

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：超高品质・8インチ・低成本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（再委託先除く）：Mipox株式会社）

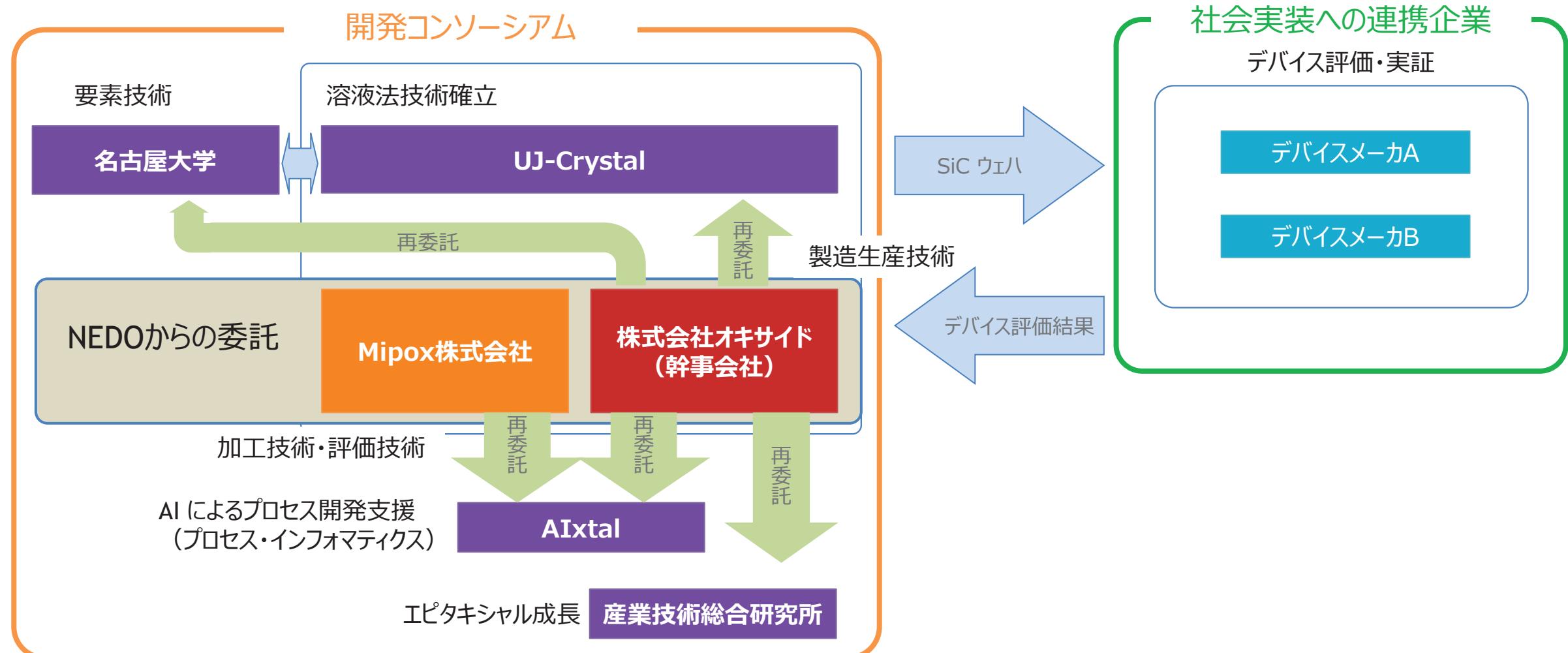
# 目次

1. コミットメントへの取組状況
2. 経営を取り巻く状況
3. 社会実装に向けた取組状況・課題

# 1. コミットメントへの取組状況

# 1. コミットメントへの取組状況

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



シーズ  
名古屋大学  
アカデミア・研究

アカデミア  
社会実装の受け口

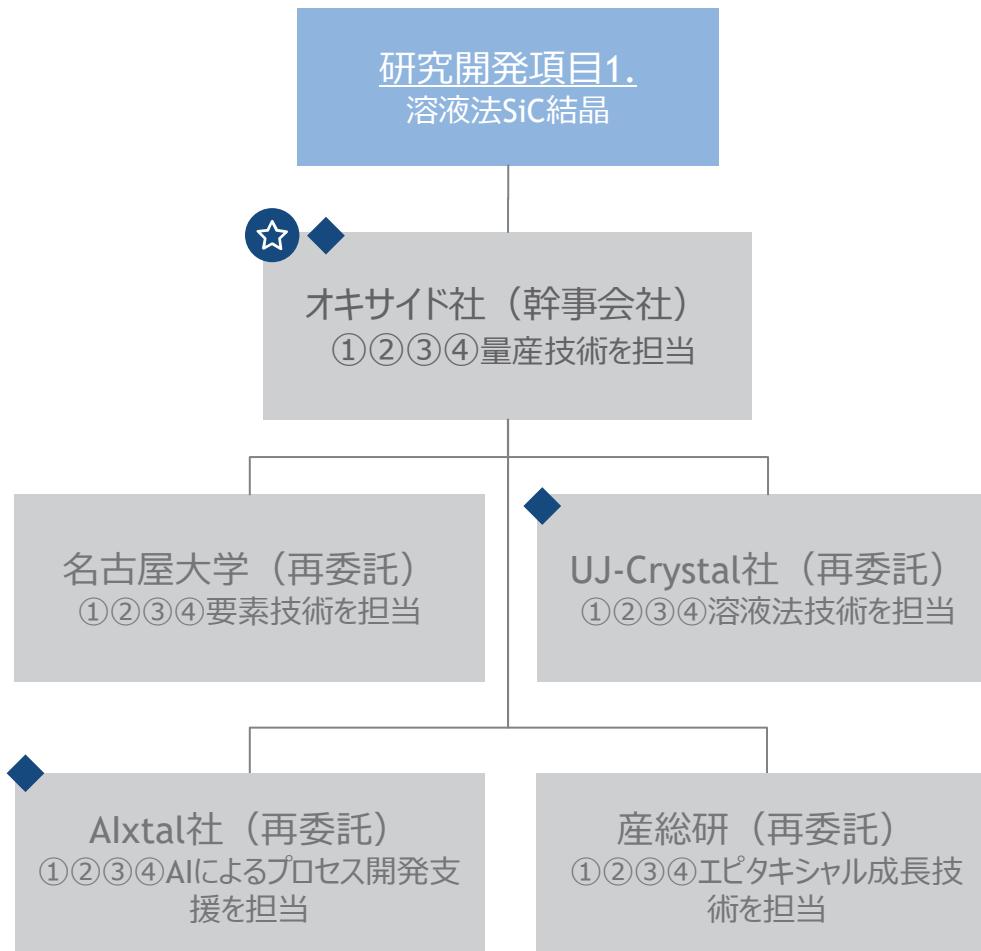
グリーンイノベーション  
ファンド  
社会実装へ向けた開発

社会実装・事業化  
企業連携

# 1. コミットメントへの取組状況

## 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

- ・ 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
- ・ 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

#### 中小・ベンチャー企業の参画

- ・ オキサイド：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
- ・ 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

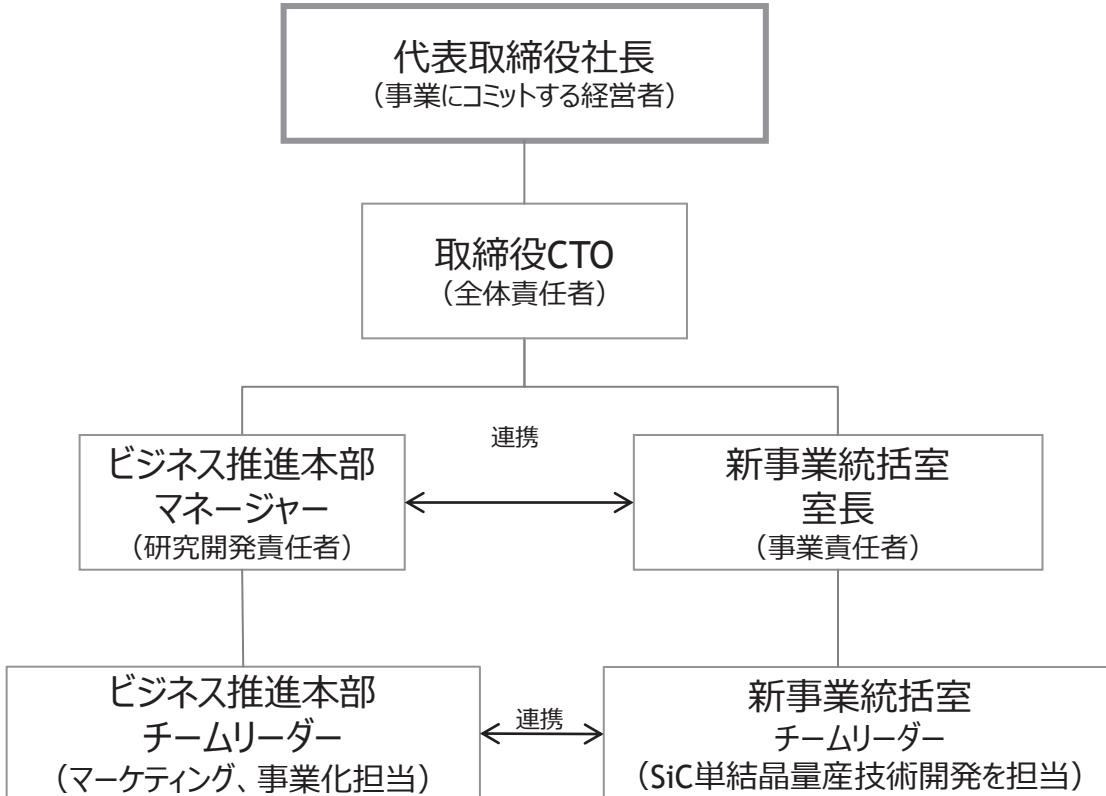
☆ 幹事企業

◆ 中小・ベンチャー企業

# 1. コミットメントへの取組状況

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



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
  - ビジネス推進本部マネージャー
- ・ 担当部署
  - ビジネス推進本部 : ①マーケ、研究開発を担当（専任1人程度）
  - 新事業統括室 : ②単結晶量産技術開発を担当  
(専任1人→3人程度、併任2人程度)
- ・ チームリーダー
  - ビジネス推進本部チームリーダー（マーケ、事業化担当）
  - 新事業統括室チームリーダー（SiC単結晶量産技術開発を担当）

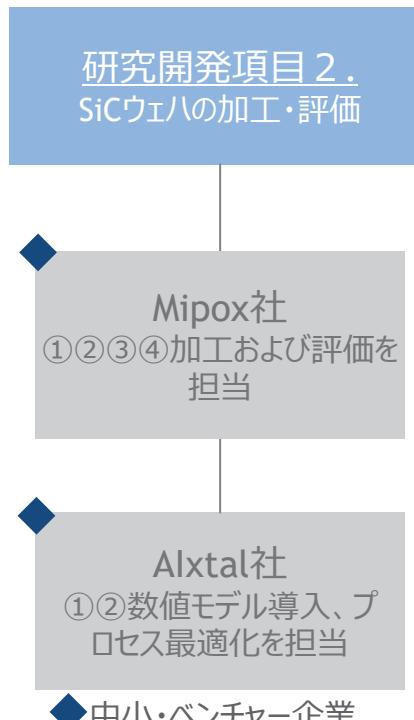
## 部門間の連携方法

- ・ 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、新事業統括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（仮称）を定期的に開催、SiC量産技術開発を実行する（PDCAを回す）

# 1. コミットメントへの取組状況

## 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ベア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、エピレディウェハとして最適な量産プロセス開発が可能になる。

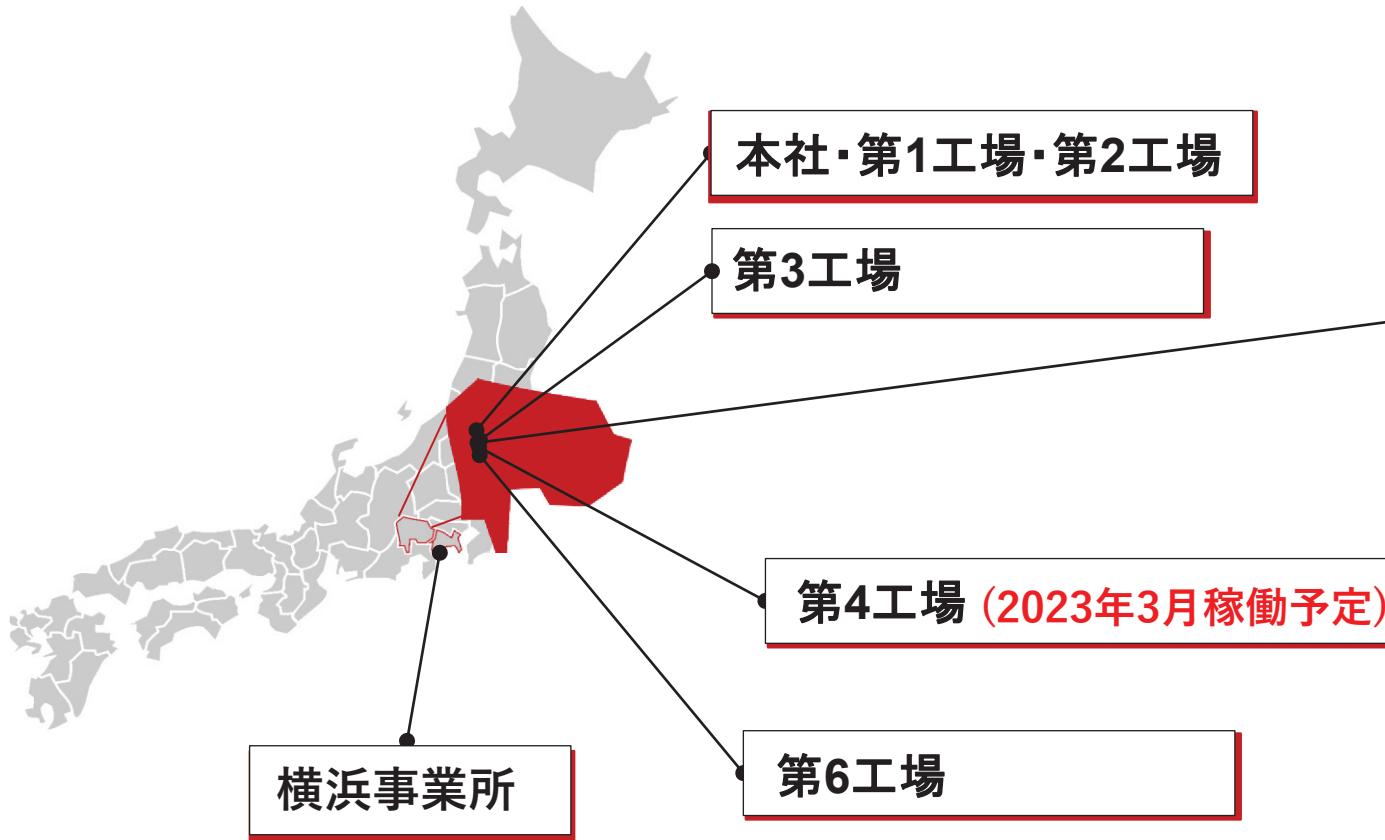
#### 中小・ベンチャー企業の参画

- 大学発ベンチャーであるAlxtal社が参画

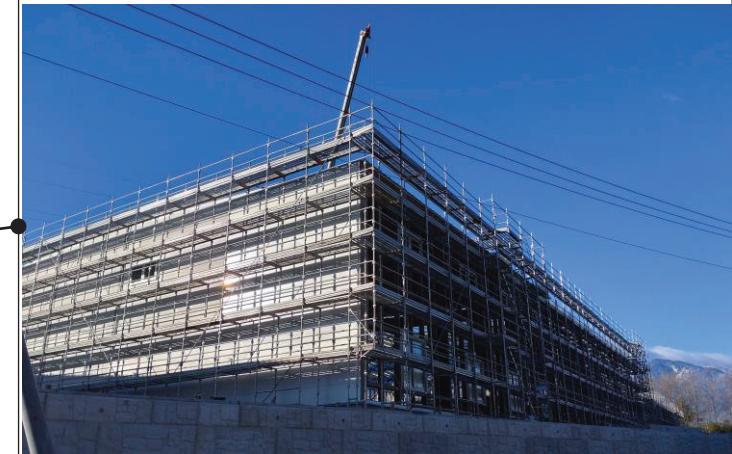
# 1. コミットメントへの取組状況

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

## 山梨県北杜市に工場建設を計画



第5工場 2023年3月稼働予定



用途：SiC単結晶の量産技術開発

■ 山梨本社工場隣接地

# 1. コミットメントへの取組状況

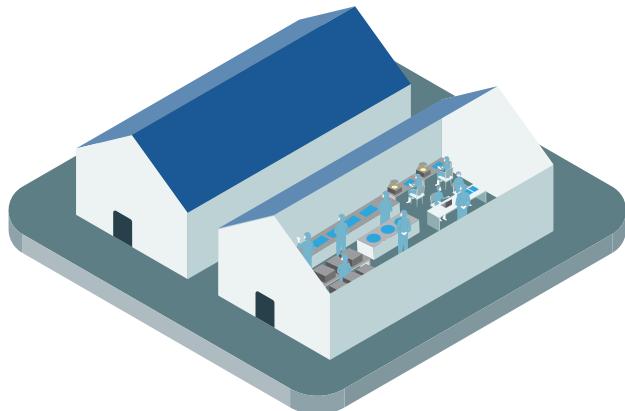
研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

## 栃木県鹿沼市に工場を確保

### 鹿沼事業所

敷地面積：約 60,000m<sup>2</sup>

延床面積：約 46,000m<sup>2</sup>



画だ。半導体関連の年間売上高は現在15億円程度とみられるが、今後5年で3倍に伸ばしたい考

5/27付日本経済新聞

Mipox 30億円投じ新工場  
半導体研磨材料大手のMipox（マイポックス）は半導体ウエハーの受託研磨加工サービスを拡大する。栃木県鹿沼市

### ウエハー研磨、能力3割増

に約30億円を投じて新工場を設けた。受け入れ能力は3割増えるとみられる。半導体市場が拡大するなか、特に電力の制御

が、手狭になつたため鹿沼市に新工場を設立し機能を移管。クリーンルームや関連設備を導入し、このほど稼働を始めた。工場は同社の拠点としては最大規模となる。併せて研磨材や研磨装置の製造能力も増やす計

**mipox**



に使うパワー半導体向け新素材の加工ニーズが高まっている。今後も好調な引き合いが続くとみて受注増を目指す。

同社は半導体メーカー

## 2. 経営を取り巻く状況

## 2. 経営を取り巻く状況

### 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	送配電向け 電力変換器
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	デバイスマーケット規模*	目標達成時期
・SiC-MOSFET	822.0億円 (2030年時点)	2040年
・SiC-IGBT	539.0億円 (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	デバイスマーケタ	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	デバイスマーケタ	送配電網 グリッド化

\* 富士経済『2021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。

## 2. 経営を取り巻く状況

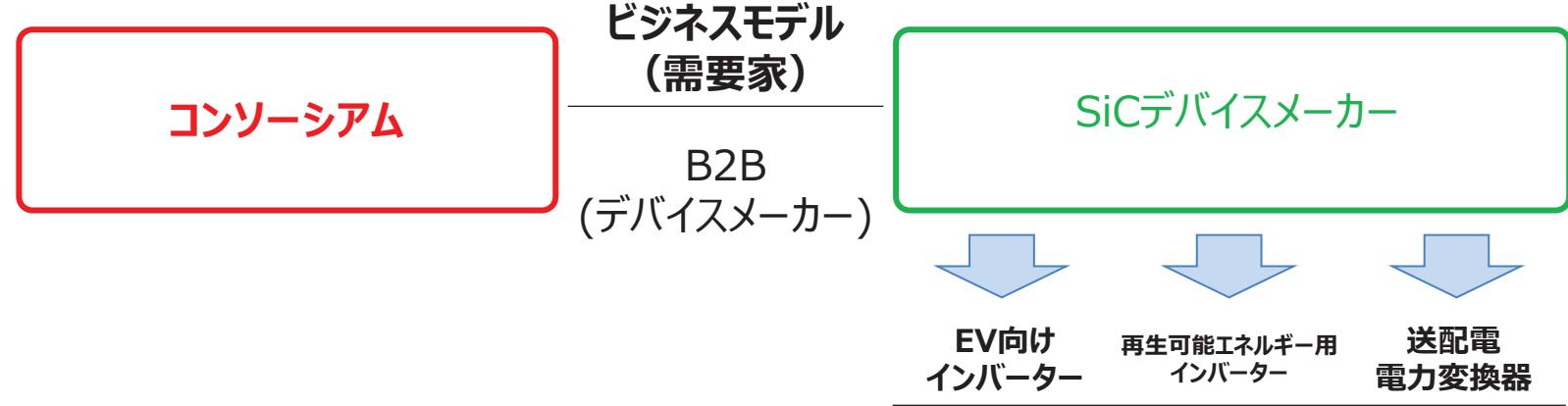
### 溶液法技術を用いて電力制御用半導体向け高品質SiCウェハを提供

#### 社会・顧客に対する提供価値

##### 電力制御用SiCウェハの提供

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

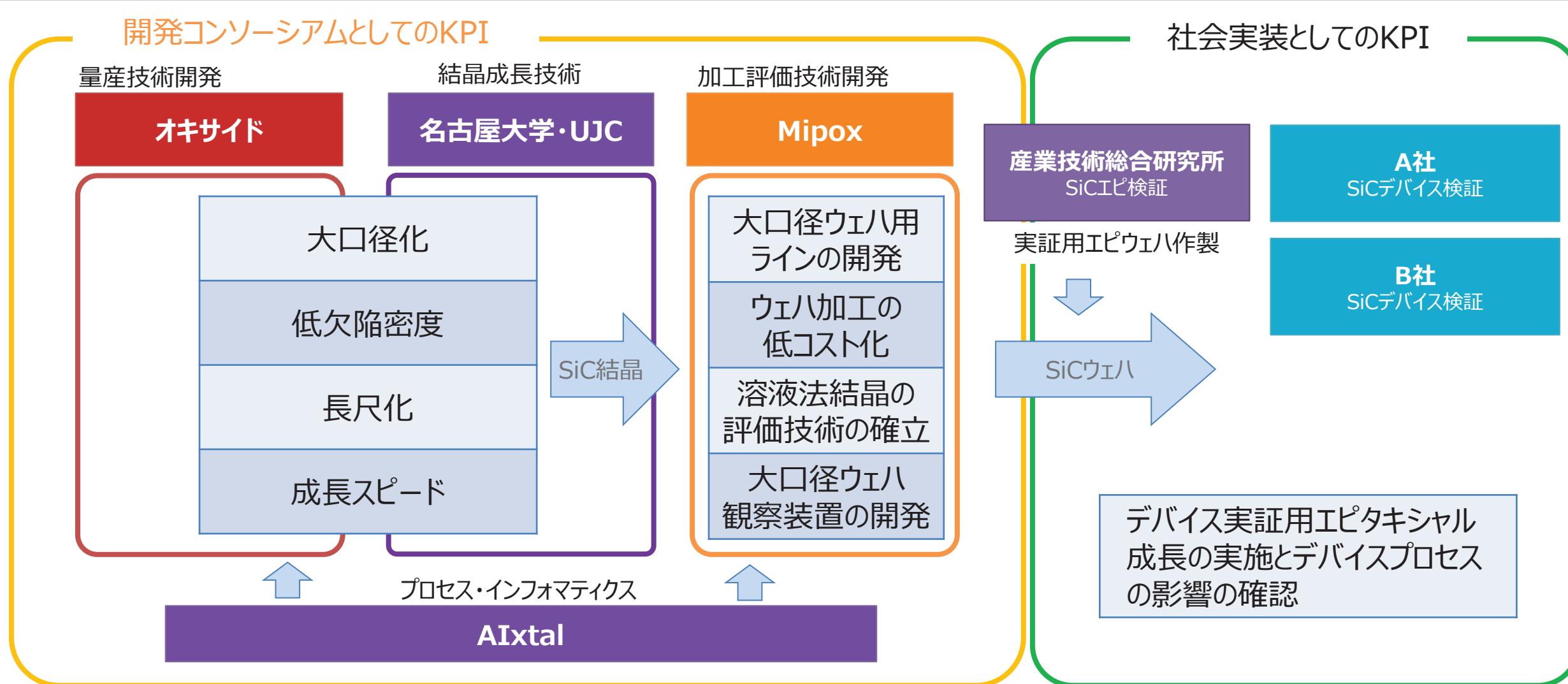
#### ビジネスモデルの概要と研究開発計画の関係性



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と成果の役割
素材層	SiCウェハ	低欠陥8インチウェハ	溶液結晶SiC成長	低ウェハコスト対応 Siチップコスト対応 大口径化(8インチ) 長尺化 成長スピードの高速化 低欠陥密度化

## 2. 経営を取り巻く状況

超高品质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

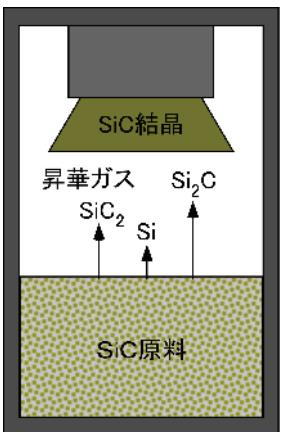
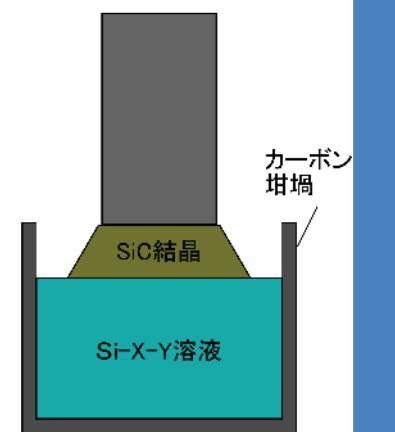


### 3. 社会実装に向けた取組状況・課題

### 3. 社会実装に向けた取組状況・課題

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)
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。			
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。

### 3. 社会実装に向けた取組状況・課題

#### 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

1 大口径化技術開発

###### 直近のマイルストーン

- 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



###### これまでの（前回からの）開発進捗

- 量産準備用SiC成長炉仕様確定を目的に、プロセスインフォマティクスを用いた溶液流れや溶液温度分布等について最適化を実施
- 量産準備用SiC成長炉の仕様を確定し発注
- 8インチ結晶の成長実験を目的に、6インチ種結晶3枚を所定の形状にくりぬきモザイク状に並べて、暫定的な8インチ種結晶を作成

###### 進捗度



(理由)計画から遅延なし

2 低欠陥密度化技術開発

- インクルージョンの評価、形成メカニズム解明
- 6インチ結晶の成長実験



- インクルージョンの定量評価方法、および形成メカニズム解明
- 6インチ結晶において、プロセスインフォ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で、ステップ幅が均一かつ溶媒インクリージョンのない良好な表面状態の結晶が得られた



(理由)計画から遅延なし

3 長尺化技術

- 雑晶の形成メカニズムの解明
- 成長条件探索



- 長尺化時の結晶品質劣化の原因となる雑晶の形成メカニズムの解明
- プロセスインフォマティクスを用いた成長条件探索方法の開発を開始
- 成長速度の面内分布を6時間、および40時間成長で比較



(理由)計画から遅延なし

### 3. 社会実装に向けた取組状況・課題

#### 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

4 高速成長技術開発

###### 直近のマイルストーン

- 成長速度の予測
- 溶液流れの評価



###### これまでの（前回からの）開発進捗

- 成長速度を予測するシミュレーションをより現実に合わせるための検討を実施
- 成長速度に影響する溶液流れの評価を主目的に、種々の条件下でのシミュレーションを実施

###### 進捗度

○  
(理由)計画から遅延なし

5 デバイス実証

- ウエハの汚染
- エピ形成



- 供給されたΦ12.5mmのウエハを設置した3インチSiCウエハに対してTXRFによる汚染評価を行い、ウエハの下流側でCrの汚染を確認、ウエハ直下ではAlの汚染を確認
- SBD評価を目的に、濃度2E16cm-3、厚さ10μmのn型エピ層をΦ12.5mmのウエハに形成

○  
(理由)計画から遅延なし

### 3. 社会実装に向けた取組状況・課題

#### 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

1 大口径ウェハ用ラインの開発

###### 直近のマイルストーン

- ・仕様検討
- ・テスト加工



###### これまでの（前回からの）開発進捗

- ・加工ラインに必要な各装置の仕様を検討。装置メーカーと議論を重ねて仕様を決め、順次発注している。今期導入予定装置、来期導入予定のうち長納期品の順で進捗中。
- ・標準的な8インチSiCウェハの詳細な加工工程フロー(第1次案)を作成。
- ・最重要工程のひとつであるスライスのテスト加工実施。

###### 進捗度



(理由)半導体製造装置の長納期化により納期管理が厳しいものの、現状、予定期間内での導入見込み。

2 ウェハ加工の工程数の削減

- ・先行プロセス検証



- ・溶液法SiC結晶のテスト加工実施。昇華法と概ね同様のプロセスで加工できそうだが、CMP工程で一部溶液法特有の課題があることを確認。
- ・外注加工先を選定し、サファイアインゴットでの原理検証を実施。また、昇華法SiCインゴットによるテストスリットを実施。
- ・プロセス最適化のためアプリ実装・既存シミュレータ導入(アイクリスタル)



(理由)計画から遅延なし

3 溶液法結晶の評価技術の確立

- ・装置設計完了
- ・予備観察結果出力



- ・溶液法SiCのテスト観察実施



(理由)計画から遅延なし

4 大口径ウェハ観察装置の開発

- ・装置設計完了
- ・ステージ動作確認



- ・ステージ候補選定・発注



(理由)計画から遅延なし