

2023年10月9日

畏友 久保和良君とご同僚お二人の「回路設計」の書を評す

- 電子回路の初学者が理解を深め、ベテランが幅を広げるのに適した良書 -

群馬大学 名誉教授 小林春夫

監修 久保和良

著者 久保和良、井手尾光臣、加藤康弘

書名 回路設計

近代科学者 Digital, 電子制御工学シリーズ 2, 2023年9月

[回路設計 | 近代科学社 \(kindaikagaku.co.jp\)](http://kindaikagaku.co.jp)

トランジスタレベルの電子回路を理解し解析・設計できるようになるのは初学者にとって少し高いハードルがある。他の物理系の分野（力学、電磁気学、電気回路等）とはかなり感覚が異なり、初学者が読んだだけである程度理解できるようになる電子回路のテキストは少ない。本書は半導体デバイスや回路を一通り学んだ高専3-4年生や大学2-3年生が電子回路を深く理解をするためのハードルを越えることができる力をつけるのを助ける。その後、さらに進んだ学習をして次々に電子回路を理解できるようになろう。

著者のお三方は長年小山高等専門学校（高専）にて電子回路の講義・実験に携わってこられた。高専は実験重視の教育を行っていると認識しているが、本書からその具体的な様子をうかがい知ることができる。大学の電気電子工学分野の教員も参考になることが多いと思う。著者らの学生実験では、まず回路の読み取り、そして実験であり、回路シミュレータによるシミュレーションはその後学ぶとのことである。現在日本は半導体技術者育成に大きな関心をもたれているが、高専のこのような姿勢を高く評価し期待しているとの声を聞く。

いくつもの回路例が示されそれらの動作の説明がわかやすい。読者は電子回路とはこのようなものかと理解していける。自然と電子回路に親しみが湧いてくると思う。

各章末の問題とその解答・解説もユニークで有益である。例えば「なぜ電流 current を表す記号に i が用られか」などの問題に対して調べていくと自然に電子回路分野に親近感を持ってくる。問題に対する解説も「単なる解答」ではなく著者らの個性あふれるものである。

随所に電子回路の歴史を紹介している。初期のオペアンプ($\mu\text{A}741$)の回路図・動作も説明されている。電子回路テキストでは紹介しているものが少ないが、昔から使われてきた高電圧発生用のコッククロフト-ウォルトン回路 (Cockcroft-Walton Circuit) も記述されている。この回路は小山高専の講義・実験でも使用され、受講学生が電子回路に関心を持たせるのに大いに役立っているとのことである。JK フリップフロップの命名のいくつかのいわれや著者が直接経験した逸話も紹介している。理解が難しい分野はその歴史を知ると理解を助ける。

この本にしかないようなオリジナルの記述・説明を随所にみることができる。例えばオペアンプの動作をフィードバック制御論からわかりやすく説明している。ベテラン電子技術者も一読すると得ることが多いのではないかと思う。

バイポーラトランジスタやダイオードを用いた回路が説明されているが、著者らの高専でのデスクリート電子部品での電子回路実験を背景にしているためであろう。「技術は人なり」でありその研究者・技術者によって同じ電子回路技術でもかなりとらえ方が異なることを感じる。他のテキスト等から持ってきた「受け売り」の内容ではなく、著者らの経験・考え・知見に基づき記述されている。ベテラン・中堅技術者も面白いと思うであろう内容が随所にある。

集積回路関係の国際学会ではほとんどが CMOS 回路である。しかし実際には産業界では一部のアナログ IC はバイポーラトランジスタ回路が用いられている。ノイズが小さい等の理由のためである。2014 年に米国シリコンバレー地区のアナログ IC 専業メーカーを訪問した際に技術最高責任者 (CTO) の方から「現在 大学では CMOS 回路しか教えてないが、バイポーラの回路も教えよ」と言われたことがある。現在回路のテキストは CMOS 回路の内容がほとんどであるが、CMOS 回路設計者も別のデバイス (バイポーラトランジスタ) ではその特性を生かしてこのように回路を組むのかということの観点で本書を読むのも面白いと思う。

本書がカバーしているのはデスクリート電子回路素子による電子回路設計であるが、逆に CMOS 集積回路設計をしている技術者・研究者も普段はかかわることが少ない内容も含まれている。例えばデスクリート部品の抵抗の値を色からの読み取りは、集積回路設計のテキストにはない内容である。

本書の大きな特徴として学生実験事例もいくつか示されており、特に教育機関の方々には参考になると思う。単位の表記法やグラフの書き方等も解説している。これらは技術レポートでも良く散見する誤りの指摘で、中堅技術者・研究者もうっかりするような内容が丁寧

に記述されている。学生実験事例を読んでいくことで力をつけることができる。

もちろん本書が電子回路分野の全部をカバーしているわけではない。これを契機にさらに幅広く学習を進めるのが良いと思う。初学者はこの本を読んだのちに現在主流の CMOS 集積回路設計の学習にも容易に入っていけると思う。