

学位被授与者氏名	挾間 雅義 (Masayoshi Hasama)
学位の名称	博士 (工学)
学位番号	博 (一) 第 1 2 号
学位授与年月日	平成 1 9 年 9 月 3 0 日
論文題目	サプライチェーン及び組立生産システムの解析と最適化
論文題目 (英訳または和訳)	Analysis and Optimization of Supply Chain Systems and Assembly Production Systems
論文審査委員	論文審査委員会 委員主査 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 赤木 文男 同審査委員: 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 横田 将生 同審査委員: 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 森 健一 同審査委員: 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 田中 宏史
論文審査機関	福岡工業大学大学院工学研究科
論文内容の要旨 (和文)	<p>近年、多様化する消費者ニーズに迅速に対応するため、生産システムが少品種大量生産から多品種少量生産に変化し、従来の企業組織の枠組みを超えた複数企業からなるサプライチェーン (SC) を統合する一貫方式のマネジメントが生まれ、世界的に注目されている。SC に対する研究を通じて、ブルウィップ現象、即ち、下流の顧客の需要変動はそれほど大きくなくても小売りからサプライヤーへと上流にいくほど注文・在庫の変動が大きくなる現象、の存在が明らかになった。この現象は無駄な在庫、投資をもたらし、経営効率の向上を妨げる大きな要因である。従来の研究では、その対策として情報共有などについての研究が多くなされているが、SC の設計・構築において、まず在庫管理の諸要素のうちどれがブルウィップ現象に影響を与えるかを明らかにすることが重要だと考えられる。</p> <p>そこで、本研究で視点を変え、どの要素がブルウィップ現象に影響を与えるかの要素を特定し、さらに経営者の意思決定がどのような影響を与えるかを考察した。シミュレーションの結果、移動平均算出期間、リードタイム、安全係数の設定が影響を与える要素であるが、最終需要の平均・分散は影響を与えないことが分かった。そして、経営者は一つの要素の変化に対応して、品切れの増加を防ぐため、別要素を変化させる意思決定を行うことが考えられるが、これはブルウィップをさらに増幅につながるが多いことが分かった。これらの結果は、SC の構築において重要なヒントになることが期待される。</p> <p>後半部分は組立型待ち行列システムにおける資源配置の最適化に関する研究である。このシステムは組立生産工程をモデル化したものであるが、SC のモデル化にも有効である。しかし、直列型待ち行列システムと比較すると、その構造が複雑なため、それを対象とする研究が少ない。特にサーバーやバッファなどの資源の有効配置は経営において重要な問題であるにもかかわらず、最適配置問題を解決する手法が見つかっていない。本研究では、複数の組立ノードから構成される待ち行列システムに対してシミュレーションを行い、その結果に基づき、バッファ及びサーバーの最適配置に関する経験則を得ることができた。さらに、最適バッファ配置を求める動的計画法アルゴリズムを提案した。これらの経験則と動的計画法アルゴリズムを組み合わせることによって、効率的に最適配置問題を解決できることがわかった。</p> <p>第 1 章では研究の背景、目的、概要について説明し、第 2 章ではサプライチェーンマネジメントに関連する従来の研究を紹介する。第 3 章では、簡単な SC モデルを定義してシミュレーションを行い、ブルウィップ現象に影響を与える要素の特定を行い、さらに経営者の意思決定がどんな影響をもたらすかを検討する。さらに、ブルウィップ現象に関連して、ビールゲームの教育的効果 (第 4 章) 考察する。第 5 章以降は組立型待ち行列システムを対象に、従来の研究結果を紹介し (第 5 章)、モデルを定義したうえシミュレーションを行い、第 6 章ではバッファ及びサーバーの最適配置に関するいくつかの経験則、及びその応用について述べる。第 7 章で動的計画法を用いたバッファサイズ最適配置アルゴリズムを提案する。さらに、そして第 8 章では本論文の主要な結果を要約し、今後の課題などについて述べる。</p>
論文内容の要旨	To compete successfully in today market place, it has become apparent that success

<p>(英文)</p>	<p>cannot rely solely on improving the efficiency of internal operations, and that collaboration with trading partners can build the foundation for a competitive advantage and substantially improve the bottom line. Companies need to efficiently manage the activities of design, manufacturing, distribution, service and recycling of their products and services to their customers. The coordination and integration of these flows within and across companies are critical in effective Supply Chain Management (SCM).</p> <p>Often, supply chains are subjected to information distortion as demand information is processed and passed on from one part of the chain to another. The propagation of demand variability up the supply chain, a phenomenon in industry known as the Bullwhip Effect (BE) is a subject of research interest. Information sharing among companies in a supply chain is regarded as an effective measure to relieve the BE. In this paper, first, we define a two-stage supply chain model (a retailer and a supplier). Based on the result of simulations, we identify the factors which affect magnitude of the BE. As a result, we noted that the factors affect the BE are lead time, level of safety stock, and length of period to taking moving average, whereas demand average and variance do not. Furthermore, when one of the above factors varies, management decision makers may alter the other factor to adjust to the change. Here we also investigate how such decisions affect magnitude of the BE.</p> <p>The latter half of the paper focuses on assembly-like queueing systems (ALQS). In productive systems, assembly operations arise in many practical situations, including assembly lines in production plants, mixing operations in chemical industries and data flow through computer systems. ALQS are used for modeling such operations. Compared to queueing systems with a tandem or merge configuration, ALQS are difficult to analyze. Based on computer simulation results, we propose a dynamic programming algorithm for optimal buffer allocation in ALQS and present some heuristic policies for effective resource allocation in such systems.</p> <p>In Chapter 1, we briefly explain the background, purpose and results of this study. Then we introduce previous literature on SCM (Chapter 2). In Chapter 3, we define a two-stage supply chain model and identify the factors which affect magnitude of the BE based on the results of simulation. We also examine the educatory effect of the Beer Game (Chapter 4). In the remaining chapters, we study effective resource allocation problem in ALQS. In Chapter 5, we introduce previous studies on the problem. Based on the result of simulation, we present some heuristics on buffer and server allocation (Chapter 6) and propose an algorithm for optimal buffer allocation in ALQS (Chapter 7). In Chapter 8, we summarize the results of our study.</p>
<p>論文審査結果</p>	<p>[審査の結果]</p> <p>この論文は、サプライチェーンについて在庫管理と待ち行列理論の2つの視点から研究したものである。</p> <p>論文では、まず、在庫管理の手法を用いてサプライチェーンにおけるブルウィップ現象について、それに影響を与える要因の特定を行った。解析の結果、在庫管理の基本要因のうち、リードタイム、需要予測の精度、および安全在庫レベルはブルウィップ現象の大きさに影響を与える要因であり、顧客からの需要量の平均および分散は影響を与えないことがわかった。そして、これらの結果をサプライチェーンの構築・運営に活用する例を提示した。</p> <p>ブルウィップ現象は経営資源の多大の浪費をもたらす現象であり、その解決法については情報共有を中心に様々な研究がなされているが、現実的には情報共有の実現を妨げる様々な原因が存在しており、情報共有が難しいケースも多いといわれている。このような場合において、本研究の解析結果はサプライチェーンの構築・運営のヒントになることが期待できる。</p> <p>論文の後半部分は、待ち行列システム理論を用いて組立生産システムやサプライチェー</p>

ンをモデル化した上、資源の最適配置について考察を行った。まずシミュレーションの結果に基づいて、資源の効率的な配置を求めるための経験則を提案した。これらの経験則は、ネットワーク構造の相違により、従来の研究と明らかに異なる特性をもつことがわかった。すなわち、直列型待ち行列では、資源をシステムの中流ノードに優先的に配置することによって高いスループットが得られるが、本研究の対象である組立型待ち行列システムにおいては、下流の組み立てノードがボトルネックになる可能性が高く、これらのノードに資源を優先的に配置すべきである。次に、最適バッファサイズ配置を求めるために、一種の動的計画法による最適化アルゴリズムを提案した。さらに、経験則で探索空間を狭めた上、最適化アルゴリズムを適用すれば、効率的に最適配置を求められることを示した。

最適資源配置は生産・経営において重要な問題であるが、待ち行列理論ではその解決法が確立されていない。従来の研究のほとんどは、大量の数値実験の結果に基づいて経験則を提案するものである。本研究は経験則の提案にとどまらず、さらにシステマティックなアプローチとして、動的計画法によるバッファサイズ最適配置アルゴリズムを提案した。これは独創性のある研究であり、重要な意義をもつと考えられる。

以上の理由により、審査委員会は提出論文が学位論文の内容として適合すると判定した。

[学位論文公聴会]

学位論文公聴会においては、論文内容に関連する種々の工学的及び技術的な質問があり、共同研究者から一部コメントがあったが、申請者が一通り適切な回答を行うことができた。また公聴会後の最終試験においては、学位論文に関連する分野の学識を有し、今後研究を進めていくための研究能力を備えていることが判明した。語学力についても、国際学会で英語による発表を行っており、英語能力は研究に必要な水準に達していると判断した。

[総合判定]

以上の結果から、学位審査委員会はこの論文が博士（工学）の学位に適格であると判定した。

主な研究業績

学術雑誌

◇査読付論文

1. 挟間雅義, 宋宇, 「ブルウィップ現象に影響を与える要素の特定」, 日本経営工学会論文誌, Vo58, No2, pp106-114, 2007.

◇査読無し論文

1. 挟間雅義, 宋宇, 「ビールゲームによるサプライチェーンのシミュレーション」, 日本経営工学会九州支部(JIMAKY)経営工学研究, 日本経営工学会九州支部, No5, pp25-31, 2003.
2. 挟間雅義, 笠雄二, 赤木文男, 「企業-消費者間取引の現状と問題点について」, 日本生産管理学会論文誌, 日本生産管理学会, Vol.11, No1, pp73-78, 2004.
3. 挟間雅義, 青山洋之, 赤木文男, 「Value at Risk を用いた簡易的株価予測の検証」, 日本生産管理学会論文誌, 日本生産管理学会, Vol. 11, No1, pp79-84, 2004.
4. 挟間雅義, 宋宇, 「サプライチェーンのブルウィップ現象についての一研究」, 福岡工業大学研究論集, 福岡工業大学, Vol.37, pp51-57, 2004.
5. 挟間雅義, 宋宇, 「サプライチェーンにおけるブルウィップ現象について」, 日本経営工学会九州支部(JIMAKY)経営工学研究, 日本経営工学会九州支部, No.7, pp53-60, 2005.
6. 挟間雅義, 橋本直樹, 赤木文男, 「生産管理工学用 e-Learning 教材の作成・運用の一考察」, 日本生産管理学会論文誌, 日本生産管理学会, Vol.12, No.1, pp29-34, 2005.
7. 挟間雅義, 宋宇, 「組立型待ち行列システムにおけるバッファサイズ配置アルゴリズム」, 日本生産管理学会論文誌, 日本生産管理学会, Vol.14, No.1, 2007 (掲載決定)。

◇国内学会発表

1. 挾間雅義, 宋宇, 「Supply Chain における情報共有のモデル化と解析」, 日本生産管理学会, 大阪学院大学, 2001.9。
2. 挾間雅義, 宋宇, 「SC におけるビールゲームシミュレーション」, 日本経営工学会九州支部(JIMAKY), 九州産業大学, 2002.4。
3. 挾間雅義, 宋宇, 「サプライチェーンにおけるブルウィップ効果についての一考察」, 日本生産管理学会, 学習院大学, 2003.4。
4. 宋宇, 挾間雅義, 井上真, 「SCM に関する e-Learning 教材の開発」, 日本生産管理学会, 関西学院大学, 2004.3。
5. 挾間雅義, 宋宇, 「SC におけるブルウィップ現象について」, 日本経営工学会九州支部 (JIMAKY), 日本文理大学, 2004.9。
6. 赤木文男, 挾間雅義, 橋本直樹, 「生産管理工学用 e-Learning 教材の作成と運用」, 日本生産管理学会, 青山学院大学, 2005.3
7. 挾間雅義, 井上真, 宋宇, 「組み立て型待ち行列システムにおけるバッファ配置」, 日本生産管理学会, 青山学院大学, 2005.3。
8. 挾間雅義, 宋宇, 「組み立て型待ち行列システムにおける WIP の最小化」, 日本生産管理学会, 大阪市立大学, 2006.3。
9. 挾間雅義, 宋宇, 「動的計画法を用いた組み立て型待ち行列システムにおける資源配置問題」, 県立広島大学, pp48-49, 2006.11。

国際会議

◇査読付国際会議

1. Hasama, M. and Song, Yu., “A Dynamic Programming Algorithm for Optimal Buffer-size Allocation in Assembly-like Queueing Systems”, The 8th Asia Pacific Regional Meeting of Industrial Engineering & Management System (APIEMS), Proceeding, Taiwan. 2007.12 (Accepted).

◇査読なし国際会議

1. Hasama, M. and Song, Yu., “An Algorithm for Buffer allocation in Assembly-like Queueing Systems”, IFORS, Hawaii. 2005.7
2. Song, Yu. and Hasama, M., “An Algorithm for Optimization of Buffer Allocation in Assembly-like Queueing Systems”, International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA), China. 2006.8