

Masaharu Kobayashi
Institute of Industrial Science

2026
Summer semester
Thursday, 1st period

- 1. Trend and recent progress of integrated devices**
- 2. Operation principles of long channel MOS devices**
- 3. Operation principles of short channel MOS devices**
- 4. Future perspectives of integrated devices**

Grading method : Report, 6 times

Reference

- [1] 平本, 内田, 杉井, 竹内, 「集積ナノデバイス」, 丸善, 2009年.**
- [2] Y. Taur and T. Ning, "Fundamentals of Modern VLSI Devices, 2nd Edition", Cambridge University Press 2009.**
- [3] タウア, ニン, 「最新VLSIの基礎 第2版」, 丸善, 2013年.**

Please download the lecture materials from the webpage below
https://nano-lsi.iis.u-tokyo.ac.jp/lecture_j/ PW: integration

Lecture schedule in 2026

April	10	Kobayashi	1st report
	17	Kobayashi	
	24		
May	1	Kobayashi	2nd report
	8	Kobayashi	
	15	Kobayashi	3rd report
	22	No lecture	
	29	Kobayashi	
June	5	Kobayashi	4th report
	12	Kobayashi	
	19	No lecture	5th report
	26	Kobayashi	
July	3	Kobayashi	6th report
	10	Kobayashi	

What is semiconductor used for?



What does Semiconductor do?



1. Calculate
(Microprocessor)



2. Memorize
(Memory, storage)



3. Sense and others
(Sensor, Actuator, Camera, Display, etc)



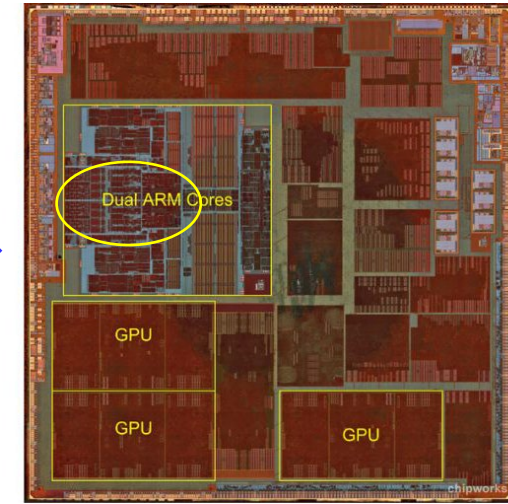
What is semiconductor?



Smart phone

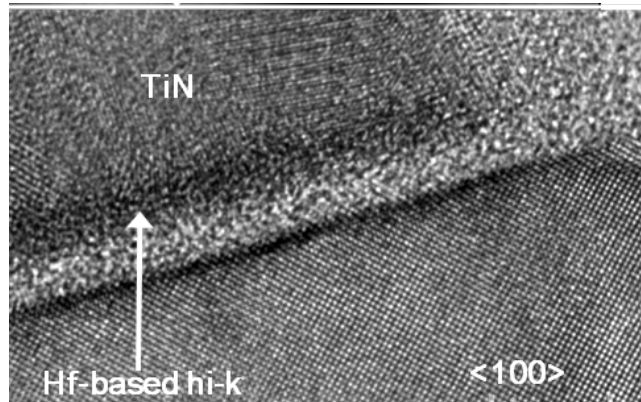


CPU (Package)



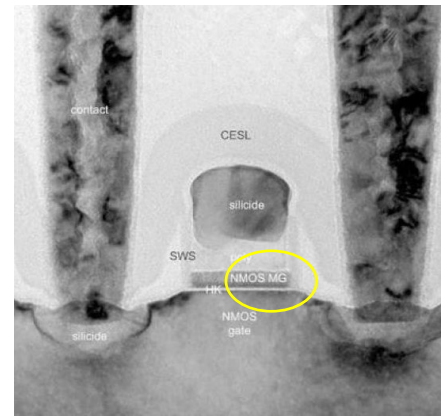
CPU (Chip)

mm~cm

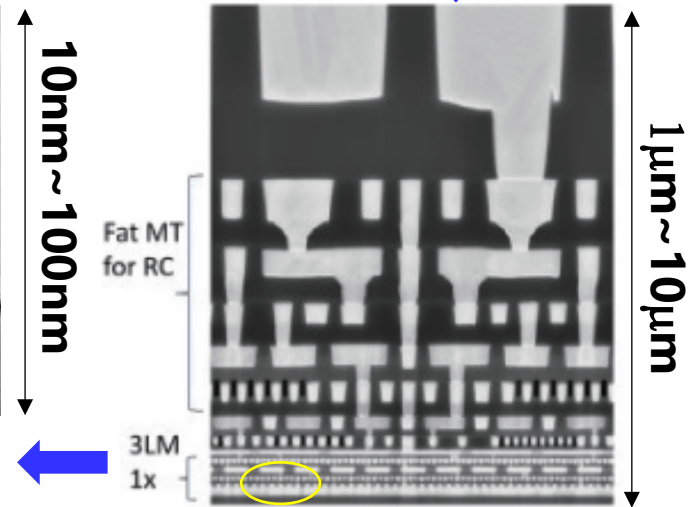


Gate dielectric/Si substrate

A transistor is made of nano-scale structures!



A transistor



Chip cross section

10nm~100nm

1μm~10μm

Fugaku : Supercomputer

thejapantimes

<https://www.japantimes.co.jp/news/2020/07/04/national/science-health/japan-fugaku-supercomputer-coronavirus-drugs/>

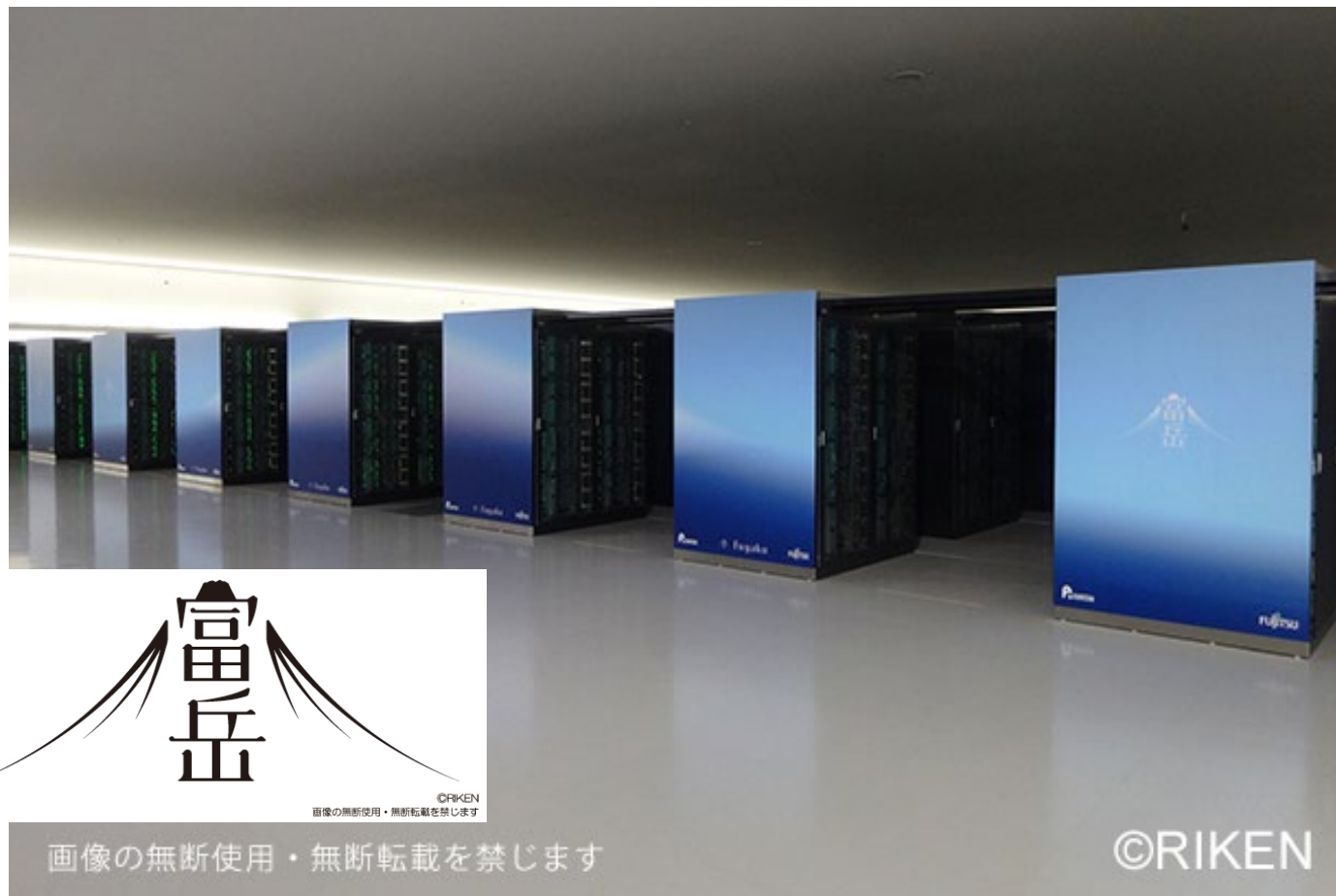
Japan's Fugaku supercomputer, world's fastest, narrows down COVID-19 drug candidates

JIJI, KYODO

**Ranked #1 in TOP500
in June, 2020.**

<https://www.top500.org/lists/top500/2020/06/>

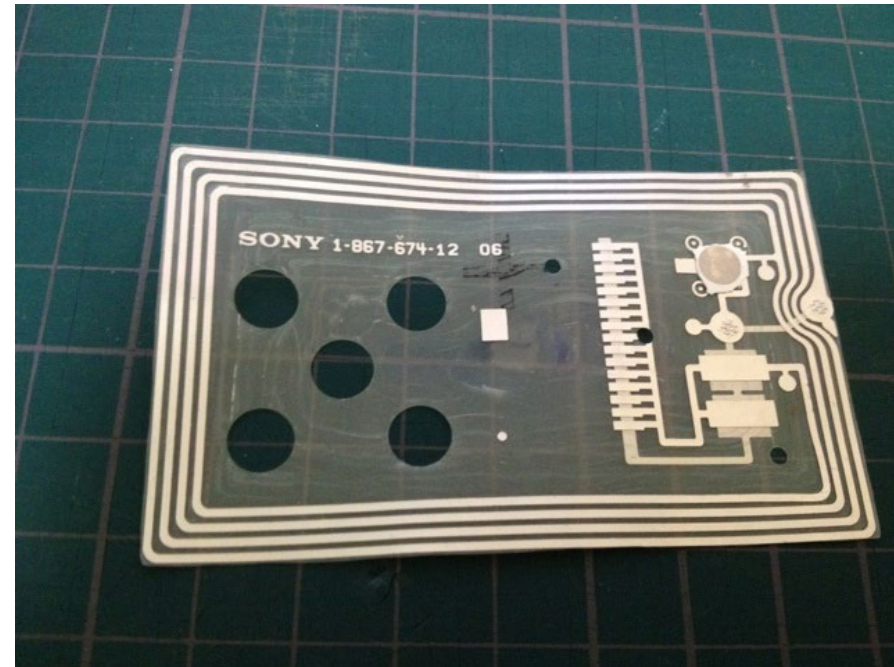
**158,976 CPUs
CPU (Fujitsu):
Armv8.2-A SVE 512bit
48 Cores
7nm FinFET (TSMC)**



Source: RIKEN

<https://www.r-ccs.riken.jp/jp/outreach/photogallery.html>

IC Cards



ラピダス試作ライン稼働 北海道、半導体集積へ優遇策 ラピダスと北の変革

[ラピダス](#)

[+ フォローする](#)

2025年4月1日 5:00 (2025年4月1日 19:08更新) [会員限定記事]



最先端半導体の量産を目指すラピダスは1日、工場を稼働させた。工場が立地する北海道千歳市は、旺盛な企業進出ニーズを受けて工場団地の新設を決定。北海道も1日から企業立地助成制度を拡充し、半導体産業集積に向けた動きが加速する。

IBM幹部が語るラピダス 「27年にはTSMCと競争可能に」

[生成AI](#)

[フォローする](#)

2025年4月8日 5:00 [会員限定記事]

最先端半導体の量産を目指すラピダスが1日、北海道の工場で試作ラインを動かし始めた。米[IBM](#)はラピダスに基礎技術を供与し、人材育成でも協力する。研究開発部門トップでシニアバイスプレジデントのダリオ・ギル氏と研究開発部門内で半導体分野を率いるムケシュ・カレ氏に聞いた。

TSMC、1～3月売上高が過去最高 AI半導体の好調続く

アジアBiz

+ フォローする

2025年4月10日 17:43 [会員限定記事]



保存



半導体世界大手の台湾積体電路製造（TSMC）が10日発表した2025年1～3月期の売上高（速報値）は、1～3月期として過去最高の8392億台湾ドル（約3兆8000億円）だった。前年同期に比べ41.6%増えた。人工知能（AI）向けのサーバーなどに搭載する先端半導体の販売が好調だった。

最高益TSMC、「AI関連需要続く」 トランプ政権対応は苦慮

[ビジネスTODAY](#)

[フォローする](#)

2025年4月17日 17:45 [会員限定記事]

【台北=龍元秀明】半導体世界大手の台湾積体電路製造（TSMC）が17日発表した2025年1～3月期決算は売上高・純利益ともに1～3月期として最高だった。人工知能（AI）向け半導体が堅調だが、トランプ米政権の二転三転する関税政策が成長に影を落とす。リスク抑制へ対米投資で米経済への貢献をアピールする。

ファーウェイが次世代AI半導体 米輸出規制のNVIDIAの代替にも

生成AI

+ フォローする

2025年4月22日 15:25 [会員限定記事]



Think!

多様な観点からニュースを考える

[大山聡さんの投稿](#)



【広州=藤野逸郎】中国通信機器大手の華為技術（ファーウェイ）は中国で相次ぎ、次世代の人工知能（AI）向け半導体を投入する。5月にも「アセンド910C」、2025年後半に「アセンド920」の提供を始める。トランプ米政権は中国のハイテク締め付けへ米半導体大手[エヌビディア](#)の製品出荷を規制しており、代替が進む可能性がある。

TSMC、1.4ナノ半導体を28年量産 処理速度15%向上

生成AI

+ フォローする

2025年4月24日 16:28 [会員限定記事]



保存



【台北=龍元秀明】半導体世界大手の台湾積体電路製造（TSMC）は24日、回路線幅1.4ナノ（ナノは10億分の1）メートルの超先端半導体を2028年に量産する計画を公表した。25年後半の量産を予定する2ナノ品を上回る性能となる。人工知能（AI）向けなどの先端半導体で独走態勢の維持を狙う。

米カリフォルニア州で米国時間23日に開いた技術シンポジウムで説明した。技術名称は「A14」。2ナノ品に比べて処...

韓国SK、1～3月営業益2.6倍 AI向け半導体好調

生成AI

+ フォローする

2025年4月24日 17:59 [会員限定記事]



保存



【ソウル=松浦奈美】韓国半導体大手のSKハイニックスが24日発表した2025年1～3月期連結決算は、営業利益が前年同期比2.6倍の7兆4405億ウォン（約7400億円）だった。生成AI（人工知能）の駆動に必要な広帯域メモリー（HBM）が堅調に推移したことが寄与した。

売上高は42%増の17兆6391億ウォンだった。売上高と営業利益は1～3月期としてはいずれも過去最高を更新した。営業利益率は24年...

インテルの1～3月、最終赤字1200億円 減収見通しで株価7%安

半導体

+ フォローする

2025年4月25日 6:01 (2025年4月25日 7:46更新) [会員限定記事]



【シリコンバレー=山田遼太郎】米インテルが24日発表した2025年1～3月期決算は最終損益が8億2100万ドル（約1200億円）の赤字（前年同期は3億8100万ドルの赤字）だった。パソコンや人工知能（AI）向け半導体の販売が伸び悩み、5四半期連続の最終赤字となった。

1～3月期の売上高は前年同期比で微減の126億6700万ドルだった。4～6月期の売上高は112億～124億ドル（前年同期は128億...

東京エレクトロン2年連続最高益 26年3月期、AI関連好調

[業績ニュース](#)

[+ フォローする](#)

2025年4月30日 16:09 (2025年4月30日 19:20更新) [会員限定記事]



保存



[東京エレクトロン](#)は30日、2026年3月期の連結純利益が前期比4%増の5660億円になる見通しだと発表した。2年連続で過去最高を更新する。事前の市場予想（QUICKコンセンサス、5574億円）を2%上回る。生成AI（人工知能）関連など最先端分野向けに半導体製造装置の販売が伸び、中国向けの減少を補う。

売上高は7%増の2兆6000億円、営業利益は4%増の7270億円を見込む。ともに過去最高となる。...

世界半導体販売額、17カ月連続増加 米国がけん引

[商品ニュース](#)

[+ フォローする](#)

2025年5月23日 17:30 [会員限定記事]



保存



米国半導体工業会（SIA）が発表した3月の世界半導体販売額は、前年同月比18.8%増の559億ドルだった。在庫調整が一巡し、半導体販売の回復が続いている。米国では生成AI（人工知能）関連の需要も追い風になった。前年同月を上回るのは17カ月連続となった。

主要な半導体メーカーで構成する世界半導体市場統計（WSTS）がとりまとめ...

DRAM売上高で韓国SKが初の首位、1～3月 サムスン抜く

半導体

[+ フォローする](#)

2025年6月5日 17:59 [会員限定記事]



【ソウル=松浦奈美】台湾の調査会社トレンドフォースは3日、半導体メモリーの一つであるDRAMの2025年1～3月期の世界シェア（売上高ベース）で、韓国SKハイニックスが初の首位になったと発表した。SKは生成AI（人工知能）向けに高性能品「HBM」の量産を広げ、これまでトップだった韓国サムスン電子を抜いた。

1～3月期のSKのDRAM売上高は24年10～12月期に比べ7%減の97億2000万ドル（...

ラピダス、2ナノ半導体の試作品初公開 27年量産へ顧客 開拓託す

ビジネスTODAY

半導体

+ フォローする

2025年7月18日 12:57 (2025年7月18日 18:35更新) [会員限定記事]



保存



Think!

多様な観点からニュースを考える

佐藤一郎さんの投稿



最先端半導体の国産化を目指すラピダスは18日、回路線幅2ナノ（ナノは10億分の1）メートル半導体の試作品を報道陣に初公開した。4月に稼働した北海道千歳市の工場で生産し動作を確認した。2027年の量産開始を目指し、海外の競合を追う。スタートラインに立ったが完成度を高めていけるかはラピダスの最大の課題の一つである顧客獲得の成否を占う。

半導体開発のソシオネクスト、米メタがいざなう業績V字回復

向野峻

記者の目

[+ フォローする](#)

2025年7月23日 4:00 [会員限定記事]



保存



業績不振の半導体大手[ソシオネクスト](#)にV字回復の芽が出つつある。けん引役が過去最大水準に積み上げた「先端分野」向け受注だ。関係者によると、米メタ向けとみられる大型のデータセンター案件などがあり、2027年3月期の業績に大きく貢献する見通しだ。これらを先回りしてか、最近の株価上昇率は米[エヌビディア](#)すら上回る。

ソシオネクストは[富士通](#)とパナソニックホールディングスの半導体部門を15年に統合して事業を始...

TSMC、半導体受託生産シェア70%超え 4～6月民間調べ

アジアBiz

+ フォローする

2025年9月2日 15:55 [会員限定記事]



【台北=龍元秀明】台湾調査会社のトレンドフォースがまとめた2025年4～6月期の半導体受託生産（ファウンドリー）の世界市場調査によると、[台湾積体電路製造](#)（TSMC）のシェアが四半期として過去最高の70.2%となった。スマートフォンや人工知能（AI）向け半導体の販売が好調で初めて70%を超えた。

TSMCの4～6月期のファウンドリー売上高は1～3月期比で18.5%増の302億ドル（約4兆5000億...

AI半導体ブロードコムが頭角 「次のNVIDIA」 時価総額 200兆円

ビジネスTODAY

+ フォローする

2025年9月5日 11:30 [会員限定記事]



保存



Think!

多様な観点からニュースを考える

佐藤一郎さんの投稿



【シリコンバレー=清水孝輔】米半導体大手**ブロードコム**が人工知能（AI）半導体で頭角を現している。4日に発表した2025年5～7月期決算は、AI関連の売上高が前年同期比で63%増えた。データセンター向けの特注半導体を米テック企業から多数受託しており、「米**エヌビディア**に次ぐ銘柄」として時価総額は200兆円超に急拡大した。

ブロードコムの5～7月期の売上高は前年同期比22%増の159億5200万ドル（…

NVIDIAがインテルに7400億円出資 半導体を共同開発、実質的な救済

半導体

[+ フォローする](#)

2025年9月18日 20:41 (2025年9月18日 23:00更新)

【ニューヨーク=渡辺直樹】米半導体大手の[エヌビディア](#)は18日、米[インテル](#)に50億ドル（約7400億円）を出資することで合意したと発表した。人工知能（AI）に使うデータセンターやパソコン向けの半導体を共同開発する。業績不振に苦しむインテルに対し、AI向け半導体で強みを持つエヌビディアが実質的な救済に乗り出した形となる。

エヌビディアはインテルの普通株式を1株あたり23.28ドルで購入する。両社の発表を受けて、18日の米国株式市場でインテルの株価は一時前日比3割高の32ドルまで急上昇し、時価総額は1400億ドル規模となった。

中国、AI半導体で米国依存を軽減 アリババやファーウェイが開発競争

ビジネスTODAY

+ フォローする

2025年9月24日 19:22 [会員限定記事]



保存



中国企業が独自のAI（人工知能）半導体の開発を競い始めた。ネット通販大手の阿里巴巴集団は自社開発の半導体を採用したAIサーバーを披露し、華為技術（ファーウェイ）もAI半導体4製品を投入する。米中貿易摩擦が止まない中、中国政府はAIの中核となる半導体開発に号令をかけ、米国依存を薄める。

一方、阿里巴巴はロボット向けAIソフトウェアなどアプリケーション分野では米エヌビディアと協力し、AIの用途拡大を...

インテル、黒字転換も再建遠く 「先端半導体量産」に顧客は半信半疑

ビジネスTODAY

+ フォローする

2025年10月24日 11:40 [会員限定記事]



【シリコンバレー=清水孝輔】米インテルは23日、2025年7～9月期決算が7四半期ぶりに最終黒字になったと発表した。人員削減や工場の投資縮小によってコストを下げた。復活を託す先端半導体の受託生産ビジネスでは顧客獲得が進んでおらず、再建に向けた道のりは険しいままだ。

7～9月期の売上高は前年同期比で3%増の136億5300万ドル（約2兆円）だった。最終損益は40億6300万ドルの黒字（前年同期は1...

NVIDIA時価総額、世界初5兆ドル突破 AI半導体独走で相場全体を左右

半導体

+ フォローする

2025年10月29日 22:36 (2025年10月30日 9:44更新) [会員限定記事]



保存



Think!

多様な観点からニュースを考える

蛸原健さん他1名の投稿



【シリコンバレー=清水孝輔】米半導体大手エヌビディアの時価総額が世界の企業として初めて5兆ドル（約760兆円）を突破した。人工知能（AI）半導体で独走状態が続き、高成長の持続への期待が高まっている。株価上昇は関連銘柄にも波及し、株式相場全体を左右する存在になっている。

中国半導体ムーア上場、時価総額6兆円超 エヌビディア元幹部設立

半導体

+ フォローする

2025年12月5日 13:02 (2025年12月5日 18:00更新) [会員限定記事]



【上海=若杉朋子】中国半導体新興企業の摩爾線程智能科技（ムーア・スレッド）が5日、上海証券取引所のハイテク新興企業向け市場「科創板」で新規株式公開（IPO）した。中国政府は半導体の国産化率向上へ業界を後押ししており、成長期待から株式時価総額は約2823億元（約6兆2000億円）となった。

取引初日の終値は600.5元と、公開価格（114.28元）の5.3倍だった。同社は米半導体大手エヌビディアの...

ファーウェイ、スマホ部品6割を中国製に 半導体の国内供給網に厚み

半導体

+ フォローする

2025年12月24日 18:00 [有料会員限定記事]



中国の半導体の供給網に厚みが増している。米国の対中輸出規制を契機にCPU（中央演算処理装置）やメモリーなどの国産化が進み、華為技術（ファーウェイ）は新型スマートフォンで中国製部品の比率を約6割（金額ベース）に高めた。スマホで培った半導体回路の微細化技術を応用し、最先端の人工知能（AI）半導体でも存在感を高めつつある。

調査会社フォーマルハウト・テクノ・ソリューションズ（東京・中央）の協力で、フ
ア...

TSMC、最先端2ナノ半導体を量産開始 AIやスマホに採用へ

アジアBiz

+ フォローする

2025年12月30日 20:15 [会員限定記事]



【台北=龍元秀明】半導体世界大手の台湾積体電路製造（TSMC）は30日までに最先端となる回路線幅2ナノ（ナノは10億分の1）メートルの半導体の量産を始めた。2025年10～12月期中としていた計画に沿う量産開始となった。

自社サイトで公表した。顧客など詳細は明らかにしなかった。2ナノ品の量産拠点は台湾北部・新竹、南部・高雄の2カ所ある。将来は米アリゾナ工場で...

ソフトバンク、米インテルと協業を発表 メモリー消費電力を半減

半導体

+ フォローする

2026年2月3日 13:54 (2026年2月3日 17:44更新)

ソフトバンクが設立した次世代メモリー開発会社「SAIMEMORY（サイメモリ）」は3日、米インテルと協業すると発表した。基盤となる積層技術をインテルが提供する。人工知能（AI）の需要が高まる中、計算過程で大量のデータを消費するメモリーの消費電力を現行品の半分に減らすことを目指す。

TSMCの熊本新工場、最先端品「3ナノ」に転換 AI向け 需要増

半導体

+ フォローする

2026年2月5日 11:49 (2026年2月5日 12:11更新) [会員限定記事]



保存



Think!

多様な観点からニュースを考える

長内厚さんの投稿



半導体世界大手の台湾積体電路製造（TSMC）は5日、熊本県内の新工場で人工知能（AI）向けの半導体生産を検討すると表明した。従来の計画を変更し、回路線幅3ナノ（ナノは10億分の1）メートルの先端品をつくる。世界で争奪戦となっているAI半導体の国内安定供給につながる。

TSMCは2025年秋に熊本第2工場（熊本県菊陽町）の建設を始めた。当初は通信機器などに使われる6ナノ品の生産を予定していた。需要...

メモリー価格9割上昇へ 1～3月、香港調査会社が予測

半導体

[+フォローする](#)

2026年2月6日 17:20



保存



香港の調査会社カウンターポイントリサーチは5日、パソコンやサーバーに使うメモリーの価格が2026年1～3月期に前四半期比9割～2倍に上昇するとの予測を発表した。メモリー各社が人工知能（AI）用メモリーの需要に応えるために汎用メモリーの生産を絞った結果、供給不足を招いている。4～6月期はさらに2割程度上昇する可能性がある。

中国半導体、生産能力すでに世界首位 「製造3強」主導で装置も国産化

半導体覇権 中国の自立自強②

半導体

+ フォローする

2026年2月10日 5:00 (2026年2月10日 18:47更新) [会員限定記事]



Think! 多様な観点からニュースを考える

大山聡さんの投稿



中国政府が半導体産業振興のために立ち上げた国策ファンド「国家集成电路産業投資基金（大基金）」。その主な投資先には半導体国産化を主導する3社が名を連ねる。

半導体受託生産の中芯国際集成电路製造（SMIC）と半導体メモリーの長江存儲科技（YMTC）、同じくメモリーの長鑫存儲技術（CXMT）だ。この3社を製造分野のけん引役として中国は装置や部材も含めた半導体供給網（サプライチェーン）を育成する。

半導体が日本の輸出けん引 1月は39%増、AI需要が追い風

経済

+ フォローする

2026年2月18日 14:15 [会員限定記事]



半導体が日本の輸出額を押し上げている。財務省が18日発表した1月の貿易統計速報によると、半導体などの電子部品の輸出額は前年同月比39%増の6197億円と大きく伸びた。世界的な人工知能（AI）の普及で日本製品の引き合いが強まっている。

半導体などの電子部品の輸出額が前年を上回るのは7カ月連続だ。2025年秋以降は2ケタの伸びが続いており、同年12月は27%増の6649億円と単月の最高額を更新した。...

2025年の世界半導体販売額、初の120兆円 ロジックやメモリーけん引

商品

[+ フォローする](#)

2026年2月18日 19:20 [会員限定記事]



米国半導体工業会（SIA）が発表した2025年の世界半導体販売額は前年比25.6%増の7917億ドル（約121兆円）だった。人工知能（AI）サーバーで計算を担うロジック半導体やデータ保存に使う半導体メモリーがけん引し、初めて7000億ドルを超えた。

主要な半導体メーカーで構成する世界半導体市場統計（WSTS）がとりまとめ、SIAが発表した。

米半導体大手[エヌビディア](#)の画像処理半導体（GPU）をは...

国産半導体の売上高目標「2040年に40兆円」 政府、最先端研究へ拠点

半導体

+ フォローする

2026年3月7日 18:50 [有料会員限定記事]



保存



Think!

多様な観点からニュースを考える

[大山聡さんの投稿](#)



政府は国内で生産される半導体の売上高を2040年に40兆円まで増やす目標を据える方針だ。人工知能（AI）やデータセンターの需要拡大に備え、最先端半導体の研究・開発拠点を整備する。国が方向性を示し、民間企業が投資しやすい環境をつくる。

10日にも日本成長戦略会議（議長・高市早苗首相）を開き、官民連携した「危機管理・成長投資」の行程表の素案を示す。半導体の売上高目標も盛り込む。今夏にまとめる日本成長...

NVIDIA、巧みな「競合吸収」で一強死守へ 自社AI半導体の弱点補う

GTC2026

[半導体と地政学](#)

[+ フォローする](#)

2026年3月17日 11:55 [会員限定記事]



保存



Think!

多様な観点からニュースを考える

[佐藤一郎さんの投稿](#)



【シリコンバレー=清水孝輔】米エヌビディアは16日、米半導体新興Groq（グロック）の技術を搭載した人工知能（AI）半導体を発表した。潜在的な競合だったグロックをあえて買収せず、巨費を投じて人材と技術を吸収する手法で規制当局の監視をかわす。電力効率の低さという自社製品の弱点を克服して一強状態を死守する。

16日に米カリフォルニア州サンノゼで開いたエヌビディアの年次開発者会議「GTC」。最大の見せ...

投資家になるNVIDIA、12兆円でAI経済圏拡大 立役者は元バンカー

GTC2026

半導体

[+ フォローする](#)

2026年3月18日 15:15 [会員限定記事]



【シリコンバレー=清水孝輔】米半導体大手エヌビディアが投資家のように振る舞い始めている。過去1年間に決めた企業への投資額は、公表しているだけでも12兆円近くに達する。出資を通じて自社の人工知能（AI）半導体を使う経済圏を広げる戦略だ。その裏には同社で投資戦略を担う元バンカーの存在がある。

17日、エヌビディアが開催中の技術イベント「GTC」会場。大きなホールの壇上に米ベンチャーキャピタル（VC） ...

マスク氏「AI半導体工場を着工」 テスラとスペースX、 テキサスに

[イーロン・マスク](#) [+ フォローする](#)

2026年3月22日 14:50 [会員限定記事]

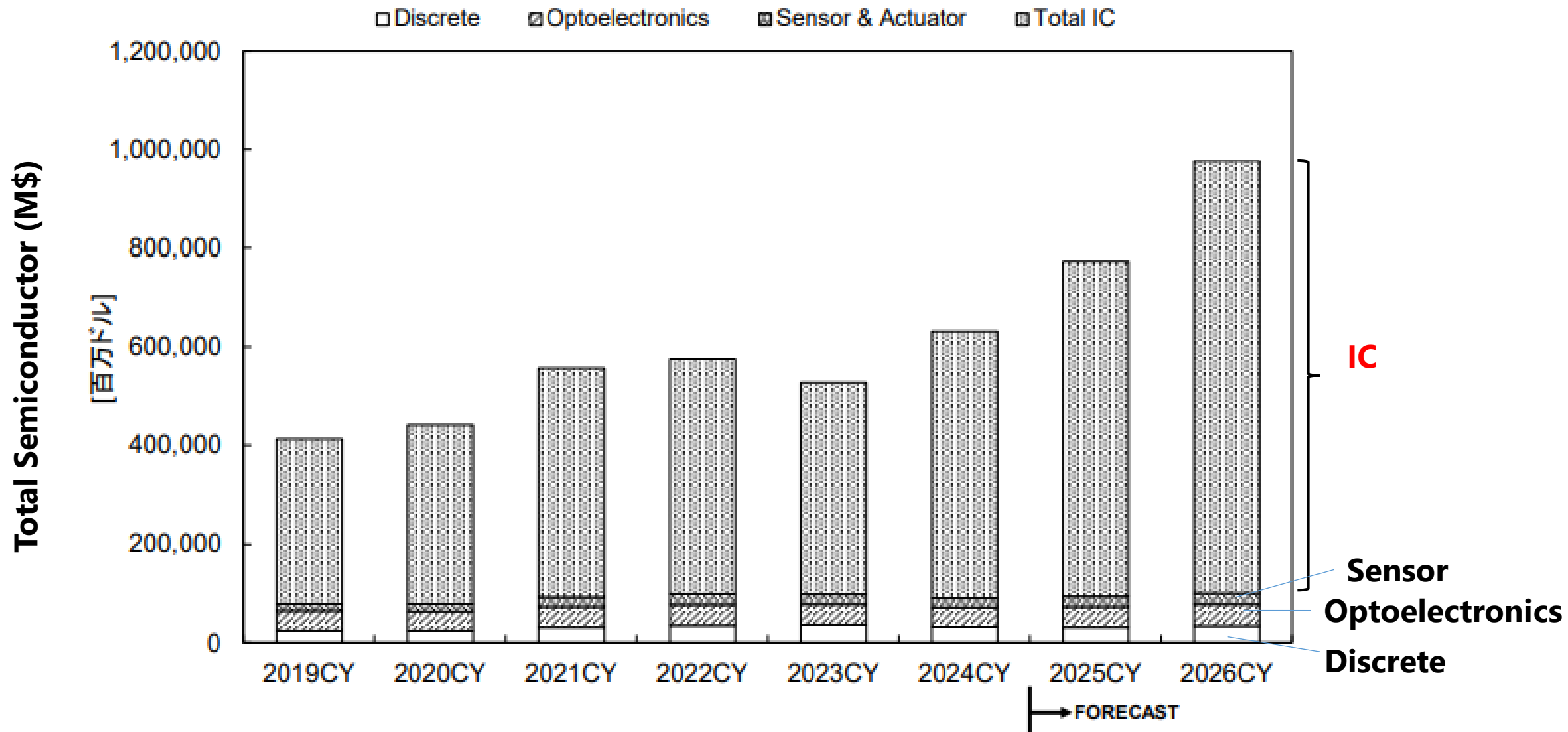


【ニューヨーク=川上梓】米電気自動車（EV）大手[テスラ](#)のイーロン・マスク最高経営責任者（CEO）は21日、人工知能（AI）向けの半導体を量産すると発表した。マスク氏が運営する宇宙開発の米スペースXと、米南部テキサス州に大型工場を設ける。既に建設に入ったとするが、投資額や稼働時期、生産する半導体の回路線幅などは明らかにしていない。

目標は1兆ワット、8割が宇宙向け

同日、マスク氏が説明会を開いて発...

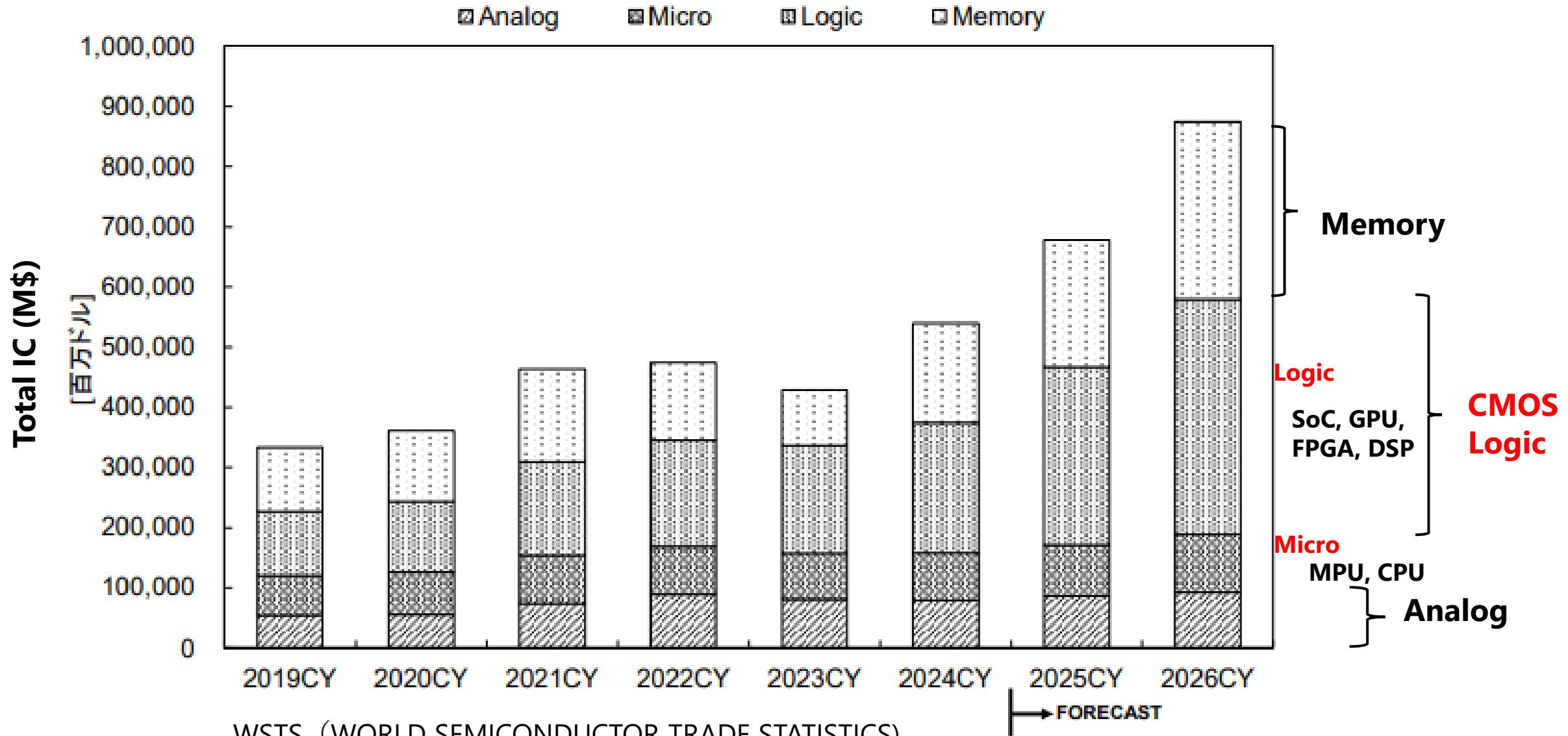
Semiconductor market: Total Semiconductor



WSTS (WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS)

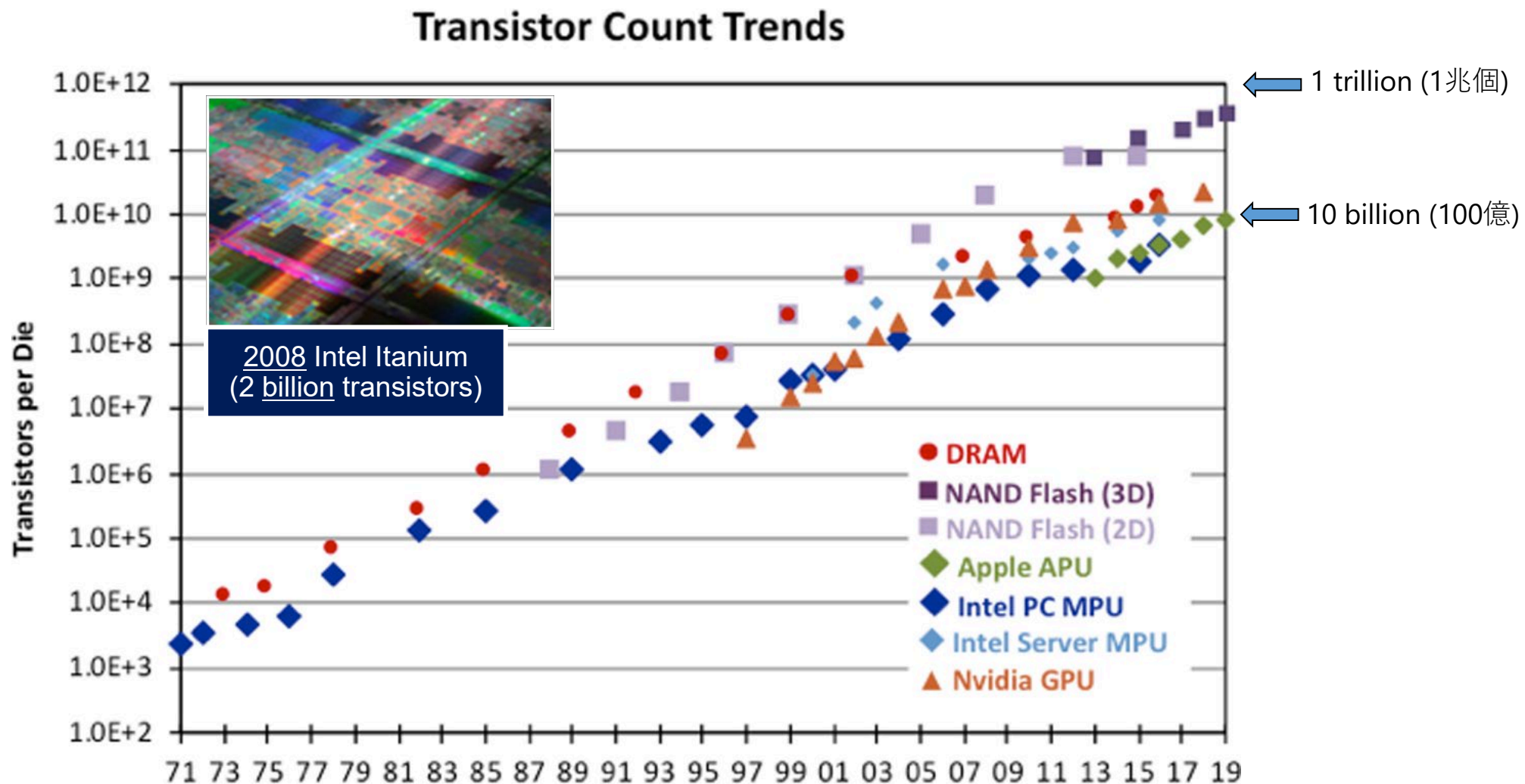
<https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/wsts/docs/20240604WSTS.pdf>

Semiconductor market: Total IC



WSTS (WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS)

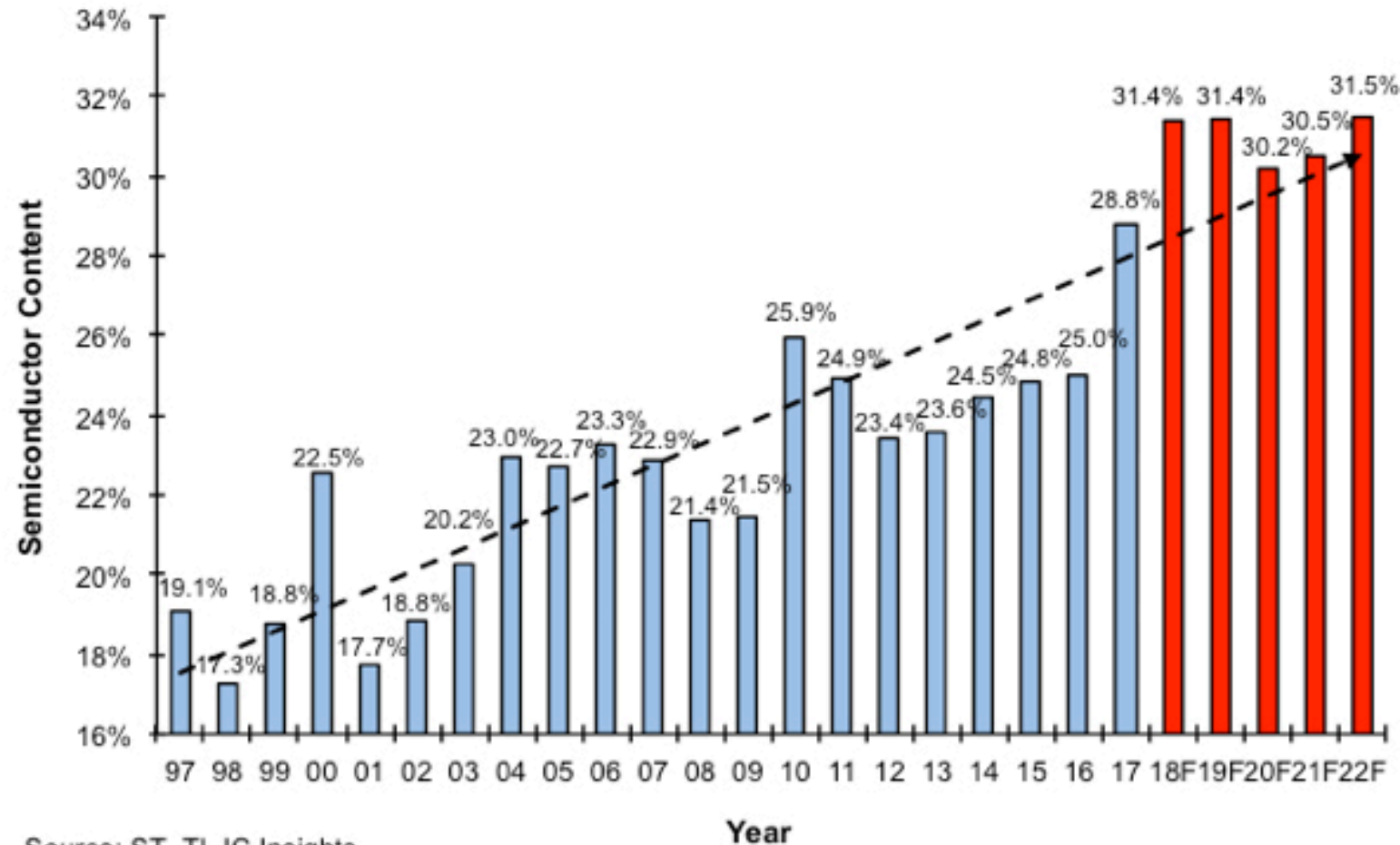
<https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/wsts/docs/20240604WSTS.pdf>



Sources: Intel, SIA, Wikichip, IC Insights

<https://news.mynavi.jp/article/20200324-1001886/>

Electronic System Semiconductor Content



Source: ST, TI, IC Insights