

半導体・デジタル産業戦略の現状

令和5年6月

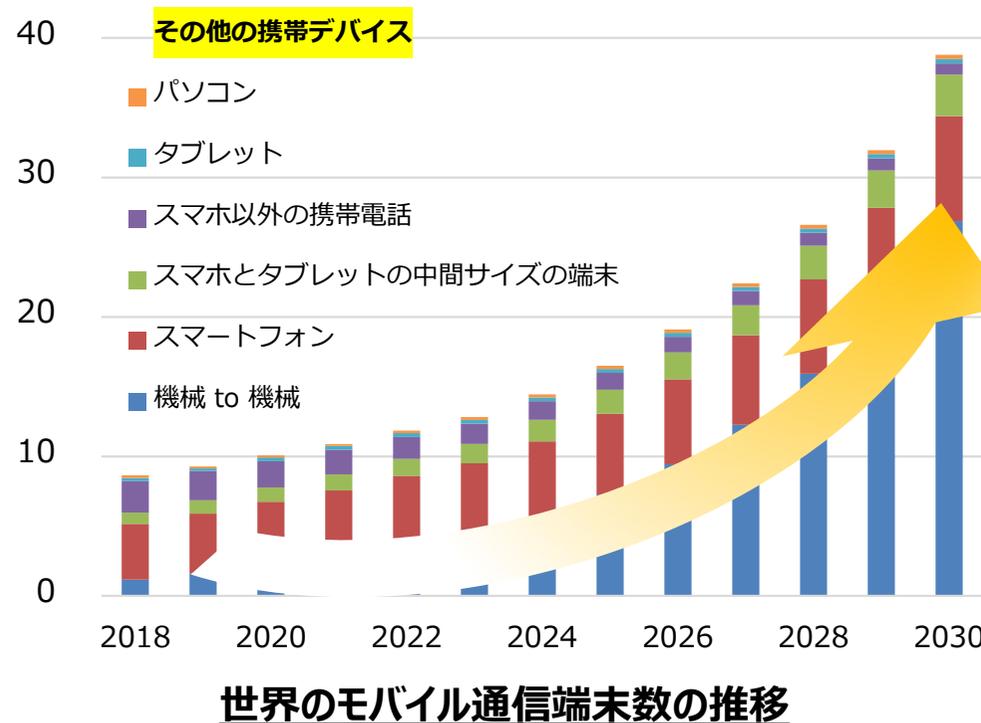
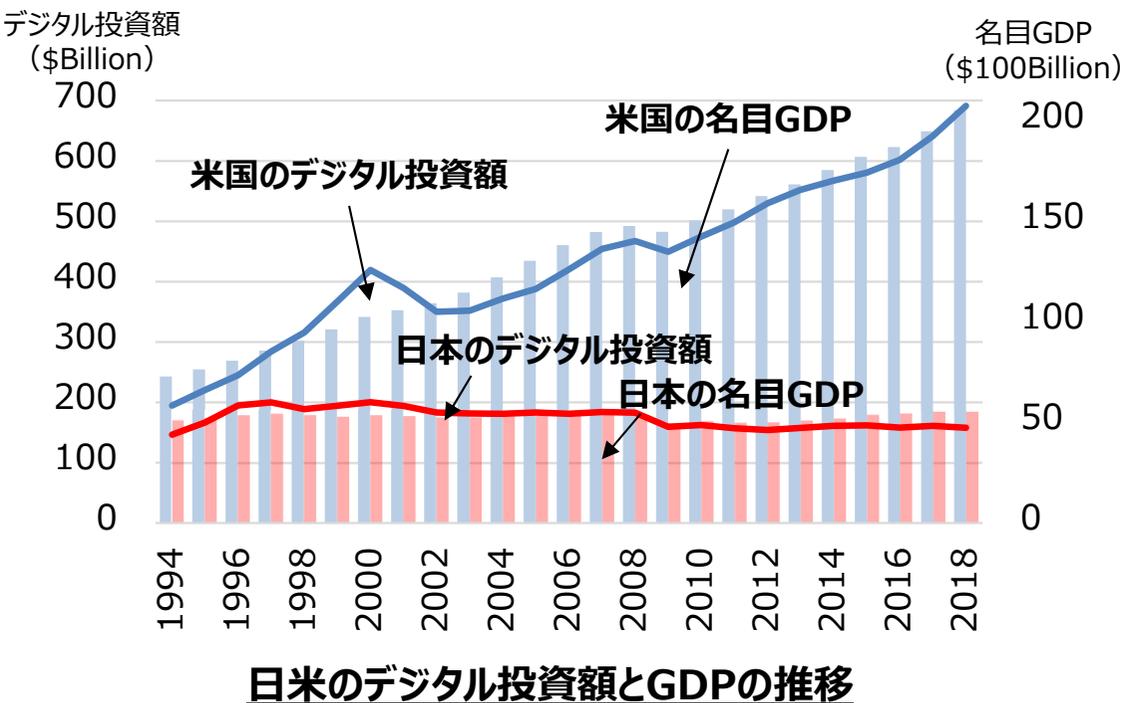
経済産業省

商務情報政策局情報産業課

齋藤 尚史

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等の人々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。



(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

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

脱炭素に向けた投資競争

- 世界では、カーボンニュートラル（CN）目標を表明する国・地域が急増し、そのGDP総計は世界全体の約90%を占める。
- ロシアによるウクライナ侵略やそれによる燃油高等によってもこうした流れは停滞せず、既に欧米をはじめとして、排出削減と経済成長をともに実現するGX（グリーントランフォーメーション）に向けた大規模な投資競争が激化。

⇒ **GX投資等によるGXに向けた取組の成否が、企業・国家の競争力に直結する時代に入**

期限付きCNを表明する国地域の急増

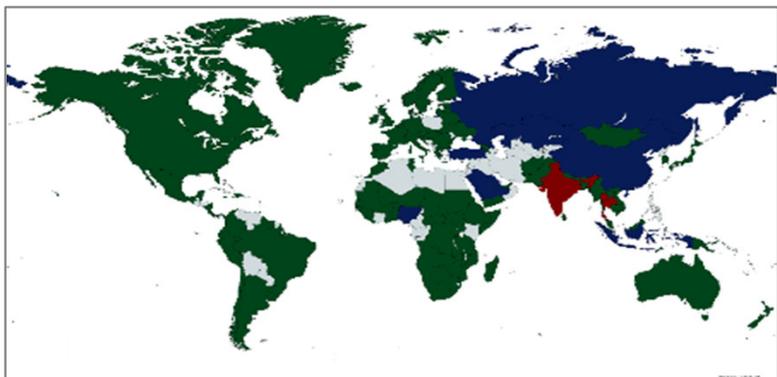
**COP25
終了時（2019）**

- 期限付きCNを表明する国地域は121、世界GDPの約26%を占める

**COP26
終了時（2021）**

- 期限付きCNを表明する国地域は154、世界GDPの約90%を占める

（参考）COP26終了時点のCN表明国地域



■ 2050年まで
■ 2060年まで
■ 2070年まで

出所：WorldBankdatabaseを基に作成

諸外国によるGX投資支援（例）

国	支援期間	政府支援等
EU 2020.1.14 投資計画公表	10年間	官民で 約140兆円 (約1兆€)
ドイツ 2020.6.3 経済対策公表	2年間を中心	約7兆円 (約500億€)
フランス 2020.9.3 経済対策公表	2年間	約4兆円 (約300億€)
英国 2021.10.19 戦略公表	8年間	約4兆円 (約260億£)
米国 2022.8.16 法律成立	10年間	約50兆円 (約3,690億\$)

出所：各国政府公表資料を基に作成。

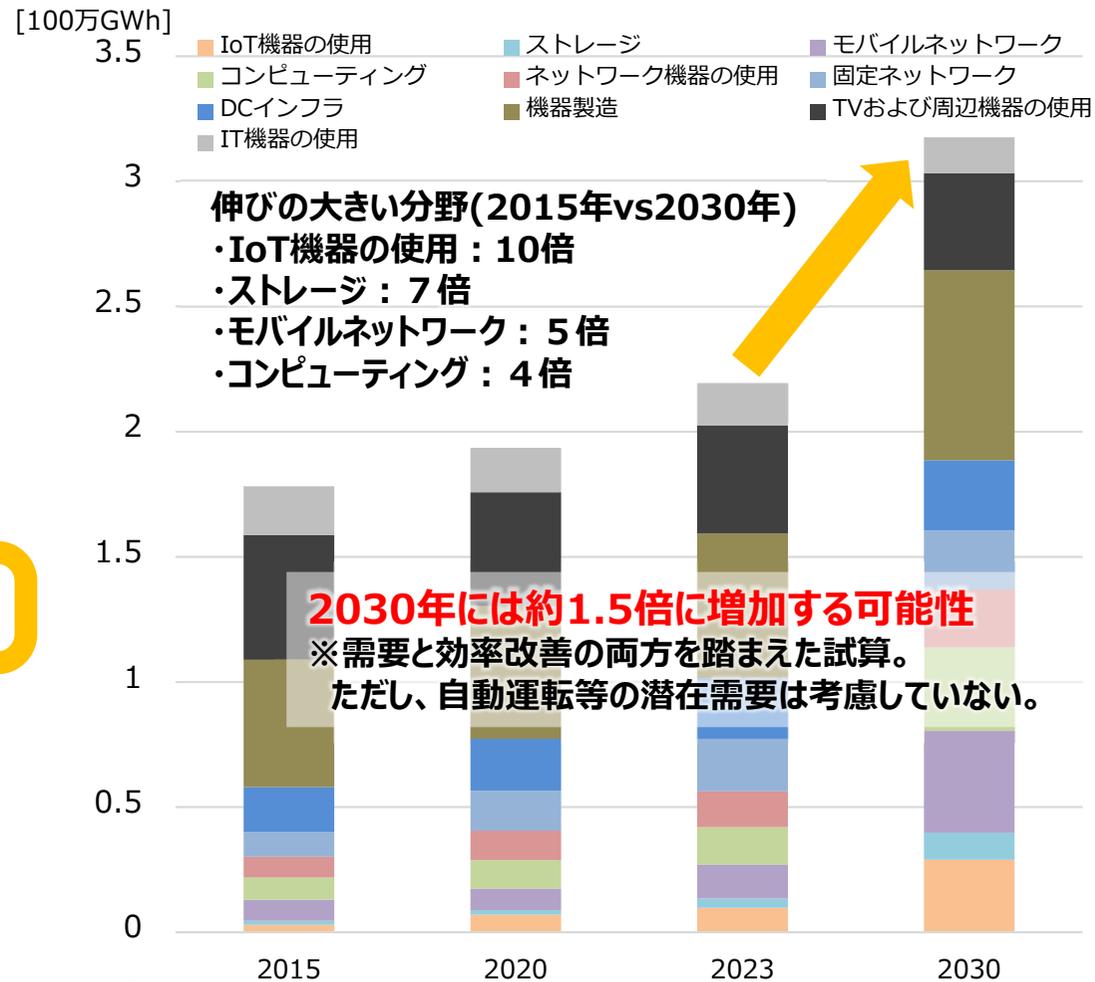
※換算レートは1\$ = 135円、1€ = 136円等（基準外国為替相場・裁定外国為替相場（2022年10月分適用））

デジタル社会の実現に伴う副作用 (エネルギー消費量の増大)

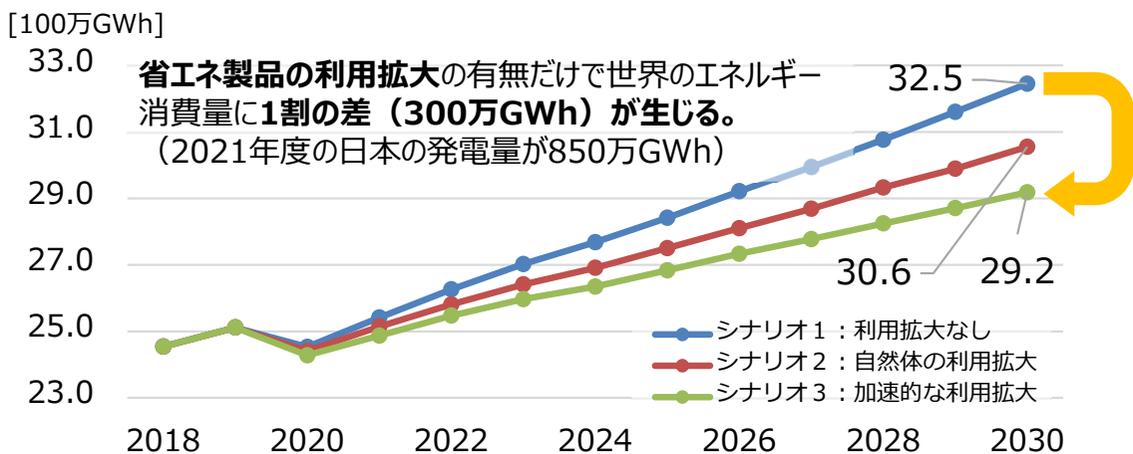
- デジタル技術の活用拡大は成長のみならず、電力消費の急増を引き起こす。情報通信量は2倍になり、IT分野の電力消費は1.5倍に増大 (自動運転等の新需要を含まず) するとの見立てもある。気候変動が国際的な課題となる中、持続的な成長を実現するためにもデジタル化と脱炭素化の両立 (GX) を進める必要がある。
- これに対して半導体の進化は極めて有効。例えば、半導体を核とした省エネエレクトロ製品の利用拡大が加速的に進めば、2020年と2030年の比較で世界全体で1割のエネルギー消費を抑制できるという見立てもある。半導体の進化は性能向上とエネルギー効率向上を両立してきた歴史であり、GX実現のためにも先端性の高い半導体の確保が重要。



世界のインターネットトラフィックの推移予想



デジタル技術の進化による世界のIT分野の電力需要の推移



半導体を核とした省エネエレクトロニクス製品の利用拡大が世界のエネルギー消費量に与える影響

(出展) TSMCレポート: <https://esg.tsmc.com/en/update/innovationAndService/caseStudy/32/index.html>.
 ITRILレポート: <https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/SS/directdoc.aspx?filename=q:/Jobs/RD-IT/45.pdf&Open=True>

(出展) SchneiderElectricDigitalEconomyandClimateImpact<https://perspectives.se.com/research/digital-economy-climate-impact>

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 「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	<ul style="list-style-type: none"> ● 「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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 「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
 1USD=135円
 1ユーロ=145円
 100ウォン=10.5円
 1台湾ドル=4.4円

半導体メーカーの主な動向



2021年10月、マイクログループ全体で、**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）】



台湾積体回路製造（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回路製造（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）】



中芯国際集成电路製造（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）】

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



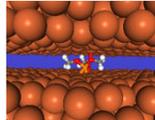
安全保障：
迎撃ミサイルの
軌道計算の高速化



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

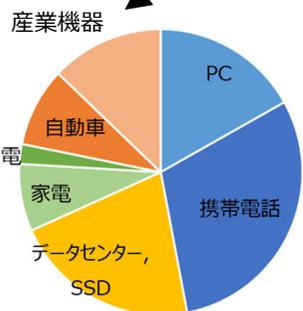
我が国半導体産業復活の基本戦略

- 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）

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

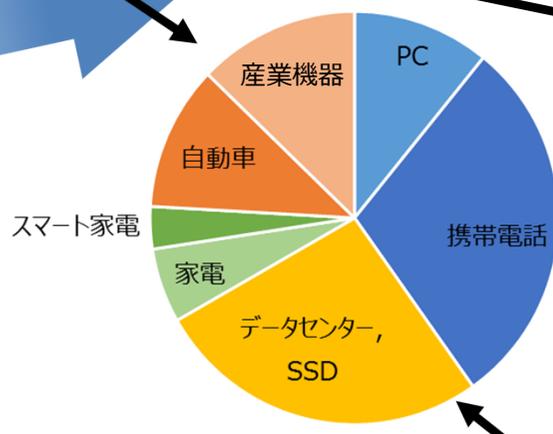
引用：OMDIAのデータを基に経済産業省作成

2020年



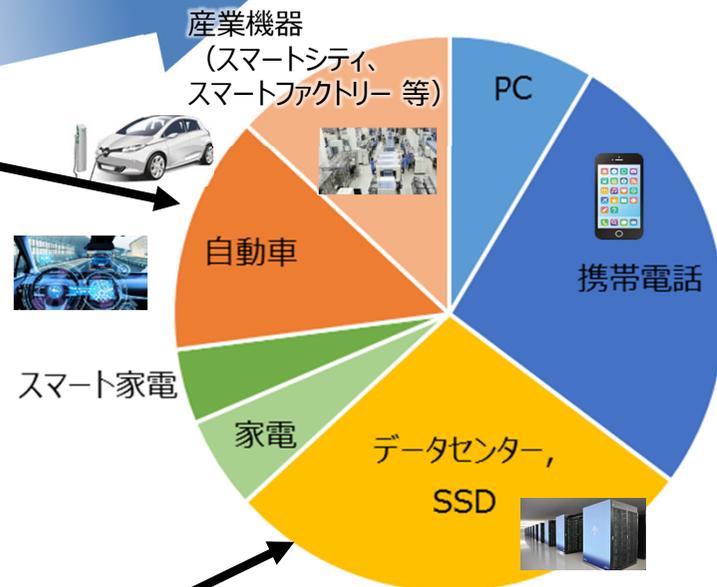
市場規模全体：約50兆円

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		  <small>(※) 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）</small>	 	
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	熊本県菊陽郡菊陽町	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리카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

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

経済安保推進法に基づく半導体サプライチェーンの強靱化

Step 1

- 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靱化支援事業として、**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。

経済安保推進法に基づく半導体サプライチェーンの強靱化（2023年4月認定分）

- 2023年4月28日、経済安全保障推進法に基づき、ルネサスエレクトロニクス（マイコン）・イビデン（FC-BGA基板）の2件（最大助成金額：約564億円）の供給確保計画を認定。

ルネサスエレクトロニクス

- マイコンは、ほぼ全ての自動車や電子機器に搭載され、これらの制御機能を担う、**社会基盤を支える重要な部品**。
- 足下で不足傾向にある、自動車や産業機器・家電等のIoT機器用のマイコンについて、自動車の電動化や産業IoT関連機器等の世界的な需要増に対応するため、**国内生産能力を強化し、緊急時の代替生産体制を確立**する。
- これにより、サプライチェーン強靱化を通じた、マイコンの国内への**安定供給を実現**する。

<取組概要>

- | | |
|--|--|
| □ 生産する品目 ：自動車・産業IoT用マイコン（MCU） | □ 生産能力 ： |
| □ 投資総額 ：約477億円 | 10,000枚／月（12インチ、茨城・山梨） |
| □ 最大助成金額 ：約159億円 | 29,100枚／月（8インチ、熊本） |
| □ 施設の所在地 ：茨城県ひたちなか市、
山梨県甲斐市、熊本県熊本市 | □ 供給開始 ：2025年2月（茨城）、3月（熊本）
2026年8月（山梨） |

（※）甲府工場では主にパワー半導体の生産能力を有するが、マイコン生産でも活用可能な生産設備を導入し、那珂工場で災害等が発生した場合にはマイコンの一部工程を生産

イビデン

- パッケージ基板は、半導体とマザーボード（CPU、メモリ、ストレージなど複数の部品が接続される基板）の仲介役を果たし、**半導体を電子デバイスに実装するための、重要な部素材**。
- 今回の投資では、世界的に需要の高まっている高機能パッケージ基板（FC-BGA基板）について、国内における生産能力の強化を行う。

<取組概要>

- | | |
|-----------------------------------|---|
| □ 生産する品目 ：高機能FC-BGA基板 | □ 生産能力 ：高機能FC-BGA基板の生産を12%引き上げる能力を構築 |
| □ 最大助成金額 ：405億円 ※助成率は1/3以下 | □ 供給開始 ：2025年7-9月期 |
| □ 施設の所在地 ：岐阜県揖斐郡大野町 | |

次世代半導体プロジェクト

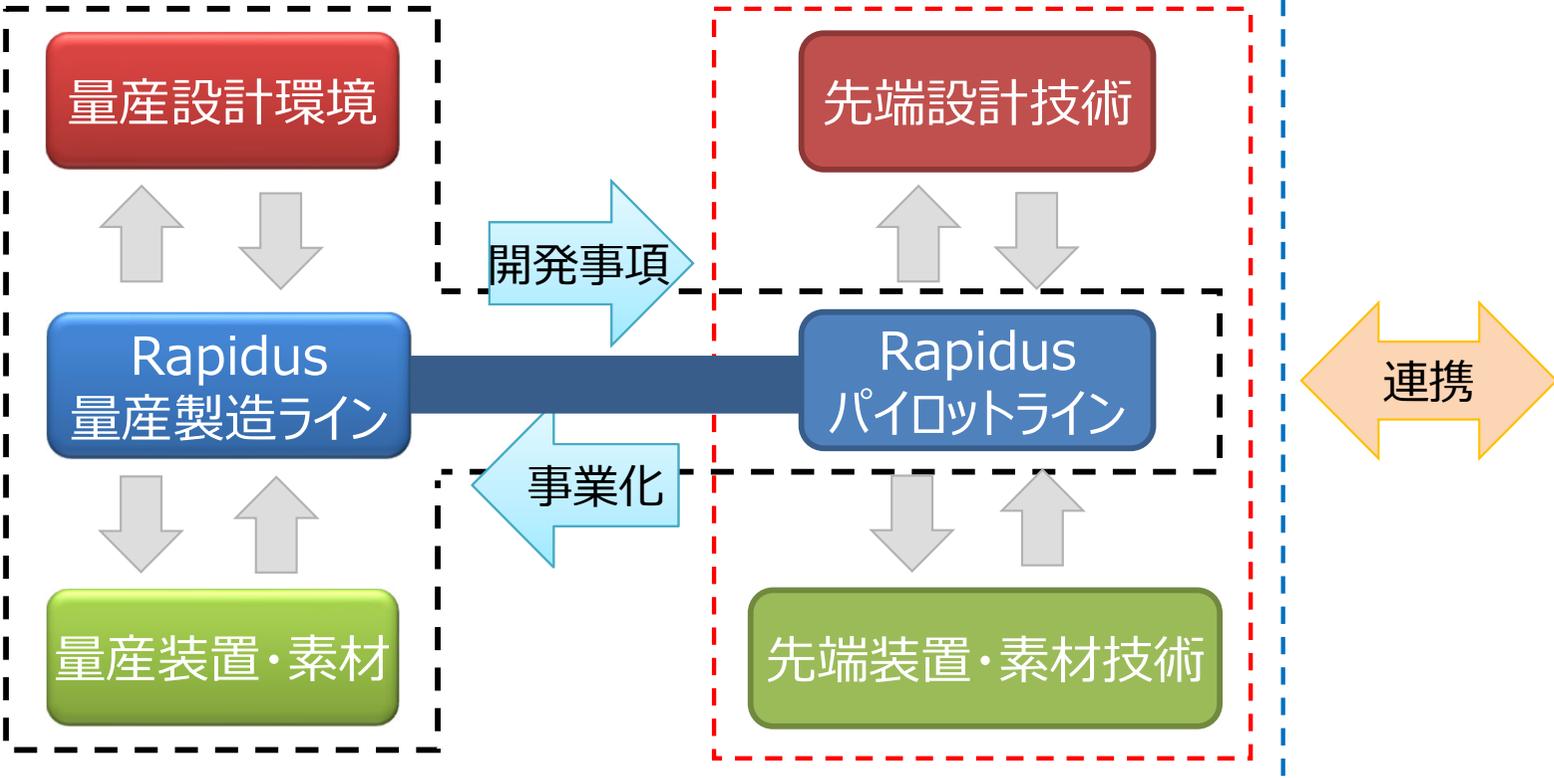
- 次世代半導体（Beyond 2nm）の短TAT量産基盤体制の構築実現に向け、
 - ① 先端設計、先端装置・素材の要素技術に係るオープンな研究開発拠点を立ち上げる。
 [LSTC※] ※Leading-edge Semiconductor Technology Center
 - ② 将来の量産体制の立上げを見据えた量産製造拠点を立ち上げる。 [Rapidus（株）]

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
[LSTC]



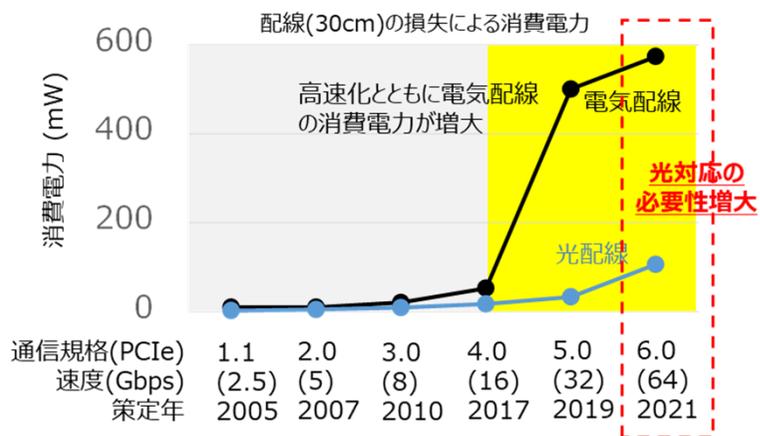
共同研究プロジェクトの組成

- 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

先端光電融合技術の開発

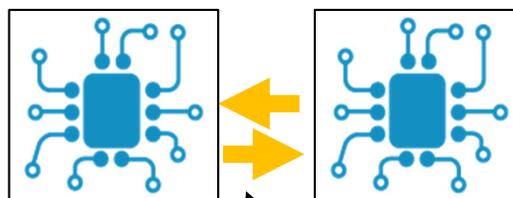
- データセンターの革新的省エネ化に向けて、「光電融合技術」がゲームチェンジ技術として登場。
- 光電融合技術は、電子デバイスに光エレクトロニクスを融合し、電気配線を光配線に置き換えることで、省エネ化・大容量化・低遅延化を実現（ネットワークシステム全体で電力消費1/100）。
- 本プロジェクトではサーバ内等の電気配線を光配線化する革新的な光電融合技術により、データ集約拠点であるデータセンターの40%以上の大幅な省エネ化を目指す。

■ 光配線化による消費電力抑制の効果



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

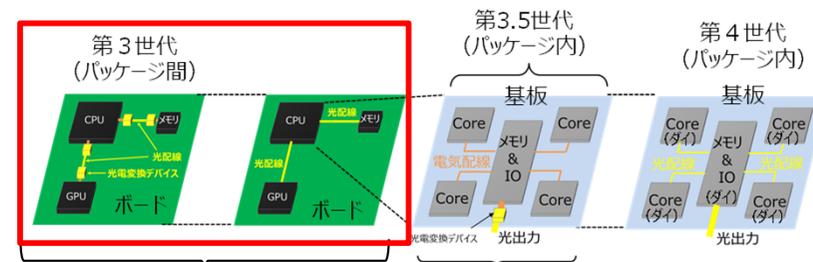
■ サーバ内の光電融合



- 半導体
- ・ CPU
 - ・ アクセラレータ
 - ・ メモリ など

電気配線 → 光配線

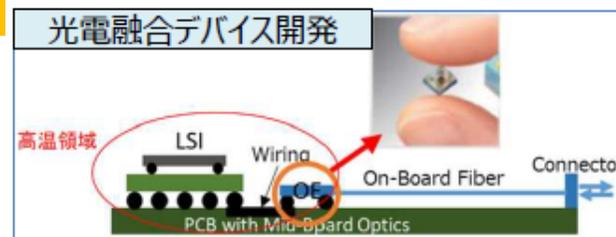
■ 光電融合技術開発のロードマップ



グリーンイノベーション
基金で支援

光電変換デバイスをパッケージ内に実装

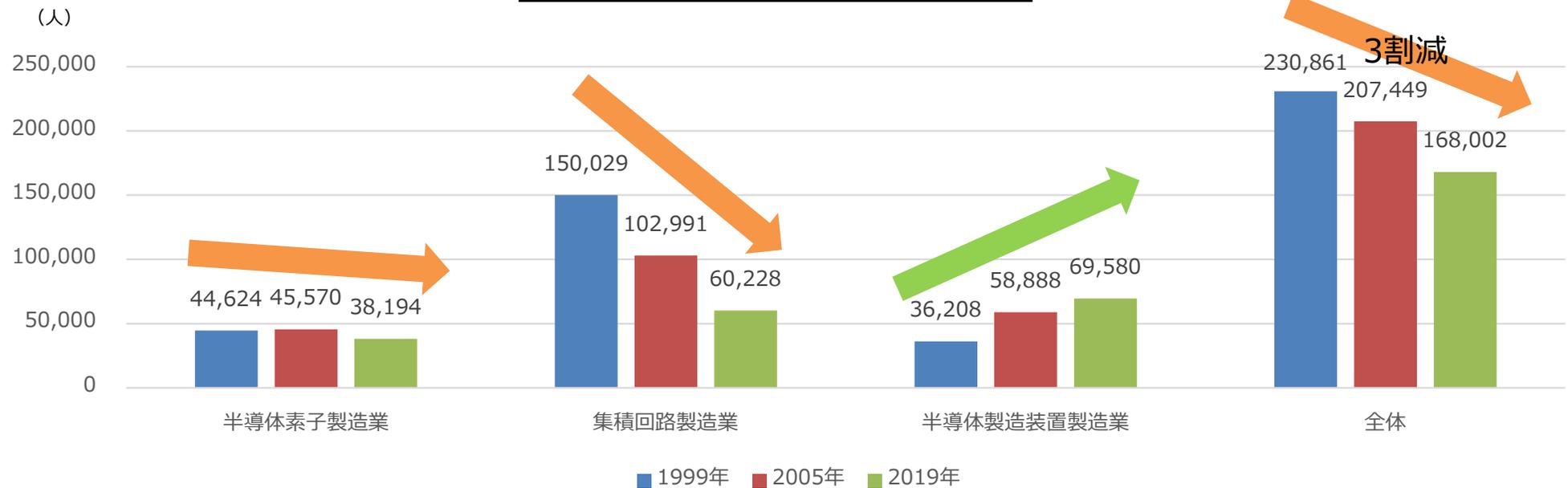
パッケージ内のダイ間の光配線



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が必要**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

- 全国に先駆けて、九州において、JASM・九州大学・熊本高専など76機関が参加する産学官連携の半導体人材育成等コンソーシアムを組成。
- 九州が目指す2030年の姿や、必要となる人材像の可視化等について議論するとともに、具体的な取組として、地元高専において半導体に関するカリキュラムを作成した上で、参画企業・機関による「出前授業」や工場見学等を実施。
- 続いて、東北ではキオクシア岩手・東北大学・一関高専など71機関、中国ではマイクロン・広島大学・呉高専など95機関、中部ではキオクシア・名古屋大学・岐阜高専など25機関が参加する同様のコンソーシアムを組成。
- 今後も、同様の取組を全国に展開し、半導体の人材育成強化に取り組んでいく。

九州における半導体人材のニーズと対応の方向性

※参画機関数は、令和5年3月末時点

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
⇒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
⇒モデルカリキュラムを策定し、横展開
- 熊本大学「半導体・デジタル研究教育機構」の設置 (R5fy)
⇒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
- 熊本県立技術短期大学校「半導体技術科」の新設 (R6fy)
⇒熊本大学や熊本高専との連携
⇒熊本大学への2年次編入学 (R6fy予定)

九州における半導体人材育成等コンソーシアムの連携体制



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。

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ともに、各社の日本での前向きな取組の意思表示があった。

＜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をはじめとした持続可能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・素材メーカー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・ヒョン・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・素材メーカー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。



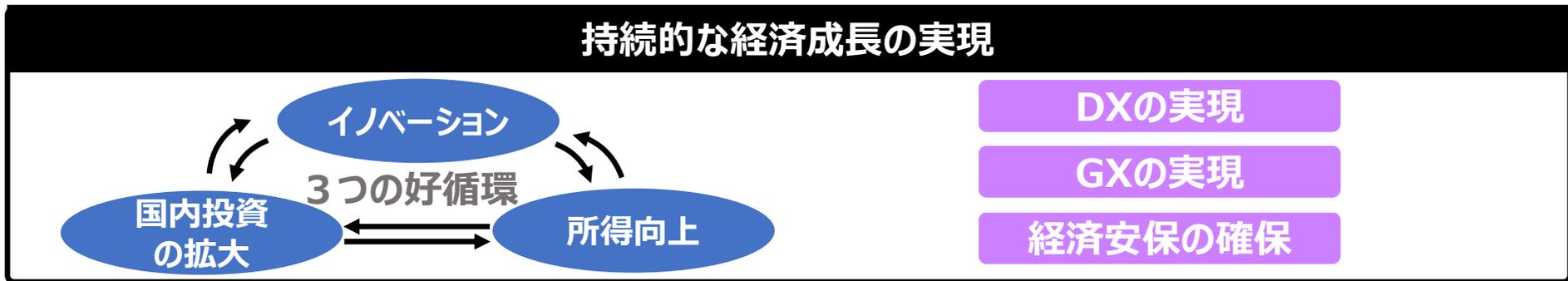
総理御発言

（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・デジタル産業による付加価値創出のエコシステム



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

✓ 高度な情報処理基盤を活用したイノベーション

自動走行

自立型
ロボティクス

多機能
エッジ端末

...

金融システム
イノベーション

バイオ
革新素材

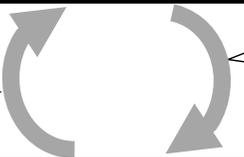
高度防衛
システム

...

✓ 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

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	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国内製造拠点の整備・技術的進展 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ NAND・DRAMの高性能化 ✓ 革新メモリの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 混載メモリの開発
産業用 スペシャリティ 半導体	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SiCパワー半導体等の性能向上・低コスト化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GaN・Ga₂O₃パワー半導体の実用化に向けた開発
先端パッケージ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 先端パッケージ開発拠点の設立 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ チップレット技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Beyond 2nmに必要な次世代材料の実用化に向けた技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 将来材料の実用化に向けた技術開発

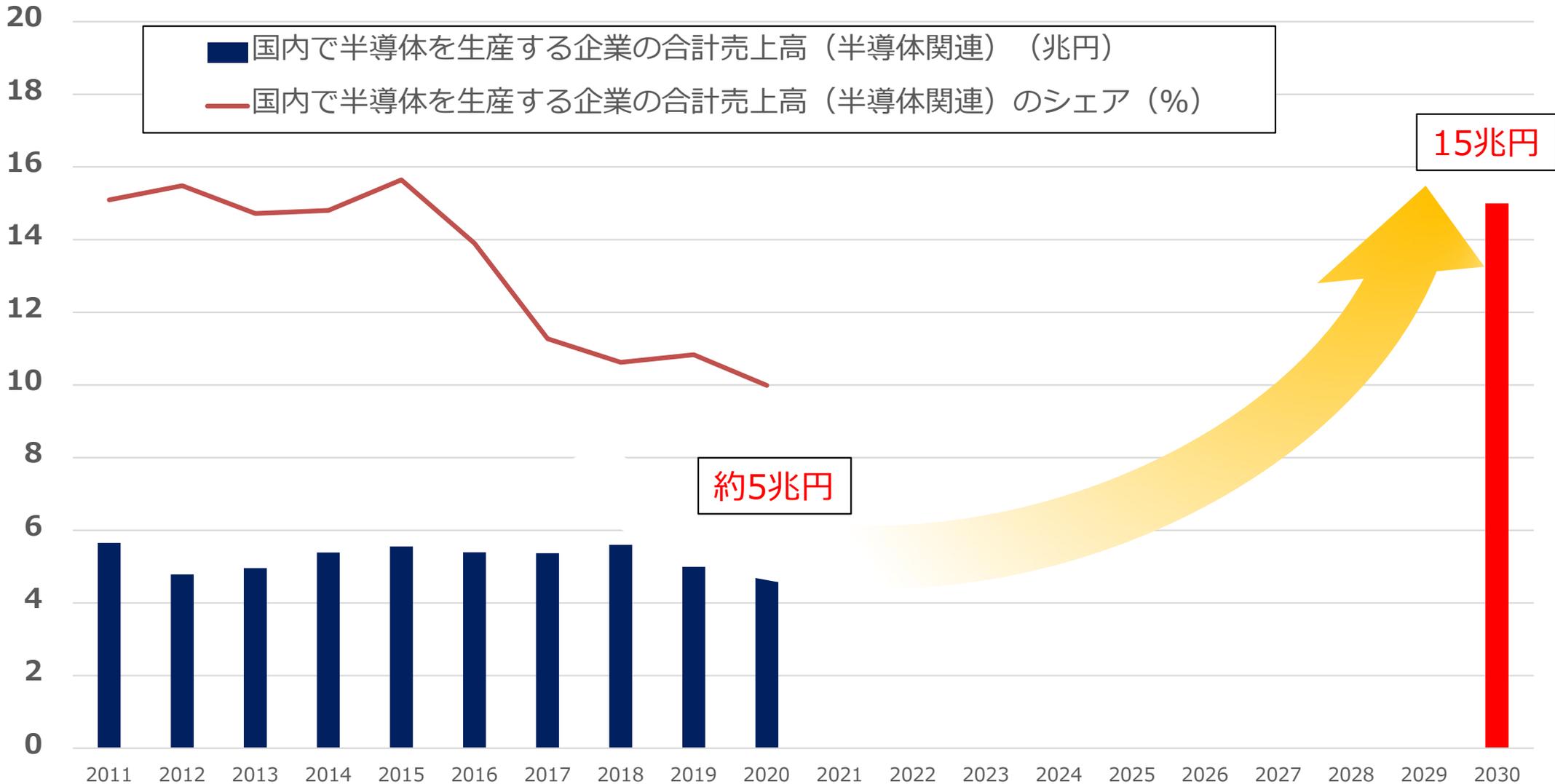
今後の半導体戦略の全体像②

<p>人材育成</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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
<p>国際連携</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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
<p>グリーン</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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

売上高の増加目標

- 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、15兆円超を実現し、我が国の半導体の安定的な供給を確保する。

(% / 兆円)



(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。

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核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靱化



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】
 - IBM連携 (ナノシート技術等)
 - imec連携 (EUV露光技術等)
- ✓ Beyond 2nmの実現に向けた研究開発【LSTC】
 - 最先端SoC, チップレット高密度IF設計
 - ナノシートトランジスタの高性能化
 - 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】
 - 最先端SoC, チップレット高密度IF設計
 - CFET関連技術開発
 - マテリアルインフォマティクス活用した材料開発
 - グリーン・クリーン製造技術
 - 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)



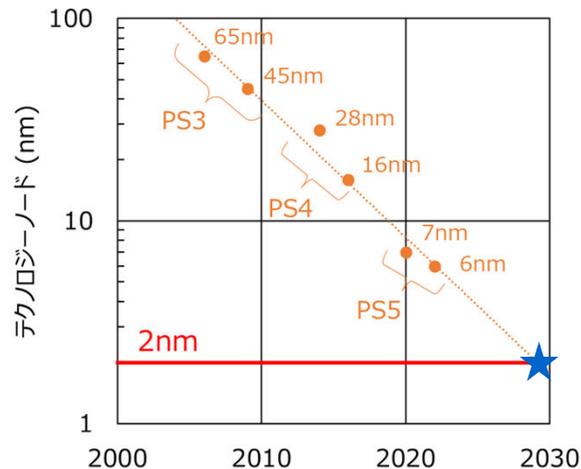
次世代光データセンター

次世代半導体のユースケース

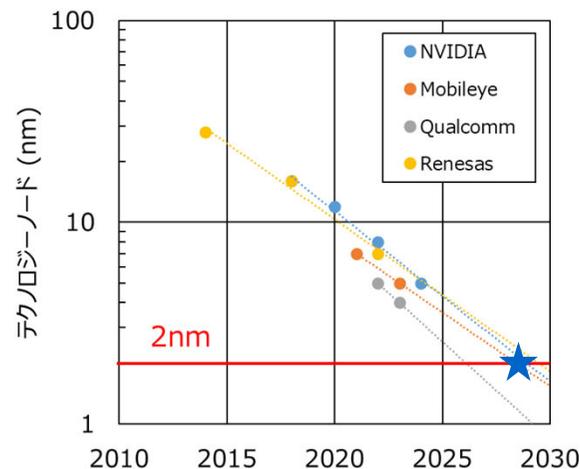
- 半導体の高性能化と低消費電力化を実現するために、微細化は現在も続いており、**最先端のゲーム機は6nm世代、車載SoCは5nm世代**で設計された半導体が使われていて、どちらも**2030年頃には2nm世代になる可能性**がある。
- 加えて、**用途毎に特化した半導体**を使用することで情報処理における電力効率を上げる取組も進んでいる。
- **この傾向はエッジ側（端末側）では顕著**であり、例えばTESLAは自動運転用の半導体を自社設計している。また、**GAFAM**などのクラウドベンダーも、自社のクラウドの付加価値向上のために**専用の半導体を使用するだけでなく、自社で設計する事例も増えてきている**。
- 以上のように、**高性能化と低消費電力化を両立するには微細化と用途に特化した専用半導体が必須**であり、**2020年代後半には2ナノ世代の専用半導体の需要が拡大**する見通し。
- こうした次世代半導体の設計強化を進めるとともに、既存の次世代半導体プロジェクトにおいて、設計に不可欠なPDK※等の必要な技術について着実に開発する。

※Process Design Kit

■ ゲーム機の半導体



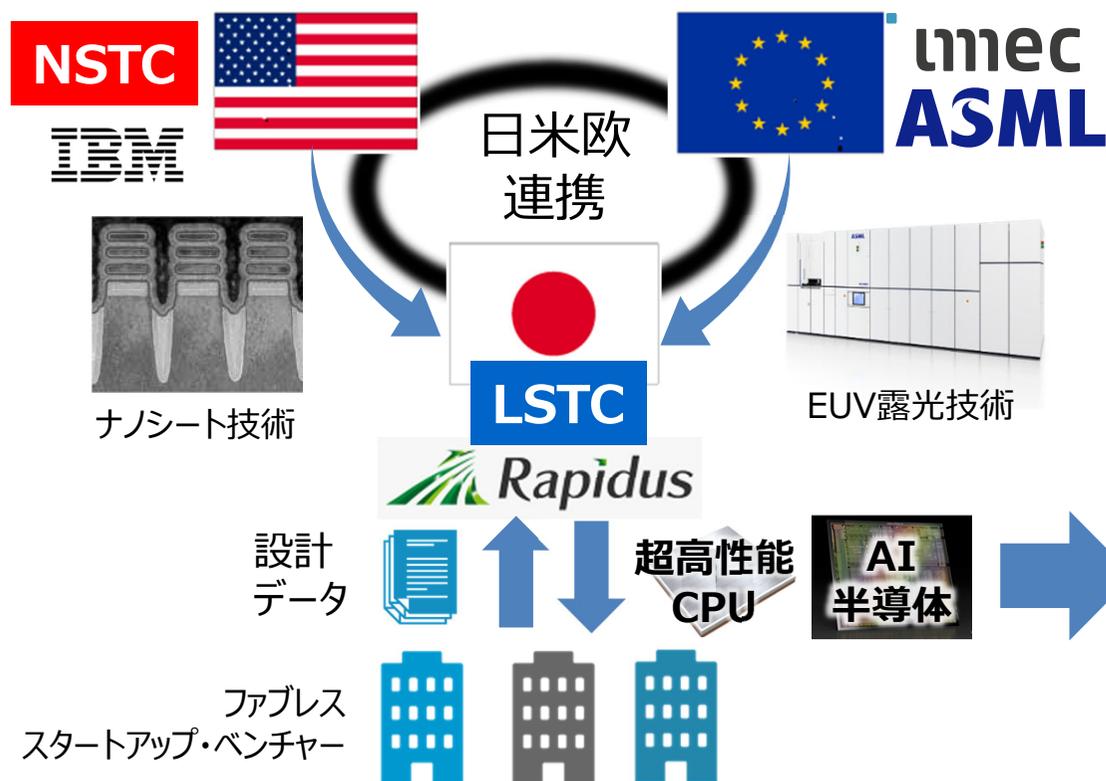
■ 車載SoC



メーカー	用途	ノード
TESLA	自動運転	14nm
	スパコン	7nm
Apple	スマートフォン	5nm
	デスクトップ	5nm
Google	AI半導体	7nm
	サーバー	5nm
aws	AI半導体	NA
	AI半導体	7nm
Microsoft GRAPHCORE	AI半導体	7nm
Meta	AI半導体	NA

(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



⋮

(参考) 国際連携に基づく2nm世代ロジック半導体の集積化技術と短TAT製造技術の研究開発

- Rapidus社は、2022年11月にポスト5 G基金事業※¹において次世代半導体の研究開発プロジェクトに採択（2022年度の支援上限：700億円）。
※¹ポスト5 G情報通信システム基盤強化研究開発事業
- 今般、本事業におけるRapidus社の2023年度の計画・予算を承認（2023年度の支援上限：2,600億円※²）。
※²ポスト5 G基金事業に令和4年度補正予算で計上した4,850億円の一部

<Rapidusの取組>

2022年度（支援上限：700億円）

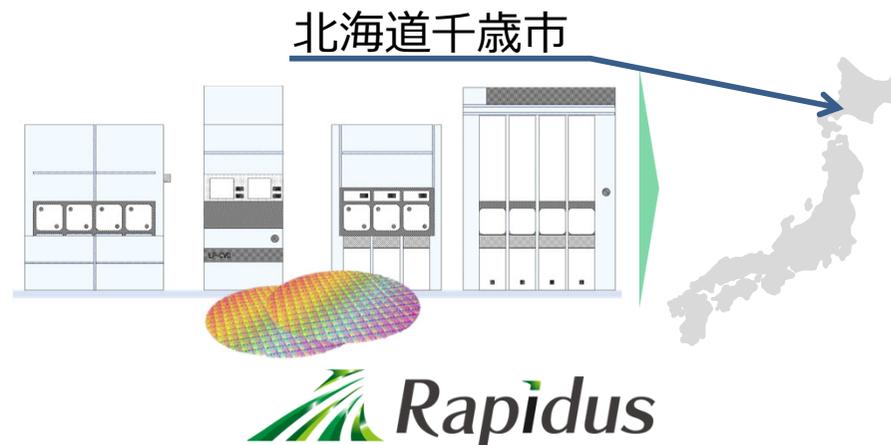
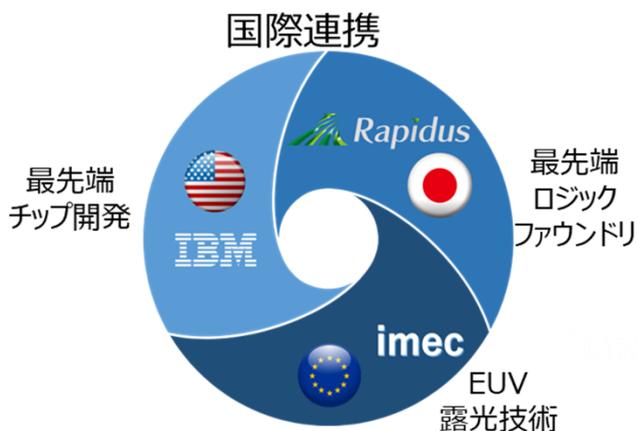
- 製造拠点の建設予定地として**北海道千歳市**を選定
- **IBM**と共同開発パートナーシップを締結
- **Imec**とMOCを締結
- **EUV露光装置**の発注
- 短TAT生産システムに必要な装置、搬送システム、生産管理システムの仕様を策定

2023年度（支援上限：2,600億円）

- 北海道千歳市のパイロットラインの基礎工事
- **IBMアルバニー研究所へ研究員を派遣**
- **Imecのコアプログラム**に参加
- 短TAT生産システムに必要な装置、搬送システム、生産管理システムの開発

2020年代後半

- 2nm世代半導体の短TATパイロットラインの構築と、テストチップによる実証
- その成果をもとに先端ロジックファウンドリとして事業化



半導体人材の育成

- 半導体産業を支え、その将来を担う人材の育成・確保に向けては、産業界、教育機関、行政の個々の取組に加えて、**産学官が連携しながら、地域単位での取組**を促進することが必要。
- 更に、我が国において次世代半導体の設計・製造基盤の確立を図るべく、LSTCを中心として、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**を目指す。

産業界の取組



JEITAの半導体人材育成の取組

- ✓ 全国半導体人材育成プロジェクト
(出前授業、工場見学、高専カリキュラム策定に貢献など)
- ✓ 国内最大級IT見本市「CEATEC (シーテック)」で「半導体人材育成フォーラム」開催

教育機関の取組

高専・大学の半導体人材育成の取組

- ✓ 高専における半導体の基礎を学ぶカリキュラムの実施【佐世保高専、熊本高専】
- ✓ 大学における研究開発を通じた、将来の半導体産業を牽引する人材の育成【東工大、東大、東北大】(今後、拠点の拡大を検討)

国の取組



文部科学省



経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

デジタル人材育成推進協議会

- (目的) 成長分野の国際競争力を支えるデジタル人材の産学官連携による育成
- ✓ 産学官連携による大学・高等専門学校のデジタル人材育成機能の強化の検討
 - ✓ 地域ごとのデジタル人材ニーズの把握・検討・産業育成の促進の検討

地域単位の取組

※ 今後、関東・北海道にも展開予定

九州半導体人材育成等 コンソーシアム

- (産) ソニー、JASMなど
(学) 九州大、熊本大など
(官) 九州経済産業局など
- 高専での出前講座、教員向け研修会を実施。

東北半導体・エレクトロニクス デザイン研究会

- (産) キオクシア岩手など
(学) 東北大など
(官) 東北経済産業局など
- 半導体産業PR、半導体講習会、インターン等の取組を検討。

中国地域半導体関連産業 振興協議会

- (産) マイクロンなど
(学) 広島大・岡山大など
(官) 中国経済産業局など
- カリキュラム高度化、特別講義、ワークショップ等の取組を検討。

中部地域半導体人材育成等 連絡協議会

- (産) キオクシアなど
(学) 名古屋大など
(官) 中部経済産業局など
- 工場見学会、インターンシップ、特別講義等の取組を検討。

研究機関 (LSTC) の取組

更に

- ✓ 2020年代後半に次世代半導体の設計・製造基盤の確立に向けて、これらを担うプロフェッショナル・グローバル人材育成を目指す
- ✓ 半導体の回路設計から、最先端パッケージング、量産プロセスに至るまでを一気通貫で担う人材の育成を検討

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。

