

外98-9

早稲田大学大学院理工学研究科

博 士 論 文 概 要

論 文 題 目

需要の構造推定による
発注在庫システムの制御に関する研究

申 請 者

片 山 博

Hiroshi Katayama

1998年7月
(西暦)

近年、市場からの需要の変動に対し、如何に応ずるかは企業にとって大きな問題である。とりわけ、製造業における資材や部品の発注、調達活動は、市場からの製品需要に応じた結果として発生する単なる補助的回復機能としてのみならず、需要変動への積極的対応機能として位置づけられるべきものであり、このような視点からの研究の深化や実用的な管理システムの開発が強く要請されている。

本論文では、そのような管理システムのうち、平均的需要量が見込まれるもの時系列的には不確定な量的変動を伴う製品に関し、需要に応じて製品払出しを行いつつその補充のために一定期間ごとに必要量を算定し、発注、調達する定期発注在庫システムを対象としている。このシステムの需要量の挙動を表すモデルとしては、定常時系列モデルとして説明力のある移動平均型時系列を採用し、同様の従来の研究に対する一定の拡張を図り、このような移動平均型需要モデルの構造をその独立変動成分に着目して推定し、その結果を利用することによって発注量を算定する新たな方式を提案している。さらに、対象とする管理問題を、外乱である需要量変動のシステム変数への吸収、配分問題として捉え、期末在庫量と発注量に関する両変動のトレードオフ特性を求めている。この特性の導出に際しては、ラグランジュの未定乗数法、及び対象とするシステムのインパルス応答を利用した数値計算法によりその理論解を求め、これらに基づいて数値表を整備することにより、当該システムを適切に管理運用することを可能ならしめている。上述の研究結果を踏まえ、拡張システムとして、市場の広域化やセグメント化を背景として必要性が認識される複数需要系列に対する制御方式、サプライチェーンの形成による発注機能の分割と直列化を背景として重要となりつつあるタンデム型発注在庫システムの制御方式、及び発注誤差、在庫誤差等の内部誤差変動を伴うシステムの制御方式の提案と解析を行っている。

本論文は 8 章から構成されている。

第 1 章では、企業における需要変動への取組みと本研究の意義をまとめ、その対象と目的を明確化している。

第 2 章では、従来の主な研究の概要をまとめ、それらとの対比において本論文の特徴を明らかにしている。とりわけ、H. J. Vassian や十代田の研究を端緒とする一連の研究では、発注在庫システムに計画期間を導入することにより、離散時点制御問題として定式化しているものの、解析結果が多くの場合きわめて複雑、特殊な結果となり、汎用的かつ簡潔な管理資料の整備と利用の簡便性という点で問題のあることを指摘している。

第 3 章では、次章以降の準備として、单一の移動平均型時系列モデルを対象とし、その構造推定法の提案と、推定結果を利用した予測方式の提案及び予測特性の解析を行っている。提案予測方式は、移動平均型需要モデルのパラメータ推定、需要量の独立変動成分の逐次推定、及び需要量の予測値算定の 3 つのステップから成っており、所与の需要の母平均と自己相関係数をもとに精度のよい予測値算

定が可能であることを示している。特に、第 2 ステップの独立変動成分推定に際しては、新たな評価尺度の設定と推定可能条件の導出を行い、一定の定量的保証を与えていている。解析においては、数式、及び推定システムのインパルス応答を利用した数値計算法によりその理論解を求めている。また、第 3 ステップの予測値算定に際しては、G. E. P. Box らの論文による予測方式を採用し、発注在庫システムの管理において重要な特性量である「リードタイム中の需要量の総予測誤差の分散と需要量の分散の比」を取り上げ、提案予測方式と R. G. Brown の一次指数平滑法との予測誤差特性の比較を行い、前者の優越性を明らかにしている。

第 4 章では、単一発注在庫システムを対象とし、前章で論じた需要構造推定法による推定結果を前提とした新たな発注方式を提案している。これは、需要量の独立変動成分推定結果を適切な重みづけパラメータで線形結合することによって発注量を算定する方式である。これにより発注量の時系列構造もまた移動平均型となり、説明力のある定常時系列モデルによってシステムの変数を表現することができ、その結果、解析対象とする発注在庫システムの説明力と、解析によって得られた管理資料の汎用性が大きく改善されることになる。また、タンデム型システムの各発注在庫サブシステムにおける特性が、本章で求めた単一システムにおける特性を参照することにより、簡便に求め得るという管理上の利点をも示している。提案した発注量算定方式の特性については、定常状態の存在条件とその場合における期末在庫量及び発注量の平均値及び分散値を数式解析により一般的な形式で求めている。解析の結果、平均期末在庫量は初期在庫量および初期発注量によって自由に設定することができ、また、定常状態における発注量の平均値は、需要の母平均と一致させるべきことがわかった。一方、期末在庫量の分散値、及び発注量の分散値は、システムのパラメータに関する複雑な関数となり、所与の条件で各分散値がどの程度制御できるかが管理上の焦点となることがわかった。これらの知見を踏まえ、需要量分散に対する期末在庫量分散の比 AMP (I) を最小にする発注政策を数式解析により求め、シミュレーションによる数値例を通じて当該政策の妥当性を検証している。また、AMP (I) 及び、需要量分散に対する発注量分散の比 AMP (O) の最適トレードオフ特性をラグランジュの未定乗数法を援用することにより導出している。

第 5 章では、構造の異なる複数の移動平均型需要系列を伴う発注在庫システムを取り上げ、その制御問題に対し、総需要量を対象とするのではなく、それぞれの需要系列のモデル同定に基づく発注方式を提案し、特性解析を行っている。解析に際しては、複数の入力を有する線形システムにおけるインパルス応答を利用した数値計算法を導入し、これを援用することによって需要系列間に相互相關のない場合とある場合の特性を得ている。特に、後者については二対の需要系列について両評価尺度に関するトレードオフ特性を包絡線の形で定量化し、両需要系列の相互相関係数が小さく、特に負の場合に両評価尺度のトレードオフ関係が著

しく有利になるとの結果を示している。

第6章では、単一発注在庫システムの拡張である2段階タンデム型システムについて、両在庫サブシステムにおける期末在庫量変動のトレードオフ関係を、第4章と同様、ラグランジュの未定乗数法を用いて解析している。その結果、期末在庫量分散に関するパレート最適特性を求め、それに基づいて管理資料の整備を行っている。

第7章では、内部搅乱要素を伴う発注在庫システムの制御について検討している。その狙いは、需要によるシステムに対する外部環境からの搅乱のみならず、内部要因による搅乱を取り上げ、これらの影響を吸収する効果的な仕組みを考察しようとするものであり、これにより管理精度向上策の妥当性を検討することができる。内部搅乱要素の種類としては、出荷量に関する誤差、調達量に関する誤差、及び発注量に関する誤差を取り上げ、第5章と同様の方法によりシステムの特性を求めている。その結果、誤差がない場合の特性と比較することにより、誤差の悪影響を定量的に明らかにしている。

第8章は結論であり、本研究の成果を要約している。

以上、本論文は、安定的需要の見込まれる製品に関する定期発注システムを対象とし、移動平均型時系列構造を利用した発注方式の提案、及び特性解析を行うことによって、発注在庫システムを制御するための有用な知見を得ている。また、これらの成果に基づき、当該システムを効果的に管理運用するための数値表を整備し、製造業を中心とした発注管理業務の支援資料を与えていている。