

論文

取引業者の最適所要量管理とサプライチェーンの
全体最適に関する一考察

三田 洋幸*

＜論文要旨＞

サプライチェーンに関わるさまざまな非効率性は、サプライチェーンの物理的な制約、すなわち、需要の不確実性、調達リードタイムの長さ、計画サイクルの長さといった制約の中で、取引業者がそれぞれに自己の利益を最大化しようとして決定した所要量（保有在庫＋調達量）政策を実行することでもたらされると考えられる。

本稿では、そのような問題意識に基づき、取引業者が自己の利益を最大化する最適所要量を決定するときの意思決定プロセスをモデル化し、それが小売業者、販社、メーカーといったサプライチェーンを構成する取引業者の業態によって異なる構造を持つことを示す。さらに、最適所要量の相違が業者間取引の需給バランスに与える影響を分析し、サプライチェーンの非効率を生じさせる要因を抽出する。

サプライチェーンの非効率を生じさせる阻害要因は、(1) 小売需要の加法性、(2) 市場成長期の需要の水増効果、(3) 市場立上げ期の需要抑制効果であり、さらに、(4) トレード・プロモーションの不適切な運用は、これら阻害要因を助長する可能性があることを指摘した。

さらに、サプライチェーンの効率を高める成功要因を探索し、(1) 地域内小売店在庫の一元管理、(2) 小売店の選択と集中、(3) 最終需要・在庫情報の共有、(4) VMI方式の導入、(5) 市場導入直後のトレード・プロモーション強化、(6) 市場成熟期のトレード・プロモーションの制限の6つを抽出した。

＜キーワード＞

サプライチェーン・マネジメント、全体最適、最適所要量、収益構造、Bullwhip効果、VMI

1999年2月受付
1999年4月受理

* 中央クーパース・アンド・ライブランド コンサルティング、マネジングアソシエイツ兼ニューポート大学助教授。

1. はじめに

製品需要の変化が著しい今日の経営環境において、原材料の調達から最終顧客までのビジネス・システムのあり方が企業収益にインパクトを与える大きな要因として関心が高まりつつある。このような大局的視点から変革をしようとすることは、企業が単独で取り組んだのでは限界があり、大きな成果を期待することができないことが課題になっている。製品を供給するには、原材料・部品供給業者、メーカー、卸業者、小売業者といった複数の取引業者を経由することが普通であり、それらの個別行動にゆだねたのでは、全体最適からはかなり隔たったものになるからである。

このような、製品供給に関わる川上から川下までのビジネス・システムを変革する技法として、サプライチェーン・マネジメントが近年注目されている。サプライチェーン・マネジメントは、各取引業者のビジネス・プロセスを川上から川下まで連続的に捉えることで、新しいビジネス・システムを展開し、同時に取引業者の役割分担を再構築することで、サプライチェーンの全体最適を向上させようとする試みである。ビジネス・システムを実現するに当たっては、先進的な情報技術・ロジスティックス技術をフルに活用する。

サプライチェーン・マネジメントの問題を複雑にしている背景には、サプライチェーンがさまざまな要素によって構成される複雑なシステムであり、その特性を捉えることが困難になっていることがあげられる。圓川 [2] は、サプライチェーンの複雑さを助長する要因として、(1) 需要の不確実性、(2) サプライチェーンのリードタイム、および(3)各取引業者の自主的な意思決定の3点を挙げている。一方、H.L. Lee [3] は、サプライチェーンの非効率性をブルウィップ効果(Bullwhip Effect)と称して、その発生原因として、(1) 需要予測の多段階増幅、(2) バッチオーダーによる変化の増幅、(3) 価格変動による先買い、(4) 品切不安に対する水増し発注の4点を挙げている。

取引業者はマーケティング活動を通じて需要をコントロールしようとするが、それでも需要は市場の多様性に応じて逐次変化する。このとき、需要変化に直ちに対応できれば問題は少ないが、現実のサプライチェーンには物理的なリードタイムがあるため、変化への対応に遅れが生じてしまう。それを回避しようとして、各取引業者は、発注在庫管理、生産管理、チャネル政策等に関するさまざまな意思決定を行うわけであるが、それらが自己目的のために行われる結果として全体最適を阻害することが少なくないのである。

このような問題意識に基づき、本研究は、以下の目的でサプライチェーンのマネジメント・コントロールのあり方を研究しようとするものである。

(1) 取引業者の収益構造を精緻にモデル化することで、需要の不確実性に対処しながら、

自己の経済的利益を最大化するための最適所要量の構造を分析する。

- (2) そのような最適所要量に基づいて調達を行う取引業者のビヘイビアがサプライチェーンの非効率を生じさせることを考察し、サプライチェーンの全体最適を阻害する本質的な要因を解明する。

2. サプライチェーン全体最適の意味

サプライチェーンを全体最適の観点から変革しようとする場合に、単一製品を取り上げてその収益性を分析するだけでは不十分である。なぜならば、取引業者は複数の製品を扱っていることが普通であり、取引業者の利益はそれらの製品間の取扱量によって大きく変化するからである。例えば、小売業者は、競合関係にある複数メーカーの製品を扱っており、自分の儲けを増やす回転の速い製品の取扱いを優先しようとするであろう。店頭スペース効率や仕入予算に対する制約が大きい場合には、販売効率が低い製品を店頭から排除しようとするであろう。

一方、サプライチェーンの構造変革を通じて、全体として超過収益が生じさせることができる。それにともない、超過収益を最終顧客や取引業者とでシェアすることで取引拡大の良循環を形成することのできる。もし、あるメーカーが自社製品の販売状況が十分でなく、もっと売れて然るべきと考えるならば、その超過収益を小売店に充当することによって、当該製品の扱いを増やすように仕向けることもできる。当該製品の店頭露出度が高まれば、現行のマーケティング施策も相乗効果的に高まる可能性もあるし、それらによって、製品需要が一段と顕在化される良循環が形成されれば、取引業者はそれぞれ利益を増加させることができるわけである。サプライチェーンの全体最適は、生産・流通プロセスの変革を通じて、製品需要を一段と顕在化させる良循環を形成することで、製品の競争力を高めることによってもたらされるわけである。

このような視点に立つと、サプライチェーンの全体最適を以下のように定義することができる。

「取引業者のビジネス・モデルを再構築することで、サプライチェーン全体としての超過収益を生じさせるとともにサプライチェーンに参与する各取引業者の利益を一斉に向上させる。」

3. 取引業者の収益構造

取引業者のビヘイビア分析に先立ち、取引業者の収益構造を精緻に構造化することで、サプライチェーンの非効率要因によって取引業者の利益がどのように影響を受けるか分析する。製品の販売に伴う売上高、製造費用、販売費用といった一般的な損益のみならず、製品

調達の過不足から生じる販売機会損失、売残り損失および在庫維持費用なども考慮する必要がある。

3.1 品切れ損失

製品の需要が供給量を上回った場合には品切れが発生する。小売業者は、品切れが生じると、他の小売業者に売上を奪われると考えるし、販社の場合には、自社の収益が減ることもさることながら、小売業者との取引関係を悪化させることを危惧する。メーカーは、自社製品の代りに競合会社の製品が購入され则认为るわけである。品切れの数量を明確に捉えることは現実的には困難ではあるが、取引業者は品切れがもたらす販売機会損失をなくそうと明確に意識している。

いま、販売価格が p 、調達変動費が v のときに、品切れが n_u 個発生したときの品切れ損失 U は、次式で与えられる。

$$U = (p - v) n_u \quad (1)$$

ここで、調達変動費とは、小売業者や販社にとっては仕入コストであり、メーカーにとっては製造変動費である。

3.2 売残り在庫損失

製品の供給量よりも需要が下回った場合には、売残り在庫損失が発生する。売残り在庫損失とは、ある販売サイクルにおいて、通常の販売価格で販売したのでは売残りがでてしまうときに、それを処分するのに必要なコストである。

(1) 売残り処分損益

製品を在庫として持ち越せない場合には、売れ残りを廃棄することに伴う損失が発生する。製品が売れ残ってしまいそうなどときには、ただ黙って見ているわけではなく、まず値下げ販売をしで、それでも売れ残った製品を廃棄するといった手順を踏むことになる。したがって、売残り処分損益は、値下げ販売によって得た収益と、売れ残り品を廃棄した損失とを相殺することによって与えられる。

値下げ販売は、最善の場合には、僅かに値下げをただけで売り切ることもできるだろうし、相当な値下げをしないと売れないこともあるだろう。ただし、あまり安くしすぎるとバーゲン狙いの顧客が増えてしまうので、現実的には、限界利益がゼロになる販売価格を値引きの下限と仮定する。すると、値下げ販売から得られる収益は、最善でも通常販売時の限界利益を上限とし、値下げ幅を大きくするにつれて限界利益がゼロになるまで低減していくので、平均的には、通常販売時に得られる限界利益の $1/2$ 程度と考えても大きくは相違しない

であろう。値下げ販売をした数量を n_b とすると、値下げ販売の収益 E_b は次式で与えられる。

$$E_b = \frac{1}{2}(p - v) n_b \quad (2)$$

次に、完全に売れ残った製品を廃棄することの損失 E_d は、調達変動費 v と廃棄コスト d の合計なので、売残り廃棄数量を n_d とすると、次式で与えられる。

$$E_d = (v + d) n_d \quad (3)$$

したがって、売残り処分損益 E は、値下げ販売の収益 E_b と売れ残りを廃棄することの損失 E_d とを合計して、次式で与えられる。

$$E = E_d - E_b = (v + d) n_d - \frac{1}{2}(p - v) n_b \quad (4)$$

(2) 需要損失

売残り製品の値下げ販売をした場合に、次期販売サイクルの需要が犠牲になる場合もあり得る。このような損失を需要損失と呼ぶことにする。例えば、今日トマトを安く買った顧客は、安売りがなければ、通常価格で翌日トマトを買ったかもしれないわけである。また、モデルチェンジ目前に製品を安く買った顧客は、新モデルを再び購入することはまずあり得ないであろう。

次期販売サイクルの需要が犠牲になることの損失を評価するには、値下げ販売によって販売された数量のうち、どのくらいが次期販売サイクルの需要を侵食するか推定する必要がある。仮に、値引き販売数量 n_b の半分の需要が失われると仮定すると、需要損失 G は次式で与えられる。

$$G = \frac{1}{2}(p - v) n_b \quad (5)$$

(3) 在庫維持費用（在庫を持ち越せる場合）

当期販売サイクルに売れ残っても、在庫として持ち越して次期販売サイクルに売ることができると場合には、在庫維持費用が発生する。例えば、通常の耐久消費財で、製品ライフサイクルの途上ある場合がそうである。在庫維持費用単価 h を、在庫維持数量 n_q をとすると、在庫維持費用は次式で与えられる。

$$M = h n_q \quad (6)$$

(4) 売残り在庫損失

売残り在庫損失 W は、売残り処分損益 E 、需要損失 および在庫維持費用 M を加えて、次式で与えられる。

$$W = E + G + M = (v + d) n_d + h n_q \quad (7)$$

売残り数量の合計を n_w とおき、値下げ販売数の比率を c_b 、廃棄処分数の比率を c_d 、在庫持越数の比率を c_q とすると、売残り在庫損失 W_a は次式のように表すことができる。

$$n_w = n_b + n_d + n_q, \quad n_b = c_b n_w, \quad n_d = c_d n_w, \quad n_q = c_q n_w \quad (8)$$

$$c_b \geq 0, \quad c_d \geq 0, \quad c_q \geq 0, \quad c_b + c_d + c_q = 1 \quad (9)$$

$$W = \{(v + d) c_d + h c_q\} n_w \quad (10)$$

3.3 他製品の販売機会損失

取引業者の制約資源を複数の製品で共有している場合に、当該製品を取り扱うためには他製品の取扱いを犠牲にする必要がある。メーカーの場合、生産設備が手不足のときは、ある製品を増産するには他の連産品を減産しなくてはならなくなる。小売業者の場合も、店舗スペースに余り余裕がない場合は、取扱

表 1 相対マージナル・スループット

	当該製品	代替製品
(1) 制約資源使用量	1	2
(2) アウトプット	10	5
(3) スループット	10.0	2.5
(4) 相対スループット	4.0	
(5) 限界利益	40	50
(6) 相対マージン	0.8	
(7) 相対マージナル・スループット	3.2	

製品の品目を限定しなくてはならない。このとき、当該製品が売れ残ってしまうほど調達したとすると、制約資源が無駄に使用されているわけであり、売れ残るほど当該製品を調達せずに、他製品を調達して販売していたならば、それによる利益を得られたはずである。このような機会損失を他製品の販売機会損失と呼ぶことにする。

他製品の販売機会損失を評価するには、当該製品 1 単位を他製品に置き換えたときの限界利益の変化に着目する必要がある。それには、当該製品の使用する制約資源量と他製品が使用する制約資源量に基づいて限界利益を等価換算する必要がある。例えば、表 1 に示すように、当該製品が 1.0m^2 の売場を占有して 1 ヶ月 10 個売れたとする。一方、代替製品は、 2.0m^2 の売場を占有して 1 ヶ月に 5 個しか売れないとする。このとき、制約資源 1 単位当たりのアウトプットは、当該製品が 10 個であり、代替製品は 2.5 個になる。したがって、制約資源の使用量が同一の場合、当該製品は 4 個売れる間に、代替製品は 1 個しか売れないことになるので、数量ベースでは当該製品の方が 4 倍の価値があることになる。制約資源 1 単位当たりのアウトプットの効率をスループットと呼ぶことにしよう。スループット t はアウ

トアウト o と制約資源使用量 r を用いて次式で与えられる。

$$t = \frac{o}{r} \quad (11)$$

制約資源使用量は、当該製品の販売・生産を行うときに使用する制約資源の量である。例えば、小売業者にとっての制約資源は、店舗スペースや仕入予算である。メーカーにとっての制約資源は、直接作業者の人数や生産設備の使用時間である。

アウトアウトとは、単位期間における製品の産出数量である。小売業者にとってのアウトアウトは単位期間の販売活動に伴う販売数量であり、その大きさは製品の売れ行きによって変化する。メーカーにとってのアウトアウトは単位期間の生産活動に伴う産出量であり、その大きさは製造方法と設備の物理的な条件で決まるので、小売業者のように売れ行きに応じて変化するのではなく、ほぼ一定の値をとる。

当該製品のスループットと代替製品のスループットとの相対比を相対スループットと呼ぶことにしよう。当該製品のスループットを t 、代替製品のスループットを t_a とすると、相対スループット ℓ は次式で与えられる。

$$\ell = \frac{t}{t_a} \quad (12)$$

このとき、代替製品の販売価格を p_a 、調達変動費を v_a とすると、当該製品 1 単位の生産に必要な生産資源を他製品に投じるときに得られる代替限界利益 k は、他製品の限界利益 $p_a - v_d$ に相対スループットの逆数 $1/\ell$ をかけて、次式で与えられる。

$$k = \frac{p_a - v_d}{\ell} \quad (13)$$

当該製品の限界利益と代替製品の限界利益の比を相対マージン β とおくと、上式は次のように表すことができる。

$$k = \frac{p_a - v_a}{\ell} = \frac{p - v}{\beta \ell} \quad (14)$$

$$\text{ただし, } \beta = \frac{p - v}{p_a - v_a}$$

ここで、上式の $\beta \ell$ を相対マージナル・スループット rmt と呼ぶことにする。相対マージナル・スループットは、製品の単位当たり制約資源使用量に対する（当該製品と他製品との）限界利益の相対比である。表 1 の例では、相対スループットが 4.0、相対マージンが 0.8 なので、相対マージナル・スループットは 3.2 である。

代替限界利益は、当該製品の限界利益を相対マージナル・スループットで割ることによって与えられる。

$$k = \frac{p - v}{rmt} \quad (15)$$

$$\text{ただし, } rmt = \beta \ell = \frac{(p - v) t}{(p_a - v_a) t_a}$$

ところで、当該製品が売れ残ったからといって、他製品の販売機会損失は、常に顕在化するとは限らない。例えば、小売業者の店舗スペースが十分に広く、主要製品をすべて扱うことができるほど予算の制約もない場合は、他製品の販売機会損失は顕在化しない。メーカーの生産設備が手余りのときは、どの製品についても十分な数量の生産を行うことができるので、他製品の販売機会損失は顕在化しない。

したがって、他製品の販売機会損失を生じさせた数量 n_k は、取引業者の業態によって構造が相違する。小売業者は、売残りをだすくらいならば他の商品を仕入れて販売することができると考えているので、 n_k は当該製品の売残り数量になる。販社の場合は、取扱商品の調達に関する制約はあまり厳しくないの、他製品の販売機会損失を意識する必要はほとんどない。メーカーの場合は、生産キャパシティがフルに使用されているときに、他の連産品の生産を抑制することで生じたキャパシティを流用して生産した当該製品の数量が n_k である。

他製品の販売機会損失 K は、代替限界利益 に他製品の販売機会損失を生じさせた数量 n_k をかけて、次式で与えられる。

$$k = \frac{p - v}{\beta \ell} n_k = \frac{p - v}{rmt} n_k \quad (16)$$

4. 取引業者の最適所要量

取引業者は、需要の不確実性にどうしたらうまく対処することができるか重大な関心を抱いている。需要が予想外に変動するために、過剰在庫を抱え込んだり、品切れが発生したりするため、取引業者の収益性を低下させる大きな要因になっているからである。

4.1 最適所要量の算出

取引業者は、需要の不確実性を意識しながら所要量を決定している。つまり、ある需要分布を想定し、その需要分布のもとで自己の期待利益^{注1}を最大化する所要量を決定していると仮定してよいであろう。

ある需要分布の下で、期待利益を最大化する所要量は、調達総費用の期待値 I を求め、 $\frac{dI}{ds}=0$ となる所要量 s^* によって与えられる。需要分布の確率密度関数を $p(x)$ 、その累積確率を $P(x)$ 、売残り在庫損失単価を w 、他製品の販売機会損失単価を k 、品切れ損失単価を u とおき、取引業者の最適所要量 s^* を求めることにしよう。

(1) 小売業者の最適所要量

小売業者は、当該製品の調達のうち売れ残ったものが他製品の販売機会損失を生じさせると認識しているので、調達総費用は次式で与えられる。

$$I = \int_0^s w(s-x)p(x)dx + \int_0^s k(s-x)p(x)dx + \int_s^\infty u(x-s)p(x)dx \quad (17)$$

$$P(s^*) = \frac{u}{u+w+k} = \frac{p-v}{p-v+(v+d)c_d+hc_q + \frac{p-v}{\beta \ell}} \quad (18)$$

$$s^* = P^{-1}\left(\frac{p-v}{p-v+(v+d)c_d+hc_q + \frac{p-v}{\beta \ell}}\right) \quad (19)$$

(2) 販社の最適所要量

販社の場合には、他製品の販売機会損失を考慮する必要がないので、調達総費用は次式^{注2}で与えられる。

$$I = \int_0^s w(s-x)p(x)dx + \int_s^\infty u(x-s)p(x)dx \quad (20)$$

$$P(s^*) = \frac{u}{u+w} = \frac{p-v}{p-v+(v+d)c_d+hc_q} \quad (21)$$

$$s^* = P^{-1}\left(\frac{p-v}{p-v+(v+d)c_d+hc_q}\right) \quad (22)$$

いま、当該製品のマークアップを $m = \frac{p}{v} - 1$ とおくと、上式は以下のように表すことができる。

^{注1} 期待利益とは、例えば週次の販売を1回の試行と見なして数週間の利益の平均をとったものと考えることができるが、厳密にいうと、現実のビジネスでは経営環境は逐次変化しており、同じ条件で独立した試行を繰り返すことは不可能である。このような1回限りの試行に対す意思決定理論として、リスクに対する意思決定者の効用曲線を考慮する方法がある。期待利益を意思決定基準に用いるということは、意思決定者のリスクに対する態度が中庸であると仮定していることを意味する。

^{注2} この定式化は、新聞売り子問題としてもよく知られている。新聞売り子問題は、資源制約や他製品の販売機会損失を考慮しない場合の最適所容量を定式化していると考えられる。

$$s^* = P^{-1} \left(\frac{m}{m + \left(1 + \frac{d}{v}\right) c_d + \frac{h}{v} c_q} \right) \quad (23)$$

上式をみると、 $\frac{h}{v}c_q$ は無視できる程度に小さいことが多いので、販社の最適所要量は、主としてマークアップおよび廃棄処分数量に影響されることがわかる。

(3) メーカーの最適所要量

メーカーの場合は、生産設備の稼働率がフルになると、当該製品を増産するには他の連産品の生産キャパシティを流用しなくてはならなくなり、他製品の販売機会損失が生じるようになる。当該製品の生産数量の上限を g 、在庫数量を i とすると、当該製品の所要量を確保するために他の連産品の生産を犠牲にした数量は、 $s \geq g \geq i$ となるので、メーカーの総費用期待値は次式で与えられる。

$$I = \begin{cases} \int_0^s w(s-x)p(x)dx + \int_s^\infty u(x-s)p(x)dx, & s < \gamma + i \\ \int_0^s w(s-x)p(x)dx + k(s-\gamma-i) + \int_s^\infty u(x-s)p(x)dx, & s \geq \gamma + i \end{cases} \quad (24)$$

$$s^* = \begin{cases} P^{-1}\left(\frac{u}{u+w}\right) = P^{-1}\left(\frac{p-v}{p-v+(v+d)c_d+hc_d}\right), & s^* < \gamma + i \\ \gamma + i, & s^* \geq \gamma + i, \beta \ell \leq 1 \\ P^{-1}\left(\frac{u-k}{u+w}\right) = P^{-1}\left(\frac{(p-v)\left(1-\frac{1}{\beta \ell}\right)}{p-v+(v+d)c_d+hc_q}\right), & s^* \geq \gamma + i, \beta \ell > 1 \end{cases} \quad (25)$$

4.2 期待値の計算

需要分布に対して最適所要量を調達したときの期待利益を計算するためには、以下の期待値を求める必要がある。

(1) 品切数量の期待値

$$E(n_u) = \int_{s^*}^x (x-s^*)p(x)dx = \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(s^*-\mu)^2}{2\sigma^2}} + (\mu-s^*)(1-P(s^*)) \quad (26)$$

品切期待数量 $E(n_u)$ は、最適所要量 s^* 、需要平均 μ 、標準偏差 σ の 3 つのパラメータによって求めることができるので、関数化しておくことで計算を行う上で便利なので、本稿では表計算ソフトを用いて以下の関数を定義している（付属資料参照）。

$$E(n_u) = \text{Shortage}(s^*, \mu, \sigma) \quad (27)$$

(2) 売残り数量の期待値

$$E(n_u) = \int_0^{s^*} (s^* - x) p(x) dx = (s^* - u) P(s^*) + \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(s^* - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (28)$$

売残り期待数量も以下のように関数化することができる。

$$E(n_u) = \text{Unsold}(s^*, \mu, \sigma) \quad (29)$$

(3) 他製品販売機会損失数量の期待値

小売業者の他製品販売機会損失数量の期待値は、売残り数量の期待値と同じである。メーカーの場合は、当該製品の生産数量の上限を γ 、在庫数量 i をとすると、当該製品の所要量を確保するために他の連産品の生産を犠牲にしなくてはならない数量は、 $s - \gamma - i$ となる。

(4) 期待利益

最適所要量を調達することによる期待利益は次式で与えられる。

$$E(\text{net margin}) = (p - v)\mu - E(U) - E(W) - E(K)$$

4.3 最適所要量の特性

最適所要量の構造は、取引業者ごとに異なっており、それぞれについて分析する必要があるが、最適所要量に影響を与える主要因は、当該製品のマークアップ、在庫廃棄数量、相対スループット、相対マージンおよび生産キャパシティの5つである。在庫維持費用が調達変動費に比べて無視できないほど大きい場合には、これら5つの要因に加えて在庫維持費用も考慮する必要がある。

(1) 小売業者の最適所要量の特性

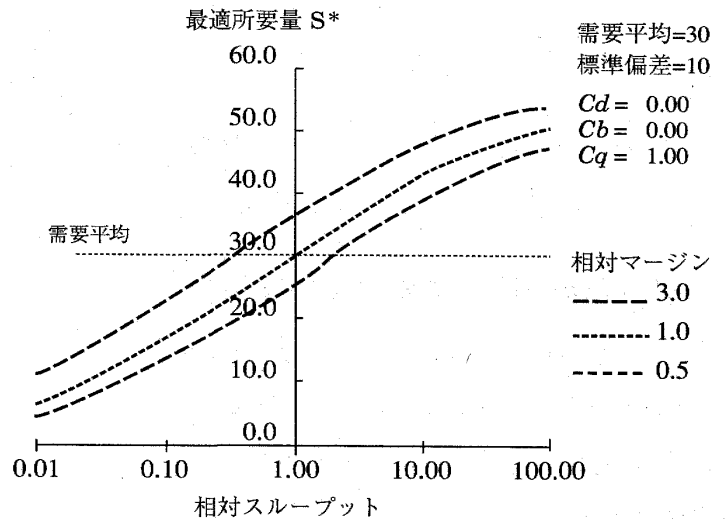
小売業者の最適所要量は、主として、相対マージナル・スループットおよび在庫廃棄数量の2つの要因の影響を受ける。いま、製品の損益構造を図1(1)のように想定したうえで、これらの要因が変化したときの最適所要量の特徴を分析してみよう。需要分布は平均が30、標準偏差が10の正規分布を仮定する。

当該製品の相対マージナル・スループットを求める際に、どんな製品を比較対象にするのがよいであろうか。小売業者は、商品をいくつかのカテゴリーに分類したうえで、それぞれのマーチャンドライジングを考えることが普通である。このとき、製品の採算管理は、カテゴリー内の他製品と比較することが重要になるので、当該製品と比較すべき他製品は、同一カテゴリーに属する最も相対マージナル・スループットの低い製品を選ぶことが適当である。

(1) 最適所要量の計算例

	当該製品	限界製品
01 ◇製品単位損益		
02 販売価格	100.0	100.0
03 調達変動費	60.0	60.0
04 限界利益	40.0	40.0
05 (限界利益率)	40%	40%
06 在庫維持コスト	0.5	0.5
07 製品廃業コスト	5.0	5.0
08 ◇資源節約パラメータ		
09 制約資源使用量	1.0	1.0
10 アウトプット	30.0	5.0
11 スループット	30.0	5.0
12 相対スループット	6.00	
13 相対マージン	1.00	
14 rmt	6.00	
15 ◇小売店 1 店舗当り需要		
16 需要平均	30.0	
17 標準偏差	10.0	
18 ◇最適所要量の計算		
19 品切損失単価	40.00	
20 売残在庫損失単価	0.50	
21 Cd	0.00	
22 Cb	0.00	
23 Cq	1.00	
24 他製品販売機会損失	6.67	
25 $P(S^*)$	84.8%	
26 最適所要量 S^*	40.3	
27 ◇期待値の計算		
28 品切期待数量	0.3	
29 売残り期待数量	11.1	
30 他製品販売機会損失期待数量	11.1	
31 販売期待数量	29.2	
32 売上高	2.921	
33 変動費	1.753	
34 限界利益	1.168	
35 需要平均の限界利益	1.200	
36 品切損失	32	
37 限界利益	1.166	
38 売残り損失	6	
39 他製品販売機会損失	74	
40 純限界利益	1.089	

(2) 在庫を持ち越せる場合の最適所要量



(3) 在庫を持ち越せない場合の最適所要量

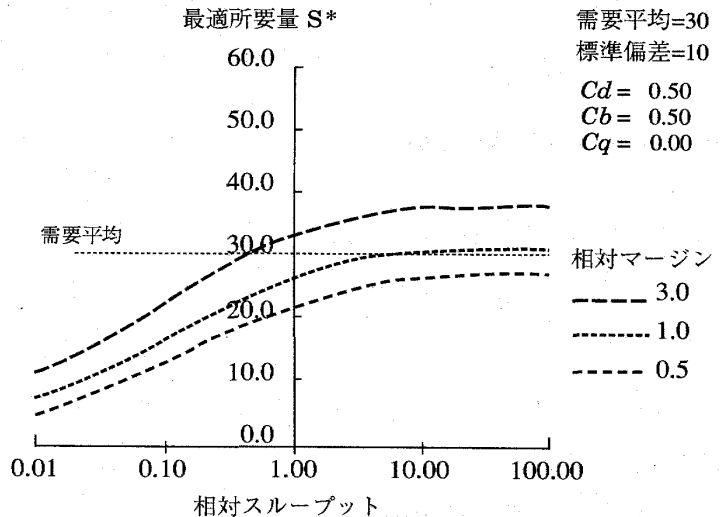


図1 小売業者の最適所容量モデル

まず、製品在庫を持ち越せる場合については、図1(2)に示すように、全体的には、相対スループットと相対マージンが大きくなるほど最適所要量は増加する。いま、相対マージンが1で、相対スループットが1のときには、最適所要量は需要平均とほぼ等しい値になっている。相対マージンが大きくなっても、相対スループットが大きくなっても、どちらの場合も最適所要量は大きくなるので、これらの積である相対マージナル・スループットが1以上の場合に最適所要量は需要平均よりも大きくなる。すなわち、需要平均を上回る所要量を調達し、品切れを嫌うことが利益拡大に貢献する行動であることがわかる。

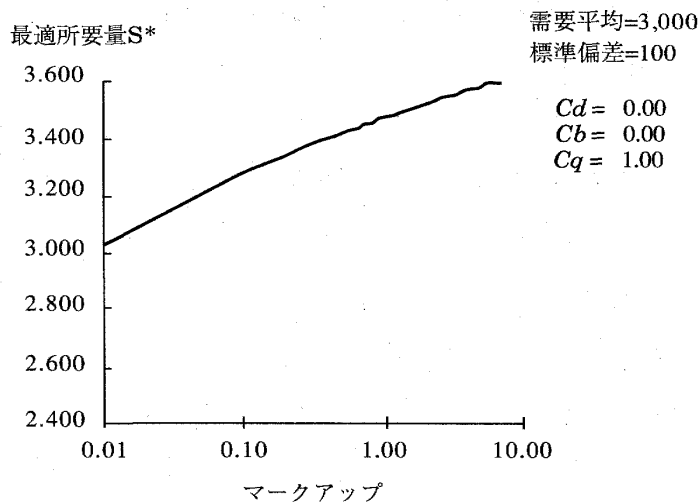
次に、在庫を持ち越せない場合の最適所要量の特徴を考察してみよう。図1(3)に示すように、在庫を持ち越せる場合よりも最適所要量は全般的に小さくなっている。例えば、相対マ

取引業者の最適所要量管理とサプライチェーンの全体最適に関する一考察

(1) 最適所要量の計算例

	当該製品
01 ◇製品単位損益	
02 販売価格	60.0
03 調達変動費	40.0
04 限界利益	20.0
05 (限界利益率)	33%
06 在庫維持コスト	0.3
07 製品廃業コスト	5.0
08 マークアップ	0.50
09 ◇地域需要	
10 需要平均	3,000.0
11 標準偏差	200.0
12 ◇最適所要量の計算	
13 品切損失単価	20.00
14 売残在庫損失単価	0.33
15 C_d	0.00
16 C_b	0.00
17 C_q	1.00
18 $P(S^*)$	98.4%
19 最適所要量 S^*	3,426.9
20 ◇期待値の計算	
21 品切期待数量	1.2
22 売残り期待数量	428.1
23 販売期待数量	2,998.8
24 売上高	179,930
25 変動費	119,953
26 限界利益	59,977
27 需要平均の限界利益	60,000
28 品切損失	23
29 限界利益	59,977
30 売残り損失	143
31 純限界利益	59,834

(2) 在庫を持ち越せる場合の最適所要量



(3) 在庫を持ち越せない場合の最適所要量

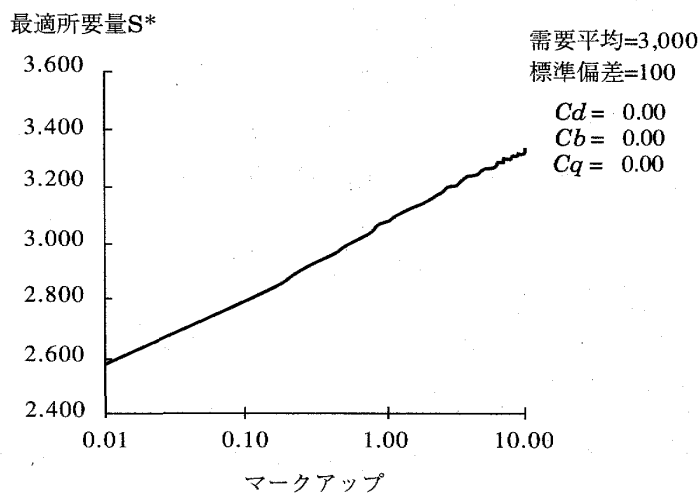


図2 販社の最適所容量モデル

ージンが1のときは、相対スループットが2を超えない限り、最適所要量は需要平均よりも大きい値にはならない。すなわち、当該製品の相対マージナル・スループットが1よりも僅かに上回っている程度ならば、所要量が需要平均をよりも少量になるような調達を行い、売残りを嫌うことが利益拡大に貢献する行動であることがわかる。

(2) 販社の最適所要量の特性

販社の最適所要量は、小売業者とは異なり、他製品の販売機会損失を考慮する必要が少ないので、主としてマークアップおよび在庫廃棄数量の2要因の影響を受ける。

いま、当該製品の損益構造を図2(1)のように想定したうえで、マークアップが変化したときに最適所要量がどのように変化するか分析してみよう。需要分布は、平均が3,000、標準

偏差が 200 の正規分布を仮定する。

販社の最適所要量は、図 2(2)および図 2(3)に示すように、在庫の持ち越しができるかできないかに関わらず、マークアップが大きくなると最適所要量も大きくなる。

在庫を持ち越せる場合は、マークアップの大きさに関わらず、最適所要量は需要平均よりも大きくなっている。マークアップが 0.5 のときの最適所要量は 3,427 であり、需要平均よりも 14% 増加している。マークアップが 2.0 のときの最適所要量は 3,528 になり、需要平均よりも 18% 増加している。

一方、在庫を持ち越せない場合は、マークアップが 0.5 以下の場合は、最適所要量は需要平均よりも少なくなる。すなわち、生鮮卸問屋のように在庫を持ち越せず、かつ、非常に薄利の商売をしている場合は、所要量が需要平均をよりも少量になるような調達を行い、売れ残りを嫌うことが利益拡大に貢献する行動であることがわかる。このような所要量政策は小売業者の場合と類似しているが、小売業者の最適所要量は代替製品との相対マージナル・スループットによって影響されるのに対して、販社の場合は、当該製品のマージンの大きさによって影響される点が異なっている。

(3) メーカーの最適所要量の特性

メーカーの最適所要量の特性は、生産設備の操業度がフルになることを境に非連続に変化する。

生産設備の操業度がフルになるまでは、各製品の生産を独立に行うことができるため、その場合は販社と同様に、最適所要量は主としてマークアップおよび在庫廃棄数量の 2 要因の影響を受ける。しかし、生産設備の操業度がフルのときには、当該製品の生産を増やすには他の連製品の生産を犠牲にするので、他製品の販売機会損失が生じるようになる。したがって、相対マージナル・スループットの影響も考慮しなくてはならなくなる。

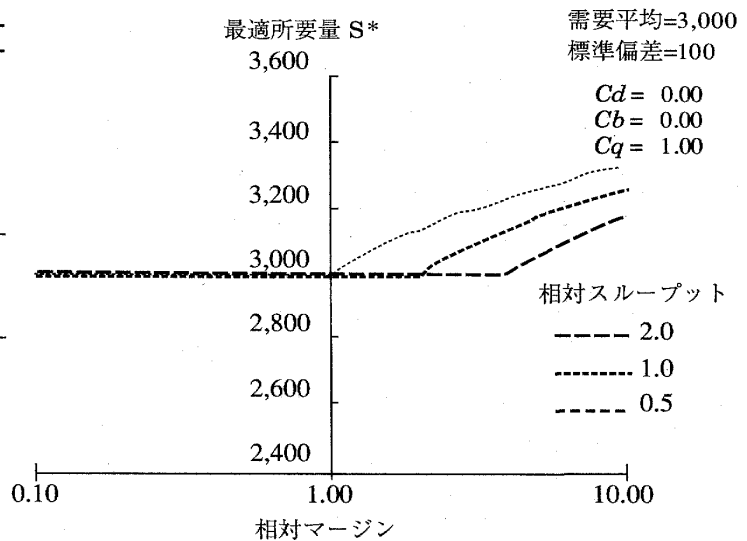
相対マージナル・スループットを求める際に比較対象とする製品は、当該製品と生産ラインを共有する連製品である。このとき、当該製品と連製品のスループットは製造プロセス特性で決定されるため、ライフサイクルを通じて大きく変化することはない。しかし、販売価格はライフサイクルを通じて大きく変化することは十分に考えられるので、それに伴って相対マージンも変化することになる。したがって、メーカーの最適所要量の特性は、主として相対マージンの相違に着眼して捉えるとよいと考えられる。

当該製品の損益構造を図 3(1)のように想定したうえで、最適所要量の特性を分析してみよう。需要分布は、平均が 3,000、標準偏差が 200 の正規分布を仮定する。当該製品の生産

(1) 最適所要量の計算例

	当該製品	他製品
01 ◇製品単位損益		
02 販売価格	40.0	35.0
03 調達変動費	20.0	15.0
04 限界利益	20.0	20.0
05 (限界利益率)	50%	57%
06 在庫維持コスト	0.2	0.1
07 製品廃業コスト	5.0	5.0
08 ◇資源節約パラメータ		
09 制約資源使用量	360.0	120.0
10 アウトプット	3.000	1.000
11 スループット	6.3	8.3
12 相対スループット	1.00	
13 相対マージン	1.00	
14 rmt	1.00	
15 ◇地域需要		
16 需要平均	3.000	
17 標準偏差	20.0	
18 ◇最適所要量の計算		
19 品切損失単価	20.00	
20 売残在庫損失単価	0.17	
21 Cd	0.00	
22 Cb	0.00	
23 Cq	1.00	
24 他製品販売機会損失	20.00	
25 r	3.000	
26 前期末保有在庫	0	
27 $P(S^*)$	50.00%	
28 最適所要量 S^*	3.000	
29 ◇期待値の計算		
30 品切期待数量	79.8	
31 売残り期待数量	79.8	
32 他製品販売機会損失期待数量	0.0	
33 販売期待数量	2.920	
34 売上高	116.808	
35 変動費	53.404	
36 限界利益	58.404	
37 需要平均の限界利益	60.000	
38 品切損失	1.596	
39 限界利益	58.404	
40 売残り損失	13	
41 他製品販売機会損失	0	
42 純限界利益	58.391	

(2) 在庫を持ち越せる場合の最適所要量



(3) 在庫を持ち越せない場合の最適所要量

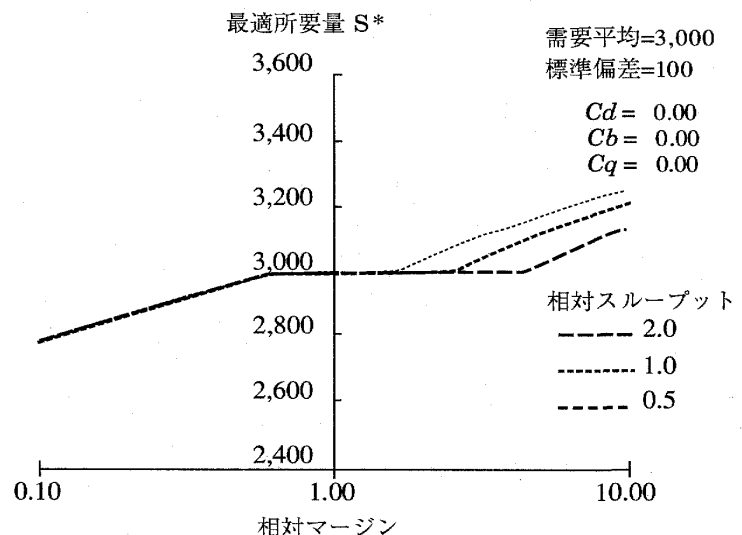


図3 メーカー最適所要量モデル

キャパシティは3,000までは自由に生産できるものとする。

まず、在庫を持ち越せる場合は、図3(2)に示すように、当該製品の相対マージナル・スループットが2以下であれば、最適所要量は操業度がフルになった時点の生産量が最適所要量の上限になる。当該製品の相対マージナル・スループットが2より大きい場合は、最適所要量は需要平均を上回る数量になるので、他の連製品の生産を犠牲にしても当該製品の生産を増加させたほうが利益拡大に貢献することになる。

5. サプライチェーン全体最適の阻害要因

以上の最適所要量モデルに基づいて取引業者が行動することを仮定すると、サプライチェーンの全体最適を阻害する要因として以下の4点を指摘することができる。

5.1 小売需要の加法性（地域需要のポートフォリオ効果）

いま、小売業者が全部で100店舗あり、それぞれの店舗が独立して最適所要量を決定している状況を考えてみよう。個々の小売店にしてみれば、自店舗に対する需要分布を想定したうえで、最適所要量を決定するはずである。小売店舗に対する需要分布は、どの店舗についても等しいと仮定しても問題の本質を損なうことはないので、それぞれ平均が30、標準偏差が10の正規分布に独立して従うと仮定する。このとき、当該製品の損益構造が図1(1)に示す通りであったとすると、1店舗当りの最適所要量は、図1(2)から、40.28になる。したがって、地域全体としては、小売店が100店舗あるので、最適所要量の合計は4,028ということになる。

今度は、ある大規模小売業者が1店舗で地域需要を一手に担っている状況を考えてみよう。この場合は、地域全体の需要分布に関心を移す必要がある。地域需要は小売業者100店舗の需要分布を合計したものなので、独立分布の加法性（ポートフォリオ効果）により、地域需要は平均が3,000、標準偏差が100の正規分布に従うことになる。すると、当該製品の損益構造は、同じく図1(1)の通りとすると、大規模小売店にとっての最適所要量は、図4に示す通り、3,103と計算される。

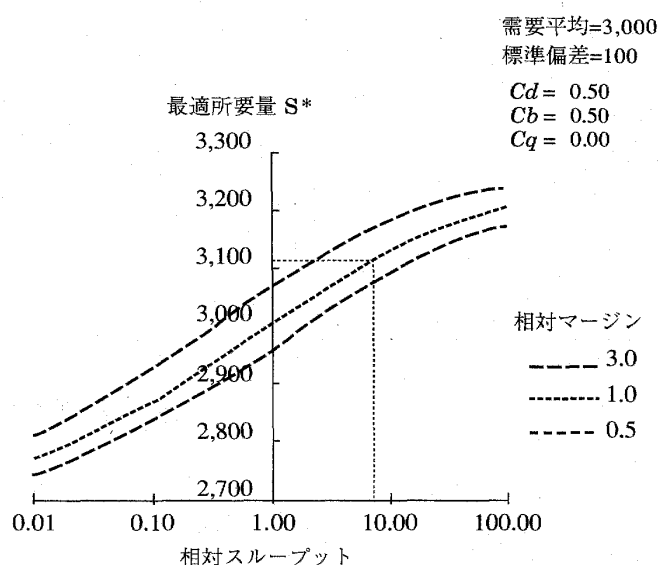


図4 地域需要に対する大規模小売店の最適所要量

さて、100店舗の小売業者が独立して最適所要量を計算すると地域全体の最適所要量は4,028になり、1つの大型小売店が最適所要量を計算すると3,108になるという差異が生じる。すなわち、地域に複数の小売店が存在し、それぞれが自己にとって最適な調達を行った場合には、地域全体としては最適な調達を行っていることにはならないことを意味しているわけである。小売店が多数存在している地域では、地域全体の最適所要量を常に上回った所要量が確保されており、それによる余

剰在庫が市中に滞留しているわけである。実際のところ、非常にたくさんの小売店が存在し、それぞれが独立して最適所要量に基づいて調達を行うとすると、地域全体の所要量は限りなく大きくなることを想像することは難しくないであろう。

5.2 市場成長期の需要水増効果

製品がヒットしたときのように、需要が大きく拡大している場合は、小売業者はこぞってその製品の仕入を増やそうとする。なぜならば、市場成長期には、当該製品の相対スループットが増加するので、小売業者の最適所要量が大きくなるからである。在庫の持ち越しが可能な製品の場合には、最適所要量は需要平均をよりも大きくなるため、水増し需要が発生するわけである。地域需要に対して小売店舗数が多い場合には、分散のポートフォリオ効果によって小売業者の需要変動係数は大きくなるため、需要の水増効果は一層助長されることになる。段階的個別取引の下では、小売業者の発注量は販社に伝わり、販社でさらに増幅されてメーカーに伝わる。需要の水増効果は、多段階的に増幅されるわけである。

メーカーの生産キャパシティをオーバーするような注文にまで増幅されることもあり得る。そのような相当大きく膨らんだ注文にメーカーが応えるには、他製品の生産資源を流用（ラインの編成替え、作業者の異動や他製品のための材料の転用など）しなくてはならなくなることもある。取引業者の段階的な発注を通じて需要が伝達される場合には、川上のメーカーには最終需要の実態が分からないため、無理をしても注文に答えざるを得ない状況に追い込まれるわけである。

メーカーが増産に着手したとしても、そもそも川下業者からの注文そのものが実需と乖離して大きく膨らんだものなので、その通りに生産すると市中に余剰在庫が滞留してしまうのである。メーカーにとっては、小売業者と販社によって増幅された注文に応えることは、連産品の生産を犠牲にしながら当該製品を過剰に生産するといった非効率を生じかねない。さらに、在庫維持費用と他製品の販売機会損失を増大させ、多大な処分損が発生するリスクも高まることになる。

実際の最終需要をメーカーが知ることができたと仮定しよう。メーカーにおける当該製品の相対スループットは、製品の売れ行きとは無関係であり、前述の通り生産設備の物理条件によって一定の値に固定される。したがって、メーカーからみると、販社の最適所要量は、相当に水増されたものに映るであろう。そのような所要量に基づいた注文に応えることは、メーカーの利益最大化にはつながらないという点で不満が高まるであろう。

このように、取引業者が相対立する行動をとる原因は、最適所要量の構造が異なるからである。小売業者の場合は、製品の売れ行きに応じて相対スループットが変化し、それによっ

て最適所要量が増幅される。販社の場合は、マークアップによって最適所要量の特性が決まる。一方、メーカーの場合は、操業度が生産キャパシティを下回っているときには、販社と同じ特性を持ち、生産キャパシティを上回るときには、相対マージナル・スループットの影響を考慮しなくてはならなくなる。需要が大きく増加に転じる場合には、これらの構造の相違が、取引業者の最適所要量に大きな相違をもたらし、需給ギャップを生じさせるわけである。

5.3 市場立上げ期の需要抑制効果

新製品を市場に投入した直後は、よほどのヒット商品でもないかぎり当該製品の販売数量は始めのうちは緩やかに増加し、認知度の向上とともに急速に成長するであろう。市場投入直後の製品は、小売業者にしてみれば、いつでも取扱いを中止することのできる限界的な商品として認識されているわけである。

このとき、小売業者にとっての最適所要量は、需要平均よりも小さくなると考えられる。当該製品の売れ行きが相対的に少ない間は、相対スループットは 1 よりも小さな値になる。相対マージンは 1 前後のことが多いので、相対マージナル・スループットは通常は 1 以下になるからである。

その結果、もともと小さな需要しかないにも関わらず、小売業者は需要平均よりもさらに少ない数量しか仕入れを行わず、当該製品を店頭でもあまり目立たない場所に陳列する可能性が高くなる。メーカー側でも、販促活動などを十分に行わずに放置しておく、当該製品の売れ行きは一向に増えていかないことも十分に考えられる。そのような製品は、小売の店頭から排除されるまでに、そう時間はかからないであろう。すなわち、小売業者にとって当該製品の相対マージナル・スループットが 1 以下の状態ということは、小売業者が当該製品の市場立上げを阻害するように誘導する効果があると考えられる。

ある新製品が気に入ったので、また買おうと思っていってみると、店頭からなくなっていることがコンビニエンス・ストアなどでは結構多いと聞く。これは、品切れになっているか取扱いを止めてしまったかのどちらかであるが、市場立上げ期の需要抑制効果が一因になっていると考えられる。

5.4 トレード・プロモーションの弊害

トレード・プロモーションは、メーカーが販社や小売業者に仕入量に応じて数量割引を行ったり、リベートを支払うことなどによって、政策的に仕入量をコントロールしようとする試みである。米国加工食品業界が行った ECR の研究 [5] では、トレード・プロモーションは、見かけの需要を創造するだけで実質的な効果が不明瞭であるとして、その効果を疑問視

している。

トレード・プロモーションの不適切な運用は、市場成長期に需要水増効果を助長させると考えられる。トレード・プロモーションは、当該製品のマージンを実質的に増加させる効果があるので、一般的に、小売業者や販社の最適所要量を増加させる効果をもつ。したがって、市場成長期にトレード・プロモーションを野放図に行うと、小売業者や販社は競って先買いに走り、1度に大きな発注を行うことになるため、需要水増効果を助長することになる。

このような先買いを行った結果、市中に商品が溢れ始めると、販売価格の下落に拍車がかかり、結局はサプライチェーンの収益低下につながることも多いと考えられる。小売業者の販売価格が仕入れ値を下回ってしまうようなときは、メーカーに対してさらにリベートの支払を要求するであろうし、メーカーの収益を直接的に低下させることにもつながるわけである。

トレード・プロモーションは、市場立上げ期に最も有効であると考えられる。市場立上げ期には、小売業者は仕入を控えがちになるので、広告宣伝や販促プログラムと並行してトレード・プロモーションを運用すれば、小売業者の仕入を増やすことができるので、商品の露出度の向上とともに、需要の顕在化を促進する良循環を推進する効果があると考えられる。逆に、このようなマーケティングを行わない製品は、需要抑制効果によって市場の立ち上がりが抑制されると考えられる。

6. サプライチェーンの全体最適のための成功要因

以上の阻害要因を排除することができれば、サプライチェーンの効率を高めることができると考えられるので、そのための成功要因を探ってみることにしよう。

(1) 地域内小売店在庫の集中管理（地域需要への最適化）

地域内に同種の小売店が多数存在すれば、小売需要の加法性により地域全体としては余剰在庫が増加してしまう。そのような商圈では、小売業者の在庫回転率は相対的に低下するので、延いては、サプライチェーンの収益性を低下させる。

小売需要の加法性を抑制するには、地域需要を把握することが不可欠である。小売業者が個別に要求する所要量を充足するのではなく、地域需要に対する最適所要量を充足するうえで必要な供給を行い、個々の小売店の実売に応じて補充する方法を導入することが有効であると考えられる。それには、POS情報のEDI化、多頻度少量配送が可能な配送システムおよび地域デポが必要になる。地域デポに関しては、メーカーは自前の設備を保有しなくても、製品の種類が少ない場合には、物流業務を宅配業者にアウトソースすることなども多頻度少量配送を効率的に実現する方法である。

(2)小売店の選択と集中

地域商圈における大規模店と小規模店とのミックスが適切になるように小売店を選別し、小売店舗数を最小限に留めることも有効である。大規模店ではポートフォリオ効果によって、安全在庫の数量は大きくならない。小規模店は、顧客が身近に買い物ができるという利便性が求められる場合には、地元商店街とか最寄り駅周辺といった所に店舗数を極力限定して立地することが求められる。例えば、アップルコンピュータは、業績の低迷した 1997 年に、米国では取引先の小売業者をナショナルチェーンとしては CompUSA1 社に限定し、リージョナル・チェーンについては従来通りとした。さらに、1998 年に新製品の iMac を導入した際にも、日本では全国に 4,000 以上ある小売店の中から約 100 店舗を選択し、それらの店舗からだけ iMac の販売を行った。これらの取り組みは、余剰在庫の発生を抑えるうえで効果があると考えられる。

(3)最終需要・在庫情報の共有

需要水増効果を排除するためには、最終需要と流通在庫量の情報を取引業者が共有する必要がある。メーカーは、そうすることによって過剰生産を行うリスクを相当回避できるようになる。ただし、最適所要量の構造が相違するために、取引業者間で需給ギャップが発生する可能性は十分に予想される。例えば、ヒット商品の場合には、小売業者の最適所要量は大きく膨らむが、メーカーの最適所要量は生産キャパシティに制約されるため、小売業者によって水増しされた需要に応えられなくなる事態も起こり得る。それによる、メーカーと小売業者とで供給と調達を巡るコンフリクトの問題が発生する。

(4)VMI方式の導入

情報共有の考え方を一層進めたものが VMI (Vendor Managed Inventory)方式であり、そもそも、サプライチェーンのボトルネックになっているメーカーの生産キャパシティによる制約を優先して供給量を決める方法である。メーカーが主体となって最終需要に基づいた供給量の決定を行うことになり、小売業者や販社は発注機能を原則的に放棄することになる。

(5)市場導入直後のトレード・プロモーション強化

市場立上げ期の需要抑制効果を排除するには、市場に投入する以前に広告宣伝などを通じて製品の認知度を十分に高めておくことや、市場導入直後は小売業者のマージンを大きく設定するといったトレード・プロモーションを用いて、小売業者が取り扱いに積極的になるよう誘導する必要がある。

(6)市場成熟期のトレード・プロモーションの制限

メーカーが小売業者や販社に支払うトレード・プロモーションの計算方法は、複雑怪奇になりがちであるが、最もポピュラーな方法は仕入量に対する数量割引である。しかし、この

方法は需要水増効果を助長するので、廃止すべきである。仕入量に対する数量割引の代替案として最も有望なのは、最終顧客に対する実販売量に応じてリベートを支払う方法である。ただし、小売業者が最終顧客に売ったふりをして横流しをする行為を阻止するために、本当に最終顧客に販売しているかどうかを確認することが必要になる。理想的には、市場立上げ期を除けば、トレード・プロモーションは廃止することが賢明であると考えられるが、競争環境がそれを許さず、大抵は囚人のジレンマ的状况に陥っている。ただし、米国P&G社のように、数量割引を一切廃止し、ウォルマートとVMI方式を実施することで、EDLP(Every Day Low Price)のポリシーを明確に打ち出している事例もある。

7. 結論

本稿では、サプライチェーンに関与する取引業者は、需要の不確実性の下で自己の経済的利益を最大化しようとして合理的に行動するとことを仮定したうえで、小売業者、販社およびメーカーといった収益構造の異なる取引業者の最適所要量を決定するためのモデル構築を行った。その上で、取引業者が最適所要量に基づいて取引する場合に、取引業者間の需給関係に不整合が発生し、それによってサプライチェーンの全体最適が阻害されることを考察した。

サプライチェーンの非効率を生じさせる阻害要因は、(1)小売需要の加法性、(2)市場成長期の需要の水増効果、(3)市場立上げ期の需要抑制効果であり、さらに、(4)トレード・プロモーションの不適切な運用は、これら阻害要因を助長することを指摘した。

さらに、サプライチェーンの効率を高める成功要因を探索し、(1)地域内小売店在庫の集中管理、(2)小売店の選択と集中、(3)最終需要・在庫情報の共有、(4)VMI方式の導入、(5)市場導入直後のトレード・プロモーション強化、(6)市場成熟期のトレード・プロモーションの制限の6つを摘出した。

謝 辞

本論文を作成するに当たり、査読を担当されたレフリー 2 氏より有益なご助言をいただいた。ここに謝意を表する。

付録

以下は、Microsoft Excel 98 Macintosh Edition の Visual Basic を用いて作成したものである。

(1) 品切期待数量の関数

Function Shortage(所要量, 平均, 標準偏差)

a = 標準偏差 / ((2 * Application.Pi()) ^ 0.5)

p = Application.NormDist(所要量, 平均, 標準偏差, True)

n = (所要量 - 平均) ^ 2 / (2 * 標準偏差 ^ 2)

e = Exp(-n)

Shortage = a * e + (平均 - 所要量) * (1-p)

End Function

(2) 売残り期待数量の関数

Function Unsold(所要量, 平均, 標準偏差)

a = 標準偏差 / ((2 * Application.Pi()) ^ 0.5)

p = Application.NormDist(所要量, 平均, 標準偏差, True)

n = (所要量 - 平均) ^ 2 / (2 * 標準偏差 ^ 2)

e = Exp(-n)

Unsold = (所要量 - 平均) * p + a * e

End Function

(3) メーカーの最適所要量の関数

Function Mfgrqmt(品切損失, 売残り損失, 他製品販売機会損失, rmt, γ , 保有在庫, 平均, 標準偏差)

a = 品切損失 / (品切損失 + 売残り損失)

s1 = Application.NormInv(a, 平均, 標準偏差)

b = γ + 保有在庫

If s1 < b Then

s = s1

Else

If rmt <= 1 Then

s = b

Else

$a = (\text{品切損失} - \text{他製品販売機会損失}) / (\text{品切損失} + \text{売残り損失})$

$s1 = \text{Application.NormInv}(a, \text{平均}, \text{標準偏差})$

$s = \text{Application.Max}(b, s1)$

End If

End If

$\text{Mfgrqmt} = s$

End Function

参考文献

- [1] 阿保栄司『ロジスティックスマネジメント』同友館，1994年．
- [2] 圓川隆夫『トータル・ロジステックス：製販物統合化のキーポイント』工業調査会，1995年．
- [3] Lee.H.L., P. Padmanabhan and S. Whang: "The Bullwhip Effect in Supply Chains," *Sloan Management Review*, 38, 3, Spring, 1997, 93-102.
- [4] Lee.H.L., P. Padmanabhan and S. Whang: "Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect," *Management Science*, 43, 4, 1997, 546-558.
- [5] Kurt Salmon Associates, Inc.: *Efficient Consumer Response Enhancing Consumer Value in the Grocery Industry*, 1993；村越稔弘監訳『ECR：流通再編のリエンジニアリング』1994年，株式会社NEC総研．
- [6] 近藤次郎『オペレーションズ・リサーチの手法』日科技連，1973年．
- [7] 村越稔弘『ECR・サプライチェーン革命』税務経理協会，1995年．
- [8] Towill.D.R., M.M. Mailm and J. Wikner: "Industrial Dynamics Simulation Models in the Design of Supply Chain" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 22, 5, 1992, 3-13.

The Optimum Order Requirements of Trade Partners and the Supply Chain Optimization

Hiroyuki Mita *

Abstract

Inefficiency of the supply chain appears when trade partners such as retailer, wholesaler and manufacturer intend to maximize their profit and execute their optimum order requirements.

This paper describes how trade partners' behavior would create supply chain inefficiency by developing a model of the optimum order requirements where trade partners intend to maximize their profit, and analyzing the demand and supply balance between trade partners. Because the structure of the optimum order requirements differs by trade partners, the gaps between demand and supply appears to generate a supply chain inefficiency.

Four factors are identified which would inhibit supply chain optimization; (1) additivity of retail demand, (2) over expansion of demand in market growth period, (3) restraint of demand in market introduction period, and (4) inappropriate use of trade promotion would accelerate these negative impacts.

Six key success factors are identified which would improve supply chain optimization; (1) regional retail inventory management, (2) focus on selected retailers, (3) demand and echelon inventory information sharing, (4) Vendor Managed Inventory, (5) reinforcement of trade promotion in market introduction period and (6) restriction of trade promotion during matured market period.

Key Words

Supply Chain Management, Optimization, Optimum Order Requirements, Profitability Structure, Bullwhip Effect, VMI

Submitted February 1999.

Accepted April 1999.

*Chuo Coopers & Lybrand Consulting, Managing Associates, and Assistant Professor, Newport University.