

# ARMアーキテクチャの 基礎知識



熊谷 あき

## ● 組み込みマイコンのいろいろ

世の中には、いろいろなベンダから組み込み向けCPUが出荷されています。またある一つの会社だけを見ても、8ビットの小さなマイコンから32ビットの高性能マイコンまで、幾つかのファミリを持っているのが普通です。そして一般的に、これらの間には互換性がありません(図1)。

## ● ARMアーキテクチャとは

しかし、ARMはちょっと特殊です。

もともと、ARMアーキテクチャは英国にあるAcorn社が自社のコンピュータ用に開発したCPUアーキテクチャです。このAcorn社からCPU設計部隊が独立してARM社が設立されました。ARMアーキテクチャは、現在でもARM社で設計・開発されているCPUアーキテクチャです。

しかし、ARM社からは半導体デバイスとしてのARM CPUは市販されていません。ARM社はARMアーキテクチャの設計データを、半導体ベンダなどにライセンスしているのです。そしてARMアーキテクチャのライセンスを取得した半導体ベンダが、自社の型番を付けて実際のデバイスを販売しています。

例えば、A社のARMコアを搭載したAyというCPUシ

リーズと、B社のARMコアを搭載したBxというCPUシリーズでは、ARMアーキテクチャ用に作られたソフトウェアが共に動作します(図2)。ARMコア搭載CPUシリーズは、CPUベンダも型番も異なるCPUでありながら、互換性があるのです。

## ● 周辺機能までは互換性がない

組み込み向けCPUは、CPUコア以外に、割り込みコントローラやタイマ・コントローラ、シリアル・コントローラなどさまざまな周辺機能を内蔵しています。各社のARMコア搭載CPUシリーズは、CPUそのものには互換性がありますが、これらの周辺機能には互換性はありません(図3)。

また、組み込み向けマイコンの場合、周辺機能も非常に重要です。A社のARMマイコン用に作成したプログラムに、周辺機能まで含んだ互換性がなければ、他社のマイコンにそのまま持っていっても動作しません。

## ● ARMアーキテクチャのいろいろ

一口にARMアーキテクチャとっていますが、細かく見ると幾つかの種類が存在します。表1にARMアーキテ

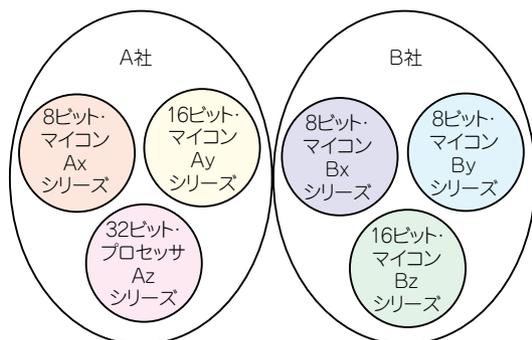


図1 組み込みマイコンのいろいろ

同じ会社のマイコンでも、ファミリが異なると互換性はない。

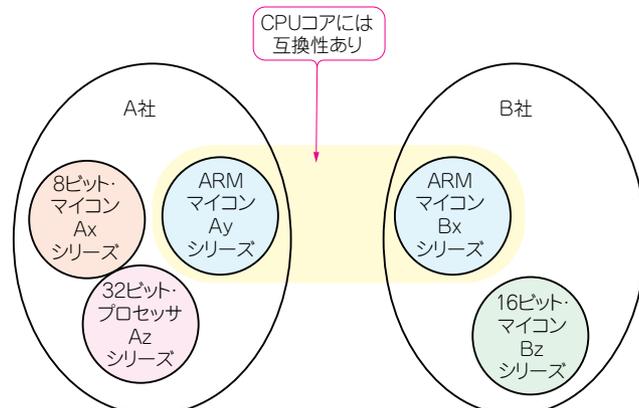


図2 ARMコア搭載マイコンのいろいろ

会社が異なってもCPUコアには互換性がある。

クチャとコア・ファミリの一覧を示します。

ARM コアは設計された世代ごとに ARMxx という数字を付けて呼ばれています。最初に ARM アーキテクチャが設計された Acorn 社時代の ARM1 ~ 3, ARM 社設立後に設計された ARM7 ~ 11 などがあります (ARM4 と 5 は欠番)。

ただし ARM11 以降はこのような呼び方をしません。現在は, Cortex-A, Cortex-R, Cortex-M という最新アーキテクチャのコアが登場しています。

### ● アーキテクチャ・バージョン

コアの世代を表す番号とは別に, アーキテクチャ・バージョンを示す, v4 や v5TE というもう一つの表記も使われます。機能や命令が大きく拡張されると数字が上がり, オプション的な拡張では “T” や “E” といったサフィックスが追加されます。

一般的には, ARM7 ~ 9 は v4 (一部 v3 まで対応の ARM 7 もあるが), ARM10 が v5, ARM11 が v6, Cortex シリーズが v7 となります。

### ● ARM7 コア

現在最も数量が使われているコアといってもよい, ARM アーキテクチャの基本となるコアです。コアの実装面積が小さいため, コストや消費電力が重視される分野に使われます。クロック動作周波数の目安は, 40MHz ~ 80MHz 程度といったところでしょう。

ARM7 の時代は CPU コア周辺の回路がオプションとして用意されていました。“T” は Thumb 命令対応, “D” はデバッガ対応, “M” は乗算回路内蔵, “I” は ICE 機能内蔵を意味する文字です。ARM7TDMI とした場合, これらオプション機能が全部入ったコアを意味します。

一部, キャッシュや MMU (Memory Management Unit) を内蔵した ARM7 コア搭載の CPU も使われていますが, ほとんどはキャッシュや MMU のない ARM7TDMI です。

ARM7TDMI コア搭載の CPU ボード設計事例としては, 第 1 章を参照してください。

### ● ARM9

ARM7 より CPU 性能を向上させたコアで, 現在のとこ

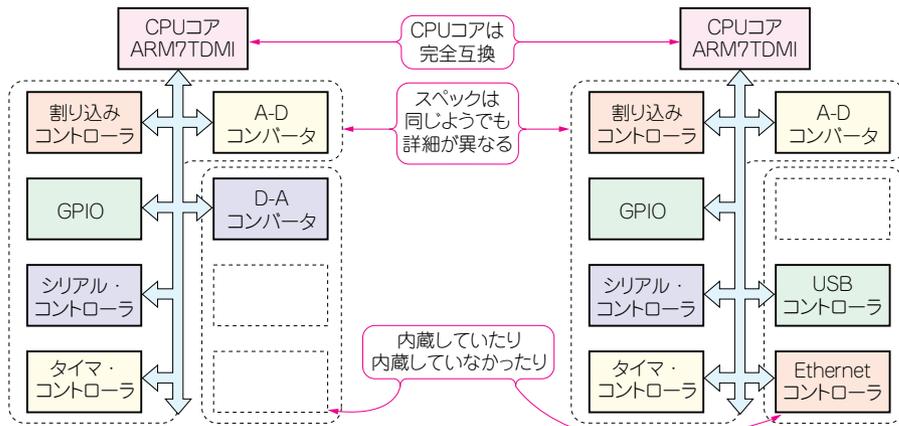


図 3 CPU コアには互換性があっても, 周辺機能には互換性がない

表 1 ARM アーキテクチャとコア・ファミリ

ARM1 ~ 3	Acorn 社時代に設計されたコア (現在は使われていない)
ARM4 ~ 5	存在しない
ARM6	ARM 社として最初に設計されたコア (現在は使われていない)
ARM7	現在の ARM プロセッサの基本コア
ARM8	(現在は使われていない)
ARM9	5 段パイプラインへ拡張
ARM10	6 段パイプラインへ拡張
ARM11	8 段パイプラインへ拡張
Cortex-A	13 段パイプラインへ拡張
Cortex-R	リアルタイム性対応
Cortex-M	小型・低消費電力対応

(a) コア・ファミリ

v1	最初の命令セット。ほとんど使用されていない
v2	乗算命令とコプロセッサをサポート
v2a	キャッシュのサポートと同期命令 (SWP) の追加
v3	ARM 社独立後の最初のアーキテクチャ
v3G	詳細不明。v2a と互換性なし
v3M	結果が 64 ビットの乗算
v4	システム・モードのサポート。アーキテクチャの完成版
v4T	Thumb モードの追加
v5T	BLX, CLZ, BKPT 命令の追加
v5TE	DSP 命令セットの追加
v5TEJ	Java 拡張 (Jazelle) の追加
v6	マルチメディア拡張 (SIMD), 同期命令の強化 (LDREX/STREX), 割り込み応答の高速化
v6T2	Thumb-2 モードの追加
v6Z	TrustZone の追加
v7	最新アーキテクチャ

(b) アーキテクチャ

ろ中規模の性能を要求される分野に使われます。クロック動作周波数の目安は, 100MHz ~ 200MHz 程度といったところでしょう。