



第5章 CPUは外付けか内蔵か、ソフトマクロかハードマクロか

CPUと組み合わせたFPGAシステム設計指南

森岡 澄夫 Sumio Morioka

現在FPGAは、IoTデバイスからデータ・センタ(クラウド)に至るまで、幅広いデータ処理分野に使えるデバイスになっています。いずれの用途でも、CPUや他のアクセラレータ(GPGPUなど)と組み合わせたシステム構成にすることが普通です。

FPGAも従来のような専用ハードウェア作成用デバイスの域を超えて、いろいろな計算処理系を搭載したシステム構築用プラットフォームに変化しようとしています。ここではFPGAを用いたシステム設計について概説します。

FPGAとCPUを併用する背景状況

本題であるシステム設計について述べるまえに、まずいくつかの背景的知識をおさらいします。

● 背景1：ソフトとハードの実装手段の多様化

実現しようとする処理をソフトウェアで組むか専用ハードウェア(dedicated hardware)で組むかは、何十年もまえから存在する検討テーマです。両者は対立概念のようにも見えますが、そうではありません。それぞれの特長を活かして欠点を補完できるような併用が合理的です。実際にコンピュータ・システム(ここではなんらかのまとまった機能をもつ電子装置を指す)設計ではそのような考え方をします。

また昔は、ソフトウェア処理=汎用CPUを利用、ハードウェア処理=FPGAやASICを利用という具合に処理方式と実装手段の対応は単純でした。しかし昨今では、GPGPUやAIアクセラレータなどCPUとは異なった計算処理系が現れていますし、高位設計(C言語やその他のモデリング言語を使ったハード設計)のようなハードウェア設計手法も存在するなど、処理の実装手段は多様化してきています。

このような大きな流れのなかでFPGAの利用目的は移り変わり、FPGAの機能や内部構成も継続的に変化してきています。

● 背景2：システム・プラットフォームとしてのFPGAへ

図1は、専用ハードウェアについて、回路規模とそこで可能な処理の複雑さを対応づけてみたものです。なお、回路規模の単位は、スタンダード・セルでの2-NANDゲート数を想定しています。FPGAについては容量をゲート数ではなくLE(Logic Element)やスライスで表すのが普通ですが、経験的な換算値で図中に示しています。

ここで同図は、1970年代半ばにプログラマブル・デバイス(当時はPALやGALなど、現在SPLDと呼ばれるデバイスが主流。FPGAの前身)が登場してから現在に至るまでの、FPGAの用途の変遷も同時に表しています。

集積度が非常に低かった頃には、専用ハードウェアという概念もあまりなく、コンピュータ・システムを



*：FPGAのLEやスライスを10~20ゲート程度として換算(明確な換算値はなく、経験則)

図1 回路規模と行える処理の関係