

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
セミサブ型ハイブリッド浮体の量産化・低コスト化

実施者名：日立造船株式会社（幹事会社） 代表名：代表取締役社長 三野禎男

共同実施者：鹿島建設株式会社

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

役割分担表

太字：主担当

日立造船（幹事会社）

鹿島建設

1 浮体基礎の最適化
鋼・コンクリートハイブリッド浮体化
による低コスト化

- 鋼・コンクリートハイブリッド浮体の基本設計
- 二次部材の計画・設計

- 鋼・コンクリート複合構造部材の構造性能確認
- 鋼・コンクリート複合構造部材の設計法の確立
- 二次部材の計画・設計

2 浮体の量産化
ハイブリッド浮体の量産化

- 量産方法に関する検討
- 量産設備に関する検討
- 部材（ブロック）の製作、調達に関する検討

- 量産方法に関する検討
- 量産設備に関する検討
- 部材（ブロック）の製作、調達に関する検討

4 ハイブリッド係留システム
繊維ロープ・チェーン複合係留
システムによる低コスト化

- 最適係留システムの検討
- 係留システムの設計法の確立

社会実装に向けた取組内容
(Phase1,2,商用段階まで
見据えるもの)

- ◆ 双方の技術を融合した実証試験の実施
- ◆ 開発成果の確実性を担保するための認証取得
- ◆ 既存設備（ドック等）の活用および浮体製造工場の新規建設
- ◆ 浮体式洋上風力実証実績に基づく幅広い顧客基盤への技術PR

- ◆ 双方の技術を融合した実証試験の実施
- ◆ 開発成果の確実性を担保するための認証取得
- ◆ 浮体製造工場の新規建設
- ◆ 洋上/陸上風力、国内建設工事実績に基づく幅広い顧客基盤への技術PR

1. 事業戦略・事業計画

日立造船

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

再生可能エネルギーの主力電源化に向けた切り札として期待される洋上風力発電産業の急拡大

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）

- 2050年のCN達成目標を120か国以上が掲げ、企業・産業界・国家、それぞれのレベルで脱炭素社会に向けた大競争時代に突入。CNの一翼である再生可能エネルギーの主力電源の切り札として洋上風力産業に高い期待。

（経済面）

- 温暖化への対応を「成長の機会」と捉えた「ESG投資」の拡大やTCFD提言の対応など、気候変動対策と統合的な製品、事業戦略が国際競争力の前提条件。

（政策面）

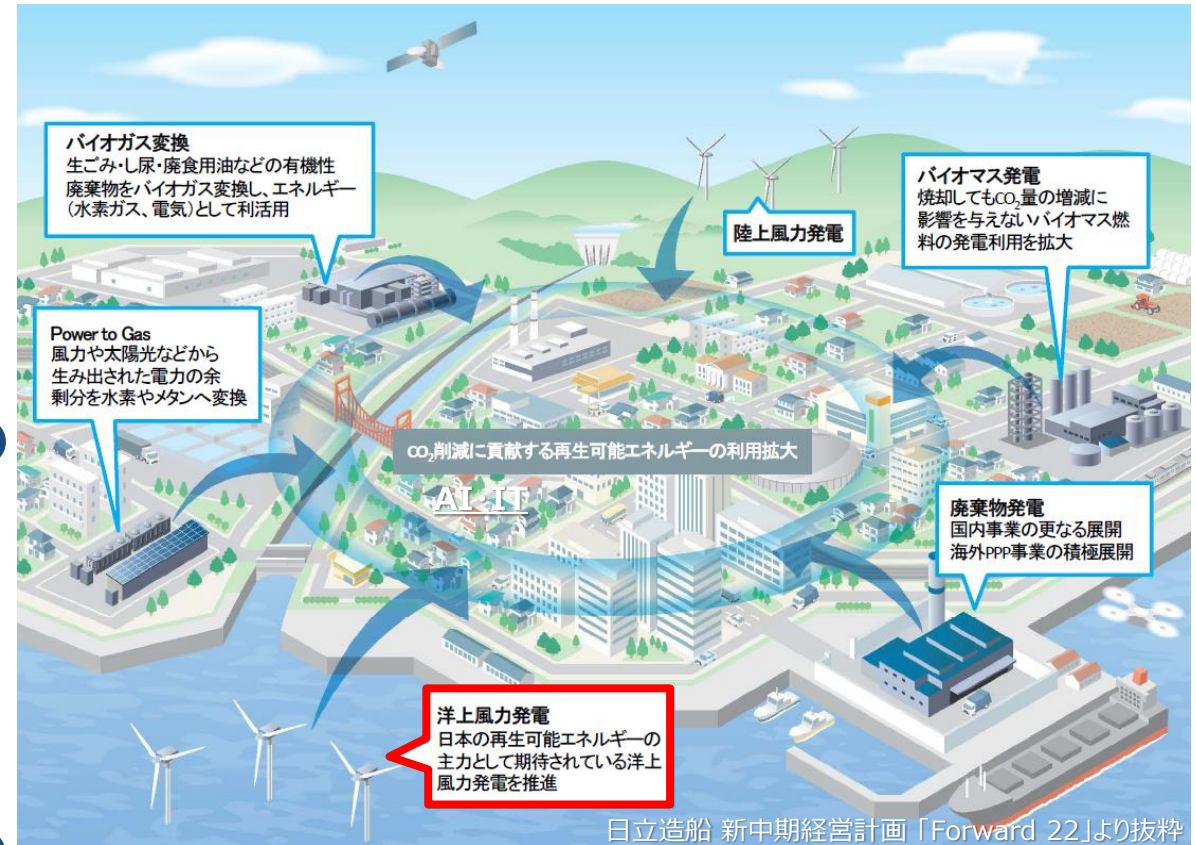
- 政府がCN宣言と併せて示したグリーン成長戦略の中で洋上風力を含む14の重要分野を設定。洋上風力導入量に高い目標設定（2030年までに10GW、2040年までに30～45GW）。

（技術面）

- 遠浅の海域の少ない日本において大規模な洋上風力電源を確保するためには、深い海域でも導入余地が大きい浮体式の技術開発や量産化に加え、台風、落雷、うねりなどアジア市場特有の事象に対応した運転保守技術の開発による総合的な低コスト化が必要。

※以下、カーボンニュートラルをCNと表記

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：
 - 洋上風力の国産化及び低コスト化は国内産業の競争力強化には必須であり、経済発展が続くアジア圏での市場拡大も見込まれる。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
 - 持続可能な社会実現に向け、全世界でCNの取組みが急拡大する中、企業の海外進出、市場獲得による経済成長、雇用拡大が見込まれる。

- 当該変化に対する経営ビジョン：
 - CNに資する事業となる、陸上・洋上風力発電事業の事業ビジョン（戦略と全社目標）を「Hitz 2030 Vision」として公開。
 - 国内の実証事業における実績やノウハウなどを最大限に活用して、専門組織である「風力発電事業統括部」により当該事業への取組強化を継続。

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

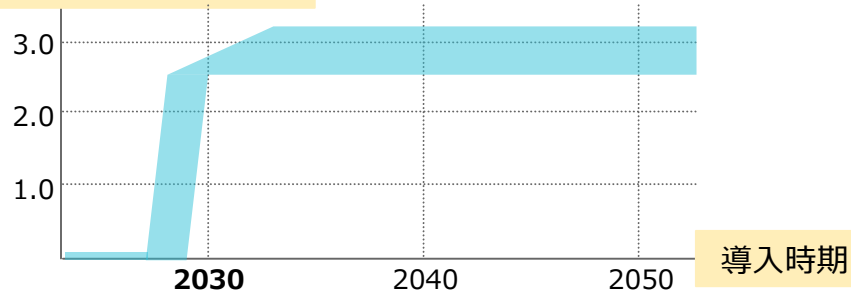
2030年頃に最終投資判断（FID）となる国内大規模浮体式洋上風力事業をターゲット

セグメント分析

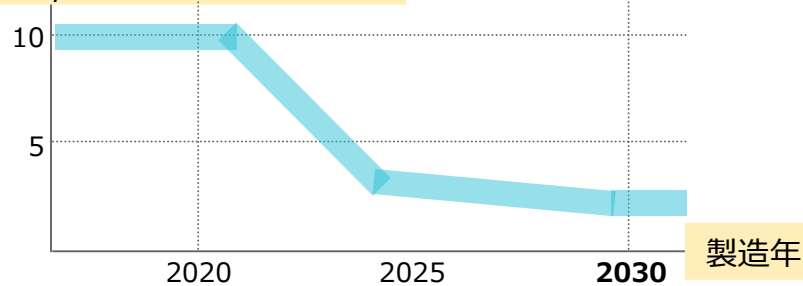
国内洋上風力導入目標2040年30～45GW達成に向け、2030年頃から約3GW/年のペースで導入が進むと想定。各ウィンドファーム（WF）規模は1GW程度となり、巨額の資金が必要となることから、事業者は大手電力・再エネ・Oil&Gas・商社等に限定され、各WFはFIDから4年程度での運転開始が想定されることから、浮体の納期を2～2.5年/GWに短縮、コストを現在の1/4（2.5億円/MW）程度に削減が必要と想定※。

※：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「3 浮体式洋上風力発電の将来ビジョンと海技研の取り組み」

国内導入量（GW/年）



浮体製造・設置費（係留含む）
（億円/MW）



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 2040年までに国内導入予定の洋上風力30～45GWのうち、2029～2040年の浮体式導入量を最大30GW（約3GW/年）と想定。
- 当社は建設会社とコンソーシアムを構成、国内シェア目標を・・・%（・・・MW/年）と設定。
- 国内導入目標の達成を優先し、アジア市場進出は2040年以降を想定。

需要家

主なプレーヤー

供給量

（2029年～2040年）

課題、想定ニーズ

国内電力大手
国内再エネ大手
Oil & Gas
商社

造船メーカー
建設会社

約3GW/年

当コンソ目標
＝シェア・・・%
＝・・・MW/年

・低コスト化

着床式と同等の基礎製造・施工費
（係留設備を含む）

洋上風力の国内導入拡大において、先行する着床式に引き続き浮体式が導入されるための条件

・量産化

国内合計200基/年（15MW/基想定）
当コンソ ・・・基/年（ 同上 ）

国内既存設備（ドック等）のみでは達成不可能のため、専用工場の整備が必要

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

大型風車への適応性、国内量産可能性、経済性に優れた浮体を開発

低コスト化、量産化を目指す浮体型式

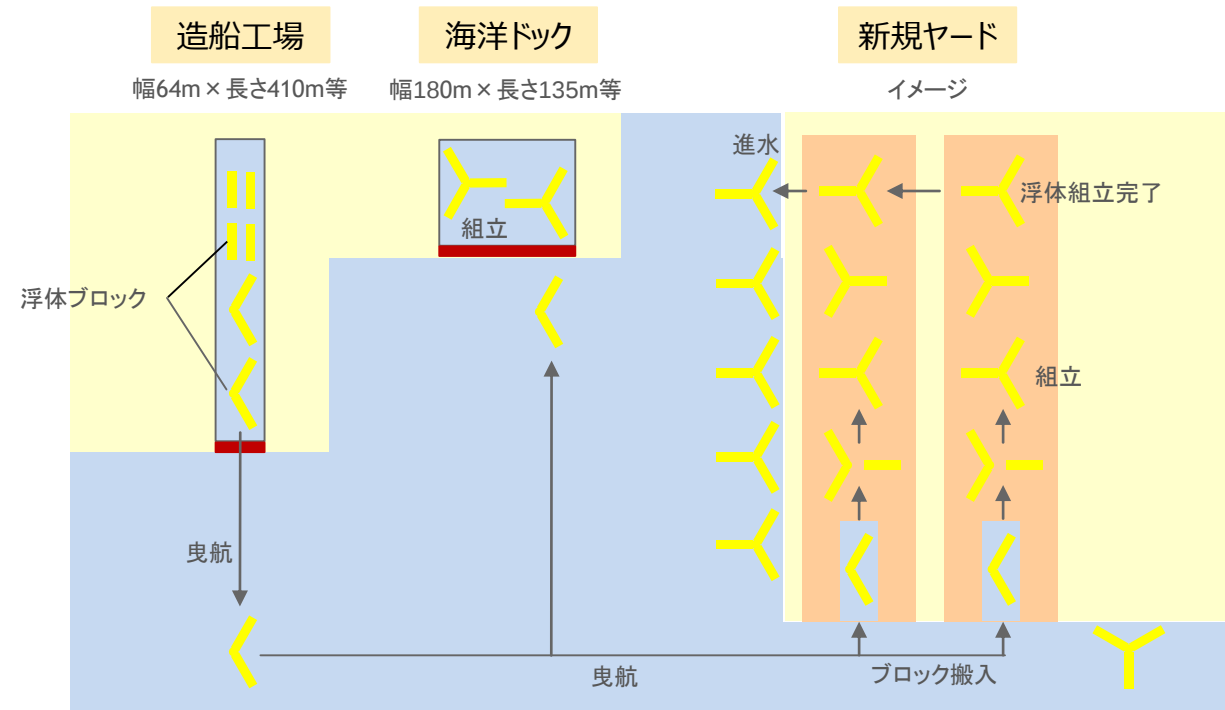
バージ型による実証経験、大型風車への適応性、国内港湾・施工船の整備状況、量産化の適否の観点から、動揺および係留力が小さい、施工時喫水が浅い、構造が単純なセミサブ型※1を開発対象に設定。

	スパー型	バージ型	セミサブ型
			
製作(鋼重)	○	△	△
係留	○	△	○
浮体動揺	○	△	○
大型風車	△	○	○
風車組立(喫水)	△	○	○
洋上施工	△	△	○
コスト	△	△	○
総合	△	△	○

国内造船ドックと海洋ドック・ヤードの組合せによる経済的な浮体量産の実現

国内造船メーカーでの造船・海洋構造物製造量（鋼厚中板消費量）は、約200～300万トン/年（2016～2020年）※2。

一方、・・・MW/年相当の洋上風力用浮体の鋼材使用量は・・・万トン/年。国内造船メーカーで浮体ブロックを製造し、海洋ドックおよび新規ヤードにて浮体の組立を行うことによる量産化を検討。



※1:本事業では風車タワーを搭載する中央コラムと3本の外側コラム、およびそれらを連結する箱型断面ポンツーンから構成されるセミサブ型を選定しているが、風車タワーを外側コラムに搭載するもの、コラム本数が異なるもの、コラムを連結する部材をトラスとするもの等、セミサブ型にも多くの種類がある。

※2:日本造船工業会 造船関係資料 2021年9月

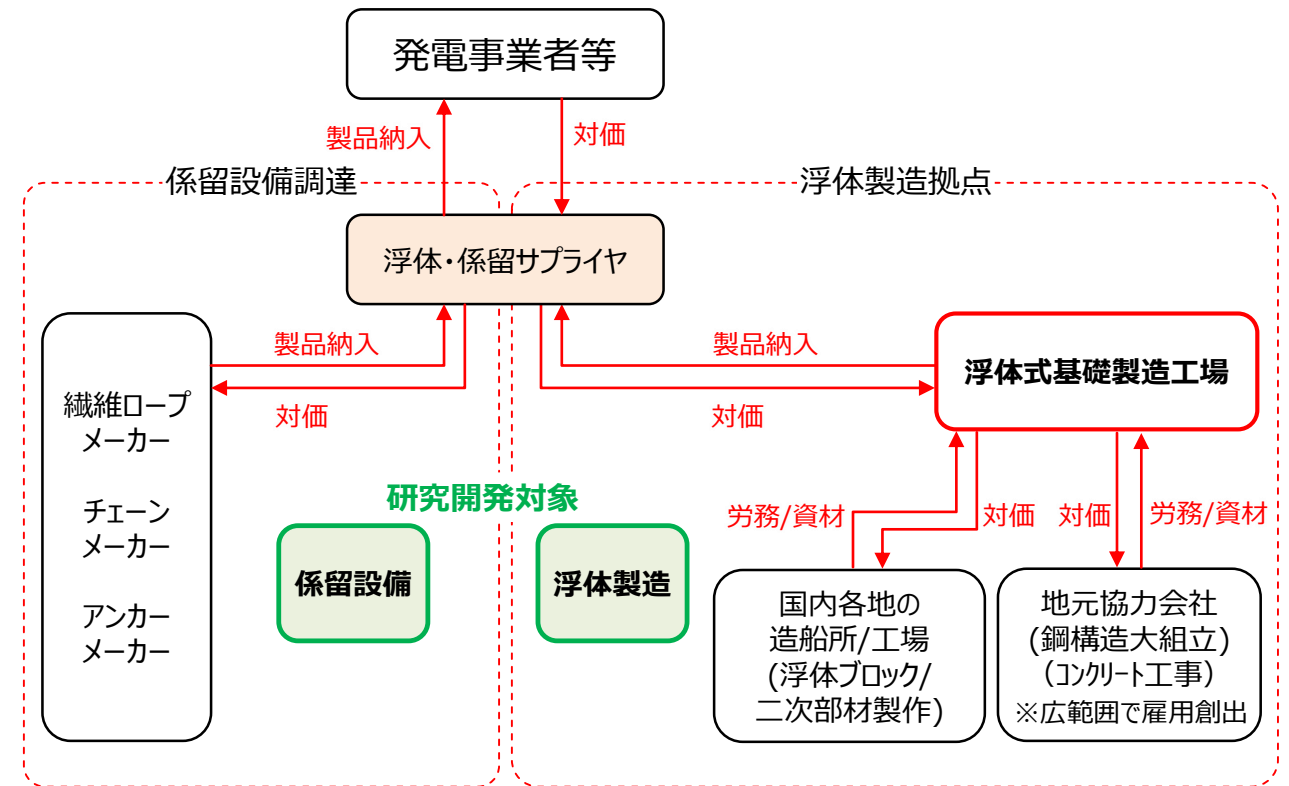
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

鋼・コンクリートハイブリッド浮体および複合係留により低価格な洋上風力の国内導入拡大を実現

社会・顧客に対する提供価値

- 洋上風力のポテンシャルが大きい日本・アジア近海で、水深50m以上の海域への再エネ導入に貢献（目標：・・・MW/年）
- 産業アーキテクチャにおける収益機会
- 洋上風力プロジェクトにおいて、浮体式基礎の製造・建設を行うことにより、発電事業者等から対価を獲得
- ビジネスモデルの特徴
- （独自性・新規性）鋼・コンクリートのハイブリッド浮体の量産システムを確立
- （独自性・新規性）繊維ロープを用いた大型浮体用複合係留システムの設計・施工技術の確立
- （有効性）鋼・コンクリートの最適な組合せにより、低コスト化の実現
- （有効性）繊維ロープの採用により係留力の低減、製作・施工コストの削減
- （実現可能性）造船・建設の既存技術の応用であり、個々の要素技術には十分な実績あり
- （実現可能性）実物大の繊維ロープによる実海域実験データが不足しているがロープ製造は可能
- （継続性）量産を通じてコスト削減を図り、さらなる需要を喚起する好循環を創出
- ビジネスモデルの実現に必要な研究開発
- 浮体基礎の最適化
- 浮体量産システムの確立
- 係留システムの最適化

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



- 国内各地の造船所/工場に浮体ブロック等の製作を発注

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

建設・造船のトップ企業の技術力を融合させ、浮体式洋上風力のさらなる導入促進に貢献

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 鋼・コンクリートのハイブリッド浮体化によるコスト低減
 - ハイブリッド浮体の特性を踏まえた量産システムの確立による製造工程の短縮及びコスト低減
 - 繊維ロープ・チェーンの複合係留によるコスト低減
- ▼
- 浮体式洋上風力発電事業の総コスト・工期の縮減による事業性の向上、採択可能事業の増加

自社の強み

- 浮体式洋上風力実証研究の実績（北九州沖）
- 洋上風力実証研究用浮体製造の実績（五島沖※、福島沖、北九州沖；計3基）
- 繊維ロープ・チェーン複合係留の研究実績

※鋼・コンクリートハイブリッド浮体の鋼製部分の製作

自社の弱み及び対応

- 浮体製造コストが高い
- 土木工事における量産システムの実績やコンクリートに関する知見を有する建設会社とのコンソーシアム組成により相互の技術力を融合し、浮体製造コスト低減を図る

他社に対する比較優位性

	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) 浮体式洋上風力実証研究における鋼製浮体・係留設備の設計・製作・施工および設計検証実績（北九州沖） ナイロンロープに関する大量の要素試験データを保有	(現在) 国内の陸上・洋上風力事業開発の実績に基づく幅広い顧客基盤	(現在) 国内造船・鉄構メーカーとの協力体制を構築 国内外の係留設備メーカー、繊維ロープメーカーとの取引実績	(現在) 研究所、浮体・係留に精通した研究員 浮体製造実績、大型ドックを有する工場（堺）
	(将来) ハイブリッド浮体の設計、量産に関する技術の導入	(将来) 低コストな浮体式基礎の需要増大に伴う、顧客基盤の拡大	(将来) 浮体のブロック、二次部材、係留設備の製作・輸送を通じ、地域経済と海運業界を活性化	(将来) 浮体量産工場への投資、ハイブリッド浮体の設計、量産に精通した人材の育成
[競合] 国内大手造船メーカー	浮体式実証実績は自社と同等 複合係留に関する知見は自社の方が優位	事業開発を行っていないため自社の方が優位	自社と同等	自社と同等
[競合] 国内ゼネコン	浮体式実証実績は自社と同等 浮体製造技術は自社の方が優位	自社と同等	自社と同等	自社と同等

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

3年間のFS、5年間の実証研究の後、2029年頃の事業化、2040年代前半の投資回収を想定

投資計画：2029年より浮体量産開始のため、2027～2028年に量産設備を整備。フェーズ2実証機の製造は既存設備にて実施し設備投資を抑制。

		要素技術開発（フェーズ1）			実証研究（フェーズ2）			量産開始	製造工場稼働		投資回収（2040年代前半を想定）	
	2020年度	2021年度	...	2023年度	2024年度	...	2028年度	2029年度	...	204x年度	204x年度	計画の考え方・取組スケジュール等
売上高	-	-	-	-	-	-	-	浮体基礎を量産し販売			-	・2029年より浮体の量産を開始。
研究開発費	-	5.2億円			計画中			-	-	-		・2021～2023年に浮体・係留設備の要素技術開発、設計認証取得の準備を実施。 ・2024年以降に設計認証取得、既存設備にて浮体製造、実証運転の実施。左記金額には風車・係留設備・電気設備の調達、洋上・陸上工事は含んでいない。
取組の段階	バージ型浮体による実証研究成果の検証	①浮体基礎の最適化 ②浮体の量産化 ③ハイブリッド係留システム 複合部材モックアップ試験(2023年度)			15MW級セミサブ型2基による実証研究 一体設計～製造・施工～実証運転			量産開始 国内市場に注力			投資回収	・バージ型浮体による実証研究成果をふまえ、フェーズ1にてセミサブ型浮体、係留設備の要素技術開発、フェーズ2にて実証研究。 ・実証研究成果を量産機に反映。2029年度量産開始。 ・2040年洋上風力45GW導入達成のため、国内市場に注力。
CO ₂ 削減効果	-	-	-	-	-	-	≥5万トン/年 (コンソ合計)	≥100万トン/年(コンソ合計)				・想定導入量をもとに、研究開発・社会実装計画記載のCO ₂ 削減効果計算 (x8,760x0.332x0.66kg/kW)より試算

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	- 各主体の特徴を生かす研究開発実施体制と役割分担の構築。複数の研究開発を効率的に連携させるための研究開発フローの策定 - 数値解析、要素実験、部材実験、モックアップ試験を組み合わせることにより、鋼・コンクリート複合構造部材の成立性、施工性を確認 - 鋼・コンクリート複合構造部材の設計手法の確実性、および繊維ロープ・チェーン複合係留の設計手法の確実性を担保するために、研究開発段階から認証機関と協議を実施	- 量産システムの実証においては、保有設備を活用 - 量産体制を確立するために、浮体製造工場の新規建設を予定 - 開発段階から発電事業者とのコミュニケーションを図り、実証研究体制を早期に確立 - 生産設備の効率的な活用を図るため、主要部材の規格化・標準化を考慮	- 研究開発段階から発電事業者とのコミュニケーションを密に取ることでニーズを的確に把握し、それに応える浮体式基礎を開発、製作 - 浮体製造拠点、風車設置海域それぞれの地元の要望を考慮し、地元活性化につながる生産体制を構築
国際競争上の優位性 （国外競合他社との比較）	▼ 国内設計基準への精通及びこれまでの国内認証機関との協議実績を生かし、認証取得までの期間を短縮	▼ - 実証段階において保有設備を活用することにより、早期の大規模設備投資を抑制 - これまで国内事業を通して構築してきたネットワークを活用し、量産工場に最適な立地を選定	▼ 国内の陸上・洋上風力事業開発を通じ、幅広い顧客基盤及び国内各地の地元とのネットワークを保有

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、1.7億円(フェーズⅠ)規模の自己負担を予定

資金調達方針

	フェーズⅠ			フェーズⅡ				
	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	...	2026 年度	...	2035 年度
事業全体の資金需要	5.2億円			● フェーズⅡに必要な費用、浮体量産のための設備投資費用は検討中				
うち研究開発投資	5.2億円							
国費負担※ (委託又は補助)	3.5億円							
自己負担	1.7億円							

2. 研究開発計画

国際競争力のあるコスト水準という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

1-② 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

- 2030年までに、一定条件下（風況・海象等）で、浮体式洋上風力基礎を国際競争力のあるコスト水準での製造・設置する技術を確立
- 浮体式基礎製造、設置費全体（係留含む）で2029年に●●万円/kWの達成を見通すことのできる技術の実現

研究開発内容

1 浮体基礎の最適化
鋼・コンクリートハイブリッド浮
体化による低コスト化

2 浮体の量産化
ハイブリッド浮体の量産化

4 ハイブリッド係留システム
繊維ロープ・チェーン複合係
留システムによる低コスト化

KPI

浮体製造費：●●万円/kW
2025年の実証機の製造コスト

製造基数：●●基/年
2029年での実現を見通す
浮体製造費：●●万円/kW
2029年での実現を見通す

係留張力：●●低減
チェーン係留との比較
係留システム製造費：●●低減
チェーン係留との比較

KPI設定の考え方

- ・ 浮体式基礎の材料の鋼・コンクリートハイブリッド浮体化と、大型風車に対応した最適設計により浮体製造費●●万円/kW（単機ベース）を可能とする技術開発を行う。
- ・ 2040年までの洋上風力発電の導入目標30～45GWのうち、浮体式の導入量を約30GW（約3GW/年）、当コンソーシアムのシェアを●●%（●●MW/年）と想定。
- ・ 15MW風車を想定し、年間に●●MW/15MW＝●●基のペースでのハイブリッド浮体量産を目標値に設定。
- ・ 量産時の製造効率化により●●%のCDを達成する。（●●万円/kW⇒●●万円/kW）
- ・ ●●万円/kWはLCOE●●円/kWhの達成に必要な初期費用の試算値。
- ・ 複合係留システムの開発により、従来のALLチェーン係留から張力を●●低減、製造費を●●削減。張力低減と係留の軽量化により施工費低減に繋げる。

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発内容		KPI	
1 浮体基礎の最適化 鋼・コンクリートハイブリッド浮体化による低コスト化		浮体製造費 ●●万円/kW 単機製造時の製造コスト	
現状	2023年 達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
【浮体製造費】 40万円/kW※1	●●万円/kW 2025年の実証機 製造費で見通しを つける	- 鋼・コンクリートそれぞれの特徴を活かしたハイブリッド浮体化により、経済性を向上させる。 - 部材の形状寸法や載荷荷重に応じて、鋼構造と鋼・コンクリート複合構造それぞれの部材の適用部位を最適化することで、ハイブリッド浮体全体の製造費を低減する。 15MW級の大型風車を搭載可能なハイブリッド浮体の最適設計を行い、kW単価を低減する。 - 製造性、施工性を考慮して二次部材（係留定着部、バラストシステム、海底ケーブル定着部、接舷設備等）の計画・設計を実施する。	造船と建設分野の強みを活かした最適設計を行うことで実現が見込まれる。 (90%)
TRL 5 海洋環境下での複合構造物の実績は多数、セミサブ浮体の実績はなし	TRL6 セミサブ浮体に対する複合構造部材の成立性を解析および部材実験で確認	15MWハイブリッド浮体の全体荷重解析モデルを構築し、水槽試験との比較により全体解析モデルの妥当性を確認する。 - 全体荷重解析結果を用いて鋼・コンクリート複合構造部材を設計する。 - 鋼・コンクリート複合構造部材に対するFEM解析及び構造実験によって構造成立性を確認することで、信頼性のある構造を確立する。 - 将来のNK認証取得を見据えた、鋼・コンクリート複合構造部材の設計手法を確立する。	沈埋函やケーソン等、海洋環境下で複合構造の十分な実績あり。 (90%)

※1. 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「3 浮体式洋上風力発電の将来ビジョンと海技研の取り組み」に記載の2020年の初期費用

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

研究開発内容

2 浮体の量産化
ハイブリッド浮体の量産化

KPI

製造基数 ●●基/年：2029年での実現を見通す
浮体製造費 ●●万円/kW：2029年での実現を見通す

現状	2023年 達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
【製造基数】 6基/年※2	●●基/年 2029年の商用開始時点での製造可能数を見通す	- 部材製作(サブシステム)に関する追加検証(モックアップ試験を含む)及び実環境を想定した量産システム(全体システム)の机上検討を行う。具体的には以下の項目に取り組む。 ①量産方法に関する検討(全体システムの検証) - 合理的な搬入～組立～出荷のコンセプト - 大ブロックの輸送、位置合わせ方法 - 溶接の高速化・品質管理手法 - 塗装の省力化・品質管理手法 - 鋼構造組立と並行したコンクリート打設計画 ②量産設備に関する検討(全体システムの検証) - 新設工場候補地の調査 - 製造ヤードのレイアウト、必要設備の仕様 ③部材(ブロック)の製作、調達に関する検討(サブシステムの追加検証) - 大ブロック化、接合部構造の簡素化によるブロック接合作業の高速化 - モックアップによる鋼材部の製作性及びコンクリートの充填確認試験の実施 - 大ブロック供給体制の目途付け	大量生産システムの多くが既存の要素技術(サブシステム)の組合せでとなるため実現が可能と見込まれる。 (70%)
【浮体製造費】 40万円/kW※1	●●万円/kW 浮体基礎最適化後の●●万円/kWから量産により●●%のCDを見通す		
TRL4 浮体製造の各々の作業、技術(サブシステム)は検証済。	TRL6 実環境を想定した机上検討による、全体システムの検証		

※1. 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「3 浮体式洋上風力発電の将来ビジョンと海技研の取り組み」

※2. 浮体の組立場所を日立造船(株)の工場と想定し、過去の実証試験での経験を基に鋼製浮体の組立工程を考慮した場合の製造可能基数

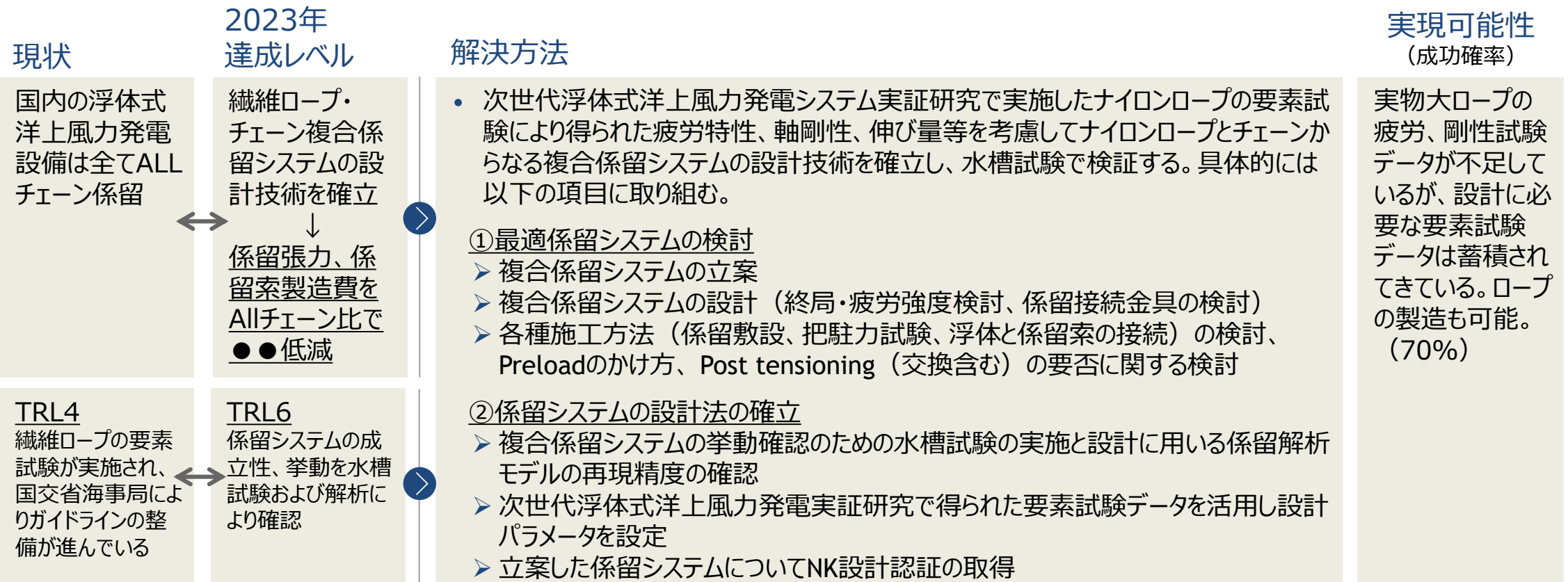
各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発内容

4 ハイブリッド係留システム
繊維ロープ・チェーン複合係留システムによる低コスト化

KPI

係留張力 ●● 低減：チェーン係留との比較
係留システム製造費 ●● 低減：チェーン係留との比較



浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業で開発の対象とするセミサブ浮体コンセプト

➤ 次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）での経験を基に開発する浮体コンセプトを選定

実証研究で得られたバージ型浮体の利点と課題

利点	・ 浮体の形状がシンプルで製作しやすい ・ 施工時喫水が小さいため、港湾内で風車搭載可能かつ輸送が容易
課題	・ 浮体内部に補強材が多く、内部構造が複雑で鋼材溶接量が多い ・ タワー基部等の厚板部材の製作費が高価 ・ 浮体の動揺が大きいため、風車への負荷が大きい ・ 水面付近の体積が大きいため波漂流力が大きくなり、係留への負荷が大きい



実証研究の経験を活かし、バージ型の利点（シンプルな形状、施工時浅喫水）を継承しつつ課題を改善する浮体コンセプトを選択



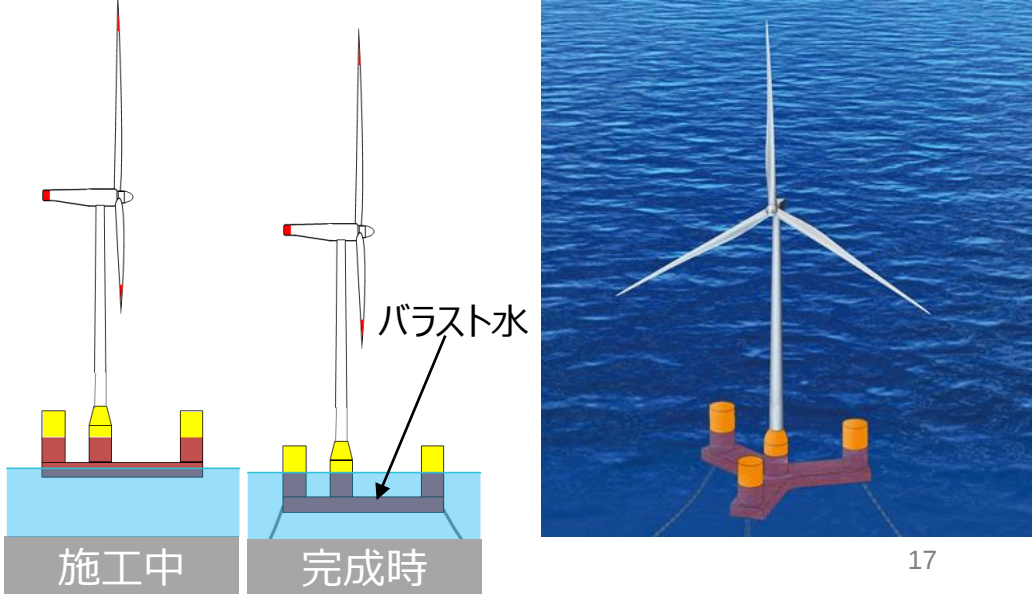
開発の対象とするセミサブ型浮体の特長

特長	・ 浮体の形状がシンプルで製作しやすく、浮体組立工程の短縮が可能 ・ 下部ポンツーンの浮力により、他のセミサブ浮体コンセプトと比較して施工時の喫水が浅く、港湾内で風車搭載が可能 ・ 内部構造が複雑あるいは厚板部材に鋼・コンクリート複合構造を採用し、製造費を低減 ・ バージ型浮体と比較して浮体の動揺、波漂流力が小さくなり、風車・係留への負荷を軽減 ⇒ 浮体式基礎製造・設置の低コスト化を実現
----	--

バージ型実証機 製作中の写真

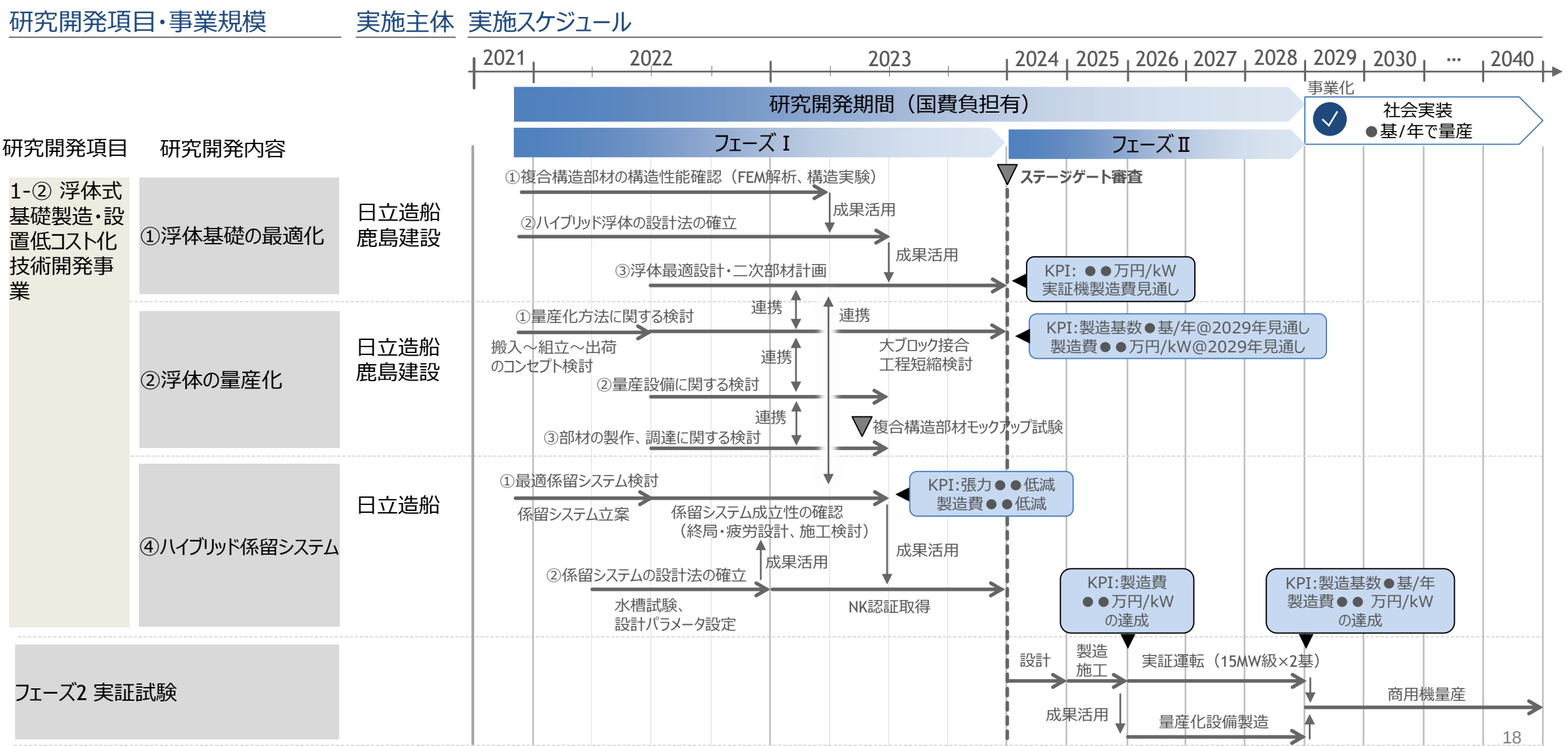


セミサブ型浮体イメージ図



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

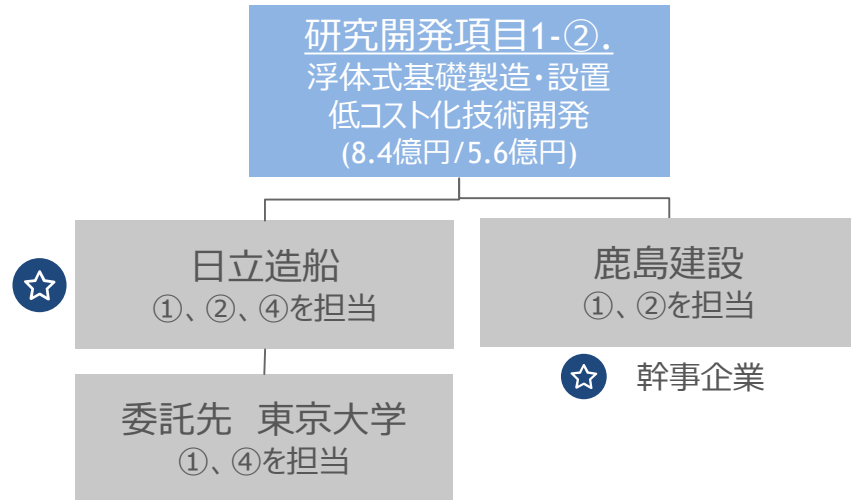


2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

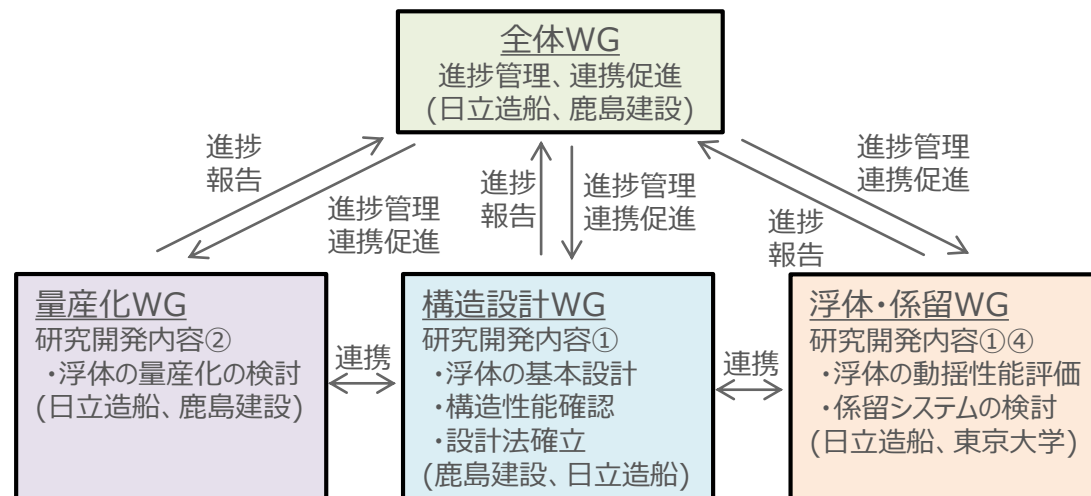
各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額



WG体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目1-②全体の取りまとめは、日立造船が行う
- 日立造船は以下を担当する
 - ①浮体基礎の最適化
 - 鋼・コンクリートハイブリッド浮体の基本設計
 - 二次部材の計画・設計
 - ②浮体の量産化
 - ④ハイブリッド係留システム
- 日立造船は東京大学に以下を委託する
 - ①浮体基礎の最適化
 - 鋼・コンクリートハイブリッド浮体の基本設計（動揺性能評価）
 - ④ハイブリッド係留システム
 - 最適係留システムの検討
- 鹿島建設は以下を担当する
 - ①浮体基礎の最適化
 - 鋼・コンクリート複合構造部材の構造性能確認及び設計法の確立
 - 二次部材の計画・設計
 - ②浮体の量産化

研究開発における連携方法

- 全体WGと各開発内容のWGを組成することで、会社/大学横断的な実施体制を構築する。
- 各開発内容WGは、定期的（月1回程度）に打合せを実施し、綿密な情報共有を図る。
- 全体WGは、各開発内容WGの進捗を把握し、プロジェクト全体の進捗を管理することに加え、開発内容WG間の連携を促進する。

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

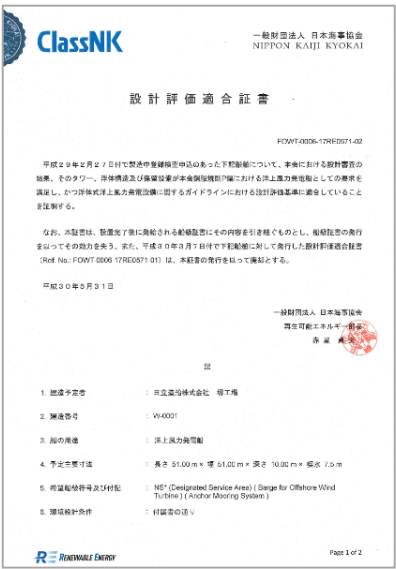
研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等
1-②. 浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業	1 浮体基礎の最適化	- 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究（バージ型）を通して以下の実績、技術を保有 https://www.nedo.go.jp/events/FF_100129.html - 実証機の鋼製浮体の動揺解析、応力評価、観測値と解析値の比較を実施（日立造船、東京大学） - 支持構造物認証分科会の対応とNK認証の取得（日立造船） - 連成解析、動揺性能評価（日立造船、東京大学） - 浮体復原性計算、鋼構造設計技術（日立造船） - NEDO銚子沖洋上風力や秋田港能代港洋上風力工事、等を通して以下の実績、技術を保有（鹿島建設） https://www.kajima.co.jp/tech/c_harbor/energy/index.html#!body_01 https://www.kajima.co.jp/news/press/202003/26c1-j.htm - 構造・水理実験等の実験設備と技術、および種々のFEM解析技術（鹿島建設） - 着床式（コンクリート重力式および鋼製モノパイル）風車基礎の設計・製作・施工技術（鹿島建設） - 鋼・コンクリート複合構造に関する開発・適用実績（鹿島建設）

競合他社に対する優位性・リスク

【優位性】

- 鋼製浮体の実証研究経験、NK認証経験を保有
- 国内洋上風力の実証試験、商用案件における研究開発、設計・施工実績(認証取得を含む)
- 鋼・コンクリート複合構造に関する研究開発、設計、施工実績

次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究設計評価適合証書



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
1-②. 浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業	2 浮体の量産化	- 次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）でバージ型浮体を日立造船堺工場で製造（日立造船） https://www.nedo.go.jp/events/FF_100129.html - 東京港臨港道路整備事業（南北線）、那覇うみそらトンネル等のフルサンドイッチ構造（鋼・コンクリート複合構造物）の沈埋函の製作実績（鹿島建設） https://www.kajima.co.jp/tech/civil_engineering/topics/210517.html https://www.kajima.co.jp/tech/c_projects/ctg/harbor.html#1_sglb_10	【優位性】 - 日立造船堺工場で浮体式洋上風力用浮体基礎等の多くの浮体構造物の製造経験を保有 - 日立造船堺工場3号ドックを活用すれば15MW級風車用浮体の大組立も可能 - 充填性の高い高流動コンクリート材料及び施工技術を保有 【リスク】 - 浮体の大組立は製造場所が限られる

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
1-②. 浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業	4 ハイブリッド係留システム	- 次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）を通して以下の実績、技術を保有 https://www.nedo.go.jp/events/FF_100129.html ➤ 実証機の係留システムの設計、施工、係留張力に関する観測値と解析値の比較 ⇒ 係留システム設計技術を習得（日立造船） ➤ 繊維ロープの各種要素試験を実施 ⇒ 繊維ロープの疲労特性、耐久性等に関する知見取得（日立造船、東京大学） ➤ 複合係留の挙動確認の水槽試験を実施 ⇒ 水槽試験ノウハウを習得（東京大学）	【優位性】 - チェーン係留での実証研究経験を保有 - ナイロンロープに関する多くの要素試験データを保有 【リスク】 - 国内で繊維ロープを使用した係留システムの実績が乏しい、実環境での長期耐久性が不明 - 国内繊維ロープメーカーの生産能力が低い

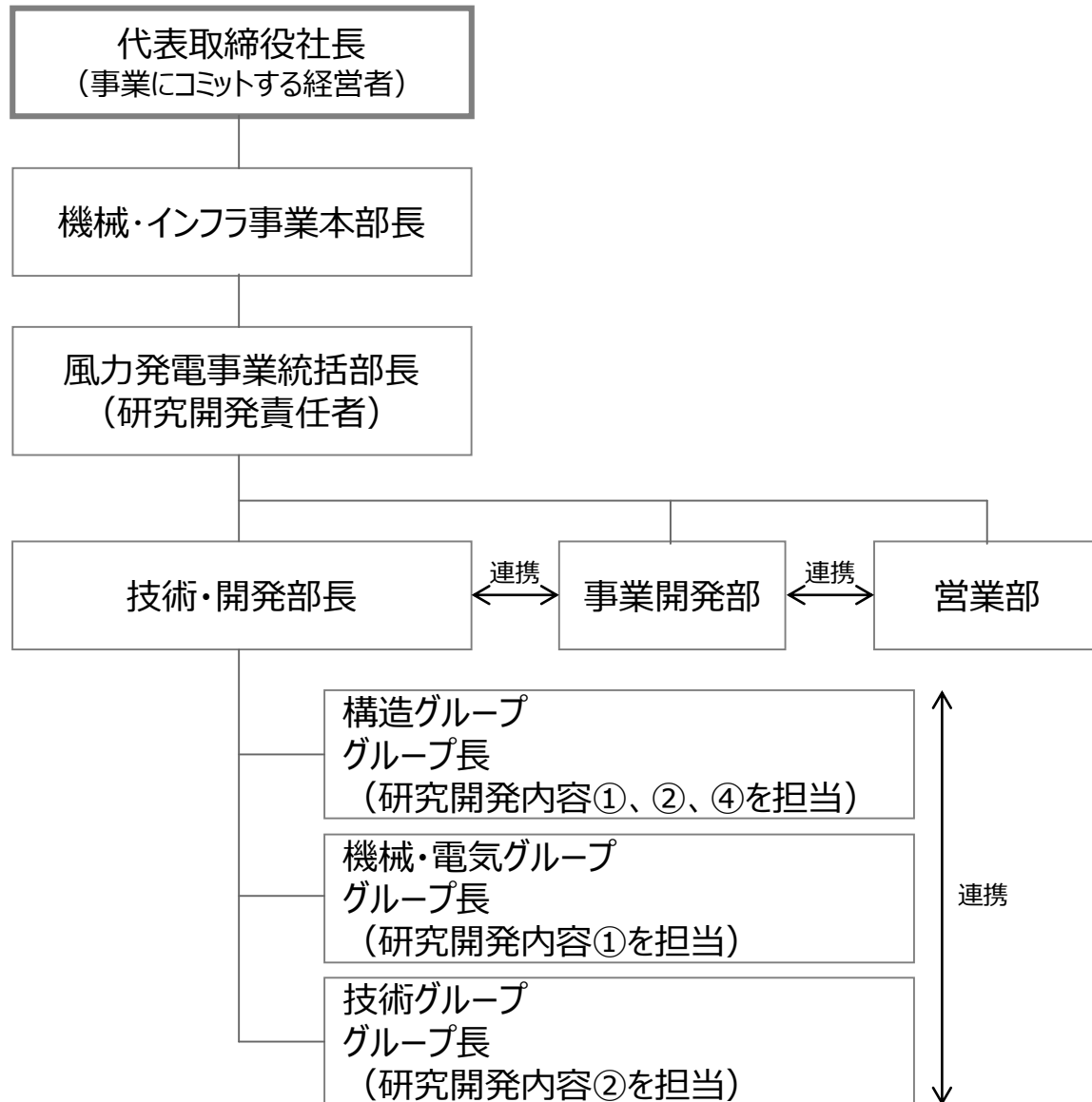
3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

日立造船

3. イノベーション推進体制／（１）組織内の事業推進体制

組織内体制図



組織内の役割分担

1) 研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者：風力発電事業統括部長
- 担当グループ
 - 技術・開発部 構造グループ（併任15人規模）
（洋上風力用浮体、係留設備の開発・設計・施工計画等の実績）
 - 技術・開発部 機械・電気グループ（併任4人規模）
（陸上風車の開発・設計、陸上・洋上風況シミュレーション技術の開発等の実績）
 - 技術・開発部 技術グループ（併任6人規模）
（陸上・洋上風力事業開発等の実績）

2) 部門間の連携方法

- 機械・インフラ事業本部単位では四半期毎に報告会を実施、開発全体の進捗を管理。
- 風力発電事業統括部では毎月、統括部長（研究開発責任者）主催の開発フォロー会議を開催、各グループの開発進捗管理を行うとともに、各グループ間の連携を促進。
- 実証研究の事業者募集を、開発段階から事業開発部および営業部で開始、開発フォロー会議で情報共有。

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

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 事業方針の社内外への発信
長期ビジョンおよび中期経営計画の策定に限らず、経営環境に伴う最適な事業構造への変更については、組織内体制変更を適宜実施し、社内外ホームページにて発信している。また、2021年7月1日の風力発電事業統括部の組織改正についても公表している。
 - ステークホルダーへの発信
中期経営計画説明会や決算説明会において経営者より新技術への取り組みを報告しており、本年度も陸上及び洋上の風力発電事業に関して報告した。
 - リスクへの対応
経営層は本事業に関連して問題が発生した場合、もしくはリスクが予想される場合は、直ちに業務担当者と協議の上、関係する役職員に対し問題点の是正を支持する体制を確保している。また、問題点を指摘しやすい企業風土の醸成に努めている。
- 事業のモニタリング・管理
 - 事業進捗の経営層への報告と指示
機械・インフラ事業本部長も参加する連絡会を四半期ごとに開催し、本事業の進捗を報告して事業の進め方や内容について指示を受ける体制を構築する。また、経営戦略会議においても、定期的に経営層全体への事業報告と指示を受ける体制を構築する。
 - 事業進捗に対する社内外からの意見収集
本事業を構成する各社との事業進捗を定期的に意見交換するとともに、社内だけでなく学会等における事業進捗発表を適宜実施する。
 - 事業戦略フォロー
本事業は風力発電事業統括部の事業戦略として今後設定する。各年度の受注件数等をKPIとして定例年2回のフォロー等で事業化状況を判断し、状況に応じて見直しを行う。

経営者等の評価および報酬への反映

- 経営者等の評価および報酬
取締役（社外取締役を除く）の報酬は、定額報酬と業績連動型賞与で構成され定額報酬は役位別に設定している。業績連動型賞与は各事業年度の業績を反映したものであり、その指標は取締役の業績向上に対する貢献意欲を一層高めるため、各事業年度における親会社株主に帰属する当期純利益としている。企業経営の結果、当期純利益に影響がある場合には、その額に応じて報酬に反映されることとなる。
さらに、経営者は一定以上の自社株を保有しており、事業の進捗状況により株価変動による評価を受けることとなる。

事業の継続性確保の取組

- 経営層における事業継続
当社はコーポレート・ガバナンス体制に基づいて経営および業務を遂行しており、経営戦略会議にて審議・決議された本事業について定期的なレビューを行うことにより、経営層が交代となった場合にも、新たな経営層における事業継続性を確保している。

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

取締役会、経営戦略会議での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社方針
 - Hitz 2030 Vision
2020年5月26日に、「グリーンなエネルギー」、「グリーンな水」、「環境保全、災害に強く豊かな街づくり」を柱とした全体事業方針に基づき、風力発電事業を含むカーボンニュートラルに資する2030年までの全社目標および戦略を決定し、公表した。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 技術・研究開発に関する基本方針
2050年カーボンニュートラル実現を含む技術・研究開発に関する基本方針および全社研究開発予算および計画について、「経営戦略会議」の事前決議後、「取締役会」の決議を経る体制を構築している。
 - 重要な研究開発のフォロー
重要な研究開発および新製品・新事業について、「経営戦略会議」、「開発フォロー会議」にて報告および議論を経て、事業環境の変化等に応じた見直しについてフォローする体制を構築している。
 - 取締役会、経営戦略会議における決定事項の通知
技術・研究開発に関する「取締役会」および「経営戦略会議」の決定事項について、事務局より社内関係部署に通知および徹底する体制を構築している。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 事業戦略および計画において、開発ロードマップ、マイルストーンやステージゲートを設定した開発スケジュール、特許戦略など研究開発を重点として作成した開発計画書を基に年に数回の進捗フォローおよび審議する取り組みを構築している。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 決算説明会などを通じた開示
中期決算説明会の中で、適宜新技術について説明しおり、21年3月期の決算説明会（21年5月実施）では、風力発電・Power to Gas・全固体電池について社長から説明を行った。
さらに、その内容を幅広く認知していただくために、日本語・英語の両方でオンデマンド配信を行っている。
 - 中期経営計画・統合報告書などのホームページでの開示
当社の事業とSDGsの方向性の一致や、経営戦略、新製品・新事業創出の重要性について、中期経営計画や統合報告書を通じて発信している。
統合報告書には、19年度、20年度と、常務取締役開発本部長のメッセージの中で、当社における技術イノベーションの重要性や取り組み状況について掲載している。
また、21年3月にTCFDへ賛同を表明し、今年度は主要事業を中心にシナリオ分析を実施して、ステークホルダーに開示するとともに、経営戦略・判断に活用していく予定である。
- ステークホルダーへの説明
 - 投資家向けスモールミーティング
上述の決算説明会での開示に加えて、21年10月には機関投資家向けのスモールミーティングを実施し、統括部長（研究開発責任者）から風力発電事業の実績と戦略について説明を行った。

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

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 開発体制等の見直し
事業進捗や事業環境の変化に応じて開発体制の見直し、追加的なリソース投入が必要な場合、PtG事業推進室長が人事部と連携してグループの新設あるいは改変などが可能な体制を構築している。
 - 社外との連携
本事業においても最適な社外連携による研究開発体制を構築しており、今後不足するリソースを社内外問わず、臨機応変に活用する。
 - 早期の事業化
研究開発の進捗に伴い、機器および設備の実用化に向けて協力頂ける社外と連携し、プロトタイプの活用含め早期の事業化に必要な対応を行った実績があり、本事業においても必要に応じて適宜対応する。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 人材
2014年3月に「洋上風力発電事業化推進室」を設置して以降、長崎県五島市沖での環境省の洋上風力実証研究用浮体の鋼製部を設計製作、直近ではNEDO実証事業にてパージ型浮体基礎の設計製作に取り組む中で、洋上風力に関する人材を育成、現在は風力発電事業統括部に56名が所属している。
 - 社内開発テーマ等の設定
社内開発テーマを設定して、国費負担に加え13億円/5年の資金を投入し、実験・解析等により、技術課題の解決に図る。
 - 資金投入の継続性
本事業にて計画する資源は原則、継続して投入する。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 風力発電事業に関する専門部署での取り組み
2007年に青森県での風力発電所運営に参画し、2012年には青森県西北沖における洋上風力の事業化検討を開始する中で、2014年3月に洋上風力の事業化を加速させるために、専門組織となる「洋上風力発電事業化推進室」を設置した。
陸上風力事業への取り組みを拡大させる一方で、洋上風力発電に関して数多くの国内実証試験に携わる中で、基礎構造物の設計・製作で多くの実績を積み上げ、日本海事協会の設計認証取得や実証試験でのノウハウを獲得するなど、国内トップクラスの実績を得ている。
本事業についても、専門部署である「風力発電事業統括部」において、現在までに得られた知見を最大限に活用して取り組む。
 - 事業環境変化への対応
風力発電事業統括部内に、営業部、事業開発部及び技術・開発部を設置し、相互連携により事業環境変化に対して逐次情報を交換する体制を構築している。
- 若手人材の育成
 - 社内での育成
2014年以降、風力発電事業の組織に新入職員を採用しながら、必要に応じて社内公募制度等による人員拡充を図りつつ、OJTを中心に当該分野人材の育成してきており、今後も継続する。
 - 社外との連携による育成
洋上風力分野の研究機関や大学との共同研究および学会発表などを通じて対外的な関係の中でも成長を図る。

4. その他

日立造船

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、市場リスクが高まった場合には事業中止も検討

項目	要因	要素技術 (フェーズⅠ)	実証段階～設備投資 (フェーズⅡ)	社会実装段階 (商用段階)
技術 (構造成立性)	内的 要因	- 鋼・コンクリート複合構造が成立しない。 - 開発の手戻りにより期間中の成果創出が困難となる。 → 試設計、解析、要素実験、部材実験を段階的に進める開発計画とする。	浮体構造及び繊維ロープに亀裂、浸水、沈没、破断等想定外の事象が発生する。 → 状態変化を監視し、事象発生 of 早期発見を図る。 → 設計変更等の対応策を講じるとともに、商用機の建造スケジュールを見直す。 → 補修体制を構築する。	提案する構造について、認証が得られない。 → 開発の過程で、有識者・認証機関のアドバイスを取り入れる。 → 対応計画等を含めた条件付きの設計認証の取得を図る。
必要 環境の 整備	内的 要因	—	浮体製造工場の港湾用地や岸壁、実証海域が確保できない。 → 日本版セントラル方式等の公開情報の活用を検討する。 → 計画地変更、工場計画見直しによる面積縮小等を検討する。 → 施工方法の工夫、浮体重量の低減等の対策を検討する。	大量生産するための環境（船舶、人員、浮体仮置海域）が確保できない。 → 早い段階で専門業者、港湾管理者などとの連携体制を構築する。
市場 ・受注	内的 要因	—	—	競合他社との競争により、受注を確保できない。 → 他社より優位性のある基礎構造を構築する。 → 事業者、EPCコントラクターと早期段階から関係性を構築する。
	外的 要因	—	技術革新により風車が大型化し、開発中の15MW級の浮体が市場のニーズを失う。 → 風車の技術開発動向を常に把握し時期を逃さず対応する。	- 浮体式風力発電所の建設市場が遅れる、形成されない。 → 既存工場の活用および新工場建設時期の見極めを行う。 - 案件集中時に供給能力が制限される。 → 早期段階から事業者、EPCコントラクターと納期について協議する。 → 調整可能な生産体制の工場を構築する。 → 繊維ロープメーカー等事前協議により供給を確保する。 - 風車大型化に伴う浮体大型化により工場の生産能力を超える。 → 工場の用地・設備に拡張性をもたせることを検討する。

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、市場リスクが高まった場合には事業中止も検討

項目	要因	要素技術 (フェーズⅠ)	実証段階～設備投資 (フェーズⅡ)	社会実装段階 (商用段階)
採算性	内的 要因	- 詳細検討の結果、ハイブリッド浮体化により期待するコスト低減効果が得られない。 → 開発段階毎に、浮体構造設計とコスト試算を行う。	—	—
	外的 要因	- 鋼材価格の上昇に伴う浮体式構造のコスト増により、事業利益が低下する。 - 鋼材価格の下落とコンクリート価格の上昇により、ハイブリッド浮体のコスト低減効果が得られない。 → 浮体構造の設計変更により鋼コンクリートのバランスを変更し材料コストの低減を図る、鋼製浮体の実証に切り替える等の対策を検討する。		
		—	- 認証機関における審査において、指摘事項により構造仕様が上がる、荷重条件が厳しくなるなどにより、事業性が悪化する。 → 鋼構造の適用部材を拡張し、生産システムの改良によりコスト縮減を図る。開発の過程で、有識者・認証機関のアドバイスを取り入れる。 - 浮体式構造の供給過剰により事業利益が低下する。 → GI基金フェーズ2の採択状況や他社動向を見ながら、事業の方向性や製造工場の規模を検討する。 - 大型風車の型式認証取得が遅れるなど供給が間に合わなくなることで事業性が悪化する。 - 風車メーカーが浮体式に適合する風車の開発を中止する。 → 開発段階から風車メーカーをまきこみ、風車供給の確度を上げる。	—
自然災害	外的 要因	—	- 浮体製造工場のヤードの購入費及び借地費が高騰する。 → 市場の動向を見極め、ヤード費用を見込んだ港湾用地の選定をする。	—
		- 津波や雷などの自然災害により、実験施設、実証機、浮体製造工場等が被災し、使用不能になる。 → 代替施設等についてリストアップする。 → 損害保険などによるリスク低減を検討する。		



- 事業中止の判断基準： 浮体式建造事業としてのマーケット規模、スケジュール、原価等の変更に伴い、市場のニーズに適合しないと判断した場合。