

トヨタ対デル型連鎖の全体最適化ロジック  
—SCMの統合モデリングと定式化について(第2報)

(01600230) 電気通信大学システム工学科 松井 正之 MATSUI Masayuki

電気通信大学電子情報学専攻 \*市原 重直 ICHIHARA Shigenao

1. はじめに

SCMの発展に対して、マネジメントの観点からの研究はそれほど進んでいない。主要なマネジメント問題としては、ブルウィップ(増幅)現象と、ボトルネック(隘路)現象がある[1]。

第2報では、ブルウィップ現象を発生させる情報劣化は、アジリティ戦略等によって防げるものとして、そのもとでの需給モデルをもとに、ボトルネックと全体最適化の問題を考える。

前報では[2]、SCMを企業の需給モデルである、マネジメント・ゲームモデル(MGM)[3]の2連鎖モデルとして、単純な生産型SCMモデルを提示して、一般定式化について議論した。

本報では、トヨタ対デル型の定式化例によって、生産型SCMの全体最適化とそのロジック問題を明らかにする。

2. SCMモデル

2.1 生産モデル

本報では、簡単のために、MGMはM/M/1型生産企業を仮定する。SCMモデルは、販売、生産(組立、部品)からなり、生産モデルで使用する記号は、以下のようである。

$T$ : 計画期間  $D$ : (期間中の) 総需要

$Q$ : バッチサイズ  $N_1, N_2$ : 待ち容量

$m_1, m_2$ : 平均処理時間  $r$ : 固定段取時間

$\alpha_0$ : 注文残費用係数  $\alpha_1$ : 在庫費用係数

$\alpha_2$ : 稼働費用係数  $\alpha_3$ : 遊休費用係数

$d = T/D$ : 平均需要間隔時間

$d' = TQ/D$ : 平均ロット間隔時間

$\rho_1 = m_1 D/T$   $\rho_2 = (m_2 + r/Q)D/T$

2.2 SCMゴール

SCMの全体最適化の目標(ゴール)として、以下の主目標と双対目標を考える。

主目標:  $EN_s = (ER_1 + ER_2) - (EC_1 + EC_2) \rightarrow \max$

— SCMブランド価値(見えない価値)の最大化

双対目標:  $EN_b = (ER_1 - EC_1)^+ + (ER_2 - EC_2)^+ \rightarrow \max$

— 利益などのバランス(バレット効率性など)

ただし、

$p_1$ : 組立企業の販売価格

$p_2$ : 部品企業の販売価格

$EC_1$ : 組立企業の運用費用

$EC_2$ : 部品企業の運用費用

$ER_1$ : 組立企業の収益利得

$ER_2$ : 部品企業の収益利得

$EN_1$ : 組立企業の正味利得

$EN_2$ : 部品企業の正味利得

$EN$ : SCM全体の利益

$p_3$ : 外部市場の購入価格 ( $p_2 < p_3 < p_1$ )

3. SCMタイプ

3.1 トヨタ型

トヨタ型SCMモデルは、組立と部品センターの両方にかんばん方式を用いた場合であり、図1に示されている。

3.2 デル型

デル型SCMモデルは、組立センターはBTOで、部品センターがVMI方式か、かんばん方式かによって、図2(デルA型)、図3(デルB型)に分かれている。3つの各定式化は、[4]による。

4. 数値的考察

数値結果の例は、下表に示されている。

表1. 全体最適化問題解の例

( $T=1, p_1=20, m_1=0.006, m_2=0.006, Q=5$ の場合)

総需要(D)	80	90	100	110	120	130	
トヨタ型	EN1	487.9	612.1	736.3	860.5	984.6	1108.5
	EN2	463.4	570.0	655.7	698.7	652.6	404.5
	EN	951.3	1182.1	1391.9	1559.2	1637.1	1513.0
デルA型	EN1	469.2	566.1	637.2	660.9		
	EN2	401.5	428.6	356.6	98.9		
	EN	870.7	994.7	993.7	759.8		
デルB型	EN1	483.7	599.7	709.4	808.5	889.3	935.8
	EN2	463.4	570.0	655.7	698.7	652.6	404.5
	EN	947.1	1169.7	1365.1	1507.3	1541.8	1340.3

5. まとめと課題

本報では、SCMの全体最適化ロジックについて若干の検討をした。3モデルは各最大値をもち、組立と部品企業のWin-Win戦略の可能性、デル型の弱点などがわかった。今後、これらを含めてさらに検討を進めたい。

参考文献

[1] ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス編集部: サプライチェーン理論と戦略, ダイヤモンド社, 1998

[2] 松井正之: SCMの統合モデリングと定式化について, 日本OR学会春季アブストラクト集, 18-19, 2001年5月

[3] Matsui, M.: A Management Game Model: Economic Traffic, Leadtime and Pricing, *Proceedings of ICPR '99, Ireland*, Vol. 1, 873-876 (1998.8); 改訂版, 日本経営工学会論文誌 (印刷中)

[4] 松井・超・市原: 日本的生産方式の待ち行列的考察と2段階設計, 日本経営工学会論文誌, 52, 2, 69-79 (2001)

<トヨタ型の場合>

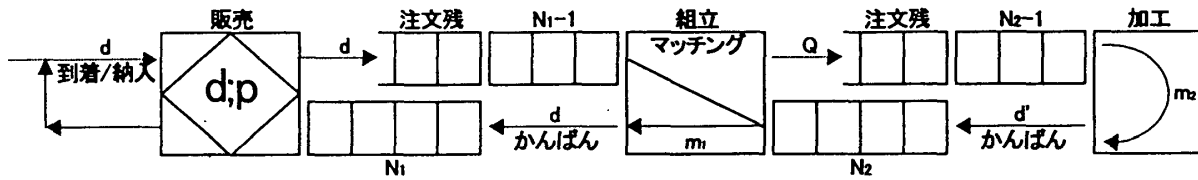


図1 トヨタ型モデル

$$ER_1 = \frac{1}{d}(p_1 - p_2), \quad (1.1) \quad EC_1 = \alpha_0 \left( \frac{\rho_1^{N_1+1}}{1-\rho_1} \right) + \alpha_1 \left[ N_1 - \frac{\rho_1(1-\rho_1^{N_1})}{1-\rho_1} \right] + \alpha_2 \rho_1 + \alpha_3(1-\rho_1), \quad (1.2)$$

$$ER_2 = \frac{1}{d} p_2, \quad (1.2) \quad EC_2 = \alpha_0 Q \left( \frac{\rho_2^{N_2+1}}{1-\rho_2} \right) + \alpha_1 Q \left[ N_2 - \frac{\rho_2(1-\rho_2^{N_2})}{1-\rho_2} \right] + \alpha_2 \rho_2 + \alpha_3(1-\rho_2) \quad (1.4)$$

<デルAの場合>

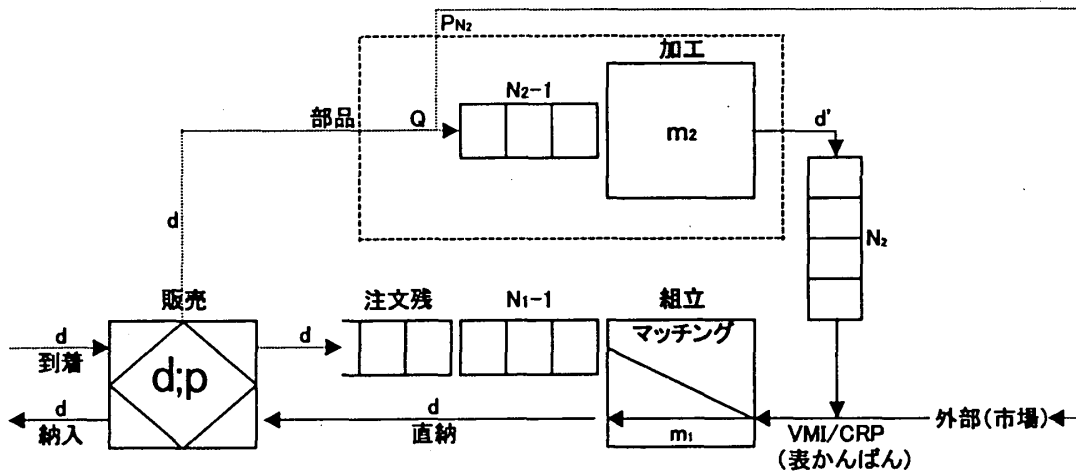


図2 デルA型モデル

$$ER_1 = \frac{1}{d}(p_1 - P_{N_2} p_3) - ER_2, \quad (2.1) \quad EC_1 = \alpha_0 \frac{(N_1+1)\rho_1^{N_1+1}}{1-\rho_1^{N_1+1}} + \alpha_1 \rho_1 \frac{1-(N_1+1)\rho_1^{N_1} + N_1\rho_1^{N_1+1}}{(1-\rho_1)(1-\rho_1^{N_1+1})} + \alpha_2 \rho_1 + \alpha_3(1-\rho_1), \quad (2.2)$$

$$ER_2 = \frac{1}{d}(1 - P_{N_2}) p_2, \quad (2.3) \quad EC_2 = \alpha_1 Q \left[ N_2 - \frac{\rho_2(1-\rho_2^{N_2})}{1-\rho_2} \right] \frac{1}{1-\rho_2^{N_2+1}} + \alpha_2 \rho_2 + \alpha_3 \frac{1-\rho_2}{1-\rho_2^{N_2+1}} \quad (2.4)$$

<デルB型の場合>

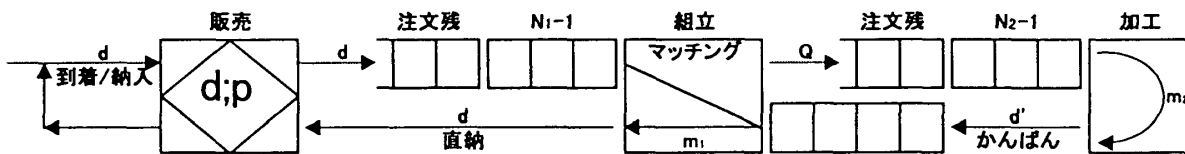


図3 デルB型モデル

$$ER_1 = \frac{1}{d}(p_1 - p_2), \quad (3.1) \quad EC_1 = \alpha_0 \frac{(N_1+1)\rho_1^{N_1+1}}{1-\rho_1^{N_1+1}} + \alpha_1 \rho_1 \frac{1-(N_1+1)\rho_1^{N_1} + N_1\rho_1^{N_1+1}}{(1-\rho_1)(1-\rho_1^{N_1+1})} + \alpha_2 \rho_1 + \alpha_3(1-\rho_1), \quad (3.2)$$

$$ER_2 = \frac{1}{d} p_2, \quad (3.3) \quad EC_2 = \alpha_0 Q \left( \frac{\rho_2^{N_2+1}}{1-\rho_2} \right) + \alpha_1 Q \left[ N_2 - \frac{\rho_2(1-\rho_2^{N_2})}{1-\rho_2} \right] + \alpha_2 \rho_2 + \alpha_3(1-\rho_2) \quad (3.4)$$