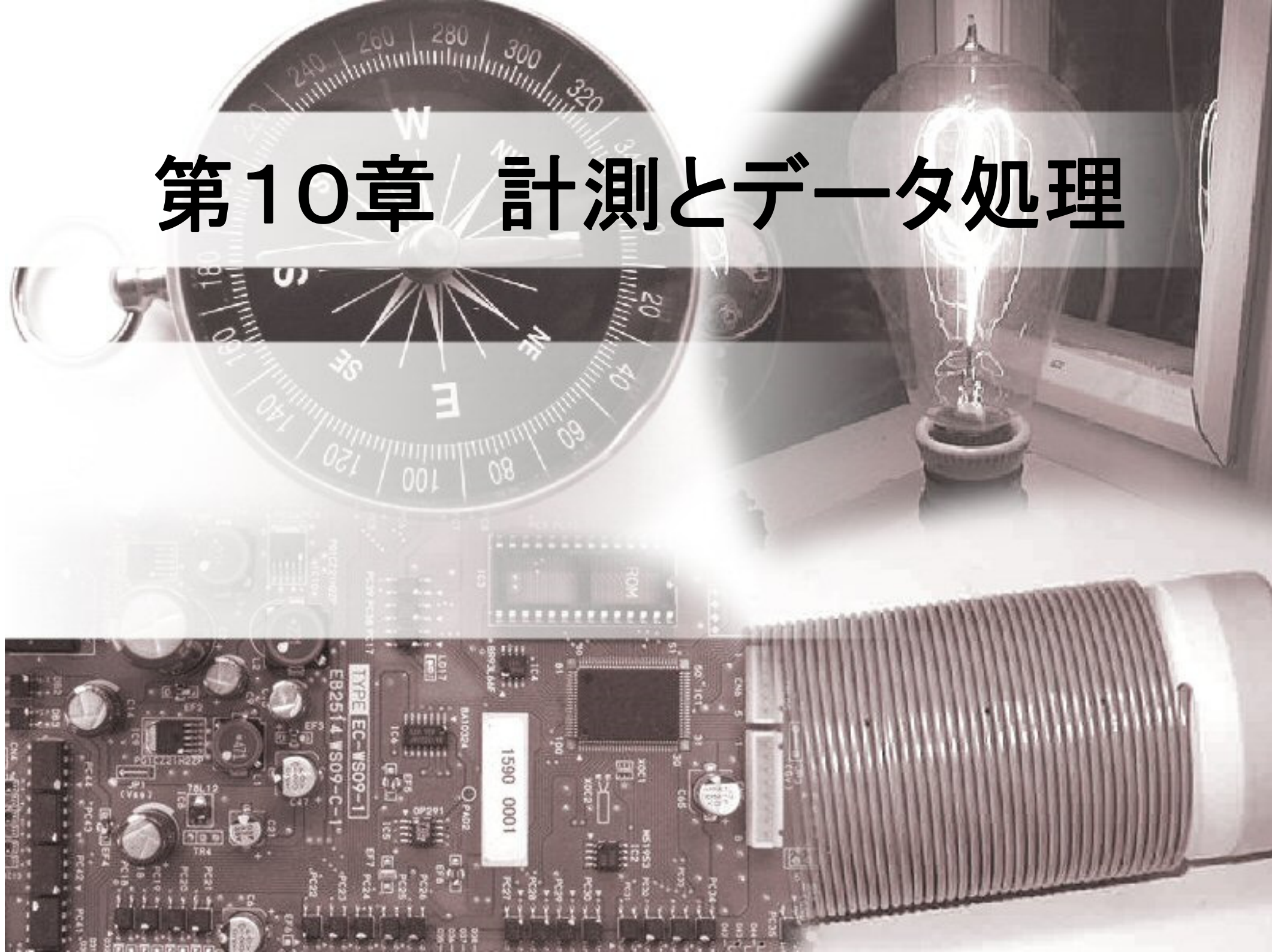


第10章 計測とデータ処理



データの計測

情報検出時に検討すべき項目としては、
情報の内容

既知か未知か、どのような情報か？

測定手段の有無

現用手段でOKか、新提案の必要性

測定器の有無

現存機器でOKか、試作購入の必要性

測定条件の有無

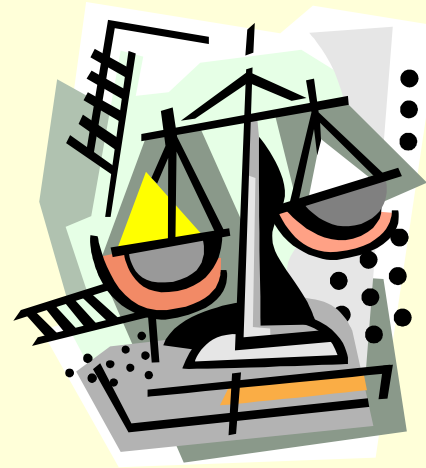
環境・時間・電源・被験者・他

情報処理の必要性

処理は複雑か、簡易か、不要か

入手情報の保存

アナログ量・デジタル量・その他
を考慮する必要がある。



人間の優秀な点と機械の優秀な点

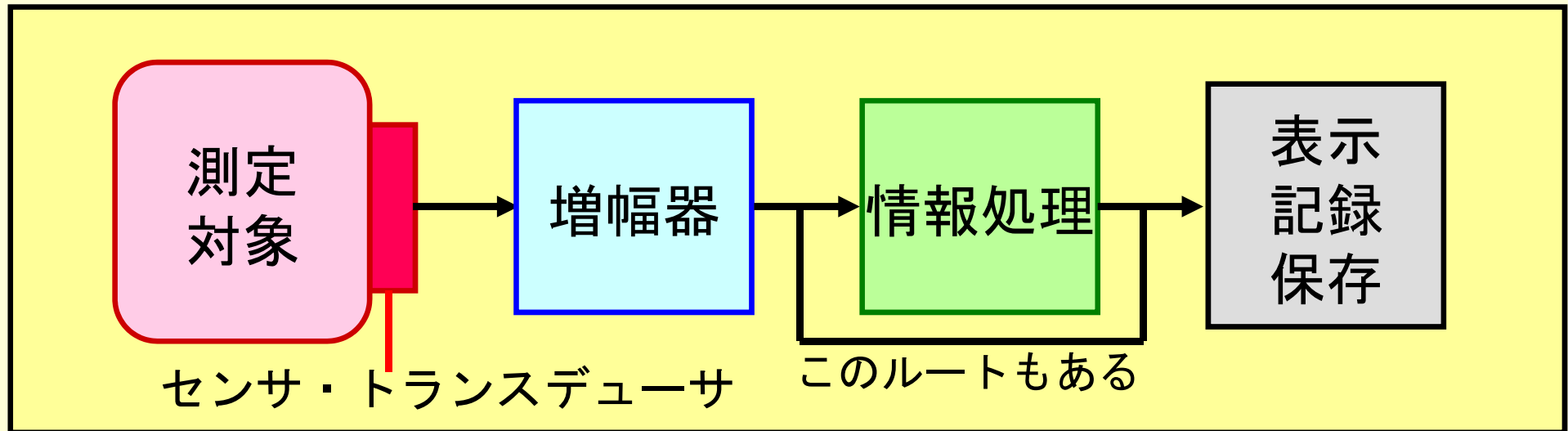
人間の優秀な点

1. 柔軟性・融通性
2. 多目的な活動
3. 多目的な反応
4. 妥協性
5. 学習
6. 演繹的な理由づけ
7. パターン認識
8. 決定
9. 刺激の積分
10. 判断

機械の優秀な点

1. 物理的変化・力
2. 感受速度
3. 認識速度
4. 広域性
5. 連続性能
6. 耐久性
7. 信頼性
8. 記憶の安定性
9. 環境に対する不反応
10. 計算速度

計測の基本構成とその内容



1. センサは被測定物の物理的、化学的、生理的信号を電気量に変換する。
2. 増幅器はセンサからの微小信号を操作しやすいよう大きくしたり、不必要成分の除去(Filter機能)やインピーダンス変換をする。
3. 検出信号量を積分・平均化・グラフ化などし、判別を容易とする。
4. 検出信号を「見る」「聞く」などで確認、または後日のために保存しておく。

信号と変換器

信号の種類	対象電気量	センサ
変位	抵抗	ポテンショメータ、ストレインゲージ
変位	相互インダクタンス	差動トランス
変位	容量	可動極板形コンデンサ
力、振動	起電力	圧電素子
力	変位(抵抗)	ストレインゲージ
力	電流	圧電ダイオード
光	抵抗	CdS(光導電素子)
光	起電力	光電池
光	電流	光電管、フォトトランジスタ
温度	抵抗	サーミスタ
温度	起電力	熱電対
磁場	起電力	ホール素子
磁場	電流(リング電流)	SQUID磁束計
放射線量	電流	ガイガー計数管、半導体放射線計測素子

雑音(ノイズ)の低減

処理の目的	種類	方法
周波数解析	積分変換処理	フーリエ(Fourier)変換(FFTなど) ウェーブレット変換
S/N改善	積分平均化処理	加算平均演算
	平滑化処理	移動平均 フィルタ特性を用いた周波数演算 FFTによるデータの再構成 ウェーブレット変換によるデータの再構成
信号波形の抽出	周期的信号の抽出	自己相関関数演算
	ピーク検出	微分演算、相互相関関数演算
波形データの圧縮	ピーク位置検出	微分演算
	面積計算	積分演算
	波形歪量計算	高次モーメント計算
	各種の画像圧縮	静止画像圧縮法 動画像圧縮法

データ処理

計測データを解析の容易な情報量に変換するためのデータ処理はとても大事な処理となる。基礎技術開発ではPCによるデータ処理が容易ではあるが、最終的な製品となり得るためには、これらの処理を組み込み型のマイコンに処理させる必要がある。また、PCは汎用性が高い一方で単純な処理を行うためにはその構成要素の大きさのために処理速度が遅くなり、また運用するためのプログラムが大きくなりがちである。一方、マイコンは昨日は限定されるが、限定された機能に対しては高速に動作可能であるというメリットがある。ここでは、マイコンについての基礎知識を紹介する。



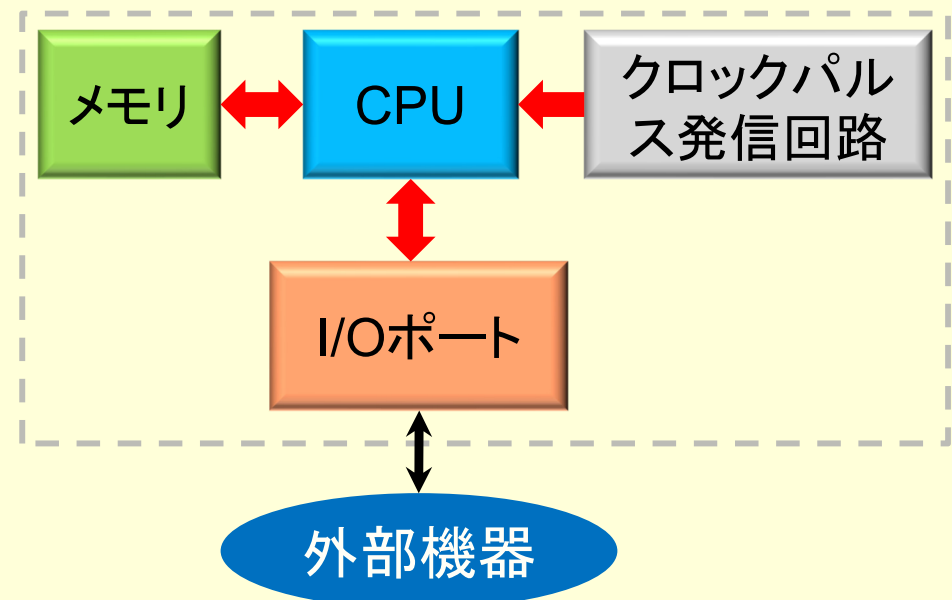
マイクロコンピュータと信号処理

A/D変換されたセンシングデバイスからの信号をデジタル信号処理するためには、いわゆるコンピュータにデータを取り込まなければならない。多くのセンシングデバイスでは、開発段階ではパーソナルコンピュータを用い、実用段階ではマイクロコンピュータを用いるのが一般的である。



マイクロコンピュータ

マイクロコンピュータとは、**CPU** (Central Processing Unit: 中央演算装置)、**メモリ** (Memory: 記憶装置)、**I/Oポート** (Input/Output port 入出力装置)、**クロックパルス発信回路**から構成される。産業用のものは1つのチップにこれらが統合され、ワンチップ・マイコンと呼ばれる。



CPUとバス

CPUは、**演算ユニット**、**制御回路**、データを一時記憶する**レジスタ**から構成されており、メモリやI/Oポートなどとはバスと呼ばれる信号線で接続されている。

CPU内の演算ユニットやレジスタが一度に処理できるbit長により、8bit、16bit、32bit、64bitCPUに分類される。

また、バスは内部バスと外部バスがあり、内部バスはCPU内部の信号線、外部バスはCPUとメモリ・I/Oを接続する信号線を指し、一般にバスというと外部バスを指す。外部バスは、**アドレスバス**、**データバス**、**コントロールバス**に分類される。

アドレスバス

アドレスを転送するために使用される信号線。メモリのアドレスやI/Oのアドレスが出力される。

データバス

CPUとメモリやI/Oとの間でデータを転送するために使用される信号線。

コントロールバス

アドレスバスやデータバスで実際に入出力を行うタイミングをとるための信号線。

バスアーキテクチャ

コンピュータはバスの構成の違いから、ノイマン(von Neumann)型とハーバート(Harvard)型に分類される。

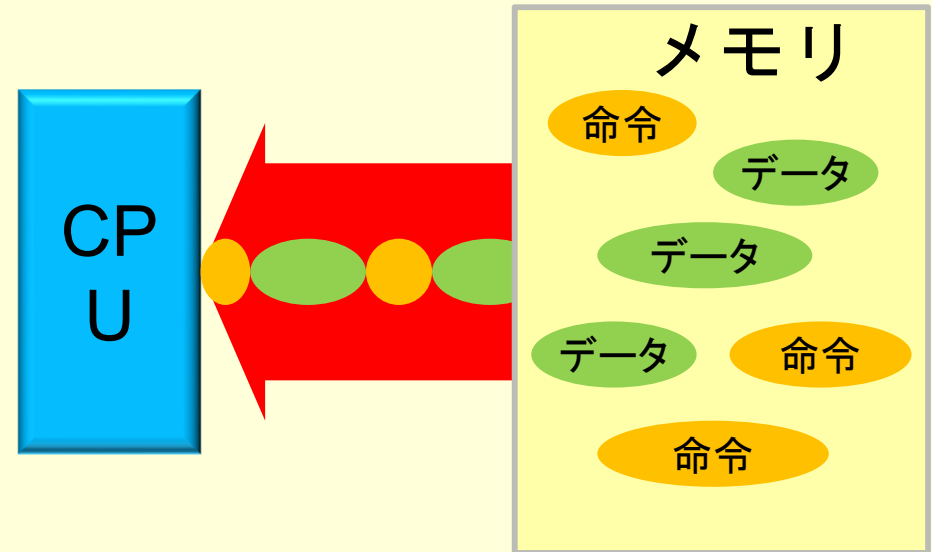
ノイマン型アーキテクチャ

一般的なパーソナルPCの構造で、主記憶装置(メモリ)に命令とデータを区別することなく格納する。CPUはメモリから命令を読み、次にデータを読み書きする。これらアクセスは同じバスを使うため、同時に発生することはない。汎用性が高い。

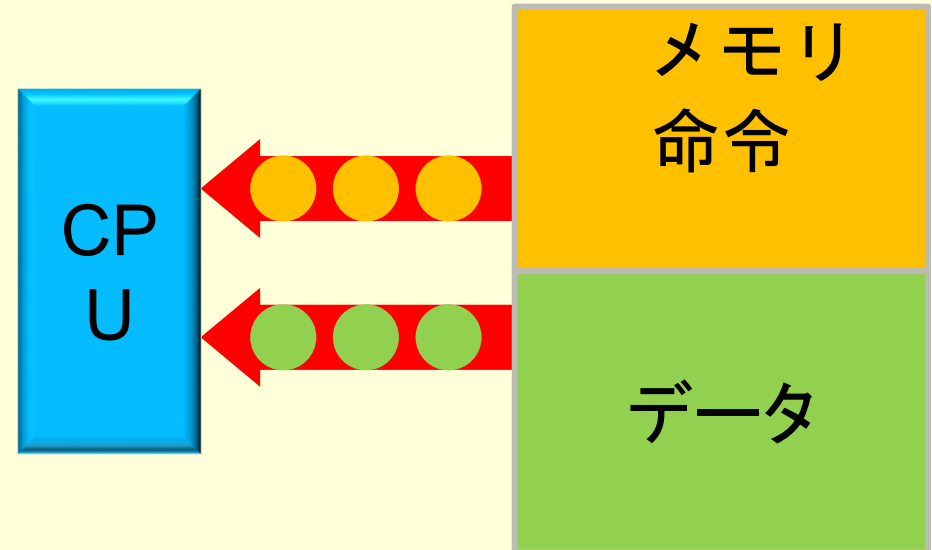
ハーバート型アーキテクチャ

多くのマイコンで採用している構造で、命令を読み込むバスとデータ用のバスが分離しており、これらのアクセスを同時に行うことができる。高速化に向いている。

ノイマン型アーキテクチャ



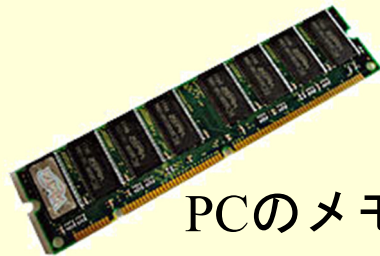
ハーバート型アーキテクチャ



メモリ

メモリとは、データや命令を格納する部分を指し、コンピュータ本体に内蔵されるものを**主記憶装置**（もしくは内蔵メモリ）、外部に追加するものを**補助記憶装置**（もしくは外部メモリ）という。主記憶装置は主にCPUでの演算処理や命令の記憶に用いられ、補助記憶装置はデータの保管などに用いられる。

主記憶装置



PCのメモリ

補助記憶装置



ハードディスク



マイコン内蔵メモリ

また、アクセス方式により、自由に読み書きの可能な**RAM** (random access memory) と読み出し専用の**ROM** (read only memory) に分類できる。RAMに記憶されたデータは自由に消去することができ、電力の供給がなくなった場合も消えるのが一般的である。

マイコンチップのように補助記憶装置を接続することが難しい場合は、マイコンチップ内にRAMもROMも実装している。プログラムは一度だけ書き込みの可能なROMもしくは、電気的な信号で一時的に読み書きの可能なROM (EEPROM) に記録する。同様にデータを記録するためのEEPROMを内蔵しているマイコンチップも数多くある。

ワンチップマイコンの種類

数多くのメーカーからさまざまなマイコンチップが販売されている。

1) H8シリーズ

日立が開発したマイコンチップで、現在はルネサステクノロジが開発・提供している。国内の多くの玩具・家電製品などに利用されている。

H8シリーズの他に、SH (SuperH) など8～64bitまで種類が多い。

2) M16シリーズ

三菱が開発したマイコンチップで、現在はH8同様ルネサステクノロジが開発・提供している。

R8C (8bit)、M16C (16bit)、M32C、R32C、M32R (32bit) がある。



3) PICシリーズ

米国Microchip社が開発したマイコンチップで、メモリや様々な入出力インターフェースを内蔵した種類も豊富なためホビー用途に適している。

8bitのPIC10・12・16・18シリーズのほか、16bitのPIC18・24、32bitのPIC32がある。またDSP (digital signal processor: FFTなどデジタル信号処理機能) を内蔵した16bitのdsPIC30・33、32bitのdsPIC33もある。



ワンチップマイコンの種類

4) ARMシリーズ

ARM社が設計したARM5～11コアを使用した製品を指す。AppleのNewtonに採用され注目を集め、その後DECがStrongARMとして開発したものがPDAなどに採用された。さらに、IntelがXScaleとして進化させ、多くのPDAに採用された。2005年には製品ラインナップを一新し、Cortexシリーズとして多くのスマートフォンに採用されている。



5) PowerPCシリーズ

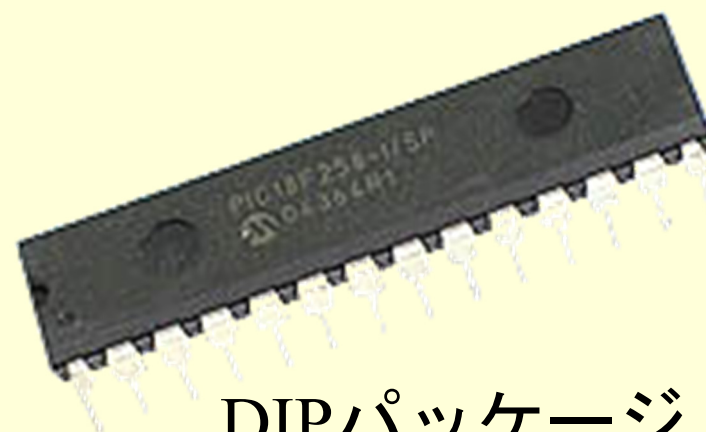
Apple、IBM、Motorolaの3社が協同で開発した32bitもしくは64ビットのMPUを指す。Apple社製PCのMacintoshに採用されたのが有名だが、IBM製の組み込み高性能コントローラとしても大量に使用されている。

GAMECUBEやWiiにはPowerPC G3 (Generation 3) ベースのMPUが、XBOX360にはPowerPC G5 (64bit) ベースのMPUが使用されている。また、PlayStation3のMPUであるCELLもPowerPCベースである(PS4はAMD製)。

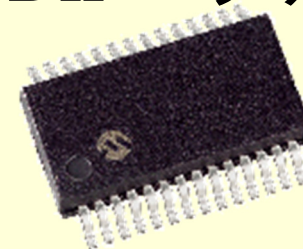


マイコンチップの例 (PIC18F258)

動作クロック		~40 MHz
プログラムメモリ	FLASH	32k bytes
データメモリ	SRAM	1536 bytes
	EEPROM	256 bytes
I/O		22
A/D	10bit	5 ch
PWM		1
MSSP※1	SPI/I ² C	1
USART※2		1



DIPパッケージ



SOICパッケージ



※1 MSSP (Master Synchronous Serial Port)

バス上に接続した1つがマスターになり、情報をやりとりするための通信ポート。PICの場合は、SPIとI²Cの2種類の通信方式が使用できる。

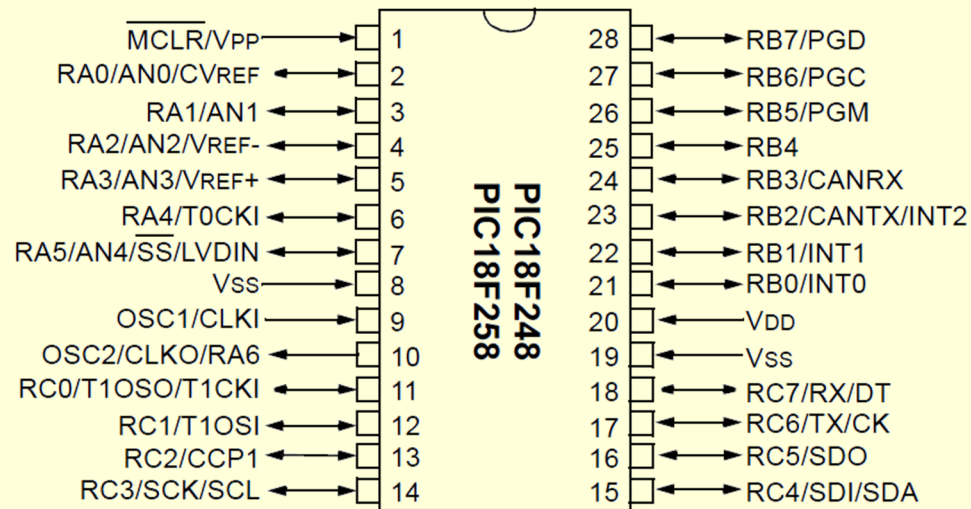
SPI (Serial Peripheral Interface) 3線式 (クロック、データ入力、データ出力) のチップ間通信

I²C (Inter-Integrated Circuit) 2線式 (クロック、データ入出力) のチップ間通信

※2 USART: Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

CRTやPCなどと通信できる非同期システムや、周辺デバイスとの同期システムを構成することのできる送受信器。PCとRS232C接続するときには、電圧変換をするためのトランシーバと接続する必要がある。

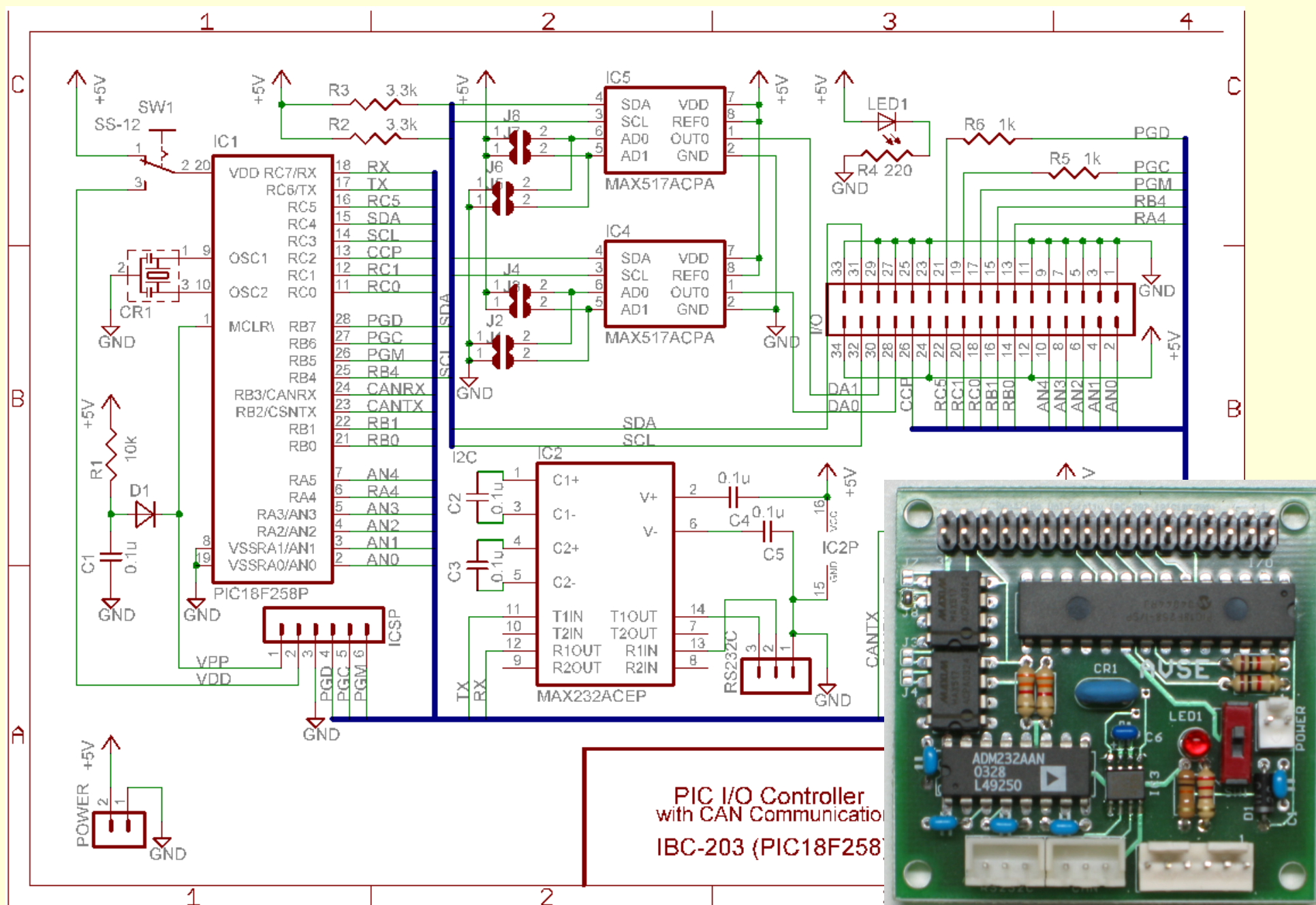
マイコンチップの例 (PIC18F258)



1	~MCLR/V _{PP}	リセット、プログラム電源
2	RA0/AN0	I/O PortA (0bit)、A/D 0ch
3	RA1/AN1	I/O PortA (1bit)、A/D 1ch
4	RA2/AN2	I/O PortA (2bit)、A/D 2ch
5	RA3/AN3	I/O PortA (3bit)、A/D 3ch
6	RA4	I/O PortA (4bit)
7	RA5/AN4	I/O PortA (5bit)、A/D 4ch
8	V _{SS}	GND (電源)
9	OSC1	オシレータ入力
10	OSC2	オシレータ入力

11	RC0	I/O PortC(0bit)
12	RC1	I/O PortC(1bit)
13	RC2/CCP1	I/O PortC(2bit)、PWM出力
14	RC3/SCL	I/O PortC(3bit)、I2Cクロック
15	RC4/SDA	I/O PortC(4bit)、I2Cデータ
16	RC5	I/O PortC(5bit)
17	RC6/TX	I/O PortC(6bit)、USART送信
18	RC7/RX	I/O PortC(7bit)、USART受信
19	V _{SS}	GND (GND)
20	V _{DD}	電源 (電源)
21	RB0/INT0	I/O PortB(0bit)、割り込み0
22	RB1/INT1	I/O PortB(1bit)、割り込み1
23	RB2/CANTX	I/O PortB(2bit)、CAN送信
24	RB3/CANRX	I/O PortB(3bit)、CAN受信
25	RB4	I/O PortB(4bit)
26	RB5/PGM	I/O PortB(5bit)、ICSPマスク
27	RB6/PGC	I/O PortB(6bit)、ICSPクロック
28	RB7/PGD	I/O PortB(7bit)、ICSPデータ

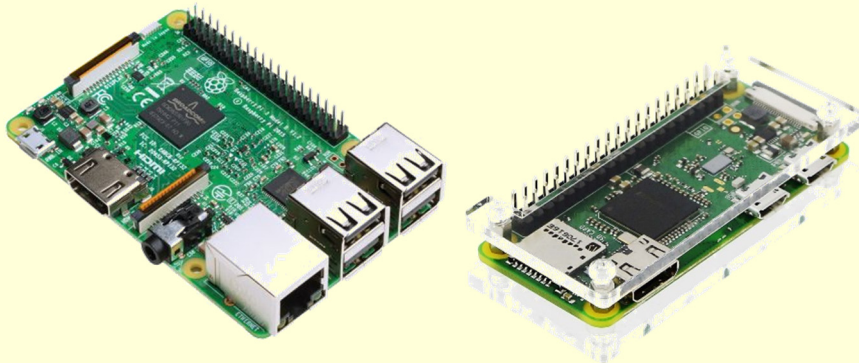
マイコンチップの例 (PIC18F258)



マイコンボード

Raspberry Pi

ARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータ。教育で使用することを想定し、安価に入手できる。標準的なRaspbian (Linuxベース)だけでなくAndroid、Windows10 IoTなど、様々なOSに対応しており、モニターやキーボードなどを接続することで小規模なPCとしても使用できる。26ピンもしくは40ピンの入出力、カメラインタフェースなどを使用して、容易にIoTデバイスの作成が可能である。



Arduino

Atmel AVRマイクロコントローラを搭載したマイコンボードで、スタンドアロンで動作させることも出来るが、他のPCと接続し、そこで動くソフトウェアをホスト役に設定し、それに従属させる形で動作させることも出来る。オープンソースハードウェアであり、設計情報なども公開されているため、ボードから自作することも可能である。

