

外 94-60

早稲田大学大学院理工学研究科

博 士 論 文 概 要

論 文 題 目

部分バックオーダーを考慮した
生産・在庫モデルに関する研究

申 請 者
金 正 子
KIM JUNG JA

1995年 3 月

顧客の製品に対する要求の多様化に伴い、生産販売活動で扱う品目の数が多くなるとともに、急速な技術開発や新素材の出現で製品のライフサイクルが、短くなりつつある。こうした状況にいかに対処するかが、在庫管理の重要な課題である。在庫管理を品目単位で見ると、以下の三つの基本的な決定項目、すなわち、在庫調査間隔の決定、補充発注時期の決定、補充発注量の決定が存在する。これらの項目を決定するための要因として、需要、発注量（生産量）、品目数、対象計画期間、需要の時間的変化、在庫関連費用、調達期間の性質、過剰需要の処理方法（バックオーダー、遺失販売、部分バックオーダー）、製品寿命、在庫場所の数および評価基準等をあげることができる。

在庫システムにおける経済的発注量の決定は、多くの文献で研究されているが、それらの多くは、品切れを許容しないかまたは品切れを許容しても品切れ期間中の需要がすべてバックオーダーされる場合と、すべて遺失販売となる場合のいずれかを扱っている。

一般に、品切れ期間中の需要は、顧客の需要が捕獲的(captive)である場合、充足されない需要が、バックオーダーされ、需要が満たされるまで待機状態になる。しかし、緊急を要する顧客は、品目の到着を待つことができず、他から需要を充足する。すなわち、顧客の状況と品切れ期間の長短によって部分的にバックオーダーされたり、遺失販売になったりするのが普通である。品切れの時の需要がバックオーダーになるか、遺失販売になるかは顧客の緊急度や当該製品への執着度と代替製品の供給状況等に依存し、品切れ期間が短ければバックオーダーされる確率が高く、品切れ期間が長くなるに従って需要が失われる確率が大きくなるのが自然である。したがって、品切れが発生するとき、需要の一部だけがバックオーダーされ、在庫システムの補充在庫の入庫時にバックオーダーにまわった需要だけが充足されると仮定するのがより現実的である。しかしながら、品切れ時の需要の一部がバックオーダーされる「部分バックオーダー」を考慮した研究はその数が極めて限られている。さらに、品切れ時の需要がバックオーダーされる割合が品切れ期間に依存するという仮定をおいた研究はほとんどなされていない。

本研究では、以上のような品切れ期間中の顧客の反応を考慮した、部分バックオーダーを許容する生産在庫システムの定量発注方式を対象とし、品切れ時の需要がすべてバックオーダーされる場合、またすべて遺失販売になる場合という両極端と、その中間形態である部分バックオーダーを統合した一般モデルを構築し、その解法を提案する。まず、需要と調達期間が確定的に与えられるという状況の下で部分バックオーダーを考慮した経済的発注量(Economic Order Quantity; EOQ)モデルを提案した後、確定的需要と不確実な調達期間をもつ部分バックオーダーを考慮した経済的発注量モデルを構築し、発注量と品切れ数量を算出する反復的な解法を提示する。つぎに、生産率と需要率が確定的な状況の下で部分バックオーダーを組み込んだ経済的生産量(Economic Production Quantity; EPQ)モデルを提案す

る。従来のすべての部分バックオーダーモデルがバックオーダー比率をバックオーダー期間に依存しないパラメータとして取り扱っているのに対して、提案するモデルではバックオーダー比率をバックオーダー期間に依存する関数として定義し、現実の顧客の購買行動を反映させている。

さらに、本研究で提案した諸モデルに対する数値例を通じて、パラメータの変化に対する決定変数および在庫費用の感度分析を行うことによって、在庫システム設計のための基礎的知見を得ることを目的としている。

本論文は6章および付録から構成されている。

第1章では、まず、研究目的、研究方法及び研究の範囲を明らかにするとともに、部分バックオーダーモデルの概念および文献を中心に従来の研究動向を調査し、本論文の概要と特徴を明確にする。

第2章では、需要と調達期間が確定的な状況の下で、バックオーダー比率がバックオーダー期間によって線形的に減少する場合を扱うモデルと指数関数的に減少する場合を扱うモデルを構築して、これらのモデルに対する年間費用関数を定式化し、これを最小にする経済的発注量と発注点を求めるニュートン・ラフソン法に基づく反復的解法を提案している。さらに、この解法を用いて、数値的な分析を行うことによって、バックオーダー比率関数のパラメータ λ の違いが最適政策に及ぼす影響を分析し、 λ の値によって最適政策にかなりの違いが生じることを明らかにし、本研究で提案するモデルを考える意義を示している。

本章では、また提案するモデルをどのように活用すればよいかに関する考察と λ の推定方法について検討している。

第3章では、Kim(1985)が扱った遺失販売とバックオーダーを許容する(Q,r)在庫モデルを基礎として、連続的な在庫調査を仮定し、調達期間が確率的に変動する場合の部分バックオーダーモデルを構築して解析する。ここでは、調達期間を正規分布にしたがう確率変数と仮定し、時間に比例するバックオーダー費用と遺失販売単位当りのペナルティ費用を定義して、部分バックオーダーモデルの年間平均費用関数を定式化し、それを最小にする発注点と発注量を求める反復的な解法を提示する。この章では、期待周期の長さに品切れ期間を考慮したモデルと、期待周期の長さに品切れ期間を無視する近似モデルを提示し、数値例を通じてこの2つのモデルを比較分析する。また、バックオーダー比率と調達期間の変動係数に関する解の感度分析を行って、これらパラメータの変化による解の変化過程を分析する。

第4章では、品切れ中の需要が部分的にバックオーダーされたり遺失販売になるという状況の下で単一段階、単一品目、確率的調達期間、確定的需要をもつ(Q,r)在庫モデルに対して、バックオーダー比率をバックオーダー期間に依存する関数と定義してモデルを定式化し、年間期待在庫費用を最小とする発注点と発注量を求める解法を提案している。

また、調達期間が正規分布にしたがう場合を想定し、数値例を通じてバックオーダー比率のパラメータ λ と調達期間の標準偏差 σ に関する感度分析を行い、最適発注量と最適発注点および年間期待在庫費用の変動状態を分析している。この解法は、定式化された在庫費用関数の性質を活用した、ニュートン・ラフソン法に基づく反復解法である。

第5章では、生産率と需要率が確定的であるという前提の下で、従来の経済的生産量(EPQ)モデルに、バックオーダー期間の長さに依存して変化するバックオーダー比率の概念を導入して時間に比例するバックオーダー費用、即ち、時間加重バックオーダー費用と遺失販売の単位当たり固定ペナルティ費用を組み込んで部分バックオーダーを考慮した経済的生産量モデルを構築して、経済的生産量を求める反復的解法を提案する。また、バックオーダー比率関数のパラメータ λ に対する感度分析を行い、 λ の変化にともなう周期当り生産量、品切れ数量、年間費用および累積バックオーダー比率の変動状態を分析している。

第6章においては、全体を総括し、本研究で得られた結果と今後の課題をまとめて述べている。

最後に付録として連続的な在庫調査を行うという前提下で、確定的な部分バックオーダーモデルに貨幣の時間的価値を考慮して、年間キャッシュフローの現在価値を最小にする発注量と品切れ数量を求める解法を提示する。

以上本論文では、確定需要のEOQモデル(第2章)、調達期間に確率変動が入った確定需要のEOQモデル(第3章、第4章)、確定需要のEPQモデル(第5章)ということになり、発注点方式で考慮される主要な基本モデルをとりあげ、拡張されたことになる。