

足立修一 著



コロナ社 (2014年)

A5判 228ページ 定価(本体2,900円+税)

ISBN: 978-4-339-03214-7

本書は、制御工学において重要な役割を果たすフーリエ解析からラプラス変換、 $z$ 変換までを体系的に学ぶための入門書である。古典制御は、動的システムを入出力信号のラプラス変換の比である伝達関数として表現することで、代数的でわかりやすい解析と設計を実現している。また、離散時間の信号を扱うデジタル制御において、 $z$ 変換はラプラス変換に相当する道具としてもちいられる。数学的には、ラプラス変換はフーリエ変換の拡張であり、 $z$ 変換は離散フーリエ変換の拡張である。本書は、こうした関係性を明確にすることで、初学者がこれらの内容を見通し良く学ぶことを可能にしている。

本書の構成は、以下のとおりである。1章では信号のさまざまなクラスと時間に関する操作について説明し、動的システムの具体例を挙げている。2章では線形システムの基本的な性質と信号のたたみ込みによる応答の計算方法について説明している。3章ではフーリエ解析を扱い、フーリエ級数を平面上の内積からの類推によりわかりやすく導入している。4章では以上の前半部分に関する「中間試験」を出題している。5章ではラプラス変換を扱い、フーリエ変換の持続信号への拡張として導入している。6章では信号の大きさを測るさまざまなノルムについて説明している。7章では離散時間の信号とシステムについて説明し、連続時間の場合と並行した内容を展開するとともに、正弦波信号について連続時間の場合との違いを詳しく取り上げている。8章では $z$ 変換を扱い、数列に関する知識で理解できるように説明している。9章では本書全体の内容に関する「期末試験」を出題している。

本書の第一の特徴は、フーリエ解析と合わせてラプラス変換および $z$ 変換を体系的に学ぶことができる点である。大学では、本書の内容を複数の授業で縦割りに教えることが多いであろう。数学系の授業では、フーリエ解析を体系的に教え、ラプラス変換も合わせて扱うこともあるが、離散フーリエ変換や特に $z$ 変換になると扱う機会も少なくなる。工学系の授業では、フーリエ変換やラプラス変換を多

くの科目(電気回路、信号処理、機械力学など)で使い、特に古典制御ではラプラス変換を一貫して使うもののフーリエ変換との関係にまでは深入りしない。結果として、フーリエ変換については信号のスペクトル解析、ラプラス変換については微分方程式の求解における役割に理解が集中すると思われる。古典制御はフーリエ変換の拡張であるラプラス変換を基礎とするため、こうした幅広い分野の学習内容と結び付けて基礎と応用の両面から理解を深めていくことができる。しかしながら、制御工学を初めて学ぶ段階の視野では、そうした相乗効果を享受するのはなかなか難しい。これに対して本書では、制御工学への入門前に信号とシステムの基礎理論を $z$ 変換まで網羅して学ぶことができるため、制御工学の学習におけるこうした問題を解消することができる。

第二の特徴は、広範な内容を扱いつつも初学者に分かりやすく簡潔に書かれている点である。本書は読者として大学2年生を想定している。数学的な内容は高等学校で習う内容(三角関数や複素数や微積分)や大学で初年度に習う内容(線形代数や解析学)に結び付けており、説明においては数学的な厳密さよりも直感的な分かりやすさを重視している。また、動的システムの例としては、機械系として質量ばねダンパ系、電気系としてRLC回路といった簡単でなじみ深いものを扱っている。新たに学ぶ内容がこれまで学んできた内容の自然な延長として導入されているため、抵抗感なく学び進めることができる。

第三の特徴は、読者の理解が定着する仕組みを備えている点である。演習問題が数多く用意されており、例題として説明に沿った流れの中で示されている。信号のたたみ込みやスペクトルを図を描くことで理解させるなど、直感的な理解を促すように工夫されている。また、「中間試験」と「期末試験」により、それまでの学習内容を復習して総括することができる。

本書のこうした特徴は、読者が本書の内容の先へと学習を進める上で拠りどころになる知識と経験を与えてくれる。本書を読んだ後、読者は制御工学をはじめとする信号とシステムを扱う応用分野の学習へと円滑に進むことができ、複素解析や関数解析などの基礎数学に対する理解を深めていくこともできる。本書を通して信号とシステムの基礎理論を学んでおくことにより、制御工学について汎用性と基礎数学との繋がりを認識して学び進めるための視野を獲得することができる。

(山口大学 新銀 秀徳)