電気電子基礎学
「電子デバイス」

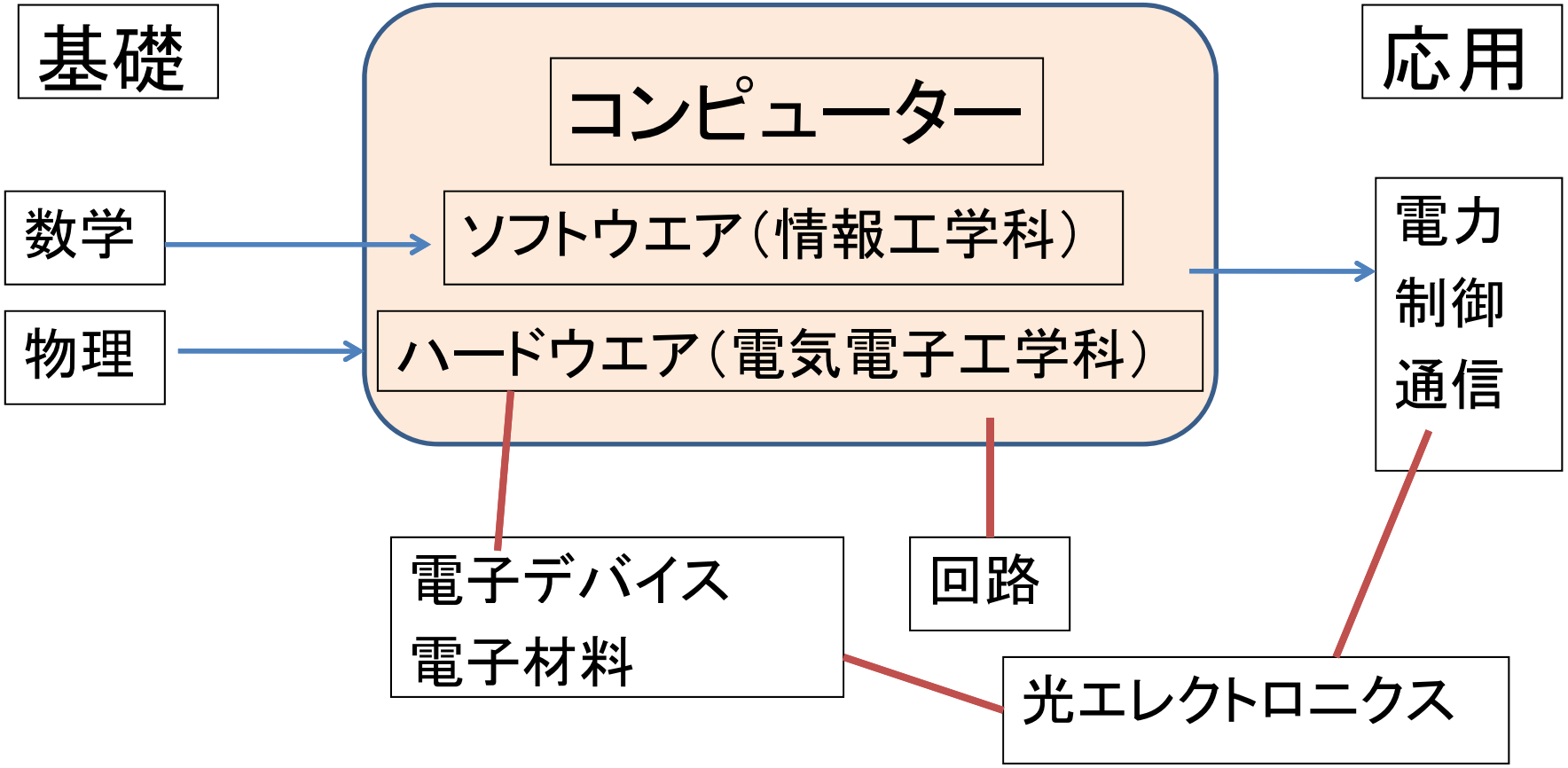
「ナノテクノロジーが拓く未来のコンピューター」1

東京工業大学
大学院理工学研究科電子物理工学専攻
量子ナノエレクトロニクス研究センター
小田　俊理

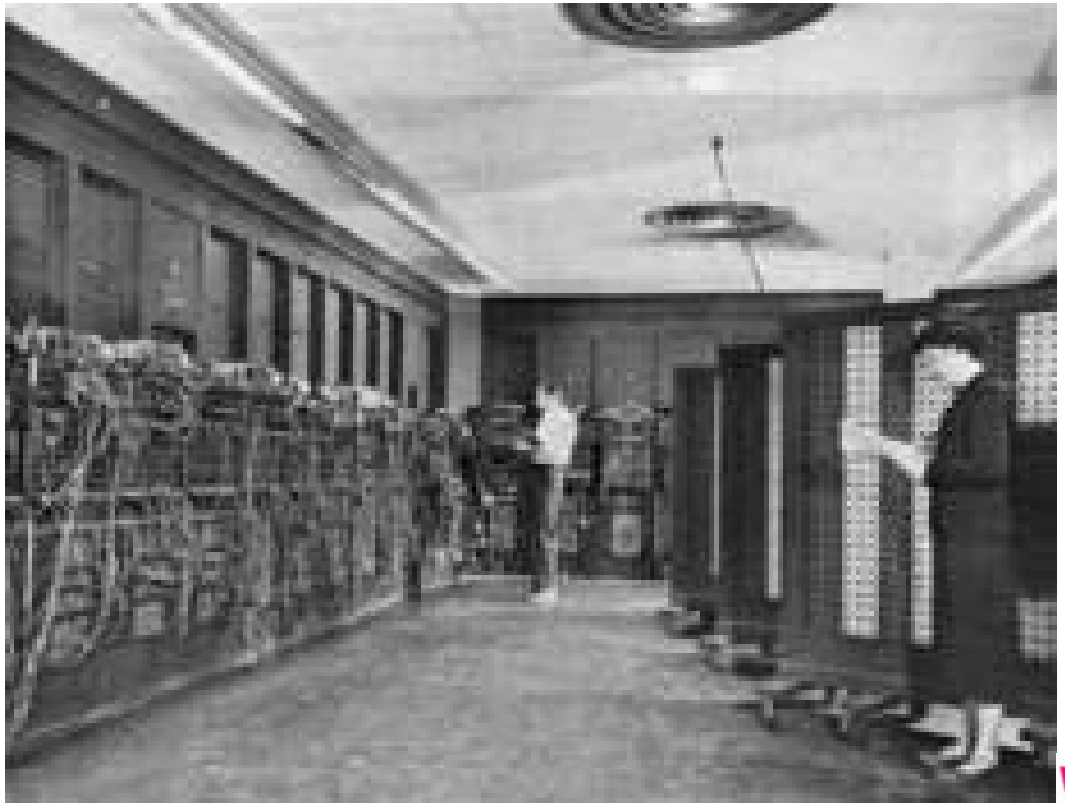
電気･情報系で学ぶこと

- 情報処理通信技術は現代社会の根幹技術

コンピューターは情報処理技術の根幹



世界初のコンピューター：1946



wapedia.

ENIAC

17468本の 真空管 、倉庫1個分のスペース

初めての汎用コンピューター：1964

wapedia.

IBM System/360

トランジスターを使って信頼性向上

ミニコンピューター:1970年代

wapedia.

冷蔵庫の大きさ:コンピューターのダウンサイジング

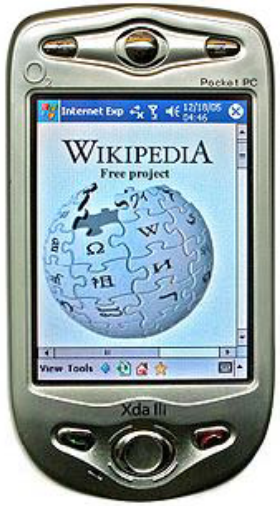
パーソナルコンピューター：1980年代

机の上に乗るコンピューター

携帯できるコンピューター1990年代

膝の上に乗るコンピューター

さらにダウンサイジング：2000年代



あらゆるところにコンピューター

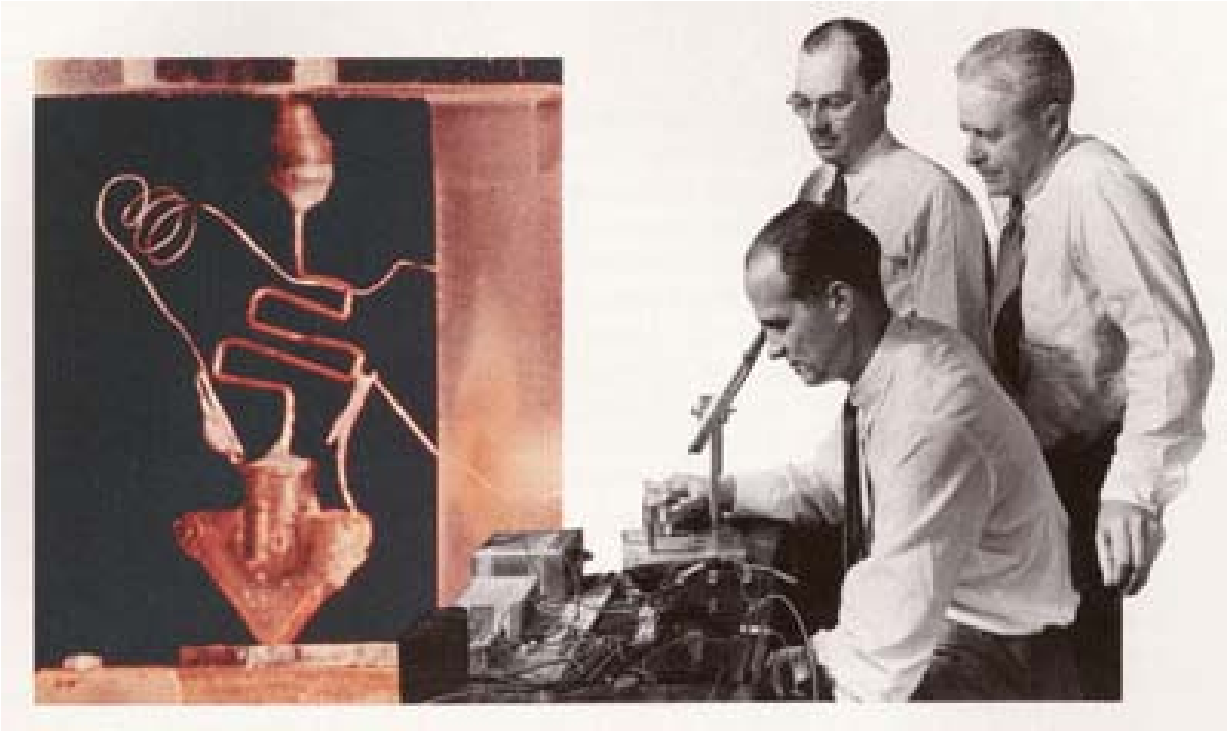
wapedia.

将来のコンピューター

wapedia.

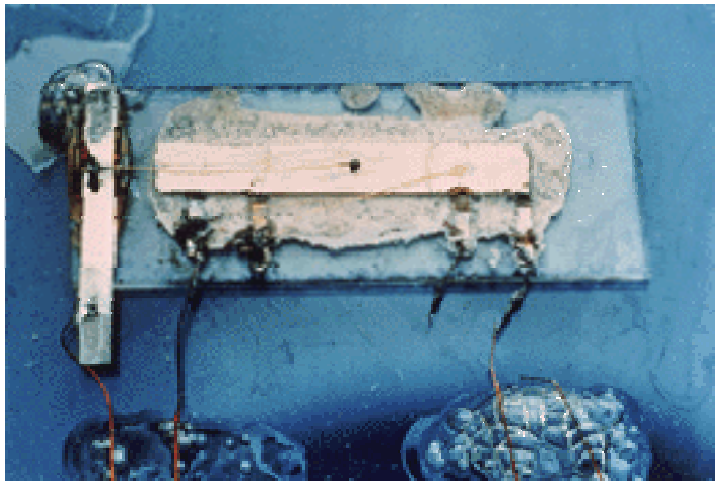
身につけるコンピューター：英語の勉強も不要になる？

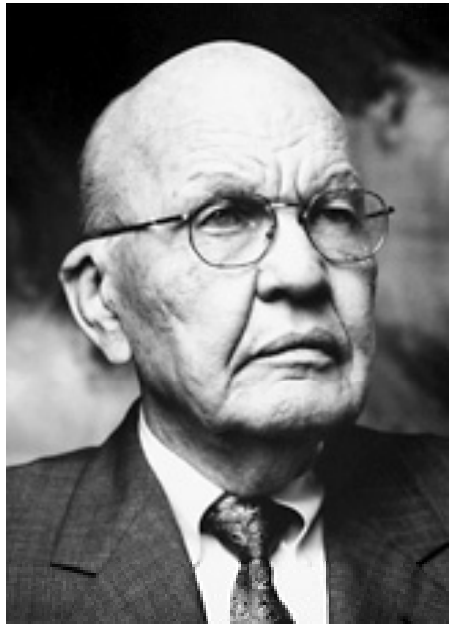
トランジスターの発明：1947年



- バーディーン、ブラッテン、ショックレイ（ベル電話研究所）
- 固体増幅器（小型、長寿命、低価格）
- 高性能計算機の実現　→　高度情報化社会

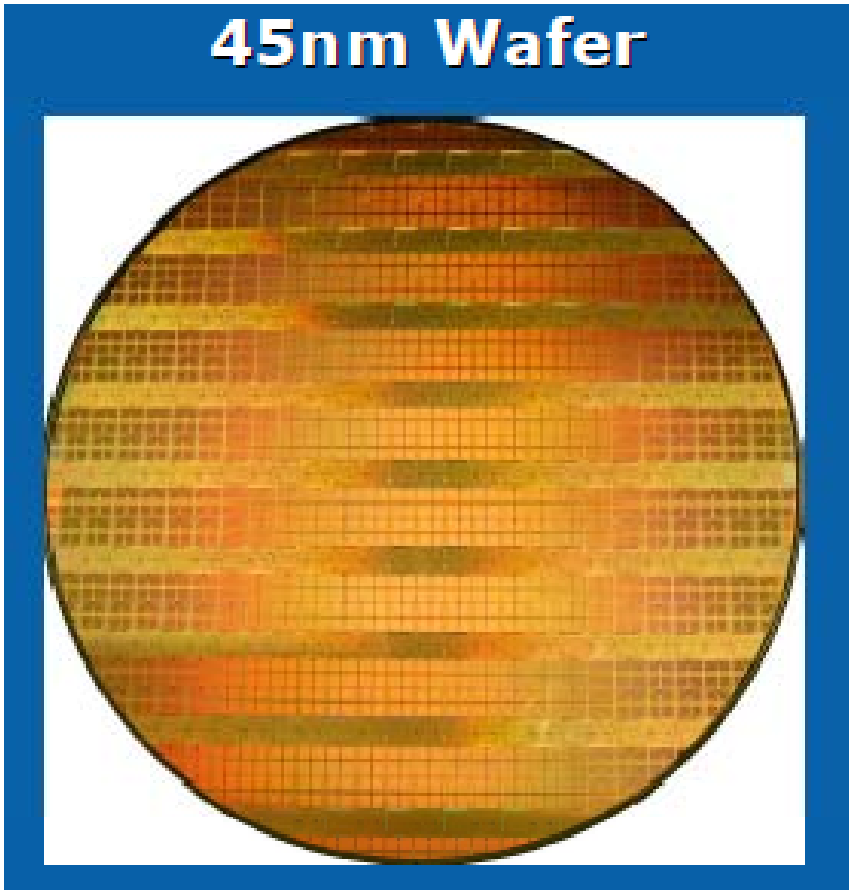
集積回路の発明：1958年

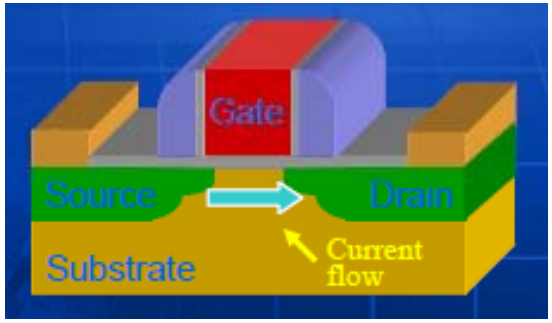




- ジャック・キルビー（テキサス・インスツルメント）
- 2000年ノーベル物理学賞受賞
- 大規模集積回路への道を拓く

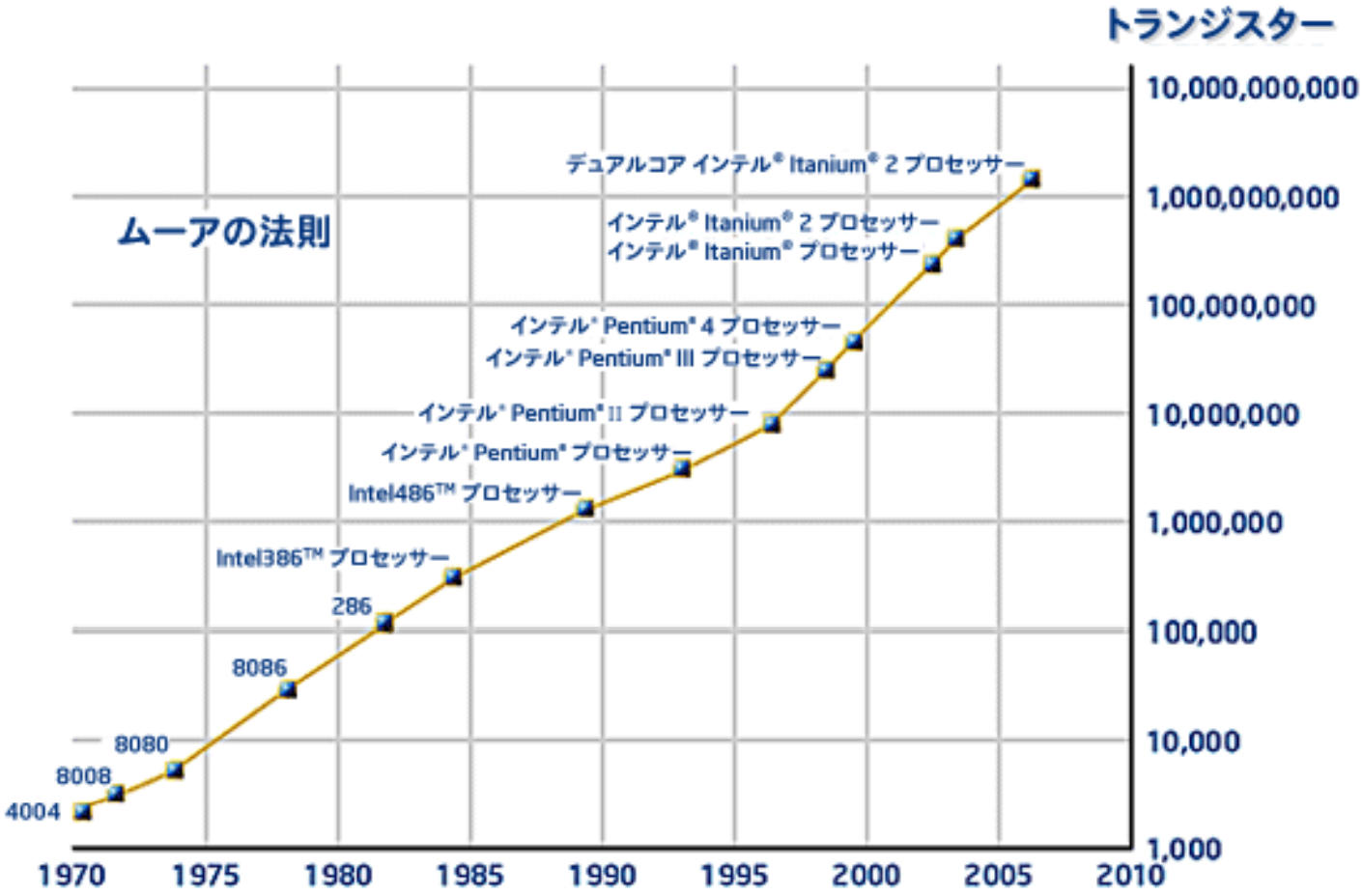
半導体集積回路





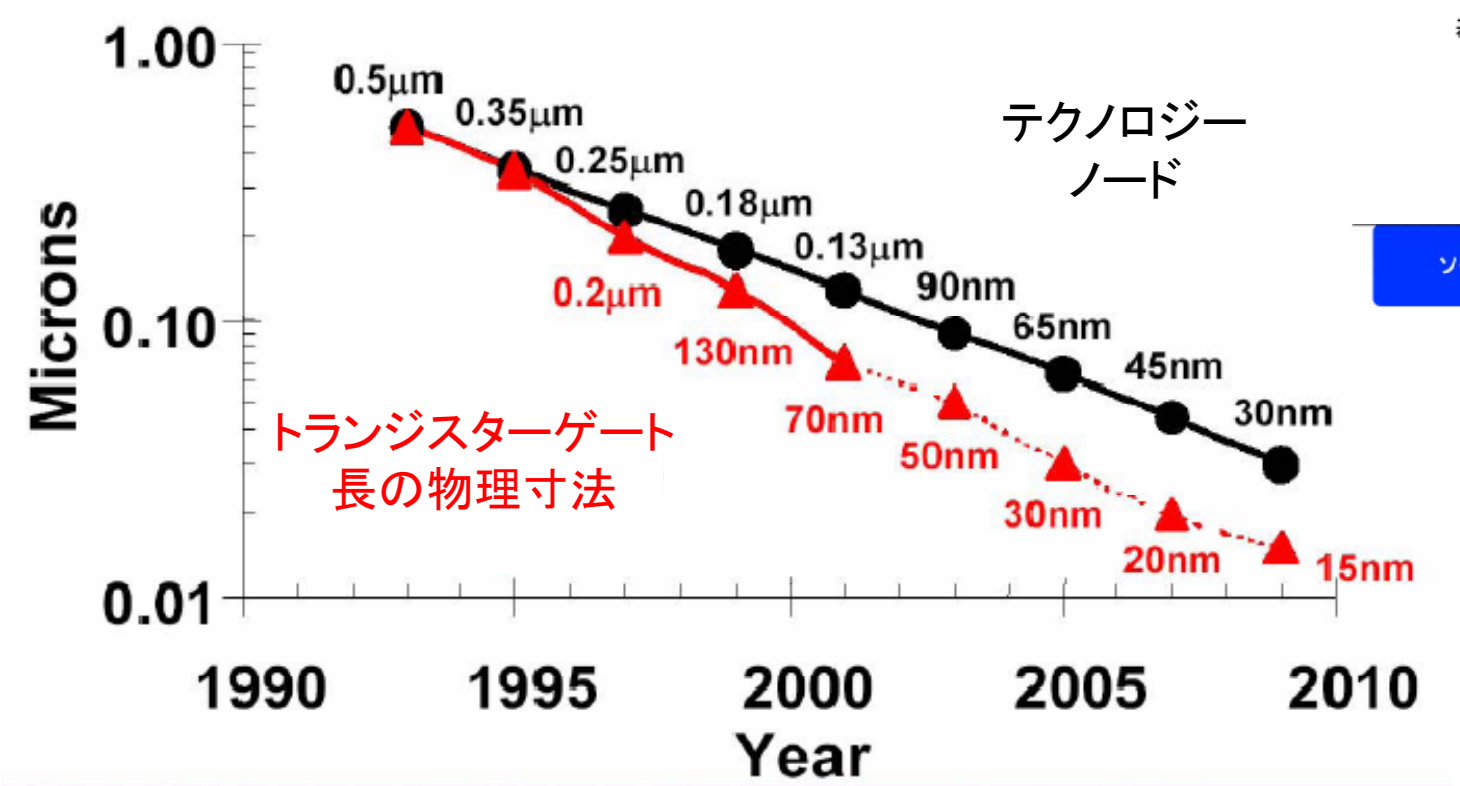
- １０億個のトランジスターが１枚のチップに

ムーアの法則



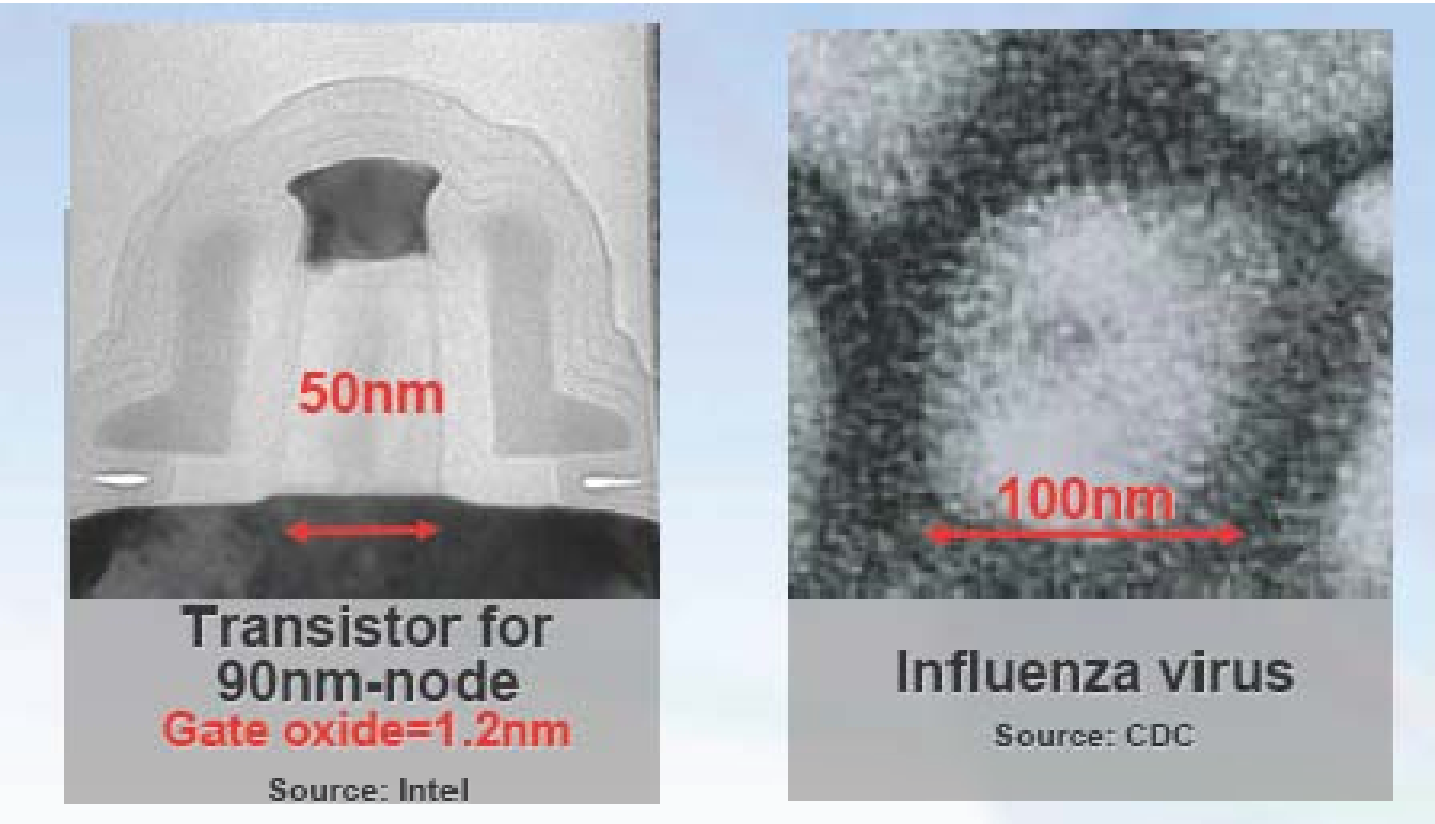
- 集積回路のトランジスターの数は5年で10倍

寸法の微細化による集積度の向上



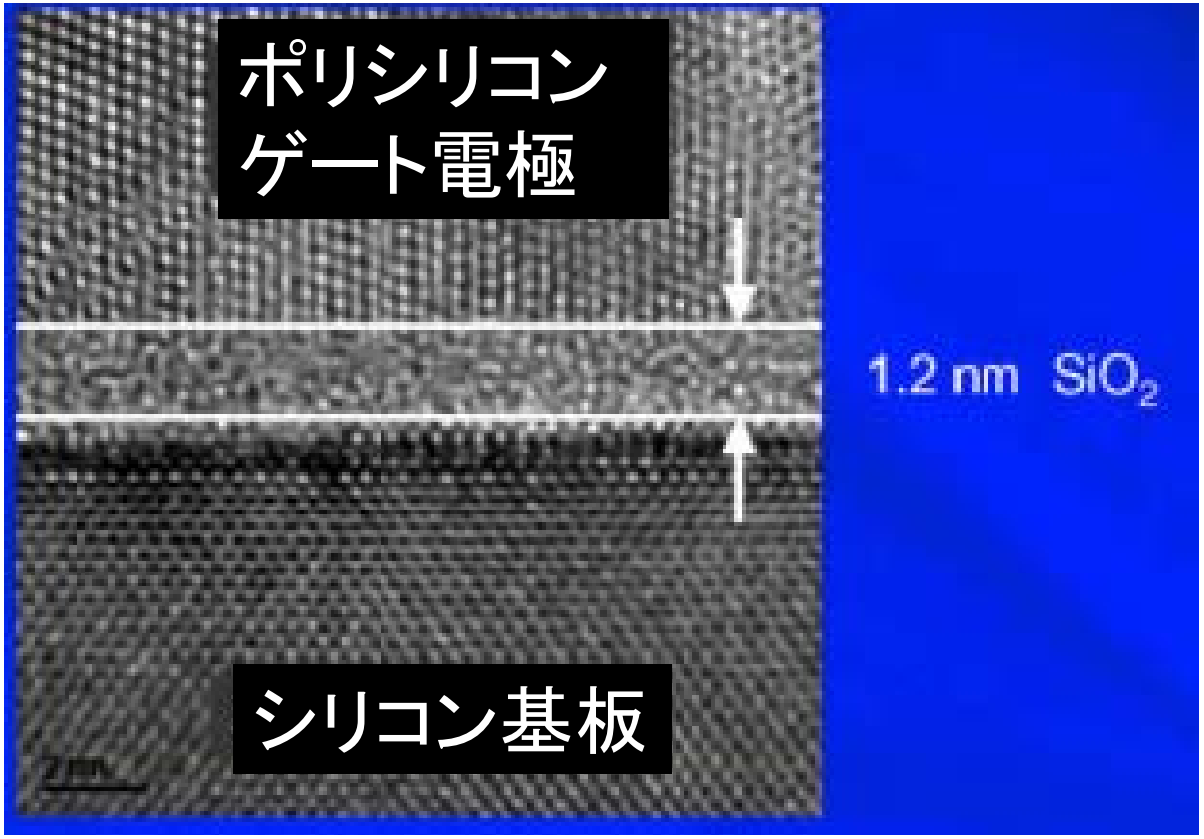
- トランジスターの寸法はナノメートルの時代

90nmプロセスのトランジスター



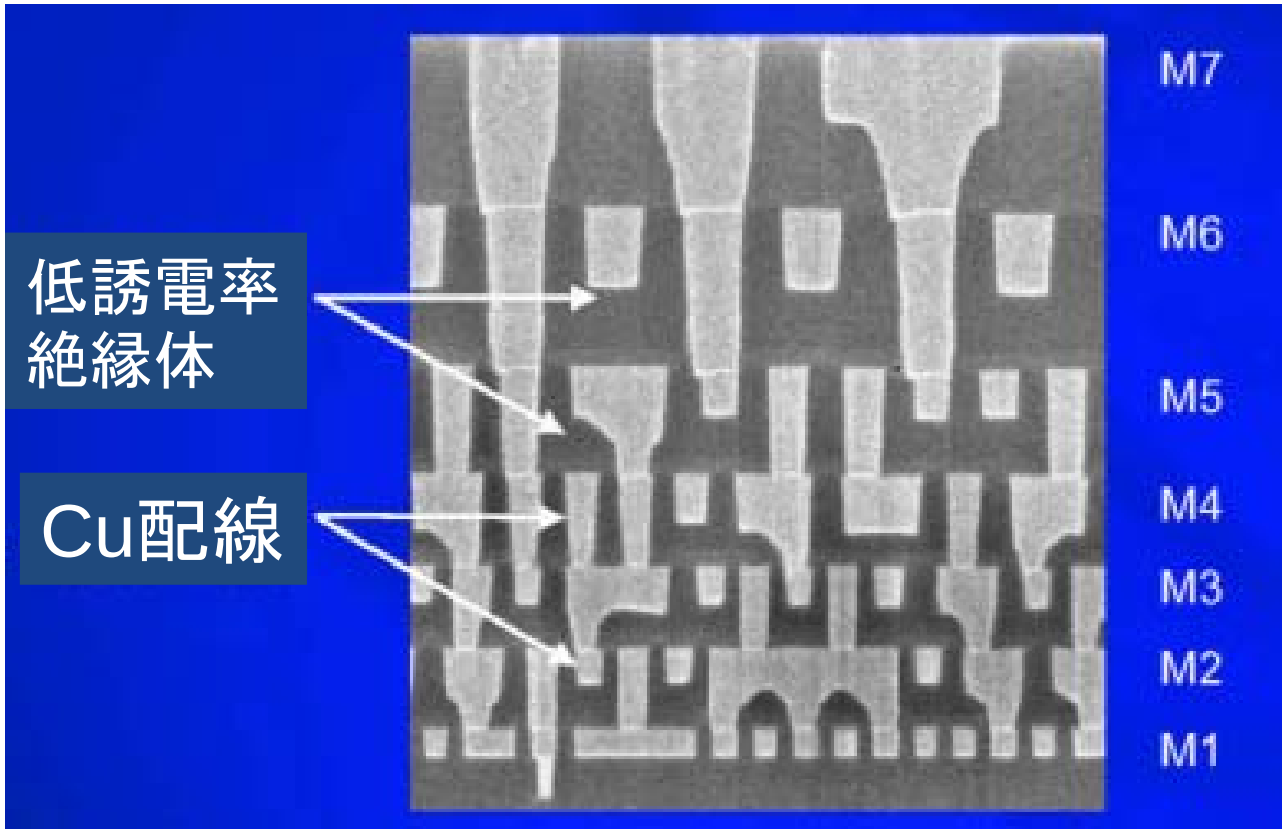
- インフルエンザ　ウイルスの大きさと同じ程度

90nmプロセストランジスターの断面



- ゲート酸化膜の厚さは5原子層

集積回路の多層配線



配線遅延時間の式

$$\tau = RC$$

R：配線抵抗

C：絶縁体の誘電率

- 配線遅延速度がボトルネック
- 新材料Cu配線と低誘電率絶縁体、将来は光配線も

まとめ

- コンピューターの歴史はダウンサイジング
- 未来のコンピューターは身につける
- ナノテクノロジーによって実現できる
- 君たちが主役