

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名 : 洋上風力発電の低コスト化  
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  
低コストと優れた社会受容性を実現するTLP方式による浮体式洋上発電設備の開発

実施者名 : 古河電気工業株式会社  
代表者名 : 代表取締役社長 森平 英也

---

共同実施者 : 三井海洋開発株式会社（幹事企業）  
東洋建設株式会社  
株式会社JERA

# 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

## 0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

### 三井海洋開発（幹事会社）

【研究開発項目：フェーズ1—②】

#### 研究開発の内容

- ① 浮体基礎の最適化  
・高信頼性軽量浮体の検討
- ② 浮体の量産化  
・短納期量産のためのサプライチェーンの構築
- ③ 係留システムの最適化  
・構成部品の要素試験による健全性確認
- ④ 低コスト施工技術の開発  
・浮体設置、係留着脱技術の検討

#### 社会実装に向けた取組内容

- ・ 15MW級風車搭載設備の基本設計（浮体・係留システム）
- ・ 浮体製造・輸送計画書の策定
- ・ 浮体設置・メンテナンス要領書の策定

### 東洋建設

【研究開発項目：フェーズ1—②】

#### 研究開発の内容

- ③ 係留システムの最適化  
・係留基礎の引抜実験による係留基礎の設計手法検証
- ④ 低コスト施工技術の開発  
・大深度における係留基礎の施工性検証のための要素実験

#### 社会実装に向けた取組内容

- ・ 15MW級風車搭載設備の基本設計（係留基礎）
- ・ 係留基礎の設計
- ・ 係留基礎の設置工事

### 古河電工

【研究開発項目：フェーズ1—②】

#### 研究開発の内容

- ④ 低コスト施工技術の開発  
・TLP浮体用66kVダイナミックケーブルの開発・低コスト化

#### 社会実装に向けた取組内容

- ・ 15MW級風車搭載設備の基本設計・評価（ケーブル、着脱式ターミネーション、付属品）
- ・ ダイナミック・ケーブルの設計、製作
- ・ ダイナミック・ケーブルの布設・接続工事

### JERA

【研究開発項目：フェーズ1—②】

#### 研究開発の内容

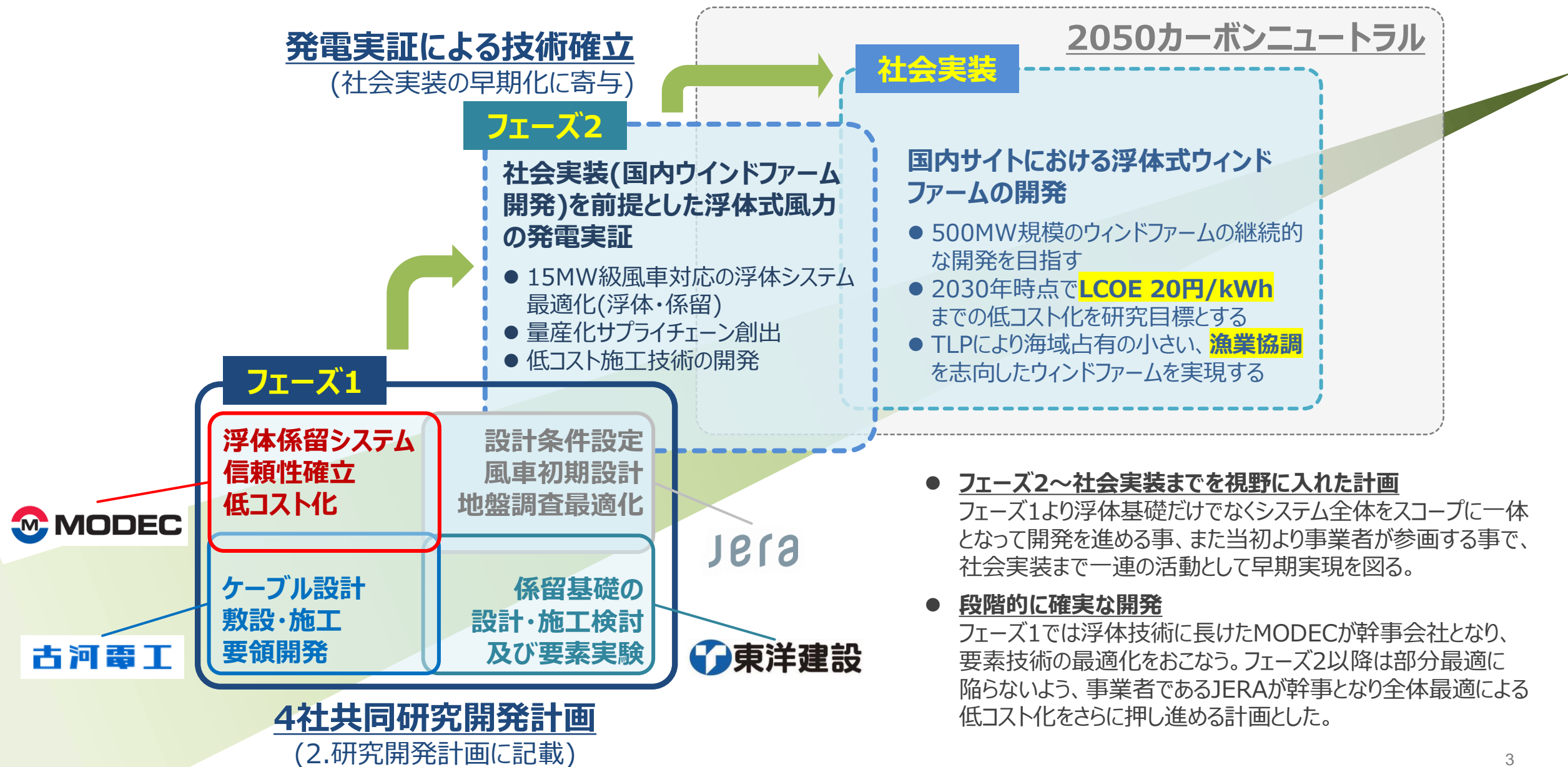
- ① 浮体基礎の最適化  
・風車メーカーとの共同設計  
・設計海象条件の設定
- ③ 係留システムの最適化  
・設計地盤条件の設定  
・地盤調査の最適化検討

#### 社会実装に向けた取組内容

- ・ 実証サイト調整・地元調整
- ・ フェーズ2発電実証および、社会実装（商用WF開発）における低コスト化の総合検討
- ・ 風車調達に係る協議、調整
- ・ ウィンドファーム サイト条件調査
- ・ 許認可対応

（TLP型浮体による洋上風力発電設備低コスト化と社会受容性向上プロジェクトの実現

# (参考) 事業計画・研究開発計画の関係性 (コンソーシアム4社による提案)



# 1. 事業戦略・事業計画

## 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

## カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識および産業アーキテクチャ

## カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

## （社会面）

- 日本は2050年カーボンニュートラルを宣言
- 再生エネルギー拡大による化石燃料シェアの低下
- 環境負荷を与えず持続できる循環型のサービス・製品、社会から支持される経営の必要性
- SDG's取り組みが高まっている。

## （経済面）

- SDG's、ESGへの取り組みが投資家の投資判断基準となる。
- 企業にとっての環境付加価値を考慮した電力需要の高まり

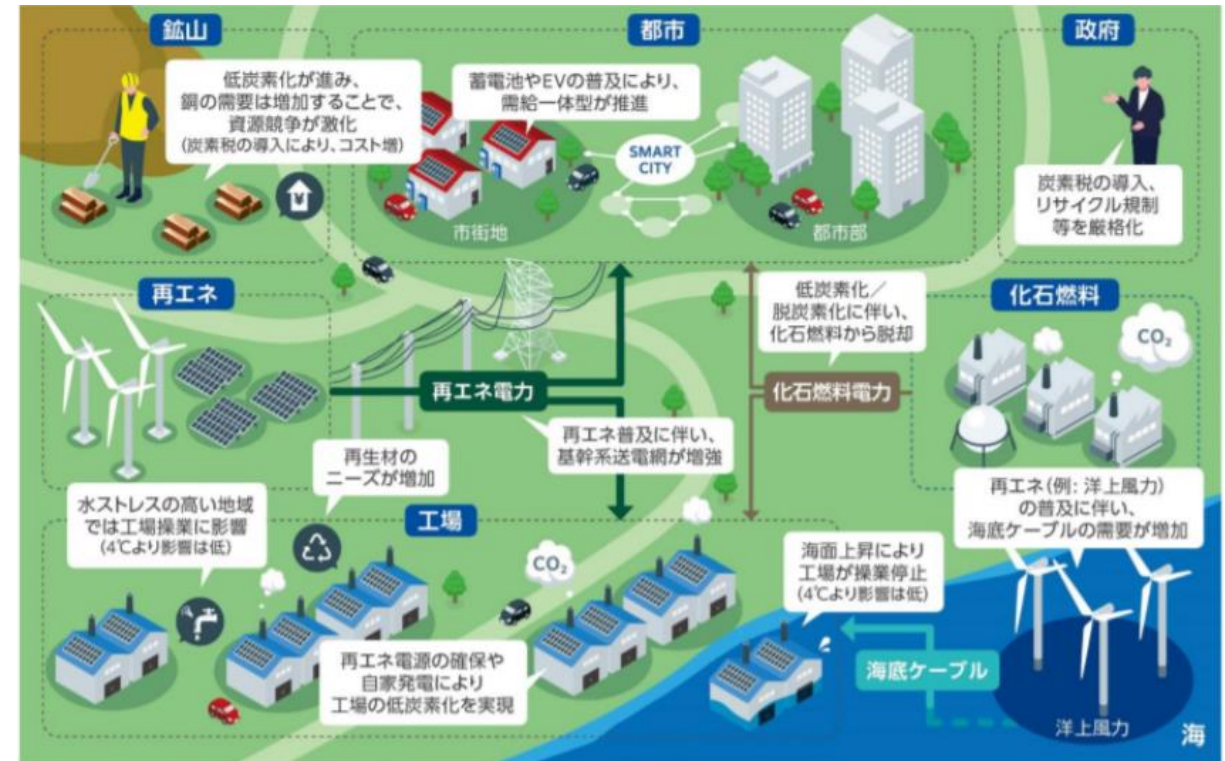
## （政策面）

- 再エネ比率36～38%@2030年目標
- グリーン成長戦略において 洋上風力は重点分野の一つ
- 2030年10GW, 2040年45GWを目標とする

## （技術面）

- 再エネ由来の燃料開発（水素、アンモニア）
- 次世代蓄電池技術
- エネルギーマネジメント、電力×通信×モビリティ
- ー 洋上風力発電関連技術ー
- 2020年代中盤、風車は12～15MWクラスと大型化
- 洋上風力発電低コスト化技術

## 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



- 市場機会：再生可能エネルギーを主力電源化とする動きの中で、周囲に海に囲まれた地の利を生かした洋上風力発電は最有力候補であり、特に市場拡大が見込まれる。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：国内調達促進による新規事業及び雇用の創出。

- 当該変化に対する経営ビジョン：Society 5.0における情報／エネルギー／モビリティが融合した社会基盤を創る。

## 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## 市場のセグメント・ターゲット

## セグメント分析

	風車関連	伝送路	アクセサリ
浮体式	係留	ダイナミックケーブル	Buoy
	ブレード発電機タワー		Bend stiffener Bend restrictor
着床式	基礎	スタティックケーブル	

## ターゲットの概要

## 市場概要と目標とするシェア・時期

- 国内市場：洋上風力向け海底ケーブル約2,000億円/年（2GW）、この内、TLP浮体式洋上風力発電用ダイナミックケーブルは約12.5%（0.25GW）を想定。

需要家	導入量（2030年）	課題	想定ニーズ
発電事業者	0.25GW/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>高耐久性</li> <li>量産体制の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>常時モニタリング</li> <li>マリングロス対策</li> </ul>

## 注力理由）

- ・当社が有する海底ケーブル製造技術。
- ・福島、カーボントラスト実績。
- ・施工面からのノウハウも有する。



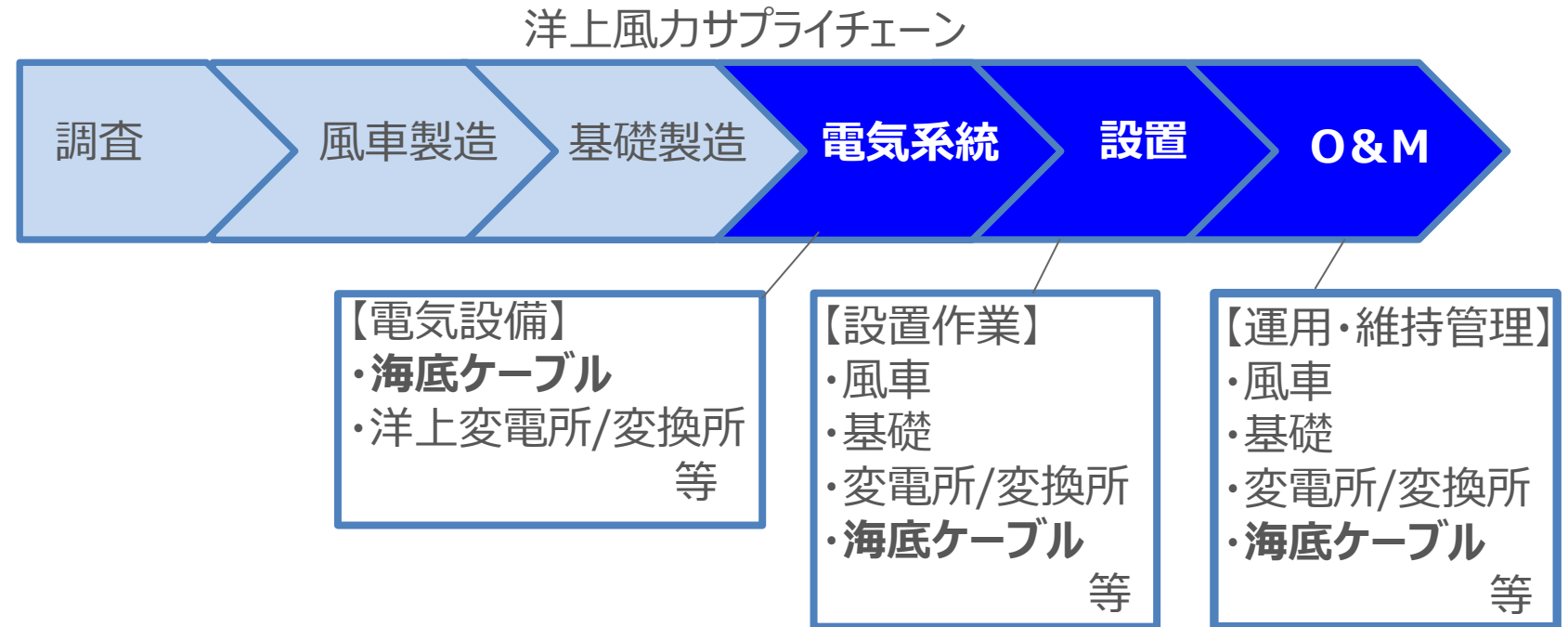
## 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## 社会・顧客に対する提供価値およびビジネスモデル概要

## 社会・顧客に対する提供価値

- カーボンニュートラルを実現するための産業アーキテクチャにおける、再生可能エネルギーの送電分野。特に洋上風力の海底ケーブル送電。
- 経済性のあるアレイケーブル、エクスポートケーブルに関する設計、製造、施工、保守を提供し、洋上風力発電の普及拡大に貢献します。

## ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性



- 当社は、福島WFで得たノウハウをベースにケーブルの設計及び周辺機器の調達及び、施工までを一貫して請け負うことにより、より信頼性の高い伝送路の構築に貢献する。  
※ケーブル及びその周辺機器につきEPCI対応可能な企業は国内では限られます。

- まずは緩係留・緊張係留(TLP)双方に対応する66kV高圧ダイナミックケーブルの開発導入により、材工でのコスト減貢献を目指します。



## 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

## TLP浮体に最適化されたダイナミックケーブルシステムに関わる標準化の推進

## 標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

## 自社強み

福島実証、カーボントラストFloating Wind JIPを通して得たダイナミックケーブルシステムの知見と素材メーカーとしての豊富な知見

## 市場

2030年以降国内においては浮体の時代到来と予想  
国内においては漁業等との共存が課題

## 競合

66kV wet designケーブルの浮体式適用事例あり

## 開発

ダイナミックケーブル設計・製造・布設における信頼性と高耐久性の実現

## 標準化

TLP浮体向けダイナミックケーブルシステムに適用する  
アクセサリ類、接続インターフェース、布設工法の標準化  
検討に向け、海外知財権動向のIPランドスケープを実施中

## 国内外の動向・自社の取組状況

国内外  
動向

66kV wet designケーブルの浮体式適用事例あり  
（疲労課題をケーブル設計単体で解決しようという発想）

自社  
取組

LCOE低減のため、ケーブル線形、布設設計まで含め低コスト化  
に資するダイナミックケーブルシステムの開発

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

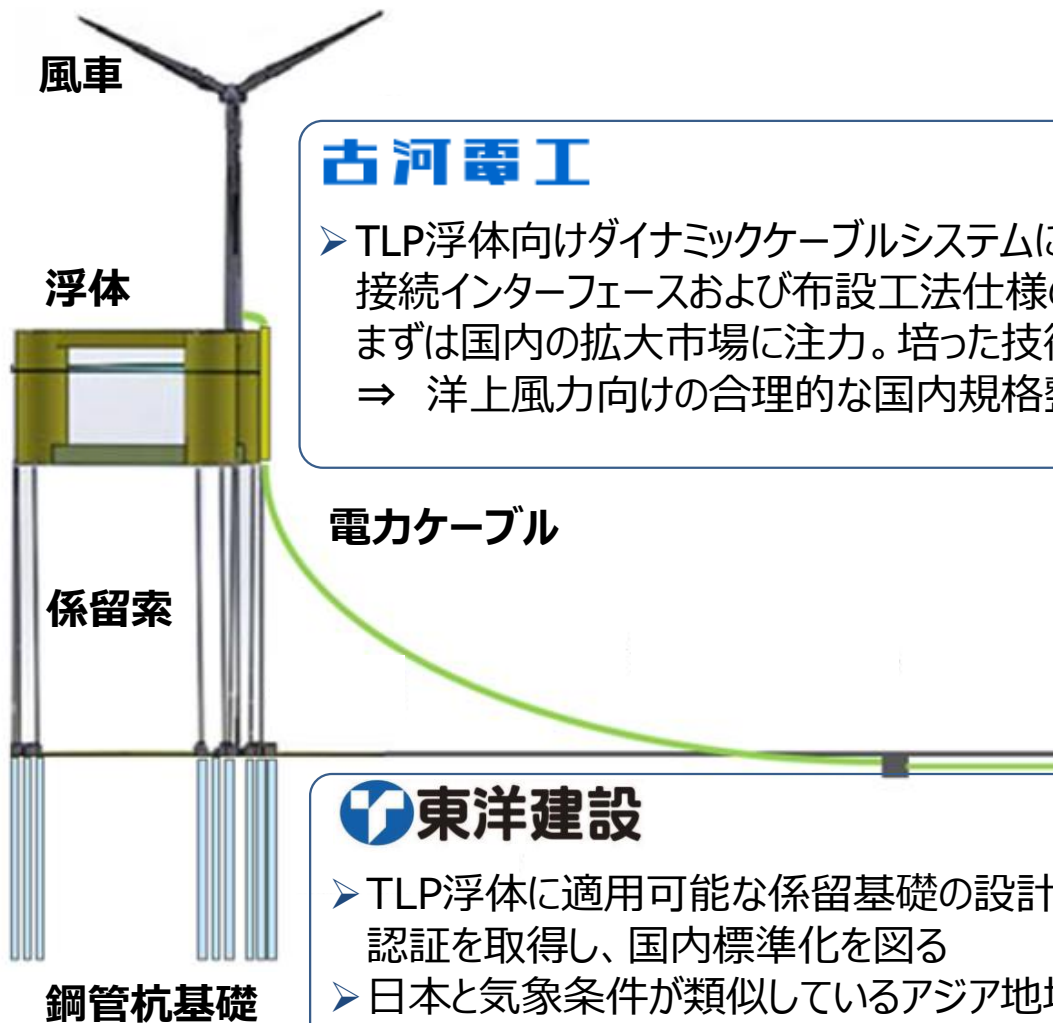
## コンソーシアムの標準化への取り組み

### Jera

- TLP浮体の洋上風力のウィンドファーム認証・船級検査の先行事例として、設計・建設・運営のデファクトスタンダード確立を目指す
- TLPに対する、風車設計（RNA・タワー）について風車メーカーと先行検討の実績を積上げる事で、風車設計のデファクトスタンダードおよびリードタイム短縮など先行者利益の獲得を目指す
- 実証機による船舶航行・漁業影響（漁業操業・漁獲等）を調査する事により、航行や漁業への負担を低減するための風車配置や設備設計プロセスを確立する



- 係留索システムコンポーネントの標準化を検討  
既製品で業界規格が取れていない係留索材料などの国際規格化の検討を実施  
リードタイムの短縮の実現



### 古河電工

- TLP浮体向けダイナミックケーブルシステムに適用するアクセサリ類、接続インターフェースおよび布設工法仕様の標準化  
まずは国内の拡大市場に注力。培った技術を海外へ展開  
⇒ 洋上風力向けの合理的な国内規格整備が必要

### 東洋建設

- TLP浮体に適用可能な係留基礎の設計手法についてAIP認証を取得し、国内標準化を図る
- 日本と気象条件が類似しているアジア地域において、確立された設計手法を展開する

## 1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

## 自社の経営資源および他社に対する比較優位性

## 自社の強み、弱み（経営資源）

## ターゲットに対する提供価値

- ・ 緩係留、**緊張係留(TLP)双方**に適合するダイナミックケーブルに関する設計、製造、布設、保守。
- ・ **ケーブル・アクセサリ**、浮体基礎、風車、洋上・陸上電気システムとの**各種インターフェイスの整合性確認**による**信頼性と高耐久性の実現**。

## 自社の強み

- ・ 福島洋上W F 実証実績、カーボントラスト参加
- ・ ダイナミックケーブルの解析・製造ノウハウ

## 自社の弱み及び対応

- ・ ダイナミックケーブルの量産技術及び各種インターフェイスの整合性を本事業で確立

## 他社に対する比較優位性

## 自社

## 技術

- ・ (現在) 66kV級実証実績, カーボントラスト委託開発



- ・ (将来) 緩係留方式・TLP方式双方の浮体に適合するダイナミックケーブルの社会実装

- ・ 欧州地域でO & G 向けアンビリカルケーブル, 浮体式洋上風力66kVまでの実績

## 顧客基盤

- ・ 国内外発電事業者（潜在顧客）



- ・ 国内外発電事業者

- ・ 欧米・アジア他

## サプライチェーン

- ・ ケーブル：自社
- ・ 電力部品：自社＋海外調達



- ・ 国内外調達によるBCP対応

- ・ 欧州・中国を中心とした調達

## その他経営資源

- ・ メタル・ポリマー・情報通信各事業セグメントでの技術的知見



- ・ 事業領域の融合によるアジャイルな開発体制
- ・ 量産体制の整備

- ・ 布設船保有
- ・ 日本国内製造拠点無し

欧州大手

## 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

## T L P 浮体式洋上風力発電用ダイナミックケーブル事業

10年間の研究開発の後、2031年頃の事業化、2035年頃の投資回収を想定

## 投資計画

<div>研究開発</div> <div>事業化</div> <div>投資回収</div>													
	N0年度	N1年度	N2年度…N10年度	…	N11年度	…	N14年度	N15年度	N16年度	N17年度	N18年度	N19年度	
販売方針								平均0.25GW／年程度の販売実績を想定。					
開発方針	約0.9億円（本事業の支援期間）												
	TLP浮体向けの信頼性の高いケーブルシステムおよびターミネーションの開発												
取組の段階	事業化可能性の検証	研究開発の開始	…	実証	…	事業化	…			社会実装			
CO <sub>2</sub> 削減効果	-	-	…	-	…	43万トン	215万トン		43万トン	43万トン			

## 1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

## 研究開発・設備投資・マーケティング計画

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行特許を回避した開発。国内、海外で特許権利化を目指す。</li> <li><b>各種インターフェースの整合性確認技術の標準化</b></li> <li>オープンイノベーションによる国内外メーカとの信頼性、高耐久性に優れるアクセサリ類開発・評価及び、O&amp;M技術開発・評価（将来）</li> <li><b>事業者・浮体・海洋工事との共創による製品開発～実証検証</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>量産向け合理化設備の導入</li> <li>国内需要増に対応する<b>量産体制の整備</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内プロジェクトの遂行能力確保</li> <li>風車、浮体、海洋工事、調査測量、事業者との繋がりを活用したCAPEX＋OPEXでの貢献</li> </ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>O&amp;Mを見据えたアクセサリ技術の実機評価を終えた</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>量産体制確立に向け、必要設備の増築工事を進めている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>電力プロジェクト統括部を設置し、再エネ案件を中心としたプロジェクト推進体制を整備した</b></li> </ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外市場における洋上風力発電事業の<b>最適化手法の確立（緩係留・TLP対応）</b></li> <li><b>高耐久性</b>を有するアクセサリ、O&amp;M技術をアジャイルに開発・評価（<b>相対的コスト優位</b>）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外サプライヤからの<b>BCP調達</b></li> <li>国内外電力部品の<b>アジャイルな開発・評価</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域毎での<b>ローカル・コンテンツ</b>との円滑なコラボレーション</li> </ul>

## 1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画 【参考資料】

## 量産体制確立に向けた設備の増築

## 2. 電力事業

## 2-2. 五大施策② ケーブル製造能力の増強



25中計：ケーブル製造能力2倍(17年度比)

## 設備投資（千葉工場）

8年間（18年度～25年度）で累計150億円規模

22年度中に7割完了

再エネ海底線需要増を背景に海底線関連設備に積極投資

- ・ 接続部削減による長尺海底線製造能力
- ・ 海底線用大型ターンテーブル設置



海底ケーブルの船積みの様子

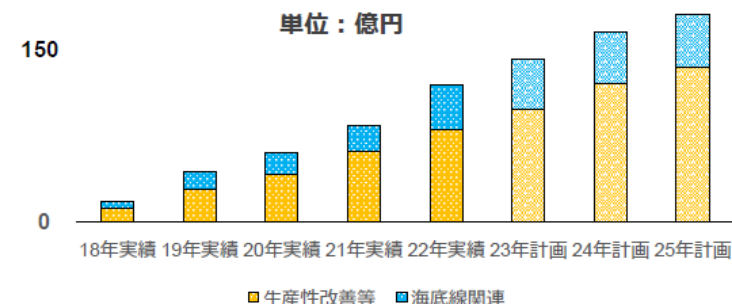
## 生産性改善

- ・ 設備の更新
- ・ ものづくりDXの推進

22年度までに1.8倍（17年度比）の増強達成

23年度以降海底線製造ラインをフル稼働

⇒ 投資効果の発現フェーズへ

千葉工場  
主要設備投資計画(累積額)

## 1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

## 資金計画

## 資金調達方針

	2018～2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	…2030	2035 年度	N15年度まで合計
事業全体の資金需要	—	—	—	—	—	—	—	—	—
うち研究開発投資		0.9億円		本事業期間にてTLP浮体用66kV級ダイナミックケーブルの要素技術開発を完了させた後、実海域で検証し、設計評価手法を確立することで早期の社会実装に備える（内容、費用は今後検討）。				—	—
国費負担※ （委託又は補助）		0.68億円						—	—
自己負担 （自己資金＋外部調達）		0.22億円						—	—

GI基金事業期間にてTLP浮体用66kV級ダイナミックケーブル開発を完了させた後、浮体式洋上風力発電の安定的運用のためのO&M等の技術確立に向け継続的な研究開発を実施する予定。



## 事業計画・研究開発計画の関係性および将来展望

2022～2024

要素技術の確立

(フェーズ1)

2024～2030

実証による検証・改善

(フェーズ2)

2030年代初頭

商業ウィンドファーム

(社会実装)

2050  
カーボン  
ニュートラル

浮体・係留



係留基礎

古河電工

ケーブル

Jera

設計条件・風車

Jera



東洋建設 古河電工 他

実機サイズ風車による実証試験

▼15MWクラス風車による実施を計画

社会実装前提のサプライチェーン

▼量産化を前提としたサプライチェーン創出

低コスト施工・管理技術の開発

▼材工合せたライフタイムでの低コスト化

継続的なウィンドファーム開発

▼毎年500MW規模の事業創出を目指す

漁業協調型のウィンドファーム

▼沖合の漁業実態と協調した開発計画

▼ウィンドファーム内の航行や漁業についての制約を可能な限り低減する

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# 実証時のウィンドファーム認証取得に向けた各要素技術のKPI設定

### 研究開発項目

【研究開発項目：フェーズ1ー②】  
浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業

### アウトプット目標

15MW級風車の搭載に対応した高信頼性並びに軽量化を実現する浮体の開発

### 研究開発内容

- 1 浮体基礎の最適化
- ・高信頼性軽量浮体の検討
  - ・一体設計技術の確立

MODEC 浮体設計

JERA 設計海象条件の設定

### KPI

- ・フェーズ1:
  - a) 一体設計技術による浮体の高信頼性確認
  - b) 10MW級従来浮体構造に対して重量10%減
  - c) 実証想定海域の環境条件に基づく  
浮体設計に関する基本承認（AIP）取得
- ・フェーズ2: 実証機のウィンドファーム（WF）認証、  
船級承認を取得

### KPI設定の考え方

- ・高信頼性及び軽量化を両立し、フェーズ1の段階でWF認証の前段階となるAIPまでを日本海事協会から取得
- ・発電実証、その後の社会実装を念頭にWF認証の取得

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

### 実証時のウィンドファーム認証取得に向けた各要素技術のKPI設定

#### 研究開発内容

- ② 浮体の量産化
- ・量産化・サプライチェーンの構築

MODEC

#### アウトプット目標

コスト低減および量産化に向け15MW級風車を搭載する浮体を30基/2年間で量産する  
サプライチェーンの構築

#### KPI

- ・フェーズ1:量産化を実現するための生産設備と工程を示す図面を作成
- ・フェーズ2:30基/2年間を実現するプロジェクト実行計画を作成

#### KPI設定の考え方

- ・材料費と工間費の最適化過程が分かる指標として図面・計算書等の図書完成
- ・商業化時の課題である価格競争力があるサプライチェーン構築の目処として実行計画の作成

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# 実証時のウィンドファーム認証取得に向けた各要素技術のKPI設定

### アウトプット目標

係留設計に関して「浮体式洋上風力発電施設技術基準安全ガイドライン」で要求される係留張力の監視装置の開発及び係留コネクター部品の強度及び安全性に関する設計上の担保、並びに、地盤調査費のコスト低減に向けた調査方法の最適化

### 研究開発内容

- 3 係留システムの最適化
- ・浮体・係留索・基礎杭の一体設計
    - MODEC 係留索
    - 東洋 係留基礎
    - JERA 設計地盤条件の設定
  - ・係留張力監視システムの開発
    - MODEC
  - ・係留コネクター内ベアリングの耐久性の確認
    - MODEC

### KPI

- ・フェーズ1: 15MW級風車及び実証想定海域の環境条件に基づく係留設計に関するAIP取得
  - ・フェーズ2: 実証機のWF認証、船級承認を取得
- 
- ・フェーズ1: 当該ガイドラインで要求される係留張力監視装置の開発
  - ・フェーズ2: 発電実証での実現性確認
- 
- ・フェーズ1: 係留コネクター内ベアリングの実物大スケール相当の耐久試験実施
  - ・フェーズ2: 発電実証での摩耗量確認

### KPI設定の考え方

- ・フェーズ1の段階でWF認証の前段階となるAIPまでを日本海事協会からの取得
  - ・発電実証、その後の社会実装を念頭にWF認証の取得
- 
- ・商品化されていない係留張力監視装置のフェーズ1での新規開発
  - ・計測精度も含めた実現性の確認
- 
- ・商業時の耐用期間及び荷重において耐久性、また、摩耗量を確認し設計要求の担保
  - ・発電実証で推定した摩耗量の検証

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# 実証時のウィンドファーム認証取得に向けた各要素技術のKPI設定

### アウトプット目標(再掲)

係留設計に関して「浮体式洋上風力発電施設技術基準安全ガイドライン」で要求される係留張力の監視装置の開発及び係留コネクター部品の強度及び安全性に関する設計上の担保、並びに、地盤調査費のコスト低減に向けた調査方法の最適化

### 研究開発内容

#### 3 係留システムの最適化

・係留基礎の地盤調査

東洋

設計・施工検討

JERA

地盤調査・設計定数

### KPI

- ・フェーズ1：音波探査などによるCPT調査の補完手法、それに基づく定数設定・設定手順の構築
- ・フェーズ2：CPTの調査数削減

### KPI設定の考え方

- ・大深度地盤調査(CPT)が必要とされているが、他の地盤調査データと組み合わせる事で、安全性を確保しつつ、調査要求の簡略化ができるよう認証機関と共に検討

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

### 実証時のウィンドファーム認証取得に向けた各要素技術のKPI設定

#### アウトプット目標（係留系）

低コスト化が見込める施工要領の確立および発電実証時の施工実現性・経済性及び商業化時の量産化サプライチェーンへの対応性確認

#### 研究開発内容

#### 4 低コスト施工技術の開発 ・係留

**MODEC** 浮体・係留索

**東洋** 係留基礎

#### KPI

- ・フェーズ1:船級等の第三者機関から係留接続の施工要領に関するTechnical Qualification（TQ）を取得
- ・フェーズ2:実証機の設置において係留工事の実現性・経済性を確認

- ・フェーズ1:大深度における係留基礎施工方法の確立
- ・フェーズ2:15MW級浮体に対応する係留基礎を設置

#### KPI設定の考え方

- ・施工の実現性を机上検討で判断する手法としてTQプロセスを採用
- ・商業化時の競争力判断に必要な指標として、実現性と経済性を設定
- ・国内で実績のない大深度での係留基礎施工について装置を含めた研究開発の実施
- ・ファーム規模で資本費を低減するには、施工速度が重要



## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# 実証時のウィンドファーム認証取得に向けた各要素技術のKPI設定

### 研究開発内容

#### 4 低コスト施工技術の開発

・ダイナミックケーブル設計・製造・布設  
における信頼性と高耐久性の実現

古河電工

・各材料の特性、量産サプライチェーン  
評価による低コスト化の実現

古河電工

・インターフェイスを確認した実現性の  
高い施工技術の確立

古河電工

### アウトプット目標（ケーブル）

- ・うねりや台風、津波、海洋生成物付着等に耐える信頼性と事業期間中の高耐久性を実現
- ・ダイナミックケーブルを構成する材料の特性、量産サプライチェーンの評価を行い低コスト化を実現
- ・TLP浮体/係留との建設・O&M時インターフェイスを確認し実現性の高い施工技術を確立

### KPI

- ・フェーズ1:ULS、VIV、FLS(25年以上)
- ・フェーズ2:発電実証でのWF認証取得

- ・フェーズ1:解析条件設定と材料選定
- ・フェーズ2:発電実証でのWF認証取得

- ・フェーズ1:解析条件設定と材料選定
- ・フェーズ2:発電実証でのWF認証取得

### KPI設定の考え方

- ・15MW級風車搭載のTLP浮体用のダイナミック  
ケーブルシステムの確立と適用可能布設環境の  
確認
- ・実海域における実証実験

- ・各素材の最適特性を選定しケーブル構造を決定
- ・選定材料のBCP調達、サプライチェーンを評価
- ・発電実証での解析結果の検証、コスト評価

- ・TLP浮体構造、係留工事との整合性をとった最  
適な施工技術を検討
- ・実証実験で安全性と施工品質を確認

## 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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<div>1 浮体基礎の最適化</div> <div>・高信頼性軽量浮体の検討</div> <div>・一体設計技術の確立</div> <div>MODEC</div> <div>JERA</div>	<div>・フェーズ1:</div> <div>a) 一体設計技術による浮体の高信頼性確認</div> <div>b) 10MW級従来浮体構造からの重量低減</div> <div>c) 実証想定海域の環境条件に基づく浮体設計で基本承認(AIP)を取得</div> <div>・フェーズ2: 実証機のWF認証、船級承認を取得</div>	10MW級風車搭載浮体係留の水槽試験実施 (TRL5)	<div>・フェーズ1 (TRL5) を維持</div> <div>・フェーズ2 実証試験による経済性と実現性の確認 (TRL8)</div>	<div>・ 高信頼性と軽量化を実現した15MW級浮体での実証に向け各種認証を取得、実証で経済性および信頼性を確認</div> <div>- フェーズ1 一体設計技術により高信頼性と軽量化を両立する浮体構造を実現し、実証想定サイトの自然条件における設計に対するAIP取得</div> <div>- フェーズ2 NKからのWF認証の取得と発電実証による信頼性確認</div>	<div>・フェーズ1: 2023年度 (70%)</div> <div>・フェーズ2: 2030年度 (90%)</div>
<div>2 浮体の量産化 (係留システム含む)</div> <div>MODEC</div>	<div>・フェーズ1: 量産化を実現するための生産設備と工程を示す図面を作成</div> <div>・フェーズ2: 量産化プロジェクト実行計画を作成</div>	10MW級風車単基用の設計と製造検討 (TRL2)	<div>・フェーズ1 (TLP2) を維持</div> <div>・フェーズ2 実機スケール浮体の製造による量産化要領書の作成 (TRL8)</div>	<div>・ 机上検討で量産化に適した浮体・係留の設計を行うと共に、浮体製造所・係留メーカーとの協業により具体的なプロジェクト実行計画を作成</div> <div>- フェーズ1 量産時の最適化設計を実施、係留メーカーと量産化に適した設計及び製作方法を検討</div> <div>- フェーズ2 実証機の浮体製作の実行計画を基に、製造所と連携し量産化の実行計画を作成</div>	<div>・フェーズ1: 2023年度 (70%)</div> <div>・フェーズ2: 2030年度 (90%)</div>

## 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

					実現可能性 (成功確率)
KPI					
現状					
達成レベル					
解決方法					
<div>3 係留システムの最適化 ・浮体・係留索・基礎杭の 一体設計  MODEC  東洋  JERA   ・係留張力監視システム の開発  MODEC    ・係留コネクタの耐久性 の確認  MODEC</div>	・フェーズ1:15MW級 風車及び実証想定 海域の環境条件に 基づく係留設計に関 するAIP取得 ・フェーズ2:実証機の WF認証、船級承認 を取得	浮体係留の 水槽試験 実施 (TRL5)	・フェーズ1 (TLP5) を維 持 ・フェーズ2 実証試験によ る経済性と実 現性の確認 (TRL 8)	・ 15MW級での実証に向け各種認証を取得、実証 で経済性および信頼性を確認 - フェーズ1 一体化解析プラットフォームの構築と 実証想定サイトの自然条件における設計に 対するAIP取得 - フェーズ2 NKからのWF認証の取得と発電実 証による信頼性確認	・フェーズ1:2023年度 (70%) ・フェーズ2:2030年度 (90%)
	・フェーズ1:ガイドライン で要求される張力監視 装置の開発 ・フェーズ2:発電実証 での実現性確認	既存装置の 応用による 机上検討 (TRL2)	・フェーズ1 実荷重及び 実物大で検証 (TLP3) ・フェーズ2 実証試験によ る精度確認 (TRL8)	・ 実施相当の荷重での载荷試験と実証試験による 計測精度と実用性の確認 - フェーズ1 係留支持構造体のひずみを利用した 張力監視方法を策定。有識者の意見を取り 入れ、耐久性のあるセンサーも検討し、最終 的な仕様を決定 - フェーズ2 15MW級での実証試験で計測精 度と実用性を確認	・フェーズ1:2023年度 (70%) ・フェーズ2:2030年度 (90%)
	・フェーズ1:係留コネク ター内ベアリングの実 物大スケールの耐久 試験実施 ・フェーズ2:発電実証 での摩耗量確認	既存装置の 応用による 机上検討 (TRL2)	・フェーズ1 実荷重及び 実物大で検証 (TLP4) ・フェーズ2 実証試験によ る精度確認 (TRL8)	・ 実施相当の荷重、実物大スケールでの载荷試験と 実証試験による設計妥当性の確認 - フェーズ1 機材メーカーと共同で実物大相当ベア リングおよび大型試験機を用い、実機に作用 する摩擦荷重での耐久試験を実施 - フェーズ2 15MW級での実証試験を経て、 ベアリングの耐久性および摩擦量を確認	・フェーズ1:2023年度 (70%) ・フェーズ2:2030年度 (90%)

## 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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<div>3 係留システムの最適化 ・係留基礎の地盤調査</div> <div>東洋</div> <div>設計・施工検討</div> <div>JERA</div> <div>地盤調査・設計定数</div>	係留基礎の地盤調査の要求に関する調査最適化	係留基礎の設計・施工検討に必要な調査について検討を始めた段階（TRL2）	・フェーズ1 実海域での施工要素実験を踏まえつつ、設計定数の設定手段を確立（TRL5） ・フェーズ2 実証試験の許認可において、CPT調査要求の低減が認められる（TRL8）	<div>➡</div> <ul style="list-style-type: none"><li>CPT以外の地盤調査（音波探査・SPT）および机上調査から、安全性を確保しながらCPT調査の一部省略する設計・施工検討の手段を確立する。<ul style="list-style-type: none"><li>方式① 実海域での地盤調査を実施</li><li>方式② 風車1基に対しCPT1箇所と他のデータを組合わせたデータ補完を実施</li><li>方式③ ②と従来手法を比較する事で、調査数量を削減しても安全性に問題が無い事を確認</li></ul></li></ul>	・フェーズ1:2023年度（70%） ・フェーズ2:2030年度（90%）

## 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

		KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
4 低コスト施工技術の開発・係留	MODEC 浮体・係留索	<ul style="list-style-type: none"><li>フェーズ1: 船級等の第三者機関から係留接続の施工要領に関するTQを取得</li><li>フェーズ2: 実証機の設置において係留工事の実現性・経済性を確認</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>施工要領書作成 (TRL2)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>フェーズ1 机上模型確認、シミュレーション実施 (TLP3)</li><li>フェーズ2 係留の健全性とコスト競争力を確認 (TRL8)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>第三者機関による施工要領のTechnical Qualification (TQ) 取得と実証試験による確認<ul style="list-style-type: none"><li>フェーズ1 DNV-GLのTQプロセスと施工シミュレーション</li><li>フェーズ2 15MW級での実証試験における施工実現性の確認</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>フェーズ1: 2023年度 (70%)</li><li>フェーズ2: 2030年度 (90%)</li></ul>
	東洋 係留基礎	<ul style="list-style-type: none"><li>フェーズ1: 大深度における係留基礎施工方法の確立</li><li>フェーズ2: 15MW級浮体に対応する係留基礎を設置</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>海外事例の収集、施工検討を机上で実施 (TRL2)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>フェーズ1: 実海域で同等の係留基礎を設置 (TRL6)</li><li>フェーズ2: 実証を通じ年間設置基数を確認 (TRL8)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>実海域での要素実験から段階的にフルスケールの実証を行い、商用化段階での年間設置基数を確認<ul style="list-style-type: none"><li>方式① 係留基礎に求められる要求性能を要素実験で確認</li><li>方式② フルスケールの浮体の設置実証を実施</li><li>方式③ 実証試験より商用化での設置基数を確認</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>方式①: 2023年度 (70%)</li><li>方式②: 2026年度 (①成功後80%)</li><li>方式③: 2030年度 (②成功後90%)</li></ul>

## 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

					実現可能性 (成功確率)
KPI					
現状					
達成レベル					
解決方法					
<div>4 低コスト施工技術の開発</div> <div>・ダイナミックケーブル設計・製造・布設における信頼性と高耐久性の実現</div> <div>古河電工</div> <div>・各材料の特性、量産サプライチェーン評価による低コスト化の実現</div> <div>古河電工</div> <div>・インターフェイスを確認した実現性の高い施工技術の確立</div> <div>古河電工</div>	・フェーズ1:ULS、VIV、FLS(25年以上) ・フェーズ2:発電実証でのWF認証取得	TLP用ダイナミック線形での水槽試験 (TRL 4) ↔ 耐軸力等実規模試験 (TRL5) 解析手法確立 (TRL7) ↔ WF認証取得 (TRL8)	➡	・ダイナミックケーブル、バンドスティフナー他アクセサリの解析評価と実験評価を行う。 - 方式① Local解析、Global解析 - 方式② モックアップ試験	NEDO：TLP浮体中間報告 (50%)
	・フェーズ1:解析条件設定と材料選定 ・フェーズ2:発電実証でのWF認証取得	解析・評価調達先1社 (TRL 4) ↔ 材料分析複数調達先 (TRL 5) 競争入札 (TRL5) ↔ WF認証取得 (TRL8)	➡	・複数購買による低コスト化を図る。適合性は解析を通して確認 - 絶縁材料 - 遮水材料、外装材料 - バンドスティフナー他保護材料 - SWGR間ジャンパー・ケーブル	日本船舶海洋工学会. 日本船舶海洋工学会講演会論文集 第23号. <a href="http://www.fukushima-forward.jp/reference/pdf/study050.pdf">http://www.fukushima-forward.jp/reference/pdf/study050.pdf</a> (90%)
	・フェーズ1:解析条件設定と材料選定 ・フェーズ2:発電実証でのWF認証取得	既存技術組合せによる机上検討 (TRL 4) ↔ モックアップ試験 (TRL 5) 工法確立 (TRL5) ↔ 実海域検証 (TRL8)	➡	・着脱式コネクタ試作を制作し、引込・着脱作業のモックアップ評価 - 方式① 着脱式作業工法の検討 - 方式②着脱式コネクタ試作・評価 ・浮体との着脱の作業性・機械的耐力、電気的接続品質と施工性を評価 ・施工サイクルタイム30%減目標 (机上)	NEDO：TLP浮体中間報告 (80%)



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
<div>1 浮体基礎の最適化</div> <div>MODEC</div> <div>浮体設計</div> <div>JERA</div> <div>設計海象条件の設定</div>	<p>風車、浮体、係留連成解析による実証サイトの設計荷重設定完了</p> <p>設計コンサルとの共同設計に着手</p> <p>実証試験を目指す実サイトでの風況・海象観測の開始</p>	<p>これまでの（前回からの）開発進捗</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・既往の風況、海象、地盤データについて収集済み</li><li>・風車データを一部JERAより入手し汎用風車モデルを製作し連成解析完了</li><li>・AIP用の図面・図書提出済</li><li>・AIP取得に向け、NK支持構造物認証分科会を、23年11月、24年2月に開催し、最終審議中</li></ul> <p>→</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・風車供給契約前の風車メーカーとのEarly Worksは不可との結論に</li><li>・風車メーカーからの推奨のあった代替策として、設計コンサルInnoseaによる実機風車を模擬した汎用風車モデルを用いた共同設計を実施</li><li>・実証試験の候補海域について、実証試験を前提とした調査について関係漁業者および行政からの合意取得済</li><li>・風況観測・海象観測共に許認可を得て観測を開始</li><li>・北海道庁からの候補海域についてのヒアリングに回答し、石狩湾浜益沖が候補海域の1つとして選定</li></ul>	<p>◎</p> <p>一部計画変更はあったものの、フェーズ1の目的達成には影響無く予定通り</p> <p>◎</p> <p>一部計画変更はあったものの、フェーズ1の目的達成には影響無く予定通り</p>
<div>2 浮体の量産化</div> <div>MODEC</div>	<p>量産化に適した浮体・係留の設計実施</p> <p>浮体製造所の協業先の決定</p>	<p>→</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・カラムの形状を円柱ケース、六角柱ケースにて検討の結果、六角柱を採用</li><li>・製造候補者に対するRequest for Informationを発出し建造候補企業の絞り込みを実施済み</li><li>・絞り込んだ企業に対し、Request for Quotationを発出し、建造企業選定のプロセスに入る</li></ul>	<p>◎</p> <p>予定通り進捗</p>



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
<div>3 係留システムの最適化</div> <div>・浮体・係留索・基礎杭の一体設計</div> <div>MODEC</div> <div>係留索</div> <div>東洋</div> <div>係留基礎</div> <div>JERA</div> <div>設計地盤条件の設定</div>	<div>実証サイトの15MW級浮体のAIP取得</div> <div>・係留システムのAIP承認図書のNK提出</div> <div>・係留基礎のAIP</div> <div>・常時引抜力が繰返し作用する基礎の支持力評価方法確立</div> <div>・設計地盤条件の設定のための地盤調査</div> <div>・地盤調査の最適化検討へ着手</div>	<div>・浮体設計と同様に、NK支持構造物認証分科会を23年末、24年初旬に開催し、最終審議中</div> <div>・鋼製材料とポリエステルポープを組み合わせたハイブリッド係留システムの仕様決定</div> <div>・係留基礎のAIP取得<ul style="list-style-type: none"><li>✓ サイトの土質調査結果に基づく設計地盤定数の評価を実施</li><li>✓ 設計図書（係留基礎構造図および設計計算書）を作成</li><li>✓ AIP取得に向け支持構造物認証分科会にて設計評価を受審中</li></ul></div> <div>・常時引抜力が繰返し作用する基礎の支持力評価方法確立<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 現地引抜実験条件を再現した遠心模型実験の実施</li><li>✓ 現地引抜実験（静的載荷、繰返載荷）を実施</li></ul></div> <div>・実証試験の候補海域について、実証試験を前提とした調査について関係漁業者および行政からの合意取得済</div> <div>・2022年夏、水深72mの実証候補地点においてCPT調査を実施</div> <div>データ分析と採取サンプルの室内試験を実施</div> <div>2022年12月末に室内試験および総合評価が完了</div> <div>・2022年実施のCPT調査の結果を分析し、さらに音波探査結果を組み合わせ、TLP浮体向けの大水深でも信頼性の高い地盤調査の方針を検討する</div> <div>2023年夏に音波探査調査、微動アレイ探査を実施、結果まとめ</div>	<div>◎ 予定通り進捗</div> <div>◎ 予定通り進捗</div> <div>◎ 予定通り進捗</div>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
<div>3</div> <div>係留システムの最適化</div> <div>・係留張力監視システムの開発</div> <div>MODEC</div> <div>・係留コネクター内ベアリングの耐久性の確認</div> <div>MODEC</div>	<div>・実証サイトの張力監視装置の仕様決定</div> <div>・実証サイトの係留コネクター内ベアリングの仕様決定</div>	<div>・構造体のひずみを利用した張力監視方法を策定し、NK支持構造物認証分科会にて張力監視方法を説明。有識者の意見を取り入れ、光ファイバーセンサーを用いたセンサーを併用した方式に変更</div> <div>・想定実証サイトに適したコネクターに内蔵するベアリングの仕様(寸法、素材)を決定</div> <div>・実物大モデルおよび大型試験機を用いた室内予備試験を実施し、耐久性、および実物大でのベアリングの摩擦係数および摩耗量を確認済</div>	<div>◎</div> <div>予定通り進捗</div> <div>◎</div> <div>予定通り進捗</div>
<div>4</div> <div>低コスト施工技術の開発</div> <div>MODEC</div> <div>浮体・係留索</div> <div>東洋</div> <div>係留基礎</div>	<div>・係留接続、取り外しの施工要領の作成完了</div> <div>・大深度における係留基礎施工方法の確立</div>	<div>・接続/着脱要領につき、第三者機関によるTechnical Qualificationの一環として新規性及びリスクの度合いの確認を実施</div> <div>・現地CPT調査結果により詳細な実験計画を立案</div> <div>・海上作業に必要な諸手続きを実施</div> <div>・大深度実験を実施</div>	<div>◎</div> <div>予定通り進捗</div> <div>◎</div> <div>予定通り進捗</div>

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

## 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
<div>4 低コスト施工技術の開発</div> <div>・ダイナミックケーブルシステムの信頼性と高耐久性の実現 古河電工</div> <div>・各材料の特性、量産サプライチェーン評価による低コスト化の実現 古河電工</div> <div>・インターフェイスを確認した実現性の高い施工技術の確立 古河電工</div>	<div>・ULS解析、FLS解析の完了</div> <div>・ケーブルの布設検討を開始</div> <div>・浮体仕様を踏まえたターミネーションの実機評価を完了</div>	<div>・ULS解析が完了した ・疲労ダメージの低いケーブル延線方位を特定し、FLS解析を完了</div> <div>・O&amp;Mを考慮したアクセサリ仕様につき検討を開始</div> <div>・浮体仕様を踏まえたターミネーションの実機評価を完了</div>	<div>◎ 予定通り進捗</div> <div>△ やや遅延</div> <div>◎ 予定通り進捗</div>

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
<div>1 浮体基礎の最適化</div> <div>MODEC</div> <div>浮体設計</div> <div>JERA</div> <div>設計海象条件の設定</div>	<div>・風車、浮体、係留連成解析による実証サイトの設計荷重設定完了</div> <div>・実証サイトの15MW級浮体のAIP習得用図面作成完了</div> <div>・実証試験を目指す実サイトでの風況・海象観測の開始</div>	<div>・高信頼性についてはタワー基部の疲労強度の成立性確認</div> <div>・強度および工作性との両立の観点から最適化を実施</div> <div>・設計荷重低減にむけた浮体、係留システムの検討</div> <div>・沖合での風況データ、大水深での海象データの取得率</div>	<div>・使用想定的大型風車を前提とし、浮体構造の設計疲労寿命20年を確保</div> <div>・国内造船所と協議し建造しやすい浮体として平板構造のカラムを採用</div> <div>・最大引抜荷重の約25%低減を実現する浮体構造を開発 ✓ 2023年10月 水槽試験で張力低減を確認</div> <div>・データ取得状況をモニタリングすると共に、ライダー周辺環境は定期的に確認 海象観測については3ヶ月毎に海底から引揚げて状況確認を実施する方針</div>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
<div>2</div> <div>浮体の量産化</div> <div>MODEC</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>・机上検討で量産化に適した浮体・係留の設計実施</li><li>・浮体製造所の協業先の決定</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・量産時の浮体建造要領の確立</li><li>・係留索メーカーと量産時の設計及び製作方法の確立</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・協力体制(製作場所)の構築を行う 現在複数の造船会社をメインに、鉄鋼構造物メーカーをブロック製作会社として協議中</li><li>・国内造船所と協議し建造しやすい浮体として平板構造のカラムを採用</li><li>・商業化での量産化を念頭に、実証用浮体の建造引合いを実施予定</li></ul>
<div>3</div> <div>係留システムの最適化</div> <div>・浮体・係留索・基礎杭の一体設計</div> <div>MODEC</div> <div>係留索</div> <div>東洋</div> <div>係留基礎</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>・係留システムのAIP承認図書のNK提出</li><li>・係留基礎のAIP取得</li><li>・常時引抜力が繰返し作用する基礎の支持力評価方法確立</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・実証想定海域の環境条件での高信頼性係留システムの構築</li><li>・実証想定海域での係留基礎適用性検証</li><li>・実験成果を活用した繰返し作用に対する安定性評価手法の確立</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・一体化解析プラットフォームの構築と実証想定サイトの自然条件における風車、浮体、係留の連成解析を実施済</li><li>・ロープ両端部構造を再現したスケールダウンモデルを製作し、実際の浮体・係留の挙動および荷重を再現した局部曲げ試験を開始し、2,000万サイクル数での耐久性を確認予定</li><li>・AIP取得過程で幅広く有識者の意見を聴取し設計に反映</li><li>・遠心模型実験、現地引抜実験、数値計算を組み合わせた総合的な評価により、設計手法を確立</li></ul>

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
<div>3 係留システムの最適化</div> <div>・浮体・係留索・基礎杭の一体設計</div> <div>JERA</div> <div>設計地盤条件の設定</div> <div>・係留張力監視システムの開発</div> <div>MODEC</div> <div>・係留コネクター内ベアリングの耐久性の確認</div> <div>MODEC</div>	<div>・設計地盤条件の設定のための地盤調査</div> <div>・地盤調査の最適化検討へ着手</div> <div>・実証サイトの張力監視装置の仕様決定</div> <div>・実証サイトの係留コネクター内ベアリングの仕様決定</div>	<div>・CPTおよび室内試験からの設計定数設定</div> <div>・ドリルシップからのPS検層データ分析</div> <div>・TLP浮体下の面的な地盤状況を合理的かつ効率的に把握すること</div> <div>・張力監視装置システムの耐久性向上</div> <div>・実機に作用する摩擦荷重、海水中でのベアリングの耐久性向上</div>	<div>・設計定数の設定精度を確保できるような、室内試験の数量の確保、および同海域での既存データを考察に反映する予定</div> <div>・2022年夏調査において、CPTとは別孔でPS検層を単独実施済</div> <div>現在データ分析を進めており、今後、本対策の有用性について検証を実施</div> <div>・音波探査や海域地盤の堆積環境の考察を最大限活用する事で、地層層序の特性を把握し、CPT等ボーリング調査の数を低減する事を検討し、要すれば、音波探査を高解像度にする事も検討中</div> <div>・NK支持構造物認証分科会での有識者の意見を取り入れ光ファイバーセンサーの検討を実施すると共に、センサーの耐久性に着目したセンサ周辺の養生方法を検討中</div> <div>・実物大ベアリングで摩擦係数および摩耗量を推定し、実証試験の装置仕様・設計に反映</div>

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
<div>4 低コスト施工技術の開発</div> <div>MODEC</div> <div>浮体・係留索</div> <div>東洋</div> <div>係留基礎</div>	<div>・係留接続、取り外しの施工要領の作成完了</div> <div>・大深度における係留基礎施工方法の確立</div>	<div>・係留接続、取り外しの施工要領ブラッシュアップ</div> <div>・商用化時の施工検討</div>	<div>・接続/着脱要領につき、第三者機関によるTechnical Qualificationの一環として新規性及びリスクの度合いの確認を実施</div> <div>・大深度における実験施工実績を活用し、商用化に向けた施工計画を検討</div>



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
<div>4 低コスト施工技術の開発</div> <div>ダイナミックケーブルシステムの信頼性と高耐久性の実現</div> <div>古河電工</div> <div>各材料の特性、量産サプライチェーン評価による低コスト化の実現</div> <div>古河電工</div> <div>インターフェイスを確認した実現性の高い施工技術の確立</div> <div>古河電工</div>	<div>・ULS解析、FLS解析の完了</div> <div>・ケーブルの布設検討を開始</div> <div>・浮体仕様を踏まえたターミネーションの実機評価を完了</div>	<div>・設計寿命の安全率向上</div> <div>・O&amp;Mを考慮したアクセサリ仕様の確定</div> <div>・O&amp;Mを考慮したターミネーション仕様のブラッシュアップおよび施工方法の検討</div>	<div>・アクセサリ仕様の見直し</div> <div>・O&amp;Mにおける実際の施工手順を考慮し、適切なケーブル保護アクセサリを選定</div> <div>・O&amp;Mにおける実際の施工手順を考慮し、適切なケーブル保護アクセサリを選定</div>

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容【参考資料】

### ① 浮体基礎の最適化/高信頼性軽量浮体の検討と一体設計技術の確立

#### （1）一体設計技術による浮体の高信頼性確認

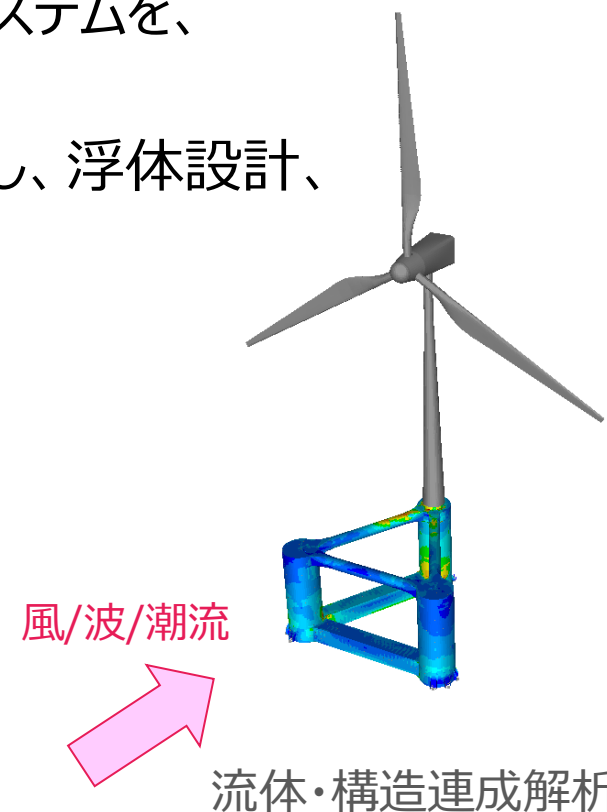
- 15MW級風車及びTLP式浮体の風車・浮体・係留 連成応答・強度解析システムを、風車のモデリングに実績のあるエンジニアリング会社と連携して構築
- 本解析システムを用いて、自然環境条件の分析結果からの設計条件を設定し、浮体設計、係留設計を実施すると共に、係留基礎およびケーブル設計とも連携し実施

#### （2）浮体の軽量化

- 浮体の軽量化コンセプトを検討

#### （3）サイト条件での基本設計

- フェーズ2における発電実証に向け、実証サイトを想定した自然環境条件で発電設備の基本設計を実施し、NKから基本設計承認（AIP）を取得



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容【参考資料】

① 浮体基礎の最適化/高信頼性軽量浮体の検討と一体設計技術の確立

（1）一体設計技術による浮体の高信頼性確認	
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>• 既往の風況、海象、地盤データにつきMODECとJERA、東洋建設間で設計条件を調整</li><li>• 風車メーカーのデータについてはJERAより入手し、実証にて使用予定の風車と同等のモデルを作成し、連成解析を実施済み</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>• 実海域での調査・観測データによる連成解析の前に既往データによる連成解析を実施し、タワー基部の疲労強度の成立性確認済み</li><li>• タワー基部の施工方法の確立</li></ul>
（2）高信頼性軽量浮体の検討	
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15MW級風車用の浮体コンセプトを検討し、一般配置図検討および図面作成</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>• 浮体の軽量化の検討</li></ul>
（3）サイト条件での基本設計	
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>• NKから基本設計承認（AIP）を取得するために提出図、参考図書リストを決定し、現在順次提出中</li><li>• 本年7月末には提出完了予定</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>• NK、有識者による審議とコメントに対応し、AIP取得</li></ul>

① 浮体基礎の最適化／実機風車・実海域ベースとした設計条件の設定

実機風車ベースの共同設計

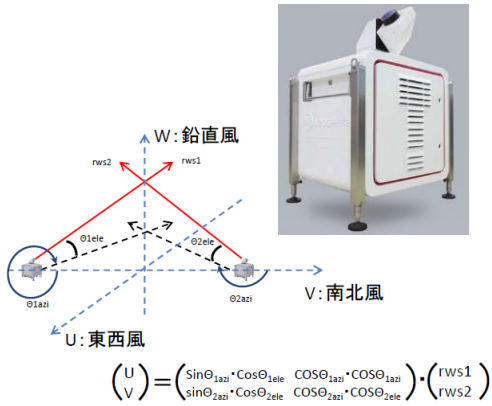
- 浮体設計に利用可能な風車条件としてはNRELやDTUが公開するモデルが利用可能だが、①設計最適化が図られていない、②提供されるコンローラーは汎用目的であり、実際の風車条件と乖離する可能性が高い。
- 実証試験、社会実装における低コスト化の確実性を高めるため、実風車を模擬した汎用風車モデルを用いた設計コンサルとの共同設計を監理する。



現在、フェーズ2での風車供給について風車メーカーとの協力を協議中で風車主要目情報については提供を受けている。しかし、供給契約前のEarly Works着手は不可との交渉結果となり、設計コンサルを活用した実機を模擬した汎用風車モデルを用いた浮体設計を実施。

設計海象条件の設定

- 実証試験でも、社会実装と同じ設計承認、許認可取得が必要になる。そのため、フェーズ2へのスムーズな移行を目指すためにも、実証試験候補サイトの風況・海象を観測し、その条件で浮体基礎の最適化をおこなう。
- 浮体式のために実施した実際の観測情報を元に設計承認、ウィンドファーム認証の議論を先行する事で、最適化による低コスト化をより確実にする。



ライダーによる洋上風況観測



大水深での波浪・流況観測

実海域での風況・海象についてフェーズ2実証で要求される船級検査、ウィンドファーム認証にも耐える仕様で計測し、確実な浮体基礎の最適化と実証試験の早期化を目指す。

① 浮体基礎の最適化／実機風車・実海域ベースとした設計条件の設定

実機風車ベースの共同設計

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>風車メーカーと実証試験における風車供給および、Early Worksの着手について継続的に協議実施</li><li>風車供給については口頭合意しているが、MOU締結に向けて継続協議中</li><li>Early Worksについては供給契約前の支援困難との交渉結果となり、代替案として実機を模擬した汎用風車モデルを作成可能な設計コンサルとの共同設計を実施</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>実証試験での風車供給をより確実にするために、風車メーカーにプレゼンを実施</li><li>設計コンサルへの委託契約を10月中旬に締結し、実機風車に対応した共同設計に本格着手する</li></ul>

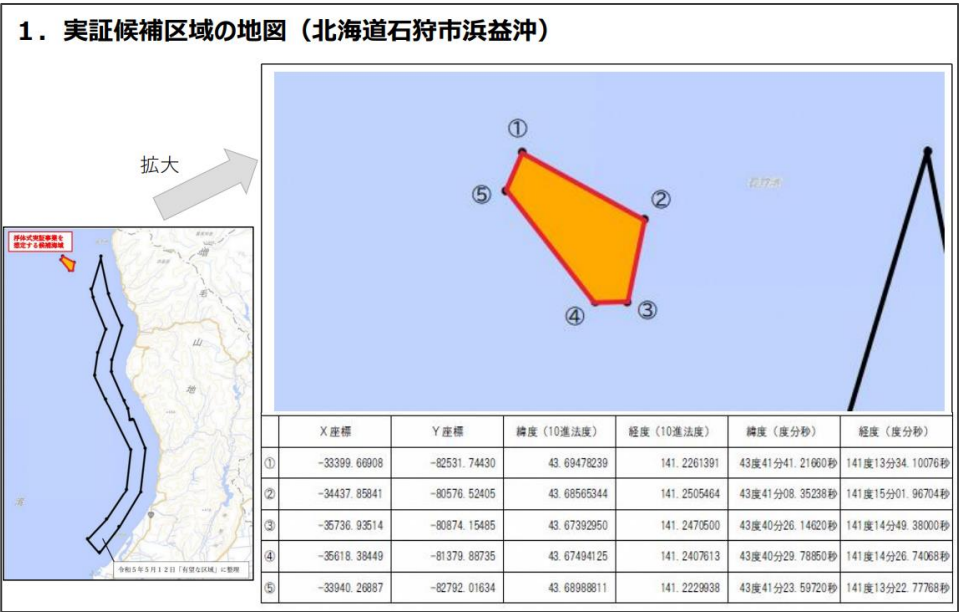
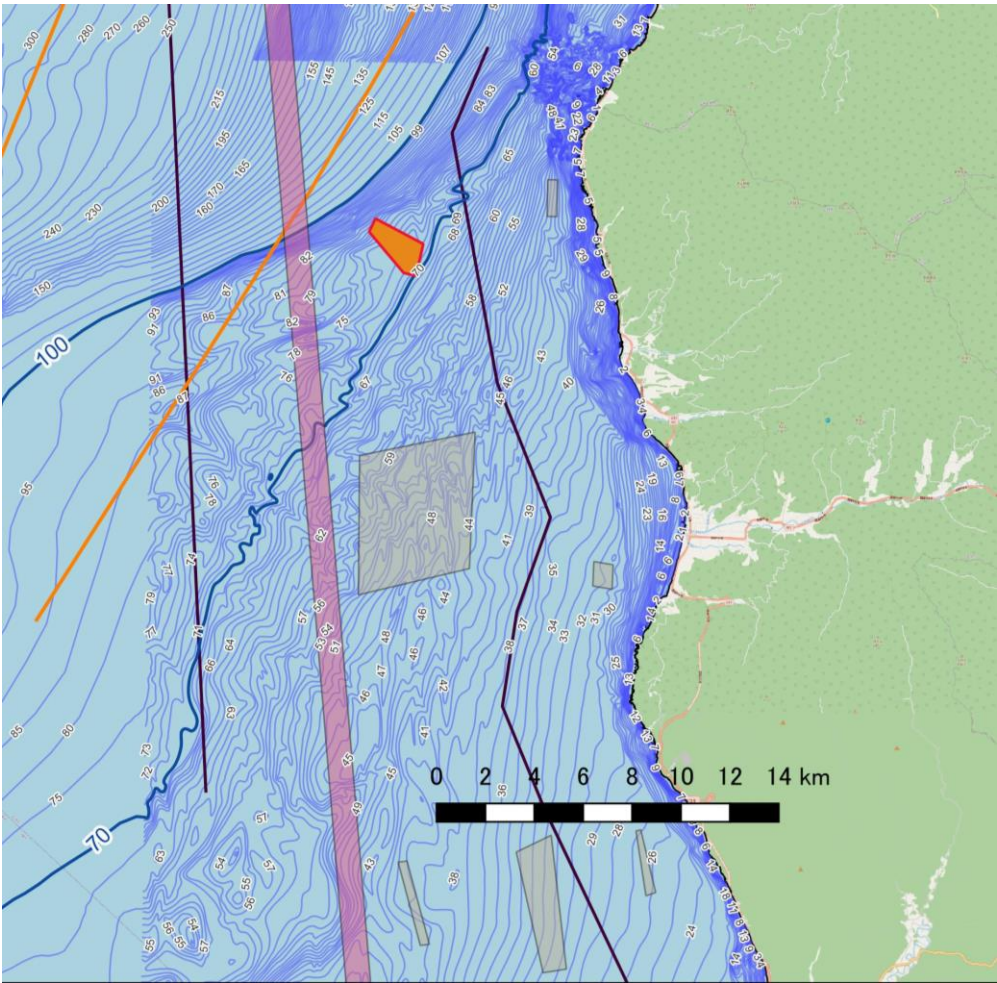
設計海象条件の設定

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>実証試験の候補海域について、北海道石狩湾の関係漁業者・行政と協議し、基本同意を取得</li><li>風況観測については観測用地を確保、現在は機器手配・許認可を得て観測を実施中</li><li>波浪・海洋付着生物の観測の予定の観測期間を終了し、データーのまとめを実施</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>風況観測は冬季の観測率を向上させるため観測を延期</li></ul>



① 浮体基礎の最適化／実機風車・実海域ベースとした設計条件の設定

石狩湾浜益沖が2023年10月3日(火)に経済産業省ホームページに4つの候補海域の1つとして公表



経済産業省HPニュースリリースより  
抜粋：”別紙：フェーズ2について”：  
[20231003002-3.pdf \(meti.go.jp\)](https://www.meti.go.jp/press/2023/10/03/20231003002-3.pdf)

② 浮体の量産化/15MW級機に対応した浮体・係留サプライチェーンの構築

（1）量産化に適した浮体の検討 <浮体形状>	
これまでの取組	・ 浮体のカラム形状（円柱タイプ、六角柱タイプ）の検討
今後の見通し	・ 浮体の基本設計用一般配置図の確定
（2）量産化に適した浮体の検討 <建造方法>	
これまでの取組	・ 国内造船所、陸上ヤード候補者に対しRequest for Informationを発出し、候補企業の絞り込みを実施
今後の見通し	・ 23年夏には実証用浮体の建造方法決定 ・ 2020年代後半での連続建造シナリオ作成

<浮体形式について>

- VLCC建造ドックで建造可能な浮体幅を踏襲
- 国内建造を念頭に造りやすい浮体構造を追求
- 板曲げ加工を極力少なくした六角柱カラムの採用



### ③ 係留システムの最適化/係留張力モニタリングシステムの開発

- 有限要素解析（FEA）による応力発生箇所の予測とひずみゲージを組み合わせた監視装置を立案し、計測会社と共同で取り付け箇所に適したひずみゲージを選定
- ひずみゲージ取り付け箇所の雰囲気を考慮した取り付け方法の決定、また、取り付け部の耐久性に課題があるとされるひずみゲージが外れた場合のバックアップ方法を確立

### 課題と見通し

- 計測精度…船級の要求精度によるが、実用に耐えうる張力精度は確保できる見通し

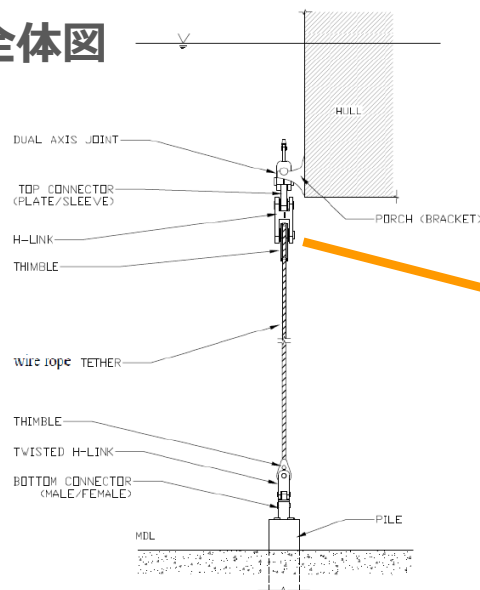
### ③ 係留システムの最適化/コネクターベアリングの耐久試験

- 係留耐久性において重要部品となるコネクター内蔵ベアリングに関して、20年間ノーメンテナンスを目標に実機の荷重、摩擦状態を想定した実物大相当での耐久試験の実施
- 耐久試験結果から、実証機のベアリング仕様（素材、摩耗代）を決定

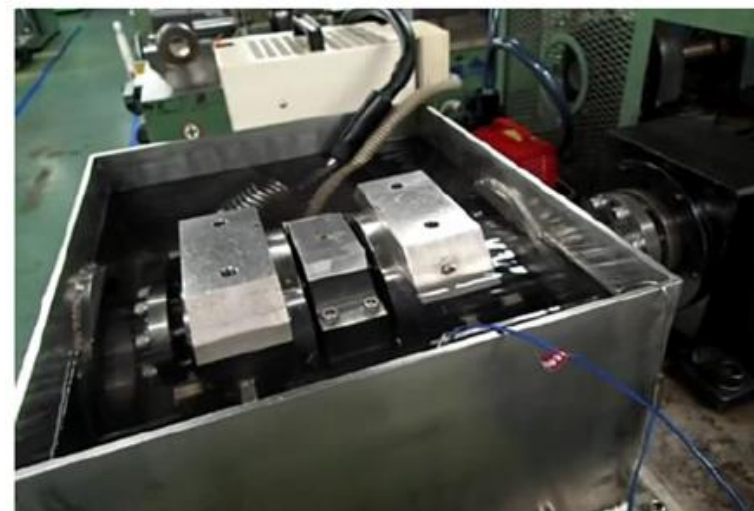
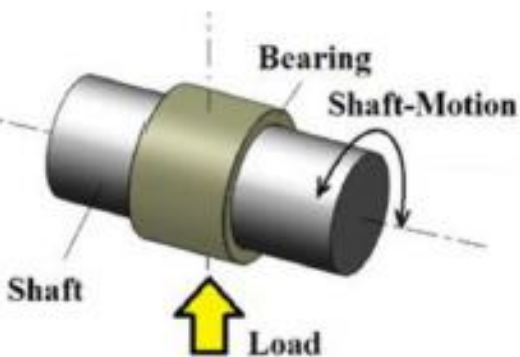
#### 課題と見通し

- スケール影響を排除するため実物大で試験を必要があるが、実機荷重および海水中を再現できる設備がないため、新たに試験装置を構築することで対応

係留系全体図



コネクター内蔵ベアリング



小型試験機での耐久試験例

③ 係留システムの最適化/「係留システムの検討」「張力モニタリングシステムの開発」

（1）係留システムのAIP承認図書のNK提出	
これまでの取組	・ NKへAIP承認図書 提出済
今後の見通し	・ AIP取得に向け、NK支持構造物認証分科会を、23年11月、24年2月に開催し、最終審議中

（2）係留張力モニタリングシステムの開発	
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>・ NKの要求事項の確認を実施済</li><li>・ 係留索内にセンサーを挿入する方式や係留索支持構造にひずみセンサーの取付やロードセル他を搭載する方式を外注先に調査の上、監視システムの仕様を検討</li></ul>
今後の見通し	・ FEA結果に基づき応力発生箇所・方向を特定し、計測会社と共同で、ゲージ選定等を行いシステム仕様を確定

## ③ 係留システムの最適化/コネクターベアリングの耐久試験

## （3）コネクターベアリングの耐久試験

## これまでの取組

- NKの要求事項の確認を実施済
- 各計測方式の仕様、課題の整理
- 各ベアリング材料の仕様、適用限界の整理を実施中

## 今後の見通し

- 22年度に試験仕様を決定し、本年度、摩擦状態を想定した大型試験機での耐久試験を実施中
- 耐久試験結果から、実証機のベアリング仕様（摩擦係数、摩耗代）を決定



大型試験機での耐久試験の様子

## ③ 係留システムの最適化/係留基礎の設計

**（1）係留基礎の設計**

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>・ サイトの土質調査結果に基づく設計地盤定数の評価を実施</li><li>・ 設計図書（係留基礎構造図および設計計算書）を作成</li><li>・ NK AIP取得に向け支持構造物認証分科会洋上(浮体)部会にて設計評価を受審中</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>・ スムーズな認証取得のため、AIP取得過程で幅広く有識者の意見を聴取し設計に反映</li></ul>

**（2）遠心模型実験**

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 現地引抜実験条件を再現した遠心模型実験の実施</li><li>・ 鉛直方向以外の荷重を載荷した遠心模型実験の実施</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 実験の成果をもって繰返し作用に対する安定性評価手法の確立</li></ul>

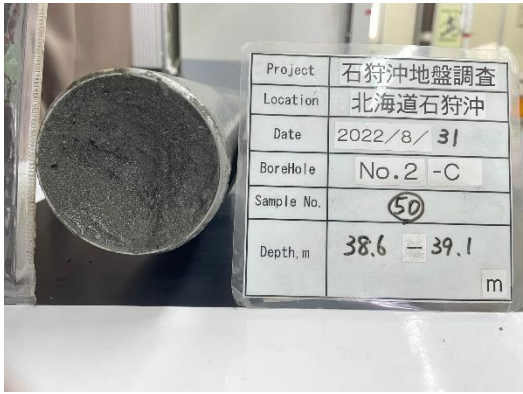
**（3）現地引抜実験**

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 地元関係者の同意を得て実験実施海域を決定し、引抜試験実施海域で土質調査を実施</li><li>・ 現地引抜実験（静的載荷、繰返載荷）を実施</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 実験の成果をもって係留基礎の設計手法を確立</li></ul>

③ 係留システムの最適化／係留基礎設計の確度向上および調査最適化

設計地盤条件の設定

- TLP係留の低コスト化において、杭基礎の設計・施工最適化が要点だが、地盤条件によって大きく影響を受ける。机上のモデルではなく、実海域の海地盤条件を用いる事で、設計最適化の成果の確度を高める。
- フェーズ2へのスムーズな移行のためにも、実証予定サイトでの地盤調査・設計条件設定を実施し、実証試験および社会実装の早期実現を目指す。

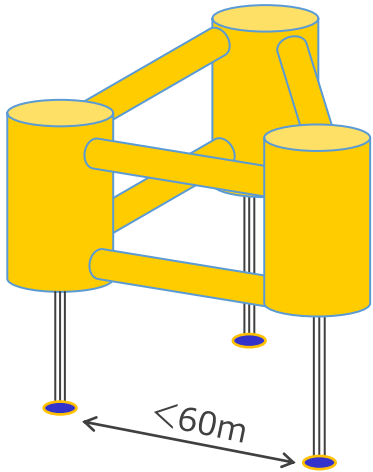


ドリルシップによるCPT調査・サンプリングの様子

杭設計に必要な地盤定数を設定するために、CPT調査および音波探査を実施する。また、JERAが過去に実施した実証予定サイト周辺の地盤調査情報について、本研究開発へ提供する予定である。

地盤調査の最適化検討

- 3カラム浮体のTLP係留に関し、現在のウィンドファーム認証では風車1基に対し3箇所の地盤調査(CPT調査)が必要と見込まれる。これは社会実装時のコスト高、および工程リスクとなるため最適化の検討を実施する。
- 安全性を確保しつつ、音波探査など面的に地盤構造を把握する調査と組み合わせる事で、CPT調査数の低減を図るための技術検討を実施する。



CPT調査必要箇所イメージ

地盤調査の最適化について、安全性を確保しつつ、①風車基数の3倍必要と考えられているCPT調査の最適化、および②CPTのキャリブレーションに必要なSPT調査への要件の最適化について検討する。



③ 係留システムの最適化／係留基礎設計の確度向上および調査最適化

設計地盤条件の設定	
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>• 実証試験の候補海域について、北海道石狩湾の関係漁業者・行政と協議し、基本同意を取得</li><li>• TLP浮体の各カラム直下の地盤について、ドリルシップによるCPT調査・PS検層およびサンプリングを実施</li><li>• CPT・PS検層のデータ解析とサンプリングのコア抜きと室内試験計画をまとめ、JERAが保有する周辺海域の地盤情報を元に地盤条件を設定</li><li>• 音波調査と微動アレイ探査を実施した</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>• 地盤調査の最適化検討に向けた最終報告書をまとめる</li></ul>
地盤調査の最適化検討	
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>• 浮体式風車の導入が有望視される海域について、既往文献から海底地盤の特性について調査</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>• 地盤調査数量の最適化に関する検討に着手</li></ul>



#### ④ 低コスト施工技術の開発／「係留接続作業要領の確立」

- 上部、および下部コネクターを、係留接続部（ポーチ）及び、下部係留杭頂部に、確実に誘導するためのガイド設備の仕様検討及び作業要領を確立
- DNV-GLのTechnical Qualification（TQ）のプロセスを用い、作業要領のTQを取得

#### 課題と見通し

- DNV-GLのTQプロセスに則り、2023年度中にPQを取得する。

④ 低コスト施工技術の開発／「係留接続作業要領の確立」

係留接続作業要領の確立	
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 係留索の着脱要領作成につき国内の業者を選定し完成</li><li>・ 低コスト化に向けた更なる最適化を追求し、着脱要領代替案を作成し実現性の検証</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 本年中に着脱要領の課題の抽出、対策の立案を完了する予定</li><li>・ その後、施工要領の実現性を確認するため、第三者機関による確認のプロセスに入る</li></ul>

## ④ 低コスト施工技術の開発/係留基礎の施工方法の確立

**（1）大深度における測量技術の開発**

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 測量機器を調達し、水槽実験を実施</li><li>・ 実海域にて計測実験を実施</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 実験結果を活用し、フェーズ2や商用化に向けた計測計画を検討</li></ul>

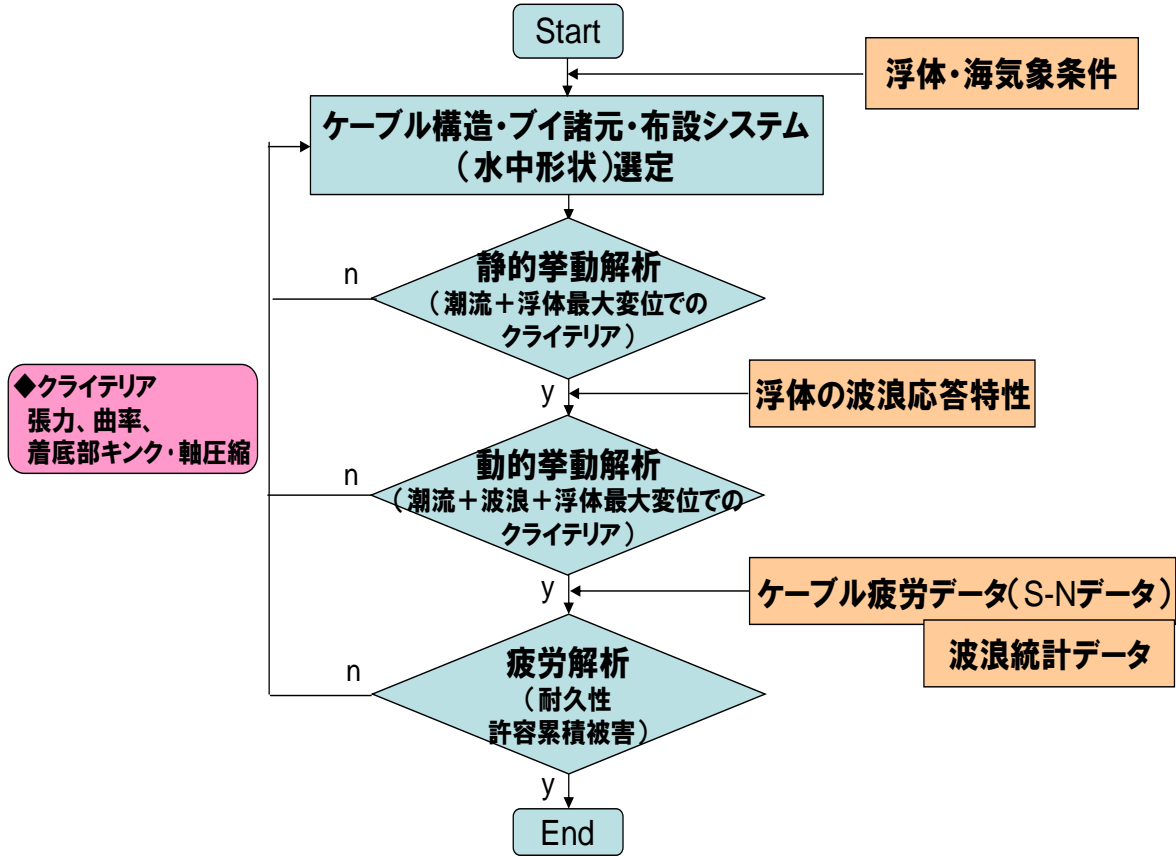
**（2）大深度における係留基礎施工技術の確立**

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 現地CPT調査結果により詳細な実験計画を立案</li><li>・ 海上作業に必要な諸手続きを実施</li><li>・ 大深度実験を実施</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 実験結果を活用し、フェーズ2や商用化に向けた施工計画を検討</li></ul>

④ 低コスト施工技術の開発／ダイナミックケーブルシステムの信頼性と高耐久性の実現

（1）15MW級ダイナミックケーブルシステムの解析と実機検討

- 15MW級風車及びTLP浮体での浮体動揺データと海象条件から最適なダイナミックケーブルシステムの検討を行う。
- TLP浮体で想定される機械力への耐性を確認するため、実機レベルでの評価を行う



## ④ 低コスト施工技術の開発／量産サプライチェーン評価による低コスト化の実現 インターフェイスを確認した実現性の高い施工技術の確立

### （2）ダイナミックケーブルシステムの解析と低コスト化

- ダイナミックケーブル用アクセサリ（バンドスティフナなど）の解析結果から、複数サプライチェーンでの実現性および性能を確認した上で複数購買による安定供給（BCP対策）と低コスト化を図る。

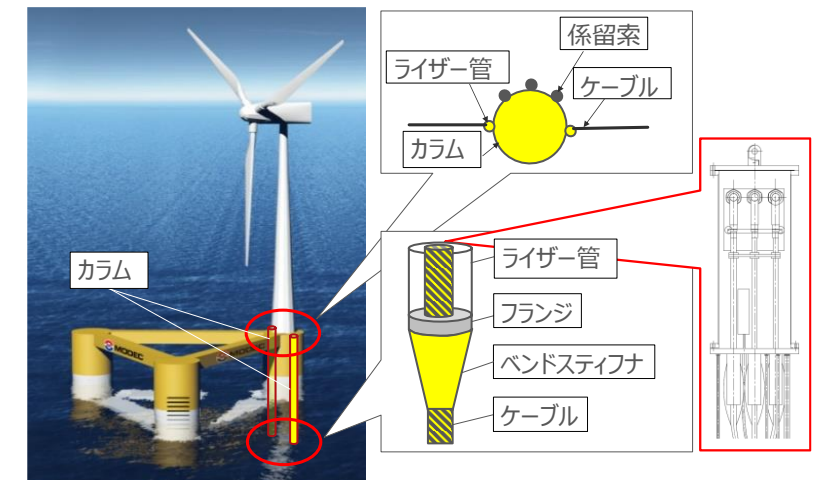
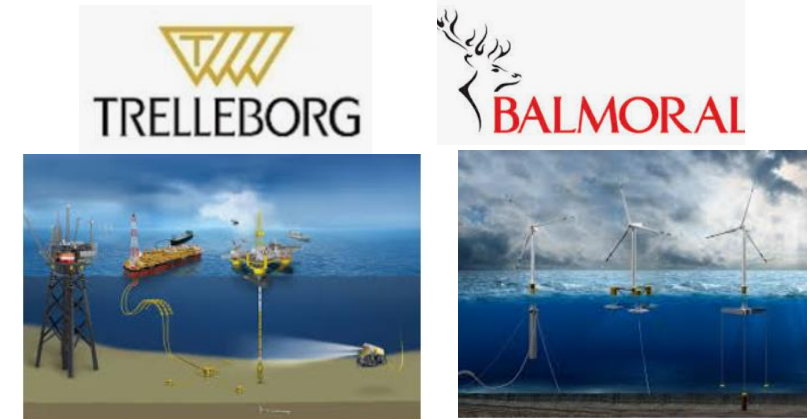
### （3）施工サイクルタイム30%削減（机上検討）

- TLP浮体構造、係留工事との整合性をとった最適な施工技術を検討する

### （4）TLP浮体用ターミネーション評価

- TLP浮体用に最適化したターミネーションを制作し、施工作業のモックアップ評価を行う。
- 現場適用を見据えた作業要領の最適化を行う。

### 評価対象候補社(例)



これまでの取組と今後の見通し

（1）信頼性と高耐久性確保のためのダイナミックケーブル線形設計

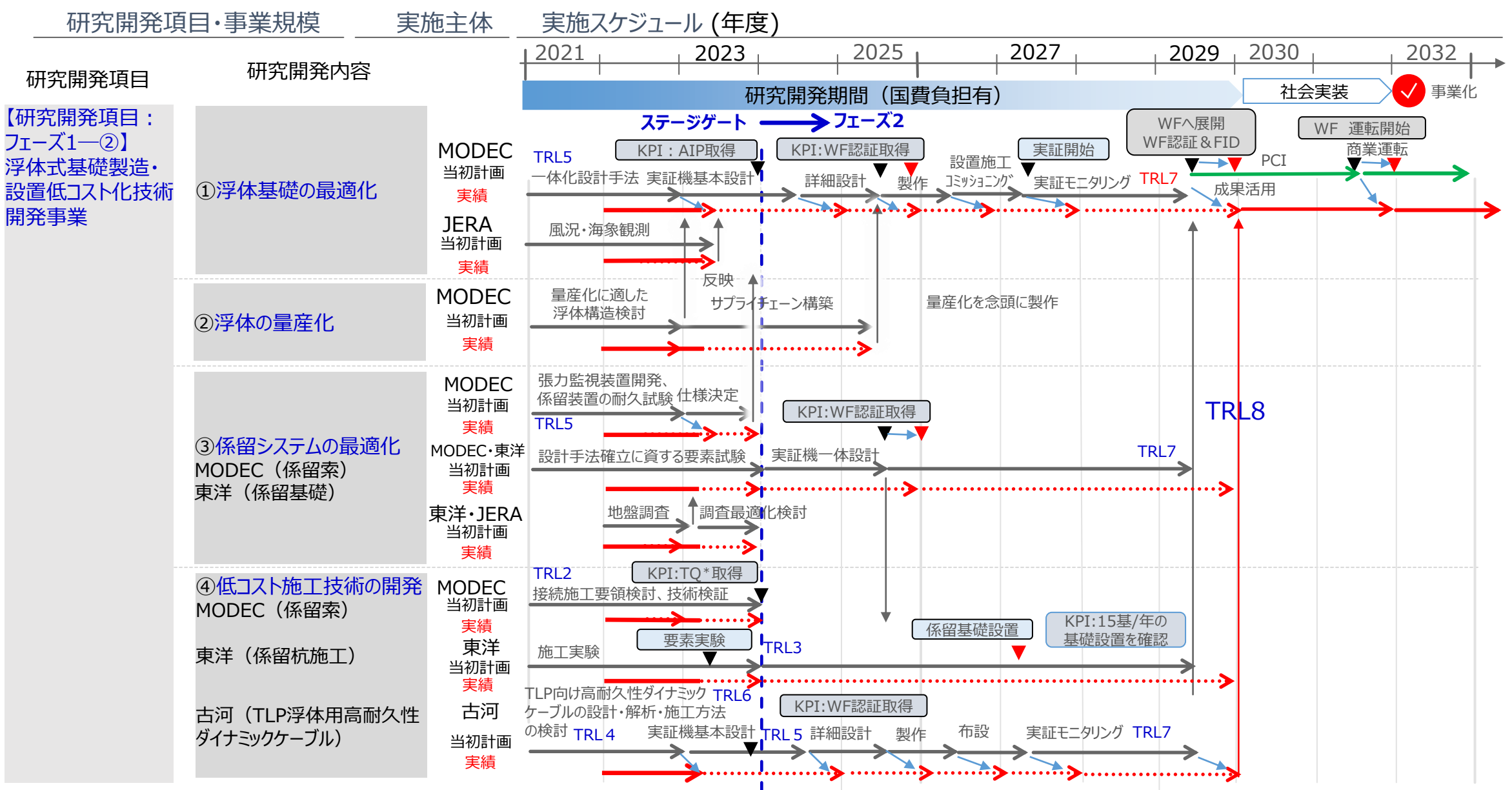
これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>• ULS解析を実施し、TLP浮体に最適化されたケーブル線形が極値海象条件に対して高耐久であることを確認</li><li>• FLS解析を実施し、TLP浮体に最適化されたケーブル線形により、運転年数以上の設計寿命が確保されることを確認</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>• 設計寿命の安全率をさらに向上</li></ul>

（2）ターミネーションの実機試作評価

これまでの取組	<ul style="list-style-type: none"><li>• 浮体仕様を踏まえたターミネーションの実機評価を完了</li></ul>
今後の見通し	<ul style="list-style-type: none"><li>• O&amp;Mにおける実際の施工手順を考慮し、適切なケーブル保護アクセサリを選定</li></ul>

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

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

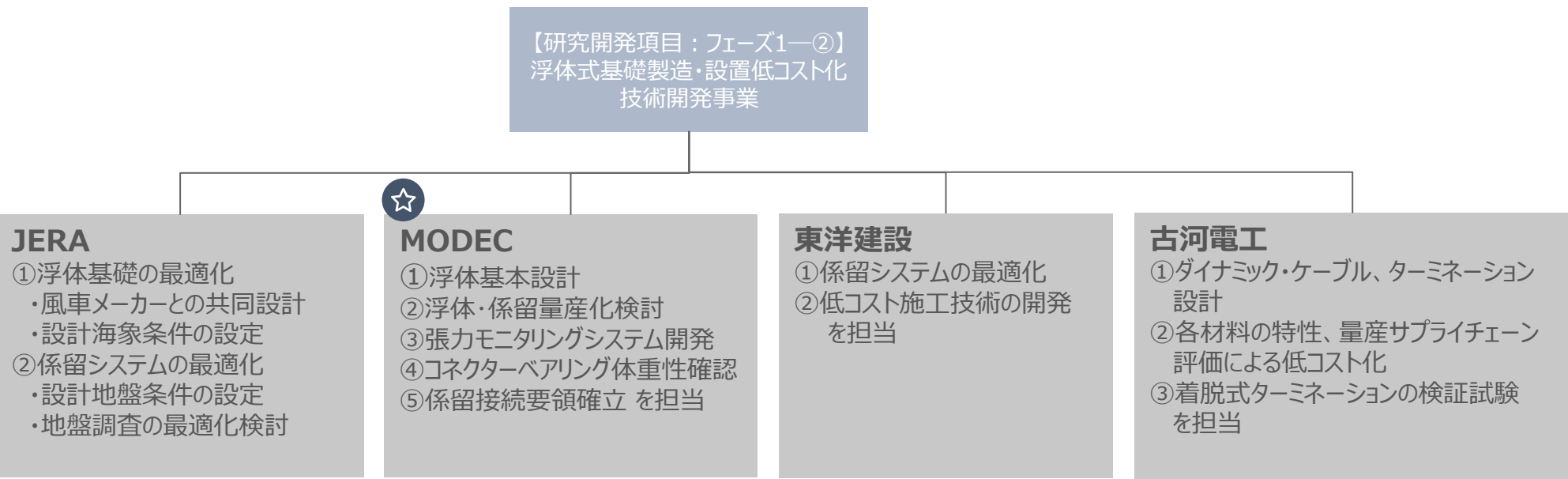




## 2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

### 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 ※金額は、総事業費/国費負担額



#### 各主体の役割と連携方法 ☆ 幹事企業

- 各主体の役割
- ・ 研究開発項目 1 全体の取りまとめは、MODECが行う
  - ・ コンソーシアム各社の役割は上記の通り

- 研究開発における連携方法
- ・ 想定サイトにおける計測データに基づいた設計
  - ・ 風車と浮体の流体・構造連成解析
  - ・ 浮体/係留の連成解析結果に基づく、係留基礎および電力ケーブルの設計

## 2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

### コンソーシアム各社の役割分担と連携の説明

#### 三井海洋開発

- ・高信頼性かつ軽量浮体の検討
- ・一体設計技術の確立  
(境界条件の一部は東洋・JERAが提供)

#### JERA

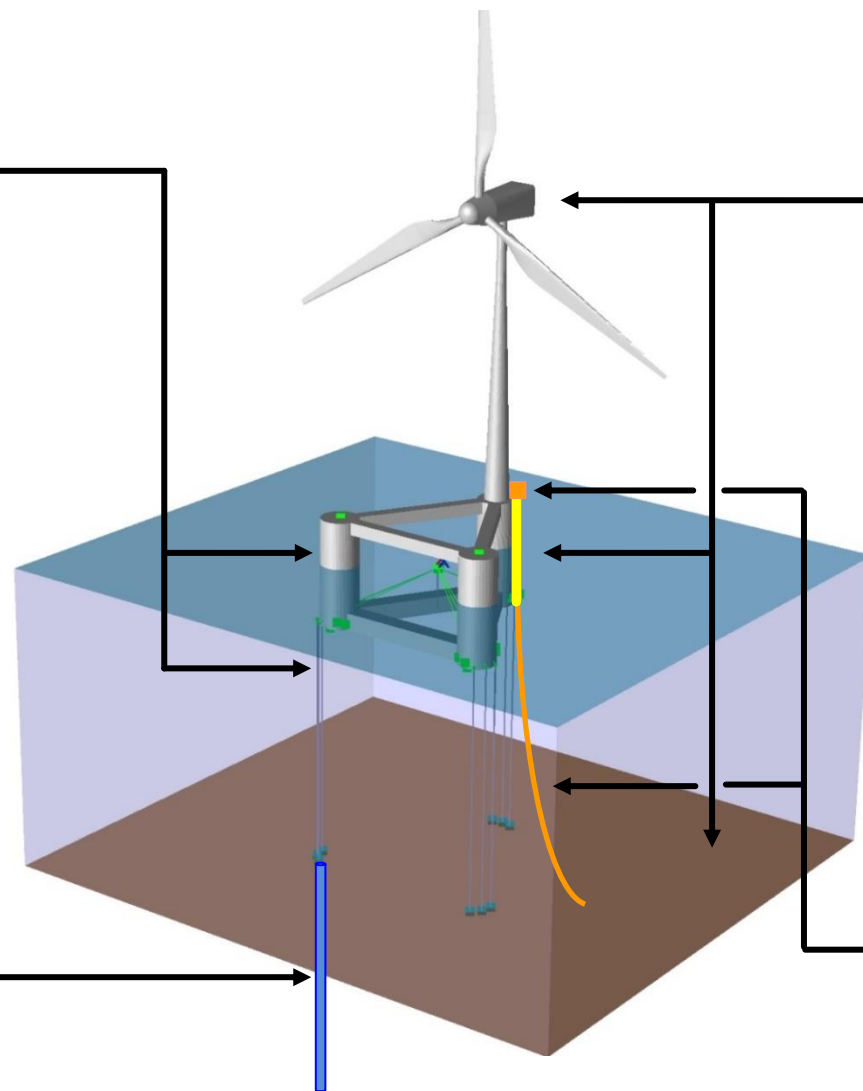
- ・サイト選定/調査データ取得
- ・風車メーカー連携
- ・地盤調査方法の最適化  
(調査に必要な条件は東洋が提供)

#### 東洋建設

- ・係留システムの最適化
- ・低コスト施工技術の開発

#### 古河電工

- ・浮体/ケーブルの一体解析
- ・着脱式ターミネーションの検証
- ・ケーブルの布設要領の確立



## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

### 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
【研究開発項目： フェーズ1ー②】 浮体式基礎製造・ 設置低コスト化技術 開発事業	1 浮体基礎の最適化 ・高信頼性軽量浮体の検討 ・一体設計技術の確立 MODEC JERA	・石油&ガス業界におけるTLPの設計技術 ・既解析プラットフォームの風力設備応用	→ 世界一のTLP設備の設計、運用実績 → バッチ解析システムによる計算負荷低減
	2 浮体の量産化（係留システム含む） MODEC	・石油&ガス業界で培ったEPCI技術 ・高疲労強度を有する鋼製ワイヤ索	→ ファブレス企業ゆえの調達先の柔軟性 → 日本の橋梁業界で独自発展した技術 課題であったワイヤの疲労問題を解決
	3 係留システムの最適化 ・係留基礎の設計 MODEC 東洋 JERA ・係留張力監視システムの開発 MODEC ・係留コネクター内ベアリングの耐久性の確認 MODEC ・係留基礎の地盤調査最適化 東洋 JERA	・自社の研究施設にてインハウスで杭の遠心模型実験を行う ・ひずみゲージ、光ファイバー式センサー技術を応用した新規の張力監視システムの開発 ・既存試験設備を用いた実物大ベアリングでの耐久性確認（要設備改造） ・海岸工学に関する知見・経験と、洋上風力発電のための地盤調査・基礎設計の経験	→ 様々な実験ケースに柔軟に対応でき、スピーディーな設計への反映が可能 → 商品化されている監視システムはないので、開発実現による差別化 → 海水中、実物大で耐久性を事前確認できることによる実現性の向上 → 海底地盤に関する設計・施工経験と、海外洋上ウインドファームの開発経験を保有
	4 低コスト施工技術の開発 ・係留索の着脱要領の実現性確認 MODEC ・大深度での係留基礎施工 東洋	・石油&ガス業界で培った着脱係留索システムを用いた緊張係留方式 ・国内の様々な海域での基礎設置実績	→ 係留施工期間の短縮、ウィンチや専用作業船が不要 → 船舶からの基礎設置は、特殊な仮設備等のノウハウが必要

## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

### 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
【研究開発項目： フェーズ1ー②】 浮体式基礎製造・ 設置低コスト化技術 開発事業	4 低コスト施工技術の開発  ・ダイナミックケーブル遮水材料等の選定・評価（信頼性・高耐久性の実現）  古河電工	<ul style="list-style-type: none"><li>福島復興・浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業における66kVダイナミックケーブルに関する機械特性評価結果などに関する知見（TRL7相当）</li><li>カーボントラストFloating Wind JIPにおける220kVダイナミックケーブル（基本的な構造は福島実証を踏襲）に関する挙動解析結果などに関する知見</li><li>耐疲労特性に優れた遮水構造の特許</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>優位性：福島実証を通して得た実海域適用における課題や、カーボントラストFloating Wind JIPへの参画を通して得た大サイズ化に伴う課題把握など豊富な知見を有している。また、素材メーカーとしての総合力を活かした材料開発・評価が可能である。</li><li>リスク：ケーブル構造を知財で限定される。</li></ul>
	・各材料の特性、量産サプライチェーン評価による低コスト化の実現  古河電工	<ul style="list-style-type: none"><li>当社保有の金属・樹脂加工技術等に関する知見</li><li>福島実証で培った形状解析技術およびその妥当性が実証データから検証できている</li><li>カーボントラストFloating JIPの成果を踏まえた最適遮水層構造に関する知見</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>優位性：ダイナミックケーブルシステム確立のために、単なる電線メーカーを超えた素材メーカーとしての豊富な解決策（金属、樹脂加工技術等）を有している。</li><li>リスク：アクセサリーのサプライチェーンを限定される。</li></ul>
	・インターフェイスを確認した実現性の高い施工技術の確立  古河電工	<ul style="list-style-type: none"><li>福島復興・浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業における66kVダイナミックケーブル延線およびアクセサリーの布設実績（TRL7相当）</li><li>MODEC、東洋建設との綿密なインターフェイス確認</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>優位性：国内の実際の海象条件下で布設延線する実績を多数有する</li><li>リスク：風車の機械強度等のインターフェイス不整合</li></ul>

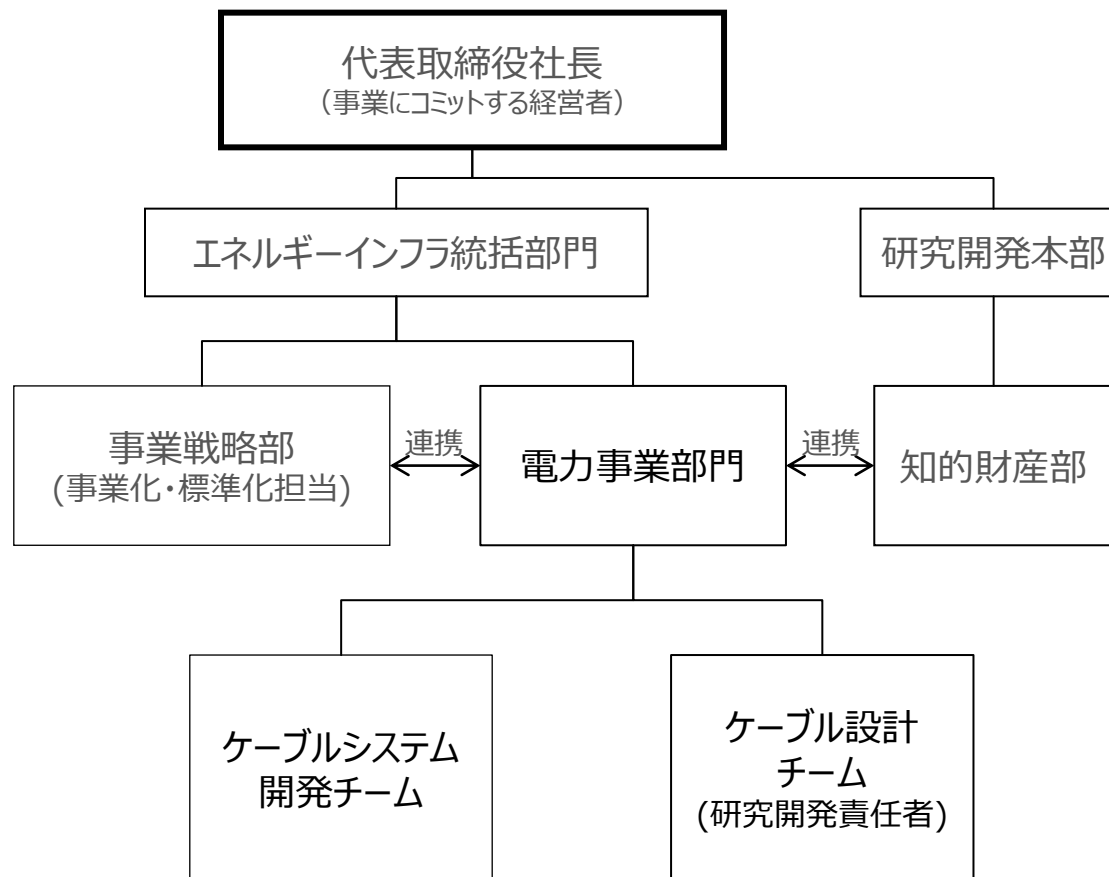
# 3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

## 3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

## 古河電工の組織内体制と役割分担

組織内体制図



## 部門間の連携方法

- 中期計画における各部門の施策・開発計画等を共有しているほか、各部門間で定期的にミーティングを実施し進捗を確認している。

## 3. イノベーション推進体制／（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

## 古河電工グループの経営活動方針とエネルギーインフラ事業方針

## 当社グループの経営活動方針

## [古河電工グループビジョン 2030]

- 当社では、国連で採択された「持続可能な開発目標（SDGs）」を念頭に、「古河電工グループ ビジョン2030」を策定しております。
- 本ビジョンにおいては、「地球環境を守り、安全・安心・快適な生活を実現するため、情報/エネルギー/モビリティが融合した社会基盤を創る」をテーマに、社会課題解決型の事業の創出に取り組んでいます。
- 特に、次世代インフラを支える事業の創出・環境配慮事業の創出を、経営上の活動方針の一つとしております。

## [古河電工グループ環境ビジョン 2050]

- 当社では「古河電工グループ環境ビジョン 2050」を定め、環境に配慮した製品サービスの提供および循環型生産活動を通じ、バリューチェーン全体で持続可能な社会の実現に貢献することを、方針としてしています。
- 本ビジョンにおいては、脱炭素社会への貢献をテーマの一つとして掲げ、バリューチェーン全体で温室効果ガス排出削減を目指してまいります。

## エネルギーインフラ事業方針

- 古河電工グループでは、2025年度までの中期経営計画（以下、「25中計」）において、社会課題解決型事業の強化による成長の実現を掲げ、電力ケーブルシステム関連を含むエネルギーインフラ事業を重点事業として掲げています。
- エネルギーインフラ事業では25中期において以下を事業方針として掲げています。
  - ①安全：2050年カーボンニュートラル  
⇒再生可能エネルギーの導入拡大（洋上風力向け海底線、コト売り）  
⇒大容量長距離送電/広域連系
  - ②安心：防災・減災（災害に強いまちづくり）  
⇒電力基幹網強靱化（超高圧地中線）  
⇒自然災害激甚化対策品（配電部品）
  - ③快適：少子高齢化・次世代インフラの構築  
⇒施工・保守作業の省力化・効率化（地中線工事、らくらくアルミケーブル®）  
⇒住みよいまちづくり/5G社会の実現（データセンタ向け戦略製品、送水管）

1. 30年のありたい姿と25中計の位置づけ  
25中計の位置づけ

FURUKAWA  
ELECTRIC



2022年5月26日  
25中計説明資料より



## 3. イノベーション推進体制／（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

## 古河電工エネルギー・インフラ統括部門の中期経営計画

## 中期経営計画

- 当社では策定した25中計を2022年5月26日に発表しており、以下で閲覧可能です。  
[https://www.furukawa.co.jp/ir/library/mid\\_briefing/pdf/2022/20220526.pdf](https://www.furukawa.co.jp/ir/library/mid_briefing/pdf/2022/20220526.pdf)
- 25中計は、取締役会および経営会議の審議・決議を経て策定しています。
- 25中計の進捗を2023年5月11日に発表しており、以下で閲覧可能です。  
[https://www.furukawa.co.jp/ir/library/finalreport/pdf/2023/20230511\\_pre.pdf](https://www.furukawa.co.jp/ir/library/finalreport/pdf/2023/20230511_pre.pdf)

## [エネルギーインフラ事業]

- 当社のエネルギーインフラ事業は、25中計の重点事業に位置付けられています（前スライド参照）。
- エネルギーインフラ事業では、再エネ（海底線・地中線）を含むターゲット領域での受注と収益確保、ケーブル製造能力の増強、GI基金事業を含む技術開発の推進等を、25中計の施策としています。
- エネルギーインフラ事業の事業戦略を推進するために、2022年5月にエネルギーインフラ統括部門事業戦略部を設置いたしました。

## ステークホルダーに対する公表・説明

## ・ 情報開示の方法

- 当社では、毎年度、中期経営計画の進捗および各年度の経営方針について、投資家向けの説明会を開催しており、説明会の内容は当社ホームページで開示しています。
- 上記に加え、各事業毎の状況を説明する説明会を開催しており、その内容についても当社ホームページで開示しています。
- 当社では、ESG経営について説明する統合報告書を毎年度作成し、当社ホームページで開示しています。

## 2. 社会課題解決型事業の強化・創出

## (1) 25年に向けた資本効率重視による既存事業の収益最大化

エネルギー  
インフラFURUKAWA  
ELECTRIC

## 【電力ケーブルシステム】

## 強みの発揮による収益成長・中長期の事業成長を確保

2022年5月26日  
当社25中計説明資料より

## 3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 古河電工エネルギー・インフラ統括部門の経営資源の投入方針と研究開発体制

## 経営資源の投入方針

- 中期経営計画では、各事業に投入する資源（設備投資、研究開発費、人員など）につき計画を定めています。なお、25中計においては、洋上風力分野の技術開発に注力いたします。
- 当社では、毎年度の予算策定時に、中期経営計画の進捗を確認するとともに、環境変化にあわせ投入資源の変更も含め適宜見直しを行っております。
- 当社では、千葉事業所に電力ケーブルの製造設備や試験設備を有しており、同事業所にて本事業関連の試作・試験を実施します。

## 2. 電力事業

## 2-2. 五大施策④ 技術開発の推進



将来有望な洋上風力および直流分野に注力

次世代の浮体式洋上風力発電向け海底送電システムの開発

NEDO グリーンイノベーション基金(GI基金)の3テーマを実施

- ・洋上風力発電の大型化に対応する高電圧ダイナミックケーブルの開発
- ・TLP※浮体式洋上風力発電向け送電システムの開発
- ※Tension Leg Platform: 緊張係留方式により浮体の高い安定性とコンパクト化を実現
- ・海底ケーブル布設専用船開発プロジェクト

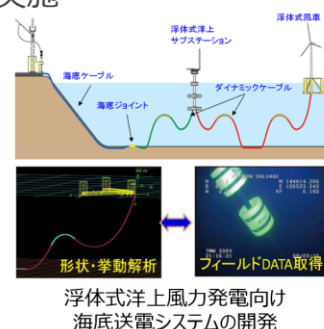
23年度はフェーズ2（浮体式実証）公募申請に向けて準備開始

直流ケーブルの開発

- ・直流525kV級ケーブルシステムの長期課通電試験完了
- ・1500m級までの深海に布設可能な海底ケーブルの開発をNEDOにて実施

認証取得

- ・海外海底線や国内洋上風力向け海底線における国際規格取得



浮体式洋上風力発電向け  
海底送電システムの開発

## 研究開発体制

- ・ 研究開発本部
  - 同本部マテリアル研究所では、エネルギーインフラ事業関連の材料開発を担う部署を設置し、エネルギーインフラ事業関連の基礎技術の研究を行っています。
- ・ 電力事業部門
  - 同部門では、電力ケーブルシステムの開発を担う部署、電力ケーブルの設計を担う部署、製造にかかわる部署、工事を担う部署をそれぞれ設置しております。

本事業においては、開発を担う部署が責任者として、関連各部門相互の連携を図りながら、本事業を推進してまいります。

- ・ 若手人材の育成
  - 研究開発本部および電力事業部門では、毎年一定数を採用し、技術力の維持・向上を図っています。

## 4. その他

## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

## リスクとその対応

## 研究開発（技術）におけるリスクと対応

- **他社特許に抵触**
  - 事前の特許調査を踏まえた開発着手。
  - タイムスタンプによる先使用权確保
- **想定できなかった技術の壁**
  - 社内有識者による不確定要素の事前洗い出しと対処検討。
  - 代替技術についても並行して検討する。
- **開発品に係る材料調達が困難となる場合**
  - 調達しやすさを考慮した材料選択。
  - 材料メーカーとの情報交換を密に行いながら進める。
  - 複数の代替材料も意識し開発進める。

## 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- **海外勢の国内進出**
  - 海外技術ベンチマーク。
  - 開発技術の特許化。
- **ケーブルシステムを原因とする、人的もしくは漁業への被害発生**
  - 周辺システムも含めたHAZID/HAZOP。
  - 認証機関によるシステム認証取得。
  - 安全ガイドライン。
- **保険会社との契約ができない。**
  - 認証機関の認証取得。

## その他（自然災害等）のリスクと対応

- **自然災害に伴う、製造工場の稼働停止。**
  - 工場BCPに基づく耐震化、設備更新の推進
- **自然災害に伴う、材料調達に関する支障。**
  - 複数購買
- **自然災害、テロ行為によりケーブル断線。**
  - 支障箇所への割り入れ技術と必要部材の常備に関する検討。  
※発電事業者様とのご相談



- **事業中止の判断基準：**  
社会・経済環境の変化・自然災害・第三者との関係（第三者知財権の侵害）などにより、本件開発事業が不可能となった場合または開発の有益性が失われる場合（本件開発を利用した将来の事業展開における採算が見込めなくなった場合を含む）