

# 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  
洋上風車タワーの高効率生産技術開発・実証事業

---

実施者名：株式会社駒井ハルテック 代表名：代表取締役社長 中村貴任

# 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

## 日本国内での風力発電市場の急拡大 2040年までに30GW～45GWの洋上風力導入

### 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）

- 日本政府による2050年カーボンニュートラルの達成目標は、国内社会にも広く浸透し、単なる絵空事ではなく、実現に向かって手を尽くすべき目標と認識されている。
- COP26においても、今世紀半ばまでのカーボンニュートラルが国際合意となり、世界全体のコミットメントとなる。

（政策面）

- 再エネ主力電源化に向けた施策・取組の強化
- 洋上風力推進、発電コスト低減支援

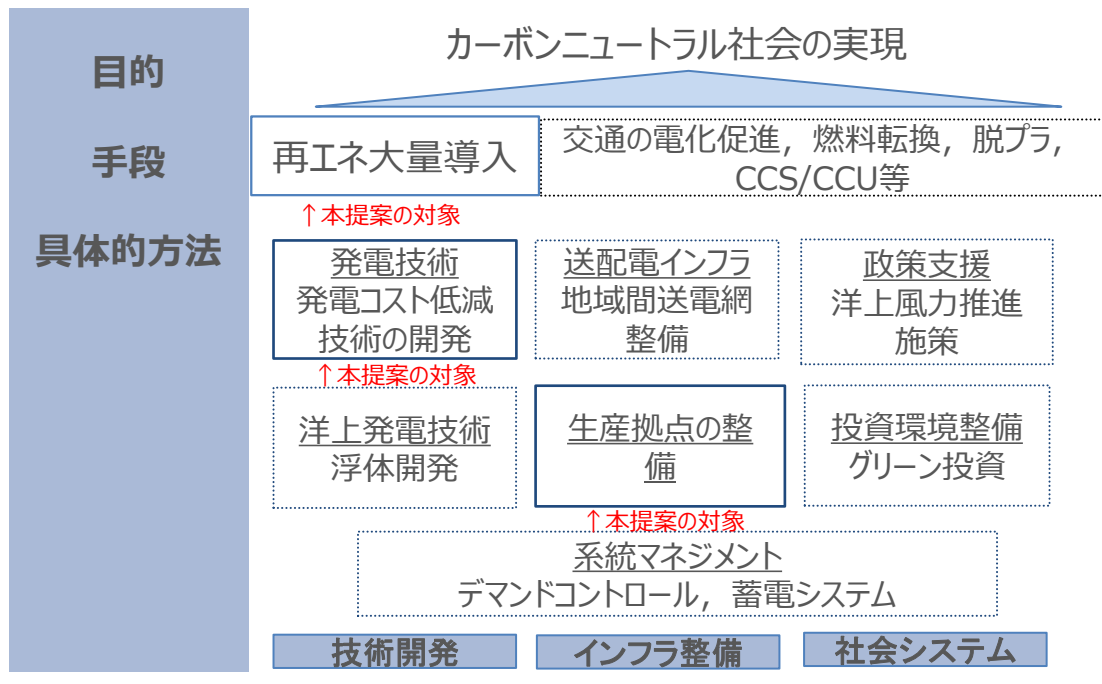
（経済面）

- 経済・産業界のあらゆるアクターがそれぞれCO2削減に取り組むことが求められるとともに、カーボンニュートラル実現に係るビジネスエリアが大きな新市場となる。

（技術面）

- 再エネ発電の低コスト化技術の実現が求められる。
- 再エネを主力電源とするための、送配電・蓄電インフラ整備、デマンドコントロールを含めた系統マネジメントなどの技術確立が必要。

### カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



- 市場機会：政府は**2040年までに30GW～45GW**の洋上風力導入目標をたて、産業界の目標として**60%の国内調達率**をあげた。12MW機と想定すると**2500基～3750基**のマーケットが存在。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：再エネ主流化により、大規模な風力発電導入が必要な一方で、電力価格の上昇による国民負担を最小限に抑える必要があるため、再エネの低コスト化が求められる。

- 当該変化に対する経営ビジョン：風力発電の開発製造等、20年にわたる事業経験を活かし、国内において、風車供給及び部品供給、メンテナンス業務提供を目指し、組織改編及び設備投資を計画している。

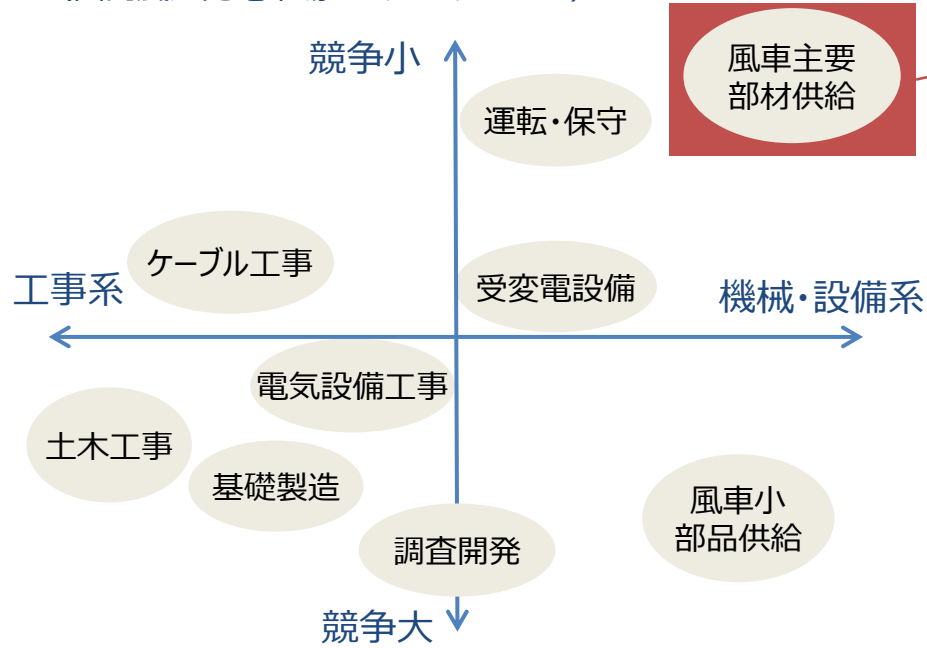
# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## 風力発電市場のうち、洋上風車タワーの日本国内の調達ニーズに対応

### セグメント分析

風車メーカーとしての経験を生かし、風車部材供給に注力

（国内風力発電市場のセグメンテーション）



風車のローターやタワーなど主要部材供給は、風力発電設備の設計・製作についての知見やノウハウといった当社の強みが生かせるエリアであるとともに、対応可能なメーカーは国内に僅少なため競争も少ない

### ターゲットの概要

#### 市場概要と目標とするシェア・時期

- 市場概要：風力発電市場のうち、日本市場向けの洋上大型風車向けタワーを供給。
- 市場規模：陸上0.5GW～1GW/年（4MW機の場合125基～250基/年）  
※2020年度導入実績から推測  
洋上1.5GW～2.25GW/年（12MW機の場合、125基～188基/年）  
※2025～2045年で30GW～45GWから仮定
- 目標シェア・時期：2026年以降、上記の市場のうち、30基/年の供給を目指す。

需要家	主なプレーヤー	消費量	課題	想定ニーズ
発電事業者	商社, 電力会社, ゼネコン等	1プロジェクトあたり、30基～100基程度	<ul style="list-style-type: none"><li>国内調達率の向上</li><li>地元経済への貢献</li><li>発電コスト低減</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国産タワー供給</li><li>サイト近傍での生産（千葉沖プロジェクトでは当社富津工場が有利）</li><li>風車低コスト化</li></ul>
メーカー	ベスタス, GE,シーメンス等	年産30～50基	<ul style="list-style-type: none"><li>国内調達ニーズへの対応（地元調達）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>地元（千葉）サイトでの原産地化</li></ul>

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

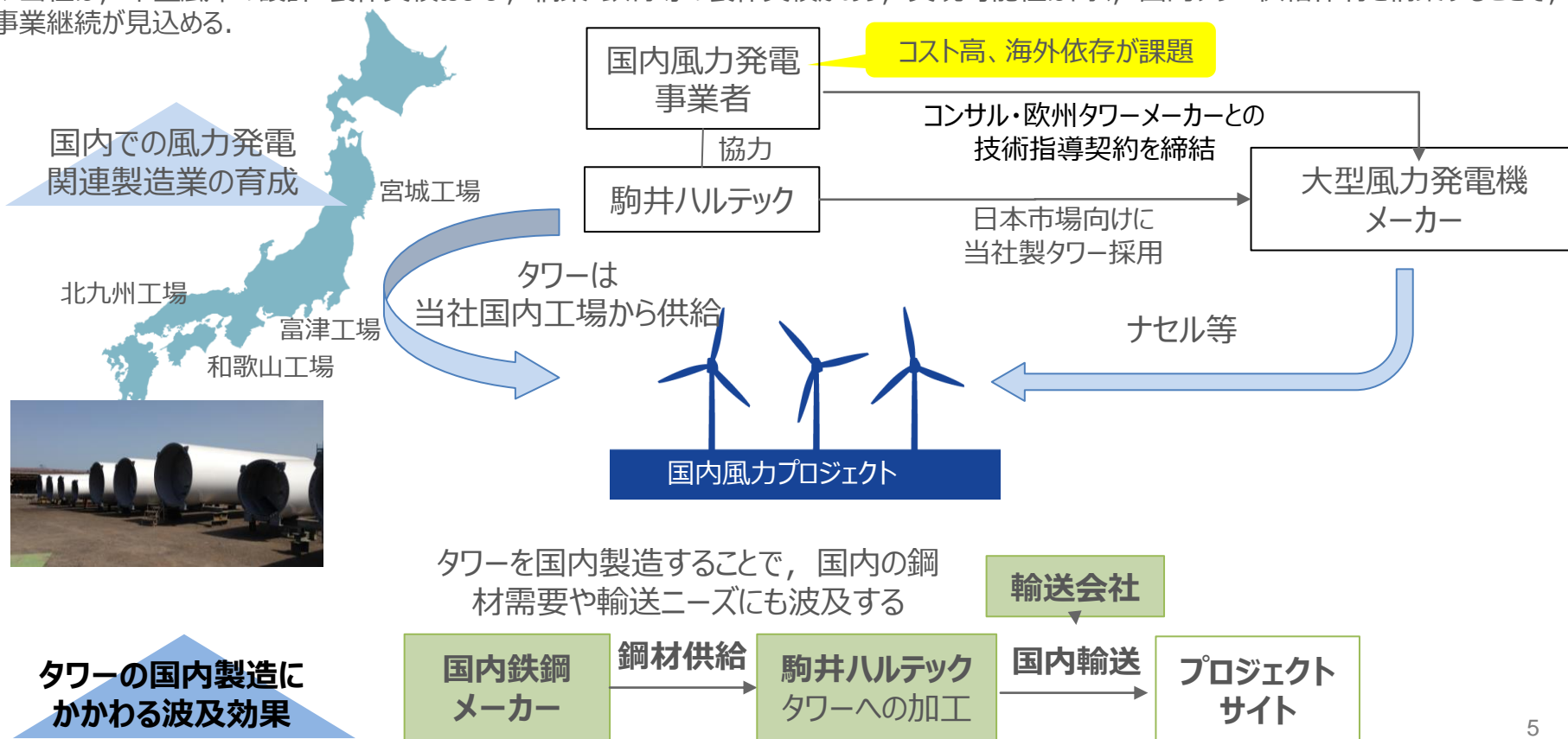
## 高品質低コストの大型洋上風車タワーを提供

### 社会・顧客に対する提供価値

- **風車タワーの低コスト化**
  - 16%のコスト削減
- **国内供給による確実性の向上**
  - 国内で供給するため、国際的な政治社会経済情勢に関わらず、確実な供給体制が敷ける
- **日本国内における風力発電産業の育成**
  - 風車タワー製造にかかわる雇用創出
  - 国内鋼材需要の創出
  - 国内輸送需要の創出

### ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

- ◆国内風力発電事業者の抱える課題（コスト高、海外依存）に対して、本開発でソリューションを提供し、大型風力発電機メーカーもしくはEPC事業者に対して国産タワーを納入する。
- ◆現状、国内で大型風車のタワーを供給できるメーカーはほとんどない。製作コストを低減する新技術を導入することで、合理的な価格のタワー製作を実現する。
- ◆当社は、中型風車の設計・製作実績および、橋梁・鉄骨等の製作実績があり、実現可能性は高く、国内タワー供給体制を構築することで、事業継続が見込める。



# 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）

## 欧州風車メーカー仕様の日本市場への適合化を推進

### 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

- 欧州風車メーカーの標準仕様に対応できる生産方法の確立
  - 溶接に関する厳しい入熱制限  
日本よりも少ない入熱量で溶接を行う必要がある
  - 塗装に関する厳しい温湿度管理  
日本よりも厳格に温湿度管理を行い記録を残す必要がある
  - U字型開先加工機の活用  
専用機械による開先加工の標準化
  - 欧州タワーメーカー、コンサルからの技術指導  
開発技術の妥当性、欧州標準仕様への適用確認を進める上記の仕様に即した生産方法による合理的な生産体制をいち早く日本で整えることを目標とする
- FMC（FMC：Full Matrix Capture and Total Focusing Method）による自動化検査手法の提案
  - 欧州風車メーカーは手探傷を規定  
実績を積上げ、規定されている検査と比較し、信頼性を確保できれば新たな非破壊検査手法として採用される可能性につながる

### 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）
  - 欧州風車メーカーの標準仕様
    - 欧州風車メーカーの仕様書では、溶接時の入熱制限や塗装時の温湿度管理などで日本と異なる仕様が規定されている。
  - 非破壊検査の検査手法
    - 欧州風車メーカーの仕様書では検査手法にFMCによる非破壊検査の項目はない。しかし、メーカーの承認が得られれば、通常の検査手法として適用できる可能性がある。
- （これまでの自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）
  - 本開発非破壊検査システムについて、特許事務所にて日本の特許侵害はないことを確認。検査データを積み上げ、将来的には日本の実情に適した規定を提案・認定を得ることを視野に入れる。

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）

#### （1）標準化戦略

- 風車メーカーの仕様に即した生産方法の確立
- FMCによる自動化検査手法の提案
- 生産・検査データの積み上げ

#### （2）知財戦略

- FMCによる自動化検査手法の特許申請を検討



# 1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

## 橋梁・鉄骨メーカーとしての鋼構造製作ノウハウと風車メーカーのノウハウを活用

自社の強み、弱み（経営資源）

競合との比較優位性

### ターゲットに対する提供価値

- ・ タワー供給の低コスト化
- ・ 国内供給による確実性の向上
- ・ タワー輸送の合理化



### 自社の強み

- ・ 老舗の橋梁・鉄骨メーカーとして培ってきた鋼構造製作のノウハウ・技術・品質
- ・ 国内の沿岸に、橋梁や鉄骨も含めた製造拠点を有している。

### 自社の弱み及び対応

- ・ 高層ビルや橋梁といった複雑な構造の加工を高い精度で実施できる一方、コスト高の面があったが、本開発で導入する生産合理化技術により、高品質を保ったままコスト削減を実現する。

自社

技術

- ・ (現在)  
橋梁・鉄骨製造で培った鋼構造物製造技術



- ・ (将来)  
製造の合理化技術による大型風車タワー製造への参入

- ・ 欧州風車メーカーの仕様や工場認定の規程等の情報収集の迅速化を図るべく、欧州タワーメーカーやコンサルとの技術指導体制を構築

顧客基盤

- ・ 大手風車メーカーと協議中
- ・ 発電事業者から風車メーカーへの働きかけ



- ・ 発電事業者やEPC、商社等を通じて、風車メーカーとの関係性を構築

サプライチェーン

- ・ これまでの橋梁・鉄骨製造を通じて、構築済み



- ・ 購入量の増加により、より強固な関係性となる

その他経営資源

- ・ 風車メーカーとしての実績があり、風車本体自体へのノウハウあり



- ・ 認証対応についても容易
- ・ 日本市場向けカスタマイズの提案等も可能

競合タワー  
ファブリケーター  
系列

- ・ 積極的な新規技術開発には取組んでいない模様

- ・ 実績はあるが、メーカーは新規参入にもオープンな傾向

- ・ 確立済み

- ・ 大型部品に対応した生産設備や出荷設備を、ある程度保有



# 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

約3年間の研究開発の後，2026年頃の事業化，2034年頃の投資回収を想定

## 投資計画

- ✓ 本事業終了後、2026年頃の事業化を目指す。
- ✓ 事業開始時には10基を製造、生産性向上を図り2031年度には30基の製造を想定。

	2021年度	...	2024年度	2025年度	2026年度	...	2034年度
売上高					2026年に事業化、その後の投資回収を想定		
研究開発費	約45億円（本事業の支援期間）				生産性向上に向けた設備改修費を想定		
取組の段階	研究開発・実証試験			工場審査・事業化	社会実装		
CO <sub>2</sub> 削減効果	-	...	-	...	約680kトン	...	約15000kトン （合計）

# 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>AI画像処理技術の非破壊検査への適用事例はないため、本開発成果の特許化を検討する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国内向けタワー直径10m程度まで生産可能な設備を導入することで、当初想定される10MW級風車用タワーだけでなく、次段階の15MW級風車の生産を可能とする。</li><li>海に面した立地に生産設備を構えることで、大型構造物の海上への直接搬出を可能とする。</li><li>広大な敷地を有する海外タワーメーカーに対する競争力確保のため、ロボット化技術を応用するとともに、既存設備を有効活用する。</li><li>15MW級風車の生産を前提とし、工場レイアウト、生産設備の選定を実施した。（ロールベンダー、溶接システム）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>商社や発電事業者を通じて、すでに大型風車メーカーに対する提案活動を進めている。</li><li>今後、より具体的なプロジェクトに対する提案を進めていく。</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>日本国内を対象に特許調査を実施した。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>15MW級風車の生産を前提とし、工場レイアウト、生産設備の選定を実施した。（ロールベンダー、溶接システム）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>大型風車メーカーに対する情報収集活動を進め、風車メーカー3社、コンサル及びタワーメーカーとNDAを締結し、調達・要求事項について情報交換を行った。</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>特許化によりAI画像処理技術の非破壊検査への適用技術を囲い込み、クローズド戦略で海外メーカーに対する優位性を保持する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国内向けプロジェクトの生産拠点を国内に有することで、国際貿易や運輸上のトラブルを回避できるとともに、製品不具合や輸送時の破損などのトラブル対応も迅速にできる。</li><li>海外からの調達と比較して、輸送のコスト及びCO2削減について優位となる。</li><li>ロボット化による省力化で、海外メーカーでは人件費増による生産コスト増のリスクがあるが、優位性が保てる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>日本製部品を供給することで、国内調達率の達成の観点から、事業者からの要望を受けた風車メーカーがタワーメーカーを選定する際に優位となる。</li><li>これまで取引のある海外でも大型風車や洋上風車案件の情報がある。国内外の材料調達コストは流動的ではあるが、アジア等海外向け輸出の可能性も検討していく。</li></ul>

## 1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

### 国の支援に加えて、15億円規模の自己負担を予定

	2021年度	...	2024年度	...	2026年度
事業全体の資金需要	約45億円+実用化費用				2026年度から事業化を行い、まずは10基製造する。28年度には24基、31年度には30基の製造を想定している。受注状況を鑑み、更なる設備投資を検討する。
うち研究開発投資	約45億円				
国費負担※ (委託又は補助)	約30億円				
自己負担	約15億円+実用化費用				

※インセンティブが全額支払われた場合

（上記の自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響）

- 運転資金の調達枠内で対応可能であり、キャッシュフロー上の問題は生じない

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

### タワー製造コスト減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.洋上風車用タワーの高効率生産技術開発		タワー生産コスト（材料費除く）を16%削減する.	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
① 合理化溶接技術の開発		タワー溶接時間数を30%削減する.	ガウジングレス溶接の採用で不要部除去工程を省略し、同時に溶接パス数を削減することで、溶接工数の削減が可能になる.
② ブラスト・塗装ロボット施工システムの開発 （旧：溶接・塗装同時施工システムの開発）		塗装施工に要する時間数を34%削減する.	温湿度管理の要求仕様に従い溶接と塗装を分離.ブラスト(素地調整)塗装(ジンクリッチペイント)のロボット施工システムを開発することで、塗装時間の短縮になる.
③ AIを活用した非破壊検査システムの開発		非破壊検査に要する時間数を60%削減する.	AIによる画像処理技術を活用し、自動化することで、溶接欠陥や原因究明が迅速化.規定された検査員による検査の前の準備が効率化され、時間数が削減できる.

## 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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 合理化溶接技術の開発	タワー円周溶接時間を30%低減	平板での要素試験まで実施済み (TRL5→現状TRL5)	タワー量産レベルを達成する (TRL8)	<ul style="list-style-type: none"><li>各種試験施工の実施<ul style="list-style-type: none"><li>開先角度，溶接電流，溶材の試験</li><li>溶接パス数削減の試験</li><li>実物大の試験体で試験施工</li><li>高張力鋼での試験施工</li></ul></li></ul>	平板での要素試験結果から成功確率が高い 90%
2 ブラスト・塗装ロボット施工システムの開発	塗装時間を34%削減	設備の概略設計まで完了 (TRL3→現状TRL3)	タワー量産レベルを達成する (TRL8)	<ul style="list-style-type: none"><li>設備の開発により実証<ul style="list-style-type: none"><li>素地調整(ブラスト)設備を開発</li><li>下地塗装設備を開発</li><li>実物大の試験体で試験施工</li></ul></li></ul>	概略設計まで完了しており成功確率が高い 90%
3 AIを活用した非破壊検査システムの開発	非破壊検査時間を60%削減	非破壊検査の試験計測まで実施 (TRL3→現状TRL4)	タワー量産レベルを達成する (TRL8)	<ul style="list-style-type: none"><li>システムを開発し実証<ul style="list-style-type: none"><li>自動AUT技術の開発</li><li>AI自動検査システムの開発</li><li>実物大の試験体で実証試験</li></ul></li></ul>	AI画像処理技術は他分野で実績があり成功確率が高い 80%

## 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

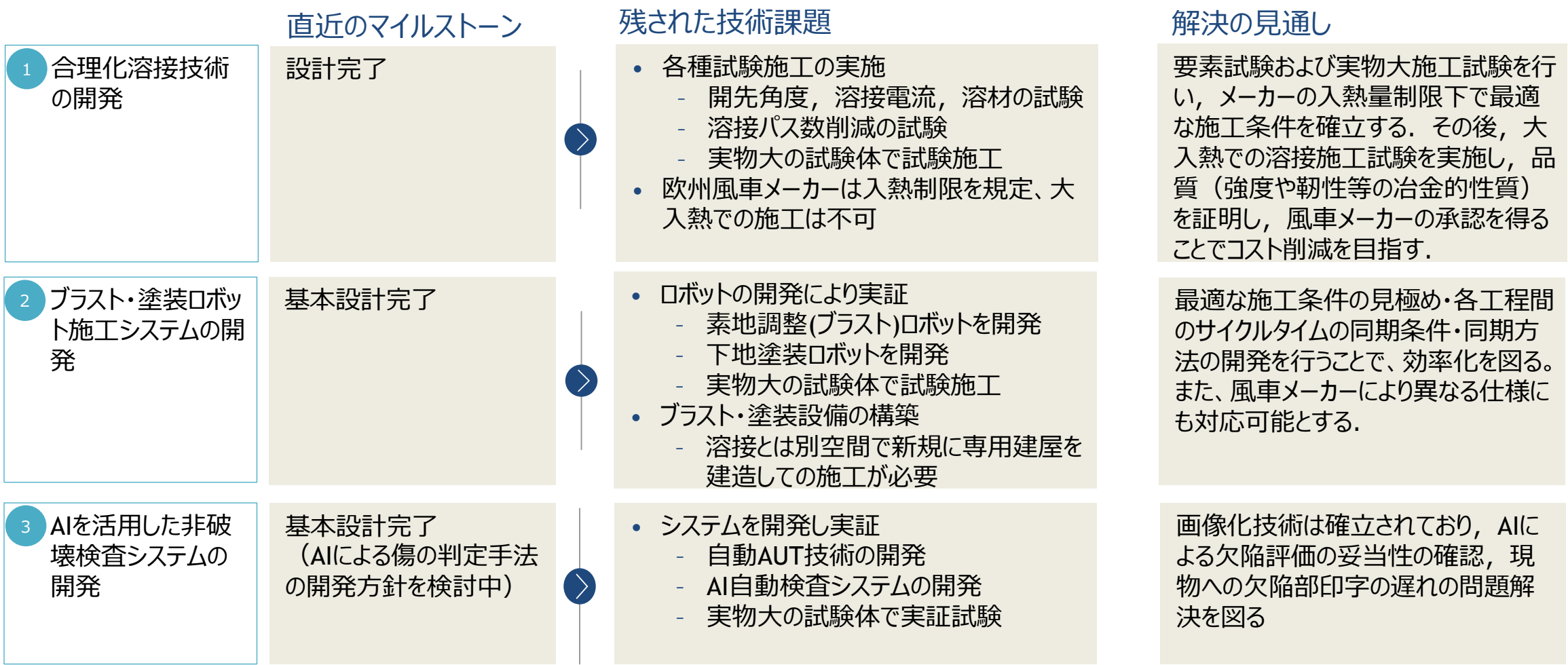
	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 合理化溶接技術の開発	設計完了	<ul style="list-style-type: none"><li>溶接施工試験の実施<ul style="list-style-type: none"><li>各種開先形状（H, V, U）にて施工試験を実施</li></ul></li><li>溶接条件の情報収集<ul style="list-style-type: none"><li>風車メーカーの仕様確認, 欧州タワーメーカー工場視察</li></ul></li><li>溶接施工システムの決定<ul style="list-style-type: none"><li>導入する溶接システムの設計を終え, 機器発注</li></ul></li></ul>	○ 主要な設備システムを検討, 選定. 欧州の技術仕様への対応を検討.
2 ブラスト・塗装ロボット施工システムの開発	基本設計完了	<ul style="list-style-type: none"><li>工場レイアウトの決定<ul style="list-style-type: none"><li>工場レイアウト（設備配置）を決定</li></ul></li><li>ブラスト・塗装設備の検討<ul style="list-style-type: none"><li>メーカー仕様ではブラスト・塗装は温湿度管理の行き届いた場所で行う必要があり, ロボット施工を行うための設備検討を行った.</li></ul></li></ul>	○ 風車メーカーの意見も取り入れ生産ラインのレイアウトを決定.
3 AIを活用した非破壊検査システムの開発	設計完了	<ul style="list-style-type: none"><li>特許調査の実施<ul style="list-style-type: none"><li>国内を対象に特許調査を行い, 問題が無いことを確認した.</li></ul></li><li>非破壊検査装置のメーカーとの情報収集<ul style="list-style-type: none"><li>溶接施工試験の試験体を使用してのデモを実施した.</li></ul></li></ul>	○ 開発に向けた諸条件の確認とデモ実施.

※各開発の要求事項となる情報を風車メーカー等とNDAを交わして入手し, 検討を実施した.



## 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



※各開発技術の妥当性等の技術指導を欧州タワーメーカー，コンサルから受ける。

## 個別の研究開発内容に対する提案の詳細に関する参考資料

i) 生産拠点および生産設備

ii) 会社としての優位性

iii) 提案技術の詳細

① 合理化溶接技術の詳細

② ブラスト・塗装ロボット施工システムの詳細

③ AIを活用した非破壊検査システムの詳細

i) 生産拠点・生産設備

生産拠点：駒井ハルテック富津工場（千葉県富津市）



使用予定設備：特殊加工棟  
面積：50m x 200m = 10,000m<sup>2</sup>

設立	橋梁加工棟	1995年9月
	鉄骨加工棟	2001年8月
工場敷地面積		150,405m <sup>2</sup>
所在地		千葉県富津市新富
橋梁及び鉄骨加工の主力生産拠点。 特殊加工棟を含めた3棟では生産能力が過大になっているため、配置を合理化することで橋梁・鉄骨はそれぞれの加工棟に集約。特殊加工棟を風車タワー専用設備に転換する。		

- ◆特殊加工棟前に専用岸壁を有し、直接海上出荷が可能。
- ◆既存設備（建屋及び工場内クレーンなどの設備）が使用可能で、設備投資費用が抑えられる。



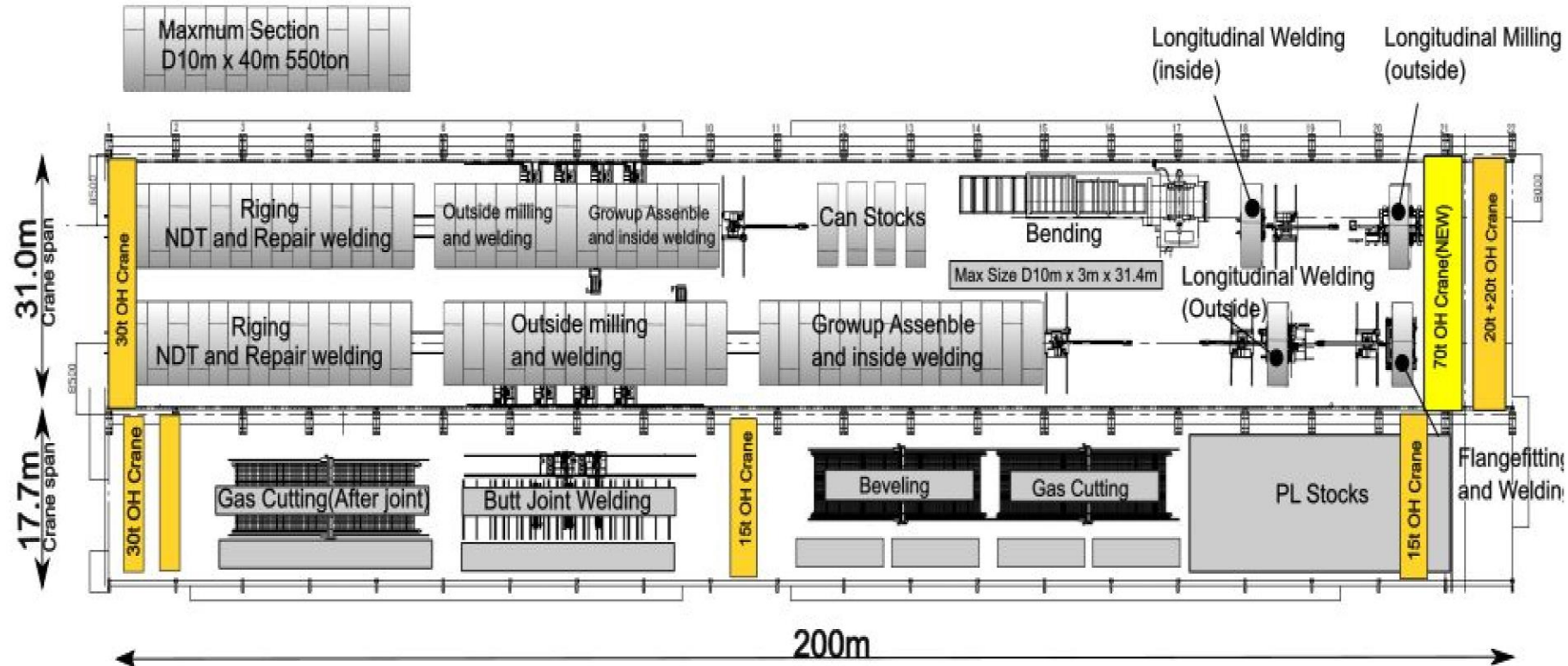


## i) 生産拠点・生産設備

### 生産設備レイアウト案

- ◆ 主要設備であるパイプベンダー（板曲げ加工機）1台，自動溶接機12台を配備
- ◆ 加えて今回の開発設備となる自動非破壊検査装置とブラスト・塗装ロボット施工システムを配備
- ◆ 15MW級風車タワーを24基年産する設備計画

<生産ラインレイアウト図>



ii) 会社としての優位性

優位性：橋梁・鉄骨メーカーとしての実績・技術・設備

橋梁・鉄骨等の鋼構造製作メーカーとして、以下のような実績を有する

◆ 鋼構造製品生産実績

2018年度	66,736ton	新東名高速道路 高森第一高架橋, 渋谷駅街区東棟 他
2019年度	50,700ton	館山自動車道 湊川橋, 渋谷スクランブルスクエア 他
2020年度	35,297ton	福岡北九州高速道路 第601工区（香椎浜）, SMBC豊洲ビル 他

◆ 鋼管構造の製造実績

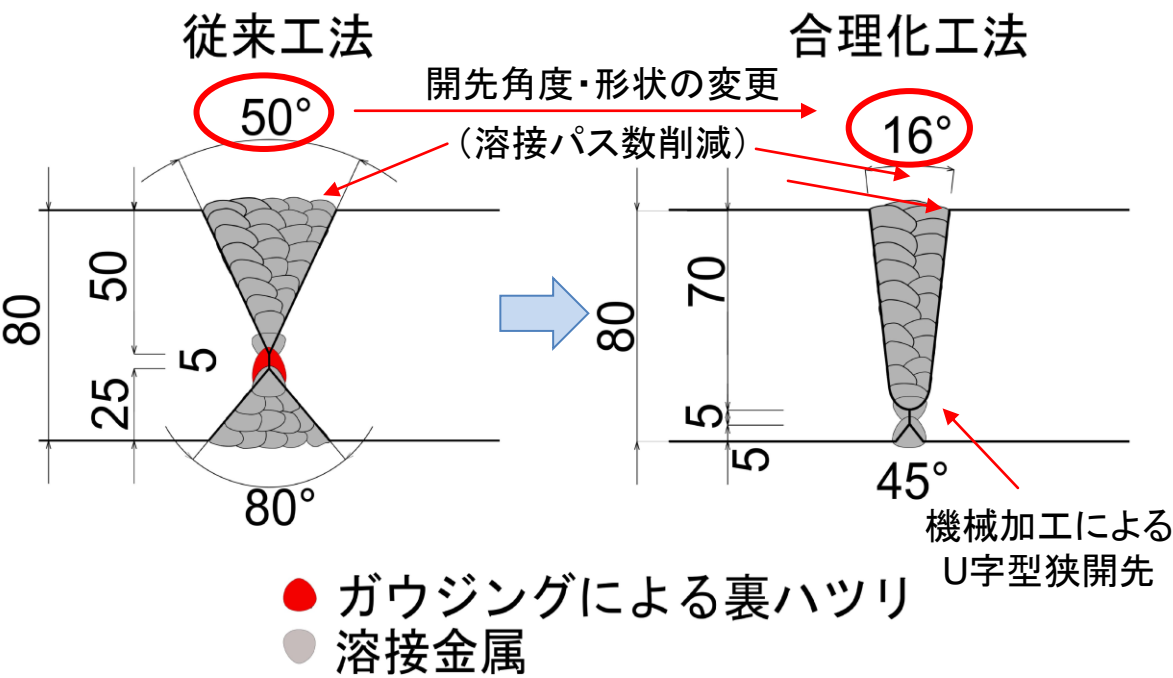
	管径	最大板厚	製作重量
東京スカイツリー	Φ2.3m	100mm	12,000ton
300kW風車タワー	Φ2.8m	22mm	30ton 複数
道路橋鋼製橋脚	Φ3.3m	40mm	340ton 他

iii) 提案技術の詳細

① 合理化溶接技術（概要）

従来、鋼板の板継溶接（完全溶け込み溶接）では、表面を溶接後反転し、裏面をガウジング（不完全溶け込み部の除去）後に裏面から溶接を行う。ガウジングレス溶接技術は、裏面のガウジングを不要とする技術であり、ガウジングの工程を省略できる。

また、風車タワーのような厚板を溶接するためには多層のサブマージーク溶接が必要だが、狭開先溶接技術を開発することで、溶接パス(溶接の層)数を削減し、同様に工程の短縮を図ることができる技術を開発する。



独自性	後開先によるルートフェイスの正確な管理と、インバーター制御による、直流／交流ハイブリット電源を用いることで、溶け込みを制御し、ガウジングを不要にするという点で通常工法と異なる独自性がある。
新規性	完全溶け込み溶接をガウジングなしで実現し、後開先加工によるU字型狭開先により溶接量を削減する工法で、日本国内においてはほとんど事例がない新規技術である。
他技術に対する優位性	ガウジングレス、後開先加工によるU字型狭開先を組み合わせることで、生産性向上と使用エネルギーの削減を同時に実現することに優位性がある。
実現可能性	90%
残された技術課題の解決の見通し	要素試験および実物大施工試験を行い、最適な施工条件（開先角度・入熱量・溶接速度等）を確立する。その際、強度および冶金的性質を確保する。

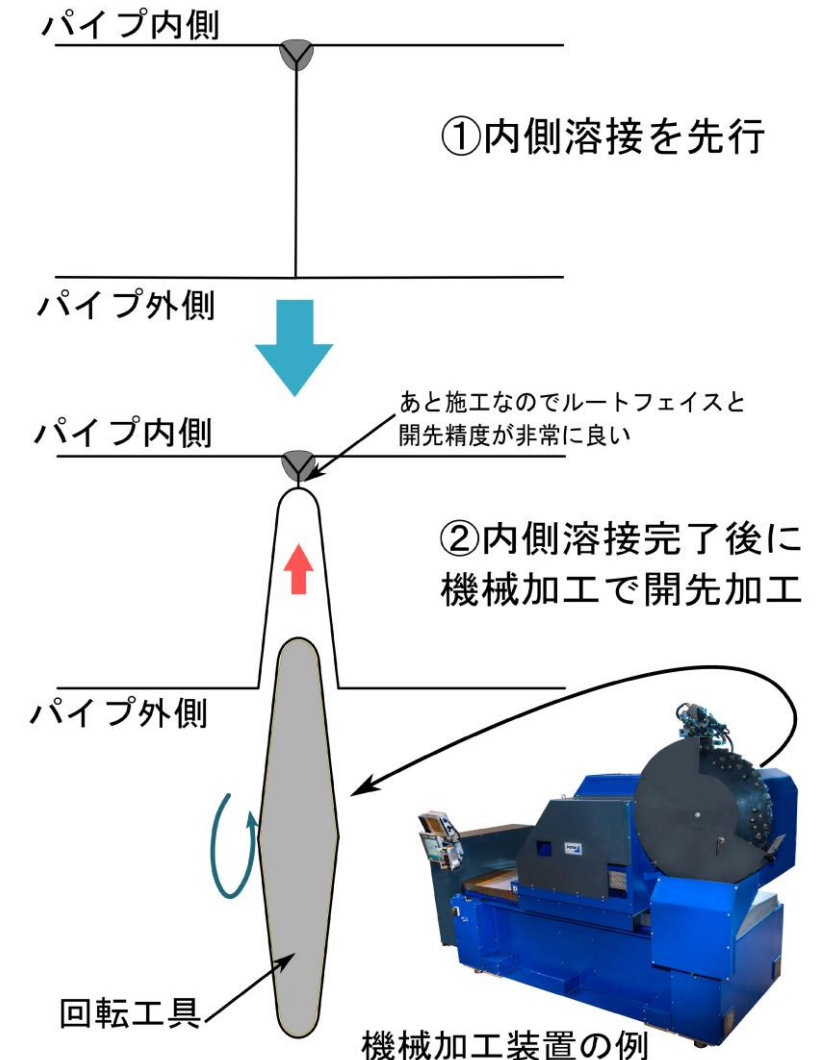
### iii) 提案技術の詳細

#### ① 合理化溶接技術（詳細1/2）

風車タワーはパイプ構造であるため、パイプを回転させながら溶接する。

通常の板材の突合せ溶接においては、板の両面の開先加工を行ない①片側の溶接をすべて完了させてから②板を反転し、③ガウジングによる不溶着部の除去を行った後に、④裏側の溶接を行うのが一般的であるが、タワーの製作においてはパイプ構造であることを利用して、板の表面（パイプの内側）のみの開先加工および溶接を先行して行い、板の裏面（パイプの外側）の開先加工を機械加工によりあと施工することが可能である。また、あと施工による開先を行うことにより、ルートフェイスを小さく・正確に管理でき、インバーター制御による、直流／交流ハイブリット電源を用いた溶け込み制御と組み合わせることで、ガウジングレスによる完全溶け込み溶接を実現できる。この独自の方法を用いることで、通常の①②③④の手順のうち②③を省略して実現できるとともに、U字型狭開先の採用により溶接パス数を大幅に削減して溶接時間が削減できる。

この技術を確認することにより、ガウジングレス・狭開先によって、生産性向上と使用エネルギーの削減を同時に実現し、低コストでエネルギー効率の高い溶接施工が可能になる。





### iii) 提案技術の詳細

#### ① 合理化溶接技術（詳細2/2）

開発工法の採用で、15MW機用タワー1溶接線当たりの溶接時間は、  
**従来工法 39.2時間（ガウジング時間含む）→ 約 12.5時間への圧縮を見込む。**  
 ガウジング省略によるタワー生産1基あたりのCO<sub>2</sub>削減量は、溶接条件から推計して、20トン／年となる。

溶接時間の推定比較

従来工法		溶接速度 (m/分)	溶接距離 (m)	時間 (H r)	備考
表溶接	1パス目	0.3	32	1.8	
	2パス目	0.3	32	1.8	
	3パス目以降	0.4	32	30.7	全23パス
ガウジング		0.3	32	1.8	
裏溶接	1パス目	0.3	32	1.8	
	2パス目以降	0.4	32	1.3	全12パス
合計				39.2	

新工法		溶接速度 (m/分)	溶接距離 (m)	時間 (H r)	備考
表溶接	1パス目	0.9	32	0.6	
	2パス目	0.9	32	0.6	
	3パス目	1.0	32	10.7	全20パス
裏溶接	1パス目	0.9	32	0.6	
合計				12.5	時間

溶接時間を39.2時間から、12.5時間に65%低減する。

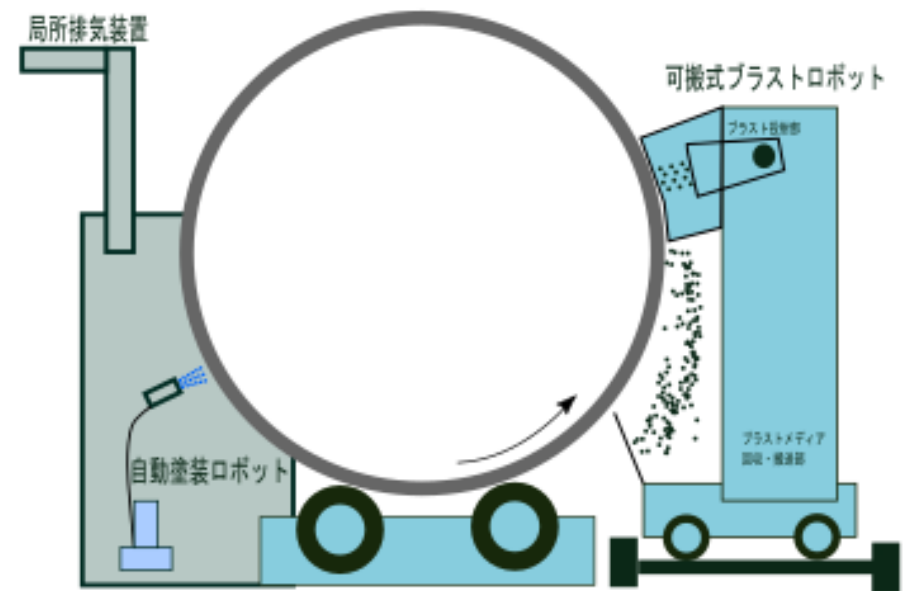
ガウジング省略によるCO<sub>2</sub>削減量の推定

	項目	数値	単位	計算式
①	ガウジング電流	600	A	
②	ガウジング電圧	40	V	
③	ガウジング量	30	m/溶接線	
④	ガウジング速度	0.3	m/分	
⑤	ガウジング作業時間	1.67	h	③÷④
⑥	1溶接線あたりのガウジング電力	40	KWh	①×②×⑤÷1000
⑦	タワー1基あたりの溶接線数	48	溶接線	
⑧	タワー1基あたりの使用電力	1920	KWh	⑥×⑦
⑨	東京電力2020年度実績	0.434	kg-CO <sub>2</sub> /kWh	
⑩	タワー1基あたりのCo <sub>2</sub> 削減量	833	kg/基	⑧×⑨
⑪	1年あたりの生産計画	24	本	
⑫	1年あたりのCO <sub>2</sub> 削減量	20	トン/年	⑩×⑪÷1000

iii) 提案技術の詳細

② ブラスト・塗装ロボット施工システム（概要）

タワーブロックのような大型部材のブラスト処理(素地調整)は、通常は専用のブースで熟練工がエア圧を利用したブラストガンを用いて施工を行うが、ターニングローラーで回転させながら可搬式のブラストロボットおよび塗装ロボットを移動させることでブラストおよび塗装の自動化を実現する。



独自性	ブラストのロボット施工はこれまで小規模な局所施工にのみ使われているが、本開発では大型のタワーブロックに施工する点で独自性が高い。
新規性	大型部材を対象にブラストおよび塗装をロボット施工する例は他では例がなく、新規性が高い。
他技術に対する優位性	主に局所ブラストに使用される技術を、大型部材に適用することで、省エネルギー・省スペースで熟練工を必要としないロボット化施工を実現することに優位性がある。
実現可能性	90%
残された技術課題の見通し	ブラスト工法による塗装前処理のプロセスは確立されており、インライン化のために必要な設備装置の開発・ブラスト最適条件の見極め・各工程間のサイクルタイムの同期条件・同期方法の開発を行う。

### iii) 提案技術の詳細

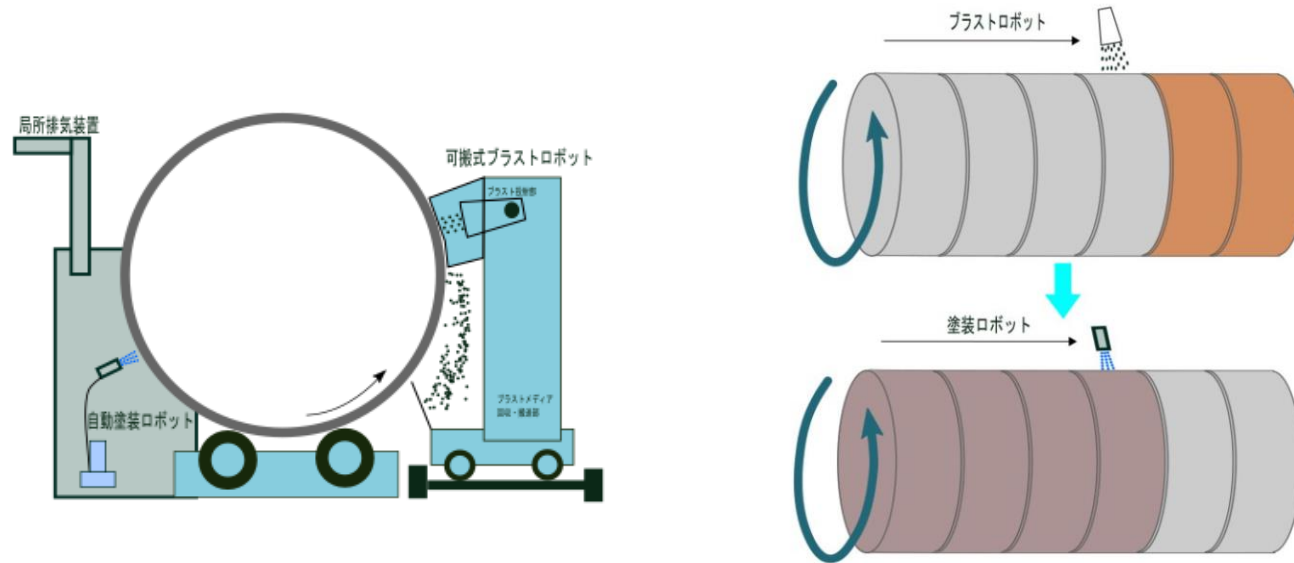
## ②ブラスト・塗装ロボット施工システム（詳細1/2）

風車タワーは鋼構造物としては大型な部材となる。通常、大型部材の塗装前の素地調整のブラストは、専用建屋であるブラストハウスに部材を搬入して、その中で熟練工がエアース式ブラスト装置を用いて、ブラスト処理を行うのが一般的である。

本システムは、主に局所的なブラストに用いられるインペー式のブラスト装置を応用したブラストロボットと、塗装ロボットを用いてタワー部材を回転させながら局所的ブラスト・塗装を行いながら移動することで、全体のブラスト処理および下地塗装を行う新しい工法で、エアース式ブラストに比べ省エネルギー・省スペースで、熟練工を必要としないロボット化施工を実現するものである。

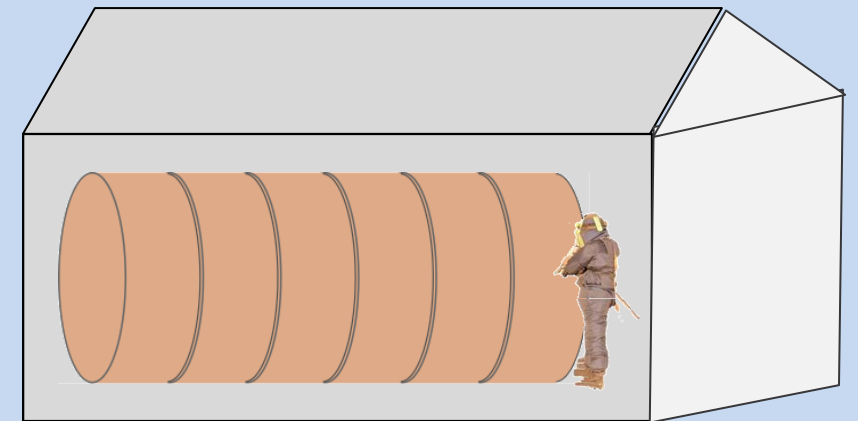
#### 開発工法：ブラスト・塗装同時ロボット施工システムのイメージ

ブラストロボットと塗装ロボットによる塗装により、省エネルギー・省スペースで熟練工が不要になる。



#### 従来工法：エアース式ブラストのイメージ

専用の作業建屋内で、全身防護した熟練工がブラストガンで施工する。



### iii) 提案技術の詳細

## ②ブラスト・塗装ロボット施工システム（詳細2/2）

本システムを適用することで、

**タワー12m長さ当たりの塗装時間を122時間から80時間に圧縮することを見込む（34%の削減）**

また、エアー式からインペラー式のブラスト装置に変えることで、年間144トンのCO<sub>2</sub>削減効果が得られる

ブラスト・下地塗装の時間比較

従来工法	想定塗装面積(m <sup>2</sup> )	能率	時間(H r)	備考
ブラスト	301	9.375m <sup>2</sup> /h r	32.1	エアー射密度25kgm <sup>2</sup> ／必要射密度160kgm <sup>2</sup> ×60分
下地塗装	301	10m <sup>2</sup> /h r	30.0	
下塗り塗装	301	10m <sup>2</sup> /h r	30.0	
上塗り塗装	301	10m <sup>2</sup> /h r	30.0	

122.1 時間

新工法	想定塗装面積(m <sup>2</sup> )	能率	時間(H r)	備考
ブラスト	301	56m <sup>2</sup> /h r	5.4	機械射密度150kgm <sup>2</sup> ／必要射密度160kgm <sup>2</sup> ×60分
下地塗装	301	20m <sup>2</sup> /h r	15.0	
下塗り塗装	301	10m <sup>2</sup> /h r	30.0	
上塗り塗装	301	10m <sup>2</sup> /h r	30.0	

80.4 時間

平均直径8m、長さ12mを8時間で処理する場合の電力比較

<加工条件>

加工面積 301m<sup>2</sup>/日 (8m\*3.14\*12m)

射密度 160kg/m<sup>2</sup> (Bグレード材 Sa2.5)

必要射出量 48,160kg/日

	項目	自動ホイールブラスト	エアー式ブラスト	計算式
①	ブラスト材投射量	150kg/台/分	25kg/min/ノズル	
②	時間当たり必要電力	15KW/h	37KW/h	
③	加工時間	5.4h	32.1h	48,160÷①÷60
④	必要電力量	81KWh	1188KWh	②×③

CO<sub>2</sub>排出量の差

電力量の差 1188KWh-81KWh=1107KWh

1107KWh×300日(計画操業日数)=332100KWh

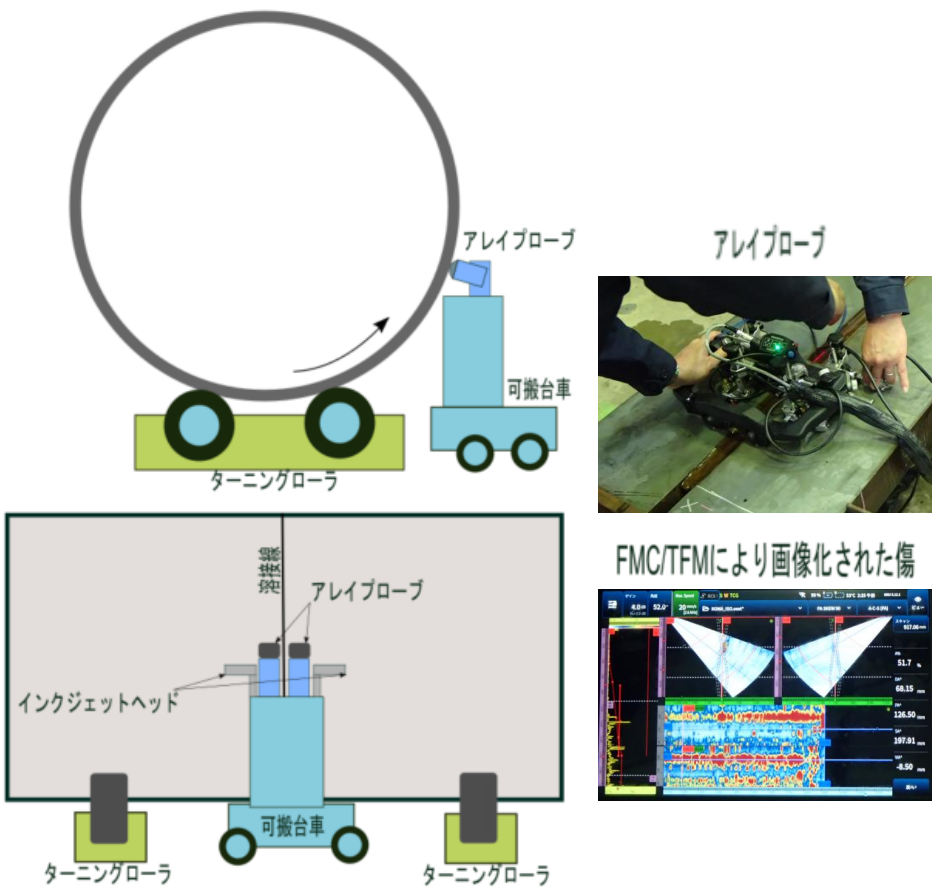
東京電力2020年度実績 0.434kg-CO<sub>2</sub>/kWh

332,100×0.434=144トン/年

iii) 提案技術の詳細

③ AIを活用した非破壊検査システム（概要）

非破壊検査は従来、検査員が各溶接部の複数個所に超音波探傷器をあてて欠陥の有無を測定する。  
本事業では非破壊検査のロボット化とAIによる検査結果の画像判定システムを組合わせたシステムを開発し、非破壊検査の自動化を実現する。



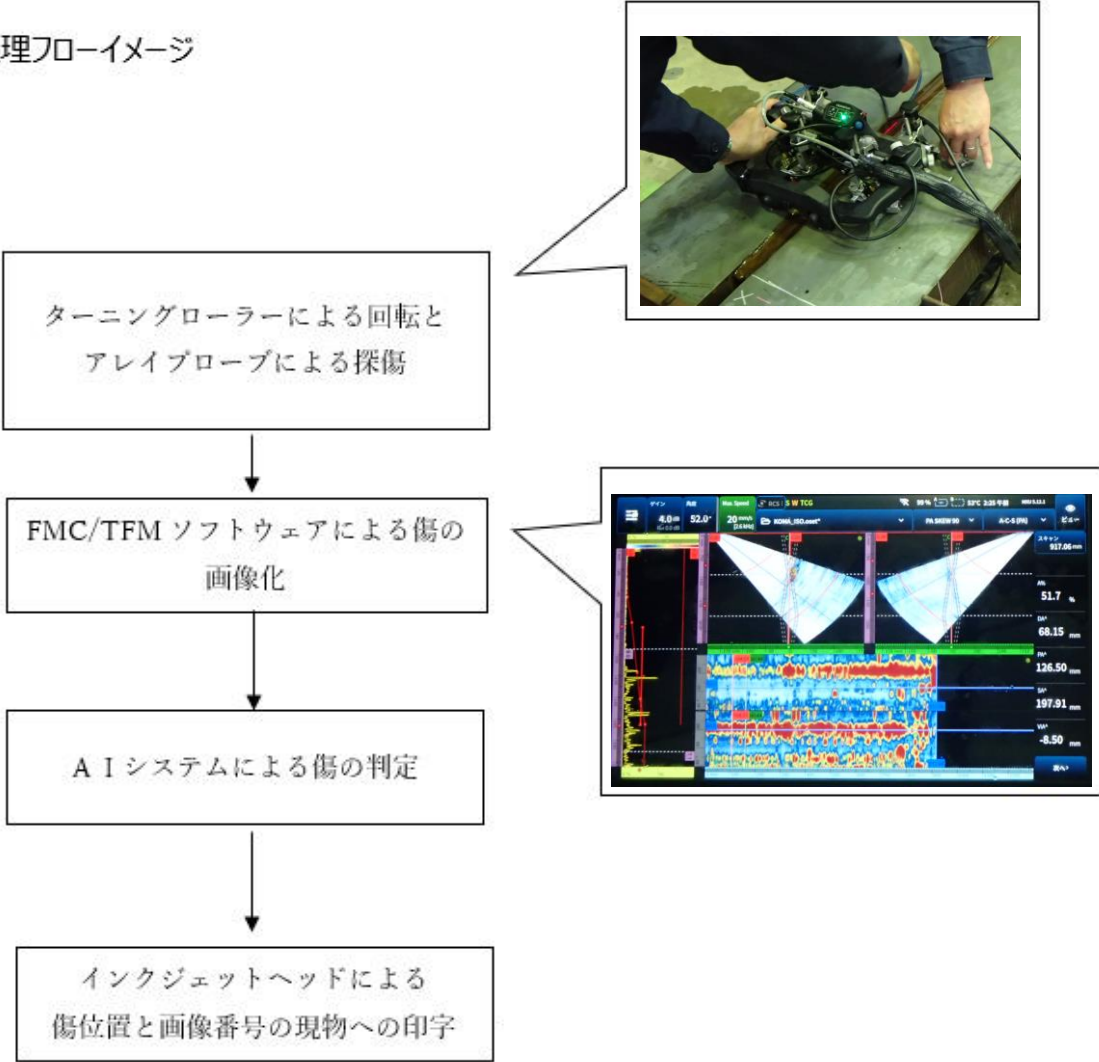
独自性	超音波探傷画像化技術とA I による画像解析はそれぞれ既存の技術であるが、両者を組み合わせて非破壊検査を自動化するシステムはまだ確立されていない。
新規性	超音波探傷による非破壊検査システムの完全自動化は他に例をみない新技術である。
他技術に対する優位性	超音波探傷の画像化技術と、A I による画像判断技術を組み合わせることで、両技術の特性に相乗効果を起こすことに優位性がある。
実現可能性	8 0 %
残された技術課題の解決の見通し	画像化技術は確立されており、A I による欠陥評価の妥当性の確認、画像処理速度・A I 処理速度と現物への欠陥部印字の遅れの問題解決



iii) 提案技術の詳細

③ AIを活用した非破壊検査システム（詳細1/1）

処理フローイメージ



アレイプローブを探触子とした超音波探傷の画像化技術（FMC/TFM：Full Matrix Capture and Total Focusing Method）によって、傷を画像化し、画像をAI判定・処理することで超音波探傷を自動化する。従来の超音波探傷と比べて、探傷結果を一旦画像化するため、欠陥の位置と形状が明確になり、データーとして欠陥の位置が連続して取得できるので、欠陥の3D画像化が可能で、欠陥の原因追及・解析にも応用が可能である。また、同様の理由から欠陥のトレーサビリティが確実に確保できるというメリットもある。

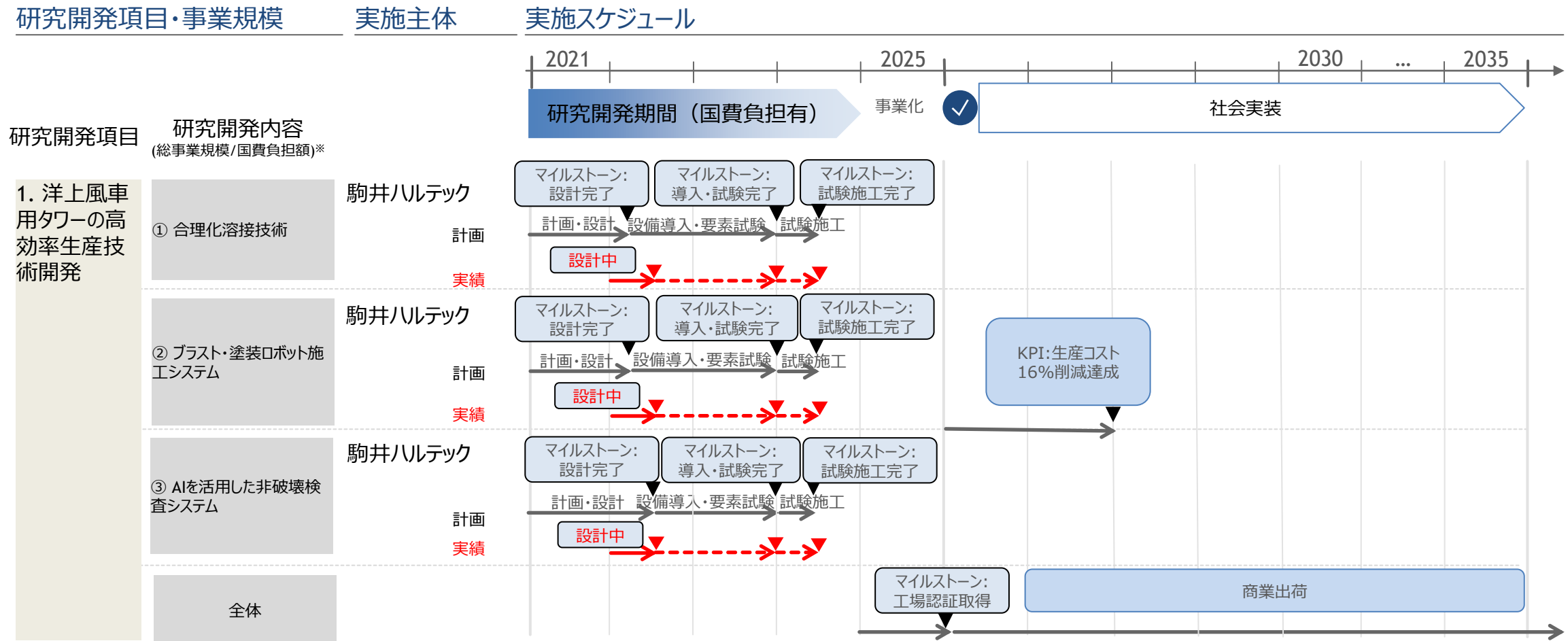
**本技術の開発・実装により、超音波探傷による非破壊検査の所要時間を16時間から5.9時間へ短縮することを見込む。（60%削減）**

平均直径 8 mの探傷を行った場合の探傷時間  
探傷距離 8 m×3.14＝25mと仮定する

工法	UT 探傷速度	探傷時間	備考
従来工法	1.5m/Hr	25m÷1.5m/Hr＝16時間	有資格者による手探傷
新工法	4.2m/Hr	25m÷4.2m/Hr＝5.9時間	新システムによる自動探傷

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



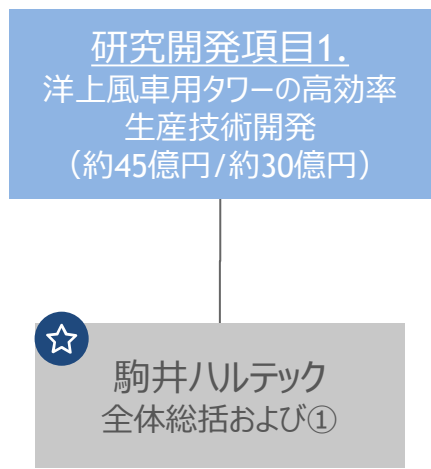
※総事業規模は、実施者の自己負担も含めた総投資額、国費負担額はNEDOからの補助金の額



## 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 は、駒井ハルテックが行う

#### 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）

- 該当なし

#### 提案者以外の他プロジェクト実施者等との連携

- 該当なし

#### 中小・ベンチャー企業の参画

- 該当なし

#### 有識者

- 横浜国立大学 勝地 弘教授に指導・助言をいただく

## 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. 洋上風車用タワーの高効率生産技術開発	1 合理化溶接技術の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>鉄骨や橋梁等の製作における厚板（～100mm）の溶接に関する実績とノウハウ</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：大型の鉄骨・橋梁部材製作実績に裏付けられた、厚板溶接に関する高い技術力を有している</li><li>リスク：競合他社も同技術を採用する可能性があるため、早期の技術確立・実装が必要</li></ul>
	2 ブラスト・塗装ロボット施工システムの開発	<ul style="list-style-type: none"><li>小型部材で素地調整（ブラスト）を行う局所ブラスト技術の実績</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：ロボット生産ラインの構築実績が豊富</li><li>リスク：広大な敷地を生かして生産コストを抑制する海外メーカーに対する価格優位性の維持が課題になるため、継続的な合理化を図る</li></ul>
	3 AIを活用した非破壊検査システムの開発	<ul style="list-style-type: none"><li>非破壊検査のロボット化技術のノウハウ</li><li>AI画像処理技術に関するノウハウ</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：他に例のない技術である</li><li>リスク：技術の流出に備え、特許取得を検討</li></ul>

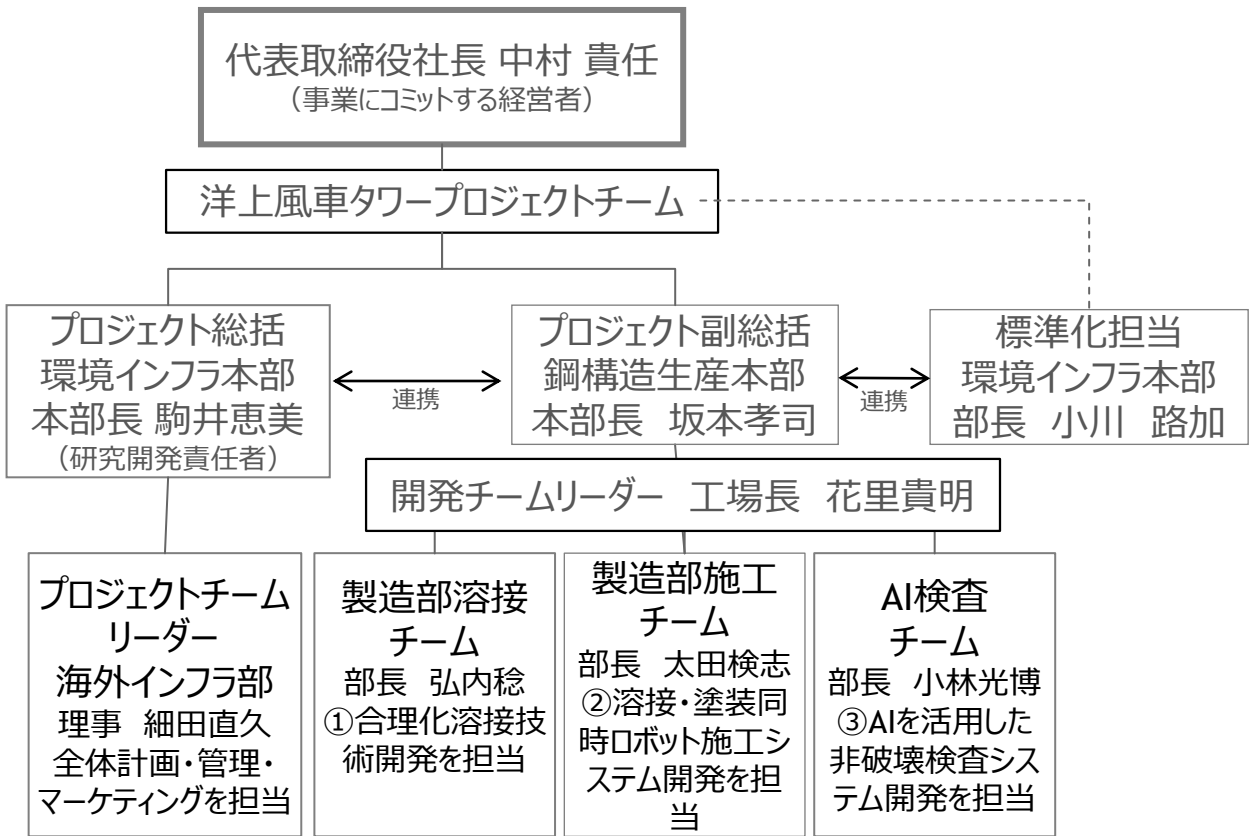
# 3. イノベーション推進体制

(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



#### 部門間の連携方法

- 社長直轄のプロジェクトチーム設置による連携強化
- 鋼構造生産本部より小規模かつ機動性の高い環境インフラ本部がリーダーシップをとることで、非線形な試行錯誤を可能にする組織を醸成し、メンバー間の連携を強化

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
  - 駒井本部長：プロジェクトチーム総括・全体管理担当  
新規事業として中型風車製造・上空式太陽光発電システム販売を立上げ、NEDO実証事業や経産省補助金調査業務、国内外電力会社・メーカー等と共同研究の実績
- プロジェクトチーム
  - 坂本本部長：プロジェクトチーム副総括・生産調整及び生産体制構築担当  
東京スカイツリー・国立競技場等鉄骨製作工場統括の実績
  - 細田理事：プロジェクトチームリーダー・全体計画・調達管理・マーケティング担当  
鋼橋構造計算及び設計、風車ブレード製造の立上げ、中型風車の許認可手続き・製造・現場まで一貫した管理経験をもつ。補助金業務のとりまとめや顧客との契約交渉の実績（専任2人，併任5人規模）
  - 花里工場長：プロジェクトチーム開発チームリーダー・開発全体及び工程管理担当  
上海設計子会社設立・運営及び東京スカイツリー・国立競技場等設計加工統括実績
  - 弘内部長：製造部溶接チーム長①合理化溶接技術開発を担当  
東京スカイツリー・パイプ構造溶接の合理化工法開発実績（専任1人，併任4人規模）
  - 太田部長：製造部施工チーム長②溶接・塗装同時ロボット施工システム開発を担当  
国立競技場屋根鉄骨(6,000t)のプロジェクトマネージャーの実績（専任1人，併任5人規模）
  - 小林部長：AI検査チーム長③AIを活用した非破壊検査システム開発を担当  
溶接技術・非破壊検査技術に関する効率化の実績（専任1人，併任6人規模）
- 標準化担当
  - 小川部長：鋼橋構造設計、300kW風車開発業務・型式認証取得業務、NEDO実証事業参画の実績

### 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車用タワーの高効率生産技術開発・実証事業への関与の方針

### 中期経営計画取組み方針

- 中期経営計画2019における取組み
  - 「持続可能な社会の実現を目指し、健全な企業の成長を図る」ことを目的とし
    1. 持続可能な社会の実現(環境負荷低減など)
    2. 継続的な成長と発展（受注と収益の確保）
    3. 信頼されるサービスの提供と技術の開発（安全、品質、技術、価格など）
    4. 働き方改革の推進（働き方の多様化、自動化、育成、安全など）
    5. コーポレートガバナンスの充実（内部統制、コンプライアンス、ISOなど）という基本方針を掲げ、社長のリーダーシップのもと、企業活動を行っている。
- 新たなガバナンス
  - 東京証券取引所新市場区分への適用への取組み  
2022年4月より適用された新市場区分においてプライム市場を選択、上場維持基準の適合に向けた計画書の作成に当たり、社長統括の下、企業価値向上にふさわしい取締役会の運営、多様な社外役員・社外監査役との定期的なディスカッションを実施、迅速な意思決定による企業運営を行っている。
- 事業のモニタリング・管理
  - 本プロジェクトチームを2021年12月に発足  
開発項目の進捗をウェブ会議の実施にて適宜実施。原価と売上見込をマイルストーンとして、動態管理を行う。

### 経営者等の評価・報酬への反映

- 本部の年度目標達成評価
  - プロジェクトチーム総括及び副総括は、各本部の年度目標に組み込み、四半期毎に工程・予算の進捗をまとめ、必要に応じ見直しを経営会議へ報告する。ISOの経営責任者である社長が評価し、役員報酬の決定に反映する。
- 管理職の人事考課への反映
  - プロジェクトチームリーダー・チーム長・メンバーは、各自の年度目標にプロジェクトでの役割を組み込み、その評価については、成果ではなく、プロセス評価の対象として、賞与の考課点に反映する

### 事業の継続性確保の取組

- 多層的な組織での取組み
  - 全社的にISOのマネジメントシステムの遵守とチェック体制が構築されており、継続的な取組みが可能になっているが、従来型の管理だけではなく、若手社員を中心としたみらいづくりプロジェクトを2020年よりスタート、ウェブ会議の活用により、コロナ禍でのコミュニケーション不足の解消と他部門の業務への理解を深めながら、若手社員に関心の高い再生可能エネルギーやSDGsへの取組みについて提言をとりまとめ、経営方針の周知と、組織全体のプロジェクト推進への機運を高めると共に、継続的取組みへとつなげる。
- 中期経営計画取組みの継承
  - 中期経営計画の進捗を中期経営計画委員会において四半期ごとに評価、取締役会において報告を行っている。経営層の交代があっても、事業方針は継続される。

### 3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

## 経営戦略の中核において洋上風車用タワーの高効率生産技術開発・実証事業を位置づけ、 広く情報発信

#### 取締役会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - 中期経営計画での持続可能な社会の実現(環境負荷低減など)への取組みを掲げ、2021年度は「スピード感を持った変革で成長軌道へ」を会社方針としている。「物事を根本から変えて新しくすること」という「変革」を掲げることで、「改革」よりも強い決意を持ち、風力発電・太陽光発電システムの提供や施工だけでなく、再生可能エネルギーの発電事業にも積極的に取り組んでいる。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
  - 中期経営計画において、環境事業部が大型風車のブレード及びタワーの供給に向けて取組みを進め、これまで浮体式洋上風車の建設用タワークレーンの計画・製造及び2 MW風車のブレード補修業務での実績を作った。2021年、更なる業務拡大に向け、環境インフラ本部の設置が取締役会において決議され、洋上風車へ取組む海外インフラ部と、再生可能エネルギー部が設置された。
  - 中期経営計画委員会における中期的取組み結果と、ISOシステムによる四半期ごとの年度方針の達成状況について動態管理を行い、翌期に向けての目標設定の妥当性をチェックする。目標の見直しが必要な場合、経営会議において経営資源の投入などが協議され、取締役会にも定期的に報告される。各部門の目標とその取組み結果については経営者がコメントを付し、部門責任者へフィードバックされる。

- 決議事項と研究開発計画の関係
  - 年度毎に設備投資と自社の研究開発予算を各本部にて予算化するが、研究開発予算はメーカーとして不可欠な先行投資であることから、自社及び共同研究において新たな研究開発予算が必要になった場合、取締役会規定の決裁金額以下であれば、社内決裁手続きのみで予算化が可能。なお、本提案プロジェクトについては、2021年11月12日の取締役会において決議済みである。事業進捗については、毎月の経営会議に報告している。

#### ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
  - ウェブサイトにおいてプロジェクトチーム設置をプレスリリースし、実証の場所をプレスリリースした。  
風車メーカーとの契約もしくは工場認証取得が確定し、公表が可能になった時点で開発の概要を開示する。実証が進んだ段階で、事業の効果、地域への貢献等発信したいと考える。
  - タワー生産を行う富津工場において、屋根置きメガソーラーの設置が完了。風力発電機の出力安定化システムについては実証中であり、生産技術の開発と同時に、再生可能エネルギー利用への取組みを広報する。
- ステークホルダーへの説明
  - 取引先及び主要金融機関へは、決算及び中期経営目標について説明を実施しており、本実証事業の計画概要とリスクへの対処について説明する。



### 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，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

- 実施体制の柔軟性の確保
  - プロジェクトチームの設置により，本部にまたがった人員を配置し，プロジェクトの進捗に応じ，社内の他部門のリソースを柔軟に配置できる。
  - プロジェクトを主に形成する環境インフラ本部と鋼構造生産本部の環境分野・鋼構造分野での外部リソースの活用も，一定の予算金額内であればプロジェクトチームで迅速に意思決定が可能である。
  - 環境インフラ本部は海外の連携候補先もあり，海外風車メーカーとの協議の進捗に応じ，幅広くリソースを導入していく。
  - 15MW規模の風車タワーの生産設備構築を計画していたが，日本仕様のタワー規模は想定を上回ることが判明した。顧客ニーズに合せ，設備設計においてはアジャイルに方針を見直し，最適な設備による技術開発を目指す。
- 人材・設備・資金の投入方針
  - （人材）  
プロジェクト管理（専任2人，併任5人規模）  
合理化溶接技術開発（専任1人，併任4人規模）  
溶接・塗装同時ロボット施工システム開発（専任1人，併任5人規模）  
AIを活用した非破壊検査システム開発（専任1人，併任6人規模）
  - （設備）  
富津工場特殊加工棟・塗装ヤード・搬出場所（約45,000㎡）にCNCペンディングロール，縦シーム溶接マニピュレーター，大組立溶接マニピュレーター等を導入し，試作・輸送・保管。

#### 専門部署の設置

- 専門部署の設置
  - 社長直轄のプロジェクトチームを設置  
機動的な意思決定と予算執行を可能とし，本部間の調整を減らすことで迅速な意思決定を行う。
  - プロジェクトの主要メンバーは民間鉄骨工事や再生可能エネルギー事業での経験を持ち，顧客の発注価格や材料価格への景気や政策による影響を踏まえた企業活動を行ってきた。予算・生産計画について，事業環境の変化を踏まえ，経営会議にて見直しの可否等チェックを行う。
- 若手人材の育成
  - 従来の土木・建築技術者に加え，電気・機械の技術者育成に取り組んできたが，更なるスキルアップを目指し，若手社員の社内ローテーション部署に本プロジェクトも加え，将来のリーダー育成につながる経験の機会とする。
  - 高専・大学・大学院生のインターンシッププログラムに開発業務を取り入れると共に，日本風力エネルギー学会の若手会員の参画の機会を設けていく。



## 4. その他

# 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

研究開発（技術）におけるリスクと対応	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
<ul style="list-style-type: none"><li>• 予期せぬ不具合や機器の故障による製造工程遅れのリスク</li></ul> <p>→ 試験施工時に設備の弱点を見極め、補強を十分に行い、可能な限りリスクを低減する。また風車メーカー工場審査、認証機関による工場認証を通じ、品質保証の手法を確立する。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 商業出荷段階に、需要家の求めるコスト水準に到達しないリスク</li></ul> <p>→ 研究開発段階から、商業出荷時のコスト予測および、マーケットの動向から予測される達成必要なコスト水準の分析を進めて目標コストを常に見直し、コスト目標を開発業務にフィードバックすることで、上記リスクを防ぐ。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 洋上風車市場のリスク</li></ul> <p>→ 洋上風車市場はまだ確立しておらず、社会受容性や浮体式の技術開発などの課題が存在する。洋上風車市場が想定よりも拡大しない場合には、陸上風車向けなどに開発技術を展開する。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 自然災害による工場設備の被災リスク</li></ul> <p>→ 保険により被災に対する金銭的な補償を確保するとともに、生産設備の分散化、代替生産設備を設置するスペースの検討などを進めておく。</p>
<div>▼</div> <ul style="list-style-type: none"><li>● 事業中止の判断基準： 事業中止の可能性が予見された場合、すみやかにその原因が、技術的な理由であるか、時間的な理由か、費用的な理由かを見極める。技術的な理由の場合は、代替技術による継続の可能性を探る。時間的および費用的な理由の場合は、時間とコストを追加投入することで解決できると考えられるが、その効果が事業の目的を達成できるか、ビジネス上の競合他社と比較して優位性を維持できるかを判断した上で、事業継続・中止の判断をする。</li></ul>		