

# 企業と消費者の生態学モデル

西山 賢一

## 1. はじめに

企業という場は、それ自体が1つのコスモスといってよほど、複雑で豊かな内容をもっている。企業のふるまいの理論的な根拠は、経済理論のなかで利益という概念を手がかりにして論じられている。企業を構成するプレイヤーたち（経営者、従業員、株主）のあいだの調整のしくみは、経営理論のなかで経営戦略などとして検討されている。さらに、そうした理論でつかみきれない企業の場のさまざまなドラマは、企業の小説として描き出される。このように、経済理論や経営戦略や企業小説という多様な方法で、企業を理解するためのモデルが模索されている。

この小論では企業について進化理論にもとづいたモデルを提出してみたい。そのうえで企業と消費者（生活者といってもよい）の関係を生態学のモデルで描き出せることを示す。それでは企業がその一員となっている、経済の営みを大づかみすることから始めよう。

経済活動をひとことでいうと、人びとが暮らしを継続させていくために、さまざまな資源を集めて変換し消費していく過程だということができる。経済の営みというのは、資源を入力として暮らし（生活世界）を出力とするシステムなのである。ここで出力としての「暮らし」というのは、暮らしの維持発展だけでなく、いろんな欲望の満足ということも含んでいる。

このとき、資源という入力を暮らしという出力に変換するには、さまざまな工夫が必要となる。適切な道具と労働を資源に投入してはじめて、暮らしに有用なもの（財とサービス）が得られる。また、そこで得られたものを実際に消費する際には、どのような財とサービスの組合せが、暮らしの維持と発展にとってより有効であるかを考えなくてはならない。こうした、生産や消費の場で行なわれる工夫のすべてを、ここでは技術と呼んでおきたい。これらの関係を図で示すと、

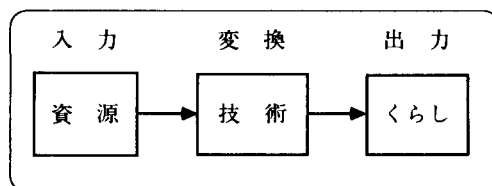


図1 経済の営み

図1のようになる。経済を図1のようにとらえると、これは人類史の全体を通じて（狩猟採集の時代から、ポスト産業化の時代まで）、普遍的な営みだといえることができる。そしてそのしくみの詳細だけが、歴史の各段階で変化しているのである。

私たちはいま資本主義のなかの産業化といわれる時代にいる。この時代では図1の変換の部分非常に複雑になっている。この部分は大きく生産の部門と消費の部門に分けられる。生産部門では資源を入力とし、出力として商品を生み出す。このとき変換の過程で用いられる技術のことを生産技術と呼んでおこう。一方、消費部門では商品を入力とし、さまざまな商品を組み合わせ合わせて出力として暮らしを維持し豊かにしようとする。この際に商品から暮らしの満足を引き出すための工夫を消費の技術と呼ぶことにしよう。なお消費の技術はたとえばランカスタが詳しく検討している[1]。

このあいだの関係を図示すると、図2のようになる。この小論で対象にしている企業は、生産部門の主要なメンバーであり、資源を選んでこれに生産技術を作用させて商品を生み出す。同じ商品を作っている企業の集まりは、ひとつの産業を構成する。そして生産部門と消費部門は、商品の交換の場としての市場で出会う。

企業のふるまいは、まず何よりも生産技術に依存する、と考えられてきた。品質の高い商品をより安く市場に出そうとして、企業はよりよい生産技術をまねよ

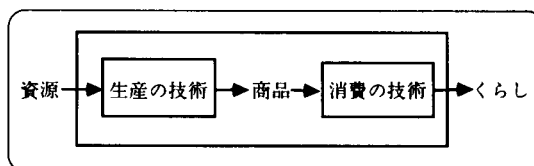


図2 産業化時代の変換

にしやま けんいち 埼玉大学 経済学部

〒338 浦和市下大久保255

うとし(技術模倣), また独自の生産技術を生みだそうとする(技術革新)。しかし企業のふるまいは生産の技術だけでなく、消費の技術、さらにはくらしのあり方にも大きく依存している。そのことは図1や図2で、生産部門が資源とくらしの両方には含まれていることから理解されよう。

こうして私たちは、生産と消費の活動に埋め込まれている企業、というイメージをもつことができる。

## 2. 進化論的なアプローチ

企業のイメージをもっと豊かにしていくために、これまでの企業のとらえ方を批判的に検討し、進化論的なとらえ方に進んでみよう。

企業の営みを外側から大づかみすると、さまざまな資源を入力として集め、それらを組み合わせたり加工したりして変換し、商品として出力する大がかりな装置とみることができる。

伝統的な経済学によれば、企業は手に入る利益をなるべく多くするように、入力と変換と出力を工夫するものとしてとらえられる。いま、企業が利益を最大にするという行動原理を貫いていると仮定すると、理論的につきつめることによって、資源をどのように組み合わせるべきかがよいか、また、生産技術をどう組み合わせたらよいかが決まってくる。さらに、商品の価格の関数として需要の量が決まると、全体としてどれだけの商品を作ればよいかも定まる。いいかえると、生産を行う装置としての企業は、入力の仕組みも、変換と出力の仕組みさえも、あらかじめ定まっている精巧な機械装置になってしまうのである。

しかし企業をよくできた機械と考えるのは、経済学が19世紀の力学的な世界観に大きな影響を受けていたことのひとつの現われである。実際のところ経済学は、物理学を理想として理論が作られてきた。さらにまた、消費者の活動は需要関数としてだけ取り入れられる。ここには、ものの値段が安ければ多くを買い、高ければ買わない、というしくみしか入っていない。

たしかに商品の種類が少なかったころには、これでよかっただろう。また現在でも、こうした単純な消費行動も部分的にはみられるだろう。たとえばコンビニエンス・ストアの弁当など。しかし全体としては、消費者の行動ははるかに複雑になってきている。力学の見方では、とても手に負えないのである。

経済学者のマーシャルはいまから70年あまり前に、経済学と物理学との結びつきは本質的になくて、むしろ

経済学を生物学の一分野としてみるべきであると主張していた[2]。

それから30年ほど後にアルチアンは、企業が利益を最大にするように行動するという伝統的な考え方は、現実の企業のふるまいを知るうえで不要であるばかりか、まったく無力であると主張した[3]。むしろ企業は、それぞれに試行錯誤で行動を手探りしながら生き延びようと努力する生物に近いとみるのが、当を得ているのではないだろうか。そのうえで環境の側が、結果として高い利益をあげることでできた企業を、生き残れる企業として選択しているのだろう。だから、たとえ利益を最大にしている企業があったとしても、それは企業の行動の原因ではなくて、むしろ環境によって選ばれた結果なのである。早い話が、どれほど商品を作っても、消費者が受け入れなくてははじまらない。いま消費者はいっそう手ごわい環境となってきた。

アルチアンの見方は、ダーウィンの生物進化の見方に近い。生物は突然変異により形態や行動パターンや生活史を変えてきた。そして自然のなかで起きるさまざまな変異のうち、より環境に適應できる変異が選び出されてきたのだとみるのが、ダーウィン流の進化の考え方である。

経済と生物学をつなげる試みに進化理論の立場から数理的な基礎づけを与えたのがネルソンとウィンタである[4]。彼らは、企業も生物と同じようにそれぞれが「遺伝子」をもっていると考える。この「遺伝子」は企業の定型的な行動の仕方を定めているので、ルーチンと呼ばれる。ルーチンは具体的には、企業の技術レベルや組織形態や固有の企業文化などからなっている。

企業は一定のルーチンをもっていて、これを用いて自己の存続をはかる。また企業は新たな技術の開発をめざして積極的にルーチンを変異させようと試みる。あるいは企業そのものが多くの人びとからなる複合的な集まりになっているため、組織形態はつねにゆらいている。ときにゆらぎが成長して、たとえば新しい組織づくりが実を結び、ルーチンが大きく変異するということが起こり得る。そしてルーチンがこのように変異することで、変化する環境に適應できるようになる。このような自己組織するシステムこそが、進化理論から見える企業のイメージである。

これに加えて、消費者のふるまいが企業を直接あるいは間接にコントロールしている。消費者は自らのくらしのイメージにそって、消費の技術を工夫する。環境問題が深刻になってくれば、「環境に優しい」商品の

組合せを求めだす。多くの消費者が共通の消費の技術を工夫しだすと、そこに新たな市場の可能性が生まれてくる。パソコンを備えた消費者が増えると、使い方を詳しく説明した雑誌の市場が生まれるように、消費者のふるまいもまた、くらしのイメージに結びついた「遺伝子」があって、これが消費者の定型的な行動の仕方を定めていると考えられる。

そうすると、企業も消費者とともに、遺伝子のようなもの（文化子と呼ばれることがある）をもっていて、それにもとづいて存続し、発展しようとしている存在だと考えられる。

### 3. 複製子の集まりとしての企業と消費者

企業と消費者の関係をより立ち入って論じるために、進化理論の考え方に従って、それらを複製子とその集団としてとらえてみることにしよう。

いまある系が内部状態をもっていて、同じ内部状態をもつ系を複製していくとき、この系を複製子と呼ぶ。複製子はその複製の過程で、内部状態を変えることもある。また複製子の集合がまとまって、また複製子になる場合もある。複製子はその性質が次の5つの項目で特徴づけられる。

- a 内部状態をもつ系である。
- b 同じ内部状態をもつ系を複製していく。
- c 複製の過程で内部状態が変化し得る。
- d 生成、成長、衰退、再生といったライフサイクルを示す。
- e 複製子の集合が複製子になるという自己相似性をもち得る。

いま生産部門と消費部門を複製子の視点でながめると、さまざまな複製子とそのつながりが浮かびあがってくる。生産部門から見てみよう。

生産技術はそれぞれに複雑な手順と方式（つまり内部状態）をもち、時代や地域を越えて伝えられて（つまり複製されて）いく。また複製の過程で、新しい工夫が加えられたりする。したがって生産技術は複製子としてとらえられる。文献 [5] で、綿紡績の生産技術を複製子として定式化し、その進化の過程を理論的に検討し、実際のデータと比べてみた。

生産技術を投入して商品が作られる。それぞれの商品もまた複製子になっている。どの商品も再生産され、成長したり衰退したりというライフサイクルの過程にある。そして企業の命運は、複製子としての商品のライフサイクルに依存している。

こんどは企業組織に目を移すと、これも複製子の一種であることがわかる。企業は組織を複製し、時に大きく変異していく。さらには同じ種類の商品を作っている企業をひとまとめにすると、産業という単位になるが、これもまた複製子である。産業そのものが歴史の流れのなかで、ライフサイクルを描いていく。

次に消費部門を見てみよう。消費者はくらしのイメージという内部状態に合わせて、商品をえらんでいく。くらしのイメージは伝統に従っていたり、流行に乗ったりして、内部状態を維持しながら、時として大きく変異していく。いいかえると、個々の消費者は特定の欲求の体系をもっていて、しばしばその体系を変えていく。そうすると消費者の欲求のあり方そのものが複製子として考えられる。消費者の欲求が社会の中で整流されると、大衆消費社会といった、より大きな規模の複製子としてとらえられるようになる。

これより、消費部門についても、さまざまな複製子の集まりという見方ができることがわかる。したがって、企業と消費者の関係を見ていくうえで、複製子のダイナミックスに注目するのがポイントになるだろう。

### 4. 複製子のユニバーサル・モデル

複製子は一般に大きさ、あるいはサイズをもっている。そしてそのサイズは時間的な変化を示す。たとえば商品という複製子を考えると、市場に出された総量がサイズとなる。そのサイズは生成、成長、衰退、再生といったライフサイクルを描いていくだろう。複製子のサイズの時間変化は、一般的な方程式として与えられる。これを複製子のユニバーサル・モデルと呼ぶ。ここでその方程式を提出しよう。

前節でまとめた複製子の基本的な性質を、数理的に表現する工夫をする。まず複製子は内部状態をもっている。これをもっとも簡単に表わすと、複製子の内部状態の違いを  $i$  ( $i=1, 2, \dots$ ) で区別すればよい。内部状態  $i$  をもっている複製子のサイズを  $S_i$  とする。

複製子のサイズは大きく2つの要因で変化していく。そのひとつは複製子の本来の性質である複製を通して、複製によって単位時間あたりに増えるサイズの割合は、一般に「増加率」あるいは「成長率」と呼ばれる。これはマルサスの名前にちなんで、マルサス係数とも呼ばれる。

複製子は複製の過程で内部状態がそのまま引き継がれるだけでなく、ときには複製の過程で内部状態が変化する場合もあり得るのだった。この結果としても

複製子のサイズは変化する。これがサイズ変化の2つめの要因である。いま任意の複製子  $j$  の内部状態が単位時間後に状態  $i$  に変異していると、複製子  $i$  のサイズは増加する。その増加分は、複製子  $j$  から複製子  $i$  への単位時間あたりの変異の量に等しい。この割合が変異率と呼ばれる。これを  $\mu_{ij}$  と表わそう。

以上の2つを合わせると、複製と変異の両方の要因による、複製子のサイズの時間変化を数式として表わすことができる。つまり

$$\dot{S}_i = m_i S_i + \sum_j (\mu_{ij} S_j - \mu_{ji} S_i) \quad (1)$$

がその結果である。これが「複製子のユニバーサル・モデル」である。ここでユニバーサルという意味は、複製子のサイズの変化を一般的に表現できているところにある。なおこの関係式は以前に、進化の基本式として、本学会誌で紹介したことがある[6]。

さて(1)式は複製子のサイズそのものについての関係式になっている。場合によっては、サイズの代わりに、それぞれの複製子の占有率で表わすほうが適当なこともある。そのために(1)式を書き換えてみよう。

いま複製子全体の集まりの中で、複製子  $i$  が占める占有率(シェア)を  $x_i$  と表わそう。ここで

$$x_i = S_i / \sum_i S_i \quad (2)$$

として与えられる。

いま(2)式を(1)式に代入して整理すると、次の関係式が容易に得られる。

$$\dot{x}_i = (m_i - \langle m \rangle) x_i + \sum_j (\mu_{ij} x_j - \mu_{ji} x_i) \quad (3)$$

ここで右辺に新たに現われた  $\langle m \rangle$  は、マルサス係数の集団平均であり、次のように定義される。

$$\langle m \rangle = \sum_i m_i x_i \quad (4)$$

さきほどの(1)式とならんで、ここで得られた(3)式もユニバーサル・モデルと呼ぶことができる。

## 5. 商品と消費者の相互作用

前節のユニバーサル・モデルは、技術の進化や商品のライフサイクルなど、さまざまな対象に応用することができる。文献[7]では、そのいくつかのケースを紹介した。ここでは企業と消費者の関係を焦点をしばって、特に商品と消費者の相互作用を考えてみよう。

いま市場に  $n$  個の異なる商品が存在しているとしよう。それらの量を共通の尺度、たとえば金に換算して、 $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  であるとする。

市場にはこれらの商品を買う消費者の集団がいる。いま彼らが、商品に対する需要の仕方の違いに応じて、 $m$  個の部分集団からなっているとしよう。たとえば取

入の違い、世代の違いなどがそうした反応の違いを引き起こす。より基本的には、消費者がもっているくらしのイメージの違いに根ざしている。さらに詳しい議論は、「消費の文化子」というテーマで、文献[7]でなされている。

ここでは対象にしている商品の種類に合わせて、消費者の適当な部分集団が定められたと仮定して話を進める。消費者のそれぞれの部分集団がもっている購買力の大きさを、 $(R_1, R_2, \dots, R_m)$  で与えよう。

市場での商品は、売上がコストを上回れば、利益のある部分を再生産に回すことでより多く生産され、売上がコストをカバーしなくなれば生産がおきえられて、その量が減少してくる。この関係は個々の商品を複製子とみなし、(1)式のユニバーサル・モデルを応用して、一般的に次のような方程式で記述できる。

$$\dot{X}_i = k_i X_i (\sum_j v_{ij} R_j - T_i) \quad (5)$$

ここで  $k_i$  は利益のうちどれほどが商品の再生産に回されるか、その比率である。また  $v_{ij}$  は  $j$  番目の消費者集団が自らの購買力のどれほどを  $i$  番目の商品にふり向けるか、その割合である。さらに  $T_i$  は  $i$  番目の商品を作るためのコストである。

次に、消費者の購買力が従う式を導く。これもまた複製子の一種として解釈できる。消費者の収入が購買能力を増やすように働き、商品を買うことで購買力は減っていく。

このダイナミックスは収入の得られ方に依じて異なった表現が必要となる。ここでは典型的な消費者としてサラリーマンを念頭において、商品を買わなければ購買力はどこかで飽和し、商品を買うことで購買力が減少するものとする。そうすると、

$$\dot{R}_j = r_j R_j (1 - R_j / K_j - \sum_i v_{ij} X_i / r_j) \quad (6)$$

と表現できる。ここで  $K_j$  は  $j$  番目の消費者集団の飽和購買力、 $r_j$  は収入のフローから決まるその集団の購買力の成長速度である。また右辺のかっこの中の3項目は  $j$  番目の消費者がさまざまな商品を買うことで購買力が減ることを示している。

ここで、上で得られた2つの式を生態系の場合と比べてみよう。商品のダイナミックスを与えている(5)式は、生態系の消費者(つまり動物たち)の式に対応している。これに対して消費者のダイナミックスを与えている(6)式は、生態系の生産者(つまり植物たち)の式に対応している。たとえば文献[8]に、生態系における生産者消費者の詳細な定式化がなされている。

そうすると、生態学のみで見ると、企業は生態系の

消費者に対応し、消費者は生態系の生産者に対応していることになる。これはいろんな重要な内容に結びついていく。たとえば、植生といわれるように、生態系の景観（風景）は、おもに植物が決めている。これに合わせると、経済系の景観は根本的には、生態系の植物に対応する消費者が決めている、ということができらう。

この小論では具体的な応用として、ひとつの関係式だけ導いておこう。商品と消費者のダイナミクスを(5)式と(6)式のように表わせると、いくつかの近似のもとに、商品の多様性と消費者の多様性のあいだに一般的な関係が成り立つことを導き出せる。

まず第1の近似として、商品の量の変化の時間に比べて、消費者の購買力の時間変化はゆっくりで、したがって(6)式は商品の量の時間変化のスケールでみる限り、時間変化はないとしよう。これは物理学で断熱近似として知られている近似で、時間スケールのちがった系が相互作用する複合系を扱うときには常に導入される近似である。

断熱近似のもとで、(6)式から

$$K_j - R_j = \sum_i (v_{ij} K_j / r_j) X_i \quad (7)$$

の関係式が得られる。この左辺は消費者集団  $j$  のもっている余裕購買力と解釈できる。

いま見通しをよくするために、

$$z_j = K_j - R_j \quad (8)$$

$$u_{ij} = v_{ij} K_j / r_j \quad (9)$$

とおく。さらに簡略化のために次の2つの関係を仮定する。

$$(\sum_j u_{ij}) \text{ は } i \text{ に独立である} \quad (10)$$

$$(\sum_j u_{ij}^2) \text{ は } i \text{ に独立である} \quad (11)$$

ここで  $u_{ij}$  は、商品  $i$  がどれほど消費者集団  $j$  を獲得できるかを表わしている、規格化された「客獲得度」であり、生態学でいう「資源利用度」に類似している。これらの和とその二乗の和が一定であるというのは、異なった商品も全体として相互に置き換えられるような客獲得度をもっていることを意味している。

いま変数  $X$ ,  $z$ ,  $u$  の多様度をそれぞれ  $D_x$ ,  $D_z$ ,  $D_u$  で表わし、それらを次のように定義する。

$$D_x = 1 / \sum_i (X_i / \sum_i X_i)^2 = (\sum_i X_i)^2 / \sum_i X_i^2 \quad (12)$$

$$D_z = 1 / \sum_i (z_i / \sum_i z_i)^2 = (\sum_i z_i)^2 / \sum_i z_i^2 \quad (13)$$

$$D_u = 1 / \sum_j (u_{ij} / \sum_j u_{ij})^2 = (\sum_j u_{ij})^2 / \sum_j u_{ij}^2 \quad (14)$$

これらの多様度の定義式を用いると、次の(15)式の関係が最終的な結果として得られる[7]。

$$D_x = \lambda D_z / D_u \quad (15)$$

この関係式は、商品の多様度が変数  $z$  の多様度に比例し、客獲得度  $u$  の多様度に反比例することを主張している。変数  $z$  は消費者の購買力の余裕を表わしているので、商品の多様度は消費者の余裕購買力の多様度に比例しているといえる。

これはアシュビーの必要多様度の法則 (law of requisite variety) と同じことを述べている。アシュビーの法則は「多様性のみが多様性に打ち勝つ」と表現され、システムが環境に適應していくためには、環境のもっている多様性と同じだけの多様性をシステムがもっていないてはならないことを要求している。

この多様度の関係に限らず、(5)式と(6)式をもとにして、生態系の理論（個体群生態学や群集生態学）を用いることで、商品と消費者の間のさまざまな関係を導くことが可能になる。たとえば、これから商品どうしの競争関係を記述するボルテラ＝ロトカの式を導びき、これに個体群生態学の理論を応用して、商品のあいだのすみわけなどを論じることにもできる。さらには企業や産業のライフサイクルも、複製子のユニバーサル・モデルで記述される[7]。経済系を進化論的アプローチで描く試みは、ようやく始まったばかりである。

#### 参考文献

- [1] Lancaster, K. (1966) Change and Innovation in the Technology of Consumption, American Economic Review, Papers and Proceedings.
- [2] Marshall, A. (1920) Principles of Economics (9th Variorum ed.)
- [3] Alchian, A. A. (1950) Uncertainty, evolution, and economic theory, Journal of Political Economy 58 211-221.
- [4] Nelson, R. and Winter, S. (1982) An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge, Harvard University Press.
- [5] Nishiyama, K. (1985) An evolutionary theoretical model of firms in an industry: the replicon model, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 15 (No. 5) 662-665.
- [6] 西山賢一 (1988) 企業のライフサイクル, オペレーションズ リサーチ, 33巻10号.
- [7] 村上泰亮, 西山賢一, 田中辰雄 (1994) マニフェスト新しい経済学, 中央公論社.
- [8] Christiansen, F. B. and T. M. Fenchel (1977) Theories of Populations in Biological Communities, Springer-Verlag, Berlin.