

2022年 8月30日

豊橋技術科学大学長 殿

機械工学専攻
学位審査委員会
委員長

佐藤 海二



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	ESSAM KAoud MOHAMMED MOUHRAN		学籍番号	第199102号
申請学位	博士(工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学専攻	
博士学位論文名	Robust and Optimal Design of Sustainable Closed Loop Supply Chain Considering E-commerce and Environmental Impacts (電子商取引と環境への影響を考慮した持続可能な閉ループサプライチェーンのロバスト最適設計)			
論文審査の期間	2022年7月14日 ~ 2022年8月30日			
公開審査会の日	2022年8月30日	最終試験の実施日	2022年8月30日	
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	高木 賢太郎			
委員	松原 真己		内山 直樹	
		印		印
		印		印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

市場のグローバル化、価格競争の激化が著しい今日では、いかに適切な部品調達先を選定するかが、利益獲得の大きな鍵となる。また、持続可能な社会の実現に向けた環境負荷低減が求められる昨今では、製品のリユースを含めたサプライチェーンの最適化が必要である。しかしながら、市場の需要、リユース品の回収率など、事前に知ることが困難な要因が存在し、それがサプライチェーン全体の利益に多大な影響をもたらすため、これらの不確実性を考慮した数理モデルが不可欠である。

本論文は、部品のサプライヤから製造メーカー、市場に至るまでの従来型のサプライチェーンに加えて、リユース品の回収、再生工場を考慮した閉ループサプライチェーンに対し、需要や、製造およびリユースに係るコスト等の不確実性を考慮した数理モデルを構築し、総コスト最小化を目的としたロバスト最適化についての研究をまとめたものである。本論文は全5章から構成される。第1章では、本研究の背景、関連研究の概要、研究目的、論文構成を述べている。一般的な閉ループサプライチェーンの構成要素と最適化の目的、本研究が対象とする不確実状況下における閉ループサプライチェーン最適化問題について説明している。第2章では、電子商取引を考慮した閉ループサプライチェーンの最適化について、混合整数計画問題として定式化している。また、サプライチェーン数理モデルのパラメータ変動に対する総コストを感度解析し、リユース品を考慮した影響を確認している。第3章では、第2章でのパラメータ変動の影響を踏まえ、コストおよび需要の不確実性に対するロバスト最適化のための数理モデルを提案している。不確実データが従う確率分布形状として矩形および楕円を仮定し、それぞれが総コストに与える影響を数値実験により明らかにしている。第4章では、第3章までのコスト面に加えて環境負荷を考慮し、利益最大化と二酸化炭素排出量最小化の多目的ロバスト最適化のための数理モデルを提案している。さらに、精度の良いパレート解を得るために重み付けチェビシェフノルムを用いる最適化手法を提案し、両目的関数の変動割合を示している。第5章では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の課題と展望を述べている。

審査結果の要旨

サプライチェーンマネジメントに関する研究は古くから行われているが、商取引、流通形態は時代とともに変化し、時代に即した解析・最適化のための数理モデルの構築が不可欠である。本研究は、電子商取引の隆盛、持続可能な社会の実現に向けた環境負荷低減など、現代社会特有の要因を考慮したサプライチェーン最適化のための数理モデルの構築は高い新規性を有する。また、数値実験により提案する数理モデルの有効性を検証するとともに、種々の条件下での最適化を行うことで、サプライチェーン構成要素のパラメータ変動がサプライチェーン全体に与える影響を分析することができ、高い実用性を有する。本論文の主要な成果は以下のようにまとめられる。1) 多数の消費者が電子商取引を利用する市場を想定し、製品のリユースを含めた閉ループサプライチェーンの最適化について、混合整数計画問題として定式化している。数値実験において、リユース品の増加により輸送コストが上昇するが、総コストは低減できることを示している。2) 需要およびコストの不確実性を考慮したロバスト最適化のための数理モデルを提案している。需要およびコストが従う確率分布形状を矩形から楕円にした場合に総コストが低減できることを示している。3) 不確実性を考慮した閉ループサプライチェーンを対象に、総利益増加および二酸化炭素排出量低減の多目的最適化のための数理モデルを示し、高精度なパレート解を得るために重み付けチェビシェフノルムに基づく最適化手法を提案している。数値実験により、提案手法により得られたロバスト最適解を、決定論的な手法による結果と比較することで、ロバスト性の確保により、いずれの目的関数の値も劣化するが、総利益への影響がより大きいことを示している。不確実性を考慮した多目的サプライチェーンのロバスト最適化のための数理モデルは、システム工学分野での学術的独創性が高く、数値実験により有用性を示しており、産業界への寄与も大きい。以上より、本論文を博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)