

TSCトレンド

グローバルな半導体競争 ～エコシステム確保をかけて～

海外技術情報ユニット
技術戦略研究センター（TSC）
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）

半導体に関わる関心は、近年ますます高くなってきています。

AI、IoT、5Gといった技術が社会のデジタル化を加速させ、データの重要性が増大する中、あらゆる機器に組み込まれる半導体は、これまで以上に不可欠であり、また重要な役割を担うようになっていきます。

本レポートは、半導体産業を取り巻く世界の動きに注目して、半導体産業の歩みと環境を整理した上で、各国・各地域がどう半導体と向き合い、そして様々な関連企業がいかにグローバルな競争を繰り広げているかを整理することを目的とするものです。

1. 半導体とは
2. 半導体産業の歩み
 2. 1. 日本の歩み
 2. 2. 世界の歩み
3. 今後の半導体の歩む道
4. 各国の動向
 4. 1. 米国の動向
 4. 2. ヨーロッパの動向
 4. 3. 中国の動向
 4. 4. 台湾の動向
5. 考察

1. 半導体とは？

- 「半導体」とは、電気を通す性質と通さない性質を兼ね備えた物質。
 - これらを応用したトランジスタ等の半導体部品や、さらにそれらを集積させた半導体集積回路を総称して「半導体」と呼ぶことが多い。
-
- 「半導体」とは、電気を通す「導体」と電気を通さない「絶縁体」の両方の性質を持つ物質のこと。英語ではsemiconductor（=いくぶん伝導するモノ）と言う。例えばSi（ケイ素 = シリコン）やGe（ゲルマニウム）などが半導体である。
 - 不純物の導入や熱、光、磁場、電圧、電流、放射線などの影響でその導電性が変わる。実際に半導体部品では、不純物を加えて導電性を制御している。
 - このような半導体の性質を利用して、一つの基板の上に多様な機能を持つ半導体を集めた電子部品のことを「半導体部品」、「半導体集積回路（Integrated Circuit）」と言う。現在では、かかる様々な半導体集積回路のことを“半導体”と総称している。



最初のトランジスタ
(1947年) レプリカ

出典： Wikipedia



初期のマイクロプロセッサ
(1971年～)

出典： 電卓博物館



今日の集積回路

出典： Wikipedia

1. 半導体の機能・用途

- 今日の半導体は「覚える」「考える」「伝える」3機能を発揮できる。これらは人間の脳のはたらきを連想させるため、半導体はしばしば「頭脳」に例えられる。
※ちなみに量子技術は「考える」「伝える」はできるが「覚える」は不向き。



出典：google.com

出典：理化学研究所

出典：HMD Global

1. 半導体の歴史

- 戦後、半導体を利用した製品が実用化された。代表例は電気の流れをコントロールする「トランジスタ」である。それ以降、世界の暮らしは大きく変わった。
- 例えば、コンピュータは真空管式からトランジスタ式となりコンパクトになった。またラジオもトランジスタ式で携帯可能となった。
- 1980年代以降の半導体集積技術は、広く電気製品を軽量・小型化、高機能化した。

半導体で変わった世界・暮らし



半導体の歴史

1948年
接合型トランジスタの発明

ベル研究所が前年末に点接触型トランジスタを発見、接合型トランジスタ発明へ

1950年代
トランジスタの時代

1955年 Sonyの前身がトランジスタ・ラジオを発売（日本初）

1957年 江崎玲於奈氏がエサキダイオード発明

1960年代
集積回路（IC）の時代

1958年 集積回路の発明（テキサス・インスツルメンツ社キルビー氏）

1965年 ゴードン・ムーア氏が“ムーアの法則”（集積度は18か月毎に倍に）

1966年 IC電卓発表（シャープ）、その後の電卓戦争へ

1970年代
LSIの時代

1971年 Intel 4004（4ビットマイクロプロセッサ）開発

その後、'74年には8ビット、'78年には16ビットへと進化

1977年 世界初の“パーソナルコンピュータ”「Apple II」発売

1980年代～
集積規模拡大、多機能化、貿易摩擦

1980年 フラッシュメモリ発明（当時東芝社員）

1983年 任天堂ファミリーコンピュータ発売（8ビットCPU搭載）

1986年 日米半導体協定（輸出品の最低価格固定、輸入品の国内シェア20%）

*当時の日本はDRAM市場の50%超を席卷。但しそれは汎用コンピュータを主戦場とし、その後のPC化、小型化に遅れた。

1993年 青色発光ダイオード発明（日亜化学工業の中村修二氏）

1995年 サムソンが世界半導体メーカー・トップ10入り（No.5）

2000年代～
スマホ、そしてBig Dataの時代へ

2007年 アップル社がiPhone発表、2010年 iPad発表

2010年代 GAFAsは半導体を自社開発

半導体業界ではファブレス、ファウンドリが台頭

2016年 AlphaGoがプロ囲碁棋士に勝利

2020年 上半期の世界半導体トップ10に中国ハイシリコンが登場

2. 1. 日本の半導体産業の歩み ～世界シェア5割の時代～

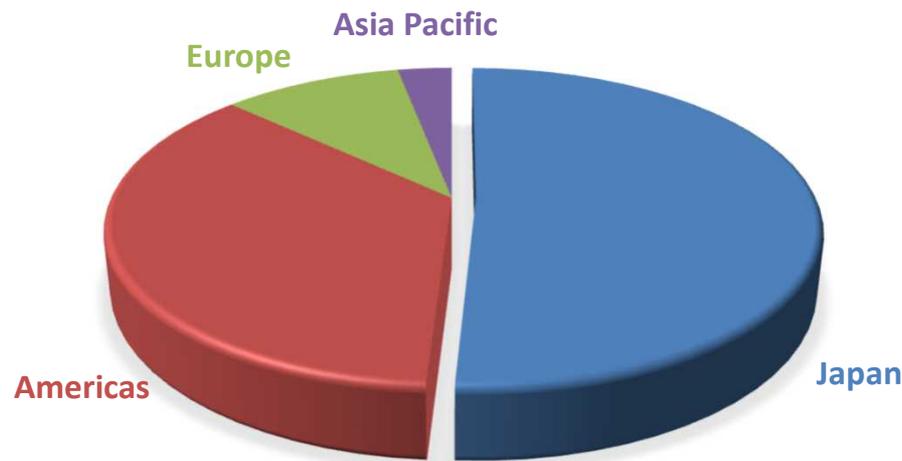
- 1980年代、日本企業は世界の半導体市場を席巻。トップ10のうち半分以上を日本企業が占め、売上高シェアは50%を超えた。
- 競争力の源泉は微細加工・製造技術。当時の日本は高品質コンピュータ向けのメモリーが中心で、性能、品質、経済性において強みを発揮した。

世界の半導体売上トップ10

	1985	1990
1	NEC	NEC
2	TI	東芝
3	Motorola	日立
4	日立	Intel
5	東芝	Motorola
6	富士通	富士通
7	Philips	三菱電機
8	Intel	TI
9	National	Philips
10	松下電器	松下電器

出典：IC Insightsの公表情報に基づき
NEDO技術戦略研究センター作成（2021）

半導体地域別売上高シェア（1988年）



出典：Gartner Dataquestの公表情報に基づき
NEDO技術戦略研究センター作成（2021）

2. 1. 日本の半導体産業の歩み ～競争力の低下～

- しかし日本の高占有率を問題視した米国と1987年「日米半導体協定」を締結。
⇒「国内での外国製半導体シェアを20%以上」「公正販売価格による価格固定」を規定。
- 90年代に入り、日本の半導体の国際競争力は低下。ダウンサイジング、大型投資、
専業化、国際分業に乗り遅れ、主戦場＝集積回路での競争で劣後。

世界の半導体売上トップ10企業 ～ 35年間の推移

(ファウンドリは除く)

	1985	1990	1995	2000	2006	2010	2015	2019
1	NEC	NEC	Intel	Intel	Intel	Intel	Intel	Intel
2	TI	東芝	NEC	東芝	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
3	Motorola	日立	東芝	NEC	TI	TI	SK Hynix	SK Hynix
4	日立	Intel	日立	Samsung	東芝	東芝	Qualcomm	Micron
5	東芝	Motorola	Motorola	TI	STMicro	ルネサス	Broadcom	Broadcom
6	富士通	富士通	Samsung	Motorola	ルネサス	Hynix	Micron	Qualcomm
7	Philips	三菱電機	TI	STMicro	Hynix	STMicro	TI	TI
8	Intel	TI	IBM	日立	Freescale	Micron	NXP	Infineon
9	National	Philips	三菱電機	Infineon	NXP	Qualcomm	東芝	nVIDIA
10	松下電器	松下電器	Hyundai	Philips	NEC	Broadcom	Infineon	STMicro

出典：IC Insightsの公表情報を基にNEDO技術戦略研究センター作成（2021）

日本企業の 撤退例

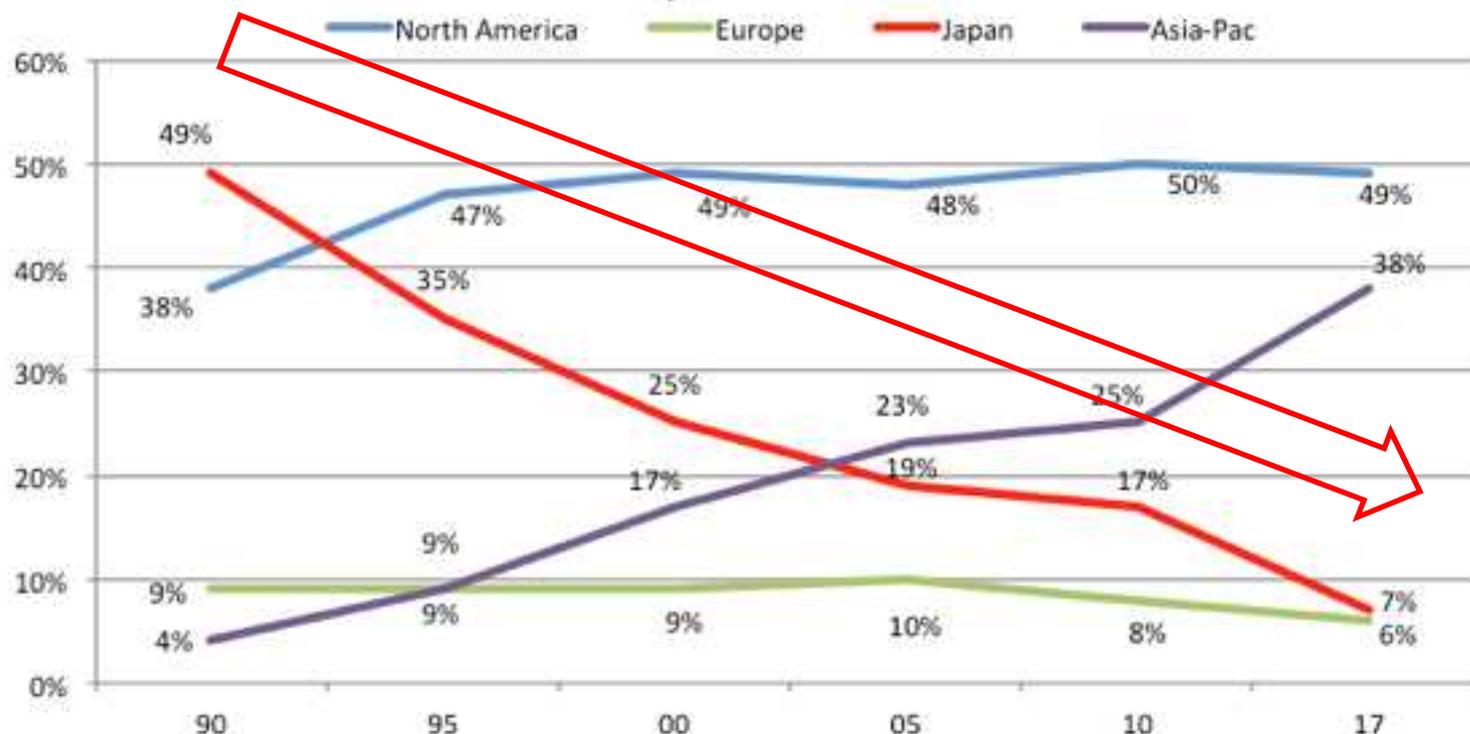
- 東芝 : DRAM事業撤退（2002年）、NAND事業は売却し日米韓国連合へ（2018年）
- エルピーダメモリ : 経営破綻（2012年）・・・元はNECと日立製作所のメモリ事業を統合した会社が破綻
- パナソニック : 台湾企業に半導体事業を売却（2019年）

2. 1. 日本の半導体産業の歩み ~シェアの低下~

- 80年代に50%を超えた日本企業の世界に占める売上高シェアも、90年代以降下がり続け、10%以下まで低下した。一方、米国は50%近くを維持し続けている。

地域別半導体売上高シェアの推移（企業の本社所在地ベース）

IC Sales Marketshare by Company Headquarters Location*



出典：IC Insights（一部加筆）

*Not including foundries

2. 1. 日本の半導体産業の歩み ～現在も強い分野～

- ただし国際分業が進む中で、日本が競争力を維持・獲得している分野もある。
- 半導体産業を、半導体製品、半導体製造装置、半導体材料、設計自動化ツール（EDA）で構成されると捉えると、日本は半導体材料と半導体製造装置の分野で世界トップクラス。ハードな技術では未だ競争力を維持していると考えられる。

■ 日本勢は半導体材料と製造装置で世界をリード

- 製造装置 売上世界トップ15のうち8社は日本勢
出典：VLSIresearch (2019)
- シリコンウエハ、フォトレジスト等多くの材料で日本勢が世界のトップクラス。
- 新材料SiC（炭化ケイ素）、GaN（窒化ガリウム）にも強み。将来が有望な酸化ガリウムも日本ベンチャーが先行。

■ 日本勢が健闘する半導体製品分野

- フラッシュメモリで、キオクシアは世界2位。
- パワー半導体は日本勢が健闘。
* 三菱電機、富士電機、ローム等
参考) 次世代SiCパワー半導体は、脱炭素化の中で多くの機器に求められる電動化・電力効率化で拡大が期待される。
- イメージセンサーはソニーが世界首位。
参考) 同センサーは、今後自動運転でも鍵を握る。
- MCUではルネサス、LEDでは日亜化学がそれぞれ世界首位。

主な日系半導体材料・製造装置メーカー

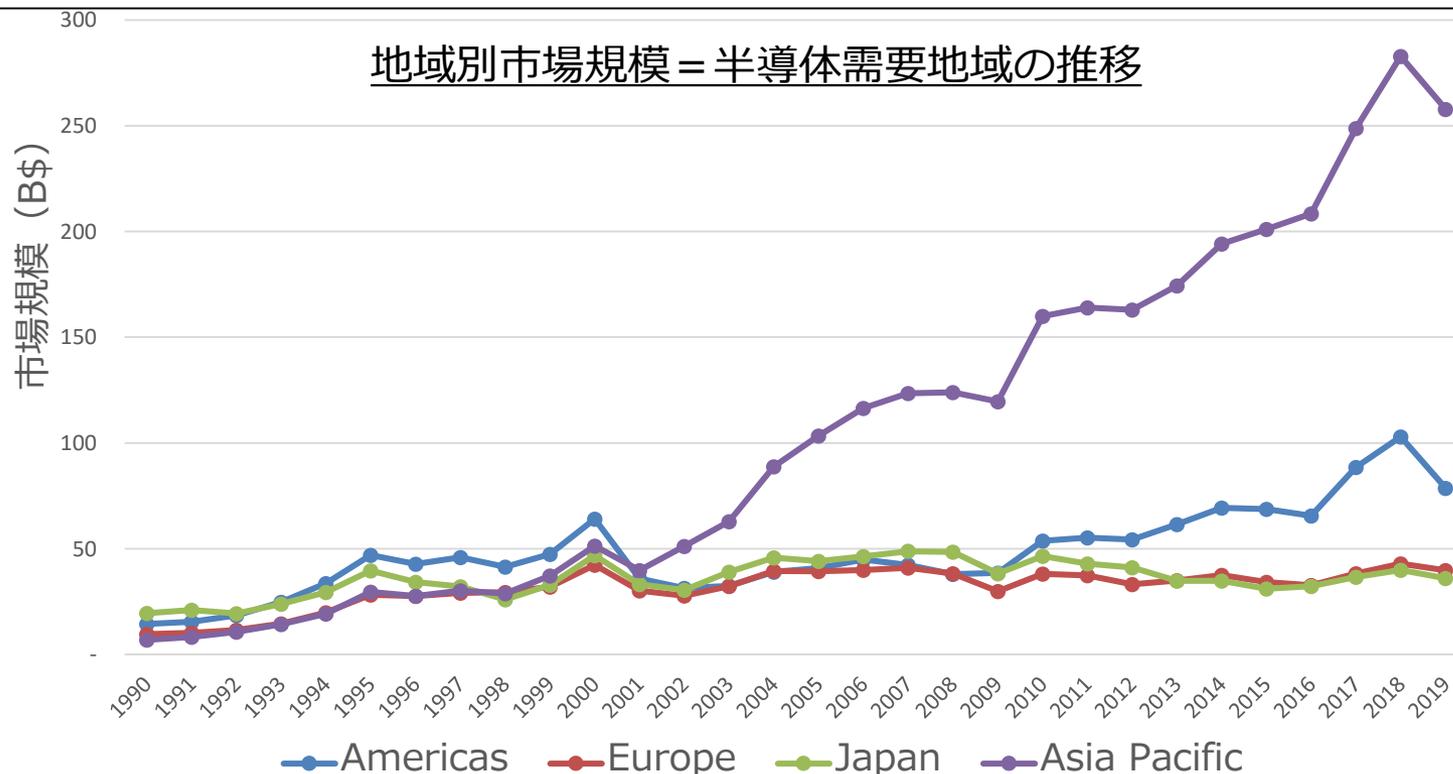
(数値は原則2018年時点)

産業・分野	市場規模	主要企業名	日系企業シェア
半導体材料産業 (合計)	519億ドル		
シリコンウエハ	114億ドル	信越化学 (No.1) SUMCO (No.2)	56%
フォトレジスト	1257億円	JSR 東京応化工業 (共に世界トップ級)	83%
フォトマスク	-	凸版印刷 大日本印刷 (共に世界トップ級)	-
マスクブランクス	-	Hoya (No.1)	-
半導体製造装置 (合計)	645億ドル	東京エレクトロン (No.3)	(30%超)

出典：SEMI（国際半導体製造装置材料協会）公表データ、NEDO調査「2019年度 日系企業のITサービス、ソフトウェア及びモノの国際競争ポジションに関する情報収集」を基にNEDO技術戦略研究センター作成(2021)

2. 2. 世界の半導体産業の歩み ～国際分業～

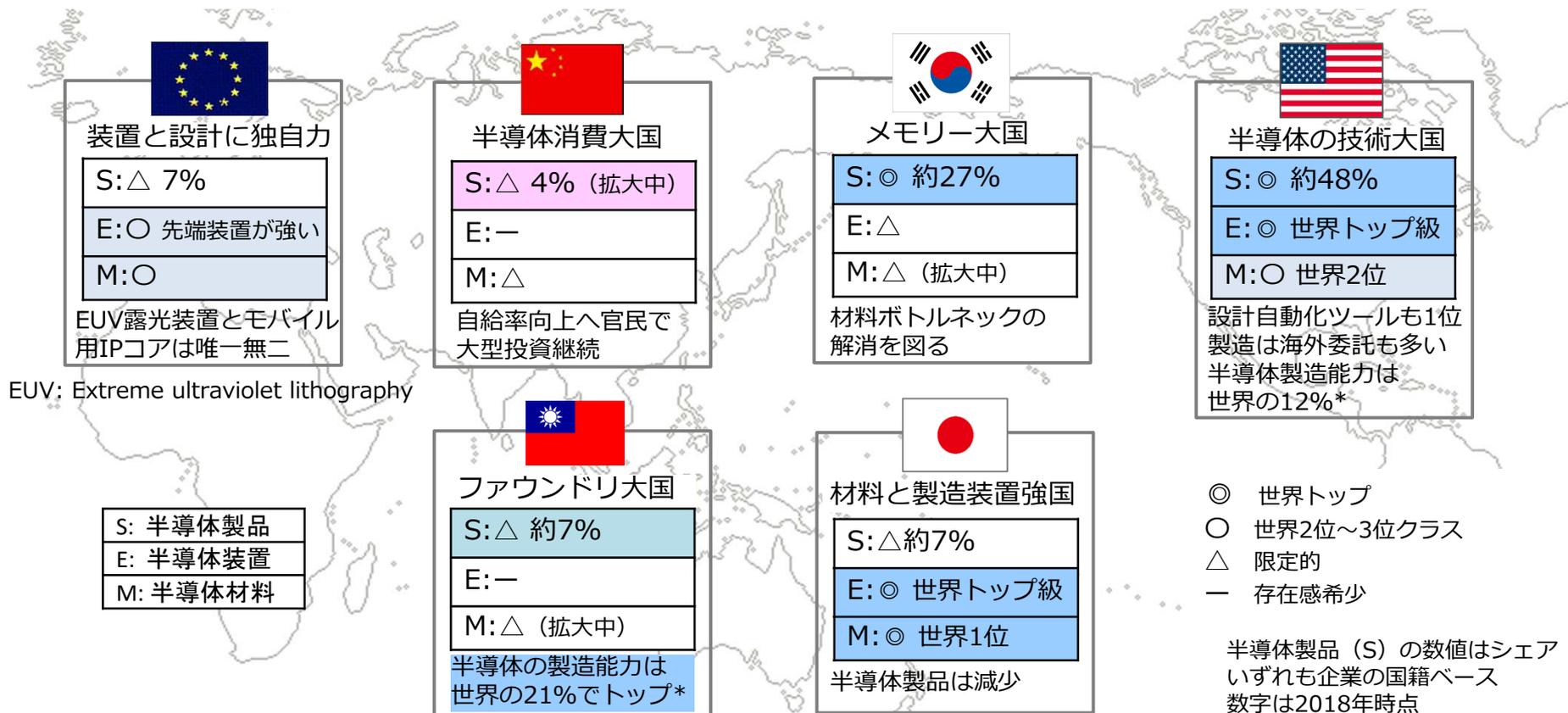
- 世界の半導体メーカーは、社会の変化とニーズに対応して変革競争を続けてきた。
 - パソコンやスマホの普及に伴う小型化、さらにはAI/IoT/5G等の新たな技術の牽引など。
- 国際市場の獲得競争の結果、供給側と需要側で国際分業が進んだ。
- 需要はアジア太平洋地域で拡大、グローバルに展開する米国系企業はその需要を取り込み、世界市場の半分を占め続けている。（需要は下図、米国企業シェアはP.9をそれぞれ参照）
- 米国系では特定用途半導体の設計に特化する企業が台頭する一方、台湾系は微細化で先行し受託製造（ファウンドリ）でリードしてきた。



2.2. 世界の半導体産業の歩み ～国際的エコシステム～

- 半導体とその関連産業の機能・強みは世界各極・各国に分散、サプライチェーンは多様化。国際的なエコシステムを形成するに至っている。

半導体製品 (S)・半導体装置 (E)・半導体材料 (M)における各国・各地域の強み (国籍ベース)

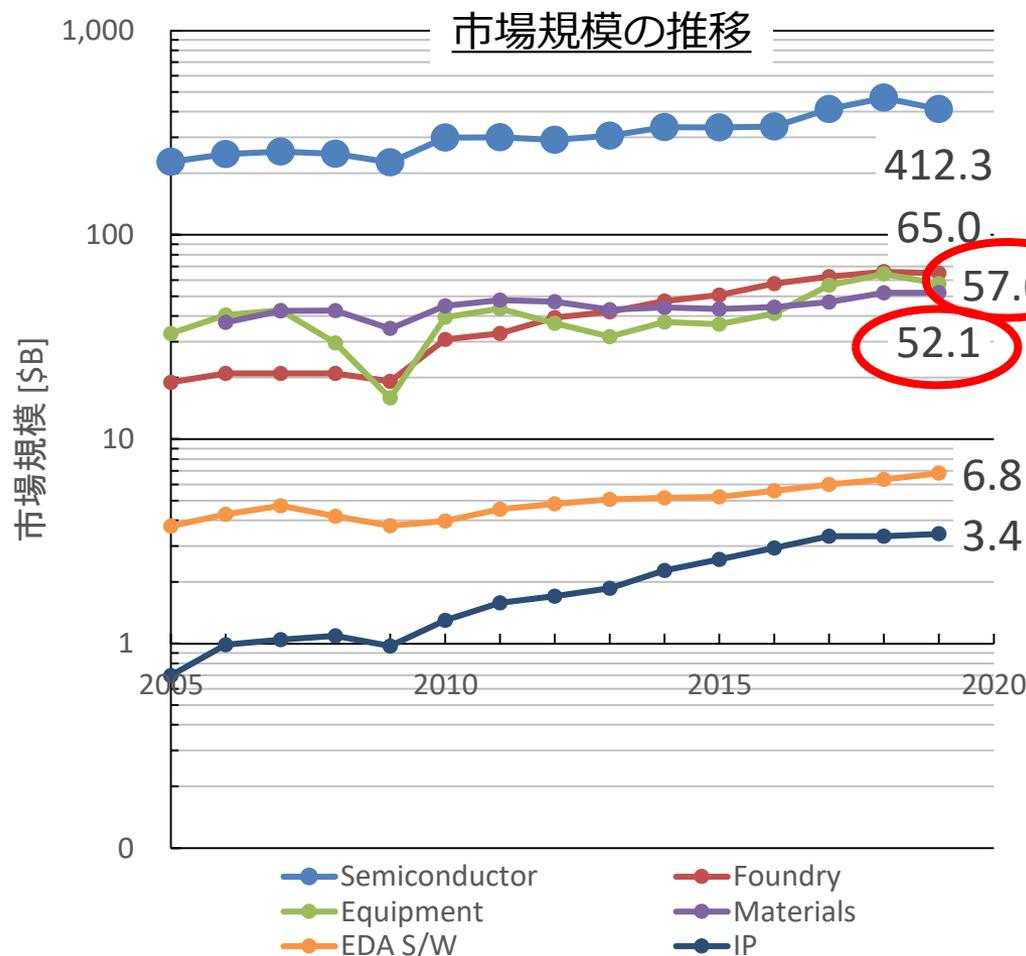


- ◎ 世界トップ
- 世界2位～3位クラス
- △ 限定的
- 存在感希少

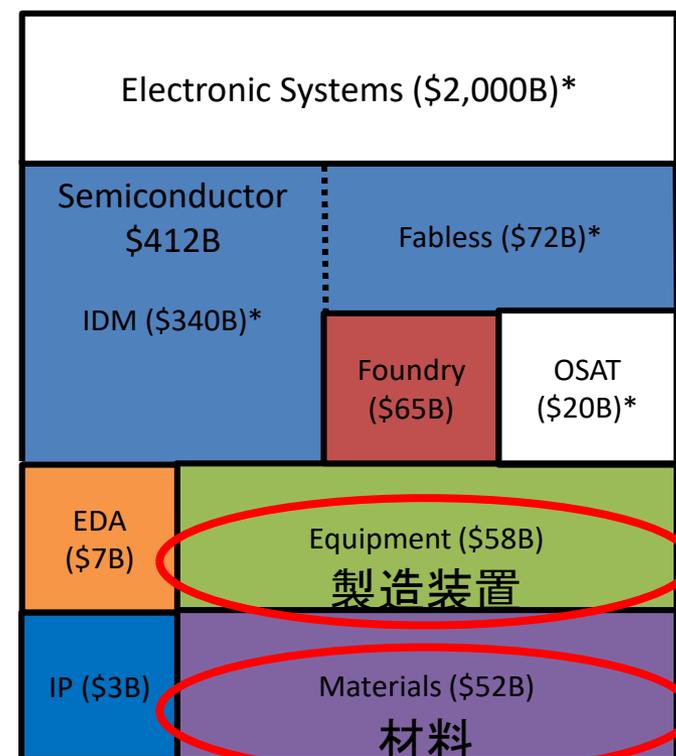
半導体製品 (S) の数値はシェア
いずれも企業の国籍ベース
数字は2018年時点

*IC Insights (2019年末時点) より

■ 半導体関連産業において、半導体材料 (Materials) と半導体製造装置 (Equipment) は重要かつその市場規模は無視できない。日本が強みを保持する分野でもある。



2019年の市場規模



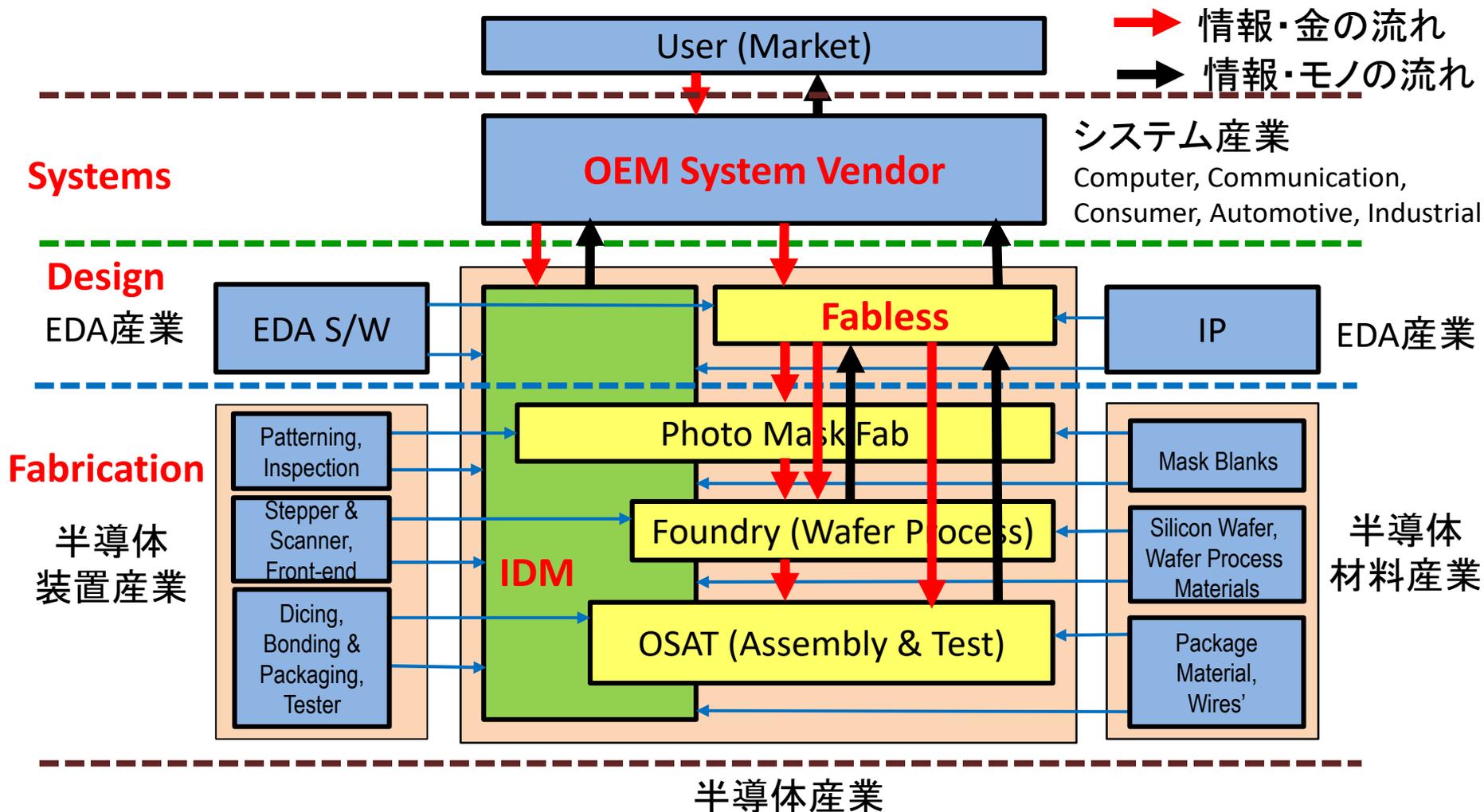
*推定値

出典：WSTS, SEMI, IC Insight, ESD Allianceの公表データを基に
NEDO技術戦略研究センターフェロー 中屋雅夫氏 作成

出典：NEDO技術戦略研究センターフェロー 中屋雅夫氏

■ 今日、半導体に関連する産業は多層化・多様化している。

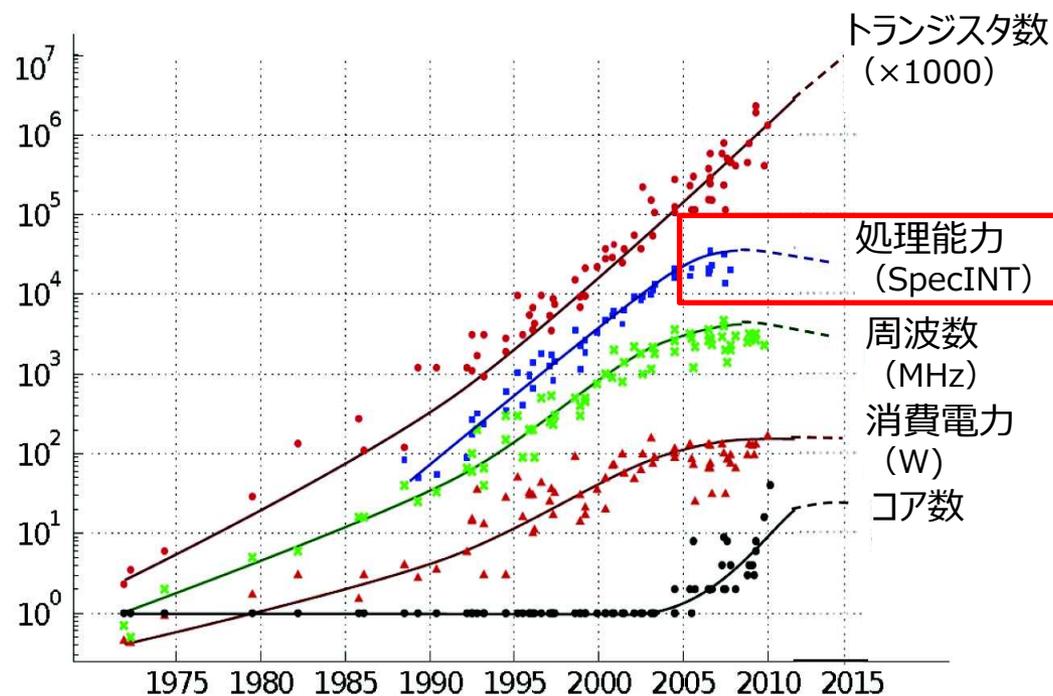
システム産業、半導体産業、及びその関連産業の関係



3. 今後の半導体の歩む道 ～技術進歩への挑戦～

■ 現在「ムーアの法則」で言われる半導体の技術進歩は、新たな挑戦に直面している。難易度を増す微細化と甚大な投資への挑戦である。

ムーアの法則は限界に近づいている？



【ムーアの法則】
～Moore's Law～

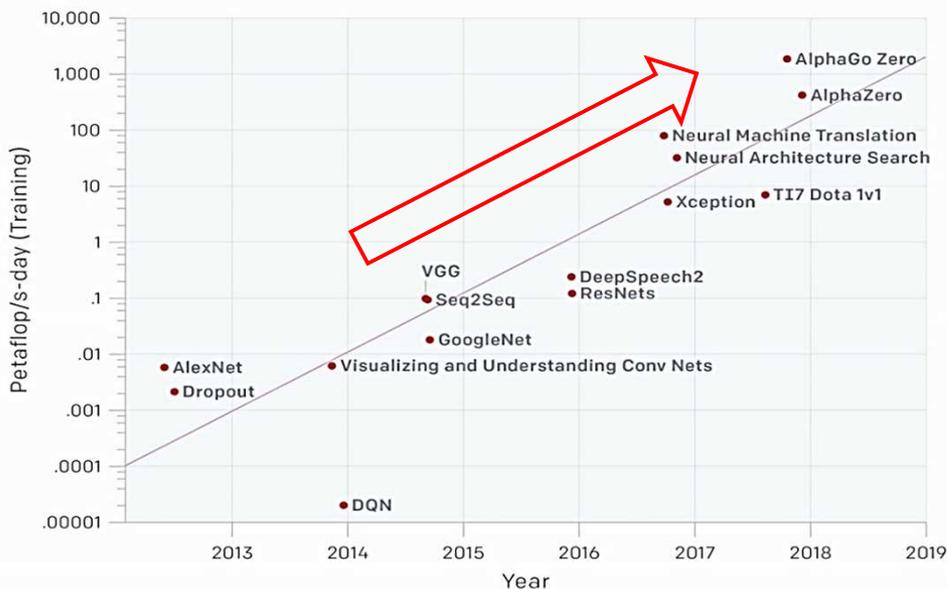
マイクロチップ1平方インチ
当たりのトランジスタ数が
18か月ごとに 倍増し、
価格は半減していくという
経験則

出典：Karl Rupp "40 years of Microprocessor Trend Data" (一部加筆)

3. 今後の半導体の歩む道 ～社会ニーズからの期待～

■ 他方IoT、AI、5G、気候変動やコロナ等が求めるデータ処理は質・量とも増大。半導体は、データ社会、データ経済においてより一層不可欠になっており、半導体のエコシステム確保に向けて競争は激化。

AIが学習に要する計算量は増大の一途



出典：Open AI “AI and Compute”（一部加筆）

半導体の成長が期待される代表的な分野

IoT AI

- IoTにより製造現場など、産業のデジタル化が進展
- AIチップによる高速処理
- ロボット利用の拡大

5G サーバー

- 5Gによる新たな半導体需要
- クラウドデータの増大
- データセンター、サーバー投資拡大

自動運転 CASE

- 車の電動化
- 自動運転の進展
- 車のソフト化、コネクタサービス
- MaaS（モビリティサービス）

新エネ 省エネ

- 鉄道や電動車のエネルギー効率化
- 高効率太陽光発電、非接触給電
- 全ての電子機器の高効率化・小型化
- 超小型ACコンバータ等パワーデバイス

コロナ 需要

- 「非接触」の拡大（顔認識。。）
- 「リモート」の拡大（遠隔医療。。）
- データの増大

4. 1. 米国の動向 ～ 官の取り組み

- 研究開発政策の多くは安全保障を起点とし、近年特に技術のセキュリティーを強化。
- 国内生産回帰も重要テーマで、技術保護とサプライチェーン・雇用の確保を図る。

- DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) (2020年5月27日)
 - 米国の半導体サプライチェーンのセキュリティーを強化するチームの設立を発表。「セキュリティーに配慮した設計」を半導体製造の標準規格とすることを目的。
- NDAA法 (アメリカ国防権限法: National Defense Authorization Act) (2021年1月発効)
 - 半導体に焦点をあて、製造力強化と先端研究開発投資により、かつてない産業政策を強力に推進。
 - 製造能力強化とサプライチェーンの確保のために、以下を提供。
 - ・「半導体をアメリカの手に戻す」べく、先進的な半導体ファウンドリを構築する企業に、1社あたり最大30億ドル(約3,150億円)の助成金を供出するなど、大規模な支援を供与。
 - ・「多国間半導体安全保障基金」を創設し、同盟国とも協働して安全な半導体サプライチェーンを構築。
 - 研究開発の分野では、以下を実施。
 - ・国家科学技術会議 (NSTC) の下に「半導体技術やイノベーションに関する小委員会」を設置
 - 半導体の研究、開発、製造、及びサプライチェーンの安全保障に関する国家戦略を策定。
 - ・「国立半導体技術センター」を設立 - 官民コンソーシアムにより先端半導体の研究開発を推進。
 - ・「国家先端パッケージング製造プログラム」を設立 - 国立標準技術研究所 (NIST) を中心に米国内エコシステムにおける半導体先進試験、組立、パッケージング能力を強化。
 - ・「マイクロエレクトロニクス研究プログラム」において、NISTは次世代半導体の研究開発を加速。
 - ・半導体に焦点を当てた「Manufacturing USA研究所」の設置、など。
- National Strategy for Critical & Emerging Technologies 2020 (White House 2020年10月15日発表)
 - 米国の競争力を促進し、保護する国家戦略として、AI、エネルギー、量子情報科学(QIS)、通信・ネットワーク技術、半導体などの重点分野を全連邦省庁対象に規定。(従来は各省庁が任意に規定)
 - 軍事・情報・経済を含む安全保障上の重要事項として、国家安全保障会議が対象分野を毎年更新。

- トランプ政権は、一部中国企業への半導体製品禁輸措置を実施。
 - 金融面でも对中国企業への規制を強化してきている。
-
- トランプ政権による禁輸措置（エンティティリスト）
 - 米商務省はファーウェイのグループ企業46社を制裁対象リストに加えたと発表（2019年8月）。
 - さらにファーウェイ関連企業・21か国38社をリストに追加（2020年9月）。
 - 米国のソフトウェアや装置を使用している限り、米国外の半導体企業も生産地にかかわらず規制の対象となる。出荷の継続には、米商務省の許可が必要。
 - ファウンドリ大手の台湾TSMCはファーウェイからの受託を停止、ファーウェイは自らが設計した5G対応の最新ハイエンドチップセットの製造が困難となっている模様。
 - 去年の日本メーカーのファーウェイ向け取引は総額80憶ドル（約8,400億円）と言われるが、多くが影響を受けていると見られる。
 - 中国半導体企業への直接規制も強化
 - 半導体分野では、18年10月にメモリー企業のJHICCをエンティティリストに加えている。
 - 20年9月には中国の半導体受託生産最大手のSMIC向けの製品出荷を一部規制し（主として半導体製造装置）、12月にはSMICをドローン最大手DJIと共にエンティティリストに追加した。
 - 金融面でも对中国企業への規制を強化
 - 米国投資家に対して、中国の軍需関連企業への投資を禁止すると発表（2020年11月）。対象企業リストにはファーウェイも含まれ、後日 SMICも追加された。（両社は関連を否定）
 - 米国上場の中国企業に対して監査を厳格化し、米国よる監査義務付けを発表（2020年12月）。今後SMICを含め、中国系ハイテク企業の米国上場廃止など、影響がでる可能性がある。

4. 1. 米国の動向 ～ 民の取り組み

- GAFAは半導体自社開発で高性能化、高効率化、低コスト化を図る。
- 米国企業は本年発表の1兆円超のM&A 4件全てに絡み、業界再編の芽となっている。

<GAFAによる半導体自社開発>

- Apple
 - AppleはPC「Mac」のSoC※を米インテル製から自社開発品に切り替え(2020年11月)。元来自社開発のiPhone用SoCと同様、設計は英Arm社CPUコアのIPライセンスを受け、製造は台湾TSMC他に委託。
※プログラムの実行を担うCPU、映像を描画するGPUやメモリなど複数の回路をシステム化した、電子機器の処理を担う半導体
 - 性能向上とともに、設計ベースをiPhone/iPadと共通化することでそれらとの連携強化を図るもの。
- Google、Amazon等のデータセンター大手
 - 消費電力の削減がデータセンターの最大の課題。自社のハードウェアやソフトウェア性能の向上と共に、消費電力の低下を図り、他社との差別化を図る。
- Google： 2016年にGPUより1ケタ消費電力が少ない半導体の生産に成功。
- Amazon： イスラエルのスタートアップAnnapurna Labを買収、半導体設計技術を手中に収める。
- Facebook： 自社でAIチップを開発することを表明。

<業界の再編> ・ ・ 2020年発表の世界の半導体関連M&Aは総額12兆円超。1兆円超の4件は全て米国絡み。
(注： これらのM&Aは発表ベースであり、実行は今後の各国独禁当局の審査等に依存する)

- Intel
 - NAND型フラッシュメモリー事業を韓SKハイニクスに売却すると発表。(完了は2025年目途)
(ただし、Intelのメモリー工場は中国・大連にあり、中国当局の承認も注視が必要)
- nVIDIA
 - CPUコアで圧倒的な英Armをソフトバンクから4.2兆円で買収すると発表。Arm社のCPUコアは、世界の9割超のスマホの半導体にIPライセンスされている。今後の各国独禁当局の判断は注視が必要。

- 欧州委は、半導体を含む戦略産業への投資をコロナ禍での経済対策と併せて拡大。
 - 技術安全保障についても動きを加速させている。
- 欧州委員会の投資支援・資金拡大（2020年5月）
 - 新型コロナ対策である投資活性化プランの延長線上で、資金難の企業の自己資本増強を支援。
 - また同プランの投資促進メカニズムにて1兆ユーロ規模（約120兆円）への投資資金の拡大を目指す。環境・雇用の両面から持続可能なインフラを整備し、戦略的に重要な部門の欧州企業を支援することを目的とし、半導体も環境・デジタル関係の重要技術として、AI、クリーン水素他と並び含まれる。
 - さらにEU投資プログラム・Invest EUに関する新規則案も発表。「欧州の戦略的自立性確保」に向け、環境、デジタル移行、レジリエンス強化の観点から半導体を含む新たな投資対象分野を定める。
- 半導体を含む技術安全保障に関する動き
 - 2019年2月、欧州議会はEUでは初めて対内直接投資（FDI）の承認に関わる法案を承認した。外国国営企業によるEU戦略産業での買収を警戒し、国家安全保障や公的秩序の視点から審査を行うもの。
 - 2020年1月、欧州委員会はファーウェイなどの高リスク企業からの5G機器調達の制限を明確化。
 - EU18か国は、半導体産業に協働して投資しその発展に取り組む宣言を採択（2020年12月）
 - 2nmチップの開発、また材料、製造装置までバリューチェーン全体を対象。財源は復興基金を想定。
 - オランダASMLは、半導体製造露光装置で世界最先端を走る
 - 半導体大手が最先端の技術開発を進めるうえで必須なのがEUV露光技術で、EUVを採用した製造装置を製造できるのはオランダASMLの1社に限られる。1台200～300億円の導入コストは膨大だが、最先端の7nmレベルの先の5nmレベルの微細化開発を可能にする唯一の技術とされる。
 - CPUコア最大手の英Armを米nVIDIAが買収すると発表
 - ArmのCPUコアは、低消費電力と高い演算能力を両立させ、ほとんどのスマートフォン・プロセッサに採用されている。日本のスーパーコンピュータ「富岳」もArmベースのプロセッサを使用。

4. 3. 中国の動向 ～ 官の取り組み

- 「中国製造2025」、「国家集積回路産業発展推進要綱」により、自国製の半導体生産を加速、戦略産業である半導体産業の強化と自給率の向上を目指す。
- 半導体産業に、その育成・自給率向上のため最大規模の産業投資を実行
 - 「国家集積回路産業発展推進要綱」(2014年)によって、戦略産業である半導体産業の強化のため国家基金の設置を規定。第1期基金は2兆円規模で、併せて各地方レベルでも多数の基金を設置(約3兆円)。2019年設置の第2期基金は、さらに3.5兆円規模。
 - 「中国製造2025」(2015年)では、半導体の自給率目標を2020年40%、2025年70%と設定。政府系産業投資基金の中でも最大規模を投じて、自国製の半導体生産を加速させる。
- 官民一体の取り組み ～ 「紫光集団」への集中投資
 - 中国半導体産業の中心的存在で半国営企業である「紫光集団」は、上記基金に少額出資する一方、同基金から集中投資を受けており、また、国家開発銀行からも3兆円の融資枠を受ける。
 - 紫光集団は国立・清華大学直下の「清華大学科技開発総公司」が51%を保有する半導体企業。
- 中国国務院(中央政府)、半導体企業への減税優遇策を発表(2020年8月4日)
 - 「新時期の集積回路産業とソフトウェア産業の質の高い発展促進に関する若干の政策」を発表。半導体自給率向上のため、減税策などの政策パッケージを導入し、半導体企業を育成するもの。
 - ICメーカーへは製造プロセスが28nm以下の場合、利益計上から1～10年目の企業所得税を免除、65nm以下では同税を1～5年目は免除、6～10年目は半減する。(いずれも経営期間15年以上が条件)
 - IC設計やパッケージング、検査などの企業に対しても企業所得税の減免などの優遇措置を適用。
- 第19期中央委員会第5回全体会議(5中全会)で「半導体新素材の開発強化を指示」
 - 次世代材料と言われるが未だ勝者がいない、SiC(シリコンカーバイド)やGaN(窒化ガリウム)ベースのウエハ開発を優先的に強化する指示がなされたとの報道がある。

■ 技術は蓄積するも、自給率向上目標は未達成の中、活発な設備投資が継続。

- ファーウェイ傘下のHiSilicon（海思半導体）は世界の売上トップ10入り（2020年上半期）
 - 2004年創業のファブレス半導体メーカー。9割超はファーウェイへのCPU、通信チップの供給。
 - 2018年10月発売のファーウェイ・スマホは、同社の7nm半導体を搭載。（iPhone XSに1か月遅れるも、Intel/Qualcommに先んじた。製造は台湾TSMCに委託。）
 - ファーウェイ製5G基地局にもHiSiliconの線幅7nmの半導体が使われている。
- 政府目標の半導体自給率（20年40%、25年70%）は未達成
 - 設計力は向上するも、中国は製造では後れ。「米国との対立激化により19年は15.7%にとどまり、24年時点でも自給率は20.7%にとどまる恐れがある。」（IC Insights20年5月レポート）
- 自給率向上へ向けた活発な投資が継続
 - フラッシュメモリーの長江ストレージ（紫光集団傘下）、DRAMのイノトロンやJHICCは、半導体工場建設でそれぞれ1兆円以上を投資。長江ストレージは、64層の3D NANDの製造を開始。
 - 山東天岳は、次世代の材料SiCで500億円を投資して量産段階にあるとしている。
- 「紫光集団」が中国半導体の技術リーダーとして国産化の鍵を握る
 - 世界 最高レベルとなる128層の3次元フラッシュメモリー、中国勢が量産化に苦戦するDRAM、「5G」向けの半導体、クレジットカードに埋め込みICなど、幅広い分野で高い技術を蓄積。
 - 武漢市、南京市、成都市、重慶市で相次いでフラッシュメモリーやDRAMなどの工場建設を推進。
 - 米国のJHICCへの禁輸措置などで困難なDRAMの国産化に取り組むべく、元エルピーダメモリ社長の坂本幸雄氏を19年に高級副総裁に招いた。
 - ただし紫光集団は、資金不足で11月～12月で2度に渡り債務不履行を起こしており、投資計画に影響する可能性もある。なお、政府当局は半導体産業全般での盲目的な投資に警戒感を強めている。

4. 4. 台湾の動向

- 半導体受託製造では世界トップ、設計でも頭角を現す台湾は、米中技術戦争の中、台湾企業の中国から台湾への回帰と、米国との連携を強化。
- 台湾は、TSMC、UMC、Media Tekなど半導体製造・設計分野で世界的企業を輩出
 - ITRI（政府系・工業技術研究院）は、TSMCやUMCなど世界的な半導体企業を輩出。現在、台湾の半導体企業の多くは受託製造に強みを発揮し、半導体製造技術で世界をリードする。
 - 世界最大のファウンドリTSMCは、昨年世界初の5nmチップ製造を開始、微細化で最先端を走る。
（参考）TSMC： 中国本土でも投資は行っているが、これまで先端工場は全て台湾に保持。
多くを米国・中国企業から受託し、販売は米国向けが6割、中国向けが2割。
- 台湾企業の台湾回帰を促進（台湾政府2019年1月）
 - 「歓迎台商回台（台湾回帰）投資行動方案」： 米中貿易摩擦の影響を受け、2年以上の対中投資実績を有する台湾企業は、台湾域内の投資で優遇を受けることができる。
 - 「根留台湾企業加速投資行動方案」と「中小企業加速投資行動方案」： さらに同年7月からは、対象を対中投資実績のない大企業や中小企業にも拡大。以上を「投資台湾三大方案」と呼び推進。
 - また台湾政府は、台湾技術人材が既に3,000人以上中国へ流出したと言われる中、流出に歯止めをかけるべく、半導体設計などのハイテク企業が中国大陸で投資する際の事前審査を別途義務付けた。
- TSMCは米国に新工場建設を発表（2020年5月18日）、120億ドル（約1兆3千億円）を投資
 - ファウンドリ最大手のTSMCは、米国・アリゾナ州に新工場を建設する。半導体微細加工量産のリーダーとしてのポジションを確立すると同時に、米国連携の姿勢を明確にするもの。
- シリコンウエハーの台湾グローバルウェーハズは、独社の買収を発表（2020年12月）
 - 世界3位の会社による独シルトロニックの買収が成立した場合、世界2位に浮上することとなる。
 - 台湾は、製造、設計に続き、素材でも影響力を高めることを意味する。

5. 考察 ～ 従来構図が変わる転換点

- 爆発的な需要増大： 5G、AI、IoTなどの技術普及が需要を拡大させる
- 民～新たな技術競争： 微細化の難度は益々高く、各社次なる技術にしのぎを削る。
- 官～技術の保護： 技術セキュリティ強化、自国完結追求、影響力強化の戦い。

爆発的な 需要の増大

データ経済の時代



半導体需要はコロナ禍にあっても2020年 5.1%の伸び、2021年は更に8.4%の成長で47兆円市場へ。(WSTS見通し)

<業界動向> 新たな技術競争

微細化の難度は高く
投資は莫大



製造技術・投資力のある台湾ファウンドリが躍進。
今後は、立体化・積層化も追及される分野。

電動化の流れ、
電力効率化の必要性



次世代パワー半導体は、新材料SiC、GaN、Ga₂O₃を活用。
* 高性能・省エネの新素材 SiC：炭化ケイ素、GaN：窒化ガリウム、
Ga₂O₃：酸化ガリウム

新たなニーズで
進む専門化



インテル支配 ⇒ 特定用途で設計専門型企業が存在感。
⇒nVIDIA (AIチップ)、Qualcomm (5G) 等
車載用半導体、新エネ・省エネ分野も進化。

GAF A等のシステム
企業が自社開発



Apple： iPhoneに加えてMacも自社化 → アプリ共有
Google： データセンター向け自社開発 → 低消費電力
Tesla： 車のソフト事業化を意図して自社開発

<政策> 技術と産業の 保護

米中技術冷戦



米国は、技術セキュリティ政策を強化。
中国は、自給率向上のため政府主導で大型投資。

サプライチェーンの
デカップリング・自国化



グローバルなサプライチェーンの分断は起こりつつある。
各国、自国回帰・自己完結力強化に向けた動きが顕著に。

- 1987年の日米半導体交渉以降、世界の半導体関連産業は国際分業が進んだ。強みは各国・各地域、各企業に分散し、サプライチェーンは国境では容易に分割できないレベルでグローバル化し、多様化している。
- その間、ムーアの法則が示すとおり、半導体は高性能化を実現し続けてきた。ただし、微細化の難易度は益々高く、やがて限界に近づくとも言われている。
- 一方で今後、社会、経済、企業活動すべてにおいてデータの重要性は益々増し、半導体に対するニーズは高まると見込まれる。
- こうした環境下、新たな技術競争が繰り広げられており、GAFA等のテック企業は半導体の自社開発を進め始め、半導体専業による合従連衡・再編も生まれている。
- また、データ自体の価値が高まり、あらゆる機器に搭載される半導体の技術と生産を自国で保持することの重要度が各国・各企業とも増大。各国・各地域政府は、半導体技術と製造能力の自国回帰・連携国重視へと傾斜を強めている。

補足資料

参考：主な半導体製品種別と半導体材料

種別	名称		機能・用途など	主なメーカー例
マイクロIC (集積回路)	MPU	Micro Processing Unit	コンピュータの演算機能を担う。	米Intel、AMD
	MCU	Micro Controller	家電製品、産業機器、自動車などの制御	ルネサス
	DSP	Digital Signal Processor	映像や音声をデジタル化の膨大な演算を高速処理	
ロジックIC (集積回路)	ASSP	Application Specific Standard Product (特定用途標準IC)	スマホ用等で拡大。各種機能を集積し高性能化傾向。AI用途に広がる画像半導体GPUもこの分野。	米Qualcomm、Broadcom 米nVIDIA
	ASIC	Application Specific IC	特定製品向けカスタムIC、最終製品専用、別名ASCP	米Apple
	General Purpose		汎用の標準ロジックIC	
Analog IC (集積回路)	同様にASSP/ASIC/汎用ICがある		電気信号、電力に関わるIC	米TI、Analog Devices
メモリー (集積回路)	DRAM	Dynamic Random Access	比較的安価に高速、大容量が実現できるため、パソコンのメインメモリなどで広く使用	韓Samsung、SK Hynix 米Micron
	フラッシュメモリー		電源供給なしでデータを保持でき、データの永続性と低コストから主にストレージ用記憶媒体に使用	韓Samsung、キオクシア 米Western Digital
光半導体 (個別半導体)	イメージセンサー、LED等		LEDはダイオードの一種で発光素子、照明等	ソニー (イメージセンサー) 日亜化学工業 (LED)
Sensor & Actuator	温度センサー、加速度センサー、等			独Robert Bosch
ディスクリート (個別半導体)	トランジスタ、ダイオード、等		電気の流れを制御 (信号増幅、回路On/Off等)	ローム
個別半導体 又はモジュール	パワー半導体		交流⇒直流変換、昇圧・降圧等、電力を制御・供給しモータ駆動、バッテリー充電、LSI作動などを行う	三菱、富士電機、ローム 独Infineon、瑞STMicro

<半導体の材料>

ウエハ材料 (単元素)	シリコン、ゲルマニウム		現在シリコンが一般的な半導体材料 コスト低く、熱に強い、安定的	信越化学工業、SUMCO
ウエハ材料 (化合物)	SiC (シリコンカーバイド・炭化ケイ素) GaN (ガン・ガリウムナイトライド・窒化ガリウム) Ga ₂ O ₃ (ガリウムセスキオキシド・酸化ガリウム)		少ない電力ロス、高温動作と放熱効果で次世代のパワー半導体に期待される。コストは課題。	米Cree、 ローム、住友電工、昭和電工 ノベルクリスタルテクノロジー
感光材	フォトレジスト		回路パターンを、シリコンウエハ上に描画する工程で用いる感光性の樹脂	東京応化工業、JSRマイクロ
ガス製品	半導体用高純度ガス		半導体の配線などを形成する材料ガス、エッチングや製造装置クリーニングに使うプロセス用ガスがある	昭和電工、大陽日酸、関東電化工業、ADEKA、セントラル硝子
その他、ケミカル製品			洗浄材、エッチング液、他	昭和電工、三菱ケミカル

■ 多様な企業が国境を越えて連携・競合、グローバルな水平分業が展開されている。

業態	名称	主な機能	主なメーカー例
半導体産業	垂直統合型 IDM (Integrated Device Manufacturer)	設計から製造、販売まで自社ですべてを行なう一貫メーカー	米Intel、Texas Instruments 韓Samsung等の主要なメモリーメーカー ルネサス、及びかつての主要日系メーカー
	設計専門型 Fabless (ファブレス)	設計を強みとして専念、工場はもたず製造は外部委託、通常販売は自社	米Qualcomm、nVIDIA、AMD 台MediaTek、 中Unisoc (国立・清華大学の紫光集団の傘下) 中HiSilicon (Huawei傘下)
	製造専門型 Foundry (ファウンドリ)	大規模設備投資で高効率工場を構え、設計・販売は行わず製造のみを受託	台TSMC、UMC 米Globalfoundries 中SMIC
	組立専門型 ATP (Assembly/Testing/Packaging)	最終製品化 (基板への埋込み等)、テスト、パッケージング専門に受託	米Amkor、ASE 中ChipPAC、JCET、Power-tech 台SPIL
半導体製造装置産業	SME (Semiconductor Manufacturing Equipment)	半導体製造装置メーカー	蘭ASML 米Applied Materials、Lam Research 東京エレクトロン、アドバンテスト スクリーン、日立ハイテク
EDA産業	EDA (Electronic Design Automation)	集積回路の設計作業の自動化を支援・補助するソフトウェア、ツール	米Synopsys、Cadence Design Systems、Mentor Graphicsが世界3強
半導体材料産業	ウエハ材料、フォトレジスト、ガス製品、ケミカル製品等		日本企業が各製品分野で代表格 (一部名称は前ページに記載)

- トップ企業の得意分野は様々、また業態もIDM・ファブレスが入り交じる。

世界半導体企業ランキング (IC Insights 2020年予測 - ファウンドリは除く)

順位	企業(国・地域)	売上高 (百万ドル)	前年同期 比(%)	補足
1	Intel (米)	73,894	4	MPUとASSPで半導体の世界トップ
2	Samsung (韓)	60,482	9	メモリーの世界トップ
3	SK Hynix (韓)	26,470	14	メモリーの世界2位
4	Micron Technology (米)	21,659	-3	メモリーの世界3位
5	Qualcomm (米)	19,374	35	ロジックICの最大手
6	Broadcom (米)	17,066	-1	ロジックICの最大手
7	nVIDIA (米)	15,884	50	GPUの世界トップ
8	Texas Instruments (米)	13,088	-4	アナログICの世界最大手
9	Infineon (独)	11,069	-1	個別半導体の世界最大手
10	MediaTek (台)	10,781	35	ロジックICのアジア最大手

出典：IC Insights の公表データを基にNEDO技術戦略研究センター作成 (2021)

- ファウンドリを考慮した場合は、その最大手・台湾TSMCが454億ドルの生産額で3位に相当。
- 日本勢ではキオクシアが11位、ソニーが15位。また、自社製品向けのみを開発するAppleは12位。(いずれもファウンドリを除くベース)
- 上半期は、中国HiSiliconが初のトップ10入りをしていた。(ファーウェイ向け特需とみられる)



技術戦略研究センターレポート
TSC Foresight 短信

グローバルな半導体競争 ～エコシステム確保をかけて～

2021年 4月 発行

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
 技術戦略研究センター (TSC)

- センター長 岸本 喜久雄
- センター次長 西村 秀隆
- 海外技術情報ユニット
 - ユニット長 森田 健太郎
 - 専門調査員 鈴木 茂雄

- ・本資料に掲載されている全てのドキュメント、画像等の著作権は、特に記載されているものを除き、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター（以下、NEDO TSCという。）に帰属します。
- ・本資料の内容の全部又は一部について、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことが出来ます。
 ただし、NEDO TSC以外の出典元が明記されている場合は、それぞれの著作権者が定める条件に従ってご利用下さい。
- ・本資料に掲載されている著作物を商業目的で複製する場合は、予め下記お問い合わせ宛にご連絡下さい。
 商業目的で複製とは、直接収益を得ることを目的に著作物を複製して販売すること等を指します。
- ・本資料の全部又は一部について、NEDO TSCに無断で改変を行うことはできません。
- ・本資料に関する問い合わせ先：
 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
 技術戦略研究センター
 電話 044-520-5150 E-Mail: tsc-unit@ml.nedo.go.jp