

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プロジェクト
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
15MW級大型風車に対応した低コスト型ハイブリッドスパー浮体量産システムの開発
実施者名：戸田建設株式会社 代表名：代表取締役社長 大谷 清介

目次

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

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

脱炭素等の変化により再生可能エネルギー産業が急拡大すると予想

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)

- 消費の脱炭素化、化石燃料の消費量減少、石油生産の縮小
- 循環型社会への変化（グリーン・クリーン、サステナブル）

(經濟面)

- 資源生産（石油、石炭）が縮小し、循環型経済へ移行
- 電化が促進され消費電力量が増大

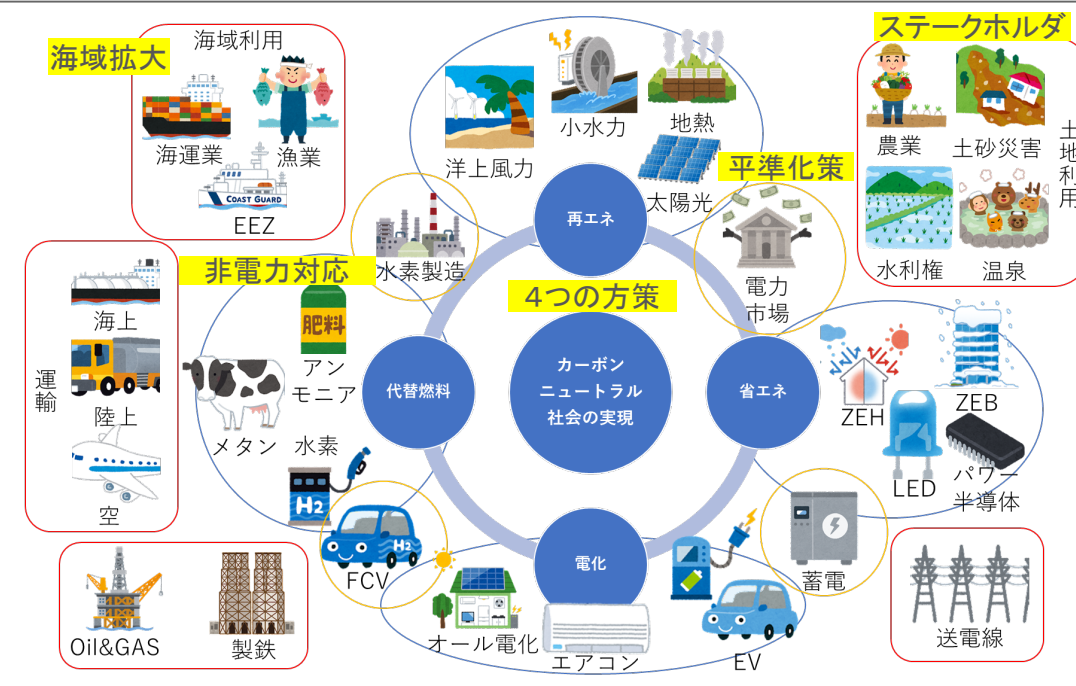
(政策面)

- 電力生産に合わせた消費の調整（電力の市場化）
- 電力中心の政策からエネルギー全体の政策への変化

(技術面)

- 大深度、遠距離など再生可能エネルギー生成輸送技術の向上
- 化石代替燃料生成技術の普及、拡大による低コスト化
- 発電技術の効率化（低風速、低照度における発電量の向上）
- 「燃料から電気」から、「電気から燃料・電気は電気のまま」に

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：
 - ・ 日本は台風、地震、低風速など、環境条件が厳しいため、日本で産業化が可能になると、世界への販売が可能になる
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
 - ・ 化石燃料の輸入が各地での再生エネルギー生産に移行し、工業製品、建設、O&M等の産業に資金が流れ、地域経済が活性化する

- 当該変化に対する経営ビジョン：
 - ・ 戸田建設は 2018 年より社長方針の中で事業活動を通して脱炭素に向けた企業・社会への貢献を行っていくこと、及び ESG 経営の実践について明記。日本の建設業界で初のSBT認定を通して、気候変動対策の中長期的目標を立てて、CO2 排出量の削減に取り組んでおり、パリ協定へのコミットメントを表明、CDPより2020年に気候変動A Listとして評価されるなど、経営ビジョンとして明確に示している。
 - ・ さらに、2007年より、浮体式洋上風力発電の開発を始め、日本初の浮体式を実用化、2021年6月には五島市沖浮体式ウィンドファームの代表企業として認定されるなど、世界的な変化に貢献すべく、積極的な投資を実施している。

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

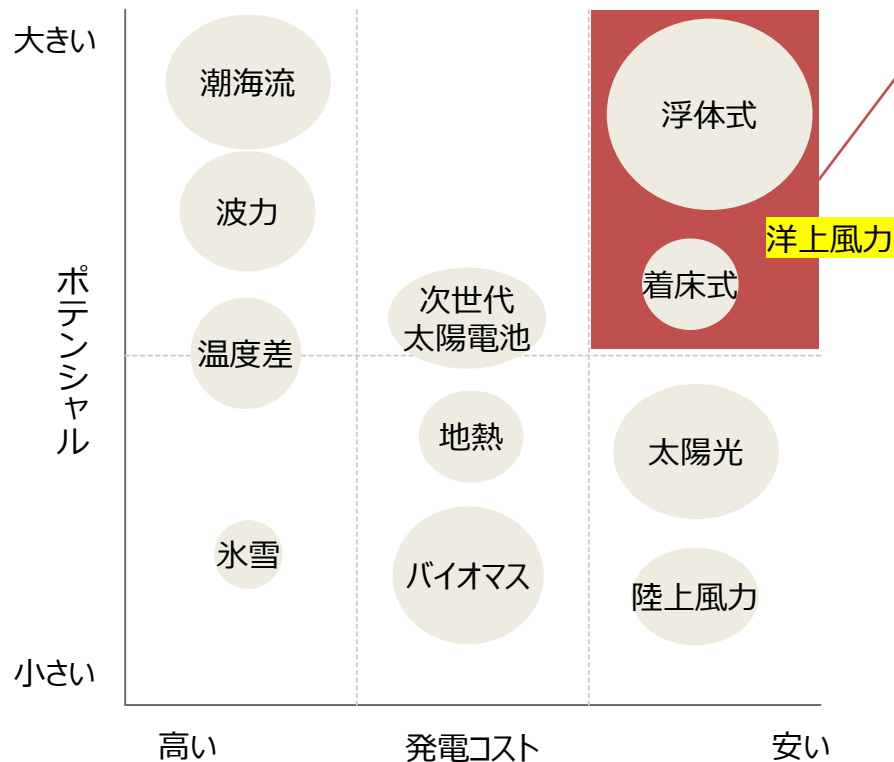
再生可能エネルギー市場のうち洋上風力発電をターゲットとして想定

セグメント分析

注目すべきセグメント（＝ターゲット）

最もポテンシャルが高く安価なため、洋上風力発電に注力

（再生可能エネルギー市場のセグメンテーション）



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 欧州では着床式は大規模ウィンドファームが実用化しているが、浮体式はパイロット事業レベル。日本では港湾において着床式のウィンドファームが着工し、浮体式も小規模ながらパイロット事業が開始。想定市場規模は45GW(2040年まで)、事業化予定時期は着床式が2025年、浮体式が2030年を想定。
- 想定顧客像：風力発電事業者、現Oil&GAS事業者、需要家

需要家	消費量（2019年）	課題	想定ニーズ
発電事業者	1,000億～2,000億kWh	- 海外浮体への投資 - 海外製風車に限定 - 海外事業者と提携	- 大量安定供給 - リスクの低減 - 予防保全技術
Oil&Gas産業	非開示	- 海外浮体への投資 - 海外事業者と提携 - 大規模ファーム指向	- オフグリッド運転 - 大水深対応 - 遠距離沖合設置
大口需要家	～100億kWh等	2030年までの運開 - 自社保有指向 - サプライチェーン対応	- 再エネ早期確保 - 小規模分散 - 自家消費

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

浮体式洋上風力発電技術を用いて低価格な製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

- 発電事業者
 - ①大量安定供給
 - ②リスクの低減
 - ③予防保全技術
- Oil&Gas産業
 - ④オフグリッド運転
 - ⑤大水深対応
 - ⑥遠距離沖合設置
- 大口需要家
 - ⑦再エネ早期確保
 - ⑧小規模分散
 - ⑨地産地消

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

製品：ハイブリッドスパー浮体式洋上風力発電施設

サービス：企画開発、調査・設計、建造、設置、O&M、移設、撤去

価値提供：自社開発技術による顧客ニーズに合わせた浮体式風車提供

収益化：EPCを中心としたライフサイクル全般にわたる売り上げ、個別案件への投資

独自性：鋼・コンクリート製スパー型浮体

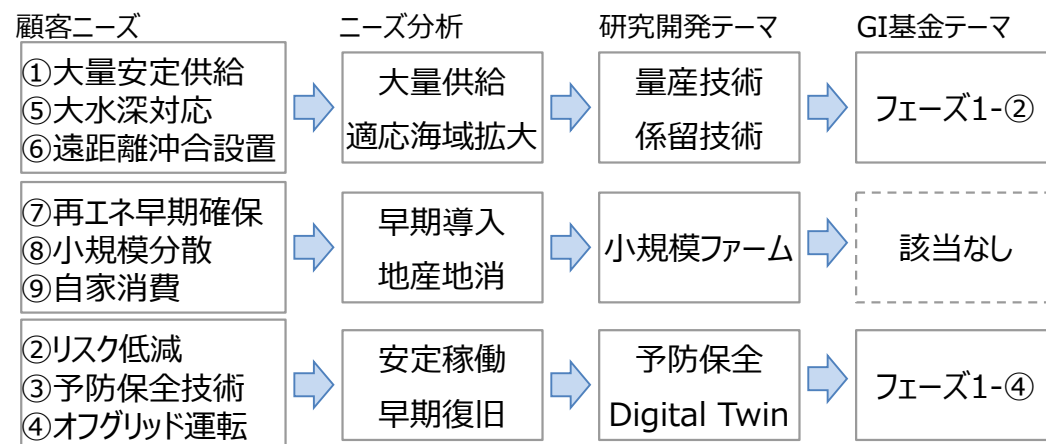
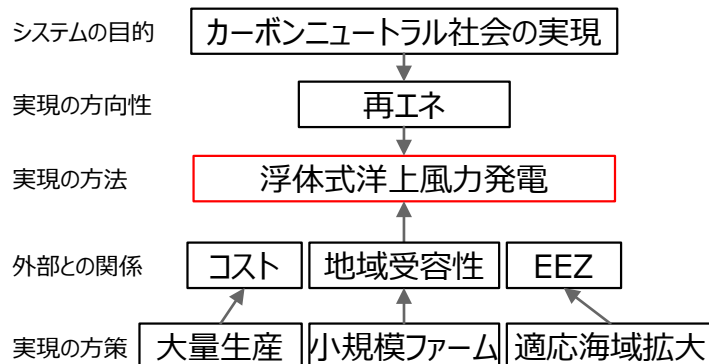
新規性：世界初のコンクリート採用

有効性：2MW風車搭載実証機による8年間の安定稼働実績

実現可能性：大型風車想定モデルによる試設計完了

継続性：2MW風車の移設および、小型浮体による撤去実証を完了

産業アーキテクチャとの関連



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）

標準化を活用し、ハイブリッドスパーの独自構造によるルール形成を推進

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

- ・ 量産化しやすいシンプルな構造を活かし、中小企業の参画を可能とする
- ・ 国内外の市場に、迅速、安定的、経済的な大量供給を可能とする
- ・ 国内外の一般的な港湾ヤードを活用し、経済波及効果及び雇用創出効果による地域受容性を確保する
- ・ 設置可能海域の拡大と好風況海域への立地を可能とし発電量の増加と発電コスト（¥/kWh）の低減に取り組む

国内外の動向・自社の取組状況

- （国内外の標準化や規制の動向）
 - ・ 規格策定に参画
 - ・ 浮体構造の基準作成に参画
- （これまでの自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）
 - ・ スパー型浮体に関する特許取得



本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容（※推進体制については、3.(1)組織内の事業推進体制に記載）

標準化戦略

- ・ 量産化に対応した体制の構築

知財戦略

- ・ 製造方法とプロセス管理手法
- ・ 大水深対応の杭式アンカー打設工法などの施工技術
- ・ 五島パイロットファーム事業から取得したデータの裏付けによる技術確証
（「Digital Twin・AI 技術による生産予防保全技術などの開発」との連携）

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

浮体式洋上風力発電の強みを活かして、社会・顧客に対して再エネという価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 量産化による建造コスト低減と導入期間短縮
- 顧客ニーズや風車機種に合わせた設計対応
- 現地建造による地域経済波及効果及び雇用創出効果
- 世界最長クラスの運転実績によるリスク低減
- 漁業・撤去まで配慮したトータルエンジニアリング



自社の強み

- 2MW実証と8年間の長期商用運転実績
 - 開発、設計、建造、設置、維持管理、撤去までのトータルエンジニアリングの実績
- 量産化が容易で建造しやすいシンプルな構造
 - 立地地域の中小企業による建造

自社の弱み及び対応

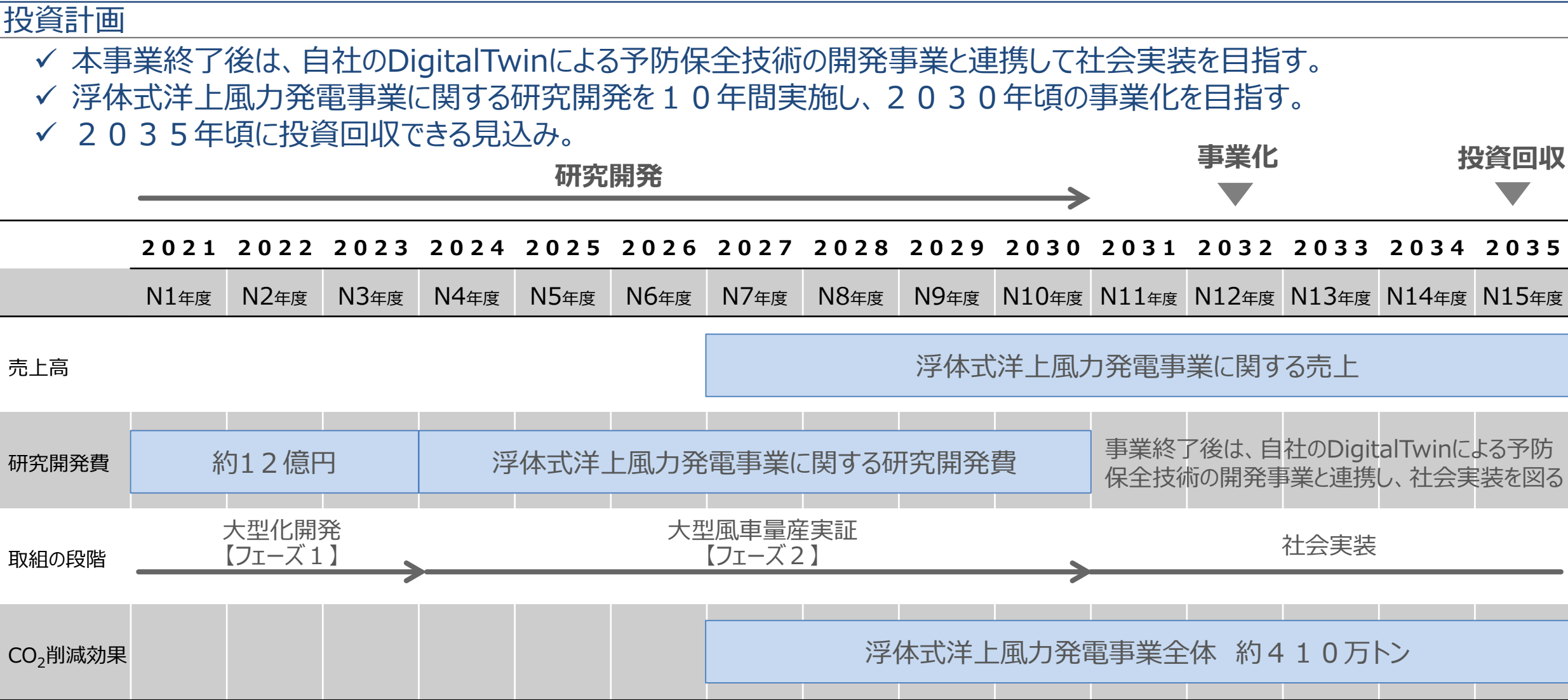
- 弱み：風車の調達力
- 対応：大手エネルギー事業者との連携
五島パイロットファーム事業ではENEOS、INPEX、関西電力、中部電力、大阪ガスとSPCを組成

競合との比較

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	• (現在) 2MWx9基 	• 自社事業に顧客より出資 	• 浮体 鋼製部：長崎県 PC部：五島 • 風車：国内企業 	• 子会社による専用船舶/浮体建造設備の保有 
競合 エクイ ノール	• 8MW x 11基	• 顧客（電力/石油/ガス）事業への製品・サービスの提供	• 浮体 鋼製部：国内 PC部：立地地域 • 風車：海外企業	• 船舶/建造設備維持管理/不動産賃貸業(リース)事業の活用
競合 プリン シプル パワー	• 9.5MWx3基	• 自社事業投資会社	• ノルウェー中心 Oil&GAS関連	• 自社運営ガス田への電力供給
	• 9.5MWx3基	• 風力発電事業者 EDPR, TOTAL, ENGIE, COBRA SimpleBlueEnergy OceanWind etc.	• 欧州各国	• Aker Solutions (洋上施工専門会社との連携)

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

10年間の研究開発の後、2030年頃の事業化、2035年頃の投資回収を想定



※インセンティブは考慮していない

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

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）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	● 知財 鋼・コンクリート合成構造による基本特許取得済、関連特許についても国内国際特許を取得または出願中であり、今後も継続 ● 標準化戦略 日本電機工業会の分科委員に参画 ● オープンイノベーション 世界最大の浮体式企業群 Deep Wind Cluster に参画 ● 顧客ニーズの確認 顧客企業のSPC参画による実績共有とニーズの確認を実施、講演、展示などの要請に積極的に対応、新規顧客ニーズの収集を継続的に実施	● 設備・システム導入 既存2MW用建造施設を拡充し大型浮体用に改修、マザー工場と位置付け、実証、研修を実施 ● 部品調達 国内調達率の向上と材料市況に応じた鋼・コンクリート比率を調整 ● 立地戦略 基本コンセプト AAA（Anyone Anywhere As Required：誰でも造れる、何処でも造れる、どの風車にでも対応できる）の下、立地場所での建造による経済波及効果及び雇用創出効果による地域受容性を向上、立地可能性を向上させるとともに、湧昇流が発生するスパー型特有の高い魚集効果の実績を生かし、漁業者の理解を醸成	● 流通 浮体式は風車と同様に需要を先取りした生産が可能であり、海域決定後の早期設置による、運転期間の拡大による顧客収益を最大化 ● 広告 プロジェクト単価が数千億円規模と対象顧客が限定され広告効果は低い。全体需要拡大のための対象地域拡大を目的とした理解醸成に注力 ● 価格 当面は量産効果で価格が決定、その後は稼働率で差別化、予防保全技術の向上が重要 ● 商品改良等 洋上施工を最小化するための周辺技術の改良が重要
進捗状況	● 特許出願を推進 ● 規格策定に参画 ● イベントにて講演を実施 ● 展示会へ出展など積極的に対応	● 大型浮体用建造施設の課題抽出中 ● 大型風車用浮体の概略設計中 ● 立地場所での浮体建造により、地域受容性を醸成	● 2 MW用建造施設の現地見学による理解醸成に注力 ● 本研究開発により、量産効果を検証中
国際競争上の優位性	● 知財 基本特許は先行するエクイノールと同時期に取得 ● 標準化戦略 コンクリート浮体の技術では基準作成で先行 ● オープンイノベーション 国内海洋産業は未発達だが、製造・品質管理技術が卓越、建造・施工技術の優位性確保可能	● 設備・システム導入 岸壁での建造が可能で、地耐力や特殊な設備が不要 ● 部品調達 計測データやシミュレーション技術、コンクリートの配合などのキーテクノロジーおよび関連資材は国内製造とし、技術の流出を防止、国際競争での優位性を維持	● 流通 低風速かつ台風が襲来する気象条件の中低緯度諸国で優位性が高い ● 広告 アジアでは日本製への信頼が高く、FCVやオール電化など日本の技術とのパッケージ戦略が重要 ● 価格 鋼・コンクリート比率の変更は、鋼の価格変動に強く、他形式に対して優位性が高い

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、自己負担を予定

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	N1年度	N2年度	N3年度	N4年度	N5年度	N6年度	N7年度	N8年度	N9年度	N10年度	N11年度	N12年度	N13年度	N14年度	N15年度
事業全体の 資金需要															
	浮体式洋上浮力発電事業全体の資金需要														
うち研究開発投資															
	約12億円			浮体式洋上風力発電事業に関する研究開発投資費							事業終了後は、自社のDigitalTwinによる 予防保全技術の開発事業と連携し、社会 実装を図る				
国費負担※ （委託又は補助）															
	約8億円			浮体式洋上風力発電事業の研究開発に対する国費負担費											
自己負担															
	約4億円			浮体式洋上風力発電事業の研究開発に対する自己負担費											

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

アウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目		アウトプット目標		
大型風車に対応した低コスト型ハイブリッドスパー浮体量産システムの開発		世界で未だ実現していない、世界最大級となる大型風車に対応した、量産化に対応した低コスト浮体を開発。		
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方	
1	量産化、大型化に対応したPC部の軽量化技術の開発	大型浮体におけるPC部セグメント重量を従来工法より低減	風車の大型化により直径が増大し、従来工法の場合、重量が増加、建造コストが増大する	
2	量産化、大型化対応の鋼製部設計最適化技術の開発	大型浮体において鋼製部建造単価を従来より低減	浮体の大型化により、鋼製部の板厚が増加し、建造単価が従来よりも増加する	
3	係留の開発	係留範囲を従来より低減	大型化、大水深化による係留コストの増加抑制には、係留範囲の削減が必要	
4	礫質土対応杭式アンカー打設工法の開発	礫、貝殻など、サクション方式が困難な日本の地盤に対応した工法を実証	礫、貝殻が多い日本の海底地盤に対応した、杭式アンカーの打設手法が世界に存在しない	

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

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)
1	量産化、大型化に対応したPC部の軽量化技術の開発	大型浮体におけるPC部重量を従来工法より低減	当該材料の効果が予想されている (開始時TRL 3 →現状TRL 3) ↔ 実大規模の実験を実施 (TRL 6)	➤ ・ 高強度コンクリートの採用	80%
2	量産化、大型化対応の鋼製部設計最適化技術の開発	大型浮体において鋼製部建造コストを従来より低減	設計が建造コストを考慮していない (開始時TRL 3 →現状TRL 3) ↔ 量産化設計と実大要素試験を実施 (TRL 6)	➤ ・ 鋼製部設計の最適化	70%
3	係留の開発	係留範囲を従来より低減	静穏海域で要素試験を実施 (開始時TRL5 →現状TRL5) ↔ 実海域での要素試験を実施 (TRL 6)	➤ ・ 緊張係留	80%
4	礫質土対応杭式アンカー打設工法の開発	礫、貝殻など、サクション方式が困難な地盤に対応した手法を開発	適応水深が浅い (開始時TRL 4 →現状TRL 4) ↔ 大水深に対応した工法を実証 (TRL 6)	➤ ・ 陸上・浅海域用杭打ち機の大水深対応	70%

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
1 PC部 軽量化	試験結果を考慮したPC部に対する性能評価を実施	- 大型浮体PC部の概略設計を実施 - 製作、建造上の課題を整理 - 試験を計画中	○（理由）実施スケジュール通りに進捗しているため
2 鋼製部の最適化	最適化検討結果を考慮した鋼製部に対する性能評価を実施	- 適用基準を精査 - 大型浮体鋼製部に対する最適化を机上検討中	○（理由）実施スケジュール通りに進捗しているため
3 係留	大型浮体の係留システムを机上検証	- 試解析を実施 - 連成解析により浮体の動揺特性などを机上検証中	○（理由）実施スケジュール通りに進捗しているため
4 アンカー打設工法	深海仕様の杭打ち機に対する水槽試験（タンクテスト）を実施	- 杭打ち機システムに適用する深海仕様を検討 - 杭打ち機を購入 - 杭打ち機の深海仕様への改造計画を検討中	△（理由）機材の調達遅延のため

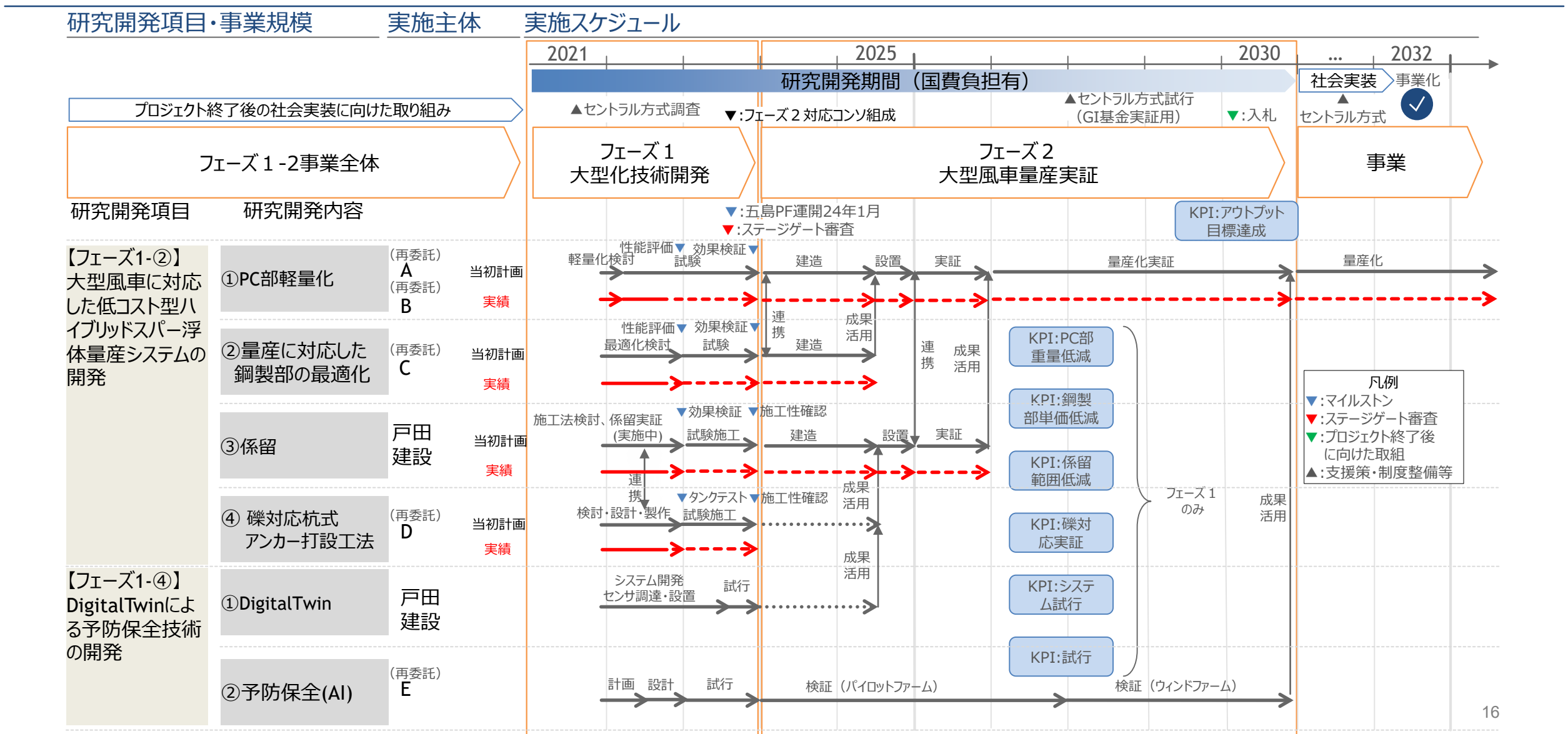
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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
1 PC部 軽量化	試験結果を考慮したPC部に対する性能評価を実施	・ハイブリッドスパー浮体の量産化に対応可能なコンクリートの選定	・大量安定供給可能なコンクリートの検討
2 鋼製部の最適化	最適化検討結果を考慮した鋼製部に対する性能評価を実施	・鋼製部の連結箇所における補剛構造の選定	・荷重伝達および施工性を考慮した補剛構造を検討
3 係留	大型浮体の係留システムを机上検証	・係留ラインに対する施工手順の確立	・安全性を考慮した施工手順の検討
4 アンカー打設工法	深海仕様の杭打ち機に対する水槽試験（タンクテスト）を実施	・耐水耐圧構造の成立	・想定した耐水耐圧構造を水槽試験により検証

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

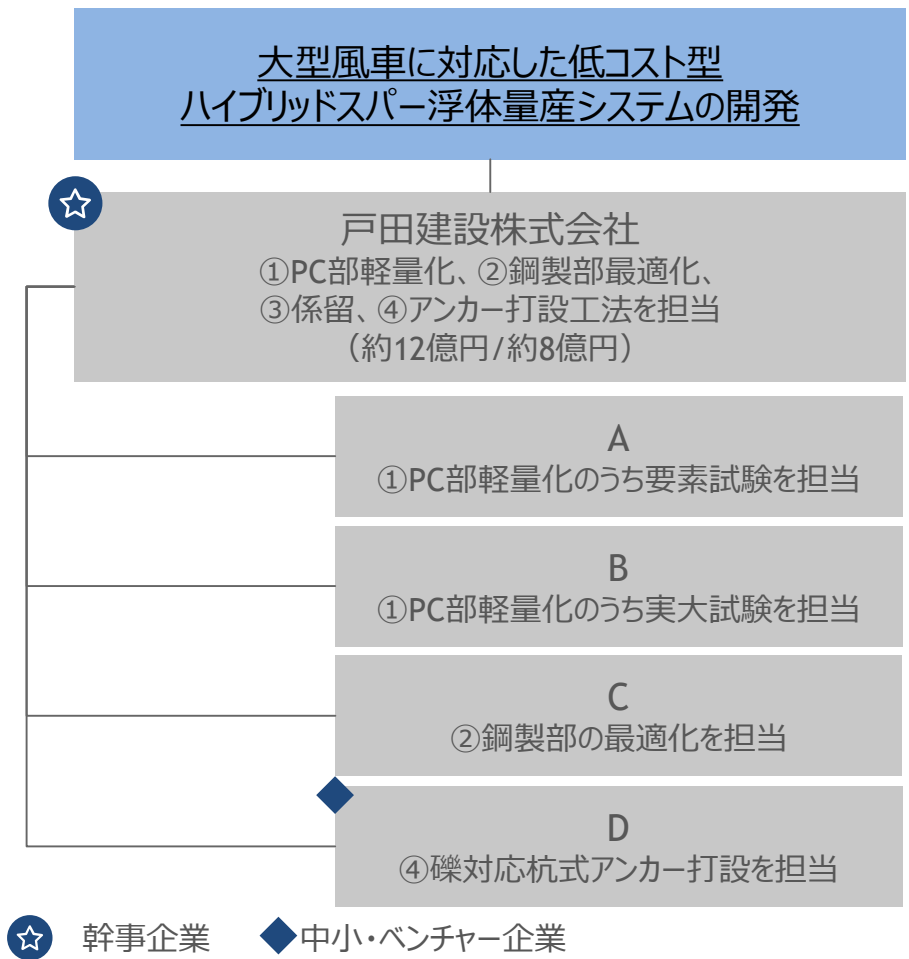


2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

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

各主体の役割

- 全体の取りまとめを戸田建設が担当
- Aは、PC部軽量化のうち要素試験を担当
- Bは、PC部軽量化のうち実大試験を担当
- Cは、鋼製部の最適化を担当
- 戸田建設は、係留の設計・開発と杭式アンカーの設計を担当
- D（中小企業）は、礫質土対応杭式アンカー打設工法の開発を担当

研究開発における連携方法（本ビジョンに関連する提案者間の連携）

- 提案企業 5 社による連絡会議を実施し、相互に連携
- 各テーマにおいて、代表企業と担当企業、実証においては協力企業を交えたWGを組織し連携

中小・ベンチャー企業の参画

- D
【役割】杭式アンカー打設装置の深海対応化および実証施工
【意義】本企業は水深飽和潜水、水中機械化施工などの実績を保有する。日本の海底資源開発を支えてきた企業であり、浮体式洋上風力発電における大水深域への拡大に欠かせない企業である。

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
大型風車に対応した低コスト型ハイブリッドスパークリート浮体量産システムの開発	1 量産化、大型化に対応したPC部の軽量化	• スパークリート浮体基本特許	→ 【優位性】洋上コンクリート打設よりも海象に影響されず、海洋汚染の危険が少ない。セミサブ型コンクリート浮体よりも形状が簡単で量産に適している 【リスク】材料の一部が輸入品である場合、国際調達リスクがある
	2 量産化、大型化対応の鋼製部設計最適化	• 自動溶接技術 • 円筒ブロック建造技術（実施中）	→ 【優位性】セミサブ型浮体は円筒を利用しない形状を採用する方向にあるが、隅角部の疲労に対する補強が必要であり建造コストが増加する 【リスク】鉄の調達コストが上昇するリスクがある
	3 係留の開発	• 実海域試験	→ 【優位性】トート係留、TLP係留の方が係留範囲が狭くなるが、施工難易度が高く、長期供用へのリスクがあり、メンテナンスが必要 【リスク】石油製品の価格が上昇するリスクがある
	4 礫質土対応杭式アンカー打設工法の開発	• サクションアンカー貫入施工試験	→ 【優位性】サクションアンカー、ドラッグアンカーが競合になるが、海底地盤の種類によって、最も安価な手法を選定する 【リスク】油圧機器から油が漏洩するリスクがある

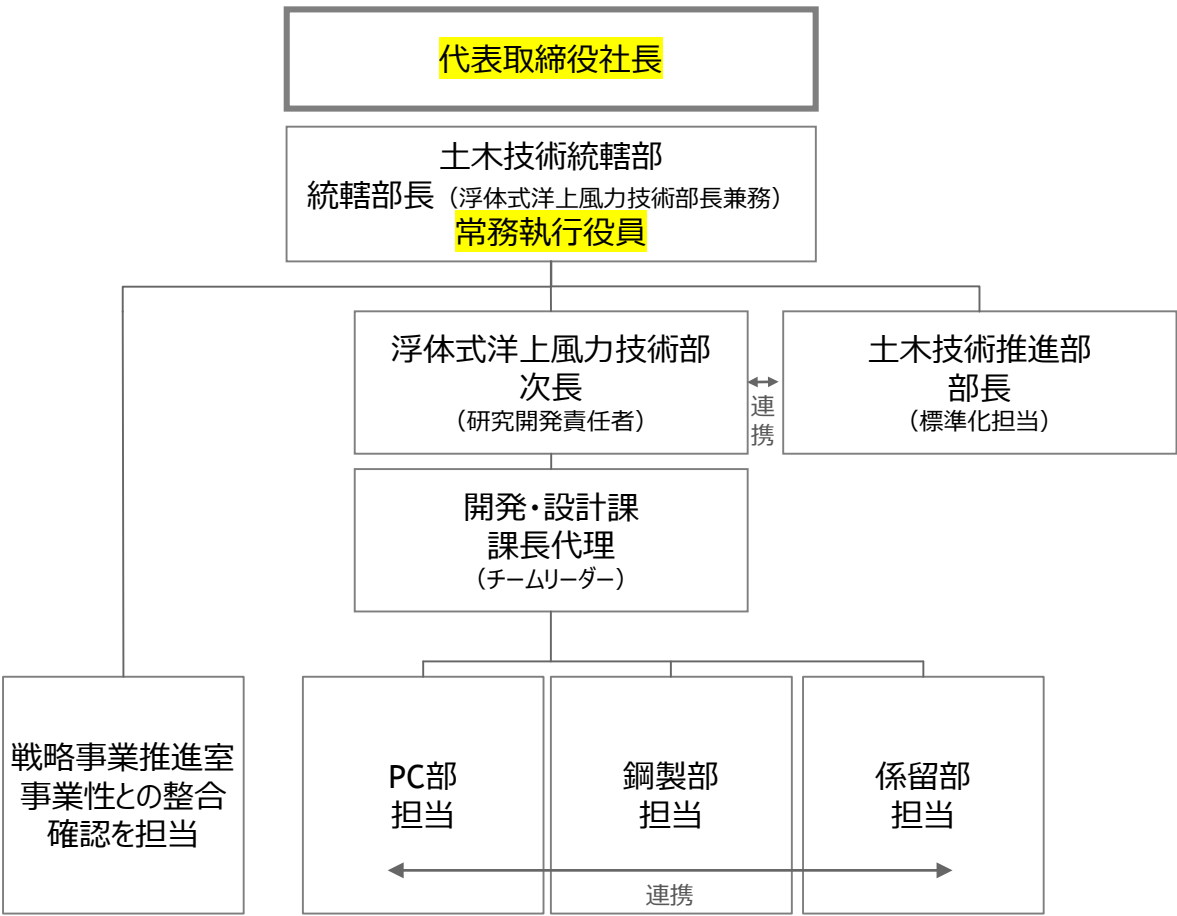
3. イノベーション推進体制

(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

経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

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
 - 研究開発全体の統括を担当
- チームリーダー
 - 支持構造物に関する技術開発の取り纏めを担当
- 担当チーム
 - PC部担当：①PC部軽量化技術の開発を担当
 - 鋼製部担当：②鋼製部最適設計の開発を担当
 - 係留部：③係留の開発④アンカー工法の開発を担当
 - 戦略事業推進室：五島パイロットファーム事業の実績を活かし事業性との整合を担当
- 標準化担当
 - 保有技術の活用推進、社外へのPRを担当

部門間の連携方法

- 定期的に部、次長レベルで研究開発、標準化等に関する進捗報告を行う。
- ハイブリッドスパー浮体の技術開発を担当する開発・設計課は、浮体式洋上風力技術部に属しており、部内の打ち合わせにより、進捗、問題点等の報告を行い、研究開発責任者とチームリーダーの連携を図る。
- 各担当者とチームリーダーは同一の課に所属しており、課内の打合せにより連携を図る。
- 経営と部門との連携については、会長、社長および取締役に対し、「事業報告会」において定期的な報告により実施する。

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

経営者等による浮体式洋上風力発電事業への関与の方針

経営者等による推進体制

- 経営者のリーダーシップ
 - 当社は、TCFDに則り、カーボンニュートラルに関わる産業構造変革の仮説を考慮し、気候変動に関連するリスクと機会の分析を行っている。そして、洋上風力発電を含む再エネの普及は、当社の重要な事業機会として特定している（図1）。当社サステナビリティ推進体制のもと、当事業の推進を図っている（図2）。
 - （TCFDに則ったリスクと機会の分析は、当社コーポレートレポート2021 P.56-58参照）
- 当社代表取締役会長は、エコ・ファースト推進協議会議長、JCLP（日本気候リーダーズ・パートナーシップ）共同代表等、環境関連イニシアチブの要職を担っており、当事業の重要性に関しても、継続した情報発信に努めている。
- サステナビリティ推進体制による事業のモニタリング・管理
 - サステナビリティ戦略委員会及び1回/月の事業報告会議にて、定期的な当事業のモニタリングを実施すると共に、都度、当事業の進め方等に対する指示を行っている。
 - サステナビリティ戦略委員会では、様々な部門の活動を横断的に推進している他、サステナビリティ委員会では、豊富で多様な知識、経験を有する社外取締役からの指導を行っている（図2）。

シナリオ分析結果

想定した将来社会像の概略

2℃未満シナリオ（SDSシナリオ等）	4℃シナリオ（公表政策シナリオ等）
● 再エネ電力のニーズが高まり、再エネ発電所建設工事の発注が増加 ● ZEB建築が普及し、売上高の増加が見込まれる一方、ZEB技術力、設計・施工実績による受注競争が激化 ● 炭素税の増税により資材・燃料調達費が増加	● 建設事業において、夏季の工事効率低下により工期が長期化し利益率が低下、また作業員の健康リスクが増加 ● 異常気象の激甚化が進行することで不動産事業において物理的リスクが増加 ● 物理的リスクの顕在化や対策への機運の高まりにより防災・減災工事の発注が増加

図1. TCFDに基づくシナリオ分析結果
（当社コーポレートレポート2021 P.57参照）

非財務連動係数の業績連動型株式報酬への反映

- CO2排出量の増減率の報酬への反映
 - 当社では取締役、執行役員を対象に業績連動型株式報酬制度を導入している。非財務連動係数として、事業活動におけるCO2排出量の増減率を採用しており、経営層へのカーボンニュートラルの実現に対する意識向上を図っている（図3）。

事業の継続性確保の取組

- サステナビリティ推進による事業の継続
 - 当社にとって、気候変動課題解決に寄与する事業は、持続的成長のための重要な機会である。我が国のカーボンニュートラルの実現、再エネの主力電源化には、当事業は必須の要素であり、サステナビリティ推進体制による運営のもと、事業の継続を図っている。

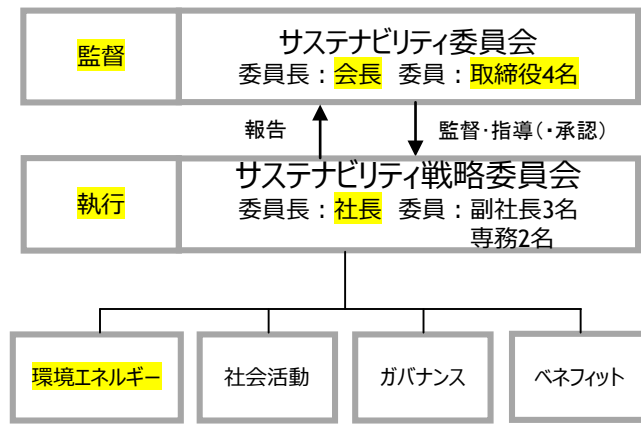


図2. 当社サステナビリティ推進体制

前年度増減率※5	非財務連動係数
▲2%以下	1.05
▲2%超 0%以下	1.00
0%超 2%以下	0.95
2%超	0.90

※4 CO2排出量はSCOPE1とSCOPE2の合計とする。
※5 前年度増減率(%) = (対象事業年度のCO2排出量 ÷ 対象事業年度の前事業年度のCO2排出量 - 1) × 100

図3. 非財務連動係数
（当社コーポレートレポート2021 P.54参照）

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

経営戦略の中核において浮体式洋上風力発電事業を位置づけ、広く情報発信

取締役会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 当社は、2021年12月に当社の事業及びステークホルダーの観点から、サステナビリティの推進に向けたマテリアリティ（重要課題）を特定した。特定した6つの重要課題の1つが「脱炭素社会の実現」であり、それに伴い、下記①～⑤に対して全社を挙げた取り組みを推進している。なお、重要課題に対する戦略策定、モニタリング等は当社サステナビリティ推進体制※のもと実施している。

マテリアリティ（重要課題）：脱炭素社会の実現

- ① サプライチェーンを含む温室効果ガスの削減
- ② ZEB・省エネ建物の提供
- ③ 高度なエネルギーマネジメントの提供
- ④ 再エネ電源拡大への貢献
- ⑤ 資源の有効活用と廃棄物削減・リサイクル推進

事業戦略・事業計画の決議・変更

- カーボンニュートラルの実現に向けた、当社の研究開発計画を含む関連重要事項の意思決定は取締役会が行う。
- 当社の重要課題に関する全社横断的な活動は、当社サステナビリティ推進体制※のもとで推進実施しており、研究開発計画も不可欠な要素としている。当事業の進捗状況は、取締役で構成されるサステナビリティ委員会定期的にフォローし、事業環境の変化に応じた見直し等の指導を実施する。

※：当資料3. イノベーション推進体制/(2)①中の図2参照

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 当事業の事業戦略、事業計画等は、TCFDに則り、コーポレートレポート、ホームページ、CDP、各IR資料等において適切な情報開示に取り組んでいる（図1）。

気候関連のマテリアリティリスクと対応策

当社は特定したマテリアリティリスクについて、対応策を検討し取り組んでいます。

リスクと機会の分類			重要項目	リスク・機会の考察	リスク・機会に対する対応策	影響を受けた事業・戦略・財務計画等
リスク	物理	慢性	気温上昇	● 気温上昇による作業効率低下および対策費用の増加 ● 労働法制の変化	● 施工の省力化・無人化の推進	P.7参照 (特集2 ICT技術を活用した次世代施工に挑戦)
		急性	異常気象の激化	● サプライチェーンの分断 ● 保有不動産のハザードリスク評価	● 気象情報のピンポイント情報の入手 ● 保険/保有不動産のハザードリスク評価	P.39参照 (戦略事業 現状認識におけるリスク)
	移行	新たな規制	炭素価格	● 炭素価格増による資材・燃料調達費の増加	● 低炭素製品の調達推進 ● TO-MINICALによる低炭素施工の推進	P.49参照 (重点活動項目より「グリーン調達の推進」)
機会	市場		再エネ発電所建設	● 洋上風力発電所建設の需要増加 ● 再エネ発電所建設の需要増加	● 洋上風力発電の施工技術開発 ● 再エネ発電所建設への資源集中	P.13参照 (特集5 カーボンニュートラルの実現に向けて)
	製品/サービス		再エネ事業	● 売電等の事業機会の増加	● 再エネ事業への積極的な参画	P.40参照 (戦略事業 ブラジルで陸上風力発電事業を開始)
	製品/サービス		省エネ建築	● ZEB建築の普及による売上の増加	● ZEB技術開発の推進と施工実績の蓄積	2020年度ZEB竣工物件：2件 ZEB：昭和電業本社ビル計画、ZEB Ready：文教大学あだちキャンパス
	市場		災害対策工事	● 気候変動の激化による防災・減災工事の需要増加	● 防災・減災工事への資源集中	P.9参照 (特集3 高度な技術で震災復興を推進)
	市場		リニューアル工事	● リニューアル工事の増加	● リニューアル工事への資源集中の検討	—

図1. 気候変動に関連したリスクと機会の説明例
(当社コーポレートレポート2021 P.58参照)

ステークホルダーへの説明

- 当社の重要課題における取り組みテーマの1つが「ステークホルダーへの情報発信と対話の推進」である。当事業の見通し・リスクに関しても、金融機関や様々なステークホルダーにコーポレートレポートやホームページ等による情報発信や対話・説明に取り組んでいる。
- 情報発信の際には、事業の効果がもたらす国民生活へのメリットを丁寧に伝えられるよう取り組む。特に当事業は、地域の産業育成に大きく寄与するものであり、地域社会、地域産業にもたらすメリットの大きさにも重点を置いた情報発信に努める。

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

機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 当社は、2022年9月に、当事業の推進体制の再編成を行った。これは、浮体式洋上浮力発電事業部が実施してきた事業管理および設計、技術開発を、新規事業の推進を手掛ける戦略事業推進室と技術開発、設計、施工に関する部門を統轄する土木事業本部に拡張移管したものである。これにより、当事業への自社総力の結集が容易となり、柔軟な実施体制を強化した。
 - 潜在顧客であるエネルギー大手企業に五島パイロットファーム事業に参画いただいており、大規模開発を想定した、研究開発の方向性についてアドバイスをもらえる環境を整備している。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 【人材】
2022年9月の推進体制の再編成により、自社総力体制を確立した。
 - 【設備】
浮体建造施設（フローティングwindハブ五島）、新造船（フロートレーザー）など自社保有施設の活用を前提としている。
 - 【資金】
グリーンボンドなどにより、浮体式事業に150億円を調達済みで、フェーズ1に必要な資金を自社で調達する。
フェーズ1の資金拠出については、戦略会議により意志決定済みであり、短期的な経営指標に左右されることなく、資源投入を継続する。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 2022年9月に、浮体式洋上風力発電に関する事業を推進する専門部門として、戦略事業推進室に浮体式洋上風力企画開発部を、浮体式風力発電に関する設計、技術開発を行う専門部門として、土木技術統轄部に浮体式洋上風力技術部をそれぞれ設置した。それぞれの部門長は、取締役の代わりに会社の業務を執行する専務執行役員および常務執行役員であり、機動的な意志決定が可能な組織構造・権限設定となっている。
- 若手人材の育成
 - 浮体式洋上風力発電事業は、「電気工学」「機械工学」「構造工学」「地盤工学」「海洋工学」の他、電力事業、環境アセス、水産業、サプライチェーンなど専門分野が多岐にわたるため、人材育成が特に重要な分野である。
 - 風力発電事業は着工から撤去まで30年に及ぶ息の長い事業であるため、設置時点で若手でも、撤去時はリタイア間近であり、継続的な技術の継承が重要である。
 - 浮体式洋上風力発電の技術開発は2007年の基礎研究開始から15年、2016年の実用化からまだ6年目であり、撤去までを担う若手技術者の育成が急務となっている。
 - そこで、当社では、日本財団が主催する、オーシャンイノベーションコンソーシアムに参画し、リカレントセミナー等を活用して若手人材の育成を図るだけでなく、海洋開発を志す学生に対して、海洋開発オリエンテーションセミナーや海洋開発海外派遣事業等に積極的に協力し、育成機会を提供している。

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、**機会消滅**等の事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 資機材の**高騰**、**納入遅延**など調達によるリスク
→ **早期発注**による機材確保を実施することで、リスクを低減する。
- 試験機器の**故障・破損**による遅延リスク
→ 一般的で**調達容易な機材を選定**することで、リスクを低減する。
- 浮体が**沈没**するリスク
→ 喫水のリモート監視と**サルベージに配慮**した構造とし、沈没時の対応を事前に策定する。
- 浮体が**漂流**するリスク
→ 浮体位置の**リモート監視**を実施するとともに、漂流時の対応を事前に策定する。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 風力発電を代替するテクノロジーの出現により、**事業機会が消滅**するリスク
→ グローバル社会や技術動向に注意する。
- 日本近海の**海域利用が著しく制限**されるリスク
→ グローバル市場を考慮した技術開発で対応する。
- 実証のための**大型風車の調達**ができないリスク
→ 大型風車対応の浮体を建造し、調達可能な規模の風車を搭載する等の方法で対応する。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 実施気候変動の拡大により、日本近海の**風速の低下**が著しく、事業性が著しく悪化するリスク
→ 極地周辺など遠海利用についても考慮する。
- 地震、高潮、豪雨災害、地震津波、火山噴火等の**自然災害**により、施設や製品に損害が発生するリスク
→ 洪水や土砂災害等の発生可能性が高い場所への立地を避けるとともに、機能の分散化をはかる。
- 船舶や漂流物などの衝突や**海難事故**により、機材が損傷したり、事業が遅延するリスク
→ 海上保安庁等の助言、指導を遵守するとともに、海上保険等によりリスクを担保する。

● 事業中止の判断基準：

- 巨額損失や企業買収、社会情勢の著しい変化など、経営環境の著しい変化によって、研究開発投資が困難となった場合
- 他テクノロジーの出現や海域利用の制限など外的要因により、浮体式洋上風力発電市場が消滅した場合
- 量産化実証の段階において、風車の調達、海域、系統の確保などの条件により、量産化実証として十分な規模の実証が困難となった場合
- グリーンイノベーション基金事業が中止となり、補助金が打ち切られることで、追加資金の調達や投資金額増大による投資回収が困難と判断された場合