

## 書 評

## はじめての現代制御理論

佐藤和也・下本陽一・熊澤典良 共著

- 出版社 講談社      ○ 発行 2012年9月
- 全ページ 231頁      ○ 価格 2,600円
- ISBN 978-4-06-156508-1

現代制御理論の講義をする教員にとって、教科書に何を選ぶか、また現代的な悩みですがシラバスをどう書くかは頭の痛い問題でしょう。

まず本書を手に取り最初に驚くのは、目次の中に「第何章」という言葉がないことです。筆者による「まえがき」によれば、わざと講義で使われることを意識し、「第一章」ではなく「講義01」とし、内容を14回に区切ったと述べています。これは、筆者のチャレンジングな試みを端的に表したものといえませんが、また同様に内容も挑戦的です。

一見して最初にわかることですが、章に相当する講義の始まりと終わりに、講義のポイントとまとめが箇条書きに書かれています。これまでも、現代制御に関する様々な良書が執筆されていますが、当然のことながら書物として書かれており、ここまで授業向きの資料として書かれたものは、私の知る限りないと思います。もう一つ目次からわかる特徴は、「講義03 行列とベクトルの基本事項」として、行列とベクトルの基本から固有値、固有ベクトルの復習や2次形式の説明まで丁寧に記述されていることです。学生の学力低下が問題となっている昨今、これからの教科書にはこのような配慮は必要なのでしょう。

内容については、他の多くの教科書と同じく状態空間表現の基礎から始まり、状態方程式の解、安定性、状態フィードバック、可制御性と可観測性、オブザーバ、サーボ系の設計、最適制御と一通りを網羅しています。こう一言でまとめると、他の教科書と同じと思われるかもしれませんが、実際に読んでみると何かが異なっていることがわかり、筆者の教育に対する強い主張が見て取れます。たとえば、非線形システムの状態変数線図に関する記述など、他の教科書ではあまり書かれていないものについても学ぶことができます。

また、「まえがき」にも書かれていますが、「数式の展開や具体的な計算もできるだけ途中式を記すことで、計算方法に思い悩むことのないように配慮した」とあるように、確かに例題が多く、また計算も極めて丁寧に書かれています。たとえば、状態方程式の解の導出などは、極めてコンパクトにわかりやすくまとめられていることがわかります。

安定性については、有界な解の説明やリアプノフの意味で安定なシステムについての記述、有界入力有界出力安定性 (BIBO 安定性) の説明、リアプノフ方程式の記述などかなり詳しく学ぶことができます。状態フィードバック、可制御性と可観測性については、よくできた教科書として、例題を用いて具体的に理解でき、内容も幅広く双対性の定理や最小実現まで理解できるようになっています。オブザーバ、状態フィードバック制御、オブザーバ併合システムの設計については、やはり的確な例題を通した詳細な説明により、大変わかりやすく記述されています。さらに、ブロック行列に関する行列式の説明がわざわざ書かれており、筆者の読者への細やかな心遣いが感じられる点は指摘しておきたいと思います。

次のサーボ系の設計についての内容は、筆者の考えがはっきり出ているところといえます。筆者は、初めに具体的な例題を通して、定値外乱がある状態フィードバック系の安定化問題を考えることから始めます。このような定値外乱がある状態フィードバック系では、結果として定常偏差が残ることをまず示した後に、この定値外乱の影響を取り除くために、状態フィードバック制御+出力フィードバック (積分制御) の必要性を指摘します。つぎに、この制御系を利用することにより、定値目標 (ステップ入力) + 定値外乱の制御系設計法を説明する方法で、サーボ系の設計を理解させるのです。このような方法で、サーボ系の設計を理解させるのは、筆者の独自の試みといえるのではないのでしょうか。

最後に、最適制御についてもわかりやすく具体例を通して解説しています。また筆者の配慮ですが、リカッチ代数方程式の解を用いた最適制御則については、本文での証明は省略されています。しかし、より深く学ぶ読者のために、最適制御則の証明問題が演習問題として用意されており、詳細な解答も付属していることから、十分な自宅学習が可能となっています。また、最適レギュレータのロバスト性についての、いわゆる円条件についても記述されており、本書が全くの初学者のみではなく、今後技術開発に制御理論を組み入れようと考えている方々にも十分な内容を含んでいることがわかります。さらに、最適レギュレータを実際の現場で応用する場合に問題となる評価関数の重みと極配置との関係性についても述べています。この内容も通常の教科書ではほとんど記述されないものですが、折り返し法を利用することにより、閉ループシステムの極の位置関係を大よそ指定した後に、評価関数の重みを設計でき、企業などの現場では有益な内容と言えるでしょう。

以上のように、本書は14回の授業のための十分な内容と具体的な例題を多く含んだ授業資料として優れたものといえます。シラバスの作成に困った時などは、まず初めに手に取ってみてはいかがでしょうか。

(兵庫県立大学 小西 康夫)