

計算機工学

担当教員 小林和淑 (所属情報学研究科通信情報システム専攻, kobayasi@kuee.kyoto-u.ac.jp, 内線5313, 3号館南館S301)

教科書 コンピュータアーキテクチャの基礎, 柴山潔先生著(京都工芸繊維大学)

参考書 コンピュータの構成と設計, パターソン&ヘネシー

講義形式 スライド+板書 (スライドの間違いはどんどん指摘してください.)

計算機工学とは

- 計算機って何ですか？
- 身の回りにおける計算機を列挙してみよう
- それ以外に？
- 英語では？

授業の達成目標

- 計算機の中身は，順序回路(論理回路)
- 計算機を動かすのは，マイクロ命令列．最近は，C言語などの高級言語により生成される(プログラミング演習)
- 計算機の構造を学び，マイクロ命令列を用いてどのように命令が実行されるのかを理解する．
- C言語の記述と計算機の構造との関係を理解する．
 - － 演習/レポートあり

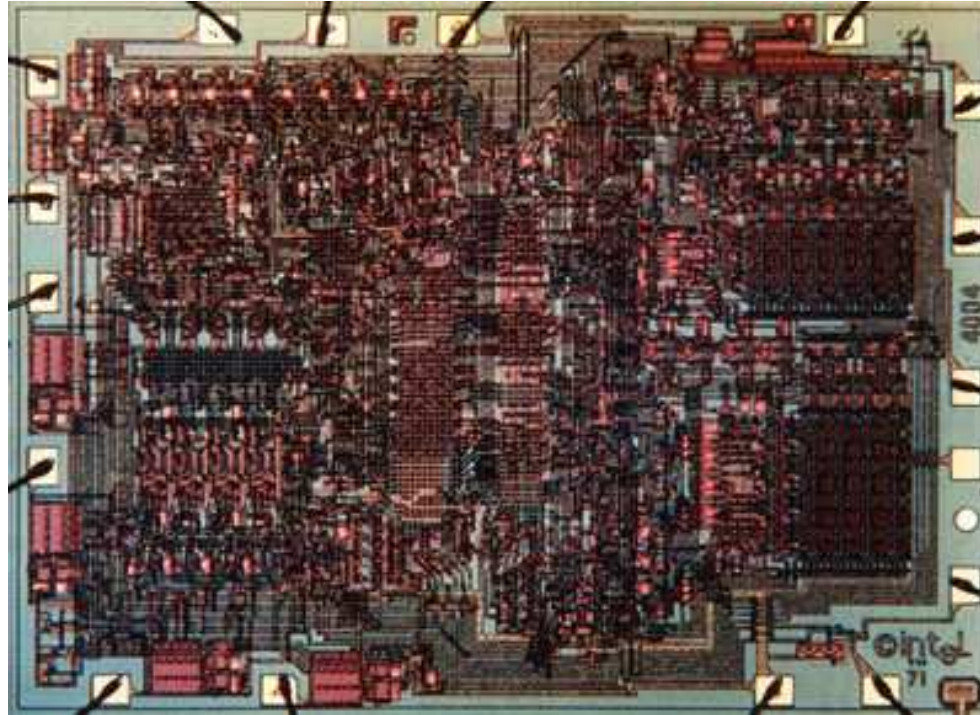
単位系

y	ヨクト (yocto)	10^{-24}	=	0.000000000000000000000000000001
z	ゼプト (zepto)	10^{-21}	=	0.00000000000000000000000000001
a	アト (atto)	10^{-18}	=	0.00000000000000000000000000001
f	フェムト (<i>femto</i>)	10^{-15}	=	0.00000000000000000000000000001
p	ピコ (<i>pico</i>)	10^{-12}	=	0.00000000000000000000000000001
n	ナノ (<i>nano</i>)	10^{-9}	=	0.00000000000000000000000000001
u	マイクロ (<i>micro</i>)	10^{-6}	=	0.0000001
m	ミリ (milli)	10^{-3}	=	0.001
c	センチ (centi)	10^{-2}	=	0.01
d	デシ (deci)	10^{-1}	=	0.1
da	デカ (deka)	10^1	=	10
h	ヘクト (hecto)	10^2	=	100
k	キロ (kilo)	10^3	=	1000
M	メガ (<i>mega</i>)	10^6	=	1000000
G	ギガ (<i>giga</i>)	10^9	=	1000000000
T	テラ (<i>tera</i>)	10^{12}	=	1000000000000
P	ペタ (<i>peta</i>)	10^{15}	=	1000000000000000
E	エクサ (exa)	10^{18}	=	1000000000000000000
Z	ゼタ (zetta)	10^{21}	=	1000000000000000000000
Y	ヨタ (yotta)	10^{24}	=	1000000000000000000000000

2進数の世界では、 $2^{10} = 1024$ で、1kとなる。1MByteのメモリは、

$$1,024 \times 1,024 = 1,048,576 \text{Byte}$$

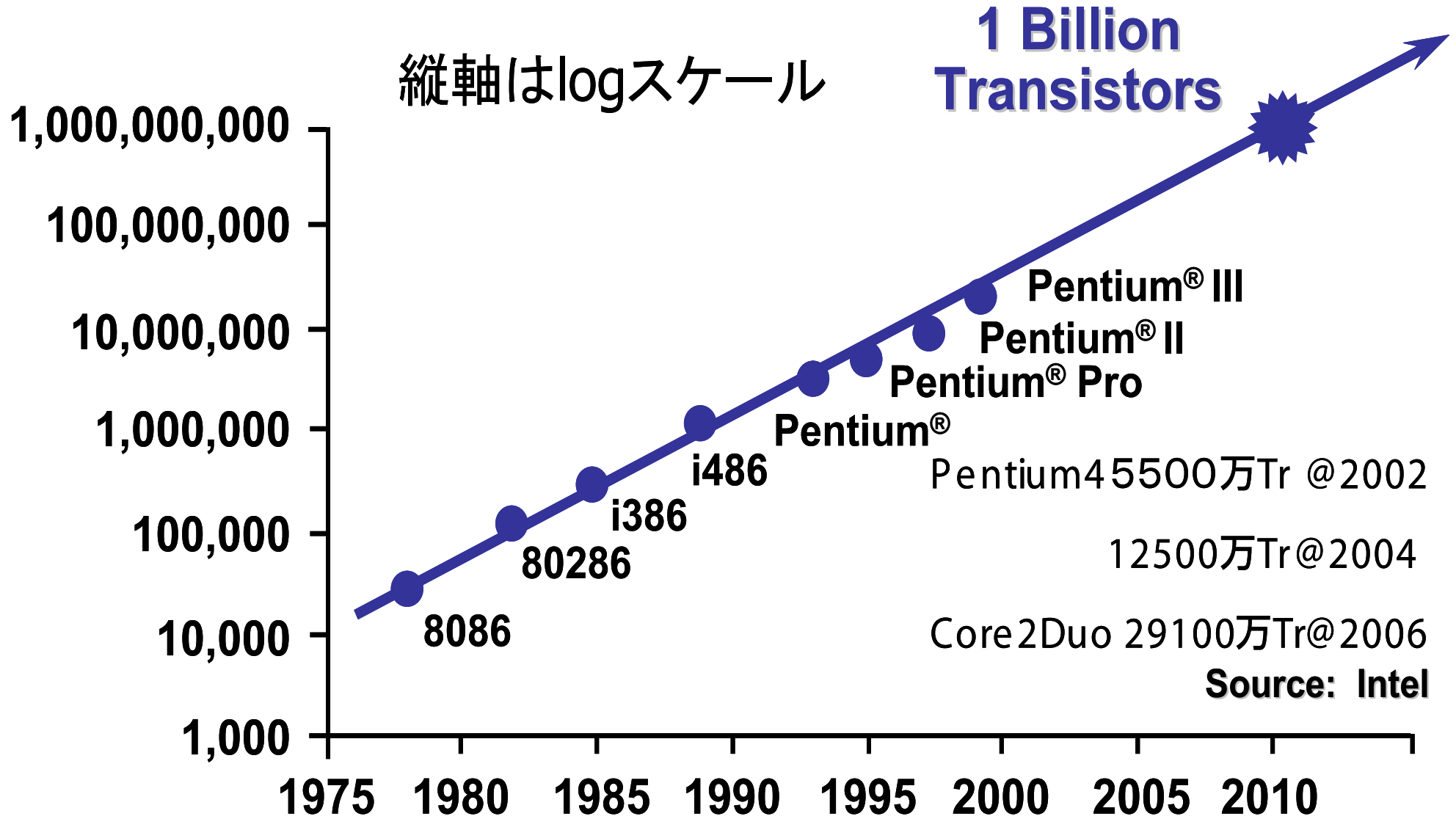
最初のマイクロプロセッサ



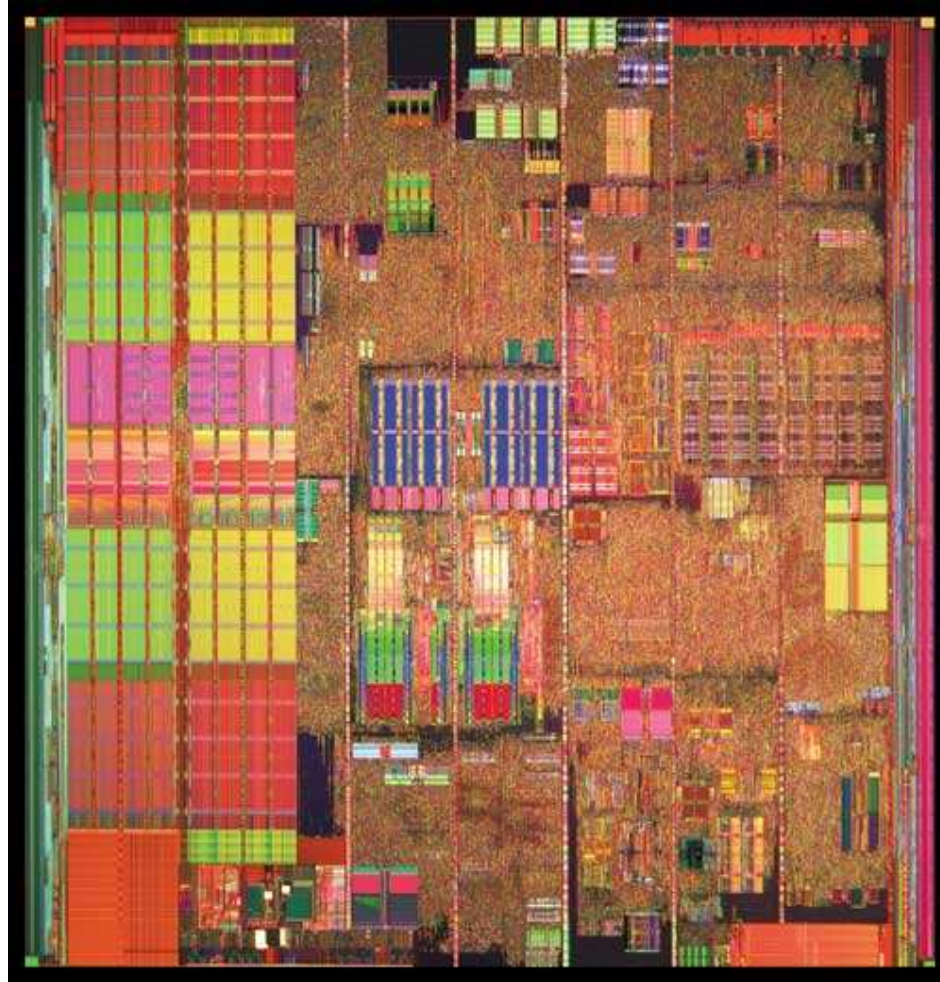
- 4004: 4ビット, 1971年, 12mm², 2200 トランジスタ, 108kHz.
- 日本人技術者 嶋正利さんにより設計される. 日本の電卓メーカーより Intel 社に出向き, 設計する.

<http://www.cedmagic.com/history/intel-4004.html> より

ムーアの法則@1965年



最新のマイクロプロセッサ



- Pentium4(Prescott): 32ビット, 2004年 112mm², 1億2500万トランジスタ, 3GHz. 90nm プロセス

<http://tamahiyoyo.at.infoseek.co.jp/pen4.htm> より

その他のプロセッサ

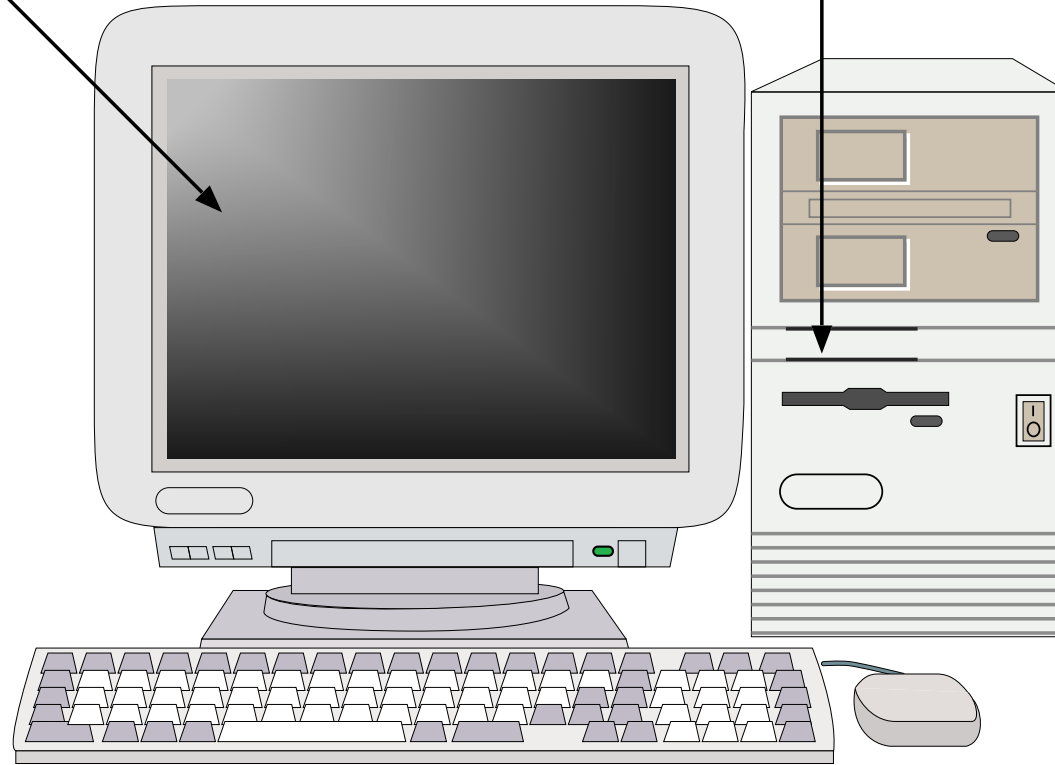
メーカー	名前	用途
IBM	PowerPC	Mac, プリンタ, ゲーム機 (PS3, XBox)
MIPS	MIPS	ゲーム機 (PS2, PSP)
Sun	SPARC	WS, プリンタ
AMD	Athlon, Duron, Opteron	X86 互換
Intel	Itanium	WS (VLIW 型プロセッサ)
ARM	ARM	携帯電話 (N, P 社製), 携帯ゲーム機 (Nintendo DS), PDA (ザウルス)
ルネサス (旧日立)	SH	ゲーム機 (SEGA), 携帯電話, 組み込み機器

パソコンを自作するのに必要な部品

計算機の構造(1): パソコンの外側

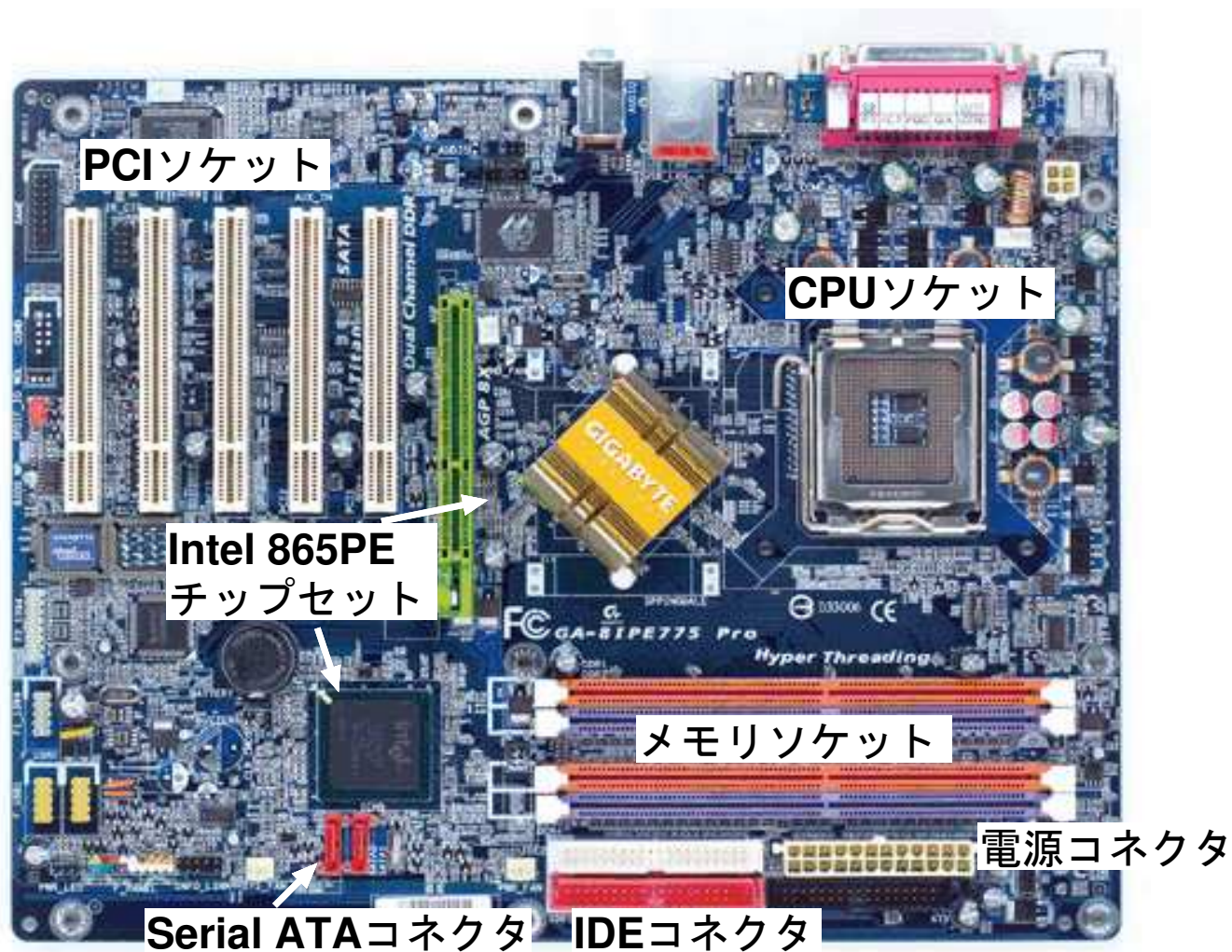
ディスプレイ (外部出力装置)

フロッピーディスク/
ハードディスク
(外部記憶装置)



キーボード/マウス (外部入力装置)

計算機の構造(2): パソコンの内側(マザーボード)



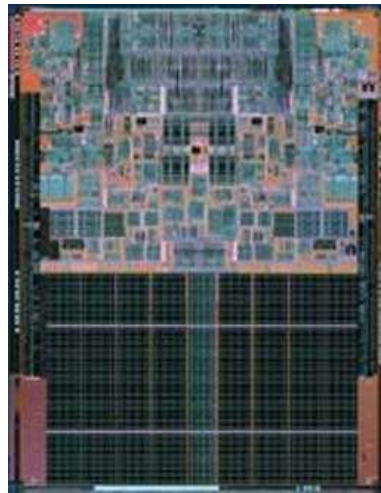
<http://www.gigabyte.co.jp/nippon/8ipe775pro/8ipe775pro-m.html> より

マザーボード上には？

- 多数の LSI(Large-Scale Integrated circuit, 大規模集積回路)
 - － マイクロプロセッサ (MPU: Micro Processing Unit, CPU: Central Processing Unit)
 - － メインメモリ
 - － 各種 ASIC(Application Specific IC: 専用IC), チップセット (Intel 810, Intel 865PE...)
 - － 外部接続端子: USB, IEEE1394(FireWire), S-ATA, IDE, Parallel, Serial...
 - － その他の電子部品. キャパシタ, 抵抗, コネクタ,
- 授業では, 主にマイクロプロセッサの構造を取り扱う.

PCの中核部品：マイクロプロセッサ

- メモリ上の命令列とデータを用いて、計算を行なう。
- 最初のマイクロプロセッサは、2200 トランジスタ、108kHz (1971年)
- Pentium4: 1億2500万トランジスタ、3GHz (2004年)
- 最新のマイクロプロセッサは、Core2Duo(Merom): 一部64ビット、2006年143mm²、2億9100万トランジスタ、3GHz. 65nmプロセス. (2006年8月)



Core2Duo (Merom)のチップ写真

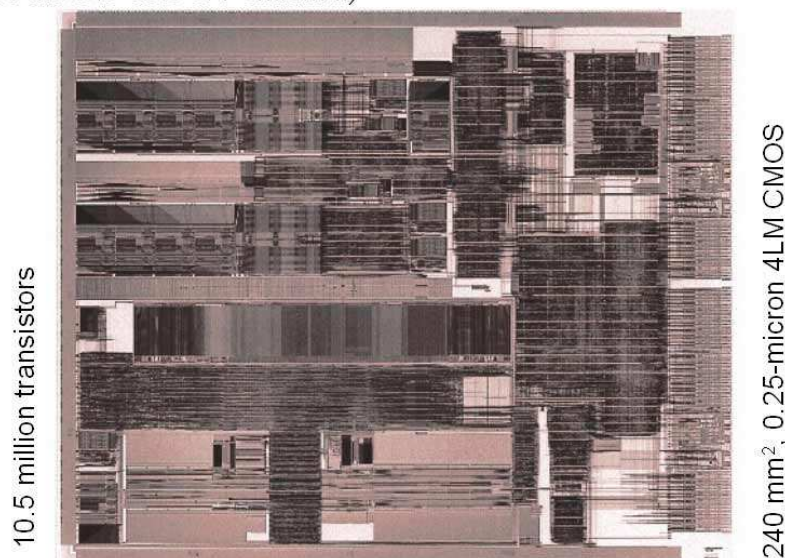
<http://www.dj.st44.arena.ne.jp/xwin2/mainhtml/xwinii/startm200603.html#xkanto01486> より

身近な計算機: PlayStation2

- 128ビットのMIPS互換プロセッサを搭載した高性能計算機
- 心臓部は, SONYと東芝の共同開発
- ゲームモードでは, 高性能なOSは搭載されていないが, Linuxを動作させることが可能.

PlayStation 2 Emotion Engine

(Twice the Die Size of Pentium II)



Estimated manufacturing cost: >\$100

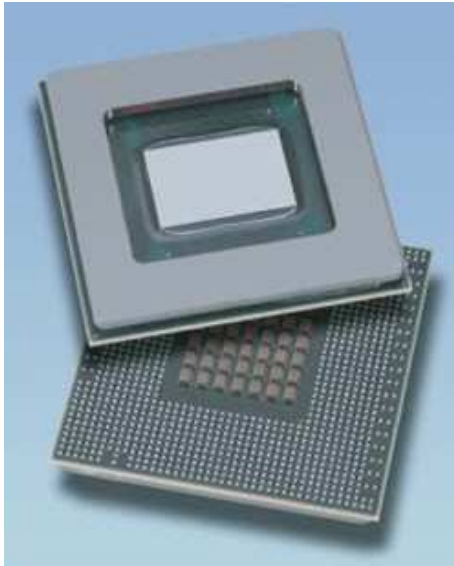


PS2の心臓部である Emotion EngineのLSI写真

<http://www.extremetech.com/article2/0,1697,10355,00.asp>

http://www.imex-display.co.uk/Gift_Playstation.html

Play Station3/ CELL Processor



CELL Processor

- SONY, 東芝, IBM の共同開発
- PlayStation3に搭載予定
- 2億3400万 Tr
- CPU+8IPU(コプロセッサ)



Play Station3

- CELL Processorを, 3.2GHzで動作させる.
- 8IPUのうち一つは, 動かさない. 歩留まり確保のため

http://www.hirc.it/show_content.php?id=1189

http://www.thg.ru/technews/20050726_101010.html

各種略語:メモリ関係

ROM: Read Only Memory. 読出し専用メモリ.

RAM: Random Access Memory. 読み書き出来るメモリ. RWM(Read Write Memory)とは言わない.

DRAM: Dynamic RAM. 動的RAM. 0, 1をキャパシタに格納. 書き込んだ値を時々読み出して再書込しないと値が消える. 大容量化志向. RAM だが, 完全にランダムにアクセスすると速度が落ちる.

SRAM: Static RAM. インバータを二つ使ったラッチに0, 1を格納. 一旦書き込んだら, 電源を切らない限り値は保持. 高速志向.

不揮発メモリ: Nonvolatile Memory. 書き込んだ値は電源を切っても消えない. デジカメなどのフラッシュメモリ.

各種略語： プロセッサ関係

CPU Central Processing Unit, 中央演算装置. 計算機の心臓部

Micro Processor CPUを集積したLSI. CPUと同義で使われることもある.

MPU Micro Processing Unit. CPUとほぼ同義で使われる.