

PSI の可視化による発注基準計画立案方式の 考案

A Method of the Planning Ordering Parameters Using PSI Visualization

需給調整業務のリソースが限られている中堅中小企業では、取り扱う製品数が多い場合、すべての製品に対し安全在庫や発注点などの発注基準の見直しを定期的実施することは困難であった。その結果、需給状況と発注基準の乖離が生じ、過剰在庫や欠品が発生していた。この問題に対し、本論文では効率的な発注基準適正化システムを提案する。提案手法では、シミュレーションにより将来過剰在庫や欠品などの問題が発生しそうな製品を絞り込むことにより、発注基準調整業務を迅速化する。これにより、発注基準の更新業務を定期的な業務として組み入れることが可能になり、在庫の適正化が期待できる。

浦邊 信太郎	Urabe Shintaro
黄 双全	Huang ShuangQuan
岡崎 司	Okazaki Tsukasa
手塚 大	Tezuka Masaru

1. はじめに

製造業では過剰在庫や欠品の発生が問題になっている。過剰在庫は資産の増大によるキャッシュフローの悪化に、欠品は販売機会の損失による利益の低下につながる¹⁾。過剰在庫や欠品を防ぐには在庫を常に適正な水準に保つことが重要であるが、適正水準は需給状況によって変化する。一方、在庫の水準は発注基準によってコントロールできる²⁾。たとえば、在庫水準を現状から増やす場合には、発注点や発注量などの発注基準を現状よりも高く設定する。需給状況に合わせて在庫の適正水準を維持するには、発注基準を定期的に見直す必要がある。しかし、中堅中小企業では在庫管理にかけられるリソースが限られており、発注基準の定期的な見直しが十分に行われていない。そのため、需給状況に合わせた適正な発注基準が設定されておらず、結果として過剰在庫や欠品が発生している。

以上の課題を解決するため、本研究では効率的な発注基準適正化のためのシステムを考案した。本システムは発注・在庫のシミュレーションと、その結果による将来の問題分析を繰り返すことにより発注基準を適正化する。本システムの構築では、発注基準の適正化手法の実装に

加え、適正化の各プロセスをより高効率、高精度で実行するため、機能面や操作面で工夫を行った。本稿では、構築した発注基準適正化システムの基本機能および工夫点について述べる。

2. 中堅中小企業での在庫管理の課題

過剰在庫や欠品が発生する原因に、定期的な発注基準の見直しが一部製品にしか行われていない、あるいは全く行われていないことが挙げられる。需給状況が変化すると、それまで使っていた発注基準が適合しなくなる。たとえば前期の平均販売で最適化した発注点を、その後も見直すことなく使い続けることを想定する。来期に同じ製品の売れ行きが低下し、平均販売が大きく低下した場合、その発注点は過剰になり、過剰在庫が発生する。来期に製品の売れ行きが低下することが予測できるなら、その前に発注点を下げることで過剰在庫を防ぐことができる。このように、定期的な発注基準の見直しは、過剰在庫や欠品を防ぐために重要な業務であるが、この業務に十分な人員と時間を割り当てられる中堅中小企業は多くない。

中堅中小企業で定期的な発注基準の見直しが行われていない理由として、扱っている製品数が多いが、需給調整業務に割ける人的、時間的リソースが限られていることが挙げられる。この問題を解決するには、需給調整部門のリソースを増強したり、発注基準の見直し業務を効率化したりする必要がある。しかし、昨今の景気後退により企業は管理部門の人件費を圧縮する方向に動いており、将来の売上増加が見込めない今、これ以上管理部門のリソースを増強するのは難しい。そのため、発注基準の見直し業務自体を効率化することが強く要望されている。従来の発注基準の見直し方法は、在庫回転率などの指標を用いた要注意製品の絞り込み、簡単なシミュレーションツールによる将来の在庫推移を確認、その結果をもとにした発注基準の調整という手順で行われていた。しかし、要注意製品を絞り込む過程では、大量の数値を利用者が直接読み取り、必要に応じて加工するなど、状況把握に長い時間を要していた。また、この手法で用いる指標は過去のデータであり、将来欠品や過剰在庫になりそうな製品を検知することは困難であった。結果として、状況把握にかかる時間が長いことや、将来の問題把握ができないことにより要注意製品の絞り込みが不十分、かつ不適切（本来要注意製品で無いものを要注意製品とみなす、またはその逆）であった。

3. 高効率・高精度な発注基準適正化システム

2章で挙げた課題を解決するため、本研究では従来手法よりも在庫水準を高効率、かつ高精度に適正化できる発注基準適正化システムを構築した。提案するシステムは、将来の在庫をシミュレートするシミュレーション機能と、大量製品の在庫状況分析を行う在庫分布可視化機能、発注基準の調整を支援する発注基準調整機能を持つ。これらの機能により、将来発生する問題に応じた効率的な発注基準調整という課題を実現する。過去の PSI 実績データから将来の在庫をシミュレートし、在庫分布可視化機能を用いて将来の在庫状況を分析する。発注基準調整の対象を将来問題がある製品に絞り込むことにより、発注基準調整業務の効率化を図る。

3.1 提案システムの構成

提案するシステムの概要を図 1 に示す。データベース (DB) には PSI の実績データと発注基準が格納されて

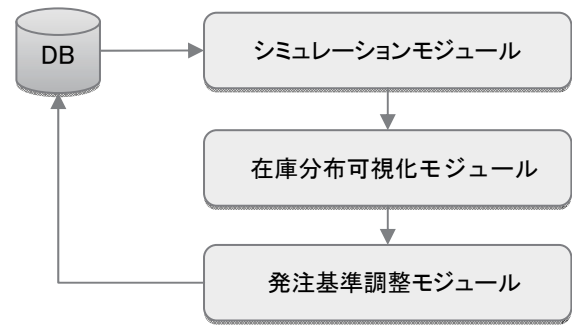


図 1 提案システムの構成

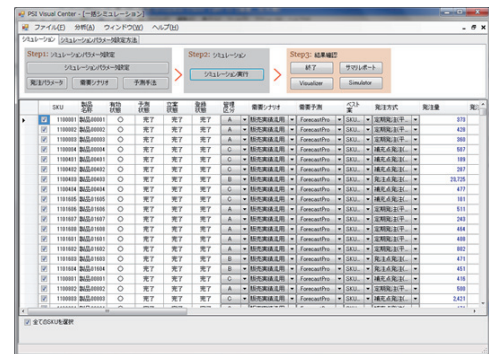


図 2 シミュレーションモジュール画面

いる。これらのデータを入力とし、シミュレーションモジュールで将来在庫のシミュレーションを全製品に対して実行する。シミュレートした将来の在庫を在庫分布可視化モジュールで分析し、発注基準の適正化が必要な製品を抽出する。抽出した製品は発注基準調整モジュールでひとつひとつ詳細にシミュレーションを行いながら、発注基準の適正化を行う。以下、個々のモジュールについて詳細に説明する。

3.1.1 シミュレーションモジュール

シミュレーションモジュールは各製品の PSI 実績データと現行の発注基準を入力とし、在庫見込を出力する。まず、実績から販売見込を求め、販売見込と現行の発注基準から生産見込を計算する。次に、販売見込、生産見込から在庫見込を求める。将来の問題を発見し、発注基準を適正に見直すためには販売見込の精度が重要である。そこで本モジュールでは、過去の販売実績の当てはめや、統計的な予測手法^{3,4)}にもとづき販売見込を計算するようにした。また本モジュールは、必要な PSI 実績と発注基準データを入力すればすべての製品の在庫見込を自動で計算できる。シミュレーションモジュールの画面を図

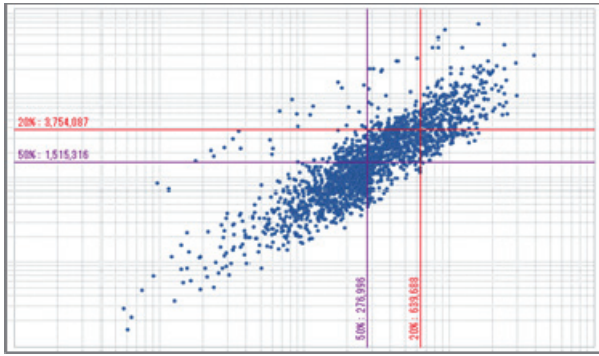


図 3 在庫分布可視化モジュール画面

2 に示す。図の画面では複数行の表が表示されているが、1 行でひとつの製品の発注基準とシミュレーション情報を設定する。本画面を用いて複数製品のシミュレーション情報を一括で設定し、在庫見込を計算する。これにより、製品数が膨大であっても短時間で在庫見込の計算が可能となる。求めた在庫見込は、発注基準を変更すべき問題在庫を絞り込むための在庫分布可視化モジュールの入力となる。

3.1.2 在庫分布可視化モジュール

在庫分布可視化モジュールはシミュレーション結果の分析を行う。本モジュールでは、大量の製品から将来の在庫に問題のある製品を効率的に特定するために、PSI 特徴マップ⁵⁾によるクロス ABC 分析を利用する。在庫分布可視化モジュールのクロス ABC 分析画面を図 3 に示す。クロス ABC 分析は、製品のデータから得られる特徴量を XY 軸に設定した散布図に製品全体をプロットし、製品を特徴に応じて分類する。たとえば、売上高と在庫量をそれぞれ X、Y 軸としてクロス ABC 分析を行うと、販売が多く在庫も少ない、効率的な在庫管理ができていない製品群や、販売と比較して在庫が多い、過剰在庫の製品群などが特定できる。提案システムでは ABC 分析により問題の程度や売上高のシェアに応じて製品全体をランク付けする。1 回の分析で評価ができない場合、特定のランクの製品に対してさらにクロス ABC 分析によるランク付けを行うことができる。本モジュールを利用し、在庫過剰の度合いが高い製品や、全体の売上に対する貢献度合いが高い製品を発注基準調整の必要性が高い製品として抽出し、発注基準調整モジュールの入力とする。

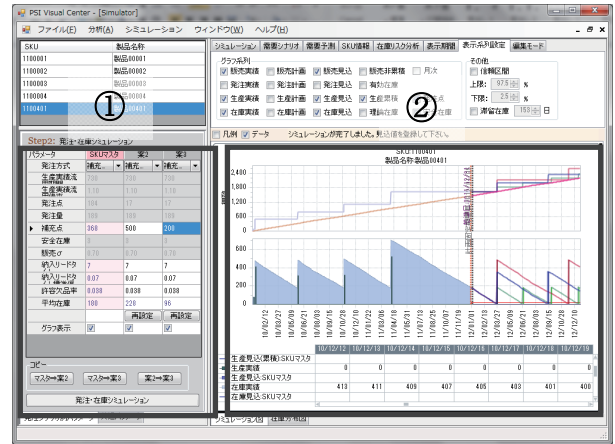


図 4 発注基準調整画面

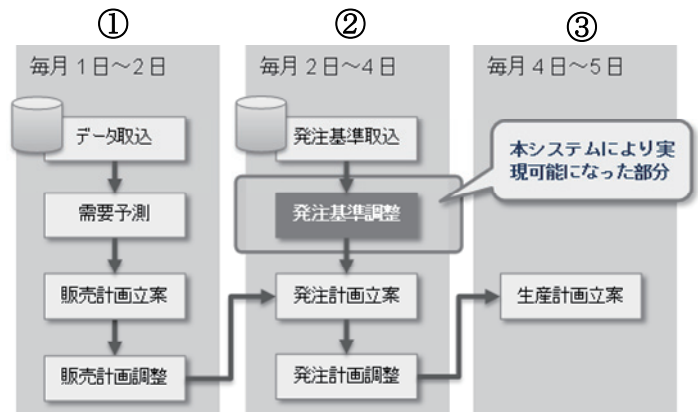


図 5 提案システムを用いた業務フロー

3.1.3 発注基準調整モジュール

発注基準調整モジュールは利用者が手動で発注基準の調整を行う画面 (図 4) を提供する。発注基準調整モジュール画面は発注基準入力領域 (図 4 ①) とシミュレーション結果表示グラフ (図 4 ②) で構成される。発注基準の調整には、発注基準設定操作の効率化と、その結果の分かりやすい可視化が重要である。本モジュール画面は、マウスによる選択で数値入力を行う発注基準設定支援機能と、複数の案を対比検討するための複数シナリオ同時表示機能を持つ。これらの機能により、効率的な発注基準の調整が可能である。

3.2 提案システムを利用した業務フロー

提案システムを利用し、適正在庫を維持できる需給調整業務フローを提案する。提案する需給調整業務フローの例を図 5 に示す。この業務フローは月次で需給計画を立案するフローである。まず、月初に実績データを取り込み、需要予測を行う。そして予測結果をもとにした販

売計画の立案と、営業情報などを加味した調整を行う(図 5 ①)。調整した販売計画と発注基準から、発注計画を立案、調整する(図 5 ②)。発注計画は生産制約などを考慮し、生産計画に落とし込まれる(図 5 ③)。以上、一連の需給調整計画が月の第一週に行われる。従来は発注計画立案の際に入力となる発注基準の更新がほとんど行われていなかった。これは 1 章で述べたように適正な発注基準の設定が時間を要する作業であったためである。

提案するシステムを使うことで発注基準の調整が迅速化できれば、このような定期的な発注基準の更新を含む業務フローを実施できる。発注計画の立案に合わせて発注基準が適切な値に更新されるため、直近の需給状況に合わせた発注計画を立てることができる。このような需給調整フローを実施することにより、需給の変化を考慮した発注基準による在庫管理を行うことができる。

4. 評価

提案したシステムを用いて課題が解決できることを検証するために評価を行った。発注基準適正化の精度については実験結果にもとづく考察を、効率性については机上での計算にもとづく考察を述べる。

4.1 評価実験の概要

従来手法と比較して在庫水準が適正化できることを検証するために、従来手法による発注基準の見直し方法と、提案システムを用いた発注基準の見直し方法の、二つの方法に従って発注基準を見直し、発注を行った結果を比較した。ただし、従来手法の実験は実機上で行うことは困難なため、実データの実績をその方法により発注した結果とみなすこととした。実験に用いたデータはある中堅中小企業の、700 品目の PSI 実績データである。

4.2 評価実験の手順

実験では発注基準の見直しを、期間をひと月ずつずらしながら 1 年間繰り返した。これは、ひと月に 1 回、ローリングで発注基準の見直しを行っていく業務を想定したもので、より実業務に近い使い方で評価を行うことを目的としている。発注基準の見直しは、過去 1 年の PSI 実績データでシミュレーションを行い、在庫分布可視化モジュールで将来の在庫に問題のある製品を抽出した後、発注基準調整画面を用いて手動で発注基準を適正化する

ことにより行った。

評価指標には発注基準の見直しを 1 年間行った後の平均在庫金額と欠品日数の全製品平均値を用いた。平均在庫金額は一定期間内の在庫金額の平均値とし、欠品日数は 1 年間で在庫が 0 となった日数とした。

4.3 評価結果

評価結果を表 1 に示す。従来手法と比較し、提案手法では平均在庫金額を約 700 万円、割合にして 8.2%削減できた。この企業では製品全体で在庫を約 1,360 百万円保持している。製品全体に対して本システムを利用することで、約 111 百万円の在庫削減が期待できる。また、欠品日数は従来手法に対して-1 日となった。

表 1 実験結果

	平均在庫金額	欠品期間
従来手法	¥85,838 千円	13.4 日
提案手法	¥78,801 千円 (-¥7,037 千円)	12.4 日 (-1.0 日)

4.4 考察

4.4.1 発注基準適正化の精度に関する考察

本実験により、提案システムを使って発注基準の調整を行うことで在庫を削減できることが分かった。これは、提案システムではシミュレーションにより将来発生する問題を把握し、過剰在庫に対して事前に手を打つことで在庫の増加を抑えることができるためである。在庫削減施策は時に安全在庫水準の低減により欠品の増加を招くが、本実験では欠品に対する影響は見られなかった。これは、クロス ABC 分析を利用して明らかに過剰在庫となっている製品を特定し、当該製品を中心に安全在庫の低減を行ったことと、将来欠品しそうな製品に対して安全在庫や発注量を増加させるよう発注基準の見直しを行ったためである。このように、提案システムは過剰在庫や欠品といった在庫の状態を指定した上で当該状態の製品を容易に見発見できるため、是正が必要な製品を絞って効果的に対策を実施することが可能である。

ただし、発注基準適正化の精度は販売見込の精度に依存する。提案システムは将来の販売見込に対して必要最低限の在庫を確保するように発注基準を定めるので、将来の見込が正しく予測できなければ、かえって過剰在庫や欠品の増加につながる可能性がある。販売見込の精度

向上には需要予測精度の向上や、発注基準調整段階での意思入れが必要である。たとえば予め突発的な需要が発生しそうなイベントが分かっている際に安全在庫を積み上げたり、欠品させたくない重要な製品は意識的にサービスレベルを高めたりすることで特定製品の欠品を防止できる。

4.4.2 発注基準適正化の効率に関する考察

効率性に関して、仮定をもとにした考察を述べる。企業で扱う全製品が 10,000 製品、製品全体に占める、在庫に問題のある製品の比率を 5%とすると、500 製品が発注基準適正化の対象となる。発注基準適正化はシミュレーション、評価、発注基準調整という手順で行う。シミュレーションはほぼ自動で行うため、数分から十数分で完了する。PSI 特徴マップによる在庫評価は 1 時間程度で完了する⁵⁾。発注基準調整画面を用いた発注基準の調整は 1 製品あたり 3 分程度かかると仮定すると、全体の発注基準適正化には約 26 時間要することになり、1 人の担当者で約 3 日となる。従来は 10,000 製品ひとつひとつに対して発注基準調整を行っていたため膨大な時間が必要であり、結果として十分な見直しが行われていなかった。提案システムはシミュレーションと問題発見により発注基準調整の対象を絞ることができるため、従来より少ない時間で見直しを行うことが可能になる。

5. おわりに

需給調整業務に割けるリソースが限られている中堅中小企業では発注基準の調整業務が疎かになり、過剰在庫や欠品が発生してしまうという問題があった。この問題に対し、本研究では定期的な発注基準メンテナンスの実現による在庫状況の改善を目的とし、高効率、高精度な発注基準適正化システムを提案した。本システムを用い、従来ほとんど行われていなかった発注基準の更新業務を定期的な業務として組み入れることで、需給の変化を考慮した発注基準による在庫管理が期待できる。本研究の効果を検証するため評価実験を行った結果、従来手法と比較して約 8%の在庫削減効果を得られることが分かった。

今後は本システムの優位性を検証するためさらに厳密な評価を実施する。特に効率性について本稿では机上評価に留まったが、今後は実際の業務に適用して効率性の

評価を行う必要がある。その中で機能や使いやすさやの改善点を明確にし、企業の本業務での使用に耐えうる製品に改良していく。

参考文献

- 1) シアラン・ウォルシュ：“マネジャーのための経営指標ハンドブック”，ピアソン・エデュケーション（2004）
- 2) 勝呂隆男：“適正在庫の考え方・求め方”，日刊工業新聞社（2003）
- 3) R.L. Goodrich：“Applied Statistical Forecasting”，Business Forecast Systems, Inc.（1992）
- 4) 宗形 聡，他：“推定マーケットデータを使用した消費財系新製品の需要予測手法”，日立 TO 技術報告 第 11 号（2005）
- 5) 浦邊 信太郎，他：“PSI 特徴マップによる問題在庫の絞込みと在庫管理”，情報処理学会第 73 回全国大会（2011）



浦邊 信太郎 2007 年入社
研究開発部
在庫管理，業務分析，意思決定支援技術の研究，開発
shintarou.urabe.01@hitachi-to.co.jp



黄 双全 2010 年入社
研究開発部
在庫管理，生産計画，シミュレーション技術の研究，開発
souzen.kou.01@hitachi-to.co.jp



岡崎 司 1985 年入社
研究開発部
生産計画，組み込みソフトウェアの研究，開発
okazaki@hitachi-to.co.jp



手塚 大 1994 年入社
研究開発部
意思決定，リスク分析，最適化技術の研究，開発
tezuka@hitachi-to.co.jp