

書 評

天野英晴 編, 尼崎太樹, 飯田全広, 泉 知論, 長名保範, 佐野健太郎, 柴田裕一郎, 末吉敏則, 中原啓貴, 張山昌論, 丸山 勉, 密山幸男, 本村真人, 山口佳樹, 渡邊 実 共著: **FPGA の原理と構成**, pp. 292, オーム社 (2016)

Field Programmable Gate Array (FPGA) は中身の論理回路を用途によって書換え可能なプログラム可能 IC である。近年では深層学習をはじめとする人工知能を高速化・省電力化する用途としての期待も高く、本学会員にも興味をもってもらえる電子デバイスであると思われる (本書 7 章に多数の応用事例あり)。

筆者がニューラルネットワークの FPGA 実装をテーマに修士論文の研究に取り掛かった 15 年前における FPGA の印象は、専用チップである Application Specific Integrated Circuit (ASIC) を製造する前のプロトタイプを構築するためか、ASIC を新たに設計するほどには市場が大きくないが、組み込みプロセッサでは性能が足りないようなニッチなエリアでの ASIC の置換え部品として用いられる特殊な電子デバイスであった。

しかしながら近年では、FPGA は、通信機器、スマートフォン、自動車、地デジなど、ほぼすべてのデジタルシステムに採用されている。高性能プロセッサや大規模メモリを FPGA 内に取り込んだシリーズも出てきており、ワンチップで大規模集積システムを構築することもできる。例えばプロセッサ側で Linux を動作させ、システム全体はソフトウェアで制御しつつ、画像処理などの高負荷なアプリケーションを FPGA 側で高速化するといったことがワンチップで可能である。FPGA は最先端半導体製造プロセスの発展をけん引する存在であり、半導体業界において最重要デバイスとしての地位は揺るがないものとなっている。市場もダイナミックに動いており、2015 年 6 月に報じられた Intel 社による FPGA 大手 Altera 社買収のニュースは、その規模が 2 兆円と Intel 社過去最大規模であったこともあり、FPGA が半導体業界でいかに重要かを知らしめるものであった。

このように重要なデバイスであるにもかかわらず、FPGA を取り扱う和書のほとんどは、デジタル回路の入門 (例えば LED をチカチカさせる回路) やマイクロプロセッサの基礎を学ぶための教材として FPGA を利用するものばかりであった。ここ 1, 2 年は日経エレクトロニクスなどの雑誌に取り上げられることも多くなったが、FPGA を業務や研究に使っている人々以外には、未だに特殊な電子デバイスだと思われるのか、そもそもその名称すら知られていないのかもしれない。しかしながら上記のように、FPGA は現在のデジタルシステムにとって必要不可欠なものであるため、その中身を知ることができる和書の存在は極めて重要であると考えられる。

本書は、その書名のとおり「FPGA の原理と構成」を学べる貴重な書籍である。慶應義塾大学天野英晴先生を编者として、リコンフィギュラブル分野における国内の魅力的な著者陣により執筆がなされており、以下の構成となる。

1 章は FPGA を理解するための基本事項として、論理回路の基礎がまとめられている。また、FPGA の歴史やデジタルシステムの中での位置付けについて 2016 年 2 月までの内容が述べられており、FPGA の歴史や最新の業界再編の動向を知ることができる。さらに、FPGA に関する用語や略語が丁寧にまとめられており、初めてこの分野に接する人には重宝されると思われる。

2 章, 3 章は FPGA の内部構成が示されている。“プログラム可能”という仕組みをどのように実現しているかについて、FPGA の基本特許に関わるような基礎的内容から、最新の FPGA に採用されているアーキテクチャまで、幅広くかつ丁寧に解説がなされている。4 章は FPGA の設計者ならば必ず知っておかなければならない設計フローや、近年実用化が成されている C 言語などによる高位合成、設計済みの回路である IP を用いた設計法について解説されている。一方で 5 章では、普段 FPGA 設計者が特に気にすることがない、設計ツールが裏で行っているマッピングや最適化に関する内容に切り込んでいる。

6 章は FPGA 上で動作させるハードウェアアルゴリズムについて解説されている。FPGA の性能を引き出すためには、ソフトウェア用に考えられたアルゴリズムを、処理の並列性やデータの流し方を考慮したハードウェア化に適したアルゴリズムで表現し直すことが極めて重要である。ここではハードウェアアルゴリズムにおける定石ともいえる定番手法がわかりやすく概説されており、本章だけでも本書を購入する強い動機付けになり得る。

7 章は実際の応用事例が多数紹介されており、スパコン、ネットワークスイッチ、Web 検索、金融、人工知能、画像処理への応用が解説されている。FPGA の応用分野の広さを知ることができ、読んでいるだけで楽しい章となっている。8 章は新しい FPGA の紹介として、数クロックで内部の構成情報を書き換えられる動的再構成アーキテクチャや、ホログラムメモリを活用した光再構成アーキテクチャを含む最先端の事例が紹介されている。

以上、全 292 ページの内容で、章ごとに参考文献も充実している。FPGA の基本を知りたい方、学問的に深く掘り下げたい方、その両方に本書を強くお勧めしたい。

[田向 権 (九州工業大学)]