

事業戦略ビジョン

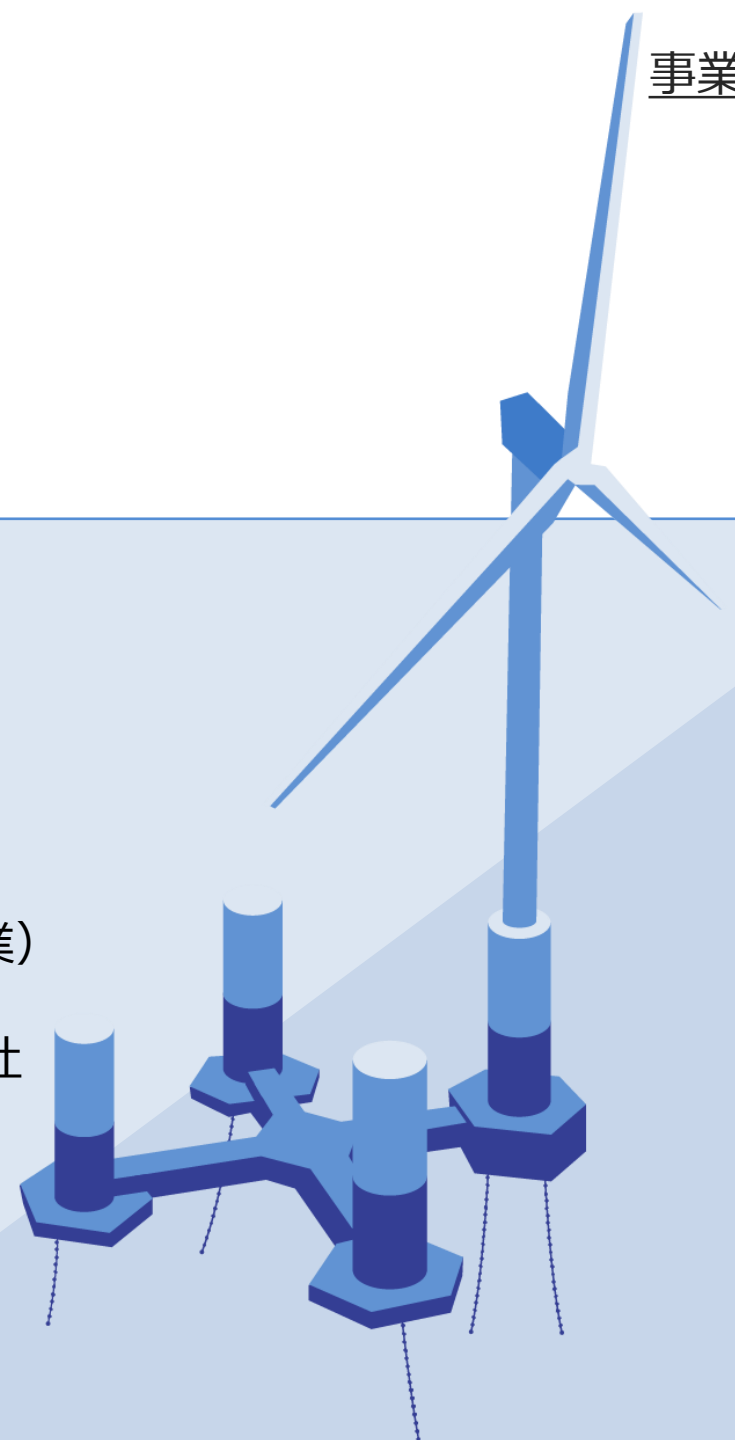
実施プロジェクト名：

低コスト化による海外展開を見据えた秋田県南部沖 浮体式洋上風力実証事業

実施者名：ジャパン マリンユナイテッド株式会社

代表名：代表取締役社長 廣瀬 崇

共同実施者（再委託先除く）：
丸紅洋上風力開発株式会社（幹事企業）
東北電力株式会社
秋田県南部沖浮体式洋上風力合同会社
東亜建設工業株式会社
東京製綱繊維ロープ株式会社
関電プラント株式会社
JFEエンジニアリング株式会社
s中日本航空株式会社



目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

- (1) 事業概要および実施体制
- (2) 目標および研究開発方針
- (3) 各主体の役割分担
- (4) 研究開発テーマの設定背景

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

システム全体として関連技術を統合した本事業の概要および実施体制

本事業の概要

実施プロジェクト名	低コスト化による海外展開を見据えた秋田県南部沖浮体式洋上風力実証事業
実証海域	秋田県南部沖 ※水深 約400m
事業規模（想定）	風車出力：12～15MW級 風車基数：2基
事業期間（想定）	2024年8月～2031年3月 ※実証運転開始：2029年10月
成果の活用場所	アジア展開も見据えた国内外での案件形成や国内サプライチェーン構築に寄与させる他、標準化を推進させる場への活用

本事業の実施体制（コンソーシアム）

全体最適化・事業開発			EPCI			O&M		
丸紅洋上 風力開発 (丸紅洋上) 幹事会社	東北電力	秋田県南部沖 浮体式洋上風力 (事業会社)	ジャパン マリン ユナイテッド (JMU)	東亜建設工業 (東亜建設)	東京製綱 繊維ロープ (東京ロープ)	関電プラント	JFE エンジニアリング (JFEエンジ)	中日本航空
主たる実施者			総合商社、電力会社、事業運営会社、船舶・建設会社、ロープ製造会社、航空事業会社等の9社からなるコンソーシアム					

本事業の目標および研究開発方針

本事業の概要

アウトプット目標	<ul style="list-style-type: none"> 2030年に、一定条件下で浮体式洋上風力を低コストで商用化可能な国際競争力のある技術の確立 2030年に、浮体式洋上風力商用化に向けてタクトタイム短縮を実現可能な技術の確立 沖合・大水深での浮体式導入に向け、技術と社会受容性両面の課題解決 <p>上記3点の道筋を立てることをアウトプット目標とする</p>
フェーズ1の研究成果を活用した継続研究	<div> フェーズ1-② <ul style="list-style-type: none"> 大量生産に向けた浮体の量産/高速化 他（JMU） 低コスト施工技術（風車搭載）の開発（東亜建設工業） </div> <div> フェーズ1-③ <ul style="list-style-type: none"> 大規模WFにおける浮体式洋上風力発電システムのコスト評価 他（東北電力） </div> <div> フェーズ1-④ <ul style="list-style-type: none"> リモートオペレーションによる導通試験 他（関電プラント） </div>
研究項目	<p>量産化、低コスト化を見据えた実証として事業開発、EPCI、O&Mの3フェーズに大分類（次頁以降参照）</p>
遂行体制	<p>浮体式洋上風力の実証事業の経験を有し、スコットランドにおいて浮体式洋上風力案件の海域リース権益を落札して案件開発を遂行している他、秋田県内で着床式商用案件を開発・運営する丸紅グループ（丸紅G）、秋田県内で2つの着床式商用案件の開発を遂行している東北電力、福島浮体式実証事業の浮体製造の実績を有するJMU、フェーズ1の要素技術開発を実施している東亜建設工業、関電プラントなどが参画するコンソーシアム体制により、本事業の着実な遂行を実施</p>
他との連携	<p>技術基準や規格・標準化に係る研究開発等との連携のため、協議の上で適宜実施</p>

洋上風力の事業経験を有する幹事会社が発電事業の全体最適化の研究を担う

全体最適化・事業開発

主な 研究開発 の内容

社会実装に 向けた 主な取組内容

委託先

丸紅洋上風力開発

幹事会社

- 全体最適化(発電コスト・タクトタイム・リスク)
- AUVによる自動点検の開発(O&M)

- コスト、タクトタイム、インターフェースリスク低減
- 維持管理技術の効率化・高度化

- 東京大学
- 島津製作所

東北電力

- 大規模WFにおける発電システムコスト評価
- 発電量・需給予測
- 漁業・環境影響評価手法確立

- 商用化時の技術仕様でのコスト試算
- インバランスの低減
- 漁業・環境影響調査手法の確立

- ウェザーニューズ
- 海洋生物環境研究所

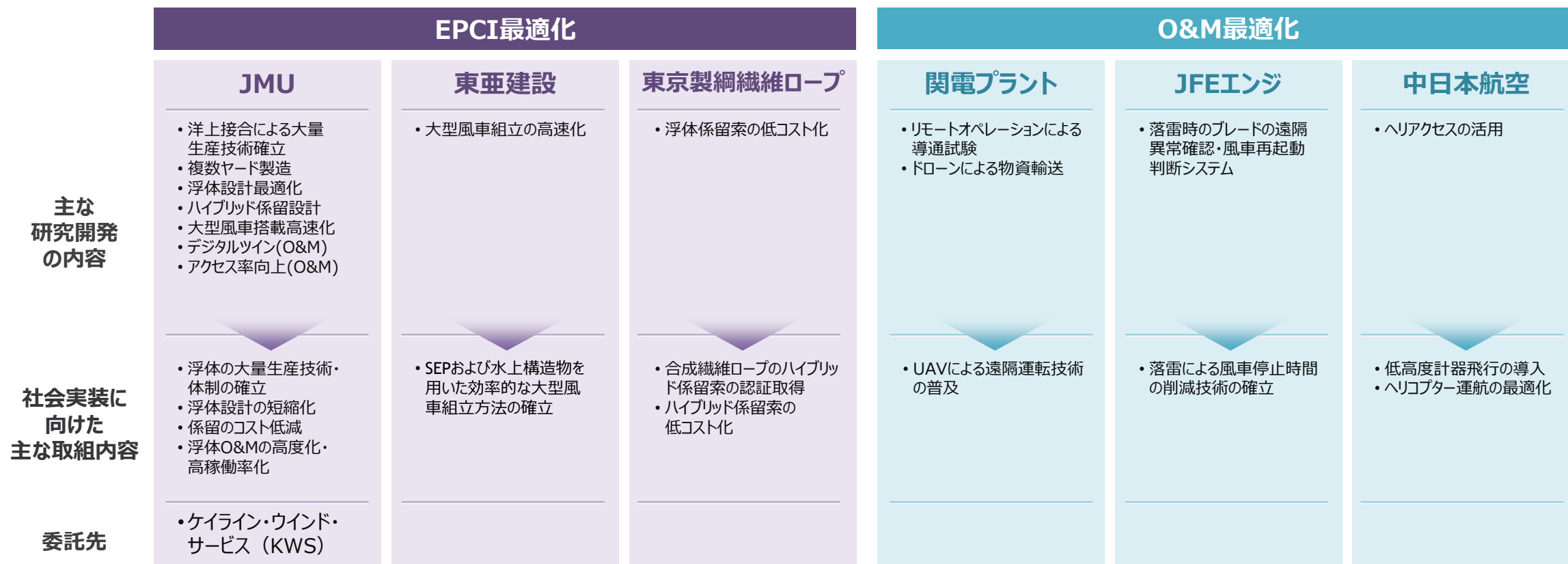
秋田県南部沖浮体式洋上風力

- インターフェースリスク低減
- ステークホルダーとの対話・情報発信

- インターフェースリスク低減
- 地域共生の実現・国民へ広く情報発信
- 東京大学を委託先とした国民との科学・技術対話

- 東京大学

建設、O&M各領域のエキスパート企業が一体となって本事業を実施



本事業を成功に導き、浮体式洋上風力の低コスト化を実現するための研究体制を構築

課題設定

■ 過去からの学び

- 丸紅は過去国内2件の実証経験を踏まえて研究開発テーマを厳選
- 将来のアジア展開を見据え、純国産の技術開発を目指す

■ 低コスト化

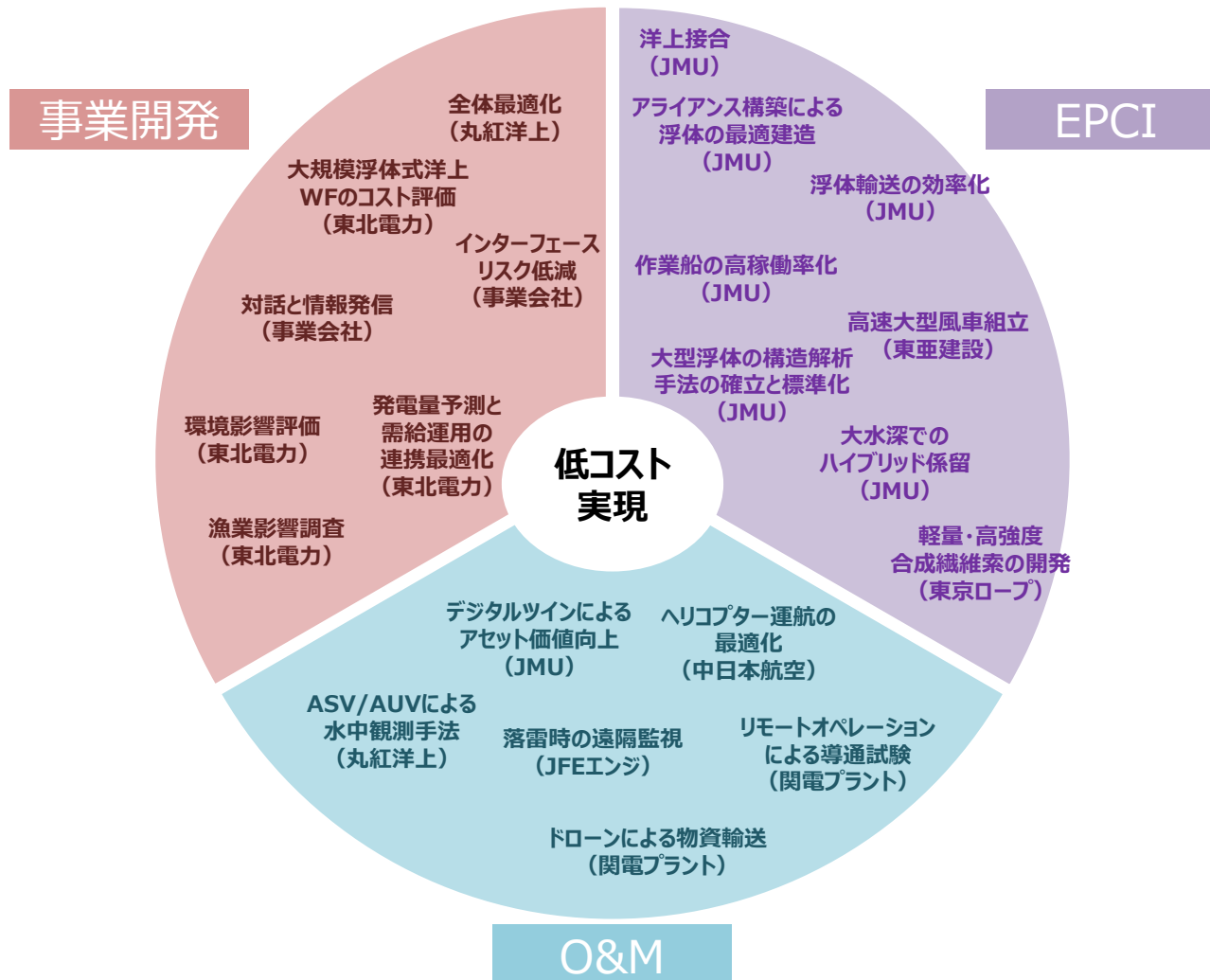
- 風車、浮体、係留システム、ケーブルの挙動・性能・施工性・コストを考慮した一体設計による最適化が必要

■ 最適コンソーシアム

- 開発、建設、O&M各フェーズごとの専門家集団を結集、連携することで技術開発の一体設計を推進

コンソーシアムによる課題解決が最善

開発、建設、O&M各々の切り口で低コストにつながる研究開発テーマを設定



ゴール

浮体式洋上風力のモデルケースを確立

アジア展開も見据えた国内外での案件形成や国内サプライチェーン構築に寄与させる他、標準化を推進させる場への活用

1

事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画



JMUは時代が求める新しい領域へ推進、造船業の枠を超え浮体式洋上風力EPCI事業へ

▶カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識(洋上風力について)

- (社会面)

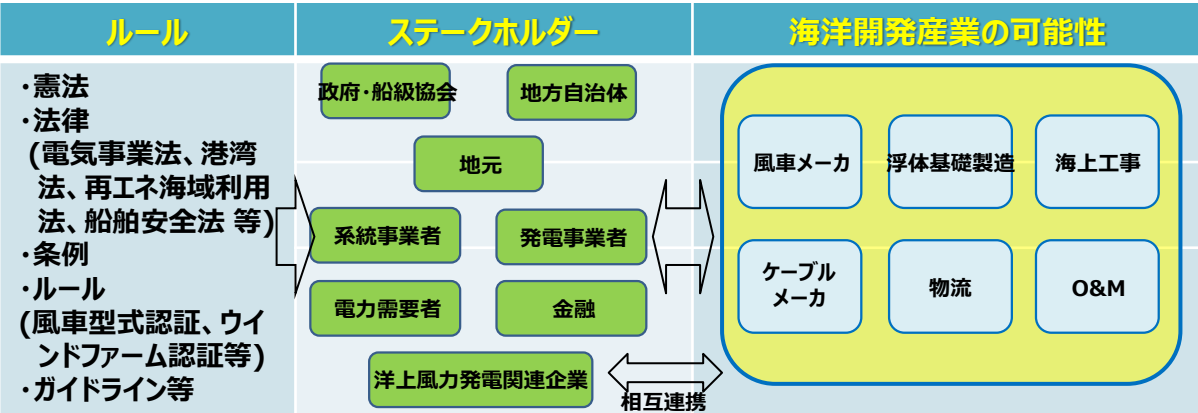
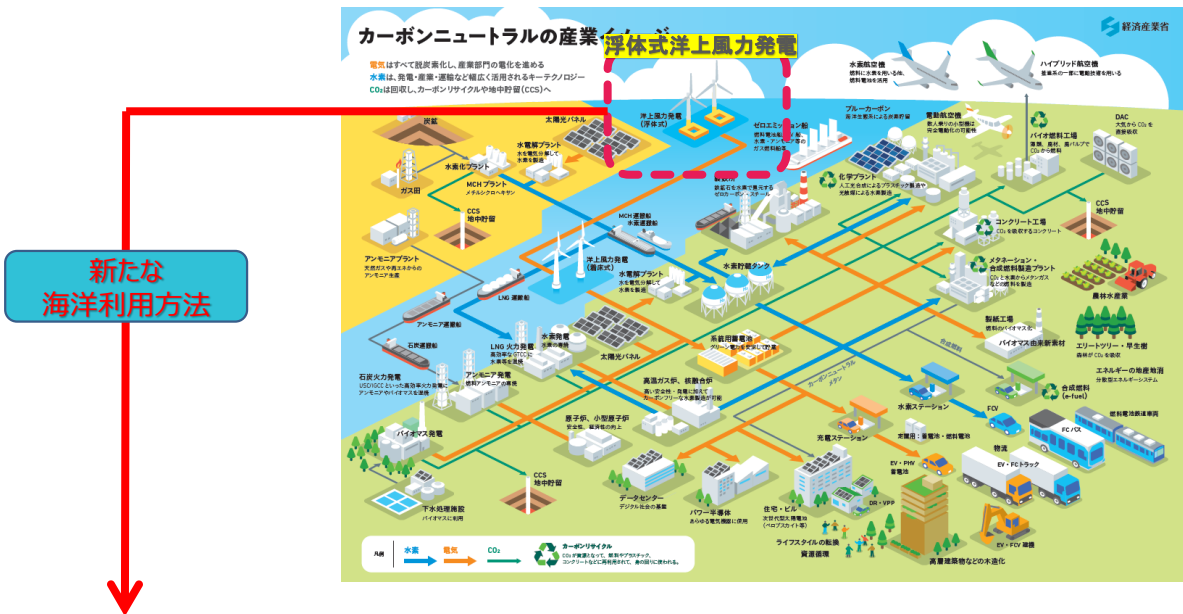
 - 地球温暖化等の環境問題への関心が高まり、ビジネスや消費者行動においても環境配慮や脱炭素化の志向へ変わってきている。
 - 温室効果ガスであるCO2を排出しない再エネ由来電力への注目が高まっている。
- (経済面)

 - 「洋上風力産業ビジョン(第1次)」において、2040年までに国内調達比率60%とする目標が設定されており、洋上風力発電が設置される各地域を始め、関連産業への高い経済波及効果が期待されている。
 - 国内の洋上風力のサプライチェーンは発展途上であり供給力が不十分である。
- (政策面)

 - 「洋上風力産業ビジョン(第1次)」において、日本政府は2030年に10GW、2040年に30~45GWの案件形成の目標を設定した。
 - その中で浮体式に特化した導入目標、EEZにおける洋上風力の導入に向けた具体的な制度措置等の検討が進んでいる。
 - 「洋上風力産業ビジョン(第1次)」において、アジア展開を見据えた国際競争に勝ち抜く次世代産業の創造を決めた。
- (技術面)

 - Scotwind等のイギリスを始めとした欧州プロジェクトでは商用化に向けた技術開発が着実に進んでいる。
 - GI基金事業フェーズ1で浮体式洋上風力発電の低コスト化の研究開発が実施されており、商用化に向け着実に進んでいるが、より一層の研究開発が必須である。

▶カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



JMUは時代が求める新しい領域へ推進、造船業の枠を超え浮体式洋上風力EPCI事業へ

● 市場機会：

- 再エネ海域利用法による公募が着実に進行し着実に洋上風力の普及が進んでいる。浮体式を前提とした海域も、五島市沖に続き複数海域が一定の準備段階と整理されている。
- 大水深を含むEEZでの洋上風力開発に関して事業者に対する権利付与、入札方法、海域設定等の制度検討の加速により浮体式の大幅な拡大が予見される。
- 新たな海洋利用の創出により、浮体を始めとする関連メーカ、施工業者、O&M業者の躍進が期待される。
- Oil&Gas産業の知見技術の活用、及び人材活躍の場が生まれる。
- 浮体式のEPCI関係者が適切に連携することでWFの最適化が図れ国内外のマーケットで一定のシェアの獲得が期待できる。

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- カーボンニュートラルを実現し、将来の世代も安心して暮らせる、持続可能な経済社会を形成。
- 国内企業による浮体式技術・施工方法の自主開発及び国内製造・供給により、世界の浮体式洋上風力発電マーケットにおける日本国および国内企業のプレゼンスの向上、及び、国内への経済波及に寄与。
- 浮体式洋上風力発電から得られる電力は輸入に頼らない純国産電源となることよりエネルギー安全保障に寄与する。



● 当該変化に対する経営ビジョン：

【全体】

- 世界トップクラスの造船所として、カーボンニュートラル商品領域の拡大をビジネスのミッションに据える。
- 商船分野で、液化アンモニア運搬船、液化水素運搬船、液化二酸化炭素運搬船の建造に向けての開発を進行中。

【浮体式洋上風力】

- 洋上風力発電はOil & Gasの技術を元に発展が進んでおり、JMUも**Oil & Gasで培った設計技術**を活用し風車浮体を展開する
- **設計から設置までの一体設計とEPCIまでを視野に入れた全体最適化を実施。**浮体式洋上風力発電の早期商用化に貢献する。
- **GI基金フェーズ1**で実施した浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発で得られた知見・技術をフェーズ2で活用、浮体式洋上風力の商用化を通じて社会に還元。
- **O&Mも見据えたEPCIサービスの事業化を目指し、2030年に国内シェア50%の確立目標を掲げる。**
- 従来の造船での事業展開と同様、欧州やアジア等海外に積極的に展開を図る。

【その他】

- Oil & Gas向け作業船からSEP船等洋上風力発電向けの作業船開発・建造に取り組み、造船会社として作業船の面からも浮体式洋上風力発電の拡大に貢献。

JMU国産セミサブで国内浮体式洋上風力発電の早期商用化実現、同時に海外展開へ

▶ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 政府目標2030年:10GW、2040年:30~45GWの洋上風力案件形成より**2030~40年は年平均2~3GWの案件形成**
- 着床式適地の状況と浮体式の拡大基調を鑑み、**2030年より浮体式の事業化が本格化し、半分の1~1.5GWが浮体式の市場規模**にする必要がある。



1~1.5GWの浮体式洋上風力発電市場で最も汎用性の高い**セミサブ型で50%の国内シェアを獲得**し、浮体の製造・風車搭載・係留/現地据付において2030年に以下の供給体制を確立する。

□ 2030年：0.5GW/年規模(●基以上)

更に国内での展開と同時並行で、
海外の浮体式洋上風力発電事業に対し**ライセンスビジネスを展開**し
イギリスを中心とした欧州と東南アジアのプロジェクトに**セミサブ浮体デザインの採用**されることを目指す。

JMUセミサブで国内浮体式の早期商用化を実現、同時に海外展開へ

▶ターゲットの概要

需要家	主なプレーヤー	浮体式洋上風力発電 導入量	課題(国内海外共通)	想定ニーズ(国内海外共通)
国内発電 事業者他 (国内プロジェクト)	<ul style="list-style-type: none"> ・商社系事業者 ・旧一般電気事業者 ・再エネ事業者 	10GW(2030年) 30~45GW(2040年)*1	<ul style="list-style-type: none"> ・低LCOE化 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 浮体基礎の低コスト化 ➢ 係留の低コスト化 ➢ 施工の低コスト化 ➢ O&Mの低コスト化、収益向上 ・浮体の大量高速供給体制 ・大水深域における浮体式洋上風力係留技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計から施工まで含めた一体設計にEPCI知見を織り込んだ全体最適化 ・発電収益の最大化 ・短期間での浮体の安定大量高速供給 ・水深に拠らない浮体式洋上風力向け係留技術の確立
海外発電 事業者他 (海外プロジェクト)	<ul style="list-style-type: none"> ・商社系事業者 ・海外事業者 ・他 	○欧州 60GW以上(2030年) 300GW以上(2050年) ○アジア 40GW(2035年)*2	<p>特にイギリスを中心とした欧州とアジアに注力</p> 	

※1：案件形成の目標。第6次エネルギー基本計画では、2030年5.7GWの導入目標

※2：2035年までの韓国、台湾、ベトナムの目標の合計

丸紅・JMUによる浮体式洋上風力発電事業のアジア展開方針

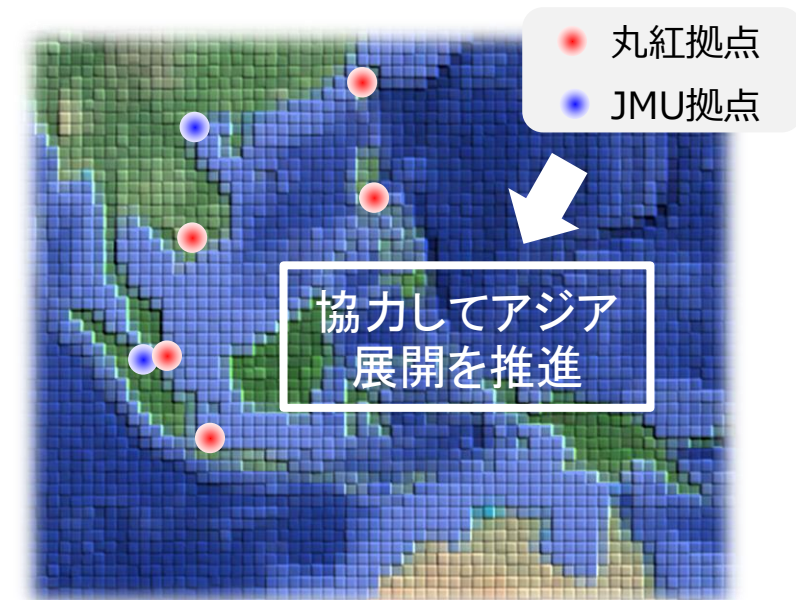
- 丸紅とJMUは、浮体式洋上風力発電事業のアジア展開について以下のとおり連携していく方針。
 - 丸紅は、**総合商社のネットワークと営業拠点を活用**し、アジアでの開発を検討。
 - JMUは、アジアに拠点を有する関連現地法人及び、これまでの**技術支援を通じて構築したサプライチェーンを活用**し、本事業での研究開発成果を用いた積極的かつ効果的な事業展開を検討
- 市場環境が整備されていないアジアにおける浮体式洋上風力発電の導入にあたっては、インフラ整備やサプライチェーン構築、地域との協調・共生が必要であり、発電事業者やサプライヤーが協力して展開していくことが必要。

浮体/係留デザインのアジア展開に向けた具体的な取り組み（案）

対象国の環境条件・サプライチェーンに適した浮体・係留システムに設計変更し対応可能

- **海外サプライチェーンとの連携強化**
- **国内で得たEPCIの知見を海外プロジェクトに活用**
- **技術支援・人材育成も実施**

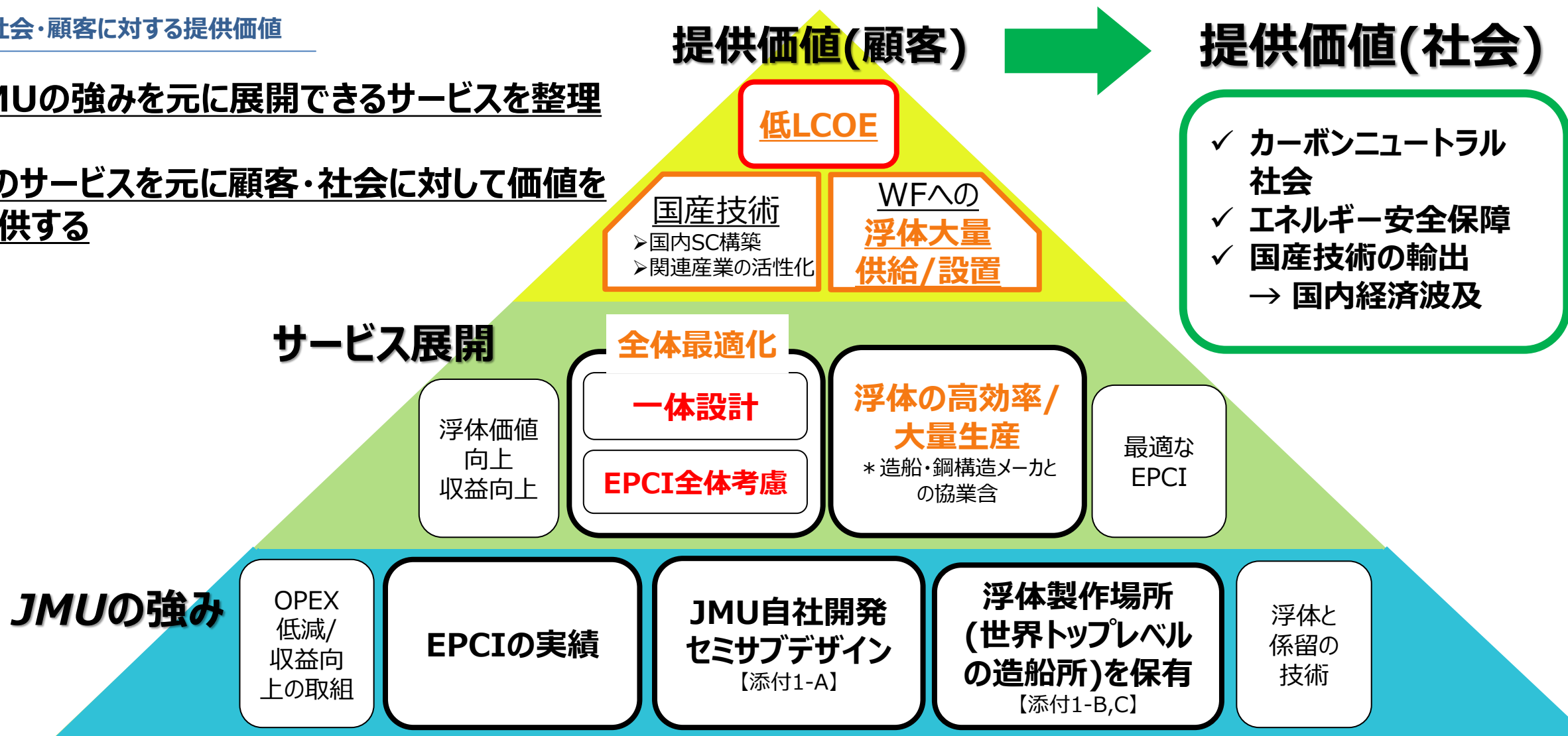
造船において実績を多数（シンガポール、ベトナム等）有し、洋上風力でも同様に展開可能



JMUの強みを生かした独自性の高い浮体式洋上風力発電向けEPCIサービスを創出

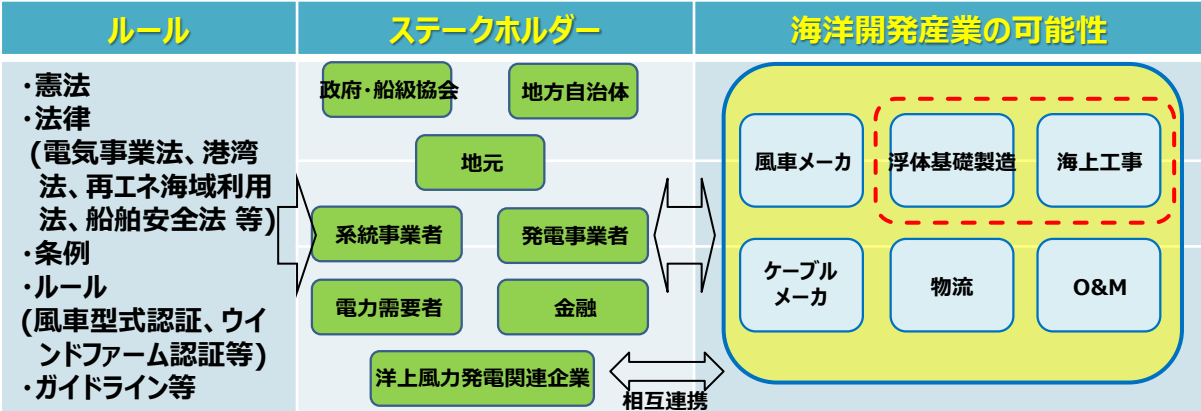
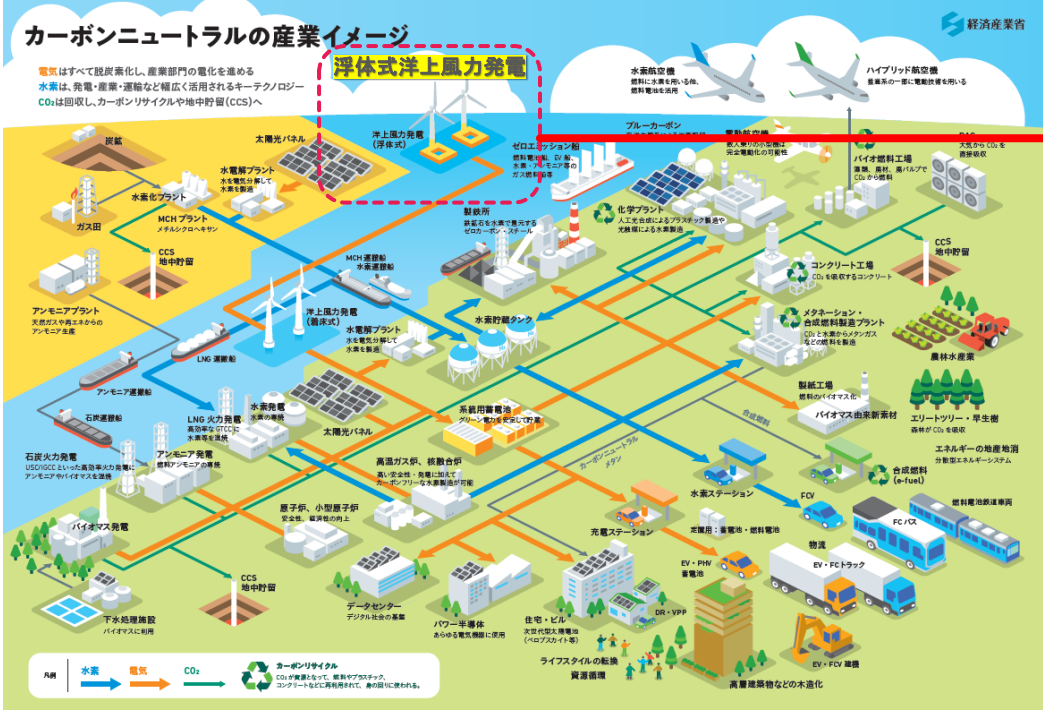
▶社会・顧客に対する提供価値

- JMUの強みを元に展開できるサービスを整理
- そのサービスを元に顧客・社会に対して価値を提供する



浮体式洋上風力発電事業におけるEPCIサービスをビジネス領域とする

産業アーキテクチャにおける収益機会



想定ビジネス範囲

浮体式洋上風力発電事業におけるEPCIサービスをビジネスのターゲットとして設定する社会と顧客へ価値を提供する

自社セミサブデザインの展開により国内の産業育成及び国内企業の活性化

JMU国産デザインの展開による国内産業育成及び国内企業活性化

▶サプライチェーン全体への波及効果

一体設計に加えEPCI事業を展開するJMUは
WF設計において中心的役割（右図参照）

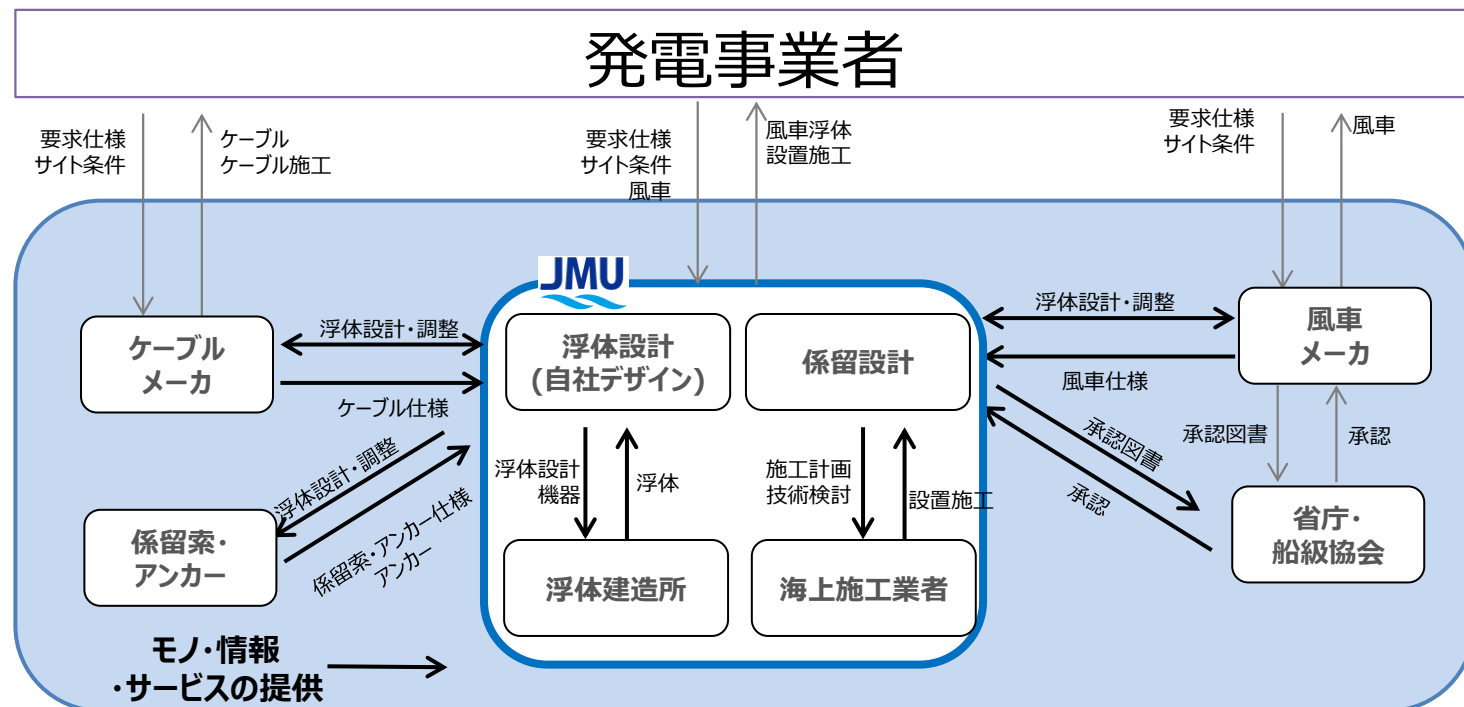
JMU国産デザインは：

- 競争力のある国内メーカ採用を第一と考えた設計
- 国内施工業者の施工能力を前提とした設計

JMU発で

国内洋上風力産業の育成
国内洋上風力関連企業の活性化
に貢献する
(国内調達率75%以上を目指す)

－WF関係者の相関図－



* 海外デザインは海外メーカ前提の思想、設計となる傾向がある。
例：海外デザインSEP, 海外デザインSOV, 海外デザインケーブル船

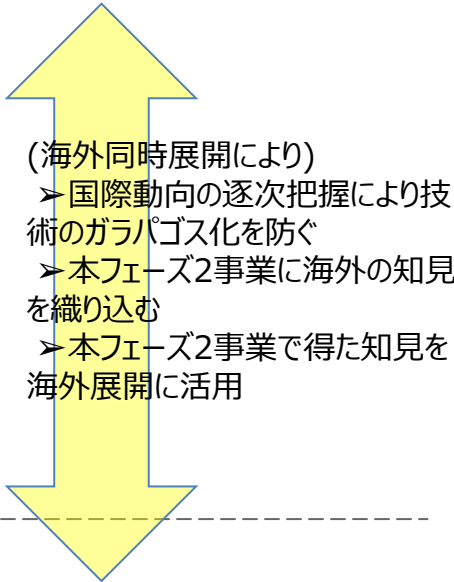
JMUの強みを生かした独自性の高いEPCI事業を推進、海外市場へも同時展開

▶ビジネスモデルの概要

○国内ビジネスモデル

全体最適化と浮体の高効率/大量生産というJMUの強みを活かした**EPCI事業を展開**

提供価値	(提供する事業の内容) 概要説明を次ページに記す	独自性	新規性	有効性	実現可能性	継続性
低COE	① 全体最適化による信頼度の高いWF設計を供給	○	○	○	○	○
	② 全体最適による低コストのWFを供給	○	○	○	○	○
	③ デジタルツインによるO&Mでの費用を低減・収益向上をもたらす浮体デザインの提供	－	－	○	○	○
大量供給／設置	④ WFに必要な浮体の供給(自社、他社連携)	○	－	○	○	○
	⑤ WFに必要な浮体の設置(施工会社連携)	○	－	○	○	○



○海外取組(同時展開)

欧州や東南アジア等の浮体式プロジェクトに向けて **浮体のライセンスビジネス＋技術支援（TA、自動化設備）**を行う

商用化に向け残された課題の解決 ～ 研究開発計画との関係性

▶ビジネスとして成立させるための技術的課題の整理

本事業で実施する研究開発

提案価値	大項目	小項目	フェーズ1時	フェーズ2時	
低 L C O E	浮体式基礎構造	既存風車向け浮体の最適設計標準化	○	✓	
		合成繊維索の開発/大水深でのハイブリッド係留の全体最適化	○		
		風車搭載技術及び作業船の新造/改造の検討(低コスト施工)	○		
		係留施工技術検証,専用船の開発(低コスト施工)	○		
		<EPCI低コスト化>			
		大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化		○	
		大水深でのハイブリッド係留の全体最適化		○	
		作業船・通船の高稼働率化		○	
	予防保全・メンテナンス高度化 監視および点検技術の高度化 運転保守・修理技術	<デジタルを活用した発電量最大化>			
		デジタルツインによるアセット価値（発電量・寿命）向上		○	
<運転保守・修理時のダウンタイム削減>					
浮体帰港時のケーブル・係留索の保持用ブイの開発			○		
大 量 生 産 / 供 給	浮体式基礎生産	ドック内建造、洋上接合技術の検討	○		
		風車搭載技術及び作業船の新造/改造の検討(大量施工)	○		
		係留施工技術検証,専用船の開発(大量施工)	○		
		<大量生産に向けた浮体の量産/高速化>			
		浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立		○	
		アライアンス構築による最適建造方法の確立		○	
		一時保管浮体を最少化する浮体輸送の効率化		○	

- (フェーズ1の研究開発)
- 社会実装(商用化)達成のための技術を確立



- (フェーズ2の研究開発)
- 残りの課題を解決
 - フェーズ1で確立した技術を実機実証にて確認



**社会実装(商用化)
の達成**

技術的課題を本事業で全て解決し商用化への見通しを立てる

標準化の取組

－解析手法および検査省力化手法のデジュール戦略－

【取組方針】

- 本事業で開発する解析手法や予防保全技術を、「**要求事項**」と「**具体的な実装ノウハウ**」に整理
- 浮体コンセプトが持つ技術的優位性を国際的に確実なものとし、国内外に広く展開する

【標準化戦略】

- 開発した解析技術などの実現に必須となる「要求事項」をガイドライン等技術資料にとりまとめる。
- とりまとめた技術資料を、既に取り組んでいる各委員会やタスクフォースに持ち込み、規格・標準への記載を提案する。また、Phase1-⑤の共通基盤開発にも参画し、協調領域の開発にも成果を織り込む。

－ハイブリッド係留(合成繊維索)のデジュール戦略－

【取組方針】

- 係留索に用いる合成繊維索は、破断により周辺設備に影響を及ぼす可能性がある技術であるため、国からの認証を取得する必要がある。
- 現行規則では合成繊維索の海面・海底付近への係留索としての適用は非推奨である。

【標準化戦略】

- 国交省の検討会に本事業の進捗や成果を共有することで、国内での認証取得に向けた道筋を明らかにするとともに、国内船級協会などに働きかけを行う。

－洋上接合技術のデファクト戦略－

【取組方針】

- 大量・高速生産を実現するためには、一体建造が出来ない中規模ドックを有効活用する必要があり、中規模ドック内で部分建造を行い、ドック外の洋上で一体化する技術（＝洋上溶接技術）が必須となる。
- GI基金フェーズ1で研究開発を行った洋上溶接に必要な**チャンバー方式の技術**を確立し、デファクト標準化を目指す。

【標準化戦略】

- 本事業フェーズ1にて洋上接合のモックアップ試験を実施し、基礎となる施工技術を確立した。フェーズ2において実機での実証を行う。
- 他社との連携において当該工法を普及させ、大量生産における**デファクト標準化**させる。

国際競争力のあるJMU国産セミサブデザインとEPCIサービスで浮体式の早期商用化を実現

<ターゲットに対する提供価値>

○低LCOEによる収益機会の提供

- 全体最適化による信頼度の高いWF設計
- 全体最適による低コストのWF
- デジタルツインによるO&Mでの費用を低減・収益向上をもたらす浮体デザインの提供

○浮体の大量供給/設置

- WFに必要な浮体の供給(自社、他社連携)
- WFに必要な浮体の設置(施工会社連携)

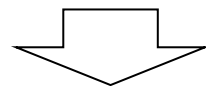
商用化に必要な事項

自社の強み

- 過去のOil&Gas取組からのオフショア及び福島浮体式洋上WFプロジェクトの浮体設計、係留設計の知見技術を持っており、風車浮体への技術展開を実施
- GI基金フェーズ1で浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発を実施し低コスト実現のための知見・技術を得た。
- 浮体/係留の設計から設置まで通しての一体設計とEPCIの効率化まで踏み込んだ設計展開により全体最適化が可能
- OPEX低減/収益向上が可能となるデジタルツイン技術の技術展開
- 自社で浮体製造設備(造船所)を保有していると共に、船舶建造の高効率、大量生産技術を浮体製造に応用可能
- SEP船等洋上風力発電向けの作業船開発・建造に取り組み作業船の面からも浮体式洋上風力発電の拡大に貢献。

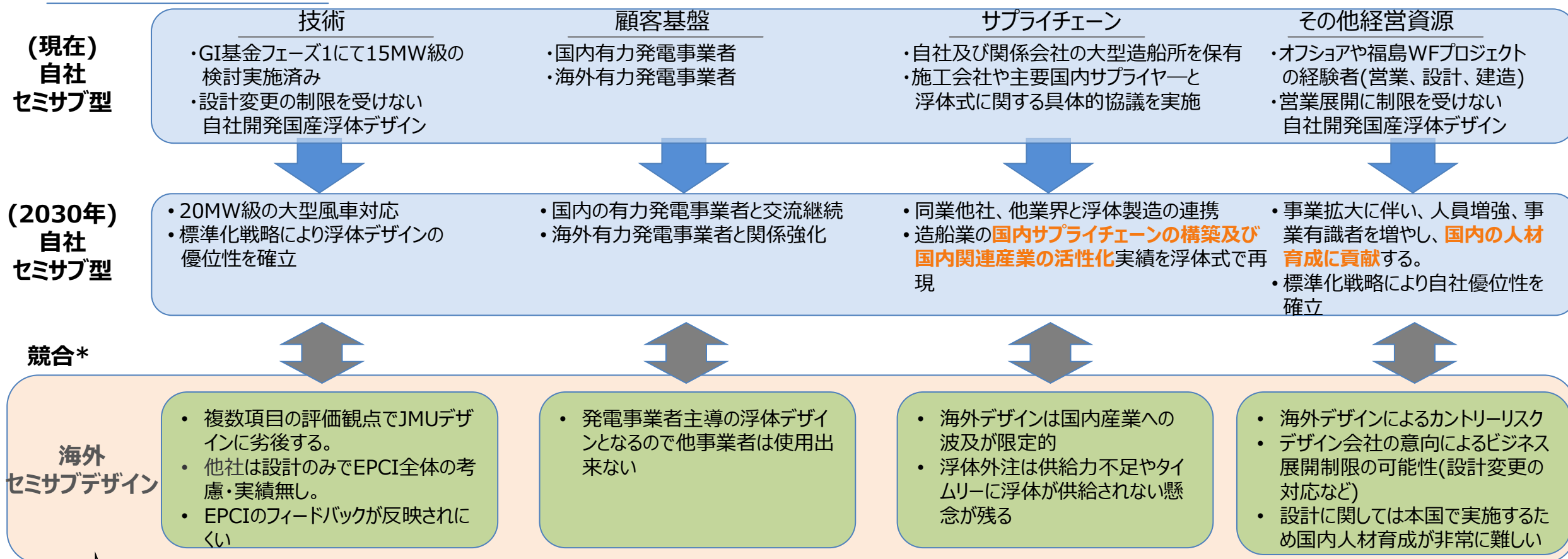
自社の弱み及び対応

- 全体最適化のためには業界関係各社の協力が必要不可欠であり単社では成し遂げられない。
- 浮体は商船との並行建造とならざるを得ない。
- 発電事業者としての事業取組経験が無い。
- GI基金フェーズ1において各社と関係を構築しており、現状支障は無い。
- 同業他社、橋梁・鉄工会社、海外造船所・ヤードとの生産協力体制と洋上接合技術により求められる需要に対応する。
- 丸紅と連携し国内外の案件に対応、発電事業者の知見を積極的に取り入れる。



国際競争力のあるJMU国産セミサブデザインとEPCIサービスで浮体式の早期商用化を実現

▶他社に対する比較優位性



浮体形式はセミサブデザインが最適

同じセミサブデザインにおいては国産セミサブデザインのJMUセミサブデザインが最良

* 浮体式洋上風力発電に最適と考えるセミサブ型デザインにて競合と比較

7年間の研究開発の後に商用事業が本格化、2033年頃の事業化と投資回収を想定する

▶投資計画		本事業(GI基金フェーズ2)							(単位: 百万円)					計画の考え方・ 取組スケジュール等
(参考)		2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度	2030 年度	2031 年度	2032 年度	2033 年度	2034 年度	2035 年度	
取組の段階	研究開発 (GI基金フェーズ1)	研究開発 の開始					実証開始(準 商用運転の 開始)	実証終了			事業化 投資回収			
売上高		約93億円							約3,500億円					・29年に実証事業運転開始、33 年に事業化を達成し1件/年のPJ受 注を計画
研究開発費	約8億円 (フェーズ1)	約28億円(本事業の助成期間)							約14億円					
CO2削減効果 (千トン)							約12万トン		約420万トン					JMU設置風車の発電量から計算

研究開発段階から商用化及び海外展開を見据えた計画を推進

研究開発・実証

設備投資

マーケティング

取組方針

【2024年度-2030年度】

- 浮体システムの技術基準や規格、標準化、及び生産技術や大水深における係留施工に係る研究開発等において関係者共栄のため積極的な連携を実施する。
- 実機実証にて浮体/係留設計の検証及びEPCI実績の設計へのフィードバックを実施する
- フェーズ2と並行して海外プロジェクトにも同時に取り組み国際標準の流れを注視及び国内標準を海外に展開する

• 【2030年度以降】

- 造船会社として浮体式向けの専用低コスト、高効率作業船を施工会社と共同で開発し、建造し設置まで含めての浮体供給可能数を増加させる。
- 運用データを設計にフィードバックし、次の浮体式洋上風力発電事業で一層の低LCOE化を図る。
- 大学との共同を積極的に実施

【2024年度-2030年度】

- 自社造船所の積極的な生産設備投資を実施
- 強靱なサプライチェーン構築のため浮体供給力確保のため国内造船協業体制を構築
- 強靱なサプライチェーン構築のため浮体供給力確保のため国内橋梁・鉄鋼ヤード協業体制を構築
- 自社、国内アライアンスで不足する浮体の供給源として海外造船所・ヤードアライアンスを構築
- 国内関連メーカ(係留索・合成繊維索等)と国内サプライチェーンを構築・拡大

【2030年度以降】

- 国内外の浮体製造場所における製造の高効率化、低コスト化を目指し、造船と同様に省人化、自動化を推進する。
- 事業規模に応じた浮体基礎製造に特化した設備投資を実施。
- 国内関連メーカーサプライチェーンの機種・生産体制拡大

【2024年度-2030年度】

- 先行する欧州の浮体式プロジェクトのエンジニアリング業務を実施
- 欧州及び東南アジアへの浮体式プロジェクト参画を現在進行形で検討中
- 丸紅とタイアップしてフィリピンを始めとしたアジア案件に取り組む
- 日本国内の実浮体プロジェクトについて発電事業者と共同で開発に取り組む
- 商用化を達成するために関連ステークホルダーへの浮体式の啓蒙活動、協力依頼を実施する
- 国内で不足する洋上風力向け作業船の開発、建造、改造（SEP船、AHTV、CSOV、CLV等）
- EEZへの浮体式洋上風力事業展開加速を見据えた発電事業者との共同事前検討の実施

【2030年度以降】

- 海外事業の拡大に合わせ、既存海外現地法人の強化及び新規現地法人も含めた海外ネットワークの拡大

自社セミサブデザインとEPCIサービスの独自性・新規性を活かし国際競争力を確保

研究開発・実証

設備投資

マーケティング

国際競争 上の 優位性

- 以下より世界的にも稀有な存在として優位性を発揮する。
 - 浮体式洋上風力WFのコアとなる浮体と係留の設計技術を保持している
 - EPCIの効率化まで踏み込んだ設計展開により全体最適化が可能
 - EPCIの実績を設計にフィードバックすることにより更なる改善ができる
- すでに以下国際JIP、技術委員会に参加しており、国際標準化を積極的に推進するポジションにいる
 - IEC Wind国内委員会
 - JEMA 浮体式洋上風車設計要件分科会
 - Class NK 安全評価手法等検討会等
 - IEA Wind TC
 - IEC TC88(風力システム)
 - Carbon Trust FLW JIP/FER Forum JIP

- 国際的にみても国際競争力を持つ大型の浮体生産設備（造船所等）を持つ会社は少なく浮体供給力で優位性を発揮できる。
- 造船業は激しい国際競争により高生産効率化されており、鉄構造物を製造することに長けている他、製造コストにおいても既に国際競争力を持っている。
- 更に協業体制を組むことにより、より一層の浮体の大量供給が可能。それにより国内WFだけでなく、海外WFへ供給することが可能となると共に、海外造船所・ヤードアライアンスは場所によってはそのまま海外WFへの対応が可能となる。これにより一層の優位性を維持できる。
- 本事業の成果のフィードバックを元に低LCOE、浮体大量供給/設置に資する生産設備への設備投資を実施する

- 金融業界や保険業界は世界共通で判断をされる。そのため、技術や実績を両業界に紹介し理解頂く事は、プロジェクトファイナンスや保険付保可否や保険料に影響するので世界における競争力の維持に繋がる。
- 国内で得られる知見技術と海外で得られる知見技術を融合することを考えている会社はないため優位性を発揮できる。
- 国際的にみてもEPCIまで取り組む浮体/係留デザイン会社が洋上風力向け作業船を設計建造することはない。その為、EPCIが求める最適船舶供給により低LCOE化のサポートが可能

国費負担は本事業のみを想定し、以後自己負担を行い事業化を進める

▶ 資金調達方針

	本事業(GI基金フェーズ2)							(単位: 百万円)				
	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度	2030 年度	2031 年度	2032 年度	2033 年度	2034 年度	2035 年度
合計支出額	約120億円							約3,400億円				
うち研究開発費	約13億円							約13億円				
うち、国・自治体等からの支援額 (含GI)	約11億円							約1.5億円 ※インセンティブ				
うち、GI 基金事業における自己 負担額	約5億円											

2

研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール① 全体計画
- (3) 実施スケジュール② 国内調達計画
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

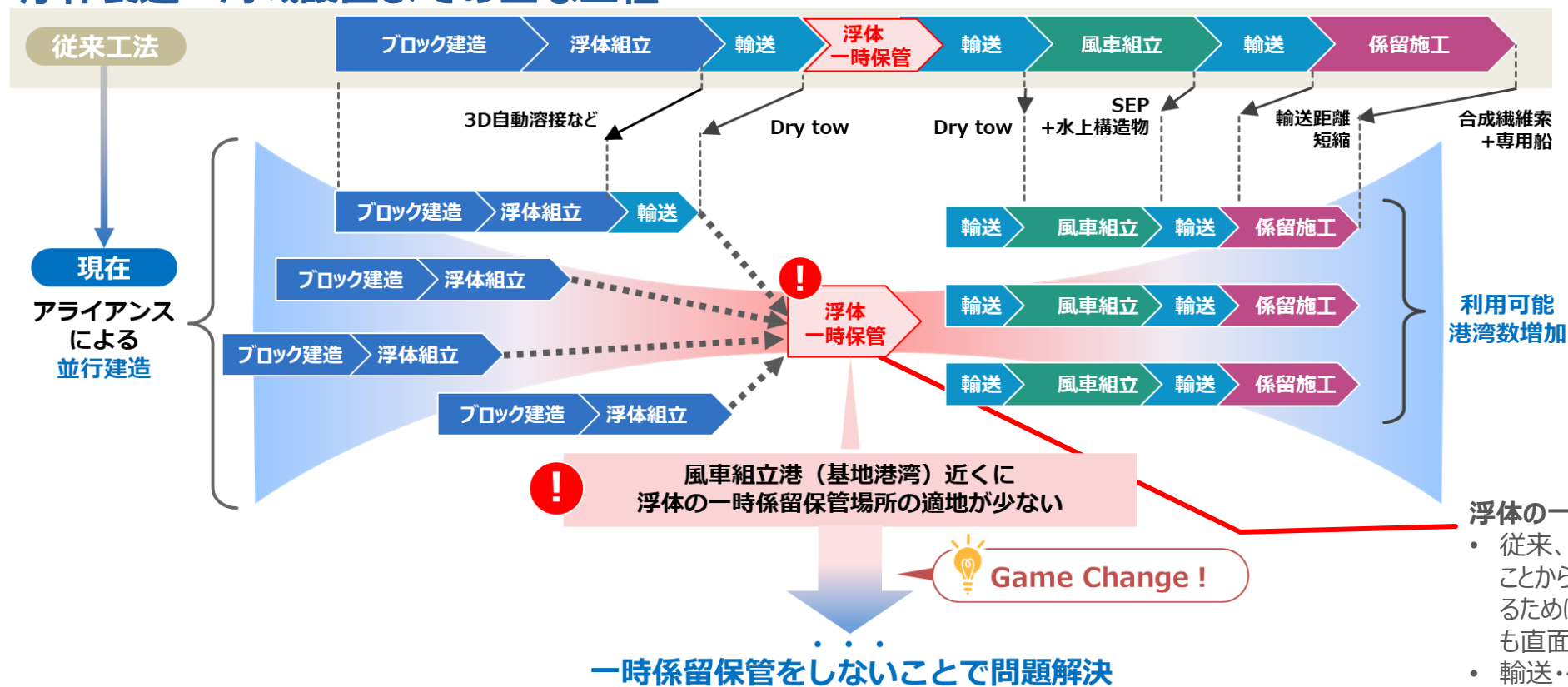


浮体式大量導入、海外産業輸出を見据えて、LCOEとタクトタイムの野心的な目標値を設定

研究開発項目	本事業のアウトプット目標		
洋上風力発電の 低コスト化	以下 3 点の道筋を立てることをアウトプット目標とする。 ①2030年に、一定条件下で浮体式洋上風力を低コストで商用化可能な国際競争力のある技術の確立 ②2030年に、日本・アジアの気象において●基/年、理想的条件においてそれ以上のタクトタイムを実現可能な技術の確立 ③沖合・大水深での浮体式洋上風力導入に向け、技術と社会受容性両面の課題解決		
研究開発分類	目標水準	考え方	
1. 事業開発	<ul style="list-style-type: none">一定条件下で低コスト化を達成沖合・大水深での浮体式導入に向け、社会受容面の課題解決の道筋を立てる	<ul style="list-style-type: none">国際競争力のある技術の確立、浮体式洋上風力の低コスト化のため、海外の水準を見据えて設定。本事業で得た知見や欧州案件の知見を活かし、CAPEX低減、OPEX低減、設備利用率向上に向け、事業者視点で全体最適を実施。日本や欧州の市場動向（政策・インフラ整備）を踏まえ、低コスト化達成の条件を更新・整理する。EEZを含む沖合・大水深への浮体式洋上風力導入には、着床式洋上風力とは異なる地域・漁業等との協調・共生が求められる。	
2.EPCI	<ul style="list-style-type: none">一定条件下でCAPEX低減を達成2030年に、日本・アジアの気象において●基/年、理想的条件においてそれ以上のタクトタイムを実現可能な技術を確立沖合・大水深での浮体式導入に向け、技術面の課題解決の道筋を立てる	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1の成果を活用し、浮体製造および風車・浮体施工等のコストを低減することで達成できる水準として設定。浮体製造および浮体への風車組立それぞれについて、日本海など冬季施工が困難な環境にてタクトタイム●基/年を達成し、理想的条件においてそれ以上の量産を達成できる技術を確立する。EEZのような沖合・大水深での浮体式洋上風力導入には、合成繊維索等の新たな技術が求められる。	
3. O&M	<ul style="list-style-type: none">一定条件下でOPEX低減を達成するための要素技術を実証し、定量的に評価	<ul style="list-style-type: none">欧米の水準を参考に、一定の条件下で達成すべき水準として設定。	

浮体建造・風車浮体組立のキャパシティを増強した上で、ボトルネックとなる浮体の一時保管の課題を解消し、浮体式洋上風力発電の早期・大量導入を達成する

▶ 浮体製造～海域設置までの主な工程



浮体の一時保管がボトルネックとなる理由

- 従来、浮体製造速度よりも風車組立速度が速いことから、作業船の待機時間を無くし、大量導入するためには浮体の一時保管が必要（欧州案件でも直面している課題）。
- 輸送・保管は、従来製造事業者・施工事業者の所掌でなく、課題解決が容易でない。

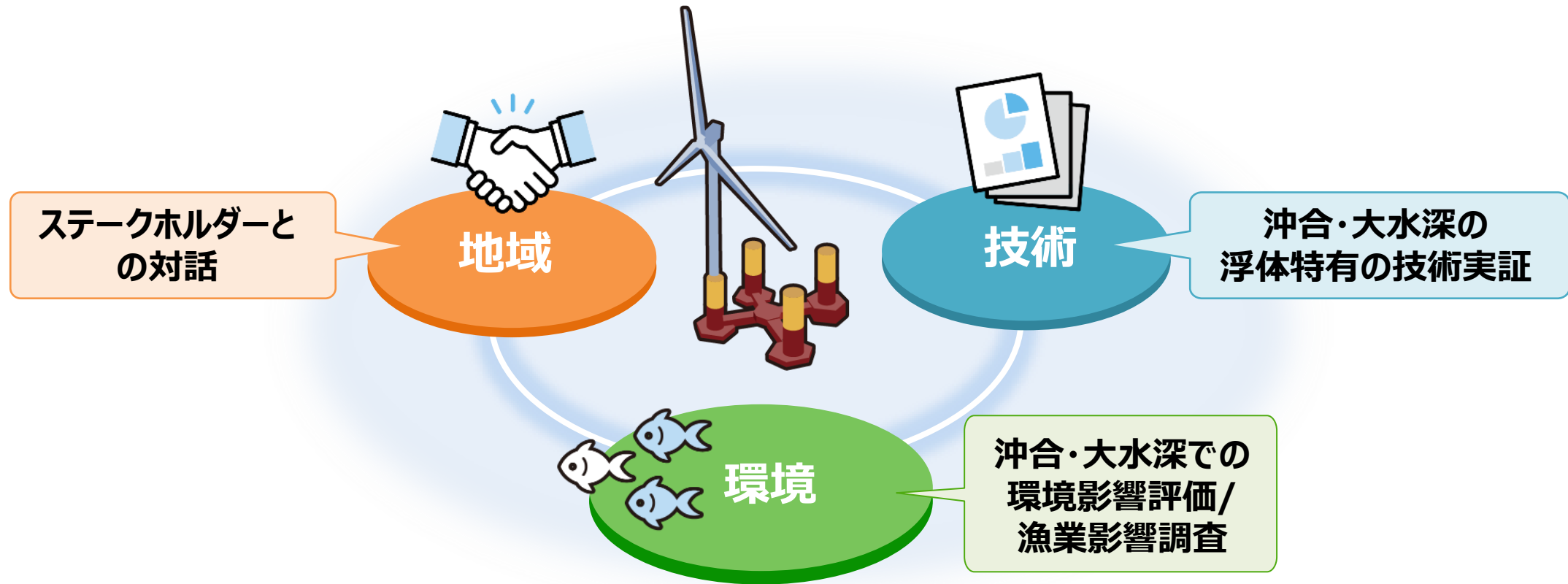
▶ 達成できる要因

- 日本の造船・建設技術の基盤を活用したドックによるブロック製造
- 洋上接合による浮体建造高速化と輸送の高速化
- 設置までの全工程の短縮

▶ アウトカム

- 浮体式洋上風力の早期・大量導入**

沖合・大水深での浮体式洋上風力発電の課題解決に取り組み、実現可能性を高める



▶達成できる要因

- 沖合の浮体式でのステークホルダーとの対話方法確立
- 沖合・大水深での調査手法の確立
- 合成繊維索等の技術の確立

▶アウトカム

- **浮体式洋上風力の導入可能範囲の拡大**

研究開発の分類：事業開発



事業開発分野の商用化に向けた課題と対応する研究開発項目

分類※	商用化に向けた課題 (当コンソ分析)	研究開発項目	アウトプット目標			ID
			コスト	タクトタイム	実現性	
全体最適	<ul style="list-style-type: none"> 発電コスト・タクトタイム・インターフェースリスクの低減 システムの一体設計 	発電コスト低減・タクトタイム低減に向けた研究成果の全体最適化	✓	✓		[D-1]
		大規模WFにおける浮体式洋上風力発電システムのコスト評価	✓			[D-2]
		インターフェースリスクの低減			✓	[D-3]
調査開発	<ul style="list-style-type: none"> 電力需給運用の最適化 	インバランス低減に向けた高精度気象・発電量予測モデルの開発と実需給運用との連携最適化	✓			[D-4]
協調共生	<ul style="list-style-type: none"> 浮体式洋上の事例が少ないため ①環境や漁業に対する影響評価の不確実性が高い ②ステークホルダーとの合意形成手段が未確立 	EEZへの展開を見据えた沖合における環境影響評価に向けた予測の合理化・高度化			✓	[D-5]
		EEZへの展開を見据えた沖合における漁業影響を把握する手法の評価			✓	[D-6]
		ステークホルダーとの対話、情報発信			✓	[D-7]

※技術開発ロードマップ、浮体式産業戦略検討会、その他を踏まえて分類

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 事業開発の研究開発の全体像

EEZの沖合・大水深での浮体式導入のための課題に取り組むとともに、
事業全体の最適化により低コスト化・大量導入を達成する

EEZ

“標準化”

[D-5] EEZへの展開を見据えた沖合における環境影響評価に向けた予測の合理化・高度化
東北電力 委託先：海洋生物環境研究所

環境アセスメント

漁業影響調査

秋田県

事業会社

[D-6] EEZへの展開を見据えた沖合における漁業影響を把握する手法の評価
東北電力 委託先：海洋生物環境研究所

全体最適化

(インターフェースリスク、
LCOE、タクトタイム)



[D-1] 発電コスト低減・
タクトタイム低減に向けた
研究成果の全体最適化
丸紅洋上
委託先：東京大学

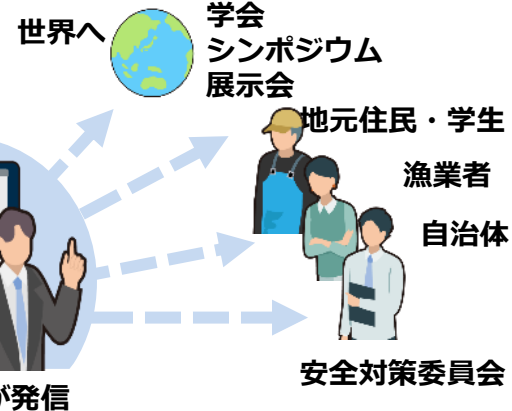
[D-2] 大規模WFにおけ
る浮体式洋上風力発電
システムのコスト評価
東北電力

[D-3] インターフェース
リスクの低減
丸紅洋上

発電量予測モデルの開発・
需給運用最適化

[D-4] インバランス低減
に向けた高精度気象・発
電量予測モデルの開発と
実需給運用との連携最
適化
東北電力
委託先：ウェザーニューズ

情報発信



[D-7] ステークホルダー
との対話、情報発信
事業会社
委託先：東京大学

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

事業開発分野の研究開発内容ごとのKPIと設定の考え方

研究開発の分類

1. 事業開発

目標水準

- ・ 一定条件下で低コスト化を達成
- ・ 沖合・大水深での浮体式導入に向け、社会受容面の課題解決の道筋を立てる

研究開発内容

1 全体最適化

- ・ 発電コスト低減・タクトタイム低減に向けた研究成果の全体最適化（丸紅洋上 委託先：東京大学）
- ・ 大規模WFにおける浮体式洋上風力発電システムのコスト評価（東北電力）
※フェーズ1において東北電力が実施
- ・ インターフェースリスクの低減（事業会社）

KPI

- ・ 各研究成果の全体最適化、追加対策にてコスト低減、タクトタイム年●基の道筋を立てる。
- ・ 商用化後のLCOE見通しとコスト低減の達成に必要な課題・道筋を立てる。
- ・ 本事業完了時までに抽出したインターフェースリスクを整理し、大型商用化への事業展開を見据えた主要リスクを特定する。

KPI設定の考え方

- ・ 競争力のある技術の確立、浮体式洋上風力の低コスト化のために、海外の水準を見据えて設定
- ・ 本事業および欧州案件の知見を通じて全体最適を実施し達成する
- ・ 各要素技術を統合した発電システムとしての浮体式洋上風力発電設備のコスト評価を行い、本事業の目的である低コスト化達成のための課題を整理し、道筋を立てる
- ・ 開発期間に主要なインターフェースリスクを抽出し、建設、O&Mの遅延・予備費使用を低減できるような対策を考案
- ・ 商用化にあたっての具体的なリスク項目の抽出を実施

2 発電量予測の高度化

- ・ インバランス低減に向けた高精度気象・発電量予測モデルの開発と実需給運用との連携最適化（東北電力 委託先：ウェザーニューズ）

KPI

- ・ 標準的な気象予測モデルを使った発電量予測モデルと比べて、インバランス量の予測誤差低減率10%程度を達成できる道筋を立てる。

KPI設定の考え方

- ・ 浮体式洋上風力は導入ポテンシャルが大きいですが、変動電源であるため系統連系後の需給管理に課題がある
- ・ インバランス量の低減等に資する

事業開発分野の研究開発内容ごとのKPIと設定の考え方

研究開発の分類

1. 事業開発

目標水準

- 一定条件下で低コスト化を達成
- 沖合・大水深での浮体式導入に向け、社会受容面の課題解決の道筋を立てる

研究開発内容

3 ステークホルダーとの協調・共生

- EEZへの展開を見据えた沖合における環境影響評価に向けた予測の合理化・高度化（東北電力 委託先：海洋生物環境研究所）
- EEZへの展開を見据えた沖合における漁業影響を把握する手法の評価（東北電力 委託先：海洋生物環境研究所）
- ステークホルダーとの対話、情報発信（事業会社 委託先：東京大学）

KPI

- 調査手法の検証および、環境影響評価手続きを終了する。
- 調査手法の評価および漁業関係者の理解醸成に寄与する。
- 講演会の開催、並びに実証事業の進捗や浮体設備で計測した海気象データ等の情報発信を行う。

KPI設定の考え方

- 事例の少ない沖合における浮体式洋上風力の環境影響評価に関する調査手法を検証し、同手続きを終了させる
- 漁業影響調査内容の標準化に寄与
- 沖合で操業する漁業関係者の理解醸成に寄与
- 浮体式洋上風力に関する理解醸成、ステークホルダーとの共生のため、対話の実施や進捗・データ等の発信が必要

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 全体最適化

- 発電コスト低減・タクトタイム低減に向けた研究成果の全体最適化（丸紅洋上 委託先：東京大学）

- 大規模WFにおける浮体式洋上風力発電システムのコスト評価（東北電力）

※フェーズ1において東北電力が実施

- インターフェースリスクの低減（事業会社）

KPI

- 各研究成果の全体最適化、追加対策にてコスト低減、タクトタイム年●基の道筋を立てる。

商用化後のLCOE見通しとLCOE目標の達成に必要な課題・道筋を立てる。

- 本事業完了時までに抽出したインターフェースリスクを整理し、大型商用化への事業展開を見据えた主要リスクを特定する。

現状

全体最適によるコスト低減方法、大量生産体制が未確立（TRL4）

各要素技術を統合したコスト評価事例が少ない（TRL5）

国内浮体式向けリスクレジスターは存在しない（TRL4）

達成レベル

- コスト低減
- 基/年（TRL8）

各要素技術を統合し発電システムとしてのコストの把握が可能（TRL8）

本事業/商用案件向けの有効なリスクレジスターの策定（TRL8）

解決方法

- 個別研究成果の最適な組み合わせによるコスト・タクトタイムの全体最適化（東北電力と連携）
- リスク管理表を用いたマルチコントラクトにおけるインターフェースリスクの低減（事業会社と連携）

各要素技術を統合した発電システムとしてコスト評価を実施

- 方式①：フェーズ1-③「洋上風力関連電気システム技術開発事業」の研究成果を活用し、現時点および商用化後のLCOEを試算
- 方式②：商用化後のLCOEを検証しコスト低減に向けた課題・道筋を評価

- マルチコントラクトで本事業を実施し、開発フェーズで策定されたリスク管理表をもとに、建設・O&Mを実施し、効果的な運用を実施する。
- EEZでの大型商用案件への事業展開を見据え、リスクの整理・解決策検討（丸紅洋上と連携）

実現可能性（成功確率）

個別研究成果によるコスト水準から、さらなる革新的な手法でのコスト低減効が必要となるため実現可能性は中（50%）

フェーズ1-③の研究成果を活用することから、技術革新等を踏まえたコスト評価の実現可能性は高い（90%）

リスクレジスターにより工程遅延回避の実現可能性は中（50%）
インターフェースリスク整理により主要リスクを特定できる可能性は高い（80%）

2 発電量予測の高度化

- インバランス低減に向けた高精度気象・発電量予測モデルの開発と実需給運用との連携最適化（東北電力 委託先：ウェザーニューズ）

KPI

標準的な気象予測モデルを使った発電量予測モデルと比べて、インバランス量の予測誤差低減率10%程度を達成できる道筋を立てる。

現状

沖合における浮体式洋上風力における需給運用実績が少ない（TRL5）

達成レベル

5-10%（TRL8）

解決方法

実海域の風況データを活用した気象・発電量予測モデルの最適化と実際の需給運用面での連携最適化を検証

- 方式①：気象モデルによる高精度な気象予測と浮体式洋上風力の発電量予測を実施
- 方式②：実際の需給運用との連携最適化を検証

実現可能性（成功確率）

発電量予測の元となる気象予測モデルについて、委託先の実績等から高い精度が期待できる（90%）

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3	ステークホルダーとの協調・共生	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能（成功確率）
	<ul style="list-style-type: none">EEZへの展開を見据えた沖合における環境影響評価に向けた予測の合理化・高度化（東北電力 委託先：海洋生物環境研究所）EEZへの展開を見据えた沖合における漁業影響を把握する手法の評価（東北電力 委託先：海洋生物環境研究所）ステークホルダーとの対話、情報発信（事業会社 委託先：東京大学）	調査手法の検証および、環境影響評価手続きを終了する。	沖合の浮体式洋上風力に係る環境影響評価は実例が少なく環境影響予測の不確実性が高い（TRL6）	環境影響評価に関する予測の合理化、高度化（TRL8）	沖合における環境影響評価の調査手法の検証による予測の合理化・高度化 - 方式①：発電施設に付着する生物相を把握するための調査手法の開発（付着生物調査、魚類調査） - 方式②：沖合の浮体式風力発電施設による水中音を把握するための調査手法の開発（サウンドスケープ調査）	既往知見に基づき、技術的・経済的に現実的な調査手法を採用することなどから、本研究の実現可能性は高い（90%）
		調査手法の評価および漁業関係者の理解醸成に寄与する。	沿岸と生物相の異なる沖合での漁業影響調査手法が未確立（TRL6）	沖合における漁業影響を把握する手法の確立（TRL8）	沖合における漁業影響調査の調査手法を評価し妥当性を確認 - 方式①：操業実態の把握が不十分な沖合漁業の現状を調査 - 方式②：風車設置前後の漁場環境（流況・水質等）や魚類分布の変化、漁業活動や漁獲量の変化を調査のうえ手法の妥当性を確認	既往知見に基づき、技術的・経済的に現実的な調査手法を採用することなどから、本研究の実現可能性は高い（90%）
		講演会の開催、並びに実証事業の進捗や浮体設備で計測した海気象データ等の情報発信を行う。	沖合における浮体式洋上風力に関する情報発信は不十分（TRL4）	必要な情報発信の遂行（TRL8）	「国民との科学・技術の対話」により、以下の活動を予定 a. 地元ステークホルダーとWGを立ち上げて検討した内容のホームページ等による情報発信 b. 展示会への出展し事業内容や解説を行う c. 地元教育機関等を対象とした講演会の開催	実績のある教育機関への委託や適切な人材を確保していることから競合他社に対して優位性を有している（80%）

研究開発の分類：EPCI



EPCI分野の商用化に向けた課題と対応する研究開発項目

分類※	商用化に向けた課題 (当コンソ分析)	研究開発項目	アウトプット目標			ID
			コスト	タクトタイム	実現性	
浮体式 基礎生産	<大量生産に向けた浮体の量産/ 高速化> <ul style="list-style-type: none"> 大量導入・生産能力の強化に向けた、ドック規模に制約を受けない施工方法 大型基地港湾の整備への時間的制約を受けない建設方法 	浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立		✓		[E-1]
		アライアンス構築による最適建造方法の確立		✓		[E-2]
		一時保管浮体を最少化する浮体輸送の効率化		✓		[E-3]
		作業船・通船の高稼働率化		✓		[E-4]
		水上構造物を用いた大型風車組立の高速化	✓	✓		[E-5]
浮体式 基礎構造	<EPCI低コスト化> <ul style="list-style-type: none"> 風車・浮体・係留システム等の一体設計による低コスト化 サプライチェーンの構築、標準化 	大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化	✓			[E-6]
		大水深でのハイブリッド係留の全体最適化	✓			[E-7]
		合成繊維索の軽量・高強度化	✓		✓	[E-8]

※技術開発ロードマップ、浮体式産業戦略検討会、その他を踏まえて分類

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 EPCIの研究開発の全体像

浮体式の低コスト化・大量導入のため、設計・製造・輸送・建設全ての主要技術を実証する

[E-6] 大型浮体の高精度な構造解析手法の
確立と標準化

JMU

[E-7] 大水深でのハイブリッド係留の
全体最適化

JMU

[E-8] 合成繊維索の軽量・高強度化
東京ロープ

[E-4] 作業船・通船の高稼働率化
JMU 委託先：KWS

[E-3] 一時保管浮体を最少化する
浮体輸送の効率化

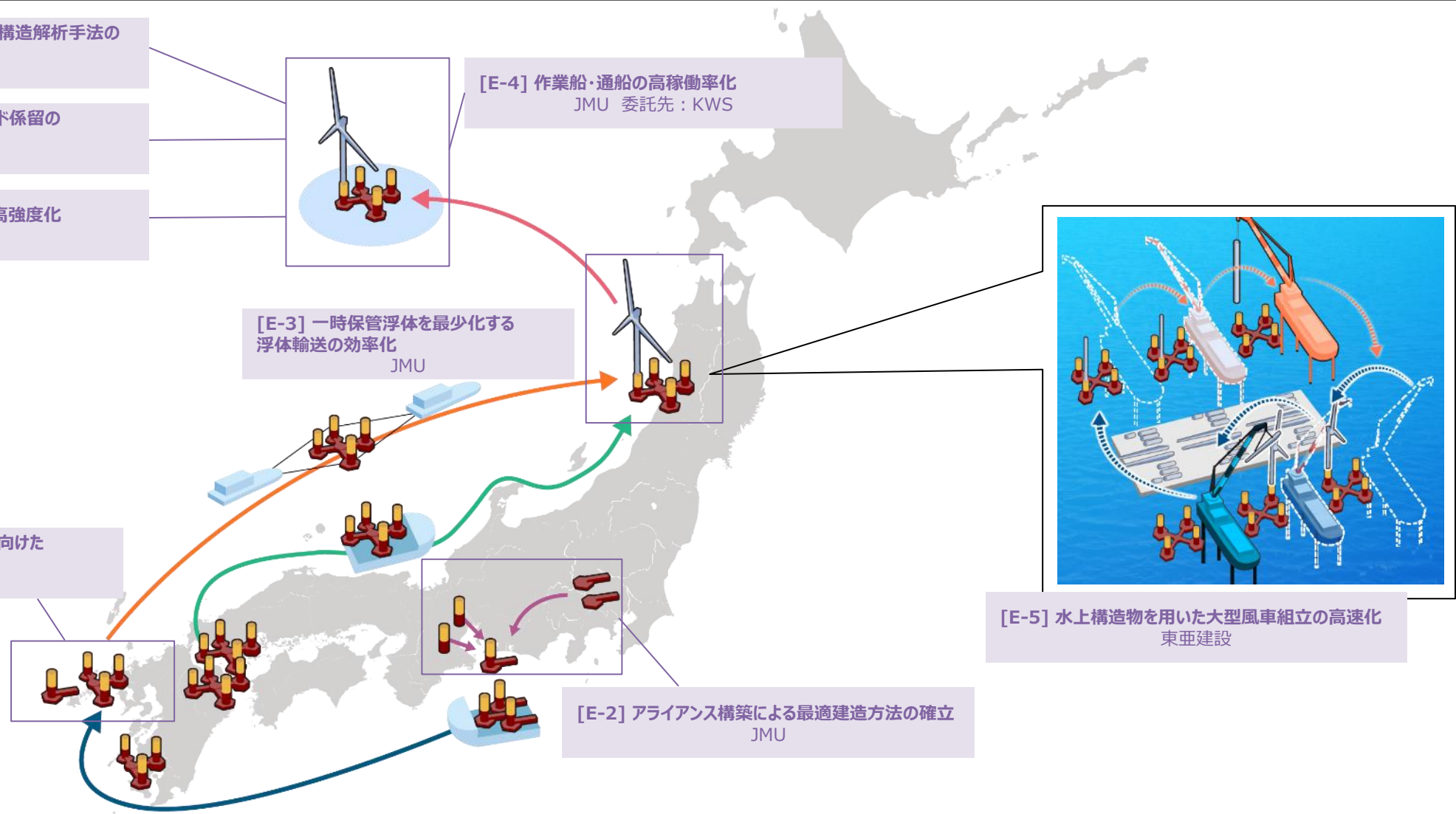
JMU

[E-1] 浮体の高速・大量生産に向けた
洋上接合技術の確立

JMU

[E-5] 水上構造物を用いた大型風車組立の高速化
東亜建設

[E-2] アライアンス構築による最適建造方法の確立
JMU



EPCI分野の研究開発内容ごとのKPIと設定の考え方

研究開発の分類

2. EPCI

目標水準

- 一定条件下でCAPEX低減を達成
- 2030年に、日本・アジアの気象において●基/年、理想的条件においてそれ以上のタクトタイムを実現可能な技術を確立
- 沖合・大水深での浮体式導入に向け、技術面の課題解決の道筋を立てる

研究開発内容

1 量産/高速化

- 浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- アライアンス構築による最適建造方法の確立（JMU）

- 一時保管浮体を最少化する浮体輸送の効率化（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 作業船・通船の高稼働率化（JMU 委託先：KWS）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 水上構造物を用いた大型風車組立の高速化（東亜建設）

※フェーズ1において東亜建設工業が実施

KPI

- 浮体建造基数のポテンシャルを拡大し、年間●基の建造の道筋を立てる。

- 風車組立の稼働率を現状の夏季（4～10月）において現状から引き上げる道筋を立てる。

- 年間●基の係留設置作業を可能とする施工方法や船舶を提案する。

- 施工コストの削減、大型風車組立の高速化によりタクトタイム●基/年の道筋を立てる。

KPI設定の考え方

- 目標タクトタイムの達成には、年間浮体建造基数のポテンシャル拡大が必要

- 日本・アジアの気象における目標タクトタイムの達成には、風車組立を行う夏季の稼働率引き上げが必要

- 目標タクトタイムの達成には、設置施工実施可能数の引き上げが必要

- フェーズ1の成果を応用し、水上構造物とSEPを用いることで●基/年を達成する

EPCI分野の研究開発内容ごとのKPIと設定の考え方

研究開発の分類

2. EPCI

目標水準

- 一定条件下でCAPEX低減を達成
- 2030年に、日本・アジアの気象において●基/年、理想的条件においてそれ以上のタクトタイムを実現可能な技術確立
- 沖合・大水深での浮体式導入に向け、技術面の課題解決の道筋を立てる

研究開発内容

2 EPCI低コスト化

- 大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 大水深でのハイブリッド係留の全体最適化（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 合成繊維索の軽量・高強度化（東京ロープ）

KPI

- 過去の実証事業での実績値と比較し、浮体基礎の製造コストを削減する道筋を立てる。
- 過去の実証事業での実績値と比較し、大水深ハイブリッド係留により係留単価を削減する道筋を立てる。
- 係留索につき破断・疲労強度を向上させることにより、従来設計よりも製造コスト削減の道筋を立てる。

KPI設定の考え方

- CAPEXの大きな部分を占める浮体基礎の製造コスト削減が、CAPEX目標達成に必要
- CAPEXの少ない部分を占める係留関連コスト削減が、CAPEX目標達成に必要
- 破断・疲労強度向上および端末加工簡素化などによるコスト削減を見込む

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 量産/高速化

- 浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- アライアンス構築による最適建造方法の確立（JMU）

- 一時保管浮体を最少化する浮体輸送の効率化（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 作業船・通船の高稼働率化（JMU 委託先：KWS）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 水上構造物を用いた大型風車組立の高速化（東亜建設）

※フェーズ1において東亜建設工業が実施

KPI

- 浮体建造基数のポテンシャルを拡大し、年間●基の建造の道筋を立てる。

風車組立の稼働率を夏季（4～10月）において現状より引き上げる道筋を立てる。

年間●基の係留設置作業を可能とする施工方法や船舶を提案する。

施工コスト削減、大型風車組立の高速化によりタクトタイム●基/年以上の道筋を立てる。

現状

従来技術を用いた現状の建造基数（TRL4）

現状の夏季稼働率：55%（TRL6）

従来技術を用いた現状の設置施工基数（TRL4）

フェーズ1研究開発で施工コストの段階的な削減は達成（TRL4）

達成レベル

- 基（TRL8）

夏季稼働率の引き上げ（TRL8）

日本海など冬季施工困難な環境で●基/年達成（TRL8）

実証事業の検証結果で低コスト化達成を確認（TRL8）

解決方法

- 洋上接合技術の確立
 - チャンバー設置要領の改良、溶接工事方法の改良
 - 実機サイズでの2浮体の動揺特性の差異を考慮した引寄せ固着要領、洋上接合方法の標準化
- 複数ヤードでの製造方法の検討
 - アライアンス先を含めた設計最適化による建造コスト削減、システムズエンジニアリングによるサプライチェーンの最適化

- 浮体の効率的な輸送方法の検討
- 風車搭載前後の浮体側の準備作業時間の効率化

- 商用規模の浮体式洋上風車を想定した効率的な係留施工方法の開発
- 浮体へのアクセス率向上

- 実証事業について、研究開発要素を含む工事設計図書の作成
- 水上構造物+SEPによる風車組立の施工標準（案）の策定
- タワー立て起こし装置の実証と商用化

実現可能性（成功確率）

フェーズ1成果として、洋上接合のコア技術であるチャンバー設置の手順・実現性は確認済み。造船業界であれば既存設備や施工シーケンスの親和性はもともと高いことから実現可能性は高い（80%）

JMUのフローティングドックや半潜式台船の設計・建造、浮体の沈降・再浮上、半潜式重量物運搬船に関する知見が活用できることから実現可能性は高い（80%）

国内外でのAnchor Handling Tag Supply Vessel運用実績豊富な委託先と連携により可能性は高い（80%）

フェーズ1成果を用いて、本事業のKPIを試算し実現可能性は高い（80%）

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2 EPCI低コスト化

- 大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 大水深でのハイブリッド係留の全体最適化（JMU）

※フェーズ1においてJMUが実施

- 合成繊維索の軽量・高強度化（東京ロープ）

KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性（成功確率）
過去の実証事業での実績値と比較し、浮体基礎の製造コストを削減する道筋を立てる。	過去の実証での実績値（TRL4）	実績値に対して削減（TRL8）	<ul style="list-style-type: none"> 連成解析モデル化手法の確立 連成解析に基づく構造解析手法の確立および高度化 設計パラメータの合理化 	フェーズ1の目標を確実に達成しつつ、それ以上の成果を目指すことで高い実現可能性を見込む（80%）
過去の実証事業での実績値と比較し、大水深ハイブリッド係留により係留単価を削減する道筋を立てる。	過去の実証での実績値（TRL4）	実績値に対して削減（TRL8）	<ul style="list-style-type: none"> 施工方法も考慮した最適係留設計システムの構築 セミトート・トート係留技術の開発 	フェーズ1目標の確実な達成に加え、大水深化に取り組むことにより、実現可能性は高い（80%）
係留索につき破断・疲労強度を向上させることにより、従来設計よりも製造コスト削減の道筋を立てる。	独自に引張破断試験を実施済み（TRL3）	フルスケールによる実海域における実証実施（TRL7）	<ul style="list-style-type: none"> 破断・疲労強度を向上させた係留索の開発 大量生産時のボトルネックとなる端末加工方法の改良 上記を踏まえた製造設備、製造工程および付帯設備の検討 	破断・疲労強度向上の実現可能性は高いが、端末加工簡素化の実現は難しい課題であり、実現可能性は中程度。（50%）

研究開発分類：O&M



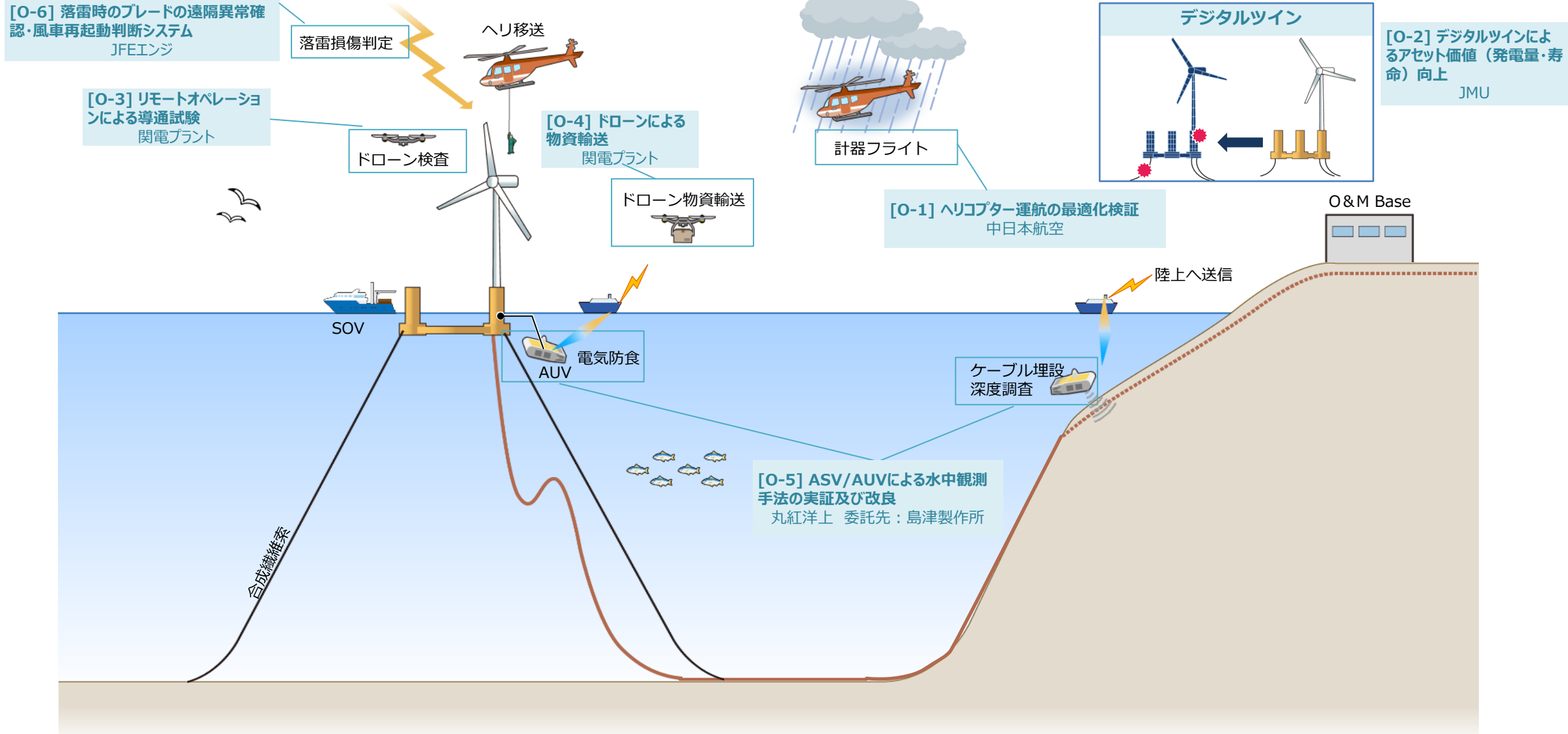
O&M分野の商用化に向けた課題と対応する研究開発項目

分類※	商用化に向けた課題 (当コンソ分析)	研究開発項目	アウトプット目標			ID
			コスト	タクトタイム	実現性	
運転保守・ 修理技術	<運転保守・修理時のダウンタイム削減> <ul style="list-style-type: none"> 大規模修繕時の大幅なダウンタイム、および修繕コストの低減 	ヘリコプター運航の最適化検証	✓			[O-1]
メンテナンス 高度化	<デジタルを活用した発電量最大化> <ul style="list-style-type: none"> 浮体構造健全性のモニタリングによりタイムリーなメンテナンス、検査効率化 	デジタルツインによるアセット価値（発電量・寿命）向上	✓			[O-2]
監視および 点検技術の 高度化	<省人、自動化予防保全技術によるメンテナンスコスト低減> <ul style="list-style-type: none"> 海中の設備、ケーブル、係留等の予防保全におけるメンテナンスコストの低減 浮体の監視、点検における人員の安全性担保とコスト低減 	リモートオペレーションによる導通試験	✓			[O-3]
		ドローンによる物資輸送	✓			[O-4]
		ASV/AUVによる水中観測手法の実証及び改良	✓			[O-5]
落雷故障 自動判別	<落雷故障自動判別での早期復旧> <ul style="list-style-type: none"> 落雷による故障を遠隔確認、復旧を可能とすることで早期復旧 	落雷時のブレードの遠隔異常確認・風車再起動判断システム	✓			[O-6]

※技術開発ロードマップ、浮体式産業戦略検討会、その他を踏まえて分類

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 O&Mの研究開発の全体像

事例のない沖合・大水深の浮体式洋上風力発電事業において安定稼働・低コスト化を達成するため、多様な技術を実証し、最適なO&M計画を策定する



O&M分野の研究開発内容ごとのKPIと設定の考え方

研究開発の分類

3. O&M

目標水準

- 一定条件下でOPEX低減を達成するための要素技術を実証し、定量的に評価

研究開発内容

1 運転保守及び修理技術の開発

- ヘリコプター運航の最適化検証（中日本航空）

KPI

- 実証海域における発電施設へのアクセス率向上の道筋を立てる

KPI設定の考え方

- 船舶よりも高いアクセス率および高速移動による作業時間確保によるダウンタイム低減が期待できる
- CTVでは困難な自然条件の際のアクセス確保、空港以外から輸送が可能なことによる効率化

2 デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化

- デジタルツインによるアセット価値（発電量・寿命）向上（JMU）

- 実質設備利用率（＝ライフタイム発電量／（定格容量×設計年数））の向上が期待される方法を提案する。

- ダウンタイム削減と発電量の増加を包括的に考慮しうる実質設備利用率を向上させることで、LCOEの低減およびOPEX削減への寄与が期待できる

O&M分野の研究開発内容ごとのKPIと設定の考え方

研究開発の分類

3. O&M

目標水準

- 一定条件下でOPEX低減を達成するための要素技術を実証し、定量的に評価

研究開発内容

3 監視及び点検技術の高度化

- リモートオペレーションによる導通試験（関電プラント）

※フェーズ1において関電プラントが実施

- ドローンによる物資輸送（関電プラント）

※フェーズ1において関電プラントが実施

- ASV/AUVによる水中観測手法の実証及び改良（丸紅洋上 再委託：島津製作所）

4 落雷故障自動判別

- 落雷時のブレードの遠隔異常確認・風車再起動判断システム(JFEエンジ)

KPI

- リモートオペレーションによる O&M のコスト低減の道筋を立てる。

- ダウンタイム改善・輸送費用低減の道筋を立てる。

- 浮体1基あたりの電気防食検査費用（ROV 使用時）およびケーブル埋設深度調査費用のコスト低減の道筋を立てる。

- 落雷後一定時間内に再起動判断指標を提示するシステムを構築し、落雷した場合の再起動判断の成功確率を向上させる。

KPI設定の考え方

- リモートでのドローンのオペレーションにより、現地でのオペレーションや従来のロープワークと比較し、必要人数の削減が期待できる

- CTVと比較し物資輸送にかかる費用の削減や迅速なメンテナンスによるダウンタイムの短縮が期待できる

- ASVおよびAUVの活用により、作業時間や傭船費用の削減を見込む

- 遠隔での再起動判断のために、早期判断と高い正解率が求められる

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 運転保守及び修理技術の開発

- ヘリコプター運航の最適化検証（中日本航空）

KPI

- 実証海域における発電施設へのアクセス率向上の道筋を立てる

現状

ヘリコプターは有視界飛行方式にて運航。また、洋上風力で活用されていない。（TRL7）

達成レベル

低高度計器飛行方式での浮体式洋上風車のナセル上へのアクセスを実証（TRL8）

解決方法

- 低高度計器飛行方式でヘリコプターを運航し、様々な状況下での浮体式洋上風車のナセル上への人員・物資降下を実施
- 空港ではなく、サイト周辺（運転管理事務所やO&M基地港など）での人員搭乗・物資積込みを検討し、輸送効率を検証

実現可能性（成功確率）

国内での低高度計器飛行方式の運航は未成熟（60%）

2 デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化

- デジタルツインによるアセット価値（発電量・寿命）向上（JMU）

- 実質設備利用率（＝ライフタイム発電量/（定格容量×設計年数））の向上が期待される方法を提案する。

本技術を用いない計画値（TRL4）

計画値に対する向上（TRL8）

- 実質設備利用率向上シナリオの検証
- 係留健全性評価手法の検証

一般商船を対象とした開発・検査合理化の実績や福島WFでの技術の適用性について確認済みであり、実現可能性は高い（70%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3 監視及び点検技術の高度化

- リモートオペレーションによる導通試験（関電プラント）

※フェーズ1において関電プラントが実施

- ドローンによる物資輸送（関電プラント）

※フェーズ1において関電プラントが実施

- ASV/AUVによる水中観測手法の実証及び改良（島津製作所）

KPI

- リモートオペレーションによるO&Mのコスト低減の道筋を立てる。

- ダウンタイム改善・輸送費用低減の道筋を立てる。

- 浮体1基あたりの電気防食検査費用（ROV使用時）およびケーブル埋設深度調査費用のコスト低減となる道筋を立てる。

現状

リモートオペレーションによる導通試験技術は存在しない（TRL2）

浮体式洋上風力を対象にしたドローンによる物資運搬技術は存在しない（TRL2）

構成品の個別技術検証済、組み合わせたシステムでの運用実績なし（TRL3）

達成レベル

ドローンとローカル5Gを活用した技術を実風車で実証（TRL8）

ドローンの完全自律飛行による物資輸送技術の実風車で実証（TRL8）

KPIで示す点検費用のコスト低減、検査内容をリアルタイムで陸上に転送、確認（TRL7）

解決方法

- ローカル5Gでの超低遅延オペレーション技術を開発し、ドローンでのブレード導通試験方法を確立

- 各種制御機能、長距離飛行能力、重量物輸送能力を保有するドローンを開発するとともに物資輸送方法を確立

- 洋上風力の水中構造物の点検を自動・無人で実施するシステムの実証・改良
- ASV-AUV間の協調動作アルゴリズムの実証・改良
 - 方式① 光無線＋自律アルゴリズム
 - 方式② ①＋音響通信
- AUVに搭載した水中電界(UEP)センサの防食検査、磁気センサのケーブル埋設調査の実証・改良

実現可能（成功確率）

要素技術はフェーズ1あるいは総務省委託他で開発済みであり実現可能性は高い（90%）

要素技術はフェーズ1あるいは他案件で開発済みであり実現可能性は高い（90%）

実績のある技術の活用及び先進共同開発による最先端技術を活用（80%）

4 落雷故障自動判別

- 落雷時のブレードの遠隔異常確認・風車再起動判断システム（JFEエンジ）

- 落雷後一定時間内に再起動判断指標を提示するシステムを構築し、落雷した場合の再起動判断の成功確率を向上させる。

遠隔監視での再起動実績なし（TRL2）

遠隔監視による再起動を達成（TRL7）

- ブレード損傷度評価技術の開発
- 落雷後再起動判断の効率化
- サイトにおける実証

実証期間中の落雷機会が課題
（落雷した場合の再起動判断の成功率を50%以上とする）

(2) 研究開発内容 各社詳細資料

研究開発分類：事業開発

- [D-1]発電コスト低減・タクトタイム低減に向けた研究成果の全体最適化（丸紅洋上）
- [D-2]大規模WFにおける浮体式洋上風力発電システムのコスト評価（東北電力）
- [D-3]インターフェースリスクの低減（事業会社）
- [D-4]インバランス低減に向けた高精度気象・発電量予測モデルの開発と実需給運用との連携最適化（東北電力）
- [D-5]EEZへの展開を見据えた沖合における環境影響評価に向けた予測の合理化・高度化（東北電力）
- [D-6]EEZへの展開を見据えた沖合における漁業影響を把握する手法の評価（東北電力）
- [D-7]ステークホルダーとの対話、情報発信（事業会社）

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- EEZを含めた、浮体式洋上風力の大型商用化のため、要素技術はフェーズ1事業や本事業にて、メーカー等を中心に研究されている。
- 商用化のためには、開発した複数の要素技術の効果的な組み合わせにより、更なるコスト及びタクトタイムの低減が必要。
- 加えて、沖合では、インターフェースにおける不具合*発生時の影響が大きくなり、遅延や追加の費用発生につながるため、リスクを低減させることが重要。

*:風車に接続する海底ケーブルの仕様設定ミスによる、風車試運転の遅延など

要素技術の組合せの最適化によるコスト低減策の検討、インターフェースリスクの低減による実現性向上が必要

研究開発内容

研究内容を統合し、システム全体をコスト・タクトタイム、リスクの観点で最適化する

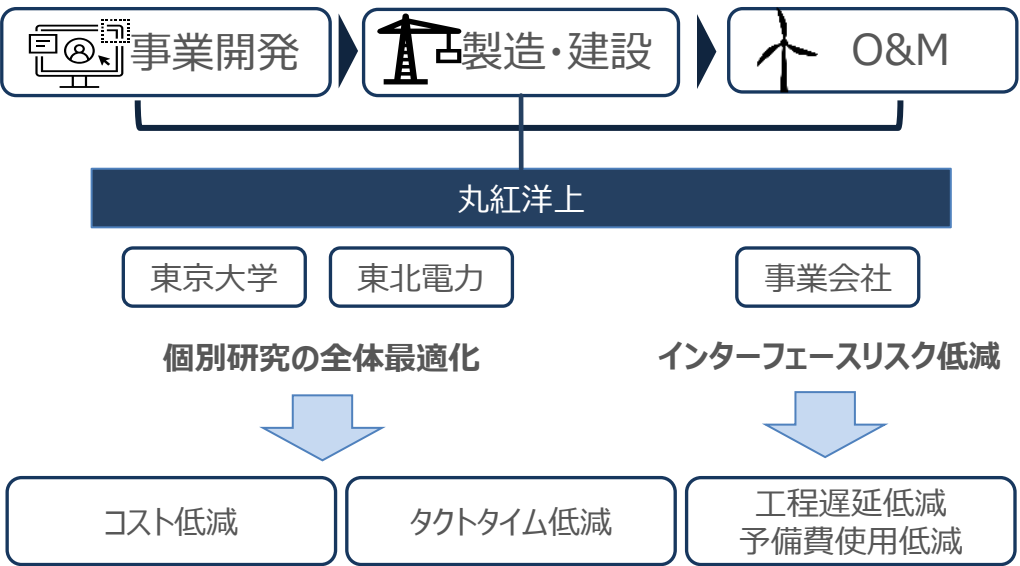
- コスト・タクトタイムの全体最適化（東北電力と連携）
- マルチコントラクトにおけるインターフェースリスクの低減（事業会社と連携）

期待される成果（KPI）実現可能性度合とその理由

**[KPI]各研究成果の全体最適化、追加対策にてコスト低減、タクトタイム年
●基の道筋を立てる。**

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

本事業を通じて特定したインターフェースリスクを取りまとめ、他事業への展開を見据えて取りまとめる。大規模開発時のリスク等、本事業で未検証の事象について、残された課題として商用時に検証などを実施する。



研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体式洋上風力発電の市場拡大のため、各要素技術を統合した発電設備全体の最適化を図り、国際競争力のあるコスト水準を実現する必要がある。
- 最適化の検討にあたっては、規模や立地地点、施工・O&M方針等を踏まえた設備の一体設計を行い、最適な設備仕様と低コスト化を両立する必要がある。

LCOEの低減を実現するために、大規模浮体式洋上風力発電システム全体のコスト評価を高精度に行うことが必要

研究開発内容

- フェーズ1-③「洋上風力関連電気システム技術開発事業」の研究成果を活用し、現時点（ベースケース）のLCOEを試算。
- さらに、本事業実績や浮体量産化・O&M効率化等の研究成果を踏まえ、商用化後のLCOEを試算。
- ベースケースと商用化後のLCOEについて、欧州における動向等も踏まえながら比較検証。

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI]商用化後のLCOE見通しとコスト低減の達成に必要な課題・道筋を立てる。

フェーズ1-③の研究成果を活用することから、商用化によるスケールメリットの追求や技術革新等を踏まえたコスト評価の実現可能性は高い。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

- ・ 本事業では必要とならない洋上変電所や超高压ダイナミックケーブル（154kV級）に関し、今後、フェーズ1-③における継続したコスト評価も踏まえ、実際の商用規模のWFを開発する段階で、適切に計画に織り込む。
- ・ 風車タービンやケーブル等の資材価格が上昇基調にある点や為替影響を踏まえたリスクヘッジ対策が必要。

浮体式洋上風力発電システム



システム全体でのコスト評価

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体式洋上風力の普及拡大のため、コスト・タクトタイム低減とともに、工程遅延を防ぎ、計画通りに事業遂行するためのリスク対策が必要。
- 同分野ではマルチコントラクトの実績がないことに加え、リスク発現時の影響が大きくなるEEZでの大型商用案件に向け、具体的なインターフェースリスク*の抽出・対策の検討されておらず、適切なリスク抽出・対策が必要。 *:風車に接続する海底ケーブルの仕様設定ミスによる、風車試運転の遅延など

事前検討によるインターフェースリスクの低減と、実行面でのリスク低減による実現性向上が必要

研究開発内容

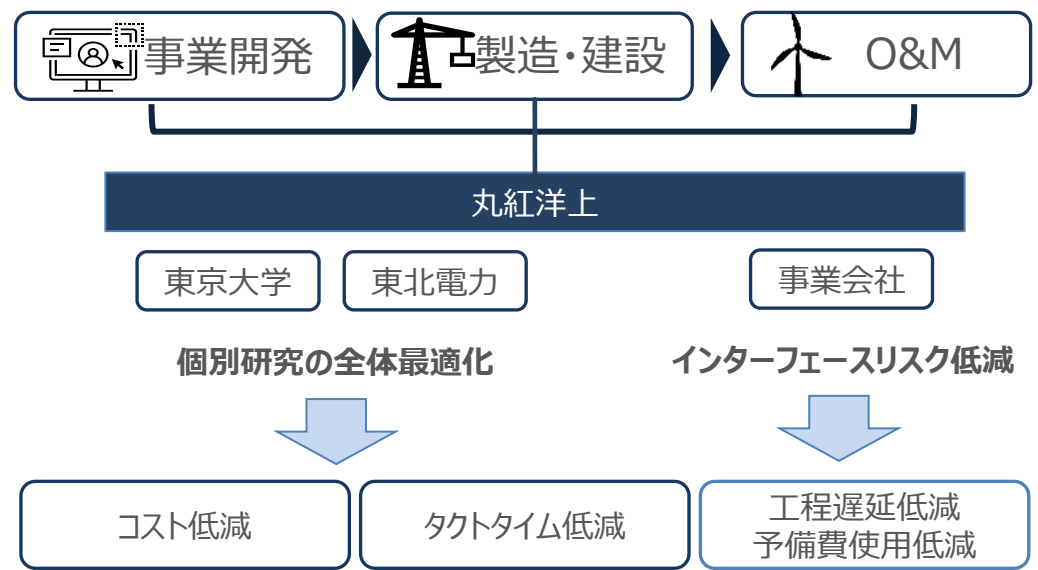
- 事業開発を通じて、リスク管理表策定のためのリスク事象の抽出を実施する。
- 本事業の建設・O&Mを通じて、開発フェーズで策定されたリスク管理表の運用と深化を実施する。
- EEZでの大型商用案件への事業展開を見据え、リスクの整理・解決策検討（丸紅洋上と連携）

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 本事業完了時までに抽出したインターフェースリスクを整理し、大型商用化への事業展開を見据えた主要リスクを特定する。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

本事業を通じて特定したインターフェースリスクを取りまとめ、他事業への展開を見据えてガイドラインとして整備する。大規模開発時のリスク等、本事業で未検証の事象については、残された課題として商用時に検証などを実施する。



研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体式洋上風力発電は沖合での動揺があるほか、天候によって発電出力が大きく変動することも考えられ、系統連系後において計画値同時同量のために精度の高い発電量予測を含む高度な需給運用を通じて、インバランス量・コストの低減を図り、安定かつ長期に発電していくことが重要である。

実海域の風況データを活用した気象・発電量予測モデルの最適化および実際の需給運用面での連携最適化が必要

研究開発内容

- 実海域の風況データを活用した高精度気象・発電量予測モデルの最適化と実際の需給運用面での連携最適化の検証

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 標準的な気象予測モデルを使った発電量予測モデルと比べて、インバランス量の予測誤差低減率10%程度を達成できる道筋を立てる。

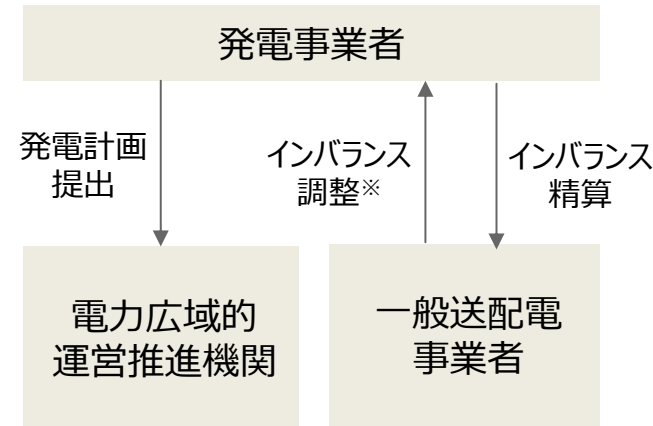
一般送配電事業者のインバランス調整コストや発電事業者のインバランスコストの低減

発電量予測精度の元となる気象予測モデルについて、委託先の実績等から高い精度が期待できるため、本研究の実現可能性は高い。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

発電計画を変更する方法である時間前市場がより活性化することで、精緻な発電量予測結果に基づく取引機会が増加し更なるインバランス低減と経済性向上ができる可能性。

計画値同時同量制度（イメージ）



※2024年度の再エネ予測誤差に対応する調整力確保費用の金額水準は全国大で約503億円（東北エリアは約54億円）

〔出典：第59回再エネ大量導入・次世代電力NW小委（2024.2.7）資料3より〕

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 発電事業者は、事業実施前に環境影響評価を公表し、環境保全に努める必要がある。しかしながら、沖合に設置する浮体式洋上風力に係る環境影響評価は実例が少なく、科学的知見、予測手法の知見の蓄積が必ずしも十分でないため、環境影響予測の不確実性が高いのが現状である。

沖合における環境影響評価に関する予測の合理化・高度化が必要

研究開発内容

- 発電施設に付着する生物相を把握するための調査手法の開発（付着生物調査、魚類調査）
- 沖合の浮体式風力発電施設による水中音（タービンノイズ、砕波音、係留索の鳴り等）を把握するための調査手法の開発（サウundscape調査）

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 調査手法の検証および環境影響評価手続きを終了する。

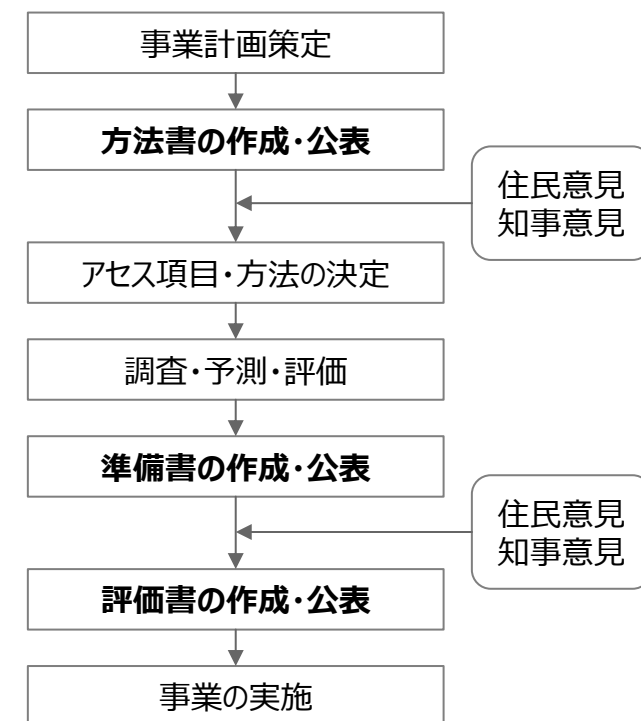
動物・植物がどの程度付着するかがわかれば、洋上風力の設計や保守管理にも寄与する。
環境影響評価に関する予測の合理化、高度化にも寄与する。

既往知見に基づき、技術的・経済的に現実的な調査手法を採用する。また、対象となると予想される漁業（沖合底曳、小型底曳）については、秋田県の協力を得ることが可能で、利用可能な既存情報も存在することから、本研究の実現可能性は高い。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

本事業を通じて情報収集や調査設計の確立が進むとともに、課題が整理される。

秋田県条例に基づく環境影響評価プロセス



〔出典：秋田県ホームページを参考に作成〕

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体式洋上風力については、沿岸域に立地する着床式とは操業されている漁業や海域環境、生息する生物種が異なるため、EEZへの展開を見据えて沖合で操業される漁業の特性や漁獲対象生物の生態等に応じた調査手法の検討が必要である。
- また、漁業影響調査については環境影響評価とは異なってルール化されておらず、調査手法の標準化がなされていない。

沖合における漁業影響を把握する手法を確立することが必要

研究開発内容

□ 今まで操業実態の把握が不十分な沖合漁業の現状を調査の上、風車設置前後の漁場環境（流況・水質等）や魚類分布の変化、漁業活動や漁獲量の変化を調査のうえ手法の妥当性を確認する。

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

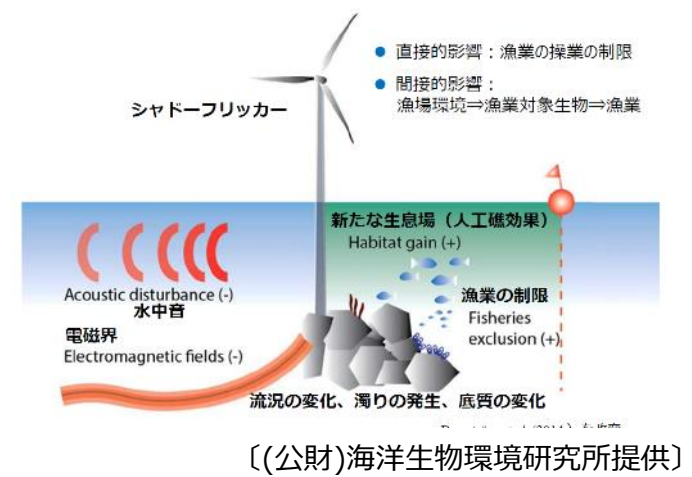
[KPI] 調査手法の評価および漁業関係者の理解醸成に寄与する。
 漁業影響調査内容の標準化に寄与、沖合で操業する漁業関係者の理解醸成に寄与する

- 以下の観点で本研究の実現可能性は高い。
- ・ 既往知見に基づき、技術的・経済的に現実的な調査手法を採用する。
 - ・ 既存情報（GFW※等）を活用する。
 - ・ 効率的な測機（計量魚探等）を用いた現地調査を行う。
 - ・ 影響の予想される漁業種については秋田県等から提供される情報を利用する。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

水中環境変化の予測精度が課題であり、今後も同様の調査を様々な海域で実施することで精度向上が期待できる。

漁業影響調査のイメージ



※Global Fishing Watch。2017年設立の非営利団体。船舶が発する信号を基に各漁船を操業状況を把握することのできるウェブサービスを展開。

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体式洋上風力は、国内では事例が少なく、また、その規模も大きくないため、理解は十分とは言えない。
- 実証事業が計画される海域の先行利用者の方々に対して、適切な情報発信と対話を実施することで、理解を醸成し、船舶航行安全や漁業操業等への影響を回避・低減させることは最重要課題と認識。

地域社会との合意形成に向けたステークホルダーとの対話と情報発信および、国民との科学・技術の対話が必要

研究開発内容

- 「国民との科学・技術の対話」として、以下の活動を予定。
 - a. ホームページ等による情報発信、ワーキンググループによる協議
 - b. 展示会への出展、講演会への参加
 - c. 講演会の開催、浮体式洋上風力の現地視察

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 講演会の開催、並びに実証事業の進捗や浮体設備で計測した海気象データ等の情報発信を行う。

- 以下の観点で本研究の実現可能性は高い。
 - ・ 「国民との科学・技術の対話」の活動について実績のある教育機関（東京大学）への委託。
 - ・ ステークホルダーとの関係構築に関して実績を有する人材を確保していることから競合他社に対して優位性を有している。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

- ・ この取り組みにより、さまざまステークホルダーとの対話や情報発信が可能となる。
- ・ ステークホルダーとの合意形成が難しい課題が生じた際の対処について、行政機関の関与を踏まえた公平公正な観点から定める必要がある。

(2) 研究開発内容 各社詳細資料

研究開発分類：EPCI

- [E-1]浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立（JMU）
- [E-2]アライアンス構築による最適建造方法の確立（JMU）
- [E-3]一時保管浮体を最少化する浮体輸送の効率化（JMU）
- [E-4]作業船・通船の高稼働率化（JMU）
- [E-5]水上構造物を用いた大型風車組立の高速化（東亜建設）
- [E-6]大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化（JMU）
- [E-7]大水深でのハイブリッド係留の全体最適化（JMU）
- [E-8]合成繊維索の軽量・高強度化（東京ロープ）

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 風車の大型化、浮体の大量・高速生産の実現には、大規模ドックだけでなく、中小規模のドックを有効活用した浮体の建造方法が必要不可欠。
- 具体的には、中小規模のドックサイズ内で建造できるサイズのハーフボディを進水させた後、洋上で接合させる技術（洋上接合）の確立が重要。
- フェーズ1では、洋上接合部を部分的に模擬したモックアップ試験を用い、コア技術である洋上接合の実現性を確認。

商用化に向けて「洋上接合技術」の実機サイズでの検証と施工要領の標準化が必要

研究開発内容

洋上接合技術の確立に向け、フェーズ1の結果を踏まえて以下を実施

- チャンバー設置要領の改良検討
- 溶接工事方法の改良（自動溶接、遠隔監視の導入、海外HSE考慮）
- 実機サイズでの2浮体の動揺特性の差異を考慮した固着要領の検討
- 洋上接合方法の標準化

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

**[KPI] 年間浮体建造基数のポテンシャル拡大し、年間●基の建造の道筋を立てる。
「[E-2]アライアンス構築による最適建造方法の確立」の成果と併せての目標**

フェーズ1成果として、洋上接合のコア技術であるチャンバー設置の手順・実現性は確認済。
本事業における商用化に向けたブラッシュアップ、および他社とのアライアンス構築により、本成果は実現可能（80%）である。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

洋上接合技術のデファクトスタンダード化を目指す。「[E-2]アライアンス構築による最適建造方法の確立」と連携し、まずは国内でのデファクト化を目指し、海外ヤードへも展開する。



研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体の大量・高速生産の実現には、全国の造船所や鉄工橋梁ヤード等でブロックを製造し、洋上接合技術を活用した建造方法が必要不可欠。
- そのためには、アライアンスを組み、各造船所や鉄工橋梁ヤードの製造能力を十分に考慮した浮体設計になっていることが重要。
- また、輸送効率等を含めて、建造場所・建造内容の組み合わせを状況に合わせて適切に選択することが低コスト化につながる。

浮体建造のための全国規模のアライアンス体制の構築し、建造能力を最大化、低コスト化を図ることが必要

研究開発内容

- アライアンス先を含めた設計最適化による建造コスト削減
- システムズエンジニアリングによるサプライチェーンの最適化

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 年間浮体建造基数のポテンシャル拡大し、年間●基の建造の道筋を立てる
「[E-1]浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立」の成果と併せての目標

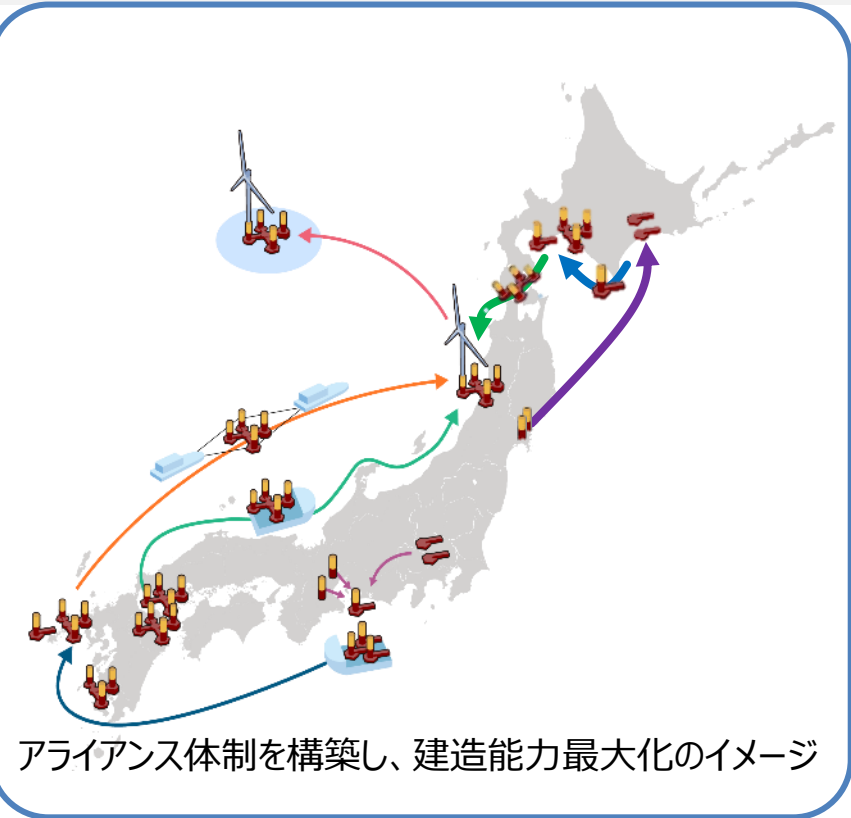
- ・ 造船業界であれば既存設備や施工手順の親和性は高い。
- ・ 鉄工橋梁でも類似する製品を、類似する設備で製作しているところが多い。
- ・ 洋上接合技術の確立により、本成果は実現可能（80%）である。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

コスト削減、建造基数の増加。

確実な未来予測を踏まえた設備投資計画への反映

ヤード間のブロック輸送については、商船ブロックの輸送を応用して実現可能



研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体の高速・大量生産に向けた研究[E-1]および[E-2]により、浮体生産速度と風車組立速度の差が小さくなることが期待される。
- そのため、完成浮体を風車組立基地港への輸送時に生じるダウンタイムが、風車組立・係留接続などの遅延に大きく影響し、コスト増の要因となる。
- このダウンタイムを回避するために、風車組立港近傍に浮体を一時保管する必要があるが、多くの浮体を一時保管できる静穏海域を確保することは困難。

商用化には、浮体の一時保管を最少とする効率的な輸送方法の確立がコスト削減のために求められている

研究開発内容

浮体の一時保管(ウェットストレージ)を最少化するための効率的な輸送方法を検討するとともに、風車組立前後の浮体側の準備作業時間を効率化する方法を検討する。

□浮体の効率的な輸送方法の検討

□風車組立前後の浮体側の準備作業時間の効率化の検討

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 風車組立の稼働率を現状の夏季(4～10月)において現状から引き上げる道筋を立てる

- ・ 福島プロジェクトの知見や秋田港を想定した現実の気象海象を踏まえた課題抽出が可能。
- ・ 浮体を着底させない場合の風車組立の作業限界波高はせいぜい0.5mだが、浮体を効率的に着底させることにより安定させ波高1.0mでも施工できるようにする。
- ・ JMUのフローティングドックや半潜水式台船の設計・建造実績、浮体の沈降・再浮上に関する知見や半潜水式重量物運搬船に関する知見が活用できることから、実現可能性80%を見込む。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

- ・ 施工サイクルに合わせた風車部材ロジスティクス最適化が課題として残されており、風車メーカーとの協議により解決する。

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 浮体式風車の係留施工方法としてAHTS（Anchor Handling Tug Supply vessel）による工法が有効であるが、ウィンドファーム規模の大量施工を想定した場合、海気象影響によるダウンタイム等により商用規模の目標達成には更なる効率化が必要である。
- 目標達成のためには、新たな係留施工方法や使用船舶・使用機材の導入が必要である。
- また、施工およびO&Mにおいては、同様に海気象影響によるダウンタイム等を考慮すると、浮体へのアクセス率向上が必要である。

商用化に向けて係留施工等の沖合における作業船・通船の稼働率向上が必要である

研究開発内容

ウィンドファーム規模の風車浮体の係留作業を想定し、高効率な施工法、船舶、アクセス方法を検討する。

- 商用規模の浮体式洋上風車を想定した効率的な係留施工方法の開発（委託）
- 浮体へのアクセス率向上

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 年間●基の係留設置作業を可能とする施工方法や船舶を提案する

- ・ 25基/年は既存AHTSによる達成可能であることを確認済。効率改善によりKPIを達成可能。
- ・ 国内外でのAHTS運用実績豊富な委託先と連携により、実現可能性は80%を見込む。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

- ・ 係留資機材を保管するためのオフショアサプライベースの未整備が課題として残されており、港湾管理者との協議により解決する必要がある。
- ・ 研究開発の一環として、オフショアサプライベースのモデルプランを示すことも想定する。



研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 風車組立後の現地設置～運転開始作業を考慮すると、海気象条件の良い時期に短期集中して風車組立作業を行うことでコスト・リスク低減につながる。
- 風車組立作業を効率的に行うためには、リードタイムの最適化とダウンタイムの最小化が必須条件。
- フェーズ1において「SEPおよび水上構造物を用いた効率的な大型風車組立方法」を検討し、特許出願済み。

フェーズ1での成果をブラッシュアップし、商用化に向けた大型風車組立の低コスト化、高速化に対する道筋を立てる。

研究開発内容

フェーズ1での検討内容「SEPおよび水上構造物を用いた効率的な大型風車組立方法」（特許出願済み）をブラッシュアップし、改善点等の洗い出しを行うため、実証事業の工事設計図書を作成する。研究開発および実証の成果を用いて大型風車組立高速化の施工標準（案）を策定する。

□ 水上構造物＋SEPによる風車組立の施工標準（案）の策定

□ タワー立て起こし装置の商用化に向けた詳細設計、試作、運転による開発

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 施工コストの削減、大型風車組立高速化、タクトタイム●基/年以上の道筋を立てる

（気象や環境条件を無視すれば●基/年の生産能力を実現）

- ・ フェーズ1において、各工程のサイクルタイム及び月別稼働率を考慮した具体的な検討を完了済。
- ・ フェーズ1成果を用いて、本事業のKPIを試算し実現可能性は80%以上、港湾・海洋工事等での当社実績を基に検証済。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

SIMOPS対応（風車部材、浮体、SEP、組立後浮体ほか）、風車組立前後の工程との調整方法（風車部材の搬入、浮体基礎の仮置および浮上、曳航とのジャストインタイム調整）、水上構造物構築のコストダウン方法（プレキャスト（Pca）化やSEPによる一括施工など）：いずれも検討を開始しており、解決の見通しあり。



フェーズ1での成果：水上構造物とSEPによる大型風車組立のイメージ（SEPが移動して組立）

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 風車の大型化に伴い、浮体構造の固有振動数と風車の励起振動数が干渉しやすくなる傾向にあり、浮体の信頼性やコストを最適化するためには浮体を弾性体として扱える高精度な解析が必要。
- 大型風車浮体の構造解析では、波浪荷重に加えて風荷重が支配的になり、波浪荷重が支配的な従来の海洋構造物設計技術では不十分。
- このため、現在十分に高精度な構造解析ができておらず、安全側の設計となっており、浮体がコスト高となる要因となっている。

低コスト化につながる大型風車浮体の高精度な構造解析手法の確立が必要

研究開発内容

大型風車浮体の構造解析手法を確立し、大型風車浮体の基本計画・実機での検証をする

- 連成解析モデル化手法の確立
- 連成解析に基づく構造解析手法の確立および高度化
- 設計パラメータの合理化

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 過去の実証事業での実績値と比較し、浮体基礎の製造コストを削減する道筋を立てる

- ・ フェーズ1にて、解析手法構築のための方針を見通し済
- ・ フェーズ1にて、大型風車浮体の基本的な成立性について確認済
- ・ フェーズ1の目標を確実に達成しつつ、それ以上の成果を目指し、実現可能性80%を見込む

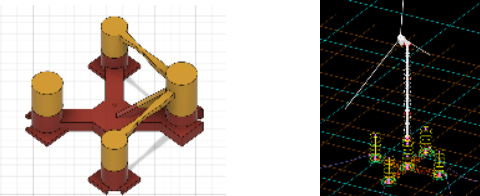
社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

継続的なコスト削減のためには、さらなる設計の効率化や浮体構造信頼性の向上が必要となる。本事業をはじめ実際の環境条件下で取得されるデータを蓄積し、設計パラメータや設計手法へのフィードバックを継続する。



設計最適化システムを用いた
浮体形状のベンチマーク・スクリーニング

秋田沖を想定した基本計画の完了



秋田沖を想定した浮体の基本計画

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- フェーズ1では、チェーンの一部を合成繊維索に置き換え低コスト化可能なハイブリッド係留について、試設計と実海域試験を通じて設計手法を確立した。
- また大水深を含む広範囲海域への洋上風力発電浮体設備の設置需要が増加しているが、特に大水深においては従来のチェーン係留に対するハイブリッド係留（セミトート・トート係留）のコスト優位性が高いことを明らかにした。
- 一方で、大水深化に伴う施工性の悪化や、風車の大型化による係留機器サイズの増加による、施工コスト増加量が整理されていない。
- 現状では、係留仕様と施工コストの相関関係を考慮し、係留に関するコスト全体を最適化する一連の手法は確立されていない。
- ハイブリッド係留のコスト優位性を明らかにしたが、風車浮体に対する合成繊維索の適用実績は少なくフルスケールにおける大径索の特性や耐久性実証が必要。

大水深でのハイブリッド係留最適化技術の確立

研究開発内容

係留全体コストを最適化する係留設計システムを開発し、大型風車浮体係留の基本計画・実機での実証をする

□施工方法も考慮した最適係留設計システムの構築

□セミトート・トート係留技術の開発

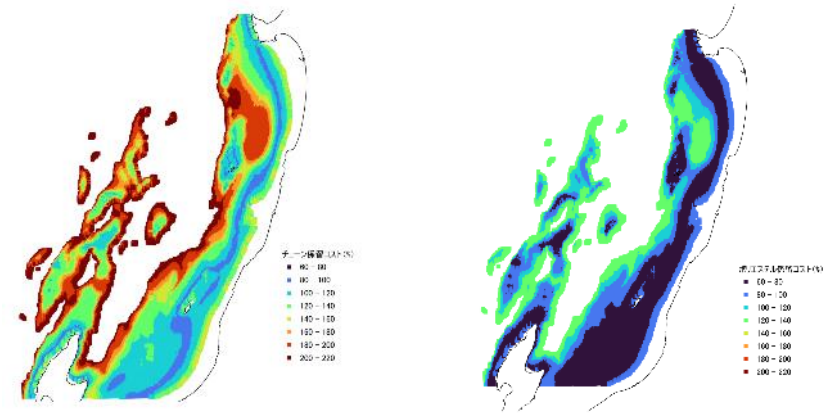
期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI]過去の実証事業での実績値と比較し、大水深ハイブリッド係留による係留単価を削減する道筋を立てる。

- ・ フェーズ1にて実海域スケール試験を実施し、設計手法の検証済
- ・ フェーズ1にてフルスケール大型風車対応の試設計およびコスト推定を実施
- ・ フェーズ1成果の活用に加え、大水深化に取り組むことにより実現可能性80%を見込む。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

- ・ 最適設計に用いる各種コスト要因の精度向上→実証機の実績値を基にフィードバック
- ・ 長期耐久性の継続検証



フェーズ1成果：チェーンカテナリ係留とセミトート係留の係留索コスト比較
（左：チェーン、右：セミトート）
（コンターは100m水深におけるチェーンコストを100%とした相対比較値）

秋田～新潟沖の水深50～500m海域を対象に試作した係留コストマップであり、ハイブリッド係留化による海域毎のコスト低減量を明らかにした。

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 世界的な浮体式洋上風力開発の活発化に伴い、鋼製チェーンは供給不足になることが想定され、また、適用水深は水深400m程度が限界と考えられる。
- 合成繊維索は、鋼製チェーンよりも製造・設置コスト面で有利であり、合成繊維索の活用による低コスト化が期待されている。
- フェーズ1でのスケールモデル浮体の係留に合成繊維索を用いた実証を実施するとともに、独自に実機向けの合成繊維索の強度試験を実施した。

商用化に向けて、より高強度で低コストな合成繊維索の開発・実証が必要

研究開発内容

- 低コストで国際競争力のある合成繊維索の開発実証
- 破断・疲労強度を向上させた係留索の開発
- 大量生産時のボトルネックとなる端末加工方法の改良検討
- 上記を踏まえた製造設備、製造工程および付帯設備の検討

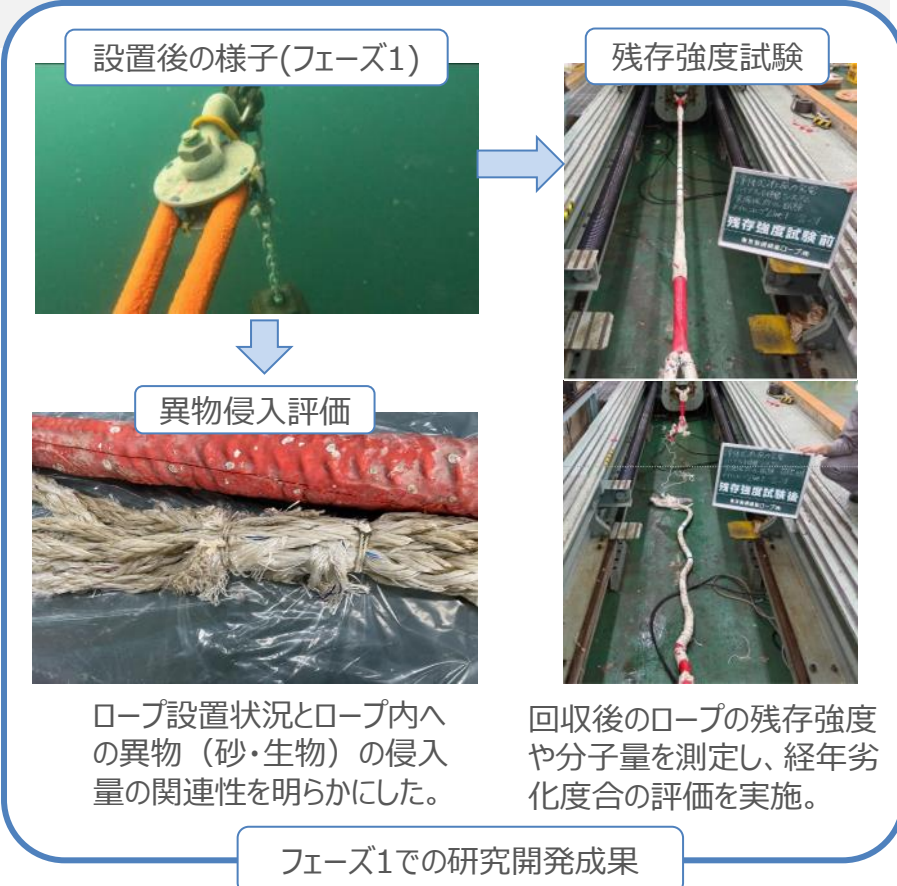
期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI]係留索につき破断・疲労強度を向上させることにより、従来設計よりも製造コスト削減の道筋を立てる。

国内最大径級のポリエステルISO径φ212mm・索強度12,300kNの引張破断試験を実施済（独自実施）。この結果に基づき、破断・疲労強度向上の実現可能性は高いが、端末加工簡素化の実現は難しい課題であり、実現可能性度合は50%。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

現状、国内で船級認証を取得するための引張破断試験機が無いため、これを整備するとともに、本事業を通して国内サプライチェーンを創出する。



(2) 研究開発内容 各社詳細資料

研究開発分類：O&M

- [O-1]ヘリコプター運航の最適化検証（中日本航空）
- [O-2]デジタルツインによるアセット価値（発電量・寿命）向上(JMU)
- [O-3]リモートオペレーションによる導通試験（関電プラント）
- [O-4]ドローンによる物資輸送（関電プラント）
- [O-5]ASV/AUVによる水中観測手法の実証及び改良（丸紅洋上）
- [O-6]落雷時のブレードの遠隔異常確認・風車再起動判断システム（JFEE）

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 従来の船舶によるアクセスでは、自然条件による制約が大きく、特に冬季のアクセス率低下リスクが大きい。今後、EEZ等のより沖合で事業を実施する場合、移動速度に優れ、アクセス率が高い輸送方法が必要となる。また、作業員の救助や洋上変電所の故障等緊急性を要する場合のアクセス手段が必要。
- 欧州においても、風車メンテナンス作業員の移動やタワー昇降の負荷があることから、労働安全衛生の観点でヘリコプターでの輸送が評価されている。
- 欧州では着床式洋上風力発電事業でヘリコプターが利用されているが、浮体式での例は少なく、浮体動揺の影響が不明であるため検証する必要がある。

商用化に向けて、荒天時でのアクセス率向上、風車故障時のダウンタイム削減のためにヘリコプター輸送の実証が必要

研究開発内容

天候に左右されにくい低高度計器飛行方式運航と荒天時におけるホイスティングに関する実証研究。

- 低高度計器飛行方式運航によるアクセス率向上
- ホイスティング時の浮体動揺限界の検討
- 輸送ルート最適化

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 実証海域における発電施設へのアクセス率向上の道筋を立てる。
CTV（洋上風力発電アクセス船）では困難な自然条件の際のアクセス確保、空港以外から輸送が可能となることによる効率化

欧州において着床式での実施事例が豊富（業務提携会社HeliServiceも実施）であり、本成果は実現可能性が高い。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

航空局との協議が必要だが、既に協議を開始し、本事業への協力についても確認済み。



ヘリコプターによる洋上風車への人員降下

出典：HeliService International GmbH 公式動画から抜粋

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 20～30年に亘る維持管理では「故障を予見し、健全性を保つこと」がダウンタイムやO&Mコスト削減につながるとともに、アセットの価値を高めることにつながる。
- この故障予見には、CMS等の結果を踏まえて浮体構造全体の健全性を把握できる「デジタルツイン技術の活用」が必要不可欠である。
- 特に浮体式の場合では、陸上・着床式と比較し、離岸距離・水深・水中構造物の複雑さ等から、その重要度が大きい。

商用化に向けて「デジタルツインによる維持管理方法の確立」が必要

研究開発内容

デジタルツイン技術による構造や係留索張力推定システムを用いた、アセット価値の向上を目指す

- 実質設備利用率向上シナリオの検証
- 係留健全性評価手法の検証

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

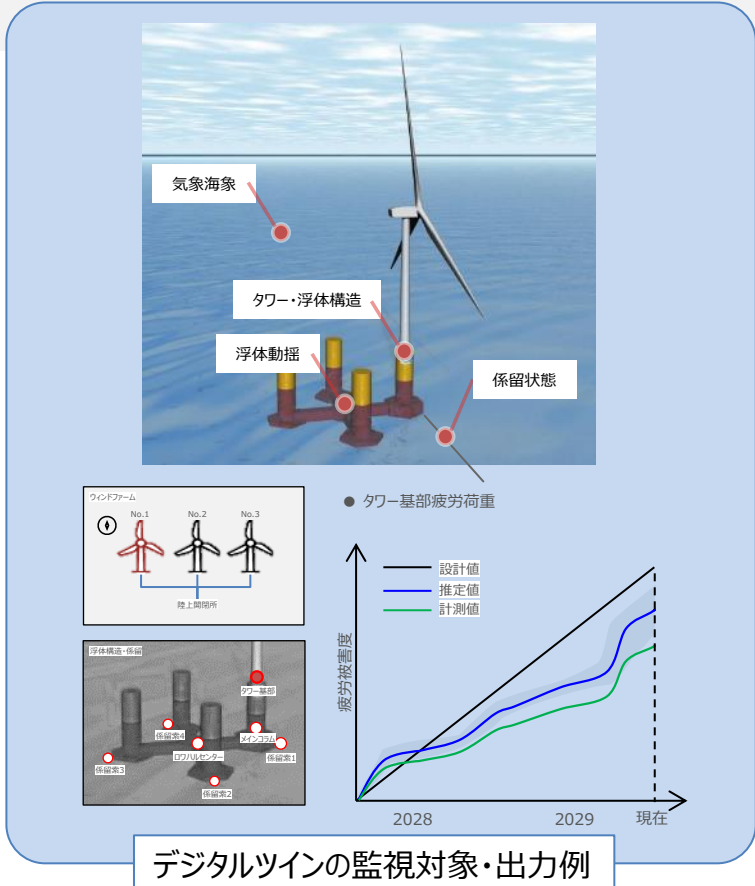
[KPI] 実質設備利用率*の向上が期待される方法を提案する。

***)実質設備利用率＝ライフタイム発電量/(定格容量×設計年数)**

- ・ 一般商船を対象としたデジタルツインシステム開発および検査合理化の実績
 - ・ 福島WFでのデジタルツインシステム技術の適用性について確認済み。
- 自社開発の実績をふまえたシステム開発により、実現可能性70%を見込む。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

ウィンドファーム規模での各手法検証は、商用化段階にて実証の予定



研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- ロープワーカー等の作業員不足の中、浮体式洋上風力のO&Mコスト削減には、ドローン等による遠隔点検・試験等による効率化は必須。
- フェーズ1において、現地オペレーターの直接操縦とAI制御を組合せた飛行技術を開発。
- 浮体式風力発電の大規模化やEEZへの展開も考慮すると、長距離飛行および陸域O&M基地や、事業者等が国内外に設置する統合監視制御室から実施できるリモートオペレーション技術が有効。

大規模化・EEZへの展開を睨み、導通試験ドローンの効率化と、リモートオペレーションによる作業効率化が必要

研究開発内容

- フェーズ1で開発したブレード追従技術に応用したブレード接近技術の開発
- ローカル5Gを活用したリモートでの超低遅延オペレーション技術の開発
- 上記を活用したドローンのリモート操作によるブレード導通試験方法を確立

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] リモートオペレーションによるO&Mのコスト低減の道筋を立てる。

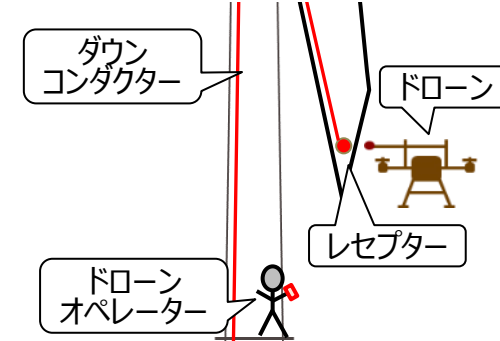
- ハイスキルドローンオペレーター必要人数の低減による安定的で継続的な試験体制の確立、試験コスト低減
- ・ 導通試験技術はフェーズ1にて、ローカル5G適用技術は総務省委託事業にて各々で確立できており実現可能性は高い

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

- ・ フェーズ1での課題は、レセプター型式（チップ、ディスク、ロッドタイプ等）の相違による試験状況を把握・分析・評価し必要に応じ改善（接触用無線デバイス改良等）
- ・ ローカル5Gは洋上風車実機による実証が未実施であり実施し、実務適用性等を再評価



従前の導通試験状況



実施イメージ



導通試験用ドローン



試験実施状況

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 洋上風力の修理・点検等の作業中に物資（部品、工具等）が不足した場合、早急に手配しなければ作業時間が延長になり、不要なダウンタイムが発生し、電力の安定供給に支障をきたす。
- 基本的に物資輸送は傭船で行うが、定期点検期間等は要員輸送にフル活用しており、代替の輸送方法を確保する必要がある。
- ドローンでの物資運搬での荷下ろし場所はナセルか風車基礎部になるが、ドローンの揺動するブレード・風車基礎部への衝突・接触を回避する必要がある。

洋上風力の修理・点検時のダウンタイム低減に向け飛行制御技術を搭載したドローンが必要

研究開発内容

- 揺動するブレードとの衝突・接触を自動で回避する飛行制御技術
- 長距離飛行能力及び重量物輸送能力
- 着陸地点に設置するマーカーをAI画像解析にて認識し自律着陸
- 上記を活用したドローンの完全自律飛行による物資輸送方法の確立

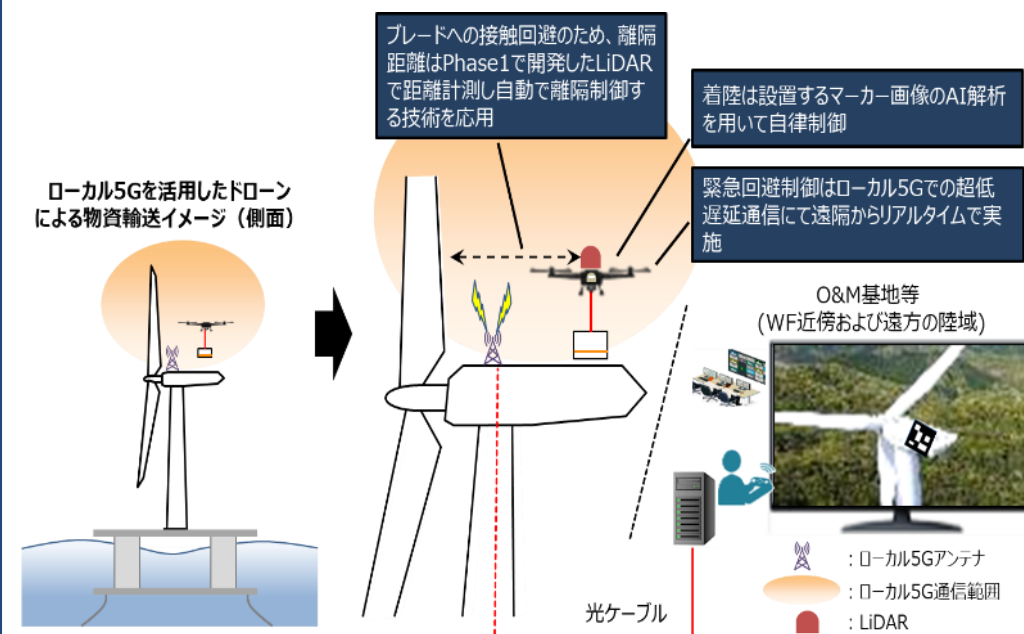
期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI]ダウンタイム改善・輸送費用低減の道筋を立てる

- 迅速なメンテナンス実施によるダウンタイム短縮、CTVと比較した輸送費用低減効果、作業中断時間短縮による増加コスト抑制、安全性向上（人力での輸送排除）
- ・ 揺動するブレードへのドローン接触回避技術は、フェーズ1で開発したドローンが揺動するブレードに自動追従する飛行制御技術を応用するため、実現可能性は高い

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

実証の結果、安全で安定的な物資着陸に揺動緩和装置等の補助装置が必要となる可能性があるが、当該技術・装置等を保有する企業と連携済みであり解決可能



研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 洋上風力施設の水中構造物の点検はダイバー・ROVで実施しているが、HSE、コストダウンおよびダウンタイム削減の観点から自動・無人化が必要。
- 国土交通省海事局において、洋上風力発電施設のメンテナンスにAUVを活用することを期待し、「AUVの安全運用ガイドライン」を策定・公表済み。
- また、水面下の検査に当たっては日本海事協会でも遠隔検査を認めているところ。

商用化には水中構造物検査の自動・無人化による低コスト化が必要

研究開発内容

水中/地中構造物の点検を自動・無人で実施するシステムの実証・改良

- 浮体の電気防食状態の計測実証
- アンカーの位置検知実証、および海底ケーブル等の海底埋設物の位置検知・埋設深度計測実証
- 自律機能により水中/地中構造物の点検を実施し陸上に結果を送信するシステムの検証

期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI]浮体 1 基あたりの電気防食検査費用（ROV 使用時）およびケーブル埋設深度調査費用のコスト低減の道筋を立てる。

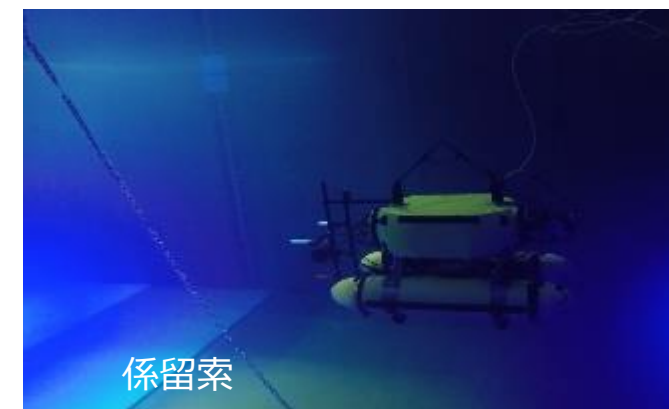
AUVは北九州での潜航実績あり。ASV/AUVを決められた緯度経度、高度で航行・潜航させる技術は確立されている。ASV/AUVは昼夜を問わずに検査が可能となるため、作業にかかる人員がROVの場合の1/4程度に削減可能。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

- ・ 無人船運航に関する規制緩和

ASV: Autonomous Surface Vehicle
（自律型小型無人ボート）

AUV: Autonomous Underwater Vehicle
（自律型小型無人ボート）



AUVによる係留索検査のイメージ

研究開発の概要と将来展望

背景・課題

- 現状、落雷時には風車を停止する必要があり、再起動に際しては、現地で目視により風車の状況を確認する必要がある。
- 浮体式洋上風力の場合は離岸距離が長いため、目視確認を行い再起動するまでに数日を要する可能性がある。
- 風況の良い時期は海象が悪いために、船の待機なども含めたこのダウンタイムが収益に大きく影響する。

落雷時のブレードの異常確認・風車再起動判断を遠隔で行い、ダウンタイムを小さくすることが商用化時に求められる

研究開発内容

落雷によるブレード損傷程度を判断し、一定時間内に再起動可否を判断するシステムを構築し、実証する。

- ブレード損傷度評価技術の開発
- 落雷後再起動判断システムの構築
- 浮体式洋上風力サイトにおける実証

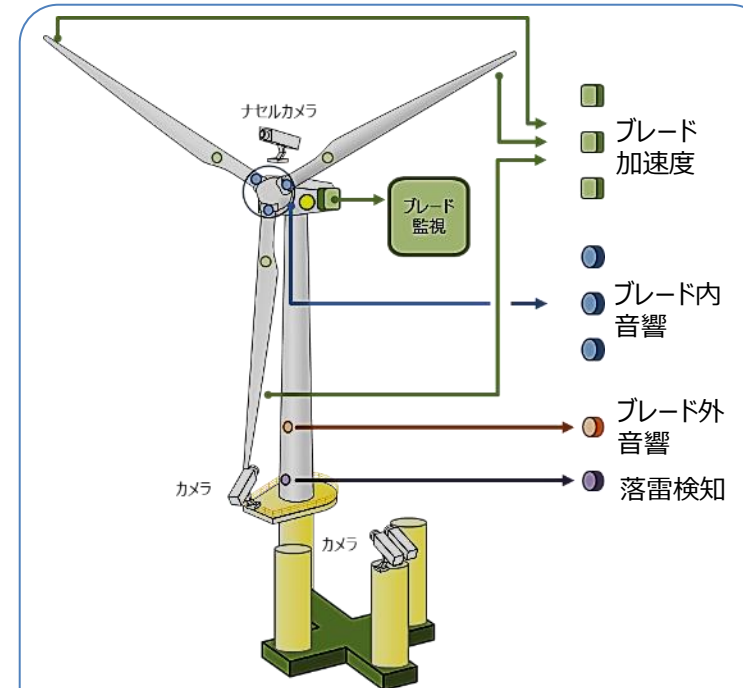
期待される成果（KPI）とその理由、実現可能性度合

[KPI] 落雷後一定時間内に再起動判断指標を提示するシステムを構築し、落雷した場合の再起動判断の成功確率を向上させる

陸上風力、着床式洋上風力など条件の異なる風車でのデータ収集し、計測データと損傷度の関連性を解析し、風車における損傷に関する特徴量を抽出するアルゴリズムを組み込んだAI解析プラットフォームPla'cello®を活用することで、システム化された再起動判断指標の提示が可能となる。

社会実装・将来展開に向けた課題（残された課題の解決見通し）

遠隔からの風車ブレードの安全性確認が可能となることで、作業員が現地に行く必要が無くなり、作業員のHSE向上、運航費削減効果も期待できる。早期に商用化し、アジアにも展開することでバックデータの蓄積が加速されるため、デファクトスタンダードとして世界中に広まることを期待。



ブレード損傷検知センサーの構成

フェーズ1 成果の活用（1/3）

【研究開発項目フェーズ1-(2)】浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業			
研究開発内容	フェーズ1の成果	解決できていない課題	本事業の取り組み
大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化（JMU）	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1では既存風車を搭載した浮体の基本計画を目的とした最適化設計手法の確立を達成設計最適化による浮体コストの削減を達成	<ul style="list-style-type: none">今後の商用化に向けた大型風車浮体への適用詳細設計段階の設計手法の確立	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1の成果、課題を踏まえ、本事業では大型風車搭載浮体の詳細設計段階に重要となる最適設計手法の確立・標準化に取り組む
一時保管浮体を最少化する浮体輸送の効率化（JMU）	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1ではベースラインウインドファームを想定した浮体製造・浮体曳航・風車搭載・係留工事のサイクルを検討し、通年施工で年間25基の供給が可能であることを示した	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1で検討したベースラインウインドファームは年間を通じて穏やかな海象条件が想定されていたが、洋上工事は気象海象条件の影響を受けやすく、現実的にはフェーズ1想定通りの施工はできない。夏季においても台風などの荒天によりJust in timeの洋上施工ができず、浮体の一時保管が必要不可欠	<ul style="list-style-type: none">風車搭載時の浮体固定技術および浮体輸送の効率化の検討により、洋上工事の稼働率アップ・施工サイクル短縮を図る荒天時の浮体の一時保管（ウェットストレージ）の実現可能性を検討
大水深でのハイブリッド係留の全体最適化（JMU）	<p>フェーズ1ではハイブリッド係留設計手法を確立</p> <ul style="list-style-type: none">様々な合成繊維索を適用した試設計を実施、索材質ごとの特性を明らかにした実海域試験でハイブリッド係留の設計手法および耐久性の検証を実施実海域試験でカテナリー係留およびトート係留の適用性を確認	<ul style="list-style-type: none">ハイブリッド係留のフルスケール長期耐久性の実証大型FOWT用大水深係留の実証	<ul style="list-style-type: none">大水深海域におけるハイブリッドセミトート係留のフルスケール実証
作業船・通船の高稼働率化（JMU）	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1ではベースラインウインドファームを想定した浮体製造・浮体曳航・風車搭載・係留工事のサイクルを検討し、通年施工で年間25基の施工が可能であることを示した	<ul style="list-style-type: none">ウインドファーム規模の大量施工の場合、海気象影響によるダウンタイム等により商用規模の目標達成には更なる効率化が必要ウインドファームの浮体・海気象条件に最も適した高アクセス率・低コストなアクセス方法が必要	<ul style="list-style-type: none">使用船舶や機材、設備を含めた係留施工方法の効率化高精度アクセス可否評価手法の開発により、高アクセス率・低コストなアクセス方法の最適化

フェーズ1 成果の活用（2/3）

【研究開発項目フェーズ1-(2)】浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業			
研究開発内容	フェーズ1の成果	解決できていない課題	本事業の取り組み
浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立（JMU）	<ul style="list-style-type: none">洋上接合要領として「突合せチャンバー方式」を立案、浮体モックアップと、プロトタイプ版チャンバーを製作して実験を行い、実現性と手順の妥当性を確認	<ul style="list-style-type: none">チャンバー機能のブラッシュアップ。実機サイズの2浮体が異なる周期で動揺する場合の工事手順の検証チャンバー方式の施工手順（JMU呉工場以外でも適用ができるように調整する必要がある）	<ul style="list-style-type: none">モックアップ試験を踏まえてチャンバー機能を改良し、実機に適用して検証。実機サイズで建造を通し、浮体の動揺特性を考慮した実証試験JMU呉工場で作った手順をベースに他工場／他岸壁でも洋上接合ができるよう、手順の汎用化と標準化、手順書の作成
水上構造物を用いた大型風車組立の高速化（東亜建設）	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1では低コスト施工技術として複数案の検討を行い、水上構造物とSEPを用いた施工方法がコスト・実現可能性において優位性が高いことを確認した	<ul style="list-style-type: none">過去の港湾・海洋工事等の実績に基づき検証を行っているが、実際に施工し、現場環境条件を考慮のうえ改善点等の洗い出しを行う必要がある	<ul style="list-style-type: none">各種研究開発要素を含む、実証事業の工事設計図書を作成水上構造物とSEPを用いた風車組立高速化技術に関する施工標準（案）の策定タワー立て起こし装置の商用化に向けた実機開発
【研究開発項目フェーズ1-(3)】洋上風力関連電気システム技術開発事業			
大規模WFにおける浮体式洋上風力発電システムのコスト評価（東北電力）	<ul style="list-style-type: none">商用規模の技術仕様の妥当性確認将来的なコスト削減の見通しを踏まえたLCOE水準の確認	<ul style="list-style-type: none">選定する仕様や開発地点等に応じたコスト評価将来的な商用化を見据え、浮体の量産化等に係るコスト低減の余地や実証におけるコスト実績等を踏まえたコスト評価が必要	<ul style="list-style-type: none">実証における仕様や商用規模の仕様におけるコスト評価（LCOE試算）実証を通じて得たコスト実績や研究成果等を踏まえたコスト見通しの評価

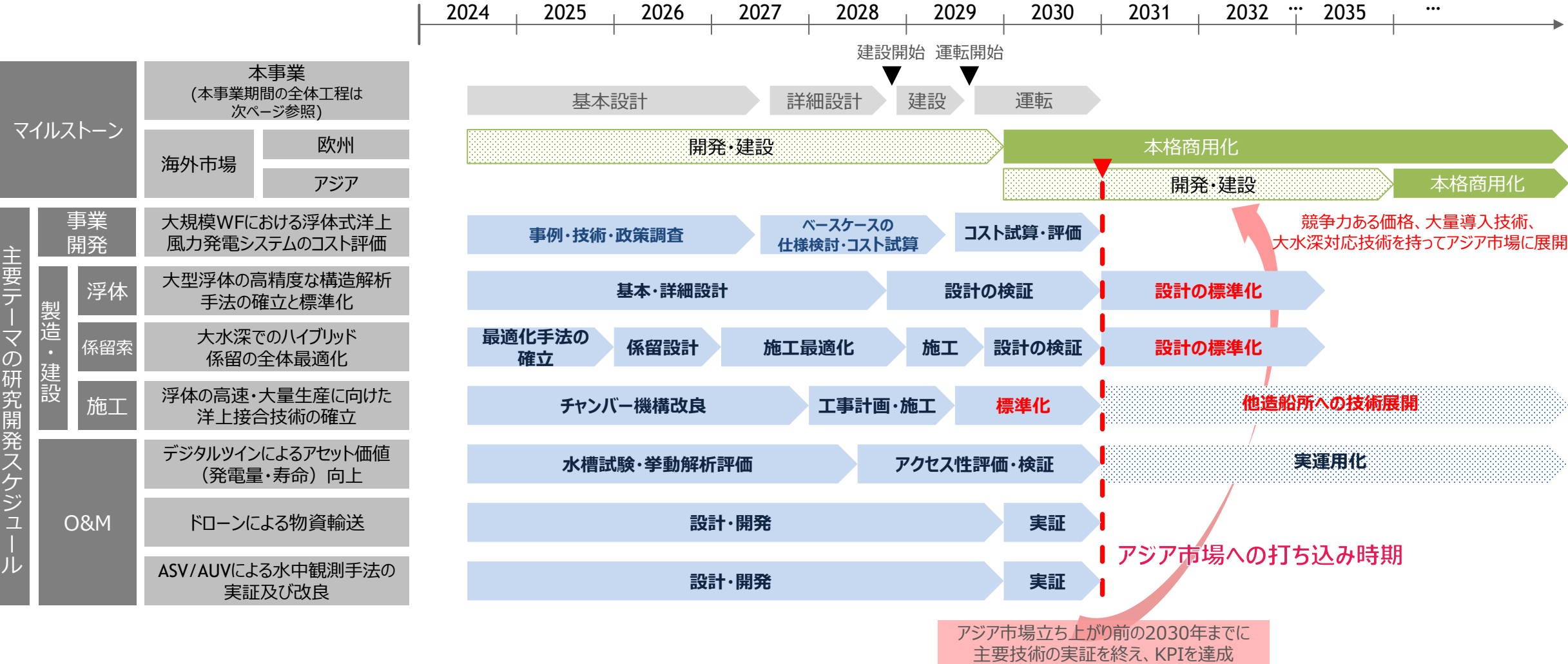
フェーズ1 成果の活用（3/3）

【研究開発項目フェーズ1-(4)】洋上風力運転保守高度化事業			
研究開発内容	フェーズ1の成果	解決できていない課題	本事業の取り組み
リモートオペレーションによる導通試験（関電プラント）	<ul style="list-style-type: none">無線によるダウンコンダクター導通試験技術開発（レセプター接触用無線デバイス、AI自動飛行システム、試験結果画像データ伝送システム）導通試験システムを搭載可能なドローン開発浮体式での実証試験実施	<ul style="list-style-type: none">2枚翼あるいはバージ型浮体以外への実証試験が未実施	<ul style="list-style-type: none">2枚翼あるいはバージ型浮体以外を対象に飛行実証を行い、改良検討、実装範囲拡大、商用化を目指す
ドローンによる物資輸送（関電プラント）	<ul style="list-style-type: none">浮体式挙動データ取得、実機の挙動把握浮体式風車挙動に対する追従システム構築120分連続飛行、長距離通信（20km以上）が可能なハイブリッドドローン開発既存の浮体式での実証試験実施	<ul style="list-style-type: none">揺動量が大きい冬季等に対する実証試験が未実施	<ul style="list-style-type: none">揺動量が大きく（冬季等）、2枚翼あるいはバージ型浮体以外を対象に飛行実証を行い、改良検討、実装範囲拡大、商用化を目指す

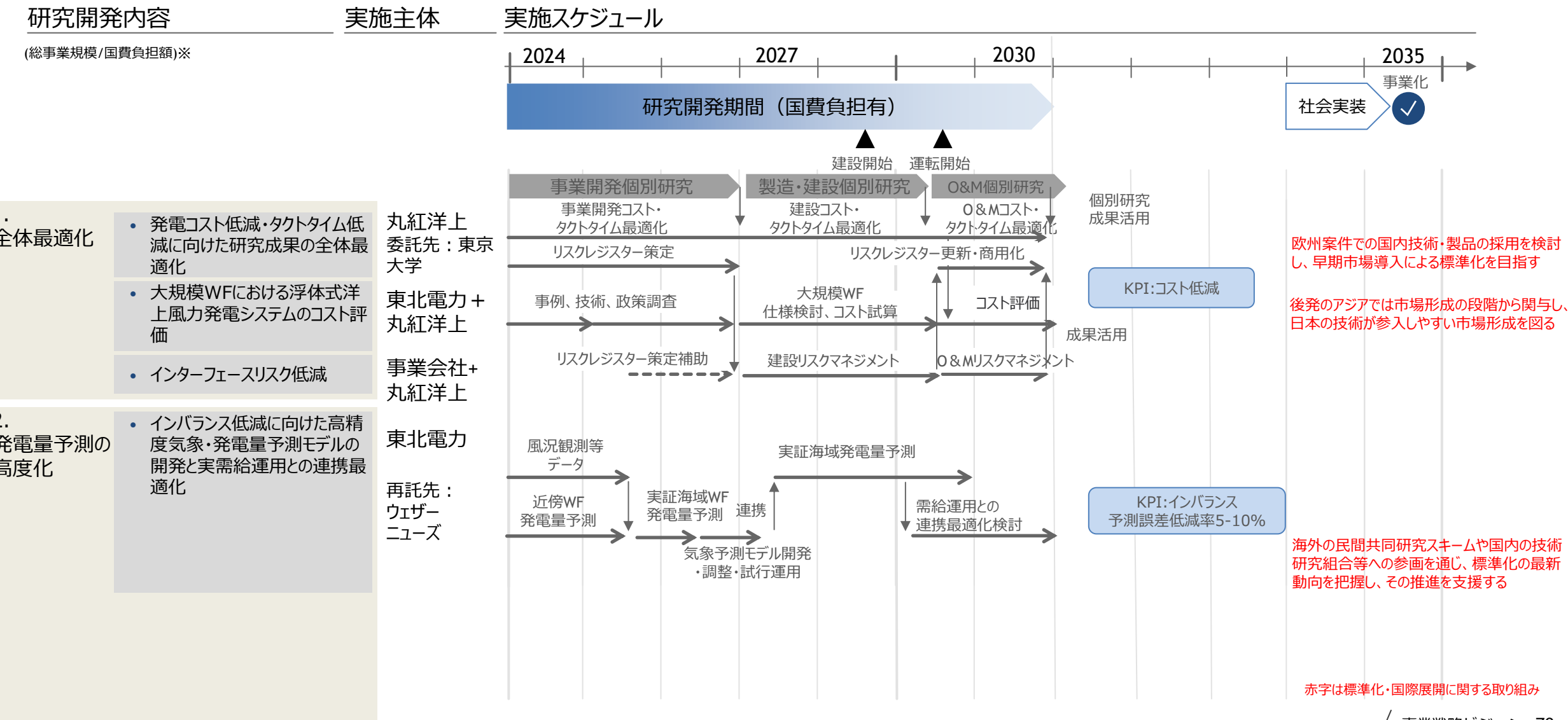
複数基での検証内容

研究開発内容	複数基での検証内容
デジタルツインによるアセット価値（発電量・寿命）向上(JMU)	<ul style="list-style-type: none">1基目では詳細な応答データの計測を行い、計測されたデータを用いることで他浮体にも適用可能なデジタルツインシステムを構築1基目で構築されたデジタルツインシステムを2基目の実装し、実測とデジタルツイン結果とを比較検証し、有効性の検証を実施
浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立(JMU)	<ul style="list-style-type: none">一連の洋上接合工事において、チャンバー設置要領等を微調整して2種類の方法を実施、これらを2つを比較し、いずれの案が標準として相応しいか、状況によるのであれば、その条件や得失を検証異なる接合方法を検証することにより、より商用化に適した方法を明らかにする
水上構造物を用いた大型風車組立の高速化(東亜建設)	<ul style="list-style-type: none">各々の風車組立において、浮体の位置制御方法や着底状況を変化させることにより更なる工程短縮につながる方策を検証
落雷時のブレードの遠隔異常確認・風車再起動判断システム(JFEエンジ)	<ul style="list-style-type: none">2基の風車から収集されるデータを比較し、AIによる学習データの信頼性を確保すると共に、ブレード運転状態でのデータ特性のバラツキを検証1基目と2基目の配置による風車への落雷特性の違いと気象条件の関連を解析・検証

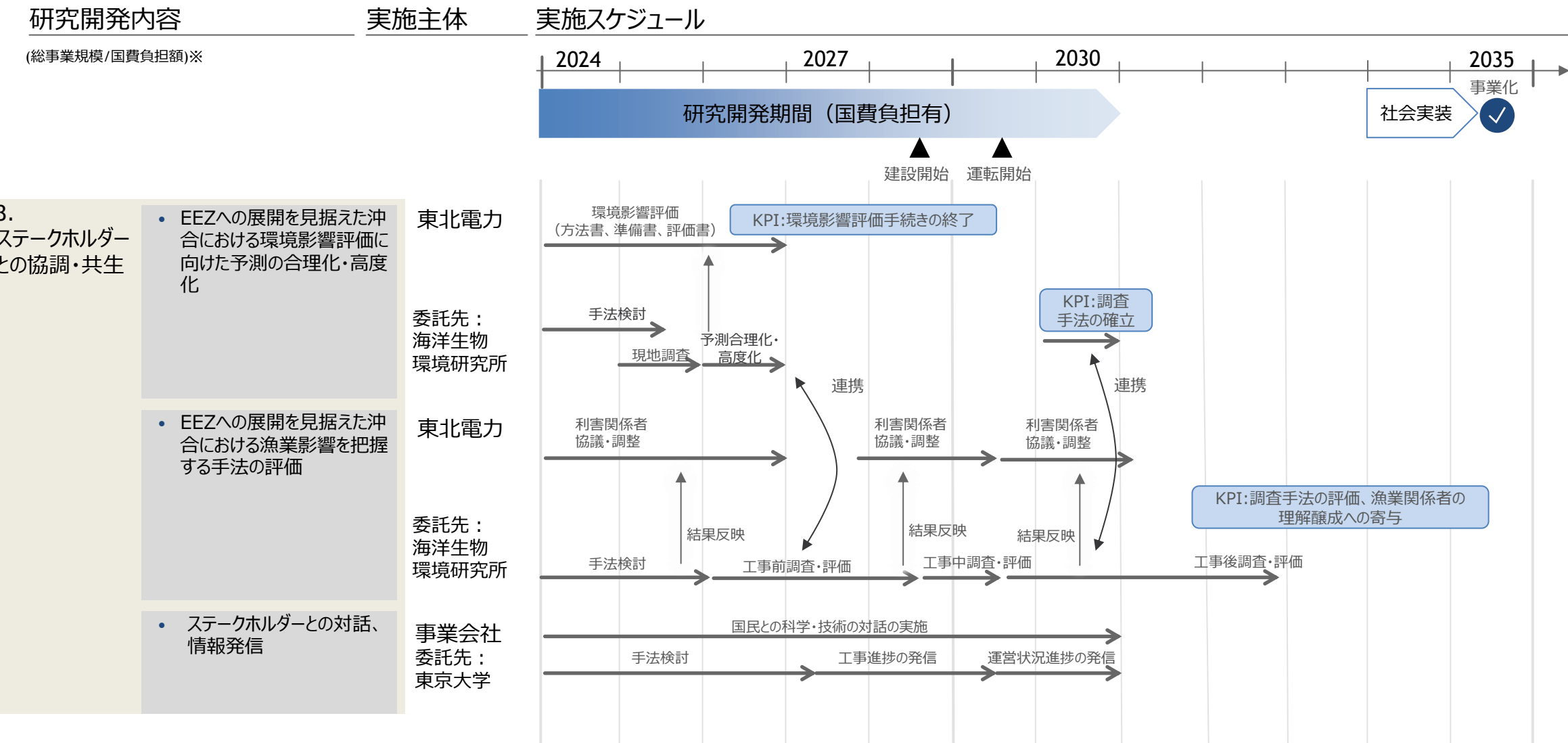
標準化・国際展開を見据えた実施スケジュール



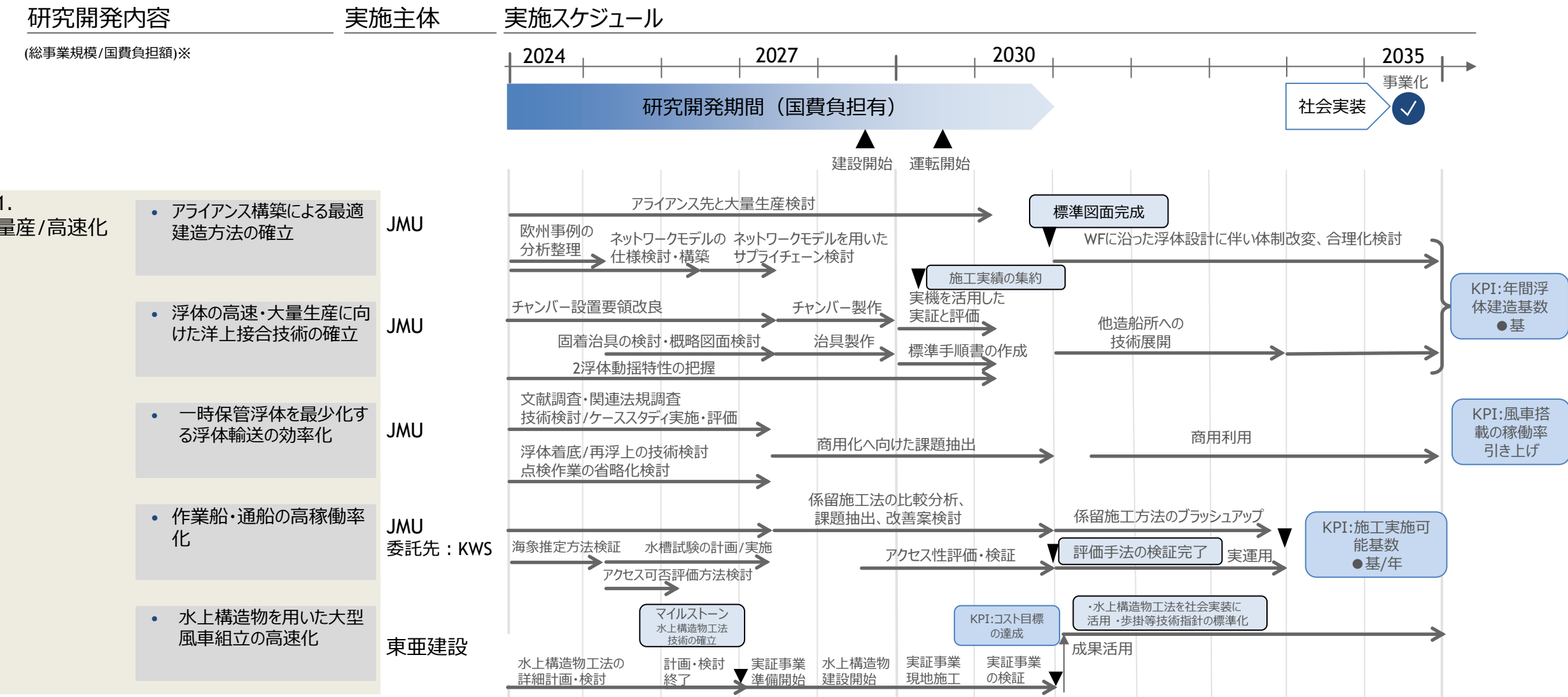
事業開発：複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



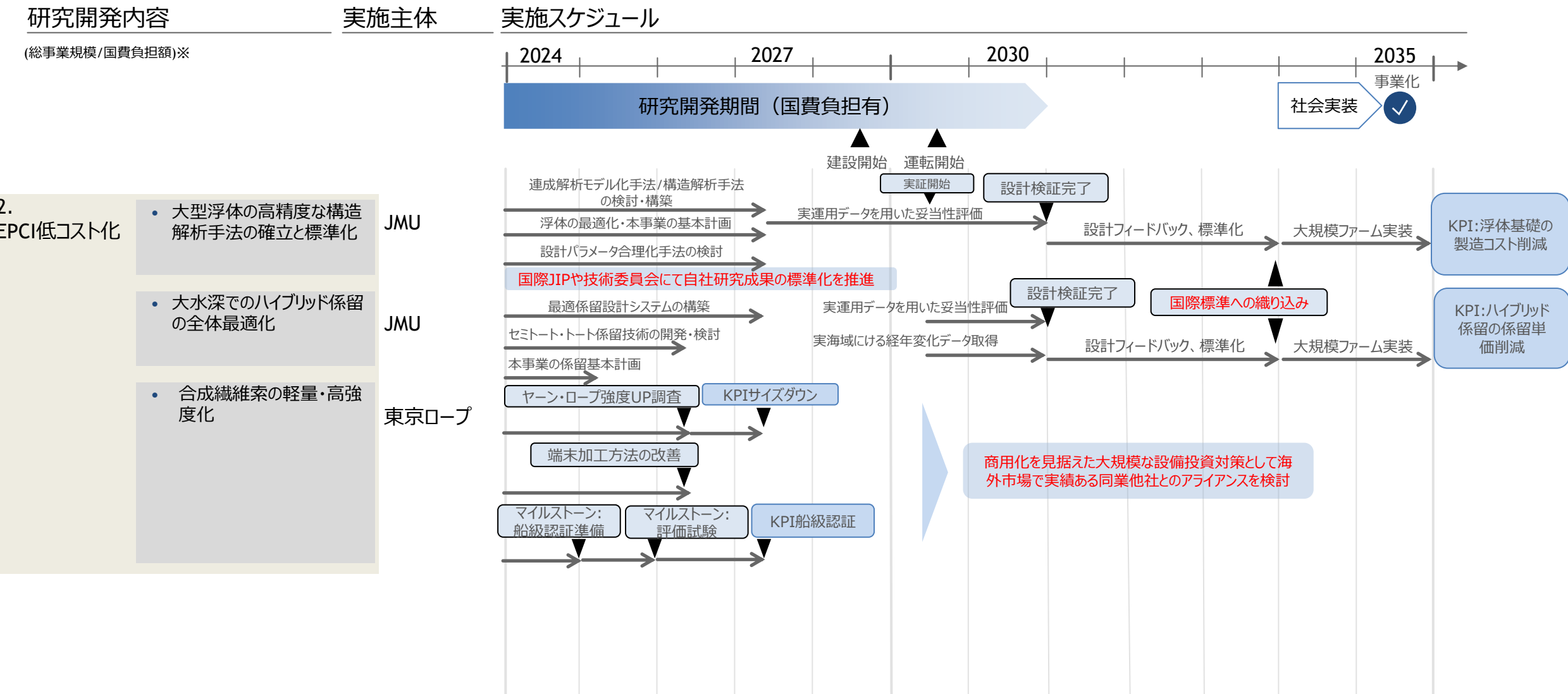
事業開発：複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



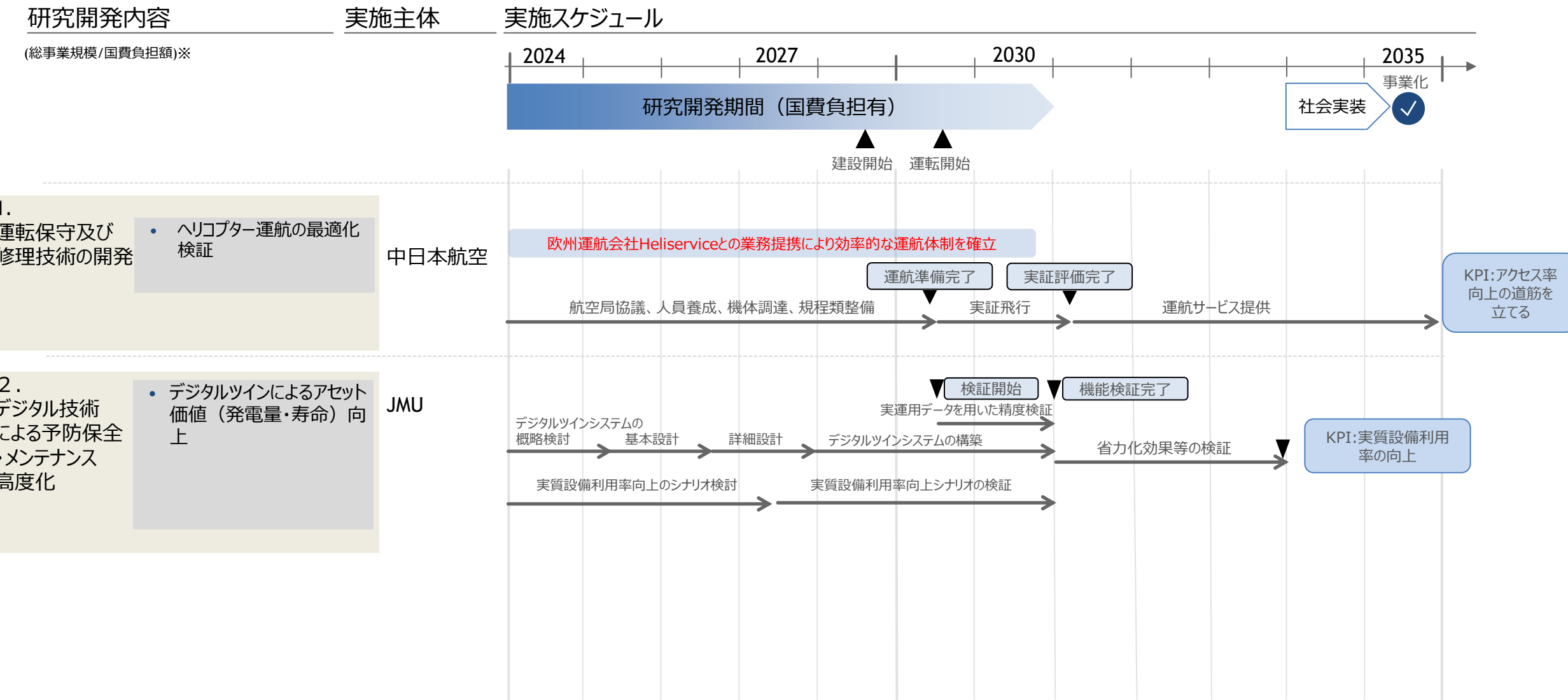
EPCI：複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



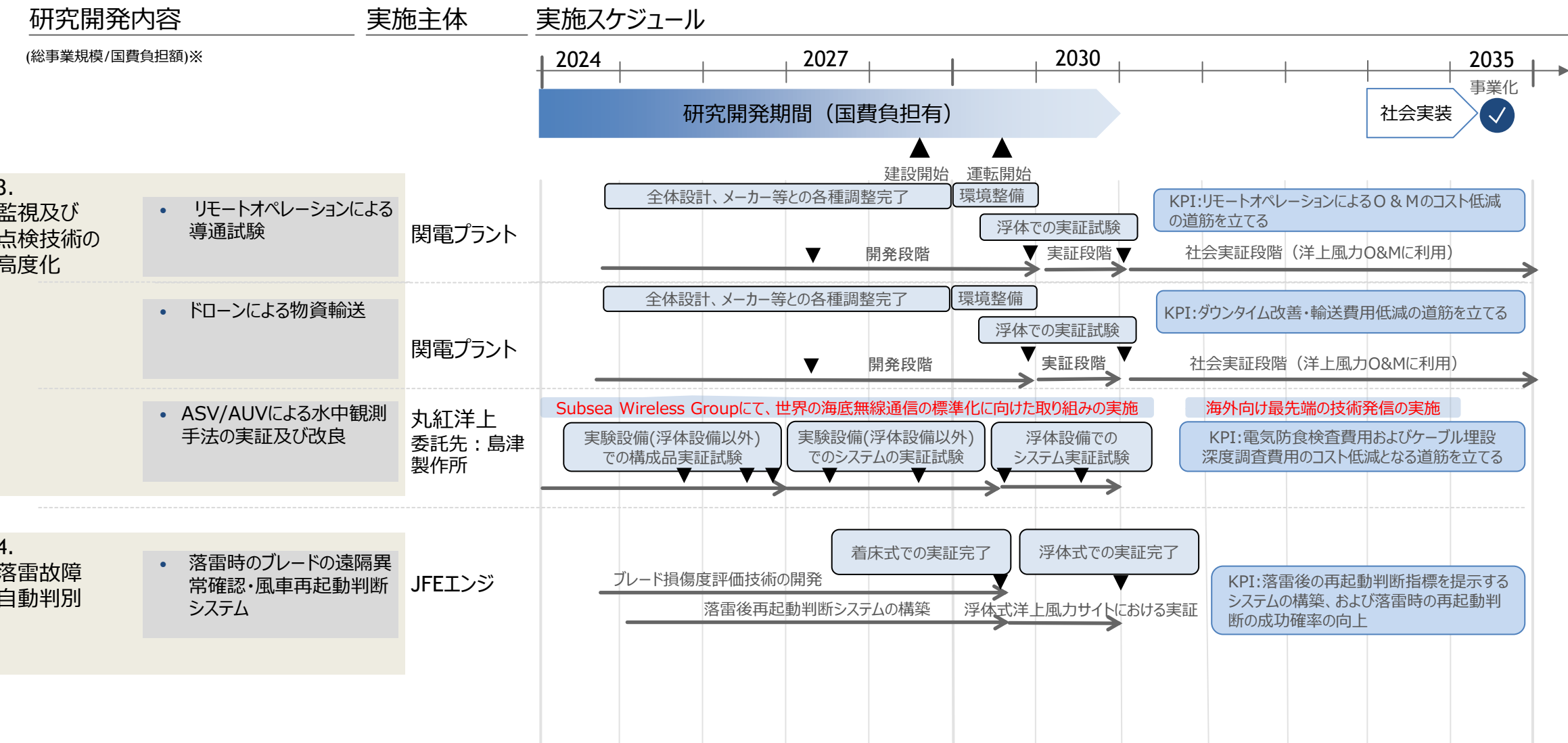
EPCI：複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



O&M：複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

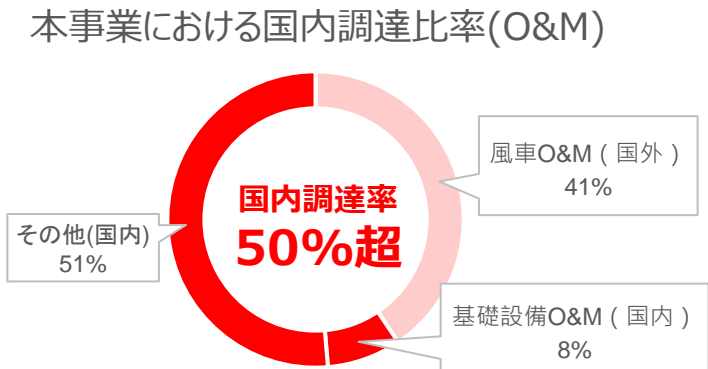
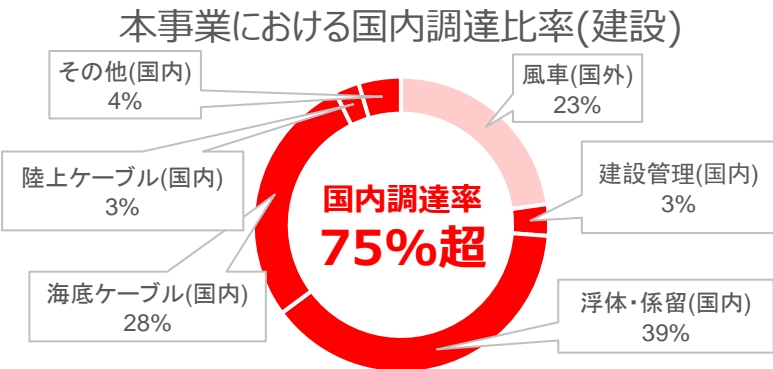


O&M：複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



本事業における国内での調達計画

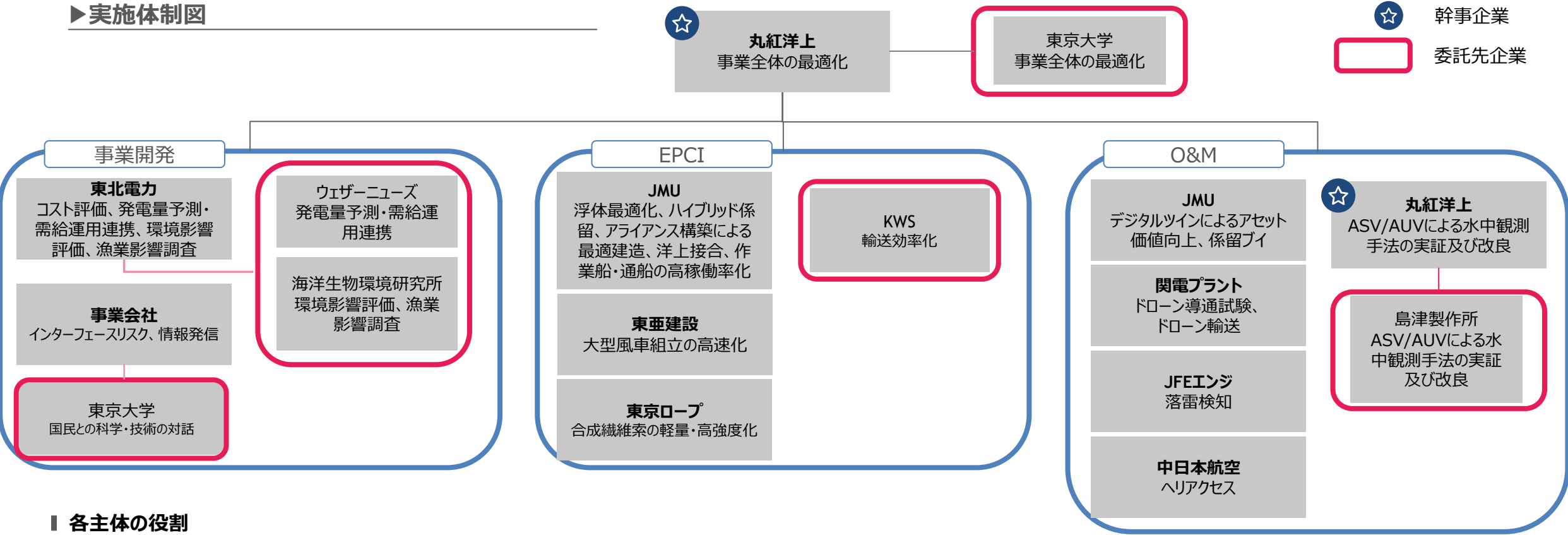
- 本事業では、風車の調達およびO&M以外の一次請負先としては、原則として国内調達を想定。建設にて75%超、O&Mにて50%超の国内調達を想定。



	本事業	商用時の展開（国内経済・サプライチェーンへの波及効果）
建設(調達・施工)		
風車	海外企業より調達、施工は国内企業	・ 一部の風車部品の国内製造、最終アセンブリなど国内実施可能性を模索。施工は国内企業にて実施することを想定。
浮体・係留	国内企業より調達、国内企業にて施工	・ 浮体：JMUは、構築済みの国内サプライチェーン活用および、洋上接合技術による国内中小造船ドックでの部材製造による活用、国内サプライチェーンの拡大を模索。また、丸紅・JMUによるアジア展開にて、設計のライセンス展開に加えて、国内メーカーを積極的に起用することで国産製品輸出を実現し、国内経済波及に寄与する。 ・ 係留：実証を通じ、国産合成繊維索の適用が広がることで、国内大手繊維メーカーなど国内サプライチェーンへの波及効果が期待される。
ケーブル	国内企業より調達	・ 国内調達を想定。本事業の成果を踏まえて国際展開を図ることで、経済効果の創出が期待される。
O&M		
風車	海外企業にて実施	・ 国産技術の遠隔監視・制御システムを用い、風車O&Mの部分国産化を図る。
基礎設備等	国内企業にて実施	・ 国内企業にて実施。ASV/AUVの活用など新規手法の取入れによるサプライチェーンの拡大が期待される。また、本実証で研究される水中光無線通信は海外で実例がなく、実用化後は最先端の技術発信が期待される。 ・ また、大手電力のO&M関連子会社による保守・保安人材育成を通じて、地域の雇用創出効果が期待される。

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

▶実施体制図



Ⅰ 各主体の役割

- 下記の研究開発項目を個別企業で実施し、幹事企業である丸紅洋上にて、全体最適化の研究として、取りまとめを実施する
- 「事業開発」： 開発期間及び事業期間における、コスト低減策、事業実施に不可欠な項目を浮体式洋上風力にて効率的化する個別研究を設定
- 「EPCI」： 設計、製造、建設における、コスト・タクトタイム低減策の研究を設定
- 国内企業の自助努力にてコスト低減が見込まれる、浮体、係留及び洋上工事の分野で実績・知見を有するJMU、東亜建設工業、東京製綱繊維ロープなど、にて実施し、研究成果を最大化する
- 「O&M」： O&Mにおける、コスト低減策、O&Mの新手法の研究を複数。加えて、新手法の研究成果を取りまとめ、最適な組み合わせ検討を丸紅洋上の全体最適化にて実施
- デジタル技術、ドローン、AUVなどの自動化技術などの強みを有する、JMU、関電プラント、島津製作所(丸紅洋上の委託先)、JFEE、中日本航空にて実施

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

▶各主体の役割と連携方法

■ 研究開発における連携方法（共同実施者間の連携）

- 各個別研究は、幹事企業の実施する月例会議にて進捗の共有を実施し、相互に連携を図ることができる体制を構築する。
- 複数間企業で共同で実施する形態をとる研究項目は、両社間で適切な課題設定と情報共有を行うことで、抜け漏れを防止する。
(例：丸紅洋上の全体最適と、東北電力のコスト評価では、丸紅洋上にて個別研究を踏まえたシナリオを設定し、そのシナリオに基づき東北電力にてコスト算定を実施する、など。)

■ 共同実施者以外の本プロジェクトにおける他実施者等との連携

- 参加企業は将来の標準化やグローバル展開も見据え、以下のような業界専門知識の取得及び、標準化、国際展開に取り組んでいる。

東北電力	各種要素技術の研究実施のため、英国Carbon Trustが運営するThe Floating Wind Joint Industry Programmeのほか、浮体式洋上風力発電技術組合（FLOWRA）等 に参画
JMU	国際Joint Industry Projectsや技術委員会等へ参加し、これらを自社研究成果の標準化を推進する場として活用
東亜建設	今後の商品化に向けて協力体制を維持すべく、欧州オランダのTWD BVを母体としたTWD Japan Corporationとフェーズ 1 研究開発の外注先として新技術開発の試設計を実施
東京ロープ	オフショアでも実績のないナイロン索の社会実装に向けた取り組みとして、DNVの「Technical Qualification（技術認証）」プロセスを活用、高機能ポリアラレート繊維の係留索に係るISO基準化実績
関電プラント	海外展開を見据えた効率的な開発が行えるような実施体制を検討するため、韓国Doosan社と風車メンテナンスに関して連携調整中
JFEエンジ	自社で運営する陸上風車およびO&Mを実施する着床式洋上風車を活用することで、浮体式洋上風車における実証に先駆けて開発を進めることが可能
中日本航空	欧州では運航体制が確立されており、日本で未成熟な飛行方式（計器飛行方式）での飛行も実施済みのため、欧州運航会社Heliserviceと業務提携し効率的な開発が可能
島津製作所	世界の海底無線通信の標準化に向けて2023年度からレベル3の高速通信検討するため、認証機関Subsea Wireless Groupに参画
海洋生物環境研究所	洋上風力発電に係る環境影響評価技術手法に関する検討会（環境省）や再エネ海域利用法上の促進区域における協議会、漁業影響調査の検討委員会等に継続的に参加し、標準化に資する議論を支援
ウェザーニューズ	洋上再生可能エネルギー市場の発展に向けたサービス&サポートに一層注力し、独自高解像度気象予測モデルやAI技術、意思決定におけるDX促進のためのプラットフォームなど最新の技術を駆使したサービスを提供
KWS	欧州と日本でのオフショア支援船運航実績を活かした効率的係留施工方法の開発、その国際展開を見据えて導入したISO品質管理システムに基づき、日本の実運航にも配慮した国際規則ISMコードやIMCA（国際海洋請負業者協会）に対応する前提に取り組んでいる。

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1. 事業開発	<p>1 全体最適化</p> <p>発電コスト低減・タクトタイム低減に向けた研究成果の全体最適化（丸紅洋上）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 福島沖浮体式や国内着床式洋上風力案件、国内外の発電所の建設管理、運転管理能力を保有 欧州の大規模浮体式洋上風力プロジェクトScotWindの開発を通じて得られた大型風車に対応する浮体技術の知見、構築を進めているグローバルサプライチェーン（港湾インフラ、造船所など） 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の浮体形状の特性を実証した福島浮体式の知見を活用可能 国内商業案件かつ、マルチコントラクト形態をとった秋田港・能代港洋上風力事業を通じて蓄積したリスク管理ノウハウとの比較による課題解決策の導出が可能 世界最大規模の浮体式洋上風力実案件であるScotWind案件とのシナジーによる課題解決策の導出が可能
	<p>大規模WFにおける浮体式洋上風力発電システムのコスト評価（東北電力）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 電気事業者としての発電・O&M・販売等の知見 国内外事業者とのネットワーク 	<ul style="list-style-type: none"> 70年以上にわたる電源開発・O&M実績や秋田県を含む東北エリアの需要家への電気の販売実績がある GI基金フェーズ1-③を通じて得た研究成果と国内事業者・メーカー間で共有する知見の蓄積、欧州のFLWJIPへの参画を通じた欧州事業者とのネットワークと知見
	<p>インターフェースリスクの低減（事業会社）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 福島・北九州の実証事業及び秋田港能代港洋上風力を通じた課題解決、開発・建設・操業のノウハウの活用 マルチコントラクト形態をとった秋田港能代港洋上風力を通じて蓄積したリスク管理ノウハウの活用 	<ul style="list-style-type: none"> 福島・北九州の実証事業及び、秋田港能代港洋上風力での実績を活用できることから、競合他社に対する優位性を有する

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1．事業開発	2 発電量予測の高度化		
	<div><div>インバランス低減に向けた高精度気象・発電量予測モデルの開発と実需給運用との連携最適化（東北電力）</div><div><ul style="list-style-type: none">ウェザーニューズの高精度気象モデルと発電量予測の知見再エネアグリゲーションサービスにおける需給運用実績</div><div><div>→</div><ul style="list-style-type: none">ウェザーニューズの高精度気象モデルは、過去実績において、従来モデル比で風速予測誤差10-20%低減を実現</div><div><div>→</div><ul style="list-style-type: none">東北エリアにおける需給運用実績においてインバランス低減に寄与</div></div>		

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1. 事業開発	3 ステークホルダーとの協調・共生		
	EEZへの展開を見据えた沖合における環境影響評価に向けた予測の合理化・高度化（東北電力）	<ul style="list-style-type: none"> 海洋生物環境研究所の環境影響評価に係る知見・実績 	<ul style="list-style-type: none"> 海洋生物環境研究所は、沿岸海域における開発と環境保全に関する研究機関として、洋上風力発電に係る環境影響評価技術手法に関する検討会に継続的に参加しており、同分野に関する動向について精通している 海洋生物環境研究所は、環境影響評価に関するNEDOや資源エネルギー庁からの委託事業を数多く実施した実績があり、洋上風力発電に係る環境影響評価に関する知見を蓄積している
	EEZへの展開を見据えた沖合における漁業影響を把握する手法の評価（東北電力）	<ul style="list-style-type: none"> 海洋生物環境研究所の漁業影響調査に係る知見・実績 	<ul style="list-style-type: none"> 海洋生物環境研究所は、再エネ海域利用法上の促進区域における協議会や漁業影響調査の検討委員会に継続的に参加しており、各地域における漁業関係者の問題意識等について精通している 海洋生物環境研究所は、漁業影響調査に関するNEDOや資源エネルギー庁からの委託事業を数多く実施した実績があり、洋上風力発電に係る漁業影響調査に関する知見を蓄積している
	ステークホルダーとの対話、情報発信（事業会社）	<ul style="list-style-type: none"> 福島・北九州の実証事業、秋田港能代港着床式洋上風力における知見・実績 東京大学の国民との科学・技術の対話の実績 	<ul style="list-style-type: none"> 実績のある教育機関への委託や適切な人材を確保していることから競合他社に対して優位性を有している

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. EPCI	1 浮体の量産/高速化		
	浮体の高速・大量生産に向けた洋上接合技術の確立（JMU）	<ul style="list-style-type: none"> 新造船建造技術 豊富な設備及び人材 洋上接合技術 	<ul style="list-style-type: none"> （優位性）大型構造物の製造が豊富 （優位性）自社所有のドックと従業員 （リスク）風車浮体への適用実績なし
	アライアンス構築による最適建造方法の確立（JMU）	<ul style="list-style-type: none"> JMUにて浮体一体設計 商船の推進性能技術 	<ul style="list-style-type: none"> （優位性）他ヤードからのフィードバック対応 （優位性）浮体輸送に関する基盤技術
	一時保管浮体を最少化する浮体輸送の効率化（JMU）	<ul style="list-style-type: none"> JMU舞鶴事業所 豊富な浮体輸送経験 	<ul style="list-style-type: none"> （優位性）日本海港湾内の静穏性 （優位性）自社所有設備 （優位性）浮体沈降・浮上技術
	作業船・通船の高稼働率化（JMU）	<ul style="list-style-type: none"> 国内外O&G分野における洋上作業の実績 福島実証での浮体アクセスに関する知見 商船事業での海象逆解析実績 海上・港湾・航空技術研究所との着床式洋上風力へのアクセスに関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> ノウハウ、人材、実験設備 社会実装に向けた高い実現可能性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. EPCI	1 浮体の量産/高速化 水上構造物を用いた大型風車組立の高速化（東亜建設）	<ul style="list-style-type: none"> 当社が有する多数の港湾、海洋工事および発電所、エネルギー基地建設等における技術的知見 関連会社や国内外のパートナー企業の専門的な技術的経験や知見を活用 共同実施者各社の洋上風力実績、特にJMU殿の造船技術と研究開発実績 	<p>（優位性）</p> <ul style="list-style-type: none"> フェーズ1研究成果として、水上構造物工法の国内特許出願済み、国際PCT特許出願中。 当社の実績を用いた自社独自の技術確立 <p>（リスク）</p> <ul style="list-style-type: none"> 海域の環境条件に応じた工法の修正、調整
		<ul style="list-style-type: none"> 当社独自の施工方法に関する技術的知見や特許工法、特許出願中技術などを活用 欧州で多数の開発実績をもつ企業と協業体制にある外注先（TWD Japan）の技術的知見を活用 	<p>（優位性）</p> <ul style="list-style-type: none"> フェーズ1研究成果として、タワー立て起こし装置の試設計を終えて、国内特許出願済み、国際PCT特許出願中

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. EPCI	2 EPCI低コスト化		
	大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化（JMU）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浮体形状に関する特許 ・ 風車浮体および係留の技術論文 ・ 自社水槽試験設備 ・ 国際JIPへの参画 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大型風車搭載浮体に有効な形状を真似することができない（風車搭載コラムの拡大など） ・ 人材およびノウハウ ・ 世界最前線の技術の導入
2. EPCI	大水深でのハイブリッド係留の全体最適化（JMU）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風車浮体および係留の技術論文 ・ ハイブリッド係留の実海域試験の経験 ・ 福島実証での係留施工・撤去の経験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浮体と係留の一体設計が可能 ・ 合成繊維索実海域データを基にした設計可能 ・ 施工手順も考慮した係留最適化が可能

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. EPCI	2 EPCI低コスト化 合成繊維索の軽量・高強度化 (東京ロープ)	<ul style="list-style-type: none"> 係留索の低コスト化（強度アップ） <ul style="list-style-type: none"> φ200mm超の試験データーの活用 ヤーンの太さ、撚り方、サブロープの撚り方など これまでの豊富な知見の活用 	<ul style="list-style-type: none"> 国内大手原料メーカーとの協力体制で進めることが出来る 超太径ロープでの実績、経験値の差がリスクとして挙げられる
		<ul style="list-style-type: none"> 端末加工の低コスト化（加工方法改良） <ul style="list-style-type: none"> スプライス加工以外の加工方法に関する知見 様々な用途での実績を踏まえた外層ジャケットの 端末処理方法の改良 シングルや接続金具の国内調達検討 	<ul style="list-style-type: none"> 細径ロープにおいてはすでに多くの実績を持っている 超大型の金具は世界的にも供給先が限られており、国内で対応可能かは未確認 超太径ロープでの実績、経験値の差がリスクとして挙げられる
		<ul style="list-style-type: none"> 現地設置コスト低減に向けて <ul style="list-style-type: none"> 作業船の設備等を踏まえた巻取リールの検討 作業軽減のためのマーキング(捻じれ防止) 保管期間を想定した紫外線対策(ラッピング等) 	<ul style="list-style-type: none"> コンソの中で施工業者が所有する船の装備に合わせて開発を進めることが出来る 超太径ロープでの実績、経験値の差がリスクとして挙げられる
		<ul style="list-style-type: none"> 国内初となる船級認証取得 <ul style="list-style-type: none"> 既存製品における認証取得実績 	<ul style="list-style-type: none"> 国内外船級協会と意見交換を実施中

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
3.O&M	1 運転保守及び修理技術の開発		
	ヘリコプター運航の最適化検証 （中日本航空）	<ul style="list-style-type: none"> 洋上風力発電施設（欧州）での運航経験（欧州運航会社との業務提携にて） 設備及び人材（近隣に運航拠点保有） 	<p>（優位性）</p> <ul style="list-style-type: none"> 確立された欧州洋上運航ノウハウ保有 計器飛行方式で運航可能な操縦士保有 <p>→</p> <p>（リスク）</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内洋上運航は未成熟
	2 デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化		
	デジタルツインによるアセット価値 （発電量・寿命）向上（JMU）	<ul style="list-style-type: none"> 風車浮体の応答に関する技術論文 一般商船用デジタルツインシステム 大学との共同研究実績 	<p>→</p> <ul style="list-style-type: none"> ノウハウ、人材 社会実装に向けた高い実現可能性 世界最先端の技術導入
	3 監視及び点検技術の高度化		
	ドローンによる物資輸送 （関電プラント）	<ul style="list-style-type: none"> フェーズ1で開発した無人航空機（UAV）により、遠距離飛行を可能とした技術 LiDARでドローンとブレードとの距離計測し自動で離隔制御する技術 山岳地における送電鉄塔修繕工事他に活用しているドローンによる物資輸送技術の提供 ローカル5G活用に対する総務省委託事業での実証結果 フェーズ1、総務省委託事業でのドローン等の開発人材の確保 	<p>→</p> <p>（優位性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ハイブリッドドローンに重量物を搭載した長時間飛行を実証済み 揺動するナセル上部へ設置検討を行う揺動緩和装置等の開発企業と連携済み 開発人材確保済み <p>（リスク）</p> <ul style="list-style-type: none"> ヘリコプターを用いた物資輸送技術

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目

研究開発内容

活用可能な技術等

競合他社に対する優位性・リスク

3.O&M

3 監視及び点検技術の高度化

リモートオペレーションによる 導通試験（関電プラント）	<ul style="list-style-type: none">・ ダウンコンダクター導通試験を無人航空機（UAV）で実施する技術の特許（特願 P023003JP1）・ フェーズ1で開発した無人航空機（UAV）により、無線で導通試験を行う技術（レセプター接触用無線デバイス、AI自動飛行システム、試験結果画像データ伝送システム）・ ローカル5G活用に対する総務省委託事業での実証結果・ フェーズ1、総務省委託事業でのドローン等の開発人材の確保	<p>（優位性）</p> <ul style="list-style-type: none">・ ダウンコンダクター導通試験を無人航空機（UAV）で実施する技術の特許を保有・ ドローン制御の安定性は実証済・ 開発人材確保済み <p>（リスク）</p> <ul style="list-style-type: none">・ 無人航空機（UAV）を用いない点検システム開発との競合
	<p>以下の島津製作所の保有する技術を活用</p> <ul style="list-style-type: none">・ 水中光無線・ 水中音響無線・ ファイバー式水中光無線・ 水中位置検知・ フラックスゲート型磁気センサ、UEPセンサ・ 背景ノイズ補償技術・ 光無線基地局	<ul style="list-style-type: none">→ 防衛装備品で実績あり、世界トップクラス性能→ 防衛装備品で実績あり（日立製作所）→ 世界トップクラス性能→ 実績あり（長崎大学）→ 防衛装備品で実績あり、世界トップクラス性能→ 防衛装備品で実績あり、世界トップクラス性能→ 世界トップクラス性能

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
3.O&M	4 落雷故障自動判別	<ul style="list-style-type: none">GRC(Global Remote Center)を活用した各種発電設備（太陽光発電設備、バイオマス発電設備、環境廃棄物発電設備）の監視制御システム、データ分析・運転支援開発技術の実績あり風力発電設備状態監視、健全性評価センサーの適用評価を実施中	<p>＜優位性＞ 20年以上の陸上風車でもEPC及びO&Mの実績があり、ブレードの損傷状況判断技術・補修技術を保及びセンサー、装置、カメラ等の選定ノウハウを保有している</p> <p>＜リスク＞ 浮体式のような動揺の多い設備へのセンサー、装置、カメラ等の実績はない</p>
	落雷時のブレードの遠隔異常確認・風車再起動判断システム（JFEエンジ）	<ul style="list-style-type: none">陸上風力および着床式風力における運営実績陸上風力におけるOEMメーカーに代わって実施しているブレード損傷診断・補修技術統合管理システム ASUNAGとAI解析プラットフォーム Pla'cello®を保有	<p>＜優位性＞ 再生可能発電プラントの故障診断・予防保全に資するデータ解析実績あり</p>
		<ul style="list-style-type: none">メンテナンス作業を直接従事している陸上風力発電所として幌延風力発電所を所有。さらに入善町沖洋上風力発電所のメンテナンスも実施している	<p>＜優位性＞ メンテナンス作業を直接従事しておりブレード損傷に対する知見を有する</p> <p>＜リスク＞ 実証期間中にシステム評価するに足る十分な落雷機会が得られるか不明</p>

参考：各主体の特長を生かせる研究開発実績（1/3）

研究開発内容	No.	案件名	期間	実施内容	実績を持つ機関
全体最適	1	福島浮体式洋上ウインドファーム実証事業	2011年～2021年	建設管理・運転管理、事業性評価、地域との協調、共生	丸紅洋上
	2	秋田港・能代港洋上風力発電所	2016年～	建設管理・運転管理、許認可取得等	
	3	洋上風力発電の低コスト化プロジェクト／研究開発項目フェーズ1ー③ 洋上風力関連電気システム技術開発事業	2021年～2025年3月	技術仕様検討・コスト評価	東北電力
	4	Floating Wind Joint Industrial Programme (FLW JIP)	2021年～	共同研究への参画	
	5	浮体式洋上風力技術研究組合（FLOWRA）	2024年～	共同研究への参画	
	6	岩手県久慈市沖における浮体式洋上風力発電の実現可能性調査	2022年～	実現可能性調査の共同実施	
発電量予測の高度化	7	洋上風況観測にかかる試験サイトのモデル検討・構築	2022年～2024年	試験サイトの構築	丸紅洋上
	8	国内陸上風力発電量予測 35ヶ所	2018年～	陸上風力発電量予測	東北電力 委託先： ウエザーニューズ
	9	ポルトガルTSO REN向け 風力発電量予測 136ヶ所	2021年～	風力発電量予測	
	10	石狩湾新港洋上風力プロジェクト 基礎工事&風車据付工事支援	2022-23年	高精度気象予測の提供	
	11	入善町沖洋上風力プロジェクト 風車据付工事支援	2023年	高精度気象予測の提供	
	12	Greater Changhuaプロジェクト（台湾） 風車据付工事支援	2022-23年	高精度気象予測の提供	
	13	Vesterhav Nord and Sydプロジェクト（デンマーク） 風車据付工事支援	2022-23年	高精度気象予測の提供	
ステークホルダーとの 協調・共生	14	発電所の環境影響評価審査に係る調査委託費（洋上風力発電所調査等手法の検討）	2018年	調査研究	東北電力 委託先： 海洋生物環境研究所
	15	発電所環境審査調査（海域調査）	2017年	調査研究	
	16	洋上風力発電に係る漁業影響調査手法検討	2019年	調査研究	
	17	新エネルギー等の導入促進のための広報等事業（地域での洋上風力発電に関する案件形成の促進に向けた調査事業）	2021年	調査研究	
	18	洋上風力発電による水産生物への生態影響に係る基礎調査	2022～2024年	基礎調査	
	19	秋田県八峰町及び能代市沖における協議会 実務者会議	2021年	会議メンバー	
	20	新潟県村上市及び胎内市沖における協議会 実務者会議	2022年	会議メンバー	
	21	遊佐町沖漁業影響調査に係る専門家会議	2022年	オブザーバー参加	
	22	秋田県由利本荘市沖(北側・南側)洋上風力発電事業における漁業影響調査検討委員会	2022年～	委員就任	
	23	洋上風力発電所に係る環境影響評価技術手法に関する検討会	2022年11月～2024年3月	委員就任	

参考：各主体の特長を生かせる研究開発実績（2/3）

研究開発内容	No.	案件名	期間	実施内容	実績を持つ機関
EPCI低コスト化	24	福島浮体式洋上ウィンドファーム実証事業	2011年～2021年	風車浮体EPCI、撤去	JMU
	25	浮体式洋上風力発電低コスト化技術開発調査研究（大型スーパー浮体）	2020年～2021年	風車組立解析、浮体動揺解析	
	26	Floating Wind Joint Industry Project	2020年～	浮体設計・施工検討	
	27	MoniMoor JIP	2023年～	係留設計解析、デジタルツイン	
	28	IEA Wind Task56 OC7	2024年～	風車浮体挙動解析	
	29	風力発電等技術研究開発/洋上風力発電等技術研究開発/洋上風力発電システム実証研究（ジャッキアップ型作業構台に係わる低コスト施工技术調査研究）	2017年～2019年	風車組立解析、浮体動揺解析	
	30	超大型浮体式海洋構造物の研究開発	1995年～2001年	浮体挙動解析、洋上接合	
	31	浮体式洋上風力発電の安全性研究開発	2012年	浮体挙動解析、係留設計、水槽試験	
	32	浮体式洋上風車を設置するための作業船開発	2020年～2021年	風車組立解析	
	33	次世代大水深用半潜車型掘削リグの研究開発	2016年	浮体設計	
	34	五洋建設殿向け SEP船建造業務	2018年完工	SEP船設計、建造	
	35	清水建設殿向け SEP船建造業務	2022年完工	SEP船設計、建造	
	36	環境配慮型 C C S 実証事業委託業務	2017年～	小型浮体設計、係留設計、アクセス検討	
	37	大林組/東亜建設工業殿向け SEP船建造業務	2023年完工	SEP船設計、建造	JMU、東亜建設
	38	グリーンイノベーション基金事業／洋上風力発電の低コスト化 浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業 セミサブ型浮体・ハイブリッド係留システムに係る技術開発及び施工技术開発	2022年3月23日～2024年3月31日	低コスト施工技术の開発（風車搭載）	東亜建設
	39	コンソーシアム：浮体式洋上風力発電施設の安全評価手法等の確立のための調査研究【国土交通省海事局】	平成31年度～現在	合成繊維索を用いた係留索の安全評価手法の検討 付着物調査実施中	東京ロープ
	40	経験：海洋エネルギー発電実証等研究開発事業（海流発電）【NEDO】	平成29年度～令和4年度	発電施設係留用ロープの製作、納入。	
	41	経験アイスブームメインロープ（ロープ径φ130、長さ160m）の納入実績【北海道開発局】	平成6年度から現在	流氷防止用ロープの製作、納入 φ130までの太径ロープの巻き取り及び 陸上輸送実績有。	
	42	経験：船舶に用いる合成繊維索の製造法承認の取得実績【一般財団法人 日本海事協会】	1950年代～現在	既存製品における船級認証取得 NKで47種、DNVで2種の船舶係留索の認証取得 実績有（その他にLR、OCIMF等の認証実績有）	
	43	陸上風車の建設	1997年～2007年	750kW：121基(1997年～2004年) 2000kW:10基(2003年～2007年)	JFEエンジ

参考：各主体の特長を生かせる研究開発実績（3/3）

研究開発内容	No.	案件名	期間	実施内容	実績を持つ機関
運転保守及び修理技術の開発	44	陸上風車のメンテナンス	1999年～現在	750kW：121基(1999年～現在) 2000kW:9基(2004年～現在)	JFEエンジ
	45	中日本航空による取り組み	2023年～（提携締結は2020年）	洋上風力発電施設でのヘリコプターによる人員・物資輸送	中日本航空
	46	中日本航空による取り組み	常時	設備、人材の保有	
デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化	47	発電プラントのデータ解析・グリーンエナジー津	2016年～	予防保全診断	JFEエンジ
	48	発電プラントのデータ解析	2022年～	データ解析：RODAS	
監視及び点検技術の高度化	49	グリーンイノベーション基金事業洋上風力発電の低コスト化プロジェクト	2022年～2025年	浮体式洋上風力発電における点検技術の高度化に向けた開発に取組み、浮体式風車ブレードの革新的点検技術を開発	関電プラント
	50	安全保障技術研究推進制度	2015年～2017年	AUVなどの水中移動体で安定した高速無線通信の確立	丸紅洋上委託先：島津製作所
	51	日本財団－Deep Star連携技術開発助成プログラム	2019年～2023年	水中光無線通信基地局の開発	
	52	先進技術の橋渡し研究	2020年	水中光無線通信試験機材の光ビーム幅広域化データ取得役務	
	53	先進技術の橋渡し研究	2021年	水中光無線通信の太陽光等の外乱光の影響低減及び多重化に関するデータ取得役務	
	54	先進技術の橋渡し研究	2022年	水中光無線通信の多重化に関するデータ取得役務	
	55	SWiG（Subsea Wireless Group）	2023年～	海中無線技術(無線周波数、音響、誘導、光、ハイブリッド)の規格定義	
	56	先進技術の橋渡し研究	2022年	光/音響ハイブリッド水中通信装置に関するデータ取得役務	
	57	先進技術の橋渡し研究	2023年～	UUV-UUV間における光/音響ハイブリッド水中通信	

参考：各主体の特長を生かせる研究開発内容に関する特許

研究開発内容	No.	実施主体が有する特許	発明の名称	出願番号	実績を持つ機関
EPCI低コスト化	1	浮体形状に関する特許	浮体構造物、浮体式風力発電装置及び浮体構造物の製造方法	2019-065666	JMU
	2		浮体構造物及び洋上施設	2020-042477	
	3		浮体構造物	2018-552350	
	4			2013-134248	
	5		スパー型浮体構造物	2013-503553	
	6		浮体構造物	2010-187182	
	7	風車作業船に関する特許	浮体構造物作業システム、浮体構造物、作業船及び浮体構造物作業方法	2010-165889	
	8		クレーン装置、作業船及び洋上風力発電設備の作業方法	2014-042054	
	9	作業船・通船の高効率化	多機能船	2024-2647926479	
浮体の量産／高速化	10	洋上接合技術	浮体構造物及び浮体構造物の建造方法	2024-011579	東亜建設
	11	水上構造物、タワー立て起こし装置、SEP（出願中）	浮体式洋上風力発電施設の施工方法	2023-113565	
	12			2023-174198	
落雷故障自動判別	13	周波数変換装置を備えた風力発電装置に用いるのに好適な落雷時に周波数変換装置内の機器の損傷を防止することが可能な風力発電装置	風力発電装置	2012-72584	JFEエンジ
	14	ブレードが樹脂製のブレード本体とその先端に接合された導電性・金属製のブレード先端部材からなることを特徴とする風力発電設備		2003-347213	
監視及び点検技術の高度化	15	リモートオペレーションによる導通試験技術の開発	風力発電設備の点検方法および無人点検装置	2022-183996	関電プラント
	16	水中光無線通信	光ファイバーを用いて多チャンネル受光素子の指向性を調整する方法	2021-554803	島津製作所
	17		水中用レーザ光源	2018-063804	
	18		空間光無線通信用光ファイバシステム	2021-573650	
	19		異なる方向に異なる波長の光を放出する多重光無線通信法	2021-550886	
	20		水中無線通信（発光素子にファイバー）	2021-573652	
	21		素子の一部を無効化することで、素子に過大な外乱光が入射するときも光無線通信を維持する方法	2021-554539	
	22	磁気センサ	機械学習による学習済みモデルを搭載した磁気センサシステム	2020-036104	
	23	磁気センサ,UEPセンサ	海底構造物検出システム	2021-185761	

参考：各主体の特長を生かせる研究開発内容に関する論文（1/2）

研究開発内容	No.	論文名	発表先	発表時期	実績を持つ機関
EPCI低コスト化	1	Development of floating offshore substation and wind turbine for Fukushima FORWARD	Proceedings of the International Symposium on Marine and Offshore Renewable Energy	2013.10	JMU
	2	DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF FLOATING SUBSTATION	Grand Renewable Energy 2014	2014.7	
	3	Verification of Precision Concerning to the Design of Advanced Spar Type Structure	日本船舶海洋工学会講演会論文集	2015.4	
	4	THE VALIDATION OF THE MOTION PERFORMANCE OF THE ADVANCED SPAR TYPE FLOATER	WWEC2016	2016.11	
	5	Structural Design of Advanced Spar Type Structure in Fukushima FORWARD	WMTC2018	2018.4	
	6	VALIDATION OF APPLICABILITY OF LOW FREQUENCY MOTION ANALYSIS THEORY USING OBSERVATION DATA OF FLOATING OFFSHORE SUBSTATION	Proceedings of the ASME 2018 37th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (OMAE2018)	2018.6	
	7	Validating numerical predictions of floating offshore wind turbine structural frequencies in Bladed using measured data from Fukushima Hamakaze	DeepWind2019	2019.1	
	8	NUMERICAL MODELLING OF A RELATIVELY SMALL FLOATING BODY'S WAVE AND LOW FREQUENCY MOTION RESPONSE, COMPARED WITH OBSERVATIONAL DATA	Proceedings of the ASME 2019 38th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering	2019.6	
	9	VALIDATION OF THE MOTION ANALYSIS METHOD OF FLOATING OFFSHORE WIND TURBINES USING OBSERVATION DATA ACQUIRED BY FULL SCALE DEMONSTRATION PROJECT	38th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering	2019.6	
	10	Prediction of an Advanced Spar's Horizontal Motions Validated by Full Scale Observation Data	Torque2020	2020.5	
	11	EXPERIMENTAL IDENTIFICATION OF AN ADVANCED SPAR'S LOW FREQUENCY DRAG DAMPING IN WAVES	Proceedings of the ASME 2020 39th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering	2020.6	
	12	Non-Linear Motion Characteristics of a Shallow Draft Cylindrical Barge Type Floater for a FOWT in Waves	Journal of Marine Science and Engineering	2021.3	
	13	DEVELOPMENT OF 12MW CROSS-SHAPED SEMI-SUBMERSIBLE FLOATING OFFSHORE WIND TURBINE	Proceedings of the ASME 2022 41st International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE2022	2022.6	
	14	Surge slow drift viscous drag damping of an advanced spar: A numerical-experimental method for variable damping rates	Ocean Engineering	2022.10	
	15	ESTIMATION OF VISCOUS DAMPING FORCE AND NONLINEAR WAVE FORCE ACTING ON A FLOATING OFFSHORE WIND TURBINE USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS	42nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering	2023.6	
	16	動的解析における係留張力の位相差について	日本船舶海洋工学会講演会論文集	2016.11	
	17	Structural Design of Advanced Spar Type Structure in Fukushima FORWARD	TEAM2017	2017.9	
	18	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）	風力エネルギー（一般財団法人日本風力エネルギー学会）Vol.47 No.2	2023.8	
	19	工程モデリングと離散時間シミュレーションに基づく洋上風車浮体の建造計画検討システムの開発	日本船舶海洋工学会 2023秋季講演会論文集	2023.9	
	20	海事産業における技術開発プロジェクト初期段階での意思決定支援プラットフォームの開発	日本船舶海洋工学会講演会論文集	2017.11	

参考：各主体の特長を生かせる研究開発内容に関する論文（2/2）

研究開発内容	No.	論文名	研究開発内容	No.	実績を持つ機関
EPCI低コスト化	21	試験レポート:Break load testing of 212mm diameter PET ropes	発行元：DNV	令和6年3月19日発行	東京ロープ
	22	冊子:合繊ロープの概要	発行元：運輸省海技大学校	平成3年12月16日発行	
	23	カタログ：エースラインV	発行元：自社カタログ	平成9年～現在	
	24	カタログ：エースラインT、8ケンインロープ	発行元：自社カタログ	平成9年～現在	
	25	図書：浮魚礁設計・施工技術基準	発行元：一般社団法人マリノフォーラム 2 1 浮魚礁システム研究会	平成4年3月	
	26	図書：漁港・漁場の施設の設計参考図書	発行元：公益社団法人 全国漁港漁場協会	2015年版	
	27	論文：合成繊維索の安全ガイドライン化に係る検討 海上技術安全研究所報告 第20巻 別冊（令和2年度） 第20回研究発表会 講演集P.63	依頼元：国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所	令和2年度	
デジタル技術 による予防保全・ メンテナンス高度化	28	船舶運航支援統合プラットフォーム「Sea-Navi2.0」による 鉱石運搬船のハルモニタリング	日本船舶海洋工学会 2021春季講演会論文集	2021.11	JMU
	29	ケーブサイズばら積み貨物船の静水中・波浪中応答評価	日本船舶海洋工学会 2022春季講演会論文集	2022.05	
監視及び点検 技術の高度化	30	長距離自律飛行型無人航空機（UAV）による 洋上風力発電設備を対象とした点検技術の開発	電力土木技術協会	2023.7	関電プラント
	31	水中可視光通信	電子通信学会誌	2018年	島津製作所

3

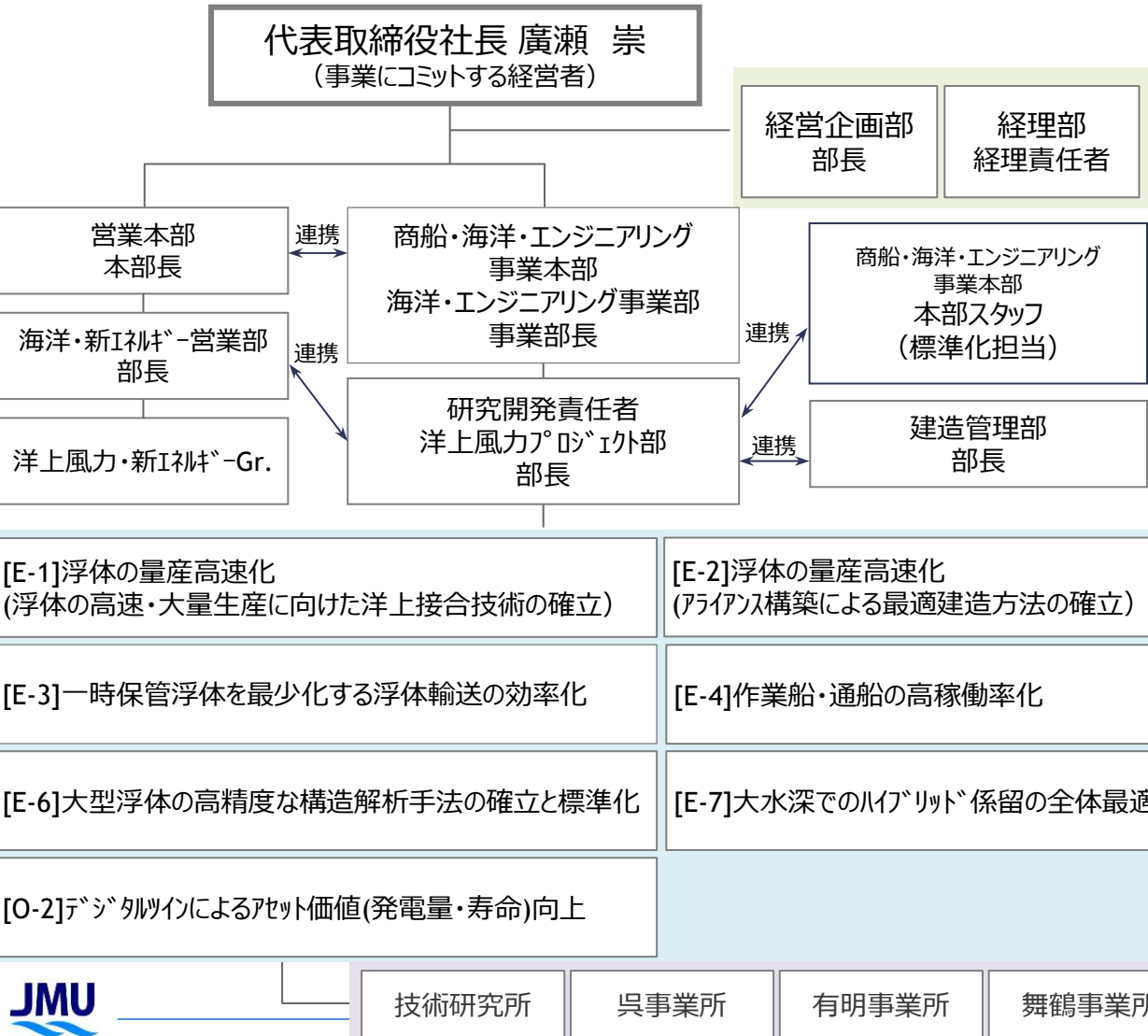
イノベーション推進体制

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保



フェーズ1に引き続き浮体式洋上風力の専門部署/人員による事業遂行

組織内体制図



組織内の役割分担

- 研究開発責任者と担当部署
- 研究開発責任者：研究開発方針を担当
 - 担当チーム
洋上風力プロジェクト部、建造管理部、海洋・新エネルギー営業部からのメンバーでチームを構成する。
 - [E-1,2]浮体の量産高速化を担当
 - [E-3]一時保管浮体を最小化する浮体輸送の効率化を担当
 - [E-4]作業船・通船の高稼働率化を担当
 - [E-6]大型浮体の高精度な構造解析手法の確立と標準化を担当
 - [E-7]大水深でのハイブリッド係留の全体最適化を担当
 - [O-2]デジタルツインによるアセット価値(発電量・寿命)向上を担当
 - 標準化戦略担当
- 部門間の連携方法
- 研究開発期間中の定期的なフォローアップ会議(週1回)により各項目の進捗の共有と相互フィードバックを行う。

経営幹部による浮体式洋上風力EPCI事業への積極的な取り組み方針及び姿勢

- 経営者のリーダーシップ
 - 社内の変革のための社長プロジェクト“JMUXプロジェクト”を打ち出し、GX/DX技術開発の早期実装と収益化によるカーボンニュートラル商品領域の付加価値向上を目指しており、本事業は重点テーマに位置付けられている。
 - 浮体式洋上風力の事業化は2050年カーボンニュートラル実現に必須であり、**グリーン成長戦略においても中核をなす成長分野**であると認識し、当社のESGレポートでは重要な課題として、また中期経営計画(2021年度～2025年度)においても**事業拡大の柱の一つと位置付け**社内外に示している。【参考資料3-1,2】
 - JMUXプロジェクトにおいて、新機種の拡大による事業ポートフォリオの変革を目指しており、成長と挑戦を促す社員制度の整備を進めている。
- 事業のモニタリング・管理
 - **経営参画のプロジェクト進捗会議（1回/月）**を通じ、開発状況を把握するものとし、必要に応じて指示を出すものとする。また、必要な場合は緊急会議を開催し、必要な指示を出すものとする。
 - 社内各部門を代表する経営層による判断に加え、**発電事業者等からの意見**も加味し総合的に判断するものとする。
 - 本書にて設定する内部的なKPIに加え、**事業化に必要な外部要因**(法/規則整備、港湾/設備整備、浮体基礎以外の量産化・低コスト化の開発状況等) **についても定期的に状況を確認する。**

経営者等の評価・報酬への反映

- 本研究開発の達成度を経営者・担当役員・担当管理職当等の**業績評価の対象**とすることにより、直接的に評価及び報酬の一部に反映されるものとする。
- 業績表彰制度があり、社員の功績に応じて表彰状と副賞を授与することにより社員の士気高揚と経営能率の増進を図っている。

事業の継続性確保の取組

- 当社の海洋開発の取組は1970年代のOil & Gas関係事業を端緒とし、**浮体式洋上風力事業への取り組み**は1999年の自社研究開発開始から始まり、福島での実証研究事業を経て現在に至る**長期的なもの**であり、**会社代表や経営層・株主が交代しても継続して実施**されている。
- また、**現中期経営計画においても成長分野として認識**の上、事業拡大の柱の一つとして位置付けているため、経営層が交代しても事業化に向けた取り組みは継続されることに変わりはない。

浮体式洋上風力EPCI事業を成長分野と位置づけ社内外へのアピールを推進

取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 2050年カーボンニュートラル実現に向けて、浮体式洋上風力EPCI事業を、ESG経営における重要な課題と認識しており、また全社戦略として中期経営計画および、全社としてDX/GXを推進する”JMUXプロジェクト”にて**成長分野として位置付けている**。
 - 洋上風力に限らず、商船や海洋分野においては、アンモニア燃料船舶を始めとした次世代燃料船の開発・建造を、国際競争力を維持するための全社戦略として位置付けている。
- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 本事業戦略ビジョンは当社のESG経営および中期経営計画に基づき策定され、当社経営会議で承認されたもので、記載されている事業戦略・事業計画・研究開発計画については**当社全体で取り組む**。また、ESGレポートにおいて、本事業について記載し、取組方針を明示している。
 - 経営参画のプロジェクト進捗会議（1回/月）を実施**しており、その過程で経営会議/取締役会での審議・決議が**必要な事由が生じた場合は、内容に応じて経営会議/取締役会において審議・決議**する。
 - 中期経営計画およびJMUXプロジェクトにおいて、本事業は成長を担う重点テーマとして位置づけられている。
- コーポレートガバナンスとの関連付け
 - 本事業の達成度を経営者・担当役員・担当管理職当等の**業績評価の対象**とすることにより、直接的に評価及び報酬の一部に反映されるものとする。

ステークホルダーとの対話、情報開示

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
 - カーボンニュートラルの実現に向けた洋上風力発電の研究・開発は中期経営計画において全社戦略の重要な項目として位置付けており、当該内容は、**ESGレポートなどを通じて開示している**。
 - 洋上風力事業を拡大**することで、国際物流の市況に左右されがちな従来の船舶新造・修理事業とは需要の異なる**新たな事業基盤を獲得し**、持続的な企業価値の向上が見込める。
 - 研究開発や事業の進捗について**ESGレポートやプレスリリースを通じて広く公表**することとしている。【参考資料3-3,4,5,6】
- 企業価値向上とステークホルダーとの対話
 - カーボンニュートラルの実現に向けた浮体式洋上風力の事業化は中期経営計画の重要な項目として位置付けられており、**本研究開発を含む浮体式風力発電の事業化進捗及び大きな節点は株主・金融機関などへ報告している**。
 - 本研究開発を含む浮体式洋上風力発電の事業化には、発電事業者、浮体基礎製造に関するメーカー、共同実施者を含む海上施工会社、風車メーカー、ケーブルメーカー等多くのステークホルダーとの連携が不可欠であるため、事業化実現に向けて着実に関係性を構築していく。
 - 洋上風力関係の**サミットやシンポジウムにパネリストとして登壇し**情報を発信していく。
 - 国内外での**論文発表**や地域主催の**講演会での講演**を実施することにより情報を発信していく。
 - 地方自治体へも当社の取組を紹介し、浮体式洋上風力事業への理解を深めて頂けるよう活動している。

社会実装(商用化)に向けて積極的な経営資源投入/柔軟な組織改正/人材育成の実行

経営資源の投入方針

- 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針
 - JFEグループの2023年度統合報告書内で浮体の実装開発・プロジェクト参画を今後の取組としてうたっている。【参考資料3-7】
 - 業界経験者や施工技術者など、現地工事の際に必要な人材の獲得に向けて積極的な採用活動を行う。
 - 自社造船所のドックを浮体建造のため確保し、本事業に最適に利用する。また日本海側最大の造船所である当社舞鶴事業所を、浮体式洋上風力事業のため活用することを検討する。
 - 研究開発予算として毎年自己資金を投じる予定。また浮体建造を予定している自社造船所に大規模な設備投資を行い、省人化・自動化を進め浮体製造の高効率化・低コスト化を目指す。
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
 - 経営参画のプロジェクト進捗会議（1回/月）を実施し、その過程で事業の進捗状況・環境の変化等、経営会議/取締役会での審議・決議が必要な事由が生じた場合は、**内容に応じて経営会議/取締役会で審議・決議を行い、各種見直し・支援増加等を臨機応変に行うもの**とし、実施する。
 - **社内リソースを目標達成の根幹となる研究開発項目に集中できる体制とする**ため、国内外問わず外部リソースを有効に活用し、また新たなアウトソーシング先の発掘にも努める。
 - 浮体式洋上風力の事業化においては、本事業にてプロトタイプ浮体式洋上風力発電設備を製造・供給し、**その実証・フィードバックに基づいた見直し・改良を織り込んだ上で実現を図る計画**である。

専門部署の設置と人材育成

- 専門部署の設置
 - 専門部署として**洋上風力プロジェクト部**を設置しており、直下に**浮体技術グループ**、**洋上風力EPCIグループ**を設け、本事業の技術部門として、より機動的に浮体式洋上風力の研究開発を推進できる体制とする。また、**営業部門**でも海洋・新エネルギー営業部の下に**洋上風力・新エネルギーグループ**を設置し、機動的な営業活動・プロジェクト組成を実施する。毎年の次年度計画策定時のほか、事業環境変化と中期経営計画における戦略との整合性や事業進捗状況の確認を行う機会(当社 株主会社への報告)を2回/年もうけ、**計画の検証・見直しを行える体制**としている。
- 人材育成
 - 本研究開発においては、チームリーダーに若手・中堅も抜擢し、**中長期的に浮体式洋上風力事業を担う人材へ成長する育成機会**の場としても活用する。
 - 大学機関との共同研究を通じて若手研究者との協働を図り、企業秘密以外の一般技術情報は広く学会に公表・共有し、**学会・業界との更なる連携を図っていく**。実際にフェーズ1における研究成果の一部を「43rd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (OMAE 2024)」にて発表している。
 - 本事業を通して確保・育成した人材を活用し、本事業のみならず海事産業全体に付加価値の高い製品とサービスと提供して社会と共有価値を創造していく。

4 その他

(1) 想定されるリスク要因と対処方針



4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

各種リスクに対して事前に十分なアセスメントを実施するが
研究開発目標達成見込みが著しく低い場合/実機実証の実施条件について共同実施者間合意形成が困難な場合は事業中止も検討する

▶研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 風車メーカー等のパートナー事由により工程が遅延するリスク
→事前に遅延の原因となるリスクの洗い出しを行い、パートナーと密接なやり取りをし極力排除対策を実施。遅延が発生した場合、パートナーと共に開発体制や手法等の見直し、追加的なリソース投入等の対策を行う。
- KPI目標が達成できないリスク
→幹事会社や共同実施者と連携し、外部有識者なども起用しつつ代替案を含む対策検討を実施する。
- 予算の都合等により発電事業者(幹事会社)がステージゲート後に予定される実機実証を実施せず研究が遂行できないリスク
→幹事会社、共同実施者と共に善後策の協議を行う。

▶社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 研究開発成果が芳しくなく低LCOE化、大量生産/設置の目途がつかないことによる社会実装遅延リスク
→自社にて事前に起因リスクの洗い出しを行い極力排除対策を実施。発生した場合、開発体制や手法等の見直しを行い影響の最小化に努めると共に共同実施者と共に善後策の協議を行う。
- 外部要因（インフレ、為替など）により目標とする数値が達成できない社会実装遅延リスク
→外部要因への柔軟性確保を事前に検討しつつ、達成が難しいと予想される場合は幹事会社、共同実施者と共に善後策の協議を行う。
- 外部要因(インフレ、為替など)により目標とする浮体供給数が達成できない社会実装遅延リスク
→提携先の海外浮体建造場所の活用など柔軟性確保を事前に検討しつつ、達成が難しいと予想される場合は幹事会社、共同実施者と共に善後策の協議を行う。

▶その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害や感染症のパンデミックによる研究開発の遅延リスク
→自社標準の防災対策/感染症対策に則り、影響の最小化に努める。
→社会実装に支障が無いように提携先の海外浮体建造場所を活用する
- 戦争や争乱、テロ等もしくはそれに関連する要因による研究開発の遅延、停止リスク
→情勢を見極めつつ影響最小化のために最大限の対応を行うと共に、共同実施者と共に善後策の検討を行う。
→社会実装に支障が無いように提携先の海外浮体建造場所を活用する



- 事業中止の判断基準：
 - 研究開発の目標達成見込みが著しく低く、共同実施者や外部有識者との協議を重ねても許容可能レベルまで立て直すことが客観的にも困難と判断した場合
 - ステージゲート後の実機実証について詳細な実施条件について共同実施者（主に発電事業者）と合意に至らなかった場合