

コンピューターのしくみ

情報学部 大槻善樹

文教大学の公開講座において、「コンピューターのしくみ」と題する講座を担当した結果について報告する。

講座を実施するにあたっての手段は、コンピュータのことを紹介し活用することが目的であるという理由に基づき、コンピュータ本来のメリットでもあるインターネット上のマルチメディアを活用して解説を行った。

インターネット上の資料は、なるべく動きのあるものや自分で試してみることができるものを準備し、かつ、興味を持った方がより深く学ぶことができるように講座時間内では使用しない詳細情報や資料なども用意した。

講座の時間は限られているので口頭での解説内容は概要となったが、上記のように興味を持った受講者がより深く学ぶための資料を提供したのは有効な手法であった。

講座時間帯の途中では、短時間の休憩をはさむことによって受講者との雑談も行ったが、関連する話題や質問なども発生したので有意義な時間とすることができた。

なお、講座の内容は、動きのある内容であるため本実施報告では紹介できないので、以下に事前配布のテキスト資料を紹介する。

①「サブタイトル」：「やさしいコンピュータの解剖学教室」

②「講義内容」：最近の世の中はコンピュータだらけですが、コンピュータというものはちょっと難しそうですね。

いったいコンピュータとは、どのような形のものなのか？そして、どのような仕組みになっていて、どうやって動いているのか？ちょっと中身のしかけを覗いてみましょう！

この講義では、「なんだ！コンピュータなんて単純でバカなタダの機械じゃないか！」と、思えるように、なるべくやさしく、コンピューターのしくみを紹介したいと思います。

③「自己紹介」：日本ビクター(株)に在籍[1967-1984]後、
(株)IACの技術顧問[1984-現在]、
文教大学兼任講師[1987-現在]、
東京農業大学兼任講師[1992-現在]、
として現在に至る。



マイコン誕生前からコンピュータに関わって来たというだけの、タダの駄洒落好きな中年オジんです。

④「専門分野・研究テーマ」：コンピュータのハードとソフトの他、ME関連事項に興味を持つ。

日本ME学会、電子情報通信学会、会員。

⑤「著書」：「やさしいマイコン入門」(共著)、実業之日本社、1982

「事例別MS-DOS実践教室」(共著)、情報科学出版社、1989

1、はじめに.

本講座では、なるべくわかりやすくするために、コンピュータやインターネットを利用したマルチメディアを多用して、説明をしていきたいと思います。

したがって本テキストでは動画などを記すことができませんので、説明の概要としてのポイントのみを記述します。

また、なるべく見やすくなるように文字の大きさを少し大きめに記述します。

本講座に関連するマルチメディア資料について

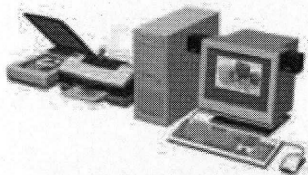
関連する資料は下記のインターネットサイトにて参照できるようにする予定です。

【場所(URL)】 : <http://z23.no-ip.com/>または、<http://www.gogp.co.jp/zen/>
尚、講座非参加者で関心ある関係者はパスワード等を大概へメールで問合せ下さい。

2、「コンピュータ」って、何?.

①コンピュータとは、どんな形で、どこに使われているのか?.

◎いろいろなコンピュータがあります。



デスクトップ

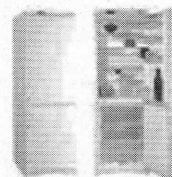
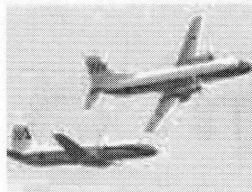


ノート



PDA

◎いろいろな所で使われています。



◎たとえば家庭の中ではどの位、コンピュータが使われているんだろう。

● アメリカの平均的な家庭で使われているマイクロプロセッサは40個 (!)

②コンピュータは、どんなことができるんだろう?.

◎もちろん計算をすることができます。しかし、計算だけをする機械の役目は重要な役目ではなくなってきました。

◎技術が進歩するにつれ、計算することよりも、むしろワープロなどの事務処理をする場合の道具として重要になってきたのです。さらにロボットを制御するためとか、家庭電化製品を便利にするための装置としても重要になってきました。

◎もっと時代が進み、現代では、新しいコンピュータの働きとして、コミュニケーションの道具として使うという役割が非常に重要な仕事にもなってきたのです。

③コンピュータは、どのようにして発達してきたのか？.

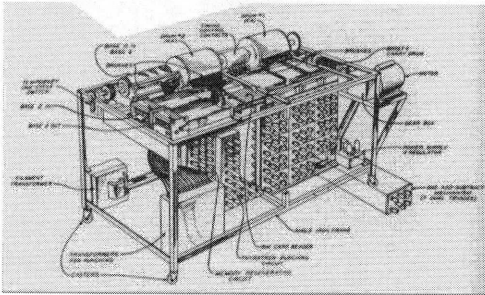
◎世界初の電子計算機は、1939年に誕生しました。

(ただし、これは特許裁判上での結論であり、どのようなものをコンピュータとして定義するかによって異なってきます。)

A B C

(開発者) アタナソフ

ベリー



(1822) バベッジの階差機関

(1936) 計算機の理論モデル (A. M チューリング)

(1939) 世界初の電子計算機 (ABC) (アタナソフ)(ベリー)

(1945) ENIAC (ジョン・W・モークリー) (プレスパート・エッカート)

(1971) インテル社 4004 (4ビットMPU) 発売

(1974) 世界初のマイコン: インテル社の8080チップを使ったマイコン「アルテア」をAltair社が発売

(1975) ビル・ゲイツとポール・アレン が「アルテア」用のプログラム言語「BASIC」をつくり、マイクロソフト社を設立

(1985) マイクロソフト社がウィンドウズの初版を発売したが、使い物にならなくて、普及せず!

(1976) NECが1ボードのマイコン・キットを発売

(1978) 日立 ベーシックマスター (8ビットパソコン) 発売

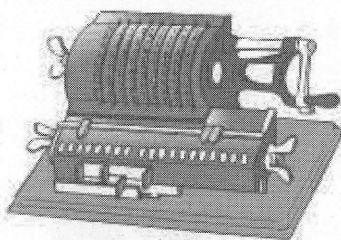
(1982) 日電 PC-9801 (16ビットパソコン) 発売

(1992) 日本初のインターネットサービスが開始された。

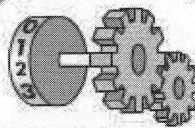
◎つまり、コンピュータなんて、たった65年程度の歴史なんです!(2004年現在。)

④昔のコンピュータは、どうやって計算したんだろう？.

◎大昔は機械的に計算をしていました。その後、電気信号で計算をする機械、つまり電気式計算機を経て、電子的に計算する現代のコンピュータになりました。



機械式



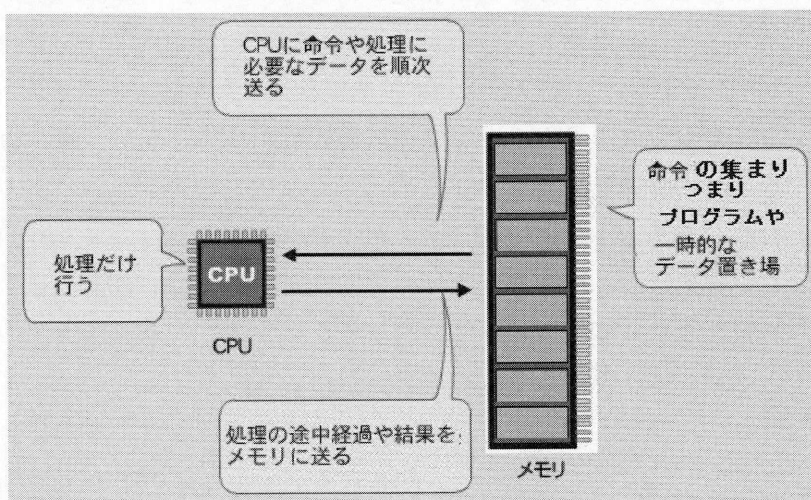
歯車を使って
計算処理を行う

3、「コンピュータ」のしくみ.

①コンピュータって、おおまかに言うとどんなふうに動いているの？.

◎コンピュータには、人間が与える命令の集まりである「プログラム」というものや、データなどを記憶しておくための部品である「記憶装置：メモリ」というものがあります。

◎そして、コンピュータの中心部分となる「中央処理装置：CPU」が、メモリから人間の指令をひとつずつ取り出して、その指令どおりの仕事をしていくのです。



◎コンピュータの中心部分となるCPUの中では、

①どの場所に入っている命令なのかを、

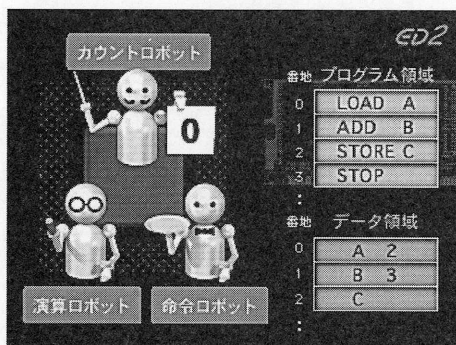
指定する「カウントロボット」

②人間の命令を、指定の場所から、

持って来る「命令ロボット」

①その命令の通りに仕事をする「演算ロボット」

の、3つのロボットが、います。



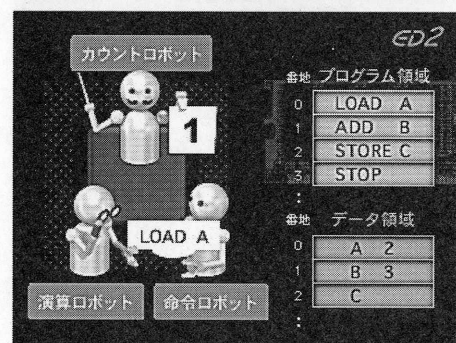
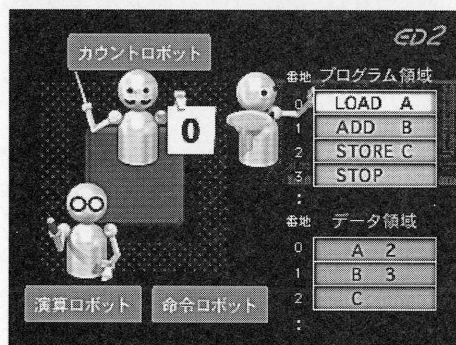
◎「カウントロボット」は、人間の命令が入っている場所を「命令ロボット」に伝えます。

◎「命令ロボット」は、指定された場所の命令を、持って来て、「演算ロボット」に伝えます。

◎「演算ロボット」は、人間の命令の通りに、演算を実行します。

◎「カウントロボット」は、次に実行すべき場所を「命令ロボット」に伝えます。

◎「CPU」は、このようにして、次々と、人間が与える命令を忠実に処理していくのです。



③コンピュータの内部で使われている言葉は？.

◎世の中には「アナログ量」と「デジタル量」とがあります。

【アナログ】量 = 温度や車の速度などの連続的な(切れ目の無い)値をとる量

【デジタル】量 = 人数や階段の数などの離散的な(ブツ切りの)値をとる量

現代のほとんどのコンピュータでは【デジタル】だけですべてを表現します。

◎私たちは指で十まで数をかぞえたりする事ができますが、コンピュータの言葉では「1」と「0」だけしか使いません。



10進数	2進数
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

◎「1」と「0」とを使えば、どんな数もかぞえられるのです。

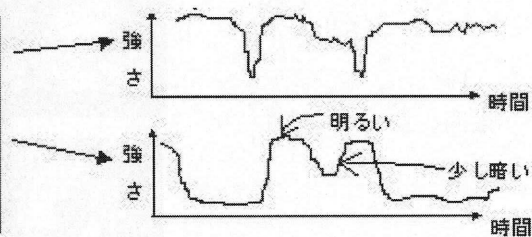
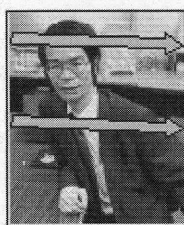
④1と0だけで何が出来るのか？

◎時々刻々の音の大きさを数で表せば、

コンピュータは音を取り扱うこともできます。

◎それぞれの場所の明るさや色などを数で表せば、

コンピュータは絵や画像を取り扱うこともできます。



◎それだけではありません！

1と0だけで「論理」も取り扱うことができるのです。

基本の論理は、

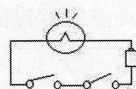
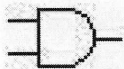
【AND】（論理積） = { …… で、かつ同時に …… }

【OR】（論理和） = { …… か、または …… }

【NOT】（否定） = { いつでも反対 }（子供の反抗期のようなもの？）

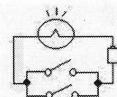
【AND】の電子回路記号

【AND】をスイッチで実現すると ……



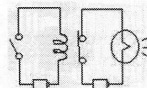
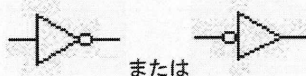
【OR】の電子回路記号

【OR】をスイッチで実現すると ……



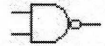
【NOT】の電子回路記号

【NOT】をスイッチで実現すると ……



または

◎【AND】の出力を【NOT】と組み合わせて反対にした出力を得る、【NAND】という電子回路もあります。



◎これらの電子回路を使って、コンピュータはいろいろな計算をしているのです。

④ 1と0だけでホントに計算ができるの？.

◎例えば (3 + 2 = 6) という足し算は . . . (例)

$$\begin{array}{r}
 \text{(2進数)} \quad \text{(10進数)} \\
 011 \cdots 3 \\
 +) 010 \cdots 2 \\
 \hline
 101 \cdots 5
 \end{array}$$

一桁ずつ足し算をしていけば良いので、

次の4種類のことが出来る電子回路さえあれば
全体の足し算もできちゃうわけです。

$$\begin{array}{cccc}
 \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} \\
 \begin{array}{r} 0 \\ +) 0 \\ \hline 0 \end{array} & \begin{array}{r} 0 \\ +) 1 \\ \hline 1 \end{array} & \begin{array}{r} 1 \\ +) 0 \\ \hline 1 \end{array} & \begin{array}{r} 1 \\ +) 1 \\ \hline 10 \end{array}
 \end{array}$$

◎一桁の部分の足し算は以下の電子回路で実現できます。

入力A	入力B	\bar{A}	\bar{B}	$(\bar{A} \times B)$	$(A \times \bar{B})$	出力S
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0

上の回路と、【入力A】と【入力B】が同時に1の場合だけ、出力を1にすることが出来る【AND】回路とを組み合わせ、桁上がりの1という信号も出力できるようにすれば、一桁の部分の足し算ができます。

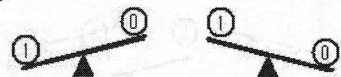
(実際には、下桁からの繰り上がりがある場合を処理するために、上記の回路を2つ使って、完全な1桁の足し算回路としています。)

⑤ コンピュータはどうやって覚えていられるの？.

◎シーソーのことを英語で【FlipFlop : フリップ・フロップ】と

言いますが、実は、このシーソーの動きと同じような

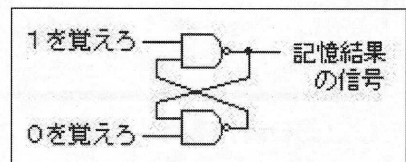
動作を行うことができる電子回路を、前にでてきた、



【NAND】回路を2つ使えば、右の図の

ように、実現することができます。

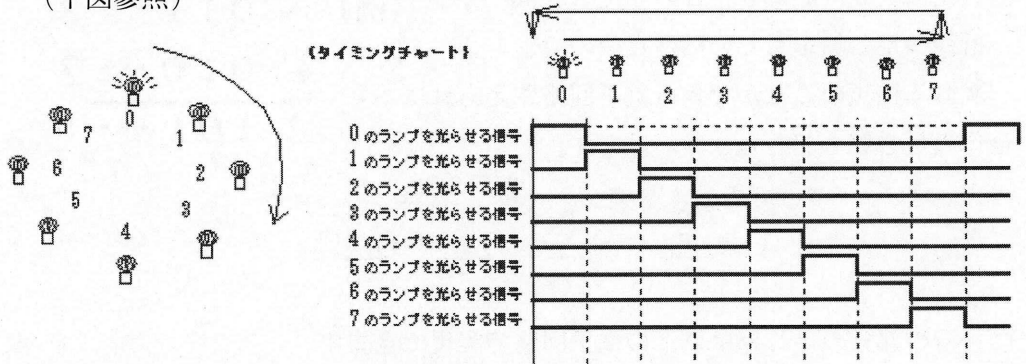
(『④ 1と0だけで何が出来るのか?』の所を参照)



⑥もうちょい詳しく！ コンピュータって、どんなふう動いているの？.

◎その前に、光が回転するアクセサリを作るにはどうしたら良いでしょう？。

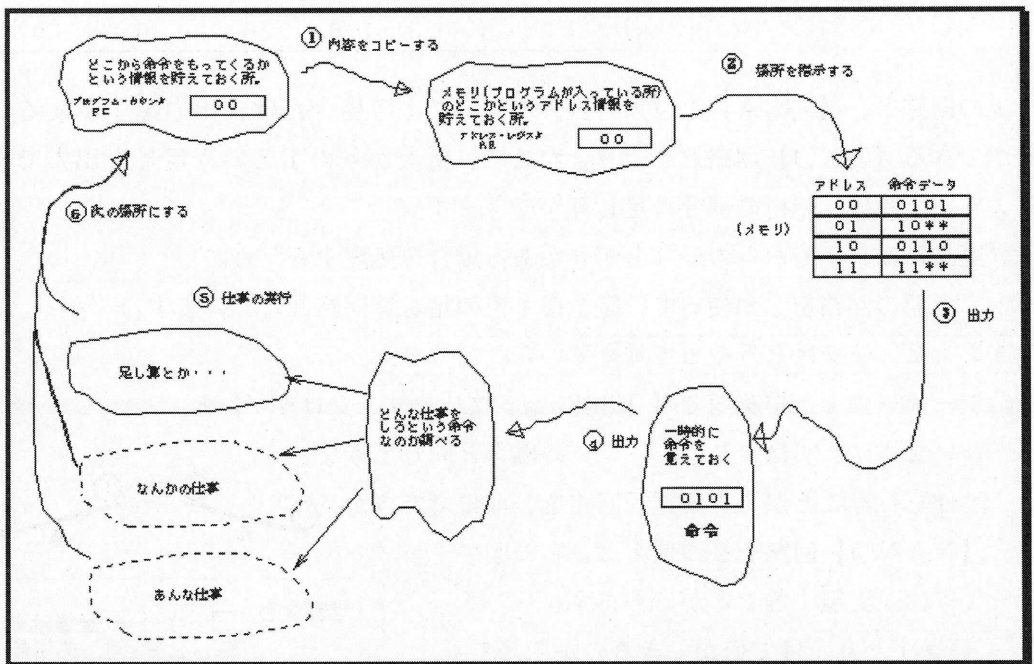
(えっ？「関係あるのか？」ですって?) 次々とランプを光らせていく電気信号があれば、光が回転しているように見える電子回路を作ることができます。(下図参照)



◎そうです！ コンピュータのしくみは、

この光が回転するアクセサリの動き方に似ているのです！

次々とランプが光っていくように、コンピュータの中でも、次々と仕事が進められていって、人間の命令を実行していくのです。(下図参照)



◎上記の動作を行うために、コンピュータの内部は図のような部分装置で構成されます。

【プログラム・カウンタ】

(命令がある場所を指示)

【主記憶装置：メモリ】

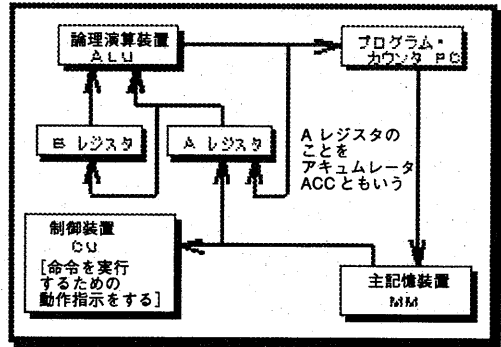
(命令やデータを記憶)

【レジスタ】

(一時的に記憶しておく装置)

【制御装置】

(動作するための信号を出す)



⑦要するに、「コンピュータ」って、どんな仕掛けの機械なんだろう？.

◎コンピュータは、電源が入ると最初にプログラム・カウンタの内容を0にします。

そして、以下のことを繰り返しているに過ぎない『タダの単純な機械』なのです！

- プログラム・カウンタがメモリに、処理すべき場所を指示する。 --->メモリ
- メモリは、指示された場所に入っている命令を出力する。 --->命令レジスタ
- 命令レジスタの内容が命令デコーダ(命令解読器)に与えられる。 --->命令デコーダ
- 命令デコーダは命令を解読し、実行すべき動作の種類を示す信号を出力。 --->制御回路
- 制御回路は実行すべき動作に必要な各部への指示信号を発生する。

(命令の指示内容どおりに仕事が行われる。)

(注釈：)

(命令レジスタ=命令を一時的に覚えておく部分装置)

(命令デコーダ=どんな種類の命令なのかということを解読する部分装置)

4、最後に.

①ようするに、コンピュータって、どんな道具(機械)なんだろう？.

◎コンピュータのしくみは、人間が与えた命令をメモリに入れておき、その命令をひとつずつ取り出してきて、命令どおりに動くという動作を繰り返しているだけだ！

◎人間が与えた命令(プログラム)以外のことを【勝手に！】やることは無い！

◎だから、プログラムが無いと、何もしない！

これが重要な本質なのです。つまり、

コンピュータは人間の指示した命令で、動作する ⇒ **命令がないと動かない！**

◎また、命令どおりに動くということは、次のようなことも言えます。

間違った命令を実行させると、(忠実に！)間違った処理をする！

(利口でない人間がコンピュータに命令すると、利口でないコンピュータとなる！)
正しい仕事のしかたを命令すると、(忠実に！)正しい処理をする！

(利口な人間がコンピュータに命令すると、**利口なコンピュータ**となる！)

①それじゃあ、なんで『コンピュータ』って、現代の必需品になったんだ？.

- ◎最大の特徴は、命令を【高速に処理する】ことで、早いだけ取り柄の機械です。
- ◎人間のように病気になったり、「もうイヤだ！」なんてグチを言わない道具です。
- ◎同じ仕事を何回でもさせることができる道具です。
- ◎別のプログラムにすると、別の仕事ができるようになる道具です。

①未来のコンピュータは、どうなるんだろう??.

- ◎超小型になっていろんなものの中に隠れて、社会のあちこちで使われるでしょう。
(これを『ユビキタス：あちこちに存在する』社会といいます。)
- ◎たとえば現在のようなパソコンは、形が無くなってしまいかもかもしれません(!?)
事実、最新のアップル社のパソコンでは、まるでただの液晶テレビのような形
のものが発表されました(2004年)。
(液晶パネルの裏側にパソコン本体の機能をすべて組み込んでしまったのです。)

②これでコンピュータなんて怖くなくなった!.

- ◎良かった！ そうなんです。コンピュータなんてタダの単純な道具(!)
ボールペンのような道具に過ぎないのです。
コンピュータの専門家を目指すのでなければ、専門的知識は不要です。
コンピュータのしくみの本質をわかっていれば、正しく利用できます。
しくみを正しく知っていれば、コンピュータを神様みたいに過信するなんてこ
とがなくなり、正しく道具として使いこなせるようになります。

(以上。)