

まえがき

ロジスティクスとは、モノの流れを取り扱う学問体系である。ロジスティクスの旧称である物流（物的流通の省略語）のイメージから推測されるように、物流現場の泥臭い問題を想像しがちであるが、本書では、綺麗で便利な「数理」に焦点を当てて解説する。

本書は全体で六つの章から構成され、章ごとにロジスティクスにおける様々な数学モデルを紹介するとともに、背景にある数理的手法について学習する。ここでいう数理的手法とは、非線形最適化、動的計画、数理計画、組合せ最適化、アルゴリズム、計算量の理論などである。

各章は、基本的には独立の読み物になっているが、基礎理論についてはあちこちにちりばめられているので、適宜参考にされたい。構成は以下のようになっている。

第1章では、箱詰めの数理について考える。対象とするロジスティクスの応用は、コンテナやトラックに荷を効率的に詰め込む問題であり、ビンパッキング問題とよばれる。また、本章では、基礎理論としてアルゴリズムと計算量の理論についても学ぶ。本章で扱うビンパッキング問題や、以下の章で紹介する施設配置問題、配送計画問題など、ほとんどのロジスティクスにおける最適化問題は、計算量の理論ではむずかしいクラスに属する問題である。それらの（計算量の理論で裏付けされた）むずかしい問題を現実的に解く方法として、最適性の保証がないアルゴリズム（近似解法、ヒューリスティクス）である。ここでは、ビンパッキング問題を例として、種々の近似解法（ヒューリスティクス）を紹介し、種々の解析パラダイムを紹介する。ここで示す解析パラダイムは、近似解法の最悪の場合の性能を保証する最悪値解析、問題例の規模が大きくなったときの漸近的振る舞いを保証する近似スキーム、ランダムな問題例に対する性能を評価する確率的解析である。

第2章では、施設配置の数理について考える。ここでは、最適性の保証がある厳密解法について学ぶ。特に、最適な施設配置を決めるためのモデルを

通して、数理計画とモデリング言語を紹介する。また、第 1 章で述べた漸近的な振る舞いが保証された近似解法を二つ紹介する。さらに、不動点や劣モジュラ関数などの数理技法を利用したアルゴリズムとその解析も紹介する。

第 3 章では、経済発注量の数理について考える。ここで経済発注量モデルとは、ロジスティクスに内在する規模の経済を明示的に扱う古典モデルであり、在庫理論の基礎となるものである。ここでは、非線形計画の理論の基礎を紹介し、さらにモデリング言語を用いた数理計画ソルバーによる求解法を紹介する。

第 4 章では、最短路の数理について考える。最短路問題とは、ネットワーク理論における最も基本的なモデルであり、ロジスティクスにおいても様々な場面で用いられる。ここでは、グラフとネットワーク理論の基礎について学ぶとともに、他書ではあまり扱われていない最短路問題のバリエーションを紹介する。紹介するのは、ナビゲーション・システムで使われる点対点の最短路を高速に求めるための前処理法、多目的の最短路問題、時刻依存の移動時間を有する最短路問題である。

第 5 章では、在庫の数理について考える。ここで考える在庫モデルは、ロジスティクスの発展形であるサプライ・チェーンで重要な役割を果たす。また、在庫理論の基礎となる確率計画と動的計画についても学ぶ。

第 6 章では、配送計画の数理について考える。本章では、前章までに学んだ諸手法を利用して、ロジスティクスにおける最も重要な問題の一つである配送計画問題をどのように解くかを示す。まず、配送計画問題の基礎となる巡回セールスマン問題に対して、数理計画ソルバーによる最適解の求解と確率的解析を示す。次に、配送計画問題に対する種々の近似解法とその解析について述べる。

なお、本書で使用したプログラム、スライド、関連リンクなどの情報は、以下のサポートページから提供される。

logistics-science.com

最後に、第 1 章に対して有益なアドバイスをいただいた東京大学の今堀慎治博士、第 4 章に対する研究のサポートをしていただいた船井電機株式会社の皆様に感謝します。

2007 年 5 月 久保 幹雄