

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発

実施者名：株式会社オキサイド(幹事企業)、代表名：代表取締役社長 古川保典

(共同実施者(委託先除く) : Mipox株式会社)

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画（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

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担(1)

Mipox株式会社

研究開発内容

- ・ 8インチSiCウェハ加工技術の開発
- ・ AIを用いた複数工程の同時最適化（再委託 AIxtal）
- ・ SiCウェハの高速高精度評価技術の開発などを担当

社会実装に向けた取り組み

- ・ AIによる最適条件がフィードバックされる8インチSiCウェハの加工ラインの開発
- ・ 加工受託体制の構築
- ・ 新規結晶品質評価装置の製品開発
- ・ 受託評価体制の構築

株式会社オキサイド（幹事企業）

研究開発内容

- ・ 大口径・高品質SiC結晶の生産技術の確立。
- ・ UJCによって確立されたSiC結晶成長技術を量産技術にまで展開などを担当（UJCと共同開発）

社会実装に向けた取り組み

- ・ 量産用結晶成長装置の開発
- ・ 量産ラインの構築
- ・ 生産工場の準備

超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発

委託先

名古屋大学

研究開発内容

- ・ 大口径化、高品質化などに必要な結晶成長に関する要素技術開発
- ・ 数値モデルとプロセス最適化PI要素技術開発

株式会社UJ-Crystal (UJC)

研究開発内容

- ・ 名大の要素技術を統合し大口径・高品質SiC結晶成長技術を開発
- ・ AIによる最適プロセス開発

AIxtal株式会社

研究開発内容

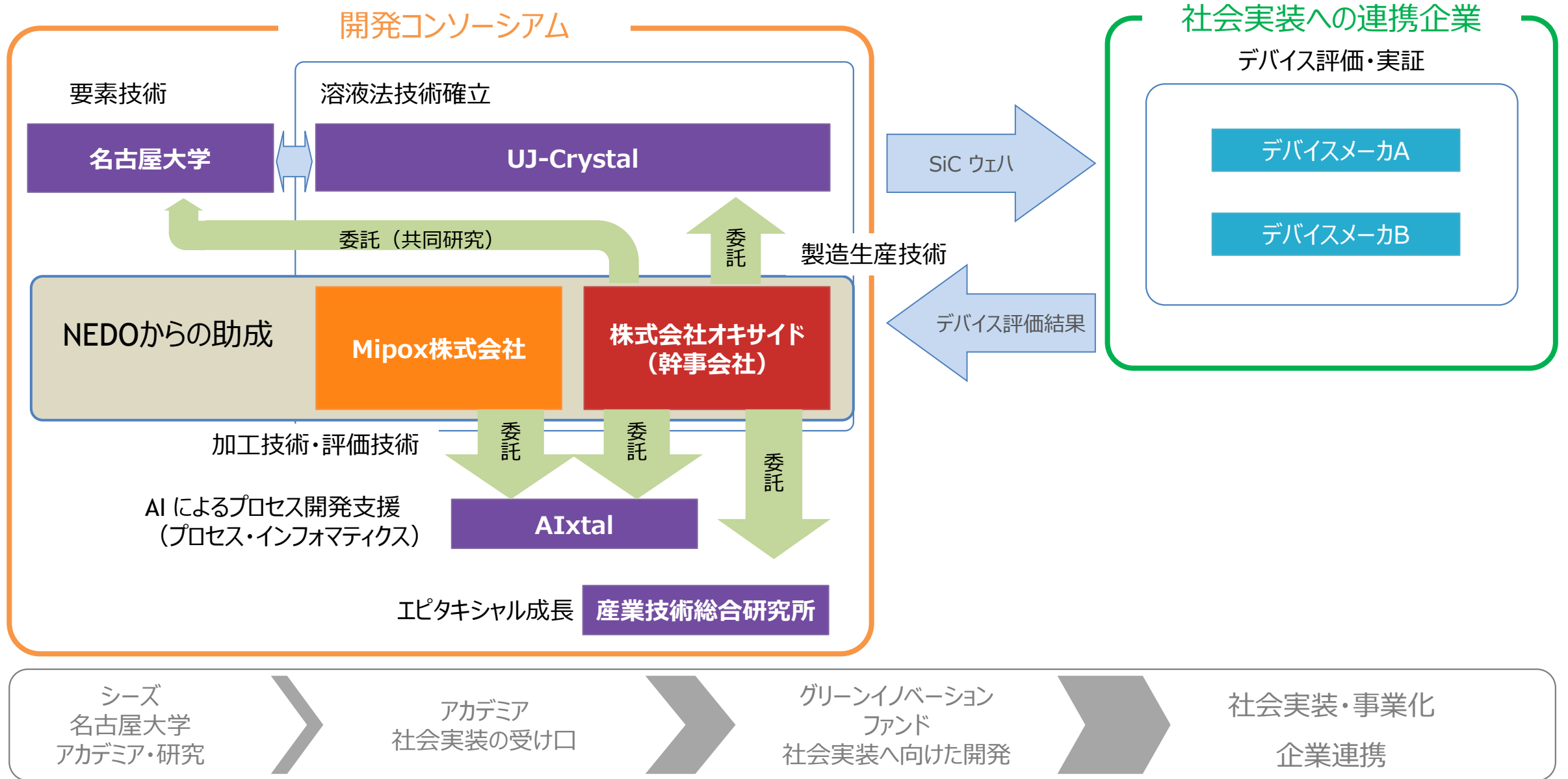
- ・ AIを用いたプロセス開発の統合技術開発
- ・ 結晶成長および加工工程へのAI統合技術の応用。

産業技術総合研究所

研究開発内容

- ・ 溶液法ウェハのデバイス応用に向けた結晶評価
- ・ デバイス用のエピタキシャル成長

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担(2) / コアコンピテンス階層と社会実装への道筋 / 参考資料



1. 事業戦略・事業計画 [オキサイド]

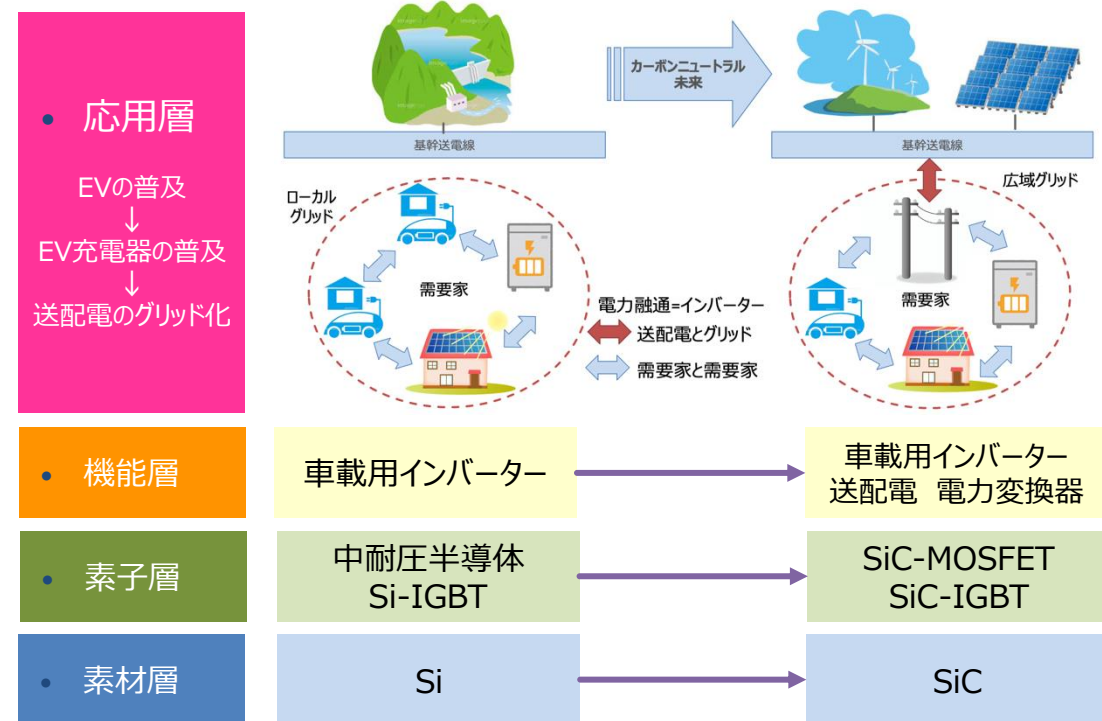
1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

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圧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、中耐圧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圧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圧HVMOS向けn型SiCウエハと、13kV耐圧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

溶液法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

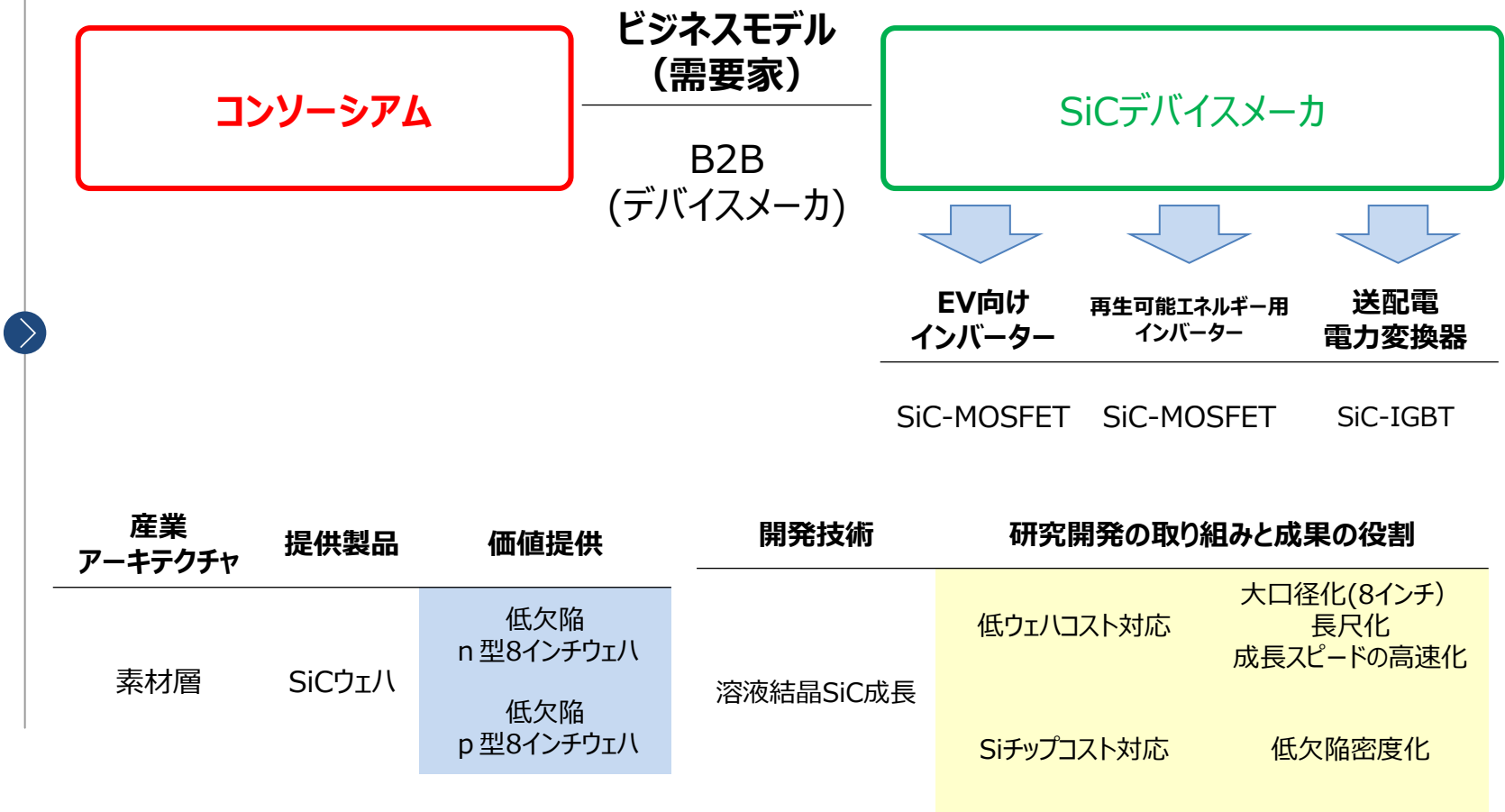
1. SiC-MOSFET用 n 型ウェハの提供

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

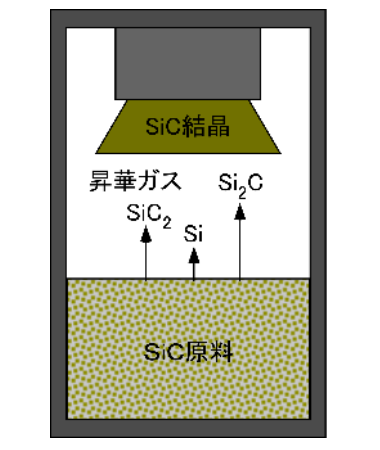
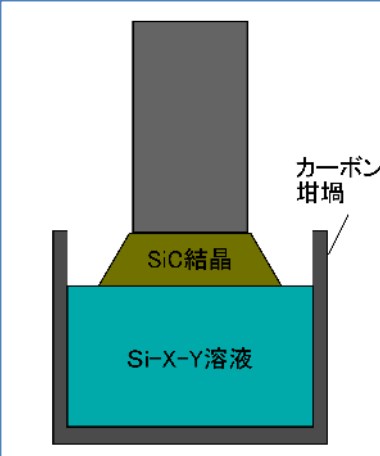
高耐圧向けIGBT用 p 型SiCウェハの提供
↓
既存電力変換器の低コスト化
↓
高効率送配電システムの実現

ビジネスモデルの概要と研究開発計画の関係性



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	昇華法		溶液法 (TSSG法)	
	<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	結晶中に温度勾配を形成：熱歪みがある (結晶成長表面からの抜熱)		結晶中に温度勾配がない：熱歪みがない (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、高耐压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)

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

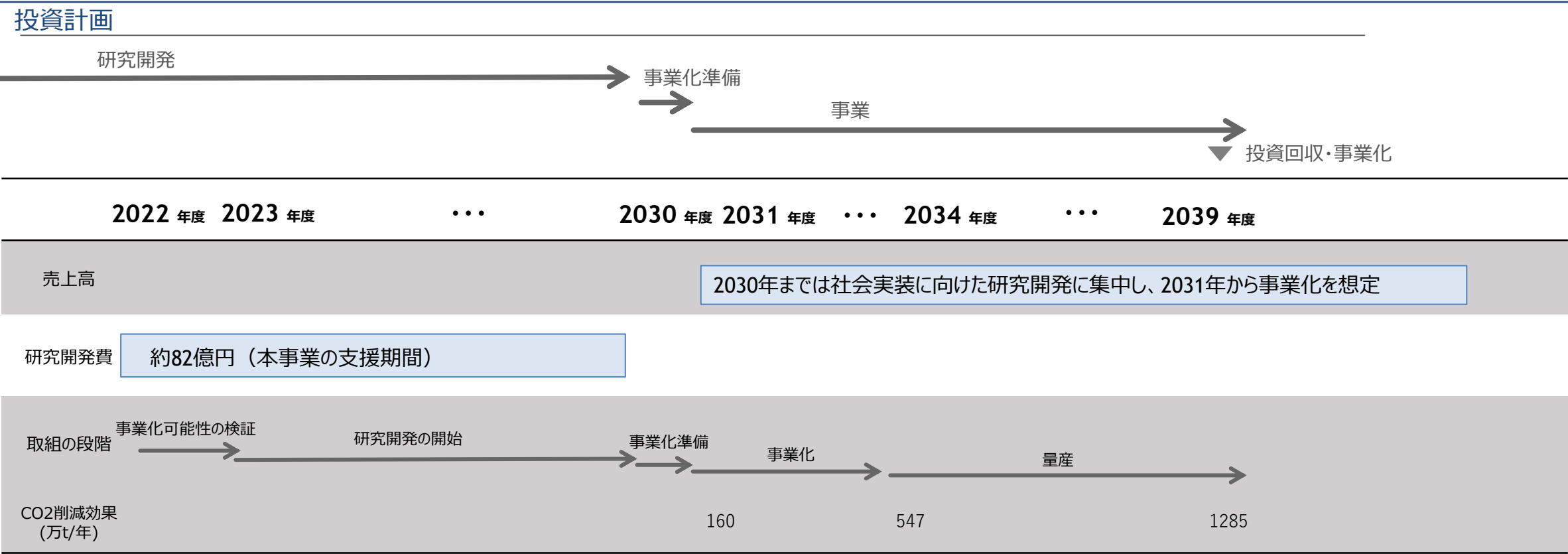
他社に対する比較優位性

	自社 オキサイド (名大・UJC・AIxtal)	他社 (Wolfspeed)
優位性	名大 + UJC：高周波誘導加熱炉を使った溶液法SiC育成技術で世界トップ AIxtal：AIプロセス・インフォマティクス技術 オキサイド：単結晶量産技術とビジネス経験	昇華法でSiC量産中 マーケットをほぼ独占 ⇒市場独占により 高価格・高収益戦略が可能
課題	8インチ大口径化と量産化が未実証	品質課題のある昇華法だが、投資済のため生産体制の転換は困難
戦略 (1) 8インチ大口径化	AIxtal社独自の(AI)プロセス・インフォマティクスを活用しキャッチアップ	既存昇華法(高コスト・低品質)の深化で他社に先行して達成
戦略 (2) 量産化 高品質化	オキサイドの単結晶（TSSG法単結晶育成技術、高周波誘導加熱技術等）の知識と技術で量産化垂直立上げ 先行他社を圧倒する高品質戦略で、先行他社の低品質品総販売戦略を打破	先行者利益確保戦略 ⇒品質ばらつきより大口径化達成スピードを重視 ⇒競合不在なため顧客を選別、低品質品も販売可能
資源	名大/UJCの基本技術 + AIxtal社のプロセス・インフォマティクス技術 + オキサイドの単結晶量産化技術 + Mipoxの化合物半導体検査技術 + オキサイド・Mipoxの国内での量産成長工場	昇華法SiCに関する総合技術

※3社の強み、弱み、経営資源を相補的に補完

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

9年間の研究開発の後、2031年頃の事業化、2039年頃の投資回収を想定



2039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">国内有力デバイスメーカーとの協業により、システム側からの要求項目に基づくデバイス要求事項を先行して確認、フロントローディングで適時改良改善を図る。上記知見を、ウェハ開発における新たなIP取得につなげる。国内有力デバイスメーカーとの協業を図ることにより、デバイスまでの開発・評価を一気通貫で実施。	<ul style="list-style-type: none">名古屋大学、UJC、AIxtalから得られた知見を基に、オキサイドを物理的拠点として同社の持つ結晶成長プロセスの知見、装置設計ノウハウ、人材をに有効活用し、早期量産化に向けた投資を進める。材料組成決定から装置設計、成長技術、量産プロセスまで一拠点/国内で対応可能とする。	<ul style="list-style-type: none">プレミナリユーザとして、国内有力デバイスメーカーと連携。優先的に開発ウェハを供給するとともに、デバイスのみならず、システムメーカーからのフィードバック情報を受け、技術開発に活かす。プライマリユーザとして、パワー半導体デバイスメーカーとの連携を優先。
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">6インチ結晶において、プロセスインフォーマティクスを用いた結晶成長条件の最適化に基づいた成長実験を継続中。ステップに影響を与えるメカニズム解明に目途が付いた。今後、インクルージョンFreeを目指す。この結果を踏まえた実験により、雑晶のない表面を得られ始めた。	<ul style="list-style-type: none">本社隣接地を取得し、新たに第5工場を2023年3月に竣工。先行1台の実験炉で実験を開始。名古屋大学での実験結果のトレースをほぼ完了。第5工場に量産準備用SiC成長炉複数台導入、稼働を開始した。導入された装置で、並列的に最適化を進める。	<ul style="list-style-type: none">リファレンスとしている、Wolf speedのカatalogは更新されている事を確認しているが、結晶欠陥等は未だ溶液法にアドバンテージが有ることが確認されている。また、種として購入している海外昇華法基板の評価をはじめた。これもリファレンスとして活用する。標準化を含むオープン・クローズ戦略を議論している。
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">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。また、エンドユーザーである自動車及び電鉄、発電・配電等の社会インフラシステムに関わる大手メーカーの要求項目を直接的に取得することが可能であり、早期の対応により優位性を継続的に確保可能である。	<ul style="list-style-type: none">ウェハ供給から社会実装まで国内に一貫したサプライチェーンを構築可能。装置設計を含め、国内で閉じた開発～量産を進めることで、競争優位を継続確保溶液成長法は、名古屋大学の独自技術オキサイドは、結晶成長に関し蓄積された技術と知見を持つだけでなく、装置の最適化設計ノウハウを持つ。	<ul style="list-style-type: none">国内有力メーカーと人的連携が図れる体制を構築済。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、19億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

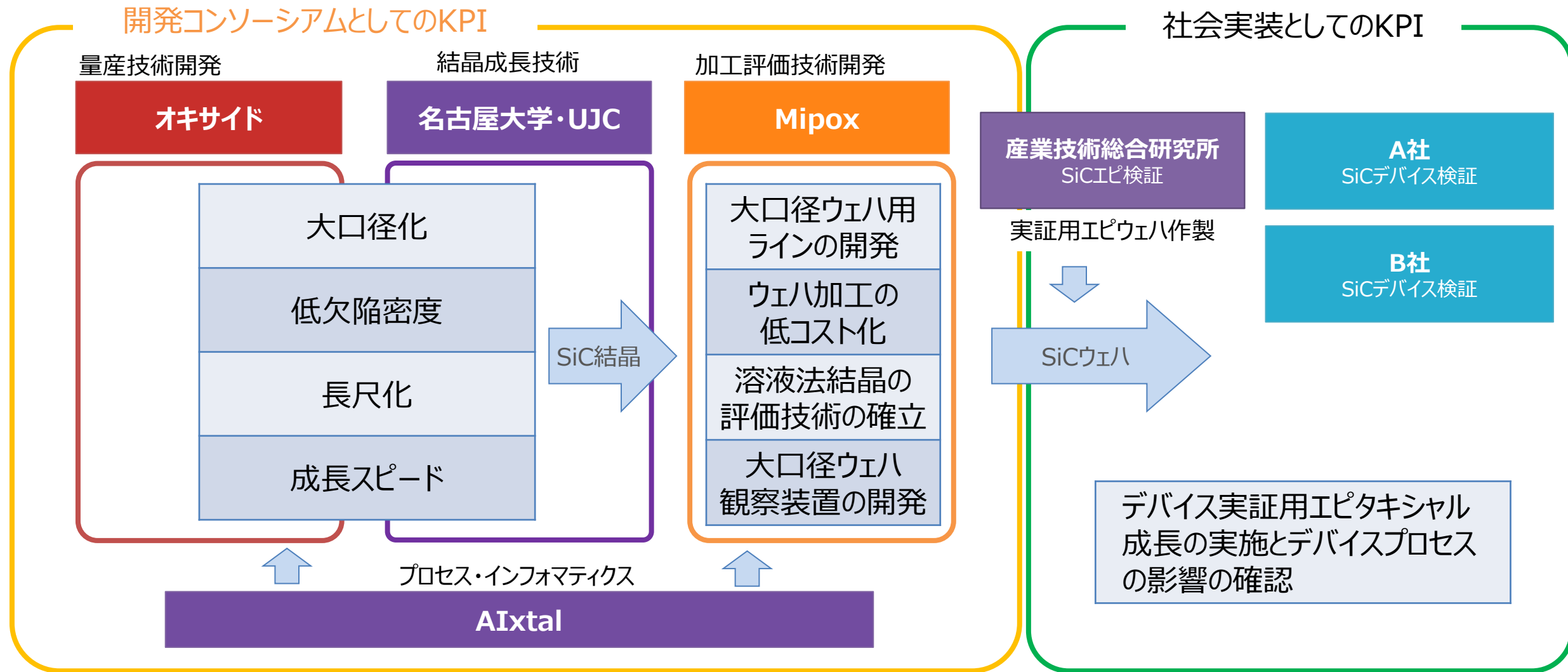
	2022 年度	・・・	2031 年度以降
事業全体の資金需要	約82億円	電力制御用半導体向けSiC基板を提供する事業	
うち研究開発投資	約82億円		
国費負担（委託及び補助）※	約64億円		
自己負担	約17億円		

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画 [各社共通]

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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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の実績がある (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インチ対応観察装置製作、観察結果の確認 ・量産加工ラインに組込むのに最適な機械構成の検討	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">溶液流れや溶液温度分布等の最適化8インチ結晶の成長実験	<ul style="list-style-type: none">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。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。	○ (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">インクルージョンの形成メカニズム解明ステップバンチング制御とインクルージョン抑制	<ul style="list-style-type: none">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。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。	○ (理由)計画から遅延なし
3 長尺化技術	<ul style="list-style-type: none">雑晶形成や局所溶解の最適化長時間成長	<ul style="list-style-type: none">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。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	○ (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">成長速度パラメータの決定結晶成長実験	<ul style="list-style-type: none">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。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。	○ (理由)計画から遅延なし
5 デバイス実証	<ul style="list-style-type: none">MOSキャパシター作成とC-Vカーブ測定ウエハ中のCrの影響評価	<ul style="list-style-type: none">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。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。	○ (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">仕様確定テスト加工パイロットライン完成	<ul style="list-style-type: none">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。8インチSiCウェハ加工ラインの専用エリアの工事完了。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。	○ (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">先行プロセス検証	<ul style="list-style-type: none">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。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	○ (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">装置設計完了予備観察結果出力	<ul style="list-style-type: none">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。	○ (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">装置設計完了ステージ動作確認	<ul style="list-style-type: none">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。	○ (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">結晶成長条件の最適化量産化に向けた課題を抽出8インチバルク結晶の量産技術を確立	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">順調に進んでいる
2 低欠陥密度化技術開発	<ul style="list-style-type: none">結晶成長表面のステップ構造の時間変化を予測TSD、BPD低減溶媒インクルージョンの低減多形混入率低減	<ul style="list-style-type: none">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TSD、BPDの起因となる溶媒インクルージョンの低減X線CTを活用し、溶媒インクルージョンの効率的な低減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	<ul style="list-style-type: none">順調に進んでいる
3 長尺化技術	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">順調に進んでいる

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">高速成長を実現する成長パラメータを確立する	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">順調に進んでいる
5 デバイス実証	<ul style="list-style-type: none">エピ形成MOSFETの評価	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">順調に進んでいるMOSFETの評価計画を3年前倒し

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

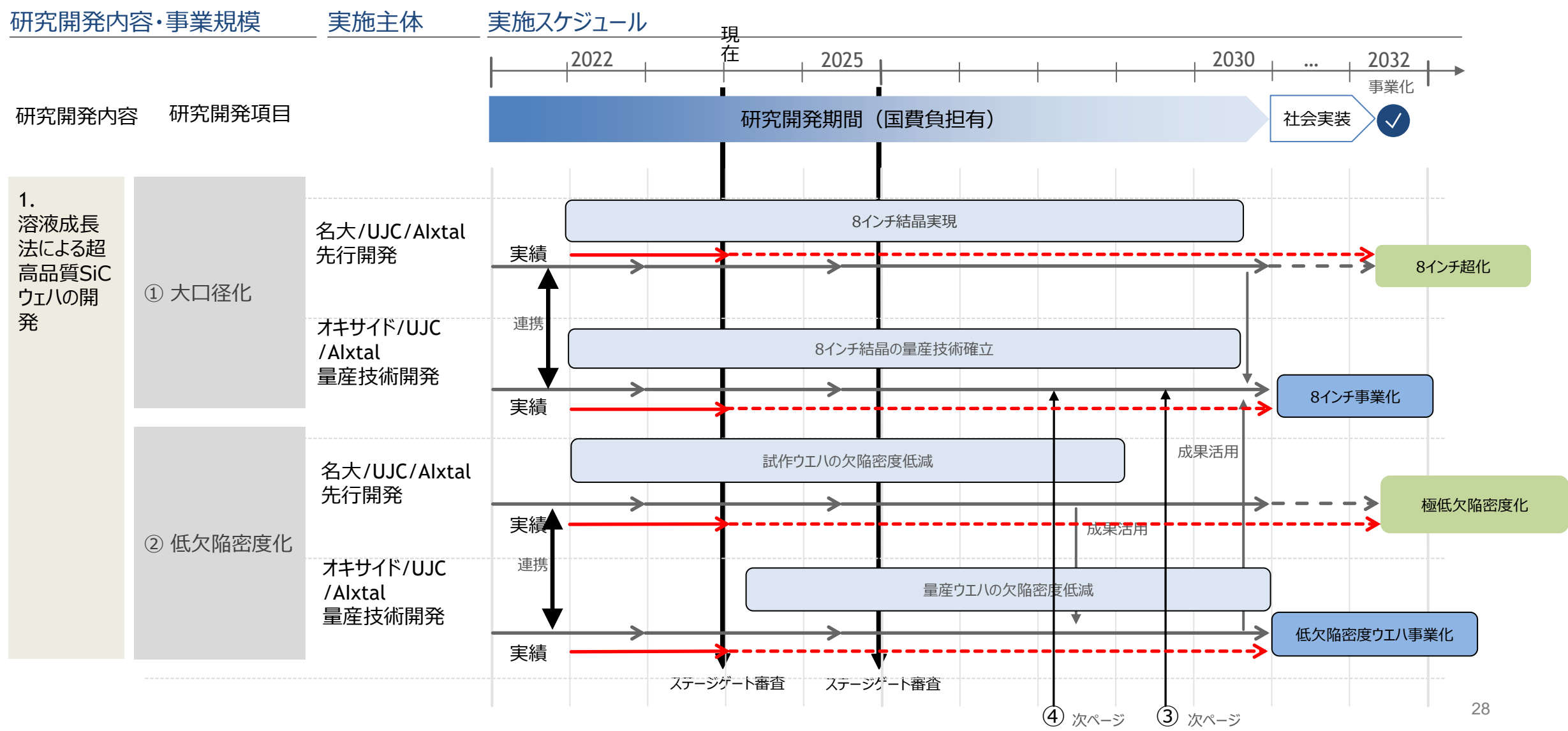
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

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

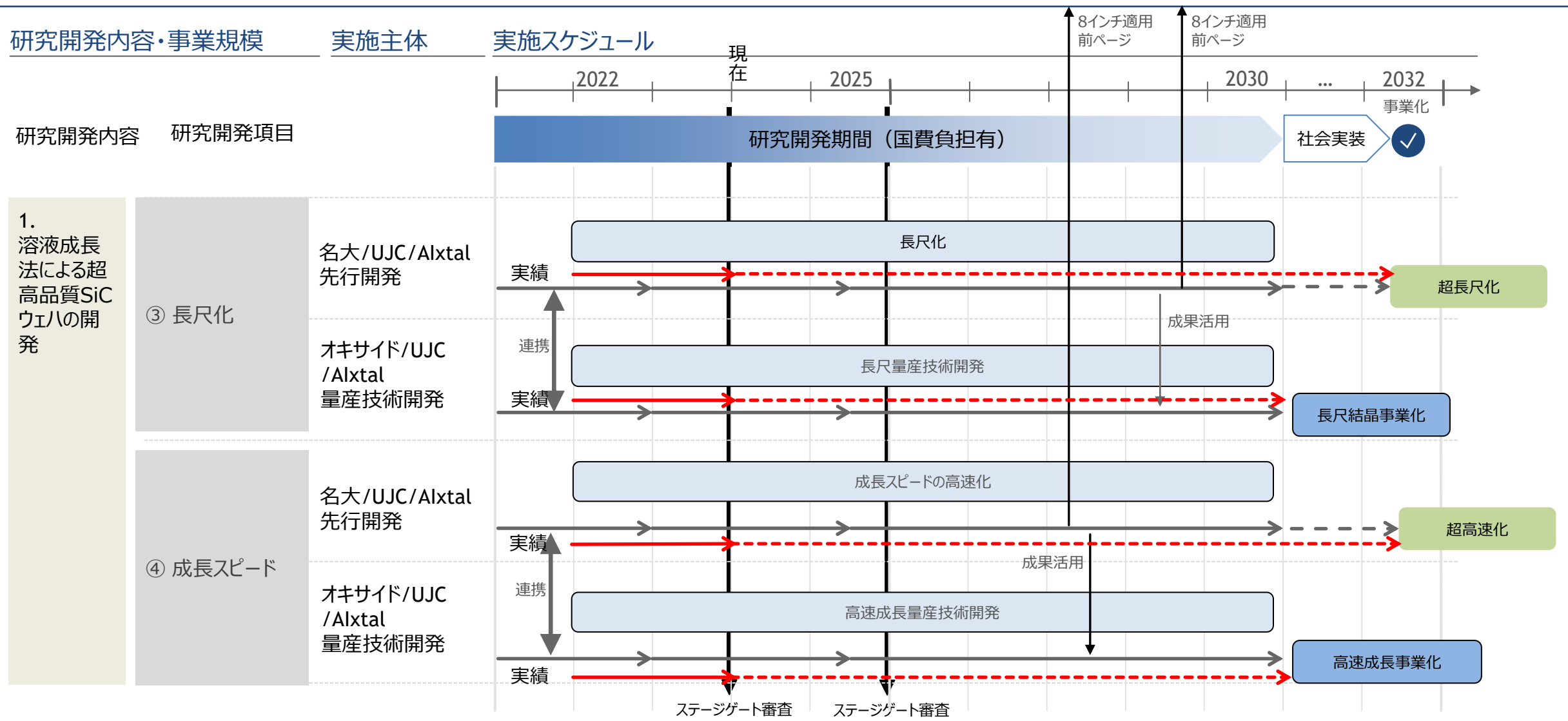
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

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



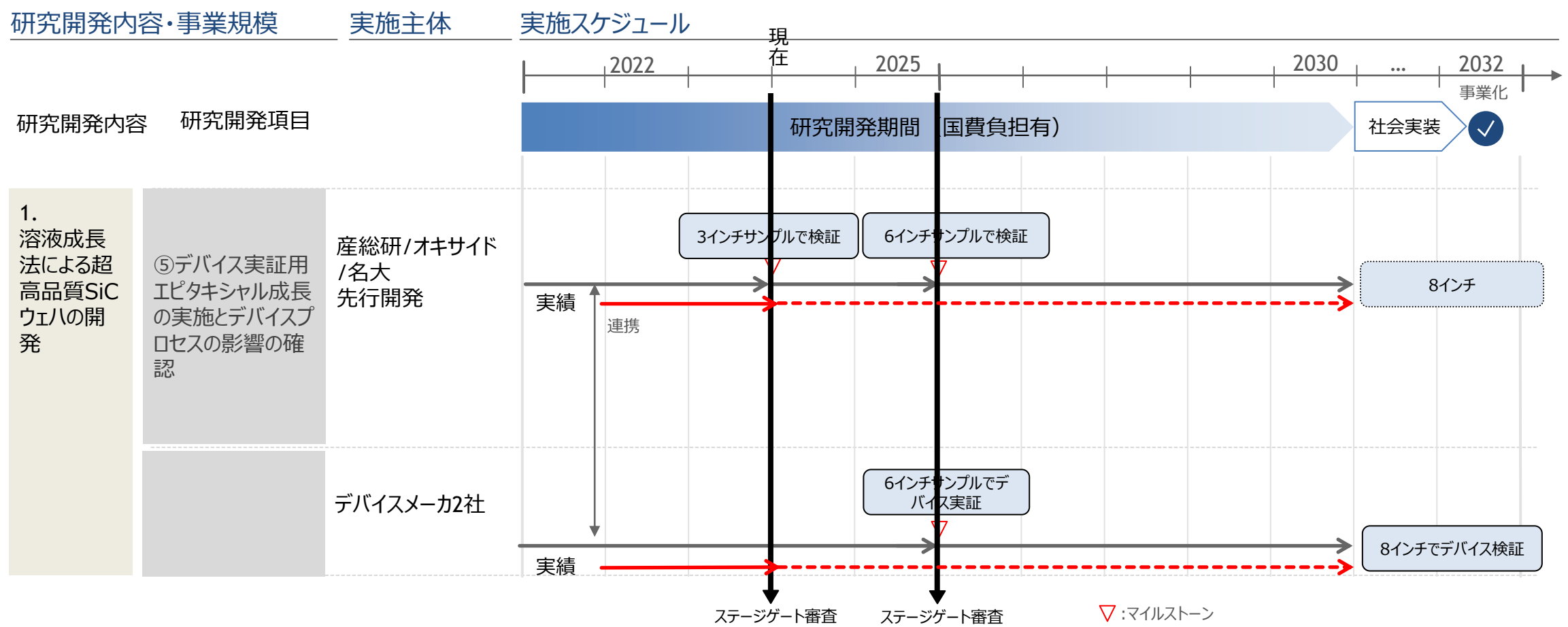
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

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



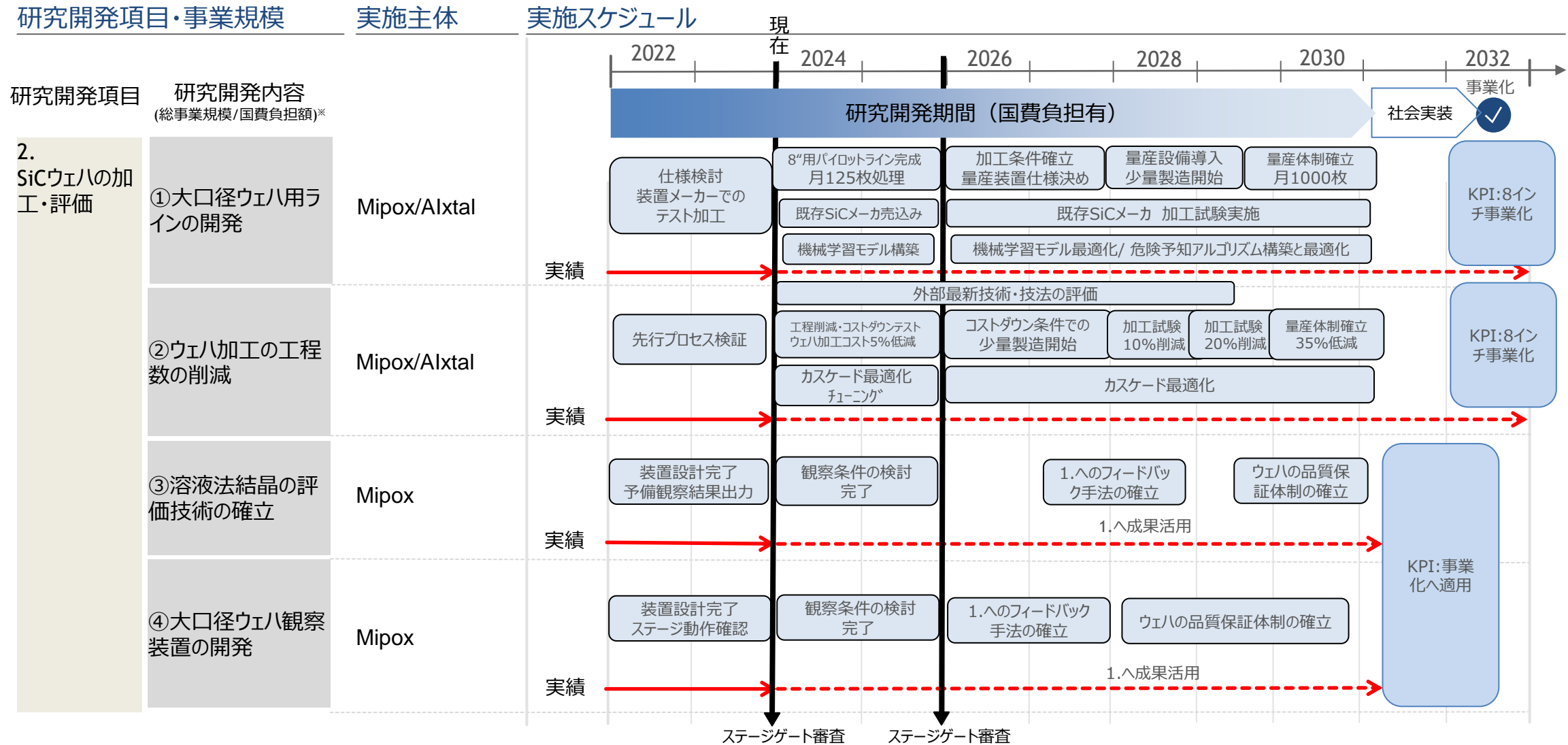
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

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

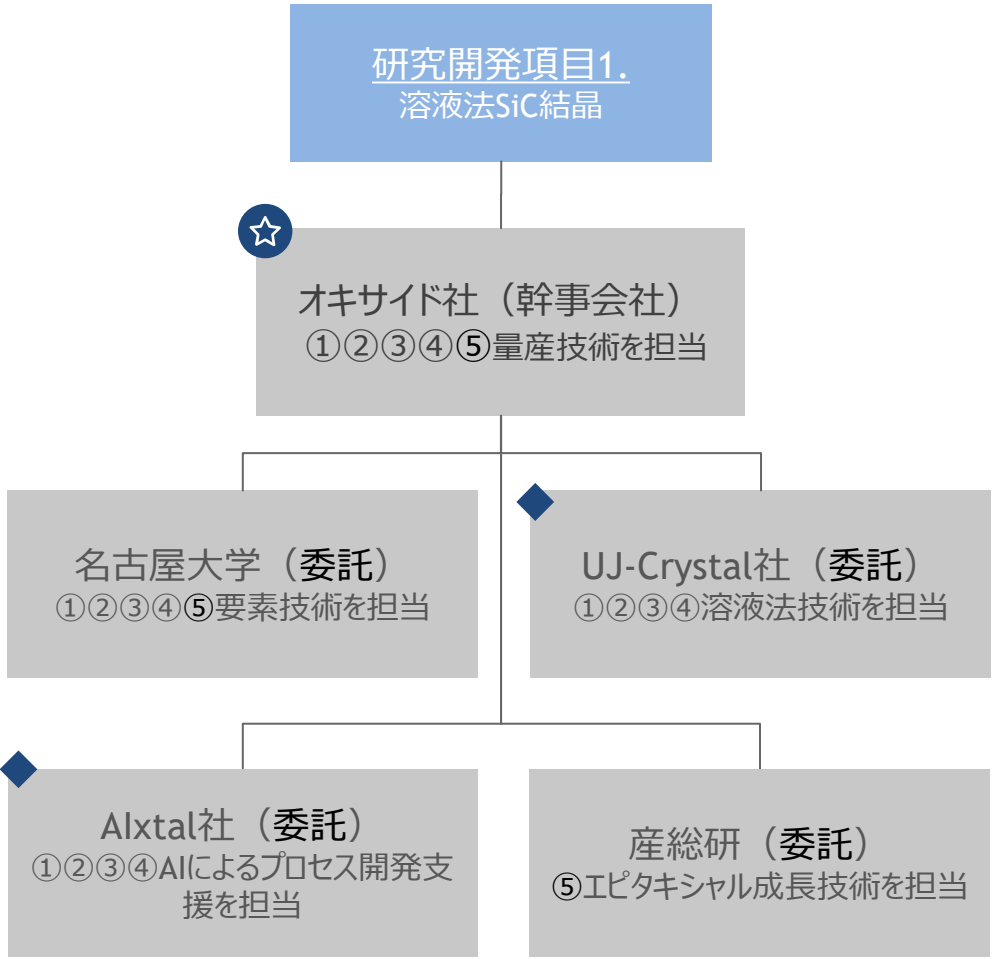


2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

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
- Alxtal：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
- Alxtal：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
- Alxtal：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ェア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、エピレディウェア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

- 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">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原理的に8インチ成長が可能な結晶成長装置を保有。TSSG法によるCLBO結晶の大型化で実績	<ul style="list-style-type: none">→ 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。→ 昇華法と同等レベル。結晶界面均質性がカギ→ 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。
	2 低欠陥密度化	<ul style="list-style-type: none">低熱歪み成長による高品質結晶成長技術転位を変換し外部に排出する超低転位密度化技術低転位密度、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、溶媒探索融液の流れ制御による高品質BGO結晶技術の実績	<ul style="list-style-type: none">→ 溶液法では温度勾配をより低減できる。→ 昇華法は種結晶の品質以上の高品質化不能。→ 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。→ BGO結晶における融液の流れ制御技術の活用
	3 長尺化	<ul style="list-style-type: none">原理的に結晶長さに制限がない結晶引き上げ法既に4mmまでは成長の実績あり。時間変化に対応した高速AIモデルによる最適化技術LGSO結晶における300mm長尺技術の実績	<ul style="list-style-type: none">→ 昇華法は成長長さに制限がある。→ 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。→ 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。
	4 成長スピード	<ul style="list-style-type: none">結晶成長速度向上のための溶媒設計技術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）BGO結晶における成長速度制御技術の実績	<ul style="list-style-type: none">→ 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。→ 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。

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

3. イノベーション推進体制

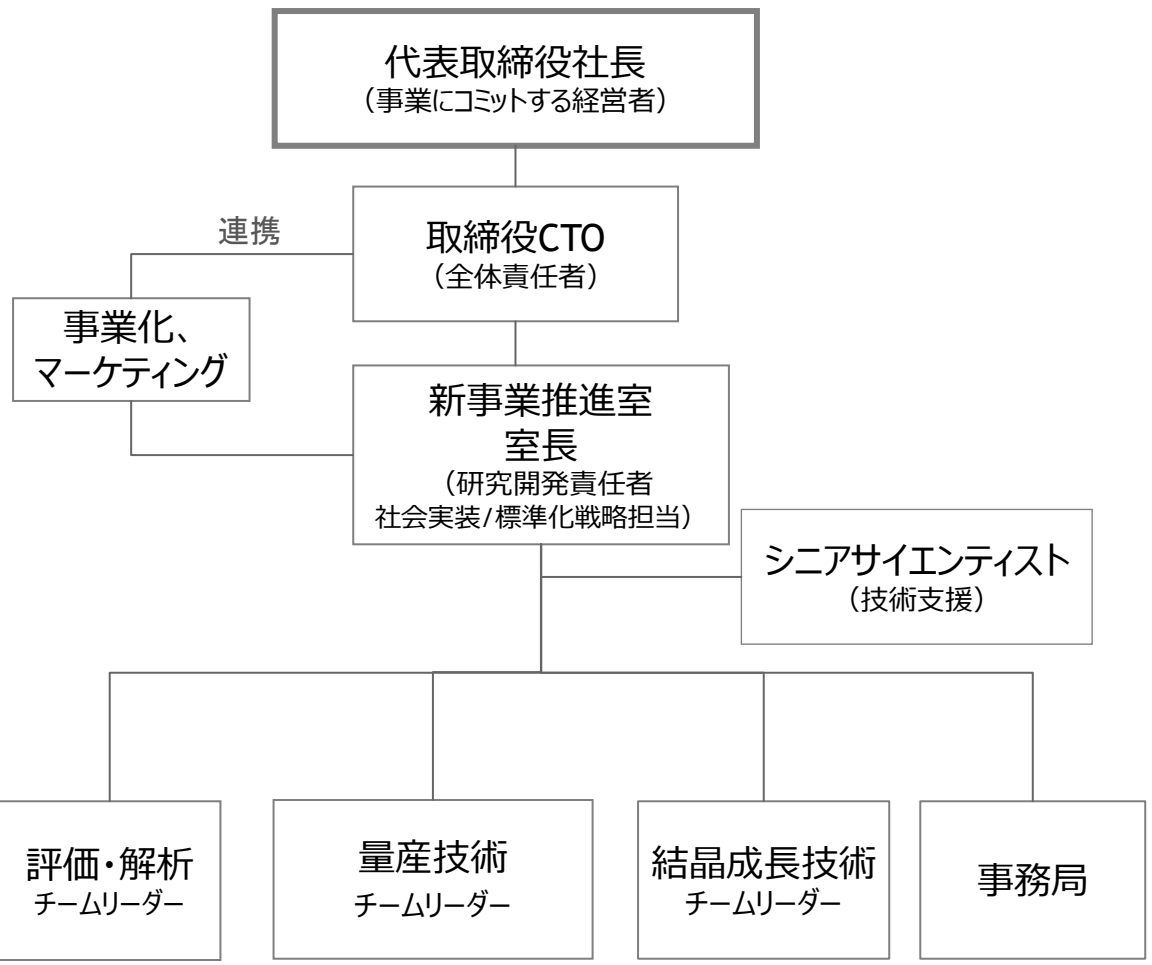
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

[オキサイド]

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

オキサイド内体制図 2024/4/1



組織内の役割分担

- 研究開発責任者と担当部署
- 全体責任者：取締役CTO
 - 研究開発責任者：新事業推進室室長
 - 担当部署（新たにチームを設定、実施内容及び責任を明確化）
 - 新事業推進室：①マーケ、研究開発を担当（専任1人程度）
②評価・解析担当（専任1人→2名）
③単結晶量産技術開発を担当（専任9人程度）
 - チームリーダー
 - 事業化、マーケティングチームリーダー
 - 結晶成長技術チームリーダー
 - 量産技術チームリーダー
 - 評価・解析チームリーダー
 - 社会実装/標準化戦略担当
 - 新事業推進室室長

部門間の連携方法

- 環境問題への取り組みに関しては、「行動規範ハンドブック」の中でCO2の削減を環境対応の一番の課題と位置付け、計画的に削減していくことを社長として宣言し、全社員に順守を指示しております。
- 全体連携は、社長、社内役員、各事業部長出席の経営会議にて、SiCの事業化に関して定期的に議論する
- 量産技術開発に関しては、新事業推進室室長を責任者として、SiC単結晶担当者に加え他部門単結晶開発技術者を一堂に会し、SiC量産技術開発会議³⁾(仮称)を定期的を開催、SiC量産技術開発を実行する（PDCAを回す）

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

経営者等による溶液法SiC単結晶事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - カーボンニュートラルに関わる産業への積極的貢献を果たすため、自社のコア技術である酸化物結晶成長技術を発展させ、炭化物・窒化物結晶事業を創出するとともに、電子デバイス産業への参入と貢献を図る。
 - カーボンニュートラルを早期に実現するためには、電気エネルギー創出側である再生可能エネルギーだけでは無く、消費する側の効率向上も同時に図らなければならない、高効率電子デバイスを実現する結晶材料の開発がキーファクターとなる。
 - 弊社は、国立研究所発の研究開発型企业であり、常に変化する環境とゴールを踏まえ、最適な解決策を見直し続けることは、が重要と考える。したがって当社は、非線形な試行錯誤を奨励する組織制度・組織文化を保有し、実践している。
 - SiC単結晶事業への参入に関しては、10月14日プレス発表の「株式会社UJ-Crystalとの資本業務提携に関するお知らせ」にて、SiC単結晶の量産化に向けた研究開発に関わることを発表している。
 - <https://ssl4.eir-parts.net/doc/6521/tdnet/2032329/00.pdf>
- 事業のモニタリング・管理
 - 研究開発及び事業実行部隊について、週単位で詳細な報告を経営層と直接議論する体制となっている。
 - 月次では、経営層の臨席を求め、進捗報告と課題の議論を実施している。
 - 上記議論で、事業の進め方・内容に対して、経営層から適切なタイミングで指示を出す体制となっている。
 - 弊社は大学、研究所、顧客とのパイプを多く持ち、社内外から幅広い意見を取り入れる体制となっている

- 弊社は、かならず事業化するという経営層の考えをもとに、そのために必要な技術的優位性、価格競争力を常にモニターし、事業化を判断する。
- 本事業推進のため組織変更を実施
2022年4月から本事業を開始したが、モニタリング及び報告の円滑性及び判断、決定の迅速化を図るため、2023年3月1日付にて独立組織とした。

経営者等の評価・報酬への反映

- 当社の取締役は、株主の期待に沿った企業運営がなされているかを監督する責任がある。本事業の進捗状況は株主にとって重要事項であり取締役によって随時議論される。よって本事業の進捗状況が、担当役員・担当管理職等の評価や報酬の一部に反映されることになる。

事業の継続性確保の取組

- 当社は、国立研究所の開発技術を社会に還元することを目的に設立したベンチャー企業である。したがって、後継者の育成や事業の引き継ぎは会社経営にとって最重要課題の一つと考え、事業運営を行っている。

※ISO56002、IEC62853等の国際標準、経済産業省による「[ガバナンスイノベーション](#)」「[ガバナンスイノベーションVer2](#)」「[日本企業における価値創造マネジメントに関する行動指針](#)」等が参考になる。

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溶液法SiC単結晶事業を位置づけ、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
 - 本開発・事業化テーマに限らず、SDGsに則した、当社独自の研究開発テーマを設定している。
 - 2022年12月にGXリーグ基本構想への賛同を表明。
 - 2023年9月にサステナビリティ委員会設置
 - 現在、「GXリーグ基本構想」に参画し、カーボンニュートラルな社会と経済が両立できる未来の創造を目指している。
 - <https://www.opt-oxide.com/sustainability/environment/>
- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 全ての事業計画は、社外役員を含めた役員会議に上程され、判断される。
 - 事業計画の進捗については、週報会資料として古川社長に報告されるとともに、月次報告会で直接報告を行う体制としている。また、その内容は社外役員を含めた役員会議で都度報告される。
 - 事業について決議された内容は、古川社長、社内役員、各事業部長出席の経営会議にて、定期的に周知、議論される。
 - 「経営者等による具体的な施策・活動方針」に記載の通り、組織改編を実施した。
- 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
 - 社外向けHPにおけるIR資料・CSR報告、研究開発報告で、弊社のSDG'sへの取り組みに関する開発案件として進捗を紹介するとともに、開発進捗及び将来の事業計画についても中期計画で開示している。
 - IR向け資料として、HPで紹介するとともに、研究開発計画及び事業計画について、プレスリリースを実施した。
 - SiC単結晶事業への参入に関しては、10月14日プレス発表の「株式会社UJ-Crystalとの資本業務提携に関するお知らせ」にて、SiC単結晶の量産化に向けた研究開発に関わることを発表している。
 - <https://ssl4.eir-parts.net/doc/6521/tdnet/2032329/00.pdf>
- 企業価値向上とステークホルダーとの対話
 - 研究開発計画及び事業計画については、説明・報告の機会を計画しており、2023年12月に機関投資家および一般株主に対して山梨工場の見学会を実施した。
 - 事業の将来の見通し・リスク等については、HPおよび株主総会、決算説明会等で都度開示を行っており、当該財務指標として、IRR等財務指標を用いて説明する様、勤めている。
 - 事業の効果（社会的価値等）についても、国民生活のメリットに重点を置いて、HPおよびプレスリリース等で幅広く発信している。
 - 2024年2月期第2四半期決算説明会にて本事業に言及。また、四半期報告としてHPに進捗を掲示。
 - <https://ssl4.eir-parts.net/doc/6521/tdnet/2190007/00.pdf>

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
 - 開発ステージ毎に、人的・資金的資源の見直しを図り、適切な対応を実施する計画である。
 - ゴールである社会実装を踏まえ、開発進捗に則した川下企業との協業を想定している。
 - 開発においては、“Agile-Stage-Gate Hybrids”手法を用いることを想定し、プロトタイプ及びエンジニアリングサンプルの提供により顧客の真の要求獲得するとともに、開発計画を柔軟かつダイナミックな運用を実施する。
 - GIFでの装置導入に合わせ、SiC結晶成長工場として、新たに1,306m²の建屋を建設、2023年3月に竣工。6月に先行成長装置1台を設置、10月より量産検討装置複数台を設置して運用を開始した。
 - 山梨県より人材採用に関するサポートを受けている。
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
 - 事業戦略として、当初予定していたMOSFET用n型基板に先行して、溶液法の得意とするp型基板の並行開発を行い、高耐圧IGBT用基板を想定した市場を参入の切り口とする。
 - 条件最適化支援等、オキサイド内での開発だけでなく、外部リソースとのコラボレーションを計画している。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 2023年3月1日付にて新事業推進室を独立組織として設置、CTOの直轄管理とした。
 - 製造量産プロセス開発を担当するオキサイドについては、開発に関して産業アーキテクチャを意識した階層構造を設定するとともに、ステージイト法により進捗を管理。
 - ビジネスモデルについては、成長戦略委員会での進捗及びマーケティング報告により、社内での評価・検証を行う体制とした。
- 人材の育成（含む標準化戦略人材）
 - 新たな事業創出として、その開発から事業化までをリーディングできる人材の育成を実行中。
 - 将来の事業拡大のため、研究開発及び人材確保に投資を継続中。昨年度は数値解析技術者を1名採用、本年度は新たに1名を採用した。また、結晶研究技術者を3名採用し、新工場の設備導入に合わせて社内での配置転換と新規採用技能者で複数名の増員を実施した。
 - 研究開発及びプロセス開発を担う若手技術者にアカデミアの研究者及びスタートアップ企業家と協業することにより、科学と起業精神を学ぶ良き機会と捉え積極的に活用。また、積極的に学会等に参加することを奨励している。
 - 社外の有識者を技術アドバイザーとして迎え、関連する技術について定期的な講義を頂くと共に、具体的な技術・学問の両面からの議論の場を設けている。

4. その他 [オキサイド]

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、IRRが期待を下回る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	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">• SiC素子開発の深耕が進まず、対Si素子, GaN, Ga2O3に対して優位性が打ち出せないリスク →昇華法では製作困難なP型SiCでの社会実装を目指す。• デバイスキラーク陥等、溶液法SiCウェハの品質に関わる問題が露見するリスク → 本リスク回避のため、開発早期からエンドユーザーとの協業により結晶品質のチェックと、客先要求仕様との整合を図りながら研究開発を進める。• 結晶成長速度の改善が進まず、生産性の向上が図れないリスク →結晶成長速度の改善は容易に達成できるものではない。シミュレーション技術等を駆使し、社会実装を可能とレベルまで、あくなき探求を続ける。	<ul style="list-style-type: none">• 溶液法のプロセス開発が進まず、或いは溶液法装置のスループットが向上しないことにより生産性の改善が進まず、経済的受容性をクリアできないリスク → 社内外の知識・経験を総動員して、ウェハの大口径化、装置の同時複数成長化開発を実施することにより、コストダウンを図り、経済的社会実装を促す。	<ul style="list-style-type: none">• 地震、台風などの自然災害によるリスク → 本リスク回避のため、製造拠点を中部地区（UJ-Crystal）、および甲信地区（オキサイド）の二拠点を想定した体制とし、リスク分散を図る。
<div>● 事業中止の判断基準：期待投資効率がIRR=14%を下回ると判断されたとき。</div>		