



事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：

愛知県沖浮体式洋上風力実証事業

実施者名 ：株式会社北拓

代表名 ：代表取締役社長 林 龍太

コンソーシアム内実施者：株式会社シーテック（幹事企業）

カナデビア株式会社

鹿島建設株式会社

株式会社商船三井

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

発電事業者	浮体基礎 (設計・製造・O&M)	浮体基礎 (設計・施工)	O&M (運転保守)	O&M (CTV運用)
<div> (幹事企業)</div> <div>シーテックが実施する研究開発の内容</div> <div>共同研究開発</div> <div><div>①調査開発</div><div>・風況観測</div><div>③浮体式設置</div><div>・撤去・リサイクル</div><div>④電気システム (古河電工)</div><div>・高電圧ダイナミックケーブル</div><div>⑥ステークホルダーの合意</div><div>・漁業協調 等</div></div>	<div> (フェーズ1-②実施済)</div> <div>カナデビアが実施する研究開発の内容</div> <div><div>②浮体式基礎製造</div><div>・浮体基礎の最適化</div><div>・浮体の量産化</div><div>・ハイブリッド係留システム</div><div>⑤運転保守</div><div>・デジタル技術による予防保全・メンテナンス最適化</div><div>・監視及び点検技術の高度化</div></div>	<div> (フェーズ1-②実施済)</div> <div>鹿島建設が実施する研究開発の内容</div> <div><div>②浮体式基礎製造</div><div>・浮体基礎の最適化</div><div>・浮体の量産化</div><div>③浮体式設置</div><div>・低コスト施工技術の開発</div></div>	<div> (フェーズ1-④実施済)</div> <div>北拓が実施する研究開発の内容</div> <div><div>⑤運転保守</div><div>・デジタル技術による予防保全・メンテナンス最適化</div><div>・落雷故障自動判別システムの開発</div></div>	<div> 商船三井</div> <div>商船三井が実施する研究開発の内容</div> <div><div>⑤運転保守</div><div>・運転保守及び修理技術の開発 (SWATH型CTVの実海域での稼働率検証)</div></div>
<div>シーテックの社会実装に向けた取組内容</div> <div><div>・ 将来の促進区域化を想定したウインドファームの事業化検討</div><div>・ 撤去体制の整備</div><div>・ 高電圧ダイナミックケーブル及び付属品の開発、製品化</div><div>・ ステークホルダーの合意形成</div></div>	<div>カナデビアの社会実装に向けた取組内容</div> <div><div>・ ハイブリッド浮体基礎設計の標準化</div><div>・ 量産化に向けた製造プロセスの確立 (サプライチェーン含む)</div><div>・ ハイブリッド係留システム (ナイロン) の実機への適用</div><div>・ 浮体・係留設備の運営管理の最適化</div></div>	<div>鹿島建設の社会実装に向けた取組内容</div> <div><div>・ ハイブリッド浮体基礎設計の標準化</div><div>・ 量産化に向けた製造プロセスの確立</div><div>・ ハイブリッド係留システム施工方法の確立</div></div>	<div>北拓の社会実装に向けた取組内容</div> <div><div>・ モニタリングシステムの最適化及び効率的なメンテナンスサービスの提供</div><div>・ 状態把握センサー会社の育成・支援</div></div>	<div>商船三井の社会実装に向けた取組内容</div> <div><div>・ 高稼働率CTVの実用化</div></div>

実施プロジェクトの目的：浮体式洋上風力設備の信頼性向上と量産化・低コスト化の実現



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キラーアイテムである洋上風力市場の拡大は必至
風力発電設備メンテナンス市場を全方位ターゲットとして想定**

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

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（風力発電業界マップ）

（社会面）

- ・ 洋上風力は大量導入・コスト低減・経済効果の点で、再エネ主力電源化に向けた切り札
- ・ 2030年までに大規模なエネルギー供給を可能とする発電システムは、風力発電しかない。（原子力は停止・石炭火力は新設に最低10年かかる。水力・太陽光はギガワット級の規模は不可能。風力は環境アセスをクリアすれば3～4年でギガワット級を建てることできる。）

（経済面）

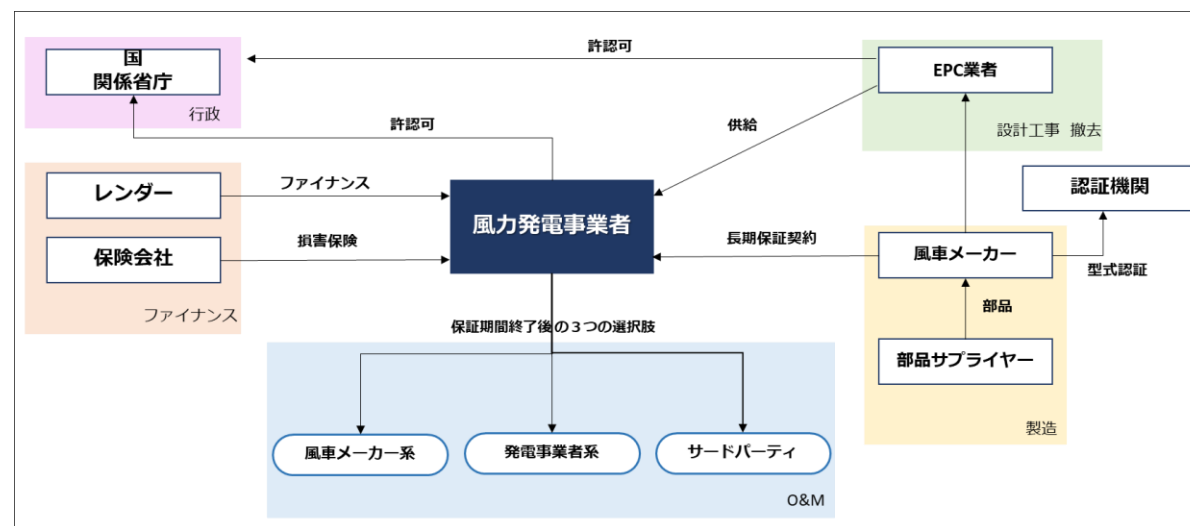
- ・ 欧州をはじめ世界各国の中で、再生可能エネルギーの中で市場自立化しているのは、太陽光と風力のみ。

（政策面）

- ・ 菅元総理の2050年カーボンニュートラルの宣言以降、エネルギー基本計画など主力電源化に向けた様々な政策支援がなされ、国内企業育成が進む。

（技術面）

- ・ 日本の環境に適応された風力発電O&M技術



急速な大規模市場化に伴う国内外の大企業・電力インフラ産業の進出、経営戦略・競争技術所有が益々重要になっていくことが予想される。

● 市場機会：

- 国内でO&Mを牽引している北拓（国内O&Mシェア約30%）が、洋上風力にも同様のシェアを展開し、適切な技術獲得とともに、コスト低減へ貢献、国内O&M関連企業の拡大にも貢献。
- Unscheduledなメンテナンスの需要が高まりは、国内環境のノウハウが非常に重要。また海外サプライチェーンとの協力関係を有する北拓は、海外と遜色ない技術レベルで競争力も確保。
- 昨今の円安、資材・輸送費高騰の影響で卒FIT案件においても事業を継続する案件も増えている。

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- 国内では唯一無二のサードパーティで、**業界の中で弊社が活躍することが、市場に勇気と活力を与える。**

● 当該変化に対する経営ビジョン：

- 風力業界で歴史あるなか、これまでのノウハウ・知見を活用した企業活動展開を模索
- 大きく変わりつつある産業構造の変化に中小企業といえど、最先端の科学技術と連携することで更なる競争性の獲得が可能

■ 北拓の概要

黎明期から風力発電メンテナンス事業に携わり、国内に建設されている風力発電設備の約80%にサービス提供の実績を持つ国内最大の独立系メンテナンス事業者（サードパーティ）である。

提供サービス

■ 定期点検

風車メーカーが策定した定期点検の実施

■ ブレードの点検・補修

ブレード点検（落雷痕等の損傷確認）
ブレード補修（レセプター破損、エッジ部の剥離等）
ロープアクセスによるブレード補償

■ スマートメンテナンス

IT機能を活用した予防保全

■ トラブルシューティング

自然災害や事故で破損、故障したパーツの交換・修理
ブレードベアリング交換
発電機交換
ギアボックス交換
制御油圧ポンプモーター交換等

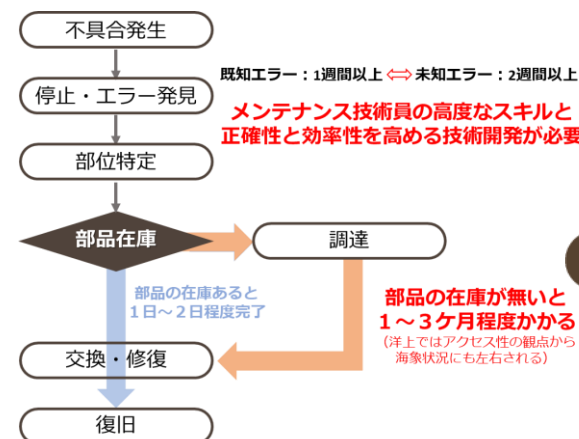
■ 24時間遠隔監視

本社（旭川）、北九州支店、福島支店において全国各地の風力発電所を監視

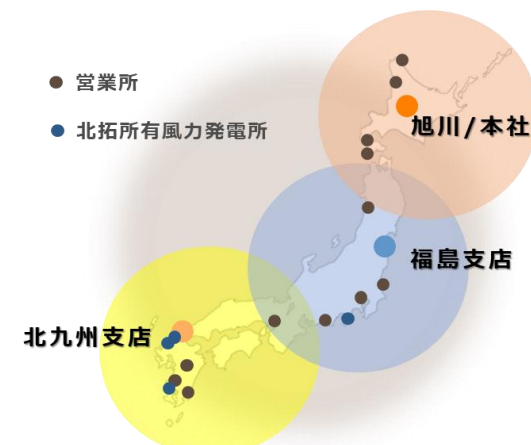
■ 風力発電所の運営

国内3箇所にメンテナンス研修のための風力発電所を保有

自主保安と稼働率の向上をサポート



業務のチャートから見る課題



日本全域をカバーする部品保管・供給体制

【サービスの提供価値】

- 専門性（技術力）は高いが、メンテナンスコストを低く抑えることができることから、**稼働率の向上及び事業性の向上に寄与**する。
- 日本国内に建設されている風車（約2500機）のうち、**約80%に携わってきた実績**から、**幅広い業務**に対応することができる。
- 海外部品サプライヤーとのアライアンスが手厚く、迅速な調達・保管・供給によって、**他の事業者が単独でできない専門性の高い業務もカバー**しており、稼働率の向上に大きく寄与する。



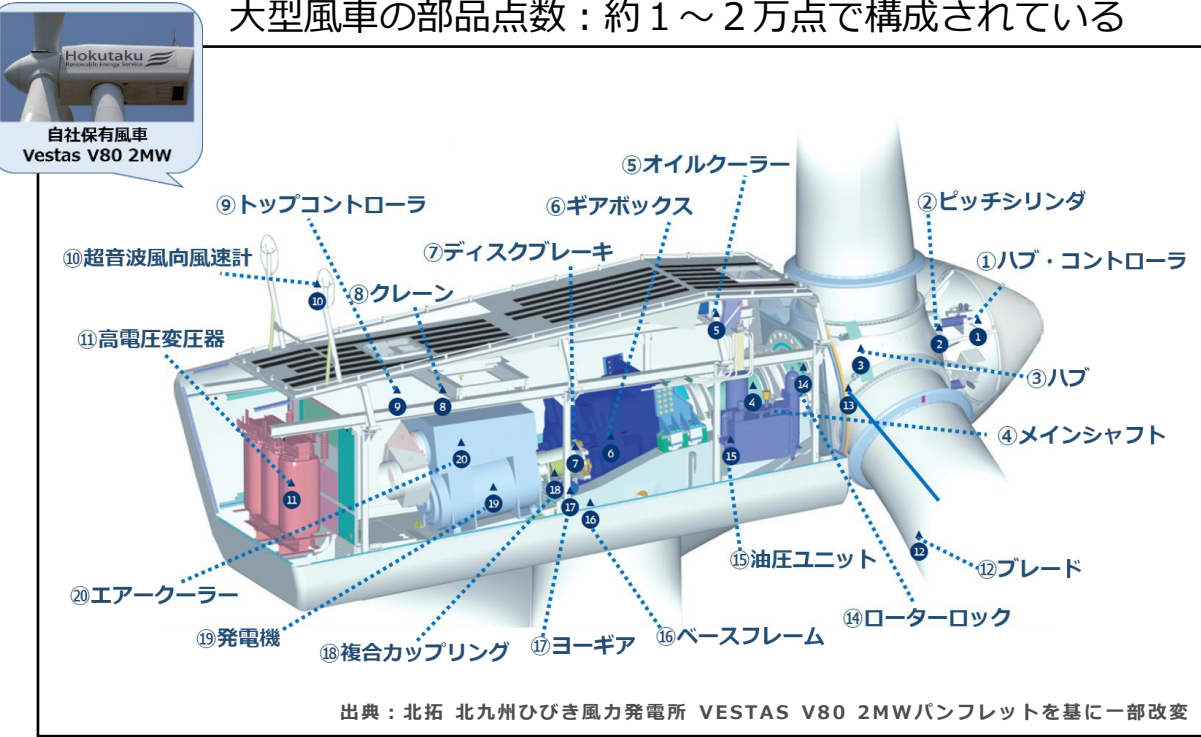
弊社保有の風車と実際のトレーニングの様子

- 国内で3箇所（旭川・北九州・福島）にトレーニングセンターを建設。
- 国内で唯一メンテナンストレーニングのために**風力発電設備を保有**。技術員のトレーニングだけでなく、大学等の研究機関と協力して新技術開発を行う。

高い技術力の醸成のためのトレーニング及び新技術の実証実験

風車メンテナンスの概要

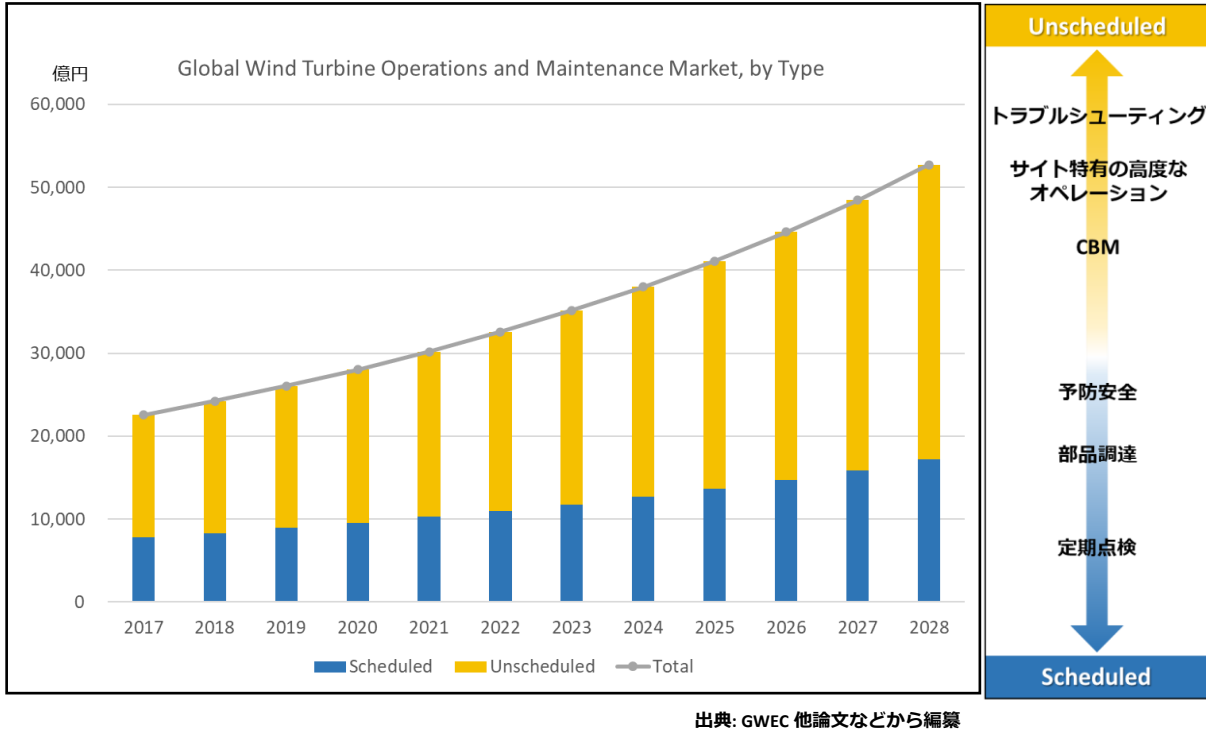
大型風車の部品点数：約1～2万点で構成されている



風車メーカー：歴史的に部品のアッセンブルが起源

世界のO&M市場展望（点検種別）

【Unscheduled】のメンテナンスが鍵になる



今後世界的に高度なトラブルシューティングを含むUnscheduledなメンテナンスは、需要が高まると予想されている。

■ 風力発電設備メンテナンス市場のうち全方位をターゲットとして想定

セグメント分析 独立事業者としての強み発揮のため、全方位に注力

ターゲットの概要

注目すべきセグメント

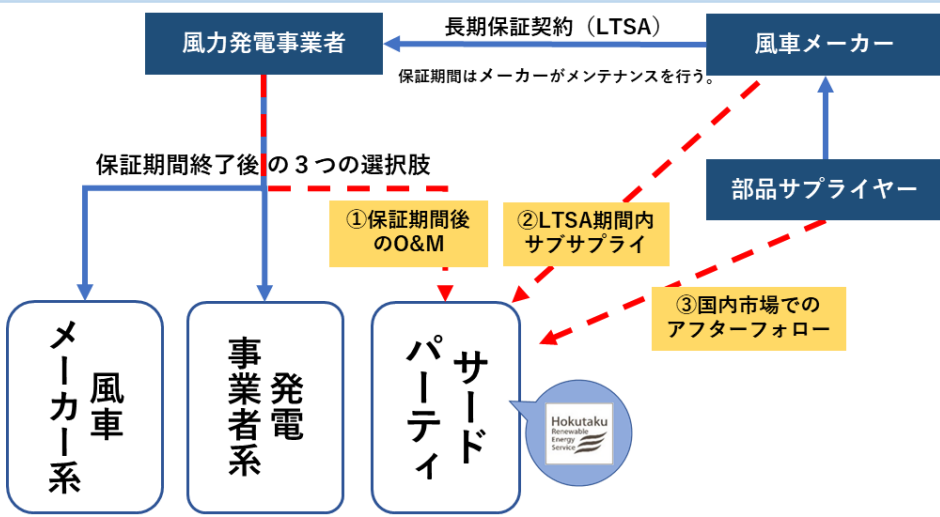
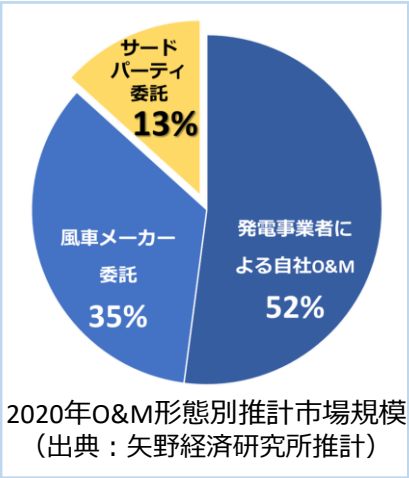
日本国内全域の風車・風力発電所である。
顧客とする風力発電設備の運営主体の形態（風車メーカー、大手発電事業者、風力発電専門事業者、外資系発電事業者、発電事業非専門会社、自治体、第三セクター）は問わず**全方位**とする。

理由

独立系事業者（サードパーティ）として、業界内主要企業との全方位外交によって**既存業務確保**と**幅広い新規業務の獲得**ができるからである。

市場概要と目標とするシェア・時期

- 市場概要
年間O&M市場:41,282,7百万円 うち サードパーティー委託:5,483百万円
- 想定顧客像（需要家）※敬称略
【発電事業者】大手電力会社、大手石油会社・大手ガス会社、自治体など
【風車メーカー】日立製作所、JSW、ヴェスタス、シーメンスガメサ、GE、エネルコンなど
【部品サプライヤー】LMグラスファイバー、Svendborg、ABB、石橋製作所など
- 目標とする時期・シェア
2027年までに 1,5倍の20%



需要家	主なプレーヤー	課題	想定ニーズ
風力発電事業者	大手電力会社 自治体など	大型ユニットの交換など、高度な技術が必要	大型ユニットの交換などの専門性の高い業務の委託。 その他通常のメンテナンス業務
風車メーカー	日立製作所、 JSW、ヴェスタス シーメンスガメサ GE、エネルコンなど	自社の風車の範囲でサービスを展開。陸上とは異なり広範にわたる国内洋上風力も拡大する段階である。	メンテナンス協力体制 連携協力企業が求められる
部品サプライヤー（海外）	LMグラスファイバー Svendborg ABBなど	海外メーカーが高いシェアを持つ一方で、日本におけるアフターフォロー体制が弱い。	独立した事業者への日本におけるメンテナンスの委託。

風力発電メンテナンス市場のセグメンテーション
(注目すべきセグメントは全方位であるためステークホルダー図とする)

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

- 豊富な国内O&Mの知見とDigital技術を用いて、日本の環境に適合したO&M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

- 浮体式洋上風力発電は、着床式洋上風力発電と異なり、陸上風車の設計条件を単純に引き継ぐことができないため、最適なO&Mが必要となることが予想される。
- 本分野の先駆けで最先端技術の研究開発を進めている大学研究機関と連携することで最新のメンテナンス手法（データ分析技術）を提供することが可能となる

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

- 弊社が提供するビジネスは先に述べた通り従来のO&Mサービスについては効率的に、海外サプライチェーン、国内外学術研究機関との連携、リスク低減のため保険会社との提携などにより適切に顧客に提供する。
- 特に今回開発し実証するSCADAモニタリングシステムを拡張した「浮体式風力発電用運転保守デジタルプラットフォーム」は、単なる風車のメンテナンスの起点となるSCADAエラーを把握するモニタリングシステムではなく、弊社のこれまでのメンテナンスの知見を十分取り込み、各種浮体式洋上風力発電として必要な情報の取得と集約、そして日々のメンテナンスの記録、判断などをデータ化し統合、成長させていくO&Mの司令塔となるプラットフォームである。
- このプラットフォームは従来サービスのMiscoutの提供サービスに拡張APIとしてサービス提供できるほか、すべてを一括購入が困難なケースにも対応した年間100万円程度のサブスクリプションサービスとして提供を予定している。

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、オープン戦略（知財ライセンス）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

- MiScoutはIEC61400-25に準拠した商品であり、モニタリングソフトウェアとして世界的にシェアがある。
- 本事業は商品ベースで競争性が高いMiScoutをより実装化して国内外も含めた競争性の確保を目指している。
- その意味で、戦略的にシェアを取るためのアイデアが計画段階で盛り込まれており、これを上手く実装していく中で、センサーを用いたデータ取得・接続の為にプロトコルを標準化を目指す。
- これにより、国内メンテナンスセンサーサプライチェーン形成に貢献できる
- モニタリング製品そのものではなく、センシング要件、データ・ソフトウェアの仕様の標準化も目指したい。

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）

- 風力のSCADAに関する国際標準規格はIEC61400-25として標準規格化されているが、そこで用いられるセンサーに至る部分の標準化は進んでいない。
- 事業者がSCADAによって詳細なデータ(1秒データなど)を取得して、データ分析、保安・保全業務に活用することは、データ活用の体制づくりなど課題が多い。（市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）
- 事業者へのヒアリング、規制当局との対話を通じて、事業者が責務を果たす上でもより適切なデータ取得・分析を可能とするMiScout利活用などで支援してきた。
- ここに取り付けるモジュールをソフトウェア実装、Mita-Teknikのシステムと親和性が出来るように開発を進めている。
- 事業者が抱えている日本特有の問題の1つとして落雷時の対応があるが、モニタリングシステムと連動した総合的なメンテナンス対応を目指す。

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（知財ライセンス化戦略）

- オープン戦略（知財ライセンス化）を採用する。
- 市場：自社の優位性を維持、ライセンスを通じて市場を拡大する。
- コスト：ライセンス収入によって得る。
- 競合：直接的な差別化を図る。他社の模倣を防止する。

- 知財ライセンスを通じた代理店として製品を売る。
- データ・ソフトウェアの仕様を標準化することで、各種センサーとSCADAシステムを統合可能にし、ユーザーにとって機能を充実させ、製品のシェア拡大を狙う。

■ 独立系メンテナンス企業の強みを活かして、
社会・顧客に対して稼働率の観点から事業性の向上という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- メンテナンスコストが低いに関わらず、専門性（技術力）が高いことから、**稼働率の向上・事業性の向上に寄与**する。
- 日本国内に建設されている風車(約2600機)のうち、**約80%に携わってきた経験**から、**幅広い業務**に対応できる。
- 海外主要部品サプライヤーとのアライアンスが手厚く、迅速な調達・保管・供給によって、**他の事業者が単独でできない部分もカバー**しており、稼働率の向上に大きく寄与する。

自社の強み ～国内O&Mサプライチェーンの組成の一翼を担うことができる～

- 業界の草分け**として長年蓄積したノウハウと発想力・構築力をコアにしたサービス提供ができる。
- 独立系事業者として、業界内主要企業との**全方位外交**によって、**多様なステークホルダーと協力関係**にあり、既存業務の確保と幅広い新規業務を獲得している。
- メンテナンス会社として**業界唯一の自社風車サイト保有**によって、新たなノウハウ獲得、技術員養成だけでなく、業界主要企業・大学・官庁と共同開発や技術提供ができる。
- 欧州での**洋上風力メンテノウハウと海外ネットワーク**を持つ三井物産(株)と洋上風力向けメンテナンス会社であるホライズン・オーシャン・マネジメント(株)を設立。また、北九州市響灘での洋上風力を進める「ひびきウインドエナジー(株)」にも出資しており、**日本及び海外の洋上風力のメンテナンス知見をいち早く獲得**できる。
- 大学等研究機関との連携**を可能にし、**新技術導入においても知見**を持っており、国内の新たなO&M支援技術を導入することができる。よって、**国内O&Mサプライチェーンの組成の一翼を担う**ことができる。
- 数多くのサイトからメンテナンス業務を受注しており、リスク分散がなされ、**安定的収益基盤**の構築している。
- 海運大手の商船三井と**資本提携し、財務基盤も強化**。

自社の弱み及び対応

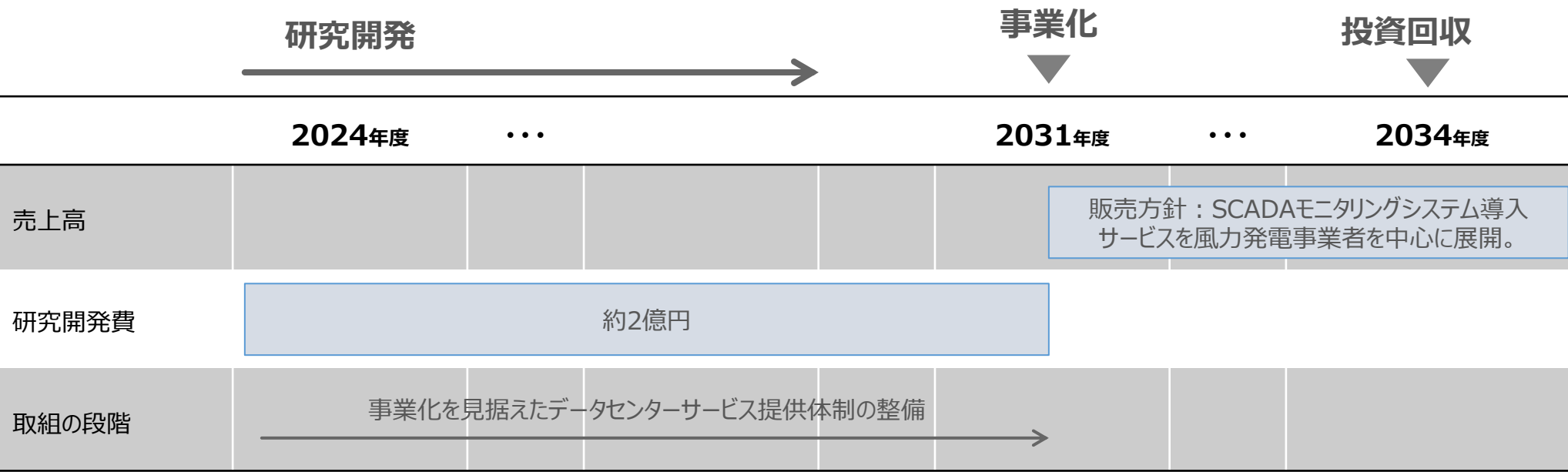
- メンテナンス技術人材の増強が事業拡大に直結することは確実なものの、現場実務でしか育成が期待できないことから、**育成スピードに限界**があり、**人員の増強が進まない**。
→**採用・人材育成**への投資の強化。**教育研究設備への投資**（直近では、21年に福島県いわき市にトレーニングセンター開設。北九州支店には洋上に特化したトレーニング設備を24年5月完成により、人材育成スピードを加速化し対応。
- 多種多様で独立したサービス業務（＝人手が必要となってしまう）**
→**サービスの統合と共通化**により対応。本研究によるシステムの統合が果たす役割は極めて大きい。

競合との比較（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
現在	<div>■ 黎明期より、日本に建設されている75～80%の風車に関わり、高い技術力がある。設計経験者など最新の知見・技術を内部に持つ。</div> <div>■ 自社で洋上機を陸上に立ててトレーニングする等、先見性と実行力をもって技術員の育成をしている。</div>	<div>■ 全方位外交により幅広い層からメンテナンス依頼を受ける。例えばメーカーや事業者が単体では難しいような風車もフォローアップしている。</div> <div>■ 日本全国の数多くのサイトからメンテナンス受注しており、リスク分散により、安定的収益基盤の構築をしている。</div>	<div>■ 海外主要部品サプライヤーとの独占的アライアンスを組み、稼働率に寄与。国内企業との橋渡しとなり、部品内製化率向上。</div> <div>■ 地元出身技術員の育成や、地元でサプライチェーンを構築することで、国内の経済循環を促す。福島県ではその活動が評価され、2020年10月に経済産業省の「地域未来牽引企業」認定。</div>	<div>■ 自社保有風車によって、大学研究機関との連携による新技術開発をしている。</div> <div>■ 旭川・北九州・福島にトレーニングセンター・部品倉庫を持つ。海外でメンテナンスを行う会社に出資している三井物産(株)と洋上向けメンテナンス会社を設立し、欧州の洋上知見・海外ネットワークも活用可能に。</div>
将来	<div>■ トラブルシューティングなど、より高い専門性を磨き、さらに低コスト化を目指し、風力メンテナンス業界の発展を目指す。</div> <div>■ 技術人材の確保と育成体制の強化策の一環として近隣アジア地域の風力発電事業への出資参加。</div>	<div>■ 全方位との外交を継続することによって、幅広い業務体制を継続し、洋上風力を含める新規業務を拡大。</div> <div>■ 新規に業界参入してくる事業体に積極的支援を行い、顧客創出を図る。</div>	<div>■ さらに多様な海外サプライヤーとのアライアンスを広げ、国内企業の橋渡しとなる活動を通してサプライチェーン組成・内製化率向上に寄与。迅速な部品供給によって稼働率の向上・事業性の向上にもつながる。</div>	<div>■ 大学研究機関との連携を通して、新技術を開発し、遠隔からのメンテナンスの正確性やシステムの統合を可能にする。</div> <div>■ 高度な技術力の継承のため人材育成に投資。</div>
【競合】	<div>■ 海外風力発電事業者も含め浮体洋上風力のO&Mは皆無。国内の環境に対応したO&Mのノウハウは少ない。</div>	<div>■ 発電事業者を母体としているため、直接的に発電事業者を顧客に有している。しかしながら、競合発電事業者は顧客にできないことから顧客範囲が限定。</div>	<div>■ 海外風力発電事業者およびメーカーを経由した各種部品などの調達を必要とする。ケースバイケースで調達することが多い。</div>	<div>■ 一般的に発電事業者はプロジェクトごとのSPCを組み経営資源を調達する。その結果、他の事業との連携や連携企業との調整を随時行う必要がある。</div>

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

- ・ 本事業終了後も研究開発を継続するとともに、2031年頃の事業化を目指す。
- ・ 風力業界での販売を図り、2034年度頃に投資回収する見込み。



■ 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

- 海外サプライチェーンと密接な関係を継続。
- 国内風力メンテナンス学術研究機関と研究開発部分の連携。社内にはこれらの連携をつなぐ研究開発体制を構築
- 内部ですべてを抱えるのではなく積極的な先進技術の社会実装という視点で国内学術研究機関と共に取り組む

- 弊社所有の風力発電設備、研究開発成果の社会実装に向けた設備投資を進める。北九州を洋上風力O&Mの拠点とし、福島いわき市に本研究開発事業で進めるデータ利活用サーバなど陸上・着床洋上・浮体洋上のすべてのO&M情報集約設備の導入を進める。
- なお、部品調達などについても国内企業、震災復興の観点からも福島企業などとの連携を模索している

- 海外の主要サプライチェーンと連携することで、メーカとは異なる販路、O&Mマーケティングを進める。具体的には、本業のO&Mとは別に、Miscoutの拡張展開サービスを展開し、SCADAモニタリングシステム導入サービスを風力発電事業者を中心に展開。部分的な活用も視野にセンサー・診断ソフトをセットにしたサブスクリプションサービスを展開。国内導入風車の3割に年間100万円のライセンス販売で計画

進捗状況

- 海外サプライチェーンと密接な関係を継続。
- 社内研究体制構築。
- 国内学術機関と密接に連携。

- 福島いわき支店データサーバー整備中。
- 複数の福島企業へのヒアリングを実施し連携を模索。福島支店内に建設するトレーニング用風車に地元企業を最大限活用する。

- Mita社とともに販路を拡大中。
- サブスクリプションサービスについては現在詳細設計、検討中



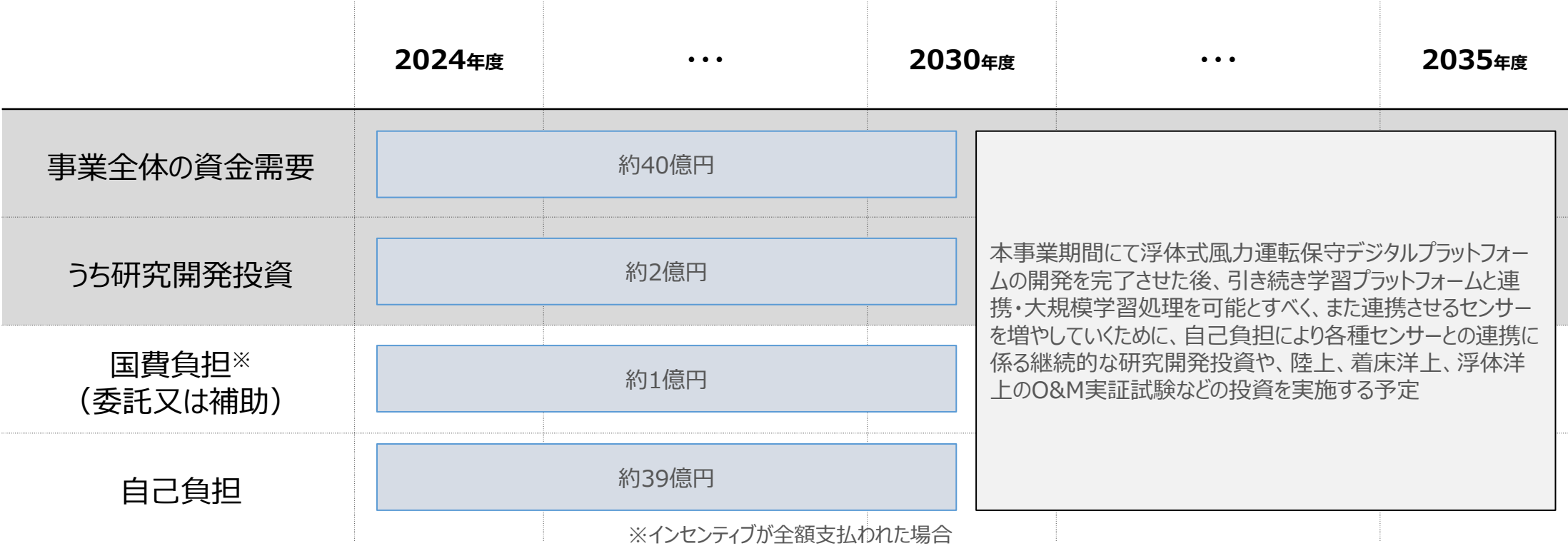
国際競争上の優位性

- 国内浮体式洋上風力市場におけるノウハウの優位性は既に存在。特に国内市場は海外に比べ環境課題のレベルが高い（キツイ）ことから、ノウハウを活用する本事業成果は海外へのサービス展開にも優位

- 国内でいち早く立ち上がる北九州市洋上風力発電事業や福島県が強く推し進めているイノベーションコースト構想と連動することで、独自のかつ先行的な優位を獲得することができる

- 主要サプライチェーンとの連携は、海外から国内のみならず、国内から海外への展開を比較的容易に進める道筋を整えることができる。

■ 国の支援に加えて、約40億円規模の自己負担を予定



2. 研究開発計画

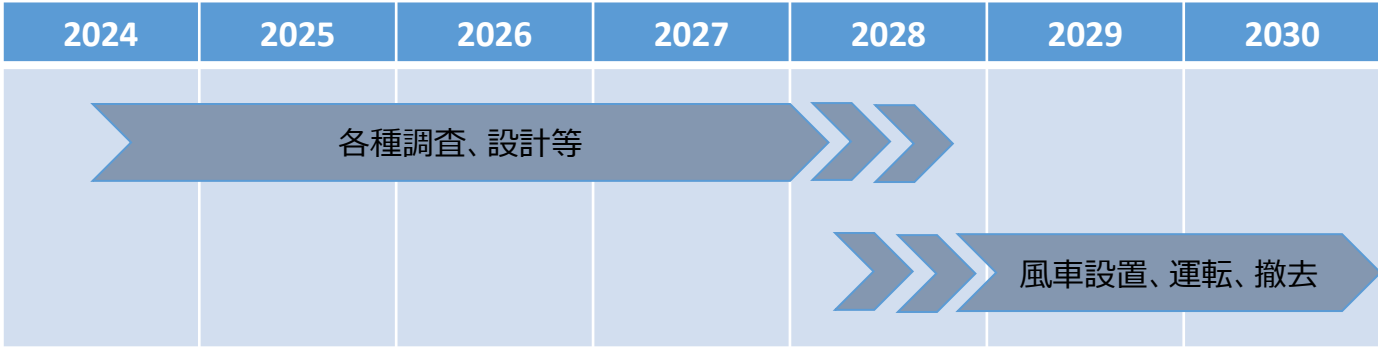


2. 研究開発計画／（0）実証概要

実証事業全体概要（予定）

実証区域		愛知県田原市・豊橋市沖：面積 約13.06km ²
実施スケジュール		実証期間：2024年8月～2031年3月
建設基地港湾		三河港蒲郡地区を予定
保守基地港湾		愛知県内の港を使用予定
実証設備	風車	出力 12 - 15 MW級 1基
	海底ケーブル	巨長：検討中、直径：検討中
	基礎形式	セミサブ型
系統接続先		既設系統設備へ接続（検討中）

＜実施スケジュール（年度）＞



＜浮体イメージ＞



2. 研究開発計画／（0）実証概要

実証事業全体位置図



出典：NeoWins（風況マップ）に加筆

2. 研究開発計画／（0）研究開発内容一覧

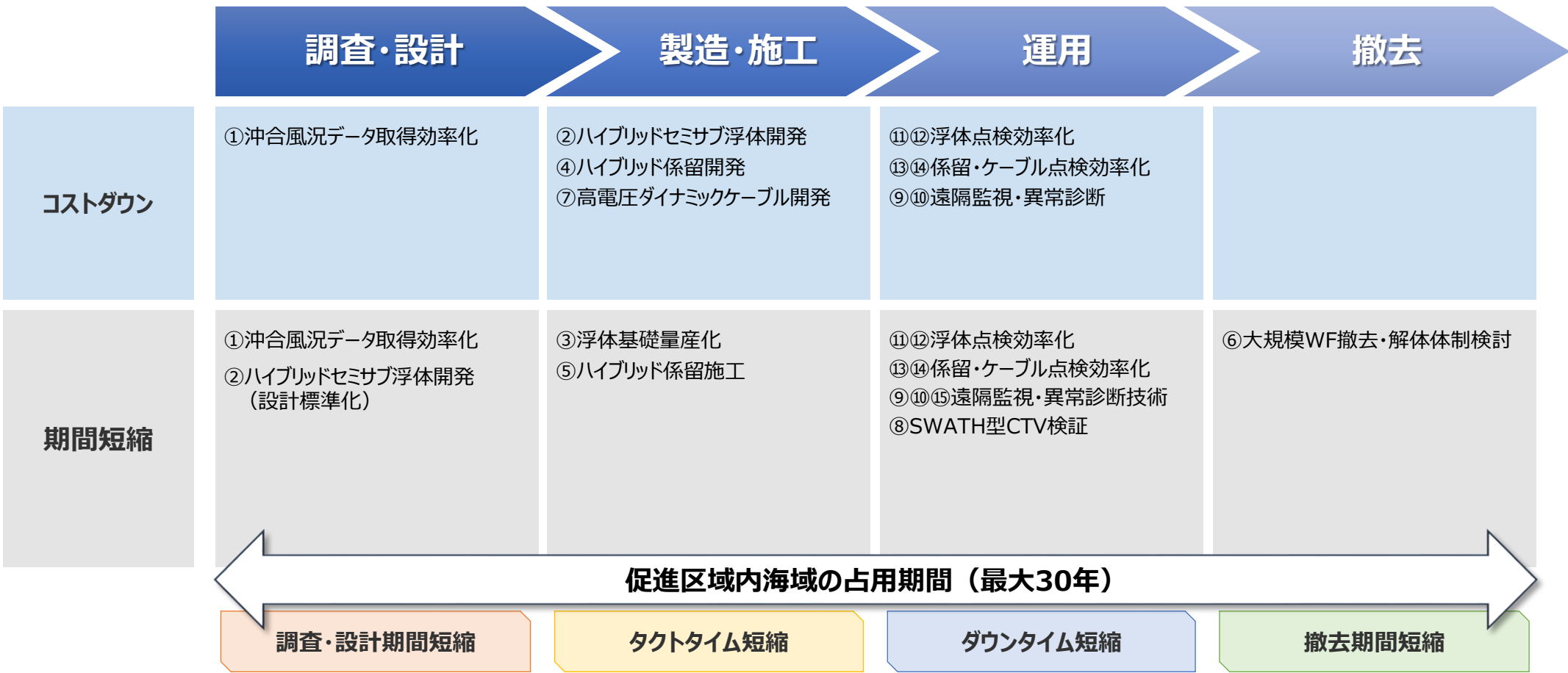
フェーズ 1 成果の活用に加え、NEDO技術開発ロードマップの技術開発項目の解決を目指したテーマを設定

NEDO技術開発ロードマップ		実証事業における研究開発		
分野	技術開発項目	研究開発内容		担当会社
調査開発	・風況観測	①	・沖合における風況データ取得方法の最適化	シーテック
浮体式基礎製造	・浮体基礎の最適化	②	・ハイブリッドセミサブ型浮体の実証【フェーズ1-②】	カナデビア・鹿島建設
	・浮体の量産化	③	・浮体量産化コンセプトの実証【フェーズ1-②】	
	・ハイブリッド係留システム	④	・ハイブリッド係留システム（ナイロンロープ）の実証【フェーズ1-②】	カナデビア
浮体式設置	・低コスト施工技術の開発	⑤	・ハイブリッド係留の施工方法開発・合理化検討	鹿島建設・カナデビア
	・撤去・リサイクル	⑥	・大規模WFを対象とした浮体撤去・解体体制の検討	シーテック
電気システム	・高電圧ダイナミックケーブル	⑦	・高電圧ダイナミックケーブルの開発【フェーズ1-③】	シーテック （委託先：古河電工）
運転保守	・運転保守及び修理技術の開発	⑧	・SWATH型CTVの実海域での稼働率検証	商船三井
	・デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化	⑨	・浮体設備の遠隔状態監視システムの開発	カナデビア
		⑩	・浮体式風力運転保守デジタルプラットフォームの開発【フェーズ1-④】	北拓
	・監視及び点検技術の高度化	⑪	・ドローン及び監視カメラによる浮体気中部点検技術の確立	カナデビア
		⑫	・ROV及びAI技術による浮体水中部点検技術の確立	
		⑬	・ROVによるハイブリッド係留設備の点検技術の確立	
		⑭	・ダイナミックケーブルの状態監視および点検業務の効率化	
	・落雷故障自動判別システムの開発	⑮	・落雷検知時のブレード損傷診断技術の確立【フェーズ1-④】	北拓
ステークホルダーの合意	・漁業協調	⑯	・風車浮体による漁場環境の評価	シーテック

2. 研究開発計画／（0）発電事業全体を通じた研究開発項目の位置づけ

事業プロセス全体を通じたコストダウン・期間短縮を行い、LCOEを低減

- 調査・設計から撤去までの事業プロセス全体を網羅し、従来より検討されてきた調査・設計、製造・施工期間の短縮に加え**撤去工程にも着目し、運用期間の最大化**を目指した実証事業体制を構築。
- 加えて各プロセスでのコストダウン・期間短縮に寄与する研究開発を設定し、LCOE低減を目指す。



※ 図中の番号は前頁「研究開発項目一覧」の通し番号に対応

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－1

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. 調査開発

研究開発内容

- 1
- 風況観測**
 - 沖合における風況データ取得方法の最適化



アウトプット目標

- 浮体式洋上風力に適する遠方沖合海域での風況観測手法を構築し、**1区域あたりの風況観測コストを●%低減**する。

KPI

- 陸上・洋上による風況観測完了
- 沖合に対応する**フローティングライダーのデータ欠損補完方法の構築**

KPI設定の考え方

- 着床式に比べ離岸距離の大きい浮体式においては、フローティングライダーのデータ欠損を陸上観測データで補完することが難しくなると予想されるが、これに代わる手法は確立されておらず、データ取得が不十分な場合には観測期間の延長に伴う工程遅延、発電期間短縮の可能性はある。

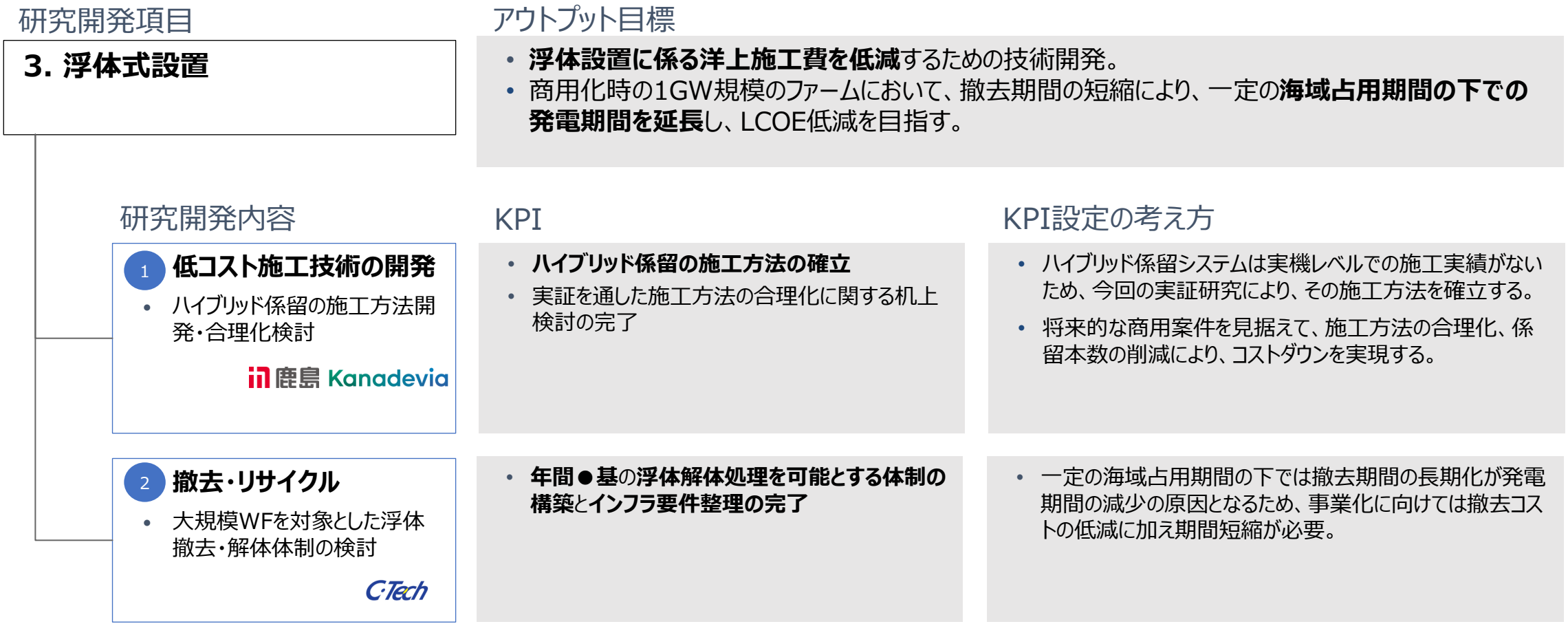
2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－2

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		
2. 浮体式基礎製造	<ul style="list-style-type: none">大型風車に対応した最適設計による浮体製造費コストダウン12-15MW級風車浮体基礎を50基/年製造するための実証技術開発商用案件でのウインドファーム認証期間短縮および設計標準化ハイブリッド係留システム適用による係留調達費コストダウン		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
<div>1 浮体基礎の最適化</div> <ul style="list-style-type: none">ハイブリッドセミサブ浮体の実証 <p>※フェーズ1においてカナデビア・鹿島建設が実施</p> <p>Kanadevia 鹿島</p>	<ul style="list-style-type: none">ハイブリッド浮体採用に対する現状想定製造コスト・設計合理化の実証確認WF認証のための設計プロセス確立	<ul style="list-style-type: none">セミサブ浮体の材料に鋼・コンクリート複合構造を用いることによる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、浮体製造費コストダウンを見込んでいるものの、ハイブリッド浮体は設計法が確立されていない新技術になるため、現状想定コスト内で浮体製造が可能なことを確認する。さらに、実証試験で浮体の動揺、部材に発生する応力等を計測し、浮体性能や安全性を評価するとともに、そこで得られた知見を設計にフィードバックし構造の改善、コストダウンの可能性を検討することで、今後の商用案件での設計合理化により製造費削減が期待できる。国内にて浮体式基礎のWF認証取得例は少なく、特に12-15MW級大型風車に対応したWF認証取得実績はないため、認証取得のための設計プロセスが未確立であり、認証取得の期間が見通せていない。WF認証取得期間の短縮は設計費コストダウンと早期稼働に寄与するため、本実証では設計プロセスを確立し、今後の商用案件でのWF認証取得の期間短縮および標準化に役立てる。	
<div>2 浮体の量産化</div> <ul style="list-style-type: none">浮体量産化コンセプトの実証 <p>※フェーズ1においてカナデビア・鹿島建設が実施</p> <p>Kanadevia 鹿島</p>	<ul style="list-style-type: none">浮体の最終組立期間の短縮<ul style="list-style-type: none">浮体ブロック組立システムの構築コンクリート打設方法の開発浮体ブロック組立とコンクリート打設の同時作業性の検証	<ul style="list-style-type: none">12-15MW級風車搭載用浮体基礎の製造を想定し、ベンダー工場での浮体ブロック製造～輸送～最終組立～出渠までの一連の量産化コンセプトを実証するが、年間製造基数50基を達成するには、特にボトルネックとなっている浮体の最終組立期間を短縮し浮体製造のタクトタイムを大幅に削減することが必須である。浮体の最終組立期間の短縮にあたっては浮体ブロック組立システムの構築に加え、フェーズ1で検討したコンクリート打設作業工程の短縮、ブロック組立とコンクリート打設の同時作業性の検証についても確認が必要である。	
<div>3 ハイブリッド係留システム</div> <ul style="list-style-type: none">ハイブリッド係留システム（ナイロンロープ）の実証 <p>※フェーズ1においてカナデビアが実施</p> <p>Kanadevia</p>	<ul style="list-style-type: none">ナイロンロープの実機係留への適用性の確認 (実証を通して総合的に評価)	<ul style="list-style-type: none">Oil&Gasで実績豊富なポリエステルロープより張力低減効果が大きいナイロンロープによる係留システムの技術を確認し、実機係留に適用することで、係留のスペックダウンおよび係留本数削減による係留索の調達コストの低減、さらには将来的に大水深への展開が可能となる。ただし、合成繊維ロープは国内での浮体式洋上風力用の係留に使用された実績はなく、特にナイロンロープ係留は世界的にも実績が乏しいため、実環境下における耐久性を慎重かつ確実に評価する必要がある。まずは実証を通して各種データを取得し、ナイロンロープが実機係留に適用できることを証明する。	

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－3

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



2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－4

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

4. 電気システム

研究開発内容

1

高電圧ダイナミックケーブル

- 高電圧ダイナミックケーブルの開発

※フェーズ 1 において古河電工が実施

（委託先: **古河電工**）

アウトプット目標

ダイナミックケーブルシステムの高電圧化により、同じ送電容量確保のために必要な**ケーブル銅量の約●%低減**、およびフィーダー数削減に伴う**布設工期の約●%低減**を達成することで、将来の大規模浮体式洋上風力のCAPEX低減に貢献する。

KPI

- 実海象条件下の挙動に耐え得る**154kVダイナミックケーブルの実機検証**の実施

KPI設定の考え方

- 実海域での154kVダイナミックケーブル適用は初となることから、以下を確認・検証する：
 - 実証期間内での初期電気性能
 - 施工方法の確立
 - 光ファイバによる実海域での歪測定
 - 実海域の海象条件を織り込んだ曲率・張力条件下での実機疲労試験実施による設計年数での疲労耐性の確認

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－5

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

5. 運転保守

研究開発内容

1 運転保守及び修理技術の開発

- SWATH型CTVの実海域での稼働率検証



アウトプット目標

- 2030年度までの実証（フェーズ2）にてSWATH型新設計CTVの詳細検討・建造と実海域での稼働率検証、およびROV母船化検討を実施し、本邦における**高稼働率・多用途CTVの社会実装**を目指す。

KPI

- 基本設計時点ではCFD ※1計算により動揺シミュレーションを実施、既存船型・SWATH船型の耐候性能比較を実施する。（SWATH型CTVにより**アクセス率10～15%程度向上**を目指す）
建造後のSWATH型CTVに振動計測機器を搭載、実海域（愛知県沖、波周期＝長）での運航を通して**既存型CTVの稼働率と比較・検証**する。
- CTVによる浮体式基礎へのアクセスに関連して、数値計算等で**アクセス安全性の検証**を行う。
- 造船所およびメンテナンス事業者との打ち合わせを実施、**CTV上でROVを搭載・ハンドルのを容易にするための艤装を検討**する。

※1 Computational Fluid Dynamics（数値流体力学）。コンピュータ計算による流体解析を実施する。

KPI設定の考え方

- コンセプトデザイン時点においてSWATH船型は波高で0.5m程度は高くなると考えられ、簡易計算では当該海域（豊橋市沖）において年間を通じて約10～15%程度のアクセス率向上の可能性がある。これにより、ダウンタイムやLCOEの低減に資することが出来ると考えられる。
CFD計算を用いて耐候性能比較を実施の上、船舶建造後には実際の運航状況におけるデータを計測することでSWATH型船型の耐候性能を定量的に検証する。評価手法を今後のCTV船型開発にも活用する。
- 浮体基礎へのアクセス安全性については統一的手法やクライテリアは無い状態。今回の検証により安全性検証そのものと共に、検証方法についても深掘りする。
- ROVユーザーおよび造船所との打ち合わせにてROV母船化に向けた艤装を検討し、CTVの最終仕様に盛り込むことを目標とする。
- 長周期・高波高の環境である愛知県田原市・豊橋市沖でのSWATH型CTVの実証は、耐候性実証上の意義がある。

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－6

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

5. 運転保守

研究開発内容

2 デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化

- 浮体設備の遠隔状態監視システムの開発

Kanadevia

- 浮体式風力運転保守デジタルプラットフォームの開発

※フェーズ1において北拓が実施



アウトプット目標

- 2030年までに、一定の条件下（風況・海象等）で、浮体式洋上風力を**国際競争力のあるコスト水準で商用化する運転保守技術を確立**する。
- 各種センシングデータを風車制御システムおよび本実証で開発する統合プラットフォームに連携し、AI自動識別/判断によりメンテナンス効率を向上させることで、**メンテナンス人員3基/人→8基/人を実現**する。
- これらの対応により、**商用化時のO&M費用●万円/kW/年**を目指す。

KPI

- 浮体設備の遠隔状態監視費用の●%低減
- O&Mに必要なCMSの主要センサーを統合プラットフォーム上で一元管理し、AI異常診断技術と組み合わせることで、監視員の作業負担を軽減し、風車メンテナンスにかかる時間を現状の約三分の一に短縮

KPI設定の考え方

- 浮体設備の監視データを一元管理できる遠隔監視システムを構築して監視費用を●%低減する。
- 現状は風車SCADAや事業者SCADAのようにデータがバラバラに管理されており、異常発生時の部位の特定や分析に時間がかかるため、ダウンタイムが長期化する。そのため、センシングを統合し、メンテナンスに必要な情報の一元判断の支援モデルの開発が必要。

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－7

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

5. 運転保守

研究開発内容

- 3 **監視及び点検技術の高度化**
- ドローン及び監視カメラによる浮体気中部点検技術の確立
 - ROV及びAI技術による浮体水中部点検技術の確立
 - ROVによるハイブリッド係留設備の点検技術の確立
 - ダイナミックケーブルの状態監視及び点検業務の効率化

Kanadevia

アウトプット目標

- 2030年までに、一定の条件下（風況・海象等）で、浮体式洋上風力を**国際競争力のあるコスト水準で商用化する運転保守技術**を確立する。
- 洋上特有の過酷な環境下において、品質が保たれたバックアップ通信環境を確立することで、**通信不能によるダウンタイムを低減**する。
- これらの対応により、**商用化時のO&M費用●万円/kW/年**を目指す。

KPI

- 浮体気中部の点検作業費用の●%削減
- 浮体水中部の外観点検を●日/基で実施する技術の確立
- チェーンとナイロンロープで構成される**ハイブリッド係留の効率的な点検方法の確立（●本/日）**
- ダイナミックケーブルの**水位計の常設及び点検作業時間削減（●/日）**

KPI設定の考え方

- NEDO実証研究（バージ型）での浮体気中部の作業員は目視点検で実施。ドローン及び監視カメラの活用により浮体気中部の点検作業費用を●%削減する。
- NEDO実証研究（バージ型）での浮体水中部のダイバーによる目視点検で実施。ROVによる浮体水中部の本体および艀装品の外観点検をROVにより●日/基で実施する。
- ハイブリッド係留の点検実績はないが、チェーン係留のROVによる点検実績を活用し、●本/日で点検可能な技術を確立する。
- ダイナミックケーブルの製作時に水位計を設置して常時モニタリングシステムを構築する。また、ROVにより●本/日で点検可能な技術を確立する。

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－8

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

5. 運転保守

研究開発内容

4 落雷故障自動判別システムの開発

- 落雷検知時のブレード損傷診断技術の確立

※フェーズ1において北拓が実施



アウトプット目標

落雷検知時にブレード損傷具合を正確に把握することで、**運転再開までの時間を短縮し、ダウンタイムを低減**する。

KPI

- 80%以上の確率で落雷を検知し、落雷検知後は風車の停止やメンテナンス要否を自動で判断**可能な技術を確立する

KPI設定の考え方

- 落雷検知時のブレード損傷具合を正確に把握できる技術は無く、落雷検知から運転再開までに時間がかかり、風車稼働率が低下するため、落雷観測、検出装置を連携させる必要がある。

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－9

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		
6. ステークホルダーの合意		漁業関係者等ステークホルダーに適した調査・情報発信により 理解醸成 に努め、 早期の促進区域化 を目指す。		
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方	
<div>1 漁業協調</div> <div>• 風車浮体による漁場環境の評価</div> <div>C-Tech</div> <div>2 地元等への報告・協議に係る会議体の設置・運営</div> <div>C-Tech</div> <div>3 漁業影響調査</div> <div>C-Tech</div> <div>4 実証事業の情報発信</div> <div>C-Tech Kanadevia 鹿島 Hokutaku Energy Service MOL 商船三井</div> <div>5 国民との科学・技術対話</div> <div>C-Tech Kanadevia 鹿島 Hokutaku Energy Service MOL 商船三井</div>		<div>• 浮体設置前の四季調査完了</div> <div>• 浮体設置後の四季調査と魚礁効果の定量評価完了</div>	<div>• 商用化・社会実装時の漁業関係者等ステークホルダー合意形成のために、浮体式風車設置による漁場環境の変化を定量的に捉え、漁業関係者に情報を共有する。</div>	
		<div>• 利害関係者・有識者が参画する会議体の設置・運営及び定期的な開催(2024年度以降年1回以上)</div>	<div>• 理解情勢を図るため、漁業関係者等の利害関係者との協働が不可欠。</div>	
		<div>• 風車浮体設置前後による漁業影響有無の明確化</div> <div>• 漁業関係者への理解醸成</div>	<div>• 漁業関係者との協調連携のため、浮体設置による漁業影響有無を正確にとらえることが不可欠。</div>	
		<div>• 2025年度にHP開設</div>	<div>• 浮体式洋上風力に関する知識・理解醸成を図るため地域住民含め国民への情報発信が不可欠。</div>	
		<div>• ステージゲート通過後年1回以上の展示会への出展</div> <div>• ステージゲート通過後に常設展示ブースの設置</div>	<div>• 浮体式洋上風力に関する知識・理解醸成を図るため来場者と直接対話を行う。</div>	

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標－10

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

7. 市場調査

研究開発内容

1

浮体式洋上風力事業の グローバル展開検討



アウトプット目標

浮体式洋上風力事業のグローバル展開に係る検討の実施により、現状の市場を把握し、アジア圏の事業展開を目指す。

KPI

- ・ **アジア圏の浮体式洋上風力市場調査完了**
- ・ **アジア圏における浮体式洋上風力発電事業のFS検討完了**

KPI設定の考え方

- ・ 浮体式洋上風力のアジア展開に向けては市場調査及びFS検討により事業性を把握することが不可欠。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－1

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1. 調査開発

1 風況観測

- 沖合における風況データ取得方法の最適化

C-Tech

KPI

- 陸上・洋上による風況観測完了
- 沖合に対応するフローティングライダーのデータ欠損補完方法の構築

現状

- 沖合でのフローティングライダーを用いた風況観測において、データ欠損時の補完方法は未確立 (TRL1~2)

達成レベル

- 沖合でのフローティングライダー観測に適したデータ欠損時の補完方法を構築 (TRL7)

解決方法

- 沖合でのフローティングライダー観測に加え、陸上観測塔・鉛直ライダー・デュアルスキャニングライダーによる観測及びシミュレーションを実施し、フローティングライダー観測値との相関性を確認することでデータ欠損時の補完が可能か検証する。さらに、商用化時を見据え、沖合観測におけるフローティングライダーとの最適な組み合わせを構築する。

委託先：日本気象協会

実現可能性 (成功確率)

- 風況観測は実績のある機器を使用し、入念な事前検証を行う。
- 風況観測後は机上検討のみのため実現性は高いと考える。
(90%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容-2

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2. 浮体式基礎製造

1

浮体基礎の最適化

- ハイブリッドセミサブ浮体の実証

※フェーズ1においてカナデビア・鹿島建設が実施済

Kanadevia  鹿島

KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<ul style="list-style-type: none">ハイブリッド浮体採用に対する現状想定製造コスト・設計合理化の実証確認WF認証のための設計プロセス確立	<p>①複合構造により、風車タワーを搭載するコラムの板厚をAll鋼製に比べて削減できることを確認済</p> <p>②複合構造の構造成立性を解析と構造実験にて確認済</p> <p>③全体荷重解析の妥当性を実験にて確認済</p> <p>④第三者機関による審査を通してセミサブ浮体の設計手法を確立中 (TRL6)</p>	実証試験を通して、浮体基礎設計の最適化、浮体基礎製造のコスト低減に見通しをつける (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">ハイブリッド浮体採用および浮体基礎の最適設計による製造コスト削減<ul style="list-style-type: none">中央コラムの鋼管板厚削減による浮体製造費のコストダウンを行う。フェーズ1の成果を活用して、浮体基礎の最適化を行いコスト削減を図る。実証機運用による設計合理化<ul style="list-style-type: none">実証試験で計測したデータを設計にフィードバックし、構造の改善・合理化やコストダウンの可能性について検討し、商用化時の設計に反映させる。構造の改善・合理化に加え、浮体の量産効果によるコストダウンも図る。浮体基礎設計法の確立<ul style="list-style-type: none">フェーズ1で実施した第三者機関による審査および構造実験等の結果を活用して、ハイブリッドセミサブ浮体の設計手法を確立し、WF認証を取得する。特に、今回設置を想定する愛知県田原市・豊橋市沖は太平洋側特有の長周期のうねりの影響や台風通過の多い場所であり、浮体にとって過酷な条件下においても設計が成立することを確認する。WF認証取得の過程において、設計の最適化を行うとともに、将来的なWF認証取得の標準化に繋げる。	<ul style="list-style-type: none">これまで培った浮体設計のノウハウ、フェーズ1での成果活用により実現が見込まれる。(90%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－2

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2. 浮体式基礎製造

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<div>2</div> <div>浮体の量産化</div> <div><ul style="list-style-type: none">浮体量産化コンセプトの実証</div> <div>※フェーズ1においてカナデビア・鹿島建設が実施済</div> <div>Kanadevia 鹿島</div>	<ul style="list-style-type: none">浮体の最終組立期間の短縮<ul style="list-style-type: none">浮体ブロック組立システムの構築コンクリート打設方法の開発浮体ブロック組立とコンクリート打設の同時作業性の検証	<ul style="list-style-type: none">①実環境を想定した机上検討による浮体量産化コンセプトを計画済②浮体ブロック供給先としてサプライチェーン候補先を継続調査中③水上における浮体ブロックの仮接合試験を実施済④鋼殻内へのコンクリート打設方法について要素実験を実施済⑤浮体ブロック組立とコンクリート打設の同時作業は未実施 (TRL6)	実証試験を通して、浮体の最終組立のタクトタイム短縮を含めた、浮体量産化コンセプトの検証を行い、2030年度以降の商用化開始時点で必要な浮体供給スピードに見通しをつける (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">浮体量産化コンセプトの検証<ul style="list-style-type: none">ベンダー工場での浮体ブロック製造～輸送～最終組立～出渠までの一連の作業の実証確認を実施し、課題抽出と改善点の整理を行う。実証結果を活用して、コンセプトの合理化を図り、商用化時の量産化検討を具体化する。浮体の最終組立期間の短縮検討<ul style="list-style-type: none">フェーズ1で実施した水上における浮体ブロック仮接合の試験結果を反映して、実証機においても仮接合が可能であることを確認し、商用化時のブロック位置合わせ期間の短縮を図る。また、ブロック接合部の塗装および検査工程の短縮化も検討し、実証確認を行うことで、商用化時の塗装・検査工程の短縮を図る。工場ドックに依存しない組立方法も確立し、商用化時における適用を見通す。コンクリート打設方法の検証<ul style="list-style-type: none">実際のスケールにおける打設試験を実施して、コンクリートの品質および施工性に問題がないかを確認をする。コンクリート打設と浮体最終組立の同時作業性の検証<ul style="list-style-type: none">ドック内におけるコンクリート打設と浮体最終組立の同時作業工程を検討し、同時作業が実施可能であることを確認する。	<ul style="list-style-type: none">浮体量産化コンセプトの各作業は既存のもので実施経験があるものも多いため、各作業の組合せと合理化により実現可能と見込まれる。フェーズ1で打設試験実施済み。(70%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－2

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案



2. 浮体式基礎製造

3 **ハイブリッド係留システム**
• ハイブリッド係留システム（ナイロンロープ）の実証
※フェーズ1においてカナデビアが実施
Kanadevia

KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
• ナイロンロープの実機係留への適用性の確認 (実証を通して総合的に評価)	①フェーズ1にて、Allチェーン係留と比較して最大張力が低減し、調達コストが一定程度低減することを確認済 ②商用化のためには実環境下におけるナイロンロープの耐久性の確認が必須 ③合成繊維ロープの要素試験や係留単体の水槽試験を通して、設計に必要なデータを取得済 (TRL5)	実証試験を通して、実環境下におけるナイロンロープの耐久性を評価して、商用化時における実機係留への適用性に見通しをつける (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">係留システム設計法の確立<ul style="list-style-type: none">合成繊維ロープの要素試験や係留単体の水槽試験の結果を反映して、係留システム設計法を確立し、WF認証を取得する。WF認証取得の過程において、設計の最適化を行うとともに、将来的なWF認証取得の標準化に繋げる。実環境下におけるナイロンロープの耐久性評価<ul style="list-style-type: none">使用中の張力履歴を計測し、期間中最大張力および累積疲労損傷度等を評価する。使用後のロープ回収による劣化の有無（残存強度試験、疲労試験、状態確認等の実施）を確認する。取得した実証データは積極的に関係機関に共有していき、ナイロンロープの実機係留への早期適用、導入拡大を目指す。ナイロンロープの製品認証の取得および標準化<ul style="list-style-type: none">委託先の東京製綱繊維ロープと協業して、製品認証を取得する。製品認証取得の過程を通して、将来的な認証取得の標準化に繋げる。	• これまでに実施した要素試験（浸漬試験、疲労試験）より、ナイロンロープは残存強度や疲労強度が高いことを確認していること、かつ安全性に配慮した実証とすることを踏まえ、実証の実現性は高く、実機係留への適用に向けた有効なデータを取得できると考える。 (80%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－3

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3. 浮体式設置		KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1	低コスト施工技術の開発 <ul style="list-style-type: none">ハイブリッド係留の施工方法開発・合理化検討 	<ul style="list-style-type: none">ハイブリッド係留の施工方法の確立実証を通した施工方法の合理化に関する机上検討の完了	<ul style="list-style-type: none">15MW級風車搭載浮体に適用されるハイブリッド係留の施工実績なし (TRL5)	<ul style="list-style-type: none">ハイブリッド係留の施工実証、商用化に向けた課題整理 (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">実海域でハイブリッド係留を施工し、施工性・実工程などのデータを収集する。実施工を通して得られたデータから、合理的な施工方法を確立する。	<ul style="list-style-type: none">研究開発内容-2③の技術検討と共同でハイブリッド係留システムの実証技術確立する。 (70%)
2	撤去・リサイクル <ul style="list-style-type: none">大規模WFを対象とした浮体撤去・解体体制の検討 	<ul style="list-style-type: none">年間●基の浮体解体処理を可能とする体制の構築とインフラ要件整理の完了	<ul style="list-style-type: none">100m幅の浮体基礎を受け入れ可能な国内ドックは限られるため、年間●基程度の解体が想定される (TRL1~2)	<ul style="list-style-type: none">大規模WFの浮体解体を可能とする体制の構築とインフラ要件を提案 (TRL4)	<ul style="list-style-type: none">大規模WFを構成する数十基規模の浮体基礎を短時間で解体処理するインフラのあり方を検討し、体制構築に向けた要件整理を電炉転換を予定する鉄鋼メーカーと共同で検討する。	<ul style="list-style-type: none">現時点で体制は整っていないものの、鉄鋼メーカーと共同でスクラップ受け入れ体制を検討する。 (70%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容-4

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

4. 電気システム

1

高電圧ダイナミックケーブル

- 高電圧ダイナミックケーブルの開発

C-Tech


(委託先: 古河電工)

KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<ul style="list-style-type: none">実海象条件下の挙動に耐え得る154kVダイナミックケーブルの実機検証の実施	<ul style="list-style-type: none">66kV超級ダイナミックケーブルの設計および量産体制の確立 (TRL5)66kV級ダイナミックケーブルの実証における施工実施 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none">154kV級ダイナミックケーブルの実海域条件下での電気・機械性能実証 (TRL7)154kV級ダイナミックケーブルの実証における施工実施 (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">浮体に66kV/154kV変圧器を搭載することでダイナミックケーブルを実海域で154kV課電し、実証期間内での初期電気性能を確認する。また、ケーブルに複合した光ファイバを用いた歪測定により、異常張力、異常曲がり状態のモニタリングを行う。実海域の海象条件で疲労解析を実施し、実海域でケーブルに加わる曲率、張力およびその頻度を明らかにした上で、それらを試験条件として反映した疲労試験 (Cigre TB 862準拠) を実機に対して実施し、設計年数相当の疲労特性を有するか検証する。また、その前後で実施する耐電圧試験により電気性能を確認する。福島沖浮体式実証で得た知見を発展させ、高電圧化により大サイズ化したダイナミックケーブルの施工方法を検討し、実海域にて検証する。	<ul style="list-style-type: none">フェーズ1にて基礎検証を開始しており、実海域条件で詳細設計を詰めることで達成できる見込み (80%)フェーズ2が円滑に進むよう、第3者機関と解析・試験条件について話を進めている (80%)大サイズ海底ケーブルの布設実績と福島沖でのダイナミックケーブル施工の実績とを組み合わせ適切な施工条件等を検討する (90%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－5

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

5. 運転保守

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<div>1</div> <div>運転保守及び修理技術の開発</div> <div><ul style="list-style-type: none">SWATH型CTVの実海域での稼働率検証</div> <div></div>	<ul style="list-style-type: none">基本設計時点ではCFD※1計算により動揺シミュレーションを実施、既存船型・SWATH船型の耐候性能比較を実施する。 (SWATH型CTVによりアクセス率10~15%程度向上を目指す) 建造後のSWATH型CTVに振動計測機器を搭載、実海域（愛知県沖、波周期＝長）での運航を通して既存型CTVの稼働率と比較・検証する。CTVによる浮体式基礎へのアクセスに関連して、数値計算等でアクセス安全性の検証を行う。造船所およびメンテナンス事業者との打ち合わせを実施、CTV上でROVを搭載・ハンドルするのを容易にするための艤装を検討する。	<ul style="list-style-type: none">国内に存在せず（TRL1）国内で類似の検証実施無し（TRL1~2）国内に存在せず（TRL1~2）	<ul style="list-style-type: none">実船の就航、検証(TRL7)検証実施の上でTRL8~9に向けた課題抽出（TRL4~5）TRL8~9に向けた課題抽出（TRL4~5）	<ul style="list-style-type: none">SWATH船型の耐候性について、CFD計算で出た結果をフィードバック。建造後には実海域で性能検証を実施する。SWATH型のCTVと浮体基礎の図面を元に数値計算を実施する。造船所およびROVユーザーとのワークショップによりROVハンドリングに最適な艤装を検討する。 <p>協力先：国内造船会社</p>	<ul style="list-style-type: none">国内造船会社とも協議を開始しており、詳細設計後に造船・実海域での実証は達成できる見込み。（80%）SWATH型CTV及び浮体基礎の図面があれば数値計算は実行できる見込みであり、外注先とも協議を開始している。（70%）新造詳細設計を通じてROVに供与可能なスペースを算出、その後必要なROVスベック等を検討する。（60%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－6

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

5. 運転保守		KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
2	デジタル技術による 予防保全・メンテ ナンス高度化	・浮体設備の遠隔状態監視費用の●%低減	・状態監視データで一括管理されていない。 (TRL5)	・実海域での総合監視システムの検証 (TRL7)	・浮体の動揺量や浮体に作用する外力、浮体主要構造部の発生応力、搭載機器の損傷有無等のデータを遠隔から常時監視し、収集したデータを一括で管理するシステムを構築する。さらに、収集したデータと設計値と比較し、性能や安全性の評価、構造寿命推定やコストダウンの可能性を検討する。	・NEDO実証研究（バージ型）成果を活用して実現する。 (80%)
	・浮体設備の遠隔状態監視システムの開発 Kanadevia	・O&Mに必要なCMSの主要センサーを統合プラットフォーム上で一元管理し、AI異常診断技術と組み合わせることで、監視員の作業負担を軽減し、風車メンテナンスにかかる時間を現状の約三分の一に短縮	・SCADAとセンサーの時間同期を実現できていない (TRL5)	・MiScout上データの取得連携カバー率100% (TRL7)	・MiScoutのAPI機能を活用して各種センサーの時間同期データの取得を可能とするインターフェースを開発する。	・委託先との連携によりAPI開発は確実に進めることが可能。 (80%)
		・浮体式風力運転保守デジタルプラットフォームの開発 Hokutaku Renewable Energy Service				

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－7


各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

5. 運転保守

3

監視及び点検技術の高度化

- ドローン及び監視カメラによる浮体気中部点検技術の確立
- ROV及びAI技術による浮体水中部点検技術の確立
- ROVによるハイブリッド係留設備の点検技術の確立
- ダイナミックケーブルの状態監視及び点検業務の効率化



KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<ul style="list-style-type: none">浮体基礎気中部の点検費用●%削減浮体基礎水中部の点検●日/基で実施チェーンとナイロンロープで構成されるハイブリッド係留の効率的な点検方法の確立（●本/日）ダイナミックケーブルの水位計の常設及び点検作業時間削減（●本/日）	<ul style="list-style-type: none">目視点検および試験的にドローンを活用（TRL5）ダイバーによる点検および試験的にドローンを活用（TRL5）チェーンはダイバーによる点検を試験的にROVを活用。ハイブリッド係留の点検実績は無い（TRL5）	<ul style="list-style-type: none">実海域でのドローンによる点検技術の検証（TRL7）実海域でのROVによる点検技術の検証（TRL7）実海域でのROVによる点検技術の検証（TRL7）	<ul style="list-style-type: none">目視点検に代わる外観点検方法としてドローンおよび監視カメラ等で浮体全体の画像・映像データ収集し、ドローンについては自動飛行や遠隔操作を検証する。収集した画像・映像データを監視システムに記録して、画像解析等による損傷・腐食の箇所や塗装劣化状態を評価する。ダイバーに代わる外観点検としてROVを用いて浮体全体の画像・映像データ収集を行い、AI技術を用いた画像解析等により損傷箇所の有無や海洋生物の付着量を効率的に把握する。ROVを用いてチェーンおよびナイロンロープの画像データを効率的に収集し、画像鮮明化等の適用によりナイロンロープの付着物の状況やチェーン摩耗量等の計測およびナイロンロープの伸びの有無の確認方法を確立する。	<ul style="list-style-type: none">NEDO実証研究（バージ型）成果を活用して実現する。（80%）NEDO実証研究（バージ型）成果を活用して実現する。（80%）NEDO実証研究（バージ型）成果を活用して実現する。（80%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－8

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

5. 運転保守

- 4 **落雷故障自動判別システムの開発**
- 落雷検知時のブレード損傷診断技術の確立



KPI

- 80%以上の確率で落雷を検知し、落雷検知後は風車の停止やメンテナンス可否を自動で判断可能な技術を確立する。

現状

- 自社保有風車にて検証 (TRL5)

達成レベル

- 落雷検知時に風車停止やメンテナンス可否を自動判断する技術を確立する。(TRL7)

解決方法

- 浮体に落雷観測カメラ、風車タワー基部に落雷検出装置を取り付け、落雷検知を実施するとともに、SCADAデータ分析との組み合わせによりブレードの損傷具合を診断する。

実現可能性 (成功確率)

- 落雷観測、検出装置を連携させて、MiScoutを通して既存のSCADAシステムで損傷具合の判断が実現可能。(80%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－9

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

6. ステークホルダーの合意		KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<div>1 漁業協調</div> <div>風車浮体による漁場環境の評価</div> <div>C-Tech</div> <div>2 地元等への報告・協議に係る会議体の設置・運営</div> <div>C-Tech</div> <div>3 漁業影響調査</div> <div>C-Tech</div> <div>4 実証事業の情報発信</div> <div>C-Tech Kanadevia 鹿島 商船三井</div> <div>5 国民との科学・技術対話</div> <div>C-Tech Kanadevia 鹿島 商船三井</div>		<ul style="list-style-type: none">浮体設置前の四季調査完了浮体設置後の四季調査と魚礁効果の定量評価完了	<ul style="list-style-type: none">沖合での漁場環境において浮体設置に伴う変化を時間的かつ空間的に定量評価した事例は無い (TRL6)	<ul style="list-style-type: none">沖合での浮体設置に伴う魚礁効果を定量評価し、地域の漁獲対象魚種の蛸集量を漁業関係者に情報共有する (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">漁業関係者が漁獲している魚種に着目し、浮体設置前後において計量魚群探知機を用いた浮体近傍及び周辺海域の計測を年4回（四季ごと）実施する。	<ul style="list-style-type: none">計量魚群探知機は実績のある機器を使用する。(90%)
		<ul style="list-style-type: none">利害関係者・有識者が参画する会議体の設置・運営及び定期的な開催(2024年度以降年1回以上)	<ul style="list-style-type: none">現地調査内容・風車設置場所等を会議体で適宜報告・調整する。現地調査や施工時に必要な警戒船の必要可否や手配等を会議体で適宜報告・調整する。			
		<ul style="list-style-type: none">風車浮体設置前後による漁業影響有無の明確化漁業関係者への理解醸成	<ul style="list-style-type: none">外注先候補である全国水産技術協会および漁業関係者と協議を行い必要十分な漁業影響調査を実施する。			
		<ul style="list-style-type: none">2025年度にHP開設	<ul style="list-style-type: none">HPを作成し、実証概要や工事進捗を適宜発信する。			
		<ul style="list-style-type: none">ステージゲート通過後年1回以上の展示会への出展ステージゲート通過後に常設展示ブースの設置	<ul style="list-style-type: none">展示会に出展し実証概要や工事進捗を適宜発信する。			

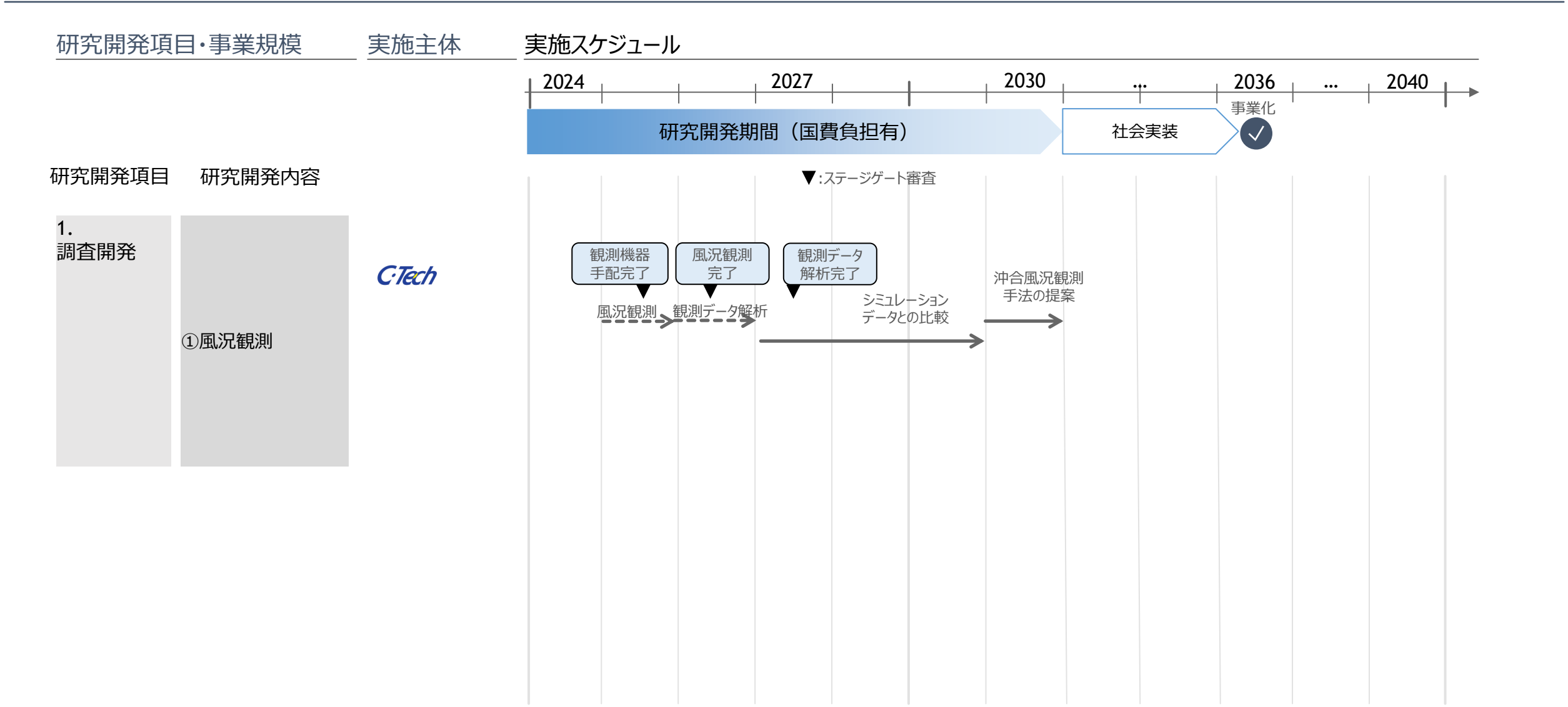
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容－1 0

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

7. 市場調査		
<div data-bbox="127 375 499 714"><div>1 浮体式洋上風力事業 グローバル検討</div><div>C-Tech Kanadevia 鹿島 商船三井</div></div>	<div data-bbox="542 329 611 368">KPI</div> <div data-bbox="542 389 901 558"><ul style="list-style-type: none">アジア圏の浮体式洋上風力市場調査完了アジア圏における浮体式洋上風力発電事業のFS検討完了</div>	<div data-bbox="975 329 1146 368">解決方法</div> <div data-bbox="975 389 2412 486"><ul style="list-style-type: none">アジア圏を対象に、各国の浮体式洋上風力の開発動向や法制度等の市場環境の調査を実施する。浮体等の製造拠点、建設用基地港湾等のインフラ、サプライヤー候補について調査を行い、浮体式洋上風力の導入拡大が見込まれるモデル国を設定したうえで、浮体式洋上風力事業のFS検討を実施する。</div>

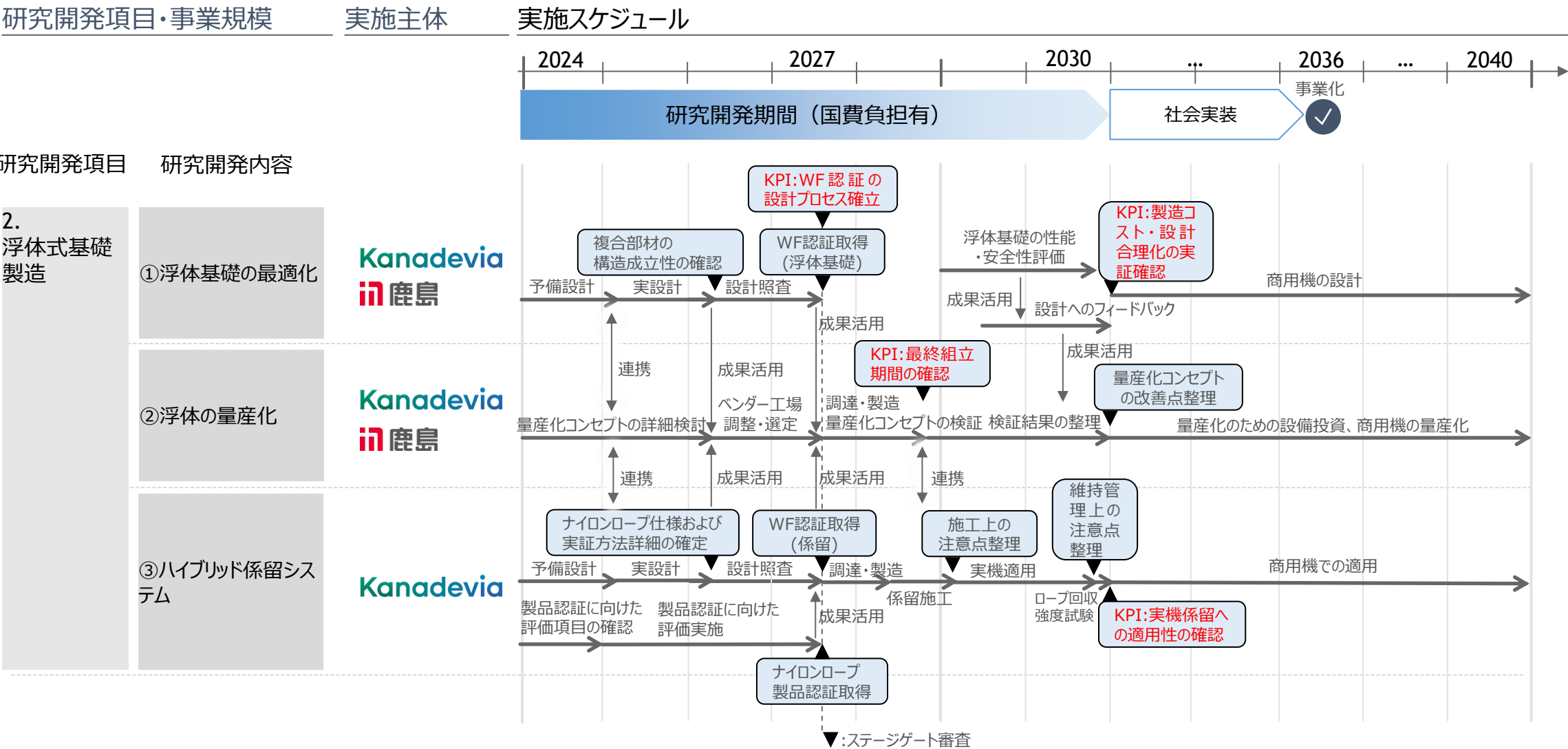
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－1

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



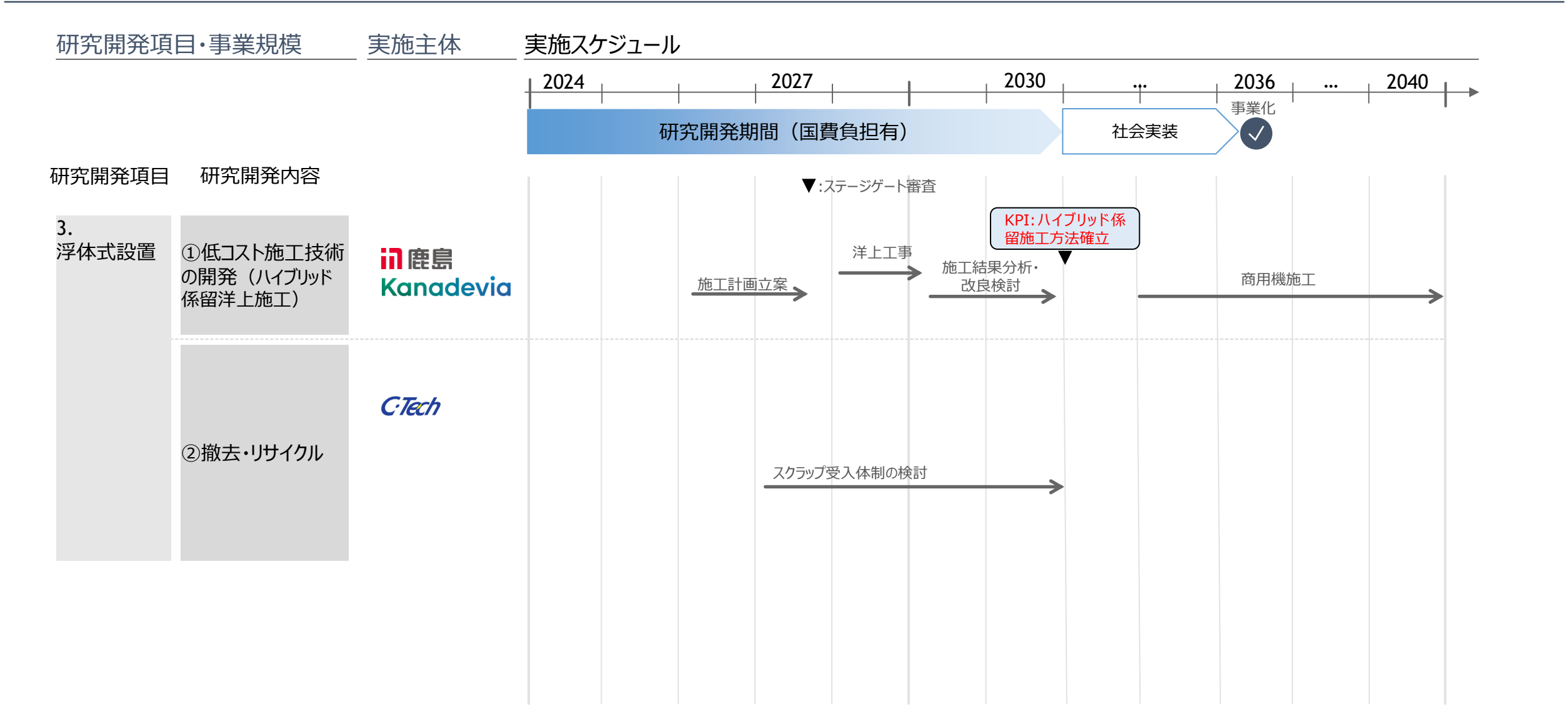
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画-2

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



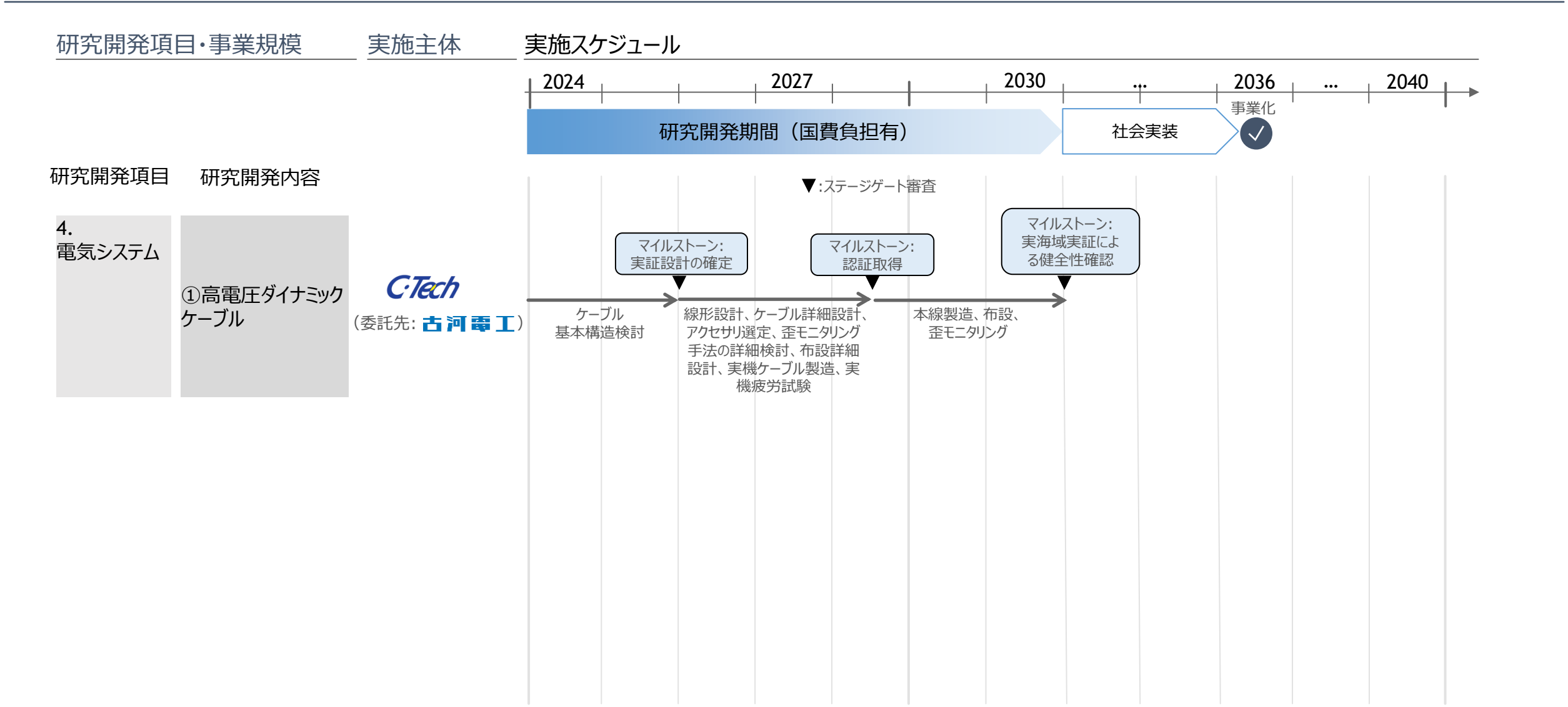
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－3

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



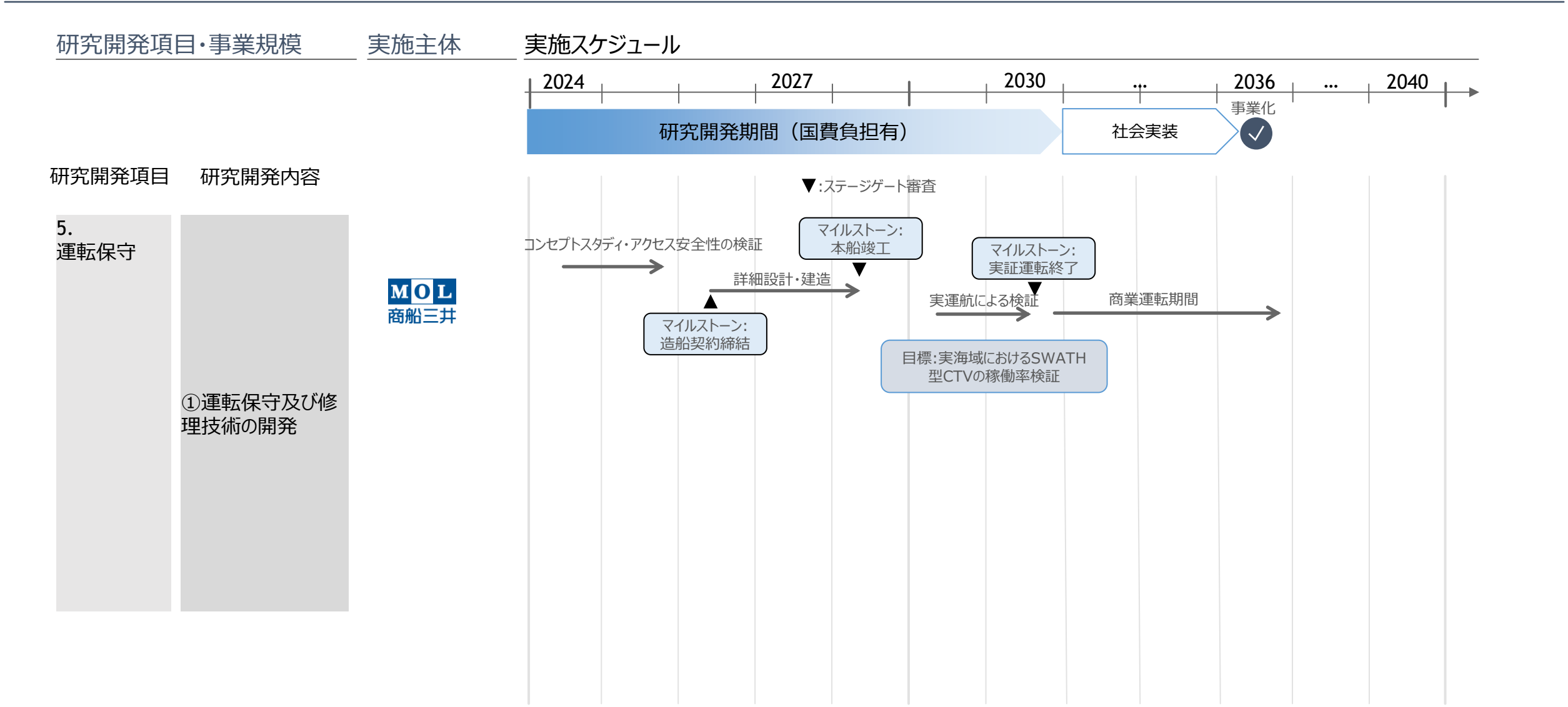
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－4

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



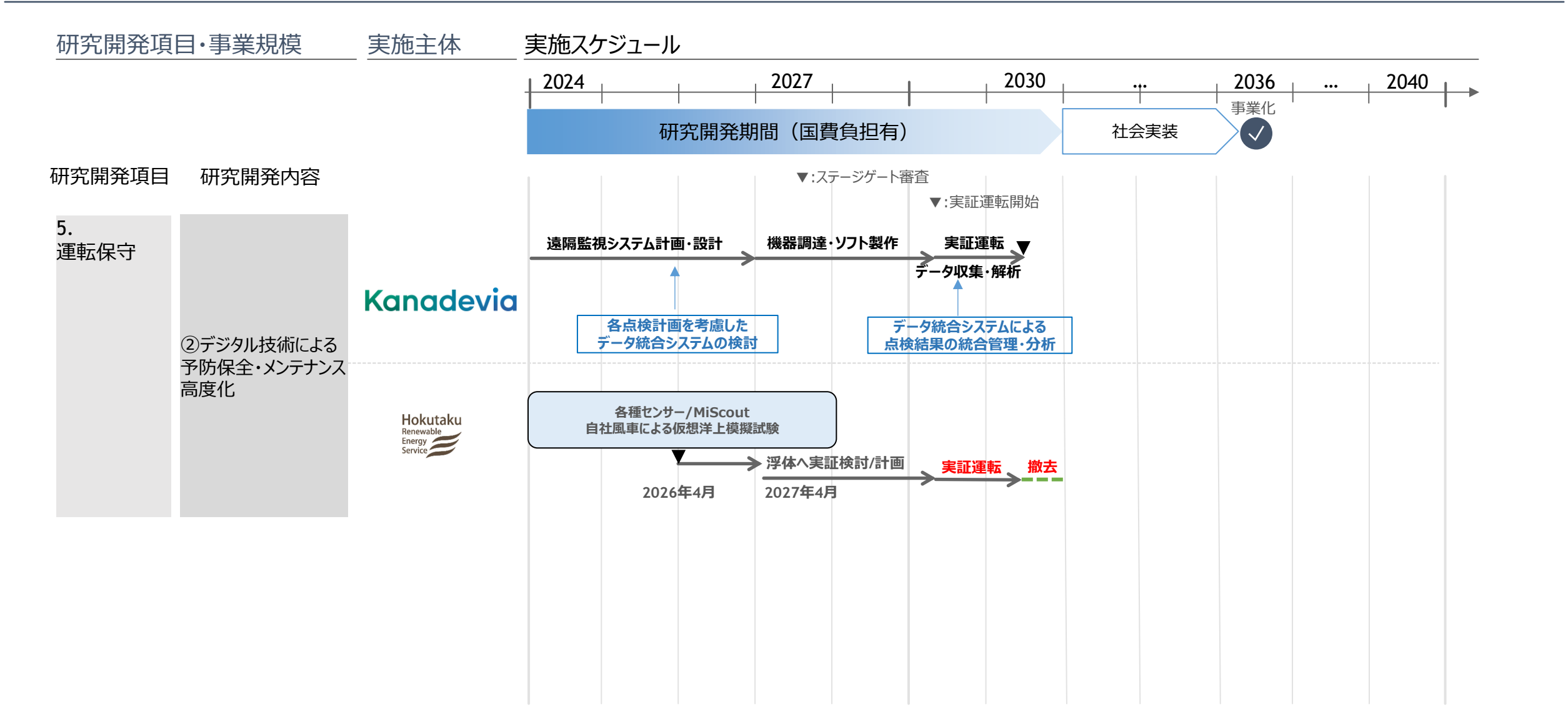
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－5

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



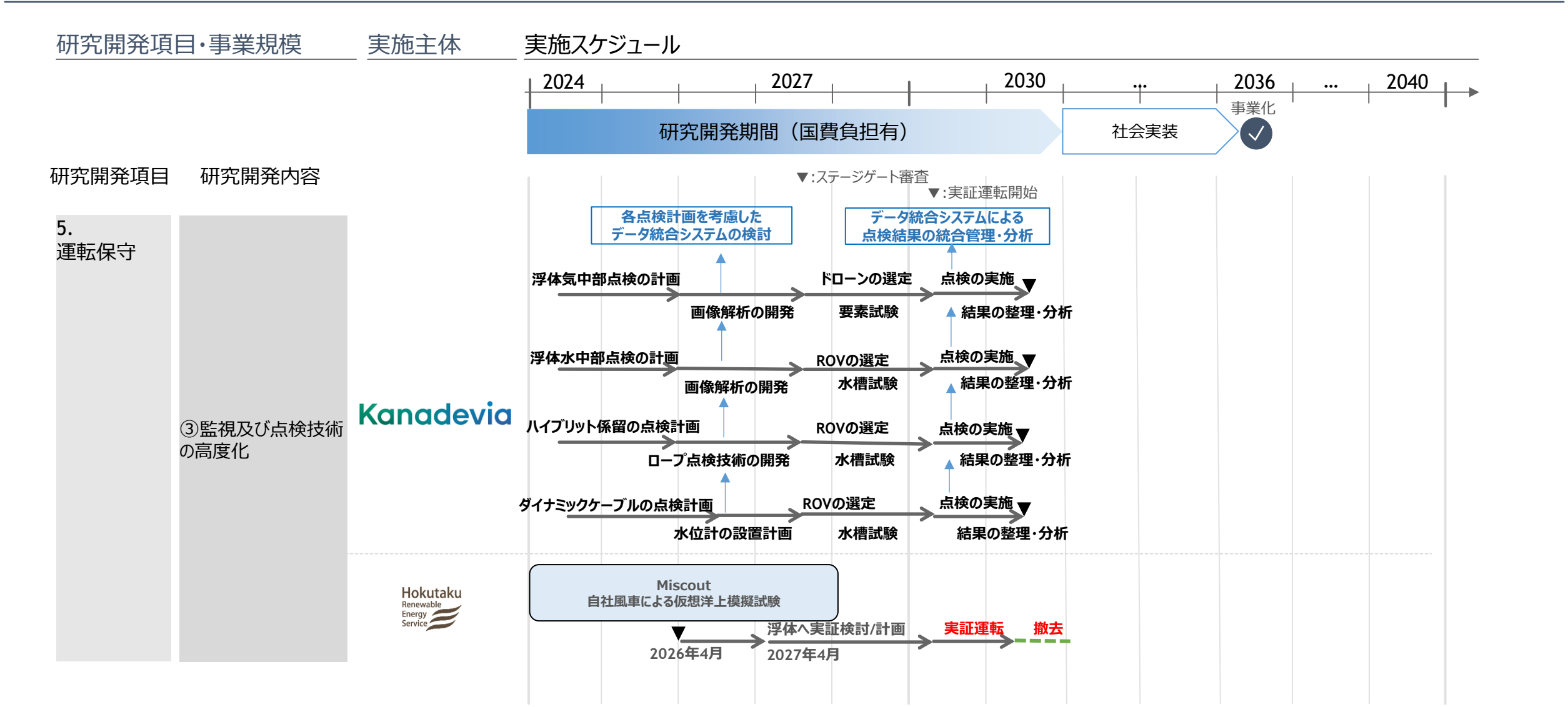
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－5

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



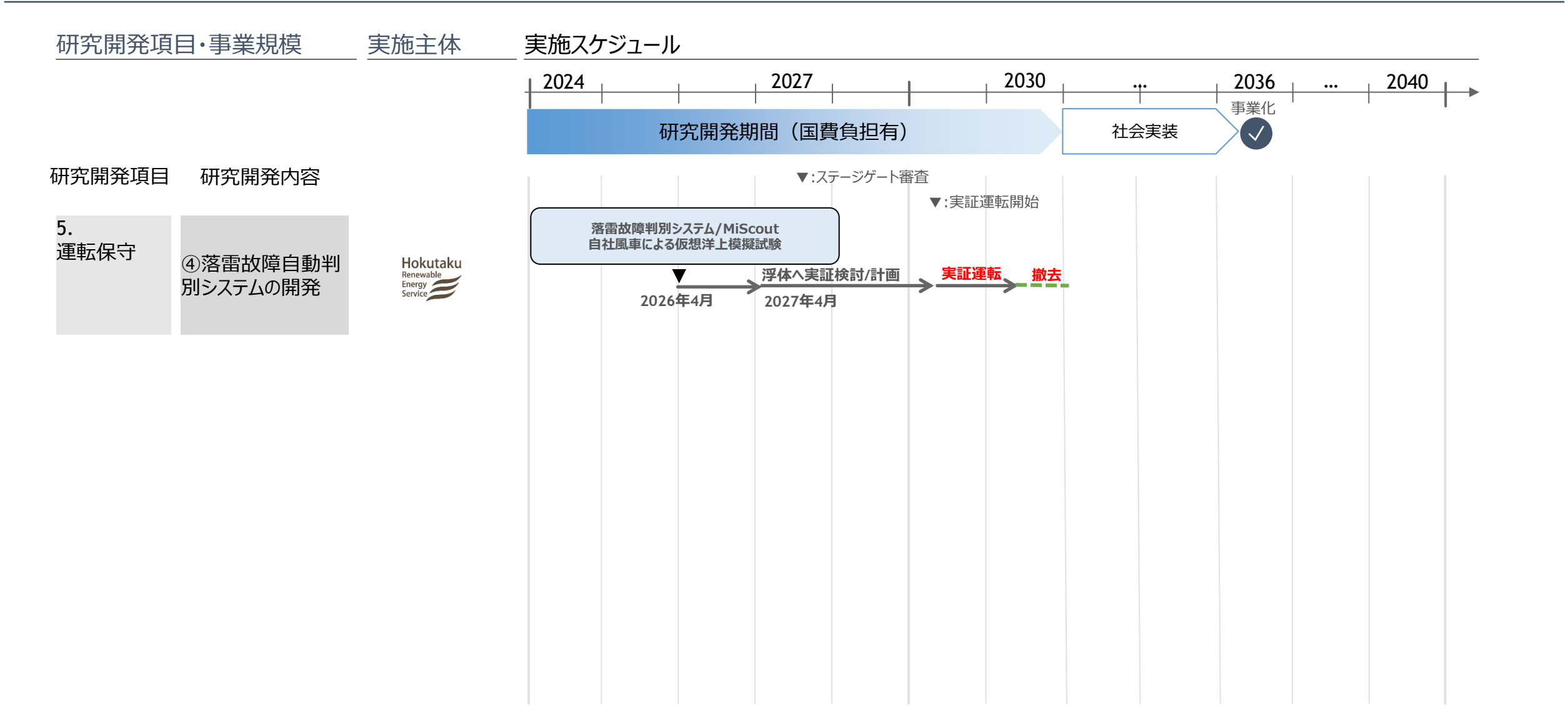
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－5

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



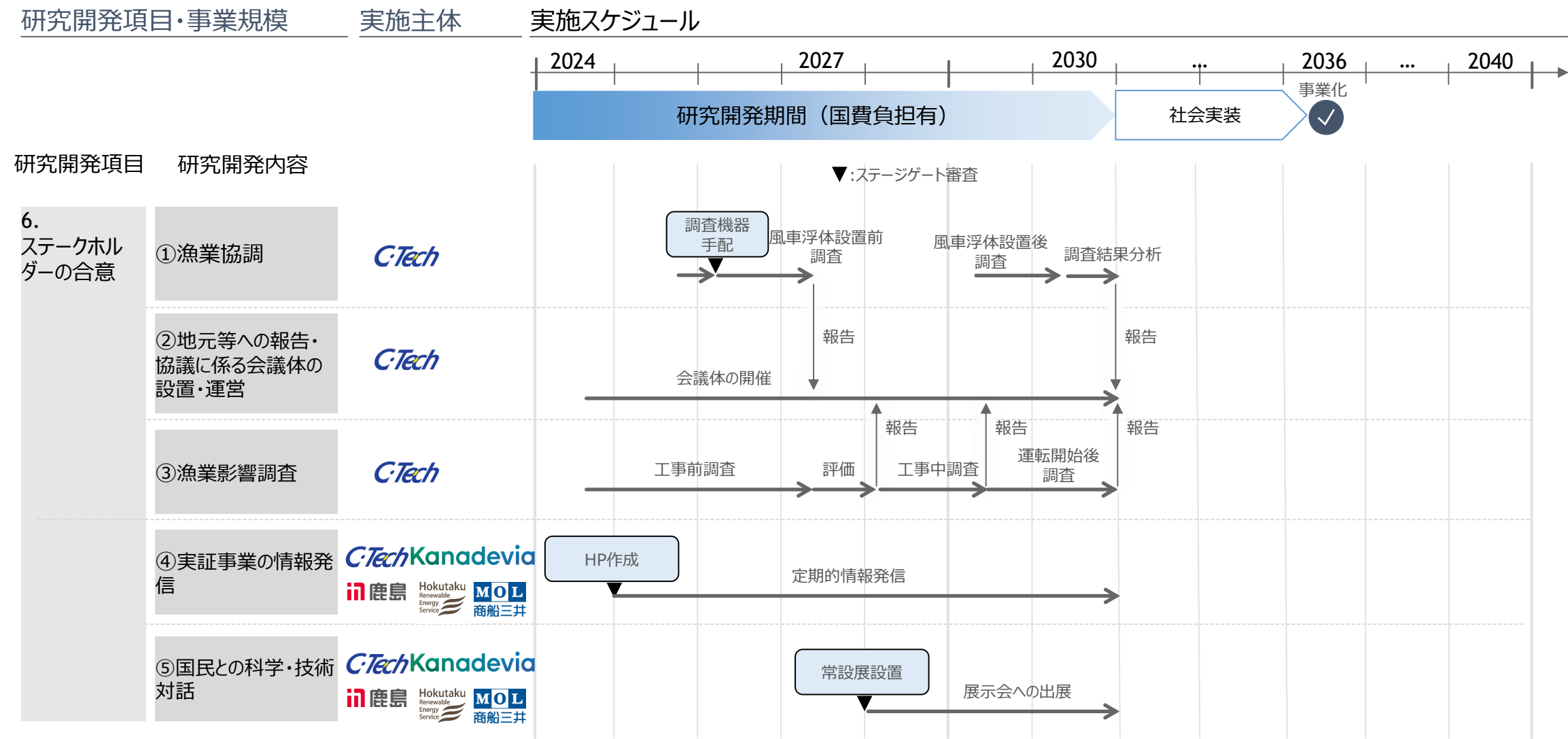
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－5

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



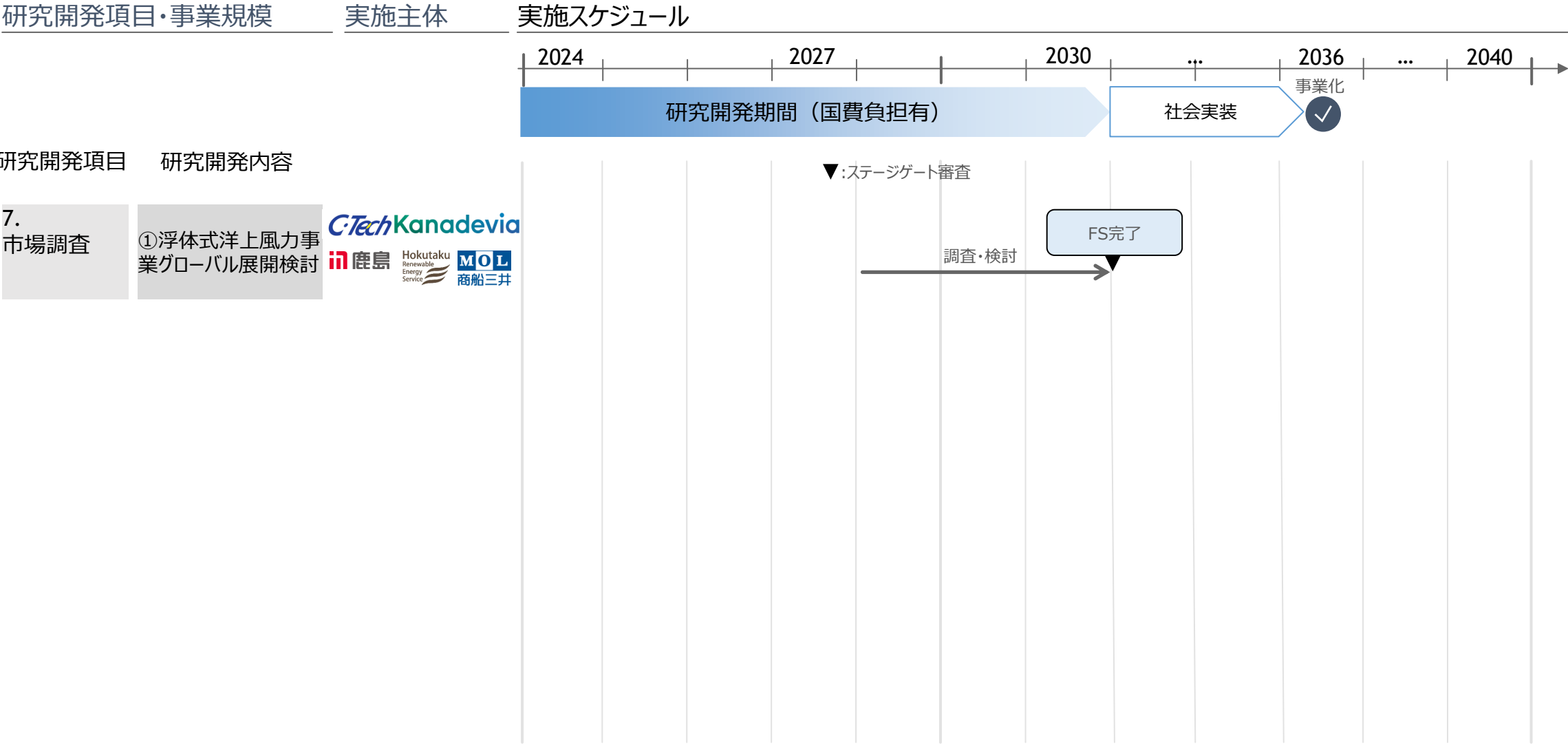
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール 全体計画－6

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／（3）実施スケジュール 全体計画－7

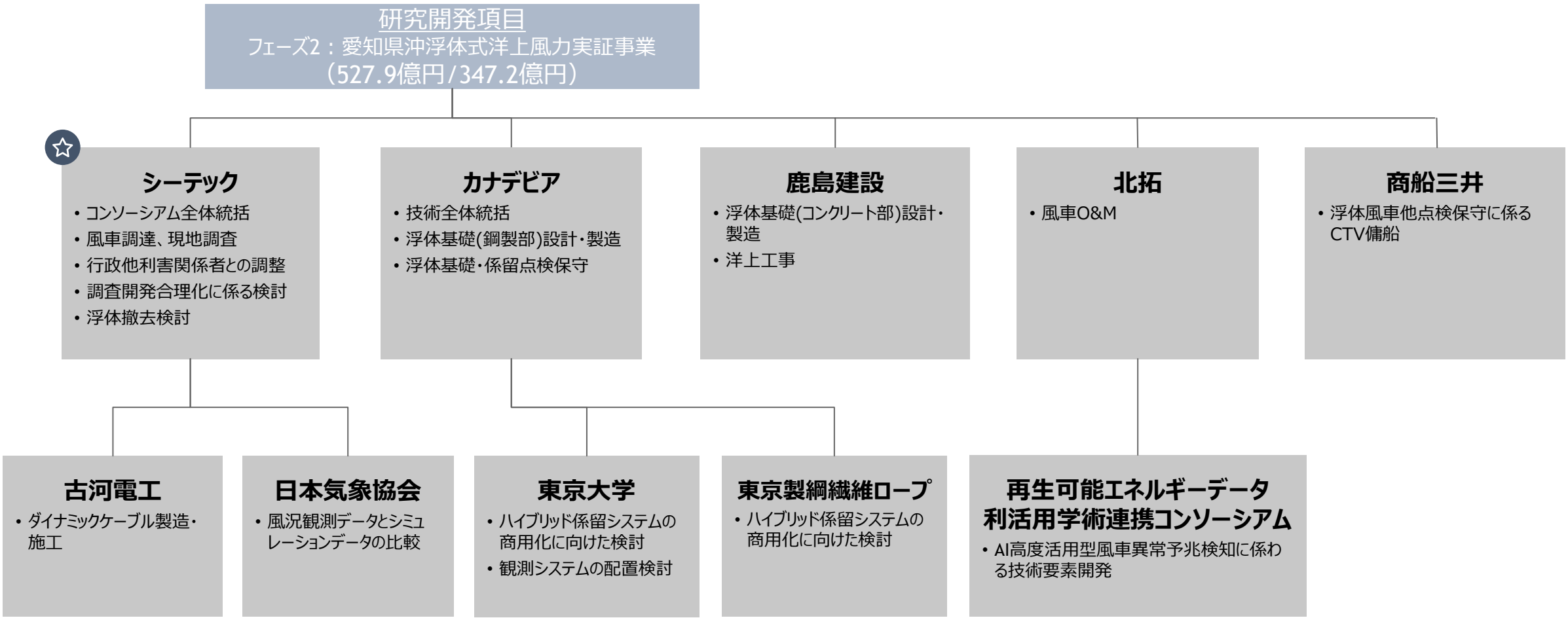
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制－1

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



2. 研究開発計画／（４）研究開発体制－２

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

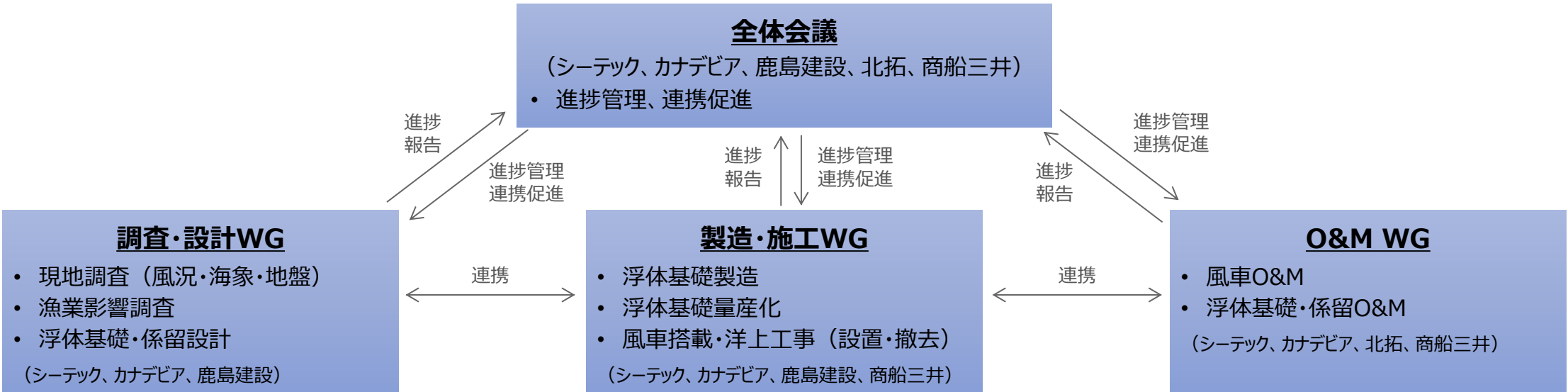
- ・ シーテック：コンソーシアム全体統括、行政他利害関係者との調整、風車調達、現地調査、調査開発合理化に係る検討、浮体撤去検討
- ・ カナデビア：技術全体統括、浮体基礎(鋼製部)設計・製造、浮体基礎・係留O&M
- ・ 鹿島建設：浮体基礎(コンクリート部)設計・製造、洋上工事、
- ・ 北 拓：風車O&M
- ・ 商船三井：浮体風車他点検保守に係るCTV備船

研究開発における連携方法（共同実施者間の連携）

- 【全体会議】幹事企業となるシーテックが主導で定期的開催(月1回程度)し、プロジェクト全体の進捗管理及びWG間の連携促進を図る。
- 【WG】「調査・設計」、「製造・施工」、「O&M」に係るWGを組成し、WGメンバー間での情報共有や工程調整・管理、各研究開発項目の着実な遂行のための連携を図る。


共同実施者以外の本プロジェクトにおける他実施者等との連携

- ・ 「フェーズ1テーマ⑤：共通基盤技術開発」の実施者と連携し、双方の技術課題解決に努める。
- ・ 当コンソーシアムと併せて実証事業者として採択された他事業者と必要に応じて連携し、実証事業を遂行するにあたり共通する課題の解決に努める




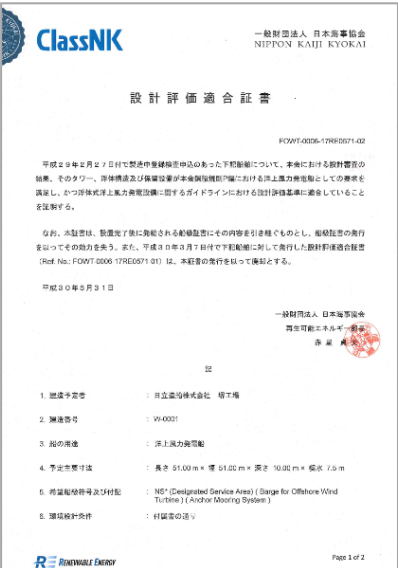
2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－1

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. 調査開発	<div>1 風況観測</div> <div></div>	<ul style="list-style-type: none">デュアルスキャンングライダー及び鉛直ライダーによる観測技術（日本気象協会） https://www.jwa.or.jp/service/energy-management/wind-power-03/風況シミュレーション技術（日本気象協会） https://www.jwa.or.jp/service/energy-management/wind-power-04/着床式洋上風力公募案件(秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖/秋田県由利本荘市沖)における風況観測実績（シーテック）陸上風力(美里・笠取・久居榊原・青山ウインドファーム等)における風況観測実績（シーテック）	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】デュアルスキャンングライダーによる観測を15件以上実施。【優位性】鉛直ライダーによる観測を40件以上実施。 <div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】天気予報、大気汚染シミュレーション等で積み上げてきた大気数値シミュレーション技術を基にした風況シミュレーションの実施及びNEDO局所風況マップ（2003）の作成。 <div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】ウインドファーム認証に適応した風況観測の実績と、その観測業務を通して培ってきた知見とノウハウ。


2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－2

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. 浮体式基礎製造	<div>1 浮体基礎の最適化</div> <div></div>	<div><ul style="list-style-type: none">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<ul style="list-style-type: none">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（カナデビア、東京大学）支持構造物認証分科会の対応とNK認証の取得（カナデビア）連成解析、動揺性能評価（カナデビア、東京大学）浮体復原性計算、鋼構造設計技術（カナデビア）NEDO銚子沖洋上風力や秋田港能代港洋上風力工事等洋上風力工事の実績、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<ul style="list-style-type: none">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）「フェーズ1-②：浮体基礎製造・低コスト化技術開発事業」の成果を保有<ul style="list-style-type: none">FEM解析及び部材実験による技術的課題の検証（鹿島建設）水槽試験により解析モデルの妥当性を検証（カナデビア）</div>	<div><ul style="list-style-type: none">【優位性】鋼製浮体の実証研究経験、NK認証経験を保有。【優位性】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)。【優位性】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。<div>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</div><div></div></div>

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－2

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. 浮体式基礎製造	<div>2 浮体の量産化</div> <div> Kanadevia in 鹿島</div>	<ul style="list-style-type: none">次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）でバージ型浮体をカナデビア堺工場で製造 ⇒ 20MW級の浮体基礎組立が可能な大型ドックを自社工場に保有する（カナデビア） https://www.nedo.go.jp/events/FF_100129.html大型浮体構造物の製作実績を持ち、複数工場で浮体ブロックを製作し、カナデビア堺工場にて最終組立を実施した実績有（カナデビア）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 ⇒ ハイブリッド浮体の量産化実績あり（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「フェーズ1-②：浮体基礎製造・低コスト化技術開発事業」の成果を保有<ul style="list-style-type: none">カナデビア堺工場のドック内にて、浮体ブロックの仮接合試験を実施、仮接合方法については特許出願済（カナデビア）コンクリート打設方法について要素実験を実施（鹿島建設）	<ul style="list-style-type: none">【優位性】カナデビア堺工場でバージ型浮体基礎等の製造経験を保有。【優位性】カナデビア堺工場3号ドックの活用により20MW級風車用浮体の最終組立が可能。【優位性】複数工場において製造物の工程および品質管理を実施した実績が多数あり、複数工場で浮体ブロックを製作し、カナデビア堺工場にて最終組立を実施した実績有。【優位性】浮体ブロックのサプライチェーン候補先となるベンダー工場19社からブロック製造可能と回答受領。【優位性】ハイブリッド浮体の量産化技術：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。「フェーズ1-②：浮体基礎製造・低コスト化技術開発事業」でTRL6の検証（モックアップ試験）まで完了。



2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－2

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2. 浮体式基礎製造	<div>3 ハイブリッド係留システム</div> <div>Kanadevia</div>	<ul style="list-style-type: none">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<ul style="list-style-type: none">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（カナデビア）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（カナデビア、東京大学）「フェーズ1-②：浮体基礎製造・低コスト化技術開発事業」の成果を保有<ul style="list-style-type: none">複合係留の挙動確認の水槽試験を実施 ⇒ ハイブリッド係留システムの解析精度を検証（カナデビア、東京大学）ナイロンロープの各種要素試験データを整理して、設計に必要なパラメータを設定委託先の東京製綱繊維ロープ(株)と複数回にわたり協議を行い、ナイロンロープの製品認証取得に向けた見通し等を確認	<ul style="list-style-type: none">【優位性】チェーン係留での実証研究経験を保有。（TRL8）【優位性】ナイロンロープに関する多くの要素試験データを保有。【優位性】係留単体の水槽試験を実施し、ハイブリッド係留システムの解析精度を確認済。【リスク】国内の浮体式洋上風力において、合成繊維ロープを使用した係留が採用された実績がない。【リスク】国内繊維ロープメーカーおよびチェーンメーカーの生産能力に限界 ⇒ 量産化に向けて設備投資を要する。


2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－3

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
3. 浮体式設置	<div>1 浮体基礎の最適化・量産化、ハイブリッド係留システム</div> <div></div>	<ul style="list-style-type: none">カナデビアは次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）を通して実証機の係留システムに関するノウハウを蓄積。鹿島はこれまでの洋上風力工事他（東京国際空港（羽田空港）D滑走路や秋田港・能代港洋上風力発電所工事など）で開発した施工技術を応用。カナデビアは次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）で洋上工事を実施した実績有。	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】東京大学と共同で、繊維ロープの耐久性や、複合係留の水槽実験を実施済み。→【リスク】繊維ロープの生産能力、実海域での長期的耐久性の確認。
	<div>2 撤去・リサイクル</div> <div></div>	<ul style="list-style-type: none">青山高原ウインドファーム、久居榊原風力発電所陸上風車撤去実績（シーテック）多数の電力設備の撤去実績（シーテック）	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】陸上風力発電設備の撤去工事を通して培ってきた風車撤去に係る知見とノウハウ。→【優位性】多数の電力設備撤去工事を通して培ってきた電力設備撤去工事に係る知見とノウハウ。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－4

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
4. 電気システム	<div>1 高電圧ダイナミックケーブル</div> <div></div> <div>(委託先：古河電工)</div>	<ul style="list-style-type: none">「フェーズ1-③：洋上風力関連電気システム技術開発事業」で確立する66kV超級ダイナミックケーブルの構造設計・線形解析および量産技術（古河電工）福島浮体式洋上ウィンドファーム実証事業で培った技術および実績（古河電工） https://www.furukawa.co.jp/rd/review/fj135/02.html	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】今後の浮体式洋上風力ファーム大型化を見据え、想定される複数ケースに対するケーブル設計ソリューションを「フェーズ1-③：洋上風力関連電気システム技術開発事業」の要素技術開発を通じて確立。【リスク】欧州では浮体式変電所を海底式変電所で代替する技術の開発・実証が進んでおり、高電圧ダイナミックケーブルそのもののニーズが限定されてしまう。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－5

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
5. 運転保守	<div>1</div> <div>運転保守及び修理技術の開発</div> <div> 商船三井</div>	<ul style="list-style-type: none">CTVおよび洋上風力作業船保有、運航の実績（商船三井）CTV船型開発、評価手法（商船三井）航行安全や航路調査に精通する当社グループの知見および当社の欧州発電事業者や風車メーカーに対して提供してきたSOV/CTVサービスの経験（商船三井） →石狩湾新港洋上風力発電事業設備向けのCTV傭船 →世界最大の洋上風力発電事業社であるØrsted社の台湾子会社向けにアジア初の新造SOVを15年間(最大20年間)を提供。現在台湾向けにSOV2隻目、3隻目を発注済み。 https://www.mol.co.jp/pr/2023/23081.html https://www.mol.co.jp/pr/2022/img/22031.pdf https://www.mol.co.jp/pr/2023/23146.html	<ul style="list-style-type: none">【優位性】国内でのCTV運航経験のみならず先行する台湾市場でも洋上風力作業船の保有・運航経験を有しており、ノウハウやユーザーニーズを有効活用できる。【優位性】CTV船型開発を複数件実施しており、その知見を活用できる。
	<div>2</div> <div>デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化</div> <div> </div>	<ul style="list-style-type: none">次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）における保守管理システムの開発実績（カナデビア） https://www.nedo.go.jp/events/report/ZZFF_100029.htmlカナデビア先端情報技術センター（A.I/ TEC)による発電設備の24時間遠隔監視（カナデビア） https://www.hitachizosen.co.jp/aitec/世界シェアの高いSCADAモニタリングシステムMiScoutを国内においてMita-Technikと独占提携（北拓）スマートメンテナンス基盤技術を研究開発進めている学術研究機関と連携し最先端技術を導入可能（北拓）	<ul style="list-style-type: none">【優位性】バージ型浮体実証研究における運営管理の実績および取得した観測・画像データの活用。【優位性】A.I/TECにおけるバージ型浮体、陸上風力発電、ごみ焼却発電施設等の24時間遠隔監視の実績を活用できる。【優位性】SCADAモニタリングシステムとしては製品化されシェアが高いMiScoutを利活用することが可能。【優位性】学術機関が所有する先端技術、スパコンなどの高速かつ重い処理が必要とするAI技術の開発が可能。









2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－5

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
5. 運転保守	<div>3</div> <div>監視及び点検技術の高度化</div> <div>Kanadevia</div>	<ul style="list-style-type: none">次世代浮体式洋上風力発電実証研究（バージ型）における浮体の監視・点検技術の開発実績（カナデビア） https://www.nedo.go.jp/events/report/ZZFF_100029.html国土交通省港湾局のGPS波浪計のメンテナンスでの点検・補修・技術（カナデビア） https://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】沖合約15kmに設置されたバージ型浮体実証研究における監視・点検技術開発の実績。【優位性】国内点検業者および国産ROVの活用。【優位性】沖合約10kmに設置されたGPS波浪計のメンテナンスの実績。
	<div>4</div> <div>落雷故障自動判別システムの開発</div> <div>Hokutaku Renewable Energy Service</div>	<ul style="list-style-type: none">落雷観測、検出装置を連携させることで、雷撃を高感度に補足し、落雷位置や故障状態を学術研究機関と連携し最先端技術を導入可能。（北拓）	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】学術機関が所有する先端技術、スパコンなどの高速かつ重い処理が必要とするAI技術の開発が可能。
	<div>共通</div> <div>C-Tech</div> <div>Hokutaku Renewable Energy Service</div>	<ul style="list-style-type: none">2001年から風力発電事業に参画し、国内最大級を含む多数の風力発電所を事業運営（シーテック）開発地点の発掘から調査・設計、建設、保守・点検まで一貫して行う国内でも数少ない風力発電事業者として技術力を蓄積（シーテック）自社による故障装置・部品の設計・製作や、各種分析・点検等の保守を通じて技術力を蓄積（シーテック）国内風車全体に対して8割を超えるメンテナンスサービス提供実績(国内風車約2,600基のうち2,179基)（北拓）自社保有のトレーニング用風車を活用したエンジニア技術トレーニング及び研究機関との連携による高い風車メンテナンス力（北拓）	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">【優位性】多数の風力発電事業を通して積み重ねてきた風力発電設備の運営に係る経験と、その経験を通して培ってきた幅広い知見とノウハウ。【優位性】多数の風力発電メンテナンス業務を通して積み重ねてきた運転保守経験と、その経験を通して培ってきた運転保守に係る幅広い知見とノウハウ。






2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－6


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
6. ステークホルダーの合意	1 漁業協調 	<ul style="list-style-type: none">2001年から風力発電事業に参画し、国内最大級を含む多数の風力発電所を事業運営（シーテック） https://www.ctechcorp.co.jp/business/renewable/wind/開発地点の発掘から調査・設計、建設、保守・点検まで一貫して行う国内でも数少ない風力発電事業者として技術力を蓄積（シーテック）	→ <ul style="list-style-type: none">【優位性】多数の風力発電事業運営を通して積み重ねてきた渉外対応に係る経験とノウハウ。
	2 地元等への報告・協議に係る会議体の設置・運営 	<ul style="list-style-type: none">着床式洋上風力公募案件(秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖/秋田県由利本荘市沖/千葉県銚子市沖)における漁業関係者をはじめとした地元対応実績（シーテック）	→ <ul style="list-style-type: none">【優位性】先行する着床式洋上風力の開発を通して積み重ねてきた漁業調査に係る経験と、その経験を通して培ってきた知見とノウハウ。
	3 漁業影響調査 	<ul style="list-style-type: none">永年にわたる発電事業を通して培った当社グループと地元行政・漁業関係者らとの良好な関係（シーテック）	→ <ul style="list-style-type: none">【優位性】当社グループが培ってきた地元行政・漁業関係者等の地元関係者との良好な関係と地元からの高い信頼。
	4 実証事業の情報発信     		

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－7

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
7. 市場調査	<div>1 浮体式洋上風力事業グローバル展開検討</div> <div> </div> <div>  </div>	<ul style="list-style-type: none">海外事業者、メーカー、コンサルタント等との協業実績を有する。（カナデビア）海外現地法人・営業所およびグループ会社の海外支店等、グローバルネットワークを有する。（鹿島建設）海外のの主要なO&M関連会社とのアライアンスにより、グローバル市場の動向把握が可能（北拓）台湾において12.8万kWの洋上風力発電所（Formosa 1）に出資参画。既に運転開始しており、事業者側としてO&Mフェーズに関与。（商船三井）浮体式洋上風力発電技術および浮体式洋上風力プロジェクトを開発するノルウェーのOdfjell Oceanwind ASに出資参画。同社を通じてプロジェクト開発を支援。（商船三井）	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none">国内外におけるパートナーとの協業や海外各地での事業展開により知見・実績を着実に積み重ねており、かつ各国に保有するネットワークを活用することで、浮体式のグローバル展開に向けた検討が可能。



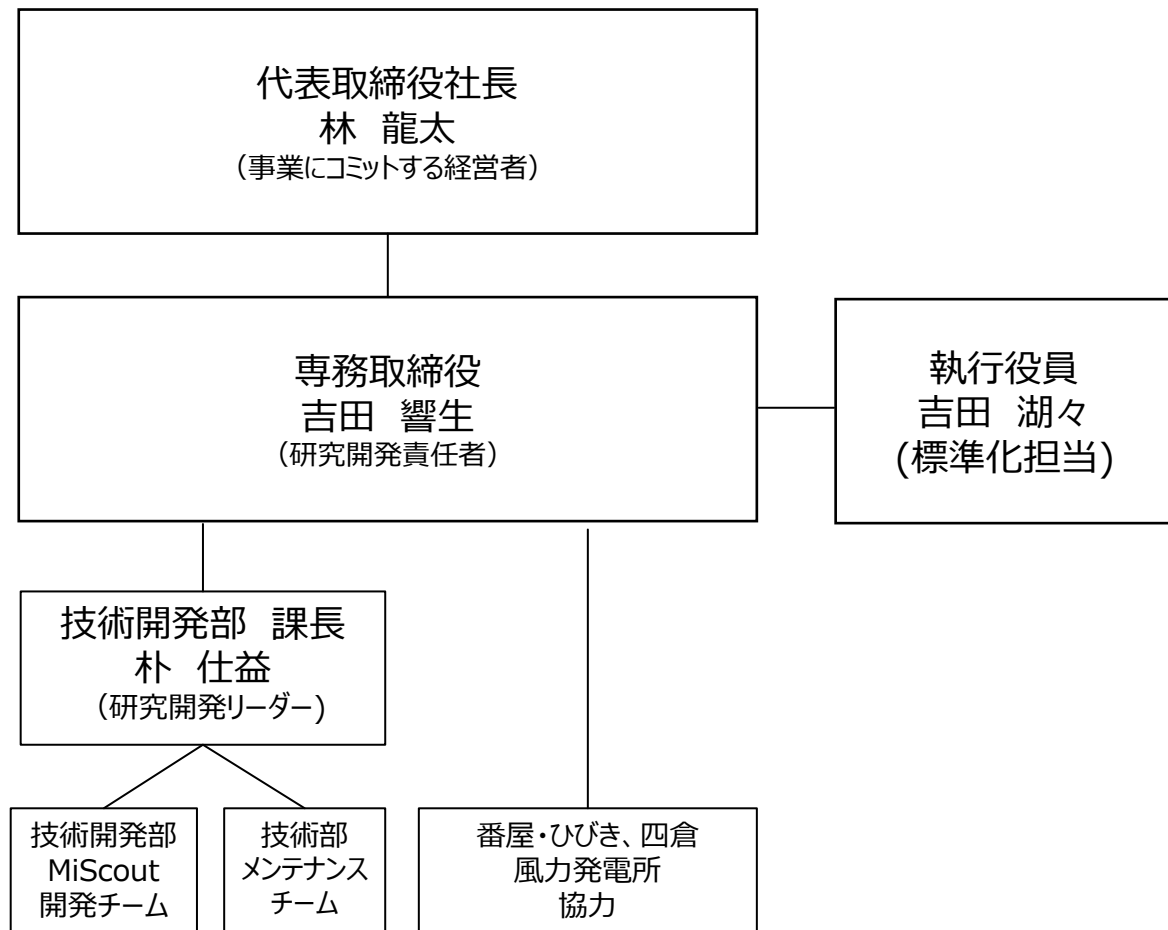
3. イノベーション推進体制

(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
 - 吉田響生 専務取締役：プロジェクト全体統括・事業化統括
- O & M Digital Platform開発チーム
 - 朴技術開発部 課長（Miscout担当）を中心にMita-Teknikと協力連携してMiscout拡張API開発チームを組成。
- 標準化担当
吉田執行役員が担当。

国内最大の3rdパーティ系風車メンテナンス会社。業界黎明期から20年以上の現場実績あり、2022年までに日本国内に建設されている約2600基のうちの2179機の風車に多様なサービス提供実績がある（シェア83%）。自社でトレーニング用の風車も所有し、エンジニアの技術トレーニングだけでなく、研究機関との協力によって実証実験も行い、より効率的なメンテナンスサービスを提供している。

部門間の連携協力体制の確保

いずれの部門も事業責任者である吉田響生専務直轄の部門であることから、経営会議他部門会議にて協力要請・協議・実施体制を構築することとする。

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風力発電O&M事業への関与の方針

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
 <一貫して風力発電分野をO&Mの領域で先駆的に事業推進>
 - 「再生可能エネルギーの普及を風車メンテナンスの技術を通じ拡大させ、未来の子供たちのため邁進する」という企業理念の下、経営者が「自社だからこそ」目指す意味を自ら語り、未来価値を構想・定義した。
 - 社内外のイベントやコミュニケーション媒体を通じて、経営者が自社の描く未来価値と価値創造戦略についてコミュニケーションを取り続けている。
 - 経営者自らが、社員とのコミュニケーションを取り、情熱を確認し、見極め、戦略に基づいて役員・社員を抜擢してきた。そして、常に守護神として現場を鼓舞している。
- 事業のモニタリング・管理
 - 事業は、経営者である吉田専務取締役と、本事業担当社員で構成される事業進捗会議によって本研究開発事業進捗を管理している。
 - 当事業責任者である技術開発部 朴課長による説明と意見聴取を常時行う体制を維持している。
 - 技術面については、最先端の技術と知見を有する学術研究機関や専門家の意見を取り入れ、世界的な技術水準を確保するべく社内外の協力体制を確保している。

経営者等の評価・報酬への反映

事業の進捗状況とサービスの展開状況によるが、経営および担当研究従事者や技術習得者の評価に反映させ、報酬にも反映させている。

事業の継続性確保の取組

経営層の交代があった場合でも、事業継続方針に変更が無ければ、実際の事業遂行には支障を来さない位置づけを確保する。

企業倫理・技術者倫理

定期的に経営者自らが全社員とコミュニケーションを図り、企業倫理・コンプライアンスについてのメッセージを発信するとともに、各現場レベルにおいても、エリア長を筆頭に、現場OJTの中で教育しており、「倫理感を持ったエンジニアになるまでは現場に出さない」こととしています。コンプライアンス推進体制としては、経営者を統括責任者とし、取締役会の諮問機関としてコンプライアンス委員会、コンプライアンス統括部署及びコンプライアンス推進責任者を設置しています。その他、相談窓口の設置、風通しの良い企業文化の醸成、毎年企業倫理の浸透状況も含めたマネジメントシステムの有効性評価・継続的改善を実施するなど、企業の道義心、技術者倫理の体得に努めています。

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「浮体式風力発電用運転保守デジタルプラットフォームの開発」事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

・カーボンニュートラルに向けた全社戦略

これまでも先見性を持った取り組みによって風車メンテナンス市場を牽引してきたが、カーボンニュートラルによって加速化する市場に対応して、自社社員の教育・設備への投資を全社で行っている。

洋上風力発電におけるメンテナンスに向けて、海外で風車メンテ実績があるオイル＆ガス会社に出資している三井物産(株)と洋上風力発電向けメンテナンス会社ホライズン・オーシャン・マネジメント(株)を設立。彼らが持つ欧州の洋上知見・海外ネットワークと弊社国内メンテナンス実績・プレゼンスを掛け合わせる。

さらに、24年に海運大手の(株)商船三井と資本提携。業界の急速な規模拡大とプロジェクト規模の拡大の中、全社として国内洋上フェーズに参入している。

・事業戦略・事業計画の決議・変更

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、研究開発計画に関連する事業戦略又は事業計画に対して社を挙げて取り組むことについて、取締役会等の重要な意思決定の場において決議した。

・コーポレートガバナンスとの関連付け

経営者自らが本事業に取り組んでいる。

ステークホルダーとの対話、情報開示

・中長期的な企業価値向上に関する情報開示

- 全社として事業の進捗状況を取締役会等の重要な意思決定の場において定期的にフォローし、事業環境の変化等に応じて見直しを行う。
- 研究開発責任者である吉田響生専務取締役は、吉田悟副社長の後継者として招待講演、講義を行っている。特に風力発電協会の理事でもあり、学協会に対する情報発信力は既に存在する。これらの情報発信リソースを活用し、広く活動を公表している。
- 本事業について決議された内容を社内の関連部署に広く周知してきた。今後も継続予定である。

・企業価値向上とステークホルダーとの対話

- 経営者自身が各ステークホルダーと適宜対話を行い、資金調達・経営戦略を策定している。
- 国内においては多くの洋上のO&Mの仕事を受注している状況。海外はホライズン・オーシャン・マネジメント株式会社にて欧州知見を取り込みつつ、仕事を確保している状況にある。
- 国内で先駆的に進めている洋上風力発電事業に、大企業と肩を並べて参画している。

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、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

実施体制の柔軟性の確保

体制の見直しと人的リソースの増強

マーケット状況や研究の進捗状況に応じて、推進体制の見直しおよびタスクフォースのリソースを増強(人数と専任・兼務割合の見直しの実施)する体制とする。

外部リソースの活用

社内やグループ内のリソースにこだわらず、目標達成に必要な技術や機能については外部リソース（技術面では特に学術研究機関との連携を強固に）を活用する。

アジャイル開発

既存取引先を含むユーザーにおいて実証実験を実施し、その結果のフィードバックを受けて、アジャイルに開発を進める。

人材・設備・資金の投入方針

中長期的視野に基づき、以下のリソースを継続的に投入する。

人的リソース

洋上風力ビジネスに関連するプロフェッショナル人材を適正数育成する

物的・資金リソース

弊社風力発電設備を活用した実証試験を多段階で行い、サービス提供時におけるリスクを最小に仕上げる

専門部署の設置と人材育成

専門部署の設置

○経営者直轄の専門部署

本プロジェクトの技術面でのチームリーダーは、経営者である研究開発責任者より権限移譲を行われており、実質的に経営者の直轄組織となっている。

○社外専門家の活用

社外の専門家の知見を活用した事業モデルの検証を定期的に行うことを検討する。

若手人材の育成(含む標準化戦略人材)

各地域の教育機関と連携した人材育成を常に実施している。特に福島県においては、イノベーションコースト構想や、復興知事業に協力し福島高専の教育プログラムに協力し、毎年若手の育成に成功した。弊社でも毎年1名以上の雇用実績あり。

また、人材認証制度への協力などを実施しており、今後増員が必要となる将来のメンテナンス人員の獲得、育成に力を積極的に注いでいる。

4. その他



4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

- 事業中止を検討せざるを得ない状況を避けるため、リスクに対して十分な対策を講じる

研究開発におけるリスクと対応

研究開発の成果物が他社の特許権を侵害するリスク

- (対策) 弁護士事務所等の専門機関へ照会する

設計や部材の信頼性が向上することにより、研究

開発成果物の価値が減少するリスク

- (対策) 不可抗力

連携先の企業・機関の倒産、事業中断リスク

- (対策) 代替先を検討する

社会実装におけるリスクと対応

- (対策) 投じるコストと成果物により得られる経済効果のバランスを考慮した研究開発を行う。ランニングコストに十分留意した開発検討を実施する

その他のリスクと対応

法令により洋上風力の新設が規制されるリスク

- (対策) 不可抗力

気候変動が急速に進み、研究開発によって取得した情報の価値が減少もしくは喪失するリスク

- (対策) 不可抗力

当社施設・設備や実証実験中の施設・設備が大規模罹災し、実証事業の継続が困難となるリスク。

- (対策) 安全衛生に十分留意した運営を行う。



事業中止の判断基準：

上記のリスク等を含め、対策を検討・実施しても収益化することが困難と判断される場合は事業を中止する。なお、洋上風力発電メンテナンス事業に対する中止は本業としての活動であるため歩みを止めるものではない