

# 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 三代 元之

---

# 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。

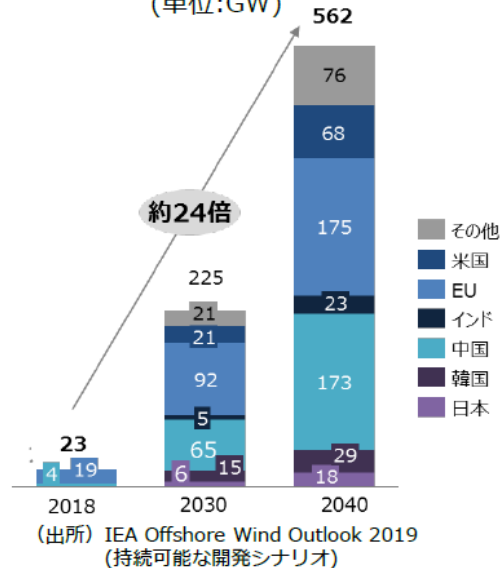
#### （技術面）

- 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。

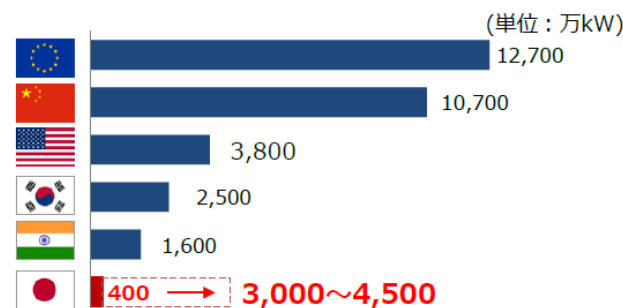
### カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

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)



- 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。

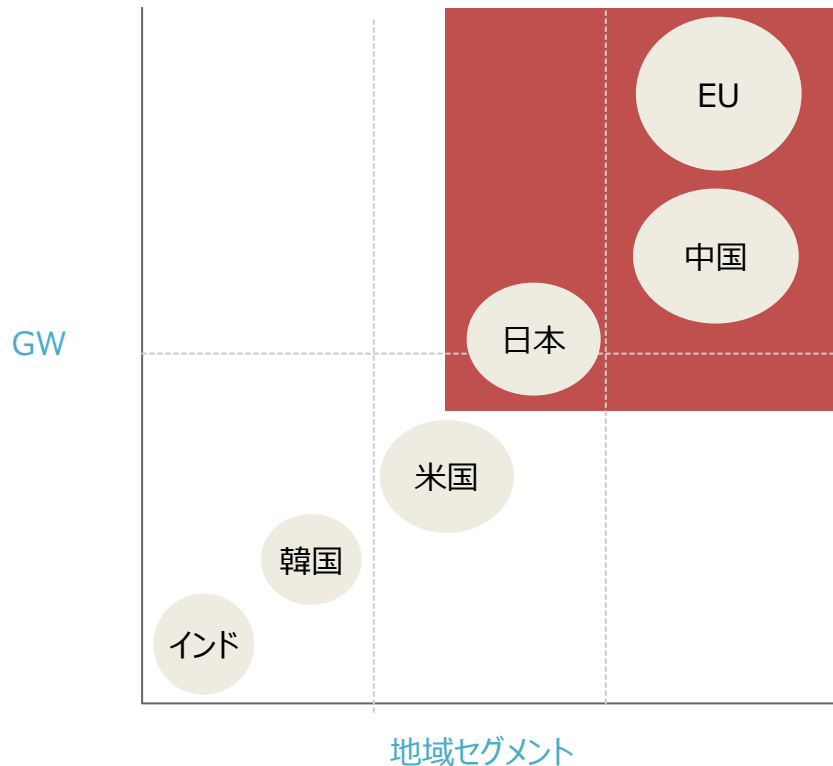
# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## 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	358GW	<ul style="list-style-type: none"><li>• 適地生産・適地販売</li><li>• 流通手段</li><li>• 原材料の供給</li><li>• コスト低減</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 適地生産・適地販売</li><li>• 原材料の供給</li><li>• コスト低減 （メンテナンス費用削減）</li></ul>

### 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。

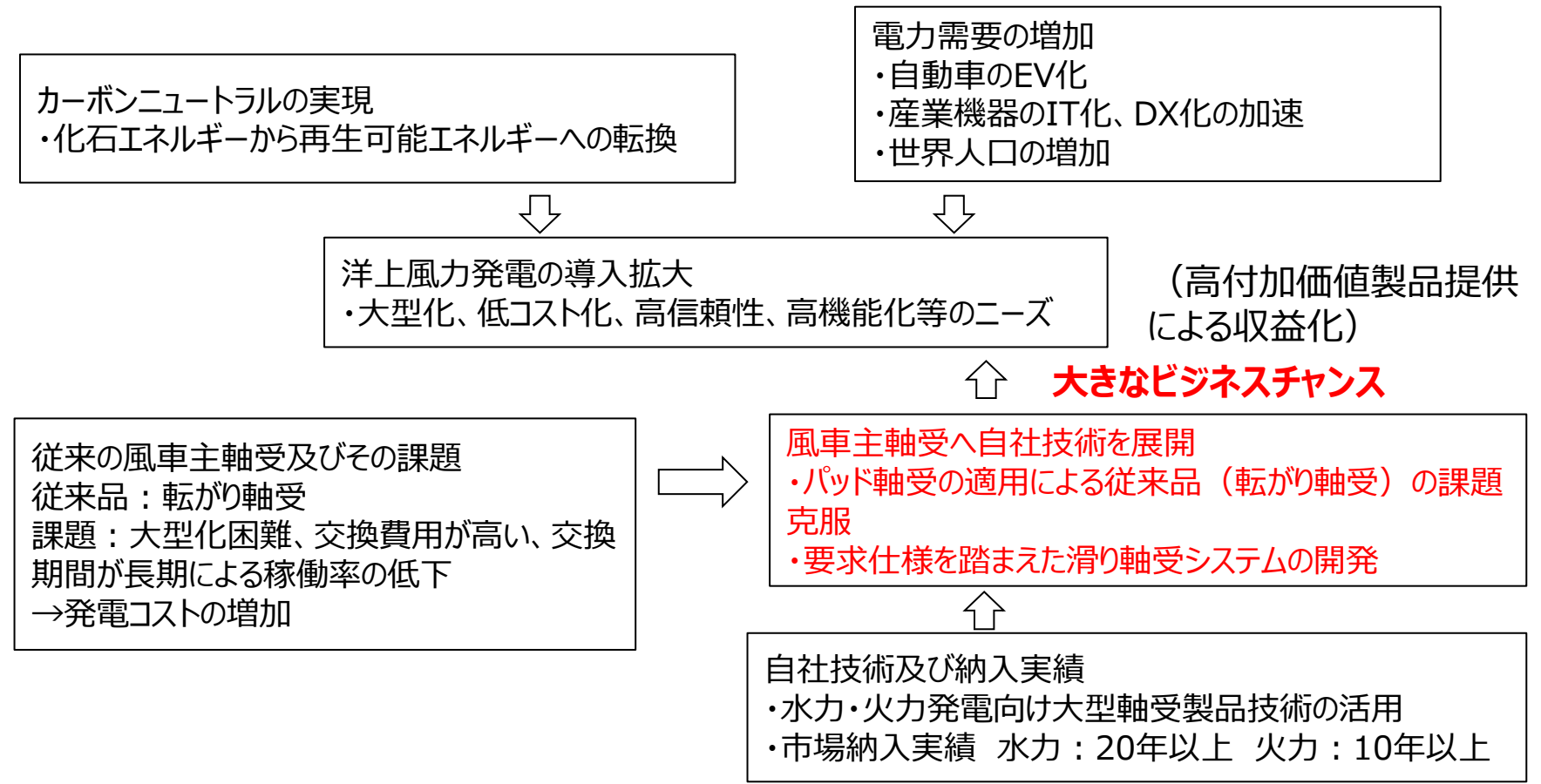
# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

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（標準化の取組等）

## 滑り軸受の自社コア技術を進展し、市場の拡大を図る

### 自社のコア技術を進展した事業化戦略の取組

#### 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  
当社は、創業以来、市場ニーズ、顧客要求を満足する多種多様なアプリケーション向けに滑り軸受しゅう動材を開発してきた実績がある。その蓄積された技術を応用し、風車要求仕様を満たす滑り軸受しゅう動材及び滑り軸受構造の開発を行い、競合他社との差別化を図る
- 滑り軸受材料の試験評価技術  
しゅう動材特性評価の各種要素試験機の保有及び風車仕様を考慮した軸受試験機の開発を行う  
軸受単体疲労試験機については、加速試験を可能とした長期信頼性評価を行う
- 滑り軸受の精密加工技術  
自社保有の精密機械加工技術を活用し、風車用滑り軸受の将来の大型化に備える
- 風車用滑り軸受製造の量産化技術  
事業化計画における量産化を想定した製造ラインの構想を行う

### 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、特願2020-18619）
- 滑り軸受支持機構に関する特許（特願2020-124066）



#### 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

自社のコア技術の進展により知財を創出し、事業化推進及び市場の拡大を図る

# 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"><li>(現在)水力・火力発電向け大型滑り軸受技術</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>水力・火力発電機メーカー</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>大型軸受製品の製造・検査設備の保有</li><li>軸受基礎評価試験機の保有</li></ul> 
	<ul style="list-style-type: none"><li>(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</li><li>製造難易度の低減（従来品比較）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>風車メーカー</li><li>風車メーカー</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>風車軸受製品の製造・検査設備の新規投資</li><li>風車用軸受試験機の新規投資</li></ul>
競合 従来品 メーカー	<ul style="list-style-type: none"><li>メンテナンス性の低下</li><li>風車の大型化に伴う製造難易度の増加</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>従来品の製造設備</li><li>風車用軸受試験機の保有</li></ul>

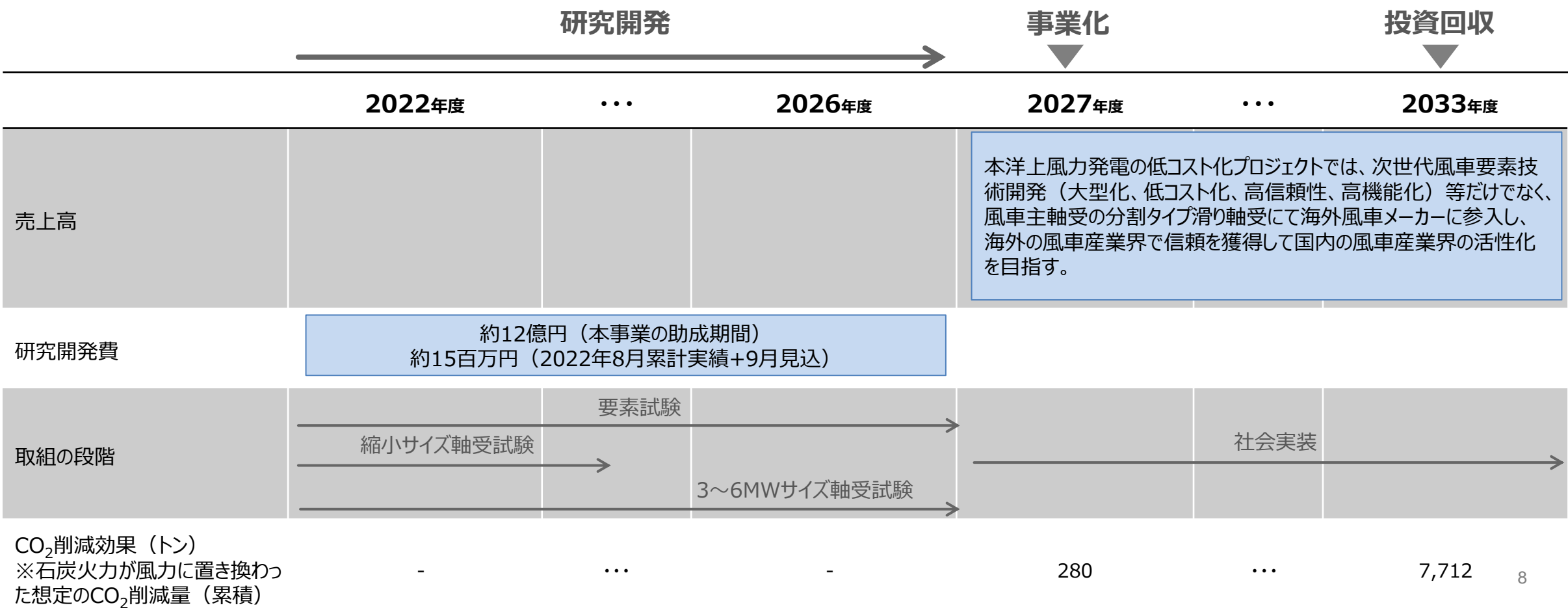


# 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

## 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"><li>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</li><li>滑り軸受潤滑・構造解析による機能検証</li><li>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</li><li>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</li></ul> <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"><li>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</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>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</li><li>営業・販売拠点 既存のグローバル拠点の活用</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>縮小サイズ軸受試験用部品設計、センサ選定し手配中</li><li>3～6MW級軸受試験機および建屋の仕様検討、費用見積実施中</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>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</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>流通 海外風車メーカーへPR活動中。 国内市場のPR活動（11月9日～10日） （Global Offshore Wind Summit-Japan2022）</li><li>営業・販売拠点 既存のグローバル拠点の活用を検討中。</li></ul>
国際競争上の優位性	<p>✓</p> <ul style="list-style-type: none"><li>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</li><li>製造難易度の低減（従来品比較）</li></ul>	<p>✓</p> <ul style="list-style-type: none"><li>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</li></ul>	<p>✓</p> <ul style="list-style-type: none"><li>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</li></ul>

## 1. 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。

## 2. 軸受単体試験機の導入

- ・風車主軸受の使用条件を考慮した軸受単体試験機を新規に導入した。(2022年1月)
- ・本軸受試験機を活用し、パッド軸受しゅう動材の長期信頼性評価を実施中。

## 3. 3～6 MW級サイズ軸受試験機の導入に向けた取組

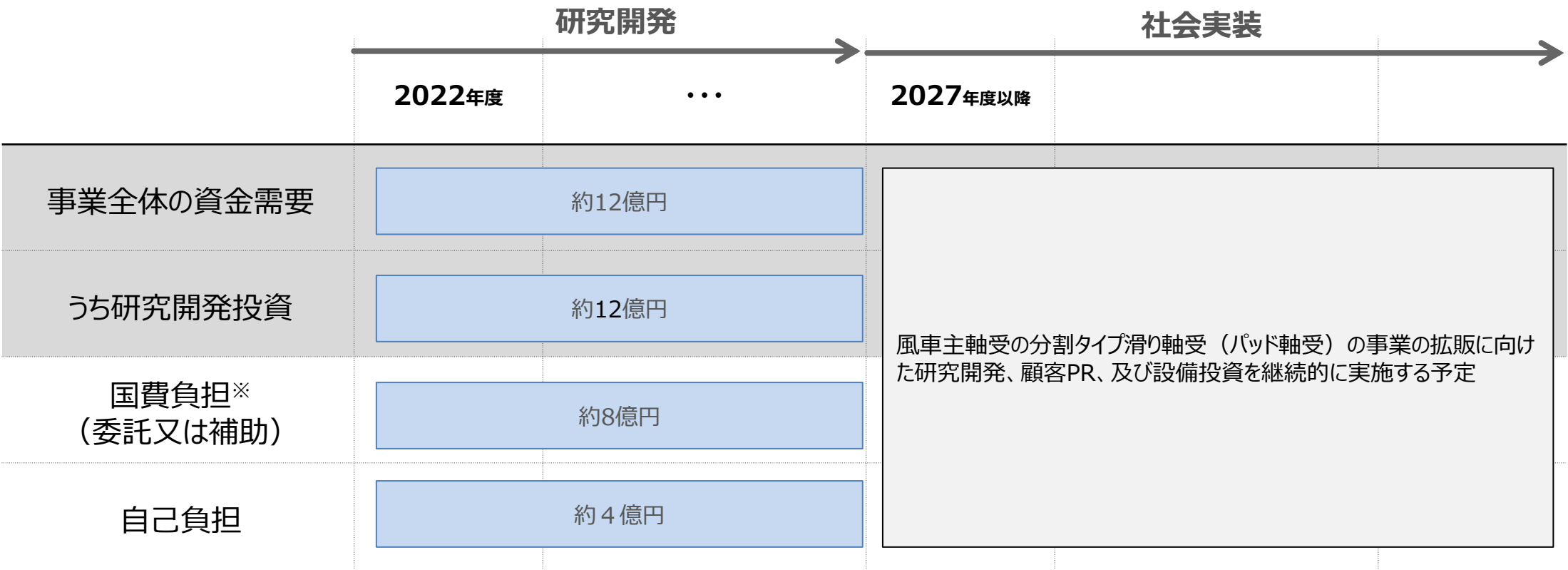
風車実機サイズを想定し、軸受荷重モードをシミュレートする大型軸受試験機の新規導入に向けて試験機の仕様を検討中。

## 4. パッド軸受コストダウンへの取り組み

価格競争力向上を目的に、パッド軸受のコスト低減を取り組み中。

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

### 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
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"><li>摺動材の開発<ul style="list-style-type: none"><li>設計条件（荷重・回転速度のサイクル数）定義</li><li>リグテストによる疲労試験</li><li>リグテストによる摩耗試験</li></ul></li></ul>	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	軸受試験機での検証	<ul style="list-style-type: none"><li>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"><li>油膜厚さ計測、軸トルク計測</li><li>解放後の表面状態観察</li></ul></li></ul>	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"><li>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"><li>各種センサの適用</li></ul></li></ul>	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"><li>ナセル内での<ul style="list-style-type: none"><li>3Dモデルによるシミュレーション</li><li>縮小サイズによる作業検証</li><li>交換ツールの開発</li></ul></li></ul>	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"><li>以下への影響を考慮したLCoE計算<ul style="list-style-type: none"><li>CAPEX（製造、組立）</li><li>OPEX（運転、保守）</li><li>稼働率・発電電力量</li></ul></li></ul>	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

～2023/3  
しゅう動材の耐摩耗性確  
認

～2023/11  
接合部およびしゅう動材  
の耐疲労性確認

～2024/3  
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

試験条件検討中。試験片加工手配中

風車稼働率を想定した動荷重サイクル数での軸受疲労試験を  
実施し、外観上のクラック発生無し

試験方法について検討中。試験で使用する球面軸受は入手  
済み

#### 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

～2023/2  
実機風車仕様の軸受試験・解析条件への落とし込み

～2024/3  
縮小サイズ軸受試験による計測、組付性、交換性確認

～2024/3  
軸受システム潤滑計算手法の確立

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



#### これまでの（前回からの）開発進捗

佐賀大学との受託研究の活用などにより、実機風車仕様を取得。試験や解析で活用可能な軸受荷重・速度などのデータへと加工した

供試軸受の設計完了。部品、センサ手配中

縮小サイズ試験の軸受およびシャフトのモデルを作成

試験機、建屋仕様検討中

#### 進捗度

◎  
（理由）当初計画に基づいて各試験を進捗中。試験機、建屋仕様検討中

## 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

～2023/3  
候補センサの選定・検証

～2023/12  
産総研による候補センサ  
の選定・検証



#### これまでの（前回からの）開発進捗

滑り軸受の状態監視に適する候補センサの選定を行った。候補  
センサの手配準備中

候補センサ選定用の予備試験準備中

#### 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

～2022/10  
3Dモデルを使用した分  
解・組立法の検討

～2023/5  
縮小サイズ軸受を用いた  
分解・組立、軸受交換  
性の確認



縮小サイズ試験用軸受設計完了。分解・組立法検討用3Dモ  
デル作成中

◎  
（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>～2023/3 しゅう動材の耐摩耗性確認</p> <p>～2023/11 接合部およびしゅう動材の耐疲労性確認</p> <p>～2024/3 支持球面軸受の耐摩耗性確認</p>	<p>しゅう動材の耐摩耗、耐焼付き性の風車仕様条件での耐久性確認</p> <p>風車稼働率及び運転期間の増加を見据えたサイクル数の増加（検討中）による試験確認</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>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>サイクル数増加による疲労試験評価</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
2 滑り軸受システム開発	<p>～2023/2 実機風車仕様の軸受試験・解析条件への落とし込み</p> <p>～2024/3 縮小サイズ軸受試験による計測、組付性、交換性確認</p> <p>～2024/3 軸受システム潤滑計算手法の確立</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>実機風車仕様の軸受試験・解析条件への落とし込み（動荷重条件）</p> <p>計測、組付性、交換性の3～6MW級試験への課題抽出</p> <p>解析モデルの予測精度向上</p> <p>3～6MW級試験機および建屋の仕様検討。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>時間 vs 荷重 or 速度の分析による動荷重試験条件の検討</p> <p>縮小サイズ軸受試験による計測、組付性、交換性確認</p> <p>縮小サイズ軸受試験結果を利用した解析モデルの予測精度向上</p> <p>3～6MW級試験機および建屋の仕様検討 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</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
3 滑り軸受状態監視技術開発	<p>～2027/3 候補センサの選定・検証</p> <p>～2023/12 産総研による候補センサの選定・検証</p>	<p>候補センサを用いた滑り軸受の状態監視の適正確認</p> <p>候補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</p>	<p>小型試験、縮小サイズ試験および3～6MW級試験による候補センサを用いた滑り軸受の状態監視の適正確認</p> <p>小型試験による候補センサを用いた滑り軸受の状態監視の適正確認</p>
4 滑り軸受分解・組立法開発	<p>～2022/10 3Dモデルを使用した分解・組立法の検討</p> <p>～2023/5 縮小サイズ軸受を用いた分解・組立、軸受交換性の確認</p>	<p>分解・組立法の確認</p> <p>分解・組立、軸受交換性の確認</p>	<p>縮小サイズ試験軸受の3Dモデルを使用した分解・組立法の確認</p> <p>縮小サイズ試験軸受を用いた分解・組立、軸受交換性の確認</p>

# 2022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

①－ 1

軸受単体試験機による耐疲労性評価

② 滑り軸受システム開発

①－ 2

しゅう動材評価試験  
(リングオンディスクタイプ)

③ 滑り軸受状態監視技術開発

①－ 3

支持球面軸受の揺動摩耗試験

④ 滑り軸受分解・組み立て法の開発

# 2022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

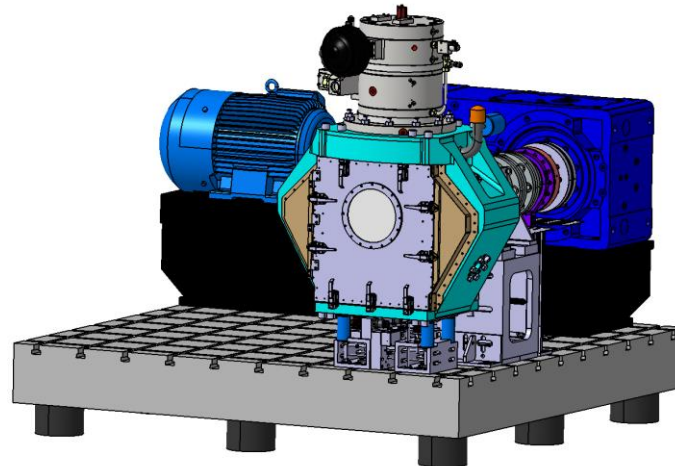
風車特有の動荷重に対するパッド軸受しゅう動材（PEEK複合材：大同メタル工業開発材）の耐疲労強度を確認する

#### 試験条件

風車稼働率を想定した動荷重サイクル数

#### 試験結果

試験後のパッド軸受の外観からは特に異常（クラックの発生、摩耗）は見られなかった。



パッド軸受単体試験機

# 2022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2 しゅう動材評価試験（リングオンディスクタイプ）

#### 目的

スラストパッド軸受の摺動形態を想定し、ディスク形状で軸受しゅう動材のスペックが風車の運転条件に対応しているか確認する

#### 概要

摩擦摩耗試験機でトライボロジー特性の基礎試験実施

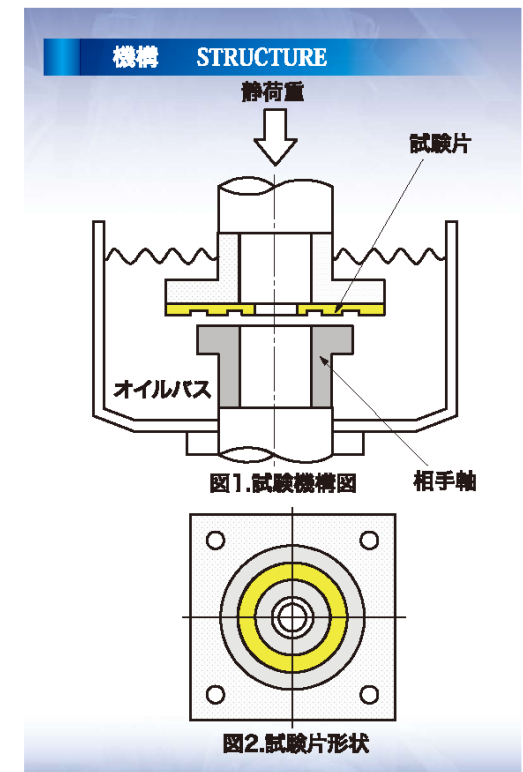
- ・試験評価項目：摩耗、焼付
- ・しゅう動材質：P E E K 複合材

#### 進捗状況

試験条件検討中、試験品加工手配中

#### 予定

- ・試験片の準備
- ・試験、試験後しゅう動面調査





# 2022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



### ①－3 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を確認する

#### 概要

支持球面軸受を風車稼働率を想定したサイクル数で揺動運動する試験を実施する

試験評価項目：疲労、摩耗

#### 進捗状況

試験方法検討中、球面軸受納入済み

#### 予定

- ・試験の条件と方法を検討、試験片の準備
- ・試験、試験後しゅう動面調査

# 2022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

②-3

軸受システム潤滑計算  
手法の確立

②-2

実機風車仕様の軸受試験・  
解析条件への落とし込み

# 2022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

軸受の組付性、交換性を確認し3～6MW級試験への課題を抽出する

#### 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確認、軸受の組付性、交換性の確認を行う

#### 進捗状況

供試軸受の設計完了、部品手配中

#### 予定

- ・ 部品納入、試験実施、報告書作成

### ②－ 2 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により、実機風車仕様を取得  
試験や解析で活用可能な軸受荷重・速度などのデータへと加工

#### 予定

- ・ 実機風車の軸受周辺の構造、終極荷重値、回転速度値の取得。試験機構想への活用
- ・ 時間 vs 荷重 or 速度の分析による動荷重条件の検討

# 2022年度の研究開発計画と進捗

## 滑り軸受システム開発



### ②－ 3 軸受システム潤滑計算手法の確立

#### 目的

解析モデルの予測精度を高め、大型軸受成立性の検討を可能とすること

#### 概要

軸受縮小試験機において、試験データと解析の比較を実施。比較結果を解析モデルへフィードバックし、軸受潤滑解析モデルの予測精度を高める

#### 予定

- ・ 縮小試験機の軸受解析モデル作成
- ・ 縮小試験結果を利用した解析モデルの予測精度向上

# 2022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

# 2022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基礎評価試験

#### 目的

風車のメンテナンスコストを低減させるために、軸受の状態を監視する技術を確立させる

#### 概要

基礎試験で軸受の状態（疲労、摩耗）を把握できるようにセンサの選定及び検証を行う

#### 進捗状況

候補センサの選定完了、手配準備中

#### 予定（大同メタル社内）

- ・ 候補センサの検証（回転しゅう動基礎試験）

#### 予定（産総研）

- ・ 候補センサの検証（平面しゅう動基礎試験）

# 2022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

# 2022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

#### 進捗状況

軸受の分解・組立、交換方法の概略を作成

#### 予定

- ・ 3Dモデルを使用し詳細な分解・組立法の検討
- ・ 縮小サイズ試験で分解・組立、軸受交換性の確認



## ＜研究開発進捗＞

1. 軸受しゅう動材（PEEK複合材：大同メタル工業開発材）の軸受単体疲労試験を実施した。風車稼働率を想定した動荷重サイクル数において、しゅう動面に異常が無いことを確認した。
2. 縮小サイズ軸受試験に関し、供試軸受ユニットの設計が完了し、部品手配中である。部品集結後、組立及び各種センサを設置し、2024年3月までに本軸受試験を完了予定。
3. 受託研究先の佐賀大学より、風車実機の主軸受に関連する技術仕様情報を取得し、新規製作予定の軸受試験機仕様への活用に向けて分析中。
4. 滑り軸受状態監視技術に関し、候補センサの選定を行い、軸受基礎評価試験にて当センサを設置し機能検証中。また、受託研究先の産総研では、基礎評価試験機による候補センサの検証を開始。
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にて、風車ナセル内を想定した小スペースでの軸受の分解・組立を可能とする部品設計を行った。

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

■ 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	2025/3		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: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

→

計画

→

実績

- - -

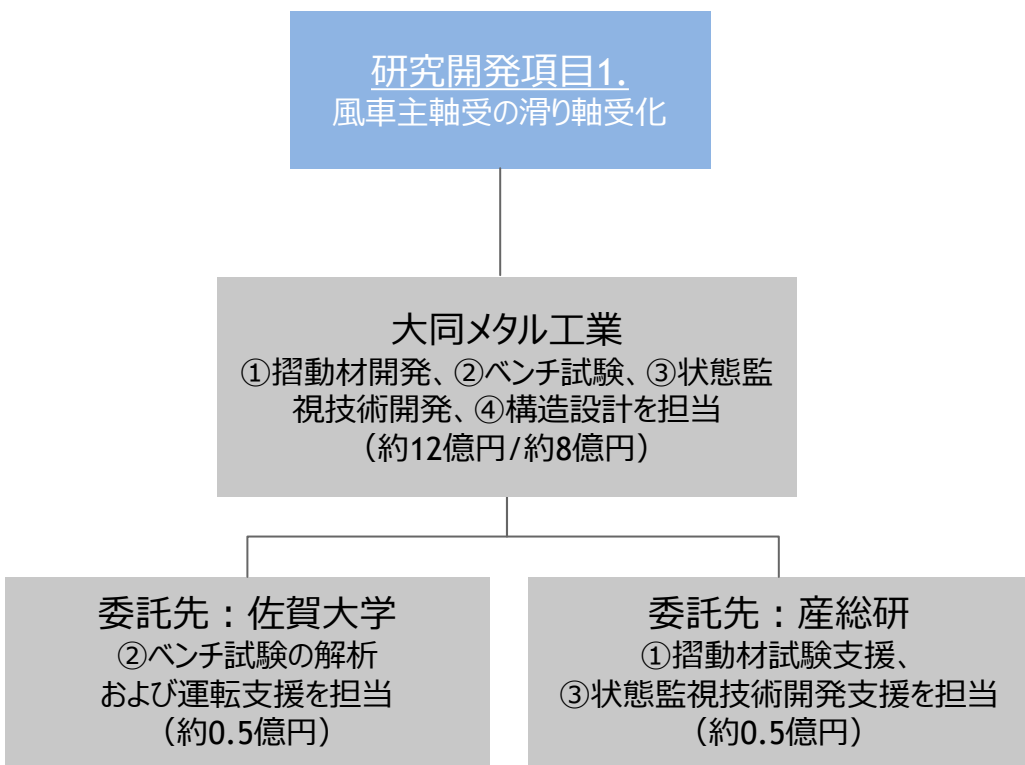
予定

▼:ステージゲート審査

## 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

## 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"><li>樹脂複合材に関する特許技術（特許第5465270、特願2020-18619）</li><li>樹脂複合材接合技術</li><li>しゅう動材試験、耐疲労試験のノウハウ</li><li>精密加工技術</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>摺動材開発体制（人材・設備）の充実</li><li>樹脂複合材生産設備保有</li><li>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）</li></ul>
	2 滑り軸受システム開発	<ul style="list-style-type: none"><li>滑り軸受支持機構に関する特許（特願2020-124066）</li><li>滑り軸受試験のノウハウ</li><li>滑り軸受性能解析技術</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>滑り軸受試験設備のノウハウ保持</li><li>滑り軸受性能の解析データ及び適用市場実績の蓄積</li></ul>
	3 滑り軸受状態監視技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>滑り軸受試験の計測技術</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>滑り軸受試験の計測ノウハウ保持</li></ul>
	4 滑り軸受分解・組立法開発	<ul style="list-style-type: none"><li>滑り軸受組立品（滑り軸受ユニット）の設計技術</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>滑り軸受組立品の組立ノウハウ保持</li></ul>

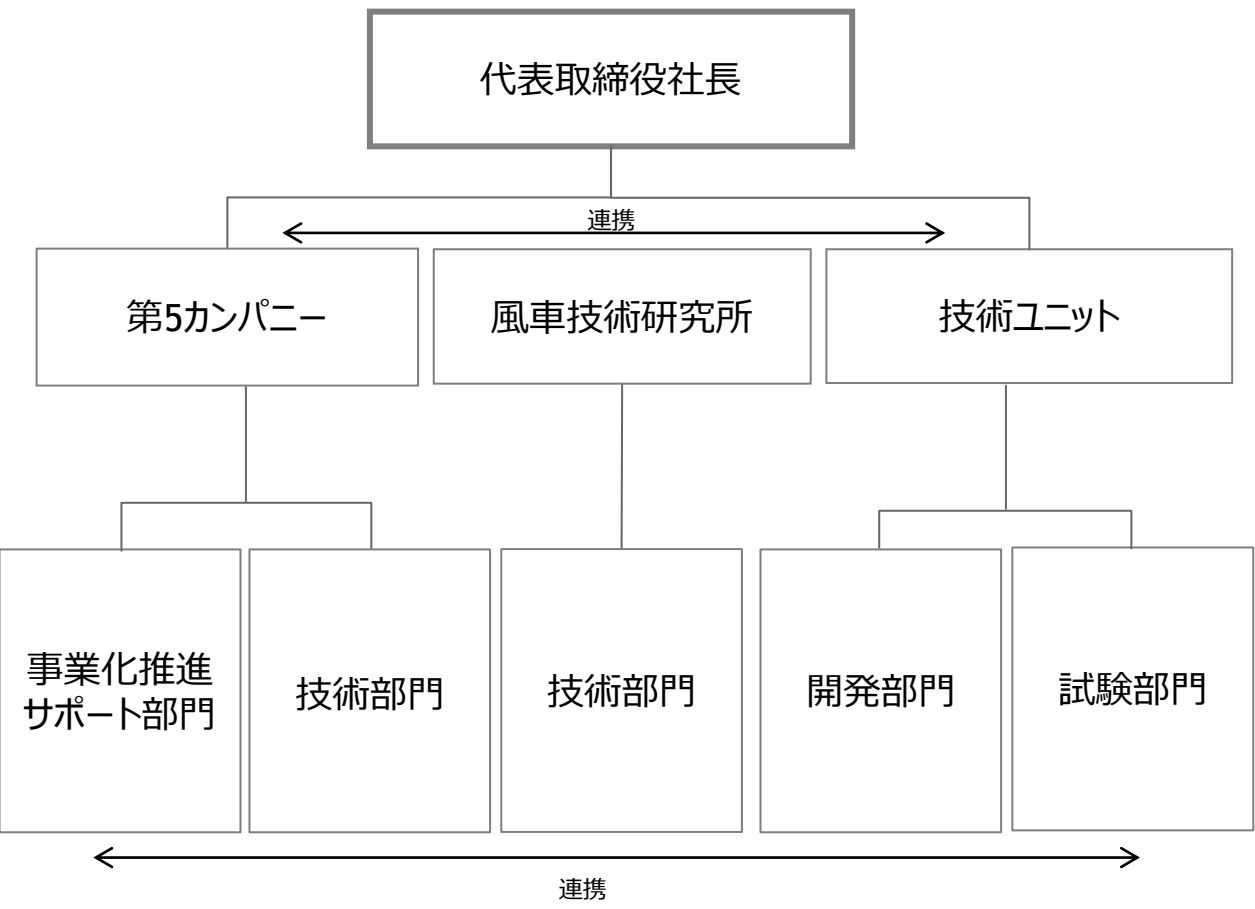
# 3. イノベーション推進体制

(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

### 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、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、2018年度から2023年度までの6ヵ年の中期経営計画として、「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～)を推進しております。

- 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

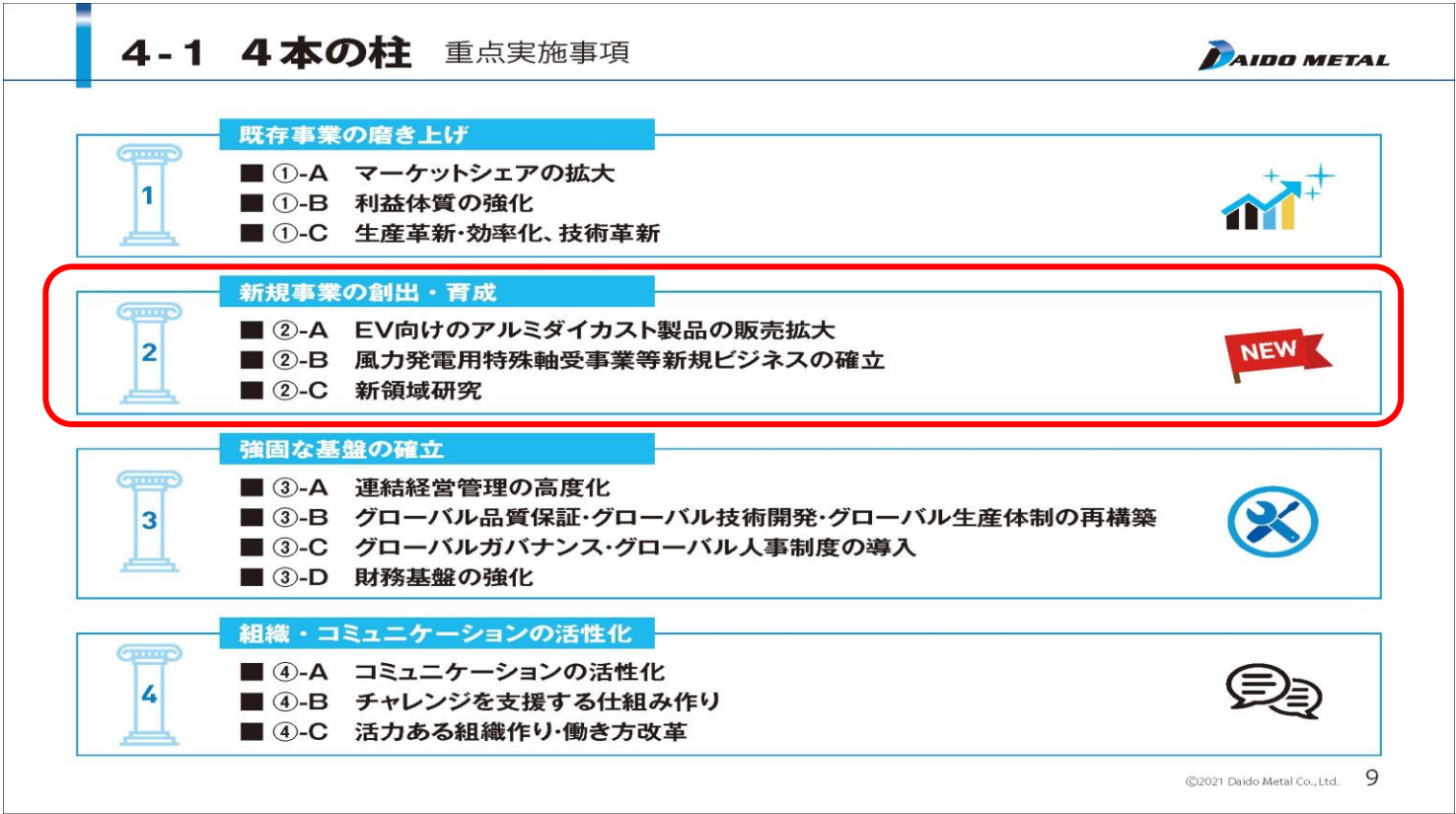
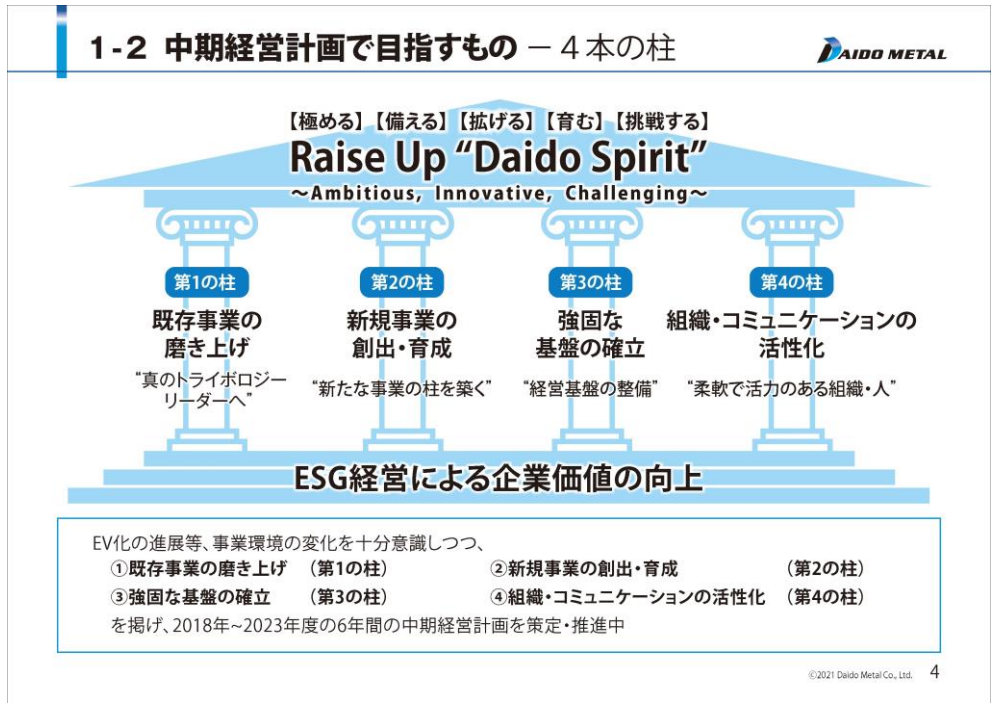
当社は、株主をはじめ顧客、従業員など様々なステークホルダーから信頼される企業であり続けるために、会社の持続的な成長と中長期的な企業価値を高めることを目指した取締役会体制を構築し、経営効率を高めるために執行役員制度を導入し、また、透明性・公正性・公明性を高めるために社外取締役及び社外監査役による他の取締役に対する監視監督を図っております。



### 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、広く情報発信

### 中長期的な会社の経営戦略



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＞

新規事業（既存事業における新用途開拓を含みます。）につきましては、欧州・中国では、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、2019年4月に組織再編により第 5 カンパニーを設置いたしました。

2022年4月の組織変更：風車ビジネスの拡販に向け、風車軸受に関する基礎技術開発（設計・評価）を専担する組織として、風車技術研究所を新設いたしました。

風車主軸受の従来品に対し、「パーツだけの取り換えが可能で時間・コストの低減が可能」という「すべり軸受」のメリットを訴求することで国内外の積極的な市場開拓に取り組んでおります。






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、広く情報発信

ステークホルダーに対する公表

当社をとりまく社会環境が大きく変化する中、当社の持続的な成長に影響を与えるリスクと機会を見据えたうえで、ESGの各分野で優先的に取り組むべき課題（マテリアリティ）を特定し、本事業（風車主軸受の滑り軸受化開発）もマテリアリティの一つとして掲げております。当該内容は、当社のコーポレートレポート2022（2022年11月発行）として、当社HPで公表致しました。

	マテリアリティ	貢献するSDGs	目標 (KPI)	2021年度の実績
E 環境	環境貢献型製品の開発・製造	 	①次世代風力発電向けすべり軸受開発：試作品納入  ②カーボンリサイクルによって生産された燃料を使用した内燃機関向け軸受の提供 (ex.水素・バイオ燃料エンジン他)  ③DF*タイプエンジン軸受の受注活動の継続実施 <small>*デュアルフューエルエンジン:環境負荷低減のため、液体燃料とガス燃料双方を切り替えて運転可能なエンジン</small>	評価用すべり軸受試作品の納入  レース用の水素エンジンに当社すべり軸受が採用  受注実績:計54台
	気候変動への対応		①エネルギー原単位の削減 (CO <sub>2</sub> 原単位): (2022年度) 2013年度比 △9% (単体)	目標: 2013年度比 △8% (単体) 実績: △8.1% [469.96g・CO <sub>2</sub> /千円]
	持続可能な資源の利用		①購入品に対する環境負荷物質の含有調査の年2回実施	年2回の調査実施

(引用元) 大同メタル工業株式会社 コーポレートレポート2022、P13

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

ステークホルダーに対する説明

2023年3月期 第2四半期決算説明会(2022年11月実施)において、中期経営計画の第2の柱「新事業の創設・育成」の一つとして本事業の取り組み状況を説明致しました。

第2の柱：新規事業の創出・育成

DAIDO METAL

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

洋上風力発電で効果を発揮！

ナセル内部での軸受のメンテナンス・交換が可能のため、大型船舶、大型クレーン等の大がかりな設備は不要となります。

電機メーカーの抱える軸受メンテナンスの課題である“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。

製品特長

各パーツごとに分解可能  
だから軸受のメンテナンス・交換が楽

現状、風力発電で使用される軸受は、ブレードを取り外して交換しますが、当社の軸受は、各パーツごとに分解可能なので、ブレードを取り外すことなく、ナセル内で軸受のメンテナンス・交換が可能です。

進捗状況

試作評価を  
継続実施中

ブレード

ロータ主軸

ギアボックス  
(増速機)

発電機

ナセル

ジャーナルパッド軸受 スラストパッド軸受

風上側：ジャーナルパッド軸受  
風下側：ジャーナルパッド軸受+スラストパッド軸受

第2の柱：新規事業の創出・育成

DAIDO METAL

NEDO「グリーンイノベーション基金事業 [2022年1月]  
(洋上風力発電の低コスト化プロジェクト)」に採択されました

大同メタル <風車技術研究所>  
×  
大学研究機関

研究開発費(約8億円)の交付が決まり、当社の風車技術研究所が大学などとタイアップし、軸受化に対する最適な条件など、データを取りながら研究、分析を行う。

－ お知らせ －  
風力発電機用すべり軸受PR動画を  
リリースしました。是非ご覧ください。





### 3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

#### 経営資源の投入方針

- 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る。

##### 【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…軸受単体試験機を導入済
- ・2022年 8月…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。

##### 【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  
2022年4月…風車技術研究所設置

##### 【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。
- 為替レートの変動によるリスク  
→ 為替リスクヘッジ取引の方針及びリスク管理手続等を定めた外国為替管理規程を策定した上で、所管部門が３ヶ月に１回以上、為替リスク管理状況を取締役会に報告し、為替方針対策会議においてリスク対策を検討。
- 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技術や情報システム及び付随するネットワークシステムの安全管理のため、社外のデータセンターを活用したバックアップ体制を整え、安全管理対策を適切に講じてる。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。

#### その他（自然災害等）のリスクと対応

- 新型コロナウイルス感染拡大によるリスク  
→ 全従業員に対する検温記録、衛星管理、時差出勤、在宅勤務の推奨等の対策に加え、仕入先や協力会社との情報共有を実施。
- 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。



- 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。