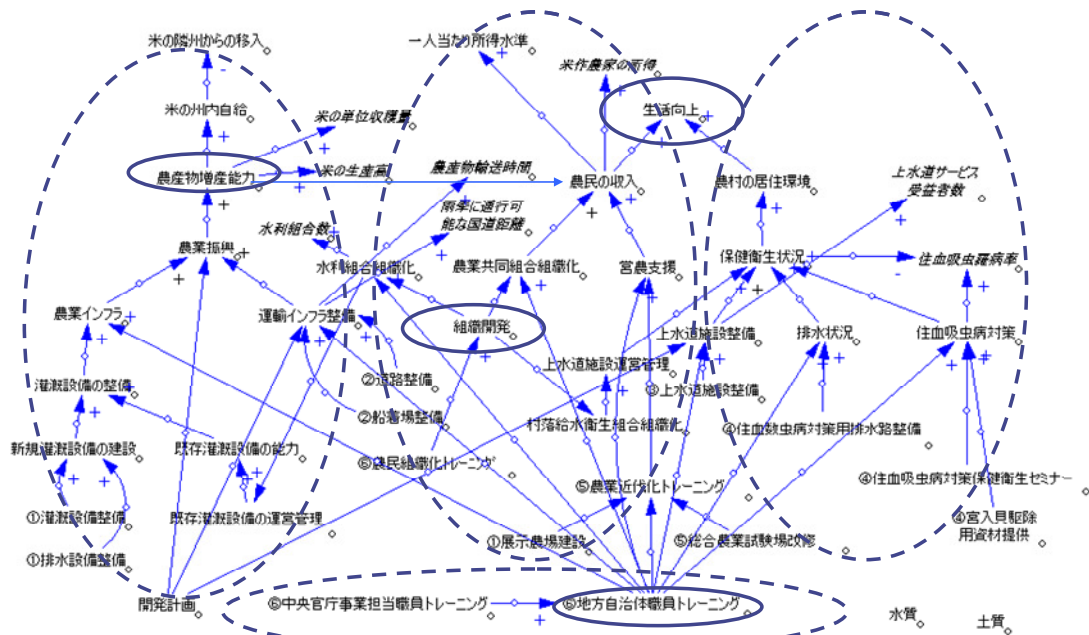


Vensim PLE による システム思考 及び システム・ダイナミクス入門



2009年5月

末武 透

目次

1. はじめに	2
2. システムの基本動作	4
(1) 単純な増加 (減少)	
(2) 指数的增加 (減少)	
(3) パルス	
(4) 振動	
(5) 発散と収束	
(6) S カーブ	
(7) 無秩序	
(8) 無変化	
3. システム原型	13
(1) 均衡 (Balancing loop)	
(2) 遅延を伴う均衡 (Balancing loop with delay)	
(3) 応急処置の失敗 (Fixes that fail)	
(4) 成長と投資不足 (Growth underinvestment)	
(5) 問題の転嫁 (Shifting the burden)	
(6) 成功には成功を (Success to the success)	
(7) 成長の限界 (Limit of growth)	
(8) エスカレート (Escalation)	
(9) 目標のなし崩し (Drifting goals)	
(10) 共有化の悲劇 (Tragedy of commons)	
(11) 昨日の友は明日の敵 (Accidental adversaries)	
(12) 魅力の基本 (Attractiveness principle)	
(13) システム原型の適用	
4. モデル構造	44
(1) フィードバック・ループを中心に考えて設計する方法	
(2) パイプライン構造	
(3) ネットワーク構造	
(4) 単純な支配構造	
(5) マクロをモジュールとして独立させた構造	
(6) 多重のコントロール構造	
(7) モデル設計のヒント	
5. 方法論	53
(1) 問題分析	
(2) 現状のモデル化	
(3) 理想像のモデル化	
(4) 計画上の将来像	
(5) 実施計画	
6. 定性分析	67
7. 定量分析	87
8. 注釈と参考文献	95

1. はじめに

本書は、Vensim PLE を使った問題分析のやり方を説明したもので、本書の姉妹書である「Vensim PLE 入門」を終了し、Vensim PLE を使うことができる読者を対象に、具体的に経営、経済・社会開発、組織開発などの問題を ST/SD を使って解析し、ソリューションを見出す方法を解説しています。MS Windows XP 環境で Vensim PLE 5.6d を基に解説していますので、ウインドー及び Vensim PLE のその後の改良によって、本書の解説とは違った画面や機能、操作方法などになっているかも知れません。予めご了承ください。また、本書執筆時点では、Vensim PLE はまだ完全には日本語されていません。紹介した画面やシミュレーション表示に英字表示のままの部分があります。

本書もやはり、システム・ダイナミクス (SD: System Dynamics) 及びシステム思考 (ST: Systems Thinking) については、すでに基本的な知識や理解がある読者を前提に記載されていますので、ST や SD が何であるかといった解説は行っていません。ST や SD に関してはすでに多くの書籍が出版されているので、そちらをご参照下さい。また、参考情報にも推薦図書を挙げてありますので、そちらを参照して下さい。

本書は同志社大学ビジネス・スクールの山口薫教授の発案で、筆者が、長年携わってきた経営コンサルタント新人教育研修で用いた教材などをもとにまとめたものです。本書の開発を支援していただいた関係者の方に厚くお礼申し上げます。

さて、本書の構成ですが、「2.システムの基本構成」は、システムを構成する要素や基本ループの基本的な振る舞いを解説したものです。SD でモデルを構築するには、モデルを構築する要素の振る舞いを理解していく必要があります。例えば古いかもしれませんが、電子製品を設計する際には、電子製品を構成するコンデンサー、抵抗などの素材で構成された遅延回路、フリップ・フロップ回路などの電子製品を構成する部品の性格をよく理解し、それを組み合わせて、例えばワイヤレス・マイクなどの望みの電子製品の回路設計を行うことと同じです。

続く「3.システム原型」は、複雑なシステムを分析するにはシステム原型の知識が有効になるという筆者の経験から取り上げています。

「4.モデル構造」は、モデルを構築する上でヒントとなるコントロールと構造について解説しています。ここまでがモデル構築に関する基礎知識です。

実際に問題を分析するには、いきなり問題をモデル化し、シミュレーションしようとしても、それだけでは通常有効なソリューションは見出せません。問題を認識し、まず定量モデルとして表現し、定性分析を行い、ソリューションの候補を見出します。次に定量分析が必要な部分を定量モデルを使って明確化し、定量モデルを開発し、定性モデルでの分析結果の妥当性やソリューションの妥当性を確認するための定量分析を行いながら、最適なソリューションやソリューション結果、限界性、有効性などを確認していきます。経営改善や経済・社会開発あるいは組織開発では、このような標準的なやり方があります。これが方法論と呼ばれるもので、ここではその方法論を「5.方法論」で解説しています。

「6.定性分析」では、方法論に沿って定性分析を実施する方法や事例、分析ツール、必要な知識などが紹介されています。

「7.定量分析」では、定性分析を引き継ぎ、定量分析により仮説を検証する方法や事例、分析ツールなどが解説されています。

ST/SD は、環境問題、経営問題、エネルギー問題などに適用され、大きな成果を上げています。このような成果については、多分読者もどこかで読んだ、あるいは聞いたことがあると思います。これまで出版されている ST/SD 関係の書物にも、そういった成果の紹介がなされています。ということで、本書ではあえて、それについては触れていません。ただ、筆者は、ST/SD は何も環境や経営、エネルギー問題に留まるものではないし、他の分野に適

用したらもっと面白いことがでいると思っています。

筆者は、日本に居ないことが多く、本書も、外国、しかもインターネットなどが通じにくい地方で、時間の合間を縫って完成させたもので、文献で確認することが物理的に難しく、記憶だけに頼って記載していますので、間違いなどがありましたらご容赦願います。

2. システムの基本動作

システムを構成する基本的な要素やループは概ね下に挙げた 7 つの変化と無変化の 8 つの変化パターンで時間的に変化し、従って、システムの振る舞いはこの 8 つの変化が組み合わせられたものとなります。つまり、システムを設計するという事は、この 8 つの変化を引き起こす小さなシステム（部品）を組み合わせることで大きなシステムにするということになります。

- ・単純な増加（あるいは単純な減少）：単純に増加する、あるいは減少する。
- ・指数的增长（あるいは指数的減少）：指数的に急激に増加する、あるいは減少する。
- ・パルス：ある時点で急に値が変わる。
- ・周期変化：周期的に変動する。
- ・収束（あるいは発散）：
- ・Sカーブ（成長曲線）：立ち上がりはゆっくりで、中間では急激に変化し、最後は収束。
- ・無秩序（ランダム）
- ・無変化：時間経過で変化しない。例えば定数。

ある振る舞いを示す小さなシステム（部品）を表現する方法は通常 1 つとは限りません。例えば振動を表現するには、SIN などの三角関数を使って表現してもいいし、IF THEN ELSE 関数を使って、ある数値を超えたら増加または減少というように切り替えを繰り返すことでも表現できます。初心者は、多くの場合、SD でモデルを設計する際には、あまり振る舞いを想定しないでいきなり設計し記述しますが、自分が記述しようと考えている部品がどう振る舞うのかを考え、適切な記述方法を選ぶことを心がけて下さい。そうでないと、システムの記述が一通り終了し、システムの記述の妥当性を考察する段階になって迷うことになります。IF THEN ELSE 関数を中心として記述したあるシステムの部品としての小さなシステムは SIN 関数を使った簡単な記述で近似でき、システムの記述を簡略化するために後者の方法を採用したとします。大まかなシステムの振る舞いは同じであっても SIN 関数で簡略化した後者の記述は IF THEN ELSE 関数を中心として記述したシステムの近似であり、どこまで近似したかをシステム的设计者は心得ておく必要があります。さらには、SD でモデルを記述するという事は、対象を SD モデルで置き換えているわけですから、置き換えに際して、モデルに取り込まなかった部分や簡略化した部分が多くあるはずで、対象はモデルと同じではないので、どこまでが同じでどこまでが同じではないかを十分心がけておくことが重要だと考えます。このような意味から、システムを構成する部分の振る舞いを十分理解しておくことはとても重要です。それによって記述方法が違ってきます。とはいえ、本書は入門書ですので、あまり細かい点にこだわらなく、ここでは、そんなものかという理解、そして、ある振る舞いを記述するには 1 つの方法ではなく、いくつかの記述方法があるという理解でいいでしょう。

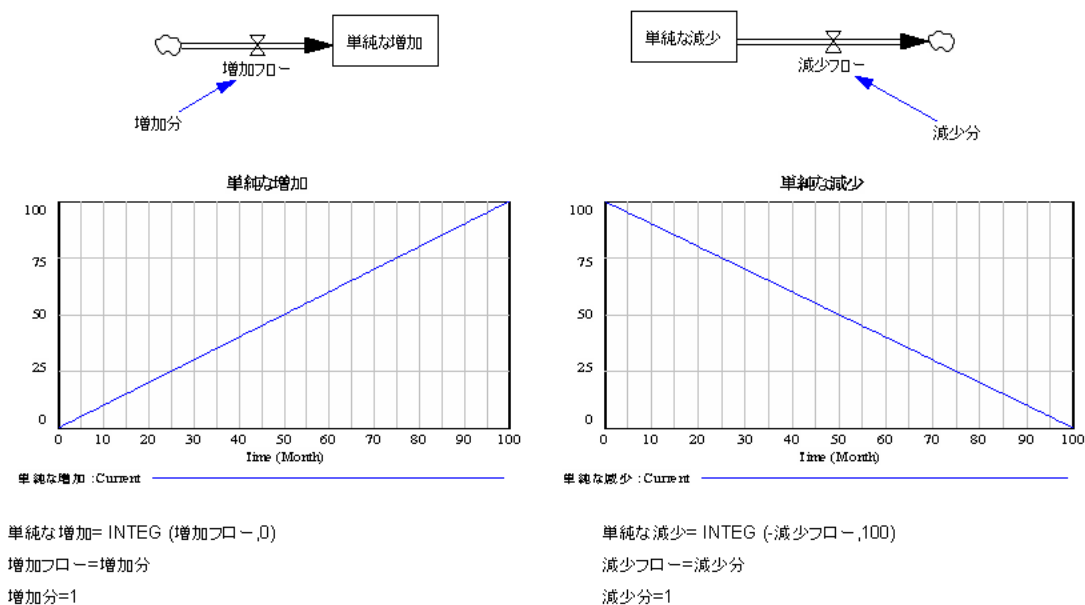
(1) 単純な増加（減少）

ストック変数に単純に一定値が加算されると増加になり、逆であれば減少になります。図 2-1 のような、ストック変数にフロー変数が流入する、あるいは流出する形で表され、フロー変数は定数値になります。グラフは傾きを持った直線になります。いわゆる直線変化です。ストックに対して常に一定の増加、あるいは減少を起こす変化になります。

図 1 に示したようにストック変数にフロー変数が付随する記述形式が最も基本的なシステムです。SD ではこのようにストック変数にフロー変数が付随し、フロー変数がストック変数に変化を及ぼすという記述方法でシステムを記述します。この基本的な形に複数のフロー変数が複雑に関係を及ぼし、それがさらに複数のストック変数に関係を及ぼすというように、複数のストック変数と複数のフロー変数が加わっていくことでモデルが複雑にな

っていくだけです。SDでは、どんなにシステムが複雑になってもストック変数とフロー変数でシステムを記述していくという事は変わりません。図 2-2 と比べてみて下さい。図 2-2 ではストックからフローにフィードバックがありますが、図 2-1 にはありません。図 2-1 のモデルでは、フィードバックがないので、ストックは単純に増加する、あるいは単純に減少するだけになります。

図 2-1：単純な増加（左）と減少（右）



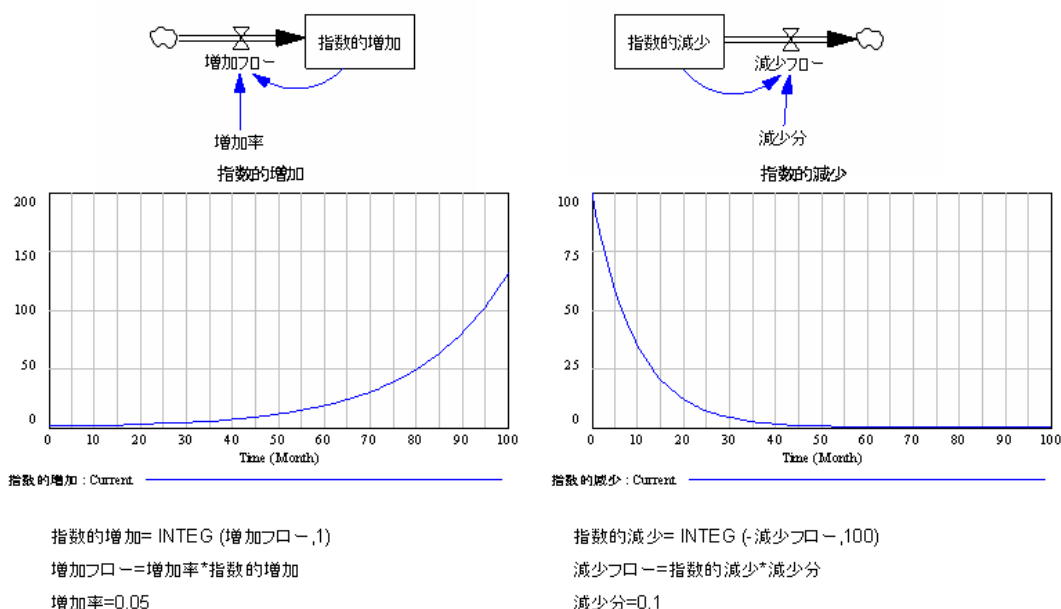
(2) 指数的増加（減少）

これは図 2-2 に示したように、ストック変数の値がフロー変数に影響を与え、増加分が増える、増えるあるいは減少分がさらに減るといった現象です。従って、ストック変数がフロー変数にフィードバックする形を取ります。この変化も自然界や社会現象でよく見られるもので、食料が十分な場合の生物の増加、ホテイアオイの増加、複利式預金の増加、ねずみ講などがよく例として取り上げられています。池にホテイアオイが繁殖する際には、最初 1 株だった 2 日目にはホテイアオイが 2 株に増え、3 日目には 4 株に増え、と 2 倍ずつ増えていきます。池にホテイアオイが浮いていることを発見し、やがて、ホテイアオイのコロニーが少し目立つと感じるようになります。その時にはもう遅く、池を少ししかホテイアオイのコロニーが覆っていないなかったのも関わらず、それからわずか数日後には池全体をホテイアオイが覆っていることを発見することになるといった、この倍々ゲームに驚いた体験を持つ読者は多いのではないのでしょうか。結果は 2 次指数関数（あるいは数次指数関数）になります。

図 2-2 は最も基本的なフィードバックという形式を表現しています。SD モデルの基本的な形はフィードバック構造で、このフィードバック構造があるので、物事が複雑になります。フィードバック構造がなければ、図 2-1 のグラフに示したように単純な変化になります。しかし、図 2-2 のように、フィードバック構造が関係してくると、指数変化のように人間の直観では感覚的に予想が難しい現象が現れてきます。実際には、フィードバック構造は図 2-2 のような直接的かつ単純な関係ではなく、いくつかのフロー変数を経由する場合や複数のストック変数やフロー変数が合成されて、さらには時間的な遅延までもが加わって関係

してくる場合の方が多いでしょう。ここでは、システムはフィードバックを伴った形で記述されるとりあえず理解しておいて下さい。そしてその記述は、ストック変数が、いくつかのフロー変数を経て、あるいは他のフロー変数やストック変数と合成された値になって自分自身に戻ってくるという形式で記述すると理解して下さい。通常の複雑なフィードバック構造を極めて単純化したのが図 2-2 であるわけです。あるいは、逆に、どんな複雑なシステムでも、基本的には図 2-2 のような構造であり、ただ、フィードバックという部分で複雑になっているだけなのだとと言えます。

図 2-2：指数変化

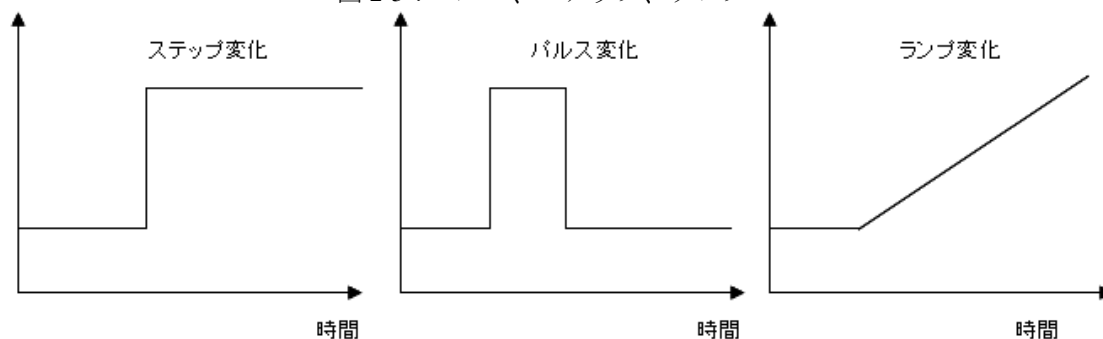


(3) パルス

これは図 2-3 に示したように、ある時間で変化するもので、Vensim PLE では STEP 関数、PULSE 関数、RUMP 関数の 3 つの関数が用意されていますが、IF THEN ELSE 文を使って表現することも可能です。

STEP 関数はある時期から値が切り替わるものです。STEP 関数で示される変化は、例えば、ある年から政策が変わり、ある政策が新規に始まったといった現象を表現する際に使います。あるいは、ある変数がある閾値を超えた時に増加した、あるいは減少した定数に変化し、その後は変化後の値を保つものです。

図 2-3：パルス、ステップ、ランプ



PULSE 関数は台形のような形で、ある時期からある時期まで出力を変えるものです。そして、RUMP 関数は、ある時期から指定した増加分、あるいは減少分で出力を変更させるものです。PULSE も同じ例が考えられます。こちらは、政権が数年しか続かず、政権が元に戻って、政策も中止されたといった際の変化です。RUMP は、新政策が良好で毎年予算を1割ずつ増やしていくといった例が考えられます。

いずれも人為的な変化で、何か政策のようなものが関係した場合にこの変化が発生します。(注 2-1)

1) ステップ変化の表現

ステップ=STEP(20, 5)

のように STEP 関数を使う方法と

ステップ=IF THEN ELSE(変数 1>20, 5, 0)

のように IF THEN ELSE を使う方法があります。

STEP 関数は、引数 1 が開始時、引数 2 が変化量です。

2) パルス変化の表現

パルス= PULSE(10, 5)

のように PULSE 関数を使う方法と

ステップ=IF THEN ELSE(変数 1>20 :AND: 変数 1<26, 1, 0)

のように IF THEN ELSE を使う方法があります。

PULSE 関数は、引数 1 が開始時、引数 2 が継続期間です。

3) ランプ変化の表現

ランプ=RAMP(2, 30, 1)

のように RAMP 関数を使う方法と

ステップ=IF THEN ELSE(変数 1>20, 定数 2, 0)

のように IF THEN ELSE を使い、定数 2 をストック変数に加算する方法があります。

(4) 振動：

図 2-4 に示したような周期振動は、自然界でよく見られるものです。SIN 関数を使うと簡単に周期振動を発生させられますが、三角関数を使わなくとも、システムに遅延のある因子を加え、一方の因子の増減を他方の因子の増減の周期とずれさせる、あるいは 2 つの正反対に変化する変数を干渉させることで周期を発生させることができます。一般には、むしろこの干渉構造によって振動が発生します。

図 2-4 の左は SIN 関数を使って周期変化を起こした例で、式は、

周期変化=SIN(時間計測)

時間刻み=0.3

時間計測=INTEG(時間刻み,0)

で表しています。

図 2-4 の右はよくあるモデル表現で、ここでは野鼠が生まれ、12 ヶ月後には成熟し、成熟した雌は出産可能になるというもので、この 12 ヶ月の遅れがグラフに示したような周期変化を引き起こします。ちなみに、このモデルは、「Vensim PLE 入門」で取り上げたモデルを簡略化したものですので、読者にはすでにお馴染みのものではないでしょうか？

ここでは遅延関数を使っていますが、遅延関数を使わなくとも、例えば 2 つの変数(変数 1 と変数 2) が関係し、増加と減少が逆であり、あるストック変数に干渉し、変数 1 が増加し、ストック変数の増加をもたらす、ある閾値を超えると逆に変数 2 が効いて減少に転

じるといったモデル表現でもこの周期変化が可能です。

図 2-5 は、バンジー・ジャンプのモデルの例ですが、運動量に重力と復元力という逆に働く変数が働き、重力が大きければ落下し、復元力が重力よりも大きくなればジャンパーは引き上げられます。これが振動になります。このように、逆に働く 2 つの変数を干渉させることで振動を表現できます。

図 2-4：振動

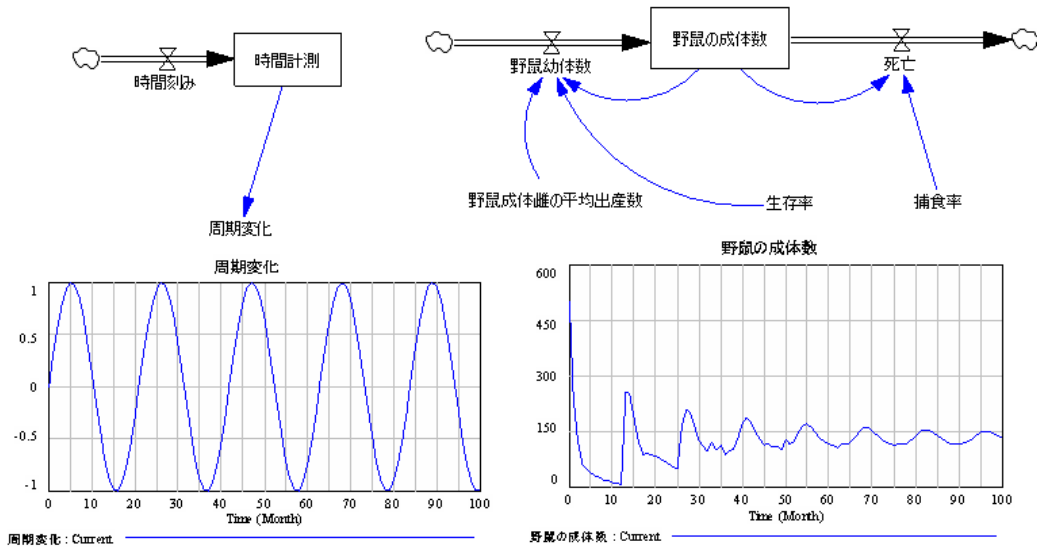


図 2-5：バンジー・ジャンプの振動

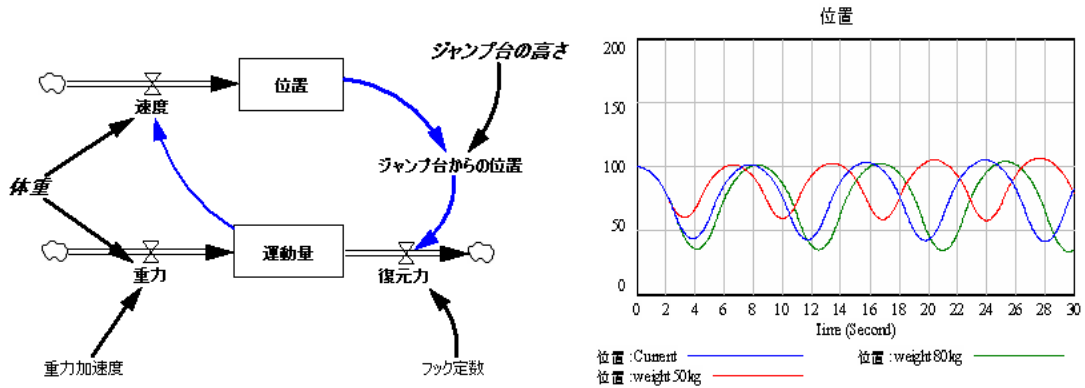


図 2-5 のモデルの式は、
 ジャンプ台からの位置=IF THEN ELSE((ジャンプ台の高さ-位置)<10, 0, (ジャンプ台の高さ-
 位置))

ジャンプ台の高さ=100

フック定数=20

位置= INTEG (速度,100)

体重=80

復元力=ジャンプ台からの位置*フック定数

速度=運動量/体重

運動量= INTEG (IF THEN ELSE (ABS(重力)>ABS(復元力), 重力-復元力, 復元力-重力),0)

重力=-体重*重力加速度

重力加速度=9.8

(5) 発散と収束 :

図 2-6 : 発散 (左) と収束 (右)

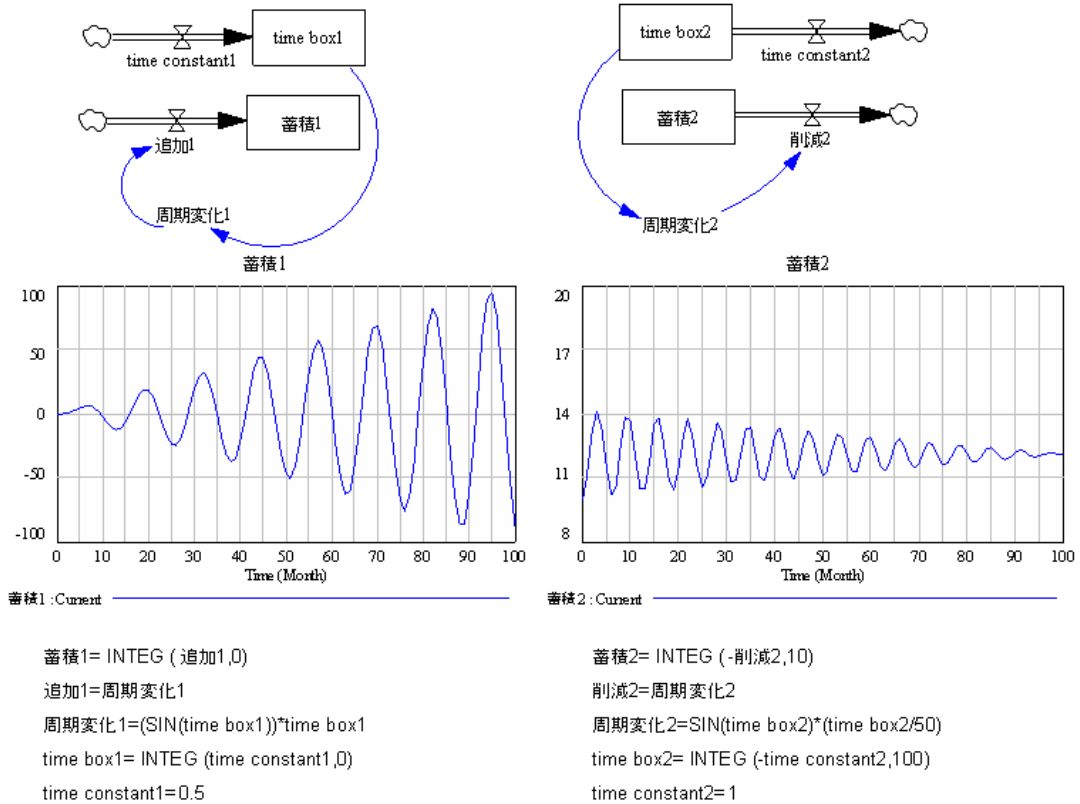


図 2-7 : 野鼠の生息数

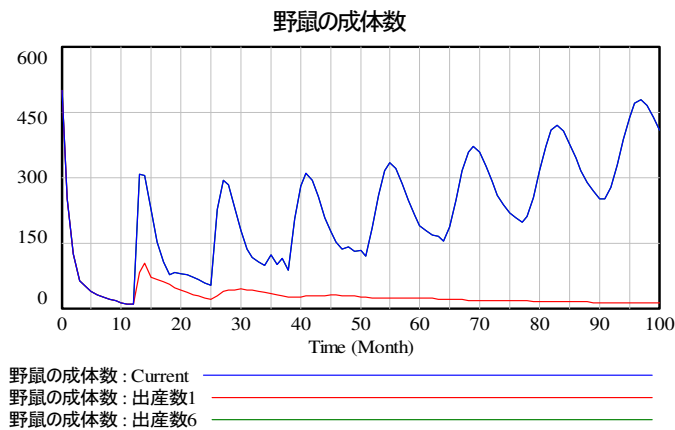


図 2-6 に示したような発散や収束もよく見られる現象です。発散や減少は振動に増加させ

るあるいは減少させる因子が周期変化に関係することで発生します。この変化のパターンはまた、多くのフィードバック・ループが基本的に示す振る舞いでもあります。

三角関数で周期を起し、その周期幅を増減させることで発散や収束を表現できますが、一般的には、三角関数を使わないで発散や収束を表現しています。先の図 2-4 の野鼠の成体数のモデルの例では、出産率を減らせば野鼠は滅亡し、出産率を増やせば増殖します。従って、発散や収束もそう難しい表現を要しません。図 2-7 は、図 2-4 の右に示した野鼠のモデルを使って、野鼠成体雌の平均出産数を変化させた例で、出産数が 1 匹だと減少しコロニーが滅亡することが収束状態で示されています。逆に出産数が 6 匹だとコロニーが増殖することが発散状態で示されています。振動があるシステムでは、このように条件の違いで、逆向きに働く力が変化し、収束する、あるいは発散して終わりになることが一般的です。スムーズに収束する、あるいはスムーズに発散するのはよほど特殊な例か、モデルがきわめて簡素化されている場合だけです。

図 2-4 のこの野鼠のモデルの式は以下の通りです。

捕食率=0.3

死亡=IF THEN ELSE(野鼠の成体数>100, 野鼠の成体数*捕食率+(野鼠の成体数/5), 野鼠の成体数/5)

生存率=0.2

野鼠の成体数= INTEG (野鼠幼体数-死亡,500)

野鼠幼体数=DELAY FIXED(((野鼠の成体数/2)*野鼠成体雌の平均出産数*生存率), 12, 0)

野鼠成体雌の平均出産数=5

モデルを構築する際に、図 2-6 のように、あるストック変数の変化を基に別のストック変数を変化させるという構造を設計することはよくあるケースです。ストック変数だけ、あるいはフロー変数だけでモデルを設計することは極めてまれです。また、普通の現象を表現するモデルでは、通常 2 つ以上のストック変数が存在します。この複数のストック変数からの干渉により振動という現象が発生し、この干渉が周期をずらして均等に及ぼし合えば(4)の振動が、ずれによって少しずつ打ち消し合うか、あるいは少しずつ増長し合えば(5)の収束や発散が現れることとなります。この意味から、基本的には(4)の振動も、(5)の発散、収束も同じ現象であると言えます。

(6) S カーブ :

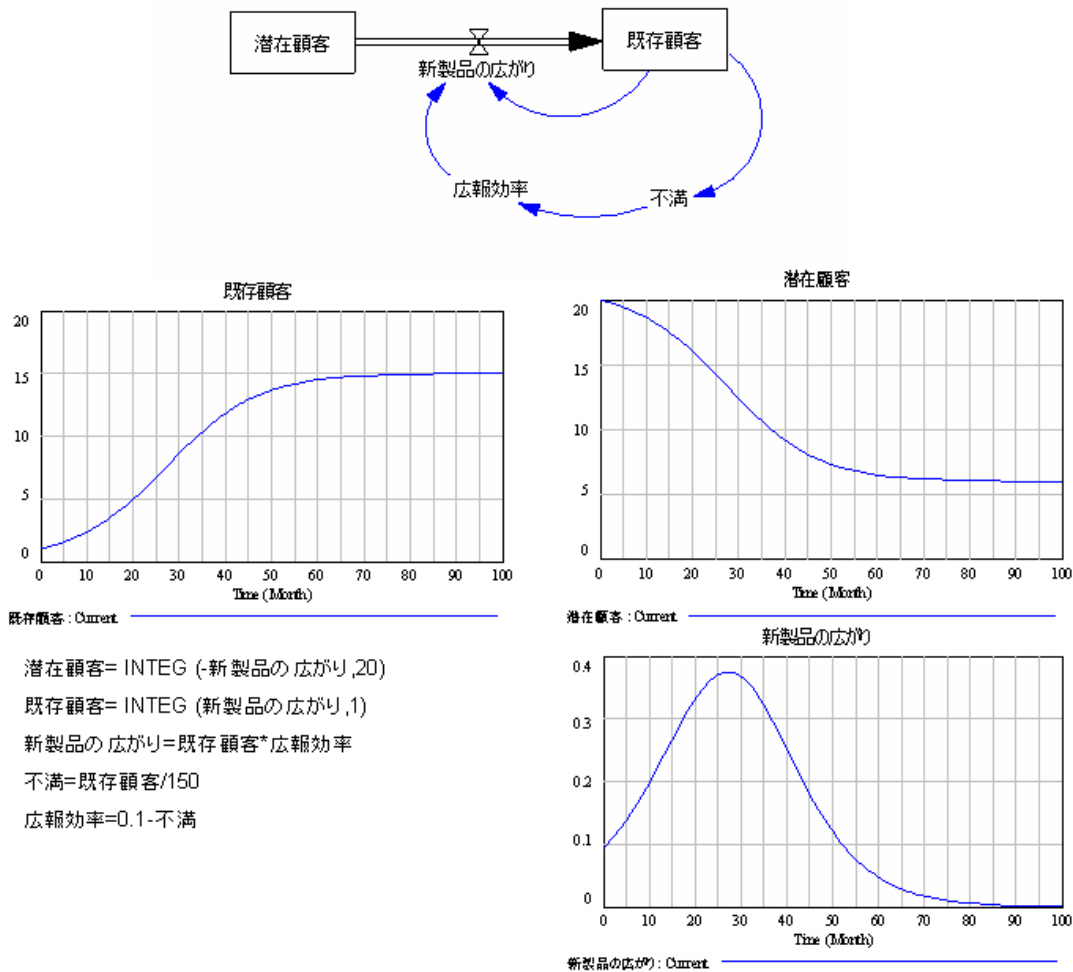
S カーブもよく見られるシステムの振る舞いです。ある因子の増加が、ストック量が少ない場合は増加に拍車をかけ、ストック量が多くなると増加にブレーキをかけることでこの現象が現れます。グラフの形が S に似ているので、このように呼称されています。ロジスティック曲線、成長曲線などと呼ぶ人もいます。

この S カーブは自然界でよく見られる現象です。例えば、新製品の普及において、新製品が出た直後は、評判が評判を呼び、急速に普及するのですが、時間が経ち、製品が普及すればするほど、ユーザーの不満も多くなり、普及速度にブレーキをかけるといったことが起きます。これは普及モデルとして知られているものです。また、正の S カーブと負の S カーブが重なり鐘のような形になるベル型もこの変化の分類に属します。これは感染が広まっていく様子を示した感染モデルなどで知られている現象で、ある頂点を過ぎると今度は S 型に減少していくものです。

図 2-8 は簡単な普及モデルですが、図右に示した潜在顧客が負の S カーブを、左に示した既存顧客が正の S カーブを、そして右下に示した新製品の広がりかベル型（釣鐘型）を示しています。

図 2-8 のモデルの構造は、チェーン型と呼ばれるストック変数が連鎖するモデルの構造を単純化したもので、このモデルでは、「潜在顧客」というストック変数が「既存顧客」というストック変数に流れていく 2 段構造になっていますが、一般的には 2 つ以上ストック変数が連鎖していく構造になります。このチェーン型は人口モデルなどを表現する際のコアとなるもので、SD モデルでよく用いられる基本的な構造となっています。

図 2-8 : S カurve



(7) 無秩序:

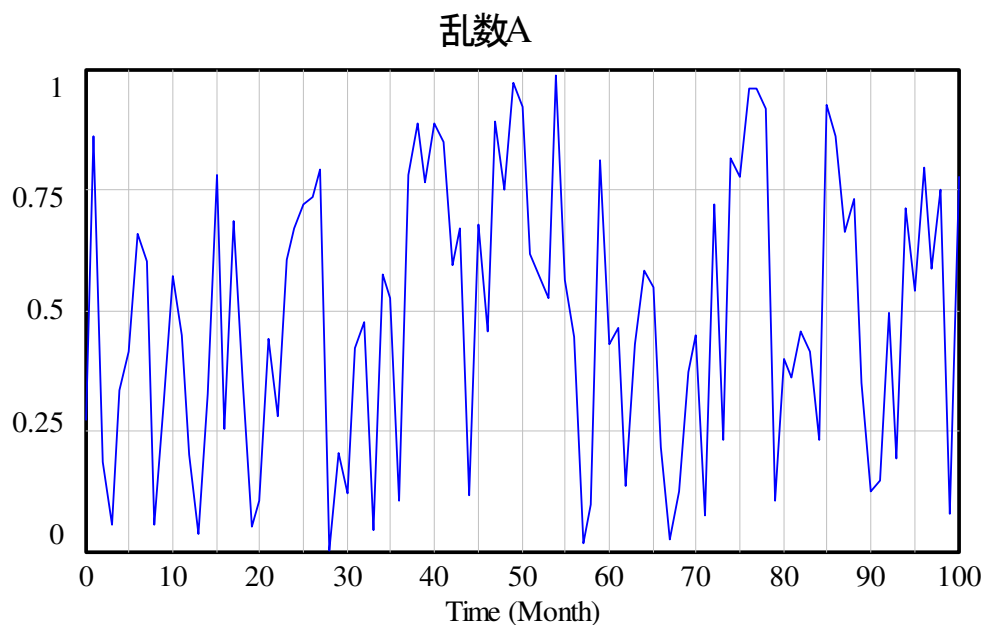
これもよく使われるもので、人為的ではない現象を乱数として表現し、観察したい対象のシステムにこの乱数変化を与えて、システムの振る舞いを見るということが行われます。例えば、アクシデントやインシデントの発生、窓口に来る顧客の数などを乱数として取り扱い、窓口業務の業務効率性を評価するとか、交通事故の取り扱いを行う業務の効率性を見るといった際に、外部変数にこの乱数を与え、モデルで、あるシステムや方針などの妥当性を評価するといったことで使われます。筆者も、内部統制のしくみの有用性を評価する際に、モデルにこの乱数をアクシデントの発生として与え、内部統制のしくみが、業務におけるミスや不正などの抑制にどこまでの水準で有効なのかを評価したことがあり、そ

のモデルで乱数を使っています。

一般には RANDOM 関数を使って無秩序を表現します。表現方法は、例えば：

乱数 $A = \text{RANDOM UNIFORM}(0, 1, 0.5)$

ここで「乱数 A」は最小値 0.0 から最大値 1.0 までの乱数を発生させます。乱数の平均値は 0.5 になります。



乱数A : Current

(8) 無変化：

無変化というとは何か変な気がしますが、定数などの、時間経過では変化しない要素を指します。外部変数として取り扱われる因子、従って対象としているシステムから影響を受けない因子がよくこの変化しないものとして取り扱われます。例えば、生物の産卵数、再生力などを取り扱う場合で、これらの因子に影響を与える要素が無い、あるいは無視できるのであれば一定とします。つまり、一定であると仮定し、システムに外部因子として影響を与えるとして定数で表現します。

一般的には定数で無変化を表現します。例えば：

定数 $A=12$

のように定数として表現します。もちろん、シミュレーション時に定数として定義した値を人為的に変更できます。このような定数を政策変数と呼んでいます。

特に定量モデルを構築していく際に言えることですが、モデルを構成する要素や要素の最小限の組み合わせの部分で、先に述べたどの振る舞いを示すのかを意識してモデルを構築する必要があります。そのことで、因子を定義する際にどの関数を使うのかや、ストック変数とフロー変数による表現方法が決まります。さらには、関数では定義できない場合、テーブル関数で因子の振る舞いを定義するのですが、この際にも必ず、先に述べたような変化の要素を想定しながら定義します。

3. システム原型

通常、システムは交差あるいは内包する複数のフィードバック・ループで構成されます。単独のフィードバック・ループは、

- ・増加（あるいは減少）
- ・均衡
- ・ある条件値で増加（あるいは減少）が均衡に、あるいは均衡が増加に転じる。

の 3 つのどれかの振る舞いをします。傾向として増加する、あるいは傾向として減少するフィードバック・ループを増加ループと呼び、「+」あるいは「R」で表現します。傾向として均衡するフィードバック・ループを均衡ループと呼び、「-」あるいは「B」で表現します。通常は増加するか、あるいは均衡するかどちらかの振る舞いをします。3 つ目のもの、双極性移転ループは少し特殊なフィードバック・ループで、ある条件で増加ループにも均衡ループにもなるループです。複雑系などを取り扱う場合に見られますが、通常は考えなくてもいいでしょう。

SD モデルを構築する際にフィードバック・ループを意識してモデルを設計します。通常、SD モデルを構築する際には、いきなりストック変数とフロー変数を用いて定量モデルを構築するというはまず行いません。まずは定性モデルを構築します。そして構築した定性モデルでフィードバック・ループを吟味します。その後、この定性モデルを元に定量モデルを構築しますが、ここで構築された定量モデルでは、定性モデルで吟味されたフィードバック・ループの性格、つまり定性モデルでの増加ループあるいは均衡ループが正しく定量モデルでも増加ループあるいは均衡ループとして表現される必要があります。

通常モデルでは、複数の増加ループと均衡ループが干渉しあう構造になります。この干渉の関係の中でシステム全体の振る舞いに強い影響を及ぼす強いループとあまり強く影響を及ぼさない弱いループが発生します。もちろん、条件によって今まで弱い干渉しか及ぼさなかったフィードバック・ループが突然強い干渉を及ぼすように変化することもあれば、ある特定のループがあるループに干渉しているので、そのループが強いままでいられるといったことなど、いろんなことが干渉の中で起きているので、一概に強いとか弱いといったことは言えませんが、強い干渉を及ぼすメインのフィードバック・ループはどれであるかをしっかり把握しておくことが、システムの妥当性を把握する上で重要です。基本的には、そして傾向的には、最も強いフィードバックの振る舞いと似た振る舞いをシステム全体としても示すはずですが、もしそうになっていなければ、どこかに設計ミスや見落としがあると考えられます。

とは言え、システム全体は単純には強いフィードバックの振る舞いを後追いしないものです。それゆえ、シミュレーションしてみなければわからないわけです。また、同じように強く、しかし性格が異なるフィードバック・ループが同じような強さで干渉を及ぼすとシステム全体の振る舞いは複雑で予想しにくいものになります。このような場合、増加ループと均衡ループの組み合わせによって、いくつかの特徴的なシステムの振る舞いのパターンができます。この振る舞いのパターンを参考にシステムの振る舞いをトレースすることでシステム全体の動きが理解しやすくなります。この特徴的なシステムの振る舞いのパターンはシステム原型と呼ばれています。システム原型が何種類なるのかについては人によって違いますが、*The Fifth Discipline: The art and practice of the learning organization.* (Peter Senge) には、以下の 10 個の基本的な振る舞いが紹介されています。(注 3-1)

- ・均衡 (Balancing loop)
- ・遅延を伴う均衡 (Balancing loop with delay)

- ・応急処置の失敗 (Fixes that fail)
- ・成長と投資不足 (Growth underinvestment)
- ・問題の転嫁 (Shifting the burden)
- ・成功には成功を (Success to the success)
- ・成長の限界 (Limit of growth)
- ・エスカレート (Escalation)
- ・目標のなし崩し (Drifting goals)
- ・共有化の悲劇 (Tragedy of commons)

さらに、先のピーター・センゲの Fifth Discipline Field Book には、新たに次の 2 つのシステム原型が説明されています。

- ・昨日の友は明日の敵 (Accidental adversaries)
- ・魅力の基本 (Attractiveness principle)

システム原型に関し、増加と均衡だけの 2 種類で、その組み合わせだけと主張する人もいますが、筆者の経験では、先の 12 個のシステム原型に、増加 (reinforce loop) を加えた 13 個のシステム原型はシステムの振る舞いとして基本的なものであり、システムの振る舞いを理解する上で有用であると思います。もっとシステム原型があった方がシステムを分析する上でいいと考えていますが、さらに何を加えたらいいのかはまだ分かりません。

(1) 増加 (Reinforce Loop) :

増加ループは前章の「2. システムの基本動作」図 2-1、図 2-2 ですすでに説明しています。基本的に 2 つの増加のパターンがあります。1 つは、単純に増加するもので、基本的には直線的に増加します。これに振動や不規則な増減が加わり、複雑な増加に見えますが、回帰すると直線的な増加に変換できます。2 つ目は指数的な増加で、これは増加因子にフィードバックが関係した場合に発生します。増加ループと言うと、グラフで因子の時間的な振る舞いを見た際に、因子の値が増加している図 2-1 や図 2-2 の左側のグラフであるべきであるとする読者が存在するかも知れませんが、それは誤解で、結果として増加するとは限りません。グラフで描いた場合、右側の減少を示す場合もあります。増加と言っているのは、入力因子の増加によって出力因子が増加される、入力因子の減少によって出力因子が減少するという正の関係になるものが、因果ループに含まれていること、もし、逆の関係を持つものが含まれていても、偶数個あり均衡する動作を打ち消す動きを示す場合を増加ループと呼んでいます。この場合、ループ全体では、増加が強化される、あるいは減少が強化されるという現象が引き起こされます。

(2) 均衡 (Balancing Loop) :

均衡ループは、何かの変化に対して調整をしようとする因子が働くことで発生する振る舞いで、そのため、波型の変化が発生します。ただ最終的にはこの振動は収束の方向に向かいます。図 3-1 に定性モデルと定量モデル、そしてこの定量モデルによるシミュレーションのグラフを示しました。この定量モデルでは、ギャップを修正する修正率が大きい場合にはこういった波型の振動が発生し、収束していくのですが、修正率が小さい場合は、むしろ目的探査型、従って成長曲線を描いて上限値に収束していきます。

図 3-1 の式は以下の通りです :

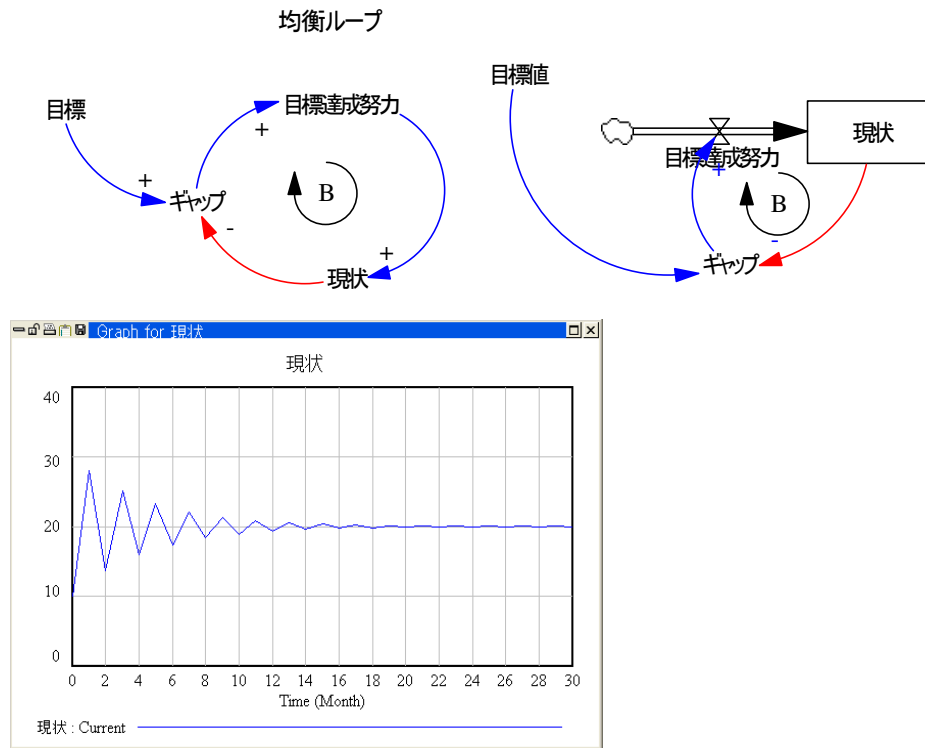
ギャップ = 目標値 - 現状

現状 = INTEG (目標達成努力, 10)

目標値 = 20

目標達成努力 = ギャップ * 1.8

図 3-1：均衡ループ



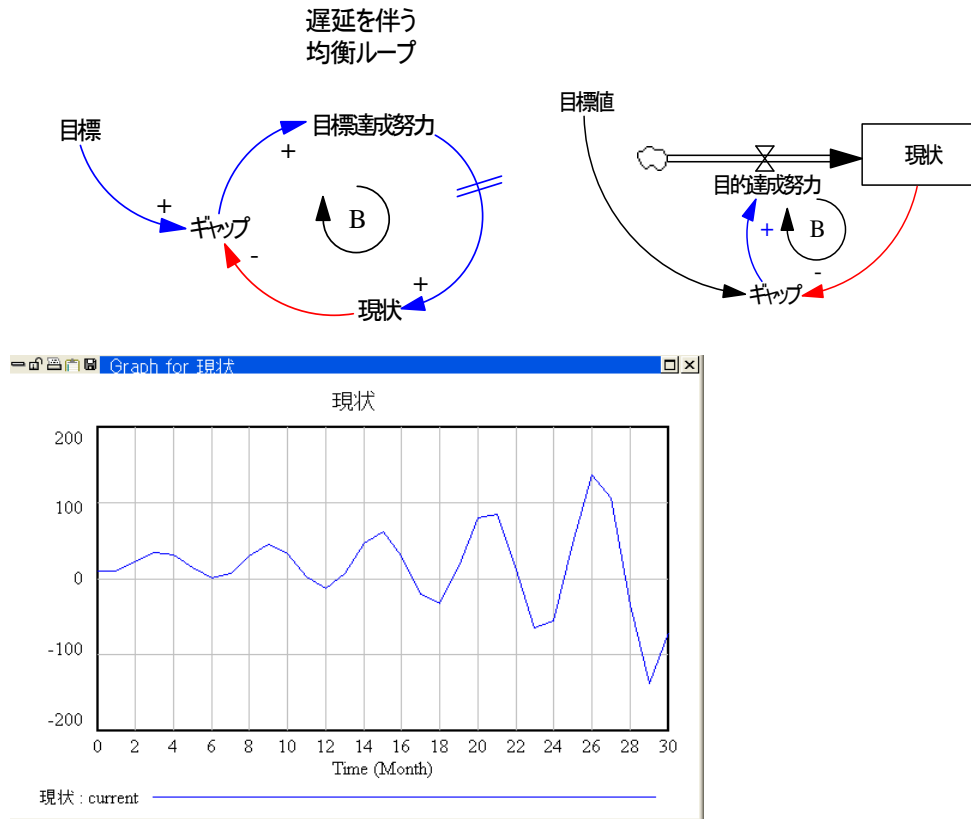
均衡ループと言うと、グラフで因子の時間的な振る舞いを見た際に、因子の値が収束すべきであると考えられる読者が存在するかも知れませんが、先の「増加」で説明したようにそれは誤解で、部分を取った場合、図 2-1 のような増加や減少を示すこともあります。均衡と言っているのは、入力因子の増加によって出力因子が減少される、入力因子の減少によって出力因子が増加するという負の関係になるものが、因果ループに含まれていること、その数が奇数個あり均衡が優位を示す場合を均衡ループと呼んでいます。この場合、ループ全体では、均衡が保たれるので、増加してもどこかで減少し、あるいは減少してもいずれは増加します。

(2) 遅延を伴う均衡 (Balancing Loop with Delay) :

遅れを伴う遅延の場合、通常、遅れの誤差が積み重なり、最後には発散するパターンを示します。図 3-2 に定性モデルと定量モデル、そしてこの定量モデルによるシミュレーションのグラフを示しました。この定量モデルについても同じでギャップを修正する修正率が大きい場合にはこういった波型の振動が発生し、発散していくのですが、修正率が小さい場合は、むしろ目的探査型、従って成長曲線になり、収束します。

この図 3-2 の式は以下の通りです：
 ギャップ = DELAY FIXED(目標値 - 現状, 3, 1)
 現状 = INTEG (目的達成努力, 10)
 目標値 = 20
 目的達成努力 = ギャップ * 0.8

図 3-2：遅れを伴う均衡ループ



(3) 応急処置の失敗 (Fixes that Fail) :

問題に対して対処措置を講じるだけで根本的な措置を怠っているとやがて予期しなかった副作用が現れてくるというものです。例えば、仕事のストレスをお酒と煙草でまぎらわしていると、やがて肝臓や肺にダメージを与え健康を損なうといった例が考えられます。一時的にストレスをお酒や煙草でまぎらわせることも時には必要でしょうが、ストレスそのものを減らすように仕事の量や内容を考えた対応をしなければ、ストレスそのものは解決されないで根本的な解決にはなっていません。

企業戦略関係では、売り上げを伸ばすために安易に価格を引き下げた結果、それが価格競争の引き金になり、もはや価格を上げることができなくなっただけでなく競争が泥沼化に突入するといった例が挙げられます。

この現象は、遅延を伴う増加ループが均衡ループを包含しているような構造でこの現象が見られます。図 3-3 に定性モデルと簡単な定量モデル例を示しています。定量モデルは、仕事のストレスをお酒で紛らわしているケースで、アルコールで紛らせながら仕事をこなしていると、やがてアルコール中毒になってしまうというケースです。問題は、表面的な対応措置で時間 0 から 10 までは解決していますが、その裏で、アルコール依存性が蓄積され、時間 10 を過ぎてから健在化し、問題の改善はそれ以上進まなく、かえって悪化していく一方という、予期せぬ問題がどんどん蓄積していく様子が図で表されています。

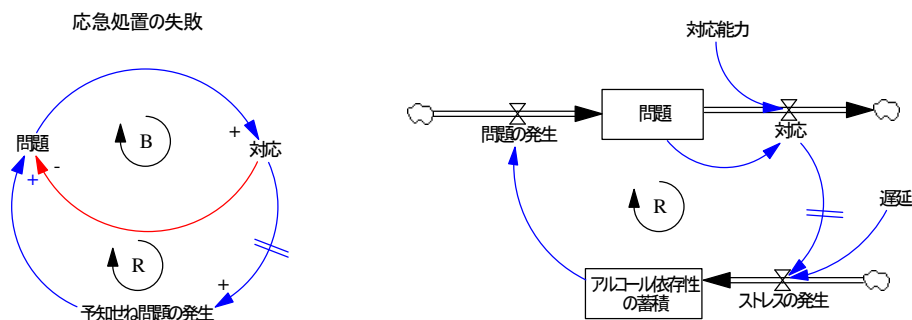
この式は以下の通りです：

アルコール依存性の蓄積 = INTEG (ストレスの発生, 0)

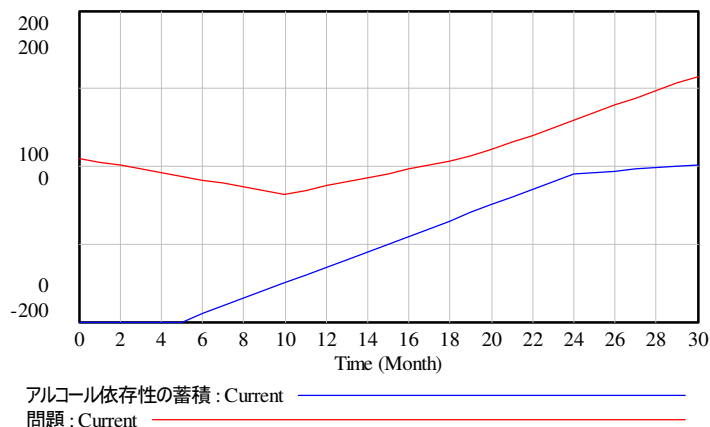
ストレスの発生 = DELAY FIXED(対応, 遅延, 0)

問題= INTEG (問題の発生-対応,10)
 問題の発生=RANDOM UNIFORM(0, 1, 0.5)+IF THEN ELSE(アルコール依存性の蓄積>20, 10, 0)
 対応=IF THEN ELSE(問題<=対応能力, 5, 1)
 対応能力=10
 遅延=5
 ここでは、予期せぬ問題であるアルコール依存性は、蓄積が 20 以上にならないと健在化しないとしています。

図 3-3 : 応急処置の失敗



Selected Variables



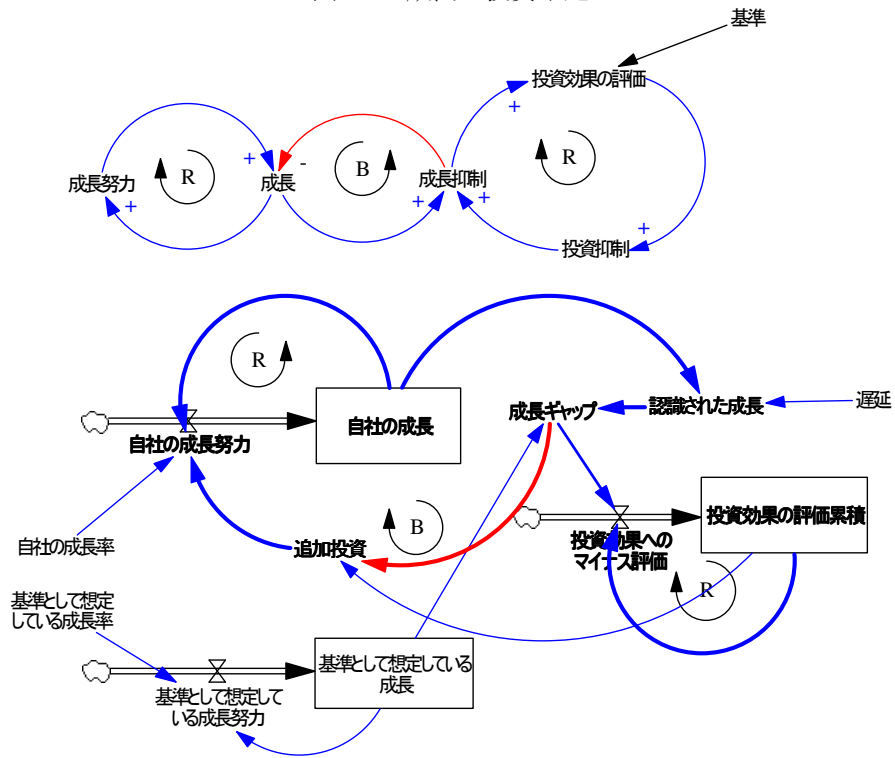
(4) 成長と投資不足 (Growth Underinvestment) :

企業が成長を続けていくためには適切に投資を継続する必要があります。ところが、この適切な投資が行われないと、能力が限界に近づき、成長が停滞します。停滞した時点であわてて投資を行っても、その投資の成果が現れるには時間がかかります。その間に、競合相手に市場を抑えられたりすると成長がさらに低下し、やがて、投資効率性に関する疑念が起り、投資抑制が行われ、その結果さらに能力の低下が起こるといふものです。増加ループに均衡ループが近接している構造でこの現象が見られます。

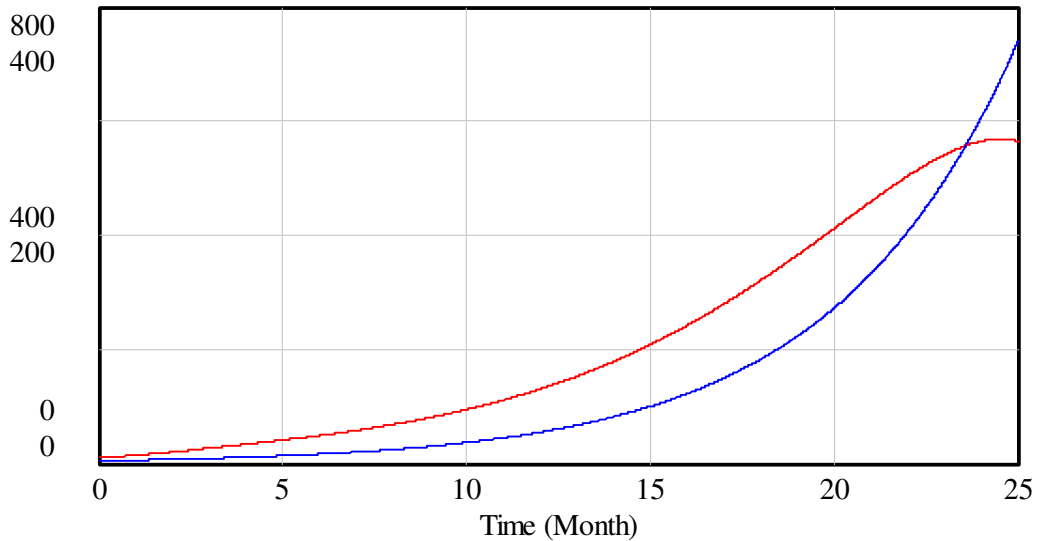
図 3-4 に定性モデルと定量モデル例を示しています。定量モデルの式は以下の通りです :

基準として想定している成長= INTEG (基準として想定している成長努力,5)
 基準として想定している成長努力=基準として想定している成長*基準として想定している成長率

図 3-4 : 成長と投資不足



Selected Variables



基準として想定している成長 : Current

自社の成長 : Current

基準として想定している成長率=0.2
 成長ギャップ=基準として想定している成長 - 認識された成長
 投資効果の評価累積= INTEG (投資効果へのマイナス評価,0)
 投資効果へのマイナス評価=成長ギャップ + 投資効果の評価累積*0.2
 自社の成長= INTEG (自社の成長努力, 5)
 自社の成長努力=(自社の成長+追加投資)*自社の成長率
 自社の成長率=0.2
 認識された成長=DELAY FIXED(自社の成長, 遅延, 0)
 追加投資=成長ギャップ - (投資効果の評価累積/10)
 遅延=3

この定量モデルでは、自社の成長も、基準として想定している成長も、基本的に同じ構造で、初期値 5 百万円の売り上げから事業が始まったとしています。そして、20%の成長率で事業が伸びているとしています。ただ、何故か経営トップには実際の自社のこの事業の伸びの値が 3 ケ月の遅延で認識されているとします。成長ギャップがあれば、そのギャップ分を追加投資すべきなのですが、ギャップの認識がマイナス要因に働き、追加投資すべき額からマイナス評価が及ぼす金額分だけ投資が差し引かれて投資されます。基準として想定している成長に達しないというマイナス評価が蓄積され、実際にはこの事業は理想としている成長を追加投資の効果分だけ超えて成長していたのに、この投資不足が加速され、2 年目（24 ケ月）から事業は頭打ちになってしまいます。「投資効果へのマイナス評価→投資効果の評価累積→投資効果へのマイナス評価」という増加ループが「自社の成長努力→自社の成長→自社の成長努力」という増加ループに、「自社の成長→認識された成長→成長ギャップ→追加投資→自社の成長努力→自社の成長」という均衡ループの「追加投資」の要因に働きかけ、成長の要因である追加投資を長期的にはマイナスにしてしまうので、このような結果になってしまいます。

定性モデルは少し複雑に感じられるかも知れませんが、太字で示した部分のみがコアの部分です。「基準として想定している成長」のフローとストックは、比較のための基準値を算出するための部分で、この分が追加されているのでモデルが複雑な印象を与えていると思いますが、コアとなるものではありません。

(5) 問題の転換 (Shifting the Burden) :

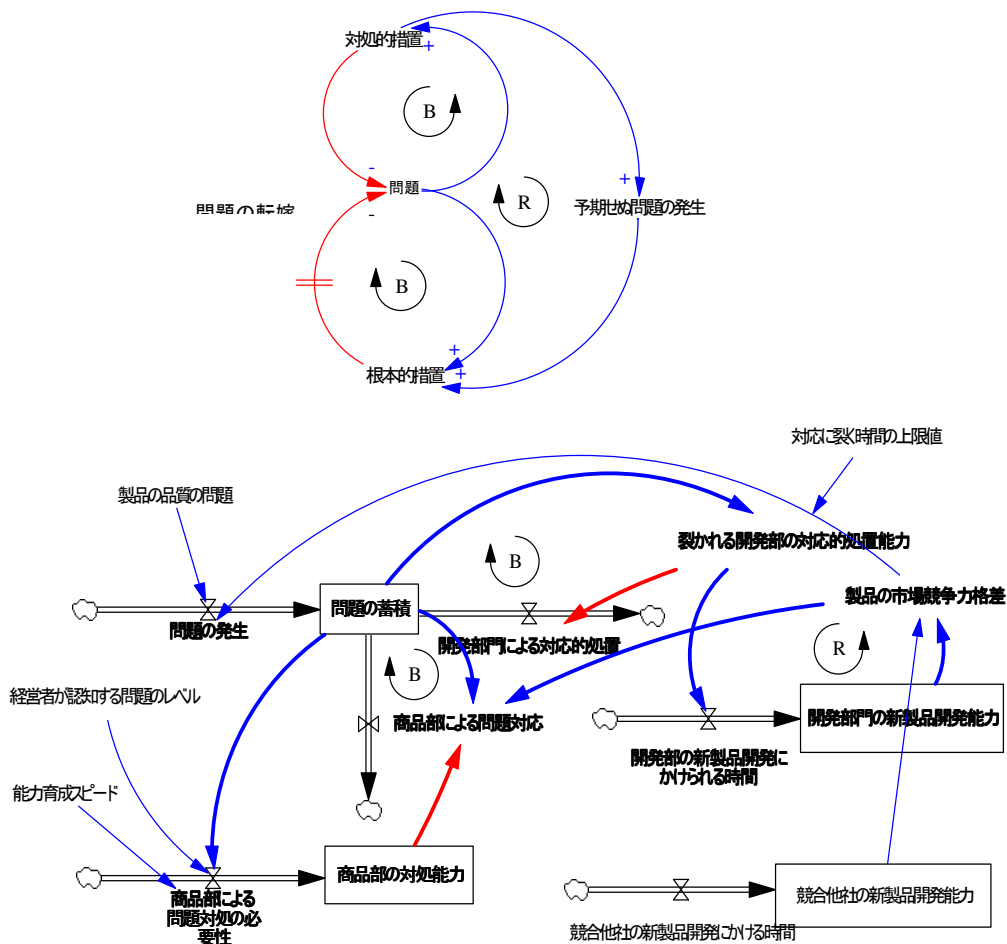
応急措置の失敗に現象や構造が少し似ています。問題に対してとりあえず対応的な措置を講じながら、同時に根本的な解決にも取り組むというのは正当な方法ですが、対応的な措置があまりにも成功したので、根本的な問題に取り組むための方策や能力の開発意欲が失われ、問題への取り組み能力自体がうまく開発されないというものです。

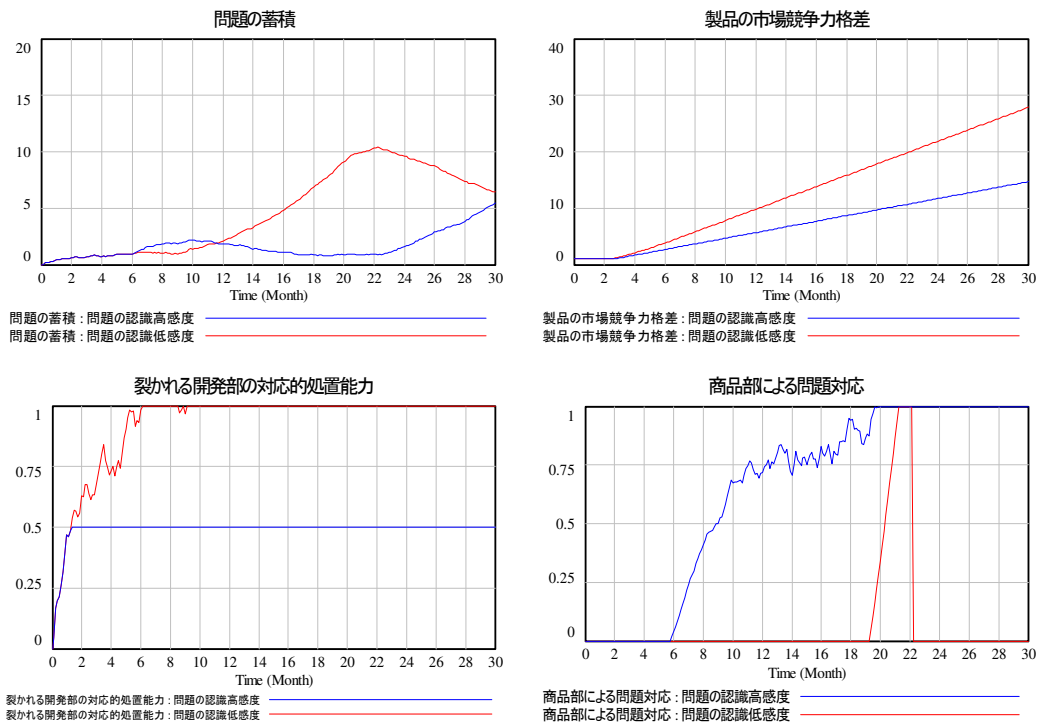
この例として取り上げられるケースは多くありますが、例えば、日本のフィルム・カメラ・メーカーは、精密技術を武器に、高度成長期のカメラ・ブームを背景に、機械式の 1 眼レンズ、35 ミリ・フィルム用カメラを改良し、製品改良にしのぎを削ることで大成功しました。しかし、成功したフィルムへの記録技術に拘り続け、そのため、新しく台頭してきたエレクトロ・メカニズム技術やデジタル画像処理などのソフト技術への対応に遅れを取り、デジタル・カメラがカメラの主流になった時に、その流れに乗れなく、破産、買収、あるいは市場撤退を余儀なくされたメーカーがあります。デジタル・カメラ時代になった時には、それまで 1 眼レフ・カメラを全く作っていなかったソニーやカシオ、松下といった電子機器メーカーが台頭し、1 眼レフ・カメラ・メーカーで優位を占めていたペンタックスやマミヤ、フジといったカメラ・メーカーはもはや一般用カメラ市場では製品優位性を保つことができなくなりました。一方、ニコンは、エレクトロ技術を、同社が属していた三菱グループの三菱電機と提携して開発し、果敢にデジタル時代にも対応してきたので、今日でもニコンのカメラは一般用カメラ市場で製品優位性を保ち続けています。デジタ

ル・カメラ時代に生き残らなかった企業の担当者に話を聞くと、一気にフィルム・カメラからデジタル・カメラになったわけではなく、後から考えれば、時代変化に適応するための時間はあったこと、機械式カメラでは性能改良を続けていくことには限界があること、エレクトロ・メカニズム技術の登場やデジタル化への流れは知っていたが、社内に機械屋はいても電子屋はいなく、また、カルチャーとして機械屋の世界で、異分子の電子屋を採用するという話や、電子屋の言い分を聞き入れながら技術を開発しようと主張し、推進する者がいなかったと言います。

コンピュータ市場でも、大型汎用コンピュータ時代には、IBM やユニックス、DEC といったメーカーが幅を利かせていたのですが、大型汎用コンピュータでもあまりにも成功したので、パソコンが登場した時には、それは子供のおもちゃと馬鹿にした対応しかしませんでした。IBM だけは健闘しましたが、あまりにも激しい市場に、IBM も健闘に疲れ、PC 市場から撤退してしまいました。この市場は、コンパックス、HP、デル、レノボといった大型汎用コンピュータ時代にはまだ誕生もしていなかった新しいパソコン・メーカーがしのぎを削る世界になっています。ただ、日本のコンピュータ・メーカーである富士通や NEC はパソコン時代の技術にも対応し、今でもパソコン市場で優位性のあるパソコンを製造し続けています。

図 3-5：問題の転嫁





経営コンサルタントは、過去の成功体験を忘れることの重要性を強調しています。過去の成功体験に引きずられない常にチャレンジな対応が、技術革新が激しい競争市場を生き延びる上で必要なのですが、これはなかなか難しいことでもあります。

この現象は、2つの隣接する均衡ループを増強ループが取り囲む構造でよく見られるものです。

図 3-5 に定量モデルと定性モデル、そしてシミュレーション結果を示しています。定量モデルの式は以下の通りです：

- 商品部による問題対応の必要性=DELAY FIXED(IF THEN ELSE(問題の蓄積>経営者が認知する問題のレベル, 能力育成スピード, 0), 経営者が認知する問題のレベル, 0)
- 商品部による問題対応=IF THEN ELSE(製品の市場競争力格差>20, 0, IF THEN ELSE(問題の蓄積 * 商品部の対処能力>1, 1, 問題の蓄積*商品部の対処能力))
- 商品部の対処能力= INTEG (商品部による問題対応の必要性,0)
- 問題の発生=製品の品質の問題+IF THEN ELSE(製品の市場競争力格差>20, 0, 製品の市場競争力格差/10)
- 問題の蓄積= INTEG (問題の発生-商品部による問題対応-開発部門による対応的処置,0)
- 対応に裂く時間の上限値=1
- 競合他社の新製品開発にかかる時間=1
- 競合他社の新製品開発能力= INTEG (競合他社の新製品開発にかかる時間,0)
- 経営者が認知する問題のレベル=5
- 能力育成スピード=0.01
- 裂かれる開発部の対応的処置能力=IF THEN ELSE(問題の蓄積>対応に裂く時間の上限値, 対応に裂く時間の上限値, 問題の蓄積)
- 製品の品質の問題=RANDOM UNIFORM(0, 1, 0.5)
- 製品の市場競争力格差=IF THEN ELSE(競合他社の新製品開発能力-開発部門の新製品開発

能力 < 1, 1, 競合他社の新製品開発能力-開発部門の新製品開発能力)
 開発部の新製品開発にかけられる時間=IF THEN ELSE(1-裂かれる開発部の対応的処置能力
 >1, 1, 1-裂かれる開発部の対応的処置能力)
 開発部門による対応的処置=裂かれる開発部の対応的処置能力
 開発部門の新製品開発能力= INTEG (開発部の新製品開発にかけられる時間,0)

このモデルは、ある製造メーカーの新製品に対する取り組みに関わる問題をモデル化したものです。新製品のクレームが顧客から殺到したために、暫定的に製品についてよく知っている開発部門に対応をさせることにしました。その間に商品部できちんと問題対応できる能力を育成すべきなのですが、開発部門の対応がうまくいっているため製品に対するクレーム蓄積のレベルがなかなか上昇しなく、会社に商品部でクレーム処理をする能力を早期に育成しなければならないという危機感が生まれなく、なかなか商品部の問題対応能力が育成されません。その間、開発部の商品開発の時間が問題対応に取られ、競争相手の製品開発能力との間に大きな差ができてしまうというものです。16ヶ月までは、開発部のクレーム対応のおかげで問題のレベルが5を超えることがなく、このため商品部の問題対応能力を育成する努力が行われません。その間、開発部の新製品開発能力は停滞し、ついにはクレーム対応のために全く新製品開発努力に時間が避けなくなり、競合他社との製品競争力に差がつき、かえって問題を大きくします。この問題の片がつくのは、競合他社との製品競争力の差が22ヶ月を過ぎてから決定的になり、顧客からはもう自社製品が試みられなくなり、クレームが激減し、もう商品部にとっても開発部にとってもクレーム対応という行為に意味がなくなってからです。この結果が「問題認識低感度」の指標で示されています。もし、開発部が製品開発に十分な時間をかけられ、決定的に競合他社との製品競争力の差をつけられなければ、クレーム対応に意味がなくなるといった事態を避けることができます。それには、早急に、開発部の問題対応業務を商品部門の問題対応業務と交代させることが重要です。

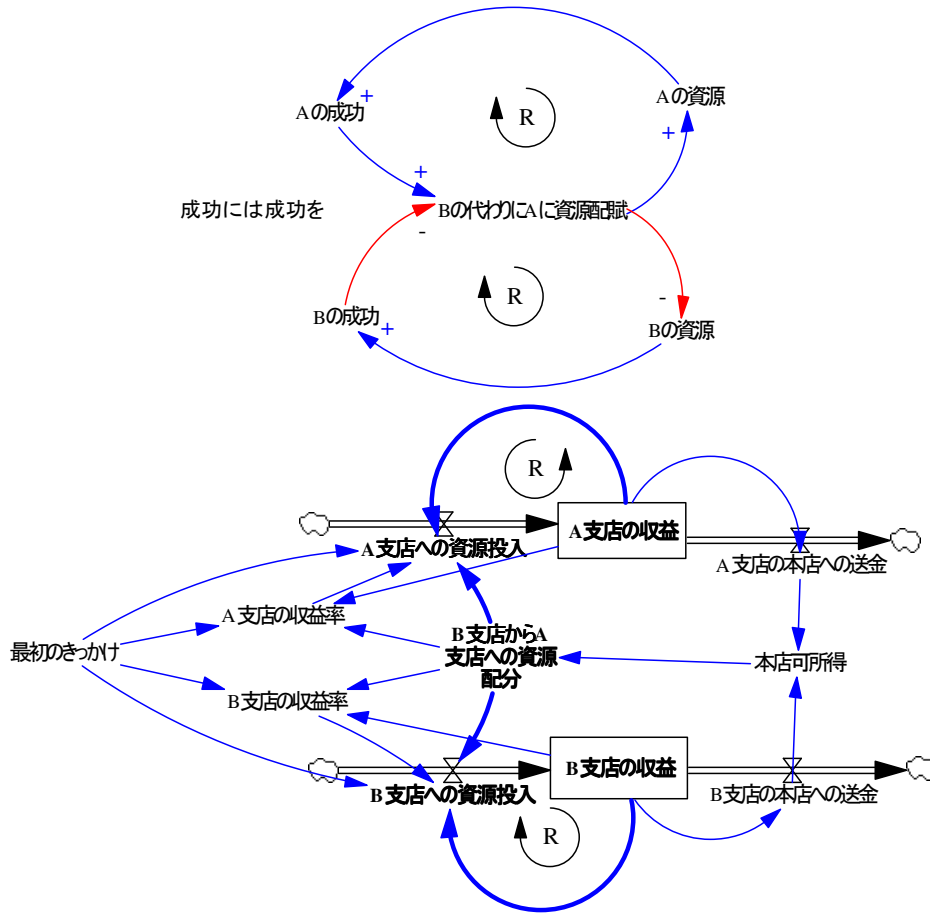
そこで、2番目のシミュレーションとして、問題認識のレベルを上げ、早急に開発部のクレーム処理を商品部が代替できるようにするようにしました。開発部のクレーム対応も避ける時間の50%を上限にすることで、競合相手に大きく製品開発能力の差をつけられないようにします。この結果が「問題認識高感度」の指標で示されています。変更したのは：

対応に裂く時間の上限値=0.5
 経営者が認知する問題のレベル=1
 能力育成スピード=0.1
 の3つの政策パラメータの設定値です。

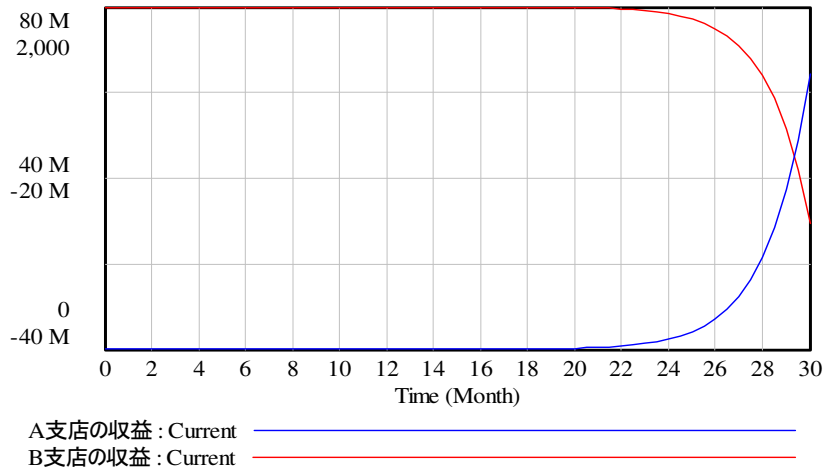
(4) 成功には成功を (Success to the Success) :

これは当初はほとんど同じ条件の競合者が、途中のちょっとした条件や結果の違いで、一方はどんどん成功するが他方はあまり成功できなくなるというもので、同じような経験を持たれている読者も多いのではないのでしょうか。ローマ帝国の歴史を見ると、ローマはカルタゴと争い、カルタゴに打ち勝ち、帝国を建設することができるたわけですが、帝国建設は最初から平穏なものではなく、カルタゴの将軍ハンニバルによってローマは何度も危機的な状況に陥っています。違いは、ハンニバルは一度負けたとたんにカルタゴから支援を受けられなくなり、罪を問われたことに対し、カルタゴと戦ったローマの将軍たちは数度負けても、以前にもまして全面的にローマから支援を受け続けられたことです。

図 3-6 : 成功には成功を



Selected Variables



他に、よく例に挙げられるのは、IBM がパソコン市場に参入する際に、同社のパソコン製品のための OS（オペレーション・システム）をいろいろ探していて、マイクロ・ソフトの DOS にするかデジタル・リサーチ社の CP/M にするかを決めるために両社を訪問した話が挙げられます。IBM の担当者がデジタル・リサーチ社をビジネス・ミーティングのために訪問した際に、デジタル・リサーチ社の社長のゲイリー・キルドールは、たまたま彼が趣味としている自家用の飛行機の操縦に夢中で留守にしている、ビジネスの話を進められませんでした。しかし、マイクロ・ソフト社を訪問した際は、社長のビル・ゲイツ以下社員が総出で出迎えてくれ、その対応が良かったので IBM 社は OS にマイクロ・ソフト社の製品を採択することになりました。IBM 社がマイクロ・ソフト社の OS を採択し、ハード仕様をオープンにすることで付属製品メーカーに市場参入機会を与えたことで、アップル社以外のメーカーも OS にマイクロ・ソフト社の製品を採択することで IBM 製品との互換性を特徴に自社製品を売るという戦略を採択し、それが、今日、マイクロ・ソフト社がパソコンの OS 市場をほぼ独占するという成功を築く結果になりました。実は、マイクロ・ソフト社に IBM から OS 製品採用の話があった時には、マイクロ・ソフト社の OS はまだ、未完成な状態でした。同社の副社長だった西和彦氏が強く社内で勧め、契約の話を進めながら急いで完成させたそうです。もし、IBM 社が自社で OS を開発し、それを採択するという戦略を採択していたら、あるいはデジタル・リサーチ社の製品を採択していたら、西和彦氏が IBM との連携を強く勧めなければ、IBM 以外のパソコン会社が IBM 互換戦略を全く採用していなかったら、マイクロ・ソフト社の今日の繁栄はなかったかも知れません。

この現象は、2つの増加ループが接している構造の場合によく見られます

図 3-6 の定量モデルの式は以下の通りです：

A 支店の収益= INTEG (A 支店への資源投入-A 支店の本店への送金,1)

A 支店の収益率=IF THEN ELSE(最初のきっかけ>1, (A 支店の収益+B 支店から A 支店への資源配分)/(A 支店の収益), (A 支店の収益+B 支店から A 支店への資源配分*0.5)/(A 支店の収益))

A 支店の本店への送金=A 支店の収益*0.5

A 支店への資源投入=IF THEN ELSE(最初のきっかけ>1, (A 支店の収益+B 支店から A 支店への資源配分)*A 支店の収益率, (A 支店の収益+(B 支店から A 支店への資源配分/2))*A 支店の収益率)

B 支店から A 支店への資源配分=本店可所得*0.2

B 支店の収益= INTEG (B 支店への資源投入-B 支店の本店への送金,1)

B 支店の収益率=IF THEN ELSE(最初のきっかけ>1, (B 支店の収益-B 支店から A 支店への資源配分)/(B 支店の収益), (B 支店の収益+B 支店から A 支店への資源配分*0.5)/(B 支店の収益))

B 支店の本店への送金=B 支店の収益*0.5

B 支店への資源投入=IF THEN ELSE(最初のきっかけ>1, B 支店の収益*B 支店の収益率, (B 支店の収益+(B 支店から A 支店への資源配分/2))*B 支店の収益率)

最初のきっかけ=STEP(2, 11)

本店可所得=A 支店の本店への送金+B 支店の本店への送金

モデルは2つの支店、A支店とB支店の収益の差を現しています。最初の10ヶ月目までは、A支店にもB支店にも均等に本店から約1割の営業開発費が支給されていて、順調に収益が上がっています。ところが11ヶ月目に、あるきっかけで、この営業開発費がA支店に与えられ、B支店には与えられなくなりました。収益は営業にかけられる開発費で決まるようになっているので、少しずつ、しかし指数的に差がつき、A支店の収益は指数的に上昇するのに対し、B支店の収益は指数的に悪化していきます。この差は最初のほんのちょっとした差で生まれますし、22ヶ月目まではそれほど大きく目立つ差ではありませんが、その

後は大きく違ってきます。

(5) 生長の限界 (Limit of Growth) :

この現象は、ローマ・クラブからの依頼で 1972 年にデニス・メドーズらがモデル化した「生長の限界」(注 3-2)で一躍有名になりましたが、社会・経済成長のためにいろんな活動を行い、生長は成功したかに見えるのですが、全体的な資源の制約のためにある所で生長は限界を迎えるというものです。この「成長の限界」は、その話題性ゆえにさまざまな議論を生み、当時の経済学者たちからは、その悲観性やフィードバックの考え方が理解されなかったことなどから批判が相次ぎました。デニス・メドーズたちは、その後もモデルを改良し、判明していった実際のデータを当てはめるなどの努力を続け、その結果を約 10 年毎に発表しています。今日では、地球の危機的な状況に関するデータが集まり、また、危機的な状況になりつつあることは広く受け入れられつつあります。まさに 1970 年代に、「成長の限界」で予測した状態そのものに陥っています。

「成長の限界」の状況は、一般にも多く見られるものです。例えば、ニッチ戦略である企業が成功しても、ニッチ市場ゆえの市場性の限界から、ニッチ市場で上げられる売り上げ以上には生長できない企業などがその例でしょう。増加ループに均衡ループが接続している、あるいは増加ループを均衡ループが包み込んでいる構造でこの現象が見られます。

図 3-7 に定性モデルと定量モデル例を示しています。定量モデルは、「2. システムの基本動作」の図 2-8 でも紹介した普及モデルで、ここでは AOL (America Online LLC) のケースを想定しています。AOL は、1983 年に創立したオンライン会社で、1990 年代初頭に、大々的なキャンペーンを開始しました。このキャンペーンの一環で、値下げ、接続支援のための CD-ROM の無料配布などを行い、この CD-ROM 無料配布などで急速に顧客を増やすことに成功したのですが、同社の機械設備の性能増強が顧客の急激な増加による接続需要に追いつけなく、顧客になったもののなかなか AOL のオンラインに接続できないという顧客の不満が高じて、同社が想定していたようには顧客を増やすことができませんでした。モデルでは、5 年目(モデルでは 60 ケ月目)に大々的なマーケティング活動を行い、顧客が一気に増えるものの、同社のサービスに不満を持つ顧客の率を減らすことができなく、顧客数がサチュレートするという代表的な普及モデルを示しています。この定量モデルの式は以下の通りです：

マーケティング活動=10+STEP(90,60)

ロコミ効果=0.01

喪失した顧客=顧客*失望率

失望率=0.1

新規顧客=IF THEN ELSE(潜在顧客-(マーケティング活動+(顧客*ロコミ効果))<10, 0, (マーケティング活動+(顧客*ロコミ効果)))

潜在顧客= INTEG (-新規顧客,10000)

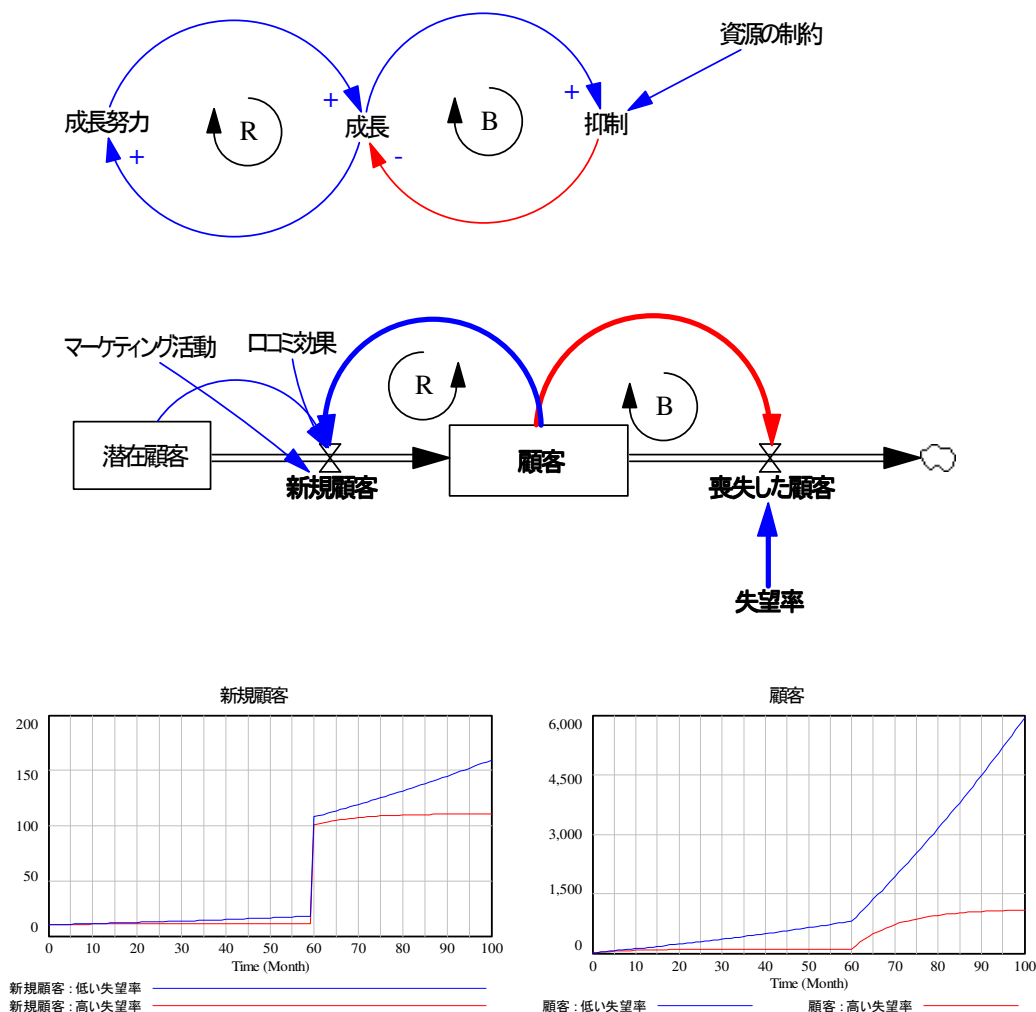
顧客= INTEG (新規顧客-喪失した顧客,10)

ステップ関数を使い、5 年目である 60 ケ月目に、マーケティング活動を大幅に増やし、それまでの 10 倍の顧客を増やすことができましたとしています。しかし、高い失望率が制約条件になり、顧客数がサチュレートするという現象を引き起こします。比較のために、失望率を低く設定したのも表示しています。低く設定した失望率は、失望率=0.001

としています。この設定例は少し極端すぎるかも知れません。このモデルでの設定の場合、サチュレートが健在化するの、失望率が 0.03 を超えたあたりからです。

普及モデルを取り上げているので、サチュレートは潜在顧客の量による制限から引き起こされると誤解される読者もいるかも知れませんが、このモデルでは潜在顧客数を極度に多く設定し、また、新規顧客数は、潜在顧客数に対してあまり大きく設定していませんので、シミュレーション期間内では、潜在顧客数の制限からはサチュレートは引き起こさない構造になっています。(注3-3)

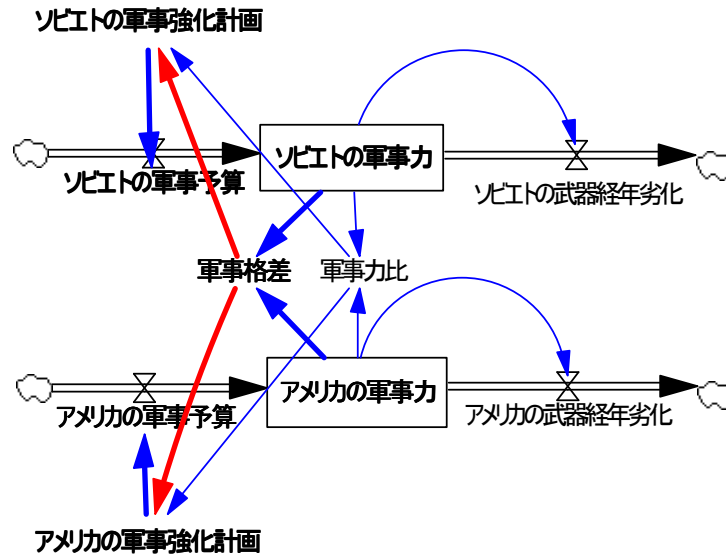
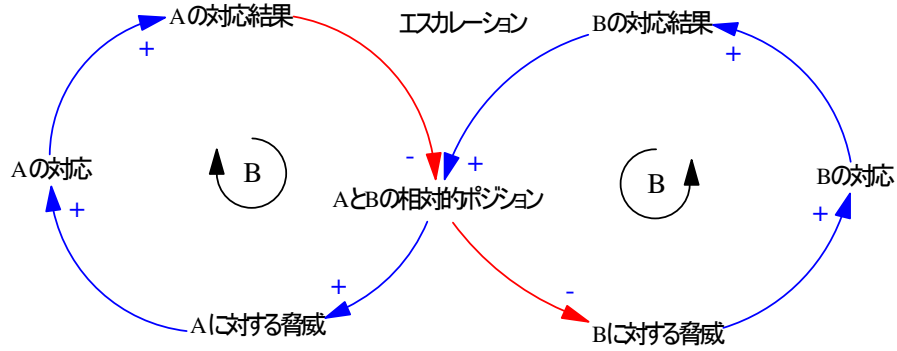
図 3-7 : 成長の限界



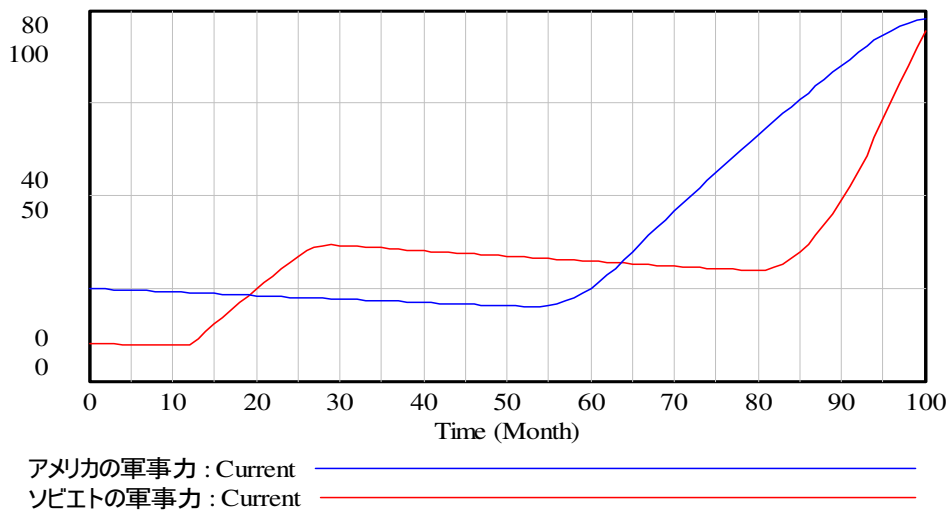
(6) エスカレート(Escalation) :

ライバル同士が争っていると、他方の行為に触発され行為を挑戦的に高め、それが相手を挑戦させ、この結果どんどん緊張が高まっていくというもので、冷戦時代の米ソの軍備拡張がよく例に挙げられています。ソビエト連邦の軍事力の脅威から、米国は核武装も含む軍事強化を増加させ、米国の財務負担になっていました。米国の軍事強化はソビエト連邦にも恐怖を与え、ソビエト連邦も無理な軍事予算増強を行い、どちらも財務的に苦しい状況に陥りましたが、恐怖ゆえに軍事強化レースをストップさせることができませんでした。

図 3-8 : エスカレーション



Selected Variables



これも少し古い例ですが、スーパー業界でのダイエーと西友の争いがあり、ダイエーがある地域に出店すると西友もすぐに近くに出店し、ダイエーと西友という 2 大スーパーマーケットが規模拡大を争った時代がありました。結局ダイエーは無理な拡張が原因で、経済不況に陥った時には経営破たんしてしまいました。西友ストアも、その後、経営拡大戦略から収益性を重視する戦略に変わり、採算性の悪い店舗はどんどん閉鎖されています。

無限に顧客を獲得でき、収益性も十分確保できる条件下ではエスカレーションにより競争を続けていくことに戦略的には意味がありますが、前者の場合は国家経済の成長率に、後者の場合、中級購買層という顧客の限界があるので、先の成長の限界のしきりが働き、顧客も収益性もどこかでサチュレーションを引き起こします。構造的に、永遠に競争を激化させ続けることはできないわけです。

2つの均衡ループが接している構造の場合にこの現象が見られます。

図 3-8 に定性モデルと定量モデル例を示しています。定量モデル例ではソビエト連邦とアメリカ合衆国の冷戦時代の軍拡競争をモデル化しています。式は以下の通りです：

アメリカの武器経年劣化=アメリカの軍事力/240
 アメリカの軍事予算=DELAY FIXED(アメリカの軍事強化計画, 36, 0)
 アメリカの軍事力=INTEG(アメリカの軍事予算-アメリカの武器経年劣化,20)
 アメリカの軍事強化計画=IF THEN ELSE(軍事力比<1, 0, ABS(軍事格差)/10)
 ソビエトの武器経年劣化=ソビエトの軍事力/240
 ソビエトの軍事予算=DELAY FIXED(ソビエトの軍事強化計画, 12, 0)
 ソビエトの軍事力=INTEG(ソビエトの軍事予算-ソビエトの武器経年劣化,10)
 ソビエトの軍事強化計画=IF THEN ELSE(軍事力比>1, 0, 軍事格差/5)
 軍事力比=ソビエトの軍事力/アメリカの軍事力
 軍事格差=アメリカの軍事力-ソビエトの軍事力

グラフから、もつれ合うように競争が激化していく様子が上昇カーブによって伺えると思います。モデルでは、軍事力格差が 2 倍以下の場合は軍事予算を付けませんが、軍事格差が 2 倍以上になった場合、軍事予算をつけて、相手の軍事力に追いつこうします。アメリカは議会承認で時間がかかるので 3 年で、ソビエトは党独裁なので 1 年で予算が認められるとしています。なお、エスカレーションという現象にはあまり関係ないのですが、モデルでは 20 年で武器が経年劣化を起こし、前線配備から外されると仮定しています。

(7) 目標のなし崩し(Drifting goals)：

ある目標を掲げたものの、達成できそうもないので少し目標を下げる、しかし努力してもやはり達成しそうもないので、また少し目標を下げる、と目標がなし崩しになる状況です。筆者にも大学受験に際して経験があるのですが、目標の大学の受験で成功しなく、志望する大学のレベルをどんどん下げざるを得ませんでした。最初の大学の受験で失敗しても努力を継続して初心を貫徹していればよかったですのですが、目標を下げると、どうしてもそれなりにしか受験勉強をしなくなり、志望を変えた大学でも受験に失敗してしまいました。企業でも、中期経営計画などでチャレンジな達成目標を掲げてはみたものの、達成が困難とみると達成目標を下げ、結局その下げた達成目標すら実現できないという現象はよく見られます。

均衡ループが接していて、一方の均衡ループが他方をさらに均衡させようとする構造でこういった現象が見られます。「問題の転化」に構造が良く似ているのですが、増加ループがないので、均衡ループに歯止めがかかりにくくなっていて、こういった現象が発生します。

図 3-9：目標のなし崩し

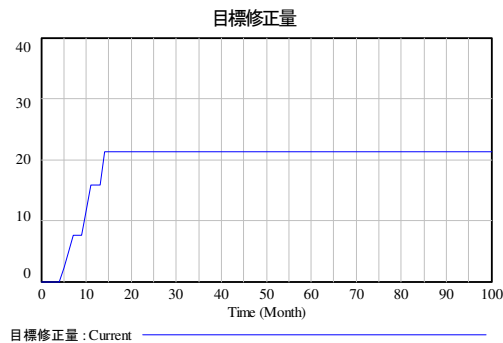
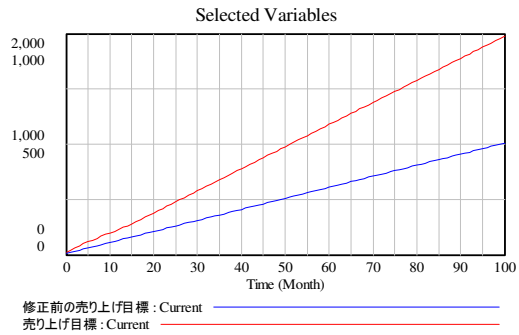
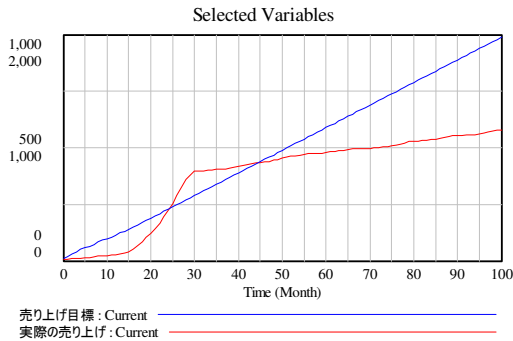
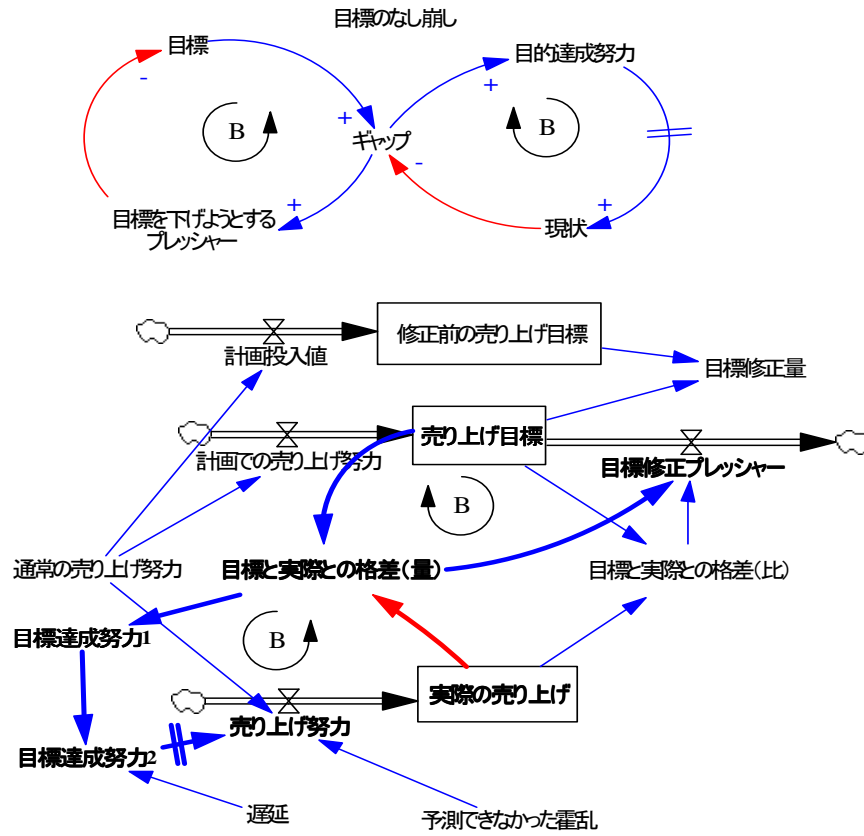


図 3-9 に定性モデルと定量モデル例を示しています。定量モデルは、ある企業を想定したもので、売り上げ目標を掲げ、その達成に努力します。しかし、霍乱要因があり、安定した努力が続けられなく、実際の売り上げは目標の売り上げに及ばないとしています。霍乱要因はこのモデルでは乱数を用いています。目標と実績の差が 2 倍以上になった場合、目標達成は困難と判断して、目標を下げています。しかし、それでも格差が縮小するのは一時だけで、格差が開き、再び修正しています。このモデルでは 3 回、目標を下げています。

(注 3-4)

式は以下の通りです：

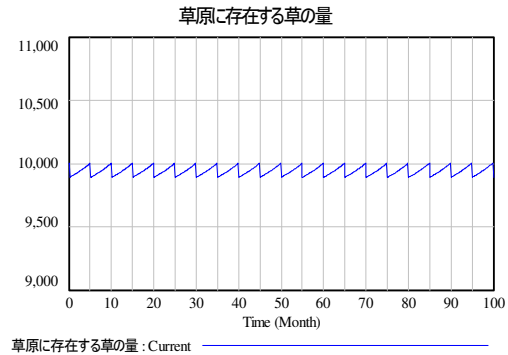
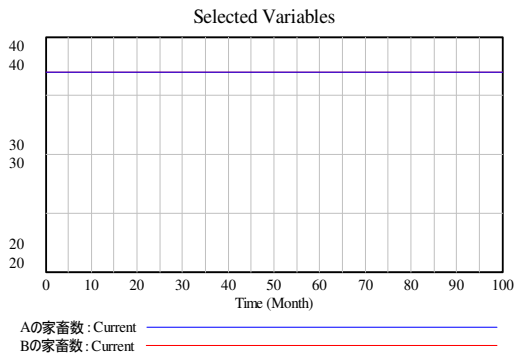
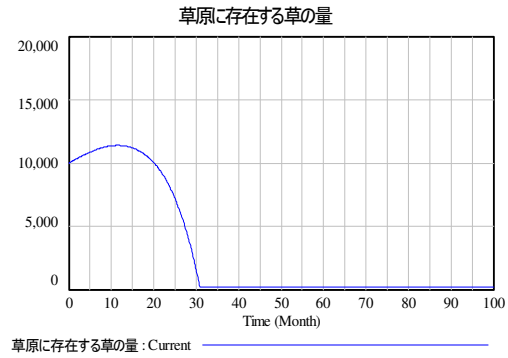
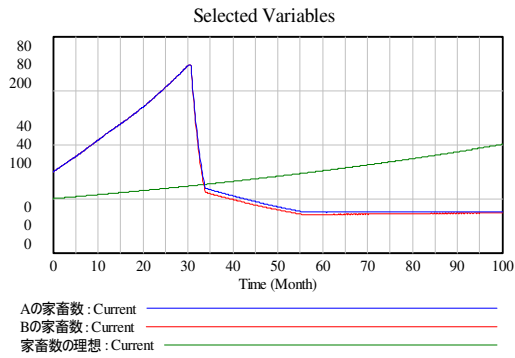
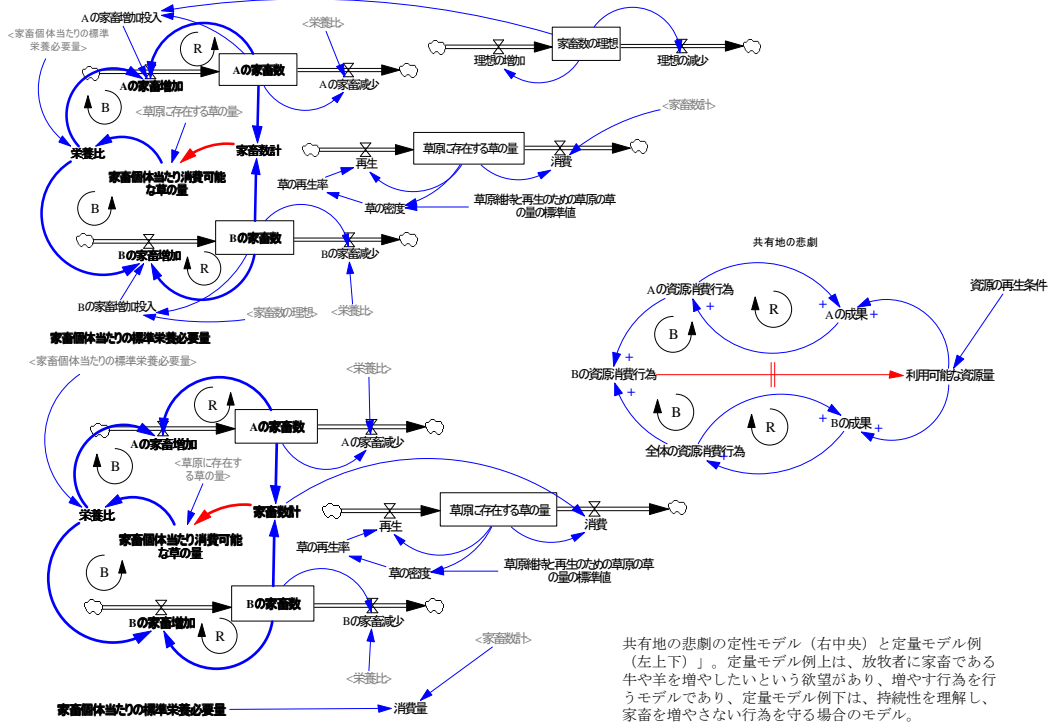
予測できなかつた霍乱=RANDOM UNIFORM(0, 1, 0.5)
 修正前の売り上げ目標= INTEG (計画投入値, 10)
 売り上げ努力=(通常の売り上げ努力*予測できなかつた霍乱)+目標達成努力 2
 売り上げ目標= INTEG (計画での売り上げ努力-目標修正プレッシャー,10)
 実際の売り上げ= INTEG (売り上げ努力,10)
 目標と実際との格差 (比) =売り上げ目標/実際の売り上げ
 目標と実際との格差 (量) =売り上げ目標-実際の売り上げ
 目標修正プレッシャー=IF THEN ELSE(目標と実際との格差 (比) >2, 目標と実際との格差 (量) /12, 0)
 目標修正量=修正前の売り上げ目標-売り上げ目標
 目標達成努力 1=IF THEN ELSE(目標と実際との格差 (量) <0, 0, 目標と実際との格差 (量))
 目標達成努力 2=DELAY FIXED(目標達成努力 1, 遅延, 0)
 計画での売り上げ努力=通常の売り上げ努力
 計画投入値=通常の売り上げ努力
 通常の売り上げ努力=10
 遅延=12

(8) 共有地の悲劇 (Tragedy of commons) :

資源を共有している場合に、ある利用者が、資源保全を考えない勝手な消費を図るととたんに資源が危機的な状況に陥るというもので、漁業での乱獲による海洋資源枯渇がよく例に挙げられます。この現象は、よく開発途上国などで発生するもので、例えば、伝統的な旧式の打ち網漁法などで持続的に漁業が営まれている地域に、漁民の収益を向上させようとして、近代的なトロール漁法やトロール船などを導入すると、トロール網が海底の珊瑚礁や海草繁茂地を破壊したり、幼魚までも捕獲し、海洋資源にダメージを与え、漁獲量が減り、かえって前よりも漁民は貧しくなることがあります。筆者が働いていたフィリピンなどでも、ダイナマイト漁法や生きている魚を捕獲するための青酸漁法などが漁民の間で広がり、珊瑚礁に大きなダメージを与え、稚魚が育つ環境が破壊され、漁獲量が減少し、漁民はますます貧しくなるという状況が起きていました。このため、漁獲禁止区を作り海洋資源を保護し、捕っていい海洋資源の種類や量を制限し、そしてダイナマイト漁法や青酸漁法などの破壊的漁法の禁止とパトロール強化が行われました。

先進国でも、北海のタラヤ、日本海の花ハタ、ニシンなど、かつては無尽蔵と考えられ、制限なく漁獲されていた魚が、ある時突然捕れなくなるという現象が発生しました。今では、資源を有る程度保護し、魚が育成できる時間を与えることで持続的に漁業を営むという考え方が定着し、漁獲量や漁獲時期の制限を設けるクォーターが漁民に理解されていますが、初期には、クォーター破りの漁民が出て、なかなか漁獲量が回復できなかったこともありました。

図 3-10：共有地の悲劇



共有地の悲劇のシミュレーション結果。上の2つのグラフは、先の定量モデル例（上）のものを使ったシミュレーション結果で、下の2つのグラフは、定量モデル例（下）のものを使ったシミュレーション結果。

他にも、旧ソビエト連邦時代、カスピ海沿岸のウクライナで、カスピ海に流れる河川の水を利用して灌漑を図り、穀物や綿を生産しようとしたことがあります。その結果、確かに豊かな穀倉地帯を開拓できたのですが、その後徐々にカスピ海は干上がり、また、灌漑を試みた地域も、塩害などに悩まされています。これなども生態系に関する知識が不十分で、モデリング技術が発達していなかった当時、農業生産で西洋諸国に追いつくために、生態系のことなどを無視した無謀な農業開発計画を策定し、強引に開拓を押し進めていったため、河川の水が灌漑に収奪され、この収奪が旧来の生態系を破壊し、環境破壊をもたらし、砂漠化をもたらし、もともとの農業振興もうまくいかなかったものです。

共有地の悲劇は、もともとは、生物学者の Garrett Hardin が米国の科学雑誌、Science の 1968 年 12 月 13 日号に投稿した同名の論文（注 3-5）が議論を呼び、このような現象に対してこの名前が付けられるようになったもので、Hardin の論文は、核競争を抑制するような有効な技術はないという趣旨の論文を読んだことに触れ、技術開発がソリューションになるというのは幻想であること、生物学的な性向から人間の未来はないのではないかということを中心として、その例として、ある個人や団体が増殖行為を行い、それが持続性を破壊することを挙げ、解決は、このような性向を理解した上での、人間の良心的な行為のみにしか期待できないという趣旨のことを訴えたものでした。

限界を持つ共有資源にだれもがアクセスできるようなオープンな場合に、Hardin が挙げたこの共有地の悲劇という現象が容易に発生することがその後の研究で知られて、今では、解決策として、資源にアクセスができる者の限定やアクセスに制限を加え、クローズにすることでこの現象を防ぐことが行われています。

増加ループが制約条件に影響される均衡ループを共有する構造、つまり増加ループを抑制する均衡ループの制約条件が共有される構造、いわば成長の限界が接していて、成長の限界をもたらす制約条件を共有するような構造でこの現象がよく見られます。

図 3-10 に定性モデル及び定量モデル例を紹介しています。定量モデル例は、アフリカ、サヘル地帯の遊牧民で見られた、生態回復能力を無視した勝手な家畜の増加が遊牧民間で家畜増加競争をもたらし、それが原因で、家畜が草を食べつくし、乾燥化が進展し、砂漠化が始まり、砂漠が広がるという現象を取り上げています。事実、筆者の経験でも、同地はもともとサバンナ地帯で、降雨量が少なく、表土も薄く、それを草が守っているという環境です。家畜が増えると草を食べつくすので、草が再生できなく、表土がむき出しになり、雨で簡単に表土が流されます。すると草が育つ土壌が失われ、後には石ころだけの土地が残され、こうして砂漠が広がっていきます。また、降雨量もますます少なくなっています。比較のために、遊牧民が昔ながらの持続性を考え、家畜を増やさない行為を守った場合の結果も示してあります。2つのモデルは基本的には同じで、違いは、理想としている家畜増加を計算する部分を最初のモデルから除去し、家畜数の初期値を持続可能な数に抑えたことです。実は、最初のモデルでは、持続可能限界以下の数に家畜数を初期値として設定しています。それでも、自分勝手な増殖を行うととたんに環境が破壊され、家畜を養う草原が失われ、結局は家畜の数を減らさざるを得なくなります。

モデルでは、草の量が不足し、栄養不足になり、その度合いが 0.5 以下であれば繁殖が不可能としています。また、0.3 以下になった場合、栄養失調で 3 ヶ月以内に死んでしまうとしています。ただし、栄養度が 0.5 以上あれば、1 年で子供を生み繁殖します。ただ、雄と雌が半々としていますので 24 ヶ月で割ることになります。家畜は 5 年生きるとしています。ただ、雨量が多い場合は、再生はもっと短く設定してもいいでしょう。ここでは乾燥地帯の場合で、雨季にならないと草が生えなく、雨季と乾季は 1 年に 1 度づつとしています。

最初のモデルの式は以下の通りです。

A の家畜増加=IF THEN ELSE(栄養比<0.5, 0, (A の家畜数*栄養比)/24+A の家畜増加投入)
 A の家畜増加投入=IF THEN ELSE((家畜数の理想-A の家畜数)>10, (家畜数の理想-A の家畜数)/60, 0)
 A の家畜数= INTEG (A の家畜増加-A の家畜減少,30)
 A の家畜減少=IF THEN ELSE(栄養比<0.3, A の家畜数/3, A の家畜数/48)
 B の家畜増加=IF THEN ELSE(栄養比<0.5, 0, (B の家畜数*栄養比)/24+B の家畜増加投入)
 B の家畜増加投入=IF THEN ELSE((家畜数の理想-B の家畜数)>10, (家畜数の理想-B の家畜数)/60, 0)
 B の家畜数= INTEG (B の家畜増加-B の家畜減少,30)
 B の家畜減少=IF THEN ELSE(栄養比<0.3, B の家畜数/3, 0)+(B の家畜数/48)
 TIME STEP = 0.125
 再生=IF THEN ELSE(草原に存在する草の量>10000, 0, 草原に存在する草の量*草の再生率/12)
 家畜個体当たりの標準栄養必要量=12
 家畜個体当たり消費可能な草の量=草原に存在する草の量/家畜数計
 家畜数の理想= INTEG (理想の増加-理想の減少,30)
 家畜数計=A の家畜数+B の家畜数
 栄養比=IF THEN ELSE(家畜個体当たり消費可能な草の量/家畜個体当たりの標準栄養必要量>1.1, 1.1, 家畜個体当たり消費可能な草の量/家畜個体当たりの標準栄養必要量)
 消費=IF THEN ELSE(草原に存在する草の量<240, 0, 家畜数計*12)
 理想の増加=家畜数の理想/36
 理想の減少=家畜数の理想/48
 草の再生率 = WITH LOOKUP (草の密度,
 ((0,0)-(1,1.2)],(0,0),(0.5,0.02),(0.6,0.05),(0.729825,0.481057),(0.810526,0.919824),(0.891228,
 1.06256),(1,1.09956))
 草の密度=IF THEN ELSE((草原に存在する草の量/草原維持と再生のための草原の草の量の標準値)>1, 1, (草原に存在する草の量/草原維持と再生のための草原の草の量の標準値))
 草原に存在する草の量= INTEG (再生-消費,10000)
 草原維持と再生のための草原の草の量の標準値=1000

かなり複雑なモデルに思えるかも知れませんが、太字と太線で示した部分のみがコアになる部分で、栄養比をコントロールするための草原の草の量、及び遊牧民の家畜を増やしたいという欲望を計算するための家畜の理想数を計算する部分があるために複雑に見えるだけです。修正した、持続性を考え、家畜数を増やさない行為を守った場合のモデルの式は以下の通りです。

A の家畜増加=IF THEN ELSE(栄養比<0.5, 0, A の家畜数/48)
 A の家畜数= INTEG (A の家畜増加-A の家畜減少,37)
 A の家畜減少=IF THEN ELSE(栄養比<0.3, A の家畜数/3, A の家畜数/48)
 B の家畜増加=IF THEN ELSE(栄養比<0.5, 0, B の家畜数/48)
 B の家畜数= INTEG (B の家畜増加-B の家畜減少,37)
 B の家畜減少=IF THEN ELSE(栄養比<0.3, B の家畜数/3, B の家畜数/48)
 TIME STEP = 0.125
 再生=IF THEN ELSE(草原に存在する草の量>10000, 0, (草原に存在する草の量*草の再生率)/12)
 家畜個体当たりの標準栄養必要量=12
 家畜個体当たり消費可能な草の量= 草原に存在する草の量/家畜数計
 家畜数計=A の家畜数+B の家畜数
 栄養比=IF THEN ELSE(家畜個体当たり消費可能な草の量/家畜個体当たりの標準栄養必要

量>1.1, 1.1, 家畜個体当たり消費可能な草の量/家畜個体当たりの標準栄養必要量)
 消費=IF THEN ELSE(草原に存在する草の量<120, 0, 家畜数計*12)
 消費量=家畜個体当たりの標準栄養必要量*家畜数計
 草の再生率 = WITH LOOKUP (草の密度,
 ((0,0)-(1,1.2)],(0,0),(0.5,0.02),(0.6,0.05),(0.729825,0.481057),(0.810526,0.919824),(0.891228,
 1.06256),(1,1.09956))
 草の密度=IF THEN ELSE((草原に存在する草の量/草原維持と再生のための草原の草の量の
 標準値)>1, 1, (草原に存在する草の量/草原維持と再生のための草原の草の量の標準値))
 草原に存在する草の量= INTEG (再生-消費,10000)
 草原維持と再生のための草原の草の量の標準値=1000

比較のための後のモデルでは、家畜保有数の初期値を 30 頭から 37 頭に増やしたことで、家畜の増加が家畜の減少と同じであるようにしたこと以外は本質的には何も変わっていません。このモデル構造とモデルの設定値では家畜保有数の初期値 37 頭が限界値で、これ以上増やすと、草原の草の量を食いつくし、減少してしまいます。

(9) 昨日の友は明日の敵 (Accidental adversaries)

エスカレーションに構造的にも、システムの振る舞いも似ています。エスカレーションでは均衡ループのせいでエスカレーションに歯止めがかからない状態でしたが、このシステム原型では増加ループが独立した均衡ループをつなぎ、さらに増加ループがお互いの均衡ループを取り巻いているので、増加ループが均衡ループを強化する振る舞いになります。

このシステム原型は、2 人の関係を取り上げていて、2 人の関係が、うまくいっている場合は、お互いの努力がお互いをサポートし、もちつもたれつ関係を保ちます。しかし、他方にとっては悪意と受け取れるようなことがたまたま不幸にも発生すると、その対抗手段を講じ、それがエスカレートしていき、もちつもたれつの良い関係から、お互いに相手の足を引っ張るような逆の関係になっていきます。勝手に「昨日の友は明日の敵」と名付けてしまいましたが、もともとの意味では、予期しなかったアクシデントで良好な関係が敵対関係になってしまうといった意味です。

日本では明治時代になる 19 世紀後半で世界を覇権していたのは英国帝国でした。英国は当時、インドの統治で手を焼いていて、南下し極東を植民地化しようとしていたロシアを抑制し、すでに確保していた香港や上海などの利権を守る余裕はありませんでした。そこで、新興国だった日本と同盟を結び、日本を守り立てることで極東でのロシアからの自分たちが確保した利権を守ろうとしました。新興国だった日本も、英国との同盟は発展と世界に出て行く大きな支援になりました。この良好な関係は日露戦争で日本がかろうじて勝利するまで続きました。しかし、日露戦争で日本が強くなると、英国がすでに確保していた中国での利権を日本が脅かすのではないかと疑うようになり、日英同盟はその後英国の意向で改定されないことになり、結局解消されてしまいました。その後、日本は英国ではなく、英国に敵対していたドイツに接近し、中国の利権をめぐるアメリカと衝突し、アメリカによる石油輸出制裁を受けて、石油確保のためにオランダ領だったインドネシアを占領することを考えるようになりました。当時英国領だったビルマやマレーシアは石油が出るわけでもなく、特に資源確保のためには占領しなければならなかった土地ではありませんでしたが、オランダと英国は同盟を結んでいて、英国はシンガポールを軍事基地にしていたこと、インドネシアの石油を日本に運ぶためにはシンガポールの英国軍事基地は脅威だったので、第 2 次世界大戦では英国と戦争をすることになってしまいました。これなども、この「昨日の友は明日の敵」の例といえるのではないのでしょうか。

他にも、うまくいっていた会社と労働組合の関係が、労使担当者が替わったため、労働

組合との話し合いをおざなりにするようになり、会社は社員のことを考えていないと労働組合が疑うようになり、会社も業績や計画などのことを労働組合に説明しなくなり、次第にぎくしゃくした関係になっていき、ついには不信感をつのらせて対立するようになるといった例や、会社の2人の同僚で、Aは発案力はあるが、企画書にまとめたり説明資料を作成することには得意ではなく、Bはあまり発案力はないが、企画書にまとめたり、説得力がある説明資料を作成することに才能があり、協調してうまく働いていたのが、あるきっかけでうまくいかなくなるといった例が挙げられます。これは、AをBがサポートし、AもBのサポートを高く評価してうまく協調して働いている間は2人の評価がどんどん高まるのですが、Aだけが抜擢され、Bはいつまでもサポートの立場に置かれると、Bは不満を高まらせ、Aも自分の能力を過信して、企画書作成や説明資料作成を他の同僚に依頼するようになりBには頼まなくなります。すると、Aのせいかくの発案もうまく企画書や説明資料に表現できなく、採択されなくなり、またBも、自分の能力をプレゼンスし、評価を高める機会を失い、どちらも評価が下がるというものです。

経営コンサルタントは、自分の立場や可能性、成功要因をきちんと踏まえた上でのコミュニケーションの大切さを強調しています。何でもうまくいかないのはコミュニケーションのせいという気は全くありませんが、仮に敵対ととられかねない立場になっても、相手に自分は全く敵対しているわけではないことを理解させる努力は重要だと思います。

筆者の記憶している限りでは、Jennifer Kemenyが、The Systems Thinkerの1994年2月号の記事（注3-6）が最初にこのシステム原型について紹介したもので、1994年に発行されたセンゲのThe Fifth Discipline Fieldbook（注3-1）にもこのシステム原型のことが記載されています。

ちなみに、筆者の友人から、このAccidental adversariesは、「予期せぬ敵対者」と呼ばれているという指摘がありました。追記しておきます。

図3-11に定性モデルと定量モデル例を示しておきました。図3-11Bに取り上げた定量モデル例が複雑に思えるかも知れませんが、図3-11Cが敵対しない場合のモデルで、本質的には極めて簡単なモデルです。また、図3-11Bのモデルのコア部分は、太字と太線で示した部分だけです。残りは比較の必要から追加したものです。2つのモデルでのシミュレーション結果を図3-11Dに示してあります。

図3-11A：昨日の友は明日の敵（定性モデル）

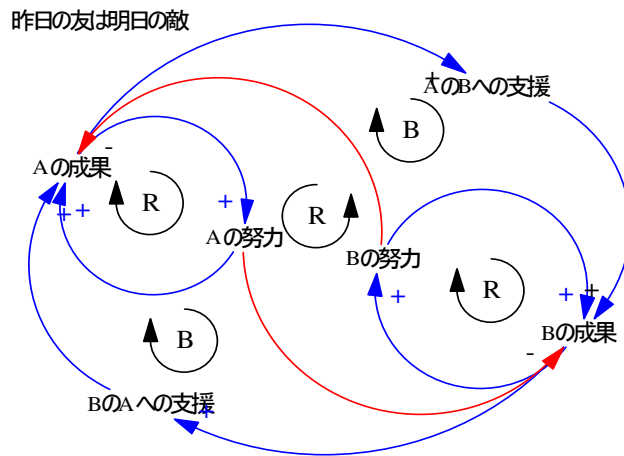


図 3-11B : 昨日の友は明日の敵 (定量モデル例)

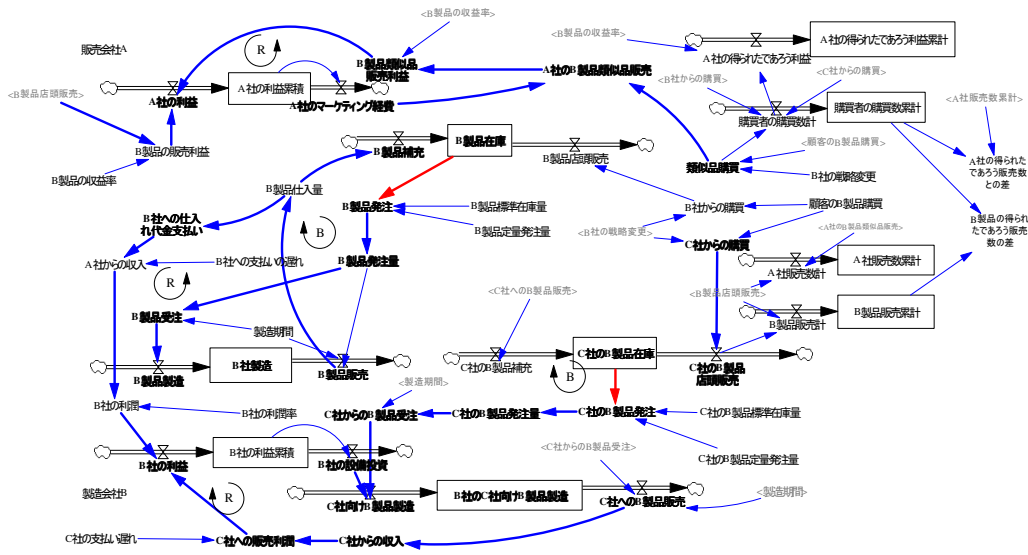


図 3-11C : 昨日の友は明日の敵 (敵対前のモデル例)

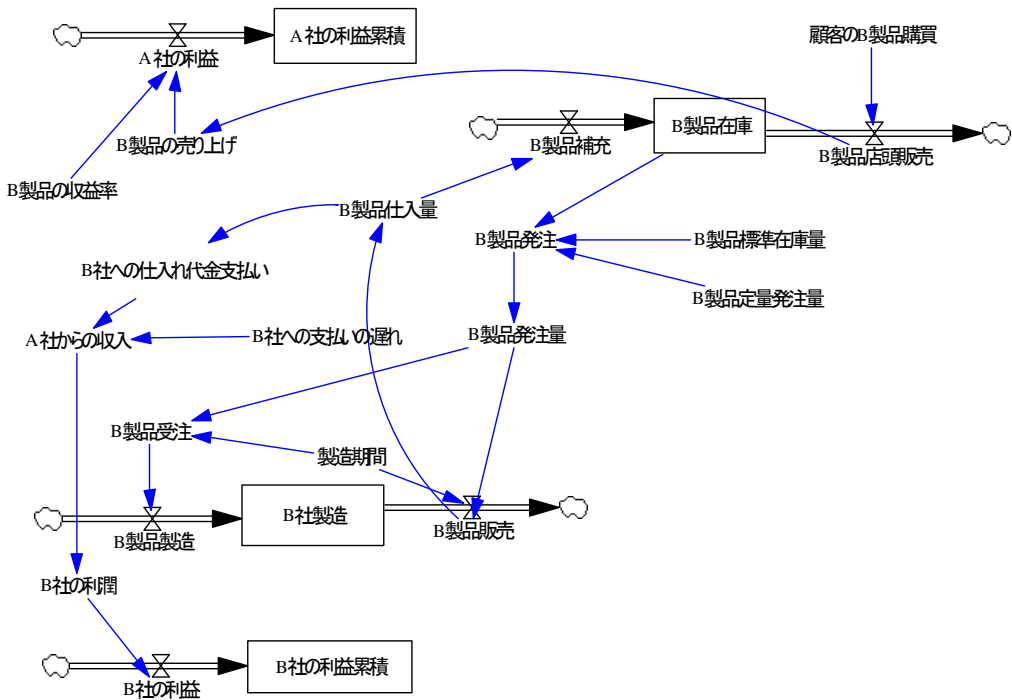
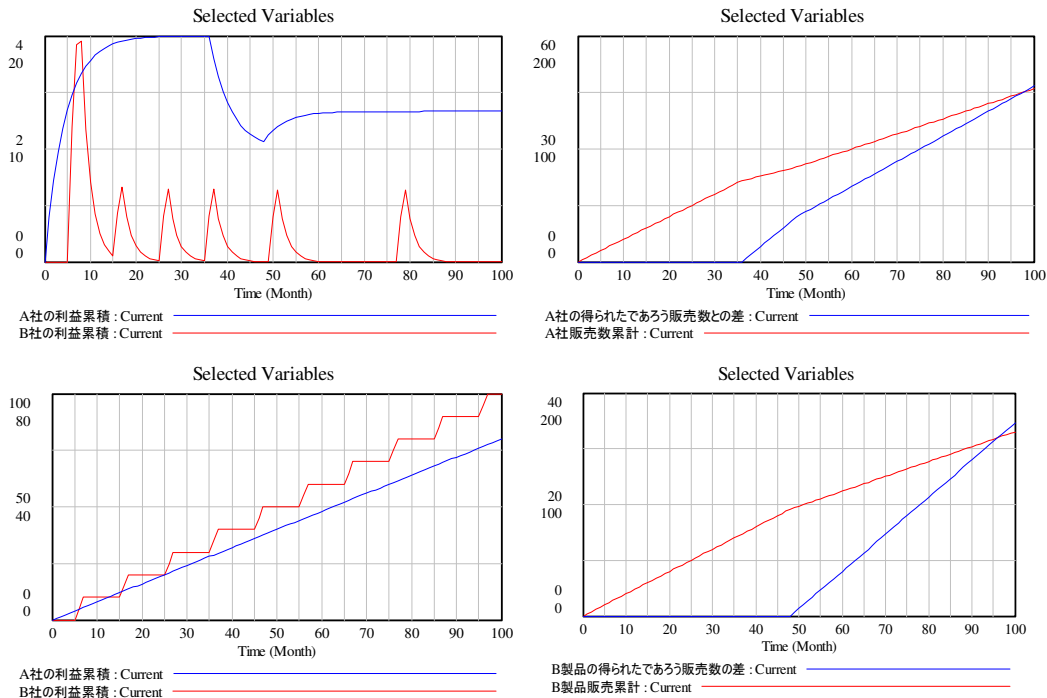


図 3-11D : 昨日の友は明日の敵 (シミュレーション結果)



(左上は図 3-11B のモデルのシミュレーション。左下は図 3-11C のモデルのシミュレーション)

図 3-11B に示した定量モデル例は、製造業者である B 社が B 製品を受注生産方式で製造し、それを販売会社である A 社が販売するというものです。図 3-11C に、A 社が B 製品だけを販売し、B 社は A 社からの注文だけに基いて製造している様子をモデル化したものを示しています。また、この場合の A 社、B 社の累積利益を図 3-11D の左下に示しています。

敵対の始まりとして、B 社は、もっと製品を販売し、利益を上げるために 3 年目に C 社にも自社製品を販売することになりました。このために B 社は設備投資を行い、生産能力を上げます。顧客は、今までは A 社からしか商品を購入していなかったのが、C 社も販売することになったことから、A 社または B 社から購入し、これを受けて、B 社は B 製品の販売数が半減してしまいます。A 社は、対抗手段として、新製品の発掘などマーケティングに利益をつぎ込み、4 年目から、B 製品類似品を販売することになります。顧客は A 社から B 製品またはその類似品を購入するか、あるいは C 社から B 製品を購入しますので、A 社は売り上げを半分から 3 分の 2 に戻せますが、B 社は販売が 3 分の 2 に落ちてしまいます。この様子を図 3-11D の左の上下のグラフから見て下さい。なお、図 3-11D の右には A 社、B 製品のそれぞれが得られたであろう販売数との累積差を示しています。A 社は 36 ケ月目から、B 社は 48 ケ月目から差が開始され広がっていく様子が示されています。

図 3-11B の式は、以下の通りです。モデルが少し複雑なために、式も多くなっていますが、ほとんどは、比較のために追加したもので、モデルの本質には関係しません。また、実は、筆者がよく部品として使っている製造業のモデルを利用してこのモデルを作ったので、単に値を転送しているだけの、シミュレーション上あまり意味のない変数が多く用いられています。従って、このモデルはもっと簡素化できます。

A 社からの収入=DELAY FIXED(B 社への仕入れ代金支払い, B 社への支払いの遅れ, 0)

A 社の B 製品類似品販売= IF THEN ELSE(A 社のマーケティング経費>0, 類似品購買, 0)
 A 社のマーケティング経費=A 社の利益累積*0.2
 A 社の利益=B 製品の販売利益+B 製品類似品販売利益
 A 社の利益累積= INTEG (A 社の利益-A 社のマーケティング経費,0)
 A 社の得られたであろう利益=購買者の購買数計*B 製品の収益率
 A 社の得られたであろう利益累計= INTEG (A 社の得られたであろう利益,0)
 A 社の得られたであろう販売数との差=購買者の購買数累計-A 社販売数累計
 A 社販売数累計= INTEG (A 社販売数計,0)
 A 社販売数計=B 製品店頭販売+A 社の B 製品類似品販売
 B 社からの購買= IF THEN ELSE(B 社の戦略変更=3, (顧客の B 製品購買)/3, (IF THEN ELSE(B 社の戦略変更=2, (顧客の B 製品購買)/2, 顧客の B 製品購買)))
 B 社の C 社向け B 製品製造= INTEG (C 社向け B 製品製造-C 社への B 製品販売,10)
 B 社の利潤=A 社からの収入*B 社の利潤率
 B 社の利潤率=0.4
 B 社の利益=B 社の利潤+C 社への販売利潤
 B 社の利益累積= INTEG (B 社の利益-B 社の設備投資,0)
 B 社の戦略変更=STEP(2,36)+STEP(1,48)
 B 社への仕入れ代金支払い=B 製品仕入量
 B 社への支払いの遅れ=3
 B 社製造= INTEG (B 製品製造-B 製品販売,10)
 B 製品の収益率=0.4
 B 製品の得られたであろう販売数の差=購買者の購買数累計-B 製品販売累計
 B 製品の販売利益=B 製品店頭販売*B 製品の収益率
 B 製品仕入量=B 製品販売
 B 製品受注=DELAY FIXED(B 製品発注量, 製造期間, 0)
 B 製品在庫= INTEG (B 製品補充-B 製品店頭販売,10)
 B 製品定量発注量=10
 B 製品店頭販売=B 社からの購買
 B 製品標準在庫量=10
 B 製品発注=IF THEN ELSE(B 製品在庫<B 製品標準在庫量, B 製品定量発注量, 0)
 B 製品発注量=B 製品発注
 B 製品補充=B 製品仕入量
 B 製品製造=B 製品受注
 B 製品販売=DELAY FIXED(B 製品発注量, 製造期間, 0)
 B 製品販売累計= INTEG (B 製品販売計,0)
 B 製品販売計=B 製品店頭販売+C 社の B 製品店頭販売
 B 製品類似品販売利益=A 社の B 製品類似品販売*B 製品の収益率
 C 社からの B 製品受注=DELAY FIXED(C 社の B 製品発注量, 製造期間, 0)
 C 社からの収入=C 社への B 製品販売
 C 社からの購買=IF THEN ELSE(B 社の戦略変更=3, (顧客の B 製品購買)/3, IF THEN ELSE(B 社の戦略変更=2, (顧客の B 製品購買)/2, 0))
 C 社の B 製品在庫= INTEG (C 社の B 製品補充-C 社の B 製品店頭販売,10)
 C 社の B 製品定量発注量=20
 C 社の B 製品店頭販売=C 社からの購買
 C 社の B 製品標準在庫量=20
 C 社の B 製品発注=IF THEN ELSE(C 社の B 製品在庫<C 社の B 製品標準在庫量, C 社の B 製品定量発注量, 0)
 C 社の B 製品発注量=C 社の B 製品発注

C 社の B 製品補充=C 社への B 製品販売
 C 社の支払い遅れ=3
 C 社への B 製品販売=DELAY FIXED(C 社からの B 製品受注, 製造期間, 0)
 C 社への販売利潤=DELAY FIXED(C 社からの収入*0.4, C 社の支払い遅れ, 0)
 C 社向け B 製品製造=IF THEN ELSE(B 社の設備投資>0, C 社からの B 製品受注, 0)
 製造期間=1
 購買者の購買数累計= INTEG (購買者の購買数計,0)
 購買者の購買数計=B 社からの購買+C 社からの購買+類似品購買
 類似品購買=IF THEN ELSE(B 社の戦略変更=3, (顧客の B 製品購買)/3, 0)
 顧客の B 製品購買=2

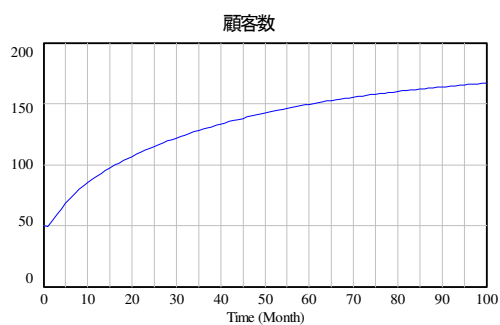
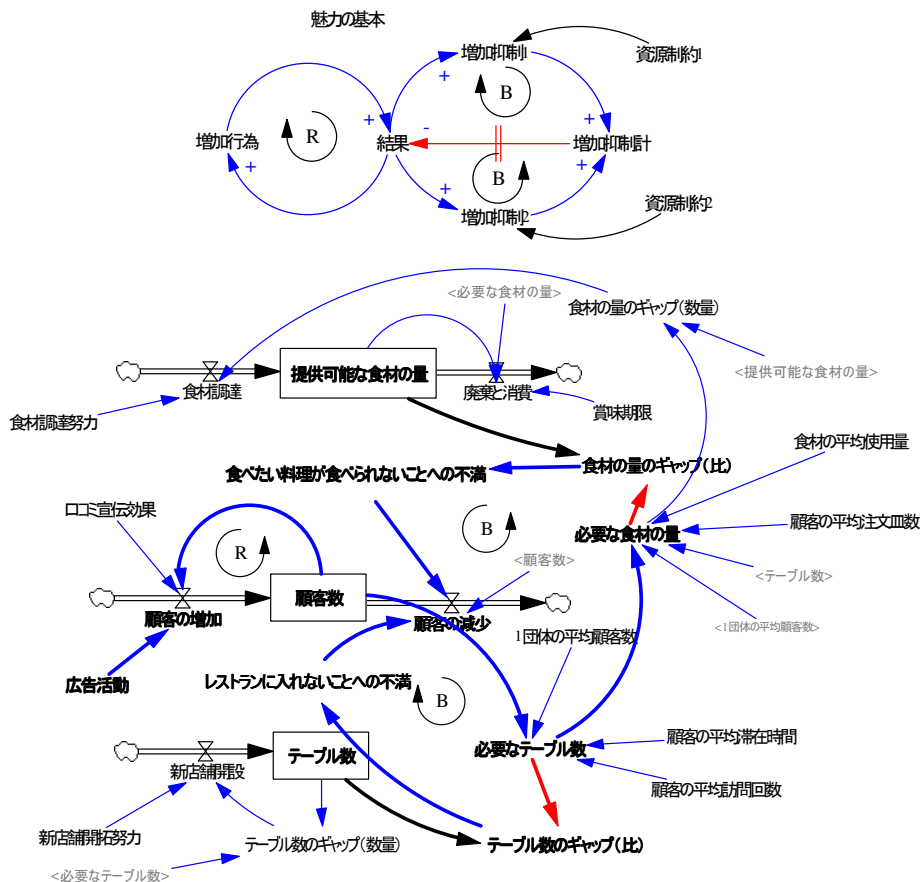
式が重複して申しわけないのですが、参考までに、図 3-11C に示した、敵対関係にはない場合のモデルの式を示します。これは、筆者がよく部品として使っている製造業のモデルから、このシステム原型には関係ない、製造業者側の、在庫を見て不足する部分を製造する部分などを外してこのモデルを作ったので、統合できる変数が統合されないまま残っています。図 3-11B のモデルは、この図 3-11C に敵対関係を付け加えただけのものです。

A 社からの収入=DELAY FIXED(B 社への仕入れ代金支払い, B 社への支払いの遅れ, 0)
 A 社の利益=B 製品の売り上げ*B 製品の収益率
 A 社の利益累積= INTEG (A 社の利益,0)
 B 社の利潤=A 社からの収入*0.4
 B 社の利益=B 社の利潤
 B 社の利益累積= INTEG (B 社の利益,0)
 B 社への仕入れ代金支払い=B 製品仕入量
 B 社への支払いの遅れ=3
 B 社製造= INTEG (B 製品製造-B 製品販売,10)
 B 製品の収益率=0.4
 B 製品の売り上げ=B 製品店頭販売
 B 製品仕入量=B 製品販売
 B 製品受注=DELAY FIXED(B 製品発注量, 製造期間, 0)
 B 製品在庫= INTEG (B 製品補充-B 製品店頭販売,10)
 B 製品定量発注量=10
 B 製品店頭販売=顧客の B 製品購買
 B 製品標準在庫量=10
 B 製品発注=IF THEN ELSE(B 製品在庫<B 製品標準在庫量, B 製品定量発注量, 0)
 B 製品発注量=B 製品発注
 B 製品補充=B 製品仕入量
 B 製品製造=B 製品受注
 B 製品販売=DELAY FIXED(B 製品発注量, 製造期間, 0)
 製造期間=1
 顧客の B 製品購買=2

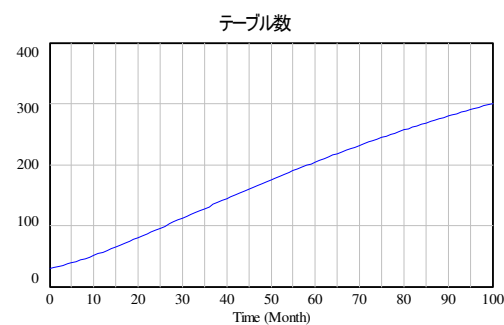
(10) 魅力の基本 (Attractiveness principle)

これは、筆者が記憶している限りでは、フォレストアの Collected Papers (注 3-7) に同名の論文があり、その後 The Systems Thinker で取り上げられ、議論されるようになったと思います。フォレストアの論文は、彼の Urban Dynamics 関連の考察として書かれたもので、人口もほどほどで、緑もまだ多く、文化的で仕事の通勤にも便利な都市があるとする、

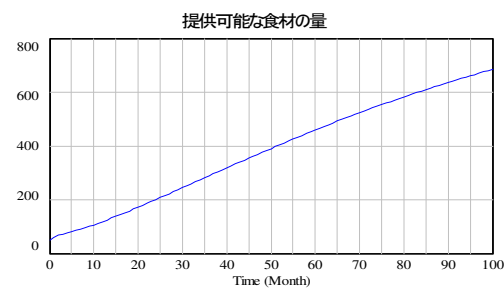
図 3-12：魅力の基本



顧客数 : Current



テーブル数 : Current



提供可能な食材の量 : Current

みんなこぞってその都市に移り住むようになり、人口が急増するが、都市のインフラ整備などはその人口増加に追いつけなく、とたんに緑は少なくなる、インフラは未整備で道路は渋滞し、物価も高くなり、治安も悪くなる、といったように、かつてはその都市の魅力であったものが、損なわれてしまう現象のことを書いたもので、そのことを、**attractiveness principle** と彼は呼んでいます。意味合いからは、「損なわれた本来の魅力」の方が近いかと思えます。

システム原型は、増加ループを資源制約から均衡ループが増加抑制に働き、それを解決しようとする、別の資源制約を持つ均衡ループが働くというもので、構造的には成長の限界と似ています。違いは均衡ループが複数あることで、このために制約条件を克服して成長を続けていくことが難しくなります。

このシステム原型の例として挙げられるのは、レストランの例で、美味しいと評判のレストランがビジネスを拡大し、2号店、3号店と店を開こうとすると、店の味を保持できるシェフの数の増加や育成のために必要な修行期間などの制限から味の良さを確保できなくなり、またこれを何とかレシピの標準化や資質の優れたシェフを雇用して短期間に育成できたとしても、今度は食材の確保の限界や店のテーブル数などの立地条件の制約など次々に問題が発生して、最初に思い描いていたようにはレストラン・ビジネスはうまく成長しないというものです。まあ、ビジネスを成功させていく上で、起業家のだれもがこの種の問題に直面し、それをうまく解決できた経営者のみが生き残って事業を成長させてきたので、経営者にとって普遍的な構造と言えなくはないと思います。問題はむしろ、次々と出現するそれらが、解決できる種類や程度のものなのか、解決できる十分な時間や経営資源、才能を持っているか、それを調達できるか、限界がある経営資源をいかにうまく使って、解決の順番を間違えずに、効果的かつ効率的に問題を克服していくかだと思います。

図 3-12 に定性モデル及び定量モデル例を紹介しています。定量モデル例は先のレストランを例に取り上げました。ここでは、店舗拡大の制約及び食材調達の制約の 2 つの制約があるとしました。店舗を急速には拡大できない制約条件から、いつ訪れても入れない、予約しようとしても断られるという頻度が多くなり、顧客を失うことで成長できないことと、適切な食材確保の制限に関しては、原産地から必要な量を確実に仕入れられるような交渉や、鮮度を保ちながら運ぶための方法、食材を生産している農家などから協力を得ることなどのロジスティック整備を早急にはできない制限から食材の量が不足し、せっかく美味しい料理が目当てで入ったのに、注文すると、「あいにく本日はもう売り切れてしまいました」と断られてしまうという頻度が多くなり、食べたい料理が食べられないという不満で顧客を失うことで成長できないというモデルを示しています。(注 3-8) このモデルの式は以下の通りです：

"1 団体の平均顧客数"=5

テーブル数= INTEG (新店舗開設,30)

テーブル数のギャップ (数量) =必要なテーブル数-テーブル数

テーブル数のギャップ (比) =IF THEN ELSE((必要なテーブル数/テーブル数)>20, 20, (必要なテーブル数/テーブル数))

レストランに入れないことへの不満 = WITH LOOKUP (テーブル数のギャップ (比) ,([(0,0)-(20,0.4)],(0,0),(4.98246,0.0176211),(10.0351,0.0475771),(13.0526,0.0933921),(16.4211,0.174449),(18.4561,0.271366),(20,0.4))

口コミ宣伝効果=0.01

広告活動=10

廃棄と消費=MIN(必要な食材の量, 提供可能な食材の量/賞味期限)

必要なテーブル数=(顧客数/"1 団体の平均顧客数")*(5/顧客の平均滞在時間)*顧客の平均訪問

回数

必要な食材の量=(MIN(テーブル数, 必要なテーブル数))*1 団体の平均顧客数*顧客の平均注文皿数*食材の平均使用量

提供可能な食材の量= INTEG (食材調達-廃棄と消費,50)

新店舗開拓努力=60

新店舗開設=テーブル数のギャップ (数量) /新店舗開拓努力

賞味期限=2

顧客の増加=広告活動+顧客数*口コミ宣伝効果

顧客の平均注文皿数=3

顧客の平均滞在時間=2

顧客の平均訪問回数=5

顧客の減少=顧客数*(レストランに入れられないことへの不満+食べたい料理が食べられないことへの不満)

顧客数= INTEG (顧客の増加-顧客の減少,50)

食べたい料理が食べられないことへの不満 = WITH LOOKUP(食材の量のギャップ (比) ,([(0,0)-(20,0.4)],(0,0),(4.98246,0.0061674),(9.89474,0.0229075),(12.7018,0.0563877),(16.0702,0.107489),(17.614,0.174449),(18.8772,0.285463),(20,0.4)))

食材の平均使用量=2

食材の量のギャップ (数量) =必要な食材の量-提供可能な食材の量

食材の量のギャップ (比) =IF THEN ELSE((必要な食材の量/提供可能な食材の量)>20, 20, (必要な食材の量/提供可能な食材の量))

食材調達=食材の量のギャップ (数量) /食材調達努力

食材調達努力=24

(11) システム原型の適用

重複し、あるいは内蔵する複雑なフィードバック・ループ構造で表現されるシステムには、全体として、あるいは部分として、システム原型に示したこういった典型的な振る舞いを示す部分があります。そういった部分を探し出し、そこからシステム全体の振る舞いを理解する糸口とすることができます。ただ、注意していただきたいのは、フィードバック・ループが先に示したシステム原型の構造になっているからと言っても、常にここに示したシステム原型の振る舞いをするとは限りません。東洋大学の池田誠教授によれば、システム原型の振る舞いをするのはある期間やある条件の時だけで、最初や最後の方では違った振る舞いをするところがあるそうです。また、ループには干渉力の違いがあり、干渉力の違いで、同じ構造であっても違った振る舞いになることもあります。こういったことは定性分析だけではなかなか分かりにくいので、定量的に分析することが必要です。

システム原型の可用性の評価に関してはさまざまな意見があり、極端なものでは、意味がないと主張する人もいます。うまく説明できるのか自信がないのですが、モデルを構築する際に2つのやり方があると思います。1つは、モデルをゼロから作っていった、あるモデルが完成した場合、その動作を、モデルを構成するループを1つずつ、動作をトレースし、全てのフィードバック・ループの振る舞いが妥当であればモデルも妥当であろうとするボトム・アップ的なチェックを行うのですが、その際に、フィードバック・ループを単独で見て終わらせるのではなく、隣接するフィードバック・ループの関係をチェックすることも必要であると思います。筆者の場合は、この隣接するフィードバック・ループの関係をチェックするツールとして、こういった振る舞いになるのではないかという観点から振る舞いを調べ、妥当性をチェックしています。

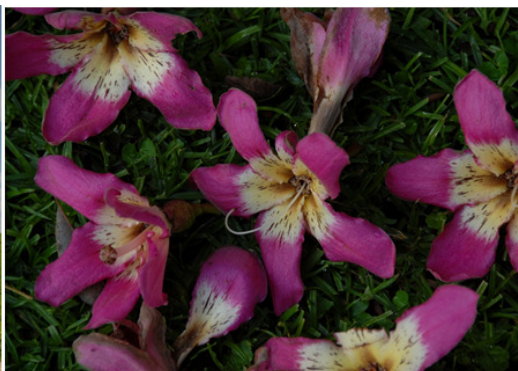
もう一つは、最初から、先のシステム原型の振る舞いを念頭にシステムを構築し、それを追加、あるいは拡大してモデルを作ることがあります。これは、例えば、ある事業やプロジェクトの評価を行う際に用いられる手法で、現象なり振る舞いなどが最初から分かっている、焦点は、何ゆえにそのような問題が発生し、何が解決に有効なのかを探ることなので、1から白紙でモデルを構築することが必ずしも効率的ではないし、このやり方を採択した場合、モデルを作って現象をトレースすることで終わりになりがちです。そこで、最初から起きている問題や仮説として考えている問題構造をシステム原型で置き換えてモデルを作成していきます。そして、ある変更を加えた際に、もし想定しているシステム原型と違った振る舞いをした場合、その理由を探っていきます。トップ・ダウン的なアプローチとも言えなくはないのではないかと思います。

従って、システム原型は意味がないとする主張には同意できませんし、筆者は有用であると思っています。

世界のことわざ

同志社大学の山口先生が、このシステム類型の紹介に関して、日本の諺を用いて説明していて、なかなか分かりやすく巧みな説明方法だと感心しています。そこで、諺についての囲み記事を付けることにしました。筆者は海外で仕事をしている方が多いので、どうしても、その土地の諺のようなものに興味を持ってしまいます。そして、世界には似たような諺が多いという印象を受けてしまいます。諺は人間が生きていく中で発見した知恵のようなものなので、共通する部分が多いせいでしょう。

例えば、「一度この土地の水を飲んだ人は、かならずこの土地に戻ってくる」は、アフリカのケニアでもタンザニアでも聞きました。そして、あなたは、この土地の水を飲んだのだから、またこの国に来るでしょうと言われ、確かに、ケニアもタンザニアも何度も訪れるという状態が続いています。雨に降られた時によく言われる諺に、「雨が降るのは天が歓迎している証拠」というのがあります。アフリカの雨は大粒で、砂が降っているのかと錯覚することがあります。強烈な歓迎だと苦笑いです。でも、私が現在いるケニアの、カフサベットという村では、雨が降ると、咲いていた花が落ち、地面に花の絨毯ができるのがとても素敵です。周囲は見渡す限りお茶のプランテーション農園が広がっていますが、水気を得て、お茶の緑も輝いて見えます。



左はお茶畑で、360度お茶畑が広がる光景は壮観です。ケニアの紅茶は、日本ではあまり有名ではないかも知れませんが、香りが高くとても美味しいので、ぜひ機会があったら味わってみてください。

右は地面に落ちた花で、こういった状態で花の絨毯ができるので、雨あがりはとても楽しみです。日本でも4月の桜の花が散り、ピンクの花弁の絨毯になるのを見るのは大好きです。

4. モデル構造

ここでは、フロー変数とストック変数を使って定量モデルを構築する基本的なやり方について説明します。極言すれば、基本的なシステムの設計の考え方についての説明ということになるのですが、「システムの設計」という言い方が誤解を招きかねないので、「モデル構造」としてはいますが、私自身はどちらの言い方も妥当ではないと感じています。また、SD モデルは確かに「システム」ではあるのですが、IT などと言われる「システムの設計」というほど大げさなものではなく、情報システムの専門家が以下の文章を読んだ場合、情報システム論などで学んだことと少し違っているのでは、誤解を招きかねないことを心配しています。筆者の希望としては、フロー変数とストック変数を使って定量モデルを構築する上で、設計意図をうまく表現する記載方法や構造的な考え方のようなものがあり、その基本的ないくつかを知っておくことが、モデルを設計する上で有効であると考えているので、それについて簡単に説明しておきたいし、読者にも知っておいて欲しいという程度の意味で、それ以上のことを意図しているわけではありません。「SD モデルの設計」というと大げさなので、この言い方も好きではないのですが、何かしら設計意図を持ちながら SD モデルを構築する上で、ここに記載したことを知れば十分という意味でもありません。あくまでも、いくつかヒントのようなものを提供しようと試みたものです。

モデルを構築するに際して、全くゼロから作っていく方法（ボトム・アップ・アプローチ）と、すでにあるモデルを使って、そこに追加する方法（トップ・ダウン・アプローチ）があるのですが、さらには、筆者の場合、よく知っているモデルの断片を集めてシステムを作っていくというやり方（モジュール・アプローチ）も採択しています。大きなシステムでは、人口モジュール、マクロ経済モジュールといったようにモジュールで機能を固めて、モジュール間で情報のやり取りをさせる設計方法が採択されるので、すでにある人口モデルやマクロ経済モデルを活用し、それを修正しながら使う方がモデルを作る上で便利であり、スピーディにモデルを構築できます。

モジュール設計を採択する場合、SD モデルは基本的には大きく次のような構造を持つし、またそれを意識して設計することで、モデルの振舞いや妥当性のトレースに有効であると筆者は考えていますので、次のようなことは知っておいた方がいいと思います。ここでは、次の 5 つの構造を取り上げています。ただ、もっと基本的な構造のようなものがあるかどうかは現時点ではわかりません。（注 4-1）

- ・パイプライン構造
- ・ネットワーク構造
- ・単純な支配構造
- ・マクロをモジュールとして独立させた構造
- ・多重のコントロール構造

(1) フィードバック・ループを中心に考えて設計する方法

SD 関係者の中には、モジュール設計よりもフィードバック・ループ構造を重視する人もいます。モデルを分析する際には、どうしてもフィードバック・ループの分析になってしまいますので、筆者は、この考え方には共感できます。

この場合は、まず考えられるフィードバック・ループは全て取り入れてモデルを作り、パラメータに仮の数値や等式を入れ、その後、それぞれのループについて振る舞いや強さをチェックして妥当性を検討しながら、ループの追加や削除、パラメータに設定する値の最適値を決定していきます。Jim Hines によって手法やツールが開発されていますので、それらを参考にして下さい。（注 4-2）

ただ、筆者の場合は、分かっている部分は、昔作ったモデルをモジュールとして使っているもので、なるべくモジュールで考えるようにしています。まず、モジュールを 1 つの独

立したモデルとして完成させ、それだけで動くモデルを作ります。いくつかそのような既存のモデルがあるので、それが使える場合は、そのまま持ってきます。次に、定性モデルからあまり重要ではないと考えたフィードバック・ループを削ぎ落とした、単純な、ループが1つしかないコア・モデル（とりあえずのストックが1個だけあり、そこに複数のフローが付属しているモデル）を作り、そこにモジュールを追加し（というよりはフローをモジュールで置き換え）、ループで結合し、妥当性を検証しながらモデルを膨らませる、あるいは、モジュールの中にストックとフローを追加したり削除して他のモジュールとの間でループ結合になるように結び付けていく手法を採択しています。先にも述べたように、コア・モデルには最初からシステム原型を意識したモデルを作り、それを基にモデルを膨らませていくこともあります。

定量モデル構築のやり方には、決まったやり方のようなものは存在しなく、キム・ウォーレンのように、一番重要だと考えるストックを中心にボトム・アップで構築することを推薦している人もいれば、ループをどう表現するかだけを考え、モジュール化のようなことは考えなくともいいと主張している人もいます。

フィードバック・ループを中心に、ボトム・アップでモデルを構築する場合のやり方は、「Vensim PLE 入門」や「Vensim PLE を使った SD 応用 (1)―老人介護施設例―」にも紹介していますが、定性モデルを解釈しながら定量モデルに翻訳していくやり方を採択します。ステップとしては：

- 1) 定性モデルの中で定量モデルにする部分や、そのループの性格（増加ループ、均衡ループ）や要素の正負を再確認します。
- 2) なるべくループを構成する要素を細かくします。例えば、企業モデルを構築しようとしていて、「収益」→「営業促進への投資」という要素があるとします。定性モデルではこの荒さでも十分でしょうが、「売上」→「営業費用」→「営業促進への投資」と細かく再定義することで、定量モデルに置き換える際にやりやすくなります。
- 3) ループの中でストックになる要素をまずストック変数で置き換えます。
- 4) 次に残りの要素の中で、ストックに直接関係するフロー変数で入出力になるものを決めます。
- 5) 残りの要素はこのストックの入出力になるフローに関係して入出力になるストックか定数だけになります。
- 6) 要素間の正負の関係を確認しながら、ループが表現できているか確認します。もし、うまくループが表現できないようであれば、2)に戻って、要素を分解できないか検討してみます。ただ、定性モデルがそのまま定量モデルになるわけではないので、それでもうまくいかないようであれば、1)に戻って、定量モデルにする範囲を再検討してみてください。また、うまくループが表現できればいいのであって、場合によれば要素を変えても構いません。
- 7) 等式や初期値を設定し、シミュレーションしてみて、定性モデルで予測していた定性的な結果がうまく定量的に表現できているか確認します。

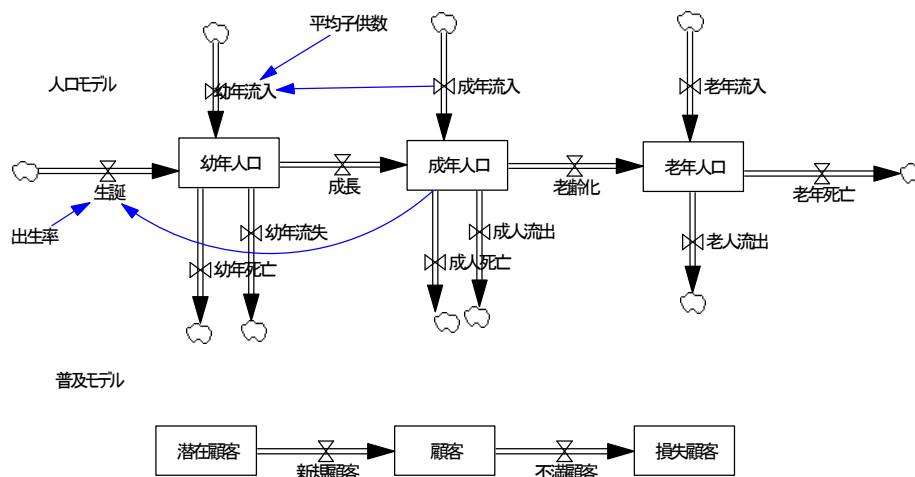
6-7 章でも定性モデルから定量モデルへの流れを説明していますので、そちらも参考にしてください。

(2) パイプライン構造：変遷の表現

これは、図 4-1 に例を示していますが、ストックを数珠繋ぎに連ねて変遷を表現するもので、人口モデルなど、変遷していく対象をモデル化する際によく使われるモデル構造です。図 4-1 には、コミュニティ・ベースの人口モデルと普及モデルの骨子部分を示しています。人口モデルでは、子供が生まれ、幼年人口に加わっていきます。子供が成長すると成人人口に移行していきます。そして、最後に老人人口に移転して、死亡によってこのパイプラインの連なりから抜ける構造になっています。なぜこのモデルでは、人口をこのように 3

つに分けるのかですが、幼年層と老年層は子供を生まないからであり、さらには、幼年層のストックに流入する幼年流入も、子供が独自に流入を決めるわけではなく、成年層の平均子供数で決まるとしているからです。従って、人口の増加の主要原因は成年層の人口（の半分）なので、このような構造にしています。普及モデルでも同じことで、知りたいことは売り上げであるとする、潜在顧客数でも、企業の製品やサービスに不満を持ち、流れて行った顧客数でもなく、現在の顧客数が一番重要であるので、こうしているわけです。

図 4-1：パイプライン構造の例



例ではストックとフローだけのパイプライン構造を示していますが、ストックが純粋に変遷するだけではなく、モジュールがパイプラインとして連なり、データを変移させることが必要なこともあります。ここでは、パイプラインという一つの基本的なモデルを表現する構造があると理解しておいて下さい。

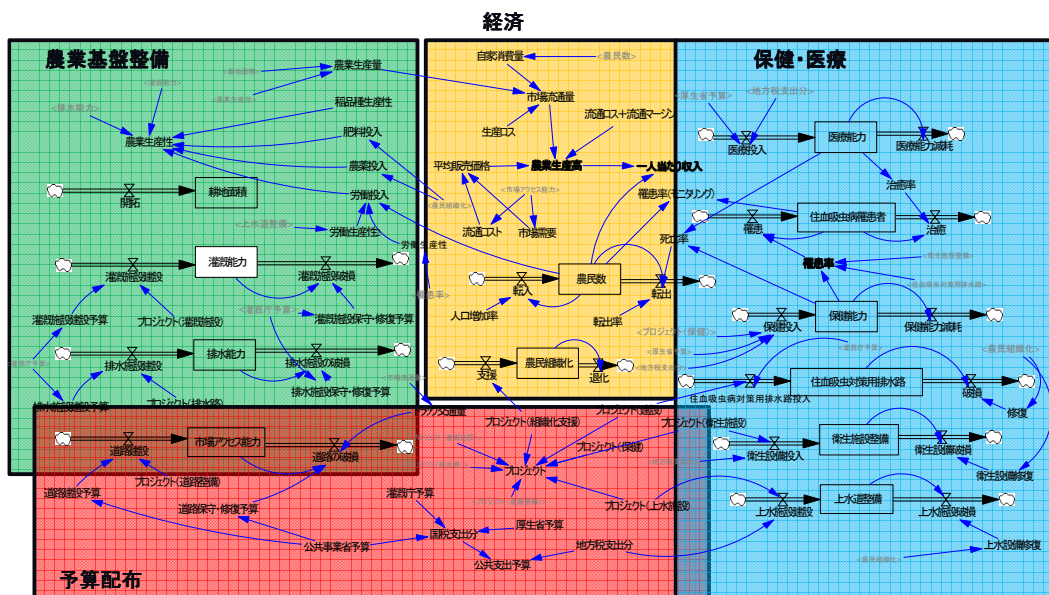
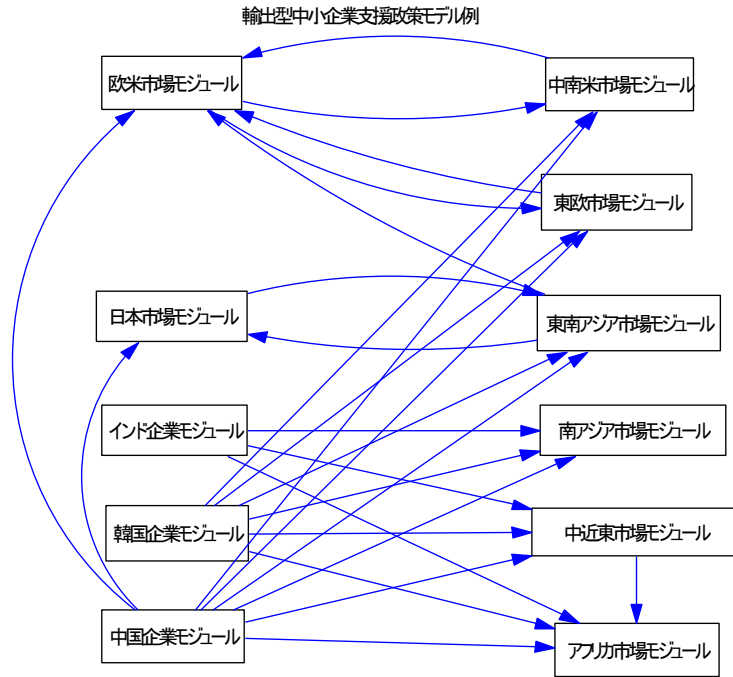
(3) ネットワーク構造：ただモジュールを繋ぐ

ストックやモジュールが同じ水準でデータをやり取りする構造で、多分、マクロのレベルのデータを取り扱っている部分とマイクロのレベルのデータを取り扱っている部分のレベル的な違いなどを意識しないで、モデルの中で同じレベルで取り扱うと、モデルは自動的にこの構造になると思います。と丁寧な言い方だと誤解を招くので、担当直入に言えば、何も考えないとスパゲティ構造になるので、複雑なモデルでは、機能をまとめてモジュールにし、モジュール間でデータのやり取りをするように設計して欲しいという意味です。昔は、トレーニングのようなこともしていて、研修生から、作ったモデルを見て欲しいと言われ、どいつもこいつものスパゲティ構造にうんざりしたことがあります。表現技法が未熟で、シャドー変数でモジュールを結ぶことができなく、同じ画面上にストックとフローが展開することは容認しているのですが、そもそも同じような機能を集め、固めるという発想がないのが問題で、そうなってればモデルがかなり理解しやすくなります。

図 4-2 にいくつか例を挙げています。図 4-2 の上に示したものは、輸出型中小企業支援政策のプロジェクトで作成したモデルを模式化したものです。先進国の輸出は、それぞれ近くの後進国市場に半加工品を輸出し、後進国で組み立て輸出するという、後進国の中小企業と結びついた貿易ネットワークを形成しながら経済発展を推進してきました。欧州企業は東欧で製造し、完成品を欧州市場で販売し、北米企業は中南米で製造し、北米市場に、日本企業は東南アジアで製造し、日本市場にという構造でした。しかし、韓国企業や中国

企業は安い完成品を密輸も含め直接これらの市場に輸出するため、後進国での先進国との製造・販売ネットワークが破壊され、先進国の輸出型中小企業及び輸入側の国々の中小企業がダメージを受けている様子をシミュレーションした際のモデルです。モジュールがネットワークのように連なっている様子を何となく理解していただければと思います。

図 4-2：ネットワーク構造の例



(フィリピン農業近代化プロジェクト評価モデル)

このモデルでは、「農業基盤整備」モジュール、「経済」モジュール、「保健・医療」モジュ

ール、政府予算及びプロジェクト予算の「予算配布」モジュールと 4 つのモジュールを意識してモデルを設計している。ただ、「予算配布」は制約条件にはなるが「経済」をコントロールしてはいない。

図 4-2 の下のモデルは、フィリピンの農業基盤整備支援プロジェクトの評価の際に用いたもので、モジュール化されているようには見えなく、単にストックとフローが雑然と並んでいるように見えますが、一応機能を集め、何となくモジュールのようにしています。せめてこのようにしないとモデルを設計する際に、機能の漏れが出てきてしまうので、最初からモジュールを意識した設計を心がけてみてはいかがでしょうか。そのためには、漠然としかもいきなり定量モデル化を行うのではなく、構造やロジックの表現をブロック・モデルや定性モデルでまず十分考えて、ある程度考えが固まってから定量モデル化に取り組むことを薦めます。

(4) 単純な支配構造：コントロール構造の意識

これは何かを中心にコントロールする構造で、次の「(4) マクロをモジュールとして独立させた構造」と明確に違うわけではない場合もありますが、ここではむしろ、マクロとミクロの値が同じようにモデルの中で取り扱われ、モジュールではなく、あるモデルの部分やストックがシステム全体のコントロールの鍵になるような構造を意識しています。

モデルがある単一の目的のために設計されたのであれば、通常はモデルでエンジンになっている部分やモジュールがあります。多くのモデルでは、人口、利益、GDP（国民総生産）などのストックがこういったエンジン（推進部分）、あるいはキー・ファクター（主要因）になっていて、例えば、人口の増減でいろんなことが影響されて決まるように設計します。さらには、一番知りたい要素を中心に、あるいはエンジンにしてモデルを設計することがよくあります。しかし、時には、一番知りたい要素がストックではなくフローになるために、エンジンにならない場合もあります。要は、何をモデルのエンジンや頭脳にしてモデルを設計するのかで、そのことを意識してモデル設計を行って下さい。逆に、この選択を間違えると、勘違いのモデルになる可能性があります。制約になるはずが、制約が効いていないモデルや、エンジンとして推進するストックがエンジンとして推進していないために変な結果になるモデルをよく見かけます。ボトム・アップでモデルを構築する場合、全体のことを考えないことが多く、ややもするとこういったことが起きます。

ただ、複数の目的を持つ場合や目的が漠然としている場合は、何かを中心にするのが難しい場合があります。例えば貿易の何ががを問題にするわけではなく、ただ貿易の動向を見たい、都市問題の何かに焦点が合っているわけではなく、ただ都市の将来を見たいなどといった場合などが、これに相当します。先の例で、途上国への中小企業セクター振興支援のいろんなオプションの有効性を評価するという目的があれば、それに絞った設計にしますので、あまり影響のない機能は省略しますし、中心には日本も含めた欧米先進国とメキシコなどの開発途上国との Win-Win の関係を示す、お互いの生産が増加するような増加ループが中心の工業生産のモジュールをエンジンにしたモデルにします。貿易以外のサービス・セクターのことは場合によっては省略してしまいます。一方、目的が漠然としている場合は、貿易以外に、中小企業向け金融のことなど、思いつくものをなるべく全部機能に含めますので、モデルが膨大になり、加工型産業の貿易関係による工業生産が GDP を牽引する増加ループもあるが、中小企業向け金融の未整備によって工業セクターが育たないといった均衡ループもある、金融モジュールもあれば流通モジュールもあるような、いろんなループやモジュールがあるモデルになる可能性もあるわけです。ややっこしいことに、このようなモデルにすると、微妙な設定条件の違いで、どのループやモジュールがエンジンになるかが違ってくることがあります。このように、目的が漠然としていると、こ

のようなモデルを作らざるを得なくなることもあります。

(5) マクロをモジュールとして独立させた構造

これは、マクロを扱うモジュールとミクロを扱うモジュールがあり、マクロで計算した結果を基にミクロを扱うモジュールでシミュレーションするというもので、これも多く見られるモデル構造です。先の「(3) 単純な支配構造」と基本的には変わらないという指摘がありますが、1970年代に日本で多量に作られた自治体モデルは全て、マクロ経済をモジュールとして取り扱う形式のものでした。

図 4-3：マクロ・モジュールが支配する構造の例

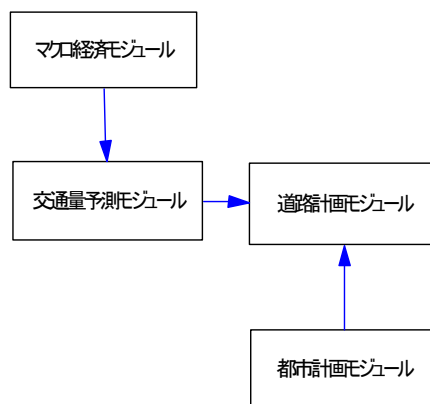


図 4-3 は、筆者がかなり昔に作成した、開発途上国の高速道路整備プロジェクトで使ったモデルを模式化したものですが、マクロ経済を予測し、その結果を使って交通量と道路整備の関係をシミュレーションするもので、マクロ経済を予測するモジュールを独立させています。

(6) 多重のコントロール構造

複雑なモデルでは、自動的に政策などが決まるような構造をモデルに組み込むことがあります。シミュレーション結果で自動的に政策が決まるような構造を組み込む場合、どうしてもネスト構造になってしまいます。さらには、政策にもレベルのようなものがあり、方針のような大まかで高度な政策は、シミュレーションの細かな結果を無視して、最初からある条件で一方向的に決まり、その後のシミュレーション結果に影響されないような構造を取らざるを得ないことがあります。そこまで行かなくとも、モジュールで完結させようとすると、モジュールで政策などを決めるように設計しますが、モジュールが連結されると、政策の整合性を取ることが難しくなります。このような場合、モジュールで政策を決め、それを政策モジュールに渡し、そこで最終的に調整するような設計にしますので、多重構造になってしまいます。最初はこのような場面に直面して戸惑う読者もいるかと思いますが、これ自体は別にモデルとして間違っているわけでもなく、モデル構造として不適切なわけでもありません。制御の観点から、そうになってしまうのが自然なのです。

(7) モデル設計のヒント

筆者は特に定量モデル構築に抵抗感を持っていませんが、システム思考を中心に分析をする人の中には定量モデル構築や定量モデルによる分析に抵抗感を持つ人もいます。定性モデルがそのまま定量モデルになるわけではなく、定量モデル化できる事項や範囲が限られていることもあり、定量モデルに対する反論や抵抗感が理解できなくはないのですが、

必要な場合は、限定された範囲でのモデル化やシミュレーションであっても、やはり定量モデルを構築して、定量的にシミュレーションを試みることを強く推薦します。

ただ、定量モデルを構築する際に、データはあるが信頼度に問題がある場合、びったりしたデータが存在しない、あるいは収集できない、そもそもデータが無いなどの理由で定量モデル化をあきらめる人がいます。そうであっても、定量モデル化をあきらめるのは早いと思います。以下、定量モデル化のヒントになるようなことを思いつくままに書きます。

1) 実際値的なデータにする必要があるのか？

実際のデータが無い場合、ちょっと考えて欲しいのは、実際値としてのシミュレーション結果のデータが必要なのか、相対値でいいのかということです。相対値でいいのであれば、比のことだけを考えればいいわけで、モデル化はかなりやりやすくなります。傾向を知りたいだけであればこれで十分でしょう。例えば、マクロ経済のモデルの場合、GDPの値そのものは分かりませんが、基準年に対して1.4倍に増えるといったことは計算できます。ザイルのA県の2000年のGDPの値を1と設定し、2010年のGDPは農業振興政策の貢献で1.4になる(40%増える)といった結果でよければ、14億円といった数字に拘る必要はないわけです。

そもそも、数値化できない、あるいは離散的な数値しか割り当てられないということはいくらでもあります。例えば、顧客満足度を知る必要があるとします。基本的には顧客満足度などの感情のようなデータは、数値で計測できません。顧客満足度を調査する場合、顧客にアンケートに答えてもらうわけですが、「本社の情報提供は役に立っていますか？」といった質問を行い、「はい」、「いいえ」といった2段階評価か、「有効に活用している」、「あまり活用していない」、「全く使っていない」といった3段階評価、あるいは5段階評価で答えを選ばせ、それを離散的な数値化で、5、3、1といった数値を与えるといった処理を行い、集計し、回答者数で割って、顧客満足度が2.467などといった計算結果を得ます。でも、2.467という数字の意味はどこにあるのでしょうか。「提供している情報はあまり役立っていないが、全く活用されていないわけではない」ということ以上には説明していないわけです。顧客満足度5(回答者の全員が、提供した情報を有効に活用していると回答している状態)とは明確には違うことは分かりますが、顧客満足度3と何が明確に違うのか説明するのは難しいと思いますがいかがでしょうか？多くの場合、知りたいのは、「提供している情報はあまり役立っていないが、全く活用されていないわけではない」ことで、それ以上は不可能であれば無理にとは言われないものです。

2) 相対情報で処理し、変動幅を絞り込む。

データが取れないような種類のものはできるだけ、極力相対的な値にしてしまってみてはどうでしょうか。全てとは言いませんが、例えば0から1のレンジの中で、入力も出力も変動するようにしてしまうことで、テーブル関数などで簡単に関係を定義できます。実際のモデル化で、無限大、無限小などを考えることはあまり意味がありません。何でも範囲を想定しないとモデル化などできません。場合によっては変動幅を制御してしまうことも必要です。

3) 1単位に入力を仮設定してしまう。

入力をとりあえず1に設定してしまう方法も筆者がよく採択している方法です。入力を1に設定し、フロー、ストック間で計算し、それを必要に応じて値を変換して、次のフローに渡す手法です。実際の値や単位はともかく、入力は1単位あると考えるわけです。その後、シミュレーションで結果を見ながら、値を変換します。正確な値が入手できない場合や、全くデータが入力できない場合、あるいは合成されたデータしか入手できない場合に、有効な方法ではないかと思っています。

合成されたデータしか入手できなく、分割された詳細データが入手できないということ

は、開発関係ではよくあることです。例えば死亡率のデータはあるが、年齢別の、5歳以下、5歳から18歳まで、18歳から45歳まで、45歳以上といった分け方で分類された死亡率のデータはないとか、経口感染症で死亡した人とそれ以外の伝染病で死亡した人、事故で死亡した人、など死因のデータがないとかは普通に見られることです。このような場合、とりあえずそれぞれの患者数1人(1%)と入力しておいて、シミュレーション結果の合成値と実際の統計値を見ながら、経口感染症死亡率は0.5%というように最終調整します。

仮設定する値は、0でもよく、0を設定するやり方もよく用いる手法ですが、「割る」計算がある場合、エラーになりますので、無限大を発生させないために、例えば1を仮設定しておきます。

4) 程度の違うものを混在させない

これもよく初心者がやることですが、モデル内のパラメータの変動幅のレベル(程度)を合わせる必要があります。極端に違うものを平気で因果関係で結んだモデルを見ることがありますが、指数関係にない限り、因果関係はあっても、そんなものは無視してモデルを簡素化することを薦めます。モデルに因果関係あるものを全て表現していたらきりがありませんし、意味もありません。先の1)でも触れましたが、桁として億円の計算をしているところに、1円単位の、せいぜい千円もしか違わない因果関係を取り上げても実際、意味がないことがほとんどです。もちろん、塵も積もれば山となることもありますし、取り扱う必要がある場合もあるでしょうが、モジュールとして切り分けておいて、いきなり表には出さない工夫が望まれます。

5) 入力と出力の関係は実はいくつかのパターンしかない

テーブル関数で1つの入力と1つの出力の関係を定義する場合、実は数種類のパターンしかありません。これはファジー理論で知られていることです。変動範囲を0から1の間に抑えることで、比較的容易に、定義できます。四算、すなわち加減乗除や1次、2次の単純な指数計算で入出力関係を定義できる場合やパルス、ステップ、ランプのような関係で定義できる場合はあまり悩まないでしょうが、ロジスティック曲線関係やS型カーブになってくると定義が大変ですので、テーブル関数で定義します。後は、1つの入力と1つの出力の関係では、パルス、ステップ、ランプの形にロジスティック曲線関係やS型カーブ、2次指数曲線(凸、凹)が重なったような形の関係しかありません。また、モデルを単純化しようとする、入力が複数の入力になってしまいますので、定義がとたんに難しくなります。無理をしないで、1つの入力と1つの出力の関係にして、それを加減乗除や1次、2次の単純な指数などで合成してみてください。パラメータが増え、式も長くなりますが、定義はかなり楽になります。また、Vensim PLEでは、DELAY関数とRANDAM関数を同時に1本の定義式内で使えないなど、関数を使った定義にも制限がありますので、このような制限からもパラメータを分ける必要が出てきます。

6) モデルの目的を再確認する。

正確な値を計算することを目的にするとどうしてもモデルが巨大化し、複雑化します。極論すると正確な値を計算することは不可能であり、また本当に意味があることはまれです。SDの定量モデルによるシミュレーションの目的は、考えた因果関係が妥当であるかどうかであり、現象をうまくメカニズムやプロセスとして説明できるかどうかです。ロジックが妥当かどうかです。そのことを誤解してもらっては困ります。予測をすることを目的としてSD定量モデルを考えているのであれば、SD定量モデルでは、正確な予測などできません。Stermanは、「全てのモデルは間違っている」(注4-3)と述べています。

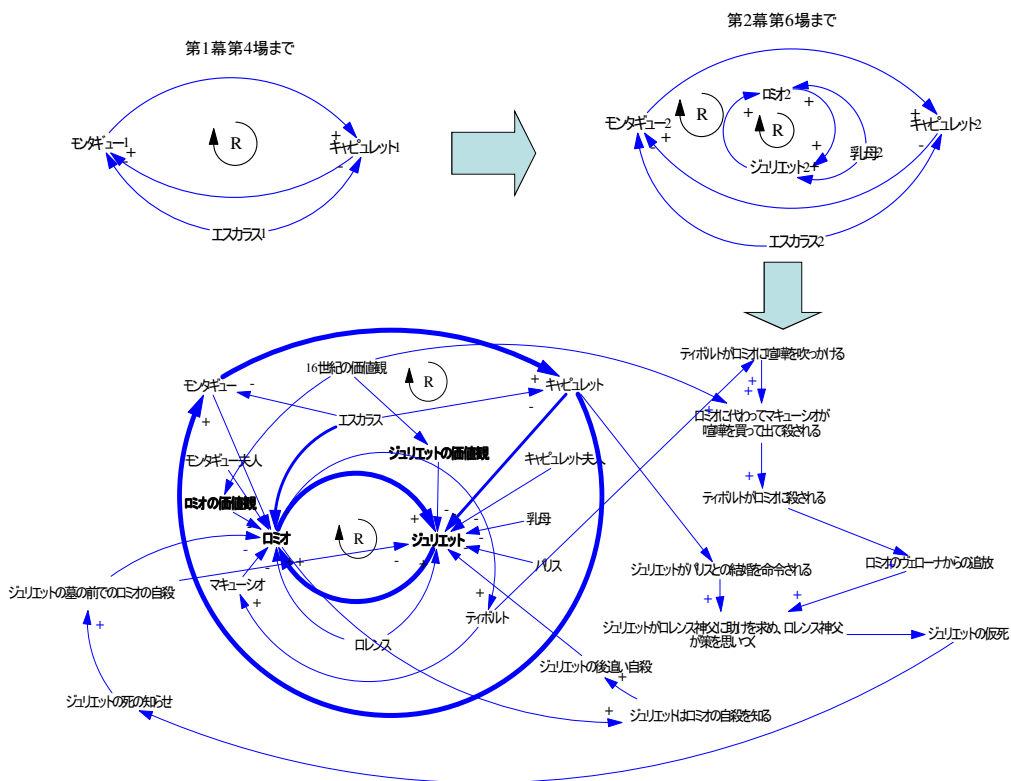
7) 仮説であることを認識する。

通常、一つの問題や現象の裏には10以上のその問題を引き起こした原因があり、たまた

ま、主要な原因について特定できただけです。また、何十もあるような原因を全てモデルに組み込むことは不可能ですし、また、主要な原因でなければ、取り上げなかったからと言って、大きな誤差や全く違う結論を導くものではないとしています。モデルは仮説であり、抽象化されたものであることを、従って、限界があることを認識した上で、モデル化して下さい。

進化SDモデル

進化SDモデルというのは、筆者の造語です。経営関係ではあまり筆者は使ったことはないのですが、歴史や文学作品をSDモデルで説明するというをやっている、その際に、歴史の変化や文学作品での話の進展を、最初のSDモデルに、新しい要素やループを追加し、新しい関係や新しいループに主体が移動することで、歴史の変化や文学作品での話の進展を説明すると、うまく説明できることを発見して以来、この手法を重宝しています。



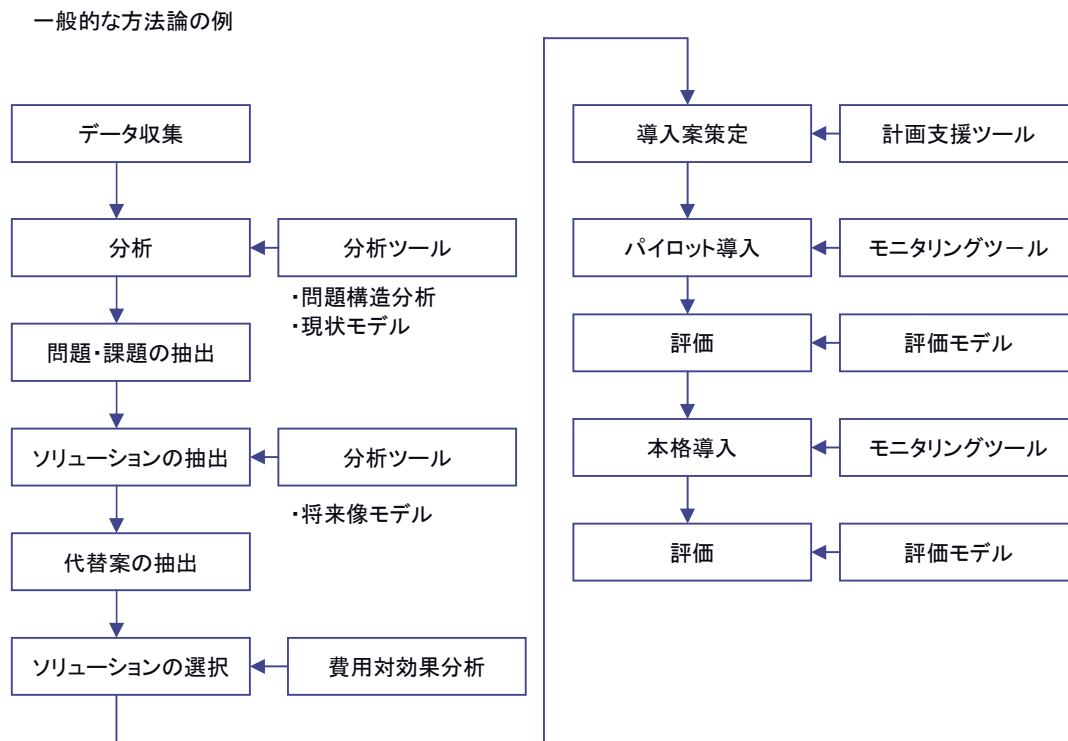
図は、シェークスピアの「ロミオとジュリエット」をSTモデルで示したもので、ヴェローナで対立を続けるモンタギュー家とキャピュレット家の様子を表したモデルに、ロミオとジュリエットが恋に落ちるループを追加し、2人の叶わぬ恋が悲劇となっていく劇中のイベントのループを追加していったものです。こうして、SDモデルを進化させることで、文学作品の話の流れを説明し、あるいは分析しています。これは筆者の主張ですが、モデルは固定したのではなく、どんどん変化していてもいいと思います。Vensimの姉妹製品のような位置付けで、Moreculaという製品が発表されています。これを使うと、ダイナミックにモデルにループを追加したり、削除したりしながら、ループのモデル全体に対する影響度を見ることができます。

5. 方法論

通常、経営コンサルティング会社は独自の「方法論」と呼ばれる、コンサルティングの方法を体系化したものを持っていて、経営コンサルティング会社に所属するコンサルタントは、この標準的な方法論を使って、経営問題を分析し、ソリューションを発見し、報告書にまとめます。方法論は、対象としている経営分野によって違ってきますが、ただ、概ね図 5-1 に示したような体系や流れになっています。

本書の読者の中には、あるいは、経営コンサルティング会社からコンサルティング・サービスを受けたことがあり、方法論に馴染みがある方がいるかも知れませんが、経営コンサルタントで、すでに方法論を持っている方がいらっしゃるかも知れません。そのような読者は、この章を飛ばして下さい。

図 5-1：経営コンサルティング用方法論の例



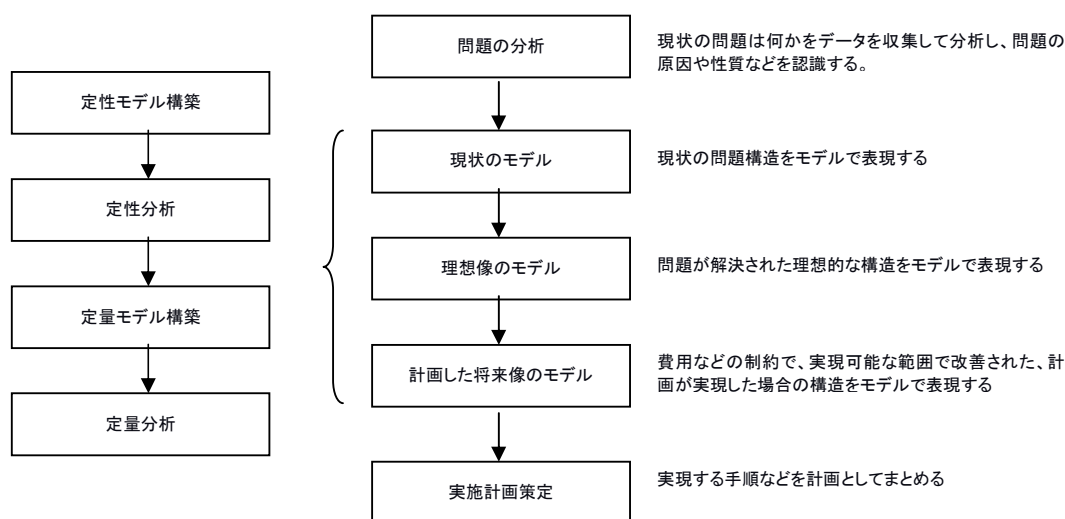
一般的に、コンサルタントが経営問題で相談を受けて、アドバイスを行い、問題を解決するには、まずデータを収集し、収集したデータを基に分析し、問題や課題を抽出し、抽出された問題や課題に対するソリューションと代替案を見出し、代替案の中でベストのものを選択し、その導入計画を策定します。改善策導入に際しても、いきなり本格的に導入するという事は普通は行わなく、まずテスト的に小規模に適切な部署を対象に導入してみて、その結果を評価し、評価に基づき本格的に導入して、最後に結果を総合評価します。

実際には、データ収集→分析→問題・課題の抽出と、上記の作業が一連に流れるのではなく、分析結果を見て再度データ収集が必要になるなど、作業が戻ることもあります。さらには、ソリューションと代替案選択の段階では、まだソリューションは仮説であるとして、テスト的な導入の中でいろいろ代替案を試してみることを重視するコンサルタントもいて、問題・課題抽出、ソリューション抽出、代替案抽出、パイロット導入が実は一塊の作業になる場合もありますが、概ねこのような流れでコンサルティングが進められます。

これらの一連の作業を支援するために、さまざまな分析ツールや支援ツール、事例、様式（フォーマット）、注意事項、これまでのコンサルティングで学習された事項などが整備されていて、コンサルタントは、それらを使いながら一連の作業を進めていきます。方法論を使うことで、コンサルティングの方法や品質を標準化できると共に、作業を効率化でき、コンサルティング会社にとっては、コンサルティング業務をコントロールしやすくなります。図 5-1 に示したものは経営コンサルタント向けの方法論で、IT コンサルタント向けの方法論はこれとは少し違って、いかにシステムを開発するか、いかにプロジェクトを管理するかに記述の大部分が割かれているでしょうが、流れや構造に関しては同じようなものになっていると思います。（注 5-1）

読者が、SD/ST（システム・ダイナミックス、システム思考）でモデルを作って、シミュレーションするというのは手段のはずで、多分、何か問題があり、それを解決したいと考えているからだと思います。筆者の意見としては、いきなり SD/ST モデルを開発して終わりにするのではなく、何か方法論のようなものを持ち、それに沿って取り組んでいく方がいいのではないかと思います。図 5-2 は、筆者が使っている SD/ST を使った方法論です。別に、この通りにしろというわけではありませんが、何か問題解決に取り組むために SD/ST でモデルを構築し、シミュレーションすることを考えているのであれば、取り組みに際して、経営コンサルタントが採択しているやり方として、このような流れや作業もあるという情報として提供します。参考になるようでしたら、部分的にでも使ってみてください。

図 5-2：SD を使った方法論



(1) 問題分析

問題や対象についてのデータを収集し、問題は何かの特定化や、特定化された問題の構造や発生メカニズムなどについて分析します。ここで、システム思考や SD モデリングがツールとして活用されます。

まず、問題の分析ですが、筆者の経験では、実は問題が何かということがよく分かっていないことが多く、問題が何か明確化されてしまうと後はかなりやりやすくなります（注 5-2）。さらには、多くの場合、問題だと言っていることが漠然としていて、仮説的に考えないで理解できなく、苦勞します。ポストン・コンサルティング・グループなどでは、思い込みでもいいから問題とされている状況について仮説を立て、その仮説を前提として問題を仮特性し、分析する手法を薦めています。この場合、仮特性した問題が実は違っていても、分かった時点で修正すればいいとしています。

1) 事前準備

企業の経営問題で相談を受ける場合は、まずその企業が属している業界に関する情報や、業務形態、営業形態が類似している企業、ライバル企業や目標としている企業などの、営業形態、業績、抱えている問題などを調べます。公開企業であれば、会社四季報などを過去5-6年読み、業界や企業を取り巻く環境や共通に抱えていると思われる問題について理解します。これらに関し公開されている情報を集めて読み込みます。上場企業に関しては、会社四季報と営業報告書が一番大きな情報源になります。最近では業界に関して解説した書籍もあり、業界誌があればそれも有力な情報源です。他にも、日経ビジネスなどのビジネス誌に面白そうな記事があることがありますので、ざっとそのような記事があるかどうか調べておきます。例え非公開企業で、対象の企業そのものの情報が公開されていなくとも、類似企業の情報や所属している業界の情報から、対象企業のイメージをかなりつかむことができます。

開発関係であれば、対象となっている国や地域の歴史、事件、国家計画、貧困削減戦略、貧困削減計画、世界銀行などの国際金融機関の調査報告書や支援報告書を読みます。その中で、問題とされたことや焦点となっていることをメモします。これらの情報は基本的には公開されていて、場合によればインターネットでダウンロードすることもできます。

ここまでが予習です。まずは公開されている情報を集められるだけ集め、読んでいく中で、対象のイメージをつかみ、とりまく環境や共通の問題、課題について理解しておきます。

次に、対象企業から財務データが提供されている場合、一応財務分析を行います。経営相談を受ける企業は、業績不振に企業がほとんどですので、全体の売り上げの伸び率などを分析することはあまり意味はないでしょうが、どの事業でどれだけ稼いでいるか、どれだけ伸びてきているか、競合他社と比べての伸び率などを把握することは有効です。また、費用分析を行い、どこに費用がどう使われているか程度は把握しておくことも必要です。

2) 関係者分析

コンサルタントは、顧客企業の関係者に一連のインタビューを行い、情報を収集します。しかし、関係者によって物の見方や重要視していることが違うので、時として、矛盾している、あるいは整合性や一貫性が理解しにくいような形で情報が集まります。そこで、「関係者分析」と呼ばれる分析で、関係者のグループ分けを行い、それぞれの立場や意見、情報を整理します。問題分析の前にこのようにして整理しておくことで、問題のことが理解しやすくなり、分析がやりやすくなります。企業のコンサルティングで使った例を挙げることは差し障りがありますので、代わりに、表5-1には、開発関係で用いている関係者分析の例を紹介しました。この例は、フィリピン、北部パラワン地域の環境保全支援プロジェクトの評価で使ったものですが、ダイナマイト漁法や青酸漁法などの破壊漁法によって、珊瑚礁などの海洋環境が破壊されるという問題を抱えていました。同地区では、環境を保全しながら、エコ・ツアーなどの環境保全と共存できる産業育成や、破壊漁法に関連していた漁民に対する転向支援、さらには生活向上を目指した産業振興支援をプロジェクトで行っていました。(注5-3)

このように、想定している問題に関連する関係者をグループに分け、それぞれのグループが問題をどのように見ているか、どのように見えているかを理解することは時としてとても有効です。開発関係では、関係者に問題がどう見えているかを分析するために、リッチ・ピクチャーと呼ばれる、対象の関係者や仮設定した問題を中心に据えた絵を描いてもらうこともあります。SSM(ソフト・システム方法論)が分析ツールとして開発関係では使われることが多く、リッチ・ピクチャーはSSMの中の1つのツールになっていることもあり、対象者にとっての問題の見え方を理解する有力なツールになっています。(注5-4)

表 5-1：関係者分析例

関係者	性格	裨益関係
一般漁民	<ul style="list-style-type: none"> ・一般漁民には不法漁業を営んでいない漁民が含まれる。 ・一般漁民は、小船を使った小規模の漁業を営み生計を立てている。ただ、不法漁民による不法漁業のせいや、環境保護政策による保護種の捕獲制限、海洋資源の減少で、漁獲高が減少し、収入減に困っている。 ・一般漁民の中には耕作地を持ち、農業も営んでいる人もいるが、農業は自家消費で、余剰を販売し、現金収入を得ている家庭は少ない。換金作物の栽培技術が移転されていないことや、換金作物栽培支援が得られていないことも余剰作物を育て、収入にできない理由となっている。 ・一般漁民の中には、不法漁業が海洋資源を減少させ、自分たちの収入減になっていることを理解している人もいるが、もともと争いを好まない性格や権力関係、国際関係などで、自分たちで不法漁民を取り締まることはしていない。 	裨益対象者
不法漁民	<ul style="list-style-type: none"> ・不法漁民には、中国などの海外からや、他の地域からやってきた不法漁業を営む漁民と、対象地域に住む、先の不法漁民に協力して不法漁業に手を染める地元漁民が含まれる。 ・中国など海外からやってきた不法漁民は、取締り用の船舶よりもはるかに優れた装備を持ち、高速の漁船でやってきて、ダイナマイト漁法や青酸漁法などの破壊的漁法により海産資源を略奪する。船が高速であり、なかなか逮捕できないことに加え、拿捕しても、中国政府の圧力などですぐに釈放せざるを得なく、取り締まり効果が薄い。 ・他地域からやってきた同国の不法漁民も基本的に同じで、対象地域の州法で取り締まるのが難しい。 ・先の不法漁民に協力して不法漁業に手を染める地元漁民は、生活に困窮し、不法漁業に協力している。不法漁業取締りで逮捕される人の大半はこの地元漁民で、先の他地域からの不法漁民は、この地元漁民を見捨ててさっと逃げてしまう。 ・地元不法漁民を転向させ、換金作物の栽培技術の移転などを行い、生活代替手段により生計維持をさせる試みが行われているが、中には農業に慣れなく、うまく転換できない人もいる。転換計画実施を担う機関は、資金や人材が十分ではなく、うまく転換できない不法漁民を十分支援できない。 	裨益対象者
農民	<ul style="list-style-type: none"> ・漁業には携わらず、農業を専業にしている住民がこのカテゴリーに含まれる。 ・今までは、主に自家用と地元の消費用に、野菜や果物を栽培していた。石灰岩性の土地で、あまり農業の生産性がよくなかったことや換金作物を販売する流通ルートが十分整備されていなかったこと、栽培技術や栽培知識、さらには優秀な苗などの入手が困難であったので、換金作物の栽培は限られたものであった。 ・小規模農家がほとんどで、大規模農家は極めて少ない。 	裨益対象者
観光業従事者	<ul style="list-style-type: none"> ・観光業従事者には、ホテル、ゲストハウスなどの接待業者、レストランなどの飲食店、旅行代理店、潜水用具レンタル屋、土産物屋などの経営者及び従業員が含まれる。 ・政府がエコ・ツアーを広めようとしていることや、観光開発計画などが効果を発揮し、自然を楽しめる観光地として有名になりつつあることから、ホテル、レストランなどの観光セクターは発展しつつある。観光者の増加に伴い、新しいホテルやレストランの建設やTシャツ、地元の産物を売る土産物屋などがどんどん開店している。 ・ただ、不法漁民による珊瑚礁破壊や、燃料用に伐採されてマングローブ林、椰子林などが消滅するという、観光資源減少の危機に接している。 	裨益対象者
商業従事者	<ul style="list-style-type: none"> ・日常雑貨や海産物、農産物を販売する小売業の経営者及び従業員、商品流通に従事する経営者と従業員が含まれる。 ・観光セクターの発展で、地元経済が潤い、商業も発展しつつある。 ・地方自治体により流通市場の施設の整備や道路整備が行われ、市場での取引も盛んになりつつある。 	

関係者	性格	裨益関係
地方自治体	<ul style="list-style-type: none"> ・地方自治体には、対象地域の州政府、及び対象地域の州に属する地方自治体（市町村政府）が含まれる。 ・不法漁業の取り締まりに関しては、地方自治体で構成される委員会で連携を保ちながら取り締まりを実施しているが、資機材、人員などの不足で十分に取り締まれない。特に、他地域からの不法漁民はほとんど取り締まれない。 ・エコ・ツアーも含めた観光開発も、州政府の観光局スタッフや地方自治体の観光担当の知識、経験不足、資金不足などから、業者に勝手にやらせているという状態で、観光者数などの基本データの収集も行っていない。 	
農業センター	<ul style="list-style-type: none"> ・地方自治体が、農業センターを設置し、農業試験や農作物栽培に関する研修、苗や種の配布を実施している。 ・特に地元の不法漁民に対して、転向させるべく換金作物の栽培に関する研修、苗や種の配布を実施しているが、漁民はなかなか農業に転向できなく、成果が思うように上がっていない。もと不法漁民だった人を雇うなど、雇用機会も増やしているが、予算などから雇用できる人員に限界がある。 	
中央政府	<ul style="list-style-type: none"> ・エコ・ツアーなど自然保護と共存する経済開発政策を進めている。 ・また、国際援助機関からの支援を得て、自然保護地域、開発許可地域の明確化を進め、その上で開発を進めると言う政策を行っているが、保護地域の保全に関し、取締り能力不足から乱獲を十分取り締まれない。 ・隣国政府から援助を受けていること、隣国が軍事的、政治的の強力なパワーを持つことから、外国からの不法漁民による破壊漁業をなかなか取り締まれない。州政府が不法漁民を逮捕しても、隣国政府から圧力を受けると、すぐに釈放を州政府に命じてしまう。 	
地域 NGO	<ul style="list-style-type: none"> ・国際 NGO と連携し、地元の素材を生かした、手提げ袋やスリッパ、ランプスタンドなどの土産物製作技術を教える研修センターや、マイクロファイナンスを提供するセンターなどを開設し、生計代替手段の技術移転を行っている。 	
国際 NGO	<ul style="list-style-type: none"> ・地域 NGO と連携して、地域 NGO に対する資金援助を行っている。また、世界銀行のコミュニティ開発プログラムなどと協力しながら、コミュニティ・ベースの小規模水道の施設建設支援や道路整備などを行っている。 	
多国間援助機関	<ul style="list-style-type: none"> ・世界銀行、アジア開発銀行などの国際援助機関が環境共存型経済開発計画策定支援や政府担当者の研修を行っている。世界銀行は、他にもコミュニティ開発プログラムを実施していて、コミュニティからの申請により、水道施設建設や道路整備用に資機材を提供している。UNICEF など、主に地方給水事業を対象に、コミュニティ・ベースの小規模水道の施設建設支援を行っている。 	
二国間援助機関	<ul style="list-style-type: none"> ・米国援助庁、豪州援助庁、ドイツの援助機関である GTZ、KfW、日本政府（外務省、JICA、JBIC）などの二国間援助機関が支援を行っている。日本の援助機関以外は、もっぱら政府の行政能力強化などへの支援を行っている。これら 2 国間援助機関は、コミュニティ支援では、地方小規模水道事業などを援助している。日本の援助でも、草の根無償などのコミュニティ支援を行うものがあるが、ハードウェア中心であり、ソフトに対する支援はあまり行われていない。また、行われるソフトに関する支援も、日本の援助では、主に施設の運転技術の移転が行われ、経営や財務といった分野に関する技術移転にほとんど関心がない。 	

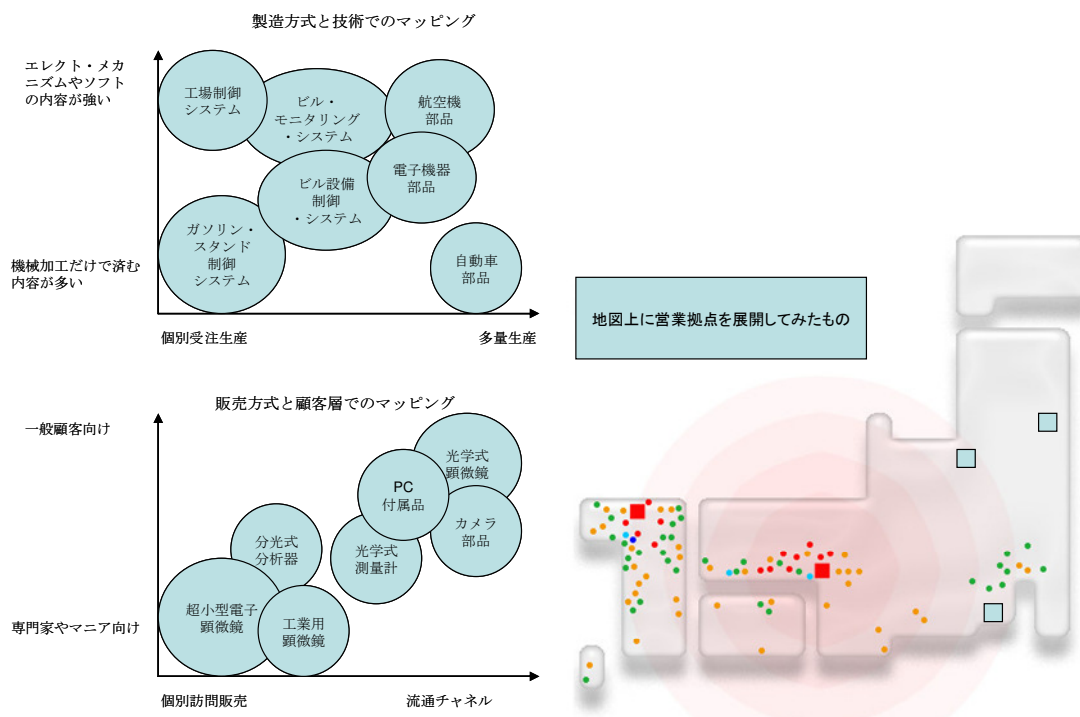
3) 問題を定義する

それが本当の問題なのかどうかは別にして、主要な問題や課題が何かということが実は時として曖昧で、困ることがあります。経営問題の相談で、何となくという相談を受けることがあり、売り上げに問題はありますかと聞くと、低迷しているという回答で、市場競争が激化していませんかと聞くと、激化しているという回答で、何を聞いても問題だらけで回答も曖昧であり、どうも何が一番問題なのかはつきりしなく、焦点が絞りきれないわけです。間違ってもいいから、仮説から始めるとするポストン・コンサルティング・グループのアプローチには大いに同感できます。

ただ、筆者はこの仮説検証型のアプローチはあまり採択したことはなく、それよりもむしろ、じっくり関係者の話を聞いて、関係者分析のような手法で整理しながら相手の話を、背景や立場も含めて聞くようにしています。その中から、何か地図のようなものが見えてきて、白紙の部分の情報を集めるようにしていました。経営コンサルティングの相談を受ける企業は必ず何か問題を抱えていることは事実なのですが、そして、必ずしもこの手法やアプローチが適切というわけではないのですが、問題が発見されたからと言って直ぐに問題の解決（ソリューション）が出てくるわけではなく、可能性があると思われるのにやっていないことを発見して、なぜやっていないのかを探ることで、問題点→問題の解決（ソリューション）が見出せることが多いからです。

図 5-2 は、筆者が使っていた事業マッピングという手法の例を示しています。ボストン・コンサルティング・グループが開発した PF（ポートフォリオ）という手法に似ています。筆者は、IBM の SE からこの手法のことを教えてもらい、それ以来、使っています。これは、製造業の場合であれば、対象企業の事業や生産製品の種類を、個別顧客に合わせて製造する個別生産商品なのか、多量生産商品なのか、機械加工主流の製品か電子機器やソフトの組み込みを行っている商品なのか、あるいはユーザーの種類で、児童向けなのか、若者向けなのか、一般成人向けなのか、老人向けなのか、宣伝方法で、口コミを中心に売られている商品なのか、流通チャネルを使って売られている商品なのか、日本地図で営業拠点やそのカバー地域などいろんな切り口で事業を整理し、競合他社のもものと比べてみて、ブランクの部分やあまり力が置かれていない部分があればなぜなのかを尋ねていく手法です。

図 5-2：事業マップの例



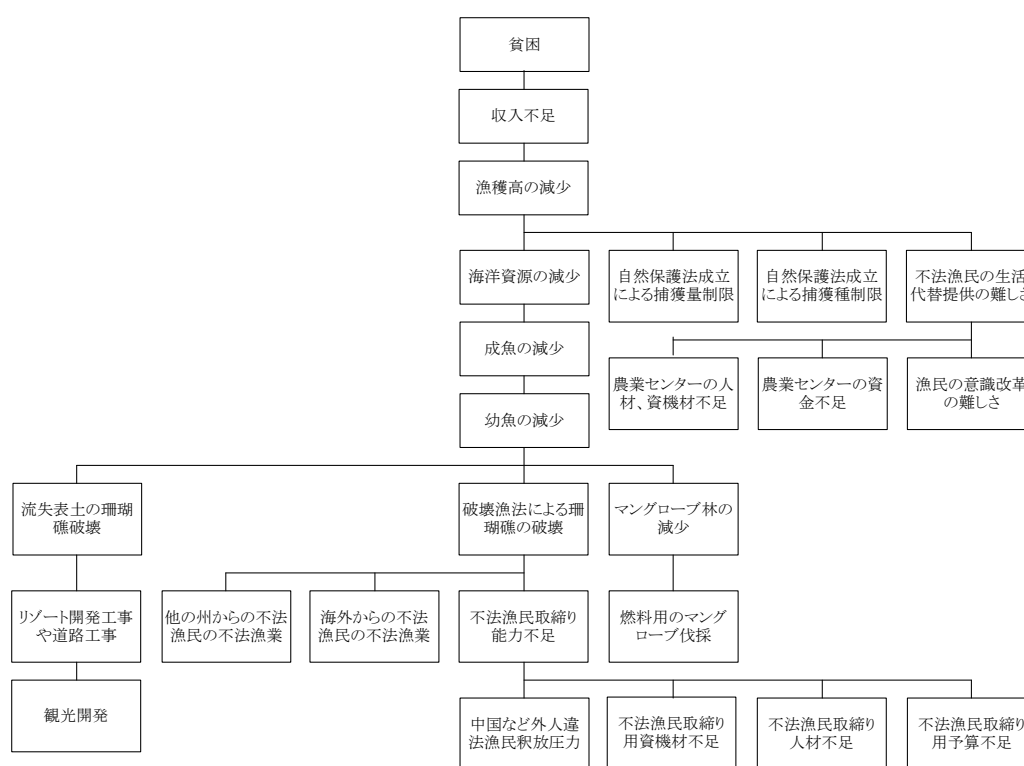
開発関係では、SSM が問題構造のようなものを明確化させる手法として使われています。使ってみると、何だ、当たり前すぎて何も斬新さがないという感想になってしまう人が多いのですが、当たり前のことをして、問題を明確化することが実は重要で、それが行われていないので、関係者がみんな勝手なことを言い、本質が見えなくなっていることが多い

ので、場合によれば有効なツールです。(注 5-5)

4) 問題構造分析

マッキンゼー・コンサルティングが最初に提唱している分析方法ですが、経営コンサルタントの間では、問題とその原因を因果関係で結び、ツリー型に整理することで問題の関係や網羅性を分析することが行われています。因果関係はロジック（論理）で決めていきますので、しばしば、この問題の構造を示した図は、ロジック・ツリーと呼ばれています。この手法も場合によれば有力な問題を特定する有効な手法ですが、直線的思考で、フィードバックを重視する SD/ST の思考方法とコンフリクトを引き起こすことがあります。図 5-3 に、先に取り上げた、フィリピン、パラワン地域の自然保全プロジェクトの評価で実施した問題構造分析の例を示しています。

図 5-3：ロジカル・ツリー（問題構造図）



この手法は、コアとなっている問題を発見したり、問題の構造を定義するには便利なのですが、直線思考なので、場合によればボトムの部分で同じ問題が何度も出てきてしまうことがあります。例えば、予算不足、人材不足といった問題が底辺のいろんな所で出てきます。ここが、ST/SD に慣れた人にはコンフリクトを引き起こす部分です。ただ、開発関係では必須の分析になっているので、筆者は SD/ST による分析と併用していて、これも問題に対する見方の 1 つと割り切っています。

(2) 現状のモデル化

筆者のやり方ですが、SD を使って現状の問題構造をモデル化します。ここで、定性モデルを作成し、分析し、必要であれば定量モデル化に進み、定量分析を行っています。このやり方については、次節で述べる予定なので、ここでは解説は省略します。

(3) 理想像のモデル化

問題が分析されれば、その中から解決策が浮かび上がってきます。問題が解決された状態についてモデル化します。理想像は、問題構造図での問題が全て改善された状態なのですが、問題が改善された状態が問題と 1 対 1 になる、従って、先の問題構造図がそのまま逆転して示されるわけではありません。問題の構造は原因と結果の因果関係で表現していますが、課題は目的と手段の因果関係なので、少し違ってくる可能性があるわけです。開発関係では、先の問題構造図を構成する問題を、1 つずつ、問題が解決された状態に書き換えてもらい、再び、同じように、目的と手段の因果関係で結び付け、同じような、ツリー型の構造にまとめます。この理想像のモデルは課題構造図あるいは、**To-Be** モデルなどと呼ばれます。

読者によっては、この章に示した図が複雑である、いわゆるスパゲティ状になっていることが気になる人もいますし、そのような指摘を受けることもあります。ここに示した図は、調査や分析作業が終わり、最終的に報告書に付けたものではなく、現地で関係者と討議しながら作っていった途中段階のもので、筆者の場合、この段階では、見やすくするためにシャドー変数などを使って図が簡略されたように見せることはあえて行っていません。そうするとどうしても、関連性を付けたと錯覚し、関連性を付けていない因子が出てしまうこと、大きな目的は、因果ループを発見することにあるのですが、因果ループが見落とされてしまう、あるいは意識されないで終わってしまうことがよくあるからです。現場での調査や分析では、まさに因果ループとなっているのではないかと思われる関係を発見し、それを関係者へのヒアリング調査や現場を訪れての観察によって確認することが大切であるからです。また、定性モデルの図も、討議によってダイナミックに変化します。こういった因果ループがあるのではないかと筆者が推察し、モデルに記載し、関係者と議論する、ところが筆者の推察が間違っていて、そういった因果ループは実際には存在していなかったという経験はよくあり、定性モデルが何十回も書き換えられることは普通です。そのようなダイナミックなモデル作りにおいて、シャドー変数がトラブルの原因になっていることを何度も経験しています。見やすくではなく、むしろ議論することで発見していく、そして、理解した段階までをモデルとして表現することが重要で、関係者にわかればいいことであり、第 3 者に説明することが決して主目的ではないからです。うまく説明することは後の段階でいいのです。その時には、シャドー変数などを駆使し、単純化し、分かりやすいモデルにすればいいと思います。モデル開発には法則や規則のようなものではなく、開発者がやりやすい方法ややり方で開発していけばいいと思っています。

基本的には同じモデルを、対象者によって表現を変えて提示することもよくあります。この例(図 5-6)では、自然破壊をどう防止するかということが主題になっているのですが、それを、自然保護を行っている関係機関の担当者と議論することはできます。ただ、自然保護だけを全面に出すと、その地に暮らしている住民に犠牲だけを強いることになります。現地の住民が、自然保護と共存しながら生活していくことも考えなければならず、そういった現地住民が、自然保護されるべきコアの地域の保護は尊重しつつも、その周辺に保護がゆるい、いわゆる半保護地域を作り、そこでの狩猟や原材料の採取を行い、地元の特産物を作る、あるいは生活に必要な物を生産することが許されることが必要で、それには、先とは違った説明の仕方が必要であり、何が主ループかも違ってきます。図 5-6 では、図 5-4 の中で主ループとして示している R のループが片隅に追いやられ単純化されていることに注目して下さい。

図 5-5 は、先ほどのフィリピンのプロジェクトの評価で使ったものです。図 5-6 は ST を使ったものです。考え方は同じで、それでは理想的な状態とはどのような状態なのかを考えてもらうわけです。悪循環が無い状態、好循環だけの状態のモデルを考えます。悪循環になっているループをひっくり返した場合にどうなるかを考えてもらいますが、やはり悪

循環の要素が1対1で単純にひっくり返えるわけではありません。

ツリー型の課題構造分析も開発関係では必須になっていますので、筆者はやはりSTによるモデルと併用しています。課題構造図も理想像のモデルで、モデルを2つ構築しなければならないので、手間ですがそれが仕事と割り切ることになっています。

図 5-5 : 課題構造図の例

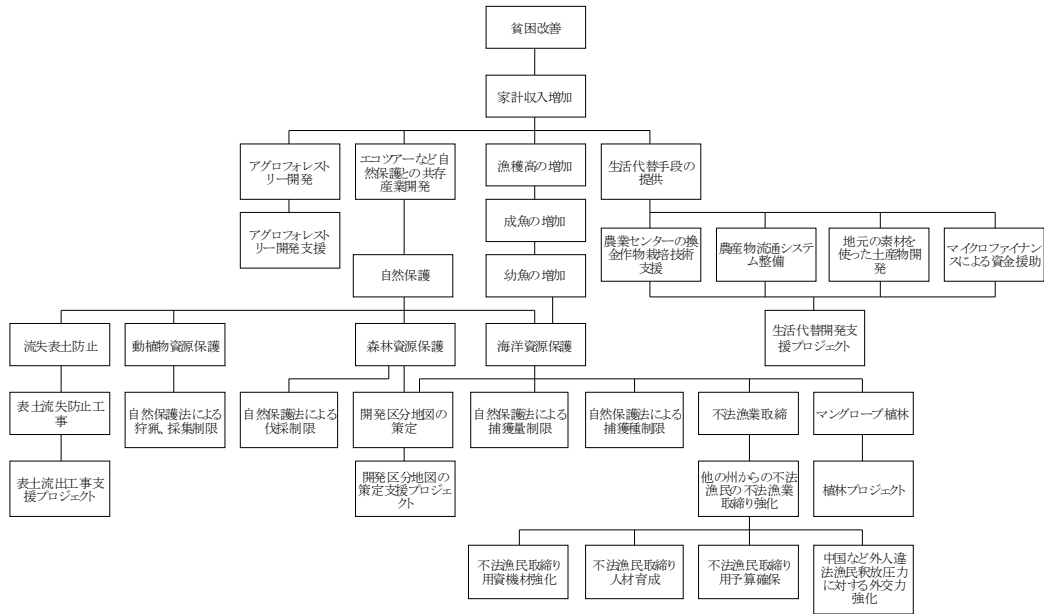
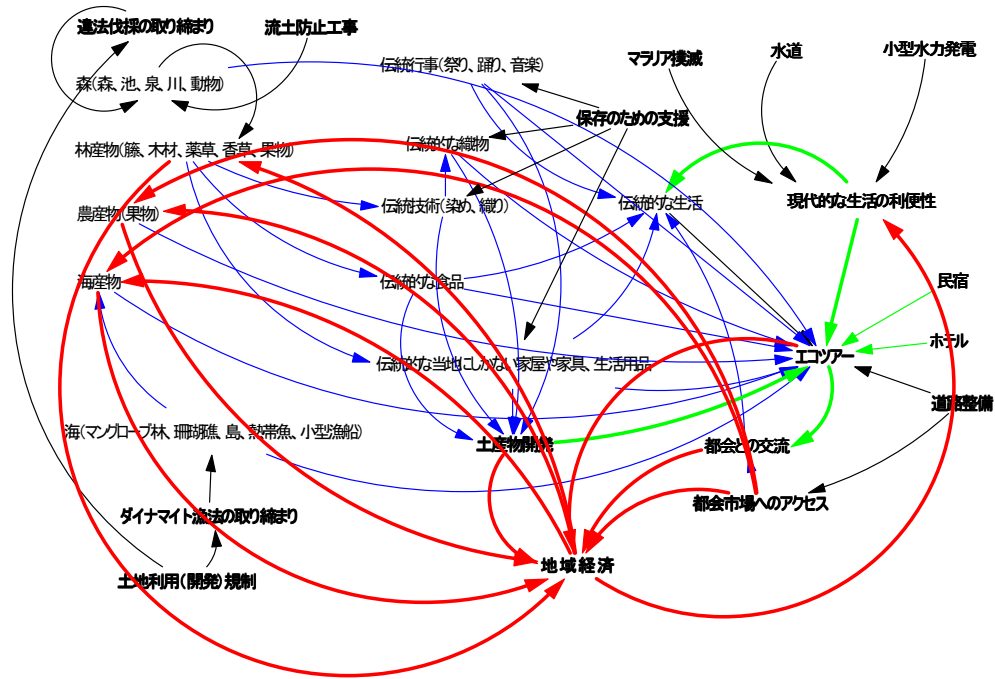


図 5-6 : 定性モデル例 (NGO などの関係者向け)



(4) 計画上の将来像

理想像がモデル化できたとしても、全てが直ぐに実現するわけではありません。経営資源や時間的制約などがあり、実現方法も1つではなく、複数の代替案の中から、経営資源や能力、可能性や確実性などのいろいろな制限条件の中から選ばれますので、計画され、計画が実施された後の将来像は、(3)のものとは少し違ってきます。ここで最終的に合意された将来像が改善計画のゴールや目標になります。

開発関係では、図5-5のような課題構造図を完成させた後、プロジェクトとして投入できる経営資源（担当者のスキル、予算、調達できる資機材や施設などの限界）などを考慮しながらプロジェクトとして実施する範囲を選択し、それが一種の計画上の将来像になります。

SD/ST関係では、経営資源などの制約からできないループ、やらないループを落としたモデルがこの計画上の将来像になります。

(5) 実施計画策定

1) 計画策定

(4)で合意された将来像実現のための実施計画案を策定します。(4)での合意の作業で議論された事項をベースに、選ばれた代替案、実施スケジュール、細かい実施作業項目、担当者、人材や予算などの経営資源の配布、達成目標、戦略、導入上の注意事項などを記載していきます。

企業向けの経営コンサルティングでは、文書形式の企画書のフォーマットで実施計画を記載します。構成は、1)背景、2)目的、3)達成目標、4)実施に際しての方針や戦略、5)活動内容、6)実施スケジュール、7)予算、人材、機材、8)注意事項、9)実施条件や成功させるために必要な事項などといった章立てですが、顧客や問題に合わせて章立ても変わってきます。どのように説得力があり、分かりやすい企画書を作成するかということもさりながら、企業向けでは経営会議など意思決定者に対する説明が重要視されるため、いかに、説得力があり、インパクトがあるプレゼンテーション（発表、説明）資料を作るかが一番の腕の見せ所となります。

開発関係では、PDM (Project Data Matrix)、あるいはログ・フレーム（ロジカル・フレームの略で、英語では、Logical Frame）という、目的、成果、活動、投入、目的や成果の確認手段や達成目標、前提条件などをまとめた表を使います。開発関係では、プロジェクト開始前、中間、終了時に評価を行いますので、PDMはその際にも活用されます。プロジェクトの要約という位置付けで、何かと言えば、PDMということになります。もちろん、企画書に相当する、プロジェクト実施計画書や、基本設計書、詳細設計書などの一連の文書も作成しますが、これらは分厚く、また、インフラ整備のプロジェクトなどでは、設計図面などエンジニアリング関係の情報が大部分を占めるため、簡便にプロジェクトの概要を記したこのPDMが重宝されます。一応、論理的な構成になっていて、前提条件の基、記載された経営資源投入（インプット）により、活動（アクティビティ）を実施すると、成果（アウトプット）が得られ、アウトプットの測定指標やその確認のために使うデータ・ソースも記載されていますので、非常に明確な構成になっています。そのデータ・ソースを使い、達成した成果を指標で示すことで、成果が達成され、従って目標が達成できましたと主張できるわけです。あるいは、目標や成果は、PDMに記載されたデータ・ソースと指標で行うことが合意されていますので、評価を同じ土俵でできるわけです。PDMは計画のまとめや便覧としてとても便利ですので、企業でも使ってみてはどうでしょうか？

図 5-7 : PDM の例

Narrative Summary	Verified Indicators	Means of verification	Assumptions
Overall Goal: フィリピンの自然環境が保全される。	フィリピン全土の森林面積が XX% 以上に保全される。		
Project/ program purpose: パラワン州の自然環境保全と共存するような産業振興がなされ、自然環境が保全されると共に貧困も削減される。	パラワン州の平均家計収入が X 年間で X% 向上する	州政府年次報告書	
Outputs: 1. 土地利用区分システム及び土地利用区分地図が完成され、土地利用区分に基づき、保護地域の保護令が制定され、保護令に基づき、自然保護がなされる。 2. 表土流失防止工事が行われ、表土流失が抑えられる。 3. エコ・ツーリズムなど自然環境保全と共存できる産業開発が行われる。	1-1. 森林面積が XX% 以上に保全される。 1-2. 保護種や保護種の生態数が保全される。(保護種や生態数は調査報告書による) 1-3. 違法漁法により捕獲され、パラワン州内の市場で流通している魚が、サンプル調査で XX% 以下になる。 1-4. 北部パラワン州の 11 の自治体で ECAN ゾーニング条令が制定される。 2-1. 表土流失が対象地域で XXm ³ /year 以下に抑えられる。 2-2. 表土流出防止工事区間 61km の表土防止道路工事が完成する。 3. エコ・ツーリズム産業の売上高が X 年までに年間 X 百万ペソに増加する	1-1. 州政府環境報告書 1-2. 同上 1-3. 州政府環犯罪取り締まり境報告書 1-4. プロジェクト完了報告書 2-1. 州政府環境報告書 2-2. プロジェクト完了報告書 3. 州政府年次報告書	パラワン州内の地方自治体の協力体制が維持される。
Activities: 1-1. 土地利用区分システムの開発。 1-2. 土地利用区分地図の開発。 1-3. 保護地域の明確化 1-4. パラワン州北部地域全部の地方自治体による、明確化された保護地域を対象にした保護令の発令と実施 1-4. 保護すべき動植物の種や維持すべき生態数の明確化 1-5. 自然保護令や土地利用区分による保護令による違法漁業や違法狩猟、違法伐採、違法採取などの取締り 1-5. 植林事業によるマングローブ林や森林の復旧 1-6. アグロフォレストリーによる保全森林地域周辺の森林保全 1-7. 換金果樹の育成技術移転及び換金果樹育成支援 1-8. 農業センターによる換金作物栽培技術移転及び換金作物栽培支援 1-9. 市場の施設改善、拡張、新設工事 1-10. マイクロファイナンスによる住民への財務支援 2-1. 表土流失を防止するための道路整備工事 2-2. 表土流失を防止するための、路肩や斜面などの補強工事 2-3. 表土流失を防止するための排水溝の工事 3-1. 観光開発総合計画の策定 3-2. エコ・ツアー開発 3-3. エコ・ツアー関係者、従事者に対する研修 3-4. 土産物商品開発 3-5. 土産物商品製作技術の住民移転のための研修 3-6. 観光産業（ホテル、レストラン）認定制度の開発	Inputs: 1. JBIC ・プロジェクト予算：XX 百万円 2. フィリピン中央政府 2.1 パラワン開発委員会： ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 2.2 国土建設省 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 2.3 観光省 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3. パラワン州地方自治体 3.1 パラワン州政府 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3.2 プリンセス・プリセッサ市 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3.3. タイ・タイ町 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3.4 エル・ニド村 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3.5 プズワング村 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3.6 クリオン村 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3.7 コロン村 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ 3.8 ロハス町 ・プロジェクト予算：XX 百万ペソ		パラワン州内の地方自治体の自然環境保護政策が維持される。 Precondition フィリピン政府の自然環境保護政策が維持される。

また、モニタリング用や実施管理用に、PO (Plan of Operation) と呼ばれる詳細な活動計画を PDM の活動項目から転用して作成します。企業用の実施スケジュールに相当するものです。日々の細かい進行管理では、開発関係でももっぱらこの PO を使っていて、例えば、毎月、PO のどの項目を実施し、どこまで完了したかなどを月例報告書などに記載しています。PO には、活動項目、実施スケジュール、達成目標、主担当者、活動項目毎の予算などが記載されます。

ただ、企業では、実施計画書に実施スケジュールが記載されますので、進捗管理が目的であれば、それでも通常は十分だと思います。マイクロ・ソフト社などから提供されているプロジェクトの管理ソフトもあり、資源配布や作業の山崩しなどといった高度なテクニックもできます。

2) モニタリング

実は、実施計画を策定し、プレゼンテーション資料を作成し、関係者に計画を説明し、実施すれば終わりかと言えば、そうではありません。モニタリングを行い、改善が計画通りに実施され、予定された成果を得られているか見守り、必要であればすばやく修正措置を取ることが必要です。企業では、月次など定期的に進捗報告が求められ、モニタリングされますが、開発関係でも事情は全く同じです。

3) 評価

多分に、問題は評価だと思います。開発関係では、DAC (Development Assistance Committee of OECD) 評価 5 原則の適用が定着し、PDM を使い、効率性、目的達成度、インパクト、妥当性、自立発展性を評価することになっています。効率性は、投入と成果を比べ、必要な投入がされたにも関わらず、PDM に記載された成果が出ていないと問題視されます。少し変ですが、実情としては、どれだけ効率的に成果が達成できたかではなく、PDM に記載されている投入が行われ、記載された成果が達成できていればいいというチェックに使われている程度で、本当の効率性を追求することはめったにありません。

目的達成度は文字通り、どこまで目的が達成できたかを検討します。PDM に指標とデータ・ソースが明記されていますので、達成度の評価が一番やりやすく、結論が明確です。

インパクトでは、プロジェクトで達成された目標が、国家計画などの上位の計画や社会、国家に対して影響を及ぼしたかどうかを見ます。

妥当性では、他の計画や国家計画などの上位の計画、政策などと整合性を持つものであり、プロジェクト終了後も整合性を維持できるかどうかを見ます。これも、少し変ですが、計画で採択された方法の妥当性、つまり、選択可能で、最も効率的かつ最も効果的や方法を採択したかどうかを見るものではありません。

自立発展性も、文字通りで、援助が終了した後、裨益者は自立でき、プロジェクトで得られた成果が持続されるかどうかを評価します。

この DAC 評価 5 原則が定着するまでは、評価に関しいろんなことが言われ、收拾がつかなくなることもありました。受け入れられてからは、共通の議論の土台ができて、異論などに反論などがしやすくなりました。ただ、今でも、議員など本来の援助関係者ではない人などが ODA プロジェクトの評価を行う場合は、この DAC 評価 5 原則に沿った評価をするわけではないので、反論の土台が共通ではなく、困ることがあります。

筆者は、開発関係の評価で、定量評価を主張しているのですが、開発関係者が考えている定量評価は、例えばインパクトなどの評価では、データが取れない場合、せいぜい対象者にアンケート調査を行い、それを統計処理することなので、定量モデルを構築し、シミュレーションで効果などを確認するという筆者の考え方はなかなか受け入れられなく、苦労しています。(注 5-6)

企業の場合は、多分このような項目で評価しなく、達成度しか見ていないことが多いのではないのでしょうか。DAC 評価 5 原則の 5 項目の全てを評価せよとまでは言いませんが、そして、開発関係の評価もそれほど厳密ではなく、少し変なところもありますが、達成度だけではなく、インパクトと持続性ぐらいまでは評価してみた方がいいように思います。SD を使ってインパクトを評価するのは比較的簡単です。ある政策やアクティビティに関係するフィードバック・ループがある場合と無い場合の 2 つについてシミュレーションし、

結果を比較すればいいわけです。持続性も、少し長期にシミュレーションしてみて、どこまで効果が持続するものなのかを見ればいいわけです。

フィリピン、パラワン北部



パラワンは、フィリピンの中央西部に位置する島で、風光明媚な場所です。写真左上はエル・ニドという村の海岸で、ビーチが有名で観光化が進んでいます。ここでは、NGOが、自然保護をしながらも、住民の生活向上のために、地元で採取できるつたや、バナナ、紙の原料となる植物などを栽培し、紙を作り、それを原料に、土産物として売れる製品を開発しています（右上）。

隣のタイタイはもう少し人口が多く、町になっています。ここは、昔はパラワンの州都で、スペイン植民地時代に建設された城塞も残されています（左下）。町長は、この城塞を観光の目玉にしたいと考えています。この町には、不法漁業を辞めた漁民の生活支援のために、換金作物の育成の方法を教えたり、無料で種や苗を配ったりしていますが、漁民が農民になることはなかなか容易ではありません。

パラワンの州都、プエルト・プリンセッサには、不法漁業で採られた魚をサンプリングでテストし、摘発するための試験場もあり、漁港で水揚げされた魚をサンプリングで抜き取り、青酸が含まれていないかどうかをテストしています。こうして、パラワン北部の自治体が連携して、自然保護を進めながら、地元住民の生活を向上させ、そして、不法漁業や不法狩猟を辞めさせようと努力を続けています。ただ、一番難しいのは、地元の漁民ではなく、外からやってきて不法漁業で荒らしまわる外部者の存在で、海には遮るものがないので、こういった外部の不法者を取り締まることは、十分な予算もなく、十分な沿岸警備力もない状態では、なかなか進まないのが現状です。

6. 定性分析

これからの2章は、SD/STの定性分析、定量分析のやり方を解説しています。本書の姉妹編である、「Vensim PLE 入門」の第9章にも、マムシと野鼠のモデルを例に、解説していますので、操作に関してはそちらを参考にして下さい。また、同じく、姉妹編である、「Vensim PLE を使った SD 応用 (1)―老人介護施設例―」にも、老人介護施設を例に解説しています。

定性モデルを構築する方法は、

- 1) キーワードの抽出、
 - 2) キーワードを因果関係で結びつける、
 - 3) ループになる部分を探し、フィードバック・ループとして完成させる。
- そして、
- 4) 因子の関係を付加し、負の関係の因子の数からループに、増加ループか均衡ループかの区別をつける、
 - 5) ループの重なり、強さなどを見ながら、システム全体の定性的な分析を行う。
- という進め方を採択します。5)の分析では、システム原型などのシステムの振る舞いを適用して分析することも有効です。

ただ、5章でも述べたように、定性モデルをいきなり構築するのではなく、まず、問題や問題を取り巻く背景、関係者の世界観などを十分理解することが重要です。「Vensim PLE を使った SD 応用 (1)―老人介護施設例―」で紹介したように、グループ・モデル・ビルディングを使って、関係者とざっくばらんにディスカッションしながらモデルを構築する方法を推薦します。

ここでは、筆者が従事したフィリピンの農業近代化支援のプロジェクト中間評価を例に取り上げて、定性分析と定量分析のやり方を説明します。

(1) フィリピン農業近代化プロジェクトの説明

ここでは、カトゥビック農業近代化支援プロジェクト (HCAAP: Help for Catubig Agricultural Advancement Project) の中間評価を例に取り上げています。この事例を基に、定性分析及び定量分析を進めていきましょう。

以下の囲み文章は、プロジェクト・アプライザル文書と呼ばれる、プロジェクトを実施するかどうかを決めるための書類に記されていたこのプロジェクトの説明文で、コンサルタントはこのような文書を読んで、その理解を基に、問題の構造、焦点になりそうな事項を想定し、それらを確認するにはどのような情報がさらに必要か、何がまだ不明なのかを判断し、調査計画を策定します。開発関係者には先の情報だけで十分、問題の構造や、どう解決しようとしているのか、それを評価する際には何が問題の焦点になりそうか、どのような情報を入手すれば、想定した事項を確認できるか、何がまだブランクなのか、さっと頭に浮かびますが、開発関係者ではない人は、慣れていないので、いきなりは無理かも知れません。(でも、経営コンサルタントが引き受ける経営問題も、最初の時点では似たようなもので、経営コンサルタントが引き受けている経営問題の場合はもっと情報が少なく、曖昧です。)

A. プロジェクトの目的等

フィリピン中部ビサヤス地方サマル島の北サマル州は、フィリピンにおいて、経済一社会開発の最も遅れた地域の一つであり、一人当たり所得水準が全国平均の 5 割未満となっている。同州は、農業が主な収入源であるにもかかわらず、米の州内自給が達成されておらず、近隣のレイテ州等からの移入に頼っている状況である。また、排水状況が悪いため、住民が住血吸虫に罹病する等、保健衛生状態の悪さも開発を妨げている。元来、同州は土壌・水質ともに農業に適していることから、中部ルソン平野やミンダナオ島と並び農産物増産の潜在力が最も高い地域として期待されてきた経緯があり、1970 年代には、オーストラリア政府や世銀の支援のもと、道路・漁港・上水道整備・農業開発・住血吸虫対策を含む開発計画が作成された。しかしながら、治安問題(共産ゲリラの活発な活動等)により実際には開発に着手されず、現在も灌漑施設の未整備等が原因で作物収量が伸び悩み、農民が貧困から脱却できない状況にある。治安上の問題が解消された現在、灌漑施設等の基礎インフラを整備することにより、農民の収入増加を図ることが求められている。

さらに農業インフラに加え、上水道施設整備、住血吸虫病対策、運輸インフラ整備、組織開発を行うことにより、農民の居住環境・生活向上を図ることが緊急の課題となっている。

本プロジェクトは、北サマル州中東部のカトゥビッグバレーにおいて、灌漑施設を中心とする農村基盤整備を行うことにより、同地域における米を中心とする農業生産性の向上と農産物の増産を図り、ひいては地域農民の所得向上、保健・衛生状態の改善に寄与することを目的とする。

また、本事業は 1991 年の地方自治法(Local Government Code)制定以降の地方分権(Decentralization)の大きな流れのなか、地方自治体が中央政府と連携・調整を図りつつ実施主体となる地域総合開発型事業として先駆的なものであり、かかる観点からもその実施意義は高いと考えられる。

B. プロジェクトの内容

(1) 対象地域名

フィリピン共和国北サマル州

(2) 事業概要

- 1) 灌漑・排水施設(受益面積約 4,500ha)、展示農場(2ヶ所)
- 2) 道路(国道、農場と市場を結ぶアクセス道路)(約 65km)、船着き場(主に農産品運搬用)(2ヶ所)
- 3) 上水道施設(58 村)
- 4) 住血吸虫病対策のための排水路整備(約 111.5km)、地域住民への保健衛生教育セミナー(6 回)
- 5) 管区総合農業試験場の改修(1ヶ所)、および農業近代化トレーニングの実施(2,160 人)
- 6) 農民組織化トレーニング(6,200 人)、地方自治体政府職員トレーニング(250 人)、中央官庁の事業担当職員トレーニング(50 人)

C. 期待される効果

①定量的期待効果

成果指標	2000年	2006年 (完成時)
(1)マクロ指標		
- 米の生産収量の増加 (ton/ha)	0.90	5.00
- 米の生産高の増加 (ton/ha)	4,475	39,813 (注)
- 米作農家の祖収益額向上 (ペソ/年/ha)	9,255	52,500
- 雨季に通行可能な国道延長 (最寄り幹線国道からの距離 km)	6.0	21.7
	(Las Navas 群まで通行可能となる)	
(2)農道による市場アクセクスの改善 (輸送時間の短縮) (時間)		
- Catubic-Anongo 間	1ha20min (舟)	75%短縮 陸上交通による輸送時間
- Las Navas-San Isidro 間	30min (舟)	75%短縮 陸上交通による輸送時間
- Nahulo-Bulao 間	1ha30min (舟と徒歩)	75%短縮 陸上交通による輸送時間
(3)保健他		
1) 住血吸虫病の罹病率減少(%) (患者数/人口)		
- Catubic 郡	2.1%	1.05% (50%低減)
- Las Navas 郡	2.2%	1.1% (50%低減)
2) 上水道サービス受益者の増加 (世帯数)		
- Catubic 郡	2,999 世帯	3,442 世帯
- Las Navas 郡	1,303 世帯	2,988 世帯
3) 水利組合数の増加 (組合数)		
	2	9
4) 内部収益率 (EIRR) (%) :		
		16%

注：土地利用率为 175% (雨季 100%、乾季 75%) と仮定して算出

②定性的期待効果

- ・ 貧困緩和
- ・ 期間中の土木工事による雇用創出、終了後の農場拡大による就業機会拡大
- ・ 上水道整備によるカトウビク川下流における保健・衛生状態の向上
- ・ 水汲み労働の解放による女性・児童の労働軽減

このプロジェクトの評価をすることが目的です。従って、次このことを明確にすることが求められています。

- ・ このプロジェクトで計画された成果の達成度
- ・ プロジェクトが効率的に実施されそうかどうかの判断
- ・ このプロジェクトは妥当であり、今後も妥当であるかどうかの判断
- ・ このプロジェクトはどれほどの影響を経済社会や関係する国家計画に及ぼしたか、及ぼすであろうかの評価
- ・ このプロジェクトの成果が持続され、裨益者は自立発展していけるかどうかの評価
これは、DAC 評価 5 項目と呼ばれている、開発関係で標準的に行うべき評価項目です。

さらには、最初の項目と 3 番目の項目の関係で、当然ながら、以下の項目も評価することが求められています。

- ・ 計画で設定された定量効果、定性効果の達成見込みの確認

- ・プロジェクトで採択された方法の妥当性の確認
- ・プロジェクトで設定された達成目標の妥当性の確認

そして、この 5 項目の評価で、適切でないとして評価された場合、例えば、最初の評価項目で未達成事項が発見された、設定されている達成目標が妥当ではない、あるいは達成が不可能である、2 番目の評価項目で、計画された投入が成果を生み出していない、3 番目の評価項目で、採択された方法が適切ではない、もっと適切な方法があり、採用可能、5 番目の評価項目で、持続可能性に問題があるなどと評価された場合は、達成目標の再検討、変更、採択している方法の変更などが提言されます。

先の文書はあまりにも簡潔に記載されすぎていて、多分、読者は、先の情報だけでは不十分かと思います。読者のために、もう少し解説してみましょう。

カトゥビックは、フィリピン中央部、ビサヤス地域の東部、サマール島北部にあります。この地域は所得水準がフィリピン全国の 5 割未満とフィリピンで最も貧しい地域で、台風の通り道に位置するため災害が多く、インフラも未整備で、主な産業が育っていません。従って農業を中心に経済を維持していく必要があるのですが、農業が近代化されていないため、主産物であり主食として消費される米の生産高が少なく、他地域から主食である米を輸入している状態です。

この地域の米作の生産高が低い理由として、同プロジェクト計画書には、1) 灌漑施設が整備されていないこと、もっぱら天水に頼る生産方式であること、2) 鳥や野鼠などによってせっかく育った稲が食べられてしまい、収穫時には収穫できる米の量がかなり減少すること、3) 生産性の高い米の近代種ではなく、生産性の低い伝統種が育成されていること、4) 小作業者が多く地主との間で農業近代化導入費用負担やリスク負担、責任範囲などの法的取り決めを推進し、管理する支援体制が未整備であること、5) 流通メカニズムや流通機構が未整備で、米を市場に出荷するのが大変であり、農家にとって米の生産性向上に対するインセンティブがないこと、6) 農業経営に関する支援体制が未整備で、化学肥料や農薬などの生産性向上にかかる費用増加、農業商品として流通に乗せるためのコストなどを負担しても十分な利益を確保できるかどうか農民に不安があること、7) 住血吸虫など風土病が蔓延していて、成人労働力の生産性に限界があることなどが挙げられています。1)に関し、私が現地を訪問して驚いたのですが、米を、麦のように直接耕地に撒いて、それでお終いで、水田は日本のように畦で囲まれて保水されていませんし、籾から苗を育て、苗を植えるという稲作方法も採択されていません。種まき前に耕作し、それから種を撒いてそれでお終いです。後は、育て収穫するまで放置します。5)に関しても、陸地部分には、細い人が通る道があるだけで、道路らしい道路がありません。物資の運搬はもっぱら、カトゥビック川を使った水運に頼っています。収穫期になると、米の買い付け業者がやってきて、米を買い付け、それを川岸まで運んで、その後は船で市場まで運んでいきます。そのため、集落も川に沿って作られています。集落には道路がありますが、船着場からせいぜい 100 メーターも広い道路があるだけで、その先は人が歩いていく細い道路になり、それが内陸に続いています。乾季で道がぬかるんでいなければバイクでこの道を走ることができますが、車が走る道はありません。

カトゥビック農業近代化プロジェクトは、そもそもは、1970 年代に世界銀行や豪州援助庁が、サマール地域の総合開発計画を策定した際に、その一部を形成するものでしたが、実行計画策定の際に、反政府共産ゲリラ活動などに妨害され、他地域への開発が優先されたため、取り残されてしまいました。1990 年代になって、北サマール州の強い要望により単独開発プロジェクトとして再検討し、同地の反政府ゲリラ活動が落ち着いたことを受け、2001 年、JBIC（国際協力銀行）の財務支援で実施することになりました。ただ、フィリピ

ン側の調達手続きの遅れから実質的には2003年から活動が開始されています。プロジェクト完了予定は2010年となっています。

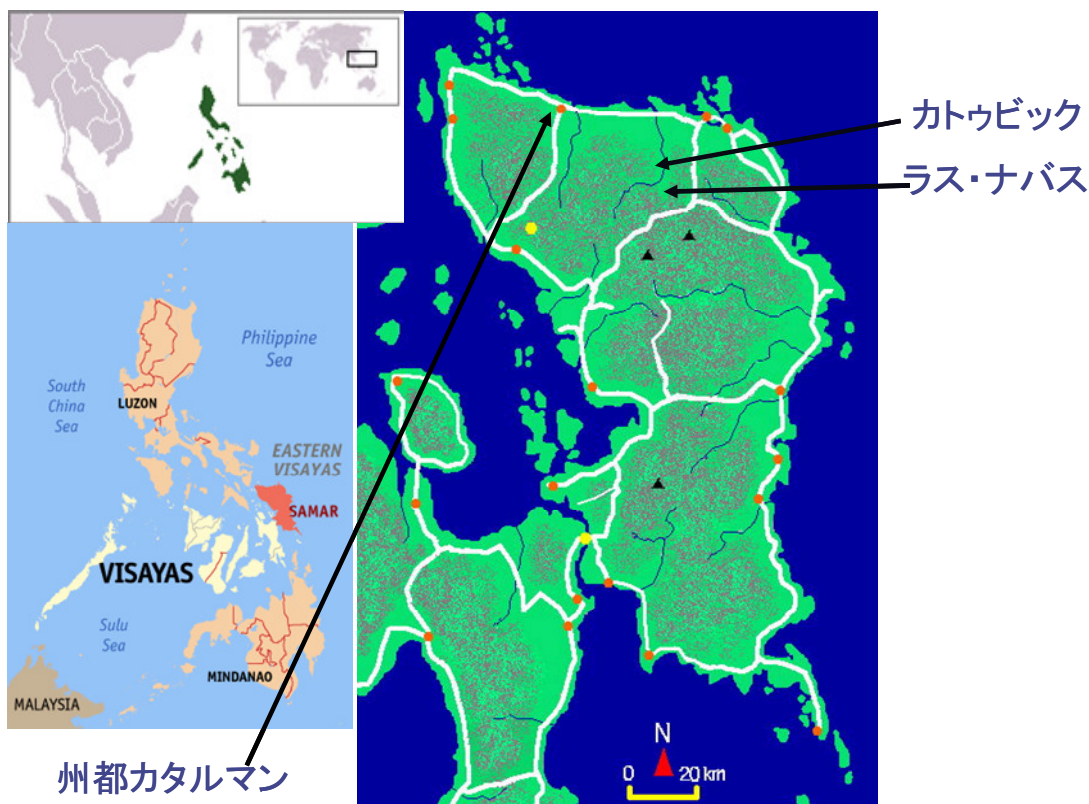


図 6-1 : プロジェクト対象地域 (道路は計画中を含む)

1) プロジェクトのコンポーネント

プロジェクトは「北サマルの中東部のカトゥビック・バレーにおいて、灌漑施設整備を中心とする農業基盤整備を行い、同地域における農業生産基盤の強化による増産、農民の生計向上、保健・衛生状態の改善に寄与する」ことを目的として、(1) 新規灌漑施設・排水路整備、(2) 幹線道路・橋梁・農道整備、(3) 住血吸虫病対策の資器材購入、(4) 上水道施設整備、(5) 営農指導、農民組織化の5つのコンポーネントで上記目的を達成するように設計された。コンポーネントはいくつかの関連するサブ・プロジェクトを実施ユニットによってまとめたものであり、サブ・プロジェクトはユニットによって管理されています。

フィリピンでは世界銀行などの勧めで、1990年代初頭から地方分権化が推進され、地方政府に中央政府が持っていた権限を移管する試みが行われています。このプロジェクトもそのような動きの中で成立し、北サマル州政府がプロジェクトの推進主体になり、それに、中央政府のサマル州出張機関が協力するという体制で進められることになったものです。プロジェクト・リーダーを北サマル州知事に戴き、北サマル州政府のプロジェクト本部に、灌漑庁、公共事業省、農業省、厚生省、農地改革省、そして対象地域の自治体(カトゥビック町役場及びラス・ナーバス町役場)が協力するという形で推進されることになりました。ただ、地方自治体と中央政府では経験や実力に差があり、実際のプロジェクト推進はかなり縦割りに近く、(1)は灌漑庁、(2)は公共事業省、(3)は厚生省、(4)はサマル政府、(5)は農業省が担当し、プロジェクトの進捗を北サマル州政府のプロジェクト本部に報告するという形で進められています。予算の大半は主に(1)及び(2)に係る土

木の工事費です。フィリピンの行政では、中央政府、州政府、市町村そして市町村の下に、バラングイというコミュニティが所属する 4 段階の構造になっています。バラングイは日本の部落、あるいは字などに相当するもので、常勤の行政事務機関はなく、何かあるとバラングイに属する住民が集まり協議する形式を取っています。従って、常勤の行政事務機関の存在で考えれば、日本と同じく 3 段階の構造になります。

経営問題でも、やはり、問題の認識の次に、実施組織のことを調べます。俗に、経営資源を、人、物、金と言いますが、最低、この 3 種類の情報を収集します。人では、どのような体制で事業が運営されているのか、人材配置や人材育成で何か障害や課題がないか程度はさっと分析します。

2) 効果発現の方法

灌漑、排水施設の整備で、稲作が安定的にできるようにすると共に、国道、農道整備で農作物をマーケットに運搬しやすくします。灌漑設備は、カトゥビック川上流に簡易ダムを建設し、重力式で灌漑水路に水を流すものが考えられています。また、余分な水は排水設備によって取り除き、必要な水が水田に安定的に供給されるようにします。この排水設備の整備は、同地に蔓延している住血吸虫撲滅にも有効であると考えられています。この灌漑・排水施設の整備で 4,550ha の耕作地が灌漑されます。カトゥビック川は大きな川で、水上交通路に利用されるほど水量も豊かであるので、排水はともかく灌漑施設が必要と言うと不思議な感じを受ける読者もいるかも知れませんが、雨が降った時と降らない時の水位の差が大きく、雨が降らないと灌漑が必要になります。ただ、台風などで大雨が降ると 2m 以上も水位が上がりしばしば激しい洪水を引き起こします。一方、雨が降らないと、耕作地の表面から約 3m 下までしか水位が上がらなく、カトゥビック地域では、カトゥビック川には豊かに水が流れているにも関わらず、旱魃になるという矛盾したような現象が発生しています。

国道は現在、沿岸部の国道からカトゥビック町中心部までは通じていますが、その先は未整備で、ラス・ナーバス町周辺からラス・ナーバス町の中心まで、及びラス・ナーバスからカトゥビック町までの交通はもっぱらカトゥビック川を利用した水上交通が使われています。そこで、プロジェクトでは、ラス・ナーバスまでの国道整備を行い、ラス・ナーバス町から州都カタルマンまでのアクセスを確保します。ラス・ナーバス町周辺からラス・ナーバス町の中心までの交通は、カトゥビック川を利用した水上交通が利用可能な地域以外は、現在は幅約 40cm の細い農道があるが、バイクでないと通れなく、車は通行できません。また、雨季には泥沼化し、徒歩によってしか通行できません。プロジェクトでは灌漑水路に沿って、自動車が通行可能な農道整備を計画しています。この農道整備で、ラス・ナーバス町周辺の農家は、生産された農産物をラス・ナーバス町に運搬でき、さらにその先は国道を使って州都カタルマンまでの運搬も可能で、農産物の市場販売が飛躍的に開けると期待されています。

さらには、このようなハード面だけの基盤整備だけではなく、灌漑施設の維持管理を担う灌漑水利用組合の結成といったソフト面での基盤整備も考慮されています。こういった整備された灌漑・排水設備を前提に、灌漑庁が灌漑施設維持管理技術の移転や組合組織運営技術の移転を、組織された灌漑水利用組合の組合リーダーに移転し、リーダーからさらに農民に技術の拡張普及を行っています。すでにカトゥビック町、ラス・ナーバス町に近代農業普及のためのデモ農園が作られ、ここにある施設や設備を使って先の農民リーダーに対するトレーニングが実施されています。さらには、近代農業導入の動機付けのためにデモ農園の備品である農業機器の無料貸し出しなども行って、近代農業を実際に自分で試せるような支援も行っています。

また、農業省が、農林試験場を使って高収穫品種の紹介や種の配布、稲の育成技術を移転している。選ばれた農民に農業試験場で育稲技術を移転し、このトレーニングを受けた農民には無料で高収穫種の種もみ配布を行っています。

そして、住血吸虫病撲滅は保健省が、カトウビック町役場、ラス・ナーバス町役場の自治体診療所を集会場に使いながら村落レベル（バランガイ）で存在するヘルス・ワーカーを介して住民啓蒙やモニタリグを実施すると共に、カトウビック町役場、ラス・ナーバス町役場は、公共トイレや共用トイレの普及、簡易橋梁の建設、上水道施設建設を行っています。同地には、野外に排泄物を投棄する住民も存在しますが、しかし大部分の家には一応トイレがあります。問題はそれらのトイレは腐敗槽を備えたものではなく、また処理されていない排泄物を投棄するので、住血吸虫病などの卵やその他の病原菌が小川などを汚染することです。腐敗槽を備えた公共トイレは普及の見本になることが期待されています。また、小川には橋がかかかっていなく、通行に際し、住血吸虫病の幼虫などの生息する小川の中を素足で渡り、その際に住血吸虫病に感染することになります。竹材を使った簡易橋梁の建設で、小川を、橋を使って渡ることができ、住血吸虫病に感染するリスクを低減できると考えられています。

経営問題でも、事業目的とどのように事業目的を達成しようとしているのかについて、業務プロセス、業務体制と戦略関係程度は情報収集し、抱えている問題や課題程度はさつと分析します。

(2) 問題分析

先の(1)の説明では、対象地域の農業が、近代的なものではなく、伝統的なやり方のものであること、灌漑農業が行われていないため、農作物の収穫量が低いこと、仮に農業近代化が導入されて農業生産性を向上しても、ソフト、ハードを含め流通に問題があること、また、住血吸虫病が住民を苦しめていることまでは理解できても、問題の構造がどこまで読み切れたのでしょうか？

チャレンジしたい読者は、問題とそれをどうプロジェクトで解決しようとしているかをモデル化してみてください。やり方も、先に紹介したツリー型の問題構造分析を使って問題構造を分析することを試み、それから、課題構造を分析し、プロジェクトでどう問題を解決しようとしているかを明確にしてから、フィードバック・ループでの定性モデルを構築してもいいし、あるいは、いきなり、問題とそれをプロジェクトでの解決の取り組みをフィードバック・ループでの定性モデルを構築してみてください。

多分、読者によっては、問題構造を把握する上で、関係者がうまくイメージできないのが問題ではないでしょうか。表 6-1 に、現地でのヒアリング調査で得られた情報も含めた関係者分析の結果を記載しましたので、再チャレンジしてみてください。

表 6-1：関係者分析例

関係者	性格	裨益関係
自作農民	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の土地を持ち、農業を営む。農民の約 50%は自作農である。 ・農業近代化により収益が増えるので、農業近代化には反対しない。灌漑組合に対しても肯定的だが、ただ、農協の失敗例など、失敗例に関する情報が広まっているせいか、農業共同組合への結成には疑いを持つ自作農がいる。 ・余剰作物は、収穫期に訪れるバイヤーに販売し、現金を稼いでいる。 ・現金が必要な場合は、余剰作物を、河川交通を使って市場まで運搬し、販売している。 ・一般的には、あまり生活に困っていないせいか、あくせくしてまで農業近代化をしなくとも、今でも食べていけているという態度の農民が多い。ただ、保守的な態度をこのように表現している部分もある。 	裨益対象者

関係者	性格	裨益関係
小作農民	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の土地を持たない、あるいは持っていてはさらに地主から土地を借りて農業を営む。農民の約40%は小作農である。 ・農地解放政策で、長期間、同じ地主から土地を借りて耕作している場合は、政府が地主に、小作人に土地を譲渡するように推奨している。 ・農業近代化を進めたいと思っても、自分の土地ではなく、地主の承認が必要となるので、近代農業（例えば灌漑農業のための畦作り）をなかなか導入できない。 ・近代農業を導入する際の費用負担を自分で背負ってまで導入しようとする小作人は少なく、費用負担を地主に求めている。地主が費用負担に応じない場合は、近代農業を導入できない。 ・先の問題も含め、近代農業導入によって増えた収益の分担など、地主との契約交渉や交渉内容を法的に効力のある文書にして、正式契約するなどの法的知識も弱く、また、こういった法務事務の支援してくれる人や機関がない。 	裨益対象者
地主	<ul style="list-style-type: none"> ・土地を所有し、小作人に耕作させている。 ・中には、老人で、子供が都会に出ていき、自分で耕作できないので、小作人に耕作させているケースもある。 	
バイヤー	<ul style="list-style-type: none"> ・収穫期に農民を訪れて農産物を購入する。 ・都市部に住み、農民が、現金が必要になった際に、運ばれてきた農産物の買取を要請されることもある。 ・仲買人は、仲買を専門としている者もいるが、店舗を持ち、小売を行っている者もいる。穀物やコプラだけを取り扱う仲買人は店舗を持たない者が多いが、野菜などを扱う仲買人は店舗経営者が多い。 	
公共工事、道路省	<ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクトでは、国道整備、橋梁工事、船着場の整備を担当している。 ・いろいろ ODA プロジェクトの経験があり、プロジェクト実施能力が高い。 	
灌漑庁	<ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクトでは、灌漑水路、排水水路の整備、農道整備、デモ農園の建設、デモ農園を使った近代農業の啓蒙、灌漑組合結成のための農民組織化のコンポーネントを受け持つ。 ・いろいろ ODA プロジェクトの経験があり、プロジェクト実施能力が高い。 	
農業省	<ul style="list-style-type: none"> ・農業試験場の整備、農業試験場を使った、高生産品種の稲の栽培技術移転や種モミ配布、営農支援のコンポーネントを受け持つ。 ・中央政府の農業省→農業省北サマール事務所までは指揮命令系統が明確だが、地方自治体である、カトゥビック町役場やラス・ナーバス町役場の農業指導員とは指揮命令系統で繋がっていない。 ・ODA プロジェクトの経験があり、プロジェクト推進に慣れている。 	
保健省	<ul style="list-style-type: none"> ・住血吸虫病対策のコンポーネントを受け持つ。 ・中央政府の保健省→保健省北サマール事務所までは指揮命令系統が明確だが、地方自治体である、北サマール州立病院、カトゥビック町役場やラス・ナーバス町役場の診療所、コミュニティの保健指導員とは指揮命令系統で繋がっていない。ただ、カトゥビック町役場やラス・ナーバス町役場の診療所、コミュニティの保健指導員は協力的で、関係は良好である。 	

関係者	性格	裨益関係
北サマール州政府	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト全体の管理を担当しているが、ODA プロジェクトの経験がなく、公共工事道路省、灌漑庁、農業省、保健省などの実施に全面的に頼らざるを得ない。 プロジェクトの中では、簡易水道の建設、公共トイレ、共用トイレ建設、簡易橋建設を担当している。 事務能力も弱く、プロジェクト・ユニットから上がってくる進捗報告をただ取りまとめているだけという側面が強い。 州知事がプロジェクト・リーダーとなっているが、名誉職的な意味合いで、特に州知事がリーダーシップを発揮してプロジェクトを推進しているというわけではない。事務局が代わりに推進している。幸い、プロジェクト・ユニットが縦割りなので、これまでのところ、プロジェクト・ユニット間で調整を要するような問題は発生していない。 配下に保健局、州立病院を抱えているが、当該プロジェクトにはこれらの部局は参加していない。州立病院には入院施設もあり、入院患者も扱い、住血吸虫病の検査や治療も行っている。州立病院に、住血吸虫病の検査や治療だけではなく、治療従事者の育成も可能な住血吸虫病センターを建設する計画がある。 	
カトクビック町役場	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトに協力して、公共トイレ、共用トイレ建設、簡易橋建設を担当している。 町役場が運営している町立診療所が、バランガイの保健指導員のセンター的な役割を果たしていて、町立診療所経由で、保健省が受け持っている農村生活環境改善プロジェクト・ユニットの内の住血吸虫病対策に関する活動の実施が進められている。診療所は外来患者のみを扱っているが、住血吸虫病の検査や治療などは行っている。検査器具や治療薬はプロジェクトから診療所に支給されたものである。また、住血吸虫病予防や啓蒙のための教材もプロジェクトが開発し、診療所経由で保健指導員に活動のために配布されている。 農業普及員も職員として抱えていて、町独自の農業指導用教材を開発し、それを使って農作物の栽培技術の指導などが行われている。ただ、これは、当該プロジェクト以外の活動として実施されている。 カトウビックには、北サマール州立病院もあるが、連携はない。 	
ラス・ナーバス町役場	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトに協力して、公共トイレ、共用トイレ建設、簡易橋建設を担当している。検査器具や治療薬はプロジェクトから診療所に支給されたものである。また、住血吸虫病予防や啓蒙のための教材もプロジェクトが開発し、診療所経由で保健指導員に活動のために配布されている。 町役場が運営している町立診療所が、バランガイの保健指導員のセンター的な役割を果たしていて、町立診療所経由で、保健省が受け持っている農村生活環境改善プロジェクト・ユニットの内の住血吸虫病対策に関する活動の実施が進められている。診療所は外来患者のみを扱っているが、住血吸虫病の検査や治療などは行っている。現在、常勤の医師はいなく、看護婦のみで運営されている。 農業普及員も職員として抱えている。 	
コミュニティ保健指導員	<ul style="list-style-type: none"> 産婆や看護婦経験者などの基本的な保健知識や経験があるコミュニティの住民をボランティアとして雇用し、コミュニティの保健指導に従事させている。 コミュニティによって温度差があり、積極的に住血吸虫病対策に従事している所もあれば、プロジェクト担当者が住血吸虫病の啓蒙を行い、保健指導員を活用していないコミュニティ、あるいは活用できなかったコミュニティがある。 コミュニティの全てに保健指導員が存在するわけではない。現時点では約30%のコミュニティには保健指導員が存在しない。 	裨益対象者
コミュニティ衛生指導員	<ul style="list-style-type: none"> トイレの普及などを目的に、コミュニティの住民をボランティアとして雇い、コミュニティのトイレ建設などに従事させている。 保健指導員との業務区分が明確ではない部分もあり、保険指導員との協調がうまくなされていないコミュニティもある。ばらばらに活動しているという傾向が強い。 コミュニティの全てに衛生指導員が存在するわけではない。現時点では約60%のコミュニティには衛生指導員が存在しない。 	裨益対象者

関係者	性格	裨益関係
水道利用組合	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易水道を建設したコミュニティには、原則、利用者による水道利用組合を結成し、水道施設の維持管理を担当させることにしている。簡易水道は共同栓によって水を供給するもので、各戸配水までは行っていない。 ・ただ、コミュニティによって差があり、利用者から水道料金を徴収し、積み立てて、修理に当てているコミュニティもあれば、全く水道料金を徴収していなく、故障した場合に、修理費を徴収することになっているコミュニティもある。さらには、故障しても修理ができなく、故障を放置し、最悪の場合、水道が使えなくなったコミュニティもある。 ・建設金額が多額なので、コミュニティで独自に簡易水道を建設することは難しく、援助に頼らざるを得ない。援助機関だけではなく、国際的なネットワークを持つ NGO なども簡易水道建設支援を行っている。水道が普及しているコミュニティはまだ 30%以下である。 	裨益対象者
灌漑利用組合	<ul style="list-style-type: none"> ・灌漑施設の維持管理、及び近代農業の中の灌漑技術導入・普及・啓蒙を目的として、灌漑利用組合を農民で結成させ、その結成支援や技術移転をプロジェクトで行っている。 ・自作農が 60%、小作農が 40%とやや自作農の構成員が多い。 ・デモ農園が建設され、この施設を使って、灌漑施設維持管理、リーダーシップ、財務管理の 3 つの訓練コースが、組合員リーダーに対して実施されている。この実施は灌漑庁が契約した NGO が担当している。ただ、プロジェクトが終了した後も継続して農民の組織化指導を行う担当者が現時点では不明確である。 ・組合員には、デモ農園が所有している耕運機などの機材も貸し出している。 ・灌漑組合の農民組織化は灌漑庁の担当する農業インフラ整備プロジェクト・ユニットが実施している。これとは別に、農業省が担当している農業近代化技術指導プロジェクト・ユニットが、整備した農業試験所を使って、病気や害虫に強く、生産性が高い稲種の栽培技術移転や種籾無料配布を行っている。この活動は町役場の職員である農業指導員と協力しながら継続していく予定となっている。 	裨益対象者

(3) キーワードの抽出

ここでは、問題とそれをどうプロジェクトで解決しようとしているかをモデル化することを考えてみます。

それでは、先のプロジェクト説明文から理解できた範囲で、キーワードを抽出してみてください。以下はサンプルなので、他の人が実施した場合、必ずしもこうなるといわけではありませんが、筆者が抽出したキーワードです。

一人当たり所得水準。	排水状況。	土質。	上水道施設整備。	①灌漑設備整備。
農業。	住血吸虫羅病。	水質。	住血吸虫病対策。	①排水設備整備。
米の州内自給。	保健衛生状況。	農産物増産能力。	運輸インフラ整備。	①展示農場建設。
米の隣州からの移入。		開発計画。	組織開発。	②道路整備。
		灌漑設備の整備。	農村の居住環境。	②船着場整備。
		農業インフラ。	生活向上。	③上水道施設整備。
		農民の収入。		④住血吸虫病対策用排水路整備。
				④住血吸虫病対策保健衛生セミナー。
				⑤総合農業試験場改修。
				⑤農業近代化トレーニング。
				⑤農民組織化トレーニング。
				⑥地方自治体職員トレーニング。
				⑥中央官庁事業担当職員トレーニング。

図 6-2 : キーワード

丸で番号を囲ったものは、プロジェクトで実施する活動です。なお、先にお断りしておきますが、途中で要素名が変わっていたり、追加されたり、削除されたり、使われなかったりする要素やコネクションがあります。実務ではそんなものです。

問題として筆者が注目したのは以下の6項目で、ただ、4項目目は当該プロジェクトとは直接関係がないので、対象から省きました。

- ・最貧困地域で、台風などの通り道に当たり自然災害が多発している。
- ・農業の近代化が遅れ、主食である米の自給もままならず、他の州から輸入している
- ・カトゥビック河など水は豊富で米作に適した土地であるが、この水の豊かさを享受できなく、農業は天水によるもので、しばしば洪水と旱魃で被害を受ける
- ・1980年代に灌漑施設建設が計画されたが、反政府運動により中止し、開発主体は南サマールに移ってしまった。そのため、貧困のまま取り残された。
- ・住血吸虫の風土病が蔓延している。(他の地域はマラリアと赤痢程度。赤痢は水道の普及により減少している。)
- ・保健衛生関係のインフラ整備も遅れていて、生活水準が最低の地域とされている。

プロジェクトは以下の5つのコンポーネントで、以下のような活動を行い、先の問題を改善しようとしています。

1. 灌漑施設の建設
 - ・灌漑設備、排水路建設
 - ・展示場農場建設、農地整理
2. 地域インフラ整備
 - ・国道の整備
 - ・カトゥビックーラス・ナバス間の橋梁工事、フェリーポート工事
 - ・農道整備(市場へのアクセス道作成)
 - ・上水道建設(2自治体)
3. 住血吸虫対策
 - ・排水路整備
 - ・公衆トイレ/共有トイレ建設
 - ・小規模橋建設
 - ・住血吸虫対策
 - ・衛生教育
4. 営農支援
 - ・実験農場整備(農業試験所整備)
 - ・営農指導(農業技術指導)
5. 農民の組織化
 - ・灌漑組合設立(農民の組織化)と灌漑に関するトレーニング実施
 - ・地方自治体職員の能力強化

ということで、筆者が選んだ、これらを表現するキーワードが先に示したものです。

(4) キーワードを因果関係で結びつける

それでは、選んだキーワードを因果関係で結びつけてみましょう。キーワードの結びつけで問題や先の問題やプロジェクトの取り組みを表現します。なお、(3)と(4)は手順が逆ではないかと考える読者もいると思います。(4)を考えながら(3)のキーワードを抽出しても構いません。

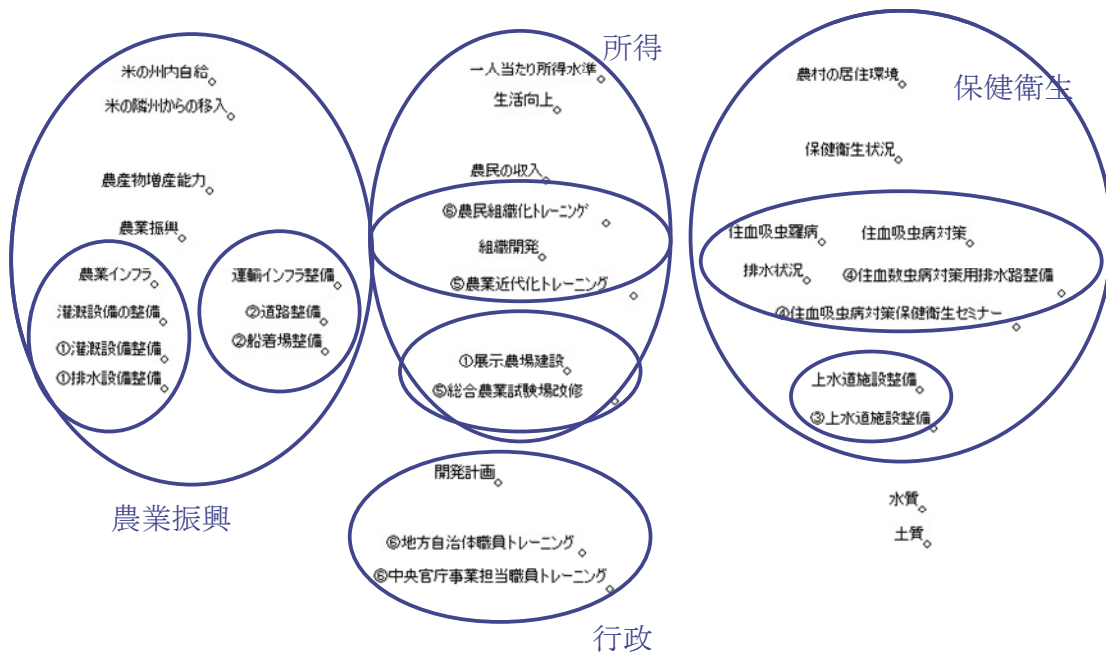


図 6-3 : グルーピング

グループ化すると要素間の関連性を付けやすいので、まずは、要素をグルーピングします。プロジェクトの主目的である「農業振興」関係のキーワード、副目的である、「保健衛生」関係のキーワードと、それを結び付ける経済関係、そして、行政関係にグルーピングしてみました。なお、経済関係は、ここでは「所得」としています。

次に、グループ内の要素を結び付けていきます。まずは、農業振興のグループにあるキーワードを結び付けてみます。

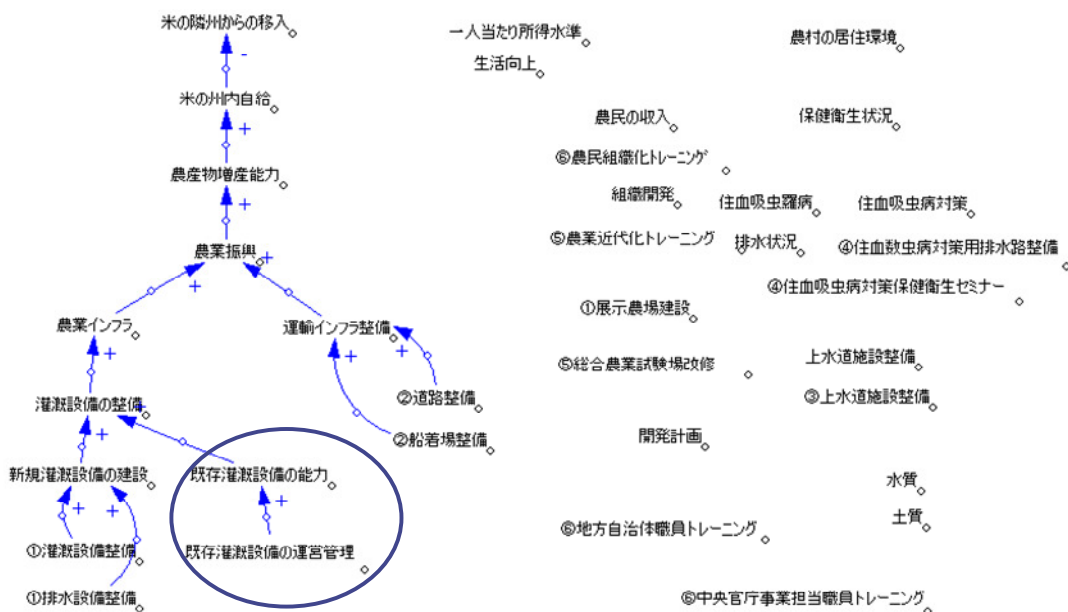


図 6-4 : キーワードを因果関係で結び付ける

グループ内のキーワードの結び付けが終わったら、グループ間の結び付けを行います。

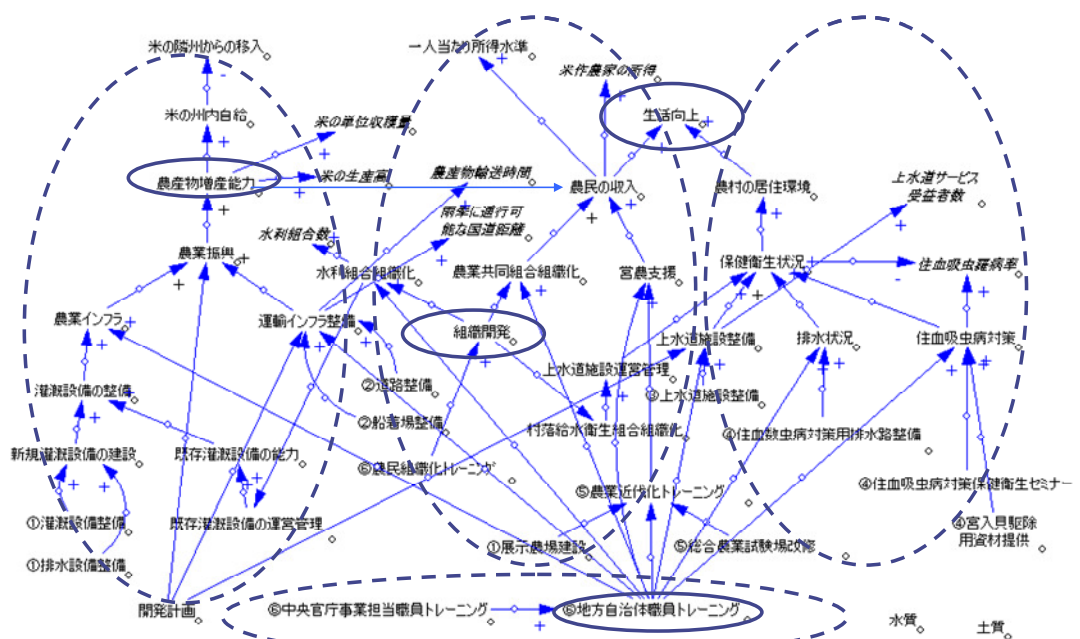


図 6-5：グループ間を結び付ける

(5) ループになる部分を探し、フィードバック・ループとして完成させる

フィードバック・ループになっている、あるいはなるはずの部分を見出し、フィードバック・ループを作成します。次に、ループ毎に、増加ループか均衡ループかの区別をします。増加ループか均衡ループかの区別は、要素間の関係の正負の数で決まります。負が全く無いか偶数であれば増加ループに、奇数であれば均衡ループになります。もし、ループが問題や効果発揮の方法から考えて、増加ループになるべき、あるいは均衡ループになるべきなのになっていないとすれば、要素（キーワード）が抜けていることが考えられます。その場合は、キーワードを分解するなどして要素を増やしてみてください。こうして、フィードバック・ループが問題を適切に記述しているかどうかをチェックしていきます。

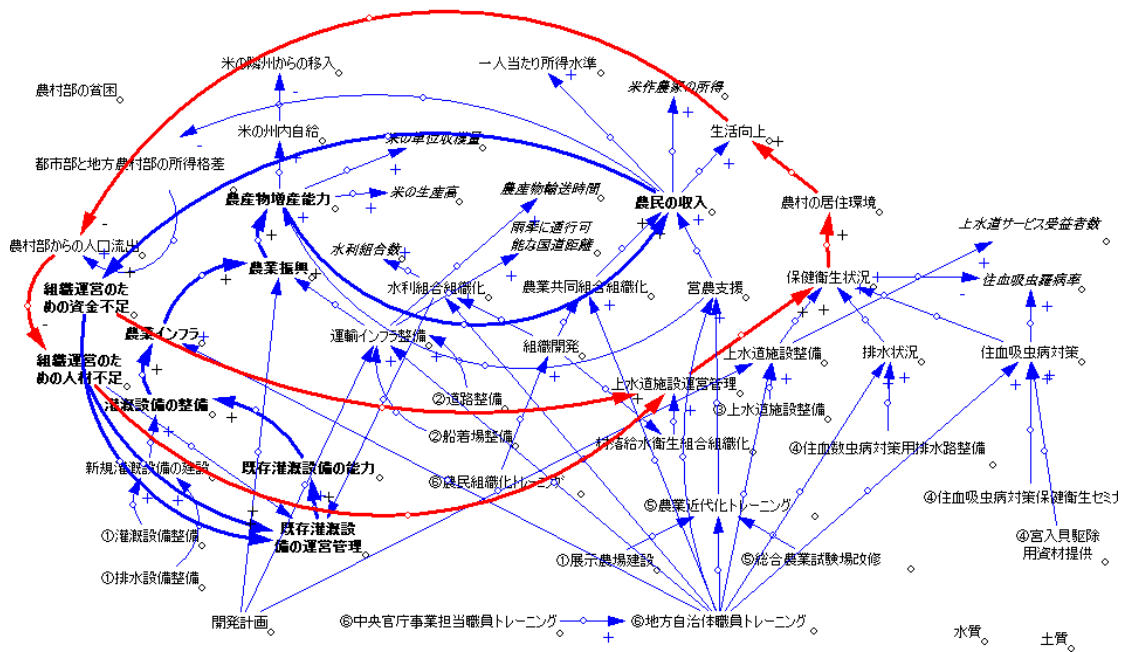


図 6-6：完成した定性モデル

(6) 定性分析

複雑なモデルでは、分析の視点に合わせて、モデルの形を分析しやすいように変形してみてください。開発関係では、対象者が複数になることがザラなので、対象者に合わせてモデルを変形するテクニックがよく使われます。変形して、分かりやすくした形を基に、ループの重なり、強さなどを見ながら、システム全体の定性的な分析を行います。

さらには、問題の焦点に合わせて、矢印の色や太さを変えて、注目したいループを強調するというテクニックも多用されます。また、ループの中で特に重要な要素（キーワード）について、やはり協調するために太字（bold体）にするなど、分析の焦点になるものを明確化するために強調して区別し、分析作業をやりやすくします。

まず最初は、問題の発生メカニズムの再確認です。筆者は 2 つの問題に絞って考えました。1 つは、「農業近代化の遅れ」、「灌漑がうまくいかない」などという形で述べられている、農民の収入がなかなか向上しないという問題で、もう一つは、「住血吸虫の風土病が蔓延」、「保健衛生関係のインフラ整備の遅れ」などという形で述べられている、農村保健インフラに未整備の問題です。先の問題を青の太矢印で、後の問題を赤のふと矢印で協調してみて、この 2 つの問題の発生メカニズムとプロジェクトの取り組みとの関係を確認してみましょう。

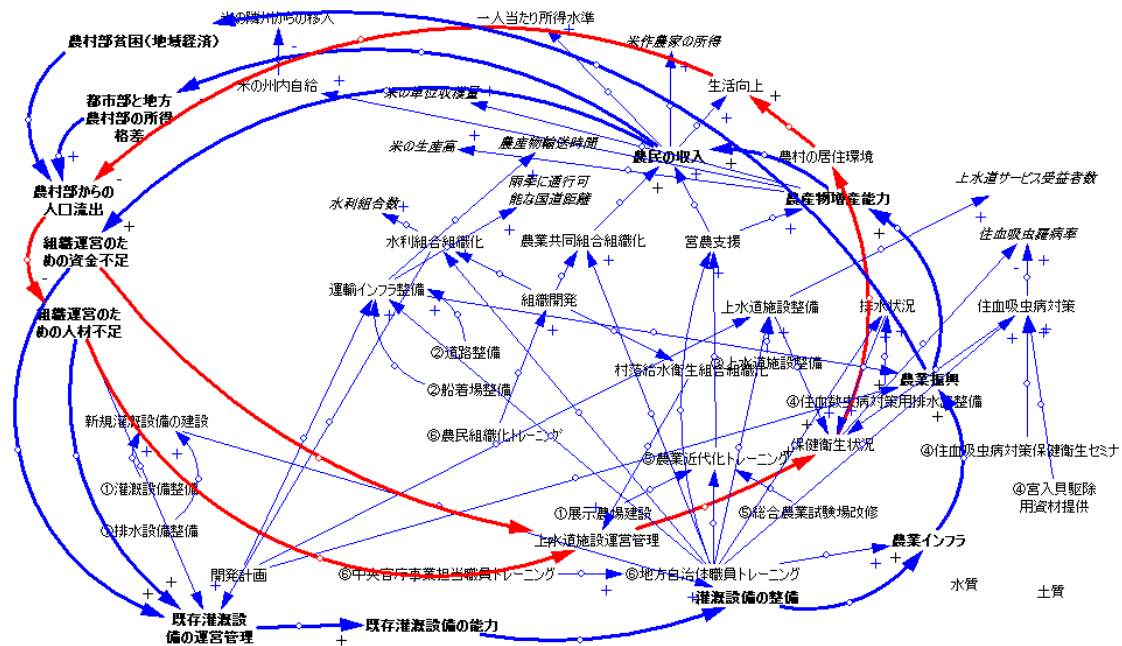


図 6-7：変形した定性モデル

図を上のように変形すると、この 2 つの問題が、同心円状に重なっていることがわかります。ただ、この状態だと、2 つの問題はお互いに関連していることまでは理解できても、問題発生メカニズムやプロジェクトの取り組みを説明することは少し困難ではないでしょうか。説明が複雑になり、聞かされている人の中には混乱する人も出てきかねません。また、これは開発関係に特有のことかも知れませんが、農業インフラの整備は公共事業省と灌漑庁が担当していて、彼らは、プロジェクトの担当部分の実施で忙しく、農村保健インフラの整備のことにはあまり関心がありません。従って農村インフラの議論に加わってこようとしません。根っからの土方さんタイプが多く、「細かいことはよく分からないが、関係する所だけ言ってくれ、そしたら、できる範囲で対応する」と言われて終わりにされてしまいます。農業インフラの裨益者である農民も、男性が主体で、女性は議論に加わってきません。水汲みの話などを持ちかけても、「よく分からんから、女房に聞いてくれ」で終わりです。そこで無理に話しを進めようとしても、検討違いの意見が出て、水道整備よりも、そんな予算があるのであれば電化整備を先にしたらどうかとか、アクセス道路を先にしたらどうかというような話にまとまってしまうかねません。そこで、農業インフラ整備を強調して簡略化し、農村保健インフラの話はうんと抑えたモデルにする必要が出てきます。そうしないと、議論が発散して、効果発現メカニズムの妥当性や効果発現のキープポイントなどの議論ができなくなります。これでは、何のための調査に来たのか分からなくなってしまいます。開発関係では、一般に調査期間が極端に限られていて、効率的に調査を進めないと命取りになりかねません。

図 6-8 は農業インフラ整備の効果を分析するために簡略化した定性モデルで、このように整理すると 3 重の同心円状に重なったループになっていることが明確化できます。このような多重のループ構造は、開発途上国の問題でよく見られるもので、この多重性ゆえに、開発途上国の開発問題の解決が難しくなっています。1 重であれば、問題の解決はもっと簡単です。

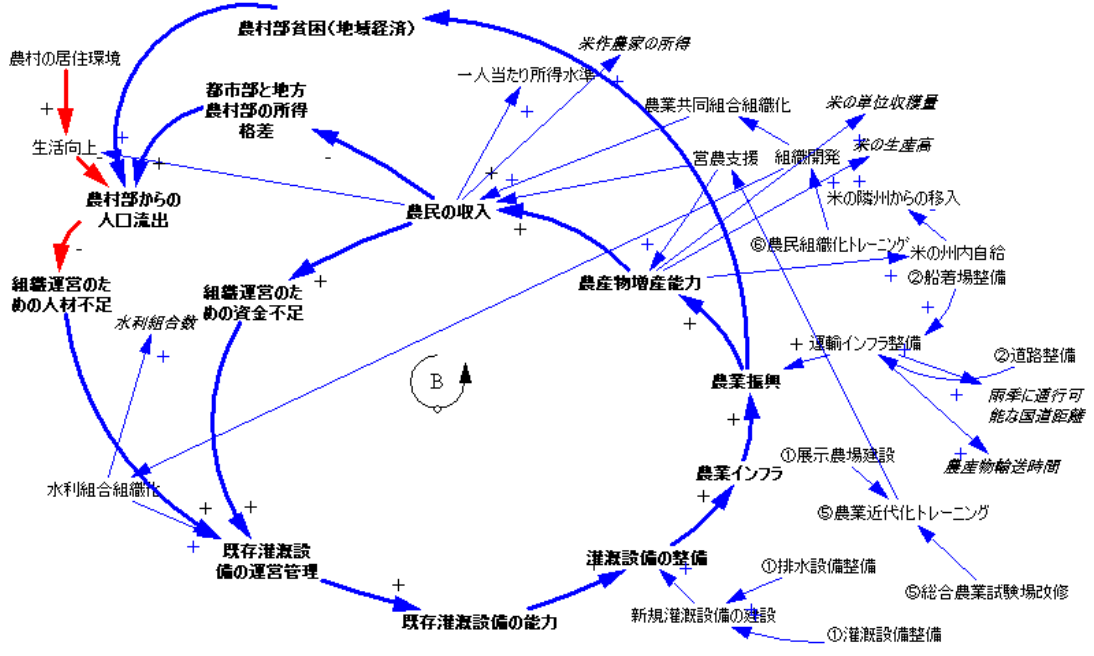


図 6-8：農業インフラ整備の効果を分析するために簡略化した定性モデル

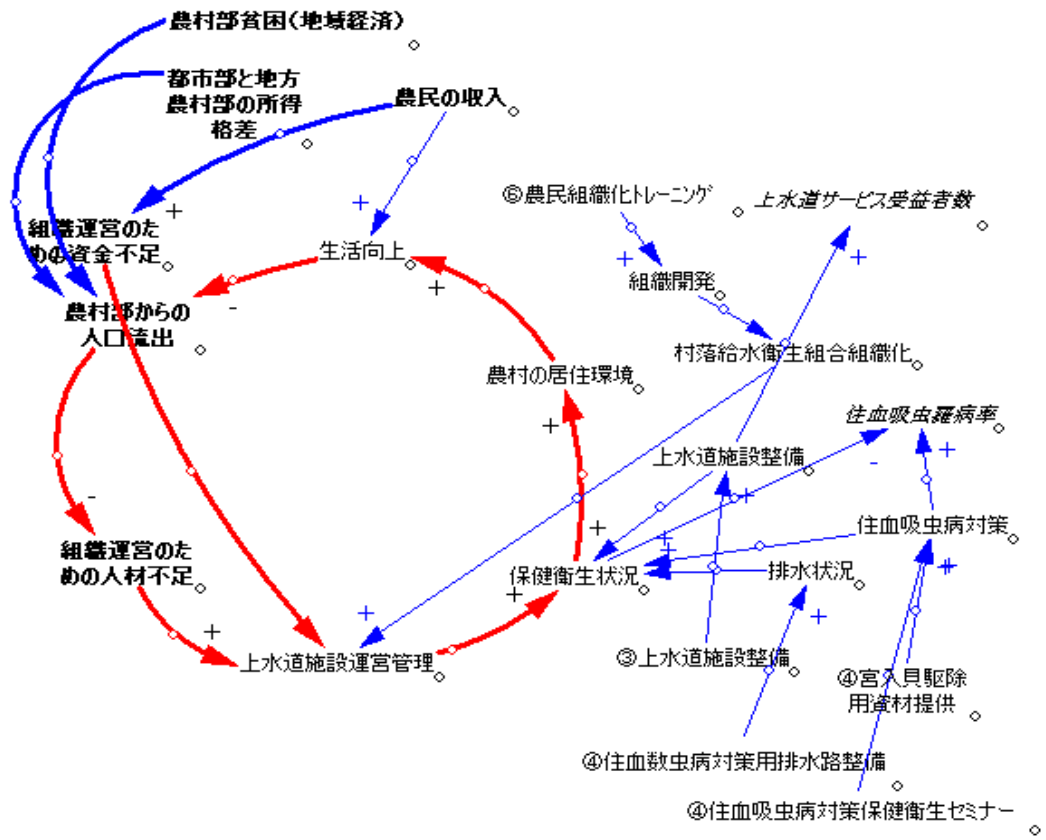


図 6-9：農村保健インフラ整備の効果を分析するために簡略化した定性モデル

図 6-8 で、一番入出力が多いキーワードは何でしょうか？「農民の収入」と「農産物増産能力」で、プロジェクトの支援は「農産物増産能力」の強化に対して行われていますが、「農民の収入」が 2 つのループの要になっています。「農民の収入」は、次の図 6-9 での保健インフラ向けに変形したモデルでも出てきます。「農民の収入」が 2 つのモデルを繋いでいます。つまり、プロジェクトの効果は、「農民の収入」をいかに向上させ、都市部住人との収入格差を縮小させるかに懸かっていることが読み取れます。この効果発現は、「営農支援」と「農業共同組合組織化」で実現させる予定です。そこで、現地調査で、この 2 つの活動の実態や効果発現の可能性を調査すれば、農業インフラ整備の効果を判断できると予測できます。

これは、現地調査での観察結果ですが、残念ながら、この 2 つの活動は実はあまりはかばかしくありません。フィリピンでは、日本での成功を見て、農業共同組合の組織化が他の地区で行われました。成功している農業組合もありますが、事業を広げすぎて経営的に失敗した組合や、組織幹部の不正、資金の持ち逃げなどの事件もあり、こういった失敗のケースに関するニュースも農民に知れ渡っていて、組織化に対して否定的なイメージを持つ農民がいます。ただ、アクセス道路の整備といったハードの整備だけでは「農民の収入」向上には十分ではないことが懸念されます。「営農支援」は、農業近代化トレーニングによって実施されます。2 つの実施機関が関係していて、灌漑庁が NGO を使って、灌漑組合を結成し、組合のリーダーに対して灌漑技術などを技術移転しています。この活動は一応計画通りに進行しています。農業省も農業試験所を使って、高収穫品種などの稲の育成技術指導や種籾の無料配布などを始めています。こちらの活動は始まったばかりなので、今後効果がどこまで発揮できるかは、調査時点では不明でした。ただ、農民に広く啓蒙・普及していく上では、コミュニティや農家を一軒づつ廻って、地道に指導していくやり方と担当者の確保が不可欠で、町役場の職員である農業指導員との連携などがキーになると予測されますが、プロジェクト終了後の効果を継続させる方策は調査時点ではあまり考慮されていないように観察されました。また、ハードの整備、つまり、デモ農園の整備と農業試験所の整備は計画通りに進んでいて、デモ農園はすでにトレーニングで活用されていましたが、実施されているトレーニングは、始まったばかりということもあり、概要的な内容で終始していた点が気がかりでした。対象地の農民は自作農だけでなく小作農も多く、灌漑農業をするためには、畦作りや灌漑小水路建設が必要ですが、これらの建設には地主の同意が必要であり、さらには、費用負担をどうするかという交渉も必要です。ただ、こういったいわゆる法務支援はトレーニングの内容には入っていませんでした。このように、ソフト面の支援には懸念される事項が多く観察されました。

図 6-9 は、今度は保健インフラに注目して変形してみたものです。「保健衛生状況」の改善が最も焦点になっているもので、プロジェクトの支援もここに集中しています。上水道整備、排水路整備、住血吸虫病対策で改善を試みています。上水道整備に関しては、「上水道設備運営管理」も関係してきます。そこで、これらを現地調査でやはり実態や効果発現の可能性を調査すればいいわけです。

これも現地調査の観察結果ですが、ハードの整備は計画通りに進んでいて、上水道の建設も計画や水源調査は終了していました。ただ、既存の簡易水道の維持管理の状況を見ると、水道料金を徴収して、維持管理に充当するなどの管理をきちんと実施しているコミュニティはあまり多くなく、故障して自分たちで修理できないと放置され、やがて使われなくなるケースが多く見られました。ただ、会計のやり方も含めた維持管理の知識や技術移転はあまり重要視されていない点が懸念されました。住血吸虫病対策も、プロジェクトの実施側の体制が少しバラバラであったこと、効果を評価するためのそもそもの基準値の設定がいかげんに行われ、うまく効果を評価できるかどうか懸念されました。

一般的に、定性分析では、以下のような観点に注目して行われます。

- ・悪循環を発見する。(極論だが、悪循環がなければ問題は解決済みのはず。)
- ・悪循環の鍵となっている部分、てこ入れで改善でき、悪循環を断ち切ることができる部分(干渉する要素が多い)を発見する。
- ・出力先が多い要素は改善によるインパクトが大きい(例:農民の所得)。逆に入力が多い要素は、1つの入力要素だけではうまく改善できない可能性がある。(例:農業振興)。
- ・フィードバック・ループの性格を考慮する。例:ブルーは経済的なループ、赤は保健衛生に関するループだが、均衡ループなのでどこかで飽和してしまう。もし、地域経済の振興(増加ループ)を考えるのであれば、何か別のループの追加が必要と想定される。(これは、現地調査前の定性的分析なので、間違っているかもしれないが、..)
- ・フィードバック・ループが重なる場合、システムの性格が変わるので注意が必要。(例:経済ループは、農民の収入→組織運営のための資金不足のループと、農民の収入→組織運営のための人材不足の2回廻りのループになる。資金不足→人材不足の効果)
- ・改善効果計測のための指標(変数)は合成変数なのか独立変数なのかの注意が必要。(例:住血吸虫病罹患率は合成指数なので、いくら単独に住血吸虫病対策を実施しても、それだけでは十分な効果は出ない可能性がある。)

さて、読者は、定性分析で、どこまで評価できたでしょうか?以下は、私の定性評価です。

1) 達成度:

- ・このプロジェクトで計画された成果の達成度
- ・計画で設定された定量効果、定性効果の達成見込みの確認
- ・プロジェクトで設定された達成目標の妥当性の確認

達成度は観察や収集したデータで確認するしかないので、ここでは解説は省きますが、現地調査や収集した進捗報告書で確認した限りでは、施設関係(道路、船着場、橋梁、灌漑設備、デモ農園、農業試験所)の建設はほぼスケジュール通りに実施されています。トレーニングも計画通り実施されています。

表 6-2:観察された進捗状況

項目	達成状況
1) 灌漑・排水施設(受益面積約4,500ha)、展示農場(2ヶ所)	灌漑・配水設備は工事中 展示農場は完成し、展示農場を使つてのトレーニングが実施されている。
2) 道路(国道、農場と市場を結ぶアクセス道路)(約65km)、船着き場(主に農産品運搬用)(2ヶ所)	国道整備は工事中 アクセス道路は設計が終了し、工事準備中 船着場は工事準備中
3) 上水道施設(58村)	調査が終了し、工事準備中
4) 住血吸虫病対策のための排水路整備(約111.5km)、地域住民への保健衛生教育セミナー(6回)	排水路整備は工事中 地域住民への保健セミナーは3回実施済み
5) 管区総合農業試験場の改修(1ヶ所)、および農業近代化トレーニングの実施(2,160人)	農業試験場改修工事はほぼ終了 近代化トレーニングは計画中
6) 農民組織化トレーニング(6,200人)、地方自治体政府職員トレーニング(250人)、中央官庁の事業担当職員トレーニング(50人)	組織化トレーニングは実施中で幹部約400人に対してすでに3回実施済み。 地方自治体職員トレーニング、中央官庁職員トレーニングは3回実施され、参加人数は計約200人

プロジェクトそのもののスタートが3年遅れていますが、スケジュールが3年延ばされて再計画されていますので、その意味では計画通りに進捗していました。中間評価で、まだプロジェクトが完成したわけではないので、早急な判断は下せませんが、ハード面で設定された成果や目標は計画通りに達成できると思われます。問題はソフト面です。読者は、営農支援や生産性向上、住血吸虫病対策に関する先の定量目標は、論理的に達成できると思われますか？筆者は、定量モデルで確認しないと、イエスともノーとも言えません。

2) 効率性：プロジェクトが効率的に実施されそうかどうかの判断

これも、現地調査や入手したデータで確認し判断するしかない項目です。一般的に、投入が計画通りに行われ、成果が計画通りに達成されていれば、効率性には問題がないとしています。その意味では、人員数、予算消化など投入は計画通りで、施設工事の進捗やトレーニング実施の進捗もほぼ計画通りなので、特に効率性を問題視する必要はないという結論でした。後は、定量モデルで、資源配分を変えてみる、プロジェクトのコンポーネントに対する予算配分を変えてみて、本当に効率的に予算配分がなされているかをチェックしますが、この定性分析の段階では、そこまではしなく、入力に対する投入が計画通りで、出力である成果が計画通りに発現しているかどうかをチェックする程度です。

3) 妥当性：このプロジェクトは妥当であり、今後も妥当であるかどうかの判断。プロジェクトで採択された方法の妥当性の確認。

援助関係でのこの妥当性の評価は、評価を実施した中間段階でも当該プロジェクト実施の必要性があるのか、そして、上位計画や関連計画との整合性があり、上位計画では、当該計画を当てにしている計画となっているかをチェックしています。上位計画とは、国家計画やセクター計画で、それらの上位計画で、引き続き当該計画が計画通り実施され、期待されている成果が達成できることを前提に、上位計画が策定されているか、それとも、すでに上位計画では方針が変わってしまっていて、当該プロジェクトはもう用済みになってしまっているかをチェックしています。

ただ、筆者はこのことだけで妥当性を評価するのは不十分だと思っています。筆者の考える妥当性は、関係者が、採択したプロジェクトの目的や実現方法を、中間段階まで実施した経験を踏まえ、今でもほぼ一致して妥当と認めているかどうかも含めるべきだと思います。そこで、このプロジェクトでは、定性モデルを関係者と議論しながら作成し、効果発現の方法を議論し、関係者がほぼ全員、妥当と認めている、少なくとも大きな反対や異議、違った方法の方がいいといった意見がないことを確認して、妥当としました。(正確には、もっと女性の水汲み労働軽減を重視すべきという異論もありましたが、当該プロジェクトの主目的は、農業振興であり、水道プロジェクトは、農業振興をする上で、補助的に実施するものであること、水道プロジェクトで計画されている簡易水道、従って、共有水道栓まで女性や子供が水を汲みにくくことではあまり大きな水汲み労働の軽減にはならないが、これを水汲み労働の軽減のために個別給水方式にすると、予算が増え、全体の予算は変えられないことから、主目的である農業振興の予算を削るしかなく、それを行うと、農業振興に影響が出ることを説明して、納得してもらいました。)

4) インパクト：このプロジェクトはどれほどの影響を経済社会や関係する国家計画に及ぼしたか、及ぼすであろうかの評価

これも、収集した数値データや定量分析で、計画通りのGDP向上や米の生産高向上、住血吸虫病の罹病率減少が見られるかどうかで評価するのですが、定性分析でも、効果発現プロセスをトレースして、効果発現プロセスが妥当かどうかをチェックし、観察結果と併せインパクトがあるのか無いのかを評価します。

筆者のこのプロジェクト評価では、先の定性モデルを、関係者と議論しながら作成し、現場を訪問して、実際の関係を観察によって確認しました。例えば、図6-8にある営農支援

ですが、どのような研修内容なのか、どのように実施されているのか、どのくらいの頻度で実施されているのか、講師の知識や経験などを観察しました。当該プロジェクトでは、モデル農園が、カトウビック村、ラス・ナーバス町のそれぞれに建設され、そこで灌漑施設の管理、農業リーダーの育成などのトレーニングがすでに年 3 回以上実施され、また、いくつかの地域に分けて農民のチームが結成され、毎月 1 回、部落の集會場で會議が行われるようになっていました。こういった活動を観察で確認していった、さらには、関連する補完関係にある計画の進捗状況や効果発現の現場を観察で確認し、定性モデルの通りに効果が発現できそうかどうかを評価しました。対象地域では、すでに、数百人の農民がトレーニングを少なくとも 1 回は受けていて、これまでの粗放農業に関する意識が変わり、灌漑のために畦で自分の田を囲むことが流行りつつあることが観察できました。モデル農園では、畦作りや農作物収穫作業の支援として、モデル農場が所有する耕運機や運搬用一輪車などを、トレーニングを受け、組合員になっている農家に貸し出すことも実施していました。モデル農場が所有する機器を借りて農作業を効率化したいと考える農民が出てきたというのは、当地では大きな農民の意識改革です。

また、当該プロジェクト予算での実施ではないのですが、例えば、ラス・ナーバス町では、町長の肝いりで、野菜などの栽培に関する教科書を町の予算で作成し、この教科書を農家に配布すると共に、町の農業指導員に持たせ、集落毎にモデル農家を選び、そこを農業指導員が巡回訪問し、教科書に沿って農業指導をしていました。この農業指導は、プロジェクトで行っている、総合農業試験場改修と結びつき、改修後は、総合農業試験場の研修場で、巡回農業指導員の再訓練や、巡回農業指導員が推薦する農家に対する指導受け入れを行うことになっていました。総合農業試験場では、病虫害に強く高収穫の種籾を農家に推奨しているのですが、この総合農業試験場で研修を受けた農家に対し、無料で、総合農業試験場が推薦している種籾を配賦することが準備されていました。農民の意識が変わってきていることの観察などから、インパクトがすでに、この中間段階でも、少しずつ現れていると評価しました。

5) 自立発展性：このプロジェクトの成果が持続され、裨益者は自立発展していけるかどうかの評価

この評価も、定量評価では、シミュレーション期間を延長して、効果がどこまで持続するかを計算すればいいので比較的楽に評価できますが、定性評価は難しい項目です。当該プロジェクトでは、農民の意識が変わってきたこと、ラス・ナーバス町では、このプロジェクトを補助して、営農支援をもっと高めようという活動（先の野菜栽培の教科書作成と配布）が現れているといった観察から、持続性や自立発展性があると評価しました。細かい点を見ていくと、農民の中には、米よりも野菜や換金作物の栽培の方が儲かることに気がついた人もいて、水田ではなく野菜や換金作物栽培に切り替えた所も出現しています。農業振興や農民の所得増加という意味では大いに歓迎すべき現象なのですが、定量評価で米の生産高を指標にしていますので、評価に対する影響が心配されることです。

評価は、実践で習得するしかない部分も多く、また、実例を示す場合でも、このように海外の事例の場合、現場を見せてでないで、どうしてそういった評価がなされかたを納得させにくい部分があり、難しいのですが、少しでも定性分析のことが、この実例を通じて理解していただければ幸いです。こういった言い方は、フィリピン人には失礼なのですが、原始的な農業の状態の所に、近代的な農業が入ってきた、あるいは入れようとしているという状況が理解できたのではないかと思います。なお、フィリピンの他の地域、例えば、ルソン地域などはもちろんもっと進んでいて、畦で水田を保水するといったことや、機械化、つまり耕運機を使って農作業を行うといったことは当たり前になっています。

7. 定量分析

定性分析でもかなりのことが分かりますし、システム思考関係者の中には、定量分析を嫌う人もいますが、定性分析だけでは限界があることが多く、例えば定性モデルをそっくり定量モデルに置き換えて定量分析を行うことができなくとも、定量モデルの対象が限られたものであっても、定量分析を実施することは意味があると筆者は考えています。

定量分析に対するシステム思考関係者の抵抗は、定量モデルに対する不信感や、数式化に伴う細かい議論を嫌うからだだと思います。定量モデル化には限界があり、定量分析にも限界はありますが、もっと気楽に定量モデル化や定量分析を試みてみてはいかがでしょうか。簡易的な定量モデル化のやり方として、例えば、東洋大学の池田誠教授などは、極端化すれば、テーブル関数だけで全てのパラメータを定義したモデルでもいいのではないかと述べて、そのやり方を紹介しています。

一般に、定量モデル化と定量モデルを使った定量分析は、以下のような手順で進められます。

- 1) 分析したい要素や現象の明確化
- 2) 定量モデル化する範囲の明確化
- 3) 定量モデルの構築
- 4) 定量モデルを使ったシミュレーションによる分析

(1) 分析したい要素や現象の明確化

対象が全て定性モデルとして表現できるわけではないことと同じで、定性モデルで表現されたものの全てが定量モデルで表現できるわけではありません。一般的に、定性モデルの表現は荒すぎて、そのままでは定量化できないことが普通です。従って、定性モデルを定量モデルに翻訳する作業が必要となります。

定性モデル=定量モデルではないのですから、まずは、何を分析したいのか目的を明確化する必要があります。これも筆者の経験ですが、中にはいきなり定量モデルを構築する人もいます。でも、その前に、定量モデルで何をしたいのか明確にすることが大切だと思います。これもよくあるケースですが、汎用的なモデルを構築して、漠然といろんなことを分析したいと考えている人をよく見ますが、筆者はあまり汎用的なモデル構築は薦めません。傾向として、目的や対象が曖昧になりすぎ、白黒のはっきりした結論を付けにくくなるからです。また、モデルも大きくなりがちです。目的を絞れば、どうでもいい部分はかなり簡略できます。確かに精度を上げようとするのであれば、影響する要素を全部モデルに含めるべきなのですが、筆者は、モデルは、必要とする精度の結果が出せる程度のモデルでいいと思っています。従って、目的を達成する上で、特に大きな影響を与えない要素は切り捨てていいと思っています。

株式会社ポージの松本憲洋博士は、SD モデルの区分として、1)定性モデル、2)傾向を知ることがを目的とし、必ずしも厳密な定量評価を目的としない、いわばあまり厳密ではない定量モデル、3)厳密な定量評価を目的とした定量モデルの3種類に分類しています。筆者にも苦い経験があり、筆者の論文に対し、筆者としては2)のモデルを提示しているつもりが、3)のモデルとして判断されたのか、「モデルが不完全である」とレフリーにコメントされ、誤解が解けないで困ったことがあります。筆者の意見としては、2)のモデルでは完全なモデルは有り得ないし、もともと要求もされていないと考えています。不完全で欠陥があるように判断されようとも、目的を達成するに十分な精度のシミュレーションができるモデルであればいいと考えています。モデルは、構築者の考え方や解釈を表現したものであり、他人が考える要素がそのモデルに含まれていないからと言っても、モデルが否定されるべきではないと考えています。そもそも、全ての要素を取り入れたモデルなど構築できない

と筆者は考えています。それにしても世の中にはひどいレフリーがいることに驚かされま
す。普通、レフリーには、その分野の権威者と認められた人が選ばれます。ですから、先
のようなことは常識と筆者は思っていました。(注 7-1)

定性モデルを使った定性分析の結果を踏まえ、定量モデルで分析したい要素や現象を明
確化し、箇条書きにしてみましょう。

これは、先の定性分析で取り上げた、カトゥビック農業近代化支援プロジェクトの例で
す。

- ・このプロジェクトで計画された成果の達成の可能性
- ・このプロジェクトはどれほどの影響を経済社会や関係する国家計画に及ぼしたか、及ぼ
すであろうかの評価
- ・このプロジェクトの成果が持続されるかどうかの評価

1) このプロジェクトで計画された成果の達成の可能性

プロジェクトでは、マクロ指標、農道による市場アクセスの改善、保健他の 3 つの定量的な達成目的と定性的な達成目標が設定されています。ただ、これらの全部を確認できるような定量モデル構築するとなると、モデルが複雑になり、構築することも大変です。でも、フィリピンのこのプロジェクトの評価に与えられた時間は、国内作業も含めて 1 ケ月以下で、この期間に、日本及び現地での情報収集や関係者とのディスカッション、そして中間段階での評価結果の案を作成し、関係者とディスカッションを行うといった作業がありますので、モデル作成に当てられる時間はごくわずかです。どうしても、シミュレーションで計測するものを絞っていかざるを得ないわけです。この評価プロジェクトでは、

- ・米の生産高の増加 (ton/ha) 4,475 トンから39,813 トンに増えるか
- ・住血吸虫病の罹病率減少(%) (患者数/人口)
 - Catubic 郡で 2.1%から 1.05% (50%低減)に減少するか
 - Las Navas 郡で 2.2%から 1.1% (50%低減)に減少するか

に絞って評価することにしました。

2) このプロジェクトはどれほどの影響を経済社会や関係する国家計画に及ぼしたか、及ぼすであろうかの評価

ここでは、一人当たり所得によって評価することにしました。一人当たり所得が上昇するという計算結果が出れば経済に良い影響を及ぼすと評価できますし、一人当たり所得があまり上昇しなければ、経済効果があまりないという評価を下すことができます。この指標でとりあえず経済社会全体への影響をカバーできます。

3) このプロジェクトの成果が持続されるかどうかの評価

ここでは、30 年のシミュレーションで、成果(米の生産高)がどこまで持続されるかで判断することにしました。営農技術が移転され、農民に広まっていくにつれ、普及の割合で農業生産高が増加していくはずですが、普及パターンで増加していかないとすれば、プロジェクトは成功しているとは評価できません。逆に、普及パターン(釣鐘状になる)で米の生産高が増加すれば、これはプロジェクトが成功している証と言えます。ただ、普及が一段落した後では減少が発生するのは当たり前で、そこでさらに増加させるには、新たなプロジェクトや計画を必要とします。通常は、どこにピークが来るのか、減衰の程度はどの程度なのかで評価します。このような農業振興プロジェクトでは、急速にカーブが立ち上がり、ピークがプロジェクトの終了後 5-6 年、できれば 10 年後程度に来て、その後ゆるやかに下降するのが、望ましい持続性や自立発展性ありと評価できるパターンです。

(2) 定量モデル化する範囲の明確化

先のように分析したいものを絞ると、概ね定量モデル化する範囲が明確化されます。このプロジェクトでは、国内作業も含め、1ヶ月以下の期間しか割り当てられてもらえませんでした。この期間で、現地を訪問し、現地での情報収集、観察、そして、私が暫定的に行った中間的な評価に関して、現地の関係者とのディスカッションで確認や意見交換を行います。従って、モデル作成に避ける時間は極めて限られているので、かなりさっくりした荒いモデルになっています。

現地訪問で、現地の関係者と会い、ヒアリングをしながら定性モデルを構築し、2回目の面会で、定性モデルに基づき事実関係を確認し、確認された定性モデルを元にホテルで定量モデル構築を行いました。同地での頻発する停電には泣かされました。停電のため、あまりパソコンを使えなく、ほとんど紙や白板で描いて議論する状況でした。

この現地の関係者との話し合いで、以下のように定量モデル化する範囲を限定しました。

- ・農業基盤整備に関する事項
 - －灌漑設備の整備とそれに伴う耕地面積の拡大
 - －営農支援などで、農業技術が近代化されることによる農業生産高の向上
 - －市場アクセス道の整備とそれに伴う農産物流通量拡大
- ・保健・医療に関する事項
 - －上水道普及及び衛生施設普及による経口感染症患者の減少
 - －住血吸虫病対策や配水施設整備による住血吸虫病患者の減少
- ・経済・社会に関する事項
 - －一人当たり所得

これ以外はとりあえず、モデルで示す必要はありません。ただし、このように決めたからといっても、モデルを構築する上で必要な事項はこれだけというわけではありません。ここでは、定量モデルのどの部分、どの因果関係をどの程度の精度で計算できる定量モデルを構築するかということを決めていると考えて下さい。このように絞っても、モデル構築上必要であれば、先に挙げていない事項もモデルに含めます。

ただ、このように範囲を決めることで、

- ・農業基盤整備モジュール
- ・保健・医療整備モジュール
- ・経済・社会モジュール

の3つのモジュールに絞ってモデルを構築すればいいことが分かります。関係なさそうなものや、あまり重点としないものは、とりあえず考慮しなくともいいわけです。ですから、水道整備でどれだけ経口感染者が減少するかについては計算しますが、どれだけ女性の水汲み労働が減少するかは、とりあえず計算しなくともいいわけです。農家が農産物生産向上によってどれだけ家計収入が向上するかは計算しますが、それを仕入れて小売する小売業者や流通業者の収入向上はとりあえず計算しなくともいいと考えていいわけです。ただし、それもやはり考慮に入れないとモデルがうまくいかないということが判明したら、モデルに組み込みます。

このように範囲を決めておかないと、何でもやってくれという話になって、限られた時間ではとてもできなくなってしまう。また、後で、これは対象ではなかったのかといった、より戻しが発生し、そうなると、モデルの再構築といった作業が発生するので、大変です。最初に、これとこれをやる、ただしそれ以外はだめと、ダメ押しをしておくこの作業はとても大切です。特に、知らない人は、コンピューターを使うのだから簡単にできるだろうと思いついでいて、平気で追加や修正を依頼してきます。確かにコンピューターでシミュレーションしている時間は一瞬ですが、ロジックを考え、モデルを構築するのはそんなに簡単に、しかも一瞬でできる作業ではありません。

(3) 定量モデルの構築

これは、説明が難しい項目です。例に取り上げている、農業振興プロジェクトの定量モデルは、図 7-1 のようになりました。ただ、これはかなり荒いモデルです。いろいろ細かいテクニックについては説明をしつらきりがありませんので、省きます。

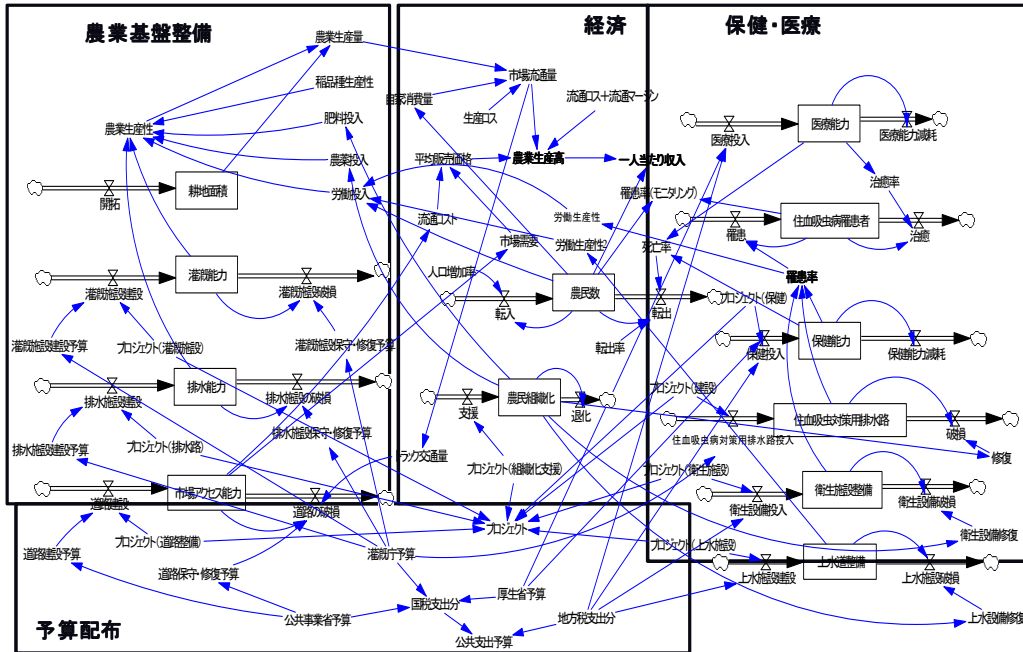


図 7-1：定量モデル

読者によっては、ここに示した図が複雑である、いわゆるスパゲティ状になっていることが気になる人もいますし、そのような指摘を受けることもあります。ここに示した図は、調査や分析作業が終わり、最終的に報告書に付けたものではなく、結果を計算するために、関係者と討議しながら作っていった途中段階のもので、筆者の場合、この段階では、見やすくするためにシャドー変数などを使って図が簡略されたように見せることはあえて行っていません。そうするとどうしても、関連性を見落とされてしまう、あるいは意識されないで終わってしまうことがよくあるからです。現場での調査や分析では、まさに関連があるのではないかと、それはこのような関係ではないかと思われる関係を推察し、それを関係者へのヒアリング調査や現場を訪れての観察によって確認することが大切であるからです。等式では示していませんが、公共事業省の予算の中に道路保守・修復予算と道路建設予算があり、プロジェクト予算の中にも道路整備費があります。性格的には 2 重予算と紛らわしいものになっています。主に会計的な取扱いの違いから、こういった区分がなされているのですが、2 重予算と見なして、合体するといった簡略化を行ったら大変な間違いをすることになります。このモデルを描写する際に、変数「プロジェクト」が一番関係する変数が多いので、シャドー変数を使って簡略化したいという誘惑に駆られやすいのですが、モデルを作っている段階で、これをやると、概ね、モデル構築に慣れていない人はいくつか関係すべきものを省いてしまいがちです。

モデル構築段階では、スマートなモデルではなく、愚直でもいいから、きちんと、そして細部も省かない、実直なモデルにする、それが実用的なモデル作りのヒントというように筆者は思っています。ただし、完成後の、第 3 者に見せる、説明する、分からせるためのモデルは、ここに例に示した、スパゲティ状の泥臭いモデルよりは、すっきりした、細

部を省き主要な点に絞ったモデルの方がいいでしょう。

- このモデルでは、
- ・農業基盤整備モジュール
 - ・保健・医療整備モジュール
 - ・経済・社会モジュール

に加え、予算配布のモジュールを加え、予算配布を違えたら効果がどうなるかをシミュレーションできるようにしていますが、その他は概ね、先に決めた範囲や目的達成に合致していると思います。

ただ、説明のために、分かりやすい図にする場合は、スパゲティ状態を外した方が分かりやすいので、図 7-1A のように、シャドー変数を使って、すっきりさせることも可能です。

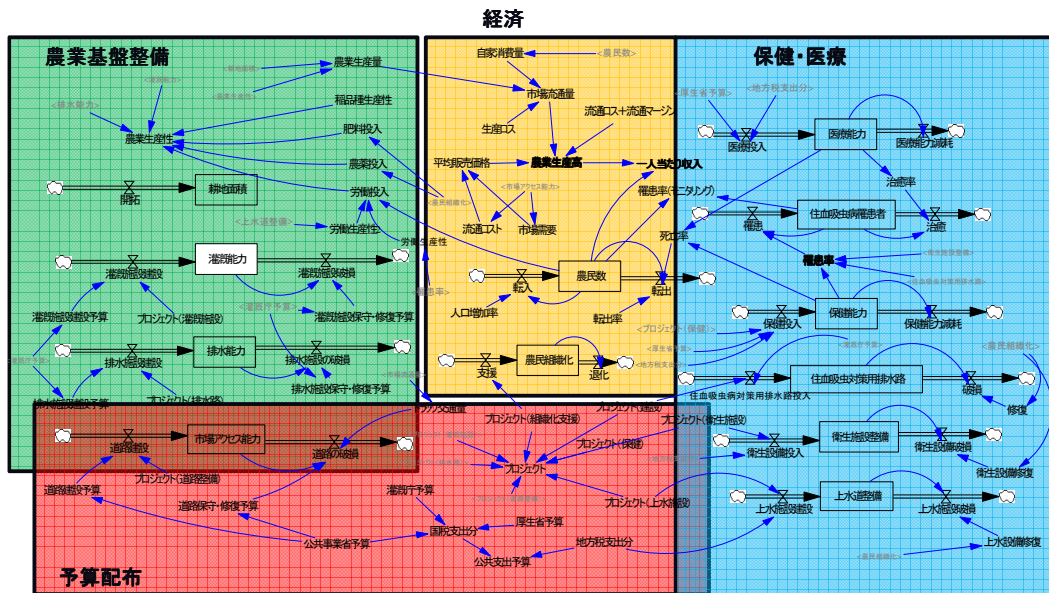


図 7-1A：先の定量モデルでスパゲティを外したモデル

(4) 定量モデルを使ったシミュレーションによる分析

後はシミュレーションをして、結果を見るだけです。図 7-2 にシミュレーション結果を示しています。シミュレーション結果から、

- ・米の生産高の増加 (ton/ha) 4,475 トンから39,813 トンに増えるか
- ・住血吸虫病の罹病率減少(%) (患者数/人口)
 - Catubic 郡で 2.1%から 1.05% (50%低減)に減少するか
 - Las Navas 郡で 2.2%から 1.1% (50%低減)に減少するか

をまず検討するわけですが、米の生産高の増加は 40,000 トンの約半分、25,000 トン程度にしか増えそうもありません。ただし、これはプロジェクト対象地域の米作農家だけに絞った計算で、しかもかなり保守的に見えています。プロジェクト対象地区の定義をすこし緩くすると、もっと上がって、30,000 トン程度にはなりそうです。初期値が 4,000 トンですから、成果が 8 倍というのは少し高めのような感じもします。評価としては、プロジェクト目標は 8 倍と少し高めかも知れないが、5 倍程度のそこそこの成果が達成できそうですね。ここで注意していただきたいのは、現在、プロジェクト地域全体では米が不足していて、他の地域から米を輸入している点です。従って、約 4,500 トン生産があっても、市場流通で考えると、実際にはマイナス生産になっています。また、何か災害があるとすぐ

に食料に困ってしまう地域です。事実、私が現地調査をした時点でも、数ヶ月前に台風による洪水で、多くの集落が浸水被害に会い、そのため、ラス・ナーバス町役場には、フィリピン中央政府から送られてきた支援物質である米の袋が山積みされ、被害に会った住民に配布する準備に追われていました。シミュレーションで示している農業生産高は、市場流通量に平均販売価格を掛けたもので、そのため、この農業生産高の値には、消費分が減算されています。従って、初期値をゼロにしています。プロジェクトの成果で、耕地面積が拡大するまでの期間はマイナス成長が続きます。おかしいと短絡的に考えないで下さい。おかしくないのです。知りたいのは、農家が生産した実際の米の生産高ではなくて、当地が米を輸入しなくてよくなり、対象地での生産で食べていけるか、つまり、自立できるかどうかなので、このようにしています。用語の使い方が変なのは御容赦願います。なお、インフレーションはこのシミュレーションでは考慮していません。

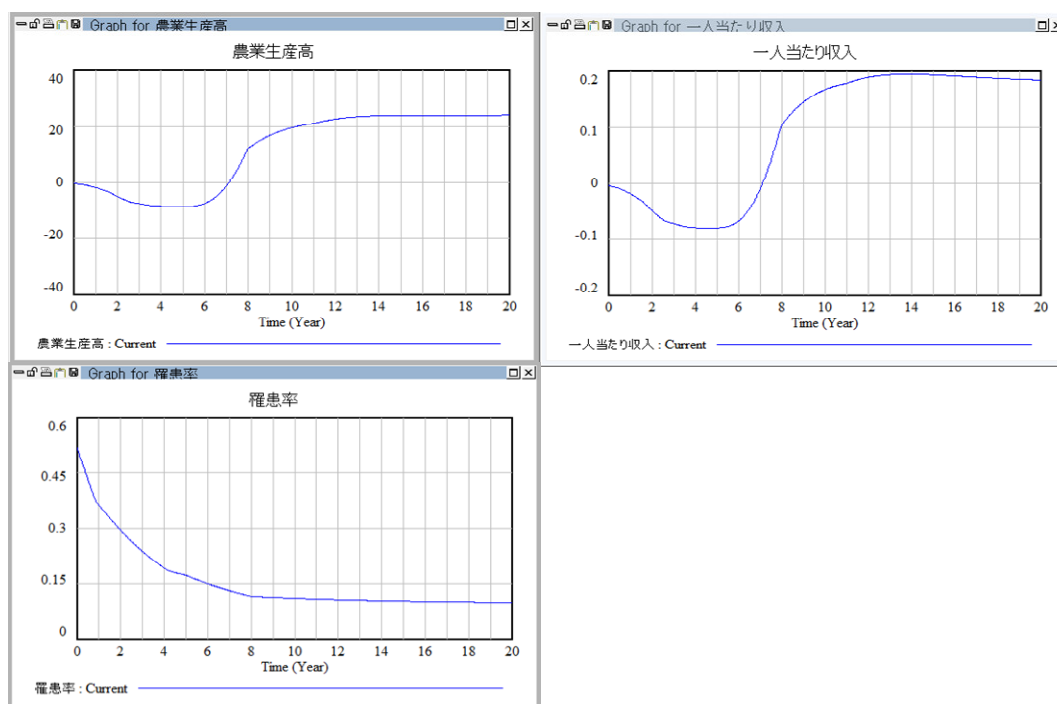


図 7-2：シミュレーション結果

住血吸虫病の罹患率はグラフでは、差を明らかにするために結果を 2 倍にして表示しています。まあ目標値は達成できそうです。

実は、このプロジェクト評価では、インフラ整備ではなく、もっと女性の水汲み労働の軽減を図るべきといった趣旨の異論がありました。そこで、その異論に応えるべく、少しプロジェクトの予算配布を変えてシミュレーションした結果が図 7-3 です。プロジェクトでは、簡易水道と呼ばれる、水道を共有水栓まで引いてきて、利用者に提供される方式が計画されています。川まで水を汲みに行くことよりは労働は軽減されますが、共同水栓まで水を汲みにいかなければならないことには変わりません。従って水汲み労働が大きく軽減されることはありません。水汲み労働の大幅な軽減のためには、個別給水栓方式という、各戸に水道を引く方式にしなければなりません、費用が嵩みます。プロジェクトは、全体の予算が決まっていますので、もしそれを重視するとなると、灌漑設備の面積を減らすといった、予算配布調整をしなければならなくなります。もし、感慨施設の建設や、道路建設、市場整備の予算からそれぞれ数%の予算を削って、水道整備に回すと、シミュレーシ

シミュレーションの結果は図 7-3 の **Current2** のようになります。水道整備はできるのですが、農業生産高も一人当たり収入も落ちてしまいます。そこまでするのかどうか。関係者とのディスカッションでは、もともと農業基盤整備が主目的で、本当はもっと予算をつぎ込んでもっと生産高や一人当たり収入を増やしたいので、この程度の減少でも、減少は困るということになりました。それに、そこまですても、住血吸虫病の罹病率はあまり変わりませんから、当初の計画通りとなりました。

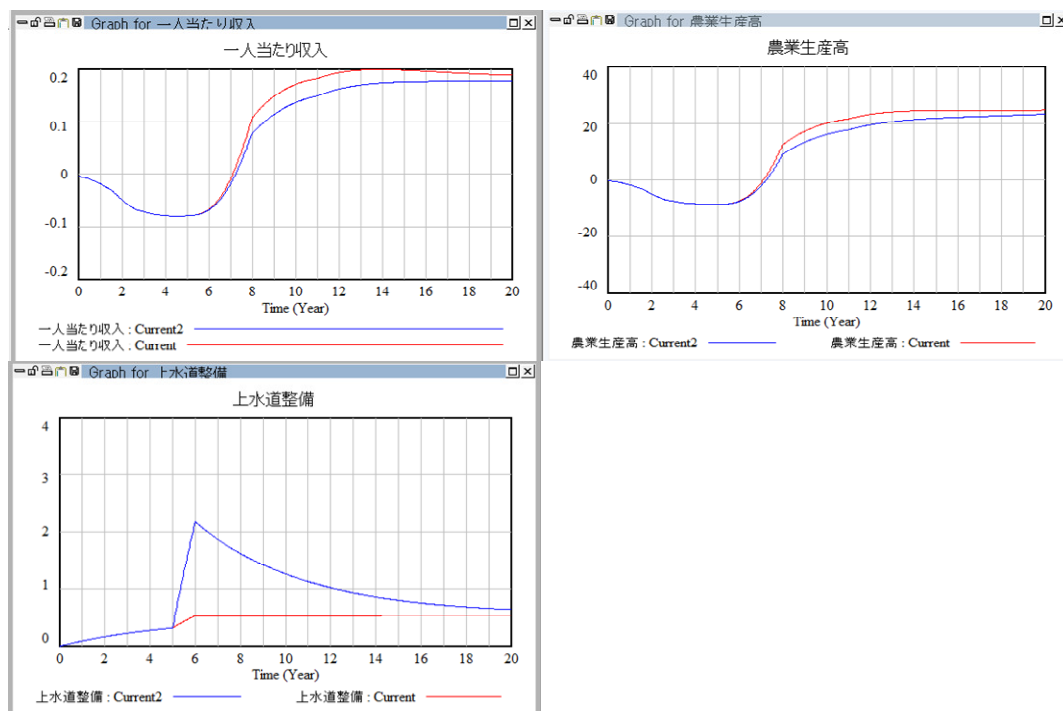


図 7-3：水道プロジェクトに予算を多く配布した場合のシミュレーション結果

このモデルが荒っぽい、欠陥がかなり見えるものであることは承知していますが、与えられた作業時間では、この程度のモデルで、かなり対象を絞って構築するのが、筆者の能力では精一杯でした。振り返って考えれば、いろいろ反省すべき点、改良すべき点もあり、筆者もこのモデルがいいと思っているわけではなのですが、参考になるのであればと、紹介しています。

それでは、定性分析、定量分析を通じての筆者の、事例に挙げたフィリピンの農業近代化プロジェクトの中間評価の結果を最後に簡単にまとめておきます。

1) 達成度：

施設関係（道路、船着場、橋梁、灌漑設備、デモ農園、農業試験所）の建設はほぼスケジュール通りに進行している。トレーニングも計画通り実施されている。

項目	達成状況
1) 灌漑・排水施設(受益面積約4,500ha)、展示農場(2ヶ所)	灌漑・配水設備は工事中 展示農場は完成し、展示農場を使っでのトレーニングが実施されている。

	項目	達成状況
2)	道路(国道、農場と市場を結ぶアクセス道路)(約 65km)、船着き場(主に農産品運搬用)(2ヶ所)	国道整備は工事中 アクセス道路は設計が終了し、工事準備中 船着き場は工事準備中
3)	上水道施設(58村)	調査が終了し、工事準備中
4)	住血吸虫病対策のための排水路整備(約 111.5km)、地域住民への保健衛生教育セミナー(6回)	排水路整備は工事中 地域住民への保健セミナーは3回実施済み
5)	管区総合農業試験場の改修(1ヶ所)、および農業近代化トレーニングの実施(2,160人)	農業試験場改修工事はほぼ終了 近代化トレーニングは計画中
6)	農民組織化トレーニング(6,200人)、地方自治体政府職員トレーニング(250人)、中央官庁の事業担当職員トレーニング(50人)	組織化トレーニングは実施中で幹部約400人に対してすでに3回実施済み。 地方自治体職員トレーニング、中央官庁職員トレーニングは3回実施され、参加人数は計約200人

プロジェクトそのもののスタートは3年遅れているが、スケジュールが3年延ばされて再計画されているので、計画通りに進捗していると判断できる。ハード面で設定された成果や目標は計画通りに達成できると思われるが、ソフト面で、住血吸虫病対策の目標値設定方法には懸念が残る。同目標は1998年の調査を基に、2000年でも変わっていないとして設定されているが、その後のサンプリング調査ではもっと高い罹患率である可能性が示されている。再調査の上、基準値の再確認と達成目標の再検討が必要と思われる。

2) 効率性：プロジェクトが効率的に実施されそうかどうかの判断

投入が計画通りに行われ、成果が計画通りに達成されているので、現時点では、効率性には問題がない。予算配分を変えた定量シミュレーションでも、計画の予算配分が一番効率的なやり方であることが確認された。

3) 妥当性：このプロジェクトは妥当であり、今後も妥当であるかどうかの判断。プロジェクトで採択された方法の妥当性の確認。

新しい国家計画でも、食料増産が重点目標となっていて、本計画の農業振興と合致している。また、対象地域の食料不足の事態は改善されていなく、本プロジェクトでの食料増産を必要としている。関係者とのヒアリングやディスカッションによっても、関係者がほぼ一致して、食料増産の必要性、本プロジェクトの必要性、及び効果発現の方法の妥当性で一致を見ている。従って、本プロジェクトは妥当と認められる。

4) インパクト：このプロジェクトはどれほどの影響を経済社会や関係する国家計画に及ぼしたか、及ぼすであろうかの評価

現時点では明確にインパクトはまだ発現できていないが、農民に近代農業技術を取り入れようとする意識が芽生えるなど、インパクトの兆しが観察される。

5) 自立発展性：このプロジェクトの成果が持続され、裨益者は自立発展していけるかどうかの評価

ラス・ナーバス町では、このプロジェクトを補助して、営農支援をもっと高めようという活動が現れている。農民にも近代農業技術導入に関する意識改革のきざしが見られ、定量シミュレーションの結果からも自立可能性があると判断できる。(注7-2)

非常につたない入門書になってしまいました。有料ですが、SD に関してはいろいろ優れた本もあるので、これをきっかけに、是非それらの本でさらに SD のことを学んでいただければ幸いです。

フィリピン、カトウピック



カトウピックは、フィリピン中央北東部にある、サマール島北部の町です。もう現在は、プロジェクトが進んでいて、道路建設や橋梁建設も終わっているので、車で行けるでしょうが、私が調査で訪れた時は、まだ移動には船を使うしか方法がありませんでした（左上）。人の移動も物資の移動もカトウピック川を利用しての水上交通です。江戸時代までの日本もそうだと聞いていますので、昔の日本はこんな感じだったのかということが体験できました。

カトウピックには、もう 300 年以上も前に建設されたという教会（右上）もあり、今でも使われていて、石造りの建造物の強みのようなものに感動しました。フィリピンには、今でも使われている古い教会が多く残されています。

このプロジェクトの趣旨は灌漑を中心とした近代農業導入支援なのですが、もう一つの柱として、この地方に蔓延する住血吸虫の撲滅があり、定年退職した看護婦さんや助産婦さんたちがボランティアとして活躍している、コミュニティ・ヘルス・ワーカの皆様（左下）に会い、話を聞くことができました。左右は、住民啓蒙用に使われている、住血吸虫撲滅運動用の説明資料です。

8. 注釈と参考文献

第2章 システムの基本動作

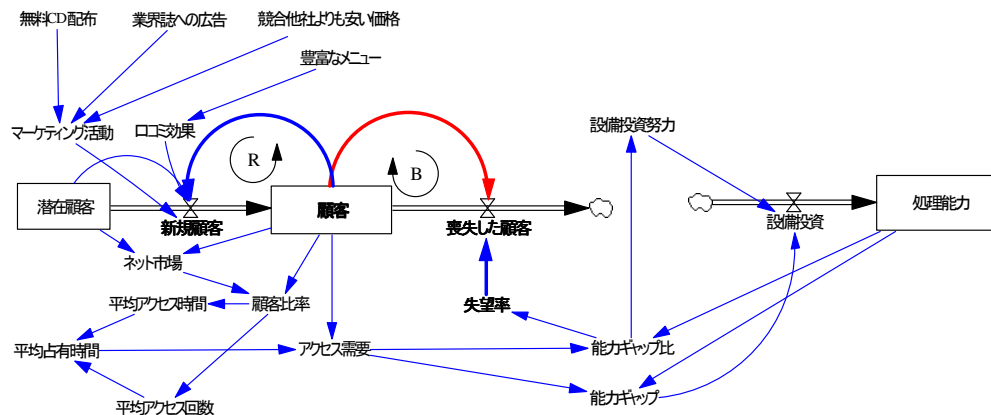
2-1) 例えば、定量モデル例 3-6 で、成功には成功をというシステム原型の振る舞いを示していますが、このモデルの等式で、
 最初のきっかけ=STEP(2, 11)
 という式があります。これは、ステップ関数を使って、11 ヶ月目に、政策が変わったことを表現しています。このステップ関数は、10 ヶ月目までは 0 という値が返されますが、11 ヶ月目からは 2 という値が返され、このステップ関数から返された値を見て、システムは政策が変わったことを認知し、A 支店と B 支店への経営資源投入を変更します。このようなやり方で政策や方針の変化を表現します。

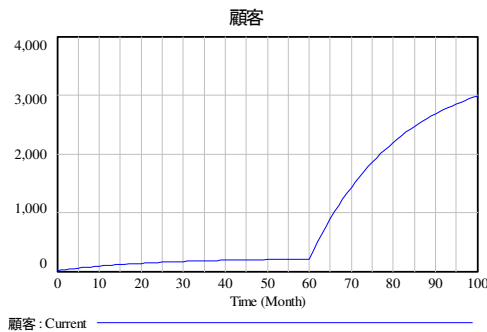
第3章：システム原型

3-1) Senge, Peter, et al., “The Fifth Discipline Fieldbook”, Doubleday Currency, 1994

3-2) Meadows, Donella, Denis Meadows, Jorgen Randers, “Limit of Growth”, New American Library, 1972、大来佐武郎監訳、「成長の限界」、ダイヤモンド社、1972

3-3) 例に挙げたモデルは、もともとはある企業のコンサルティングのために開発したもので、それを簡略化してここでは例として使っています。もともとのこの企業の場合、マーケティングがうまくいかなく、そのため顧客が増えなく、せっかく獲得した顧客も定着しないので、だれかいいマーケティングのコンサルはいないかというマーケティングに関する経営相談でした。そこで以下のようなモデルを開発し、実はマーケティングの問題ではなく顧客満足度の問題であることを突き止めました。この会社の場合、顧客満足度を甘く考えすぎていて、製品やサービスに対して不満を持つ顧客が 1 割以下であることを自慢していましたが、実は一桁違って数%以下でないと顧客数はサチュレートしてしまいます。顧客数や増加率などの関係で、顧客数の増加がそれほど割合として大きくない場合、数%であってあっても、顧客サービスに不満を持ち、脱退してしまう顧客があると、それが資源制約条件になり、顧客の増加が伸び悩むことになるのです。あるいは、わずかであっても、制約条件があり、それがフィードバックとして利いてくるので、「成長の限界」という現象が現れるわけです。なお、紹介したモデルでは、企業の特定化を避けるために設定や業種などを変えています。業務構造やサービスの種類などは似ていますが、実はもともとの企業はネット会社というわけではありません。





- 3-4) もともと達成不可能な目標を設定しているのではないかという疑問を持つ読者のために、このモデルではそのような設定をしていなく、霍乱ゆえに達成できなくなったとしています。
- 3-5) Hardin, Garrett, "The Tragedy of the Commons," *Science*, 162(1968):1243-1248. December 13th, 1968
- 3-6) Kemeny, Jennifer, "Accidental Adversaries: When Friends Become Foes", *The System Thinker*, February 1994
- 3-7) Forrester, J.W., "Collected Papers", 1975, Wright-Allen Press, pp. 275-76
- 3-8) ただし、これは例であり、なかなか予約できないレストランは、それゆえに高級と見なされ、幸運にも予約できれば客は感激し、ロイヤリティを保ち続けられるので、意外に客を失わないという友人からの指摘がありました。また、一流レストランの雰囲気など一定の条件を満たせば、要は立地条件で、テーブル数や頼んだ料理が食べられるかどうかではないという指摘もありました。筆者はあまり一流レストランで食事をしたことがなく、この業界のこともよく知りませんので、指摘が当たっているのかどうかわかりません。

なお、システム原型に関しては、筆者の記憶している限りでは、センゲの著書、*The Fifth Discipline* (Doubleday, 1990) にシステム原型のことが記載されていたのが最初です。ただし、それ以前に、Richmond が Stella を使ったシステム・ダイナミクスのトレーニングで触れていて、Stella で作成した定量モデルで振舞いを説明しています。センゲの本には特にフィードバック・ループには具体的に触れていなく、その後、むしろ Wolstenholme によってフィードバック・ループ構造が研究され、それに触発され、Daniel Kim など、いろいろな人が研究するようになりました。この議論は、主に、Pegasus Communications から出版されている *The System Thinker* 誌上で行われ、その成果が、センゲが編著した *The Fifth Discipline Fieldbook* にまとめられ、定着したという感じです。その後は、この *The Fifth Discipline Fieldbook* に記載されたフィードバック・モデルやシステムのふるまいを前提に、むしろ応用に研究の方向が向かっています。

日本でも、東洋大学の池田誠教授が、SimTaKN を使って 8 つのシステム原型の定量モデルを開発し、HP で公開しています。また、同志社ビジネス・スクールの山口薫教授が福島史郎氏と共著で、ことわざに関連付けて定量モデルを開発しています。以下の文献が、システム原型のことを知る上で参考になるとと思います。

- Braun, William, "The System Archetypes", *Material of Modeling Workshop by William Braun*, 2002 (これは彼のトレーニング教材の一部をまとめたもので、非常によく記載されています。)
- Kim, D. "System Archetypes", 1992, Pegasus Communications
- 池田誠 HP (<http://www2.toyo.ac.jp/~mikeda/>) 2009年5月時点
- Wolstenholme, E.F, and D.A. Corben, "Toward a Core Set of Archetype Structures in System Dynamics", *Proceeding of International System Dynamics Conference*, 1993 pp. 583-592 (ウォル

ステンホルムの最初のシステム原型についてまとめた論文です。)

- Wolstenholme, E.F, “Towards the definition and use of a core set of archetypal structures in system dynamics”, System Dynamics Review Vol. 19, No.1, (Spring 2003) pp. 7-26
- Wolstenholme, E.F, “Using genetic system archetypes to support thinking and modeling”, System Dynamics Review Vol. 20, No.4, (Winter 2004) pp. 341-356 (これは、ウォルステンホルムが、システム原型の研究により、2004年にフォレスター賞を受賞したので、そのフォレスター賞受賞を受けて、彼のこれまでの研究をまとめた受賞記念論文です。)
- 山口薫、福島史郎、「因果ループからSDモデルを構築する方法についてーシステム思考8基本型とことわざの考察ー」DBS-08-02、DBS ディスカッションペーパー・シリーズ

第4章：モデル構造

4-1) これは筆者の次の論文に基づいたものです。なお、第3章の注釈で触れたウォルステンホルムの一連の研究も、同じように、何かシステムやモデルに基本的な構造のようなものがあるのではないかという発想から始まっていて、彼の場合、

- 増加志向の構造で、増加ループ主体だが、均衡ループが足を引っ張っている構造
- 均衡志向の構造で、均衡ループ主体だが、増加ループが悪さをしている構造
- 均衡志向の構造で、均衡が強化される構造
- 増加志向の構造で、増加が強化される構造

のようなパターンがあるのではないかと、振る舞いの研究からスタートしています(前出文献 Wolstenholme, 1993)。

筆者の場合は、いろいろミクロとマクロのデータを同時に扱うモデルで苦労していて、それを表現するモデルの類似化ができないかと考えてみたのがこの論文です。

- 末武透、「ミクロ・マクロ・リンケージモデルの類型化」、システムダイナミクス No.3 2003.4、日本システム・ダイナミクス学界 pp.63-72

また、未来学などで使われる、CLA: Causal Layered Analysis でも、ミクロのレベルと言える、事象レベルでイベントの発生には、マクロレベルと言える、時代感や価値観が影響しているとする考え方を採択しています。CLA に関しては、[8] 例えば、小野良太、「未来を変えるちょっとしたヒント」講談社現代新書、2010、p124-142 や

Ariell, Amelia, “Forest Future: A Causal Layered Analysis”, Journal of Futures Studies V14 N4, 2010, p49-64、

Morrow, Rowena, “What is the Debate around Paid Maternity Leave Really about Using CLA to Delve under the Surface...”, Journal of Futures Studies V11 N4, 2007, p59-76

を参照して下さい。

- 4-2) 末武透、「サブ・テーマの評価ー主題から外れた議論をSDを使って抑える方法ー」、システムダイナミクス No.8 2009.4、日本システム・ダイナミクス学界

この論文に Jim Hines の手法のことや参考文献のことについても記載されている。

- 4-3) Sterman, D. John, “All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist”, System Dynamics Review Vol. 18, No. 4, (Winter 2002), pp. 501-531.

第5章：方法論

5-1) 目的によっていろんな方法論があり、重点を置いている場所が違うので、全ての方法論がこのようになっているという意味ではありません。方法論は、概ね、分析→計画策定→導入→モニタリングと評価という流れに沿って構成されているという意味で理解して下さい。また、分析ツールには、データを解析するツールもありますが、問題に対する考え方(シックス・シグマ、品質主義、顧客志向、CSR など)、理論(組織論、グループ・ダイナミック理論、マーケティング理論など)、見方(逆ピラミッド)などを解説したのも含まれます。

5-2) 実は、問題が何かということはそう簡単ではなく、問題としているものが関係者によっては、痛みが違うので、取り立てて問題とするような種類のものとは認識されていなか

ったり、違う風に問題を見ていることが多くあります。典型的なのは、問題を門切型で見
る見方で、例えば、「やる気がないからだ」とか、「たるんでいるからだ」ということで片
付ける人などがいますが、その人の問題に対する見方がこれに当たります。開発関係でも、
「予算がない」、「やれる人材がない」でよく片付けられることが多いのですが、そして、
それも事実ではあるのですが、それだけではなく、問題は複合的な原因の結果なので、多
面的に見る見方を必要とします。

5-3) ここでの例は、以下の筆者の論文から引用しています。また、この章の事例も含め、
ST/SD 以外の方法論については、PCM: Project Cycle Management に依拠しています。PCM
や評価についても、以下の筆者の論文の中の参考文献を参照して下さい。

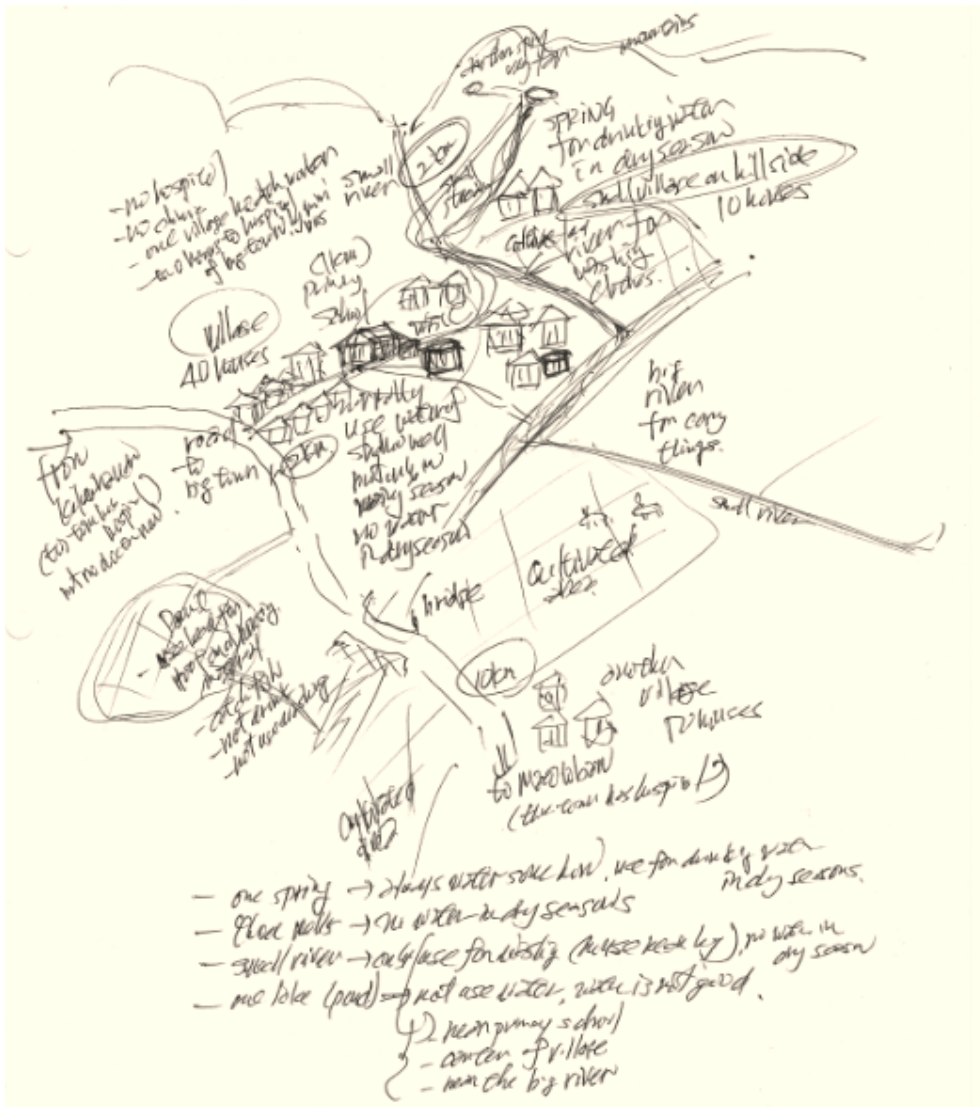
- ・末武透、「SD を使った海外支援プロジェクトの評価」、システムダイナミックス No.7
2008.4、日本システム・ダイナミクス学界

5-4) リッチ・ピクチャーは最近 IT 関連でも活用されているそうです。筆者も、コミュニテ
ィ関係の開発プロジェクトなどで、コミュニケーションがうまく取れない場合に活用して
います。開発関係では、裨益者は必ずしも英語が話せるわけではなく、筆者も現地の言葉
を話せるわけではありません。英語ができる現地コンサルタントを通訳に使うことでコミュニ
ケーションを図るのですが、それでも必ずしもうまく意図したことが相互に伝わるわけ
ではありません。そこで、絵を描いてもらい、相手が見ている世界のことを理解します。下
は、簡易水道開発のためのプロジェクトで使用したもので、書き込みは筆者のものです。

このような絵を使い：

- ・村には約 40 件の家があること
 - ・村には井戸が 3 つあり、40 件の家庭は、普段はこの井戸の水を生活用水に使っているが、
乾季には水が無くなること。
 - ・乾季には、村から約 2km はなれた山の中腹にある泉を飲料水用に使っていること。この
泉の水は乾季でも水枯れしたことがないこと。この泉に行く途中に人家が約 10 件あり、
この 10 件はこの泉の水を生活用水に使っていること。
 - ・もっと先にも泉があるが、とても遠いこと
 - ・泉の水は途中で小川と合流し、大きな川に流れ込んでいること。小川の水は洗濯用に近
くの家庭が使っていること。ただし飲料用には使っていないこと。
 - ・池もあるが、水質が悪く、生活用水には使っていないこと。
 - ・住居区と農耕地とは川を隔てて分かれていること（従って農業による汚染は少ない）
 - ・村には病院も診療所もなく、保健員が 1 人いること。
 - ・病院がある町までは 2 時間もかかること。
- といった情報をこのような絵を使って聞き出すわけです。

他にも、PRA などの農村開発向けの開発方法論があり、紙やクレヨンといった資材が無
い場合などには、地面に村の地図を描き、家を小石で、家に住む人の数を、男は大豆で、
女はいんげん豆で代用して小石の傍に置いていき、村の人口調査、戸数調査といったこと
をやることもあります。こういった、途上国開発のために開発された調査や分析のための
ツールを活用し、データを集め、問題や課題を抽出していきます。ただ、これらの方法や
ツールでは、さまざまな問題を総合的に、繋がりの中で分析するとか概観するといったこ
とができません。そこで、最後は SD の定性分析、定量分析が必要となってきます。この
PRA などの開発方法論はいろいろダイナミックな面があり、SSM や ST が逆に PRA のツ
ールの一部として紹介され、どっちがツールなのかと面食らうことがあります。まあ、役立
てばいいという感じで、おおらかに接していますし、開発関係者たちも、ST/SD におおら
かに付き合っていていただいています。



5-5) SSM を使った問題定義は以下のように7つのステップで進めます。

• ステージ1：問題の認識

これは、問題がどう認識されているかを理解するものです。立場によって問題の見え方が違うので、相手の立場でどう問題が見えているかを理解します。この際に、SSM ではリッチ・ピクチャーなどのツールを使い、相手から問題も含めた世界がどのように見えているかを理解します。PCM では、関係者分析を行い、立場や意見の違いを理解することからまず始めます。SD/ST でも、メンタル・モデルとして、相手の世界観、物の考え方などを重視します。SD/ST で、メンタル・モデルのことを何故かとんでもない誤解をして、「思い込み」と解説している人がいますが、困ったものです。思い込みではなく、立場や人生経験などで、物の見方、従って、問題の見方などが同じとは限らないので、SD/ST では、メンタル・モデルと称して、相手の世界観に立って問題や物の構造、解釈の仕方を理解しようとしているわけです。

• ステージ2：問題の表現

関係者が問題状況をどうとらえているかを言葉で表現します。言葉で表現した問題を関

連システム (Relevant System : RS) と呼んでいます。複数、思いつくままに挙げていきます。

• ステージ 3 : 関連システムの定義 (RD: Root Definition)

RS の中で重要と考えるものを数個選びます。この数個の RS で定義されたものを問題の定義、RD とします。定義の仕方ですが、XYZ 分析と呼ばれる、目的(Z)のために、手段(Y)によって、成果 (X)を得るものと言う定義方法で記述します。

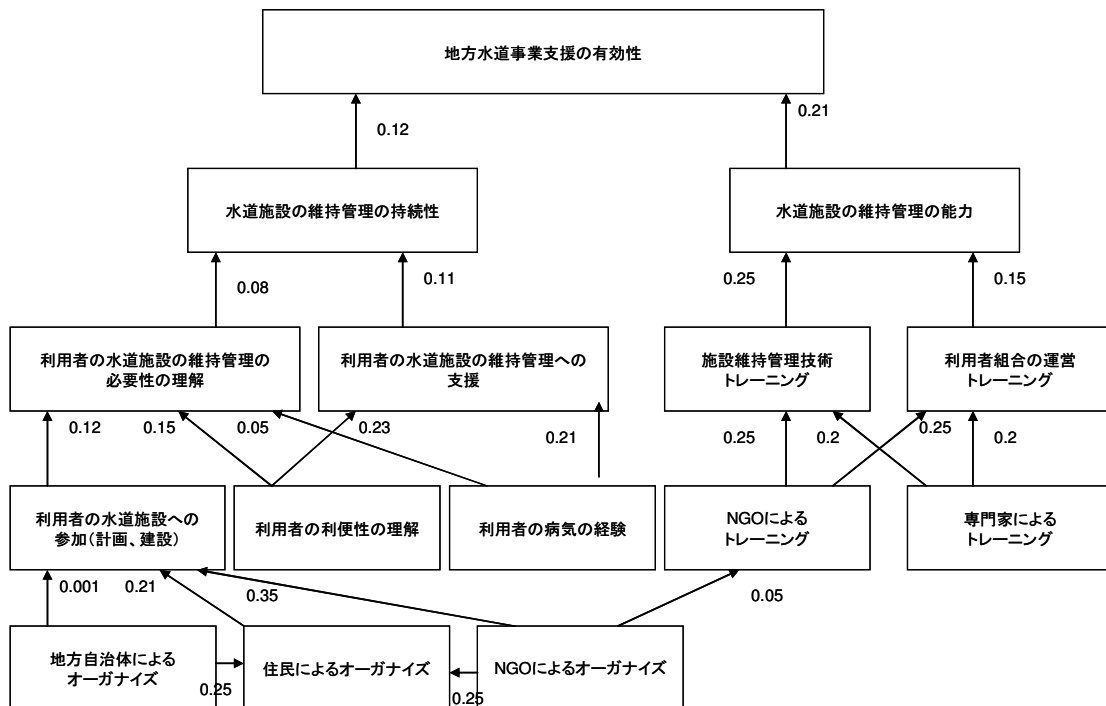
次に、1 個ずつの定義された RD に対して、CATWOE 分析を行います。CATWOE 分析とは、顧客の C (customer)、アクターの A (actor)、変換プロセスの T (transformation process)、世界観の W (weltanschauung、注)、所有者の O (owner)、環境制約 E (environmental constrains) を明確化するものです。ただ、変換プロセスという訳語は少し変で、インプットとアウトプットについて記載するだけです。

• ステージ 4 : 概念活動モデル (Conceptual Model : CM) の構築

次に、どのようにすれば、先の RD が実現できるかを考えます。

- ステージ 5 : モデルと現実の比較
- ステージ 6 : 実行可能で望ましい改革案の定義
- ステージ 7 : 問題状況を改善するための行動

5-6) インパクトの評価ですが、先のロジカル・ツリーのような形で、効果発現のための論理的なモデルを作成し、このモデルを基に、効果発現項目の関連性をアンケート調査やヒアリング調査で裨益者や関係者に尋ね、その結果を統計処理し、相関性を求め、評価しています。



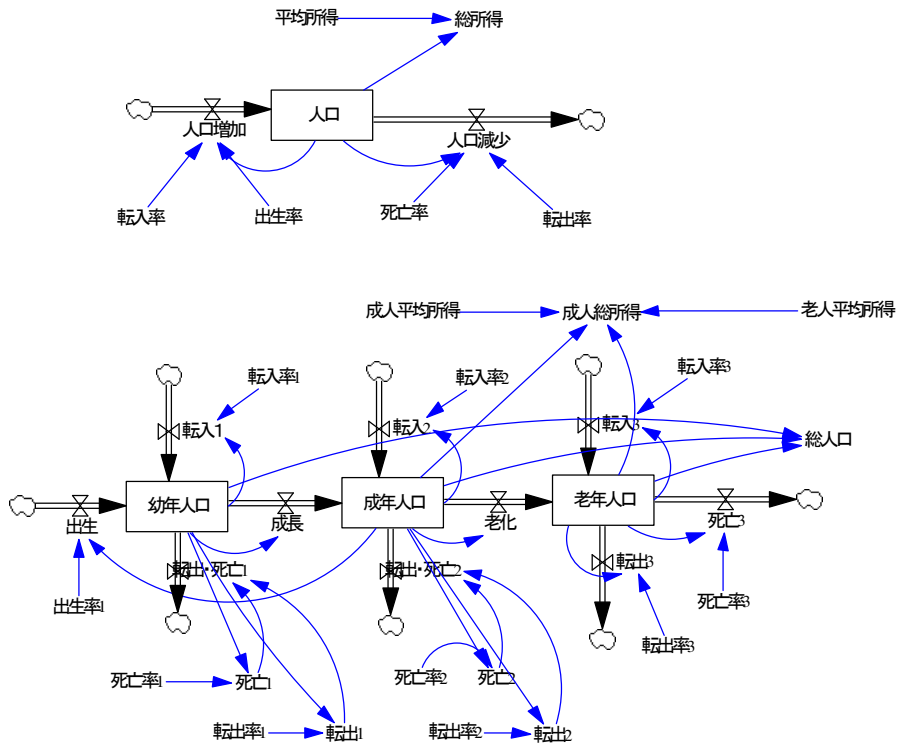
第 6 章 :

6-1) 正確には、もっと女性の水汲み労働軽減を重視すべきという異論もありましたが、当該プロジェクトの主目的は、農業振興であり、水道プロジェクトは、農業振興をする上で、

補助的に実施するものであること、水道プロジェクトで計画されている簡易水道、従って、共有水道栓まで女性や子供が水を汲みにくことではあまり大きな水汲み労働の軽減にはならないが、これを水汲み労働の軽減のために個別給水方式にすると、予算が増え、全体の予算は変えられないことから、主目的である農業振興の予算を削るしかなく、それを行うと、農業振興に影響が出ることを説明して、納得してもらいました。7章にも解説していますので、そちらを参照して下さい。

第7章：

7-1) 本書はSDの入門偏なので、読者には少し分かりにくいかも知れません。例で説明しましょう。今、コミュニティの総所得を計算したいとします。特に精度を要求されない場合は、下図の上のようなモデルで十分です。まず、(出生率+転入率)に人口を掛けたもので人口増を計算し、次に(死亡率+転出率)に人口を掛けたもので人口減を計算し、人口を求めます。これに平均所得を掛ければ、コミュニティの総所得が計算できます。しかし、この方法は簡便的ではあっても、厳密なものではありません。まず、18歳未満の人口、いわゆる未成年は生殖には関与しません。また、所得にも関与しません。一方55歳以上の老人も生殖には関与しません。さらには、成人の平均所得と老人の平均所得は大きく違ってきます。そこで、厳密にモデルを構築すると下のようなモデルになります。でも、モデルが下のようなものでない、上のように簡便に表現されているからと言って、一概にモデルが不完全と言うのはおかしいわけです。人口計算であまり精度を要求されない場合は、上のモデルでも十分です。確かに不完全かも知れませんが、わざわざ下のようなモデルにする必要がないのです。定量モデルは、目的としている項目が、目的としている精度で計算できる程度の厳密さで構築されていればいいのです。無意味に細かくする必要もなく、要求以上に厳密にする必要もないのです。これが筆者の主張です。



7-2) 中間評価報告書に筆者が記載した結論は、内容は変わっていませんが、表現はここで記載したものとは違えています。さらに、いろいろコメント等があり、かなりマイルドな表現になっています。