経済産業省

半導体・デジタル産業戦略について

令和５年８月

経済産業省　商務情報政策局

１．改定の考え方･趣旨

世界的な潮流の変化からみる戦略改定の意義

- 2021年６月の半導体・デジタル産業戦略から２年が経過し、**世界情勢は大きく変化**。**経済安全保障リスク**、**デジタル化やグリーン化への対応**は、より**大きく・現実的な課題**として、重くのしかかっている。
  - ロシアによるウクライナ侵略は、世界の安全保障環境を劇的に変化させ、歴史的なインフレ、エネルギー価格の高騰、サプライチェーンの混乱などを発生させた。経済安全保障上のリスクは、机上のものではなく、今や目前に迫る危機である。また、デジタル技術がビジネスや国民生活を支えるのみならず、国家存亡に直結することを示す事例ともなった。
  - コロナ禍で、中国における上海ロックダウンは、グローバルサプライチェーンの脆さを露呈。また、一部の半導体について、需給ひっ迫は未だ収まらず、足元で生産能力を増強するも、いまだ不足。有志国が連携して、グローバルサプライチェーンを強靱化し、必要な物資を調達できる環境を作り上げることの重要性が高まっている。
  - 更に、気候変動への対応は世界的な競争へ。脱炭素目標を掲げる国は世界のGDPの９割を占め、欧米をはじめ、排出削減と経済成長を両立するGXを標榜して投資競争が激化の様相にある。こうした中、デジタル技術の活用は、エネルギー消費の増大にも繋がり得る中、半導体や蓄電池をはじめとした技術の向上がその両立の鍵を握る時代が到来。
  - 昨年、中国の人口が減少へ転じたが、世界的に少子高齢化が一層深刻化。我が国においても、少子化は、需給両面からの経済問題。地方における人材不足の解決には、デジタル技術の活用や地方への投資による雇用拡大が不可欠。
- こうした背景の中、半導体や情報処理技術、情報通信技術の進化は留まることを知らず、今後も情報処理量を拡大させながら、デジタル技術の活用が競争力の源泉となる時代は続いていく。ただし、今後は、**生成系AIの登場と量子コンピュータやAIコンピュータ等の情報処理の異次元の飛躍が相まってデータセンターにおける計算処理も更に圧倒的に拡大/用途別化が進み**、また**、エッジ領域における分散情報処理の拡大**が見込まれ、さらに、**消費電力の削減**も求められる。**我が国産業全体として真のDXを実現する最後の機会**であり、また、自動車・ロボティクスをはじめとする**ものづくり産業の競争力にとっても絶好機であるとともに、この流れに取り残されることは死活問題**。

  新たなデジタル社会におけるユーザー産業の競争力の強化に向けて、その付加価値の源泉となる半導体・デジタル産業基盤を日本に整備・確保することが不可欠。
- **世界各国・地域**も**半導体・デジタル産業政策の重要性を認識**、経済安全保障等の観点から、**異次元の支援等**を実施。また、GAFAMをはじめとしたデジタルの巨人による兆円単位の投資など、資本原理によるデジタル分野での競争が先鋭化。
  - 米国は、CHIPS法やIRA法を成立させ、半導体や蓄電池等の産業基盤強化を強力に推進。欧州でも欧州半導体法案の成立に向けて動いている他、韓国も自国の競争力強化に向けた半導体戦略を発表。
  - 米商務省のNISTが公表した半導体戦略では、バイデン政権が掲げる今後10年間で特に重要な技術である、コンピューティング、バイオ、クリーンエネルギーの3つの分野は半導体が支えていると言及。
- 世界の潮流変化を捉え、適切なタイミングで適切な施策を講じるべく、**半導体や蓄電池等の技術基盤から、高度情報通信、量子・スパコン等を含む高度情報処理基盤の整備を軸に、我が国の目指す方向性を改定戦略としてまとめる。**

戦略改定にあたっての基本的考え方

- 2021年６月の半導体・デジタル産業戦略から２年が経過。この間、ロシアによるウクライナ侵攻は、サプライチェーンの混乱を招き、経済安全保障の重要性が一層顕在化。また、世界的に、ＤＸやＧＸに向けた大規模な投資競争も過熱している。

- 本戦略は、具体的プロジェクトを進めることで、現実を変えることが目的。これまでも戦略に基づき、スピード感を持って、複数のプロジェクトを進めてきた結果、積極的な投資がイノベーションを生み、それが更なる高付加価値や人々の所得の向上に繋がりつつある。

- 例えば、TSMCを誘致した熊本・九州エリアでは、関連産業の投資拡大、人材育成のための連携、九州エリアにおける賃金の上昇傾向など、好循環の兆しが現れている。

- また、DXの実現や、人手不足、GX、経済安保等の社会課題の解決には、AIをはじめデジタル技術を活用することが重要。これらのイノベーションは、大量かつ高速な情報処理を行う、半導体やソフトウェアをはじめとしたデジタル産業基盤が支えている。

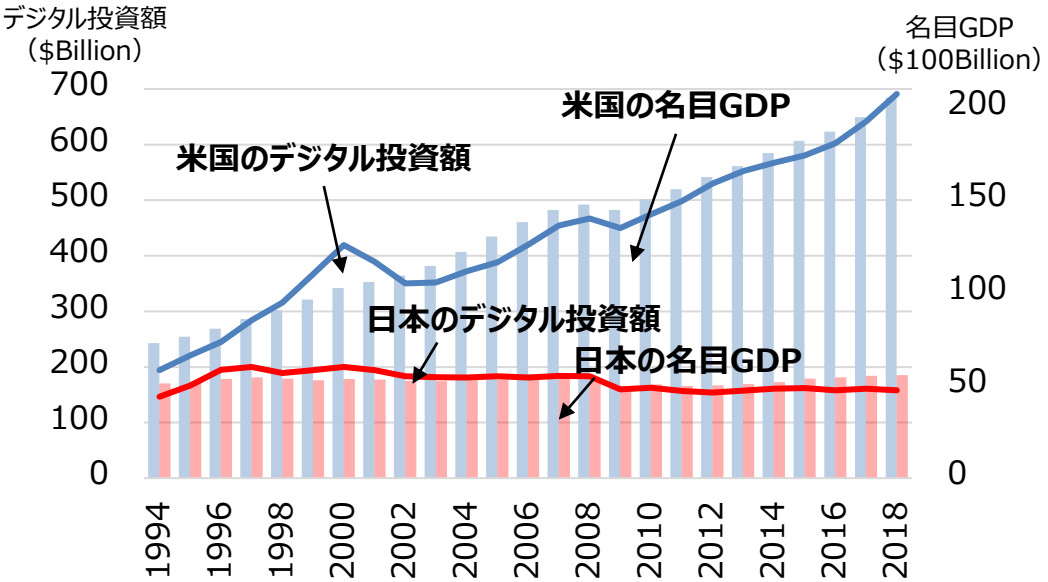
- 半導体・デジタル産業戦略に基づく取組は、デジタル関連産業の成長・発展に加え、デジタル技術を用いた新しい製品・サービスの創出、GXや経済安保の確保等の社会課題の解決、さらには「国内投資の拡大、イノベーションの加速、所得向上」といった好循環を生み出す、リーディングケース。

- ただし、いずれも道半ば。中長期的に取り組むとともに、全国に横展開していくことが重要。戦略を改定し、これまでの取組の幅を更に広げるとともに、戦略の中身をより具体化することで、国内外から投資・人材を集めるなど、スピード感を持って、新たなリーディングケースを生み出していく。

２． 半導体・デジタル産業を取り巻く状況
半導体分野の動向

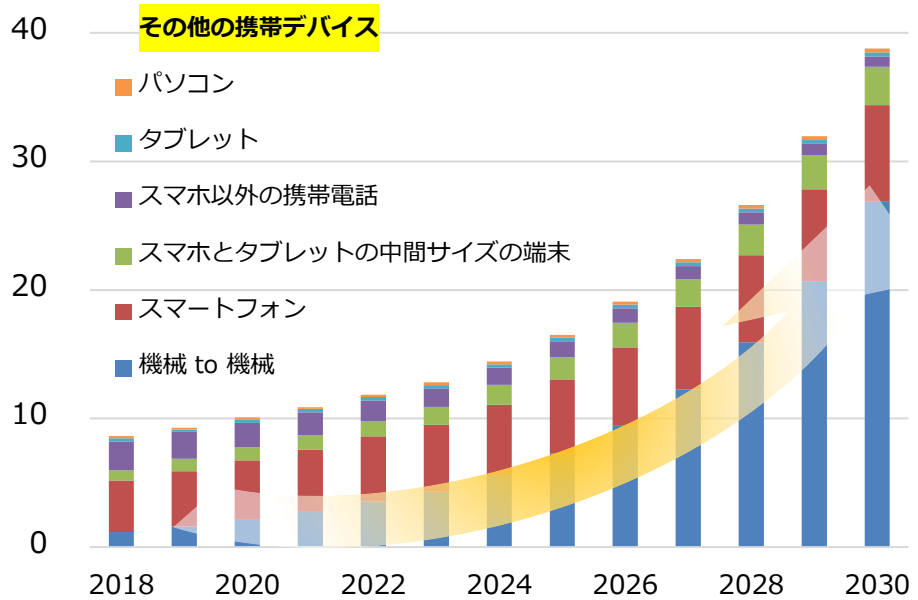
デジタル技術の進化と新たな社会の到来

- **進化し続けるデジタル技術**は、**人々の社会生活を変革**してきた。**技術を使いこなし、新たな付加価値を生み出し続ける**ことこそが、**競争力の強化と山積する社会課題を解決**する鍵。
- これまで**デジタルの中心はスマホやPC等の人が直接扱う機器**であったが、半導体が進化し、**情報処理や通信が高度化**することで、将来的には**「Machine to Machine」が中心となる見込み**。**真のIoTが実現する新たなデジタル社会**が到来する。
- 今が**日本が強みを有するものづくり産業が競争力を伸ばし、日本経済が巻き返しを図る絶好機**。技術を使いこなし、新たな付加価値を生み出すためにも、**半導体や蓄電池、情報処理基盤、高度情報通信基盤等のデジタル産業基盤の整備・強化を迅速に進める必要**がある。



日米のデジタル投資額とGDPの推移

（出典）OECD、内閣府、米国商務省を基に作成
（注）1ドル=100円で計算、デジタル投資額はOECDStatに掲載されているハードウェア投資とソフトウェア投資の合計値

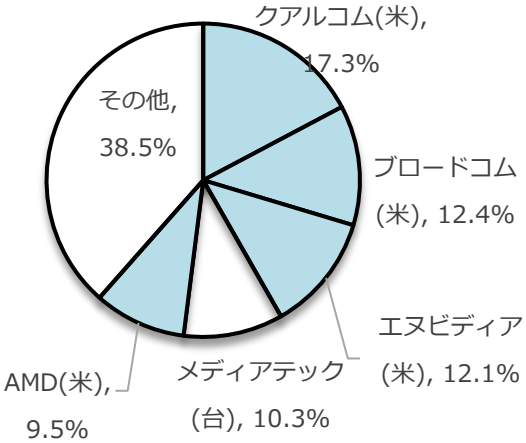


世界のモバイル通信端末数の推移

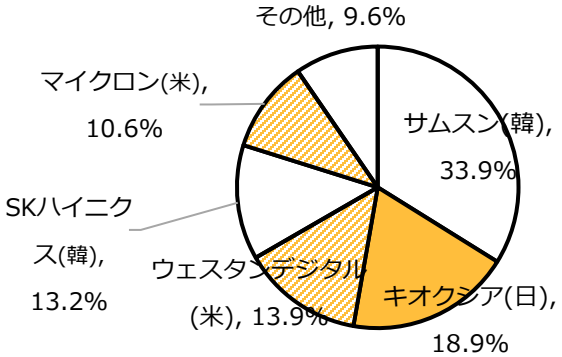
（出展）CiscoAnnualInternetReport(2018-2023)を基に経産省作成

半導体の設計・製造基盤（企業シェア）

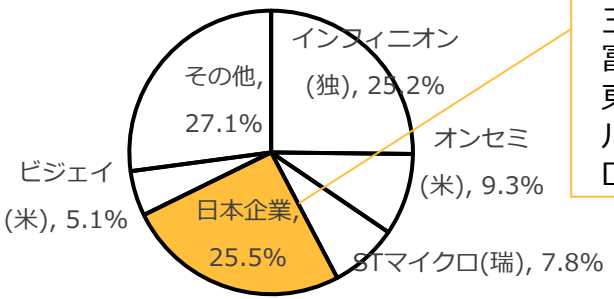
- 先端ロジック半導体に関して、**設計能力（ファブレス）は米国、製造能力（ファウンドリー）は台湾**に集中。
- メモリ半導体については、NAND・DRAMともに韓国企業が大きなシェアを占めつつも、**キオクシア／ウエスタンデジタルとマイクロンの日米連携企業も大きなシェア**を持っている。
- パワー半導体は、日本企業は欧州・米国と並び世界シェアの三極を占める一方、**複数社でシェアを分け合う状況**。自動車などに不可欠なマイコンは、ルネサスが16%のシェア。



ファブレス(1,699億ドル)

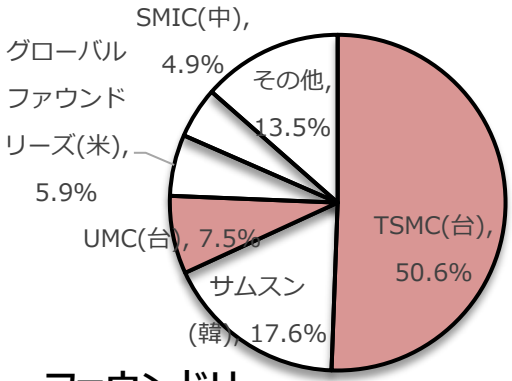


NANDメモリ(684億ドル)

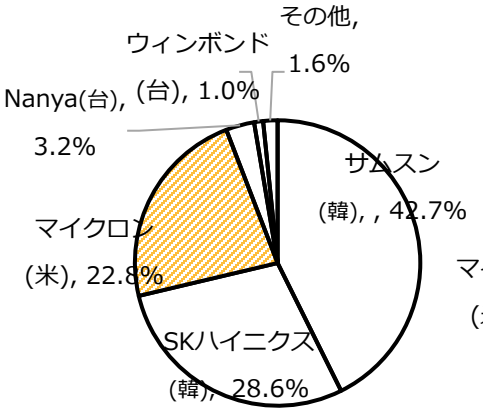


【日本企業内訳】
三菱電機：7.7%
富士電機：6.1%
東芝　　：5.1%
ルネサス　：3.3%
ローム　　：3.3%

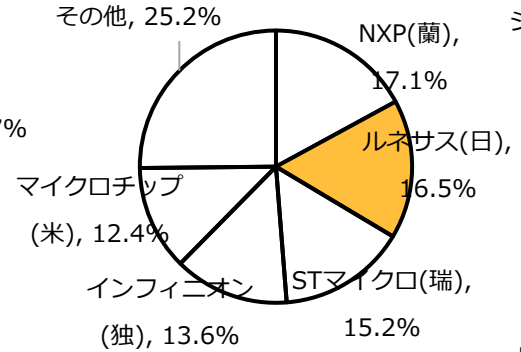
パワー半導体(189億ドル)



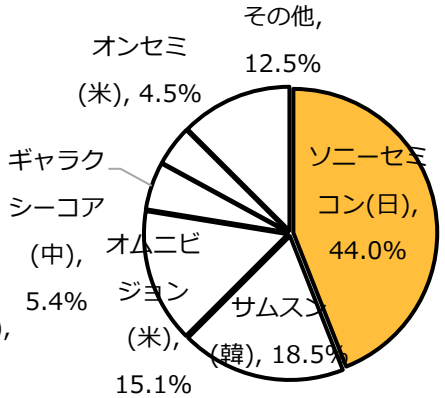
ファウンドリー (1,014億ドル)



DRAMメモリ(940億ドル)



マイコン(MCU) (222億ドル)



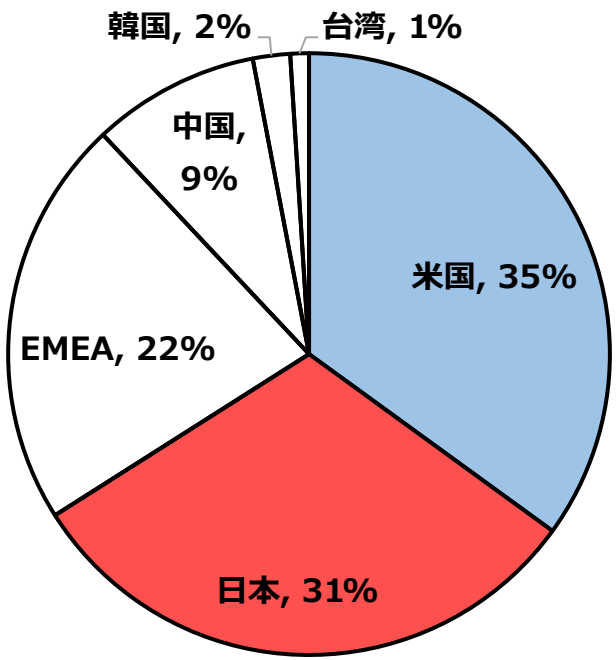
イメージセンサー (188億ドル)

【出典】OMDIA2022年データをもとに経産省作成、2021年値　全体額は米億ドル

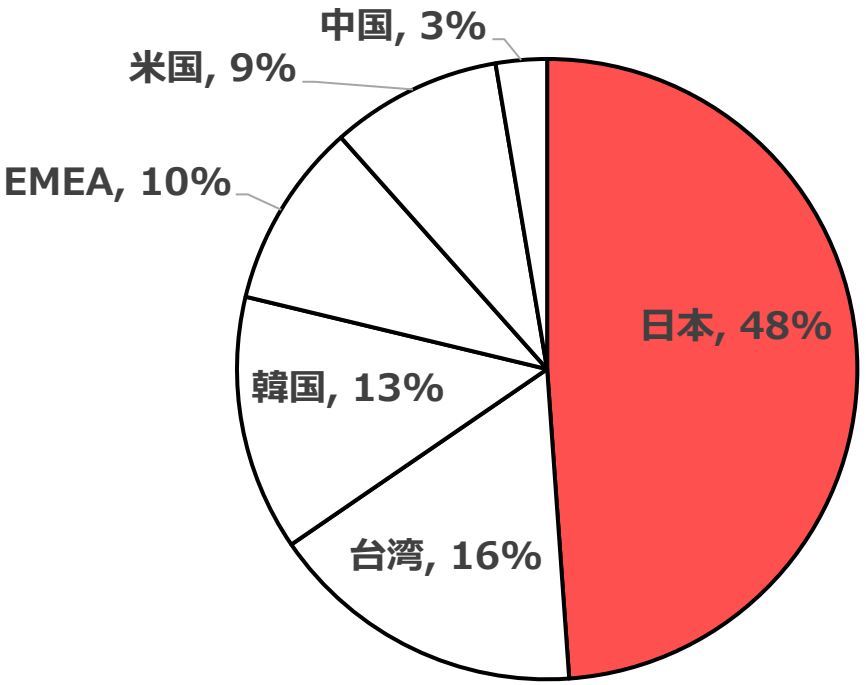
半導体製造装置・部素材

- 半導体製造に当たっては合計1000以上の工程が必要であり、その製造に当たっては極めて高いクリーン度が必要。このような高度かつ繊細な技術力が求められる中、半導体製造装置産業では米国に続いて約3割のシェアを、主要半導体部素材では約半分と日本企業が圧倒的なシェアを有しており、半導体製造サプライチェーンにおいて不可欠な存在。

半導体製造装置　各国シェア



主要半導体部素材　各国シェア

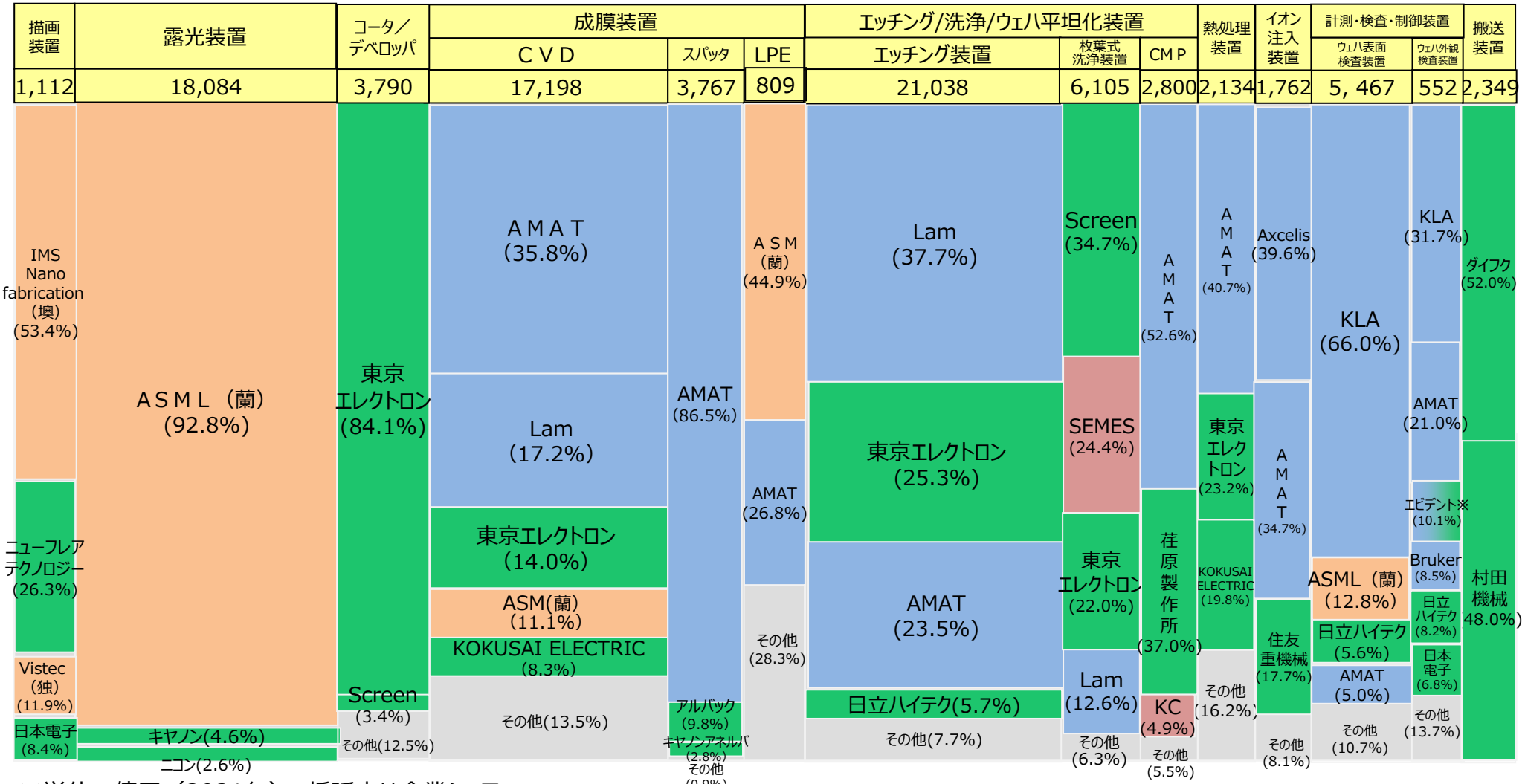


注：主要半導体材部素材品目（ウエハ、レジスト、CMPスラリ、フォトマスク、ターゲット材、ボンディングワイヤ）のシェア

出展：「令和３年度重要技術管理体制強化事業（重要エレクトロニクス市場の実態調査及び情報収集）」（ OMDIA ）より経済産業省作成、2021年度実績

半導体製造装置の世界市場

- 日本企業が大きなシェアを持つ装置がある一方、半導体製造装置市場全体で見ると、市場規模が大きい装置は米蘭が占める。



※単位：億円（2021年）、括弧内は企業シェア

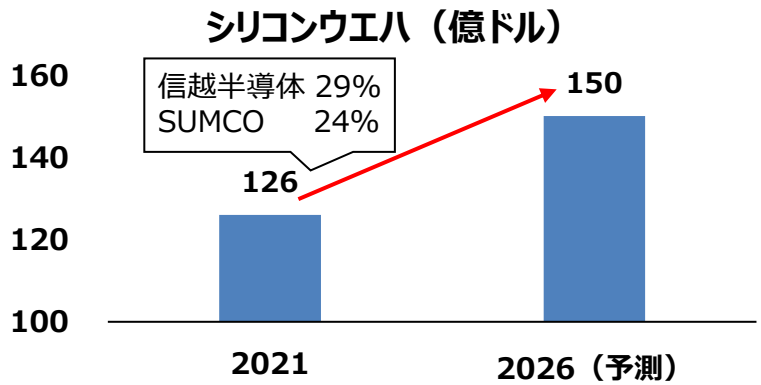
※エビデント（オリンパス子会社）は2023年4月に米ベインキャピタルに全株式譲渡。

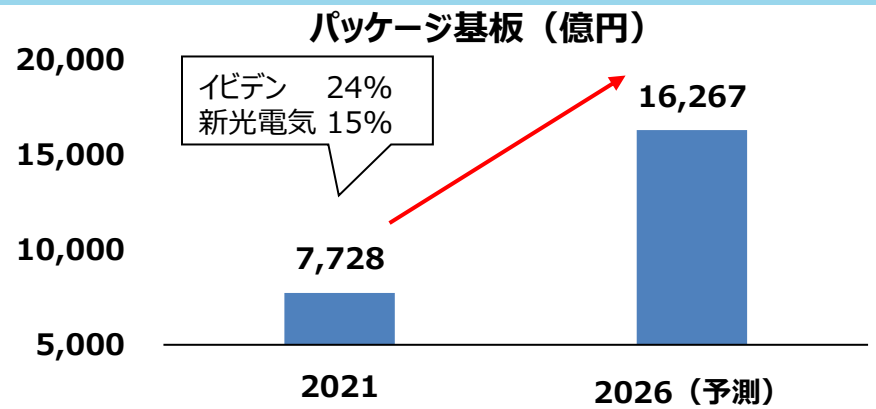
日系企業　米国企業　欧州企業　韓国企業

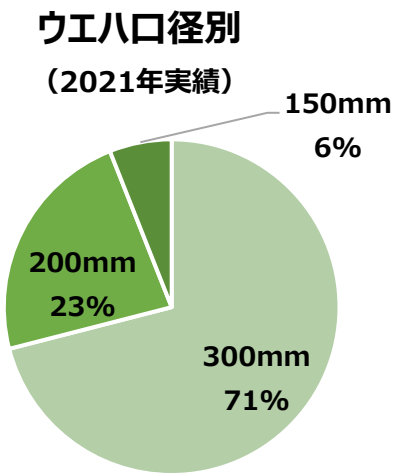
（出典）グローバルネット(株)「世界半導体製造装置・試験／検査装置市場年鑑２０２２」をもとに経産省作成

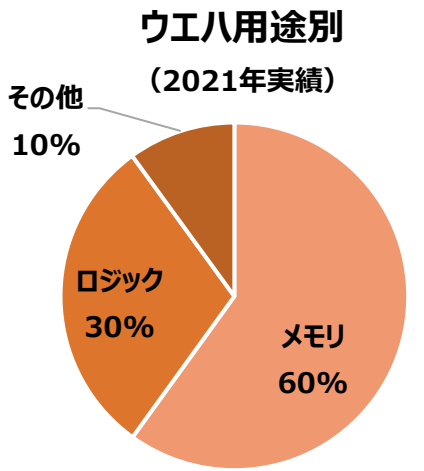
半導体部素材

- **半導体部素材市場は半導体市場と合わせて大きく成長**する見込みであり、シリコンウエハやパッケージ基板等、**日本企業が高い世界シェアを有する**部素材が多数存在。**世界への供給責任を果たしていく必要**。
- また、同時に、**将来のデバイスやアプリケーションを見据え**、**半導体の高機能化や、チップレットをはじめとしたパッケージの多様化、その先の計算能力強化・競争力強化に資するゲームチェンジとなる将来技術の開発**も行っていくべきではないか。

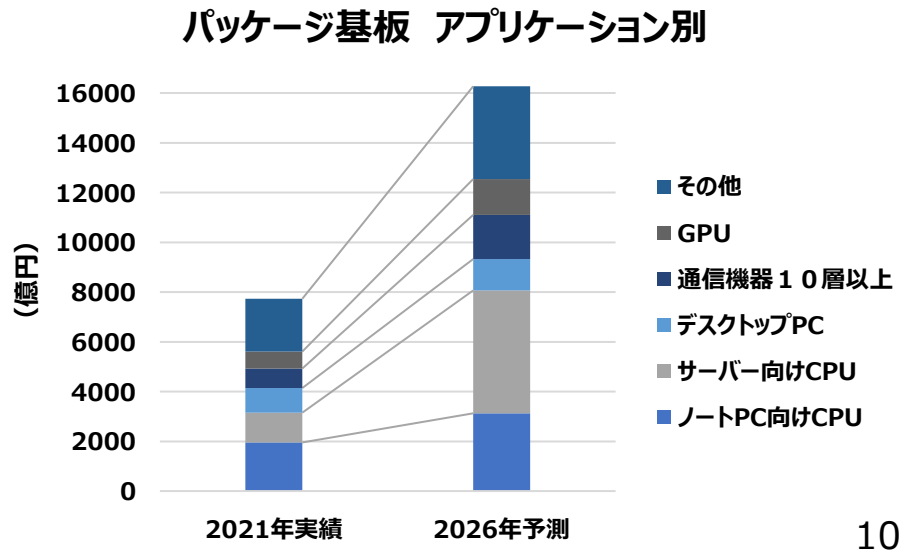








その他：パワーデバイス、アナログIC等



（出展）富士経済「2022年半導体材料市場の現状と将来展望」、富士キメラ総研「半導体パッケージ／モジュール基板関連市場の徹底分析 2022年版」 （注）2021年実績は金額ベース又は数量ベース

各国・地域の半導体に関する政策動向

- 各国・地域が、**経済安全保障の観点から重要な生産基盤を囲い込むため、異次元の支援策等**を実施。

国・地域	政策動向
米国	• **「The CHIPS and Science Act of 2022」が成立**。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（**５年で390億ドル(約5.3兆円)**）やR＆D基金（**５年で110億ドル(約1.5兆円)**）、半導体製造・装置の設備投資に対する**25%の減税**等が措置。(2022.8) 商務省は目標などを記したVision for Success及び、CHIPS法における半導体関連投資等補助基金（390億ドル）に関する詳細を公開。また、最先端・現世代・成熟ノードの半導体（後工程含む）について、**申請受付を開始**。（2023.2）また、NSTCのビジョンと戦略を発表。（2023.4） • 中国向けに輸出される、①AI処理やスーパーコンピュータに利用される半導体、②先進的な半導体製造に利用される半導体製造装置等、に対する**新たな半導体輸出管理措置の導入**を発表（2022.10）
中国	• 「国家集積回路産業投資基金」を設置('14年, '19年)、**半導体関連技術へ、計５兆円を超える大規模投資** • これに加えて、地方政府で**計5兆円を超える半導体産業向けの基金**が存在（**合計10兆円超**） • 集積回路生産企業に**10年間の法人税免除・減免などを含む支援策を設定**。（2020.9）**法人税免税措置の延長**を決定。（2023.3） • 「国家車載半導体の標準システム構築のガイドライン」に関するパブリックコメントを実施。（2023.3）
欧州	• 2030年に向けたデジタル戦略「デジタル・コンパス2030」を発表。次世代半導体の欧州域内生産の**世界シェア20%以上を目指す**こととしている。（2021.3） • 半導体の域内生産拡大や研究開発強化を図る**「欧州半導体法案」**を発表。2030年までに累計**430億ユーロ（約6.2兆円）規模の官民投資**を計画。①ヨーロッパイニシアチブ設置、②安定供給確保のための新たな支援枠組設定 、③半導体市場の監視と危機対応の３本柱から構成。(2022.2) • EU理事会と欧州議会が、欧州委員会提案の**「欧州半導体法案」の暫定的な政治合意に達し**、今後正式な採択を経て成立する見込み。また、②の安定供給確保のための新たな支援枠組の対象を、半導体の生産に必要な設備の製造拠点や設計拠点にも拡大。(2023.4)
台湾	• **台湾への投資回帰を促す補助金等の優遇策**を始動。（2019.1）「台湾投資三大方案」を活用した台湾企業の投資金額は**累計で2.1兆台湾元（約9.4兆円）**に。（2023.5） • 産業創新条例（台湾版CHIPS法）の改正案が可決。半導体関連のR&D費用に**最大で25%の税額控除**を適用。(2023.1)
韓国	• **「半導体超強大国達成戦略」**を発表。インフラ支援、規制緩和、税制支援等により、**2026年までに、340兆ウォン以上（約35.7兆円以上）の投資を達成**する方針。（2022.7） • 半導体関連等の設備投資に対し、**大企業・中堅企業で8～15%**、**中小企業では16～25%に税額控除率を引上げること**などを盛り込んだ**租税特例制限法改正案が可決**。（2023.3）

2022年8月、バイデン米大統領がCHIPS法に署名し、同法が成立。

（出典）Bloomberg

※以下の為替レートで計算
1USドル=135円
1ユーロ=145円
100ウォン=10.5円
1台湾ドル=4.4円

（出展）各国政府HP・報道等

半導体メーカーの主な動向

2021年10月、マイクロングループ全体で、**次の10年間で総額1,500億ドル**を開発および生産に投資する旨発表。2022年9月には**150億ドル**を投資し、**アイダホ州の新工場**で最先端メモリの生産を行うと発表。2022年10月、**ニューヨーク州に最大1,000億ドルの半導体製造工場を建設する計画**を発表。【同社プレスリリース、JETRO（2022年12月）】

2021年3月、**アリゾナ州に200億ドルを追加投資**し、新工場2棟を建設する計画を発表。2024年の稼働予定で、「インテル20A」など最先端製品を製造する。2022年9月、**オハイオ州で新たな最先端半導体製造工場**の起工式を開催。初期投資は200億ドル以上。2025年の稼働を予定。【JETRO（2022年12月）】

台湾積体電路製造（TSMC）は12月6日、**米国アリゾナ州フェニックス北部で3ナノメートル（nm）プロセスの半導体ウエハーを製造する第2工場の建設を開始したと発表**した。生産開始は2026年を予定している。併せて、2024年の生産開始を目指して**現在建設中の第1工場は4ミリメートルプロセスの半導体ウエハーを製造すると発表**した。【JETRO（2022年12月）】

テキサス・インスツルメンツ（TI）は26日、**2022年からの約10年間で生産拠点を米国に6カ所増やすと発表**した。同社全体の30～35年度の年間売上高を21年度の約183億ドル（約2兆7千億円）から倍増する計画だ。【日本経済新聞（2022年10月)】

ハネベックCEOは「特にレガシーノード（非先端品）は、ファウンドリー（製造受託企業）が積極的に生産能力を高めてこなかった」と指摘し、「**インフィニオンとして過去最大の50億ユーロの投資を計画している**」と述べた。**独ドレスデンで2023年秋に増強に着工する予定**だ。「将来の旺盛な需要と供給量のギャップの解消に貢献できるだろう」と強調した。【日本経済新聞（2023年1月）】

欧州委員会は、STマイクロエレクトロニクスとグローバルファウンドリーズのフランスにおける新しい半導体製造工場の建設と運営に対するフランスの支援策を承認した。今回の支援は合計74億ユーロに相当する投資に対して、両社への直接支援で行われる。【欧州委員会（2023年4月）】
10月5日、フランス・イタリア系半導体メーカーのSTマイクロエレクトロニクスは5日、イタリアのシチリア島東部カターニアに炭化ケイ素(SiC)基材工場を新設し、2026年までの**5年間で7億3000万ユーロを投資すると発表**した。・・・資金面は**イタリア政府が2億9250万ユーロを支援**する。【ロイター（2022年10月）】

半導体世界大手の台湾積体電路製造（TSMC）が、**欧州初となる工場をドイツに建設する方向で最終調整に入った**ことが、23日分かった。年明けに経営幹部が現地入りし、地元政府による支援内容などについて最終協議する。早ければ2024年に工場建設を始める。投資額は数十億ドルに達する見通しだ。【日本経済新聞（2022年12月）】

中芯国際集成電路製造（SMIC）は9日、2023年12月期の投資額について前期並みの高水準を維持すると発表した。米国が半導体分野の対中規制を強化しているため、習近平（シー・ジンピン）指導部の支援を受けて高水準の投資で生産能力の拡大を急ぐ。・・今期の投資の詳細は明らかにしていないが、**米国が輸出を制限している先端分野の技術ではなく、「主に成熟分野の技術を採用した生産設備の能力拡大にあてる**」などとしている。【日本経済新聞（2023年２月）】

３．半導体･デジタル産業戦略の実施状況（半導体分野）

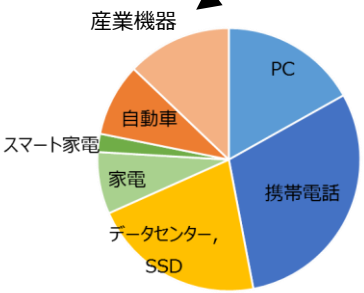
我が国半導体産業復活の基本戦略

- 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

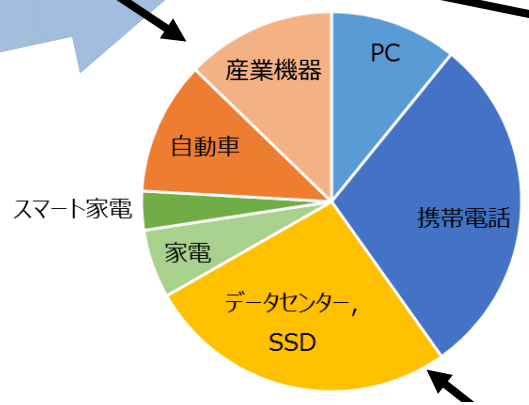
Step 1：IoT用半導体生産基盤
⇒生産ポートフォリオの緊急強化

2020年



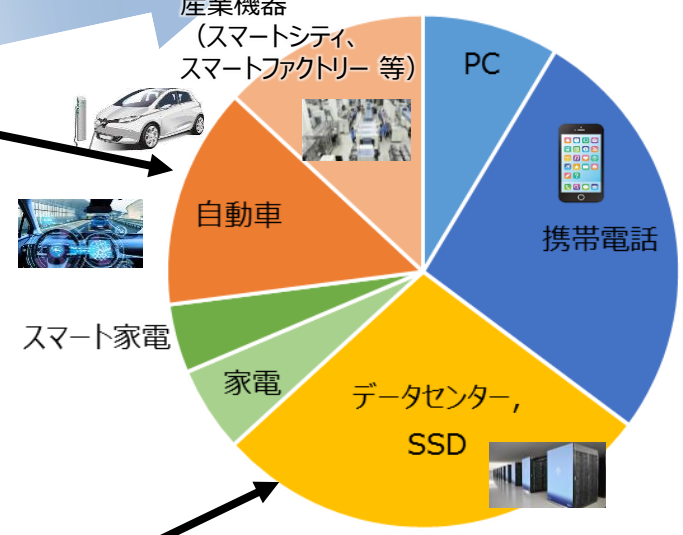
市場規模全体：約50兆円

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・実装時期の前倒し

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、**令和3年度補正予算で6,170億円を計上**。
- 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		tsmc jasm （※）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）	KIOXIA WD Western Digital	Micron
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	熊本県菊池郡菊陽町	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**

令和4年度補正予算では4,500億円の基金積み増しを実施

（参考）ＪＡＳＭによる熊本への投資による各種効果

経済波及効果試算

（九州フィナンシャルグループによる試算）

✓工場稼働の**2024年から2年間の経済波及効果を1兆8,000億円**と試算。

✓**2022年から31年までの10年間の経済波及効果を4兆2,900億円**と試算。

- 約80社が熊本県内に拠点施設・工場増設
- 新工場の設備投資波及効果約9,300億円、操業後５年間の関連産業の生産や就業者の日常消費効果約2兆円、関連産業の工業団地開発359億円、住宅関連投資713億円など
- 雇用効果：**JASMの直接雇用1,700人を含めて、全体で約7,500人**

賃金

✓TSMCの月給は大学学部卒で28万円、修士卒で32万円、博士卒で36万円。

✓新規大卒者の平均給与は約22万5000円、大学院卒で約25万3000円。**全国平均より、5万円以上高い水準**。

（出典）賃金構造基本統計調査（令和３年、厚生労働省）等

【参考】菊陽町におけるTSMCの建設現場（2023年4月）

◆日本経済新聞（2022年10月）

TSMC子会社で、新工場を運営するJASM（熊本市）の堀田祐一社長は「基礎工事はほぼ終わり、**日本では今までにないようなスピードで進んでいる**」と話した。

先端半導体の製造拠点整備に係る経済効果

2022年夏までに５G促進法に基づいて、経済産業大臣による認定を行った２つの事業について、EBPMプロジェクトとして、**経済面から評価を行う経済効果分析を実施**。具体的には、①直接評価モデル、②産業連関分析、③CGEモデルの三つのモデルで分析。

産業連関分析におけるGDPへの正の影響は約4.2兆円と試算。また、**結果が保守的に出る傾向にあるCGEモデルにおいても、GDPへの影響額は約3.1兆円**と試算。加えて、**税収効果は直接的な効果のみで最大助成額と同等程度**と見込まれる。

分析対象	事業者	生産対象	場所	設備投資額	最大助成額
	TSMC・JASM	先端ロジック	熊本県菊池郡菊陽町	86億ドル規模	4760億円
	キオクシア等	メモリ（NAND）	三重県四日市市	2,788億円	929.3億円

（※）対象期間：事業実施期間（設備投資期間＋継続生産期間（10年間））

結果概要	経済モデル	GDP影響額	雇用効果（延べ）	税収効果等
	①直接評価モデル	-	約3.6万人	約6,000億円
	②産業連関分析	約4.2兆円 経済波及効果は9.2兆円	約46.3万人	約7,600億円
	③CGEモデル ※割引前の効果	約3.1兆円	約12.4万人	約5,855億円 約9,793億円（社会保障負担含む）

（※）現状の日本経済を前提とした分析であり、実際の経済波及効果は今後の市場等によって変動する点に留意。CGEモデルについては、助成による「国内での技術革新及び将来の追加的投資等」を加味したシナリオの結果を記載。

分析モデル概要		
	①直接評価モデル	✓ 生産投資及び継続生産による税収等への直接的なインパクトを評価。
	②産業連関分析	✓ 産業連関表※を基に、プロジェクトによる周辺地域・産業への経済波及効果を評価。国内の経済波及効果に関する分析の大半で使われる手法。なお、ある時点の産業構造で固定されていること、供給制約が無い等には留意が必要。 ※総務省より公表されている日本国内の平成27年（2015年）の産業連関表を使用
	③CGEモデル	✓ 産業連関分析の発展形。産業連関分析では捨象されている、各経済主体の相互作用を通じた産業構造の変化や、労働市場等の供給制約を踏まえた現実経済に近いモデルを活用した分析であり、産業連関分析と比較して結果が保守的に出る傾向があるが、長期的な分析が可能。現時点での日本経済に基づいた試算となる点等には留意が必要。

（出典）令和４年度産業経済研究委託事業（先端半導体の生産施設整備施策の効果検証等に関する委託調査事業）による調査結果

経済安保推進法に基づく半導体サプライチェーンの強靭化

- 経済安全保障推進法に基づき、2022年12月に**特定重要物資として半導体を指定。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靭化支援事業として、**合計3,686億円**を計上。

品目	支援内容
①従来型半導体 （パワー半導体 マイコン アナログ）	✓国内製造能力強化に向けた大規模な設備投資等を支援。投資規模の下限は300億円（パワー半導体は2000億円） ✓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	✓ 国内製造能力強化に向けた大規模な設備投資等を支援。投資規模の下限は300億円。
③半導体部素材	✓ 国内製造能力強化に向けた大規模な設備投資等を支援。投資規模の下限は300億円。 ✓ SiCウエハに関しては、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 （黄リン・黄リン誘導品 ヘリウム、希ガス 蛍石・蛍石誘導品）	✓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を支援。

経済安保法に基づく認定供給確保計画（半導体）

- 経済安保法に基づき、**特定重要物資**として指定した半導体に関して、**従来型半導体**及び半導体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**を図るため、令和４年度補正予算で**3,686億円を計上。**
- **本年7月14日**までに、**従来型半導体１件、製造装置１件、部素材5件、原料４件**の**供給確保計画**を認定済。**１１件合計**で、**事業総額は約5,550億円**、**助成額は最大約1,865億円**。

分類	事業者名	品目	投資場所	供給開始	生産能力	事業総額（億円）	最大助成額（億円）
従来型半導体	ルネサス	マイコン	茨城県ひたちなか市 山梨県甲斐市 熊本県熊本市	2025年3月	10,000枚／月（茨城・山梨） 29,100枚／月（熊本）	477	159
製造装置	キヤノン	露光装置	栃木県宇都宮市 茨城県阿見町	2026年4月	i線:71台/年 KrF:55台/年	333	111
部素材	イビデン	FC-BGA基板	岐阜県大野町	2025年9月	現状比約12%増強	-	405
	新光電気工業	FC-BGA基板	長野県千曲市	2029年7月	現状比約6%増強	533	178
	RESONAC	SiCウエハ	栃木県小山市 滋賀県彦根市 山形県東根市 千葉県市原市	基板：2027年4月 エピ：2027年5月	基板:11.7万/年 エピ:28.8万枚/年	309	103
	住友電工	SiCウエハ	兵庫県伊丹市 富山県高岡市	基板：2027年10月 エピ：2027年10月	基板:6万枚/年 エピ:12万枚/年	300	100
	SUMCO	シリコンウエハ	佐賀県伊万里市 佐賀県吉野ヶ里町	結晶：2029年10月 ウエハ：2029年10月	結晶:20万枚/月相当 ウエハ:10万枚/月	2,250	750
原料	ソニーセミコン	ネオン（リサイクル）	長崎県諫早市 大分県大分市 山形県鶴岡市	2026年3月	2,090kℓ/年	11.2	3.7
	キオクシア	ネオン（リサイクル）	三重県四日市市 岩手県北上市	2027年3月	2,480m3/年	8.3	2.8
	高圧ガス工業	ヘリウム（リサイクル）	–	2025年6月	10,200㎥/年	–	–
	住友商事	黄リン（リサイクル）	–	2031年度	12,000t/年	–	–

（参考）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

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

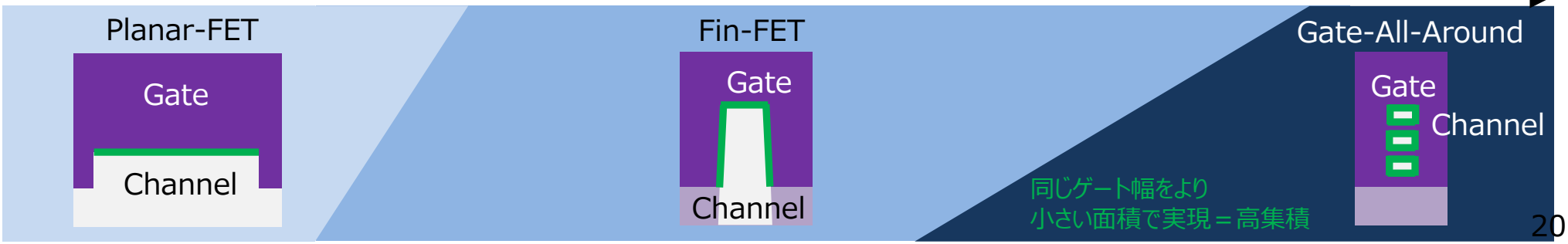
実用化ロードマップ（★：GAA構造）

intel	【米国】 4nm ‘22年 3nm ‘23年 ★20A ‘24年 18A ‘24年	【ドイツ】 ‘27年 生産開始
tsmc	【台湾】 3nm ‘22年 ★2nm ‘25年	
SAMSUNG	【韓国】★3nm ‘22年 2nm ‘25年	

JASM熊本の誘致によりキャッチアップ

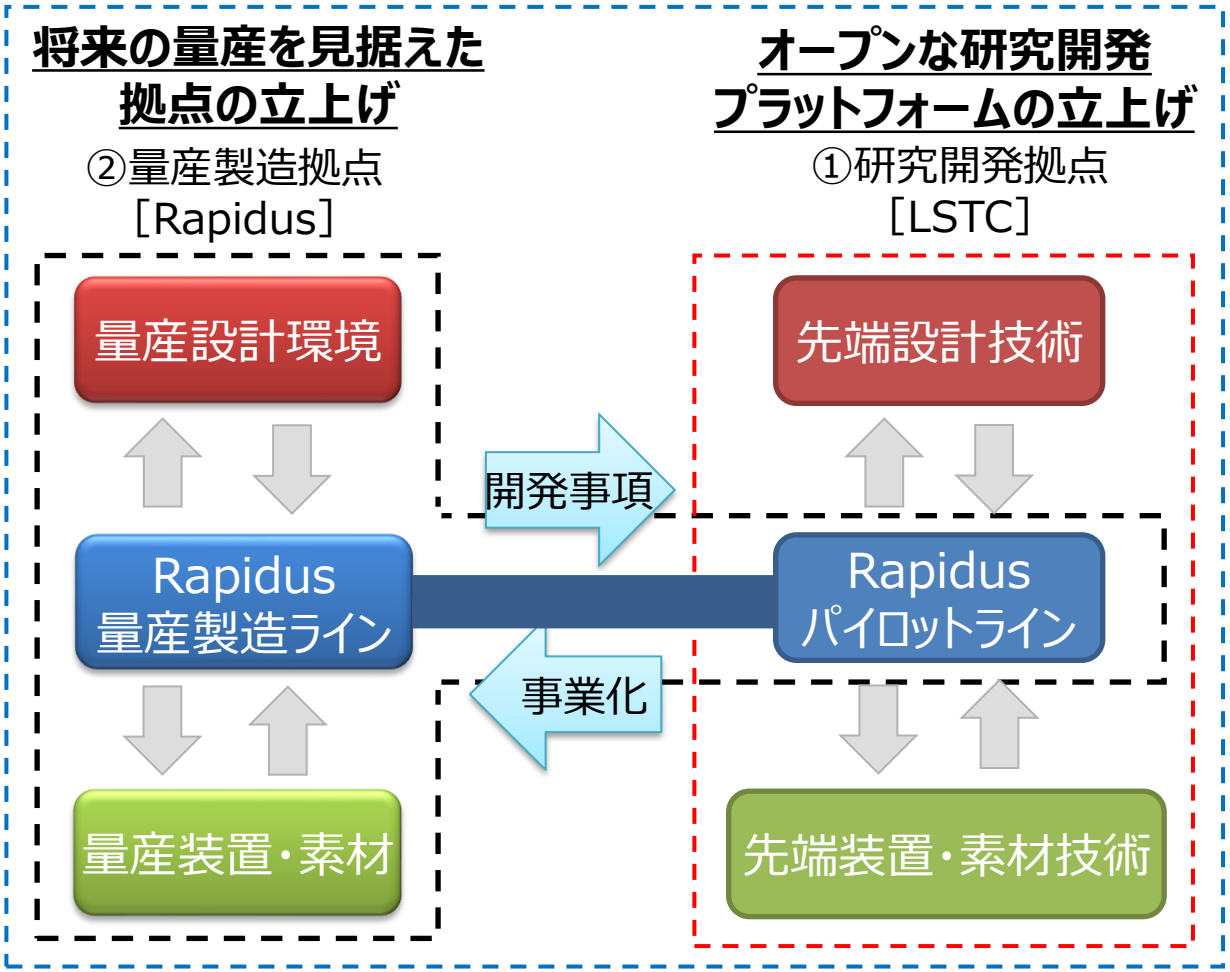
次世代半導体の確保にどのように取り組むか

45nm　28nm　Fin-FET導入 22nm　16/12nm　7nm　5nm　GAA導入（予定） 3nm　2nm　Beyond

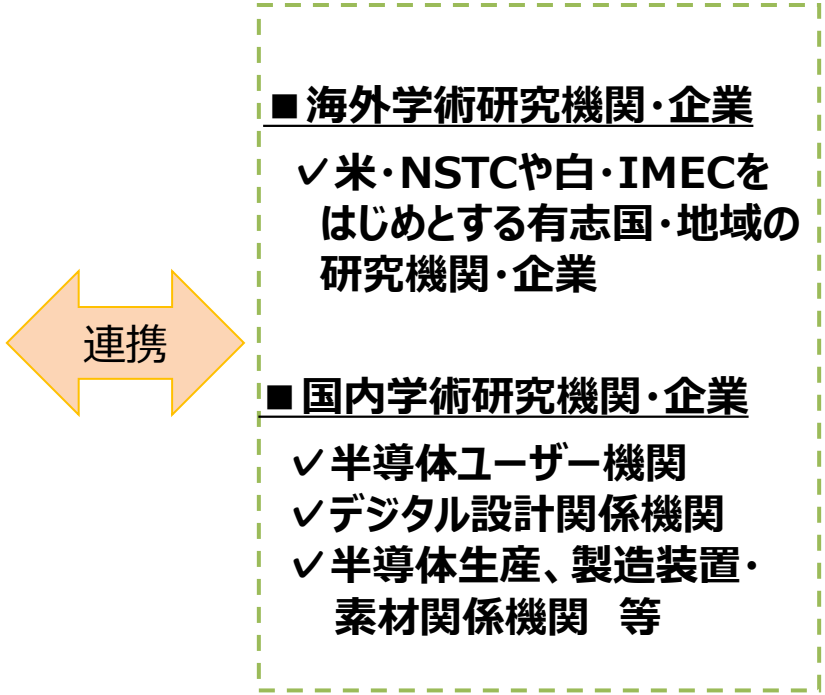


次世代半導体プロジェクト

- 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。
  ［**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）**］



共同研究プロジェクトの組成



ポスト５G基金による先端半導体関連技術開発

設計・システム技術

socionext
大型チップレット
パッケージ設計技術

KIOXIA
広帯域大容量
フラッシュメモリモジュール

前工程関連技術開発

前工程製造技術開発

産総研

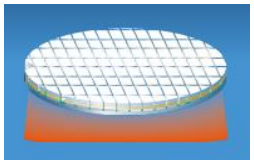
GAA-FET
共用パイロットライン構築

TEL TOKYO ELECTRON
次世代型製造装置
次々世代新材料

SCREEN
先端洗浄技術
次世代アニール技術

Canon
ナノインプリント
リソグラフィ技術

シリコンウェハ



露光周辺技術

JSR
High-NA
EUVレジスト

国際連携

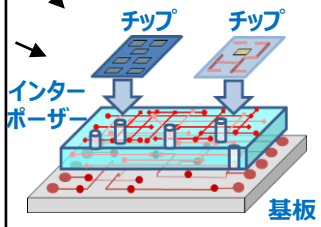
Rapidus
連携
IBM
2nmノード 短TAT
ロジック半導体製造技術

EUV露光装置

出典：ASML webサイト

後工程関連技術開発

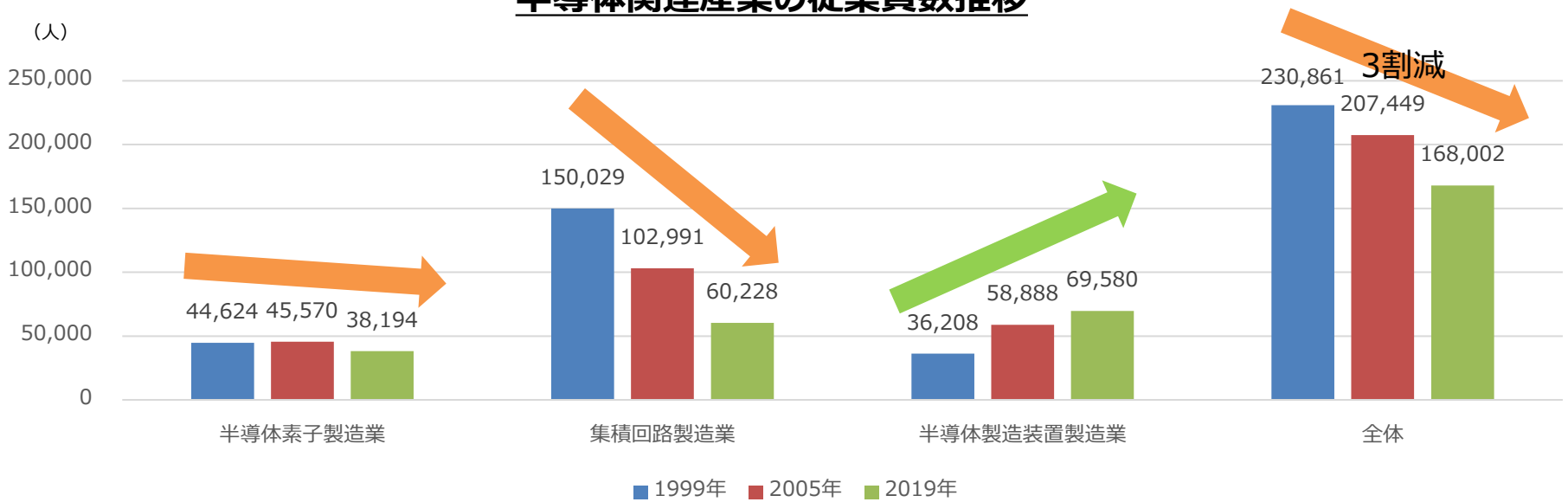
先端パッケージング（統合技術）	tsmc HPC向け3DICパッケージング（IBIDEN・・・他材料・装置メーカー）		
部材・プロセス	基板 SHINKO 微細配線・高密度実装	接合技術 SONY 狭ピッチ直接接合 TORAY ハイブリッド接合 RaaS 低温直接接合 YAMAHA チップonウエハ 直接接合	アセンブリー技術 TORAY 大型チップ向け レーザー転写
材料	JOINT RESONAC 材料評価プラットフォーム 微細バンプ 微細配線 大型平坦基板	住友ベークライト 封止材 感光剤 アンテナ用樹脂	



我が国の半導体関連産業の人材動向

- 半導体関連事業所の減少に伴い、**従業員数も基本的に減少傾向**。半導体製造装置製造業は増加傾向であるものの、**集積回路製造業は大幅減。全体として２０年間で約３割減**。
- 足下では、今後の世界的な半導体市場の拡大見込みを受けて、**半導体関連産業は人材不足の状態**。
- 例えば、主要８社で、**今後１０年間で少なくとも４万人程度の半導体人材が追加で必要**になると見込まれている。

半導体関連産業の従業員数推移



【出典】平成11年・平成17年・令和２年工業統計
※令和2年調査においては、便宜上、「半導体素子（光電変換素子を除く）」と「光電変換素子」を合計して「半導体素子」としている
※「全体」は、「半導体素子製造業」「集積回路製造業」「半導体製造装置製造業」の合計

【参考】
- ✓ 半導体素子：ダイオード、トランジスタ、サーミスタ、など
- ✓ 集積回路：MCU、MPU、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、CMOSイメージセンサ、など
- ✓ 半導体製造装置：レジスト処理装置、電子ビーム露光装置、ダイシング装置、など

電子情報技術産業協会（JEITA）の示した今後１０年間の半導体人材の必要数

北海道・東北	関東	中部	近畿	中国・四国	九州	合計
6,000人	12,000人	6,000人	4,000人	3,000人	9,000人	40,000人

【出典】JEITA半導体部会の主要企業８社による見込み

半導体人材の育成に向けた地域の取組

- 各地域で設立された半導体人材育成等コンソーシアムにおいては、**各地の実情や参画企業のニーズ等も踏まえながら**、現時点の半導体産業に対する関心・意識調査に始まり、半導体人材の育成に向けた**セミナー、実習、インターンシップ、研修会、出前事業などの取組を順次実施**。

九州地域の取組（令和４年３月設立）

＜（１）半導体産業の重要性・魅力発信＞

- コンソーシアムとしては、学生・社会人における半導体産業に対する意識や企業における採用活動の実態などに関する調査を実施。
- コンソーシアム構成機関としては、**小中学生向けの半導体工作教室**や**出前授業**など、各自の取組を実施。

＜（２）半導体人材の育成に係る仕組みづくり＞

- コンソーシアムとしては、企業が採用時に期待する学生のスキルや台湾における人材育成システムの在り方などに関する調査を実施。
- コンソーシアム構成機関としては、**高専における半導体概論等**の展開、**教員向けの企業研修会**の開催、**半導体・デジタル研究教育機構**（熊本大学）の開設、大学の設備を用いた**実践的な研修**の実施、**学生向けの出前授業・インターンシップ**の実施など、各自の取組を実施。
- 今後、上記プログラムの拡大に加え、（１）については半導体産業の魅力発信に向けたコンテンツ作り、（２）については、人材育成のための教育界・産業界の連携や台湾との連携の強化などを検討中。

東北地域の取組（令和４年６月設立）

- 半導体に関する基本的な知識等を学ぶ**オンデマンド講座**（社会人向け）を実施。
- 大学の設備を活用した**実践的な人材育成プログラム**（学生・社会人向け）、**企業へのインターンシップ**（学生向け）を実施。
- 今後、上記プログラムの拡大に加え、企業訪問、PR動画作成等、半導体産業の魅力発信に向けた取組を検討中。

中国地域の取組（令和４年１０月設立）

- 中国地域の大学・高専等における半導体関連研究者の情報をとりまとめた「**半導体関連研究者データベース**」を作成、公表。
- 今後、半導体関連企業の求めるスキルをリスト化したマップの作成やワークショップの実施等を検討中。

中部地域の取組（令和５年３月設立）

- 本年３月に設立、第1回会合を実施。
- 今後、コンソーシアムに参画する企業等と調整の上、工場見学会、インターンシップ、特別講義等を検討中。

半導体人材の育成に向けた今後の方針

- 地域での産学官連携による半導体人材育成に関して、**地域の実情に応じた取組が前提**となる一方、いずれの地域でも、**産業界の実ニーズに基づいた確保すべき人材のボリューム感を把握し、共通認識とする**ことは重要。
- 特に教育機関にとって、企業の求める人材像や人数の把握は、教育カリキュラム等の検討において必要不可欠。
- 九州地域において、地場企業に対する調査結果を踏まえて**今後不足する人材数を提示**していることを先駆的な事例として、**他地域においても同様に、必要な半導体人材のボリューム感を示すことが求められる**。

九州半導体人材育成等コンソーシアムの示した九州の半導体産業における人材の不足数

九州の半導体関連企業に対する聞き取り結果を踏まえて、以下の調査結果を提示

- ✓ **九州の半導体産業における人材不足**は、短期的（１～３年）にも、中長期的（４～１０年）にも、**年間1,000人程度**になる見込み。

- ✓ **不足感が大きくなる職種**は、短期的にも、中長期的にも、**オペレーター、生産技術職**がメイン。短期的には**研究開発職**も不足感が大きい。
- ✓ 半導体人材に**求められるスキル**は、**電気・電子、情報、機械、化学、材料、財務、経営など、しっかりとしたバックグラウンド**を有すること。
- ✓ 加えて、**研究開発職等のトップ人材**に対しては、**プログラミングやEDA・CAD・材料系の工学、実技・経験**などが求められる傾向。

【出典】国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）調査委託事業

【再掲・参考】電子情報技術産業協会（JEITA）の示した今後１０年間の半導体人材の必要数

北海道・東北	関東	中部	近畿	中国・四国	九州	合計
6,000人	12,000人	6,000人	4,000人	3,000人	9,000人	40,000人

【出典】JEITA半導体部会の主要企業８社による見込み

G7広島サミット（経産安全保障：サプライチェーン強靭化）

- 2023年5月に開催された広島サミットでは、**G7で初めて本格的に経済安全保障について議論**し、**「強靭で信頼性のあるサプライチェーンに関する原則」を表明。**
- **半導体や蓄電池をはじめとした重要物資**について、**世界中のパートナーシップを通じて、強靭なサプライチェーンを強化していく旨を合意**。

経済的強靭性及び経済安全保障に関するＧ７首脳声明（抜粋）（2023年5月20日）

＜強靭なサプライチェーンの構築＞
新型コロナウイルスのパンデミック及びロシアによるウクライナに対する侵略戦争は、世界中の国々のサプライチェーンの脆弱性をむき出しにした。サプライチェーンの混乱は、開発途上、新興、先進エコノミーに同じように壊滅的な打撃を与えている。我々は、透明性、多様性、安全性、持続可能性、信頼性が、Ｇ７内外の信頼できるパートナー国との間での強靭なサプライチェーンネットワークを構築及び強化するに当たり不可欠な原則であることを認識する。 **我々は、全ての国に対し、これらの「強靭で信頼性のあるサプライチェーンに関する原則」を支持することを奨励する。** 我々は、グローバル・インフラ投資パートナーシップ（ＰＧＩＩ）の実施を通じたものを含め、より広い国際社会、特に開発途上国の強靭性の構築を支援するとの我々の強い意志を再確認する。我々のパートナーシップは、国際法を遵守し、自由で公正であり、互恵的な経済及び貿易関係を促進する。エネルギーその他の経済的依存関係を武器化する最近の事案から教訓を得て、我々はそのような行為に断固として反対する。**我々は、特に重要鉱物、半導体及び蓄電池などの重要物資について、世界中のパートナーシップを通て、強靭なサプライチェーンを強化していく。**我々は、供給混乱に対処するための意思疎通のチャネルを強化するため、また、それぞれのシナリオに基づくストレステストから得られたものを含め知見とベスト・プラクティスを共有するため、取組を強化していく。

グローバル半導体企業トップとの意見交換会

- 2023年5月18日、**半導体や次世代コンピューティング分野の海外企業トップとの意見交換会を官邸で開催**し、岸田総理と西村経済産業大臣が出席。
- 各社からは、AIをはじめとした**最先端技術を支える半導体の重要性**について説明があったともに、各社の**日本での前向きな取組の意思表明**があった。

＜出席企業（出席者）及び発言概要＞

TSMC（マーク・リュウ会長）
✓ 顧客ニーズ、政府支援を前提に、日本での投資の拡大を検討。日本の半導体サプライチェーンと協力をしていきたい。

Intel（パット・ゲルシンガーCEO）
✓ non-PFASをはじめとしたサステイナブルな半導体製造や先端パッケージングや後工程の自動化に向けて、日本の装置・素材メーカとの連携を更に拡大。

Micron（サンジェイ・メロトラCEO）
✓ 政府支援を前提とした、広島におけるEUVを用いた次世代メモリの開発・量産投資を表明。

Samsung（ケ・ヒュン・キュンCEO）
✓ 日本での後工程の研究開発に関する投資検討を行っており、中長期的な協力関係の拡大を表明。

Applied Materials（プラブ・ラジャ プレジデント）
✓ Rapidusへの協力や、日本の半導体および材料・素材メーカや人材開発への更なる協力を表明。

IBM（ダリオ・ギル副社長）
✓ Rapidusとの協力を深め、ハード面に加え、半導体の新たなユースケース開発や人材開発にも取り組む。量子について、東大や日本企業と協力を深化。

Imec（マックス・マスー・ミルゴリ副社長）
✓ 日本拠点設立に向けた計画を進めており、Rapidusとの連携を強化していく。

総理御発言

（前略）日本に対する**投資に関しての前向きな姿勢を大変うれしく思っております**。
本日お伺いした話も参考にさせていただきながら、**政府を挙げて、対日直接投資の更なる拡大、また、半導体産業への支援に取り組んでいきたい**と考えております。
こうした方針については、**我が政府の基本的な方針であります、骨太の方針に盛り込んでいきたい**と考えております。（後略）

半導体国際協力に関する主な近況

半導体国際協力に関する主な近況	
【日・米】 半導体協力基本原則 (2022年5月4日)	✓ **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。
【日・米】 日米商務・産業パートナーシップ(JUCIP)閣僚会合共同声明 (2023年5月26日)	✓ 「半導体協力基本原則」に基づき設置された日米共同タスクフォースのもと、**日米の次世代半導体分野での連携**を進め、**今後設立が予定される米国のNSTCと、日本のLSTCの間の協力促進を意図する**ことを合意。
【日・EU】 半導体に関する協力覚書 （2023年7月4日）	✓ サプライチェーンの混乱に対処するための**早期警戒メカニズム**の構築、**次世代半導体に関する研究開発**、**人材育成**、**最先端半導体のユースケースの創出**、及び半導体分野における**補助金の透明性確保**に向けた取組に関して協力することを合意。
【日・英】 広島アコード 及び 半導体パートナーシップ (2023年5月18日)	✓ **[広島アコード] 半導体パートナーシップの創設**とそれに基づく**共同研究開発やサプライチェーン強化に向けた連携**について明記。 ✓ **[半導体パートナーシップ]** 経産省と英・科学・イノベーション・技術省の間で、**最先端半導体設計、製造、先端パッケージング等互いに強みを有する分野での共同研究開発**、官民による**日英半導体産業対話**、産学官連携強化のための**専門家ミッションの派遣**、半導体サプライチェーン強靭化に向けた二国間協力等の推進、等の協力を進める。
【日・蘭】 半導体に関する協力覚書 (2023年6月21日)	✓ 経産省と蘭・経済・気候政策省の間で、Rapidus社の研究開発プロジェクトの重要性を共有した上で、**半導体・フォトニクス等の関連技術分野における政府・産業界・研究機関による協力の促進**や、**LSTCとオランダCompetence Centresとの協力促進**等に取り組む。

４． 半導体・デジタル産業の目指すべき方向性

半導体・デジタル産業による付加価値創出のエコシステム

持続的な経済成長の実現

イノベーション

３つの好循環

国内投資の拡大

所得向上

DXの実現

GXの実現

経済安保の確保

デジタル技術の活用で新たな製品・サービスの創出

✓ ユーザー毎に最適化した情報処理基盤を用いたイノベーション

自動走行

自立型ロボティクス

多機能エッジ端末

・・・

✓ 高度な情報処理基盤を活用したイノベーション

金融システムイノベーション

バイオ・革新素材

高度防衛システム

・・・

✓ スタートアップ支援によるデジタル産業の担い手創出

高度な情報処理能力の提供

ユーザーニーズを踏まえた基盤開発

産業基盤の整備

✓ **人材育成**
- デジタル推進人材の育成
- 地域特性に合わせた人材育成
- 次世代技術の開発を担う高度人材の育成

✓ **産業インフラの確保**
- 工業用水、土地など
- 産業道路、物流など

最先端／次世代情報処理基盤

高度情報通信インフラ

コンピューティング基盤（スパコン、AI、量子コンピュータ）

半導体

蓄電池

事業環境整備

✓ 環境規制対応

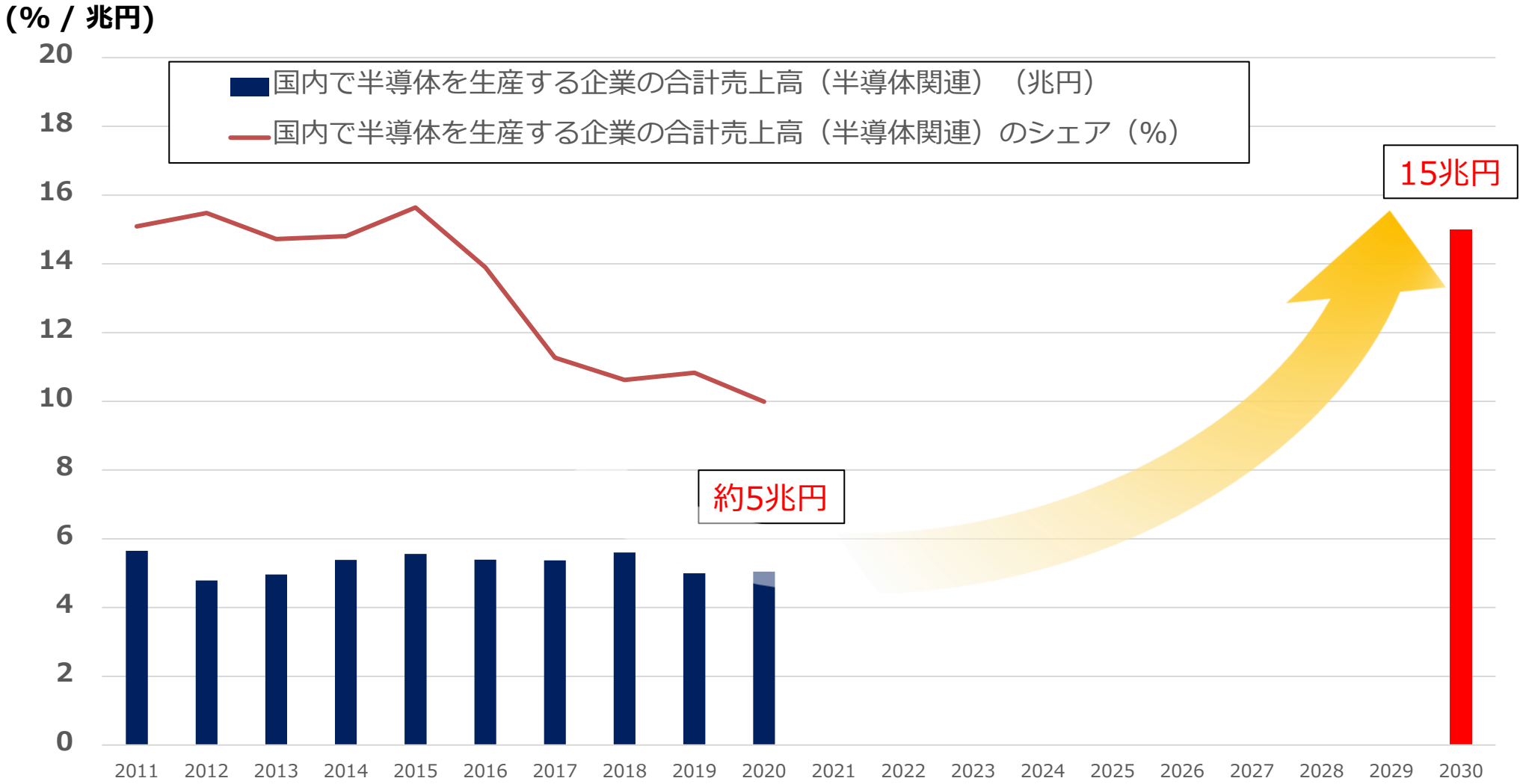
✓ ランニングコスト支援

✓ 知的財産の活用促進

５．個別戦略（半導体分野）

売上高の増加目標

- **<u>2030 年に、国内で半導体を生産する企業の合計売上高（半導体関連）として、15 兆円超を実現</u>**し、我が国の半導体の安定的な供給を確保する。



（出典）実績分について、世界全体の売上はOMDIA、日本国内売上は経済産業省「工業統計調査」の品目別出荷額の値を集計。出荷額については、半導体関連（半導体素子、光電変換素子、集積回路）及び、「他に分類されない電子部品・デバイス・電子回路」のうち半導体関連品目を出荷額ベースで按分した値の合計。

今後の半導体戦略の全体像①

	ステップ１ 足下の製造基盤の確保	ステップ２ 次世代技術の確立	ステップ３ 将来技術の研究開発
先端ロジック半導体	✓ 国内製造拠点の整備・技術的進展	✓ ２nm世代ロジック半導体の製造技術開発 →量産の実現 ✓ Beyond2nm実現に向けた研究開発（LSTC）	✓ Beyond2nm実現に向けた研究開発（LSTC） ✓ 光電融合等ゲームチェンジとなる将来技術の開発
先端メモリ半導体	✓ 日米連携による信頼できる国内設計・製造拠点の整備・技術的進展	✓ NAND・DRAMの高性能化 ✓ 革新メモリの開発	✓ 混載メモリの開発
産業用スペシャリティ半導体	✓ 国内での連携・再編を通じたパワー半導体の生産基盤の強化 ✓ エッジデバイスの多様化・多機能化など産業需要の拡大に応じた用途別従来型半導体の安定供給体制の構築	✓ SiCパワー半導体等の性能向上・低コスト化	✓ GaN・Ga_2O_3パワー半導体の実用化に向けた開発
先端パッケージ	✓ 先端パッケージ開発拠点の設立	✓ チップレット技術の確立	✓ 光チップレット、アナデジ混載SoCの実現・実装
製造装置・部素材	✓ 先端半導体等の製造に不可欠な製造装置・部素材の安定供給体制の構築	✓ Beyond 2nmに必要な次世代材料の実用化に向けた技術開発	✓ 将来材料の実用化に向けた技術開発

今後の半導体戦略の全体像②

人材育成	✓地域の特性に合わせた地域単位での産学官連携による人材育成（人材育成コンソ等） ✓次世代半導体の設計・製造を担うプロフェッショナル・グローバル人材の育成
国際連携	✓日米関係では、日米半導体協力基本原則に基づき、共同タスクフォース等の枠組みを活用し、米NSTCとLSTCを起点に連携を深め、次世代半導体の開発等に取り組む ✓EU・ベルギー・オランダ・英国・韓国・台湾等の諸外国・地域と、次世代半導体のユースケース作りや研究開発の連携等に関し、相手国・地域のニーズ等に応じて進める
グリーン	✓ PFAS規制への対応 ✓ 半導体の高集積化・アーキテクチャの最適化・次世代素材開発により、半導体の高性能化・グリーン化を実現

先端ロジック半導体戦略

- ステップ１では高度な情報処理の中枢を担う先端ロジック半導体の**国内の製造基盤を確保**。
- ステップ２では、**IoT分野のデータ処理拡大**や、**研究開発や安全保障の観点**で今後求められる**高度な計算能力を低消費電力で実現する基盤技術**であり、**産業競争力・経済安全保障・DX・GXの実現の鍵となる次世代ロジック半導体（Beyond2nm)技術とその製造拠点**を確立する。
- ステップ３では、次世代ロジック半導体技術を活用し、通信量が大幅に拡大するポスト５G時代において不可欠な、**高度な処理機能・省エネ性能を有する次世代の情報通信技術を実現**。**グリーン・省エネ分野で世界の主導権を握り、市場にゲームチェンジを起こす。**

ステップ１
足下の製造基盤の確保

- ✓ 先端ロジック半導体の国内製造拠点の整備
- ✓ 先端ロジック半導体の製造に不可欠な、製造装置・部素材の国内供給体制・サプライチェーンの強靭化

自動運転

５G

データセンター

ステップ２
次世代技術の確立

- ✓ 2nm世代ロジック半導体の製造技術開発及び拠点整備【ラピダス】
  - ーIBM連携（ナノシート技術等）
  - ーimec連携（EUV露光技術等）
- ✓ Beyond 2nmの実現に向けた研究開発【LSTC】
  - ー最先端SoC, チップレット高密度IF設計
  - ーナノシートトランジスタの高性能化
  - ー先端パッケージ要素技術
- ✓ Beyond 2nmの製造に必要な次世代材料（High-NA EUV向けレジスト等）の実用化に向けた技術開発

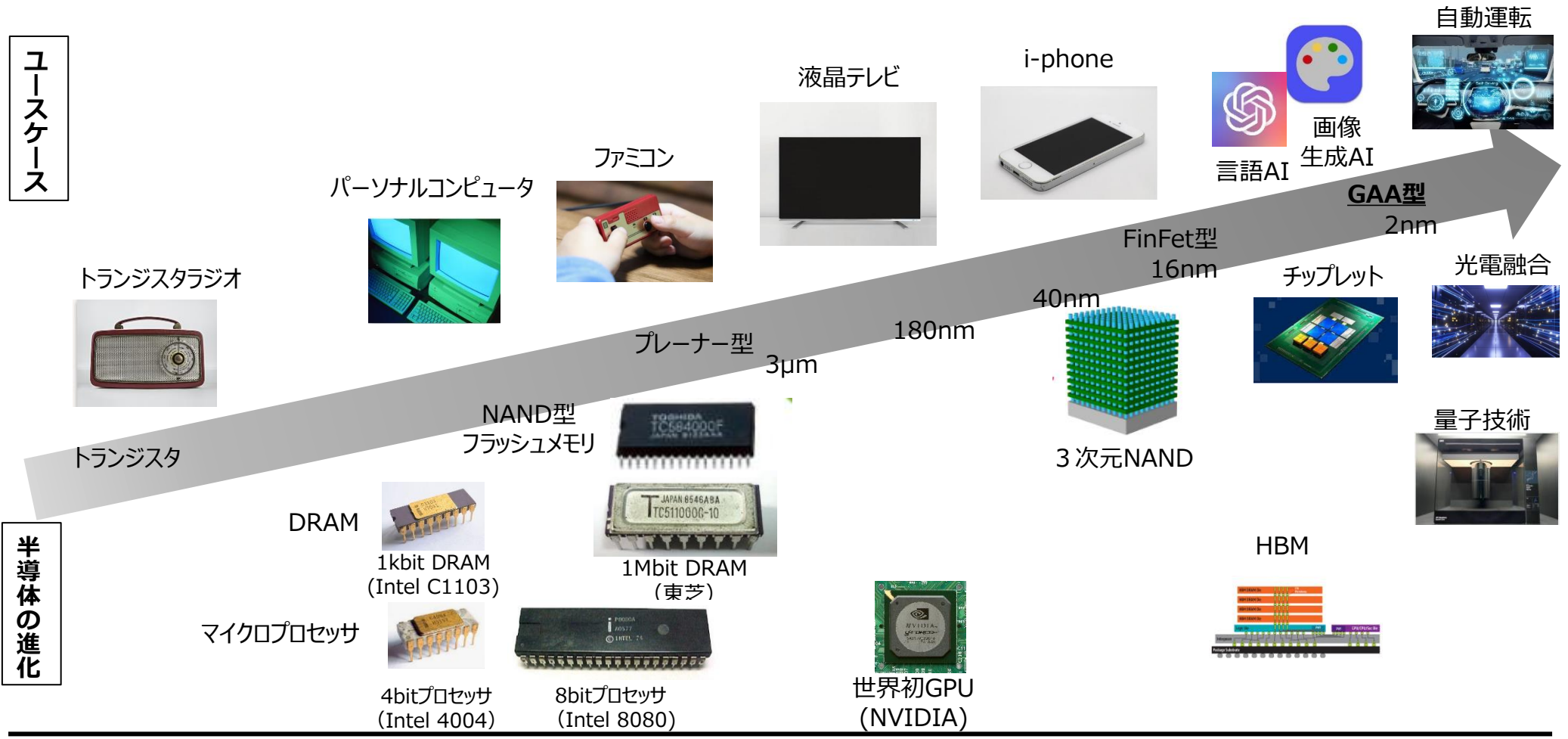
ステップ３
将来技術の研究開発

- ✓ Beyond 2nmの実現に向けた研究開発【LSTC】
  - ー最先端SoC, チップレット高密度IF設計
  - ーCFET関連技術開発
  - ーマテリアルインフォマティクス活用した材料開発
  - ーグリーン・クリーン製造技術
  - ー先端パッケージ要素技術
- ✓ 高度な処理機能・省エネ性能を有する光電融合（パッケージ内光配線、光コンピューティング等）の実用化に向けた技術開発
- ✓ アカデミアの中核となる拠点における先端技術開発（革新的設計技術、2D材料技術等）

次世代光データセンター

半導体産業とユースケースの関係性

- **<u>半導体産業の高性能化の歴史は新産業・ニーズの創出と連動</u>**。次世代半導体の実現に向けても、**<u>新たなユースケース開拓や、新産業を創出するスタートアップが重要</u>**。



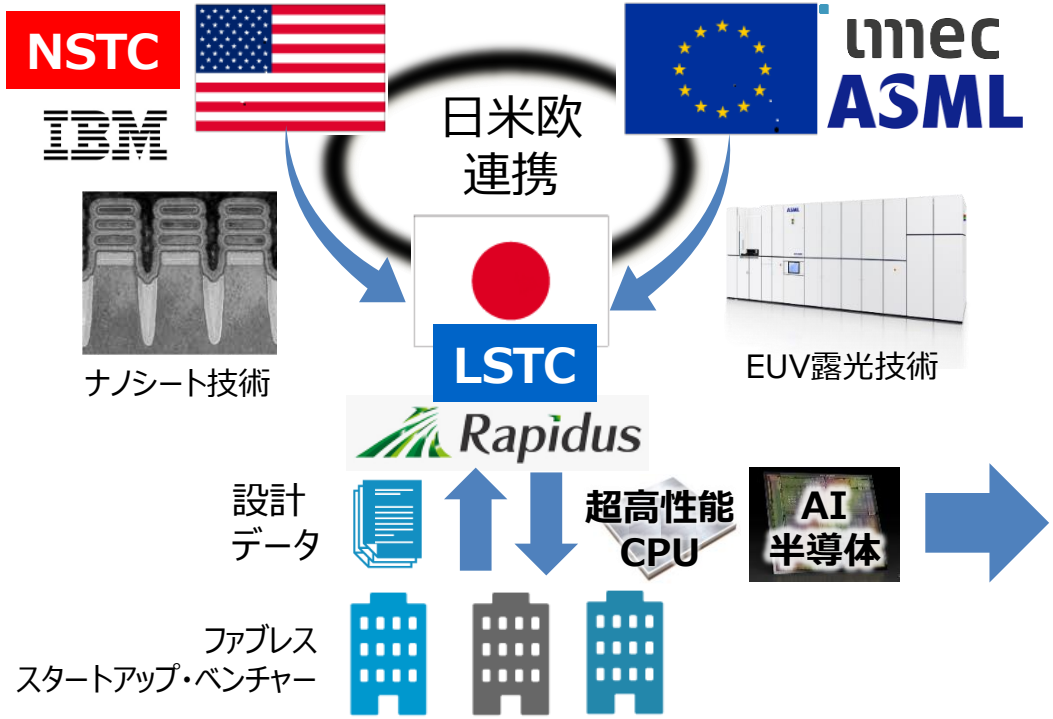
出所：各社HP等

（参考）日本を次世代半導体・未来技術で世界を切り開く拠点に

- 2020年代後半の次世代半導体・短TAT量産拠点立ち上げに向けて引き続き研究開発プロジェクトを進めるとともに、環境負荷低減のためのグリーン製造技術等を開発。
- スタートアップ・ベンチャー等の支援を通じて、次世代半導体を活用した新たなアプリケーション（ユースケース）の創出を推進し、ユーザー市場を開拓する。
- プロフェッショナルグローバル人材育成に向けて、LSTCを事務局として国内外の教育機関・研究機関と連携して次世代技術を担う人材を育成。

➡ 次世代半導体の設計・製造に自律性を確保するとともに、先端的な半導体装置・素材を供給できる基盤を構築し、不可欠性を高め、世界へ貢献する。

➡ これらの取組を進め、未来の投資につなげる。



ユースケース

・・・

先端メモリ半導体戦略

- 増大するデータを効率的に処理するためには、ロジック半導体の進化に加えて、**メモリ半導体の高性能化・大容量化・低消費電力化が求められている**。
- ステップ１として、**メインメモリ（DRAM）**、**ストレージ（NAND）**など製造基盤を確保。
- ステップ２として、DRAM、NANDの高性能化に加えて、AIの利活用に伴うCPUの処理容量とDRAM容量の乖離から、**CPUに頼らない共有メモリプール**が求められており、その実現には、**“大容量”、“高速”、“省電力”かつ“低コスト”な革新的なメモリ**を開発。
- ステップ３として、2nm世代以降のロジック半導体で求められる**“高速”、“小型”、“省電力” の新たな混載メモリを開発**。

ステップ１ 足下の製造基盤の確保

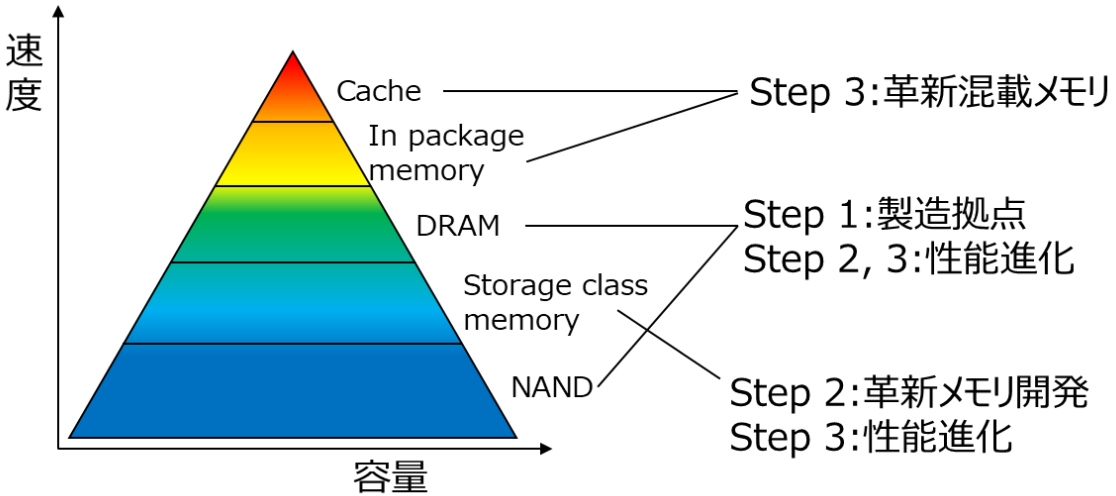
- ✓ 日米連携により信頼できるメモリ設計・製造拠点を実現し、常に最先端のメモリを有志国・地域に供給

ステップ２ 次世代技術の確立

- ✓ DRAM, NANDの継続的な高性能化
- ✓ メモリセントリックコンピューティングに向けた革新メモリの開発

ステップ３ 将来技術の研究開発

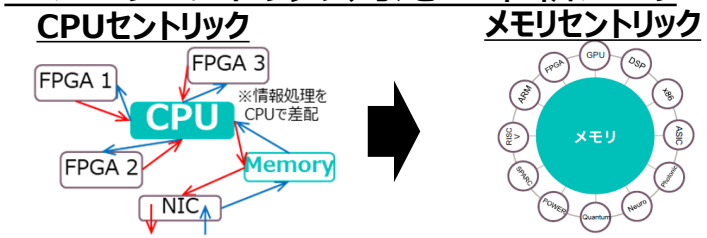
- ✓ 最先端ロジック半導体に必須となる混載メモリ技術の開発
- ✓ アカデミアの中核となる拠点における先端技術開発（スピントロニクス技術、強誘電体技術等）



■DRAM, NANDの高性能化・省電力化

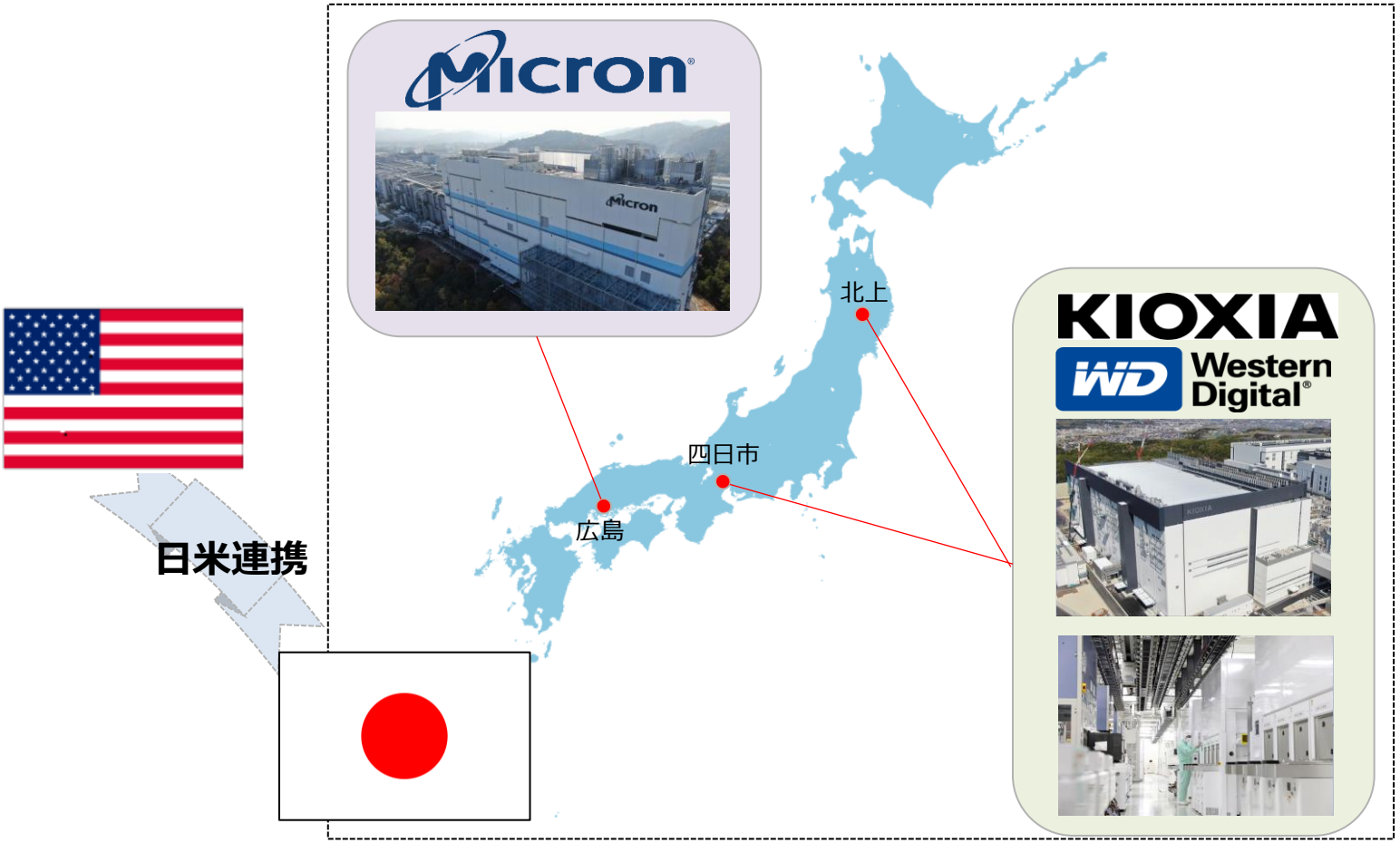
- **メモリセルの高密度化**
- **CMOSロジックの高性能化**
- **メモリセルとCMOSロジックの積層化**

■メモリセントリック対応の革新メモリ



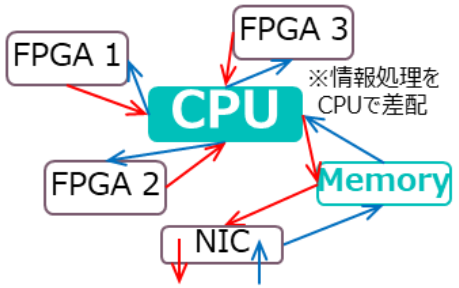
（参考）日米連携により、四日市・北上・広島を信頼できるメモリの設計・製造拠点に

- メモリは、スマートフォン、データセンターやAIなど**データ駆動型社会に必須な各種テクノロジーを支えるキーデバイス**。更に、今後**計算能力の高度化・拡大**が求められる中で、**大容量・高速・省電力を実現**するため、**コンピューティングアーキテクチャ自体が変わっていく中**で、**次世代メモリの開発・実現が必須**。
- **日米連携**により、**キオクシア/WDとマイクロンの拠点**である、四日市・北上・広島を信頼できる**メモリの設計・製造拠点とすることで、常に最先端のメモリを有志国・地域に供給**。

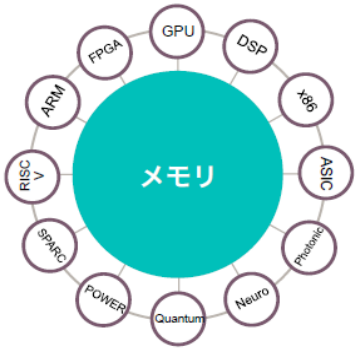


コンピューティングアーキテクチャ

CPUセントリック



メモリセントリック



産業用スペシャリティ半導体

- ステップ１では、刷新補助金や経済安全保障推進法に基づく支援により、マイコンやパワー、アナログ半導体等の産業界の多種多様な**産業用スペシャリティ半導体の製造拠点整備を進める**とともに、サプライチェーンを構成する**製造装置・部素材・原料**についても**国内製造能力を強化**。
  - 台湾の産業界・教育機関との交流を深化しつつ、「新生シリコンアイランド九州」が世界の産業サプライチェーンの中核を担うことを目指す。**我が国の幅広い産業に、先端から多世代に渡るスペシャリティ半導体の活用を広め、抜本的なDX・スタートアップの拡大**にもつなげる。
  - パワー半導体：SiC等の化合物半導体を中心に、今後需要が大きく拡大する中、日本企業は複数社でシェアを分け合う。激化する国際競争を勝ち抜くため、**国内での連携・再編を図り、日本全体としてパワー半導体の競争力を向上**。
  - アナログ半導体：エッジ領域での利活用促進を含めた産業界等における実装拡大を含め、海外勢の動向や経済安全保障上の必要性等を踏まえた、アナログ半導体の産業基盤の強化。
- ステップ2では、**車の電動化が進む中で、市場が大きく拡大する SiCパワー半導体**等の次世代パワー半導体の省エネ化・グリーン化に取り組む。ステップ3では、2030年以降に再生エネルギー関連設備等で、需要が拡大する**GaN・Ga_2O_3パワー半導体等の実用化**を進めていく。

ステップ１ 足下の製造基盤の確保

✓ 経済安全保障推進法に基づく、従来型半導体や製造装置・部素材・原料の安定供給体制の構築

ステップ２ 次世代技術の確立

✓ SiCパワー半導体等の性能向上・低コスト化を実現。

電動車

ステップ３ 将来技術の研究開発

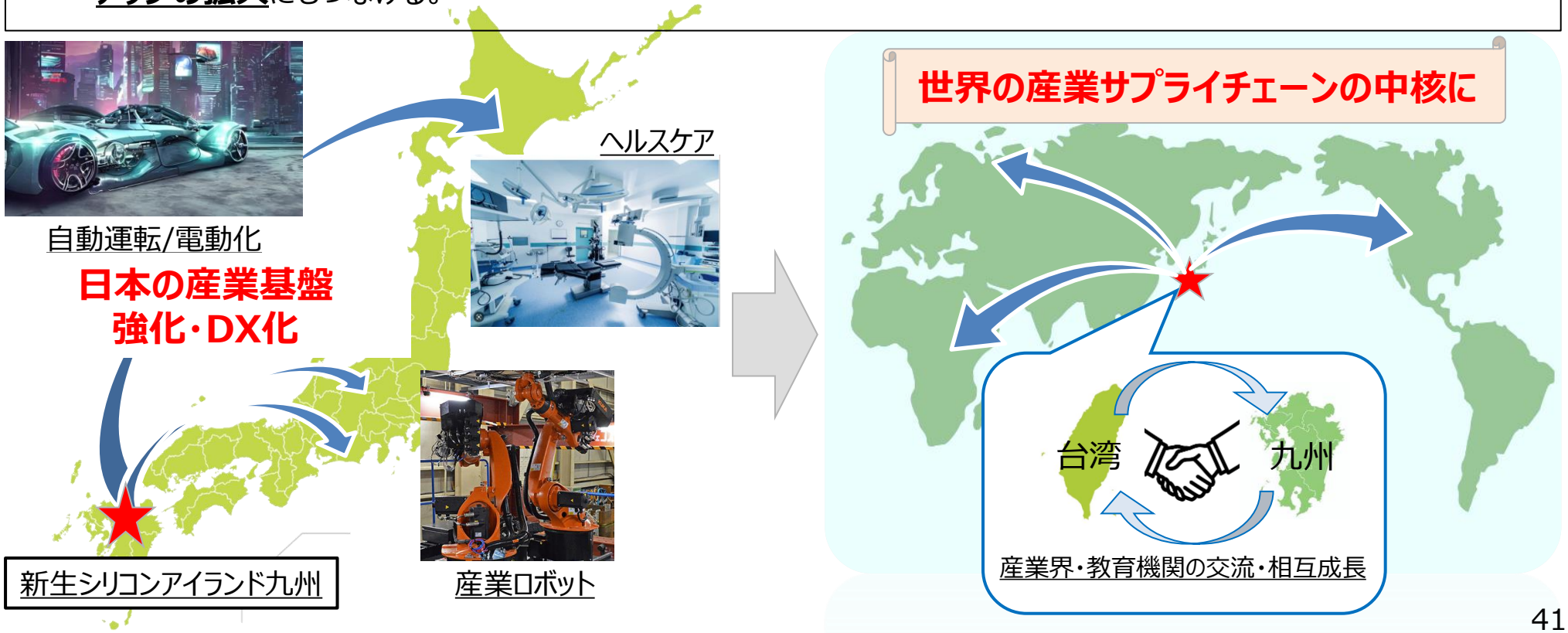
✓ GaN・Ga_2O_3パワー半導体の実用化に向けた開発

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

（参考）九州・熊本を産業用先端半導体の世界拠点に

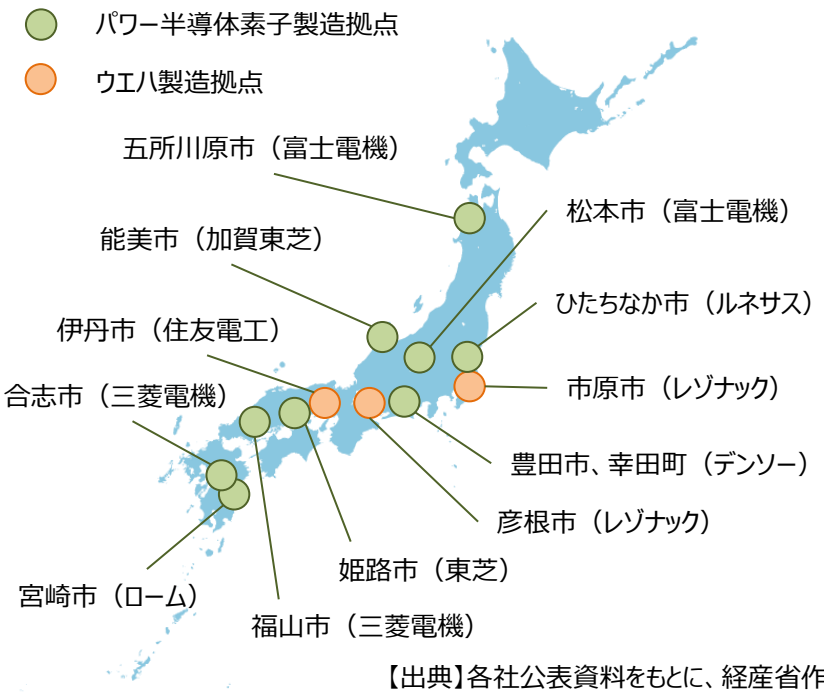
- 産業界からは、ユーザーサイドの技術・ニーズの進展に応じて、**先端領域においても更に高いレベル**が必要となり、また、**エッジデバイスの多様化・多機能化・低消費電力化等を踏まえ各用途に応じたスペシャリティ半導体の供給能力の拡大**も重要であるとの声が寄せられている。
- こうした産業界の幅広いニーズに答える多種多様な**半導体の製造拠点**を立ち上げるべく、熊本JASMをはじめ、産業基盤を強化し、**「新生シリコンアイランド九州」が世界の産業サプライチェーンの中核を担うことを目指す**。その際、世界の半導体拠点である**台湾の産業界・教育機関との交流深化により、相互成長**を実現。
- 我が国の幅広い産業に、**先端から多世代に渡りスペシャリティ半導体の活用を広め、抜本的なDX・スタートアップの拡大**にもつなげる。



（参考）日本列島をパワー半導体の世界拠点に

- パワー半導体は、電子機器等の電圧制御等を担う半導体。電動車などの世界的なグリーン投資の後押しで、特に省エネ性能に優れたSiCパワー半導体を中心に、今後も需要は拡大する見込み。
- 日本では、**国内企業が複数社でシェアを分け合い**、**個社単位ではシェア1位（25%）のインフィニオン（独）に大きく劣後**。
- 激化する国際競争を勝ち抜くため、個社の技術的優位性を活かしつつ、**国内での連携・再編**を図ることで、**日本全体としてパワー半導体の競争力を向上**する必要がある。

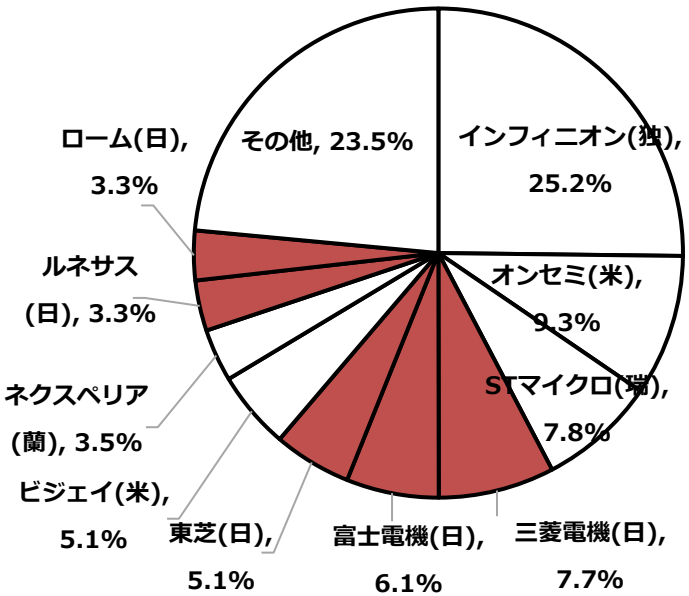
➡ 今後、グローバルにおいて、日本を欧州・米国と並ぶ世界の第三極の拠点とすることを目指す 。



【出典】各社公表資料をもとに、経産省作成

パワー半導体の世界シェア

（2021年、189億米ドル）



【出典】OMDIA　2022年をもとに経産省作成

日本全体では20%以上のシェアを占めるが、**個社では10%にも満たない**

リソースを有効活用しながら投資の規模とスピードを確保した競争力強化の必要性

（参考）次世代グリーンパワー半導体

- **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）、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。
- こうした、**次世代パワー半導体の高性能化を通じた次世代パワー半導体の競争力を強化**するとともに、**Siパワー半導体同等のコスト達成による普及拡大**を目指す。
- 同時に次世代パワー半導体ではシェアを獲得できていないウェハ技術について、**大口径化**を進めるとともに、ユーザーニーズに即した**超高品質化によるシェア獲得**を目指す。

小容量帯
（サーバ電源等電源向け）

高効率・小型電源向けGaNonSiパワー半導体

中容量帯
（xEV/産業機器向け）

電動車向けSiCパワー半導体

産業機器向けSiCパワー半導体

大容量帯
（再エネなど電力）

再エネ等電力向けSiCパワー半導体

SiCバルクウェハ製造技術

昇華法による高品質低コスト８インチウェハ開発

溶液法による超高品質低コスト８インチウェハ開発

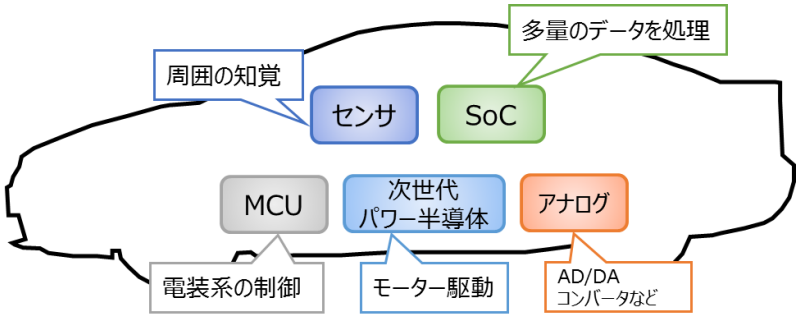
（参考）アナログ半導体

- 低～高電圧を対象に、電気信号を連続的に処理するアナログ半導体（電源IC、AD/DAコンバータ、アンプ、センサー等）は、**マイコンやメモリへのデータの入出力やディスクリートの制御等の役割を担い**、産業機器、自動車、家庭用機器、無線機器、カメラ等、**多様な産業ニーズに応える存在**。
- 技術的なトレンドとして、GX、DX、自動運転等、様々な社会的ニーズに対応するため、アナログ半導体には、**電力損失の低減、高周波＆高速光伝送、高精細画像の取得等**が求められる状況。
- 経済安全保障推進法に基づき、**アナログ半導体を含む従来型半導体を支援対象に位置付け。今後も、将来的な産業界のニーズに基づき、技術トレンドを適切に捉えつつ、適切に対応していく必要**。

アナログ半導体の用途例

スマホ（通信部品）

自動車（AD/DA コンバータ）



センサー

先端パッケージ戦略

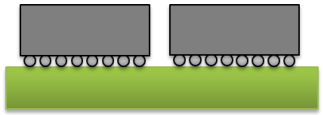
- ステップ１では、**素材・装置メーカーが集約する先端パッケージ開発拠点を設立**し、国内に点在するアカデミアなどのコンソーシアムを束ねて、先端集積・実装技術を創出するとともに、次世代の装置、素材を開発し、IDM/ファウンダリ等に提案。
- ステップ２では、2020年代後半以降に求められる2.5D/3Dパッケージング技術、シリコンブリッジ、ハイブリッドボンディングなどを開発し、**2nm世代以降で必須となるチップレット技術を確立**。
- ステップ３では、ゲームチェンジ技術として**光チップレット、デジタルチップとアナログチップを混載するアナデジ混載SoC技術を確立**。
- こうした先端パッケージング技術をグリーンデータセンター、基地局、自動運転等に社会実装。
- なお、レガシー領域の後工程についても、**台湾・マレーシア・メキシコ・インド等で、生産能力強化等の動きあり。特定国・地域への集中は避けるべきであり、分散することが望ましい。**

ステップ１
足下の製造基盤の確保

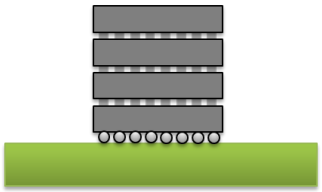
✓ 先端パッケージ開発拠点を中心とした素材・装置メーカーからなるエコシステム構築

ステップ２
次世代技術の確立

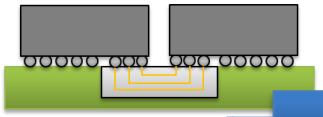
■2.5Dパッケージ

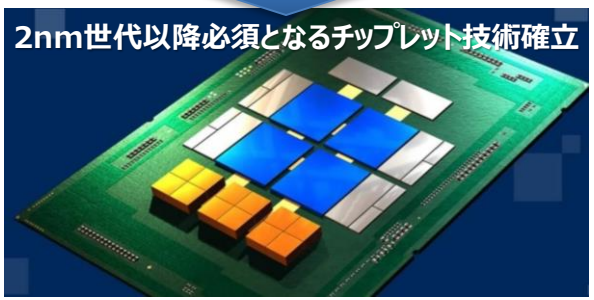


■3Dパッケージ



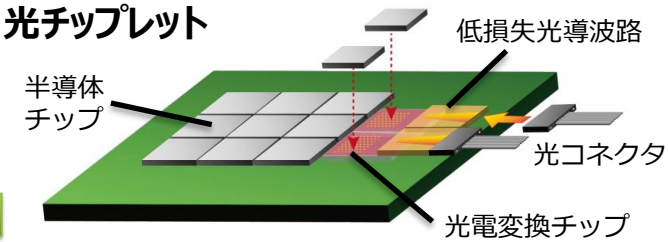
■シリコンブリッジ



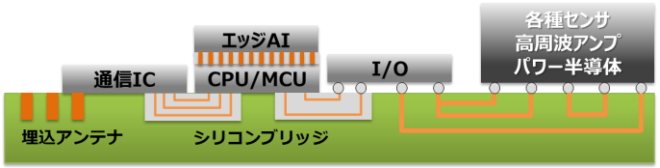


ステップ３
将来技術の研究開発

光チップレット

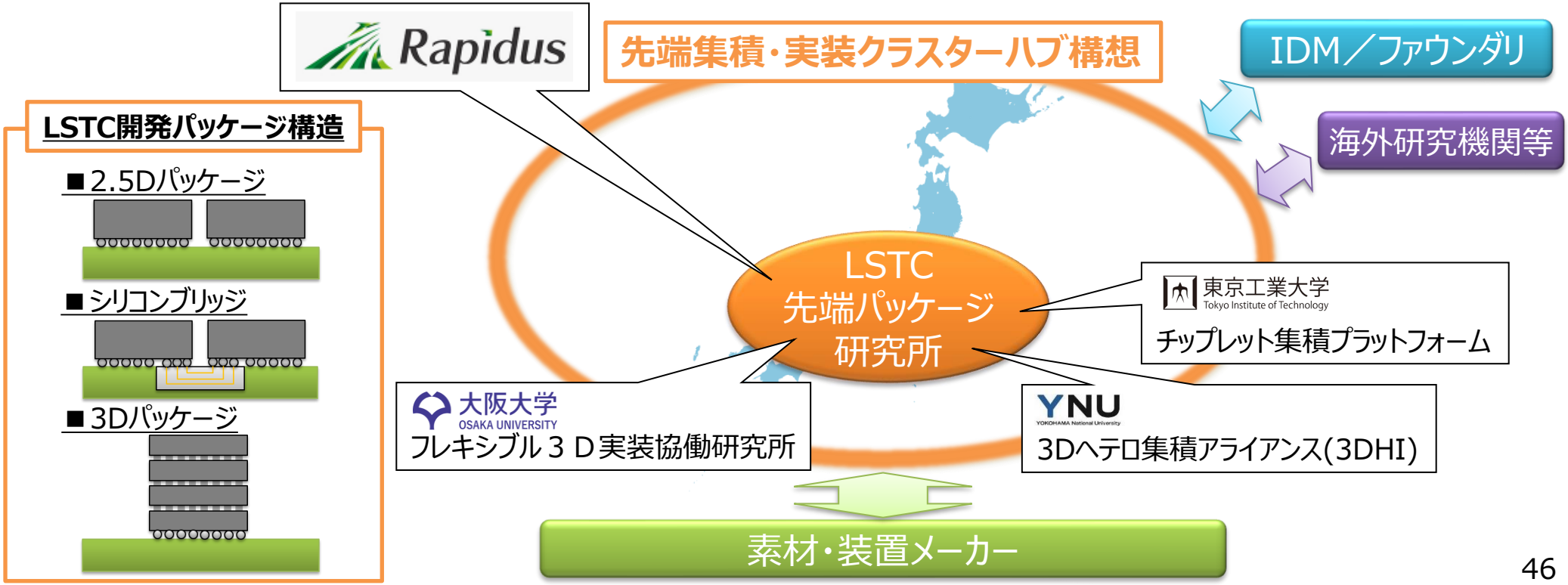


アナデジ混載SoC



（参考）国内に先端集積・実装クラスターハブ拠点を構築

- 半導体製造の**後工程（集積・実装）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、**先端パッケージ技術が必要となる転換期**。
- 先端パッケージング技術には、高度な素材・実装技術等の開発が必要とされており、日本に多数存在し、**各工程単位で点在する素材・装置メーカーやアカデミアのコンソーシアムを上手く連携させる**ことが重要。
- 国内に多数存在する**アカデミアの各種コンソーシアム等を束ねる**形で、**先端集積・実装に関するパイロットラインを構築**。
- オープンプラットフォームとして開発した革新材料・装置等は**IDM/ファウンダリ等に提案**。



製造装置・部素材戦略

- レジスト塗布・現像装置やダイシング装置などの製造装置、シリコンウエハやレジストなどの部素材は、**世界の半導体エコシステムにおいて、我が国が引き続き優位に立っている**。これらの製造装置・部素材は、先端半導体の製造に必要不可欠であり、**戦略的不可欠性の観点から、経済安全保障上も重要な存在**。
- 他方、米中技術覇権対立を背景に、**各国の製造業国内回帰・誘致に向けた圧力が強まっている**中、大手の半導体製造拠点に引き寄せられて、**製造装置・部素材産業についても我が国から流出する懸念**がある。
- このため、まずはステップ１にて、**製造装置・部素材の安定供給体制を強化**し、サプライチェーンの強靭化を図ることが急務。その上で、ステップ２・ステップ３で次世代半導体技術の確立および量産、更なる発展に向けて、製造装置・部素材の付加価値を更に高めることで、経済安全保障上の戦略的不可欠性を強化し、**世界の半導体エコシステムにおける我が国製造装置・部素材産業の優位性を不動のものとする**ことを目指す。
- なお、原料についても、半導体生産に必要な安定供給体制を確保していく。

ステップ１
足下の製造基盤の確保

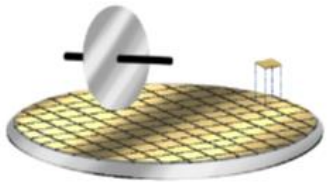
- ✓ 先端半導体等の製造に不可欠な製造装置・部素材（Siウエハ、SiCウエハ、サブストレート等）安定内供給体制・サプライチェーンの強靭化
- ✓ 先端半導体の国内製造拠点の整備による製造装置・部
国内誘致・流出防止

ステップ２
次世代技術の確立

- ✓ Beyond 2nmの製造に必要な次世代材料（High-NA EUV向けレジスト、EUV向けペリクル等）の実用化に向けた技術開発

ステップ３
将来技術の研究開発

- ✓ 次世代材料を更に進展させた将来材料（グリーンEUV向け光源技術等）の実用化に向けた技術開発



ダイシング装置

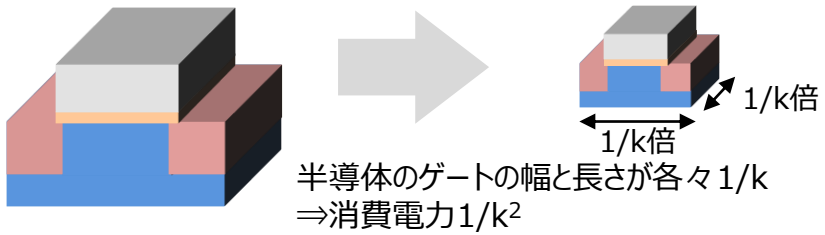
シリコンウエハ

半導体とグリーン化の関係性

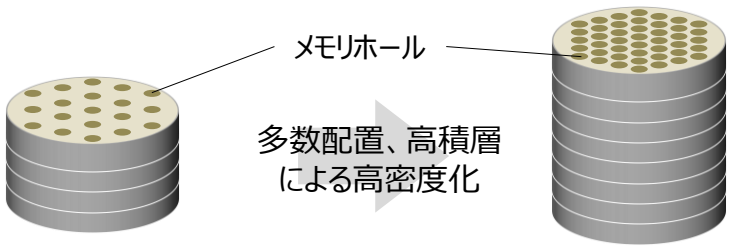
- **デジタル技術の進化**は、**自動運転やロボティクスなどを実現し、社会生活を変革**する。他方、これらは**必要電力を増加**させる**脱炭素化とは相反**する行為でもある。これに対し、**半導体は成長（性能向上）と脱炭素化（エネルギー効率の改善）を両立させる形で進化**し、**デジタル技術の持続的な発展を支えてきた**。まさに、**GXの概念を常に体現してきた技術**。
- 主な進化方法としては**「微細化」や「高密度化」、チップレット等の「高度実装」等の「高集積化」**や、**「システム」や「設計」等の「最適化」、「素材進化」による抜本的な機能向上**等がある。これらは**性能向上と同時にエネルギー効率も改善**。
- 例えば、**TSMCのロジックやキオクシアのメモリは１世代ごとにエネルギー効率を２～３割改善**させてきた。また、**ロームのSiCパワー半導体は、Siパワー半導体と比較して、約７割の電力損失削減**を見込む。

高集積化

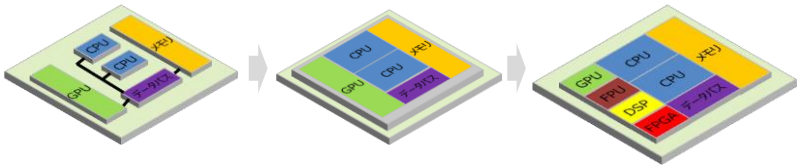
微細化



高密度化

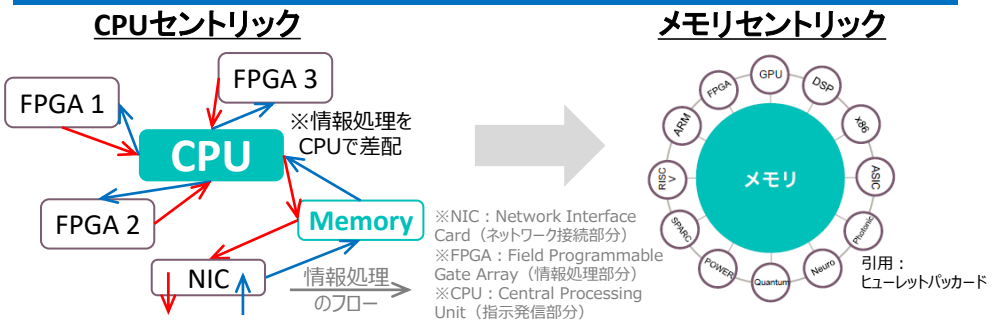


実装



- 高集積化により、**配線等を短縮**し、**情報の伝送・処理速度等を向上しつつ、エネルギー効率も改善**

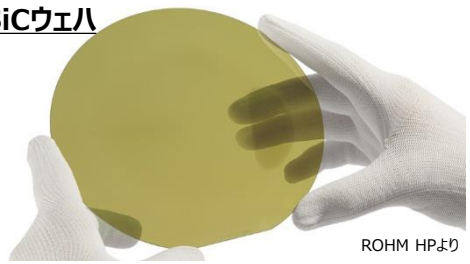
最適化



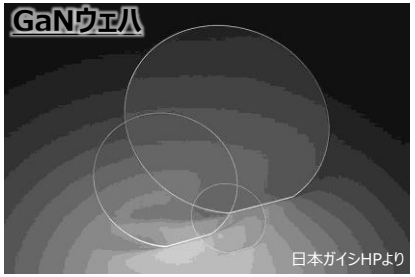
- **設計・システム等の最適化**によりエネルギー効率を改善

素材の進化

SiCウェハ



GaNウェハ



- **エネルギー損失軽減**に加え、冷却など含め**全体効率化**

各社HP情報等を基に経産省作成

半導体人材の育成に向けた今後の方針

- 半導体人材の育成・確保は、例えば、①**次世代の技術開発を担う人材（プロフェッショナル・グローバル人材）**や、②**足下の開発・生産プロセスを支える人材（技術・技能系人材）**など、産業界が求める人材像に合わせて取組を進めていく。

半導体人材の育成に向けた取組の概要

※下記の整理は便宜的なものであり、取組によっては対象とする人材が必ずしもプロフェッショナル・グローバル人材と技術・技能系人材に二分されない場合もある

【プロフェッショナル・グローバル人材】
- ✓ デジタル設計から、チップ及びその生産プロセスも含め、将来の半導体産業を支える高度かつ幅広いグローバルレベルの技術的知見を有する人材

（共通する領域）

【技術・技能系人材】
- ✓ 次世代の技術開発や顧客ニーズを踏まえた新たな製品開発等を行う人材
- ✓ 半導体製造現場において全体を俯瞰しつつ、工程の管理・改善等を担う人材
- ✓ 半導体製造現場において機械・装置の操作を行い、生産活動を直接支える人材

関係機関との連携体制の構築
- 国内外の教育・研究機関との連携による人材育成【LSTC】
- 有志国・地域の大学との連携強化【コンソーシアム参画大学等】
- 人材育成等コンソーシアム組成【九州、東北、中国、中部地域】

半導体産業の魅力発信・裾野拡大
- 学生対象の出前授業、工場見学、セミナー等【九州、東北地域】
- 学生対象のインターンシップ【九州、東北地域】
- 遊びや体験を通じた半導体産業の魅力発信【業界団体】

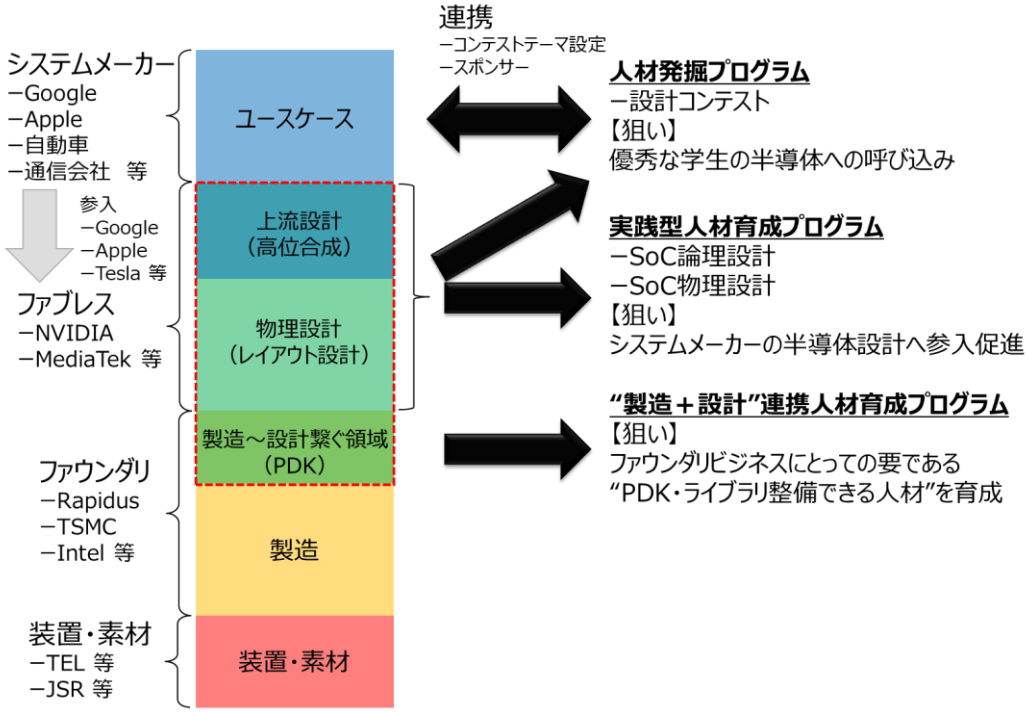
人材育成に向けた環境・カリキュラムの整備
- 研究開発を通じた将来の技術者育成【東工大、東大、東北大】
- 大学内における半導体人材育成に向けた組織設立【熊本大】
- 大学の設備を活用した実践的プログラム【東北大、九工大等】
- 半導体の専門カリキュラム導入【佐世保高専、熊本高専等】
- 教員向けの企業研修会の開催【九州地域】
- 半導体関連研究者データベースの整備【中国地域】

＜今後の取組方針（案）＞

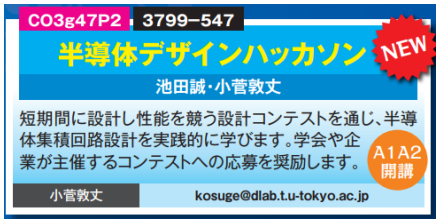
- ✓ **次世代の技術開発を担う人材の育成プログラムの開発・実施**
- ✓ **他地域・大学・高専への先行優良事例の横展開**
  - 北海道、関東地域における人材育成等コンソーシアムの設立
  - 半導体に特化した教育カリキュラム・講義等の横展開　等
- ✓ **国内外の複数の大学・研究機関における横断的な取組の促進**
  - 海外の大学・研究機関との連携強化・拡大
  - 複数の大学・学部・学科をまたがる総合的な半導体教育プログラムの創設　等
- ✓ **各地域コンソーシアムにおける産業界のニーズを踏まえた取組の進化・深堀り**
  - 半導体産業の魅力発信のためのコンテンツ作成　等

次世代半導体の設計人材育成

- システムメーカーが自社製品・サービスの競争力を上げるためにファブレスのエリアに参入する傾向（汎用チップから専用チップへ）。
- “半導体設計”とは下図の赤枠の部分で、“設計人材”として育てるべき領域は**システムメーカーの設計への参入を促すための領域**と、ファウンダリとして重要となる**設計と製造を橋渡しとなる領域。**
- 加えて、**優秀な人材を呼び込むための仕掛け**が重要。
- 例えば学生向けの取組として、今年度、東京大学では工学部共通プログラムとして「**半導体デザインハッカソン**」を開始。
- こうした取組を通じて呼び込んだ学生の教育プログラムも整備することで、設計人材を継続的に輩出する。



■設計コンテスト（例. 東京大学）



引用：https://dee.t.u-tokyo.ac.jp/course/creative_engineering/

半導体設計分野の横断教育プログラム
- 材料・物性
- デバイス物理
- 製造プロセス
- 設計
- コンピュータサイエンス 等