

# B S C 戦略経営にモデル・ベースト経営手法を組み込む

## Taking Advantage of Model Based Management Method to Strategic Management with B S C

松本 憲洋 (Matsumoto, Norihiro)

POSY Corp.  
matsu@posy.co.jp

Abstract : After 1990s, it has become absolutely imperative that enterprises and administrations bring their visions into focus, define their own strategies, have shared awareness about them in their organization and make certain to realize the strategies of one mind. Because the balanced score card is well known as the best frame work for this purpose, numbers of organizations which have introduced BSC continue to increase.

This article explores approaches that may develop a strategy from a problem someone faces before introduction of BSC, design a business process for realization of the strategies, decide goal values of KPI which maintain consistency with each others on BSC table and determine the reason of gap of KPI values between a goal value and an actual performance value.

The author proposed “model based management method” using system dynamics modeling & simulation and “Thinking Process” of theory of constrain. After the method was put to the proof on the case of the supply chain problem of the beer game, it was shown that the combination of “Thinking Process” which derived qualitative assessment and model based management method which derived quantitative evaluation, is effective to develop a strategy based on a problem someone faces before introduction of BSC.

キーワード : システム・ダイナミクス、バランスト・スコアカード、B S C 戦略経営、ビジネス・プロセス・モデル、モデリング、シミュレーション、モデル・ベースト経営、仮説検証、T O C、思考プロセス

### 要旨

複数の要素が秩序を維持するための条件を互いに供給しあう関係にある状態が、システム・ダイナミクス(以降、SD)で取り扱う「システム」である。

宇宙は万有引力でバランスした最大のシステムであり、そこに存在する人間は太陽系のように安定した挙動に安らぎを感じる。しかし、社会・経済の動きは、1990年代中ごろまでの情報遅延・隔絶の時代から、わずか10年あまり経った今日では、地球の表面に張られた蜘蛛の網を情報が電子の速さで誰の下にも行き交い、人間は短時間でそれへの対応を迫られる時代となった。単独とは言わないまでも遅く緩やかな関係のみで存在していた個別の社会要素が、情報網で強く結ばれ何時の間にか巨大な地球社会システムにリフォームされてしまったと言える。

悠久の宇宙システムとは異なり、人間社会のシステムでは挙動の時定数が短く変化の振幅が大きく、人が安らぎを感じる安定した環境からは程遠い状況となってしまった。この状況は、人間社会のシステムを構成する一要素である我々には、好むと好まざるとに係わらず受容せざるを得ない事実である。

その結果、多くの組織において阿吽の呼吸では事が進められなくなりつつある。今では、企業や行政機関などが自らの陣営のビジョンを明らかにした上で、そ

の陣営が組み込まれている社会システムの中で展開すべき戦略を陣営内で明確にして確実に共有し、外に向かって戦略を実現することが不可欠となっている。

さて、戦略は、ナポレオンの会戦戦略や徳川家康の外交戦略に遡るまでもなく、どんなに長時間十分に練り上げられたものであっても固定的なものではなく、属するシステムの挙動に合わせて変化させなければ価値を失う。さらに、戦略を変えたことを陣営内で徹底すること、そしてそれ以前に、構成員が戦略を自律的に変え続けねばならないのだという考え方を陣営内で共有することには、いずれの組織であろうとも多大なエネルギーを必要とする。

バランスト・スコア・カード(以降、B S C)は、このために最も適した経営フレーム・ワークであると広く認められているところから、導入する企業や行政機関が増え続けている。

しかし、B S Cの導入が戦略実現を論理的に追及する活動にまで至らず、1990年以前には一般的であった右肩上がりの増大を戦略とした社内文化から、選択と集中の戦略指向の文化を目指す社内大衆運動の段階で留まり、次の一手が見出せないままの導入機関も多いようである。

このままではB S Cは、今までの多くの経営三文字略語と同じ運命をたどるのではなかろうか。

本論では、BSCの策定段階における戦略策定、ビジネス・プロセス設計、および時間と領域共に整合性の取れたKPI目標値の設定に関する問題点を提起し、その解決のためにSDモデルを活用したモデル・ベースト経営手法と制約条件の理論（以降、TOC）の思考プロセスの適用について提言する。

モデル・ベースト経営手法の適用の妥当性については別に述べているので[1][2]、本論ではTOCの適用について、ビール・ゲームのサプライ・チェーン（以降、SC）モデルを使って、適用の妥当性を確認した結果について述べる。

本稿は、2005年4月に開催されたシステム・ダイナミクス学会日本支部（以降、JSD）総会記念講演会で発表した「ビジネス・プロセス・モデルにより活きるBSC戦略経営」と、2006年1月に開催されたJSD研究発表会で発表した「BSC戦略経営にTOCを組み込む」とを合わせて書き直したものである。

## 1. ビジネス・プロセスの設計

### 1.1 ビジネス・プロセス・モデル

ビジネス形態はシステムと看做され、それを構成する要素と要素間の関係により表現される。したがって、オペレーターである人間も加えて自動制御系とみなすことができる。

一般に制御系の設計にはモデルを活用する。ここでモデルは、「対象としているシステムを、注目している視点から眺め、捨象と抽象により、その視点における要素とその関係を抽出し、抽出した結果を再合成して得られるシステム」と定義する。

ビジネス・プロセスの設計には、ビジネス・プロセス・モデルを活用する。小林[3]によると、ビジネス・プロセス・モデリングには3つのアプローチがある。

#### 活動系列アプローチ

明確な目標と制約条件の下で、複数の活動の実行順序の改善による目標の達成度を評価する。

技法：IDEF、アクティビティ図(UML)など

#### 相互作用アプローチ

業務の依頼者と実行者の相互作用がビジネス・プロセスであると考え、ビジネス・プロセスの目標を顧客満足という複合的な指標とする。

技法：CN(Commitment network model)モデル、ユースケース図(UML)など

#### 目標指向アプローチ

経営レベルの目標を達成するために、さまざまなプロセスの目標を設定し改善する。

技法：ゴール・モデル(拡張UML)、バランス・スコアカード(BSC)など

ビジネス・プロセス・モデリングのアプローチが、上記と変化してきたのは、定型業務のワー

クフローの改善から多様な顧客ニーズへの対応に移行し、さらに戦略重視へと、ビジネス・マネジメントが変化してきたことと軌を一にしている。

### 1.2 システム・ダイナミクスによるモデリング

SDは、1950年代半ばに、J.W.Forresterにより創案されたが、制御理論も同時代から大きく発展してきた。端的に言うなら、SDは社会系の対象に適用される制御理論との見方もできる。いずれも最終的には、非線型多元連立常微分方程式の初期値問題を解くことになる。

MS Windows 95 のリリース以来GUI環境が開発され、SDツールは創案当初のダイナモ方程式の記述法から変身し、現在では動的挙動を伴う社会系システムの表記法としてユーザー・フレンドリで、機能的にも優れたツールになってきた。その結果、ビジネス・プロセスの表記にも幅広く活用されている。

モデル表記の特徴は、現時点の状態が次の時点の状態を決定することを意味する動的挙動の表現である積分変数と被積分変数が主要な構成要素になっていることである。それらはそれぞれ“レベル”と“フロー・レート”と呼ばれる。

また、これらの構成要素は、実存物とは限らず、感覚的で無形な、たとえば顧客ロイヤリティとか社員満足度などの概念についても表記することができる。詳しくは教科書[4]を参照していただくとして、ここでは先述の小林のユースケースの事例[3]に対応するSDツールによるフロー・ダイアグラム・モデルの例を図1に示す。

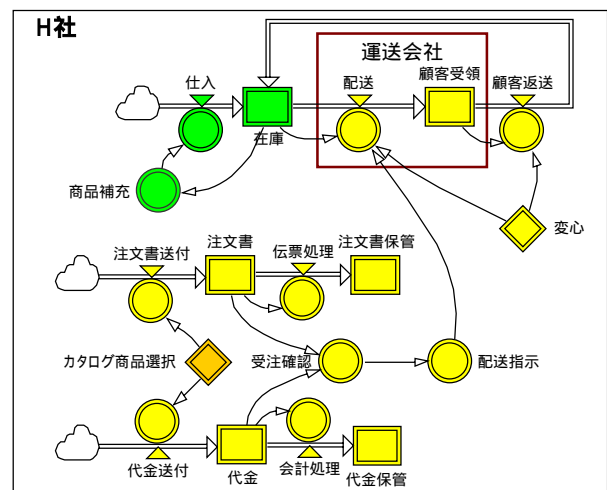


図1 SDツールによるフロー・ダイアグラム・モデル

図2は、対応するユースケース図とアクティビティ図である。前者は対象とするシステムが外部環境と相互作用した結果生じる一連の活動系列を表示し、後者は複数から成る業務の処理手順を順序立てて配置して表示する。これらのモデルの対象は、文房具用品の通

信販売を行っているH社における注文処理システムの開発である。

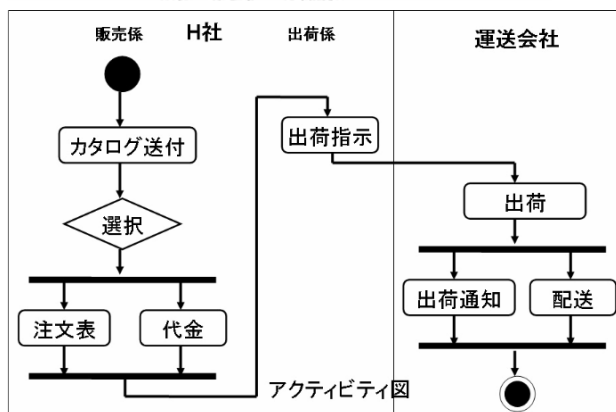
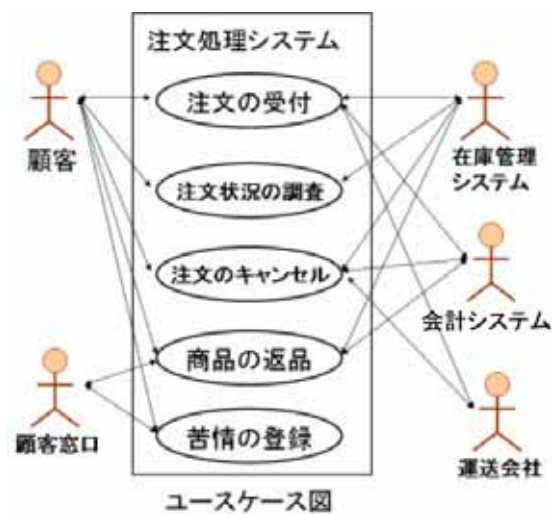


図2 ユースケース図とアクティビティ図

図1と図2とを比較してわかるように、ビジネス・プロセス・モデリングの活動系列アプローチと相互作用アプローチの技法であるアクティビティ図とユースケース図の双方の内容を、SDツールによるフロー・ダイアグラム・モデルは全体的に表現している。すなわち、SDツールによるフロー・ダイアグラム・モデルは、外部環境との相互作用と、業務の処理手順であるビジネス・プロセスとを表現している。

このことから、SDツールによるフロー・ダイアグラム・モデルと目標指向アプローチの技法であるバランス・スコアカードとを組み合わせることにより、活動系列、相互作用、目標指向の各アプローチを包含して、定型業務のワークフローの改善、多様な顧客ニーズへの対応、そして戦略重視に対処できる総合的技法が得られることになる。

ここで、SDツールによる表記とUMLによる表記の2つの違いについて補足する。一番目の違いは、SDツールによるフロー・ダイアグラム・モデルでは、そのままシミュレーションが実施でき、モデルの構成要素について入力条件に対応した挙動を調べること

ができることである。シミュレーションによる仮説検証型の仮想経営により、ビジネスの最適化を目指したビジネス・プロセス・モデルの設計が可能となる。

二番目は、UMLによるモデル表記とSDツールによるモデル表記とでは最終的な目的が違うことである。すなわち、UMLによるモデル表記の場合には、最終的にはビジネス・プロセスを実行するための情報システムの実装設計にこれらのモデルがそのままの形で継承されることが大きな狙いである。そのためには、たとえば注文表についても1枚1枚がどのように準備され流されていくかが詳細に表現されている必要がある。

一方のSDツールによるモデル表記の場合には、あくまでも経営システムの設計、それも基本設計に近いマクロ的な取り扱いを必要としている。

したがって、たとえば先述の注文表にしても、1枚1枚の挙動を見たいのではなく、マクロ的にビジネス・プロセスの非合理性を排除できる情報が得られることが狙いとなる。

## 2. BSC戦略経営

### 2.1 BSCの導入

全社にトップ・ダウンでBSCを適用してSBUにカスケード・ダウンする、たとえば南北アメリカにおける旧東京三菱銀行の例などが、教科書[6]には優れた適用例として取り上げられている。

しかし現実的には全社のポートフォリオ戦略は上位次元で別に決定し、その経営戦略に基づいて各SBUが事業戦略を立ててBSC戦略経営を実行する方が柔軟性に富んでいて、日本では現実的であると考えている。

それは、前述のように、多くの組織において阿吽の呼吸では事が進められなくなりつつあるのを人々が体感的に意識したのは、まだこの10年あまりに過ぎず、各組織の過半数の構成員が自らの仕事を自律的に変えることを考え続けねばならないと認識しているとは思えないからである。それは組織の上層部にも言えることで、トップが正しく現状を認識していたとしても、ボード・メンバーの認識度はまちまちであるから、このような状態のままトップ・ダウンでBSCの導入による改革に踏み切ると、組織全体が上辺だけの事務処理的な改革、あるいは調整室型の改革に陥る危険性をはらんでいる。

最上位のポートフォリオ戦略は経験ある従来の方法で策定して、SBUにおける事業戦略の実現以降を、BSCを活用して進める。そうすると当然であるが、SBU間でBSCへの取り組みの真剣度と改革推進力に関する能力差により、それぞれの経営成果には明瞭な差が出てくるだろうから、その結果を組織内で公開してSBU間で経営成果を競わせる。大きな組織では

必ず秀でた部分組織が存在するのであるから、部分が全体を引き上げる、極端な場合は、個人が全体を引き上げる、このような方法がある程度大きな組織では現実的である。

すなわち、自律的に自らの頭を使って動き回る活力ある組織のパワーを殺さないように大枠でコントロールした、全社一丸ではなく全社分散のBSC戦略経営の形態である。

## 2.2 BSCの策定プロセス

BSCをビジネスに適用する段階を策定段階と運用段階に分けて考える。

BSCの策定段階は、図3に示す からの戦略策定ステップ、 からのBSC設定ステップ、 からのモデル・ベースト経営ステップ、 との事業実施計画立案ステップに沿って行う。

BSCに関して日本では、R.S.Kaplan & D.P.Nortonの教科書 [5] [6]だけでなく、BSCコンソーシアム [7]や、BSCフォーラム[8]が結成されて、実践マニュアルの類書などが多く出版されている。その結果、BSCの策定と運用に関するメソッドロジは整備されてきたが、重要な問題点が残されたままである。

その問題点を解決するための追加のプロセスは、策定段階で言うところの ~ の部分である。この追加したステップでは、戦略を実現できるようにビジネス・プロセスを設計し、運用において目標とする業績評価指標(以降、KPI)の目標値を決定する。さらに、

戦略そのものの実現性と妥当性も検証し、問題があれば戦略の修正も行う。

ツールとしては、SDの構成要素である因果関係図(以降、CLD)、時系列挙動図、モデリングとシミュレーション・ツールである。このようにしてビジネス・プロセス・モデルを構築しシミュレーションで活用する狙いは、実世界でその戦略の実現を図るオペレーションを行う前に、PC上の仮想空間でリスク回避の方法とともに最大の効果が得られる方法をも見出すことである。

具体的には、まず仮説に基づいてビジネス・プロセス・モデルの原案を構築する。そのモデルの構造と操作可能な外生変数などを、戦略の実現に向けた仮説により組み変える。次に、そのモデルを使ってシミュレーションを実施し、前提とした仮説に関して妥当性を検証する。この仮想経営による仮説の検証を繰り返すことで、戦略が実現できるビジネス・プロセスへとモデルの最適化を進める。

最適化以外にもリスク要素の影響による成果指標の確率分布についての評価や、あるいはリスク要素の影響が顕著な場合には、リスク発生下での構造や外生変数の最適化を求める必要も出てくる。

このようにコンピュータ上のビジネス・プロセス・モデルを活用した仮想経営を繰り返すことにより、戦略を達成できるビジネス・プロセス・システムを設計する手法を、制御工学においてはモデル・ベースト

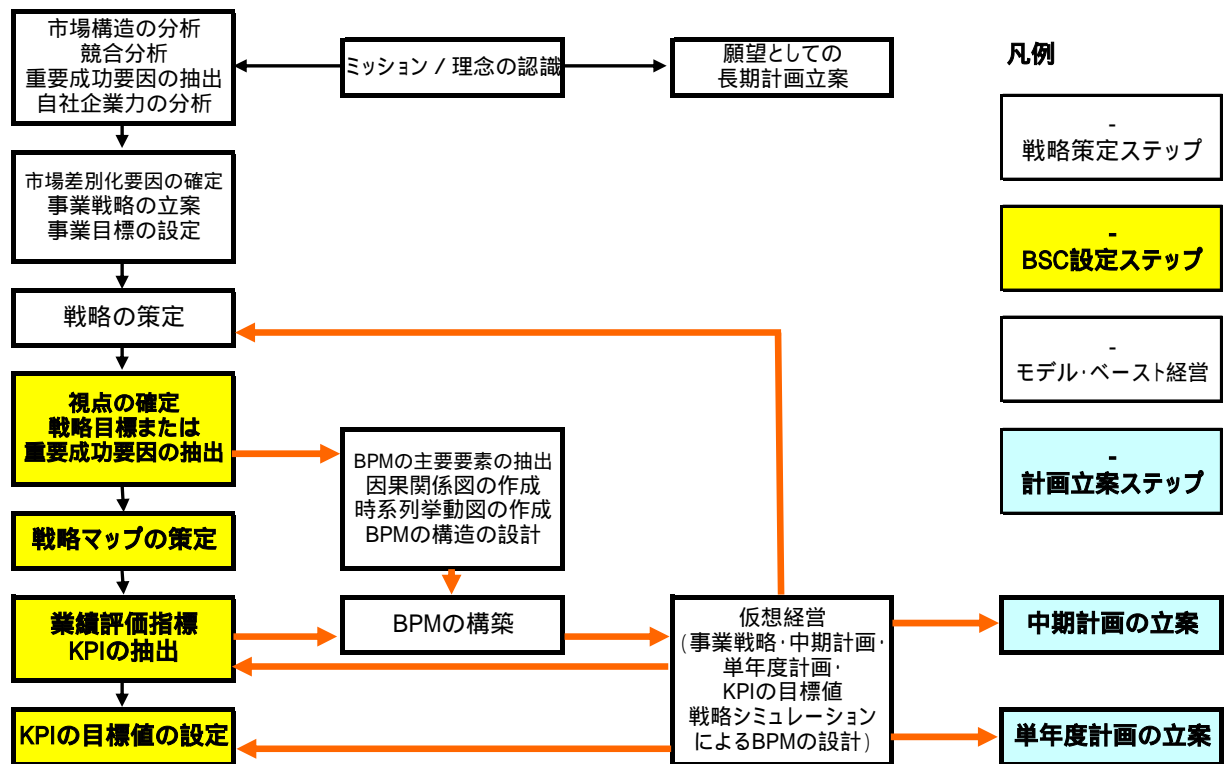


図3 BSCの策定段階のプロセス

BPM :Business Process Model

制御と呼称していることに倣って、「モデル・ベースト経営」[2]と呼称する。

戦略を実現できる可能性が高いビジネス・プロセスが設計された後、シミュレーションを実施して、狭義のBSCのテーブルの中でKPIの目標値を設定する時点に対応したシミュレーションで求めたKPI変数を、そのKPIのその時点の目標値として採用する。

仮説の基づくとは言えシステムとして機能しているモデルから求められている数値であるKPIの目標値は、縦のカスケード方向もSBUに関する横方向も、さらに時間経過についても整合性を保持していることになる。

このような工学的な手法に倣うモデル・ベースト経営手法が、すべてのビジネス対象に必要なわけではなく、戦略性が低く恒常的なビジネスである場合などは、顧客の期待値、競合企業の水準、あるいは従来から蓄積してきた経験や過去の実績などだけから、KPIの目標値を設定できることが多い。

しかし、少数ではあっても創造的で革新性に富み、ベンチ・マークも見つけにくいようなビジネスがあり、そんな場合は、戦略を実現する上でSDモデルを使った仮説検証型の仮想経営が効果的な働きをする。

1990年代以前のように、PC上の仮想経営が現場で簡単に実行できなかった時代には考えられないことであったが、競い合う組織が誰でも容易に仮想経営を採用できる今日では、リスクが高いビジネスに取り組む場合には、仮想経営を活用することはビジネスの不可欠な設計プロセスであり、さまざまな理由を付けて活用しないのは単なる怠慢に過ぎないとも言えるであろう。

逆の見方もできる。仮想経営による準備もないままにビジネスが成り立つというのであるなら、BSC戦略経営に取り組む必要性は低い恒常的なビジネスであると言えるのではなからうか。

### 2.3 BSCの運用プロセス

運用段階は、図4に示すマイナーなフィード・バック・ループである業務管理ループと、メジャーなフィード・バック・ループである戦略学習ループのダブル・ループ・システムによりオペレーションする。

運用時にKPIの実績値が目標値から乖離し、大きなギャップが発生した場合に、その事実だけから乖離の原因を究明することは、運営状況のパターンが把握

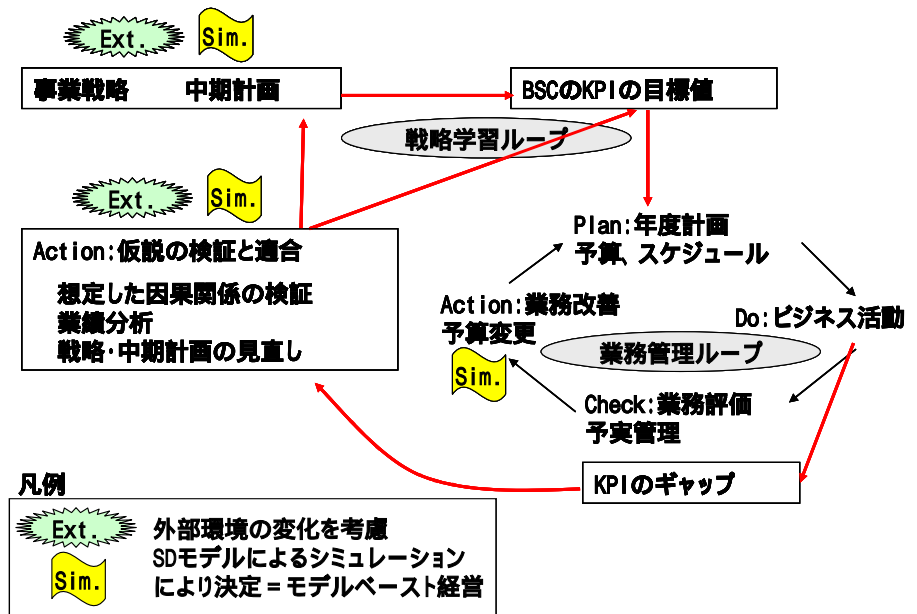


図4 BSCの運用段階のプロセス

されている特殊な事例以外では困難である。

モデル・ベースト経営手法は、ギャップが大きくその原因が容易につかめない場合に、主に戦略学習ループのアクション・ステップにおいて活用することで効果を発揮する。具体的には、戦略策定の前提となった仮説の検証と戦略の新しい環境への適合性を検証し、次期に向けた中期計画の変更あるいはKPIとその目標値の変更を行うに際して効果的である。

この時、短絡的に結論を求めて、闇雲な試行錯誤を繰り返すべきではない。戦略の実現を目指して設計し構築したビジネス・プロセス・モデルの構造や外生変数を系統的に変更して仮想経営を行い、そのシミュレーション結果を帰納的に分析する。その結果得られたそのビジネスに関する論理的な知識に基づいて、予実ギャップの原因を究明しその対策を導く。

運用段階において問題解決のためにモデル・ベースト経営手法を適用するステップを、図4においては“Sim”のフラグ・マークで示している。

さて、このような乖離が生じる主な原因として、次の3つの場合が考えられる。

戦略の前提となったビジネス・プロセスに関する仮説が違っていた。

経済環境が想定外に変化した。

オペレーションを失敗した。

上記の内の と については、前述のように環境とのインターフェースを意味する外生変数やモデルの構造を変更して、KPIの実績値を説明できるモデルの条件を求めことになる。その過程で外生変数に対する、リスク要因が顕著な場合には、KPIに対する影響をシミュレーションで予測して、リスク評価を実施する必要もでてくる。

以上の結果、新しいビジネス・プロセス・モデルが再構築され、戦略と戦略目標も再確定すると、再び、KPIおよびその目標値あるいは施策のための予算を再設定して、運用が再開される。

なお、この仮説の検証と適合のステップについて R.S.Kaplan & D.P.Noton は、J.D.Sterman の論文を引用して、システム・ダイナミクス・モデルが有効であると述べている。[4]

## 2.4 BSC設定前の戦略策定

BSCは戦略の実現を図るための経営フレーム・ワークであるから、BSCの設定前に事業目的とそれに沿った戦略素案とが明確になっている必要がある。そのプロセスが、図3の戦略策定段階である。

それは ~ のステップで構成されていて、「ミッション/理念の認識」、「市場構造・競合分析」、「自社企業力の分析」、「市場差別化要因と事業目標の設定」、そして「戦略策定」へと進む。

さて、この戦略策定段階において自社・自部署の分析から事業目標と戦略の策定までを、何を活用して進めるかが課題となることが多いようである。それは、BSCの導入開始時に、その部署のミッションや現在抱えている最も大きな問題を、所属者が即座に答えられないことが多いことから推測できる。現実問題として、自部署のミッションや問題意識が不明確な組織にBSCを導入したとしても、BSCの推進業務が形式的な事務処理に終わってしまうだけではなかろうか。

筆者はこの段階に、市場構造分析、重要成功要因分析、SWOT分析、市場差別化要因の抽出などの戦略論に関連した手法と共に、関係者が集まって原因究明と対策探求のためのロジック・ツリーを作画することを推奨していた。

以下の質問をしながら、原因究明と対策探求のためのロジック・ツリーの作画へ誘導する。

あなたの部署のミッションは？

現在、貴方の部署の抱える最大の問題は？

(ブレイン・ストーミングによる)

最大の問題は、「AAAAA」である。

では、その原因は？

(原因究明のロジック・ツリーを集団で描く)

主原因は、「BBBBB」であろう。

では、その対策は？

(対策探求のロジック・ツリーを集団で描く)

原因と対策に関係する様々な要素間の「因果関係」はどうなっている？

問題解決のシナリオを明確にするために因果関係図(CLD)と主要な要素の時系列挙動図を描く。

事業目標を「CCCCC」、戦略を「DDDDD」と決定し、計画期間も決める。

以後は、BSCの設定ステップとモデル・ベースト

経営手法のステップに移る。

しかし、二つのロジック・ツリーを関係者グループで作画するやり方だけでは、自らの周辺を自己否定し、自ら曝け出すための手法として、不十分であることが明らかになり、課題が二つあることが分かってきた。

一番目は、原因究明と対策探求のためのロジック・ツリーの作画を開始することが意外に難しいことである。現在抱えるもっとも大きな問題を抽出して、次に、その原因を見つけようとする集まっている人たちの持っている知識の範囲が狭いため、局所的な原因に焦点が当てられることが多い。なかなか本質的な原因に到達できない。したがって、この段階の分析を誰でももっと系統的にそして客観的に実施できる手法が必要である。

二番目は、モデル・ベースト経営の戦略シミュレーションを実施して最終的なビジネス・プロセス・モデルを取りまとめるにあたり、その過程で出現する対立する仮説を解決して、一つのビジネス・プロセスに集約するための系統的な手法が必要なことである。

優れた経営者にとってこれらの知識体系は、メンタル・モデルになっていて、暗黙知の一部として意思決定の基盤になっている。しかし、わずかにこの10年間だけ社会経済環境の変化を実感してきたに過ぎない人たちに、そのようなメンタル・モデルの存在を期待するのは酷な話で、そのような多くの人たちには補助的な分析手法を外部から入手する必要がある。

原因究明と対策探求のためのロジック・ツリーの関係者グループによる作画に代わる手法、あるいはそれを補う手法として、TOCの「思考プロセス」を取り上げる。この適用により課題を解決する端緒を得られると考え、SD分野では古典となっているビール・ゲームで使用するビールSCを使って検討を進めた。

## 3. ビール・ゲームの問題

MITのスローン・スクールに奉職した J. W. Forrester は、景気循環に関心を持っていて、一産業部門における潜在的不安定性を模索するゲーム [9] を、学生を被験者として実施した。この生産・流通ゲームはその後、ビール・ゲームと呼称され、多くの学生やビジネス・マンによって実施されてきた。

ビール・ゲームは簡単なルールで成り立っている。

### (1) ビール・ゲームのビールSC

図5に示すように、ビールSCは、ビール工場、一次卸、二次卸、小売店の四つの役割で構成される。ビール工場は1社で、一次卸以下の業者はそれぞれ複数あるが、それぞれの業者は皆同じ判断をすると仮定して、四人または四組のプレイヤーがそれぞれの役割を代表して相互に独立して判断を下す。工場が原料からビールを醸造する時間、上流から下流に向けての役割

間のビールの配送遅れ時間、逆に下流から上流に向けて役割間の注文伝票の送付遅れ時間の全てが2週間である。ビールの注文とビールの配送は1週間単位の定期発注方式である。

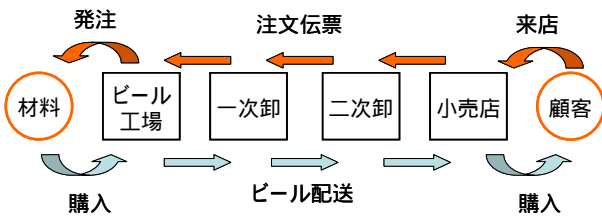


図5 ビール・ゲームのS Cモデルの構造

## (2) ビール・ゲームのルール

### 勝敗

複数のビール・ゲーム盤を準備し、サプライ・チェーンごとの費用の最小を競争

### 費用の計算

在庫費用は 0.5 ドル / (週・単位量) 受注残費用は 1 ドル / (週・単位量) としてシミュレーション期間中の合計費用を計算

シミュレーション期間 : 50 週間

### 情報交換

プレイヤー間のコミュニケーションは禁止

プレイヤーは他人の在庫数や受注残高を確認不可

顧客需要量は小売店のプレイヤーにだけ毎週通知

顧客の週ごとの需要量

ゲームの前には知らされないが、4 週目までが 4 単位量、5 週目に 8 単位量になり、その後は変化なし  
リード・タイム

ビール醸造、ビール配送、注文伝票受付処理のリード・タイムは全て 2 週間

### 受注残

在庫不足で配送できなかった場合は受注残として後日配送

### サプライ・チェーンの初期値

配送と注文伝票のフロー・レートが全て 4 単位量 / 週、在庫は全て 12 単位量

## (2) S D で実現したビール・ゲーム

ビール・ゲームの S C モデルを、S D ツールを使って構築した。もともとのゲームでは、プレイヤーそれぞれが判断して毎週の発注量を決定するのだが、プレイヤーも S D モデルに組み込むので、仮想プレイヤーの判断基準を以下のように決めた。

### 【全役割共通】

シミュレーション刻み時間 (timestep) は、1 日とする。

全ての役割でのビールの配達日は月曜日とし、その時、配達したトラックの運転手は注文書を回収する。

目標在庫量は、小売店の場合には 1 週間の販売予想

量に、それ以外の役割の場合には直下の役割からの発注量に目標在庫係数 = 3 を掛けた量とする。(ルールの初期値の設定に合わせた)

目標在庫からその時点の実効在庫を差し引いた量だけを直上の役割に注文する。

工場では、目標在庫からその時点の在庫を差し引いた量だけ生産する。

小売店以外は在庫が不足して販売に回せない場合には、受注残として累積する。

### 【小売店】

顧客需要を満たすだけの在庫がない場合でも小売店ではそれをカウントする方法がないので、小売店では受注残の累積が存在しない。

週間の品切れ日が  $n$  日、販売量は  $Z$  単位量の場合には、在庫が十分足りたとした場合の 1 週間の販売量を  $\{7Z / (7 - n)\}$  と仮定する。

その週に在庫がなくて一週間丸々販売ができなかった場合には、その前月の平均販売量にパニック係数 = 2 を掛けた量を販売予想量とする。

上記のプレイヤーの判断基準などを組み込んだモデルを図 6 に示す。

## (4) モデルのシミュレーション結果

半年間のシミュレーション結果の内、実効在庫 (= 在庫 - 受注残) を図 7 に示す。小売店は来店者への販売であるから受注残の記録がないので、代わりに在庫量を示している。この結果によると上流側の振幅がより大きくなっている。これが J.W.Forrester が発見したとされるブルウィップ効果[10]で、サプライ・チェーンで牛の尾の動きに似た動きが下流から上流に向かって伝達し、尾の根元に相当する最終顧客の需要が少し振れると、その振幅が上流に進むほど大きくなる現象のことを言う。

S D モデルの中でのプレイヤーの判断が、ビール・ゲーム盤でプレーするプレイヤーの判断と整合性があることを確認するために、J.W.Forrester の実験結果を参考までに図 8 示す。シミュレーション条件が厳密には同じでないので数値は一致しないが、傾向は完全に一致している。

実効在庫は大きく振れているが、図 9 に示した顧客需要と小売店の週当たりの販売数を見ると、品切れも顕著に発生していて需要が満たされていない。

## (5) ビール会社の解決すべき問題

ビール会社の解決すべき問題は明らかである。取り組む課題は、「外乱を制圧できる安定したサプライ・チェーンの構築」である。このビール会社が B S C を導入する場合に、この課題を解決できるビジネス・プロセスを T O C の「思考プロセス」を適用して導くことを試みる。

その前に T O C の概要について次章で整理する。

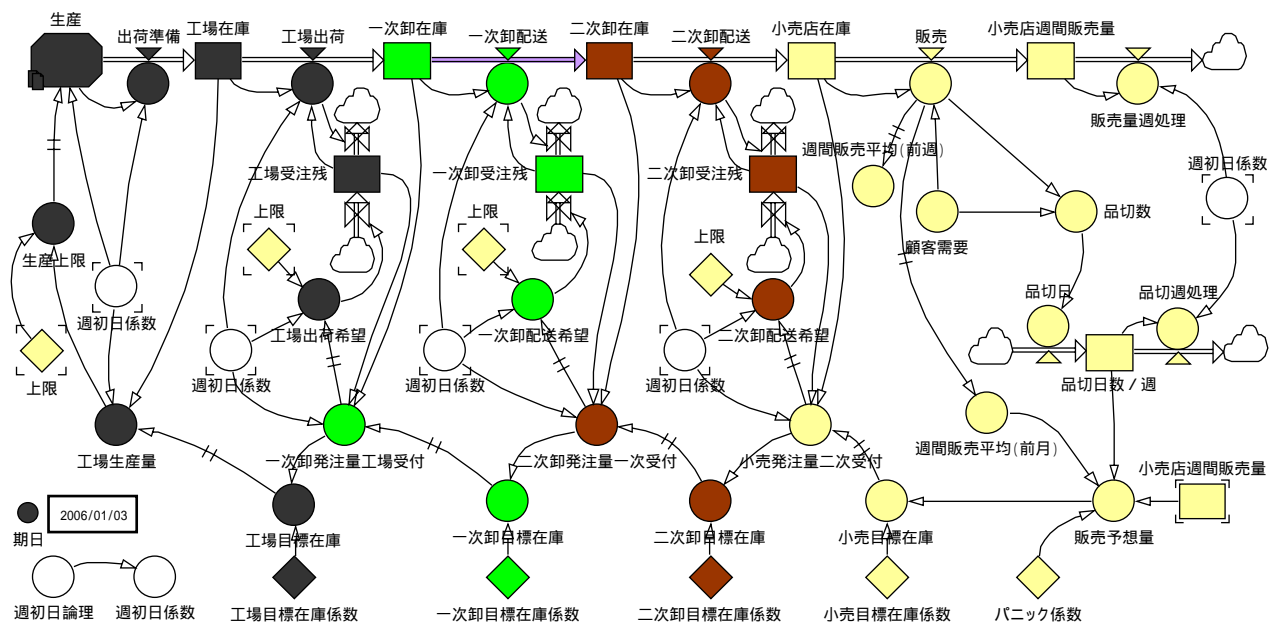


図6 ビール・ゲームのSCモデルの原型

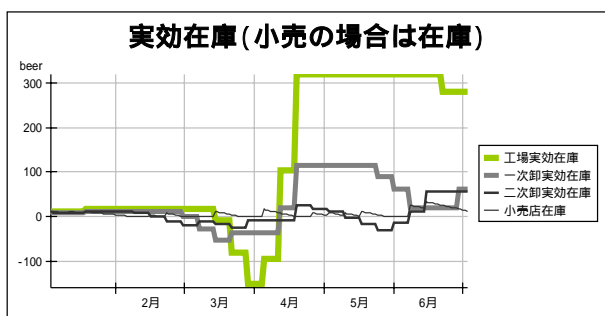


図7 原型モデルによる実効在庫

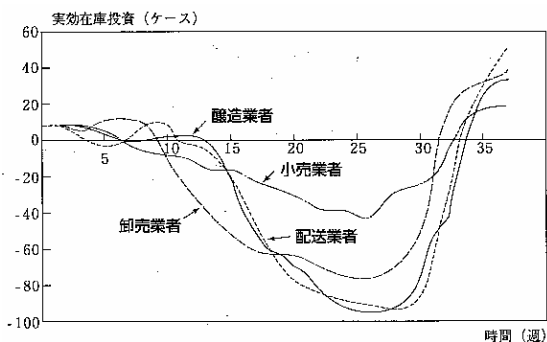


図8 フォレスター教授による実験結果

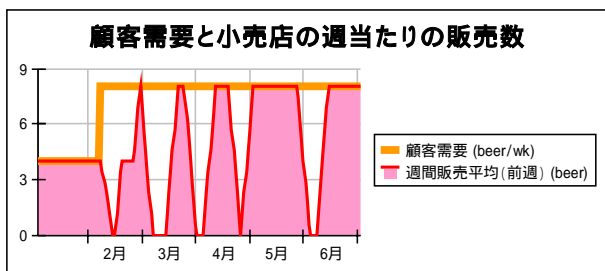


図9 顧客需要と小売店の週当たりの販売数

ゴールドラットが1980年代前半に唱えた制約条件の理論(以後、TOC)とは、工場の生産性はボトルネック工程の能力以上には向上しない。したがって、生産性を上げるためには、ボトルネック工程以外の工程を制約条件であるボトルネック工程の生産スピードに従属させるべきであるというものである。制約条件は「悪」であるということではなく、制約条件を工程の中で見えやすくして制御しやすい位置に配置し、それを制御することにより設定したゴールを目指そうとするものである。[11][12][13][14][15][16]

制約は大きくは3種類に分けられる。工程の中の能力不足のような物理的制約にたいしては、「改善の5ステップ」が準備されている。そのプロセスは、制約条件を探し、制約条件を徹底活用する、制約条件以外を制約条件に従わせる。このためには、「ドラム・バッファ・ロープ」(以後、DBR)と称する問題解決法が提案され、制約工程と先頭の投入工程だけを重点的に管理すれば生産性向上と仕掛最小を実現するに十分であることが明らかになっている。その後のステップは、制約条件の強化、最後に惰性に陥らないように注意しながらに戻り、改善の5つのステップを繰り返す。

次に、企業内の規定や制度あるいは組織などの管理の仕組みに関する方針制約や、需要が生産量以下である市場制約が存在する場合には、中核問題を発見し、その解決策を策定して、実行計画を立案するために「思考プロセス」が提唱されている。思考プロセスでは、現状をブレーク・スルーして変化を起こし、さらに変革を実行に移すための系統的な手法として「5種類のツリー」が準備されている。思考プロセスについては後ほど説明を補足する。

#### 4. TOC (制約条件の理論)

##### 4.1 TOCの概念



さて、TOCの最上位の目標は、企業がどうすれば現在から将来にわたり、お金を儲け続けることができるかという財務の視点である。このための手段として、現行の会計制度には問題があるのでキャッシュ・フローを重視した「スループット会計」を提唱している。これは管理会計ツールとして社内の意思決定に用いる。

また、現在の企業経営においてはプロジェクト型のビジネスが多くなってきている。しかし、一般に、プロジェクト管理は大規模・複雑・不確実なことが多いために、予算の面でも期間の面でも順調に進捗しないことがほとんどである。TOCではPERTのクリティカル・パスにボトルネック・リソースの管理を加味して「クリティカル・チェーン」の概念[17]を導入している。さらに、思考プロセスの一部を活用して、プロジェクト管理における中核問題の発見と解決策の策定を行いプロジェクト管理の改善を提唱している。

以上述べたように、TOCは「DBR」、「思考プロセス」、「スループット会計」、「クリティカル・チェーン」とその実行ツールを備えている。したがって、工場の生産性の問題に止まらず、広義のサプライ・チェーンに関係するビジネスにおいて、ゴールを明確に描き、そのゴールに至るためには「何を、何に、どうやって変えるか」を繰り返しながら、継続的な改善プロセスを実現する。すなわち、TOCは単なる生産工程の改善に止まらず、企業の変革の方法論として使える可能性が高い。

TOCでは特に、ビジネスの究極の制約条件である人間の能力を徹底的に活用するために、組織内部で自律的に変革を起こし、進化し続ける仕組みを作り上げることを目指す。この考え方は、システム思考における「学習する組織」やBSCのダブル・ループにおける「戦略学習ループ」とも親和性が高い考え方である。また、TOCでは継続的な変革を目指すために、自己否定を前提としているが、この点についてもBSCの一度決めた戦略を固定しないとする考え方とも共通性を感じる。

実際に企業においてTOCを導入する場合には、ゴールドラットの「ザ・ゴール」に出て来るジョナ教授が導入対象の責任者であるアレックスに対話型で働きかけたように、責任者あるいはそのメンバーの考える力を養うやり方が、遠回りのようであるが結果的には最短のルートになるようである。このことは、BSCを導入する場合でも全く同じで、対象である部署の責任者とメンバーが、変革の必要性を受け入れて、自ら動かなければ導入は成功しない。

ただし、前にも述べたようにTOCの最上位の目標は、企業がどうすれば現在から将来にわたり、お金をもうけ続けることができるかというBSCという財務の視点に偏っている。この点については、企業のある

べき姿を洞察し、たとえば、旧東京三菱銀行の企業の内部統制をも組み込んだBSCのように、経営フレーム・ワークとしてBSCの適切な視点をを用いた上で変革を導く方法論としてTOCを活用すべきであると考ええる。

次に、ビール会社がサプライ・チェーンの仕組みに関する方針制約を制御して運営を安定させるために用いた思考プロセスについて説明を補足する。

#### 4.2 思考プロセス

思考プロセスは、「何を、何に、どうやって変えるのか」を導き出す手法[18]である。したがって、目に見える制約条件だけでなく、メンタル・モデルにあるような制約条件も発見して、人の意識改革にもつなげることを狙いとしている。

思考プロセスには五つのツリーが準備されている。

現状問題構造ツリー：何を変えようかを発見する手法である。取り組むテーマを決めて好ましくない結果(UDE: Undesirable Effect)を列挙し、UDE間の因果関係を定義し、それらの発生の原因を追跡して展開する。それ以上の原因が見出せない段階の原因を根本原因と定義する。根本原因のうちで最も根本的で影響が大きい原因を中核問題と定義して、中核問題を変革の対象とする。このツリーはBSCの策定で採用している原因究明ロジック・ツリーに相当する。しかし、最初に好ましくない結果を列挙すること、またそれらの因果関係を定義することなど作業がパターン化されていることが利用者が取り組むには平易で優れているように思う。

対立解消図：何に変えようかを導くための手法である。最初に、取り上げた中核問題に関連する内容を詳細に記述する。その内容を読むことにより、中核問題があるがゆえにとらざるが得ない行動と事情が許せばとりたい行動とを対峙させ、五つの雲で構成される対立解消図を作画する。次に、この図の構造の前提となっている仮説を描き加える。明記された仮説の中で変化させるべきと考えるものを取り上げて、それを無効にすることができる変革(解決策: インジェクション)を導く。この部分は、BSCの策定で採用している対策探求ロジック・ツリーに相当する。確かに、中核問題の存在により拘束される行動と、拘束から逃れた場合の行動とを対峙させることは、作業がパターン化されるので分かりやすいと思う。しかし、問題となっている仮説を無効にする本格的な変革を創造する困難さは残されたままであり、やはり最後は取り組む人の創造力に左右される。

未来問題構造ツリー：何を、何に変えようかが求められたので、導いたインジェクションを現状問題構造ツリーに付加して、解決策を実行した場合の定性的な確認を行う。このツリーは、BSCの策定でCLD(因

果関係図)を描き、それを辿ることによって、取り上げた問題を解決できるシナリオを論理的に説明できるかを確認していることと全く同じ内容である。

前提条件ツリー:前提条件ツリーと移行ツリーとで、どうやって変えるかを導く。このツリーの目的は、解決策を実現する過程での障害とそれを克服する中間目標を全て洗い出して明確にすることである。このツリーはBSCの運用段階におけるアクション・プランの立案において活用すると有効と思われる。

移行ツリー:前提条件ツリーで障害と中間目標とが組み合わせられて視覚化されているので、中間目標を達成するためにそれぞれの障害を取り除く行動を中間目標と組み合わせて設定する。このツリーはBSCの運用段階におけるアクション・プランの実行で活用すると有効と思われる。

思考プロセスの、のツリーは、CLDと融合してBSCの策定段階と運用段階で、ともに有効に活用できると考えられる。

次に、ビール・ゲームのSCモデルの問題について、思考プロセスの手法を適用して解決を試みる。

## 5. SCモデルの問題に思考プロセスを適用

### 5.1 現状問題構造ツリーによる中核問題の抽出

ビール会社がSCモデルの問題を解決するために、BSCを適用することを想定する。TOCの思考プロセスに沿って、SCモデルの問題を分析し、ここでの戦略すなわち変革すべきテーマを選定する。

#### (1) 目標(期待・目的)の確認

ビール工場の操業を安定させ、たえず新鮮なビール関係となって、全体の利益を増加させる。したがって、取り組みテーマは、「SCモデルの安定化」である。

#### (2) 好ましくない結果(UDE)の列挙

ビールSCモデルのシミュレーションにより仮想経営を実施したところ、以下の好ましくない結果が出てきた。

- ・在庫の山
- ・在庫が底をつく
- ・需要が増えても製品が追いつかない
- ・システム全体に注文残高がたまる
- ・不必要なビールが大量に届く
- ・小売店以外の新規注文ががた減り

#### (3) 因果関係の定義

現状問題構造ツリー上でUDE間の因果関係を結ぶ。

#### (4) UDEに対する原因の展開

UDEがなぜ生じたのか、UDEを現状問題構造ツリーの上部に配置して、下に向かってその原因を追究する。原因がそれ以上出てこない最終端を「根本原因」とする。ビールSCモデルの結果を図10に示す。

#### (5) 他人の総合チェック

ツリーの構造を他者の目で確認する。

#### (6) 根本原因から中核問題の決定

最終端の根本原因の中から、根本的な原因と思われるものを「中核問題」として選択する。SCモデルモデルの場合には、「自分の仕事をきちんこなせば、SC内で成功できると思っている」を中核問題として選定した。これがビールSCモデルの変革において、「何を変えるか」の答である。

### 5.2 対立解消図によるブレーク・スルーの策定

中核問題「自分の仕事をきちんこなせば、SC内で成功できると思っている」を解決するために、「何に変えるか」すなわちブレーク・スルー案を思考プロセスに沿って導く。

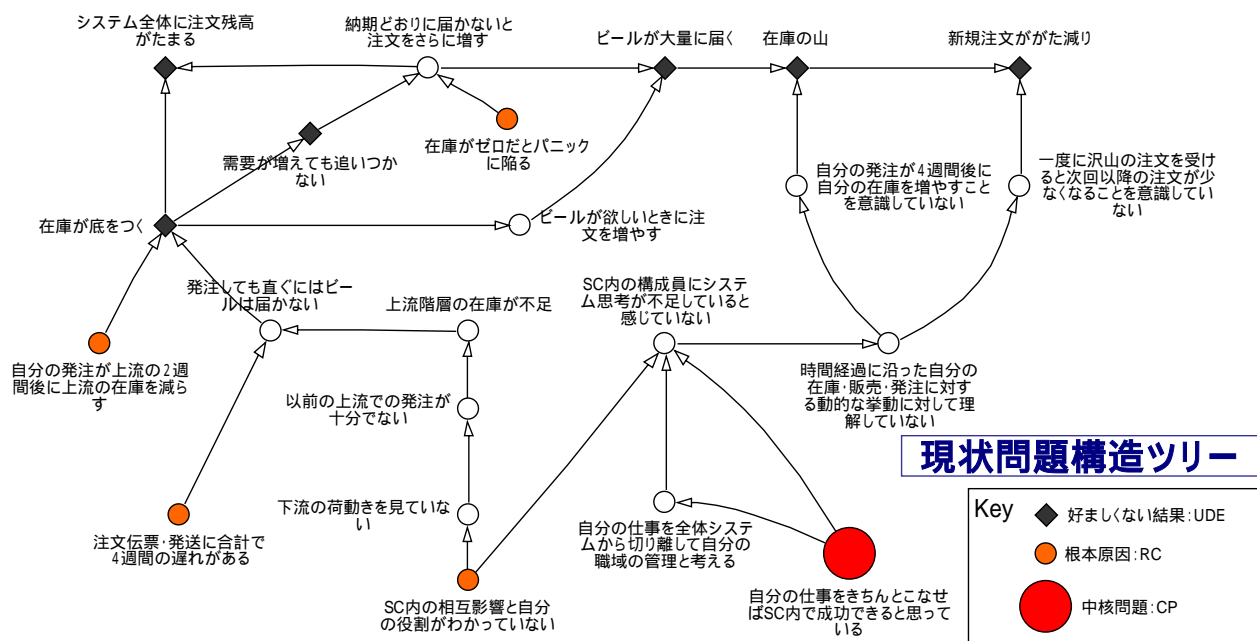


図10 ビールSCモデルの現状問題構造ツリー

( 1 ) 中核問題の明確化

自分の役割の成果は自分の行う注文行為などで決まると信じ、自分の仕事領域内の情報のみを使って発注量を決定している。しかし実際は、SC 内の他の役割担当者の行動により自分の成果は左右されている。

( 2 ) 中核問題に関するシナリオの作成

SC 内の相互依存を無視して自分の職域にこもってしまえば、ビジネスを成功できないのだから、取り上げた中核問題の状況は好ましくない。しかし、各役割には SC 全体の挙動（振る舞い）が見えてこないのので、手の施しようがなくこの状況が続いていた。このままではSCは破綻する恐れがある。

しかも、SC 内の各役割担当者は微視的な結果に対して、後手の対策をとっているのので、SC の相互依存性が悪循環をさらに増徴させている。

( 3 ) 中核問題が発生させている対立の明確化

SC 内では互いの決定について干渉しないことになっているので、発注量の決定が自分の領域内の現状の在庫量を考慮するのみで決定されている。もし状況を変えられるなら、SC 内で情報交換しながら発注量を決定したい。また、現状では下流へ品切れによる迷惑がかからないように発注量を決めているが、最終顧客の購入量が爆発的に増大することはないので、発注規制をかけたい。

対立する行動のペアとして、「SCのプレイヤーはそれぞれが最適化を目指す」に対して、「SC内は相互依存が大きいので、それぞれが最適化を図らず、全体最適化を目指す」を取り上げた。

( 4 ) 対立解消図の作成

対立するペアの行動のそれぞれの前に、それら二つの行動により得られる結果を記述する。さらに、その結果を行うことによって得られる最終目的を両者の前に記述する。ビールSCモデルの対立解消図を図 11 に示す。

( 5 ) 仮説・思い込みの明確化

図 11 の中に示しているように、中間に記述した結果のために、右側に記載した行動をとらねばならないと考える前提条件としての仮説あるいは思い込みを明確にした。

( 6 ) 解決案の作成

SC を構成する要素間の連携は小さいとして、各プレイヤー単独の最適化を目指して、発注量を各プレイヤーが独立して決めている。しかし、図 12 のSCモデルのCLDに示すように、各プレイヤーの役割はそれぞれの上下流で密接に連携しており、ある部分でのイベントが直ちにその前後に影響することが理解できる。

したがって、各プレイヤーがそれぞれの発注量を決定するメカニズムに、SCの相互依存による何らかの規制をかけることを検討する。

最終顧客の発注量が爆発的に増加することはないわけだから、4人のプレイヤーが実行できる発注量に上限を設ける。

SC内で需要情報の共有化を図るために、小売店の発注量の基礎になっている需要予測に相当する「販売予想量」を二次卸に伝えると同時に、上流の一次卸と生産工場にも伝えて、その販売予測量に基づいてそれぞれの発注量を決定する。

### 対立解消図

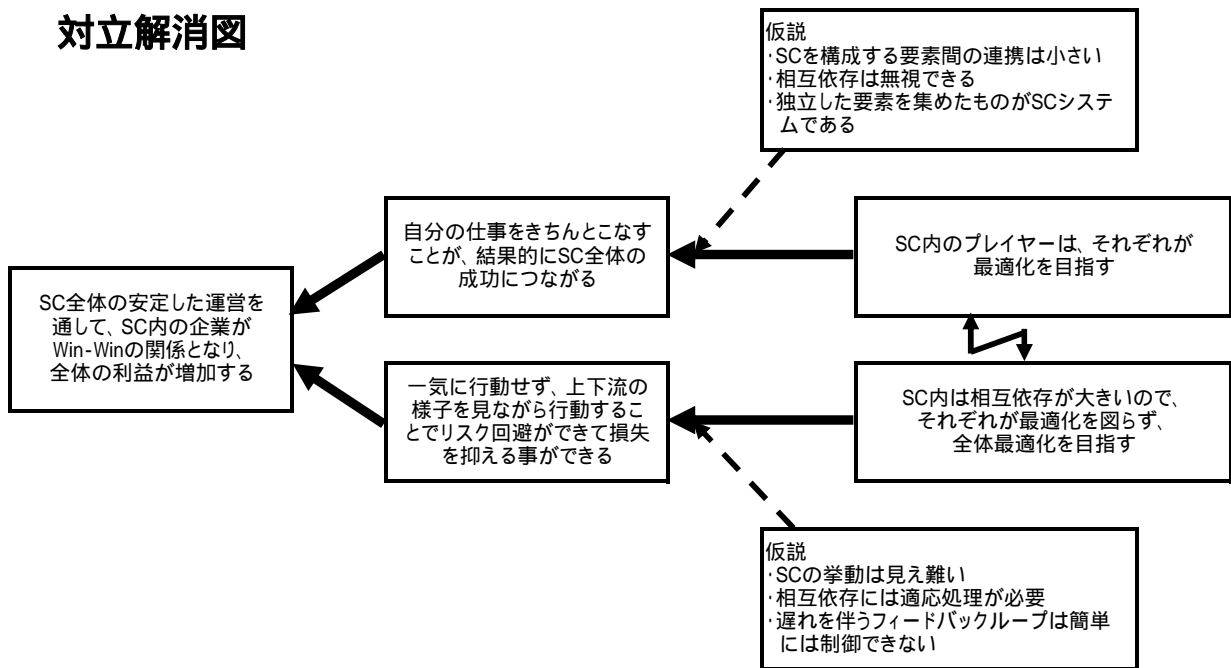


図 11 ビールSCモデルの対立解消図

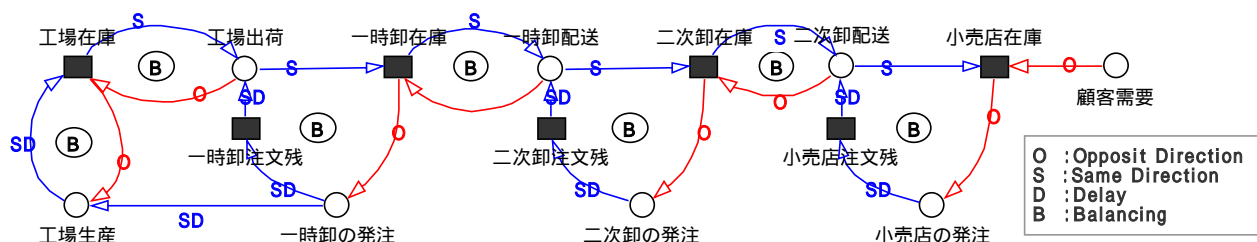


図 12 ビールSCモデルのCLD

遅れ要素として、注文伝票の送付、ビールの配達およびビールの醸造のリード・タイムが各2週間設定されている。ビールの醸造は短縮できないので、醸造以外のリード・タイムを短縮する。

Peter M. Senge は、それぞれの販売量をそのまま発注量とすると SC の在庫変動が安定する[19]と言っている。一般にこの方法は販売が減少傾向に変化すると、商品の入荷量がさらに削減され縮小均衡に陥るので実際には適用できないが参考までに解決策のひとつとして取り上げる。

SCのプレイヤーが、SDモデルを使ってシミュレーションを実施して仮想経営を行い、SC内の相互依存性を学習し、SC内での経営ノウハウを修得する。

### 5.3 シミュレーション・モデルによる対策の検証

前述の解決案に記載した ~ について、SCモデルの原型を改造して、効果を検証するためのシミュレーションを実施した。

#### (1) シミュレーション条件

上記4種類のシミュレーションの条件について整理して以下に示す。

小売店の需要量は、5週目以降は8単位量/週であるから、その1.5倍である12単位量をそれぞれの発注量の上限として設定する。実企業においても役職レベルにより発注額の権限が設定されていることに倣った。(モデル内では1単位量=1beer)

SC内の需要予測値として小売店の販売予想量を採用し、SC内の4人のプレイヤーで共有する。需要情報の共有化は実際のSCにおいても、情報技術を利用することにより容易になっている。

ビールの醸造は種類によりリード・タイムが2週間から4週間は必要である。したがって、醸造以外の注文伝票送付と製品配送のリード・タイムを2週間から1週間に半減する。

各プレイヤーが前週の販売量をそのまま翌週に注文量として送付する。

以上の4種類のシミュレーション結果を、原型の結果と比較して図12と13に示す。

図12が4ヶ所の実効在庫で、図13が1週間当たりの小売店の需要と販売量である。

図13は縦軸がそろえてあるが、図12はシミュレーション条件により結果が大幅に異なるので縦軸の単位が異なっている。図の右下に実効在庫の出現範囲を概略の数値で示している。

#### (2) シミュレーション結果

実効在庫について原型と4種類の結果を図12で比較すると、4種類の結果の振幅は原型の半分以下になっている。特に、プレイヤーの注文権限に上限を設定したり、二次卸と一次卸の発注量について小売店の需要予測量に強制的に関連付けると、実効在庫の変動振幅は1/5~1/10程度にまで減少する。

また、原始的SCで出現するブルウィップ効果は、リード・タイムを半減したケースでは、原型と同じく現れているが、それ以外のケースではほとんど目立たない。

一方、最終顧客の品切れを図13で比較すると、原型を含めていずれのケースでも、5週目の需要の倍増に応答できていない。図12の実効在庫の挙動を合わせて眺めると、5週目の需要変動をきっかけにして、SC全体の挙動が安定性を失い、現状問題構造ツリーで好ましくない結果であるUDEとして列挙した、「在庫の山」や「在庫が底をつく」を繰り返して、頻りに品切れを発生させている。

上限設定と小売需要予測の共有でこの現象を見ると、前者では変動による在庫切れの程度が原型以上にひどく、安易な上限設定によって得られた実効在庫の安定性は見せかけに過ぎないことがわかる。一方、後者の小売需要予測の共有では、5週目の最終顧客の需要倍増に対して小売店の実効在庫がゼロになった時点での需要予測量が不十分だった上に、上流の2週間のリード・タイムがさらに悪影響してその後の小売店への供給量が間に合わず、10週目あたりから長期間の品切れを発生させている。しかし、その後の応答は原型に比べて改善されていることから、5週目のような大きな変動に対する需要予測量の手法を見直すことで更なる改善が期待できる。

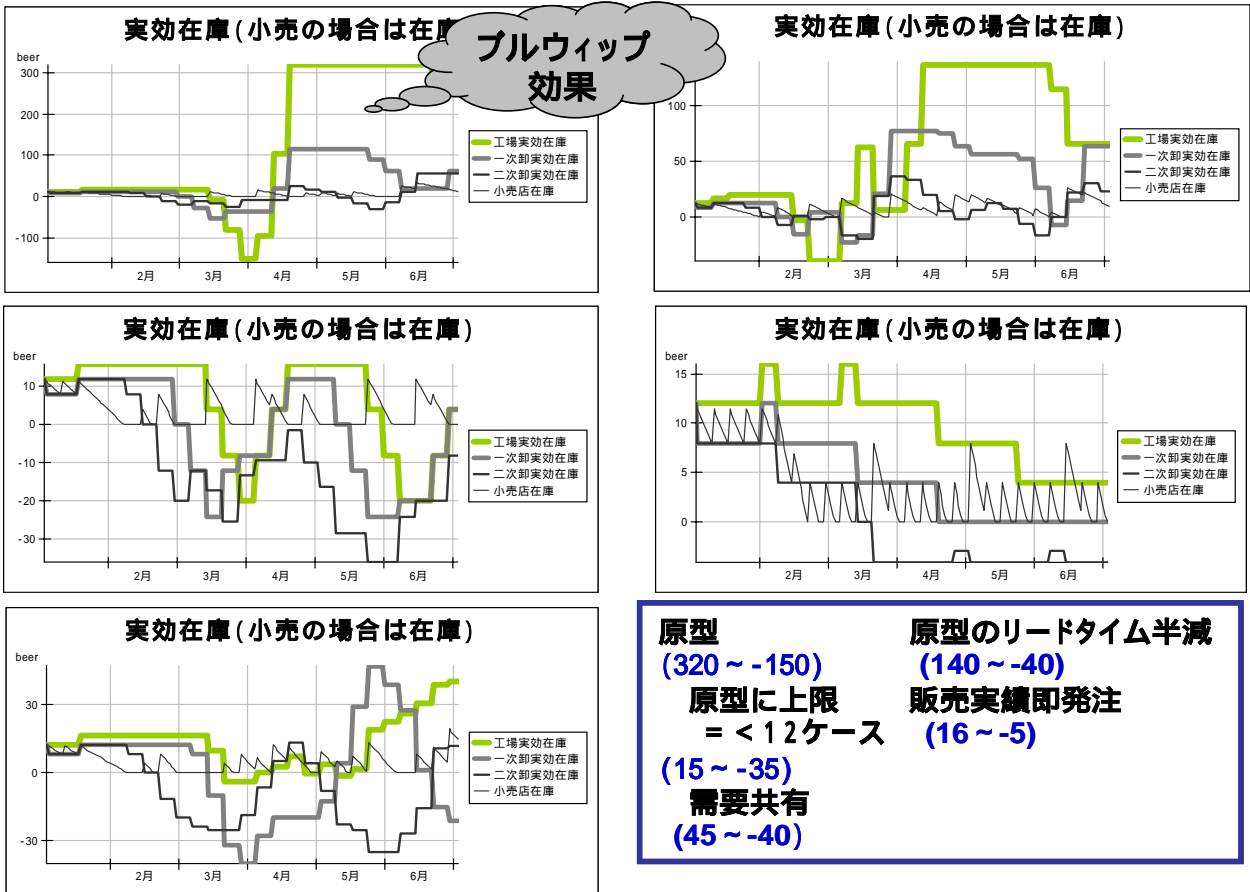


図 12 実効在庫の比較

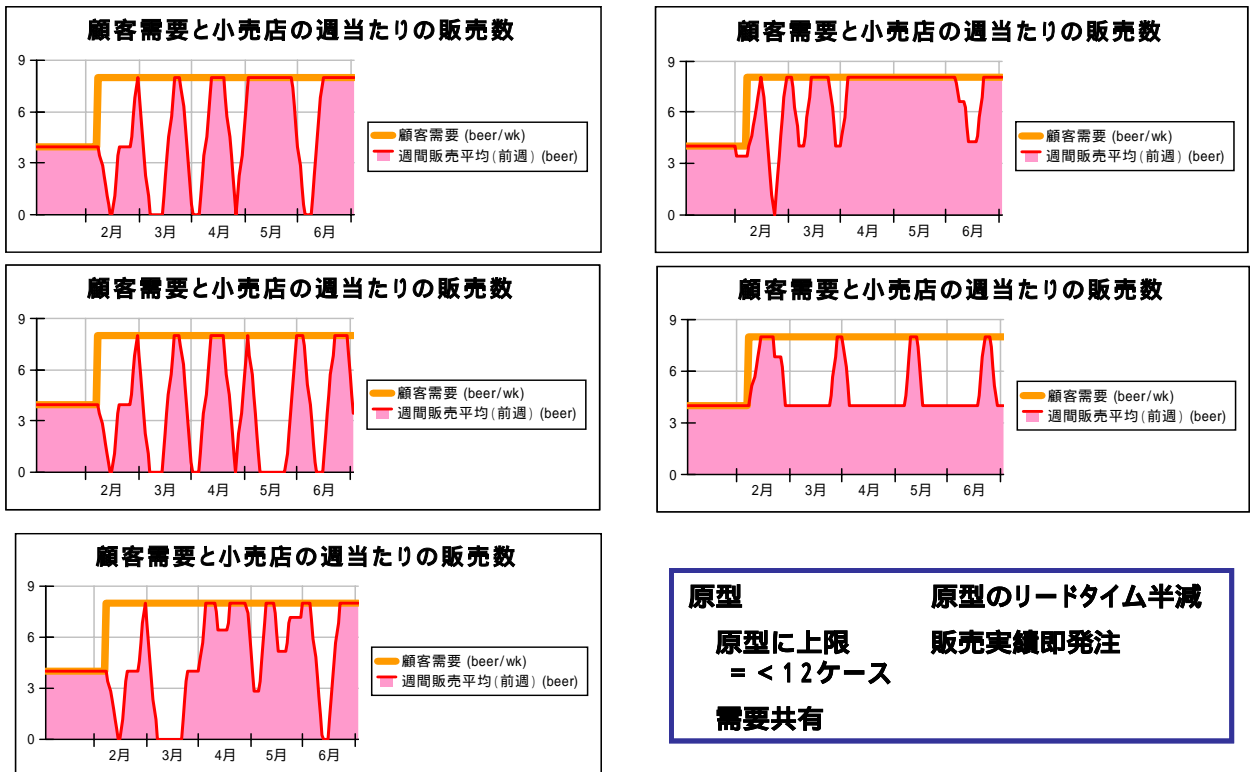


図 13 小売店の需要と販売数 (per Week)

醸造以外のリード・タイムを半減した場合 には、実効在庫の振動の幅は原型の半分程度にしか小さくならなかったが、品切れについては大幅に改善された。今回の検証では取り上げなかったが、定期発注のインターバルの短縮とともに、リード・タイムの短縮はSCシステムの安定化策であるとともに、在庫切れに対する最も有効な対策であることを再確認した。結局、SCシステムのフィードバック構造の特性上、リード・タイムを短縮することによるシステムのサイクル・タイムの短縮が安定性に大きく貢献することになっている。

販売量をそのまま発注量とする場合 には、図12によると実効在庫の変動幅が極端に小さくなるが、図13によると小売店において5週目の需要倍増にはほとんど応答していない。これは縮小均衡状態であり、SCシステムとしては危険で、監視が必要な状態であることは明らかである。

以上について総括する。思考プロセスで辿り着いた解決案を端緒に、シミュレーションで検証すべきケースを抽出した。思考プロセスに従って行った定性的な分析に加えて、仮想経営に相当するシミュレーションにより定量的な分析を行った。その結果、ビール会社はビールSCで発生していたビジネスの不安定性を削除する戦略を策定できて、BSCを導入して実行することにより、その戦略の実現を図れるとの感触を得た。

BSCを導入するには、前提である戦略を策定する足がかりとして現状の問題分析から始める。このとき、SDモデルによるモデル・ベースト経営手法の端緒を開く推進役ツールとして、TOCの思考プロセスは有効に機能するとの結論を得た。

## 6. 結言

情報通信技術の発達は巨大な地球社会システムを出現させた。このシステムの構成要素間のアクションに対するリアクションは、情報通信技術の支援により明瞭に把握できるようになってきた。今や、人も企業も社会の中の様々な関係性を無視して活動することは許されない状況にあると断言できる。

BSCのもっとも優れた特徴は、当事者の戦略を実現する活動に際して、ステーク・ホルダーの視点において戦略目標を掲げることにある。すなわち、企業が社会との関係を単に財務に限定するのではなく、顧客、業務関係者、行政関係者、従業員などとの間の様々な関係性を社会の中で認識し、社会へのアクションと社会からのリアクションを考慮した上で、当事者の戦略を実現する活動を推進する。社会のリアクションはそれぞれのステーク・ホルダーからの評価であるが、これが目標値から乖離した場合には、自ら戦略の見直しも含めて対応策を考える。

このようにBSCが社会における様々な関係性を配慮する考え方は、正にシステム思考そのものであり、このようなマクロ的な観点からも、BSCとシステム思考を代表するシステム・ダイナミックス(SD)とは親和性が高いと言える。

自然科学に関連した物の世界では本格的に実行する前にやろうと思えば、実装システムを使った実験や試行により予行演習を行い、必要ならば根本的な修正を施すことも可能である。しかし、人の生活が直接かわる社会科学に関連した世界では実装システムによる予行演習などは不可能な場合がほとんどである。

SDは仮想空間において社会科学に関連した世界の予行演習を行うための手法である。実装システムに比べて安価で、実装システムでは不可能な条件についても実行可能で、さらに実装システムでは実現できないプロセスの分かりやすさと操作性を備えたモデルを構築できる。モデルによる予行演習を通して、自分のメンタル・モデルの自己改善を繰り返すとともに、協働作業の間ではモデルを取り囲んで行うコミュニケーションにより合意形成が容易となる。

SDに基づいてモデルを構築し、そのモデルによるシミュレーションで、目的を達成するに最適なビジネス・プロセスを設計する手法をモデル・ベースト経営と呼称する。本論では、BSC戦略経営にモデル・ベースト経営手法を組み合わせて活用することを提言した。

さらに、BSCの前提となる戦略策定段階では、推進ガイド役のツールが必要であったために、TOCの思考プロセスを候補として適用の可能性を調査した。調査に当たっては、SD分野では古典的なビール・ゲームのSCシステムにおいて、ビール会社がSCの問題を解決するために戦略を策定し、BSCを導入して、その実現を図るといったシナリオを想定した。

各段階における結論を以下に記す。

(1) 戦略策定段階におけるTOCの適用可能性  
従来は、原因究明のロジック・ツリーと対策探求のロジック・ツリーを、関係者グループを集めてブレイン・ストーミングしながら作画していた。しかし、推進する筋道の焦点がぼやけて、問題解決や変革のための戦略策定に到達するまでに多くの試行錯誤と迷走を繰り返していた。

今回、TOCの思考プロセスの考え方に沿って、現状問題構造ツリーと対立解消図を使ったところ、解決策の候補に到達し易いことが確認できた。思考プロセスでは次に未来問題構造ツリーにより、得られた解決策が問題を解決することを確認することになっている。

しかし、これらはすべて定性的な判断に基づいているために、解決の程度の判定はできない。そこで、思

考プロセスの曖昧さを補うために、得られた解決策を含むビジネス・プロセス・モデルを構築して、仮想的なモデル・ベースト経営手法により定量的に妥当性を検証した。

この大まかに妥当性の検証が効果的であったことは本文で詳述した。BSCの設定段階におけるビジネス・プロセスの設計が基本設計とすると、戦略策定段階の大まかな妥当性の検証過程は基本計画の段階と位置づけられる。

#### (2) BSC設定段階におけるモデル・ベースト経営手法の適用効果

主な適用効果を以下に記す。

全社戦略目標とかSBUのミッションなどの抽象的な目標を、シミュレーションの最適条件の探索などにより具体的な数値に変換できる。

BSCの設定段階で、対象とするビジネスの中で、縦・横・時間ともに整合性のあるKPIの目標値を設定できる。

シミュレーションを通して、BSC対象部署内のトレードオフの関係にある機能(部署)の間で、全体最適を前提とした相互理解が可能になる。

ビジネス・プロセス・モデルを構築する過程で、現状のビジネス・プロセスにおける問題が具体的に明示され、解決策の探索が容易になる。

戦略を実現するに相応しいビジネス・プロセスの設計ができる。

#### (3) BSC運用段階におけるモデルベースト経営手法の適用効果

主な適用効果を以下に記す。

KPIの実績値が目標値から乖離した原因について究明して、その対策を立案することが、モデル・ベースト経営手法による仮説検証型経営を活用して実施できる。

了。

#### Acknowledgements

企業でも行政機関でも、人々は、自分の仕事が職場の他の仕事とどのような関係なのか、また外部とはどのような関係を持っているのか、そして、自分の行動がどのようにしてそれらに波及するのか、自分の周りのシステムが分かった上で仕事をすると実に楽しい。

BSCはその楽しみを与えてくれる仕組みでもある。BSCの導入支援を通じて、社会システムの中で相互に影響し合っていて、互いに活かされていると実感している方々が増えていくことに、ほんのわずかでも貢献できれば幸いである。

#### 参考文献

- [1]松本憲洋; BSC戦略経営に適用するビジネス・プロセス・モデル, 2004.10.16, ビジネスモデル学会秋季年次大会プロシーディングス
- [2]松本憲洋; モデル・ベースト経営, JSD学会誌 No.3, 2003
- [3]小林隆; ビジネスプロセスのモデリングと設計, コロナ社, 2005
- [4]J.D.Sterman; Business Dynamics, Irwin MacGraw-Hill, 2000
- [5]R.S.Kaplan, D.P.Norton; The Strategy-Forced Organization, HBS Press, 2000
- [6]R.S.Kaplan, D.P.Norton; The Maps, HBS Press, 2004
- [7]BSCフォーラム; <http://www.BSC-forum.jp>
- [8]BSCコンソーシアム;  
[http://school.jma.or.jp/BSC/BSC\\_conso03](http://school.jma.or.jp/BSC/BSC_conso03)
- [9]ラース・トゥヴェーデ; 信用恐慌の謎, ダイヤモンド社, 1998
- [10]森田道也; サプライチェーンの原理と経営, 新世社, 2004
- [11]エリヤフ・ゴールド・ラット; ザ・ゴール 企業の究極の目的とは何か, ダイヤモンド社, 2001
- [12]エリヤフ・ゴールド・ラット; ザ・ゴール2 思考プロセス, ダイヤモンド社, 2002
- [13]エリヤフ・ゴールド・ラット; チェンジ・ザ・ルール! なぜ、出せるはずの利益が出ないのか, ダイヤモンド社, 2002
- [14]エリヤフ・ゴールド・ラット; クリティカル・チェーン なぜ、プロジェクトは予定どおりに進まないのか?, ダイヤモンド社, 2003
- [15]エリヤフ・ゴールド・ラット; コストに縛られるな! 利益を最大化するTOC意思決定プロセス, ダイヤモンド社, 2005
- [16]村上悟; TOC入門 実践者のための導入ノウハウ・手帳, 日本能率協会マネジメントセンター, 2001
- [17]村上悟, 井川伸治; 最速で開発し最短で納めるプロジェクトマネジメント TOCの管理手法“クリティカル・チェーン”, 中経出版, 2002
- [18]村上悟, 石田忠由; 在庫が減る! 利益が上がる! 会社が変わる! 会社建て直しの究極の改善手法TOC, 中経出版, 2002
- [19]Peter M. Senge; The Fifth Discipline, Currency Doubleday, 1990
- [20]Powersim Software ASのURL; <http://www.powersim.com>
- [21]松本憲洋; POSY社のURL, <http://www.posy.co.jp>

# 【ビール・ゲームのSCモデル 方程式一覧 On Powersim Studio 2005】

Name	Unit	Definition
パニック係数		2
一次卸受注残	beer	0<<beer>>
一次卸配送.out		一次卸配送
一次卸配送希望.in		一次卸配送希望
一次卸在庫	beer	12<<beer>>
一次卸配送.out		一次卸配送
工場出荷.in		工場出荷
一次卸実効在庫	beer	一次卸在庫-一次卸受注残
一次卸発注量工場受付	beer	MAX(0<<beer>>,DELAYPPL(一次卸目標在庫,2<<wk>>,4<<beer>>))-一次卸在庫-工場受注残)*週初日係数
一次卸目標在庫	beer	二次卸発注量一次受付*一次卸目標在庫係数
一次卸目標在庫係数		3
一次卸配送	beer/da	MIN(一次卸在庫,一次卸受注残)*週初日係数/TIMESTEP
一次卸配送希望	beer/da	MIN(上限,DELAYPPL(二次卸発注量一次受付,2<<wk>>,4<<beer>>))*週初日係数/TIMESTEP
上限	beer	10000000012<<beer>>
二次卸受注残	beer	0<<beer>>
二次卸配送.out		二次卸配送
二次卸配送希望.in		二次卸配送希望
二次卸在庫	beer	12<<beer>>
二次卸配送.in		一次卸配送
二次卸配送.out		二次卸配送
二次卸実効在庫	beer	二次卸在庫-二次卸受注残
二次卸発注量二次受付	beer	MAX(0<<beer>>,DELAYPPL(二次卸目標在庫,2<<wk>>,4<<beer>>))-二次卸在庫-一次卸受注残)*週初日係数
二次卸目標在庫	beer	小売発注量二次受付*二次卸目標在庫係数
二次卸目標在庫係数		3
二次卸配送	beer/da	MIN(二次卸在庫,二次卸受注残)*週初日係数/TIMESTEP
二次卸配送希望	beer/da	MIN(上限,DELAYPPL(小売発注量二次受付,2<<wk>>,4<<beer>>))*週初日係数/TIMESTEP
出荷準備	beer/da	(生産製品タンク)*週初日係数/TIMESTEP
品切数	beer/da	MAX((顧客需要-販売),0<<beer>>)/TIMESTEP)
品切日		IF(品切数>0<<beer>>)/TIMESTEP,1,0)
品切日数/週	da	0<<da>>
品切日.in		品切日
品切週処理.out		品切週処理
品切週処理		品切日数/週*週初日係数/TIMESTEP
小売店在庫	beer	12<<beer>>
二次卸配送.in		二次卸配送
販売.out		販売
小売店週間販売量	beer	4<<beer>>
販売.in		販売
販売量週処理.out		販売量週処理
小売発注量二次受付	beer	MAX(0<<beer>>,DELAYPPL(小売目標在庫,2<<wk>>,4<<beer>>))-小売店在庫-二次卸受注残)*週初日係数
小売目標在庫	beer	販売予想量*小売目標在庫係数
小売目標在庫係数		3
工場出荷	beer/da	MIN(工場在庫,工場受注残)*週初日係数/TIMESTEP
工場出荷希望	beer/da	MIN(上限,DELAYPPL(一次卸発注量工場受付,2<<wk>>,4<<beer>>))*週初日係数/TIMESTEP
工場受注残	beer	0<<beer>>
工場出荷.out		工場出荷
工場出荷希望.in		工場出荷希望
工場在庫	beer	12<<beer>>
出荷準備.in		出荷準備
工場出荷.out		工場出荷
工場実効在庫	beer	工場在庫-工場受注残
工場生産量	beer	MAX(0<<beer>>,DELAYPPL(工場目標在庫,2<<wk>>,4<<beer>>))-工場在庫)*週初日係数
工場目標在庫	beer	一次卸発注量工場受付*工場目標在庫係数
工場目標在庫係数		3
期日	@da	TIME
生産		
製品タンク	beer	4<<beer>>
出荷準備.out		Parent~出荷準備
醸造.in		醸造
醸造	beer/da	DELAYPPL(Parent~生産上限,2<<wk>>,4<<beer>>)*Parent~週初日係数/TIMESTEP
生産上限	beer	MIN(上限,工場生産量)
販売	beer/da	MIN(小売店在庫/TIMESTEP,顧客需要)
販売予想量	beer	IF(品切日数/週=7<<da>>, 週間販売平均(前月)*パニック係数, 小売店週間販売量*(1+品切日数/週)/(7<<da>>-品切日数/週))
販売量週処理	beer/da	小売店週間販売量*週初日係数/TIMESTEP
週初日係数		IF(週初日論理,1,0)
週初日論理		TIMECYCLE(STARTTIME,7<<da>>,1<<da>>)
週間販売平均(前月)	beer	SLIDINGAVERAGE(販売,1<<mo>>,4<<beer/wk>>)*1<<wk>>
週間販売平均(前週)	beer	SLIDINGAVERAGE(販売,1<<wk>>,4<<beer/wk>>)*1<<wk>>
顧客需要	beer/wk	(4<<beer>>+STEP(4<<beer>>,STARTTIME+5<<wk>>))/1<<wk>>