

# 「次世代デジタルインフラの構築」 に関する国内外の動向

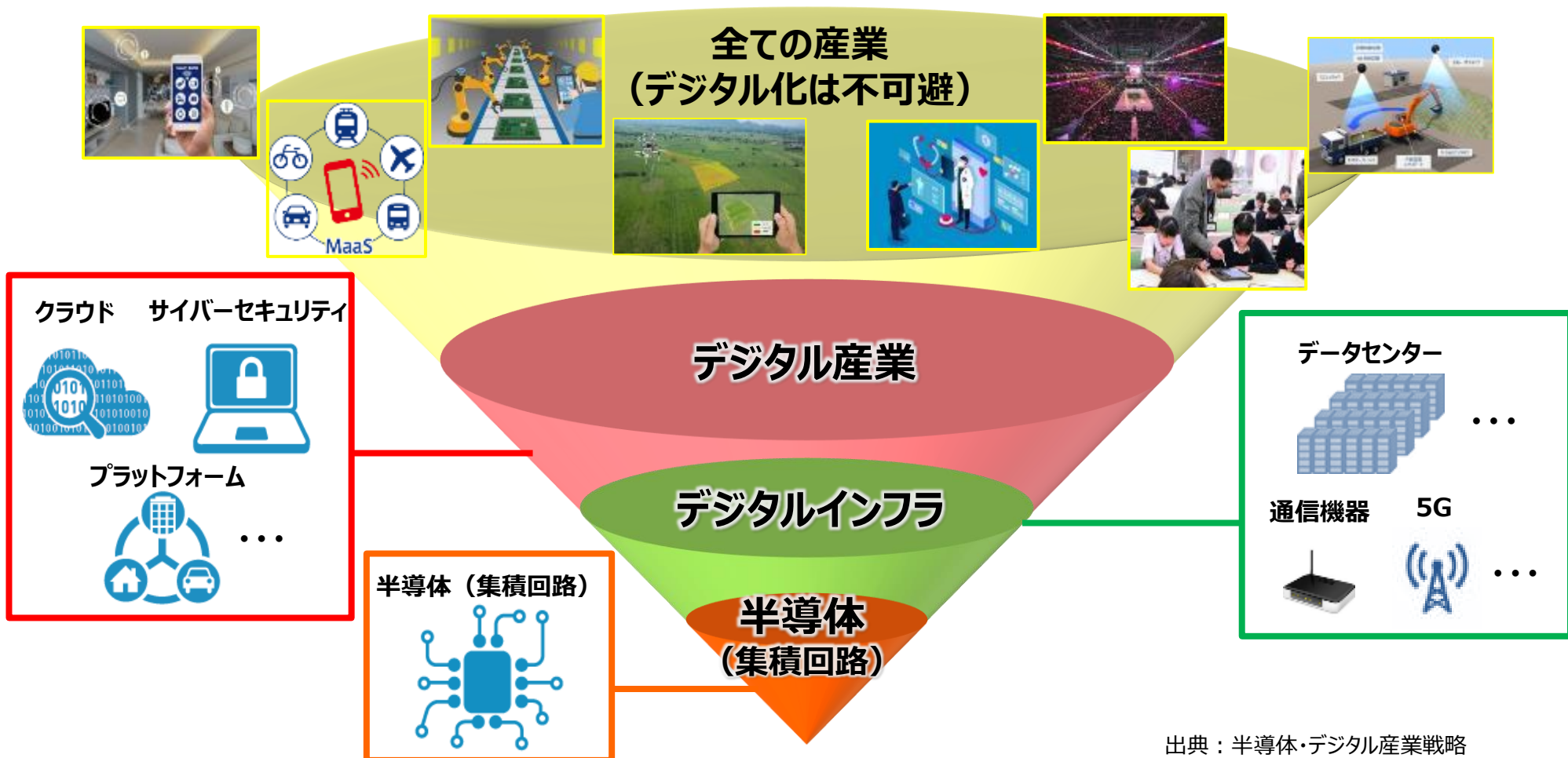
2024年4月

商務情報政策局

# **半導体デジタル戦略における 本事業の位置づけ**

# 半導体・情報通信産業の省エネ化

- 半導体は、5G・ビッグデータ・AI・IoT・自動運転・ロボティクス・スマートシティ・DX等のデジタル社会を支える重要基盤であり、安全保障にも直結する死活的に重要な戦略技術。
- カーボンニュートラルの実現には自動車や産業機器、電力、鉄道、家電などさまざまな電気機器に使用されるパワー半導体、及び年30%に昇るデータ量増加に伴うデータセンターの省エネ化が重要。



# 世界の半導体に関する投資動向

- 半導体産業は、技術革新の競争が激しく、**巨額の研究開発費と設備投資**で高性能な製品が次々と生み出される業界。世界的にも、毎年兆円規模の投資が行われている。
- EUからの支援を受け、**インフィニオンがパワー半導体などを製造する工場を独ドレスデンに設置。**



2021年10月、マイクログループ全体で、**次の10年間で世界全体で総額1,500億ドル**を開発および生産に投資する旨発表。【同社プレスリリース、JETRO（2022年12月）】



2021年3月、アリゾナ州に**200億ドルを追加投資**し、新工場2棟を建設する計画を発表。…2022年9月、オハイオ州で**新たな最先端半導体製造工場**の起工式を開催。**初期投資は200億ドル以上**【JETRO（2022年12月）】



インフィニオンは26年に50億ユーロ（約7900億円）を投じて、独ドレスデンでパワー半導体などを製造する工場を稼働させる。欧州連合（EU）から補助金など支援を受ける。【日本経済新聞（2023年9月）】



10月5日、フランス・イタリア系半導体メーカーのSTマイクロエレクトロニクスは5日、…2026年までの**5年間で7億3000万ユーロを投資すると発表**した。…資金面は**イタリア政府が2億9250万ユーロを支援**する。【ロイター（2022年10月）】



TSMCは8日、欧州初となる工場をドイツに建設すると発表した。総投資額は100億ユーロ（約1兆5700億円）以上で、2027年末の稼働を予定する。【日本経済新聞（2023年8月）】



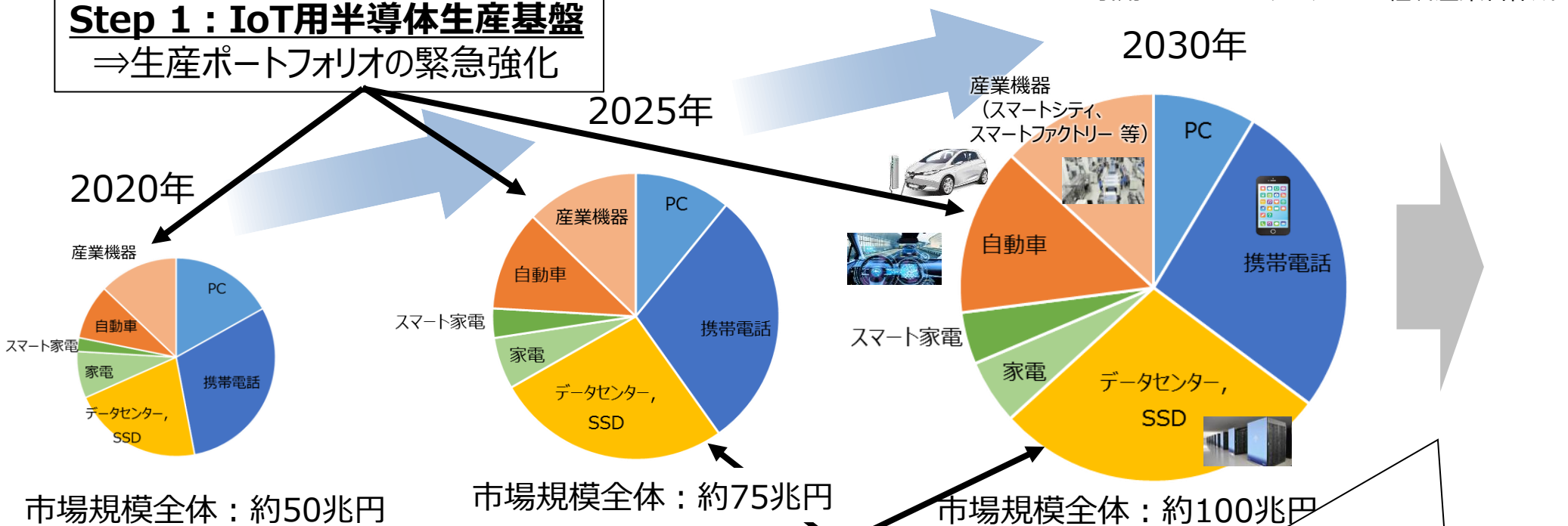
中芯国際集成电路製造（SMIC）は9日、2023年12月期の投資額について前期並みの高水準を維持すると発表した。…習近平（シー・ジンピン）**指導部の支援を受けて高水準の投資で生産能力の拡大を急ぐ**。【日本経済新聞（2023年2月）】

# 我が国半導体産業復活の基本戦略

- IoT用半導体生産基盤の緊急強化 (Step: 1 足下の製造基盤の確保)
- 日米連携による次世代半導体技術基盤 (Step: 2 次世代技術の確立)
- グローバル連携による将来技術基盤 (Step: 3 将来技術の研究開発)

## Step 1 : IoT用半導体生産基盤 ⇒生産ポートフォリオの緊急強化

引用：OMDIAのデータを基に経済産業省作成



## Step 2 : 日米連携強化

⇒日米連携プロジェクトで次世代半導体技術の習得・国内での確立

## Step 3 : グローバル連携

⇒グローバルな連携強化による光電融合技術など将来技術の実現・実装時期の前倒し

# 産業用スペシャルティ半導体（パワー半導体）

- ステップ1では、刷新補助金や経済安全保障推進法に基づく支援により、マイコンやパワー、アナログ半導体等の産業界の多種多様な産業用スペシャルティ半導体の製造拠点整備を進めるとともに、サプライチェーンを構成する製造装置・部素材・原料についても国内製造能力を強化。
  - － パワー半導体：SiC等の化合物半導体を中心に、今後需要が大きく拡大する中、日本企業は複数社でシェアを分け合う。激化する国際競争を勝ち抜くため、国内での連携・再編を図り、日本全体としてパワー半導体の競争力を向上。
- ステップ2では、車の電動化が進む中で、市場が大きく拡大する SiCパワー半導体等の次世代パワー半導体の省エネ化・グリーン化に取り組む。ステップ3では、2030年以降に再生エネルギー関連設備等で、需要が拡大するGaN・Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>パワー半導体等の実用化を進めていく。

## ステップ1

### 足下の製造基盤の確保

- ✓ 経済安全保障推進法に基づく、従来型半導体や製造装置・部素材・原料の安定供給体制の構築



## ステップ2

### 次世代技術の確立

- ✓ **SiCパワー半導体等の性能向上・低コスト化を実現。**

### 電動車



## ステップ3

### 将来技術の研究開発

- ✓ **GaN・Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>パワー半導体の実用化に向けた開発**

### パワー半導体の市場（世界）



出典：NEDO「低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト」に経済産業省が加筆



# 先端ロジック半導体戦略

- ステップ1では高度な情報処理の中枢を担う先端ロジック半導体の国内の製造基盤を確保。
- ステップ2では、IoT分野のデータ処理拡大や、研究開発や安全保障の観点で今後求められる高度な計算能力を低消費電力で実現する基盤技術であり、産業競争力・経済安全保障・DX・GXの実現の鍵となる次世代ロジック半導体（Beyond2nm）技術とその製造拠点を確立する。
- ステップ3では、次世代ロジック半導体技術を活用し、通信量が大幅に拡大するポスト5G時代において不可欠な、**高度な処理機能・省エネ性能を有する次世代の情報通信技術を実現。グリーン・省エネ分野で世界の主導権を握り、市場にゲームチェンジを起こす。**

## ステップ1

### 足下の製造基盤の確保

- ✓ 先端ロジック半導体の国内製造拠点の整備
- ✓ 先端ロジック半導体の製造に不可欠な、製造装置・部素材の国内供給体制・サプライチェーンの強靱化



自動運転



5G



データセンター

## ステップ2

### 次世代技術の確立

- ✓ 2nm世代ロジック半導体の製造技術開発及び拠点整備【ラピダス】
  - ーIBM連携（ナノシート技術等）
  - ーimec連携（EUV露光技術等）
- ✓ Beyond 2nmの実現に向けた研究開発【LSTC】
  - ー最先端SoC, チップレット高密度IF設計
  - ーナノシートトランジスタの高性能化
  - ー先端パッケージ要素技術
- ✓ Beyond 2nmの製造に必要な次世代材料（High-NA EUV向けレジスト等）の実用化に向けた技術開発

## ステップ3

### 将来技術の研究開発

- ✓ Beyond 2nmの実現に向けた研究開発【LSTC】
  - ー最先端SoC, チップレット高密度IF設計
  - ーCFET関連技術開発
  - ーマテリアルインフォマティクス活用した材料開発
  - ーグリーン・クリーン製造技術
  - ー先端パッケージ要素技術
- ✓ **高度な処理機能・省エネ性能を有する光電融合の実用化に向けた技術開発**
- ✓ アカデミアの中核となる拠点における先端技術開発（革新的設計技術、2D材料技術等）



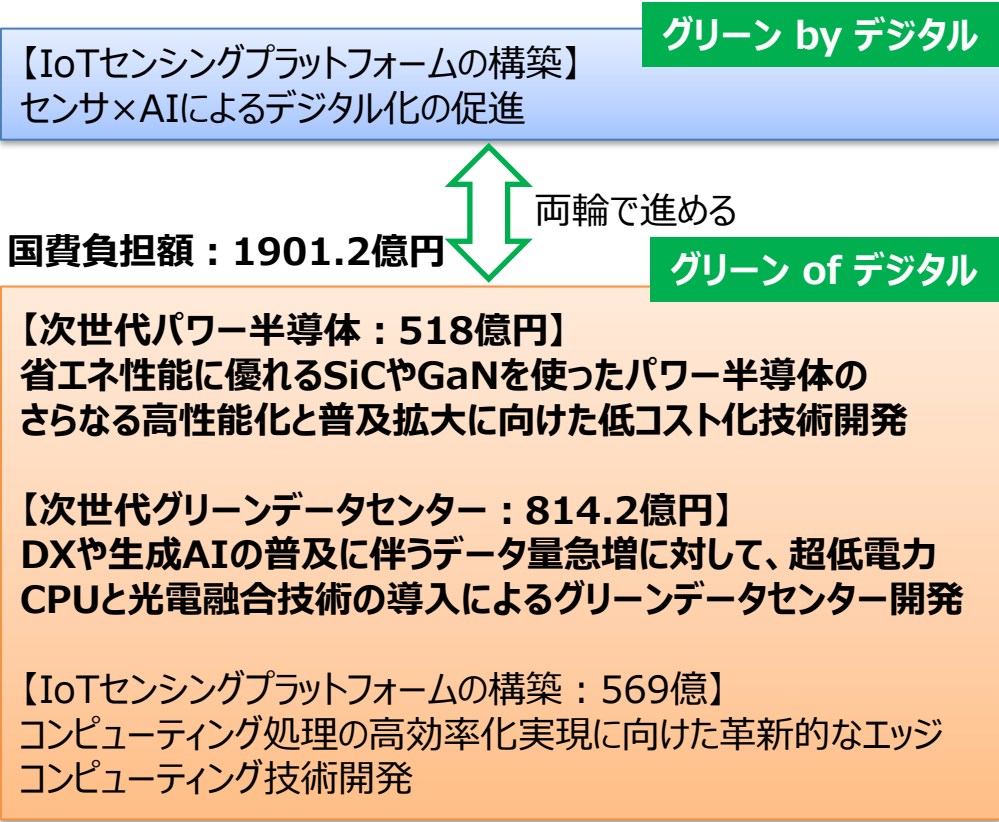
次世代光データセンター

# **次世代デジタルインフラの構築の 概要、主な成果と今後の展開**

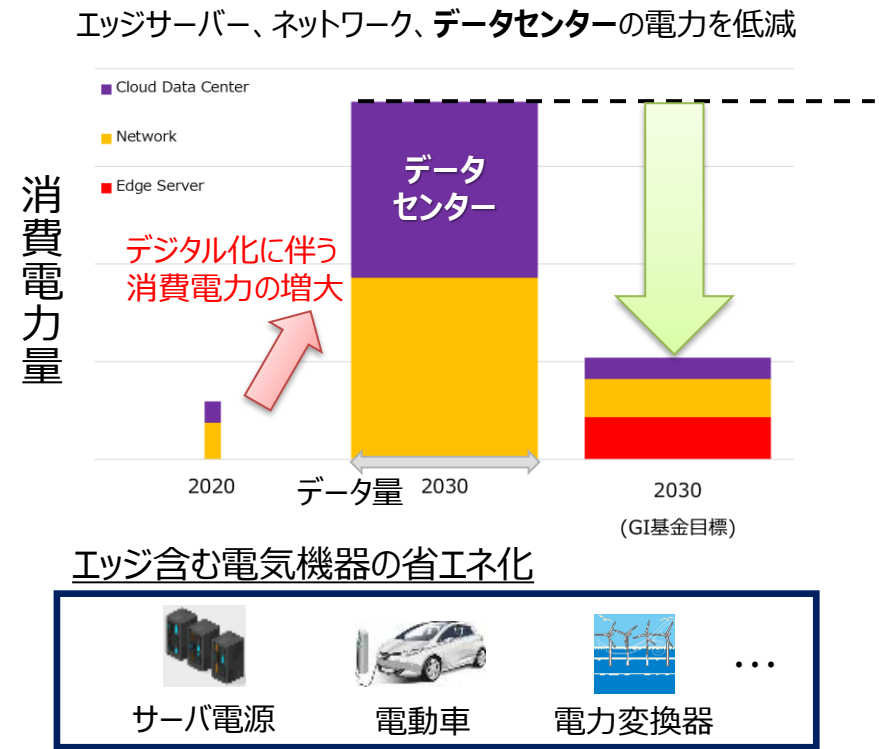


# 次世代デジタルインフラの構築

- DXや生成AIの普及により急増するデータ量を、省エネかつ効率的に処理するためのデータセンターの省エネ化及び革新的エッジコンピューティング技術を開発する。併せて、電動車等の省エネ化のために、パワー半導体の高性能化及びコスト低減の技術開発を行う。
- 革新的な省電力CPUと光電融合技術の開発により、データセンターの40%以上の省エネ化を目標とする。IoT センシングプラットフォームに構築により、エッジコンピューティングに必要な電力を40%削減する。パワー半導体については、50%以上の損失低減と低コスト化を目標とする。



## ■「次世代デジタルインフラの構築」PJの成果イメージ



# 本事業における各事業者の取組と狙い

## ● 次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発

- 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。
- オキサイド、セントラルが溶液法、レゾナックが昇華法の研究開発。
- 今回WG参加のレゾナックは「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」を実施。

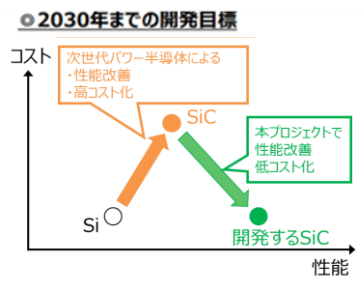
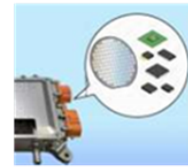
## ● 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

- 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Siパワー半導体と同等コスト達成。
- ローム、東芝デバイス&ストレージ、デンソーを中心に実施。
- 今回WG参加のデンソーは「電動車向け次世代パワー半導体デバイス製造技術開発」を実施。

## ● 次世代グリーンデータセンター技術開発

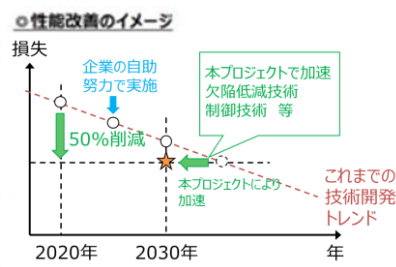
- 省電力CPU・メモリ、光電融合デバイス、ディスクアグリゲーション、光NWインタフェースカードの開発により、2030年までにDCを40%以上省エネ化。
- 富士通、キオクシア、アイオーコア、NEC、富士通OC、京セラ、日本ゼオン
- 今回WG参加の富士通は「省電力CPU・光NICの開発」、NECは「ディスクアグリゲーション技術の開発」を実施。

全体像



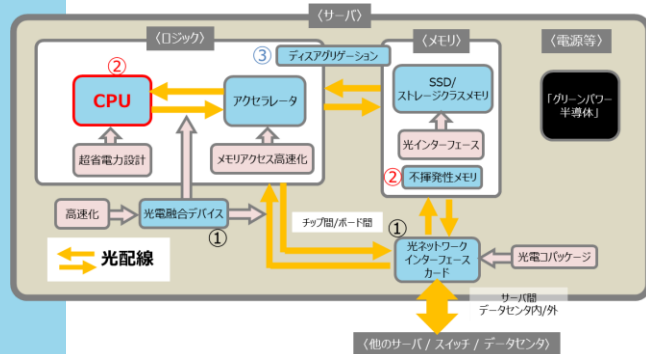
●複数の手法（昇華法、溶液法 他）による大口径化・高品質化に向けた開発を実施

全体像



応用先

- 電動車・産業機器向けパワー半導体
- 再エネなど電力向けパワー半導体
- サーバーなど電源機器向けパワー半導体



# 主な成果と今後の展開

## ○次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発・次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

### 【主な成果】

- ① プロセスインフォマティクスを活用した、8インチSiCウェハの成長条件最適化手法を獲得
- ② デバイスの損失低減に向けた基本性能検証を完了すると共に、8インチ製造設備の立ち上げを完了

※STMicro、Infenion、Wolfspeedなど、欧米競合も8インチ化に向けて投資が進む状況に対して、追随している状況

### 【今後の展開】

8インチウェハの製造技術の絞り込みを行うと共に、8インチ低損失SiCパワーデバイスの製造技術確立に注力

## ○次世代グリーンデータセンター技術開発

### 【主な成果】

- ① CPU省電力化に向けた低電圧駆動回路の基本設計を完了

※独自のマイクロアーキテクチャと超停電圧動作回路技術により、GFAMに対する競争力を確保

- ② 100℃以上の高温に耐える光電融合デバイスの開発

※インテル、Cisco、AMD社のデバイスと比べ、サーバーに要求される高温耐性に優位性

- ③ AIによりアプリに応じて計算リソースを最適配置する、ディスクアグリ制御ソフトの初期版を実装し、一部を公開

※省電力を含めた運用コストの削減が、VMwareやMicrosoftなどの現在主流の仮想化技術にない強み

### 【今後の展開】

- ・要素技術を統合したシステム実証、さらにIoTプラットフォームセンシングの構築と併せて、クラウド、エッジコンピューティングの電力削減に向けた研究開発を継続
- ・協議会等を通じた早期の顧客対話実施を検討中

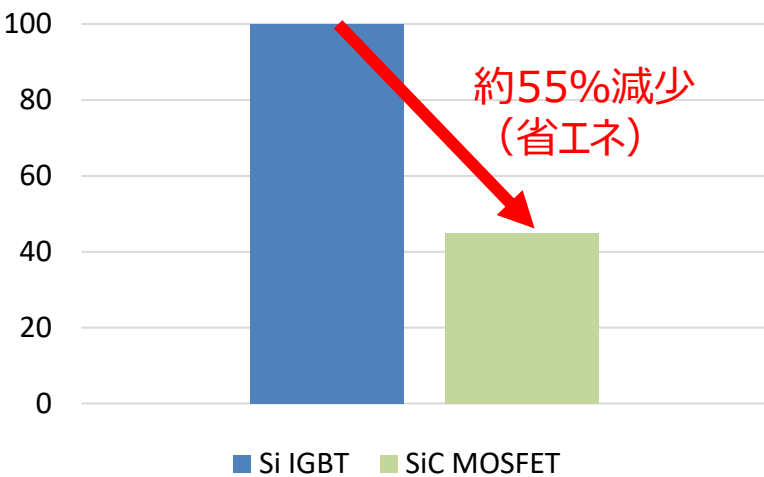
# **次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発 詳細内容**

# パワー半導体について

- パワー半導体は自動車・産業機器、電力・鉄道、家電など、生活に関わる様々な電気機器の制御に使用されており、カーボンニュートラルに向けて、こうした電気機器の省電力化は極めて重要。
- また、パワー半導体のウエハは、これまでSiが使用されてきたが、より省エネ性能の優れた次世代パワー半導体（SiC等）が注目されている。
- 今後は、電動車などの世界的なグリーン投資の後押しで、特に省エネ性能に優れたSiCパワー半導体を中心に需要が拡大する見込み。



## <Si/SiCパワー半導体のエネルギー損失>



※用途は、鉄道車両用インバーターを想定  
※縦軸（エネルギー損失）は、Siパワー半導体を100とした場合の値

出典：NEDOウェブマガジンをもとに経産省作成

# 次世代グリーンパワー半導体

- パワー半導体の世界市場規模は拡大しており、現時点で約3兆円であるが、2030年には5兆円、2050年には10兆円市場になると言われている。
- 電気機器の多くは従来のSi（シリコン）が使用されているが、次世代パワー半導体（SiC（シリコンカーバイド）、GaN（窒化ガリウム）、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化ガリウム）等）はSiよりも省エネルギーに優れており、今後市場規模が拡大することが予想されている。
- こうした、次世代パワー半導体の高性能化を通じた次世代パワー半導体の競争力を強化するとともに、Siパワー半導体同等のコスト達成による普及拡大を目指す。
- 同時に次世代パワー半導体ではシェアを獲得できていないウェハ技術について、大口径化を進めるとともに、ユーザーニーズに即した超高品質化によるシェア獲得を目指す。

小容量帯  
(サーバ電源等電源向け)



高効率・小型電源向け  
GaNonSiパワー半導体

中容量帯  
(xEV/産業機器向け)



電動車向けSiCパワー半導体

産業機器向けSiCパワー半導体

大容量帯  
(再エネなど電力)



再エネ等電力向けSiCパワー半導体

SiCバルクウェハ製造技術

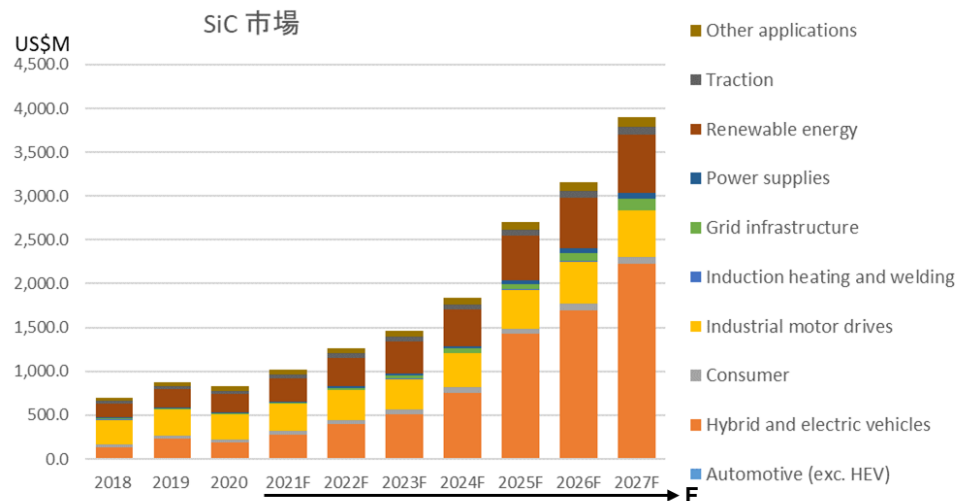
昇華法による高品質低コスト8インチウェハ開発

溶液法による超高品質低コスト8インチウェハ開発

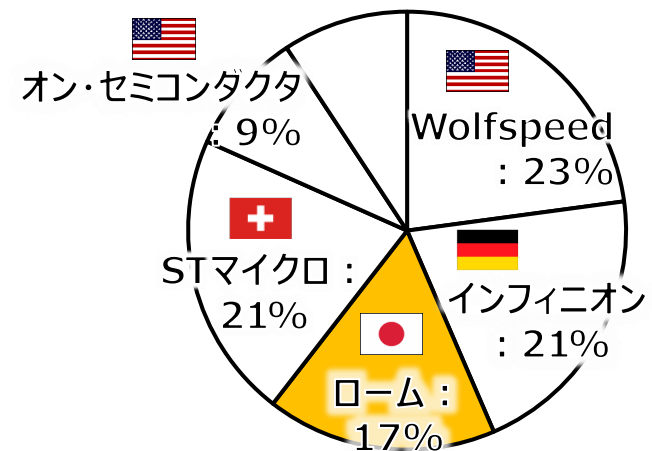


# SiCパワー半導体の市場動向

- 本プロジェクトでは、SiCパワー半導体のターゲットアプリケーションとして、“車載”、“産業機械等”、“再エネなど電力”向けのデバイス開発を進めているところ、昨今の市場動向は以下の傾向。
- 中国や欧州における太陽光発電などのエネルギー分野の需要が堅調。
- 車載ではSiC採用が加速しており予想よりはるかに速くなっており、急速に車載分野のウエイトが高まっていく見通し。
- このほか、電鉄車両やエネルギー、産業分野の高耐圧アプリケーションでも、今後採用増加が期待される。
- 日本勢としてはロームがトップであるが、STMicroやInfineonからは大きく劣後している状態のため、本プロジェクトによって性能改善とコスト低減を進めることで、シェア拡大を狙う。



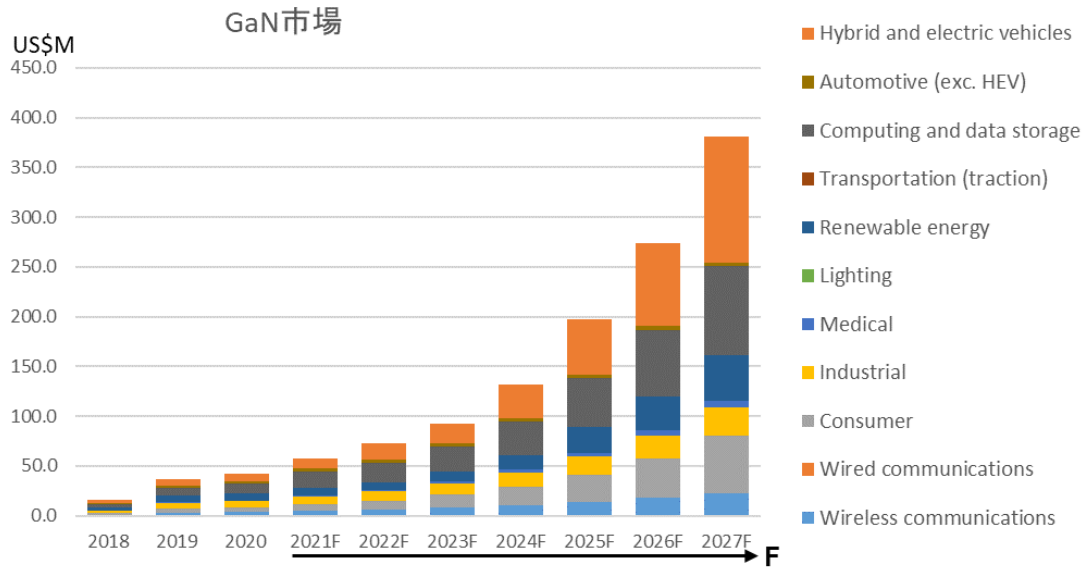
出典：Omdia



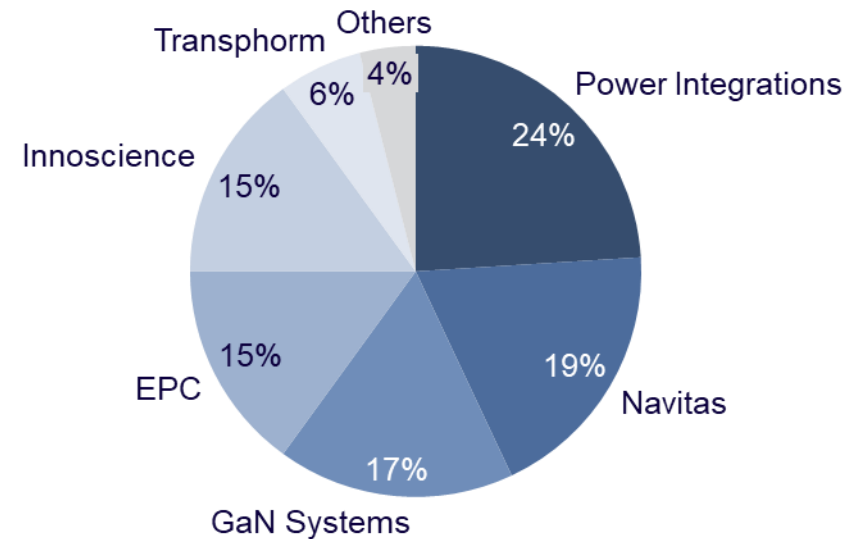
出典：富士キメラ総研

# GaNパワーデバイスの市場動向

- 本プロジェクトでは、GaNパワー半導体のターゲットアプリケーションとして、“サーバーなどの電源”向けのデバイス開発を進めているところ、昨今の市場動向としては以下の傾向。
- ACアダプターの需要増加及びサーバー電源が好調で、今後もデータセンターや携帯電話基地局での5G通信導入など通信機器の需要増加により情報通信機器分野は堅調であると予想される。
- また、2022年以降は車載分野での採用進展が期待されており、車載用途では低電圧（100V以下）と高電圧（650V以上）の両方が採用される。
- SiCパワー半導体と比べると中小規模のプレイヤーが市場を寡占している状態ではあるが、大手パワー半導体メーカはGaNパワー半導体メーカを買収しながら、市場に参入し始めている。
- 現状日本勢は市場にほぼ入れていないが、市場は今後急拡大するため参入のチャンス。



出典：Omdia



出典：Yole “Power GaN 2022”

# 国内外の動向

- 本プロジェクトと同様に、各社低損失化に向けた技術開発を進めていることに加えて、**コストダウンのために8インチの量産準備を開始**している。
- 同時に、車の電動化等に伴う需要拡大に向けて、競合各社は**SiCパワーデバイスの供給能力増加に向けて積極的な投資を行っている**。
- また、SiC市場の急拡大に伴い、ウェハメーカーの買収が進んでいる。

## ■ STMicro (スイス)

- ・イタリアで既存工場にウェハ製造工場を新設
- ・今後5年間で約106億円を投資予定（政府支援含む）
- ・ウェハメーカーNorstel AB社を買収

## ■ Infineon (ドイツ)

- ・SiCのみならずGaNパワー半導体の生産能力増強のため、マレーシア工場に製造棟の新設を計画（24年稼働）
- ・投資額としては約290億円。
- ・レゾナックとSiCエピウェハの供給契約を締結

## ■ On semiconductor (アメリカ)

- ・米国内工場およびチェコ工場における生産施設の拡張工事が完成
- ・GT Advanced Technologies買収

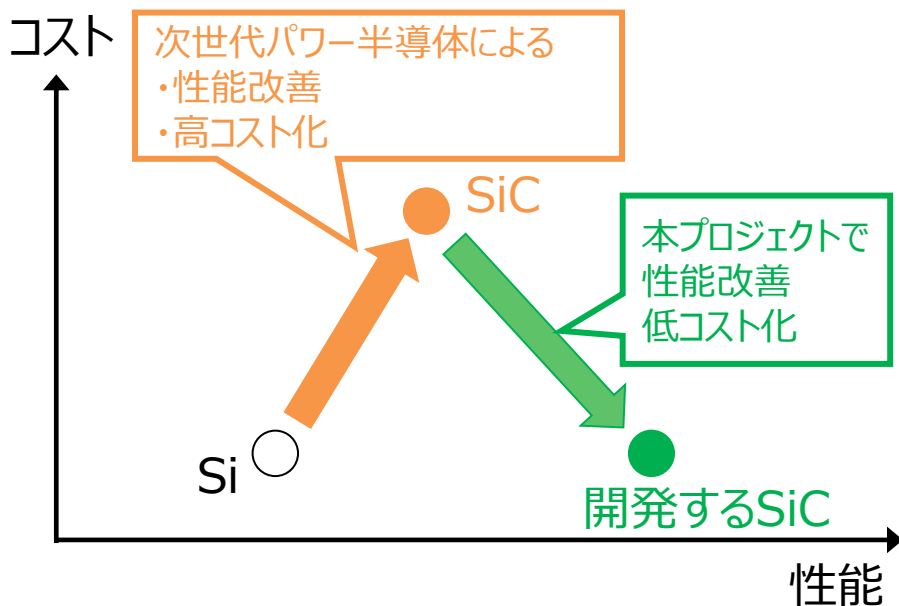
## ■ Wolfspeed (アメリカ)

- ・米国のウェハ製造工場を新設
- ・ドイツにも8インチ工場の建設計画を発表

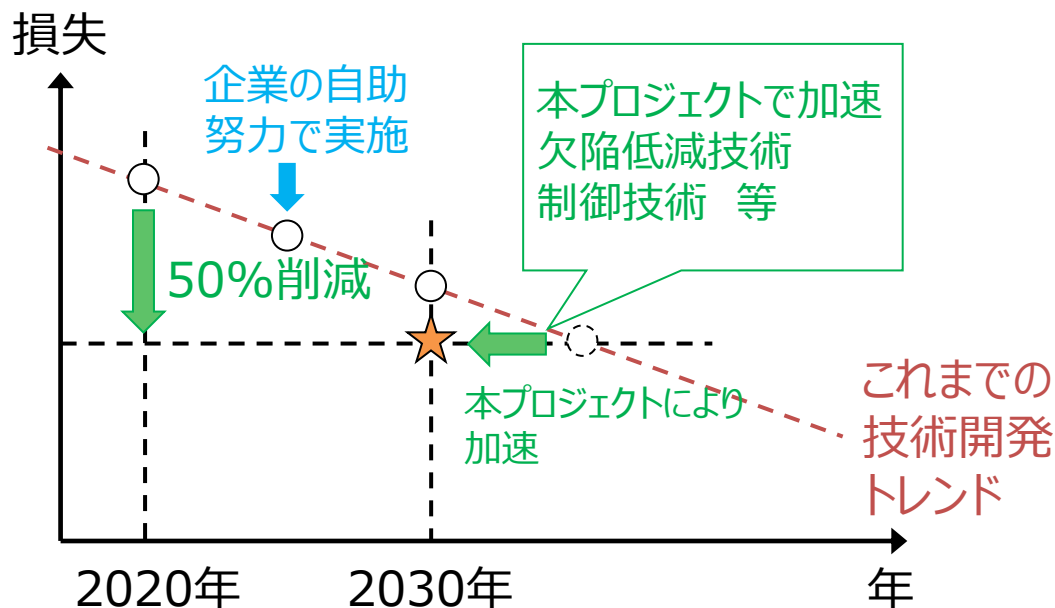
# 次世代グリーンパワー半導体の研究開発目標

- 次世代パワー半導体による**50%以上の損失低減とSi並のコスト実現（量産時）を2030年までの目標として設定**。（50%の損失低減は電動車では**5～10%程度の電費改善に相当**。）
- **欠陥低減といった材料に近い技術や制御技術等の実証に近い技術など、複数の要素技術開発を並行して進める**ことで、**一般的な技術開発トレンドからの前倒し**を実現していく。

## ◎ 2030年までの開発目標

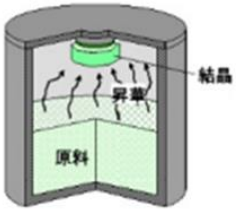
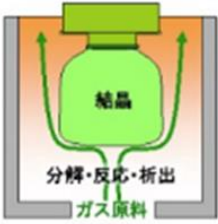
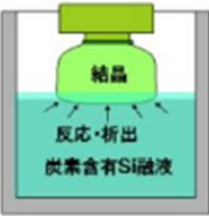


## ◎ 性能改善のイメージ



# SiCウェハ開発進捗

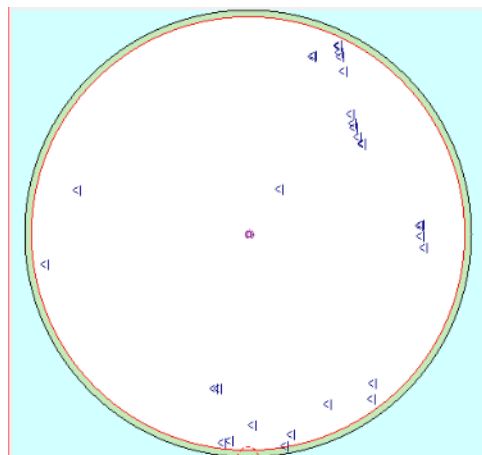
- 8インチSiCウェハの欠陥密度低減と低コスト化を目指し、溶液法、昇華法という二種類のウェハ製造技術を各社で開発中。2023年度までに、大口径向けの要素技術開発を実施。今後は低欠陥・低コスト化技術を開発し、2025年度のステージゲートにて技術の絞り込みを行う。
- **溶液法**：結晶成長時の温度分布等を、プロセスインフォマティクス技術により最適化することで、8インチのSiC単結晶の成長に成功。課題である欠陥生成について、シミュレーションによるメカニズム解析を終え、欠陥低減に向けた単結晶成長の最適化が可能となった。
- **昇華法**：プロセスインフォマティクスの活用により、8インチウェハの結晶欠陥を低減。高速成長についても、異相を抑制する成長条件を確立。エピ成長について、新規構造装置での成膜により、低欠陥を維持しながら均一性を向上。

|      | 昇華法 (PVT法)                                                                                                | ガス法 (HT CVD法)                                                                                             | 溶液法                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| イメージ |  <p>SiC原料を昇華させて再結晶化</p> |  <p>ガス原料を反応させて結晶化</p> |  <p>炭素含有Si融液中で結晶化</p> |
| 特徴   | 一般的な手法                                                                                                    | 原料を連続供給可能<br>高純度原料<br>成分組成制御が得意                                                                           | 原理的に欠陥構造を生じにくい                                                                                            |
| 課題   | 大口径化による欠陥密度の増加(結晶内の温度差による)<br>結晶成長速度が低い                                                                   | 大型化、低コスト化<br>ガス流れや温度制御<br>ガス導入部などの詰まり                                                                     | 結晶中への不純物取り込み<br>結晶成長速度が低い                                                                                 |

# SiCウェハ開発進捗（レゾナック）

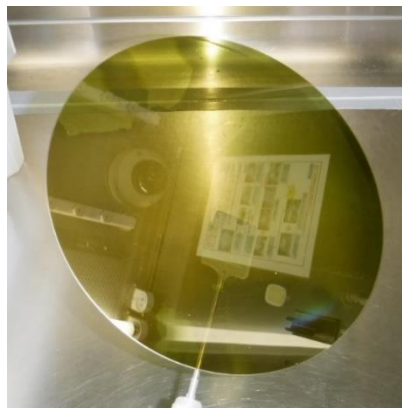
- 8インチSiCエピウェハの欠陥密度低減と低コスト化を目指し、昇華法による高品質SiC基板およびエピ成膜の製造技術を開発中。
- 昇華法では、プロセスインフォマティクスを活用等により、8インチウェハの結晶欠陥を低減。エピ成長でも、低欠陥を維持しながら均一性のさらなる向上を確認。高速昇華法についても異相を抑制しながら高速成長する要素技術を見いだした。

8インチSiCエピウェハ  
の表面欠陥マップ



6インチと概ね同等  
Triangle defect density  $< 0.25 \text{ cm}^{-2}$

8インチSiCエピウェハ



8インチSiC基板 6インチSiC基板



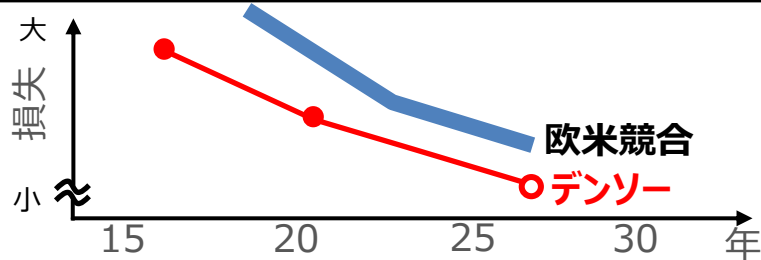


# SiCパワー半導体デバイス開発進捗（デンソー）

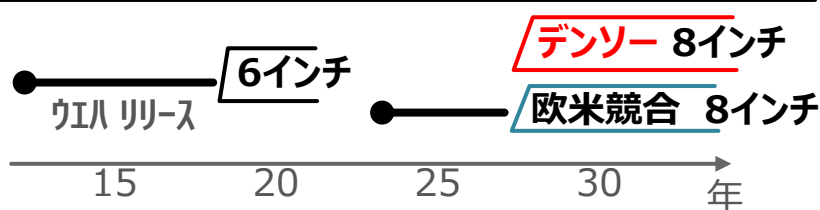
- 2030年までに、次世代SiCパワー半導体を使ったインバータの損失を50%以上低減、および量産時にSi半導体を使ったインバータと同等のコストを目標に研究開発を実施。
- 電動車向けを指向しており、SiC素子開発、加工プロセス、駆動回路の開発を実施。損失低減に向けたSiC素子と駆動回路の開発では、6インチでの先行検証を完了するとともに、8インチ設備導入と立上げを完了した。予定通り、2023年度の開発を完了した。
- 世界的に見て最高レベルの損失性能と低コスト化の実現を目指している。

## 開発の方向性

航続距離を延ばす⇒＜技術＞ 損失性能進化が重要



低コストで普及を加速⇒＜製造＞ ウェハの大口径化



## 開発計画と実績

- ① 8インチSiC素子技術開発
- ② 8インチSiCプロセス開発
- ③ 駆動回路開発

|            | '22       | '23 | '24       | '25 | '26      | '27 |
|------------|-----------|-----|-----------|-----|----------|-----|
|            | 先行検証フェーズ  |     | 技術確立フェーズ  |     | 事業化準備    |     |
|            |           |     | 現在        |     | ▼事業化     |     |
|            |           |     | ▼先行検証完    |     | ▼8インチ成立性 |     |
| 先行検証@6インチ  | 実績 成立性検証完 |     | 8インチ詳細設計完 |     | 工程能力     |     |
| 新規加工工程検証   | 実績 設備導入完  |     | 8インチ工程完成  |     | 工程能力     |     |
| 先行検証(6インチ) | 実績 回路評価完  |     | ゲート駆動技術完  |     | 工程能力     |     |

# 次世代グリーンデータセンター技術開発 詳細内容

# グリーンデータセンター（DC）市場規模

- グローバルDC市場規模は2021年時点で552億米ドルと推定されており、2030年には1,241億米ドルまで拡大する見込み(CAGR+9.2%)
- 2018年時点でグリーンデータセンターの市場規模は65億米ドルであり、2026年には350億米ドルまで拡大すると予想される（CAGR+23.4%）

## グリーンDCとは

- グリーンDCの明確な定義はないが、一般的には、通常のDCと同等の機能を前提とし、環境への影響に配慮して、スペース及び消費エネルギーの抑制を図るDCである
- 右図の前提値としては、「ENERGY STAR\*」によって認定された電源システム、集中型加湿システム、高効率HVAC、サーバー、ルーター及びLED照明が備えられたDCを対象とする

\*ENERGY STARとは、米国環境保護庁(EPA)と米国エネルギー省(DOE)が運営する、エネルギー効率を促進するプログラムである

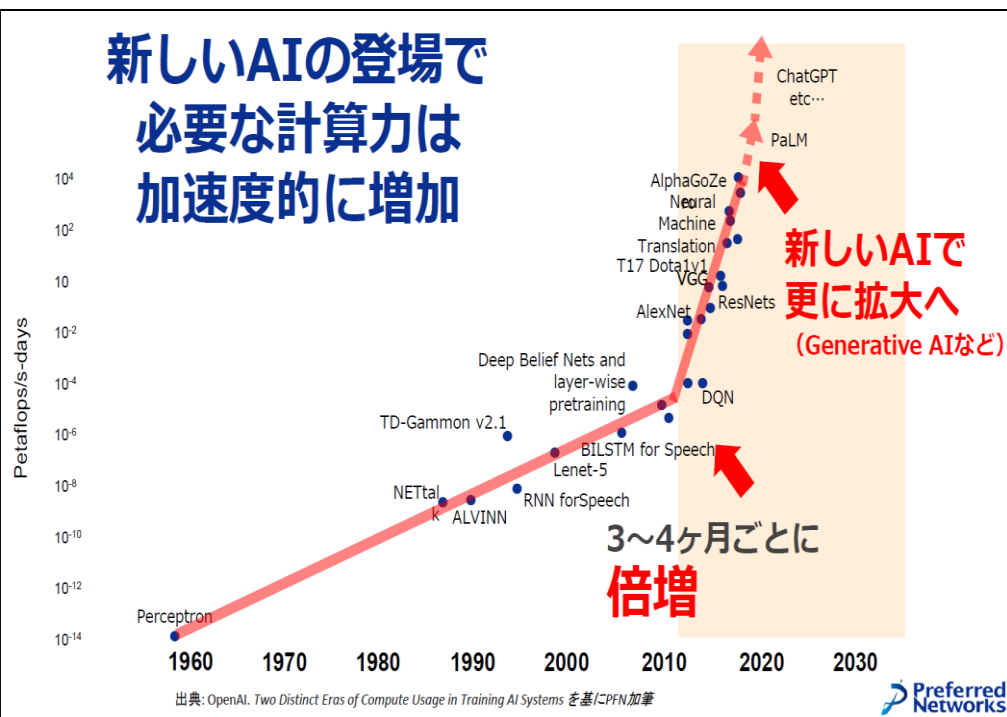
## グリーンDC市場



# 急増する計算量への対応

- 生成AIの登場等により、学習に必要な計算能力は加速度的に増加。今後、生成AIの開発を進めていくためには、**大規模な計算資源の確保が急務**。
- 必要な計算量の急増に伴い、消費電力量も急速に増加。AI開発を行う計算能力の確保とともに、**低消費電力化も早急に進めていく必要**。

## AI開発に必要な計算量の推移



(出典) Preferred Networks資料

## AIに関する計算を行うのに要する消費電力量の予測※

※需要の増加率に変化がなく、技術の革新がないと仮定したもの。

|          | 2018 | 2030 | 2050   |
|----------|------|------|--------|
| 国内 [TWh] | 0.7  | 16   | 3000   |
| 世界 [TWh] | 15   | 1200 | 221000 |

(出所) 国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター  
「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.4)  
ーデータセンター消費電力低減のための技術の可能性検討ー (令和4年2月)」

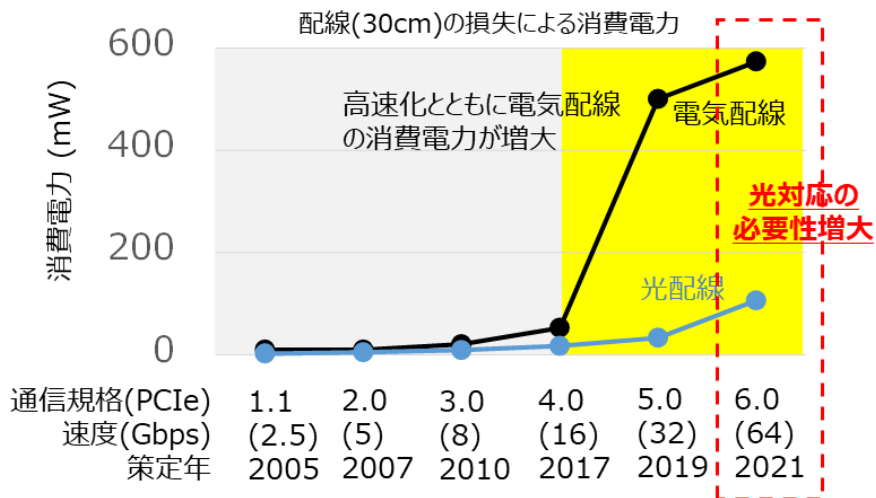
※日本の総発電電力量(2022年) : 784.8TWh

(出所) 資源エネルギー庁

## 次世代グリーンデータセンター

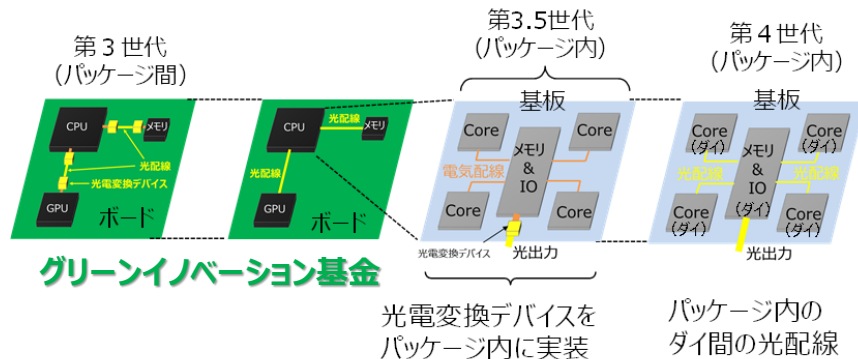
- データセンターの革新的省エネ化に向けて「**光電融合技術**」がゲームチェンジ技術として登場。
- 光電融合技術は、電子デバイスに光エレクトロニクスを融合し、**電気配線を光配線に置き換えることで、省エネ化・大容量化・低遅延化を実現**（ネットワークシステム全体で電力消費1/100）。
- 本プロジェクトでは、**サーバ内等の電気配線を光配線化する革新的な光電融合技術**により、データ集約拠点であるデータセンターの40%以上の大幅な省エネ化を目指す。

## 光配線化による消費電力抑制の効果

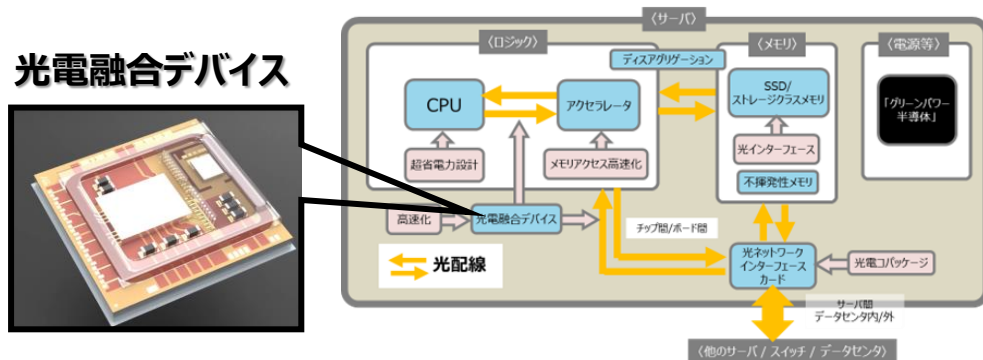


情報の伝送速度が上がる中、電気配線を用いた場合の消費電力が急増。  
光配線化による消費電力抑制が不可欠に。

## 光電融合技術開発のロードマップ<sup>o</sup>



## サーバーへの光配線導入イメージ



# 次世代グリーンデータセンター開発進捗

- サーバーを構成するCPU、メモリなど要素デバイスの高性能化・省エネ化、チップ間光配線化を実現する光電融合技術技術の開発、CPUやメモリなどの計算負荷を最適配置するディスアグリゲーション技術の研究開発を実施。システム全体で省電力40%削減を目指す
- CPUについて、最先端半導体TEG(2nm)による搭載カスタムマクロの設計を行うことで、低電圧回路動作の目処がたち、CPUの省電力1/10に向けた3D実装設計を実施中。
- 光電融合技術について、PCIe5.0光モジュールで動作環境温度100℃を達成し、サーバーへのシステムに供給が開始された。
- ディスアグリゲーションについて、効率的なリソース、配置の組み合わせをAI/MLで探索・自律適用する方式等を取り入れ、自律的に制御するソフトウェア開発を実施。2026年度以降のシステム実証において、消費電力を20%削減できる見込み。

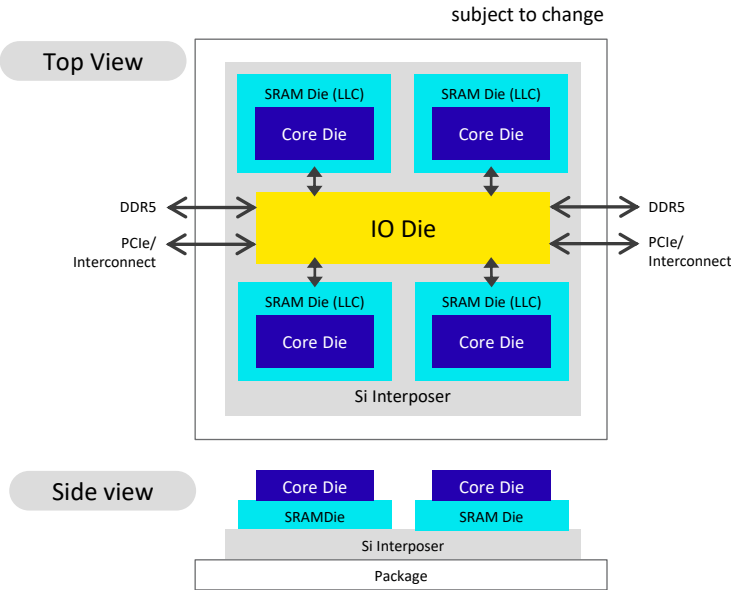


# 省電力CPU開発進捗（富士通）

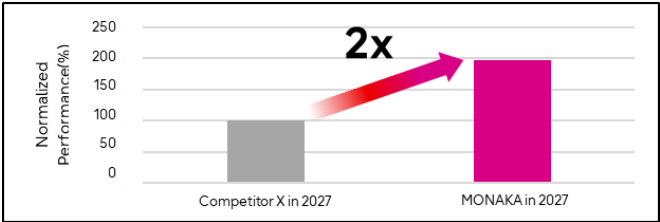
- CPUの省電力化を目指し、ARMベースのCPUを開発
- 富士通独自マイクロアーキ及び低電圧動作回路技術により、競合他社比2倍の性能を狙う
- 現行富士通CPU（スーパーコンピュータ「富岳」で使用しているA64FX）に対し10倍の電力効率向上を目標に、予定通り研究開発進捗中（論理設計完了、システムシミュレーション開始）

## FUJITSU-MONAKA Specification

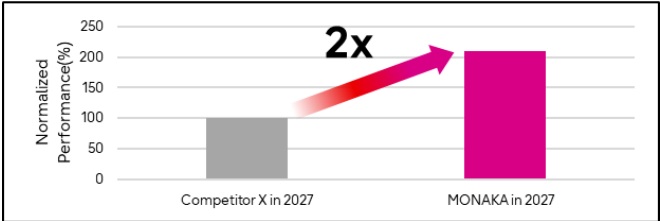
- Armv9-A Architecture
  - SVE2 for AI and HPC
  - Confidential Computing for security
- 144 cores x 2 sockets
- Ultra low voltage for energy-efficiency
- 3D chiplet
  - Core die 2nm
  - SRAM die/IO die 5nm
- DDR5 12 channels  
PCI Express 6.0 (CXL3.0)
- Air cooling



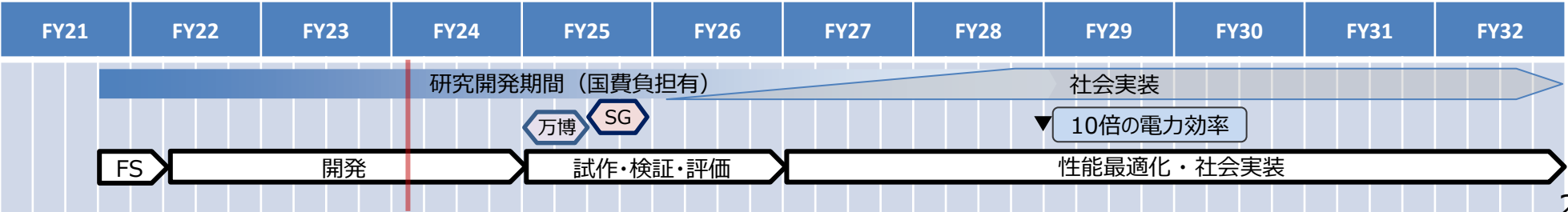
## Application Performance



## Performance per Watt



出典：富士通発表資料 <https://www.fujitsu.com/global/products/computing/servers/supercomputer/topics/sc23/>



# 諸外国における省電力CPUの開発動向

- 大手クラウドサービスベンダが自社サービス向けにArmプロセッサを自社開発
- AMD社とIntel社もクラウド向け省電力CPUを市場投入
- RISC-V CPU技術とIPを有するTenstorrent社とRapidus社が協業を発表

## Arm 独自マイクロアーキと超低電圧動作回路技術により、競争力を確保

|           |                                                                   |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|
| Amazon    | 英アーム社のIPコアを使用した自社開発CPU「Graviton4」を発表。「AWS」で顧客に提供                  |
| Google    | 英アーム社のIPコアを使用した自社開発CPU「Google Axion」を発表。2024年後半に「Google Cloud」で提供 |
| Microsoft | 英アーム社のIPコアを使用した自社開発CPU「Cobalt 100」を発表。「Microsoft Azure」で顧客に提供     |

## x86 想定内の動向であり、開発・研究方針を転換する影響なし

|       |                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------|
| AMD   | クラウド向け第4世代 AMD EPYCプロセッサ (コードネーム Bergamo/Siena)を市場投入    |
| Intel | 高効率コア (Eコア) ベースのクラウド向けCPU「Sierra Forest」を発表。2024年市場投入予定 |

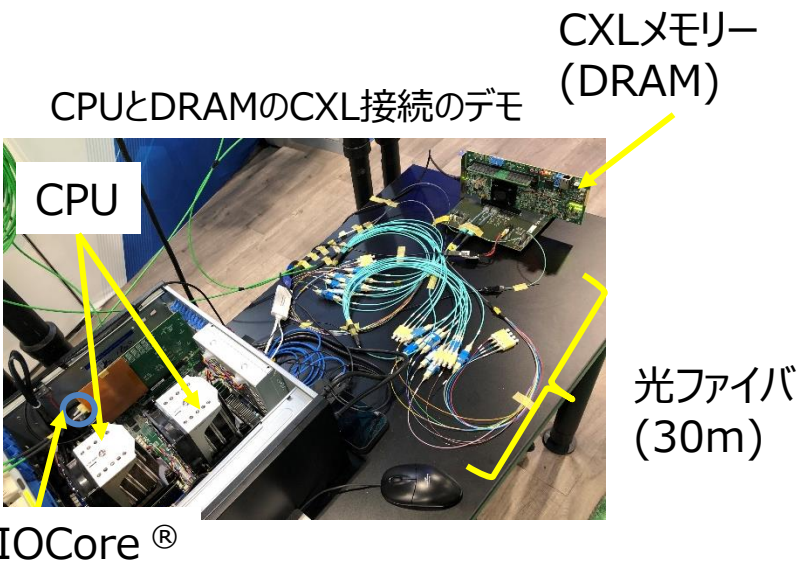
## RISC-V ソフトウェアエコシステムに課題はあるが、新たな勢力として継続的に注視

|             |                                                                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tenstorrent | RISC-V CPU設計技術とチップレットIPを有する米Tenstorrent社と短TATでの半導体製造を実現する、Rapidus社が2nmロジック技術によるエッジAIアクセラレータの開発について協業を発表 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# 光電融合技術開発進捗（アイオーコア）

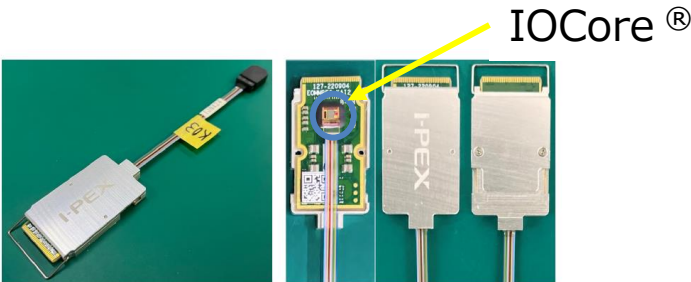
- 生成AIの進展により、低遅延でCPUと接続可能なCXLメモリの市場が急激に拡大。アイオーコアはCXLに対応するPCIeで動作する超小型光トランシーバ（IOCore<sup>®</sup>）を開発。
- 30m離れたCPUとDRAMを超小型トランシーバで光接続。光接続によりラック外の広いエリアのメモリープールと接続する、DRAM容量拡張の道筋を示すことに成功。
- SSDの広帯域化を目的にした光モジュールを開発しメモリメーカーと共同評価。光SSDと接続しPCIeの動作評価完了。
- 計画通りに技術開発が進捗。今後、開発したPCIe5.0光モジュールの社会実装を進めるとともに、PCIe6.0光モジュールを技術開発

## メモリープール応用

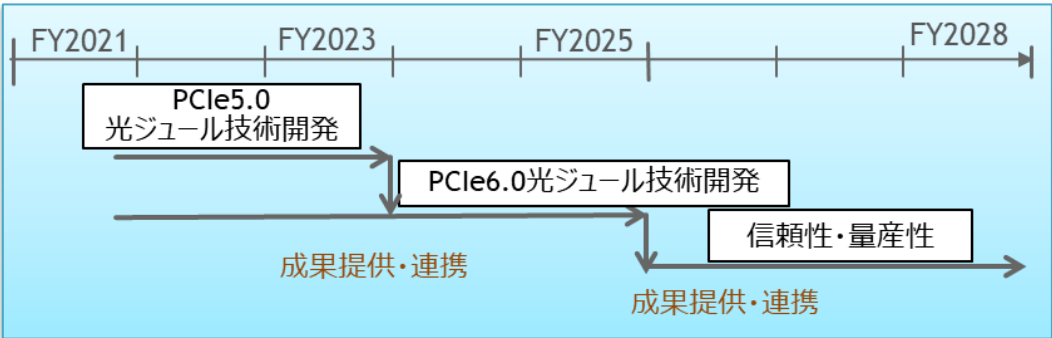


## SSD応用

試作したSSD向け光モジュール（4チャンネル）の外観写真

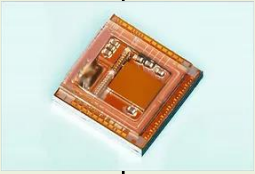


## 開発線表



# 諸外国における光電融合デバイスの開発動向

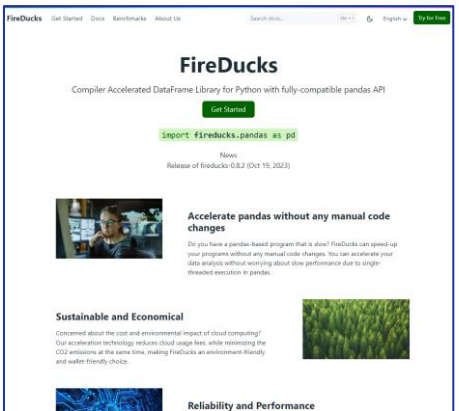
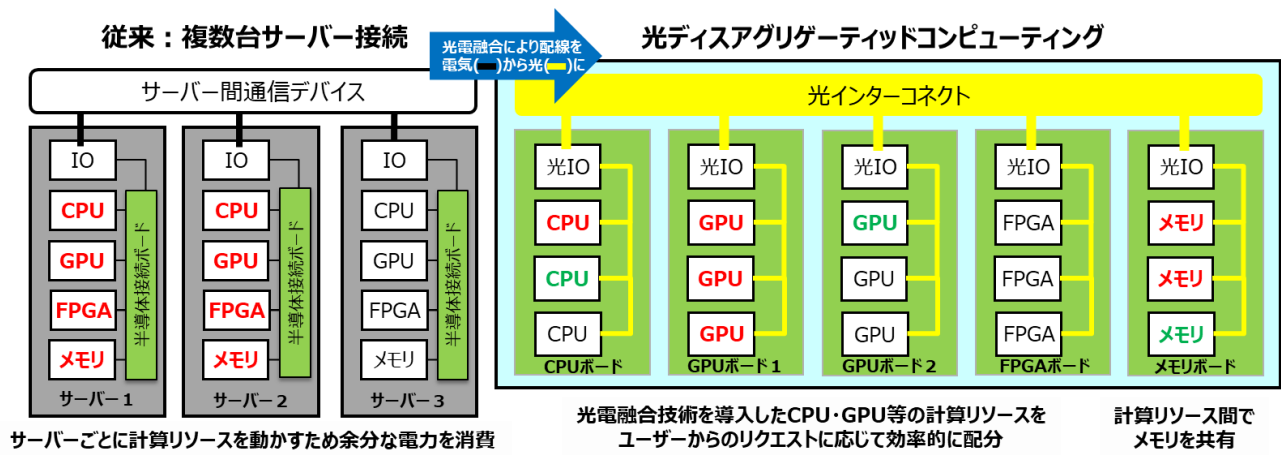
- インテル、Cisco、AMD社らがベンチャー企業と共に光電融合デバイスを開発
- 量子ドットレーザーを光源にするアイオーコア社光電融合デバイスは、105℃という高温耐性や長期信頼性の点で優位性を示している

|                 | アイオーコア<br>(現在の成果)                                                                 | アイオーコア<br>(プロジェクト終了時)                                                                                                                                                                                                                                         | Intel                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Luxtera,<br>Cisco                                                                                                                                                                                                                                   | AyarLabs, Intel                                                                                                                                                                                                             | Ranovus, AMD                                                                                                                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| イメージ            |  |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                          |                                                                                    |
| 光源              | 内蔵型                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     | 外部型<br>リング型変調器 + 外部光源型の課題<br>・高温安定動作<br>・消費電力の増大                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                       |
| 伝送速度<br>(@目標年度) | 128Gbps =<br>32Gbps/chx4ch<br>(PCIe5.0)                                           | 256Gbps =<br>64Gbps/chx4ch@<br>2025<br>(PCIe6.0)                                                                                                                                                                                                              | 400Gbps                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 400Gbps                                                                                                                                                                                                                                             | 1 Tbps<br>= 16 Gbps x 8λ x 8<br>@2022                                                                                                                                                                                       | 0.8 Tbps<br>@ 2022                                                                                                                                                    |
| 動作環境温度          | 室温～105℃                                                                           | 室温～105℃                                                                                                                                                                                                                                                       | 室温～70℃                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 室温～65℃                                                                                                                                                                                                                                              | —                                                                                                                                                                                                                           | —                                                                                                                                                                     |
| 長期信頼性           | ○                                                                                 | ○                                                                                                                                                                                                                                                             | ×                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ×                                                                                                                                                                                                                                                   | —                                                                                                                                                                                                                           | —                                                                                                                                                                     |
| コスト             | 低                                                                                 | 低                                                                                                                                                                                                                                                             | 高                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 高                                                                                                                                                                                                                                                   | 高                                                                                                                                                                                                                           | 高                                                                                                                                                                     |
| 参考(URL)         | <a href="https://www.aiocore.com/">https://www.aiocore.com/</a>                   | <a href="https://green-innovation.nedo.go.jp/pdf/building-next-generation-digital-infrastructure/item-003/vision-aiocore-002.pdf">https://green-innovation.nedo.go.jp/pdf/building-next-generation-digital-infrastructure/item-003/vision-aiocore-002.pdf</a> | <a href="https://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/architecture-and-technology/silicon-photonics/optical-transceiver-400g-fr4-qsf-p-dd-product-brief.html">https://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/architecture-and-technology/silicon-photonics/optical-transceiver-400g-fr4-qsf-p-dd-product-brief.html</a> | <a href="https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/transceiver-modules/silicon-photonics-wp.html">https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/transceiver-modules/silicon-photonics-wp.html</a> | <a href="https://ayarlabs.com/teraphy-a-chiplet-technology-for-low-power-high-bandwidth-in-package-optical-i-o/">https://ayarlabs.com/teraphy-a-chiplet-technology-for-low-power-high-bandwidth-in-package-optical-i-o/</a> | <a href="https://epic-assoc.com/wp-content/uploads/2021/07/Hojjat-Salemi_Ranovus.pdf">https://epic-assoc.com/wp-content/uploads/2021/07/Hojjat-Salemi_Ranovus.pdf</a> |

# ディスタグレーション技術開発進捗（NEC）

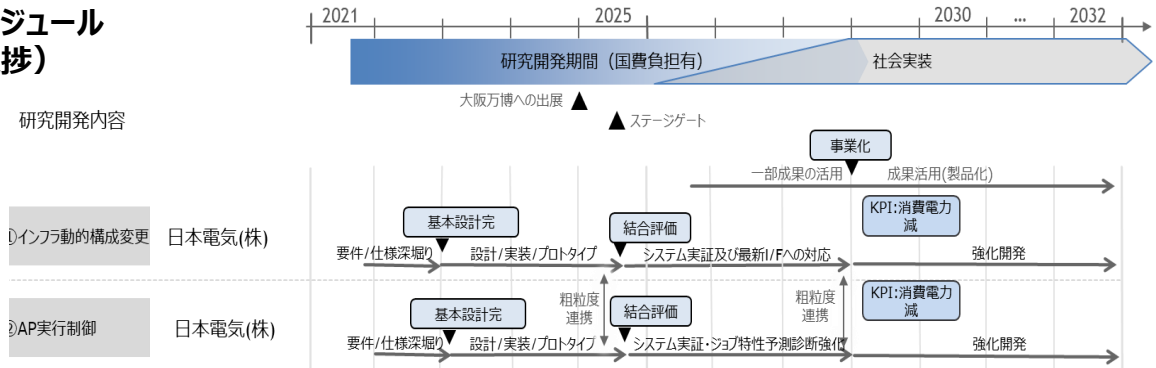
- サーバシステム全体のうち20%の省電力化を目指し、ディスタグレーション技術を開発
- アプリケーションの種類や利用状況に応じて、AIにより計算リソースを効率的に配分する技術により、計算処理を最適化し、消費電力20%削減の可能性を確認するとともに、オープン戦略に基づく取り組みとして研究成果の公開を開始
- アプリケーションの状況変化に合わせた動的な制御による、省電力を含めた運用コストの削減が強い

## ディスタグレーションティッドコンピューティング



FireDucks無償公開

## 研究開発スケジュール（予定通り進捗）



技術リファレンス公開

# 社会実装に向けた取組

- 2022年4月に次世代グリーンデータセンター協議会を設立。研究開発事業者に加え社会実装に必要なデータセンター事業者と情報共有を行う。
- 社会実装推進部会を設置し、ユーザー、プレーヤーの動向やグローバルなニーズの調査を行う。また、システムアーキテクチャ検討部会を設置し、標準化・市場・技術動向に留意した共同事業の方針管理も行う。
- 2023年10月に第二回シンポジウムを開催し、日本マイクロソフトが基調講演、Intelが招待講演のほか、社会実装推進部会からの技術動向調査結果などを報告。

## 次世代グリーンDC協議会

運営委員会（会長、副会長、事務局長、第一種会員）

社会実装推進部会（第一・二種会員、アドバイザー会員）

・動向調査分科会

情報発信・アウトリーチ活動

標準化・技術動向調査

マーケティング・バリューチェーン  
検討

システムアーキテクチャ  
検討部会（第一種会員）

・ディスタグレーション分科会  
・光スマートNIC分科会

NEDO次世代グリーンDC技術開発  
プロジェクト方針管理

光電コパッケージ技術  
検討部会（第二種会員）

・分科会は、順次設置予定

半導体産業と光産業の交流による  
次世代光電融合技術の創出検討

対外連携



## 動向調査分科会の調査分野

- (A) インターコネクト技術動向(PCIe, CXL, Gen-Z, UCIE, OIF, CPO等の標準化動向)
  - ✓計測器ベンダ（標準化動向、接続検証ソリューション）
  - ✓標準化コンソーシアム・フォーラム
- (B) データセンター・コンピューティング技術動向
  - ✓OCP
  - ✓IOWN Global Forum
  - ✓データセンター事業者
- (C) ユーザーニーズ調査
  - ✓SIer
  - ✓データセンター事業者
- (D) 光電融合技術動向
  - ✓サプライヤー（キーパーツ技術動向）



# 万博への出展

- **「次世代グリーンデータセンター技術の発信」**と題して、プロジェクトの成果により実現される、未来社会の一端を体験する展示を、大阪万博で出展予定。
- 2024年度前半に実施プラン策定、後半は実施制作期間として、展示物を制作。

## ①実施概要

データ流通量の増大によるデータセンターの消費電力増加に対応するため、光電融合技術や省電力チップの開発等により、2030年までに40%以上の省エネ化を実現する「次世代グリーンデータセンター技術開発」プロジェクトの成果を発信し、それにより実現する未来社会の一端を来場者に体験いただくための展示を行う。

（実施主体）GI基金事業/次世代デジタルインフラの構築プロジェクト採択事業者等

（実施場所）会場内（FLE（フューチャーライフエクスペリエンス））

（実施期間）2週間



## ②今後の実施方針

2023年度は展示企画の基本プラン策定期間とし、展示コンテンツのデザインおよび展示レイアウト案を検討する。2024年度前半は実施プラン策定、後半は実施制作期間とし、基本プランの実装手段の策定と展示物制作を行う

## ③予算

・令和2年度第3時補正予算：2兆円の内数（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）

<https://www.nedo.go.jp/content/100942452.pdf> 3ページを記載

## ④工程表



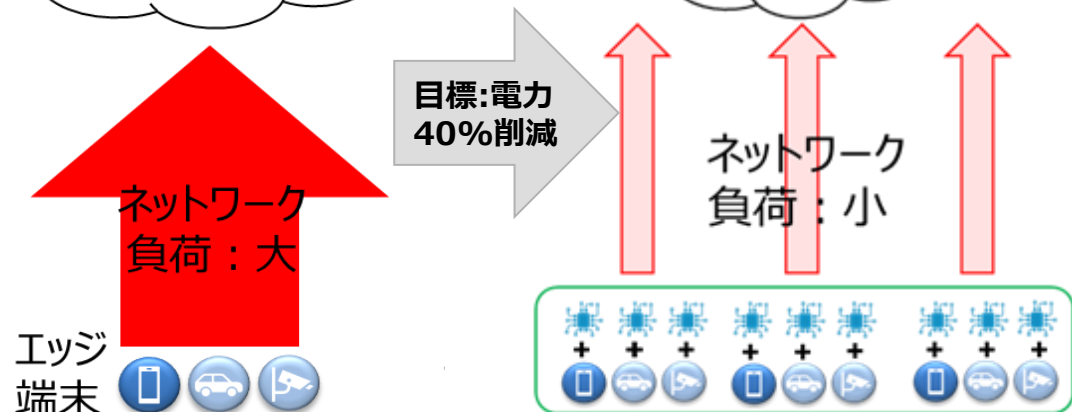
# IoTセンシングプラットフォームの構築（国費負担額：上限569億円）

- IoTセンシングにおいては、スマートフォン、車、カメラ等の端末の多量のデータを、クラウドで一括処理するクラウドコンピューティングがメインであるが、ネットワークとクラウドの負荷が深刻化している。これに対し端末側でデータを処理・削減して、ネットワークとクラウドを省エネ化する、エッジコンピューティングが注目されている。
- 本プロジェクトでは、ハードウェア、ソフトウェア、システムベンダー、ユーザー等の多様な企業が参画したIoT センシングプラットフォームを構築し、これを基盤としたエッジコンピューティングにより、IoTセンシングデータの処理に必要な電力を40%削減することを旨とする。

## クラウドコンピューティング

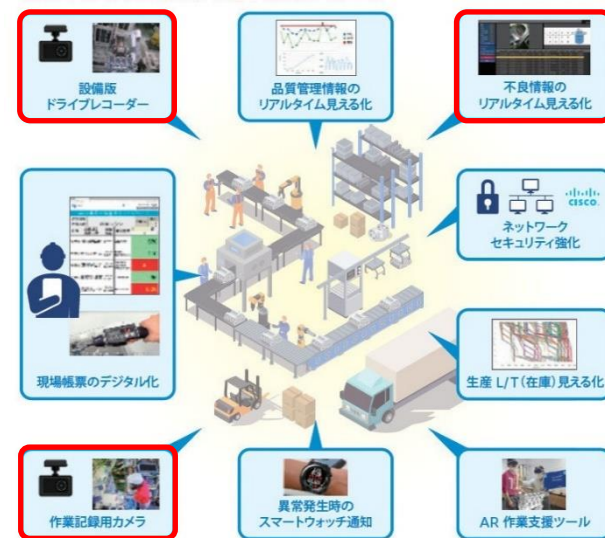


## エッジコンピューティング



エッジ側でデータ処理⇒データ量削減

## 生産設備におけるIoTセンシングデータ処理を エッジコンピューティングにより省エネ化



引用：日産栃木工場によるデジタル化

## 前回指摘事項への対応

## <参考> 前回指摘事項（プロジェクト全体）

| 指摘事項                                                                                                                                                                                   | 指摘事項に対応する本資料のページ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>本プロジェクトは、グリーンイノベーション基金事業以外で取り組んでいる研究開発プロジェクトとの関連が強いと、相互の連携が重要と認識。実施者自身の取組強化に加え、経済産業省及びNEDOも連携促進を図っていく必要がある。特に、標準化の取組や、フィードバックサイクルについては、実施者だけでなく、エコシステムを構築するなど、業界全体で取組を進める必要がある。</p> | <p>P5,P6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体デジタル戦略において、本事業のパワー半導体のテーマは、産業用スペシャルティ半導体のステップ2と3、グリーンデータセンターのテーマは先端ロジック半導体戦略のステップ3に相当。ステップ1で強化した製造基盤が、将来的には本事業の成果の製造基盤となり得る。</li> <li>・パワー半導体について、国内での連携・再編に言及</li> </ul> <p>P31</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・次世代グリーンデータセンター協議会を設置し、標準化やエコシステム構築に、業界全体で取り組んでいる。</li> </ul> |
| <p>プロジェクトの取組について、国内外に対して、情報発信を積極的に行い、海外も含めた投資家の投資意欲を引き出すための取組を行うことが重要。加えて、プロジェクトの加速化に取り組むために、追加でやるべき研究開発等の取組を積極的に示していくことが重要。</p>                                                       | <p>P31,32</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・次世代グリーンデータセンター協議会には、海外企業も参加</li> <li>・万博にてグリーンデータセンター技術の成果を発信</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |

## <参考> 前回指摘事項（次世代グリーンデータセンター）

| 指摘事項                                                                                                                                                                                                                                     | 指摘事項に対応する本資料のページ                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>主要プレイヤー（GAFAM等）に本プロジェクトの研究開発成果が採用されなければ、市場獲得は困難となる。そのため、所与のロードマップに合わせた技術開発だけではなく、上記主要プレイヤーの動向を踏まえた技術開発も考慮する必要がある。また、テーマごとに、顧客ニーズを捉え、市場セグメント、ユースケースを特定した上で、協議会内で共有する情報の質を高め、オープン・クローズを意識した標準化やルールメイキングにも取組ながら、早急に製品開発を進めることが重要である。</p> | <p>・P.31に記載の協議会において、次世代PCIe策定フォーラムへの参加に向けた取り組みが進められている。</p>                                                              |
| <p>社会実装に向けては、主要プレイヤー等が取り組む技術開発動向も把握し、その進展等によるハードウェアへの影響を踏まえながら、本プロジェクトを進める必要がある。</p>                                                                                                                                                     | <p>・P.27,29にCPU、光電融合技術開発動向を示した。本事業は、このような動向を踏まえながら推進している。</p>                                                            |
| <p>省電力アクセラレータ開発の中止については、技術潮流や競争環境の著しい変化に伴うものであり、必ずしも実施者の責任によらない特別な事情と認める。一方で計画立案時の見込みの甘さも一定程度あったのではないかと考えられる。今後同様の事態が起きないよう、実施者自身のみならず、経済産業省やNEDOも協力の上、今回の件をよく分析し、プロジェクト推進に役立てていく必要がある。</p>                                              | <p>・P.23にて生成AIの登場等による計算量の急増にもあるように、この分野の激しい変化はご指摘の通り。半導体・デジタル産業戦略では、国際連携のもと推進しており、そのような中で得られる情報も意識しつつ、プロジェクトを推進していく。</p> |

## <参考> 前回指摘事項（次世代パワー半導体）

| 指摘事項                                                                                                                                                                                                | 指摘事項に対応する本資料のページ                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>EVの市場成長に伴いSiCパワーデバイス市場が急成長しており、海外の競合企業が、需要獲得に向けたOEM等との共同開発や、供給力拡大に向けた投資等、活発な動きを見せている状況にあるため、各社の強みをどのように活かしつつ、OEM等が求める品質・コスト・供給能力を示して取引に繋げていくのかなど、市場獲得に向けた具体的なシナリオを官民で描きつつスピード感をもって取り組む必要がある。</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・P.5に半導体戦略におけるパワー半導体の全体的な取り組みについて示した。</li> <li>・P.13-16にSiCの市場動向や海外の競合企業の動向を示した。</li> </ul>                          |
| <p>系統向けSiCパワーデバイスに関しては、2030年にかけて EV向けほどの成長が期待されない領域であるが、顧客ニーズ次第では急激な動きを見せる可能性があるため、動向を注視し、必要に応じて取組を加速していく必要がある。</p>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・P.14にSiC市場を掲載。電鉄車両やエネルギー、産業分野の高耐圧アプリケーションでも、今後採用増加が期待されることを言及。</li> </ul>                                           |
| <p>近年は、急速な特許取得等を通じて、中国のSiCパワー半導体のプレゼンスが急激に向上してきており、潜在的脅威となっているなど、海外の技術動向等を具に注視しながら取組を進める必要がある。</p>                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・（該当ページなし）外部機関調査レポートにて「中国勢のSiCウェハ供給体制は2024年頃から整い、数年後には欧州プレイヤーほぼ同等のSiCウェハを供給する見込み」といった報告があがっており、今後も注視していく。</li> </ul> |



## <参考> 前回指摘事項（次世代パワー半導体）

| 指摘事項                                                                                                                                                            | 指摘事項に対応する本資料のページ                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| GaNパワーデバイスについても、市場拡大に伴う大手メーカーの参入が進んでいることから、競合他社とのベンチマーキングを踏まえつつ、技術開発と並行して、デファクト標準・フォーラム標準といった標準化やルールメイキングにも取り組む必要がある。                                           | ・P15にGaNパワーデバイスの市場動向などを記載。            |
| 全体として、最終目標の実現に向けて競争しつつも、デバイス・ウェハ各社が相互に連携しながら統合的に進められる部分もある。各テーマでは真に必要な部分だけの開発に絞り、共通要素などは協力分担して進めることなどが必要ではないか。NEDOにおいてはステージゲート等も活用し、適切な絞り込みや実施体制の効率化等を進める必要がある。 | ・P.10に、ウェハ技術開発において、技術の絞り込みを行っていく旨を記載。 |

## 参考資料

# 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 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発

## 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（電動車向け）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

## 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)

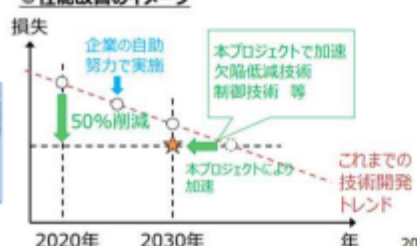
## 事業規模等

- 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%）

## 事業イメージ

### 全体像

◎性能改善のイメージ



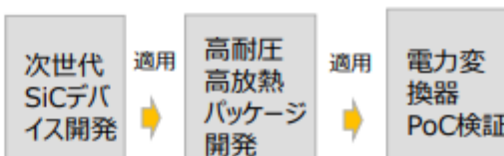
### 応用先

- 電動車・産業機器向けパワー半導体
- 再エネなど電力向けパワー半導体
- サーバーなど電源機器向けパワー半導体

### ① 8インチ次世代SiC MOSFETの開発



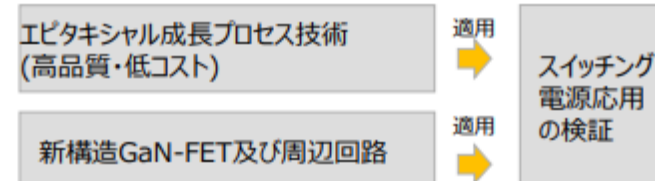
### ② 次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発



### ③ 次世代パワー半導体デバイス製造技術開発（電動車向け）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



# 次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発

## 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

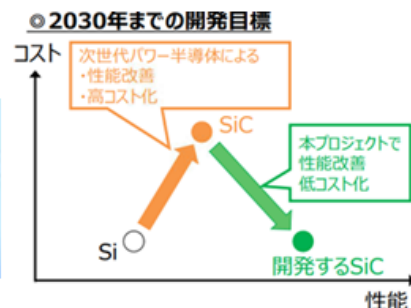
- ① 2022年度～2030年度（9年間）
- ② 2022年度～2029年度（8年間）
- ③ 2022年度～2030年度（9年間）

## 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%）

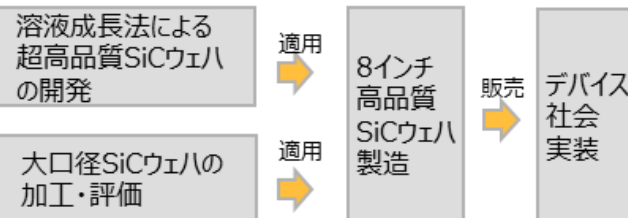
## 事業イメージ

全体像

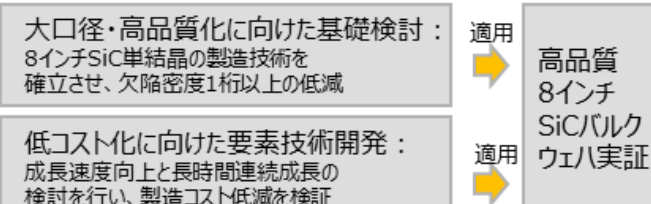


- 複数の手法（昇華法、溶液法 他）による大口径化・高品質化に向けた開発を実施

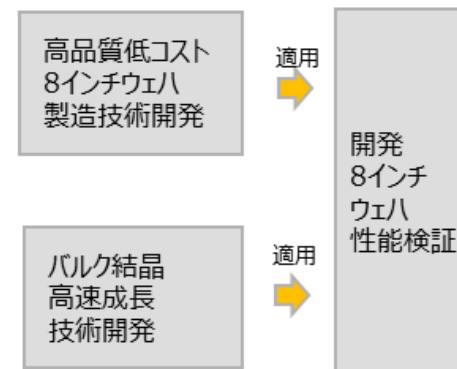
### ① 超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発



### 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



# 次世代グリーンデータセンター技術開発

## 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効率化を図る『ディ disaggregation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

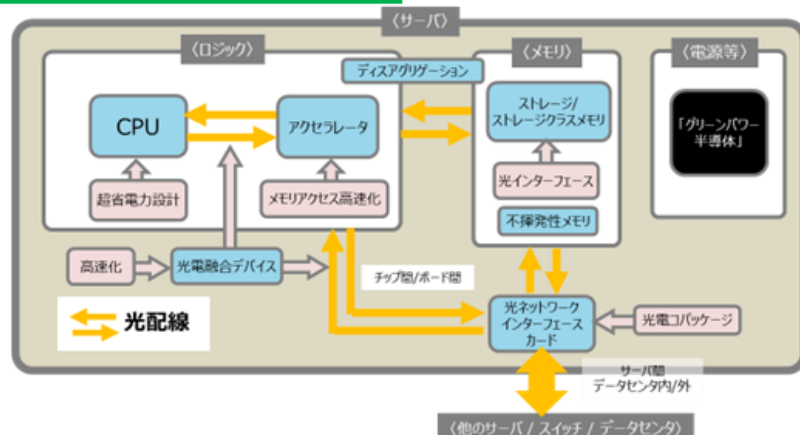
- ① **富士通(株)** 光スマートNIC開発、省電力 CPU 開発  
 アイオーコア(株) (光電融合デバイス開発)  
 富士通オプティカルコンポーネンツ(株) (光スマートNIC開発)  
 京セラ(株) (光スマートNIC開発)  
**日本電気(株)** (省電力アクセラレータ開発※、ディ disaggregation技術の開発)  
 キオクセン(株) (広帯域SSD開発)
- ② **日本ゼオン(株)** (不揮発メモリの開発)

## 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

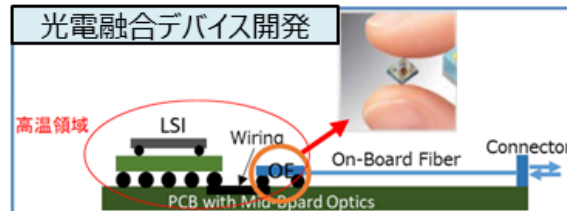
全体像



## 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%)

## 光電融合デバイス開発

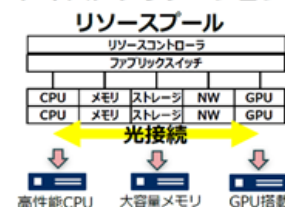


## 不揮発メモリ比較

| メモリ方式 | 動作原理                                          | 集積度<br>(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<br>・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<br>・電圧・電流書換 (読出すとデータが壊れるため同時に書き込み要) | 読出しと書き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<br>・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 disaggregation技術の開発

### ディ disaggregation リソースプール



膨大な組み合わせからデバイス活用の最適解を導き出す制御ソフト (AI) を開発



# IoTセンシングプラットフォームの構築

## 事業の目的・概要

2030年までに以下の研究開発を通して端末におけるエッジコンピューティング技術を開発し、システム全体の消費電力量を40%削減する。

- ① エッジ信号処理技術の開発
- ② ソフトウェア開発キット（SDK）およびプラットフォームの開発
- ③ ハードウェア基板の開発
- ④ アプリケーション実証

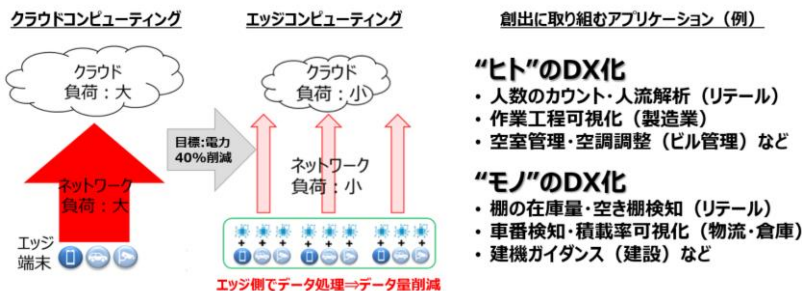
## 実施体制

ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社

## 事業期間

2023年度～2030年度（8年間）

## 事業イメージ



## 事業規模など

- 事業規模：約926億円
- 支援規模\*：約569億円（①110億円、②360億円、③95億円、④4億円）

\*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり。

- 補助率など：（全てインセンティブ率10%）

- ① 9/10委託→2/3助成→1/3助成
- ② 2/3助成 →1/2助成→1/3助成
- ③ 2/3助成 →1/2助成→1/3助成
- ④ 2/3助成 →1/3助成

## ③ハードウェア基板の開発



## ④アプリケーション実証

- ・ ヒトDX、モノDXに資するアプリケーションを開発
- ・ 製造業、リテール、物流、スマートシティ、ビル管理、建設等を適用分野として想定
- ・ (ヒトDX例)スマートカメラ設置店舗における、来店客層・回遊動線の可視化と店舗レイアウト最適化

## ①エッジ信号処理技術の開発、②SDKおよびプラットフォームの開発

