

V 物理的なインタフェースの設計

学習目標

- 1 時間と周波数の関係を理解させる。
- 2 マイクロコンピュータを構成する回路素子の電圧と電流の関係を理解させる。
- 3 A/D変換器の基本的な動作を理解させる。
- 4 D/A変換器の基本的な動作を理解させる。
- 5 センサの種類とセンサの回路について理解させる。
- 6 アクチュエータの役割と使い方について理解させる。
- 7 ヒューマンインタフェース用の代表的なデバイスを理解させる。

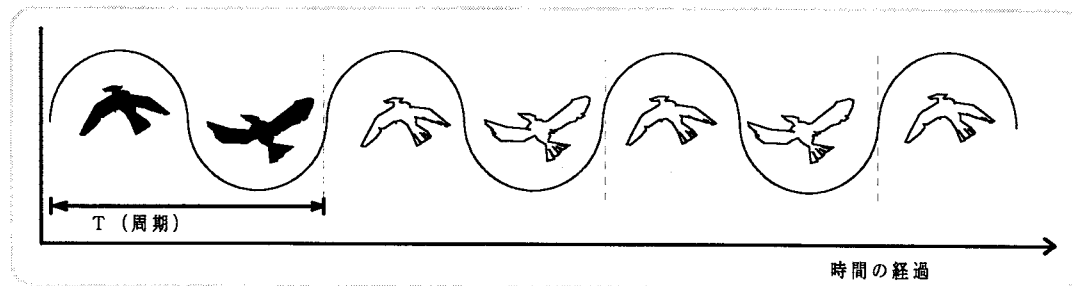
学習の項目と内容

項 目	内 容
1 時間と周波数の基本的な関係	周期、周波数、時間の関係 連続波形と不連続波形
2 電圧と電流の基本的な関係	電圧と電流の関係 回路素子と電圧、電流の関係 マイコンの電流と電圧
3 A/D変換の基礎	アナログ情報の外部からの入力法 A/D変換器の機能 A/D変換器の動作とマイコンによる使用法
4 D/A変換の基礎	アナログ情報の外部への出力法 D/A変換器の機能 D/A変換器の動作と使用法
5 センサの種類と特徴	代表的なセンサの種類と特徴 センサの使用事例
6 センサの活用	センサ回路
7 アクチュエータの種類と特徴	アクチュエータの位置づけ 電気式アクチュエータの種類と位置づけ 具体的なアクチュエータの使い方
8 ヒューマンインタフェース	代表的な入力デバイス

1 時間と周波数の基本的な関係

(1) 周期、周波数、時間の関係

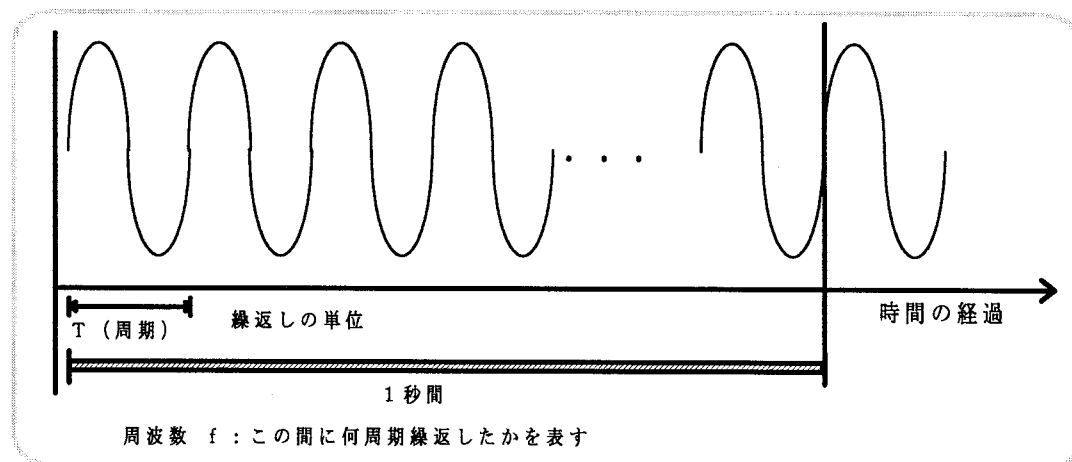
同一の変化が繰り返される時、その変化の繰返しりの1回分を周期と呼び、Tで表す。同じ変化なら周期が短いほど、スピードが出ているという関係になる。



図V-1 周期とスピードの関係

周期の単位は時間である。例えば、m(分)、s(秒)、ms(ミリ秒: 1 sの1000分の1)、 μ s(マイクロ秒: 1 msの1000分の1)という単位で表す。

また、同じ事象を1秒の中に何周期入っているかという観点でもよい。この1秒間当たりの繰返し回数を周波数といい、単位をHzで表す。



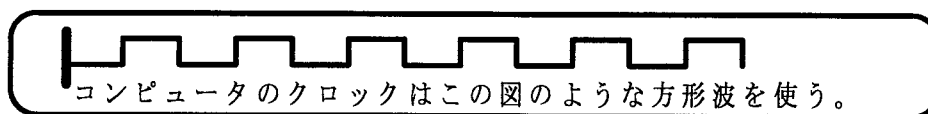
図V-2 周期と周波数の関係

周期を $T[s]$ (sは秒)、周波数を $f[Hz]$ で表すと、両者には

$$f = 1 / T \quad [Hz]$$

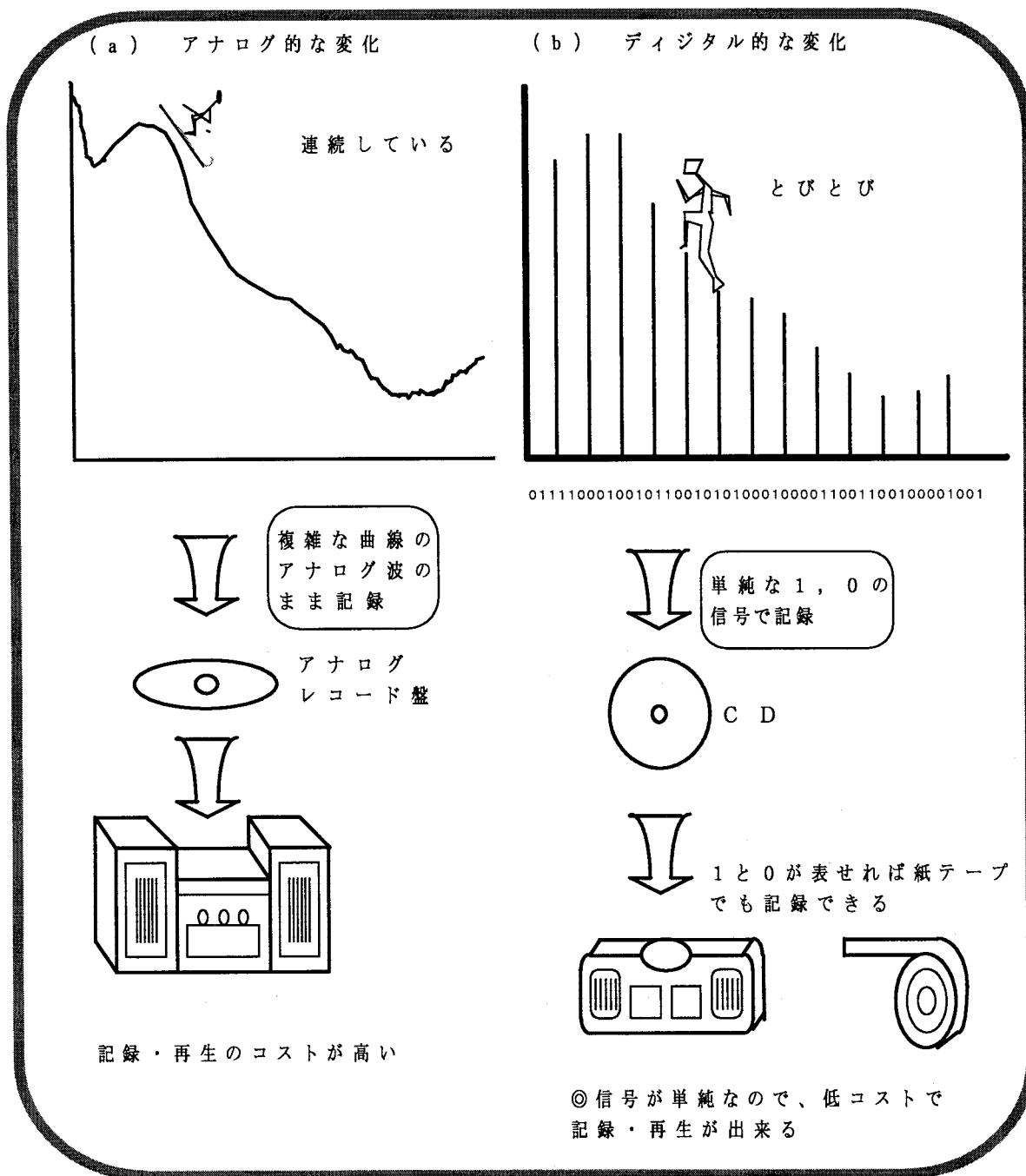
の関係がある。ゆっくりした変化には周期、速い変化には周波数を用いることが多い。

マイコンでは、例えば「クロック周波数が10MHz」というような言葉がよく使われる。MHzとは $10^6 Hz$ であるから、これは1秒間に10,000,000回繰り返すクロック信号で動作することを表している。同じマイコンであれば、動作させるクロック周波数が高いほど実行速度が高速になる。



図V-3 コンピュータのクロック

(2) 連続波形と不連続波形



図V-4 アナログデータとデジタルデータ

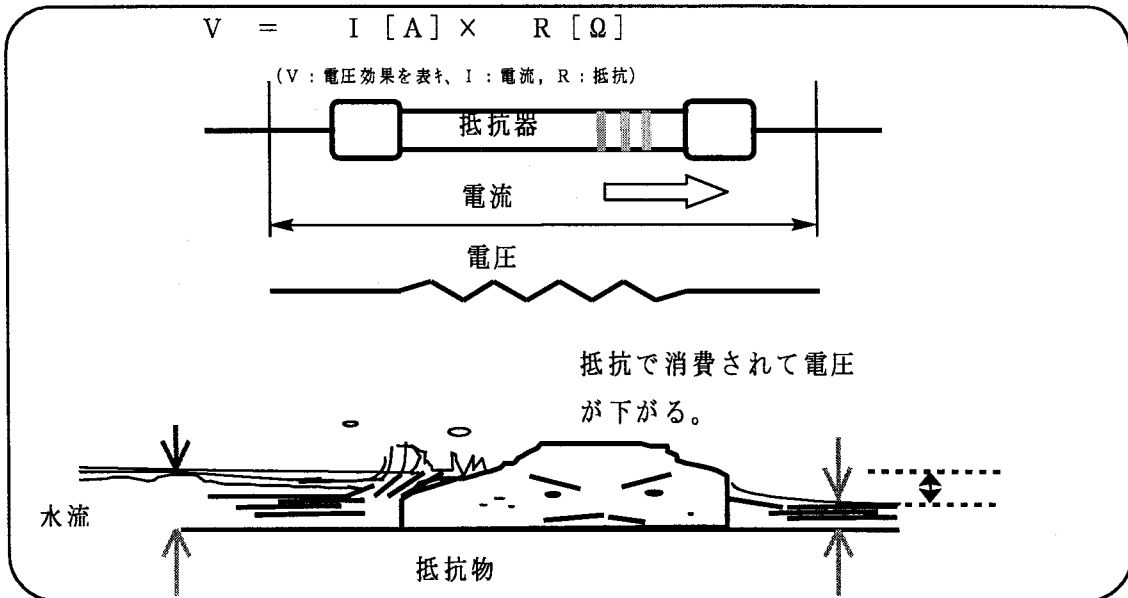
我々の周りの自然界の現象のほとんどが連続的に変化するアナログ量である。これに対し、コンピュータは1と0のデジタルの世界である。波形で表すと、自然界の現象は連続波形となり、コンピュータのデジタル世界は不連続の波形になる。アナログ量を100%の精度で不連続波形に変換することはできないが、変化の様子を推測できる。これにより実用に十分に耐えるデータを扱うことができる。アナログ情報のままだと劣化しやすくコストもかかる。デジタル情報に変換すれば低コストで高精度の記録や伝送が可能になる。

2 電圧と電流の基本的な関係

一般に電気回路は抵抗やコンデンサ、トランジスタ、ICなどが複雑に組み合わされて構成されている。これらの固有の機能を持ったものを回路素子と呼ぶ。

(1) 抵抗

電流の流れを妨げる働きをする素子を抵抗という。記号はR、単位は Ω である。抵抗に加わる電圧Vとそこを流れる電流Iの間には、正比例の関係が成り立つ。

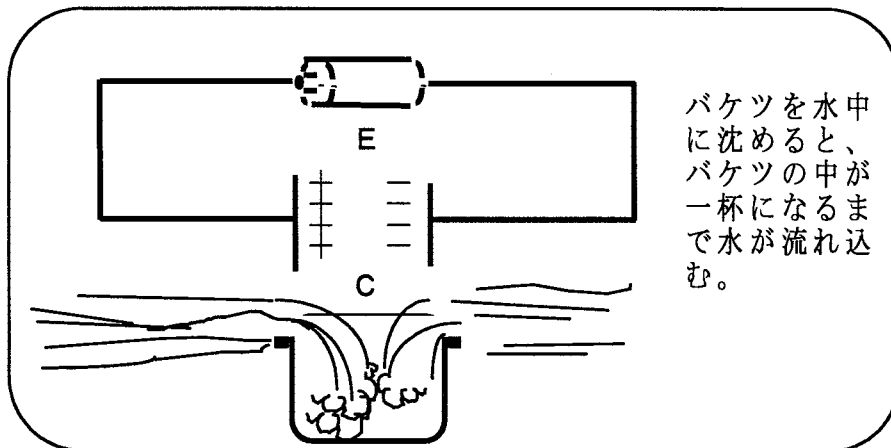


図V-5 抵抗と電圧

(2) コンデンサ

電気(電荷)を蓄える性質がある素子をコンデンサという。記号はC、単位はF(ファラッド)で表す。コンデンサは交流電流は通すが、コンピュータ回路の直流電流は流さない。コンデンサCに電荷Q(C:クーロン)が充電されるまでの間、過渡的に電流が流れるだけである。下式の関係が成り立つまで電流が流れる。

$$Q = C \times E [C] \quad (E : \text{起電力を表す。})$$

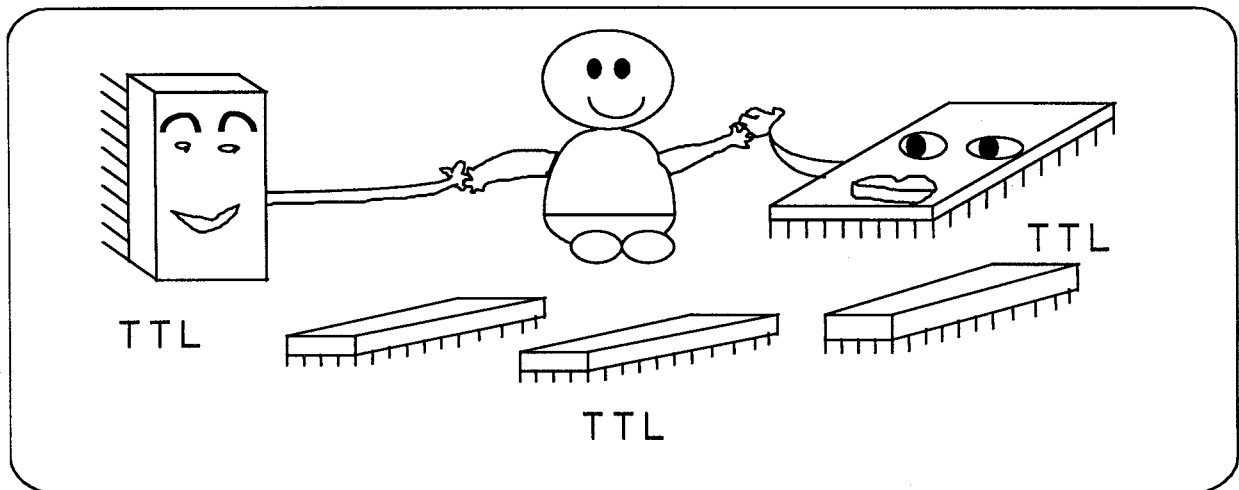


図V-6 コンデンサと電流

(3) マイコンの電流と電圧

マイコンは、TTL (Transistor Transistor Logic) ICの規格に合わせて作られている。したがって、直流の+5Vで動作するのが一般的である。このため、接続する信号は+5V~0Vの範囲内となっている。これは、マイコンが誕生した当時普及していたICがTTLという種類のICであったため、このICと接続するためにマイコンもこれに合わせて作られたのである。入力信号のHを表す電圧は、5V~2.0V (最小値)、またLは、0V~0.8V (最大値)とし、出力信号のHを表す電圧は、5V~2.7V (最小値)で、Lは0V~0.5V (最大値)とした。

出力電圧と入力電圧の間には、Hで0.7V、Lで0.3Vの差があるが、これは雑音による誤動作を防ぐためのもので、雑音余裕度・ノイズマージンと呼んでいる。

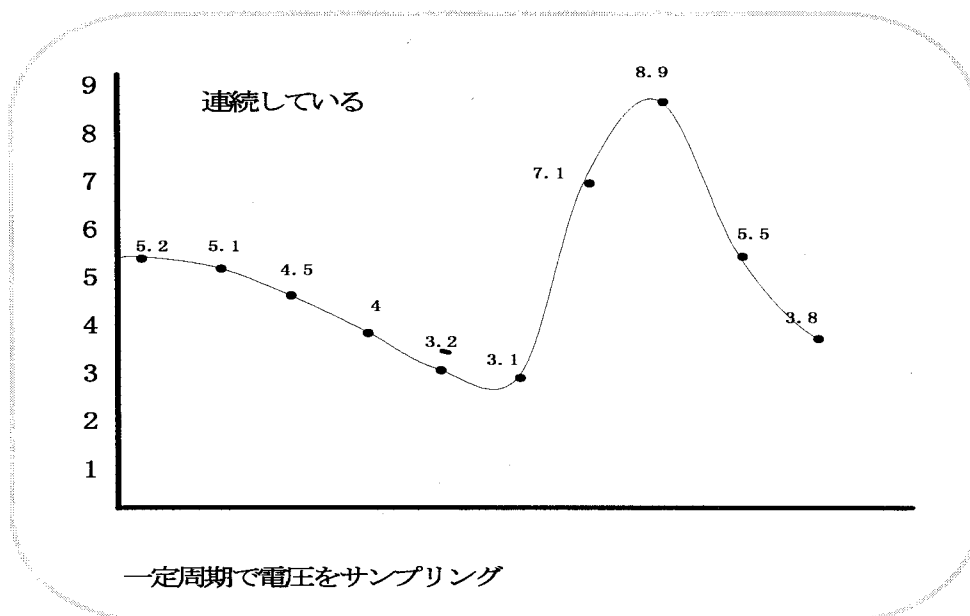


図V-7 マイコンとTTLのインタフェース

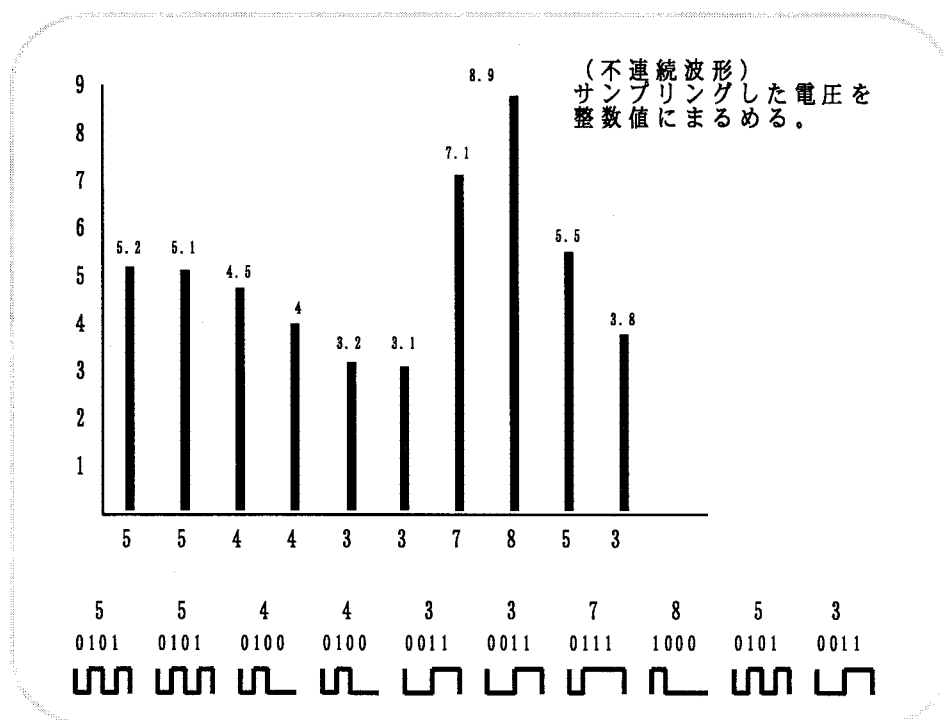
3 A/D変換の基礎

(1) アナログ情報の入力法

コンピュータの外界のアナログ情報をコンピュータの世界のデジタル量に変換することをA/D変換という。変換の方法は、アナログ波形の電圧を周期的にサンプリングして、整数値に丸める方法が使われる(図V-9)。

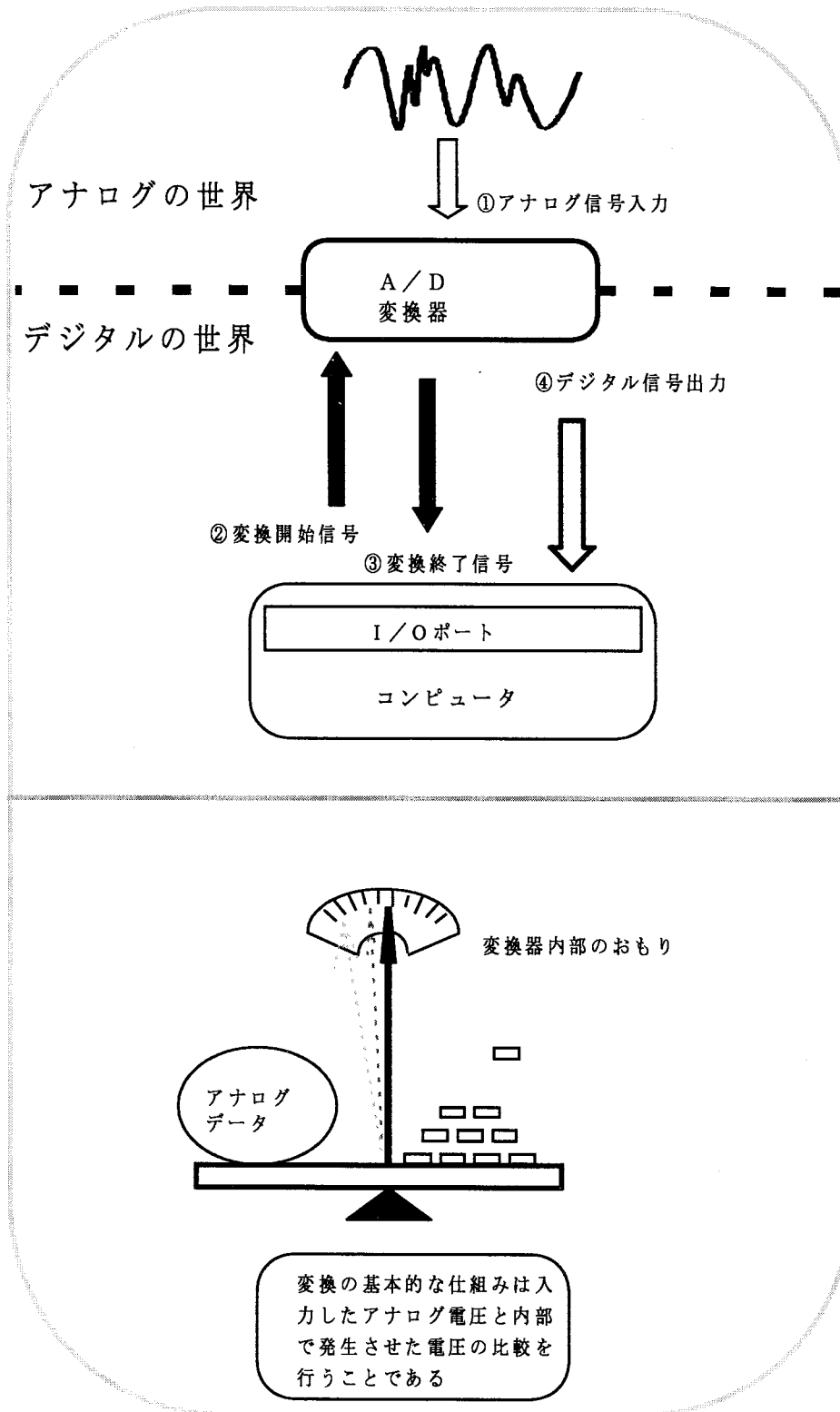


図V-8 A/D変換

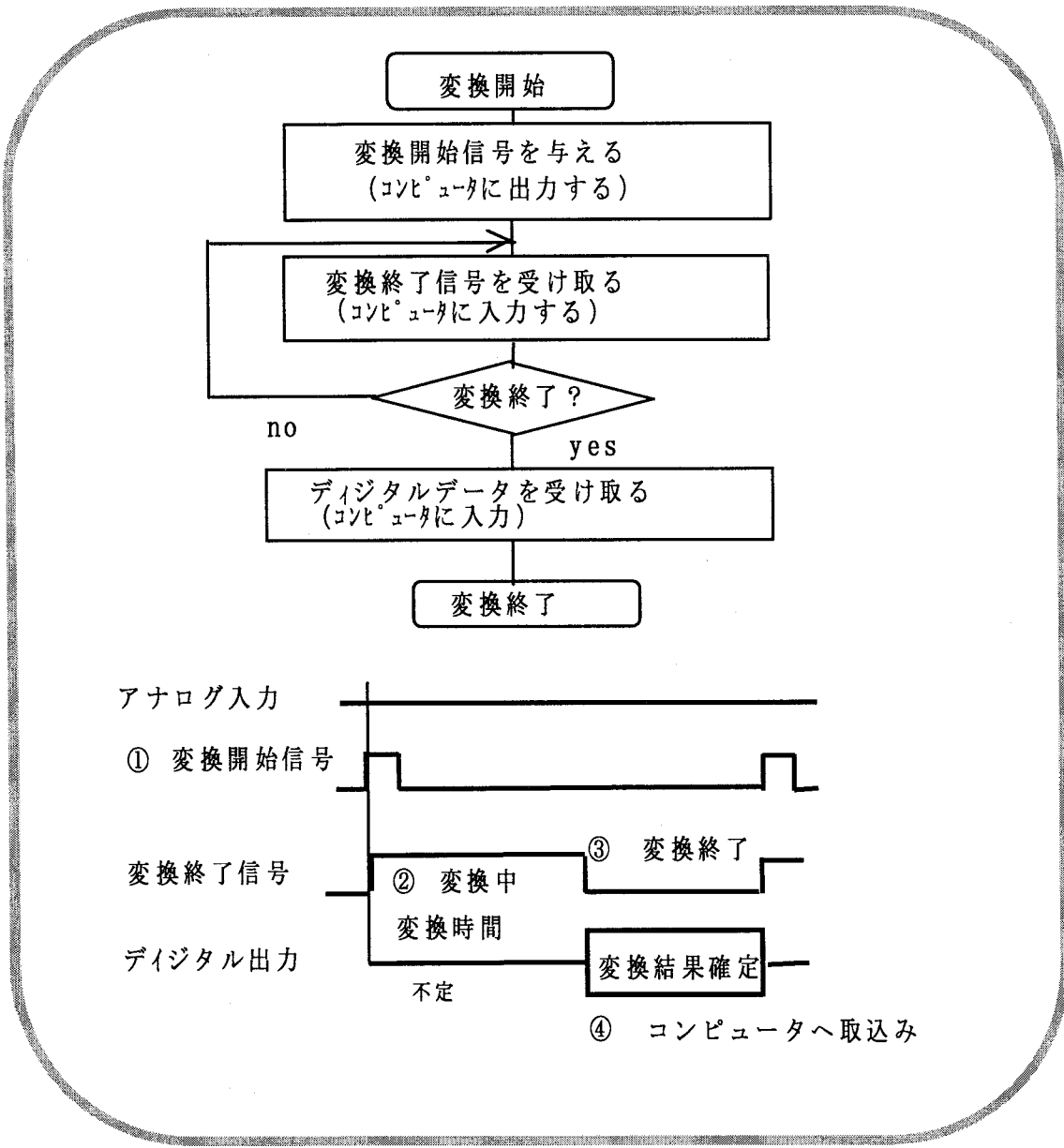


図V-9 A/D変換

(2) A/D変換器の機能



図V-10 A/D変換器の機能



図V-11 A/D変換器の操作

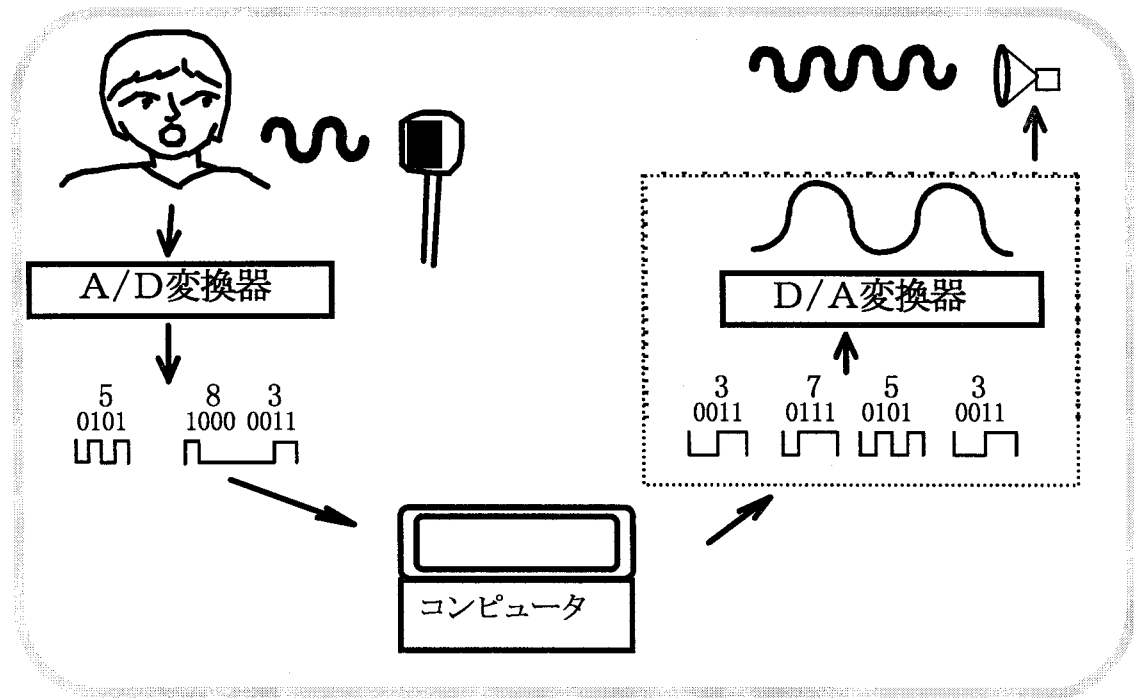
(3) A/D変換器の操作

アナログ信号を入力端子に加えてコンピュータから変換開始信号を与える。そうすると変換が始まり、変換が完了すると変換終了信号がA/D変換器からコンピュータに送られる。コンピュータ側でこれを確認したら、そのときのA/D変換器からのデジタルデータが確定された値であり、これをI/Oポートからコンピュータに入力する。

4 D/A変換の基礎

(1) アナログ情報の外部への出力法

コンピュータ内部で処理したデジタルデータを外部のアナログの世界に取り出す方法をデジタルーアナログ変換(D/A変換)という。

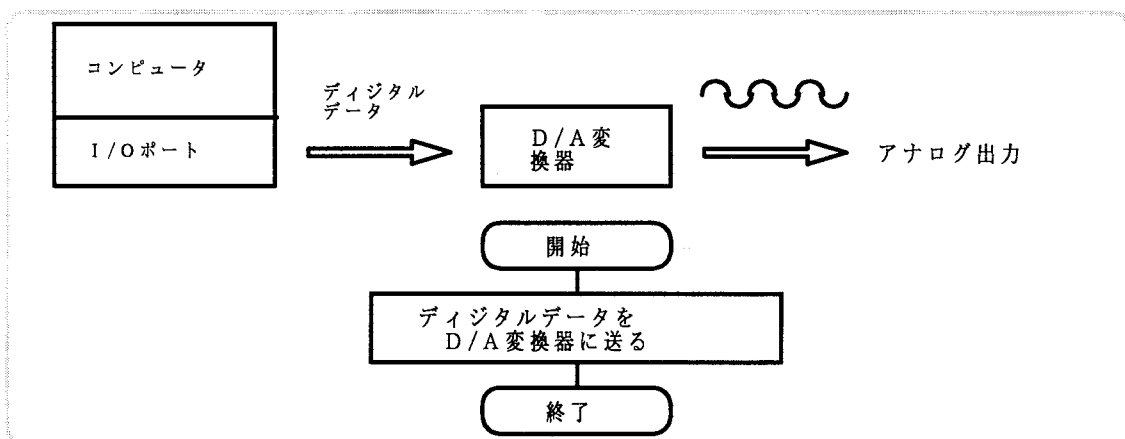


図V-12 DA変換

(2) D/A変換器の動作と使用法

D/A変換をする回路をD/A変換回路といい、D/A変換の専用ICがある。デジタル入力端子とアナログ出力端子がある。A/D変換器のように変換開始と変換終了の端子はない(これは瞬時に変換が行われるので必要がない)。

デジタル入力端子とアナログ出力端子がある。デジタル入力にはパラレル入力するものと、シリアル入力するものがあり、アナログ出力も電圧出力、電流出力があり、電圧範囲も種類がある。

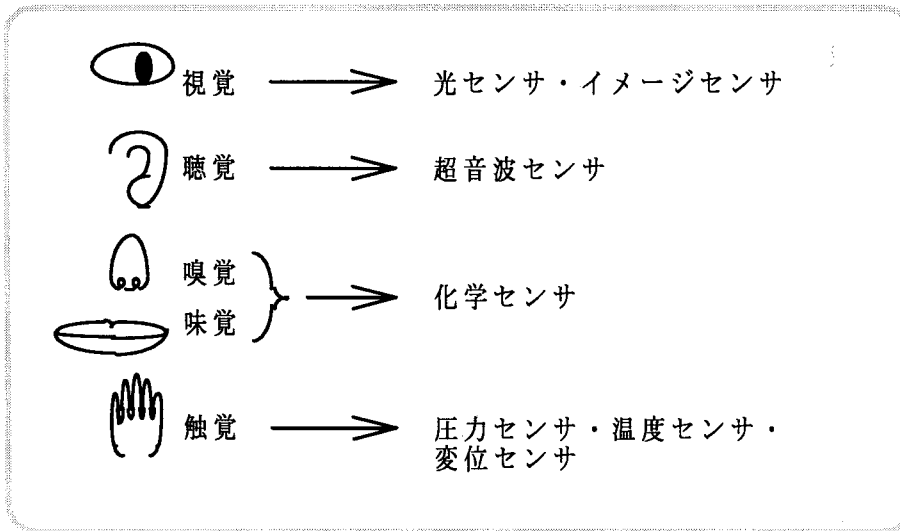


図V-13 D/A変換器の動作と使用法

5 センサの種類と特徴

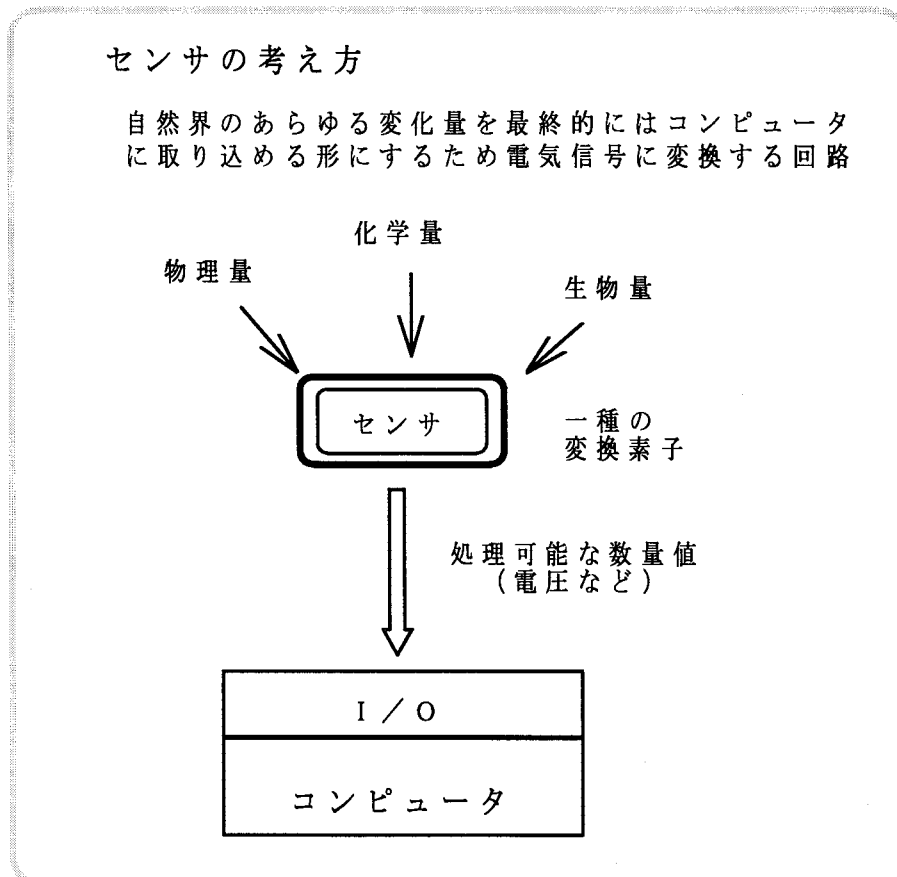
(1) 代表的なセンサの種類と特徴

センサ (Sensor : 検知装置) とは、人間の五感に相当するデータを扱う装置である。



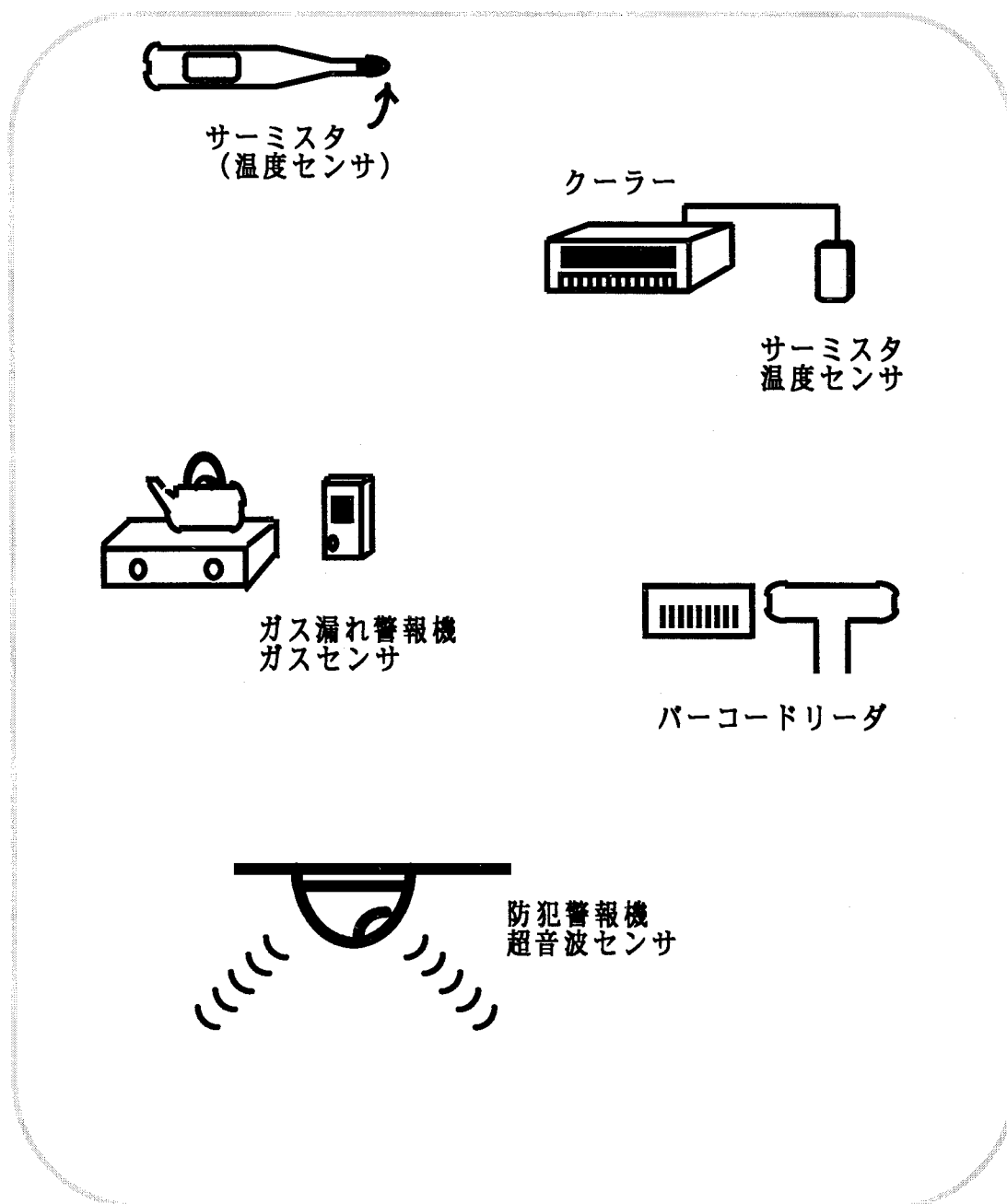
図V-14 五感とセンサ

(2) センサーの考え方



図V-15 センサとコンピュータ

6 センサの活用例

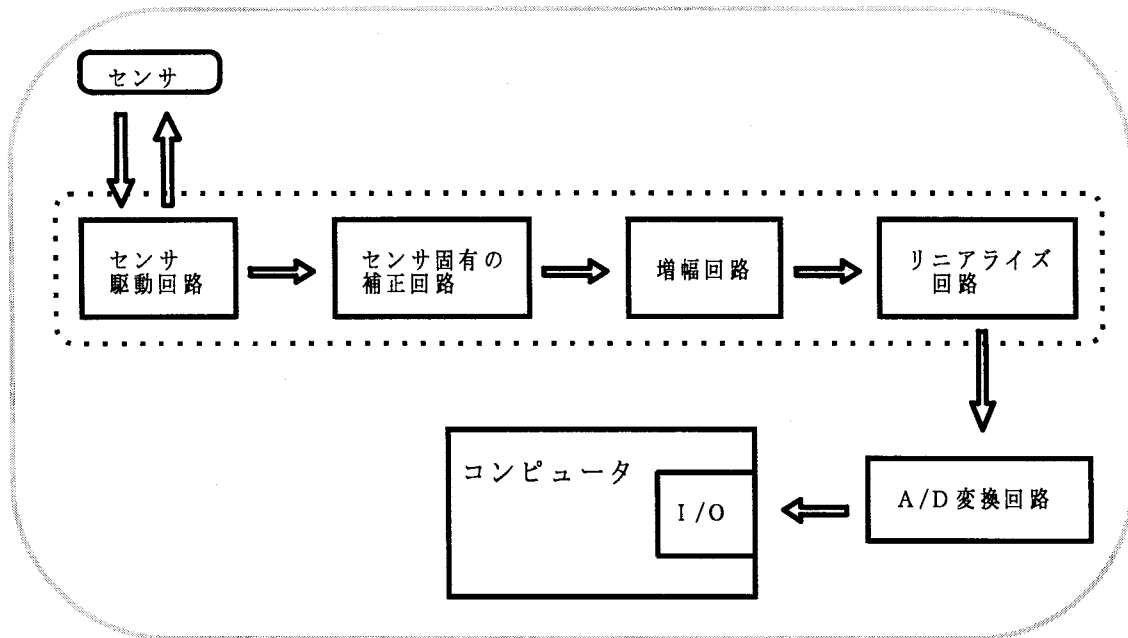


図V-16 センサの使用例

7 センサの回路

(1) センサ回路

センサの出力は一般に微弱であるので、そのままではコンピュータ入力が出来ない。そこでセンサの信号を十分な大きさに変換するために、次のような回路が必要である。また、センサを駆動するための回路も必要である。



図V-17 センサの回路

① センサ駆動回路

センサ自ら電気信号を発生するものは少ない。むしろ外部から一定の電圧又は電流を加えてその変化をセンサの出力とするものが多い。

② 増幅回路

センサの出力は10数mVと小さく、これをA/D変換回路の入力である数Vまで増幅する回路である。

③ リニアライズ

センサの出力特性は、必ずしも入力情報と比例関係にあるとはいえない。高精度の計測を行うためには、これを補正して直線に近づけるため回路が必要である。また、プログラムでそのままコンピュータに取り込んで補正を行う方法もある。

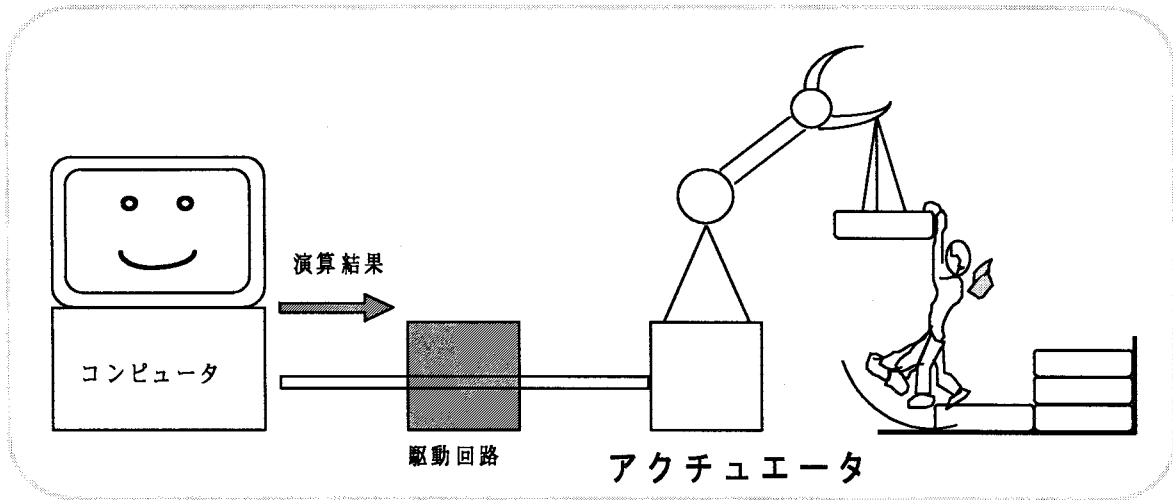
④ センサに固有の回路

熱電対では基準接点を0℃に保つことが必要であるために冷接点補償回路が必要になる。

また、広い範囲の出力を圧縮するためにlogアンプを用いるセンサもある。いずれにしても精度の高い測定のためにセンサごとに工夫された回路がある。また、それぞれで精度を要求されないシステムでは、必要に応じて出力を補正する。

8 アクチュエータの種類と特徴

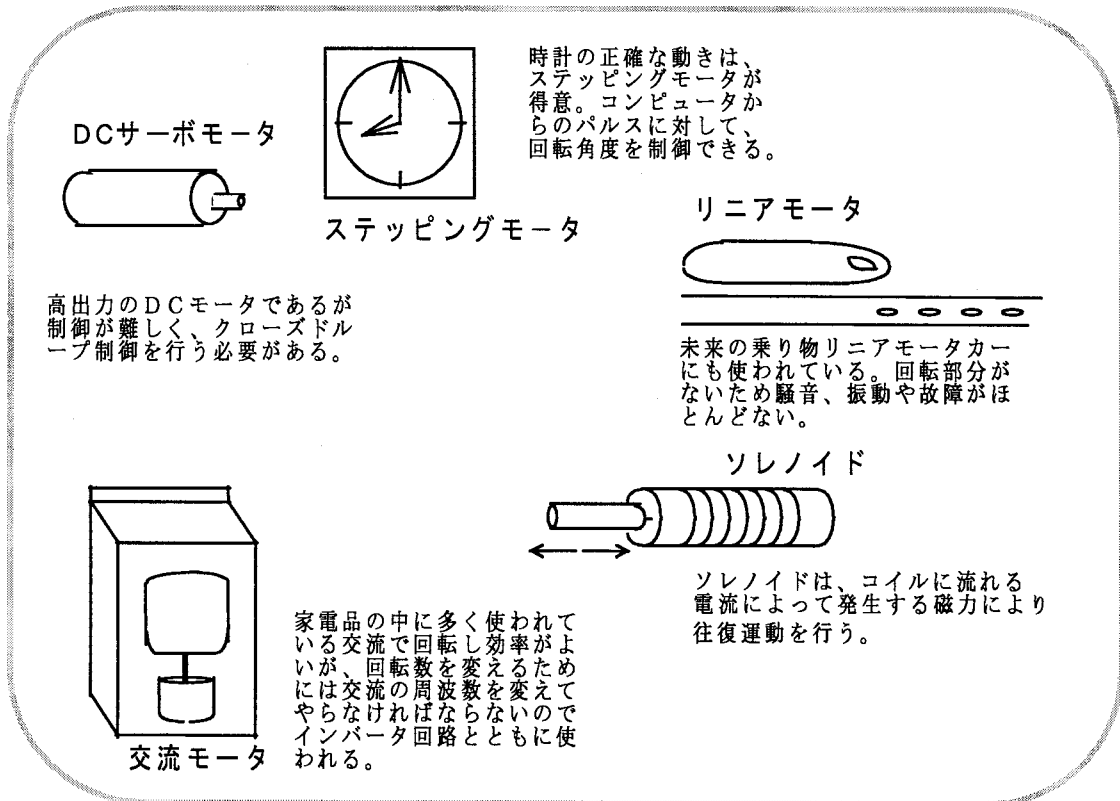
(1) アクチュエータの位置づけ



図V-18 アクチュエータの位置づけ

アクチュエータは、コンピュータの演算結果を使って機械的な動作を行うための出力部分である。コンピュータの信号に応じて、機械的な変位を生じさせる。

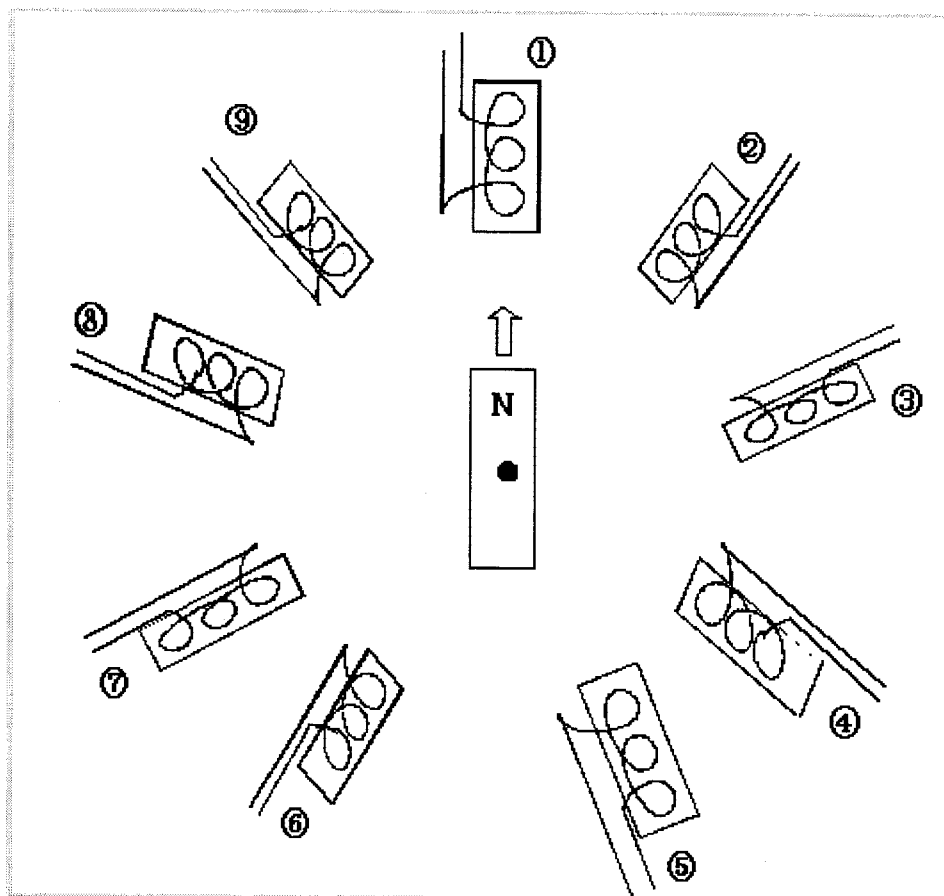
(2) 電気式アクチュエータの種類



図V-19 アクチュエータの種類

9 アクチュエータの使い方

(1) ステッピングモータの動作原理



図V-20 ステッピングモータの動作原理

①の電磁石を通電し、モータの内側をS極とすれば図の状態でも永久磁石でできた回転子は安定する。

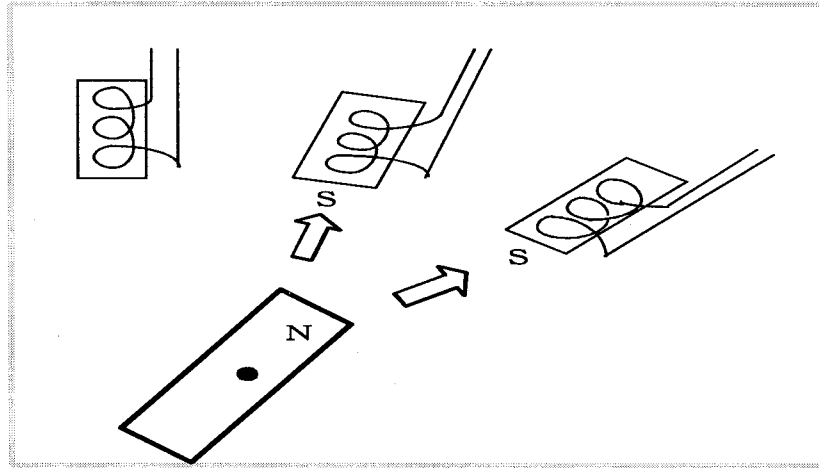
次に電気を切り、②の電磁石に電気を流し同じく内側をS極とすれば、②の電磁石のところで安定する。同じく、③④⑤……と順に電気を通せば、中心の回転子は順次ステップ状に回転していく。

しかし、すべての電磁石をオン・オフするスイッチをつけると配線の数が膨大になる。そこで、例えば①と④と⑦は同時にオンする。同様に②と⑤と⑧、③と⑥と⑨を同時にオンにしてやればスイッチの数は少なくて済む。この図の場合は、3組のスイッチンググループになるが、同時にオンするグループが4グループあることを4相ステッピングモータといい、一般に小型のものに多く使われる。ほかに5相のものもある。

(2) ステッピングモータ駆動方法

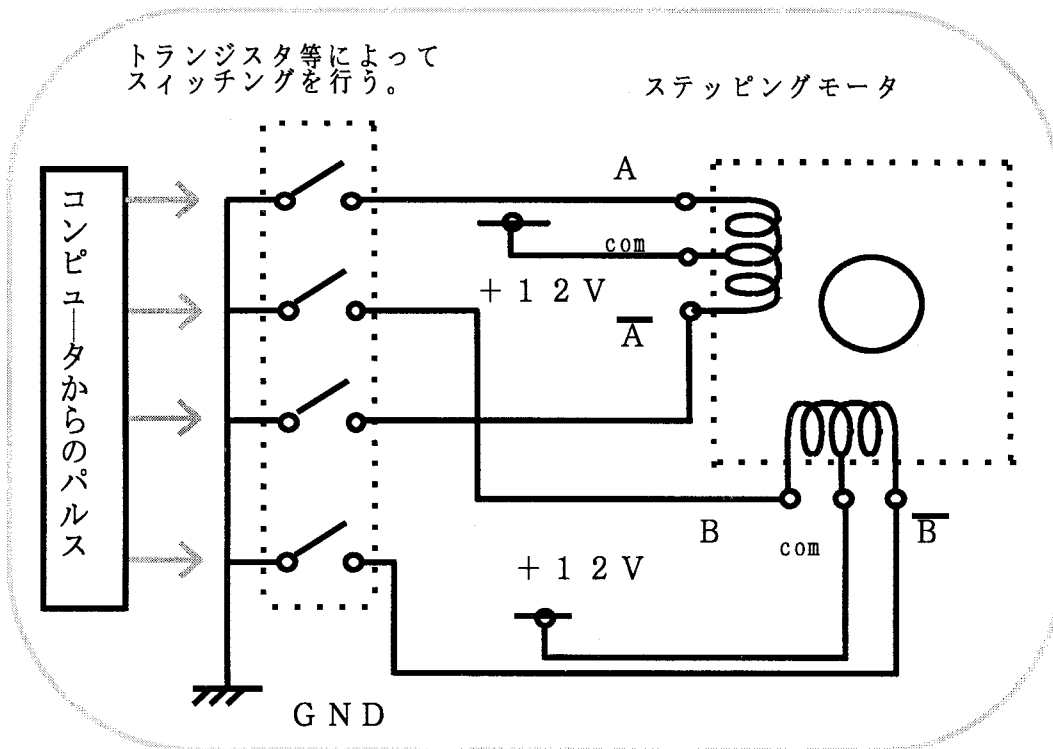
① 励磁方式

先ほどの原理図では1相ごとに電気を通した。これを1相励磁法といい、これ以外にも2相励磁、1-2相励磁などがある。2相励磁法とは、同時に2相(2組)の電磁石に電気を流すので、トルクは1相に比べて倍になる。1-2相励磁法は、1相、2相励磁を交互に行う。2相励磁法は1相に比べて0.5ずれて位置を安定するため、1-2相励磁法はステップ角が半分になり安定点は倍になる。原理的には、倍の精度でモータを制御できる。



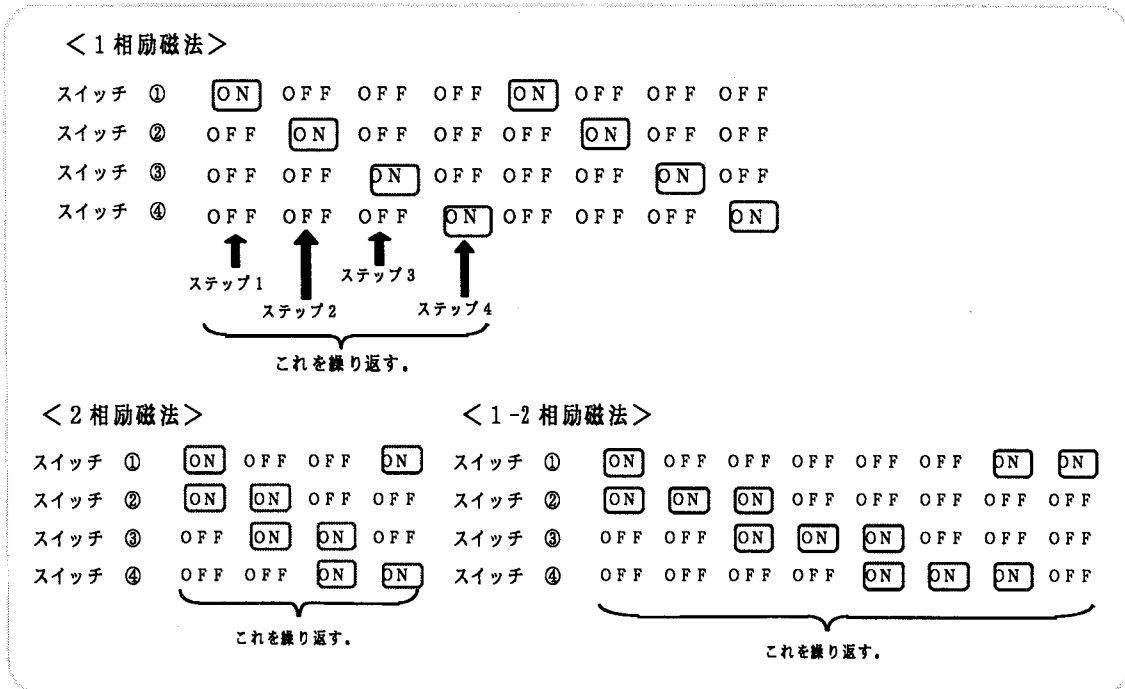
図V-21 励磁方式

② 駆動プログラム



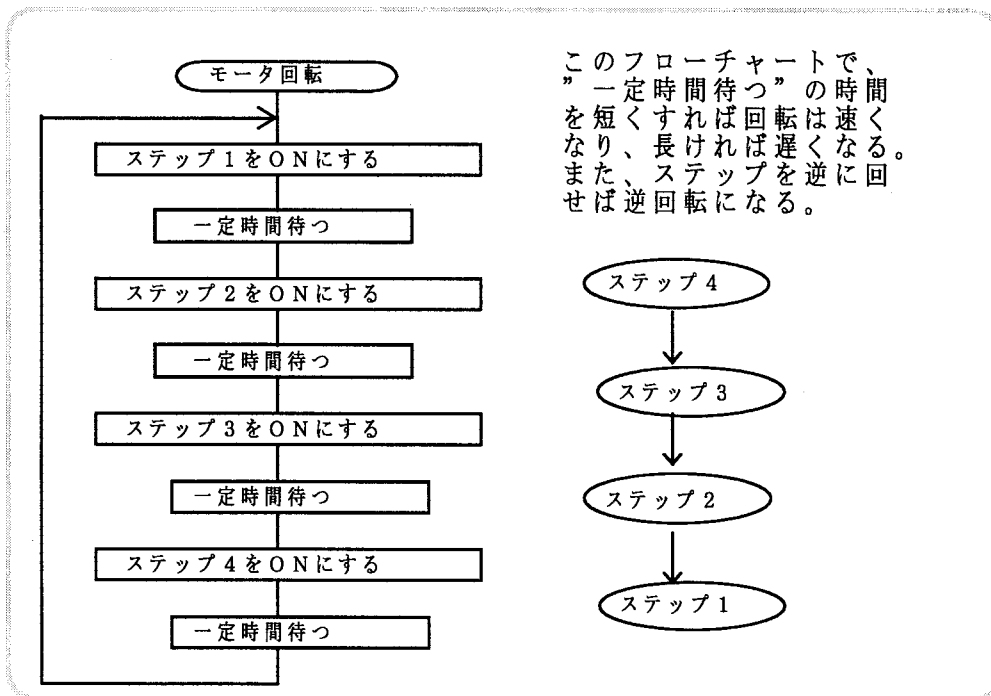
図V-22 ステッピングモータのドライブ回路

(1)からステップモータの励磁法は、順番にコイルに流す電流をスイッチングすればよいことがわかる。ステップモータのドライブ回路を図V-22のように表すとスイッチングは下図のようになる。



図V-23 ステッピングモータのスイッチングパルス

これをフローチャートに表すと次のとおりである。

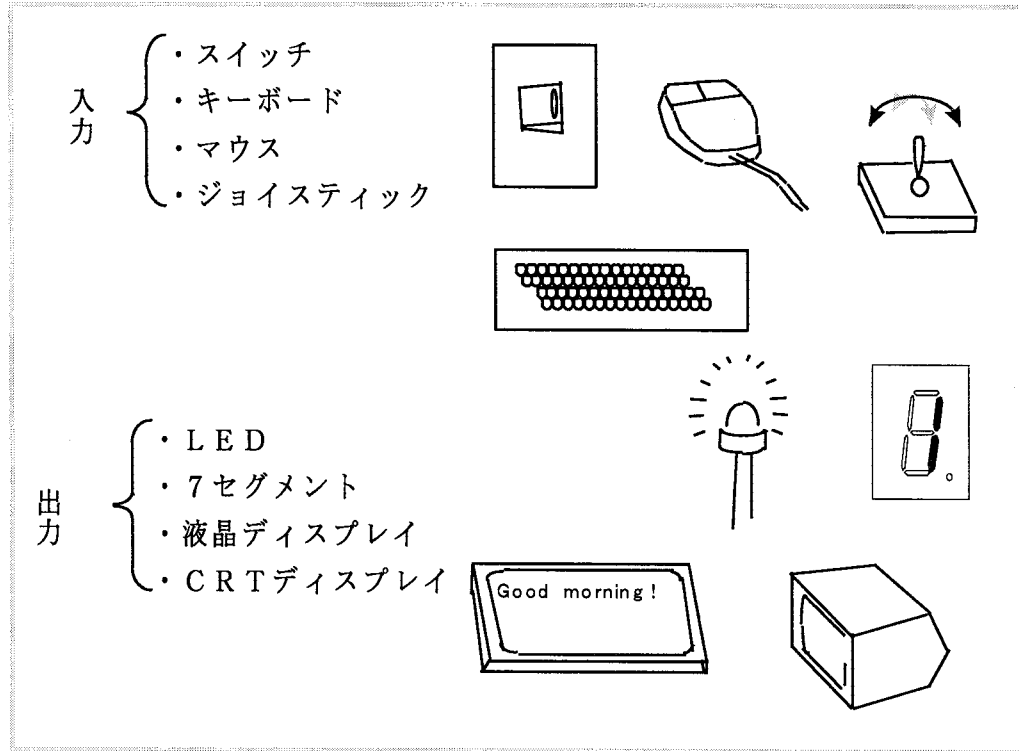


図V-24 ステッピングモータの駆動プログラム

10 ヒューマンインタフェース

(1) ヒューマンインタフェース用デバイス

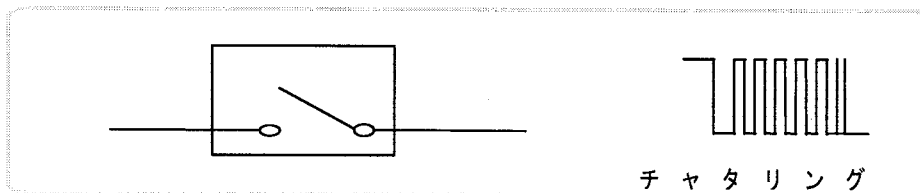
人間とコンピュータシステムの情報のやりとりを行うための入出力インタフェースをヒューマンインタフェースと呼ぶ。ここでは、効率や性能とともに、心理学や人間工学的検討が必要となる。



図V-25 ヒューマンインタフェース用デバイス

(2) 代表的な誤動作・チャタリング

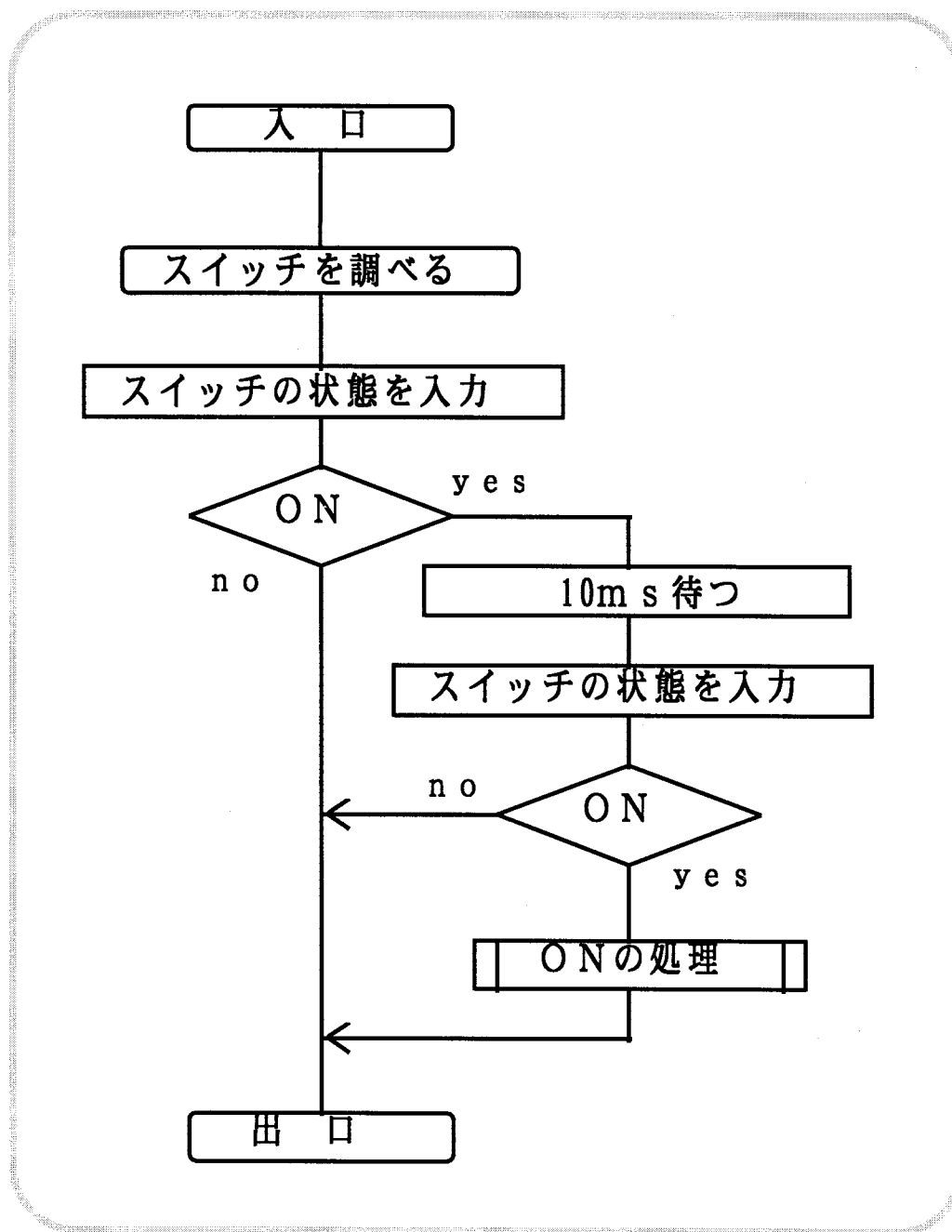
最も代表的なものはプッシュスイッチである。押ボタンを押すことによって回路をON/OFFにする装置であるが、このとき接点のバウンド等のため、ON/OFFの繰返しの信号（雑音）が発生する。デジタル回路では、この信号を意味のある信号と判断し誤動作が起きるのである。コンピュータが暴走し大きな事故に繋がることもある。



図V-26 チャタリング

これを防ぐための仕組みを①ハードウェア的又は②ソフトウェア的に設けなければならない。①ハードウェア的にはシュミットトリガICを用いる方法と、RS-FFを用いる方法

がある。一方、ソフトウェア的な方法は、スイッチがONされてから1～10ミリ秒後に再度スイッチの値を入力し、再びONならば、ONの操作を行う方法が有効である。



図V-27 ソフトウェアによるチャタリング除去

ONはスイッチが入ったことを表す。スイッチがONのときチャタリングのための不安定の動作を回避するために10msの時間をおいて再びスイッチの状態を入力する。その結果、やはりONのときは、スイッチがONになったと判断しONの処理を実行する。

また、noのときは、誤動作を防ぐために何も実行しなでサブルーチンを終了する。