

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1－③洋上風力関連電気システム技術開発事業
浮体式洋上風力発電共通要素技術開発（ダイナミックケーブル・洋上変電所・洋上変換所）
実施者名：東芝エネルギーシステムズ株式会社 代表名：代表取締役社長 四柳 端

共同実施者：（幹事会社）東京電力リニューアブルパワー株式会社
東北電力株式会社
北陸電力株式会社
電源開発株式会社
中部電力株式会社
関西電力株式会社
四国電力株式会社
九電みらいエナジー株式会社
住友電気工業株式会社
古河電気工業株式会社
三菱電機株式会社

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

脱炭素化の加速、再エネ海域利用法施行等の変化により洋上風力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

- 国際的な気候温暖化への関心の高まり、脱炭素化に向けた動きが活発化。
- 国内でも、気候温暖化、気象激甚化による影響に、関心が高まっている。

経済面

- EU等における国境炭素調整の導入検討、排出権取引やカーボンプライシング浸透（炭素税、排出権取引、インターナルCP）、情報開示(TCFD)の動き定着。
- 安定的供給かつ安価な電力の必要性。LNG価格の高い変動性と電力卸市場価格の高騰。
- プロジェクトファイナンス、インフラファンドの浸透による資金供給と健全な金融セクターの存在。

政策面

- 「2050年カーボンニュートラル宣言」（脱炭素、グリーン成長戦略、2030年目標の設定）により先進諸国と並ぶ目標を掲げている。
- エネルギー基本計画（気候変動対策を進める中でS+3Eを前提に、再エネへ最優先で取り組み）、電力部門の脱炭素化促進、エネルギー安全保障（自給率の向上）、再エネ海域利用法の施行。

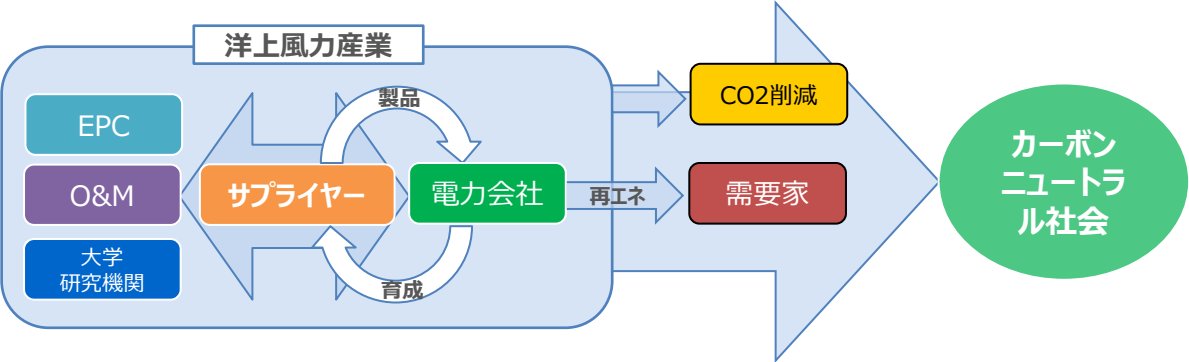
技術面

- 浮体式の技術開発は世界一線で横並び（着床式では欧州が北海油田開発のプラント技術、遠浅の海域を背景に先行）。
- 日本の海事クラスター、造船技術、品質管理、DX等を活用、動員すべき余地が大きい。
- 日本、アジアの気象、海象の独自性への対応。

カーボンニュートラル社会における洋上風力の産業アーキテクチャ

洋上風力産業アーキテクチャにおける本提案の位置付け

- 電力各社が中心**になり、**サプライヤーを育成**しながら洋上風力産業を伸ばし、**カーボンニュートラル社会に貢献**する。
- 本提案では**浮体式洋上風力発電に不可欠な、あるいは将来必要となる共通要素技術の開発を目標**としており、我が国における**洋上風力産業のサプライチェーンに欠くことのできない技術を開発**する。
- 開発する技術のユーザとなる電力会社が開発に関与する多数の利害関係者が参加することで、**サプライヤーとユーザの信頼性を確保する「市場プル型」の開発**となり、**社会実装に向けた強固な体制**となっている。

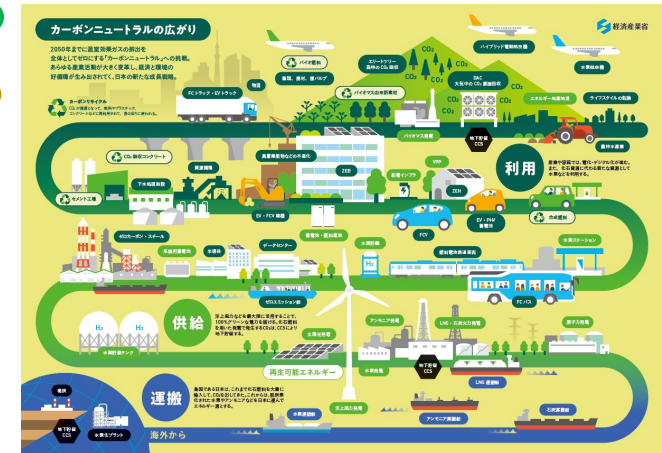
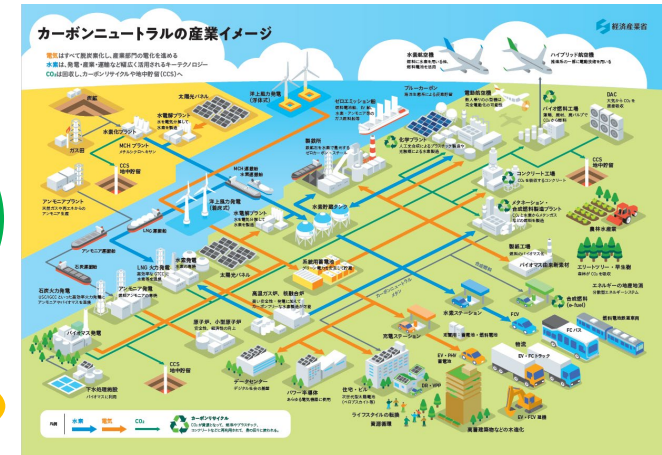
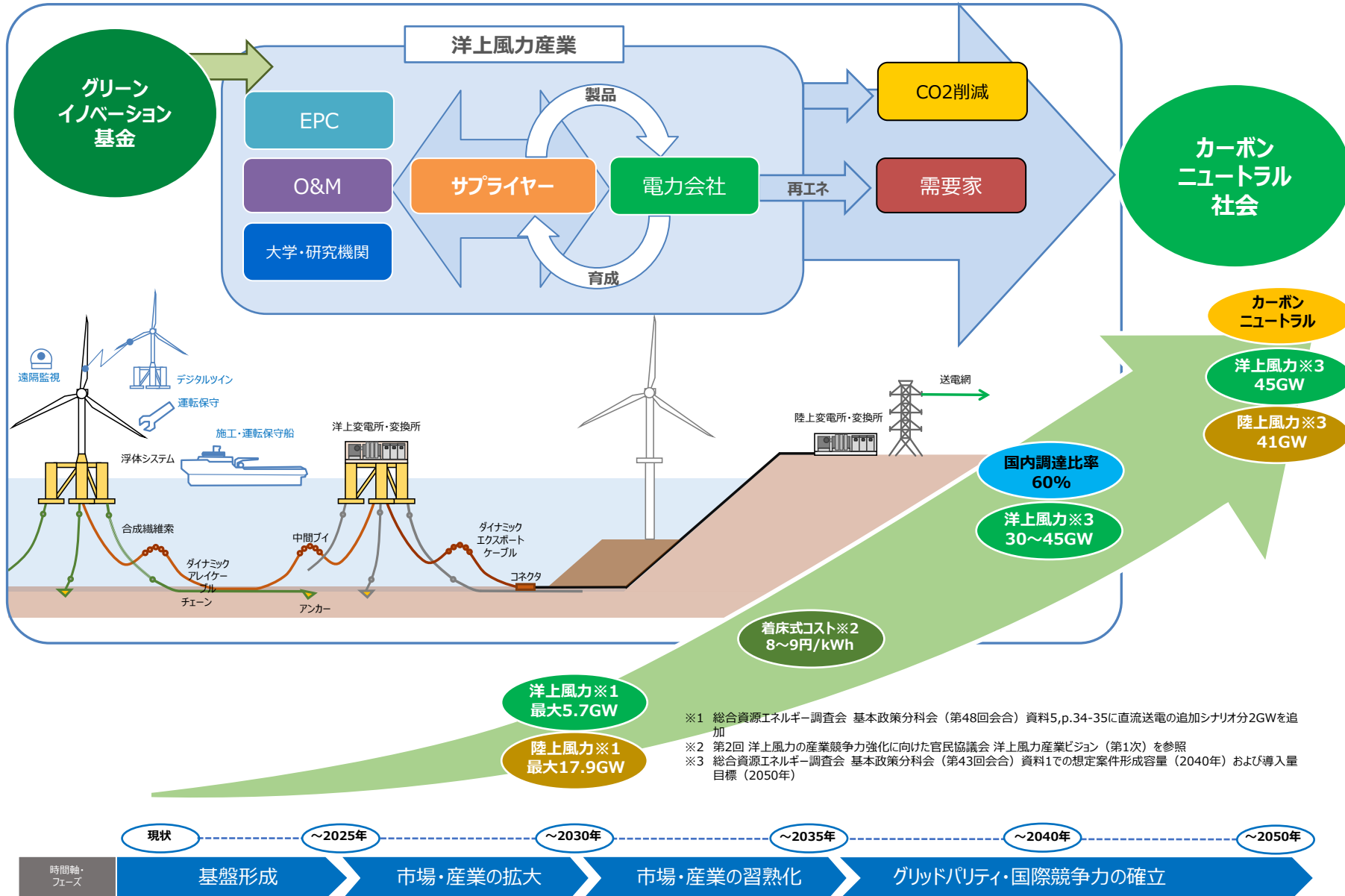


- **市場機会**：市場規模は、1GWあたり、1.2兆円と試算（MRI試算）され、国内だけで2030年まで10GW、2040年まで30GW～45GWの案件組成が目標。日本並びにアジア（台湾、韓国、他）を視野に入れる。事業期間が長く、また、停止時間を縮めるためにサポーティングインダストリーの育成も必要。浮体式は、騒音、建設費用、撤去費用で、陸上風力に比して優位、また、遠浅な海域の少ない日本に適する。
- **社会・顧客・国民等に与えるインパクト**：構成機器・部品点数が多く、また、事業規模は単独でも数千億円にいたる場合もあり、関連産業への波及効果が大い。地域活性化、雇用創出に寄与。波及効果は、我が国全体では兆円単位と巨額。税収、地方経済への寄与も期待される。

- **当該変化に対する経営ビジョン**：機材・部品の安定かつ迅速な供給体制の構築により洋上風力発電事業を安定電源化（設備利用率の向上）、国内調達比率60%（～2040年）の達成、産業横断的取り組みによりアジアで突出した技術力、事業展開力（気象、海象への対応、O&Mを含む）を獲得する。

(付属資料) 洋上風力の産業アーキテクチャ

- 電力各社が中心になり、サプライヤーを育成しながら洋上風力産業を伸ばし、カーボンニュートラル社会に貢献する。

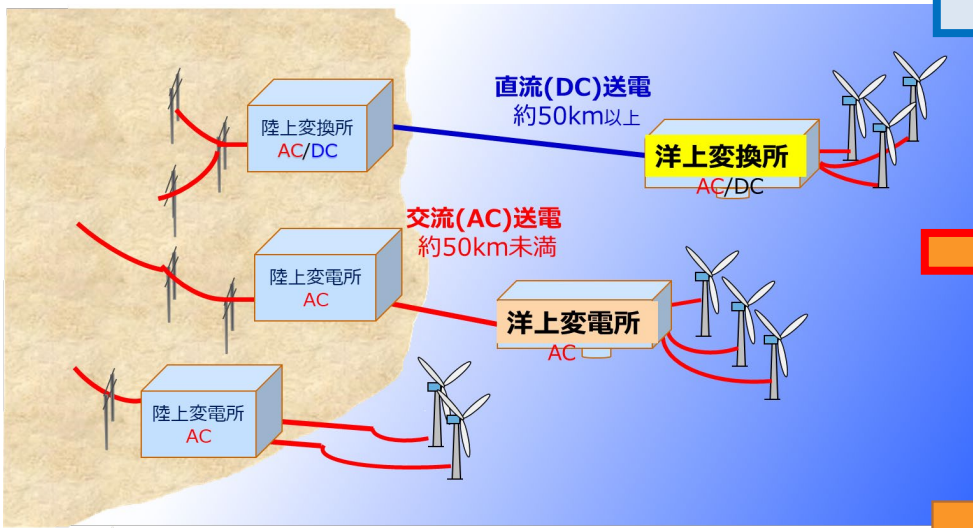


カーボンニュートラルに向けた産業政策“グリーン成長戦略”とは？
https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/green_growth_strategy.html

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

洋上風力発電の変電機器の市場のうち浮体式洋上変電所/変換所をターゲットとして想定

セグメント分析



ターゲットの概要

洋上変換所：Round 4以降、最短で2035年度運開
で2027年頃の応札を見込む
市場規模：5GW(1GW×5案件)

洋上変電所：Round 4以降、最短で2032年度運開
で2025年頃の応札を見込む
市場規模：10GW(0.5GW×20案件)

陸上変電所：Round 1～、最短で2027年度運開で
2020年度より応札対応中
市場規模：国内で2040年までに30GW

市場概要と目標とするシェア・時期

- 2040年度までの浮体式洋上変電所/変換所の市場規模は15GWで、シェアの40%確保を目指す

課題

- 将来、洋上風力設置個所は沖合へとシフトし、陸上変電所～風車間のケーブルコストが増大

想定ニーズ

- 変電所を洋上の風車近傍に配置し、ケーブル本数を束ねることでコストを削減可能
- 長距離、大容量送電になると洋上変換所（直流送電）が有利となる

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

浮体式洋上変電所/変換所への適用機器の要素技術を用いて低コストな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

- カーボンニュートラルの実現に貢献
- 洋上特有の環境に対応した機器の供給
- 必要最小限なメンテナンスにより停止期間を極小化（レジリエンス向上）

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

サプライチェーン

裾野として 400社 10万人 規模

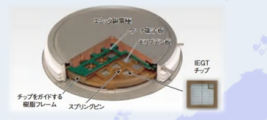
府中工場/東芝三菱産業システム（東京都）

直流送電用変換器・制御装置、中給システム、系統安定化システム、定置蓄電池システム、スイッチギヤ



加賀東芝エレクトロニクス（石川県）

変換器素子（IEGT、ダイオード）



北芝電機（福島県）

変換器冷却装置

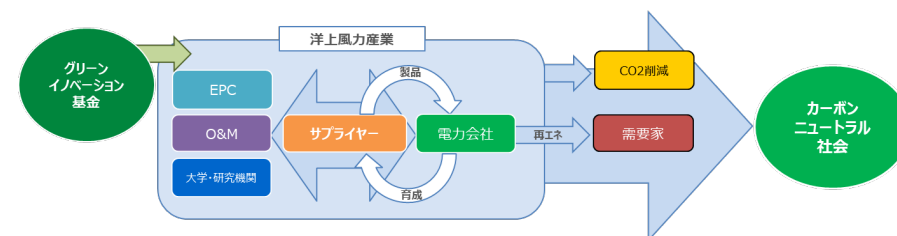


浜川崎工場（神奈川県）

大型変圧器、リアクトル、遮断器、避雷器、ガス絶縁開閉装置（GIS）



産業アーキテクチャ



【ビジネスモデル】

- 洋上特有の環境に配慮した製品の供給とO&Mの提供によりビジネスを拡大

【研究の必要性】

- 本研究により洋上特有の環境に対応した製品技術の獲得とメンテナンスを最小とする保守方法の確立を目指す

【開発内容】

- 浮体式洋上風力変電所/変換所に不可欠な、あるいは将来必要となる共通要素技術を開発

1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

実績のある機器技術の強みを活かして、社会・顧客に対して低価格・高品質という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- カーボンニュートラルの実現に貢献
- 洋上特有の環境に対応した機器の供給
- 必要最小限なメンテナンスにより停止期間を極小化（レジリエンス向上）

自社の強み

- 日本特有の厳しい環境に対応した機器の納入実績
- 国内電力向けへの機器供給で培ってきた技術・品質をベースとした高い信頼性
- 国内自励式変換器の施工経験、納入実績

自社の弱み及び対応

- 洋上変電所/変換所向けの機器の納入実績が無い
 - 自社の強みをベースに技術開発を実施

他社に対する比較優位性

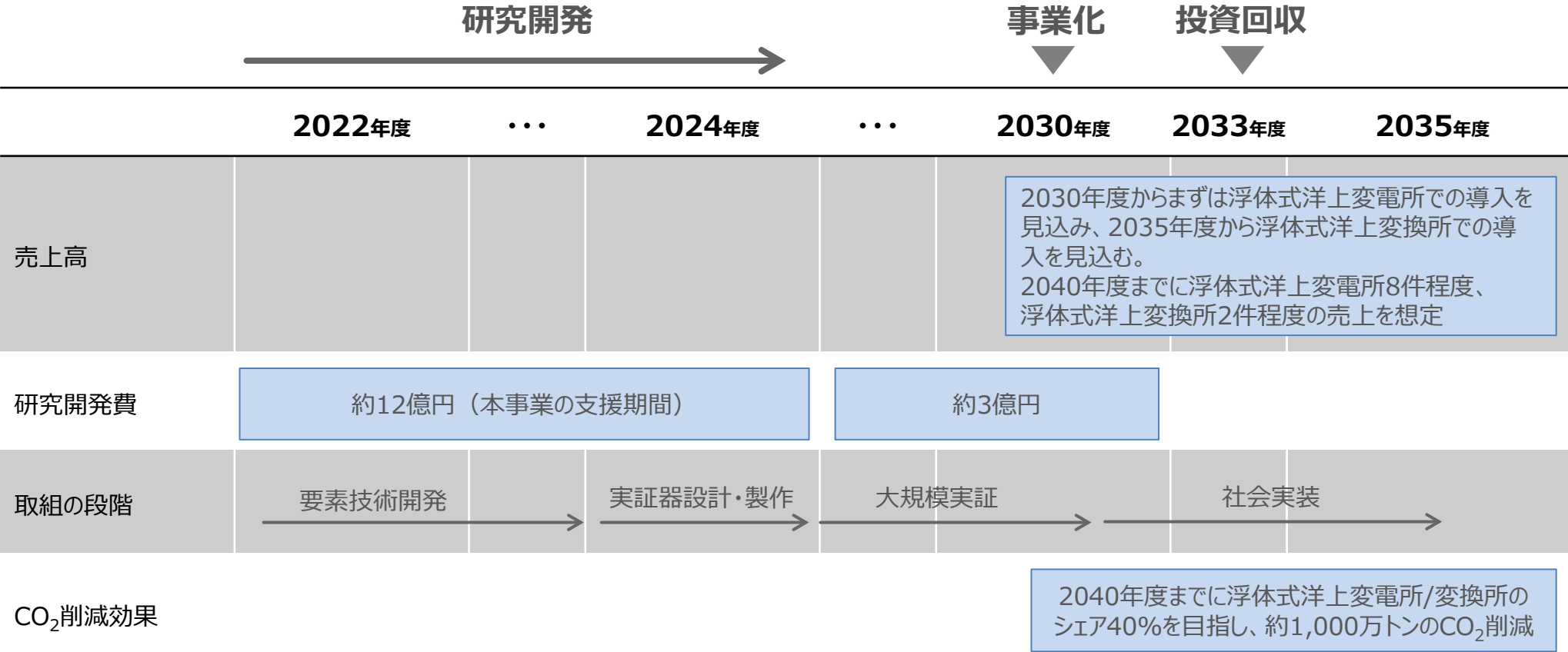
	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	• 国内特有の厳しい環境に適合した機器の製造 • 大容量機器の納入実績 • 自励式HVDCの納入実績 	• 国内電力会社 	• 国内部品メーカー • 国内部材メーカー • 工事業者 • 陸上輸送業者 	• 洋上変電所/変換所に適用可能な基礎技術を有する技術者 
	• 既存技術の応用により浮体式洋上変電所/変換所へ機器を適用	• 国内電力会社 • 洋上風力発電事業者	• 国内部品メーカー • 国内部材メーカー • 工事業者 • 陸上/海上輸送業者	• 安定した製品供給が可能な技術者・技能者体制
競合A社	• 海外メーカ買収による技術の獲得	• 国内電力会社	• 海外製造拠点	• 国内技術者の枯渇

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、2033年頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後も研究開発を継続し、浮体式洋上変電所については2030年頃、浮体式洋上変換所については2035年頃の事業化を目指す。
- ✓ まずは浮体式洋上風力変電所での導入を図り、2033年頃に投資回収できる見込み。



(参考) 洋上風力導入量の見込みとCO2削減効果の考え方

- 洋上風力発電の導入量見込みについて
国が掲げる2030年10GWの導入、2040年30~40GWの案件形成（2030年以降、平均2GW/年以上の導入）
- 社会実装計画（<https://www.nedo.go.jp/content/100937771.pdf>）のp.7にある考え方を参照
➡洋上風力発電が火力発電を代替と仮定。洋上風力導入量（見込み）・火力発電のCO2排出係数・風力発電の設備利用率を用いてCO2削減量を計算【利用したパラメータ】
 - ①：2030 年における洋上風力導入見込み：168～368 万 kW
 - ②：2030 年度の火力平均の電力排出係数：0.66kg-CO2/kWh
 - ③：設備利用率：33.2% 計算式
 - ④：①×8760(時間：24 時間×365 日)×③×②＝洋上風力発電導入によるCO2想定削減量
- 上記は着床式含めた洋上風力全体となるため、浮体式の導入量については、JWPA作成の資料
（https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/039/039_008.pdf）のp.5にある、着床式と浮体式のポテンシャル比（＝1：約4）を用いて、上記の洋上風力導入見込みの内4/5が浮体式になると仮定。
 - ⑤：④×4/5＝浮体式洋上風力発電導入によるCO2想定削減量
- ⑤のCO2想定削減量は日本全体での議論となるため、自社がマーケットでどれくらいのシェアを取るのかを考慮する。
- ⑥：⑤×（自社想定シェア）＝事業計画におけるCO2削減効果

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	研究開発・実証段階における、知財・標準化戦略、オープンイノベーション、PoCによる顧客ニーズの確認等の方策・工夫を記載（2. 研究開発計画との関係性・整合性に留意すること） - 洋上変電所/変換所に求められる要求事項の確認 - 要求事項に基づいて、必要な機能を具備する機器システムの設計開発・要素開発・検証を実施	生産段階における、設備・システム導入、部品調達、立地戦略等の方策・工夫を記載 設備投資の予定は特になし	販売段階における、流通・広告・価格・商品改良等の方策・工夫を記載 本事業で得られた開発成果を学会・委員会などで発表・PRしていく
国際競争上の優位性	国外の競合他社等との関係において、上記取組の有効性や優位性をアピール 高電圧・大容量化した機器の浮体式洋上変電所/変換所への適用成果を国際学会等でPRしていく	国外の競合他社等との関係において、上記取組の有効性や優位性をアピール - 設備投資の予定は特になし - 現地に近い港での組立環境は今後の調査による	国外の競合他社等との関係において、上記取組の有効性や優位性をアピール 高電圧・大容量化した機器の浮体式洋上変電所/変換所への適用成果を国際学会等でPRしていく

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、3.3億円規模の自己負担を予定（フェーズ1の合計）

	2022年度	...	2025年度以降	...
事業全体の資金需要	約12億円	本事業期間（フェーズ1）にて要素技術開発を完了させた後、引き続き実証器による検証に向け、（フェーズ2）での継続的な研究開発を実施する予定。 2030年頃の浮体式洋上変電所、2035年頃の浮体式洋上変換所の事業化を目指す。		
うち研究開発投資	約10億円			
国費負担※ （委託又は補助）	約7億円			
自己負担	約3億円			

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

浮体式洋上変電所/変換所に適用する機器の開発目標を達成するために必要なKPIの設定

研究開発項目

フェーズ1-③-②-a：浮体式洋上変電所
高効率浮体式洋上変電所/変換
所の開発

研究開発内容

- 1 ガス絶縁開閉装置
(避雷器を含む)
- 2 変圧器
- 3 変換器
- 4 制御・保護装置

アウトプット目標

浮体式洋上変電所/変換所に適用される機器の要素技術を2024年度までに開発し、
2030年度までの実証試験を経て社会実装を目標とする

KPI

- 陸上機器を洋上へ適用することによる
機器コストアップ分を▲50%
- 陸上機器を洋上へ適用することによる
機器コストアップ分を▲50%
- 陸上機器を洋上へ適用することによる
機器コストアップ分を▲50%
- 陸上機器を洋上へ適用することによる
機器コストアップ分を▲50%

KPI設定の考え方

- 陸上変電所に設置される機器に対して、浮体式洋上変電所
に設置されることによる、特に波浪による揺動に対して考慮した
コストアップ分を本研究開発により抑制する
- 陸上変電所に設置される機器に対して、浮体式洋上変電所
に設置されることによる、特に波浪による揺動に対して考慮した
コストアップ分を本研究開発により抑制する
- 陸上変換所に設置される機器に対して、浮体式洋上変換所
所に設置されることによる、特に波浪による揺動に対して考慮
したコストアップ分を本研究開発により抑制する
- 陸上変電所に設置される機器に対して、浮体式洋上変電所
に設置されることによる、特に波浪による揺動に対して考慮した
コストアップ分を本研究開発により抑制する

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

浮体式洋上変換所に適用する機器の開発目標を達成するために必要なKPIの設定

【共通】三菱電機殿との変換所共通研究開発所掌分

研究開発項目

フェーズ1-③-②-b：浮体式洋上変電所
高効率浮体式洋上変電所/変換所
の開発

【共通】研究開発内容

1 利用環境
(海象条件、規格・認証)

2 変換所基本設計
(全体、変換所)

3 全体工程
(全体、据え付け・試験)

4 O&M
(O&M、トラブル対応)

アウトプット目標

浮体式洋上変換所に適用される機器の要素技術を2024年度までに開発し、2030年度までの実証試験を経て社会実装を目標とする

KPI

要求事項のとりまとめ、
仕様検討書の作成完了

要求事項のとりまとめ、
仕様検討書の作成完了

全体工程表、据付・試験要領書
の作成完了

O&Mマニュアル、対応方法マニュアル
の作成完了

KPI設定の考え方

海象条件、規格・認証における要求事項を取りまとめ、仕様
検討書を作成する

HVDCシステム基本仕様および変換所システム設計における
要求事項を取りまとめ、仕様検討書を作成する

全体工程の検討、変換所の据付、サイト（ドック、洋上）に
おける試験方法に関する検討により要領書を作成する

変換所の運用方法、洋上での緊急時の対応方法に関する
検討によりマニュアルを作成する

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)
1	ガス絶縁開閉装置 (避雷器を含む)	陸上機器を洋上へ適用することによる機器コストアップ分を▲50%	陸上での機器に要求される仕様に対する基本技術 (TRL 4) ↔ 洋上で要求される仕様を模擬し、供試器にて確認 (TRL 6)	- 波浪による揺動および傾斜に対する検証 - 波浪による揺動および傾斜による機器への影響を解析で確認 - ミニモデルあるいは検証器を用いて、揺動あるいは傾斜を模擬した検証で健全性を確認	基本技術は既に陸上向け用途で十分な実績があり、新規研究開発要素は洋上ゆえの使用環境・特殊仕様に集約される。 (80%)
2	変圧器	陸上機器を洋上へ適用することによる機器コストアップ分を▲50%	陸上での機器に要求される仕様に対する基本技術 (TRL 4) ↔ 洋上で要求される仕様を模擬し、供試器にて確認 (TRL5)	- 周囲環境に対する検証 - 高湿度環境における制御機器類や部品の腐食影響を確認 - ブッシングなどの気中露出部の汚損の確認 - 冷却器などの防錆・耐腐食性検証	
3	変換器	陸上機器を洋上へ適用することによる機器コストアップ分を▲50%	陸上での機器に要求される仕様に対する基本技術 (TRL 4) ↔ 洋上で要求される仕様を模擬し、供試器にて確認 (TRL 6)	- アクセスの困難性を考慮した保守・メンテナンス - モニタリングアイテムの充実 - 点検項目のインターバル延長	
4	制御・保護装置	陸上機器を洋上へ適用することによる機器コストアップ分を▲50%	陸上での機器に要求される仕様に対する基本技術 (TRL 4) ↔ 洋上で要求される仕様を模擬し、供試器にて確認 (TRL 6)		

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

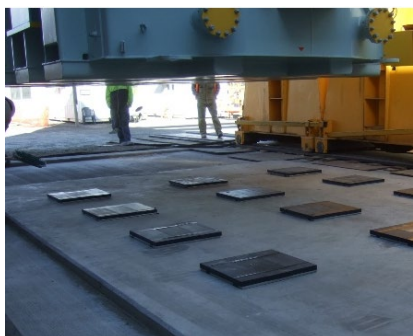
各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

【共通】三菱電機殿との変換所共通研究開発所掌分

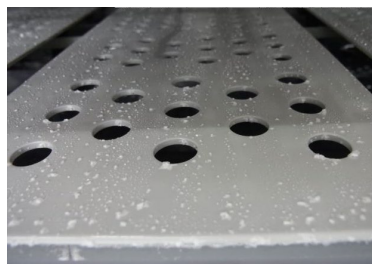
	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 利用環境 (海象条件、 規格・認証)	要求事項のとりまとめ、 仕様検討書の作成完了	陸上設備に対する仕様・法規などの確認にとどまる	要求事項のとりまとめ、 仕様検討書の作成完了	要求仕様のとりまとめ、仕様検討、工程表、要領書、マニュアルなどの作成により、洋上浮体式変換所構築のための手順を体系化する。	洋上ゆえの使用環境・特殊仕様を船舶関係者などへの聞き取りも含め進めることにより、検討結果をまとめる (100%)
2 変換所基本設計 (全体、変換所)	要求事項のとりまとめ、 仕様検討書の作成完了	陸上設備の設計実績にとどまる	要求事項のとりまとめ、 仕様検討書の作成完了		
3 全体工程 (全体、 据え付け・試験)	全体工程表、据付・試験要領書の作成完了	陸上設備の工程実績にとどまる	全体工程表、据付・試験要領書の作成完了		
4 O&M (O&M、 トラブル対応)	O&Mマニュアル、 対応方法マニュアルの作成完了	陸上設備でのO&M実績にとどまる	O&Mマニュアル、 対応方法マニュアルの作成完了		

洋上変電所に関する課題とその解決について（フェーズ1）

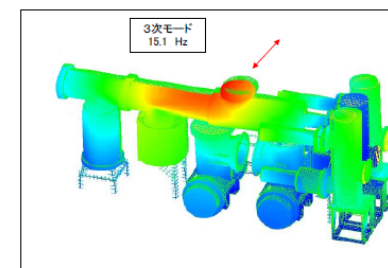
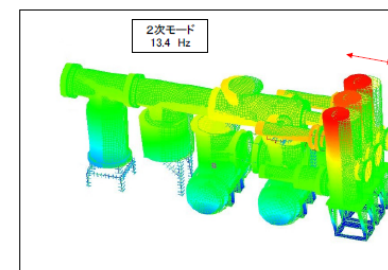
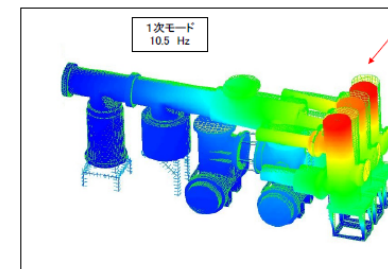
課題		波浪による揺動および傾斜	周囲環境に対する検証	アクセスの困難性を考慮した保守・メンテナンス
解決策	ガス絶縁開閉装置（避雷器を含む）	- 耐震解析による耐震性の確保 - 実機による検証	薄厚鋼板を使用する操作箱、制御盤の防錆・耐食対策と検証	- モニタリングアイテムの充実 - メータ類の画像処理による取込み
	変圧器	プラットフォームへ振動伝播しない防振ゴム支持構造の検証（傾斜による横方向応力）	薄厚鋼板を使用する冷却器の防錆・耐食対策と検証	- モニタリングアイテムの充実 - メータ類の画像処理による取込み
	制御・保護装置	- 耐震解析による耐震性の確保 - 実機による検証	薄厚鋼板を使用する操作箱、制御盤の防錆・耐食対策と検証	- モニタリングアイテムの充実 - メータ類の画像処理による取込み



【写真：防振ゴムの使用例】



【写真：塩水噴霧による耐食試験例】



【図：開閉装置の耐震解析の例】

洋上変電所に関する規格調査結果と機器における課題（GIS）

No	仕様項目	内容
①	耐震	・機器に対する明確な仕様はなく、別途耐震評価が必要 (NEDOガイドに評価の例あり)
②	周囲温度	・上限として45℃、50℃が規定され、JEC、IECに比較し、過酷条件
③	保守・メンテ	・CMSによる予防的メンテナンスの導入が必要
④	周囲環境	・漏洩磁束による磁気コンパスへの影響度について規定 ・試験時の雰囲気温度、湿度、気圧の指定幅あり
⑤	試験	・電源喪失試験、乾燥高温試験他、JEC、IECで規定されていない試験あり ・タンク温度上昇限界値は火災防止の観点で指定
⑥	傾斜	・22.5度傾斜の状態での正常動作を要求
⑦	内部アーク	・内部アーク試験の実施要求有り
⑧	振動	・繰り返し連続振動に対しての健全性確認が必要
⑨	タンク材質	・アルミ等の軽合金は局所腐食の恐れからタンクとして使用不可

洋上変電所に関する規格調査結果と機器における課題（GIS）

②周囲温度

電流仕様により上位機種を適用：○

⑦内部アーク

一般式によって机上評価は可能である：△
ただし、適用規格によって、試験実施要：××

③保守・メンテ

センサ+EMUで対応監視項目の再検討：△

⑨タンク材質

一般的な船舶用材質と塗装の調査の上、要素試験による腐食の評価を実施：××

④周囲環境

外部磁界に対する仕様の詳細確認要（磁気コンパスへの影響など）：△

⑥傾斜

22.5度の傾斜状態での開閉試験等での検証が必要：××

⑤JEC形式以外の試験

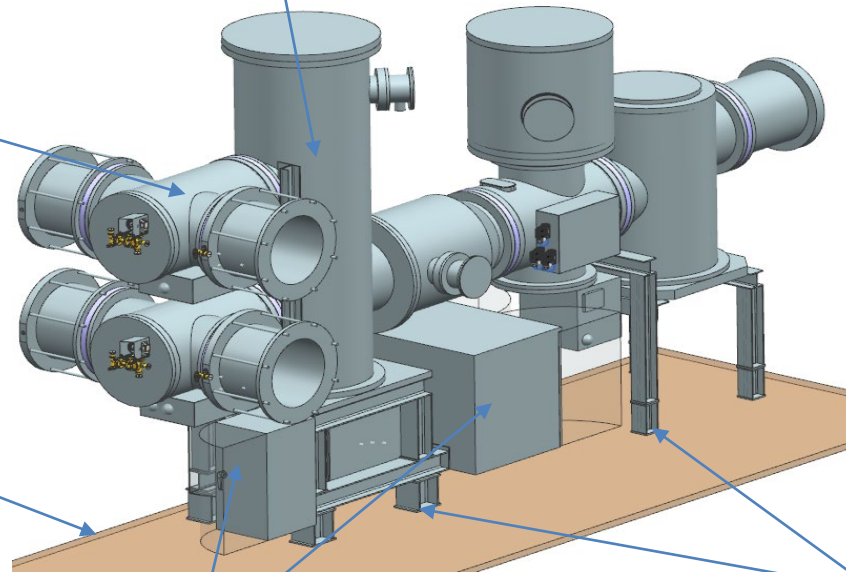
追加試験を実施すれば性能上の問題はないと想定。ただし形式試験は実施することになる：××

①耐震

耐震解析評価結果を反映し外装、架構類の強度アップで対応：×

⑧振動

繰り返しの微小振動に対し、ボルトの緩み、電装品の誤動作などの検証が必要：××

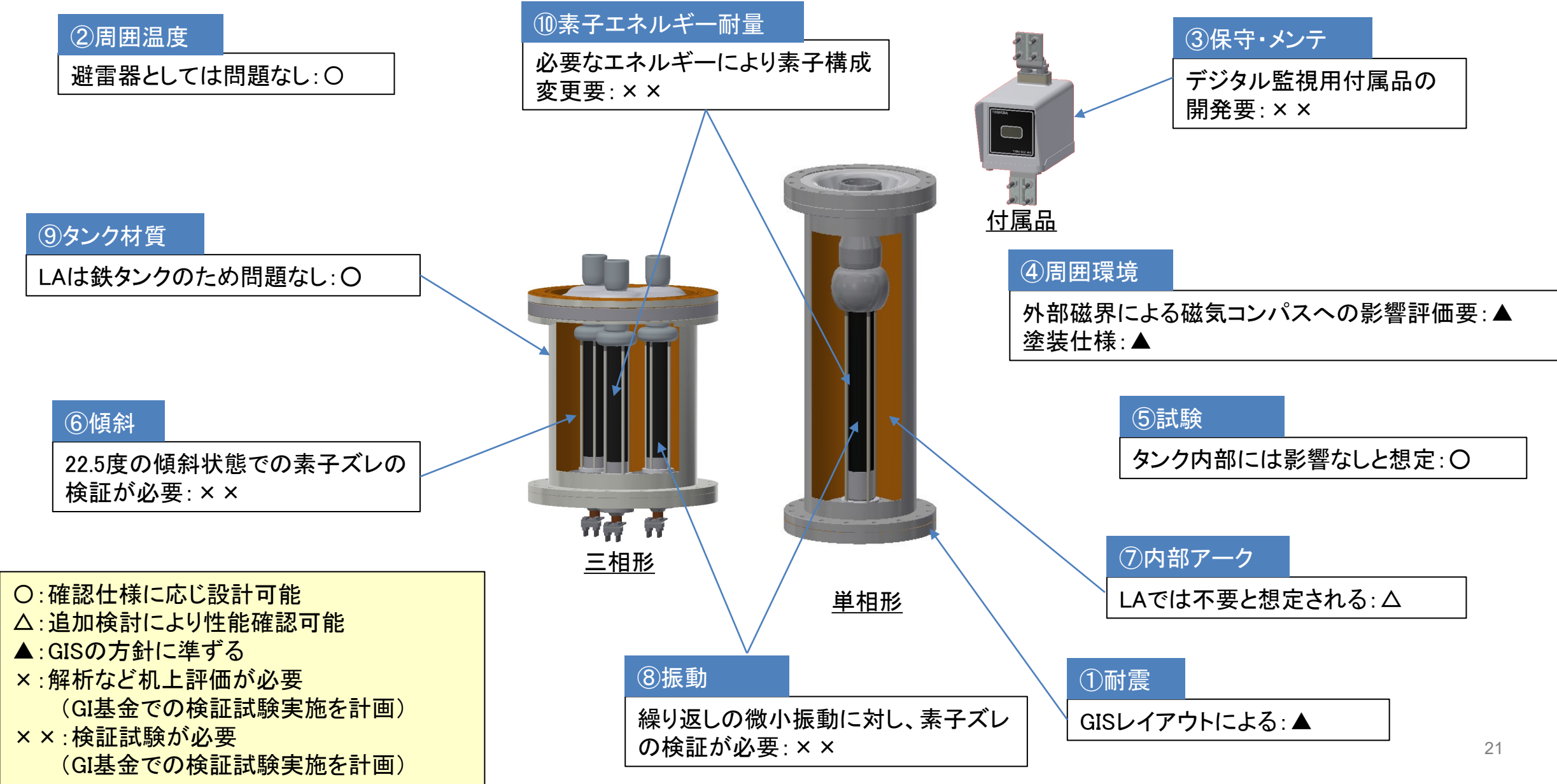


○：確認仕様に応じ設計可能
△：追加検討により性能確認可能
×：解析など机上評価が必要
（GI基金での検証試験実施を計画）
××：検証試験が必要
（GI基金での検証試験実施を計画）

洋上変電所に関する規格調査結果と機器における課題（LA）

No	仕様項目	内容
①	耐震	・機器に対する明確な仕様はなく、別途耐震評価が必要 (NEDOガイドに評価の例あり)
②	周囲温度	・上限として45℃、50℃が規定され、JEC、IECに比較し、過酷条件
③	保守・メンテ	・CMSによる予防的メンテナンスの導入が必要 ・デジタル監視対応が必要
④	周囲環境	・漏洩磁束による磁気コンパスへの影響度について規定 ・試験時の雰囲気温度、湿度、気圧の指定幅あり ・塗装について考慮の必要あり
⑤	試験	・電源喪失試験、乾燥高温試験他、JEC、IECで規定されていない試験あり ・タンク温度上昇限界値は火災防止の観点で指定
⑥	傾斜	・22.5度傾斜の状態での正常動作を要求
⑦	内部アーク	・内部アーク試験の実施要求あり
⑧	振動	・繰り返し連続振動に対しての健全性確認が必要
⑨	タンク材質	・アルミ等の軽合金は局所腐食の恐れからタンクとして使用不可
⑩	素子の 必要エネルギー	・洋上変電所用としての必要エネルギー仕様が不明 ⇒必要エネルギーに応じて、適用素子変更/多柱構造化の必要有

洋上変電所に関する規格調査結果と機器における課題（LA）



洋上変電所に関する規格調査結果と機器における課題（OIT）

No	仕様項目	内容
①	周囲温度	・上限として45℃、50℃が規定され、JEC、IECに比較し、過酷条件
②	保守・メンテ	・CMSによる予防的メンテナンスの導入が必要 ・メンテナンスが少ないか不要な長寿命の機器が必要
③	周囲環境	・結露対策が必要 ・海洋生物付着による腐食対策が必要
④	試験	・テスト波形がIECで規定されている波形と大幅に異なる可能性があることを示唆
⑤	波浪による傾斜	・傾斜角22.5度(もしくは20度)を考慮した設計が必要
⑥	絶縁材料	・湿気、海の空気、油の蒸気の耐性が必要
⑦	波浪による振動	・繰り返し連続振動に対しての健全性確認が必要
⑧	プラットフォームへの防振	・変圧器とプラットフォーム間に防振アイソレータの設置が必要

洋上変電所に関する規格調査結果と機器における課題（OIT）

⑥ 絶縁材料

防振ゴム等、変圧器タンク外の絶縁材料の扱いが課題：△

① 周囲温度

冷却器台数等の調整により対応可能：○

⑤ 波浪による傾斜

22.5度の傾斜状態での各部
強度検証が必要：△

② 保守・メンテ

センサ+EMUで対応
監視項目の再検討：△
長寿命軸受を用いた油ポンプ/ファンモータの調査：△

③ 周囲環境

結露対策や海洋生物の付着(ふんを含む)による腐食対策が必要：△

④ 試験

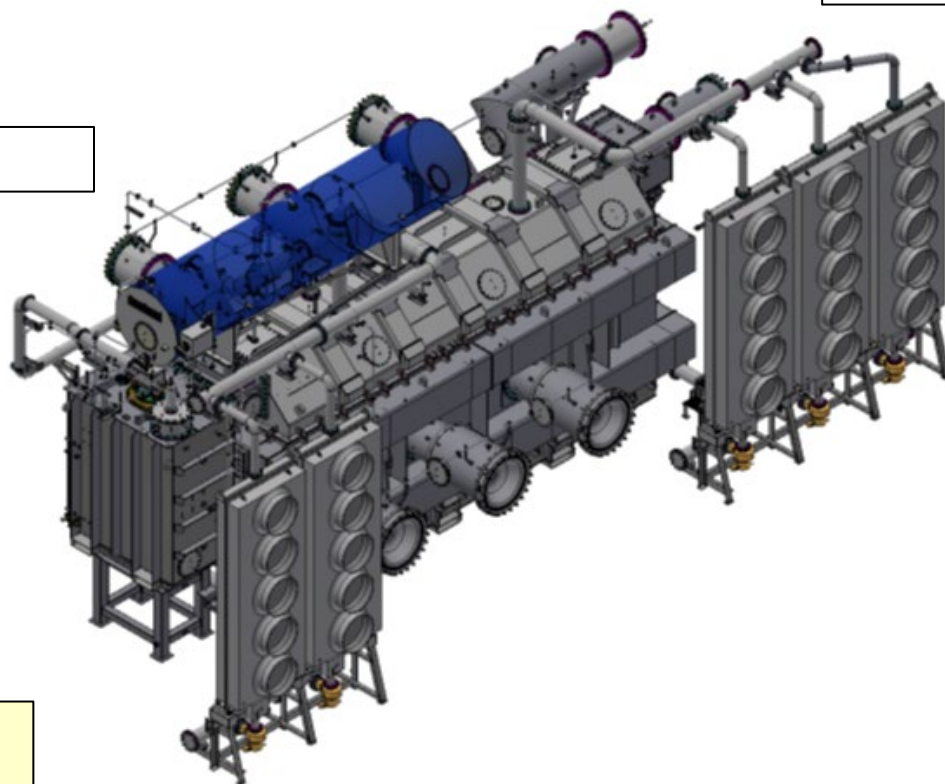
規格の試験波形と異なる場合は
検証が必要：× ×

⑧ プラットフォームへの防振

波浪による傾斜で横荷重が発生した際の
変圧器防振支持構造の検討が必要：×

⑦ 波浪による振動

揺動に対するボルト締結部、コンサベータ(ゴム袋、油面計)、継電器、リード類
(支え)、取り合い部(ブッシング、GIS)への影響評価：△



○：確認仕様に応じ設計可能
△：追加検討により性能確認可能
×：解析など机上評価が必要
（GI基金での検証試験実施を計画）
× ×：検証試験が必要
（GI基金での検証試験実施を計画）

洋上変電所に関する規格調査結果と機器における課題（制御・保護装置）

No	仕様項目	内容
①	耐震 (GISと同様)	・機器に対する明確な仕様はなく、別途耐震評価が必要 (NEDOガイドに評価の例あり) - 振幅 20mm/s、周波数 5～50Hz
②	周囲温度 温度上昇	(配電盤の)基準周囲温度が45℃として温度上昇を規定 半導体組み込み器具は 55℃の周囲温度で適切に動作
③	保守・メンテ	・CMSによる予防的メンテナンスの導入が必要
④	周囲環境	・試験時の雰囲気温度、湿度、気圧の指定幅あり湿度 95%以下
⑤	試験	・電源喪失試験、JEC、IECで規定されていない試験や、周囲環境等で従来規格以上の性能要求がある。
⑥	傾斜	・22.5度傾斜の状態での正常動作を要求
⑦	内部アーク	・内部アーク試験の実施要求有り - 内部アークに対する保護・監視の要否(ガス圧等)
⑧	振動	・繰り返し連続振動に対しての健全性確認が必要 - 振幅 20mm/s、周波数 5～50Hz
⑨	周波数変動	・システム周波数 90～110%の変動を許容する場合、保護機能への影響

洋上変換所に関する研究開発内容（変換器）

変換器製造メーカーとして、国内外の他励式・自励式、吊り型・自立型、の様々な変換方式、形態の製造実績を持つ国内唯一のメーカーである。この直流送電技術を浮体式洋上変換所に活用する。

新北海道・本州間直流連系設備

自励式
運開: 2019年3月



飛騨信濃周波数変換設備（新信濃）

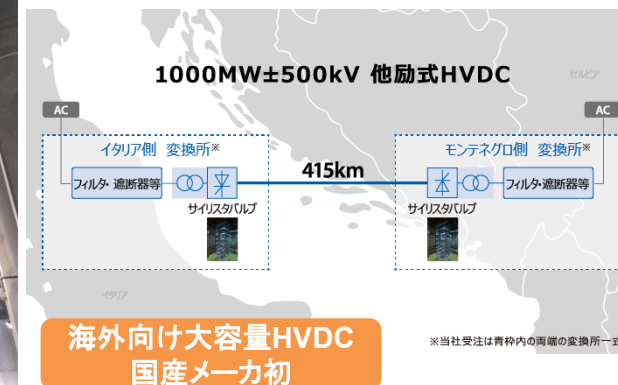
他励式
運開: 2021年3月

異周波数系統間連系HVDC



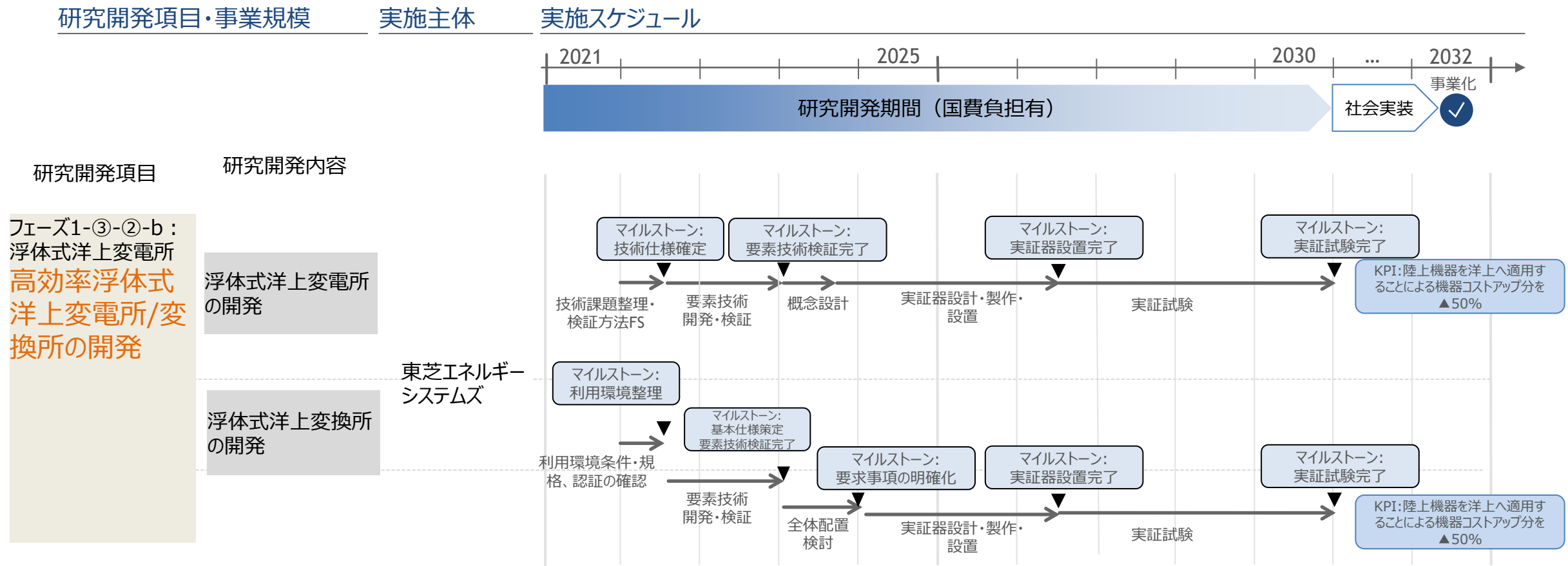
イタリア・モンテネグロ間直流送電

他励式
運開: 2019年12月



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



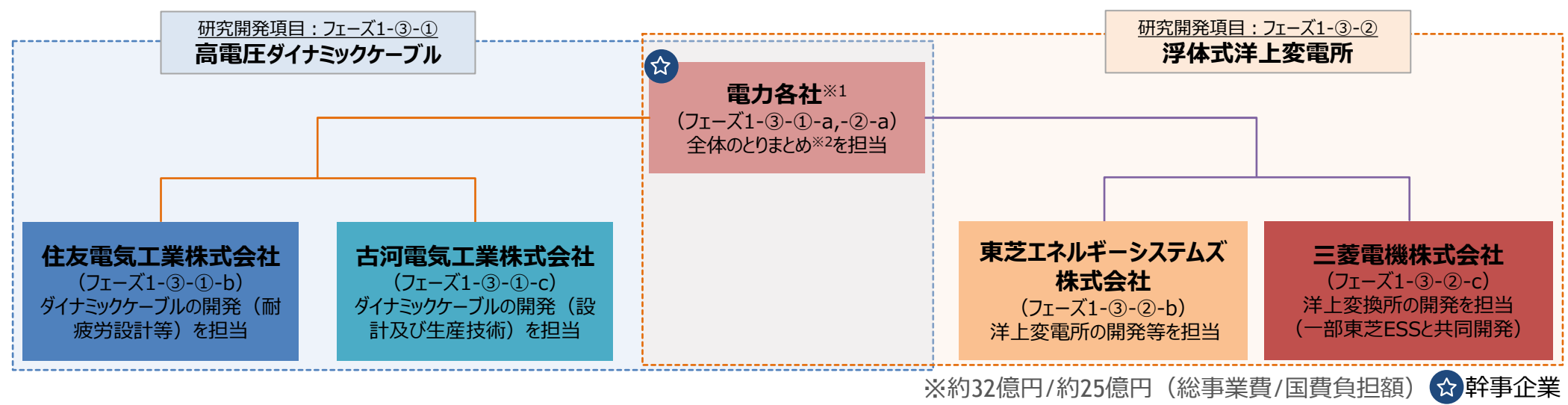
開発ロードマップ

[illegible]

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



各主体の役割と連携方法

各主体の役割（研究開発項目：フェーズ1-③-②）

- 全体の取りまとめは電力会社が行う。
- 電力各社は、浮体式洋上WF開発の観点で電気システムの検討・評価を担当する。
- 東芝エネルギーシステムズ株式会社は浮体式洋上変電設備の開発を担当する。
- 東芝エネルギーシステムズ株式会社と三菱電機株式会社は、浮体式洋上変換所に関する共通課題となる浮体式洋上変換器要求事項の取纏めを共同で行う。

研究開発における連携方法（研究開発項目：フェーズ1-③-②）

- 東芝エネルギーシステムズは、電力会社の意見を参考に浮体式洋上変電所に搭載可能な変電設備の開発を行う。
- 電力各社は、東芝エネルギーシステムズが開発した洋上変電設備を活用した陸上への送電システムについての検討・評価を行う。
- 電力各社は、三菱電機株式会社、東芝エネルギーシステムズ株式会社が開発した洋上変換所を活用した陸上への送電システムの検討・評価を行う。

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
フェーズ1-③-②-b： 浮体式洋上変電所 高効率浮体式 洋上変電所/変 換所の開発	1 浮体式洋上変電所の開発	- 大容量、高電圧化技術 - 陸上変電所で培ってきた耐震、耐塩害技術	→ (優位性)日本特有の厳しい環境に対応した技術、国内電力向けへの機器供給で培ってきた技術・品質をベースとした高い信頼性 → (リスク)日本の環境仕様を考慮しない低コスト海外製品の参入
	2 浮体式洋上変換所の開発	- 国内で納入実績のある自励式直流送電技術 - 陸上変換所で培ってきた耐震、省スペース、低電力損失技術	→ (優位性)国内電力向けへの機器供給で培ってきた技術・品質をベースとした高い信頼性、国内自励式変換器の施工経験、納入実績 → (リスク)日本の環境仕様を考慮しない低コスト海外製品の参入

三菱電機株式会社殿との洋上変換所の研究開発所掌分担表

分類		対象機器	フェーズ1					所掌	
			調査	解析	要素開発	実器検証	O&M検討	(ESS)	三菱電機殿
洋上変換所	システム	利用環境調査	○	—	—	—	—	○	—
		システム基本仕様策定	○	—	—	—	—	—	○
		全体工程策定	○	—	—	—	—	—	○
		システムのO&M検討	○	—	—	—	—	—	○
	機器	交直変換器	—	○	○	—	○	○	○
		変換用変圧器	※洋上変電所側データにて代用				○	○	○
		直流GIS					○	○	○
		純水冷却装置	—	○	○	—	○	○	○
		バルブ制御盤	—	○	○	○	○	○	○

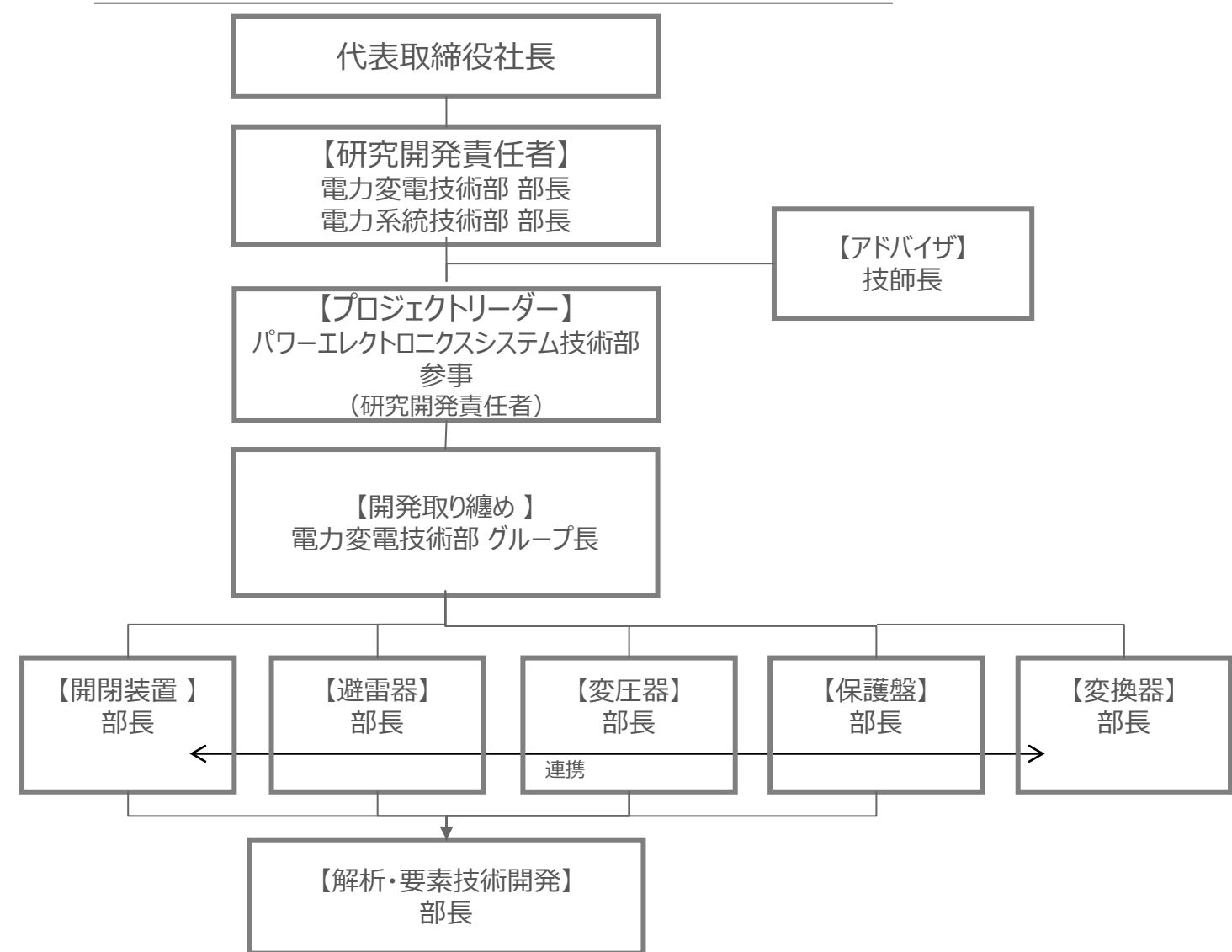
3. イノベーション推進体制

(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
 - 電力変電技術部 部長
- プロジェクトリーダー
 - パワーエレクトロニクスシステム技術部 参事
- 担当チーム
 - 開閉装置：（専任0人、併任5人規模）
 - 避雷器：（専任0人、併任1人規模）
 - 変圧器：（専任0人、併任3人規模）
 - 変換器：（専任0人、併任4人規模）
 - 保護盤：（専任0人、併任1人規模）

部門間の連携方法

- 各開発担当チーム間での定期的な打合せ（月1回）

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

経営者等による洋上風力事業への関与の方針

（1）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
 - 社長メッセージ
自社ウェブサイトには社長メッセージを掲載し、自社の目指す姿、方針を社内外に示し、また、洋上風力事業を含む再生可能エネルギー事業をカーボンニュートラルの実現に向けた重要事業として位置づけている。
<https://www.toshiba-energy.com/company/message.htm>
 - ビジョンの策定
将来のエネルギーのあり方について、自社が目指す姿をビジョンとして策定し、自社のウェブサイトで公開している。
<https://www.toshiba-energy.com/company/vision.htm>
- 事業のモニタリング・管理
 - 進捗状況のフォロー
事業の進捗状況は、担当取締役（事業部長）が出席する月次事業会議の場で定期的にフォローされ、必要により、計画見直し等の意思決定、進め方・内容に対する指示を行う。
 - 株式会社東芝との連携
事業の進捗を判断するにあたり、親会社の株式会社東芝からの意見も取り入れる。
 - 事業化の判断
目標コストへの到達度合により、事業化の判断を行う。

（2）経営者等の評価・報酬への反映

- 業績評価
事業の進捗状況や成果が、事業部の担当取締役・担当管理職等の評価や報酬の一部（賞与）に反映される。

（3）事業の継続性確保の取組

- 事業の引き継ぎ
経営層が交代する場合は、担当管理職等から事業内容について着実に説明を行うことで、事業が継続し、意思決定に支障をきたすことのないように進める。

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

経営戦略の中核において洋上風力事業を位置づけ、広く情報発信

（１）経営会議等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - カーボンニュートラルに向けた取り組み
洋上風力事業を含め、自社が提供するカーボンニュートラルに貢献する製品・サービスについて、全体像を自社ウェブサイトで公開している。
https://www.toshiba-energy.com/carbon_neutral.htm
- 研究開発計画の決議
 - 経営会議等の開催
本プロジェクトに代表されるような国家プロジェクトで、自社の事業戦略または事業計画に対し、重大な影響を及ぼす研究開発計画は、社長を決裁者としたレビュー会議で審議される。また、株式会社東芝の技術スタッフ部門主催による審査会も行われ、技術担当役員により、研究開発計画が審査される。
 - 決議内容の周知
研究開発計画のレビュー会、審査会の決議内容については、議事録が発行され、関係部門に周知される。
- 決議事項と事業戦略・事業計画の関係
 - 事業戦略・事業計画への反映
決議された研究開発計画に基づき、事業戦略・事業計画が策定される。

（２）ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 中期経営計画による情報開示
本プロジェクトを含む洋上風力事業に関わる事業戦略・事業計画は中期経営計画に反映され、内外に公開される。
<https://www.toshiba.co.jp/about/ir/>
 - プレスリリースによる情報開示
本プロジェクトが採択された場合、自社のウェブサイトにて研究開発計画の概要等のプレスリリースを行い、対外的に公表する。
https://www.toshiba-energy.com/info/index_j.htm
- ステークホルダーへの説明
 - 決算説明会の開催
投資家や金融機関等のステークホルダーに対し、四半期毎に決算説明会を開催することで、洋上風力事業の将来の見通し・リスクを説明する。
 - 自社ウェブサイトでの情報発信
洋上風力事業における自社の取り組み（社会的価値等）について、自社ウェブサイトを活用し、ステークホルダーや顧客を含む一般の方々に対し、幅広く分かりやすい情報発信を行う。

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

（１）経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 開発体制や手法の見直し、追加的なリソース投入の準備・体制
ステアリングメンバーがプロジェクトのマネジメント状況のモニターを行い、必要に応じ、開発体制や手法の見直しを行う。また、プロジェクトマネジメントメンバーは研究開発リソースに関わる権限を委譲され、進捗状況に応じ、追加的なリソース投入を行う。
 - 外部リソースの活用
プロジェクトマネジメントメンバーは外部リソースに関わる権限も与えられ、必要に応じ、外部リソースの活用を行う。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 人材の確保
本プロジェクトを推進するため、自社事業所で当該技術領域を専門に担当している人員の確保を優先的に実施し、各技術領域で2～4人程度のチームを編成する。
 - 既存設備の活用
当社で保有する既存の設備（陸上電気所向け設備等）を最大限に活用する。また、外注先でも同様に、既存の設備の活用を行う。
 - 国費負担以外での資金投入
社内の研究開発費を充当する。また、本プロジェクトの前後で独自の研究開発（本プロジェクト開始前の準備開発、及び本プロジェクト終了後の製品化開発）を実施する。
 - 資金投入の継続性
本プロジェクトの計画と予算は、応募前に社長決裁を取得し、資金投入の継続性について社内的合意を形成している。なお、本プロジェクトの応募については、株式会社東芝からも承認を得ており、本プロジェクトの運営がサポートされる。

（２）組織横断体制の構築

- 組織横断体制の構築
 - 機動的な意思決定
自社の本社技術、事業所より組織横断で人員を集結し、合同のプロジェクト体制を構築。本プロジェクトの運営に関する権限はプロジェクト体制内で全て完結しており、機動的な意思決定を可能とする。
 - 事業環境の変化への対応
組織横断のプロジェクト体制により、既存の組織体制や事業体制にとらわれず、柔軟にビジネスモデルの検証を行い、事業環境の変化への対応を可能とする。
- スタッフ部門のサポート
 - 社内規程、システムの整備
本プロジェクトの運営のサポートのため、必要により、スタッフ部門が社内規程、システムの追加、見直しを行う。
 - 進捗レポートの提出
本プロジェクトの進捗について、スタッフ部門に定期的にレポートを提出することで、状況が随時フォローされる。
- 若手人材の育成
 - 若手チームメンバーの起用
今後の中長期的な洋上風力事業の発展に寄与するため、若手人材を積極的にチームメンバーに起用し、プロジェクト活動の中で技術的育成を図る
 - 技術報告や論文提出の機会の活用
若手チームメンバーが、本プロジェクトの技術成果について、技術報告書や論文等の形で社内外に発信することを支援し、技術者としての能力向上を図る。

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、技術開発の継続が困難な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	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
▲リスク：異なる会社によってそれぞれで研究開発・設計されるため、ケーブル設計などで、変電所などの互換性がない事態が発生 ➡●対応策：協議会は、インターフェースの問題を回避するために、浮体式洋上風力発電プロジェクトの統合設計を行い、管理する。 ▲リスク：設計されたケーブル電圧が、プロジェクトの完了後の商用規模の発電には不適合（容量不足）である ➡●対応策：協議会は世界のケーブルの研究開発及び商業ベースの実装状況の情報を常に収集し、商業化に適したケーブル電圧についてアドバイスを提供。当該研究開発対象は、高圧ダイナミックケーブル開発の初期段階であり、より大きな見地で情報を提供・共有する。	▲リスク：プロジェクトの実施期間の遅延 ➡●対応策：クリティカルパスを含むプロジェクトスケジュール管理を徹底し、マイルストーン・イベントの確実な実行をはかる ▲リスク：プロジェクトコストの超過 ➡●対応策：プロジェクト開始前に綿密なコスト計画を提出し、それが、協議会によって見直され、監視される体制を作る。補助金予算は限られているため、研究開発費の管理は重要 ▲リスク：ケーブル試験の予算不足 ➡●対応策：全体の予算管理と同様に、研究開発者の事前の綿密なコスト計画と、協議会の見直し、監視で予算管理を徹底する	▲リスク：COVID-19ウイルスのようなパンデミック発生プロジェクトへの影響によるリスク ➡●対応策：当局からの公衆衛生の指示に従い、プロジェクトチームの保護措置を講じる。流行の状況と政府の公衆衛生の指示を綿密にフォローし、それに応じたプロジェクト活動を進める。必要に応じて電話会議/オンライン会議を使用。



- 事業中止の判断基準：
 - ・ 技術開発動向や国内外における競争環境の著しい変化により、当該技術が今後使用される可能性が著しく低くなった場合
 - ・ 研究開発期間中の著しい経済情勢の変動により、技術開発の継続が困難になった場合
 - ・ 天災地変や感染症拡大、紛争等のその他不可抗力により、技術開発の継続が困難になった場合