

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発

実施者名：東芝デバイス&ストレージ株式会社（幹事企業） 、 代表名：代表取締役社長 佐藤 裕之

---

（共同実施者：東芝エネルギーシステムズ株式会社）

# 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

- (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）

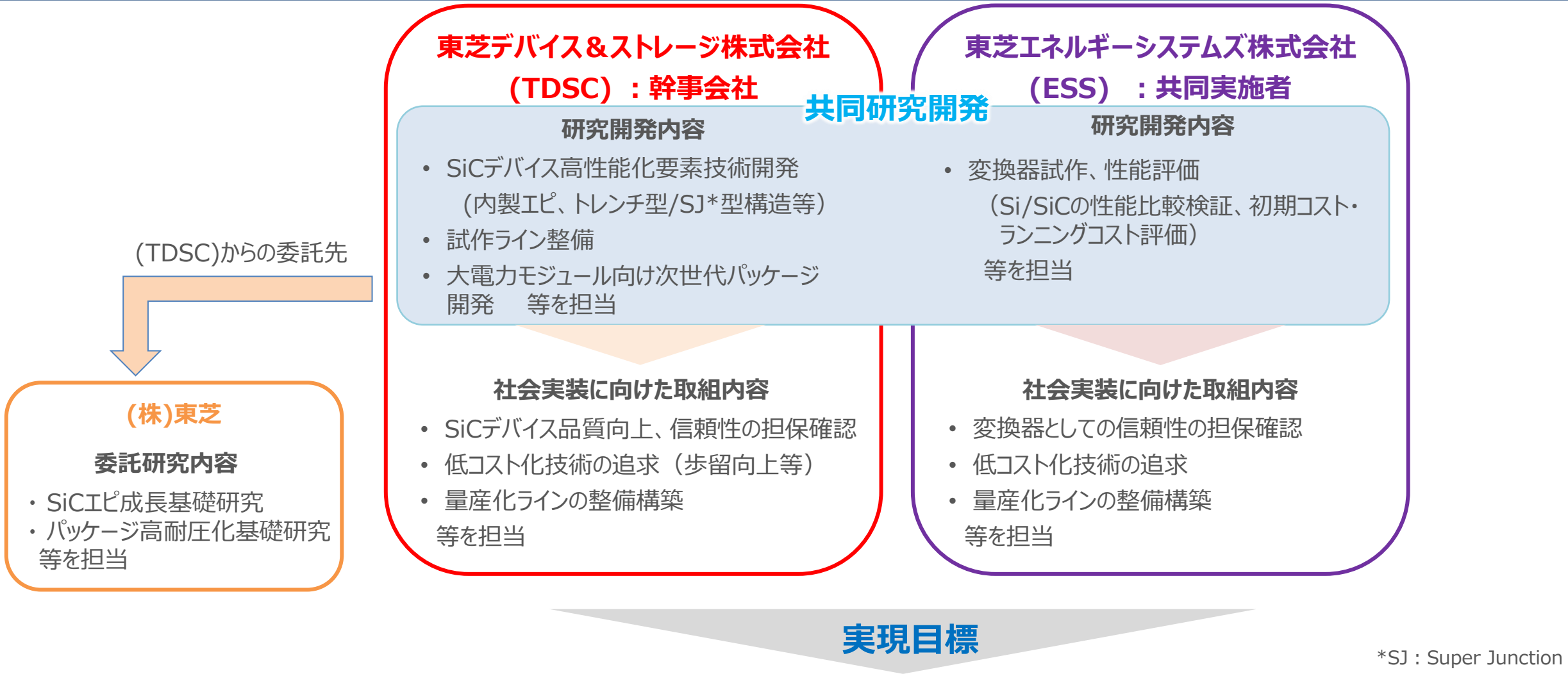
- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

### 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

「次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発」における各主体の役割分担



SiCモジュールを用いた検証用電力変換器により電力損失低減 (50%低減目標)

\*SJ : Super Junction

# 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

## 社会構造等の変化によりパワーエレクトロニクス産業が急拡大すると予想

### カーボンニュートラル（CN）を踏まえたマクロトレンド認識

#### （社会面）

- ・ 切迫する地球温暖化対策への意識の高まり
- ・ 「望ましい転換」でなく「取り組みが必須」が社会の合意へ、SDGsの策定

#### （経済面）

- ・ CN取り組みが、ビジネス（事業）へ
- ・ ESG経営への投資規模の拡大
- ・ 設備等の更新投資等はCN仕様が標準へ
- ・ 浸透に伴う規模の拡大で各種コストは低減

#### （政策面）

- ・ 設備切替やCN分野の研究開発等を後押しする政策の推進
- ・ 官公庁が模範・リード役を果たす展開

#### （技術面）

- ・ 再生可能エネルギー技術の多様化→送電ロス抑制技術
- ・ 省エネルギー、放熱抑制→インバータ技術の全面浸透、スイッチング電源の高度化

- 市場機会：
  - ・ 各種規制に適合するための需要の拡大（例 EV化）、
  - ・ CN化の全面展開による量的な需要の拡大
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト（パワー半導体）：
  - ・ 電力変換ロスの低減と機器の軽量化、小型化に貢献
  - ・ 駆動と制御の両面で機器の省エネ化実現に貢献

### 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



### CNに代表されるメガトレンドの課題解決に対しデバイス技術力で貢献



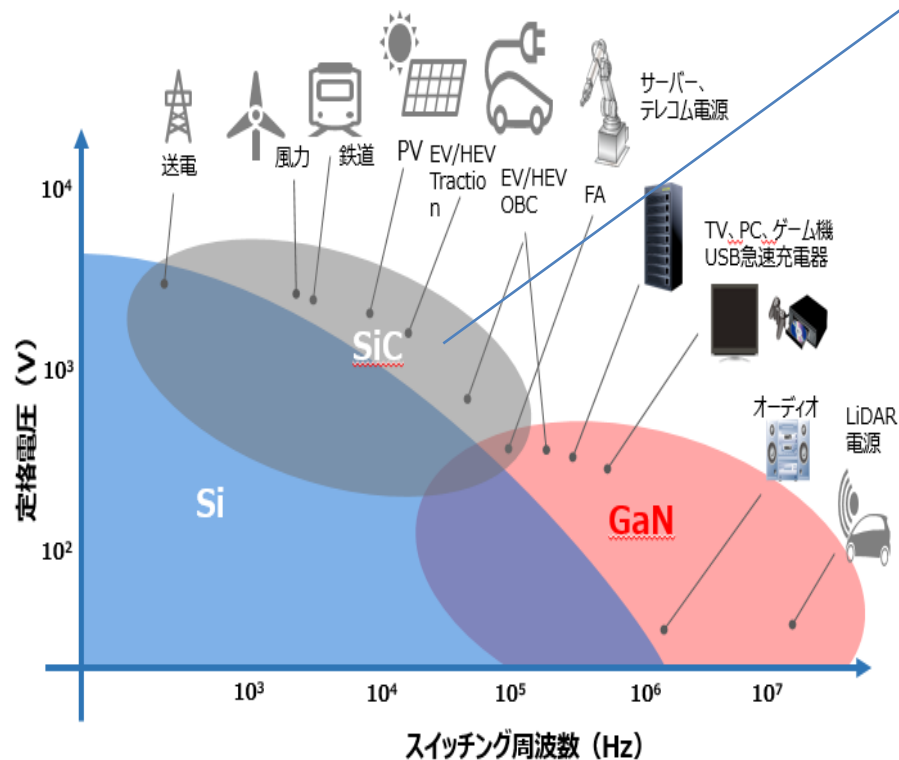
- 当該変化に対する経営ビジョン：
  - ・ 社会インフラ/情報インフラの進化をリードするキーデバイス/キーコンポーネンツを提供し続ける
  - ・ 環境負荷低減に貢献する製品の創出拡大と、カーボンニュートラルに向けた取り組みを加速

# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## パワーエレクトロニクス市場のうちSiC化による効果が大いハイパワーセグメントをターゲット

### セグメント分析

SiC：優れた熱特性により、ハイパワーでの高出力・高効率化が求められる機器への応用



HVDC：High Voltage Direct Current、高圧直流送電  
STATCOM：Static Synchronous Compensator、無効電力補償装置  
PV：Photovoltaic power generation、太陽光発電  
PCS：Power Conditioning System、発電電力を系統電力に連携できるように変換する装置

### ターゲットの概要

#### ターゲット市場

- 電力・送配電 …… HVDC、STATCOM、風力発電
- 鉄道 …… 駆動用電力変換機器、電源装置
- 再生エネルギー(PV) …… PCS

#### 需要家

#### 主なプレーヤー

#### 課題

#### パワー半導体 市場規模(@2030年)

電力  
・送配電

東芝エネルギーシステムズ、他

- 効率向上
- 小型・軽量化

- 送配電：487億円
- 風力関連：212億円

鉄道

東芝インフラシステムズ、他

- 小型・軽量化
- 使用電力量削減

510億円

再生エネ  
ルギ(PV)

東芝三菱電機産業システム、他

- 効率向上
- メンテナンスフリー

300億円

#### 想定ニーズ（共通）

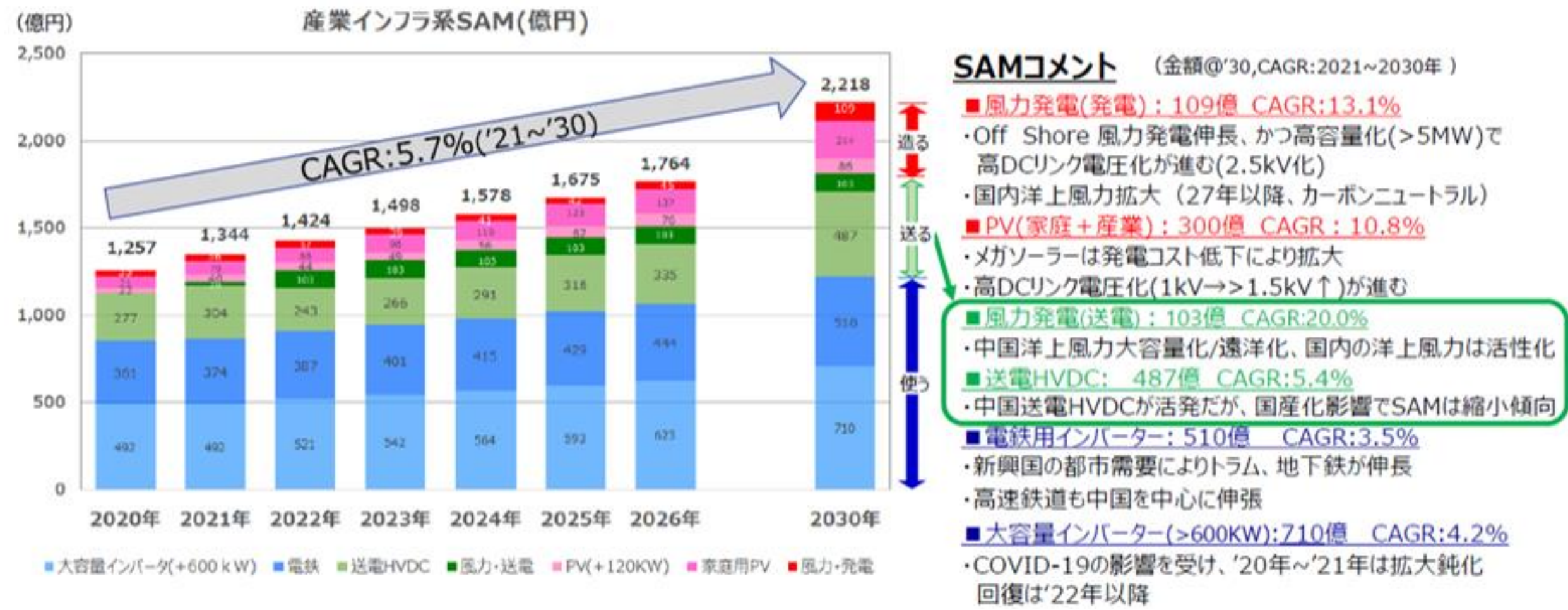
- 高耐圧化およびハイパワーでの高出力・高効率化
- 機器の小型・軽量化



# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット（補足参考資料）

## 産業インフラ系パワー半導体の市場動向 - SAM(Serviceable Available Market)分析 -

風力発電用HVDCが高伸長（CAGR=20%@21年～30年）、カーボンニュートラルに向けて洋上風力発電も活発化



出典：Yole Inverter 2019, Yole IGBT 2018, Yole SiC 2020 を元に当社纏め

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

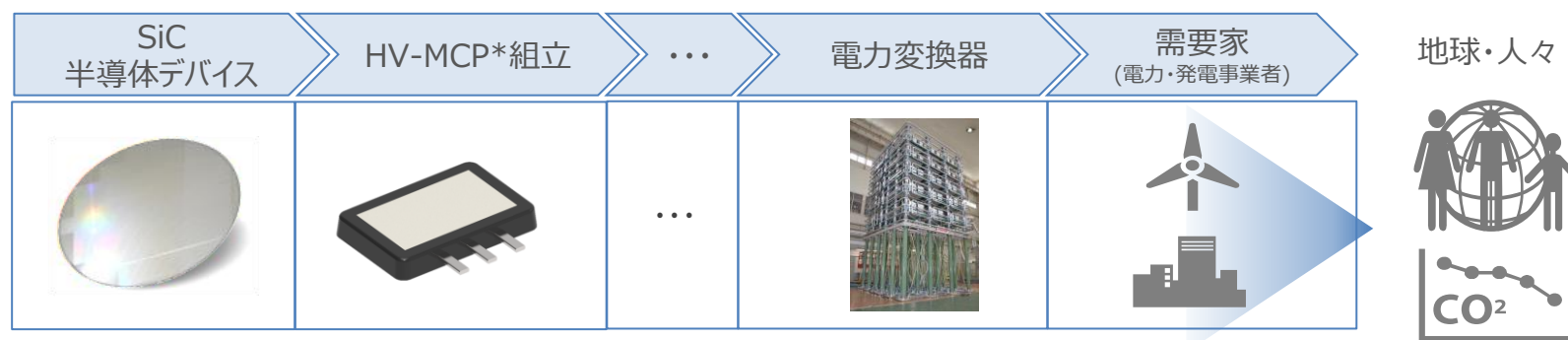
## 次世代SiCパワー半導体を使った変換器の損失低減により、環境負荷低減に貢献する事業を創出/拡大

### 社会・顧客に対する提供価値

- 再生可能エネルギー社会にむけた高性能且つ低コストな次世代SiCパワーデバイスの提供
  - 次世代SiCパワー半導体を使った電力変換機器の損失低減によりCO<sub>2</sub>排出量を削減する
  - 電力変換機器の小型、軽量化に貢献

### 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

- 電力変換機器のユーザーリクエスト  
①小さく、②軽く、③安く、④信頼性高く 且つ ⑤損失を小さく



- 半導体～電力変換機器システムのビジネスモデル概要
  - 低損失なSiCデバイス製品の供給によりビジネスを拡大し環境負荷低減に貢献



### 【研究の必要性】

- 本研究により、競争優位な次世代SiCデバイス技術および高耐圧向け次世代パッケージ技術の早期確立と社会実装化を目指す

### 【開発内容】

- 高性能な次世代SiCデバイスを搭載した電力変換器の試作と性能評価により、電力損失低減効果の確認を行う

\* HV-MCP : High Voltage Multi Chip Package  
(高耐圧高放熱型マルチチップパッケージ)



# 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）

## 市場でのシェア獲得とともに知的財産を獲得することで競争力を確保・維持する

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

### 自社の強み

- Siで培った実績（パワー半導体技術、エンジニア）
- グループ内システム事業部門との協調関係、社外顧客基盤および強固な販売網を保有

### ターゲット市場の特徴

- 産業・インフラ系で顧客が限定的
- 参入障壁が高い
- CN化等で大きく市場が拡大
- まずは既存Si市場の置換でSiC市場が伸長していくと予想

### 短期的な戦略

- 知財獲得や顧客との協調関係維持等のクローズ戦略を優先

### 中長期的な戦略

- SiC固有の特性仕様や信頼性評価方法が発見できれば標準化も考慮

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）

- ディスクリット品のパッケージ外形は、JEITA、IEC等で標準化されているが汎用品が中心
- 性能の高い産業・インフラ系などの特定用途向けは先行メーカ品がデファクトとなり、他社がそれに追随

（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）

- 製品仕様（パッケージ外形、性能）の公開
- Siデバイスを中心に知財化
- JEITA半導体標準化専門委員会の半導体信頼性技術委員会等に参加

本事業期間におけるクローズ戦略（知財等）とオープン戦略（標準化等）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）

クローズ戦略（知的財産等）

- デバイス構造やパッケージ構造に関する特許造出を中心に推進
- 半導体製造プロセスやパッケージ製造に関する独自技術のほとんどはノウハウに属するものであり秘匿化を図る
- 重要顧客との関係を維持する
- サプライヤとの関係構築

オープン戦略（標準化等）

- JEITA活動を通して、業界団体としての戦略的標準化活動に参加すると共に情報収集を行う

# 1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

## 実績あるパワー半導体技術の強みを活かし、環境負荷低減・経済価値向上に貢献

### 自社の強み、弱み（経営資源）

#### ターゲットに対する提供価値

- SiCデバイスの更なる性能向上（RonA低減等）により、
  - 顧客システムの電力損失低減効果
  - 装置サイズ削減効果（小型軽量化）



CO<sub>2</sub>排出量削減によるカーボンニュートラル社会の実現に貢献



#### 自社の強み

- 実績あるパワー半導体技術、エンジニアを保有
- SJ\*構造に関する豊富な保有技術（特許、製造ノウハウ）
- 東芝グループ内システム事業部門との強い協調関係、社外顧客基盤および強固な販売網を保有

#### 自社の弱み及び対応

- デバイス特性やコストを左右するインプロセスエピは現在非導入であり、本開発の中で内製化を図る

### 他社に対する比較優位性

#### 自社

##### 技術

###### 【現在】

- エピウェハは外部調達
- プレーナー型MOSFET



###### 【将来】

- 調達ウェハを大口径化しコスト・品質強化
- MOSFETの微細化とSJ化

##### 顧客基盤

- グループ内システム事業部門（東芝エネルギーシステムズ、東芝インフラシステムズ）
- 既存製品の顧客基盤（車載、産業、民生アプリの顧客網）



- 東芝グループ外への国内変換器メーカー
- 新規顧客の獲得

##### サプライチェーン

- SiCインプロセスエピは非導入
- SiCバルク基板は外部調達



- SiCインプロセスエピは内製化を図る
- バルク基板外部調達のマルチベンダー化を進める

##### その他経営資源

- （株）東芝のデバイスエンジニア
- 東芝デバイス&ストレージグループ内のエピ装置メーカー（NFT\*\*）



- 東芝グループ全体で競争優位な技術開発体制および技術者育成を継続していく

#### 競合A社

- プレーナー⇒トレンチ構造化で世代化

- 外販顧客のみ

- エピメーカーを買収

- N/A

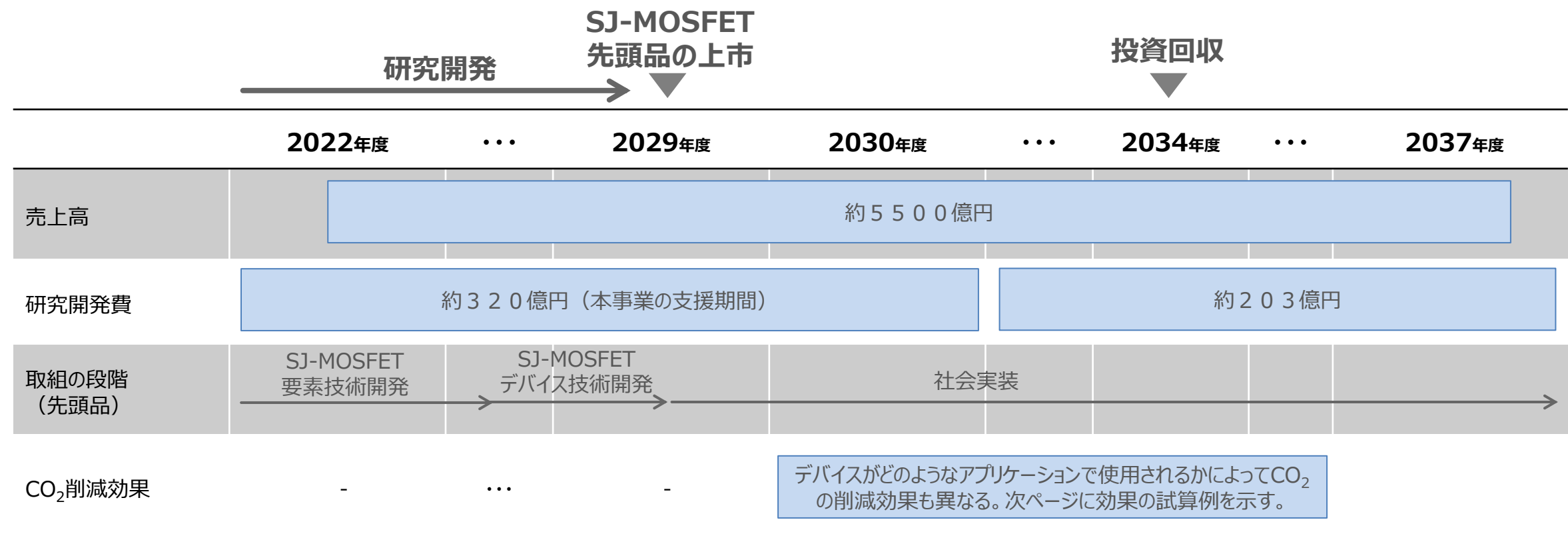
\* SJ : Super Junction、 \*\* NFT : NuFlare Technology, Inc.

# 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

2022年に当該研究開始後、2029年のSJ-MOSFET事業化、2034年頃の投資回収を想定

投資計画（SiCデバイスおよび高耐压次世代パッケージ製品開発投資回収の全体像。SiCデバイスは既存品を含む）

- ✓ 当該事業対象のSJ-MOSFET先頭品は2029年頃の事業化を目指す。
- ✓ 系統変電等のインフラ市場での販売を図り、2034年頃に投資回収できる見込み。
- ✓ 本事業終了後も研究開発は継続する。



社会効果試算（システムメリット試算事例）

応用	半導体 耐圧	Si→SiCによる 半導体損失 削減率（%）	Siの場合の 消費電力量 （億kWh） @2030年		SiC化による 消費電力 削減量 （億kWh） @2030年		SiC化による CO <sub>2</sub> 排出 削減量 （万トン） @2030年	
			世界	国内	世界	国内	世界	国内
データセンター電源	650V	Δ43%	7500	225	Δ375	Δ11	Δ1763	Δ53
車載EVインバータ	1200V	Δ78%	1325	133	Δ106	Δ9	Δ498	Δ43
洋上風力発電	4.5kV	Δ50%	17600	888	Δ120	Δ6	Δ520	Δ26

- ※ 試算の前提
- (0) CO<sub>2</sub>排出削減量 … 国内・海外共に、下記資料掲載の代替値 0.00047(t-CO<sub>2</sub>/kWh)にて一律試算。  
【出典】 R3年1月7日 環境省・経済産業省公表 電気事業者別排出係数 R1年度実績  
<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>
  - (1) データセンター … 世界データセンターエネルギー消費量から試算  
【出典】 R3年2月 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響（Vol.2）  
<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2020-pp-03.pdf>  
データセンターのSiからの置換え比率を SiC：GaN＝1：1 で試算
  - (2) 車載インバータ … バッテリー使用率10%弱 向上を想定。25年以降のEV累積台数ベース(92M台)で試算。
  - (3) 洋上風力発電 … GWEC(Global Wind Energy Council) データより

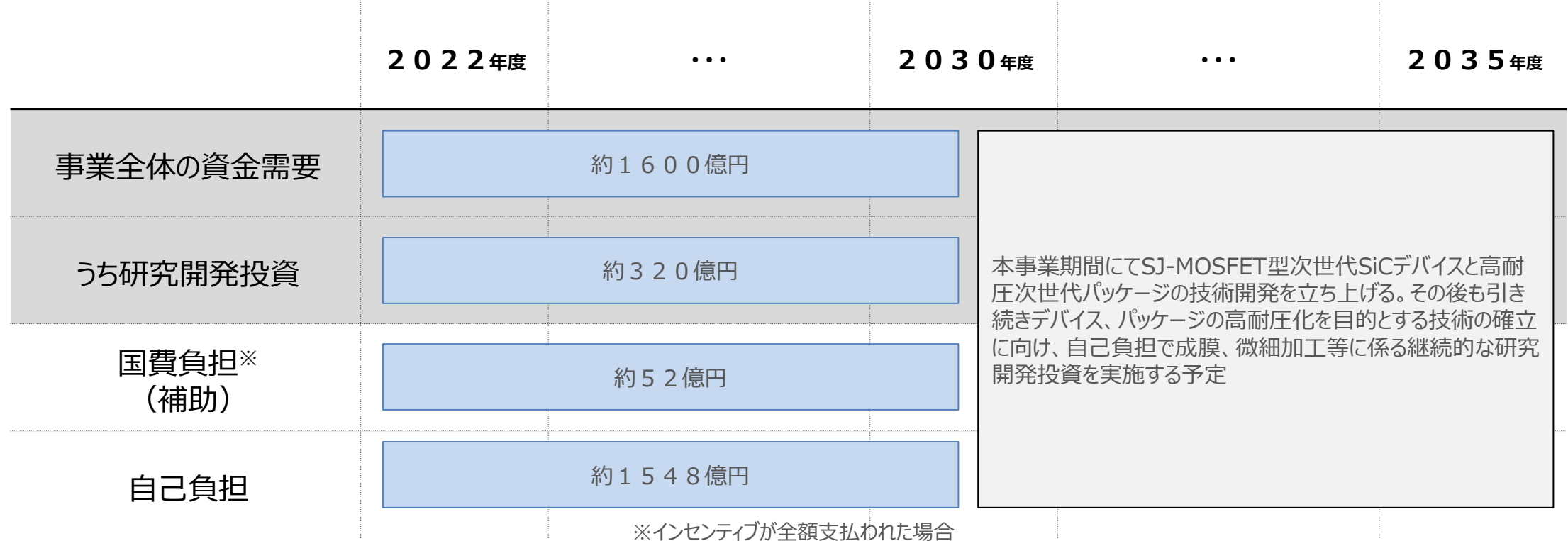
# 1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

## 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>本研究開発で得られた知見やノウハウについては速やかに特許権利化を検討する</li><li>Siで確立された電力変換器を比較基準としてSiCの将来の有用性を確認検証する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>社内に当該研究試作ラインを構築</li><li>トレンチ &amp; SJ開発設備投資を計画</li><li>高耐圧高放熱パッケージ開発ライン設備投資を計画</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>本研究開発で得られた成果を各種学会、展示会等にてPRしていく</li><li>あわせて現在パワーデバイスを使用中の顧客へ個別にPRを行う</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>2022年度に7件の特許を出願</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>社内に構築する当該研究試作ラインのうちの一部装置について設備発注を行った</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>2022年度は研究発表・講演等の実績無し</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>Siデバイス蓄積したパワー半導体およびSJ技術はSiCデバイス技術にも応用展開が可能であり、技術的な国際競争力を維持していく</li><li>競合システム他社と比較して、より低損失な変換器を提供</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>東芝グループ内にユーザー、東芝デバイス &amp; ストレージグループ内に半導体装置メーカー（NFT）を保有しており、垂直統合型のデバイス開発が可能</li><li>SiCのインプロセスエピを内製化して品質およびコスト競争力向上を目指す</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SiCデバイス単体および変換器の試作・評価結果をセットで提示することでSiCデバイスの有効性を明確に示すことが可能</li><li>次世代SiCデバイス技術、高耐圧高放熱パッケージ技術および変換器試作の成果を国際学会等でPR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、1 5 4 8 億円規模の自己負担を予定





## 2. 研究開発計画

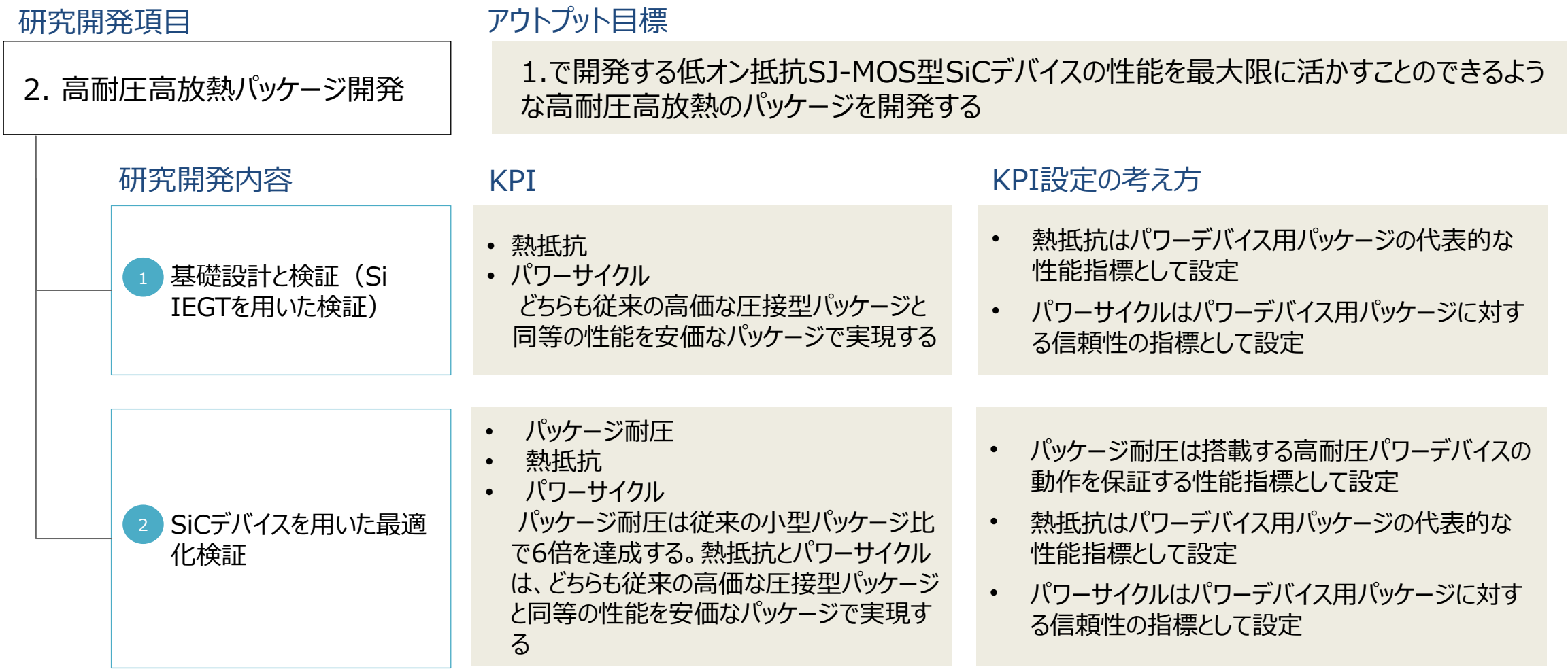
2. 研究開発計画／（1）研究開発目標 1/3

次世代SiCデバイス特性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. SJ-MOS型 次世代SiCデバイス開発	Siデバイス搭載変換器に比べて電力損失を50%低減することが可能となる変換器に搭載する低オン抵抗（RonA）のSJ-MOS型SiCデバイスを開発する		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
① SiCインプロセスエピ内製 化検討 および プロセスインテグレーション	<ul style="list-style-type: none"><li>表面欠陥密度</li><li>エピ濃度均一性</li></ul> どちらもインプロセスではないエピ成長膜と同等の品質を実現する	<ul style="list-style-type: none"><li>表面欠陥密度とエピ濃度均一性はプロセスの品質指標として設定</li></ul>	
② トレンチMOS開発	<ul style="list-style-type: none"><li>特性オン抵抗 RonA</li></ul> 従来構造の中耐圧同等品比で半減を達成する	<ul style="list-style-type: none"><li>特性オン抵抗はパワーデバイスの代表的な性能指標として設定</li></ul>	
③ SJ-MOS開発	<ul style="list-style-type: none"><li>特性オン抵抗 RonA</li></ul> 従来構造の高耐圧同等品比で▲35%減を達成する	<ul style="list-style-type: none"><li>特性オン抵抗はパワーデバイスの代表的な性能指標として設定</li></ul>	

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標 2/3

# 高耐圧高放熱パッケージ開発を達成するために必要な複数のKPIを設定



## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標 3/3

# 低損失な電力変換器の開発目標を達成するために必要なKPIの設定

### 研究開発項目

3. SiCデバイスを用いた変換器の開発

### 研究開発内容

- 概略基礎設計
- 検証方法詳細検討
- 変換器設計，製作
- SiCを適用した変換器を試作・評価

### アウトプット目標

SiCデバイスを搭載した変換器を試作・評価することにより、Siデバイス搭載変換器に比べ電力損失低減▲50%となることと示すとともにコストは同等であることを明らかにする

### KPI

- SiCデバイス搭載電力変換器の損失がSiデバイス搭載電力変換器比で50%以下
- 事業化時、SiCデバイス搭載電力変換器のコストがSiデバイス搭載電力変換器のコストと同等であることを明らかにする

### KPI設定の考え方

- 損失比はSiCデバイス搭載電力変換器がSiデバイス搭載電力変換器に比べて性能面での優位性を示すための指標として設定
- コスト比はSiCデバイス搭載電力変換器がSiデバイス搭載電力変換器と比べて事業化時、同等コストとなることを示すための指標として設定

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 1/3

次世代SiCデバイス開発における各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目

1. SJ-MOS型次世代SiCデバイス開発

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 SiCインプロセスエピ 内製化検討 およ び プロセスインテグ レーション	・表面欠陥密度 ・エピ濃度均一 性	内製のインプロ セスエピプロセ ス開発は未着 手	インプロセスで はないエピ成 長膜と同等の 値	・ SiCエピタキシャル成長装置の導入・立上げ ・ SiCインプロセスエピプロセスの開発	60%
2 トレンチMOS開発	・特性オン抵抗 RonA	プレーナ型の MOSデバイスは 開発済みである が、トレンチ型の MOSデバイスは 開発未着手	プレーナ構造 のデバイスを微 細トレンチ構 造化することで 実現できる値	・ トレンチ形成装置の導入・立上げ ・ トレンチ形成プロセスの開発 ・ 保有しているプレーナ構造デバイス技術をト レンチ構造デバイスに横展開	80%
3 SJ-MOS開発	・特性オン抵抗 RonA	SJ型のMOS デバイスは、Si では検証済み だがSiCでは未 検証	高性能、高耐 量・高信頼性、 低コストを鼎 立させること のできる値	・ SiのSJ-MOSデバイスの設計・プロセス技術 をSiCのSJ-MOSデバイスに横展開	60%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 2/3

高耐圧高放熱パッケージ開発における各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目

2. 高耐圧高放熱パッケージ開発

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 基礎設計と検証 (Si IEGTを用いた検証)	・熱抵抗 ・パワーサイクル	高耐圧と高放熱を兼ね備えたパッケージは未設計	熱抵抗は従来パッケージと同等の性能値 パワーサイクルは負荷変動の大きな無効電力補償装置などにおいて従来システムと同等の信頼性を確保できる値	・ 高耐圧樹脂の使用と樹脂－電極間の密着性を高める技術の開発 ・ シミュレーションを活用したパッケージ構造の設計	80%
2 SiCデバイスを用いた最適化検証	・パッケージ耐圧 ・熱抵抗 ・パワーサイクル	SiCを用いた高耐圧高放熱パッケージは未設計	パッケージ耐圧は搭載するデバイス耐圧に準じる 熱抵抗値は冷却方式を仮定した時のデバイス接合温度から設定される値 パワーサイクルは負荷変動の大きな無効電力補償装置などにおいて従来システムと同等の信頼性を確保できる値	(①「基礎設計と検証」での方法に加えて) ・ SiCチップと電極材との高信頼性接合技術の開発	80%



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 3/3

SiCデバイスを用いた変換器の開発における各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目

3. SiCデバイスを用いた変換器の開発

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
<ul style="list-style-type: none"><li>概略基礎設計</li><li>検証方法詳細検討</li><li>変換器設計，製作</li><li>SiCを適用した変換器を試作・評価</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SiCデバイス搭載電力変換器の損失がSiデバイス搭載電力変換器比で50%以下</li><li>事業化時、SiCデバイス搭載電力変換器のコストがSiデバイス搭載電力変換器のコストと同等であることを明らかにする</li></ul>	比較に耐えるようなSiデバイスおよびSiCデバイス搭載電力変換器は未保有	損失比は ▲50% コストは同等	<ul style="list-style-type: none"><li>SiCの特性を活かして低損失が実現できる交直変換システム設計</li><li>SiCを用いた変換器の試作・評価<ul style="list-style-type: none"><li>Siを用いた変換器による電力損失の確認</li><li>SiCを用いた変換器による電力損失の確認</li><li>両者を比較、検証する</li></ul></li></ul>	80%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組） 1/3

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. SJ-MOS型次世代SiCデバイス開発

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 SiCインプロセスエピ内製化検討 およびプロセスインテグレーション	2023年度末 ・表面欠陥密度、エピ濃度均一性の確認	・エピ装置の仕様を大枠決定 ・デモ機で成膜を実施し表面欠陥密度、エピ濃度均一性を一次評価	○ 計画から遅延なし
2 トレンチMOS開発	2023年度末 ・トレンチ深さ面内均一性の確認	・トレンチ形成装置の仕様を決定し、装置発注 ・トレンチ形成は装置デモにより確認中	○ 計画から遅延なし
3 SJ-MOS開発	2023年度末 ・チャネリングインプラ注入深さの確認	・チャネリングインプラについて、注入深さと結晶ダメージを確認中	○ 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） 2/3

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. 高耐圧高放熱パッケージ開発

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

基礎設計と検証  
(Si IEGTを用いた検証)

2023年度末

・パッケージの設計と試作  
・熱抵抗測定



・1次試作用パッケージの設計・試作を完了  
・一部の製造プロセスについて1次判断

○  
細かい課題はあるが、計画に影響を与える問題点はない

2

SiCデバイスを用いた最適化検証

2026年度末

・SiC用1stサンプル作製



①の結果を踏まえて、2025年度から開発着手

左記のように2023年3月時点では開発未着手につき未判定

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

3. SiCデバイスを用いた変換器の開発

研究開発内容 直近のマイルストーン

- 概略基礎設計
- 検証方法
- 詳細検討
- 変換器設計，製作
- SiCを適用した変換器を試作・評価

最終目標

- ・SiCデバイス搭載電力変換器の損失がSiデバイス搭載電力変換器比で50%以下
- ・事業化時、SiCデバイス搭載電力変換器のコストがSiデバイス搭載電力変換器のコストと同等であることを明らかにする

これまでの（前回からの）開発進捗

SJ-MOSデバイス、高耐圧高放熱パッケージ開発を受けて、2027年度から開発着手予定

進捗度

左記のように2023年3月時点では開発未着手につき未判定

# 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. SJ-MOS型次世代SiCデバイス開発

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 SiCインプロセスエピ内製化検討 およびプロセスインテグレーション	2023年度末 ・表面欠陥密度、エピ濃度均一性の確認	・エピ膜欠陥低減 ・エピプロセスの再現性	以下の方針で開発を行い解決の見込み ・欠陥の発生メカニズム解明を進めて改善策立案 ・サンプルの数増しで再現性確認
2 トレンチMOS開発	2023年度末 ・トレンチ深さ面内均一性の確認	・トレンチ形状の最適化 ・トレンチ形成プロセスの確立	以下の方針で開発を行い解決の見込み ・シミュレーションの積極導入 ・一連のプロセス最適化またはオプションプロセスの導入
3 SJ-MOS開発	2023年度末 ・チャネリングインプラ注入深さの確認	・プロセスマージン、結晶ダメージの確認 ・後工程への影響確認	以下の方針で開発を行い解決の見込み ・サンプルの詳細評価による現状確認

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. 高耐圧高放熱パッケージ開発

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

基礎設計と検証  
(Si IEGTを用いた検証)

2023年度末

・パッケージの設計と試作  
・熱抵抗測定

現在把握している技術課題

・部品のスペック未達  
・樹脂の離型性、密着性

現在把握していない技術課題

・評価未実施の工程で未知の課題発生  
の可能性がある

以下の方針で開発を行い解決の見込み

・部品のスペック未達については部品メーカーと解決策を検討  
・樹脂については樹脂メーカーに課題をフィードバックし、改善を推進  
・評価未実施の工程については、今後の試作で課題を洗い出して解決を図る

2

SiCデバイスを用いた最適化検証

2026年度末

・SiC用1stサンプル作製

①に同じ（①の開発結果が活かされる）

同左



# 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

3. SiCデバイスを用いた変換器の開発

研究開発内容 直近のマイルストーン

概略基礎設計  
検証方法  
詳細検討  
変換器設計，製作  
SiCを適用した変換器を試作・評価

最終目標

- SiCデバイス搭載電力変換器の損失がSiデバイス搭載電力変換器比で50%以下
- 事業化時、SiCデバイス搭載電力変換器のコストがSiデバイス搭載電力変換器のコストと同等であることを明らかにする



残された技術課題

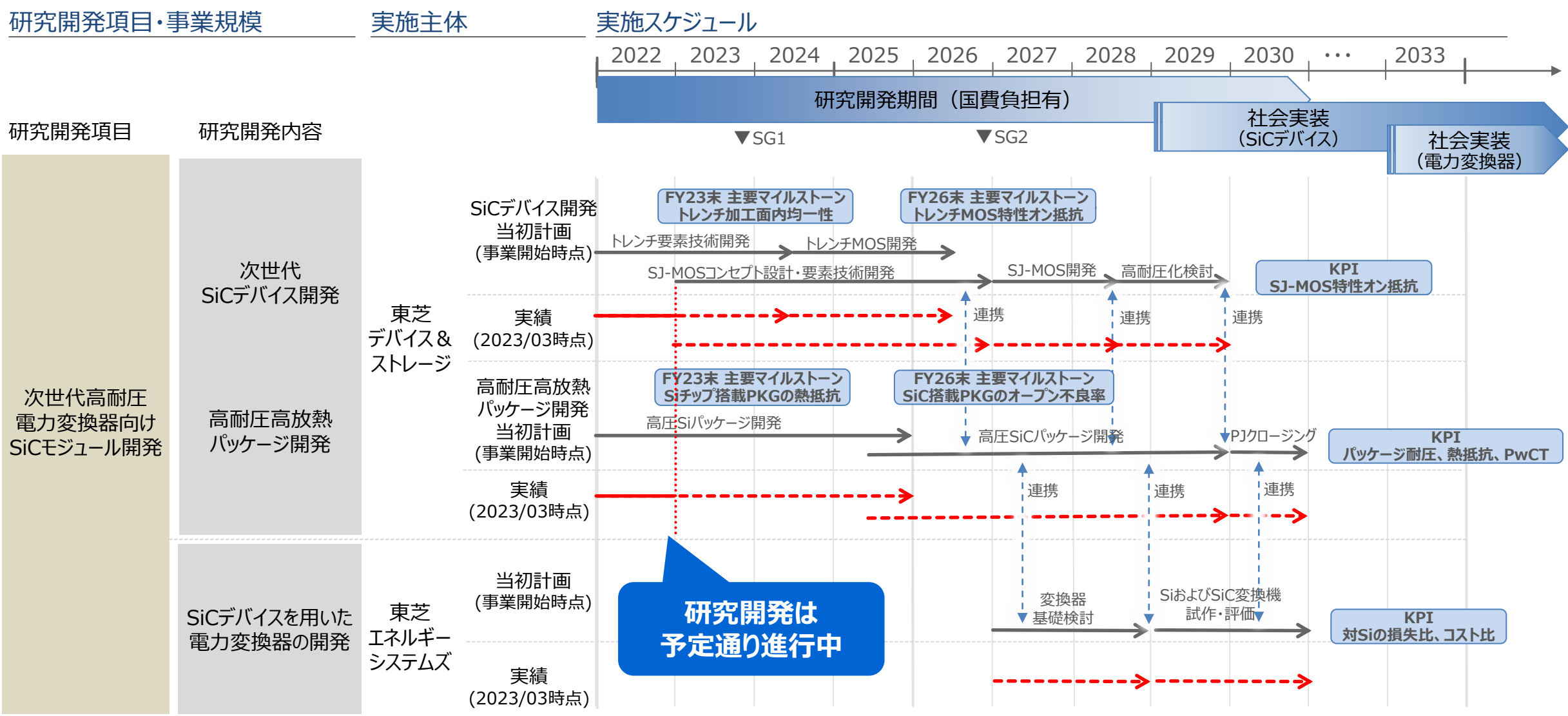
SJ-MOSデバイス、高耐圧高放熱パッケージ開発を受けて、2027年度から開発着手予定のため、現時点では不明

解決の見通し

同左

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

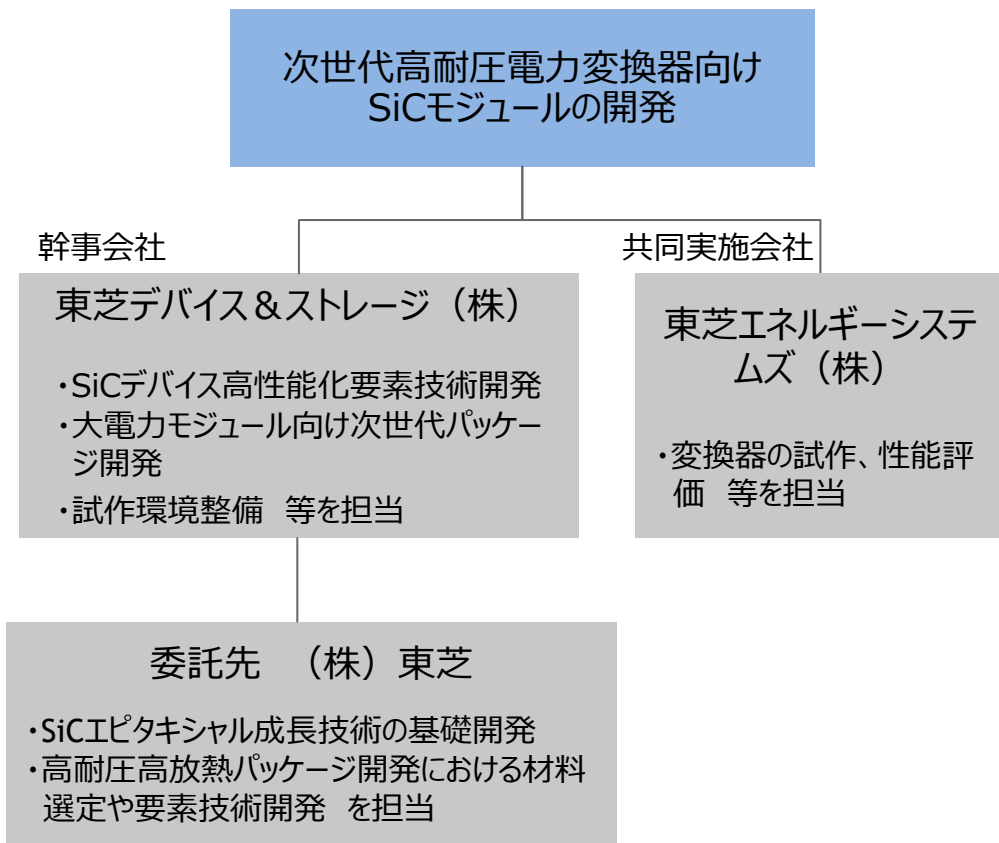
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



## 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



各主体の役割と連携方法

#### 各実施主体の役割

- ・開発全体の取りまとめは東芝デバイス&ストレージ株式会社が実施する。
- ・次世代SiCデバイス研究開発、高耐圧高放熱パッケージ研究開発および試作環境整備は東芝デバイス&ストレージ株式会社が実施する。
- ・変換器の試作と性能評価は東芝エネルギーシステムズ株式会社が行う。
- ・東芝デバイス&ストレージ株式会社と東芝エネルギーシステムズ株式会社は、SiとSiCの高圧半導体パッケージを用いた変換器の電力損失比較、評価を共同で行う。

#### 研究開発における 東芝デバイス&ストレージ と 東芝エネルギーシステムズ の連携方法

- ・東芝デバイス&ストレージ株式会社と東芝エネルギーシステムズ株式会社は定期的に連絡会を開催し、会社間の連絡を密に行う。

#### 要素技術開発における委託連携先

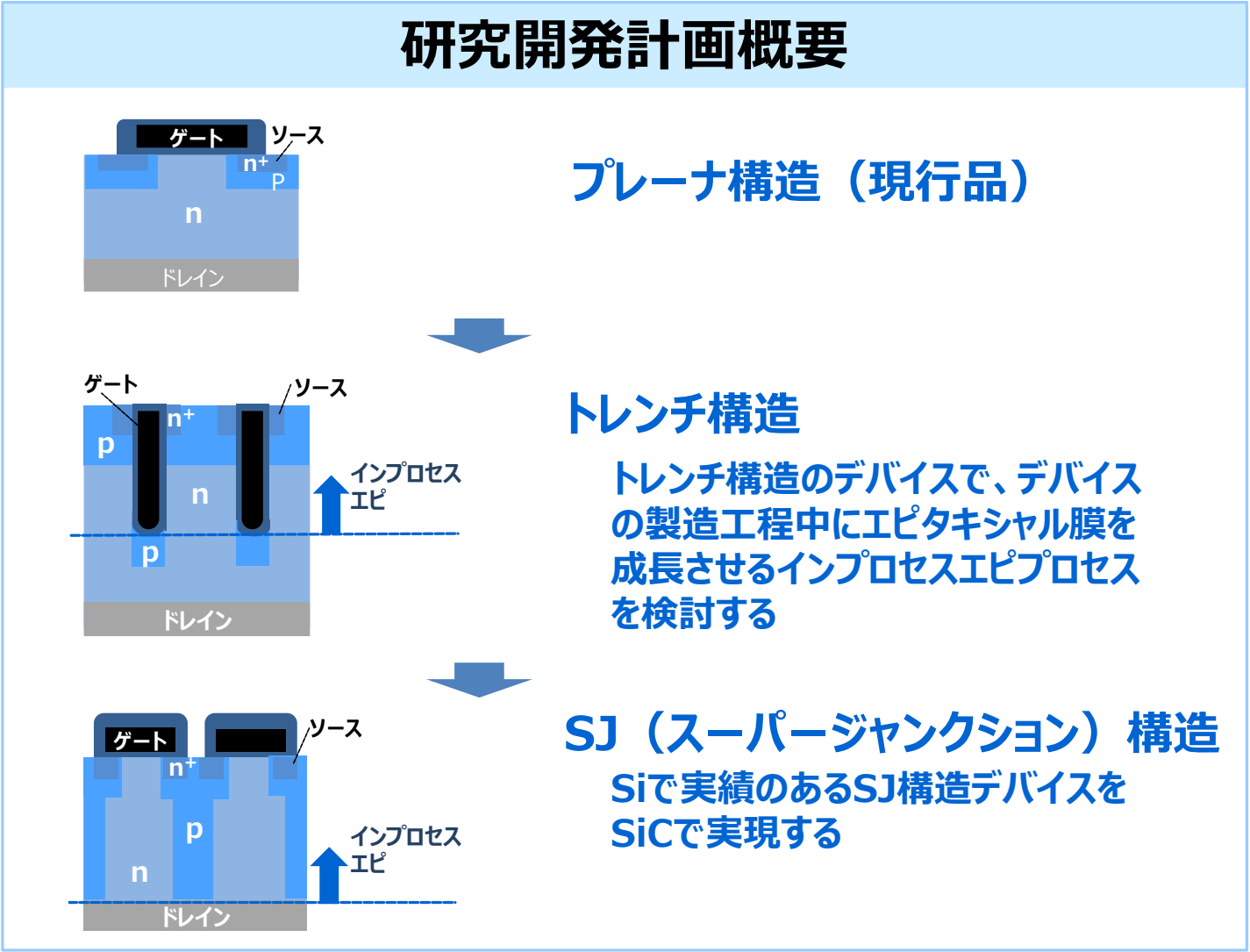
- ・（株）東芝を委託連携先として、SiCエピタキシャル成長技術の基礎開発、高耐圧高放熱パッケージ開発における材料選定や要素技術開発を担当頂く。

## 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
次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発	1 SJ-MOS型次世代SiCデバイス開発	<ul style="list-style-type: none"><li>Siパワーデバイスで蓄積してきた製造ノウハウおよびプロセスデバイスシミュレーション技術</li><li>グループ会社であるエピ装置メーカーNFT（ニューフレアテクノロジー株式会社）との技術連携</li><li>SiでのSJに関する保有技術</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>（優位性）材料・デバイス両面から特性・コスト・品質改善が可能（エピ装置知見、SJ保有技術による）</li><li>（リスク）SiC基板、調達不足もしくは高コスト化</li></ul>
	2 高耐圧高放熱パッケージ開発	<ul style="list-style-type: none"><li>Siパワーデバイスのパッケージ開発で蓄積してきた設計技術およびプロセスシミュレーション技術</li><li>Siパワーデバイスのパッケージ開発製造を通じて培ってきた材料メーカーとのネットワーク</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>（優位性）東芝Gr.内連携により、広範な分野の技術力を活用できる</li><li>（優位性）東芝Gr.内連携により、システム側から見たデバイスへの要求を容易に得ることができる</li><li>（リスク）絶縁材料等が必要な特性が達成できずに仕様が満たせなくなるリスク</li></ul>
	3 SiCを適用した変換器の試作、性能評価	<ul style="list-style-type: none"><li>Siで実現した低損失化技術</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>（優位性）高効率変換器</li><li>（リスク）変換器としての高コスト化</li></ul>

SJ-MOS型次世代SiCデバイス開発の研究開発計画に対する補足資料



高耐压高放熱パッケージ開発の研究開発計画に対する補足資料

技術戦略の基本方針

高耐压特性と低熱抵抗性能の追求  
にとどまらず、コストも考慮した開発  
をすすめる

性能

高耐压高放熱  
パッケージ

コスト

耐压・  
信頼性

研究開発計画概要

圧接型パッケージ  
(現行品)

高価  
高耐压

小型パッケージ  
(現行品)

安価  
低耐压

↓

高耐压高放熱パッケージ

安価  
高耐压



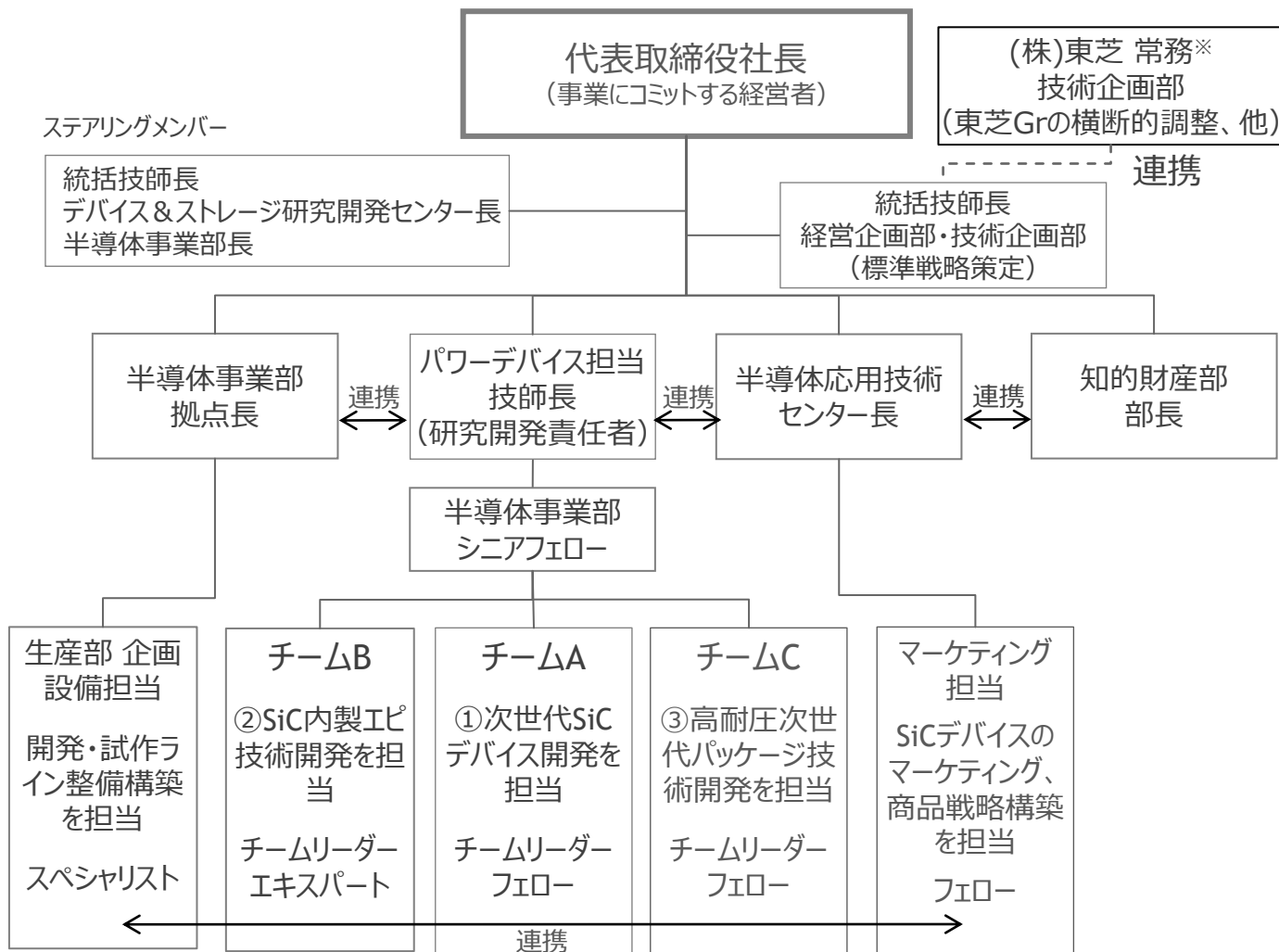
# 3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

### 3. イノベーション推進体制／（１）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

## 組織内体制図



## 組織内の役割分担

## 研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
  - 技師長：パワーデバイス研究開発を統括
- 担当チーム
  - チームA：①次世代SiCデバイス開発を担当
  - チームB：②SiC内製エピ技術開発を担当
  - チームC：③高耐圧次世代パッケージ技術開発を担当
  - 半導体事業部 拠点長：開発・試作ライン整備構築をマネジメント
  - 半導体応用技術センター長：半導体デバイスのマーケティング、商品戦略構築をマネジメント
  - 知的財産部 部長：知的財産の創出と維持管理をマネジメント
- チームリーダー
  - チームAリーダー：プロセスインテグレーション等の実績
  - チームBリーダー：ユニットプロセス開発等の実績
  - チームCリーダー：ハイパワーデバイス開発等の実績

## 部門間の連携方法

- PJ全体会議（1回/月、開発進捗管理、チーム間情報連携）
- PJモニタリング会議（1回/月、社長報告、フォロー会）
- PJ専用のデータベースを設置し、関連情報を一元管理

### 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

## 経営者等による当該プロジェクト事業への関与方針

### （1）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

- 社長コミットメント

東芝デバイス&ストレージ株式会社グループは、東芝グループの経営理念である「人と、地球の、明日のために。」に基づき、豊かな価値の創造と地球との共生を図ります。また、脱炭素社会、循環型社会、自然共生社会を目指した環境経営により、持続可能な社会の実現に貢献し、新しい未来を始動させます。

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/company/about/environment/statement-of-environmental-philosophy.html>

- 半導体事業部門トップメッセージ

半導体はシリコンを材料とするものがほとんどだが、高い電圧や高速な動作など一部の用途では、シリコンで実現できる性能に物理的な限界が訪れようとしている。そこで次世代のパワー半導体として注目されているのが、炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）などの化合物半導体である。シリコンのパワー半導体に比べて、飛躍的な性能の改善が期待されている。具体的には、電力効率が改善することで機器の消費電力を大幅に削減したり、システムの小型化にも寄与したりすることができる。

<https://www.toshiba-clip.com/detail/p=4809>

- 事業のモニタリング・管理

- 進捗状況のフォロー

研究開発および事業の進捗状況は、取締役社長および担当取締役が出席する月次マネジメント会議の場で定期的にフォローされ、必要により、計画見直し等の意思決定、進め方・内容に対しての指示を行う。

- 株式会社東芝との連携

事業の進捗を判断するにあたり、親会社の株式会社東芝からの意見も取り入れる。

- 事業化の判断

目標コストへの到達度合により、事業化の判断を行う。

### （2）経営者等の評価・報酬への反映

- 業績評価

事業の進捗状況や成果が、事業部の担当取締役・担当管理職等の評価や報酬の一部（賞与）に反映される。

### （3）事業の継続性確保の取組

- 事業の引き継ぎ

経営層が交代する場合は、担当管理職等から事業内容について着実に説明を行うことで、事業が継続し、意思決定に支障をきたすことのないように進める。

#### 2023/3末時点の施策実績（2022/7～2023/3）

2021/11～ 進捗状況確認のためのモニタリング会議を毎月開催（2022/7～2023/3で9回）

2022/10 2022年度下期 東芝デバイス&ストレージグループ期初方針説明会にて社長からカーボンニュートラルについて言及

2023/01 東芝グループの技術論文誌「東芝レビュー 78巻1号」で経営者が「システムや機器の省エネに寄与する東芝の小型・高効率デバイス技術」を寄稿

### 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

## 当該プロジェクト事業を経営戦略の中核の一つに位置づけ、広く情報発信

#### （１）中期計画検討会/経営会議等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - カーボンニュートラルに向けた具体的な取り組みや関連製品ポートフォリオを中期計画検討会等で審議した上で経営会議／取締役会で承認
- 事業戦略・事業計画の審議
  - 研究開発中の技術の事業へ位置づけを確認し、事業戦略・事業計画を策定。中期計画検討会等で事業性の確認と事業化を審議した上で経営会議／取締役会で承認
- 研究開発計画の決議
  - 本プロジェクトに代表されるような国家プロジェクトで、自社の事業戦略または事業計画に対し、重大な影響を及ぼす研究開発計画は、社長が出席するステアリング会議で審議される。
  - 決議内容の周知  
研究開発計画のレビュー会、審査会の決議内容については、議事録が発行され、関係部門に周知される。
- 決議事項と事業戦略・事業計画の関係
  - 事業戦略・事業計画への反映  
決議された研究開発計画に基づき、事業戦略・事業計画が策定される。

#### （２）ステークホルダーに対する公表・説明

- 技術戦略説明会の開催  
投資家や金融機関等のステークホルダーに対し、1年毎に技術戦略説明会を開催することで、当社の化合物半導体事業の将来の見通し・リスクを説明する。
- 自社ウェブサイトでの情報発信（プレスリリースによる情報開示）  
化合物半導体事業における自社の取り組み（社会的価値等）について、自社ウェブサイトを活用し、ステークホルダーや顧客を含む一般の方々に対し、幅広く分かりやすい情報発信を行う。合わせて展示会等にてPRしていく
- 研究成果等の学会発表  
本研究開発で得られた成果を国内外の各種学会で発表、公表する

#### 2023/3末時点の施策実績（2022/7～2023/3）

ニュースリリース3件、展示会2件、他（ただし、いずれもGI基金対象外）

2022/07/22 「低オン抵抗でスイッチング損失を大幅に低減したSiC MOSFETを開発」

2022/08/30 「産業用機器の高効率化に貢献する第3世代SiC MOSFETを発売」

2022/12/09 「低オン抵抗と高信頼性を両立したショットキーバリアダイオード内蔵SiC MOSFETを開発」

2022/10/18～21 「CEATEC 2022」に出展

2022/12/13～15 「SEMICON® JAPAN」に出展

2023/01 東芝グループの技術論文誌「東芝レビュー 78巻1号」で「カーボンニュートラルに貢献するデバイス・材料技術」を特集

### 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

#### （１）経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
  - 開発体制や手法の見直し、追加的なリソース投入の準備・体制  
ステアリングメンバーがプロジェクトのマネジメント状況のモニターを行い、必要に応じ、開発体制や手法の見直しを行う。また、プロジェクトマネジメントメンバーは研究開発リソースに関わる権限を委譲され、進捗状況に応じ、追加的なリソース投入を行う。  
→ 施策実績：モニタリング会議を毎月実施（2022/7～2023/3で9回）
  - 外部リソースの活用  
プロジェクトマネジメントメンバーは外部リソースに関わる権限も与えられ、必要に応じ、外部リソースの活用を行う。
- 人材・設備・資金の投入方針
  - 人材の確保  
本プロジェクトを推進するため、当社で当該技術領域を専門に担当している人員の確保を優先的に実施する。  
→ 施策実績：本プロジェクト推進のための体制見直しを随時実施
  - 既存設備の活用  
当社で保有する既存の設備を最大限に活用する。また、委託先でも同様に、既存の設備の活用を行う。
  - 国費負担以外での資金投入  
社内の研究開発費を充当する。
  - 資金投入の継続性  
本プロジェクトの計画と予算は、中期計画策定に織り込み、さらに応募前に社長決裁を取得し、資金投入の継続性について社内的合意を形成している。なお、本プロジェクトの応募については、株式会社東芝からも承認を得ており、本プロジェクトの運営がサポートされる。

#### （２）組織横断体制の構築

- 組織横断体制の構築
  - 機動的な意思決定  
当該事業を遂行するため、組織横断で人員を集結しプロジェクト体制を構築。本プロジェクトの運営に関する権限はプロジェクト体制内で全て完結しており、機動的な意思決定を可能とする。
  - 事業環境の変化への対応  
組織横断のプロジェクト体制により、既存の組織体制や事業体制にとらわれず、柔軟にビジネスモデルの検証を行い、事業環境の変化への対応を可能とする。
- スタッフ部門のサポート
  - 社内規程、システムの整備  
本プロジェクトの運営のサポートのため、必要により、スタッフ部門が社内規程、システムの追加、見直しを行う。
  - 進捗レポートの提出  
本プロジェクトの進捗について、スタッフ部門に定期的にレポートを提出することで、状況が随時フォローされる。
- 若手人材の育成
  - 若手チームメンバーの起用  
今後の中長期的な化合物半導体事業の発展に寄与するため、若手人材を積極的にチームメンバーに起用し、プロジェクト活動の中で技術的育成を図る。
  - 技術報告や論文提出の機会の活用  
若手チームメンバーが、本プロジェクトの技術成果について、技術報告書や論文等の形で社内外に発信することを支援し、技術者としての能力向上を図る。



# ニュースリリースで当社SiCデバイスについて広く情報発信

## ① 低オン抵抗でスイッチング損失を大幅に低減したSiC MOSFETを開発

2022年7月22日

東芝デバイス&ストレージ株式会社

当社は、低オン抵抗でスイッチング損失を大幅に削減したSiC（炭化ケイ素）MOSFET<sup>※1</sup>を開発しました。本技術により、当社の第2世代SiC MOSFET製品と比較して電力のオンとオフが切り替わるスイッチング時の電力損失（以下、スイッチング損失）を約20%削減できることを確認しました。

電力を供給、制御する役目を果たすパワー半導体は、あらゆる電気機器の省エネルギー化やカーボンニュートラルの実現に不可欠な半導体であり、自動車の電動化や産業機器の小型化などを背景に、今後も継続的な需要拡大が見込まれています。SiCは、従来のSi（シリコン）よりも高耐圧、低損失化が可能な次世代のパワー半導体材料として注目されていますが、信頼性の向上が課題となっています。当社は、第2世代の製品のSiC MOSFET内部に、PNダイオードと並列にショットキーバリアダイオード（SBD）を配置する構造を採用することでこの課題を解決しました。しかしSBDを内蔵することでMOSFETとして動作する領域が減少するため、単位面積あたりのオン抵抗 $R_{onA}$ の増加や、オン抵抗と高速性を示した性能指数 $R_{on} \times Q_{gd}$ が大きくなることで損失が増加します。また $R_{onA}$ が高いことにより所望のオン抵抗 $R_{on}$ を得るためにはチップ面積を大きくする必要があり、コストが高くなるというさらなる課題がありました。

## ③ 低オン抵抗と高信頼性を両立したショットキーバリアダイオード内蔵SiC MOSFETを開発

2022年12月9日

東芝デバイス&ストレージ株式会社  
株式会社東芝

東芝デバイス&ストレージ株式会社（以下、東芝デバイス&ストレージ）と株式会社東芝（以下、東芝）は、低オン抵抗と高信頼性を両立したSiC（炭化ケイ素）MOSFET<sup>※1</sup>を開発しました。内蔵されているショットキーバリアダイオード（SBD）の配置を市松模様配置に変更した新たなデバイス構造とすることで、高い信頼性を維持しながら当社従来製品と比較してオン抵抗<sup>※2</sup>（ $R_{onA}$ ）を約20%低減できることを確認しました<sup>※3</sup>。

電力を供給、制御する役目を果たすパワー半導体は、あらゆる電気機器の省エネルギー化やカーボンニュートラルの実現に不可欠な半導体であり、自動車の電動化や産業機器の小型化などを背景に、今後も継続的な需要拡大が見込まれています。SiCは、従来のシリコンよりも高耐圧、低損失化が可能な次世代のパワー半導体材料として注目されていますが、SiC MOSFETは逆導通動作時にボディダイオードがバイポーラ通電すると、オン抵抗が劣化することが信頼性の課題となっています。東芝デバイス&ストレージでは、MOSFETチップ上にSBDを内蔵することで、ボディダイオードが動作しないよう対策したデバイス構造を採用しています。しかしながら、内蔵SBDがチップ面積の一部を占有することは、MOSFETのオン動作の抵抗を決めるチャネル領域の面積を減少させ、チップのオン抵抗の上昇に直結します。今回、飛躍的な特性改善を狙い、内蔵SBDの配置を変更することで、これらの相反する課題を解決するとともに、特性向上の効果を実証しました。

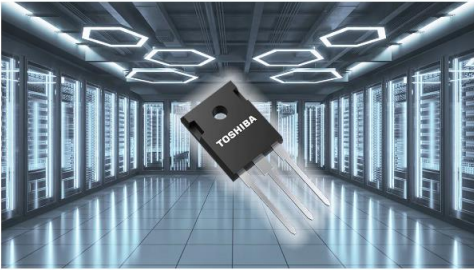
## ② 産業用機器の高効率化に貢献する第3世代SiC（炭化ケイ素）MOSFETを発売 ～1200Vおよび650V耐圧製品をラインアップ～

2022年8月30日

東芝デバイス&ストレージ株式会社

当社は、パワー半導体の新製品として、低オン抵抗でスイッチング損失を大幅に低減した第3世代 SiC MOSFET<sup>※1</sup>（<sup>※1</sup>）<sup>（※2）</sup>を製品化しました。  
「TWxxxNxxxCSシリーズ」10品種（1200V/650V耐圧）の出荷を本日から開始します。

新製品は、単位面積あたりのオン抵抗 $R_{DS(on)A}$ を約43%削減<sup>（※3）</sup>しました。これにより、導通損失とスイッチング損失の関係を表す重要指標「ドレイン・ソース間オン抵抗×ゲート・ドレイン間電荷量 $R_{DS(on)} \times Q_{gd}$ 」を約80%削減<sup>（※4）</sup>し、スイッチング損失を約20%削減<sup>（※5）</sup>しました。オン抵抗削減とスイッチング損失削減の両立を実現した当社第3世代 SiC MOSFETは、産業用機器のさらなる高効率化に貢献します。



今後も当社はパワー半導体製品の製品ラインアップの拡充と生産設備の増強を進め、ユーザーがより使いやすく、高性能なパワーデバイスを提供することで、脱炭素社会の実現を目指します。

### 出典

①東芝デバイス&ストレージ株式会社「低オン抵抗でスイッチング損失を大幅に低減したSiC MOSFETを開発」 2022年7月22日

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/company/news/news-topics/2022/07/sic-power-devices-20220722-1.html>

②東芝デバイス&ストレージ株式会社「産業用機器の高効率化に貢献する第3世代SiC（炭化ケイ素）MOSFETを開発」 2022年8月30日

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/company/news/news-topics/2022/08/sic-power-devices-20220830-1.html>

③東芝デバイス&ストレージ株式会社「低オン抵抗と高信頼性を両立したショットキーバリアダイオード内蔵SiC MOSFETを開発」 2022年12月9日

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/company/news/news-topics/2022/12/sic-power-devices-20221209-1.html>

展示会、技術論文誌でSiCデバイス等でのカーボンニュートラルへの貢献について情報発信

SEMICON® JAPAN / APCS 2022

①

SEMICON JAPAN / APCS 2022

当社は、東京ビッグサイト (12月14日(水)~16日(金)) にて開催される「SEMICON JAPAN / APCS 2022」に出展します。開発の効率化をサポートするリファレンスデザインやパワー半導体をはじめとする東芝の半導体製品をご紹介します。

「多数のご来場ありがとうございました」  
※本ページに掲載している内容は、出展当時のものです。



出典

①東芝デバイス&ストレージ株式会社 イベント・展示会情報  
[https://toshiba.semicon-storage.com/jp/company/exhibition/articles/2022/semiconjapan2022.html?utm\\_source=twitter&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=event\\_jp\\_20221215](https://toshiba.semicon-storage.com/jp/company/exhibition/articles/2022/semiconjapan2022.html?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=event_jp_20221215)

②株式会社東芝 東芝レビュー78巻1号 (2023年1月)  
<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/review/2023/01.html>

東芝グループ技術論文誌「東芝レビュー」

②

特集：カーボンニュートラルに貢献するデバイス・材料技術



二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の排出量を実質的にゼロにするカーボンニュートラルを2050年までに達成することが、我が国を含む多くの国で目標として掲げられています。その実現には、電源制御や送配電の効率化、各システムの省エネ化などが大きな柱になります。  
東芝グループは、CO<sub>2</sub>排出量削減に有効な半導体や、HDD (ハードディスクドライブ)、材料などの製品を幅広く提供し、それらの性能を継続的に向上させることでカーボンニュートラルの実現に貢献します。

特集：カーボンニュートラルに貢献するデバイス・材料技術

- ✓ [巻頭言] システムや機器の省エネに寄与する東芝の小型・高効率デバイス技術
- ✓ [トレンド] カーボンニュートラルに貢献するデバイス・材料の技術動向と東芝グループの取り組み
- ✓ 逆回復特性を大幅に改善した150 V及び650 V耐圧パワー-MOSFET
- ✓ マルチゲート制御技術によるIGBTのスイッチング損失の低減
- ✓ 信頼性と低損失を両立させた第3世代SBD内蔵型SiC MOSFET
- ✓ SiCの普遍的な点欠陥熱拡散モデルの開発
- ✓ 小型・低損失のロードスイッチ回路を実現するMOSFETゲートドライバIC
- ✓ 車載モーターを効率的に駆動するマイコン内蔵統合モーターコントロールドライバ SmartMCD™シリーズ
- ✓ カーボンニュートラル実現に貢献する高ノイズ耐性のデジタルアイソレータ
- ✓ 20 Tバイトの大容量を実現したニアラインHDDの低消費電力化技術
- ✓ 自動車の電動化を支える窒化ケイ素セラミックス製品

## 4. その他



## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

想定リスクに対して十分な対策を講じるが、技術開発の継続が困難な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"><li>・SiC基板の調達量が不足し開発スケジュールが遅延するリスク</li><li>→ SiC基板ベンダーとの協調、供給体制構築(複数社) および長期供給契約を進めリスクを低減する</li><li>・目標とする機能・性能が確保できないリスク</li><li>→ 期毎にKPIを設定し技術開発進捗を管理し、目標達成の確度を向上、フォローアップしていく</li><li>・品質、信頼性が担保出来ないリスク</li><li>→ 事前検討を十分行い、リスクを低減する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ターゲットとしているマーケットが想定通りに立ち上がらず、当社の投資回収計画が未達となるリスク</li><li>→ 市場動向は定期的に確認し、マーケットが想定通りに立ち上がらない恐れがある場合には、必要に応じ別アプリ（例えば中容量帯のアプリ）への展開を検討し、投資回収リスクを低減する</li><li>・競合他社に対して開発遅れによる参入機会損失</li><li>→ ベンチマークにより立ち位置の確認を実施すると共に、必要に応じたリソース増強、他社連携を検討しリスクを低減する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・試作ライン敷設する工場地区の地政学的問題（災害等）発生により当該研究開発が継続できなくなるリスク</li><li>→ 当該試作研究開発ラインを社内の別工場地区に移し開発継続検討を行う(BCP対応、他拠点の前工程ラインを活用した開発検討継続)</li></ul>



- 事業中止の判断基準：
  - ・ 災害や、グローバル経済の悪化などの事業環境変化により、計画通り自己資金投下が不可能になった場合
  - ・ 当初計画より投資回収に著しい遅れが生じた場合