

浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオおよび 海上施工に関する調査・研究方針について

令和6年12月17日

浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する
官民WG事務局

1. 官民WGの背景

2. アンケート結果

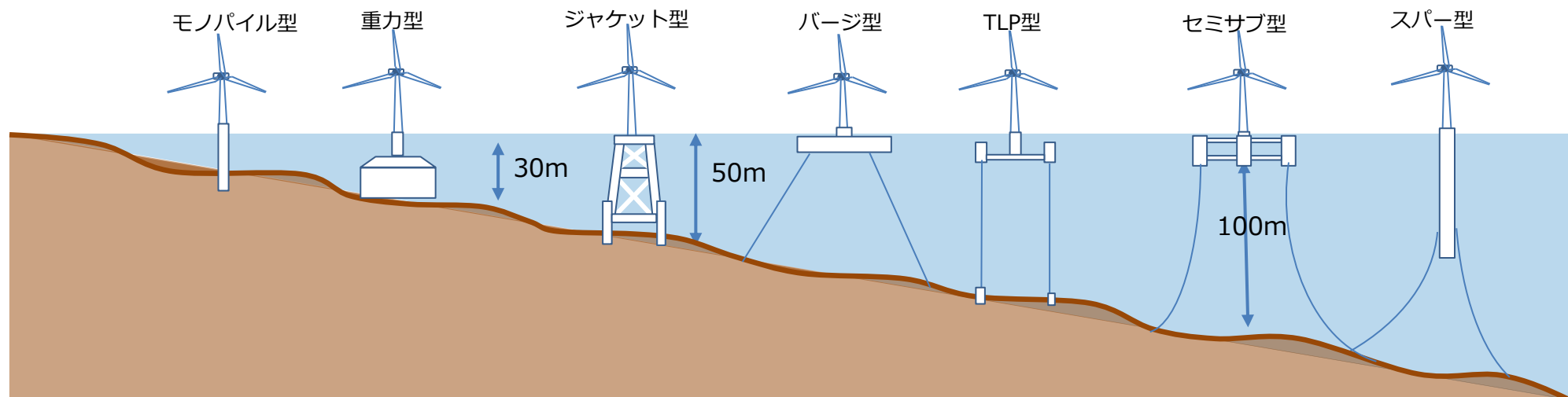
3. 浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオ

4. 浮体式洋上風力発電の海上施工に関する 調査・研究

5. 今後の進め方

国土交通省





	着床式			浮体式			
	モノパイル型	重力型	ジャケット型	バージ型	TLP型	セミサブ型	スパー型
長所	・施工が低コスト ・海底の整備が原則不要	・保守点検作業が少ない	・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 ・設置時の施工が容易	・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
短所	・地盤の厚みが必要 ・設置時に汚濁が発生	・海底整備が必要 ・施工難易度が高い	・構造が複雑で高コスト	・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

※領海内の促進区域では、着床式の導入が進んできた（9/10）

※我が国EEZでは浮体式の導入が見込まれる

- 長崎県五島市福江島にて「はえんかぜ」が運転中。
- 欧州を中心に8～9MW級の浮体式洋上風力が稼働済み。

我が国の主な運転中の浮体式洋上風力

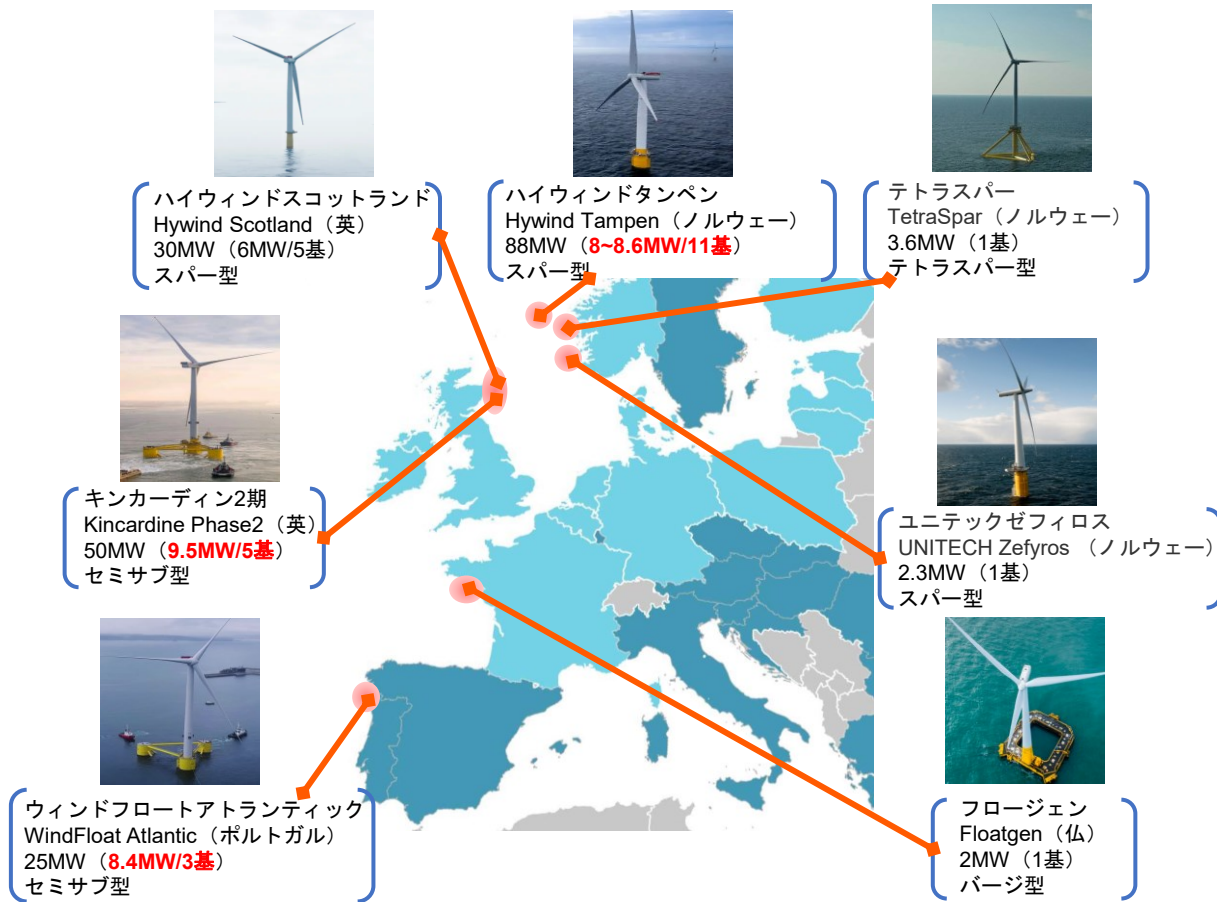


【はえんかぜ運転状況】



施設概要	
名称	はえんかぜ
設置場所	長崎県五島市福江島
施設諸元	全長172m(海面上96m) 浮体直径最大7.8m ローター直径80m
重量	約3,400t
最大出力	2MW
運転管理者	五島フローティングウィンド パワー合同会社

世界の主な運転中の浮体式洋上風力



出典: 戸田建設公表資料より作成

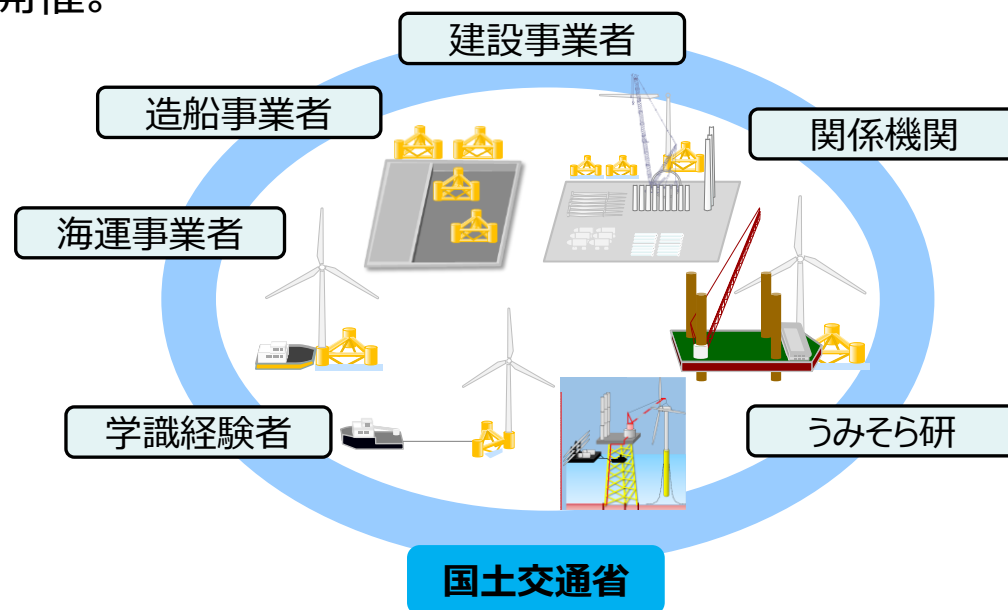
浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム

背景・必要性

浮体式洋上風力発電設備の大量導入を進めるためには、浮体の組立・設置等多岐にわたる海上施工や関連船舶に関する諸課題について、様々な主体が連携の上、制度設計や技術検討を計画的に進めることが必要。

検討体制・進め方

浮体式洋上風力発電の大量導入に向けた海上施工や関連船舶に関する諸課題について、官民が連携し、横断的な議論を促進するため、「浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム」を設置・開催。



浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム

【事務局】

国土交通省総合政策局、海事局、港湾局

【参加者】

国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所、関係機関（海事、港湾）建設事業者、造船事業者、海運事業者、学識経験者等

【オブザーバー】

経済産業省資源エネルギー庁

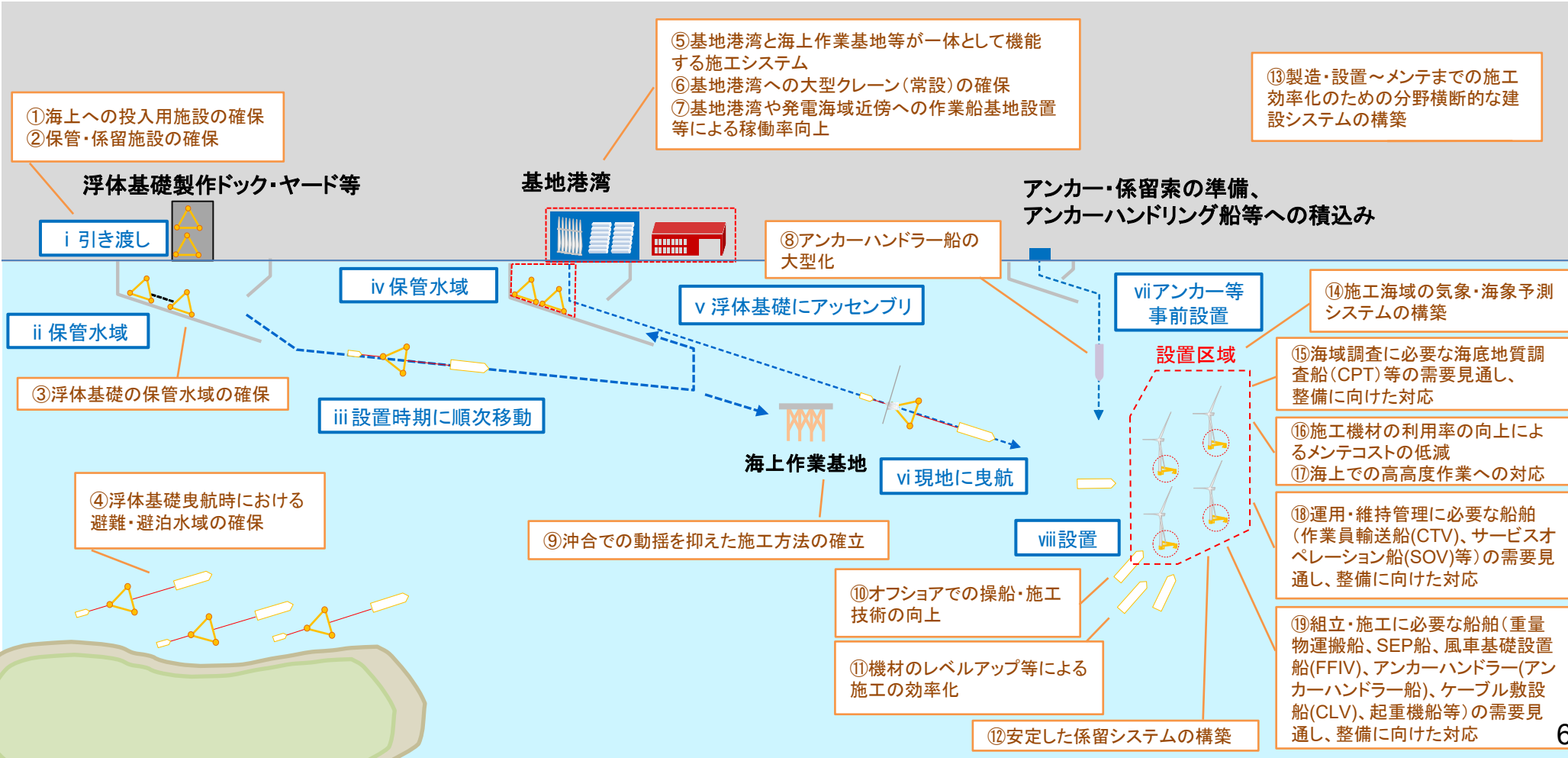
【検討内容】

- 海上施工等に関する課題等の整理
- 海上施工等に関する取組方針 等

浮体式洋上風力発電設備の海上施工等における諸課題

- 浮体式洋上風力設備の設置等に向けて、施工用機材や海上施工時において必要な船舶等の能力向上、施工・メンテナンスの効率化が課題として挙げられる。
- 様々な主体が連携し分野横断的に課題解決に向けて取り組む必要がある。

浮体式洋上風力発電所の海上施工手順(想定)と技術的課題



浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する取組方針

I. 前提条件の整理

⇒取組を進めるにあたり、海上施工シナリオの検討に必要な前提条件等を官民フォーラムにおいて提示

II. 今後の取組方針

⇒I. を踏まえ、「海上施工の実施」の観点から特に議論を加速させるべき課題（①～④）について、項目毎に今後取組を深化

課題

取組方針

①施工シナリオの検討【国・民間(建設事業者、造船・船用事業者等)】

- ・ 港湾インフラ等の機能を踏まえた施工手順・船舶利用方法の整理
- ・ 浮体基礎のタイプごとの最適化
- ・ 海上施工全体のロジスティクス
- ・ 仮定に基づく具体的なケーススタディの実施

- ・ 「I. 前提条件の整理」をもとに、浮体基礎の種類別等複数ケースの海上施工シナリオについて検討
※官民WGを設置

②港湾インフラ・関係船舶確保等のあり方に関する検討【国】

- ・ 基地港湾等港湾ごとの役割分担、最適な場所等港湾のあり方の検討
- ・ 浮体式に対応した資機材の大型化に係る事業採算性、ライフサイクル全体での事業効率性の確保
- ・ 設置や維持管理に必要な洋上風力関係船舶確保のあり方の検討

- ・ 「洋上風力発電の導入促進に向けた港湾のあり方に関する検討会」での議論を通じ、浮体式の大量導入を可能とする港湾の機能について検討
- ・ 「洋上風力関係船舶確保のあり方に関する検討会（仮称）」を設置し、需要見通しと確保に向けた取組みについて整理

③設計・施工・維持管理に係るガイドライン等の整理【国】

- ・ 洋上風力発電事業の安定・成長を支える技術、資格、体制に関する法令、ガイドラインの制度化 等

- ・ EEZへの展開も踏まえた設計・施工・維持管理に係るガイドライン等について整理

④各種調査・研究の推進【国・民間(建設事業者、造船・船用事業者等)】

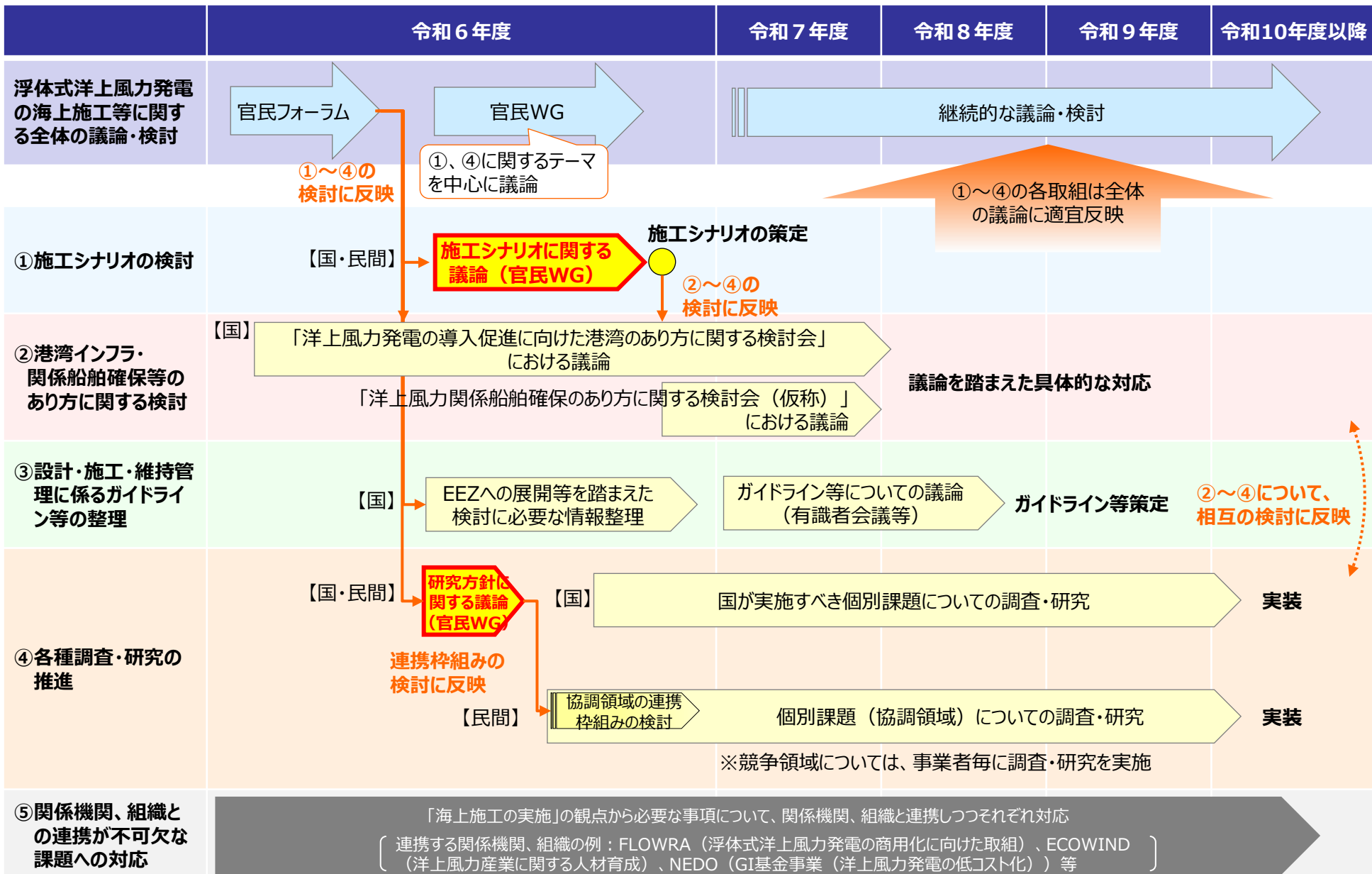
- ・ 海上施工全体の安全確保
- ・ 海上作業基地（プラットフォーム）の開発、整備 等

- ・ 国において、必要な審査や許可、基準等に関する技術的・制度的な調査・研究を実施（安全に係る基準（例：水深における海底地盤の評価やアンカーの施工手法）等）
- ・ 民間において、協調領域の調査・研究について連携するための枠組みを構築（施工の効率化・コスト削減等）
※官民WGを設置

⑤関係機関、組織との連携が不可欠な課題への対応

- ・ 浮体タイプ（セミサブ、スパー等）に合わせた施工方法の検討
- ・ 海上施工等の人材育成・確保や市場づくり
- ・ 浮体式の大量導入にあたり、系統配置の最適化 等

- ・ 「海上施工の実施」の観点から必要な事項について、関係機関、組織と連携しつつそれぞれ対応



浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民WGについて

- 浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム（以下、官民フォーラム）で提示した取組方針のうち、海上施工シナリオ及び海上施工に関する調査・研究方針に関する具体的な議論を行うため、官民フォーラムの下に「浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民WG」を設置する。

浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム

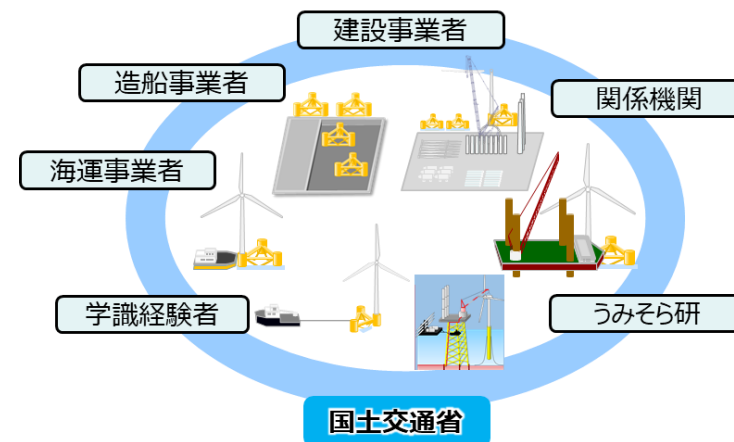
＜事務局＞ 国土交通省総合政策局、海事局、港湾局

＜参加者＞ 国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所、関係機関（海事、港湾）、建設事業者、造船事業者、海運事業者、学識経験者等

＜オブザーバー＞ 経済産業省資源エネルギー庁

【海上施工等に関する取組方針】 ※第3回官民フォーラムにおいて提示

- ① 施工シナリオの検討
- ② 港湾インフラ等のあり方に関する検討
- ③ 設計・施工・維持管理に係るガイドラインの整理
- ④ 各種調査・研究の推進



①施工シナリオ、④各種調査・研究に関する具体的な議論を実施

浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民WG

＜事務局＞ 国土交通省総合政策局、海事局、港湾局

＜参加者＞ 国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所、関係機関（海事、港湾）、民間事業者※、学識経験者等

＜オブザーバー＞ 経済産業省資源エネルギー庁

【検討事項】

- ・浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオの策定
- ・浮体式洋上風力発電の海上施工に関する調査・研究の方針の整理

※民間事業者は、以下の参加要件を満たす事業者が対象

- a. 着床・浮体の海上施工の実績又は具体的な参入見込みがある建設事業者
- b. 海洋土木工事の実績がある建設事業者
- c. 着床・浮体の設計・エンジニアリング実績又は具体的な参入見込みがあるエンジニアリング事業者
- d. 浮体基礎等（係留策・チェーン、アンカー等の関係部材を含む）の製造の実績又は具体的な参入見込みがある造船・船用事業者
- e. 作業員や浮体基礎等の輸送に必要な洋上風力関係船舶を保有又は具体的な確保見込みがある海運事業者
- f. その他、海上施工、浮体基礎等の設計・エンジニアリング・製造、洋上風力関係船舶等に関する調査・研究の実績がある者

令和6年5月21日（火） 第1回フォーラム

- ・浮体式洋上風力発電の海上施工等を取りまく状況
- ・浮体式洋上風力発電の海上施工等における技術的な課題 等

令和6年6月25日（火） 第2回フォーラム

- ・浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する課題
- ・海外での浮体式洋上風力発電の施工事例
- ・海上施工等に関する取組方針（骨子案） 等

令和6年8月29日（木） 第3回官民フォーラム

- ・海上施工等に関する取組方針 等

令和6年12月17日（火） 第1回官民WG（本日）

- ・官民WG参加者へのアンケート結果を踏まえた論点整理及び議論
（浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオ、海上施工に関する調査・研究の方針）

1. 官民WGの背景

2. アンケート結果

3. 浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオ

4. 浮体式洋上風力発電の海上施工に関する
調査・研究

5. 今後の進め方

■ アンケート概要

浮体基礎等の製造～設置、O&Mを含む海上施工全体に関する事項（関連船舶に関する事項を含む）について議論する際の参考として、官民WGの参加者に各者の実績や想定についてアンケートを実施した。

■ 参加要件

浮体基礎等の製造～設置、O&Mを含む海上施工全体に関する事項（関連船舶に関する事項を含む）に関する具体的な実績等（「2. 参加要件」参照）がある団体・事業者等

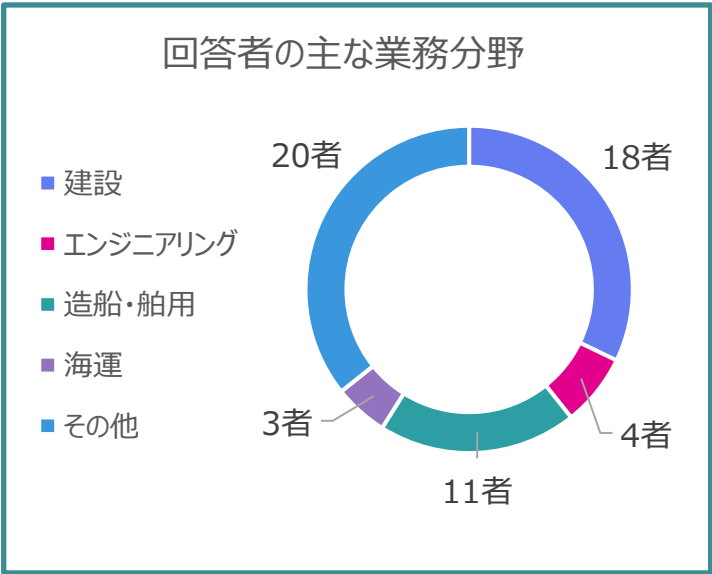
■ 回答者数（令和6年12月10日までに回答があった者）

56者（業務分野の内訳は以下の円グラフ参照）

■ 質問項目

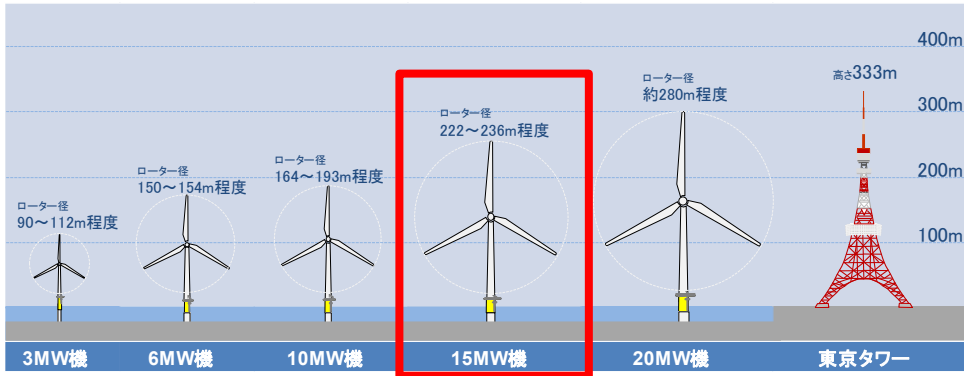
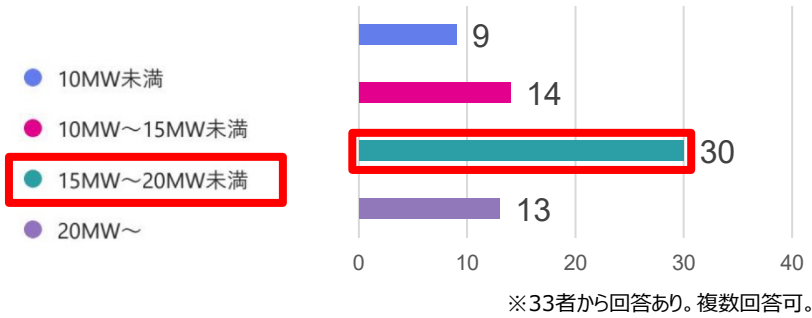
○基本事項	
1 参加者名	
2 主な業務分野	
3 洋上風力に関する業務領域	
4 浮体式風力発電のプロジェクトへの具体的な参入見込の有無（参加意思はあるが現時点で参加が確定していない場合も「有り」を含む）	
○浮体式に関する検討で想定している前提条件	
5 【風車】風車の規模	
6 【浮体基礎】浮体基礎のタイプ	
7 【浮体基礎】浮体基礎の主たる部材の材質	
8 【浮体基礎】浮体基礎の1年あたりの製造基数（○基/年）	
9 【浮体基礎】浮体基礎の製造場所（○○県、○○造船所、○○ヤード等）	
10 【関係部材】係留方法	
11 【関係部材】係留索・チェーンの素材	
12 【関係部材】係留索・チェーンの本数	
13 【関係部材】アンカーの形式	
14 【関係インフラ】利用する港湾（○○港） ※複数の港湾を活用する場合は、その旨を記載	
15 【関係インフラ】利用する港湾の岸壁水深・延長（○m・○m）	
16 【関係インフラ】利用する港湾のヤード面積	
17 【関係インフラ】利用する港湾の水域面積	
18 【関係インフラ】重量物運搬船、台船等の要否、役割	
19 【関係インフラ】自己昇降式作業台船（SEP船）の要否、役割	
20 【関係インフラ】起重機船の要否、役割	

21 【関係インフラ】作業員輸送船（CTV）の要否、役割	
22 【関係インフラ】サービス・オペレーション・ヴェッセル（SOV）の要否、役割	
23 【関係インフラ】アンカーハンドリング・サブライ（アンカーハンドラー船）の要否、役割	
24 【関係インフラ】ケーブル敷設船、接続船（CLV）の要否、役割	
25 【施工・設置】設置海域のエリア（○○沖○km）	
26 【施工・設置】設置海域の水深（○m）	
27 【施工・設置】1プロジェクトあたりの設置基数（合計○基）	
28 【施工・設置】1ロットあたりの施工基数（一度に同時に施工する基数）（○基）	
29 【施工・設置】1プロジェクトあたりの施工期間（○ヶ月） ※浮体基礎の製造完了（製造場所からの出荷）から全基数の設置完了までを「施工期間」と定義	
30 上記で回答いただいたプロジェクトの他に想定されているプロジェクトが有りましたら、その他のプロジェクトについても記述をお願いいたします。（200字程度）	
○浮体式の海上施工等に関して貴社の課題認識等	
31～	第3回官民フォーラム資料P20のうち、浮体式の海上施工等に関して特に検討が必要になると考えられる課題（3つまで）
75	上の問で選択した課題の詳細と、それに関して考えられる対応策 ※100字以内程度で簡潔に記載ください
○浮体式の海上施工等に関する調査・研究について	
76	国による調査・研究が特に必要と考えられる事項
77	民間による調査・研究が特に必要と考えられる事項
○その他	
78	1～77までの質問に関する補足や、官民WG全般に関するご意見等



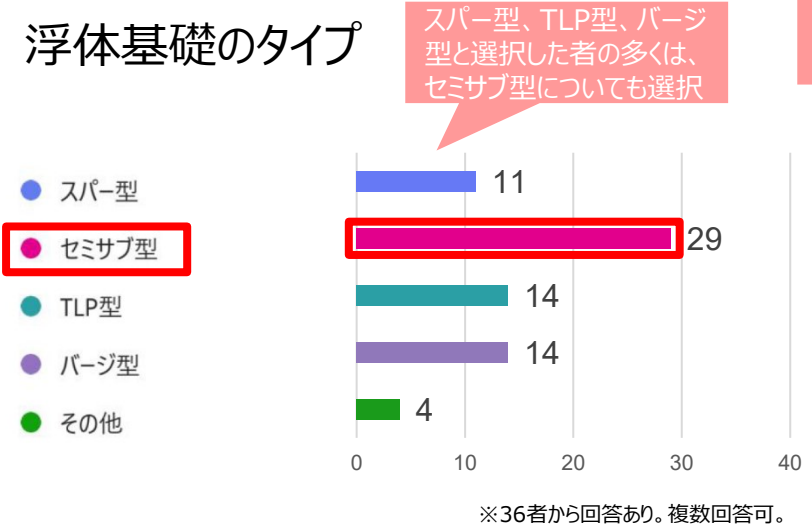
○風車の規模については、「15MW～20MW未満」と回答した者が特に多かった。

5. 風車の規模



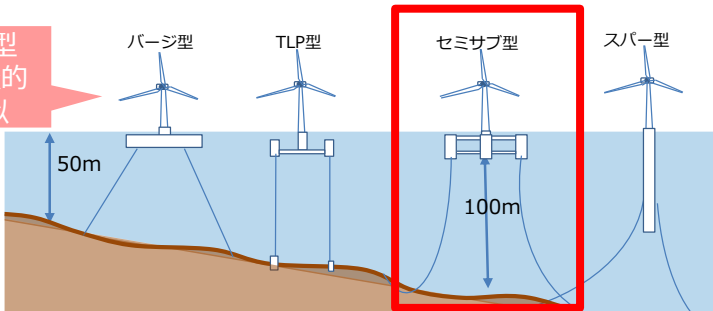
○浮体基礎のタイプは「セミサブ型」と回答した者が特に多かった。

6. 浮体基礎のタイプ



スパー型、TLP型、バージ型と選択した者の多くは、セミサブ型についても選択

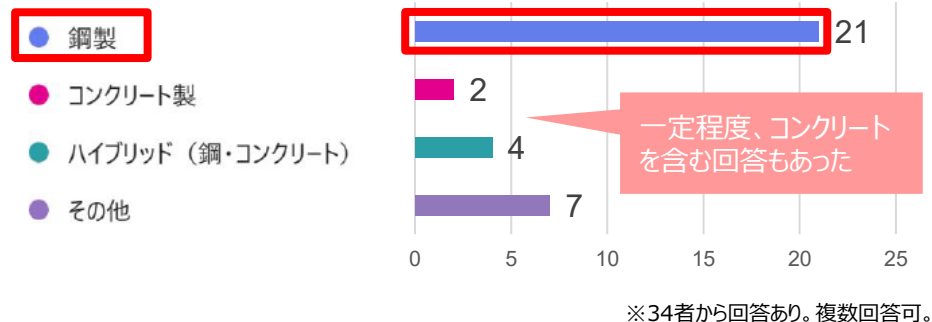
TLP型、バージ型の構造は、比較的セミサブ型と類似



基礎タイプ	バージ型	TLP型	セミサブ型	スパー型
長所	・構造が単純で低コスト化可 ・設置時の施工が容易	・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
短所	・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

○浮体基礎の主たる部材の材質は「鋼製」と回答した者が特に多かった。

7. 浮体基礎の主たる部材の材質



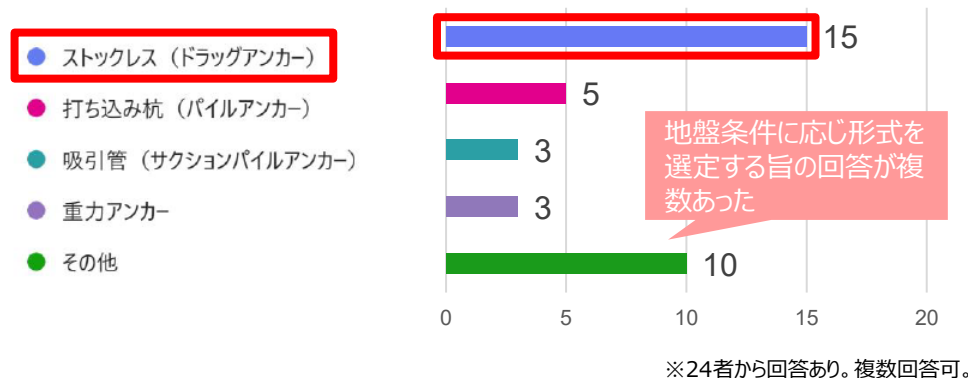
鋼製浮体の例
写真:「ふくしま浜風」



コンクリート製浮体の例

○アンカーの形式は「ストックレス(ドラッグアンカー)」と回答した者が特に多かった。

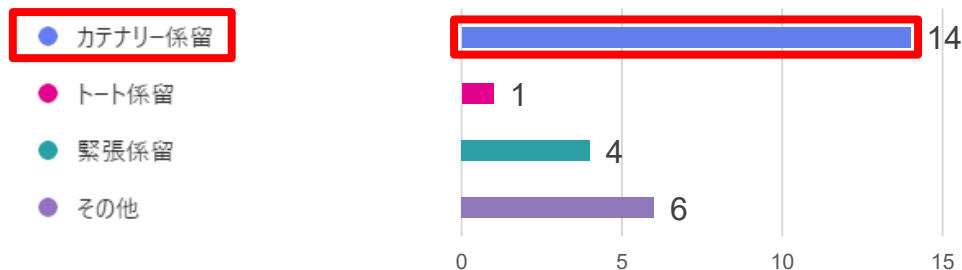
13. アンカーの形式



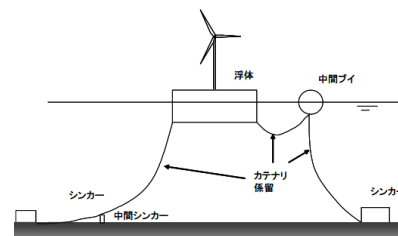
ストックレス (ドラッグアンカー) の例

○係留方法は「カテナリー係留」と回答した者が特に多かった。

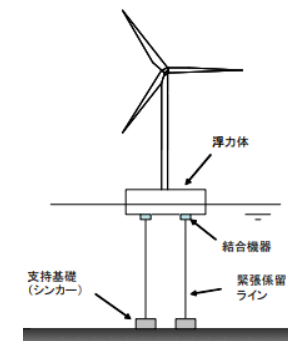
10. 係留方法



※25者から回答あり。複数回答可。



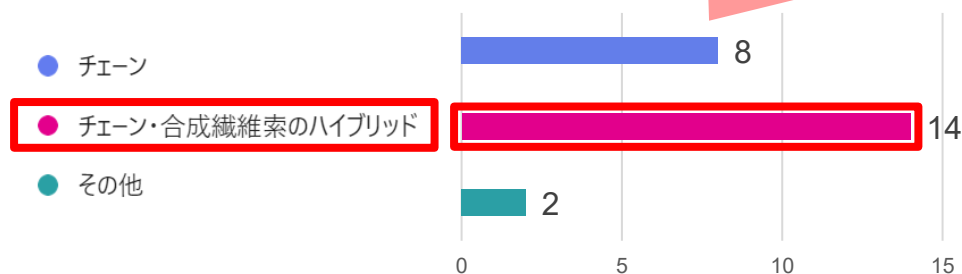
カテナリー係留の例



緊張係留の例

○係留策・チェーンの素材は「チェーン・合成繊維索のハイブリッド」と回答した者が特に多かった。

11. 係留索・チェーンの素材

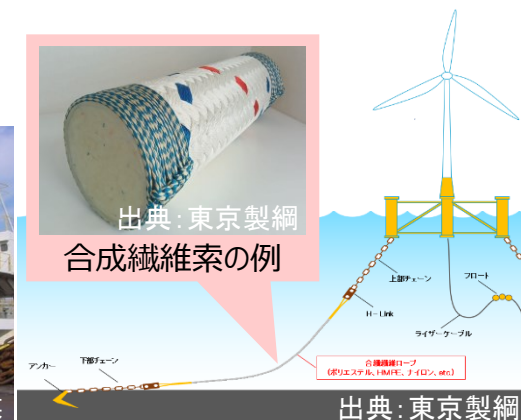


チェーンについては、実証事業での施工実績があり、工期が明確になっているため、シナリオの設定がしやすい

※18者から回答あり。複数回答可。



鋼製チェーンの例



出典：東京製綱
合成繊維索の例

出典：東京製綱

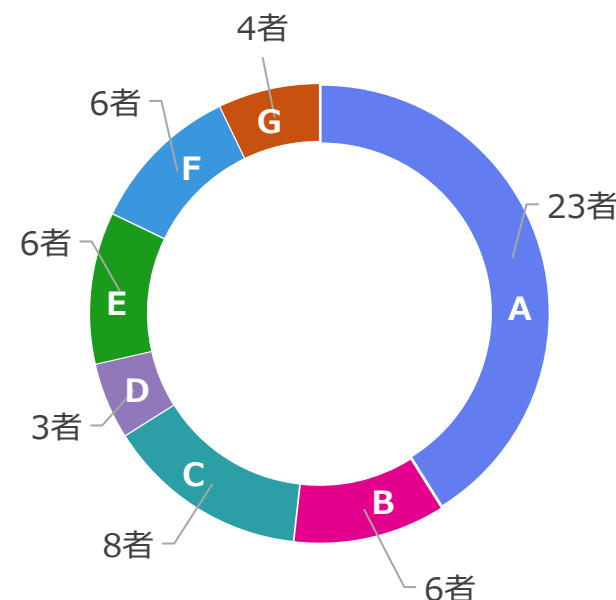
ハイブリッド係留のイメージ

○第3回官民フォーラムで示した「浮体式洋上風力発電設備の海上施工等における諸課題」(①～⑱)を、海上施工の工程や関係する要素毎に再整理(A～G)した。

○A～Gのうち、**最も検討が必要になると考えられる課題**として回答があったものは以下の通りであり、「浮体基礎の保管・運搬における課題」と回答した者が特に多かった。

①海上への投入用施設の確保 ②保管・係留施設の確保 ③浮体基礎の保管水域の確保 ④浮体基礎曳航時における避難・避泊水域の確保	⇒ A.浮体基礎の保管・運搬における課題
⑥基地港湾への大型クレーン(常設)の確保 ⑦基地港湾や発電海域近傍への作業船基地設置等による稼働率向上	⇒ B.基地港湾における課題
⑮海域調査に必要な海底地質調査船等の需要見通し、整備に向けた対応 ⑮運用・維持管理に必要な船舶の需要見通し、整備に向けた対応 ⑮組立・施工に必要な船舶の需要見通し、整備に向けた対応	⇒ C.洋上風力関係船舶に関する課題
⑤基地港湾と海上作業基地等が一体として機能する施工システム ⑨沖合での動揺を抑えた施工方法の確立	⇒ D.アセンブリに関する課題
⑩オフショアでの操船・施工技術の向上 ⑪機材のレベルアップ等による施工の効率化 ⑫安定した係留システムの構築 ⑭施工海域の気象・海象予測システムの構築 ⑯施工機材の利用率の向上によるメンテコストの低減 ⑰海上での高高度作業への対応	⇒ E.設置海域への運搬・海上設置に関する課題
⑧アンカーハンドラー船の大型化	⇒ F.係留索・チェーン、アンカーの準備・積込み・設置に関する課題
⑬製造・設置～メンテまでの施工効率化のための分野横断的な建設システムの構築	⇒ G.海上施工全体の最適化に関する課題

※56者から回答あり



- A「浮体基礎の保管・運搬における課題」に関する検討が必要と回答した者の具体的な課題認識は以下の通り。

○浮体基礎の保管場所の確保や、荒天時の避難、港湾利用への影響等に関する意見が複数示された。

浮体基礎の保管・運搬コストの低減

- 大量の浮体基礎の保管により大半の水域を占有することとなり**港湾機能が著しく低下**
- 浮体の製造・設置サイクルを考慮した**保管に必要となる面積**の特定
- 製作した浮体基礎が大きいため**保管場所がない**
- 稼働率や荒天時を考慮した必要保管数の算定や、保管場所の選定および保管方法**（着底方式、係留方式）

関係者（発電事業者、風車メーカー、港湾関係者等）との調整

- 国や港湾管理者による先行利用者との**合意形成や利用調整に係る制度整備**
- 浮体基礎の保管・基地港湾といった**インフラ整備について官民で協議すべき**

保管・運搬時の安全性確保（災害時の対応等）

- 浮体の構造形式に対応した**水深、広さの静穏域保管エリアの確保**

保管・運搬に必要な技術開発

- 基礎のアッセンブリ期間を短縮できる浮体基礎**の開発、採用

保管・運搬に必要なインフラ確保（保管水域・曳航体制等）

- 保管・運搬に必要な**インフラの要件（広さ、水深、海底の地質等）の整理**
- 保管に必要な**広大な面積と水深及び静穏性の条件を満足する箇所**が限定的
- 製造ヤードでの浮体基礎の保管可能基数は限定的であり別途**係留施設**が必要
- 荒天時に浮体基礎等を避難させる場所がない**
- 防波堤で静穏度を確保した**保管占用海域**を創出する
- 港湾の背後ヤード等の陸上で製造した浮体を**浜出し可能な港湾施設（斜路等）**の整備や**大型半潜水型台船**の開発
- 保管施設の**有望な候補地**の全国的なスクリーニング
- 浮体曳航や避難ルートも考慮したエリア設定**や十分な水深確保

その他

- 浮体式を確実に施工するために、可能な限り自国で産出出来る資源として**コンクリートを使用すべき**
- 浮体製作や組立基地として使用できる**既存の港湾の改良・強化**
- 港湾区域内外、領海の内外に分類した課題整理や対策の立案**

○B「**基地港湾における課題**」に関する検討が必要と回答した者の具体的な課題認識は以下の通り。

○**基地港湾の機能強化や、基地港湾以外の港湾やインフラの活用・利用調整等**に関する意見が複数示された。

施工機器の導入コスト低減

- 事業採算性確保や使用期間短縮のため、港湾に備え付けの**大型クレーン**が必要

基地港湾における作業期間の確保

- 港湾ごとの岸壁延長や水域面積等の特性を踏まえた**大量急速施工**を可能にする搭載方法
- 基地港湾以外の港湾**における静穏域の有効利用
- 基地港湾整備の機能強化の具体案を議論する際の各工事項目について**工事期間の具体的な例示**

関係者（港湾利用者等）との調整

- 県をまたぐ異なる港湾や利害関係者間の中央政府および地方行政が一体となった調整**
- 関係者との調整の煩雑さ。対応として、機能強化、**調整手順の簡略等**が必要
- インフラ整備について官民での協議**

新たな施工方法や機器の開発・導入

- 「**広範な岸壁、水域の確保**」「**大規模な地耐力対策**」を解決する新たな施工方法
- 多くの水域を占有する風車アセンブリが実施可能な**海上作業基地**

基地港湾の機能強化（作業ヤード、保管水域等）

- スペース（広大な背後ヤード、保管水域等）や機能（耐荷重、クレーン容量等）**が十分な港湾が限られている
- 事業計画において**バックアップ港の利用**が想定されていない
- 基地港湾の機能強化**
- 浮体基礎の量産化に向けた**基地港湾整備計画や用地の確保**
- 最低でも**1～2GW建設のキャパシティ**を持った基地港湾の計画的整備
- 国費負担による**大型クレーン**導入
- 大型化する作業船の能力を十分に発揮することができる**岸壁・ヤードの整備**

その他

- 大量の風車を設置する**プロジェクトが複数計画**された際にどの様に港湾が対応できるか不明
- 基地港整備にかかる費用を少数のプロジェクトだけで負担することは難しいため、**プロジェクト以外の利用の促進**も含めた、事業者の負担軽減策の検討

○C「洋上風力関係船舶に関する課題」に関する検討が必要と回答した者の具体的な課題認識は以下の通り。
○関係船舶の需要の見通しやその確保策に関する意見が複数示された。

船舶の整備・傭船コスト低減

- ・ 作業船の新造・機能向上が**コスト**と**人材不足**の点で困難
- ・ 主要部品の交換に**新しい機能のクレーン**を導入する等の新しい技術の適用

船舶の整備・傭船計画の明確化

- ・ 特殊な関係船舶の中長期の**利用見通し**（どのような船舶がいつ・どのくらい必要になるのか等）の**明確化**
- ・ **案件の早期具現化**による必要な関係船舶投資及び建造の促進
- ・ 日本近海の広域の海域特性や既存の港湾施設特性から、ある程度施工可能な浮体式基礎要件、港湾の稼働可能時間が絞り込み、海域の導入ポテンシャル等から**関係船舶の最大需要**は示せるのではないか
- ・ 信頼できる**需要見通し**が必要

 関係者（海運事業者、建設事業者、造船事業者、舶用事業者等）との調整

- ・ 新造曳船の増産、船員の養成は官民の協力が不可欠
- ・ アジア各国・地域における国際分業による相互供給体制の構築

 新たな施工方法等を踏まえ必要となる船舶（搭載機器を含む）の開発・導入

- ・ **曳船不足**が特に深刻
- ・ 日本の現有船舶に**大水深、大型化、量産化**に対応できる船舶が無い
- ・ 大水深における浮体式**洋上風力発電施工**における**アンカーハンドラー船**の利用
- ・ 大型化に伴い、クレーンによる浜出しが不可となるため、**半潜水台船**が必須
- ・ 浮体に限らず使用場面を調査し、**汎用性のある台船**を検討
- ・ 施工に必要な関係船舶（特に**アンカーハンドラー船、重量物運搬船**）が質・量ともに不足

その他

- ・ **作業船のスペック、船員の確保**
- ・ 20年以上稼働することになる**人員輸送関係船の脱炭素対策**
- ・ **カボタージュ規制の緩和**
- ・ **施工計画と関係船舶の整備計画をリンクさせるべき**
- ・ 国内プロジェクト向けの**船舶仕様を統一して複数ヤードで建造する**
- ・ **最大公約数的な仕様を船種単位でガイドライン化**
- ・ **海外船の活用**

- D「アッセンブリに関する課題」に関する検討が必要と回答した者の具体的な課題認識は以下の通り。
- 沖合における気象・海象条件を踏まえた施工方法に関する意見が複数示された。

施工期間の短縮

- ・ 浮体の建設過程全体で最も稼働率の低下する**風車搭載の海上作業基地における実施**
- ・ **大型のリングリフトクレーン**の基地港湾への導入・設置
- ・ 沖合でのアッセンブリ作業は**気候条件により作業時間が限定的となり非効率**
- ・ 一定程度静穏度が確保されている浮体基礎の保管水域への**大型の作業ヤードの設置**
- ・ **作業限界アップ**や**施工システム改善**による施工効率化
- ・ 風車搭載からコミショニングの一連の作業の効率化

新たな施工方法や機器の開発・導入

- ・ **大水深対応可能なアッセンブリ方法**の開発
- ・ 動揺する作業船で動揺する浮体を係留する**精緻なクレーン作業を可能とする工法**の開発
- ・ **沖合での動揺を抑えた施工方法**の確立
- ・ 「**沖合での動揺が1°以内**」と実証された浮体式洋上気象マストのプラットフォームの共有
- ・ **基地港湾と海上作業基地等が一体として機能する施工システム**

その他

- ・ 岸壁・水上で行うアッセンブリ作業それぞれの特性を踏まえた、作業ヤードや作業足場の確保
- ・ 国の導入シナリオに対する基地港数及び風車仮置きや組立てに必要な面積不足
- ・ **沖合に作業基地を設置し基地港湾と機能（例えば風車やタワーの組み立て）を分散させる**
- ・ **海外情報の収集**
- ・ 海上作業基地を中心に、プレアッセンブリ等の機能を**各港湾に分散し連携**

- E「設置海域への運搬・海上設置に関する課題」に関する検討が必要と回答した者の具体的な課題認識は以下の通り。

○海上施工における安全確保に関する意見が複数示された。

設置海域への運搬・海上設置のコスト低減

- 安価かつ施工性に優れた係留システムの開発

設置海域での作業における安全性の確保

- CTV専用の防舷材開発による稼働率向上と安全性向上
 - 陸上から離れたオフショア現場での安全確保
 - 精度の良い気象・海象予測やそれらの予測誤差を適切に踏まえた作業可否判断の高度化
 - 作業可否判断に対して検証された予測システムの構築
 - 試験施工等を通じた、洋上という特殊環境下におけるより安全で確実な施工方法の確立
 - 日本特有の課題（台風・地震・津波・大水深・離岸距離のあるEEZ展開）を踏まえた安全で効率的な施工システム

新たな施工方法や機器の開発・導入

- 係留システム等の機能保持メンテナンス、経年劣化に対する調査、対応
 - 沖合施工における海象の影響の把握と対応
 - 本数を少なく出来る直径の係留索の開発
 - 大型の係留システムを扱えるアンカーハンドラー船がない
 - 大水深に対応したアンカー設置技術及び設備の開発
 - DPS等による係留索に依存しない船舶の位置保持及び動揺抑制技術の開発

設置海域における自然条件の把握

- 海象予測の精度向上、仕組みの開発
 - 洋上風力発電事業の気象海象観測と連動した、作業可否判断との双方で活用できる精度の高い予測の実施

その他

- 本体設置後の機能保持及び点検、メンテナンスコスト縮減
 - 海外情報の収集
 - 自律ロボット技術の導入
 - 大水深海域における施工技術の先行事例の導入や習熟訓練、施工システムの改善
 - ダイナミックケーブルや海上・海中サブステーション等の海外の実証試験結果を最大限取り入れ、日本の海域特性を考慮した施工方法の高度化及び業界での共有

○F「係留索・チェーン、アンカーの準備・積み込み・設置に関する課題」に関する検討が必要と回答した者の具体的な課題認識は以下の通り。
○アンカーハンドラー船の確保に関する意見が複数示された。

係留索・チェーン、アンカーの準備・積み込み・設置コスト低減

- ある程度決まった**仕様や規格の確立**
- 机上検討に加え、実証フェーズから**商業規模案件**で採用される技術様式での作業の実践

準備・積み込み・設置期間の短縮

- 基地港における準備作業期間の短縮（**クレーン等積み込設備の確保、専用治具を用いた積み込み作業の効率化**）
- 係留索の設置・把駐力試験・浮体係留作業の**各作業時間の短縮**
- 作業限界を改善**して効率化を図る

新たな施工方法や機器の開発・導入

- 大型の高機能アンカーハンドラー船**を用いた短期間での効率的な施工法の確立

設置に必要なインフラ確保（アンカーハンドラー船等）

- 係留索・チェーン、アンカーの貯蔵、宿泊、ケーブル敷設等の**個別機能を備える専用船隊を最適運用するための方策**の検討
- 浮体式洋上風力施設の海上施工に使用できる日本船籍の**アンカーハンドラー船が国内に無く、台船による従来工法での工事となり工期短縮が困難**
- 外洋で係留索・チェーン、アンカーを**するために必要な関係船舶の圧倒的不足**
- アンカーハンドラー船導入促進（新造船や海外船調達）のための施策**や既存台船の改造や活用による新たな施工方法の開発
- 大型アンカーハンドラー船の操船技術・経験がない**
- 関係船舶の実態調査**（施工期間・保有台数・必要な能力の推定）等が必要

設置海域における自然条件の把握

- 現地の設計条件のために必要となる**環境条件（土壌流動性、海洋生物の成長、地震、液状化等）**の十分な理解
- 商業規模のプロジェクト開発に貢献する、現地の設計条件の測定結果等の**オープンデータベースの構築**

その他

- アンカーハンドラー船について十分な隻数がなくては競争にならない。船のオーナー候補各社に、**投資決定にあたってのボトルネック**についてのヒアリングを検討すべき
- カボタージュ規制**の見直し
- 欧州の**把駐力試験設備**の調査・検証
- 施工経験を基に、大水深に適した船舶の設備を検討し施工計画に反映することで、**水深500～1,000mに対応可能な船舶の設備**を調査・検討
- アジア各国・地域における**国際分業による相互供給体制**の構築
- 海外事例の情報収集**

※回答の表現は、事務局において一部修正している。

- G「**海上施工全体の最適化に関する課題**」に関する検討が必要と回答した者の具体的な課題認識は以下の通り。
- ライフサイクル全体を通じた視点や、様々な関係者との連携に関する意見が複数示された。

ライフサイクル全体での採算性確保

- ・ 基地港湾に大型のリングリフトクレーンを設置することで浮体式風車の大型メンテナンスに風車のライフサイクルを通じて対応可能となる
- ・ 稼働率の安定と海上工事全体工程の予見性を高める工夫

関係者との調整

- ・ 浮体の製作・引出し＞風車搭載＞WF係留の工程差が一定になるような組立
- ・ メーカーや海上施工、基地港湾とのインターフェース
- ・ コンソーシアム内で補完し合う仕組みの構築

その他

- ・ 国内供給能力の向上およびサプライチェーンの充実
- ・ 風力発電事業の前提条件となる風況を精度高く観測する手法の開発及びその手法の共有
- ・ 規格化されていない部材が多く、製造設備への投資が積極的に行えない
- ・ O&Mに係る船舶の占用的な岸壁利用ができる港湾の運用
- ・ 風車搭載前、搭載後のそれぞれの浮体基礎の仮置き水域等の静穏な水域の確保

○国による調査・研究が必要な事項としては、基地港湾、関係船舶に関するものや基準・ルール整備に関するもの他、政策的・制度的観点や自然条件等に関するものがあげられた。

官民フォーラム 「取組方針」における項目	分類	アンケートにおいて国による調査・研究が特に必要と回答があったもの ※一部表現等は事務局側で微修正
②港湾インフラ・関係船舶確保等のあり方に関する検討	基地港湾に関する調査・研究	複数港での施工検討 基地港湾、海上作業基地、浮体保管仮置水域等の協調領域の建設・運営 基地港湾の選定及び周辺企業との調整 浮体基礎の保管水域 浮体基礎曳航時における避難・避泊水域となるエリアの調査、選定 整備すべき港湾のスペックの検討 基地港湾の整備及び施工機器の共同利用を可能にする制度検討 浮体基礎の保管機能を満足する水域の選定 基地港湾の強化 浮体保管場所、曳航時の避難港、基地港湾への大型クレーン確保等の浮体式に必要な不可欠な公共インフラの整備 国による基地港湾の完全整備 基地港湾等を含む施工環境向上 基地港湾の新設及び拡張整備、既存港湾の沖合におけるメガフロート等の洋上製造・組立基地の構築 促進区域化を待たずした港湾の整備の可能性 日本国内の港湾で、改良・強化すれば浮体製作や組立基地として使用できる港湾の調査 国が整備する基地港湾について、想定する案件の件数・公募時期・規模からその基地の数の最適化の検討及び、使用方法の調査による地盤改良（改良強度・範囲）等、クレーン等インフラも含めて全般に関する調査・研究 国際競争力のある浮体式洋上風力基地港湾・支援港と、想定される浮体式洋上風力事業の一体開発
	洋上風力関係船舶に関する調査・研究	施工に必要な進水台船やアンカーハンドラー船、その他各種施工に必要な大型の特殊な関係船舶等の国有化の検討 必要な関係船舶の需要見通し 関係船舶の建造コストに対する助成 組立・施工に必要な関係船舶の需要見通し、整備に向けた対応 SOV、アンカーハンドラー船、ケーブル敷設船の各船舶の需要予測と供給可能性 外国船籍に対する規制の緩和、国土交通大臣の特許要件の明確化
③設計・施工・維持管理に係るガイドライン等の整理	設計・施工・維持管理に係る基準・ルール整備に関する調査・研究	メンテナンスを含めた長期計画策定 港湾管理者、海上保安部、水域利用者、防衛関連等との調整や一定のルール策定 低コスト化に資する浮体式洋上風力発電設備の設計手法の確立 国際的に通用する認証制度（技術・施工・維持管理）の整備
④各種調査・研究の推進	政策的・制度的観点の調査・研究	浮体基礎のタイプの比較・F/S 機器の無人化/自動化に関する課題（法規制等）への対応
	自然条件等に関する調査・研究	浮体基礎の保管に適した海面、基地港湾、浮体ブロック保管・組立、係留設備の保管場所・風車のアッセンブリ場所の候補となる沿岸地域の洗い出し 「詳細」設計を可能にするための水深データ、土壌プロファイル、土壌移動性、気象海洋データを含む環境設計データ 設置海域の海底地盤調査 施工海域の気象海象予測の精度を上げ施工効率を高めると共に動揺を抑えた工法を確立する事。 我が国の浮体式適応海域における海底地質構造の調査 施工海域をはじめとした気象・海象予測システムおよび情報発信システムの構築 海外における先行事例で採用されている係留技術の詳細
⑤関係機関、組織との連携が不可欠な課題への対応	その他関係技術に関する調査・研究	改良・強化の施工方法の研究 人材確保施策 安全管理

○民間による調査・研究が必要な事項としては、海上施工の効率化やコスト削減に関するものの他、設計・製造や維持管理、関係船舶に関するものがあげられた。

官民フォーラム 「取組方針」における項目	分類	アンケートにおいて <u>民間</u> による調査・研究が特に必要と回答があったもの ※一部表現等は事務局側で微修正			
④各種調査・研究の推進	海上施工全体に関する調査・研究	浮体基礎のタイプ毎の構造特性・施工方法を踏まえた 施工用機材のあり方 や調達の総合的な検討 作業船、浮体設計・施工方法、係留方法等の競争領域についての検討			
	海上施工の効率化に資する調査・研究	大量急速施工のための 施工全体で最適化された建設システム の確立 洋上施工における 施工率向上の技術開発 国内の気象条件を踏まえた 安全かつ効率的な施工手法 の確立 浮体と係留索を接続するクレーンレス工法 の研究開発 一定程度静穏性が確保されている港湾区域内での 効率的なアッセンブリ手法 基礎アッセンブリ期間の短縮 を踏まえた 基礎構造 の開発 施工方法・使用船舶 の最適化 作業限界アップ や施工機材・システムの改善 海上での 高高度作業 への対応 想定する作業限界・作業手順を踏まえた、各海域の気象海象条件下での各基地港湾を使用した 年間設置可能基数 の検討			
		海上施工コストの削減に資する調査・研究	プロジェクトLCOEの低減 を目指した新技術と手法の継続的な開発 各種係留方法における、 材料・設置・メンテナンスコスト の試算 安価かつ施工性に優れた係留システム の研究開発 施工会社における施工用機材への 投資環境等の改善・支援の枠組み についての検討		
			設計・製造や維持管理にも資する調査・研究	国内造船所等の サプライチェーンを有効に活用 した浮体の大量高速生産 浮体製造における省力化・効率化 の技術開発 浮体製造、係留方法 の最適化 施工サイクルの最適化について、 製造、設置、港湾とのインターフェース の解決 海上施工等、具体的な現場施工、維持管理手法等 の研究 洋上施工（設置・保守の両面） の技術開発 塩害、腐食対策	
				関係船舶の確保に必要な調査・研究	多数の浮体係留を効率的に行うための個々の最適船舶 の開発 工事可能期間の最大化に向けた組立・施工に必要な関係船舶 の開発 浮体基礎の商用化に向けた アンカーハンドラー等 の 関係船舶の実態調査 調達可能な 作業船、労務者の状況把握
		⑤関係機関、組織との連携が 不可欠な課題への対応			先行する地域での 知見の吸収や、企業との提携 ファイナンスおよび保険 の整備 海外展開を見据えた 産業界の協力 （官民協力に加え、 民間主導による協力体制 を構築） 人材確保 の取組 商業規模案件で採用される技術様式 での作業機会の創出 海上施工における トラブル に対する制度整備 実績、事例 の調査

1. 官民WGの背景

2. アンケート結果

3. 浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオ

4. 浮体式洋上風力発電の海上施工に関する
調査・研究

5. 今後の進め方

浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオの検討について

- 第3回官民フォーラムで提示した取組方針において、海上施工においてボトルネックとなり得る点を具体化するため、「海上施工シナリオ」について検討することとしたところ。
- 海上施工シナリオの検討に必要な「(1)前提条件」「(2)設定すべき要素」の案について、第3回官民フォーラムで提示した。

(1) 海上施工シナリオの検討に必要な前提条件 (案)

- ・設置水深：100m超
- ・風車の規模：15MW～20MW機
- ・基数：50～70基
- ・施工期間：2～3年間

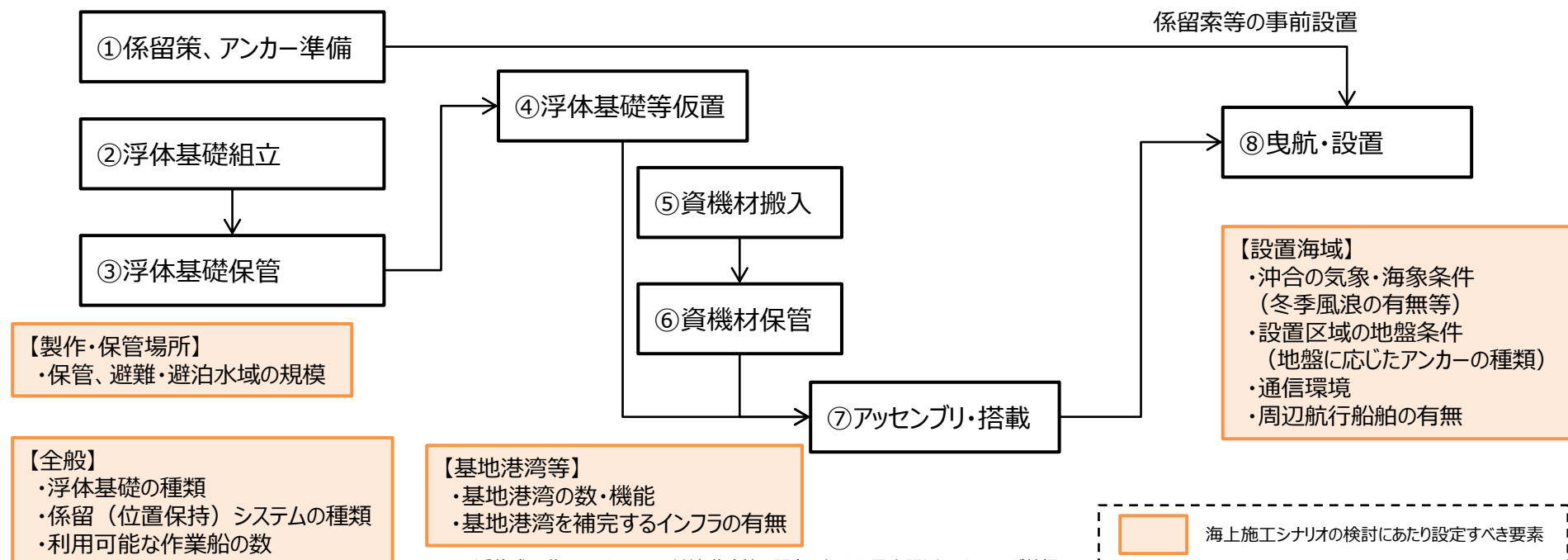
(2) 海上施工シナリオの検討にあたり設定すべき要素 (案)

※下図はセミサブにおけるフローの一例を単純化したものであり、浮体基礎の種類や風車の規模、作業船や基地港湾の機能等により様々なケースが想定される。

製造・保管場所

基地港湾等

設置海域



※浮体式の導入にあたっては、基地港湾等の既存ストックを最大限活用することが前提

浮体式洋上風力発電の製造～設置、メンテナンスの一連の流れに関する役割分担

※下表はあくまで一例であり、実際には様々なケースがあることに留意

浮体式の導入に関する対応事項			官民フォーラムで提示した課題	主たる実施者・調整者 (公共事業の場合は事業主体)	主な関係者
浮体・風車の 調査・設計	風車	風車機種の調査・選定		発電事業者	風車メーカー
		風車の設計		風車メーカー	
	浮体	浮体機種の調査・選定		発電事業者	エンジニアリング事業者
		浮体基礎等の設計		エンジニアリング事業者	浮体基礎等メーカー
製造	風車	風車の製造	「海上施工シナリオ」の検討対象は、 官民フォーラムで提示した課題に関 係する項目	風車メーカー	
		港湾への輸送		発電事業者（海運事業者）	風車メーカー
	浮体	浮体基礎、係留索・チェン、アンカー製造		浮体基礎等メーカー	エンジニアリング事業者
施工	関係インフラの 確保等	港湾への輸送	①海上への投入用施設の確保	発電事業者（海運事業者）	浮体基礎等メーカー
		関係船舶の確保	⑮海域調査に必要な海底地質調査船、⑯運用・維持管理に必要な船舶、 ⑰組立・施工に必要な船舶等の需要見通し、整備に向けた対応	海運事業者、建設事業者	造船事業者、船用事業者
		保管水域・保管ヤードの確保	②保管・係留施設の確保 ③浮体基礎の保管水域の確保 ④浮体基礎曳航時における避難・避泊水域の確保	行政 ※公共的な水域・ヤードを活用する場合	発電事業者
		基地港湾の確保	⑤基地港湾と海上作業基地等が一体として機能する施工システム ⑥基地港湾への大型クレーン（常設）の確保 ⑦基地港湾や発電海域近傍への作業船基地設置等による稼働率向上	行政 ※促進区域における公募の場合、公募占用指針に港湾に関する事項を記載	発電事業者
	風車・浮体の 施工	アッセンブリ	⑨沖合での動揺を抑えた施工方法の確立	発電事業者（建設事業者、海運事業者）	造船事業者、船用事業者
		設置海域への運搬・海上設置	⑩オフショアでの操船・施工技術の向上 ⑪機材のレベルアップ等による施工の効率化 ⑫安定した係留システムの構築 ⑬施工海域の気象・海象予測システムの構築 ⑭施工機材の利用効率の向上によるメンテコストの低減 ⑮海上での高高度作業への対応	発電事業者（建設事業者、海運事業者）	造船事業者、船用事業者
		アンカー設置	⑧アンカーハンドラー船の大型化	発電事業者（建設事業者、海運事業者）	造船事業者、船用事業者
		ケーブル敷設・陸上電気工事		発電事業者（ケーブル敷設事業者（海運事業者））	
				発電事業者（メンテナンス事業者、海運事業者）	海運事業者
				発電事業者（建設事業者（海運事業者））	造船事業者、船用事業者
メンテナンス ・撤去	点検・メンテナンス		「海上施工シナリオ」の検討対象は、 官民WGに参加している主な事業 者の業務領域とも合致	発電事業者（メンテナンス事業者、海運事業者）	海運事業者
	撤去			発電事業者（建設事業者（海運事業者））	造船事業者、船用事業者

※太字は、官民WGに参加している主な事業者

- 浮体式洋上風力発電の導入に際しては多様な論点・課題があるところ、官民WGで議論する海上施工シナリオにおいては、特に**浮体基礎等の製造～設置（関連船舶に関する事項を含む）を中心に議論**する。
- その上で、論点を以下の通り提示する。

【論点 1】

- 検討するシナリオについては、アンケートで多くの回答があった前提条件（例：15MW、セミサブ、鋼製等）をベースに、軸となるシナリオを設定・議論してはどうか。その上で、異なる前提条件のシナリオを派生的に設定・議論してはどうか。

※ここで検討するシナリオはあくまで官民WGの議論で活用するものであり、実際の浮体式洋上風力発電の導入や海域の選定等に際し、何らかの方向性を決定づけるものではないことに留意。

【論点 2】

- 海上施工シナリオに盛り込むべき、浮体式や沖合・大水深特有の施工方法や工程はあるか。また、浮体基礎のタイプ・係留方法等の他、アッセンブリ等の海上施工の方法やインフラの機能によりシナリオが大きく異なると考えられることから、これらに応じた複数のシナリオを設定の上、議論してはどうか。

※例えば、現行スペックの基地港湾 1 港を活用するケースと複数の基地港湾を活用するケースを比較する、現行の基地港湾利用に限らない施工方法について考慮する等。

【論点 3】

- 海上施工シナリオの策定にあたって、論点 1・2 で想定している条件の他に、追加的に設定すべき周辺条件はないか。（例：各工程における所要時間、必要な作業員数、部材保管場所等）

海上施工シナリオの一例(イメージ)

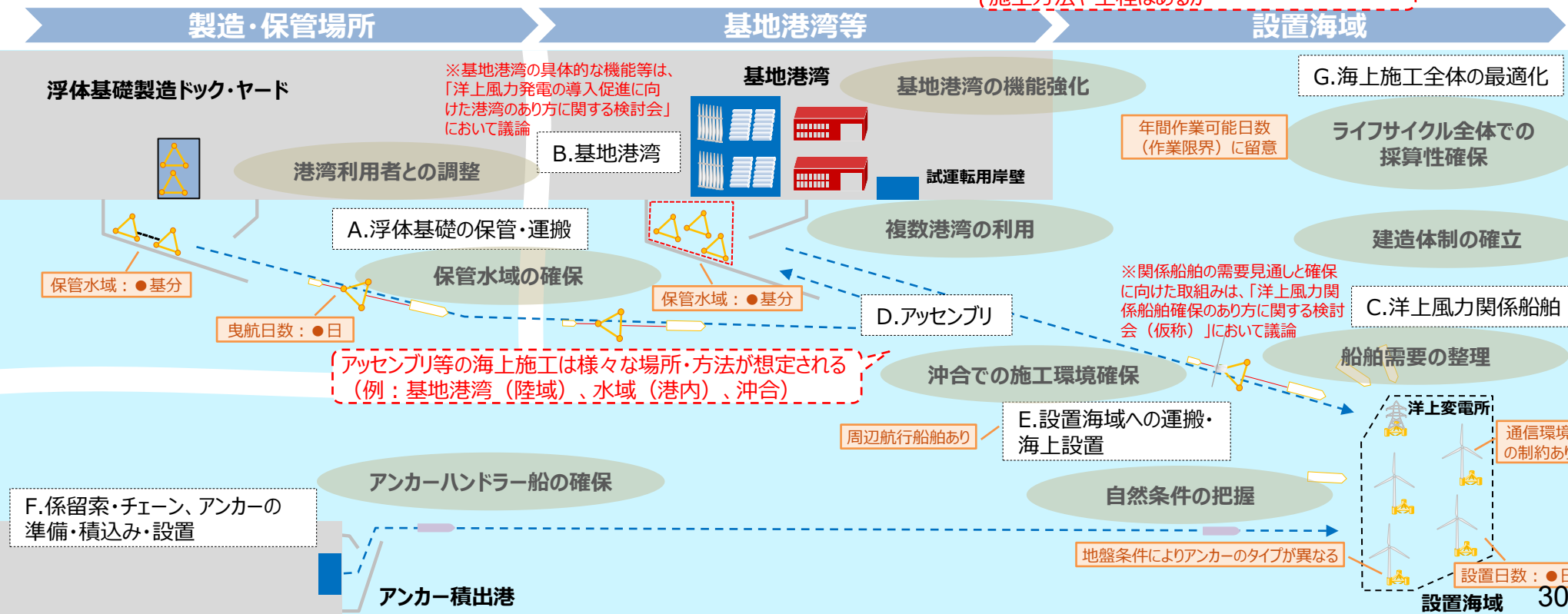
○ 例えば、以下のような基本シナリオを設定した上で、アンケート結果等も活用しつつ、施工のボトルネックや大まかなスケジュールを具体化することを検討。浮体基礎のタイプや素材、海上施工に用いるインフラの機能毎に、派生シナリオについても検討。

海上施工シナリオにおいて設定する前提条件 これらの他に特に設定が必要な周辺条件は何か

設置水深	設置場所	風車サイズ	浮体基礎のタイプ・部材	係留のタイプ・部材・本数	アンカーのタイプ	設置基数	施工期間 (製造後～設置まで)
200m	最寄の基地港湾から 沖合20km	15MW機	セミサブ・鋼製	カテナリー係留 ・チェーン・6本	ストックレス (ドラッグアンカー)	60基	2年

※ここで検討するシナリオはあくまで官民WGの議論で活用するものであり、実際の浮体式洋上風力発電の導入や海域の選定等に際し、何らかの方向性を決定づけるものではないことに留意。

海上施工シナリオ例 海上施工シナリオに盛り込むべき、浮体式特有の施工方法や工程はあるか



1. 官民WGの背景

2. アンケート結果

3. 浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオ

**4. 浮体式洋上風力発電の海上施工に関する
調査・研究**

5. 今後の進め方

- 浮体式洋上風力発電の導入に際しては多様な論点・課題があるところ、官民WGで議論する調査・研究方針については、特に、**建設、エンジニアリング、造船・舶用、海運関係等の分野**を中心に議論する。
- また、施工に限らず、上記分野に関連する**設計・製造・維持管理も含めた調査・研究内容**も議論の対象とする。その上で、論点を以下のとおり提示する。

【論点 1】

- アンケートをもとに、調査・研究を実施すべき事項を整理し、国と民間がそれぞれ実施すべき事項の仕分けをしてはどうか。

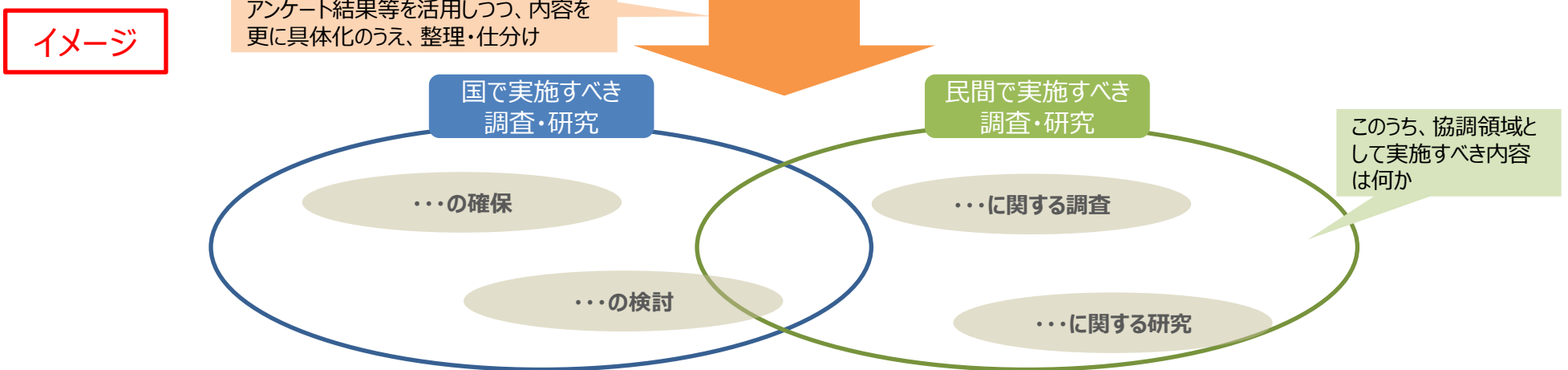
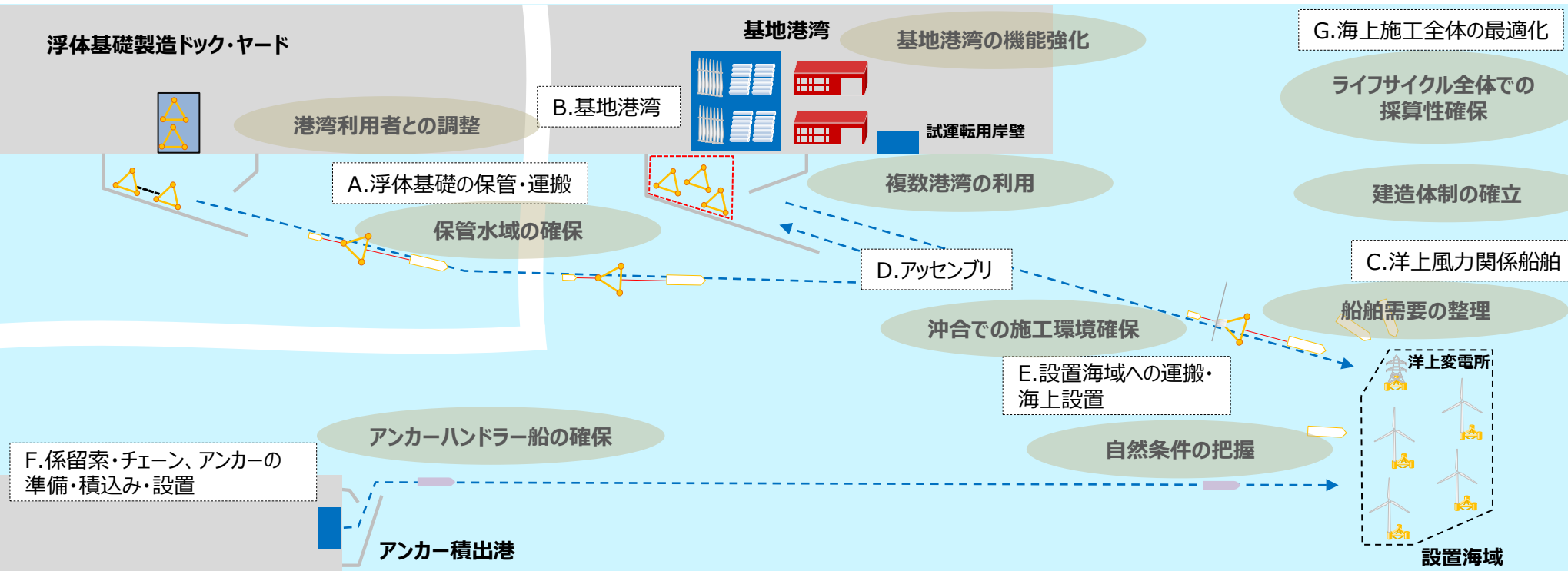
※例えば、国側は、特に政策的・制度的観点やインフラに関する調査・研究を実施するものと想定。また、民間側は、特に施工等の効率化やコスト削減に資する調査・研究等を実施するものと想定。

【論点 2】

- 民間で実施すべき調査・研究については、特に協調領域として実施すべき内容と、その進め方について議論してはどうか。

調査・研究方針の整理 概略イメージ(案)

○ アンケート結果等を活用しつつ、国と民間がそれぞれ調査・研究すべき事項の整理・仕分けを検討。



1. 官民WGの背景

2. アンケート結果

3. 浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオ

4. 浮体式洋上風力発電の海上施工に関する
調査・研究

5. 今後の進め方

令和6年12月17日（火） 第1回官民WG（本日）

- ・官民WG参加者へのアンケート結果を踏まえた論点整理及び議論
（浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオ、海上施工に関する調査・研究の方針）



※第1回の議論を踏まえたヒアリング等

令和6年度末頃 第2回官民WG

- ・浮体式洋上風力発電の海上施工シナリオの提示
- ・浮体式洋上風力発電の海上施工に関する調査・研究方針の整理 等



浮体式洋上風力発電に関する技術の進展や情勢の変化等に応じ、継続的に議論