

## Dr.中川と学ぼう ～いまさら聞けない FPGA とは?～

皆様はじまして、Microchip 社 Corporate Applications Engineer の中川雅裕と申します。  
どうぞよろしくお願いたします。

このコーナーではよくある FAQ に対して、エンジニアの方だけでなく、それ以外の方にもなにか新しい知識を学んでいけるように工夫をして回答をさせて頂きたい思っております。それでは早速今回のトピック『FPGA』に関してみていきましょう。

### FPGA はどこに使われているでしょう？

FPGA と言われてぱっとその使用用途が思い浮かぶ方もいらっしゃるれば、FPGA はわかるけれどどこで活用されているのか思いうかばない方、そもそも FPGA が何かよくわからない方もいらっしゃると思います。まずは FPGA に親近感を持っていただくために、私たちの身の回りで FPGA が活用されているサービスや製品をご紹介します。

たとえば Twitch のようなサービス、一部のスマートテレビ、デジタルカメラや自動運転支援システム (ADAS) を搭載した車等、MRI などの医療用画像処理、金融取引、5G ネットワーク、ロボットやモーター制御、果てには [JAXA の SLIM プロジェクト](#) など、多くの分野で活用されています。

このように私たちの生活に密接に関連している FPGA ですが、どういったものなのでしょう？

### FPGA の特徴

皆さんも CPU(Central Processing Unit)や GPU(Graphic processing Unit)などの言葉を聞いたことがあると思います。FPGA もこれらのデバイスと同様にデータを処理するためのデバイスですが、何が違うのでしょうか？

CPU や GPU がソフトウェアを使って処理を実行するのに対し、FPGA はハードウェアレベルで再構成できるため、リアルタイムでのデータ処理に非常に適しています。この点をわかりやすく説明すると以下ようになります。

- CPU (中央処理装置) は、スイスアーミーナイフのようなものです。さまざまなタスクをこなせますが、必ずしも最適な効率ではありません。各コアがプログラムに記載された命令を一つずつ実行します。

- GPU（グラフィックス処理装置）は、工場のコンベアラインのようなものです。同じ種類の処理を一度に大量に実行できるため、グラフィックス処理や AI アプリケーションに適しています。
- FPGA は、完全にカスタマイズ可能な工場の組み立てラインに例えられます。それぞれの機械を特定の用途向けに設計でき、すべてが並列に動作するため、特定のタスクに対して非常に効率的です。

### 技術者向け: FPGA アーキテクチャの理解

#### 1. FPGA の基本構造

- FPGA は、再構成可能なハードウェアプラットフォームであり、次の主要な要素で構成されています。
- コンフィギュラブル・ロジック・ブロック (CLB) : ルックアップテーブル (LUT) やフリップフロップ (FF) を使用してロジック関数を実装。
- インターコネクト: 論理ブロックを接続する配線。
- クロッキングおよび I/O ブロック: タイミングや外部デバイスとの通信を管理。
- ブロック RAM (BRAM) および DSP ブロック: オンチップメモリやデジタル信号処理用ユニット。

FPGA の最大の特長は、製造後も回路をプログラムによって変更できる点にあります。これは、ASIC（特定用途向け集積回路）と異なり、後から機能の変更や最適化が可能であることを意味します。さらに、本題とは少し外れますが、Microchip の PIC16F13145 などのシンプルな PIC マイコンも CLB を備えており、カスタムロジックを実装できます。

これにより、信号処理や周辺機能の拡張が可能になり、低コストで柔軟な設計ができます。

#### 2. FPGA がリアルタイム処理を可能にする理由

- 真の並列処理: CPU が逐次命令を実行するのに対し、FPGA は複数の独立した処理ブロックを同時に動作させることができます。
- パイプライン処理: FPGA 設計では、複数の計算ステージを並列化することで、スループットを最大化できます。ハードウェアレベルの最適化: ソフトウェアではなくハードウェアでアルゴリズムを直接実装することで、オーバーヘッドを削減し、効率を向上させます。

これらの仕組みを活用する事で、高速なビデオ処理、AI 推論、ソフトウェア無線(SDR)や産業用制御システムなどで力を発揮できます。

### 3. Microchip FPGA の特徴

Microchip の FPGA ソリューションにはいくつかの独自の利点があります。

#### A. 低消費電力

Microchip の PolarFire® FPGA は他のミドルレンジの FPGA に比べて、低消費電力かつミッドレンジの性能に最適化されており、特にバッテリー駆動システムなど消費電力が重要なファクタになる製品適しています。

#### B. 不揮発性 Flash ベース

- SRAM ベースの FPGA とは異なり、不揮発性フラッシュ技術を使用しているため、Single Event Upset 耐性が高く過酷な環境でも高い信頼性を維持できます。

#### C. ハードコア(RISC-V)との統合

- Microchip は RISC-V ベースの FPGA ソリューションをリードしており、PolarFire SoC FPGA は FPGA ファブリックと RISC-V プロセッサを統合しました。
- PolarFire SoC では Yocto ベースのディストリビューションだけでなく、Ubuntu をご利用いただけます。(Canonical と協業し Ubuntu を PolarFire SoC Icicle kit にポートしました。) [Ubuntu イメージ](#) を利用することで、豊富なライブラリや AI やロボティクス開発に必要なフレームワークを利用しスムーズに開発を進めて頂くことが可能です。また Canonical からメンテナンスサービス等を受けることで CRA への対応が容易になります。

### 最後に

FPGA は、テレビやゲームコンソールから自動運転車、5G ネットワーク、果ては航空宇宙分野まで幅広い分野で利用されています。エンジニアや開発者にとって、FPGA のアーキテクチャ、並列処理能力、ベンダーごとの特徴を理解することは、最適なソリューションを選択するのに役立ちます。Microchip の FPGA は、低消費電力、優れたセキュリティ、RISC-V 統合を備え、組み込みアプリケーションに最適な選択肢となります。

以上 FPGA に関する投稿でしたが、いかがでしたでしょうか？また次のコーナーでお会いしましょう。