

浮体式洋上風力発電の商用化に向けた  
ロードマップ策定

【国内サプライチェーン形成】

中間報告

2022.11.30

海洋産業タスクフォース

# 目次

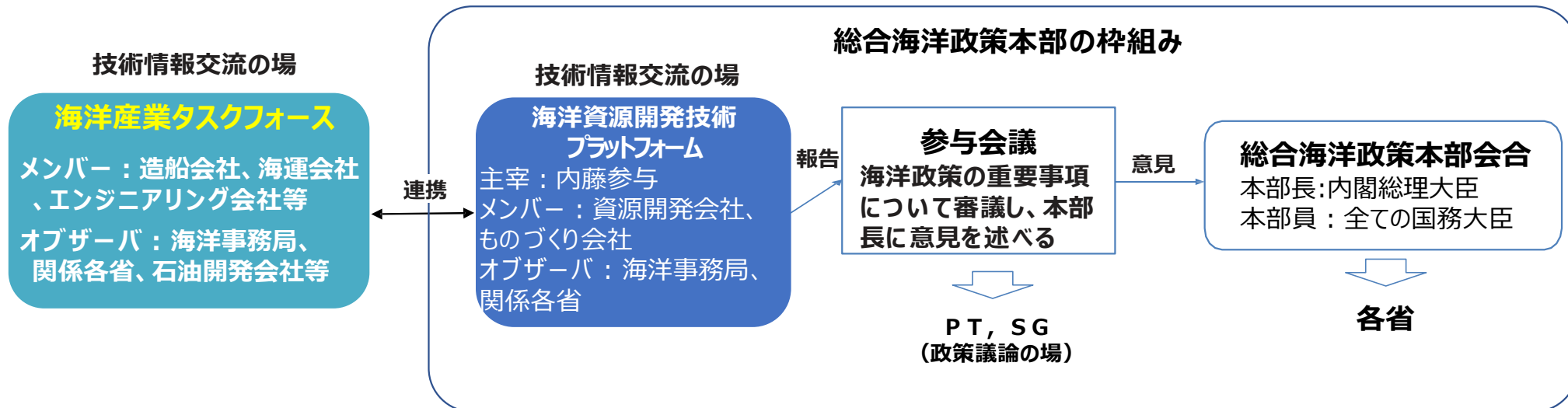
- 海洋産業タスクフォースの紹介
- 「浮体式洋上風力発電の商用化に向けたロードマップ策定」  
国内サプライチェーン形成 活動概要
- 国内サプライチェーン全体 重要課題と解決策への取組・提言
- ロードマップ概要（第4期海洋基本計画期間を焦点）
- 風車製造
- 電気設備
- 浮体製造
- 組立設置
- O&M
- 今後の活動

## 海洋産業タスクフォース(民間主体)

-内閣府ホームページより

日本の海洋産業の発展、拡大を図るため、「海洋資源開発技術プラットフォーム」との緊密な連携の元、会員会社・組織の協同による下記 海洋開発関連プロジェクトの立案、推進、法人化等をサポートする活動を行うことを目的とする。

- (1)海洋資源開発のコストダウンに資する研究・開発プロジェクト
- (2)海洋資源開発を実現するために必要で、国内企業の製品、技術、保守技術等の育成に資する新技術の研究・開発・実績拡大に資するプロジェクト
- (3)将来の海洋資源開発に関するフィジビリティスタディ等調査・検討プロジェクト
- (4)本邦の海洋資源開発に関する法律、基準、ルール、規格の充実とデファクトスタンダード化に資する調査・検討プロジェクト、等



# 海洋産業タスクフォースの紹介 –組織概要・活動目的–

※J-DeEP: 洋上浮体技術開発目的とする技術研究組合。三菱造船、IHI、JMU、NYK、MOL、K-Line、NK、海上技術安全研究所で構成

- 会員**
- J-DeEP※
  - 三菱造船、IHI、JMU
  - NYK、MOL、K-Line、NK
  - 日鉄エンジニアリング、東洋エンジニアリング
  - JFE、三菱製鋼、山九
  - 海洋工学研究所、横河電機
  - 三菱総研

**オブザーバー**

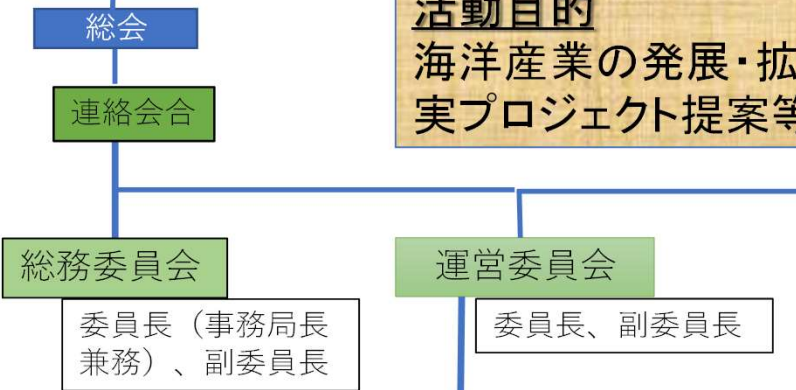
- 内閣府 総合海洋政策推進事務局
- 国土交通省 海事局
- JAPEX、INPEX
- JAMSTEC、JAPIC
- スコットランド国際開発庁
- 横浜市政策局政策部
- 海洋産業研究・振興協会
- エンジニアリング協会
- センサイト協議会

海洋産業タスクフォース

事務局 (J-DeEP)※

事務局長 (TF代表)

**活動目的**  
海洋産業の発展・拡大を目的に  
実プロジェクト提案等の活動



ワーキンググループ (WG)

- WG01 メタハイコストダウン策
- WG02 マージナルガス田開発
- WG03 スコットランド連携技術開発
- WG04 バングラデシュBlue economy
- WG05 浮体式洋上風力発電ロードマップ**

**組織概要**  
重工系、海運系、プラントエンジ系、制御・システム系など民間企業有志の団体

# 「浮体式洋上風力発電の商用化に向けたロードマップ策定」 国内サプライチェーン形成 活動概要

## 背景

- 再生可能エネルギーの主電力化、エネルギー安全保障の観点から、洋上風力発電設備の大規模導入が急務。そのためには、**近隣国からの遅れを挽回すべく、国内産業基盤を最大限活用したサプライチェーンを早期実現**させることが必要
- 国内サプライチェーン形成にともない、**国内産業の育成/拡大、競争力強化**を果たすことが目的
- 特に、浮体式洋上風力発電は、風車製造に加え、**浮体製造、組立・設置の量産化・低コスト化**が最重要課題

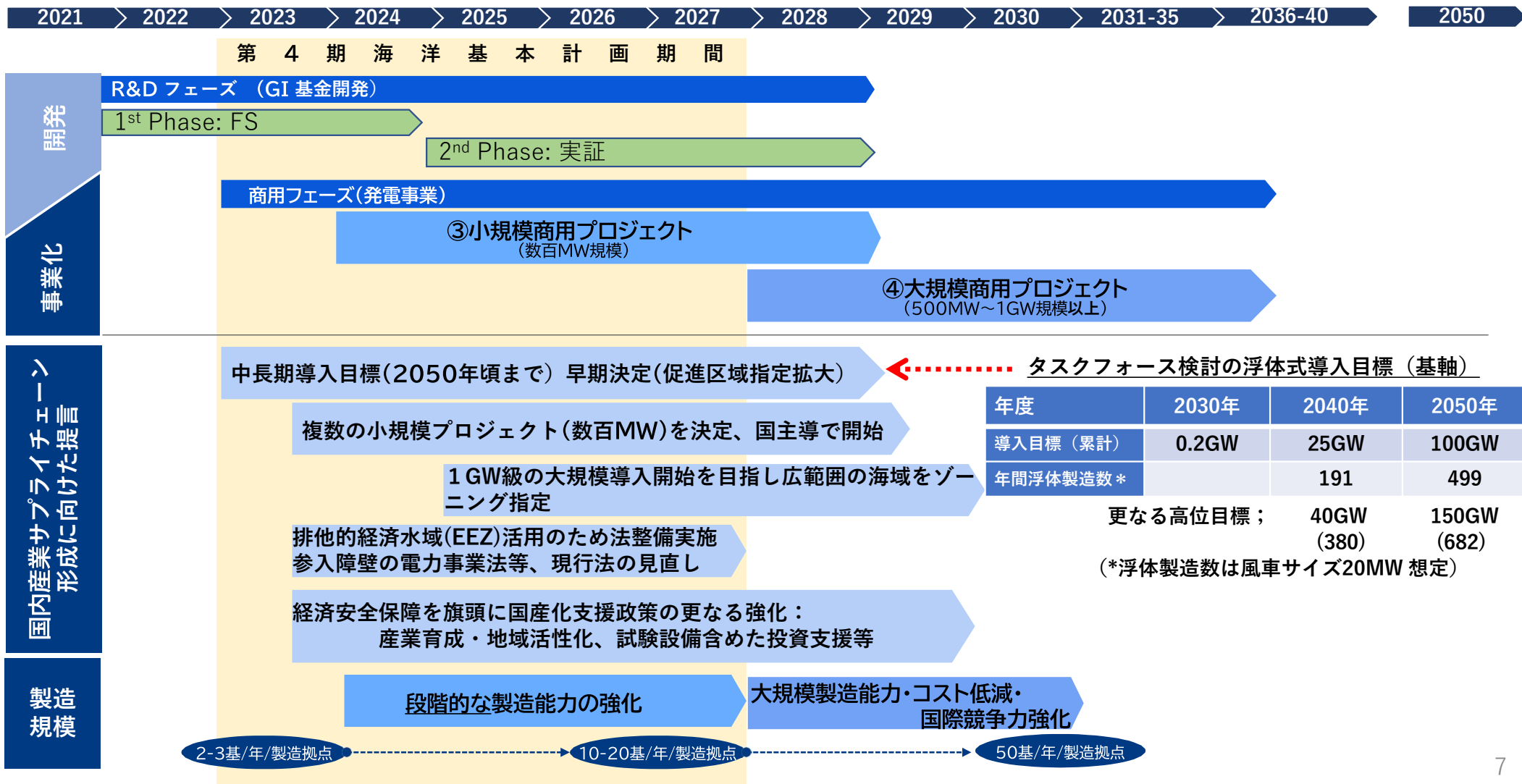
## 取組内容

- 浮体式洋上風力発電に要する機器、機材のみならず、構成部品、サービス業務等全てを対象に、**洋上風力発電産業の現状・実態を調査し、国産化への技術課題、参入課題、要望を把握、分析**（各種団体アンケート結果＋ヒアリング）
- 国内サプライチェーン形成の大前提となる導入目標、**特に発電ポテンシャルの大きい浮体式風力発電の2050年までの10年毎目標を設定**（海洋技術フォーラムにワーキンググループ立上げ頂き、根拠ある数値目標を検討）
- 課題・要望解決に向けた具体的な施策案(政策含め)の検討、整理(要すれば更に深堀調査) 特に、
  - ・浮体式特有分野(浮体製造、組立・設置)は**時系列的に導入目標実現のシナリオを描き、具体的な検討を開始**（関連団体と連携、共同検討）
  - ・風車製造は、**部品・部材等の国内製採用拡大**に向け認証取得等課題の深堀り、解決のための施策を検討中  
**最終的には、国内製大型風車製造再開**に向けた道筋を関係団体とともに検討予定

# 国内サプライチェーン全体 重要課題と解決策への取組・提言

	重要課題	解決策への取組・提言
導入目標	再エネ主力電源化、エネルギー安全保障の観点より、洋上風力発電の導入拡大が急務であるが、特に発電ポテンシャルの大きい浮体式の市場規模、導入目標が不透明 (参入希望の企業あるが投資判断できず)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 浮体式洋上風力発電の中長期導入目標(2050年まで)を早期に決定のうえ、洋上風力産業ビジョン改訂版として表明</li> <li>➢ GI基金実証事業に続く複数の小規模プロジェクト(数百MW規模)を決定、国主導で開始。合わせて、対象となる海域ゾーニング、促進区域、基地港湾等の指定</li> </ul> <p>【2030年前までには1GW規模の大規模プロジェクトを開始】</p>
サプライチェーン形成	先行している中韓が供給体制を整備する前に、風車本体・部品等も含め国内サプライチェーンの早期確立が必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 浮体式洋上風力発電の本格導入に備え、排他的経済水域(EEZ)を活用できるように法整備を実施</li> </ul>
国内産業育成・活性化	国内産業活性化の機会であるが、海域利用公募等において産業育成、地域活性化の視点が薄い(限定的)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 公募条件として国内産業育成、地域活性化等の計画を必須とし、重点評価の対象</li> <li>➢ 産業規模が小さい初期段階は高めの発電単価で買い取り、市場規模の拡大を優先。事業ごとに個別売電単価へ反映、設定</li> </ul>
浮体製造組立設置 インフラ整備	導入目標実現のためには、大型風車用浮体を、10年後に少なくとも年間約100基製造(2040年では年間約200基)が必要となるなど、急速な製造体制、基地港湾の整備、準備が必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 基地港湾周辺では、大規模なインフラ整備、設備投資等必要になるため、地域調整、投資支援等を国主導で実施</li> <li>➢ 造船関連団体、建設業界(コンクリート製浮体)等関係団体、また自治体に、導入目標、海域ゾーニング、基地港湾、各種支援策等について国の方針を表明し、積極的な参画を促す</li> </ul>
大型風車供給体制	洋上風力発電規模が小さい、また、見通しが不透明のなか、主力メーカーより大型風車本体の適時確保が困難になっている。また、国内にサプライチェーンがなく、重要部品等の確保、支給体制に大きな課題あり	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 風車本体構成部品の国産化に向けて、参入障壁となっている風車の認証プロセスの見直し、部品等を含め国産化政策の導入、試験設備等投資支援、など国支援の強化</li> </ul> <p>【最終的には国産風力発電設備の国産化を目指すべき】</p>

# ロードマップ概要 (第4期海洋基本計画期間を焦点)



# 風車製造

	重要課題	解決策への取組・提言
大型風力発電事業への参入	事業規模が見えず、収益が不透明 参入希望あるが、投資判断できず	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導入目標とともに、洋上風力発電のロードマップの明示</li> <li>⇒企業が投資判断を行える<b>市場規模の明示</b>する事で参入を促進</li> <li>⇒早期に入札単位を<b>1GW以上</b>(2GW程度が望ましい)とし、<b>日本市場のPR</b></li> </ul>
国際競争力欠如	先行者(欧州/中国)と比較し、「コスト」「技術力」に差があり、風車メーカーの要求に到達できず 欧州風車メーカーが国内サプライヤーを採用する意義？	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 国を挙げた風力産業への支援強化</li> <li>⇒風車メーカーと部品メーカーを繋ぐ<b>ビジネスマッチングの活性化強化</b></li> <li>⇒国産化比率に応じて<b>税制優遇</b>をする等、<b>部品国産化にインセンティブを付与</b></li> <li>⇒<b>試験評価施設の設置</b>により個社負担低減、製品開発プロセスの早期化</li> <li>⇒<b>世界各国で開催の展示会にJapanブースを設置</b></li> </ul>
認証プロセス	国際電気標準会議(IEC)の再エネ設備の認証システム(IECRE)に適合することが、日本の電気事業法での許認可のベースになっている(認証機関は国内にない)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>認証プロセスの見直し・提案</b></li> <li>⇒下記、新認証プロセス(案)の提案</li> </ul>
	<b>現在(電気事業法の許認可プロセス)</b>	<b>新認証プロセス(案)</b>
国産促進の為の風車認証プロセス(案)	<p>IECRE認証システム適合が前提</p> <p>↓</p> <p><b>認証機関は欧米に限定</b></p> <p>↓</p> <p><b>認証取得に言語や時間・空間的な障壁</b></p> <p>↓</p> <p><b>サプライヤーが欧州/中国系に偏り</b></p>	<p>暫定処置として*ISO製品認証システムに基づき認証(*国内に認証機関あり)</p> <p>↓</p> <p>各サプライヤーにて<b>製造実績の積み上げ</b>、<b>国内生産品目の拡大</b></p> <p>↓</p> <p>各部品メーカーから供給を基に<b>国産風車新型式機種の開発</b></p> <p>↓</p> <p>認証機関(日本海事協会)の実績獲得</p> <p>↓</p> <p><b>国内認証機関(IECRE認証取得)による審査体制整備</b></p>

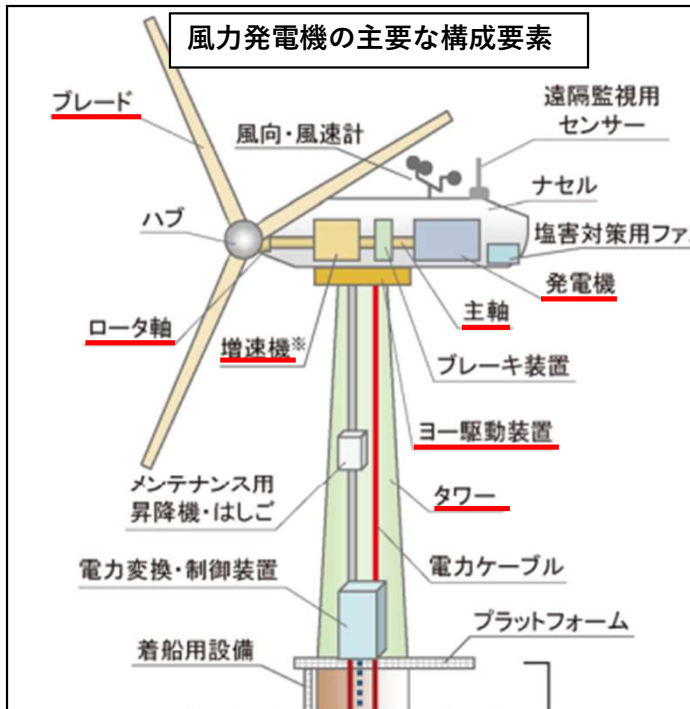


# 風車製造

風力発電機本体の出力は数 kWから数MWまで様々であるが、今後拡大が見込まれる型式については10MW超が主力。

供給者は欧米3社(Siemens Gamesa/Vestas/GE)、中国メーカーとなる。 ※国内メーカーは撤退済

国内メーカー撤退に伴い、付随する国内部品サプライヤーも事業縮小・撤退する形となり、下記構成部品の中で現存する部品サプライヤーは主軸ベアリングに限られる。エネルギー安全保障/設備稼働率向上から考えると、国産部品を基にした風車が不可欠であり、その為には前述した規制緩和/国の支援が不可欠である。



出典：風力発電導入ガイドブック(2008, NEDO)

主要コモディティ	供給トレンド
発電機	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 発電機メーカーが風車メーカーに販売する形態と風車メーカーが内製する形態が存在、海外風車メーカーを中心に発電機メーカーを囲い込むなど強固なサプライチェーンの構築や、内製化を進めている為、国内発電機メーカーの新規参入は困難な状況。市場の不透明さによりメーカーも積極的な設備投資に踏み込めない面がある。</li> </ul>
軸受 (主軸/ヨー駆動)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 主軸受、ヨー駆動軸受は風車メーカーが直接の需要家となるが、それ以外の軸受は二次サプライヤーであり、更には潤滑装置や昇降装置にも需要がある。主軸に関しては、国内各社の製品が使用されている。</li> </ul>
ブレード	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 欧米では、FRPによる製造プロセス管理と空調のある大型工場を立地し、機械・素材・複合材料メーカーを集積した産業基盤を形成。最近ではブレードメーカーを風車メーカーが傘下に組み込む垂直統合の動きがあり、独立系メーカーが厳しい状況。国内市場向けには特有の自然環境や風況に適合したブレードの開発メーカーが必要。</li> </ul>
タワー	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 現在、国内ではタワーを含む風車一環製作は見受けられない。               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 鋼材メーカー(韓国、中国ほか)</li> <li>b. タワー製作メーカー(韓国、中国ほか)</li> <li>c. フランジメーカー(韓国、中国、欧州)</li> <li>d. ボルトメーカー(国内、欧州ほか)</li> </ul> </li> <li>▶ 中国/韓国では、安価な人件費を背景に海外風車メーカーからタワーの受託製造をしており、製造能力、製造技術に大きな問題はない。また、タワー製造工場は一般に港湾に隣接しており、製造、出荷に対し利便性が高い。</li> </ul>

# 風車製造

## ◆課題(主要コモディティ 参入障壁/阻害要因)

以下は部品サプライヤーに向け実施されたアンケート結果及び各社へのヒアリングを基に作成した課題/要望である。

主要コモディティ	供給懸念(部品サプライヤーへのアンケート/ヒアリング結果)
発電機	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 国内の大型風車メーカーは、既に撤退しており、海外メーカーの風車が導入されるが、採用してもらうには、<b>風車メーカーの認証が必要</b>となり、個社で認証取得するには、費用と時間の面で難しい為、<b>技術面、費用面での支援</b>をしてほしい。</li><li>➢ 風車メーカーが内製化(特にGE/SGRE)している為、外部からの参入は困難である。</li></ul>
軸受 (主軸/ヨ-駆動)	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 新型風車への採用可否には、<b>実機相当のベンチテスト</b>が求められる。<b>海外には設備があるが、国内にはない。</b> 輸送費、使用料、利用期間 等、すべての面において海外メーカーが有利な状況。</li><li>➢ <b>開発直後は採算性が悪い</b>為、業界での優先購入や、<b>開発費用の優遇(Non-Tiedの金的支援)</b>が必要。 更に海外からの類似品を出来るだけ遅くするような仕組みがあれば助かります (WTO上の問題があるかもしれませんが・・・)</li></ul>
ブレード	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ <b>アジア諸国(特に中国/韓国)に既に製造工場</b>があり、日本拠点形成の為には、それらの国々に対する<b>コスト優位性を発揮する必要がある</b>。</li></ul>
タワー	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ <b>アジア諸国(特に中国/韓国)に既に製造工場</b>があり、日本拠点形成の為には、それらの国々に対する<b>コスト優位性を発揮する必要がある</b>。</li><li>➢ ブレードやナセル部品と比較して、設備投資額が小さい事もあり、海外メーカーの参入が活発。</li><li>➢ 塗装費用が全体の3割を占める為、塗装工程も製造工場内に持つ必要がある。</li><li>➢ 付属部品であるフランジも国内調達できると良い。</li></ul>

# 風車製造

## ◆課題(サプライチェーン全体)



フェーズ	懸念(サプライヤーへのアンケート/ヒアリング結果)
Tier1 (Tier2/Tier3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 風車メーカーの認証に時間とコストがかかり、費用対効果に合わない。また、事業性の検証もできない。(国内の導入目標が不明瞭な為)</li> <li>▶ 欧米/中国/韓国の先行者とのコスト競争に耐えられない可能性が高い。(損益分岐点を割る)風車メーカーからの要求価格に到達できない</li> <li>▶ 輸送の面など日本の現行の法規制が新たな投資を阻害している。</li> <li>▶ 製造拠点を設ける上で、近隣国と比べて素材(鉄など)コストが高すぎる。</li> </ul>
風車メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ウィンドファームの入札単位が小さすぎる為、他国に比べて魅力が少ない。</li> <li>▶ 運転開始時期まで時間が長い上、審査に時間がかかる。各種規制が多すぎる。</li> </ul>
発電事業主	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 事業予見性を判断するのが難しい。</li> <li>▶ 採算性の観点を見ると国内部品メーカーを採用し辛い。(風車価格の上昇が避けられない)</li> </ul>

部品メーカー(Tier)の技術競争力強化を目的に、国はグリーンイノベーション基金(GI基金)を通じて、資金援助を行ったものの、受注に結び付くか不透明である。求められるのは単発的な援助ではなく、恒久的に競争力を発揮できるように促す事であり、国内市場のみならず、海外においても優位性を発揮できるような産業構築が不可欠である。

# 電気設備

	重要課題	解決策への取組・提言
ウインドファーム インフラ整備 (電気設備)	洋上風力発電で用いる電気設備等の周辺インフラ（海底ケーブル・洋上変電所など）の必要規模/事業規模が見えず，設備投資計画が立てづらい	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 洋上風力関連産業のロードマップを示し、<b>周辺インフラに対しても国を挙げた産業支援策の強化</b>。特に、日本の強みがある<b>電気設備分野の規格見直しとスタンダード化促進</b> ⇒長距離直流送電・ダイナミックケーブル・洋上変電所等（GI基金など）</li> </ul>
技術規定/基準	洋上風力発電で用いる電気設備等の周辺インフラに対して，現状，従来の陸上の設備基準で運用されており，実用的でない 洋上風力発電では洋上試験が必要となり，陸上での試験規定/基準が馴染まない	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>ダイナミックケーブル/海底ケーブル等については，国内規格のよい部分は残して海外規格を取入れる等，対応可能な規格の構築/運用の見直し</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイナミックケーブルは，Cigre TB862等の実機疲労試験が求められるため、第三者公的機関による国内試験設備の整備が急務</li> <li>・工場での電気性能の確認は，JEC3048の適用（AC試験）が求められるが，洋上風力発電等の長距離海底ケーブルでは，実質的に困難な試験もあるためIEC63026等の実用的な試験方法の適用が必要 など</li> </ul> </li> </ul>
電気設備の敷設/施工	洋上での電気設備の敷設/施工/保守の効率化のためには，専用船の不足や水中機器の運用面の基準整備等が遅れている	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 各海域への洋上風力発電の展開計画と、これに併せた専用船（海底ケーブル敷設船（CLV）/支援船（SOV））の<b>段階的な整備計画とオペレータの人員育成/強化が必要</b>（洋上風力関連作業のロードマップに反映）</li> <li>➤ 水中設備の調査/検査/点検の効率化に向け，ROV/AUV，新たなモニタリング技術などの積極的な導入が必要であるが，<b>AUVなど無人機の活用では，検査基準/法整備面の充実、見直し</b>が急務</li> </ul>

# 浮体製造

	重要課題	解決策への取組・提言
製造能力	現存造船設備による鋼製浮体の製造可能量は導入目標に対し大幅に不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 臨海区画において、新たに浮体のユニットを組み立て、供給するサプライチェーンを検討。(基地港湾4カ所において各々15MWクラス風車浮体を24~48基/年、年間36万~72万kW級のサイトを想定)</li> <li>➤ 一次検討では、月産2基の浮体を鋼材加工から浮体まで一貫して製造する場合、21Haの敷地に64,000m<sup>2</sup>の工場建屋、2,000人規模の施設が必要という結果(*ケース1)</li> </ul>
製造コスト	合理的な量産化体制実現による大幅なコストダウン	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ この結果を元に、生産拠点での機能(案)*ごとに、設備投資規模、用地確保、採算性について評価(⇒発電コスト最少化)</li> <li>➤ まずは、2030年に上記生産体制を確保、更に、2030年代前半には年100基規模の生産体制案の確立を目指す(⇒量産化効果の発揮)</li> <li>➤ 国内でのコンクリートの総製造量・総加工量は鋼構造物に比べ2桁以上も多く、また現地製造も容易でかつ製造コストも安価なコンクリート製浮体の課題を調査の上、実現に向け検討</li> </ul>
風車とのインターフェース	大型風車のメーカーは世界に3,4社しか存在せず、個々の浮体の形式・性能とのマッチングには対応せず。先行する海外の大型事業向け浮体がデifact化する可能性大	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 浮体製造供給者が連携し、関係団体とともに標準インターフェースを風車メーカーに提示し、コスト低減と量産化の実現</li> <li>➤ 国内向け風車の技術仕様要件を関係省庁、団体に検討のうえ規定化</li> </ul>

## \*臨海生産拠点での機能(案)

ケース1：鋼材切断加工⇒小組部品に組立 ⇒ブロック組立 ⇒ブロック搭載、浮体製造 ⇒進水

ケース2：外注製作(小組部品の状態で入荷) ⇒ブロック組立 ⇒ブロック搭載、浮体製造 ⇒進水

ケース3：外注製作(大組部品の状態で入荷) ⇒ブロック搭載、浮体製造 ⇒進水

外注先候補：近隣鉄構所、近隣造船所等

# 組立設置

	重要課題	解決策への取組・提言
組立・設置 工事機材 (含O&M対応)	年間導入目標、設置海域、工事要領から、風車組立用の大型陸上クレーン、SEP船、ケーブル敷設船、浮体曳航の曳船等、工事機材の大幅な不足が予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 将来アジア域での展開も視野に入れ、段階的な工事機材の導入計画を策定（関係省庁、団体と連携必要）</li> <li>➤ 大幅不足が予測される機材は、期間限定で海外製投入するための規制緩和策の検討</li> <li>➤ 上記導入計画に対応した資器材保管のための補助港の整備計画策定</li> </ul>
係留設備	大型チェーンの製造メーカーは世界で数社しかなく製造能力の大幅な増強が必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 繊維索とのハイブリッド係留等、メーカーと共同で技術開発・実用化を促進、並びに、大規模な設備投資などサプライチェーン整備に向けた支援策強化</li> <li>➤ クレーン設置を含むストックヤード整備計画、曳航・設置スケジュールを勘案した保管期間、保管要領、輸送手段の確保計画策定</li> </ul>
風車搭載	スパー型浮体に対する風車搭載工事には、ある程度が水深が必要になるため、安定して搭載できる方策が課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ スパー型浮体への風車搭載方法、必要な機器及び拠点等の対応策検討（例えば、固定ジャケット上の活用、中古ジャッキアップリグ等を改造したクレーン船台等大型スパーに対応可能な機器の可能性検討）</li> </ul>
大型浮体 進水・運搬	浮体の大型化と大量生産に対応した浮体の進水・風車搭載設備の不足 国内製造拠点からの組立、搭載拠点への運搬計画が必要（将来、アジア域展開も視野）	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 浮体のブロック製造、組立を基地港近くで行う前提で、大型風車の進水・搭載工法の策定、拠点整備（進水用台船・SPMT等の導入検討、セミサブ浮体用大型ドライドックの開発、運用計画策定 ※Self-Propelled Modular Transporter）</li> <li>➤ 港湾運送事業法による許可要件の見直し</li> <li>➤ 風車の大型化を前提としたバージ、輸送船の増強に伴う投資支援（将来、アジア域展開も視野）</li> </ul>

# O&M

	重要課題	課題解決への取組・提言
維持管理 業務全般	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 浮体式の維持管理業務は欧州中心に展開を開始、他地域は計画中、実証中であるが、事業会社が実行するのか、操業用の業者活用で行うか？</li> <li>➢ 浮体式は<b>複数風車の維持管理 + 浮体の安定操業 + 集電・変電管理</b> ⇒ 事業の複雑化への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 維持管理業務の事業形態・体制構築が必要</li> <li>・同種大型複数風車に対する管理手法並びに<b>ルーティン手法の確立</b></li> <li>・AI活用にて<b>DX(Digital Twin)体制形成</b> ⇒ 操業の均質化、省人化、効率上昇</li> <li>・<b>AUV/ROV/ドローンの活用</b> ⇒ 設備へのアクセス利便性向上</li> </ul>
主要部品の安定供給 体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 維持管理必需品(予備品等)の<b>安定供給には規格・メーカー指定等の問題あり</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 発電機のパーツはメーカーより納入者指定 (Global調達か欧州規格保持の近隣国納入者)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 安定操業のため、<b>主要パーツの安定的供給システム</b>を構築 <b>国内生産拡大</b>に向け積極的な支援、更に<b>国内供給者優遇政策</b>が必要</li> <li>➢ 風車メーカーの独自選定システム (Global Supply System)による部品納入者選定に入るべく、日本メーカーの認証取得を支援 (「風車製造」の項を参照)</li> <li>➢ 主要パーツ内小型部品(ボルトナット等)への<b>日本規格対応の可能範囲拡大</b>に向け<b>中小企業等への支援強化</b></li> </ul>
業務用機材・ 作業船不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 作業船/機材・・・<b>国内に中規模ヤード不足</b> (SOV・CTV・アルミ製双胴船型)</li> <li>➢ 現場状況確認ツール用のAUV/ROV(海中)、ドローン(空中)の国内製造メーカー (オペレータ含め) 不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 維持管理業務の作業船等の不足は、当面本邦設計、海外製造(製作/組立)で確保するが、将来的には国産化を目指す (期間限定で海外製投入するための規制緩和策の検討も必要)</li> <li>➢ 日本の海象状況に合わせた標準を策定し、国内製作を目指す (標準・条件化には関係省庁・団体との連携が必要)</li> </ul>
人材不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 風力発電の大規模拡大が予測されるなか、浮体式に対応できる維持管理人材の大幅な不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 設備全体の業務人材の育成、並びに、作業員(設備維持管理人員、日本人/外国人、等)の確保⇒<b>導入目標に見合う計画策定</b></li> </ul>

# O&M

	重要課題	課題解決への取組・提言
システム導入 前提条件	O&Mは、主に事業者の自主保全体制に基づくもの ↓ 浮体式特有のものに対する対応性、適合性を考慮したガイドラインを整備した自主保全への移行が必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内安全基準に基づく<b>管理基準・安全基準を推奨</b>すべく下記を整備           <ul style="list-style-type: none"> <li>事業運営ガイドライン並びに運営基準を策定</li> <li>安全操業に対する管理基準の策定</li> </ul> </li> </ul>
ツール開発 (AUV・ドローン)	海中、空中における監視・点検機能の仕様明確化と対応する技術、規定が不十分、未整備 <ul style="list-style-type: none"> <li>AUV等、海中監視システム⇒技術開発が必要               <ul style="list-style-type: none"> <li>海中の監視対象、手法、目的：センサー、通信</li> </ul> </li> <li>ドローン等、空中監視システム⇒海外規定との整合性要               <ul style="list-style-type: none"> <li>設備までの距離規制：現行規制では50mまで</li> <li>防爆規程：洋上の発電設備の規定は？</li> </ul> </li> <li>保守ツール：無人保守ツール適用ガイドライン</li> <li>海中の随時交信手段 など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>重要技術の開発促進、支援強化</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>監視対象と監視目的のためのセンサー開発               <ul style="list-style-type: none"> <li>(海中) 錆、傷、牡蠣殻：確認精度、認証困難の問題</li> <li>(空中) 内部破損：内部確認センサー対応可能距離 など</li> </ul> </li> <li>充電システムの開発促進               <ul style="list-style-type: none"> <li>(AUV) 海中充電システムの開発</li> <li>(ドローン) 充電ステーション、コントロールステーションのリモート設置</li> <li>(無人保守ツール) ドローンと同様 など</li> </ul> </li> </ul> </li> <li><b>無人監視における法規制の見直し</b>（空中監視時の監視距離、飛行エリア規制等）</li> </ul>
AI活用 DX体制	<b>基本となる操業パターン</b> が未確立（陸上モデルの転用も） AIに操業を任せられる「通常」状況と、人の手を必要とする「異常」状況の判断区分が未整備	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>「異常状況」のガイドライン設定が必要</b></li> <li><b>「現場確認」・「監視室AI判断」・「人による判断」のPriority設定の確定</b></li> </ul>
ウインドファーム全体監視	洋上における維持監視システムはウインドファーム全体で監視、異常検知が出来る仕組みが必要	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>効率的な維持監視システムのための手法、技術の開発、確立が必要</b> 例えば、異常検知手法としてファーム内で海象条件等でのグルーピング後のサンプリング、また、サンプリング検査は同条件下でのグルーピングが必要（浮体式であれば水深でグルーピング）</li> </ul>

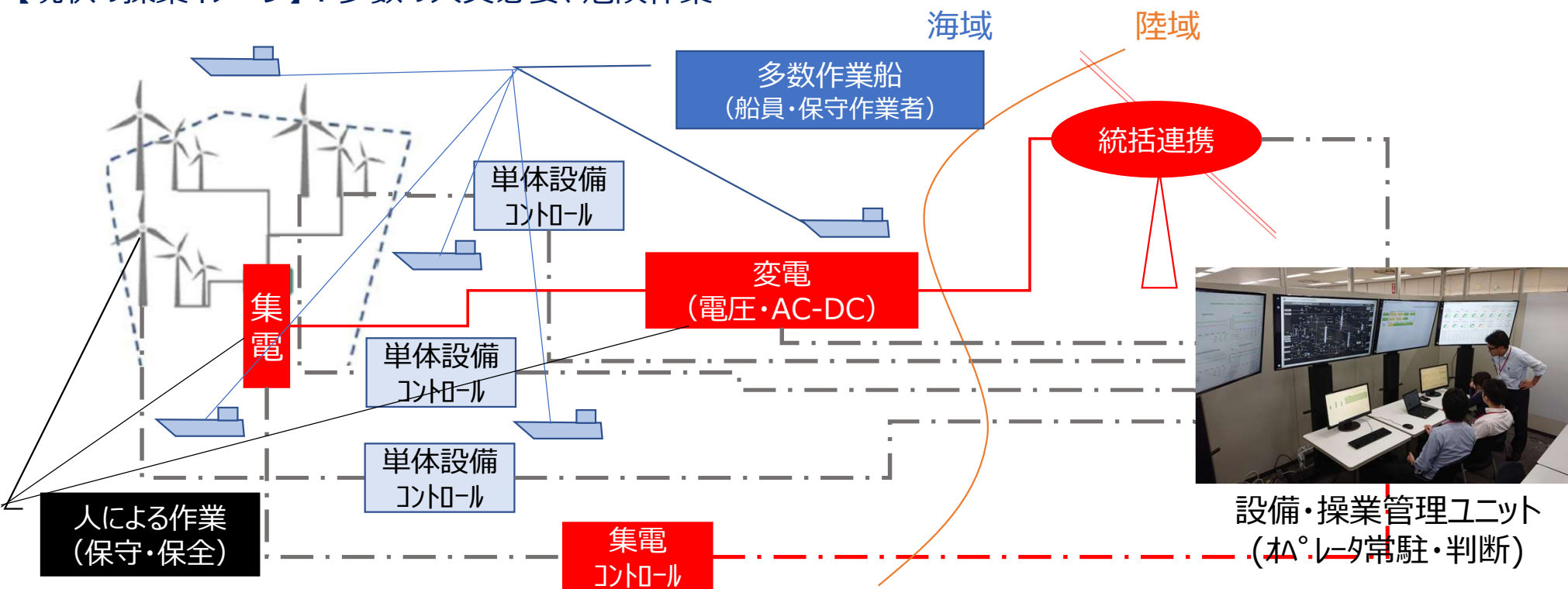


# O&M

## 【浮体式洋上風力・O&Mの特徴と問題点】

- ・ 常時のアクセス困難、場所の状況把握：  
海上は高位置(ナセル、ブレード、浮体)・海中は海底(アンカー、ケーブル)
- ・ 複数設備の同時管理：  
個別設備毎の特徴管理
- ・ 作業時期の集中：  
風況により、同一地区の作業集中・・・人手、資器材、作業船不足発生
- ・ 作業経験不足：  
欧米にて中心的事業化、日本ではまだ実証段階
- ・ 発電量対応はメーカー技術依存：  
メーカーが稼働率保証（長期運転保守契約締結が通常）

## 【現状の操業イメージ】：多数の人員必要、危険作業

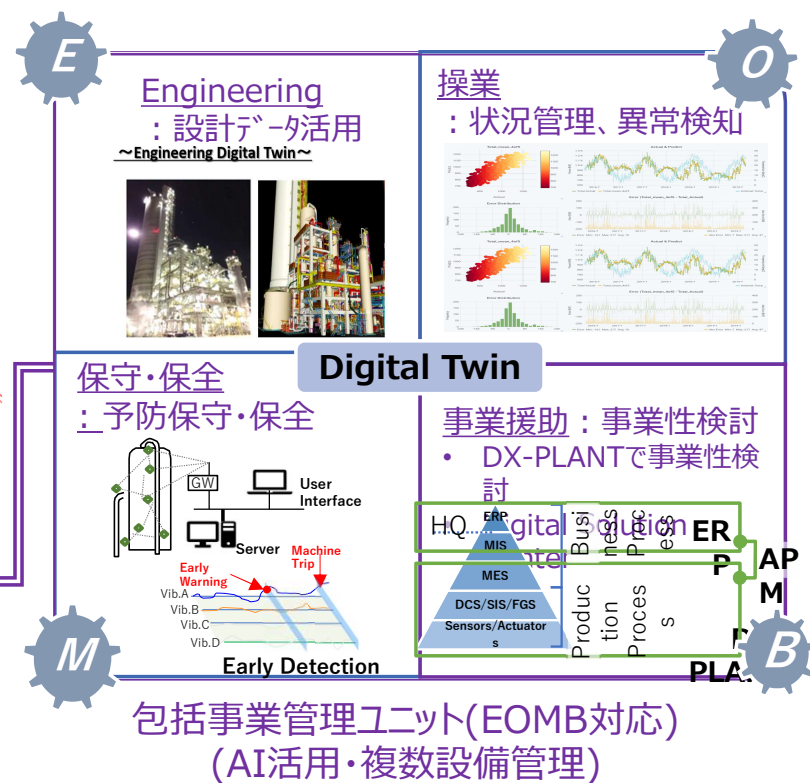
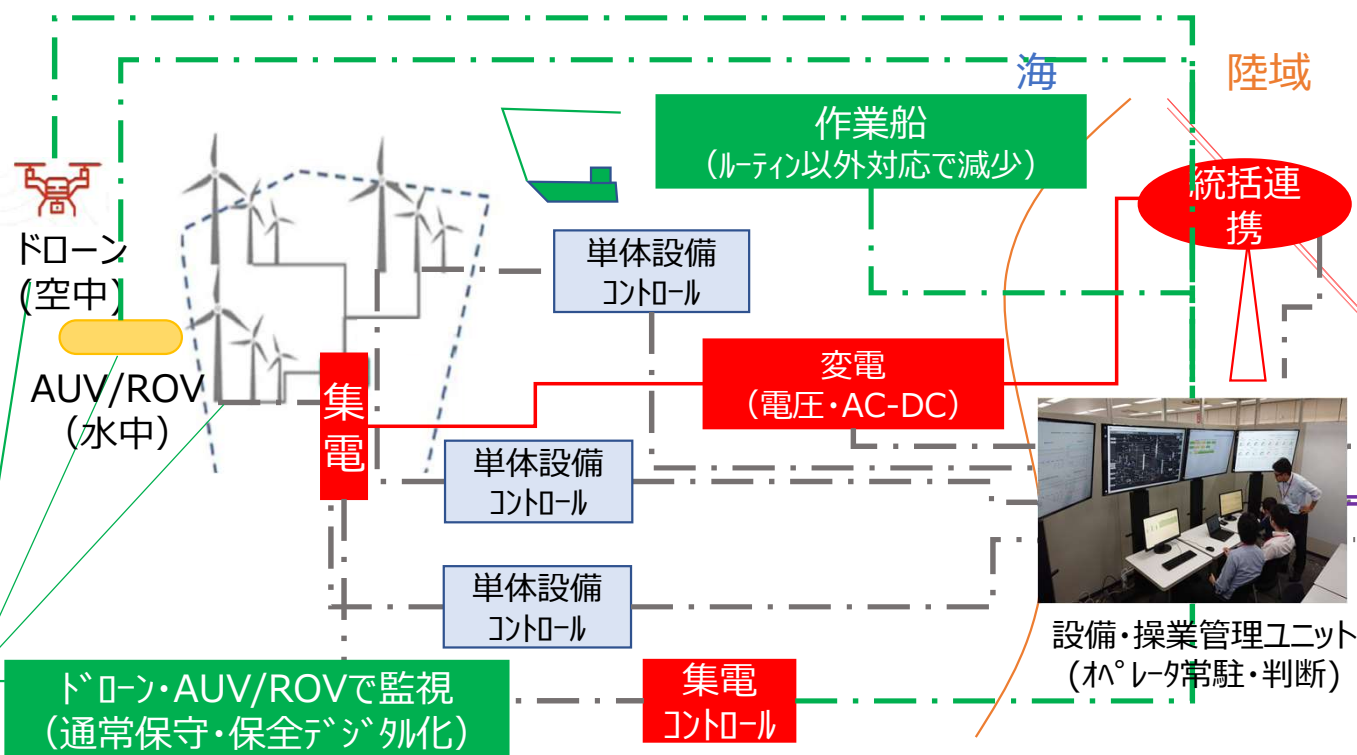


# O&M

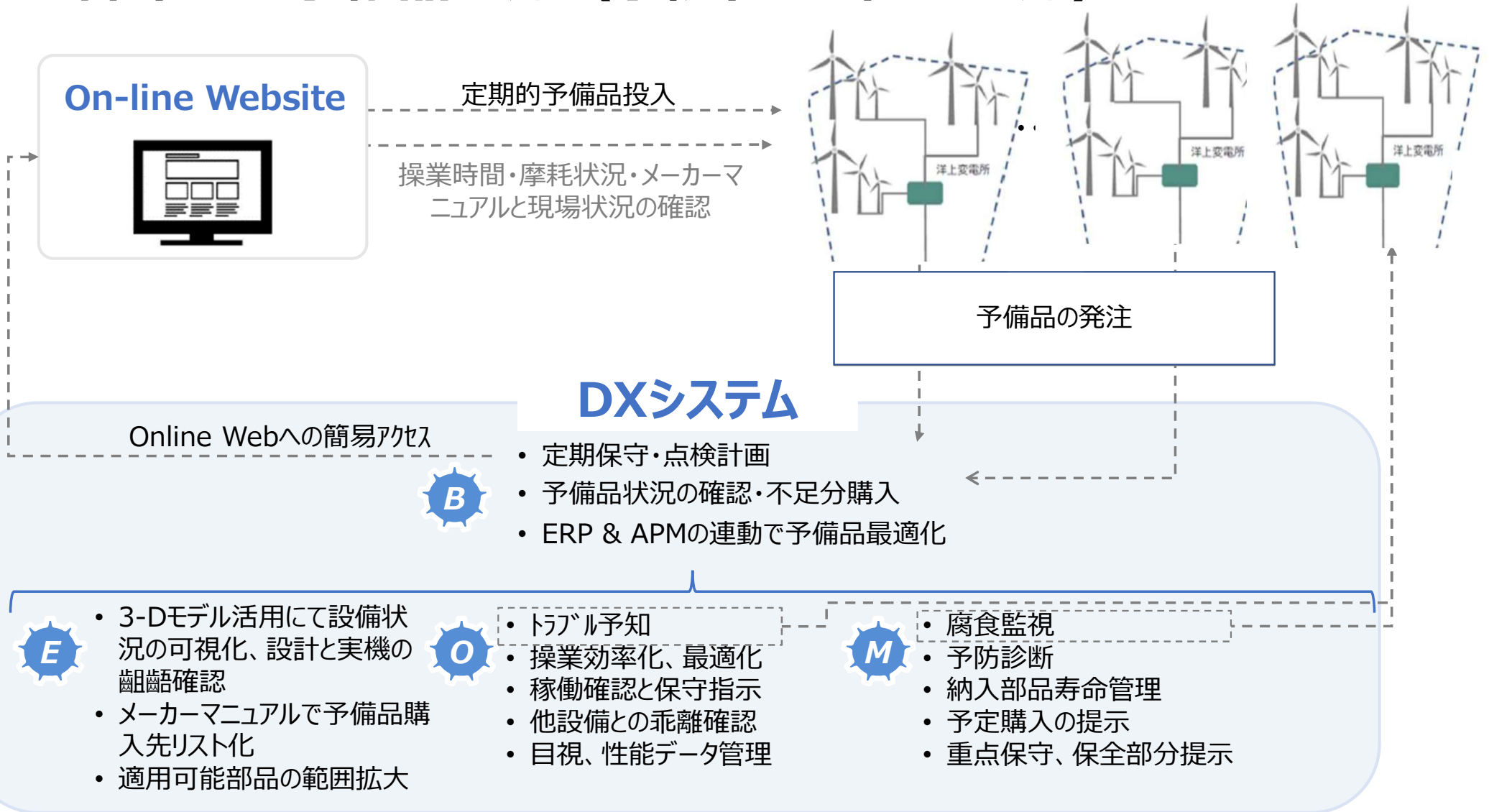
## 【操業・保守に向けての省人化検討要】

- アクセス困難地域、場所の常時状況把握：海上はドローン・設備設置の相互モニター、海中はAUV・ROVで洋上作業省人化
- 複数設備の同時管理：個別設備は既存制御設備、集合制御にDX及びAI導入
- 作業時期の集中：設備データ集約化、個別稼働データ集約化による予防保守・保全導入
- 作業経験不足：AIによる標準操業習得を通じ、ルーティン操業の省人化
- 発電量対応はメーカー技術依存：初期の教育期間後のルーティン化操業により徐々に独自操業へ移行

【操業イメージ】：下図の緑(現場対応)と紫(DX対応)部分



# 作業時の予備品対応（予防保守・保全対応）



## 今後の活動

- 深掘調査のための再アンケート、主要団体との連携・協働（浮体の量産化・低コスト化、風車(部品)国産化、等）

海技研、海産研、エンジニアリング協会、日本風力発電協会、日本埋立浚渫協会、日本電機工業会、日本造船工業会、等と連携し、課題・実施内容を深掘り

- コンクリート製浮体の検討（関連団体、大学等との情報共有含め）

横浜国立大学殿、東京大学殿、日本建設業連合会、コンクリート関連団体・企業、等

- 主要メーカー・事業者・自治体へのヒアリング

海外風車メーカー、発電事業者、国内製造事業者、基地港湾自治体、等

- ロードマップ策定

国内サプライチェーン形成への時系列的な施策(5W1H) をまとめたロードマップ策定（今年末迄）

- 主要日程

’22年12月：ロードマップ策定（課題解決に向けた道筋、提言案）

’23年 3月：最終報告