

外 92-3

早稲田大学大学院理工学研究科

博士論文概要

論文題目

発注量変動と在庫量変動を制御

する定期発注システムの研究

申請者

俵 信彦

NOBUHIKO TAWARA

平成 4 年 4 月

理 1584 (1854)

製造工程では、幾つかの生産－在庫過程を経て製品が生産される。この生産－在庫過程を円滑に管理していくためには、製造工程全体をシステムとして把握し、研究を進めて行かなくてはならないであろう。しかし、それらの研究の基礎として、先ず一つの工程とその前後の工程との関係を明確にするための研究を進めることが必要である。

定期発注システムの目的は、平均在庫量を出来るだけ低く維持しながら、サービス水準をある程度高めようとするものである。このシステムの典型である Vassian の定期発注システムによると、注文量を指数平滑法で予測した場合、発注量変動が必ず注文量変動より大きくなることを十代田が明らかにしている。

本論文において提案する発注量制御システムは、単一品種一工程を対象として Vassian の定期発注システム（以後標準定期発注システムと呼ぶ）から求められた次期発注量に対し、この発注量を制御するパラメータを導入し、発注量変動を制御しながら、かつ在庫量変動も低く抑えることにより、平均在庫量を少なくしようとするものである。この制御パラメータ G ($0 < G < 1$) を用いる発注量制御システムを G 型定期発注システムと呼ぶ。なお、本論文では、注文系列の相違による評価値への影響を除くために、注文量分散に対する発注量分散の比と注文量分散に対する在庫量分散の比により構成される評価関数を設定し、さらに両者を加えた総分散比を評価関数式としている。また、両分散比に重み付けをして加えた評価関数式を設定し、発注量変動を強く制御したい場合と在庫量変動を主に抑えた場合の二通りの要求に応じられるように考慮している。

先ず、注文が定常で指數型自己相関（相関係数 λ ）を持つ系列に対し、予測法として 1 次指數平滑法（平滑化定数 α ）を用いる標準定期発注システムと G 型定期発注システムのモデルを用いてシミュレーション解析を行う。そして、本システムの制御パラメータ G が発注量変動と在庫量変動を共に制御できることを確認し、さらに、 γ 型定期発注システムの特性との比較を行う。次に、注文が定常で独立な系列、すなわち予測は行わず、注文は既知としたモデルを対象に解析を行い、定常状態での評価関数の数式解を導出する。また、本システムの有効性を明らかにし、実際の時系列データへの適用を試みる。次に、注文が定常で指數型自己相関を持つ系列に対し、予測法として 1 次指數平滑法を用いた G 型定期発注システムのモデルを対象に数理解析を行う。発注システムを離散型制御システムとして把握し、Z 変換により解析を行い、発注量分散、在庫量分散の数式解を発注システムのパラメータ λ 、 α 、 G の関数として導出を行う。また、同じ系列に対し、予測法として平滑化定数 α を含まない自己相関予測法による G 型定期発注システムのモデルを対象に解析を試みる。同様に発注システムを離散型制御システムとして把握し、Z 変換により解析を行い、両分散の数式解を発注システムのパラメータ λ 、 G の関数として導出する。なお、1 次指數平滑法と自己相関予測法による相違も比較検討する。さらに、注文が周期的に自己相関を持つ系列に対し、この発注モデルを構築し、解析を行う。これまでの研究では調達期間 L を 1 としていたが、ここでは L を一般化している。また、周期 C は、解析上無限

大として扱っているが、実務的には $C = 12$ として適用する。そして、発注量分散、在庫量分散の数式解を発注システムのパラメータ C 、 L 、 G の関数として導出する。

以上のように、変動する注文量に対し、発注量の変動を抑え、かつ在庫量変動をも小さくすることが可能な G 型定期発注システムを提案し、幾つかの注文系列と予測法に対して解析を行い、制御パラメータ G の値を導出した。本論文の構成は以下の通りである。

第 1 章においては、本論文の基本的な概念について述べ、とくにこの研究が生産－在庫システムを安定させるために必要性が高いことを解説する。また、本研究に関連した研究分野の成果や動向について述べる。これらの研究の中でも本論文に関係の深い Vassian, Pinkham, 十代田の研究を取り上げ、その概要に触れる。さらに本論文の構成について説明する。

第 2 章においては、標準定期発注システムの予測誤差の研究として、予測システムに指數平滑法と自己相関予測法を用いた場合の予測誤差分散と予測期間中の総予測誤差分散の数式解とグラフとを求める。さらに、標準定期発注システムの在庫量分散が予測期間中の総予測誤差分散に等しくなることを確認する。また、調達期間 L を一般化した場合の発注量分散の数式解を求める。これにより、両分散の数式解の一般化を行う。求められた数式、発注量分散の注文量分散の比により得られたグラフから、発注量分散は必ず注文量分散よりも大きくなることを確認し、本論文の研究目的の意義を示す。

第 3 章においては、本論文で提案する G 型定期発注システムが研究対象の生産－在庫システムにおいて、発注量変動と共に在庫量変動を制御可能か否かを、シミュレーションによって解析することを目的としている。予測システムを含む G 型定期発注システムモデルの解析により、本システムが標準定期発注システムより良い評価値が得られるか、すなわち発注量変動と在庫量変動を共に制御出来る制御パラメータ G が存在するか否かを確認する。さらに、本システムと γ 型定期発注システムの特性の比較を行う。

第 4 章においては、注文が定常かつ独立な系列に対して、予測を含まない G 型定期発注システムの研究を行う。その目的は、発注量変動・在庫量変動と制御パラメータ G の関係を明らかにするためであり、自己相関係数 λ 、指數平滑化定数 α を除いている。そして、定常状態での発注量分散と在庫量分散を制御パラメータ G の関数として導出することを試み、評価関数の値を最小にする制御パラメータ G の値を種々の重み付けに対して求める。

第 5 章においては、定常で指數型自己相関を持つ注文系列に対し、予測法に 1 次指數平滑法を用いた場合の G 型定期発注システムの解析を行う。発注システムを離散型制御システムとしてとらえ、Z 変換によって解析を行い、発注量分散、在庫量分散を自己相関係数 λ 、平滑化定数 α 、制御パラメータ G の関数として導出を試み、評価関数の値を最小にする制御パラメータ G の値を種々の重み付けに対して求める。

第 6 章においては、平滑化定数 α の影響を除いた解析を行うため、予測法として 1 次指數平滑法の変わりに、自己相関予測法を用いている以外は、第 5 章のモデルと同じである。

発注システムを離散型制御システムとして把握し、Z変換により解析を行い、発注量分散、在庫量分散を自己相関係数 λ 、制御パラメータGの関数として導出を試み、評価関数の値を最小にする制御パラメータGの値を種々の重み付けに対して求める。

第7章においては、注文が周期的に自己相関を持つ系列に対して、このモデルに対応した予測システムを設計し、G型定期発注システムの解析を行う。本章では調達期間Lを一般化しており、周期CがLより小さいとき、発注量分散と在庫量分散を周期C、調達期間L、制御パラメータGの関数として導出を試み、評価関数の値を最小にする制御パラメータGの値を種々の重み付けに対して求める。

第8章においては、本論文で得られた成果について、その範囲を示し、結論を述べる。まず、注文量が既知、すなわち定常で独立な系列に対し、発注量変動と共に在庫量変動を制御可能なG型定期発注システムを得、評価関数値を最小にする制御パラメータGの値を示した。次に、注文が定常で指数型自己相関を持つ系列に対し、1次指数平滑法を用いたシステムが、発注量変動と共に在庫量変動を制御できることを明確にし、そして、評価関数値を最小にする制御パラメータGの値を示した。また、上と同じ系列に対し、自己相関予測法を用いた本システムが、発注量変動と共に在庫量変動を制御できることも確認出来た。この場合にも評価関数値を最小にする制御パラメータ値を示している。最後に注文が周期的で自己相関を持つ系列に対してもG型定期発注システムの有効性を示した。

上記の範囲で、生産ー在庫システムの安定化のために発注量変動を制御し、在庫量変動をも低く抑えることが出来るG型定期発注システムを設計することが出来た。