

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1－①次世代風車技術開発事業
風車主軸受の滑り軸受化開発

実施者名：大同メタル工業株式会社（幹事企業）、代表名：代表取締役社長 古川 智充

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

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、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）

- 気候変動対策として、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする。

（経済面）

- 経済波及効果として、風車産業のサプライチェーンを形成する。（2040年に国内調達率目標60%）

（政策面）

- 国内市場の創出として、洋上風力の導入目標を2030年10GW、2040年30～45GWとする。

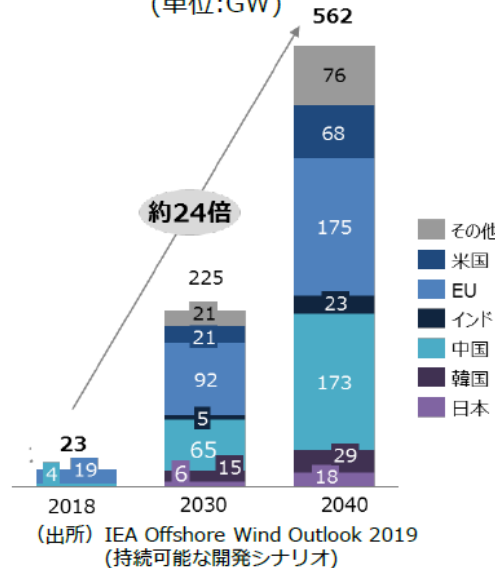
（技術面）

- 発電コストの削減→洋上風車の大型化による発電電力量の向上、ならびに、資本費、運転・維持費の削減。
- 洋上風車の要素部品の信頼性及び機能向上→要素技術開発。

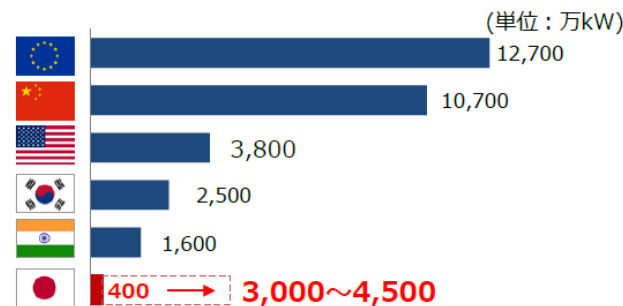
カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

洋上風力発電は、欧州を中心に世界で導入が拡大し、アジア市場の急成長が見込まれる。また四方を海で囲まれた日本でも、今後導入拡大が予測される。

IEAによる市場予測
(単位:GW)



IEAによる各国政府目標を踏まえた
洋上風力発電の導入予測(2040年)



(出所) IEA Offshore Wind Outlook 2019(公表政策シナリオ)

- 市場機会：風車産業界の国内市場の創出として、サプライチェーンを形成して電力の安定供給や経済波及効果を図る。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：環境に優しい社会を実現。エネルギー自給率の向上や安定したエネルギー政策。産業・雇用の創出。

- 当該変化に対する経営ビジョン：分割タイプの滑り軸受（以降パッド軸受と記載）にて海外風車メーカーに参入し、海外の風車産業界で信頼を獲得し、国内の風車産業界の活性化を進める。

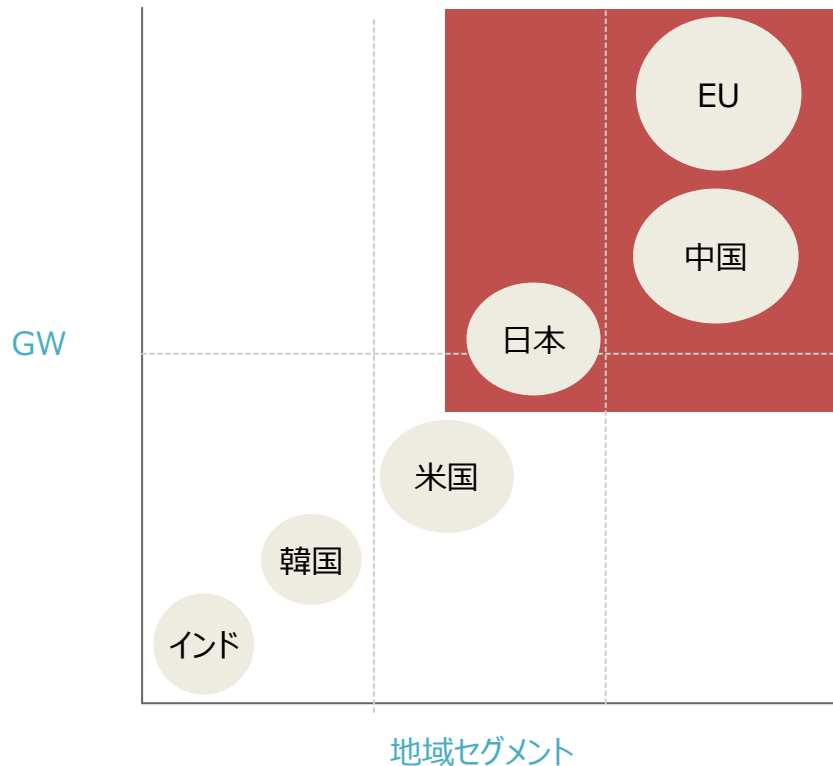
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

洋上風力市場のうちEU・中国及びアジア市場（日本含む）をターゲットとして想定

セグメント分析

各国政府目標（洋上風力発電）の2040年予測が高いEU・中国及びアジア市場（日本含む）に注力

（洋上風力発電の導入予測セグメンテーション）



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 欧州を中心に世界で導入が拡大し、中国及びアジア市場（日本含む）の急成長が見込まれる。その中で四方を海で囲まれた日本でも導入が拡大すると予測。また風車の大型化等が進み、コスト低減の進展が見込まれる。
- 部品の大型化に伴い、施工性・メンテナンス性に優れたパッド軸受の需要の増加が見込まれる。

需要家	主なプレーヤー	消費量（2040年）	課題	想定ニーズ
EU・中国 風車メーカー	軸受メーカー	348GW	<ul style="list-style-type: none">• 適地生産・適地販売• 流通手段• 原材料の供給• コスト低減	<ul style="list-style-type: none">• 適地生産・適地販売• 原材料の供給• コスト低減 （メンテナンス費用削減）

海外市場を獲得する戦略

- 特定の手欧州風車メーカーに特化した、分割タイプの滑り軸受の開発を進める。
- 海外の風車産業界で信頼性（分割タイプの滑り軸受）を獲得した後、海外市場にビジネス展開を図る。

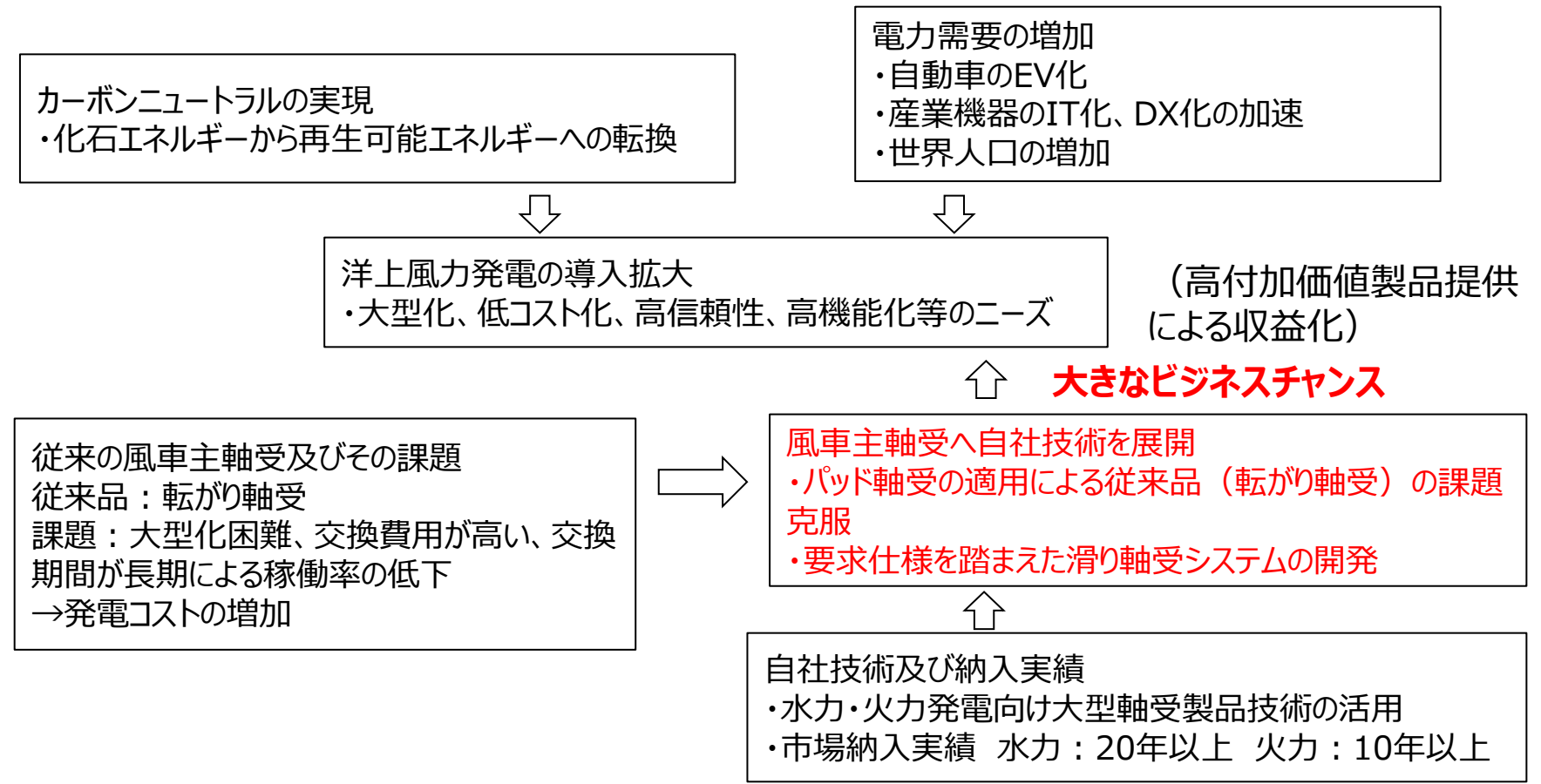
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

パッド軸受の技術を用いて高性能かつメンテナンス性を向上した製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

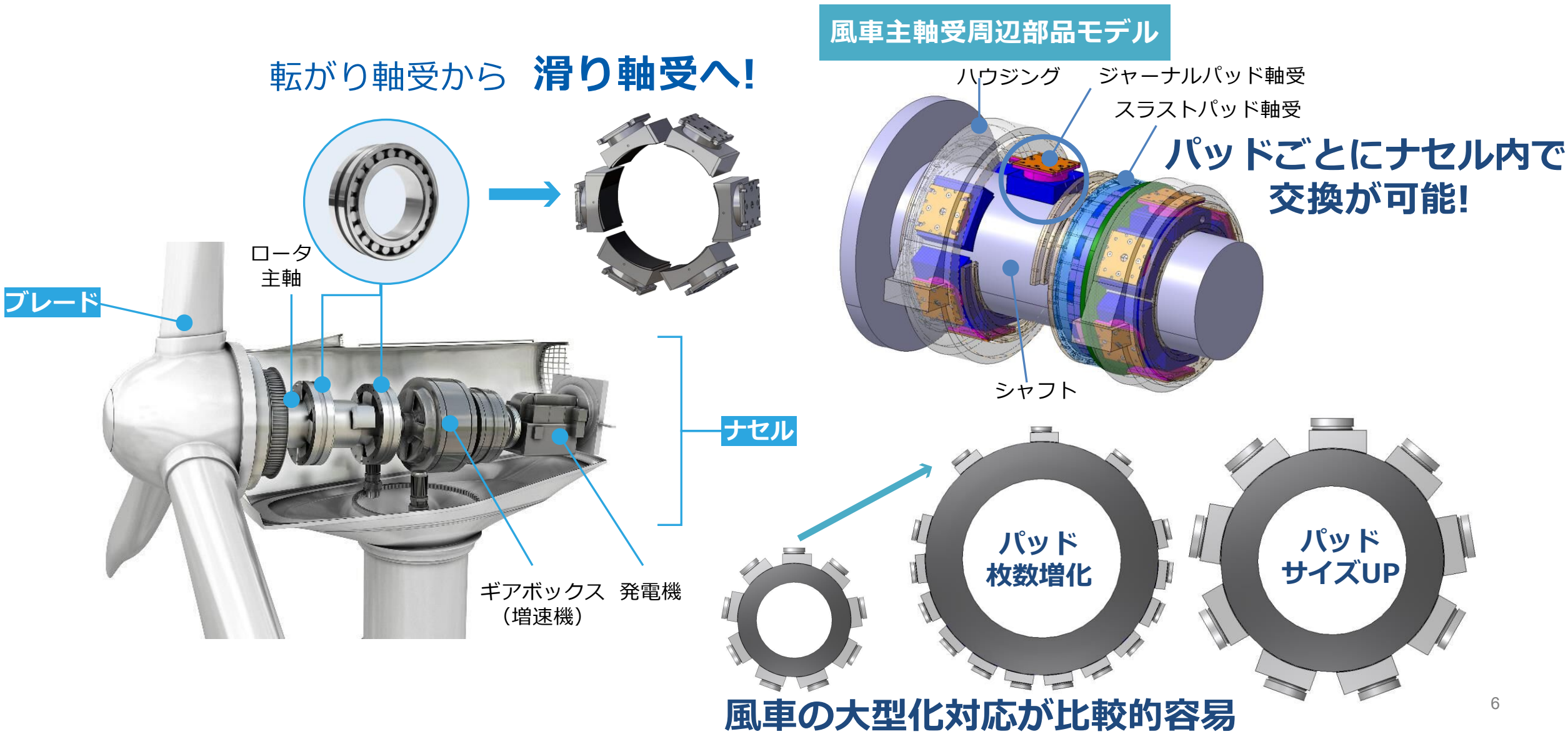
- 風車主軸受の分割タイプ滑り軸受（パッド軸受）開発
- ↓
- 風車軸受の高性能化及び施工性・メンテナンス性の向上
- ↓
- 洋上風力発電の発電コストの低減
- ↓
- 洋上風力発電の導入拡大
- ↓
- カーボンニュートラルへの貢献
- ↓
- 地球温暖化による気候変動改善への貢献
- ↓
- 持続可能な社会の実現へ貢献（SDGs）

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



1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

風車主軸受の滑り軸受化に対する利点



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）

自社コア技術を進展し、開発技術の段階的な市場導入により事業化を加速する

自社コア技術製品の市場導入への取り組み方針・考え方

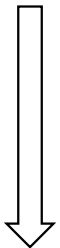
自社のコア技術

- ・ 滑り軸受しゅう動材及び軸受構造の開発技術
- ・ 滑り軸受材料の試験評価技術
- ・ バイメタル製造技術
- ・ 滑り軸受の精密加工技術
- ・ 滑り軸受製造の量産化技術

市場導入への取り組み方針・考え方

滑り軸受システムのコア技術部品となる風車主軸受用パッド軸受の開発（NEDO助成事業）

⇒ 欧州大手風車メーカーとの取り組み
・ 試作品評価（実機大ベンチ試験、アップタワー試験）
・ 実証試験



滑り軸受システム開発
＊ 状態監視、分解・組立法も含む
（NEDO助成事業）



他風車メーカーへ滑り軸受システムをPRし、システムを含めた試作評価、実証試験にて市場の拡大を図る

パッド軸受の早期市場導入を目指し実績を蓄積する



国内外の動向・自社の取組状況

国内外の風車設計（転がり軸受含む）に関連する規格

- ・ 国際規格
IEC 61400-1
- ・ 国内規格
JIS C1400-1（IEC 61400-1と関連）

滑り軸受材料（ティルティングパッド軸受）に関する国際規格
ISO 14287

これまでの自社による知財、規制対応等に関する取組

- ・ 樹脂複合材に関する特許技術
特許第5465270（GB2501819）、特許7335179（EP3862587）
- ・ 滑り軸受支持機構に関する特許
特許第7261202



本事業期間における知財に関する取組

知財戦略

- ・ 風車用滑り軸受の機能向上に着目した特許の出願
- ・ 風車用滑り軸受の状態監視技術に着目した特許の出願
- ・ 滑り軸受のメンテナンス利便性向上に着目した特許の出願

1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

パッド軸受技術の強みを活かして、社会・顧客に対して洋上風力発電の低コスト化という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 風車の高性能化、施工性向上及びナセル内での軸受交換を可能とする→発電電力量向上、資本費低減、運転保守費削減→発電コスト低減
- ↓
- 洋上風力発電の導入拡大




自社の強み

- 滑り軸受材料開発技術、評価技術、精密加工技術
- 滑り軸受設計技術、中小型水車軸受ユニット設計技術

自社の弱み及び対応

- 風車モデル、運転モードに対する主軸受部への設計仕様の設定ができないため、佐賀大学の支援を受ける
- 風車軸受ユニット設計技術、システム技術の不足に対し、軸受解析ツールの活用及び大型軸受ユニット試験機導入による設計検証

競合との比較

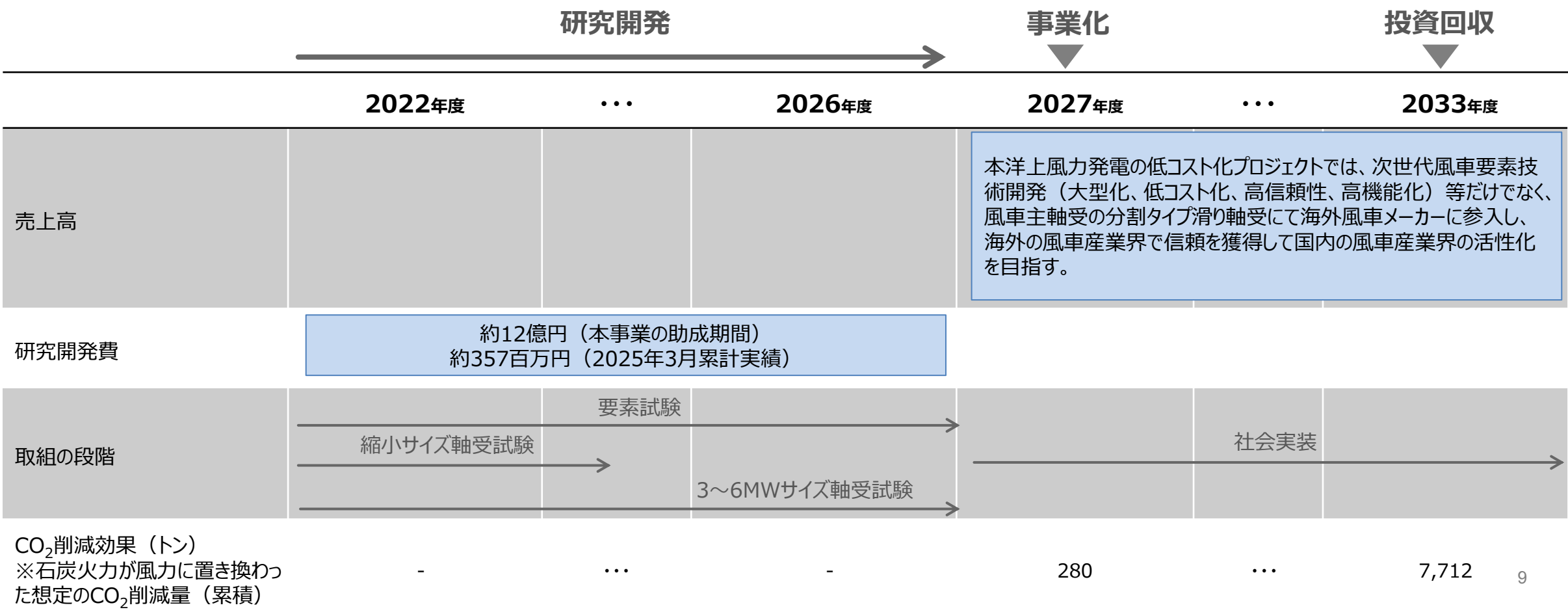
	技術	顧客基盤	その他経営資源
自社	<ul style="list-style-type: none">(現在)水力・火力発電向け大型滑り軸受技術 	<ul style="list-style-type: none">水力・火力発電機メーカー 	<ul style="list-style-type: none">大型軸受製品の製造・検査設備の保有軸受基礎評価試験機の保有 
	<ul style="list-style-type: none">(将来)風車適用による軸受交換性の向上→発電コストの低減製造難易度の低減（従来品比較）	<ul style="list-style-type: none">風車メーカー風車メーカー	<ul style="list-style-type: none">風車軸受製品の製造・検査設備の新規投資風車用軸受試験機の新規投資
競合 従来品 メーカー	<ul style="list-style-type: none">メンテナンス性の低下風車の大型化に伴う製造難易度の増加		<ul style="list-style-type: none">従来品の製造設備風車用軸受試験機の保有

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

5 年間の研究開発の後、2027年頃の事業化、2033年頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後の2027年以降も設備の運用を継続し、風車主軸受の分割タイプ滑り軸受（パッド軸受）の事業化を目指す。
- ✓ E U市場での販売を図り、2033年頃に投資回収できる見込み。



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	<ul style="list-style-type: none">風車主軸受のしゅう動材の要求仕様に対する信頼性検証滑り軸受潤滑・構造解析による機能検証縮小サイズ軸受ユニット試験機による予備試験にて、軸受交換性、軸受基本性能を検証3～6MW級軸受試験機を導入し、軸受交換性、軸受性能及び軸受ユニットの機能検証 <p>↓</p> <p>3～6MW級軸受試験の実測値と解析値から軸受性能解析ツールの解析精度を向上し、軸受設計信頼性を高め、低コスト化に優位な風車大型化（10MW以上）への対応検討を行う</p>	<ul style="list-style-type: none">ターゲット顧客地域での生産戦略 素材・機械加工・検査・出荷：日本・欧州で対応 コア技術及び試験評価：日本で対応	<ul style="list-style-type: none">流通 海外風車メーカーへの納入→日本に風車設置 海外風車メーカーの日本生産時の生産拠点への納入営業・販売拠点 既存のグローバル拠点の活用
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">縮小サイズ軸受試験完了。試験結果と解析結果の比較実施中。3～6MW級軸受試験機製作中。 建屋竣工（2024年11月）。風車構造物を含む解析による潤滑解析精度向上進捗中。風力エネルギー利用シンポジウムで発表（2024年11月）	<ul style="list-style-type: none">ターゲット顧客地域での生産戦略 素材・機械加工・検査・出荷：日本・欧州で対応を検討中。 コア技術及び試験評価：日本で対応を検討中。	<ul style="list-style-type: none">流通 海外風車メーカーへPR活動中。国内市場のPR活動<ul style="list-style-type: none">- Global Offshore Wind Summit-Japan 2024- アジア太平洋洋上風力技術会議（APCOW2024）海外市場のPR活動<ul style="list-style-type: none">- CWD2025営業・販売拠点 既存のグローバル拠点の活用を検討中。
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">分割タイプ滑り軸受（パッド軸受）の適用による軸受交換性の向上→発電コストの低減製造難易度の低減（従来品比較）	<ul style="list-style-type: none">風車用滑り軸受の設備・技術面において従来品メーカーの参入のハードルは高い	<ul style="list-style-type: none">従来品メーカーによる風車用滑り軸受の販売のハードルは高い

将来の社会実装を見据えて行う、事業化面の取組

1. 風車メーカーとの供給契約締結

欧州風車メーカーで開発中の洋上風力発電機向けに主軸受（パッド軸受）の供給契約を締結しました。これに伴い、2023年4月、欧米市場に洋上風力発電用軸受を供給することを目的とした新工場の建設し、現在、各種製造設備を順次設置し、一部の設備で部品製造テストを進めております。

2. 風車メーカーとのタイアップ

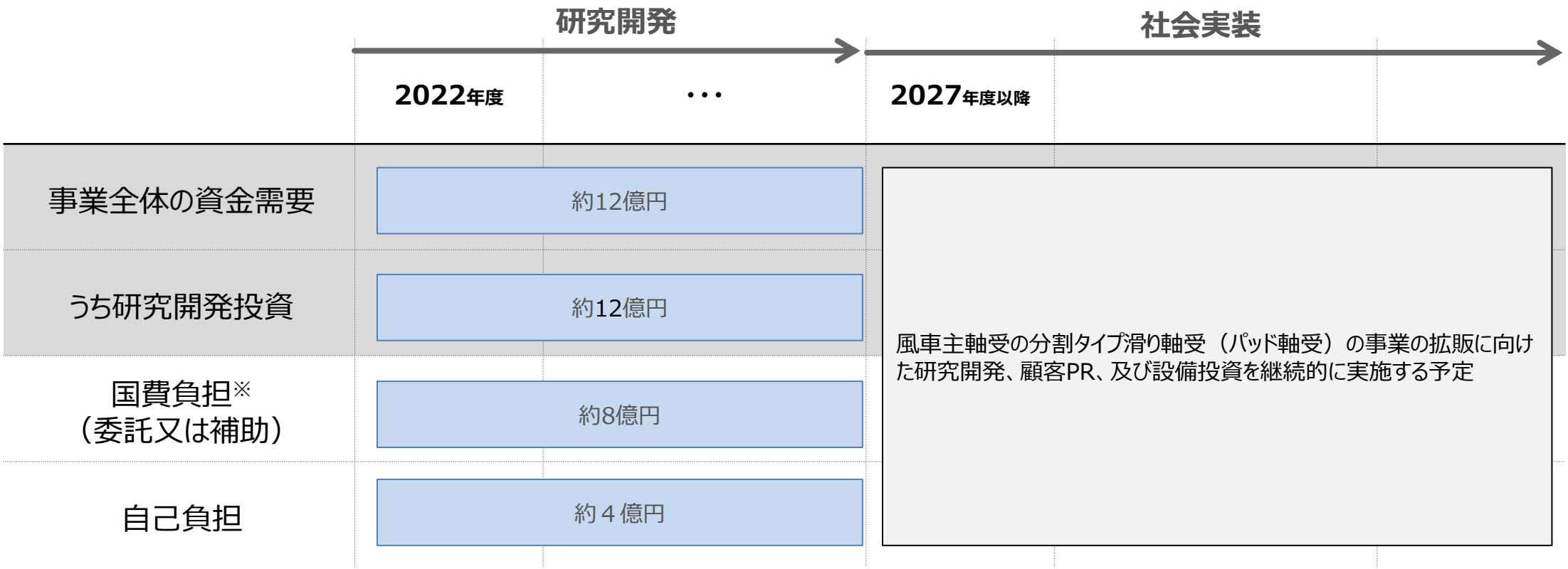
- ・大手欧州風車メーカーと継続的なコンタクトを行い、風車メーカーのニーズを確認し製品開発を実施しています。また、製品開発の進捗状況を定期的に報告しています。
- ・大手欧州風車メーカーへパッド軸受の試作品を納入し、現在、同風車メーカーの風車実機で試験評価を実施中です。現在、同風車メーカーの洋上風車実機及び次世代大型風車実機で試験を実施中です。

3. 大型化する洋上風車への対応

- ・本助成事業にて、3～6 MW級サイズ軸受試験機の新規導入に向けた取組みをしております。風車実機サイズを想定し、軸受荷重モードをシミュレートする大型軸受試験機及び評価用滑り軸受ユニットの設計が完了し、現在製作中です。（2025年4月試運転開始予定）
- ・大型化する洋上風車への対応として、3～6 MW級軸受試験で得られるデータの活用により軸受性能解析精度を向上し、その解析手法を大型風車（10MW以上）に適用することで、大型風車用軸受の設計信頼性を高めます。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

研究開発期間では国の支援約8億円に加えて、約 4 億円規模の自己負担を予定



※ 「1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像」参照。

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

風車主軸受の滑り軸受化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		アウトプット目標		
1. 風車主軸受の滑り軸受化		要素試験およびベンチ試験において風車主軸受の滑り軸受成立性を確認する		
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方	
1	耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発	設計寿命相当の疲労試験にてクラック発生無、かつ、摩耗試験にて許容値以内の摩耗量	通常の風車の仕様条件（主要モード）における軸受面圧、周速で評価する	
2	滑り軸受システム開発	軸受と軸の面粗度合計以上の油膜厚形成	滑り軸受として十分な機能が得られる厚さ	
3	滑り軸受状態監視技術開発	滑り軸受の遠隔状態監視（異常摩耗、損傷）の実現	事前に異常を検知し計画的な修理・保守を可能とする	
4	滑り軸受分解・組み立て法の開発	従来品の交換日数の4分の1で軸受の分解・組立が可能な構造	従来品の交換日数に対して4分の1とした	
5	経済性評価	従来品システムにに対してLCoE 0.6円/kWh低減	滑り軸受採用動機となる有義な効果として設定した	

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発	設計寿命相当の疲労試験にてクラック発生無し、摩耗試験にて許容値以内の摩耗量	要素試験での検証、試作	軸受試験機での検証	<ul style="list-style-type: none">摺動材の開発<ul style="list-style-type: none">設計条件（荷重・回転速度のサイクル数）定義リグテストによる疲労試験リグテストによる摩耗試験	加速試験や試験結果分析手法により検証が可能と予測
2 滑り軸受システム開発	軸受と軸の面粗度合計以上の油膜厚形成	軸受形状・寸法検討	縮小サイズ試験機での検証	<ul style="list-style-type: none">縮小サイズ、3-6MW級軸受試験機による試験検証<ul style="list-style-type: none">油膜厚さ計測、軸トルク計測解放後の表面状態観察	難易度の高い試験もあり、時間を要する可能性あり
3 滑り軸受状態監視技術開発	滑り軸受の遠隔状態監視（異常摩耗、損傷）の実現	監視方法検討	軸受試験機での検証	<ul style="list-style-type: none">縮小サイズ、3-6MW級軸受試験機による試験検証<ul style="list-style-type: none">各種センサの適用	未経験のセンサ評価もあるため、時間を要する可能性あり
4 滑り軸受分解・組立法開発	従来品の交換日数の4分の1で軸受の分解・組立が可能	形状検討	軸受試験機での検証	<ul style="list-style-type: none">ナセル内での<ul style="list-style-type: none">3Dモデルによるシミュレーション縮小サイズによる作業検証交換ツールの開発	実機ナセル内の構造によるが、達成の可能性あり
5 経済性評価	従来品システムに対して0.6円/kWh低減	—	LCoE 0.6円/kWh低減	<ul style="list-style-type: none">以下への影響を考慮したLCoE計算<ul style="list-style-type: none">CAPEX（製造、組立）OPEX（運転、保守）稼働率・発電電力量	④のKPI達成レベルに影響される

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容

1 耐疲労性、耐
摩耗性摺動材
の開発

直近のマイルストーン

～2024/12
しゅう動材に対する油の
添加剤の効果確認

～2026/2
試験用パッド軸受の接合
部およびしゅう動材の耐
疲労性確認

～2024/3
試験用パッド軸受しゅう
動材の耐摩耗性確認

～2024/12
支持球面軸受の耐摩耗
性確認



これまでの（前回からの）開発進捗

潤滑油の添加剤の効果により摩擦係数、摩耗量が低減される
ことを確認済。

コストダウン仕様の試験用軸受パッドにて、動荷重の目標サイク
ル数に対し約90%まで完了。

試験用パッド軸受にて耐摩耗試験が完了した。

揺動試験機の改良完了。短期評価試験完了。

進捗度

◎
（理由）当初計画に基
づいて各試験を進捗中

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容

2 滑り軸受システム開発

直近のマイルストーン

～2025/7
縮小サイズ軸受試験による計測、組付性、交換性確認

～2024/10
軸受システム潤滑計算手法の確立

～2024/11
風力エネルギー利用シンポジウムで発表

～2027/3
3～6MW級軸受試験による軸受性能評価
（～2023/3試験機基本設計、～2025/3試験機製作）

これまでの（前回からの）開発進捗

縮小サイズ軸受試験完了。試験報告書作成中。3～6MW級サイズ軸受試験機での組立方検討へ反映済。

縮小サイズ軸受試験の試験結果と解析結果の比較を実施。報告書作成完了。

風力エネルギー利用シンポジウムで発表済。

試験機、供試軸受、建屋設計完了。建屋竣工。試験機、供試軸受製作中。試験要領等の準備中。

進捗度

◎
（理由）当初計画に基づいて各試験を進捗中
建屋は竣工。試験機、供試軸受については製作を進捗中。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容

3 滑り軸受状態
監視技術開
発

直近のマイルストーン

～2024/10
センサの軸受試験での予
備検証

～2026/3
産総研による摺動状態に
おけるセンサ信号のデー
タベース化



これまでの（前回からの）開発進捗

縮小サイズ試験でセンサの予備検証完了。

センサ信号のデータベース化用基礎試験進捗中。

進捗度

◎
（理由）当初計画に基
づいて各試験を進捗中

4 滑り軸受分
解・組立法開
発

～2024/6
縮小サイズ軸受を用いた
分解・組立、軸受交換
性の確認

～2024/9
3～6MW級サイズ軸受
試験機での軸受組立法
の検討



縮小サイズ試験用軸受にて、設計改良による軸受の分解・組
立性改善確認。軸受交換装置の軸受交換性確認。

3Dモデルによる軸受組立方法の検討完了。

◎
（理由）当初計画に基
づいて各試験を進捗中

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発	<p>～2026/2 量産仕様のパッド軸受の耐疲労性評価</p> <p>～2025/12 しゅう動材に対する開発油の評価</p> <p>～2026/12 支持球面軸受の長期耐摩耗性確認</p>	<p>新設量産機で製造したしゅう動材に対するパッド軸受の耐疲労性評価。</p> <p>しゅう動材に対する開発油の評価。</p> <p>支持球面の風車稼働率を想定したサイクル数の揺動運動による耐摩耗性確認。</p>	<p>パッド軸受単体試験機による疲労試験を実施し、動荷重の目標サイクル数をクリアすることを確認する。</p> <p>リングオンディスク試験のしゅう動材評価試験による確認。</p> <p>支持球面軸受の揺動摩耗試験による確認。</p>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
<div>2</div> 滑り軸受システム開発	<p>～2025/7 縮小サイズ軸受試験による計測、組付性、交換性確認</p> <p>～2027/3 3～6MW級軸受試験による軸受性能評価および計算手法の検証 （～2023/3試験機設計、～2025/3試験機製作）</p> <p>～2027/3 大型洋上風車（10MW以上）での解析検討</p>	<p>確認結果および3～6MW級試験への課題の整理。報告書作成。</p> <p>3～6MW級試験機、供試軸受の完成、組立。解析モデルの検証、予測精度向上。</p> <p>風車メーカーからの大型洋上風車（10MW以上）仕様条件の入手。</p>	<p>縮小サイズ軸受試験結果および課題の報告書作成。</p> <p>3～6MW級試験機完成。試験実施。 3～6MW級試験結果を利用した解析モデルの検証および予測精度向上。</p> <p>風車メーカーへのコンタクトによる仕様条件の入手を試みる。簡易スケーリング法による検証。</p>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
<div>3</div> <div>滑り軸受状態監視技術開発</div>	<div>～2027/3</div> <div>センサの選定・検証</div> <div>～2026/3</div> <div>産総研による摺動状態におけるセンサ信号のデータベース化</div>	<div>センサを用いた滑り軸受の状態監視の適正確認。</div> <div>センサを用いた滑り軸受の状態監視の適正確認のための基礎評価。</div>	<div>小型試験、縮小サイズ試験および3～6MW級試験による各センサを用いた滑り軸受の状態監視の適正確認。</div> <div>小型試験によるセンサを用いた滑り軸受の状態監視の適正確認。</div>
<div>4</div> <div>滑り軸受分解・組立法開発</div>	<div>～2026/6</div> <div>3～6MW級試験軸受を用いた分解・組立、軸受交換性の確認</div>	<div>分解・組立、軸受交換性の確認。</div>	<div>3～6MW級試験軸受を用いた分解・組立、軸受交換性の確認。</div>

2024年度の研究開発計画と進捗

耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発



研究開発項目

1. 風車主軸受の滑り軸受化

研究開発内容

① 耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発

② 滑り軸受システム開発

③ 滑り軸受状態監視技術開発

④ 滑り軸受分解・組み立て法の開発

①－ 1

軸受単体試験機による
耐疲労性評価

①－ 2

軸受単体試験機による
耐摩耗性評価

①－ 3

しゅう動材評価試験
(リングオンディスクタイプ)

①－ 4

支持球面軸受の揺動
摩耗試験

2024年度の研究開発計画と進捗

耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発

① - 1 軸受単体試験機による耐疲労性評価

目的

風車特有の動荷重に対するパッド軸受しゅう動材（PEEK複合材：大同メタル工業開発材）の耐疲労強度を確認する。

概要

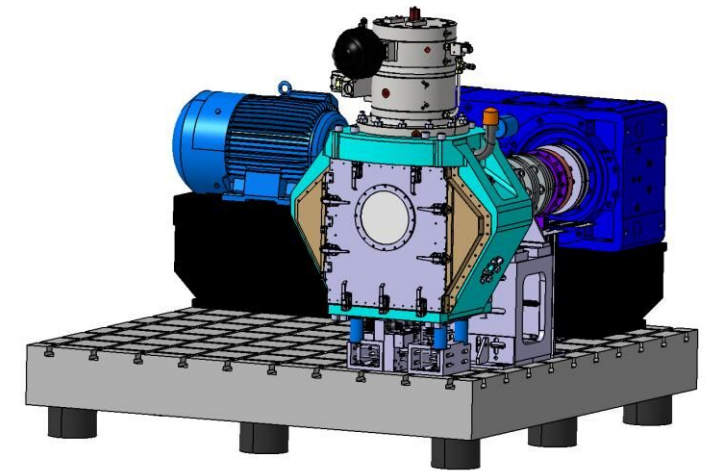
パッド軸受しゅう動材（コストダウン仕様）に対し、パッド軸受単体試験機を使用し、今後の風車稼働率及び運転期間の増加を想定した動荷重サイクル数での疲労試験を実施した。

進捗状況

目標サイクル数の約90%まで完了した。（外観上異常なし）

予定

量産を想定したパッド軸受構成材による試験用パッド軸受の耐疲労性評価



パッド軸受単体試験機

2024年度の研究開発計画と進捗

耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発

① - 2 軸受単体試験機による耐摩耗性評価

目的

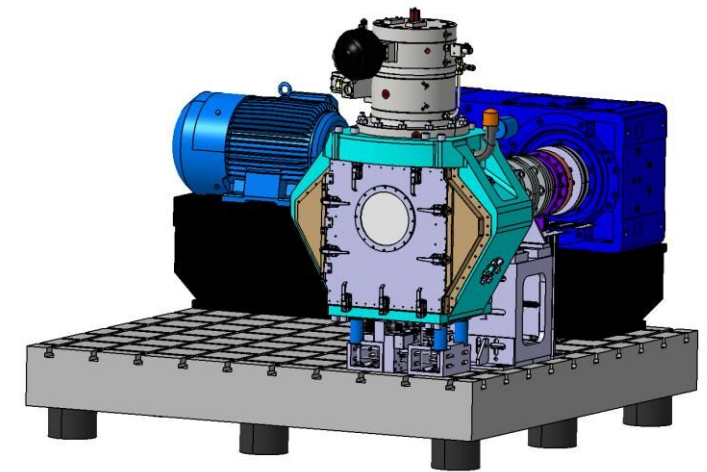
風車運転で推定される起動停止サイクルに対するパッド軸受の耐摩耗性を評価するために摩耗試験を実施する。

結果

- ・パッド軸受単体試験機による起動停止サイクルの耐摩耗性評価が完了。
- ・試験後のパッド軸受しゅう動面において、軸との部分的な接触痕が見られるが、特に問題となるような軸受しゅう動材の異常摩耗は見られなかった。



パッド軸受しゅう動面外観



パッド軸受単体試験機

2024年度の研究開発計画と進捗

耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発



①ー3 しゅう動材性能評価（リングオンディスクタイプ）

目的

ディスク形状のしゅう動試験片を用い風車の運転条件に対するトライボロジー性能検証

概要

摩擦摩耗試験機を用いたしゅう動特性把握

- ・試験評価項目：摩耗、摩擦係数
- ・しゅう動材質：PEEK複合材
- ・潤滑油：添加剤有無にて比較

結果：潤滑油の添加剤有無で比較を実施

添加剤有りの潤滑油：

添加剤無しと比べ摩擦係数、摩耗量が低減された起動停止試験でも同様の優劣が判明し、添加剤の付与効果はPEEK複合材に対しても有効。

焼付き試験の実施、報告書完了。

予定

- ・随時、オイルメーカー提案油の潤滑特性評価

2024年度の研究開発計画と進捗

耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発



①－４ 支持球面軸受の揺動摩耗試験

目的

支持球面軸受の耐久性能を把握・確認。

概要

支持球面軸受のしゅう動材に対し、揺動摩耗試験を実施し、風車の耐用期間に対する耐久性能の検証。

試験評価項目：摩耗、フリクション

進捗状況

試験機の改造完了。短期評価試験、報告書完了。

予定

- ・ 支持球面軸受の長期耐久性の評価
- ・ 報告書の作成

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受システム開発

研究開発項目

1. 風車主軸受の滑り軸受化

研究開発内容

① 耐疲労性、耐摩耗
性摺動材の開発

② 滑り軸受システム開
発

③ 滑り軸受状態監視
技術開発

④ 滑り軸受分解・組み
立て法の開発

②-1

縮小サイズ軸受試験

②-2

3～6MW級サイズ軸受
試験機と実験棟の構築

②-3

実機風車仕様の軸受試験・
解析条件への落とし込み

②-4

軸受システム潤滑計算
手法の確立

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受システム開発



②－1 縮小サイズ軸受試験

目的

軸受の基本性能を確認し3～6MW級試験への課題を抽出すると共に、軸受性能解析結果との比較を行う。

概要

軸径Φ500の軸受で静荷重試験を実施し各種センサの計測により軸受の基本性能を確認する。

結果

試験結果と解析結果を比較すると傾向は一致した。そのため、計測方法および解析方法については問題無いことが確認できた。但し、絶対値には差があることから、計測および解析の改善をし、3～6MW級サイズ軸受試験では更なる精度の向上を行う。

風力エネルギー利用シンポジウムでの発表済。

予定

- ・ 報告書作成

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受システム開発



②－ 2 3～6MW級サイズ軸受試験機と実験棟の構築（試験機）

目的

滑り軸受システム検証のために、3～6MW級サイズ軸受の試験機と、試験機設置用の実験棟を構築する。

概要

3～6MW級程度までの主軸受荷重と回転速度を考慮可能な試験機を稼働する。

進捗

- ・ 3MW級サイズ軸受を試験対象として本体基本設計及び主要部品の手配を完了。仮組立、予備試験完了。実験棟への据え付け中。
- ・ 安全等の詳細設計を完了。

予定

- ・ 実験棟への据付、試運転完了
- ・ 稼働開始。

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受システム開発

②－2 3～6MW級サイズ軸受試験機と実験棟の構築（実験棟）

目的

滑り軸受システム検証のために、3～6MW級サイズ軸受の試験機と、試験機設置用の実験棟を構築する。

概要

24年11月に、試験機設置用の基礎・作業用のホイストクレーンを備えた実験棟を竣工する。

進捗

- ・本体の基本設計、建築工事が完了し、実験棟竣工。
- ・安全や内部に関わる詳細設計を完了。(計画通り)

予定

- ・実験棟への試験機据付。



2024年度の研究開発計画と進捗

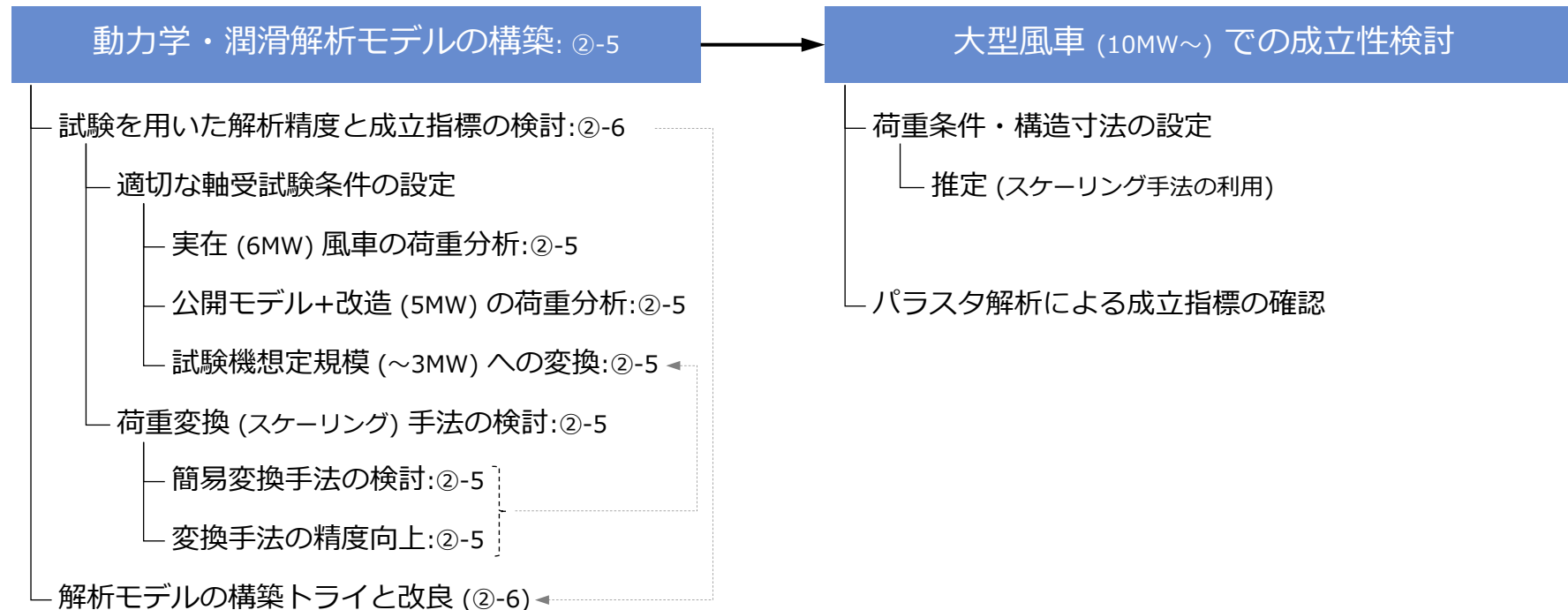
滑り軸受システム開発

- ②－ 3 実機風車仕様の軸受試験・解析条件への落とし込み
- ②－ 4 軸受システム潤滑計算手法の確立

目的

- ・ 2つの開発項目の成果を組み合わせ、解析による大型風車ロータ主軸受の成立性検討を可能にする。
- ・ 得られた知見を、実機への滑り軸受搭載のための設計・試験検討（例：ナセルベンチ試験）へ活用する。

概要 (想定開発項目)



2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受システム開発



②－3 実機風車仕様の軸受試験・解析条件への落とし込み (佐賀大受託研究の活用)

目的

実機風車仕様を考慮した試験仕様や解析仕様を得ること。

概要

- ・ 佐賀大との受託研究の活用などで実機風車仕様を取得。
- ・ 試験や解析に利用する軸受荷重・速度などを算出。

進捗

- ・ 実機風車の空力弾性解析時系列結果より、軸受に作用する荷重・速度などのレンジ・頻度を把握。
- ・ 3～6MWサイズ軸受試験機設計仕様の妥当性を確認。
- ・ より大型・小型の風車運転状態推定用に、翼径などを利用した簡易ハブ荷重・速度スケーリング方法を開発。

予定

- ・ 洋上の主軸受運転条件の特性調査。
- ・ 風車運転モードを踏まえた軸受試験や10MW級以上へのスケール変換、試験・解析による軸受成立性検討。

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受システム開発



②-4 軸受システム潤滑計算手法の確立

目的

解析予測精度を高め大型軸受成立性検討を可能とする。

概要

- ・試験と解析の比較結果を解析モデルへフィードバック。
- ・軸受潤滑解析モデルの予測精度を高める。

進捗

- ・実機風車を例に、ロータ主軸・架構・主軸受の動力学解析と主軸受の潤滑解析を連成し、潤滑解析精度を向上した。
- ・3MW級サイズ主軸受試験を利用した精度向上のために、試験機と供試軸受の解析モデルを構築中。

予定

- ・3MW級主軸受試験を利用した解析精度向上。
- ・大型（10MW級以上）風車を模した駆動系と主軸受の動力学・潤滑解析モデル構築。
- ・大型風車主軸受解析による滑り軸受成立性の検討。

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受状態監視技術の開発



研究開発項目

1. 風車主軸受の滑り軸受化

研究開発内容

① 耐疲労性、耐摩耗
性摺動材の開発

② 滑り軸受システム開
発

③ 滑り軸受状態監視
技術開発

④ 滑り軸受分解・組み
立て法の開発

③ー 1

軸受状態監視に関する
基礎評価試験

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受状態監視技術の開発



③－1 軸受状態監視に関する検証

目的

風車のメンテナンスコストの低減の為に、軸受の状態監視技術の成立。

概要

縮小サイズ軸受試験機に各種センサを設置し基礎評価を実施した。

進捗状況

各種センサで、状態監視技術として有効であることが確認できた。焼付き試験完了。

予定（大同メタル社内）

センサでの検証（摺動、摩耗状態変化など）

予定（産総研）

センサでの検証（摺動状態のデータベース化）

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受分解・組み立て法の開発



研究開発項目

1. 風車主軸受の滑り軸受化

研究開発内容

① 耐疲労性、耐摩耗
性摺動材の開発

② 滑り軸受システム開
発

③ 滑り軸受状態監視
技術開発

④ 滑り軸受分解・組み
立て法の開発

④ー1

縮小サイズ軸受試験機での滑り
軸受分解・組立法の検証

2024年度の研究開発計画と進捗

滑り軸受分解・組み立て法の開発



④－1 縮小サイズ軸受試験機での滑り軸受分解・組立法の検証

目的

風車ナセル内で軸受の分解・組立を可能にし、軸受を交換可能にする。

概要

縮小サイズ試験で軸受の分解・組立性を確認し、風車ナセル内を想定した軸受交換性について検証をする。

進捗

- ・軸受交換治具の試作品を製作完了。
- ・縮小サイズ試験での軸受分解・組立法の検証完了。

予定

3～6MW級軸受試験での分解・組立法の検証。

＜研究開発進捗＞

1. パッド軸受しゅう動材（コストダウン仕様）に対し、パッド軸受単体試験機を使用し、今後の風車稼働率及び運転期間の増加を想定した動荷重サイクル数での疲労試験を実施した。目標サイクル数の約90%まで完了した（外観上異常なし）。
2. 縮小サイズ軸受試験を完了し、試験結果と解析結果との比較を実施。報告書作成中。
3. 受託研究先の佐賀大学による風車実機の空力弾性解析結果を使用し、軸受に作用する荷重・速度などのレンジ・頻度を把握。軸受試験機の仕様妥当性確認。サイズの異なる風車のスケーリング用に、簡易ハブ荷重・速度スケーリング方法を開発完了。洋上の主軸受運転条件の特性調査中。
4. 滑り軸受状態監視技術に関し、縮小サイズ軸受試験でセンサの予備試験完了。また、受託研究先の産総研では、基礎評価試験機によるセンサの基礎データを取得中。
5. 滑り軸受の分解・組立法の開発に関し、縮小サイズ軸受試験で適用する軸受ユニットを用いて、軸受交換治具の検証完了。 今後は3～6MW級軸受試験で分解・組立法の検証予定。

＜将来的な研究開発課題＞

風車メーカーへの訴求力を高めるため、滑り軸受システムを実機風車にて検証する機会や方法について具体化することが望ましいが、現状は実機風車での検証は難しいと判断した。ただ、発電事業者（複数社）と実機風車による実証検討に向けた情報収集は継続して行うこととする。

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

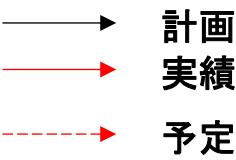
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



■ 軸受試験に関するスケジュール大日程と費用

No	実施内容	完了予定	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度
	開発期間	2027/3					
1	要素試験	2027/3			マイルストーン:①③ 支持球面評価、 状態監視基礎評価	マイルストーン:① 耐疲労性評価	KPI:① 低コスト支持 機構評価
2	縮小サイズ軸受予備試験	2024/3		マイルストーン:④ 分解・組立、軸受 交換性予備確認	マイルストーン:②③ 3～6MW級サイズ試験予備検証、状態監視予備検証、 解析モデルの予測精度向上		
3	3～6MW級サイズ軸受試験	2027/3	試験機設計	試験機製作		軸受試験 マイルストーン:④ 分解・組立、軸受交 換性確認	KPI:②③④⑤ 軸受性能評価、 経済性評価、 大型風車の解析 による課題抽出

総事業規模:約12億円

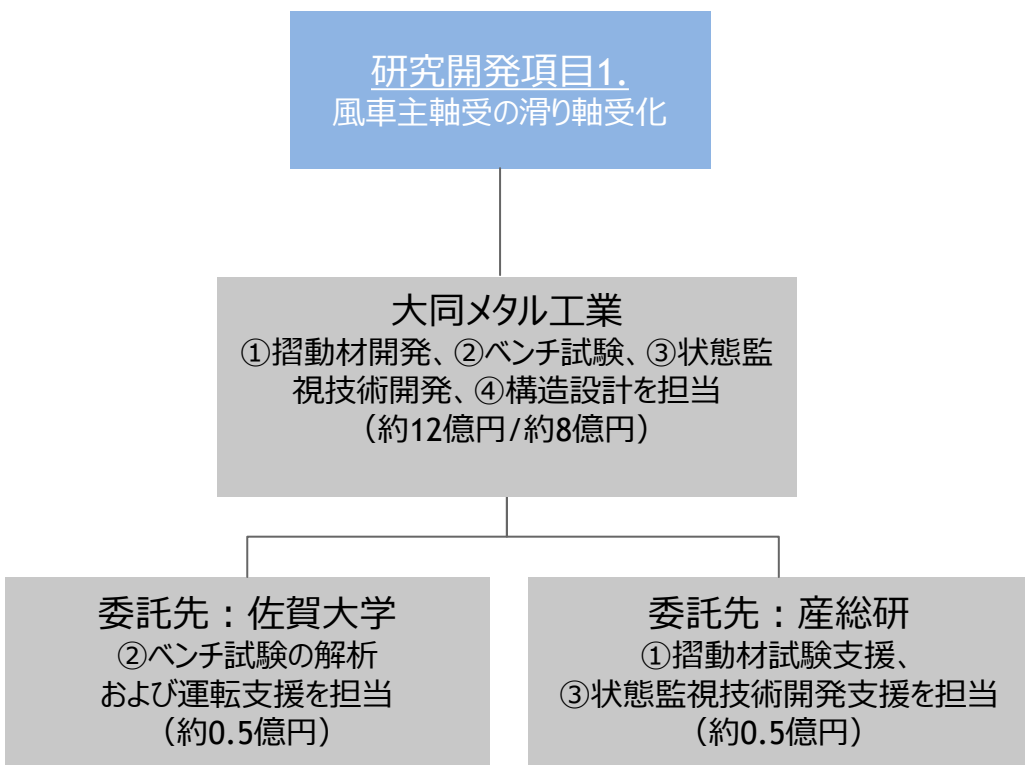


2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目 1 全体の取りまとめは、大同メタル工業が行う
- 大同メタル工業は、摺動材開発、ベンチ試験、状態監視技術開発、構造設計を担当する
- 佐賀大学は、ベンチ試験の解析および運転支援を担当する
- 産総研は、摺動材試験支援、状態監視技術開発支援を担当する

研究開発における連携方法（本ビジョンに関連する提案者間の連携）

- 定例打合わせの実施

連携による期待成果

- 佐賀大学：風車仕様条件入手による実機解析評価
- 産総研：試験方法の明確化

* 中小ベンチャー企業との連携

現時点で中小ベンチャー企業との連携予定はないが、連携できそうな開発分野を継続的に注視する

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. 風車主軸受の滑り軸受化	1 耐疲労性、耐摩耗性摺動材の開発	<ul style="list-style-type: none">樹脂複合材に関する特許技術 特許第5465270（GB2501819） 特許7335179（EP3862587）樹脂複合材接合技術しゅう動材試験、耐疲労試験のノウハウ精密加工技術	→ <ul style="list-style-type: none">摺動材開発体制（人材・設備）の充実樹脂複合材生産設備保有大型回転機械における、しゅう動材の市場適用実績（20年以上）
	2 滑り軸受システム開発	<ul style="list-style-type: none">滑り軸受支持機構に関する特許 特許第7261202滑り軸受試験のノウハウ滑り軸受性能解析技術	→ <ul style="list-style-type: none">滑り軸受試験設備のノウハウ保持滑り軸受性能の解析データ及び適用市場実績の蓄積
	3 滑り軸受状態監視技術開発	<ul style="list-style-type: none">滑り軸受試験の計測技術	→ <ul style="list-style-type: none">滑り軸受試験の計測ノウハウ保持
	4 滑り軸受分解・組立法開発	<ul style="list-style-type: none">滑り軸受組立品（滑り軸受ユニット）の設計技術	→ <ul style="list-style-type: none">滑り軸受組立品の組立ノウハウ保持

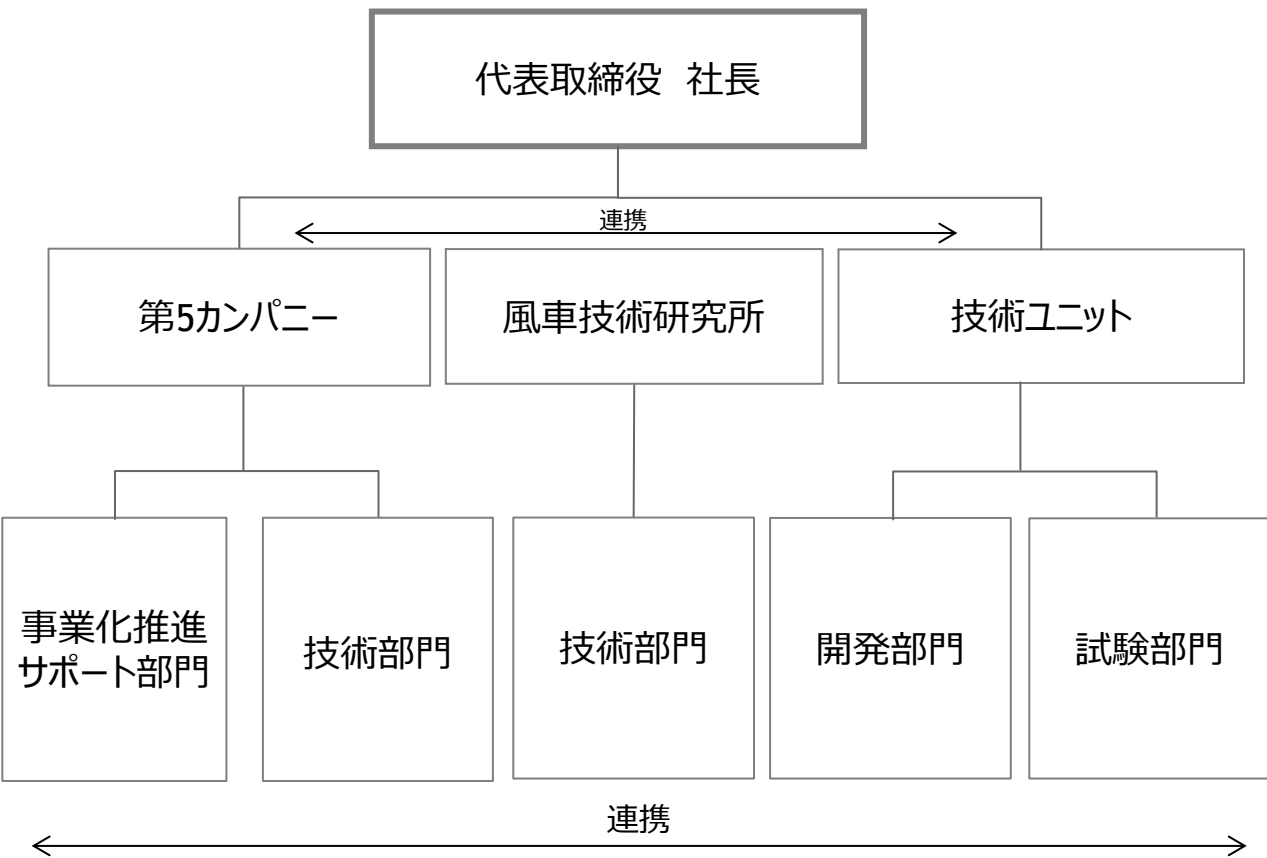
3. イノベーション推進体制

(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
 - 第5カンパニー 技術部門長：開発全般の管理を担当
- チームリーダー
 - 風車技術研究所 技術部門長：風車主軸受滑り軸受化開発の推進
- 担当グループ
 - 風車技術研究所 技術部門：軸受開発及び軸受試験を担当
 - 第5カンパニー 技術部門：軸受開発サポートを担当
 - 技術ユニット 開発部門：軸受材料の調査・分析を担当
 - 技術ユニット 試験部門：軸受試験を担当

部門間の連携方法

- 滑り軸受化開発進捗会議：開発進捗状況及び課題の共有
- 軸受材料評価進捗会議：軸受材料評価の進捗状況と課題の共有

標準化推進

- 推進責任者：第5カンパニー 責任者
- 実施部門：第5カンパニー 技術部門

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

経営の基本方針及び経営戦略

- 会社の経営の基本方針

当社は、経営方針として、「企業理念」、「行動憲章」、「行動基準」、「行動指針」及び「環境基本方針」を掲げ、事業活動を通して社会に貢献してまいります。また、技術立社として、トライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑技術）の領域をコアに、テクノロジーリーダーとして、来るべき時代を見据え、技術を磨き、企業としての社会的責任を果たしていく所存であります。

当社は、中長期的な視野に立って、販売・生産・技術・新事業などの事業戦略を掲げ、安定的な発展と成長を目指しておりますが、CASEの進展による自動車需要・利用形態の変化やEV化の加速（但し、内燃機関は暫くは残存）、脱炭素・カーボンニュートラル社会への進化に向けた再生可能エネルギー需要の高まりや、ESG、SDGs対応強化の流れなど、企業を取り巻く環境は常に大きく変化しており、その短期的な経営判断は、将来に向けた持続的な成長を確実なものとするうえで極めて難しい舵取りを要求されます。

そのような経営環境の中、持続的な成長を実現するために、中期経営計画「Raise Up“Daido Spirit”～Ambitious, Innovative, Challenging～」(“大同スピリット”を更なる高みに引き上げ、大きな飛躍を果たす～高い志、改革する意欲、挑戦する心～)を策定し、この計画に基づく活動を通して、企業価値の向上に取り組んでおります。

- 中長期的な会社の経営戦略

当社は、中期経営計画に基づき、成長が期待される既存事業領域である一般産業分野の風力発電等の再生可能エネルギー向け特殊軸受の世界的拡販体制を整備、強化し需要拡大に対応することでシェアの拡大を図り売上高比率を高めることで事業拡大を進めてまいります。

- 事業のモニタリング・管理

当社は、全般的経営方針に関する事項や中長期経営計画に関する事項といった経営上の重要事項を討議する場として、社内取締役及び常勤監査役が出席する経営戦略会議を、原則毎月1回または2回開催しております。

その他に経営者に対して、前期の部門方針に関する実施結果とその分析及び、今期方針の説明と中期経営計画の進捗を報告します方針管理報告会を年2回開催しております。

コーポレート・ガバナンス

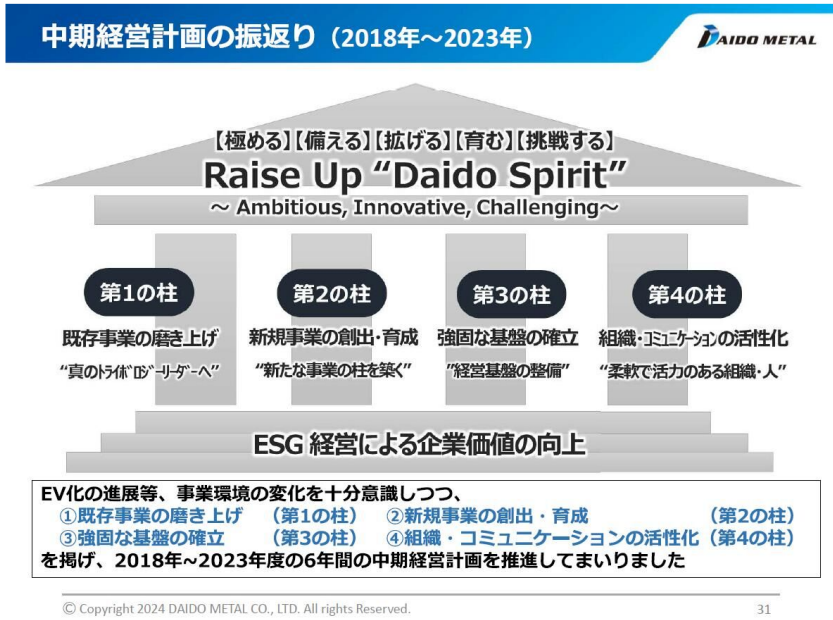
- コーポレート・ガバナンスに関する基本的な考え方

当社は、株主をはじめ顧客、従業員など様々なステークホルダーから信頼される企業であり続けるために、会社の持続的な成長と中長期的な企業価値を高めることを目指した取締役会体制を構築し、経営効率を高めるために執行役員制度を導入し、また、透明性・公正性・公明性を高めるために社外取締役及び社外監査役による他の取締役に対する監視監督を図っております。

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洋上風力事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

中長期的な会社の経営戦略



第2の柱：新規事業の創出・育成

再生可能エネルギーへの挑戦
今後ますます需要が見込まれる風力発電用軸受の取組みを強化していきます

洋上風力発電機用主軸受の構造

＜流体潤滑軸受＞
・軸とすべり軸受の間に形成される油膜を介して荷重を支持するように設計
・水力発電向けに25年、蒸気・ガスタービン向けに10年以上の使用実績あり

製品特長1 風力発電機の寿命を改善
動荷重機械の標準技術により、騒音、振動を大幅に改善し、衝撃吸収性が向上→風力発電機自体の寿命を改善します

製品特長2 メンテナンスの時間/コストを削減
各パーツに分解可能なので、ブレードを取り外すことなく、風車ナセル内で軸受の交換が可能
→大型船舶、大型クレーンが不要となり交換時間、発電中断期間および交換コストの削減に貢献します

主軸 従来品（転がり軸受） 当社製品（分割型すべり軸受）

ナセル ギアボックス 発電機（増速機）

© Copyright 2023 DAIDO METAL CO., LTD. All rights Reserved. 35

当社は、2018 年5 月11 日に公表した2018～2023 年度までの中期経営計画「Raise Up“Daido Spirit”～Ambitious, Innovative, Challenging～」について、前半 3 年間（2018 年度～2020 年度）の実績を踏まえ、後半 3 年間（2021 年度～2023 年度）の計画を策定し、2021年5月14日に開示しました。

<第 2 の柱：新規事業の創出・育成>

グリーンエネルギーへの貢献として、風力発電用軸受の積極的な市場開拓に継続して取り組んでおります。2022年4月には、風力発電用軸受に関する基礎技術開発（設計及び評価）を専業で行う独立組織「風車技術研究所」を設置し、風車ビジネスの拡販に向けた更なるスピードアップを図っております。また、風車ビジネスに関する生産準備が本格化することを受けて、2023年4月に専担で所管する「風車軸受生産準備室」を新設しました。

2024年11月には、大型風車用すべり軸受の設計信頼性の向上を目的とした実験棟を当社連結子会社の大同メタル佐賀株式会社（佐賀県武雄市）で竣工しました。竣工した本実験棟には、世界初となる軸受メーカー単独でのすべり軸受用ベンチ試験機（軸径 1 0 0 0 mm）を設置し、佐賀大学、産業技術総合研究所と協力し風車用すべり軸受の開発に取り組みます。



風車技術研究所 実験棟

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

- 人材・設備・資金の投入方針

【組織】

当社は、2019年4月の組織再編では、欧州・中国において洋上・陸上の風力発電ニーズが高く、風力発電用軸受の需要増加が見込まれることから、第5カンパニーを設置しました。

また併せて風車軸受の引合い増加に対応するとともに、風車軸受の設計対応のスピードアップを図るため、TMBS海外設計Gを設置しました。更に、2022年4月の組織再編で、新たに、風車軸受の開発を専門とする風車技術研究所を設置し、開発専任者を配置することで技術開発レベルアップ及びスピードアップを図っております。

また風車ビジネスに関する生産準備が本格化することを受けて、2023年4月に専担で所管する「風車軸受生産準備室」を新設しました。

【設備】

当社は、洋上風力産業のビジネス拡大に向けた下記の設備投資を実施し、設備稼働しました。

- ・2022年 1月・・・縮小サイズ軸受単体試験機の導入
- ・2022年 8月・・・風車軸受素材の製造設備の改造

またコスト・品質・機能面の競争力強化を図る投資を積極的に行い、滑り軸受の洋上風力産業の創出と基盤強化に取り組んでまいります。

更に2023年5月10日に、2025年の生産開始に向けてチェコ共和国へ60億円の設備投資及び新工場建設についてプレスリリースしました。

- ・2024年 11月・・・風力発電用軸受開発のための実験棟の完成

【資金】

当社の洋上風力産業の運転資金及び設備投資資金は、主として内部資金により充当し、必要に応じて借入れによる資金調達を実施することを基本方針としております。

専門部署の設置

- 専門部署の設置

【専門部門】

- 2019年4月・・・第5カンパニー設置（TMBS海外設計G含む）
- 2022年4月・・・風車技術研究所設置
- 2023年4月・・・風車軸受生産準備室設置

【人材育成プログラム】

当社の社内教育機関である大同メタルカレッジでは、製品技術に必要な知識、技能、技術の伝承に特化した研修を、継続的に実施しています。

また洋上風力産業の能力開発を図ることを目的に、様々な教育を実施しております。

洋上風力産業や風車技術に関する外部セミナーや風車メーカーとの交流により、ビジネス及び技術情報を収集し、関係者による定例会議（隔週）にて情報及び知識の共有化を図っております。

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

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

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 製品適用材料の環境負荷物質規制の法規に伴う、適用材料の見直し及び開発遅れのリスク
→ 環境負荷規制物質の法規について定期的なチェックを実施
- 自社製品の他社特許侵害による開発の見直し及び開発遅れのリスク
→ 自社製品関連特許の定期的なレビューを実施
- 会社業績不振に伴う、開発資金不足による開発遅れのリスク
→ 財務基盤の安定化
- 風車主軸受用の滑り軸受ユニット設計・開発に必要な仕様条件の設定不可に伴う、開発推進不能のリスク
→ 風車メーカーもしくは研究機関等の連携先確保

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 製品適用材の市場価格の高騰により他社製品に対し価格競争力の低下リスク
→ 製品開発段階からの代替材の確保
- 原材料の需給環境の不安定化によるリスク
→ 材料の使用量削減（歩留向上等）の強化を図り、また原則二社発注化の徹底と、調達先とのリスク回避に向けた連携強化等による安定的な調達に加え、コスト低減にも取り組む。
- コンプライアンスに関するリスク
→ コンプライアンス体制の整備・強化を目的に「企業行動倫理委員会」を設置しており、2024年4月には法令や会社規則等を遵守する上での指針となる「行動憲章」及び「行動基準」を改訂し、その周知徹底を図っている。併せて、社内及び社外に通報窓口を設置して、コンプライアンス違反に関係する事案が発生した場合及び発生するおそれのある場合における報告体制を整えており、コンプライアンス違反の未然防止、早期発見及び再発防止に向けた取り組みを展開している。
- サイバー攻撃、情報技術及び情報セキュリティ障害によるリスク
→ 事業を推進するにあたって利用している情報システム及び付随する情報技術ネットワークシステムの安全な運用のため、社外のデータセンターを利用し、且つ、ネットワーク及び各種サーバー群の状況を常時監視する体制をとっており、安全管理対策を適切に講じている。また、サイバー攻撃への対応として、有事の際に適切な対応を実現するべく、情報インシデント対応規程に基づき情報管理体制を構築しており、従業員に対しては、標的型メールへの対応訓練の実施を含む情報セキュリティ教育を実施している。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害及び事故等によるリスク
→ 大規模地震の発生等を想定した事業継続計画（BCP）を策定し災害訓練を実施すると共に、事業の継続と復旧にかかる体制整備の強化を図っている。
- 気候変動によるリスク
→ 気候変動に関する国内外の政策及び法規制や社会的な要請内容、市場環境、顧客ニーズを把握すると共に、永年培ったコア技術を最大限活用することによって地球社会に貢献可能な技術・商品を開発・提供できるように努める。
- 人材確保に関するリスク
→ 新卒採用だけでなく、キャリア採用も積極的に行うことによって人材確保に努めるとともに、外国人や女性社員、シニア世代の更なる登用及び活躍を積極的に推し進める。



- 事業中止の判断基準：リスク管理の基本方針及び管理体制を「リスク管理規程」において定めた上で、代表取締役社長を委員長とするリスク管理委員会による情報収集を通じて、事業を取り巻く様々なリスクに対して適切な管理を行っております。また事業中止の判断は取締役会において、経営の基本方針に関する事項及び経営一般に関する事項で決議となります。