経済産業省

資料１

政策動向紹介

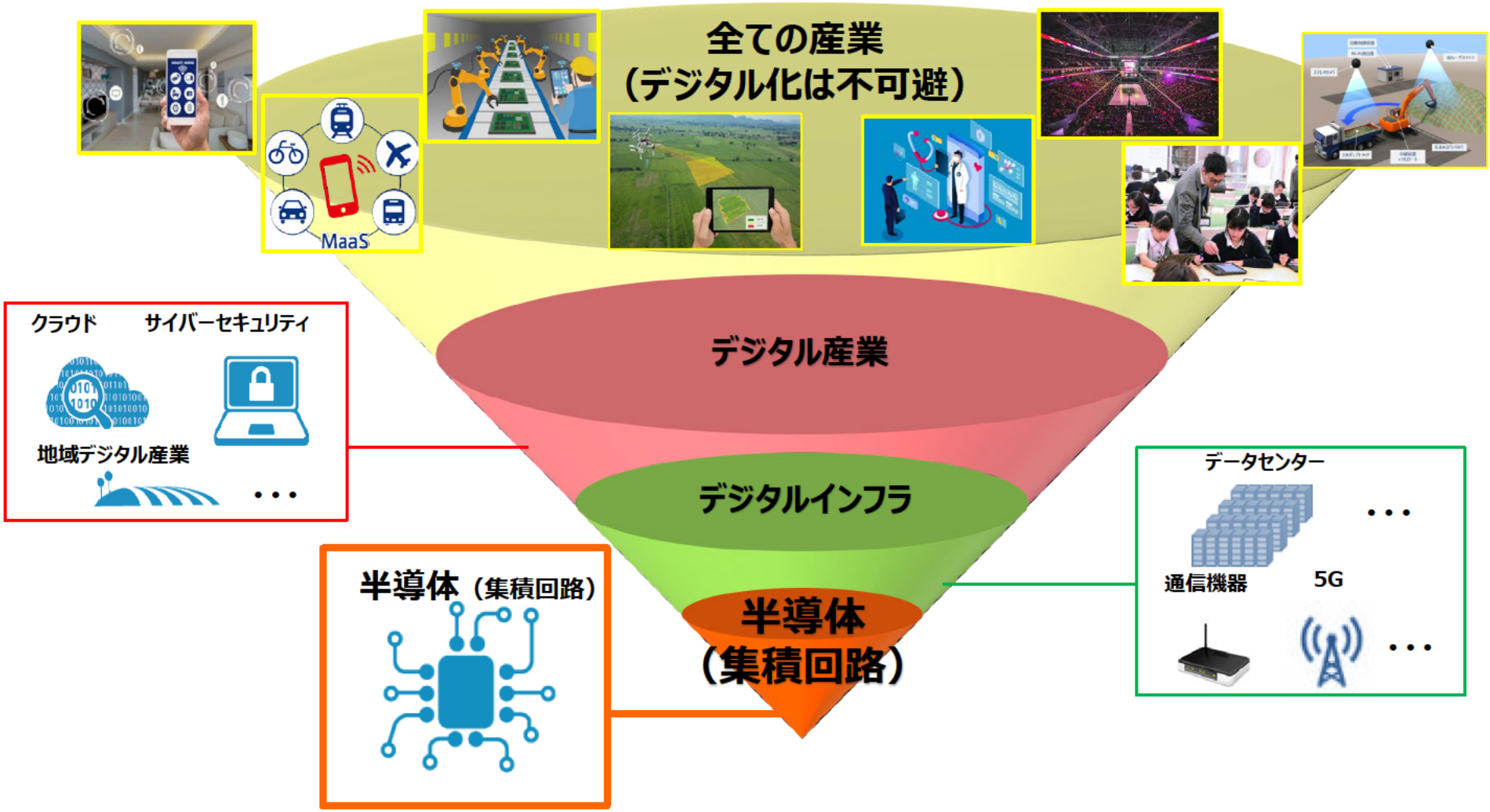
～半導体のサプライチェーン強靱化に向けて～

2022年7月

経済産業省

半導体の重要性

- 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**。



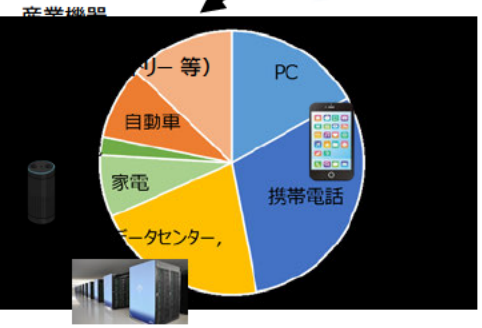
我が国半導体産業復活の基本戦略

- **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。量子や光電融合の社会実装には次世代半導体の産業基盤**が必要であり、更に、**次世代半導体の社会実装にはIoT用半導体の産業基盤**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

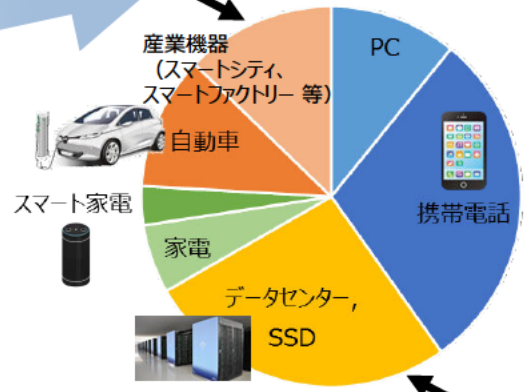
Step 1：IoT用半導体生産基盤
⇒生産ポートフォリオの緊急強化

2020年



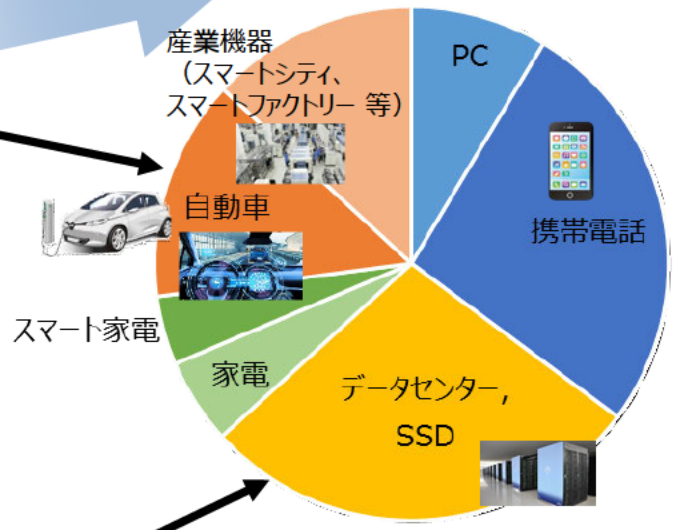
市場規模全体：約50兆円

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

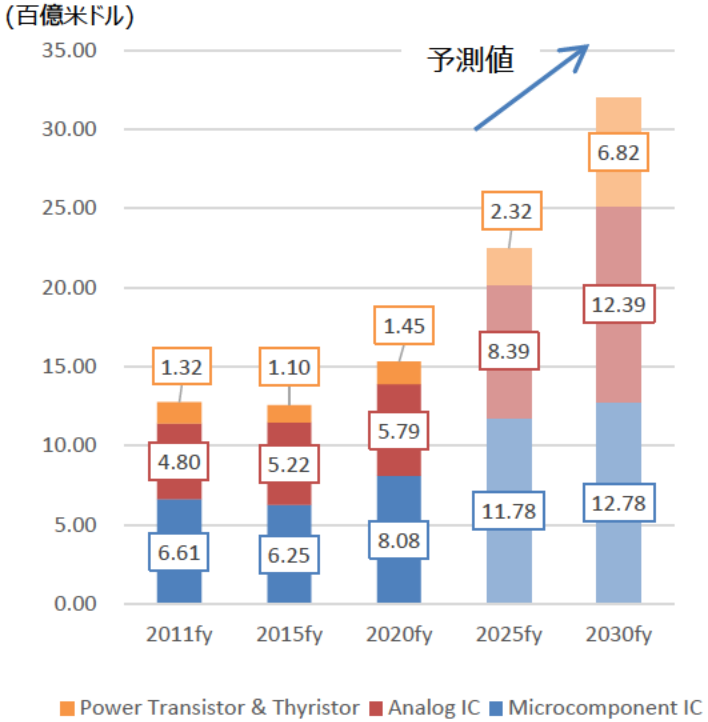
１．足下のサプライチェーン強化
（足下の半導体不足等への対応）

２．将来のサプライチェーン強化
（次世代計算基盤の確保に向けて）

３．これらを担う人材育成

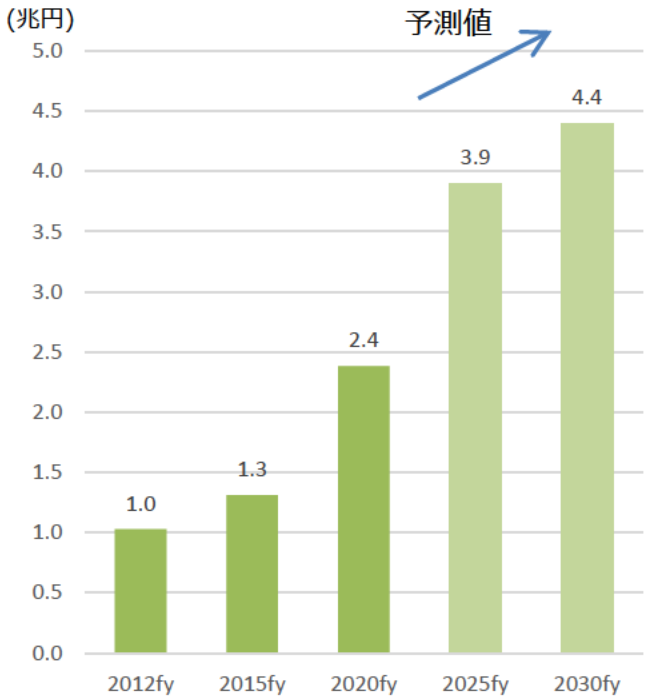
レガシー半導体、製造装置、素材の需要動向

- 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で増加傾向。
- 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。



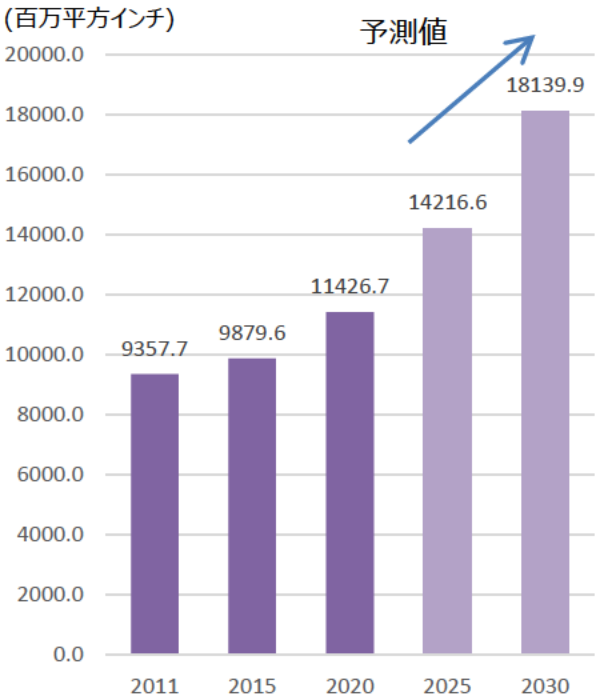
レガシー半導体の出荷動向

※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

半導体に関するサプライチェーンの緊急強化（ロシア・ウクライナ関連）

- 半導体製造の原材料（希ガス等）の供給確保
  - 設備投資支援による生産能力強化
  - リサイクル装置の導入、回収率向上のための研究開発

  2022年中に企画・検討を完了、具体措置を開始し、2025年までに対策完了することを目指す。
- 同時に、同盟国・有志国間でサプライチェーン協力の枠組みを構築。相互補完関係を構築。（上記の取り組みを通じて日本が枠組みを牽引）

設備投資により生産能力を強化

半導体製造素材等メーカ

原材料の回収装置を導入&回収率の向上のための研究開発を推進

半導体製造メーカ

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。

国内半導体生産能力の強化策
「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。

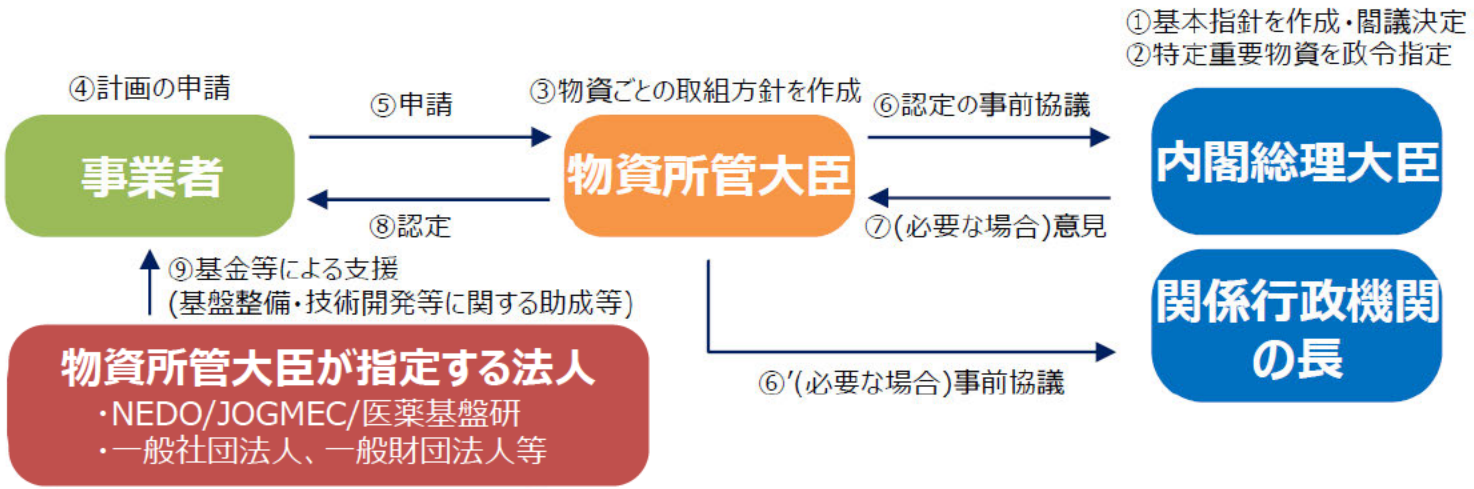
特にレガシー半導体について、半導体製造工場はもとより、工場に部素材・装置を提供する周辺サプライヤも含めた中長期的な支援による、更なる製造基盤の強化を検討

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。

～経済安保推進法案におけるサプライチェーン強靱化～

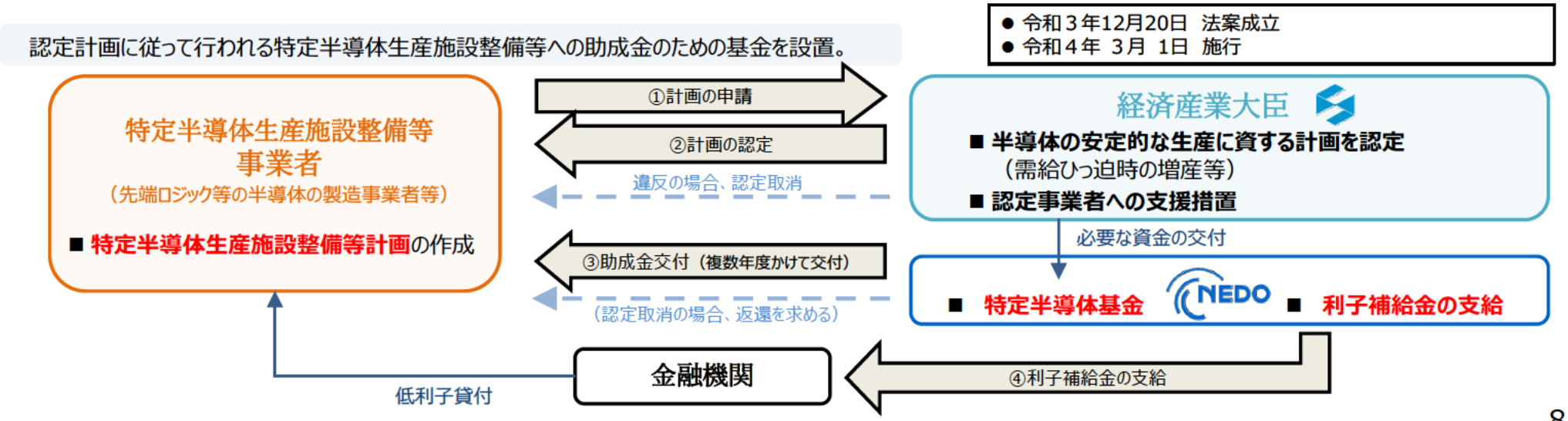
- 内閣総理大臣が策定する特定重要物資に係る基本指針に則り、政令で特定重要物資を指定。
- 物資所管大臣が各物資の取組方針を作成、それに基づく事業者の計画を認定。事業者に対して、基金等を通じて、設備投資や備蓄、生産設備の保有等、幅広い支援を講ずる予定。



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



１．足下のサプライチェーン強化
（足下の半導体不足等への対応）

２．将来のサプライチェーン強化
（次世代計算基盤の確保に向けて）

３．これらを担う人材育成

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

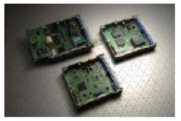
【古典:汎用、AI、科学技術など】

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】

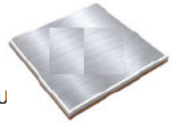
スマホ・タブレット


車載コンピュータ

【IoTデバイス等】

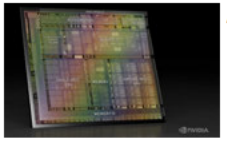
①半導体製造技術の発展

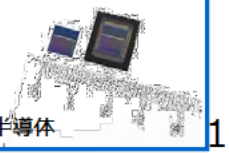
AIアクセラレータ


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。

海外

国内

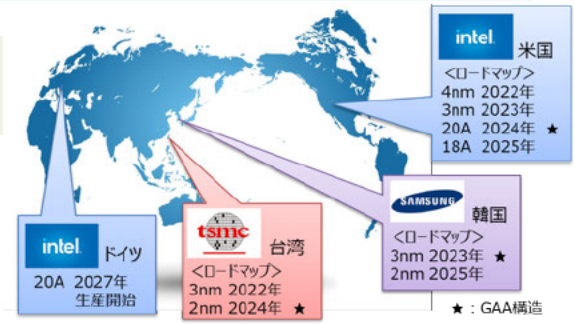
ルネサス

世界からは10年遅れ
先端ロジック分野では後進国

ＪＡＳＭの誘致によりキャッチアップ
（ＴＳＭＣ熊本）

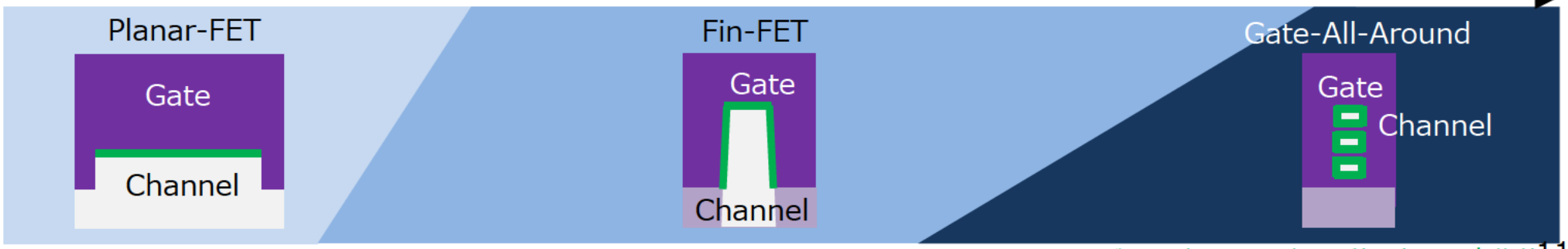
課題
- ✓ 次世代半導体を活用したユースケース開発
- ✓ 次世代半導体開発・製造知見の確立
- ✓ 半導体関連産業を支える人材の教育

次世代半導体の確保にどのように取り組むか



Fin-FET導入　　GAA導入（予定）

45nm　28nm　22nm　16/12nm　7nm　5nm　3nm　2nm　Beyond

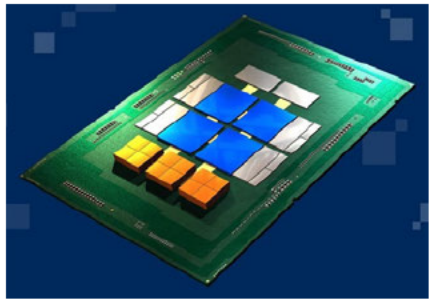


同じゲート幅をより小さい面積で実現＝高集積

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、海外ファウンダリ・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」



AMD arm ASE GROUP Google Cloud intel. Meta Microsoft Qualcomm SAMSUNG tsmc

引用：UCIeホームページ

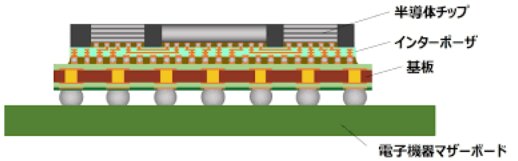
誘致／連携

■先端パッケージの技術要素

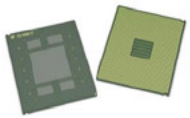
TSMCジャパン
3DIC研究開発センター

連携

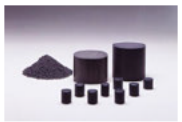
2.5D/3DIC



引用：大日本印刷



基板



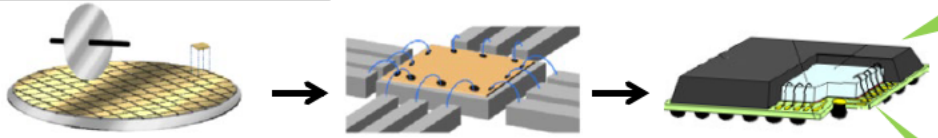
材料
（放熱材、モールド材など）

製造技術
（再配線、接合など）

先端パッケージ関連メーカーの連携強化について

- 後工程分野は素材・装置共に日本メーカーが高い技術とシェアを有しており、サプライチェーン強靭化や経済安全保障上の意味でも重要。現在、世界中で開発が加速し、**先端パッケージ技術が必要となる転換期**。
- **各工程単位で独立した業界**となっているため、**後工程全体を通しての連携を図る**ため、**一定の組織化**を検討。問題意識や論点整理のため、**広くアイディアと参加者を募集中**。

■主要な後工程と主なプレーヤー



ダイシング → ボンディング → モールディング（封止）

ダイシング装置

ディスコ	80%
東京精密	9%

ボンディング装置

Besi（蘭）	23%
Kulicke & Soffa（ｼﾝｶﾞﾎﾟｰﾙ）	21%
ファスフォード	10%
キャノン	9%

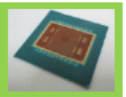
モールド装置

TOWA	28%
ASM Pacific（台）	28%
ヤマハ	19%

【素材】 封止材製造

住友ベーク	33%
昭和電工マテリアル	19%
パナソニック	8%

【素材】 ＩＣパッケージ基板



イビデン	24%
ユニマイクロン（台）	19%
新光電気工業	16%

【素材】 層間絶縁材製造

味の素ファインテクノ	96%

（出典）Omdia、SEMI、TrendForce、(株)富士経済、グローバルネット(株)を基に経済産業省作成

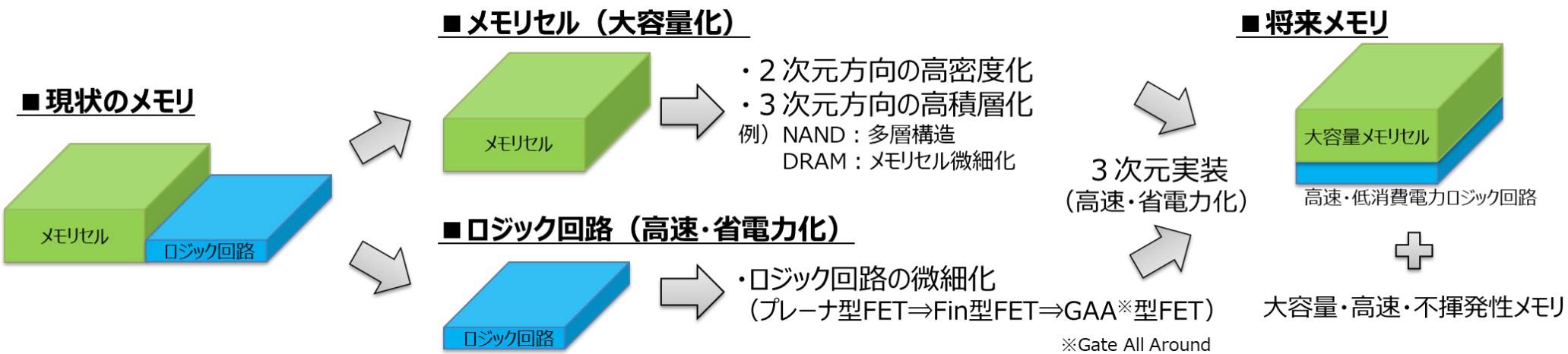
■スケジュール

2022年5月 → 2022年夏 → 2022年末

アイディア募集 → 論点整理・体制検討 → 一定の組織化

将来メモリの基本戦略

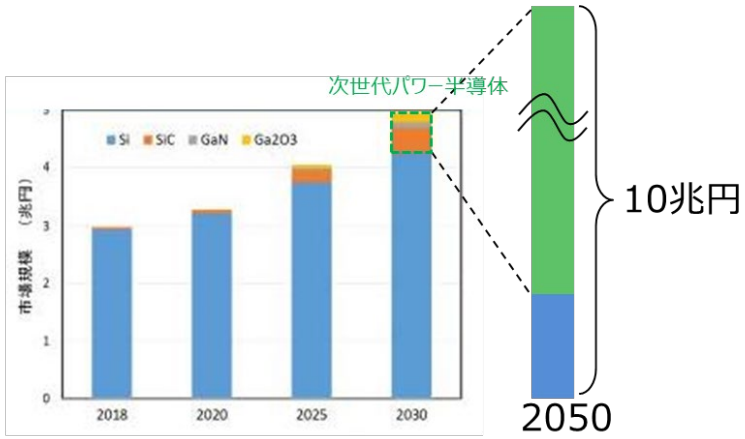
- 次世代計算基盤では、**“大容量”、“高速”、“省電力”の性能を“低コスト”で実現するメモリ**が必要。
- このため、**メモリセルの高密度化・高積層化**により大容量化・低コスト化を実現。
- **ロジック回路の微細化**と**メモリセルとロジック回路の貼り合わせ等による3次元実装**により高速化と省電力化を実現。
- 更に、次世代のコンピューティングアーキテクチャである“**メモリセントリックアーキテクチャ**”では、**DRAMとNANDの両方のメリットを兼ね備えた新メモリ**が必要。
- その実現に向けて、**新材料技術等により高速・大容量・不揮発性メモリ**を開発。



化合物半導体

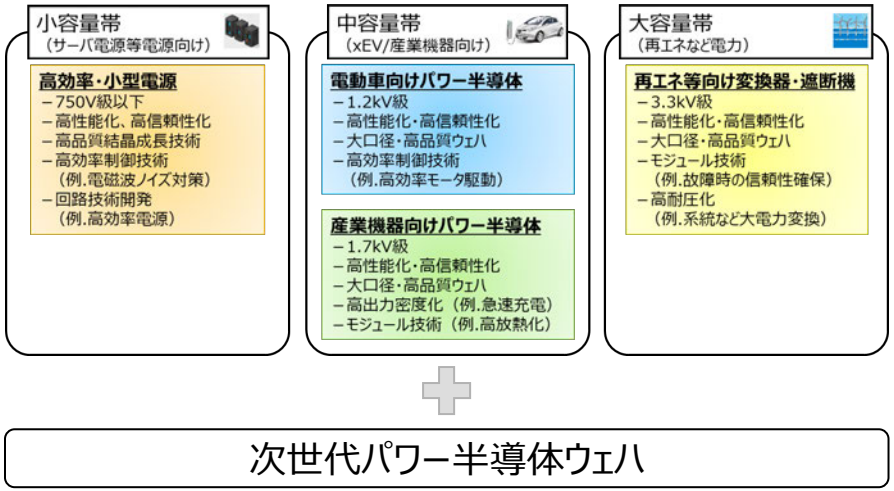
- **パワー半導体は自動車・産業機器、電力・鉄道、家電など、生活に関わる様々な電気機器の制御に使用**されており、カーボンニュートラルに向けた**電化社会にとって、こうした電気機器の省電力化は極めて重要**。
- **電気機器の多くは従来のSi（シリコン）が使用**されているが、**次世代パワー半導体（SiC（シリコンカーバイド）、GaN（窒化ガリウム）、Ga_2O_3（酸化ガリウム）等） はSiよりも省エネ性能に優れており**、今後市場規模が拡大することが予想されている。
- グリーンイノベーション基金を活用して、**次世代パワー半導体製造技術開発**及び**次世代パワー半導体ウェハ技術開発**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



１．足下のサプライチェーン強化
（足下の半導体不足等への対応）

２．将来のサプライチェーン強化
（次世代計算基盤の確保に向けて）

３．これらを担う人材育成

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、デンソーが合弁で熊本県に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

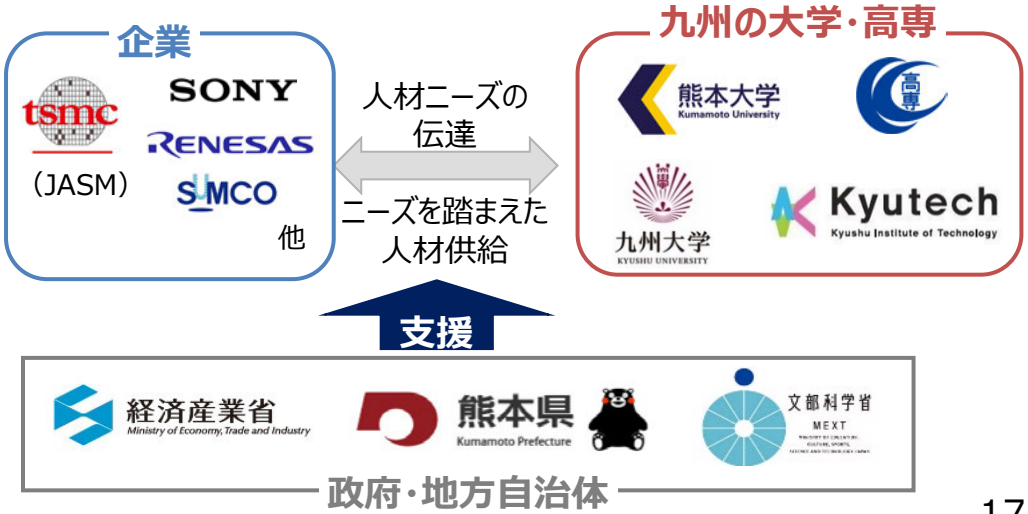
⇒ 今後、具体的な人材像やスキルセットを整理

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）

2022年	官	学	産
3月以前	**九州半導体コンソ準備会合**（2月7日） ↓ **九州半導体コンソ設立**（3月29日）		
4月	産学官連携	**熊本大学**にて、11名の教員等からなる**半導体研究教育センター**を設立（4月1日）	● 4月より、高専の一部カリキュラムを新設・変更。 ● **高専のモデルカリキュラム**を策定するため**半導体関係カリキュラム**の検討を開始 ● 5月中旬に佐世保高専にてSIIQ(※２)による出前授業を実施予定
5月	第１回会合		**JEITAが中心**となり、**全国大のオープンな産業ネットワーク**の設立。
6月	① 半導体人材育成・確保 ② 企業間取引・サプライチェーンの強化 ③ 海外との産業交流促進 を柱とした取組推進。	● リサーチ・アシスタント制度（※１）を活用した学生の参加を原則とする企業とのインターンシップ型共同研究を多数検討 ● 国内外の**研究機関・企業との連携**に取り組む体制構築 ● 社会ニーズに対応した**半導体教育カリキュラム構築** を目的とし、推進。	**JEITAを中心とした産業界と検討**を重ね、必要な人材像を整理。それに基づき学習内容・到達目標を整理し、**2023年度から運用可能なモデルカリキュラムの策定を目指す**。
7月	横展開 以下の地域でも産・学と連携した人材育成の取組を検討 ● 東北(半導体等) ● 関東(デジタル人材等) ● 中部(デジタル人材等) ● 近畿(蓄電池等) ● 中国(半導体等)		**各地域のコンソや学とも連携**しながら、必要な人材像の整理や、出前授業などの教育の場を提供し、**半導体人材育成の基盤を構築**。
8月			
9月			

※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

（参考）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靭性を強化**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。

（参考）成長戦略実行計画
（新しい資本主義のグランドデザインおよび実行計画（案））

〇Ⅲ新しい資本主義に向けた計画的な重点投資

２科学技術・イノベーションへの重点的投資(P12)

（略）

同時に、権威主義的国家による挑戦も顕在化する中で、最終的な勝者を決めるのは、科学技術の力である。例えば、**先端半導体を開発・生産できる力を持っていることが、国際競争力、更には国家安全保障を左右**する。

〇Ⅲ　２（１）量子技術

（略）

量子コンピュータの大規模化・高機能化の研究開発については、半導体やBeyond５Ｇ等の他の技術分野との融合やこれを応用する分野の研究も視野に入れた上で、日本単独で考えるのではなく、先行する有志国の企業との連携を実施するなどグローバルな対応を進める。このため、**量子コンピュータ等の次世代計算基盤に不可欠な次世代半導体の設計・製造能力の確保に向けて、日米の官民が連携し、2020年代に設計・製造基盤を構築するためのプロジェクトを進める**。

（参考）成長戦略実行計画
（新しい資本主義のグランドデザインおよび実行計画（案））

〇Ⅲ新しい資本主義に向けた計画的な重点投資

４ＧＸ（グリーン・トランスフォーメーション）及びＤＸ（デジタル・トランスフォーメーション）への投資

（１）ＧＸへの投資

②具体的な取組例 (P22)

（**省電力性能に優れた半導体**）

大量のデータを処理する計算基盤や増大するエネルギー量に対応するため、**日米連携を基軸とした先端半導体の研究開発と人材育成、電動化対応に不可欠な半導体及び製造装置・素材の生産能力の増強を支援**する。

〇Ⅵ．個別分野の取組

１．国際環境の変化への対応

（１）経済安全保障の強化（P31）

経済安全保障推進法に基づき、サプライチェーン強靱化及び官民技術協力を速やかに実施する。具体的には、デジタル化やカーボンニュートラルの基盤ともなる**半導体**、レアアースを含む重要鉱物、電池のほか、医薬品等も含め、**重要な物資の安定供給を早急に確保**するため、サプライチェーン上の供給途絶リスクを将来も見据えて分析した上で、中長期的な支援措置を整備する。また、ＡＩ・量子・宇宙・海洋等の先端的な重要技術の実用化に向けたプロジェクトを強化し、速やかに5,000億円規模とすることを目指す。さらに、重要情報を取り扱う者への資格付与のための所要の措置について、国際共同研究等における具体的事例の検証を踏まえ、検討を進める。先端技術・機微技術を保有する等、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の資本強化を含めた支援の在り方について検討を行う。

（参考）骨太（経済財政運営と改革の基本方針2022）半導体の記載

〇第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(P22,23)

半導体、レアアースを含む重要鉱物、電池、医薬品等を始めとする**重要な物資について**、供給途絶リスクを将来も見据えて分析し、物資の特性に応じて、基金等の枠組みも含め、金融支援や助成などの必要な支援措置を整備することで、政府として**安定供給を早急に確保**する。基幹インフラの事前審査制度について、各省における事業者からの相談窓口の設置を含め円滑な施行に向けた取組を進める。

（中略）

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。

（中略）

国際共同研究等における具体的事例の検証等を踏まえつつ、重要情報を取り扱う者への資格付与について制度整備を含めた所要の措置を講ずるべく検討を進める。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。