

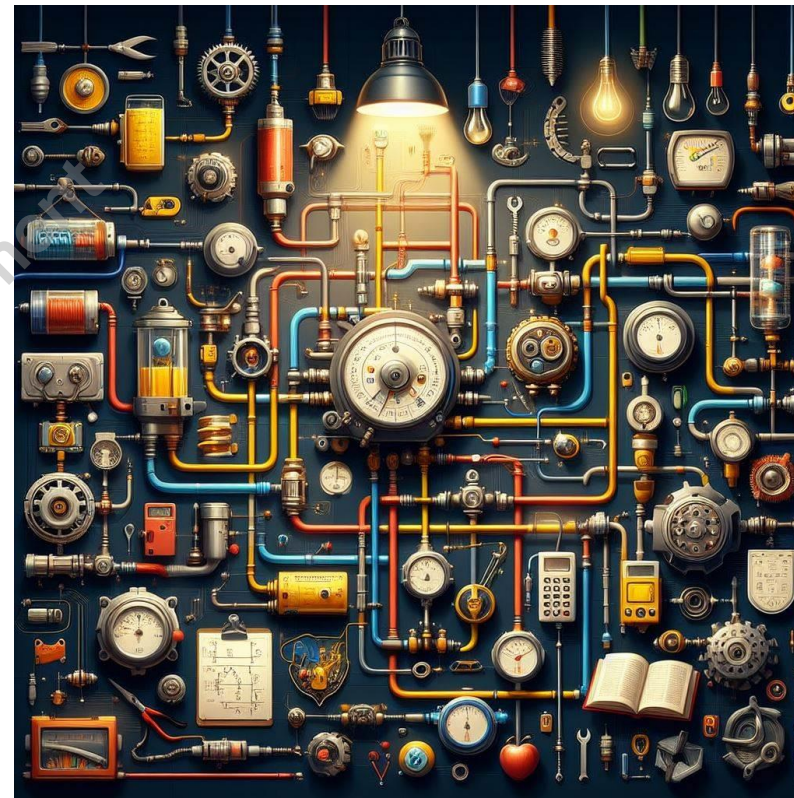
電気回路基礎 導入と基礎

理工学部 電気情報工学科
吉岡健太郎



今日の内容

- 授業計画(シラバス)
- 備考(教科書、成績評価基準等)
- ガイダンス
 - ◆ 電気回路、集積回路の現在地

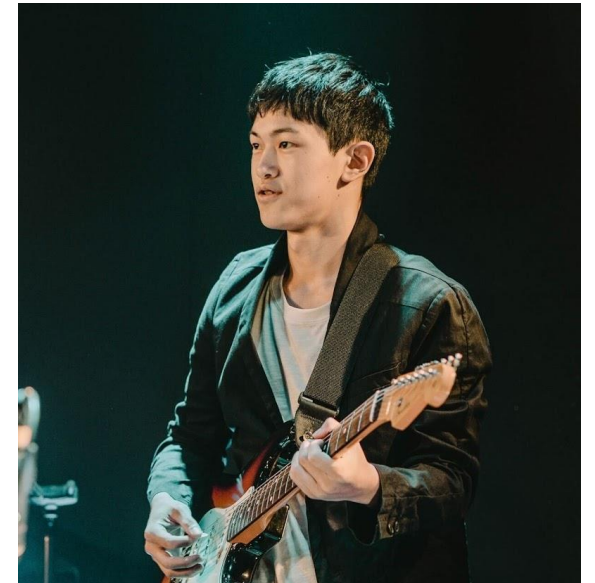


授業担当者

■ 吉岡 健太郎

◆電気情報工学科 専任講師

■ TA:安藤 慎平 (M2)



今学期の授業計画

- 1: ガイダンス、導入(第1章)
- 2: 直流回路、抵抗素子(第2章)
- 3: 容量とインダクタ(第3章)
- 4: 回路素子の時間応答(第4章)
- 5: 定常正弦波における回路素子の特性(第7章)
- 6: 交流回路(第7章)
- 7: フーリエ級数とフーリエ変換
- 8: 演算増幅器
- 9: 半導体素子
- 10-11: 回路設計例、設計演習
- 12: 期末試験
- (授業内期末試験を予定中。詳細は6月頃にアナウンス。)

変わる可能性あり

授業の理解度、内容の難易度を考慮しながら、
上記計画は適宜変更する。
都度、LMSのページを確認のこと。



教科書

■ 新しい電気回路 上 松澤昭

◆ 上:前半

◆ 下:後半の参考書

- 教科書が去年度とは異なることに注意



シミュレーション演習

- LTSpiceをインストールし、回路シミュレーションを実施
 - ◆ 各自のPCで行う
 - ◆ 来週から行うので必ずノートPCを持参すること
 - ノートPC持ってない人、持ってこれない人 TAに相談してください



成績

■ 成績:

- ◆ 授業中に行う小演習および期末試験で評価
- ◆ (概ね6割理解していれば合格)

■ 講義資料:

授業支援ページ(Canvas LMS)に掲載します。

■ 質問:

授業支援システム(Canvas LMS)にて随時受け付けます。



イントロダクション

本講義で学ぶ内容が、現代社会でどのように利用されているか
(事例紹介)



電子回路の歴史

トランジスタの発明 1948年

集積回路の発明 1959年

マイクロプロセッサの発明 1971年

デジタル回路: コンピュータ etc.

アナログ回路: 増幅器 etc.

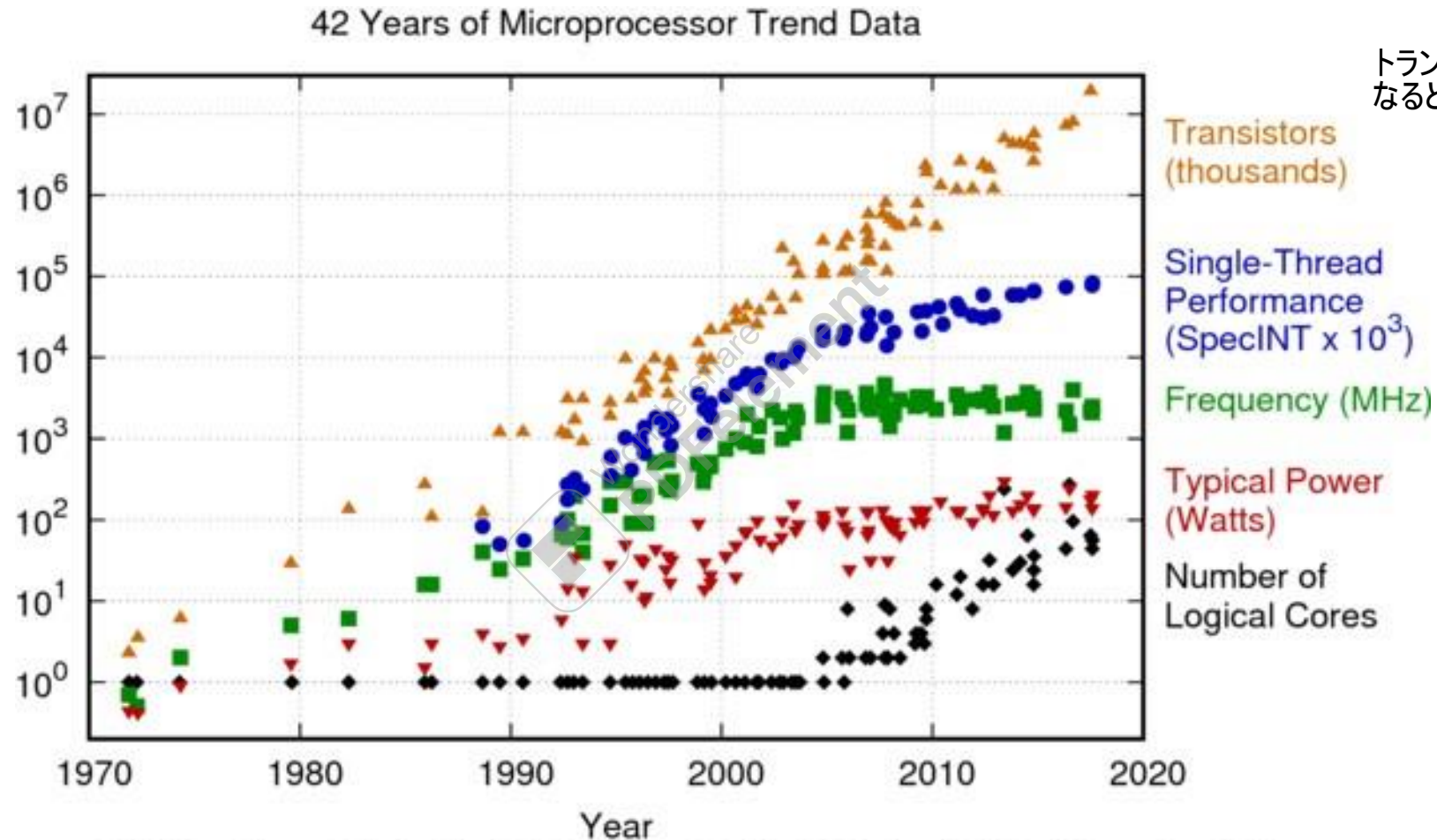
1990年～ マルチメディアデータの処理

アナログ回路技術とデジタル回路技術の融合

現代情報化社会の基盤技術



ムーアの法則～集積回路の発展～



トランジスタは一年で2倍になるという法則

コアの数

Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten
New plot and data collected for 2010-2017 by K. Rupp

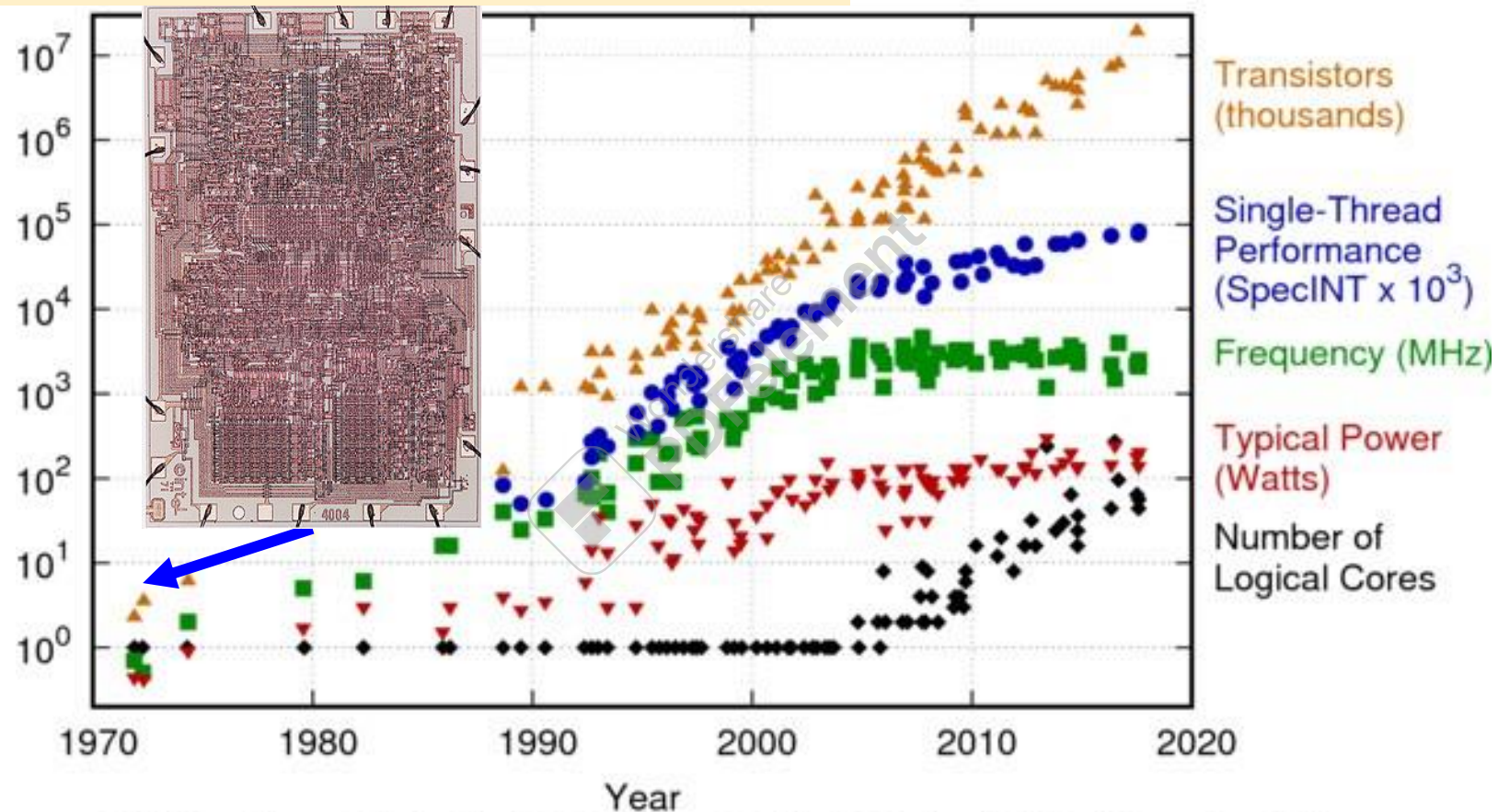
Figure in courtesy of K. Rupp, "42 years of Microprocessor Trend Data",
<https://www.karlrupp.net/2018/02/42-years-of-microprocessor-trend-data/>

ムーアの法則～集積回路の発展～

世界初のCPU

Intel 4004 トランジスタ数:4000 足し算、引き算可能

and Data



Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten
New plot and data collected for 2010-2017 by K. Rupp

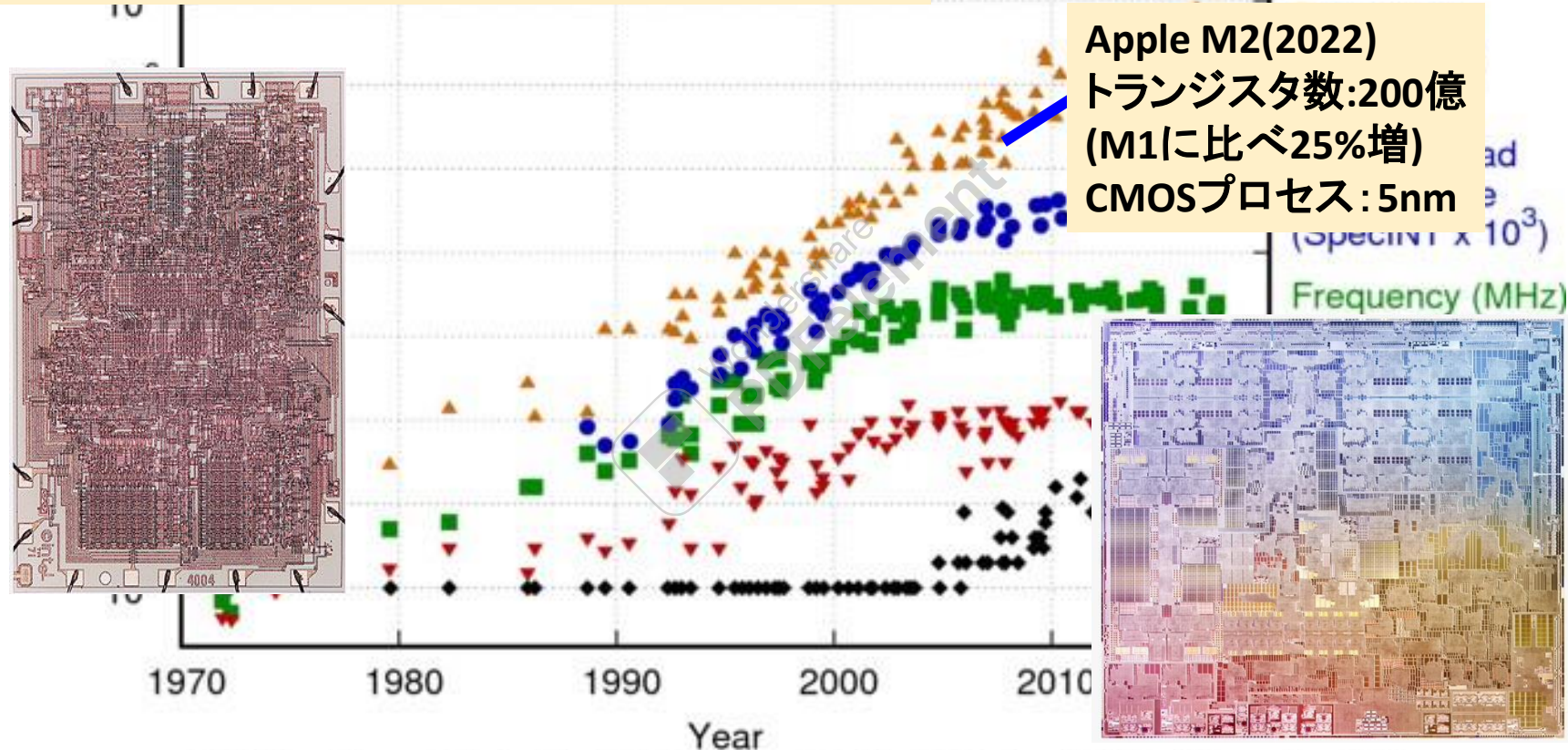
Figure in courtesy of K. Rupp, "42 years of Microprocessor Trend Data",
<https://www.karlrupp.net/2018/02/42-years-of-microprocessor-trend-data/>

ムーアの法則～集積回路の発展～

世界初のCPU

Intel 4004 トランジスタ数:2250

CMOSプロセス:10um



Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten
New plot and data collected for 2010-2017 by K. Rupp

Figure in courtesy of K. Rupp, "42 years of Microprocessor Trend Data",

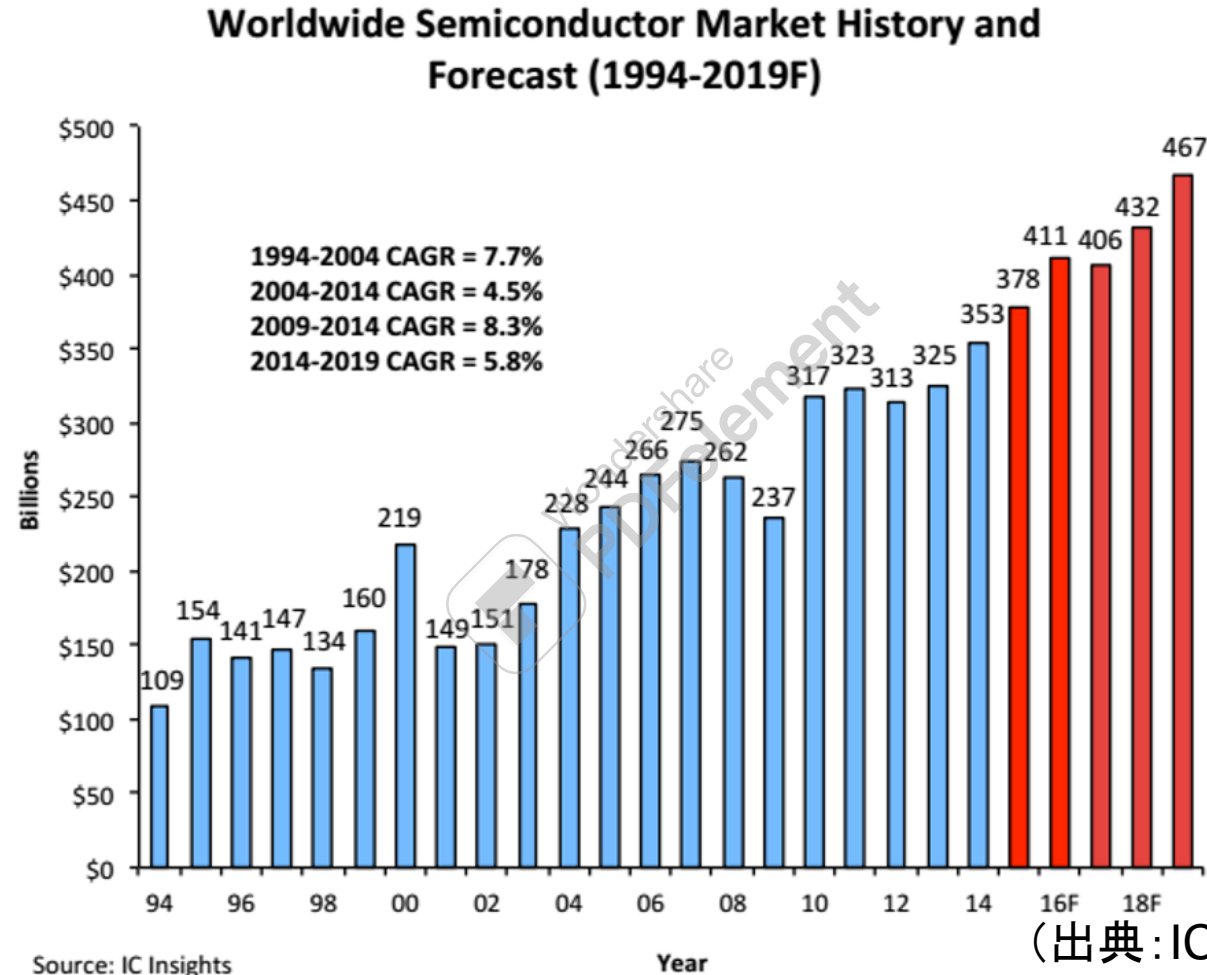
<https://www.karlrupp.net/2018/02/42-years-of-microprocessor-trend->

ムーアの法則: 集積されるトランジスタ数は2年で倍に
→CPUのトランジスタ数は1000万倍向上

集積回路・半導体はオワコン？

各社撤退、巨額赤字...

世界規模での半導体市場の成長



世界規模では年率7%程度の成長を維持する産業



世界時価総額ランキング(24/4/5)

■ 3位: nvidia

◆GPU,AI用半導体

■ 10位: TSMC

◆世界一の半導体製造メーカー

■ 11位: Broadcom

◆世界一の通信用半導体メーカー

■ 21位: ASML

◆半導体装置メーカー

■ 29位: トヨタ(参考)

■ 38位: AMD

◆CPUメーカー

Appleのも作っている

Rank	Name	Market Cap
1	Microsoft MSFT	\$3.105 T
2	Apple AAPL	\$2.606 T
3	NVIDIA NVDA	\$2.147 T
4	Saudi Aramco 2222.SR	\$1.955 T
5	Alphabet (Google) GOOG	\$1.882 T
6	Amazon AMZN	\$1.869 T
7	Meta Platforms (Facebook) META	\$1.302 T
8	Berkshire Hathaway BRK-B	\$898.00 B
9	Eli Lilly LLY	\$730.26 B
10	TSMC TSM	\$724.41 B
11	Broadcom AVGO	\$610.55 B
12	JPMorgan Chase JPM	\$563.54 B
13	Visa V	\$562.81 B
14	Novo Nordisk NVO	\$553.09 B
15	Tesla TSLA	\$544.94 B



世界時価総額ランキング(24/4/5)

- 3位: nvidia
 - ◆GPU, AI用半導体
- 10位: TSMC
 - ◆世界一の半導体製造メーカー
- 11位: Broadcom
 - ◆世界一の通信用半導体メーカー
- 21位: ASML
 - ◆世界一の半導体装置メーカー
- 29位: トヨタ(参考)
- 38位: AMD
 - ◆CPUメーカー

Rank	Name	Market Cap
1	Microsoft MSFT	\$3.105 T
2	Apple AAPL	\$2.606 T
3	NVIDIA NVDA	\$2.147 T
4	Saudi Aramco 2222.SR	\$1.955 T
5	Alphabet (Google) GOOG	\$1.882 T
6	Amazon AMZN	\$1.869 T
7	Meta Platforms (Facebook) META	\$1.302 T
8	Berkshire Hathaway BRK-B	\$898.00 B
9	Eli Lilly LLY	\$730.26 B
10	TSMC TSM	\$724.41 B
11	Broadcom AVGO	\$610.55 B
12	JPMorgan Chase JPM	\$563.54 B
13	Visa V	\$562.81 B
14	Novo Nordisk	\$553.09 B
15		\$544.94 B

株価は現在の成績ではなく、将来の期待値



日本時価総額ランキング

■ <https://companiesmarketcap.com/japan/largest-companies-in-japan-by-market-cap/>

■ 3位: 東京エレクトロン

■ 5位: ソニー

■ 11位: 信越化学

■ 22位: デンソー































■ 28位: ディスコ

■ 33位: 村田製作所

■ 38位: アドバンテスト

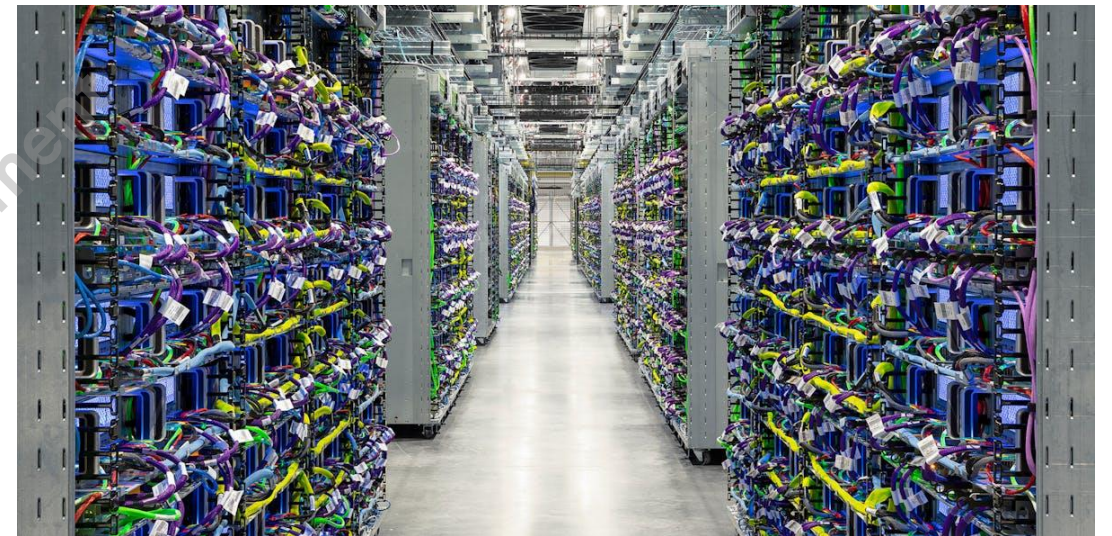
■ 52位: レーザテック



Rank	Name	Market Cap	Price	Today	Price (30 days)	Country
☆ 1	 Toyota TM	\$322.26 B	\$239.16	▼ 1.08%		Japan
☆ ▲1 2	 Mitsubishi UFJ Financial MUFG	\$118.70 B	\$10.10	▲ 0.40%		Japan
☆ ▼1 3	 Tokyo Electron 8035.T	\$115.05 B	\$248.56	▼ 4.76%		Japan
☆ 4	 Keyence 6861.T	\$105.25 B	\$433.99	▼ 3.88%		Japan
☆ 5	 Sony SONY	\$104.42 B	\$84.55	▼ 1.42%		Japan
☆ 6	 NTT (Nippon Telegraph & Telephone) NIPPON	\$98.74 B	\$1.16	▲ 0.87%		Japan
☆ 7	 Mitsubishi Corporation 8050.T	\$94.23 B	\$22.79	▼ 1.29%		Japan
☆ 8	 Fast Retailing 9983.T	\$89.28 B	\$291.13	▼ 2.52%		Japan
☆ ▲2 9	 Hitachi 6501.T	\$83.43 B	\$90.04	▼ 1.55%		Japan
☆ ▼1 10	 SoftBank 9984.T	\$82.56 B	\$56.33	▼ 2.95%		Japan
☆ ▼1 11	 Shin-Etsu Chemical 4063.T	\$81.22 B	\$40.71	▼ 3.27%		Japan
☆ 12	 Sumitomo Mitsui Financial Group SMFG	\$76.03 B	\$11.55	▼ 0.43%		Japan
☆ 13	 Mitsui Bussan 8031.T	\$69.40 B	\$46.35	▼ 0.90%		Japan
☆ 14	 Recruit 6098.T	\$67.03 B	\$43.31	▼ 1.78%		Japan
☆ 15	 Itôchū Shōji 8001.T	\$64.00 B	\$44.39	▼ 1.41%		Japan

“Data is the new oil”

- 20世紀は石油が様々な産業をドライブ
 - ◆ 車、航空機、発電
 - ◆ 経済のグローバル化、大規模化
- 21世紀はデータが石油に変わる
 - ◆ IT産業、データセンター、クラウドサービス、AI
 - ◆ 自動運転



“Data is the new oil”

- 20世紀は石油が様々な産業をドライブ
 - ◆ 車、航空機、発電
 - ◆ 経済のグローバル化、大規模化
- 21世紀はデータが石油に変わる
 - ◆ IT産業、データセンター、クラウドサービス、AI
 - ◆ 実際にデータを動かすのは“半導体”



半導体は国、企業の重要な武器に

→ 段々国も本気になってきた



半導体の地政学

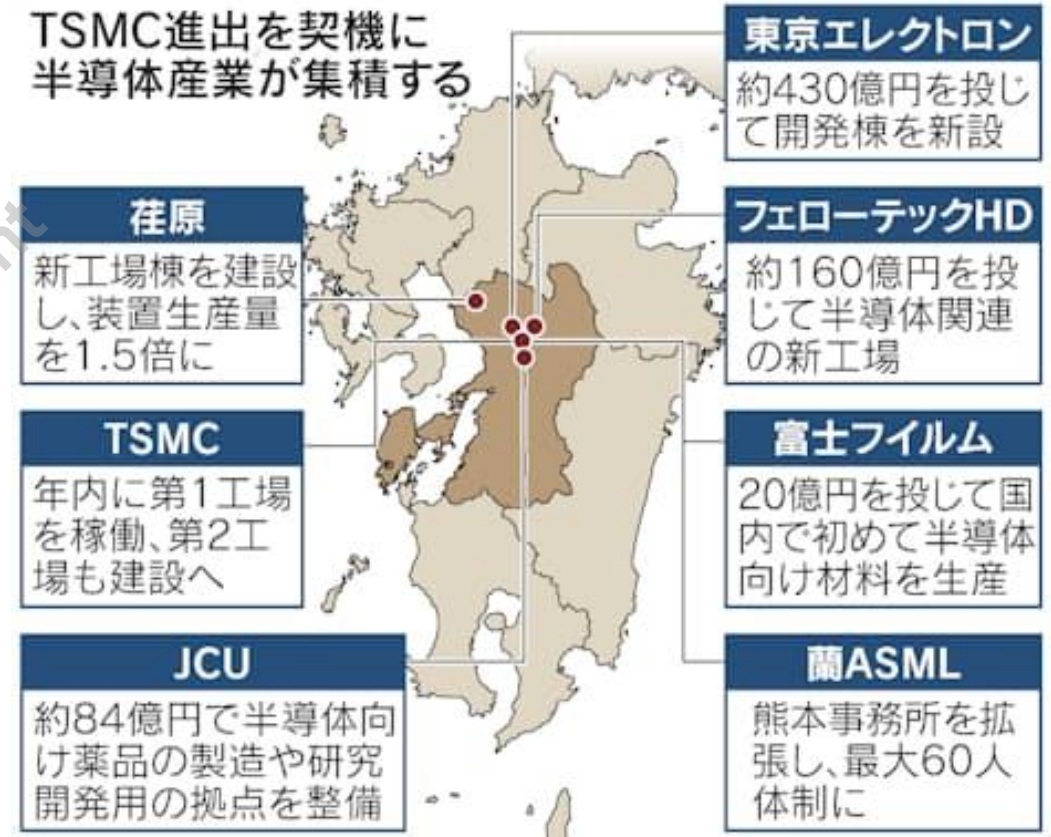
■ 半導体は重要な戦略物質

- ◆ “車”, “AI”, “スマートフォン”
- ◆ いずれも先端半導体がなければ開発・製造できない

■ 台湾一極化を避けるため、日本にも先端半導体工場・開発を誘致

- ◆ 熊本TSMC第一工場
 - 22nm, 16nm (24年度稼働)
- ◆ 熊本TSMC第二工場
 - 6nm
- ◆ 千歳ラピダス
 - 2nm生産を目指す

コロナ過で半導体がPCなどに回されて、作れなくなってしまった。



半導体の地政学

■ TSMCデザインセンター

◆横浜設計拠点

◆大阪設計拠点

◆3年生工場見学で電気情報工学科学生が見学

●国会議員も入れない場所..

TSMC、大阪に設計支援拠点 26年に日本で400人体制へ

半導体 [+フォローする](#)

2022年11月30日 17:18

📎 保存

🖨️ ✉️ 📄 📧 📧 📧 📧



TSMCシニア・ディレクターのジャン氏（写真右）は「日本でより多くの才能を迎えたい」と語った（30日、大阪市）



デジタル・アナログ回路の応用例



Apple Airpods



デジタル・アナログ回路の応用例



Apple Airpods



iFixit



デジタル・アナログ回路の応用例



Apple AirPods

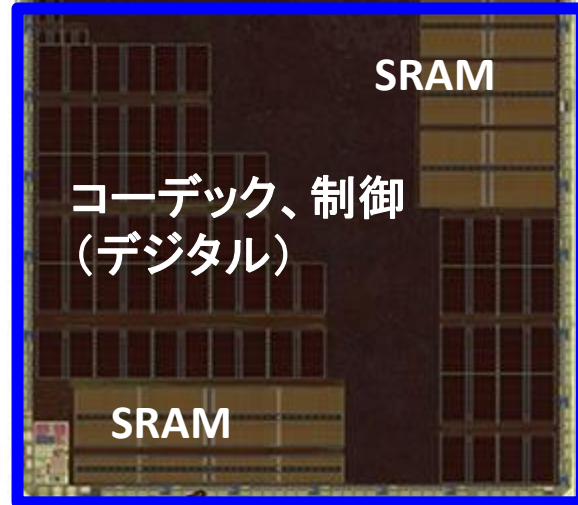
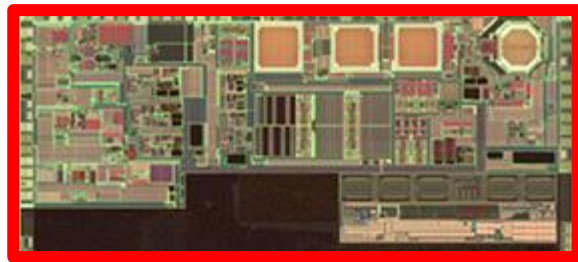


- Apple H1 chip
- Flash memory
- DSP
- モーションセンサ



デジタル・アナログ回路の応用例

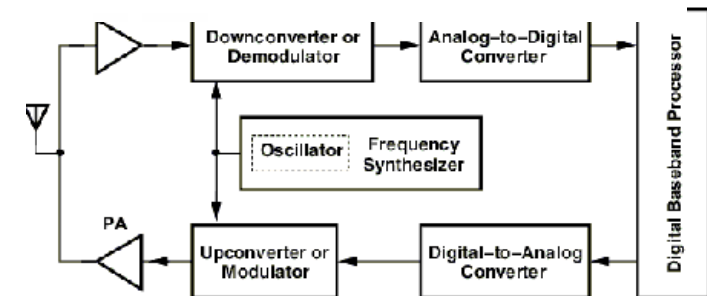
BlueTooth無線通信回路(アナログ)



H1 chip

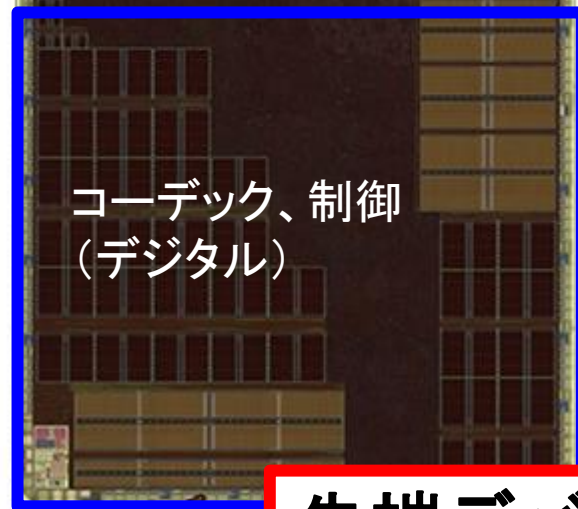
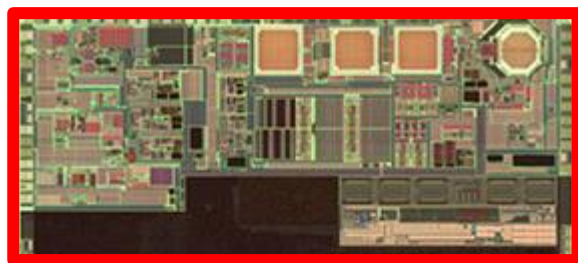


- Flash memory
- DSP
- モーションセンサ



デジタル・アナログ回路の応用例

BlueTooth無線通信回路(アナログ)



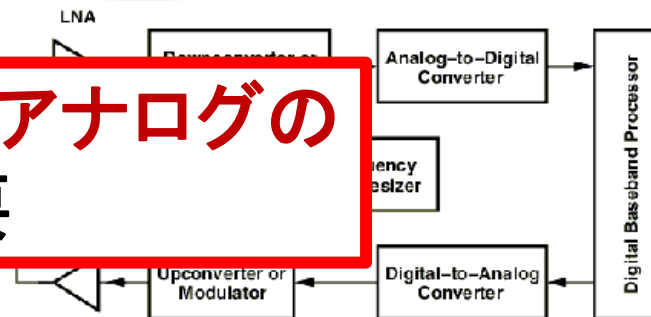
コーデック、制御
(デジタル)

H1

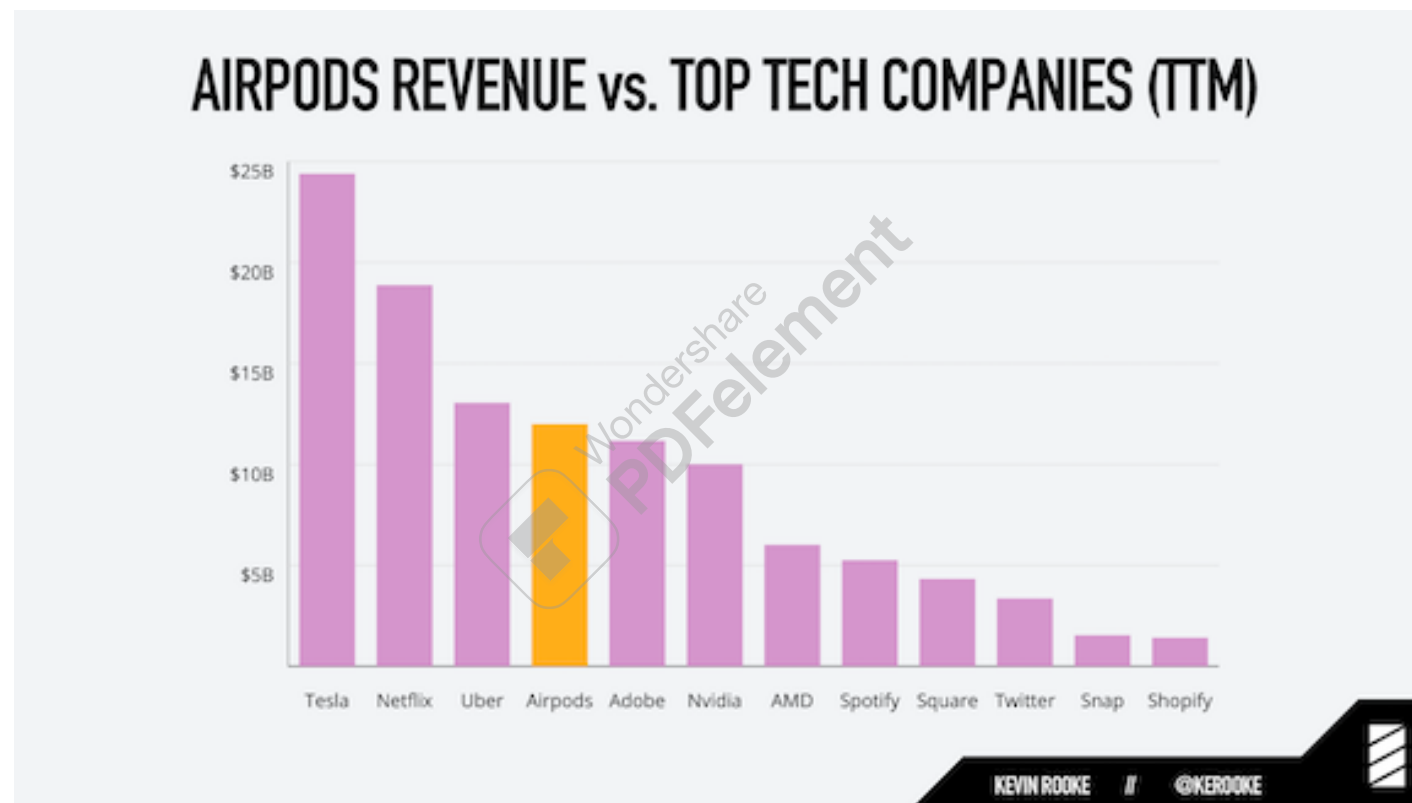


- Apple H1 chip
- Flash memory

先端デバイスにはデジタルとアナログの
高度な融合が必要



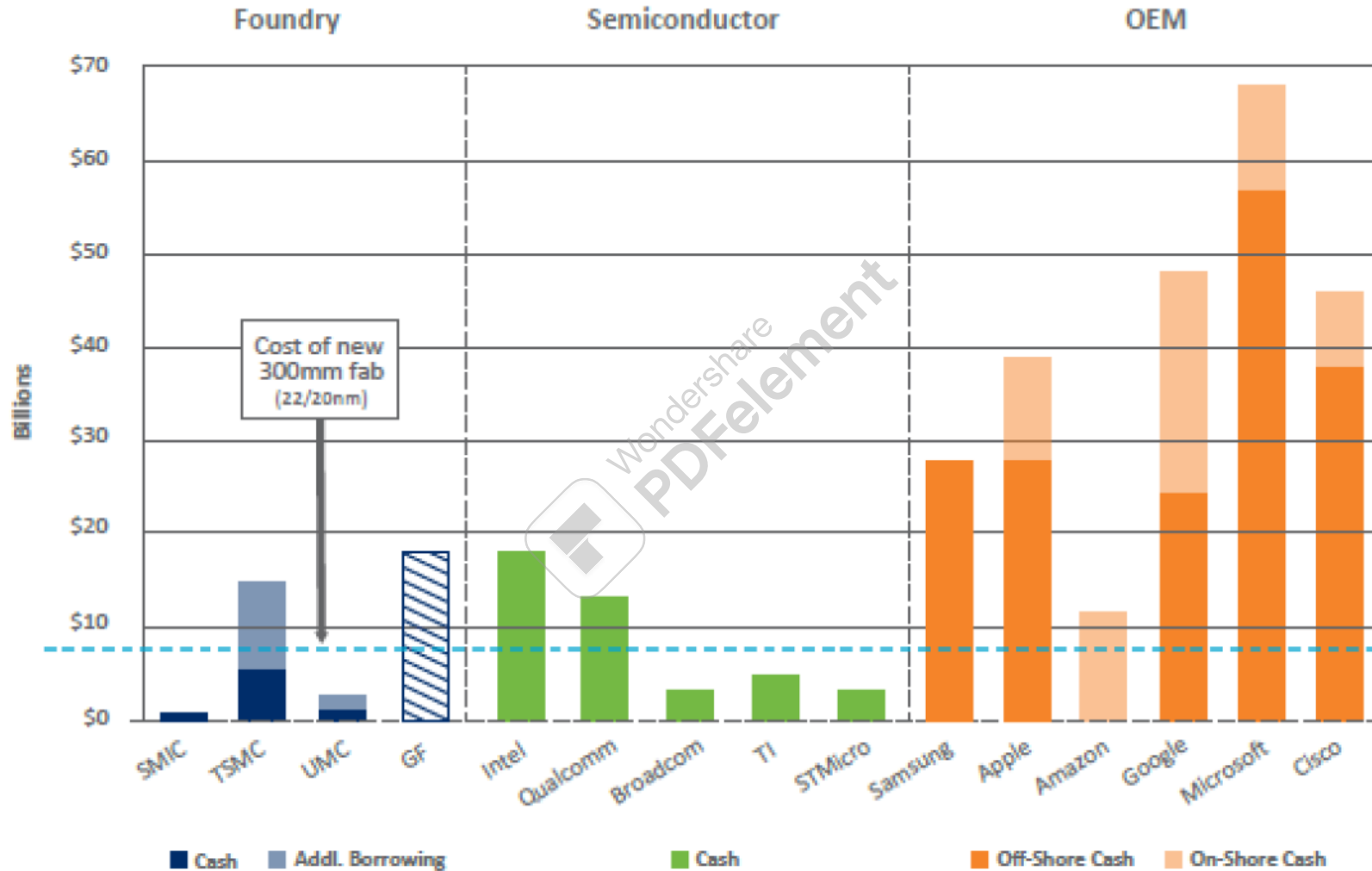
■ 2019



Ref: Kevin Rooke



プレイヤーの変化



Apple, Amazon, Google etc.が半導体開発に積極投資 (出典: Wells Fargo)

様々な業界が参入

People who are really serious about software should make their own hardware.

(ソフトウェアを本気で考える人たちは、自分でハードウェアを作ることになる。) アラン・ケイ

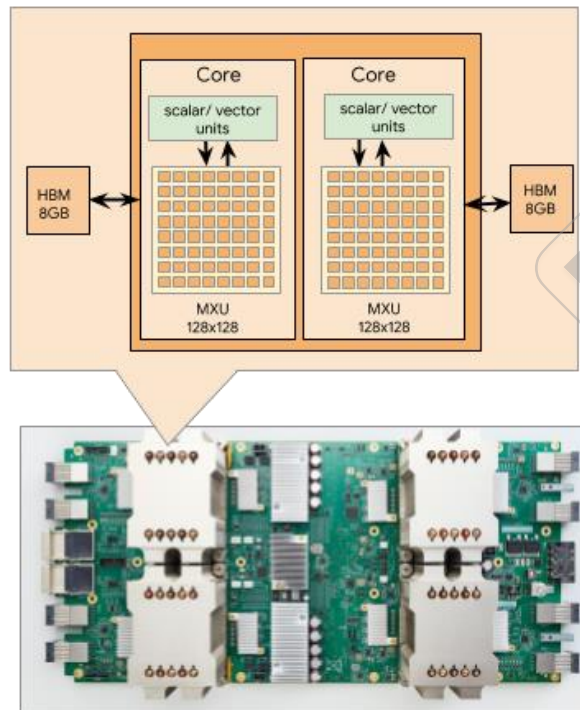


Googleがデータセンター用にディープラーニング用のプロセッサを自前で開発(AlphaGoなどでも使用)

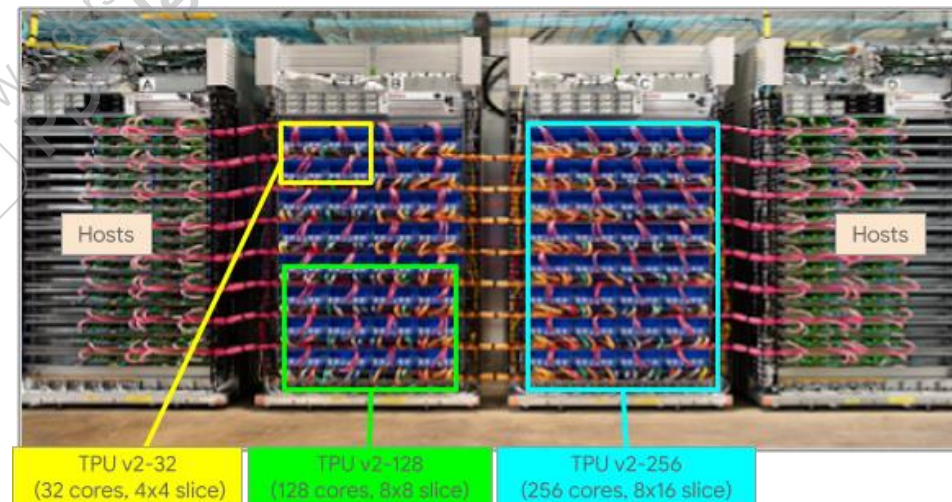


AI専用プロセッサ(TPU)

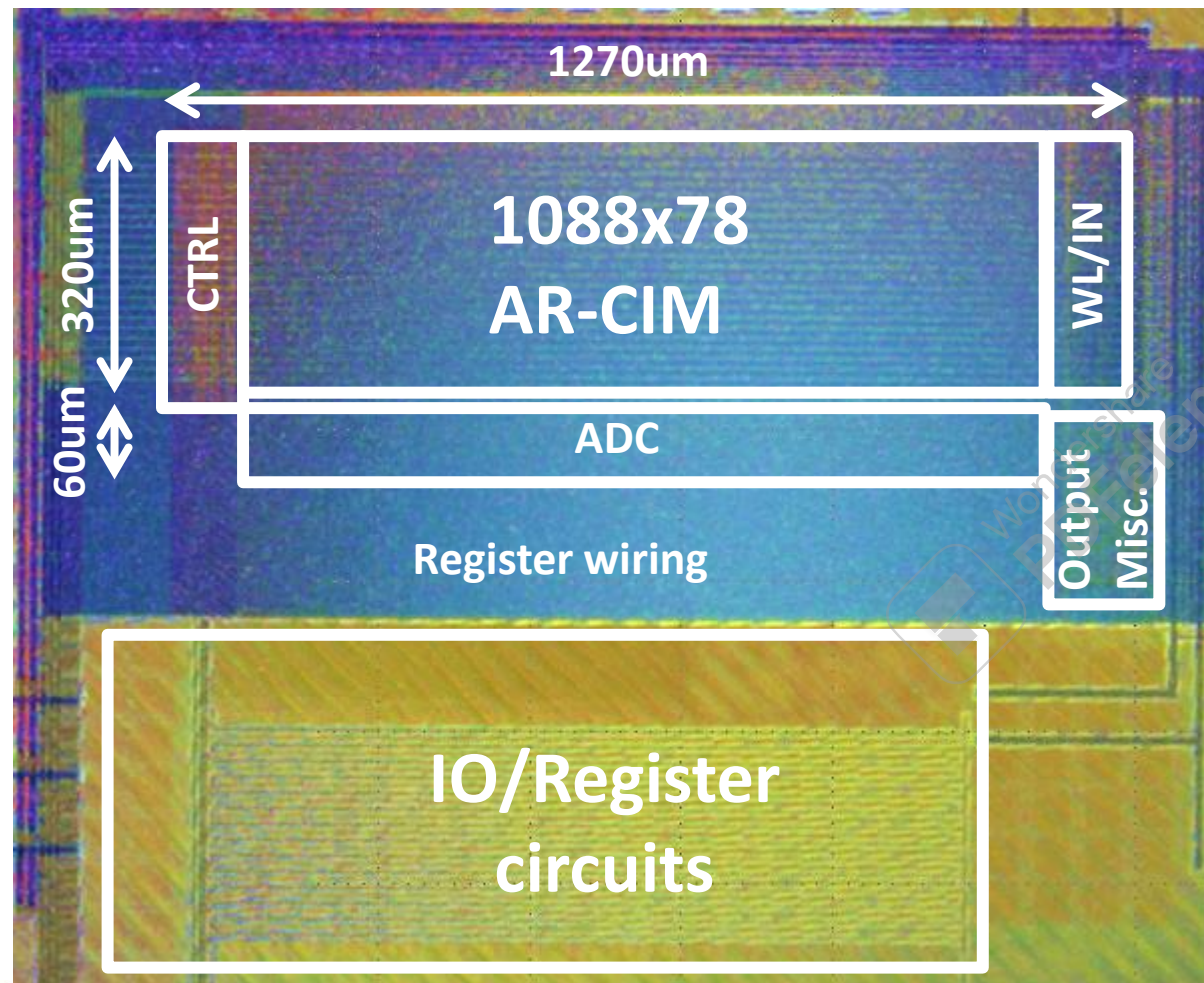
- Googleの発表したニューラルネットプロセッサ
 - GPUよりも更に単純化、ニューラルネットに特化
 - “積和演算”や”内積”の計算処理に特化した回路で構成
 - GoogleCloud、Colabなどで使える



TPU v2 - 4 chips, 2 cores per chip



吉岡研究室でのLSI試作例1

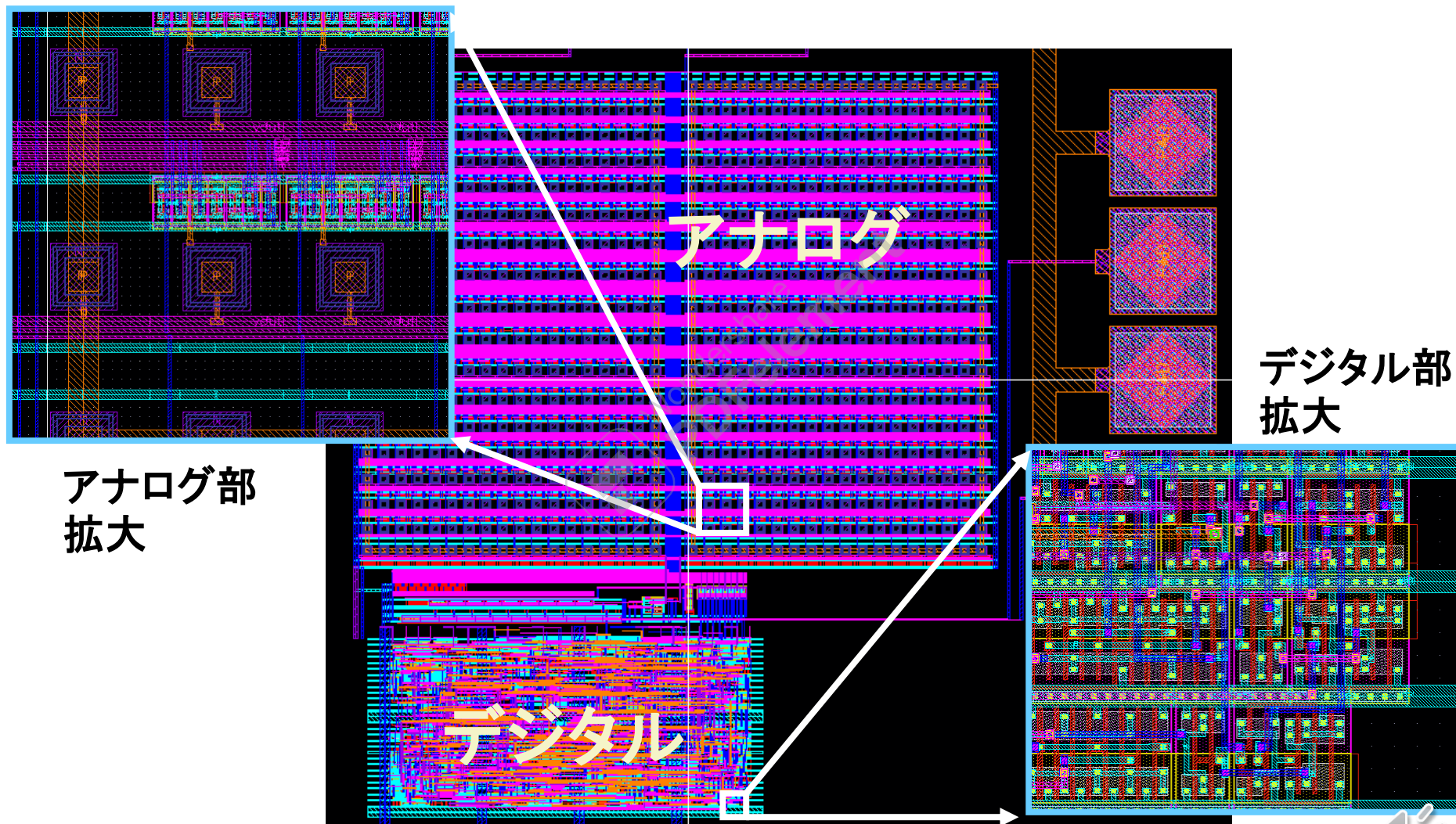


AI用高速演算プロセッサアナログ演算
で低電力化

アナログ演算でTransformer推論を
世界初の実証
→半導体のオリンピック(ISSCC)で発表



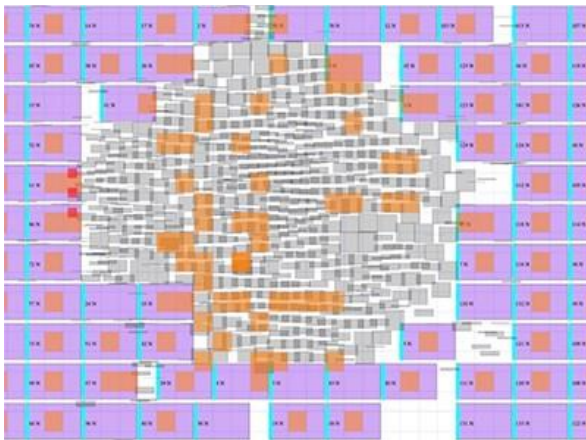
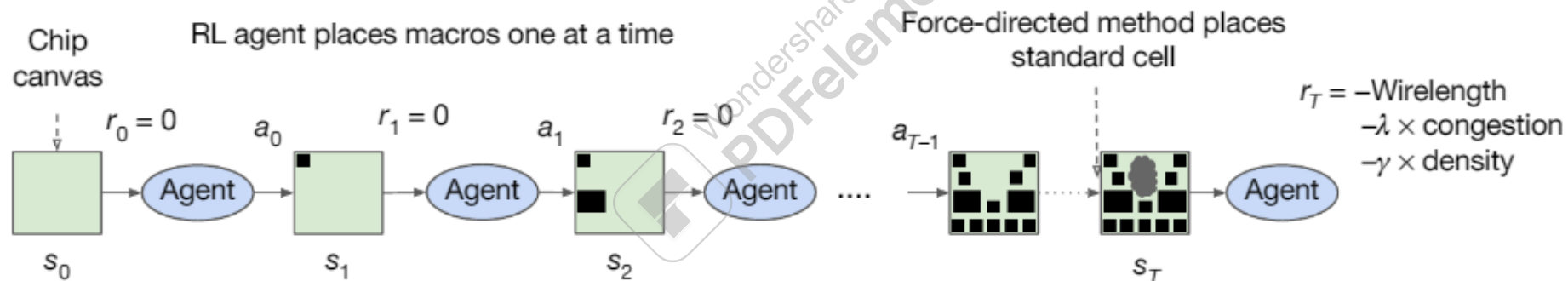
吉岡研究室でのLSI試作例2



チップ設計＋AI＋強化学習

■ Chip Design with Deep Reinforcement Learning, Nature, Google AI

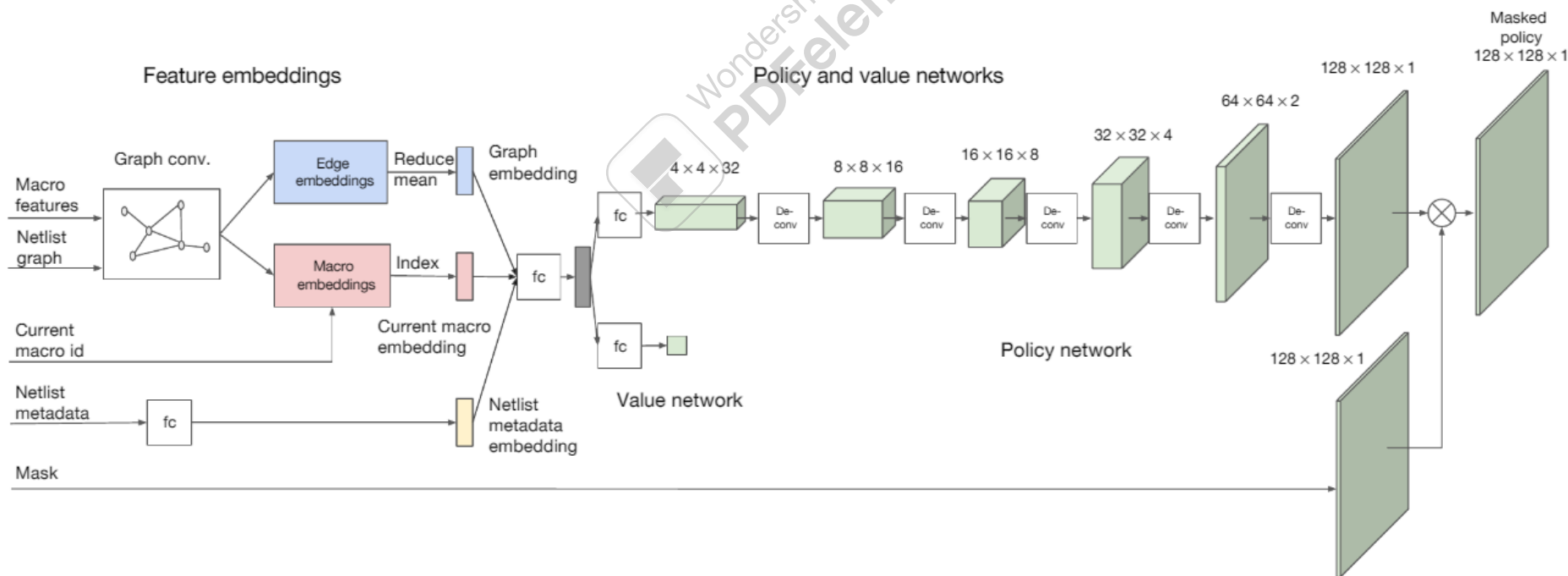
- ◆ デジタル回路のP&RをグラフAI＋強化学習で代替
- ◆ 人手のチューニングよりも良い性能



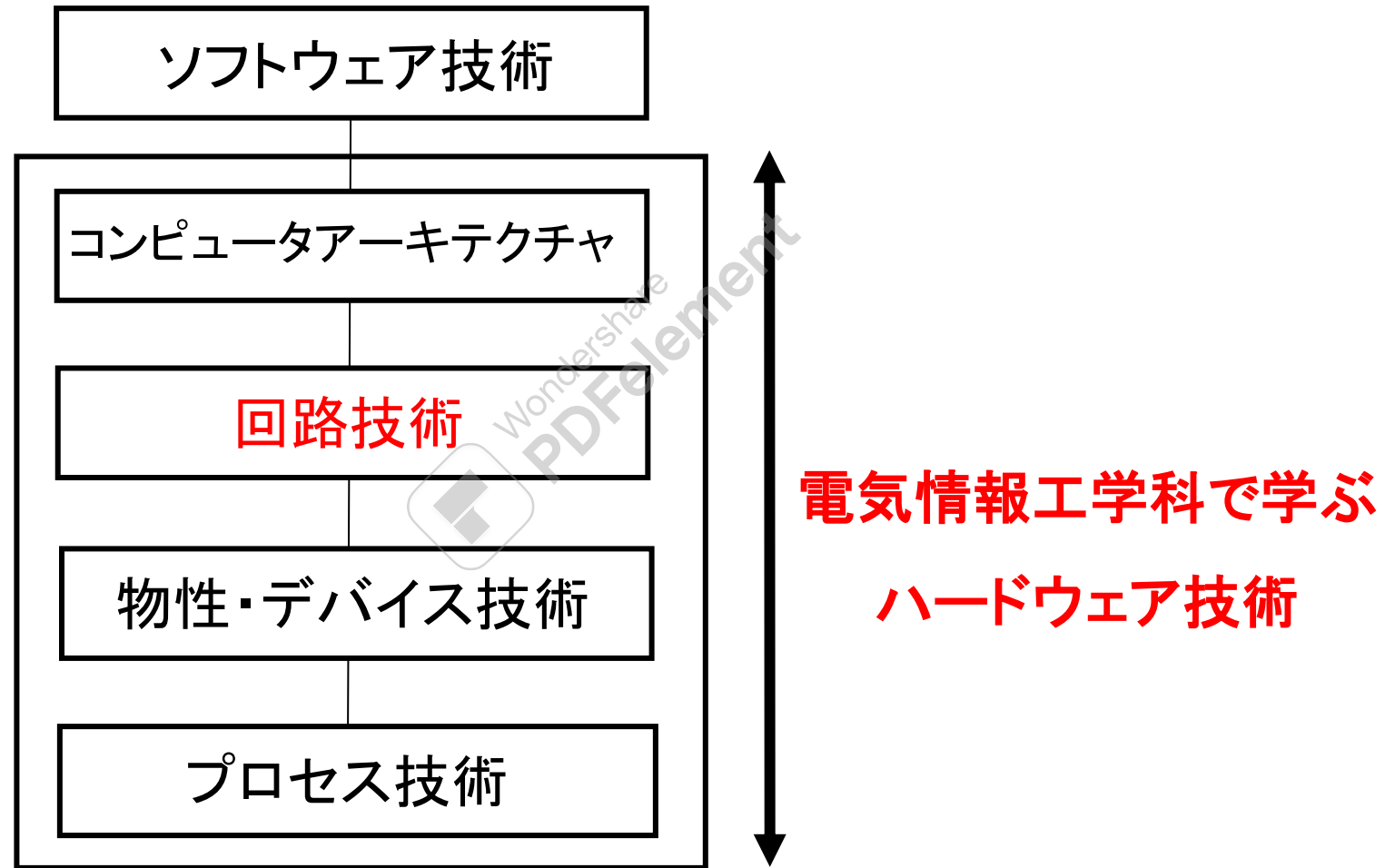
チップ設計+AI+強化学習

■ Chip Design with Deep Reinforcement Learning, Nature, Google AI

- ◆ デジタル回路のP&RをグラフAI+強化学習で代替
- ◆ 人手のチューニングよりも良い性能



回路技術の位置付け



第2回講義の予定

- 次回:教科書 第2章 直流回路、抵抗素子について
 - ◆ 回路シミュレーションを行うため、ノートPC持参

