

# 生産，販売，在庫3部門のコミュニケーション促進によるKPI整合支援技術

## KPI Balancing of Production, Sales, and Inventory through a Facilitation of Inter-department Communication.

生産，販売，在庫 (PSI) は製造業の最も重要な機能であるが，各機能を管掌する部門間の調整が難航する場合が多く見られる。これは業務の実行時指標である KPI が各部門で互いにトレードオフの関係にあり，ある部門の KPI を増加させると他の部門の KPI が低下してしまうという状況が発生するためである。同一の企業内にある複数の部署で KPI が相反するのはごく自然な現象であり，特に業務改善，最適化が進んでいる先進的な企業ほど，このような状況が多く見られる。KPI のトレードオフ自体を解消することは難しいが，各部署で情報を共有し計画と実績に関するコミュニケーションを密接に行うことで，企業全体として最適な状況を作り出すことができる。そこで PSI に関するコミュニケーションを支援する PSI Communicator の試作を行った。本ソフトウェアは PSI の計画，実績，見込の可視化により，各部門の KPI の整合化をはかる。

手塚 大	Tezuka Masaru
宗形 聡	Munakata Satoshi
宍戸 政則	Shishido Masanori
成田 武留	Narita Takeru

### 1. はじめに

生産 (Production), 販売 (Sales), 物流 (在庫:Inventory) は製造業の最も重要な3機能であり，これら3機能の管理を PSI 管理という。

一般に PSI 管理は，取り扱う製品をいくつかの製品区分に分類し，区分ごとに管理方法や管理頻度を変えて実施する<sup>1,2)</sup>。最も単純な区分法として，製品を売上高の高い順に3区分に分類し，売上高の高い区分を重点的に管理する ABC 分類が知られている。

より洗練された方法として，製品を「定番品」「新製品」「対策品」に区分する方法がある。定番品とは継続して一定の販売量がある製品のことであり，一般的には統計的な需要予測手法<sup>3,4)</sup>により，高精度な需要予測が可能である。このため，予測品と呼ばれることもある。新製品とは，販売直後の製品であるが，期間限定で，定番品に特別なパッケージングをしたり，景品などを付けたりして販売される製品も含む。新製品に区分される製品は，統計的な需要予測が困難という特徴を持つ。また新製品は，販売開始から一定期間後に定番品もしくは対策品区分に移行する。対策品とは売れ行き低迷などで製造・販売中止が決定された製品や，長期滞留在庫製品などである。

この区分方法で定番品に区分された製品は統計手法により高精度な需要予測が可能であるため，PSI 管理をほぼ自動化することができる。需要予測からはじまり販売計画，在庫補充計画，製造計画の立案までをソフトウェアシステムにより自動化する方法が数多く提案されている<sup>5,6,7)</sup>。また，対策品は売上が見込めない製品であるため，販売継続か在庫廃棄かの意思決定を定期的に行うだけでよい。したがって新製品が重点管理の対象区分となる。

新製品をさらに売上高の順に ABC 分類し，重点管理品を絞り込むこともできるが，一般に新製品には区分分類に使えるだけの販売実績がない場合が多い。そのため新製品の PSI 管理では，各機能を管掌する生産部門，販売部門，物流部門の調整が難航する場合が多く見られる。これは，各部門の KPI が互いにトレードオフの関係にあり，ある部門の KPI を増加させると，他の部門の KPI が低下してしまうという状況が発生するためである。

本論文では，このような互いにトレードオフの関係にある複数部門間の KPI の整合化を支援し，適切な PSI 管理を実現するための技術について述べる。

## 2. 製造業の KPI

### 2.1 生産、販売、在庫部門の KPI

KPI とは主要性能指標 (Key Performance Indicator) のことであり、業務の実行内容が組織のゴールに近づいているかどうかを示す実行時の指標である<sup>8,9)</sup>。

企業には企業全体としてのゴールがあり、それを実現するために各部署の役割が定められ、役割に従って各部署に KPI が設定される。本来一つのゴールを目指すための KPI であるが、そのゴールを各部署に分配する過程で、部署間の KPI が互いにトレードオフの関係を持ってしまう場合が多く見られる。

生産、販売、在庫部門の主な KPI の例を表 1 に挙げる。方向の欄は、その KPI が最大化目的であれば上向の矢印 (↑)、最小化目的であれば下向きの矢印 (↓) となっている。また、計測境界とは、その KPI を計測する集計の範囲である。例えば、生産部門の KPI である稼働率は最大化が目的で、製造ラインごとに計測され、評価される。同様に生産コストは最小化が目的であり、製品ごとに計測され評価される。

できるだけ製造ラインを止めずに同一製品を製造し続けることにより、製品切り替えの段取り替えや、ラインの停止、起動のオーバーヘッドを削減し、生産部門の KPI である稼働率、生産効率、生産コストを向上させることができる。しかし、そうすると、需要以上に製造を行い過剰在庫につながったり、製品が必要とされるときに製造されないために欠品率が悪化したりする場合がある。

販売部門の KPI である売上高は、個別の製品ごとの売上ではなく、販売部門で扱っている製品すべての合計の売上高で評価される場合が多い。したがって、売れない製品よりも売れる製品に注力することにつながり、製品ごとの販売量バランスが崩れ、欠品と過剰在庫の同時発生につながりやすい。

在庫部門の KPI である過剰在庫と欠品率は、これら自体が互いに反対の方向性を持つ。在庫を減らせば欠品発生への恐れが増加し、逆に、欠品率を減らすためには、それだけ余分に安全在庫を持つ必要があり在庫過剰につながる。また、過剰在庫削減と欠品率削減を同時に実現するには、製造ロットサイズを小さくし、需要のタイミングに合わせて細かく生産を行う必要があるが、そうすると生産コストは上昇する。

KPI の値が小さい、すなわち改善が行われていない

表 1 製造業の部門ごと KPI の例

部門	KPI	方向	計測境界
生産部門	稼働率	↑	ライン
	生産効率	↑	ライン
	生産コスト	↓	製品
販売部門	売上高	↑	部門
在庫部門	過剰在庫	↓	製品
	欠品率	↓	製品
	在庫保管コスト	↓	倉庫

段階では、各 KPI をすべて同時に向上させることが可能である。しかし、ある程度改善が進み、企業の状態が効率化されると、そこからある KPI を向上させるには他の KPI を悪化させなくてはならなくなる、という KPI のトレードオフの関係が発生することが知られている。このような状態を、企業が「効率前線<sup>10)</sup>」の上にあるという。つまり、同一の企業内にある複数の部署で KPI が相反するのは、ごく自然な現象であり、特に業務改善、最適化が進んでいる先進的な企業ほど、部署間の KPI が足を引っ張り合うという現象が多く見られる。

### 2.2 KPI の不整合の例

KPI のトレードオフが原因で発生する在庫過剰と欠品の事例を以下に示す。

一般に製品の販売計画は需要予測をもとに、販売促進、広告宣伝活動を含めて、販売部門の計画値すなわち努力目標値として設定される。ある製品の売れ行きが当初計画よりも少なく推移しても、販売部門は最後まで販売努力を続ける。このため期の途中で販売計画が見直されることは少ない。また生産部門としても、原料はすでに発注済みであり、短期的な生産コスト上昇につながる原料廃棄は避けたいなどの思惑により、当初計画どおりに生産を続ける。このため、結局、販売努力が実らない場合に、この製品は過剰在庫となる。当然、原料廃棄よりも製品廃棄のほうがコストが高くなる。

販売部門の KPI は部門で扱う全製品の合計の売上額である。ある特定の製品で売上が立たない場合、他の製品で売上が立って目標 KPI を達成する必要がある。このため、期末が近づいてから、比較的売れ筋の製品の押し込み販売が行われる。売れ筋製品は卸業者から見てある程度多めに受け入れても後で確実に売れるため、押し込みの要望に応えやすい。この結果、本来の販売計画以上に販売された売れ筋製品で欠品が発生する。この時点で、売れ筋製品の欠品と、売れない製品の過

剰在庫が同時に発生する。

また、押し込みによる販売増は、単に流通経路上の卸店在庫あるいは家庭内在庫の増加につながるだけで、押し込み直後は販売量の低下が発生し、これにより生産計画、販売計画が狂い、企業全体のゴール実現が困難になる。

### 3. コミュニケーション促進による KPI の調整

KPI のトレードオフ自体を解消することは難しいが、各 KPI の主管部署すなわち生産、販売、在庫の各部門で PSI に関する情報を共有し、計画と実績に関するコミュニケーションを密接に行うことで、在庫異常を解消し、企業全体として最適な状況を作り出すことができる。このような各部門の PSI に関するコミュニケーションを支援するソフトウェア PSI Communicator の試作を行った。

本ソフトウェアは生販調整会議などで生産、販売、在庫の各部門の責任者および担当者が集まり、大画面モニタあるいは画面共有により、同時に同じ画面を見ながら使用することを想定している。

また、以下の説明での生産、販売、在庫の「値」とは、生産、販売、在庫の「数量（ロットサイズや単位数量）」または「金額」のことである。これはソフトウェアの設定により切り替えて用いることができる。

#### 3.1 計画と実績の比較

本ソフトウェアでは図 1 に示すように、選択された製品の生産、販売、在庫の計画値を表示する。図中の青い縦棒が生産計画値、黄色い折れ線が販売計画値である。販売の値は累積で表示している。緑色の縦棒は在庫の計画値であり、生産と販売の計画値から自動的に計算される。

また、図中には販売の実績累計値も重ねて表示されている。図の中央付近にある赤い縦棒が「今日」を表し、この今日より前にある茶色い縦棒が販売実績累計値である。この図の例では販売実績累計が、販売計画累計よりも少なく推移している。

なお、この図の例では非表示としてあるが、生産と在庫の実績値を表示することもできる。しかし、すべての値を表示するとあまりにも煩雑となるため、見たい値だけを選択して表示するようになっている。

#### 3.2 見込の表示

本ソフトウェアでは、「今日」以降についての販売、在庫の見込を表示する機能を持つ。販売見込は 3 通りの方法で表示できる。

一つ目は、実績値と計画値の比率を用いて、自動的に販売見込を自動計算する方法である。例えば、計画に対する最新の実績の比率が 90% であれば、今日以降の販売見込をすべて販売計画値の 90% の値とする。図 2 は、この比率による販売見込自動計算機能によって販売見込値を表示した例である。図中の今日を示す赤い縦棒より右側にある、薄赤色の縦棒が販売見込値を示している。

二つ目は、実績値をもとに需要予測機能によって販売見込を自動計算する方法である。本試作では新製品の需要予測を高精度に行える PNE モデル<sup>11,12)</sup>による需要予測機能を導入した。

三つ目は、マウスやキーボード操作によりユーザが見込値を設定する方法である。これは前述の二つの方法で自動計算した後にその微調整のために用いることもできる。

販売の見込値が設定されると、生産計画と販売見込から、在庫の見込値が自動計算される。図 2 の「今日」以降の濃紺色の縦棒が自動計算された在庫の見込値である。図の例では、販売見込が販売計画よりも少なく推移するので、それだけ在庫見込（濃紺色の縦棒）が在庫計画（緑色の縦棒）よりも大きくなる様子を示している。

#### 3.3 計画の修正

前節までに述べてきたように、本ソフトウェアでは、販売の計画値と実績値を比較し、計画と実績の差異をもとに見込値を計算、表示する。また、生産計画と、販売計画、販売見込から、自動的に在庫の計画値と見込値を算出、表示する。

これらの情報をもとに、生産、販売、在庫の各部門の調整および計画の見直しを行う。画面上で生産計画や販売計画の値を編集すると、在庫の値もこれらにあわせて自動的に再計算される。これによって、計画を修正した場合の在庫の推移などをリアルタイムに把握できる。

このようにして、生産、販売、在庫の各部門は、自部門の意思決定が他部門にどのような影響を及ぼすか、また、自部門の計画数値をどこまで譲歩できるかを把握し、全体として最適な計画見直しを実現できる。

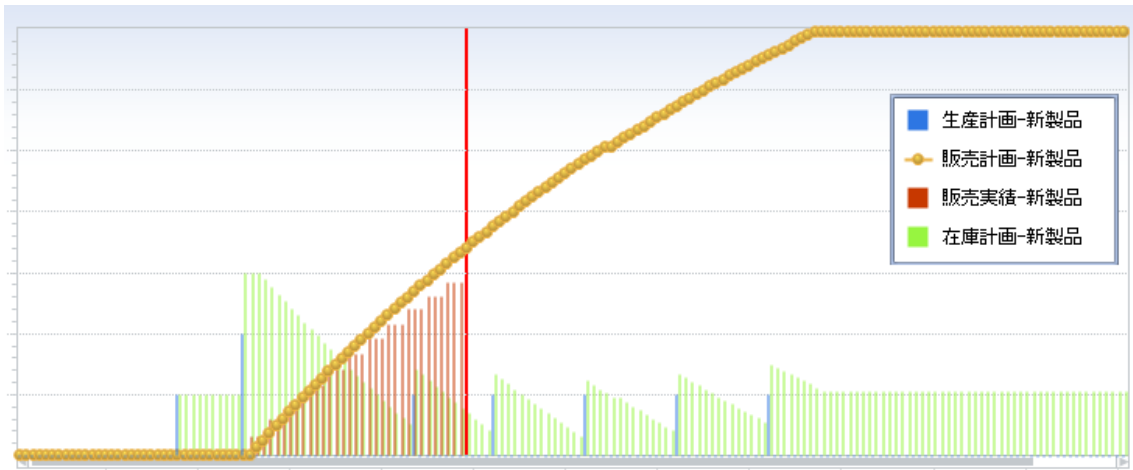


図1 生産計画，販売計画，在庫計画と，販売実績

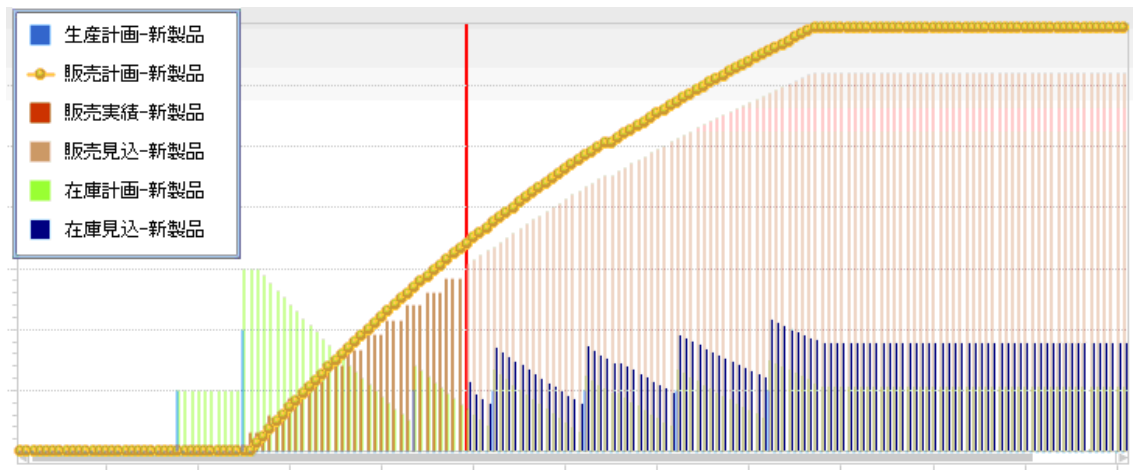


図2 販売見込と在庫見込

#### 4. 今後の展開

現在は製品ごとに、生産、販売、在庫の数量および金額について、それぞれ計画、実績、見込を表示する機能を持つ。今後は、これらの値をそのまま表示するだけでなく、(1) 全製品の販売額を合計し、販売部門の KPI である全製品の売上高がどのように変化するかを予測、表示、(2) BOM(部品表: Bill Of Materials) と連携した製品ごとの生産コストの計算機能や、プランナーやスケジューラと連携した製造ラインの稼働率集計機能など生産部門の KPI の予測値を表示、(3) 保管単価と積算することによる、物流部門の KPI である在庫保管費用の予測値を表示、などの機能を付加することで、

計画全体を俯瞰し、より適切な計画見直しを可能にすることを検討したい。

また、売上高、生産コスト、在庫保管コスト、仕掛および製品在庫の破棄コストなどから粗利を算出し、最終的に企業全体としてどのくらいの利益が得られるかなど、ゴール指標の表示機能も充実させていく予定である。

#### 5. おわりに

製造業にとって生産 (P)、販売 (S)、在庫 (I)、すなわち PSI の管理は最も重要な課題である。しかし、PSI 各部門の KPI が互いに相反するという状況がしばしば見られ、PSI 管理の調整が難航する場合が多くある。

本論文では、PSIを管理する3部門のコミュニケーションを促進することで、KPIの整合化を支援する技術を紹介した。

本技術では、生産、販売、在庫の計画および実績を同時に表示することで、計画と実績の乖離を可視化する。また、計画と実績の差異の比率、または実績からの予測により、販売見込を推定する機能を持つ。さらに、販売見込と生産計画から、在庫見込を自動計算する。これらの情報から、生産、販売、在庫の各部門の調整および計画の見直しを支援する。

このようにPSIの計画、実績、見込の可視化により、各部門のKPIの整合化をはかり、最適な計画を実現する。

### 参考文献

- 1) Colleen Crum and George E. Palmatier: *Demand Management Best Practices*. J. Ross Publishing, Inc, 2003.
- 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) 竹村彰通, 谷口正信: 統計学の基礎 I. 岩波書店, 2003.
- 4) 刈屋武昭, 矢島美寛, 田中勝人, 竹内啓: 経済時系列の統計 その数理的基礎 (統計科学のフロンティア 8). 岩波書店, 2003.
- 5) 橋本文雄, 黒澤敏郎, 帆足辰雄, 加藤清: 新編生産管理システム. 共立出版, 1993.
- 6) 久保幹雄: ロジスティクス工学. 朝倉書店, 2001.
- 7) Michael Hugos: *Essentials of Supply Chain Management*. John Wiley and Sons, 2006.
- 8) Wayne W. Eckerson: *Performance Dashboards*. John Wiley and Sons, 2006.
- 9) David Parmenter: *Key Performance Indicators*. John Wiley and Sons, 2007.
- 10) Kalyanmoy Deb: *Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms*. John Wiley & Sons, Ltd., 2001.
- 11) 宗形聡, 手塚大: 早期の意思決定を支援する市場投入初期の需要予測手法. 経営情報学会 2007 年秋季全国研究大会, 2007.
- 12) Satoshi Munakata and Masaru Tezuka: New diffusion model to forecast new products for realizing early decision on production, sales, and inventory. In

*Proceedings of IEEE 8th International Conference on Computer and Information Technology, 2008.*

(執筆者紹介)



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



宗形 聡 2003 年入社  
研究開発部  
数理的アプローチによる業務診断, 意思決定技術の研究, 開発  
munakata@hitachi-to.co.jp



穴戸 政則 1989 年入社  
研究開発部  
製造流通業のパフォーマンス分析, リスク分析技術の研究, 開発  
mshi@hitachi-to.co.jp



成田 武留 2000 年入社  
産業第二ソリューション部  
SCM システムの分析, 設計, 開発  
および自社パッケージ製品の開発  
t-narita@hitachi-to.co.jp