

計測・制御セレクションシリーズ4 電力システムのシステム制御工学 —システム 数理と MATLAB シミュレーション—



石崎孝幸 編著, 川口貴弘, 河辺賢一 共著

コロナ社 (2022年)

A5判 284ページ 定価4,620円 (本体4,200円+税)

ISBN: 978-4-339-03384-7

電力システムはシステム制御工学の重要な応用分野の1つである。しかし、本書の前書きに書いてあるとおり、制御出身の研究者にとっては制御以外の部分つまり電力システムの物理に関する知識が必要となる点で参入（あるいは参入とはいわないまでも文献を読んでみる）には大きな壁があるのが現状である。このような背景の中で、制御の研究者が電力システムの研究に向け一歩踏み出す契機になると期待されるのが本書である。

本書の特長については、1章序論の前半のところに整理されている。（書評執筆者の主観を交えて）大まかにまとめると以下に集約されると思われる：

1. 主に制御分野の研究に携わる読者を想定し、必ずしも電力システムに関わる知識を前提としない形で（かといって制御分野の知識も過度に要求せず）、制御理論的視点から電力システムの解析手法を解説している。
2. 電力システムを取り扱うために効果的なプログラミング技法を紹介し、具体的なシミュレーションプログラムを提供することで、プログラム実装の観点での読者の便宜を図っている。

全体を通して上記の目的を達するための著者たちの努力と思想が至るところで感じられる。本書はSICE著述賞を受賞しており、高く評価されていることがわかるが、これは上記の挑戦的な取り組みが評価されたものと推察される。

以下、各章における内容を要約する。まず、2章では電力システムにおける記法や用語といった基礎的な内容と、発電機と負荷のモデリングがまとめられている。加えて、クローン縮約と呼ばれる、微分代数方程式を微分方程式に変換する手順が述べられている。3章では電力システムの数値シミュレーションが扱われており、よく考慮しないで初期値や外部入力を設計すると一部の変数が発散するといった2章での考察に基づき、潮流計算の手順が示されている。3章後半ではMATLABによる具体的な実装の話題に移り、効率的なコード実装のためのオブジェクト指向のプログラミング技法が扱われている。電力システムに対して線形近似を行い、数値計算による安定性の検証を扱っているのが続く4章である。状態変数の係数行列が一般に零固有値をもつといった電力システム特有の問題構造に関して

詳細に述べられている。4章後半では受動性の理論を用いた解析が扱われている。5章ではPIコントローラを用いた場合の安定性解析、平衡点に依存しない形で安定性理論、レトロフィット制御といったアドバンスドなテーマが扱われている。最後に6章では大規模なモデルにおける数値シミュレーションが議論されている。

本書1章および本書評のはじめに要約した特長と一部重複するが、書評執筆者の感じたポイントを紹介する：

- 各所で“電力システム工学では…と呼ぶ”といった表現が用いられていることからわかるとおり、制御の研究者に対して電力システムの知識の定着を図る、という著者たちの姿勢と思想が一貫しており、文章からも感じられるため、読んでいてやる気が起こる。また、制御の研究者を対象としていながらも、制御関連の説明は省略することなく全体を通していねいで（電力システムどころか制御自体もおぼつかない書評執筆者でも）読みやすく、電力システムでの応用場面と並行して制御理論の知識を学ぶのにも良いと思われる。
- シミュレーションに関して、制御の研究者にとっては触れる機会が少ない（と思われる）オブジェクト指向プログラミングの技法について詳細に扱われている。複雑なシステムのシミュレーションにおけるプログラミングの設計思想についても記述が豊富であり、単純にプログラミング技法を学ぶという観点でも得るものが多いと思われる。GitHubでプログラムは公開されているので、手元でシミュレーションしながら本書を読むのもおもしろい。

これから本書を手にする読者のために、書評執筆者が考えた本書の読み方のポイントを記載する：

- インピーダンス、アドミタンス…といった横文字の表現やボードで表現された複素数の記法など、制御の研究者に馴染みのない表現が一部登場するので、2章をていねいに読む。後の章を読んでいて、わからないところがあれば、戻ってきて復習する。
- 制御的内容おおむね3章後半から始まり、4章以降は制御の研究者には比較的スムーズに入ってくる内容であるので、3章あたりまでで少し電力システム的な内容に疲れてしまったら、4章以降をパラッと読んでみると、その後の展開や制御分野に馴染みのあるトピックが登場して続きが読みたくなる。

電力システム制御の研究に取り組みたい制御の研究者には第一選択の1つとなるだろう。また、すでに電力システム制御の研究に取り組んでいる／取り組んだことのある研究者が知識の整理のために手元に置いておくのにも適すると思われる。著者たちがたくさんの苦勞を経て得た電力システムに関連する知見が1冊にまとまった、ありがたい書籍である。

(東京都立大学 豊田 充)