

Science and Technology English I II

Introduction

Meiji University

Sci-Tech-Intro.pptx

109 Slides

July 9th, 2019

<http://mikami.a.la9.jp/mdc/mdc1.htm>

Renji Mikami

Renji_Mikami(at_mark)nifty.com [mikami(at_mark)meiji.ac.jp]

ガイダンス

- 授業計画

前期(14回)技術英語論文の読解

後期(14回)技術英語論文の読解と作成

- 学習目標

科学技術英語論文を読解・作成できるようにする

- 成績評価方法

毎回, 演習問題を出します

辞書持込可

期末試験(30%)と演習問題(70%)で総合的に評価します

総合点で60%以上を合格とします

講義スケジュール

- 第1回～第3回 INTRODUCTION
- 第4回～第5回 技術英語の基礎
- 第6回～第12回 米国大学教科書
- 第13回～第14回 米国IEEE学会技術論文読解

- 状況に応じて柔軟に対応しますので若干の変更があります

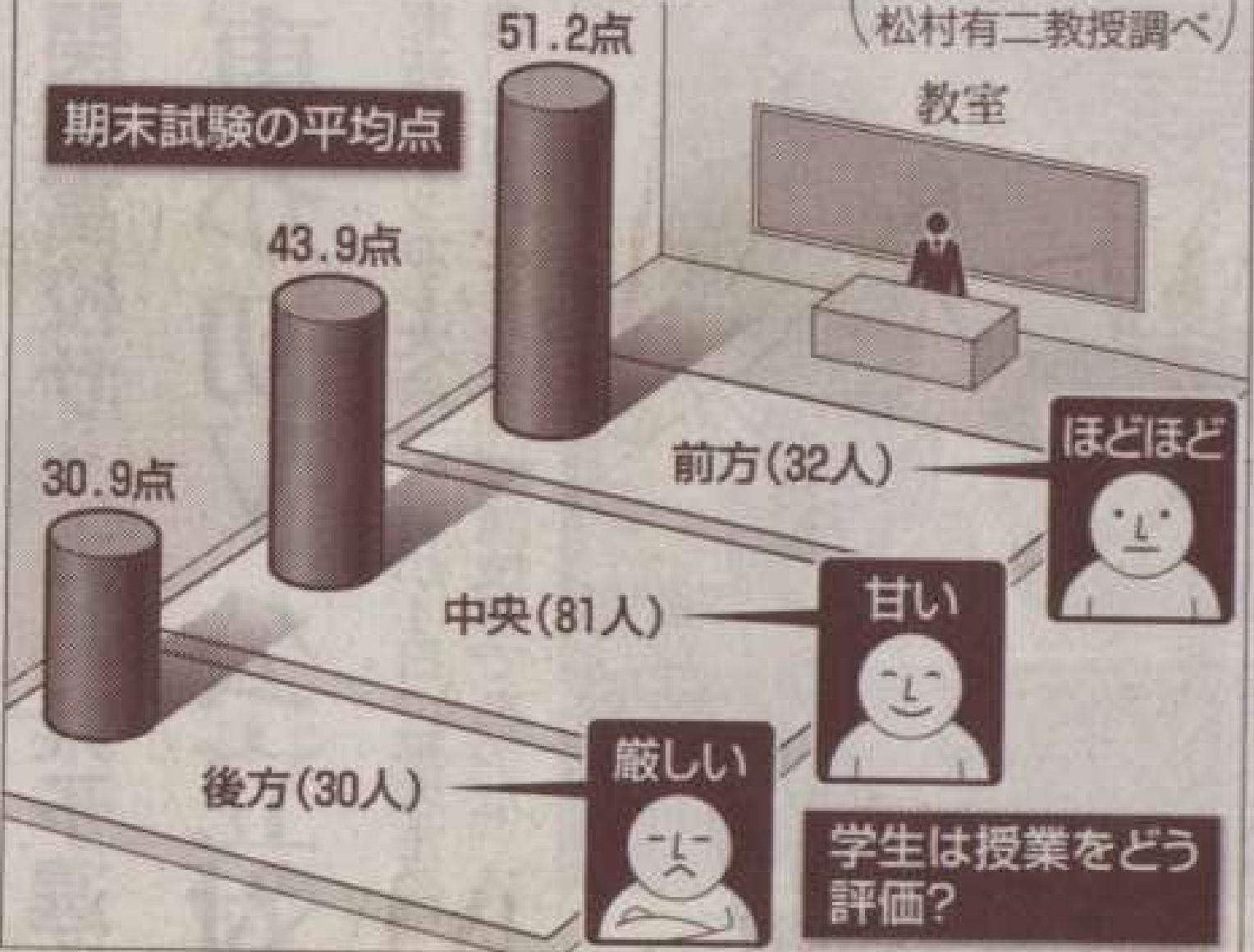
講義の進め方

- 授業前半は講師が英文読解
- 授業後半は学生が演習問題読解
- 準備するもの
辞書, 筆記用具
- 教材は配布します

教室で座る場所と成績の関係は…

(産業能率大・松村有二教授調べ)

期末試験の平均点



科学技術英語の種類

- 科学技術論文(IEEE Journalなど)
- 企業技術論文(IBM Journal of Research and Developmentなど)
- 特許(US Patent)
- 設計仕様書(機能, 性能, MILSpecなど)
- 取扱説明書-マニュアル(装置, ソフトウェア)
- 科学技術雑誌(Science, Nature)
- WebSite

教材

(1)教科書

"DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS"

JAN M. RABAHEY

PRENTICE HALL(1996)

(2)ISSCC学会論文

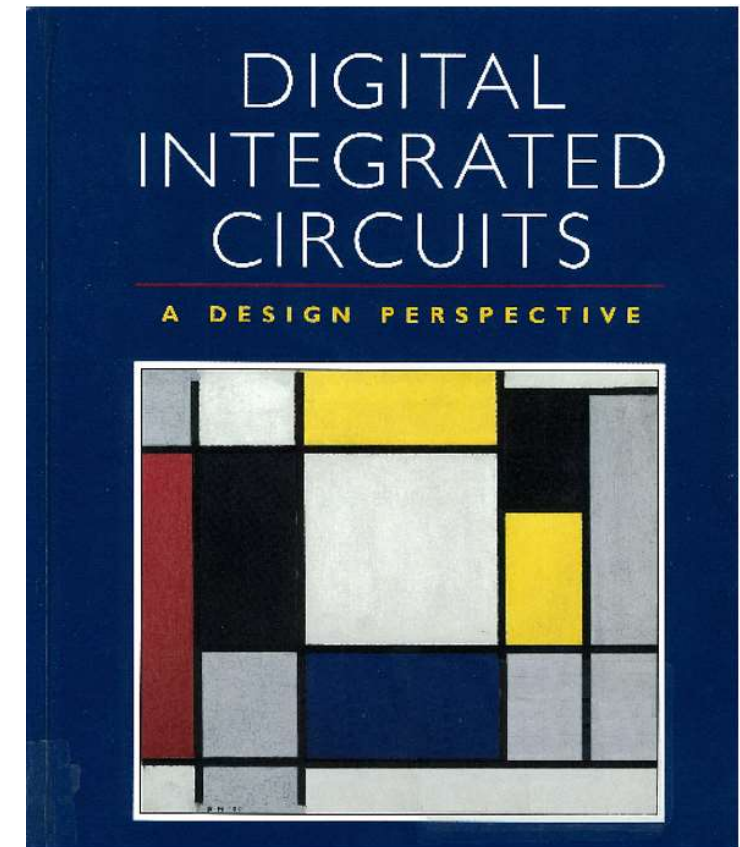
(3)US Patent(米国特許)

(4)IEEE技術論文



Jan M. Rabaey

Donald O. Pederson Distinguished Professor
Director Gigascale Systems Research Center (GSRC) and
Scientific Co-director BWRC University of California, Berkeley



IEEE 科学技術論文



- Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- www.ieee.org
- Founded in 1963, it has more than 360,000 individual members in more than 150 countries and is involved with setting standards for computers and communications.
- 電気電子技術者協会(米国)
- 科学技術論文発行(IEEE Journal)
- 国際学会主催(ISSCC, IEDMなど)
- 標準化活動(IEEE802. 11無線規格など)

科学技術論文の構成

- (1)INTRODUCTION(Background)
- (2)BODY(Algorithm Architecture Circuits)
- (3)EXPERIMENTAL RESULTS
- (4)DISCUSSION
- (5)CONCLUSION

科学技術英語の特徴と読解

- 英文法, 英文構造は一般の英語と同じ
- 論旨が明快, 文法構造は単純
- 形容詞, 副詞, 文学的な表現は少ない
- 専門用語はWikipediaなどを参照
- 文法的に正確に訳すよりは速読速解が必要
- 文頭から順番に訳す(関係代名詞which, thatなどは, それは..., というのは...)
- 技術用語はカタカナでも通じる(マルチスレッドなど)

技術英語WEB辞書

- フリー百科事典『ウィキペディア(Wikipedia)』

<http://ja.wikipedia.org/wiki/>

<http://en.wikipedia.org/wiki/>

- **EE TIMES Encyclopedia**

<http://www.eetimes.com/encyclopedia/>

- 日経Tech-On！用語辞典

<http://techon.nikkeibp.co.jp/word/>



1947 First pointcontact transistor

John Bardeen, Walter H. Brattain, and William B. Shockley of Bell Labs discover the transistor. Brattain and Bardeen build the first pointcontact transistor, made of two gold foil contacts sitting on a germanium crystal. When electric current is applied to one contact, the germanium boosts the strength of the current flowing through the other contact. Shockley improves on the idea by building the junction transistor—"sandwiches" of N- and P-type germanium. A weak voltage applied to the middle layer modifies a current traveling across the entire "sandwich." In November 1956 the three men are awarded the Nobel Prize in physics.

自動翻訳 <http://www.excite.co.jp/world/>

John Bardeen, Walter H. Brattain, and William B. Shockley of Bell Labs discover the transistor. Brattain and Bardeen build the first pointcontact transistor, made of two gold foil contacts sitting on a germanium crystal. When electric current is applied to one contact, the germanium boosts the strength of the current flowing through the other contact. Shockley improves on the idea by building the junction transistor—"sandwiches" of N- and P-type germanium.

A weak voltage applied to the middle layer modifies a current traveling across the entire "sandwich." In November 1956 the three men are awarded the Nobel Prize in physics.

ベル研究所のジョン・バーディーン, ウォルター・H.ブラットン, およびウィリアム・B.ショックリーはトランジスタを発見します。ブラットンとバーディーンは金箔が連絡するゲルマニウム水晶の上に座る2で作られた最初のpointcontactトランジスタを組立てます。電流が1つの接触に付けられるとき, ゲルマニウムはもう片方の接触による現在の流れの強さを上げます。ショックリーは接合トランジスタと#8212というのを組立てることによって, 考えを改良します; NとP-タイプゲルマニウムの"サンドイッチ"

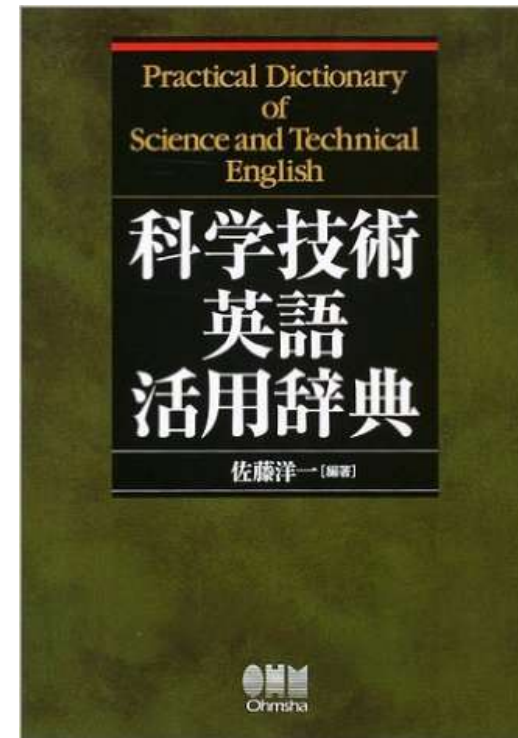
中くらいの層に適用された弱い電圧は全体の"サンドイッチ"の向こう側に伝わる電流を変更します。1956年11月に, 物理学でノーベル賞を3人の男性に与えます。

参考書



オーム社(5400円)

2019/7/9



オーム社(6500円)

© Renji Mikami – Mikami Consulting / Meiji University 2019

INTERNATIONAL JOKE(1)

- 紫の麒麟をつれてきたら賞金100万ドルの広告がでた
- ドイツ人は科学者が理論的にあり得ないと結論した
- アメリカ人は遺伝子工学を駆使して紫の麒麟を作り出した
- 日本人はアメリカから技術導入して紫の麒麟を作り出した
- 中国人は紫のペンキを買いに行った

アメリカ日常英語

- フォアヒアオアトゴウ？
- "For Here or To Go？"
- "Plastic or Paper？"
- "Cash or Charge？"
- Subway Sandwich
- 西海岸(SF, LA)では日本人や中国人が多いので、日本人旅行者は外人と見られない
- 普通にこのような英語で話しかけられる
- 英語を日常使用していても、正しい文法使いしてる人は多くない
- アメリカの一般人の傾向 聞く,話す>読む>書く
- 日本の教養人の傾向 読む, 書く>聞く>話す
- アメリカ本社にイギリス人が来たときの話

21st. Century Innovations

<https://www.nae.edu/>

1. [Electrification](#)
2. [Automobile](#)
3. [Airplane](#)
4. [Water Supply and Distribution](#)
5. [Electronics](#)
6. [Radio and Television](#)
7. [Agricultural Mechanization](#)
8. [Computers](#)
9. [Telephone](#)
10. [Air Conditioning and Refrigeration](#)
11. [Highways](#)
12. [Spacecraft](#)
13. [Internet](#)
14. [Imaging](#)
15. [Household Appliances](#)
16. [Health Technologies](#)
17. [Petroleum and Petrochemical Technologies](#)
18. [Laser and Fiber Optics](#)
19. [Nuclear Technologies](#)
20. [High-performance Materials](#)

Electronics

02E

- Barely *stifled yawns* greeted the electronics *novelty* that was introduced to the public " in mid-1948.
- A device called a **transistor**, which has several *applications* in radio where a *vacuum tube* ordinarily is employed, was demonstrated for the first time yesterday at Bell *Telephone Laboratories*," noted an obviously unimpressed **New York Times** reporter on page 46 of the day's issue.

抑える

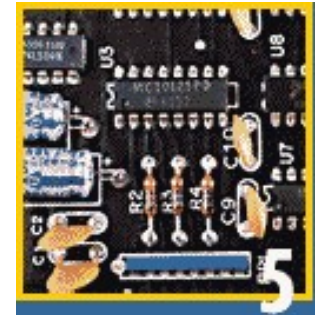
あくび

新しいもの

応用

真空管

電話研究所



1947 First pointcontact transistor

- **John Bardeen, Walter H. Brattain**, and William B. Shockley of Bell Labs discover the transistor. Brattain and Bardeen build the first *pointcontact transistor*, made of two *gold foil* contacts sitting on a **germanium crystal**. When electric current is applied to one contact, the germanium boosts the strength of the current flowing through the other contact. **Shockley** improves on the idea by building the *junction transistor*—"sandwiches" of **N- and P-type germanium**. A weak voltage applied to the middle layer *modifies* a current traveling across the entire "sandwich." In November 1956 the three men are awarded the Nobel Prize in physics.

点接触 金箔

接合トランジスタ
変調する

1952 First commercial device to apply Shockley's junction transistor

- Sonotone *markets* a \$229.50 *hearing aid* that uses two *vacuum tubes* and one transistor—the first commercial device to apply Shockley's *junction* transistor. *Replacement* batteries for *transistorized* hearing aids cost only \$10, not the nearly \$100 of batteries for earlier vacuum tube models.

市場に出す 補聴器
真空管
接合型
置き換え 微細化された

1954 First transistor radio

- Texas Instruments introduces the first transistor radio, the **Regency TR1**, with radios by Regency Electronics and transistors by Texas Instruments. The transistor replaces De Forest's *triode*, which was the electrical component that *amplified* audio signals—making AM (*amplitude modulation*) radio possible. The door is now open to the **transistorization** of other *mass production devices*.

三極管
増幅する
振幅変調

大量生産 部品

1954 First truly consistent mass-produced transistor is demonstrated

- Gordon Teal, a *physical chemist* formerly with Bell Labs, shows *colleagues* at Texas Instruments that transistors can be made from pure silicon—demonstrating the first truly consistent mass-produced transistor. By the late 1950s **silicon** begins to replace **germanium** as the *semiconductor material* out of which almost all modern transistors are made.

物理化学者

同僚

半導体材料

1958-1959 *Integrated circuit invented*

集積回路 発明された

06EJ

Jack Kilby, an electrical engineer at Texas Instruments and **Robert Noyce** of Fairchild Semiconductor *independently* invent the integrated circuit. In September 1958, Kilby builds an integrated circuit that includes *multiple components* connected with gold wires on a tiny silicon chip, creating a "*solid circuit*." (On February 6, 1959, a *patent* is issued to TI for "*miniaturized electronic circuits*.") In January 1959, Noyce develops his integrated circuit using the process of *planar* technology, developed by a colleague, Jean Hoerni. Instead of connecting individual circuits with gold wires, Noyce uses *vapor-deposited metal connections*, a method that allows for miniaturization and mass production. Noyce files a detailed patent on July 30, 1959.

個別に
複数の 部品
固体回路 特許
平面の
蒸着 金属接続

1958-1959 集積回路が発明された

テキサス・インスツルメンツ社の電気技術者ジャック・キルビーとフェアチャイルド・セミンコンダクタ社のロバート・ノイスが個別に集積回路を発明します

1958年の9月にキルビーは小さなシリコンチップ(小片)上に金線で接続された複数の部品を含む集積回路を作り, “固体回路を”創造した.

1959年2月6日にTI社に“微細化された電子回路”特許が申請された.1959年1月にノイスは, 同僚のジーン・ヘンリにより開発された平面技術プロセス(製造技術)を利用する集積回路を開発します.

各回路を金線で接続する代わりにノイスは蒸着された金属接続を利用します, それは微細化と大量生産を可能にする方法です.

ノイスは1959年6月30日に詳細な特許を申請します.

1962 MOSFET is invented

- The *metal oxide semiconductor field effect transistor* (MOSFET) is invented by engineers Steven Hofstein and Frederic Heiman at RCA's research laboratory in Princeton, New Jersey. Although slower than a *bipolar junction transistor*, a MOSFET is smaller and cheaper and uses less power, allowing greater numbers of transistors to be *crammed* together before a heat problem arises. Most microprocessors are made up of MOSFETs, which are also widely used in switching applications.

金属－酸化物－半導体
電界効果トランジスタ

両極性接合トランジスタ
詰め込む

1967 First handheld calculator invented

- A Texas Instruments team, led by Jack Kilby, invents the first handheld *calculator* in order to showcase the integrated circuit. Housed in a case made from a solid piece of aluminum, the *battery-powered* device fits in the palm of a hand and weighs 45 ounces. It accepts six-digit numbers and performs **addition**, **subtraction**, **multiplication**, and **division**, printing results up to 12 digits on a *thermal printer*.

計算機

電池駆動

感熱プリンタ

1971 Intel introduces "computer on a chip"

- Intel, *founded* in 1968 by Robert Noyce and Gordon Moore, introduces a "Computer on a chip," the 4004 four-bit microprocessor, design by Frederico Faggin, Ted Hoff, and Stan Mazor. It can execute 60,000 operations per second and changes the face of modern electronics by making it possible to include data processing hundreds of devices. A 4004 provides the computing power for NASA's Pioneer 10 *spacecraft*, launched the following year to survey *Jupiter*.

創立

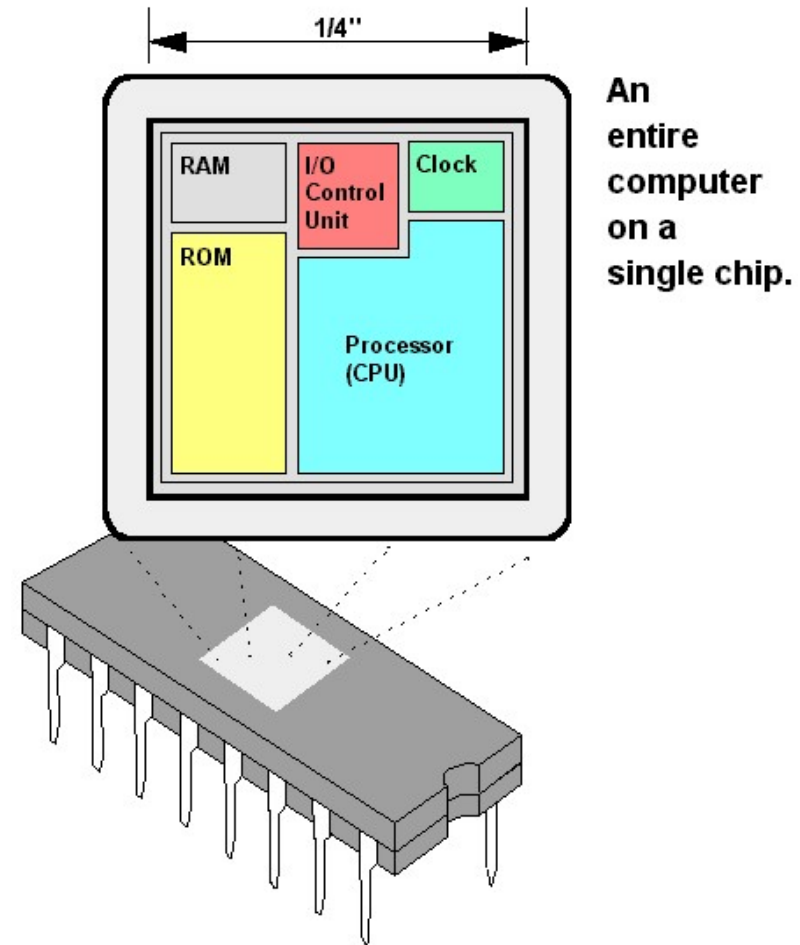
宇宙船
木星

3M Corporation introduces the ceramic chip carrier, designed to protect integrated circuits when they are attached or removed from circuit boards. The chip is bonded to a gold base inside a *cavity* in the square ceramic carrier, and the package is then *hermetically sealed*.

空隙 機密封止

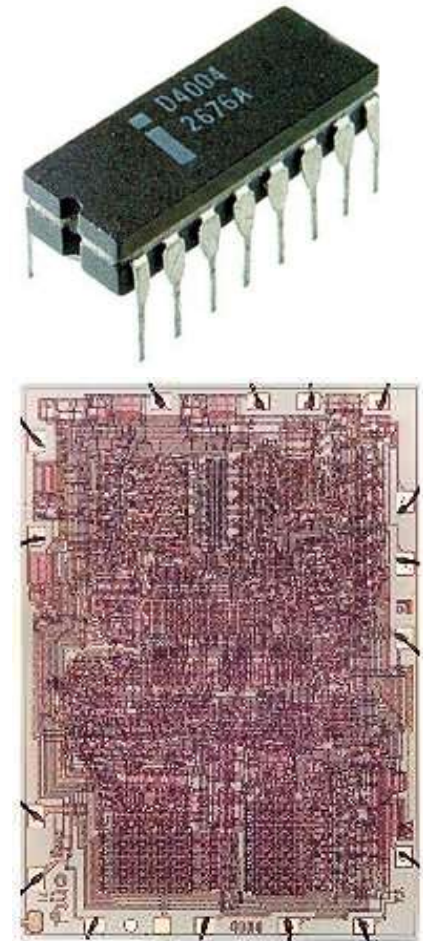
Computer on a Chip

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co. Inc.



Intel 4004マイクロプロセッサ

- Intel 4004(MCS-4)は、米国インテル社によって開発された世界で最初のシングルチップの商用マイクロプロセッサである。
- 1971年に発表された.4ビットの演算能力を持ち、500kHzから741kHzのクロックで駆動した(クロック同期設計)。
- 性能は0.06 MIPS (毎秒60000回の演算)
- 3mm × 4mmの小片の上に2,300個のトランジスタを集積, 10 μ m (0.01mm) ピッチのプロセスで製造された.外装は当時のICとしては標準的な16ピンDIPで、少ないピン数をカバーするためにアドレスバスとデータバスは時分割で構成されていた。



Intel 4004

- 最高動作周波数 741KHz.ただし, 命令アドレス出力に3クロック, 命令読み出しに2クロック, 命令実行に3クロックの計8クロックを要する.
- プログラム格納域とデータ格納域の分離(ハーバード・アーキテクチャ).一般にハーバード・アーキテクチャではバスを分離するが, 4004ではピン数を節約する必要から単一の4ビットバスを使用している.
 - 12ビットアドレス
 - 命令長は8ビット
 - データワード長は4ビット
- 命令セットには46種の命令がある(うち41種は8ビット長, 5種は16ビット長).
- 16個の4ビット長レジスタ
- 内部サブルーチンスタックは3段階の深さ

Intel microprocessor(2006年)

- インテルプレミアム4エクストリームエディション(*Dual Core*)は200億回/秒の命令を処理できる
- 2006年インテルモンテシトは17億トランジスタを集積化.デュアルコア構成で仮想化技術も搭載した次世代Itanium 2である"Montecito(モンテシト:開発コード)"



1972 Home video game systems become *available*

利用可能な

- In September, Magnavox ships **Odyssey 100** home game systems to *distributors*. The system is test marketed in 25 cities, and 9,000 units are **卸売業者** sold in Southern California Alone during the first month at a price of \$99.95.
In November, Nolan Bushnell forms **Atari** and *ships* Pong, a coin-operated **出荷する** **video arcade game**, designed and built by Al Alcorn. The following year Atari introduces its home version of the game, which soon outstrips Odyssey 100.

1974 Texas Instruments introduces the TMS 1000

Texas Instruments introduces the TMS 1000, destined to become the most widely used **computer on a chip**. Over the next quarter-century, more than 35 different versions of the chip are produced for use in toys and games, calculators, *photocopying machines*, *appliances*, *burglar alarms*, and **jukeboxes**. (Although TI engineers Michael Cochran and Gary Boone create the first microcomputer, a four-bit microprocessor, at about the same time Intel does in 1971, TI does not put its chip on the market immediately, using it in a calculator introduced in 1972.)

複写機
家電製品
盗難警報

1997 IBM *develops* a copper-based chip technology

開発する

- IBM announces that it has developed a copper-based chip technology, using *copper* wires rather than traditional *aluminum* to connect transistors in chips. Other chip *manufacturers* are not far behind, as research into copper wires has been going on for about a *decade*. Copper, the better *conductor*, offers faster *performance*, requires less electricity, and runs at lower temperatures, This *breakthrough* allows up to 200 million transistors to be placed on a single chip.

銅

製造業者

10年

導体 性能

限界突破

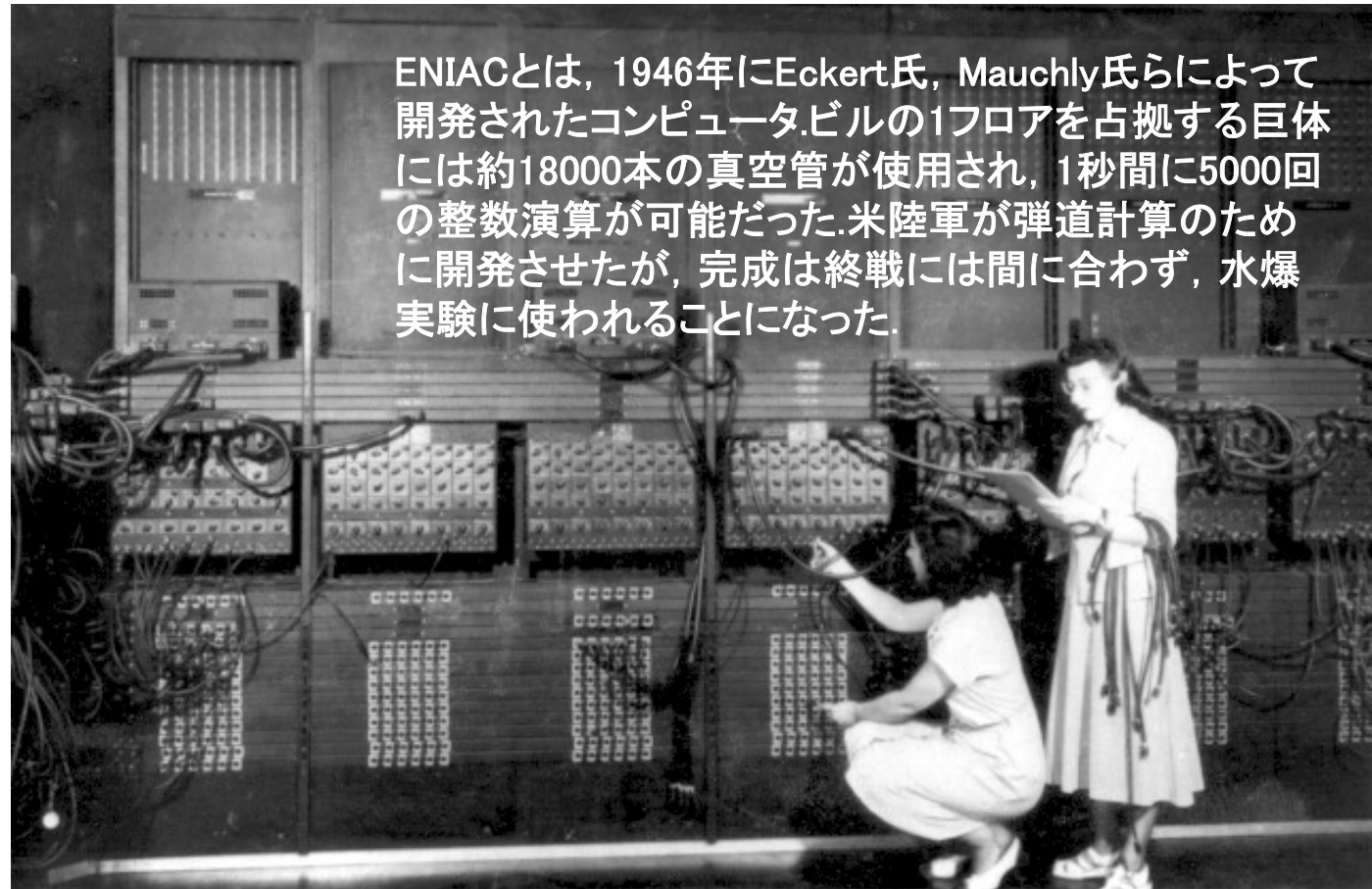
1998 Plastic transistors developed

- A team of Bell Labs researchers—Howard Katz, V. Reddy Raju, Ananth Dodabalapur, Andrew Lovinger, and chemist John Rogers—present their *latest* findings on the first fully "printed" plastic transistor, which uses a **最新の** process similar to *silk screening*. Potential uses for plastic transistors **スクリーン印刷技術** include flexible computer screens and "smart" cards, full of vital statistics and buying power, and virtually *indestructible*. **非破壊**

EVOLUTION OF COMPUTER

ENIAC(1946年)→ PC(2000年)

真空管



ENIACとは、1946年にEckert氏、Mauchly氏らによって開発されたコンピュータ。ビル1フロアを占拠する巨体には約18000本の真空管が使用され、1秒間に5000回の整数演算が可能だった。米陸軍が弾道計算のために開発させたが、完成は終戦には間に合わず、水爆実験に使われることになった。

コンピュータの進化の歴史

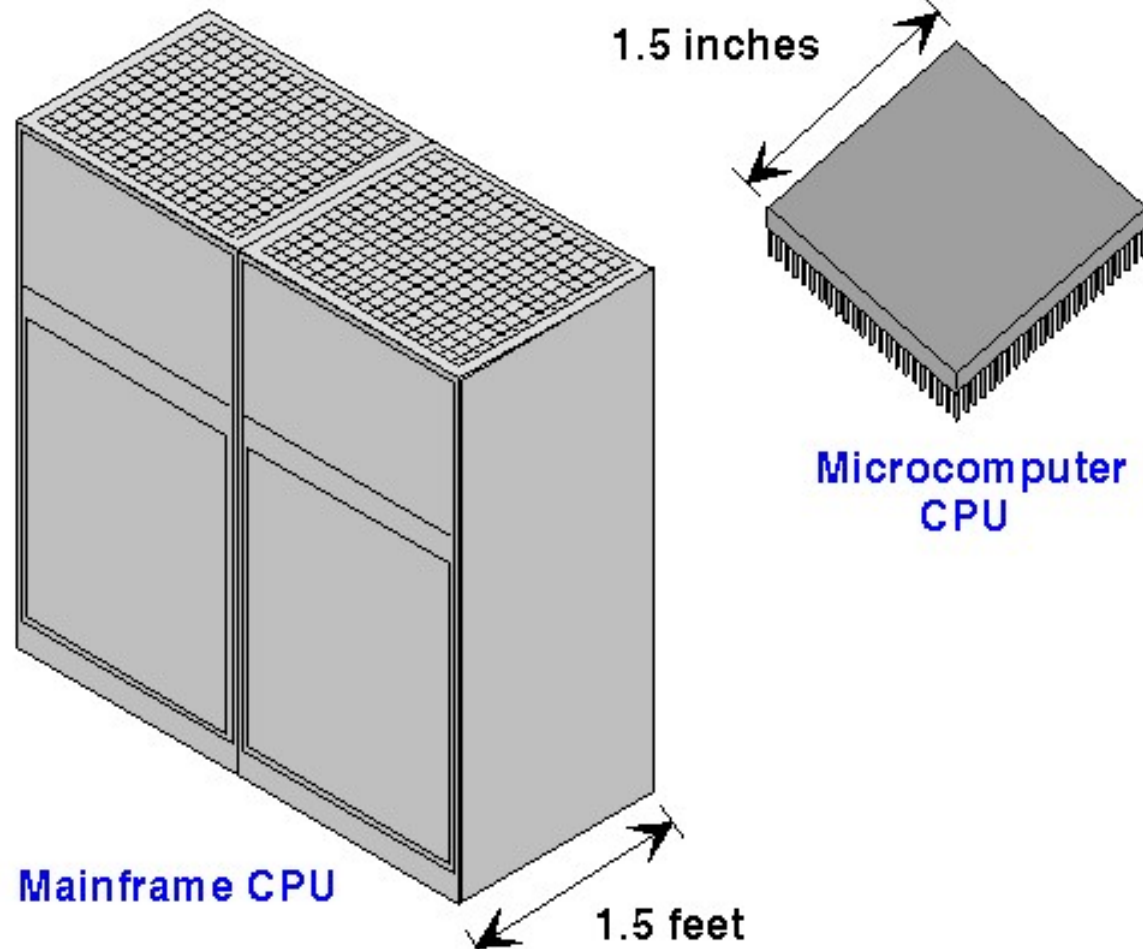
開発時期	1946年	1966年	2000年
コンピュータ名	ENIAC	N2200 M500(NEC)	PC98NX(NEC) MA73T/C
デバイス	真空管 18000本	トランジスタ	LSI トランジスタ1000万個
性能MIPS	0.005	0.2	1500
大きさ(m ³)	900(30トン)	3	0.0087
消費電力(W)	140000	17000	57
価格	49万\$ = 17640万円 (360円/\$)	7700万円	40万円

500倍
300,000倍
1/10,000
1/2,500
1/400

半導体の進化によりコンピュータの性能が飛躍的に向上した

Microcomputer

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co. Inc.



TK-80

1976年8月, 日本電気は, マイクロコンピュータ(マイコン)の普及を図るために実際に操作できる安価なトレーニング用組立キットTK-80を発売した. TK-80は, CPUにインテル社の8ビットマイクロプロセッサ8080と互換性のある μ PD8080A, 表示装置にLED(発光ダイオード), 16進キーボードを備え, 機械語でのプログラミングおよびその実行が可能であった.



機能拡張ボードTK-80BS

翌年の11月にはTK-80キットの機能拡張ボードTK-80BSを発売し、BASICが使用でき、出力用のCRTディスプレイとして家庭用のテレビ受像機が使用できるようになった。



PC-9801

- PC-9801は、1982年10月に日本電気が発表した16ビットパソコン、PC-9800シリーズの初代機である。同機は、ビジネス向けに開発され、主記憶容量最大640キロバイト、日本語処理とカラーグラフィクス表示機能を備えていた。
- CPUには、日本電気製**16ビットマイクロプロセッサ**μPD8086(8086コンパチブル)-5MHz、日本電気開発の画像処理用LSIであるグラフィック・ディスプレイ・コントローラμPD7220を搭載していた。



コンピュータと半導体

- 真空管→トランジスタ→IC→LSI→VLSI(第四世代)

- 1946年ENIAC 30トン 5000回/秒

- 1971年4bit MPU"i4004"(intel)

日本の電卓メーカービジコン社嶋正利の開発

- 1972年8bitMPU"i8008"(intel)

- 1972年ダイナブック構想GUI機能(Xerox社パロアルト研究所)

- 1974年8bitMPU"i8080"(intel)

- 1978年16bitCPU"i8086" x86アーキテクチャ

- 1981年16bit Personal Computer 5150(IBM)

IBM-PC第一号 CPUはi8088(4. 77MHz)

- 1983年Lisa発売(Apple社)GUI

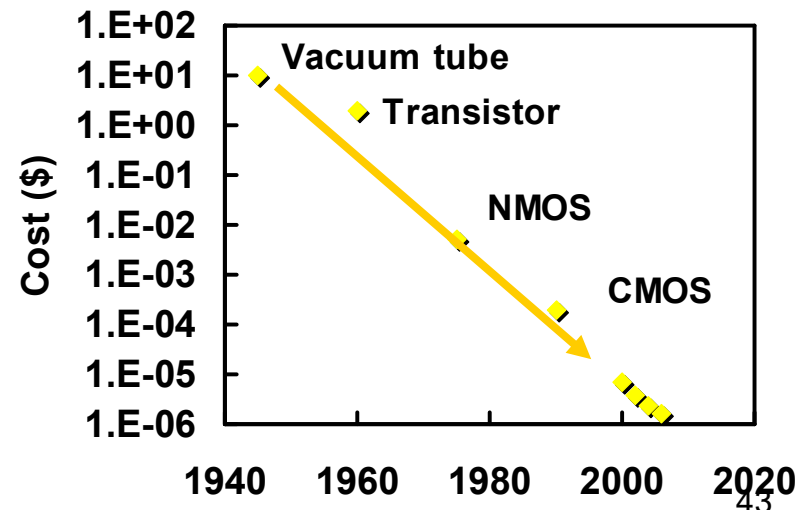
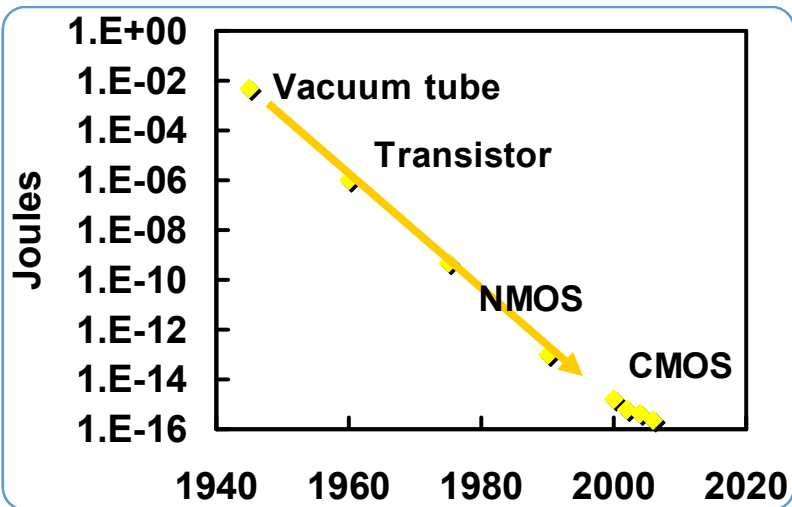
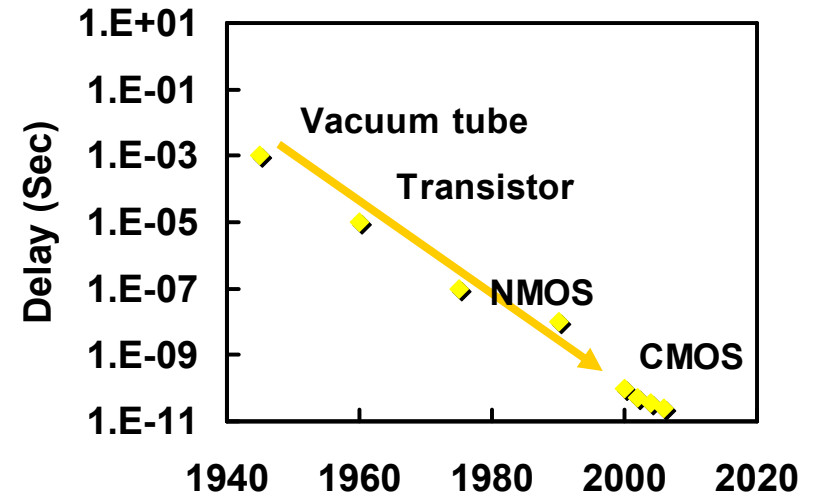
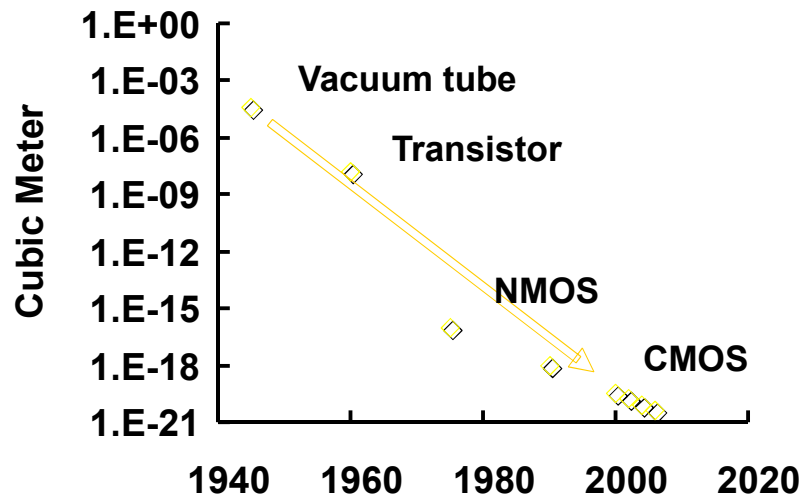
- 1984年Macintosh128k発売

- 2006年BlueGene(IBM)280兆FLOPS

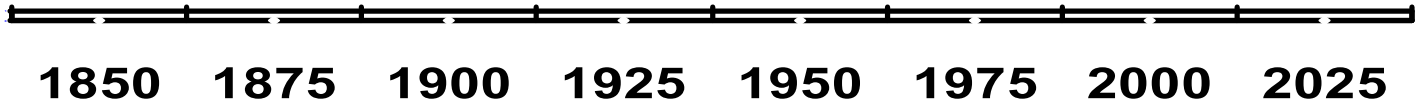
- MPUの進化がコンピュータを高性能化

- 集積回路技術によりコンピュータは小型化, 高性能化, 低価格化

Benefits of Scaling



Evolution of Electronics



Mechanical



Electro-Mechanical

Electronic-VT

Bipolar

NMOS

CMOS.....⇒ ?

All cross-road technologies show

- 1. Gain
- 2. Signal/Noise
- 3. Scalability

Performance
Energy
Price/Performance

Vacuum Switches

Vacuum tubes, being much faster than any mechanical switch, were soon enlisted for the new computing machines. But because a computer, by its nature, requires switches in very large numbers, certain *shortcomings* of the tubes were glaringly obvious.

真空管

欠点



They were bulky and *power hungry*; they produced a lot of waste heat; and they were prone to *failure*. The first big, all-electronic computer, a calculating engine known as **ENIAC** that went to work in 1945, had **17,468 vacuum tubes**, weighed **30 tons**, consumed enough power to light 10 homes, and required constant maintenance to keep it running

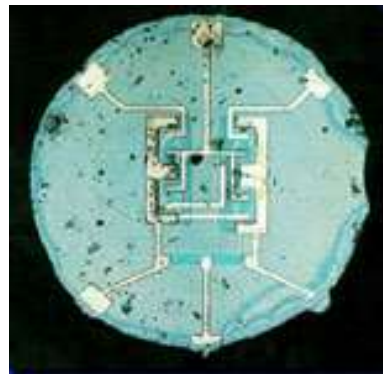
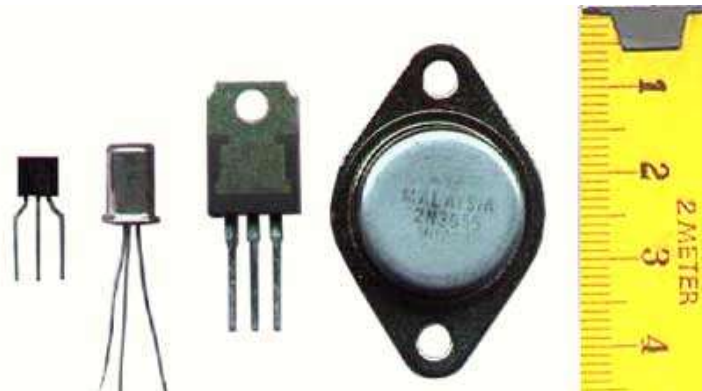
消費電力

故障する

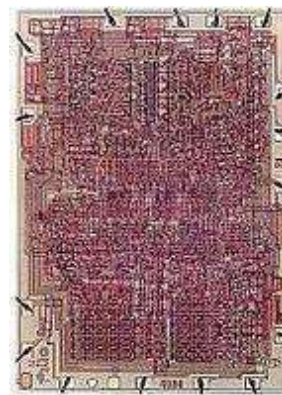
Semiconductors



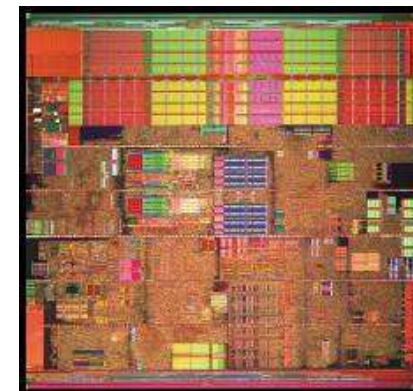
The first transistor(1948)



The first integrated circuit(1958)



4004(1971)



Pentium® 4

Transistors

15E

Some *investigators* were *convinced* that *semiconductors* could be given the powers of a *triode* as well. In late 1947 that goal was met by John Bardeen and Walter Brattain at Bell Labs. Their invention (the little cylinder that *provoked a shrug* from the New York Times) essentially consisted of two "**cat's whiskers**" placed very close together on the surface of an electrically grounded *chunk* of **germanium**. A month later a *colleague*, William Shockley, came up with a more practical design—a three-layer semiconductor sandwich. The outer layers were *doped* with an *impurity* to supply extra electrons, and the very thin inner *layer* received a different impurity to create *holes*. By means of complex *interactions* at the **junctions** where the layers met, the middle portion of the sandwich functioned like the grid in a triode, with a very small voltage controlling a sizable current flow between the outer layers. Bardeen, Brattain, and Shockley would share a Nobel Prize in physics as inventors of the transistor

調査者 確信した 半導体
三極管
肩をすくめる
塊 同僚
添加する 不純物
層 正孔
相互作用

Silicon transistors

16E

Although Shockley's version was incorporated into a few products where small size and low *power consumption* were critical—hearing aids, for example—the transistor didn't win widespread acceptance by manufacturers until the mid-1950s, because Germanium transistors suffered *performance limitations*.

消費電力

性能限界

A turning point came in early 1954, when Morris Tanenbaum at Bell Labs and Gordon Teal at Texas Instruments (TI), working independently, showed that a transistor could be made from **silicon**—a component of ordinary sand. These transistors were made by selective *inclusion* of *impurities* during silicon *single crystal* growth and TI manufactured Teal's version primarily for *military applications*. In early 1955, Tanenbaum and Calvin Fuller at Bell Labs produced high performance **silicon transistors** by the high temperature diffusion of impurities into silicon wafers sliced from a highly purified single crystal.

拡散
不純物 単結晶
軍事的応用

integrated circuits—chips

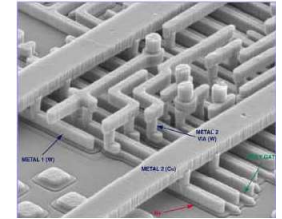
17EJ

The following year, **Robert Noyce**, then at Fairchild Semiconductor, independently arrived at the idea of an integrated circuit and added a major *improvement*. His approach involved *overlaying* the slice of silicon with a thin coating of silicon *oxide*, the semiconductor's version of *rust*. From seminal work done a few years earlier by John Moll and Carl Frosch at Bell Labs, as well as by Fairchild colleague Jean Hoerni, Noyce knew the oxide would protect transistor junctions because of its excellent *insulating properties*.

集積回路

改善 重ねる
酸化物 錆び

絶縁
特性



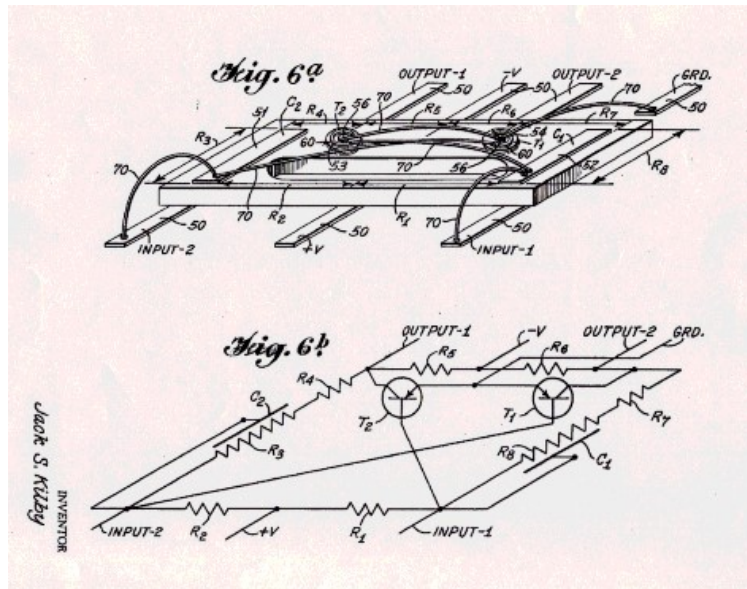
Delicate lines of metal could simply be printed on the coating; they would reach down to the underlying components via small holes etched in the oxide.

集積回路ーチップ

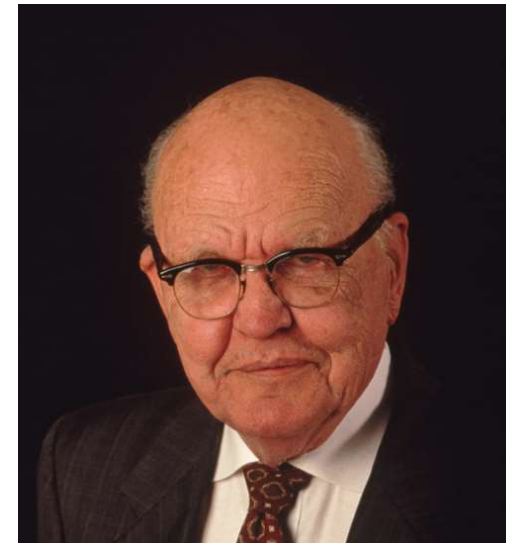
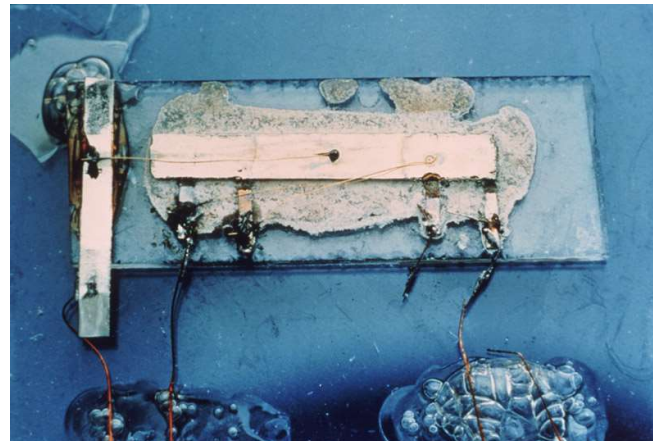
翌年、ロバート・ノイス、当時フェアチャイルド・セミコンダクタ社、は個別に集積回路というアイデアに辿り着き大きな改善を加えた。彼のアプローチ(方法)はシリコンの剥片に薄い被覆用のシリコン酸化膜を重ねることを含んでいた、それは鍍の半導体版である。ベル研究所のジョン・モルとカール・フロシュまたフェアチャイルド社の同僚ジーン・ヘンリらによる2～3年前の 세미나での仕事から、ノイスは酸化膜がその優れた絶縁特性のためトランジスタの接合を保護するであろうことを知っていた。微細な金属配線はその被覆膜の上に単純に印刷され、その配線は酸化膜にエッチング(食刻)された小さな穴を通して下層の部品に接続される。

IC集積回路の発明

US Patent : ICの特許(1958年)



Jack S. Kilby(TI社)



2000年ノーベル
物理学賞受賞

Jack Kilby

18E

Any electronic circuit is an *assemblage* of several types of *components* that work together as a unit. Previously, the various circuit elements had always been made separately and then laboriously *connected* with *wires*. But in 1958, **Jack Kilby**, an electrical engineer at Texas Instruments who had been asked to design a transistorized adding machine, came up with a bold unifying *strategy*. By *selective* placement of impurities, he realized, a *crystalline* wafer of silicon could be *endowed* with all the elements necessary to function as a circuit. As he saw it, the elements would still have to be wired together, but they would take up much less space. In his *laboratory* notebook, he wrote: "**Extreme miniaturization of many electrical circuits could be achieved by making resistors, capacitors and transistors & diodes on a single slice of silicon.**"

組み合わせ 部品

接続する 配線

戦略
選択的な 結晶の
賦与する

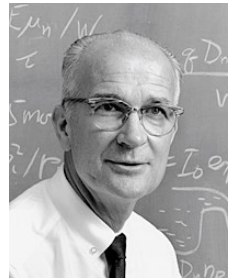
研究所



トランジスタ発明秘話

もうひとつの出来事は、同じく1957年秋の米Fairchild Semiconductor社の誕生である。Shockleyは、実は経営者としての素質に欠けていただけではなく、人格的にも問題があった。部下の研究テーマを思いつきでころころと変えたり、人前で部下を侮辱し罵倒する事件が日常茶飯事に起きた。これに嫌気をさしたShockley Semiconductor研究所の8名の部下が集団離脱した。"8人の裏切り者"(Shockleyは彼らを生涯このように呼んで恨んだ)は、米Fairchild Camera and Instrument社オーナーの出資で、小さな半導体メーカーを設立する。1957年は、彼らにとって生涯で最も面白いワクワクする年で、翌年、業界を出し抜くプレーナ技術を開発する。"選択拡散に用いた酸化膜をPN接合の保護膜として最後まで残す"のがミソだ(Froschらは酸化膜を最後まで残さなかったので、残念ながらプレーナ特許の発明者になれなかった)。

その後、Fairchildを飛び出した"フェアチルドレン"たちは総計65もの半導体企業を創設してシリコンバレー興亡史を形成してゆく。Fairchildの創業に関わった"8人の裏切り者"のうちの2人、Robert NoyceとGordon E. Mooreは、10年余り後に再び離脱して、新会社を設立した。それが、いまや世界最大の半導体メーカーに成長した米Intel社である。



Gordon E. Moore *Chairman Emeritu* Intel Corporation

名誉会長 19E

The *discovery* of the **electron** in 1897 set the stage for electronics to develop over the *ensuing* century. Most of the first half of the 20th century was devoted to controlling electrons in a **vacuum** with *electric and magnetic fields* to make *amplifiers, oscillators*, and switches. These gave us, among other things, radio, television, radar, and the first computers.

発見 あとに続く

電磁界
増幅器
発振器

The last half of the century saw the rise of **solid-state electronics**, beginning with the invention of the transistor in 1947. I arrived on the scene in 1956 to join William Shockley, one of the inventors of the transistor, who was establishing the Shockley Semiconductor Laboratory to develop a commercial silicon transistor. By then the *advantages* of transistors over vacuum tubes were apparent for many *applications*; it was only necessary to make transistors *reliable* and cheap.

固体

利点
応用
信頼性

Gordon E. Moore

20EJ

But Shockley changed his original goal, turning his focus to another semiconductor device he had invented while at Bell Labs—a four-layer diode possibly useful in telephone switches but not much else. A group of us (the Fairchild 8) went off to found a new company, **Fairchild Semiconductor**, to continue to pursue the silicon transistor.

Fortunately we at Fairchild were on the right track technologically when Jack Kilby of Texas Instruments demonstrated a complete circuit made of semiconductor materials. My colleague Bob Noyce saw how the Fairchild technology could be extended to make it practical to manufacture a complete circuit, rather than just individual transistors. Shortly after Bob's inventions he was promoted to general manager and I was left to oversee development of the technology extensions that ultimately led to the computer chips we are all familiar with today.

Gordon E. Moore

しかし、ショックレーは彼の最初の目標を変えました、彼がベル研究所で発明していた別の半導体デバイス—電話用のスイッチに役に立つ可能性のある4層のダイオード—に彼の焦点を変更した。私たちのグループ(フェアチャイルド8)は、シリコン・トランジスタを追求し続け、新しい会社(フェアチャイルド半導体)を設立するために会社を去りました。幸運にも、テキサス・インスツルメンツ社のジャック・キルビーが半導体の材料で作られた完全な回路のデモをしたとき、フェアチャイルドの私たちは技術的に正しい道筋の上にはいました。

私の同僚ボブ・ノイスは個々のトランジスタよりむしろ完全な回路を製造するのを実用化するには、どのようにフェアチャイルド技術を広げるかを探究した。ボブの発明のすぐ後に、彼は部長に昇進しました。私は、今日の私たちが皆、よく知っているコンピュータ・チップに通じる技術的拡大の開発を監督するために残留した。

Gordon E. Moore

21EJ

The new integrated devices did not find a ready market. Users were concerned because the individual transistors, resistors, and other electronic circuit components could not be tested individually to ensure their reliability. Also, early integrated circuits were expensive, and they *impinged on* the turf that traditionally belonged to the circuit designers at the customer's company.

衝突する

Again, Bob Noyce made a seminal contribution. He offered to sell the complete circuits for less than the customer could purchase individual components to build them. (It was also significantly less than it was costing us to build them!) This step opened the market and helped develop the manufacturing volumes necessary to reduce *manufacturing costs* to competitive levels.

製造原価

To this day the *cost reductions* resulting from *economies of scale* and newer high-density technology are passed on to the user—often before they are actually realized by the circuit manufacturer.

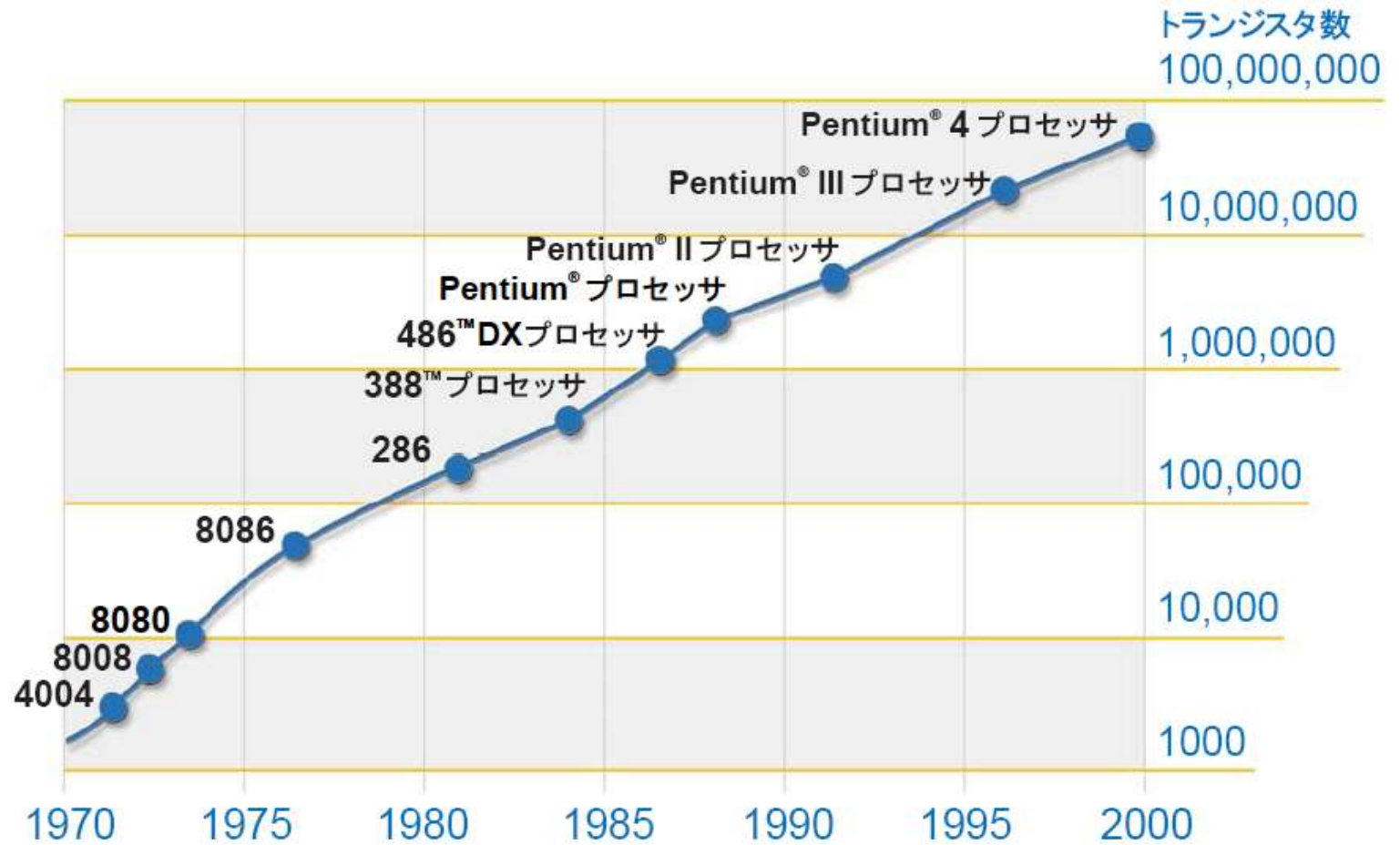
原価低減
規模の経済

As a result, we all know that the high-performance electronic gadget of today will be replaced with one of higher performance and lower cost tomorrow.

Gordon E. Moore

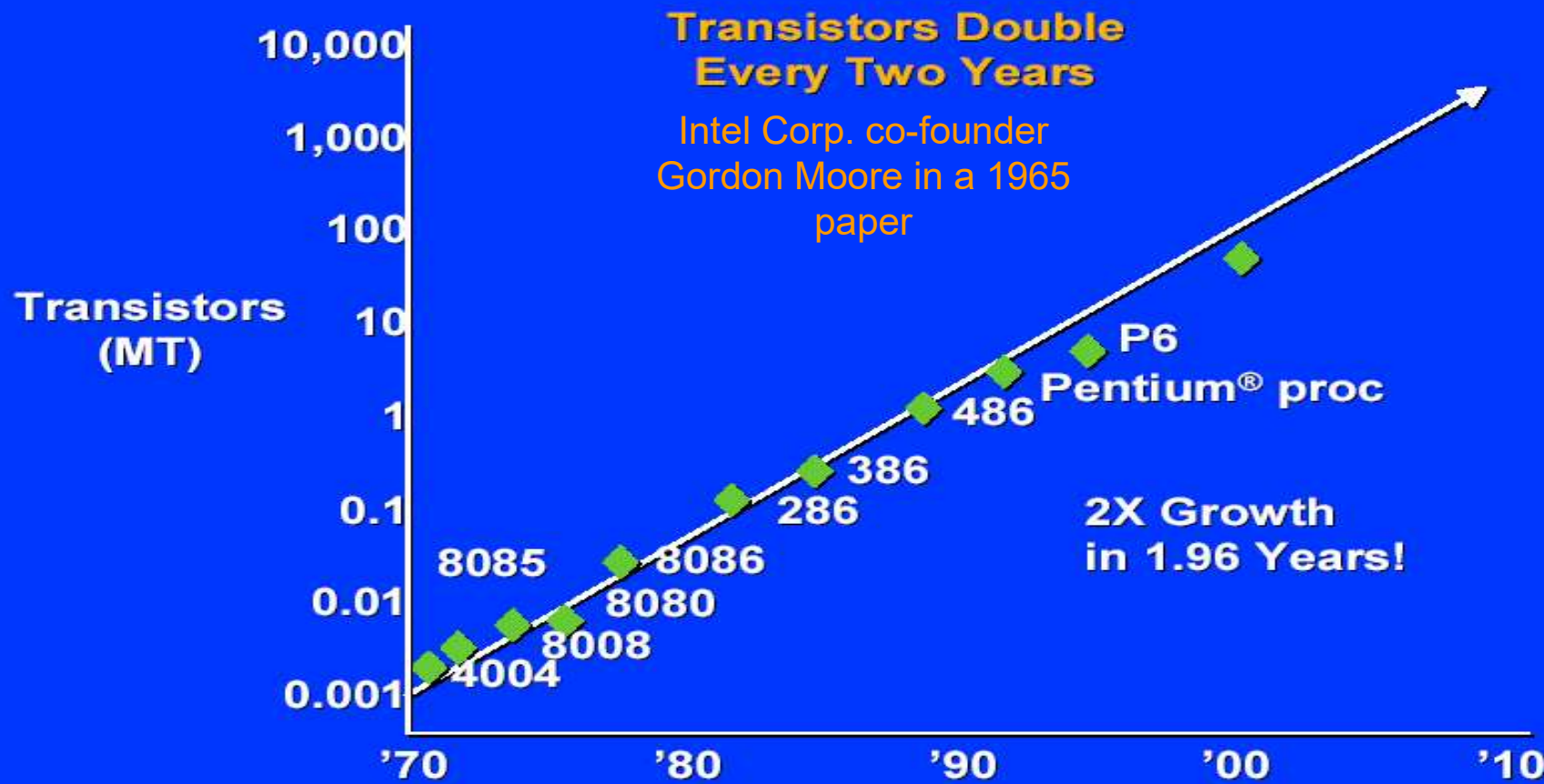
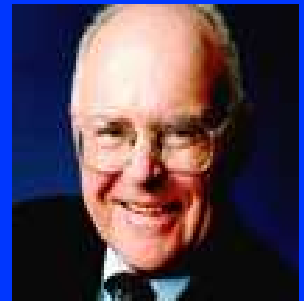
新しい集積回路デバイスはすぐには市場が見つかりませんでした。ユーザは、個別にトランジスタ、低抗、および他の電子回路の部品を、それらの信頼性を確実にするために検査することが出来ないのを心配した。また、初期の集積回路は高価でした、そして、それらは伝統的に顧客の会社の回路設計者の領域とぶつかりました。また、ボブ・ノイスは生産的な貢献をしました。彼は、顧客が回路を作るために個々のコンポーネントを購入するより安く、完全な回路を販売すると申し出ました。(また、それらを作るコストより相当安い!) このステップは、市場を開いて、競争力があるレベルに製造費を引き下げるのに必要な製造ボリュームを生み出すのを助けてました。この日まで、規模の経済と高密度なより新しい技術から生じるコスト削減はユーザのものになります—しばしば以前、それらは実際に回路メーカーによって実現されていました。その結果、私たちは皆、今日の高性能電子機器がより高い性能と低い費用の製品に置き替えられるのを知っています。

インテルプロセッサの集積度推移



Memo

Moore's Law



Source: Intel Corporation

Moore's Law(ムーアの法則)

22E

By 1965 integrated circuits—chips as they were called—*embraced* as many as 50 elements. That year a physical chemist named Gordon Moore, *cofounder* of the Intel Corporation with Robert Noyce, wrote in a magazine article: "**The future of integrated electronics is the future of electronics itself.**" He *predicted* that the number of components on a chip **would continue to double every year**, an *estimate* that, in the *amended* form of a **doubling every year and a half** or so, would become known in the industry as Moore's Law. While the *forecast* was regarded as wild-eyed in some quarters, it proved remarkably *accurate*. The *densest* chips of 1970 held about 1,000 components. Chips of the mid-1980s contained as many as several hundred thousand. By the mid-1990s some chips the size of a baby's fingernail embraced 20 million components.

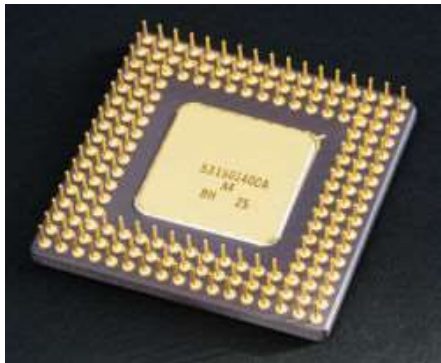
包含する
共同創立者

予想した
推定する 修正の

予想
正確な 高密度な

CPU

CPU(Central Processing Unit)は、プログラムによって様々な数値計算や情報処理、機器制御などを行うコンピュータにおける中心的な回路である。中央処理装置あるいは中央演算処理装置とも言われる。



CPU ([Intel 486DX2](#))

CPU (Central Processing Unit)

ALU=Arithmetic Logic Unit 算術演算論理回路

The computing part of the computer. Also called the “processor,” it is made up of the **control unit** and **ALU**. Today, the CPUs of almost all computers are contained on a single chip.

The CPU, clock and main memory make up a computer. A complete computer system requires the addition of control units, input, output and *storage* devices and an operating system.

CPUs Come in Different Sizes Depending on which end of the field you are in, a CPU can mean the **processor**, memory and everything inside the cabinet, or just the **microprocessor** itself.

記憶装置

Microprocessor

A **central processing unit (CPU)** contained within a single chip. Today, all computer CPUs are microprocessors. The term originated in the 1970s when CPUs up until that time were all comprised of several chips.

Thus, when the entire CPU (processor) was *miniaturized* onto a single chip, the *term* "micro" processor was *coined*. Since the turn of the century, the semiconductor manufacturing process has become so *sophisticated* that not only one, but two or more CPUs, are built on a single chip (see dual core and [multicore](#)).

微細化する 用語
造語
洗練された

Microprocessor is often *abbreviated* **MPU** for "microprocessor unit" or just MP, the latter also spelled with the Greek μ symbol for micro or the letter "u" as an alternate (μ P or uP).

省略する

Microprocessors

The first microprocessor was produced by Intel in 1971. Dubbed the **4004**, it cost about **\$1,000** and was as powerful as ENIAC, the vacuum tube monster of the 1940s.

Faster versions soon followed from Intel, and other companies came out with competing microprocessors, with prices dropping rapidly toward \$100. The *flexibility* of the offerings had enormous appeal. If, for instance, the maker of a washing machine or camera wanted to put a chip in the product, it wasn't necessary to *commission* a special circuit design, await its development, and shoulder the expense of *custom* manufacturing.

An inexpensive, *off-the-shelf* microprocessor, guided in its work by appropriate software, would often suffice. These devices, popularly known as a **computer on a chip**, quickly spread far and wide.

柔軟性

委任する
特注品

日用品

Microprocessor

They Started as 8-Bit

The first microprocessors were created by Texas Instruments, Intel and a Scottish electronics company. Who was really first has been debated. First-generation 8-bit families were Intel's 8080, Zilog's Z80, Motorola's 6800.

Today's Microprocessors Are 32 and 64-Bit

The 32-bit and 64-bit microprocessors found in most of today's workstations and servers are the **x86**, **PowerPC** and **SPARC** lines. More than 200 million of these chips ship inside general-purpose computers each year.

Eight-Bit Lives On

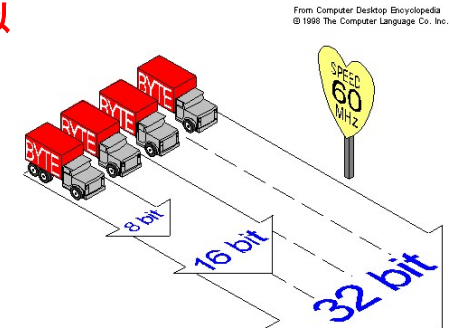
For *embedded systems*, newer versions of 8- and 16-bit, first-generation microprocessor families are widely used and *exceed* the desktop computer and server market in volume. Each year, millions of microprocessors and billions of microcontrollers are built into toys, appliances and vehicles. **A microcontroller contains a microprocessor, memory, clock and I/O control on a single chip .** 組み込みシステム
超過する

The Speed Limit

Megahertz and *gigahertz* are *analogous* to a highway speed limit. The higher the speed, the faster the *traffic moves*. In a CPU, the higher the clock rate, the quicker data gets *processed*.

The 8-, 16- and 32 bit *designation* is the CPU's word size and can be thought of as the number of lanes on the highway. The more lanes, the more traffic. The combination of speed and number of paths determines the total processing speed or channel *bandwidth*.

10⁶ 10⁹ 類似
交通
処理される
呼称
バンド幅



CPU cooler

A device that draws heat away from a CPU chip and other hot-running chips such as a graphics processor (GPU). The simplest type of cooler is a **heat sink**, which is a metal cover *glued* to the chip that provides a larger surface area for heat *dissipation*.

Even more effective is a CPU fan because it forces the hot air away from the chip. It is often used *in conjunction with* a heat sink. *Water-cooled* systems and **heat pipe** coolers provide more *esoteric solutions*. *Refrigeration* systems have also been built to cool down the CPU.

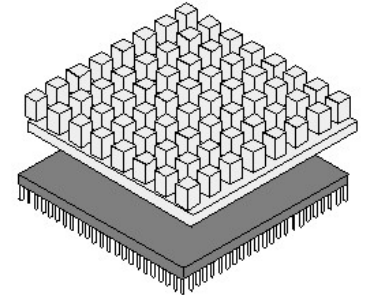
接着する
消費, 消散

一緒に
水冷

秘伝, 奥義

解決

冷却



Pentium D

One of Intel's first **dual-core 64-bit** Pentium CPUs. Introduced in 2005 along with the Pentium Processor Extreme Edition 840, they both share the EM64T 64-bit technology, but the Pentium D does not include Hyper-Threading. The Pentium D's two *execution* cores provide two completely parallel processing streams.

命令実行

インテル® Xeon® プロセッサー

- 2006年11月: クアッドコア インテル® Xeon® プロセッサー
インテルで初めてクアッドコア技術を採用したインテル® Xeon® プロセッサーの最新モデルです。クアッドコア技術とは、1つのプロセッサーの中に4個の実行コアを搭載する技術のことです。このクアッドコア技術によって、デュアルコア・プロセッサーのさらに上を行く処理性能と優れた電力効率を実現しています



Microprocessors

30EJ

The creation of today's chips is a *prodigious* challenge. The design stage alone, mapping out the pathways for a forest of *interconnected* switches, may take months or even years and can be accomplished only with the help of powerful computers. Manufacturing is done in multibillion dollar plants of unearthly *cleanliness*, because a single particle of dust, *boulderlike* in the microworld of transistors, would ruin the circuitry. The tiny electronic *creations* wrought by all this engineering effort are now everywhere, operating behind the scenes in every household device and every mode of *communication, transportation, recreation, and commerce*. Most extraordinary of all, the rate of advance shows no signs of *slackening*. Engineers and scientists are *exploring three-dimensional* architectures for circuits, seeking *organic molecules* that may be able to *spontaneously assemble* themselves into transistors and, on the misty edge of possibility, experimenting with mysterious *quantum effects* that might be *harnessed* for computation. Whether we are ready or not, computing power will continue its incredible expansion and change our future in ways yet unimagined.

巨大な
相互配線

清浄度 巨石
作られた

通信 輸送
緩める

探索する 3次元 有機分子
自発的に 組み立てる
量子効果 利用する

マイクロプロセッサ

今日のチップの創作は巨大な挑戦である。設計段階だけでも、相互配線されたスイッチの森の小道の地図作りに数ヶ月から数年間かかり、強力な計算機の助けによってのみ達成される。

製造はこの世のものとは思われない清浄な数十億ドルの工場でなされる、なぜならゴミの一粒でもトランジスタのミクロな世界では巨石のようであり回路を破壊する。この技術的な努力で作られた小さな電子的な創作物はどこにでもあり、あらゆる家庭電化製品、通信、輸送、娯楽、商業の場面の裏側で動作している。

もっとも驚くべきことは進展の割合が緩む兆候がないことである。

技術者と科学者は回路の3次元アーキテクチャを探索し、自発的にトランジスタを組み立てるような有機分子を探し求め、漠然とした可能性の先端部では計算機に使えるかもしれない神秘的な量子効果の実験がなされている。

我々が準備できていようがまいが、計算機的能力は信じられないほど拡張を続け、想像もできない方法で未来を変えるであろう。

身のまわりの半導体応用製品

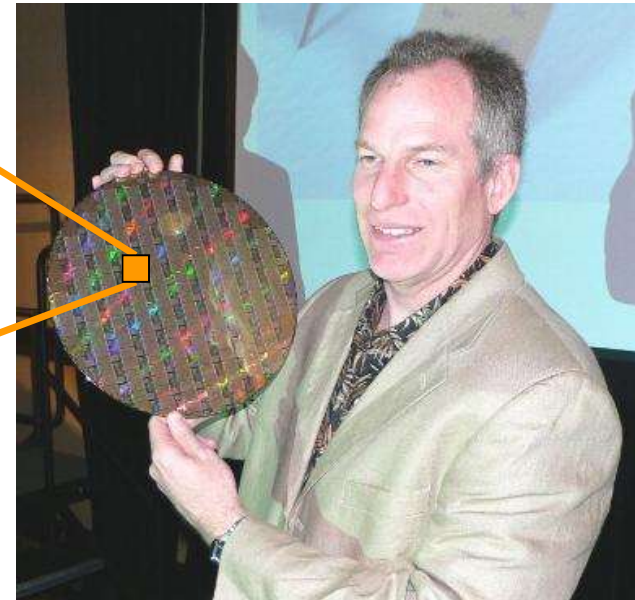
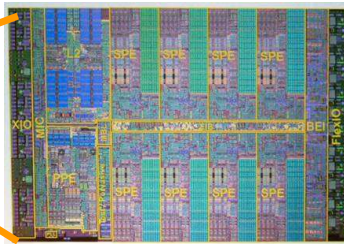


Playstation(ソニー) PS3

CELLプロセッサの情報処理速度(258GFLOPS)はスーパーコンピュータ並みの性能です (FLOPS = 浮動小数点演算/秒)

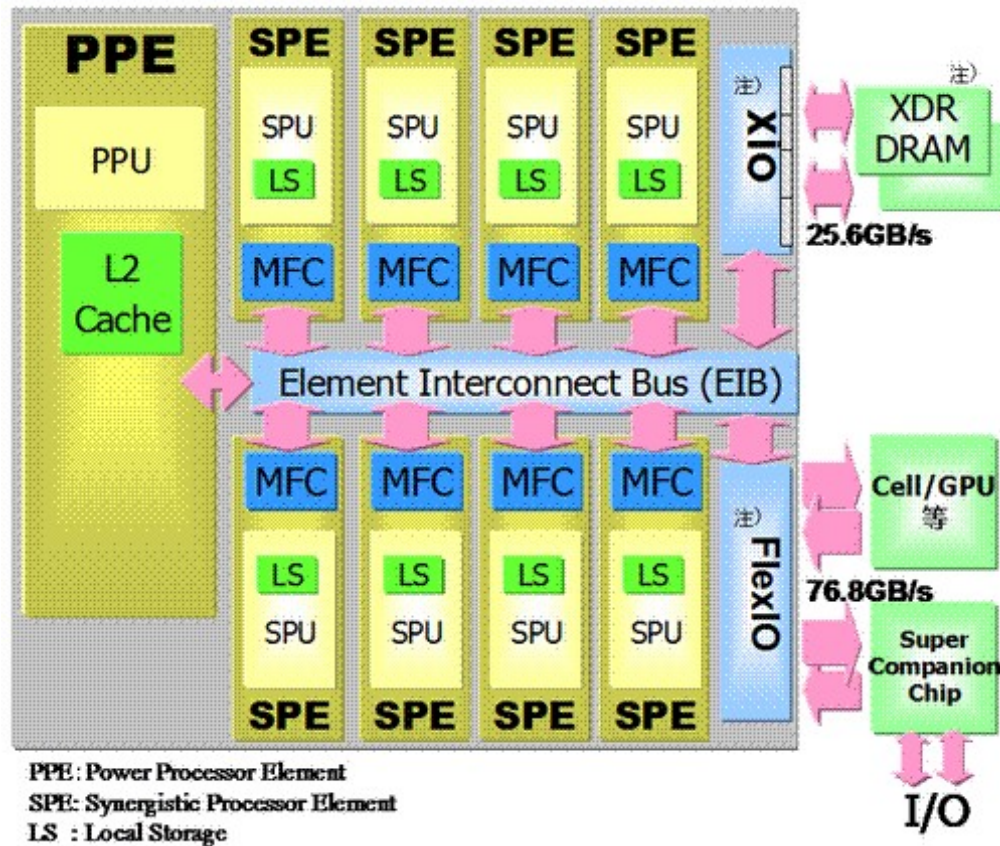


CELLプロセッサという情報処理回路チップが入っています



直径300mmのシリコンウエハー

“Cell, 動作周波数4GHz超でスパコン並” 米IBM/ソニー/東芝が開発



スーパーコンピュータの性能ランキング“TOP500”の2008年6月版が発表された。今回の1位は米ロスアラモス国立研究所に納入されたIBMの“Roadrunner”。初めて **1P (Peta) FLOP/s** を超えた (10^{15} 演算/秒)。

Roadrunnerは、**Cellプロセッサ**とx86デュアルコア・プロセッサのOpteronを組み合わせたハイブリッド構造。

2009年11月25日

米軍，スーパーコンピューターを 作るためにPS3を2200台発注

アメリカ空軍は，研究用のスーパーコンピューターを製作する目的で，2200台ものPS3本体を購入することが明らかになった。

ニューヨークに位置する空軍の研究施設には，既に336台のPS3本体がコンピューター・クラスターとして設置されている。今回新たに買い付ける2200台のPS3もそのシステムの一部として追加される。

米空軍はPS3のCell Broadband Engineの設計を基にした軍内部専用のソフトウェアを開発中で，特殊なレーダーのイメージ，高度な映像処理，神経形態学的システム，脳をシミュレートするコンピューターなどがクラスターを使ってテストされているということである。

<http://gs.inside-games.jp/news/210/21059.html>



PLAYSTATION 3

- **CPU**はCell 3.2GHz, 1PPE+8SPE
- **GPU**はRSX Reality Synthesizer 550MHz
- CELLは258GFLOPS/Chip(40000円)
- 開発費は2000億円/2004年～2006年
- 地球シミュレータは64GFLOPS/台X500台並列=40TFLOPS (500億円)
- 90nm SOI-CMOS製造技術
- "65nm世代の技術を使うことで, 90nm世代に比べて, Cellのチップ面積を約40%縮小できる.これによりコストダウンが可能になる.そして, 65nm世代のさらに先も検討している(45nm)"



Cell(セル)プロセッサ

- 2005年2月, 次世代プロセッサ"Cell"について米国で開催されたISSCC(国際固体素子回路会議)で概要を公表, 試作品が初披露された.
- Cell(セル)はソニー・ソニーコンピュータエンタテインメント・IBM・東芝によって開発されたマイクロプロセッサである.ソニーコンピュータエンタテインメントのコンシューマゲーム機であるプレイステーション3を始め, 高品位テレビやスーパーコンピュータなど様々な製品に搭載することが想定されている.正式名称はCell Broadband Engineである.
- Cell はマルチコアCPUで, **1つのCPUの中に9個のプロセッサコア**をもつ.1個の汎用的なプロセッサコアと, 8個のシンプルなプロセッサコアが組み合わせたヘテロジニアスマルチコア (**Heterogeneous**, 非対称, 異種混合).汎用プロセッサコアは"**PowerPC Processor Element (PPE)**"と呼ばれ, 8個のコアは**Synergistic Processing Element (SPE)**と呼ばれる.オペレーティングシステム(OS)はLinuxなどをサポートする.また, 仮想マシン支援機能が搭載されており複数の仮想マシン上で複数のOSを走らせることができる.

CELLプロセッサ概要

- PowerPC + 8SPE
- 製造技術は90nm SOI-CMOS
- トランジスタ数 = 2億3400万個
- 動作周波数 = 4.6GHz
- チップ面積 = 221mm²(12mmx18mm)
- 電源電圧 = 1.2V
- 開発期間は2004年～2006年
- 開発人員は400人(SONY + IBM + TOSHIBA)

PPEとSPE

PPEとSPEは両方とも既存のCPUよりもシンプルな構造となっている。PowerPC G5やPentium4, Athlon64など高度なアウト・オブ・オーダー実行機能や分岐予測機構を持つCPUと異なり、命令を並び替えたりするような複雑なスケジューリング機構を搭載しないことでコアを小さくし、高クロック化を実現している。そのため、複雑な条件分岐を伴う整数演算能力は最近のパソコン用CPUに比べ劣るが、強力で高度に並列化された演算機能をそなえ、物理演算やシミュレーション、動画、音声処理などにおいては、複数のコアを並列に動作させることによって、Cellの性能を発揮させることができる。

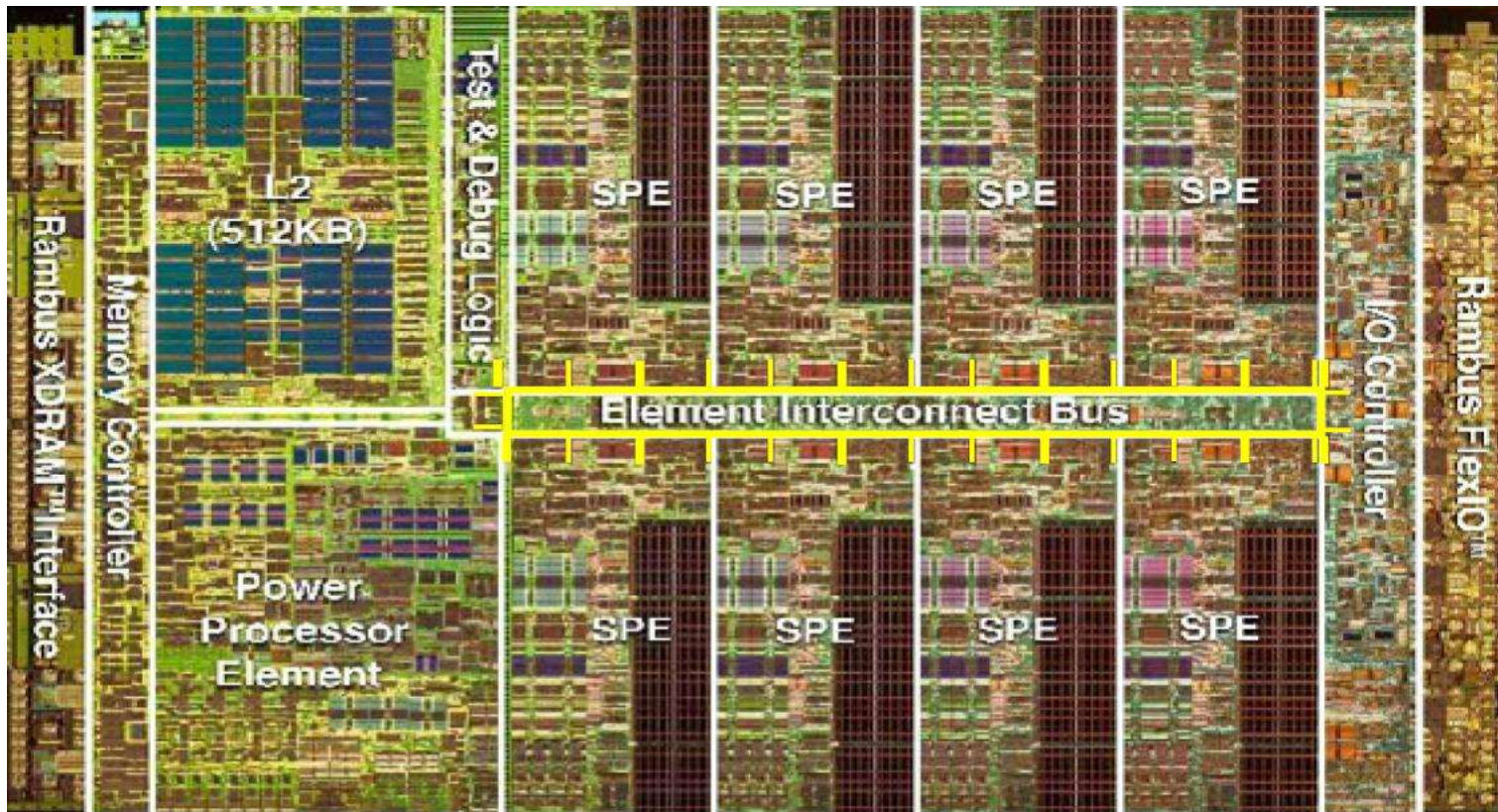
PPE

PPE は64bit POWERアーキテクチャであり、命令セットはPowerPC G5互換ではあるが、既存のPowerPC系 CPU と異なる内部構造(Xbox 360のPowerPCコアに似ている)をもつ新設計のコアである。2スレッドを同時に実行することが可能で、スレッドの切り換えが速い事から、OSの駆動などを受け持つ。PPEの浮動小数点演算性能はIBMの示したシミュレーションの例では、PPE(2.4GHz)がPentium4 (3.2GHz)の20%程度のパフォーマンスしか出ておらず、浮動小数点演算は得意ではないと言え、通常はSPEなどへのリソースマネージメントを行う。

SPE

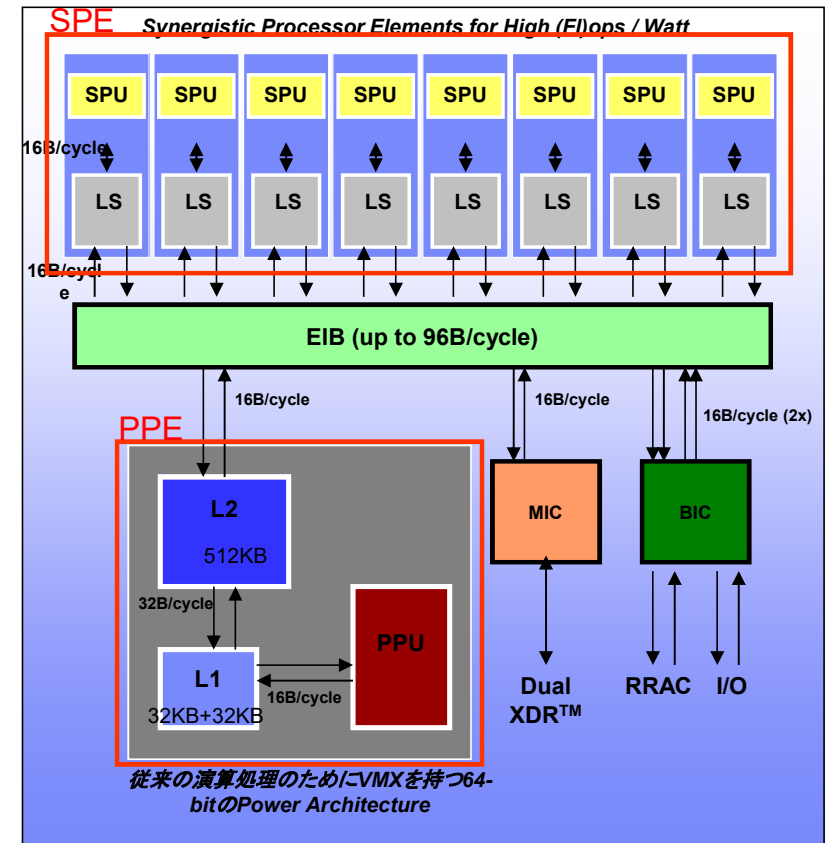
SPE は SIMD系のアーキテクチャ(32bit 8way SIMD)で、**単精度浮動小数点演算を4スロット同時に処理**することができる。128ビット長128個のレジスタを持ち、ソフトウェアパイプラインなど処理の最適化を可能とする。また**256Kバイトのローカルストア (LS)と呼ばれる専用RAM**を持っており、そこにプログラムとデータを格納して実行する。IBMの示した物理挙動シミュレーションとレンダリングの例では、3.2GHzのPentium4と2.1GHzのSPE1個で1.5倍、8個で12倍の性能差を記録した。SPEはMFCと呼ばれる制御ユニットに専用のDMAコントローラを持つ。XDR DRAMメモリとLS間の転送を行い、これによりSPEは多量のデータを高速に処理する**ストリーム処理**を可能とする。

CELL(Chip写真)

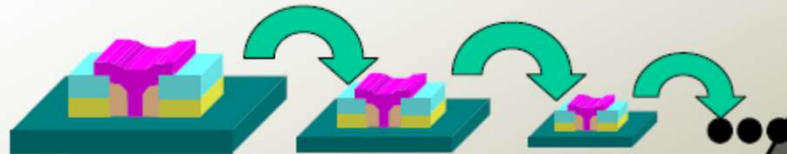


CELLプロセッサの構成

- Power Processor Element (*PPE*)
 - PowerコアはOS及び制御集中タスクを処理
 - 2-wayマルチスレッド
- Synergistic Processor Element (*SPE*)
 - 8つのSPEが高性能な演算機能を提供
 - Dual issue のRISCアーキテクチャ
 - 128bit のSIMD型(16-way)
 - 128 x 128bit General Registers
 - 256KB Local Store
 - 専用DMA engines



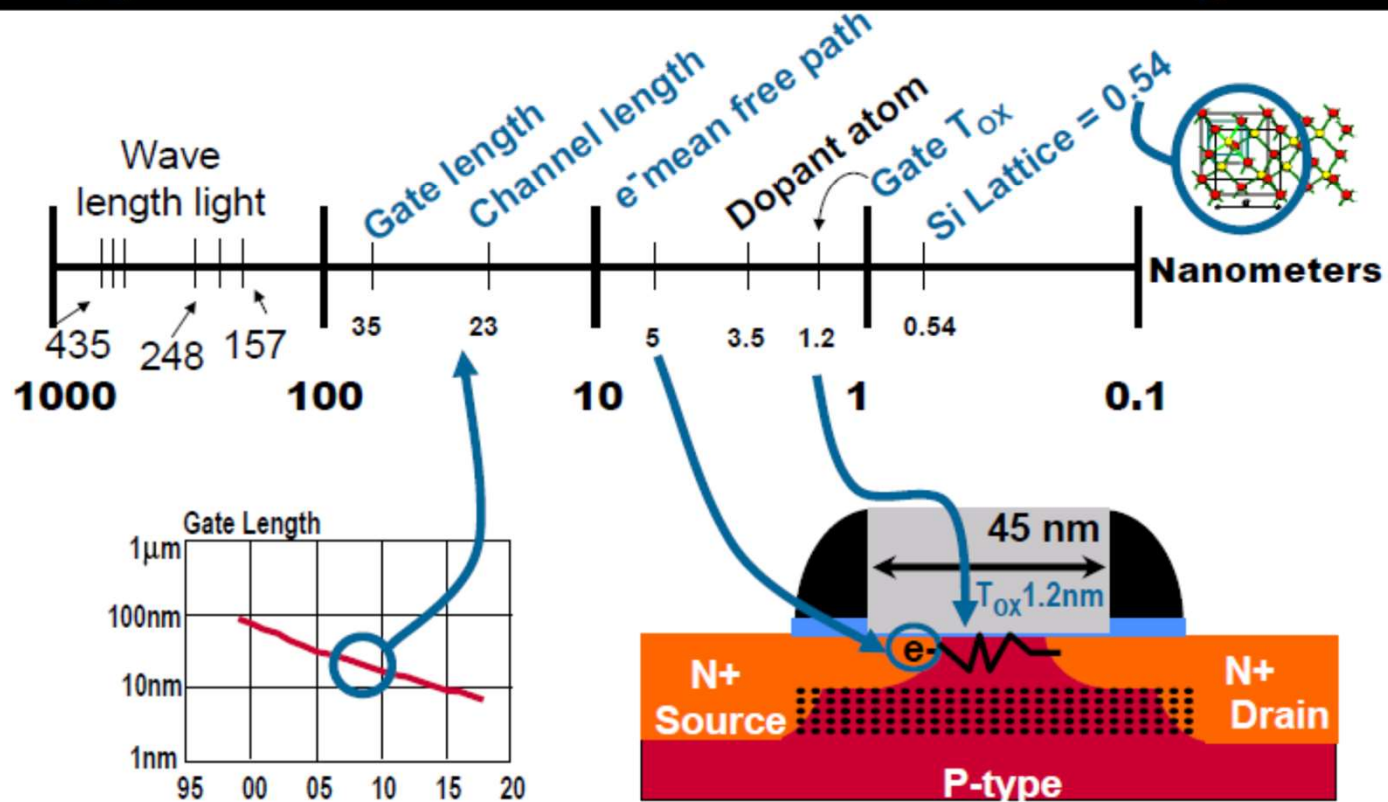
Big Challenge #1: Small Physics



- Challenges in performance, in manufacturing, in predictability, in cost...

© R.A. Rutenbar 2007 Slide 8

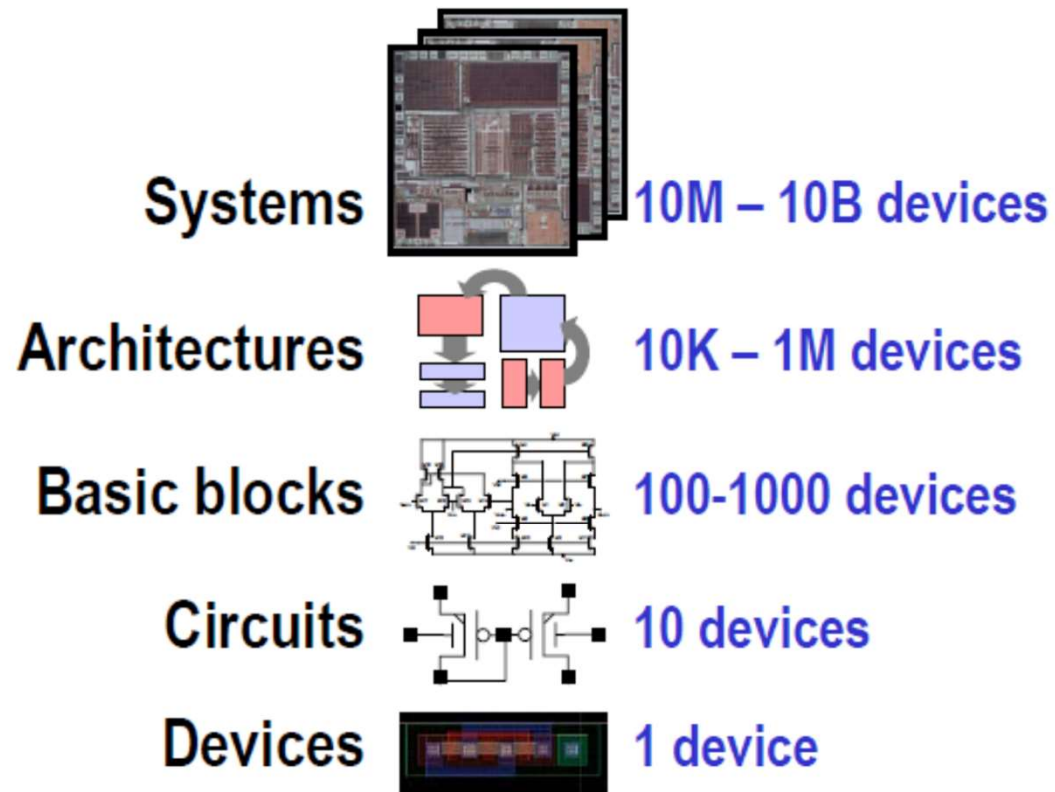
Approach Atomic Scale → Challenges



[Source: Scott Thompson, U Florida]

© R.A. Rutenbar 2007 Slide 9

How To Explain (*Teach*) This...?



Unique
problems
as we go
“UP”

INTERNATIONAL JOKE(2)

- アメリカの会社から日本と中国に部品の注文があった.納入条件は"不良品は1000個につき1個のこと"
- 納期前日に中国の会社から納期を延長してくれと連絡が入った"良品が必要数取れないから"
- 日本の会社からも納期延期の連絡が入った"不良品が必要数揃わないから"

SEND
+ MORE

MONEY

9567
+ 1085

10652

Hint

- 授業のヒント(学生を参加させる, 質問, 徘徊)
- Good Job カード
- Nice Try カード
- ジャンケン必勝法(0. 2秒後出し)
- 注目させる方法: 注目されるとテンションあがる, 無視されるとテンション下がる
と説明. だれかに自慢話をさせるが, 皆で横を向いて無視する. 次に注目させて,
自慢話をさせると盛り上がる.

ソフトウェアの現象

- 基本原理

ある種の放射線がLSIに入射すると、電離作用により半導体中に電子正孔対が発生します。これがノイズとなって様々な不具合現象を引き起こします。

放射線粒子1個の入射で発生する現象は**シングルイベント効果(Single Event Effect)**と分類されます。逆に放射線の蓄積で発生するものを**トータルドーズ効果(Total Dose Effect)**と分類されます。

- 電荷収集メカニズム

これまで、放射線起因のノイズ電流は、放射線の電離作用によって発生した電子正孔対がドリフト及び拡散によってノードに収集される(電荷収集)として考えられてきました。

しかしゲート長が短くなってくると(おそらく65nm以降)、放射線の電離作用によって発生した電子正孔対がベース電流となって寄生バイポーラトランジスタをオンさせることにより、ソース・ドレイン間で電流が流れるという効果(バイポーラ効果)が無視できなくなってきていると考えられます。

国際学会(半導体分野)

- ISSCC(International Solid State Circuits Conference) (2007年2月)LSI回路設計 第54回
- DAC(Design Automation Conference) 第44回(2007年6月)LSI設計技術
- IEDM(International Electron Devices Meeting) (2006年12月)デバイスとプロセス 第51回

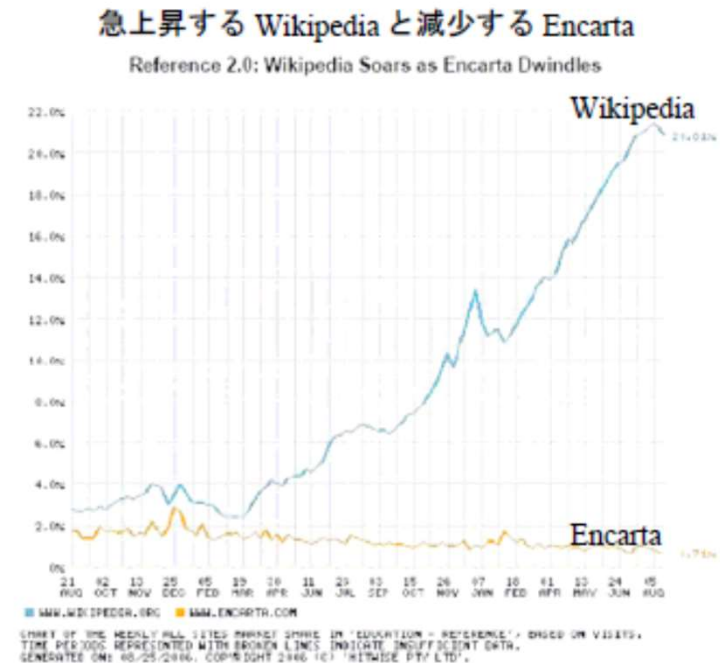


International Solid State Circuits Conference



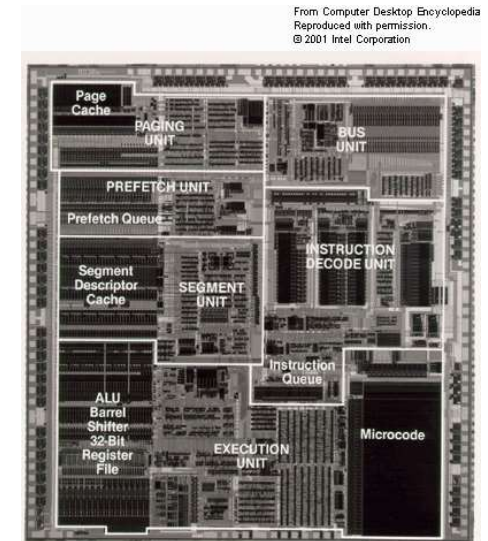
Web 2.0: Principles and Best Practices

- 2004 年, Web の世界が新しい時代に突入したとして Dale Dougherty 氏が "Web2.0" と名づけ, O'Reilly Media and MediaLive International がそれを世に普及させた
- Web 2.0 の成長を示す顕著な例として, オンライン百科事典について, Web 1.0 的 *Encarta* の利用者は徐々に減少傾向にあるのに対し, Web 2.0 を代表する *Wikipedia* は, 2005 年 3 月ごろから急速に利用者を増やし続けている



The 386 Microprocessor

No technology is more incredible than the microprocessor. Every second, trillions of switch openings and closings occur all within a thousandth of an inch below the surface. The older 386 chip is shown here because it contains a mere **275,000 transistors**, and you can see some slight detail. Contemporary chips contain hundreds of millions of transistors, which at this magnification would show up only as a sea of gray. (Image courtesy of Intel Corporation.)



31E

"Cell, 動作周波数4GHz超でスパコン並", 米IBM/ソニー/東芝

- 米IBM, 東芝, ソニー, ソニー・コンピュータエンタテインメント(SCEI)が, 共同開発している次世代コンピュータ/デジタル家電向けマイクロプロセッサ"Cell"(開発コード名)の仕様などを, 米国と日本でそれぞれ現地時間11月29日に発表した.4社は, 2005年2月6~10日にカリフォルニア州サンフランシスコで開催される国際固体素子回路会議(ISSCC)で, 詳しい技術情報を解説する4件の論文を発表する予定.
- Cellは, **IBM社の64ビットPowerプロセッサ・コアをベースとする新型プロセッサ**.IBM社, 東芝, ソニーが2001年に開発計画を発表し, テキサス州オースチンに設立した共同研究所で設計/開発を進めている.コアを複数内蔵し, 浮動小数点演算の処理性能が高いという.
- 知的財産保護を目的とするセキュリティ・ハードウェア・システムを内蔵
- **ゲート長46nmのトランジスタSOI技術は部分空乏型で, 張り合わせ, もしくはSIMOXウエーハを使う.ひずみSi技術は"Dual Stress Liner"と呼ぶプロセス起因のひずみを利用する.DSLの詳細に関しては2004年12月に開かれた"2004 International Electron Devices Meeting(IEDM)"で発表した.**
- **ゲート長は46nm, ゲート絶縁膜にはSiONを使っており, SiO₂換算膜厚は1.05nm.ロジック回路では二つのしきい電圧を使い分ける.配線は低誘電率(low-k)膜としてCVDで形成するSiOCを使った8層Cu配線である.**
- 省電力を実現するため, 正確に動作周波数を制御する機能を搭載
- IBM社は, 同プロセッサの試験生産をニューヨーク州イーストフィッシュキルの300mmウエーハ対応半導体製造工場に2005年前半に開始する.同プロセッサ・ベースの最初のIBM社 同プロセッサを搭載するそのほかの製品は, 2006年にソニーは同プロセッサでゲーム機"PlayStation"の次世代製品を開発し, 実際に動作する試作機を2005年5月に公開するという.米IBM, 東芝, ソニー, ソニー・コンピュータエンタテインメント(SCEI)が試作プロセッサの**動作周波数は4GHz以上で, "浮動小数点演算の速度はスーパーコンピュータ並"(4社)という.256GFLOPs**
- チップ・サイズは221平方mm, **搭載コア数は8個, 2億3400万個のトランジスタを集積した.**動作周波数は最高で4GHzを超え, "最新のパソコン用プロセッサに比べ, 多くの用途で10倍高速な動作が可能"(4社).
- さまざまなOSに対応しており, Linuxなど従来タイプのOSのほか, ゲーム機や家電向けのリアルタイムOSも利用できる.仮想マシン環境を構築してゲストOSを動作させれば, 複数OSの同時実行も可能.
- その後2005年中に, ソニー・グループが長崎工場に生産を始める.4社は同プロセッサを"デジタル・テレビやホーム・サーバー, スーパーコンピュータまで, さまざまな用途に提供する"としている.
- そのほかの製品は, 2006年に, ソニーがブロードバンド・コンテンツ用ホーム・サーバーと高精細テレビ(HDTV)システムを, 東芝がHDTVなどを利用可能とする(IBM社の発表資料).
- また米Rambusは同日, CellプロセッサがRambus社のメモリー・インタフェース技術"Rambus XDR"とバス技術"FlexIO"(開発コード名は"[Redwood](#)")を採用したことを明らかにした.
- Rambus XDRは3.2G~8.0GHzの転送速度を実現可能な技術.FlexIOの転送速度は最大6.4GHzあり, 現行の最も高速なプロセッサ用バスに比べ4倍以上の帯域幅があるという."両技術により, CellプロセッサのI/O帯域幅は約100Gバイト/秒になった"(Rambus社).Cell用インタフェースの詳細は2月9日にISSCCで発表する.
- 試作Cellプロセッサの**動作周波数は4.6GHz, 演算速度は256ギガFLOPs, 内蔵メモリーサイズは2.5Mバイト**という.

Gordon E. Moore

The integrated circuit completely changed the *economics* of electronics. Initially we looked forward to the time when an individual transistor might sell for a dollar. Today that dollar can buy tens of millions of transistors as part of a complex circuit. This *cost reduction* has made the technology *ubiquitous*—nearly any application that processes information today can be done most economically electronically.

経済

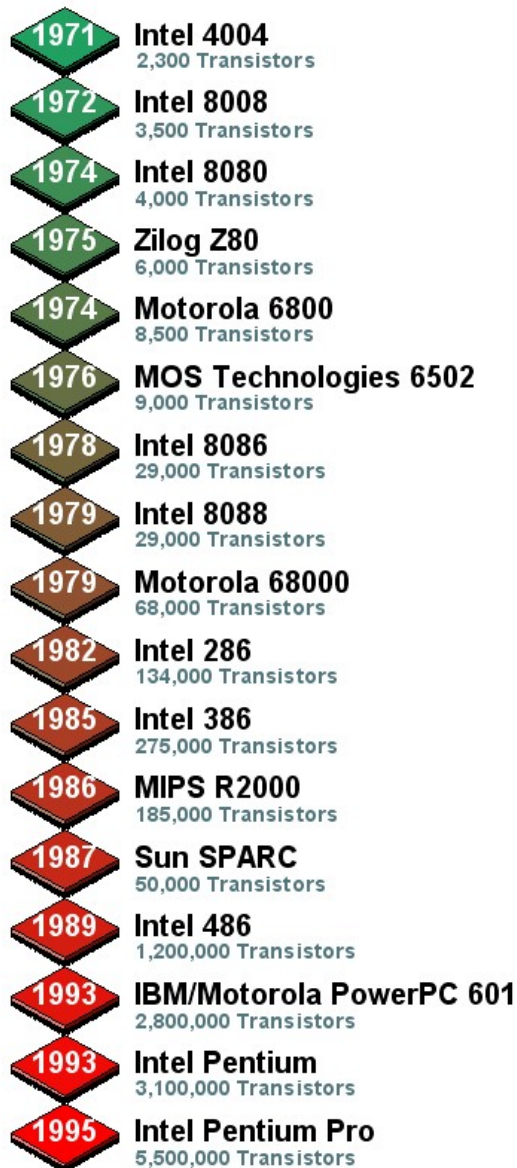
原価低減
偏在する

No other technology that I can identify has undergone such a dramatic decrease in cost, let alone the improved performance that comes from making things smaller and smaller. The technology has advanced so fast that I am amazed we can design and manufacture the products in common use today.

It is a classic case of lifting ourselves up by our *bootstraps*—only with today's increasingly powerful computers can we design tomorrow's chips.

加速装置

microprocessor



- **Twenty Five Years of Evolution**
- In 25 years, the number of transistors on a microprocessor chip grew from a couple of thousand to more than five million.

IntelのPentium microprocessor

- 1993年 インテル社 Intelペンティアムを開発 インテル社の最初のペンティアム(PENTIUM)が開発され, 310万個のトランジスタを集積して, クロック速度60MHzと66MHzがありました.
- 1994年 インテル社 Intel2次のペンティアムを開発 2次のペンティアム(Pentium)が開発され, 320万個のトランジスタを集積して, クロック速度75MHzから, 450万個のトランジスタ搭載233MHzまでがありました.
- 1997年 インテル社 IntelペンティアムIIを開発 (Pentium II)が開発され, それは750万個のトランジスタを集積して, クロック速度233MHzから450MHzまでがありました.
- 1999年 インテル社 IntelペンティアムIIIを開発 (Pentium III)が開発され, それは950万のトランジスタを集積して, クロック速度500MHzから, 2000年には2800万個のトランジスタを集積したクロック速度1GHzのものまでがありました.
- 2000年 インテル社 Intelペンティアム4を開発 (Pentium 4)が開発され, それは4200万個のトランジスタを集積して, クロック速度1.4GHzからありました

Microprocessors

Price dropped with size. In the early 1950s a transistor about as big as an *eraser* cost several dollars. By the mid-1970s, when transistors were approaching the size of a bacterium, they cost mere *hundredths of a cent* apiece. By the late 1990s the price of a single transistor was less than a *hundred-thousandth of a cent* - sometimes far less, mere billionths of a cent, depending on the type of chip.

消しゴム

1/100 セント

1/1000

Today's transistors come in a variety of designs and materials and are arrayed in circuits of many degrees of *complexity*. Some chips provide electronic memory, *storing* and *retrieving* binary data. Others are designed to execute particular tasks with maximum efficiency—*manipulating* audio signals or graphic images, for instance. Still others are *general-purpose* devices called microprocessors. Instead of being *tailored* for one job, they do whatever computational work is assigned to them by software instructions.

複雑性 蓄積 取り出し

操作する

汎用

誂える

Pentium

- Pentium MMX(DSPなしでマルチメディア処理)
- Pentium II 2次キャッシュ内臓
- Pentium III ストリーミングSIMD演算
- Pentium 4 コマンドをデコードするフロントエンドと命令実行するバックエンドを分離してスカラー型プロセッサの欠点を解消した
- ハイエンドは64bit
- マルチCPU化へ Core Duo→4コア→80コア
- 高性能から並列化, 低消費電力へ

Cell Broadband Engine

- Cell は、非対称マルチコア・アーキテクチャ・デザインを採用し、合計 9 個のプロセッサコアを用いた『マルチタスク/リアルタイム処理』の性能を生かして、映像など様々な大容量データが流通する次世代ブロードバンド時代における、キーデバイスです。
- Super Companion Chip は、Cell の高性能を最大限に引き出し、その応用を、Audio & Visual (AV), Network にも広げていくための多様なインタフェースに対応した Bridge Chip です。
- Cell に最適な高効率電源システムは、パワー素子を小型パッケージに集積した MCM (Multi Chip Module) と、高精度基準電圧源および各種保護回路内蔵の PWM (Pulse Width Modulation) コントローラで構成されています。

Cell のアーキテクチャ

- マルチコア・アーキテクチャ・デザインを採用しています。
- 8 個のメディア演算コア SPE と, 1 個の汎用コア PPE を搭載しています。
- PPE は, Power PC アーキテクチャ準拠の 64bit プロセッサです。
- 各 SPE は, SIMD 型演算処理ユニット, 128 個の 128 ビットレジスタファイル, および 256KB のローカルストレージを有しています。
- メディア演算に強い SPE を 8 個搭載することで, 高いメディア演算性能が実現します。
- 外付けのメインメモリ XDR とは, XIO を介して接続しています。
- 他の外部チップとは, IO Interface (FlexIO) を介して接続しています。
- PPE, 8 個の SPE, メインメモリ, および他の外部チップの相互間データ転送には, 超高速データ転送バス : Element Interconnect Bus (EIB) が用いられています。

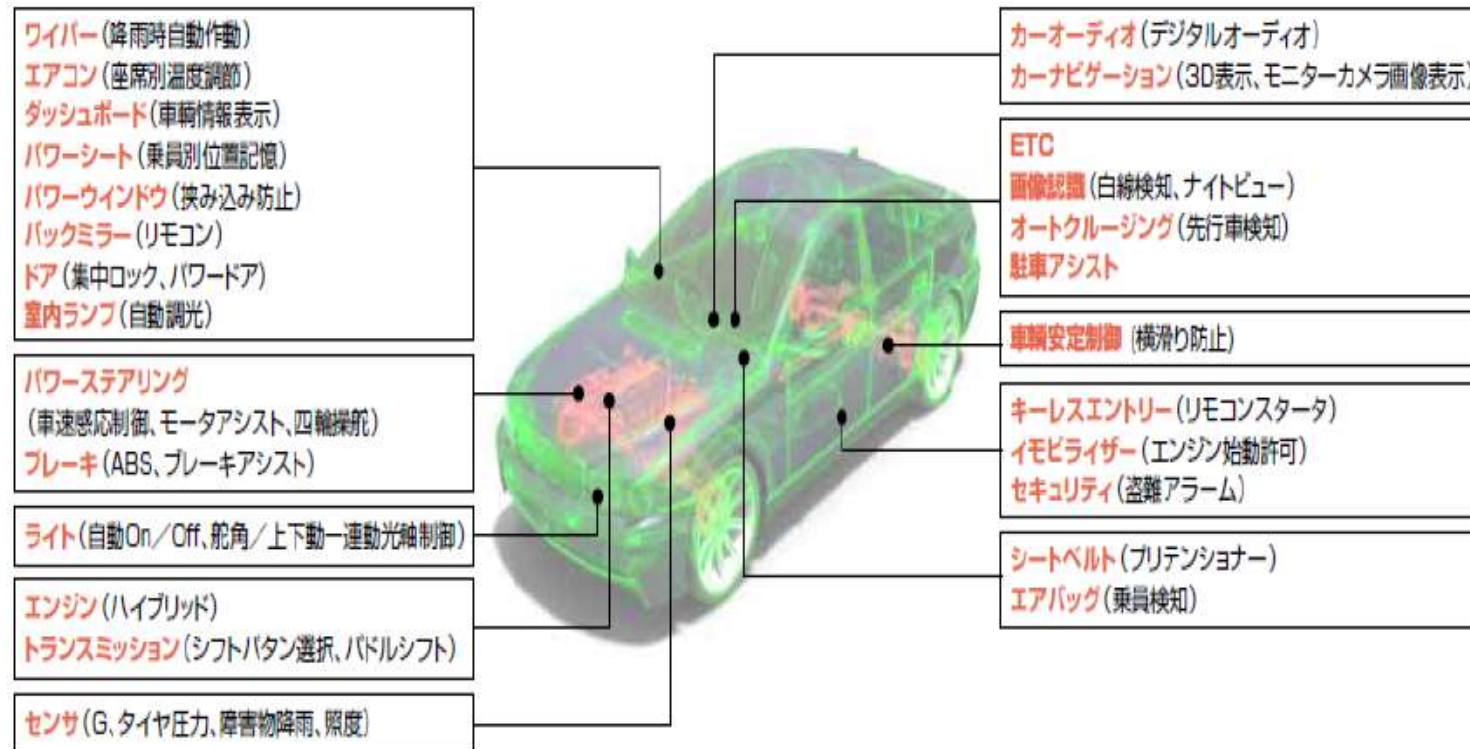
Graphics Processing Unit

- GPU(Graphics Processing Unit)又はVPU(Visual Processing Unit)とは, ジオメトリエンジンなどのハードウェアによる演算能力を備えているグラフィックスプロセッサを指す.
- GPUは, NVIDIA Corporation ([nVIDIA](#)), VPUは ATI Technologies Inc. によってそれぞれ命名された.
- ジオメトリエンジン(*Geometri engine*)とは, 3DCGにおける座標変換を専門的に行うソフトウェア又はハードウェアの事である.

物体を3DCGで表現する際, 頂点座標などのデータを基にコンピュータ内に作られた仮想的な三次元の空間へ作り出されるが, 最終的にはスクリーン(モニタ)へ描画する必要があり, そのスクリーンは平面(二次元)であるため, **三次元から二次元への座標変換(ジオメトリ処理)**を行う必要がある. こういった変換は膨大な浮動小数点の演算が必要な為, CPUにも負荷がかかる. その処理を専用に行うソフトウェア又はハードウェアである.

カーエレクトロニクスへの応用

■マイコンが活躍するクルマの装備とその機能

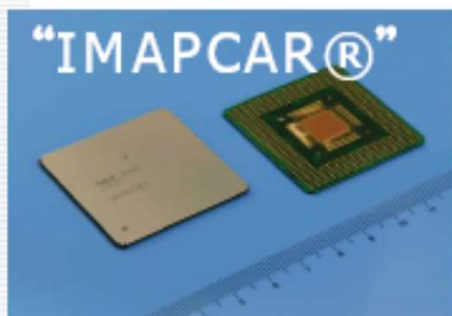
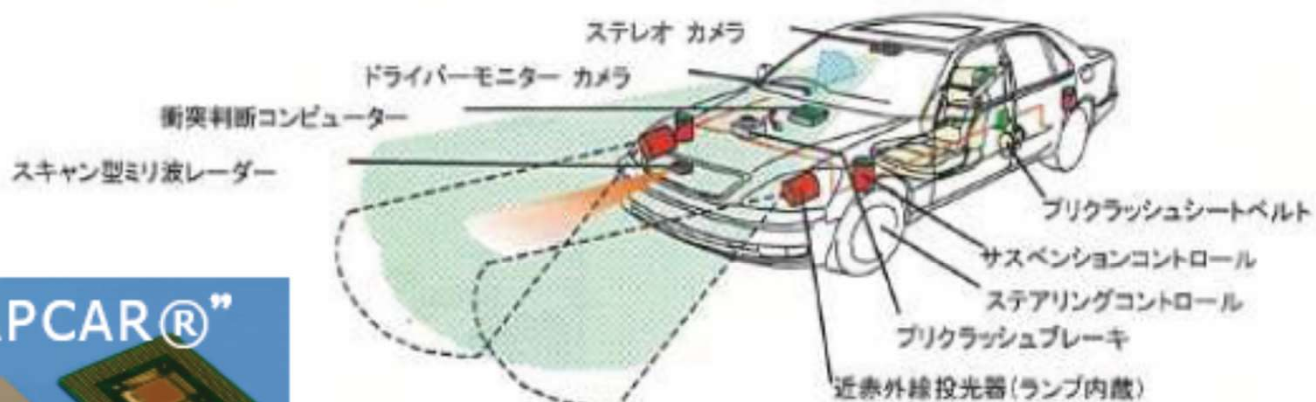


安全性、省エネ、快適性に貢献

並列プロセッサの共同開発を発表

トヨタ様、デンソー様の協力を得て、車載向け画像認識用並列プロセッサを製品化。特長は、100GOPS, 1.7W, ソフト処理で開発容易。レクサスLS460のプリクラッシュセーフティに採用。

▽「プリクラッシュセーフティシステム」構成



画像認識システムLSI"IMAPCAR"

- "IMAPCAR®"の主な特長は、(1)**128個の演算ユニット**で並列処理を行うことにより、現在市場で販売されている画像認識LSIに比べて約5倍高性能な**100GOPS(1GOPSは毎秒10億回の演算を実行)**を実現でき、白線、先行車、歩行者などの画像をリアルタイムに認識できること、(2)画像認識機能の全てをソフトウェアで構成したことにより、機能の追加や変更を容易に行えること、(3)車載向けでは先端となる0.13ミクロン(μm)の製造プロセスを採用したことにより、車載用途に適した2ワット(W)以下の低消費電力を実現したことなどであります。
- この"IMAPCAR®"を用いると、白線、先行車、歩行者などをリアルタイムで認識することが可能となり、自動車メーカーは、衝突回避を支援するシステムなど予防安全システムを容易に実現できるようになります。

画像認識システムLSI"IMAPCAR"

車載用システムLSIの大型製品である画像認識システムLSI"IMAPCAR"の新聞発表を8月に行いました。これは旗艦レクサスLS460の"プリ・クラッシュ・セーフティ"と呼ばれる安全走行機能に搭載されます。その後、トヨタ自動車様より技術賞を受賞し、またワールド・ビジネス・サテライトなどのテレビ番組にも取り上げられました。

NECとNECエレクトロニクスが開発した"IMAPCAR"が、第4回モノづくり部品大賞を受賞した。今回受賞した"IMAPCAR"は、車載向け画像認識用並列プロセッサで、2006年8月25日からサンプル出荷を開始している。白線、先行車、歩行者などをリアルタイムで認識することが可能となり、自動車メーカーは、衝突回避を支援するシステムなど予防安全システムを容易に実現できるようになる。

Memo

フォローアップURL

<http://mikami.a.la9.jp/meiji/MEIJI.HTM>

担当講師

三上廉司(みかみれんじ)

Renji_Mikami(at_mark)nifty.com

mikami(at_mark)meiji.ac.jp (Alternative)

http://mikami.a.la9.jp/_edu.htm

