	6
<b>合計</b>	<b>7</b>	<b>～</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>～</b>	<b>20</b>

 ③case3: 2022～2030年の発電所規模35万kW/区域、  
 2031～2040年の発電所規模50万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (35万kW/区域)			2031～2040年 (50万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	5	～	5	6	～	11
東京、中部、関西エリア	2	～	2	3	～	3
中国、四国、九州エリア	1	～	2	4	～	7
<b>合計</b>	<b>8</b>	<b>～</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>～</b>	<b>21</b>

 ②case2: 2022～2030年の発電所規模50万kW/区域、  
 2031～2040年の発電所規模100万kW/区域の場合

エリア名	基地港湾必要数					
	～2030年 (50万kW/区域)			2031～2040年 (100万kW/区域)		
北海道、東北、北陸エリア	4	～	5	6	～	10
東京、中部、関西エリア	2	～	2	3	～	3
中国、四国、九州エリア	1	～	1	6	～	6
<b>合計</b>	<b>7</b>	<b>～</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>～</b>	<b>19</b>

 ※各ケース・各地域・各時点の  
 左側の数値は**低位**に対応した基地港湾必要数  
 右側の数値は**高位**に対応した基地港湾必要数

1. 検討体制
2. 基地港湾を取り巻く状況
3. 基地港湾の最適配置
4. **大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック**
5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

## (1) 指定済みの基地港湾の概要

- 指定済みの基地港湾4港は、岸壁延長180～200m、水深 -10～-12m、岸壁の最大地耐力35t/m<sup>2</sup>、面積 5～8haで整備または供用中である。
- これらの港湾は、拡張可能な周辺用地を有している。

### 指定済みの基地港湾の概要

区分	項目	能代港	秋田港	鹿島港	北九州港
海洋再生可能エネルギー発電設備等の設置及び維持管理の拠点を形成する区域	整備延長・水深	180m -10m	190m -11m	200m -12m	180m -10m
	最大地耐力	35t/m <sup>2</sup>	35t/m <sup>2</sup>	35t/m <sup>2</sup>	35t/m <sup>2</sup>
	面積	8ha	8ha	5ha	8ha
	整備状況	整備中	供用中	整備中	整備中
隣接岸壁、周辺用地 * 利用に当たっては利用する者が施設管理者と協議して確保する岸壁・用地	岸壁延長	260m	260m	280m	170m(計画)
	水深	-13m	-7.5m	-14m	-10m(計画)
	周辺用地	埠頭用地 7ha	埠頭用地 工業用地 10ha	埠頭用地 港湾関連用地等 11ha	工業用地 12ha

#### 4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック

### (2) 指定済みの基地港湾で利用可能な用地と隣接岸壁

- 指定済みの基地港湾は、周辺用地が概ね15～20ha程度(\*)利用できる。
- 隣接岸壁は、資機材の搬入と搬出を平行して行うことにより、年間設置可能数の増や保管エリア面積の減に有効であり、能代港、秋田港、鹿島港には、利用可能な隣接岸壁が存在し、北九州港には隣接岸壁の計画を有している。

(\*)本検討会においては、15～20haの平均値18haを前提に各種検討を実施した。

#### 指定済みの基地港湾における「利用可能な用地」及び「隣接岸壁」

■ : 利用可能な用地

■ : 隣接岸壁

○能代港・事業期間：令和元年度～令和5年度

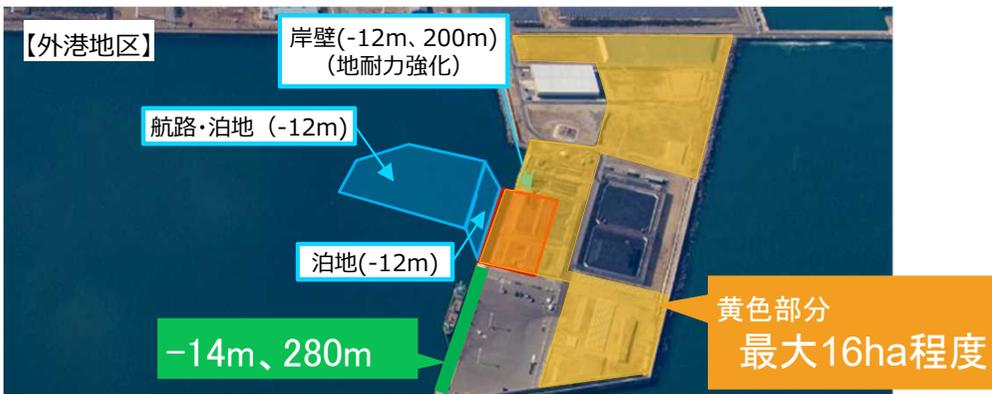


\* 埋立前に設置工事を行う場合は、はまなす展望台南側(図中右側)の工業用地14haも利用可能

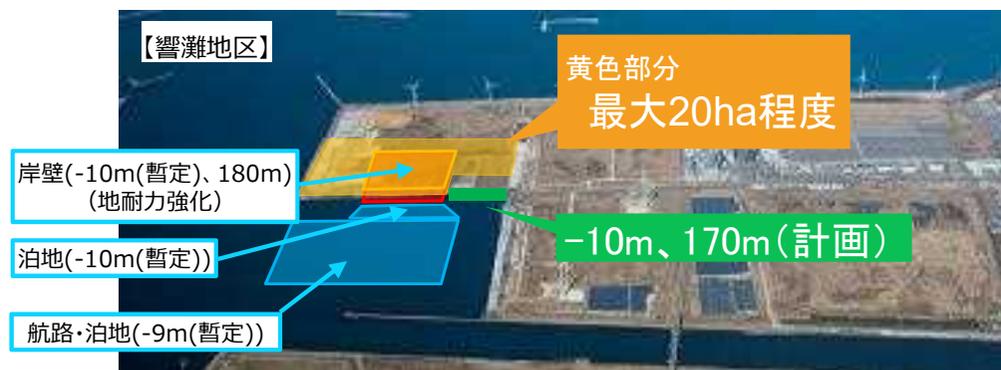
○秋田港・事業期間：令和元年度～令和2年度



○鹿島港・事業期間：令和2年度～令和5年度



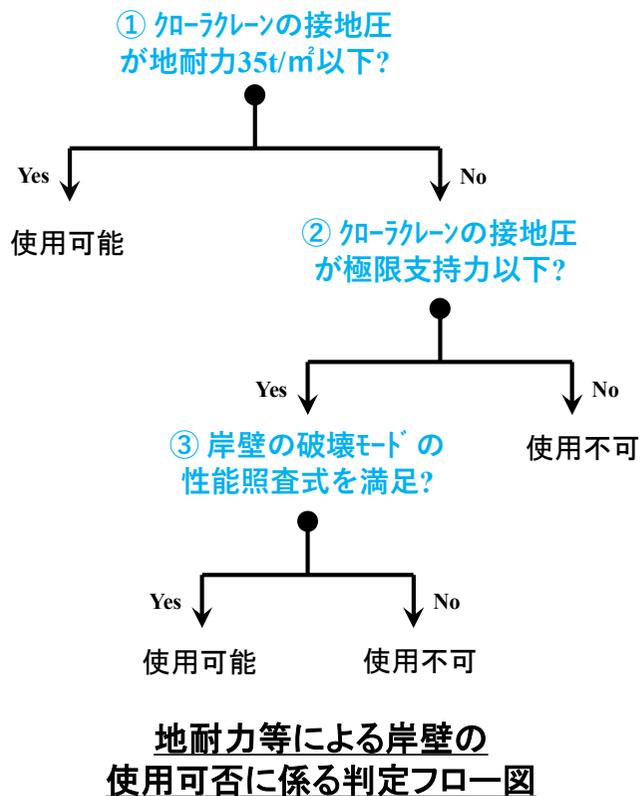
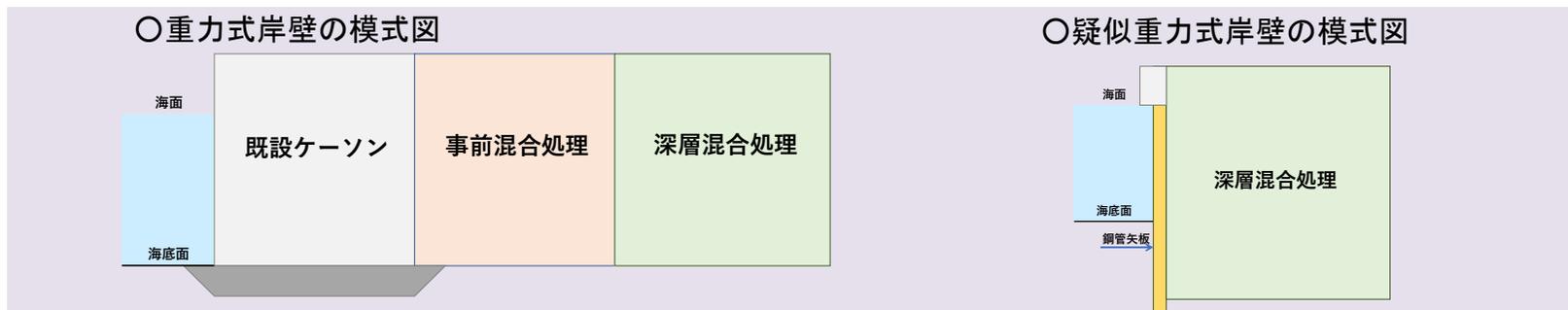
○北九州港・事業期間：令和2年度～令和6年度



### (3)指定済基地港湾の地耐力の評価方法、内容

- 重力式岸壁及び疑似重力式岸壁を想定し、タワーのプレアッセンブリ又は資機材搬入時において岸壁に作用する最大荷重(クローラクレーン接地圧)を計算し、これに対して地耐力や改良体<sup>(\*)</sup>の極限支持力との比較、岸壁の安定の評価により、岸壁の使用可否を判断する

(\*)改良体とは、深層混合処理等の地盤改良により地盤強度を強化された部分をいう(以下同様)。



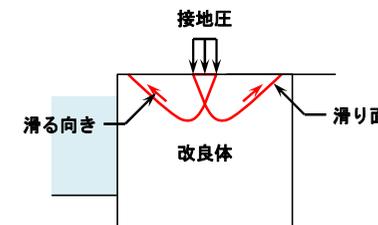
地耐力等からみた基地港湾の使用可否を下記の方法により判断する。

#### ① クローラクレーンの接地圧と地耐力の比較

クローラクレーンの接地圧が地耐力 $35\text{t}/\text{m}^2$ 以下であれば、地耐力の強化なしで岸壁は使用可能。 $35\text{t}/\text{m}^2$ 以上の場合、②を実施。

#### ② クローラクレーンの接地圧と改良体の極限支持力の比較

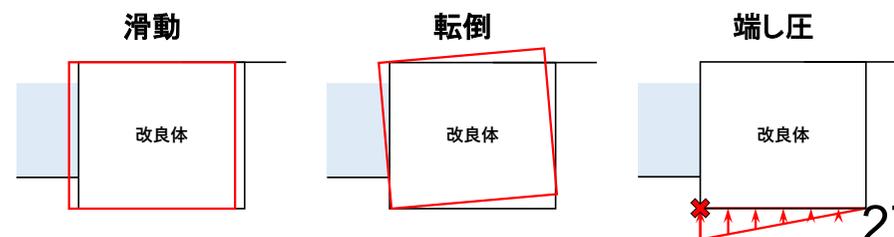
クローラクレーンの接地圧が改良体の極限支持力以下であれば、③を実施。極限支持力以上の場合、使用不可。



#### ③ 岸壁の安定の評価

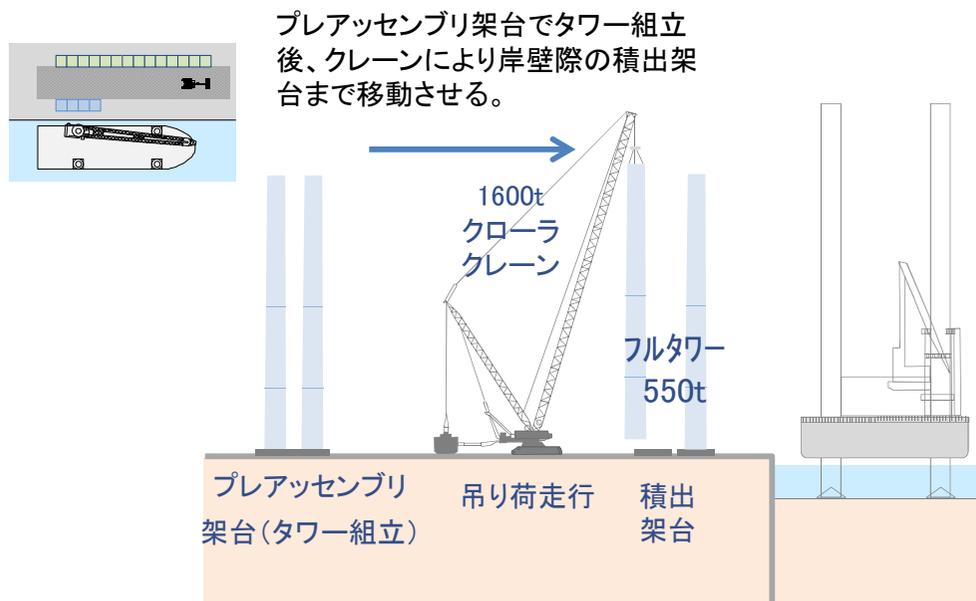
岸壁の各破壊モードに対する性能照査式を満足するか確認し、満たす場合は使用可能。満たさない場合は使用不可。

岸壁の安定の評価対象となる破壊モードの例



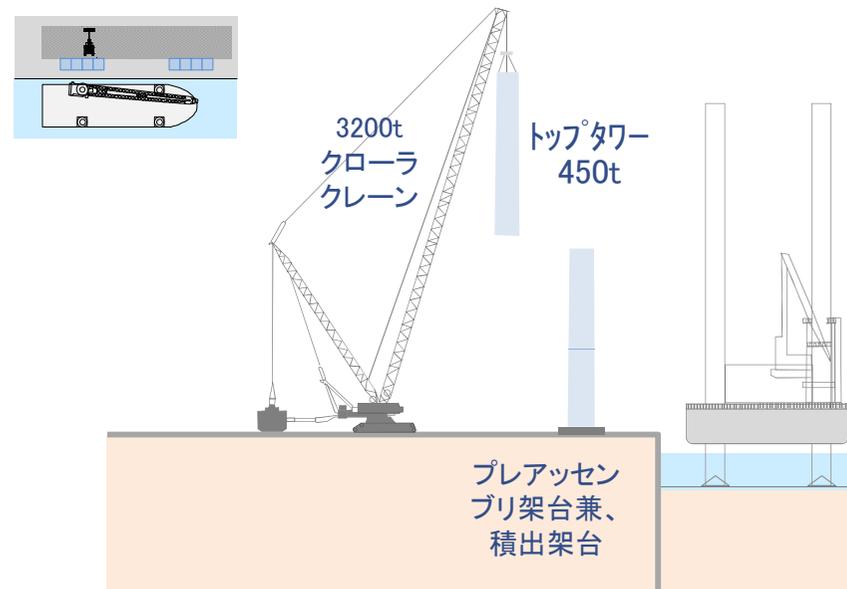
- 10MW機はフルタワーを吊ることができ、プレアッセンブリ(PA)でフルタワーとした後、クレーンで移動することができるため、PA架台と積出架台を分けることができる。15MW機以上では、現時点でフルタワーを吊るクローラークレーンの存在を確認できないことから、フルタワーでの移動ができないため、PA架台と積出架台を兼用或いは近接して架台を配置する必要がある。

### 10MW機のプレアッセンブリ方法



### 15MW機及び20MW機のプレアッセンブリ方法

プレアッセンブリ架台兼積出架台でタワーの組立を行う。

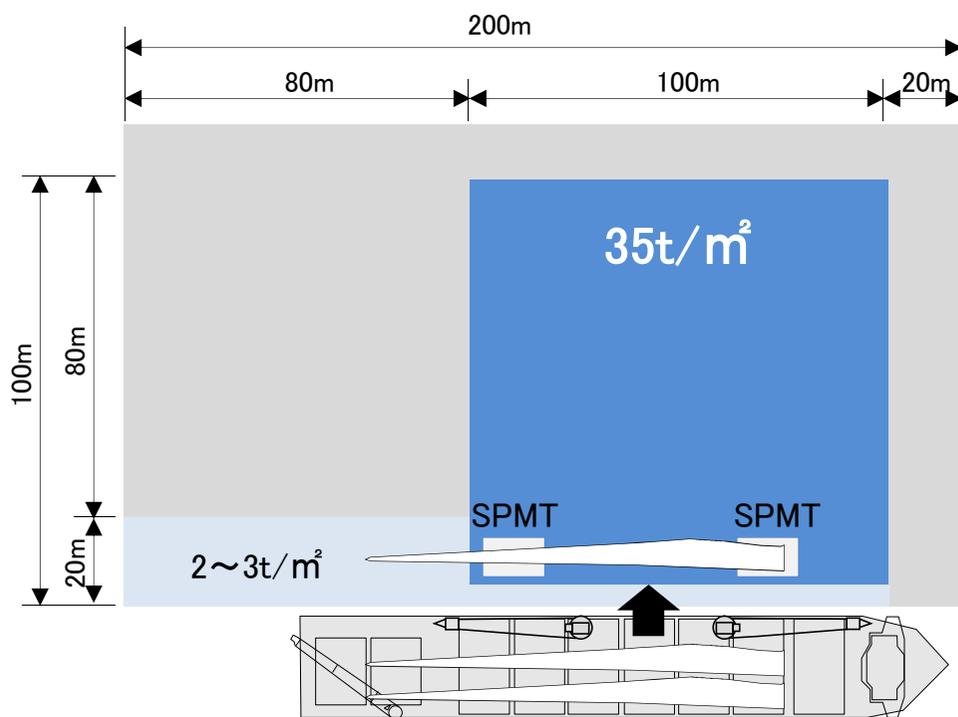


## (4) 指定済基地港湾の面積の評価方法、内容

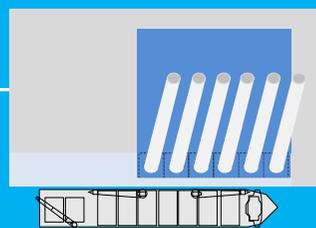
- 指定済みの基地港湾について隣接用地を含めた面積18haを前提に、①基地港湾の岸壁のみを使用した場合の設置可能数、②基地港湾の岸壁に加え、資機材搬入に隣接岸壁も使用した場合の設置可能数を検証した。

\* ①の場合、プレアッセンブリ中の資機材搬入が難しいため、風車設置開始前に資機材を搬入することを想定した。(左下図参照)

### 資機材の搬入方法の想定



基地港湾の1岸壁のみ使用して風車を設置する場合、プレアッセンブリ(PA)中のタワーが岸壁に建つため、重量物船による荷役を実施することは困難



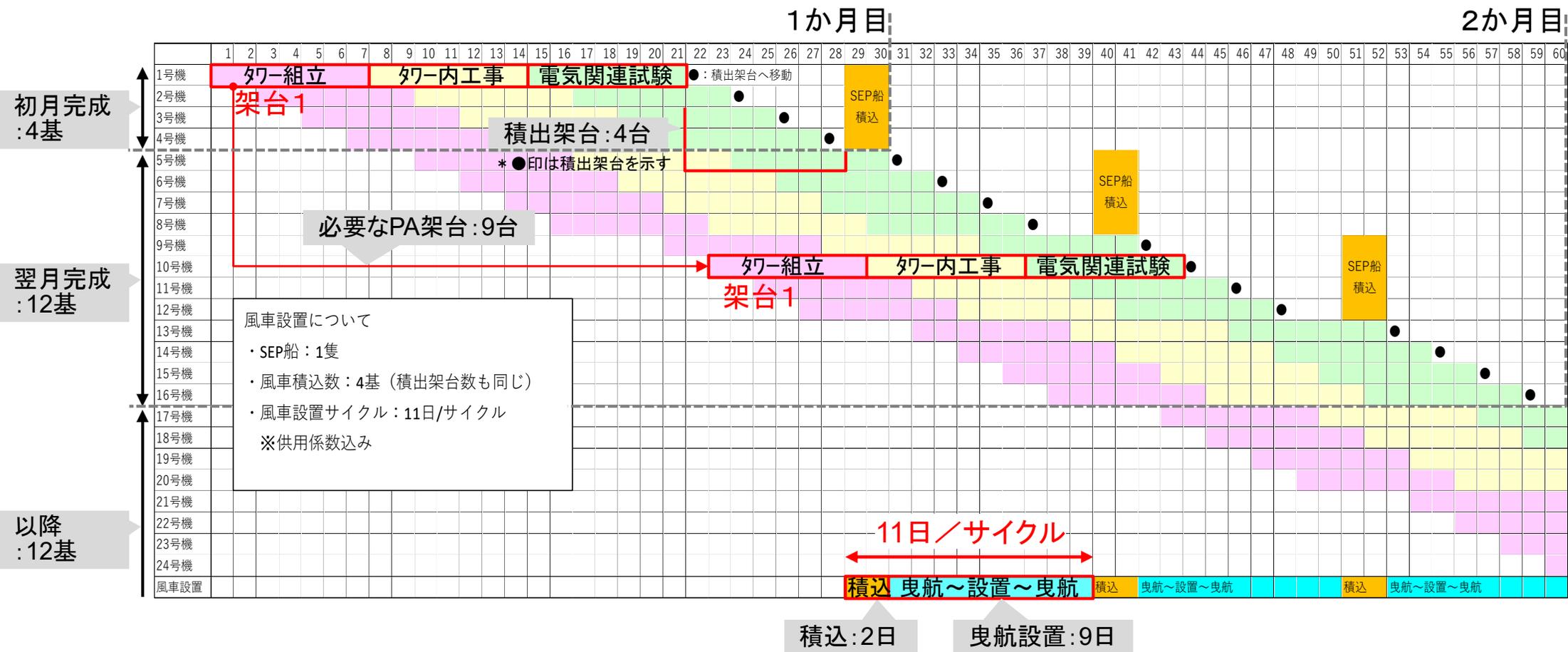
### サイクルタイム等の前提条件

項目	サイクルタイム等の前提条件
プレアッセンブリ(PA)	21日/基(洋上風力発電施工技術研究会資料より)
SEP船への積込基数	基礎3基、風車・タワー4基(1600tSEP船) * 15-20MW機では、基礎3基、風車・タワー3基(2500tSEP船)
モノパイル(MP)打設	1日/基(国内外事例より)
風車・タワー設置	1日/基(海外事例より)
SEP船の速度	自航8kt(≒約15km/h)
基地港湾～サイト間の距離	200km * 自航SEP船の1日圏(概ね400km)を限界とし、その中間となる200kmを想定
積込～設置～帰港のサイクルタイム	11日/回(風車)、9日/回(基礎)
SEP船の供用係数	1.23 * 有義波高1.5mを作業限界とし、ナウファステータより設定(東北日本海側を事例に設定)
資機材の輸送、荷役の原単位	MP : 10基/隻、4日/隻(荷下ろし) TP : 10基/隻、4日/隻( " ) タワー : 5基/隻、4日/隻( " ) ナセル : 5基/隻、2日/隻( " ) ブレード : 5基/隻、4日/隻( " ) * タワー及びブレードは3本/基とする。 * ヒアリング・国内外事例より設定

#### 4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック

### (参考)面積評価の前提となる施工サイクルイメージ

- プレアッセンブリ(PA)のサイクルタイム等をもとに、SEP船への積み込むタイミングを考慮したプレアッセンブリ(PA)の実施や、SEP船の曳航・設置等のスケジュールを下記イメージのように作成し、施工可能期間(横軸)における設置可能数(縦軸)を算出する。



## (5) 指定済基地港湾の評価

### 岸壁の地耐力

- ・大型風車のプレアッセンブリ(PA)時の荷重に対する評価
  - : 10~15MW機 → 砕石等による荷重分散など施工上様々な工夫により可能
  - : 20MW機 → 施工上の工夫に加えて、新たな改良等が必要
- ・資機材搬入時の荷重に対する評価
  - : 本船クレーン利用 → 20MW機までの資機材搬入が可能
  - : 陸上クレーン利用 → 多くの場合、資機材搬入時に岸壁の安定を評価する必要あり

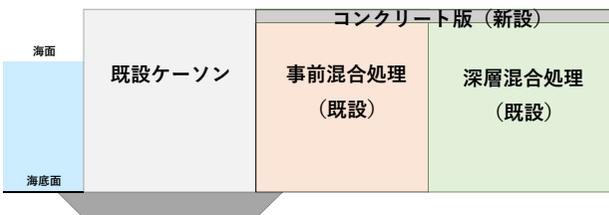
### 洋上風力発電設備の設置可能数

・プレアッセンブリ(PA)等エリアの岸壁(海洋再生可能エネルギー発電設備等取扱埠頭のこと、以下同じ。)のみ利用する場合に比べ、これに加えて隣接岸壁も利用する場合の方が、風車の年間設置可能数が大幅に増加する。

### 地耐力35t/m<sup>2</sup>の基地港湾において大型風車を取り扱う場合に 必要な施工上の工夫や改良方法等(イメージ図)

(工夫、改良方法)

コンクリート版等による荷重分散



事前混合処理:  $qu=400\text{kN/m}^2$

深層混合処理:  $qu=1800\text{kN/m}^2$

※ $qu$  = 一軸圧縮強度。400kN/m<sup>2</sup>は概ね41t/m<sup>2</sup>に相当

(工夫、改良方法)

砕石等による荷重分散



深層混合処理:  $qu=2500\text{kN/m}^2$

※ $qu$  = 一軸圧縮強度。2500kN/m<sup>2</sup>は概ね255t/m<sup>2</sup>に相当

### 基地港湾の面積を 18haとした場合の年間設置可能数

	PA等エリアの岸壁のみを利用した場合	PA等エリアと隣接岸壁を利用した場合
10MW機	22基(22万kW)	60基(60万kW)
15MW機	15基(23万kW)	39基(59万kW)
20MW機	10基(20万kW)	39基(78万kW)

(注) 表中括弧内の数字は、発電機出力×基数により発電所の出力に換算した場合のkW数

設計の観点から、いずれの構造形式の場合も、クレーン接地圧に対する施工上の工夫や改良に加え、構造物の破壊モードに対する性能照査が必要

注) 検討結果は一定の仮定の下で試算した結果であることに留意が必要

## (6)大型風車、大規模発電所に対応するために必要な基地港湾の規模

### 風車大型化

- ・20MW機までの大型風車に対応可能な新たな岸壁の地耐力  
→約200t/m<sup>2</sup>のクレーン荷重に対応できるよう整備する必要あり  
\* 必要な地耐力は、仮に荷重分散を1/4とする場合は50t/m<sup>2</sup>となる。

### 発電所大規模化

- ・50万kW規模の発電所の施工に必要な面積 \* 基礎1年、風車・タワーの1年の合計2年での施工を想定  
: プレアッセンブリ(PA)等エリアの岸壁のみ利用する場合  
→ プレアッセンブリ(PA)等エリア3.5ha + 約24~29ha程度の保管エリアが必要  
: プレアッセンブリ(PA)等エリアの岸壁に加え、隣接岸壁も利用する場合  
→ 隣接岸壁<sup>(注1)</sup>も利用する場合は、保管エリアの面積約9~11ha程度で施工が可能
- ・海外では発電所への風車の設置を効率的(短期間)に実施するため、基地港湾を補完する港湾を利用。

注1) 隣接岸壁は少なくとも10t/m<sup>2</sup>の荷重に対応する必要がある。

### 20MW機風車の取扱いに当たって想定すべき荷重

作業区分別の吊り荷種類		利用クレーン	クレーン・資機材による荷重
プレアッセンブリ	20MW機トップタワー	3200t吊	約156t/m <sup>2</sup>
資機材搬入	20MW機ナセル	3200t吊	約192t/m <sup>2</sup>
	20MW機モハイル	3200t吊 × 2	約192t/m <sup>2</sup>

### 50万kW洋上風力発電所を施工するために必要な保管エリア面積等

	PA等エリアの岸壁のみを利用した場合	PA等エリアと隣接岸壁を利用した場合
10MW機	24.0ha (27.5ha)	10.5ha (14.0ha)
15MW機	28.5ha (32.0ha)	9.0ha (12.5ha)
20MW機	26.1ha (29.6ha)	11.0ha (14.5ha)

(注) 表中括弧内の数字は、プレアッセンブリ等エリア3.5haを加えた場合の面積

### 20MW風車に対応した基地港湾断面(例)



注2) 検討結果は一定の仮定の下において試算した結果であることに留意が必要

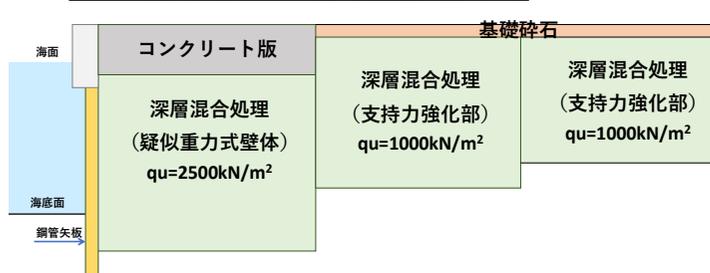
#### 4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック

### (7) 疑似重力式断面の一括整備・段階整備の比較(試算)

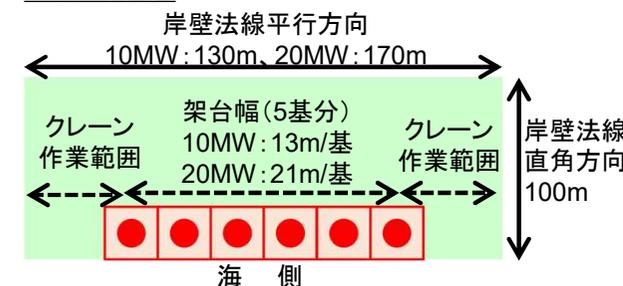
- 10MW機対応の疑似重力式断面をモデルとし、10MW機から20MW機対応の断面に段階的に整備したケース (Case1) と、最初から20MW機対応の断面に整備したケース (Case2) を一定の仮定を置いた上でコスト比較を行った。

- 基本断面は10MW機対応疑似重力式断面とする。
- 岸壁際でプレアッセンブリを行うものとする。
- 架台数は6基とする。
- 岸壁法線直角方向の範囲は、クレーン作業範囲に大きな差がないことから、モデル断面を参考に岸壁法線から100mの範囲とする。
- 岸壁法線平行方向の範囲は、架台の大きさ及びクレーンの作業範囲を考慮し、右図のように設定する。架台幅はタワー径の2倍を想定する。

モデル断面図(10MW機対応疑似重力式)



モデル平面図



	Case0 (現基地港湾: 10MW対応で整備)	Case1 (段階整備: 10MW→20MWの順に整備)	Case2 (一括整備: 最初から20MW対応で整備)
想定断面	<p>10MW風車対応疑似重力式断面</p>	<p>10MW風車対応</p> <p>撤去</p> <p>20MW風車対応</p> <p>コンクリート版設置</p> <p>コンクリート版(新設)</p> <p>※コンクリート版の設置にあたっては、コンクリート版同士が確実に荷重を伝達し、クローラクレーンの接地圧等に対し十分な荷重分散効果を発揮できるように工夫や対策を講じる必要がある。</p>	<p>20MW風車対応</p> <p>※詳細検討の結果、本モデルでは20MW風車対応でも改良体の強度に変更はなかった。</p>
改良延長	<p>岸壁法線平行方向</p> <p>130m</p>	<p>整備部①: 130m</p> <p>整備部②: 40m</p> <p>整備部①</p> <p>130m</p> <p>整備部②</p> <p>20m</p>	<p>岸壁法線平行方向</p> <p>170m</p>
単価*1) (単位延長当り)	22.6 (百万円/m)	整備部①: 25.6 (百万円/m) 整備部②: 24.6 (百万円/m)	24.6 (百万円/m)
概算総工費	50.0億円 (29.4億) <sup>*2)</sup> (1.00) <sup>*3)</sup>	72.9億円 (42.9億 = 33.1億 + 9.8億) <sup>*2)</sup> (1.46) <sup>*3)</sup>	70.9億円 (41.7億) <sup>*2)</sup> (1.42) <sup>*3)</sup>

\*1) 直接工事費の単価 \*2) 工事費 = 直接工事費 × 1.7、()の数値は直接工事費 \*3) 括弧内の数値は、Case0に対する概算総工費の比率を表す。  
\*4) Case1 (段階整備) については、発電事業者が利用しない時期に整備を行うことを想定。 \*5) Case1 及び Case2 とともに改良体の強度は変更しない。

※構造形式や利用方法など様々な仮定を置いて試算したものであり、整備に必要な概算総工費は整備する埠頭の地盤によって当資料と異なることもある。

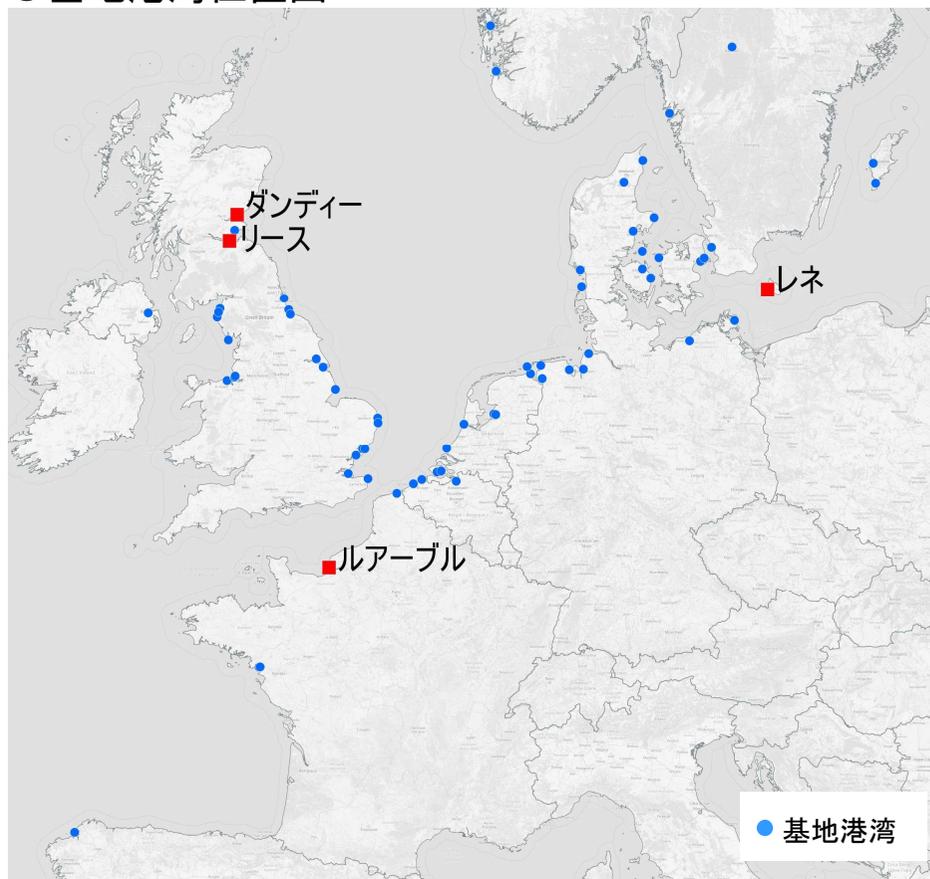
## 4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック (参考) 欧州における近年の基地港湾の事例

- 近年欧州で整備(予定を含む)の基地港湾は、水深9~11m、岸壁延長400~575m(2バース)、岸壁の地耐力(※)は20~35t/m<sup>2</sup>、面積14~20haとなっている。

※地耐力の値については、各種文献、ヒアリング資料に基づく。

### 欧州における近年の基地港湾の整備計画等の事例

#### ○ 基地港湾位置図



(出所) 各種資料より作成

#### ○ 諸元等

国名	港湾名	主な諸元(注2)	備考
デンマーク	レネ港 :2019完成	水深 :11m 延長 :575m 面積 :15ha 地耐力 :20t/m <sup>2</sup>	バルト海の洋上 風力発電の拠点
英国	ダンディー港 :整備中	水深 :9m 延長 :483m 面積 :20ha(最大) 地耐力 :35t/m <sup>2</sup>	投資額£40m * 約62億円(注1)
フランス	ルアーブル港 :整備中	水深 :12m 延長 :400m 面積 :20ha(図上計測) 地耐力 :25t/m <sup>2</sup>	投資額€64.9m * 約88億円(注1) * SGRE社の 工場が隣接
英国	リース港 :2021.5.25 計画発表	水深 :— 延長 :— 面積 :14ha 地耐力 :—t/m <sup>2</sup> (注2)	投資額£40m * 約62億円(注1)

注1 : 135円/€, 155円/£で換算

注2 : ダンディー港とリース港とは、ともにForthPortが経営する港湾であり、ダンディー港と同等の地耐力が想定される。

#### 4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック

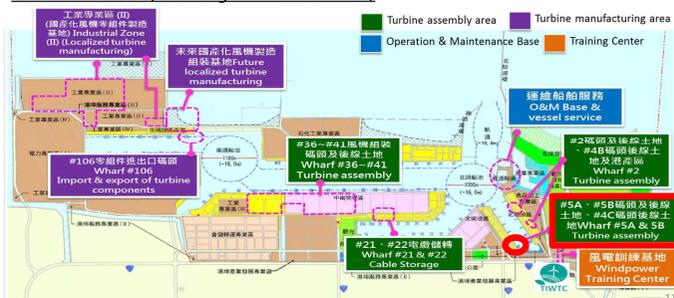
### (参考)台湾の基地港湾(台中港5A、5Bバース)の事例

- 2020年に完成した台湾の基地港湾である台中港5A、5Bバースは、岸壁延長400m、水深-11m、地耐力50t/m<sup>2</sup>で4C岸壁背後の周辺用地も含め17haでの利用が想定されている。

### 台中港の基地港湾5A、5Bバースの事例(2020.2完成)

○5A、5Bバース位置図

臺中港整體規劃圖(Taichung Port Master Plan)

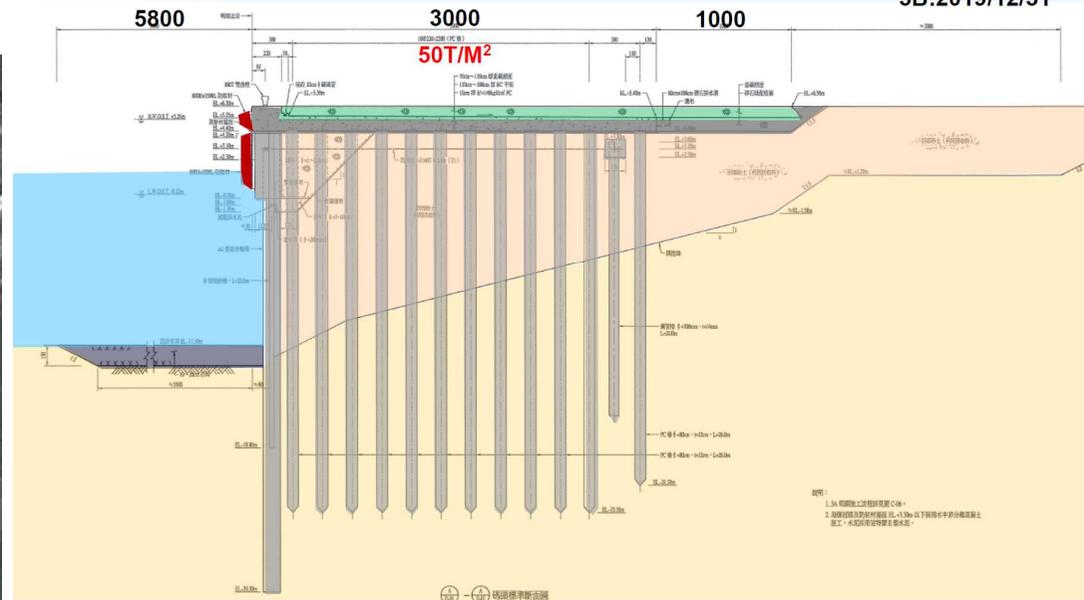


○5A、5Bバース断面

- ・延長 : 400m
- ・水深 : -11m
- ・地耐力 : 50t/m<sup>2</sup>
- ・構造 : 矢板式

➤ Design Drawing of 5A、5B Berth

Completion date:  
5A:2018/12/31  
5B:2019/12/31



○5A、5Bバース利用イメージ

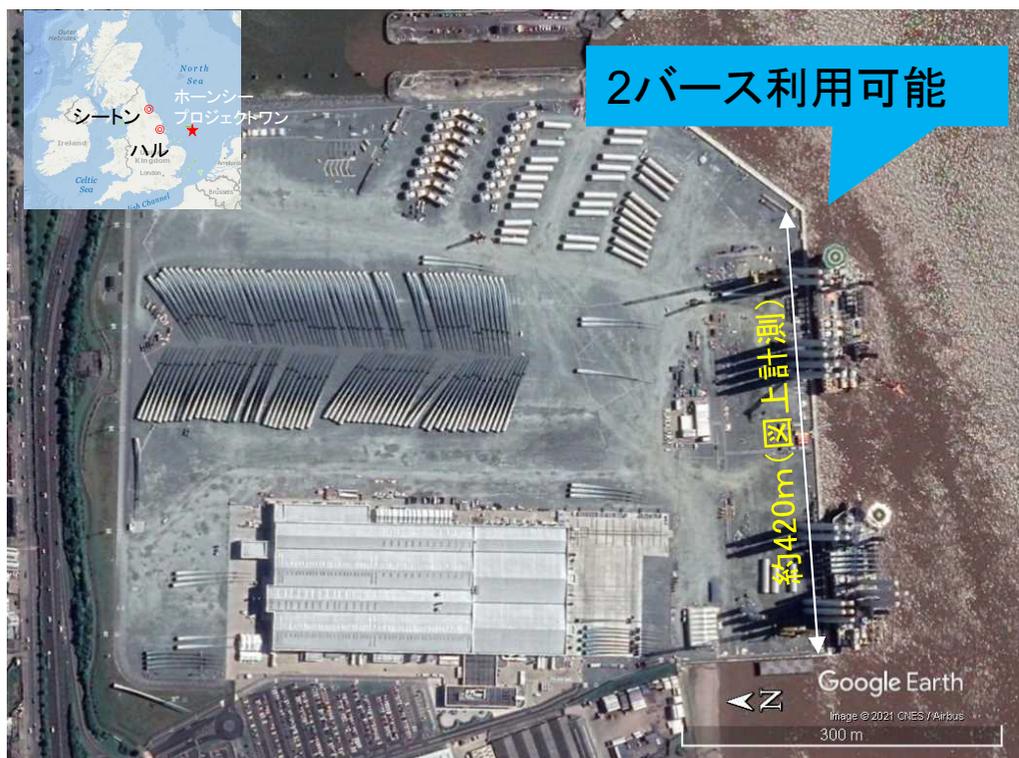


#### 4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック

### (参考) 基地港湾を補完する港湾の活用について① 欧州の例

- 欧州では大規模化等に対応し、ホーンシープロジェクトワンにおいて、ハル港でプレアッセンブリを行い、ハル港を補完する港としてシートン港等で基礎を扱い、施工が進められた事例がある。
- 広大な用地が確保できない場合のため、我が国の基地港湾を補完する港湾の活用について検討する。

ハル港(風車・タワー)(2019/5の衛星写真)



(出所) Google Earth等より作成

シートン港(基礎)(2018/7の衛星写真)



一部基礎はフリッシンゲン港でSAL社重量物船からSEP船へ瀬取り、現場へ向かう運用も実施された。

区分	2016	2017	2018	2019	2020
陸上工事	1月		9月		
基礎工事			1月	4月	
ケーブル工事	9月		6月 ~ Array Cable	6月	
風車工事				2月	9月
稼働				6月	1月

(出所) ホーンシープロジェクトワン ホームページ、4C Offshoreより作成

## (参考)基地港湾を補完する港湾の活用について②求められる地耐力と面積

- 基地港湾を補完する港湾については、50万kwの発電所を施工する場合、面積(資機材搬出入エリア+保管エリア)が概ね11~12ha、地耐力は本船クレーンを使用する場合10t/m<sup>2</sup>、陸上クレーンを利用する場合で20MW機までの洋上風力発電設備の設置をする場合には、約200t/m<sup>2</sup>の荷重に耐えられるよう整備が必要である。

## 基地港湾を補完する港湾(基礎設置のみ対応)で想定される荷重及び面積

	荷重		基数	面積
	運搬船のクレーンを用いて荷役作業を行う (SPMT+資機材)	陸上クレーンを用いて荷役作業を行う (クレーン+資機材)		
10MW機	10t/m <sup>2</sup>	146t/m <sup>2</sup>	50基/年	11.9ha
15MW機	10t/m <sup>2</sup>	176t/m <sup>2</sup>	33基/年	11.9ha
20MW機	10t/m <sup>2</sup>	192t/m <sup>2</sup>	25基/年	11.3ha

\* 面積は、資機材搬出入エリアと保管エリアの合計値。

\* 1岸壁の利用で、部材の搬入は基礎設置開始前に搬入することを想定。

1. 検討体制
2. 基地港湾を取り巻く状況
3. 基地港湾の最適配置
4. 大型化・大規模化に対応した基地港湾の最適なスペック
5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

## 5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

### (1) 浮体基礎の重量とサイズ

- 浮体式洋上風力発電設備の浮体基礎は、着床式のモノパイル基礎に比べ、2～10倍程度の重量があり、サイズも大きい。

#### 10MW機浮体基礎の推定サイズ(近年設置された浮体基礎等データを基に推定)

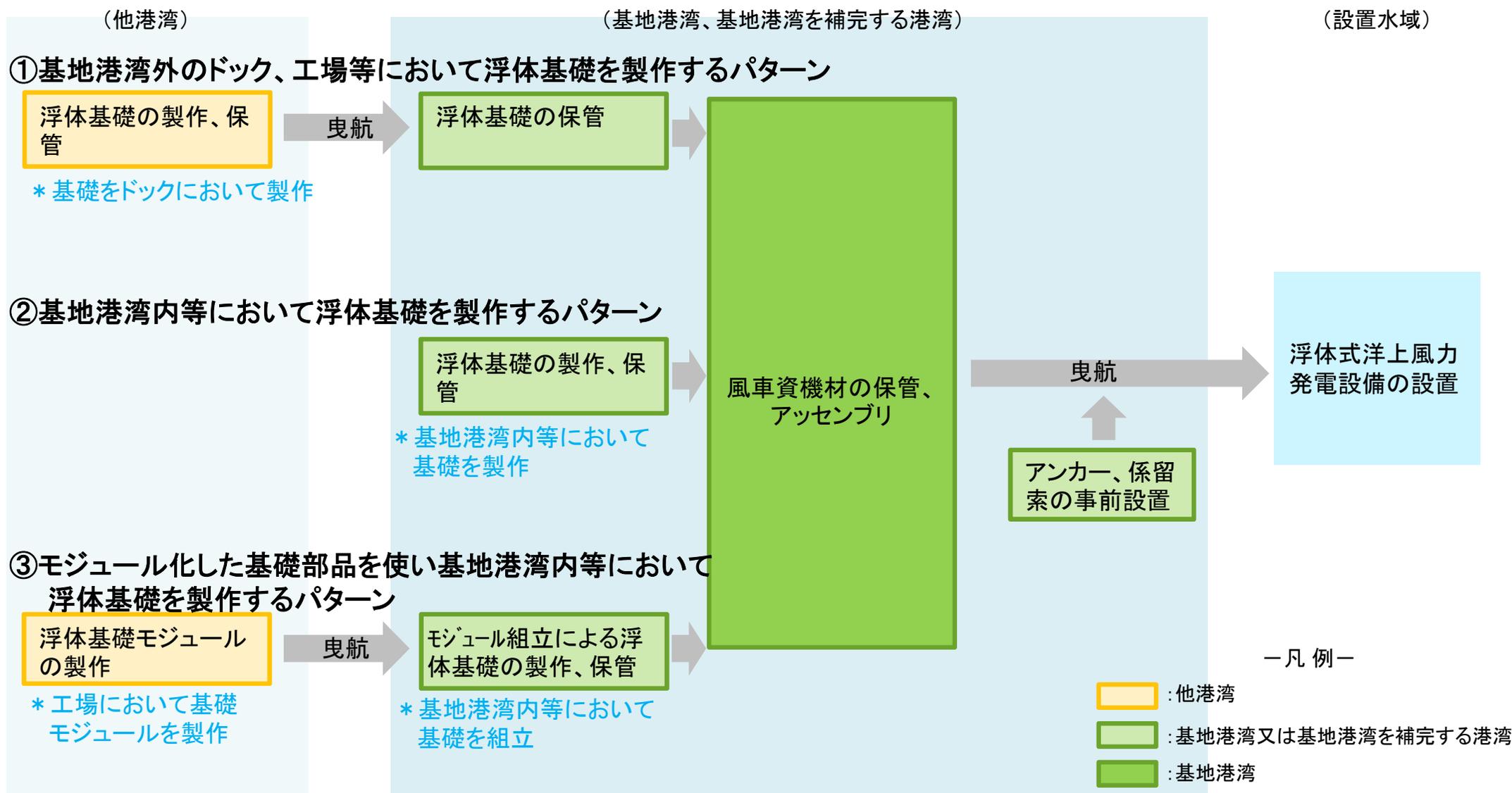
	セミサブ(鋼製)	バージ(コンクリート製)	スパー(コンクリート製)	(参考)モノパイル
形状				
側面図	<p>約30m 高さ 約70m 喫水 約17~18m</p>	<p>高さ 約10~17m 約50m未満</p>	<p>高さ 108m 重量 約9000t 喫水 ~90m 18.3m</p>	<p>重量 約900t ± 300 長さ 70m 7.5m</p>
平面図	<p>重量 約2500~3000t</p>	<p>重量 約10000t</p>	<p>重量 約9000t</p>	<p>重量 約900t ± 300</p>
参考資料	<p>キンカーディンを想定 ウインドフロートアトランティック、キンカーディンの各種資料より推定</p>	<p>BW IDEOL社資料</p>	<p>ハイウインド タンペンを想定 Offshore vind - Konstruksjonsutfordringer med flytende vind - Hywind等より作成</p>	<p>第二回検討会資料より作成</p>

注:モノパイルは、地盤条件、地震動等の条件によりサイズが大きく変動する。

## (2) セミサブ、バージ基礎等の場合の施工パターンと港湾の役割

- 欧州における浮体式の施工事例等から、下記の3つの施工パターンが想定される。

### セミサブ、バージ基礎等の浮体式洋上風力発電所の施工プロセスと港湾の役割



## 5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

### (3) セミサブ、バージ基礎等の施工サイクル、流れ(検討の前提条件)

- セミサブ、バージ基礎等の浮体式洋上風力発電について、2年間で50万kW規模(年間10MW機×24基設置)の施工手順を下記の通り想定した。

### 想定した浮体式洋上風力発電の施工手順

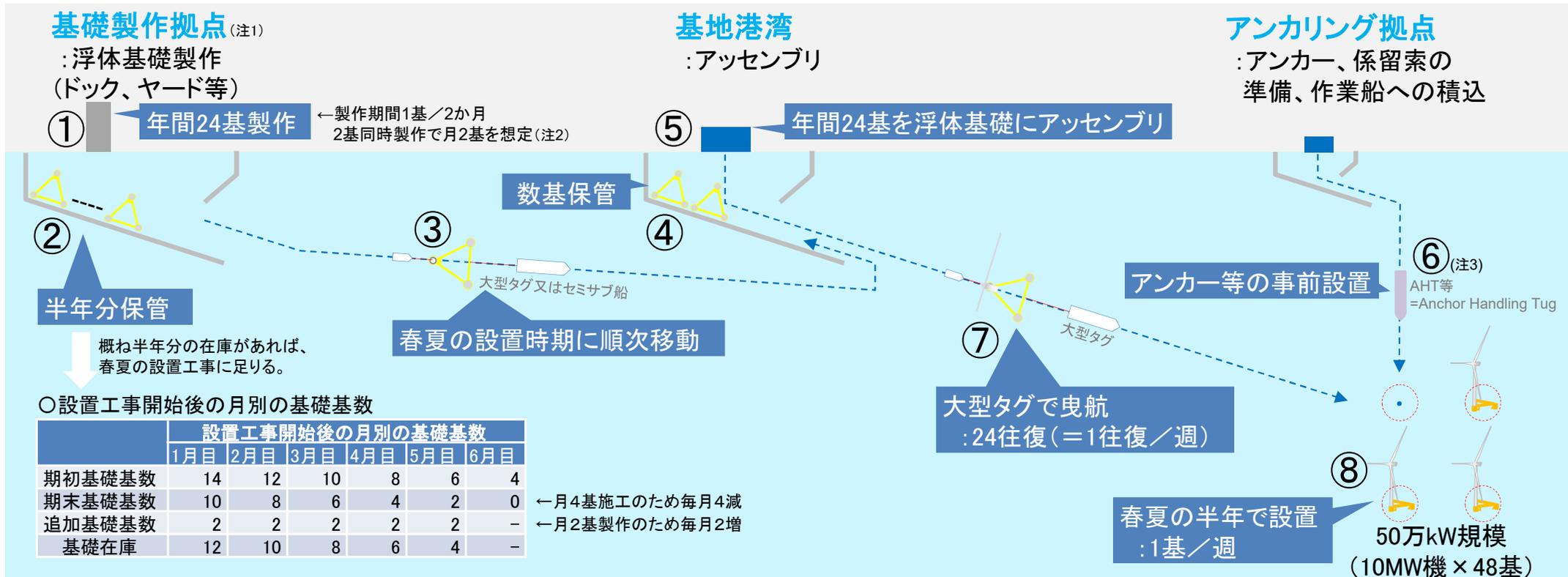
#### ○基礎製作と設置工事のサイクル

時期	1年目		2年目	
	秋冬	春夏	秋冬	春夏
作業内容	基礎製作	基礎製作+設置	基礎製作	基礎製作+設置
基礎製作基数	12基	12基	12基	12基
設置基数	—	24基	—	24基

2年で50万kW規模の発電所の施工を想定  
: 10MW機×48基\*

\* 10MW機×48基で概ね50万kWと想定。

#### ○浮体式洋上風力発電設備の設置の施工手順



(注1) 基礎製作拠点については、前頁で提示した通り、1. ドック、2. 基地港湾内のヤード、3. 工場+港湾ヤードの3パターンが、現時点では想定される。

(注2) モジュール化の程度等により4か月~2週間程度と幅が想定される。

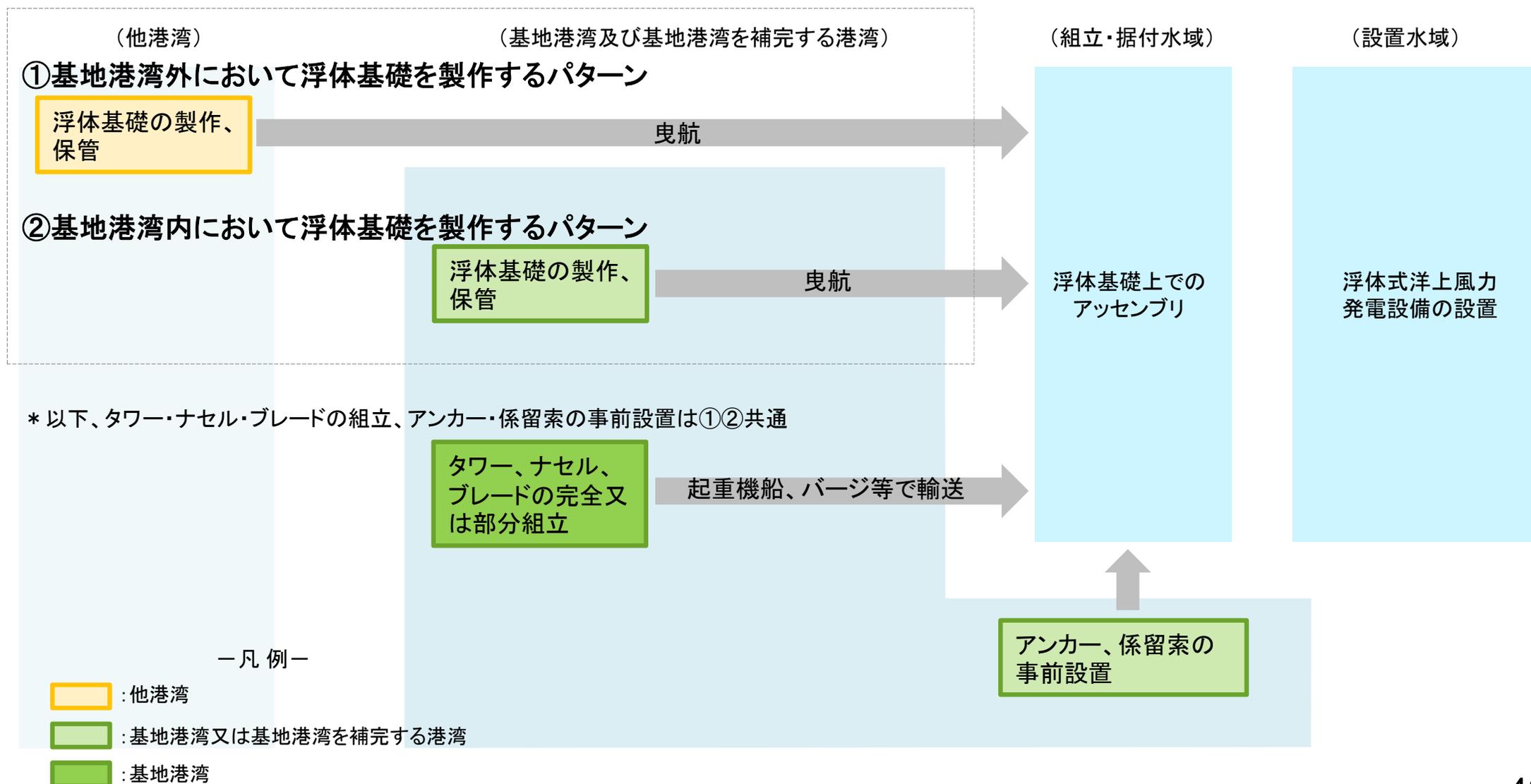
(注3) アンカー、係留索は、浮体基礎の設置工事の前に、一定数量をまとめて設置。

5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

(4) スーパー基礎の場合の施工パターンと港湾の役割

- 欧州、国内の施工事例等から、下記の施工パターンが想定される(浮体基礎の製作場所は2パターンあり)。

スーパー基礎の浮体式洋上風力発電所の施工プロセスと港湾の役割



## 5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

### (5) スーパー基礎の場合の施工サイクル、流れ等(検討の前提条件)

- スーパー基礎の浮体式洋上風力発電について、2年間で50万kW規模(年間10MW機×24基設置)の施工手順を下記の通り想定した。

#### 想定した浮体式洋上風力発電の施工手順

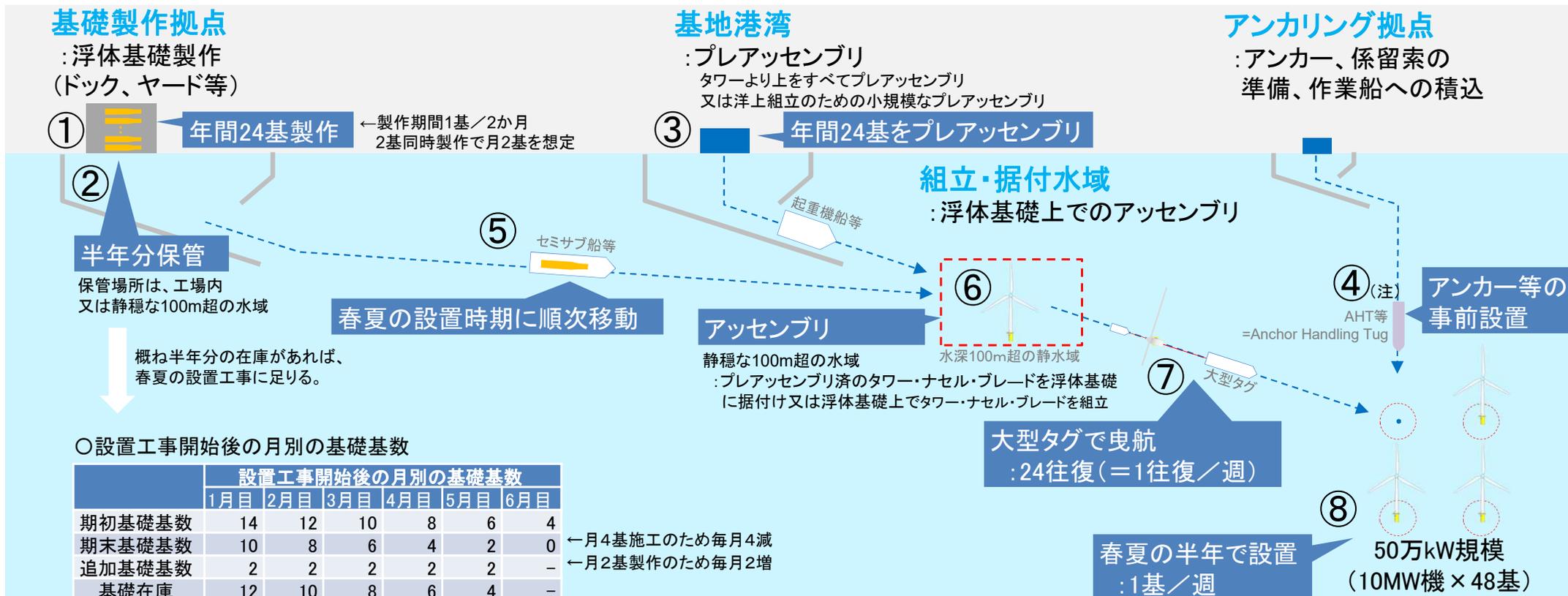
##### ○基礎製作と設置工事のサイクル

時期	1年目		2年目	
	秋冬	春夏	秋冬	春夏
作業内容	基礎製作	基礎製作+設置	基礎製作	基礎製作+設置
基礎製作基数	12基	12基	12基	12基
設置基数	—	24基	—	24基

2年で50万kW規模の発電所の施工を想定  
: 10MW機×48基\*

\* 10MW機×48基で概ね50万kWと想定。

##### ○浮体式洋上風力発電設備の設置の施工手順



(注) アンカー、係留索は、浮体基礎の設置工事の前に、一定数量をまとめて設置。

## 5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

### (6)国内において浮体式を施工する場合に想定される課題

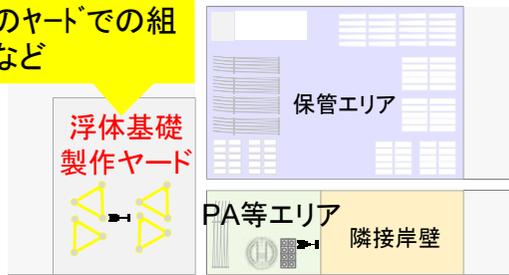
- 施工方法が模索段階にあるプレコマercialの現時点では、課題も変化、解消する可能性もあるが、施工・机上検討事例から港湾機能に関連して下記の課題が想定される。

#### 指定済の基地港湾において浮体式を施工する場合の課題(まとめ)

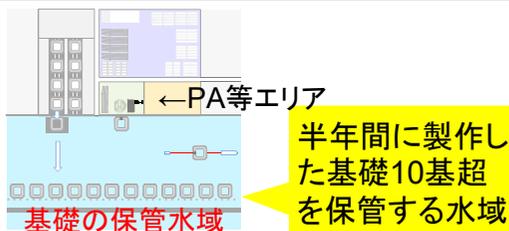
##### 課題①: 基地港湾内に基礎の製作ヤードが必要

- ・基地港湾又は基地港湾を補完する港湾のヤードでの基礎の製造が模索されている。

モジュール化した基礎のヤードでの組立など

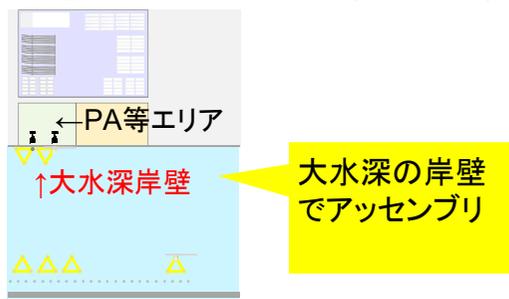


##### 課題②: 基礎の保管水域の確保が必要



##### 課題③: 大水深の岸壁が必要

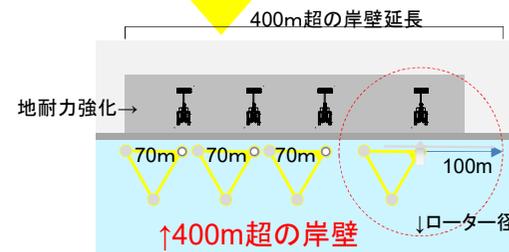
- ・現状のセミサブ、スパーは大水深の岸壁で施工が行われている。



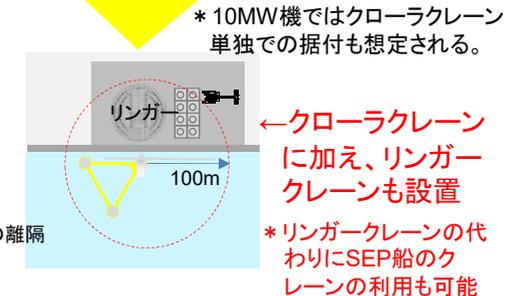
##### 課題④: 大量施工時のアッセンブリ方法が未確定

- ・基礎を横一列に並べその上でアッセンブリする場合
- ・ヤードでプレアッセンブリ後に据付ける場合

4基/月を前面泊地で組立、据付け



リンガークレーンとクローラクレーンの2台を使用する可能性



##### 課題⑤: その他

- ・浮体式においても風車は大型化しており、着床式同様、地耐力の向上が必要となる。
- ・完成した浮体の曳航は、天候の変化しない短時間での実施が必要。
  - ・長距離曳航の場合は、一時的な保管が可能な港湾の検討も必要となる。
- ・アンカー、係留索の事前準備を行うアンカリングの拠点が必要
  - ・タグボートの拠点で、サイトに近い方が効率的。水深は-7.5m程度。必要なヤード面積は係留索の種類(スチール、合成繊維)によって異なる。

(出所)写真は、Stiesdal社HP (<https://www.stiesdal.com/offshore-technologies/the-tetraspar-full-scale-demonstration-project/>)、Floating Wind Joint Industry Project Phase I Summary Report (CARBON TRUST)、Principle Power社 (<https://www.youtube.com/watch?v=AdmCW8rpBgs>)

## 5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

### (7) 施工上の課題に関する対応動向① 海外事例

- 浮体式洋上風力発電設備の施工に係る課題解決に向けて、各種技術開発等が実際の港湾施設をもとに検討され、シミュレーション等により進められている。

#### 港湾に関連した浮体式洋上風力発電の技術開発等の例

- フィヨルドでの基礎製造

: 大水深フィヨルドでのスリップフォーム工法による製造



- 港湾ヤードでの基礎製造、アッセンブリ

: 港湾ヤードでのバース基礎の製造 (PC、スリップフォーム)、アッセンブリ



- 基礎の保管水域 (Nigg港)

: 港湾ヤードでの基礎生産、生産した基礎の保管水域



- フィヨルド港湾でのアッセンブリ

: 大水深のフィヨルド港湾を活用したアッセンブリ



- 港湾ヤードでの基礎製造

: 欧州のドック不足に対応したヤードでの基礎製造



- 基礎のモジュール化

: モジュール化した基礎部品の基地港湾内等での組立 (輸送効率化、短期組立)



- アンカー等の事前設置

: AHTによるアンカー、係留索の事前設置



- 保管水域 (Gulen港)

: 浮体基礎に据付け完了した浮体の一時保管のための水域



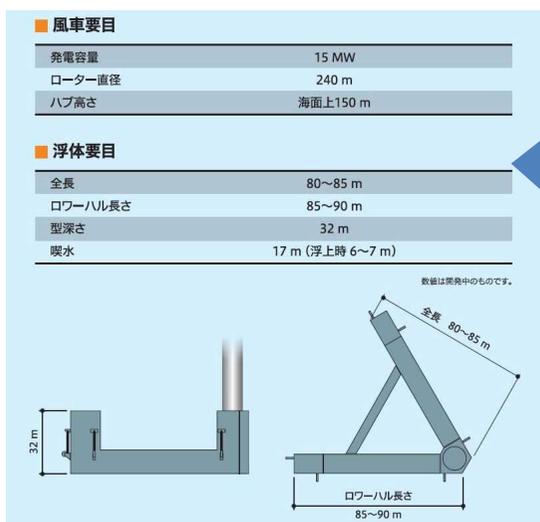
(出所) 写真はEquinor社HP (<https://www.equinor.com/en/what-we-do/hywind-tampen.html>)、BW IDEOL社HP (<https://bw-group.com/our-businesses/bw-ideal/>)、Floating Wind Joint Industry Project Phase I Summary Report (CARBON TRUST)、Navantia社youtube ([https://www.youtube.com/watch?v=bekqd3z\\_tws](https://www.youtube.com/watch?v=bekqd3z_tws))、Stiesdal社HP (<https://www.stiesdal.com/offshore-technologies/the-tetraspar-full-scale-demonstration-project/>)、VRYHOF社・BOURBON SUBSEA SERVICES社・Principle Power社・edp社・REPSOL社・ENGIE社youtube ([https://www.youtube.com/watch?v=0wCyVTg\\_eA](https://www.youtube.com/watch?v=0wCyVTg_eA))、Offshore vind - Konstruksjonsutfordringer med flytende vind - Hywind (Equinor)

## 5. 浮体式に対応した基地港湾の最適なスペック

### (7) 施工上の課題に関する対応動向②国内事例

- 国内メーカーにより浅喫水タイプのセミサブ基礎の開発も進められている。

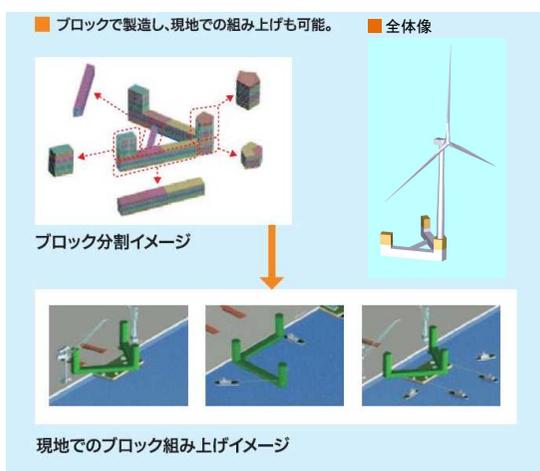
#### 三菱造船(株)において開発中のセミサブ



(特徴)

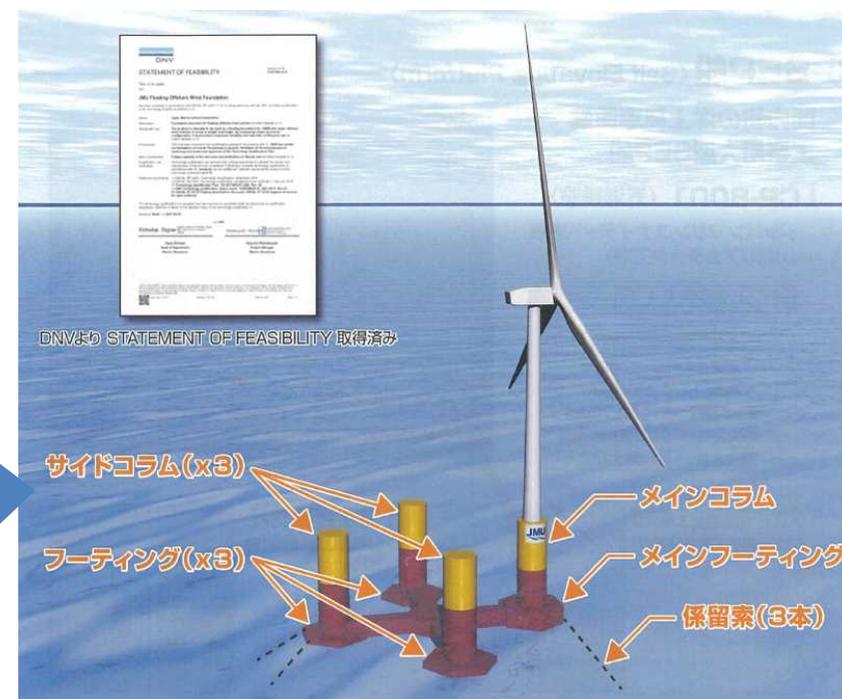
- ・対応風車 : 15MW機対応
- ・浮体幅 : 85~90m
- ・喫水 : 設置時17m  
: 浮上時喫水6~7m  
\* 浮上時の喫水は6~7mで、アセンブリを基地港湾で可能
- ・製作 : ドック生産又はブロックで製作し、現地組み上げも可能

#### ジャパン マリンユナイテッド(株)において開発中のセミサブ



(特徴)

- ・対応風車 : 12MW機対応
- ・浮体幅 : 80m
- ・喫水 : 基礎の喫水は浅く、アセンブリを基地港湾で可能
- ・製作 : ドック生産又はブロックで製作し、現地組み上げも可能



## (8) 浮体式洋上風力発電所の基地港湾に求められる機能、規模

- 浮体式洋上風力発電設備の設置には、アッセンブリ機能に加え、基礎製作機能、水域での基礎保管機能、アンカリング準備機能が必要と考えられる。
- 想定される課題や機能に対応するには、現時点では下記の規模が必要と想定される。将来、技術開発等による課題の変化については、新たな課題を踏まえた検討・整備が必要となる。

### 浮体式洋上風力発電所の基地港湾に求められる機能、規模<sup>(注)</sup>

必要機能	規模	備考
アッセンブリ	・岸 壁:延長200～400m、水深10m以上	スパー基礎の場合で、プレアッセンブリをすべて岸壁で行う場合は、4基分1km程度の水際線が必要となる。(ハイウインドスコットランドの例)
	・面 積:10～20ha程度	保管エリア・PA等エリアを想定。
	・地耐力:最大荷重200t/m <sup>2</sup> に対応した地耐力	着床式の基地港湾に同じ。最大荷重200t/m <sup>2</sup> に対応した地耐力は、仮に荷重分散を1/4とする場合は50t/m <sup>2</sup> となる。
基礎製作	・岸 壁:延長200m、水深-7.5m	セミサブ船の係留。国内既存セミサブ船を想定。
	・面 積:10～20ha程度	ドックを併設する基礎製作工場、コンクリートバージの製作ヤード、モジュール化した基礎部品の組立ヤードを想定。
	・地耐力:15～20t/m <sup>2</sup> 程度	クローラクレーンによる基礎部材の吊り作業を想定。
基礎保管	・面 積:水域10ha程度 * 浮体の組立・据付け岸壁と同程度の水深、静穏度が必要	半年分12基程度の保管水域を想定。
アンカリング準備	・岸 壁:延長200m、水深-7.5m	アンカーハンドリングタグの係留を想定。
	・地耐力:一般の埠頭と同程度	係留索、アンカーのハンドリングを想定。
	・面 積:1ha程度以上	係留索、アンカーの作業保管スペースを想定。保管数量により増加。

(注)15～20MW機では、10MW機に比べ幅、喫水が大きくなることが想定され、技術開発動向を踏まえ、適宜検討を行うものとする。