

# Tang Primer 20KでFPGAことはじめ

井田 健太

FPGAは、Field Programmable Gate Arrayの略です。直訳するとフィールド・プログラマブルなゲートアレイということになります。

ゲートアレイとは、あらかじめ論理回路を並べておき、作りたい回路に合わせて論理回路に対する配線を切り替えてASICを製造する方法や、その方法で作られた素子のことを指します。

フィールド・プログラマブルのフィールドとは現場のことを指します。よって全て組み合わせると、現場でプログラム可能なゲートアレイということになります。

## ● プログラム可能な半導体

現場でプログラム可能というのは、半導体製造後に何かしらの方法で、論理回路の配線構造を構成可能ということです。配線構造だけでなく、配線で接続される論理回路ブロックが対応する論理回路自体も変更できます。

似たようなデバイスとしてCPLD (Complex Programmable Logic Device) があります。FPGAとCPLDはどちらも半導体製造後に論理回路構成を変更可能な素子ですが、論理回路や配線の構成方法が異なるものを指すことが多いです。

## ● 論理セルの組み合わせで複雑な論理も構成可能

FPGAの論理セルは、一般的には組み合わせ論理回路を表現する、LUT (Look-up Table) と、LUTの出力を保持するためのD型FFから構成されます。

LUTは真理値表の入力ビット列をアドレスとしたRAMのようなものです。FPGAのベンダや型式によって入力信号のビット数が異なります。

こういった構成の論理セルを複数並べ、それぞれの論理セルの入出力信号を互いに接続できるようにした論理ブロックを構成単位として、論理ブロック間をさらに切り替え可能な配線で接続することにより、複雑な論理回路を構成できます。

## ● 特定機能の専用ブロックもある

また、論理ブロックで表現するのが効率的ではない論理回路は、ハード・マクロとして論理ブロックとは別に専用の論理回路として用意されています。例えば次のような要素があります。

- DFFでは蓄えきれないような量のデータを蓄えるためのSRAMブロック
- 多ビットの加算や乗算を行うためのDSPブロック
- あるクロックに同期して別の周波数のクロックを生成するPLLブロック

## 回路規模別の用途

FPGAは規模に応じて異なる用途で使われています。

### ● 小規模FPGA

主に複数の論理回路をまとめて複数の論理回路に置き換える用途に用いられます。もともとは、CPLDが使われていた領域も、小規模FPGAが廉価になったことにより、FPGAへの置き換えが進んでいます。

比較的複雑なシーケンスの制御や、I/Oを拡張する目的でMCUなどと接続して使用するのが、主な用途です。

### ● 中規模FPGA

主にモータの制御といった少し複雑かつハード・リアルタイム性を要求される用途に用いられます。

近年では、こういったハード・リアルタイム性が必要な処理をFPGA部分で実装しつつ、FPGAチップ内にハード・マクロとして実装されたCPUコアでLinuxなどのOSを動かすことで、リアルタイム性の要求が低い演算処理やネットワーク処理、ユーザ・インターフェースの表示を行えるFPGA SoCもよく用いられます。

### ● 大規模FPGA

データ・センタなどで大規模なFPGAが用いられる例が増えていきます。CPUとFPGAとの接続には、主にPCI Expressが用いられるため、データ・センタ向けのほとんどのFPGAボードは、PCI Expressの拡張カードの形状です。主な用途を次に挙げます。

#### ▶ 演算アクセラレータ

データ・センタ向けでは、GPUなどと同じようにアクセラレータとしてFPGAを利用する例が増えていきます。これはCPUがあまり得意でない演算をFPGAへオフロードする利用方法です。