

## ST/SD 入門セミナー・ワークショップ (第2回)

2014年4月22日実施

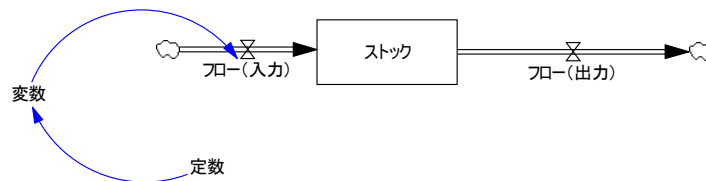
### 1. SD コース

今回は、SD コースの概要も兼ねて、SD モデルを構築していく方法論について説明しました。その中で、いきなり定量モデルを構築するのではなく、モデルの目的やカバーする範囲、性格などをまず明確にし、それから定性モデル構築と定性分析、その後、定量モデル構築と定量分析に進むことで、手戻りが少なくなることを指摘しました。定性モデル構築で、手戻りはある程度は避けられないことですが、あまり曖昧なままに作業を進めるのでは、結局、目的に合ったモデル構築がいつまでたってもできないこととなります。

今回は、モデルの要素の振る舞いについて説明します。

#### (1)ストックとフロー

定量モデルは、4つの種類の要素で作られます。その4つとは、ストック、フロー、変数、定数ですが、後の3つは同じ性格で、ただ、フローは、ストックに入出力という関係で結び付いているので、区別して、フローと呼んでいます。変数は、Stella などでは、コンバーターと呼ばれています。フローと変数、定数は同じ性格のもので、ただ、表現方法が違うだけなので、定量モデルは、ストックとフローだけでできていると言えます。



#### 1)ストック

ストックは、入出力の差が量として蓄積されるものです。ストックのイメージとして、よく浴槽が例に使われます。浴槽がストックで、水やお湯の蛇口が入力のフロー、栓が出力のフローになります。今、栓を抜いたまま水の蛇口を空けた浴槽を考えた時、栓から抜けていく水よりも蛇口から入ってくる水の量が多いと浴槽に水が溜まっていきます。このように、時間と共に蓄積される量を計測するものとして、ストックがモデルの要素として使われます。Vensim PLE では四角のボックスで表現されます。

#### 2)フロー

フローはストックに変化を与えるもの、入出力となるものです。先の浴槽の例での水やお湯を浴槽に入れる蛇口や栓に相当します。フローは、ストックと違い、蓄積していきことはなく、変化するだけです。よく、通過するだけというように表現されます。Vensim PLE では、雲から出る（あるいは入っていく）三角が中央に2つ向き合って付いた矢印で表現され、必ずストックに矢印が接触する、あるいはストックから出てくるように表現されます。

#### 3)変数

変数は、ストックに直接に入力となるものではなく、間接的に入力となるものです。性質はフローと同じで、通常は関数や論理式で定義します。

#### 4)定数

定数は、変化しない値をフローや変数に与えるものですが、SD では、モデルの作り方として、定数が与えられ、モデルがその後自動的に動くような設計にします。そのため、このような、きっかけを与える定数を政策変数とか、外部変数と呼んでいます。

ストックになる要因やフローになる要因は、先の浴槽の例のように、最初から明確な場合もありますが、モデル設計次第という場合もあります。また、シミュレーションで、ストックの値を求めることがSDの目的というわけではありません。ストックに量が蓄積されていく状態を見たい場合もあれば、フローでの変化を見たい場合もあるでしょう。先の例では、浴槽に溜まった水の量を知りたい場合もあれば、お湯と水が浴槽に流れ込むその流量を知りたい場合もあるでしょう。目的ではなく、表現方法と考えて下さい。

### (2)要素の変化のパターン

要素の変化は基本的に8つあります。

- 1)単純な増加（あるいは減少）－直線変化
- 2)指数的增加（あるいは減少）
- 3)Sカーブ：立ち上がりがゆっくりで急成長し、収束する。
- 4)パルス：ある時点で急に値が変わる
- 5)周期変化
- 6)収束、あるいは発散
- 7)無秩序：ランダム変化あるいはランダムに近い変動
- 8)無変化：定数など

これらが組み合わさって複雑な変化を引き起こします。

#### 1)単純な増加（あるいは減少）－直線変化

直線変化と次の指数変化、及びSカーブは、基本的にストックを使って表現します。ストックを使った直線変化あるいは指数変化に対し、入出力にいろんな干渉を加えていくと、周期変化を引き起こしたり、収束、あるいは発散したり、無秩序的な動きになっていきます。これを意図的に引き起こすために、周期変化などを入力することもあります。

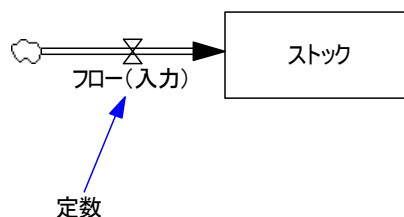


図 1-1 : 直線変化

図 1-1 は典型的な直線変化のモデルです。今、ここで、  
ストックの初期値=3  
フロー（入力）=定数  
定数=2 としましょう。  
これは、

$$y = a + bx$$

という式を表現したことの同じで、初期値  $a$  をベースに  $b$  だけ増加していくことを意味し、 $a=3$  (ストック初期値)

$b=2$  (フロー値)

が与えられたことと同じです。こういった式とモデルは、必ず直線的な変化になります。

「変化の形」という初等教育教材の中に、「友達を作ろうゲーム」という項目がありましたが、クラスの生徒が 2 人ずつ、それぞれの友達を呼んで、中央のサークルの中に友達を増やしていく、その変化がこれに相当します。

モデル、図 1-1 に関し、注 1 参照

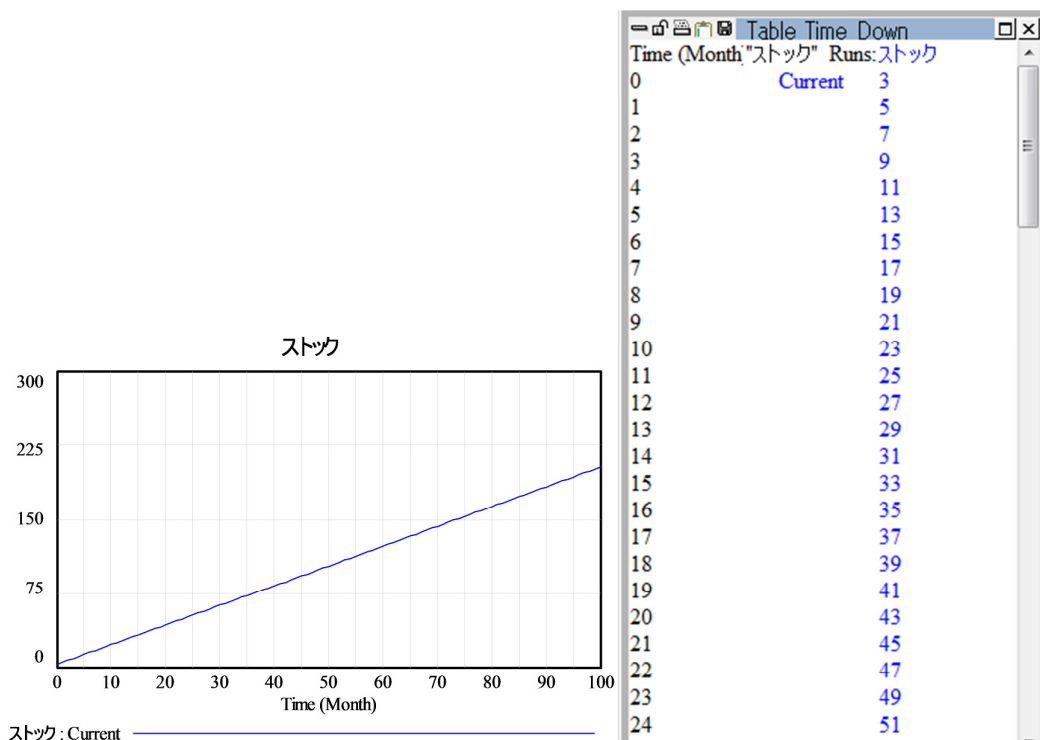


図 1-2 : 直線変化のモデルのシミュレーション結果

## 2) 指数的增加 (あるいは減少)

指数変化は、ストックからフローに値を戻すことで表現できます。図 1-3 で、ストックからフロー (入力) に矢印が引かれていることに注目して下さい。たったこれだけですが、これで指数変化を表現できます。

これも、数式的には、

$$y(x) = y(x-1) * b$$

で表現され、初期値  $a$  をベースに  $b$  で乗された  $y$  が増加していきます。

ここでは :

$a=3$  でこれが  $y(0)$  の値 (ストック初期値)

$b=2$  (フロー値)

とすると、初期値を 3 とする値が 2 乗され続けていきます。

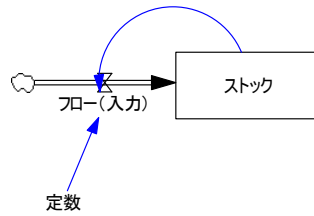


図 1-3：指数変化

「変化の形」という初等教育教材の中に、「友達を作ろうゲーム」という項目がありましたが、クラスの生徒が 2 人ずつ、それぞれの友達を呼んで、中央のサークルの中に友達を増やしていく、呼ばれた、サークルの中に入った生徒が、それぞれも友達を呼んで、サークルの中に呼び入れるという変化がこれに相当します。

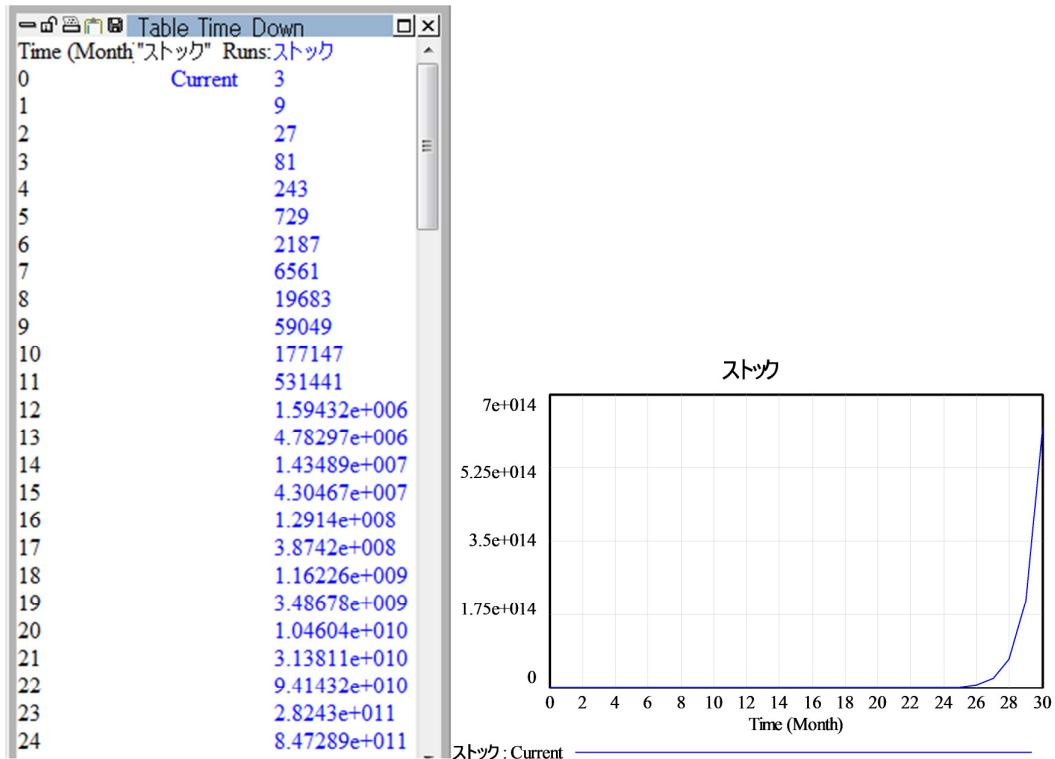


図 1-4：指数変化のシミュレーション例

この指数変化は、人間にとって予想しにくい性格であることが SD では言われています。例えば、池に 1 個の浮草があり、これが毎日 2 倍に増えていっても、池が浮草ですっかり覆われてしまう数日前までは気がつかなく、気が付いた時には、数日後に池が浮草ですっかり覆われてしまうといった例が挙げられています。また、池の大きさにもよりますが、1 週間以内にこうなってしまうと言う、短時間での大きな変化が特徴です。

こんな単純な指数変化でも人間には予想しにくいものなので、ここにいろんな変化が加わった場合はまず普通は予想できなく、シミュレーションによって計算してみるしかないものです。

3)S カーブ：立ち上がりがゆっくりで急成長し、収束する。

これは、もちろん、逆の変化、ゆっくり落ち込み、中間は急速に減衰、最後の減衰はゆるやかな変化でもいいわけです。

一般的には、普及モデルと呼ばれる、図 1-5 の例のような、ストックを 2 個、パイプラインで連勝した形で表現します。こうすると、既存顧客は、ロジスティック曲線と呼ばれる、立ち上がりがゆっくりで、中間で急成長し、最後は収束する形の変化を示しますし、製品普及では、釣鐘曲線と呼ばれる、中央で左右対称になる形の変化を示します。また、潜在顧客は、既存顧客を対象にしたような、ゆっくり下降し、中間で急速に下降、最後に下降スピードが落ちるといふ変化を示します。

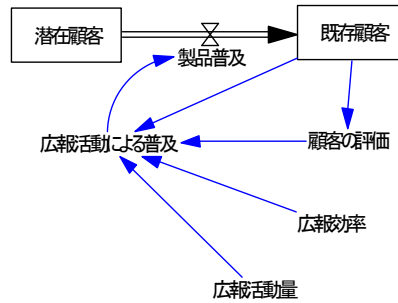


図 1-5：普及モデル例

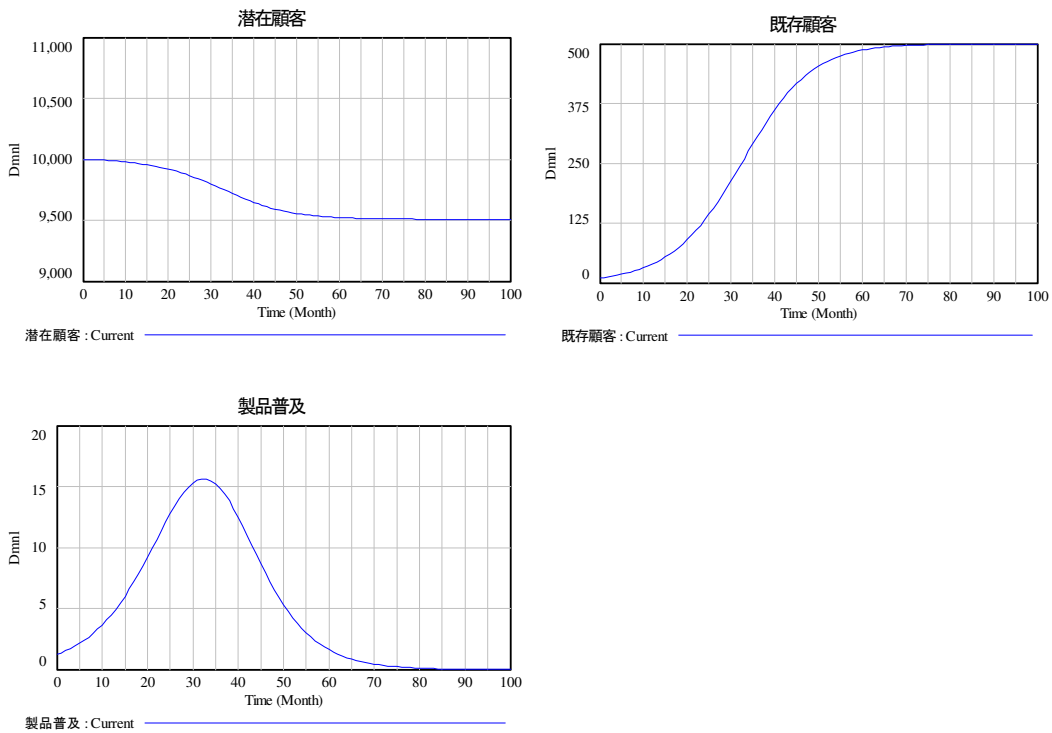


図 1-6：普及モデルシミュレーション例

逆に、こういった変化を与えるために、テーブル関数でこのような形を入力で指定することも多くあります。第1回目に、演習で、イースター島のモデルを取り上げましたが、食料の量と死亡率との関係を、既存顧客で示した曲線と同じ振る舞いにしたいので、イースター島のモデルでは、こういった変化の時点での値を食料の量に応じて、死亡率に当てはめています。従って、食料の量と死亡率との関係に限定すれば、イースター島モデルでは、死亡率はロジスティック曲線にそった形で変化していきます。ロジスティック曲線や成長曲線は、もちろん関数表現できますが、曲線の曲がり方などを指定するやり方が複雑なので、多くの場合、SDでは、テーブル関数と呼ばれる方法で、直接グラフで指定するやり方を採択しています。

#### 4)パルス：ある時点で急に値が変わる

これは、直線変化に直線変化を組み合わせた場合に現れるパターンです。3つのタイプ、パルス、ステップ、ランプがあります。パルスは、ある期間、値が突然上昇（あるいは下降）し、期間が終わると基に戻るものです。ステップは、ある期間から急に値が上昇するものです。ランプは、ある期間から徐々に値が上昇していくものです。例えば、ある政策によってプロジェクトが起き、プロジェクト期間だけプロジェクト予算が予算として増えるとか、都市開発によって、ある年から住民を受け入れるようになり、人口がある年から徐々に増えるといった変化を表現する場合に使われます。こういった、もともとは直線変化だったもの、あるいは無変化だったものに対し、何か政策のようなものが絡んで変化が起きた場合の振る舞いがこのパターンです。

こういった変化を起こしたい場合は、PULSE、STEPあるいはRAMPといった関数を使って入力値に変化量を与えていきます。

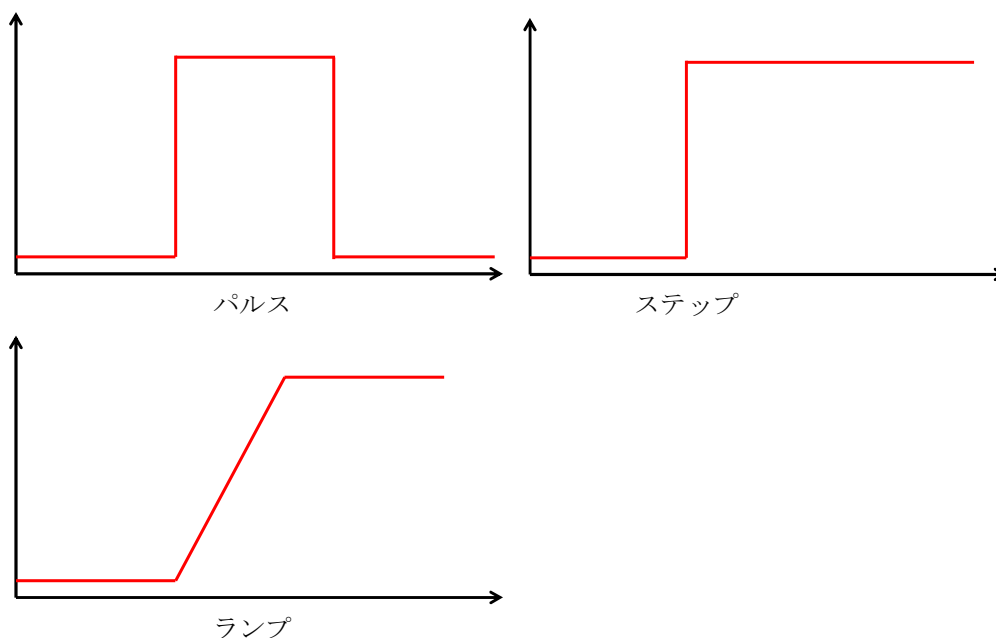


図 1-7：パルス変化

#### 5)周期変化

周期変化は、ストックに影響を与える入力と出力の間に遅れがある場合に発生します。この際、入力と出力が均衡していることが重要です。均衡していないと、次に述べる収束

あるいは発散していきます。

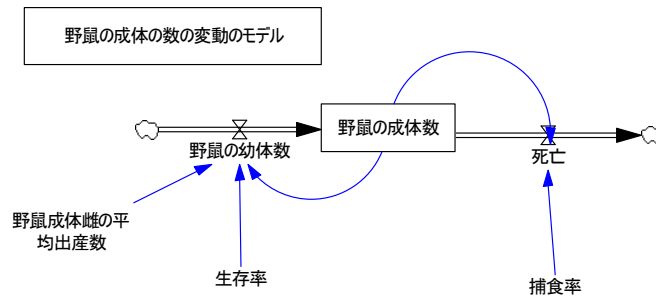


図 1-8 : 野鼠モデル

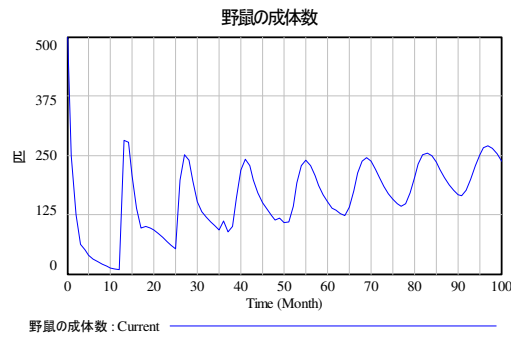


図 1-9 : 野鼠モデルのシミュレーション結果

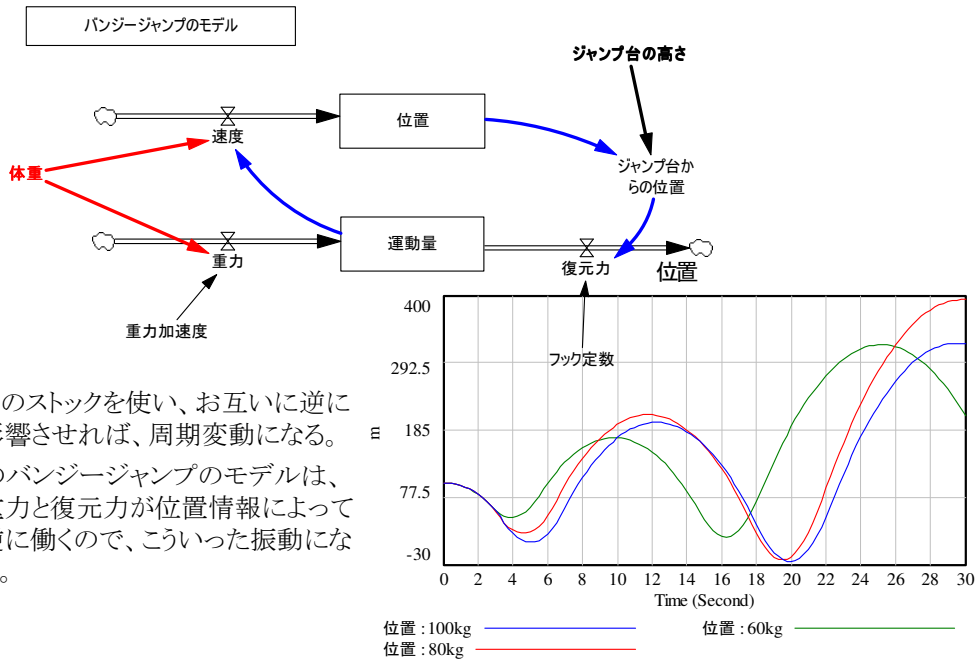


図 1-10 : バンジー・ジャンプのモデルとシミュレーション結果

図 1-8 は、野鼠のモデルで、図 1-9 にシミュレーション結果も示していますが、野鼠の成体が子供を産み、それが成長するまでに遅れがあり、一方、死亡で野鼠の成体は減少するので、この遅れが振動を伴い、生誕率の関係で均衡しているため、周期変化となっています。美しい形と言えない点はお詫びします。

図 1-10 はバンジー・ジャンプのモデルですが、重力と足を縛るゴム・ロープの力に関係するフック数とが位置との関係で逆に働くので、周期になります。

逆に、こういった周期変化を強制的に起こさせたい場合は、SIN 関数などを使って、周期を起こしていきます。ただ、Vensim PLE では COS や TAN などは使えませんので、SIN を基に合成していく必要があります。

#### 6)収束、あるいは発散

先にも述べたように、ストックに影響を与える入力と出力の間に遅れがあり、入力と出力が均衡していないと、収束あるいは発散していききます。図 1-11 は、図 1-8 に示した野鼠のモデルでの生誕数を変えてシミュレーションしたものを示しています。生誕数が 6 匹だと、出力（死亡）よりも生誕が多くなり、生育での遅れに起因する周期変化を伴いながら発散していききますし、出産数が 1 匹だと、死亡していく方が多いので、絶滅に向かっていきます。

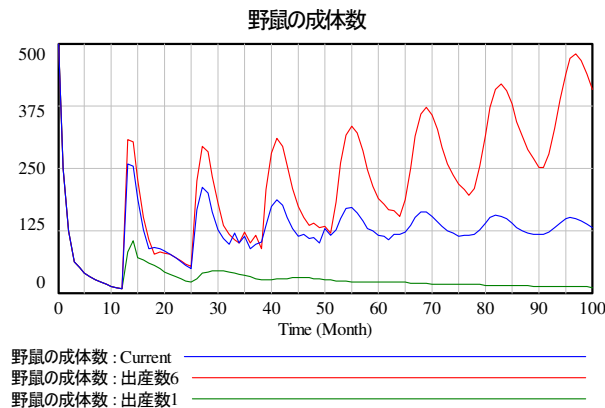


図 1-11：野鼠のモデルのシミュレーション結果

逆に、こういった変化を強制的に引き起こしたい場合は、SIN 関数などや、先のような周期変化を引き起こすものを、直線変化するストックに入力として干渉させていけばいいわけです。

#### 7)無秩序：ランダム変化あるいはランダムに近い変動

多くの場合、いくつもの変化が重なると、無秩序に近い変化になります。従って、意図的に設計しなくとも、フローにいろいろな変数が干渉するとか、いろんな変数を合成していくと、そのフローや変数は、無秩序状態になるのが普通と言えます。

乱数を発生させ、それを基に何かを決めたいということも良くある話です。例えば、小売店の SD モデルを作成する際に、来客を乱数にし、店を訪れる顧客数も時間間隔も無秩序としてシミュレーションしてみて、カウンターの数や店員数の最適な状態を求めるといったことが考えられますが、こういった場合に、乱数が用いられます。

図 1-9 は、シェクスピアの「ロミオとジュリエット」の最初の場面、第一幕第一場の、敵同士であるモンタギュー家とキャプレット家が市場で乱闘を繰り広げる場面をモデルにし



たものです。両家の争いは、常に一発触発の関係にあるとは言え、いつ争いになるか分かりませんし、いつも乱闘になるわけでもありません。そこで、このモデルでは、市場の争いを、乱数によって、ある値以上及び以下で乱闘になるとしています。ある値以上はモンタギュー家の勝ち、ある値以下はキャプレット家の勝ちとしています。こういったやり方（モンテカルロ法）は、企業のマーケティング戦略のシミュレーションなどでもよく用いられる方法です。

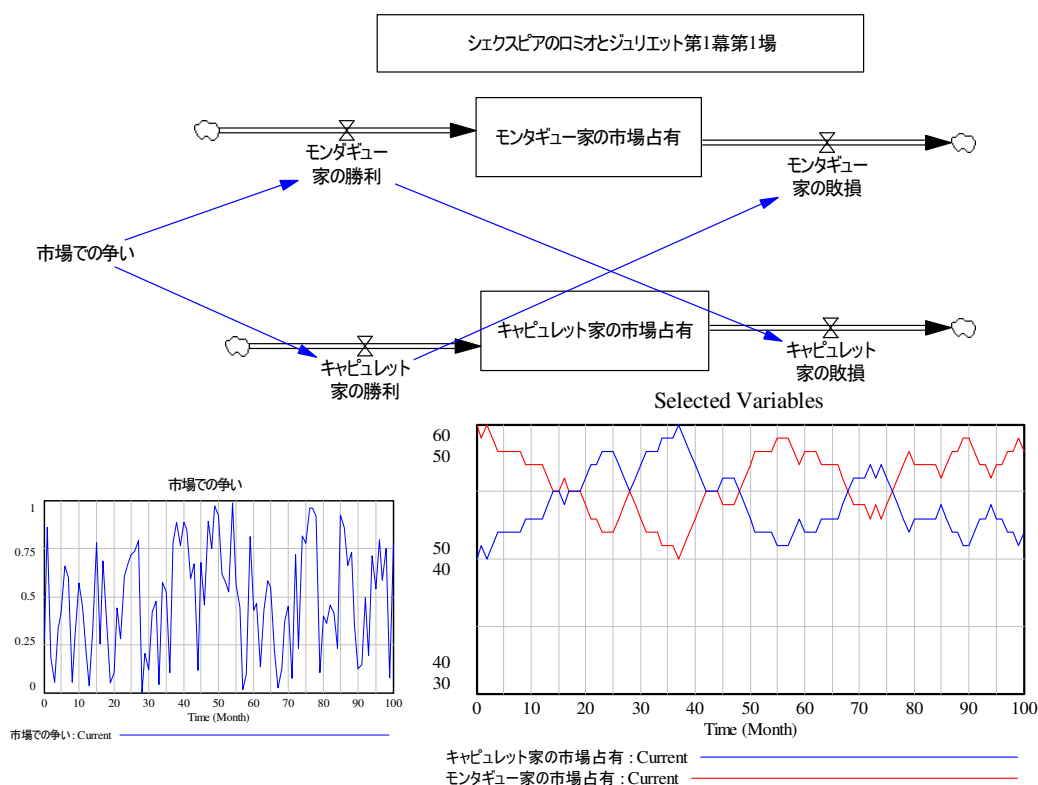


図 1-12：ロミオとジュリエットのモデルとシミュレーション結果

#### 8)無変化：定数など

無変化は、定数などで与えられるので、定数を一般に思い浮かぶかも知れませんが、モデルによっては、変化してはいけない要素が変化するかどうかをチェックするといった使い方も用いられます。例えば、現金だけの話で、売掛金や買掛金を含まない場合の話ですが、別々に計算した、売上と費用の差（利益）と、キャッシュフローでの現金が同じ金額でなくてはならないという原則がありますので、もし違っていれば大問題です。売上と費用の差（利益）とキャッシュフローでの現金の差をギャップという変数にし、この変数が常にゼロであれば問題はありませんが、シミュレーションしてみて、ゼロ以外の値を示した場合には、どこかにモデル、あるいはデータとしておかしい部分があります。こういったモデルのチェックやデータのチェックなどにも、バランスの原則を応用して、この無変化が使われます。

むろん、多くの場合は、定数は、政策変数や外部定数などとして、モデルにきっかけを与えるものとして用いられます。

モデルを構築していく際に、多くの場合は、意図などしないで、結果が先のような振る

舞いになってしまう部分もあるでしょうが、意図してそういった設計にする、あるいは、そういった振る舞いになるように設計する部分もあるはずで、SD モデルの設計に際し、要素の変化は、基本的に、この 8 つのパターンであり、それが組み合わせられていくだけだと理解していただければと思います。

なお、私は制御工学に関しては全く何も知りませんので、ひょっとしたら、この説明は、制御工学的に間違っているかも知りません。

### (3) 2つのフローを含むモデル

2つのフローを含むモデルは、モアクラフトなどは、SD の基本構造と言っています。2つのストックを使って、基本的には以下の4つの振る舞いを表現することができます。

- 周期遅れの干渉 (結果を遅らせる)
- 増強あるいは減衰を高める (早める)
- 打ち消し合い
- ランダムネス

#### 1) 周期遅れの干渉 (結果を遅らせる)

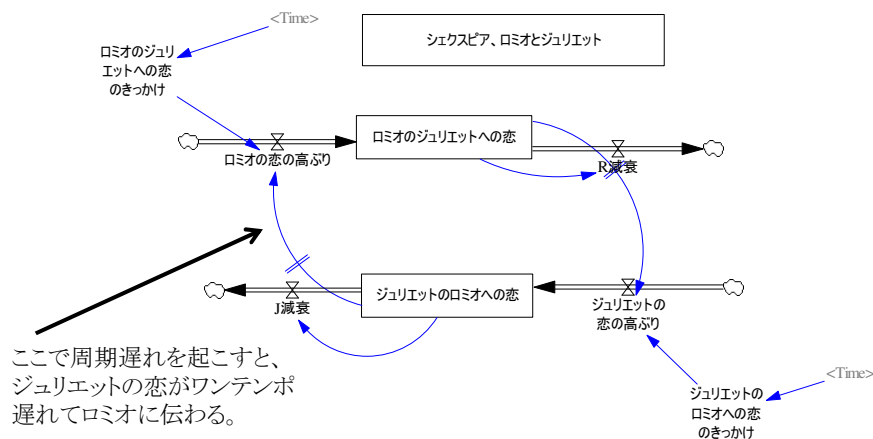


図 1-13 : ロミオとジュリエットのモデル

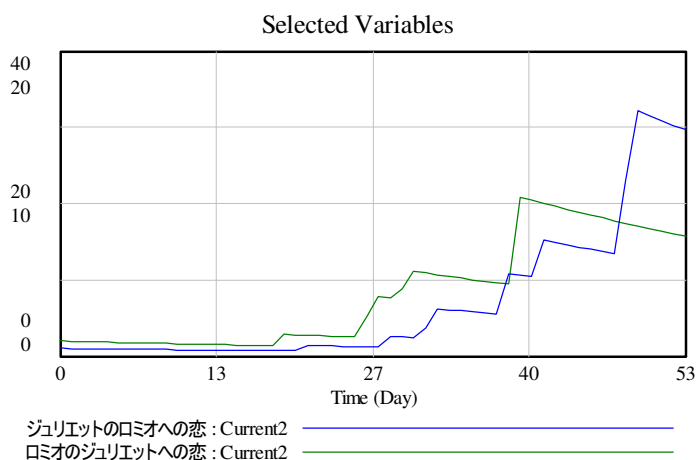


図 1-14: ロミオとジュリエットのモデル

一方のストックの値を他方のストックに周期を遅らせて入れてやる、あるいは引いてやることで、結果を遅らせる（遅延を増強する）ことができます。

図 1-13 と 1-14 は、かなりいいかげんなロミオとジュリエットのモデルで、ここでは、ロミオの愛の告白がジュリエットに少し遅れて伝わり、ジュリエットの愛の受け入れが、ロミオに少し鈍く受け取られるというモデルですが、2人の愛は高まっていますが、遅れが伴うので、少しちぐはぐになっていきます。

### 2) 増強あるいは減衰を高める（早める）

あるいは振幅を増強するといった、変化を増強することができます。図 1-15 は、ロミオをハムレット的な性格にしたもので、これもいいかげんなモデルですが、ロミオがはっきりしないので、ジュリエットも最初は愛が高まりますが、次第にそれ以上高まらなくなっていくという結果を示しています。この場合は、増強を制限する例になります。

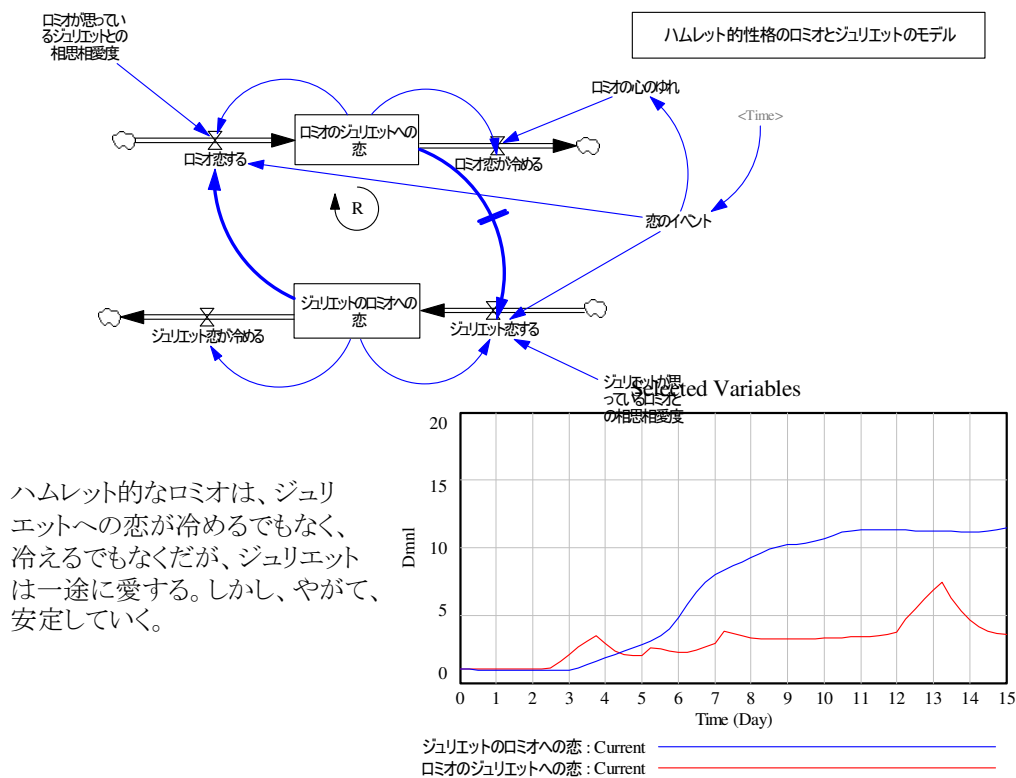


図 1-15：ロミオとジュリエットのモデル

### 3) 打ち消し合い

相手の効果を打ち消し合うことができます。ゼロサム状態を表現する際に良く用いられる方法です。「図 1-12：ロミオとジュリエットのモデルとシミュレーション結果」で見ましょう。モンタギュー家の勝ち、キャプレット家の負けになり、相殺しあって、モンタギュー家の市場占有率とキャプレット家の市場千湯率の合計値は常に 100 であり、それを超えることも、下回ることもありません。マーケットのモデルなどでも同じような構造にして、競合相手と自社とのマーケット占有率の合計を 100% で変わらないように表現します。

#### 4) ランダムネス

ランダムネスは、多くの変化が重なれば、自然にそうになってしまう面もありますが、最少の要素で引き起こすためには、乱数を使うか、最低 2 個のストックを使う必要があります。

### (3)パイプライン構造

何かの遷移を表現する際に用いられる、SD では基本となるモデル構造です。図-16 と図-17 のモデルを比べてみましょう。

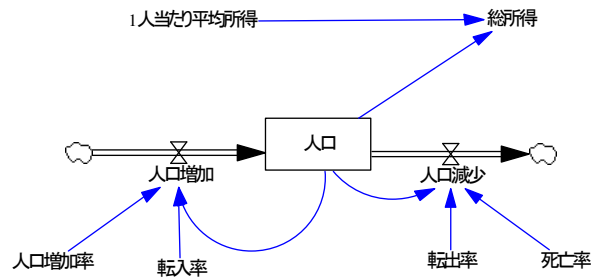


図 1-16：農村経済モデル

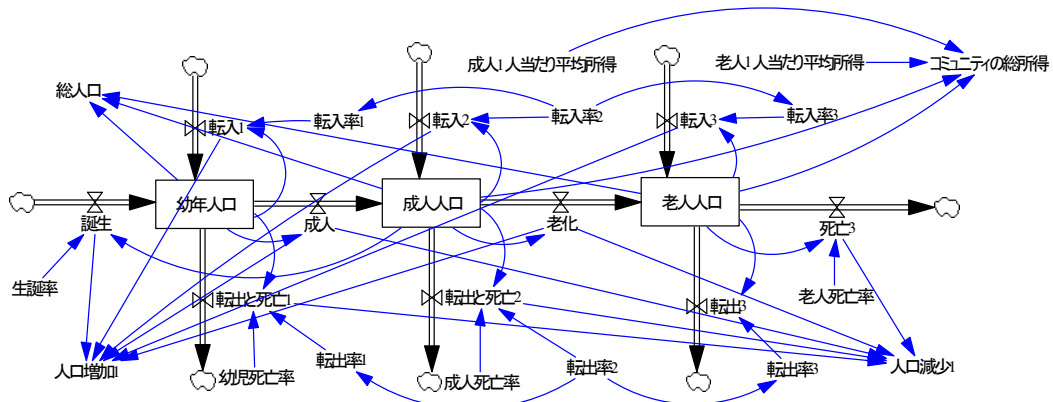


図 1-17：農村経済モデル

図 1-16 では、人口が、人口増加と人口減少で決まるようになっています。そこに、一人当たり平均収入を掛けて、村の総所得を計算しています。普通はこれでもいいのですが、もっと厳密に算出したい場合は、これでは粗すぎます。そこで、図 1-17 のように細分化します。図 1-17 では、誕生した赤ん坊は、幼年人口というストックに入り、18 歳までここで過ごします。18 歳を超えると、成人人口というストックに入り 27 年間過ごし、次いで、老人人口というストックに入り、徐々に死亡していきます。こういった人口の状態の推移を、ストックが連なる構造で表したものがパイプライン構造と呼ばれるモデルです。まず、幼年では子供を産みませんし、老年では子供は産めません。幼年者は所得がありませんし、老年者は、所得はあっても年金などが収入源で、成人者の稼ぐ所得よりは低くなります。こういった条件の差で、ここでは人口を 3 つに分けています。こうして、人口や所得を、図 1-16 で計算したものよりもっと厳密に計算します。図 1-16 では、人口は緩やかに増え、緩やかに減少するという事しか分かりませんが、図 1-17 で計算すると、そういった変化を起こすのは成人人口だけで、幼年人口は減少し、老人人口が増加し、この農村は高齢化

が進んでいくということが分かります。こうして、パイプライン構造の SD モデルにすることで、人口動態を詳細に分析していくことが可能になります。

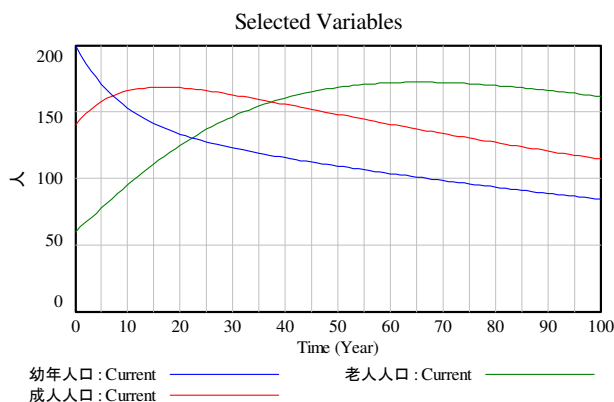


図 1-18：農村経済モデル

もう一つ例を挙げましょう。図 1-19 は人事モデルの例で、必要な採用人員を決め、新人採用し、年月によって係長、主任、課長、部長と昇進していく様子をモデルにしたものです。

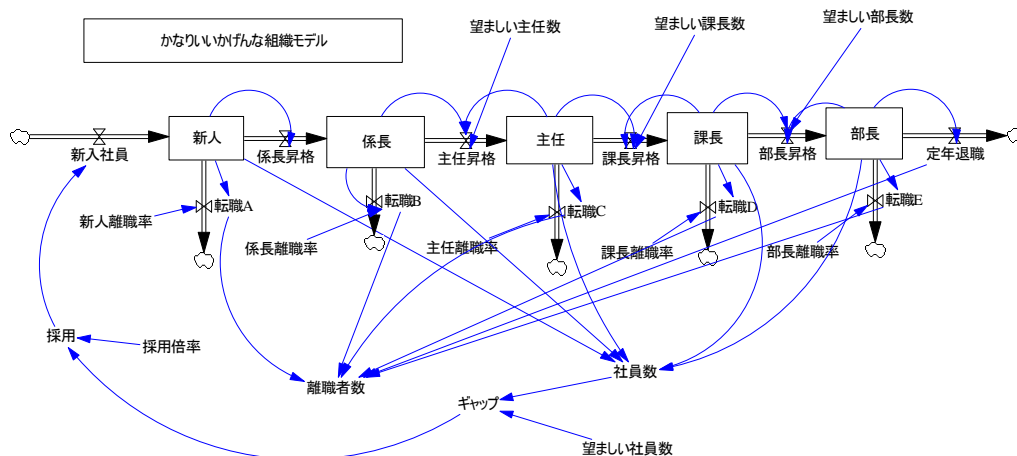


図 1-19：人事モデル

こういった遷移は、何も人口だけではなく、サプライチェーンでの物流などでも見られる事項で、遷移という状態に注目する、あるいは計測する必要があるれば、モデルでこういったパイプ構造と呼ばれる構造でモデルを設計していきます。

また、図 1-5 で示した普及モデルも、潜在顧客から既存顧客へと状態遷移を起こしているので、これもパイプライン構造のモデルということが出来ます。

#### (4)Vensim PLE で使える関数

ここでは、代表的なものを説明していて、関数の全部は説明しません。上位版に誘発する気はありませんが、Vensim PLE では使える関数には制限があります。

- ①絶対値：マイナス値でもプラス値を返す  
ABS(x)
- ②遅延  
DELAY FIXED(遅れ値, 遅れ時間, 遅れまでの初期値)
- ③指数関数、対数  
EXP(x)  
LN(x)
- ⑤最小値、最大値（最少値、あるいは最大値を返す）  
MIN(x1, x2)  
MAX(x1, x2)
- ⑥除算の余り（小数点以下の数字を返す）  
MODULO(分子、分母)
- ⑦整数出力（整数にして返す）  
INTEGER(x)
- ⑧ゼロ除算防止（ゼロで割った時無限大になることを防止する）  
XIDZ(分子,分母,ゼロ除算時に返す値)  
ZIDZ(分子,分母)  
ZIDZ はゼロで割った場合、ゼロを返す
- ⑨パルス、ステップ、ランプ（後で説明）  
PULSE(開始時,継続期間)  
STEP(高さ, 開始時)  
RAMP(傾斜, 開始時, 終了時)
- ⑩乱数  
RANDOM UNIFORM(最少値,最大値,疑似乱数初期値)  
RANDOM NORMAL(最少値,最大値,平均値,標準偏差値,疑似乱数初期値)
- ⑪三角関数  
SIM(x)
- ⑫平滑化  
SMOOTH(平滑化値,開始時期)
- ⑬平方根  
SQRT(x)

他に、関数定義には、論理式も使えます。

:AND:

:OR:

>

<

=

などが代表的なものです。

Vensim PLE では関数扱いされていますが、もちろん IF THEN ELSE(条件式,真の場合,偽の場合)は多用されます。ただ、IF THEN ELSE 関数の中では DELAY は使えないが、DELAY 関数の中では IF THEN ELSE は使えるなど、組み合わせの制限があるので注意が必要です。

マニュアルに詳しい解説があり、「Vensim PLE 入門」にも簡単に関数の説明があるので詳細はそちらを参照下さい。

#### (5)シミュレーションにおける計算方法

シミュレーションでは、コンピュータは無限を扱えないので、差分方程式にして計算します。その際に、一般には、オイラー法が使われますが、刻み値が荒い場合、誤差が問題になることがあります。これは刻み値を細かくすることで解消できます。オイラー法は少

し計算方法が荒いので、それを解決する方法として、第4項まで展開したルンゲ・クッター法 (RK4) も使えますが、ルンゲ・クッター法は、DELAY 関数などを使った場合にエラーになることがあります。通常はオイラー法で十分で、約1,000項目の大きなモデルを、刻み値をかなり小さくしてオイラー法でシミュレーションしたことがあります。ちょっと計算が遅い程度で、コンピュータが何分もフリーズしてしまうということはありませんでした。

## (6)演習-2

今回は時間が無く、演習ができませんでしたが、復習も兼ねて、宿題としたいと思えます。回答例はお渡ししたUSBメモリーに入っています。

内野先生からコメントがあったように、SDモデルを作る技術は、練習によって慣れる部分が必要です。とりあえず、このコースで取り上げたモデルを自分で作ってみることで慣れてみてはどうでしょうか。

### 注釈：

注 1)ストックに対するフローですが、入力も出力もプラスかマイナスだけの違いで、区別はありません。マイナス値をフロー（入力）に入れると、フロー（出力）に正の値を入れた結果と同じになります。

## 2.ST コース

前回は、私が最も妥当と思っている、バリー・リッチモンドの主張するシステム思考について説明しました。さらに、「変化の形」という、初等教育で使われている教科書について紹介し、いくつか体験していただきました。今回は、ピーター・センゲの学習組織とその位置付けについて説明します。

### (1)センゲの学習組織と経営戦略論

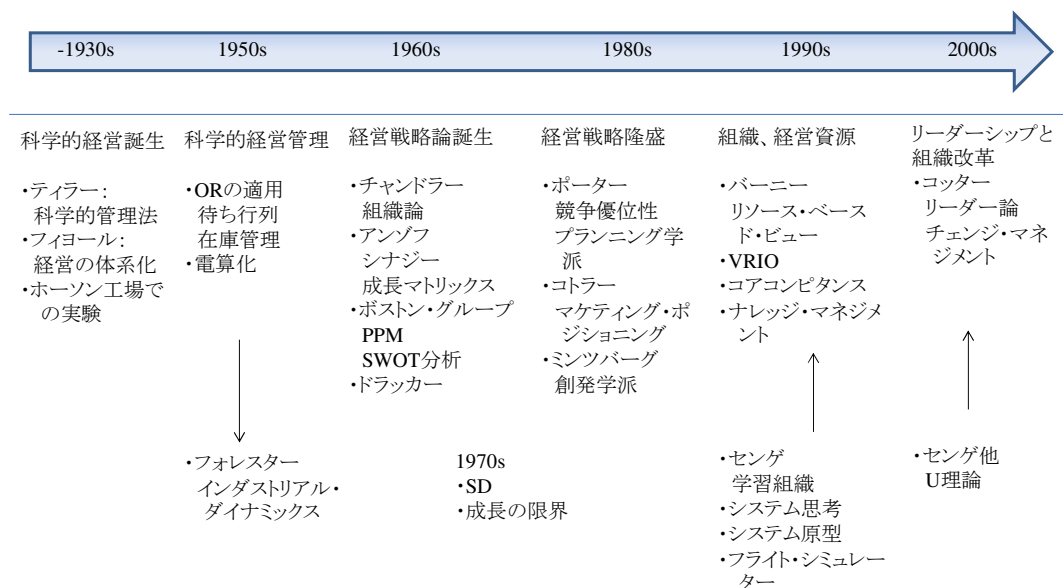


図 2-1：センゲの学習組織と経営戦略論

#### 1) 科学的な経営、経営学の始まり

経営に科学的な手法を持ち込み、経営を科学的なもの、合理的なものにしようとする動きは、1900年代前後に、フレデリック・テイラーによって始められ、工程分析が科学的に行われ、合理化が考えられました。その完成した形が、フォードの始めたベルトコンベア生産方式と言われています。現場の改善という点では、今日のTQCなどの活動に繋がるものと言えます。

また、1920年代から1930年代にかけて、エルトン・メイヨーによって、有名なホーソン工場での実験が行われ、何が生産性に影響するのかという実験が行われました。その結果、生産性を向上させるような、作業の進め方といった科学的な合理性もあるが、頑張るといふ意志などの人間性も生産性の上で重要な要素であるということが発見されました。

同じころ、アンリ・ファヨールが、企業活動を、技術、営業、財務、保全、会計、業務管理の6機能に分け、この合理的組み合わせが良い経営であると考えています。経営資源と経営機能という視点で経営を見るもので、ここから、近代的な経営学が始まったと言われています。

## 2) ORの経営への適用とSDの登場

1950年代になると、科学的経営、経営を科学的にという考えが盛り上がり、戦時中に開発されたORを経営に適用し、購買・在庫管理、待ち行列などに適用され効果を上げました。また、電算機の経営への適用も試みられますが、まだこの時代の電算機は、実用には遠いもので、実際に可能になるのは、1964年のIBM360の出現を待つ必要がありました。さらには、経営に必要な情報の処理という面でも、DSSとして完成するのは1980年代からのことで、この時代はアイデアだけで実現できませんでした。ただ、この流れの中から、経営を科学的なものにしようという動きが出て、工学部、工学系大学での経営学科、経営学部設立が起きます。MITが1956年、工学的な知識や技術を使って、科学的な経営学を設立する目的で設立され、この年、フォレスターが教授として就任し、インダストリアル・ダイナミックスを開発しました。ただし、出版は1961年になります。SDはこの系統と位置付けられてきました。

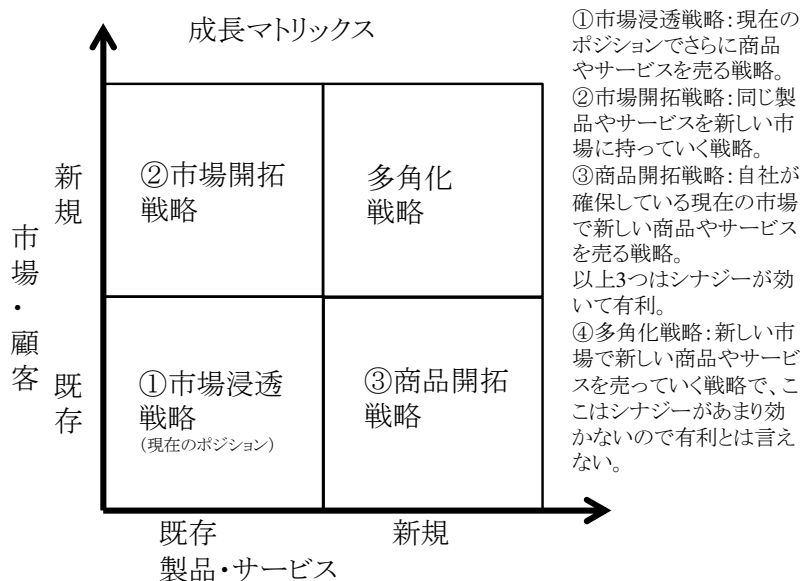


図 2-2 : アンゾフの成長マトリックス

## 3) 経営戦略論の登場



1960年代になって、チャンドラーやアンゾフなどによって経営戦略論が誕生します。チャンドラーは、「組織は戦略に従う」という有名な言葉を残していますが、経営に戦略が必要という主張を最初に唱えた人で、事業部制の導入、つまり、製品を軸とする機能単位で経営するという概念の導入を行いました。

アンゾフはシナジーと成長マトリクスを主張し、ボストン・コンサルティング・グループはPPMを考案しています。図2-2はアンゾフの成長マトリクスの理論を示したのですが、経験などの蓄積を生かした戦略（シナジー）を主張し、事業を製品と市場の成長性でマトリクスにして、事業戦略を考える成長マトリクスを主張しました。

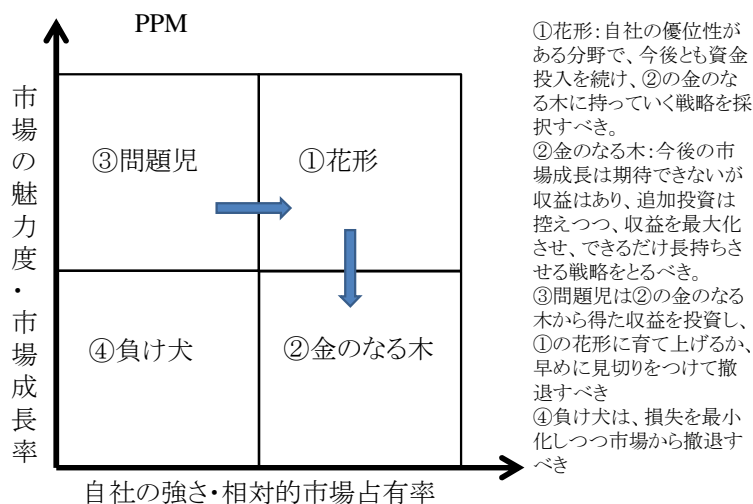


図 2-3 : ボストン・コンサルティング・グループの PPM

図 2-3 は、ボストン・コンサルティング・グループが考案した PPM（プロダクト・ポートフォリオ・マネジメント）で、市場の成長と占有度で戦略を考えるということが主張されています。

こういった動きの中で、フィレスター自身は、彼の SD の完成で忙しく、新しく起きてきた戦略論には加わっていかなかったことは経営戦略論という意味では残念なことでした。この時代、フォレスト自身は、社会開発などのアーバン・ダイナミクス(1969)にインダストリアル・ダイナミクスの手法を広げようと努力し、この結果、都市開発や都市工学の中に SD が取り込まれるようになっていきます。これは、さらに、社会開発や国家開発に SD が取り込まれるようになっていく契機となっていきます。SD/ST は、大きく、経営、環境、社会開発の 3 分野での応用がなされていますが、センゲが登場するまでは、経営論は、SD ではなく、むしろ、新しく起きてきた経営戦略論を中心に発展していきました。

#### 4) 経営戦略論の隆盛と対立する 2 つの論争

1980 年代になると、経営戦略論が隆盛を極めます。この時代、経営戦略は計画可能とする、マイケル・ポーターを中心とするプランニング学派と、それに対抗し、経営戦略は予め計画不可能とする、ミンツバークを中心とする創生学派の論争が繰り広げられました。ポーターの競争優位の戦略は、競争条件をきちんと分析すれば合理的な戦略はおのずと決まり、コスト・リーダーシップ戦略、差別化戦略、集中戦略の 3 つの戦略があり、そのどれかを選択するしかないという説です。業界トップは、競争合相手がどんな手でチャレンジしてきても、規模の経済の有利性を生かし、コストを下げ、相手よりも安く製品を市場に提供すれば勝て、それに対し、2 番手は、トップがすぐに追いつけないような優位性で差別できる製品、例えば、新機能があるなどの製品の投入で競争でき、業界 3 位以下は、ニ

ッチや得意分野を見つけ、そこに経営資源を集中投入することで、自社のポジショニングを確立することで生存するという戦略です。

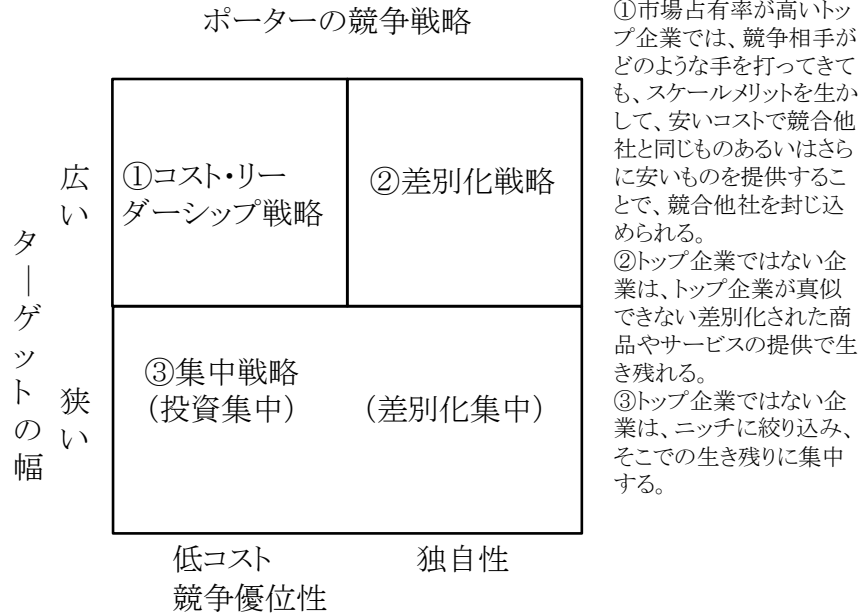


図 2-4 : ポーターの競争戦略

**コトラーのマーケティング競争地位戦略**

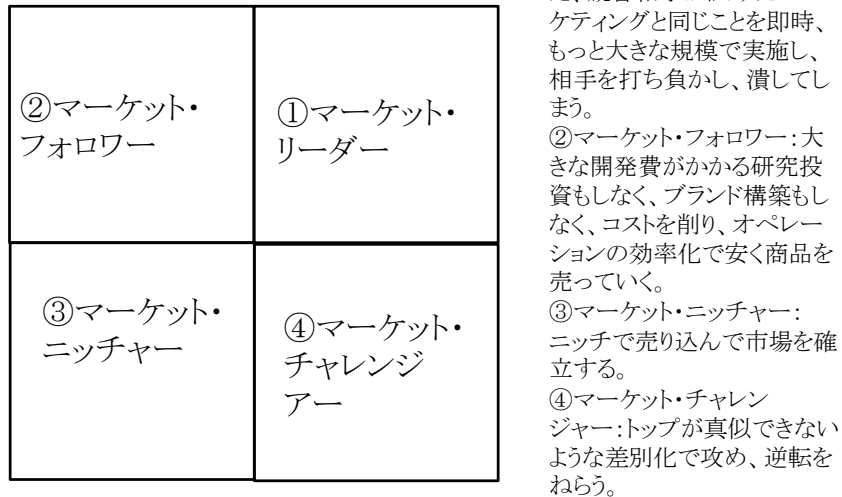


図 2-5 : コトラーマーケティング競争地位戦略

同じ時期に、マーケティングでも、コトラーが似たような考え方を主張しています。コトラーのマーケティング競争地位戦略説は、マーケット・リーダー、マーケット・チャレンジャー、マーケット・フォロワー、マーケット・ニッチャーの 4 つの戦略があるというものです。マーケットでトップである企業は、フルラインの製品で市場を占有し、これに対し、そうでない企業は、ニッチ市場で生き延びるか、新製品やユニークな製品、サービ

スなどで、トップが真似できない差別化を図っていくというものです。コトラーは、マーケットフォロワー戦略という、開発費をそうかけるでもなく、製品をブランドにする努力をあまりするでもなく、そうやって経営資源の投資を抑え、そのことで製造費用を安くし、そこそこの性能や品質の製品やサービスを、大手よりは安く供給するという戦略も認めています。いずれも、こういったプランニング学派と呼ばれる戦略論の主張は、戦略は合理的に計画可能で、従って、トップ・ダウンによる実施と情報収集を重視するというものでした。

これらに対し、ミンツバーグは、入手できなかった情報や変動があるので、予め合理的な戦略の策定は不可能という主張を行い、真っ向から対立しました。彼の理論では、むしろ、対応能力など経験による現場判断やミドル・マネージメントからのボトム・アップや走りながら考えるというやり方の戦略を重視するもので、エマーゼンス学派（創発学派）と呼ばれています。

ポーターは、市場環境の分析に基づき、マーケティングにおけるポジションによって自社が採択する戦略が決まるというポジショニング学説も主張しています。業界トップであればコスト・リーダーシップ戦略、2番手であれば差別化戦略、それ以外はニッチへの集中戦略を採択するのですが、市場の競争では、直接の競合他社だけではなく、売り手（サプライヤー）、買い手（ユーザー）、潜在競合も含めた新規市場参入者、代替品・サービス業者が競合他社になるので、その5つの力を考えるべきであると主張しました。（5S）。

また、どの業界を選ぶかという市場全体の中でのポジショニングの選択と選んだ業界の中でどのような競走上の地位を取るかというポジショニング、自社をどのクラスターの企業と見なして競争していくのかということによって戦略が決まるともしています。

## ポーターの5フォース分析

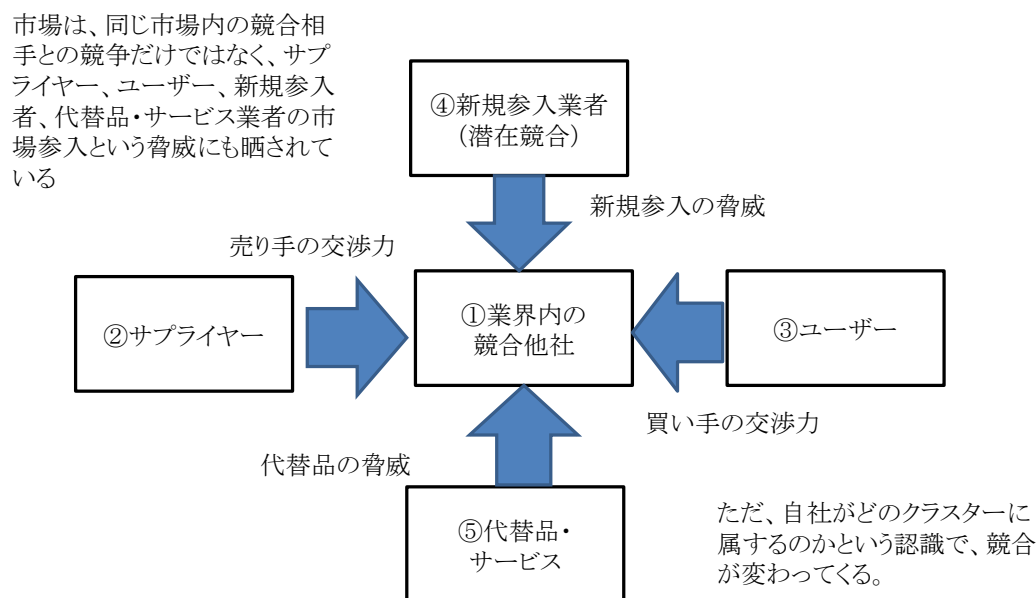


図 2-6：ポーターの競争の 5S

こういった決定論的思考が経営論で風靡していきました。

フォレストラーは時間的余裕もなかったし、この時代の戦略論は彼にとっては空論的で、現実的な事項を追究するという彼の態度では興味もなかったことは理解できるのですが、

アンゾフのシナジー理論やポストン・コンサルティングの PPM が出現した辺りで、SD としても食い込んでおくべくではなかったかと私は思っています。彼らの主張は、こういったフレームワークで採択すべき戦略を決めましょうというもので、主張自体は正しいのですが、それでは具体的にどうしたらいいのかまでは言っていません。そこになると、経営コンサルタントなどが現場を分析し、それでは、具体的にはこうしようといった提案を行い進めていきます。そういった状態なので、ST/SD で分析して行って改善ポイントを見出ししていくということを主張すればよかったのではないかと思っています。今ではこのやり方は、TOC など主張されてしまっています。ビジネス・プロセスに関するボトムネックの発見と改善は断然、こちらが有利ですが、そうでないもの、例えば意志決定といった人間的な性格のようなものがからむものに関しては、ST/SD が概要把握という面で有効な方法だと思っています。

#### 5) リソース・ベースド経営とセンゲの学習組織の登場

1990 年代になると、経営戦略では、自社の持つ経営資源を有効活用することが競争優位性に繋がるという考え方に変わっていきます。ポッターやコトラーの主張する、市場でのポジションなどで自社の戦略を予め決めても、確かにミンツバーグが主張するような、戦略の導入でうまく行かないことも起きるが、だからといって全く戦略が無く、現場の対応力だけでうまく行くわけでもなく、どちらもどっちということが分かってきたことと、ミンツバーグの主張でも、経営戦略導入では経営資源によっておおきく左右されることが注目されるようになってきたからです。

このような風潮の中で、バーニーなどが、リソース・ベースド・ビューという考え方を主張しました。これは、VRIO と呼ばれる、V: 経済的な価値、R: 希少性、I: 模倣が困難で、O: 組織化された経営資源を持ち、有効活用することが競争優位性をもたらすので、このような経営資源の強みを生かした経営戦略を採択するというものです。資金力、技術力、ブランド力、チャネル網や事業拠点などの経営資源をこの観点で考え有効活用していくことで競争優位を築いていきます。

1990 年代前半では資金力が一番問題で、銀行融資による調達も含め資金調達とそれを調達できた企業が優位性を持つことができたのですが、株式市場からの調達がもっと容易になり、ベンチャーファンドなどのしくみも整い、資金調達はそう大きく競争優位に係るものではなくなってきました。そのため、その後、むしろ、模範が困難で持続性がある経営資源に注目が変わって行って、人と組織、企業文化や行動様式に注目した経営戦略の話に変わって行きました。このような背景の中で、センゲの「学習組織」や、同じく、野中郁次郎の暗黙知の学説もこのころに登場してきました。

#### (2)センゲの学習組織

センゲは、競争優位な組織であるためには、常に学習し、環境対応力を高めておく必要があるとし、組織として「学習」するということを中核に、システム思考を有効な能力(手段)として位置付けています。また、このような競争優位性を持つ「学習組織」の実現では、5つの要素が重要としています。

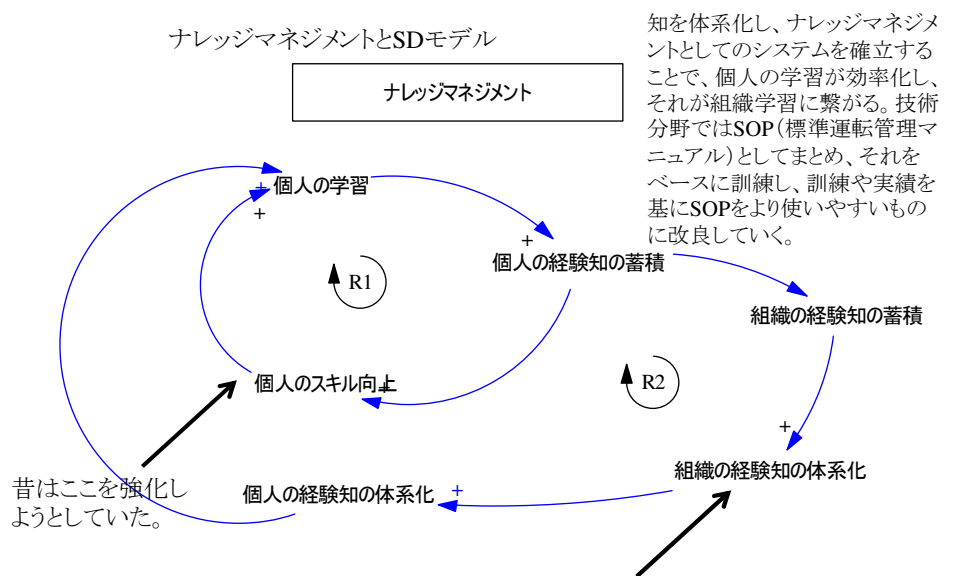
- ー自己マスタリー：組織を構成する人材が常に高いスキルを保ち続けるように研鑽する
  - ーメンタル・モデル：固定観念を打破し、柔軟に相手の考え方や見方を理解できるようにする
  - ー共有ビジョン：組織の構成員がビジョンを共有する
  - ーチーム学習：チームや組織として学習する。知恵や経験などの学習成果がチームや組織に根づくようにする。
- そして、先に挙げたシステム思考です。

最初の日本語訳の本では、この 5 つの要素のことは、「法則」と訳され、最近の訳では、

ディシプリンとそのままになっていますが、discipline を、セングは、「実践するために勉強しなければならない理論と手法の体系」と本の中で定義しています。言語的には学問分野や規範といった意味です。

### 1) 自己マスタリー

自己マスタリーは、個人が自己鍛錬を行い、スキルを向上させることで、特に、個人が学習を行い、その中で、個人が自分のビジョンを追究するという個人学習を、システム思考に結びつけた学習で実施し、さらには、個人の学習を組織の学習に連結していくことが重要という、アージリスの2重学習ループの主張を取り入れた主張を行っています。私が従事している社会開発などでは、SD や SSM などが少し知られていることもあり、かつては、援助では、個人に対して技術や知識を移転するために、訓練での学習を強化し、スキルを高めるといった援助が行われていましたが、最近では、まず、その対象組織の知やスキルを体系化し、標準的な知やスキルを定義し、標準マニュアルにまとめ、それに基づき訓練や個人学習を進めていくことで、個人のスキルを向上させ、向上したスキルをもとに現場スタッフに標準マニュアルを見直させ、もっと現場に合ったものに改善していく、併せて組織に体系的な知を植え付けていくという、2重学習ループと自己マスタリーを考慮したやり方になっています。



開発関係では、このフィードバック・ループがない、いわばシングル・ループの場合は、スキルを高めた人材がジョブ・ホッピングと呼ばれる高い給与を求めて転職することで、場合によっては組織が動かなくなることもある。そこで、開発関係では、この体系化から教え、最初のSOPを共同で作る。優れたSOPや知の体系化ができれば、ジョブ・ホッピングされても大きくは組織機能は低下しないし、知を体系化することの方が、与えられた知を持ち出すよりも価値が大きいので、その間人材が現業に長く留まる。

図 2-7：自己マスタリーと学習2重ループを考慮した援助

### 2) メンタル・モデル

メンタル・モデルは、人はとかく専門性や世界観に捉われた物の見方をしがちで、それによって相手の意見や物の見方、世界観、考え方が理解できなくなっているし、理解しないで判断を下しているし、深刻な場合、誤解していて、誤解に基づき判断しているという状態のことです。従って、そういった固定観念に捉われない柔軟な物の見方、誤解がなく、正しく理解することをセングは主張し、固定観念がなく柔軟な物の見方ができれば、誤解を避けられ、正しく相手の考えが理解できるとしています。

図 2-8 は推理のはしごと呼ばれているもので、①情報や経験したことを観察する、②観察に基づき情報を選択する、③意味している事を考える、④意味している事をベースに仮定をする、⑤結論を得る、⑥これが正しいと思う、⑦正しいと思ったことを基に行動するといった順序で、人間は通常、情報を収集し、収集した情報を基に判断し、判断に基づき行動しているのだが、時々この過程ですっ飛ばしを行い、間違っただ判断をしてしまうことがあるので、おかしいと思ったら、最初に戻って、収集した情報は正しいのか、漏れがないのかを確認し、意味していると思ったことが正しいのか、質問で確認することを、このようなツールによって行うことを薦めています。

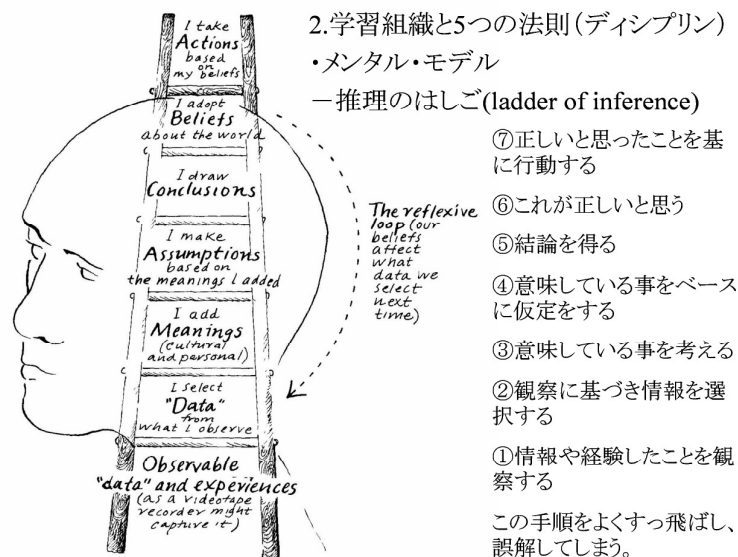


図 2-8 : 推理のはしご

Left hand right hand dialogue

日本だと当たり前の本音とたてまえ

あいつまた遅刻だ、いつまで待たせるんだ。

やっと来たか

うーん、何だ？この沈黙

えー、まだできていないのか。何やっているんだ。A社へのプレゼンは来週だろう。

ほとんどできているなんて嘘だろう。まだ手も付けていないんじゃないか？

でも、きつく攻めると、やらないかも知れないし、恨まれたくもないし、まあ、追求しないでどうか。

私:おそかったね、みんな待っているから早速始めてくれ。

私:来週のA社へのプレゼン、もうできているだろう、概略を説明してもらえないかな。

B:ほとんどできているんだが、もう少し手を入れたいので、完璧になったら見せるということにしたいんだ。

私:A社は大切なお得意先だから、しっかりしたものにしてくれよな。

図 2-9 : 本音と建て前

図 2-9 は、Left hand right hand dialogue と呼ばれるもので、顧客である A 社へのプレゼンを同僚 B に依頼して、その完成度を会議で確認しようとしている光景です。会議でみんな待っているのに、B は遅れてきます。依頼したプレゼンテーションの完成具合や内容を確認したいのに、その質問をはぐらかされます。左に、思っていることを、左のように思っている、それを口に出さなく、実際に交わした会話を右に記載しています。これは、ある意味、日本ではありふれた光景なのかも知れません。実は、欧米でも、結構こういったことはあります。本音をきちんとと言わないということは何も日本人だけの特技ではありません。SD では、こういったツールを利用し、相手を傷つけないように、しかし、本当のことを探ることを薦めています。この例では、こういったアイデアや情報があるのだが、プレゼンに盛り込めないかといった会話できっかけをつかめ、状態を把握できるかも知れません。もっとも、B との信頼関係を築いていて、単刀直入に聞き合える関係や状態を醸成しておくことが一番有効であることは言うまでもありません。

### 3) 共有ビジョン

共有ビジョンは、組織として共有ビジョンを持ち、組織を方向づけていくことを意味していて、ビジョナリー・カンパニーという有名な本がありますが、その中で強調された理論です。ただ、センゲで少し違っている点は、ビジョンは個人のビジョンと重なるものである必要があり、押し付けられるものではなく、社員一人一人がそうありたいと望むものであることというボトム・アップを強調していて、ビジョンはトップ・ダウンのものであるとはならないと、トップ・ダウンを強く否定しています。また、個人のビジョンを共有ビジョンに高め、共有ビジョンにコミット（約束）させ、積極的に参加させ、積極的に追従させることを強調している点が、ビジョナリー・カンパニーとは違っています。

### 4) チーム学習

センゲは、チームで協調作業を行うことを学習することを強調していて、セクショナルリズムであるチームや組織の防御思考や防御行為を乗り越えることが重要で、これにはダイアログとディスカッションのバランスを取ることが有効であり、対立しているのは意見であって、個人が対立しているわけではないことを常にわきまえることが重要としています。ダイアログは率直な会話、ディスカッションは緊張を持った議論といったところでしょうか。センゲは、ダイアログは共に考えることと述べています。

### 5) システム思考

センゲも、前回紹介したリッチモンドと同じように、システム思考を、対象をしくみ（システムやメカニズム）として捉えることであり、全体像を理解することであると述べています。さらには、自分自身は世界とは切り離されているという見方ではなく、自分自身が世界と繋がっていると見る見方であり、問題は外のだれか、何かが原因で起きるのではなく、われわれの行動が問題を生み出しているとする見方であると解説を重ねています。

彼は、親切にも、システム原型を使えば、複雑な関係を単純化して理解できるとして、システム原型の解説や、ダニエル・キムなどが始めた練習方法まで紹介しています。ただ、私の理解では、センゲは、システム原型を当てはめて分析することがシステム思考とは言っていないように思います。多分、ダニエル・キムなどが始めたシステム原型になれるという練習方法を紹介したのが、誤解の始まりかも知れません。私は、システム類型を使って複雑に見える事項を単純化して理解することが悪いとか間違っていると言っているのではありません。ただ、こうしたやり方で理解するということと、分析するということは少し違うと思っています。例えば、採用に際し、職業適性検査のようなことや面接試験のようなことを実施し、採用対象者の仕事に関する性格などを分析し、評価しますが、それとは関係なく、その人のことを、だれだれのような人というやり方で比喻や単純化で理解してもいいし、普段は、人は相手をそういったやり方で理解していると思います。でも、そ



ういったやり方を採用のための適正検査に代えていいとは言えなく、適正検査では検査結果に従って仕事に対する性格を分析することが妥当と思います。

センゲは、システム原型を当てはめて理解することを薦めていて、その理解方法のためのような要素を空欄にしたものを示しています。センゲの狙いは、システム原型がいろいろな問題を単純化してみる上で有効ということで、それに慣れておくというダニエル・キムなどの主張を採用したものだと思いますが、たぶんここが誤解を招いた始まりだと思います。さらには、センゲは、システムとは何かを知らない読者に対して、システムの説明のためにここを記載しています。これは、もともとは、初等教育に携わる先生向けに開発されたシステム思考入門キットにも適用されているもので、こういった単純化で理解することは、大まかな方針のようなものを見出していくにはいいと思いますが、ただ、やはり詳細もきちんと見ておく必要があると思いますし、具体的に改善するとなると、詳細に分析して、ボトムネックやリバレッジポイントなども把握しておく必要があると私は思っています。

センゲはシステムとは何かを体験させるために3つのことを紹介しています。

- **Fish Banks**

もともとは初等教育用の教材でゲームでした。メドースが、SD教材に改良して、経営シミュレーターにしていますが、自分や他人の振る舞いがシステムに組み込まれ、システムによって、意識もしていなかった自分の振る舞いの結果を体験するというゲームです。ただ、これは、むしろセンゲの近著、「持続可能な未来に」に詳しく記載されています。

- **Beer Game**

これは、MITで、システムを体験するために開発されたゲームです。

- **Management Flight Simulator**

初版では Peoples Express のマネジメント・フライト・シミュレータのことが記載されていましたが、改訂版では無くなっています。MIT のエクゼキューティブ研修に出席した明神さんの話では、今でも MIT ではこの教材が活用されているそうです。

#### (4) リーダーシップ論

先の、経営戦略論の続きですが、組織や人材に戦略経営の焦点が当たる中で、1990年代後半に、リーダーシップと組織改革に焦点が変わっていきます。コッターは、組織を動かすトップには、リーダーとマネージャーの2つのタイプ（才能）が必要と主張します。マネージャーの才能は、組織を管理するものであり、リーダーの才能は人を率いるものです。また、昔は、人材とか組織、ノウハウなどの経営資源は育てていくものでしたが、企業買収で調達するという考えに代わり、このため組織が変わるのは頻発事項になります。このような中で、企業の組織改革が重要視されるようになりました。その中で、コッターは、変革型リーダーシップを活用して組織を変えていく、環境に適合させていくことを主張しました。コッターの変革型リーダーシップでは、以下の8つのステップで組織を変えていくことが主張されています。

- －緊急に変革を行わなければならないという危機感の醸成
- －強力な推進チームを編成
- －変革の方向性を示すビジョンを策定
- －ビジョンを全社員に発信し、定着させ
- －その実現をサポートする手段を講じ
- －短期で目に見える成果を達成し
- －その成果によって社員を一層守り立て
- －更に新しいアプローチで次の段階に進む

センゲも U 理論で、リーダーシップ論に参画しています。それによれば、リーダーは、設計者、教師、執事の3つの役割を持つとして、役割を重視し、組織改革は、感知、プレ



センシング、実現、のUプロセスで実施していくとしています。

センゲに対しては、私は、経営戦略論（組織論）の分野にシステム思考を武器に乗り込んでいったことで、SD が新しい適応分野を切り開いたという功績があると思っています。そうでなかったら、SD は 1930 年ごろに始まった、科学的経営学の一部と言うままの位置付けで終わっていたと思います。ただ、ただ、「システム思考」に誤解があり、多くの経営コンサルタントは、この手法にはあまり興味を持ってはいないのではないかと懸念も抱いています。私自身の経験でも、手法と考えるには思考色が強すぎるように思えます。経営コンサルタントの多くは、手法と考えがちなので、システム類型を当てはめて分析してしまうなど、短絡的になってしまいがちで、思考ということの理解をどう浸透させるかがカギであるように思います。

センゲも、SoL: Society of Organizational Learning を設立し、ここをインキュベーション・センターとして、彼の理論の普及を図っていますし、その中で経験をもとめて、The Fifth Discipline Fieldbook, The Dance of Change, School that to Learn などの著書を発表しています。

### (5)私自身が思っているシステム思考

これまでの議論を踏まえ、私自身は、システム思考とは、対象をシステム（しくみ）として理解することであり、まずは定性モデルで考え（定性分析）、可能であれば定量モデルで考える（定量分析）という態度だと思います。第 1 回目と言うことが少し違ってすみません。定量モデルや定量分析は必ず必要とまでは思いませんが、定量モデルや定量分析の経験やセンスはあった方がいいと思います。ストックに対する認知が人間には弱いということがさんざん SD 関係の実験で証明されています。また、前回のイースター島モデルでも、定量モデルの経験が無い人は、人口が放置するとどんどん増殖するという認識が欠けていて、人口→資源消費と短絡的に考えてしまいました。SD に慣れると当たり前の、人口→生誕→人口増加→資源消費の人口増加の部分が抜け落ちてしまいます。定性モデルからさらに作業を進め、定量モデルを作るとなると、人口を中心としたモデルにする必要がありますが、先の観点が抜け落ちている中で、例示された定量モデルがある意味人口モデルばかりなので、戸惑うことになります。

ただ、私自身がシステム思考でとても重要だと思っているのは、シミュレーションや what if analysis で、仮説を確かめることです。これは、定量モデルだけの話ではなく、定性モデルでも同じことです。定性モデルでも、もし、ループを構成する要素が変わったら、あるいはループの構造が変わったらどうなるかということ、ループを辿りながら確認することができるはず。私はこれを定性モデルによるシミュレーションと思っています。

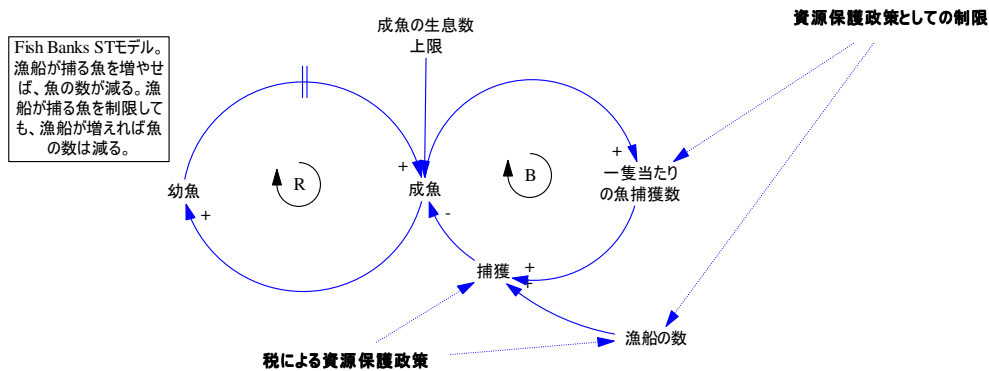


図 2-10 : Fish Banks の定性モデル

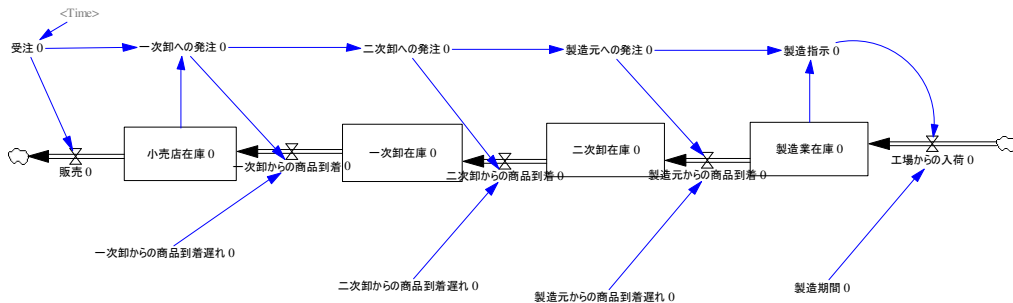
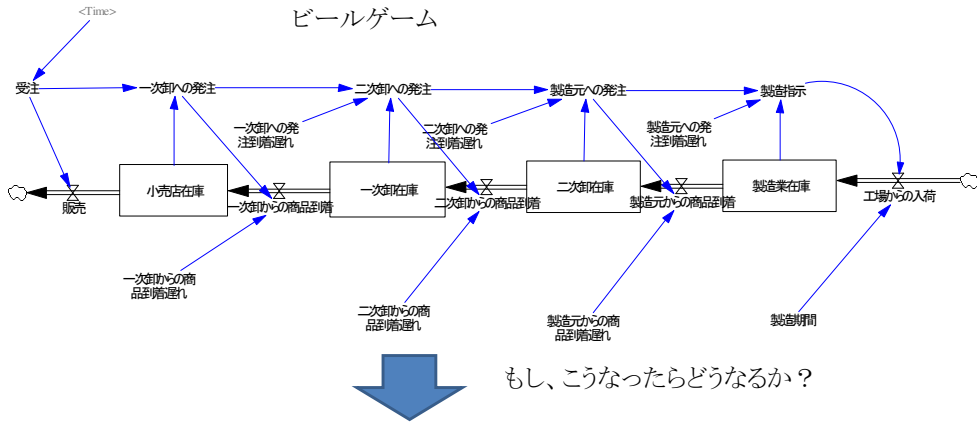


図 2-11 : ビール・ゲーム

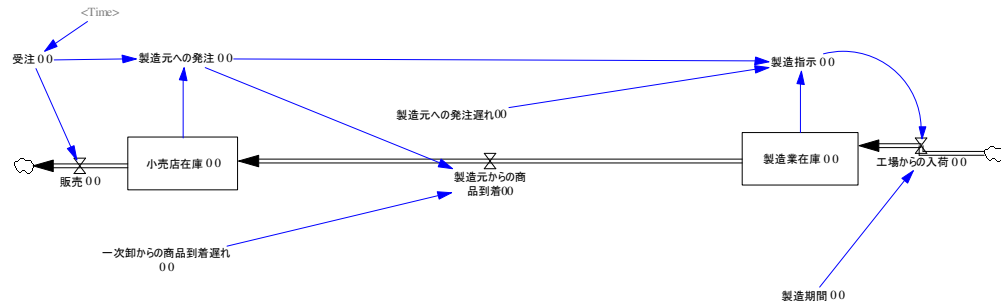
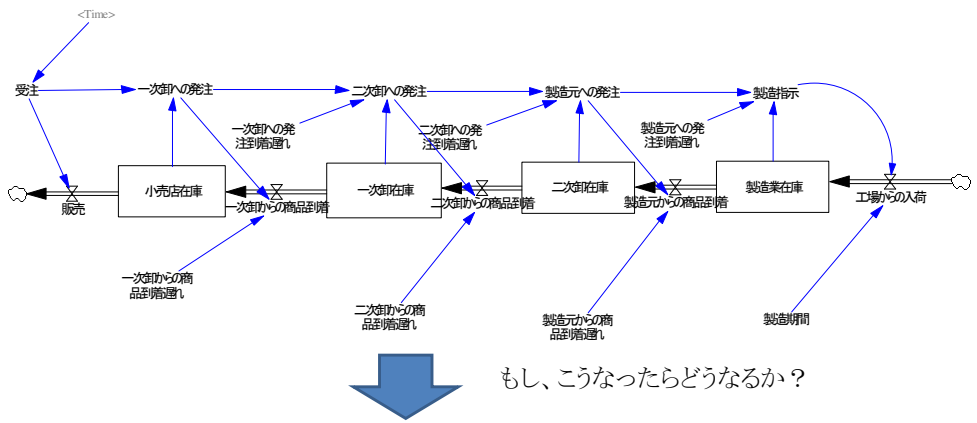


図 2-12 : ビール・ゲーム

図 2-10 は演習で使う予定の Fish Banks という教材の定性モデルです。この演習では、海洋資源を保護しながら、漁業も維持させるという役割を担う政府職員という立場で、政策を立案することを体験します。海洋資源の保護（成魚を捕獲しすぎないようにする）には、一隻当りの魚捕獲量の制限、漁船の数の制限、あるいは捕獲した魚に税金をかけて、漁民の行動を誘導するなどの政策が考えられます。こういった、政策を考え、モデルを使ってシミュレーションで政策の効果を確かめるというやり方、そうして発見した最前の政策を導入するという態度が、システム思考だと思います。

ただ、いつも定量分析が可能とは限りません。いずれにしる、定性分析を行うのですが、定性分析では、ただ、ループの性格を分析するのではなく、ループを構成する要素が変わったら、あるいはループの構造が変わったらどうなるかということを見るのが重要と考えています。

図 2-11 と図 2-12 は、セングの組織学習のなかに紹介があったビール・ゲームのシステムを図示したものです。図 2-11 及び図 2-12 の上の図が、現行の状態を示しています。ビールを消費者に売っている小売店の一次卸への注文が 2 週間遅れで、一次卸に届き、それから 2 週間遅れで二次卸に、そしてさらに 2 週間遅れで、製造元に届きます。製造元では、その情報を基に、製造を行います、ここで 2 週間の製造期間がかかり、それから 2 週間づづかけて、二次卸、一次卸、小売店と商品が配達されていきます。ですから、小売店が発注した商品は 14 週も遅れて到着することになります。

もし、図 2-11 の下のように、小売店の POS 情報を一次卸、二次卸、工場が共有し、情報の遅れが無くなったとしたらどうなるでしょうか？この場合は、商品の到着がわずか 8 週遅れに減ると共に、小売店の発注の乱れは、一次卸、二次卸で拡大されることはなくなります。

さらに、図 2-12 の下のように、小売店が直接製造元に発注したらどうなるでしょうか？商品は 4 週間で届きますし、小売店が注文した数の変動だけになります。

こういったように、構造変化を定性モデルで考えることもできるはずですが、こういったアプローチがシステム思考であると私自身は思っています。

ただ、可能であれば、部分的でもいいから定量モデルで確認することを強く勧めますし、定量モデルで確認できたことをベースに議論を進めていくとする態度も重要だと思います。バリー・リチモンドなどは、定性モデル、定量モデルといった区別には拘ってなく、数値を入れれば、シミュレーション可能なモデルから始めているし、定性モデルと定量モデルの間のような概念モデルも多く使っています。スターマンは定性モデルでの議論を必ずと言っていいほど定量モデルで裏づけています。結局は、システム思考とは、システムとして考えるという態度だと思います。

## (6)演習

コンピュータを使った Fish Banks の演習は大変なので、今回は初等教育で使われている Fish Banks というゲームを通して、システムを体験してもらおうと思いましたが、時間が無くなったので、中止します。ソフトと教材を差し上げますので、高校生用の教材で、システム思考とは何かを体験してみてください。

Fish Banks 演習というファイルには、3 つの教材が入っています。最初は、初等教育でのゲームです。

2 つ目は、高校生用の教材で、海洋資源を保護しながら、漁業も維持させるという役割を担う政府職員という立場で、政策を立案することを体験します。モデルを使いながら、必要であればモデルに修正をかけながら、政策を考え、その効果をシミュレーションで確かめるということを学びます。モデルを開発するための教材かという質問がありましたが、そうではなく、モデルを使いながらシステム思考を進めていくというための教材です。で

すから、モデルは予め開発されていて、それが提供されています。最初からモデルを作っていくという教材は、前回に紹介したイースター島のモデルがそれに相当します。

3番目は、メドースが経営フライト・シミュレーションにしたもので、ここでは、漁業会社の管理者という立場で、どう資産を増やすかを競います。最初に船が4隻と銀行預金\$800が与えられます。一回ごとに、最初に船の調達から始まります。船は競売で売りに出されることがあり、それを競売で競り落として船の数を増やしてもいいし、相手チームに交渉して、船を購入してもかまいません。また、その期には間に合わなく、次の期からしか使えませんが、船を新造してもかまいません。(もちろん、船を売って銀行預金を増やしても構いません。) 船の調達が終わったら、遠海操業域と近海操業域に分けて、船を配置し、魚を捕ります。船の売却と捕れた魚の量によって売上が決まります。経費は、船の購入費、船の維持費、そして、もし、銀行預金がマイナスになった場合、その利子が取られます。もちろん、他チームとの関係で、船を多く出し過ぎると、漁獲高が落ちます。その際には、他チームとの話し合いで、漁獲制限を行うことも有効です。こうして、漁業会社を経営し、ゲーム・セットの時点で、銀行預金残高と船の資産の合計が最大のチームが優勝します。差し上げたソフトの中には、ゲーミング・モード用のものも入っていますので、もし、チームを組めて、ゲームができるようであれば、楽しんで下さい。ただし、Vensim PLEにはゲーミング・モードはありませんので、Vensim PLE ではこのゲームはできません。

(以上)