

# 半導体・デジタル産業戦略の 現状と今後の方向性について

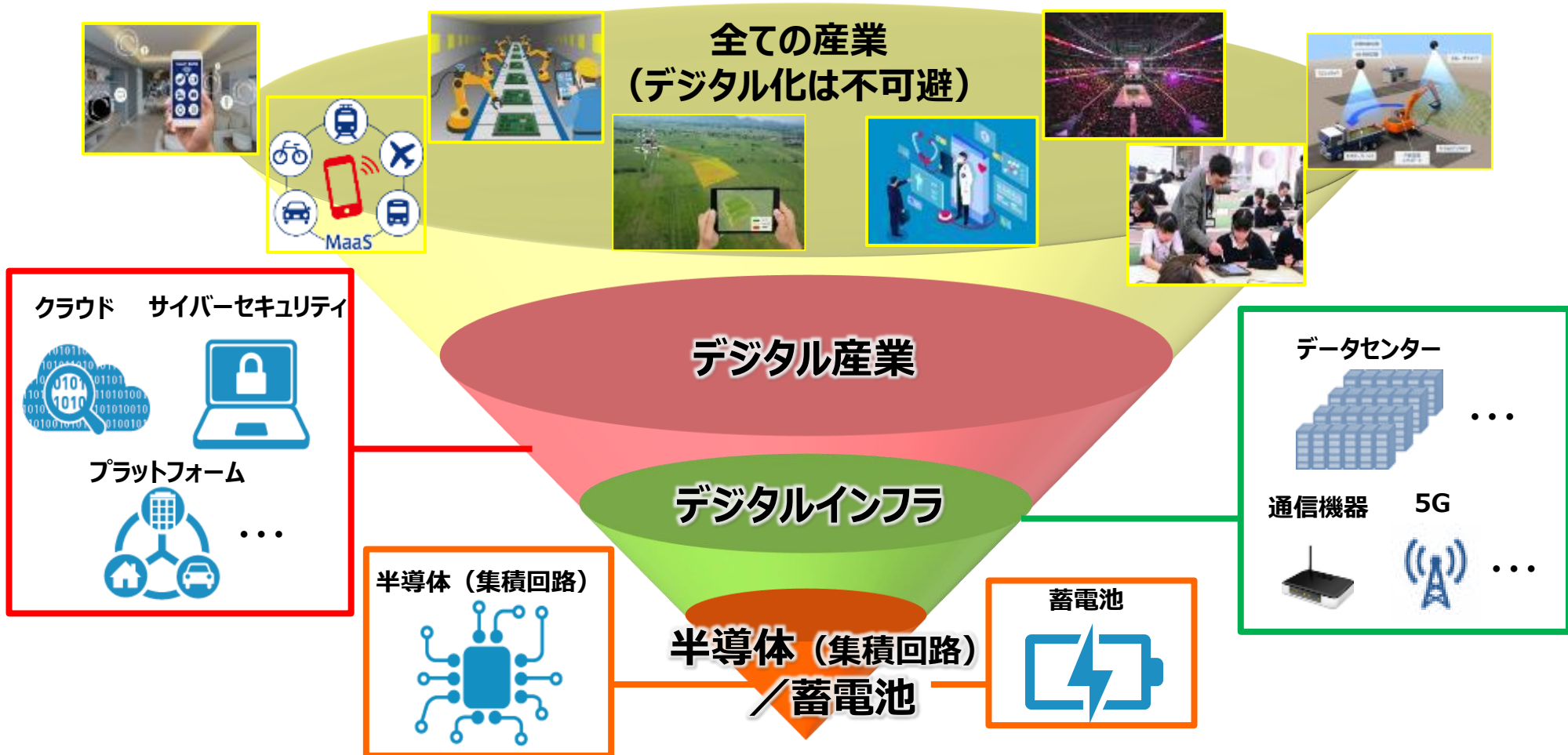
経済産業省

商務情報政策局 情報産業課

齋藤 尚史

# DX・デジタル化は全ての産業の根幹：半導体・デジタル産業戦略の必要性

- DX、デジタル化は、IT企業、製造業だけでなく、サービス業、農業なども含め、全ての産業の根幹。グリーン成長や、地方創生、少子高齢化などの課題は、デジタル化無しには、解決出来ない。
- 従って、デジタル社会を支える「デジタル産業」「デジタルインフラ」「半導体／蓄電池」は、国家の大黒柱。
- 我が国が抱える課題を解決し、先進国としての地位を維持していくためには、何よりも、「デジタル産業」「デジタルインフラ」「半導体／蓄電池」という大黒柱の強化が必要不可欠。



# 世界の半導体・デジタル産業政策

- 各国が、経済安全保障の観点から重要な生産基盤を困り込むため、異次元の半導体支援策を実施。

| 国・地域 | 産業支援策等   |
|------|--|
| 米国   | <ul style="list-style-type: none"><li>● 上院・下院間の長期間の調整を経て、2022年8月に「<u>The CHIPS and Science Act of 2022</u>」が成立。</li><li>● CHIPS法では、半導体関連（半導体及び関連材料・装置）のための設備投資等への補助基金（<b>5年で390億ドル</b>）やR&amp;D基金（<b>5年で110億ドル</b>）、半導体製造・装置の設備投資に対する<b>25%の減税</b>等が措置される。</li></ul> |
| 中国   | <ul style="list-style-type: none"><li>● 「国家集積回路産業投資基金」を設置（'14, '19年）、<b>半導体関連技術へ、計5兆円を超える大規模投資</b>。</li><li>● これに加えて、地方政府で<b>計5兆円を超える半導体産業向けの基金</b>が存在（<b>合計10兆円超</b>）</li></ul>   |
| 欧州   | <ul style="list-style-type: none"><li>● 2030年に向けたデジタル戦略を発表。<b>デジタル移行（ロジック半導体、HPC・量子コンピュータ、量子通信インフラ等）に1447億€（約18.8兆円）投資等</b></li><li>● EUは、半導体の域内生産拡大や研究開発強化を図る「<b>欧州半導体法案</b>」を発表。2030年までに官民で計<b>5兆6000億円</b>の投資計画。（2022.2）</li></ul>                                |
| 台湾   | <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>台湾への投資回帰を促す補助金等の優遇策</b>を始動。ハイテク分野を中心に<b>累計で2.7兆円の投資申請</b>を受理。（2019.1）</li><li>● <b>半導体分野に、2021年までに計300億円の補助金</b>を投入する計画発表。（2020.7）</li></ul>  |
| 韓国   | <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>半導体を含む素材・部品・装置産業の技術開発</b>に2022年までに<b>5,000億円以上を集中投資</b>する計画を発表。（2020.7）</li><li>● 「<b>半導体超強大国達成戦略</b>」を発表。半導体産業団地の拡大に向け、<b>2026年までに、340兆ウォン（35兆3600億円）の投資等</b>を計画。（2022.7）</li></ul>                                      |



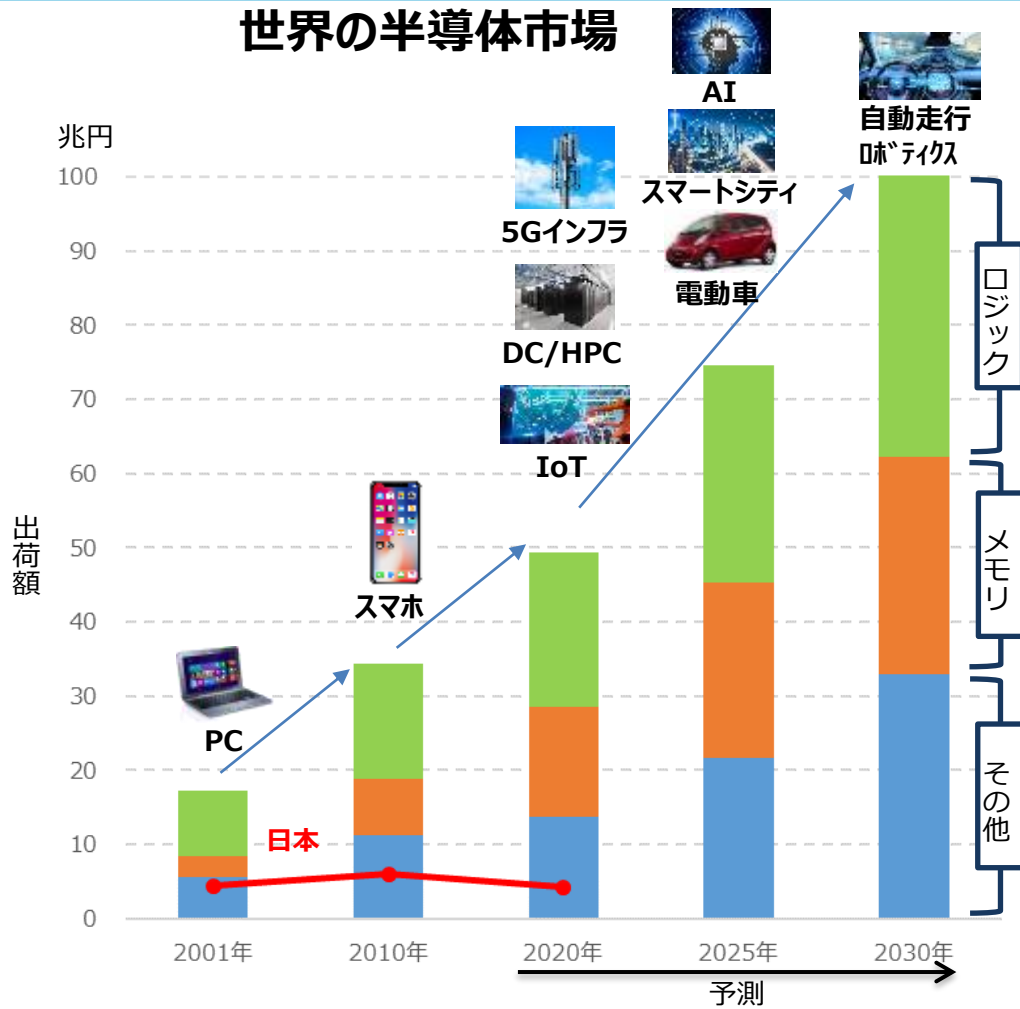
2022年8月9日、ジョー・バイデン米大統領が、「CHIPS and Science Act of 2022」（CHIPS法）に署名し、同法が成立。

（出典）Bloomberg

# 半導体市場の見通し

- 半導体市場は、デジタル革命の進展に伴い今後も右肩上がりで成長（2030年約100兆円）。
- ボリュームゾーンは、スマホ・PC・DC・5Gインフラに使われるロジックとメモリで、米韓台が市場席巻。
- 今後、5G・ポスト5Gインフラの基盤の上に、エッジコンピューティング・アプリケーション・デバイス（自動運転、FA等）での新たな半導体需要の成長が見込まれ、これが日本の参入機会のラストチャンス。

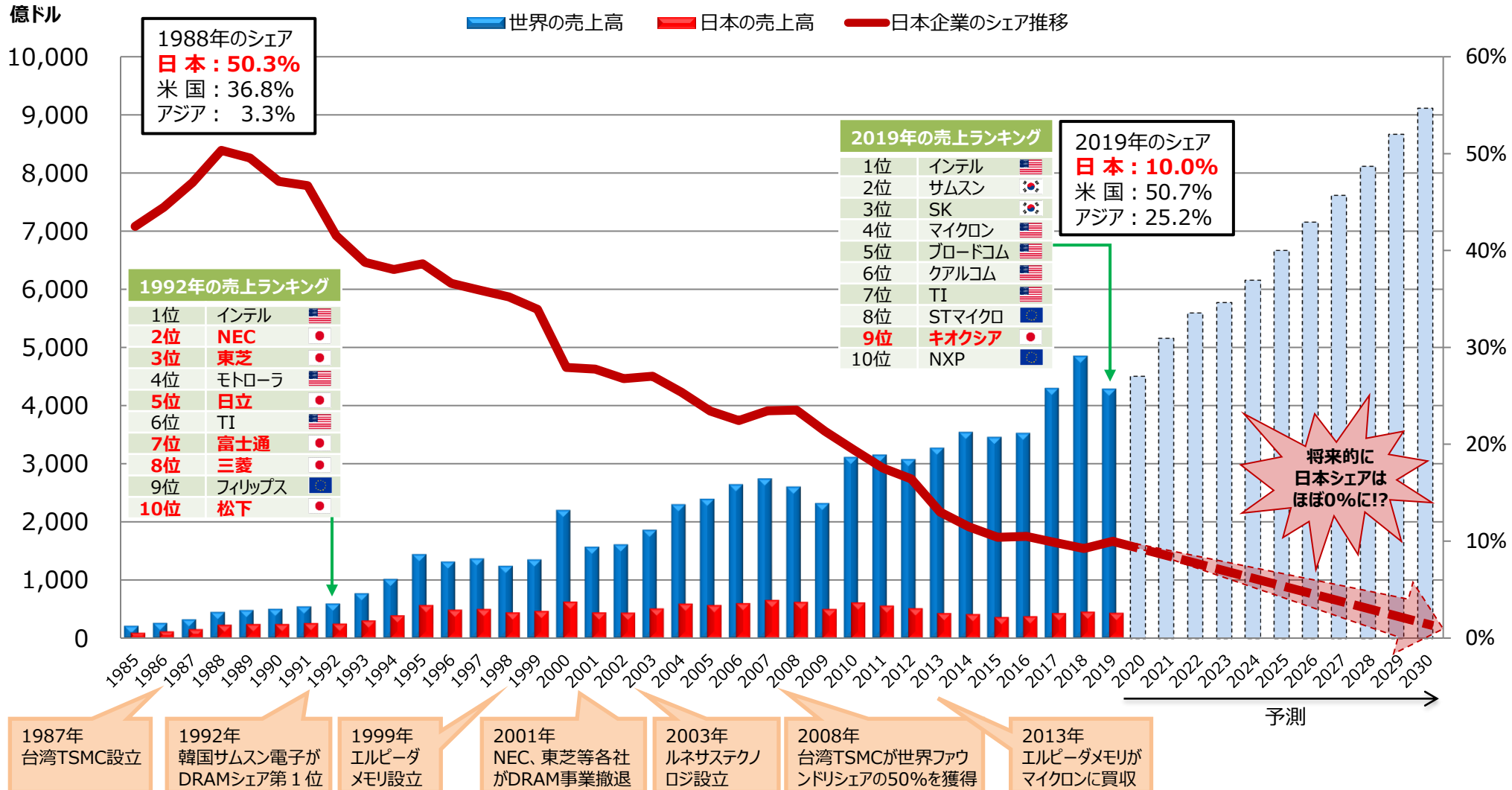
## 世界の半導体市場



|                 | 市場規模<br>2018年 | 製品例     | 主要企業                |
|-----------------|---------------|---------|---------------------|
| ロジック<br>(制御用)   | 21兆円          | プロセッサ   | intel tsmc          |
|                 |               | GPU     | QUALCOMM NVIDIA     |
|                 |               | SoC     |                     |
| メモリ<br>(データ記憶用) | 18兆円          | DRAM    | SAMSUNG SK hynix    |
|                 |               | NAND    | Micron KIOXIA       |
| その他             | 15兆円          | アナログLSI | Infineon SONY       |
|                 |               | パワー半導体  | ON Semiconductor    |
|                 |               | イメージセンサ | MITSUBISHI ELECTRIC |

# 日本の凋落 – 日本の半導体産業の現状（国際的なシェアの低下） –

- 日本の半導体産業は、1990年代以降、徐々にその地位を低下。





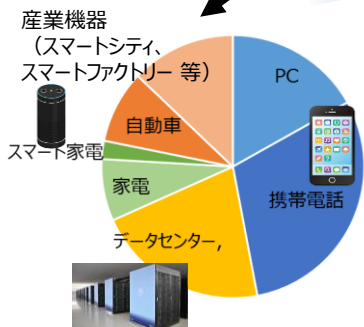
# 我が国半導体産業復活の基本戦略

- 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)

引用：OMDIAのデータを基に経済産業省作成

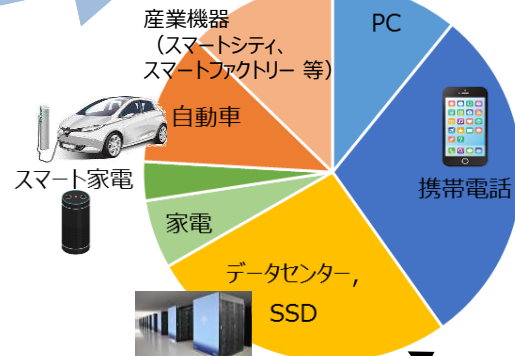
**Step 1 : IoT用半導体生産基盤**  
⇒生産ポートフォリオの緊急強化

2020年



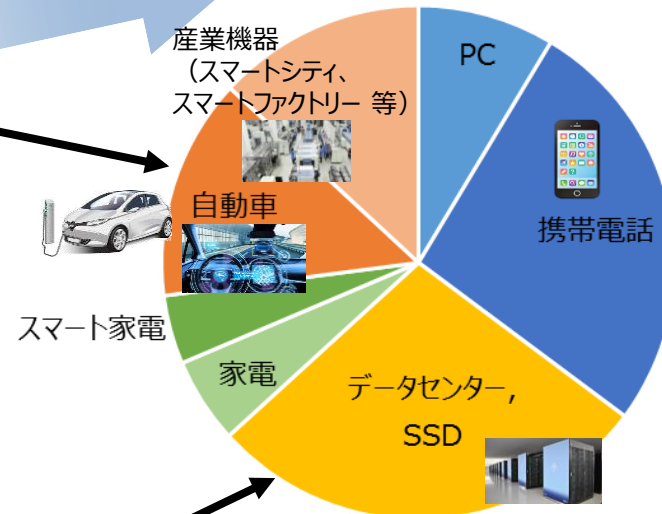
市場規模全体：約50兆円

2025年



市場規模全体：約75兆円

2030年



市場規模全体：約100兆円

**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

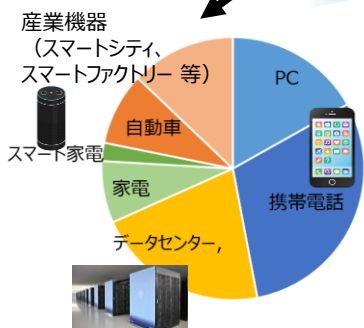
# 我が国半導体産業復活の基本戦略

- 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)

引用：OMDIAのデータを基に経済産業省作成

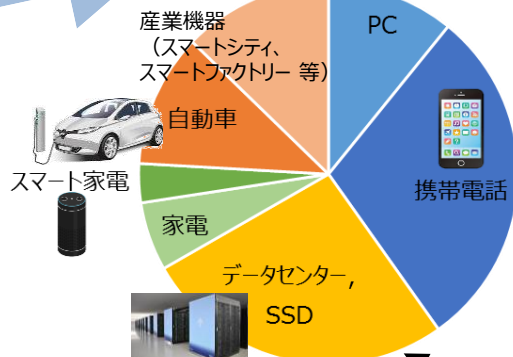
## Step 1 : IoT用半導体生産基盤 ⇒生産ポートフォリオの緊急強化

2020年



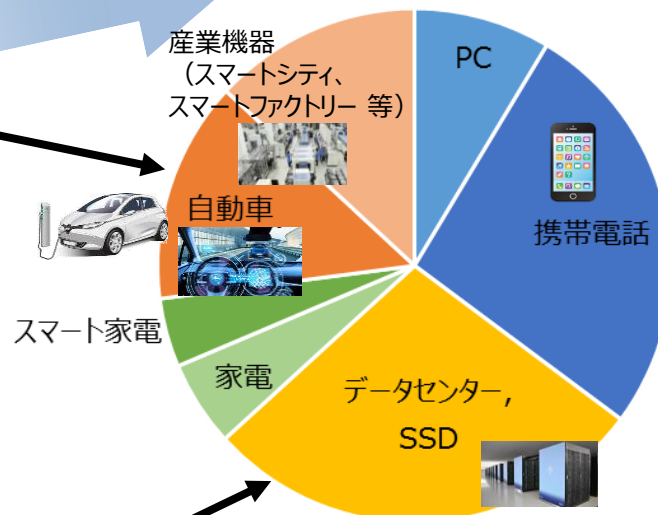
市場規模全体：約50兆円

2025年



市場規模全体：約75兆円

2030年



市場規模全体：約100兆円

## 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

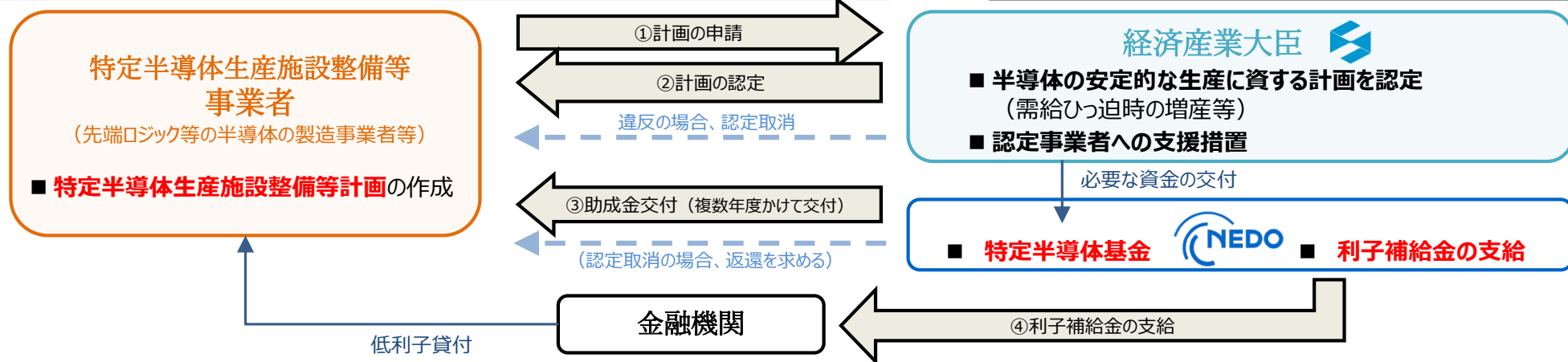
⇒グローバルな連携強化による光電融合技術など将来技術の実現

# 先端半導体の製造基盤整備

- 先端ロジックおよび最先端メモリ半導体の製造基盤整備を実現すべく、5G促進法およびNEDO法を改正し、令和4年3月1日に施行した。また、同法に基づく、支援のため、令和3年度補正予算で6,170億円を計上。
- 今後、半導体メーカーからの申請を受けて、先端半導体の生産施設の整備および生産を行う計画を認定。認定事業者に対して、助成金等をNEDOから交付し、支援を実施。
- 認定基準【5G促進法第6条・第11条・第12条関係】
  - ①指針への適合性、事業実施の確実性
  - ②一定期間以上継続的な生産、
  - ③国内での安定的な生産に資する取組を行うもの需給ひっ迫時の増産、生産能力強化のための投資及び研究開発等)
  - ④技術上の情報管理のための体制整備

## 先端半導体の製造基盤整備支援の概要

認定計画に従って行われる特定半導体生産施設整備等への助成金のための基金を設置。





# レガシー半導体（パワー半導体、マイコン、アナログ半導体）の供給不足

## 日本における半導体不足の要因分析結果

### 半導体需要の増加に対して、供給キャパシティの強化が追いついていない

- 2019年比で、2021年の世界半導体需要は20%増加。他方、供給能力については8%の増加に留まる。※参考 1
- 半導体不足が顕在化した2020年4Q以降、ファウンドリの稼働率は約95%を継続しており生産能力の限界。

（参考：ファウンドリの稼働率は90%を超えると需給逼迫状態と言われる）※参考 2

### 【対応に向けた見解】

- ファウンドリを中心に生産能力の増強が必須。
- 市場原理の中では投資インセンティブの低いレガシー半導体についても投資促進策が必要

#### パワー

電流・電圧を制御し、機器を動かす

【用途】



#### マイコン

単純な計算・情報処理

【用途】



#### アナログ

物理現象を、デジタル情報に置き換える

【用途】



## 国内半導体生産能力の強化策（R3補正）

### 「サプライチェーン上不可欠性の高い半導体の生産設備の脱炭素化・刷新事業費補助金」の実施

- 採択結果： 応募総数36件中、要件を満たした30件、約465億円を採択（予算470億円）  
国内に存在するレガシー半導体用81工場中、27工場（約33%）
- 効果：レガシー半導体の国内生産能力をコロナ前（2019年）比で15%以上向上させる見込み。

特にレガシー半導体について、半導体製造工場はもとより、工場に部素材・装置を提供する周辺サプライヤも含めた中長期的な支援による、更なる製造基盤の強化が必要

# 半導体人材の育成・確保に向けた取り組みの強化

- JASMの投資を契機に、我が国半導体産業基盤の強化のため、設備投資支援のみに留まらず、人材育成・確保に向けた取り組みも推進。まずは、九州において、産官学一体の人材育成コンソーシアムを組成。
- 続いて、東北ではキオクシア岩手や東北大を中心とし、中国ではマイクロンや広島大を中心として、各地域で人材育成等の検討を行う半導体組織を設立。今後も、同様の取り組みを全国に展開し、全国大で人材育成強化に取り組んでいく。

JASM : Japan Advanced Semiconductor Manufacturing

## 九州における人材ニーズと対応の方向性

人材ニーズ

- 設計やプロセスインテグレーションのエンジニア
  - 設備・装置保全のエンジニア
  - オペレーター
- ⇒ 今後、具体的な人材像やスキルセットを整理

対応の方向性

- 九州・沖縄の9高専でエンジニア・プログラマ等を育成  
・今年度から、モデルカリキュラムの策定に着手
- 半導体研究教育センターの立上げ（熊本大学）  
・企業ニーズと大学シーズを繋げるコーディネート研究人材等を招聘し、半導体分野の教育・研究を統括。
- 技術大学セミコン人材トレーニングセンターの整備  
・実習棟を改修し、技術者の人材育成プログラムを実施。

## 当面の進め方

- 九州、東北、中国における人材育成の取組を開始。
- 今後も、横展開し、また全国大のネットワークを立ちあげて、半導体人材育成の基盤を構築。
- また、蓄電池等の他分野やデジタル人材においても、地域のニーズに合った人材育成を行う。



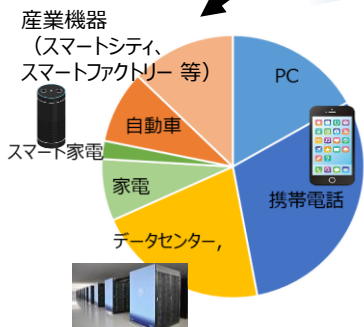
# 我が国半導体産業復活の基本戦略

- 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)

引用：OMDIAのデータを基に経済産業省作成

## 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

2020年



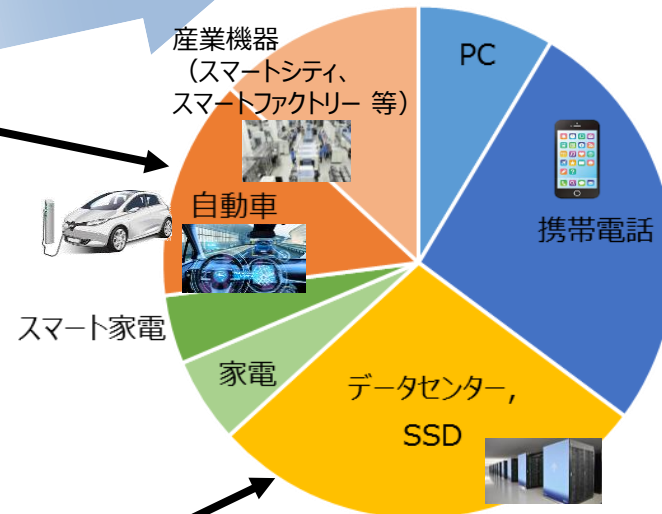
市場規模全体：約50兆円

2025年



市場規模全体：約75兆円

2030年



市場規模全体：約100兆円

## 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

# 大量のデータ処理を行うための需要の高まり

- 近年、材料開発や医療・ヘルスケア、気象予測などの分野ではAIの活用が進んでおり、今後のサービス高度化のためには、**大量のデータを処理する計算能力が必要**となる。
- 他方、**世界における日本の計算力は相対的に低下**するとの試算もあり、様々な産業における競争力の維持・強化のためには、**更なる計算能力の確保が不可欠**。

**訓練を1日で終わらせるのに必要な計算リソース (推計)** ※1 各種推定値は1GBの学習データに対して1日で訓練するためには1TFlops必要だとして計算

## バイオ・ヘルスケア



**100P ~ 1E Flops**

一人あたりゲノム解析で約10M個のSNPs  
100万人で100PFlops、1億人で1EFlops

## 自動運転



**1E~100E Flops**

自動運転車 1台あたり1日 1TB  
10台~1000台, 100日分の走行データの学習

## ロボット/ドローン



**1E~100E Flops**

1台あたり年間1TB  
100万台~1億台から得られた  
データで学習する場合

## 現在の計算負荷の増大傾向を前提とした将来の計算力の予測※2



[出典]

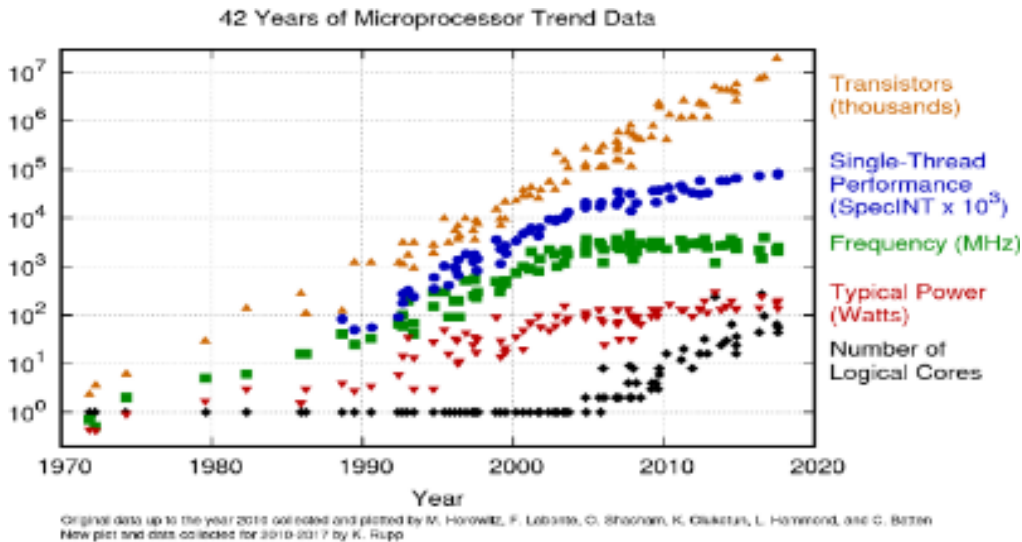
※1: Preferred Networks資料

※2: 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.2) (令和3年2月) に基づき経済産業省が試算

# 既存技術における課題

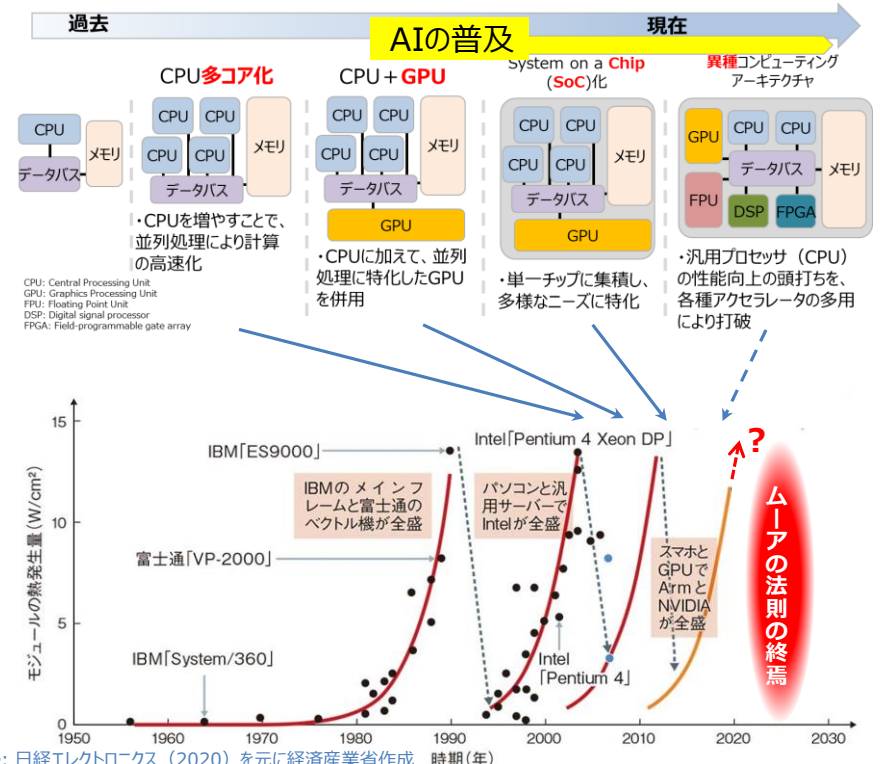
- 現在の計算技術の進化は半導体微細化による部分が大きかったが、物理的限界に近付いており、**既存のアーキテクチャでの持続可能な発展が困難な見込み。**
- 急増する計算需要に応えつつ、カーボンニュートラルと技術主権の確保を同時に達成していくためには、**半導体レベルからデータセンターにいたるまで、高性能かつ高効率な計算基盤を構築し、それをシステムとして活用していく技術を日本に有しておくことが重要。**

## 計算能力の限界（ムーアの法則の終焉）



Source: "42 Years of Microprocessor Trend Data"(K. Rupp, 2018)

## エネルギー消費・熱発生量の増大とコンピューティングアーキテクチャの進化



Source: 日経エレクトロニクス (2020) を元に経済産業省作成



# 次世代計算基盤の俯瞰図

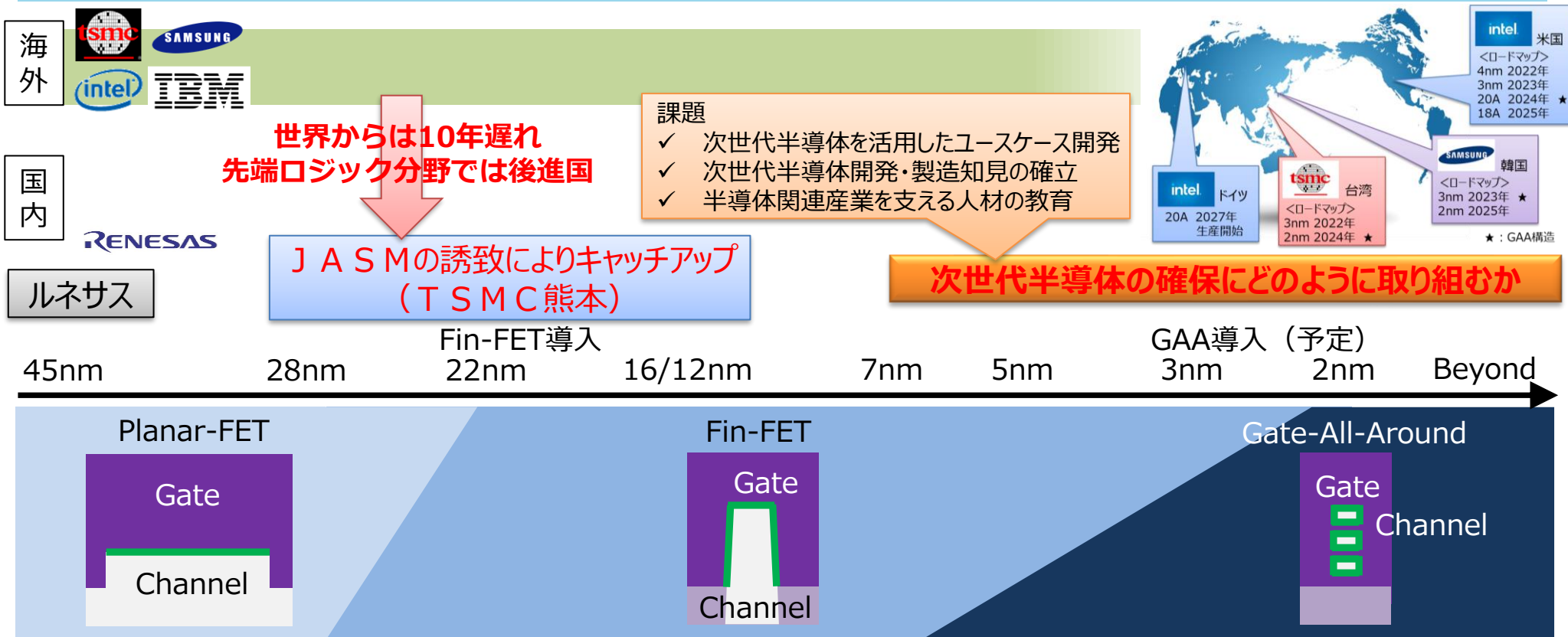
- ポスト5G、ビヨンド5G時代では、量子コンピュータやスパコン、IoTデバイス等を各種ネットワークでつなぎ、大規模なシミュレーションや個別の端末等における情報処理を最適化する。
- これらの実現のためには、基盤となる最先端半導体およびシステムとしての量子やスパコン、IoTデバイス、そしてそれらを統合管理するソフトウェアが必要であり、これらを統合的に開発し、社会実装していかねばならない。
- こうした社会基盤整備は幅広い産業や国家サービスの生産性を向上させるものであり、経済成長に不可欠な要素。





# Beyond 2nmの次世代半導体の確保

- 半導体トップメーカーを有する米国、韓国、台湾に加えて、欧州もドイツにIntelの工場を誘致するなど、世界中で次世代半導体の開発が加速。
- 最先端半導体はFin型からGAA型に構造が大きく変わり、量産に向けて高度な生産技術が必要となる転換期。
- 10年前にFin型の量産に至らなかった日本が改めて次世代半導体に参入するラストチャンス。
- その実現には、TSMC誘致、拠点拡大によるキャッチアップを進めるとともに、10年の遅れを取り戻すこれまでとは異次元の取組が必要。



# 日米連携による半導体産業政策

- 半導体のサプライチェーン強靱化・研究開発には、同盟国や有志国・地域で連携して取り組むことが不可欠。日米間でも、首脳・閣僚レベルで半導体に係る協力が進展。
  - 5月4日、萩生田経産大臣とレモンド米商務長官の間で、「半導体協力基本原則」に合意。
  - 5月23日に開催された、日米首脳会談では、「半導体協力基本原則」に基づく、次世代半導体開発の共同タスクフォースの設置を発表した。
  - 7月29日に開催された、日米経済政策協議委員会（経済版「2+2」）では、重要・新興技術の育成・保護に向けて、日米共同研究開発の推進に合意。日本側の取組として、研究開発組織（日本版NSTC）の立ち上げを発表。

## 半導体協力基本原則（概要）

（2022年5月4日 萩生田大臣とレモンド米商務長官で合意）

- 以下の基本原則に沿って、二国間の半導体サプライチェーンの協力を行う
  1. オープンな市場、透明性、自由貿易を基本とし、
  2. 日米及び同志国・地域でサプライチェーン強靱性を強化するという目的を共有し、
  3. 双方に認め合い、補完し合う形で行う
- 特に、半導体製造能力の強化、労働力開発促進、透明性向上、半導体不足に対する緊急時対応の協調及び研究開発協力の強化について、二国間で協力していく。



5月23日 日米首脳会談

## 【参考】骨太方針（経済財政運営と改革の基本方針2022）

### ○第3章 内外の環境変化への対応

#### 1. 国際環境の変化への対応

##### （2）経済安全保障の強化

（中略）

先端技術・機微技術を保有するなど、次世代に不可欠な技術の開発・実装の担い手となる民間企業への資本強化を含めた支援の在り方について検討を行う。日米首脳での合意に基づき、先端半導体基盤の拡充・人材育成に加え、2020年代後半に次世代半導体の設計・製造基盤を確立する。

## 【参考】第210回国会における岸田総理の所信表明演説

2022年10月3日

### 【成長のための投資と改革】

そして、「成長のための投資と改革」です。

第四に、デジタル・トランスフォーメーション、DXへの投資です。（中略）

産業のコメと言われ、大きな経済効果、雇用創出が見込まれ、経済安全保障の要でもある半導体は、今後特に力を入れていく分野です。熊本に誘致したTSMCの半導体工場は、地域に十年間で四兆円を超える経済効果と、七千人を超える雇用を生む、と試算されています。我が国だけでも、十年間で十兆円増が必要とも言われるこの分野に、官民の投資を集めていきます。

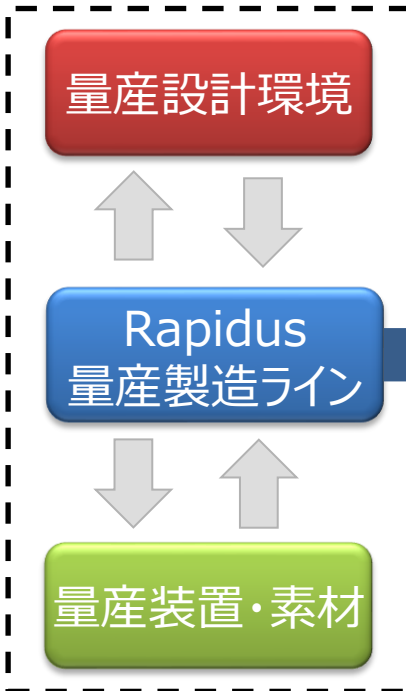
今回の総合経済対策では、中核となる日米共同での次世代半導体の技術開発・量産化や、Beyond 5Gの研究開発など、最先端の技術開発強化を進めます。（中略）

# 次世代半導体プロジェクトの体制

- 次世代半導体（Beyond 2nm）の短TAT量産基盤体制の構築実現に向け、
  - ① 先端設計、先端装置・素材の要素技術に係るオープンな研究開発拠点を立ち上げる。  
 [日本版NSTC（LSTC）※] ※Leading-edge Semiconductor Technology Center
  - ② 将来の量産体制の立上げを見据えた量産製造拠点を立ち上げる。[Rapidus（株）]

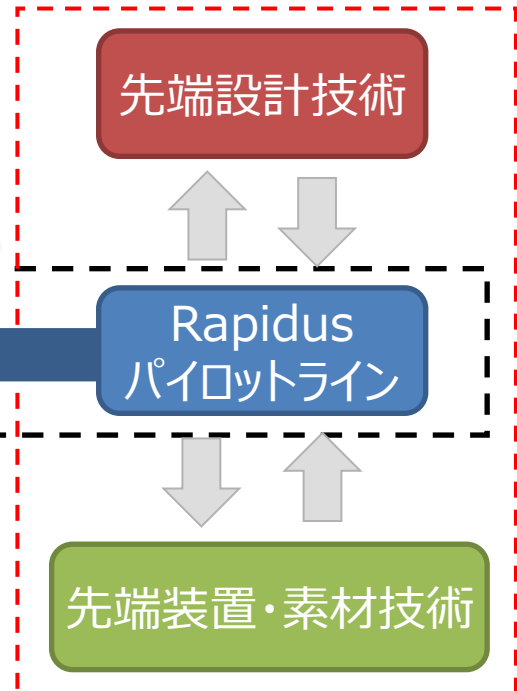
## 将来の量産を見据えた 拠点の立上げ

- ②量産製造拠点  
[Rapidus]



## オープンな研究開発 プラットフォームの立上げ

- ①研究開発拠点  
[日本版NSTC（LSTC）]



開発事項

事業化

## 共同研究プロジェクトの組成

### ■ 海外学術研究機関・企業

- ✓米・NSTCやIBM、  
白・IMECをはじめとする  
有志国・地域の研究機関・  
企業

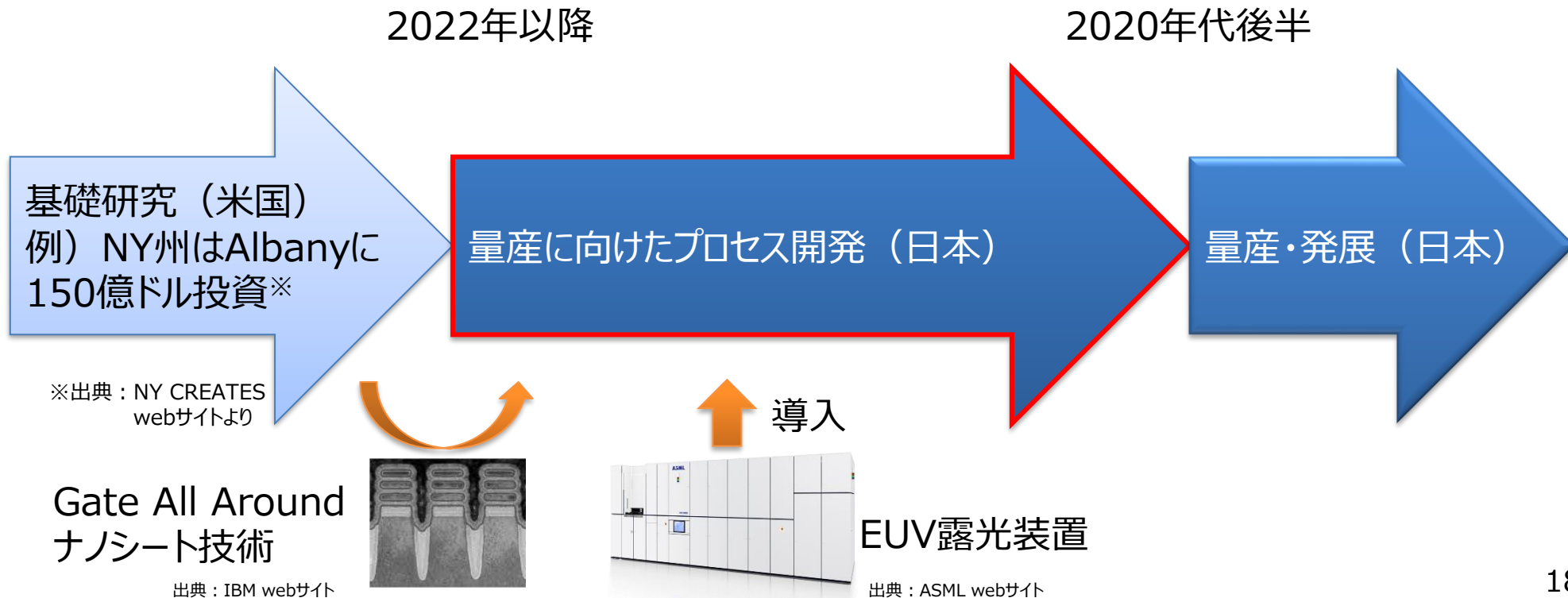
### ■ 国内学術研究機関・企業

- ✓半導体ユーザー機関
- ✓デジタル設計関係機関
- ✓半導体生産、製造装置・  
素材関係機関 等

連携

# 次世代半導体研究開発プロジェクトのスケジュール

- 次世代半導体事業については、日米首脳間合意に基づいて設置された日米ジョイントタスクフォースにおいて、経産省と商務省の間で進捗を継続的に管理をしていく。
- 今後立ち上がる米国NSTCと日本版NSTC（LSTC）との連携により、日米のベスト&ブライテストの結集を図る。
- 研究開発から事業化まで、日米及び官民の適切な役割分担と緊密な連携を図りながら進めていく。

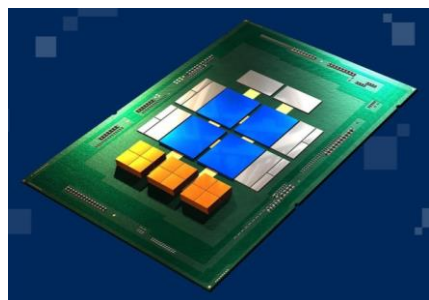




# 先端パッケージ開発の先導・加速

- 半導体の高性能化に向けて、微細化とともに1つの基板の上にロジック半導体とメモリなどを実装するチップレット技術に注目が集まっている。
- 2022年3月にはIntel, TSMC等がメンバーとなるチップレット標準化団体「UCIe」が設立するなど、取組が加速しているが、実現には2.5D/3D実装技術等の進展が不可欠。
- 我が国には世界有数の基板、材料、装置メーカーが存在しており、JOINT等のコンソーシアムも活用して強化を進める。
- 加えて、海外ファウンドリ・OSATとも連携して、先端材料・装置及び先端製造技術開発を日本の地で進める。

## ■ Intelらが主導するチップレット新規格「UCIe」



引用：UCIeホームページ

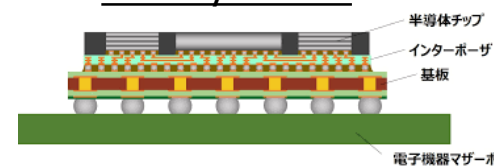
## ■ 先端パッケージの技術要素

TSMCジャパン  
3DIC研究開発センター



誘致／連携

## 2.5D/3DIC



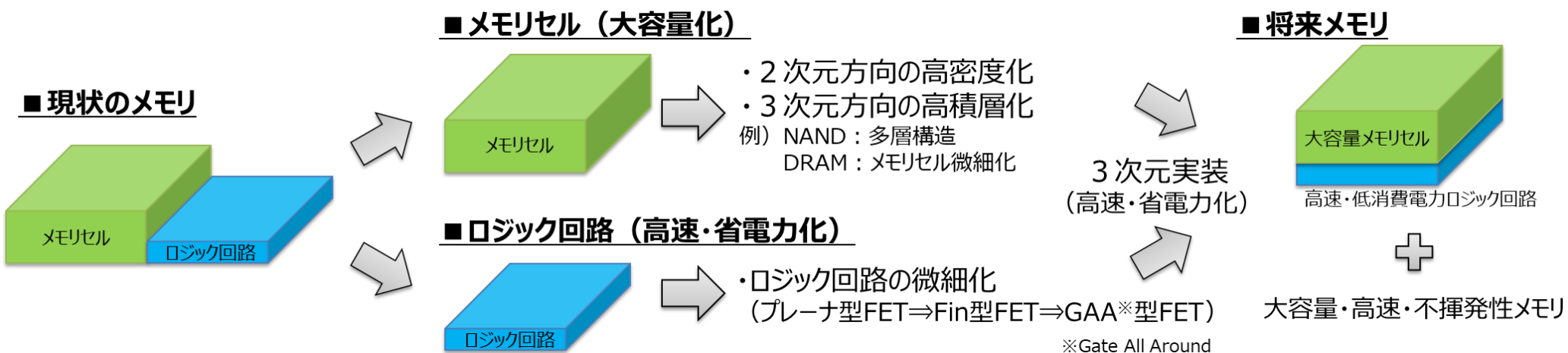
引用：大日本印刷





# 将来メモリの基本戦略

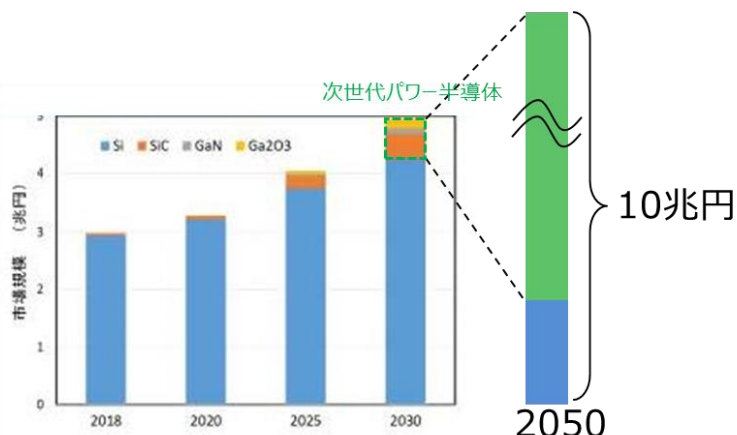
- 次世代計算基盤では、“大容量”、“高速”、“省電力”の性能を“低コスト”で実現するメモリが必要。
- このため、メモリセルの高密度化・高積層化により大容量化・低コスト化を実現。
- ロジック回路の微細化とメモリセルとロジック回路の貼り合わせ等による3次元実装により高速化と省電力化を実現。
- 更に、次世代のコンピューティングアーキテクチャである“メモリセントリックアーキテクチャ”では、DRAMとNANDの両方のメリットを兼ね備えた新メモリが必要。
- その実現に向けて、新材料技術等により高速・大容量・不揮発性メモリを開発。



# 化合物半導体

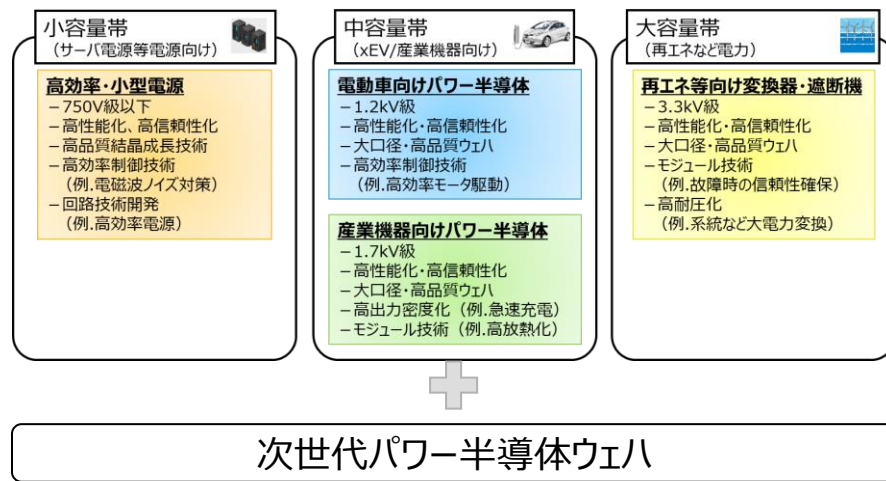
- パワー半導体は自動車・産業機器、電力・鉄道、家電など、生活に関わる様々な電気機器の制御に使用されており、カーボンニュートラルに向けた電化社会にとって、こうした電気機器の省電力化は極めて重要。
- 電気機器の多くは従来のSi（シリコン）が使用されているが、次世代パワー半導体（SiC（シリコンカーバイド）、GaN（窒化ガリウム）、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化ガリウム）等）はSiよりも省エネルギー性能に優れており、今後市場規模が拡大することが予想されている。
- グリーンイノベーション基金を活用して、次世代パワー半導体製造技術開発及び次世代パワー半導体ウェハ技術開発を実施。

## ■ 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

## ■ グリーンイノベーション基金事業の実施テーマ



事業期間：2022年度から2030年度

総事業費：約785億円(デバイス製造とウェハ技術開発の合計)

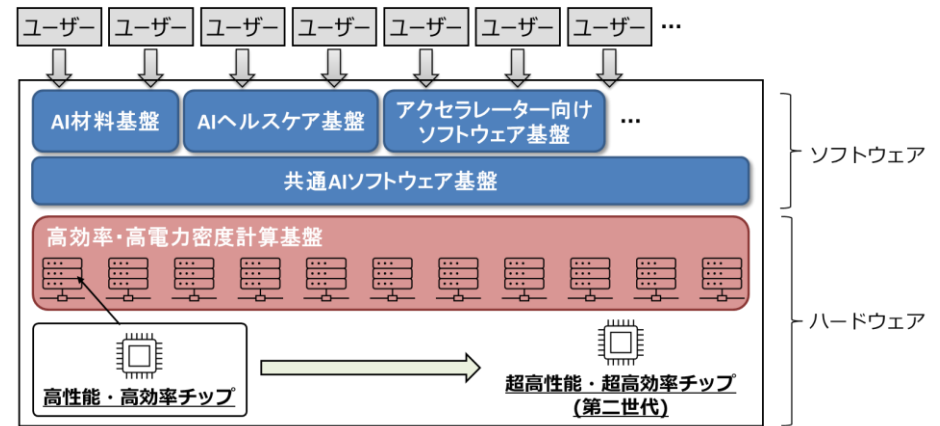
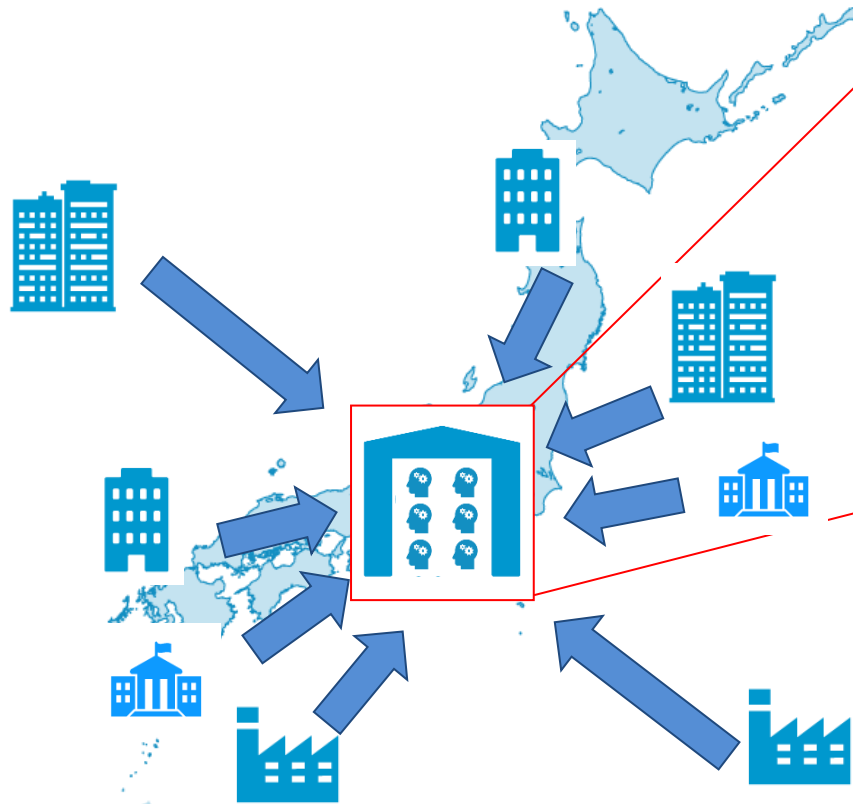
支援規模：約491億円※ ※今後ステージゲート審査などに応じて変更の可能性あり。

グリーンイノベーション基金採択結果：

<https://www.nedo.go.jp/content/100942452.pdf>

# AIコンピュータ

- AI計算に特化した高性能・高効率チップ及びそれを利用するソフトウェア基盤等を組み合わせ、次世代のAI計算インフラとしてプラットフォーム的に構築する。
- 国研や民間企業等を含めたユーザーが広く活用できるような計算基盤を整備する。



AI計算基盤のイメージ

## 【チップ開発の方向性】

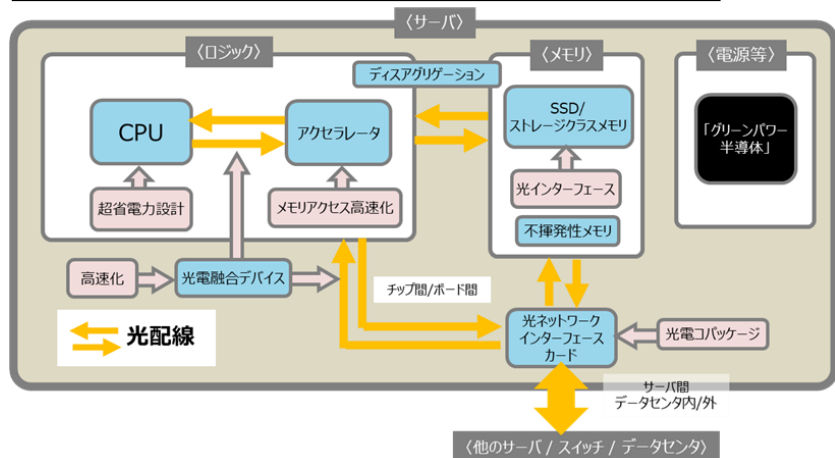
- AIの深層学習は多量の演算処理が必要なため、並列演算可能なメニーコアプロセッサを開発
- 性能改善に向けて、半導体の微細化、3次元実装等の技術開発を実施

日本・世界各地から日本に設置されたAI計算基盤へアクセス可能に

# グリーンデータセンター

- データセンター（サーバ、高性能コンピュータ）の40%以上の省エネ化を目標とした次世代グリーンデータセンターについてグリーンイノベーション基金事業で開発に着手。
- 我が国が強みを有する光電融合デバイスのサーバへの実装技術を開発するとともに、CPU, アクセラレータ等キーデバイスの高性能化・省エネ化技術開発を進める。

## ■ 開発する次世代グリーンデータセンター



## ■ 支援規模

事業期間：2021年度から2030年度

総事業費：約1178億円

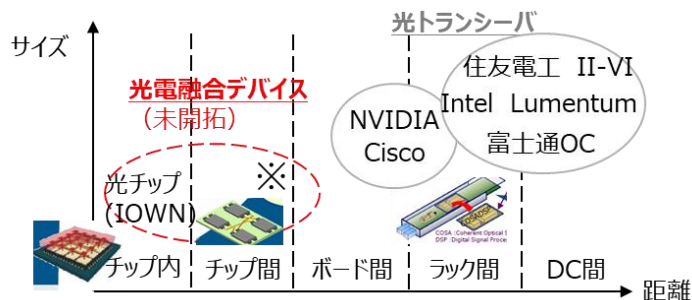
支援規模：約885億円※

※今後ステージゲート審査などに応じて変更の可能性あり。

グリーンイノベーション基金採択結果：

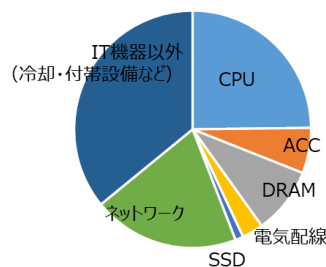
<https://www.nedo.go.jp/content/100942452.pdf>

## ■ 光電融合デバイス開発



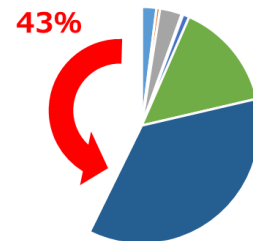
## ■ キーデバイスの高性能化・省エネ化

データセンター消費電力内訳



光への適合 + 高性能化

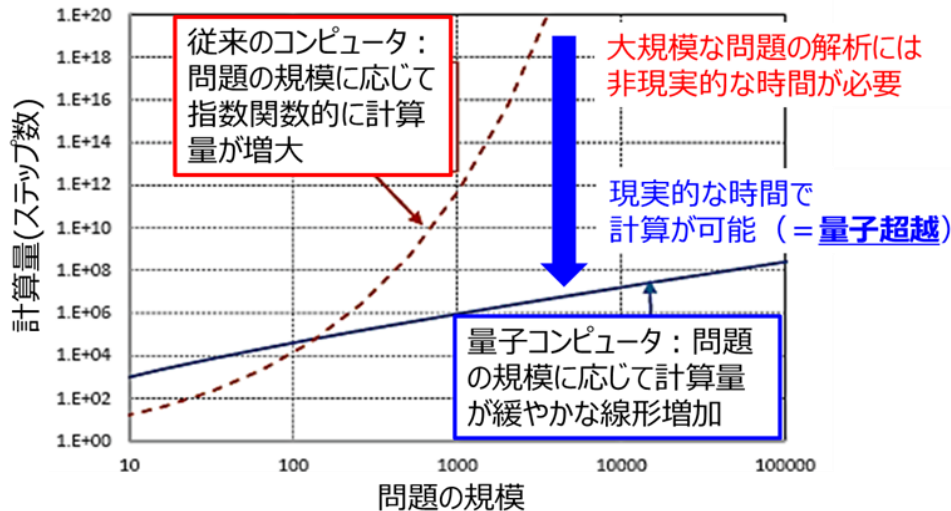
| 開発要素                | 電力削減 (単位性能あたり) |
|---------------------|----------------|
| ディスクアグリゲーション (動的制御) | 全体で20%         |
| CPU                 | 90%            |
| アクセラレータ             | 90%            |
| DRAM                | 60%            |
| 電気→光配線              | 90%            |
| 光NIC                | 25%            |



# 量子コンピュータ技術開発

- 量子コンピュータは計算処理速度を劇的に高速化できるため、従来のスーパーコンピュータ等では事実上計算ができない問題に対しても高速に計算可能に。
- 特に、①金融・交通分野等における組み合わせ最適化、②創薬・素材開発等における量子化学計算、③暗号解読等における素因数分解等の計算での活用が期待される。
- 短期的には、シミュレーテッドアニーリングと古典コンピュータとのハイブリッドコンピューティング実現に向けた各種ソフトウェアを開発、中期的には量子アニーリング技術確立に向けて、ラボレベルの技術から大規模化・システム化に向けた開発を進める。
- 加えて、長期的な技術開発項目として、大規模量子ゲート実現に向けた要素技術開発を進める。

素因数分解の問題の規模と計算量の関係性(例)



## 【①組み合わせ最適化問題】

ゲート方式  
アニーリング方式

膨大な組み合わせの中から最適解を探す問題の対応

(例1：無人搬送車ルート最適化)

工場内の複数の無人搬送車 (AGV) が互いに交差しないよう経路を最適化し、待ち時間を減らして稼働率を向上 (80%→95%) 【デンソー】

(例2：ポートフォリオ最適化)

最適な金融商品の組み合わせを高速に計算し、高速に売買することで高利益の取引を実現 【東芝、ダルマキャピタル】

(例3：AIモデルの高精度化)

金融取引の不正を検知するAIモデルの学習量を増やすことが可能になり、予測精度を向上 (正答率を最大15%向上) 【NEC、SMBC、日本総研】

(例4：中分子医薬品の候補探索)

低分子にしか出来なかった候補物質の探索を中分子医薬品でも現実的な計算時間で可能に (1年→半日) 【富士通、ペプチドリーム】

## 【②量子化学計算】

ゲート方式

分子・原子レベルでの量子力学現象のシミュレーション等により、薬や素材の設計を高速化

(例：リチウム硫黄電池の性能低下要因解析)

リチウムイオンの挙動をシミュレーションすることで、性能低下する原因を解明 【IBM、タイムラー】

## 【③暗号解読】

ゲート方式

非現実的な計算時間がかかる素因数分解等でセキュリティを確保していた暗号技術が無効化 (安全保障上の課題)

(例：乱数生成)

暗号技術の鍵となる乱数生成を高速に実現 (1万年かかる計算を200秒に) 【Google】



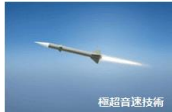
# 次世代計算基盤の俯瞰図

- ポスト5G、ビヨンド5G時代では、量子コンピュータやスパコン、IoTデバイス等を各種ネットワークでつなぎ、大規模なシミュレーションや個別の端末等における情報処理を最適化する。
- これらの実現のためには、基盤となる最先端半導体およびシステムとしての量子やスパコン、IoTデバイス、そしてそれらを統合管理するソフトウェアが必要であり、これらを統合的に開発し、社会実装していかねばならない。
- こうした社会基盤整備は幅広い産業や国家サービスの生産性を向上させるものであり、経済成長に不可欠な要素。

バイオ：  
分子動力学シミュレーション  
に対する強力な計算  
能力の提供等



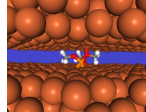
安全保障：  
迎撃ミサイルの  
軌道計算の高速化



自然災害：  
超精密な  
気象予測



材料開発：  
電池・触媒等の  
開発期間の短縮



金融：  
リスク分析や資源投  
下の最適化など



モビリティ：  
完全自動運転



ものづくり：  
スマートファクトリ



物流：  
ドローン配送



## 具体的なアクション

③ソフト  
ウェア技術  
の進展

**【計算資源マネージャー】**  
(様々なコンピュータを組み合わせ、計算基盤全体として最適に制御)

超高速大容量光ネットワークや 5G/ポスト5G/Beyond 5G

②次世代  
計算環境  
の整備



【古典:汎用、AI、科学技術など】

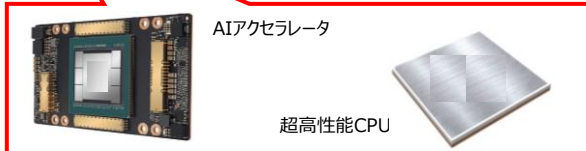


【量子:組み合わせ最適化問題など】



【IoTデバイス等】

①半導体  
製造技術  
の発展



ハイスピード半導体

ローパワー半導体

