

学 位 論 文 題 名

ロジスティクスにおける
離散型最適化モデル構築に関する研究

学位論文内容の要旨

近年のロジスティクス業界を取り巻く環境問題、労働力不足等の諸課題に対し、国、自治体、業界、企業の各レベルにおけるロジスティクスの改善が検討、実施されている。それらのほとんどは、経済的、期間的理由から既存設備等の有効利用に集約され、根底には共通して”物をいかに効率よく移動するか”という問題意識が存在する。

本研究は既存設備の有効利用を前提とした”ロジスティクスにおける最適化”を目的とし、現実に提示されている問題を中心に挙げた①生産・輸送統合スケジュールの作成、②輸・配送経路の最適化、③多段階物流拠点の最適立地選定および④生産拠点の最適立地選定の4命題に対して、その解決方法を提示すると共に最適化モデルを構築したものであり、その概要は以下に示す通りである。

第1章は序論であり、論文の目的および構成を既述したものである。

第2章はロジスティクスの概要をまとめると共にロジスティクスの課題を整理し、本研究で対象とする4命題をとりあげ各々のロジスティクスにおける位置付け明示した。さらに、各命題の探索領域の特性からその総てが組合せ最適化問題に属することを明らかにし、その探索規模を示した。各命題における探索技法として、比較的小規模な命題へは総当り探索法、大規模な探索領域を有する命題へは遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)を適用した。

第3章は既存研究において取り上げてこなかったセミプロセスタイプの生産拠点における生産工程および輸・配送工程のスケジュールを統合し、かつリードタイム、在庫量および総費用の最小化を狙った生産・輸送統合型最適スケジュール作成モデルを構築した。さらに、その評価として、最適となるスケジュールを作成し、過去の実績値との比較・評価を行い、①リードタイム:約23%の短縮、②1日当りの最大在庫量:約51%の削減、③総費用:約20%の削減等の改善が可能なことを示した。なお、本モデルは実用化が進められ平成12年度4月導入が開始されている。

第4章は輸・配送の最適化からロジスティクス全体の効率化を図ることを目的として、輸・配送経路のより効率的かつ現実的な解を得るためGAを適用した探索ロジックを構築した。具体的には、模擬データを用い、巡回セールスマン n 人 M 都市問題に対するGAの適応を基本とし、更なる効率化の実現を狙い、現存する”輸・配送計画支援ソフト”等に幅

広く用いられている Saving 手法の GA への組み込みを試みている。その成果として、①親の持つ”巡回都市のリンクの強さ”に着目し、複数の親から蓄積した情報に基づき子を生成する多親組換え法の確立、②Saving 手法を突然変異として GA に組み込むことによる有効性の確認、等を示した。

第 5 章は N 社が直面している物流センター立地問題の解決方法を提案し、多段階物流センター最適立地選定モデルを構築した。多段階物流センター最適立地選定モデルとは、”輸送費”と在庫管理費、発送管理費等からなる”物流センター運営費用”のトレードオフにより物流拠点の立地、在庫量を解として求めるものである。また、本命題は組合せ最適化問題となり、総当り法による処理では約 2.8 ヶ月を要する。しかしながら、遺伝的アルゴリズムの導入により、約 20 秒に短縮した。本モデルにより、現存する 6 拠点の物流センターが 4 拠点に集約されると共に、輸送費、センター運営費からなる総費用において 15,336 千円(約 11%)の削減がもたらされた。なお、本モデルは N 社関連ロジスティクス企業において実際に使用されている。

第 6 章は N 社において提示されている生産拠点立地問題の解決を目的に、操業度の高水準化を考慮しながら、生産費用と輸送費用とのトレードオフにより拠点立地を求める生産性を考慮した最適立地選定モデルを提案した。本モデルの構築にあたり、既存の立地選定モデルで用いられている操業度の高水準化を目的とした供給物量の生産能力への割付け方法を継承すると共に、それらが内包する欠点である生産拠点への供給地の割り付け方法について検討を加え、新たに地理的属性を考慮した割付方法を提案している。また、本命題は第 5 章と同様に組合せ最適化問題となるが、遺伝的アルゴリズムの導入により、総当りに探索法により要した約 1 ヶ月の処理時間を約 30 秒へ短縮し、かつ総当り探索法と同一の解を得ることが出来た。本モデルによる成果として、現存する 6 拠点の生産拠点が 5 拠点に集約されると共に、従来のモデルにおける割付方法の不備から発生した”飛び地”が、本モデルでは解消されたこと、輸送費および生産費用からなる総費用が約 0.1%と僅かながら削減されたことを示した。なお、本モデルは N 社関連ロジスティクス企業において実際に使用されている。

第 7 章は結論と今後の課題を述べた。

以上のように本研究では、ロジスティクス活動領域および活動要素を総合的に捉え、より上方に位置する生産拠点から下方に位置する市場までの一連のフローにおいて、その各階層の持つ機能を重視した立地選定および顧客への輸・配送経路の最適化を試みた。さらに、フロー全体の最適化をねらい、生産から輸・配送までを対象とした、生産・物流を統合したスケジューリングモデルを構築している。本対象領域を本論文のように、ミクロ的視点から各要素における各々の最適化を図ると共に、マクロ的視点よりフロー全体の最適化を図る論文は他に類例をみることがなく、この点にも本論文の独自性があるものといえる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 藤 馨 一

副 査 教 授 加 賀 屋 誠 一

副 査 教 授 森 吉 昭 博

副 査 教 授 千 葉 博 正 (札幌大学)

学 位 論 文 題 名

ロジスティクスにおける

離散型最適化モデル構築に関する研究

近年、物流問題が政府の重要課題として取り上げられ、国、自治体、業界、企業におけるロジスティクスの改善が検討、実施されている。その対策のほとんどは経済的、時間的制約から既存設備等の有効利用となっており、根底には”物をいかに効率よく移動するか”という問題意識が存在する。

本研究は既存設備の有効利用を目的とした”ロジスティクスにおける最適化”を目的とし、現実に提示されている①生産・輸送統合スケジュールの作成、②輸・配送経路の最適化、③多段階物流拠点の最適立地選定、④生産拠点の最適立地選定、の問題に対して最適化モデルを構築し、その解決方法を提示したものであり、その概要は以下に示す通りである。

第1章は序論であり、論文の目的および構成を記述した。

第2章はロジスティクスの概要と課題を整理し、本研究で対象とする4問題のロジスティクスにおける位置付けを明示した。さらに探索領域の特性から4問題の総てが組合せ最適化問題になることを明らかにし、その探索規模を示した。各問題における探索技法として、比較的小規模な問題へは総当り探索法、大規模な探索領域を有する問題へは遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)を適用した。

第3章はこれまで既存研究において扱われなかった生産・輸送統合型最適スケジュール作成モデルを構築した。すなわちセミ・プロセスタイプの生産拠点における工程および輸・配送工程のスケジュールを統合し、かつリードタイム、在庫量および総費用の最小化を図った。さらにその評価として最適スケジュールを作成し、過去の実績値と比較・評価を行い、①リードタイムが約23%短縮、②1日当りの最大在庫量在庫量が約51%削減、③総費用が約20%の削減することを示した。本研究の成果をもとにした改善案が平成12年度4月から導入された。

第4章は輸・配送の最適化からロジスティクス全体の効率化を図ることを目的とし、輸・

配送経路の効率的かつ現実的な解を得るため GA を適用した探索ロジックを構築した。具体的には模擬データを用い、巡回セールスマン n 人 M 都市問題に対する GA の適応を図り、“輸・配送計画支援ソフト”等に用いられている Saving 手法へ GA を組みこんだ。その結果、①親の持つ“巡回都市のリンクの強さ”に着目し、複数の親から蓄積した情報に基づき子を生成する多親組換え法、②Saving 手法を突然変異として GA に組み込む方法、の有効性が明らかになった。

第 5 章は N 社が直面している物流センターの立地問題を解決するため、多段階物流センター最適立地選定モデルを構築した。すなわちこのモデルは輸送費、在庫管理費、発送管理費等からなる“物流センター運営費用”を最小にする物流拠点の立地箇所を求めるものである。本問題は総当り法による処理では約 2.8 ヶ月を要するが、遺伝的アルゴリズムの導入により演算時間を約 20 秒に短縮した。本モデルにより、現存する 6 拠点の物流センターを 4 拠点に集約することができ、輸送費、センター運営費からなる総費用が 15,336 千円(約 11%)削減された。

第 6 章は N 社が直面している生産拠点の立地問題に対して、生産費用と輸送費用とのトレードオフを考慮した最適立地選定モデルを提案した。本モデルの構築にあたり、既存の立地選定モデルで用いられている供給物量を生産能力へ割付け、新たに地理的属性を考慮した割付方法を提案した。本問題は第 5 章と同様に組合せ最適化問題となり、遺伝的アルゴリズムを導入することにより、総当り探索法に要した約 1 ヶ月の処理時間を約 30 秒に短縮し、かつ総当り探索法と同一の解を得ることが出来た。本モデルによる成果として、現存する 6 拠点の生産拠点が 5 拠点に集約されると共に、従来のモデルにおける割付方法の不備から発生した“飛び地”が解消された。なお本モデルによる成果は、N 社関連ロジスティクス企業において採用され、大きな成果をあげている。

第 7 章は結論と今後の課題を述べた。

これを要するに、著者は、ロジスティクス活動領域および活動要素を総合的に捉え、生産拠点から市場に至るまでのフローにおいて、各階層の持つ機能を重視した立地選定および顧客への輸・配送経路の最適化を試みた。さらに、生産から輸・配送までを対象としたスケジューリングモデルを構築し、その最適化を図ったものであり、交通計画学、計画数理学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。