日本オペレーションズ・リサーチ学会
2005年春季研究発表会

需要量の分布形状が未知の場合における マスカスタマイゼーション対応の生産計画システムの提案

01007744 広島県立大学 ＊上野信行 UENO Nobuyuki
広島県立大学大学院 古田恭三 FURUTA Kyozo
01013495 広島県立大学 奥原浩之 OKUHARA Koji
広島県立大学 宇野健 UNO Takeshi
マツダ株式会社 渋木宏明 SHIBUKI Hiroaki
株式会社ワイエヌエス 倉本敏明 KURAMOTO Toshiaki

1 はじめに

マスカスタマイゼーションによって引き起こされる受注の激しい変動に対応するサプライヤの生産計画システムを確立することが急務である [1]. すでに，マスカスタマイゼーション対応の生産計画システム (MCPS という，Mass Customization Production Planning System) が提案されている [2]，[3].

本論文は，既報 [2]，[3] で記述された生産計画問題に対して，需要量の分布形状が未知の場合を対象に,「最小の在庫点を最大にする在庫推移」を Min-Max 戦略に基づいて定式化した．マスカスタマイゼーション対応の生産計画システム (MCMM という，Mass Customization Production Planning System by Min-Max Strategy) を新しく提案する．MCMM と MCPS の結果を比較するとともに，有効性について報告する．

2 MCMM

2.1 解法の基本的な考え方

Fig. 1 は,「第 i 期の生産量 x_i が 1 増加 (あるいは，第 i 期の在庫量 S_i が 1 増加) している」ことを示したものである．需要量の分布形状が既知である場合は，未達率 SO の性質から，第 i 期の生産量 x_i を 1 増加する前に比べて未達率が改善されることは明らかである [2].

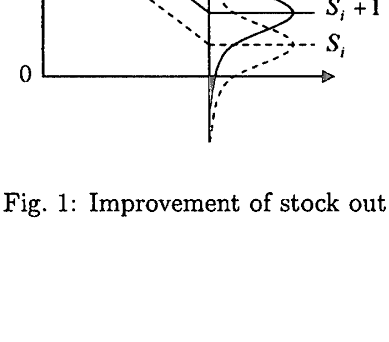

Fig. 1: Improvement of stock out

このことは，需要量の分布形状が未知の場合においても，分布があると想定されるならば，在庫が 0 未満になる確率が小さくなり，納入未達に対して優位であることを示している．すなわち,「計画上の在庫推移について，期間中の在庫を極力高位にする．すなわち，在庫の底 (在庫の低いところ) を極力高位にすること」が，納入未達の改善につながる．

したがって，Fig. 2 に示すように，生産計画問題としては，コストを考慮しつつ,「最小の在庫点 (minimum point) を最大にする在庫推移」を求めればよい．

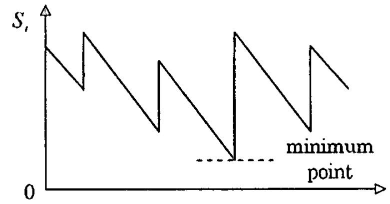

Fig. 2: Basic idea of MCMM

2.2 解決の骨子

Min-Max 戦略を導入する．すなわち，

$$min \max_{i \le n} |M^t - S_i| \quad (1)$$

となる第 i 期の在庫量 S_i を求めることでよい．ここで，M^t は，計画目標在庫量をあらわしている．すると，(1) 式は，Z を技巧的な連続変数として，

$$\begin{aligned} &minimize && Z && (2) \\ &subject\ to && |M^t - S_i| \le Z\ (\forall i \le n) && (3) \end{aligned}$$

と表現できる．また，通常の生産管理業務において，在庫レベルが決まる前にコストが決まることは少なく，制約となるコストを事前に設定することは困難である．そ

こで，2つの目的関数を合成することとする．

$$\sum_{i=1}^{n} p_i x_i + \sum_{i=1}^{n} h_i S_i + \lambda Z \tag{4}$$

ここで，λ は，コストと在庫レベルを代替するパラメータとして，Z の換算値 λZ を加味している．なお，p_i は第 i 期の単位あたりの製造コスト，h_i は第 i 期の単位あたりの在庫コストである．

2.3 定式化

$$\begin{aligned} & \textit{minimize} && \sum_{i=1}^{n} p_i x_i + \sum_{i=1}^{n} h_i S_i + \lambda Z && (5) \\ & \textit{subject to} && S_0 + \sum_{t=1}^{i} x_t - \sum_{t=1}^{i} \bar{d}_t \geq 0 \ (\forall i \leq n) && (6) \\ & && \sum_{i=1}^{n} x_i = r && (7) \\ & && (x_1, x_2, \cdots, x_n) \in R && (8) \\ & && x_i \geq 0 \ (\forall i \leq n) && (9) \\ & && |M^t - S_i| \leq Z \ (\forall i \leq n) && (10) \end{aligned}$$

ここで，(5) 式は，コスト，および在庫レベルをコストに換算したものの総和を意味しており，(10) 式は，Min-Max 戦略に基づき導入されたものである．また，S_0 は初期在庫，$\bar{d}_i$ は第 i 期の内示，r は n 期間の生産合計数量，R は生産制約をあらわす集合である．なお，S_i は，

$$S_i = S_0 + \sum_{t=1}^{i} x_t - \sum_{t=1}^{i} \bar{d}_t \tag{11}$$

であらわされる確定変数であり，S_i は消去できるので，変数は x_i と Z となる．したがって，変数の数は $(n+1)$，制約式の数は (8)，(9) 式を除けば $(2n+1)$ の線形計画問題となり，1回の計算にて容易に解くことができる．

3 数値計算

サプライヤの製品 (部品) が1品種の場合の数値計算を行った．また，$\bar{d}_i = \{4, 8, 0, 20, 16, 12, 12, 12\}$，$p_i = \{1, 1, \cdots, 1\}$，$h_i = \{1, 1, \cdots, 1\}$，$\lambda = 190$，$S_0 = 24$，$r = 82$，$M^t = 24$ である．

MCPS と MCMM による各期の在庫量を Fig. 3，各期の生産量を Fig. 4 に示す．仮に需要量の分布形状が正規分布であるとすると，未達率においては，それぞれ 5.79%と 11.40%となり MCPS より MCMM が劣位であるが，在庫コストにおいては，それぞれ 456.5 と 456.0 となりほぼ同一である．

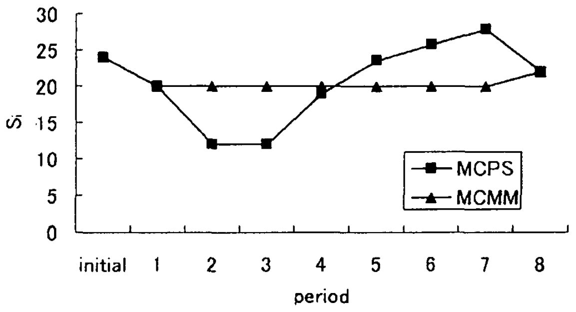

Fig. 3: Result of inventory quantity S_i

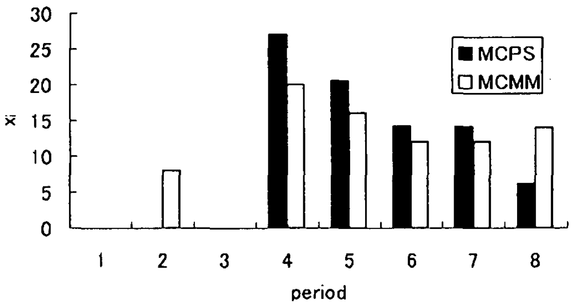

Fig. 4: Result of production quantity x_i

4 おわりに

MCMM を定式化し，その解法を開発した．本研究の一部は，日本学術振興会平成 16-17 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (c)(2)，課題番号 16510118) の助成を受けてなされたものである．

参考文献

[1] Jing-Sheng Song and D. D. Yao: *In Supply Chain Structures*, Kluwer Academic Publishers (2002)

[2] 上野信行, 古田恭三, 奥原浩之, 渋木宏明, 倉本敏明: マスカスタマイゼーション対応の生産管理システムの提案; システム制御情報学会論文誌, 第 17 巻, 第 6 号, pp. 221-229 (2004)

[3] 上野信行, 古田恭三, 奥原浩之, 渋木宏明, 倉本敏明: マスカスタマイゼーション対応生産計画システムの多品種モデルへの拡張; システム制御情報学会論文誌, 第 18 巻, 第 3 号 (掲載予定)