



最近の不透明な社会で期待が膨らむ システム・ダイナミクス

The prospective system dynamics in the current nebulous society

松本 憲洋

POSY Corp.
matsumoto@posy.co.jp

要旨： 情報化社会の到来は時間的・空間的なバリアを消滅させ、世界は国単位を超えた地球社会に変貌しつつある。このような地球規模で直接的に相互影響が発生する社会では、従来の情報遅延を前提とした経験則に基づく将来予測が困難になってきている。

本論では、このような状況が特に顕著である、経済活動あるいは企業活動に関して主に取り上げる。この分野ではシステム・ダイナミクスに基づくモデリングとシミュレーションが、工学における実験装置に相当する役割を果たし、各種の問題解決に大きく貢献できることを例を挙げて説明する。その過程で、仮説検証型経営を実現できる経営技術であるモデル・ベースト経営についても提言する。

キーワード：モデルベースト経営、仮説検証型経営、システムダイナミクス、バランスとスコアカード、企業内教育、戦略、経営、システム思考

1. はじめに

1.1 企業を取り巻く社会・経済環境

経済環境の断絶的变化とも重なって、1990年初めのWindows3.1の出現以来、ビジネス環境は大きく変わったように思う。その変化にどのように取り組んできたかは、業界によってもあるいは企業の体質によっても異なっており、その結果が最近の業績として現われてきているとも言えなくはないだろう。

足元のシステム・ダイナミクスを遡って眺めてみると、1972年「成長の限界」が出版された頃は、インダストリア・ダイナミクスあるいはアーバン・ダイナミクスとして大いに注目を集めはしたが、利用するには専門家となってダイナモ方程式を取り扱わなければならない時代だった。それもあってか、その後システム・ダイナミクスは多くの人々から忘れられた存在になっている。

しかし、コンピュータの環境は1990年はじめから大きく変わった。GUIの開発もあり、システム・ダイナミクスを利用するに、その分野技術の専門家である必要は全くなかった。考える手段としてあるいは道具として、だれにでも利用できる環境が整ってきたように思う。あとは、多くの人々が自分にも容易に取り扱え素晴らしい差別化要素になることを認識するだけである。

さて、日本社会は2006年の人口減少の始まりという大きな転換点の入り口に向かいつつある。しばらくは人口の減少とともに高齢世代の割合が増加し、いずれは新しい平衡状態に到達することになる。その間、世界経済の均衡化は進み、その圧力もあり、日本経済

の成り立ちも大きく変わらざるを得ないであろう。そして、人口の新しい平衡点はこれからの我々日本人の新しい価値観によりおのずから決まってくる。

歴史的には人間はいつの時代も新しい局面を切り開いて来たから、今後それほど問題は無いとも考えられる。しかし、近代史に限って明治維新および昭和敗戦を現在と比べると大きな違いがある。それは、世界の中の日本のポジションである。別な見方をすると、まとめて真似ができる国が存在しないことと言えるかもしれない。

このことは、国の方向付けというマクロ的な問題だけではなく、国民一人一人がそれぞれの社会生活の中で認識すべき事実である。トーマス・ホブズが動物との違いとして人間のモデルの中に持ち込んだ「予見能力」を大いに発揮すべき時代とも言えるが、徒手空拳では複雑社会の中での分析・洞察にともなう予見は不可能である。その武器となるのが、システム・ダイナミクスに基づく“思考法”と考える。

1.2 制御理論としてのシステム・ダイナミクス

システム・ダイナミクスが制御理論と同根の科学であることは言うまでもなく、制御理論の考え方を社会問題に適用したものと考えてもあまり大きな違いはない。両者を比較して表1に示す。

制御理論は1960年のルドルフ・カルマンによる現代制御理論の誕生により、大きく発展を遂げてきた。現在では理論を完全には理解していない人でも、支援的なツールを使って制御機器の最適設計が可能となっている。このツールの支援を得て数学モデルを容易に作

成し、制御設計をその数学モデルを用いて実施する方法を“モデル・ベースト制御”と呼び、既に世界中で一般的な設計技術となっている。

表1 制御理論とシステムダイナミクスとの比較

制御理論	システム・ダイナミクス
工学系の分野	社会系の分野
ブロック線図	フロー・ダイアグラム
R.F.Selfridge(1955年)	J.W.Forrester(1956年)
CSMP(1967年)	DYNAMO(1959年)
時間応答 周波数応答	時間応答
多種類の積分法	オイラー法 ルング・クッタ法
結局、連続系の非線型多元連立・常微分方程式の初期値問題を解くこと	

それに比べてシステム・ダイナミクスはどうであろうか。次に、経営へのシステム・ダイナミクスの有効性について述べる。

2. ビジネス分野からの期待

2.1 仮説検証型経営

企業活動は、環境変化が小さく、その時定数も長い時代には、従来の実績を踏まえた企業戦略に合致した事業戦略を、十分な時間をかけて練り上げ、中長期の実行計画に展開し、それに基づく単年度計画を確定し、PDCA業務管理サイクルを使って粛々と実行すればよかった。

環境変化が大きく、その時定数が短い現在では、上記のじっくりと構える体制では実行し始めた段階で既に取り巻く環境が変化していて、最初から変更の必要があるために後手後手に回る、あたかも、サイクルタイムの長いフィードバック制御になってしまう。

そこで、計画を立て実行にかかる前に、取り巻く環境を読み、仮説を立て、その変更を余儀なくされる場合には方針変更躊躇なく踏み切るプロセスを準備する必要がある。これは、いわばシステムにフィードフォワードを組み込み、フィードフォワードを設計する前提となった仮説を検証しながら、その予実誤差に対してはフィードバックを掛けることと同じである。今や、環境変化への対応の遅れを短くするために、この仮説検証型経営を導入せざるを得なくなっている。

最近、企業や行政機関において導入が広く検討され、既に導入実績も多くなってきた経営フレームワークとして、バランスト・スコアカードがある。これはフレームワークとして名前の通り良くバランスが取れているが、これも仮説検証型経営の一つである。

筆者は、バランスト・スコアカードにシステム・ダイナミクスによるモデリングとシミュレーションを組み合わせて、バランスト・スコアカードの戦略経営部分を強化することを提言してきた。

その考え方を端的に表したのが図1である。

ダブル・ループ戦略マネジメント・システム

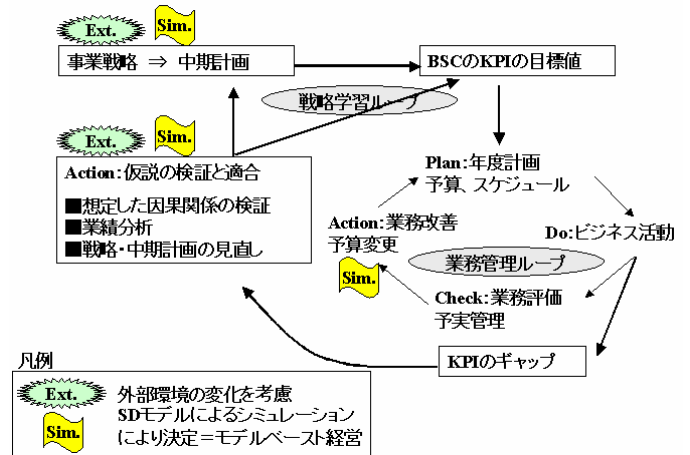


図1 ダブル・ループ戦略マネジメント・システム

バランスト・スコアカード経営では、経営理念に基づく全体最適目標を設定して、それに向けて空間的(社内対象部署)・時間的(中期・単年度)に配置した業績評価指標に対する目標値である基準値を設定し、関係者はその基準値を目指して業務を推進し、その結果として戦略の実現化を図る。

問題は、業績評価指標の構成とその目標値である基準値を企業のビジネス・システムにおいて整合性を保ちながら決める必要があることである。例えば、最簡略化して表した図2のバランスト・スコアカードにおいて、利益配分を介してのループが存在するが、ここで全体最適化を目指す時間的・空間的に設定すべき基準値を仮想経営なくして決定できるであろうか。

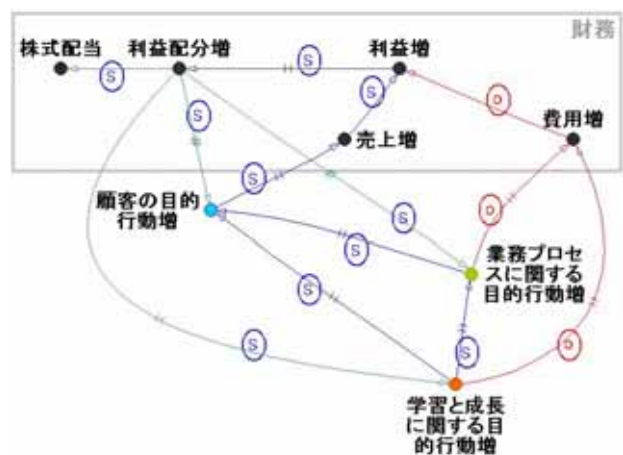


図2 BSCの4視点の因果関係

モデリングとシミュレーションによる“モデル・ベースト経営”を組み込まない現状のバランスト・スコ

アカード戦略経営では、少なくとも以下4つの問題が残されている。

業績評価指標の基準値（目標値）を視点・部門をまたがって、さらに中期の時間経過を踏まえて、設定するための具体的な方法論がない。

上記を避けるために、それらにウェイト付けを行う場合も見られるが、そのウェイト決定に関する具体的な方法論がない。

メジャーなフィードバックにより、基準値と実績値とのギャップが生じた場合に、仮説の間違いか、オペレーションの間違いか、環境の予想外の変化かなどの原因を切り分けて、それに対処したうえで、新たな目標を設定するための具体的な方法論がない。戦略を中期計画に展開し、さらに単年度計画に展開する。戦略を実現するためのビジネス・プロセスを、計画実行前にリファインし、リスクを回避し、実現確率を上げるための具体的な方法論がない。

上記の問題に対して、システム・ダイナミクスに基づく、“モデル・ベースと経営”を組み込むことにより問題を全て解決できる。制御理論に基づく制御アーキテクチャの設計法である“モデル・ベース制御”に倣って表現したビジネス・プロセスの設計法、すなわち“モデル・ベースと経営”の流れを図3に示す。

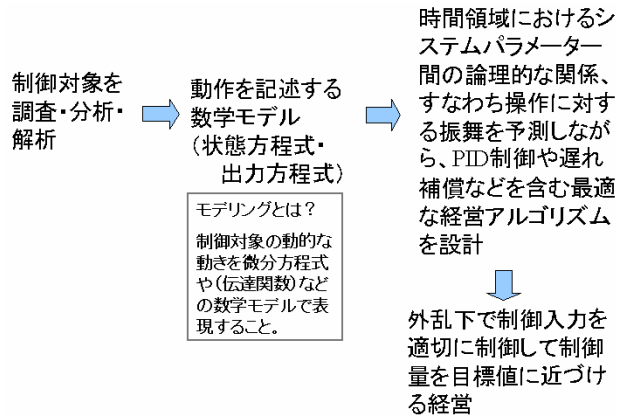


図3 モデル・ベースと経営（ビジネス・プロセスの設計法）

モデル・ベースと経営をダブル・ループ戦略マネージメント・システムの中に組み込んだ部分が、図1における“Sim”と描かれた旗の絵の部分である。

経営者が経営理念（ミッション）を提示し、それに基づいて戦略を実現計画にリダクションする。その時、モデル・ベースと経営を組み込んだバランス・スコアカードを使って、その戦略にかかわる人々が戦略の実現に向けて集中できる経営システムを構築する。その流れを、図4に示す。

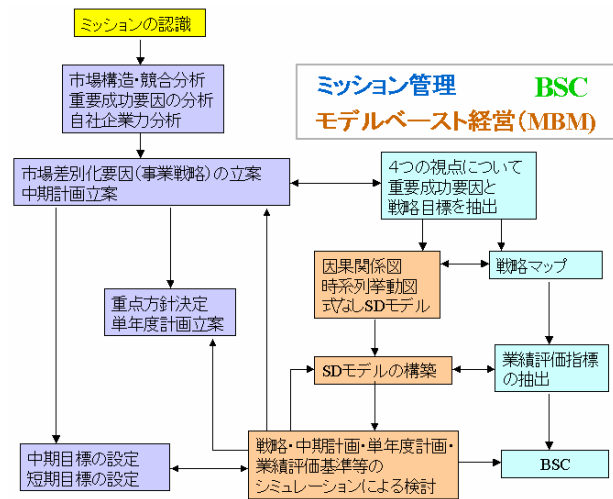


図4 仮説検証型経営における戦略の実現計画

2.2 電力取引への仮想市場の適用例

システム・ダイナミクスに基づくモデリングとシミュレーションが適用されている事例として北欧の電力取引に関連したモデルを紹介する。

ヨーロッパでは既に電力は自由化されており、北欧4国（デンマーク、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド）では、1970年代からノルウェーで運営されていた電力融通の仕組みを中心にして、1998年に他の3国の市場も統合して、図5に組織構成を示す電力市場 Nord Pool を設立し運営している。

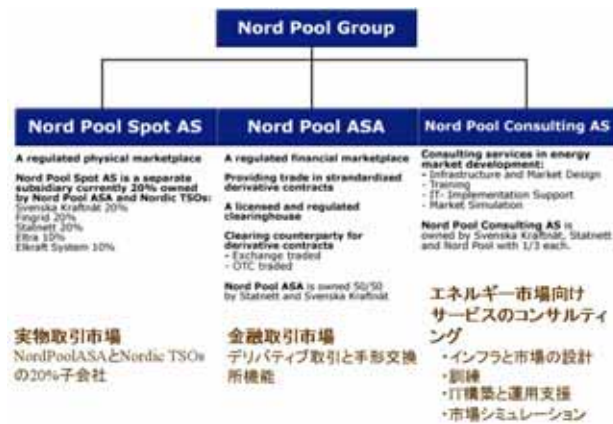


図5 ノルド・プールの組織構成

80%程度は相対取引で、残りの実物取引と金融取引をこの市場で行っており、その様子はWeb上に公開されている。この市場で行っている翌日の1時間毎の実物取引のノルウェー地域の状況を図6に示す。また、週単位の区域間取引量の予測を図7に示す。

図7の地図に示されているように、ノルウェーとデンマークはそれぞれ2分割されており、その結果、Nord Pool は6地域分割されていることになる。現状の日本

の電力市場はまだ地域独占に近いが、2005年4月からの電力量60%以上の自由化が近づくとつれて、当面は9地域分割された市場が開設されるものと考えられる。

が予想できる。この右のグラフの右端の SysPr はシステムプライスの意味で、完全に均一価格になった場合の理想的な価格を意味している。

Time	Prod	Net Exch	Imp/Exp	Export	Consumption	Super	Price for today	Regul.
00:01	12641	410	803	-387	-250	55	736	13227
01:01	12658	341	312	-300	-250	11	939	12951
02:01	12702	351	193	-541	-274	-19	495	12980
03:01	12777	488	82	-710	-259	43	416	12841
04:01	12881	828	81	-484	-256	32	319	13388
05:01	13000	1000	1000	-1000	-1000	1000	1000	1000
06:01	13100	1100	1100	-1100	-1100	1100	1100	1100
07:01	13200	1200	1200	-1200	-1200	1200	1200	1200
08:01	13300	1300	1300	-1300	-1300	1300	1300	1300
09:01	13400	1400	1400	-1400	-1400	1400	1400	1400
10:01	13500	1500	1500	-1500	-1500	1500	1500	1500
11:01	13600	1600	1600	-1600	-1600	1600	1600	1600
12:01	13700	1700	1700	-1700	-1700	1700	1700	1700
13:01	13800	1800	1800	-1800	-1800	1800	1800	1800
14:01	13900	1900	1900	-1900	-1900	1900	1900	1900
15:01	14000	2000	2000	-2000	-2000	2000	2000	2000
16:01	14100	2100	2100	-2100	-2100	2100	2100	2100
17:01	14200	2200	2200	-2200	-2200	2200	2200	2200
18:01	14300	2300	2300	-2300	-2300	2300	2300	2300
19:01	14400	2400	2400	-2400	-2400	2400	2400	2400
20:01	14500	2500	2500	-2500	-2500	2500	2500	2500
21:01	14600	2600	2600	-2600	-2600	2600	2600	2600

図6 1時間毎の電力取引（ノルウェー地区）



図8 電力移出入地図

週単位の区域間商取引量の予測
2003 week 43
Last updated: 2003-10-16 13:32:26

Transmission connections	Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1 Mid-Norway (SE12) - Sweden	00:07	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
1 Sweden - South-Norway (SE13) - Sweden	00:24	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
2 South-Norway (SE12) - Sweden	00:07	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050
2 Sweden - South-Norway (SE13) - Sweden	00:17	1750	1750	1750	1750	1750	2050	2050
3 Sweden - South-Norway (SE12) - Sweden	00:17	1150	1150	1150	2050	2050	2050	2050
3 South-Norway (SE13) - Sweden	00:24	300	300	300	300	300	300	300
3 Sweden - South-Norway (SE12) - Sweden	00:24	300	300	300	300	300	300	300
4 Sweden - Finland	00:24	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050
4 Finland - Sweden	00:06	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
06:19	1400	1400	1400	1400	1400	1300	1300	

図7 週単位の区域間商取引の予測



図9 電力取引のない場合と取引結果の電力価格

この市場の参加者は、発電会社、パワーマーケット、大口需要家、ブローカーなどであるが、彼らは電力ビジネスに取り組むに当たって、長期的な価格動向を予測して、価格に与える要素間の関係を理解し、電力売買を支援できるシステムを必要としている。そのためシステム・ダイナミクス・ツールを活用してパワーシム社がある特定のグループにシミュレーション・システム EnergySim を提供している。

電力の移出入を表示する地図を図8に示す。この中でスライダは双方向の相互接続容量を表し、中の計器盤は現在流れている電力が、その向きの容量の何%であるかを示している。

移出入が行われなかったとした場合と、行われた場合のある時点における電力価格を表したグラフを図9に示す。左が前者、右が後者である。横軸は構成する6地域を表している。この時点で左二つのノルウェー地域の電力価格が大幅に安いが、移出入することで全体的に価格が安くなり、ノルウェーの電力価格は全体とほぼ同じ価格まで高くなっていて、発電会社の利益

日本の電力会社にとっては、垂直統合方式による発電・送電・変電・配電により、電力の卸売買と顧客への販売は注力する必要があまりない分野であったが、今後の自由化の進行と共に上記のような仮想経営システムの開発・運用が個別な電力会社の経営力を左右する一つの要素になるであろう。

2.3 企業におけるシステム思考教育

企業における従来の社員教育は、資格別の集中教育とOJTとが標準的な形態であった。しかし、最近の不透明で流動的な環境から、環境に迅速に適應するだけでなく環境を先読みし、流れに乗れるばかりか流れを作り出す人が求められている。和をもって貴しとせず、コンセンサスを必要とせず、適材適所の人事配置で經營する、それに適應できて、さらにリードできる人材の育成が必要である。

もちろん、底辺のかさ上げ的教育も必要ではあるが、上記が必要なのはその比ではない。であるから、ここで述べているシステム思考教育は全社員あるいは

多くの社員に対して必要なわけではない。教育も適材適所である。

従来の経験により判断と決断ができる事象は、現在でも数の割合からするとかなり多いと考えられる。しかし、経験知だけでは判断と決断がつかない数少ない事象への対処が、これからの企業経営の成否を左右すると考える。

そのために今後経営の中心となる者に対する教育の一部として、システム思考教育を推奨する。その内容例を表2に示す。

表2 システム思考教育の内容の一例

2日間	顧客事業が直面する問題認識 BSCを補完するモデルベース経営 構造的アプローチ システム的アプローチ:ST概論 システム的アプローチ:ST詳論(システム原型) システム的アプローチ:ST演習 (顧客事業が直面している問題のOCLとFM) システム的アプローチ:SD概論
1ヶ月間(グループ単位のML)	受講者の直面する問題の分析/解決提案 グループで取り上げる分析/解決すべき問題 グループワークの提案
4日間	SDツールのインストール SDツール 概論 ST/SDによる問題分析和解決の標準的プロセス SDの概要を掴む 習うより慣れる 習うより慣れる 第2弾:Studioの主要な機能 (Reservoir, データセット, 階層モデル, 共有/個別ダイアグラム, 連続/離散/ロジカル流, 配列, 遅れと平滑化, リスク評価, 閾値一覧, その他の機能) モデル構築演習 (2~3人のグループワーク, 問題の分析/解決提案の作成・発表)

3. 経営教育分野への提言

経済学・経営学では、スタティックな現象ではなくダイナミックな現象を理解する能力を育成することが重要である。しかし、現実には学生がダイナミックな現象をそのままの形で学習する機会は少ないようである。以前の紙と鉛筆の時代なら兎も角、ほぼ全員の学生がPCを所有する現在、それを有効に活用してダイナミックな現象を教育する環境を整えるべきではなかろうか。

最近のSDツールでは、モデルの再利用や階層化が可能となっているので、経営学習のためのモデル・ライブラリを準備することも容易になっている。学生は経営学習のモデルに対して自ら判断して条件を設定しシミュレーションを実行することにより、注目している要素が設定した条件により影響されダイナミックに

変化する様子を実感を持って理解できる。部分的な仮想経営によるこのような学習を経営理論と組み合わせることにより、自然科学の領域における理論と実験との組み合わせに近い効果が得られる。

経営学習モデルの例として、ビールの製造・販売のサプライ・チェーン・モデルを紹介する。

ビール・ゲームという、1950年代に景気循環に興味を持ったフォレスターが、小型のシミュレーションゲームを使って実験を始めるにあたり、MITの学生に概念をしっかりと把握させようと考え、ビールの流通過程を巡って構成したゲームが有名である。しかし、ここではその内容には拘泥していない。

ビールの製造・販売モデルを図10に示す。



図10 ビールの製造・販売モデル

左の灰色の部分が生ビール会社、中の黄色い部分が卸業者、右の緑の部分が生ビール小売店、右端が需要を表している。需要は一定の値の周りで10%の標準偏差で変動し、その平均値も期間を選んで増減できる。

シミュレーションは週刻みに実施し、小売店は毎週売れた量に小売在庫安全率をかけた量を、毎週月曜日に配達に来た卸会社のトラック運転手に伝える。ただ、その週の残品があればその量に需給調整率をかけた量だけの注文を控え、売り切れにもかかわらず顧客が来ているように感じたら、逆に注文量を50%増しにする。

卸会社では、小売店の注文を集計し、それに卸在庫安全率をかけた量を、毎週月曜日に来る生ビール会社の配送運転手に伝える。ただ、その週の残品があればその量に需給調整率をかけた量だけ控え、注文した量だけ配送されなかった場合には、その不足分に同じ需給調整率をかけた量だけ翌週の注文量に加算する。

生ビール会社は卸会社からの注文を集計し卸会社と同じ計算処理を施して製造にかかるが、生ビールの醸造期間として2週間が必要である。生ビールの最大生産力は、平均販売量の20%増しである。しかし、増強が必要となると時期を決めて現在の倍の生産量に設備を拡張できる。

注文の集計結果の伝達と上流から下流への商品の搬送は、原則として翌週に実施される。

ほぼ一定の需要が2年間継続した場合のシミュレーション結果の例を図11に示す。赤色がビール会社、緑が卸会社、青が小売店である。図の上段は各段階の在庫、中段はビール会社の製造量と出荷量、および茶色の水平線は最大生産量である。下段は卸販売量と小売販売量、および需要である。

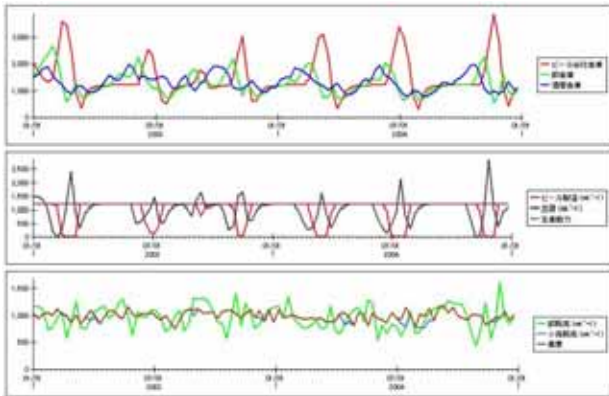


図11 ほぼ一定の需要の下でのビールSC

センゲのThe Fifth Disciplineのビールゲームの章にあるように、各段階の供給者に理由がわからないままに需要が急に増え、数ヶ月の後にビール会社は設備を増強したところ、その直後に人気は陰ってしまった場合のシミュレーション結果を図12に示す。

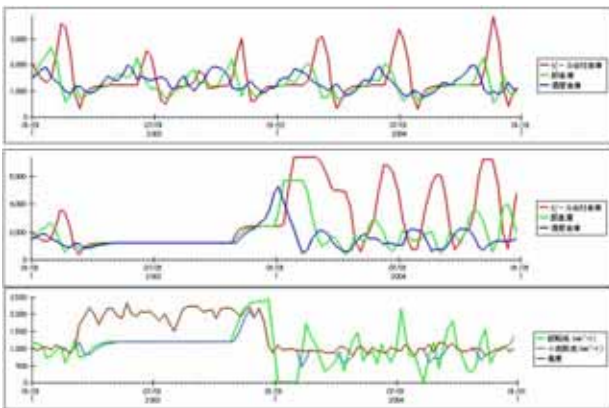


図12 人気の急変の下でのビールSC

モデルの外生変数をシリーズ的に変更することにより、各種の感度分析が可能であるが、下記 URL からダウンロード可能なモデルには、条件を各種変更したシミュレーションが準備されている。

原型	釣合状態
需要変動なし	2倍の生産期間
積極需要策	消極需要策
突発人気	

次に、図10で示したビールの製造・販売モデルを

サブ・モデルとして組み込んだビール会社の利益モデルを図13に示す。この図は魚の形をしているが、尻尾の付け根の部分にある八角形のシンボルが図10のモデルである。このように、最近のシステム・ダイナミックス・ツールはモデルを階層構造として再利用することが可能となっている。

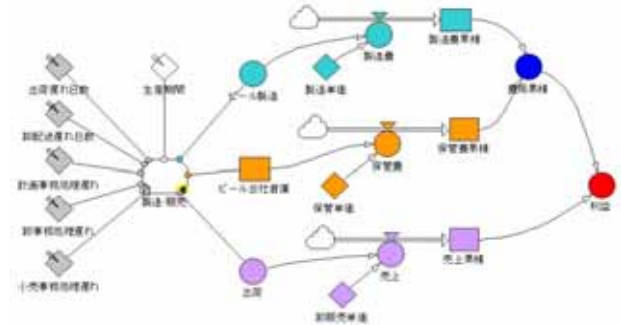


図13 ビール会社の利益モデル

企業経営においては、手元で操作できないリスクが発生することが多い。例えば、ビール会社の管理下に置かれていない、出荷を担当する配送会社、卸会社、小売店が、注文を集計する事務処理あるいはビールの配送を、翌週ではなく、翌週からさらに3週間まで遅れる可能性があり、それがランダムに起こり得るとしたら、ビール会社の利益はどのような影響を受けるだろうか。

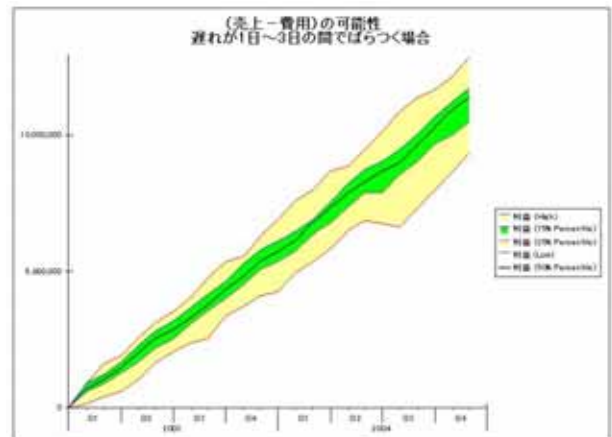


図14 ビール会社の下流の物流性能が及ぼす影響

それについて、確率シミュレーションを実施した結果が図14である。この図は横軸が2年間の時間軸で、縦軸が累積利益である。事務処理と配送が翌週行われるなら、この図の中の上端の線に沿って利益は伸びるが、今回の条件では最悪の場合には30%も利益が減少することが示されている。

このことは、ビール会社にとって自社以降の流通経路の整備が利益の確保にいかにか大切であることを示している。このようなリスク評価のプロセスは、モデリングとシミュレーションにおいて実利的に重要なステップ

ブである。

4. 環境分野からの期待

4.1 環境問題に有効なシステム・ダイナミクス

環境問題は人々に身近な問題であると同時に疎遠な問題でもある。その最大の原因は、因果の時定数(平均遅れ時間)が人生に比べて比較的長いことにある。そしてもう1つの主要な原因はその問題に関係する範囲が広いために、その問題を空気や水のような存在として捉えがちなためである。

システム・ダイナミクスに基づくモデリングとシミュレーションでは、実験時間は任意に設定できるので、因果も感覚的に捉えることができ、共通のモデルにより広い範囲の関係者間の認識の共有化も可能になる。

4.2 環境問題へシステムダイナミクスの適用例

文部科学省の生活ニーズ対応研究「都市ゴミの高付加価値資源化による生活廃水・廃棄物処理システムの構築」から、北九州市を対象とした名古屋大学担当分を一例として図15-1,2,3に示す。なお、この資料は担当者の岡村実奈博士により提供を受けた。

このプロジェクトは都市における家庭から出る生ゴミの処理についての研究である。将来、新しいシステムを構築することに関する技術的な研究と、実際に社会に導入するための社会的な研究の両方を含む。

現在は可燃ゴミとして焼却されているゴミを分別収集して、生分解性プラスチックを作るシステムと、ディスプレイを介して下水サイドに生ゴミのフローを変更して、下水側で資源として有効利用しようとするシステムが想定されており、このための技術研究がなされている。研究全体の構成を図15-1に示す。

そのシステムをどう社会に導入するかと言う設計と評価の研究のために、生ゴミがどのくらい排出されているのかの計量調査(図15-2:真ん中下の図)および市民へのインタビューやアンケート(図15-2:左下)の他に、コストやシステムのために必要なエネルギーを分析し、効率をより良くする可能性についての調査などを行った(図15-2:右側)。そうした研究成果を定量化するために、システム・ダイナミクスを用いて、北九州市を対象とした有機性廃棄物フローのモデルを作成した。(図15-2:左上:名古屋大学担当)

システム・モデルでは、実施する政策等のパラメータを入力することによって、2000年から2030年までの北九州市における生ゴミ処理に起因する物質フローと費用、および二酸化炭素排出量が計算できる。

このツールによって政策(分別収集するか?ディスプレイを使用するか)間の比較と、政策内での最適化(例えば、分別収集するなら、そのまま回収するの

と乾燥機を使用して乾燥したものを集めるのとどちらが費用、二酸化炭素排出量が少ないのか?)条件を探ることが可能になる。

また、SDツールは、プレゼンテーション機能にすぐれているため、政策決定時の合意形成コミュニケーション・ツールとしても有用であると考えている。

研究テーマ:「都市ゴミの高付加価値資源化による生活排水・廃棄物処理システムの構築」



図15-1 研究の全体構成

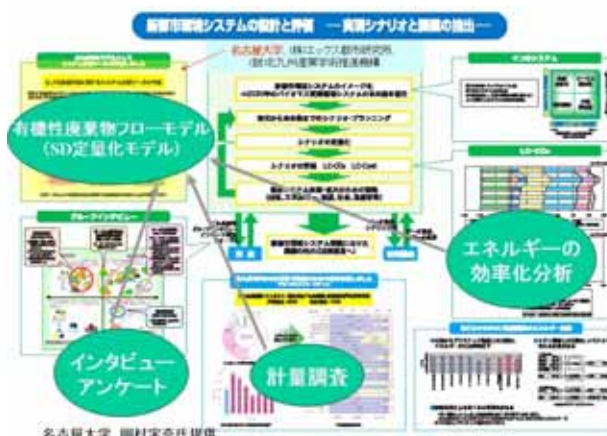


図15-2 実現システムの課題の抽出

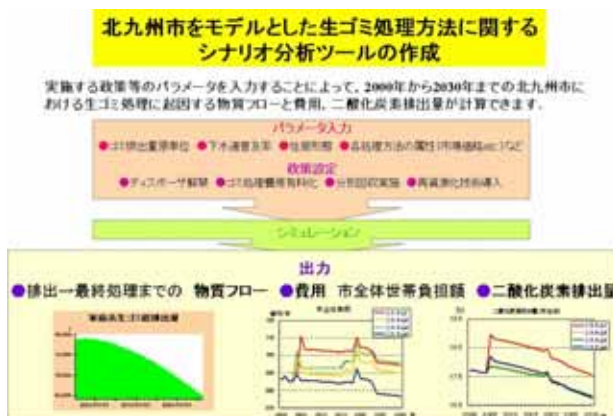


図15-3 生ゴミ処理法による物質フロー、費用、二酸化炭素排出量のシミュレーション

5. おわりに

物造りの世界では、その物の本質を捉えるための捨象・抽象の結果、モデルが作成され、人間の頭に代わるコンピュータの中で、その物およびそれと関連するシステムの様々な関係が予測される。それに基づいて物が造られ、オペレーションされることは極普通の状態となっている。

しかし、社会系の世界では、捨象・抽象により数学モデルを構築する段階で、物理系の世界とは比較できないほどの曖昧さと複雑さが存在し、十分な検証ができない状況が続いていた。

その状況は変わらないが、数学モデルを実行するコンピュータの高機能化に伴うダウンサイジングによって、業務に直接携わる人間が、モデルを容易に迅速に変更することが可能となったことで、曖昧さと複雑さをモデリングとシミュレーションを通して確認することが短時間に容易になってきた。

このことは、社会系の世界に制御理論であるシステム・ダイナミクスを適用できる可能性を急激に高めることになったと考えている。

システム・ダイナミクスは実学的な科学技術であり、社会に直接適用されてはじめて科学としての価値が見出されると考えている。今後ともシステムダイナミクスを実社会へ適用し、その効果の発現に傾注する所存である。

最後になりましたが、環境関連の研究成果を提供いただいた、名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻の研究者 岡村実奈博士に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 木村英紀： 制御工学の考え方，講談社，2002.12
- 2) R.S.Kaplan, D.P.Norton ; The Strategy-Focused Organization, Harvard Business School Press, 2000
- 3) 松本憲洋：モデル・ベスト経営，JSD 学会誌 No3，2003.5
- 4) J.D.Sterman ; Business Dynamics, Irwin Mac Graw-Hill, 2000
- 5) P.M.Senge : 最強組織の法則，徳間書房，1995
- 6) P.M.Senge, et al. ; 学習する組織「5つの能力」(The Fifth Discipline Fieldbook)，日本経済新聞社，2003.9
- 7) 川本明ほか；新展開電力ビジネス，(社)日本電気協会新聞部，2001.11
- 8) 井熊均；電力取引ビジネス，東洋経済新聞社，2001.5

参考SD ツール：PsStudio2003 Express

- (1) プログラムの機能 :
構成要素数制限 (50 個) と有効期間 (60 日) 以外はビジネス版と同じ機能で無償。
- (2) プログラムのダウンロード :
POSY 社の HP <http://www.posy.co.jp> の左側のメニューの「Powersim のダウンロード」をクリックして、Powersim のサイトへ移動。
<http://www.powersim.com/technology/express.asp>
画面下方のダウンロードへの“Download Powersim Studio 2003 Express..” をクリックして、ダウンロードの申請ページに入る。
申請後、ダウンロードを開始する。
Powersim 社は申請に基づきメールでライセンス番号 (シリアル番号) を送ってくる。
- (3) プログラムの解凍からインストール :
ダウンロードされたファイルは、PsStudio.exe と名前が付いている。自己解凍しインストールの段階に進む。
インストールの最初にシリアル番号を聞いてくるので、Powersim 社からメールで送られてきたライセンス番号を入力する。
- (4) SD モデルのダウンロード
モデルの配布条件
ダウンロードしたモデルは、教育、ツール評価、自己学習など商用以外の目的に使用可。
著作に関する全ての権利は、各モデルに明記した作成者に属す。モデルは、WinZip で圧縮されている。
ダウンロード
POSY 社の HP <http://www.posy.co.jp> の左側のメニューの「モデルの配布」をクリックして、ダウンロードのサイトに入り、ダウンロードを実行する。