

# 我が国半導体産業復活の基本戦略

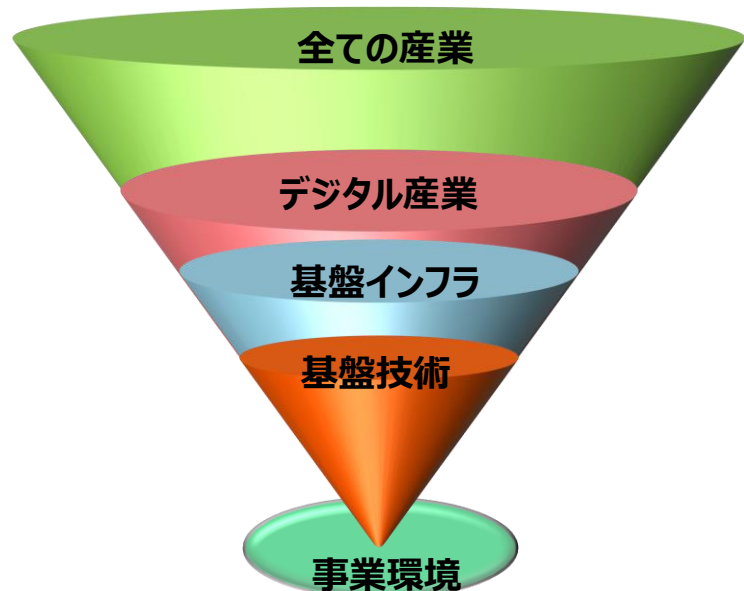
2022年6月

経済産業省 商務情報政策局

情報産業課 二瓶 望美

# 半導体・デジタル産業戦略検討会議について

- 経済・社会・民主主義を支えるデジタル産業基盤の確保について、これまでエネルギーや食料の確保に講じてきた政策と同様、資本主義や自由貿易を重視しつつ、一般的な民間事業支援の枠を越え、国家事業として取り組むべく、半導体・デジタル産業戦略の検討を実施してきた。
- 昨年11月に実施した第4回半導体・デジタル産業戦略検討会議や今年の1月に実施した産業構造審議会新機軸部会では、デジタル産業政策の新機軸を示してきた。
- 足元の経済・社会情勢の変化も踏まえながら、これらの具体化を推し進める必要がある。



## 海外の状況：

米、中、EU、台、韓、星、印等、  
各国政府における政策の方向性

- ✓ 国全体のデジタル基盤の構築とデジタル関連産業育成
- ✓ 半導体、蓄電池等の重要技術の国家的育成
- ✓ データセンターの誘致等のデジタルインフラ整備 等

## 新機軸

### (総論)

「デジタル投資」こそ、経済の牽引力であり、**官民各層の関係者全体が将来ビジョンを共有し、変革の創出にコミット**

### (全層的アプローチ)

- ① **「全産業」の「本物」のDX促進**
  - ・ 現状維持でなく、変革(トランスフォーメーション)につながる産業DX促進
- ② **「デジタル産業」の競争力強化**
  - ・ BtoCプラットフォームでGAFAが興隆する中、BtoB領域の拡大や環境対応等を見据えたクラウド・ソフト産業の強化
- ③ **「デジタル基盤インフラ」の必要性**
  - ・ データ処理量の増加と、エッジ処理、オープン・仮想化及びその先の技術動向を見据えたインフラ整備を促進
- ④ **「基盤技術の保護・育成」**
  - ・ 半導体、蓄電池、光電融合、コンピューティング等の競争力強化
- ⑤ **「デジタル時代に即した事業環境整備」**
  - ・ 社会全体のデジタル化・規制改革
  - ・ 公共調達を活用した産業基盤の確立
  - ・ 電力コスト対応、再エネ調達促進 等

# 我が国半導体産業復活の基本戦略

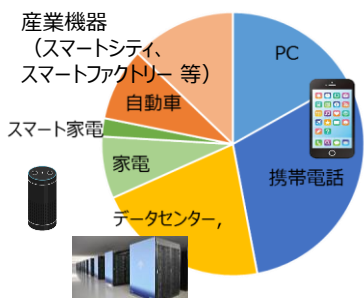
- 技術を研究開発に留めず、社会実装していくためには、その前提となる産業基盤が必要。
- Step1の取組として、JASMが熊本にIoT用半導体の製造拠点を整備予定であり、産業基盤の確立が進んでいる。Step2として次世代半導体の産業基盤の確立に取り組み、将来技術の社会実装に繋げていく。

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

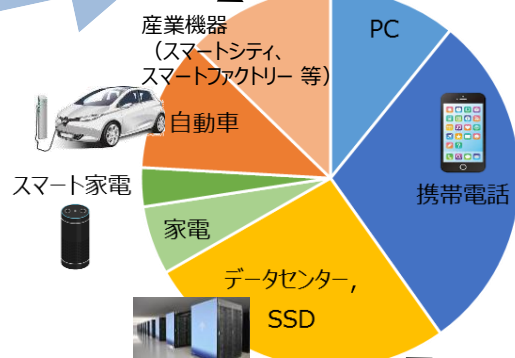
⇒生産ポートフォリオの緊急強化

2020年



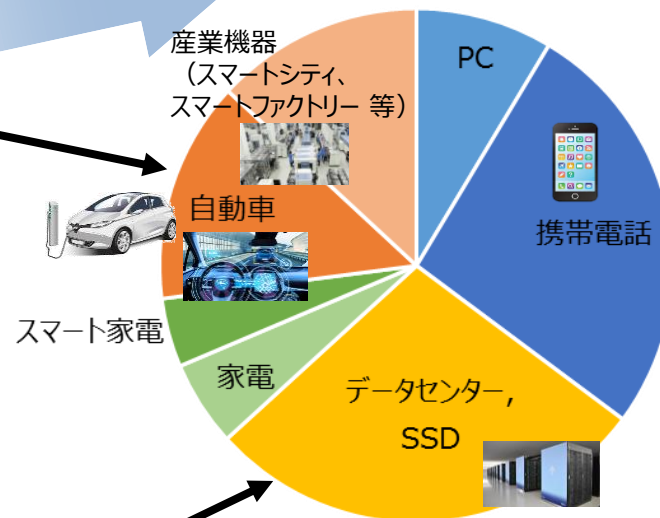
市場規模全体：約50兆円

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

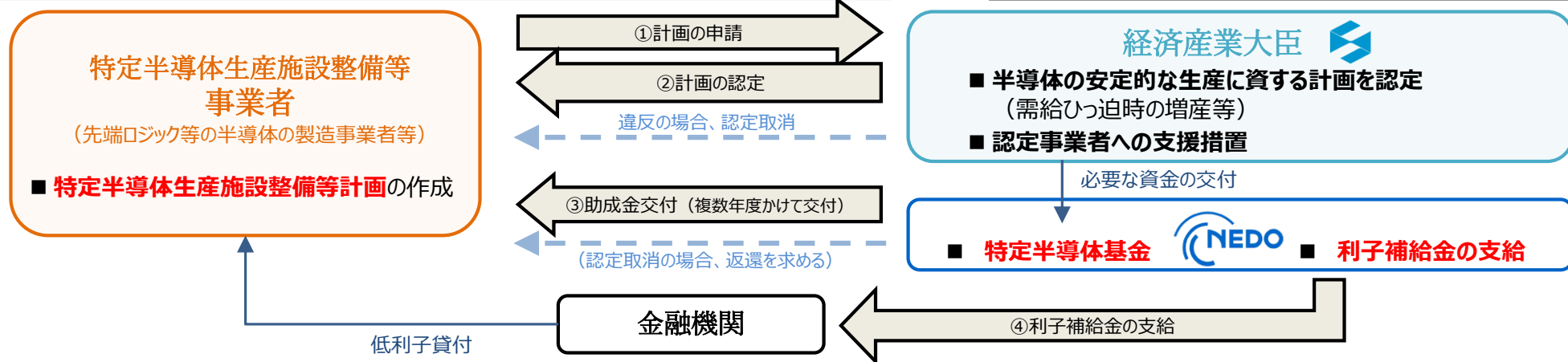
⇒グローバルな連携強化による量子や光電融合技術など将来技術の実現

# 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。



# TSMCのプレスリリースについて

TSMC, ソニーセミコン (SSS) , デンソーは、2月15日、連名で以下のリリースを実施。

- TSMC、ソニーセミコン (SSS)、デンソーは、TSMCの半導体受託製造子会社で、TSMCの半導体受託製造子会社で、TSMCが株式の過半を所有するJapan Advanced Semiconductor Manufacturing 株式会社(以下「JASM」)に対して、**デンソーが約3.5億米ドル(約400億円\*)の少数持分出資を行うことを発表**しました。この出資により、デンソーはJASMの10%超の株式を取得します。
- JASMのファウンドリは、**2022年の建設開始を予定しており、2024年末までに生産開始を目指します**。また、TSMCは市場ニーズに応えるため、既に公表済みの**22/28nmプロセスに加えて、12/16nm FinFETプロセス技術による製造も担えるようJASMの能力を強化し、月間生産能力を55,000枚(300mmウェーハ)に増強**する予定です。今回の生産能力増強に伴い、この**ファウンドリへの設備投資額は、約86億米ドル(約9,800億円\*)となる見込み**で、日本政府からの強力な支援を受ける前提で検討しています。このファウンドリでは、**約1,700名の先端技術に通じた人材の雇用創出**を見込みます。

1米ドル = 114円として計算

TSMC CEO

シーシー・ウェイ

ソニーセミコン 社長 兼 CEO

清水 照士

デンソー 代表取締役

有馬 浩二

JASMにデンソーが加わり、共にトランスポーターの未来に新たなイノベーションを起こすことができることを大変嬉しく思います。**TSMCにとってJASMは、市場のスペシャリティ技術へのニーズに応える場となるだけでなく、日本の優れた半導体人材を活用し、グローバルな半導体エコシステムの成長に貢献するチャンス**でもあります。

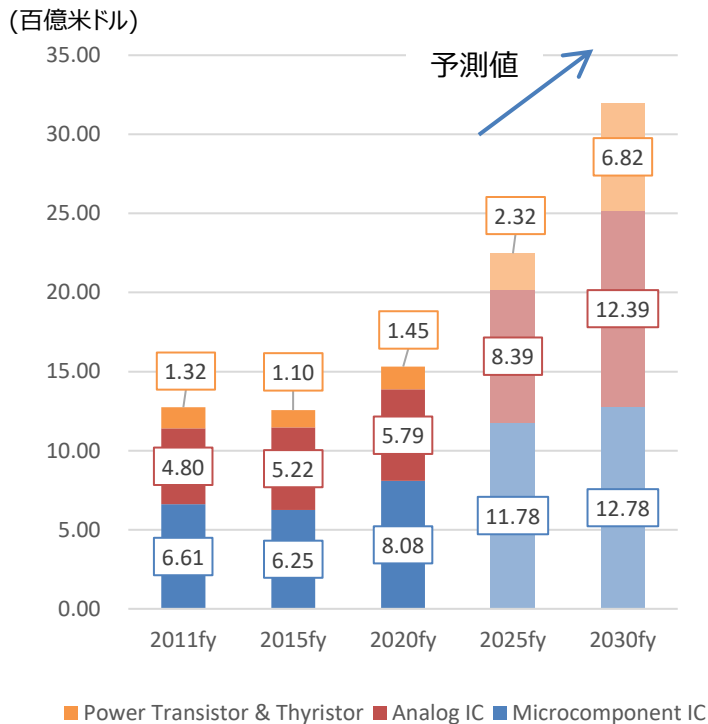


世界的に半導体需要が伸びることが予想される中、JASMは、当社だけでなく、産業界全体のロジックウェーハの安定調達に寄与するものと期待しています。今回新たにデンソーが加わったことは大変喜ばしく、共にJASMの立ち上げをサポートしていきたいと考えています。

自動運転や電動化といったモビリティのテクノロジー進化の中で、半導体は自動車業界においてますます重要になっています。今回のTSMCとのパートナーシップにより、車載半導体の中長期的な安定調達を実現し、自動車産業全体に貢献していきたいと考えています。

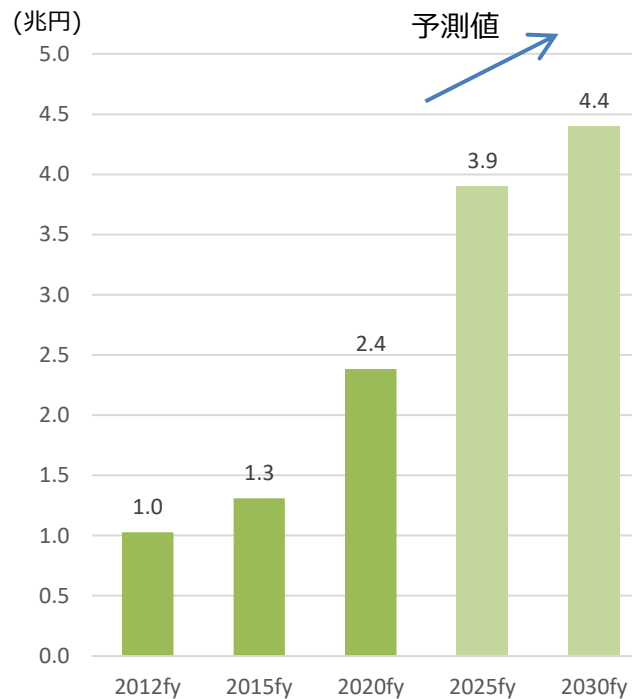
# レガシー半導体、製造装置、素材の需要動向

- 世界の半導体需要については、足元で不足しているマイコンやアナログ半導体、パワー半導体についても中長期的に右肩上がり増加傾向。
- この傾向は、半導体製造装置の販売高・半導体素材の消費動向にも表れている。日本製の半導体製造装置の販売高は増加傾向にあり、前年度比成長率もプラスで推移していく見通し。また、素材の代表としてのシリコンウエハ消費面積需要も、汎用品向けの堅調な伸びに加え、先端品向けの需要増加等の影響でプラス成長していく見通し。



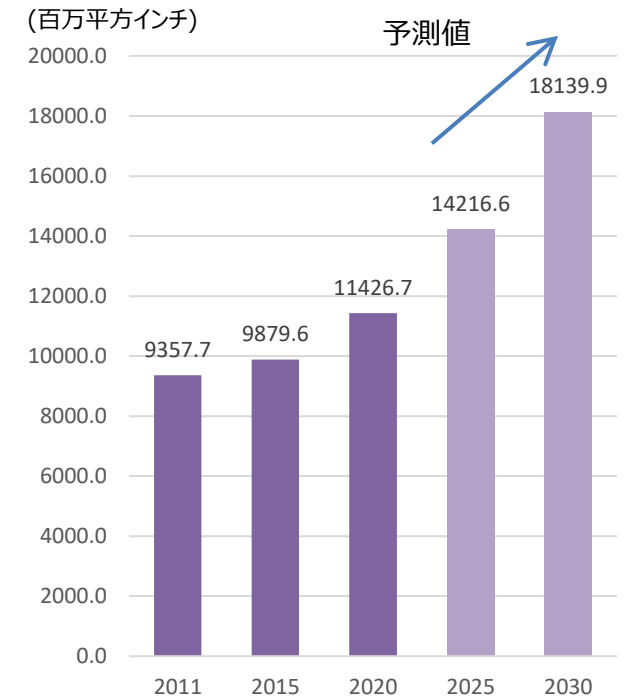
レガシー半導体の出荷動向

※omdiaのデータを基に経産省作成



日本製半導体製造装置の  
販売高動向（国内外問わず）

※SEAJのデータを基に経産省作成



シリコンウエハ消費面積需要

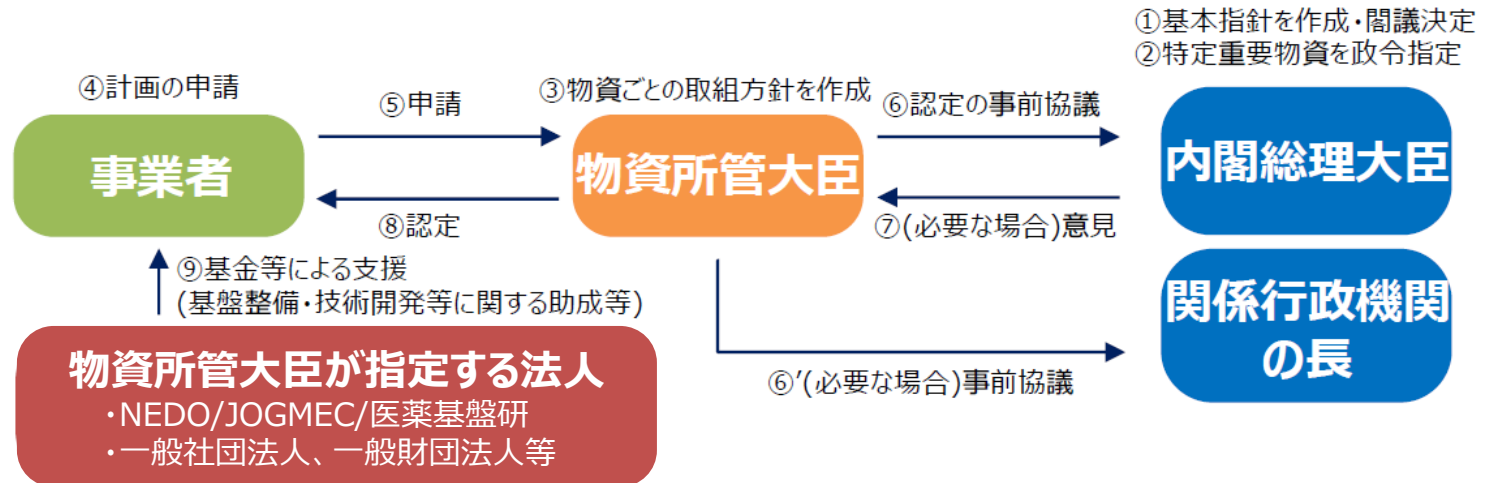
※omdiaのデータを基に経産省作成

# レガシー半導体および製造装置・素材の生産能力の増強

- 令和3年度補正予算事業を通じて、レガシー半導体の生産能力を増強。他方、ウクライナ情勢の悪化をはじめ、半導体サプライチェーンが不安定化する中、半導体の生産能力に加え、製造装置や素材についても生産基盤の強化を通じた確保が必要。
- 同盟国・有志国間でのサプライチェーン強靱化を図る上でも、レガシー半導体や製造装置・素材の増強については、他国から我が国に対し、強い期待が寄せられている。
- 我が国の半導体サプライチェーン維持のために真に必要不可欠な物資を特定し、法的措置等も含めた、持続的な支援の検討が必要ではないか。

## ～経済安保推進法におけるサプライチェーン強靱化～

- 内閣総理大臣が策定する特定重要物資に係る基本指針に則り、政令で特定重要物資を指定。
- 物資所管大臣が各物資の取組方針を作成、それに基づく事業者の計画を認定。事業者に対して、基金等を通じて、設備投資や備蓄、生産設備の保有等、幅広い支援を講ずる予定。



# 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

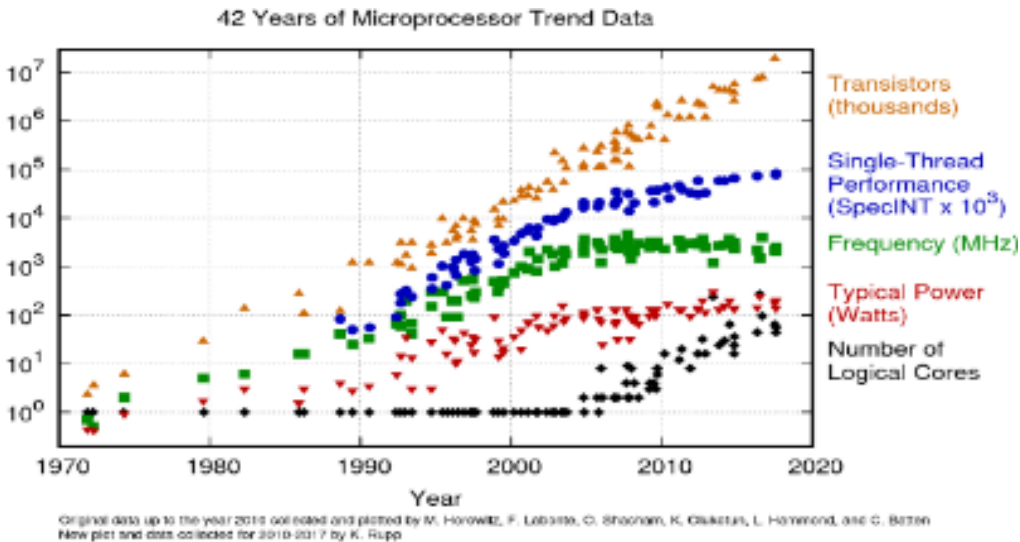
※2: 国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.2) (令和3年2月) に基づき経済産業省が試算



# 既存技術における課題

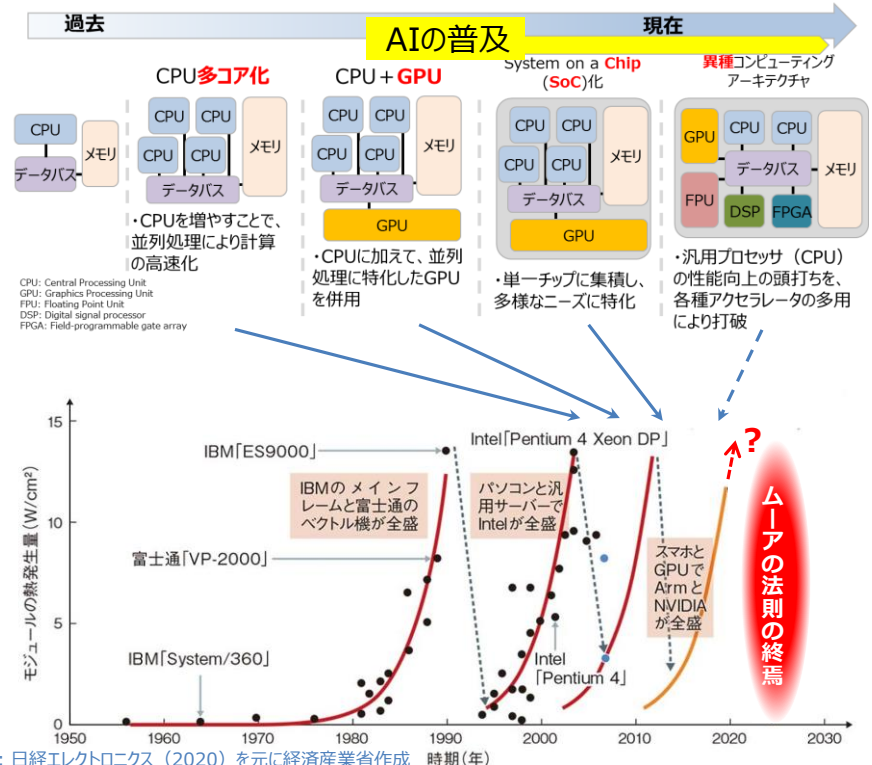
- 現在の計算技術の進化は半導体微細化による部分が大きかったが、物理的限界に近付いており、**既存のアーキテクチャでの持続可能な発展が困難な見込み。**
- 急増する計算需要に応えつつ、カーボンニュートラルと技術主権の確保を同時に達成していくためには、**半導体レベルからデータセンターにいたるまで、高性能かつ高効率な計算基盤を構築し、それをシステムとして活用していく技術を日本に有しておくことが重要。**

## 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

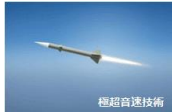
# 次世代計算基盤の俯瞰図

- 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。

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



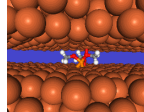
安全保障：  
迎撃ミサイルの  
軌道計算の高速化



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



スーパーコンピュータ

AIコンピュータ

高性能コンピュータ

【古典:汎用、AI、科学技術など】



ゲート型  
量子コンピュータ

アニーリング型  
量子コンピュータ

【量子:組み合わせ最適化問題など】

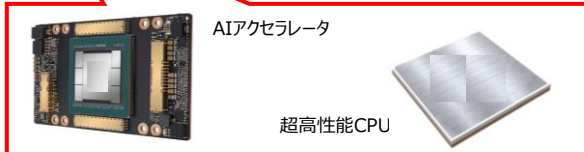


スマホ・タブレット

車載コンピュータ

【IoTデバイス等】

①半導体  
製造技術  
の発展

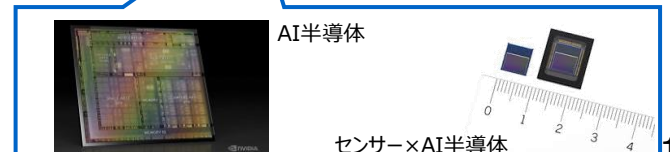


AIアクセラレータ

超高性能CPU

ハイスピード半導体

ローパワー半導体

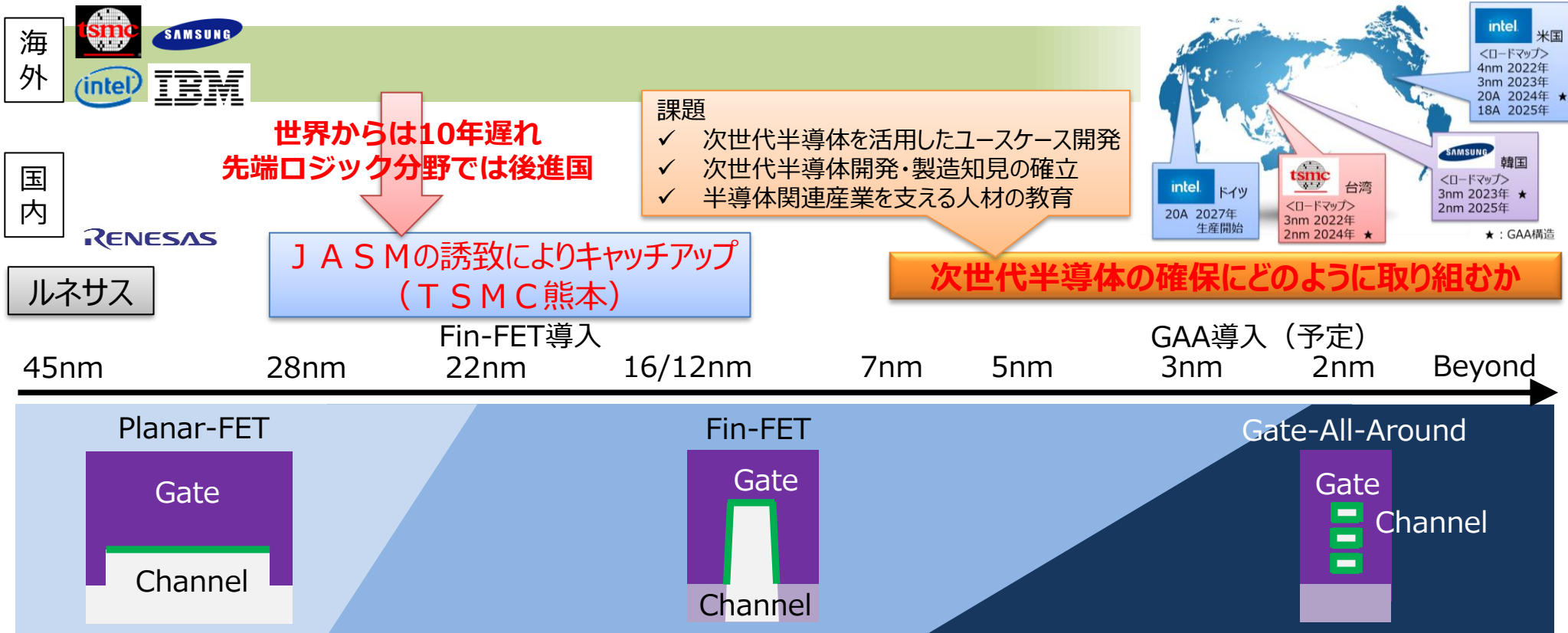


AI半導体

センサー×AI半導体

# 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型の量産に挑戦し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、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。

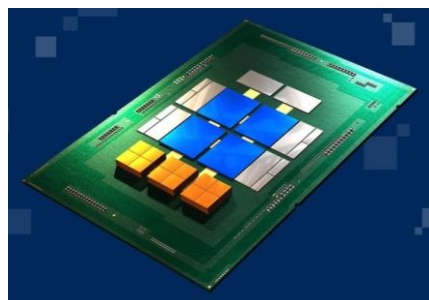


同じゲート幅をより小さい面積で実現 = 高集積

# 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

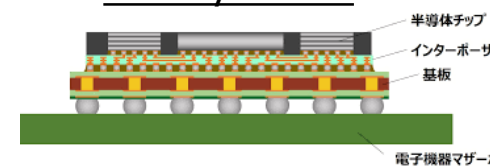
## ■ 先端パッケージの技術要素

TSMCジャパン  
3DIC研究開発センター



誘致／連携

## 2.5D/3DIC

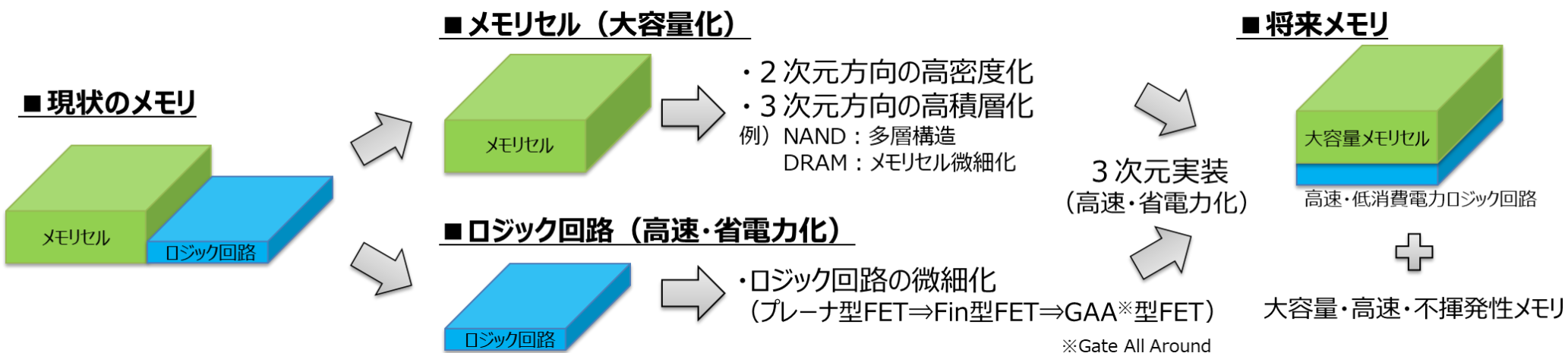


引用：大日本印刷



# 将来メモリの基本戦略

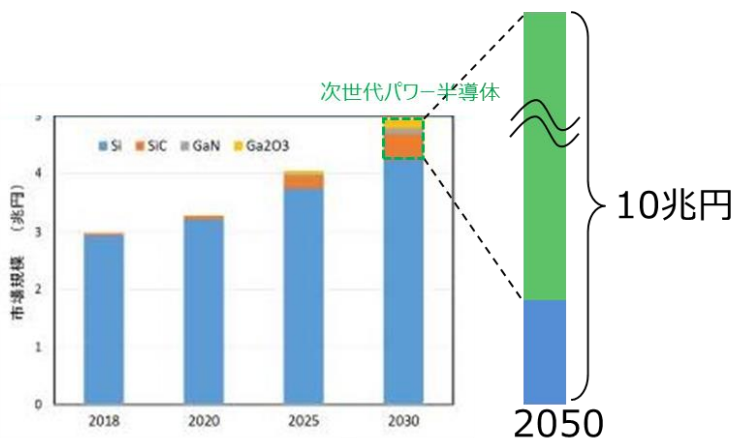
- 次世代計算基盤では、“大容量”、“高速”、“省電力”の性能を“低コスト”で実現するメモリが必要。
- このため、メモリセルの高密度化・高積層化により大容量化・低コスト化を実現。
- ロジック回路の微細化とメモリセルとロジック回路の貼り合わせ等による3次元実装により高速化と省電力化を実現。
- 更に、次世代のコンピューティングアーキテクチャである“メモリセントリックアーキテクチャ”では、DRAMとNANDの両方のメリットを兼ね備えた新メモリが必要。
- その実現に向けて、新材料技術等により高速・大容量・不揮発性メモリを開発。



# 化合物半導体

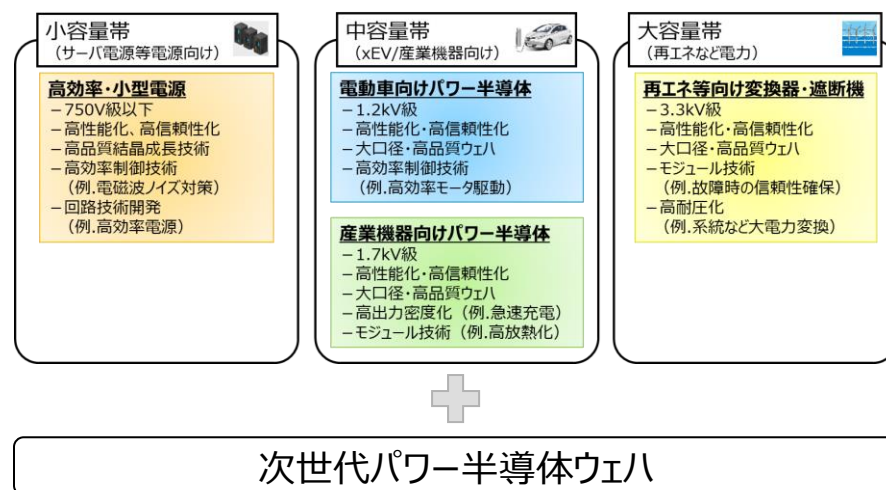
- パワー半導体は自動車・産業機器、電力・鉄道、家電など、生活に関わる様々な電気機器の制御に使用されており、カーボンニュートラルに向けた電化社会にとって、こうした電気機器の省電力化は極めて重要。
- 電気機器の多くは従来のSi（シリコン）が使用されているが、次世代パワー半導体（SiC（シリコンカーバイド）、GaN（窒化ガリウム）、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化ガリウム）等）はSiよりも省エネルギー性能に優れており、今後市場規模が拡大することが予想されている。
- グリーンイノベーション基金を活用して、次世代パワー半導体製造技術開発及び次世代パワー半導体ウェハ技術開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

## ■ 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



# 日米半導体パートナーシップ

萩生田経済産業大臣は、GW中に訪米し、

- **IBMの最先端半導体研究施設@オルバニーを視察し、日米企業・研究者による次世代半導体の研究開発、今後の実用化に向けた日米協力について意見交換。**
- **レモンド商務長官とは、日米協力を進める上で必要な「半導体協力基本原則」に合意。**

## 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。

# 日米首脳会談のポイント（経産省関連主要項目）

- 5月23日(月)の日米首脳会談では、日米協力に関する成果として「共同声明」及び「ファクトシート」を公表。

## <経済安全保障の確保>

※枠内は成果文書におけるポイント

- 輸出管理の活用を含む機微技術（サイバー監視システムも明記）の保護・育成での協力を確認
- JUCIP(※)で合意された「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公表  
※JUCIP(ジュシップ) = 日米商務・産業パートナーシップ (Japan-U.S. Commercial and Industrial Partnership)
- 経済版「2 + 2」(※)第一回閣僚級会合を7月に開催することを発表  
※経済版「2 + 2」 = 経済政策協議委員会 (EPCC (エピック) : Economic Policy Consultative Committee)  
【体制】(日) 外務大臣・経産大臣 / (米) 国務長官・商務長官  
【内容】日米その他パートナー国の経済安全保障の確保、インド太平洋地域や国際社会におけるルールに基づく経済秩序の強化 等を議論

## <自由で公正な経済秩序の構築>

- IPEFのパートナー間で将来の交渉に向けた議論が開始されたことを歓迎
- デジタル貿易及び強制労働の排除等の分野での緊密な協力の前進等を歓迎。サプライチェーン上の強制労働の排除に関し、企業の予見可能性確保の重要性について認識を共有

## <エネルギー安全保障の確保とカーボンニュートラルの実現>

- 米国産LNGの重要性を強調。米国の石油・天然ガス増産に向けた投資を歓迎
- エネルギー安全保障とネット・ゼロ・エミッションの双方を達成するための日米クリーンエネルギー・エネルギーセキュリティ・イニシアティブ (CEESI) の立ち上げを歓迎
- 革新原子炉及び小型モジュール炉 (SMR) の開発及び世界展開の加速にコミットし、強靱な原子力サプライチェーンを構築することで一致
- G 7のコミットメント（ロシア産エネルギーへの依存低減）を基に、アジア諸国のエネルギー安全保障強化への支援を検討
- 持続可能な航空燃料 (SAF) や自動車用燃料用のものを含め、日本のバイオエタノールの需要を2030年までに倍増させるため、あらゆる可能な手段を取るというコミットメントを歓迎



# 日米首脳ファクトシートのポイント（経産省関連主要項目）

<p><b>サプライチェーン強靱性</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重要物資の<b>強靱なサプライチェーン</b>を推進するための協力             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <b>半導体</b>製造能力、次世代半導体の研究開発、供給不足への対応</li> <li>➢ <b>先進的な電池</b>のサプライチェーンに関する情報の共有と協力</li> <li>➢ <b>重要鉱物</b>の安定的かつ強靱なサプライチェーン構築のための協力</li> </ul> </li> <li>・<b>サプライチェーンにおける人権尊重</b>の重要性を再確認し、<b>予見可能性を高め</b>、企業が人権尊重に積極的に取り組める環境を促進するため協力を再活性化</li> </ul>
<p><b>重要技術・新興技術</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マイクロエレクトロニクスやサイバー監視システム等<b>機微技術</b>のより効果的かつ機動的な輸出管理に関する日米両国協力強化のための連携</li> </ul>
<p><b>サイバーセキュリティ/重要インフラ</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日米EUによるインド太平洋地域へのトレーニング提供のための<b>産業制御システムサイバーセキュリティウィーク</b>開催</li> <li>・脅威情報を共有することにより国家の<b>基幹インフラの防御を向上</b></li> </ul>
<p><b>科学技術</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経済安全保障に資する<b>重要な新興機微技術の共同研究開発プロジェクト</b>実施を意図</li> <li>・<b>プライバシー強化技術</b>（Privacy Enhancing Technologies）に関するワークショップを計画</li> </ul>
<p><b>5G・オープンRAN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>5Gサプライヤーの多様化とOpen RAN</b>（※オープンな無線アクセスネットワーク）に関する協力関係強化</li> <li>・O-RANに準拠した<b>5G携帯基地局の相互接続性評価・検証</b>（テキサス州の研究開発ラボへの日本の資金支援）</li> </ul>
<p><b>クリーンエネルギー</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2021年4月に立ち上げた<b>日米クリーンエネルギー・パートナーシップ（JUCEP）</b>の下、<b>インドネシア</b>政府と協力し<b>小型モジュール炉（SMR）を含むクリーンエネルギーに関するキャパビル活動</b>を実施</li> <li>・エネルギー安全保障とネット・ゼロ・エミッションの双方を達成するための<b>日米クリーンエネルギー・エネルギーセキュリティ・イニシアティブ（CEESI）</b>を設立</li> <li>・<b>原子炉の運転期間の長期化と燃料供給の安定性確保</b>に関する協力を含め、既設炉の最大限の活用のための協力の機会を追求</li> <li>・小型モジュール炉（SMR）や高速炉を含む<b>革新的な原子力技術</b>で協力、強靱なサプライチェーン構築の協力</li> <li>・日本は米国が主導する<b>ファースト・ムーバーズ・コアリション（First Movers Coalition※）</b>に参画</li> </ul> <p>※2050ネット・ゼロを達成するために必要な重要技術の早期市場創出に向け世界の主要グローバル企業が購入をコミットするためのプラットフォーム。日本は「戦略パートナー国」として参画</p>

# 次世代計算機の利用拡大

- 今後の計算需要に応える様々な次世代計算機が官民で整備されつつある中、個別用途での利用を加速するためには、利便性等を高める基盤的なソフトウェアの発達が必要。
- このため、次世代計算機を利用しやすくする一元的な環境を、様々な法人・個人に対し継続的に提供することで、ソフトウェア開発を促進する。



テストベッドの利用を加速し、  
基盤的なソフトウェアの開発を支援

アクセス権

アクセス権

アクセス権

アクセス権

アクセス権

IPA

様々な次世代計算機について、  
一元的に情報提供するとともに、利用状況について調査・分析



スーパーコンピュータ  
【理研：富岳】



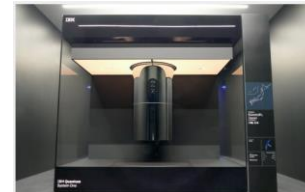
AIコンピュータ  
【産総研：ABCI】

...



高性能コンピュータ

...



ゲート型  
量子コンピュータ  
【日本IBM等】



アニーリング型  
量子コンピュータ  
【D-Wave等】

【古典:汎用、AI、科学技術など向け】

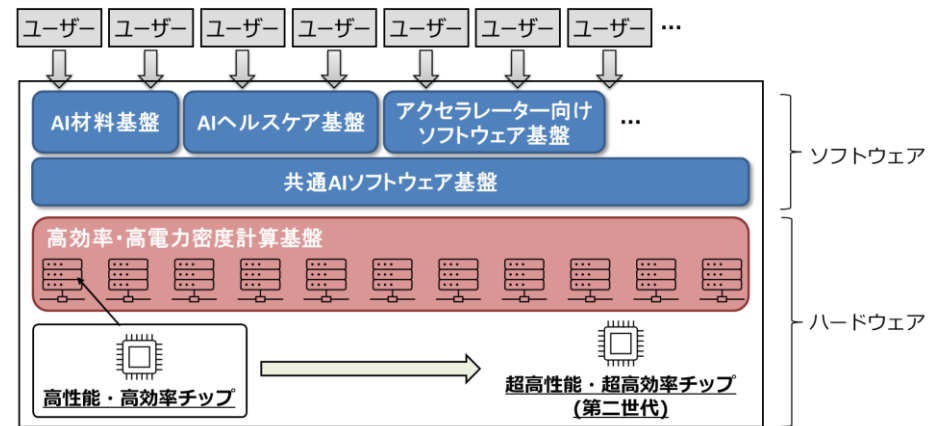
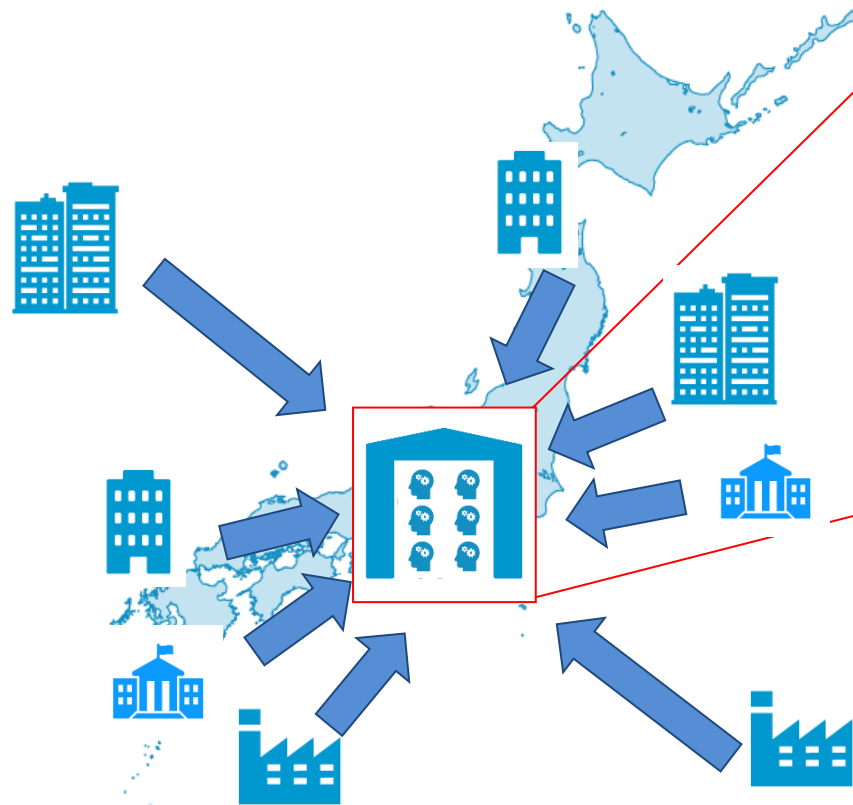
【量子:組合せ最適化問題など向け】

※【 】内は例

次世代計算機の整備のための支援

# 次世代AIコンピュータの開発

- 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】

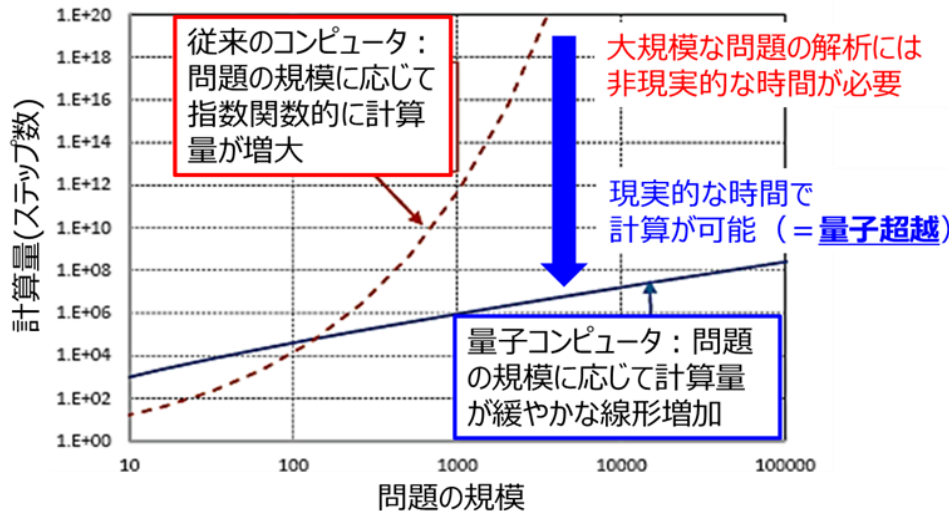
- AIの深層学習は多量の演算処理が必要なため、並列演算可能なメニーコアプロセッサを開発
- 性能改善に向けて、半導体の微細化、3次元実装等の技術開発を実施

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

# 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

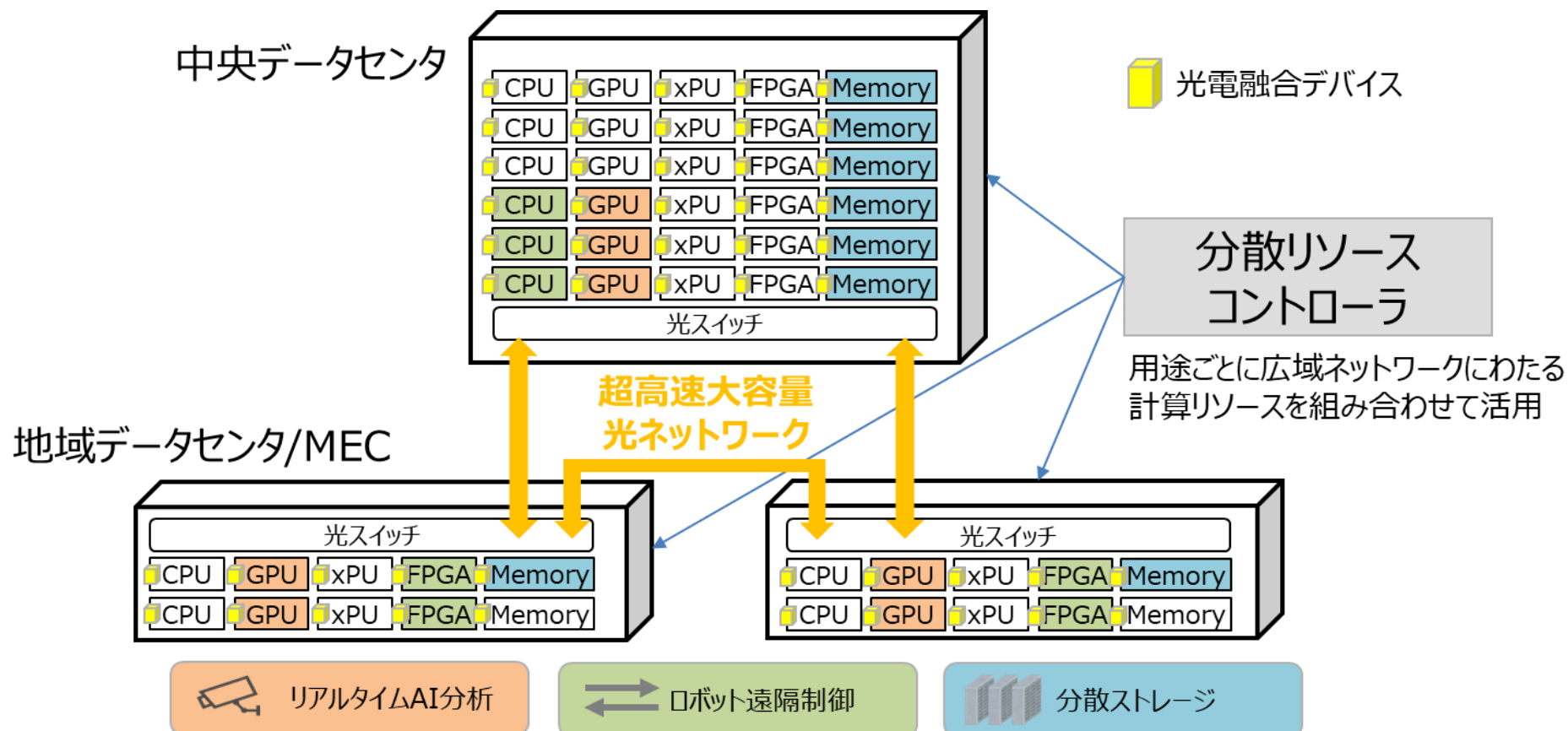
非現実的な計算時間がかかる素因数分解等でセキュリティを確保していた暗号技術が無効化 (安全保障上の課題)

(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】

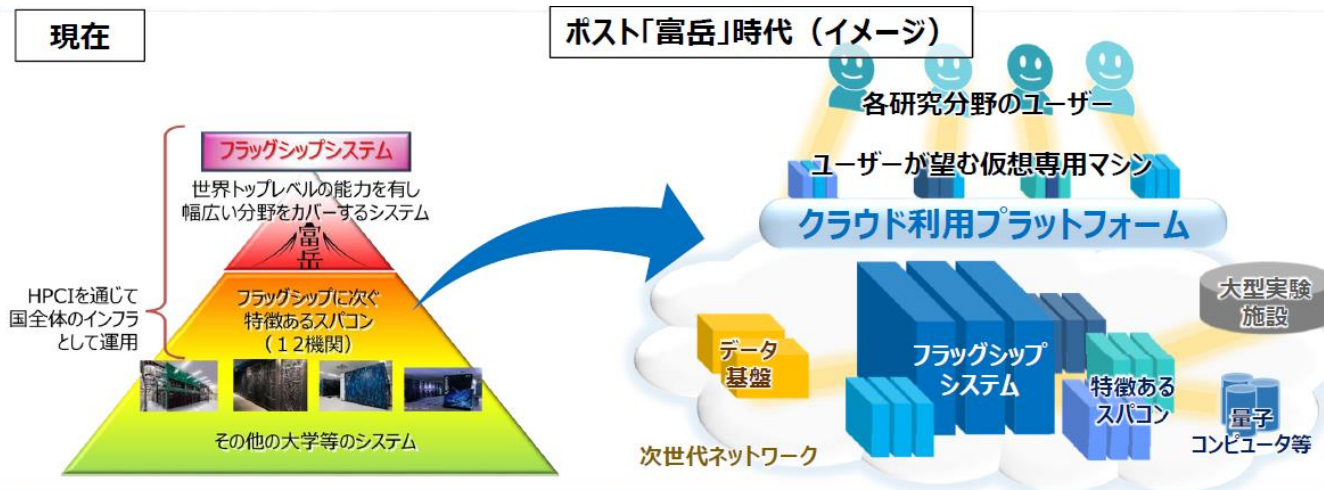
# IOWN構想

- 分散したコンピューティング環境全体で光電融合技術を活用することで、広域に渡る計算リソースの活用・データ処理の抜本的効率化を実現する新たなコンピューティングアーキテクチャを構築し、多種多様で高度なアプリケーション/サービス創出とシステム全体での高い電力効率の両立を図る。



# 次世代スーパーコンピュータ ～ポスト富岳

- 高性能スパコンは、科学技術・学術の成果創出のみならず、社会課題の解決にも必要不可欠。また、量子コンピュータの実現等、新たな技術が発展する中でも必要。世界では、欧米・中国を中心にイノベーション、産業競争力、安全保障の観点から多額の投資が行われている。
- 「富岳」は、スパコン性能ランキングでは4期連続4冠を達成。ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤は、「フラッグシップシステム」及び主要な計算・データ基盤、ネットワークが、一体的に運用され、総体として持続的に機能することを目指して、具体的な検討を行っているところ。



# 半導体人材の育成・確保に向けた取り組みの強化

- TSMCとソニー、デンソーが合併で熊本県にJASMを設立し、86億ドルを投じて、10~20nmプロセスの半導体製造を行う予定。約1,700名の先端技術に通じた人材の雇用創出を見込む。
- 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。人材ニーズを整理し、カリキュラム開発等を実施する予定。今後、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

## 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

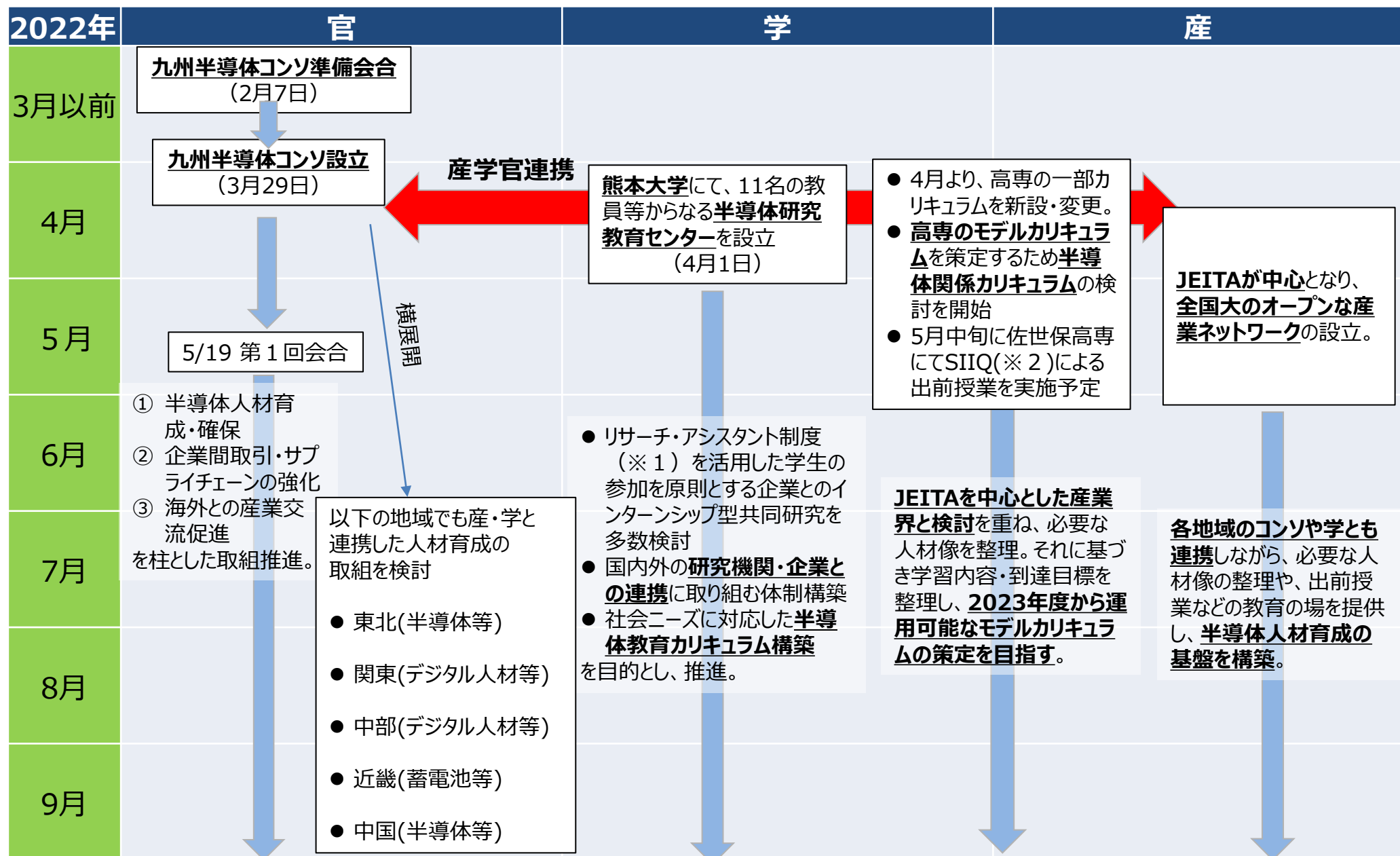
- 九州・沖縄の9高専でエンジニア・プログラマ等を育成  
・今年度から、モデルカリキュラムの策定に着手
- 半導体研究教育センターの立上げ（熊本大学）  
・企業ニーズと大学シーズを繋げるコーディネート研究人材等を招聘し、半導体分野の教育・研究を統括。
- 技術大学セミコン人材トレーニングセンターの整備  
・実習棟を改修し、技術者の人材育成プログラムを実施。

## 当面の進め方

- まずは九州で、人材育成等コンソーシアムを産学官一体で形成
- その後、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。



# 産官学一体となった半導体・蓄電池の人材育成ロードマップ°（イメージ）



※1：研究プロジェクト等に、教育的配慮の下に、大学院学生等を研究補助者として参画させ、研究遂行能力の育成、研究体制の充実を図るとともに、これに対する手当の支給により、大学院学生の処遇の改善の一助とすることを目的とした制度

※2：九州半導体・エレクトロニクスイノベーション協議会