

2024年4月時点

# 事業戦略ビジョン

プロジェクト名：超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発  
実施者名：Mipox株式会社、代表名：代表取締役社長 渡邊 淳

---

(共同実施者(委託先を除く)：株式会社オキサイド(幹事企業))

# 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（各社共通）

- (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 [Mipox]

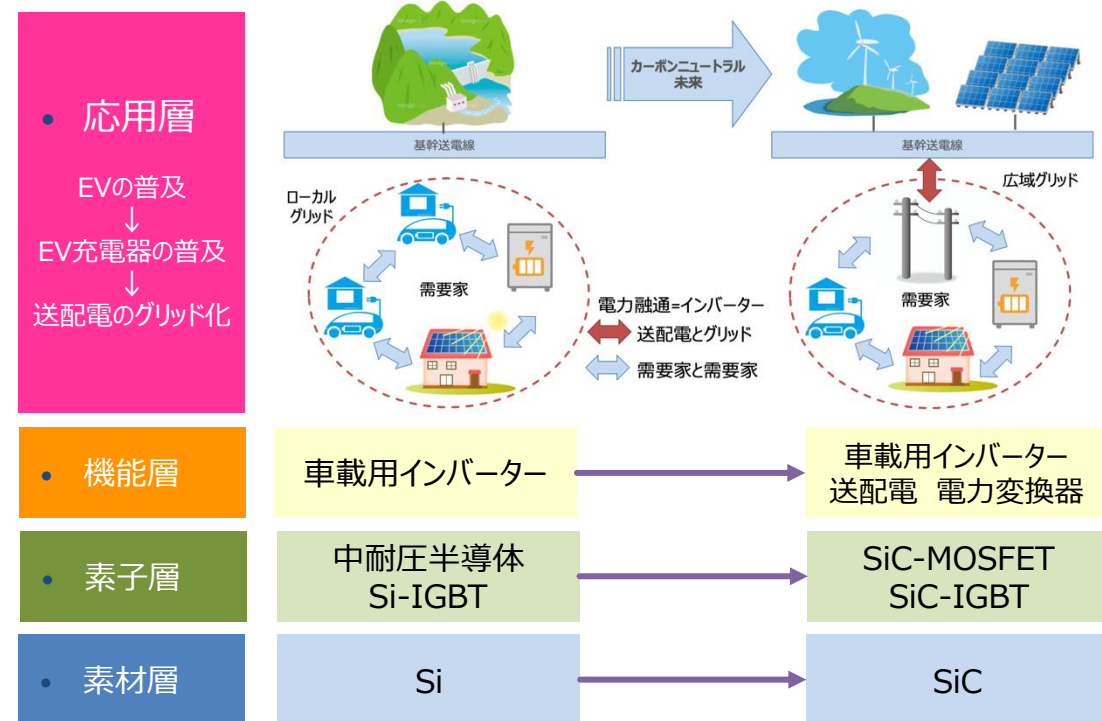
# 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

## EVの普及が電力制御用SiCデバイスの需要を加速し、カーボンニュートラルを実現する

### 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）
  - 2021年国連IPCC評価報告書にて、「人間の影響が大气、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」と断言。気候変動へ対処すべくカーボンニュートラルに向け大きく舵が切られた。
- （経済面）
  - EUは2035年にガソリン・ディーゼル車の販売禁止を発表、世界的にEV普及に向けて、車載向けモータ駆動用や充電機向けに中耐压の電力制御用の半導体需要と低コスト化の要求が急拡大する。
  - インフレによる金融引き締めと金利上昇で資本コストが上昇。政策的支援がないと装置産業である半導体業界で世界相手に勝ち抜くのはかなり厳しい状況。
- （政策面）
  - 2020年10月の菅総理所信表明に於いて、2050年までに温室効果ガスの排出を実質0にすることが宣言された。
  - 米中対立激化、ロシア／ウクライナ紛争、中東紛争⇒地政学的リスク・陣地取り、囲い込み。半導体は資源なみに戦略物資となり、安全保障のキーとなる。そのため国家・地域連合による囲い込み、規制と国家資本の投入合戦の様相。
  - ポピュリズム的ナショナリズムの復活とグリーンニューディール主義が同時に見られる可能性が高い。コロナ復興はSDGs投資で。世界で3000兆円が投入される見込み。
- （技術面）
  - EV普及と低コスト化のために、中耐压の電力制御用半導体デバイスの性能の向上、安定した供給体制、性能向上とコストの低減が進むことで、インフラ系へも電力制御用半導体デバイスが普及し送配電のスマートグリッドにより再生可能エネルギーの変動電力の課題を解決する。
  - 政策面での後押し、国家資本の投入もあり、パワー半導体はSiからSiCへの不可逆的に転換の見込み。中国勢をはじめ国家資本のバックアップにより、一気に生産量を増やしており、その結果として性能もかなり向上してきている。

### EV普及が加速するカーボンニュートラルの産業アーキテクチャ



- **市場機会**：EVとEV急速充電器の需要が拡大、同時に分散した電力貯蔵電池と送配電の間のスマートグリッド化が進むことで中高耐压デバイスの市場が急拡大し、大きく産業アーキテクチャが変わる。現状、SiCパワー半導体の需要予測に対して、ウエハは現状では超売り手市場。しかし先行する昇華法結晶成長が大規模量産による標準化、低コスト化、高品質化を達成する可能性がある。さらには中国を中心とする国家資本の投入による市場激化。今後、過当競争になるリスクがある。
- **社会・顧客・国民等に与えるインパクト**：カーボンニュートラルを実現し、気候変動の主要要因である世界の平均気温上昇を抑えることで、食料危機や自然災害を防ぐ。日本国内で十分な規模(数万枚/月レベル)で量産ないし、量産投資計画を立てているSiCウエハメーカーが存在しないため、経済安全保障・地政学的ニーズは高く、日系SiCウエハの量産供給が実現すれば顧客の調達力への貢献も大きい。

- **当該変化に対する経営ビジョン**：EV車載モータの電力制御用中耐压HVMOS向けn型SiCウエハと、13kV耐压の送電側の電力制御用IGBT向けp型SiCウエハを、名古屋大学宇治原研が開発した溶液法結晶成長技術のコアコンピタンスとして、オキサイド社の単結晶成長技術のプロセスノウハウを活かし、電力制御用半導体デバイス向けに大口径かつ低コストのSiCウエハの供給を行う。急速な市場の立ち上がり、競争激化を踏まえ、研究開発のみならずバリューチェーン全体を見据えて、量産まで想定した時のビジネスモデルや仲間作り、資金調達と投資戦略を走りながら考える必要が生じている。競争対象はもはやSiではなく先行SiCウエハメーカーと捉え、後発メーカーとして、Key Buying Factorは何かを追究し、市場参入を図る。

# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## 電力制御用の中～高耐圧半導体デバイス向けSiCウェハ市場がターゲット

### セグメント分析（中～高耐圧半導体デバイス）

耐圧	1.2kV ～ 3.3kV	6.5kV ～ 13kV
適用範囲	車載モータ・車載充電器 太陽光発電・風力発電 産業用インバーター EV用急速充電器	送配電向け 電力変換器 高速鉄道 パルス電源
既存技術	欠陥の多い昇華法SiCウェハしか市場で販売されていない	
ターゲット	低欠陥SiCウェハ	

### ターゲットの概要

デバイス	デバイス市場規模*	目標達成時期
・SiC-MOSFET	1,610.0億円 (2030年時点)	2040年
・SiC-IGBT	1,295.0億円 (2030年時点)	2040年
適用範囲	想定顧客	想定ニーズ
車載モータ 車載充電器 太陽光発電 風力発電	デバイスメーカ	小型化 低コスト化 高効率化 多段置き換え
送配電用 電力変換器	デバイスメーカ	送配電網 グリッド化

\*富士経済『2023 年版 次世代パワーデバイス&パワエレ関連機器市場の現状と将来展望』の高耐圧パワーMOSFETとIGBTの市場規模より転記。

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## 独自研磨＋検査技術を用いて電力制御用半導体向け高品質SiCウェハを提供

### 社会・顧客に対する提供価値

#### 電力制御用SiCウェハの提供

##### 1. SiC-MOSFET用 n 型ウェハの提供

大口径化（8インチ）  
低欠陥化  
↓  
既存インバーターの低コスト化  
↓  
車載モータ駆動装置の普及拡大  
産業用インバーター装置の普及拡大

##### 2. SiC-IGBT用 p 型ウェハの提供

高耐圧向けIGBT用 p 型SiCウェハの提供  
↓  
既存電力変換器の低コスト化  
↓  
高効率送配電システムの実現

### ビジネスモデルの概要と研究開発計画の関係性

#### Mipox独自の研磨＋検査技術による“品質保証SiCウェハ”という価値提供

産業 アーキテクチャ	提供製品	価値提供	開発技術	研究開発の取り組み	成果の役割
素材加工	品質保証 SiCウェハ	8インチ低欠陥低コストのウェハ加工	8インチSiCインゴット スライス・加工技術	低欠陥・低コスト 大口径（8インチ）対応	低コストで安定な 最終商品の提供
		品質保証付きSiC研 磨済ウェハ	品質保証可能な高速 全面ウェハ検査技術	大口径のウェハ向けの 光学評価装置開発 溶液法ウェハ観察	品質保証による 安心の提供



#### ビジネスモデル （需要家）

B2B  
（デバイスメーカー）



EV向け  
インバーター

再生可能エネルギー用  
インバーター

送配電  
電力変換器

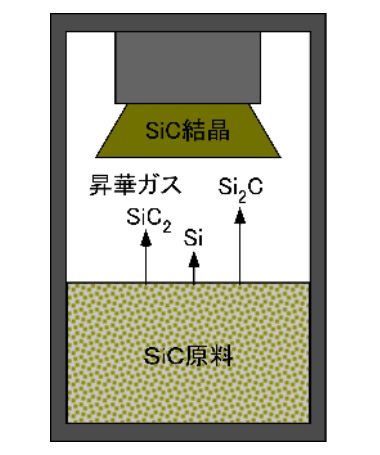
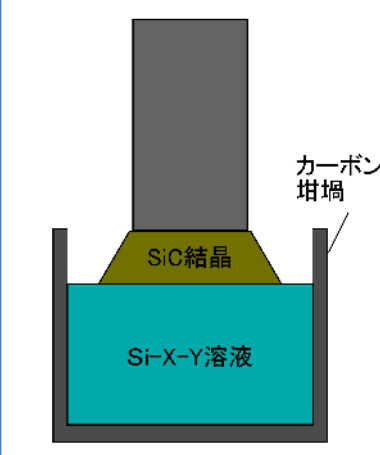
SiC-MOSFET

SiC-MOSFET

SiC-IGBT

溶液法を用いて電力制御用半導体向けSiCウェハを提供する事業を創出/拡大

SiC結晶成長法：従来法（昇華法）と溶液法の違い

SiC 結晶成長法	<b>昇華法</b>		<b>溶液法 (TSSG法)</b>	
	<p>従来の成長方法。 現在、販売されているSiCはすべてこの方法で生産されている。</p> 		<p>名古屋大学が保有するシーズ。世界で6インチのSiC結晶をこの手法で実現できているのは、名大／UJCのみ。</p> 	
結晶成長の原理	原料を高温で昇華させ、種結晶上で再結晶させる。		SiとCを溶解させて種結晶から成長させる	
結晶成長の原理	<b>結晶中に温度勾配を形成：熱歪みがある</b> (結晶成長表面からの抜熱)		<b>結晶中に温度勾配がない：熱歪みがない</b> (結晶成長表面への溶質の物質移動)	
大口径化		大口径化で熱歪みが増加	✓	熱歪みが小さいため大口径化が容易
低欠陥密度		欠陥の原因が熱歪みにある	✓	温度勾配が小さく欠陥が少ない
長尺化		閉鎖された反応槽での成長であり制限があり。また、長尺化で熱歪みが増加	✓	シリコンのように引き上げ成長であるため長尺化が容易。熱歪みの影響も小さい
成長スピード		成長スピードの向上には大きな温度勾配が必要。欠陥密度とトレードオフ	✓	成長スピードは炭素の供給律速であり、温度勾配を必要としない。



# 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）

## 市場導入(事業化)しシェアを獲得するために、ルール形成(標準化等)を検討・実施

### 標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- 本コンソーシアム内に独自のウェハ評価装置開発が含まれていることが強みであり、バルクSiCウェハおよびエピウェハの**評価手法に関する標準化**には積極的に関与していく方針。
- 現状上市されているバルクSiCウェハはすべて昇華法結晶成長を用いており、当コンソーシアムは**溶液法結晶成長**という異なる手法を用いている。そのため次の3つのシナリオを顧客デマンド、競合状況などを加味して、**適切に選択**していく方針。
  - 溶液法独自の特性を加味した**ウェハ規格の標準化**を目指す。特に溶液法で差異化できる**p型バルク結晶**は、欠陥密度・導電率・不純物濃度等の仕様についてJEITAやSiCアライアンスの場を活用して標準化を図り、昇華法基板に対して、競争優位のポジショニングを目指す。
  - デバイス特性、歩留まり、信頼性に影響するパラメータは、各デバイスメーカーと個別に規格値を仕様で握り、**クローズ戦略で競合他社の追従を防ぐ**。
  - 上記パラメータに関わる原料や製造手法等で**特許取得**を目指す。**知財保護を担保しつつオープンにして複数ソースでBCPを確保**することで顧客デバイスメーカーの調達リスクを軽減し、マーケットの拡大を図る。
- ウェハ加工は非競争領域**としてスケールを取ってコストダウンを目指し、国内バルクウェハメーカーで**共通プロセス**もしくは**共同生産体制**を構築していくことも検討。

### 国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

#### （国内外の標準化や規制の動向）

- SEMI及びJEITAに於いてSiC結晶基板に関する標準が検討されており、一部が制定公開されている。
- SiC結晶を含むマテリアルに関しては、M55にオーダーフォームを含むSiCウェハの仕様標準が規定されている。
- 現在、SiCに関する標準化Task Forceは、EVの普及を見据えて中国のグループが主導的に進めている。
- 品質に関しては、M81に欠陥の検出方法が規定されている。
- 一方、JEITAの標準には、欠陥の分類及び非破壊検査方法が標準化されている。
- パワーエレクトロニクスコンステレーション(TPEC)にて、次世代パワー半導体材料及びデバイスの研究開発と連動したウェハ～デバイス～回路・システムに至る一貫製造プロセスに対応した評価解析プラットフォーム構築に必要となる要素技術開発を推進している。

#### （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）

- デバイスメーカーおよびエピウェハメーカーと協議し、デバイス不良や歩留まり、信頼性との相関、現象解明に着手。来年度中にはそれらの結果を得て、ウェハ評価装置としてのバリューを証明する。**
- IEC規格に準拠した評価技術開発**をしている**TPECと協議**。

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）

#### オープン・標準化戦略

- SiCアライアンスでの情報収集と人脈構築。
- TPECとの協議。評価手法の共通プラットフォームへの採用を目指す。
- ウェハ加工ファウンドリー構想を構築し、国内ウェハメーカー等と協議。

#### クローズ・知財戦略

- 特許出願とブラックボックス化を適宜判断。
- デバイスメーカーとはクローズで展開。
- 評価手法は標準化し、デバイス不良、歩留まり、信頼性とウェハ欠陥との相関の具体的なパラメータはクローズで展開。



# 1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

## 3社のコアコンピタンスを活かして、高耐圧デバイス向け低コストn型SiCウェハとp型SiCウェハを提供

### 3社の強み、弱み、経営資源(コアコンピタンス)

	Mipox 公開企業	オキサイド 公開企業	名古屋大学 UJ-Crystal AIXtal・産総研 委託
強み	<ul style="list-style-type: none"><li>化合物半導体研磨、評価技術/ビジネス経験</li><li>アジャイル経営</li><li>ビジネス上の信頼に基づく広範な1-ザ情報収集網(研磨受託顧客数：80社以上)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>単結晶開発技術</li><li>単結晶量産技術</li><li>大学・研究所の技術の事業化に実績とノウハウ保有</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>20年に渡るSiC溶液法とSiCウェハの大口径化での唯一の実績</li><li>プロセス・インフォマティクス</li><li>リスクへの挑戦</li><li>実装へのインセンティブ</li></ul>
弱み	<ul style="list-style-type: none"><li>技術は暗黙知が多く、形式知化が困難</li><li>新規研究開発体制が脆弱</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>オキサイド内ではSiC単結晶は未経験</li><li>急成長中の企業のため、研究開発リソースの強化要</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>製造資源</li><li>開発原資</li><li>開発資金力</li></ul>
資源	<ul style="list-style-type: none"><li>化合物半導体ウェハの研磨ノウハウ</li><li>評価エンジニア</li><li>デバイスメーカーとの連携</li><li>国内に保有する量産研磨工場</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>半導体検査装置で市場プレゼンス大</li><li>化合物半導体単結晶の経験者は複数存在</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>アカデミアのネットワーク</li><li>結晶成長のノウハウと評価経験</li><li>全学的起業バックアップ</li><li>デバイスメーカーとの積年の協業関係</li></ul>

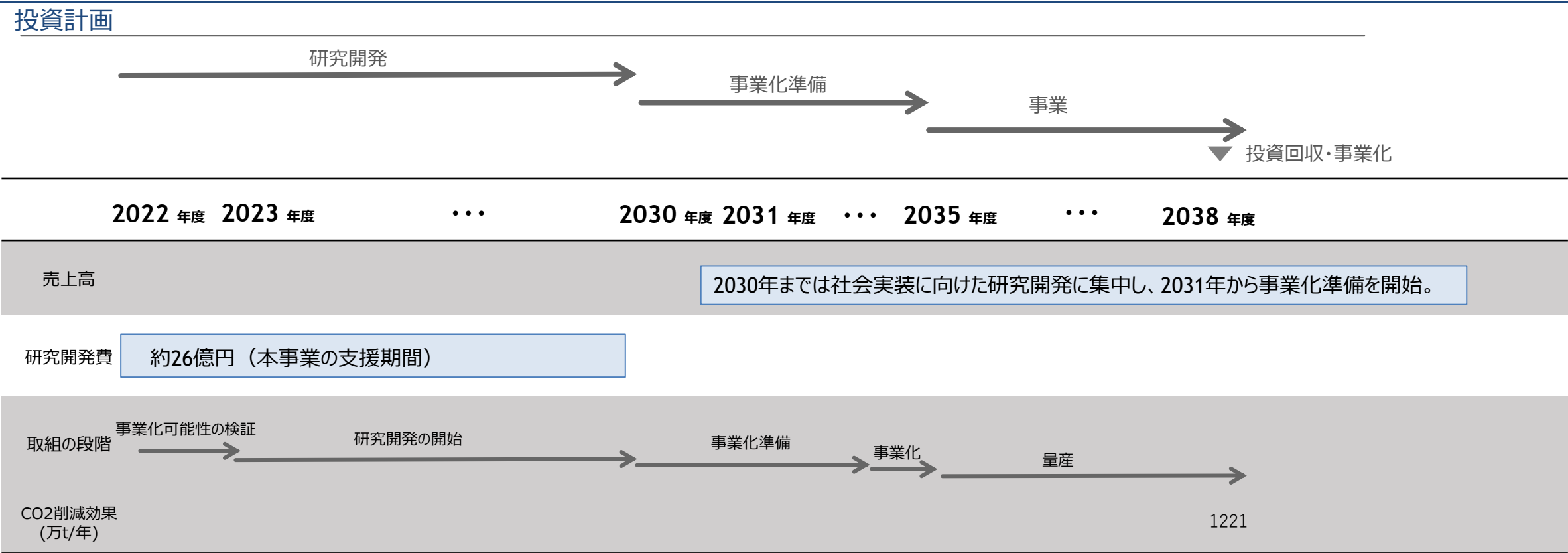
※3社の強み、弱み、経営資源を相補的に補完

### 他社に対する比較優位性

	自社 Mipox	研磨加工他社
優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>特殊材料への精密研磨加工技術</li><li>研磨材自社製造・開発（コスト）</li><li>独自のウェハ評価技術及び評価装置</li><li>加工受託会社のカテゴリでは事業規模大きく、国内有力メーカーとの取引関係あり</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>加工実績のみ</li></ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"><li>大口径8インチウェハに対応したインゴットスライス技術の開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>インゴットメーカーとの連携がない</li></ul>
戦略（1） 開発・加工	<ul style="list-style-type: none"><li>研磨剤自社製造力を活用し、本用途向けのハイレート研磨剤を開発。</li><li>コンソーシアム内でいち早く8インチインゴットの供給を受けることで加工技術を前倒し開発</li><li>プロセス・インフォマティクスの活用による加工プロセス最適化。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研磨剤開発から、量産・自社加工まで一貫する基盤がない</li></ul>
戦略（2） 検査・品質保証	<ul style="list-style-type: none"><li>品質保証ウェハ供給による差別化を高品質研磨技術に加え、自社製観察装置の開発で品質保証体制を確立することで実現</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>エッチングなどの抜き取り検査がメインで全数検査はできない</li></ul>
資源	<ul style="list-style-type: none"><li>化合物半導体ウェハの研磨加工ノウハウ</li><li>ウェハ評価装置の開発ファシリティ・能力</li><li>スタートアップAIベンチャーとの提携・活用</li><li>国内での量産研磨工場</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研磨加工ノウハウ</li></ul>

# 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像（Mipoxの数字）

## 9年間の研究開発の後、2031年頃の事業化、2038年頃の投資回収を想定



2038年度までの費用対効果※

総投資額 ≤ 総収益額

※本プロジェクトにより事業化し、売り上げた基板すべてがデバイス製品になると仮定し算出

# 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>国内有力デバイスメーカーとの協業により、デバイス要求事項を確認し、加工品質や光学観察による品質のフィードバックなどを通していち早く改良改善を図る。</li><li>Mipoxのウェハ加工技術経験値に、AIxtalのプロセス・インフォマティクス技術を加え、プロセス最適化を加速し、低コスト化を図る。</li><li>光学観察による結晶品質評価結果については結晶成長プロセスに必要とされる情報を迅速にフィードバックし、ウェハの品質保証を可能にする。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>プロセス・インフォマティクスの導入による装置の最適化と、当社内に蓄積された化合物半導体加工技術を組み合わせ設計した量産設備の導入を図る。</li><li>国内での量産により、ノウハウの流出を防ぐ。このため、大規模量産に対応する工場用地を栃木県鹿沼市に確保(2022年4月予定)。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国内有力デバイスメーカーとの協業で、いち早く認証を得るとともに、これら国内デバイスメーカーに対して優先的にウェハを供給。</li><li>品質保証済のウェハ提供により、顧客のデバイス歩留まり向上への安心感を醸成。</li><li>企業ブランド確立による高収益化を図るため、難削材の受託加工企業としての実績をアピールしていくが、当面の受託は国内メーカー優先とする。</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>パイロットラインでの検証開始。</li><li>工程削減プロセスでの流動試験、AIxtalによるSiCむけシミュレーションチューニングを実施中。</li><li>原理検証機での観察試験の検証とフィードバック。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>主要設備は導入済み。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SiCアライアンスにて情報収集と人脈形成。</li><li>SiCウェハ加工ファウンドリー構想を着想し、協業候補企業と協議。</li><li>欠陥検査に関する論文、学会発表とデバイス欠陥との相関に関する検討をデバイスメーカーと実施中。</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>パワーデバイス開発の国際優位性をもつデバイスメーカーとの協業により、国外競合に対し、開発の時間的な優位性を確保できる。</li><li>自社で一貫した研磨加工～光学観察によるウェハの全数評価により、他社にはできないウェハの品質保証が可能。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mipoxが得意とする研磨技術は暗黙知の固まりであり、海外への安易な技術移転には大きな障壁となる。</li><li>研磨加工に対する装置設計、評価装置設計、量産プロセスまで一貫して対応可能。</li><li>国内デバイスメーカーとの協業が可能な立地条件により、デバイスまでの開発を一貫して行うことが可能。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>顧客となるデバイスメーカーが国内に複数存在していることは極めて優位。</li><li>研磨加工から品質保証まで一貫してサービス可能な企業は国内外に存在せず、ウェハビジネスにおいて大いに存在感を発揮する。</li></ul>

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画（Mipoxの数字）

国の支援に加えて、約3億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

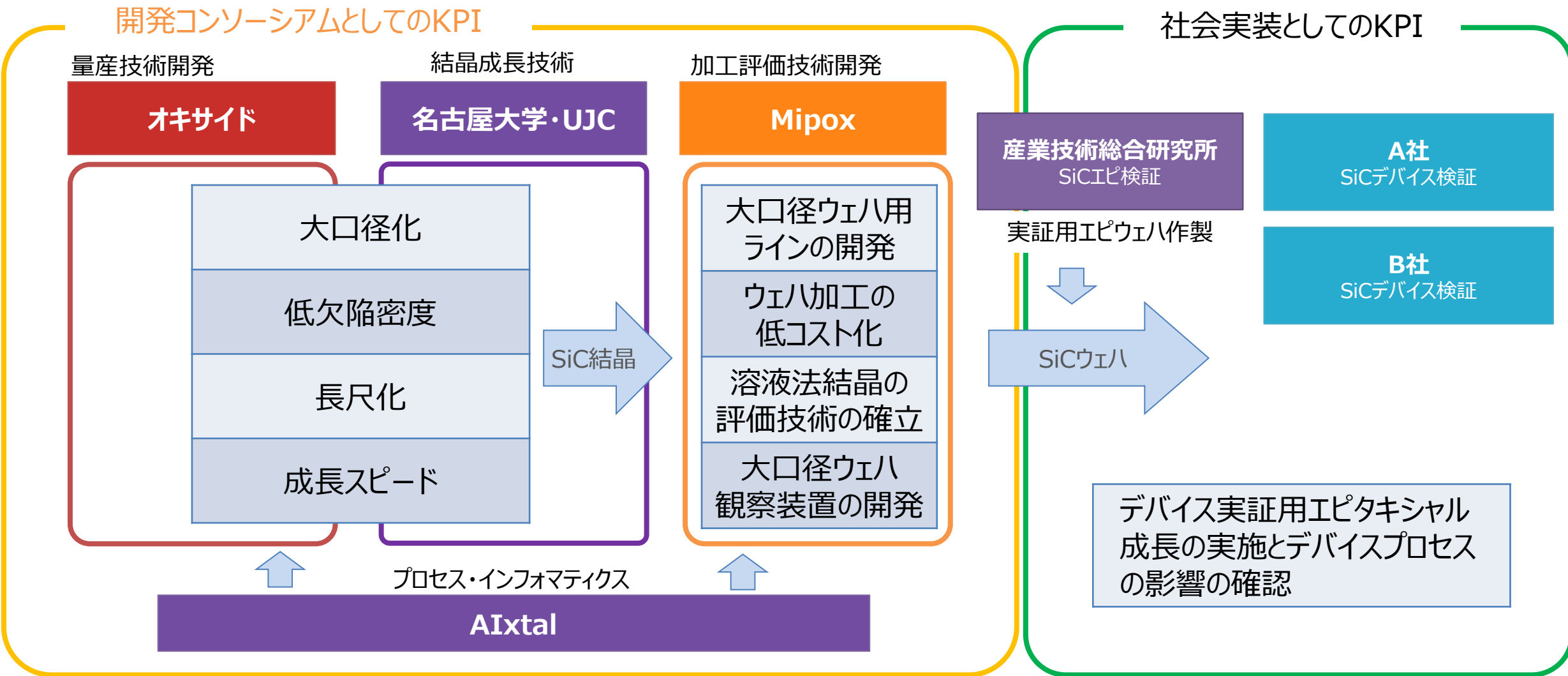
	2022 年度	・・・	2031 年度以降
事業全体の資金需要	約26億円	電力制御用半導体向けSiC基板を提供する事業	
うち研究開発投資	約26億円		
国費負担（委託及び補助）※	約23億円		
自己負担	約3億円		

※インセンティブが全額支払われた場合

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標 / 参考資料

### 超高品質SiCウェハの社会実装というアウトプット目標を達成するために必要なKPIの考え方



## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# 超高品質SiCウェハの社会実装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

### 研究開発内容

1. 溶液成長法による超高品質SiCウェハの開発

### アウトプット目標

SiCパワーデバイスの本格普及実現のために必須である低コスト・低欠陥密度・8インチ径のSiCウェハの社会実装

研究開発項目	KPI	KPI設定の考え方
1 大口径化	8インチ結晶による事業化	SiCウェハの8インチ化
2 低欠陥密度化	TSD密度 現状の約1/3 BPD密度 現状の約1/10 多形混入率 現状の約1/3	現状のSiCウェハより一桁以上低欠陥密度化
3 長尺化	インゴット高さ： 現状の7倍	コスト競争力のあるSiCチップコストを実現可能な長尺化
4 成長スピード	成長速度： 現状の4倍	コスト競争力のあるSiCチップコストを実現可能な成長スピードの実現



## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# 超高品質SiCウェハの社会実装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

### 研究開発内容

1．溶液成長法による超高品質SiCウェハの開発

### 研究開発項目

- 5 デバイス実証用エピタキシャル成長の実施とデバイスプロセスの影響の確認

### アウトプット目標

SiCパワーデバイスの本格普及実現のために必須である低コスト・低欠陥密度・8インチ径のSiCウェハの社会実装

### KPI

溶液法ウェハ上にエピタキシャル膜および酸化膜形成において、昇華法と同等の成長膜および酸化膜が形成されることを確認。

### KPI設定の考え方

昇華法と同等の成長膜およびデバイスが形成できることを確認

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# 超高品質SiCウェハの社会実装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

研究開発内容		アウトプット目標	
2. SiCウェハの加工・評価		大口径8インチSiCに対応した、インゴット～ウェハ化、品質保証まで一貫した製造プロセスを完成させ、低コスト・低欠陥密度を満足させたウェハを安定供給し、社会実装する。	
研究開発項目		KPI	KPI設定の考え方
1 大口径ウェハ用ラインの開発		・8インチSiCウェハ製造ライン処理量 量産レベル	8インチ対応の製造ラインを完成させる。
2 ウェハ加工の工程数の削減		・ウェハ加工TTLコストの低減 2021年試算時比 65%（35%低減）	切断工程を中心に改善を行い、後工程の負荷軽減を図り、既存工法より工程を減らす。
3 溶液法結晶の評価技術の確立		・溶液法結晶透過観察の光学系仕様決定 ・溶液法結晶向け位相演算処理方法確立 ウェハ全数観察可能なレベルに最適化	溶液法結晶の観察を可能にするため、光学系の改良と共に、新規の位相演算処理を開発する。
4 大口径ウェハ観察装置の開発		・8インチステージの実装、オートステージ制御 ・8インチ対応観察装置製作、観察結果の出力確認	8インチ化・多数枚の高速観察に向けた開発

## 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

研究開発項目.1	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率) 成長条件制御による口径拡大実績 (100%)
1 大口径化	8インチ結晶による事業化	8インチ (現状TRL4)	8インチ (TRL7)	TRLレベル向上のため、世界初の溶液法8インチ炉を導入し、要素技術検討専用炉として活用中。運用成果を元に23年度末に約10台の量産検討用8インチ炉の導入を計画。	
2 低欠陥密度化	TSD密度 現状の約1/3 BPD密度 現状の約1/10 多形混入率 現状の約1/3	TSD密度 1 BPD密度 1 @小片サンプル (現状TRL3) 多形混入率 1	TSD密度 現状の約1/3 BPD密度 現状の約1/10 多形混入率 現状の約1/3 @8インチ (TRL7)	・欠陥変換現象活用 - 表面ステップ制御 - 溶液流れ制御 - 温度分布制御 ・多形抑制 ・溶媒探索 ・表面ステップ制御	欠陥変換原理解明済み 溶液流れ制御技術構築済み (100%)
3 長尺化	インゴット高さ： 現状の7倍	インゴット高さ 1 (現状TRL4)	インゴット高さ 現状の7倍 (TRL7)	・長時間成長時の安定性向上 - 長尺化に対応した坩堝構造の検討 - プロセス・インフォマティクス適用 - シミュレーション精度向上	プロセス・インフォマティクスを活用した、時間変化に対する最適化 (85%)
4 成長スピード	成長速度： 現状の4倍	成長速度 1 (現状TRL3)	成長速度 現状の4倍 (TRL7)	・溶液炭素溶解度向上 - 溶媒探索 ・種結晶界面過飽和度制御 - プロセス・インフォマティクス適用 - シミュレーション精度向上	溶媒による炭素溶解度向上 (80%)

## 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

研究開発項目.1	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
5 デバイス実証 用エピタキシャル成長の実施 とデバイスプロセスの影響の確認	溶液法ウェハ上にエピタキシャル膜および酸化膜形成において、昇華法と同等の成長膜および酸化膜が形成されることを確認。	MOSキャパシタで影響の無いことを確認 (現状TRL3)	本研究開発の開発品で影響の無いことを確認 (TRL7)	計画当初は、3インチ程度のウェハを用いて、産総研においてエピ層の成長実験を行う。同時に、8インチ対応のエピタキシャル装置、熱処理装置を導入し、最終的には、デバイスメーカーと共同で実証する。	小片ウェハにて酸化膜評価の実績あり (100%)

## 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

研究開発項目.2	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 大口径ウェハ用ラインの開発	・8インチSiCウェハ製造ライン処理量  量産レベル	試作レベル (現状TRL3)	量産レベル (TRL7)	・加工装置のカスタマイズ - 大口径SiCウェハ専用仕様 - 加工条件最適化、DoE	社内で加工装置の開発実績がある (100%)
2 ウェハ加工の工程数の削減	・ウェハ加工TTLコストの低減 2021年試算時比 65% (35%低減)	主要加工工程数 (100%) (現状TRL3)	主要加工工程数 65% (35%低減) (TRL7)	・切断工程を中心とする前工程の加工精度向上、切断条件のプロセス・インフォマティクスによる最適化 ・CMP用スラリー、エッジ処理加工用を主とした自社製研磨材の開発。高レートかつ低コストを両立した研磨材の実現	社内で研磨剤の開発は継続的に行っており、開発基盤がある (80%)
3 溶液法結晶の評価技術の確立	・溶液法結晶透過観察の光学系仕様決定 ・溶液法結晶向け位相演算処理方法確立 ウェハ全数観察可能なレベルに最適化	n型昇華法結晶向け観察手法は確立 (現状TRL3)	完成 (TRL7)	・観察プロセスの検討 - 溶液法結晶用位相演算処理の開発 - 最適な光学系の検討・調整（光源光量・レンズ等）	これまでも波長の異なる観察装置の開発実績があり、知見を応用できる (80%)
4 大口径ウェハ観察装置の開発	・8インチステージの実装、オートステージ制御 ・8インチ対応観察装置製作、観察結果の確認	存在しない (現状TRL4)	完成 (TRL7)	・装置開発 - 大型高精度ステージ制御技術の開発 - 8インチ観察画像タイリング技術の開発	6インチまでの開発実績と並行処理の導入で実現予定 (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

#### 研究開発項目.1

研究開発内容	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 大口径化技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>溶液流れや溶液温度分布等の最適化</li><li>8インチ結晶の成長実験</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>溶液の温度や流れ分布を予測する機械学習モデルを作成し、この最適化により8インチ結晶で6インチ結晶成長条件に類似した温度・流れ分布を実現する実験条件を得た。</li><li>これらの結果を基に、モザイク状の8インチ種結晶を用いたSiC結晶成長実験を行い、8インチの大口径結晶を得ることができた。</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし
2 低欠陥密度化技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>インクルージョンの形成メカニズム解明</li><li>ステップバンチング制御とインクルージョン抑制</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>結晶表面のステップ形状と成長条件の関係性を解析し、溶媒インクルージョンの形成メカニズムを明らかにした。</li><li>ステップバンチングを制御し溶媒インクルージョンの混入を抑制することでSiC結晶中の欠陥密度を低減することに成功した。</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし
3 長尺化技術	<ul style="list-style-type: none"><li>雑晶形成や局所溶解の最適化</li><li>長時間成長</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>機械学習技術を用いて、雑晶形成や局所溶解が少なかった分布に近づける最適化を行うと共に、坩堝溶解箇所をシミュレーションにより確認した。</li><li>その結果、長時間成長が可能となり、目標値以上の高さの結晶を得た</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし

## 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

#### 研究開発項目.1

研究開発内容		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
4	高速成長技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>成長速度パラメータの決定</li><li>結晶成長実験</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>速度定数を温度の関数として実験とシミュレーションの成長速度の合わせこみを実施、各成長パラメータ相互の相関関係を解析し高速成長を実現する成長パラメータを決定した。</li><li>上記パラメータを調整することで、実際の結晶成長実験において目標を上回る成長速度を得た。</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし
5	デバイス実証	<ul style="list-style-type: none"><li>MOSキャパシター作成とC-Vカーブ測定</li><li>ウエハ中のCrの影響評価</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>溶液成長ウエハ上に成長させたエピ層に対して熱酸化を行い、MOSキャパシターを作製、そのC-Vカーブから熱酸化膜に対するSiCウエハ中のCrの影響について評価を行った。</li><li>得られたC-Vカーブは市販のSiCの場合とに大きな違いはなく、SiCの熱酸化膜に対する溶液成長ウエハ中のCrの影響は極めて少ないと言える結果を得た。</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし



## 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

研究開発項目.2			
研究開発内容	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 大口径ウェハ用ラインの開発	<ul style="list-style-type: none"><li>仕様確定</li><li>テスト加工</li><li>パイロットライン完成</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>加工ラインに必要な各装置の仕様をすべて確定。仕様通りの動作確認が必要な加工装置15機種全ての装置にてテスト加工を実施し動作確認完了。</li><li>8インチSiCウェハ加工ラインの専用エリアの工事完了。</li><li>専用エリアに工程フローに準じた装置を設置し、パイロットライン完成。</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし
2 ウェハ加工の工程数の削減	<ul style="list-style-type: none"><li>先行プロセス検証</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>これまでの知見をもと工程削減試験を2通り実施。これらの結果より、工程を集約させることができる可能性を示唆する結果を得られた。</li><li>加工シミュレーションにてSiCの実験データを用いチューニングを実施</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし
3 溶液法結晶の評価技術の確立	<ul style="list-style-type: none"><li>装置設計完了</li><li>予備観察結果出力</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>原理検証機完成とそれによる観察条件検討、そのフィードバック。</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし
4 大口径ウェハ観察装置の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>装置設計完了</li><li>ステージ動作確認</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>原理検証機完成とそれによる観察条件検討、そのフィードバック。</li></ul>	○ (理由)計画から遅延なし

## 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

#### 研究開発項目.1

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 大口径化技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>結晶成長条件の最適化</li><li>量産化に向けた課題を抽出</li><li>8インチバルク結晶の量産技術を確立</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>プロセスインフォマティクスによる結晶成長条件の最適化</li><li>8インチバルク結晶の育成が可能であることを実証するとともに、量産化に向けた課題を抽出</li><li>抽出した課題の解決に取り組み、溶液法による8インチバルク結晶の量産技術を確立</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる</li></ul>
2 低欠陥密度化技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>結晶成長表面のステップ構造の時間変化を予測</li><li>TSD、BPD低減</li><li>溶媒インクルージョンの低減</li><li>多形混入率低減</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>表面モフォロジーとステップバンチングの時間変化を計算できるシミュレーションの開発</li><li>TSD、BPDの起因となる溶媒インクルージョンの低減</li><li>X線CTを活用し、溶媒インクルージョンの効率的な低減</li><li>表面モフォロジー制御を活用することで、多形混入率の低減</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる</li></ul>
3 長尺化技術	<ul style="list-style-type: none"><li>長時間成長における溶液流れや溶液内温度分布等の最適化</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>長時間成長においても、溶液流れや溶液内温度分布等の最適な結晶成長条件で成長させる技術を構築</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる</li></ul>

## 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

#### 研究開発項目.1

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
4 高速成長技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>高速成長を実現する成長パラメータを確立する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>8インチ（200mm）SiCウェハにおいて、低欠陥を保持し且つコスト低減の実現を目的に、成長速度の高速化推進</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる</li></ul>
5 デバイス実証	<ul style="list-style-type: none"><li>エピ形成</li><li>MOSFETの評価</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>昇華法によるウェハと同等品質のエピ層と酸化膜が形成できていることを確認</li><li>MOSFETの評価計画を3年前倒し、6インチ溶液法ウェハ上にエピ膜およびSBD/MOSFETを形成し、昇華法と同等以上の成長膜およびデバイスが形成できることを確認</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる</li><li>MOSFETの評価計画を3年前倒し</li></ul>

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

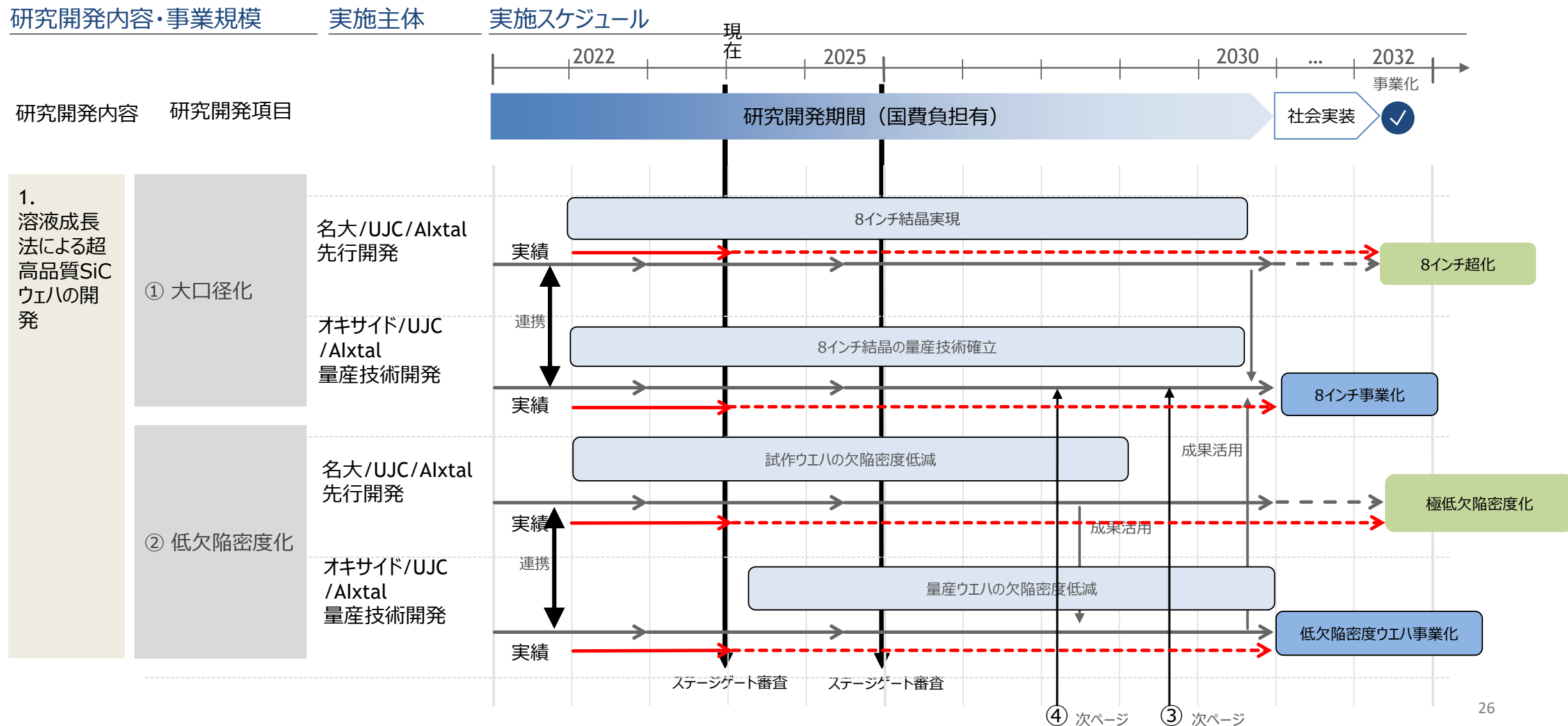
### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

#### 研究開発項目.2

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 大口径ウェハ用ラインの開発	<ul style="list-style-type: none"><li>装置の立上げ</li><li>加工条件の最適化</li><li>8インチパイロットラインの完成</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>昇華法6インチSiC結晶を用いた加工試験を実施</li><li>機械学習モデルを構築し、加工条件の最適化を行う</li><li>既存SiCメーカーの加工試験検討。</li><li>溶液法が出来しだい、溶液法でのテストを開始する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる。</li></ul>
2 ウェハ加工の工程数の削減	<ul style="list-style-type: none"><li>加工試験</li><li>8インチウェハコスト5%低減</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>カスケード最適化アルゴリズムを構築し、プロセス全体の最適化を実施</li><li>実際の加工評価による工程最適化と工数削減。</li><li>外部最新技法・技術の評価</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる。検証開始。</li></ul>
3 溶液法結晶の評価技術の確立	<ul style="list-style-type: none"><li>原理検証機製作完了</li><li>予備観察結果出力</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>実際の加工ラインに適切な装置構成の検討。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる</li></ul>
4 大口径ウェハ観察装置の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>原理検証機製作完了</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>実際の加工ラインに適切な装置構成の検討。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>順調に進んでいる</li></ul>

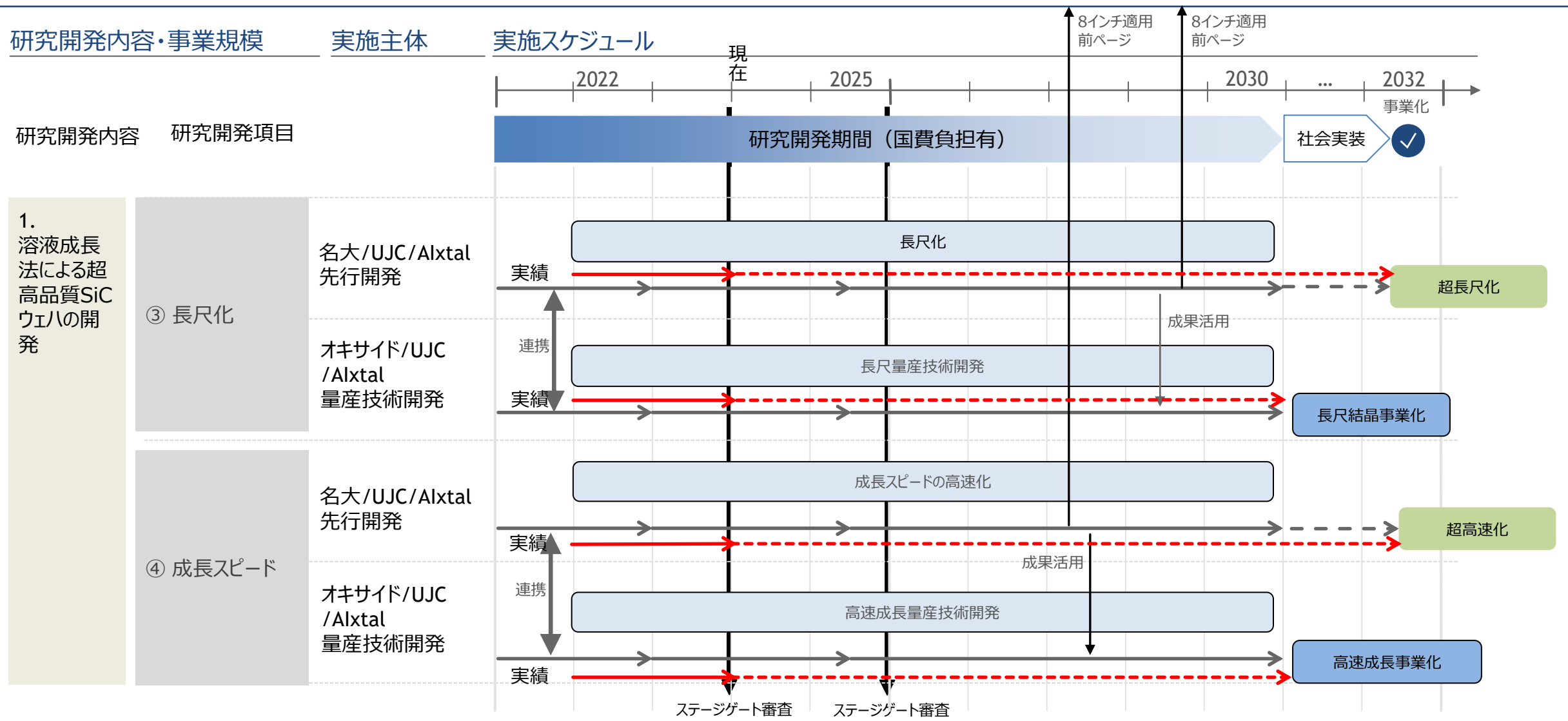
## 2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

## 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



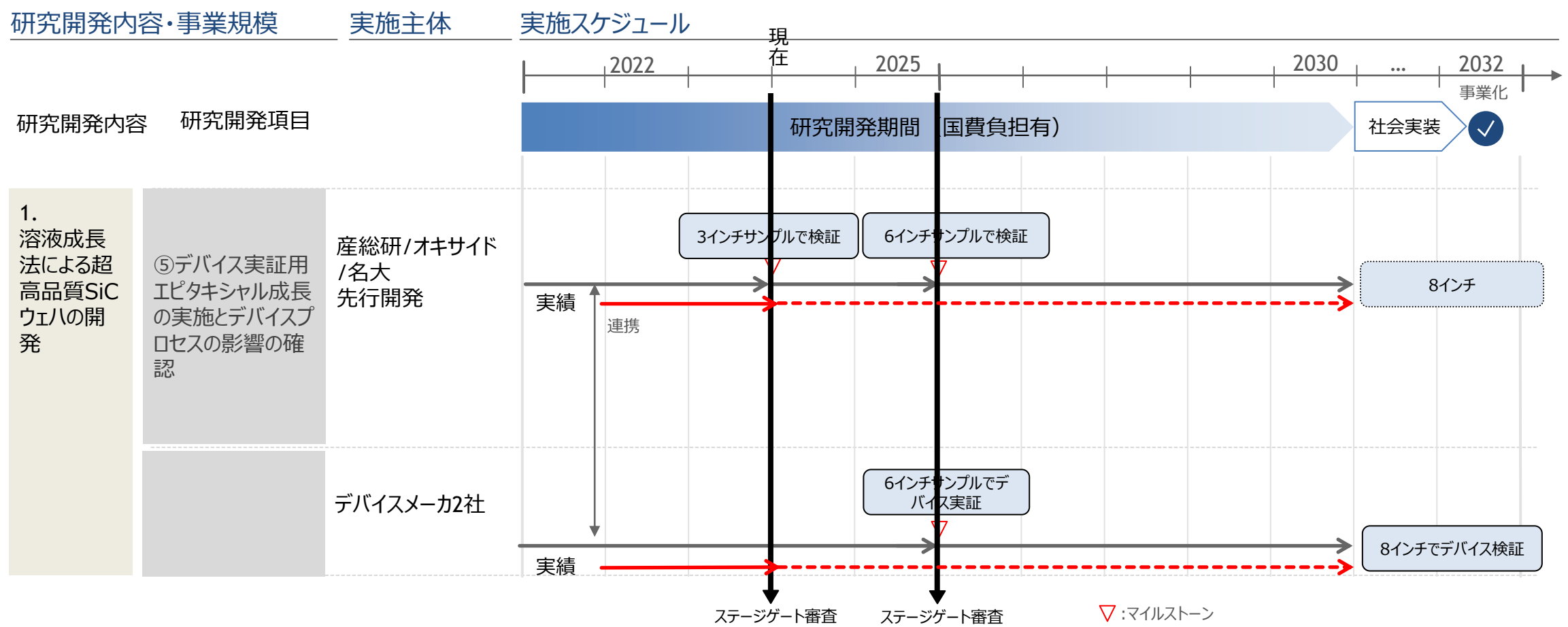
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

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



## 2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

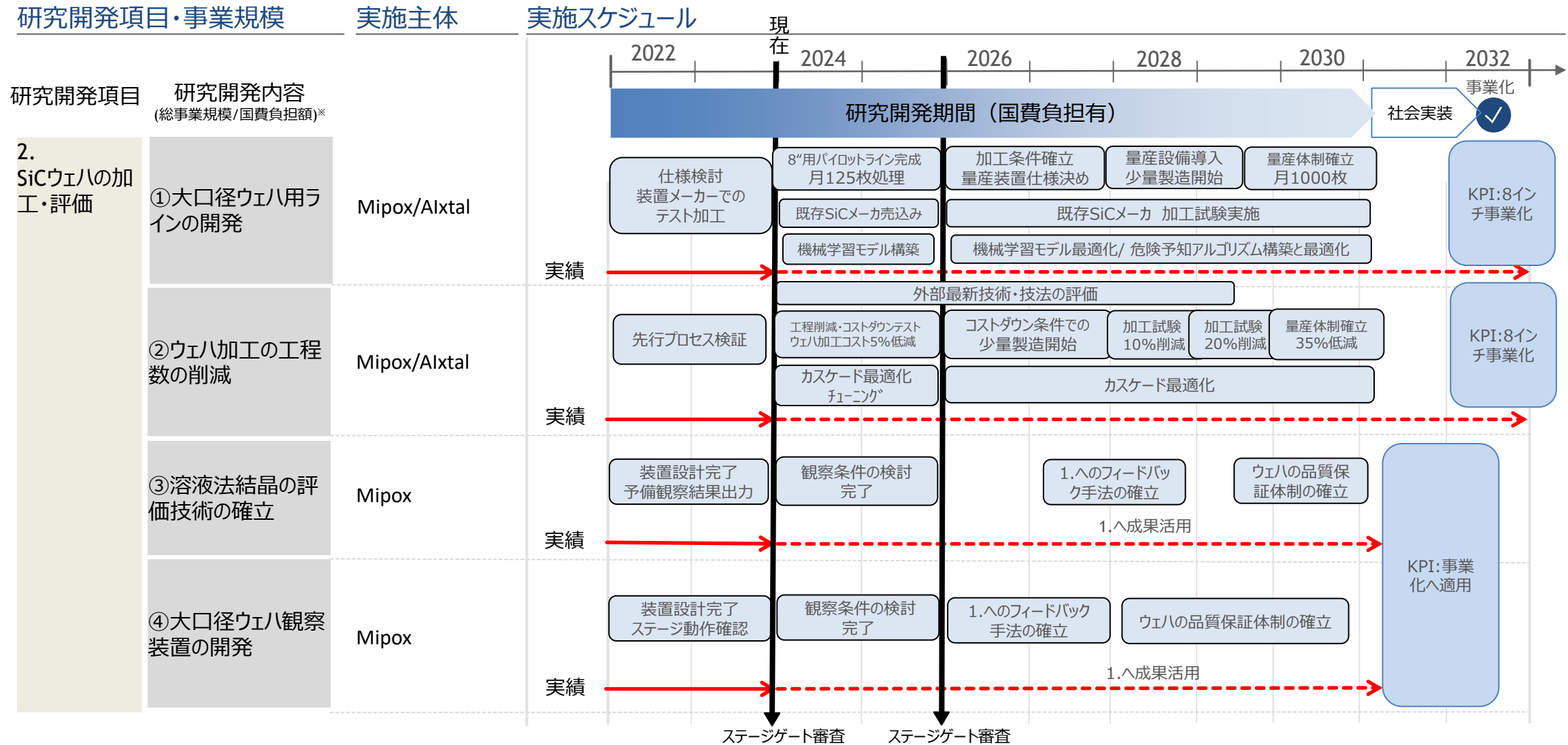
### 複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画





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

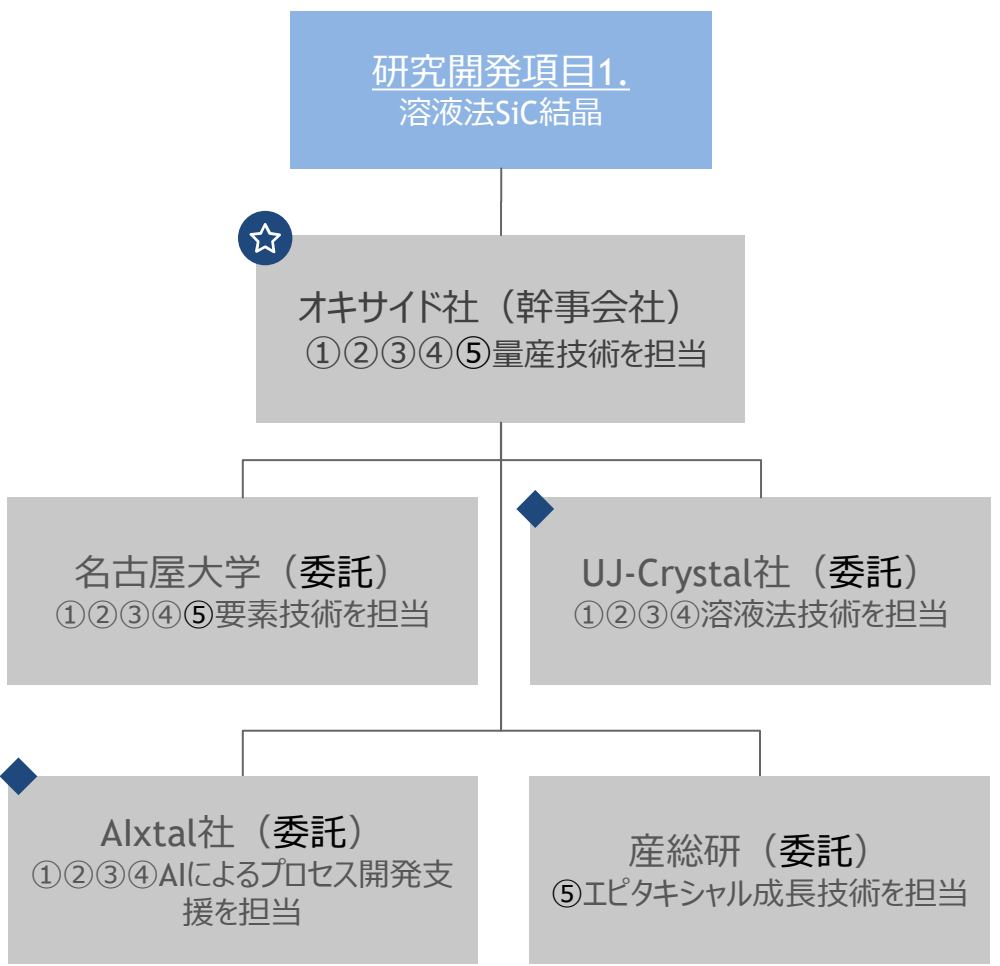


## 2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

### 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

- オキサイド：単結晶・光部品等の開発・製造・販売ベンチャー、SiC結晶の量産技術を担当  
単結晶育成に関する豊富な人材と経験で、8インチSiC結晶の量産化技術を開発
- 名大：溶液法SiC結晶に関する研究開発で世界トップ、SiC結晶の要素技術を担当
- UJ-Crystal：名大宇治原先生が起業したベンチャー、SiC結晶の溶液法技術を担当
- Alxtral：AIで開発加速を支援する名大ベンチャー、SiC結晶のAIによるプロセス開発支援を担当
- 産総研：SiC結晶からデバイスに至る多くの研究実績、SiC結晶のエピタキシャル成長技術を担当

##### 研究開発における連携方法

- オキサイド：保有するTSSG法や高周波誘導加熱を用いた結晶量産実績を溶液法SiC結晶の量産技術に適用
- 名大：溶液法による8インチ低欠陥SiC結晶の要素技術を開発する
- UJC：8インチ低欠陥SiC単結晶の溶液法による育成技術を開発する
- Alxtral：AI（プロセス・インフォマティクス）技術を駆使し低欠陥8インチ化の開発支援
- 産総研：溶液法SiC結晶のエピタキシャル成長技術を開発する
- 上記連携から得られる知見を活用し、量産技術担当のオキサイド社と加工・評価技術担当のMipox社で結晶成長からエピレディウェアまでの品質を保証した量産プロセスを構築する。

##### 中小・ベンチャー企業の参画

- UJC：名大宇治原先生のコントロール下、溶液法SiC結晶の育成技術開発を機動的に実行
- Alxtral：溶液法SiC結晶の8インチ大口径化をAI技術で支援

- ☆ 幹事企業
- ◆ 中小・ベンチャー企業

## 2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

### 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

#### 実施体制図



#### 各主体の役割と連携方法

##### 各主体の役割

- 研究開発項目2全体の取りまとめは、Mipoxが行う
- Mipoxはインゴットからのエピレディバウエハ製造技術開発およびインゴット、ウェハの評価技術開発を担当する。
- UJ-Crystal社およびオキサイド社は加工および評価技術開発に必要なインゴット製作を担当する。
- Alxtal社は加工条件最適化および結晶評価結果のフィードバックによる結晶成長条件最適化を担当する。

##### 研究開発における連携方法

- Alxtal社が保有する基礎技術および数値モデルを導入し、プロセス最適化AI技術の確立により、大口径SiC結晶インゴットの量産技術を開発する。プロセス最適化AI技術に対して、Mipox社が結晶評価技術開発による知見を提供することで、その精度向上、開発スピード向上を目指す。
- インゴットの状態によって最適な加工条件が異なる可能性があるため、各社が相互に情報交換して連携していく。このプロセス全体を通じた連携により、エピレディウエハとして最適な量産プロセス開発が可能になる。
- 上記連携から得られる知見を活用し、量産技術担当のオキサイド社と加工・評価技術担当のMipox社で結晶成長からエピレディウエハまでの品質を保証した量産プロセスを構築する。

##### 中小・ベンチャー企業の参画

- 大学発ベンチャーであるAlxtal社が参画

## 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. 溶液成長法による超高品質SiCウェハの開発	1 大口径化	<ul style="list-style-type: none"><li>小口径結晶成長の知見を大口径結晶に即座に展開する独自のプロセス・インフォマティクス技術</li><li>原理的に8インチ成長が可能な結晶成長装置を保有。</li><li>TSSG法によるCLBO結晶の大型化で実績</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>→ 2年余りで10mmから6インチ結晶を実現した実績。昇華法ではありえない開発スピード。</li><li>→ 昇華法と同等レベル。結晶界面均質性がカギ</li><li>→ SiC結晶と同じTSSG法で育成される、CLBO結晶の大型化技術をSiC結晶の大口径化に活用。</li></ul>
	2 低欠陥密度化	<ul style="list-style-type: none"><li>低熱歪み成長による高品質結晶成長技術</li><li>転位を変換し外部に排出する超低転位密度化技術</li><li>低転位密度、多形抑制のためのプロセス・インフォマティクスを活用した温度・流れ分布制御、溶媒探索</li><li>融液の流れ制御による高品質BGO結晶技術の実績</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>→ 溶液法では温度勾配をより低減できる。</li><li>→ 昇華法は種結晶の品質以上の高品質化不能。</li><li>→ プロセス・インフォマティクスはオリジナル技術。装置開発と同時に最適条件を探索する必要あり。</li><li>→ BGO結晶における融液の流れ制御技術の活用</li></ul>
	3 長尺化	<ul style="list-style-type: none"><li>原理的に結晶長さに制限がない結晶引き上げ法</li><li>既に4mmまでは成長の実績あり。</li><li>時間変化に対応した高速AIモデルによる最適化技術</li><li>LGSO結晶における300mm長尺技術の実績</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>→ 昇華法は成長長さに制限がある。</li><li>→ 現時点では昇華法の方が長いものができている。しかし、8インチ化すると熱歪により困難になる。</li><li>→ 長時間成長における環境変化への成長条件の対応がリスク。AIモデル構築で対応。</li></ul>
	4 成長スピード	<ul style="list-style-type: none"><li>結晶成長速度向上のための溶媒設計技術</li><li>炭素供給律速による成長速度制御（結晶品質劣化を伴わない）</li><li>BGO結晶における成長速度制御技術の実績</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>→ 現時点では昇華法の方が成長スピードが大きい。しかし、低転位密度と高成長スピード両立は困難。</li><li>→ 坩堝薄肉化による原料漏洩リスクあり。炭素供給位置の最適化により対応。</li></ul>

## 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
2. SiCウェハの加工・評価	1 大口径ウェハ用ラインの開発	<ul style="list-style-type: none"><li>特殊材料への精密研磨加工技術</li></ul> <a href="https://product.mipox.co.jp/services/polishing/polishingcase.html">https://product.mipox.co.jp/services/polishing/polishingcase.html</a>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>機械・研磨剤・プロセス三位一体技術保有</li><li>既存設備の流用（優位性）</li></ul> → <ul style="list-style-type: none"><li>BCP（リスク）</li></ul>
	2 ウェハ加工の工程数の削減	<ul style="list-style-type: none"><li>研磨材自社製造・開発</li><li>AIXtalのプロセス・インフォマティクス技術</li></ul> <a href="https://product.mipox.co.jp/products/">https://product.mipox.co.jp/products/</a> <a href="https://aixtal.com/">https://aixtal.com/</a>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>本用途向けのハイレート研磨剤の開発</li></ul> → <ul style="list-style-type: none"><li>コストの低減と開発時間の短縮（優位性）</li><li>BCP（リスク）</li></ul>
	3 溶液法結晶の評価技術の確立	<ul style="list-style-type: none"><li>独自のウェハ評価技術及び評価装置</li></ul> K. Murayama et al., 2022 IMFEDK, pp.1-4 (2022). <a href="https://product.mipox.co.jp/product_info/20200929.html">https://product.mipox.co.jp/product_info/20200929.html</a>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>非破壊で全数検査可能（優位性）</li></ul>
	4 大口径ウェハ観察装置の開発	A. Kawata et al., 2021 Jpn. J. Appl. Phys. 60 SBBD06 A. Tanaka et al., 2020 Phys. Status Solidi 257 1900553	→ <ul style="list-style-type: none"><li>検査のタクトタイムの短縮</li><li>ウェハの欠陥分布の提供（優位性）</li></ul>

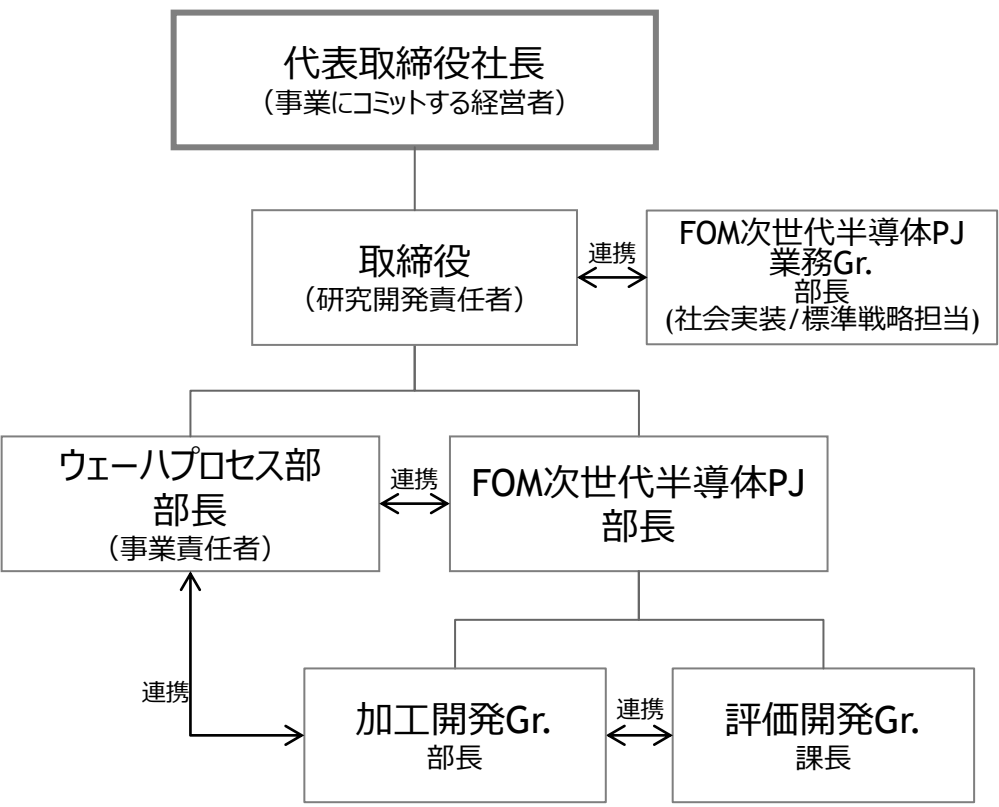
# 3. イノベーション推進体制

(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

Mipox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
  - 取締役：プロジェクト全体の指揮を執る
- 担当チーム
  - FOM次世代半導体PJ加工開発Gr.：①加工技術を担当（専任5人規模）
  - FOM次世代半導体PJ評価開発Gr.：②評価技術を担当（専任3人規模）
  - ウェーハプロセス部：①加工技術のうち、既存受託加工技術・研磨剤の提供ならびに研磨剤の開発を担当
- チームリーダー
  - チームリーダー 加工開発Gr.部長：SiC加工開発の実績
  - チームリーダー 評価開発Gr.課長：光学観察装置開発の実績
  - チームリーダー ウェーハプロセス部部長：難削材研磨、スラリー開発の実績
- 社会実装/標準戦略担当
  - 業務Gr.部長

#### 部門間の連携方法

- 加工開発Gr.と評価開発Gr.の連携は各部長と課長の間で適宜おこない、週次の定例会議を実施する。
- ウェーハプロセス部との連携は管掌取締役ならびに加工開発Gr.部長を通じて適宜実施。
- 当社はオープンコミュニケーションを基本としており、Salesforce、MS Teamsなどを活用して、リアルタイムに情報をシェア。



### 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

#### 経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ

- 使命・志・価値の明示

当社は、当社の既存コア技術である「塗る・切る・磨く」に「観る」を加えて新たな価値を創造するエンジニアリングの精神で世界を変えていくことを表明している。当該事業もその中核として位置づけられ、UJ-Crystal社との資本業務提携においても、その目的として「カーボンニュートラル社会の実現」を明示している。

- 積極的なPR・IR

引き続き広報・IR組織にて積極的な情報開示に努めている。また、BtoBビジネスでありながら、ブランディングにも取り組んでおり、当該事業についてもその仕組みの中で、適宜発信していく。社長自身も積極的にメディアへの発信を推進している。

- 自律自走する組織制度・文化醸成を目指す

早い変化と多様化する社会に対応するため、過去のトップダウン経営から脱却。自律自走する組織を目指している。2023年度、会社のカルチャーを明瞭に記載した冊子「MipoxのCompass」を発行。全社員に配布し、適宜、研修を実施している。

- 事業のモニタリング・管理

- 経営会議

毎週月曜日の午後に約3時間の経営会議を実施。全部署のBad Newsや懸念事項、進捗を毎週確認し、必要に応じて即対処している。

- 社内コミュニケーション

社内SNSによるオープン＆リアルタイムコミュニケーションを推進。心理的安全性の担保による双方向の情報伝達により、次の会議を待たずして、必要な情報がオープンに共有される体制を目指している。経営層もその情報キャッチすることによって、タイムリーに指示を出せる。

- 本事業推進のため組織を事業進捗に合わせて拡充  
2022年度7月に変更した組織体制はその後のモニタリングでも特に問題なく機能していることを確認しており、研究の進捗に合わせて人員補充して拡充している。
- 投資判断の基準はIRRだが、「事業化できるまでやり続ける」ポリシーもある。  
このため、開発案件や新規事業について、本事業のように経営として覚悟を決めたものは、できるまでやりぬく方針。変化の激しいこの時代は、想定できないことはあえて想定しないことも重要。
- 取締役会においても、担当役員である中川から事業進捗状況を報告し、社外役員とも情報共有している。

#### 経営者等の評価・報酬への反映

- 経営者の評価は株価であり時価総額

当該事業の進捗状況が適正にIRで報告されていれば、将来価値を現在価値に割り引いたいわゆるバリュエーションに反映される。それは株価であり時価総額に相当し、株主でもある経営者はそれで評価されるものと判断している。

#### 事業の継続性確保の取組

- Salesforceを活用したプロジェクト管理と引き継ぎ

当社では、Salesforce社のクラウド型サービスをCRMのみならず、人材管理や業務、プロジェクト管理にも活用している。仕事や業務は人に紐付かせないという考え方で運営しており、経営層の交代時にも進行しているすべてのプロジェクトは引き継がれる。

### 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本事業を位置づけ、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
  - RTOの導入、石油からLNGへ、など可能な限りの省エネルギーかつ低炭素化を推進。東証市場区分変更にもとないCGコード対応のため、カーボンニュートラルに向けた全社戦略は、これから策定していく方針
  - 工場の電力需要に対して太陽光発電を積極的に活用することとし、第一弾として北杜事業所では2023年4月に稼働開始。第二弾として2024年3月に、福山事業所での稼働を開始。  
[https://www.mipox.co.jp/dcms\\_media/other/ir\\_20240325.pdf](https://www.mipox.co.jp/dcms_media/other/ir_20240325.pdf)
  - 2023年3月末、溶剤フリーコーティング技術を有するスガコーディングス社から粉体塗装事業を譲受け。溶剤レスでの研磨布紙、フィルム開発を推進。
  - GXリーグへ基本構想への賛同を決議し、表明した。
- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
  - 研究開発計画を含む事業計画は毎年度、取締役会にて決議される。
  - 各事業の進捗状況、部門状況は、毎週月曜日の経営会議で報告され、必要に応じて対応、見直しを行う。また、事業の進捗は毎月実施の定例取締役会でも報告され、必要があれば見直しを行う。
  - 決議内容のみならず、重要な情報等は社内SNSにて全社員に共有される。また、毎月実施される事業所毎の全体朝礼の場でも本事業について説明し共有している。
  - SiCアライアンスに加入し、情報収集等を実施。
- コーポレートガバナンスとの関連付け
  - 当社の取締役任期は1年であり、毎年、定例株主総会にて改選されているため、本事業に関連する戦略や計画、成果を含めて、取締役の選任という形で評価される。

#### 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
  - 自社ウェブサイト、IR資料にて開示。
  - UJ-Crsytal社との資本業務提携についてはリリース済み。  
[https://www.mipox.co.jp/dcms\\_media/other/ir\\_20211112\\_4\\_gyomuteikei.pdf](https://www.mipox.co.jp/dcms_media/other/ir_20211112_4_gyomuteikei.pdf)
  - 基金採択について自社ウェブサイトならびにPR Timesにてリリースした。  
[https://www.mipox.co.jp/dcms\\_media/other/ir\\_20220225.pdf](https://www.mipox.co.jp/dcms_media/other/ir_20220225.pdf)  
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000023.000054807.html>
  - 2022年3月期決算説明会にて本事業に言及  
<https://www.mipox.co.jp/ir/document/20220527.html>
  - 2023年3月期決算説明会にて本事業の進捗状況に言及  
<https://www.mipox.co.jp/ir/document/20230529.html>
  - 自社ウェブサイトのIRニュースリリースでステージゲート審査通過を報告  
<https://www.mipox.co.jp/ir/press-release/2024/20240304.html>
  - 2024年3月期決算説明動画および資料にて本事業の進捗状況に言及  
<https://www.mipox.co.jp/ir/document/20240515.html>
- 企業価値向上とステークホルダーとの対話
  - 現状の特定の財務指標をピックアップして目標とはしていないが、短期指標よりは長期的な成長目線での指標を重視している。したがって将来価値を反映しやすいPBRには着目しており、当社の戦略を正しく理解してもらえるような広報・IRを重視している。
  - 事業の将来の見通し、リスク等は、取引銀行や機関投資家等に説明しており、とりわけ主要な金融機関および機関投資家とは、社長自らが直接対話の機会を作っている。また、決算説明資料をさらに充実させて一般投資家の理解を広げる施策を打っている。

### 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

- 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針
  - 中長期的な企業価値向上に向けた事業ポートフォリオの中では、本事業はその中核として位置づけられており、最優先で経営資源を配分している。組織名も中長期的な事業開発を意味するFuture Of Mipoxとしている。
  - 人材面では、SiCの結晶成長および光学観察の研究実績をもった博士号取得社員を1名アサイン。その指揮の下、照明・光学・画像処理のスペシャリスト2名を配置。また、SiCのスライス工程を中心に生産技術・開発経験者を1名、シリコンウェハの加工経験から始まり、最大手研削・研磨装置、工具メーカーに10年にわたるSiC加工開発実績のあるシニアエンジニアを1名、シリコンウェハの加工経験者を1名採用した。
  - 2022年4月にデクセリアルズ社より購入した約60,000m<sup>2</sup>の鹿沼事業所にパイロットライン設置スペースを確保した。
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
  - 事業開始当初、本基金のような大きな規模での委託開発の実績がなかったため、様々な面で課題を抱えていたが、すぐに専任化や人員の再配置と増強を実施して体制強化した結果、現在は順調に活動中。
  - 外部リソースは必要とあれば躊躇なく活用する方針。事業面で言えば、本事業にかかわらず、SiCの加工ファウンドリーを構想して、仲間作りを推進中。
  - 評価装置は常に潜在顧客等とデータをやり取りしてフィードバックを得ている。その他、この分野の研究者とも交流しながら標準化も含めた開発・事業戦略を見直している。

#### 専門部署の設置と人材育成

- 専門部署の設置
  - 取締役の直轄組織としてFuture of Mipox (略称FOM)という部署を設置しているが、本基金採択に伴い、FOMはSiCを中心とする次世代半導体材料のウェハ加工・評価技術の研究開発に特化させた。
  - 研究開発責任者が事業開発にも責任を持ち、常に業界動向をウォッチ。公開情報と人脈からの情報を組み合わせ、マーケティングのフレームワークも使いながらビジネスモデルを含む事業戦略を常にアップデートしている。
  - 部署ではないが、縦割り組織にならないよう、各部署、人員が組織図にとらわれすぎず、はみ出すことを奨励する組織風土を目指している。経営理念、使命を目指すことを前提に言いにくいことも言い合えることで、事業環境の変化に合わせた自社のビジネスモデルの見直しができている。
- 若手人材の育成
  - 評価技術開発にはすでに若手を配置し、育成しながら開発していく体制ができている。加工技術開発はまずはある程度のスキルを持った人員からスタートしつつ、2024年度から新卒採用社員を1名配属し、中長期的な育成をおこなっている。
  - 本コンソーシアム自体に大学やスタートアップ企業との共同研究体制が組み込まれているため、自ずと若手人材の育成機会が非常に多く存在する。

## 4. その他



## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、想定外の事態に対しては、外部リソースも積極的に使うことにより柔軟に対応する。

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>昇華法によるSiC結晶の既存加工技術では溶液法SiC結晶の加工が困難であるリスク</li></ul> <p>→ 溶液法SiC結晶向けに、装置、研磨剤、加工プロセスを最適化することで対応。この時、単なるトライアンドエラーのような従来手法ではなく、研磨に対する知見を生かしたAIを活用。さらには、必要であれば自社技術のみに拘らず、積極的にアライアンス、オープンイノベーションを活用。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>独自開発の光学検査装置が、溶液法SiC結晶の光学特性にマッチしないリスク。</li></ul> <p>→ 既存の光学、照明、センシング、画像処理に拘らず、各々のカスタマイズまで含めて最適化を図る。これまでは存在するデバイスで対応してきたが、本事業に対しては、必要に応じて各部品、デバイスメーカーにカスタマイズを依頼する方針。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>想定よりSiCによるパワー半導体市場の成長が遅れるリスク</li></ul> <p>→ 溶液法だからこそ実現可能なP型ウェハの量産化を、加工・評価の面からもバックアップし、高付加価値品として先行リリースすることにより、開発に必要な資金を賄う。</p> <p>→ 他社のSiCウェハ加工受託も獲得することにより、稼働率を上げ、量産効果によるコストダウン、課題対応力強化、開発資金の獲得を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>競合他社に大口径化を先行され、その実績により、参入障壁を築かれるリスク</li></ul> <p>→ 供給リスクを想定する顧客半導体デバイスメーカーに対して、仮に量産で立ち後れても、リアルタイムで開発状況等の情報提供することで、顧客購買計画に常にエントリーされるようにする。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>地震、台風などの自然災害によるリスク</li></ul> <p>→ BCPとして、山梨工場、福山工場の既存2拠点に加えて、2022年4月に鹿沼工場を取得。</p>



● 事業中止の判断基準：開発費が捻出できる限りは継続。加工や評価は本コンソーシアム内だけの収益化が難しければ、受託加工ビジネスとして他社からもSiCの受託加工引き受けることで事業継続していく。