

# 組み込みマイコンの仕組みを理解しよう

## 第3回

### FRマイコンの周辺機能

平石 郁雄

本連載では、富士通の32ビット・マイコン「FRファミリー」を例に、マイコンの仕組みや使い方について解説している。今回は、代表的な周辺機能であるA-DコンバータとUART/SIOについて説明する。これらの機能を使用するためのサンプル・プログラムも示す。  
(編集部)

「マイコンに触れたことなんてないよ」と思っている読者もいるかもしれません。しかし、文明社会で生活しているのであれば、知らないうちにマイコンと触れ合っているはず。今日もテレビを見たり、音楽を聴いたり、エアコンの温度を調整したりした記憶がありませんか。その時に、ボタンを押したりしたはず。それが、マイコンとのコミュニケーションになるのです(図1)。ボタンを押す操作をマイコンが認識して、指示された動作を行っています。

コミュニケーション手段はアナログ/デジタル信号  
マイコンが外界とコミュニケーションする場合、アナログまたはデジタルの電気信号を用いて行います(図2)。例えば、ボタンに使用されるキー・スイッチや加速度、温度、湿度を感知するセンサなどからアナログ信号が出力され、そのアナログ信号をマイコン内部にあるA-D(アナロ

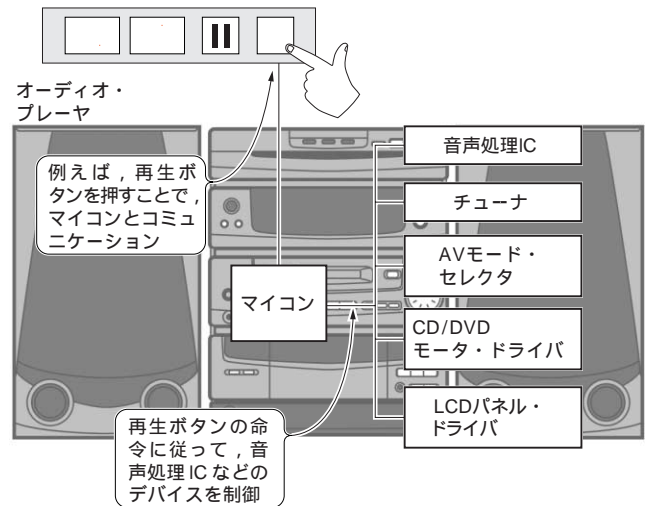


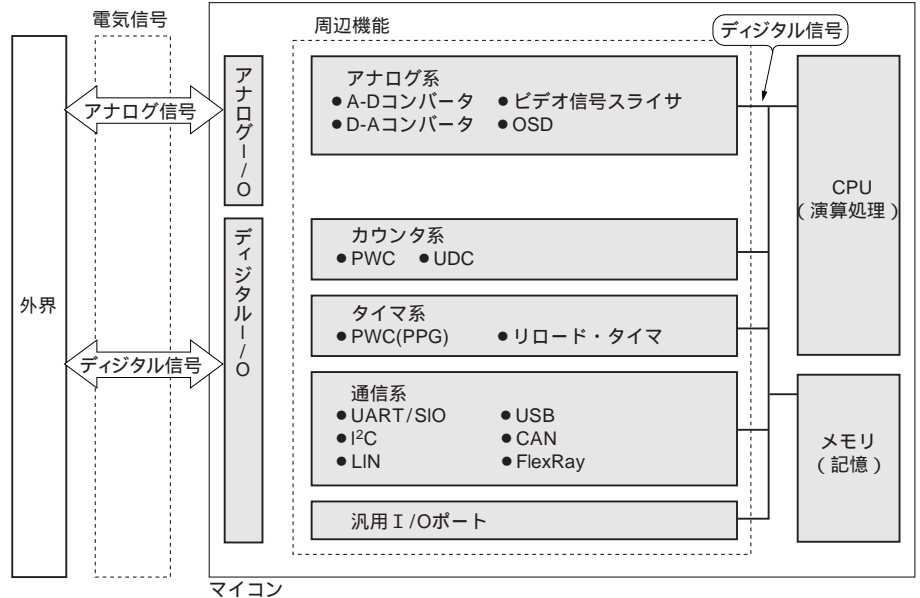
図1 マイコンとのコミュニケーション

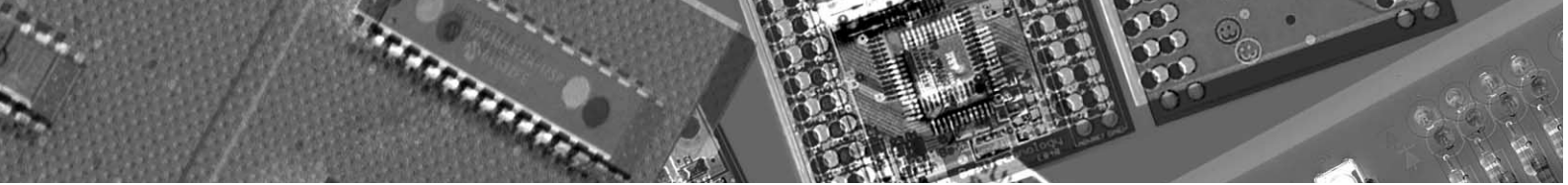
例えばオーディオ・プレーヤーの場合、再生ボタンを押したことにより、マイコンへの入力信号が変化する。その変化をマイコンが検知し、指示されたとりに音声処理ICなどを制御する。また、再生を開始したことをLCDパネルなどに表示する。マイコンは人間とコミュニケーションしながら、指示されたとりに動作する。

- CAN : Controller Area Network
- I<sup>2</sup>C : Inter Integrated Circuit
- LIN : Local Interconnect Network
- OSD : On-screen Display
- PPG : Pulse Pattern Generator
- PWC : Pulse Width Counter
- SIO : Serial Input Output
- UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter
- UDC : Up Down Counter
- USB : Universal Serial Bus

図2 周辺機能

周辺機能には、アナログ系、カウンタ系、タイマ系、通信系があり、アナログ信号またはデジタル信号を用いて外界にアクセスする。一般にCPUはアナログ信号を直接処理できないので、マイコン内部ではデジタル信号を用いて伝達する。





グ-デジタル)コンバータへ入力します。一般的なCPUはアナログ信号をそのまま処理することができないため、アナログ信号をデジタル信号へ変換してから処理します。

また、マイコンとLCD(液晶ディスプレイ)パネル・ドライバなどとのコミュニケーションにはデジタル信号が使用されます。UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter)/SIO(Serial Input Output)などの機能を用いて通信を行います。

A-DコンバータやUART/SIOはマイコンの「周辺機能」と呼ばれます。本稿では、こうしたA-DコンバータとUART/SIOについて解説します。

#### 組み込みマイコンに使用される逐次比較型

A-Dコンバータの種類には、逐次比較型や直並列型、型などがあります。組み込みマイコンの場合、コスト(回路規模)と性能の関係が重視され、一般に回路規模がコンパクトで変換時間が高速な逐次比較型を搭載する傾向

があります。逐次比較型は、D-A(デジタル-アナログ)変換回路と比較回路、A-D変換結果レジスタ、A-D制御回路、サンプル・ホールド回路によって構成されます(図3)。D-A変換回路からの出力電圧と入力電圧を比較することで、入力電圧値を測定します。例えば、A-D変換結果レジスタが2ビットで構成され、入力電圧が0~3[V]の範囲だったとすると、分解能は以下の通り1LSB = 1[V]になります(図4)。LSBとはLeast Significant Bitの略で、最下位ビットのことです。

$$1\text{LSB} = \frac{(\text{最大電圧} - \text{最小電圧})}{(\text{変換結果最大値} - \text{変換結果最小値})} = \frac{(3[\text{V}] - 0[\text{V}])}{(b'11 - b'00)} = 1[\text{V}] \quad \dots\dots(1)$$

2.0[V]や2.1[V]のような連続的な電圧値はb'10という値に量子化され、非連続的なデジタル値に変換されます。

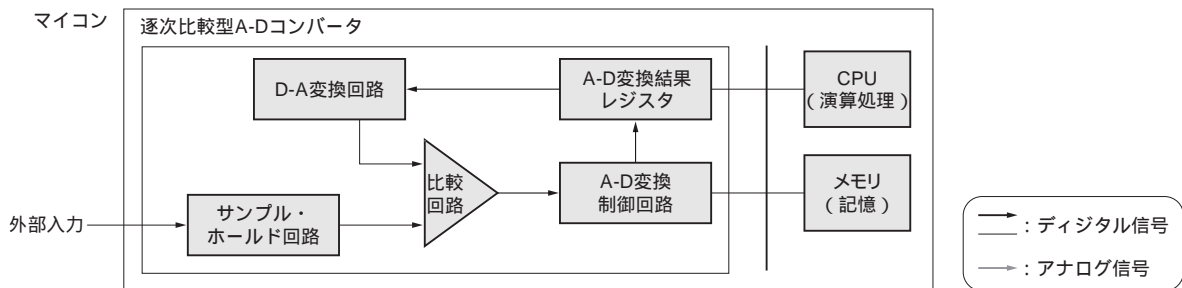


図3 逐次比較型A-Dコンバータ

まず、外部からの入力電圧をサンプル・ホールド回路でサンプリングし、その値を保持する。A-D制御回路によって、A-D変換結果レジスタの最上位ビット(MSB)が'1'に設定される。その設定値に相当する電圧値がD-A変換回路から出力される。サンプル・ホールド回路に保持した電圧値とD-A変換回路からの電圧値を比較回路で比較し、入力電圧が大きければA-D変換結果レジスタの次のビットを'1'にする。小さければ、前に設定したビットを'0'に戻し、次のビットを'1'に設定して比較する。この比較動作を最下位ビット(LSB)まで繰り返すことで、入力電圧値を測定する。

#### 図4 2ビットA-Dコンバータの動作

2ビットのA-Dコンバータがあった場合、連続的なアナログ電圧は分解能1LSB = 1[V]の非連続なデジタル値へ変換される。例えば、外部から2.1[V]のアナログ電圧を入力した場合、まず、のようにA-D変換結果レジスタの最上位ビットD1を'1'に変更する。D-A変換回路から2.0[V]の電圧が出力され、比較回路でアナログ入力電圧2.1[V]と比較する。2.0[V]以上なので、D1は'1'を維持する。次に、のようにD0を'1'に変更する。D-A変換回路から3[V]の電圧が出力され、比較回路でアナログ入力電圧2.1[V]と比較する。3.0[V]以下なので、のようにD0は'0'に変更される。その結果、A-D変換結果レジスタにはb'10のデジタルの測定値が残る。

