

**半導体デジタル戦略における
本事業の位置づけと
日本ゼオン事業中止における経緯説明**

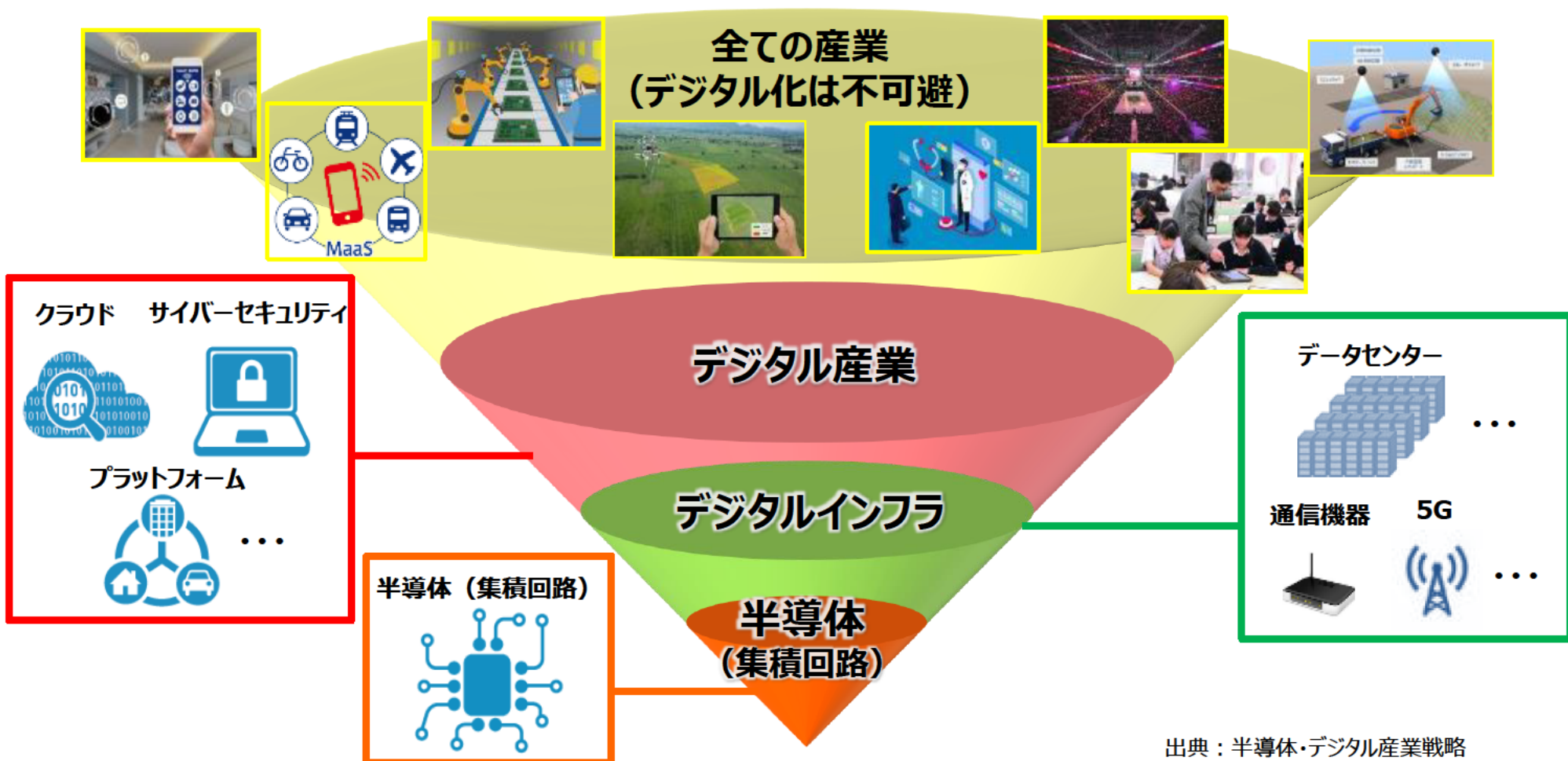
2025年5月

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。



- GXの効果を最大化させ、省人化と製品の高付加価値化による成長に寄与するDXを加速させるためにも、データやAIの活用に向けてデータセンターの国内整備が不可欠。データセンターの国内立地が増えれば、脱炭素電力に対する需要が高まるため、データセンターのエネルギー効率の改善に加え、供給源としての脱炭素電源の確保も加速させる必要。
- 今後のデータセンターの整備促進に当たっては、脱炭素電源の確保も促進しつつ、既存の電力インフラを活用可能な場所や将来的に電力インフラが立地する見込みがある場所の近傍への立地を誘導することが有効。その際、将来の光技術を活用したワット・ビット連携を見据えた段階的な対応が必要。

データセンターの国内整備の必要性

安全保障

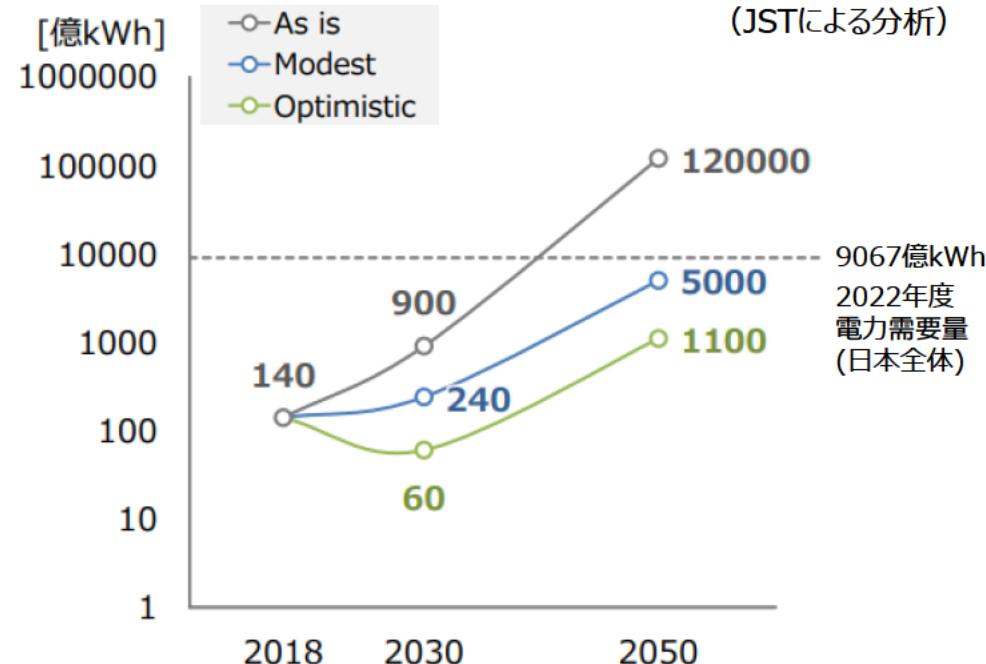
- 自国のデータセキュリティの強化

経済/ ビジネス 波及 効果

- デジタル赤字の緩和に寄与
(2023年度5.4兆円と近年拡大傾向)
- 多様な産業・用途でのAI実装
- 海外からの投資呼び込み

データセンターによる電力需要の増加

(JSTによる分析)

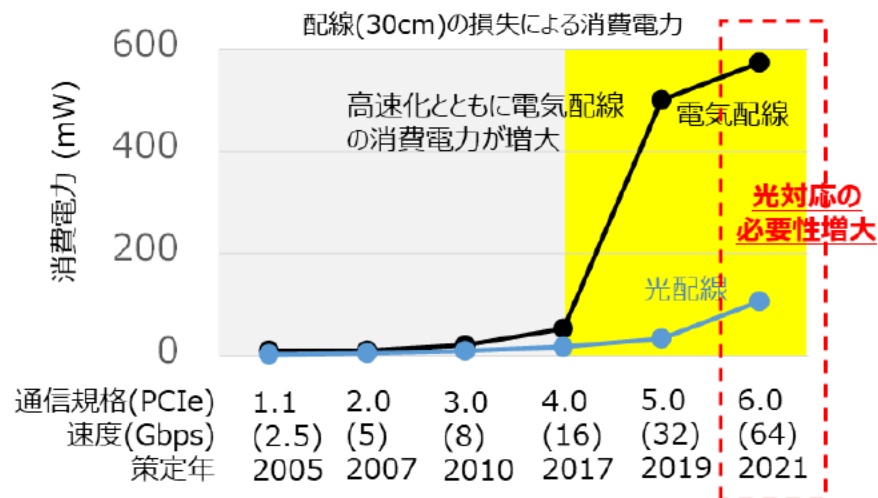


- As is : 現時点の技術のまま、全く省エネ対策が進まない場合
- Modest : エネルギー効率の改善幅が小さい場合 (2030年までと同等の改善率で2050年まで進捗)
- Optimistic : エネルギー効率の改善幅が大きい場合

次世代グリーンデータセンター

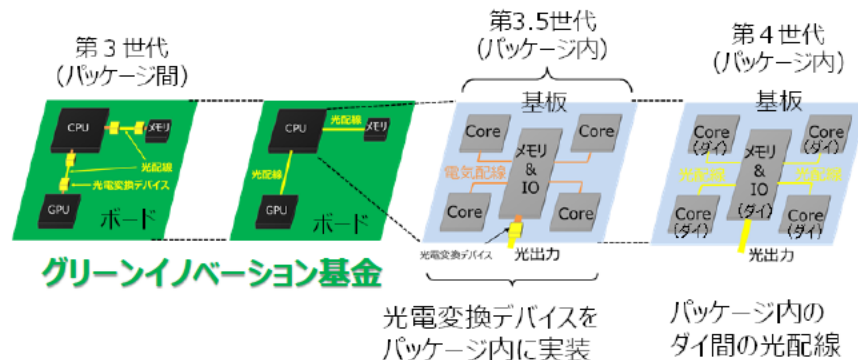
- データセンターの革新的省エネ化に向けて「**光電融合技術**」がゲームチェンジ技術として登場。
- 光電融合技術は、電子デバイスに光エレクトロニクスを融合し、**電気配線を光配線に置き換えることで、省エネ化・大容量化・低遅延化を実現**（ネットワークシステム全体で電力消費1/100）。
- 本プロジェクトでは、**サーバ内等の電気配線を光配線化する革新的な光電融合技術**により、データ集約拠点であるデータセンターの40%以上の大幅な省エネ化を目指す。

光配線化による消費電力抑制の効果

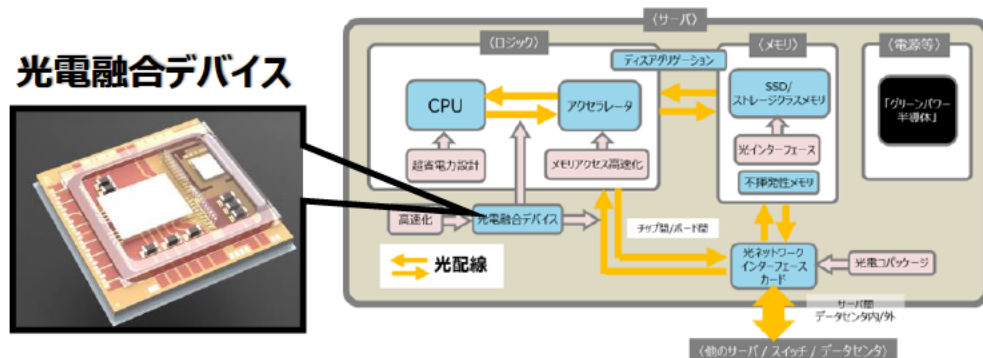


情報の伝送速度が上がる中、電気配線を用いた場合の消費電力が急増。
光配線化による消費電力抑制が不可欠に。

光電融合技術開発のロードマップ^o



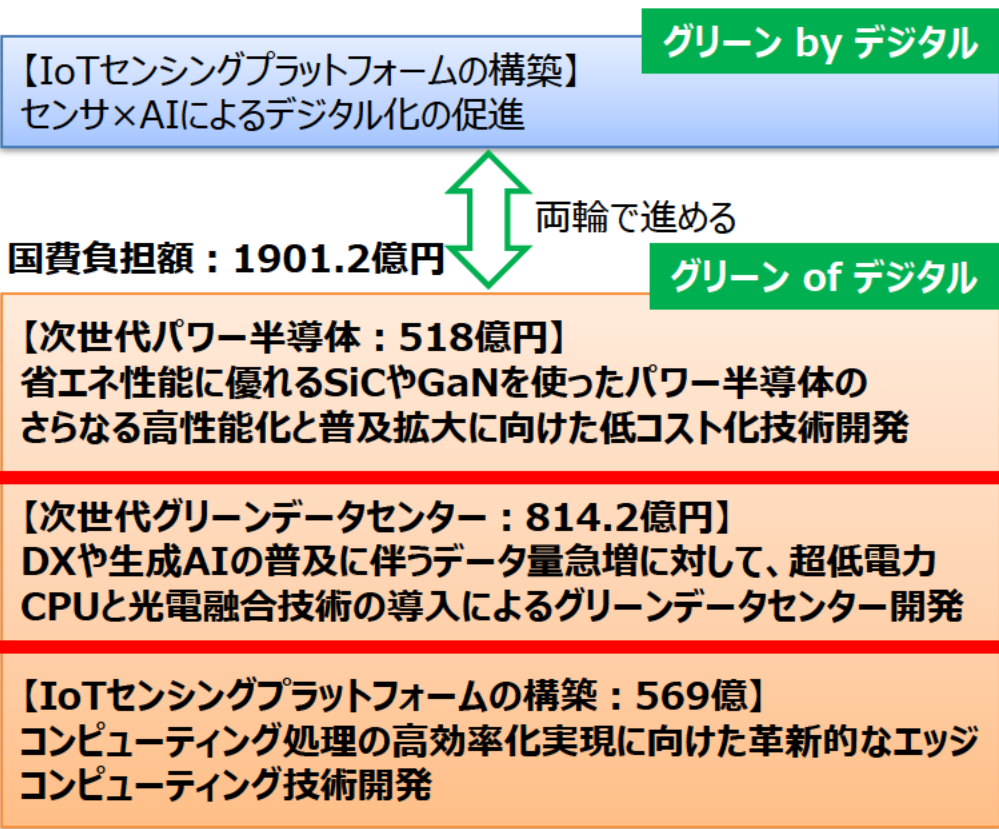
サーバーへの光配線導入イメージ



本事業の概要

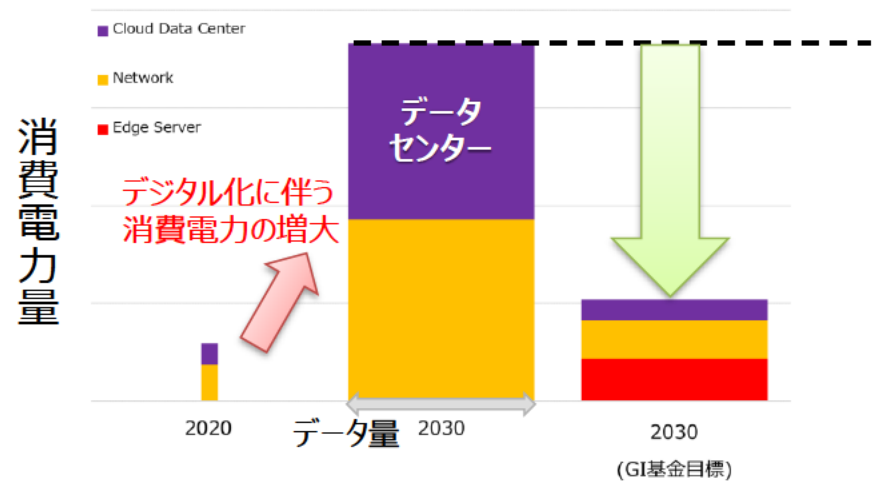
次世代デジタルインフラの構築

- 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の構築により、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

エッジサーバー、ネットワーク、データセンターの電力を低減



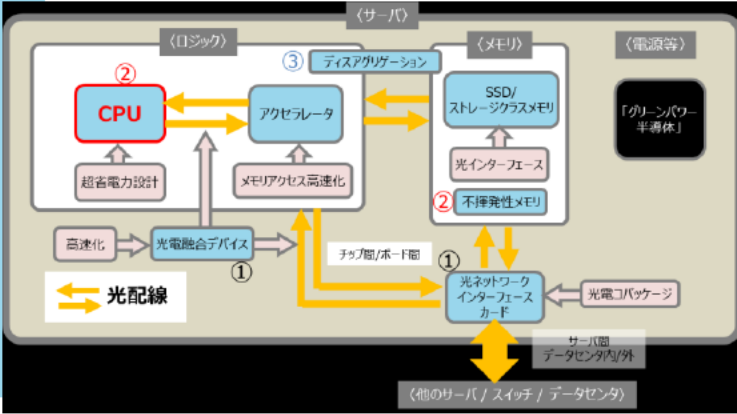
エッジ含む電気機器の省エネ化



本事業の概要

● 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、不揮発メモリの開発により、**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
- 2021年度～2028年度（不揮発メモリのみ2021年度～2030年度）



【主な成果】

①CPU省電力化に向けた低電圧駆動回路の基本設計を完了。最先端2nmTEGで回路要素の試作

※独自のマイクロアーキテクチャと超低電圧動作回路技術により、**GAFAMに対する技術的優位性を確保**

②100℃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高温での動作が可能であり、**サーバーに要求される高温耐性に優位性**

③AI技術を活用し、アプリに応じてDC内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開発

※省電力を含めた運用コストの削減が、**VMware(Broadcom)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】

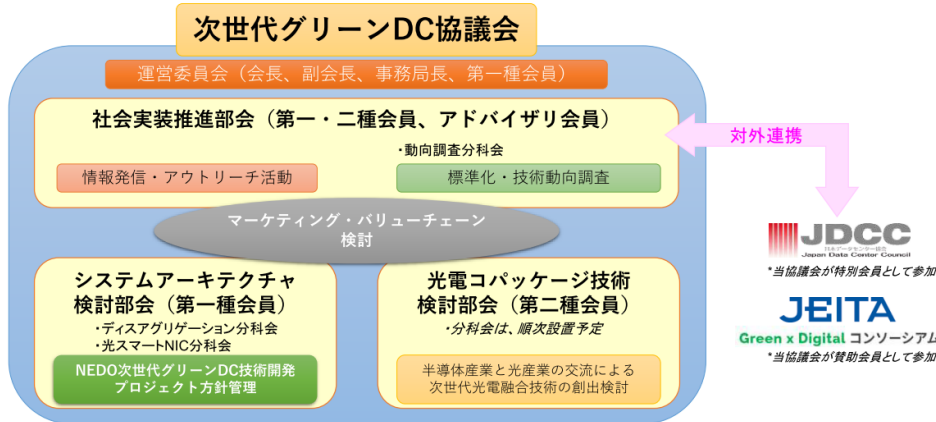
- ・要素技術を統合したシステム実証、さらにIoTプラットフォームセンシングの構築と併せて、クラウド、エッジコンピューティングの電力削減に向けた研究開発を継続
- ・協議会等を通じた早期の顧客対話を開始

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、サプライヤー、ユーザー、プレーヤーの動向調査やグローバルなニーズの把握を行う。また、システムアーキテクチャ検討部会を設置し、各社開発コンポーネントの機能分担や整合管理を議論し、標準化・市場・技術動向に留意した共同事業の方針管理を行う。
- 2023年10月に第二回シンポジウムを開催し、エクイニクス・ジャパンが基調講演、富士通や Coherent Corp.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。



運営体制：組織図



次世代グリーンDC協議会第2回公開シンポジウム 協議会紹介

8



4

© 2022 Council on devices and systems for next generation green data centers
© 2022 Fujitsu Limited

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、大阪万博で出展中（5/13～26）
- 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体験））

（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

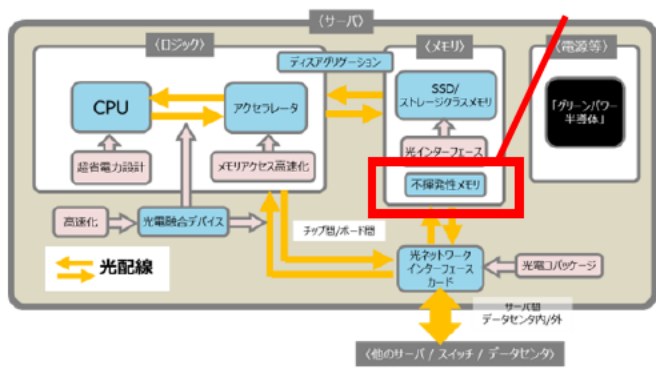


日本ゼオン事業中止の経緯

日本ゼオンの開発内容

- 次世代グリーンデータセンター技術開発において、日本ゼオンは、DRAMに替わる**高速・大容量の不揮発メモリの開発**を担当し、データセンターの40%以上省エネ化に貢献することを目指してきた。
- **カーボンナノチューブ**を利用した革新的な**不揮発メモリ（NRAM）**に着目し、NRAM基礎技術を有するNantero社、デバイスメーカー（富士通セミコンダクターメモリ）、研究機関（産総研、広島大学）と連携した研究開発を実施。
- NRAMがスイッチング速度や必要エネルギーなどで他の不揮発メモリーに比べ高い性能を示すことは既に報告されていたが、これらの結果は単体素子レベルのものに留まっていた。本事業では、この**高い性能を300mmウエハスケールで実証し、集積性、信頼性、価格優位性を総合的に達成することでDRAMを代替する新たな市場を確保**することを狙っていた。

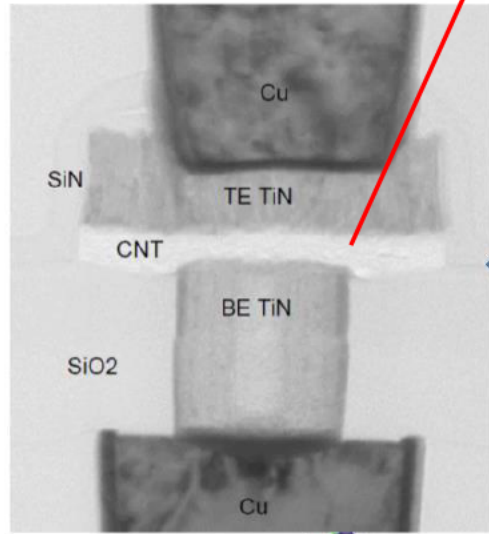
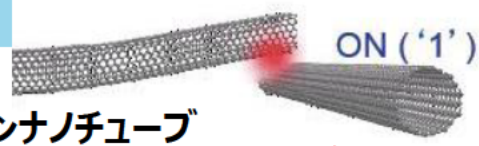
日本ゼオン担当



	2030年DC における内訳 (推定) [%]	削減率 [%]	削減後の値 デイスアグリゲーション による最適化 (ネットワークを除く IT機器20%削減)	削減量 [%]
CPU	26.9	90	2.7	
ACC	6.7	0	6.7	
IT機器	DRAM	9.9	60	4.0
電気配線	4.4	90	0.4	
SSD	1.2	0	1.2	
ネットワーク	14.9	25	11.2	
IT機器以外	35.9	0	35.9	
			11.2	37.1
			35.9	0.0

(試算)すべての目標が達成された場合、40%を超える電力削減を達成

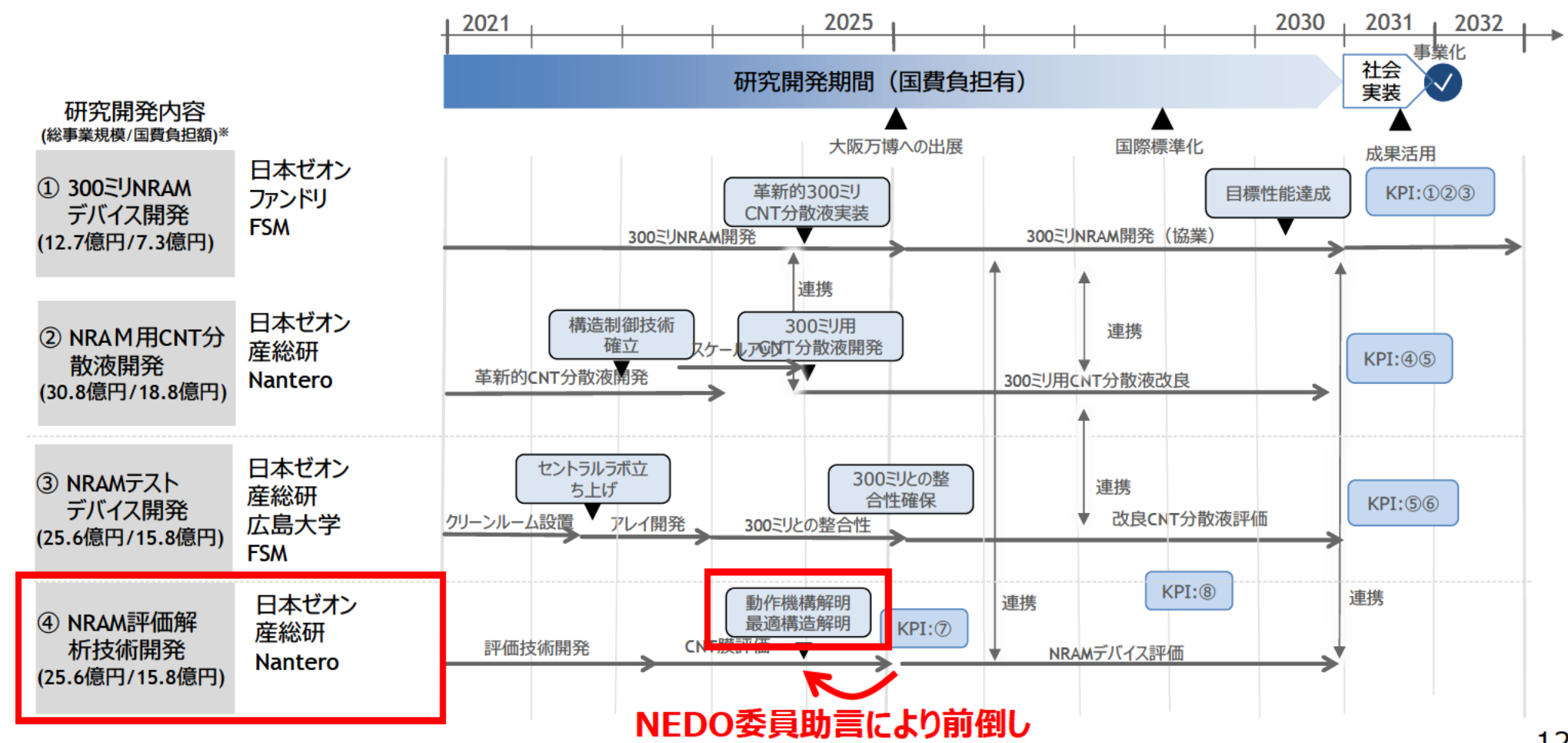
カーボンナノチューブ



日本ゼオンの事業計画

目標： 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

- 動作原理機構は、事業中盤より本格化する300ミリ集積化において極めて重要なため、NEDO委員からの助言も踏まえ計画を前倒しし、最重要項目として研究開発に取り組んでいただいた。



中止に至った経緯

- 2021年の事業開始当初、NRAMの動作原理はカーボンナノチューブの機械的な動作（接触／非接触）と考えられていた。
- しかし、本事業の研究開発において、NRAMの動作原理および故障要因が、他の不揮発メモリ候補である抵抗変化型メモリReRAMと同様と明らかになった。
- ReRAMのメモリ製品として保障できる動作回数は一般に 10^6 回程度であり、本プロジェクトの最終目的であるDRAM（動作回数 10^{12} ）の代替実現は困難と結論付けた。
- 2024年12月、日本ゼオン及び研究パートナー各者が2024年度末の中止を最終決定。

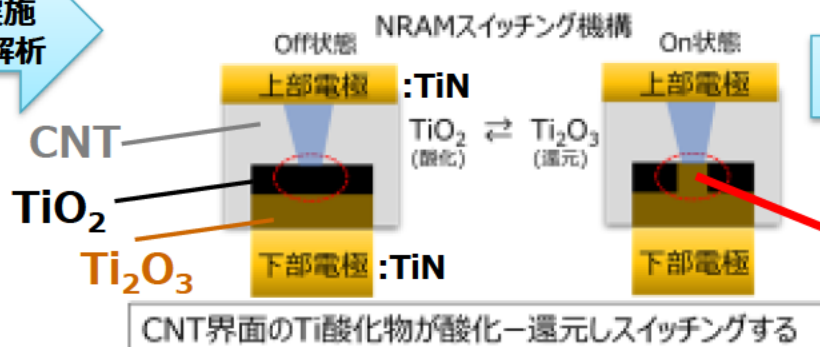
◎PJ開始前Nantero提案の動作原理



その為、産総研で動作機構が研究された

PJ実施
中に解析

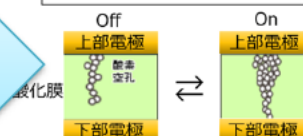
◎産総研が解明した動作原理(2024.3月の成果)



24年度
に検証

◎日本ゼオンの結論

動作原理が既存の抵抗変化メモリ（ReRAM）と同等のため 10^{12} 回書き換えおよびDRAM代替困難



図：ReRAMの動作原理

既存ReRAM寿命： 5×10^5 回

酸化膜が不可逆的に破壊され
長寿命は難しい

・通電により TiO_2 が Ti_2O_3 に化学変化して抵抗減少
・繰り返し通電により TiO_2 に戻らなくなる、通電回数が 10^6 回が限界であるため、DRAM代替は困難。

NEDO委員会の評価と情報産業課の見解

- 2025年2月のNEDO委員会で技術面より審議し、中止は妥当と評価された
 - － 動作原理に関する信頼性の高い調査結果が報告されている。動作原理を明らかにしたことは評価できる。
 - － 学術上意義のある結果も多く含まれており、学術的出版物として公開することを望む。
 - － DRAM代替は叶わないが、他の使用用途がないか検討することを望む。
 - － 中止意思表示（2024年9月）から年度末にかけての研究開発費の使用も、本事業の資産を残す意味で了解できる。人件費や実施済み役務の支払いなどやむを得ない物もある。ただし、必要最小限の範囲での計上となるよう求める。
- 情報産業課としても、今回は事業開始時に予見することのできない事由であって、事業者の責任によらず、中止はやむを得ないと考えている。

グリーンイノベーション基金事業費助成金交付規程（NEDO規定）

（中止又は廃止の承認）

第17条 機構は、助成事業者が、第30条第5項ただし書きに定める助成事業者の責任によらない事情があるとWGが認めた場合において、当該助成事業の全部又は一部を中止し、若しくは廃止しようとするときは、助成事業者にその承認を受けさせるものとする。

2 機構は、助成事業者が前項の承認を受けようとするときは、様式第7に準じた中止（廃止）承認申請書をあらかじめ提出させ、これを審査し、当該申請に係る中止又は廃止がやむを得ないと認めてこれを承認したときは、様式第16により速やかに当該助成事業者に通知するものとする。

3 第13条の規定は、機構が第1項の承認をした場合に準用する。

（改善点の指摘及び事業の廃止決定）

第30条 5（抜粋）助成事業開始時点で予見することのできない事由等であって助成事業者の責任によらない事情があるとWGが認めた場合については、助成事業者の希望に基づき、WGによる助成事業者に対する改善点の指摘及び事業の廃止に係る意見を経ることなく、経済産業省と協議の上、事業を廃止できる。

研究開発費用について

- 当初予定事業総額91.36億円（助成額55.81億円）
- 24年度事業費は動作・故障原理解明を受けて、予算使用の妥当性を精査。事業費予定額11.14億円のところ4.67億円の計上に修正（助成額は予定額7.43億円のところ3.11億円に修正）。
- 削減案における総助成額は31.79億円（当初と比較して24.02億円減）

事業者	22	23	24	25	26	27	28	29	30	総額
事業額	13.71	29.32	11.14	6.75	6.49	6.49	6.49	6.49	4.48	91.36
助成率	2/3				1/2					-
助成額	9.14	19.54	7.43	4.5	3.24	3.24	3.24	3.24	2.24	55.81
(削減案) 事業額	13.71	29.32	4.67	0	0	0	0	0	0	47.70
(削減案) 助成額	9.14	19.54	3.11	0	0	0	0	0	0	31.79

今後の対応

- 本研究開発事業のモニタリング状況

- 本事業には挑戦的かつ基礎的な研究要素が含まれている事を認識し、モニタリングを強化していた。年2回の定期的な委員会だけでなく、懸念事項や相談事を含めてNEDO/METIに報告・面談していた。
- 例えば、委員の先生には「動作原理解明」を前倒しし最優先で実施するようコメント頂いた。そのご示唆のおかげで、今回の早期決断に至ったと考える。
- 今後に向けては、（今般のNRAM関連以外の開発事業について）より一層事業者と密に連携するようモニタリングを強化を検討している。一例として、これまで行っていなかったNEDO委員も交えた情報共有や委員会以外の場での議論も実施するよう準備を行っている。

- 本事業の最終目標は幹事企業である富士通とも連携し対応策を検討する。秋のWGでの報告を予定している。