

# 在庫管理を基礎としたサプライチェーンモデルの 情報共有とその応用

01110652 秋田県立大学 岸川 善紀\* KISHIKAWA Yoshinori  
01304556 九州大学大学院 時永 祥三 TOKINAGA Shozo

## 1 はじめに

本報告では情報共有に関するモデルについて在庫情報と需要情報を共有するモデルを考え、その応用問題を考察する。サプライチェーン間では各要素が個別に意志決定を行うため、最下流から発生した基となる需要情報が各要素の意志決定と時間的なずれによりゆがみが生じ、見かけの需要情報は本来のものより大きな変動を見せることになる [1]。そこで、直接取引を行う2者間の市場分析の差異と時間的なずれをモデル化し、このモデルを元に情報を共有する利点と問題点を考える。

## 2 情報共有モデル

### 2.1 2段階サプライチェーンモデル

小売とサプライヤーの2段階で構成されるモデルを考える。基本的には企業は直接取引する相手からの情報を第一に考慮するため多段階のモデルの場合もこの形に分解できる。オーダーを行う時点における政策決定問題となる。

$D_i$ :  $i$  期における顧客の需要データ

$\bar{D}_i$ :  $i$  期における顧客需要の予測

$O_i^r$ : 小売  $r$  の  $i$  期におけるオーダーのデータ

$\bar{O}_i^r$ : 小売  $r$  の  $i$  期におけるオーダーの予測

$T_i$ :  $i$  期におけるサプライヤーの生産計画量

$l$ : 小売のリードタイム

$L$ : サプライヤーのリードタイム

$c_r$ : 小売の単位あたりのオーダーコスト

$h_r$ : 小売の単位あたりの在庫維持コスト

$p_r$ : 小売の単位あたりのペナルティコスト

$c_s$ : サプライヤーの単位あたりの生産コスト

$h_s$ : サプライヤーの単位あたりの在庫維持コスト

$p_s$ : サプライヤーの単位あたりのペナルティコスト

小売とサプライヤーは、それぞれリードタイムの長さが異なるため、各自が別々の時刻に政策決定を行っている。

### 2.2 オーダーサイクルが一定の場合

このモデルでは、一定期間ごとに注文や生産計画を決定する。各部門の決定間隔は異なるので、小売とサプライヤーの政策決定期間をそれぞれ  $\nu, \mu$  とする。

#### 小売の場合

小売は期間  $\nu$  毎にサプライヤーに注文を行う。小売が顧客の需要に応えるように注文を行う場合、以下のように決定される。

$$O_i^r = \sum_{i=t}^{t+\nu+l} \bar{D}_i - I_i^r \quad (1)$$

以降の議論では需要予測の制度がサプライチェーン全体の性能を左右することになる。 $D_i$  は過去の需要データを元に決定される。

$$\bar{D}_i = g(D_j) \quad (j = 1, \dots, i-1) \quad (2)$$

$D_j$  は現実に起こった過去の需要データであり、予測値  $\bar{D}_i$  は  $D_j$  を関数  $g(\cdot)$  に代入することによって求められる。関数  $g(\cdot)$  をどのように決定するかは各企業によって異なる。しかし、予測式そのものを共有することで全体での効率化が考えられる。

政策の評価は、以下の式によって算出されるコスト  $C_r$  を比較することで行われる。

$$C_r = c_r O_t + \sum_{i=t}^{t+l-1} G_i^r(I_i^r, D_i) + \sum_{i=t+l}^{t+\nu+l} G_i^r(I_{i+l}^r, D_i) \quad (3)$$

ただし

$$G_i^r(I_i^r, D_i) = h_r(I_i^r - \sum D_i)^+ + p_r(\sum D_i - I_i^r)^+ \quad (4)$$

$$(x)^+ = \max(0, x)$$

#### サプライヤーの場合

サプライヤーは小売から送られてくるオーダーの予測を行い、生産量を決定する。時刻  $t$  において生産計画を決定する場合、オーダーに対し確実に応えるときには、次の式から生産量  $T_t^s$  を決定する。

$$T_t^s = \sum_{i=t}^{t+\mu+L} \overline{O}_i^r - I_t^s \quad (5)$$

オーダー量の予測は、i) 情報共有を行わない場合、ii) 情報共有を行う場合でそれぞれ次のように行われる。ここで情報共有を行う場合、サプライヤーは小売店の持つ顧客需要データ  $D_i$  と小売店の在庫データ  $I_i^r$  を政策決定直前まで利用できるものとする。

i) 非情報共有の場合

$$\overline{O}_i^r = f(O_{j\nu}^r) \quad (6)$$

$$(i = 1, \nu, \dots, n\nu, j = 1, 2, \dots, (n-1))$$

ii) 情報共有の場合

$$\overline{O}_i^r = f(O_{j\nu}^r, D_m, I_m^r) \quad (7)$$

$$(i = 1, \nu, \dots, n\nu, j = 1, n\nu, \dots, (n-1)\nu,$$

$$m = 1, 2, \dots, n\nu - 1)$$

オーダー  $O_{j\nu}^r$  は期間  $\nu$  間隔でしか発生しないためオーダー予測  $\overline{O}_i^r$  の発生時刻  $i$  も期間  $\nu$  間隔で訪れる。直接顧客需要データをもちいることで、情報の歪みを抑え、より精度の高い予測ができることが期待できる。政策の評価は次のコスト計算式によって行われる。

$$C_s = c_s T_t + \sum_{i=t}^{t+L-1} G_i^s(I_i^s, O_i^r) + \sum_{i=t+L}^{t+\mu+L} G_i^s(I_{i+L}^s, O_i^r) \quad (8)$$

ただし

$$G_i^s(I_i^s, O_i) = h_s(I_i^s - \sum O_i)^+ + p_s(\sum O_i - I_i^s)^+ \quad (9)$$

### 3 応用例

これらのモデルを使って情報共有を行った場合の効果を検討する。今回の実験ではサプライヤーが小売から受け取るオーダーの予測については多段ファジイ推論 [3] を用いている。

情報共有の程度については以下の2種類の場合を考える。

1) データのみを共有

直前までの需要データ、小売在庫データをうけとって、それを元にオーダーを多段ファジイ推論で予測する

2) データと予測式も共有する場合

直前まで顧客の需要データ、小売の在庫データを受け取り、なおかつ小売がオーダーを決定する際に使う式をサプライヤーが小売のオーダー予測に利用できる場合

計算結果は発表の際に報告する。

### 参考文献

- [1] H.L.Lee, V.Padmanabhan and S.Whang: "Information Distortion in a Supply chain: The Bullwhip Effect", Management Science, vol.43, no.4, pp.546-558, 1997.
- [2] H.L.lee, K.C.So and C.S.Tabg: "The value of information sharing in a two-level supply chain", Management Science, vol.46, no.4, pp.626-643, 2000.
- [3] Y.Kishikawa and S.Tokinaga: "Approximation of Multi-Dimensional Chaotic Dynamics by Using Multi-stage Fuzzy Inference System and the GA", IEICE Trans. Fundamentals, vol.E84-A, no.9, pp.2128-2137, 2001