

# 第4回 半導体・デジタル産業戦略検討会議

## 「半導体戦略の進捗と今後」

2021年11月

経済産業省

# 1. 世界の半導体を巡る状況（アップデート）

## 2. 半導体市場の見通し

- (1) 半導体市場の主要アプリケーション別成長
- (2) 売上高の増加目標

## 3. 半導体産業基盤緊急強化パッケージ

- (1) step1:国内製造基盤の確保
- (2) step2:次世代半導体技術の確立
- (3) step3:グローバル連携による将来技術の開発
- (4) 継続的发展を実現させる事業環境の整備

# 各国による大規模な産業政策の展開

- 5.7兆円規模の産業政策を講ずることを表明している米国に加え、各国が、**安全保障の観点から重要な生産基盤を囲い込む新次元の産業政策を展開。**

国・地域	産業支援策の主な動向
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>最大3000億円/件の補助金</b>や「<b>多国間半導体セキュリティ基金</b>」設置等を含む国防授權法（NDAA2021）の可決。</li> <li>● バイデン大統領はCHIPS法案に賛意を表明。上院においては<b>5.7兆円</b>の半導体関連投資を含む「<b>米国イノベーション・競争法案</b>」が通過。</li> </ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「<b>国家集積回路産業投資基金</b>」を設置（'14, '19年）、<b>半導体関連技術へ、計5兆円を超える大規模投資</b>。</li> <li>● これに加えて、地方政府で<b>計5兆円を超える半導体産業向けの基金</b>が存在（<b>合計10兆円超</b>）</li> </ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2030年に向けたデジタル戦略を発表。<b>デジタル移行（ロジック半導体、HPC・量子コンピュータ、量子通信インフラ等）に1345億€（約17.5兆円）投資等</b></li> <li>● 製造を含む欧州の最先端チップ・エコシステムの構築を目指し、供給の安全を確保し、欧州の画期的技術のための新たな市場を発展させる「<b>新・欧州半導体法案</b>」の制定を宣言（2021.9）</li> </ul>
台湾	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>台湾への投資回帰を促す補助金等の優遇策</b>を始動。ハイテク分野を中心に<b>累計で2.7兆円の投資申請</b>を受理。（2019.1）</li> <li>● <b>半導体分野に、2021年までに計300億円の補助金</b>を投入する計画発表。（2020.7）</li> </ul>
韓国	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>AI半導体技術開発への投資に1,000億円</b>を計上。（2019.12）</li> <li>● <b>半導体を含む素材・部品・装置産業の技術開発</b>に2022年までに<b>5,000億円以上を集中投資</b>する計画を発表。（2020.7）</li> <li>● 総合半導体大国実現のための「<b>K-半導体戦略</b>」を策定（2021.5）</li> </ul>



ジョー・バイデン米大統領は、スピーチで半導体チップを示しながら、半導体の重要性を熱弁。半導体サプライチェーンの調査を指示する大統領令に署名

（出典）SAUL LOEB/AGENCE FRANCE-PRESSE/GETTY IMAGES

# 新・欧州半導体法案

- 2021年9月15日、フォンデアライエン欧州委員長が行った一般教書演説において、「**新・欧州半導体法**」の制定を宣言。
- 同法案は、**製造を含む欧州の最先端チップ・エコシステムの構築**を旨とし、**供給の安全を確保し、欧州の画期的技術のための新たな市場を発展**させるものとしている。
- 2022年の法案提案を旨として進められる見込み。

## フォンデアライエン欧州委員長による 一般教書演説 (デジタル・半導体部分抜粋)



- もうすぐ30周年を迎えるEU単一市場は、欧州の発展と繁栄の成功要因であり続け、パンデミックからの回復において良い仕事や競争の後押しとなるものである。特にデジタル単一市場においては重要である。
- **デジタルは死活問題**であり、我々のルールと価値に沿ったデジタルトランスフォーメーションを強化しなければならない。
- **半導体無しのデジタルはあり得ない**。需要は高まっているにもかかわらず、半導体不足のため、ICチップの製造ライン全体で製造スピードは減速している。また、ICチップのバリューチェーン全体における欧州のシェアは縮小しており、我々はアジアで製造された最先端のチップに依存している。これは**単なる競争の問題ではなく、技術主権の問題**である。そこで我々は、**欧州半導体法案 (European Chips Act)**を提案する。これは、**製造を含む欧州の最先端チップ・エコシステムの構築**を旨とし、**供給の安全を確保し、欧州の画期的技術のための新たな市場を発展**させるものである。

## ブルトン欧州委員 (半導体担当) のコメント



- 「新・欧州半導体法」は以下の3つの内容を含む
  - ① **欧州半導体研究戦略の策定**。欧州の半導体の強みは、IMEC (ベルギー) やLEITI (仏)、フラウンフォーファー (独) などの研究開発機関。**研究機関のパートナーシップを強化**する。
  - ② **欧州域内の生産能力向上のための総合的計画の策定**。**最先端 (2ナノ以下) も目指す**。
  - ③ **国際協調とパートナーシップのための枠組み構築**。
- これら野心を実現するために、**半導体アライアンスと首尾一貫した資金動員**に加え、**欧州半導体ファンド設立**を検討する必要がある。

# 1. 世界の半導体を巡る状況（アップデート）

## 2. 半導体市場の見通し

(1) 半導体市場の主要アプリケーション別成長

(2) 売上高の増加目標

## 3. 半導体産業基盤緊急強化パッケージ

(1) step1:国内製造基盤の確保

(2) step2:次世代半導体技術の確立

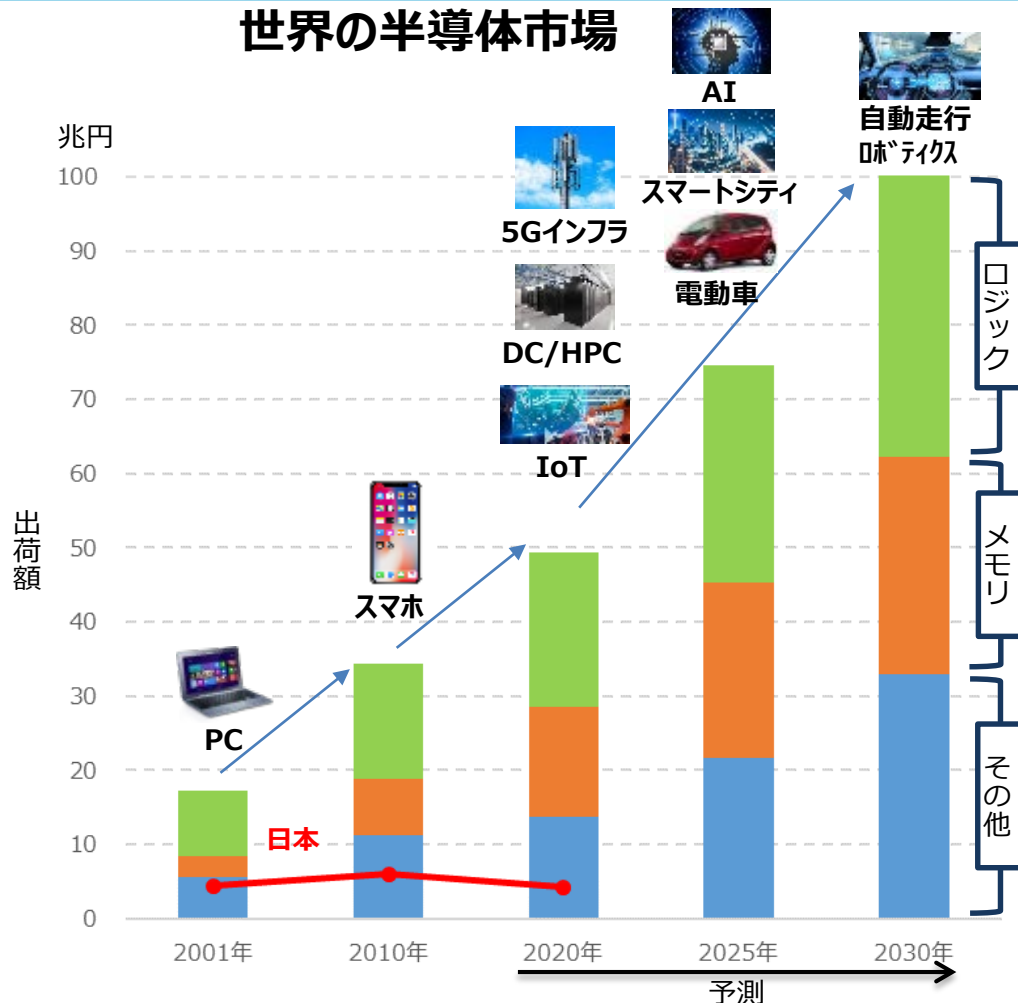
(3) step3:グローバル連携による将来技術の開発

(4) 継続的發展を実現させる事業環境の整備

## 2. 半導体市場の見通し

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

### 世界の半導体市場



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

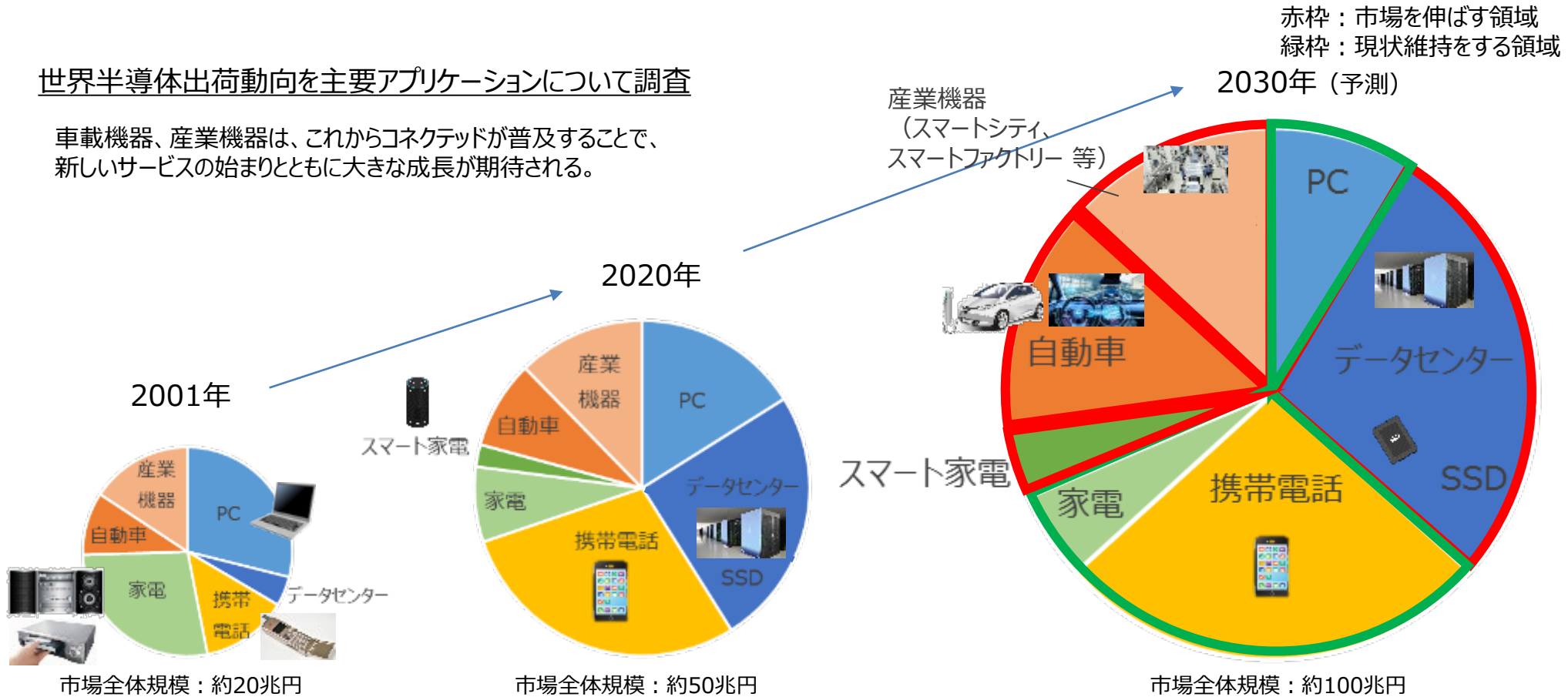
# (1) 半導体市場の主要アプリケーション別成長

- 2000年頃の半導体市場は、パソコンや家電向けが中心。
- 今後は、データセンターに加えて、車載（自動運転・電動車）・産機（IoT・ロボティクス）、スマート家電等のエッジデバイスが市場の拡大を牽引していく予測であり、こうした成長市場におけるシェアを伸ばすことが重要。

## 世界半導体出荷動向を主要アプリケーションについて調査

車載機器、産業機器は、これからコネクテッドが普及することで、新しいサービスの始まりとともに大きな成長が期待される。

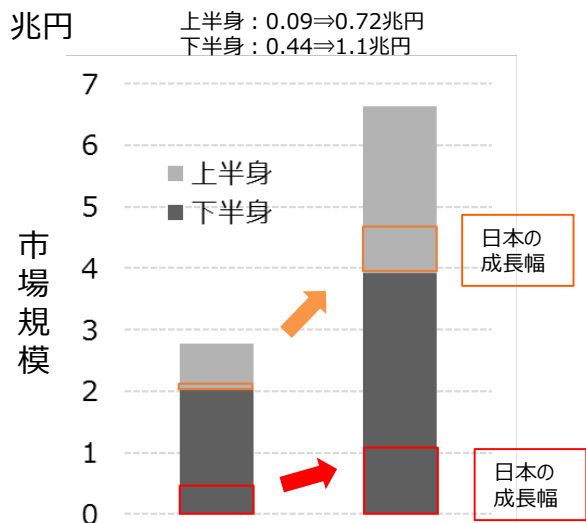
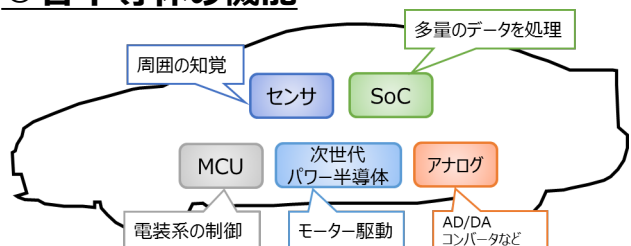
赤枠：市場を伸ばす領域  
緑枠：現状維持をする領域



# ① 電動車×自動運転

- 車載半導体は、自動運転の知覚・情報処理に関連する上半身と電動車の電費に関連する下半身に対する需要が増加。
- 上半身では機能安全を実現するためのセンサ×AIシステム及びそれらの情報の高処理性能と低消費電力を両立する処理チップ、下半身では電費改善のためのパワー半導体（SiC）のエネルギーロス低減が重要。
- 今後普及する電動車、自動運転に必要な半導体需要をしっかりと勝ち取る。

## ◎ 各半導体の機能



	用途	プレーヤ
上半身	先端SoC	車載半導体企業 NVIDIA, MOBILEYE, Qualcomm, intel
	センサ	tsmc, SONY, DENSO Astemo, ON Semiconductor, OmniVision, BOSCH
下半身	MCU	RENESAS, NXP, infineon
	パワー（次世代含む）	DENSO TOSHIBA, ROHM, MITSUBISHI ELECTRIC, infineon, ON

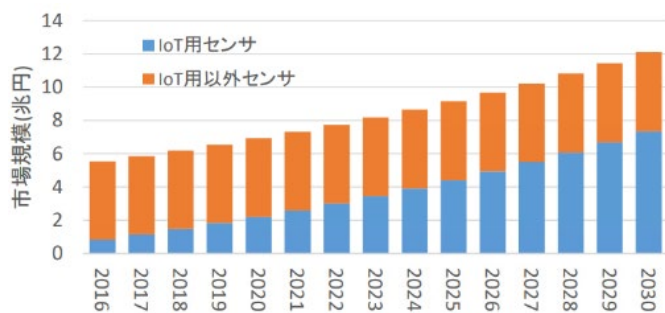
出典：Omdiaのデータを基に経済産業省作成



## ②IoT（スマートシティ、スマートファクトリーなど）

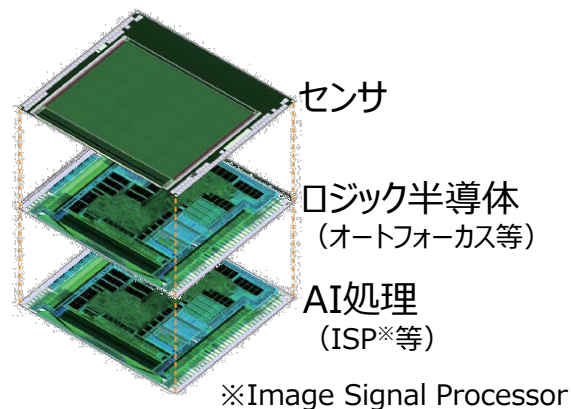
- IoTセンサー向け半導体として、センサーとAI処理用半導体の需要が増加。
- センサーは高解像、AI処理用半導体は高処理性能と低消費電力の両立が重要。
- 今後IoTデバイスの普及に伴い増加する市場をしっかりと勝ち取る。

◎IoTセンサ 市場規模

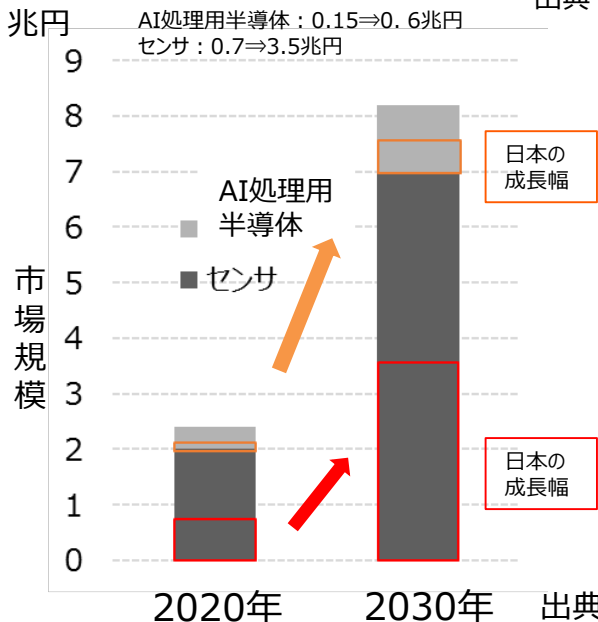


出典：NEDO技術調査レポート

◎IoTセンサ



兆円  
AI処理用半導体：0.15⇒0.6兆円  
センサ：0.7⇒3.5兆円



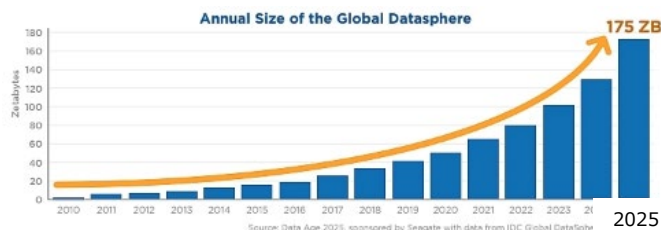
	用途	プレーヤ
AI処理用半導体	スマートシティ スマートファクトリー	
IoTセンサ	スマート家電	電子部品メーカー 

出典：Omdiaのデータを基に経済産業省作成

### ③次世代グリーンデータセンター

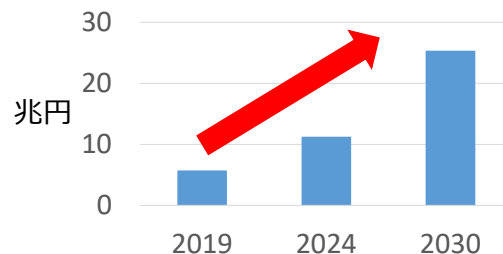
- データセンターサーバ向け半導体として、CPU、メモリ（DRAM、NAND）、AI向けアクセラレータ（GPU等）の需要が今後増加。
- NTTのIOWN構想は、超低消費電力化・超高速処理に向けて、革新的な技術である光電融合技術の2030年実用化を目指している。
- 今後、省電力・光電融合対応の半導体需要をしっかりと勝ち取る。

◎世界のデータ量の増加

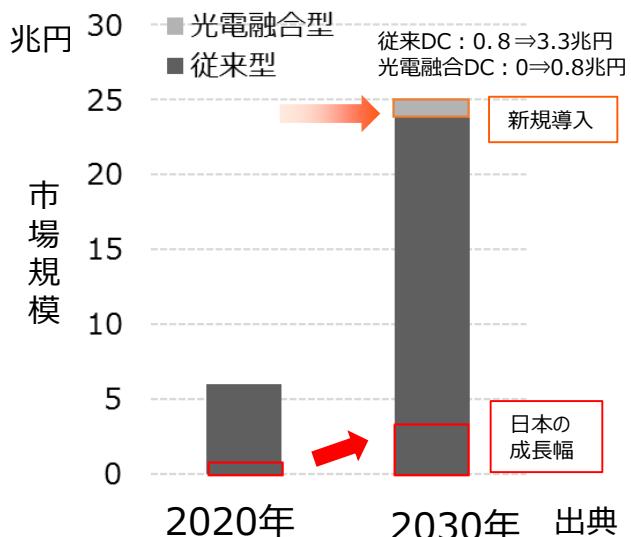


出典：IDC DataAge

◎世界のデータセンターサーバ市場



出典：MarketsandMarkets Analysis



出典：Omdiaのデータを基に経済産業省作成

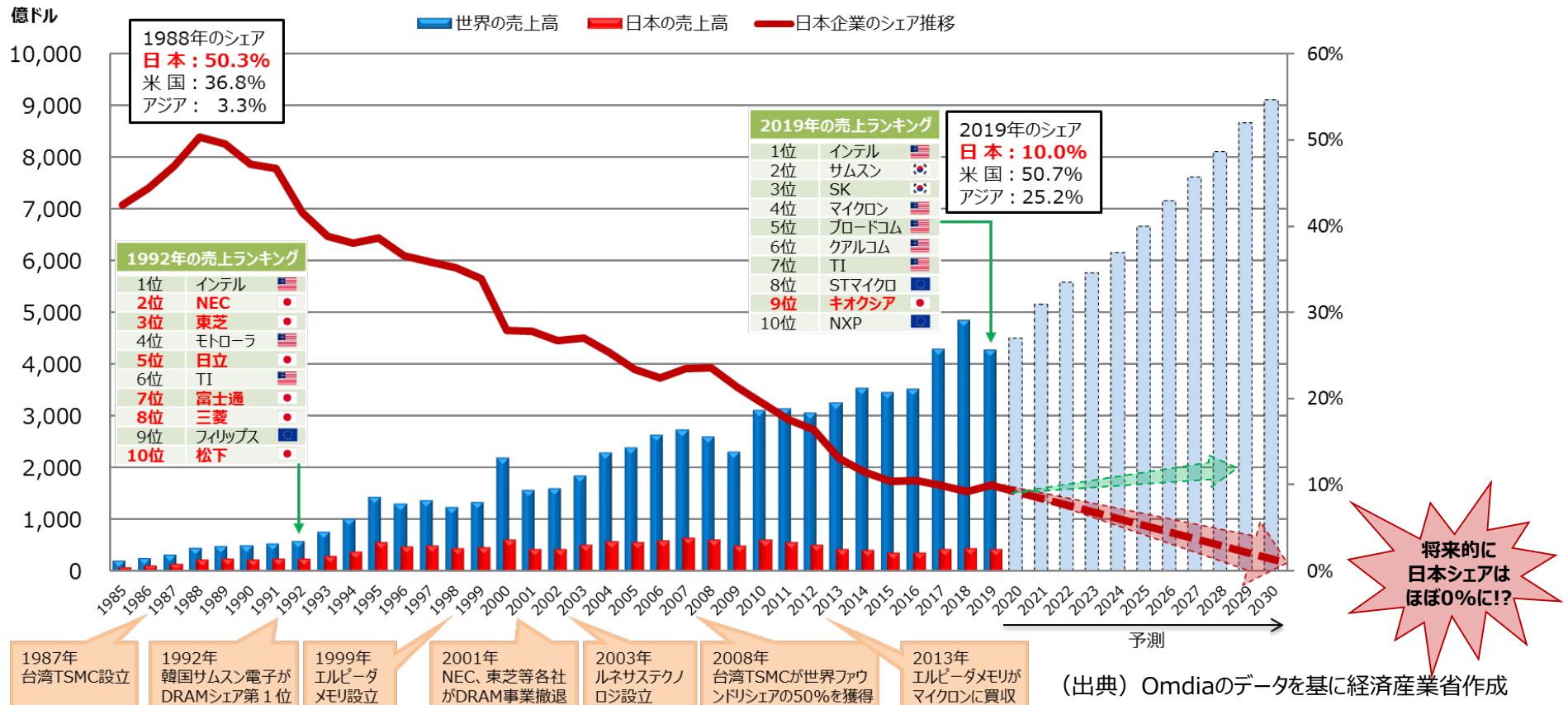
	用途	プレイヤー
CPU	クラウド	FUJITSU, intel, AMD
アクセラレータ (GPU等)	通信	NTT, Preferred Networks, intel, NVIDIA
NAND	サーバー	KIOXIA, SAMSUNG, WD Western Digital
DRAM		Micron, SAMSUNG, SK hynix

※光電融合技術が5%実用化

## (2) 売上高の増加目標

- スマホ向けのメモリ（NAND）や画像センサ等は引き続きシェアを維持。
- 電動車×自動運転、IoT（スマートシティ、スマートファクトリー等）、次世代グリーンデータセンターの成長市場において各種半導体のシェアを維持・伸ばす。
- 機械的に計算すると、日本企業の売上高の合計は**2030年約13兆円**に成長。更に日本企業に加え、国内で生産する**外資企業も数兆円単位の売上規模**を目指していく。

※2020年時点では日本企業の売上高の合計は約4.5兆円



# 1. 世界の半導体を巡る状況（アップデート）

## 2. 半導体市場の見通し

- （1）半導体市場の主要アプリケーション別成長
- （2）売上高の増加目標

## 3. 半導体産業基盤緊急強化パッケージ

- （1）step1:国内製造基盤の確保
- （2）step2:次世代半導体技術の確立
- （3）step3:グローバル連携による将来技術の開発
- （4）継続的发展を実現させる事業環境の整備

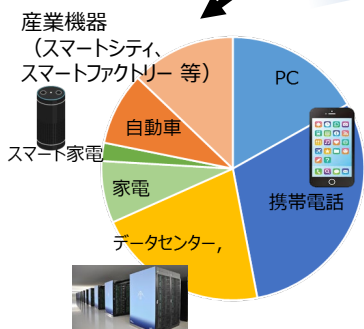
# 我が国半導体産業復活の基本戦略

- 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

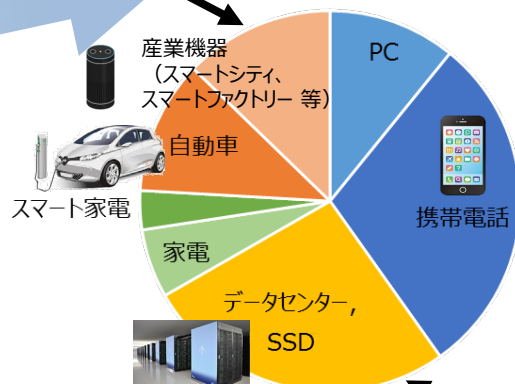
**Step 1 : IoT用半導体生産基盤**  
⇒生産ポートフォリオの緊急強化

2020年



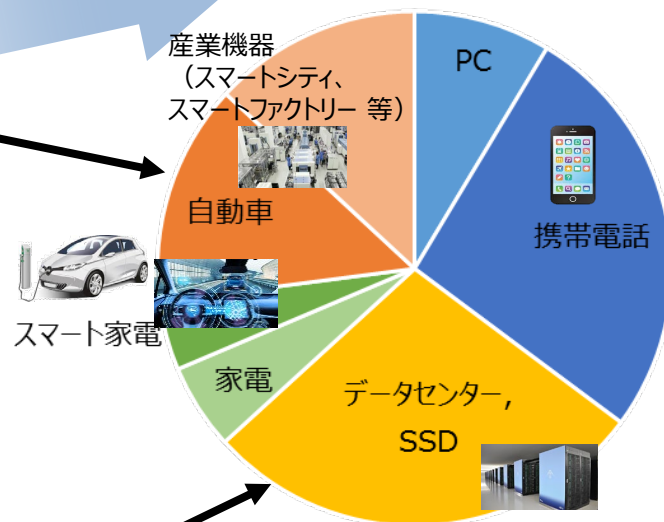
市場規模全体：約50兆円

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**

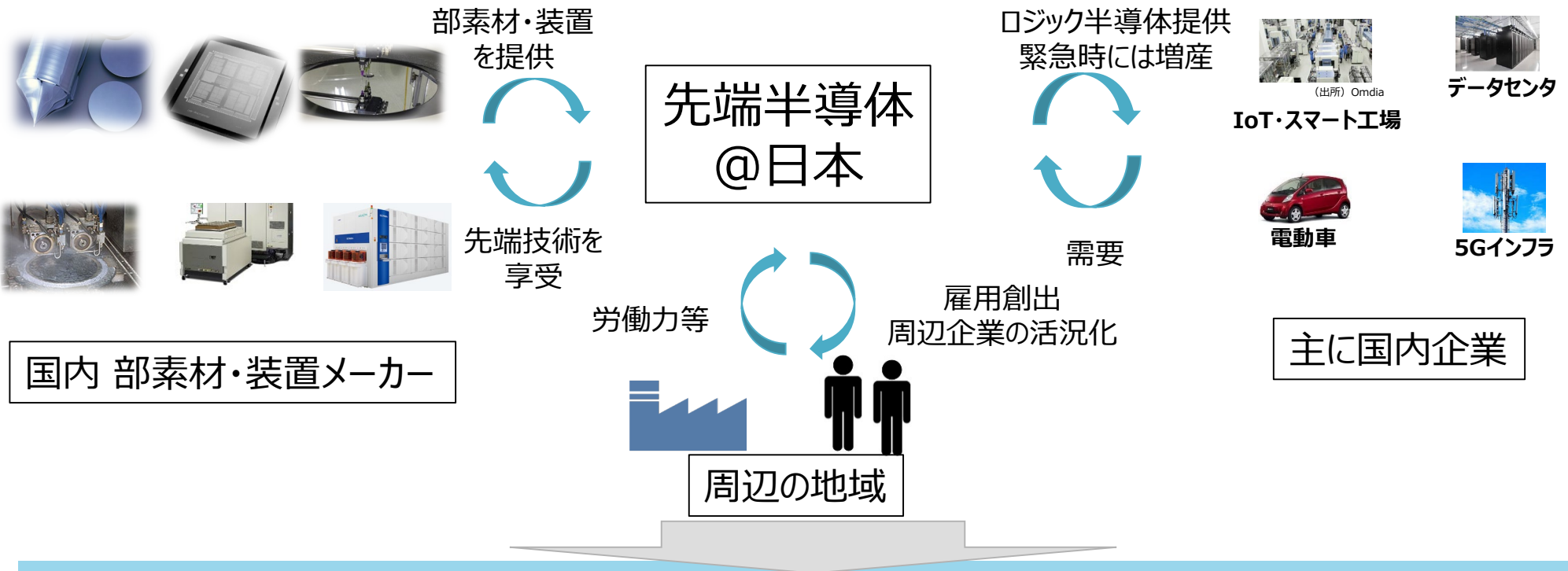
⇒日米連携プロジェクトで次世代半導体技術の習得・国内での確立

**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

# (1) Step 1 製造基盤の確保：先端半導体誘致の狙い

- あらゆる産業に影響を与え、ポスト5G時代に不可欠な**先端半導体（ロジック、メモリ）の安定供給**を確保することが、**安全保障上の最重要課題**に。
- 高性能な半導体の生産能力の確保は、我が国の**産業基盤の強靱化、戦略的自律性・不可欠性の向上**の観点から重要。
- 直接の取引先である**国内部素材・装置メーカー**はもとより、**地域での雇用創出や、周辺の半導体関連企業も活況化**。



**他国に匹敵する支援とそれを支える法的枠組み**を構築し、**複数年度にわたる継続的な支援**を行う。

# (1) Step 1 製造基盤の確保：既存製造基盤の刷新・強靱化

- 半導体が担う機能が増大する中、機器毎に作り込まれた固有の半導体の利用も拡大し、サプライチェーン上の不可欠性が増している。他方で技術的にはローエンドのため、安定供給確保のための費用を価格に転嫁すれば、安い海外サプライヤー等に流れる結果を招き、サプライチェーンが海外に依存して安全保障上のリスクになる恐れも。
- サプライチェーン上の不可欠性に鑑み、事故や災害によるサプライチェーン上のリスク（外部不経済）への適切な対処が必要。

## ①アナログ



- センサ等で取り込んだ現象をロジック半導体に伝える半導体であり、自動車はもちろんのこと、5G等あらゆる機器に使用されている半導体。機器の特徴に応じカスタマイズされていることが多く、代替性が困難。



自動車



5Gインフラ

## ②パワー



- パワー半導体は、電動車や風力発電等向け電力制御デバイスとしてカーボンニュートラル実現に必要不可欠。



電動車



風力発電

## ③マイコン等



- 世界的な半導体不足の中で100万台を超える自動車の減産をはじめ、医療機器等も含め社会のあらゆる電子部品の動作に必要な汎用ロジック半導体（マイコン）。



自動車



(出所)  
Omdia  
IoT機器

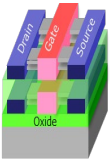
- 供給に問題が生じれば、需要家サイドの事業が一斉に停止する可能性が高く、国民生活への影響や経済的な損失が大きい（不可欠性の高い）半導体を支援。
- 半導体メーカーによる、著しい生産性向上等により安定供給に資する製造設備の入替・増設の事業費などを対象として検討。

# (2) Step 2 : 次世代半導体技術の開発

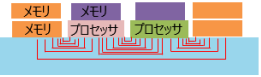
- 2020年代中盤から後半の実用化を目指して、有志国の海外ファウンドリと連携し、①先端半導体製造プロセスの前工程（More Moore、微細化ビヨンド2nm）、②後工程（More than Moore、3Dパッケージ）や、次世代パワー半導体※等の次世代半導体技術開発を実施。
- 複数年にわたって研究開発を進めるとともに、社会実装を強力に進める。

※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）

## ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発基金（2,000億円）



先端半導体  
ビヨンド2nmプロセス



先端実装  
3Dパッケージ

## グリーンイノベーション基金（2兆円の内数）



- ・前工程、後工程については既に採択・交付決定済であり、事業に着手。
- ・事業の中心であるTIA推進センター（つくば）と連携しつつ、10月28日に先端半導体製造技術つくば拠点オープニングシンポジウムを開催。

- ・産構審WGでの議論やパブリックコメント等を踏まえ、「次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画を策定。
- ・10月19日よりNEDOにて公募開始。



## (2) Step 2 : 次世代技術に向けた日米連携

- つくばで、産総研によるbeyond 2nmに向けた研究開発コンソーシアム形成

- IBMは2nmナノシート技術を開発。また米国政府はNational Semiconductor Technology Centreを立ち上げ（官100億ドル規模）

### ◎ 産総研スーパークリーンルーム



### ◎ IBM Research's Albany facility



出典：IBM

### ◎ コンソーシアムの開発対象

出典: IFFF IRDSのロードマップ (Mark Moore) 等

YEAR OF PRODUCTION	2020	2022	2025	2026	2027
Logic industry "Node Range"	"3"	"3"	"2.1"	"1.5"	"1.0 eq"
Labeling (nm)					
Device structure	2.5D-structure		3D-structure		
Mainstream device for Logic	1st/2	1st/2	Vertical LGA	Vertical LGA	Vertical LGA
Beyond-CMOS as complementary to mainstream CMOS	-	-	-	2D Device FET	2D Device FET
Channel material technology initiative	SiGe/Si	SiGe/Si	SiGe/Si	2D Material	2D Material
<b>LOGIC DEVICE GROUND RULES</b>					
Lg: Gate Length - HD (nm)	90	18	10	10	10
MS: Well pitch - Lp (nm)	12	12	10	8	6

### ◎ Intel' factory in Arizona



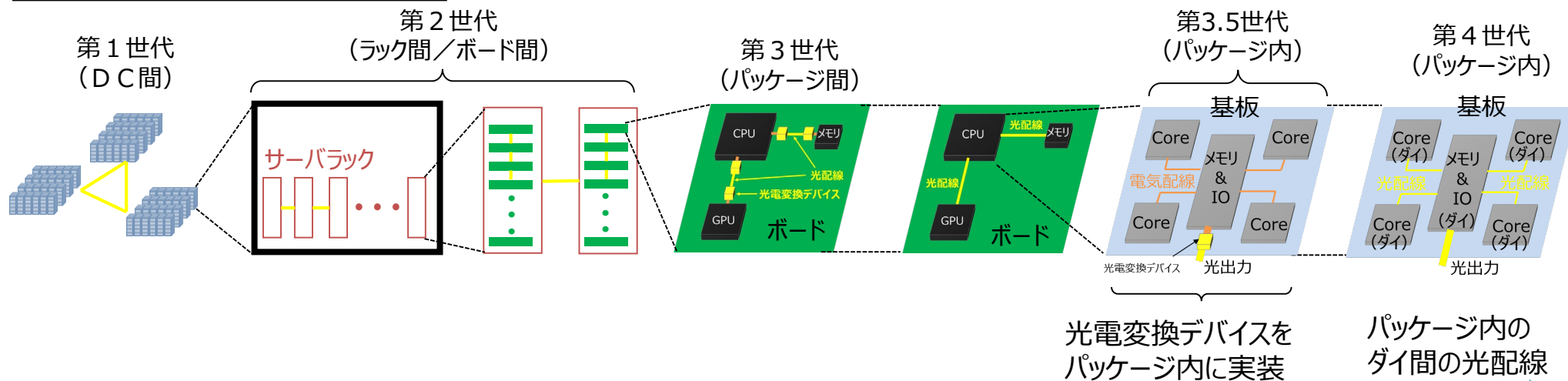
出典：Intel

日米連携による次世代半導体技術開発をさらに強化していく。

### (3) Step 3 : ゲームチェンジとなりうる将来技術の開発

- 2030年代以降にゲームチェンジを起こす可能性があり、研究開発トレンドとなっている光電融合技術について、日本はこれまで先行し、また第3世代となる研究開発プロジェクトを開始。
- 光電融合技術は世代が進むにつれて、微細な領域にまで光エレクトロニクス技術が適用されるため、第4世代以降も継続した技術開発が必要。

#### ◎ 光電融合技術ロードマップ



継続した技術開発が必要

第3世代の開発をグリーンイノベーション基金等で開始

さらなる微細な領域である次世代の光電融合技術の研究開発に取り組む

# (3) Step 3 : 将来技術開発に向けたオープンイノベーションの活性化

- IMECやオルバニーをKPIに、グローバル企業等との産学連携のために自律的に発展していく**体制を構築**。
  - ・グローバル企業ニーズと国内研究リソースの戦略的マッチング、安全保障面でのスクリーニング機能、人材育成（ハード／エンジニアリングへ関心を呼ぶ教育）
- 半導体オープンイノベーションに関する枠組みを立ち上げ、経済産業省、文部科学省、企業・大学・国研が連携し、官民の適切な負担の下で次々世代に向けた基礎研究（オープン）から直近の実用化（クローズ）を見据えた研究開発を戦略的に推進。

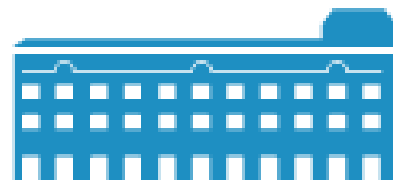
## 半導体オープンイノベーションに関する枠組み

### 経済産業省

### 文部科学省

- ・産業政策のみならず、安全保障面の観点を踏まえた総合戦略策定と実行
- ・産業界の動員（ユーザー、プレイヤー、イネイブラー（製造装置、素材等）
- ・総合戦略を踏まえ、NEDOがファンディング、産総研がつくばにおいて半導体イノベーションの中心的役割を担う。
- ・政策・総合戦略を支えるNEDOの技術戦略策定、産総研に試作環境を提供する拠点の整備

- ・ハードウェア／エンジニアリング領域における基礎研究／人材育成の活性化、次々世代半導体創生に向けた研究開発の推進
- ・国研（NIMS、理研等）、大学等の動員
- ・大学において世界水準の研究環境を提供する拠点を整備（X-nics半導体創出拠点）  
X=フォトン（光）、スピン、エレクトロン（電子）等



両省により、産学によるオープンイノベーションを推進

## (4) 継続的發展を実現させる事業環境の整備

### ～ ① 電力コスト対応、再エネ調達促進

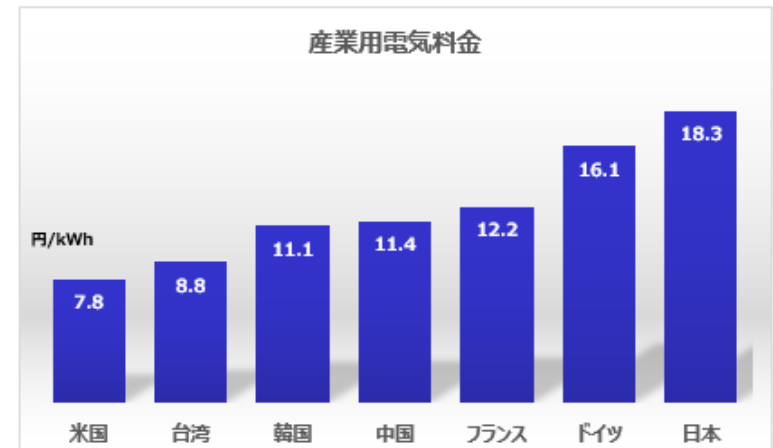
- 「カーボンニュートラル（電化が不可避）」と「デジタル化」が世界の大きな潮流になる中、電力コストの抑制と再エネ調達の円滑化も不可欠。

#### JEITA半導体部会

「国際競争力強化を実現するための半導体戦略」  
から抜粋

- ◆ 日本の半導体業界としては、日本の安全保障の確立や2050年カーボンニュートラル実現に向け、また半導体供給不足とならないように、自助努力による製造能力強化を図っていくが、日本政府においては、次世代機器向けの半導体への支援と共に、既存ビジネスの新規工場立ち上げに伴う立地補助金のスキームも構築いただき、日本の半導体業界が世界における競争力強化を達成するための側面支援をお願いしたい。
- ◆ 日本政府による半導体を消費する国内産業についての強化・創出の施策に呼応する形で、**日本の半導体業界としても新製品の設計・開発、製造を実施していく**が、それらの開発・製造における日本政府による側面支援をお願いし、その結果として、日本国内での半導体消費量が増大し、日本における産業全体の競争力強化に貢献できると考えている。
- ◆ 各国が半導体への大規模支援策を次々に打ち出す中、事業環境の国際的なイコールフットिंगの実現（ユーティリティコスト等）、また安全保障の観点等から、我が国の半導体産業の競争力強化に向け、制度的支援を更に拡充 願いたい。

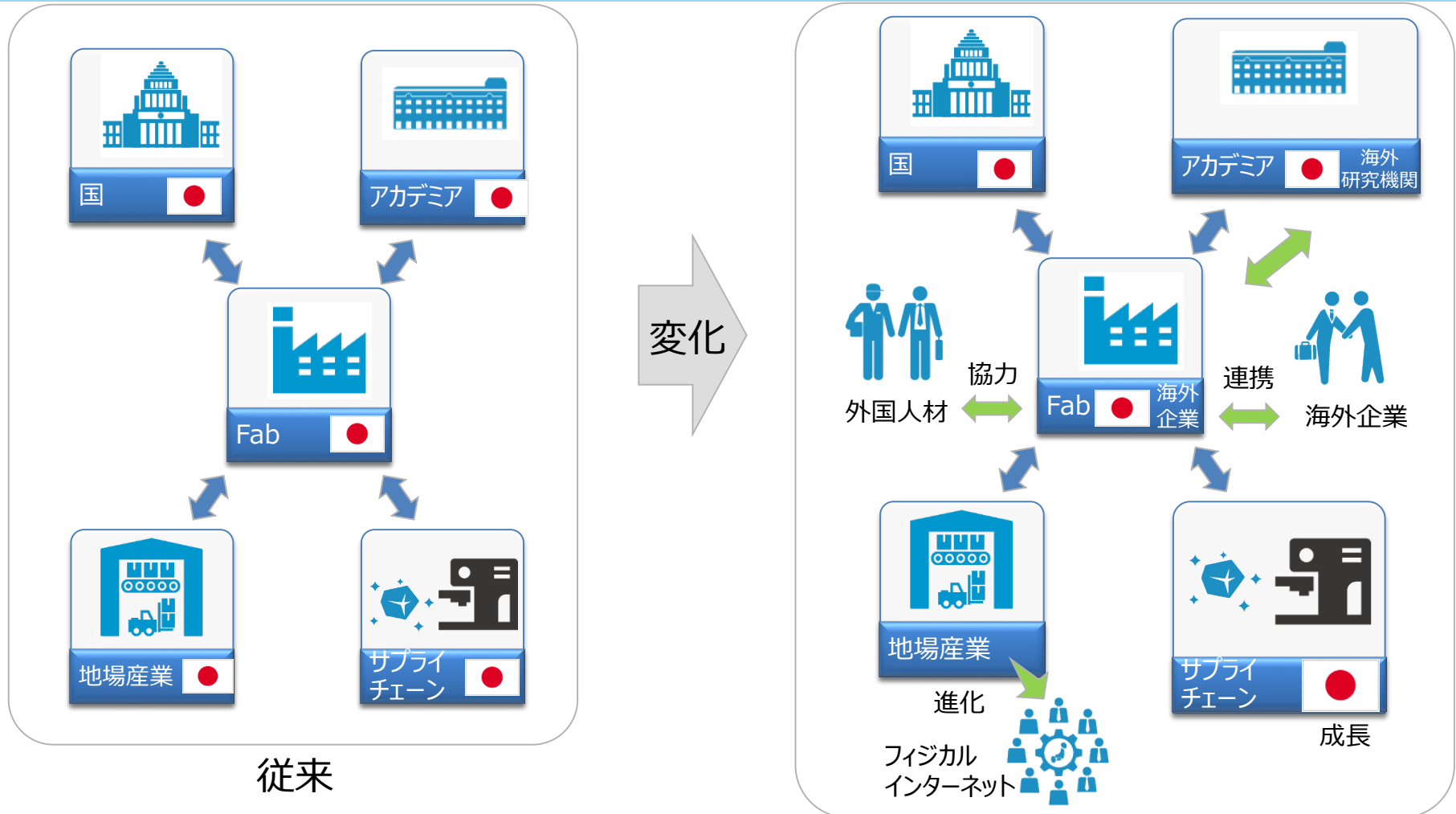
#### 産業用電気料金の国際比較



出典：JEITA及び台湾電力会社ウェブサイトより

## (4) 継続的发展を実現させる事業環境の整備 ～ ②グローバル連携

- 日本国内ですべてをまかなえていた時代から、川上から川下までグローバルに連携する必要がある時代へ。
- こうした中で、国家・企業・産学間や、人材、物流もグローバルに有機的に連携する体制を構築する必要あり。



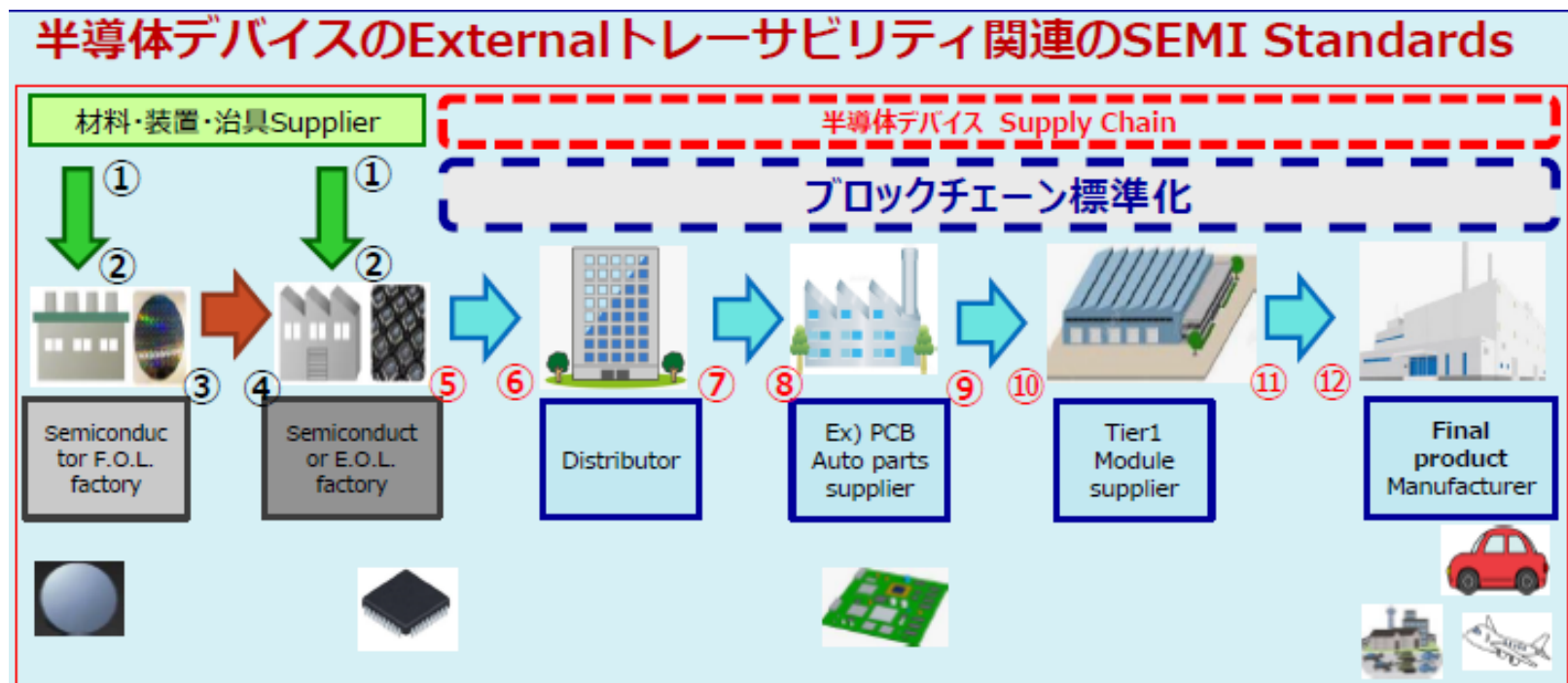
# (参考) サプライチェーン・マネジメント

## ● 世界的に半導体サプライチェーンの見直しが始まっており、大きな変化点

- ・世界的半導体不足を背景に、**偽造半導体**デバイスが世界中に大量に流通
- ・**ウイグル人権問題**等、サプライチェーン見直しの動き
- ・**カーボンプライシング**を背景にした製造過程でのCO2排出量の明確化  
(CO2排出の少ない工場の優先活用)

## ● 物流も統合したサプライチェーン・マネジメントの必要性

物流の能力が競争力を左右する時代に入りつつあり、企業には、物流も統合したサプライチェーン・マネジメントを確立すべく、デジタル技術をフル活用した経営変革が求められる。



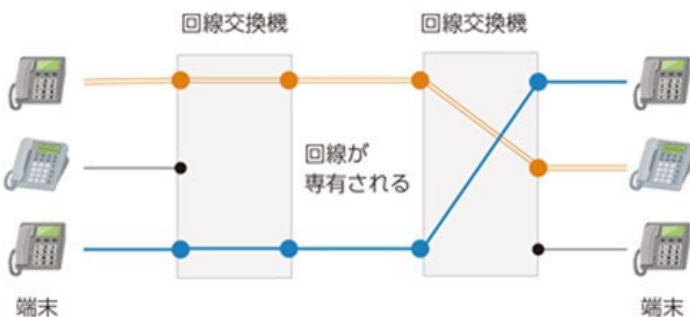
# (参考) 物流危機とフィジカルインターネット

- 物流の能力が競争力を左右する時代においては、企業は、物流も統合したサプライチェーン・マネジメントを確立すべく、デジタル技術をフル活用し、経営を変革(DX)すべき。
- フィジカルインターネットとは、インターネット通信の考え方を、物流に適用した新しい物流の仕組み。
- IoTやAI技術を活用することで、物資や倉庫、車両の空き情報等が見える化し、規格化された貨物を、複数企業の物流資産（倉庫、トラック等）をシェアしたネットワークで輸送するという共同輸配送システムの構想。

デジタルインターネット通信  
(インターネットネットワーク)

フィジカルインターネット  
(物流)

PSTN (回線交換)



IPネットワーク (パケット交換)

