

2018年版 半導体市場動向

本日の内容

- ・半導体分類など重要な言葉の理解
- ・世界の半導体市場の歴史
- ・最近の半導体市場
- ・最近の半導体関連注目topics
 - アプリケーション市場の動向
 - 微細化とEUVの動向
 - NAND技術動向とポストDRAM
 - 半導体ユーザがファブレス化
 - 中国半導体動向
- ・まとめ

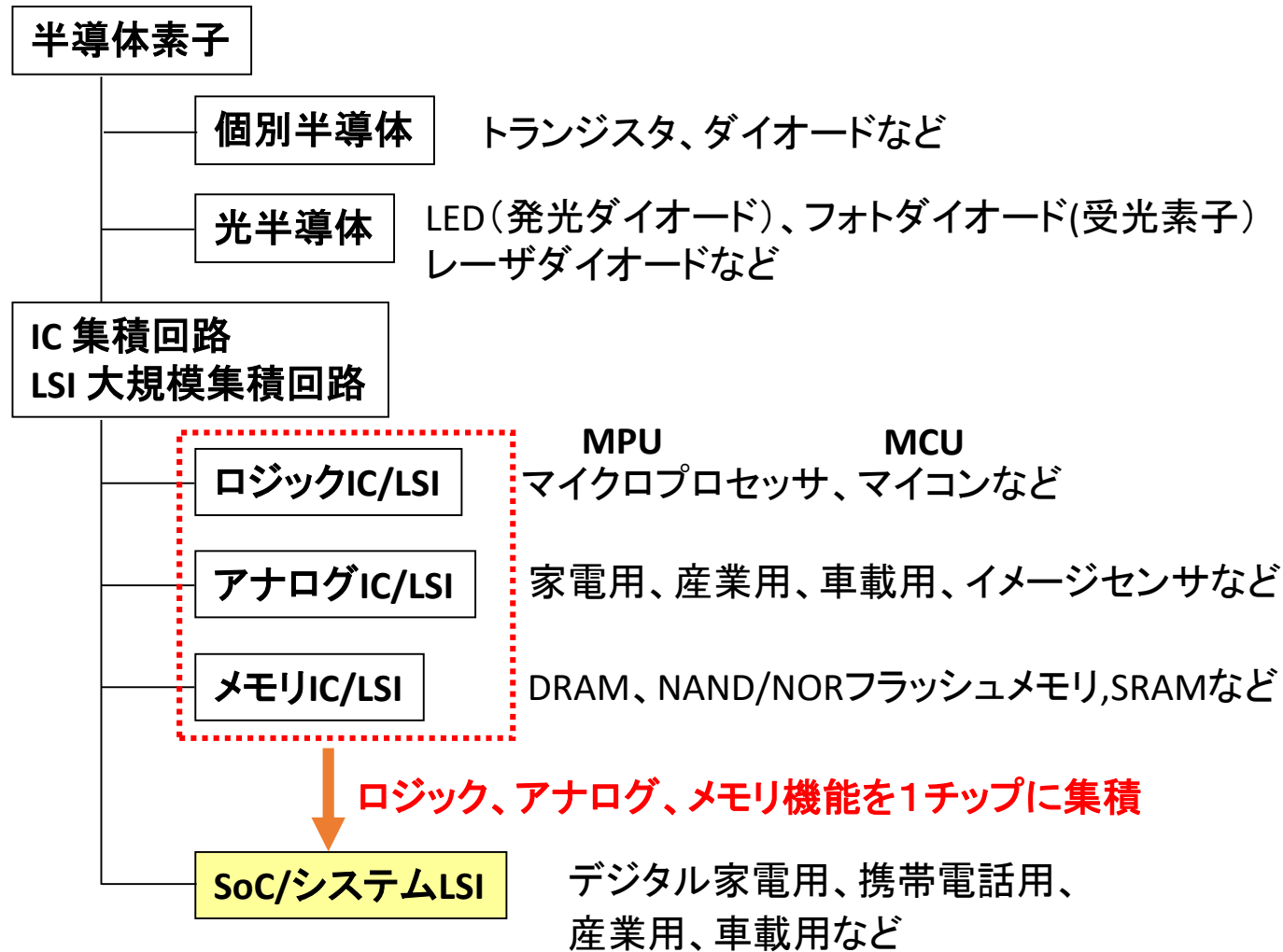
2018.10.16

東京電機大学非常勤講師

群馬大学協力研究員

中谷 隆之

半導体の分類



汎用IC/LSI: 幅広い分野で汎用的に使用可能な半導体。MPU、DRAMやNANDラッシュメモリなど

ASSP: 特定分野で使われるカタログ品。デジタルテレビ用やスマホ用LSIなど

ASIC: カスタム半導体。完全なカスタム品とASSPも含む場合もある。

SoC(システムLSI)

SoC (System on a Chip)は、一つのLSIチップ上に、各種デジタル回路、メモリ回路、アナログ回路およびソフトウェアが混載された半導体

アナログ

自然界

センサ

アナログ回路

AD

アナログ・
デジタル
変換

データ・メモリ
DRAM、FLASH、SRAMなど

デジタル回路
CPU、DSPなど

ソフトウェア処理

プログラムの記憶
プログラム・メモリ

DA

デジタル・
アナログ
変換

高速
デジタル
I/F

アクチュエータ

アナログ

ディスプレイ
スピーカ
モータなど

電波

RF

Gbps
高速デジタル信号
高速標準I/F
通信
放送
ストレージなど

プリント基板

マイコン

ロジック

アナログ

メモリ

A
社

B
社

C
社

D
社

SoC

ロジック

アナログ

マイコン

メモリ

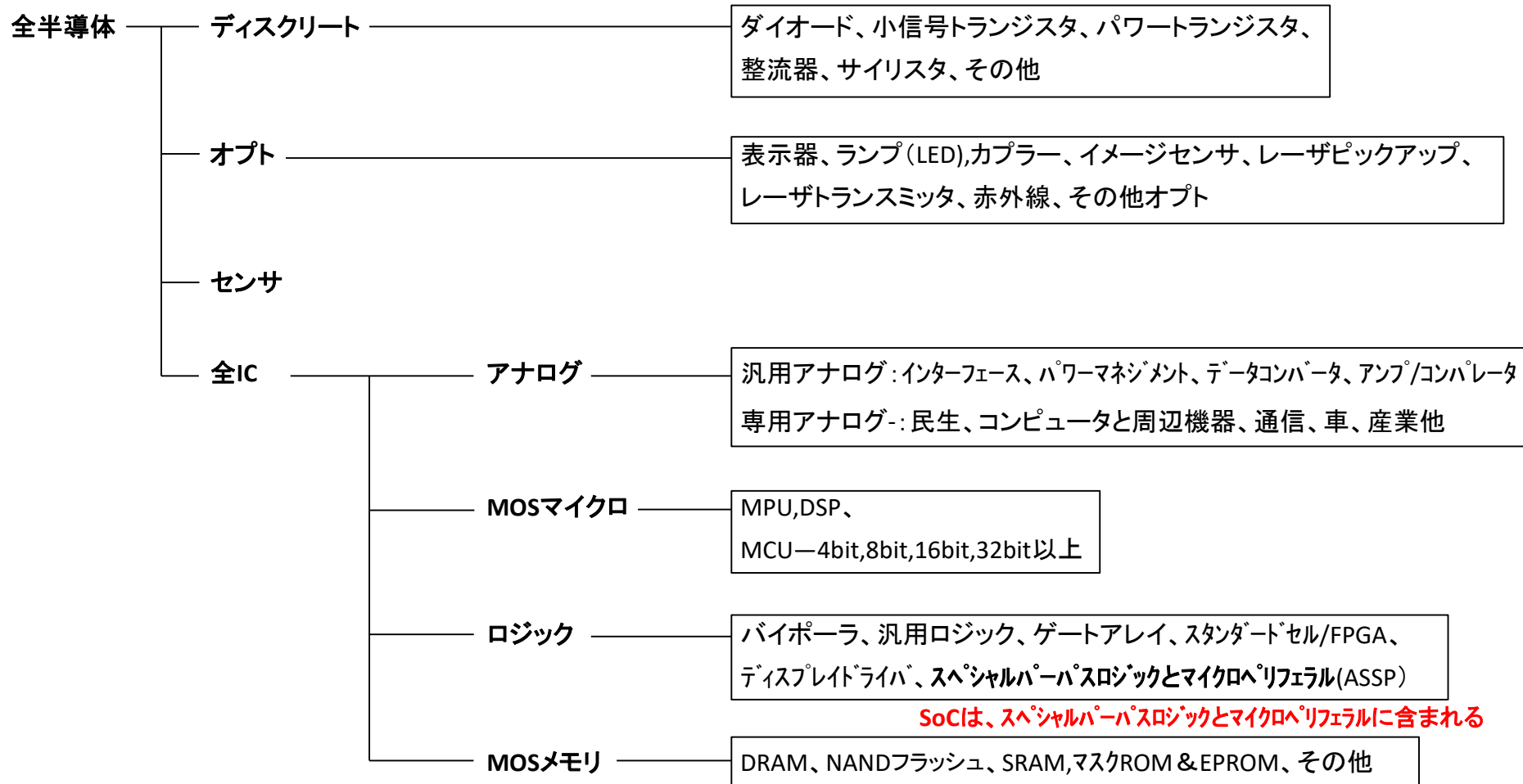
4つのチップを基板上の配線をつないで
1つのシステムを実現

1チップで
1つのシステムを実現

WSTSによる半導体分類

WSTS(World Semiconductor Trade Statistics: 国際半導体市場統計)

世界の半導体企業44社(2017.6現在)が加盟する組織。定期的に半導体出荷統計および市場予測を公開。
現在、ほとんどの半導体市場データは、このWSTS発表データがベースとなっている。



水平分業化: IDM、ファブレスおよびファウンドリ

IDM: 設計、製造、販売を全て自社にて行う

ファブレス: 設計と販売のみ自社。製造はファウンドリ使用

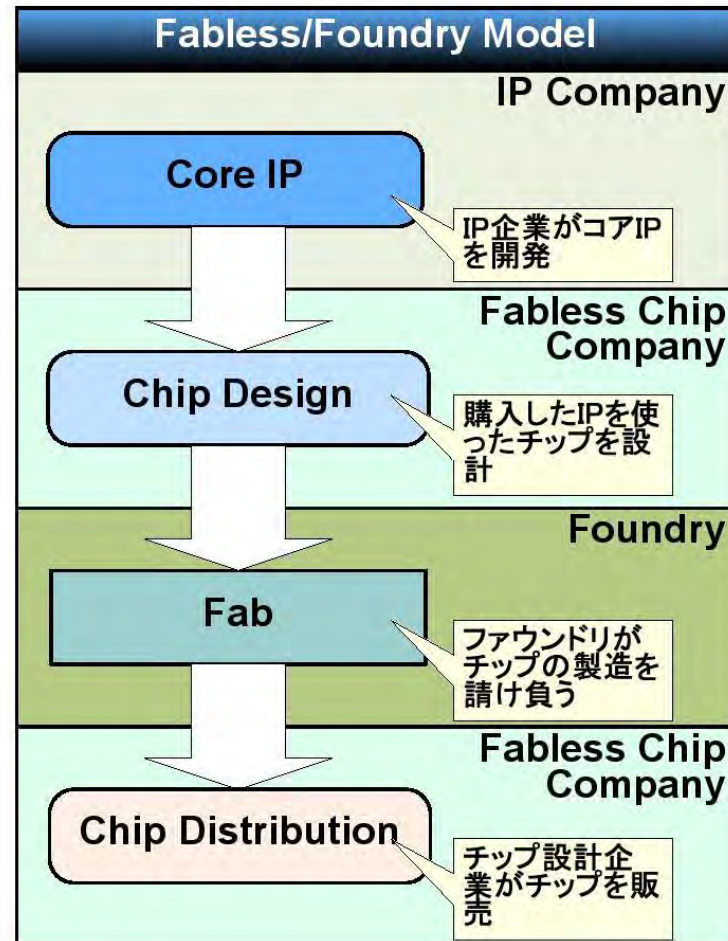
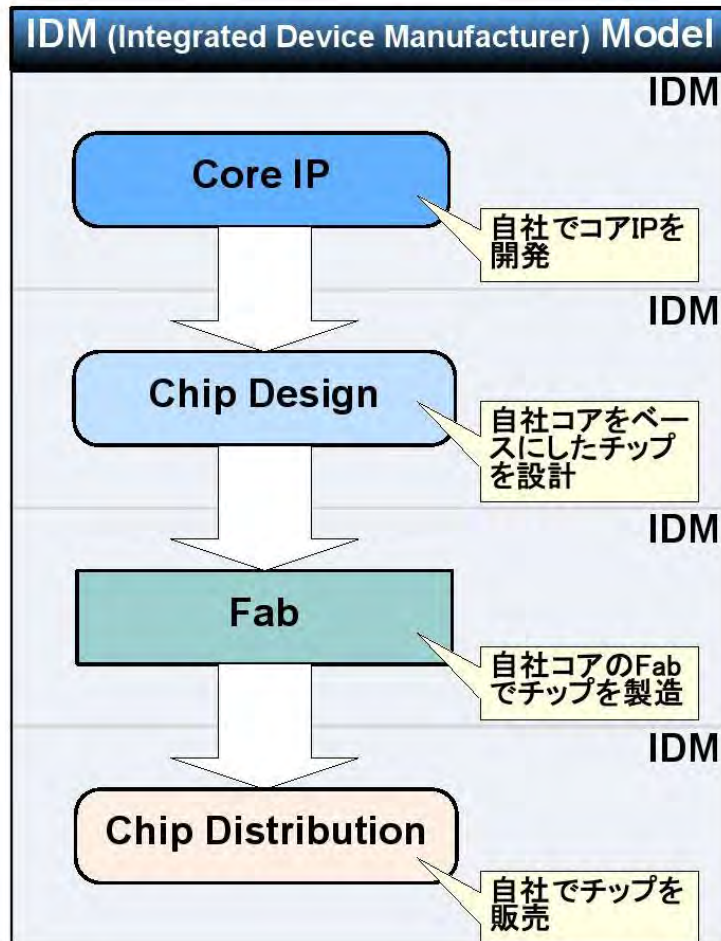
ファウンドリ: 半導体各社から製造のみ請け負う

IDM

Integrated Device Manufacturer:
垂直統合型デバイスメーカー

代表例

Intel



代表例

ARM

Qualcomm

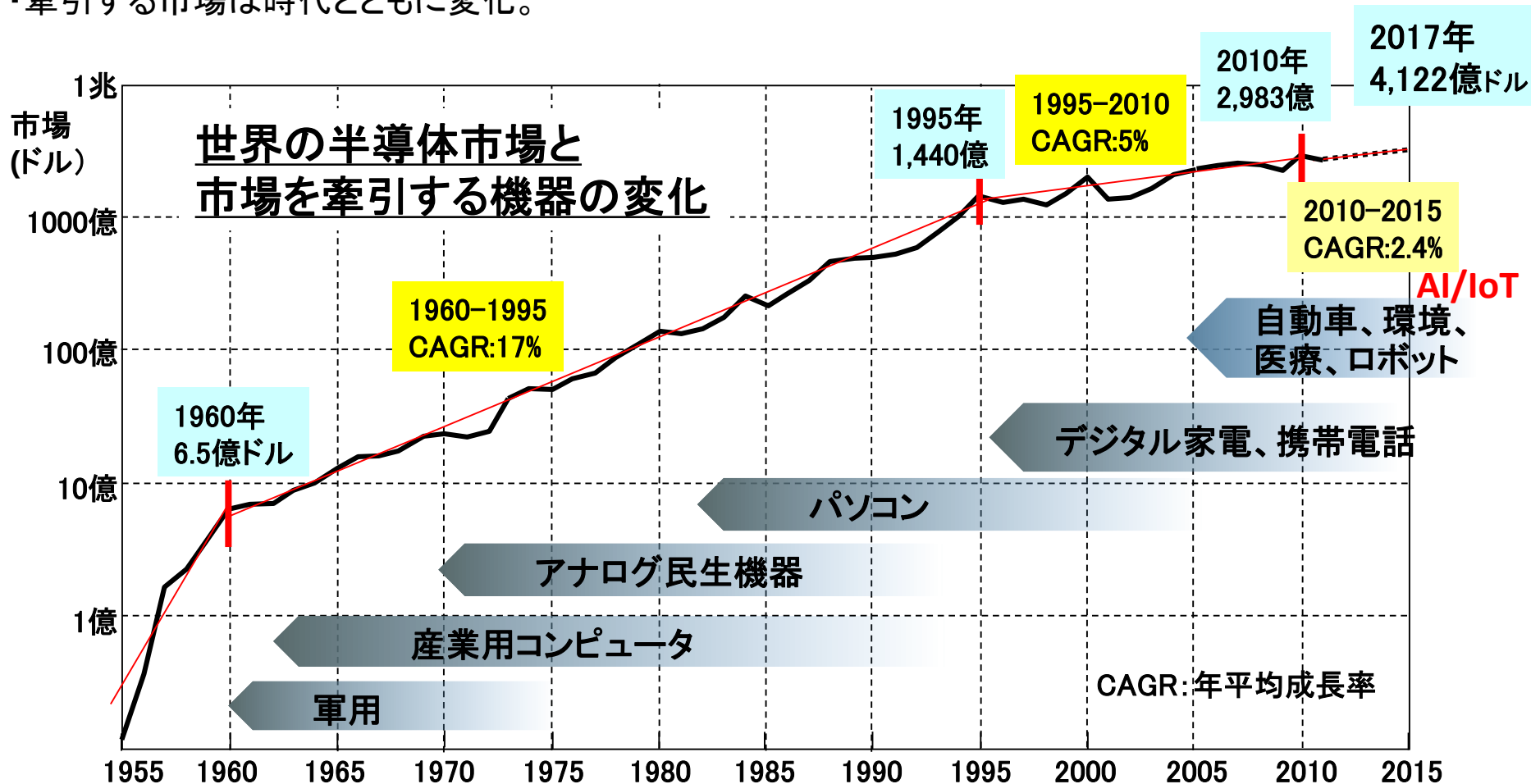
TSMC

Qualcomm

世界半導体市場のマクロ変化

2018年版

- ・2017年の世界半導体市場は4122億ドル(約41兆円)
- ・世界の半導体市場は1960年～1995年までの35年間、年率約+17%の高成長
1995年～2010年は年率約+5%、2010年～2015年は年率約+2.4%、2016年～2019年は年率+4.6%成長
- ・牽引する市場は時代とともに変化。



1996年～2018年7月半導体市場推移

2018.7

1996年から2018年7月までの月次半導体市場推移。売上額と前年同月比グラフ

- ・2001年と2009年に大きなボトムが観測。その後大きなボトムは見られない
- ・2016年後半からの市場成長が大きい。ただ2017年後期でピークアウト傾向



半導体市場予測 WSTS2018年春版から

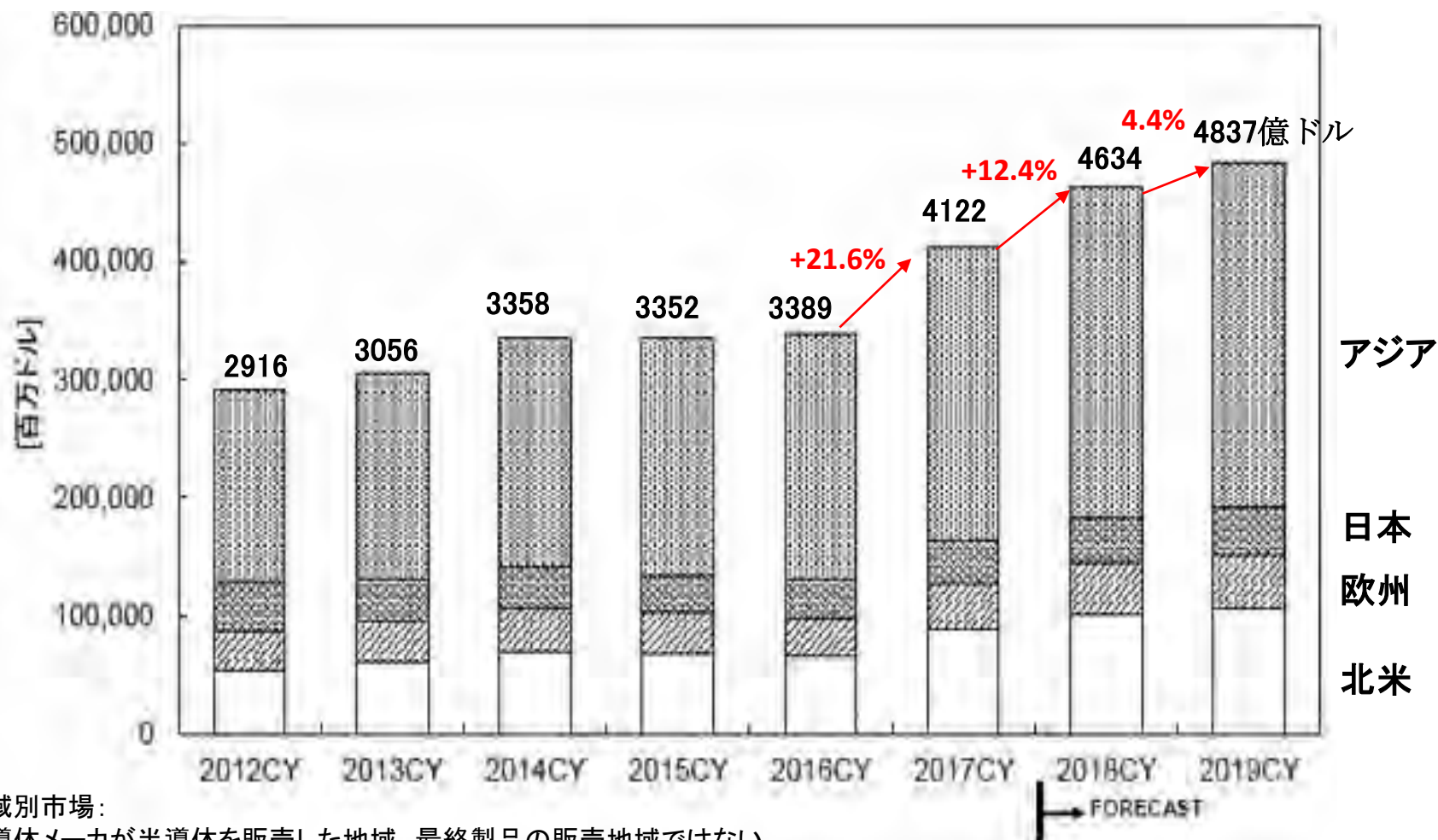
2018.6

・2018年の世界半導体市場は4634億米ドル(前年比12.4%増)に達する見込み

好調要因は2017年から続くメモリ製品

・世界の半導体市場は2017年から高成長が続くが、最近ではメモリ価格の下落傾向がみられる

・2019年は前年比4.4%増の4837億米ドルと予測(メモリ市場の落ち着きから)



半導体需要は日本を除くアジアへシフト

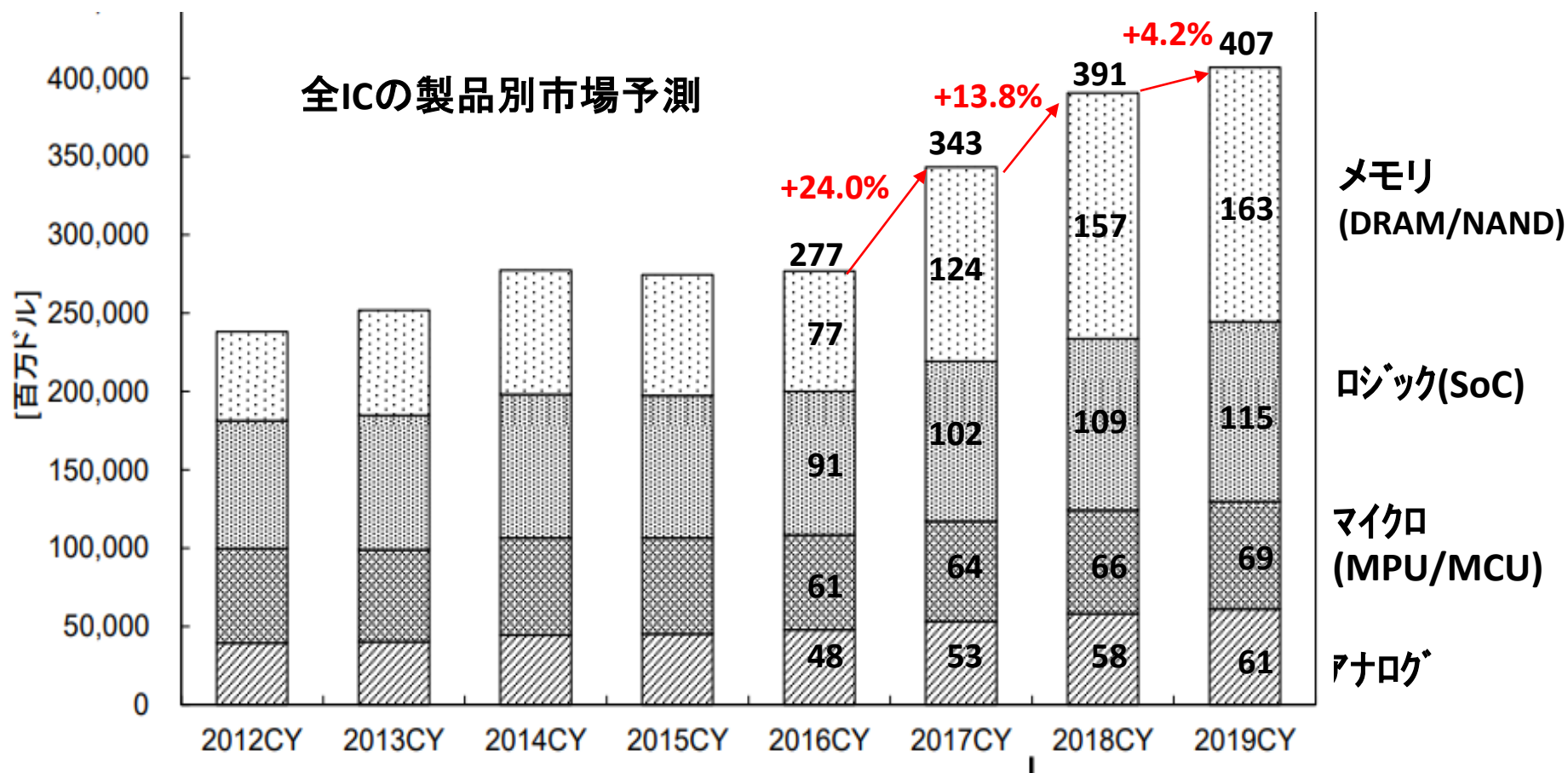
- ・2000年以降、半導体市場は先進国から、アジア中心の新興国へシフト。特に中国の伸びが著しい
- ・1995年以降、先進国(欧米、日本)市場は横ばい
- ・市場が先進国から新興国へ移るに従い、半導体の量は拡大するが価格下落が激しくなる



WSTS 2018年春季半導体市場予測

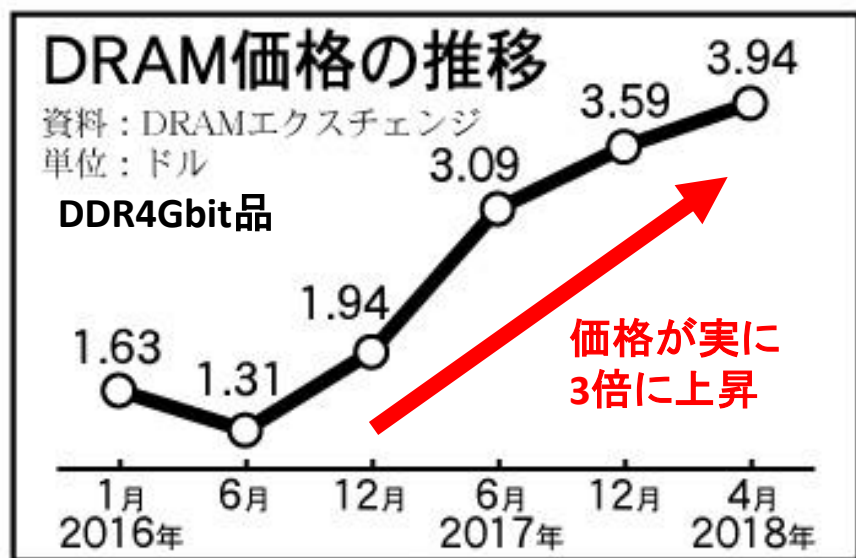
2018.6

- 各半導体製品の2018年における対前年比増減見込みは
全IC: +13.8%、Analog: +9.5%、Micro(MPU&MCU): +3.5%、Logic(SoCなど): +7.1%、
Memory: +26.5%増加の見込み(2017年のメモリ対前年伸び率は+61.5%だった)

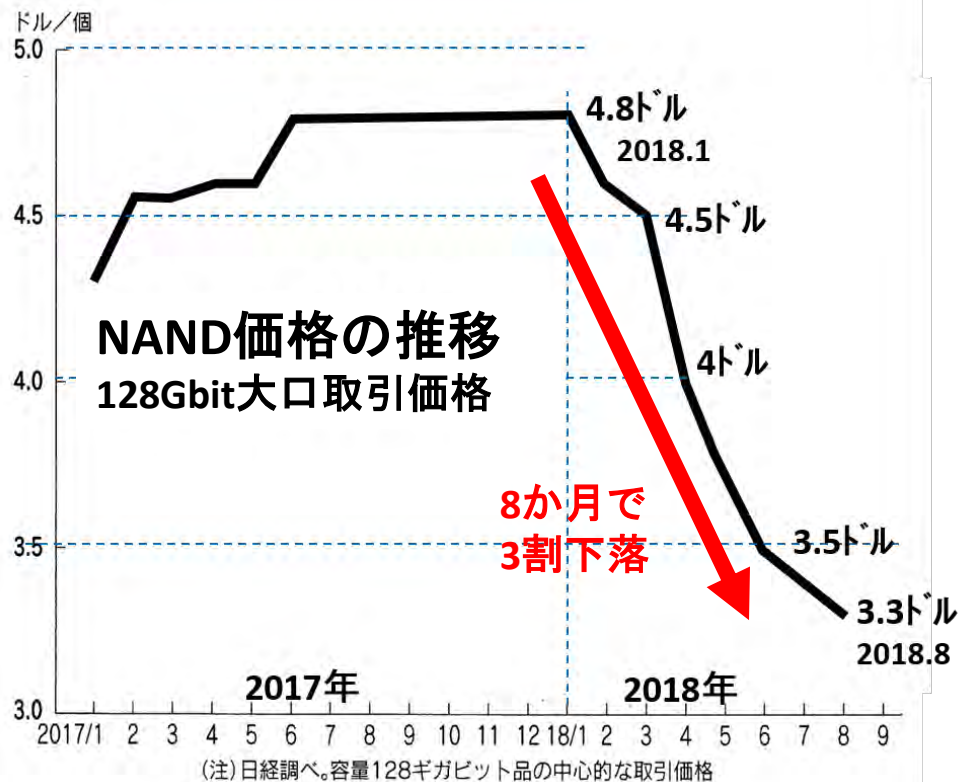


メモリ価格が大きく上昇

- ・汎用品であるメモリ(DRAM,NAND)の価格変動は激しい
- ・2015年から2016年中ごろまでは価格が大きく下落。その後、価格は上昇し2017年も好調維持
スマホ搭載メモリ容量の増加やSSD増加などが好調要因(DRAM,NANDとも)
- ・4GbitDRAM、2016年最安値約1.3ドル/個から2017年12月には3.6ドルまで上昇。
2018年も上昇継続したが、2018年7-9月期から下落
- ・64Gbit NANDも2016年の最安値約2.2ドル/個から2017年10月には3.8ドルまで上昇
128Gbit NANDも2017年6月～12月は4.8ドルで高価格維持。NANDは2018年に入り下落



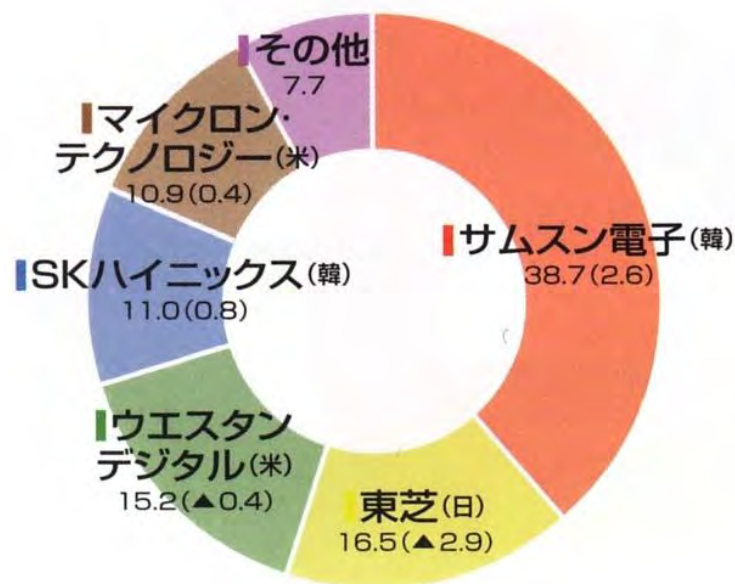
http://www.toyo-keizai.co.jp/news/graph/2018/post_7341.php



2017年メモリシェア

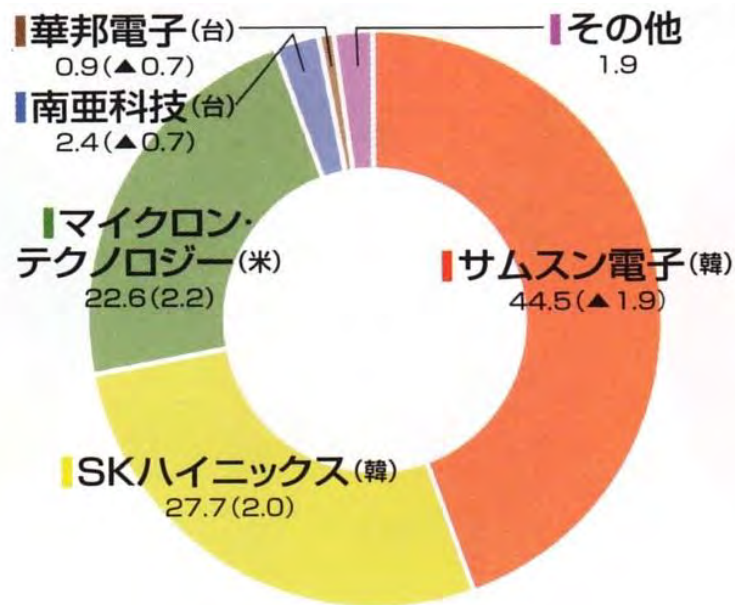
- ・メモリメーカーの寡占化で価格破壊が起こりにくい
- ・SamsungがNAND, DRAMともに1位で40%近くのシェアを持つ
このためSamsungは2017年メモリ好調の恩恵を最大限うけた
- ・技術的にもSamsungがNAND, DRAMで他社に先行している
- ・中国がNAND, DRAM市場を狙い大規模投資中。本格稼働すると競争激化必至

2017年NANDシェア



出荷額: 539億ドル(46.6)
出所: 英IHSマークイット

2017年DRAMシェア



出荷額: 735億ドル(76.7)
出所: 英IHSマークイット

大容量、低価格化でNAND市場拡がり

膨張を続けるデジタルデータをNANDフラッシュが貯蔵

デジタルデータを貯蔵しておくストレージでのHDDからSSDへ移行でNAND需要拡大

スマートフォンにおけるフラッシュストレージの搭載容量増加でNAND需要拡大

HDD → SSD Migration



CLIENT ENTERPRISE

SSD価格

256GB:64ドル

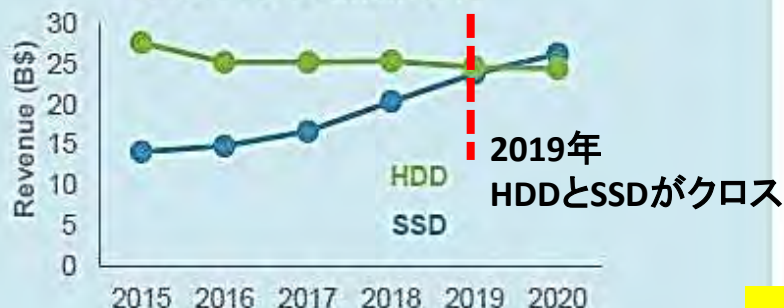
512GB:124ドル

2018.9現在の大口取引価格

SSD adoption (unit)

- Client : 19% @ 2015 → 58% @ 2020
- Enterprise : 17% @ 2015 → 27% @ 2020

Crossover Point in 2019



2019年
HDDとSSDがクロス

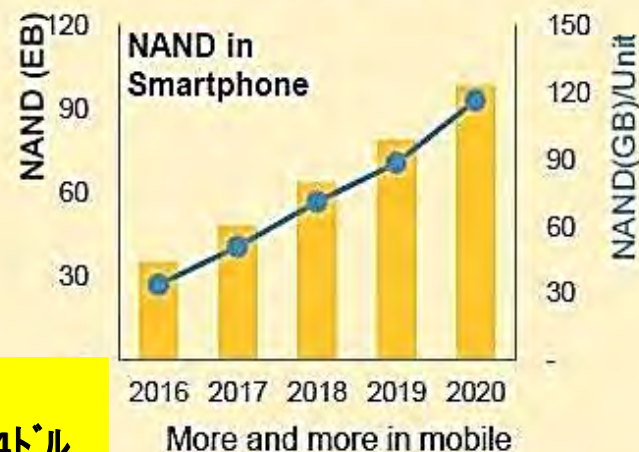
Cheaper/faster/smaller in system

Content/Box Expansion



MOBILE DEVICE

- Apple doubles GB/box (128 → 256GB)
- Others driving storage increase



NAND価格

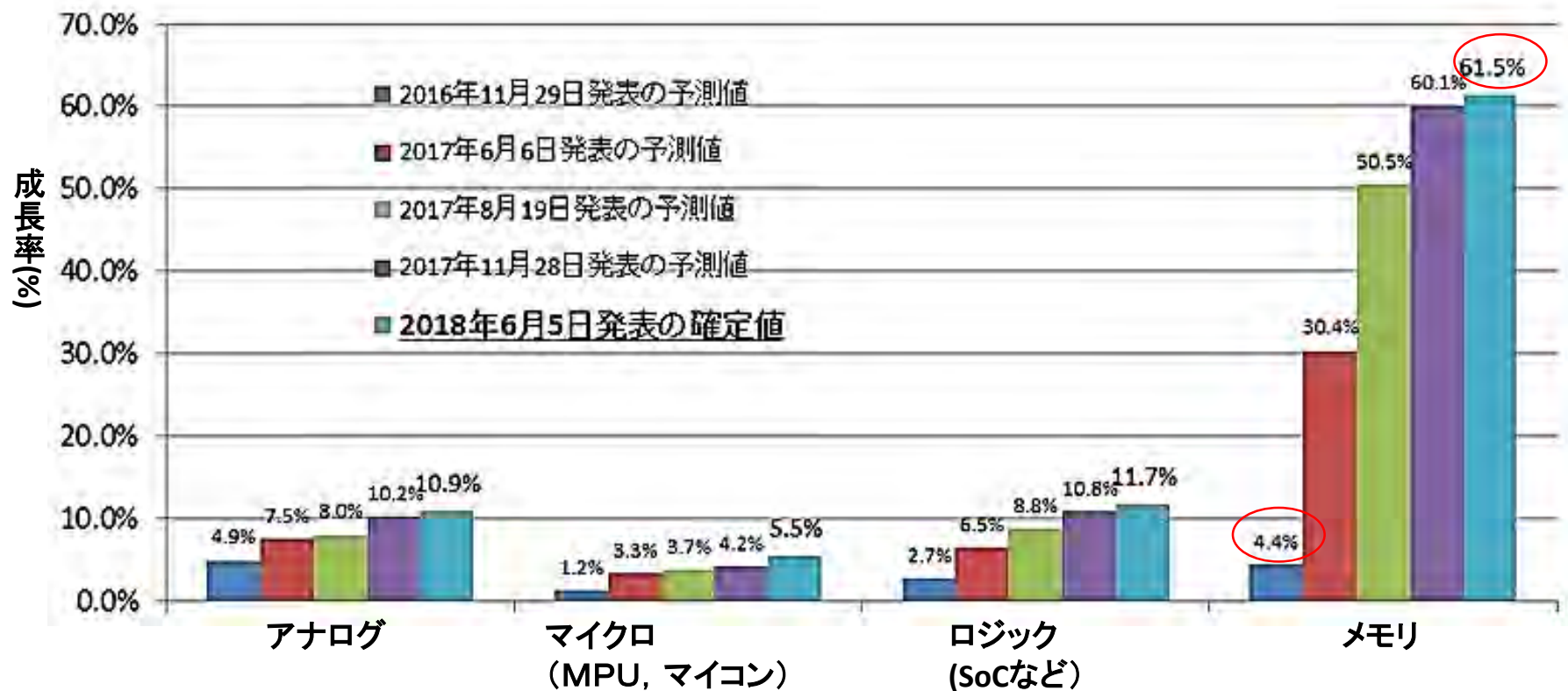
128Gbit:3.4ドル

More and more in mobile

2017年メモリ市場が驚異的成長

- ・2017年半導体市場成長率予測は大幅修正が繰り返されてきた。
メモリ市場において、**2016年末の予測は前年比4.4%増、最終的(確定値)は61.5%増**

2017年製品別成長率予測の変化



高い利益率を誇るアナログICメーカー

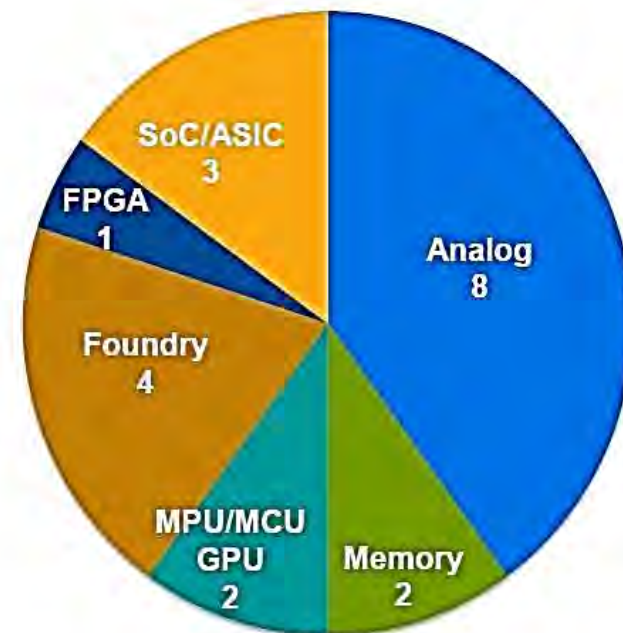
2016年度(200Mドル以上の規模有する半導体企業) 営業利益率トップ20社中8社がアナログICメーカー
営業利益率トップはLinear Technologyで営業利益率は45.4%、2位はTSMCで40.1%、
 3位はTexas Instruments(TI)で35.8%、4位はSkyworks Solutionsで34.0%、
 5位はAnalog Devicesで31.9%。 ちなみにIntel 利益率は25.4%

2016年度の営業利益率上位20社一覧

200Mドル以上の規模有する半導体企業対象

Top 20 Companies	Revenue \$M	Operating Margin	Product
Linear Technology	\$1,485	45.4%	Analog - Mixed Signal
TSMC	\$29,488	40.1%	Foundry
TI	\$12,502	35.8%	Analog - MCUs
Skyworks	\$3,276	34.0%	Analog - RF/ MCUs
Analog Devices	\$3,566	31.9%	Analog
Xilinx	\$2,311	30.5%	FPGA
Qualcomm	\$15,414	30.1%	SoC - Wireless
NVIDIA	\$6,389	28.2%	GPU
Maxim	\$2,233	26.9%	Analog - Mixed Signal
WIN Semiconductor	\$420	25.5%	Foundry - GaAs
Intel	\$57,027	25.4%	MPU
Melexis	\$482	25.0%	Analog - Sensor
Silicon Motion	\$556	24.7%	Memory - SSD / Flash
Vanguard	\$797	23.6%	Foundry - Specialty
Dongbu HiTek	\$642	22.0%	Foundry - Analog
Nanya	\$1,294	20.5%	Memory - DRAM
Cirrus Logic	\$1,443	20.2%	Analog - Mixed Signal
Silergy	\$220	20.1%	Analog - Power
Maxlinear	\$388	19.5%	SoC - Networking
Ambarella	\$310	19.5%	SoC - Image Processing

2016年度の営業利益率上位20社 分野別内訳



Linear Technology社は2017年3月
Analog Devices社に買収された

2017年アナログICメーカー売上ランキング

2018.5

アナログICメーカー売上1位はTI(テキサスインスツルメンツ)で99億ドル売上

2位はAnalog Devicesで43億ドル

3位はスマホ用RFデバイスのSkyworks (AppleのiPhoneに継続使用されている)

2017年 アナログICメーカーランキング (トップ10)

2017年 順位	社名	2016年 売上高	2017年 売上高	前年比 成長率	市場 シェア
1	Texas Instruments	85億3600万米ドル	99億米ドル	16%	18%
2	Analog Devices ^{*)}	37億9000万米ドル	43億1000万米ドル	14%	8%
3	Skyworks Solutions	32億500万米ドル	37億1000万米ドル	16%	7%
4	Infineon Technologies	30億3000万米ドル	33億5500万米ドル	11%	6%
5	STMicroelectronics	25億1900万米ドル	29億3000万米ドル	16%	5%
6	NXP Semiconductors	24億3000万米ドル	24億1500万米ドル	▼1%	4%
7	Maxim Integrated	19億米ドル	20億2500万米ドル	7%	4%
8	ON Semiconductor ^{*)}	13億3500万米ドル	18億米ドル	35%	3%
9	Microchip Technology ^{*)}	8億1900万米ドル	9億4000万米ドル	15%	2%
10	ルネサス エレクトロニクス	8億1000万米ドル	9億1500万米ドル	13%	2%

^{*)} 2016年、2017年に買収(合併)した企業の売上高を含む。

出典: IC Insights

アナログIC特徴

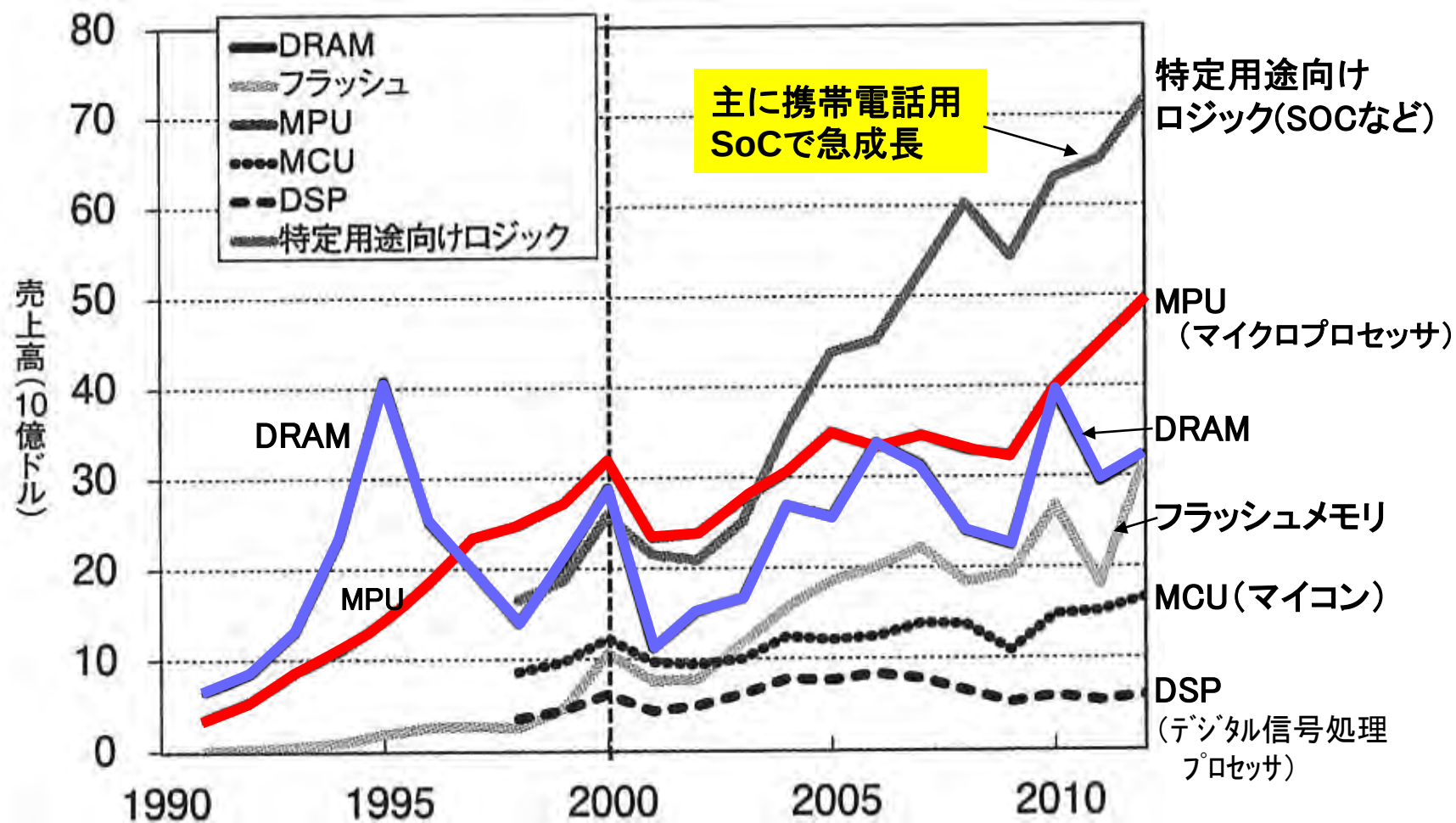
- ・製品寿命長い
- ・真似られにくい
- ・先端プロセス不要
- ・製造コスト低いのに
単価高く売れる

結果

高い利益率確保

半導体製品別売上高の推移

- ・半導体市場における主役の移り変わりがよくでている
- ・1996年頃まではDRAMが、その後2003年頃までMPU(マイクロプロセッサ)、その後SoCの時代
- ・マイクロプロセッサやメモリは品種数少ないが、SoCは超多品種



元はWSTS統計資料

2017年半導体消費ランキングTop10

- ・2017年SamsungとAppleが世界の半導体消費を牽引。
1位Samsungは世界の半導体の10.3%を消費、2位Appleは9.2%を消費
- ・中国勢の伸びが著しい。Huaweiが前年比32.1%増、BBK(OPPO)が88.8%増と脅威的のび
- ・日本企業はTop10内から消えた(2016年はSONYが8位)
- ・半導体需要は相変わらずスマホおよびコンピュータ関連が中心

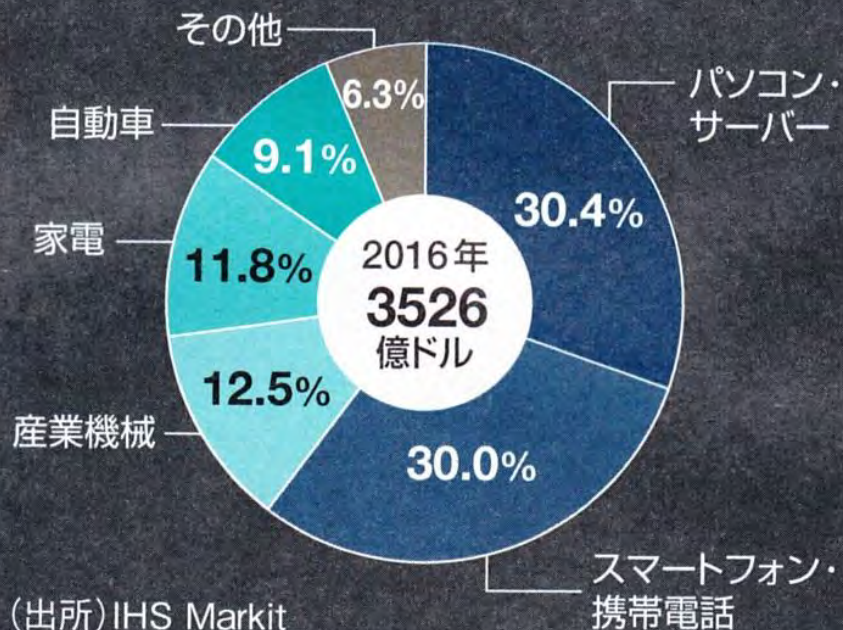
2017年の半導体消費額ランキング (単位：米ドル)

ランキング	企業名	2016年の消費額	2017年の消費額	市場シェア (%)
1	Samsung Electronics	314億2600万	431億800万	10.3
2	Apple	303億9000万	387億5400万	9.2
3	Dell	135億4400万	157億200万	3.7
4	Lenovo 中国	133億8400万	146億7100万	3.5
5	Huawei 中国	107億9200万	142億5900万	3.4
6	BKK Electronics 中国	64億1100万	121億300万	2.9
7	HP	89億600万	99億7100万	2.4
8	HPE	61億2400万	71億9900万	1.7
9	LG Electronics	51億6200万	65億3700万	1.6
10	Western Digital	44億7000万	62億1000万	1.5
	その他	2129億600万	2512億600万	59.9
	合計	3435億1400万	4197億2000万	100

半導体の6割がパソコン、サーバー、スマホ向け

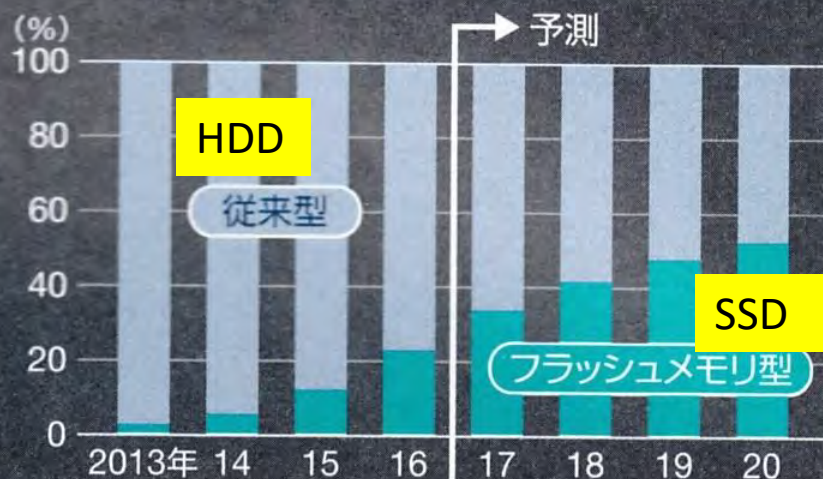
- ・2016年半導体の市場分野別シェアにて、**パソコン/サーバ向け30.4%、スマホ/携帯向け30%**
- ・ストレージにおけるHDDからフラッシュメモリ(SSD)の移行が急速に進んでいる
SSD比率は、2013年3%以下から2016年で20%を超え、2020年には過半を超える見込み

■ 半導体の6割がPC、サーバー、スマホ向け — 製品分野別の市場規模 —



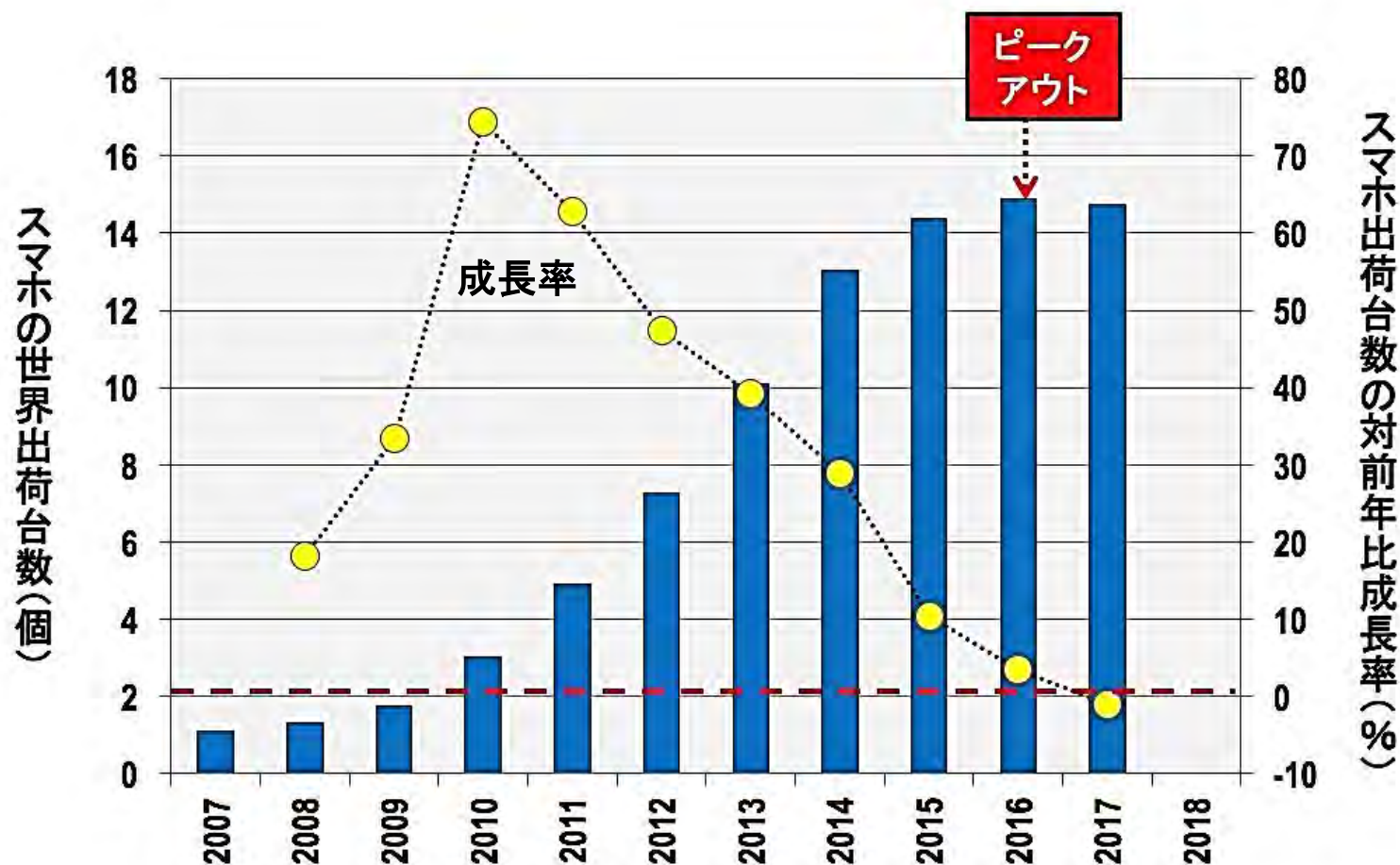
■ メモリがHDDに置き換わる

— 世界のストレージ市場におけるメモリ型製品の比率 —



スマートフォンの世界出荷台数と成長率

- ・スマホの世界出荷台数は2016年にピークアウト(ピーク約14億7000万台)
- ・成長率でみると2010年ピークに成長率は鈍化



携帯電話/スマホシェア移り変わり

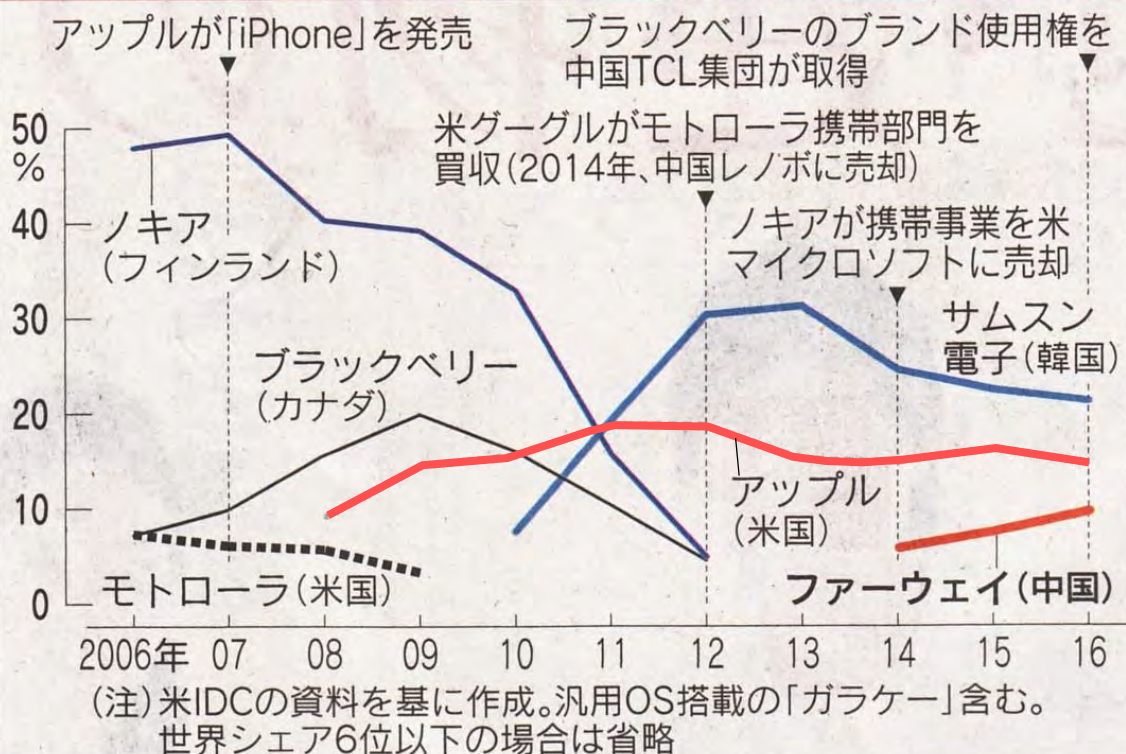
・携帯電話/スマホのシェア変遷はドラスティック

2007年はフィンランドのノキアが50%近くシェア有していた。その後、急激にシェアおとし、替わって韓国勢(特にSamsung)がシェア拡大。日本企業は国内のみでグローバル化できず

・2014年以降、Samsungがシェア落とし中国勢が急激にシェア拡大中

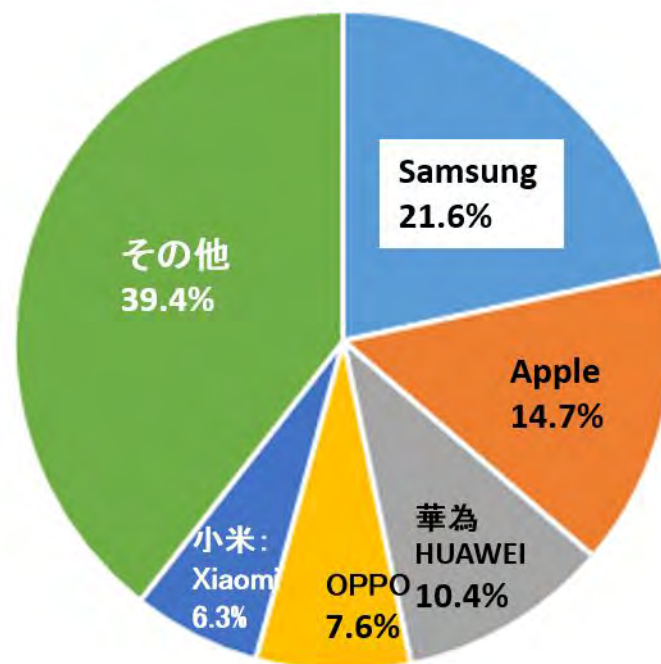
・Appleは独自戦略でシェア維持(デザイン、クラウド、使いやすいUIなど)

携帯電話の世界シェアは主役交代を繰り返してきた



2017年世界スマホシェア

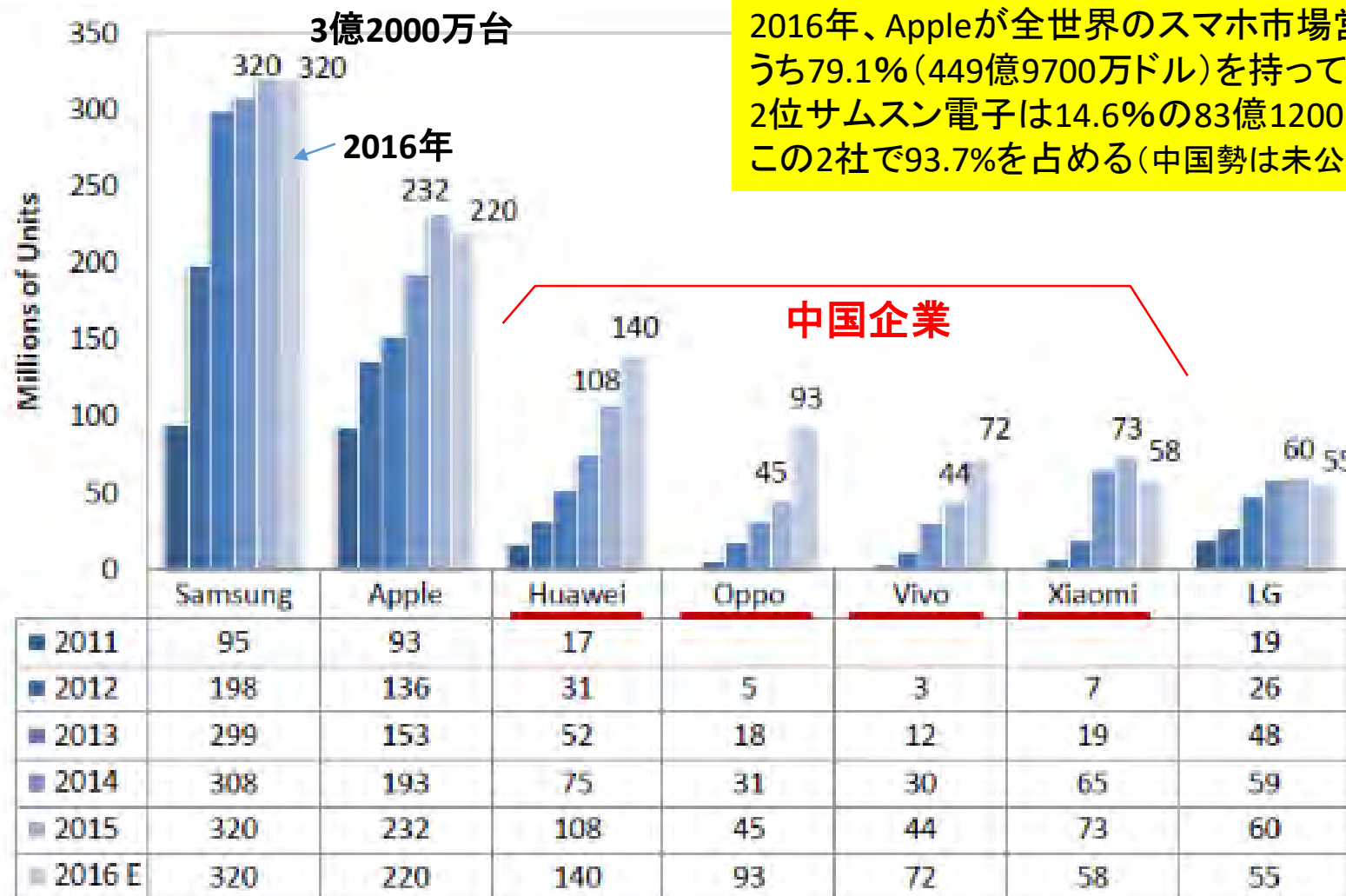
全出荷台数 14億7240万台



スマートフォン市場の予測：メーカー別推移

2011年から2016年までのメーカー別スマホ出荷台数推移

SamsungおよびAppleがピークから減少に対して、中国勢の急伸が見える



2016年、Appleが全世界のスマホ市場営業利益のうち79.1% (449億9700万ドル) を持っていった。2位サムスン電子は14.6%の83億1200万ドル。この2社で93.7%を占める(中国勢は未公表にて除く)

単位
百万台

世界半導体市場は前年比21.7%増の成長を遂げ、4291億米ドル

2017年半導体売上高ランキング

2018.4

- ・Samsungがメモリ市場好調のため1位へ。Intelは2位に後退
- ・3位相当にファウンドリ最大手TSMC
- ・Qualcommの成長率が6位にダウン台湾MediaTekや中国勢にシェアとられたため
- ・NVIDIAがTop10入り。日本メーカーでは8位に東芝のみ。

世界半導体売上高トップ10ランキング（単位：百万米ドル）

2017年順位	2016年順位	社名	2016年売上高	2017年売上高	前年比成長率(%)	業界合計に対する比率(%)
1	2	Samsung Electronics	40,389	62,031	53.6	14.5
2	1	Intel	54,980	61,406	11.7	14.3
3	5	SK Hynix	14,690	26,638	81.2	6.2
4	7	Micron Technology	12,710	22,843	79.7	5.3
5	4	Broadcom Limited	14,979	17,375	16.0	4.0
6	3	Qualcomm	15,405	16,872	9.5	3.9
7	6	Texas Instruments	12,636	14,525	13.2	3.4
8	8	Toshiba	9,904	11,864	19.8	2.8
9	9	NXP	9,306	8,864	-4.7	2.1
10	8	NVIDIA	6,030	8,578	42.3	2.0
		トップ10企業	191,238	250,996	31.2	58.5
		その他企業	161,356	178,112	10.4	41.5
		半導体業界合計	352,594	429,108	21.7	100.0

TSMC
32.9Bドル



2018年上半期半導体売上ランキング

2018.8

- ・2018年上半期もSamsungが1位。2位Intelとの差が広がった
- ・上半期もメモリ(特にDRAM)が好調維持し、Samsung他、SK-Hynix, Micronも高い成長率維持
- ・メモリ以外ではNVIDIAの成長率(前年同期比+53%)が注目。ゲームとデータセンタ用需要による

	ベンダー名	金額(億ドル)	前年同期比 の成長率
1位	Samsung Electronics	397.85	36%
2位	Intel	325.85	13%
3位	SK Hynix	177.54	56%
4位	TSMC	163.12	12%
5位	Micron Technology	154.06	45%
6位	Broadcom	91.44	9%
7位	Qualcomm	79.84	3%
8位	東芝(メモリを含む)	77.17	25%
9位	Texas Instruments	73.46	11%
10位	NVIDIA	62.43	53%
11位	Western Digital	47.25	27%
12位	Infineon Technologies	45.81	18%
13位	NXP Semiconductors	45.59	3%
14位	STMicroelectronics	44.64	20%
15位	MediaTek	37.28	0%

2017年国内半導体メーカー売上順位

国内半導体12社、18年度もプラス成長へ

設備投資は1兆円に肉薄、事業拡大計画の発表相次ぐ

SONYのイメージセンサは世界シェア1位(52.2%)

日本はパワー半導体に高いシェア有する

国内半導体メーカー 12社の売上高

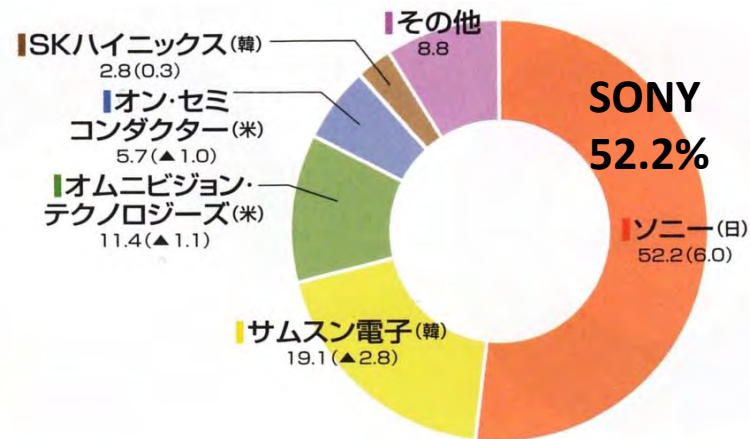
(単位: 億円、%)

	メーカー名	2016年度	2017年度	2018年度(計画)	
					前年度比 増減率
1	東芝	3,417	3,620	3,630	0.3
	東芝メモリ	8,972	12,049	12,600	4.6
2	ソニー	7,731	8,500	8,700	2.4
3	ルネサス エレクトロニクス	6,297	7,751	—	—
4	シャープ	4,136	4,915	—	—
5	ローム	3,520	3,917	4,200	7.2
6	富士通セミコンダクター	2,694	2,801	2,500	-10.7
7	日亜化学工業	2,681	2,758	3,000	8.8
8	三菱電機	1,575	1,700	1,870	10.0
9	サンケン電気	1,293	1,438	1,518	5.6
10	ソシオネクスト	1,200	1,200	—	—
11	富士電機	970	1,075	1,127	4.8
12	パナソニック	1,046	—	—	—
計		45,532	51,724	39,145	—

※東芝メモリの16-17年度は東芝のメモリ売上高。シャープはIoTエレクトロデバイス
の売上高。日亜は1-12月期ベース。パナソニックはパナソニックセミコンダクターソ
リューションズの売上高

<http://www.sangyo-times.jp/scn/headindex.aspx?ID=1765>

2017年CMOSイメージセンサシェア



主な製品

マイコン、

NAND

CMOSイメージセンサー

マイコン

液晶関連、光関連

ディスクリット、SiCパワー

システムメモリ、ファウンドリ

LED

パワー半導体

パワー半導体

ASSP(画像/音響処理)、カスタム

パワー半導体

マイコン、映像/音響、イメージセンサ

販売額: 114億7,900万ドル(23.6)
出所: 英IHSマークイット

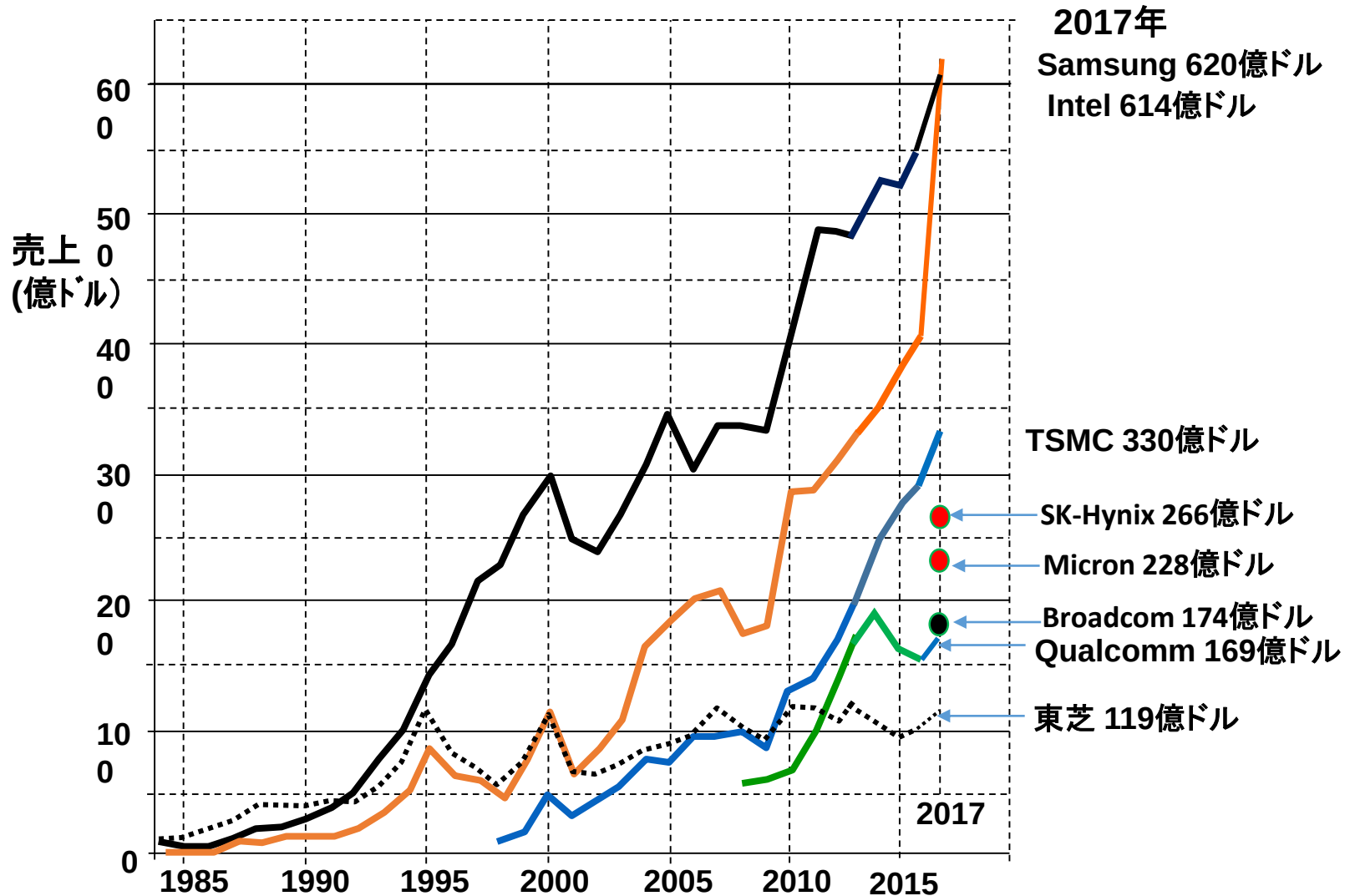
日経業界地図2019年版

主要な半導体ベンダーの2017年における成長率。
半導体メモリベンダーの高成長ぶりが目立つ。

- 半導体メモリのベンダー
 - Samsung Electronics: 52.6% (DRAMとNANDフラッシュほか)
 - SK Hynix: 79.6% (DRAMとNANDフラッシュ)
 - Micron Technology: 78.1% (DRAMとNANDフラッシュ)
 - 東芝: 29.2% (NANDフラッシュほか)
 - Western Digital: 120.2% (NANDフラッシュ)
- 半導体メモリ以外のベンダー
 - Intel: 6.7% (マイクロプロセッサとNANDフラッシュほか)
 - Qualcomm: 10.7% (通信用半導体)
 - Broadcom: 17.1% (通信用半導体)
 - Texas Instruments: 16.0% (ミクストシグナル半導体)

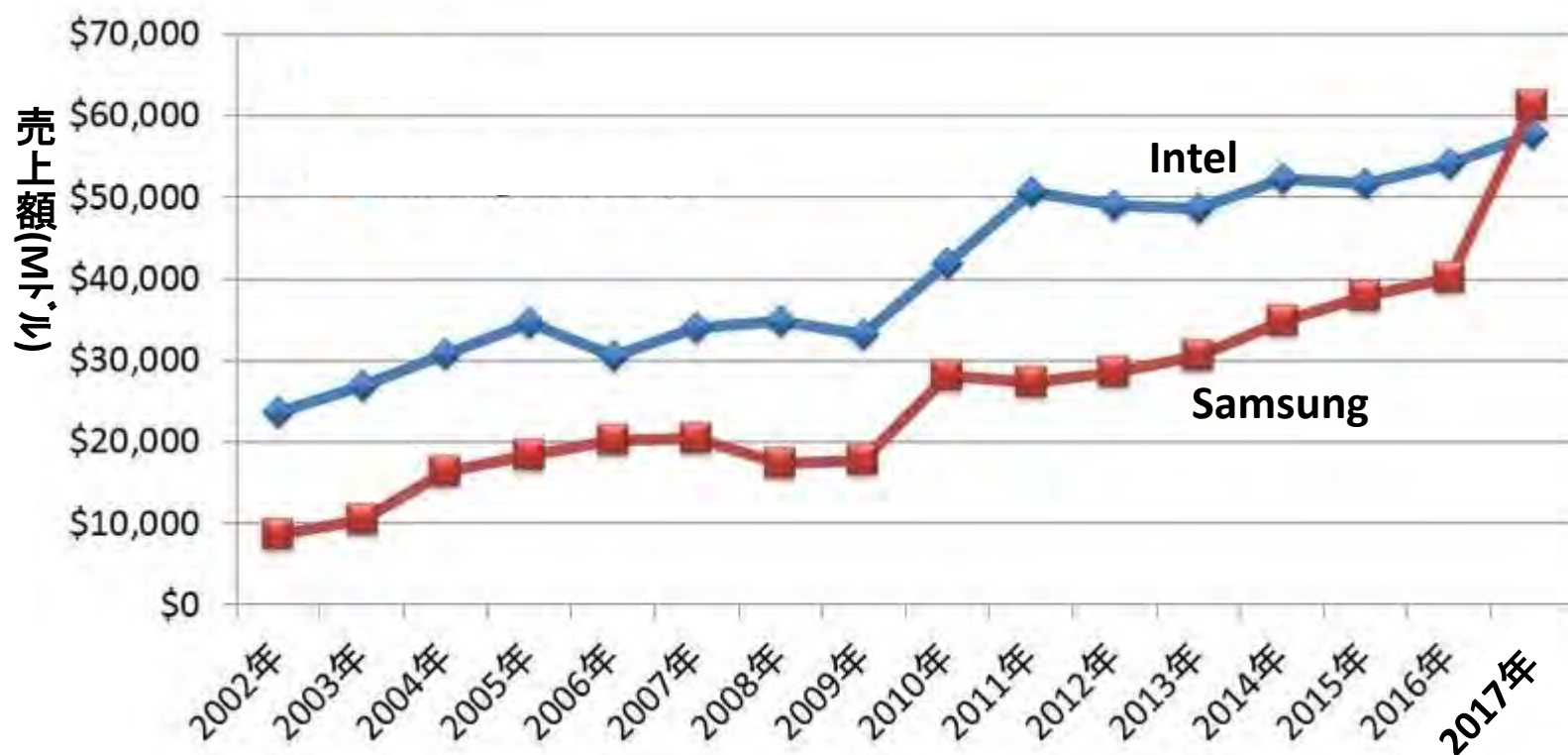
市場の寡占化: 上位半導体企業の売上推移

2017年Samsungが驚異的な伸びにてIntel抜いてTopへ
メモリ好調の恩恵でSK-HynixやMicronも受けTop10上位へ



2017年、半導体売上SamsungがIntelを抜いてTopへ

- ・2017年第2四半期、SamsungがIntelを抜いて売上Topへ.年度でもSamsungが1位
- ・メモリ(DRAMおよびNAND)が極めて好調。供給が需要に追いついていないため
- ・Samsung好調は、メモリプレーヤの淘汰と微細化技術の優位性による



半導体産業は水平分業化：ファブレス比率の増加

- ・世界の半導体売上に占めるファブレス企業の割合が2013年29.2%に増加
- ・ファブレス企業No1はQualcomm。
- ・ACT(ARM,Cadence,TSMC)がファブレス企業躍進の原動力
IP CAD ファウンドリ

ファブレス企業が半導体の世界売上高に占める割合の推移

(資料:IC Insights社)



2017年ファブレスランキング

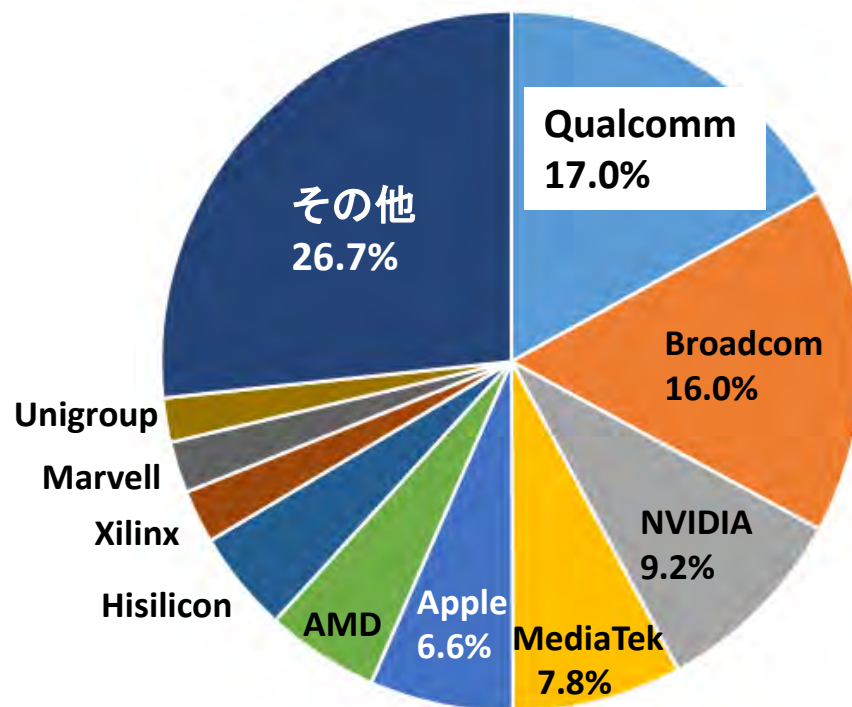
2018年版

- ・2017年のファブレス売り上げは前年比11.3%増の1000億ドル(約10兆円)
すなわち**ファブレスが全半導体売上の約25%**を占める
- ・2017年はQualcommが1位だが、Broadcomが急伸
2015年AvagoがBroadcomを買収して2位(会社名はBroadcom)
- ・**2015年にAppleがTop10入りし、毎年順位を上げている。2017年は5位**
- ・中国HiSiliconおよびSpreadtrumが高成長。QualcommやMediaTekの市場シェアを奪う

2017年ファブレスランキング

順位	会社名	売上(Mドル)	シェア(%)
1	Qualcomm	17,078	17.0
2	Broadcom	16,065	16.0
3	NVIDIA	9,228	9.2
4	MediaTek(台)	7,875	7.8
5	Apple	6,660	6.6
6	AMD	5,249	5.2
7	Hisilicon(中)	4,715	4.7
8	Xilinx	2,475	2.5
9	Marvell	2,390	2.4
10	Unigroup(中)	2,050	2.0
他	その他	26,825	26.7
合計		100,610	100.0

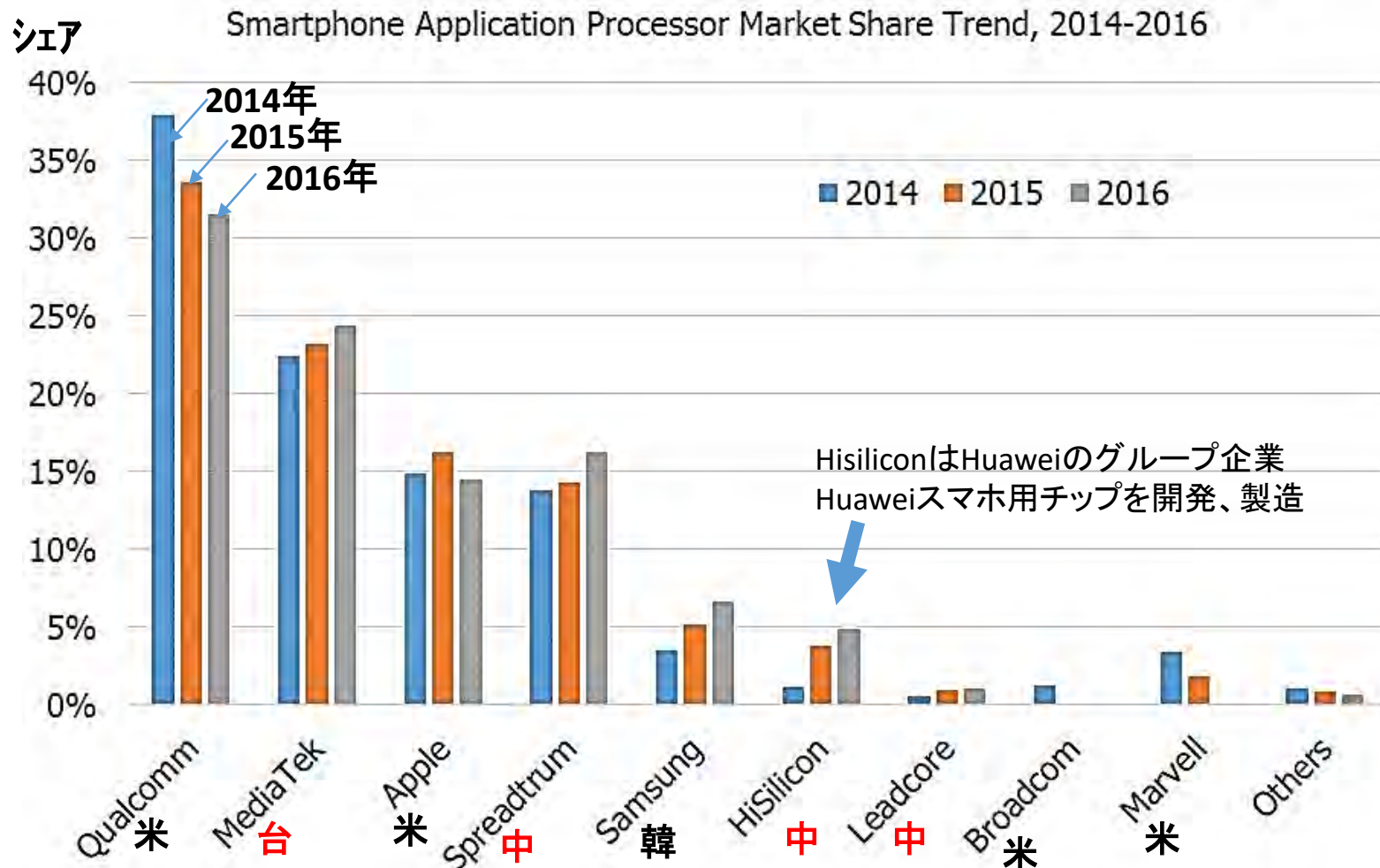
2017年ファブレスシェア



スマホアプリケーションプロセッサはファブレス企業が担う

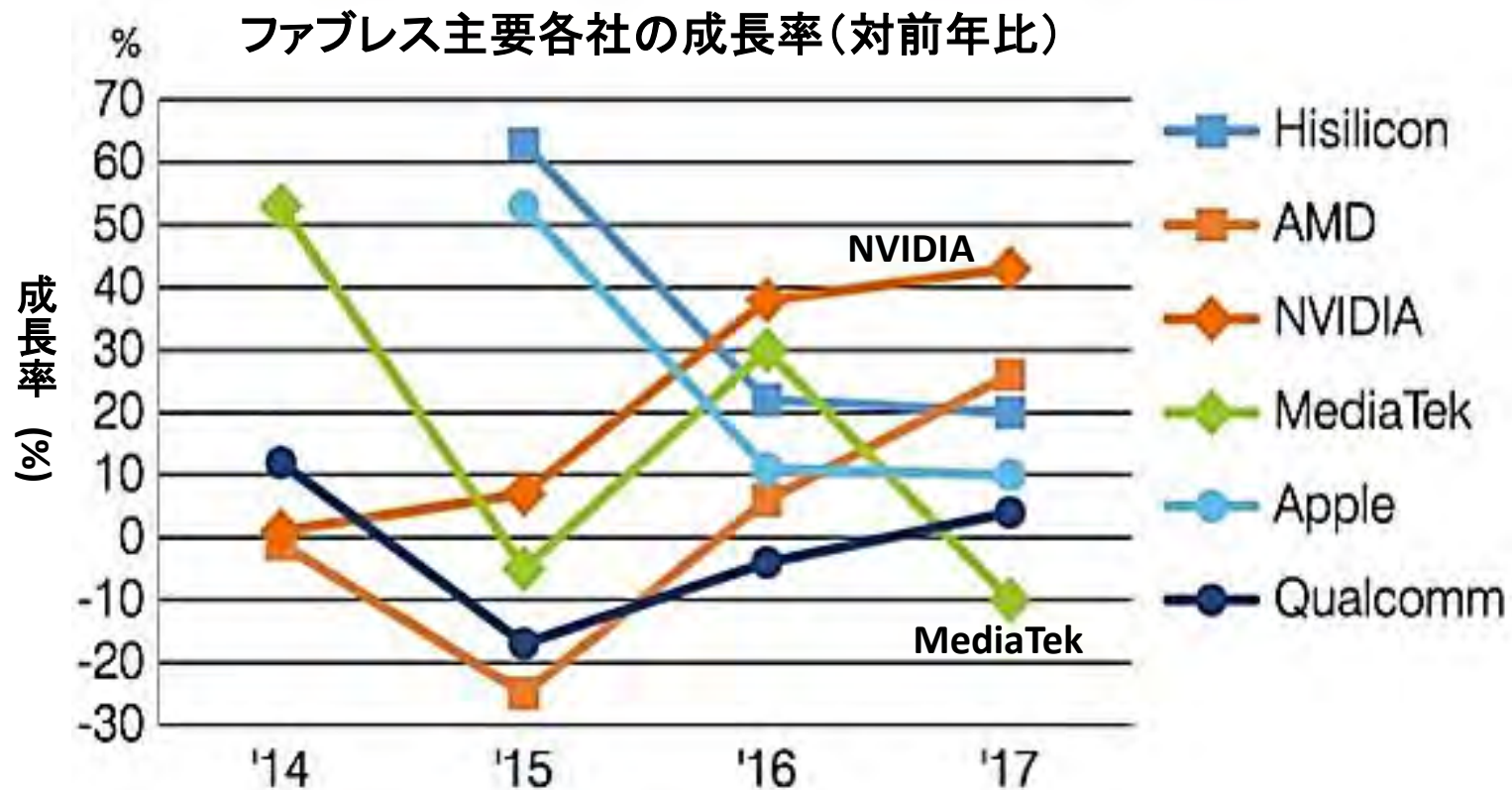
- ・Qualcommのシェアが年々減少
- ・台湾MediaTekや中国SpreadtrumやHiSiliconのシェアが増大
- ・Samsungは自社スマホ用プロセッサに採用拡大

ファブレス企業の
浮き沈みは激しい



ファブレス業界における勢力図に変化

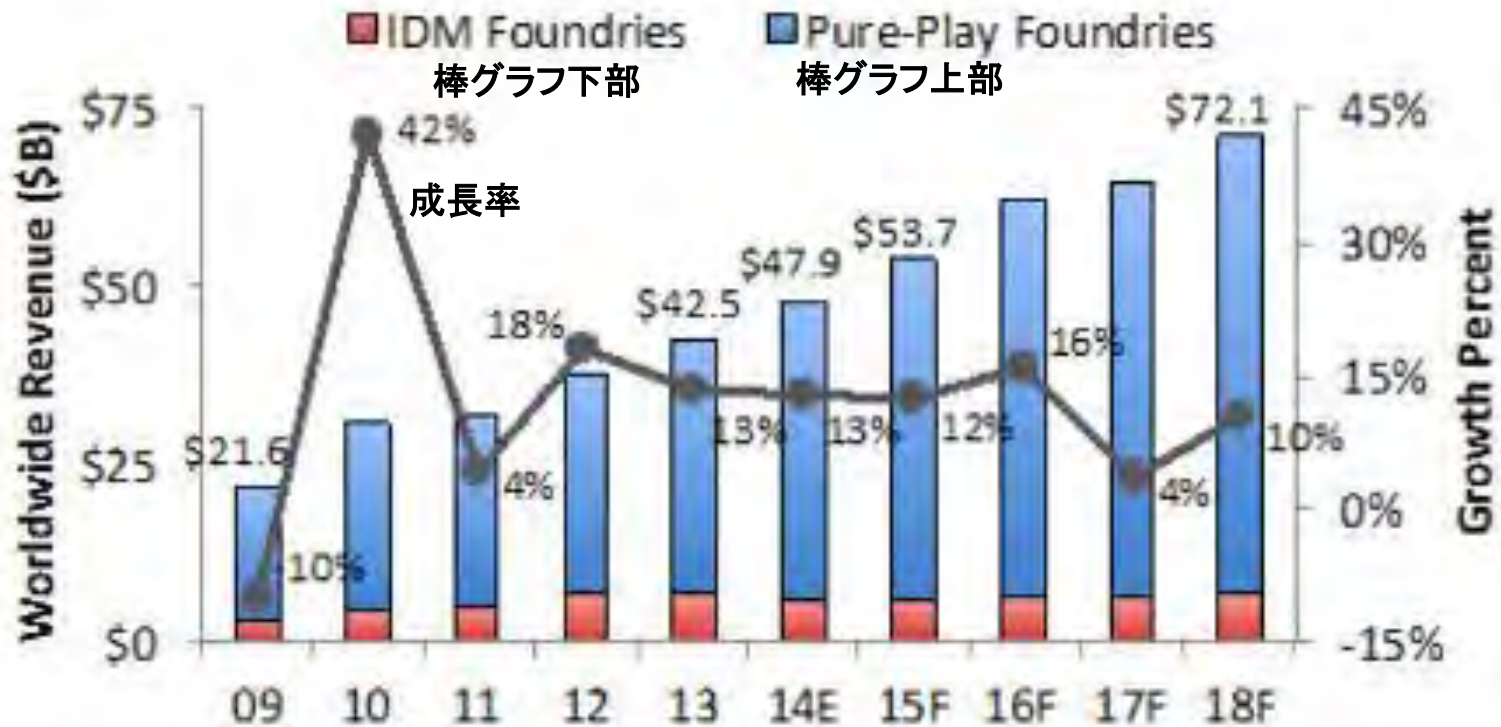
- ・最終アプリケーションの需要動向変化により、ファブレスメーカーの成長力に大きな差
- ・スマホ中心の事業構造から抜け出せないQualcommやMediaTekなどは近年、売上高ベースでの成長が鈍化傾向
- ・一方、**ディープラーニング／AIや自動運転分野で頭角を現してきたNVIDIAが急成長**
- ・AMDはMPUとGPUが好調で業績回復。GPUは仮想通貨マイニング特需



水平分業化で急成長するファウンドリ市場

- ・「2018年にはファウンドリIC売上高は、業界の総IC売上高の46%を占める見通し」との予測
- ・ファウンドリIC市場は、2013年から2018年にかけて**約11%の年平均成長率**で成長予想
IC業界全体のほぼ2倍の成長率

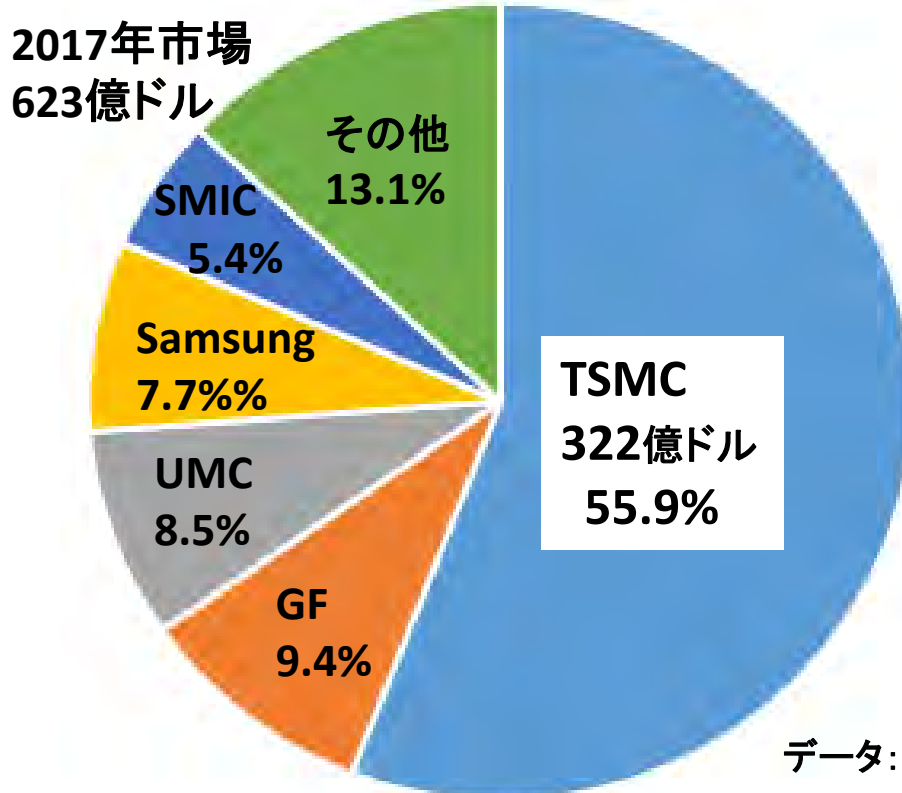
2009～2018年における、ファウンドリICの売上高推移



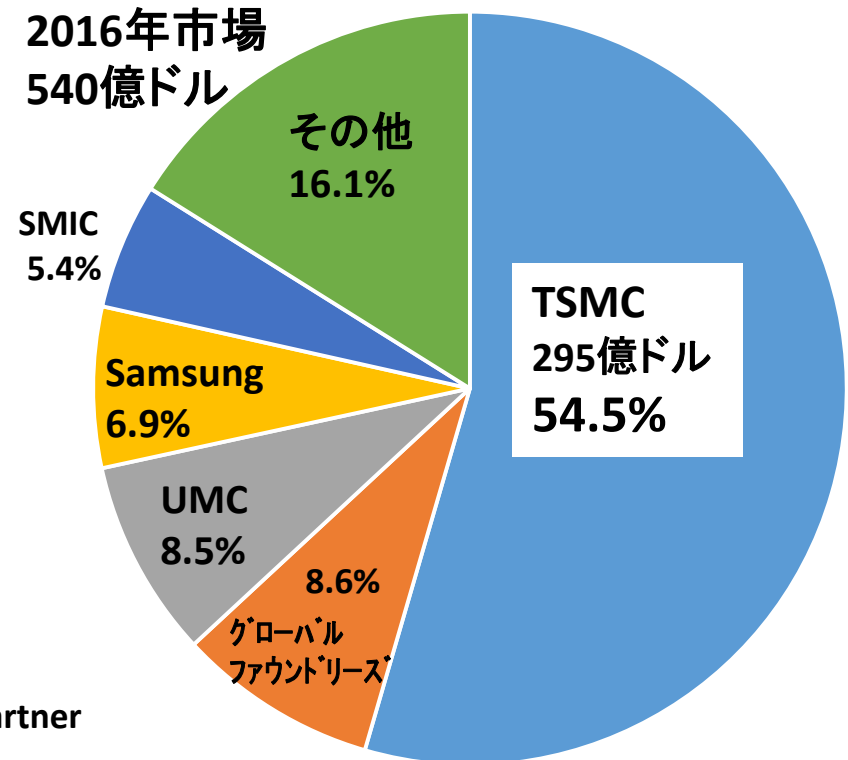
ファウンドリシェア: 過半シェアを抑えるTSMC

- ・2017年ファウンドリ市場は約623億ドル(前年比15%増)
- ・**台湾TSMCがシェア55.9%ダントツ1位**
- ・2位はGF(グローバルファウンドリーズ:アブダブ資本、母体はAMD) 3位は台UMC
- ・4位はSamsung (AppleビジネスはTSMCに奪われ、現在Qualcommビジネスの割合が大きい)

2017年ファウンドリシェア



2016年ファウンドリシェア



データ: Gartner

半導体設備投資動向

2018.8

- ・2017年は半導体市場好調により、半導体製造装置市場も活況を呈した設備投資先は主にメモリ(DRAM,NAND)とファウンドリ。
- ・しかし2018年の半導体設備投資は前年比3%増に下方修正
メモリ投資で各社温度差、ロジックは減速感強まる

半導体設備投資金額の年間推移



(電子デバイス産業新聞調べ)

半導体設備投資 アプリケーション別構成比



(電子デバイス産業新聞調べ)

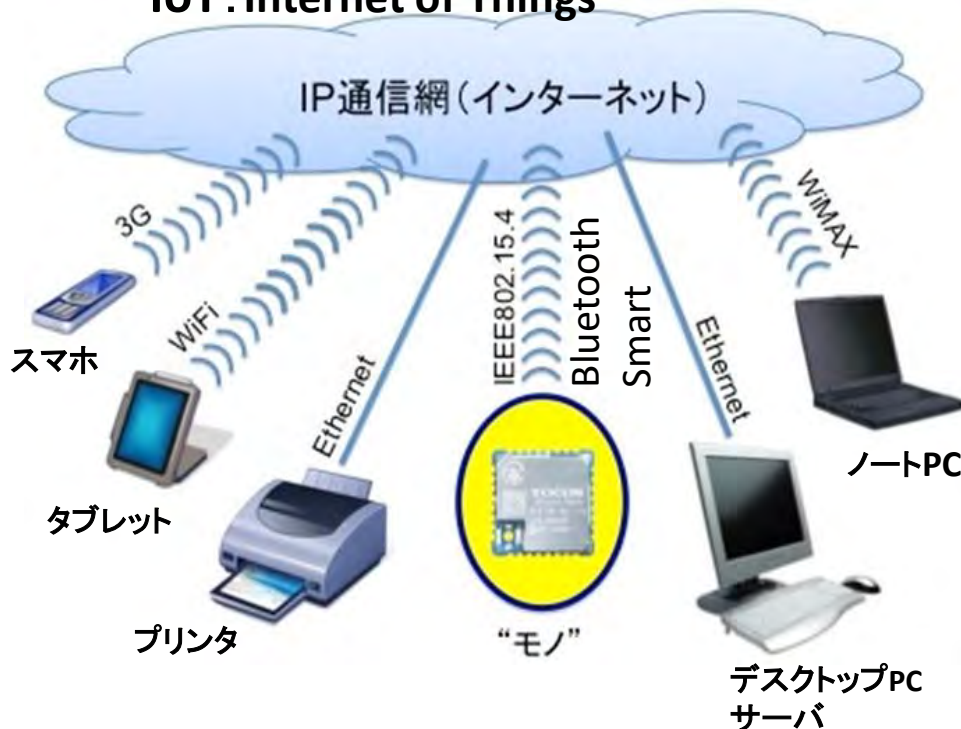
半導体関連注目topics

- ・アプリケーション市場の変化
- ・微細化動向とEUVの動向
- ・AIプロセッサ
- ・NAND市場と技術動向
- ・ポストDRAM
- ・半導体ユーザがファブレスへ
- ・中国半導体

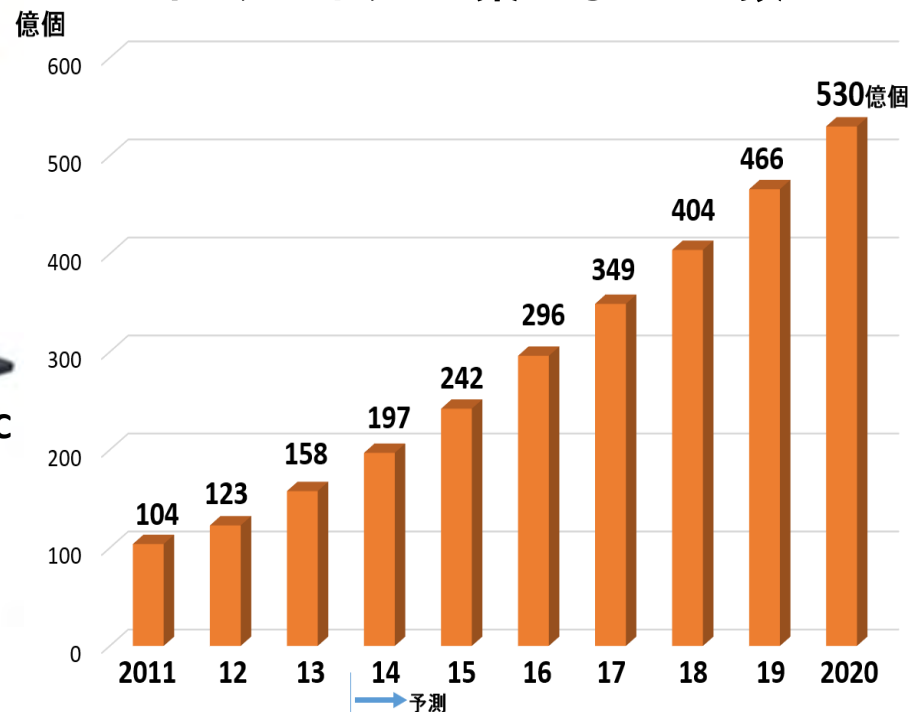
IoT: Internet of Things モノのインターネット

- ・IoTは、従来おもにパソコンやサーバ、プリンタ等のIT関連機器が接続されていたインターネットに、それ以外の“人”を含む様々な“モノ”を接続する技術
 - ・各種センサ、RFIDや無線LANなどによりインターネットに接続し、識別したり、位置を特定したり、状態を監視したり、コントロール可能とするビジョン
- ・**「2020年には530億個のモノがインターネットに繋がる」と予測**

IoT: Internet of Things



インターネットに繋がるモノの数

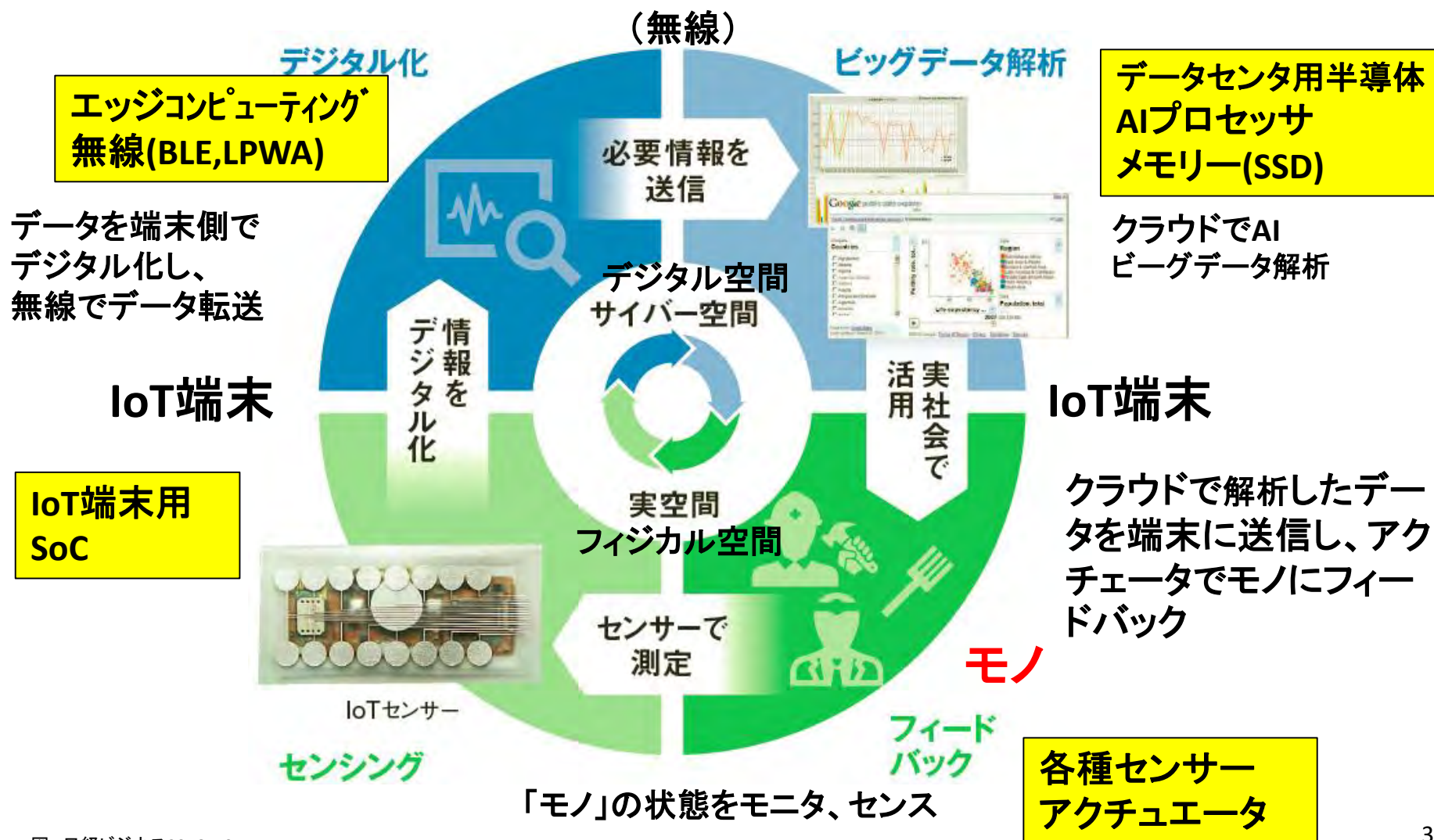


IoT4つの工程に半導体が不可欠

必要とする
半導体

IoTは、**現実空間(フィジカル空間)**と**サイバー空間**を4つの工程で繋ぐ。

センシング工程、デジタル化工程、ビッグデータ解析工程、フィードバック工程

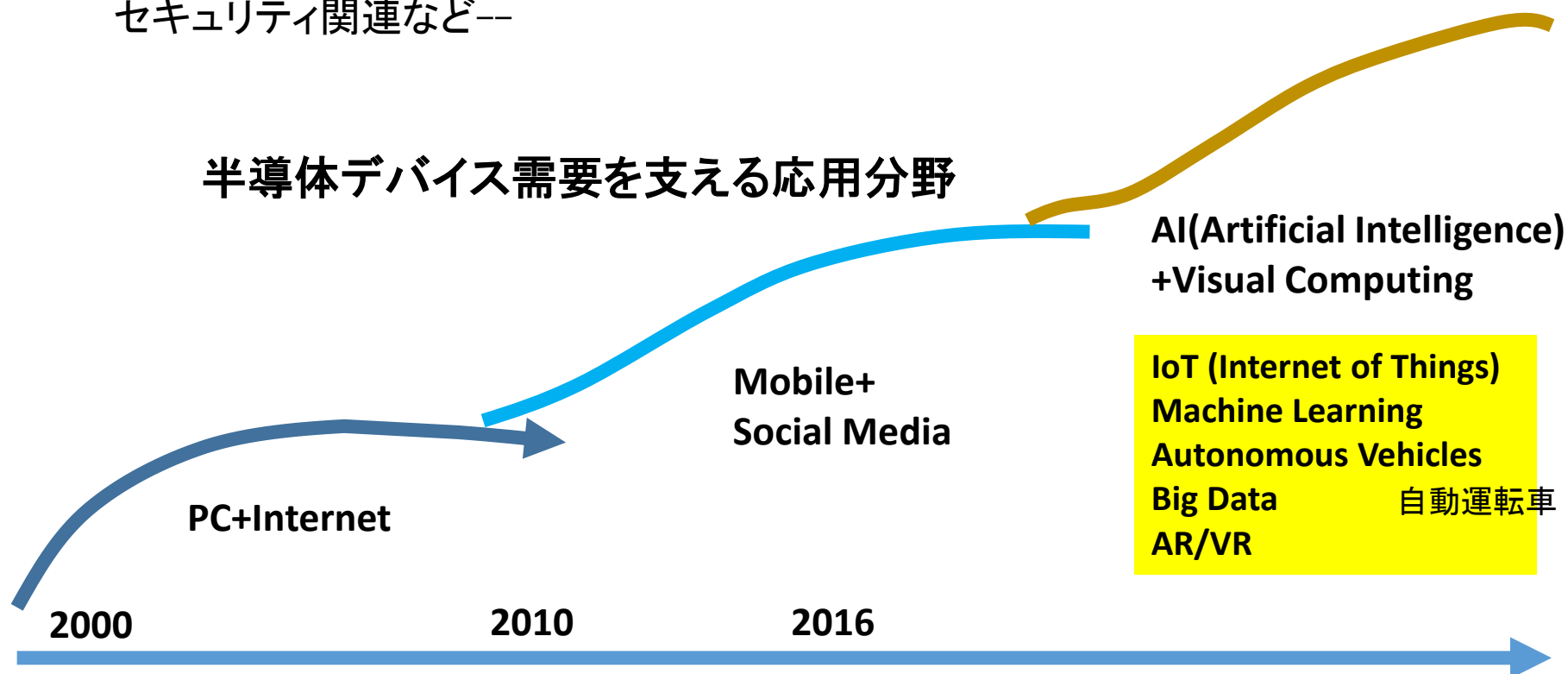


半導体デバイス需要を支える応用分野の変化

半導体市場を支える応用分野は時代とともに変化してきた。現在はスマホ関連市場。このスマホ市場は拡大を終わり、新しいブームが始まっている。

- ・ **今後の半導体需要を支える応用分野は、IoTやAI関連**
- ・ 次期牽引役は**生活の質を高める電子機器 (Quality of Life)** との見方もある
--環境、エネルギー、電気自動車/ハイブリッド車、医療/ヘルスケア、セキュリティ関連など--

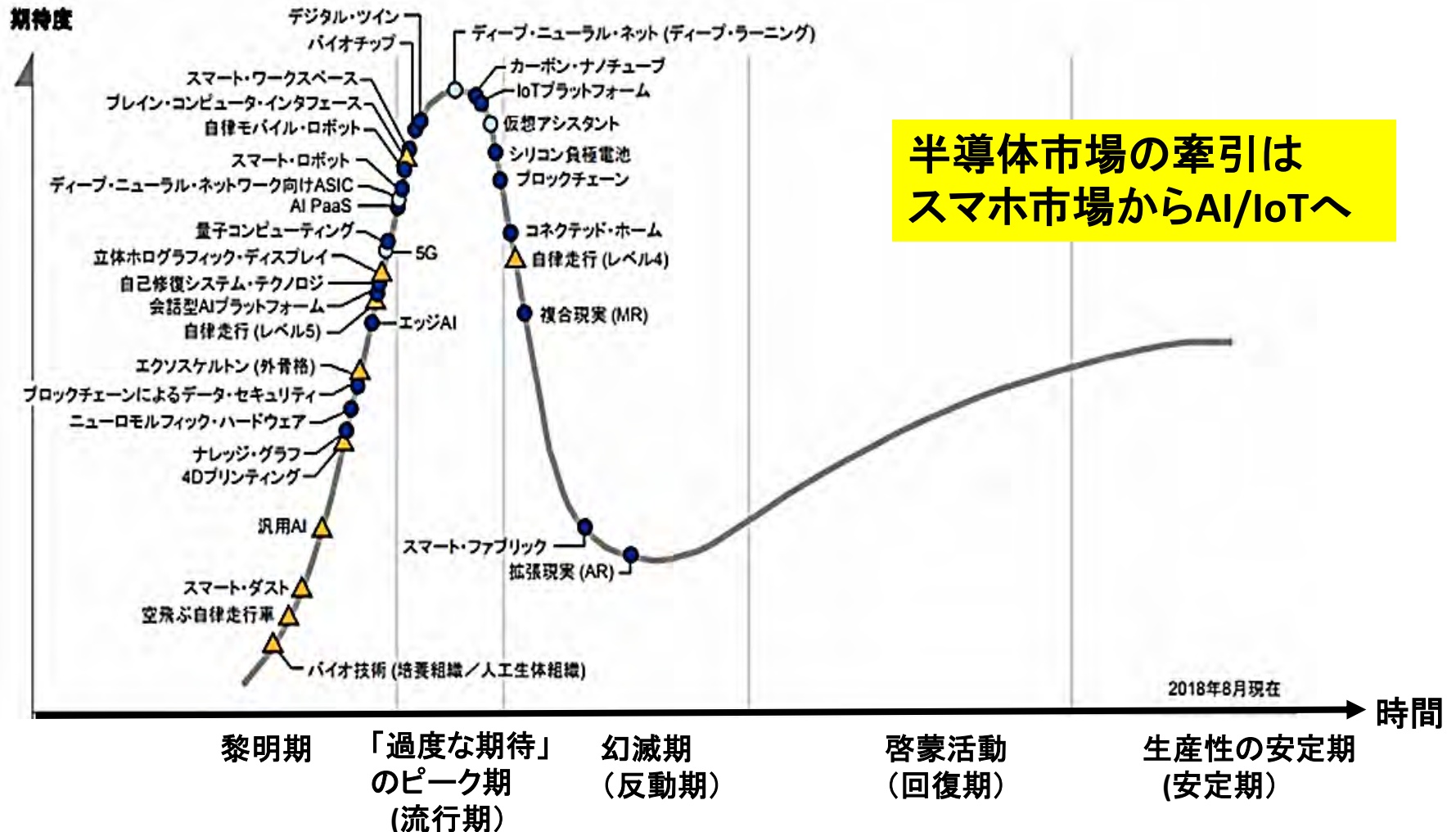
半導体デバイス需要を支える応用分野



先進テクノロジーのハイプサイクル2018年版

2018年8月

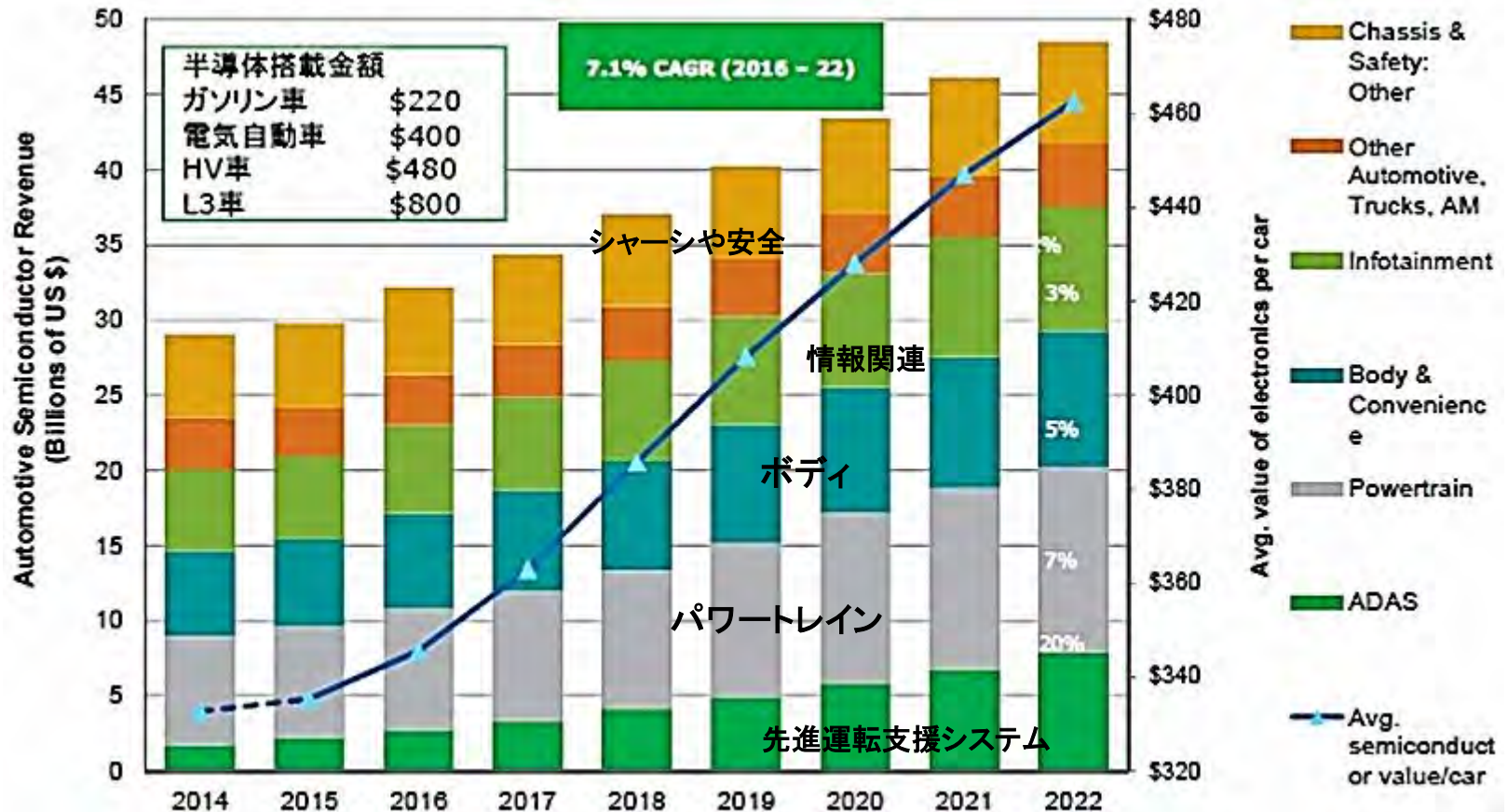
ハイプサイクルとは、話題や評判が先行する新技術が実際に普及するまでの間、その期待度が時間経過とともに、どのように変化するかを示した図(調査会社Gartnerが提唱) 典型的なハイプサイクルには、「黎明期」「流行期」「反動期」「回復期」「安定期」の5段階がある



注目の車載半導体市場

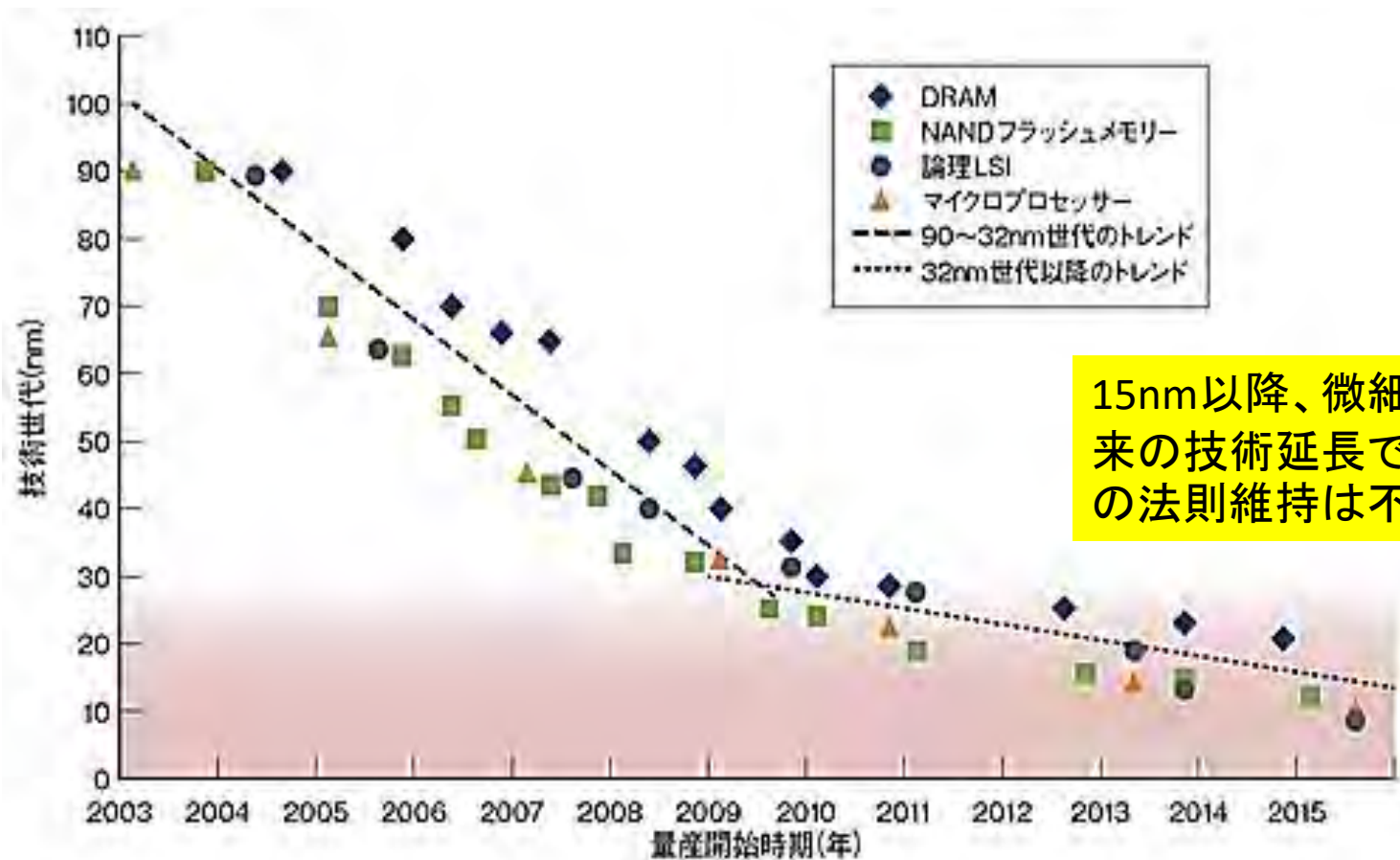
- ・自動車に搭載される半導体需要は、EVよりも自動運転車の方がはるかに大きい。
- ・車1台当たりの半導体搭載額は、ガソリン車は220ドル、EVは400ドル、HEVは480ドル
自動運転レベル3の車両は800ドル

車載半導体市場推移



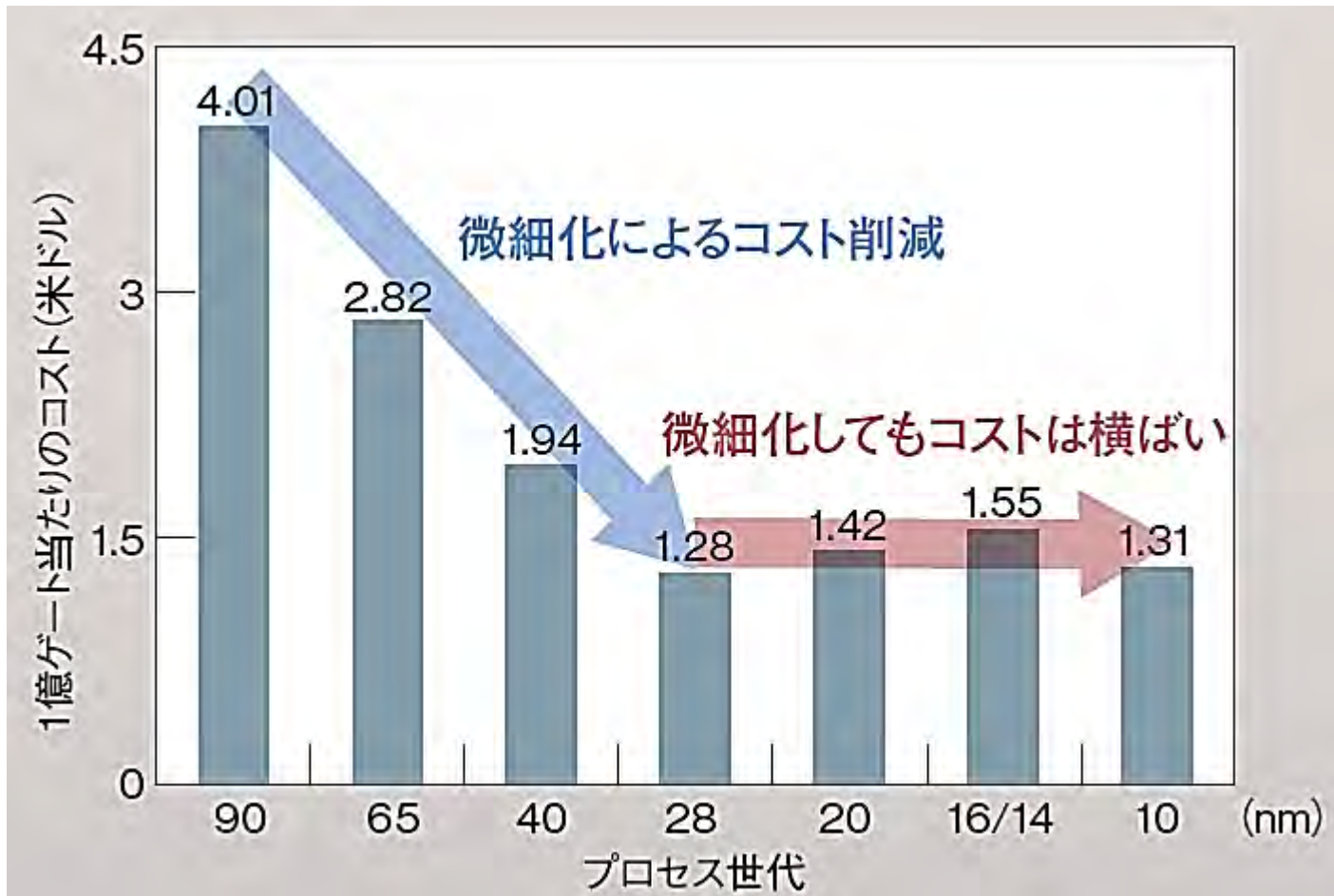
急ブレーキがかかる微細化

- ・半導体の微細化のペースは、技術世代が32nmを迎えた頃から鈍化
- ・DRAMやNANDフラッシュメモリーでは技術世代が回路線幅(HPハーフピッチ)にほぼ対応しており
プレーナ型NANDはHP15nmに突入して微細化の限界に達し3D NAND化へ舵をきった
- ・マイクロプロセッサーや論理LSIでは技術世代は“呼称”の意味合いが強く、実寸法には対応しない。



微細化にコストメリットなし

- ・微細化は開発コストUp、製造プロセスの複雑化、装置コストUpを伴い製造コストが大幅増加
- ・**28nm以降の微細化してもコストは下がらなくなる**
- ・微細化メリットを得られる大量生産品種は限られる(メモリ、MPU,スマホチップ、FPGA程度)
- ・IoT関連は40nm～28nm程度で十分



現状のロジック/SoC微細化動向記事

・Intel: 10nm(他社7nm相当)本格量産を2019年後半に延伸

・TSMC: 非EUV7nmプロセスでApple A12プロセッサ量産

TSMC7nmをQualcomm,MediaTekは2019年から使用(当初2018年予定)

・Samsung: 7nmはTSMC対抗から第1世代からEUV使用。2019年本格量産

Samsungは2017年に8台のEUV装置導入(1台239億円との記事も)

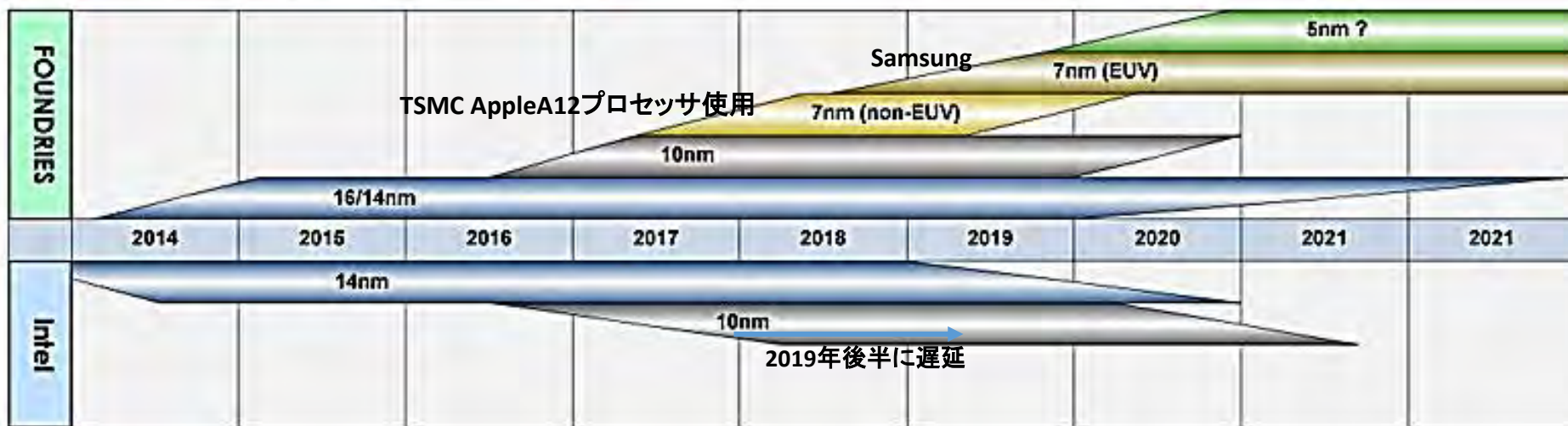
・グローバルファウンドリーズ(GF)は7nmプロセス断念し、12-14nmおよびSOIプロセス強化へ

・7nm以降の微細化に取り組むのは3社に減少(Intel,Samsung,TSMCのみ)

・最先端微細化プロセス必要なアプリケーションは少ない(MPU,スマホプロセッサ、FPGA程度)

Intelとファウンドリのプロセス技術の移行予想

2017.11記事



遅れに遅れたEUVがやっと量産適応か？

各社EUV導入見込み

現状での本格量産適用
はまだ無理との声も

- ・EUV導入メーカはSamsung, TSMC, GF, Intel。特にSamsungとTSMCが積極的
- ・ASMLは2018年に20台、2019年に30台のEUV装置出荷予定。1台150億円
- ・ファウンドリ各社が2019年の7nm第2世代から、コンタクトとビア層でEUV使用見込み
第2ステップでメタル層(M1)へ展開
- ・Samsungは7nmの第1世代からEUV使用宣言
2018年に少量量産、2019年本格量産適用

光源パワーは目途ついたが、250W光源に耐えるペリクル(マスクの保護用)は2020年頃では、との推測も。
現状ペリクルでは露光スループット60枚/H



EUV使用見込みプロセス

7nm with EUV (Gen 1)

Layer	Pitch (nm)	Lithography
Fin	29-30	SAQP
Gate	56-57	SADP
Contact	~56-57	EUV
1x Metal	40 1D	SADP
1x Via	~60	EUV

7nm with EUV (Gen 2)

Layer	Pitch (nm)	Lithography
Fin	29-30	SAQP
Gate	56-57	SADP
Contact	~56-57	EUV
1x Metal	36 2D	EUV
1x Via	~60	EUV

Foundry 5nm with EUV

Layer	Pitch (nm)	Lithography
Fin	20	SAQP
Gate	45-50	SADP
Contact	45-50	EUV
1x Metal	26 1D	EUV
1x Via	38	EUV

3D NANDで驚異的な大容量化へ邁進

2018.8

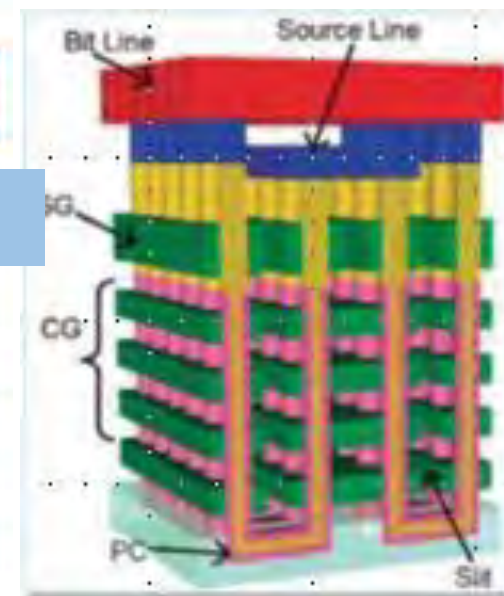
- ・大手NAND3社 (Samsung, 東芝、Micron)は3D NANDの技術改題克服し歩留まり向上
- ・多値化(TLCからQLCへ)また高階層化(90層以上)により1チップ1Tbit量産へ
- ・ついに2023年には**QLC多値化+512層で8Tbit/チップ**へのロードマップが示された

3D NANDフラッシュ技術の世代推移(予測)

開発発表年	ワード線の積層数	多値化方式(bit/セル)	シリコンダイ当たりの記憶容量	備考
2013年	24層	MLC(2bit/セル)	128Gbit	
2014年	32層	TLC(3bit/セル)	128Gbit	
2015年	48層	TLC(3bit/セル)	256Gbit	
2016年	64層	TLC(3bit/セル)	512Gbit	2ティア(32層×2)
2017年	96層	TLC(3bit/セル)	512Gbit	2ティア(48層×2)
	64層	QLC(4bit/セル)	1Tbit	2ティア(32層×2)
2018年	96層	QLC(4bit/セル)	1.33Tbit	2ティア(48層×2)
2019年?	128層/144層	QLC(4bit/セル)	2Tbit	2ティア(64層×2)/3ティア(48層×3)
2020年?	192層	QLC(4bit/セル)	2.66/3Tbit	3ティア/4ティア?
2021年?	256層	QLC(4bit/セル)	4Tbit	4ティア?
2022年?	384層	QLC(4bit/セル)	6Tbit	5ティア??
2023年?	512層	QLC(4bit/セル)	8Tbit	???

64層化するのに
32層x2に分けて行う

3D NAND構造

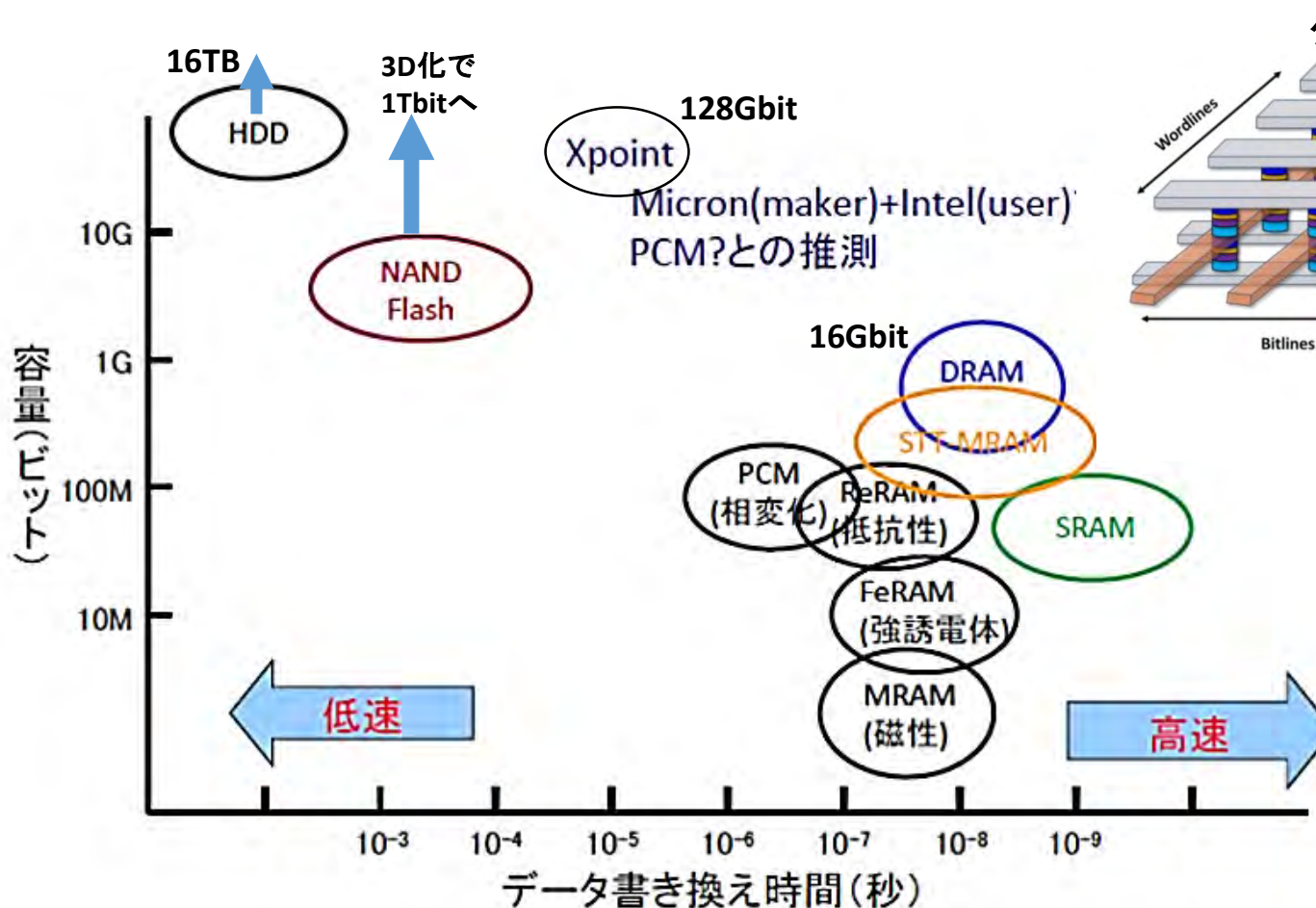


512層8Tbitチップを薄化

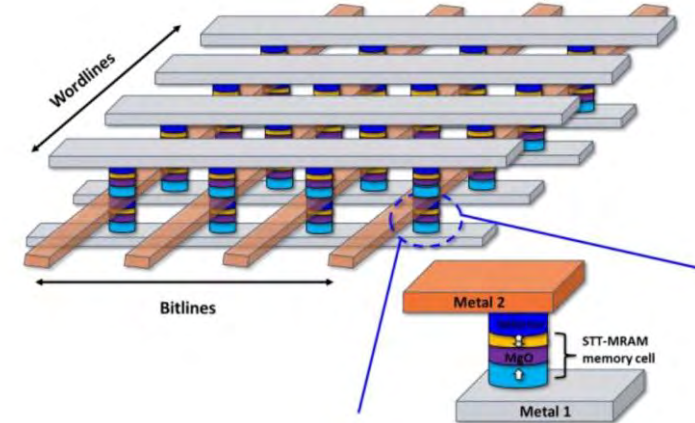
- ・16枚積層16TB
- ・これを16個2.5インチSSDに実装すると256TB

ポストDRAMは見えず

- ・2018年8月現在のDRAM最先端プロセスはSamsungの10nmクラス(15-16nmと推測)
現状容量は8Gbit,16Gbitで停滞。これ以上の微細化は難しい
- ・ポストDRAM(MRAM/STT MRAM,ReRAM,PCM,FeRAMなど)なかなか技術/コスト課題解決見えず
- ・注目を浴びたIntel+Micronの3D Xpointメモリ(128Gbit 20nmプロセスも苦難の様子)



クロスポイントメモリー



Word線とBit線の交点
(クロスポイント)にメモリセル
形成。3D化が容易

変化する半導体ビジネスモデル

半導体産業の潮流は、統合から分業へと変化し、再び統合に振り子が振れている。

- ・AppleやGoogleなど半導体を販売しない企業が半導体メーカー化。

自社サービスや製品強化のうえで、独自の半導体が不可欠との認識。

Apple:スマホ用アプリケーションプロセッサ

Google:AI(深層学習用プロセッサ TPU

さらに、

仮想通貨データマイニング用プロセッサ

ACT環境が独自半導体の開発を容易とする

- ・A(ARM):CPUコア
- ・C(Cadence):EDAツール
- ・T(TSMC):ファウンドリ

激変するビジネスモデル

—半導体業界の分業の仕組み—

1990年代まで

統合
の時代

半導体メーカー

インテル、NEC、東芝…

2000年以降

分業
の時代

インテル、サムスン電子など一部の
半導体メーカー

開発専業

(ファブレス)

クアルコム、ブロードコム
エヌビディア など

製造受託専業

(ファウンドリー)

TSMC など

現在

新・統合
の時代

一部の半導体メーカー

開発専業

(ファブレス)

クアルコム、
ブロードコム など

製造受託専業

(ファウンドリー)

TSMC など

**アップル、
グーグル など**

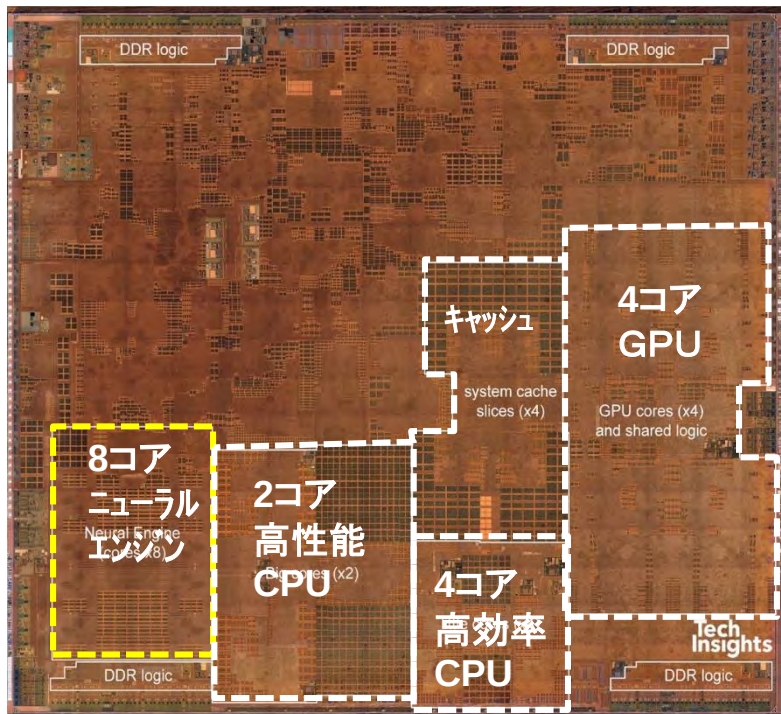
AI時代、プロセッサの自社開発が盛んに

Apple

A12 BionicプロセッサはAIプロセッサ

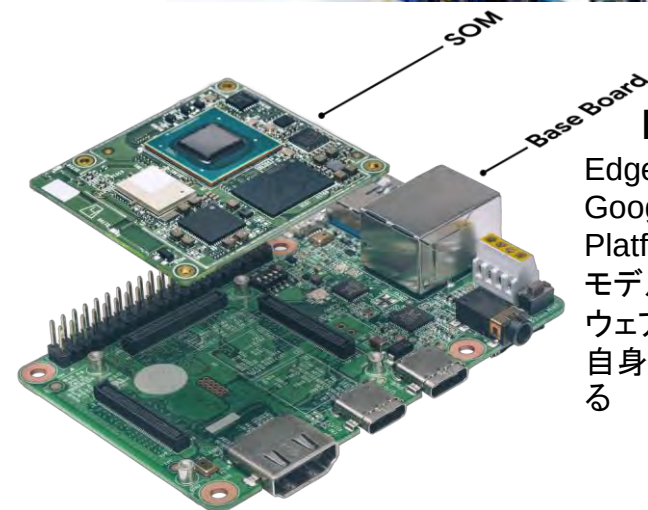
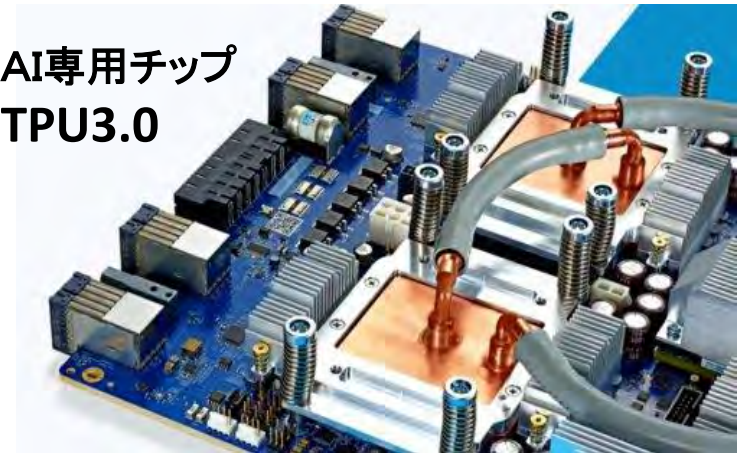
2018年9月

- ・TSMC 7nmFinFETプロセス
- ・69億トランジスタ,ダイサイズ83.27mm²
- ・6CPUコア: 高性能コア2個と高効率コア4個
- ・4コアGPUと**8コアニューラルエンジン**



GogleがAI用プロセッサ(TPU)を自社開発 テンソルプロセッサユニット

AI専用チップ TPU3.0



Edge TPU

Edge TPUは、顧客が Google Cloud Platform(GCP)の学習済みモデルをEdge TPUハードウェアアクセラレータ経由し、自身のデバイスで運用できる

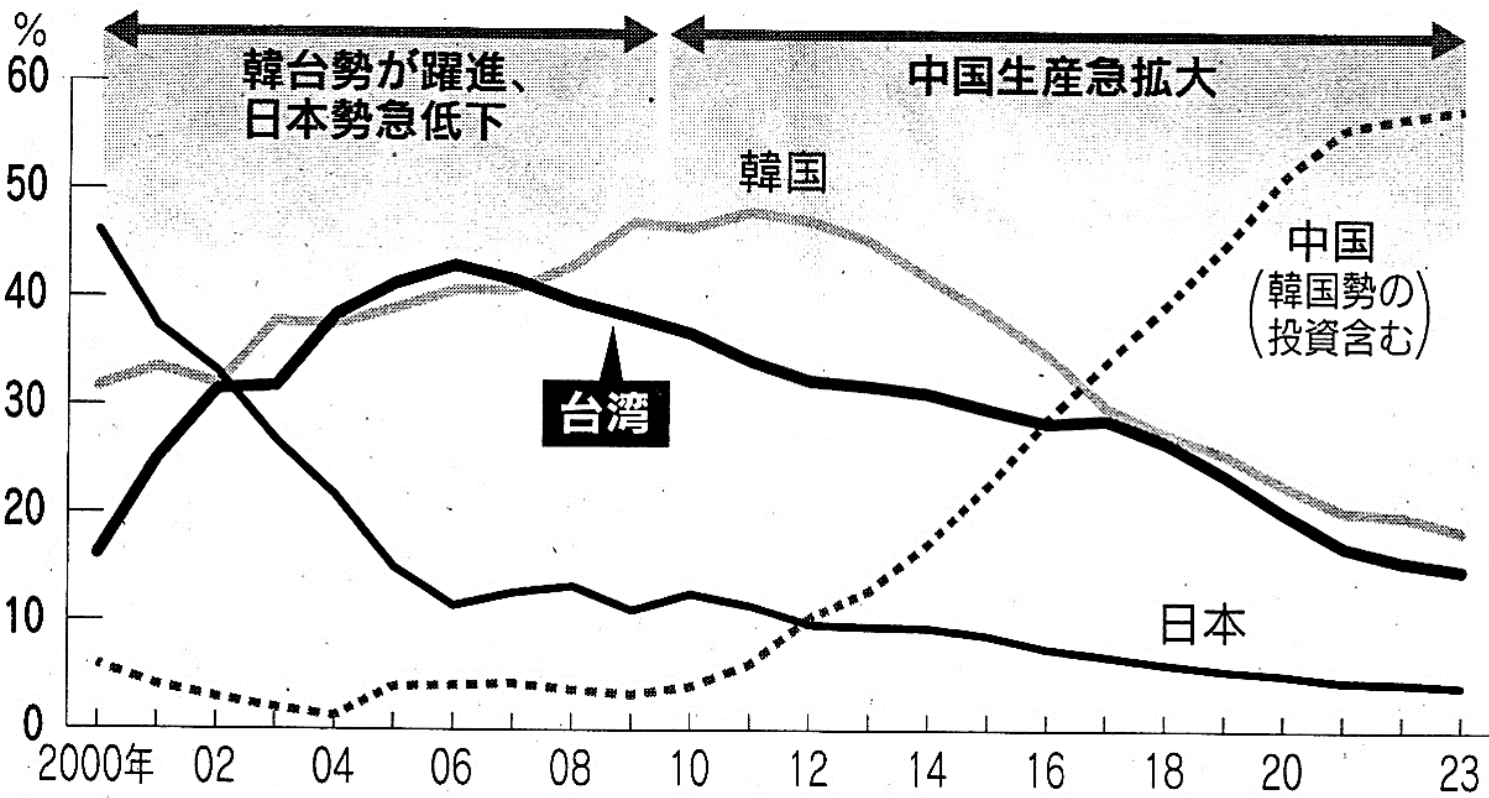
装置産業化した事業、製品の中国シフト

成熟し装置産業化した技術、製品は

欧米>>日本>>台湾、韓国>>中国へシフトする

液晶パネルはすでに中国シェアがNo1.次に狙うのは半導体

ディスプレイパネルの国・地域別シェアは大きく変動

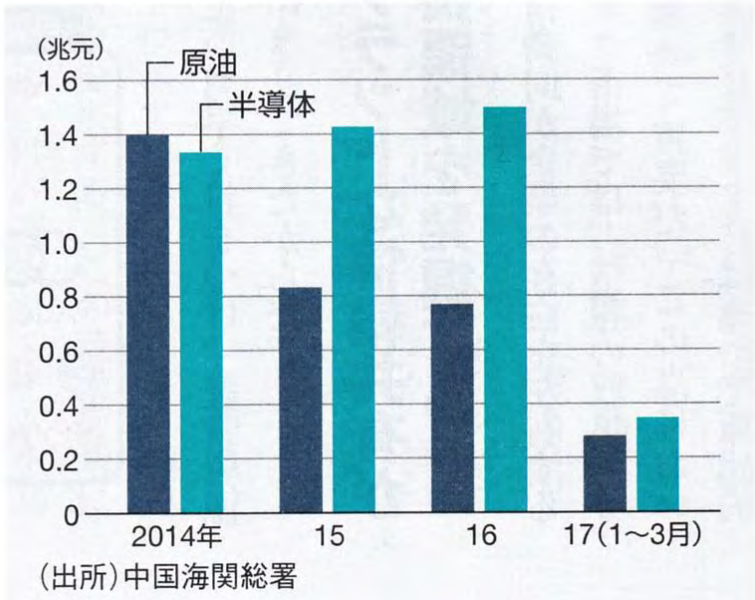


(注) 英IHSマークイット推計、生産能力ベース

中国、半導体育成は本気

- ・これまで中国半導体事業は外資中心
- ・ファブレスは成長してきたが、ファウンドリは期待通りに成長できていない
- ・国策でメモリ中心に巨大ファブ計画多数
- ・巨大ファブ建設以外に、後工程、ファブレス設計技術、製造装置、材料の強化や国産化にも注力する国家戦略

半導体で外貨が流出する
—中国の原油と半導体の輸入額—



週刊東洋経済 2017.5.27

総力を挙げて産業を育成
—「国家集成电路産業発展推進綱要」の骨子—

目標	
～2020年	● 国内半導体業界を金額ベースで年平均20%成長させる ● 14～16ナノメートルレベルで量産能力を持つ ● 関連する装置・材料を海外販売する
～2030年	● 複数の国内企業が国際的にトップクラスの競争力を備える ● 国内の半導体サプライチェーン全体でも世界の先端に立つ

具体的な政策	
国策ファンドの設立	● 企業や金融機関などから出資を受け、半導体産業に投資するファンドを新設 ● 投資規模は2兆円超 ● 企業の技術革新と業界再編に投資する
金融支援	● 国家開発銀行と大手商業銀行が、業界企業に対し積極的に融資する
税制優遇	● 同業買収を行う半導体企業に対し、所得税や増値税などを優遇する ● 国内で生産できないコア装置・材料の輸入は免税とする
人材育成	● 大学と企業が協業で半導体産業に必要な人材を育てる ● 海外派遣を促進する ● 研究成果に対する報酬制度を整備する

(出所) 中国工業・信息化部

まずはファブレスが成長

脅威的、中国ファブレスメーカーの成長

- ・中国のファブレスメーカー数は、2000年ころまではわずか100社
- ・2001年～2004年には、一気に470社へ増加。（その後は、設計企業の数はいまだあまり増えていない）
- ・2010年代に入り2012年にはファブレス企業数は500社を超え、2014年には600社を超えた。2015年には700社を超える。
- ・2016年には起業ブームが一気に沸き起こり、ファブレス企業数は1,300社を超えた。



ファブレスの次が巨大ファブ建設

中国半導体：メモリ中心とした巨大ファブ建設計画

中国での半導体投資2020年までの5年間で5兆円。

中国企業によるファブ建設

- ・XMCが総額240億ドル投じ、巨大メモリファブ建設中(DRAM,NAND)
 - ・ファントリSMICが北京に先端(IMEC14nm技術)ファブ建設中
 - ・紫光集団が総額300億ドル投じて、メモリ生産乗り出す方針
 - ・合肥市が8000億円投じDRAMファブ検討
- 技術はサイノキング(もとエルピーダ坂本社長が起業した会社)が提供

中国の習近平国家主席
肝いりの産業政策
「中国製造2025」
の1丁目1番地は、
「中国半導体産業の強化」

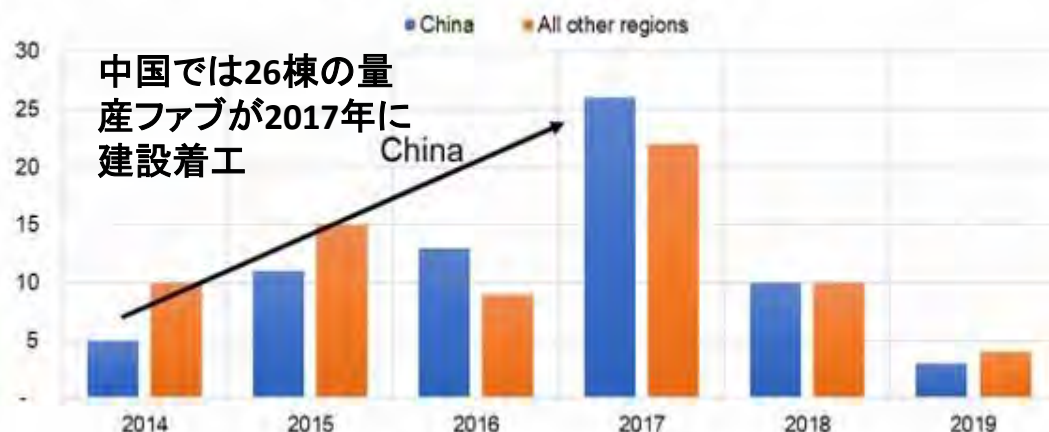
海外半導体企業による中国内ファブ建設

- ・Intel: 大連ファブを35億ドルでメモリ用に転換
- ・Samsung: 西安に巨大メモリ工場
- ・SK-Hynix: 無錫に巨大メモリ工場(DRAM量産)
- ・TSMC: 南京にファンドリ用ファブ予定
- ・UMC: 福建省にファンドリ用ファブ建設中
- ・GF: 重慶市に人民政府と合併でファブ
- ・中国の合肥市と連携してDRAMの生産

課題:

- ・半導体量産製造技術や人材
- ・米国政府が中国企業による買収を阻止
- ・米中貿易戦争の影響

Number of Volume Fabs Starting Construction
(All probabilities, including discretes)



Source: World Fab Forecast report, Feb. 28, 2018, SEMI

<http://eetimes.jp/ee/articles/1803/14/news066.html>

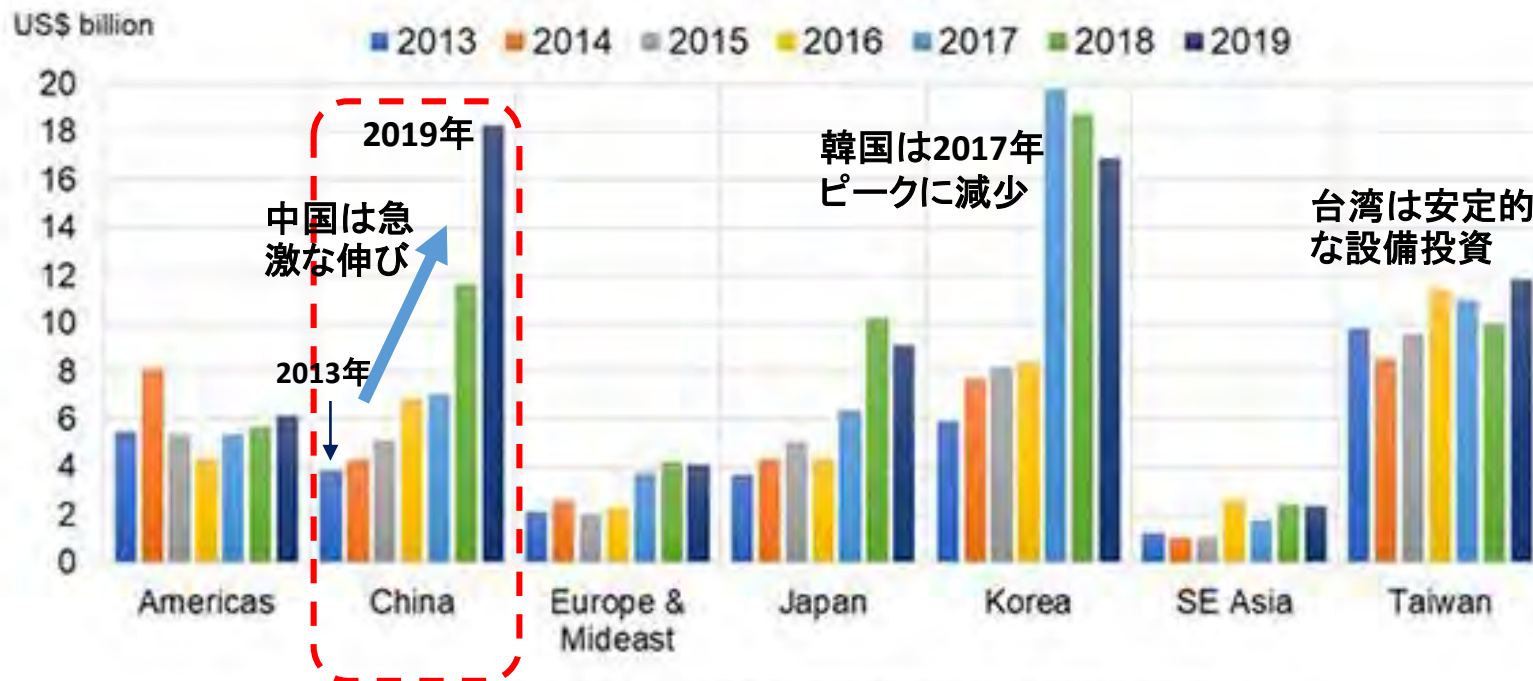
2019年中国が製造装置最大市場

中国の半導体前工程ファブ製造装置への投資が記録更新続く

半導体前工程ファブへの投資が4年連続の増加になる見込み

2019年はIntelやSK Hynix、TSMC、Samsung、GLOBALFOUNDRIESなど外資系企業が大きく投資することから、中国が前年度比57%という高い伸びを示すと予測

地域別ファブ装置投資額(中古装置を含む、出展:SEMI)
Equipment Spending by Region



Source: World Fab Forecast reports (May 2018), SEMI

まとめ

世界の半導体市場はドラスティックに変化している

- ・水平分業化の流れが加速(日本は過去IDMにこだわりすぎた)
- ・2017年は絶好調だったが、2018年は成長率鈍化。2019年はさらに減速見込み
- ・スマホ市場が飽和し、ポストスマホ市場がとしてIoT/AI市場が注目
- ・大型M&Aにより半導体メーカーが寡占化。大型M&Aも終了か
- ・中国が国策で半導体関連事業強化
建設中および建設予定の中国ファブが本格的に乗り出すと、価格破壊の懸念
- ・ITRS終焉、微細化急ブレーキ。微細化はコストメリット生まない
- ・半導体産業の新潮流。資金ある巨大ユーザの半導体内製化(Apple, Googleなど)

日本半導体今後、

- ・技術+ビジネス、環境変化に敏感に対応した各社強みを生かしたグローバル戦略重要
- ・IoT時代、微細化終焉、more than moore、日本の強みが活かされる可能性
ヘテロジニアス(異種デバイス)混載、少量多品種

半導体技術者も、技術だけではなく市場やビジネス戦略/動向に注目しよう