

Title	革新的なファジィ最適化モデルの開発による不確実なサプライチェーンマネジメント問題の解決
Author(s)	NOPPASORN SUTTHIBUTR
Citation	
Issue Date	2025-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/20073
Rights	
Description	Supervisor: 平石 邦彦, 先端科学技術研究科, 博士



氏名	SUTTHIBUTR, Noppasorn		
学位の種類	博士（情報科学）		
学位記番号	博情第 555 号		
学位授与年月日	令和 7 年 9 月 24 日		
論文題目	Resolving Uncertain Supply Chain Management Problems through the Development of Innovative Fuzzy Optimization Models		
論文審査委員	平石 邦彦	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	上原 隆平	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	緒方 和博	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	石井 大輔	北陸先端科学技術大学院大学	准教授
	Navee Chiadamrong	SIIT, Thammasat University	准教授

論文の内容の要旨

This research develops advanced fuzzy optimization models to enhance resilience and sustainability in Supply Chain Aggregate Production Planning (SCAPP) under uncertain conditions. By employing fuzzy logic, the study quantifies and incorporates uncertainties such as fluctuating operation costs and demand into production planning, enabling decision-makers to manage unpredictable changes in supply chain operations. The proposed approach prioritizes operational efficiency, risk mitigation, reliability, and sustainability, creating a robust framework to adapt to volatility and ensure a steady flow of goods.

The findings demonstrate that the innovative fuzzy optimization model significantly improves adaptability and resilience in supply chains. The model minimizes cost fluctuations, risk mitigation, optimizes resource utilization, and addresses multiple conflicting objectives in uncertain environments. Empirical results validate its practical effectiveness as a valuable tool for modern supply chain strategies, offering companies a reliable means of maintaining stability and sustainability among disruptions.

This research aligns with contemporary trends emphasizing resilient supply chain models to manage uncertainty and variability. By enhancing traditional SCAPP methodologies with advanced fuzzy and risk mitigation techniques, the study addresses critical challenges in managing uncertainty while contributing novel insights to academic literature. Key innovations include a focus on multi-objective optimization, explicit risk mitigation strategies, and the integration of theoretical advancements with practical applications. These contributions establish a new benchmark for improving the adaptability, precision, and applicability of SCAPP models, offering significant value for both researchers and industry practitioners.

Keywords: Supply Chain Management, Uncertainty, Sustainability, Resilience Index, Multi-Criteria Decision-Making, Fuzzy Linear Programming, Monte Carlo Simulation

論文審査の結果の要旨

本論文では、不確実さを含むサプライチェーンのマネジメント問題に対し、従来扱われなかつた制約条件および目的を考慮した新しい解法を提案している。具体的には、(i)確信度を入れたリスク評価、(ii)目的的充足レベルに加え、非充足レベルも考慮した最適化、(iii)値の下振れリスクの考慮、(iv)災害などによるサプライチェーンの一部停止に対するレジリエンスの考慮、の 4 つである。用いるのは既存のいくつかのファジイ最適化手法を組み合わせたものであり、サプライチェーン・マネジメントにおいて考慮すべき不確実さを十分に扱うことができる。ファジイ変数のメンバシップ関数についても、従来研究では左右対称のファジイ三角形を与えるもののが多かったが、本研究では左右非対称のファジイ三角形を扱える定式化を行っている。提案手法の有効性は 4 つのケーススタディを通じて検証され、結果は論文誌論文 1 編、および、国際会議論文 3 編として公開されている。これらのケーススタディの中で、災害による一部施設の稼働停止のリスクを考慮した最適化問題の定式化と解法は、学術的にも新規性のあるものである。申請者の出身

国のタイでは、洪水による工場や道路の被害が多く、これらを考慮したレジリエントなサプライチェーンの構築が求められている。提案手法は現実の状況にも適用可能な有用なものであると認められる。また、各ケーススタディに対して、問題の規模を大きくしたときの計算時間を測定し、手法のスケーラビリティを評価している。

ファジイ最適化手法により 1 つの最適解が得られるが、それが妥当なものかを別途検証する必要がある。そのための方法として、モンテカルロ・シミュレーションを用いる方法を提案している。これはメンバシップ関数から、そこから導かれる確率分布関数を定義し、その分布関数に従ってランダムに値を生成する方法である。ランダムに生成されたファジイ変数の値を用いて最適化問題を多数回解き、最適解の分布を求めたところ、分布のピークとファジイ最適化による最適解がほぼ一致していることが確認できた。これは、多くの試行を必要とするシミュレーションによる手法による方法で得られる解が、1 回のファジイ最適化により得されることを意味する。

なお、申請学生は SIIT とのデュアルディグリープログラムの学生であり、SIIT 側に本論文とは別の論文を提出して審査を受けている。内容は全く同じではなく、それぞれの大学で行った別内容の部分が含まれている。また、それぞれの大学の主査が、両方の論文審査委員会に入っている。

以上、本論文はサプライチェーン・マネジメントという現実の問題に対する数理的解法を与えたものであり、学術的および理論的手法の応用という観点で貢献するところが大きい。よって、博士（情報科学）の学位論文として十分価値あるものと認めた。