

## まえがき

本書の初版が2003年に発売されて、6年近くがたちました。日本の産業界、特に将来をしょって立つ若いハードウェア技術者のための教育現場で本書が役に立てたと、業界や大学などから、賛辞のお言葉をいただいています。日本のハードウェア技術者を育てるということは、世界のハードウェア技術者の礎を育てることに等しいと考え、その責任感と誇りを抱き、賛辞のお言葉を大変うれしく受け止めています。

時代は流れ、技術はまさに日進月歩で、FPGAの発展に関しても留まることを知らず、高集積化・高性能化されてきています。いまや、ASICなどのカスタムLSIと肩を並べるほどの性能と言えるかもしれません。本書はこのようなハードウェアの実装技術の変遷に沿うべく、付属ボードと付属ソフトウェアをアップグレードし、改訂に至りました。付属ボードに搭載されているAltera社のCycloneは、PCIバス、640MHz LVDS、133MHz DDR SDRAMなどの高速回路が実現できるFPGAファミリです。まさに、世の中のおおよその標準技術はFPGAで実現できてしまう時代が来ています。

実装技術が高まる一方で、まったく変わらないことがらがあります。設計手法です。5年前は、まさに設計環境の戦国時代ともいえる時期でした。C言語ベースの設計手法の登場により、ビヘイビア設計が可能になり、「HDL (Hardware Description Language) はいらなくなる」という話も耳にしました。しかし現在、VHDLやVerilog HDLを使った設計は主流の地位を不動のものにしています。実際、VHDLは1986年に公開され、標準化作業が開始された言語ですが、現在も愛され続けています。つまり、長い歴史で培った技術を捨ててしまってもよいと考えられるような革新的設計手法が現れない限り、HDLはハードウェア設計の根底の理念として君臨していくと思います。従って、本書で解説するVHDLでハードウェア設計理念をしっかりと頭にたたき込むことは、この先10年間、いや、50年間“食っていける”技術を身につけたのも同然であるということ、これからハードウェア設計をはじめめるスーパー・エンジニアの卵たちに贈りたいと思います。

本書は、FPGAを使ったハードウェア設計の基礎から始まり、野球ゲームの設計にたどり着く道りをたどっていきます。「ハードウェアなんてまったくのド素人」という方が始めても、簡単なゲームまでを設計できるように構成されています。まずは、「ハードウェア設計を始めてみたい」という読者の知的好奇心からのパワーを本書は利用して、気付くとハードウェアが設計できており、ホンモノのFPGAボードでの動作を手で目で確認してしまっているという構成になっています。読者の中には「もっと詳しくHDLを知りたい」と思う方もいらっしゃるでしょう。そのような方は別の専門書籍で深い知識をつけるのがよいと思います。

本書を手にし、パソコンの前に座ることで、読者がスーパー・ハードウェア・エンジニアの扉を開け、思いもよらなかった才能を開花して、市場を震撼させるハードウェア製品を生み出すことを願っています。

2009年2月 リスボンにて

山際伸一

# 本書の構成

## ● 目標—— 野球ゲームを作る

本書では、プログラマブル・デバイスで動作する回路を設計しながら、HDLによるLSI設計の基礎について解説していきます。

付属のFPGAボードで動作する「野球ゲーム」を作り上げることを最終目標にします。しかし、いきなり設計することはできません。最初はとても簡単な回路をHDLで記述しFPGAボードで動作させてみます。回路を少しずつ拡張し、それをFPGAボードで動作させながらHDL設計を身に付けていきます。

## ● 本書の構成

読者のみなさんは、まず「野球ゲームを作る」という目標をしっかりと持ってください。ただ書籍を読もうとしてもなかなか意欲がわかないものですが、明確な目標があれば、がんばろうと思えるものです。

まず、第1章では、ハードウェア設計における手順について、アイデアがLSIになるまでの過程でどのようなことを考え進めていくかについて解説します。プログラマブル・デバイスとASICの違いについてもふれます。

第2章では、LSI設計の流れを体験していきます。付属のFPGAボードを活用するために使用する開発ツール「Quartus II Web Edition」の操作を説明します。ひとつおりの操作を体験することにより、FPGA開発ツールの使い方が身に付きます。ここでは、VHDLの詳細には触れません。あらかじめ設計済みの回路を用意します。FPGAボードが動作するのを見れば、きっと設計へのモチベーションも高まると思います。

第3章では、VHDLによる回路設計の基礎を固めます。非常に簡単な回路から、簡単なゲームを動作させるまで、少しずつステップアップしながら、実験を通して理解していきます。

第4章では、本書の最終目標である「野球ゲーム」の設計を行います。仕様の分析から開始し、機能分割、VHDLによる回路の記述を行い、FPGAボードでゲームを動作させるまで、機器の開発フローにしたがって解説します。実際に手を動かし、記述を真似することで、VHDLおよび、FPGA上での電子設計を習得していただけることを期待します。



目標をしっかりと持とう

本書により、読者のみなさんがVHDLによる論理回路設計をマスタされ、素晴らしい製品を生み出すことを願います。

## 使用する設計環境

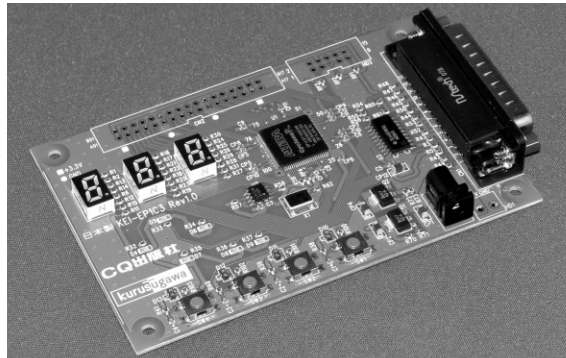
本書では、米国 Altera 社の FPGA をターゲットにします。したがって設計環境については、このデバイスを用いる場合を想定して解説します。

ここでは使用する設計環境について、おおざっぱに説明しておきます。専門用語や固有名詞がいくつか出てきますので、HDL 設計について予備知識がまったくない方は何を言っているのかわからないかもしれません。とりあえず図や写真だけ眺めて、こんなツールを使うという程度のイメージだけ持っておいてください。詳しい説明は、後の章で行います。

### ● FPGA ボード

本書では、付属の FPGA ボードで回路を動作させるための回路を設計することを前提として解説を進めます。

本書に付属の FPGA ボードには、米国 Altera 社の「Cyclone」ファミリのうち、5万ゲート規模の「EP1C3」を搭載しています。周辺機能には、単体 LED、7セグメント LED、押しボタン・スイッチが用意されています。本書では、このボードのことを「FPGA ボード」と呼ぶことにします。仕様の詳細は、付録 C を参照してください。



Cyclone 搭載の  
FPGA ボード

### ● 使用するソフトウェア・ツール

Altera 社の中小規模デバイスの開発では、無償版ツールを使用することができます。本書に付属の FPGA ボードも、無償版の設計ツール「Quartus II Web Edition」を使用できます。この設計ツールは、本書に付属の DVD-ROM に収録しています。また、最新版のツールは、Altera 社のホームページ (<http://www.altera.co.jp/>) からダウンロード可能です。インストール方法は、付録 A を参照してください。使いかたを第 2 章で説明しています。