＜第二章＞　ロトカ・ボルテラ競争モデルの基礎理論

ここまでは一種類の生物がある環境において自然増殖することを前提としてつくられたロジスティック・モデルをみてきたが、生物は一種類だけで生きているわけではない。同じ餌を食べる異種の生物もいるので、お互いが競争または影響を与えながら生きているはずである。事業においてはどうだろか。一社であれば順調に成長するはずである売上も、競争相手の存在によりなかなか伸びないということもあるし、逆に下がってしまうこともある。複数のプレイヤーが同じゲームをすれば結果として勝敗がつく。勝敗は市場シェアの差、利益の差、ゲーム離脱などの形で表れる。

生物学でも二種がお互いに影響を及ぼし合うことを「競争」(competition)と呼んでいる。そして、その動態をたいへんうまく表すモデルが開発されている。もっともシンプルなものがロトカ・ボルテラ競争系である。二種の個体数を x と y で表すと、そのモデルは、

$$\left.\begin{aligned} dx/dt&=r_1x(1-(x+by)/K_1)\\ dy/dt&=r_2y(1-(ax+y)/K_2)\end{aligned}\right\}\qquad(2.1)$$

である。x と y の二種間の競争をみるため方程式はふたつある。式の中身は基本的にはロジスティクス方程式（1.3）と同じだが x/K、の分子に違いがある。 a は x が y の増殖に与える影響の度合い、b は y が x の増殖に与える影響の度合いを表す係数である。a と b が正の値であれば、一種のときより分母の K に対して分子が大きくなる。分子が大きくなれば（$1-(x+by)/K_1$）と（$1-(ax+y)/K_2$）の値自体は小さくなるため増殖の変化率 dx/dt、dy/dt は小さくなる。つまり x と y は競争相手の存在によってその成長が制限されるのである。a=0、b=0 なら元の一種の方程式（1.3）に戻る。

一種の場合と異なり、係数(パラメーター)が r_1、r_2、a、b、K_1、K_2、と六つあり、これらの組み合わせによって変化率は微妙に変化するため、x と y の個体数の成長にさまざまなパターンがあることが予想される。ロジスティック方程式（1.3)は解析的に解けて、(1.4）のように個体数 x を時間 t の関数で表すことができたが、(2.1a)、(2.1b）は残念ながらそのような形にすることができない（解析解がない）。ただ、我々の目的は時間とともに x と y の数がどう増えるのか（あるいは減るのか）を知ることにある。解析的に解けなくても数値計算する方法があるのでとにかく係数を設定して実際に計算をしてみよう。

係数の値はとりあえず任意に設定して（表 1)、初期値は適当に七つ組み合わせる（表 2)。時間（⊿t）を少しずつ進めて数値計算をして得られた x と y の値を相平面にプロットする。曲線①は x の初期値（t=0）が 10、y の初期値（t=0）が 98 のケースである。このとき、t=1,2,3,4,5・・・・・・と時間を進めたときに x と y の組み合わせがどう変化していくかを表している。進む方向は→で示した。任意に設定した条件で七つの組み合わせをすべて計算して図示した結果が図 15-1 である。

横軸が x の個体数、縦軸が y の個体数である。おもしろいことにどの初期値の組み合わせから出発してもやがてはある一点に集まっていく。x と y が同じ餌を食いながら競争しながら生きているはずが、時間の経過とともに最終的にはある一定の個体数の組み合わせに収束している。つまりこの場合、二種がそれ以降はずっと仲良く共存していくわけである。生物学では系がある状態に置かれた際に、その後ずっとそこにとどまるならば、その状態は平衡状態もしくは平衡点（equilibrium）と呼ばれる。

© 2018 skimura Inc

係数の任意設定　表 1

x	r_1	0.5	K_1	80	a	0.5
y	r_2	0.5	K_2	80	b	0.5

初期値の任意設定　表 2

曲線	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
x	10	40	98	95	95	15	2
y	98	98	98	40	4	5	5

⊿t=0.2

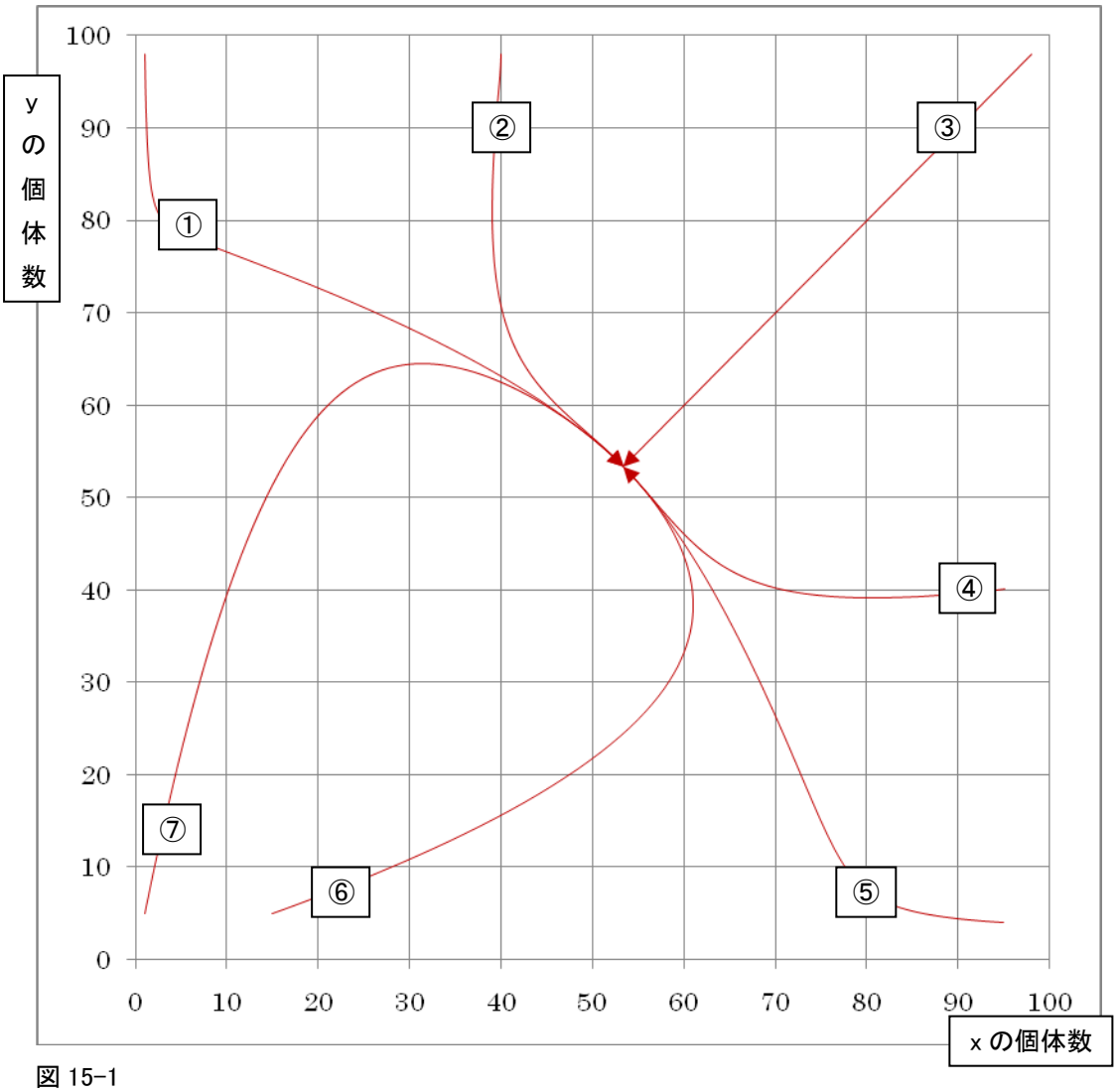

図 15-1

図 15-2 は曲線⑦を横軸を時間として、x と y の個体数を経時変化を表したグラフである。x と y の増減にはそれぞれ変化があるが、その合計　x+y　の値はあたかも一種の生物のようにロジスティック成長していることが分かる。また、x と y の環境容量 K のはそれぞれ 80 であるが、お互いに競争をして足を引っ張り合っているため二種の環境容量の和が一種単独で増殖したときの和　160（=80+80）に

© 2018 skimura Inc

満たないことも興味深い。

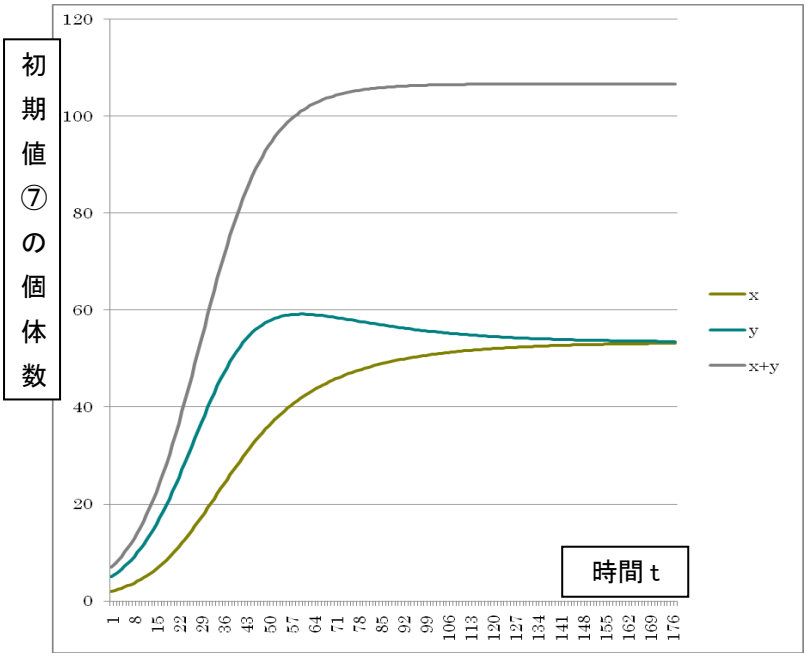

図 15−2

さて、ここでこのモデルを競争している x 社と y 社の売上にみたててみよう。r は各社の成長係数、K を各社の環境容量、競争係数の a,b を相手の成長に影響をあたえる競争係数と捉えてみる。

＜成長係数が異なる場合＞

まず成長係数 r から変えてみよう。y の成長係数 r_2 を 0.3 に下げると図 15−1 は図 16−1 のように変形するが共存点は変わらない。共存点とは x と y の成長（増減）が同時に止まる点、つまり成長の変化 (2.1) がゼロとなる点である。(2.1) がゼロになるのは成長係数である r_1 と r_2 がゼロになるときと、$(1-(x+by)/K_1)$ と $(1-(ax+y)/K_2)$ がゼロになる点のどちらかである。後者は、

$$\left.\begin{aligned} 1-(x+by)/K_1 &= 0 \\ 1-(ax+y)/K_2 &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (2.2)$$

と書けて、y について書き換えると、

$$\left.\begin{aligned} y &= (K_1-x)/b \\ y &= K_2-ax \end{aligned}\right\} \quad (2.3)$$

となり、y は x の一次関数（直線）であることが分かる。(2.3) を変形すると、

$$\left.\begin{aligned} x &= K_1 - by \\ y &= -ax + K_2 \end{aligned}\right\} \quad (2.4)$$

© 2018 skimura Inc

であるから、二本の直線はそれぞれ、y=0 のとき $x = K_1$、 x=0 のとき $y = K_2$ を通る（図 16-1 の青と緑の直線）。

このふたつの直線上の座標は (2.2) より、x と y のいずかの成長が止まる点であり、その交点は双方の成長が止まる点、つまり共存点である。交点座標 (x,y)は二式の連立方程式を解いて、

$$\left.\begin{aligned} x &= (K_1 - bK_2)/(1-ab) \\ y &= (K_2 - aK_1)/(1-ab) \end{aligned}\right\} \quad (2.5)$$

と表される。ここで注目すべきは交点座標に成長係数である r が含まれていないことである。経営に置き換えれば、共存点（＝市場の安定シェア）は成長性によらず環境容量（経営資源）と競争係数（戦略性）のみによって決定されるということを示している。成長性は市場が安定的に共有される状態に至るまでの道のり（市場シェアの変動推移）のみに影響を与える。

	成長係数		環境容量		競争係数	
x	r_1	0.5	K_1	80	a	0.5
y	r_2	0.3	K_2	80	b	0.5

y

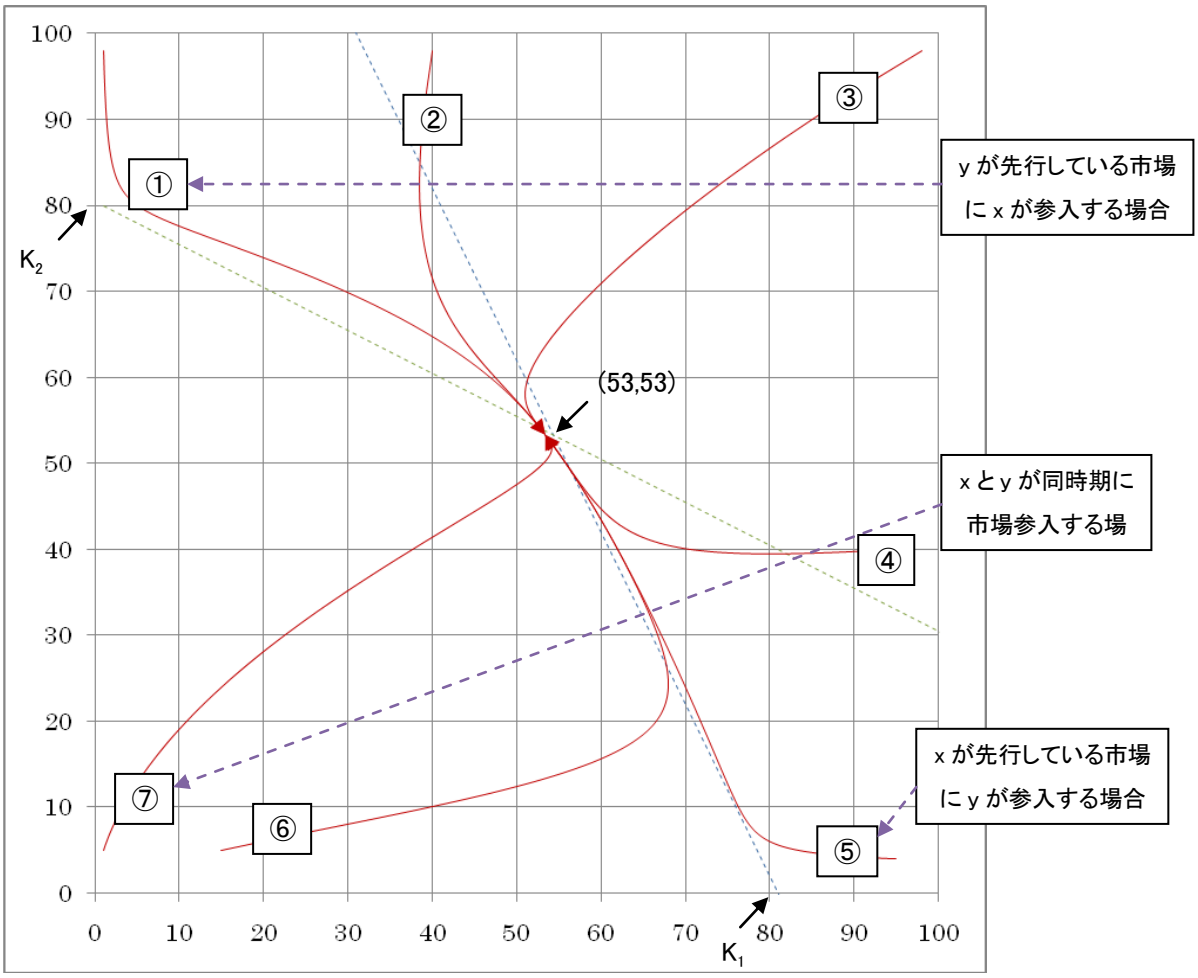

図 16-1

x

© 2018 skimura Inc

r_1=0.5, r_2=0.3　K_1=80, K_2=80　　a=0.5, b=0.5

各社の売上（の相対比率）は競争相手の存在によって一社単独であれば到達するであろう 80 より低い 53 にとどまるが、市場全体では 106 であり、一社のときよりも三割以上大きくなっている。一方が他方を完全に排除してしまうと市場への供給能力は結局勝ち残った一社に限定されてしまうので、市場規模は二社が共存しているときの方が大きい。図 16-2 は縦軸を x 社と y 社の供給総数とみなし、時間の経過にともない市場に供給される総数をグラフ化したもの。いずれのケースも共存点である 106（=53+53）に集束していくのが分かる。

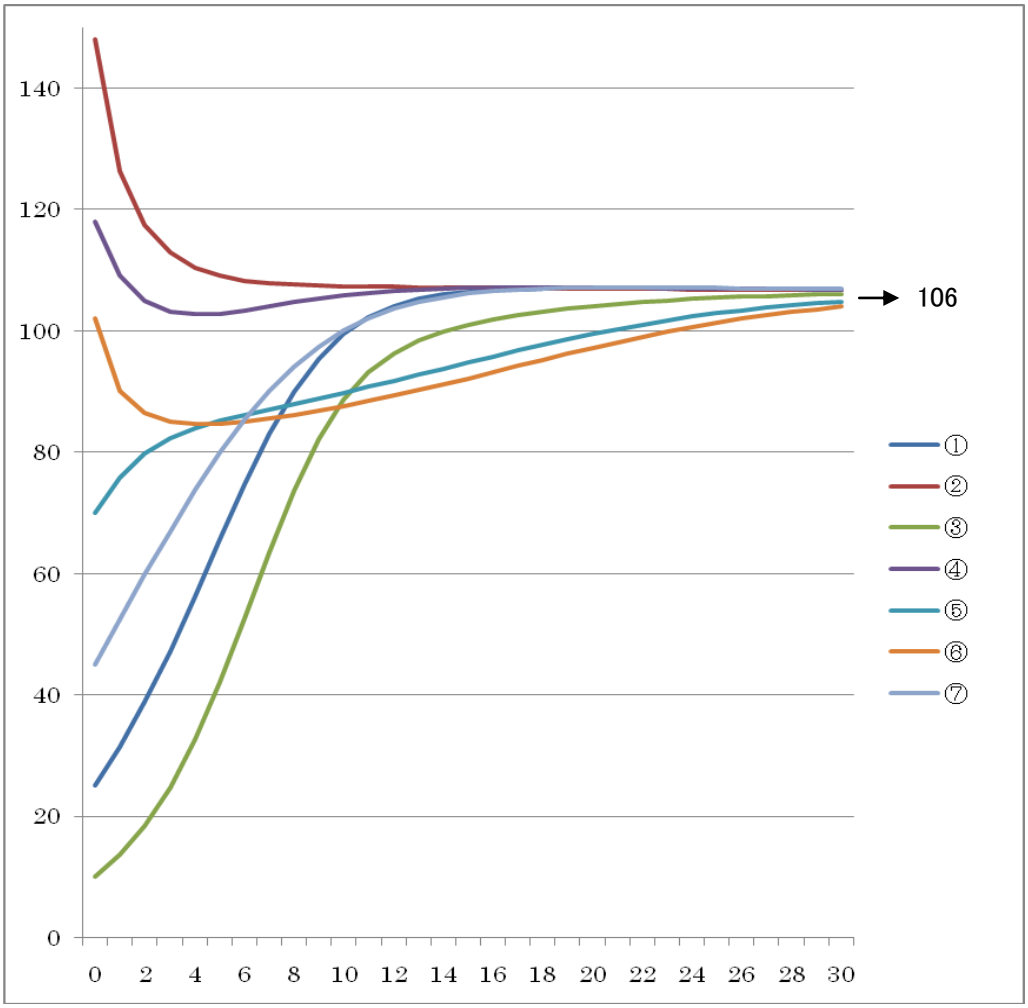

図 16-2

＜環境容量が異なる場合＞

次に環境容量を変化させてみよう。x の環境容量を半減させると、結果は図 17-1 のとおりで容量に勝る y が生き残る。但し、容量の差を小さくすると、二社は共存する。たとえば K_1=60　K_2=80 とすれば交点が（27,67）となり容量に勝る y のシェアが高い状態で共存する。（図 17-2）

成長係数	環境容量	競争係数

© 2018 skimura Inc

x	r_1	0.5	K_1	40	a	0.5
y	r_2	0.5	K_2	80	b	0.5

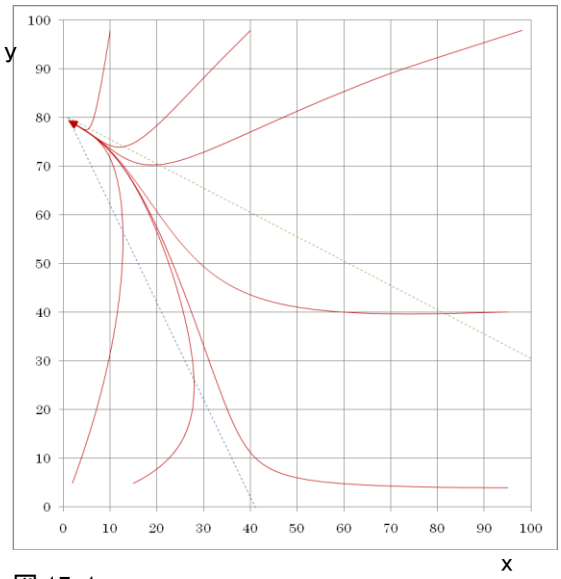

図 17-1

r_1=0.5, r_2=0.5　K_1=40, K_2=80　a=0.5, b=0.5

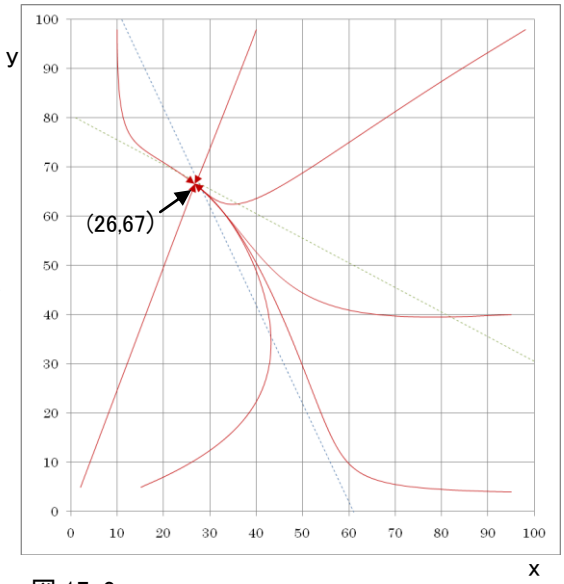

図 17-2

r_1=0.5, r_2=0.5　K_1=60, K_2=80　a=0.5, b=0.5

＜競争係数が異なる場合＞

0<ab＜1 の場合

では次に x の競争係数だけを 0.5 から 1.0 へ変化させてみよう。結果は図 18-1 のとおり x の影響力によって y が淘汰されてしまう。これはたとえば、x が値下げをしたにも関わらず y が対抗しなかった場合であるとか、x の製品が y の製品に対して明らかに品質が勝っているなど、顧客にとっての価値が大きく異なる場合であると考えられる。ビジネスにおける「淘汰」とは、必ずしも「倒産」を意味するわけではなく、「撤退」も含まれる。会社は存続していてもある製品やサービスが不採算となってそこから撤退するケースは多々ある。

	成長係数		環境容量		競走係数	
x	r_1	0.5	K_1	80	a	1.0
y	r_2	0.5	K_2	80	b	0.5
					axb	0.5

© 2018 skimura Inc

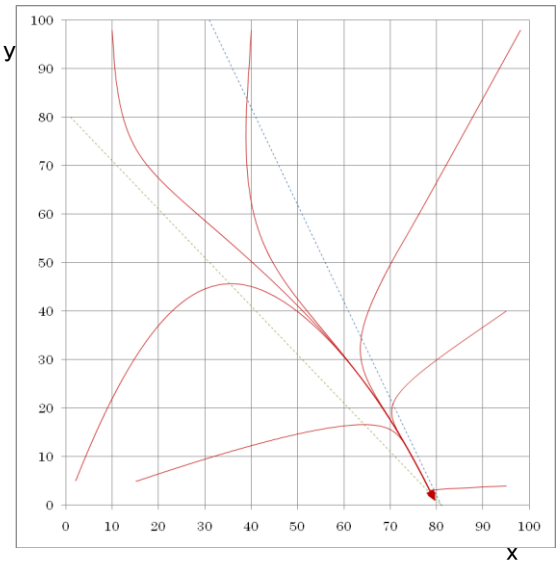

図 18-1

r_1=0.5, r_2=0.5　K_1=80, K_2=80　　a=1.0, b=0.5

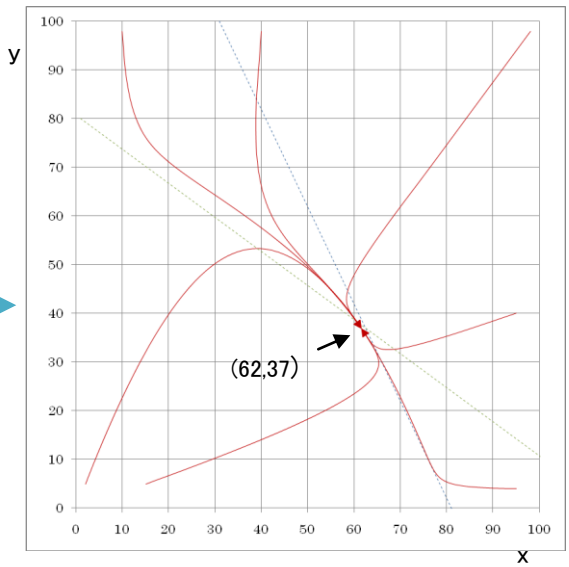

図 18-2

r_1=0.5, r_2=0.5　K_1=80, K_2=80　　a=0.7, b=0.5

顧客にとっての価値を大きく変化させない程度のマイルドな戦略を取った場合はどうであろうか。x の競争係数を 0.7 に落とすと y を淘汰するまでには至らない。この場合の交点は（62,37）で、戦略性に勝る x のシェアが高い状態で共存することになる（図 18-2）。これはたとえば同等の価格であるが、x のアフターサービスやデザインが y よりもいいという場合などが考えられる。

ab＞1 の場合

お互いがそれぞれ戦略性を発揮して強く刺激し合うとどうなるだろうか。おもしろいことに初期値によって x が勝ち残る場合と y が勝ち残る場合に分かれる。これまでは初期値にかかわらず到達する未来は同じであったが、競争係数 axb＞1.0 の場合は初期値によってその運命が変わる。（図 19）

	成長係数		環境容量		競走係数	
x	r_1	0.5	K_1	80	a	1.6
y	r_2	0.5	K_2	80	b	1.5
					axb	2.4

© 2018 skimura Inc

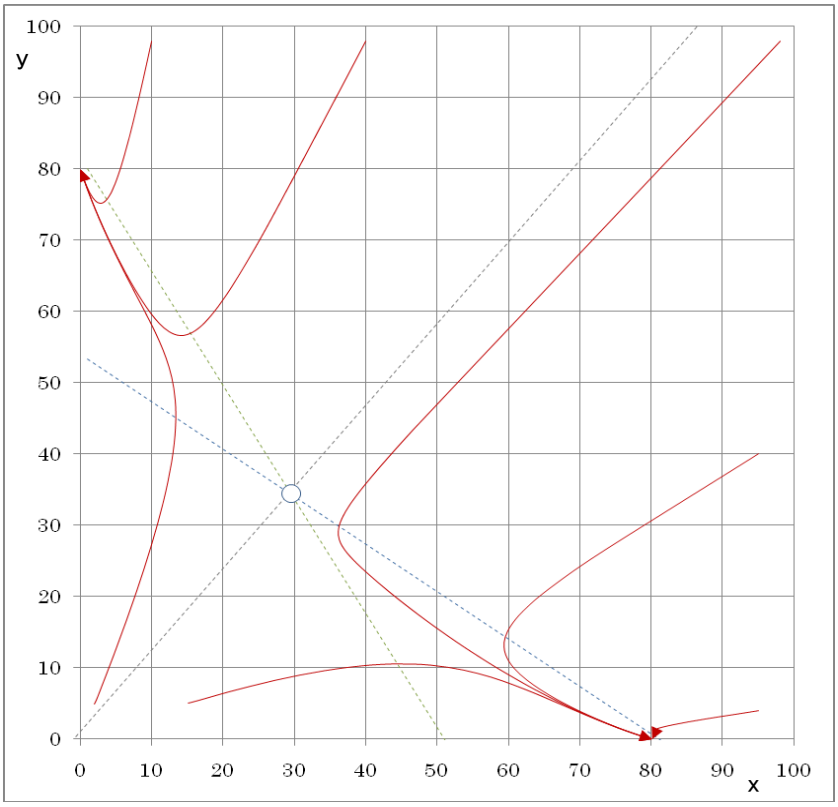

図 19

r_1=0.5, r_2=0.5　K_1=80, K_2=80　　a=1.6, b=1.5

お互いが相手に対して大きな影響を与える戦略性を発揮しはじめると両社が非常に不安定な状態に陥るという計算結果は現場感覚とよく一致している。また、初期値がその将来に大きく影響するという点についても、売上規模の小さい会社であればあるほど、競争相手に対して過激な戦略を取るとかえって自滅する可能性も高くなってしまうことを示唆していると捉えることもできる。これはビジネスパーソンであれば、みな感覚的、経験的に理解できることであろうが、数学的にも証明されるという点においてたいへん興味深い。

注 2)　a と b の積が 1.0 より大きいか小さいかで分類した理由は、交点座標が先にみたように、

$$\left.\begin{aligned} x &= (K_1-bK_2)/(1-ab) \\ y &= (K_2-aK_1)/(1-ab) \end{aligned}\right\} \qquad (2.5)$$

であることによる。共存点が存在するためには、交点が横軸 x と縦軸 y のプラス領域（第一象限）に表れる必要がある。（マイナスの個体は存在しないので）。(2.2) 式より (K_1-bK_2)、(K_2-aK_1) が正であれば、ab ＞ 1 とすると交点座標はマイナスとなり、第一象限に交点、つまり共存点は表れない。よって、第一象限に共存点が表れる条件は ab ＜ 1 である必要がある。

＜共存点が安定なパターン＞

$$(1-ab) > 0 \quad \rightarrow \quad ab < 1 \quad \cdots ①$$

$$(K_1-bK_2) > 0 \quad \rightarrow \quad K_1/K_2 > b \quad \cdots ②$$

© 2018 skimura Inc

$$(K_2-aK_1) > 0 \quad \rightarrow \quad K_2/K_1 > a \quad \cdots ③$$

競走係数 a,b は二社が類似の製品（サービス）によって共通の顧客を奪い合う場合に大きくなるが、反対に競走相手と異なる製品（サービス）を投入したり、重なりの少ない顧客をターゲットにしたりする場合は小さくなる。製品（サービス）や顧客の類似度合いを二社の隔たりと解して w とし、その隔たり w が大きくなると指数関数的に競走係数が減少すると仮定して、$a = b = f(w) = e^{-w^2}$ としてみよう。w を増やして、競走係数 f(w)を求め、求めたそれぞれの各競走係数の下で環境容量比 K_1/K_2 を変化させて、x と y の勝ち負けを調べてグラフ化すると図 20 のようになる。二社の隔たりが大きくなればなるほど共存する範囲（上記の不等式、②と③が同時に満たされる範囲）が広がっていくのが分かる。青と赤の線は生物学で類似限界（limiting similarity）と呼ばれている境界である。

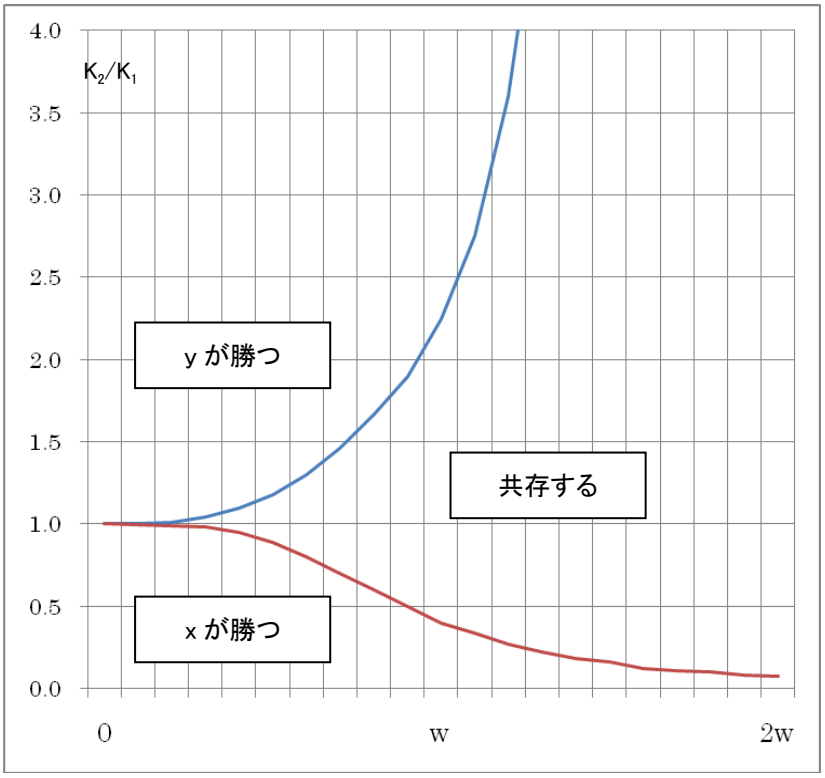

図 20 二社の隔たり w と環境容量比 K_2/K_1 の相関関係。隔たりが大きいほど共存する範囲が広がる。

式（2.5）において、(K_1-bK_2)、(K_2-aK_1) が負のときは、(1−ab) も負、つまり ab > 1 でなければ第一象限に共存点は表れない。これが図 19 のケースにあたる。共存点から少しでもずれるとどちらか一方が淘汰されてしまう不安定なパターンである。

＜共存点が不安定なパターン＞

$$(1-ab) < 0 \quad \rightarrow \quad ab > 1$$
$$(K_1-bK_2) < 0 \quad \rightarrow \quad K_1/K_2 < b$$
$$(K_2-aK_1) < 0 \quad \rightarrow \quad K_2/K_1 < a$$

ところで、なぜ ab < 1 なら安定で、ab > 1 なら不安定になるのだろうか。平衡点 (x_0,y_0) からのわずかなずれを $(x_0+n_1、y_0+n_2)$ として、微分方程式式（2.1）にそれぞれ代入して、dn_1/dt、dn_2/dt を導き、n_1、n_2 の次数によって

© 2018 skimura Inc

並び変えると

$$dn_1/dt = -(r_1/K_1)x_0n_1 - (r_1/K_1)\,b\,x_0n_2 + (\text{二次の項})$$
$$dn_2/dt = -(r_2/K_2)b\,y_0n_1 - (r_2/K_2)\,y_0n_2 + (\text{二次の項})$$

となる。ここで、ずれ n は小さいと仮定しているので、n の二次以降の項は無視して、一次の項の係数だけに注目すると、dn_1/dt、dn_2/dt は次の正方行列と縦ベクトルの積、$dn/dt = \boldsymbol{Mn}$ の形をしていることが分かる。

$$\boldsymbol{M} = \begin{pmatrix} -r_1x_0/K_1 & -r_1bx_0/K_1 \\ -r_2ay_0/K_2 & -r_2y_0/K_2 \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{n} = \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \end{pmatrix}$$

線形力学系の安定性はその係数行列 $\boldsymbol{M}$の固有ベクトル（平衡点からずれる方向）と固有値 λ（その速さ）とによって調べることができるが、固有値 λ の満たすべき方程式は、行列式 = 0 であることより、

$$\lambda^2 + (r_1x_0/K_1 + r_2y_0/K_2)\lambda + (r_1r_2x_0y_0/K_1K_2)(1-ab) = 0$$

第三項の（$r_1r_2x_0y_0/K_1K_2$）は正であることから、(1−ab) が正、つまり、ab < 1 の場合はこの二次方程式の二根はともに負、ab > 1 の場合には正根と負根であることが分かる。

平衡点（x_0,y_0）からのずれ $\boldsymbol{n}$ の方向をベクトル $\boldsymbol{u}_1$、$\boldsymbol{u}_2$、その速さを λ_1、λ_2とすると、状態点は二つのベクトルの合成によって得られる。係数を c_1、c_2 として、状態点の位置を時間 t の関数として表すと、

$$\boldsymbol{n}(t) = e^{\lambda_1 t}c_1\boldsymbol{u}_1 + e^{\lambda_2 t}c_2\boldsymbol{u}_2$$

となる。（$dn/dt = \boldsymbol{Mn}$ の解である）。λ_1、λ_2がともに負の場合は時間の経過とともにゼロに近づく。つまり、平衡点へ集束する。どちらか一方でも正の場合は対応する項が時間とともに大きくなり、軌道は平衡点から離れていく。これがすなわち、ab < 1 なら安定で、ab > 1 なら不安定になる理由である。

メモ） 非線形の微分方程式を平衡点の近くでテイラー（べき乗級数）展開し、一次の項のみ残して二次以降の項を消去することを線形化（linearization）という。また、平衡点周りの解析において、元の方程式と近似的に線形化した方程式が局所的に等価であることをハートマン＝グロブマンの定理という。

© 2018 skimura Inc

以上が、ロトカ・ボルテラ方程式から導き出される理論的な生存競争の行く末分類である。次章においてこの理論を実際の経営に当てはめて自社の未来を実際に予測してみよう。

＜第三章＞　ロトカ・ボルテラ競争モデルの経営への応用

第二章でみたとおりロトカ・ボルテラの競争モデルは競争係数（a と b）と環境容量（K）の値によって競争の結果に大きな影響を与える。第三章では実際にこれらの係数を具体例を用いて設定し、将来予測を行う。また、序論で触れた「差別化」の数式化についても触れる。

IBC業界（日本国内）に属する 9 社をマイケル・ポーターの理論に基づき四つの戦略グループに分類し、売上と利益率の関係を示したものが図 18 と表 3 である。同業界は販売方法と構造の二つの軸で A～D の四つのグループに分けることができる。それぞれのグループに属するサプライヤーを a,b,c…で表している。タンク式 IBC を売り切り商売しているサプライヤーが最も多く（グループ A）、ライナー（内袋）式 IBC のサプライヤー（グループ C,D）は少ない。中でもレンタル（グループ D）は損益分岐点までの年数が長いこと、全国レベルのオペレーション機能も必要とされることから参入障壁が高い。

ポーターの競争戦略理論によれば利益率は戦略グループ A → C → D の順で高くなり、参入障壁の最も高い D は差別化戦略を実践しているといえる。利益率（表 3）もこの理論を裏づけている。

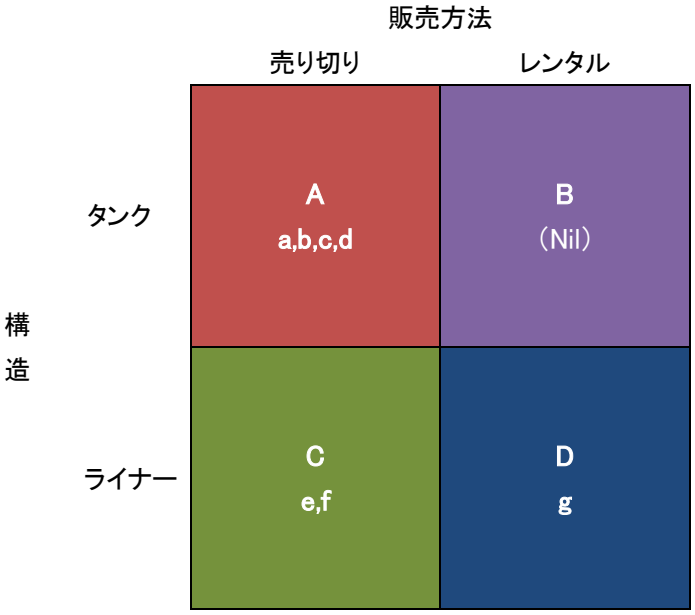

図 18

注）象限Bは事業リスクが高いためサプライヤーが存在しない。

© 2018 skimura Inc

＜IBCサプライヤーの売上と営業利益（2001 年）＞

単位：百万円

グループ		売上	シェア	営業利益	%
A	a	900	32%	36	4%
	b	900	32%	120	13%
	c	750	26%	120	16%
	d	300	11%	−125	−42%
		2,850	100%	151	5%
B	e	520	81%	120	23%
	f	120	19%	26	22%
		640	100%	146	23%
D	g	670	105%	178	27%
E	h	200	57%	79	40%
	i	150	43%	45	30%
		350	100%	124	35%

注1） 実際には 2001 年当時、象限 A のサプライヤーは18社、象限 C は6社あるが、売上と営業利益を聴取できたところのみ掲載している。

注2） Eはライナー（無菌仕様）のみのサプライヤー。C、Dいずれかのサプライヤーとコラボする必要がある。

注3） サプライヤーe と g の売上にはサプライヤー h と i の顧客に対する売上が含まれる。

生物の場合、競争係数が大きいと異種生物が共通の餌を奪い合い、同係数が小さくなると同じ餌を奪い合う頻度が減少し、棲み分けが進行する。ビジネスの場合は、競争係数が高い市場は参入障壁が低く、プレイヤーの数が多く、その結果価格競争が激しく利益を出しにくい。最終的にはコスト競争力のある企業が生き残る。同係数を低くするためには参入障壁がより高い市場を開拓する必要がある。すなわち、

競争係数:	高い	低い
	↓	↓
参入障壁:	低い	高い
	↓	↓
競争者の数	多い	少ない
	↓	↓
事業利益	低い	高い

が成り立つといえる。

© 2018 skimura Inc

＜競争係数の算出＞

競争モデルを実際のビジネスに活用するためには競争係数（パラメーター）を導き出す必要がある。競争の度合いを数字に置き換えることはできるであろうか。生物のある種が他の種と競争するというとき、争いは主に餌をめぐって生じる。個体の大きさが近く、餌が同じであればあるほど生存競争ははげしくなる。ビジネスも同じことがいえよう。自社と他社が類似の商品で同じ顧客を取り合う場合の競争がはげしくなることは容易に想像できる。図 19 は三社の売上規模（縦軸）とターゲットとしている市場（横軸）を正規分布で模したものである。ここで競争の激しさはそれぞれの正規分布の重なりの度合いによると考えてみよう。y の x に与える影響（競争係数）は「重なり o_1」が「x 山の面積」に占める割合であり、逆に x が y に与える影響は「重なり o_1」が「y 山の面積」に占める割合となる。同様に、y が z に与える影響は「重なり o_2」が z 山の面積に占める割合である。

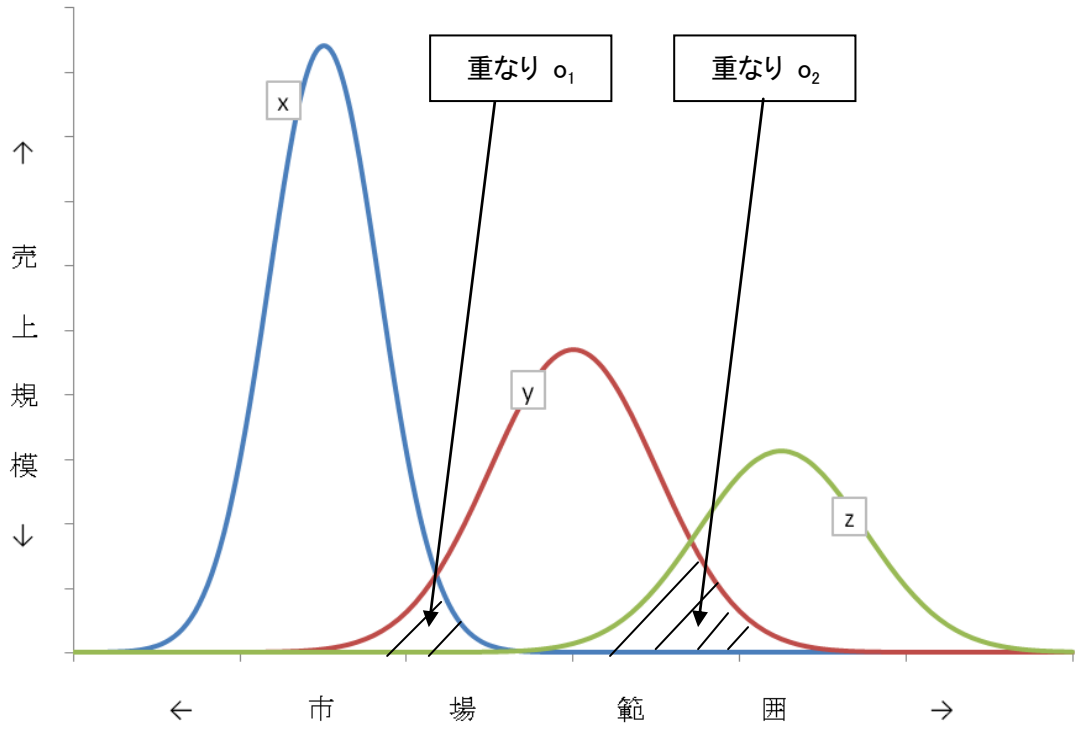

図 19

表 4 は液体輸送容器の各サプライヤーの充填物別売上である。1～6 が化学品、7～13 が食品、14～16 が香粧品である。それぞれのサプライヤーは自社が提供する容器の特性やサービスによってターゲットとする業界に違いがあるが、重なりもある。

© 2018 skimura Inc

表 4　　単位：百万円

業界		充填物	サプライヤー			サプライヤー		
			x	y	z	x	y	z
化学品	1	インク	3%	0%	0%	27	0	0
	2	塗料	15%	0%	0%	135	0	0
	3	接着剤	35%	2%	0%	315	10	0
	4	エマルジョン	25%	6%	0%	225	31	0
	5	潤滑油	5%	5%	0%	45	26	0
	6	その他	6%	3%	0%	54	16	0
食品	7	その他	2%	2%	2%	18	10	13
	8	たれ	3%	5%	3%	27	26	20
	9	液卵	0%	4%	5%	0	21	34
	10	ソース	2%	5%	10%	18	26	67
	11	果肉	2%	6%	12%	18	31	80
	12	油脂	2%	18%	19%	18	94	127
	13	乳製品	0%	38%	18%	0	198	121
香粧品	14	ヘアケア製品	0%	3%	16%	0	16	107
	15	スキンケア製品	0%	3%	11%	0	16	74
	16	その他	0%	0%	4%	0	0	27
			100%	100%	100%	900	520	670

＜各サプライヤーの重なりを図示したもの＞　縦軸が売上、横軸が充填物（表 4 に対応）

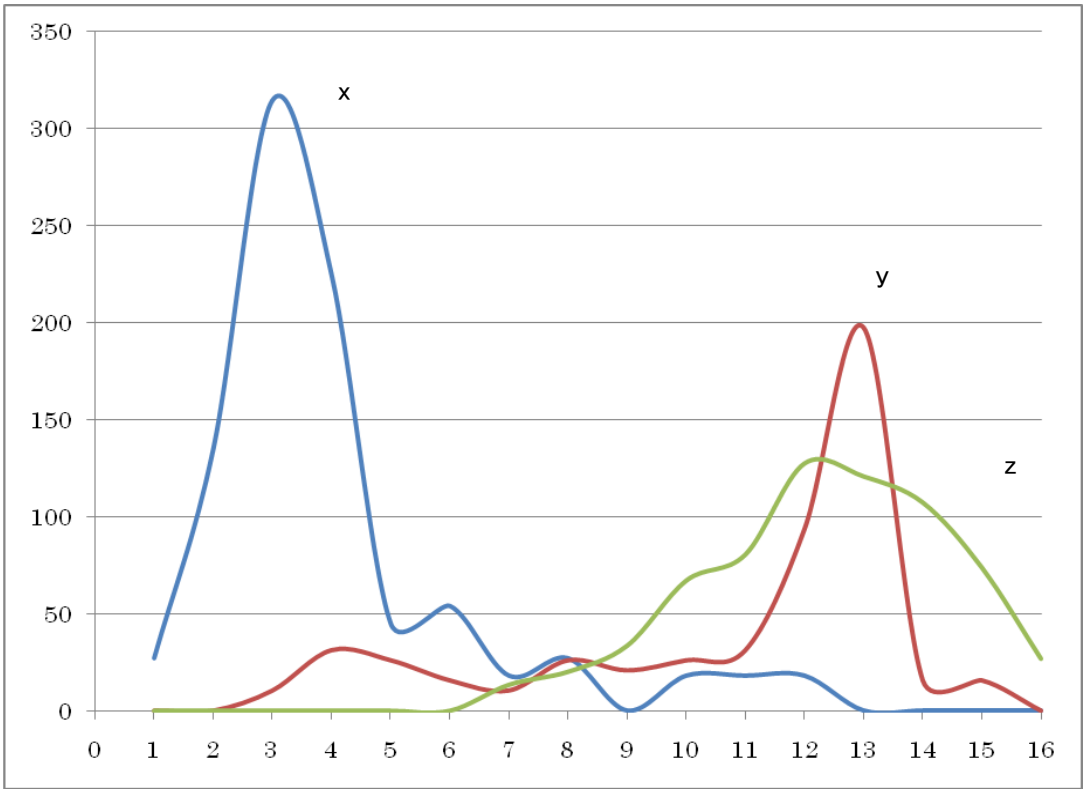

図 20

© 2018 skimura Inc

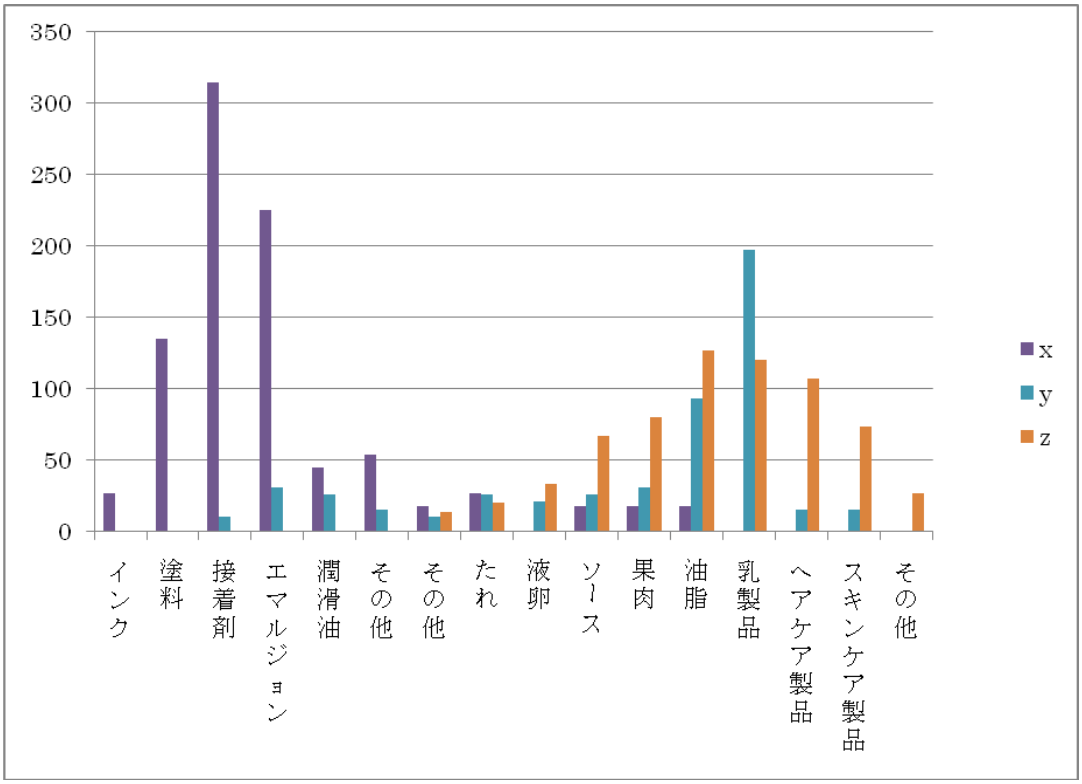

図 21

重なり部分がそれぞれのサプライヤーに与える影響とすれば、競争係数は以下のとおりとなる。

	（百万円）	
x と y の重なり	174	・・①
z と x の重なり	88	・・②
z と y の重なり	354	・・③
x の面積	900	・・④
y の面積	520	・・⑤
z の面積	670	・・⑥

影響を与える相手	競争係数	
y→x	0.19 = α	・・①/④
z→x	0.10 = β	・・②/④
x→y	0.33 = ε	・・①/⑤
z→y	0.68 = γ	・・③/⑤
x→z	0.13 = λ	・・②/⑥
y→z	0.53 = μ	・・③/⑥

表 5

成長係数 r については市場参入からの経過年数を基に x を 0.2、y を 0.4、z を 0.5 とする。第一章の＜成長係数 r＞参照。

環境容量 K は経営者目線に置き換える。生物の自然増殖と違い、環境容量（市場）が大きくても経営者の目線以上に企業は大きくならないためである。 x は業界のリーダーではあるが国内市場のみを対象にしていたことから K_2、y と z は海外市場も視野に入れていたことから K_3とした。第一章の＜環境収容力 K＞参照。

© 2018 skimura Inc

（百万円）

サプライヤー	成長係数		経営者目線		初期値
x	r_1	0.2	K_1	1,000	900
y	r_2	0.4	K_2	1,500	520
z	r_3	0.5	K_3	1,500	670

表 6

＜三社の未来予測＞

以上で必要なパラメーターが全て揃った。三社の成長の変化率は第二章の理論を三社に拡張して、以下の微分方程式（3.1）で表すことができる。

$$\left.\begin{aligned} dx/dt &= r_1 x\,(1-(x+\alpha y+\beta z)/K_1) \\ dy/dt &= r_2 y\,(1-(\varepsilon x+y+\gamma z)/K_2) \\ dz/dt &= r_3 z\,(1-(\lambda x+\mu y+z)/K_3) \end{aligned}\right\} \quad (3.1)$$

すべてのパラメーターを（3.1）へ代入し、数値計算を行った結果が図 22 である。サプライヤーz の売上は増加、x は横ばい、y は x と z との競争の結果減衰するであろうことが予測される。

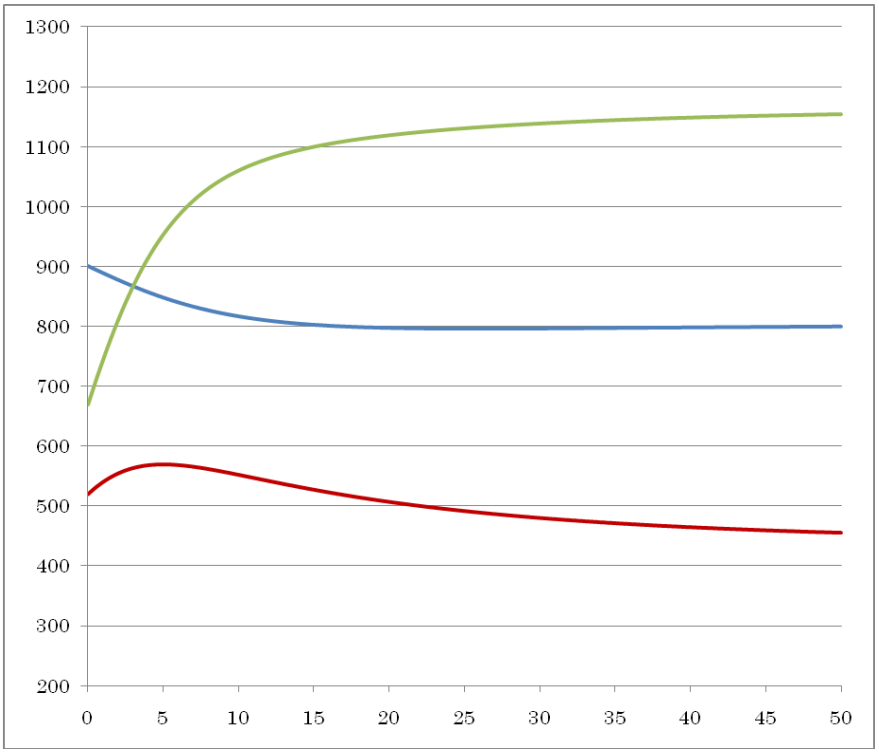

図 22

縦軸：売上（百万円）、横軸：時間（任意）

K が同じにも拘わらず、z が伸びて、y が減衰している理由は競走係数の違いによる。z が y に与える影響は 0.68、y が z に与える影響は 0.53 で大きな違いはない。違いは x から受ける影響によるもので

© 2018 skimura Inc

ある。y が x から受ける影響が 0.33 あり、これは z が x から受ける影響 0.13 のおよそ三倍である。果たして 10 年後の 2011 年現在、この三社の売上の相対ポジションは上記計算結果のとおりで推移している。

実際の場面において競争相手の売上構成を正確に入手することは困難であることが多い。しかしながら、各社がどの戦略グループに所属しているかというポジショニングがしっかりできれば、ある一定のルールに基づいて仮説を立てることができる。以下にその方法を示す。

＜業界全体の未来予測＞

各社に競争係数を割当たものが表 7 である。斜線の右上と左下では線対称になっている。なぜなら、一方が他方に影響を与えるということはその反対もあり得るとするのが自然だからである。同じ戦略グループ内の競争は激しく、同グループにおいても製品やサービスがより近い場合はさらに競争は激しくなる。他のグループに対しては競走度合いは低くなり、扱い製品やサービスによってはまったく影響しないものもある。

戦略グループ		競争係数
同戦略グループ（類似品）	→	0.20
同戦略グループ	→	0.10
他グループ（影響が無視できない場合）	→	0.02 ～ 0.05
他グループ（影響が無視できる場合）	→	0.00
他グループ（お互いが助け合う場合）	→	−0.05 ～ −0.10

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
a		0.10	0.20	0.10	0.05	0.02	0.10	0.00	0.00
b	0.10		0.20	0.20	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00
c	0.20	0.20		0.10	0.10	0.02	0.02	0.00	0.00
d	0.10	0.20	0.10		0.10	0.02	0.02	0.00	0.00
e	0.05	0.05	0.10	0.10		0.20	0.20	−0.05	−0.05
f	0.02	0.02	0.02	0.02	0.20		0.20	0.00	0.00
g	0.10	0.02	0.02	0.02	0.20	0.20		−0.10	−0.10
h	0.00	0.00	0.00	0.00	−0.05	0.00	−0.10		0.20
i	0.00	0.00	0.00	0.00	−0.05	0.00	−0.10	0.20	

表 7

成長係数と経営者目線は市場参入経過年数と 2001 年に行った調査の結果をもとに類推し、以下（表 8）のとおり設定する。経営者目線についてはサプライヤーd,e,g は海外市場を視野に入れているので K_3 とした。サプライヤーd は日本市場では新規参入であることから初期値が低い（利益も出ていない）が、海外実績を加味して K を大きく取った。その他は国内市場のみを対象としているので K_2 とした（表 8）。

© 2018 skimura Inc

サプライヤー	成長率		経営者目線（億円）	
a	r_1	0.20	K_1	15
b	r_2	0.60	K_2	20
c	r_3	0.20	K_3	12
d	r_4	0.70	K_4	30
e	r_5	0.50	K_5	15
f	r_6	0.40	K_6	3
g	r_7	0.60	K_7	15
h	r_8	0.50	K_8	5
i	r_9	0.50	K_9	4

表 8

以上で必要なパラメーターは全て揃った。微分方程式（3.1）を 9 社まで拡大し、(3.2) とする。複雑に見えるが競争係数がプレイヤー（x_1～x_9）の数だけ増えただけで基本は第二章の（2.1）と同じである。

$$
\left.
\begin{aligned}
dx_1/dt&=r_1x_1(1-(x_1+b_1x_2+c_1x_3+d_1x_4+e_1x_5+f_1x_6+g_1x_7+h_1x_8+i_1x_9)/K_1)\\
dx_2/dt&=r_2x_2(1-(a_2x_1+x_2+c_2x_3+d_2x_4+e_2x_5+f_2x_6+g_2x_7+h_2x_8+i_2x_9)/K_2)\\
dx_3/dt&=r_3x_3(1-(a_3x_1+b_3x_2+x_3+d_3x_4+e_3x_5+f_3x_6+g_3x_7+h_3x_8+i_3x_9)/K_3)\\
dx_4/dt&=r_4x_4(1-(a_4x_1+b_4x_2+c_4x_3+x_4+e_4x_5+f_4x_6+g_4x_7+h_4x_8+i_4x_9)/K_4)\\
dx_5/dt&=r_5x_5(1-(a_5x_1+b_5x_2+c_5x_3+d_5x_4+x_5+f_5x_6+g_5x_7+h_5x_8+i_5x_9)/K_5)\\
dx_6/dt&=r_6x_6(1-(a_6x_1+b_6x_2+c_6x_3+d_6x_4+e_6x_5+x_6+g_6x_7+h_6x_8+i_6x_9)/K_6)\\
dx_7/dt&=r_7x_7(1-(a_7x_1+b_7x_2+c_7x_3+d_7x_4+e_7x_5+f_7x_6+x_7+h_7x_8+i_7x_9)/K_7)\\
dx_8/dt&=r_8x_8(1-(a_8x_1+b_8x_2+c_8x_3+d_8x_4+e_8x_5+f_8x_6+g_8x_7+x_8+i_8x_9)/K_8)\\
dx_9/dt&=r_9x_9(1-(a_9x_1+b_9x_2+c_9x_3+d_9x_4+e_9x_5+f_9x_6+g_9x_7+h_9x_8+x_9)/K_9)
\end{aligned}
\right\}
\quad (3.2)
$$

パラメーターを代入してエクセル計算すると結果は図 23 のとおりとなる。初期値は 2001 年当時の売上だが、9 社の売上がそれぞれ 1～9 億円の範囲であったものが、10 年後には大きくばらけて、0～25 億円の範囲に広がっていく様子が分かる。計算の結果と、2011 年に行った聞き取り調査の結果を比較したものが表 9 である。計算上のトレンドと実際のトレンドは一致しており、10 年後の各社の売上もかなり近いところまで予測できているのが分かる。

© 2018 skimura Inc

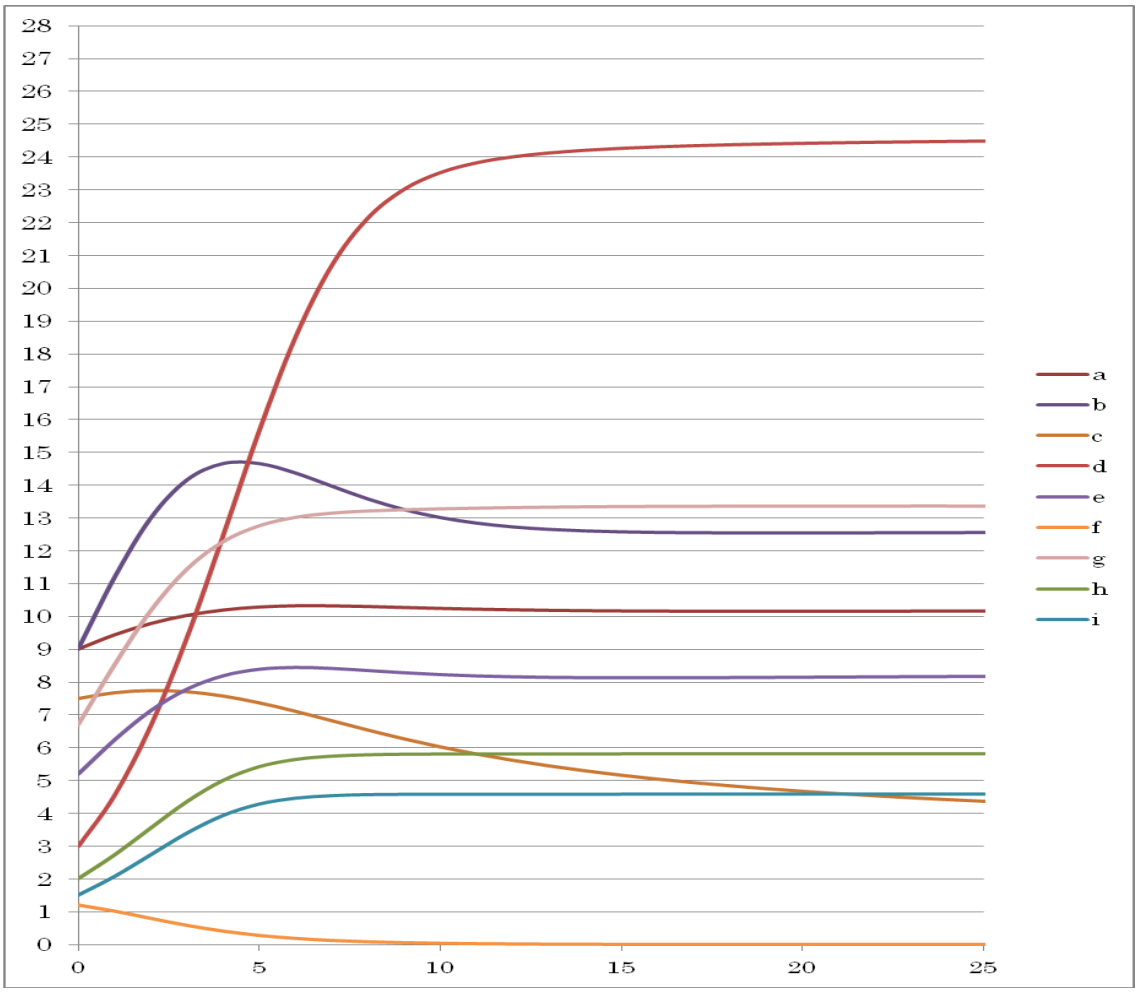

図 23

縦軸　売上（億円）、横軸　時間（任意）

2001年　売上（億円）			2011年　売上（億円）				
サプライヤー	実績値		計算値①	計算上のトレンド	実績値②	実際のトレンド	誤差 ①−②
a	9.0	→	10.2	→	9.0	→	1.2
b	9.0	→	12.6	↑	12.0	↑	0.6
c	7.5	→	3.7	↓	5.0	↓	−1.3
d	3.0	→	24.6	↑	25.0	↑	−0.4
e	5.2	→	8.2	↓	4.0	↓	4.2
f	1.2	→	0.0	↓	0.0	↓	0.0
g	6.7	→	13.4	↑	11.3	↑	2.1
h	2.0	→	5.8	↑	4.5	↑	1.3
i	1.5	→	4.6	↑	3.0	↑	1.6

表 9

計算と実績の差異が大きいところについては聞き取り調査から以下のことが分かった。

© 2018 skimura Inc

① サプライヤーb はサプライヤーd の参入と調査対象外であったもう一社の競争相手の安売り攻勢によってかなり影響を受けた。
② サプライヤーe は計算値の方が倍以上高いが、当時開発エリアに入っていった東南アジアが管轄から外れ市場が国内に限定されてしまった。
③ サプライヤーg は計算値の方が二割程度高くなっているが、海外市場の開拓を中止したことによって売上が頭打ちになっていた。

＜現状維持型経営者への警鐘＞

ところで、この競走モデルが現状維持型経営者に対して重大な警鐘を鳴らしていることに触れておかなければならない。第二章の基礎理論でみたとおり、環境容量 80 と競走係数 0.5 の二社が競走した場合の共存点は（53,53）である（図 24-1）。環境容量を売上に置き換えてみると、これは競走のない状態で 80 の売上をあげる潜在力がある会社 x でも、競走相手 y がいると 53 の売上しかあげることができないことを意味する。そこでもし、x の経営者が 53 の売上が現状であると勘違いしてしまって、それを維持しようとすると、その時点で環境容量が 80 から 53 へ落ちてしまう。そうすると、次は環境容量 x=53 対 y=80 の戦いとなる。その結果どうなるか。二社の競走点は、(53,53) から（17,71）へと劇的に変化する（図 24-2）。さらにその先は x の滅亡であることは自明であろう（図 24-3）。

現状維持で目指すべき売上は現在の売上の 53 ではなく 80 である。モデルはそこを勘違いすると、将来たいへんなことになってしまうことを視覚的に教えてくれる。予算もこのことを意識して作成しなければならない。事業活動のエネルギーを知らず知らずのうちに落としてしまうことがどれだけ危険なことかこのモデルによってよく理解できよう。

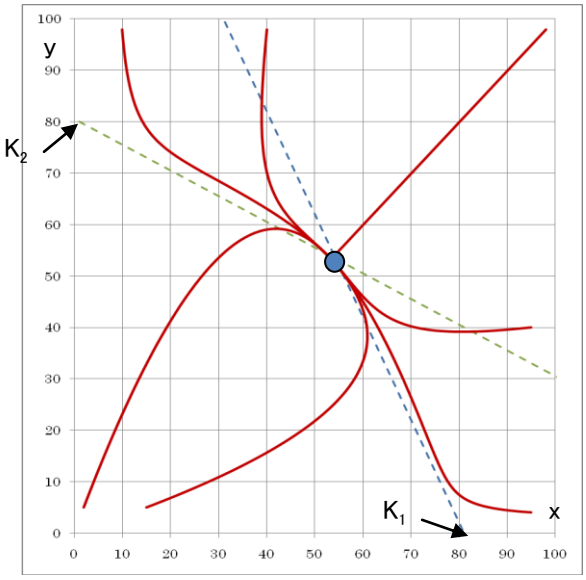

図 24-1　環境容量（80,80）の戦いは（53,53）へ集束する。
（r_1,r_2=0.5, 競走係数 a,b=0.5）

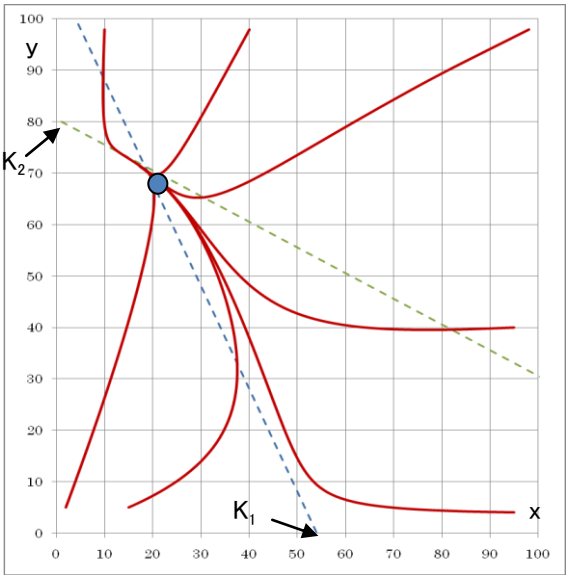

図 24-2　環境容量（53,80）の戦いは（17,71)へ集束する。
（r_1,r_2=0.5, 競走係数 a,b=0.5）

© 2018 skimura Inc

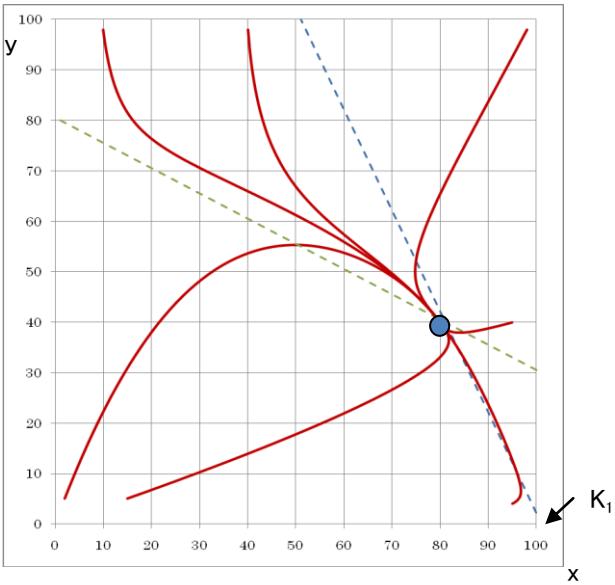

図 24-4 (80,40)を目指すために必要な x の環境容量は 100。（r_1,r_2=0.5, 競走係数 a,b=0.5）

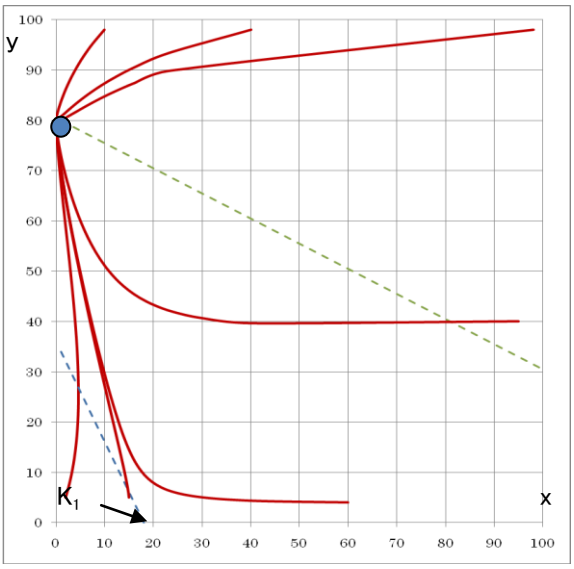

図 24-3 環境容量（17,71）の戦いは x が y に淘汰されることで終息する。（ r_1,r_2=0.5, 競走係数 a,b=0.5）

では、逆に共存点である（53,53）を x 優位の（80,40）にするために必要な x の環境容量はどの程度必要であろうか。x の環境容量を徐々に上げて（青色の波線を右側へ平行移動して）共存点の座標を探っていくと 必要な x の環境容量は 100 であることが分かる。すなわち、事業活動に対する全エネルギー（経営者目線）を 80 から 100 へ（25%）上げなければならない（図 24-4）。

このように、モデルはこれまでの直感を数値に置き換えてくれる点において受け入れやすいし、次の目線をどこへ置かなければならないかまで明示してくれる点においてたいへん分かりやすいといえよう。

本章の締めくくりとして、モデルの意義につき再度整理しておこう。

<u>差別化を数値化して捉えることができること。</u>

競走モデル（2.1 式）は競争係数が相手の成長にさまざまな影響を与えることを示している。一般的に自社が相手に影響を与えれば、相手からも影響を受ける。他社との競争はその顧客の重なりの度合い（＝競走係数）によって表現される。また、競走係数は相手をよく調べることによってより正確に設定することができる。差別化を数値化することは自社の戦略を客観的に検証することでもある。

<u>未来予測とは未来を変えること。</u>

自社の未来を予測して、他社との競争関係がみえてきたときに経営者は何をするであろうか。理論計算によって打ち出された数字を自社の未来としてそのまま受け入れるであろうか。否、よりよい未来にするにはどうすればよいかと考えるはずである。結果を変えるためには計算の前提条件を変えなければならない。何をどう変えたら結果はどう変わるのか。この数理モデルによってシミュレーションが可能であり、そのプロセスを経営者が自ら経験することに意義がある。

<u>未来を変えるために必要なことが分かること。</u>

© 2018 skimura Inc

他社との競争関係の中で自社の未来予測をするためには、自社のみならず他社の正確な情報（経営者ビジョン、競争戦略等）が必要である。これはとりもなおさず、業界における自社のポジションをあらためて見直すことでもあり、競争相手のことをよく研究することである。まさに孫子の兵法、「己を知り、敵を知れば百戦危うからず。」である。

© 2018 skimura Inc