

「次世代デジタルインフラの構築」 に関する国内外の動向

2023年3月

商務情報政策局

目次

□ 本プロジェクトの背景・目的

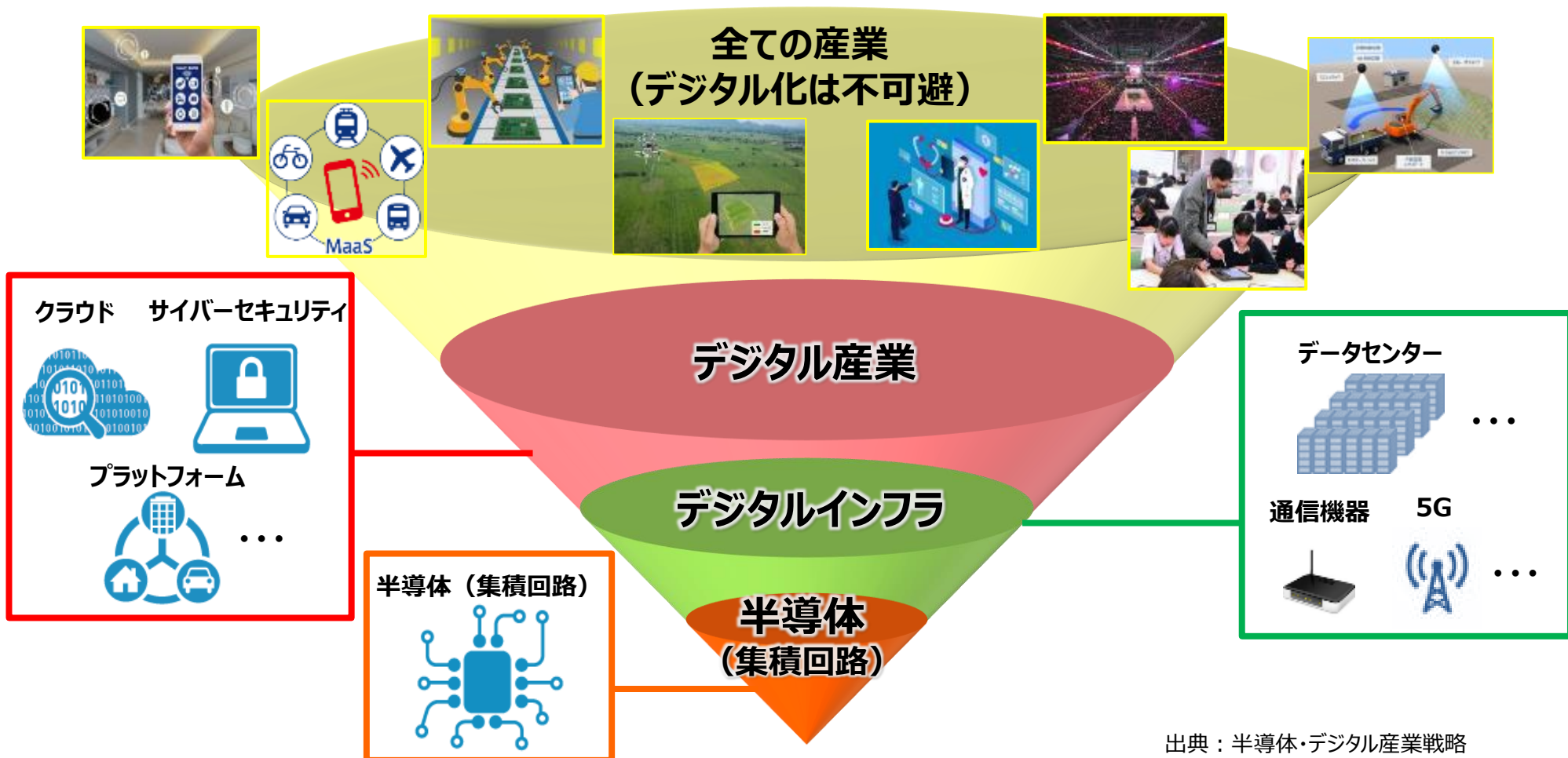
□ (1) 次世代グリーンパワー半導体の開発

- 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 1）
- 次世代パワー半導体に用いるウェハ技術開発（研究開発項目 2）

□ (2) 次世代グリーンデータセンターの開発（研究開発項目 3）

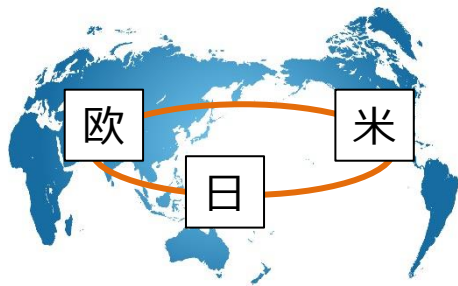
半導体・情報通信産業の省エネ化

- 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。



日本の半導体を巡るグローバルな構造変化

【20世紀】



日・米・欧で寡占



電気製品の一部品

(1) 経済安全保障の環境変化

- 米中技術覇権の対立により、半導体の確保は経済安全保障と直結。

(2) アフターコロナのデジタル革命

- ありとあらゆる社会がデジタル化し、半導体はデジタル化の帰趨を握る基幹製品。

(3) エネルギー・環境制約の克服

- 2050年カーボンニュートラルを目指す上で、半導体の省エネ化・グリーン化は必須。

(4) レジリエンスの強靱化

- 半導体不足による最終製品の生産停止など、あらゆる産業へのインパクト（サプライチェーンリスク）が甚大。

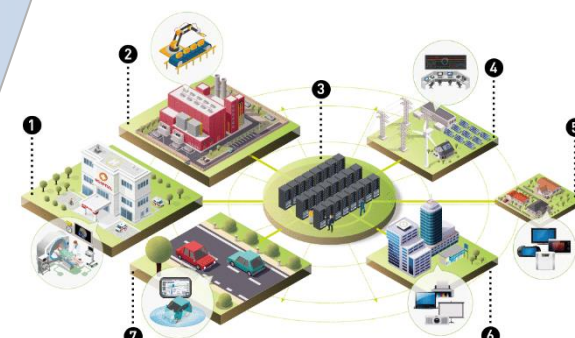
(5) 日本企業の凋落

- 半導体世界市場の拡大にもかかわらず、過去30年間で日本の存在感は低下。

【21世紀】



台湾・韓国台頭、米中対立
⇒ 半導体は国際戦略物資へ



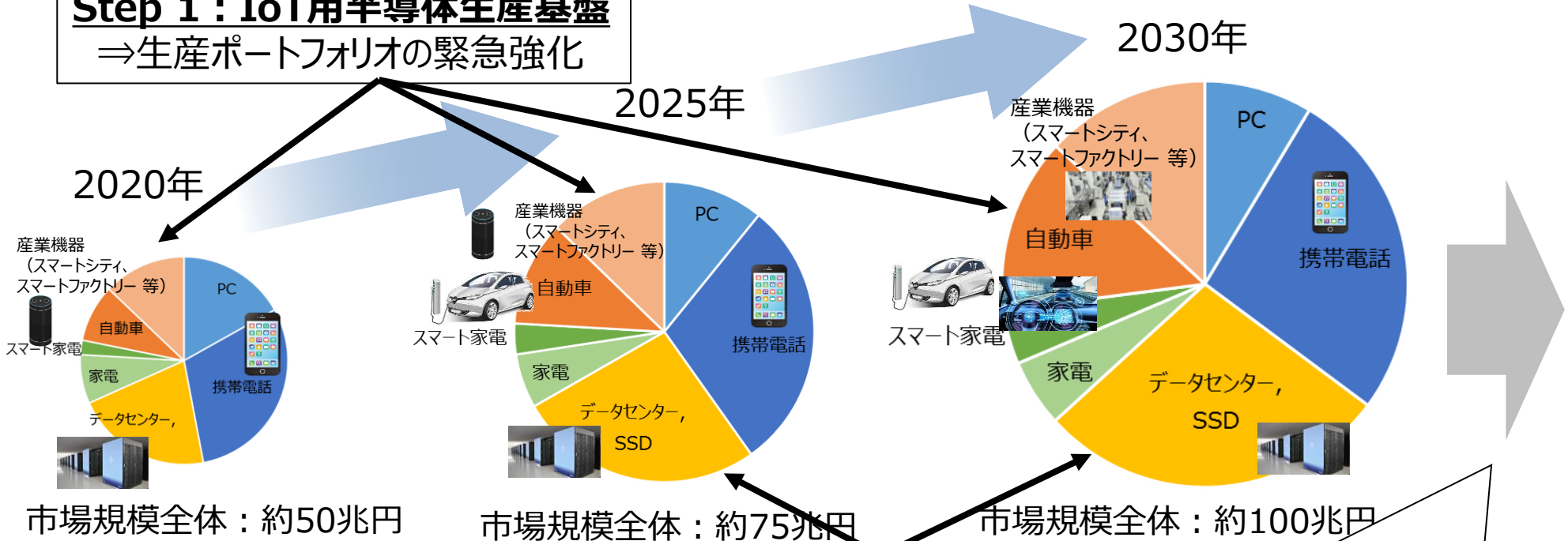
デジタル化・グリーン化の進展
⇒ 半導体がセキュリティ・脱炭素のキーパーツに

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）
- 日米連携による次世代半導体技術基盤（Step: 2）
- グローバル連携による将来技術基盤（Step: 3）

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

先端半導体の製造基盤確保

- 先端半導体の製造基盤整備への投資判断を後押しすべく、5G促進法およびNEDO法を改正し、令和4年3月1日に施行。同法に基づく支援のため、先端半導体の製造基盤確保（令和3年度補正予算）で6,170億円を計上して基金を造成。
- 2022年9月までに、先端半導体の生産施設の整備および生産を行う計画につき、経済産業大臣による認定を3件実施。

関連事業者		 (※) JASM の株主構成：TSMC（過半数）、ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社（20%未満）、株式会社デンソー（10%超）		
認定日		2022年6月17日	2022年7月26日	2022年9月30日
最大助成額		4,760億円	約929億円	約465億円
計画の概要	場所	熊本県菊陽郡菊陽町	三重県四日市市	広島県東広島市
	主要製品	ロジック半導体（22/28nmプロセス・12/16nmプロセス）	3次元フラッシュメモリ（第6世代製品）	DRAM（1β世代）
	生産能力	5.5万枚/月（12インチ換算）	10.5万枚/月（12インチ換算）	4万枚/月（12インチ換算）
	初回出荷	2024年12月	2023年2月	2024年3～5月
	製品納入先	日本の顧客が中心	メモリカードやスマートフォン、タブレット端末、パソコン／サーバー向けのSSDの他、データセンター、医療や自動車等分野	自動車、医療機器、インフラ、データセンター、5G、セキュリティ等
	設備投資額 ※操業に必要な支出は除く	86億ドル規模	約2,788億円	約1,394億円

(※) いずれも10年以上の継続生産

従来型半導体および製造装置・部素材・原料の供給能力の強化

- 経済安全保障推進法に基づき、特定重要物資として半導体を指定した上で、従来型半導体及び、半導体のサプライチェーンを構成する製造装置・部素材・原料の製造能力の強化等を図ることで、各種半導体の国内生産能力を維持・強化する。こうした内容が盛り込まれた、半導体の安定供給確保に向けた取組方針について、2023年1月に公表。
- 令和4年度補正予算では、半導体のサプライチェーン強靱化支援事業として、合計3,686億円を計上。

半導体の安定供給確保に向けた施策	
①従来型半導体 （パワー半導体 マイコン アナログ）	✓ 従来型半導体の国内製造能力強化に向けた大規模な設備投資等の支援により、安定的な供給体制を構築。 ✓ なお、パワー半導体については、市場が大きく拡大すると見込まれているSiCパワー半導体を中心に、国際競争力を将来にわたり維持するために必要と考えられる相当規模の投資に対して、重要な部素材の調達に向けた取組内容についても考慮しつつ、集中的に支援を実施。
②半導体製造装置	✓ 製造装置の国内製造能力強化に向けた大規模な設備投資等の支援により、安定的な供給体制を構築。
③半導体部素材	✓ 半導体部素材の国内製造能力強化に向けた大規模な設備投資等の支援により、安定的な供給体制を構築。 ✓ なお、SiCウェハに関しては、パワー半導体産業の国際競争力の確保に資する取組内容であるかについても考慮。
④半導体原料	✓ 半導体原料のリサイクルの促進、国内生産の強化、備蓄、輸送体制の強化に向けた設備投資等の支援により、安定的な供給体制を構築。

半導体・情報通信産業のグリーン成長戦略

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略
(令和3年6月18日)

- ◆ ①デジタル化によるエネルギー需要の効率化（「グリーン by デジタル」）と、②デジタル機器・情報通信の省エネ・グリーン化（「グリーン of デジタル」）の二つのアプローチを車の両輪として推進。**パワー半導体やデータセンターの省エネ化を促進。**

	現状と課題	今後の取組
デジタル化による エネルギー需要の効 率化・省CO2化 (グリーンbyデジタル)	DXにより、データセンター向けエネルギー需要が急増。 デジタル化の中核となるデータセンターの立地やグリーン化、 5Gなど次世代情報通信インフラの構築が必要。 ・デジタル化・DXの省エネ効果は大（クラウド化で8割省エネ達成） ・データセンターが国内にあることで、データ通信の低遅延化が実現すること などにより、自動運転や遠隔医療、スマート工場など、データを利用した <u>新たなサービス展開も広がっていく。</u> ・データが国内に集約・蓄積されることは、<u>経済安全保障</u>にも寄与。 ・今後、世界的に<u>グリーンなデータセンター</u>の市場が拡大。 ※国内データセンター市場：1.5兆円(19年)⇒3.3兆円(30年) ※プラットフォーム企業は、全データセンターで消費する電力相当の再エネ を購入 ※中国では、2030年にデータセンター投資が10兆円規模に ・日本は、①電力コストが高い、②脱炭素電力の購入が困難、 ③大規模需要では電力インフラへの接続に年単位の時間を要する といった課題があり、国内立地が進んでいない。	DX推進に伴う、グリーンなデータセンターの国内立地推進、 次世代情報通信インフラの整備 ・社会、経済システム、企業のDXを推進 ⇒ DX関連市場24兆円実現 ・国内データセンターによるサービス市場（3兆円超）を拡大 ・全国で数カ所程度、日本最大級のデータセンター拠点整備をするため、 <u>立地計画策定などの政策パッケージを検討し、早期に実行</u> ・<u>グリーン電力調達を行うデータセンターの立地を補助、国内での再エネ 導入を支援</u> ⇒脱炭素電力の購入円滑化に向け、<u>非化石価値取引市場の制度整 備を検討</u> ・<u>次世代情報通信インフラ</u>の実用化に向けた研究開発・<u>標準化</u>支援
デジタル機器・産業 の省エネ・グリーン化 (グリーンofデジタル)	あらゆる機器に使用されている半導体の省エネ化が急務、 データセンターでの再エネ活用は極少数 ・<u>デジタル関連の消費電力は、飛躍的に増加</u> ※IT 関連の消費電力の増加（省エネなしの場合） 2016年：410億kWh/年（全電力の4%程度） ⇒2030年：1兆4,800億kWh/年（現在の36倍以上） ・データセンターは、大量のメモリ・半導体を使い、膨大な電力を消費。 ※大規模データセンターは大型火力1基(100万kw)の電力を消費 ・半導体は国際競争が激化。<u>省エネ半導体実用化が競争力に直結。</u> ※パワー半導体は、東芝、三菱電機、富士電機等で世界シェア29%	パワー半導体や情報処理に不可欠な半導体、 データセンター、情報通信インフラの 省エネ化・高性能化・再エネ化を支援 ・<u>次世代パワー半導体等の研究開発、実証、設備投資を支援</u> ・2030年までに実用化・普及拡大、1.7兆円の市場を獲得 ・デバイスや光電技術、ソフトウェア技術の研究開発、実証支援 ・2030年までに全ての新設データセンターを30%省エネ化、 <u>データセンター使用電力の一部再エネ化を目指す</u> ・エッジコンピューティングによりネットワークやデータセンターの負荷を低減さ せ、情報通信インフラの30%以上の省エネ化を目指す ・<u>2040年に、半導体・情報通信産業のカーボンニュートラルを目指す</u>

次世代デジタルインフラの構築（国費負担額：上限1,410億円）

【次世代グリーンパワー半導体】

- 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製品の制御に使用される。例えば、電動車の損失のうち約20%がパワー半導体の損失とされており、様々な電気機器の省エネ化に重要。
- 本プロジェクトでは、電動車、再エネなど電力、サーバ電源等、カーボンニュートラルに向けて革新的な省エネ化が必要な分野において、次世代パワー半導体（SiC、GaN等）による50%以上の損失低減と社会実装を促進するための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。

【次世代グリーンデータセンター】

- 産業・社会のデジタル化に伴うデータセンターの消費電力急増に対して、光電融合技術を導入することにより、超低消費電力、超高速処理の達成を目指す国際的な取組が展開されつつある。
- 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。

◎次世代グリーンパワー半導体

- ・ 高性能化・高信頼性化に向けて、欠陥低減等の材料に近い技術や制御技術等の実証に近い技術などを実施。
- ・ 低コスト化に向けて、AIも活用しながら素材（ウェハ）の大口径化（150mm⇒200mm）・高品質化に向けた製造技術の開発を実施。

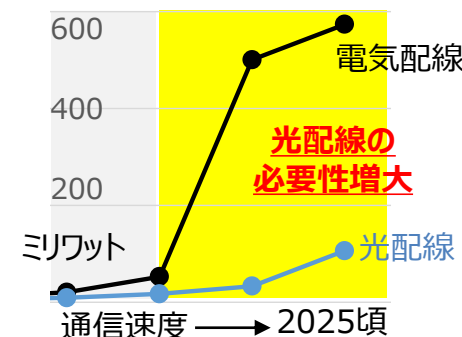
○想定される取組(例) ※中容量・大容量帯はSiC、小容量帯はGaNを想定



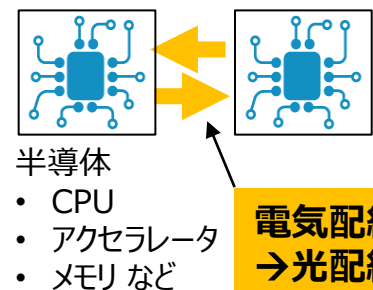
◎次世代グリーンデータセンター

- ・ 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）。

○チップ間配線の消費電力



○サーバ内の光電融合



本プロジェクトで取り組むテーマ

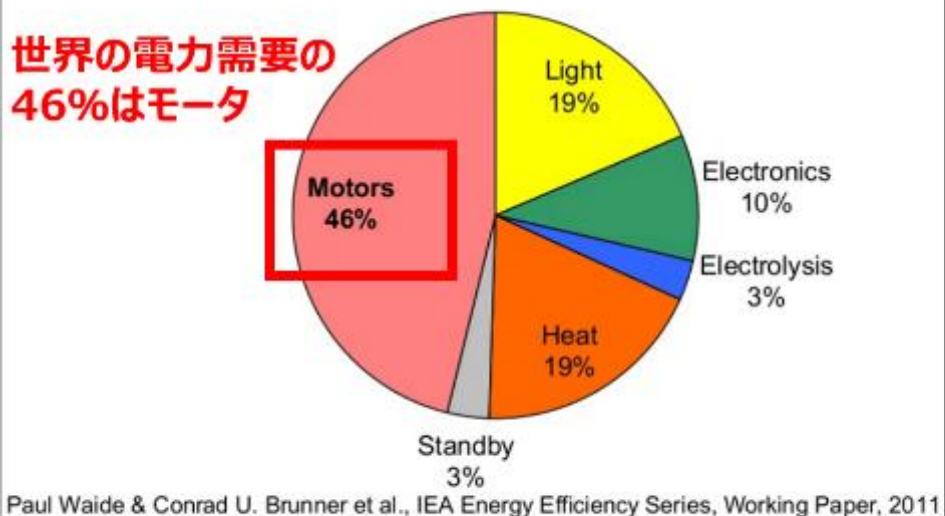
(1) 次世代グリーンパワー半導体

(2) 次世代グリーンデータセンター

パワー半導体（電力制御）の高性能化の必要性

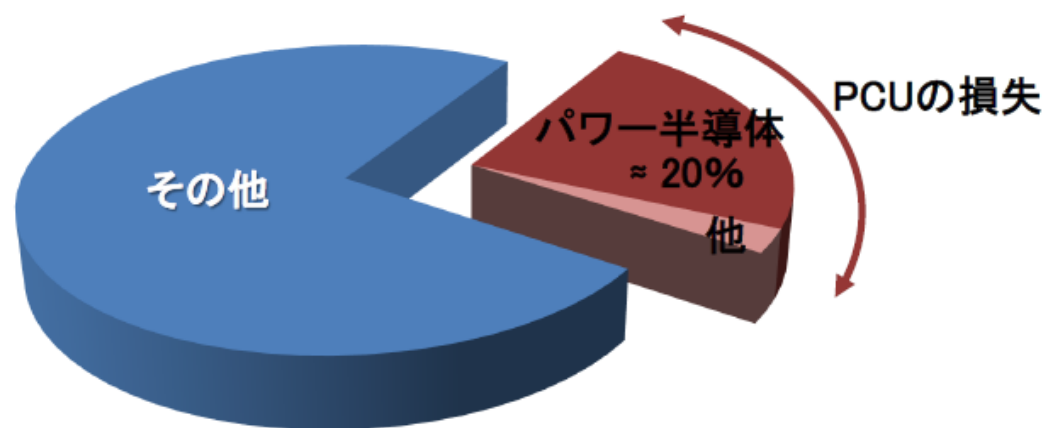
- 世界の用途別電力需要のうち、約半分がモータによる電力となっており、モータの駆動等に用いられるインバータ（パワー半導体を使った機器）の効率改善は、様々な電気機器の電力制御時の損失低減により、電化・デジタル化社会の実現に貢献。
- 例えば、HV自動車の電力損失のうち、約20%がパワー半導体による損失であり、サーバーの消費電力のうち、約25%がパワー半導体が使用されている電源の損失。

世界の用途別電力需要



(出典) "Electric Motor Systems: targeting and implementing efficiency improvements", European Copper Institute, 8 October 2015

【HV自動車の電力損失】

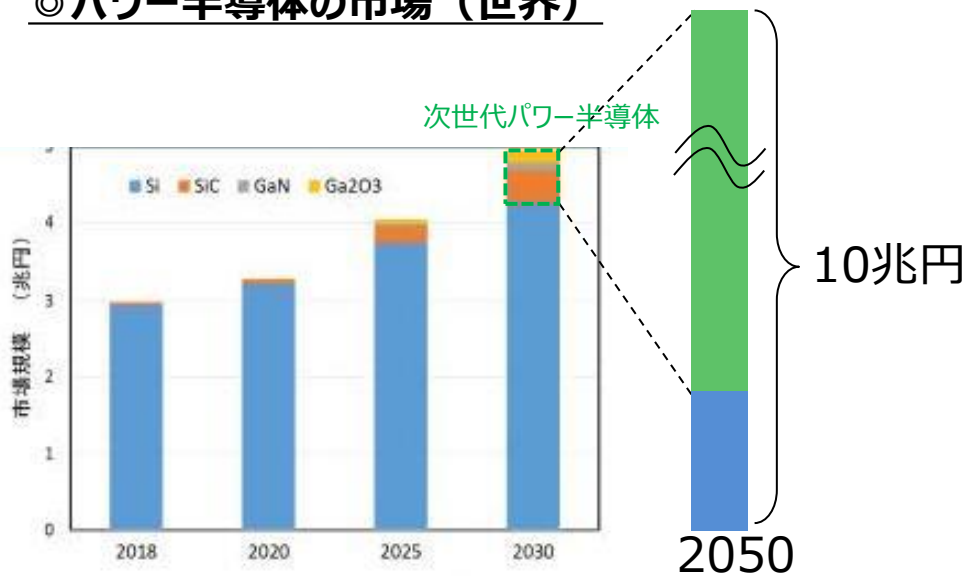


トヨタ自動車資料より引用

次世代パワー半導体市場の動向

- 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）、Ga₂O₃（酸化ガリウム）等）はSiよりも省エネ性能に優れており、今後市場規模が拡大することが予想されている。
- 特に、カーボンニュートラルに向けて重要な電動車、再エネ等電力、データセンター向けに需要が拡大することが予想されている。

◎ 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」

◎ 各半導体材料の特徴

	シリコン (Si)	シリコンカーバイド (SiC)	窒化ガリウム (GaN)	酸化ガリウム (Ga ₂ O ₃)
オン抵抗	×	○	○	◎
耐圧	×	○	○	◎
高速性	×	○	◎	△
熱伝導	○	◎	○	×
価格	◎	×	×	○
適した領域	—	中容量 大容量	小容量	中容量 大容量

※GaNはGaN on Siを想定

次世代パワー半導体デバイス製造技術開発で想定される取組（例）

- パワー半導体は耐圧毎に技術課題に対する解決方法が異なるため、各用途に応じた耐圧レンジ（1.2kV級である電動車、1.7kV級である産業機器、3.3kV級以上の再エネ等電力、750V級以下のサーバ電源等）で細分化し、複数の取組を並行させることを想定（具体的な取組内容の組み合わせは、事業者の提案に委ねる）。
- 2030年までに、いずれも、電圧変換器や電源のPoCにより、損失低減効果を実証。

小容量帯 （サーバ電源等電源向け）



高効率・小型電源

- － 750V級以下
- － 高性能化、高信頼性化
- － 高品質結晶成長技術
- － 高効率制御技術
（例.電磁波ノイズ対策）
- － 回路技術開発
（例.高効率電源）

中容量帯 （xEV/産業機器向け）



電動車向けパワー半導体

- － 1.2kV級
- － 高性能化・高信頼性化
- － 大口径・高品質ウェハ
- － 高効率制御技術
（例.高効率モータ駆動）

産業機器向けパワー半導体

- － 1.7kV級
- － 高性能化・高信頼性化
- － 大口径・高品質ウェハ
- － 高出力密度化（例.急速充電）
- － モジュール技術（例.高放熱化）

大容量帯 （再エネなど電力）

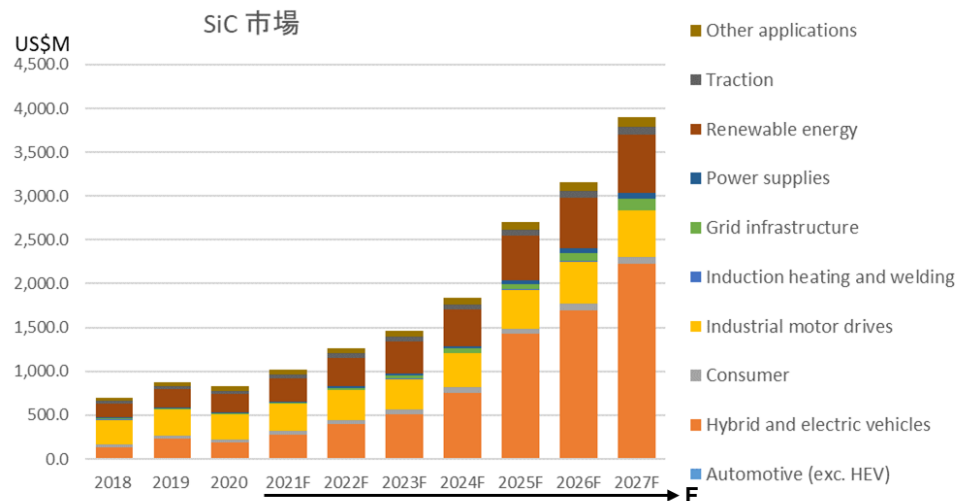


再エネ等向け変換器・遮断機

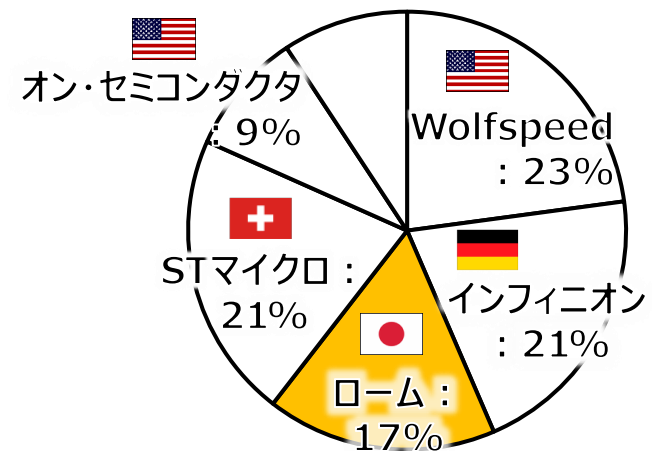
- － 3.3kV級
- － 高性能化・高信頼性化
- － 大口径・高品質ウェハ
- － モジュール技術
（例.故障時の信頼性確保）
- － 高耐圧化
（例.系統など大電力変換）

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。



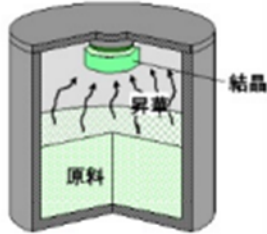
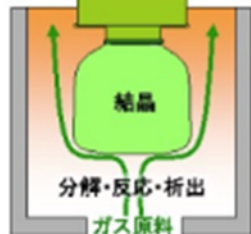
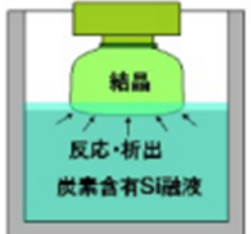
出典：Omdia



出典：富士キメラ総研

SiCウェハの動向

- ウェハの製造方式については各社ともアプローチが異なる状態。
- 将来的には、低コスト・高品質なウェハが必要になるため、足下の生産能力拡大だけではなく、将来の差別化技術を保有しておくことが市場獲得には極めて重要。

	昇華法 (PVT法)	ガス法 (HT CVD法)	溶液法
イメージ	 SiC原料を昇華させて再結晶化	 ガス原料を反応させて結晶化	 炭素含有Si融液中で結晶化
特徴	一般的な手法	原料を連続供給可能 高純度原料 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) 結晶成長速度が低い	大型化、低コスト化 ガス流れや温度制御 ガス導入部などの詰まり	結晶中への不純物取り込み 結晶成長速度が低い
取組み企業	Wolfspeed、II-VI、ローム	STマイクロ (Norstel)、デンソー	日本製鐵、UJ-Crystal (名古屋大学発のベンチャー)

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)

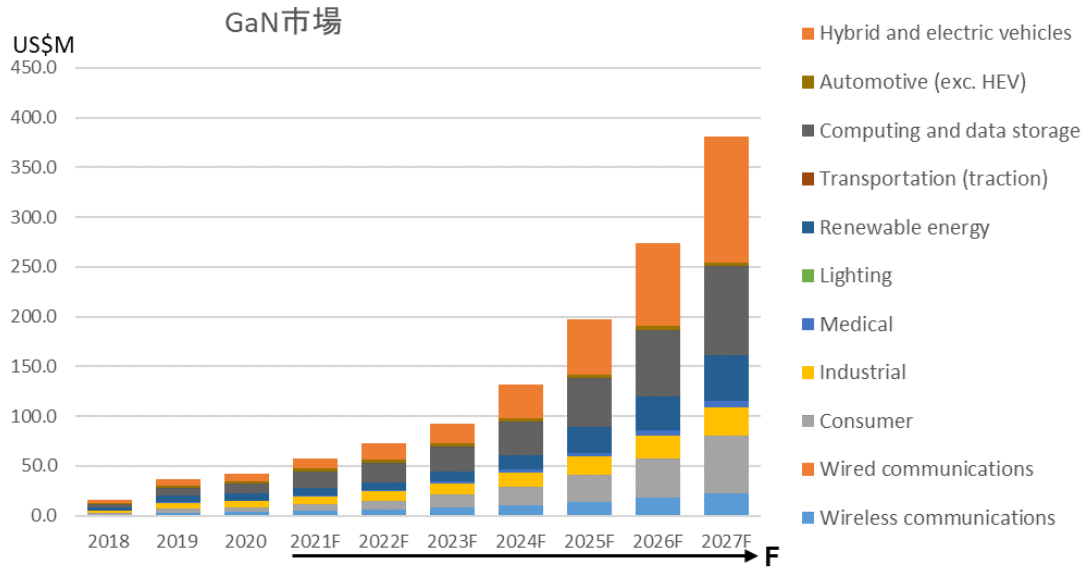
- ・米国内工場およびチェコ工場における生産施設の拡張工事が完成
- ・GT Advanced Technologies買収

■ Wolfspeed (アメリカ)

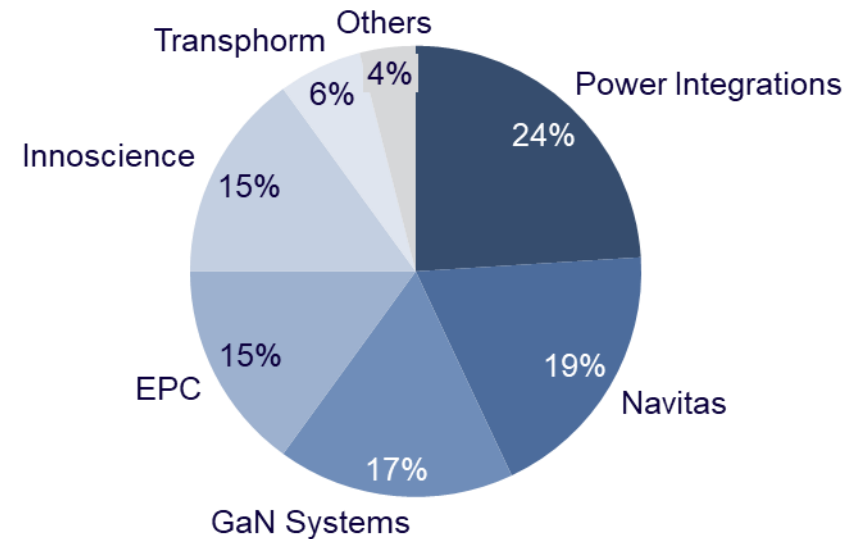
- ・米国のウェハ製造工場を新設
- ・ドイツにも8インチ工場の建設計画を発表

GaNパワーデバイスの市場動向と現状

- 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

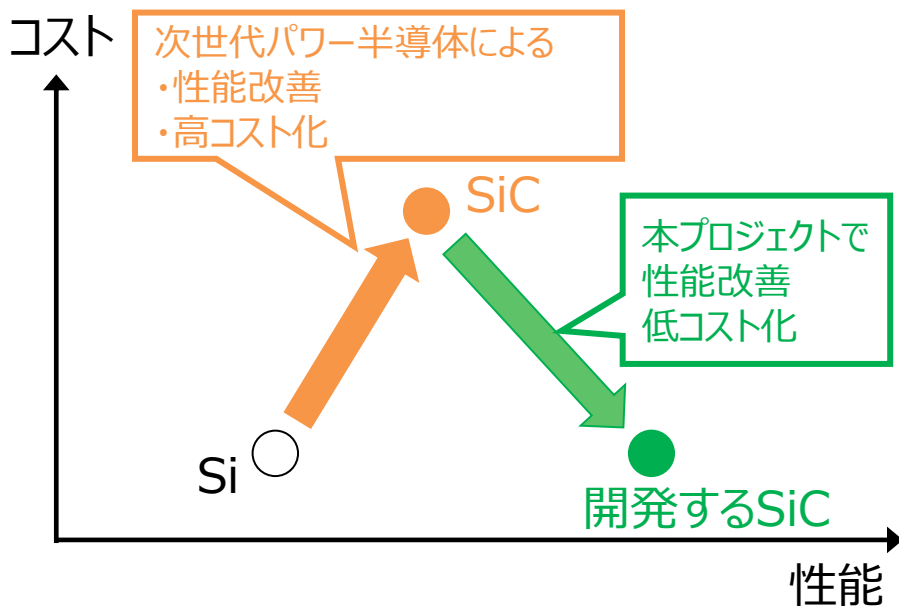


出典：Yole “Power GaN 2022”

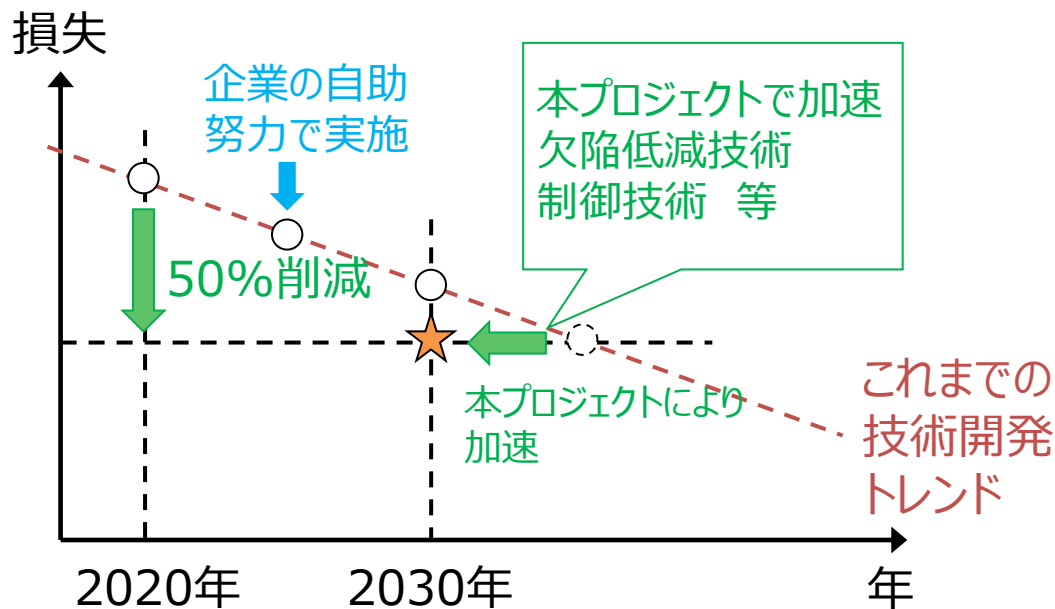
次世代グリーンパワー半導体に係る研究開発目標

- 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



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

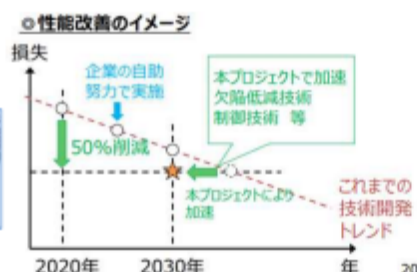
- ① 2022年度～2027年度(6年間)
- ② 2022年度～2030年度(9年間)
- ③ 2022年度～2026年度(5年間)
- ④ 2022年度～2028年度(7年間)

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



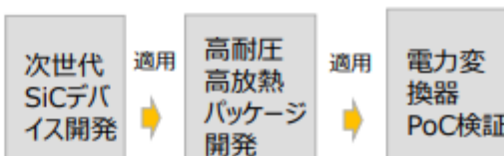
応用先

- 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



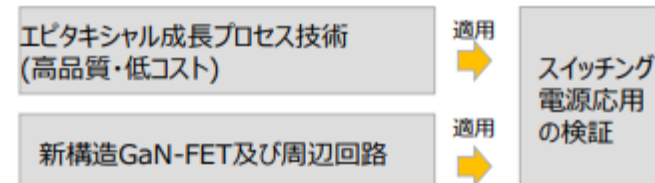
② 次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発



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

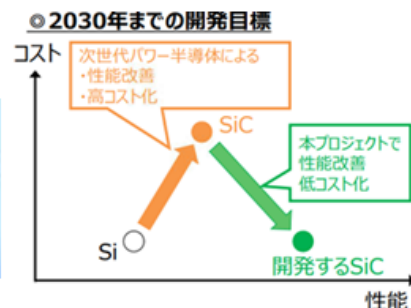
- ① 2022年度～2030年度（9年間）
- ② 2022年度～2029年度（8年間）
- ③ 2022年度～2030年度（9年間）

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%）

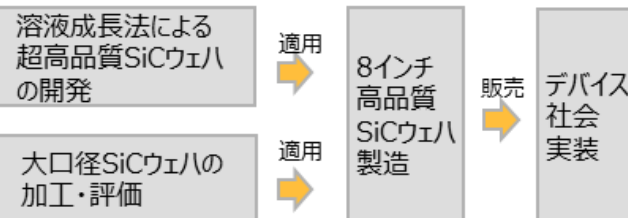
事業イメージ

全体像

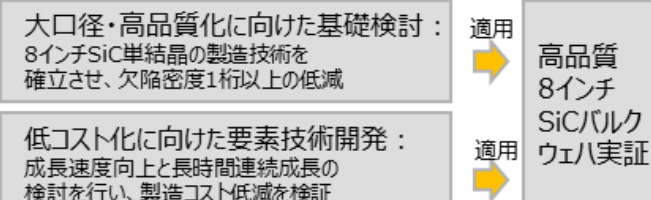


- 複数の手法（昇華法、溶液法 他）による大口径化・高品質化に向けた開発を実施

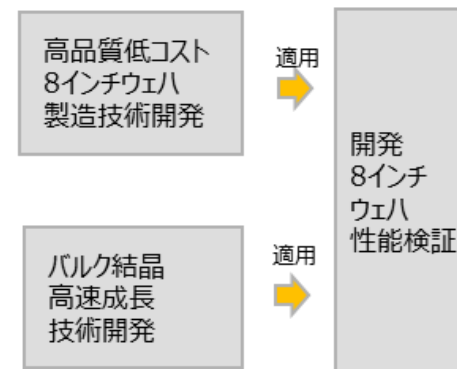
① 超高品質・8インチ・低コストSiCウェハ開発



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



本プロジェクトで取り組むテーマ

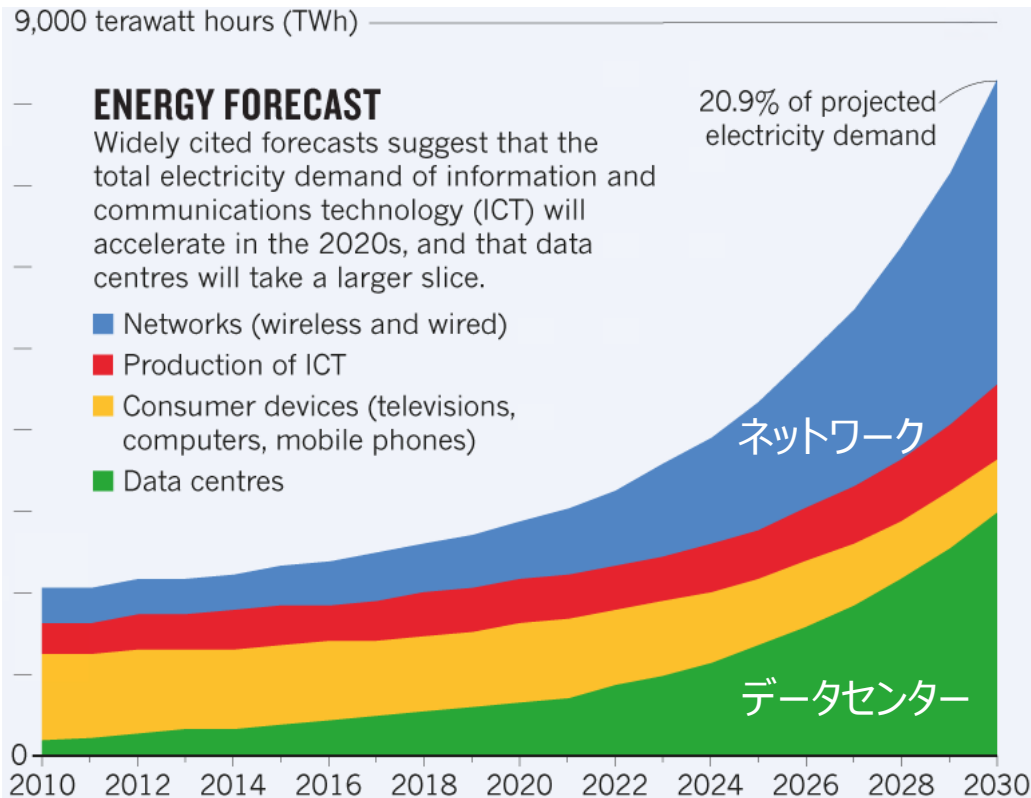
(1) 次世代グリーンパワー半導体

(2) 次世代グリーンデータセンター

社会・経済を支えるデジタルインフラ（計算資源）のグリーン化の必要性

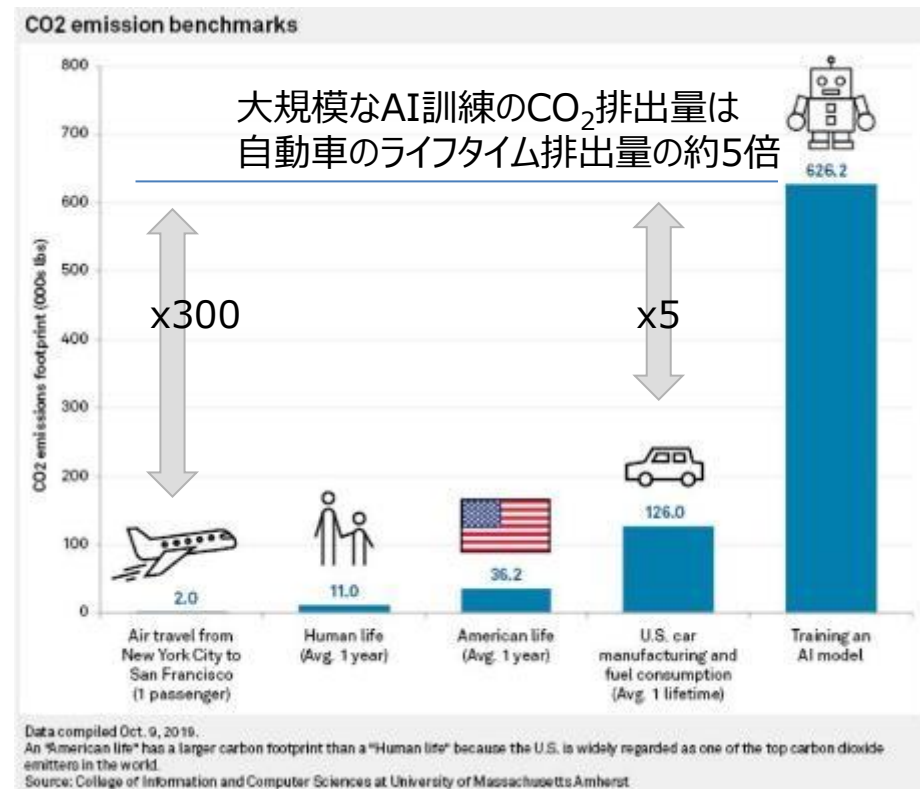
- IoTデバイスやAI需要の爆発的増加に比例して、データ処理に必要な電力消費量も増大する。
今後、電力消費量が制約となり、機会損失が増大する恐れ。
- 加えてAIの環境負荷への懸念も増大。

デジタルインフラの消費電力量の推移及び予測



出典：Nature 2018/9

CO₂排出量ベンチマーク



出典：Forbes 2020/8

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

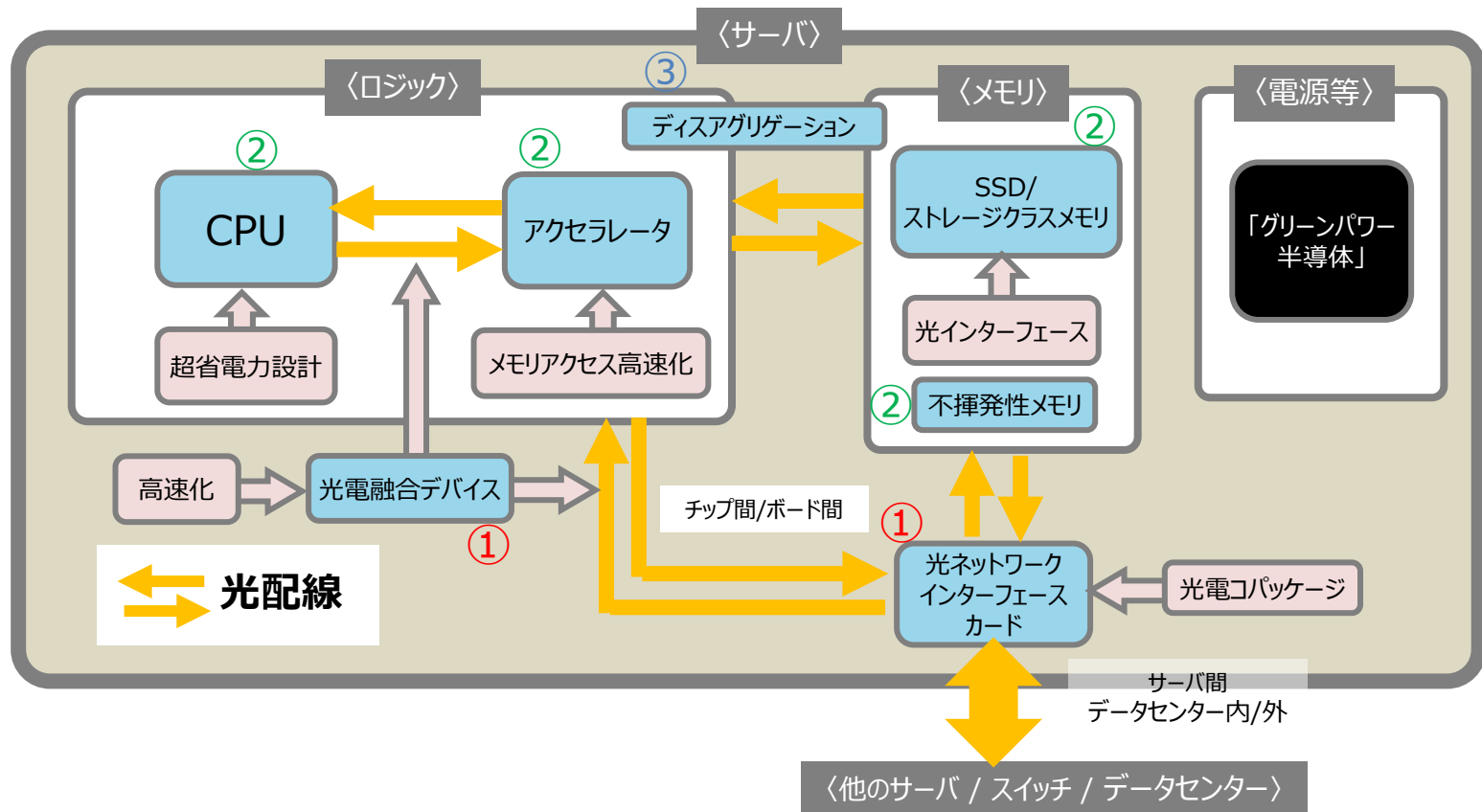
*ENERGY STARとは、米国環境保護庁(EPA)と米国エネルギー省(DOE)が運営する、エネルギー効率を促進するプログラムである

グリーンDC市場



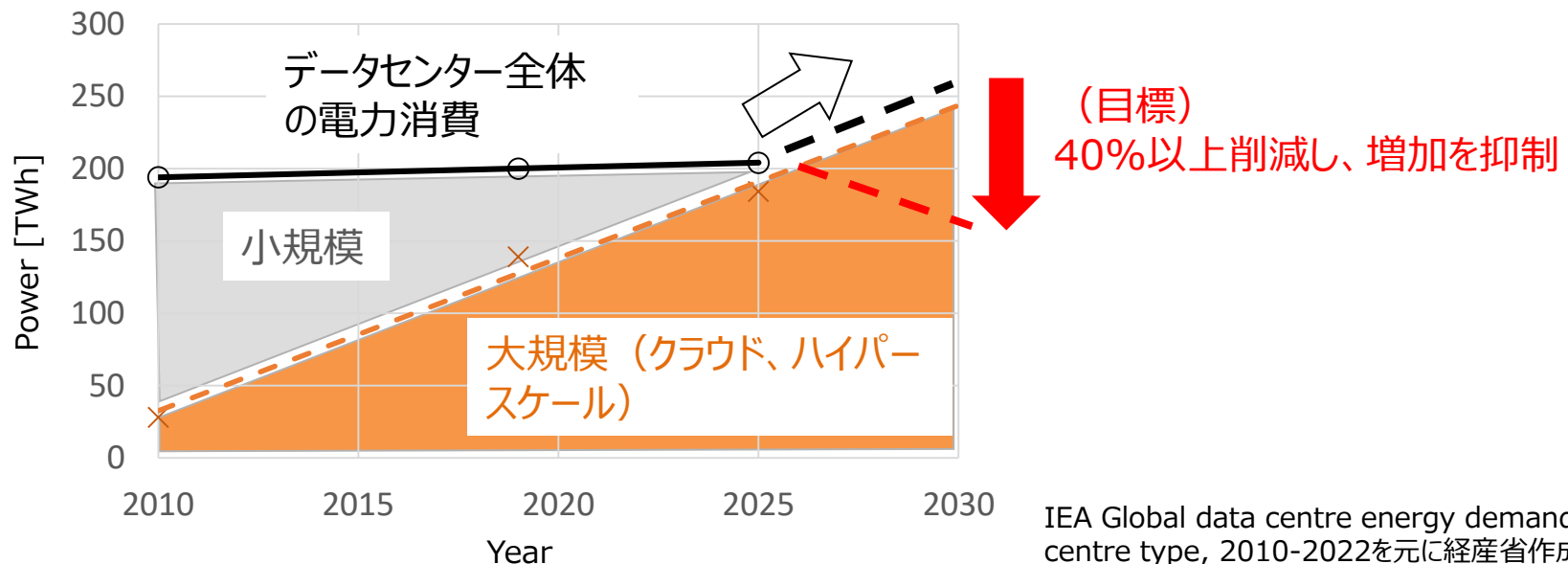
次世代グリーンデータセンター技術開発（全体像）

- 2030年までに、①光エレクトロニクス技術（光電融合モジュール）の開発、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（CPU、アクセラレータ）、③ディスクアグリゲーション技術の開発により、データセンターの40%以上の省エネ化を実現。



データセンターの電力消費の状況と本プロジェクトの研究開発目標

- これまでは、従来型データセンターから、効率の良い大規模なクラウド型・ハイパースケール型データセンターに置き換わることにより、世界のデータセンターの電力消費量の増加は比較的抑制できていた。(2010～2019年は約 200 TWh 程度で微増。世界の電力消費の0.8%)
- 一方で、今後は大規模データセンターの急増により、データセンター全体の電力消費量も増加に転じることが予想され、これまでの技術進化では、電力消費量の増加に追いつけないと予想される。
- こうした背景の下、本プロジェクトでは、光電融合技術等をデータセンターに適用することで、2030年までに、現時点の最先端のデータセンターと比べて40%以上の省エネ化を実現する。



市場動向と今後の取組方針

● 市場動向とその変化

データセンターにおけるエネルギー需要は更に増大し、省電力化が益々求められているICT機器の高度な制御を可能とする次世代インターコネクト規格の策定など社会実装に向けた活動が活発化。

一方、アクセラレータの競争環境が変化し、投資力を梃に**最新の技術を一早く適用した汎用アクセラレータ製品がNECが開発を進める「省電力アクセラレータ」を超える勢いでデータセンターのAI領域を広く網羅するレベルまで進化。**

● 今後の取組方針

上記の著しい競争環境変化により、当初見込んでいた事業計画の実現が困難となったため、次世代グリーンデータセンター技術開発のうち「省電力アクセラレータ開発」について、NECは経営判断として当該開発を中止。**この中止がテーマ全体の省エネ目標達成には影響ない**ことを試算済み。

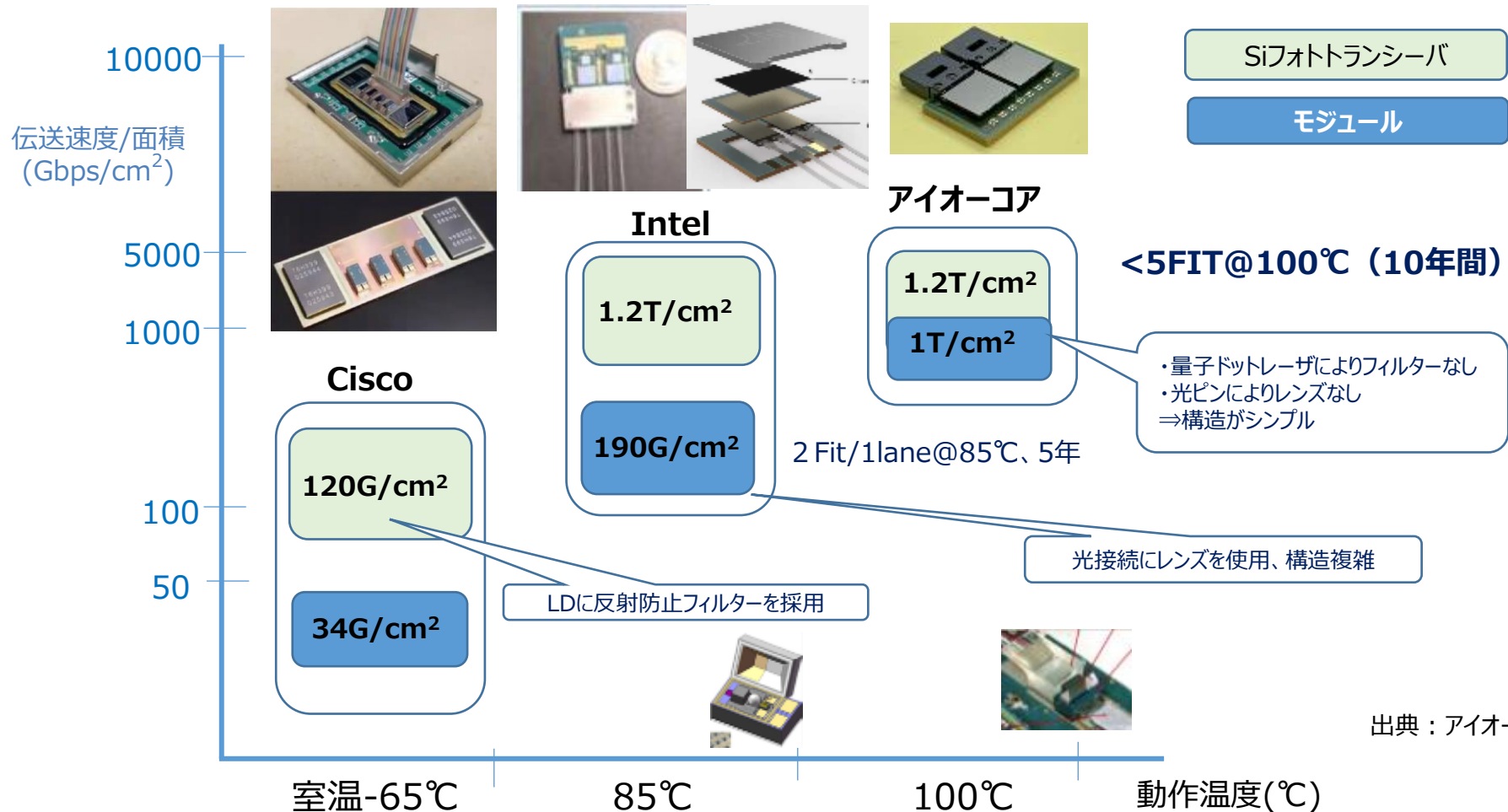
一方で、NECの事業戦略ビジョンでキー技術としている「ディスアグリゲーション技術の開発」は継続し、**汎用アクセラレータを用いてディスアグリゲーション技術の有効性検証とエコシステム形成を進めることで社会実装を加速。**

● 研究開発・社会実装計画の変更

「省電力アクセラレータ開発」を中止とする旨を明記。

国内外における光電融合モジュールの開発動向

- ◆ データセンターのサーバ周りに向けた光電融合モジュールの取り組みは、光源内蔵型のアイオーコア、Intel、Ciscoの3社。
- ◆ データセンターのサーバ周りでは、高温環境下で使用可能な光モジュールが必要。

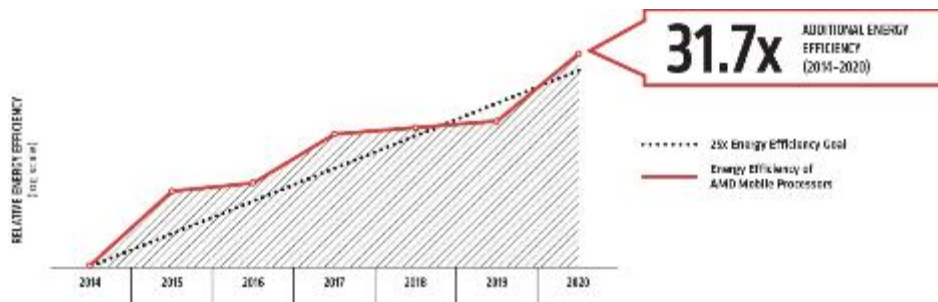


諸外国における省電力CPUの開発動向

- X86/Arm/RISC-Vのアーキテクチャが存在。従来のx86は米国企業が二強で、特にAMDは2014-2020年の間に25倍のエネルギー効率向上を達成するなど、業界最前線。
- ArmとRISC-Vは、米国の中堅・新興企業が開発を推進。

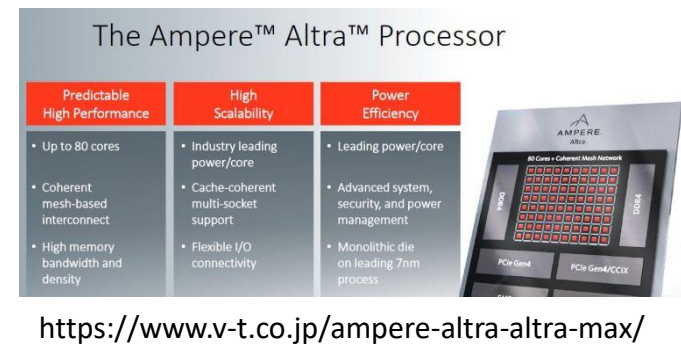
<米国・AMD (X86) >

ワットあたりのパフォーマンスに注力し、2014-2020年で25倍のエネルギー効率向上



<米国・Ampere (Arm) >

Armコアを80個集積するサーバ専用のマイクロプロセッサ「Ampere Altra」を2020年に発表



<米国・SiFive (RISC-V) >

5年以内に商用サーバでの実用化を目指す
と2019年に宣言

<米国・Marvell (Arm) >

Armコアを中核にしたネットワークインフラ装置向けプロセッサの「OCTEON シリーズ」を2020年に発表

諸外国におけるアクセラレータの開発動向

- 新興企業を含めた様々な企業がアクセラレータの開発を実施。新興企業のGraphcore/GyrfalconはDC/エッジ等をマーケットとして事業を展開。**AMDとNVIDIAが光学実装の研究開発を推進し、社会実装を加速。**

技術開発企業	取組内容
Google	• Googleは自社のAIサービス(検索・翻訳)のインフラ強化、クラウドサービスのオフリング拡大の為に深層学習用の半導体を開発 • TPU v4を開発(2021)
Intel	• データ処理アクセラレーションのため、IntelはFPGAからAIチップまで自社開発と買収戦略を繰り返して多岐にわたるソリューションを提供している • 2019年にはDL向けアクセラレーター開発企業Habana Labs買収
Graphcore	• 独自のAIプロセッサ「IPU-Processor」を開発 • 新興AIアクセラレーターは投資家からの評価も高く、データセンター向けの採用も進んでいるものとみられる
Gyrfalcon	• エッジの推論処理に特化したGyrfalcon社は、TSMCのembedded MRAMを、AIにおける推論処理に活用することで、高速なIO処理と低消費電力を狙っている模様
AMD	• AMD Instinct(HPCとAI向け) v3を開発(2021) • AMD とRanovusはサンディエゴで開催されるOFC2022にてXilinx(Versal ACAP : アクセラレータ)のコパッケージされた光学実装の共同デモンストレーションを実施
Nvidia	• dpu bluefield 3を開発(2021) • 2020年にGPUパッケージと4.8TbpsNVLink用のスイッチの両方で、GPUとコパッケージ化された光学系の設計を披露

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

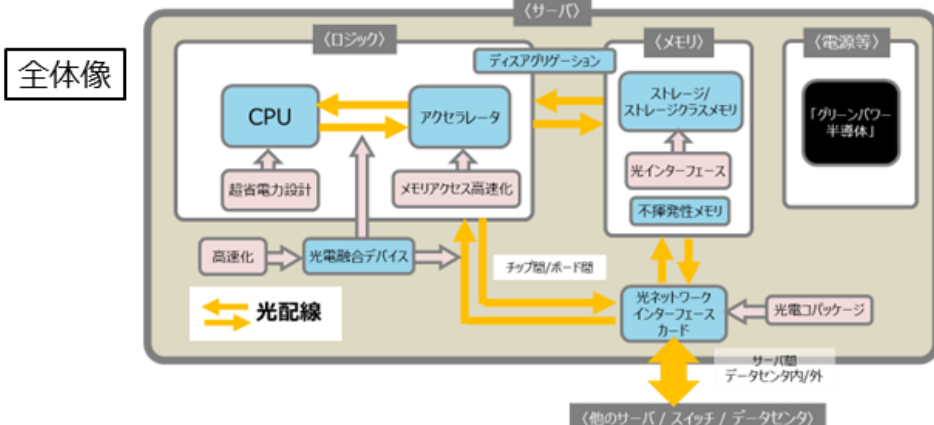
※太字：幹事企業

- 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）
 キオクシア(株)（広帯域SSD開発）
- ②**日本ゼオン(株)**（不揮発性メモリの開発）

事業期間

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

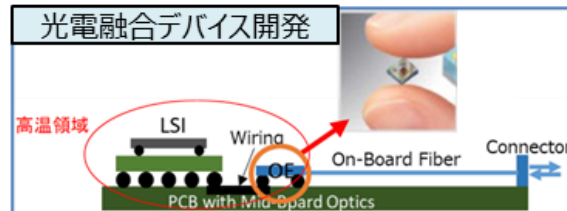
事業イメージ



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%）

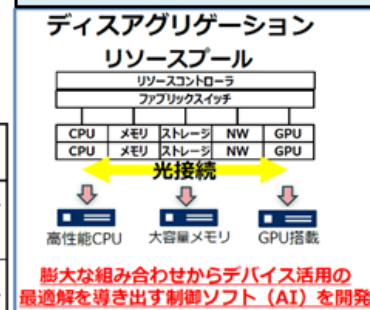
光電融合デバイス開発



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 ・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



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、さらに動向調査分科会を設置し、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。
- 2022年11月にシンポジウムを開催し、データセンター事業者のNTTコミュニケーションズが基調講演、その他社会実装推進部会紹介などを実施した。

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）

情報発信・アウトリーチ活動

・動向調査分科会

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）

・ディスタグリーゼーション分科会
・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）