



グリーンイノベーション基金事業／ 次世代デジタルインフラの構築プロジェクト 2022年度 WG報告資料

2023年3月17日

IoT推進部

目次

1. プロジェクトの概要
2. プロジェクトの実施体制
3. プロジェクトの実施スケジュール
4. プロジェクト全体の進捗
5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
6. プロジェクトを取り巻く環境
7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

(参考1) プロジェクトの事業規模

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

1-1. プロジェクト概要

- 2030年までに、次世代パワー半導体を使った変換器等の50%以上の損失低減と社会実装を促進するために従来のSiパワー半導体と同等のコスト実現に向けた低コスト化に取り組む。

研究開発項目 1

次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

研究開発内容①

自動車・産業機器向けパワー半導体の開発

研究開発内容②

再エネ等電力向けパワー半導体の開発

研究開発内容③

サーバ等電源機器向けパワー半導体の開発

研究開発概要

- 大口径ウェハでオン抵抗低減等を達成する性能改善と同時に、既存の次世代パワー半導体デバイスより優れた信頼性を有するデバイスを開発する。
- また、開発したパワー半導体の性能を最大限に引き出すための制御 IC、モジュール技術等も開発する。
- 高周波スイッチング、低抵抗、高信頼性、低コストを兼ね備えた高耐圧 SiC MOSFET とその成果を活用した直流遮断器および電力変換器等を開発する。
- GaN デバイスの性能改善に向けた開発と同時に、高信頼性化・低コスト化技術の開発及び GaN デバイスに適した回路等を開発する。

研究開発概要

- SiC ウェハ量産の候補となる複数の手法による大口径化、高品質化に向けた開発を行い、ステージゲートによって、技術方式の絞り込みを実施する。



アウトプット目標

- 2030年までに、次世代パワー半導体を使った変換器などの損失を50%以上低減及び量産時に従来のSiパワー半導体と同等のコストを達成
- 2030年までに、8インチ（200mm）SiC ウェハにおける欠陥密度1桁以上の削減及びコスト低減

1-2. プロジェクト概要

- 各要素デバイス、光配線技術及びディスアグリゲーション技術の開発・適用・相互に連携させ、研究開発開始時点で普及しているデータセンターと比較して40%以上の省エネ化を実現する。

研究開発項目3

次世代グリーンデータセンター技術開発

研究開発内容①

光エレクトロニクスの技術開発

- (1) 光電融合デバイス開発
- (2) 光スマート NIC 開発

研究開発内容②

光に適合したチップ等の高性能化・省エネ技術の開発

- (1) 省電力 CPU 開発
- (2) 省電力アクセラレータ開発
- (3) 不揮発メモリ開発
- (4) 広帯域 SSD 開発

研究開発内容③

ディスアグリゲーション技術の開発

研究開発概要

- (1) 光電融合デバイス開発
 - 2025 年以降に主流となる通信規格 PCIe6.0 に対応した高速化技術を開発する。
- (2) 光スマート NIC 開発
 - スマート NIC を世界に先駆けて光化するとともに、光伝送装置を小型化・一体化してデータセンター間の長距離光通信からサーバ内光配線までをシームレスに光接続できる「光スマート NIC」を開発する。
- (1) 省電力 CPU 開発
 - 光配線を実装すると共に、省エネ性能に優れる ARM アーキテクチャを用いた上で、微細化、回路設計技術の高度化等を行う。
- (2) 省電力アクセラレータ開発
 - 5 TB/s 以上の高速なメモリ通信速度により、GPU等ではカバーしきれない幅広いアプリケーションに対応できる省電力アクセラレータを開発する。
- (3) 不揮発メモリ開発
 - DRAM と同等の書き込み速度を持つ不揮発メモリの中から、大容量化やコストの面でDRAM 代替が可能な不揮発メモリを実用化する。
- (4) 広帯域 SSD 開発
 - 光インターフェースを搭載することで、発熱を抑制して並列化により 128GB/s の大幅な広帯域化を目指す。
- 負荷に応じて機能（デバイス）ごとに柔軟に計算リソースを割り当てるディスアグリゲーション技術に伝送遅延が小さい光配線を導入し、より柔軟な制御を実現する。
- AI を活用した割り当て制御ソフトを開発し、他の事業者と緊密に連携して、①や②で開発した要素デバイスを光接続したシステム実証を実施する。

アウトプット目標

- 2030年までに、研究開発時点で普及しているデータセンターと比較して40%以上の省エネ化を実現

2-1. プロジェクトの実施体制

- 産業機器、電動車、再エネ等電力、サーバ電源の各用途に応じて細分化し、デバイス製造技術開発に取り組んでいる。

研究開発項目 1 : 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<u>8インチ次世代 SiC MOSFET の開発</u> ・ ローム株式会社 (※)	研究開発内容①	2022年度～2027年度
<u>次世代パワー半導体デバイス製造技術開発 (電動車向け)</u> ・ 株式会社デンソー	研究開発内容①	2022年度～2026年度
<u>次世代高耐圧電力変換器向けSiC モジュールの開発</u> ・ 東芝デバイス&ストレージ株式会社 (幹事) ・ 東芝エネルギーシステムズ株式会社	研究開発内容②	2022年度～2030年度
<u>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</u> ・ 東芝デバイス&ストレージ株式会社	研究開発内容③	2022年度～2028年度

(※) WG出席企業

2-2. プロジェクトの実施体制

- SiC ウェハの大口径化・高品質化に向けて、複数の手法によるウェハ技術開発を並行して取り組んでいる。

研究開発項目 2 : 次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<u>超高品質・8インチ・低コスト SiC ウェハ開発</u> ・株式会社オキサイド（幹事）（※） ・Mipox 株式会社	研究開発項目 2 （溶液法）	2022年度～2030年度
<u>高品質 8 インチ SiC 単結晶／ウェハの製造技術開発</u> ・セントラル硝子株式会社	研究開発項目 2 （溶液法）	2022年度～2029年度
<u>次世代グリーンパワー半導体に用いる SiC ウェハ技術開発</u> ・株式会社レゾナック（旧：昭和電工株式会社）	研究開発項目 2 （昇華法）	2022年度～2030年度

（※）WG出席企業

2-3. プロジェクトの実施体制

- 次世代グリーンデータ用デバイス・システムに関する協議会(略称: 次世代グリーンDC協議会)活動を通じて、技術的な課題だけでなく、社会実装を見据え、ユーザーを巻き込んだ議論を行う。

研究開発項目3：次世代グリーンデータセンター技術開発

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<p><u>要素デバイス省力化、光配線技術、ディスクアグリゲーション技術の開発</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 富士通株式会社（幹事）（※） ・ アイオーコア株式会社 ・ 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社 ・ 京セラ株式会社 ・ 日本電気株式会社（※） ・ キオクシア株式会社 	<p>研究開発内容①（2）、②（1） 研究開発内容①（1） 研究開発内容①（2） 研究開発内容①（2） 研究開発内容②（2）、③ 研究開発内容②（4）</p>	<p>2021年度～2028年度</p>
<p><u>光に適合したチップ等の高性能化・省エネ化：不揮発メモリ開発</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日本ゼオン株式会社 	<p>研究開発内容②（3）</p>	<p>2021年度～2030年度</p>

事業の目的・概要

2030年までに、次世代パワー半導体を使った変換器などの損失を50%以上低減および量産時に従来のSiパワー半導体と同等のコストを達成。

- ① 8インチ次世代SiC MOSFETの開発
- ② 次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発
- ③ 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発（自動車向け）
- ④ 次世代高電力密度産業用電源（サーバー・テレコム・FAなど）向けGaNパワーデバイスの開発

実施体制

※太字：幹事企業

- ① **ローム（株）**
- ② **東芝デバイス&ストレージ（株）**
東芝エネルギーシステムズ（株）
- ③ **（株）デンソー**
- ④ **東芝デバイス&ストレージ（株）**

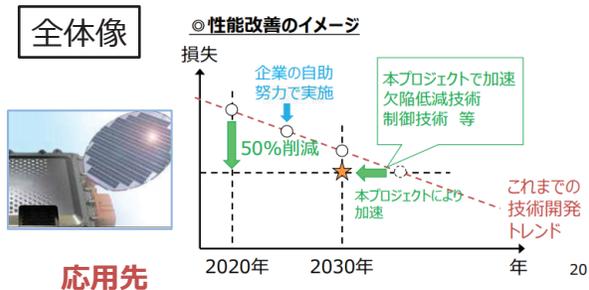
事業規模等

- 事業規模：約527億円
- 支援規模*：約305億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり。
- 補助率など：1/2補助→1/3補助（インセンティブ率は10%）

事業期間

- ① 2022年度～2027年度(6年間)
- ② 2022年度～2030年度(9年間)
- ③ 2022年度～2026年度(5年間)
- ④ 2022年度～2028年度(7年間)

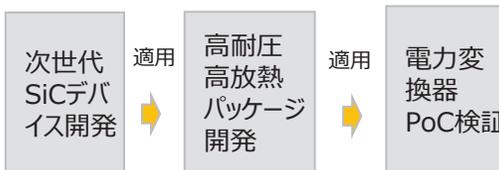
事業イメージ



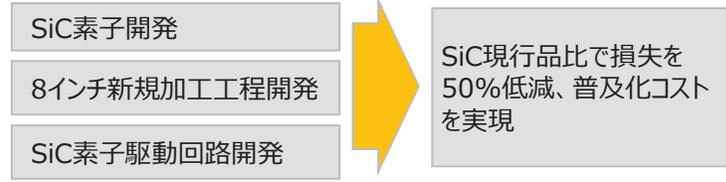
① 8インチ次世代SiC MOSFETの開発



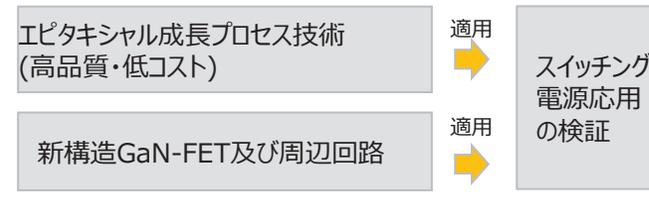
② 次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発



③ 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発（自動車向け）事業



④ 次世代高電力密度産業用電源（サーバー・テレコム・FAなど）向けGaNパワーデバイスの開発



事業の目的・概要

2030年までに、8インチ（200mm）SiCウェハにおける欠陥密度1桁以上の削減およびコスト低減。

- ① 超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発
- ② 高品質8インチSiC単結晶／ウェハの製造技術開発
- ③ 次世代グリーンパワー半導体に用いるSiCウェハ技術開発

実施体制

※太字：幹事企業

- ① **(株) オキサイド**、Mipox (株)
- ② **セントラル硝子 (株)**
- ③ **(株) レゾナック** <旧：昭和電工 (株)>

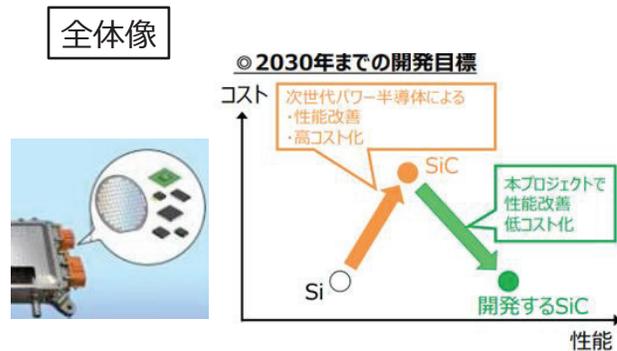
事業期間

- ① 2022年度～2030年度（9年間）
- ② 2022年度～2029年度（8年間）
- ③ 2022年度～2030年度（9年間）

事業規模等

- 事業規模：約258億円
- 支援規模*：約186億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり。
- 補助率など：9/10委託→2/3補助→1/2補助（インセンティブ率は10%）

事業イメージ

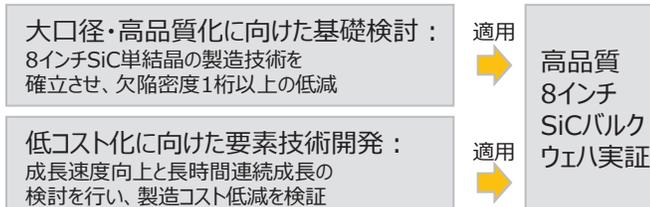


● 複数の手法（昇華法、溶液法 他）による大口径化・高品質化に向けた開発を実施

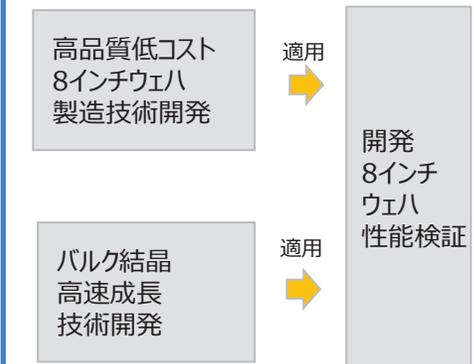
① 超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発



② 高品質8インチSiC単結晶／ウェハの製造技術開発



③ 次世代グリーンパワー半導体に用いるSiCウェハ技術開発



グリーンイノベーション基金事業／次世代デジタルインフラの構築プロジェクト 次世代グリーンデータセンター技術開発

(参考) 採択テーマの概要

事業の目的・概要

- ①データセンターの消費電力の約9割を占めるサーバーなどIT機器の省エネ化のため、サーバーを構成する『要素デバイス（CPU、アクセラレータ、メモリなど）』自体の高性能化・省エネ化技術の研究開発に加え、革新的省エネのゲームチェンジャーと目されるチップ間接続光配線化を実現する『光電融合技術』の研究開発、および、サーバーをCPUやメモリなどの機能単位で分割し、計算負荷を最適配置することでシステム全体の高効率化を図る『ディスアグリゲーション技術』の研究開発を行う。また、本事業においては上記要素デバイス／コンポーネントの研究開発のみに止まらず、途中成果を大阪・関西万博に出展し、最終的にこれらを組み合わせた系を構築しシステム実証まで実施する。
- ②データセンター省エネ化を実現する要素の一つとしてDRAMの大幅な省エネの要請が高まる中、ゲームチェンジャーとなる可能性を有する次世代の高速・大容量・低コスト不揮発性メモリ技術として、単層カーボンナノチューブ(CNT)を用いた抵抗変化型ランダムアクセスメモリ不揮発性メモリ(NRAM)の研究開発を行う。

実施体制

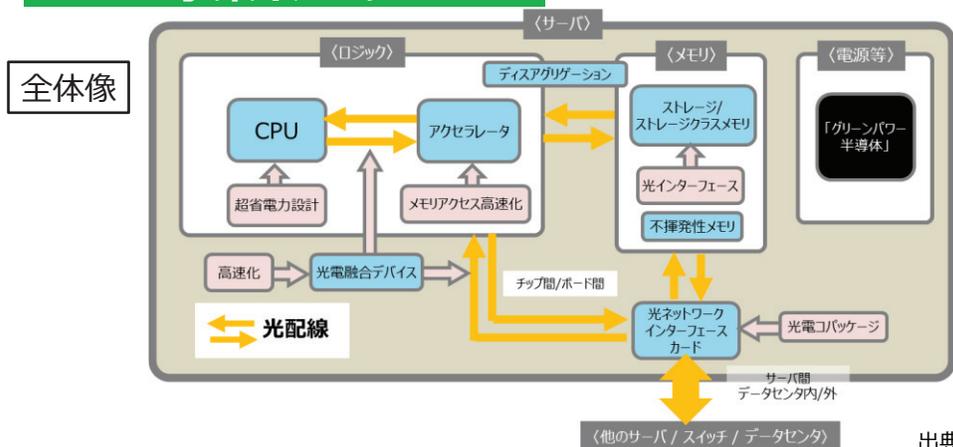
※太字：幹事企業

- ①**富士通(株)** (光スマートNIC開発、省電力 CPU 開発)
アイオーコア(株) (光電融合デバイス開発)
富士通オプティカルコンポーネンツ(株) (光スマートNIC開発)
京セラ(株) (光スマートNIC開発)
日本電気(株) (省電力アクセラレータ開発、ディスアグリゲーション技術の開発)
キオクシア(株) (広帯域SSD開発)
- ②**日本ゼオン(株)** (不揮発メモリの開発)

事業期間

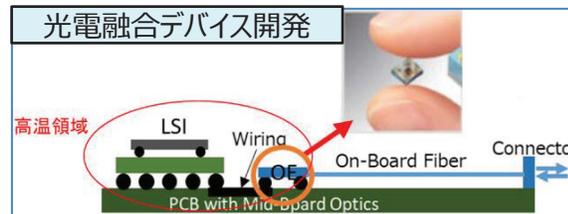
- ①2021年度～2028年度(8年間)
- ②2021年度～2030年度(10年間)

事業イメージ



事業規模等

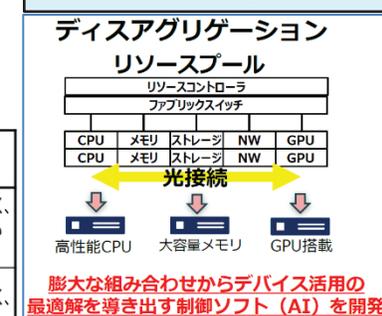
- 事業規模 : 約1178億円
- 支援規模* : 約885億円
*インセンティブ額を含む。
今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり。
- 補助率など
【光電融合デバイス開発】
9/10委託→ 2/3補助（インセンティブ率は10%）
【その他】
2/3 補助→ 1/2補助（インセンティブ率は10%）



不揮発性メモリ比較

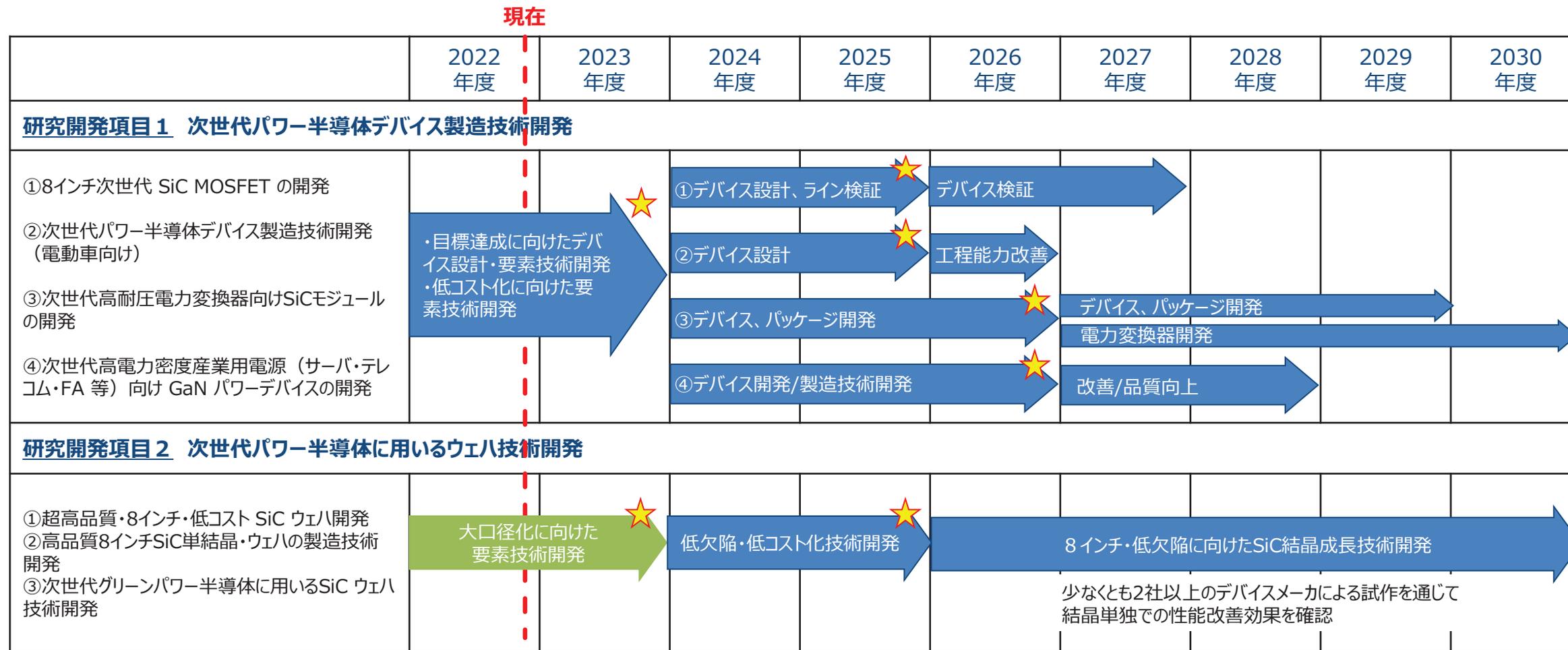
メモリ方式	動作原理	集積度 (DRAMレベルの16Gb以上)	コスト
MRAM	・磁性体の磁化方向によるメモリ ・電流により切替（抵抗変化）	使用の貴金属は反応性に乏しく、微細化困難。MgOが追加プロセスに弱く多層化困難	大容量化が難しく、材料・プロセスともに高価
FeRAM	・分極によるメモリ ・電圧・電流書換（読出すとデータが壊れるため同時に書込み要）	読出しと書込みの電圧が同じなので、クロスポイント構造に適用できず、多層化が困難	大容量化が難しく、高価
NRAM	・カーボンナノチューブ(CNT)の近接による抵抗変化メモリ ・電圧で書換	CNTは安定で追加プロセスにも強く、複数層にわたるクロスポイント構造の形成可能	簡易な製造プロセスにより低コスト化可能

ディスアグリゲーション技術の開発



3-1. プロジェクトの実施スケジュール（研究開発項目1、2）

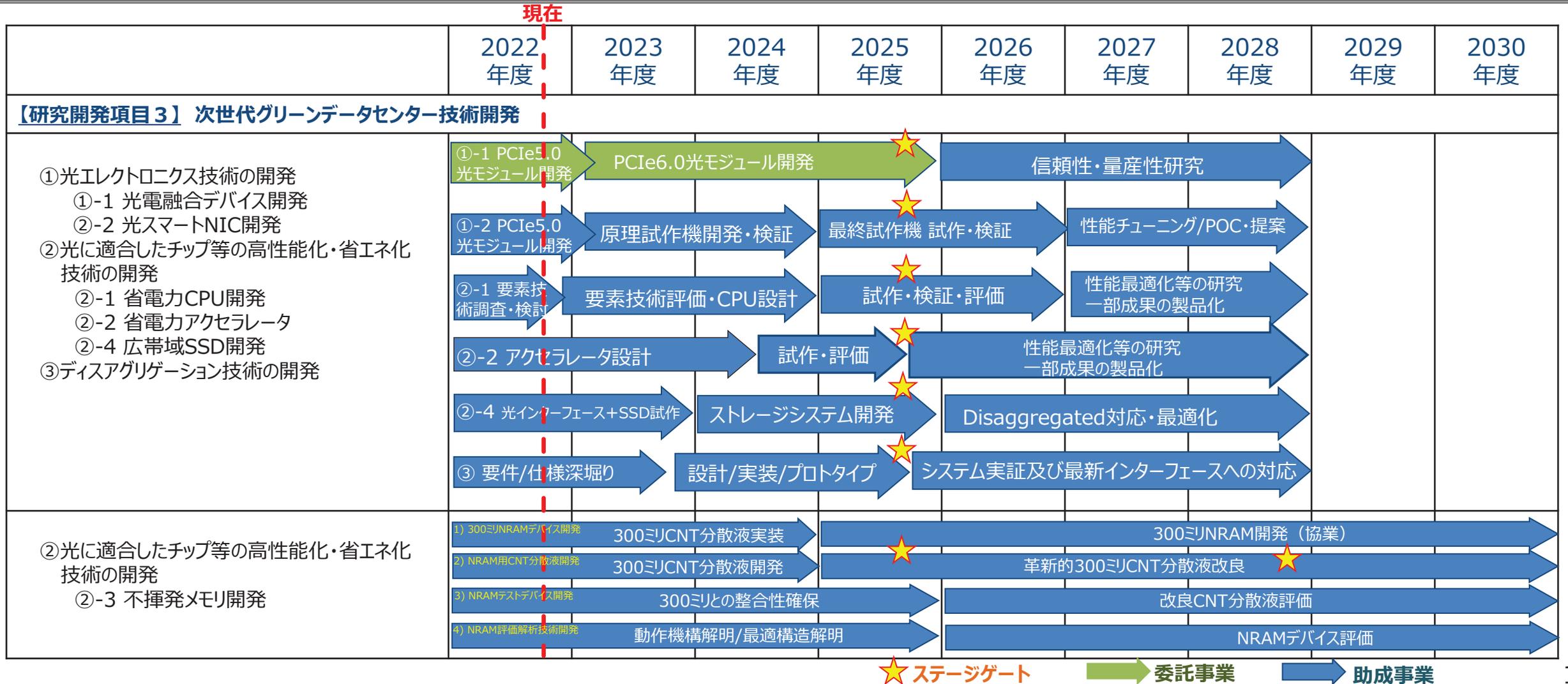
- デバイス製造技術開発は、10年未満の事業化も想定し、2~3年に1度ステージゲート審査を実施。
- ウェハ技術開発は、当初4年間は様々な手法に取り組み、2025年度のステージゲート審査において技術の絞り込みを実施。



★ : ステージゲート 緑色矢印 : 委託事業 青色矢印 : 助成事業

3-2. プロジェクトの実実施スケジュール（研究開発項目3）

- 各要素デバイス試作品、制御ソフトウェアプロトタイプが揃う2025年度末にステージゲート審査を実施。
- 不揮発メモリについては、材料開発・基礎プロセス開発後（2025年度末）、大規模化技術開発後（2028年度末）にステージゲート審査を実施。



4-1. プロジェクト全体の進捗（研究開発項目1、2）

- NEDO技術・社会実装推進委員会において、プロジェクト全体が概ね計画通り進捗していることを確認。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の進捗度」等について

- デバイス製造技術開発、ウエハ技術開発のいずれも、要素技術の開発を進め、研究開発に必要な設備仕様等を決定し、手配を概ね完了させるなど、計画通り研究開発を推進中。



- 開発進捗は、現状概ね計画通りであるとのことで、このペースで課題等の解決と共に進捗管理を期待。

「研究開発の見通し」等について

- 各種評価や先行検証試作、プロセスインフォマティクス、CAE（Computer-Aided Engineering）等にて、マイルストーンの達成見通しを確認。



- 技術課題で実現確率が低いとされる技術開発については、解決見通しも含め、今後の進捗を期待。
- ウエハ技術開発において、実際に電気特性を含めた評価を行ったときに予想しない影響が現れないかどうかは懸念があるため、積極的・多角的な電気特性の評価が必要。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「社会実装に向けた取組状況」、「ビジネスモデル」等について

- 顧客リクワイヤメント収集を継続し、開発仕様に反映。
- 次世代パワー半導体ソリューション製品・サービスを提供。
- ウエハ事業立上げに向け、複数デバイスメーカーと情報交換。



- ノウハウと知財戦略を基に、ルールメイキングへの取組として標準化を考え、活動計画と勝ちシナリオを考えていくことを推奨。
- 顧客のスイッチングを図る為の動機付けをどのようにするのかを顧客の要望と共に整理し、優位性を提示することが重要。

4-2. プロジェクト全体の進捗（研究開発項目3）

- NEDO技術・社会実装推進委員会において、研究開発が概ね計画通り進捗していることを確認しているが、「省電力アクセラレータ開発」については、実施者より辞退の申し入れがされた（テーマ全体の省電力目標達成には影響なし）。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の進捗度」等について

- 各要素技術の仕様検討がすすみ、試作品手配の準備が完了されるなど、計画通りに研究開発を推進中。
- 実施者間でシステム実証に向けた検討が開始され、コンポーネント間の相互接続に向けた仕様を検討中。



- 開発進捗は、現状概ね計画通りであることを確認。
- 技術的な検討は順調に進捗していることを確認。プロトタイプを試作し、実現性を確認したり、コスト評価、実装などを進めていることは評価できる。

「研究開発の見通し」等について

- 技術調査や試作に向けた仕様検討、設計手配、ファウンドリー手配、評価方法検討等において、研究マイルストーン達成の見通しを確認。



- 難易度が高く、コストパフォーマンスが低いとされる技術開発については、柔軟に計画を変更する対応について評価したい。
- 研究開発進捗に応じてマイルストーンが見直され、社会実装に向けた具体的な検討がすすめられている。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「社会実装に向けた取組状況」、「ビジネスモデル」等について

- データセンター事業者等との情報共有、意見交換及び議論を行う「次世代グリーンデータセンター協議会」を設立。
- オープン&クローズ戦略による一部ソフトウェアをOSSで公開。
- 実施者間で大阪・関西万博出展計画を立案。



- プロジェクト内の技術的な連携に加えて、社会実装を見据えたユーザーとの議論に期待。
- オープン&クローズ戦略を基に標準化活動を推進し、技術の普及と収益化の両立に向けた勝ちシナリオの検討・実践を推奨。
- 大阪・関西万博を通じて、光電融合技術を用いた次世代グリーンデータセンターについての発信に期待。

5-1. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1：次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

<p>8インチ次世代 SiC MOSFET の開発</p> <p>・ ローム株式会社</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> SiC 8インチ化に伴い、エピ生成及びゲート膜生成プロセスに必要な設備の選定を終え、当初計画通り設備発注迄完了。 SiC 8インチ製造ラインについても、クリーンルームの無人化を想定した自動化の仕様、および施設内の設備配置レイアウトの検討を実施し、無人製造ラインの仕様へ取り込んだ。これらの仕様に基づき、必要な設備の選定、発注を計画通り実施。 SiC MOSFETは、低RonA化へのカギとなる新構造におけるデバイスシミュレーションを通じて、抵抗、耐圧に影響を与えるパラメータ範囲を見出した。 <hr/> <p><u>NEDO委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ターゲットセグメントが必ずしも同質の要求でない市場セグメントを扱おうとしており、どのようにマネージしていくのか検討されたい。 社内外の専門家を入れるなどして、もう少し切り込んだ形での外部環境分析への取り組みを期待。市場機会、セグメンテーション、ターゲット市場の解像度をあげるべく、今一度、事業戦略を構築する体制の見直しを期待。 技術課題への心配はない。自社開発ゲートドライバをモジュールに組み込む為、トータル性能向上で差別化に強み。早期展開に期待。
<p><u>次世代パワー半導体デバイス製造技術開発</u> <u>(電動車向け)</u></p> <p>・ 株式会社デンソー</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> SiC素子は、顧客リクワイアメントを反映した素子及びプロセス設計を行い、CAE（Computer-Aided Engineering）等による机上検討ながら、KPI 達成の見通しをつけた。 新規加工プロセスについては、8インチSiCの加工設備の選定作業を終え、発注迄完了。並行して8インチでの先行課題の検討を6インチSiCで先行検証実施し、対策案の検討まで計画通り実施。 駆動回路は、MBD（Model Based Design）環境を開発し、制御方式による効果、最適パラメータの探索を実施しながら、6インチSiCに対応する駆動回路の基本設計を完了。 パッケージ開発では、フィジビリティ確認およびパッケージ開発に必要な半導体パッケージ用設備の選定、発注を実施、耐圧と放熱性を両立する樹脂材料の検討を完了。 <hr/> <p><u>NEDO委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 8インチSiC素子技術開発の解決は評価する一方で、新規加工プロセスと素子駆動回路の技術開発については、解決の見通しも含め、今後の進捗に期待。 従来車とEV車における顧客リクワイアメントの違いを把握されており、競争に対する牽制として前倒しで開発を推進している点を評価。ただし、競争の追い上げをどのように阻止できるかの優位性は不明。 標準化戦略においては、今後、評価方法や測定方法の標準化を確立し、オープン＆クローズ戦略を立案していくことを期待。また、サプライチェーンのルールメイキングの視点で施策を打ち、サプライチェーンを自らのルールで囲い込みする可能性を、欧米市場進出含めて積極的に活動することも期待。

5-2. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1：次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

<p><u>次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">東芝デバイス&ストレージ株式会社（幹事）東芝エネルギーシステムズ株式会社	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">SJ-MOS型次世代SiCデバイス要素技術および高耐圧高放熱パッケージを計画通り開発進行中。エピソード装置発注に向け仕様精査中、トレンチ形成装置発注済み。トレンチ形成はデモ装置により確認中。1次試作用パッケージの設計・試作が完了。細かい課題はあるものの、計画に影響を与える問題点はなし。（東芝デバイス&ストレージ株式会社）2027年度より電力変換器の開発に着手予定。（東芝エネルギーシステムズ株式会社） <hr/> <p><u>NEDO委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">開発進捗は、現状概ね計画通りの進捗であるとのことで、このペースで課題等の解決と共に進捗管理を期待。東芝エネルギーシステムズが体制に入ること目指している高耐圧電力変換系事業にリアリティがあるのが本体制の強み。(株)東芝が標準化の全体統括の可能性もあるということで、別のGI基金のプロジェクトとうまく連携できるところは連携しながら、社内での連携や、社外での標準化を目指していく体制の構築を期待。
<p><u>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</u></p> <ul style="list-style-type: none">東芝デバイス&ストレージ株式会社	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">「①ノーマリオフ型新構造GaN-FETの開発」は一部前倒しで進行中。移動度改善に目途。「②高品質・低コストエピタキシャル成長技術の基礎開発」は計画通り進行中。8インチ開発のための装置改造の手配完了。検証用GaNボード評価着手。試作ラインは23年度発注に向けて下準備中も、装置納期遅延の懸念あり。 <hr/> <p><u>NEDO委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">グローバルにおけるビジネスモデルについては是非言及することを希望。昨今の納期遅れの課題に直面しており、開発テーマ実施の為の装置納期遅れに対し、バックアップスケジュールを検討する時期に来ていると思われる。検討を進めて必要な計画の修正をすべき。JEDECやJEITAで標準化されている信頼性試験方法が、開発するGaNパワーデバイスに適用できるかを研究開発度と同時並行で確認することを期待。

5-3. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目2：次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発

<p><u>超高品質・8インチ・低コスト SiC ウェハ開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">株式会社オキサイド（幹事）Mipox 株式会社	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">大口径化に向け、溶液流れや溶液温度分布等をプロセスインフォマティクス技術を適用して最適化し、8インチSiC成長炉の加熱制御や構造の仕様を決定。（株式会社オキサイド）結晶成長速度向上に向け、数値シミュレーションを実施中。（株式会社オキサイド）大口径ウェハ用ラインの開発に向け、8インチSiCウェハの詳細な加工工程フロー(第1次案)を作成し、加工ラインに必要な各装置の仕様を決定。装置選定、発注を順次実施中。（Mipox 株式会社） <hr/> <p><u>NEDO委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">マクロな視点では溶媒の取り込み抑制を含めて成長様式の制御が既によく進んでおり、今後も最適化されていく余地があることがよくわかる説明。微視的な観点では溶媒の取り込みをはじめ、まだ現実的には様々な問題が残っている状況。実際に電気特性を含めた評価を行ったときに予想しない影響が現れないかどうかは懸念があるため、積極的・多角的な電気特性の評価が必要。名大とのコミュニケーション密の体制を作ろうとしているが、事業面での責任体制についてクリアにすることが必要。昇華法の製品をリプレースする為の優位性提示が事業化に向け必須。
<p><u>高品質 8 インチ SiC 単結晶/ウェハの製造技術開発</u></p> <ul style="list-style-type: none">セントラル硝子株式会社	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">大口径化に向け、種結晶の回転軸トルクを検出/制御してメニスカス(溶媒液面とSiCの結晶間の屈曲)の高さを緻密に制御する機構を検討中。当面は既存6インチSiC成長炉で制御条件に係る基礎データを取得し、8インチ炉での安定した大口径化を目指す。結晶成長速度向上に向け、数値シミュレーションモデルを構築。事業の立上げに向け、複数のデバイスメーカーと8インチSiCウェハの上市計画等に係る情報交換を継続中。 <hr/> <p><u>NEDO委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">溶液法特有の成長様式、溶媒の取り込みの現象などに強く影響する因子を能動的に制御しようとしている状況がよくわかる説明。条件の僅かな違いが影響を与えるかもしれない制御の難しい系であり、重要な因子を見抜いて、その制御を優先的に行いつつ、影響の小さな因子は無視するという方針が相応しい。先行している昇華法に対し、これから実現する溶液法へ、顧客のスイッチングを図る為の動機づけをどのようにするのかを、顧客の要望と共に整理し、ベンチマークをし、説得していくことが重要。実証研究に明示的に組み入れることを推奨。

5-4. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目2：次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発

<p>次世代グリーンパワー半導体に用いる SiC ウェハ技術開発</p> <p>・株式会社レゾナック (旧：昭和電工株式会社)</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none">既存の設備で8インチの種結晶を作製。更なる品質改善と結晶成長条件検討用の昇華炉を設計し発注まで完了。また、プロセスインフォマティクス活用のための評価用装置や、結晶加工開発用の装置選定、発注を順次実施中。エピ成長に関しては8インチ成膜試験を実施。欠陥密度は良好で、均一性については更なる品質改善に向けた検討を実施中。高速成長に関しては、既設の装置を用いて高温下に必要な要素を検討し、実験用の新規昇華炉の設計に反映。 <hr/> <p><u>NEDO委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none">大口径化に対して適切なKPIを設定し、マイルストーンに対して堅実な取り組みを評価。高速成長昇華法は極めてチャレンジングな開発であるが、SiCバルクウェハの大幅なコストダウンが期待できるので、早期に課題抽出と制御方法の提案・実証へ結びつけられるよう期待。ノウハウと知財戦略についての考えを基に、標準化仕様を共有するだけでなくルール作りの取組も意識し、活動計画と勝ちシナリオを考えていくことを推奨。昇華法技術における競争、溶液法との競争の両面で競合の動向を注視するとともに、技術開発時点から積極的な標準戦略を考え、自社の技術の価値を上げる取り組みを実施されることを期待。
---	---

5-5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目3：次世代グリーンデータセンター技術開発

<p><u>要素デバイス省力化、光配線技術、ディスクアグリゲーション技術の開発</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 富士通株式会社（幹事） アイオーコア株式会社 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社 京セラ株式会社 日本電気株式会社 キオクシア株式会社 	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 省電力CPU実現に向けた低電圧/高効率電源回路開発及び試作チップ設計、スマート光NICにおけるCPO適用技術、レイヤ1ソフトウェア処理技術を担当（富士通） サーバー間/LSI間等短距離インターフェイスをターゲットとした光電融合デバイス開発を担当。（アイオーコア） スマート光NICにおける高効率・高速変調器技術の開発を担当。（富士通オプティカルコンポーネンツ） スマート光NICにおける光電集積デバイスパッケージング技術を担当。（京セラ） 省電力アクセラレータ開発、及び、計算負荷を動的に最適配置制御するソフトウェア、ディスクアグリゲーション技術を担当。（NEC） 最先端PCIe® SSDと光技術を融合した、高効率なストレージデバイスを担当。（キオクシア） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 富岳で実績のある同社のCPU開発に期待。データセンターに特化した顧客重視のCPU開発について検討いただきたい。（富士通） グローバルユーザーに対して、代表者の方が直接ヒアリングしている点について非常に高く評価したい。（アイオーコア） 直近のマイルストーン、残された技術課題、解決の見通しも明確であり、成果が期待できる。（富士通オプティカルコンポーネンツ）。 電気・光・熱を俯瞰した最適設計は強力な武器であり、高い技術力に裏付けられた研究開発計画だと判断できる。（京セラ） リソースマネジメントに於ける制御ソフトの計算機コスト、電力コストについての配慮を入れた、システムでの性能成果のトレードオフを説明できる様にとりまとめをお願いしたい。（NEC） ディスクアグリゲーションの具体的な仕様、ユースケースを早めに明確化する必要性があり、実施者間での議論を、より一層進めてほしい。（キオクシア）。
---	--

※PCIe®は、PCI-SIG の登録商標です。

<p><u>光に適合したチップ等の高性能化・省エネ化：不揮発メモリ開発</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 日本ゼオン株式会社 	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> DRAM代替可能なNRAM開発（日本ゼオン） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 300mmウェハプロセスによる大規模メモリの開発は難航も予想されるため、適切なマイルストーンの設定と技術集中が必要。 材料メーカーがデバイス性能の立証まで自ら踏み込む意欲はイノベーションを狙うPJとして評価すべき。
---	--

6. プロジェクトを取り巻く環境

- 次世代パワーデバイスの市場について、EV普及に伴い、2030年頃まではSiCに対する需要が拡大していく見通し。
- IOWN 構想実現に向け、“Vision 2030 Roadmap”が公開され、仕様検討が進捗。先行技術の開発競争が激化。

主な最新動向

- SiCパワーデバイス市場では、EV向けが過半を占め、EV普及に伴い拡大する見通し。
- SiCウエハの供給力確保のため、ウエハ事業の獲得やウエハメーカーとの長期供給契約の締結、OEM・部品メーカーへの営業活動や共同の技術開発を活発化。
- 中長期的には、低コスト・高品質への要求が、更に高まると想定される。

- ウエハメーカー（ウエハ専業、統合型の両方）は需要拡大に向けて 8 インチ SiC ウエハの量産計画を発表、又は開始するなど、需要の獲得を目指している。
- ウエハの製造コスト削減に向けて、①ウエハのバルク成長での成長スピード改善、②ウエハの加工プロセス③エピ成長の各プロセスでのコスト削減に向けた開発が進んでいる。
- ①のバルク成長方式は各社ともに最適な方式を見極めていく状況。

- NTTは、通信から情報処理まで全てを光で処理するAPN（All Photonics Network）の実現するIOWN構想を提唱すると共に、様々なパートナーと連携してその実現に向けて取り組むIOWN Global Forumを設立。
→Dell やMicrosoft のようなIT業界、中華電信のような電気通信業界からの参画だけでなく、トヨタ自動車等のインフラを使用する企業の参加があり注目を集めている。
- APNを実現するための光電融合デバイスは、世界的にも注目され、研究開発競争が激化している。

- NTT の IOWN 構想では、2030 年にディスアグリゲーション技術の実装を目指している。

研究開発項目 1

次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

研究開発項目 2

次世代パワー半導体に用いるウエハ技術開発

研究開発内容①

光エレクトロニクス技術の開発

研究開発内容②

光に適合したチップ等の高性能化・省エネ化技術の開発

研究開発内容③

ディスアグリゲーション技術の開発

研究開発項目 3

次世代グリーンデータセンター技術開発

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

● NEDOでは、実施企業や国等と連携して、社会実装に向けた「実施企業間の連携」、プロジェクトの「認知度」、「社会受容性向上」に向けた取組を開始している。

実施企業間の連携

- 次世代グリーンデータセンターをキーワードに光電融合技術、省電力チップ技術、ディスクアグリゲーション技術の研究開発・事業者に加え、社会実装に必要なバリューチェーン、データセンター事業者等とともに情報共有、意見交換から新規の共同研究開発/標準化活動の提案などを行う、次世代グリーンデータセンター協議会を2022年4月に発足。
- 第1回シンポジウム（2022年11月22日）の非会員メンバーへの活動の周知を目的として、NEDOホームページ、メルマガ等でシンポジウムの開催について広く周知。

認知度、社会受容性向上

- GI基金の認知度、社会受容性向上のため、基金事業をとりまとめたパンフレットを作成。NEDOホームページで公開すると共に、各種イベント、展示会等で配布。
- 2月22日に開催された「日経SDGsフォーラム特別シンポジウム『グリーンイノベーション基金で目指す、カーボンニュートラルな未来へ。』」にて、プロジェクト参画企業の株式会社デンソーが登壇。次世代パワー半導体デバイス製造技術開発（電動車向け）を紹介。



第1回シンポジウム（2022年11月22日）の案内 ~NEDOホームページ~

開催後のトピックス記事掲載 ~NEDOホームページ~

パンフレット（デジタルPJ） ~NEDOホームページ~

日経SDGsフォーラム特別シンポジウム（株）デンソー登壇 ~NEDOホームページ~

(参考1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

約1兆7,014億円

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（グリーンイノベーション基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目 1 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発	約527億円	約305億円
研究開発項目 2 次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発	約258億円	約186億円
研究開発項目 3 次世代グリーンデータセンター技術開発	約1,178億円	約885億円

補足説明

- 支援規模はインセンティブ額を含む。今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり。

(参考 2 - 1 - 1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

テーマ名・事業者名

8インチ次世代 SiC MOSFET の開発

- ・ ローム株式会社

アウトプット目標

- ✓ 8インチでエピ成長技術、低オン抵抗化技術を確立（2025年度）
- ✓ 技術統合した8インチラインを開発し、ローム内製モジュールにデバイスを搭載し性能実証（2027年度）

実施内容

- ・ 8インチSiCプロセス技術開発
(エピ成長,ゲート膜,低オン抵抗新構造 MOSFET)
- ・ 8インチSiC製造ライン開発とデバイス性能実証

マイルストーン

- ・ 高面内均一性・低欠陥密度プロセス開発完了（2024年度）
- ・ 低オン抵抗プロセス、新構造デバイス設計及びプロセス開発完了（2025年度）
- ・ ライン開発を完了し、内製モジュールに搭載し性能実証（2027年度）

テーマ名・事業者名

次世代パワー半導体デバイス製造技術開発（電動車向け）

- ・ 株式会社デンソー

アウトプット目標

- ✓ 次世代SiCインバータ損失を50%以上削減（現行Si比70%減, 現行SiC比50%減）
- ✓ Siインバータ並みのコスト実現（2027年量産開始し、2030年までに数量効果で実現）

実施内容

- ・ 8インチSiC素子技術、新規加工プロセス技術及び素子駆動回路技術開発

マイルストーン

- ・ 規格化オン抵抗低減実証（先行6インチ）、8インチ新規加工工程成立性検証、及び素子駆動回路の高速制御開発等、技術成立性の検証完了（2024年度）

(参考 2 - 1 - 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

テーマ名・事業者名

次世代高耐圧電力変換器向けSiC モジュールの開発

- 東芝デバイス&ストレージ株式会社 (幹事)
- 東芝エネルギーシステムズ株式会社

アウトプット目標

- ✓ SiCデバイスを搭載した電力変換器を試作・評価することにより、Siデバイス搭載電力変換器に比べ電力損失低減▲50%となることを示すとともコストは同等であることを実証

実施内容

- SJ-MOS型次世代SiCデバイス、パッケージ開発
- 電力変換器の開発

マイルストーン

- Siデバイス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のSJ-MOS型SiCデバイスを開発 (2028年度)
- 開発するSJ-MOS型SiCデバイスの性能を最大限に活かすことのできるような高耐圧高放熱のパッケージを開発 (2029年度)
- 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%となることを示すとともコストは同等であることを実証(着手2027年度)

テーマ名・事業者名

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

- 東芝デバイス&ストレージ株式会社

アウトプット目標

- ✓ 電力密度150W/in³、コストSi同等を満たす電源実現に向けた試作・評価により、Siデバイス搭載に比べ電力損失低減▲50%となることを示すとともコストは同等であることを実証

実施内容

- ノーマリオフ型新構造GaN-FETの開発
- 高品質・低コストエピタキシャル成長技術の基礎開発
- PoCの試作と評価

マイルストーン

- 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開発 (2027年度)
- 効率98% (損失50%減)、電力密度150W/in³を満たす電源向けGaNパワー素子開発 (2028年度)
- 高周波スイッチング電源の実用化に必要なGaNパワー素子周辺回路開発 (2028年度)
- 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 (2028年度)

(参考 2 - 2 - 1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

超高品質・8インチ・低コスト SiC ウェハ
開発

✓ 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

・ 株式会社オキサイド（幹事）

実施内容

・ 溶液成長法による超高品質SiCウェハの
開発

マイルストーン

・ 溶液法による超高品質ウェハ開発に取り組み、最終目標達成に向けた技術確立とコスト低減の見通しを明確化（2025年度）

・ Mipox 株式会社

・ SiCウェハの加工・評価

・ 溶液法によるウェハの加工および評価に取り組み、最終目標達成に向けた技術確立とコスト低減の見通しを明確化（2025年度）

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

高品質8インチSiC単結晶・ウェハの製
造技術開発

✓ 8インチのn型高品質SiC単結晶ウェハの量産製造技術を溶液法で確立する

・ セントラル硝子株式会社

実施内容

・ 大口径化/欠陥密度低減/高速成長/エ
ピ成膜

マイルストーン

・ 溶液法での8インチの高品質SiC単結晶ウェハの量産製造技術の確立に取り組み、ウェハ品質基礎評価や製造プロセス条件の検証を完了（2025年度）

(参考 2 - 2 - 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 次世代パワー半導体に用いるウエハ技術開発

テーマ名・事業者名

次世代グリーンパワー半導体に用いるSiCウエハ技術開発

- 株式会社レゾナック
(旧: 昭和電工株式会社)

アウトプット目標

- ✓ 高品質8インチSiCウエハ <現市場最高品質6インチウエハ同等品質>
- ✓ 超高品質8インチSiCウエハ <欠陥密度1/10>
- ✓ 高品質8インチバルク単結晶高速成長技術 <現行昇華法成長速度を大きく超える>

実施内容

- 昇華法による8インチ高品質・低コストSiCウエハおよびエピウエハの製造技術開発

- 低コスト化に向けた高速昇華法技術の開発

マイルストーン

- 昇華法による8インチ結晶成長及びウエハ加工、エピ成膜に係る要素技術の確立と、更に高品質化・低コスト化のための結晶成長条件の抽出、ウエハ加工技術、エピ成膜技術を確立 (2025年度)

- 高速昇華法の製造装置の設計、結晶成長条件に関する基礎開発を行い、結晶成長速度が従来以上であることを確認 (2025年度)

(参考 2-3-1-1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 3 : 次世代グリーンデータセンター技術開発

テーマ名・事業者名

要素デバイス省力化、光配線技術、 ディスクアグリゲーション技術の開発

- 富士通株式会社（幹事）
- アイオーコア株式会社
- 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社
- 京セラ株式会社
- 日本電気株式会社
- キオクシア株式会社

アウトプット目標

✓ 2030 年までに、研究開発開始時点で普及しているデータセンターと比較して 40%以上の省エネ化を実現

実施内容

① - 1
光電融合デバイス開発

① - 2
光スマートNIC開発

② - 1
省電力CPU開発

マイルストーン

- PCIe6.0 に対応
- 電気配線と比較して電力 90%減（2025年度）

- ビットあたり消費電力を従来比で1/4削減（2025年度）

- 現行自社CPUに対し10倍の電力効率が達成できていることを試作機で確認（2025年度）

(参考 2-3-1-2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 3 : 次世代グリーンデータセンター技術開発

テーマ名・事業者名

要素デバイス省力化、光配線技術、 ディスクアグリゲーション技術の開発

- 富士通株式会社 (幹事)
- アイオーコア株式会社
- 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社
- 京セラ株式会社
- 日本電気株式会社
- キオクシア株式会社

アウトプット目標

✓ 2030 年までに、研究開発開始時点で普及しているデータセンターと比較して 40%以上の省エネ化を実現

実施内容

② - 2
省電力アクセラレータ開発*

② - 4
広帯域SSD開発

③
ディスクアグリゲーション技術の開発

マイルストーン

• 現行汎用CPU比10倍の電力効率が達成できていることを試作機で確認 (2025年度)

• 連続リード性能(或いは帯域)を現行(PCIe® Gen.3世代相当)から8倍にする動作確認完了 (2025年度)

• 構成変更ソフトウェアの初期版リリース (2025年度)

(参考 2-3-2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 3 : 次世代グリーンデータセンター技術開発

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

光に適合したチップ等の高性能化・省エネ化：不揮発メモリ開発

- 日本ゼオン株式会社

✓ DRAMに比して消費電力60%削減可能で、大容量化やコストの面でDRAM代替が可能な、カーボンナノチューブ不揮発メモリ (NRAM) を開発する。

実施内容

マイルストーン

① 300ミリNRAMデバイス開発

CNT分散液 (Fab スラリー) 300ミリ実装 / 300ミリデバイス電気特性評価 (2025年度)

② NRAM革新的CNT分散液開発

NRAM 動作結果に導かれたスラリー調製 / 最適化したスラリー提案 (2025年度)

③ NRAMテストデバイス開発

300ミリデバイスとの特性比較 (2025年度)

④ NRAM評価解析技術開発

NRAM 動作機構の解明 / 最適 CNT 構造の開発指針の確立 (2025年度)