

マス・カスタマイゼーション環境のサプライチェーンにおける未達率推定式

01007744 広島県立大学

*上野 信行 UENO Nobuyuki

古田 恭三 FURUTA Kyozo

01013495

奥原 浩之 OKUIHARA Kouji

マツダ株式会社

渋木 宏明 SHIBUKI Hiroaki

伊場田 賢司 IBATA Kenji

株式会社ワイエヌエス

倉本 敏明 KURAMOTO Toshiaki

寺迫 耕治 TERASAKO Kouji

I. はじめに

自動車業界を事例に、マス・カスタマイゼーション環境におけるメーカーと加工組立型サプライヤーから構成されるサプライチェーンを対象にして、顧客仕様の多様性と生産効率性の両面を実現する新しいビジネスモデルの確立をめざしている。前報 [1] では、マス・カスタマイゼーションが進展した時のサプライヤーにおける生産・在庫への影響評価につき、シミュレータを開発し、顧客仕様の多様性とサプライヤーの生産効率性のトレードオフをσ-S ダイアグラムにて表現することを提案した。

本報告は、σ-S ダイアグラムにおける未達率の推定式を導出し、シミュレータの結果と比較して、提案する推定式の妥当性を示すものである。

II. 対象のサプライチェーンと現状ビジネスモデル

自動車メーカーとメータセットやフューエルゲージを主要製品とする1次サプライヤー及びその2次サプライヤー群を対象とする。

1次サプライヤーは、4つの主要工程を有する。通常の平均リードタイム（製品倉庫まで）は、約1週間である。メーカーへの搬入条件は、「3日前確定注文」により指定時刻、指定場所に搬入する。また、内示条件は、「1回/月の先3カ月予測と週毎の先2カ月内示」がある。2次サプライヤーのY社への搬入条件は、バイウイークリー発注・納入の形態が多い。現在のビジネスモデルは、「生産の負荷平準化」を原則に、メーカーサイドでは「内示情報の事前提示とこれにもとづく確定注文（納入指示）」及びサプライヤーサイドでは、「内示情報に基づく1回/週のMRP計算と確定注文に対する後工程引取り」である。

III. 影響評価シミュレータ

シミュレータの構成を図1に示す。現行のMRP計算により生産計画を求め、納入は、内示とは大幅に異

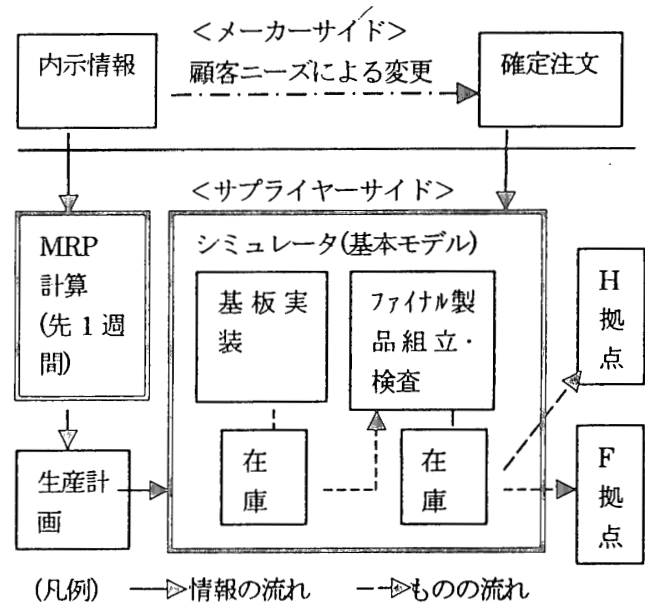


図1 シミュレータの構成

なる確定注文にもとづくものとした。基本モデルは、

(1) 生産工程2、在庫ポイント2、納入拠点2

(2) 工程間及び搬送のリードタイム考慮

(3) 確定注文の決定法

$$\text{確定注文} = (\text{内示数}) + (\text{内示数}) * \sigma * \varepsilon$$

ここで、 σ は、内示に対するばらつきの大きさをあらわす係数、 ε は、平均0、分散1の正規乱数である。

(4) 品目は多品目かつ基板実装工程において個別品目の共通部品がある。各工程は、ロット生産かつ能力制約を考慮。初期在庫 (S_0) は、既知。

(5) 評価指標 評価は、未達率 (SO_n) で表し、ケース毎に、10000回ランし、納入未達が発生したランの回数の比率(%)とした。

IV. 未達率推定式の導出

d_i を第 i 期の需要量 (確定注文) とし、 \bar{d}_i を需要

量の平均値 (内示注文)、 ω_i を需要量の標準偏差とする
 ると、 $d_i \in N(\bar{d}_i, \omega_i^2)$ となり、かつ互いに独立とする
 る。 x_i を第 i 期の生産量、 S_i を第 i 期の在庫量とすれ

ば、 $S_i = S_0 + \sum_{t=1}^i x_t - \sum_{t=1}^i d_t$ であり、 S_i は、平均

$$m_i = S_0 + \sum_{t=1}^i x_t - \sum_{t=1}^i \bar{d}_t, \text{ 分散 } \sigma_i^2 = \sum_{t=1}^i \omega_t^2$$

の正規分布となる。 $y_i = \frac{S_i - m_i}{\sigma_i}$ と置き換えると、

第 i 期の在庫量が $S_i \geq 0$ となる確率 M_i は、

$$M_i = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_i} e^{-\frac{(s_i - m_i)^2}{2\sigma_i^2}} dS_i = \int_{-\frac{m_i}{\sigma_i}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y_i^2}{2}} dy_i$$

となる。よって、

$$A. m_i \geq 0 \text{ の場合 } M_i = 0.5 + \int_0^{\frac{m_i}{\sigma_i}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y_i^2}{2}} dy_i$$

$$B. m_i \leq 0 \text{ の場合 } M_i = 0.5 - \int_0^{-\frac{m_i}{\sigma_i}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y_i^2}{2}} dy_i$$

まとめると、

$$M_i = 0.5 + \text{sgn}(m_i) \int_0^{\left| \frac{m_i}{\sigma_i} \right|} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y_i^2}{2}} dy_i \quad (1)$$

n 期までに一度は、在庫が切れる確率を SO_n とすると

$$SO_n = 1 - \prod_{j=1}^n M_j \quad (2)$$

あるいは、 M_i に部分積分の繰り返し [2] を用いると、

$$A = \prod_{j=1}^n \left(0.5 + \text{sgn}(m_j) \frac{e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{m_j}{\sigma_j} \right)^2}}{\sqrt{2\pi}} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\left| \frac{m_j}{\sigma_j} \right|^{2k+1}}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2k+1)} \right)$$

$$SO_n = 1 - A \quad (3)$$

により求めることができる。

V. 計算例

$SO_n^0, SO_n^1, SO_n^{-1}$ をそれぞれ各期において、在庫量が、 $S_i \geq 0, S_i \geq 1, S_i \geq -1$ となる場合の未達率を表すとする。中ロットを対象に、与えられた生産計画に対して、シミュレータと推定式 (2) (3) により未達率を求め、比較した。図2の記号は、シミュレータ (◆)、 SO_n^1 (●)、 SO_n^0 (▲)、 SO_n^{-1} (■) を示す。

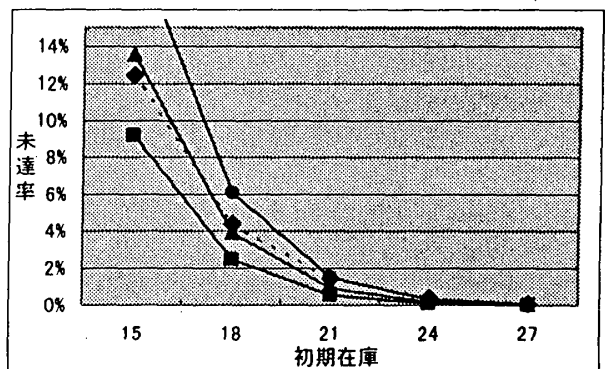


図2 計算結果の比較 ($\sigma = 0.20$ の場合)

これより、未達率が大きくない範囲では、シミュレータによる未達率は、 SO_n^0 に近く、ほぼ SO_n^1, SO_n^{-1} の間にあることがわかる。

VI. おわりに

提案した未達率推定式は、実務上、シミュレータの結果をよく近似している。今後は、推定式を使ってマス・カスタマイゼーション対応型生産計画ロジックを考案していく。

参考文献

- [1] 上野ら：サプライチェーンにおけるマス・カスタマイゼーションの影響評価—SCMにおける生産同期化を拡大するビジネスモデルの検討 (1) —, 2002年度日本OR学会秋季研究発表会, 1-E-5, pp.92-93, 2002
- [2] M. Abramowitz and I. A. Stegun editors: Handbook of Mathematical Functions, pp.932, United States Government Printing Office, 1964