

## ビジネスシミュレーションによる企業分析

白 井 宏 明

### 1. ビジネスシミュレーション

ビジネスシミュレーションは、企業が行う様々なビジネスの構造をモデル化し、それをもとにシミュレートすることで、問題の解決に役立つ解を求めるための手法である。このようなシミュレーションは、モンテカルロシミュレーションやシステムダイナミクス等のコンピュータシミュレーションを用いることで可能となる。しかし企業経営の問題を対象とする場合、人間の意思決定ルールが明示化されないとプログラムを作成することができない。そのような場合に、プログラムにできない意思決定部分を人間に入力させることで、シミュレーションの実行を可能とするのが、ゲーミングシミュレーションである。ビジネスには競争相手がいるので、人間のプレーヤが参加するゲーミングシミュレーションが有効であり、これはビジネスゲームと呼ばれる。(白井2012)

ビジネスゲームは従来、教育用のツールとして発達してきたが、経営者や管理者に学ばせたい状況を任意に作り出して体験させることができ、時間も現実より短縮できることから、実際のプロジェクトで体験するより効率的という利点がある。横浜国立大学経営学部では、このビジネスゲームの開発および実行のためのツールとして、YBG (Yokohama Business Game) システムを開発して、全国の90大学に無償で提供しており、多くの授業やゼミ等で利用されている。(白井2010)

YBGによるビジネスゲームは、もともと人間プレーヤ間での競争や協調を前提としているが、そのビジネスゲームに、コンピュータエージェントを参加させてハイブリッドなシミュレーションを行う意義として次の点が考えられる。(白井2011)

- (1) ヒューマンプレーヤの数が足りなくて、ゲームの実施が危ぶまれる場合に、コンピュータエージェントを参加させることにより、一定のチーム数を確保できる。
- (2) ヒューマンプレーヤの間に、コンピュータエージェントを参加させることで、ヒューマンプレーヤの学習効果を高めることを支援する。通常のヒューマンプレーヤだけのビジネスゲームでは、学生は自チームの意思決定に集中してしまい、他チームを分析することが十分にできていないことが多い。そこで、コンピュータエージェントという特別な存在を参加させ、その行動に注目させ、分析させることは、学習効果を高めるのに有効と考えられる。

さらに、このハイブリッドシミュレーションを教育ではなく、ビジネスモデルの研究に利用することが考えられる。現代企業は、市場環境の急激な変化に対応して成長していくために、現在注目をあびているサプライチェーンマネジメントやサービスイノベーションを始め、更にそれらに続く新しいビジネスモデルを創造していくことが求められている。このためには既存企業の分析のような従来手法だけでは十分でないため、仮想の市場環境を盛り込んだシミュレーション手法が必要である。人間が参加するゲーミング手法を用いて、複数のプレーヤーが一定のルールのもとで敵対、競争、協調しながら課題を追求する仮想空間を提供することが求められる。失敗が許される環境の中で仮想の企業経営を行い、複数の人間による意思決定を繰り返すプロセスを通して未来世界での体験を積んでいき、これをもとに現実世界での合意を形成し新しいビジネスモデルを検証するという手法が期待される。

しかしながら、人間プレーヤーの参加を前提とするビジネスゲームやハイブリッドシミュレーションを実現するためには、まずそのための基本的なビジネスモデルをシミュレーション可能な形で構築する必要がある。そこで本論では、実際の企業の事例をヒントにして一般的なビジネスモデルを開発し、コンピュータエージェントを用いてシミュレーションする方法について試行してみることにする。

## 2. ユニクロのフリースの事例

ここでは企業活動の事例として、衣料品の企画、製造、販売を行うアパレルメーカーを取り上げる。流行の移り変わりの早いファッション業界では、消費者ニーズにあった最新のファッションを低価格で販売する「ファストファッション」が人気を集めており、これを実現するためのSPA (Speciality store retailer of Private label Apparel: 製造小売業) という業態が注目されている。これはアメリカの衣料品小売大手GAPが1986年に発表したものであるが、アパレルメーカーが商品企画・デザイン・生産・販売などのビジネスプロセスをひとつの流れとしてとらえ、サプライチェーン全体のムダ、ロスを最小化するビジネスモデルであり、日本企業ではユニクロが成功事例とされている。(川嶋2008)(溝上2000)(横田2011)

ユニクロの名を世に知らしめたのは、フリースの大ヒットであった。1998年200万枚、1999年850万枚、2000年2,600万枚という驚異的な販売数を実現した背景にはSPAがある。従来、フリースは薄くて軽く温かいことで、防寒着として登山用などで利用されていたが、ファッション性はなく、価格も1万円近いものであった。ユニクロは、このフリースにカラーやデザインなどのファッション性を取り入れ、しかも1,900円という驚異的な低価格で販売することにより、これまでフリースに縁のなかった一般の若者を新たな顧客とすることに成功した。商品開発に合わせて、ブランドイメージを高めるために、1998年に日本のファッションの中心地とされる原宿にフリースだけを販売する店舗をオープンし、新聞やテレビの広告も商品説明すらないようなイメージ広告を前面に押し出していった。このような商品戦略を裏で支えていたのがSPAであった。

もともと衣料品は、商品企画から、原糸の調達、染色、縫製などのプロセスを経て顧客に販売するまでのリードタイムが長いので、1年以上も前から準備をする必要があった。そのため商品の人気が出て販売数が増加しても、その時点で追加生産を行うことは難しく、品切れの機会損失が発生してしまう。これを防ぐために、あらかじめ生産量を多くすると、逆に売れ行き

が悪い時の大量在庫をセールやアウトレットで処分する廃棄損失が生じ、これがブランドイメージを下げるというリスクがある。この問題を解消して、売れる時に売れる分だけ生産することを可能にするのがSPAである。もともと販売を自社で行い、他の卸や小売りを介していないため、売れ行き情報が早く把握できるのであるが、それに合わせて短時間で増産を可能とする生産体制を確立することが必要になる。特に生産のリードタイムの短縮が重要であり、生産ラインの効率化、各工程での中間在庫管理の最適化、生産に必要な部材点数の削減、中間部材の共通化などさまざまな手法が考えられる。

ユニクロは中国企業に生産を委託しているが、けして丸投げではなく現地に子会社を設立してきめ細かく管理し、日本流の生産管理手法を導入し、中国人労働者を熱心に教育訓練するなどしてジャストインタイムの生産体制を構築していったといわれる。ユニクロでは新規商品の企画から販売までは1年間かかるが、販売開始した商品の追加のための生産であれば1ヶ月で可能とする体制を構築しているという。これはシーズン中の販売状況に応じて柔軟な変更が可能になるもので、リードタイムが0になったに近いといえることができる。これが3年間で200万枚から2,600万枚までの増産を可能にしたということである。同時にこれだけの大量販売のための素材を大量発注することで、素材価格のボリュームディスカウントに結びつけるという良循環も実現している。

### 3. 実装モデルの構築

ここでは、ユニクロのフリースの事例をヒントに、SPA業態のアパレルメーカーの基本的なシミュレーションモデルを構築して、その効果の検証を試みることにする。仮にA社とすると、その概念モデルは図1のようになる。中央の枠に囲まれた部分が、A社の社内のビジネスプロセスを示している。二重線の四角が意思決定項目を示している。図-1の全体を見ると、左上半分が外部業者を含む生産のプロセスであり、右下半分が消費者向けの販売のプロセスである。

生産のプロセスでは、まず「素材発注数」を意思決定すると、この情報（図中の点線の矢印）が素材業者に伝えられ、素材業者から素材が縫製業者に送られる。この時の時間遅れ（リードタイム）を1と仮定する。次に「生産指示数」を指定すると、その情報が縫製業者に伝えられ、縫製業者が素材から製品を生産してA社に納品される。この時の時間遅れ（リードタイム）を1と仮定する。この時間遅れは、「生産設備投資」を行うことにより、1から0に短縮されるものとする。

販売のプロセスでは、「販売価格」と「広告費」を意思決定すると、この情報が消費者に伝えられ、消費者がこれに反応して製品を購入すると受注数となる。この時、製品在庫があれば販売され、販売数が決定する。もし製品在庫が不足していれば、品切れ損失となる。

この概念モデルを、シミュレーションが実行できるような数理モデルとしてコンピュータに実装するのにYBGシステムを利用するとすれば、標準提供されているminiPゲーム（白井2010）のソースコードを改変することで比較的容易に開発することができる。（YBGのソースコードの詳細については、YBG命令解説マニュアルを参照。）

ただし、ユニクロのフリースの事例を再現するためには次の要素については多少の追加記述を必要とする。

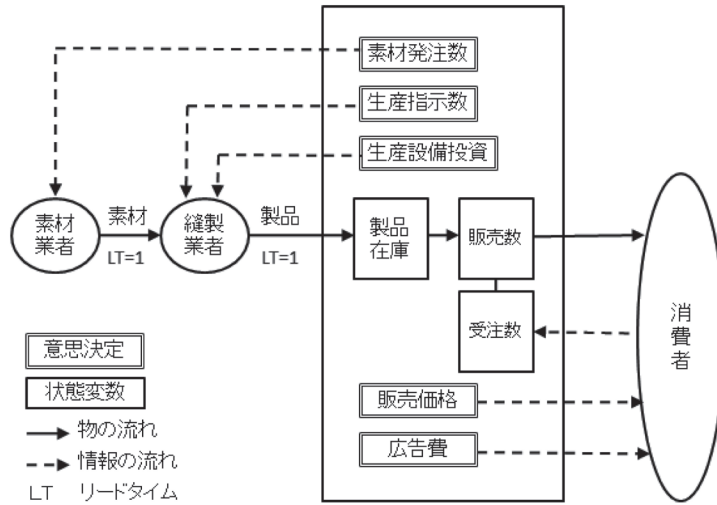


図1 A社の概念モデル

(1) 需要の爆発

ユニクロが低価格のフリースを販売開始したことにより、潜在的な需要が顕在化して、爆発的なヒットとなった現象については、次のようなソースコードで表現することができる。

```
scon 一店舗需要 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000
slet 商品需要 = 一店舗需要 * チーム数
slet 業界最低価格 = mint (販売価格 (円))
slet 業界平均価格 = avgt (販売価格 (円))
slet if (業界最低価格 < 業界平均価格 * 0.3 ) {
  商品需要 = 一店舗需要 * チーム数 * 10 ;
}
```

ここでは、全チームの販売価格から、業界平均価格と業界最低価格を算出し、最低価格が平均価格の30%未満になったら、商品需要が10倍に激増するという構造としてあるが、その割合については適宜調整することができる。

また、需要の拡大が永久に続くわけではなく、一定期間が過ぎると終息するという構造を入れるとすれば次のようなソースコードで表現することができる。この場合は、需要の拡大は3期まで継続するが、4期目には以前の状態に戻る。

```
slet if (業界最低価格 < 業界平均価格 * 0.3 && 継続期間 < 3) {
  商品需要 = 一店舗需要 * チーム数 * 10 ;
  継続期間 = 継続期間@1 + 1
}
```

注) @1は、1期前の値を示す。&&は、AND条件を示す。

## (2) 生産リードタイムの短縮

生産管理改善による生産リードタイムの短縮については、次のようなソースコードで表現することができる。

```
tlet 累計生産設備投資 = 累計生産設備投資@1 + 生産設備投資 (百万円)
tlet if (累計生産設備投資 >= 80 ) {生産リードタイム = 0 ; 製造単価 = 1,000 }
else{生産リードタイム = 1 ; 製造単価 = 2,000 }
```

これは生産設備投資の累計額が一定値（この例では80百万円）を越えたら、生産リードタイムが1から0に短縮され、製造単価も2,000円から1,000円に半減するという構造である。ただし、このままでは投資さえすれば必ず生産リードタイムが短縮するので、より現実味をだすためにたとえば次のように乱数によって成功の確率を制御することも一つの方法として考えられる。

```
tlet if (累計生産設備投資 >= 80 && rand (100) >25) { 以下省略
```

注) randは乱数を発生させる関数であり、rand (100) は、1から99の整数をランダムで発生させる。

さらに、生産リードタイムが半減すると、次の期には、1期前の生産と今期の生産が同時に完成することになるので、次のようなソースコードによる処理が必要となる。

```
tlet if (生産リードタイム@1 = 1) {生産数 = 生産待ち数@1 }
tlet if (生産リードタイム = 0) {生産数 = 生産待ち数 }
tlet if (生産リードタイム@1 = 1 && 生産リードタイム = 0) {
  生産数 = 生産待ち数@1 + 生産待ち数
}
```

## (3) 素材価格のボリュームディスカウント

素材を大量発注することで実現する、素材価格のボリュームディスカウントについては、次のようなソースコードで簡単に表現することができる。

```
tlet if (素材発注数 < 100000) {素材価格 = 200}
tlet if (素材発注数 >= 100000) {素材価格 = 170}
tlet if (素材発注数 >= 200000) {素材価格 = 150}
tlet if (素材発注数 >= 300000) {素材価格 = 120}
tlet if (素材発注数 >= 400000) {素材価格 = 90 }
tlet if (素材発注数 >= 500000) {素材価格 = 50 }
```

#### 4. 実験と評価

前述したソースコードによる数理モデルをYBGシステムによりコンピュータに実装して実験を行うこととする。ここではA, B, C, Dの4企業が競合することとする。各社はフリースを製造販売しており、小規模な市場で比較的高価格な商品の安定的なビジネスを継続してきたが、A社は新しいファッション商品としてフリースに勝負をかけることにしたというシナリオである。各社の意思決定を実行するコンピュータエージェントの意思決定を表1のように設定する。A社は他社が殆どかけない生産設備投資に毎年2,000万円を投じて、リードタイム短縮と製造単価半減を目指している。

表1 各社の意思決定

	A社	B社	C社	D社
基本方針	フリースに勝負をかける	市場規模は小さいが比較的高価で安定した商品として継続		
販売価格	当初 7000円 (目標 1900円)	8000円	9000円	10000円
広告費	100万円	200万円	300万円	400万円
生産設備投資	2000万円	100万円	100万円	100万円
生産指示数	当初 1万着 (目標 50万着)	1万着	1万着	1万着
素材発注数	当初 10万点 (目標 500万点)	10万点	10万点	10万点

このように構成したモデルを使ってシミュレーションを実行すると次のような結果が得られる。(ただし生産リードタイムが0となる時点の前後の発注処理や、ブームの終焉時の在庫整理のための生産調整などについてはソースコード上で微妙な調整を行っている。)

A社が生産設備投資を行い、その結果、図2に示すように4年目に生産リードタイムが0となり、その年の中での増産が可能となった。また、図3のように製造単価も半減できている。

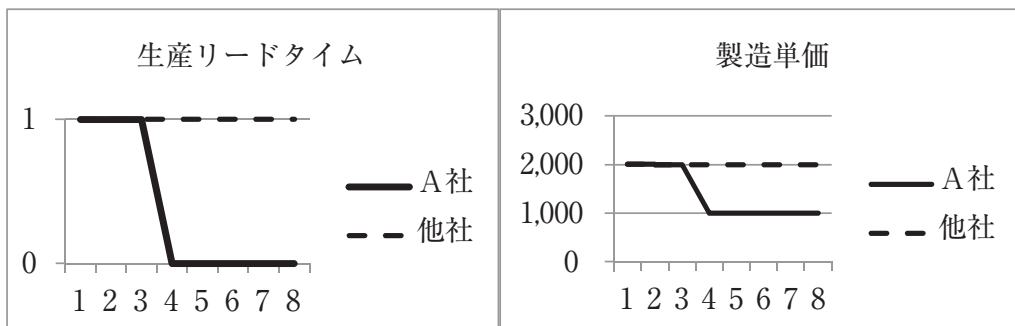


図2 生産リードタイム

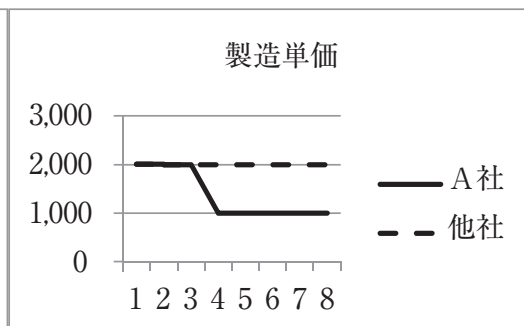


図3 製造単価

そこでA社は、図4に示すように5年目から販売価格を一挙に1,900円に下げて販売を開始したところ、図5のように商品需要が爆発的に増加した。このブームは3年継続して終息するが、その後も1,900円の価格効果で、ブーム以前に比べて商品需要は増加した状態を維持している。

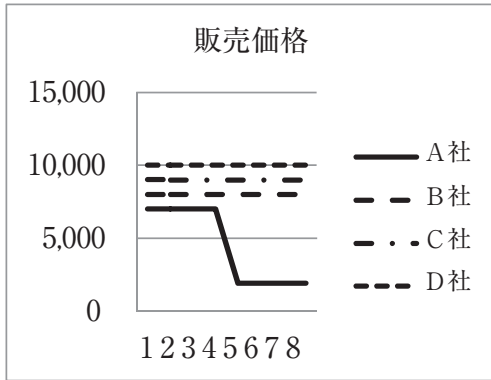


図4 販売価格

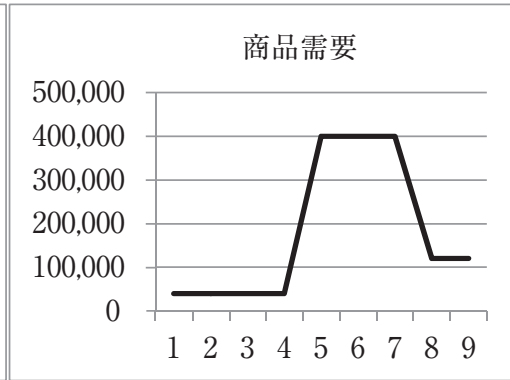


図5 商品需要

図6に各社の毎年の営業利益の推移を、また図7に累積営業利益の推移を示す。このようにA社は低価格のフリースによって潜在需要を掘り起こすことに成功し、躍進をとげることができた。

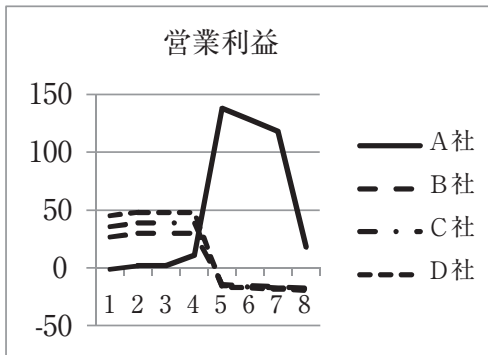


図6 営業利益

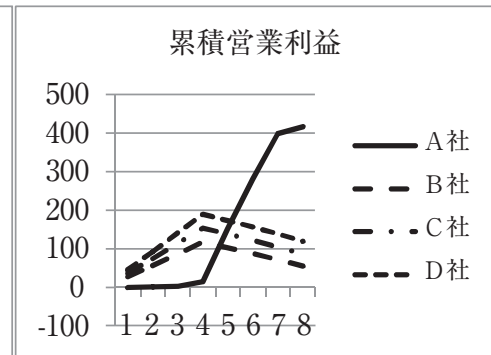


図7 累積営業利益

### 5. 今後の課題

今回はユニクロの事例をヒントとして、アパレルメーカーのSPAの基本的なモデルを構築して実験してみた。しかし、アパレルメーカーのSPAはユニクロだけではない。正反対とも言えるのが、スペインのZARAである。2010年度では売上高、営業利益ともユニクロの1.5倍の企業である。ユニクロとの主要な違いを表-2に示す。驚くべきは新製品のリードタイムがわずか2週間という点である。

表2 ZARAとユニクロ

	ZARA	ユニクロ
基本方針	売切れご免	欠品なし
商品数	多品種少量	少品種大量
新製品のリードタイム	2週間	1年間
広告	なし	多い

このようにアパレルのSPAと言っても、その実現方法は企業によって異なる。したがって、他社の成功事例をそのまま真似ても自社に適合できるとは限らない。むしろ自社の強みを活かした形を追求すべきであろう。図8に示すように、他社の成功事例は、その企業の強みを活かした特殊解と考えられるので、これをヒントにして一般解となる汎用モデルを構築し、条件をいろいろ変えてシミュレーションを実行した結果として、自社の強みを活かした特殊解としての自社モデルを創造すべきと考える。重要な点はモデルを作りながら考えるということである。

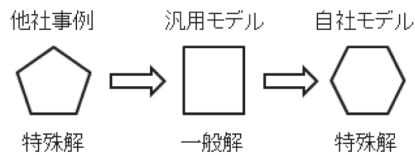


図8 他社事例から自社モデルへの変換

今回作成した基本モデルをもとに、付録に示すようなアパレルゲームを開発した。今後は、人間プレーヤによるゲーム実施と、ディスカッションに基づくモデル改良を繰り返すことで、新しいビジネスモデルを創造していく手法について検討していく必要がある。

<付記> 本研究の一部は、平成24年度科学研究費補助金基盤研究 (B) 課題番号23330125の助成を受けている。

## 参 考 文 献

- 川嶋幸太郎 (2008) 『なぜユニクロだけが売れるのか』 ばる出版。  
 白井宏明 (2010) 「ビジネスゲームによる体験型教育」『ビジネスインテリジェンスを育む教育』 白桃書房。  
 白井宏明 (2011) 「YBGへのコンピュータエージェントの実装事例」『第3回YBGユーザ会議資料』 横浜国立大学。  
 白井宏明 (2012) 「ビジネスシミュレーション」『シミュレーション辞典』 コロナ社。  
 溝上幸伸 (2000) 『無印良品vsユニクロ』 ばる出版。  
 横田増生 (2011) 『ユニクロ帝国の光と影』 文藝春秋。  
 横浜国立大学ビジネスゲーム, <http://ybg.ac.jp>。  
 YBG命令解説マニュアル [http://ybg.ac.jp/TOP/YBGmanual/ybg\\_online/pdf/YBG2010X\\_instruction1.pdf](http://ybg.ac.jp/TOP/YBGmanual/ybg_online/pdf/YBG2010X_instruction1.pdf)。

〔しらい ひろあき 横浜国立大学経営学部教授〕

〔2012年9月30日受理〕



<付録> **Me**  
**ALO** アパレルゲーム： マツクロ

風神商会は、ある地方都市で松本黒助が創業した衣料品店がルーツである。当初は単店舗として婦人子供向け衣料を仕入れ販売していたが、二代目の松本正になって商品企画から製造も行うようになり、マツクロのブランド名でカジュアル衣料を毎年1万着ほど販売するようになった。

現状のビジネスモデルは図1の通りである。新商品の企画と設計を行い、布地やボタンなどの素材を素材業者に発注すると、翌年に縫製業者に納入され（リードタイムLT=1）、在庫される。つぎに縫製業者に生産数を指示すると縫製が行われ、完成品として1年後（LT=1）に納品される。縫製業者は自社資本ではないが、協力企業として一心同体であり、近い将来には子会社化を見込んでいるため、生産設備への投資は自社から支援し、素材の在庫費用も負担している。販売は直営店舗で行い、消費者動向を見ながら販売価格を工夫するとともに、新聞への折り込みチラシなどの広告も投入している。

あなたは、他業界からスカウトされ、この風神商会の副社長として、社長の松本正のもとで事業拡大を目指し、第1弾として主力商品の一つであるフリースの拡販に取り組むこととなった。当面の課題は現状のビジネスモデルの効率化であり、改善のための主な着眼点は次の通りである。

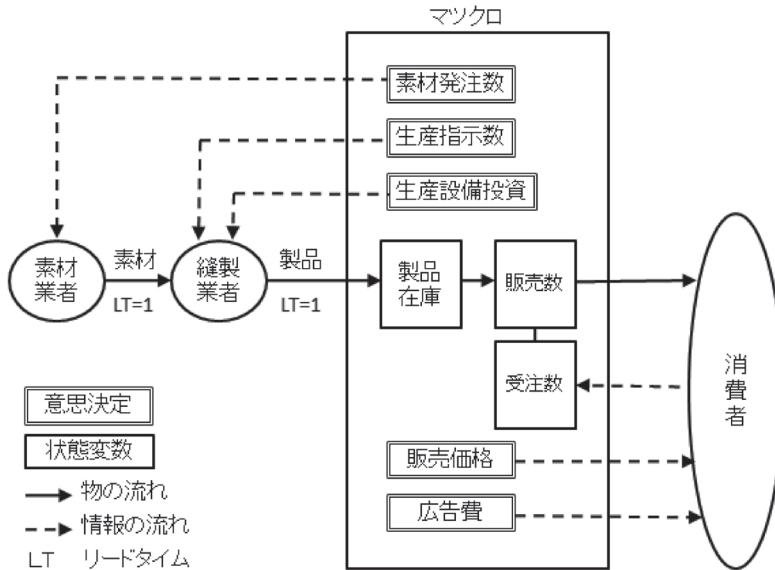


図1 マツクロのビジネスモデル

(1) 素材発注管理

発注先は当面は現状の素材業者とするが、素材価格についてはボリュームディスカウントが可能である。ただし、素材の在庫費用は1点あたり5円/年となる。素材の納期は1年である。

素材発注数 < 100000点の場合, 素材価格200円  
 素材発注数 >= 100000点の場合, 素材価格170円  
 素材発注数 >= 200000点の場合, 素材価格150円  
 素材発注数 >= 300000点の場合, 素材価格120円  
 素材発注数 >= 400000点の場合, 素材価格 90円  
 素材発注数 >= 500000点の場合, 素材価格 50円

## (2) 生産管理

縫製業者に生産数を指示すると納期1年で納品される。完成品1着を作るのには素材10点が必要である。製品の品質は良く、不良品は発生していない。

生産のための設備投資（最新鋭のミシンとその使用技術教育など）を行うことで生産リードタイムを0（シーズン中の増産が可能）に短縮できる可能性があるが、そのための投資額は累積で8千万円以上は必要と想定されている。ただし必ずしも成功するという保証はない。製造単価（主に人件費、光熱費等）は1着当たり2,000円であるが、生産リードタイムが短縮できれば1,000円に低減できる見込みである。また、製品の在庫費用は1着あたり100円/年となる。

## (3) 販売管理

業界の平均的な販売価格は1着当たり7,000円から10,000円程度である。特売などで価格を下げると販売数は増加する傾向にある。

また、新聞に折り込みチラシを入れて広告すると来店者が増えて、販売数も増加する。チラシの効果は一過性で、継続効果はない。

## (4) 需要予測

業界では複数の企業が競合しているが、全体の需要は1企業当たり平均すると、毎年1万着程度である。ただし、業界紙の調査によれば、価格に敏感な若者層には低価格な商品が望まれていると考えられ、潜在的な需要はかなりあると推定されている。

## (5) 業績

風神商会の前年度の損益状況は以下の通りである。（単位：円）

販売価格	7000
広告費(百万円)	0
生産技術投資(百万円)	0
出荷数	10000

素材価格	200
製造単価	2000
所要量	10

素材在庫数	0
製品在庫数	0
素材在庫費	5
製品在庫費	100

一般管理費	10,000,000
-------	------------

売上高	70,000,000
売上原価	40,000,000
売上総利益	30,000,000
一般管理費	10,000,000
広告費	0
在庫費	0
生産技術投資	0
営業利益	20,000,000

- （注1）一般管理費（人件費，販売管理費等）は固定。
- （注2）生産技術投資は，リース料支払い額。
- （注3）売上原価に用いる素材費は総平均法による。

（6）意思決定項目

毎年の意思決定項目は，以下の5項目である。

意思決定を入力してください。

販売価格の範囲は，1 から 10000円です。

広告費(百万円)の範囲は，0 から 10(1千万円)です。

生産設備投資(百万円)の範囲は，0から100(1億円)です。

生産指示数の範囲は，0から100000(10万着)です。

素材発注数の範囲は，0から1000000(100万点)です。

販売価格(円)	<input type="text" value="7000"/>
広告費(百万円)	<input type="text" value="1"/>
生産設備投資(百万円)	<input type="text" value="1"/>
生産指示数	<input type="text" value="10000"/>
素材発注数	<input type="text" value="100000"/>

なお，第1年目の初期状態は以下の通りである。

- ・生産指示 前年 1万着
- ・素材発注数 前年10万点      ・製品在庫 なし      ・素材在庫 なし

（7）経営情報

経営情報システムにより，以下の情報を見ることができる。

- ① 販売状況 各社の販売価格や営業利益などが表示される。

**第01年: 需要: 40000**

Team:	01	02	03	04
販売価格(円)	7,000	7,000	7,000	7,000
広告費(百万円)	1	1	1	1
出荷数	10,000	10,000	10,000	10,000
Team:	01	02	03	04
売上高(百万円)	70	70	70	70
営業利益(百万円)	18	18	18	18
累積営業利益(百万円)	38	38	38	38

- ② 自社情報 毎月の損益計算書と経営状況を見ることができる。

(損益計算書)

Round:	-1	00	01
売上高(百万円)		70	70
売上原価(百万円)		40	40
売上総利益(百万円)		30	30
一般管理費(百万円)		10	10
広告費(百万円)		0	1
生産設備投資(百万円)		0	1
在庫費用(百万円)		0	0
営業利益(百万円)		20	18
累積営業利益(百万円)		20	38

(経営状況)

Round:	-1	00	01
販売価格(円)		0	7,000
広告費(百万円)		0	1
生産指示数	10,000	10,000	10,000
素材発注数		100,000	100,000
生産設備投資(百万円)		0	1
Round:	-1	00	01
生産待ち数	10,000	10,000	10,000
生産数		0	10,000
受注数		0	10,000
出荷数		0	10,000
品切れ数		0	0
素材在庫数		0	0
製品在庫数		0	0
在庫費用		0	0
素材価格		200	170
生産リードタイム	2	2	2