

SCMの統合モデリングと定式化について

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

1. はじめに

近年、SCM(Supply chain management)が注目を集めているが、概念的文献に比べて定量的論文は多くないようである。最近までの文献の多くは、例えば、文献レビュー[1]や、定量的試み[2][3]にみられるが、これらでは、在庫を中心とした種々のアプローチが試みられている。

特に、SCMの全体的統合への視点をおいたアプローチとしては、マルチエージェントやゲーム理論が考えられる。経営学者のフォレットは、統合には支配、妥協、統合の3タイプがあるとしている[4]。TOCのボトルネック概念[5]は支配であり、妥協、統合にはマルチエージェントやゲーム理論が有効とされている。

本研究は、主にSCMの全体的統合への協力/協働ゲーム・アプローチによって、統合モデリングと定式化例について考察したものである。ここでは、SCMは生産と販売からなるマネジメント・ゲームモデル(MGM)[6]の連鎖と考える。

2. SCM 問題

2.1 一般問題

SCMの対象は、一般に図1のように示される。SCMの目的は、この供給から顧客への連鎖を通じて、利益を全体最適化し、リードタイムの短縮等により、マネジメントのスピードアップを計ることである。

日本の経営では、コスト低減を追求してきたが、SCMでは、能力に見合った需要創造を問題としている。本研究では、SCMをその両方の協力/協働による利益の最適化問題として扱うための統合モデリング例を示す。

この問題を考えるために、以下の定式化を出発点とする。

$$\text{目標： 利益} = \text{収益} - \text{費用} \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\text{制約： 各種資源活用, リードタイム短縮など} \quad (2)$$

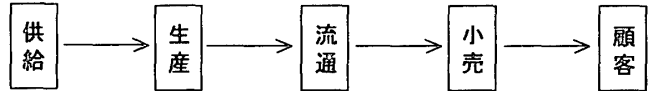


図1. SCMの対象

2.2 2レベル構造

図2.はSCM(図1)を2レベル構造[7]の観点から見たものである。2レベル構造が双対分割可能ならば、従来の枠組みで扱えるが、分割不可能なところがSCM問題特有のものであり、本研究の主なる関心である。

SCM問題は、楽観的には企業間の利益配分問題であるが、悲観的には在庫などのリスク配分問題と考えられる。そのために、図1に対して、企業間を調整する上位レベルを考えることができる。

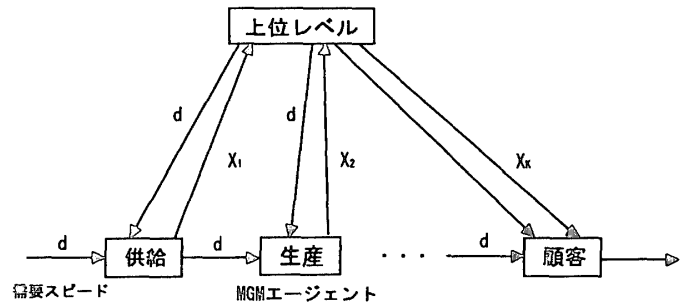
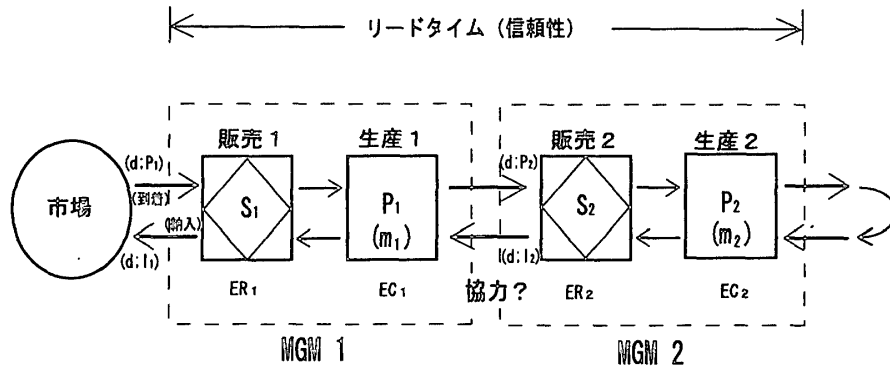


図2. SCM構造の2レベル性：双対分割可能？



d : 需要スピード, $m_i, i=1,2,\dots$: 生産スピード
 $S_i, i=1,2,\dots$: 販売センター, P_i : 価格条件,
 $P_i, i=1,2,\dots$: 生産センター, l_i : 在庫条件
 $ER_i, i=1,2,\dots$: 収益利得, $EC_i, i=1,2,\dots$: 運用費用

図3. SCMモデル：連鎖MGM

3. モデリング例

3.1 連鎖MGMモデル

モデリング例の基本として、MGMの連鎖モデル(図3)がある[8]。図3は、顧客が需要スピード d で到着して、そのスピード d で納入されることを示している。そのもとで、分割を困難にする価格条件 P_i や在庫条件 I_i などの存在が考慮される。

3.2 トヨタ対デル型

連鎖MGMの生産系として、トヨタ型とデル型のモデリングを行い、両者を比べてみる。文献[9]の図法によって、トヨタ型は図4で示され、デル型は図5で示されている。

トヨタ型は直列型に特徴がみられ、デル型はパイパス型に似ている。需要パターンにより、一般に安定したパターンでは前者が、変動パターンでは後者がよいとされている。

4. 定式化問題例

連鎖MGMのモデリング(図3)に対して、定式化(1)(2)をもとにSCM問題の定式化を試みしてみる(図6)。SCM目標として、総利益の最大化(主目標)とwin-win戦略(双対目標)が考えられる。ただし、 $(a)^+ = \max(a, 0)$ である。

目標: $EN = (ER_1 + ER_2) - (EC_1 + EC_2)$ (主目標) $\rightarrow \max$
 —— SCMブランド価値(見えない価値)の最大化

or

$EN = (ER_1 - EC_1)^+ + (ER_2 - EC_2)^+$ (双対目標) $\rightarrow \max$
 —— 利益などのバランス(パレート効率性など)

制約条件: 経営資源制約,
 取引条件(価格, 在庫, 品質などのリスク分担),
 信頼性(バッファ, リードタイム)など。

図6. 連鎖MGMの定式化問題

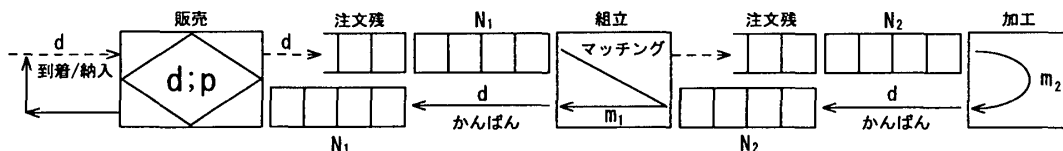


図4. 生産系SCMモデル:トヨタ型

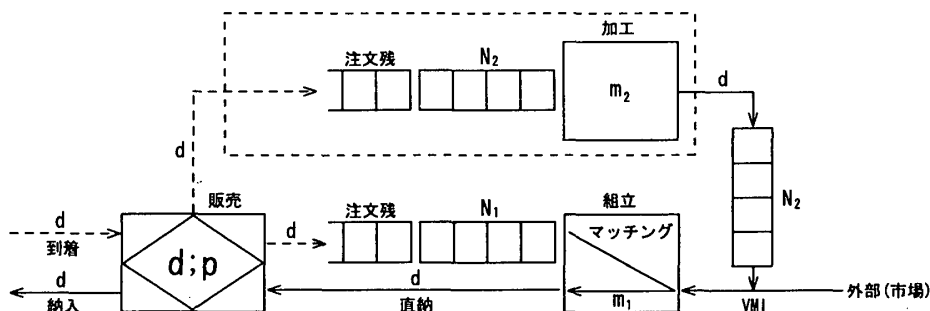


図5. 生産系SCMモデル:デル型

現在、この問題を図4,5に対して検討を行っているが、従来の定式化と異なる点は、取引条件の存在である。図4,5では、分割不可能な在庫条件として、それぞれかんぱん方式、VMI方式(ベンダー主導型在庫管理)を想定している。

5. おわりに

これまでのSCMの研究では、その統合問題や定式化について、正面から問題提起をした論文はあまりないようである。本研究が、それに対して少しでも貢献できれば幸いである。

参考文献

- [1] Beamon, B. M., : Supply Chain Design and Analysis : Models and Methods, *International Journal of Production Economics*, 55, 281-294 (1998)
- [2] Tayur, S., Ganeshan, R. and Magazine, M. (ed.): *Quantitative Models for Supply Chain Management*, Kluwer, Boston, 1999
- [3] Minner, S.: *Strategic Safety Stocks in Supply Chains*, Springer, Berlin, 2000
- [4] Follet, M.P., 著, 米田・三戸訳:組織行動の原理, 未来社, 1972.
- [5] 稲垣 公夫:TOC革命-制約条件の理論, 日本能率協会マネジメントセンター, 1997
- [6] Matsui, M., : A Management Game Model : Economic Traffic, Leadtime and Pricing Setting, *Proceedings of ICPR' 99*, Ireland, Vol.1, 873-876 (1999.8)
- [7] Lasdon, L. S., 著, 志水訳:大規模システムの最適化理論, 日刊工業新聞社, 1973
- [8] 松井 正之:SCMへのゲームアプローチ:MGMとそれによる連鎖モデリング, OR学会統合プロジェクト・特G4研究会, 大阪大学, 2000.7
- [9] 松井・張・市原:日本の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 (投稿中)