

# 情報処理応用B 第3回

## ハードウェアと情報産業

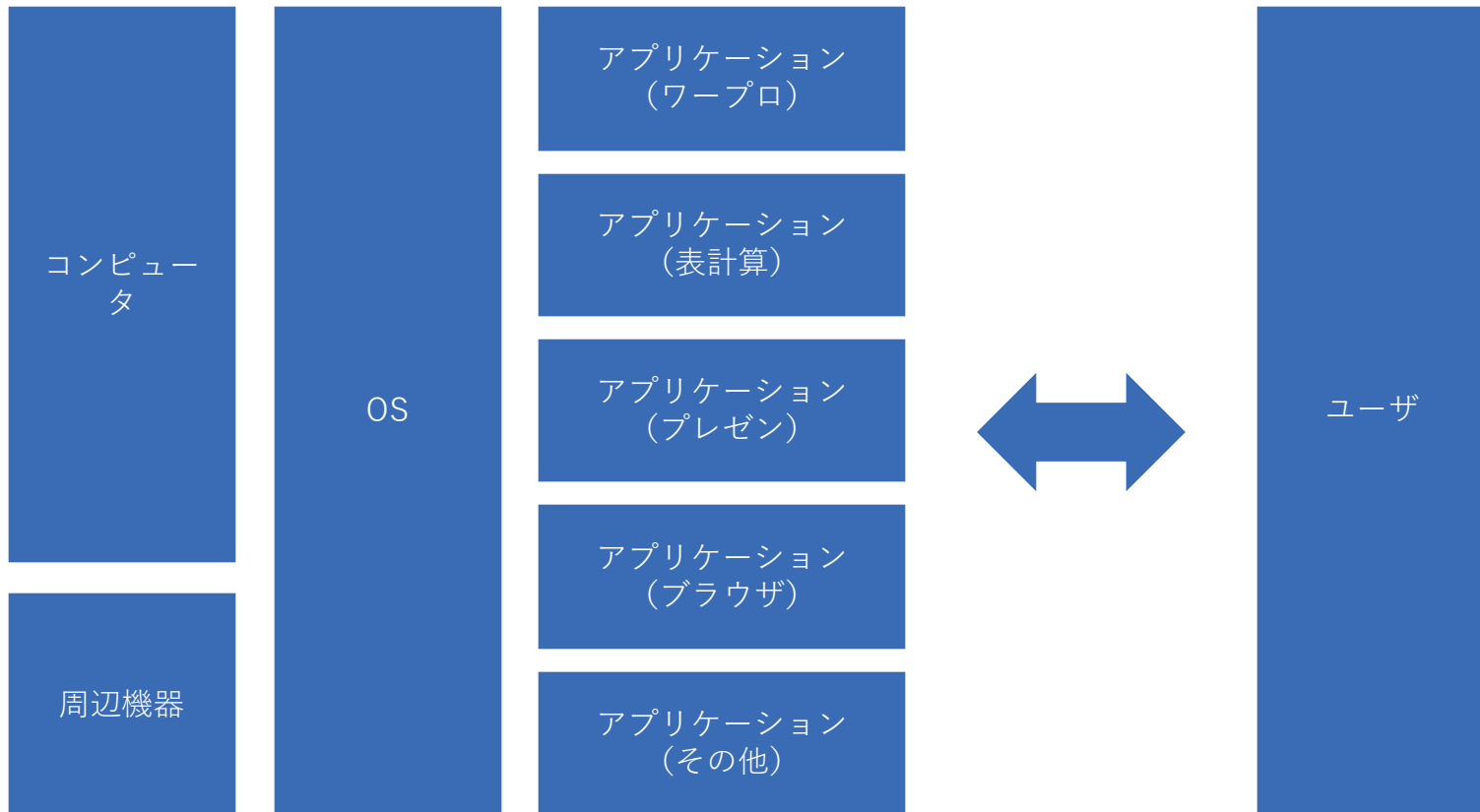
藤田 一寿

# ■ 講義の予定

- 第1回 ガイダンス
- 第2回 情報の表現（画像，音声，文字コード）
- 第3回 ハードウェア・産業構造
- 第4回 ソフトウェアの種類・ライセンス・特許
- 第5回 インターネットとビジネス
- 第6回 コンピュータネットワークの仕組み
- 第7回 情報セキュリティ
- 第8回 IoTとビッグデータ
- 第9回 人工知能 1 -人工知能時代の到来 -
- 第10回 人工知能2 -人工知能を実現するには-
- 第11回 人工知能3 -人工知能の技術-
- 第12回 人工知能4 -人工知能を使いこなす上で必要な能力-
- 第13回 人工知能5 -人工知能研究者はどこに進めばよいのか-
- 第14回 人工知能6 -プロンプトエンジニアリング-
- 第15回 人工知能7 -人工知能のリスク-

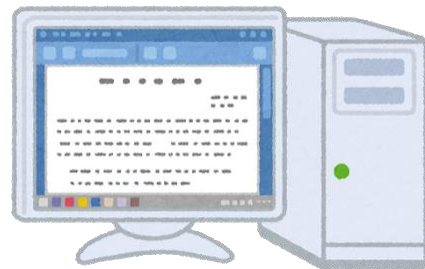
ハードウェア

# ■ ハードウェアとソフトウェアの関係



# ■ コンピュータの構成要素

- ハードウェア（ハード）
  - システムの物理的な構成要素
- ソフトウェア（ソフト）
  - 何らかの処理を行うコンピュータ・プログラムや関連する文書などをしめす。
  - システムソフトウェア
    - コンピュータのハードウェア管理や制御を行うソフトウェア。
    - オペレーティングシステム（OS），ファームウェアなどを指している。
  - アプリケーションソフトウェア（応用ソフトウェア）
    - ワープロや表計算などといった，コンピュータを応用する目的に応じたコンピュータ・プログラム。



# コンピュータの構成について の初心者向け説明

# ■ コンピュータの様子

ED2

コンピュータ

ディスプレイ

スピーカー

スキャナ

プリンタ

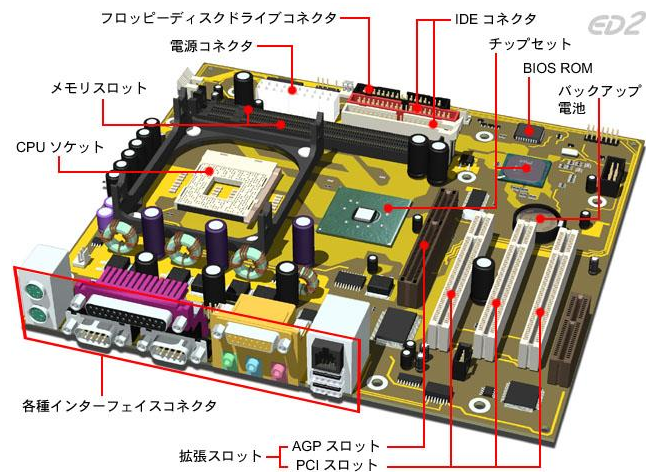
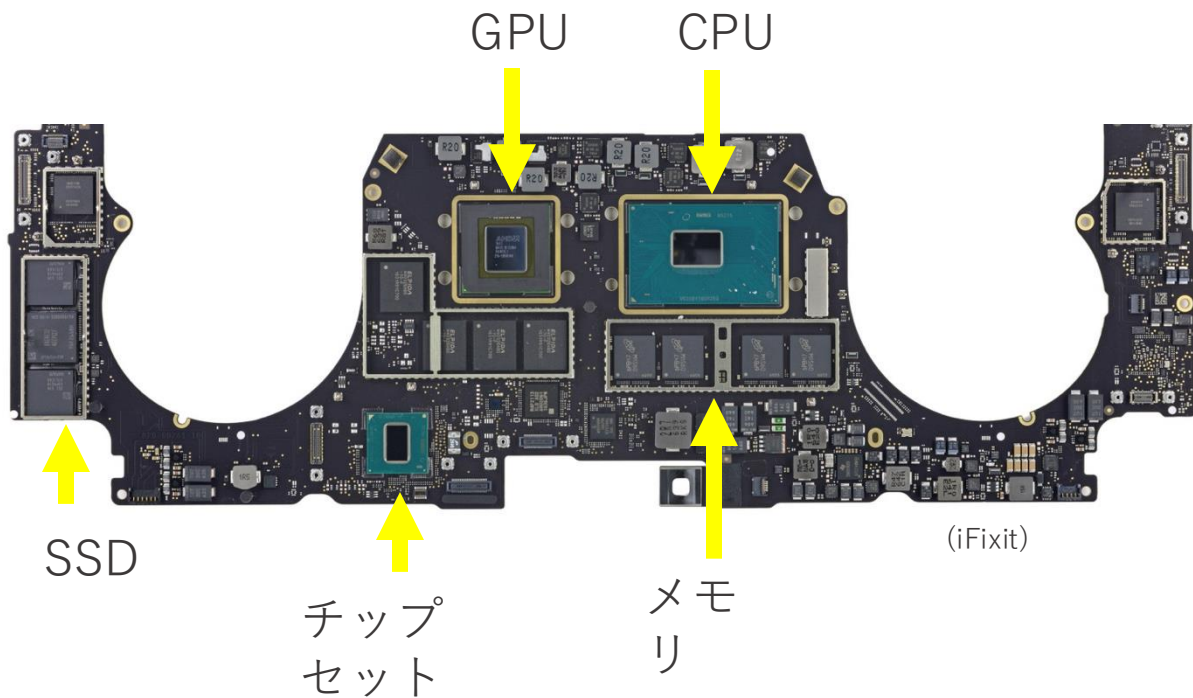
プリンタやスキャナなどを  
一体化したものは複合機

キーボード

マウス



# コンピュータの構成部品



# ■ コンピュータを構成する部品・機器

- CPU
  - コンピュータの中枢部品.
  - 制御と演算を行う.
- メモリ
  - 動作するために必要なプログラムやデータを一時的に記憶する装置.



CPU



メモリー



SSDは本棚

CPUは頭脳

入力装置は五感



メモリーは机

出力装置は口やペンを持った手

# コンピュータを構成する部品・機器

- 補助記憶装置（SSD、ハードディスク、CD-ROM、DVD-ROMなど）
  - プログラムやデータを長期に渡り記憶する装置。
  - ハードディスク、SSD、CD-ROM、DVD-ROMなど
- 入力装置
  - コンピュータに情報を入力するための装置。
  - キーボード、マウス、スキャナなど
- 出力装置
  - コンピュータの情報を出力するための装置。
  - ディスプレイ、プリンタなど。



SSD



SSDは本棚



CPUは頭脳

入力装置は五感

メモリは机

出力装置は口やペンを持った手

# ■ iPhoneの仕様



iPhone14

プロセッサ：A15

メモリ：6GB

容量：128GB, 256GB, 512GB

ディスプレイ：2,532 x 1,170, 460ppi

← CPUにあたる

← SSDにあたる

**CPU**

# CPU

- CPU

- コンピュータの中核部品.
- 制御と演算を行う.
- コンピュータの性能に大きく関わる.

- CPUの種類

- x86系
  - 主にパソコン向け
  - ほぼIntelとAMD製
  - Core Ultra, Ryzen, Threadripperなど

- ARM系

- 主にスマートフォン, タブレット向け
- サーバやスパコンでも使用される.
- 様々な機能を含むためCPUのみの機能に特化していない. (SoC: System on a Chip)
- 様々な会社が設計, 生産

Cinebench R23 (Multi-Core)

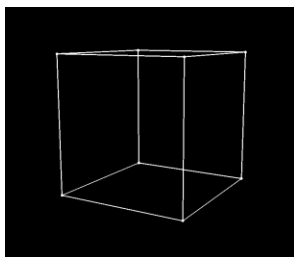


[https://www.cpu-monkey.com/ja/cpu\\_benchmark-cinebench\\_r20\\_multi\\_core-10](https://www.cpu-monkey.com/ja/cpu_benchmark-cinebench_r20_multi_core-10)

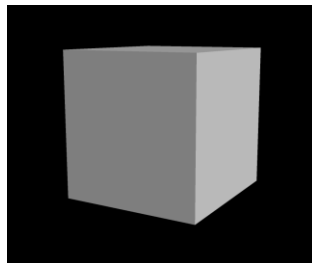
**GPU**

# GPU

- Graphics Processing Unitの略
- 3Dグラフィックスなどの画像処理に特化した演算装置
- 主にNVIDIAとAMDが設計



レンダリング



GPUが3Dデータを2DCGに変換  
この際、莫大な計算が必要



(Zotac)

# GPGPU

- GPGPU (General-purpose computing on GPU)とは**GPUを汎用計算に用いる**こと。
  - 2007年GPUメーカーであるNVIDIAがGPUを画像処理以外の目的に用いるための環境を提供したことにより、GPGPUが普及した。
- GPUはCPUよりも遥かに高速に演算できるため、科学技術計算などで活用されている。
- GPGPUはディープラーニングでも用いられ、人工知能の発展に大きく寄与している。
  - GPUは人工知能を動かすための必須部品となっている。
  - 人工知能向けGPUはNVIDIAがほぼ独占している。

**GPUはCGを作るだけではなく、普通の計算にも使える。**  
**GPUはCPUより早いので計算量が多い人工知能で活用されている。**



# 補助記憶装置

# 補助記憶装置

- 補助記憶装置は、情報を持続的に保存しておくための装置。

## 主な補助記憶装置

- 半導体（スマホ、パソコンでは主流）

- SSD
- SDカード

- USBフラッシュドライブ

## 磁気

- ハードディスク
- 磁気テープ

## 光ディスク

- CD-ROM, CD-R

- 約700MB記憶できる。

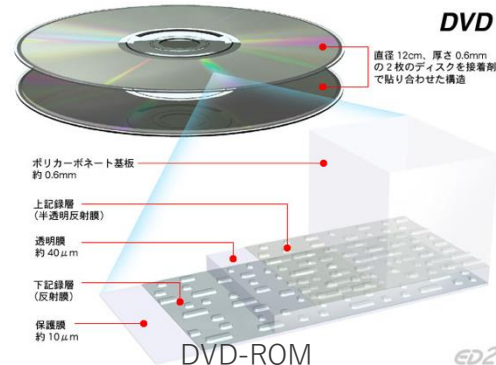
- DVD-ROM, DVD-R

- 片面1層で4.7GB, 片面2層で8.5GB, 両面2層で17GB記憶できる。

- BD-ROM, BD-R

- 青紫色レーザを使った光ディスク

- 1層で25GB, 2層で50GB記憶できる。



# 半導体を使った記憶装置

- SSD (Solid State Drive)

- ハードディスクより高速である。
- 物理的な可動部分がないため、省電力、静音、耐衝撃に優れる。
- 2018年現在、容量単価がハードディスクより高い。
- 書き込み回数に制限がある（普通の使用方法では上限に達しない）。
- 故障時のデータ復旧が難しい。



- SDカード

- デジタルカメラ、携帯電はなどで使われる記憶メディア。
- 小型のmicro SDカードがある。

- USBフラッシュドライブ（USBメモリ）

- 別途読み取り機器を必要とせず、USB端子に直接接続できる。

# NANDフラッシュのシェア

**Table 1: Sales Ranking of Branded NAND Flash Makers, 3Q21 (Unit: Million USD)**

Company	Revenue		Market Share	
	3Q21	QoQ (%)	3Q21	2Q21
Samsung	6,510.0	16.5%	34.5%	34.0%
Kioxia	3,638.5	20.8%	19.3%	18.3%
SK hynix	2,544.0	25.6%	13.5%	12.3%
WDC	2,490.0	2.9%	13.2%	14.7%
Micron	1,971.0	8.8%	10.4%	11.0%
Intel	1,105.0	0.6%	5.9%	6.7%
Others	620.6	33.6%	3.3%	2.8%
Total	18,879.1	15.0%	100.0%	100.0%

Note 1: 2Q21 USD/JPY= 1: 109.4; USD/KRW=1: 1,121.3

Note 2: 3Q21 USD/JPY= 1: 110.1; USD/KRW=1: 1,160.1

Note 3: Sales of Optane SSDs have been excluded from the calculation of Intel's revenue since 1Q21 due to Intel's own policy.

Source: TrendForce, Nov. 2021

## ■ おまけ：DRAM（メモリ）のシェア

**Table 1: Global DRAM Revenue Ranking by Brand, 1Q22**

(Unit: US\$1 Million)

Ranking	Company	Revenue			Market Share	
		1Q22	4Q21	QoQ	1Q22	4Q21
1	Samsung	10,460	10,580	-1.1%	43.5%	42.3%
2	SK hynix	6,551	7,426	-11.8%	27.3%	29.7%
3	Micron	5,719	5,587	2.4%	23.8%	22.3%
4	Nanya	712	769	-7.4%	3.0%	3.1%
5	Winbond	247	259	-4.6%	1.0%	1.0%
6	PSMC	52	67	-23.3%	0.2%	0.3%
	Others	295	346	-14.8%	1.2%	1.4%
Total		24,035	25,035	-4.0%	100.0%	100.0%

Note 1: 4Q21--US\$1:KRW1,183; US\$1:NT\$27.8

Note 2: 1Q22--US\$1:KRW1,206; US\$1:NT\$28.0

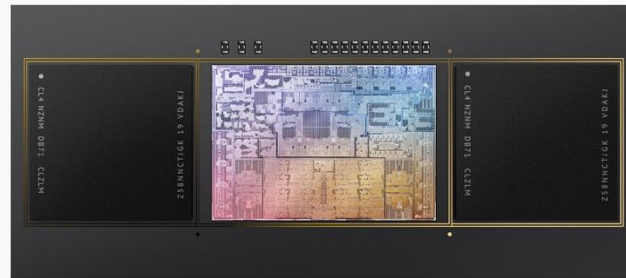
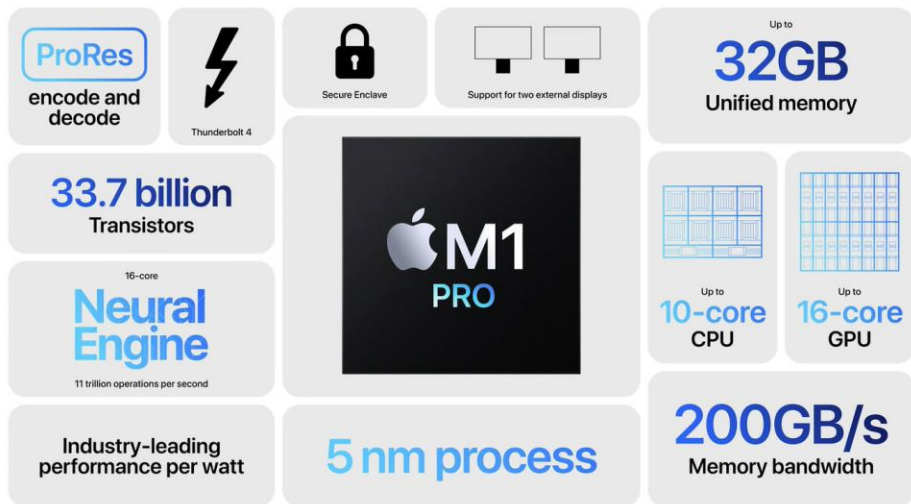
Source: TrendForce, May 2022

<https://www.trendforce.com/presscenter/news/20220518-11220.html>

**SoC**

# System on a Chip (SoC)

- 複数のチップに分かれていた機能を一つのチップに収める。



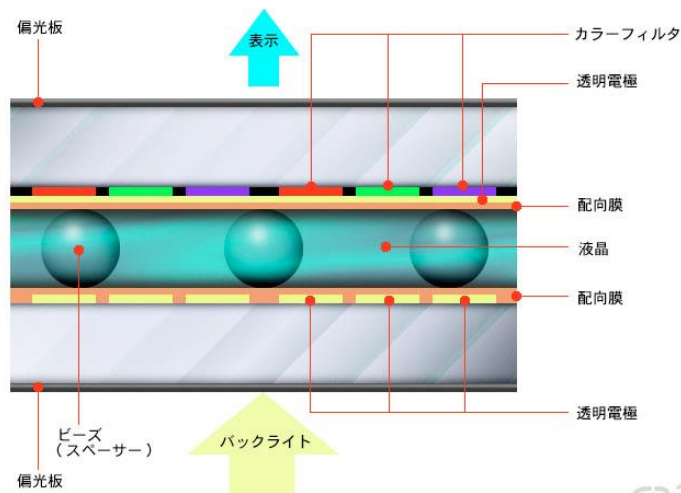
M1 Pro

ディスプレイ

# ■ ディスプレイ

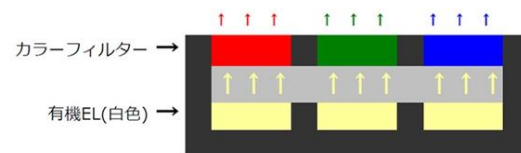
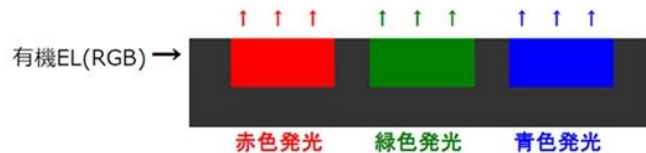
## • 液晶ディスプレイ

- 液晶は電圧をかけることで偏光特性が変わる。それを画素毎に制御することで、各画素が異なった色を表示できる。
- 液晶は、それ自体発光することではなく、外部の光かバックライトの透過光を調整している。
- その原理上、黒が黒くならない。



# ■ ディスプレイ

- 有機ELディスプレイ
  - 画素毎に有機EL素子が配置され、それが自ら発光することで色を発する。
  - 自ら発光するため、液晶ディスプレイに比べ薄くできる。
  - 有機ELディスプレイにはRGBそれぞれ発光する素子を並べ色を表現するRGB方式と白色に発行する有機EL素子とRGBのカラーフィルタを使い色を表現するカラーフィルタ方式がある。



## ■ ディスプレイの拡大図



Close-up of an LCD screen

# 画面解像度

- ディスプレイの画素数を表す。
- 横と縦の画素数または総画素数で表される。

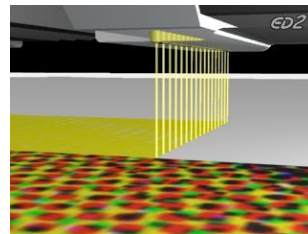
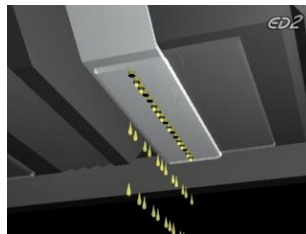
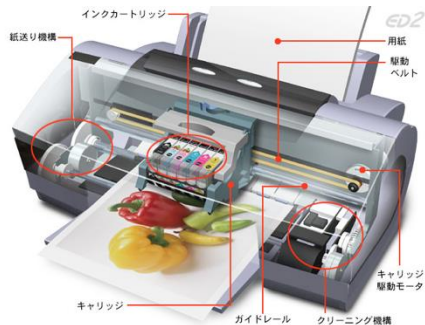
名称	横x縦	総画素数	
QVGA	320x240 (4:3)	76800	
VGA	640x480 (4:3)	307200	
SVGA	800x600 (4:3)	480000	
XGA	1024x768 (4:3)	786432	
HD(720p)	1280x720 (16:9)	921600	
HD	1366x768 (16:9)	1,049,088	1K
SXGA	1280x1024 (5:4)	1,310,720	
UXGA	1600x1200 (4:3)	1920000	
FHD	1920x1080 (16:9)	2,073,600	2K
WUXGA	1920x1200 (16:10)	2,304,000	
WQHD	2560x1440 (16:9)	3686400	
4K(QFHD)	3840x2160 (16:9)	8294400	4K

プリンタ

# ■ プリンタ

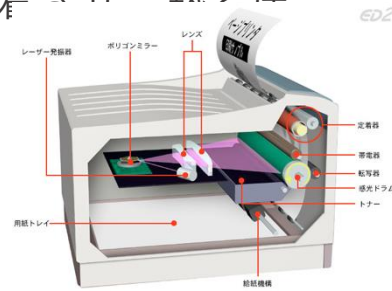
## • インクジェットプリンタ

- 印字ヘッドにあるノズルからインクを上吹き付けて印刷する。



## • レーザープリンタ

- レーザ光を利用して感光ドラムに印字イメージを作り，トナーを付着させ、転写力  
で上に転写して印刷する。
- 多くのコピー機，複合機はこの方式で印刷する。



# 産業構造

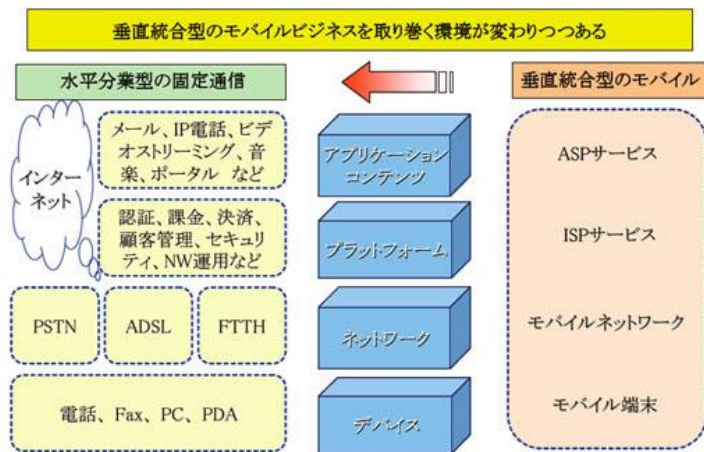
# 垂直統合と水平分業

- 垂直統合
  - 各企業が製品の開発，製造のすべての段階を統合的に担う
- 水平分業
  - 製品の開発，製造工程毎に専門の会社があり，それらがその工程を行う。

## 垂直統合

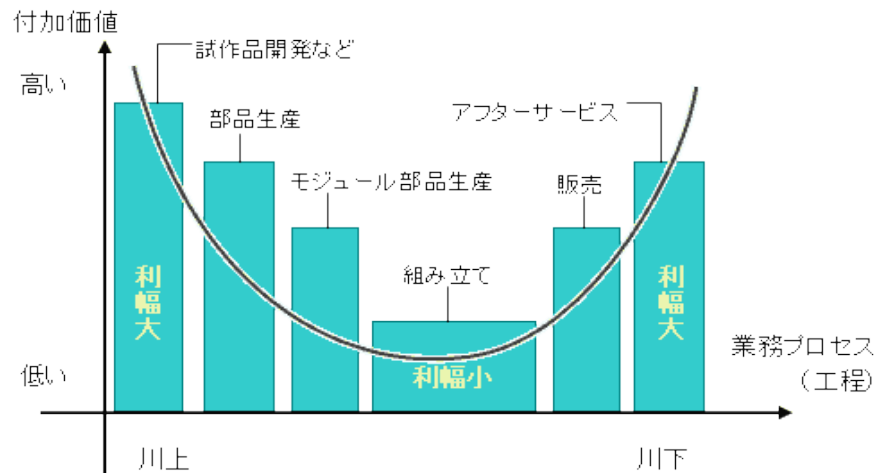


## 水平分業 (PCの例)



# ■ 工程ごとの付加価値(スマイルカーブ)

- 企画、設計、サービスは付加価値は高い
- 素材も付加価値は良い
- 製造は付加価値は低い
  - 生産量の安定が重要
  - 生産設備のイニシャルコスト，ランニングコストをどうまかなうか



Intelはファブレスではない

- 工場を持たない会社
  - Apple
  - 任天堂
  - AMD
    - CPU, GPUなどPC部品の設計会社, PS4, PS5, Xbox Series X/Sにも搭載
  - NVIDIA
    - GPU設計会社, 深層ニューラルネットワーク（人工知能）の計算にも使われる
  - Qualcomm
    - 携帯電話のSoCの設計会社
  - Broadcom
    - 携帯電話のSoCの設計会社

高性能ICの製造は難しく, IC設計会社が製造することは難しくなっている. Intelですら技術が追いついていない. ICの設計のみを行う会社をデザインハウスとも言うこともある.

# ファブレスIC設計会社のランキング

Table 1: Global Top Ten IC Design Company Revenue Ranking, 1Q22 (Unit: US\$1 Million)

1Q22 Rank	1Q21 Rank	Company	1Q22 Revenue	1Q21 Revenue	YoY
1	1	Qualcomm	9,548	6,281	52%
2	2	NVIDIA	7,904	5,173	53%
3	3	Broadcom	6,110	4,849	26%
4	5	AMD	5,887	3,445	71%
5	4	MediaTek	5,007	3,805	32%
6	9	Marvell	1,412	821	72%
7	6	Novatek	1,281	929	38%
8	8	Realtek	1,044	822	27%
9	-	Will Semiconductor	744	815	-9%
10	-	Cirrus Logic	490	294	67%
	7	Xilinx	-	851	-
-	10	Dialog	-	366	-
Total Revenue			39,427	27,342	44%

## Notes

1. This top ten ranking only accounts for companies ahead of public financial reporting.
2. Qualcomm revenue only includes QCT; NVIDIA excludes OEM/IP revenue; Broadcom revenue only includes semiconductors; Will Semiconductor revenue only includes semiconductor design and sales.
3. NT\$:US\$ exchange rate: 1Q22 - 28.50:1; 1Q21 - 28.39:1
4. RMB:US\$ exchange rate: 1Q22 - 6.336:1; 1Q21 - 6.483:1

Source: TrendForce, Jun. 2022

<https://www.trendforce.com/presscenter/news/20220609-11245.html>



ネットワーク用やオーディオ用のICを設計する会社（デザインハウス）。

# 製造のみを行う会社

- ファウンドリ
  - IC製造を専門に行う会社
    - TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd. 台湾)
    - UMC (台湾)
    - Global Foundries (アメリカ)
    - Samsung (韓国)
- EMS(Electric Manufacturing Service)
  - 製品生産を受託するサービス
    - OEM(Original Equipment Manufacture)
      - 生産のみを任せる
    - ODM(Original Design Manufacture)
      - 設計から任せる
  - Foxconn (鴻海科技集団)
    - アップル, 任天堂などの製品を製造

Table 1: Revenue Ranking of the Global Top 10 Foundries, 3Q20 (Unit: Million USD)

Rank	Foundry	3Q20E	3Q19	YoY	M/S
1	TSMC	11,350	9,400	21%	53.9%
2	Samsung	3,665	3,531	4%	17.4%
3	GlobalFoundries	1,484	1,524	-3%	7.0%
4	UMC	1,482	1,210	23%	7.0%
5	SMIC	948	816	16%	4.5%
6	TowerJazz	320	312	3%	1.5%
7	PSC	289	230	26%	1.4%
8	VIS	276	229	21%	1.3%
9	Hua Hong	236	239	-1%	1.1%
10	DB HiTek	191	187	2%	0.9%
Top 10 Total		20,241	17,678	14%	96.1%

Notes:

1. Samsung's revenue includes revenues from its System LSI unit and its foundry business
  2. GlobalFoundries' revenue includes revenue generated by the chip manufacturing unit that it acquired from IBM
  3. PSMC's revenue includes its foundry revenue only
  4. Hua Hong's revenue includes figures from its publicly disclosed revenue only
- Source: TrendForce compiled this table with data from the respective foundries, Aug. 2020

2020年第3四半期売上予想(TrendForce)

ファウンドリの中でも技術格差が生じており、現在最先端のIC製造はTSMCの独壇場になりつつある。

# 半導体関連のシェア

## 2021年第1四半期の半導体企業売上高ランキング

### 1Q21 Top 15 Semiconductor Sales Leaders (\$M, Including Foundries)

1Q21 Rank	1Q20 Rank	Company	Headquarters	1Q20 Total IC	1Q20 Total O-S-D	1Q20 Total Semi	1Q21 Total IC	1Q21 Total O-S-D	1Q21 Total Semi	1Q21/1Q20 % Change
1	1	Intel	U.S.	19,508	0	19,508	18,676	0	18,676	-4%
2	2	Samsung	South Korea	14,030	767	14,797	16,152	920	17,072	15%
3	3	TSMC (1)	Taiwan	10,319	0	10,319	12,911	0	12,911	25%
4	4	SK Hynix	South Korea	5,829	210	6,039	7,323	305	7,628	26%
5	5	Micron	U.S.	5,004	0	5,004	6,580	0	6,580	31%
6	7	Qualcomm (2)	U.S.	4,050	0	4,050	6,281	0	6,281	55%
7	6	Broadcom Inc. (2)	U.S.	3,673	409	4,082	4,355	485	4,840	19%
8	9	Nvidia (2)	U.S.	3,074	0	3,074	4,630	0	4,630	51%
9	8	TI	U.S.	2,974	190	3,164	3,793	235	4,028	27%
10	16	MediaTek (2)	Taiwan	2,022	0	2,022	3,849	0	3,849	90%
11	18	AMD (2)	U.S.	1,786	0	1,786	3,445	0	3,445	93%
12	11	Infineon	Europe	1,828	876	2,704	2,170	1,083	3,253	20%
13	10	Apple* (2)	U.S.	2,770	0	2,770	3,080	0	3,080	11%
14	14	ST	Europe	1,483	745	2,228	2,011	994	3,005	35%
15	13	Kioxia	Japan	2,567	0	2,567	2,585	0	2,585	1%
Top-15 Total				80,917	3,197	84,114	97,841	4,022	101,863	21%

(1) Foundry (2) Fabless

Source: Company reports, IC Insights' Strategic Reviews database

\*Custom processors/devices for internal use.

(IC Insights)

## 2020年の半導体装置メーカーランキングトップ15

2020 Rank	AOW	COMPANY	2019	2020	Growth	2020 Share
1	USA	Applied Materials	13,468	16,365	21.5%	17.7%
2	Europe	ASML	12,770	15,396	20.6%	16.7%
3	USA	Lam Research	9,549	11,929	24.9%	12.9%
4	Japan	Tokyo Electron	9,552	11,321	18.5%	12.3%
5	USA	KLA	4,704	5,443	15.7%	5.9%
6	Japan	Advantest	2,470	2,531	2.5%	2.7%
7	Japan	SCREEN	2,200	2,331	6.0%	2.5%
8	USA	Teradyne	1,553	2,259	45.5%	2.4%
9	Japan	Hitachi High-Tech	1,490	1,717	15.2%	1.9%
10	Europe	ASM International	1,261	1,516	20.2%	1.6%
11	Japan	Kokusai Electric	1,127	1,455	29.1%	1.6%
12	Japan	Nikon	1,104	1,085	-1.7%	1.2%
13	Korea	SEMES	489	1,056	116.0%	1.1%
14	ROW	ASM Pacific Technology	894	1,027	14.9%	1.1%
15	Japan	Daifuku	1,107	940	-15.1%	1.0%
		Others	14,294	16,034	12.2%	17.4%
		Total	78,032	92,405	18.4%	100%

(VLSI research)

## ■ ファブを持つ限界

---

- インテルは今でもファブを所有している.
- 一方で、製造技術の向上が追いつかず、ファブレス企業のAMDに性能面で見劣りする場合もある.
  - 特に消費電力
- そのため、2025年に販売しているインテル製のCPUは自社の工場ではなく、TSMCで製造している.
- 次世代CPUは自社工場で製造する予定となっている.  
(<https://pc.watch.impress.co.jp/docs/column/ubiq/2053852.html>)

## ■ 水平分業から垂直統合へ、より川下のビジネスに

- OEMからODMへ、さらに製品の企画、マーケティングまでEMSが行うようになっている。
  - FoxconnがEV開発、プラットフォーム提案など
- ASUSやAcerのように、元々部品メーカーだったものが自社ブランドで完成品を売るようになることもある。

演習

- GPUの説明として、適切なものはどれか。(ITパスポート平成28年秋期)
1. 1秒間に何十億回の命令が実行できるかを示すCPUの処理能力を表す指標の一つ
  2. CPUが演算処理の同期をとるための周期的信号
  3. CPUと主記憶装置との間に設けられた、主記憶装置よりも読み書きが高速な記憶装置
  4. 三次元グラフィックスの画像処理などをCPUに代わって高速に実行する演算装置

## ■ 演習

- GPUの説明として、適切なものはどれか。(ITパスポート平成28年秋期)
1. 1秒間に何十億回の命令が実行できるかを示すCPUの処理能力を表す指標の一つ  
GFLOPSです。
  2. CPUが演算処理の同期をとるための周期的信号  
クロックです。
  3. CPUと主記憶装置との間に設けられた、主記憶装置よりも読み書きが高速な記憶装置  
キャッシュメモリです。
  4. 三次元グラフィックスの画像処理などをCPUに代わって高速に実行する演算装置

- ファブレスを説明したものはどれか。(ITパスポート平成21年秋期)
1. 相手先の商標やブランドで製品を製造し、供給すること
  2. 自社では工場を持たずに製品の企画を行い、他の企業に生産委託する企業形態
  3. 製品の企画から製造、販売までの機能を垂直統合した製造小売業のこと
  4. 製品の設計、試作、製造を一括して生産受託するサービスのこと

- ファブレスを説明したものはどれか。(ITパスポート平成21年秋期)
1. 相手先の商標やブランドで製品を製造し、供給すること  
OEMです.
  2. 自社では工場を持たずに製品の企画を行い、他の企業に生産委託する企業形態
  3. 製品の企画から製造、販売までの機能を垂直統合した製造小売業のこと  
SPA (specialty store retailer of private label apparel) です. ユニクロなど.
  4. 製品の設計、試作、製造を一括して生産受託するサービスのこと  
EMSです.

- EMS(Electronics Manufacturing Service)の説明として適切なものはどれか。
1. 一般消費者からの家電製品に関する問合せの受付窓口となって電話対応を行う。
  2. 製造設備をもたず、製品の企画、設計及び開発を行う。
  3. 他メーカーから仕入れた電子機器などの販売を専門に行う。
  4. 他メーカーから受注した電子機器などの受託生産を行う。

- EMS(Electronics Manufacturing Service)の説明として適切なものはどれか。

1. 一般消費者からの家電製品に関する問合せの受付窓口となって電話対応を行う。

コールセンター

2. 製造設備をもたず、製品の企画、設計及び開発を行う。

ファブレス

3. 他メーカーから仕入れた電子機器などの販売を専門に行う。

ベンダー

4. 他メーカーから受注した電子機器などの受託生産を行う。