

## まえがき

1965年、Zadehによるファジィ集合の論文 [22] が発表された。その後制御への応用が進み、仙台の地下鉄の自動運転や家電へ取り入れられたことによってファジィブームが起きたのは1990年のことであった。

ファジィ理論が制御において大きな成果を上げた後、さまざまな分野に取り入れられるようになった。統計の分野では、クラスタリングへの応用が早い時期になされた。しかし統計の世界では、ファジィか確率かという議論が起こるなど、必ずしもファジィ理論は広く受け入れられているとは言えないようである。本書では、ファジィ制御などで用いられるファジィシステムを統計モデルとして利用する。入出力システムとしてのファジィシステムは、入力、出力ともに通常の数値変数であり、入出力にあいまいさは含まれない。システムの記述にファジィ理論が使われているにすぎず、さまざまな分野に応用できるものである。

本書は時系列解析およびファジィ理論の入門書と位置づけられよう。したがってファジィ理論の知識は前提としない。初等的集合論のごく基本的な知識のみあればよい。また、時系列解析についての知識も前提としない。確率・統計に関する基本的知識があれば十分であろう。時系列解析の基本は、非線形モデルを含め第4、5章で扱っている。これらの章は、ファジィ理論とは独立した内容となっており、時系列解析の入門書的な扱いが可能である。本書の特徴は、ファジィ理論と統計とのかかわりを扱っている点にある。このようなかかわりについて述べられている入門的書籍はほとんどないと言ってよい。一方、時系列解析については専門的内容も含んでいる。ファジィ理論とは別に非線形時系列モデルについて一章を割いている。さらに、ファジィシステムを応用した非線形モデルについて紹介している点も本書の特徴と言えよう。ファジィシステムを応用した非線形モデルは、扱いやすく有用である。

ファジィ理論には、ファジィ集合・ファジィ測度・ファジィ論理という三本柱があるが、本書では、ファジィ測度、ファジィ論理には立ち入らない。ファジィ集合の基本的な準備をした上で、ファジィ集合を用いたファジィ推論について解説する。本書ではファジィ推論に基づいたファジィシステムが大きな役割を果たす。ファジィシステムは比較的シンプルな構造を持っているが、応用範囲は広い。ここでは統計的な応用として時系列モデルに限定するが、非線形回帰分析などにも直接応用できる内容を本書は含んでいる。

時系列解析に関しては、基本的な事柄のみを解説する。時系列解析のなかで重要な位置を占めるスペクトル解析については言及しない。時系列解析の理論的展開を含め、詳細については他書にゆずる。そして非線形時系列モデルに関して簡単に触れたあと、ファジィシステムに基づいた非線形時系列モデルについて解説する。基本的には非線形の定常過程が対象となる。非定常過程への応用としては、トレンドにファジィシステムを想定したファジィトレンドモデルを紹介する。ファジィトレンドモデルは、トレンドを推定するための移動平均法と曲線のあてはめを行う多項式回帰の中間に位置づけることができるものである。

本書を通し、ファジィ理論における方法論やモデルのなかには簡単に統計的応用に結び付けられるものがあり、統計的方法をより豊かにしうることを理解してもらうことができれば幸いである。さらには、本書で提供している材料を足がかりとして、ファジィ理論本来の対象である主観的なあいまいさを統計的に解析するための議論へつながっていくことも期待する。

ファジィ理論の生みの親 Zadeh 教授は 2017 年 9 月に永眠された。Zadeh 教授はファジィと確率の関係についても言及されてきた。[23]などを参照されたい。

最後に、出版の機会を与えていただいた共立出版編集部、閲読していただいた先生方、そして本シリーズを企画された鎌倉稔成教授に深く感謝申し上げます。

2018 年 5 月

渡辺則生