

待ち行列理論の基礎と応用

共立出版 272頁 2014年 定価3,000円+税

本書は構成および説明のきめ細やかさ、いずれも充実した1冊となっており、待ち行列理論の入門書として最適である。特に本書では、待ち行列における基本的な考え方および諸公式の導出などについて、式の展開を省略せずに丁寧に説明されており、自習用としての活用も十分に期待できる。さらに本書における待ち行列の応用例は、経営科学、サービスサイエンス、情報通信など多岐にわたっている。そのため一度待ち行列を学んだことのある人にとっても、本書は最新の話題と共に読み応えのある1冊といえよう。

本書の構成は、基礎編（第1～7章）と応用編（第8～13章）に分かれている。以下、各章について大まかではあるが紹介させていただく。

- ・第1, 2章（待ち行列モデルの基礎について）
- ・第3, 4章（基本的な待ち行列モデルとその解析方法について）
- ・第5, 6, 7章（より発展的な待ち行列モデルとその解析方法について）
- ・第8, 9, 10章（待ち行列モデルの応用例）
- ・第11, 12, 13章（情報通信とその特性について）

第1, 2章では、待ち行列モデルにおける基礎概念およびモデルの確率的挙動を支配する到着過程およびサービス時間分布について解説している。ここでは特に、待ち行列理論における重要公式について、点過程論を用いた統一的な導き方を学ぶことができる。そのため点過程論が待ち行列理論の中でいかに強力な道具であるかということを知ることができ、興味深い内容となっている。

第3, 4章では、待ち行列における基本的なモデル（特に単一窓口をもつ待ち行列モデル）について詳しく解説している。多くの待ち行列モデルはマルコフ連鎖による表現をもとにして解析が進められることが多い。本書ではマルコフ連鎖を含む確率論に関する基本事項だけでなく点過程論についても付録に解説を与え、本書のみで十分理解できる構成となっている。この点からも執筆者の読者に対する気配りを感じることがで

きる。

第5, 6, 7章では、より発展的な待ち行列モデルについて解説している。第5章では準出生死滅過程を用いることでより広い範囲の待ち行列システムがモデル化できることを示している。第6章ではネットワークを形成する待ち行列について、定常分布の導出方法を説明し、特に閉鎖型待ち行列ネットワークに対して、性能評価指標の数値計算アルゴリズムの詳しい解説を行っている。第7章では、マルコフ連鎖による表現が直接得られない一般の待ち行列モデルについて、確率比較を用いることにより、モデルの確率的特性が待ち時間に与える影響について解説している。さらに、待ち時間や待ち行列長などの厳密な解析が困難な場合について、その上下界の導出方法についても学ぶことができる。

第8, 9, 10章では待ち行列モデルの具体的な応用例を学ぶことができる。第8章では、待ち行列における客の並び方（フォーク並びあり、なし、直列型）が待ち時間に与える影響について、待ち行列理論の観点による考察を与えている。この種の並び方は外食産業においてたびたび観察され、ここでは並び方の違いがなぜ待ち時間の差を生じさせるのかについて、待ち行列モデルを用いて理解することができる。第9章では、日本を代表する生産管理方式であるかんぱん方式について、単純な待ち行列モデルを用いて解説している。特に、かんぱん数がサービス品質（在庫コストおよび客の待ちの発生確率）に及ぼす影響について示されており、生産管理における待ち行列的アプローチについて学ぶことができる。第10章ではコールセンターを例にとり、複数窓口の待ち行列モデルを用いたリソース設計について解説している。ここではコールセンターが顧客に対するサービス品質を維持しつつ、従業員（オペレーター）を効果的に配置する方法について、待ち行列モデルの漸近解析を用いた方法をわかりやすく説明している。

第11, 12, 13章ではさまざまな情報通信とその特性

について学ぶことができる。第11章では無線LANの仕組みについて取り上げられ、その性能評価について数理モデルを用いた解析例が与えられている。第12章ではインターネットにおけるデータ転送路の集約（多重化）がシステム性能に与える効果を検討し、施設集約の効果の待ち行列モデルを用いた見積もり方法について学ぶことができる。このような施設集約によりサービス効率が上がるという事実は、通信分野に限らずいたる所で見られる現象であり、待ち行列モデルを用いたその効果の評価方法は興味深いといえよう。第13章ではインターネットにおけるアクセス宛先発生パターンに関する数理モデルが紹介され、ポアソン

過程とは異なる時間的局所性をもつ到着過程について学ぶことができる。さらに、キャッシュ性能の評価方法について、事例も交えてわかりやすく解説している。

本書は待ち行列の初学者だけでなくさらに深く学びたい方にもお薦めしたい本である。特に本書はやや難しいと思われる箇所についてもその解説を自己充足に努めていることが随所に読み取ることができる。待ち行列理論を皆さんの“未来へつなぐ”という執筆者の方々の熱いメッセージを是非、本書を手に取り感じていただきたい。

(佐久間大)