

# Cortex-M4 マイコン最強説

中森 章

## Cortex-M4F マイコン最強説の根拠

### ● 半導体メーカーは知っている…低消費電力マイコンにも Cortex-M4F

Cortex-M0/M0+ といえば Cortex-M シリーズで低消費電力をうたう CPU コアです。しかし、2015 年以降の低消費電力マイコンは、示し合わせたように、Cortex-M4 を CPU コアとしています (Blue Gecko は Cortex-M3 版もあり)。

- STM32L4/STM32L411 (ST マイクロエレクトロニクス)
- Blue Gecko など (シリコン・ラボラトリーズ)
- MSP432/CC2640 (テキサス・インスツルメンツ)
- Apollo (Ambiq Micro 社)
- Bio-Processor (サムスン)

など

つまり、最近では低消費電力をうたいながら Cortex-M4 を使用して高性能も同時にうたう傾向が強くなっています。

### ● 浮動小数点演算ユニット FPU を使いたい

Ambiq Micro 社が Cortex-M4 を選択した理由は「競合他社と比べた場合 Cortex-M4 を使用しても電力的に不利がなく、Cortex-M4 の方が Cortex-M0 に比べると IoT 分野で高性能を発揮できる<sup>(1)</sup>」ということです。また、参考文献 (5) では、FPU の存在は MATLAB を移植する際に「隠れた利点」となるとしています。Ambiq Micro 社は MATLAB が IoT 時代のキラアブリとなると考えているようです。

テキサス・インスツルメンツ (以下、TI) の MSP432 は超低消費電力が売りである 16 ビット・マイコンの MSP430 の後継機種です。Cortex-M4 を採用した理由としては「伝統的な産業分野や今後の IoT 関連分野では、より高度な演算処理能力などが必要とされると見ているため<sup>(2)</sup>」となっています。また、「Cortex-M4F の性能は、Cortex-M0+ の約 10 倍<sup>(3)</sup>」とのコメントもあります。

図らずも (当然?) 両者のコメントは一致しており、Cortex-M0/M0+ では IoT 分野での応用には力不足ということが感じられます。Cortex-M4 のもつ (単精度) FPU や DSP 機能が IoT 分野では重宝されるということだと思います。

### ▶ さすがに Cortex-M7 は大げさ過ぎる

性能が必要なら Cortex-M7 という選択肢もありますが、Cortex-M7 は大規模過ぎて (性能は十分過ぎるほどあるのですが) 消費電力的に問題が残ります。性能がかなり高いということはチップ面積もかなり大きいということを意味し、小さなチップにいろいろの機能を押し込みたいメーカーの思惑と反します。ということで、あとは Cortex-M4 (あるいは Cortex-M3) を採用しながら低消費電力をうたうマイコンが増えていくと思われまます。

### ● ホントに高性能? Cortex-M4F の浮動小数点演算の実力

実機で Cortex-M4 の FPU 性能を測定してみました。測定に使用したのは、フリースケール・セミコンダクタ (現在では NXP セミコンダクターズ) の低価格マイコン基板 FRDM-KL25Z (Cortex-M0+)、FRDM-K64F (Cortex-M4F) です。Cortex-M0+ に FPU はありませんので FPU 演算はソフトウェア・エミュレーション、Cortex-M4F では、ソフトウェア・エミュレーション (Cortex-M3 相当) とハードウェア処理 (FPU 使用) で実行しました。

測定は SysTick タイマを用いて CPU の処理サイクル数を求めています。このため、性能は MHz 当たりの比較になります。ベンチマークに使ったのは FPU 性能測定では有名な Whetstone と Linpack です。Linpack に関しては扱う配列の要素数が性能に効いてくるのですが、今回は諸事情で 50 要素となっています。ベンチマークの実行結果が図 1 です。

Cortex-M4 の場合、ソフトウェア・エミュレーションするよりも約 60 ~ 80 % 高速という結果です。Cortex-M0+ と比べると、Cortex-M4 の方が約 6 倍高速です。Cortex-M0+ は、2 段パイプライン構造とい