



- デジタルとは  
- デジタル技術と半導体 -

---

和田 知久  
琉球大学 情報工学科  
システム情報工学専攻



# 今日のお話

---

- これまでのメディアはアナログであった
- これからのメディアはデジタル
- デジタルを支える半導体技術



これまでのメディアとは何か？

---



# マルチメディアのメディアとは

- ロングマン現在英英辞典によれば  
「メディア」とは新聞、テレビ、ラジオのこと

新聞 …… 文字や絵を紙に印刷

テレビ …… 電波信号の放送

VHSビデオテープ

音声(音楽) …… ラジオ放送

カセットテープ

**アナログという記録方法用いていた**

# 音の伝達

- 空気中を「波」が伝わる



# 絵の記録

- 絵の一部を取り出すと「波」になる

白い  
↑  
黒い



# テレビ放送

- 絵を短冊にしてつなぎ、「波」として放送





## これまでのメディア

---

- 「波」として記憶
- 「波」として伝送・放送してきた。
- 音声・画像・ビデオ（動画）を波のようなものとして扱ってきた。
- 「ようなもの」 = “ANALOGY”（アナロジー）

これまでのメディアは「アナログ」と呼ばれる。



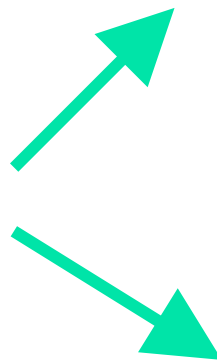


## アナログを使ったもの

新聞	印刷の濃淡はアナログ信号
電話 (ISDN等を除く)	音声の波を電気の波で伝送
レコード	音の波をレコード盤に刻む
テレビ放送	ある周波数域での電磁波
ラジオ放送	異なる周波数域での電磁波
VHSビデオ	テレビ信号「波」を磁気記憶
カセットテープ	音声信号「波」を磁気記録

# アナログはノイズに弱い

- 伝送や記憶(録音・再生)で波の形が変わる



**波形が小さく潰れる**



**ノイズで波形が変化する**



# アナログはお互いに仲が悪い

- ラジオとテレビは同じ電波放送なのに、違う周波数を使う
- 電話回線でTV放送を送れない
- カセットテープにビデオを録画できない
- 電話で音楽を聴くと、あまりきれいに聞けない

**この問題を解決するのがデジタル！**



# アナログからデジタルへ

---



# デジタル信号とは

- 基本の信号は「1」か「0」
- 複数の桁を用いれば、大きな数字も表現できる

(例) 4桁のデジタル信号

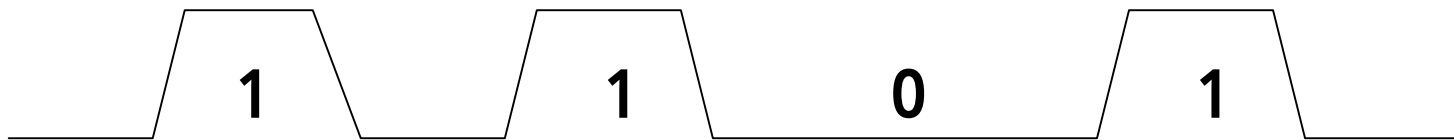
8の位	4の位	2の位	1の位
1	1	0	1

$$= 8 \times 1 + 4 \times 1 + 2 \times 0 + 1 \times 1 = 13$$

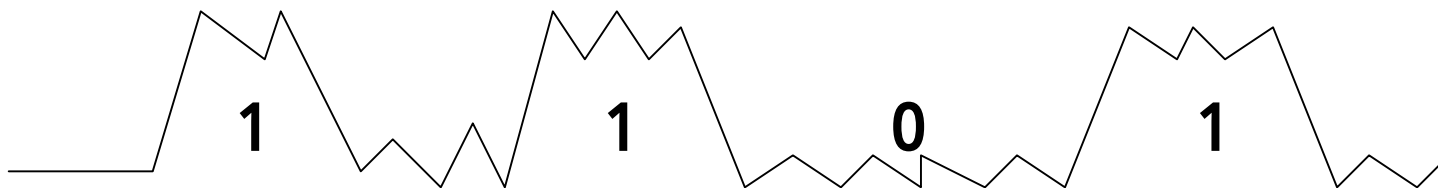
- 13を伝送する場合は、“1101”を順に伝送する

# デジタル信号の伝送

- “1101”はたとえば以下のような単純な波を用いて信号を伝送する。



- 少々ノイズで波が変形しても、“1101”は伝送可能  
ノイズに強い





# まず覚えてほしい言葉

---

- ビット (BIT)  
1桁の基本の信号「1」か「0」を1ビット  
したがって4桁“1101”の信号は4ビット
- 2進数  
13を“1101”で表せますが、  
この13は10進数 (通常の数字)  
“1101”は2進数 (デジタル世界の数字)



## マルチメディアのメディアとは(2)

- ロングマン現在英英辞典によれば  
「メディア」とは新聞、テレビ、ラジオのこと

新聞 …… 文字や絵を紙に印刷

テレビ …… 電波信号の放送

VHSビデオテープ

音声(音楽) …… ラジオ放送

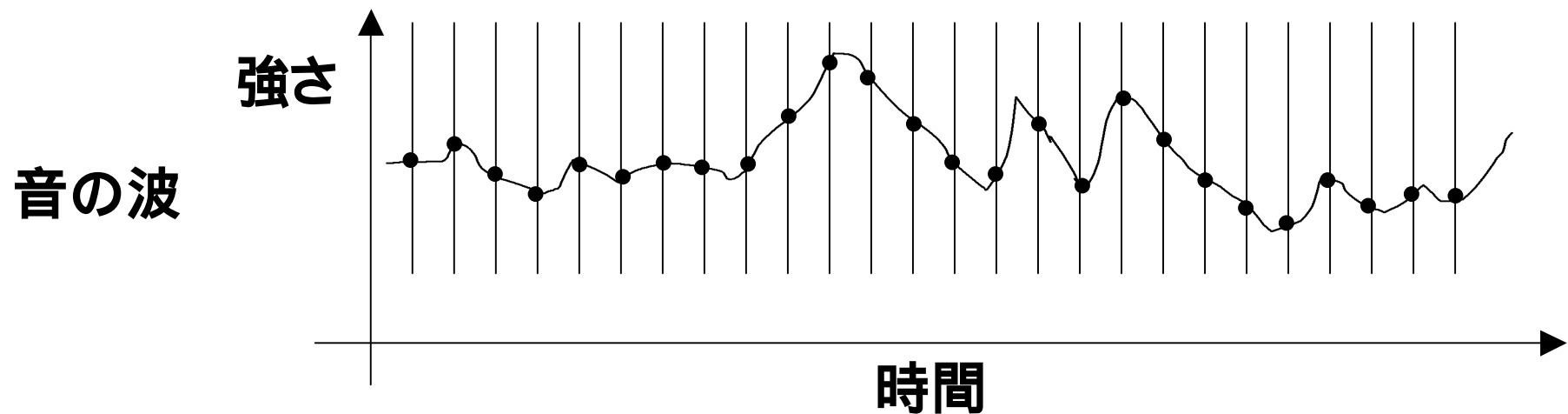
カセットテープ

**さてデジタルではどのように表現するのか**



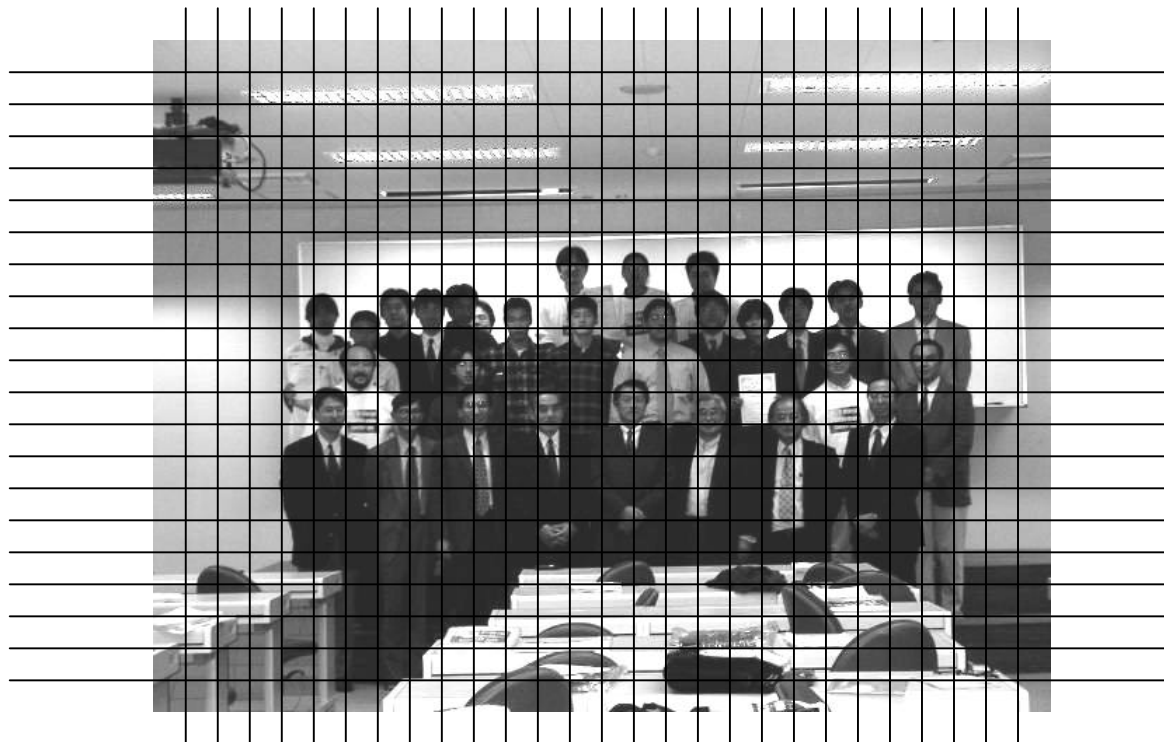
# 音のデジタル表現

- ある時間間隔で波形の強さを読み、2進数で表す
- CDでは1秒間に44100回強さを調べて、その強さを16ビット(65535 ~ 0)の数字で表す



# 画像のデジタル表現

- 絵を格子に分割し、格子ごとの明るさを2進数で表す
- 実際はもっと細かく分割する、荒い分割はモザイク





# 文字のデジタル表現

---

- 決まった文字に決まった2進数を割り当てる
- 16ビットで漢字を表現できる

## JISコードの例

あ： “0010010000100010”

大： “0100001001100111”



# デジタルのまとめ

---

- 文字、画像、音声(音楽)、ビデオ(動画)をすべて、「1」「0」のビットで表現できる
- これらすべてをコンピュータのハードディスクに記憶し、コンピュータで処理し、インターネット(デジタル通信)で配信できる
- デジタル処理の基礎はデジタル回路



# アナログからデジタルへ(1)

手紙	紙の郵送 から 電子メール
音楽記憶	レコード から CD
音楽録音	カセットテープ から ミニディスク
ビデオ録画	VHSテープ から DVD
テレビ放送	2010年までに、デジタル放送へ
電話	アナログ方式 から ISDNへ Integrated Services Digital Network

## アナログからデジタルへ(2)

買い物	インターネットでの電子ショッピング
お金	電子マネー
銀行	インターネットバンク
電話	専用回線からインターネット上へ
テレビ放送	電波 + インターネットでの放送
音楽 映画	インターネットによる配信

これまで、専用回線や専用帯域の電波上のものが  
インターネットに乗ってくる



# デジタル革命

---

- インターネットにすべての通信・電話・放送・情報流通が乗る。
- 米国では  
電話業界、放送業界、コンピュータ業界、ネットワーク業界、コンテンツの流通業界などがデジタル革命による再編が始まっている



# デジタルを支える半導体技術

---





# デジタルが普及した理由

---

- 半導体技術の急激な進歩による

80年代初頭から現在まで、3年で4倍のスピード(年率58%増加)で半導体の集積能力が向上してきている。

- ムーアの法則  
(米国インテル社のゴードン・ムーア氏)

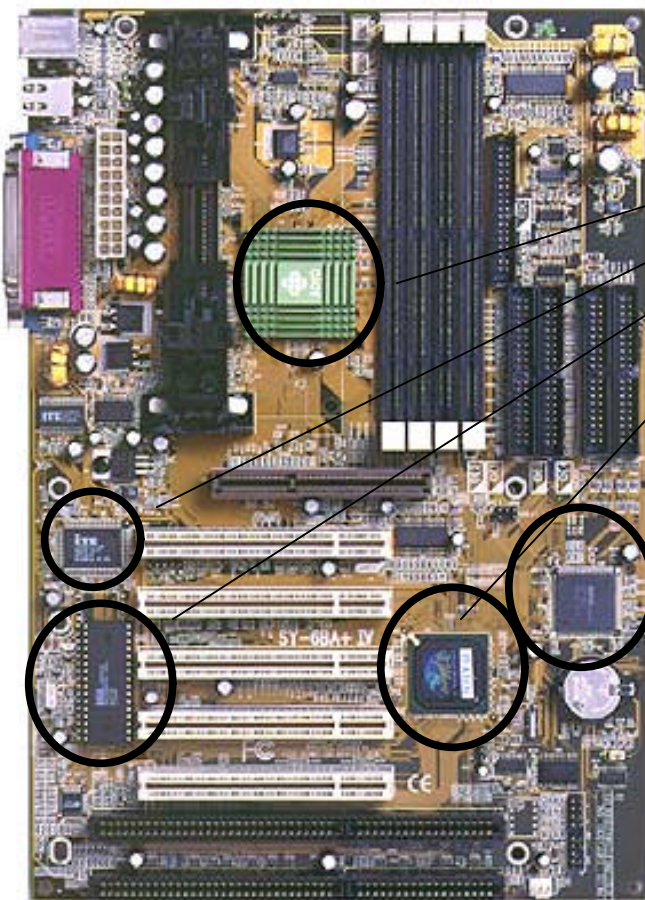


## 半導体・VLSI(大規模集積回路)とは

---

- トランジスタを非常に多数1つのチップに集積したもの
- 1つのチップは小指の爪の大きさ程度
- 現在、1000万トランジスタを現在1チップに集積できる
- 20年前に比べて1000倍になった
- チップの値段は大きく変わらず、1000倍の機能が実現できる

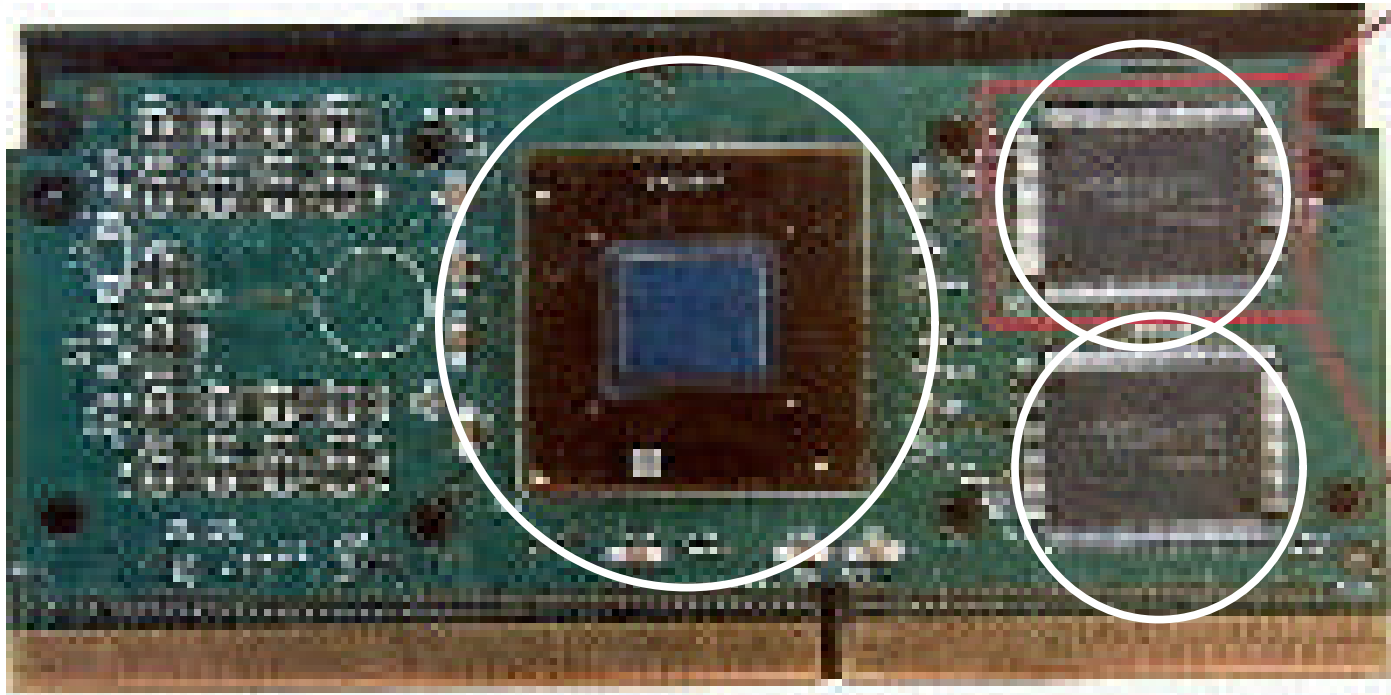
# パソコンを開けてみると...



- VLSIとソケットばかり

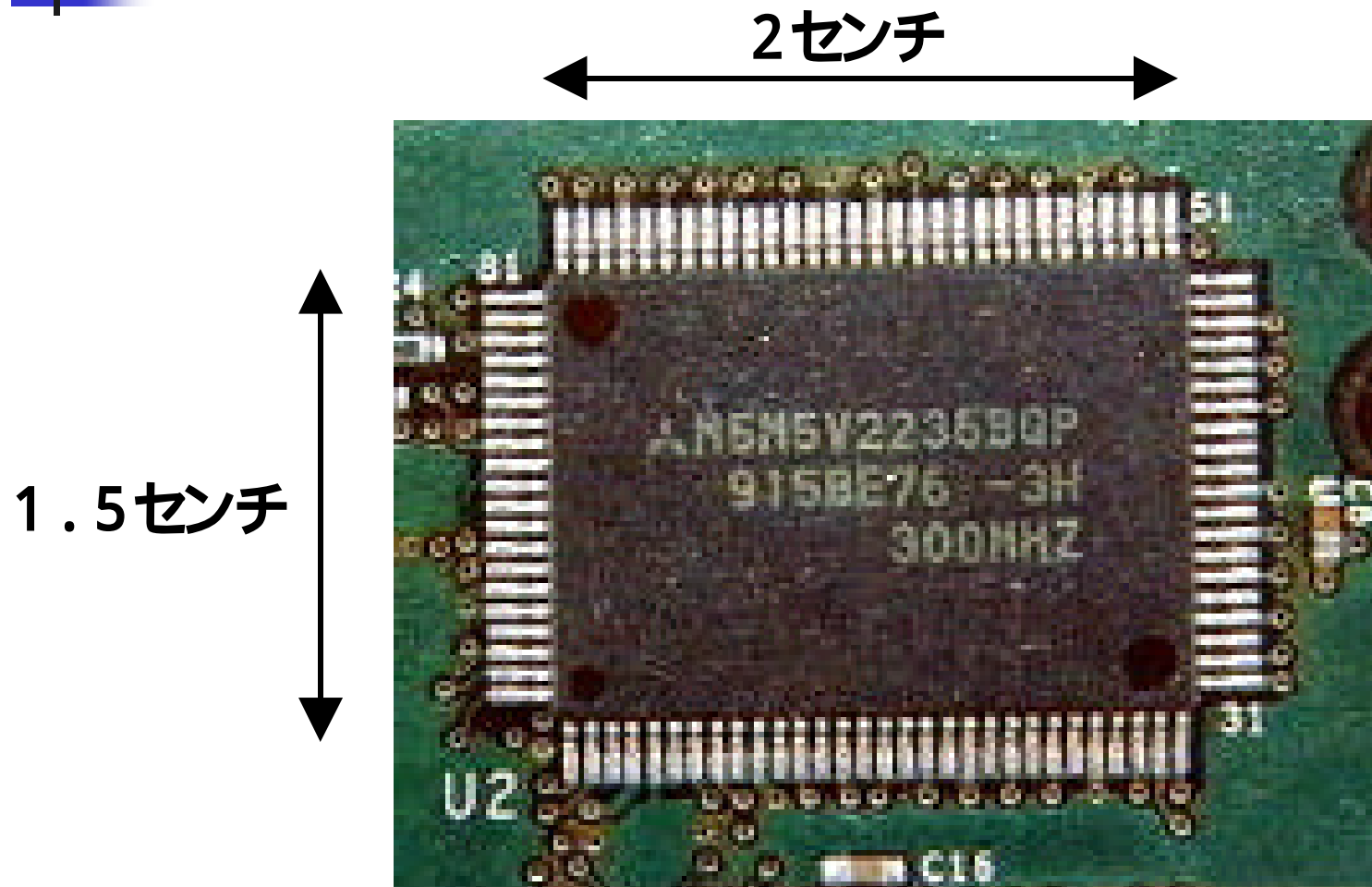
- 最近の電子機器は必ずVLSIで構成される  
(携帯電話  
プレイステーション等)

# ソケットにはVLSIの載った ボードが差される

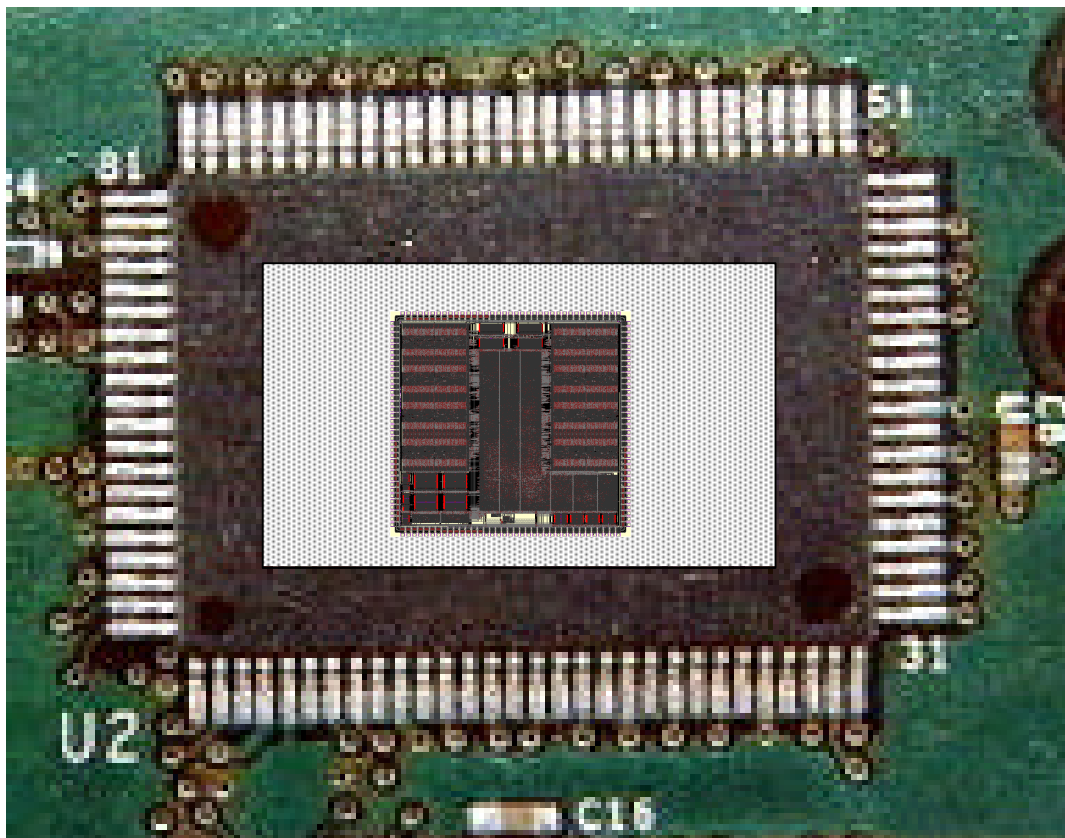


米国INTEL社のペンティアムIII

# 拡大して見てみると...

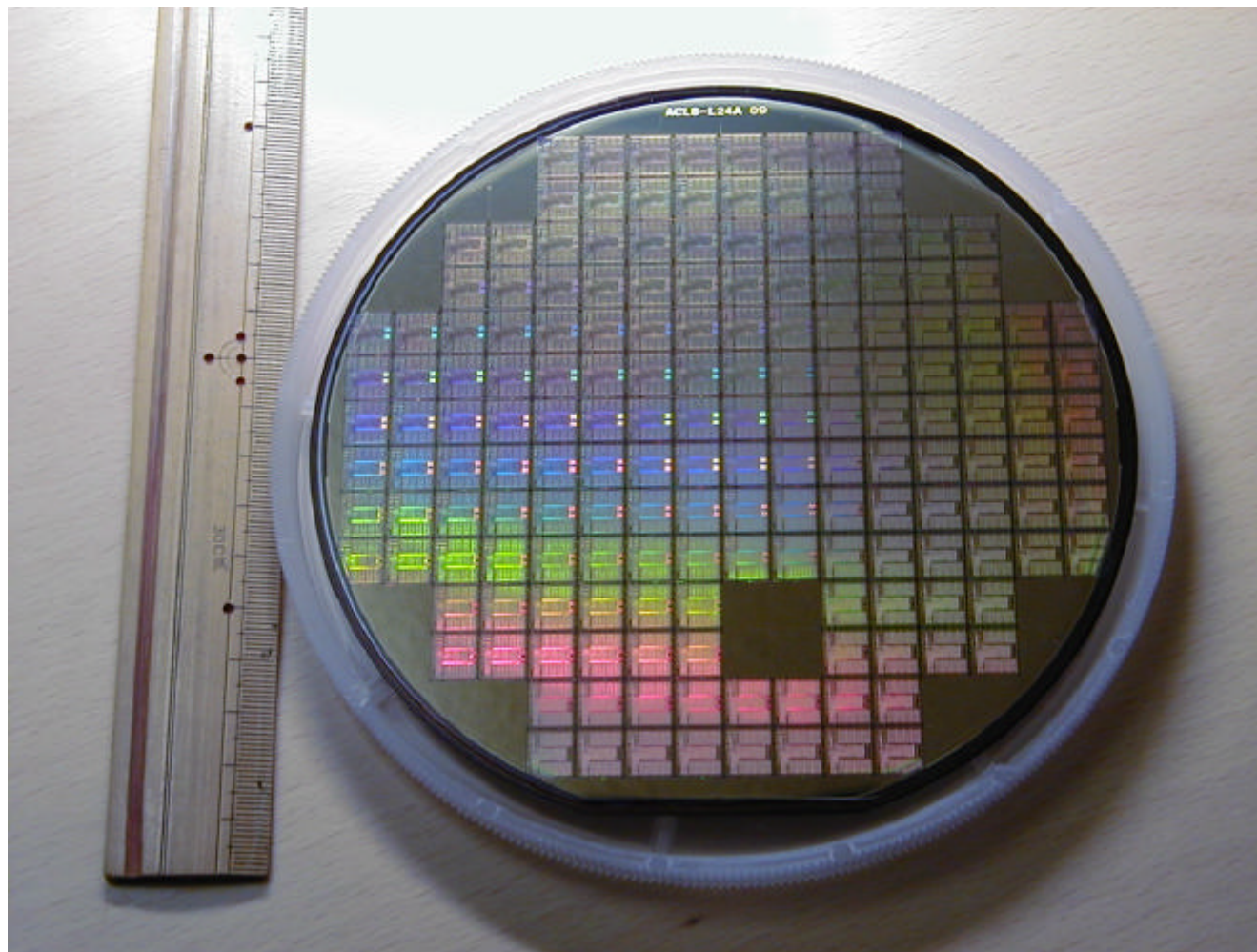


# パッケージの中にVLSIが入っている

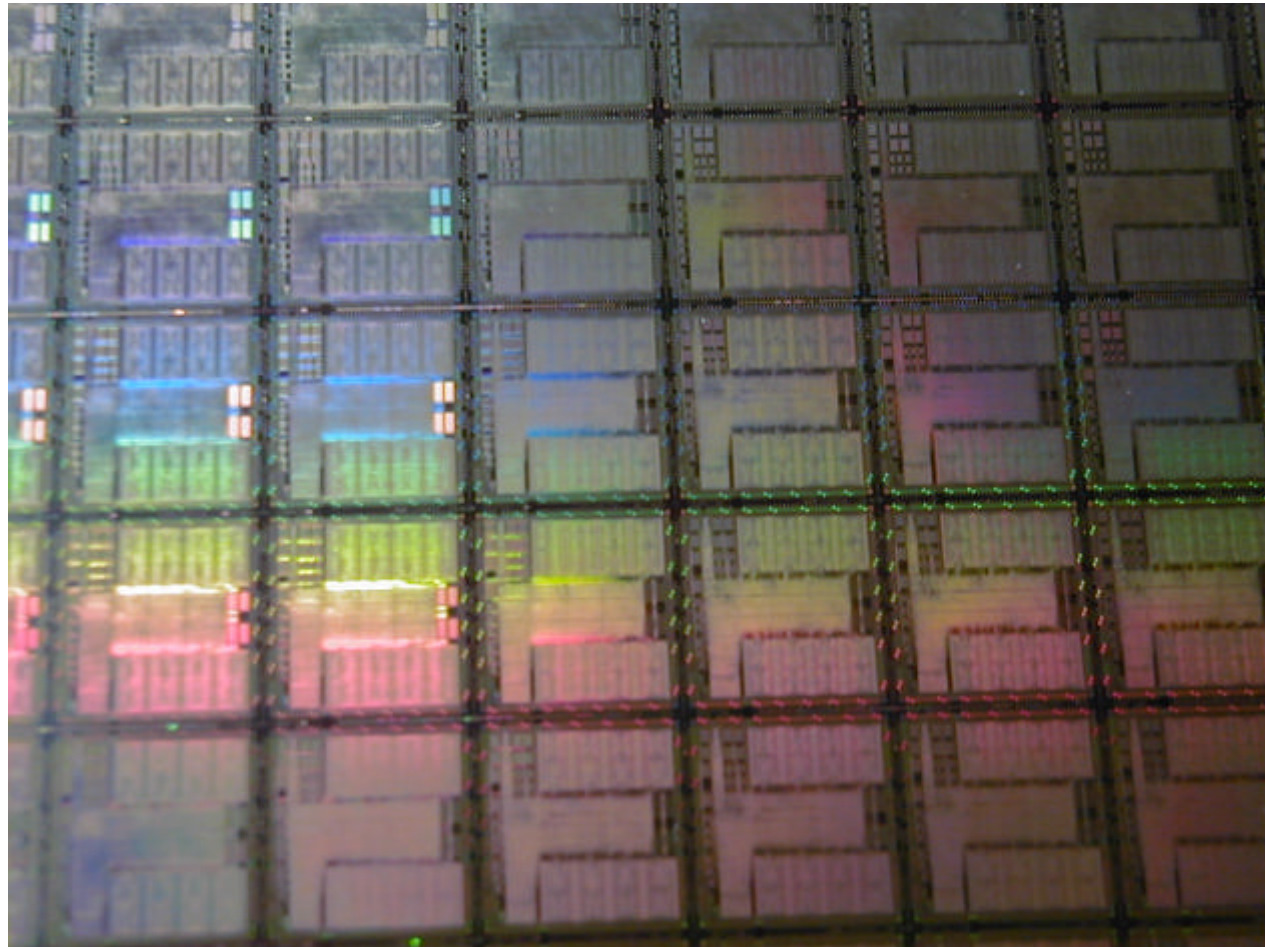


このチップには  
200万トランジスタ  
が集積されている

# シリコンウエハ

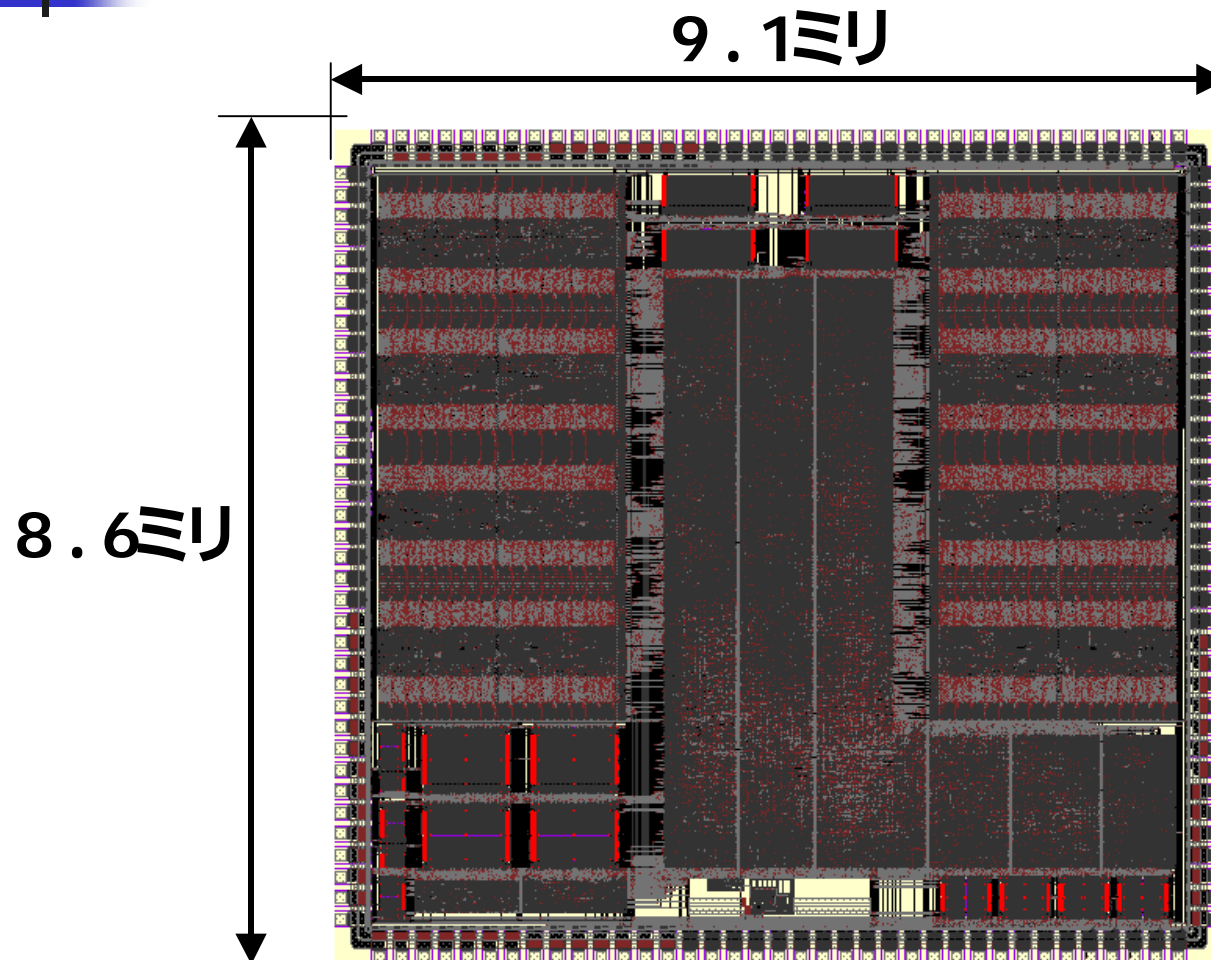


多数のチップを同時にウエハ上に作成する。



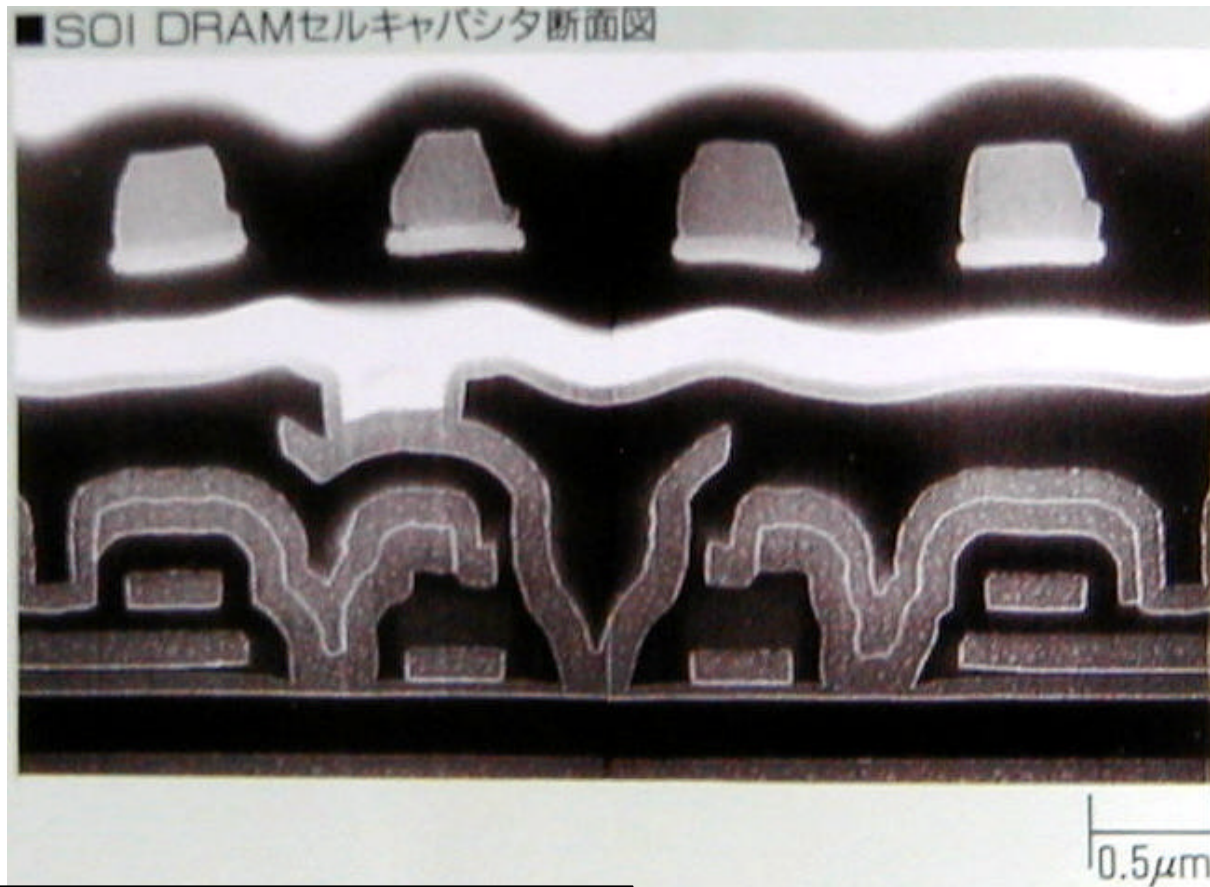


# 1つのチップ



だいたい  
小指の爪  
の大きさ。  
200万  
トランジスタ  
を集積

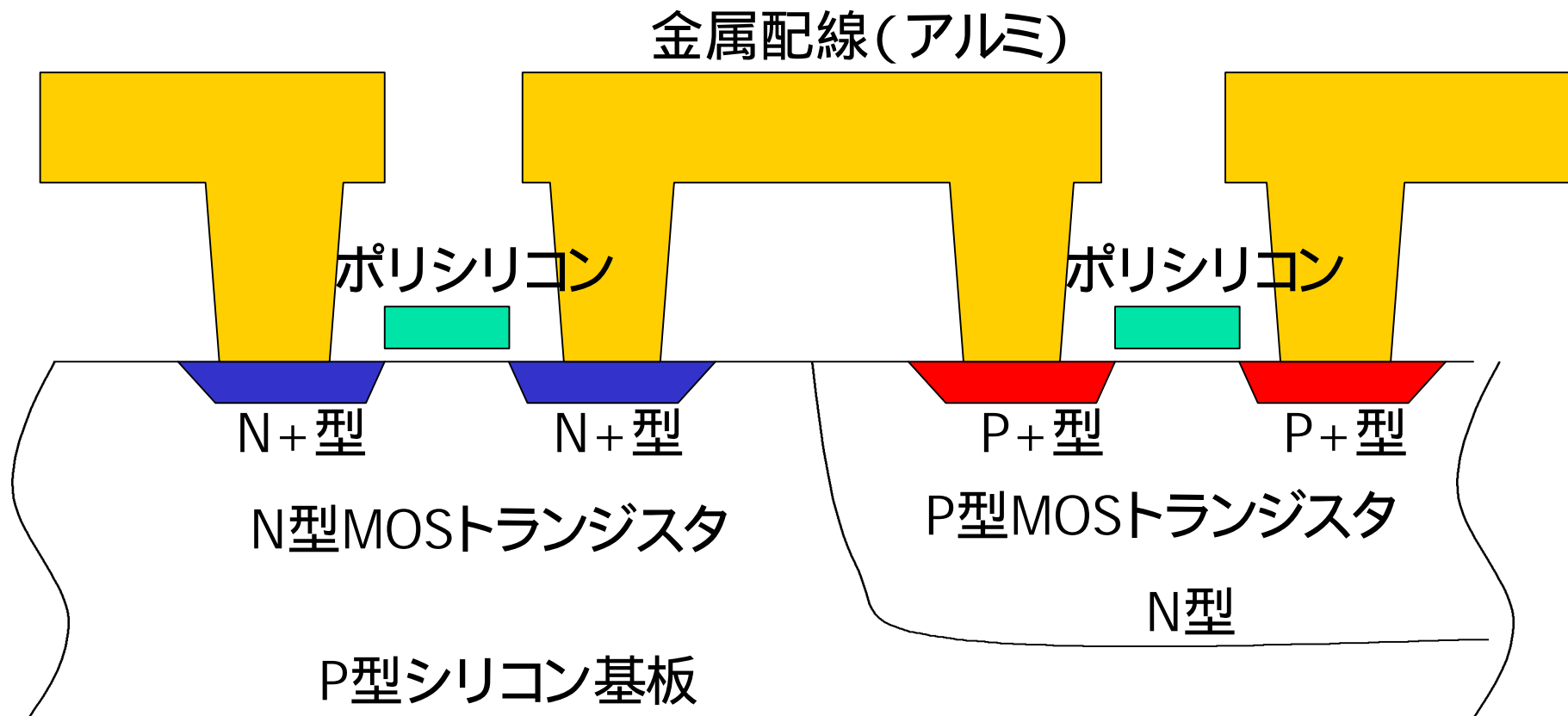
# チップの断面の電子顕微鏡写真



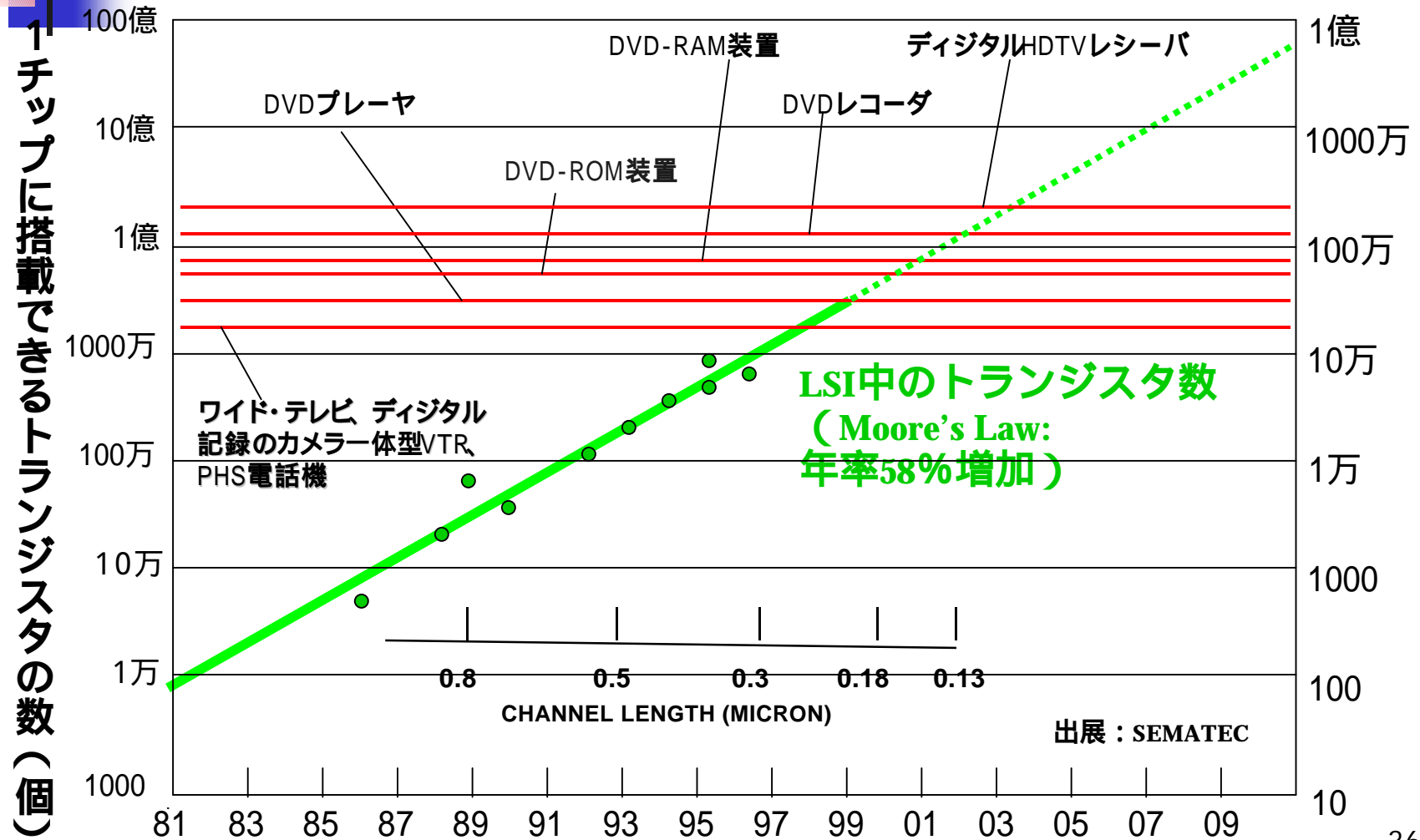
1ミクロンは1ミリの千分の1

0.5μm  
0.5ミクロン

# VLSIの構造



# Mooreの法則に乗る 集積素子数の推移





## まとめ

---

- 半導体集積回路VLSIの物凄い進歩で、低価格で高度な処理を実現できる。
- VLSIはデジタル処理が得意であり、デジタル処理が手軽で低価格になった。
- デジタルは既存のアナログ(TV, 電話, 新聞)メディアを大きく変えてゆく。
- そして、デジタルはインターネットに乗る。