

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：次世代高電力密度産業用電源（サーバ・テレコム・FA等）向けGaNパワーデバイスの開発

実施者名：東芝デバイス&ストレージ株式会社、代表名：代表取締役社長 島田 太郎

---

# 目次

## 1. 事業戦略・事業計画

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

## 2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

## 3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

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

## 4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

# 1. 事業戦略・事業計画

# 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

## 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
- 生成AI需要の高まりによる、データセンターの消費電力爆増の予測

#### （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

#### 人々 地球



未来、人口、インフラ、持続可能性、個人情報…

#### インフラ 社会システム



デジタル化、環境、スマートシティ、スマートファクトリー、…

#### 機器、アプリ ソリューション



低電力、安定制御、走行距離、高性能、大容量…

#### デバイス コンポーネンツ

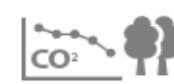


高効率、低電力、大容量、高速、微細化、高信頼…

### 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



急速な都市化  
の進行



気候変動  
と資源不足



人口構造  
の変化



世界の経済力  
のシフト



テクノロジー  
の進歩

#### ● 当該変化に対する経営ビジョン：

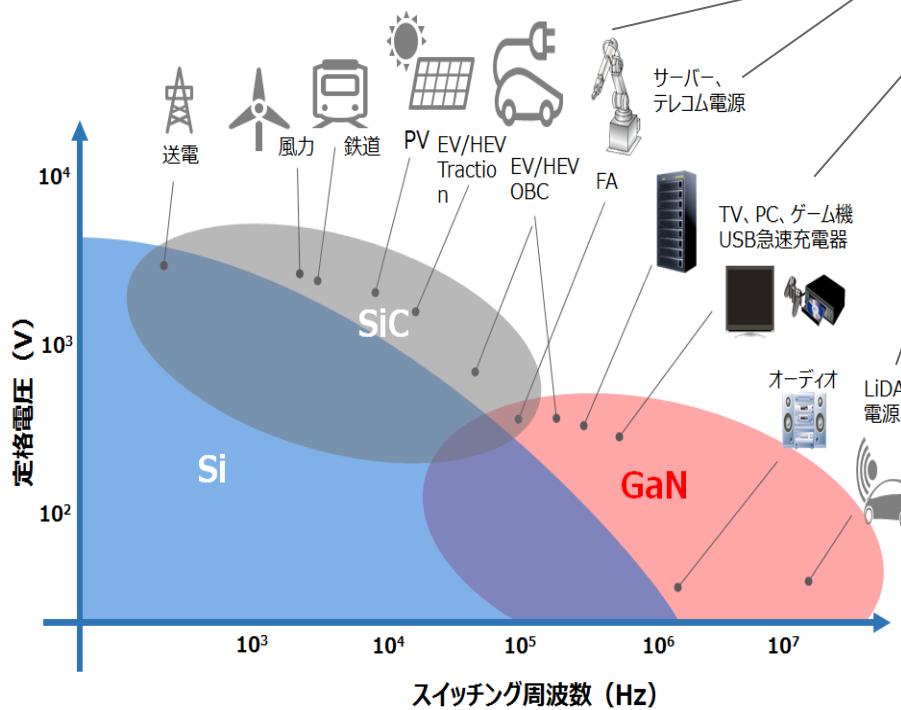
- 社会インフラ/情報インフラの進化をリードするキーデバイス/キーコンポーネンツを提供し続ける
- 環境負荷低減に貢献する製品の創出拡大と、カーボンニュートラルに向けた取り組みを加速

# 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GaNデバイス導入効果が大きいスイッチング電源をターゲット

### セグメント分析

GaN : 高周波スイッチングにより、~kWクラスでの  
高効率・小型化が求められる機器への応用



### ターゲットの概要

#### ターゲット市場 (市場規模は高耐圧GaNパワーデバイスの規模@2030年)

- 産業用電源 : サーバー、テレコムなど
- 民生電源 : PC、TV、ゲーム機、USB急速充電器
- 車載電源 : オンボードチャージャー、車載LiDAR電源

需要家	主なプレーヤー	消費量	課題	顧客ニーズ
産業	産業用電源メーカー	<ul style="list-style-type: none"><li>30.4M台 (電源)</li><li>182.3M個 (GaNデバイス)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>効率</li><li>小型化</li><li>信頼性</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>部品点数削減</li><li>低ノイズ</li><li>高放熱パッケージ</li><li>マルチソース</li></ul>
民生	電源アダプター等 民生用電源メーカー	<ul style="list-style-type: none"><li>811.4M台 (電源)</li><li>1622.5M個 (GaNデバイス)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>小型・薄型</li><li>軽量化</li><li>コスト</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>低価格</li><li>集積化</li><li>部品点数削減</li></ul>
車載	車載電源メーカー		<ul style="list-style-type: none"><li>効率</li><li>信頼性</li><li>小型・薄型</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>IATF16949認証</li><li>高信頼性</li><li>高放熱パッケージ</li></ul>

#### 各カテゴリで共通のニーズ

- <10kWでの高効率・高電力密度化
- 機器の小型化

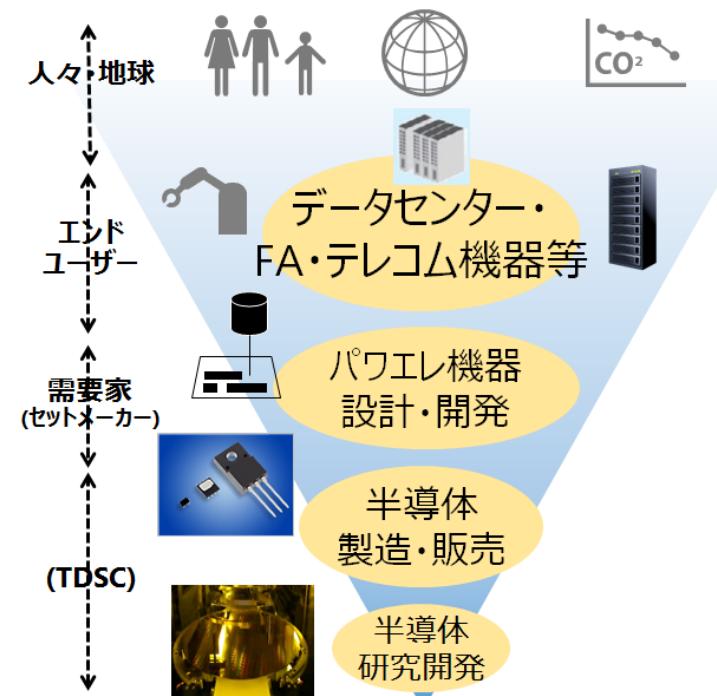
## 省エネ効果が高い電源用GaNデバイスを提供することで脱炭素社会に貢献

### 社会・顧客に対する提供価値

- デジタルインフラ機器やEV車のCO<sub>2</sub>排出量削減に貢献する、新構造ノーマリーオフ型GaN-FETデバイスを提供する
- GaN素子固有の問題を解決し、Si同等の使いやすさと低コストな標準GaN素子の提供
- 高周波スイッチングが可能なGaN製品群により、電源の高電力密度化、小型化に貢献

### 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

- パワエレで標準的な閾値電圧を持つノーマリーオフ型GaN-FETを提供し、業界標準に
- GaN-FETに加え、制御回路／周辺回路も含む製品ラインアップを提供。基板設計のしやすさを訴求
- 顧客設計のための技術情報や評価ボード提供などの技術サポート
- Siビジネスでの強固な顧客基盤によりグローバルな販売網・技術サポート体制



# 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

### 標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

#### ターゲット市場の特徴

- ・<産業用電源レイヤ>
- ・電力変換効率を追求
- ・Siデバイス応用による性能飽和の顯在化と化合物半導体への期待大
- ・コストと共にマルチソースが重要

#### <GaN半導体デバイスレイヤ>

- ・パワエレ標準となるデバイスの不在

#### 自社の強み

- ・Siビジネスでの強固な顧客基盤
- ・グループ内にGaN材料・デバイス基礎研究の蓄積・実績がある（基本特許取得、学術発表）
- ・主要プロセス技術の蓄積と活用

#### 戦略

- ・知財獲得のクローズ戦略を優先
- ・Siデバイスで培われたパワエレ標準に準拠した、GaNデバイスの早期開発・市場投入と、顧客基盤を活かした有力顧客との連携によるデファクト標準化



### 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)

- ・アプリケーションレイヤ：電力変換効率規格
- ・半導体レイヤ：  
JEITA、JEDEC、及びIECでGaN素子に関する規格策定が進んでいる

#### (これまでの自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組)

- ・基本特許の取得
- ・製品仕様（パッケージ外形、性能）の公開
- ・スイッチング電源応用例（リファレンスマルチ）の公開
- ・国内外のコンソーシアム参画による情報収集
- ・JEITA信頼性規格の策定を主導
- ・業界団体各種委員会への参加

### 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）

#### クローズ戦略（知財等）

- ・特許取得
- ・ノウハウは非開示

#### オープン戦略（標準化等）

- ・仕様等の公開
- ・顧客レイヤと連携し、デファクト化を推進
- ・学会、展示会等の活用（デバイス、および電源応用）

# 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の強みを活かして、環境負荷低減に貢献

### 自社の強み、弱み（経営資源）

#### ターゲットに対する提供価値

- ・パワエレ業界標準閾値の高効率・MHz級スイッチング可能なGaNパワーデバイス、及びドライブ回路により、
  - 顧客システムの高効率化・電力損失低減
  - パワエレ機器の小型・薄型・軽量化と効率の両立



広くパワエレ機器の電力削減に貢献し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献



#### 自社の強み

- ・パワー半導体技術の実績と人材
- ・エピタキシャル成長の保有技術
- ・グローバルで幅広い顧客基盤

#### 自社の弱み及び対応

- ・GaNの製品化では後発も、パワエレの標準閾値電圧のノーマリオフ型GaN-FETの製品化で巻返しを図る
- ・グループ内にユーザ不在も、社外パートナーと連携していく

### 他社に対する比較優位性

#### 自社

##### 技術

###### 【現在】

- ・ノーマリオングaN+しきい値補正回路
- ・6インチ エピウェハを調達

###### 【将来】

- ・ノーマリオフ型新構造 GaN-FETでSiデバイスと同等の使い易さを追求
- ・内製・8インチ化によるコスト低減、高品質化

##### 顧客基盤

- ・Siで構築した幅広い顧客基盤

- ・Si顧客基盤を有効活用
- ・新規顧客の獲得

##### サプライチェーン

- ・エピウェハ外部調達

- ・エピ内製化
- ・自社グループ装置メーカーとの共同開発

##### その他経営資源

- ・(株)東芝 総合研
- ・研究所-研究者
- ・自社グループにエピ装置メーカー



#### 競合 I社

- ・ノーマリオフGaN (GIT型)  
ゲート誤オノ耐性↓  
専用回路要

- ・Si、化合物の顧客基盤あり

- ・8インチ量産開始
- ・12インチ研究サンプル発表

- ・豊富なアプリケーションエンジニア
- ・M&Aにより技術・顧客基盤強化

#### 競合 T社

- ・ノーマリオングaN+Nch  
LVMOS逆回復特性↓  
スルーレート制御不可

- ・GaN顧客のみ

- ・6インチ内製

- ・GaNパワーデバイス製品化のパイオニア

## 1. 事業戦略・事業計画／(5) 事業計画の全体像

7年間の研究開発の後、150W/in<sup>3</sup>電源向けGaNデバイスを29年頃の事業化、  
GaNデバイス事業全体の投資回収は32年頃を想定

### 投資計画

- ✓ 本事業終了後も約1年程度、研究開発を継続し、ノーマリオフ型GaNパワーデバイスについて29年度頃の事業化を目指す。
- ✓ 産業用電源市場での販売を図り、32年度頃に投資回収できる見込み。

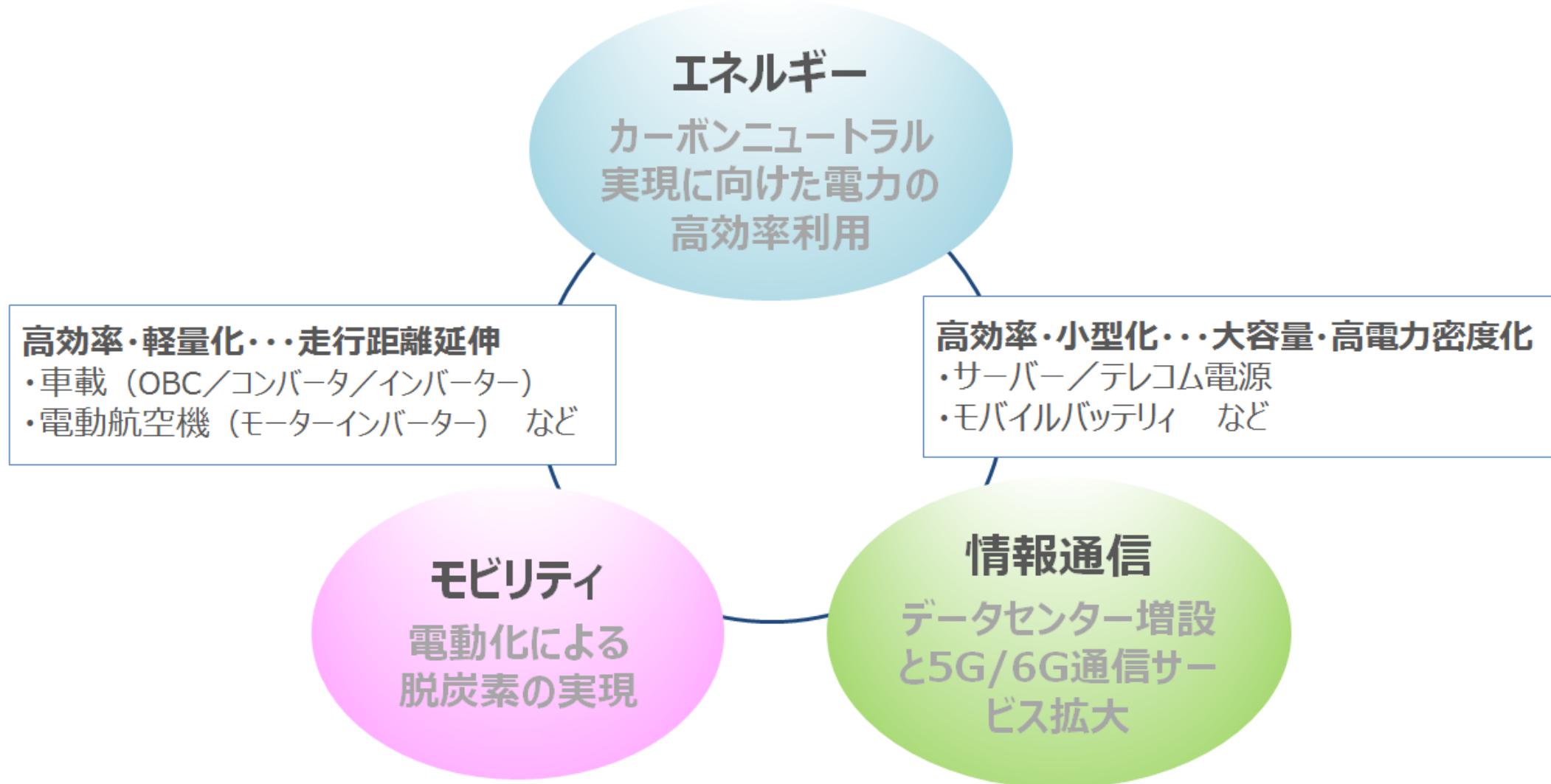
研究開発										事業化	投資回収		
	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	33年度	
売上高										約680億円			
研究開発費		約95億円（本事業の支援期間）						約8億円					
取組の段階	研究開発の開始				研究サンプル	ドライブICサンプル	電流センシング研究サンプル						
CO <sub>2</sub> 削減効果 (万t-CO <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	0	0	0	329	398	516	588	

# 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>本プロジェクトで得られた知見は、速やかに知財化を検討する</li><li>技術が確立しているSi搭載電源を基準として、GaNデバイスの有効性を検証する</li><li>連携企業には、初期段階から参画頂き、シミュレーションも活用してGaNデバイスの有用性を検証、またニーズを把握しながら開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究試作ラインを構築</li><li>エピ開発・生産拠点、及び大口径化合物専用生産ラインを整備予定</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>既存Si販売顧客、チャネルを活かした拡販推進</li><li>製品リリースにあわせた顧客サポート体制やWebコンテンツを拡充</li><li>顧客VoC入手により製品改善、試作ヘフィードバック</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>知財実績(GI外含む出願ベース、海外含め)：約60件出願</li><li>GaNデバイスの有用性実証に向け、連携会社との協議を実施</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究試作ライン構築に向け準備中</li><li>エピ開発向けの装置を導入</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>GaNデバイスの電源応用に関して、顧客レイヤの検討促進のための諸活動を推進中</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>パワエレ標準の閾値と高周波スイッチングに適した特性を実現可能な独自技術を保有している</li><li>開発初期からユーザ企業に参画頂き、ニーズに合致した製品を他社に先駆けて上市可能</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>東芝デバイス&amp;ストレージ（株）グループ内に半導体装置メーカーのニューフレアテクノロジー（株）を保有しており、垂直統合型のデバイス開発が可能</li><li>GaNエピタキシャル工程を内製化し、品質及びコスト競争力向上を目指す</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国内パートナーと協業し、開発、製品化を加速</li></ul>

## 高周波スイッチングにより機器の高効率・小型・軽量化に貢献



ユーザー要求を満たすユーザーフレンドリーな製品による市場参入と拡大

## 1 高性能・高品質・低成本GaNパワーの創出

---

## 2 システム性能とコストを考慮した製品ラインナップの拡充

---

## 3 顧客技術サポートの充実

---

## 1. 事業戦略・事業計画／(7) 資金計画

国の支援に加えて、201億円規模の自己負担を予定

単位：億円

	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度	2030 年度	2031 年度	2032 年度	2033 年度
事業全体の 資金需要								約223億円				
うち研究開発投資								約95億円				
国費負担※ (補助)								約22億円				
自己負担								約201億円				

本事業期間にて量産化開発を完了させた後、引き続き高効率GaNデバイス技術の確立に向け、自己負担により継続的な研究開発投資や、量産ライン構築等の設備投資を実施する予定

※2029年度以降のインセンティブを含む国費負担の総額

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画／(1) -1 研究開発目標

### 「電源効率98%、電力密度150W/in<sup>3</sup>」を達成するために必要なGaN素子特性のKPI

#### 研究開発項目

##### 1.ノーマリオフ型新構造GaN-FETの開発

#### アウトプット目標

効率98% (損失50%減)、電力密度150W/in<sup>3</sup>を満たす電源向けGaNパワー素子

#### 研究開発内容

##### 1 デバイス構造設計

#### KPI

(a)  $V_{th}$ 、(b) 移動度、(c) 出力電荷量、(d) 耐圧の各項目について、KPI設定の考え方を満たすデバイス構造設計を決定する。

##### 2 要素プロセス開発 ・MOS構造形成

(a)  $V_{th}$ 、(b) 移動度は①の設計を実現するMOS形成プロセスであること。(c)  $\Delta V_{th}$  (BTI試験)、(d) TZDBは、パワー素子の一般的な値を実現。

##### 3 プロセスインテグレーション

(a) チャネル抵抗・出力容量積は、KPI設定の考え方を満足すること。(b) 研究開発内容①②記載のKPIを実現し、且つ(a)を同時に満足するプロセスフローを確立する

#### KPI設定の考え方

- (a) スイッチング時のノイズによる誤作動防止に十分な値であること  
cf. Si系パワーMOSFETの $V_{th} = 3\text{V}$
- (b) 高速スイッチング可能、且つ、導通損失低減に寄与
- (c) SW損失低減に寄与
- (d) 定格電圧650Vに対して余裕がある耐圧

- (a)(b)  $V_{th}$ や $\mu$ はデバイス構造、チャネル層やゲートの物理パラメータなどに依存
- (c)(d) 構造形成部のダメージや、ゲート/チャネル部のラフネス等は、素子の電気的安定性やゲート絶縁膜の破壊電圧に影響

- ①導通損失、スイッチング損失、デッドタイム時間等のユーザリクアイテムを満たす指標として設定
- ②研究開発内容①②に記載の通り
- ③実用化に向けて、特性と信頼性を单一素子レベルで満たすことが必要

## 2. 研究開発計画／(1) -2 研究開発目標

### コストが「Siと同等」を達成するための鍵となる、GaNエピタキシャルプロセスのKPI

#### 研究開発項目

2.高品質・低成本エピタキシャル成長技術の基礎開発

#### アウトプット目標

コストが「Siと同等」を満たすSi基板上へのGaNエピタキシャルプロセス

#### 研究開発内容

① 低欠陥化

#### KPI

(a) 表面欠陥密度、(b) 転位密度は、KPI設定の考え方に基づき、現状のファクター以下を実現する

#### KPI設定の考え方

歩留、および信頼性向上を実現するために必要な指標として設定

(a) 耐圧やリーク歩留向上に寄与  
(b) 閾値電圧やオン抵抗変動抑制に寄与

② 大口径化

(a) 反り、(b) クラックの長さは、デバイス製造工程に不具合が生じない範囲に抑制する。

(a) デバイスプロセス不良の抑制に寄与  
(b) デバイスプロセス時のウェハの割れ抑制、ウェハの有効面積拡大による低成本化に寄与  
ただし、研究開発項目 1 の指標を満たす膜厚であること。

③ スループット向上

(a) 結晶成長プロセス時間は、現状に対しファクターで削減する

(a) 成長速度の高速化やプロセスシーケンスを改善し、結晶成長時間を短縮

## 2. 研究開発計画／(1) -3 研究開発目標

### 電源の電力密度 150W/in<sup>3</sup> に向けたGaNパワーデバイス開発、及び全体検証のKPI

#### 研究開発項目

##### 3. 周辺回路技術

#### アウトプット目標

電源の電力密度150W/in<sup>3</sup>を満たす電源向けGaNパワーデバイス  
→ 高周波スイッチング電源の実用化に必要となるGaNパワー素子周辺回路を開発

#### 研究開発内容

##### 1 電流センサー回路

#### KPI

電流センサー帯域は、現状に対し  
て5倍以上を実現

#### KPI設定の考え方

高周波スイッチング電源のピーク電流制御のための電流検出に  
十分な電流センサーを目指す。

##### 2 ドライブ回路

伝播遅延は、KPI設定の考え方  
に基づく伝番遅延を実現

高周波スイッチング電源に対応する制御性と保護性能確保に十分  
なターンオン及びターンオフ伝播遅延を目指す。

#### 4. PoCの試作と評価

#### 研究開発内容

##### 1 SiからGaNへの置換え の効果確認・課題抽出 (既存GaN評価ボード)

#### アウトプット目標

電力密度150W/in<sup>3</sup>、コストSi同等満たす電源実現に向けた試作・評価  
→ 高周波スイッチング電源のPoCを構想・企画すると共にデバイス側にFB。最終的に試作・評価を実施

#### KPI

スイッチング周波数：現状と同等レ  
ベル

#### KPI設定の考え方

SiとGaNの素子パラメータの違いによる電源回路特性への影  
響を評価頂く（理論計算・シミュレーション・実測など）

##### 2 高周波スイッチング化の 効果確認・課題抽出

スイッチング周波数：数倍

スイッチング周波数を変えた場合の、受動部品も含めた電力密  
度・損失・コストへの影響を検討するための基礎評価

##### 3 高電力密度化の効果 確認・課題抽出

スイッチング周波数：桁倍

高周波スイッチング電源の電力密度・損失・コストを検証するた  
めのPoCを構想・企画・試作・評価

## 2. 研究開発計画／(2) -1 研究開発内容（全体像）

### ノーマリオフ型新構造GaN-FETの開発KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 デバイス構造設計	(a) $V_{th}$ (b) 移動度 (c) 出力電荷量 (d) 耐圧	要素技術開発 (提案時TRL 4 → 現状TRL 4)	サンプル試作検証 (TRL6)	(a)(b) 要素プロセス技術の量産ラインへの適用 (c)(d) MOS型デバイスにおけるFP設計技術開発 ・高電界下のゲート-ドレイン間における 空乏層制御による電界分布制御技術開発	コンセプト確認済、 デバイスとしての 検証を進める (70%)
2 要素プロセス開発 ・MOS構造形成	(a) $V_{th}$ (b) 移動度 (c) $\Delta V_{th}$ (BTI試験) (d) TZDB	要素技術開発 (提案時TRL 4 → 現状TRL 4)	サンプルを試作して検証 (TRL6)	(a) MOS構造最適化によるしきい値制御技術開発 (b) チャネル領域の高品質化技術開発 (c)(d) ゲート絶縁膜の高品質化技術開発	コンセプト確認済、 要素技術の深耕 とデバイスへの展 開を図る (85%)
3 プロセスインテグレー ション	(a)チャネル抵抗・出 力容量積 (b) 研究開発校項目 ①②記載のKPI (c) (a)(b)を同時に 満たすこと	要素技術開 発 (提案時TRL 4 → 現状TRL 4)	サンプルを試 作して検証 (TRL6)	(a)(b)(c) 要素プロセス技術の量産ラインへの適用 ・MOSゲートプロセスとFP構造プロセスのプロセスインテ グレーション技術開発	コンセプト確認済、 デバイスとしての 検証を進める (60%)

## 2. 研究開発計画／(2) -2 研究開発内容（全体像）

### GaNエピタキシャルプロセスKPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 低欠陥化	(a) 表面欠陥密度 (b) 転位密度	技術コンセプトを確認 (提案時TRL3 → 現状TRL4)	パイロットラインでの検証 (TRL6)	(a) 表面欠陥発生メカニズム解明と抑制技術確立 (b) 転位生成・消滅メカニズムの解明 反りとの両立が可能な転位制御層の開発	コンセプト確認済み、大口径化との両立が課題 (65%)
2 大口径化	(a) 反り (b) クラック	要素技術開発 (提案時TRL4 → 現状TRL4)	パイロットラインでの検証 (TRL6)	(a) 応力バランスを適正化する層構造設計とエピタキシャル成長技術の開発 反り・欠陥を抑制する結晶成長基板の検討 (b) 高品質界面形成技術開発	構造設計と実現に必要な要素技術を開発中 (85%)
3 スループット向上	(a) 結晶成長プロセス時間削減	要素技術開発 (提案時TRL3 → 現状TRL4)	パイロットラインでの検証 (TRL6)	(達成済み)	達成 (100%)

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（全体像）

### 周辺回路技術・PoCの試作と評価のKPIの目標達成に必要な解決方法

#### 3. 周辺回路技術

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1	電流センサー回路	電流センサー帯域	要素技術開発 (提案時TRL3 → 現状TRL3)	研究サンプル試作検証 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"><li>シャントMOS電流センサ<ul style="list-style-type: none"><li>ばらつき補正技術により検出精度を確保しつつ広帯域化を実現</li></ul></li></ul>
2	ドライブ回路	伝播遅延	要素技術開発 (提案時TRL2 → 現状TRL2)	サンプル試作検証 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"><li>高駆動力ゲートドライバ<ul style="list-style-type: none"><li>駆動力調整回路の伝搬遅延時間を低減</li></ul></li></ul>

#### 4. PoCの試作と評価

1	SiからGaNへの置換えの効果確認・課題抽出 (既存GaN評価ボード)	「次世代高電力密度産業用電源（サーバ・テレコム・FA等）向け <u>GaNパワーデバイスの開発</u> 」という開発テーマにおいて、本研究項目は、 – 電源応用向けのGaNデバイスの仕様策定へのFB – 研究開発したGaNデバイスによりSiでは実現し得ない電源が実現できることの検証を主目的とするもの。
2	高周波スイッチング化の効果確認・課題抽出	電源開発そのものが主目的ではなく、オブザーバー企業との連携により実施。
3	高電力密度化の効果確認・課題抽出	

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（これまでの取組）

### ノーマリオフ型新構造GaN-FETの研究開発の進捗度

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 デバイス構造設計 (シミュレーション)	シミュレーションモデルの高精度化	<ul style="list-style-type: none"><li>試作デバイス実測からゲート絶縁膜中の固定電荷等の解析を行い、固定電荷等をモデル化し、シミュレーションへの実装を進めている。</li><li>電界設計のシミュレーションモデルの高精度化のためのデバイス試作を計画通り完了した。</li></ul>	△ 一部試作・評価遅延
2 要素プロセス開発	各要素プロセス条件のV <sub>th</sub> への影響の定量化	V <sub>th</sub> 改善に向けて各プロセス条件の検討を実施中。簡易試作で効果が確認された一部のプロセスで、要素検証試作において効果が再現せず、目標値未達となつた。	△ V <sub>th</sub> 到達目標未達
3 プロセスインテグレーション	<ul style="list-style-type: none"><li>プロセスインテグレーション上の課題の把握</li><li>量産対応装置を用いた試作ライン整備</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究試作ラインでのフルプロセス試作において、リーク不良が顕在化したため、不良発生メカニズム調査を進めている。</li><li>設備は25年3月に全装置の検収完了見込みで進めたが、一部装置は輸送トラブル等で検収遅れが発生。</li></ul>	△ 要素検証試作でのV <sub>th</sub> 未達影響でFB未実施

\*「直近」はFY24末と定義

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（これまでの取組）

### GaNエピタキシャルプロセスの研究開発の進捗度

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 低欠陥化	<ul style="list-style-type: none"><li>・転位制御による欠陥密度の低減</li><li>・転位密度の数量化手法確立</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・成長条件を精査し、転位密度を約30%低減した。</li><li>・X線回折、表面AFM、表面CLのいずれの手法においても転位密度評価が可能であることを確認した。</li></ul>	<input type="radio"/> 計画通り進捗中
2 大口径化	クラックの抑制	<ul style="list-style-type: none"><li>・耐圧層の構造を見直しクラック長を3.5mmに低減した。</li></ul>	<input type="radio"/> 計画通り進捗中
3 スループット向上	結晶成長プロセス時間削減	<ul style="list-style-type: none"><li>・AlGaN多層膜耐圧層の高速成長を検討し、成長速度を従来比2.5倍に増大させた。さらに多層膜全体の結晶成長条件を最適化し、PJ開始時に対して、成長プロセス時間を大幅に削減した。</li></ul>	<input type="radio"/> 前倒し達成

\*「直近」はFY24末と定義

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（これまでの取組）

### 周辺回路技術・PoCの試作と評価の研究開発の進捗度

#### 3.周辺回路技術の研究開発の進捗度

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 電流センサー回路	高帯域化に向けた回路コンセプトの決定と1次回路設計と試作	・電流センスデバイスの検出方式を決め、1次回路（テスト回路）設計を行い、試作まで完了した。	○ 計画通り進捗中
2 ドライブ回路	高速スイッチング向けゲートドライブ回路の1次回路設計と試作	・ゲートドライブ回路の遅延時間低減を目的としたテスト回路を設計し、試作まで完了した。	○ 計画通り進捗中

#### 4.PoCの試作と評価の研究開発の進捗度

1 SiからGaNへの置換えの効果確認・課題抽出	300kHzレベルのスイッチング評価用ボードの試作、評価完了	・スイッチング評価環境を構築した。	○ 計画通り進捗中
-----------------------------	--------------------------------	-------------------	--------------

\*「直近」はFY25末と定義

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（今後の取組）

### ノーマリオフ型新構造GaN-FETの研究開発における技術課題と解決見通し

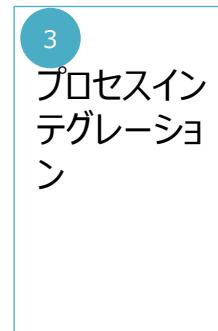
#### 研究開発内容



- ・シミュレーションモデルの高精度化
- ・低RonQossと耐圧を両立する設計



- 要素プロセスでの、しきい値の目標値、及びしきい値変動の目標値の達成



- ・量産対応装置を用いた研究試作ラインの初期プロセスフロー構築
- ・高Vth,低RonQoss,高耐圧を同時に満たすデバイスの実証

#### 直近のマイルストーン\*

- ・GaNの各種物理量の高精度化、及び固定電荷・トラップモデルのシミュレーションへの実装
- ・ドレイン近傍電界低減を中心とする構造設計

- ・各種施策(固定電荷・界面準位抑制、水素排出等)による目標値達成

- ・量産対応装置のプロセス立上げと②の結果に基づくプロセス条件の移植・確認
- ・②での試作と異なる、MOS構造形成工程以降の影響調査
- ・全体最適化による、高Vth,低RonQoss,高耐圧を同時に満たすデバイスの実証

#### 残された技術課題

- ・シミュレーション対応リソースの増強を図っている
- ・ゲートドレン間距離の短縮に向けた電界緩和設計とともに、配線抵抗低減など、耐圧確保に向け柔軟な設計を進めることで低Ron・Qossは達成見込み

- ・簡易試作で効果確認済みの改善施策を織り込んだFET試作・評価を遅滞なく進める

- ・導入した量産対応装置に対し専任ユニット技術者を当てるとともに、MOS構造工程以外の影響や条件移植時に発生するインテグレーション上の問題に対処し最適化するインテグレーション技術者を増強し対応する。

\*「直近」はFY25末と定義

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（今後の取組）

### GaNエピタキシャルプロセスの研究開発における技術課題と解決の見通し

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 低欠陥化	低転位・低欠陥密度の実現	・GaN（チャネル層）の欠陥低減	・結晶成長条件を精査とともに、欠陥の発生や伝搬の様相を解析することで、結晶成長条件と転位との関連を把握し、低転位密度を実現するための最適な成長条件などを見出すことで解決を図る。
2 大口径化	クラックの長さ抑制	・歩留まりに影響を与えないクラック長さに抑制	・結晶層中の歪み（応力）バランスの適正化により解決する見込み
3 スループット向上	結晶成長プロセス時間3削減 (PJ目標達成済み)	(社会実装に向けた技術課題抽出とプロセス改善)	—

\*「直近」はFY25末と定義

## 2. 研究開発計画／(2) 研究開発内容（今後の取組）

### 周辺回路技術・PoCの試作と評価の研究開発における技術課題と解決の見通し

#### 3.周辺回路技術の研究開発の進捗度

##### 研究開発内容

1  
電流センサー回路

直近のマイルストーン\*

高帯域実現に向けた1次試作に向けた回路完了

##### 残された技術課題

・1次試作するテスト回路の評価・解析

##### 解決の見通し

・1次試作、及び評価・解析には十分な体制で臨む  
・SG2目標達成に向けては、試作する実回路の特性を把握し、課題に応じて解析を行い、2次設計・試作にフィードバックを行う

2  
ドライブ回路

高周波スイッチング向け  
ゲートドライブ回路の1次  
試作に向けた回路設計  
完了

・予備試作したテスト回路の評価・分析  
・SG2目標に向けては、駆動力調整回路、  
遅延時間低減回路の伝搬遅延時間がシミュ  
レーションで十分な精度で予測可能か実測に  
による確認。

同上

#### 4.PoCの試作と評価の研究開発の進捗度

##### 研究開発内容

直近のマイルストーン

1  
Siから  
GaNへの  
置換えの  
効果確  
認・課題  
抽出

300kHzレベルスイッチ  
ング評価用ボードの試作、  
評価完了

##### 残された技術課題

・300kHz動作評価と損失分析  
・PFC電源評価ボード試作に向け、インダクタ  
単体の試作検証と、電源制御設計

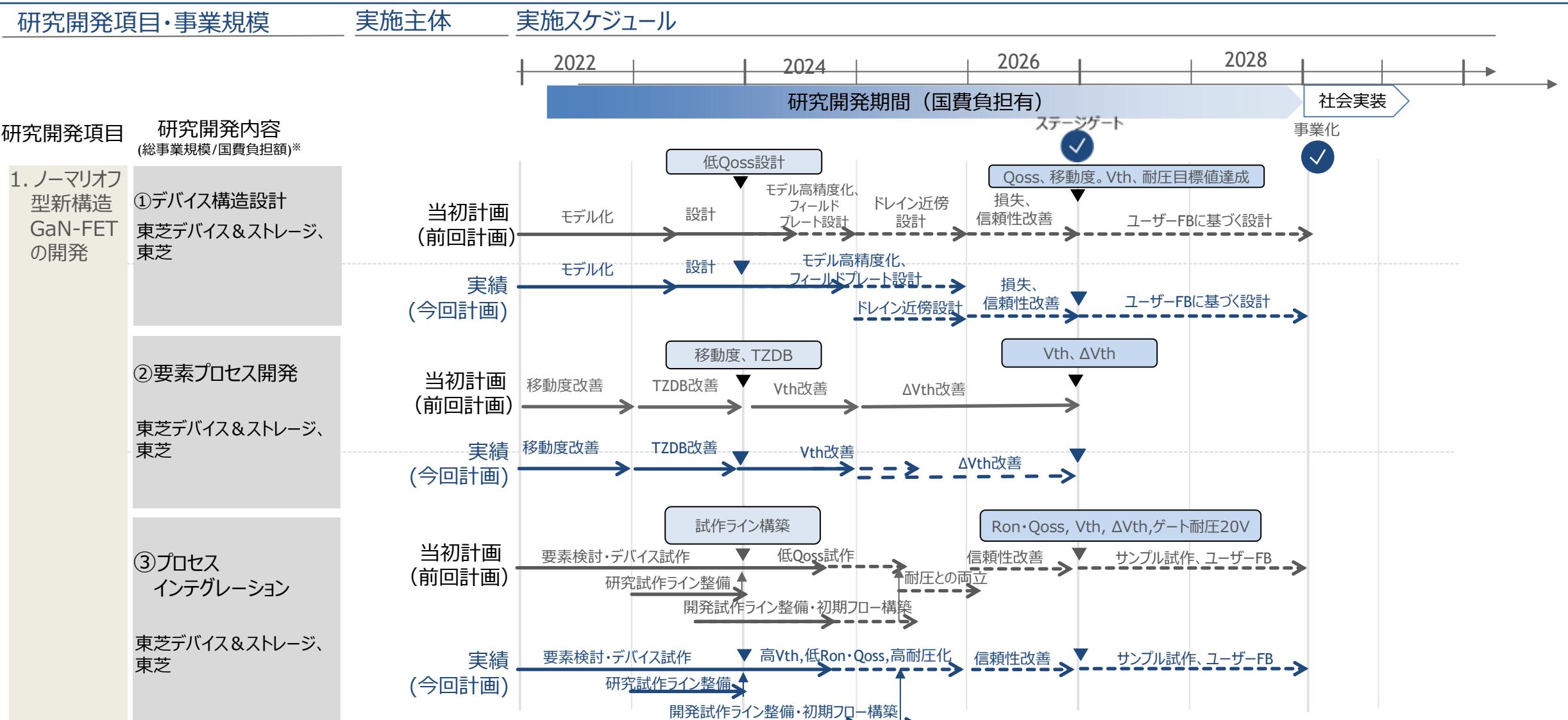
##### 解決の見通し

・評価ボードの300kHz動作の確認、及び損失分析  
の事前検討を進めておく  
・シミュレーション用いたPFC電源の制御方式の検  
証を事前に行う

\*「直近」はFY25末と定義

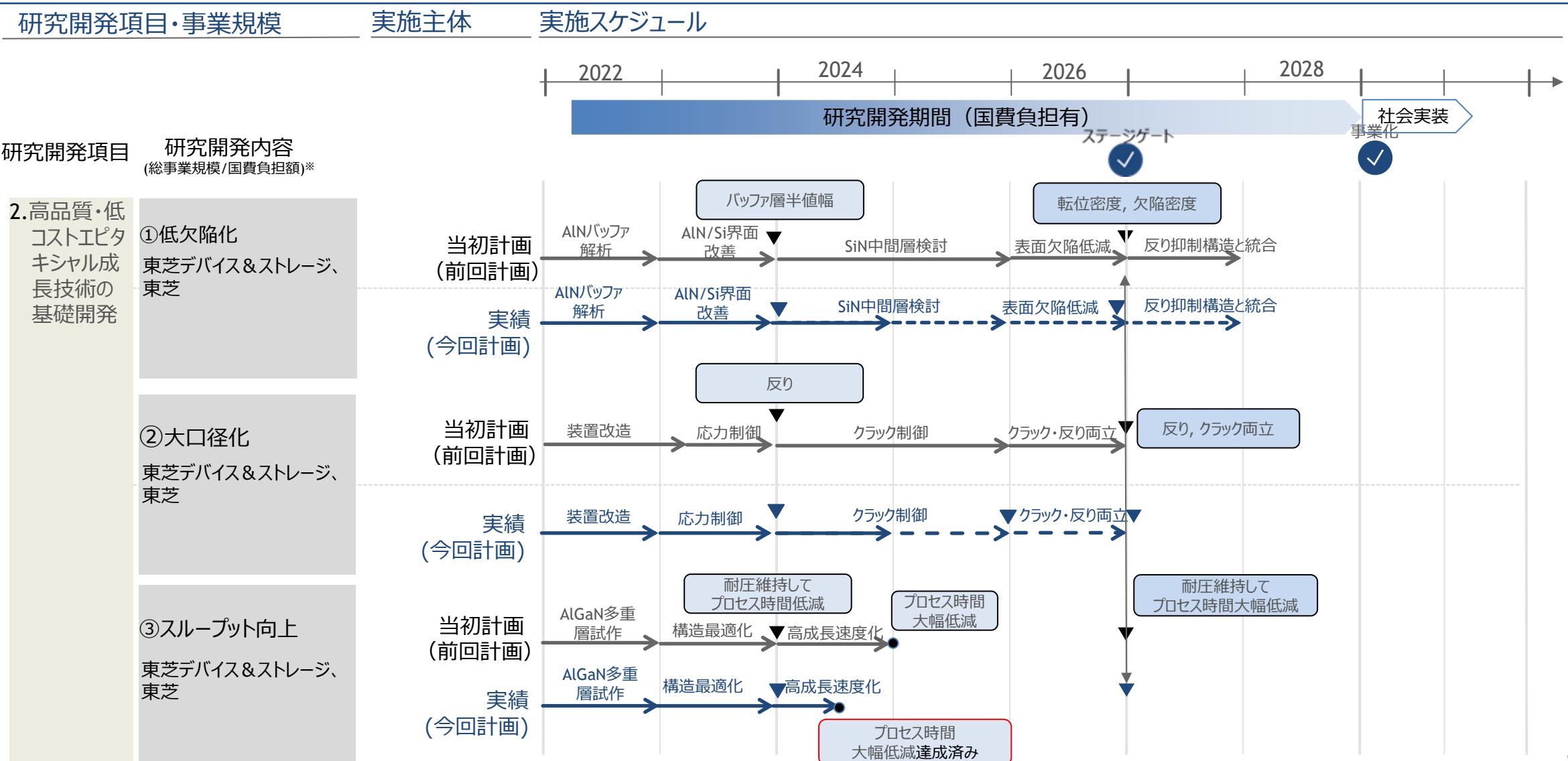
## 2. 研究開発計画／(3) 実施スケジュール

### 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



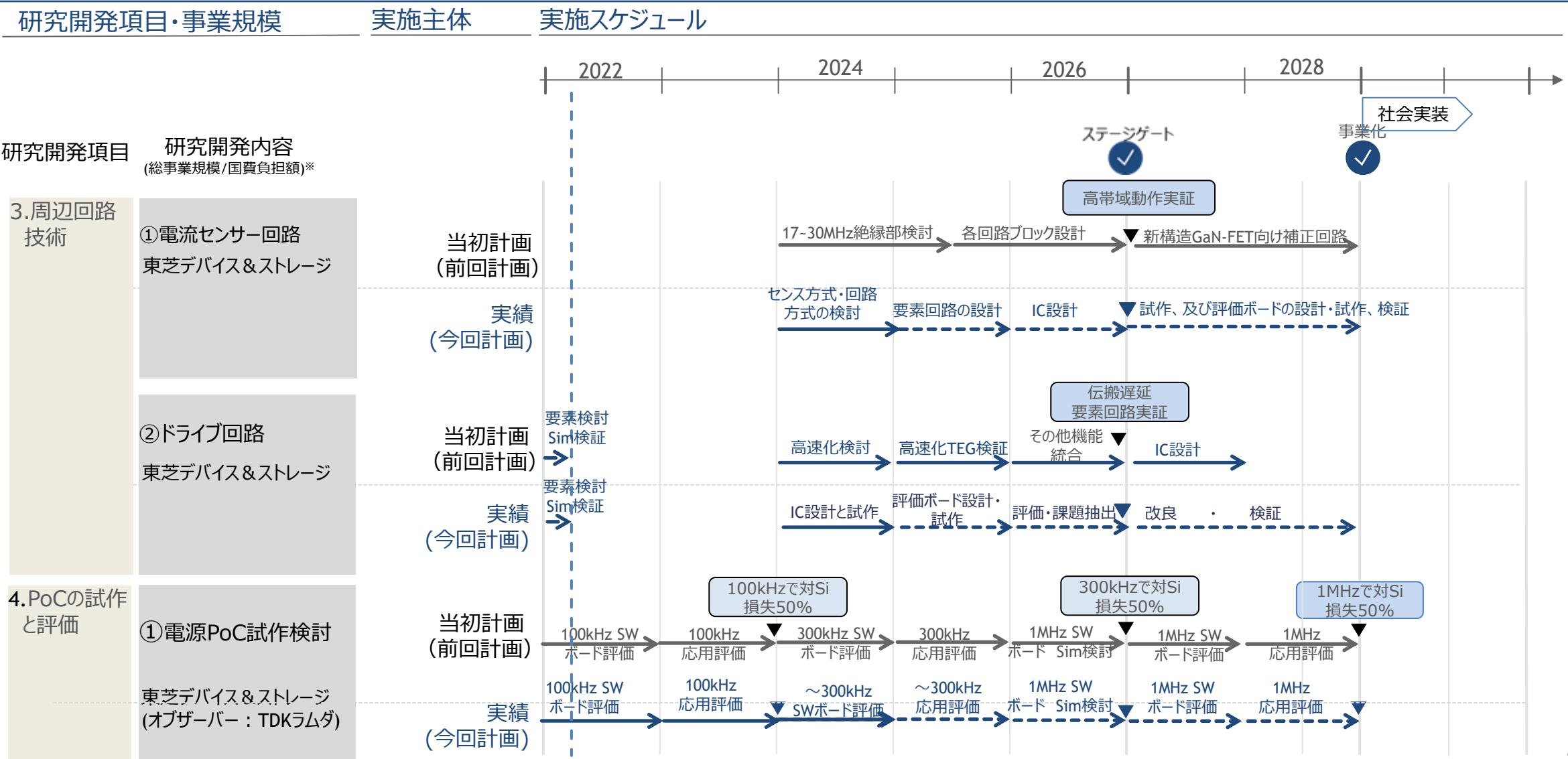
## 2. 研究開発計画／(3) 実施スケジュール

### 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

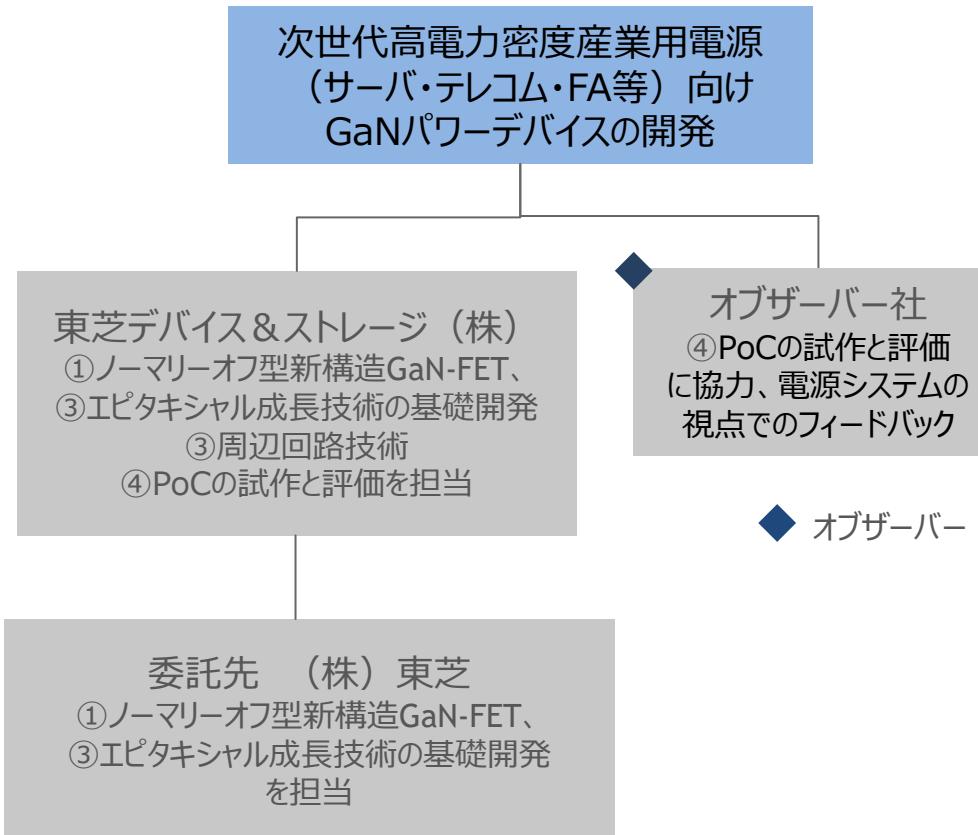
### 複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



## 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



#### 各主体の役割と連携方法

##### 各主体の役割

- プロジェクト全体の取りまとめは、東芝デバイス&ストレージ（株）が行う

##### 研究開発における連携方法（オブザーバーとの連携）

- 東芝デバイス&ストレージ（株）とオブザーバー社は定期的に連絡会を開催し、会社間の連絡を密に行う。
- 東芝デバイス&ストレージ（株）はオブザーバー社に対して、研究サンプルや評価ボードの提供を行う

##### デバイス要素技術開発における委託連携先

- （株）東芝 研究開発センター、及び生産技術センターを委託連携先として、新構造GaN-FET、及び関連するプロセス技術の要素技術開発を担当頂く

##### スイッチング電源のPoC試作・評価、GaN仕様へのユーザーフィードバック

- オブザーバー社は、GaN応用電源のPoC試作と評価や、デバイスへの要求仕様のフィードバックを担当する

## 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.ノーマリオフ型新構造GaN-FETの開発	1 デバイス構造設計	<ul style="list-style-type: none"><li>ノーマリオンデバイスにおけるフィールドプレートを用いたデバイス設計技術</li><li>MOS型デバイスにおける電流コラプス抑制技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>MOSゲートと組み合わせることで、2 DEGキャリア濃度を向上させながら、高閾値と低オン抵抗、低容量を両立し、デバイスの高耐圧化が可能</li></ul>
	2 要素プロセス開発・MOS構造形成	<ul style="list-style-type: none"><li>高品質チャネル膜形成技術</li><li>MOS界面平滑化技術（本PJ成果）</li><li>MOS構造最適化による閾値電圧制御技術</li><li>GaN上ゲート絶縁膜の高品質化技術</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>MOSデバイスにおいて、世界トップレベルの高移動度チャネル形成</li><li>高閾値と高移動度を両立</li><li>閾値電圧変動抑制に寄与、量産レベルでゲート信頼性実現が課題</li></ul>
	3 プロセスインテグレーション	<ul style="list-style-type: none"><li>8インチGaN-on-Si白色LEDの事業経験</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>8インチGaN-on-Siの量産経験、ノウハウの活用により、高い量産性を可能とするインテグレーション開発を短期間で実施することが可能</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.高品質・低成本 エピタキシャル成長技術の基礎開発	1 低欠陥化	<ul style="list-style-type: none"> <li>中間層を用いた欠陥制御技術</li> <li>界面制御による高品質バッファー技術 (本PJ成果)</li> </ul>	<p>→ • Si基板上GaN結晶で世界トップレベルの低転位密度実現</p> <p>→ • 高品質なAlNバッファを形成可能</p>
	2 大口径化	<ul style="list-style-type: none"> <li>バッファ層技術</li> <li>GaN結晶中の応力制御技術</li> <li>低欠陥GaN形成技術</li> <li>8インチGaN-on-Si白色LEDの事業経験</li> </ul>	<p>→ • 他社に比べ高い応力制御性、8インチ基板での反り抑制が可能</p> <p>→ • 結晶中に生じる応力を制御でき、応力バランスの適正化、反り抑制が可能</p> <p>→ • 低欠陥化と反り抑制の両立が可能</p> <p>→ • 8インチGaN-on-Siの量産経験、ノウハウの活用により、量産プロセスを考慮した要素技術の開発が可能</p>
	3 スループット向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>高品質結晶成長技術</li> <li>8インチGaN-on-Si白色LEDの結晶成長プロセス時間短縮の知見、ノウハウ</li> </ul>	<p>→ • 積層欠陥を抑制する結晶成長技術を基に高速成膜技術を開発し、高品質かつ高スループットを実現可能</p> <p>→ • 量産経験・ノウハウの活用により、高品質かつ高スループット化が可能</p>

## 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

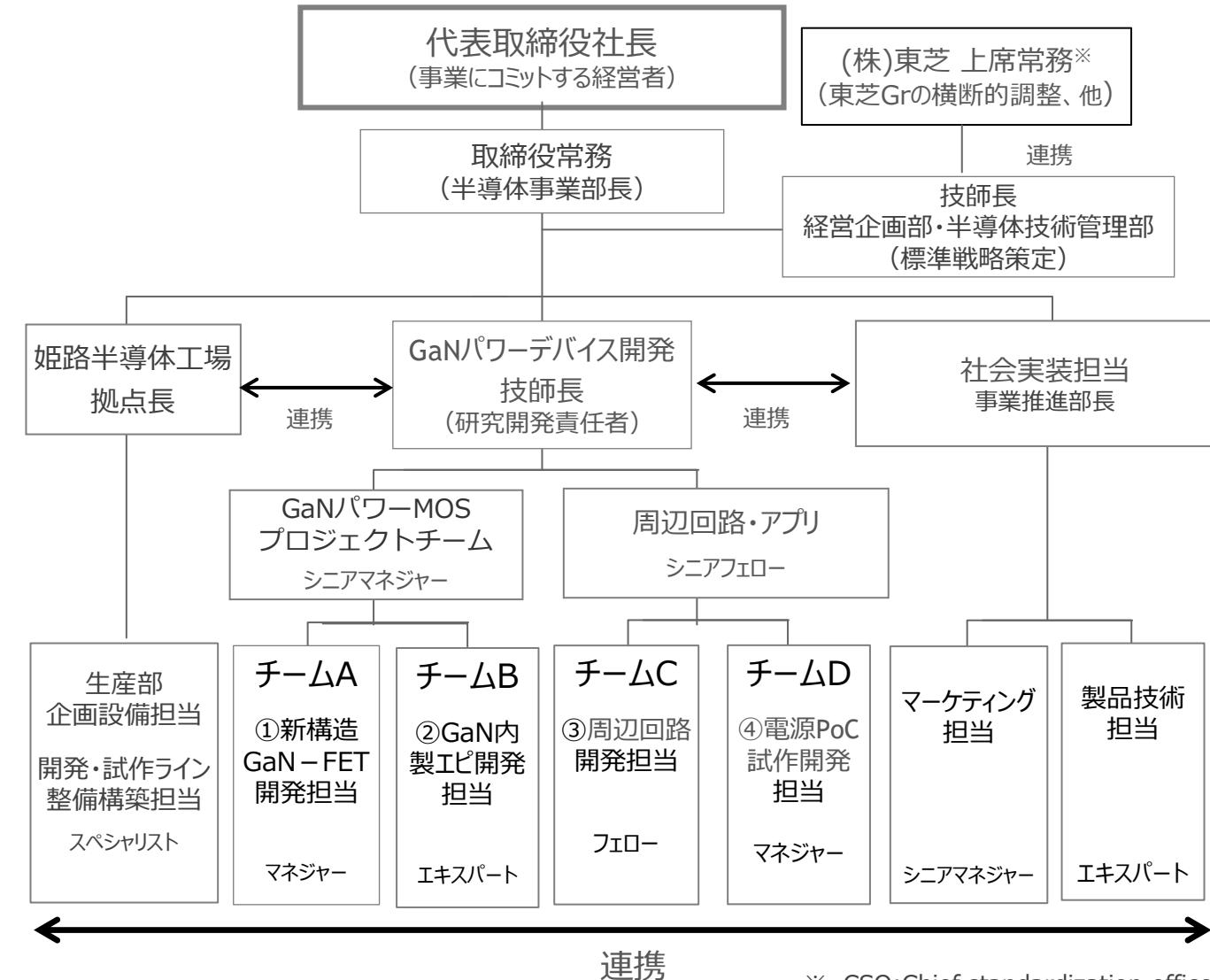
研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
3.周辺回路技術	1 電流センサー回路	<ul style="list-style-type: none"><li>• 17MHz超帯域の絶縁電流センサー回路技術</li><li>• 高精度検出のためのばらつき補正技術</li></ul>	<p>→ • 競合の絶縁電流センサーに対し帯域10倍以上優位</p> <p>→ • バラツキ補正技術によりGaNとの統合パッケージで競合ソリューションより周辺部品削減による高密度化が可能。</p>
	2 ドライブ回路	<ul style="list-style-type: none"><li>• 伝播遅延時間を低減する高駆動力ゲートドライブ技術</li></ul>	<p>→ • 広帯域電流センサー回路と低伝播遅延ドライブ回路の組み合わせにより、競合を上回る制御及び保護性能の実現。</p>

### 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
  - 谷口技師長 : GaNパワーデバイス研究開発・技術開発を統括
- 担当チーム
  - チームA : ①新構造GaN-FET開発を担当
  - チームB : ②GaN内製エピ開発担当
  - チームC : ③周辺回路・電源PoC開発担当
  - チームD : ④電源PoC試作開発担当

-姫路半導体工場 : 開発・試作ライン整備と構築  
-社会実装担当 : 社会実装に向けたGaNデバイスのマーケティングと製品技術を統括

- チームリーダー
  - チームA : GaN-HEMT開発の実績
  - チームB : GaNエピ開発等の実績
  - チームC : アナログ回路開発の実績
  - チームD : 電源評価ボード開発・PoC試作の実績

##### 部門間の連携方法

- 月例会議 (1回/月、開発進捗管理、チーム間情報連携)
- トップ報告 (1回/月、事業部長/関係者に報告)
- 情報共有会 (1回/週、主任研究者/スタッフを中心に情報共有)
- 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

- 社外ホームページで環境方針を社長コミットメントとして公表（栗原常務執行役員）

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>

- 半導体事業部門のトップとしてwebでメッセージ発信（亀渕取締役（当時））

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>

- 技術部門トップメッセージとして高性能なワイドギャップ半導体の開発加速を公表（高下技師長）

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/company/research-and-development/articles/message-from-the-head-of-the-technology-division.html>

#### ・ 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、担当常務執行役員への月次報告により、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

投資回収計画、ROS、及び市場・競合状況等から総合的に判断する。

### （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。

### 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

#### 経営戦略の中核にパワー半導体事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

##### （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貢献する関連製品ポートフォリオの中計等での立案、経営会議/取締役会での承認をはじめ、自社製造拠点での100%再エネ化、バリューチェーン全体でのカーボンニュートラル実現を目標に掲げる  
<https://toshiba.semiconstorage.com/jp/company/about/environment/making-carbon-neutrality-a-reality.html>
- ・経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
  - 関連製品の開発ロードマップ等の策定/見直しを行い、中期計画に反映、その内容を経営会議/取締役会で承認、事業方針説明会や中計説明会等で関連部署に周知した
  - 非上場化により事業環境が変化するが、開発ロードマップを含めた製品ポートフォリオはそのまま変更せず、計画通り進めていく事を確認している
  - 研究開発は事業の根幹であり、その計画は不可欠な要素として、優先度高く位置付けている
- ・コーポレートガバナンスとの関連付け
  - 事業戦略に基づいた取締役や管理職が選任されるとともに、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）に反映されている

##### （2）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
  - (株)東芝の統合報告書等において経営理念に基づいたカーボンニュートラルによる持続可能な未来の実現をうたい、それらを達成する全体としての事業戦略等を開示している
  - 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） 化合物半導体を含むパワー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。併せて展示会等に出展してPRしている  
<情報発信の具体例>
    - ・PCIM Europe、TECHNO-FRONITIER2024、Electronica2024、APEC2025に出展
    - ・Web HPでの発信  
[性能と使いやすさを両立したGaNパワーデバイス | 東芝デバイス＆ストレージ株式会社 | 日本 \(semicon-storage.com\)](#)
- ・企業価値向上とステークホルダーとの対話
  - (株)東芝の中期目標として、全体としての各種財務指標（売上高/営業利益(ROS)/EBITDA/ROIC/FCF）を目標として位置づけ、その改善には事業ポートフォリオの変更等の方策をとっている
  - 投資家や金融機関等のステークホルダーに対し、技術戦略説明会を開催し当社の化合物半導体を含むパワー半導体事業の将来見通し・リスクを説明している

### 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、着実に社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

### (1) 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
  - 本プロジェクトを含むパワー半導体は注力領域であることに変わりなく、統合報告書にもパワー半導体の重要性とカーボンニュートラルの実現に貢献する旨を謳っている。  
<https://www.global.toshiba/jp/ir/corporate/library/annual-report.html>
  - GaN事業については、中期計画に織り込み、資金投入の継続性について社内的合意を形成している
  - GaNの事業化に向けて人材・設備・資金を投入する方針に変更はない
    - ・部門間連携強化を目的としてプロジェクトチームを発足させ、新構造GaN-FET（GaN MOS）の開発を一元化し加速。（'25/4月）
    - ・新卒およびキャリア採用による人員強化を実施した。
    - ・姫路半導体工場内に、GaN MOS工程用試作ライン構築に向けてた設備と人員の強化を実施した
- ・機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
  - 導入装置の長納期化により既存工場内の試作ライン構築に遅延が生じているが、研究所装置の活用を行うことで開発への影響を最小限に抑制。
  - 社会実装を視野に入れ、技師長をトップとする体制に変更するとともに、前述のプロジェクトチームを発足させ、研究開発部門に加え、製品技術も参画する体制とした。

### (2) 組織横断体制の構築、人材育成

- ・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な体制としている。
  - 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。
- ・人材育成
  - 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っている。
  - 応用技術領域については、展示会への出展により技術者が直接顧客に接して生のVoCに触れる機会を得ることで、若手応用技術者の提案力向上等を図っている。

## 4. その他

## 想定されるリスクと対応および事業中止の判断基準

### 研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 装置開発遅れによるデバイス開発の遅延  
(影響: 大、頻度: 小)  
→ 装置ベンダとの協調、連携強化
- SiやGaNの想定外の技術革新により、GaNの競争力が相対的に低下  
(影響: 大、頻度: 小)  
→ 技術動向を調査し、適宜目標や検討アイデアの見直しを行う
- 目標とする機能・性能が確保できないリスク  
(影響度: 大、頻度: 低)  
→ 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

### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- MHzスイッチング回路の周辺部品価格高騰によるGaN電源市場伸長の停滞  
(影響: 大、頻度: 小)  
→ 部品メーカーとの連携模索
- 投資回収計画の破綻  
- 市場停滞  
(影響: 中、頻度: 小)  
→ スイッチング電源以外の市場への展開  
- 競合他社に対しての遅れによる参入機会損失  
(影響: 大、頻度: 小)  
→ 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

### その他（自然災害等）のリスクと対応

- Ga原材料の高騰（地政学的に）  
(影響: 大、頻度: 小)  
→ 調達先との連携
- データセンターレイアのパラダイムシフトによる産業構造の大変化  
(影響: 中、頻度: 小)  
→ 他市場への展開
- 大地震などの自然災害により研究継続不可  
(影響: 中、頻度: 小)  
→ 関東地区と近畿地区の2拠点での開発などの工夫

- 
- 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

