6 技術と生産関数

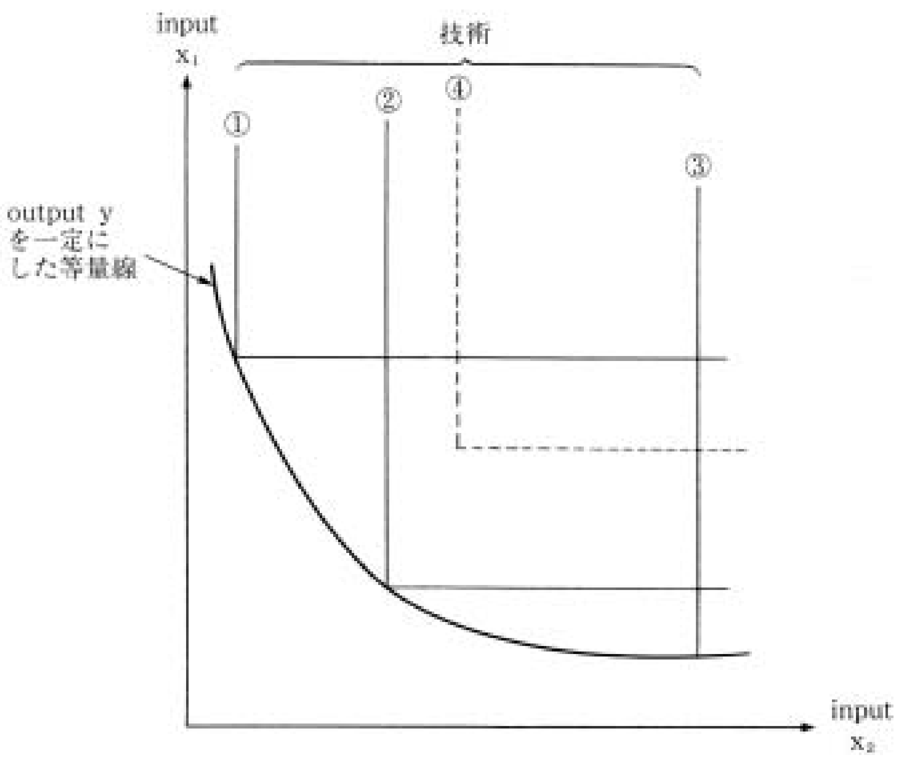
生産の効率性：生産関数

経済の基本的な構造を規定するものとして、選好と生産技術があることはすでに述べた。今回はこの生産技術を経済学的にどう取り扱うかもう少し深く考える。また、生産の効率性をどのように計測するかを考えてみたい。そのために、ここでは生産の効率性をみるためのいろいろな手段、及びその手段を具体的な経済統計でどう評価していくかのステップについて述べる。

技術と生産関数

まず、生産の技術を表す生産関数を想起してみる。通常は複数の生産要素が存在しており、これを組み合わせて、ある生産物が生産される。そして技術は生産要素と生産物の関係として表される。図１は、ある一定の生産をするために必要な生産要素の量を表したものである。

図 7－1　生産技術の選択



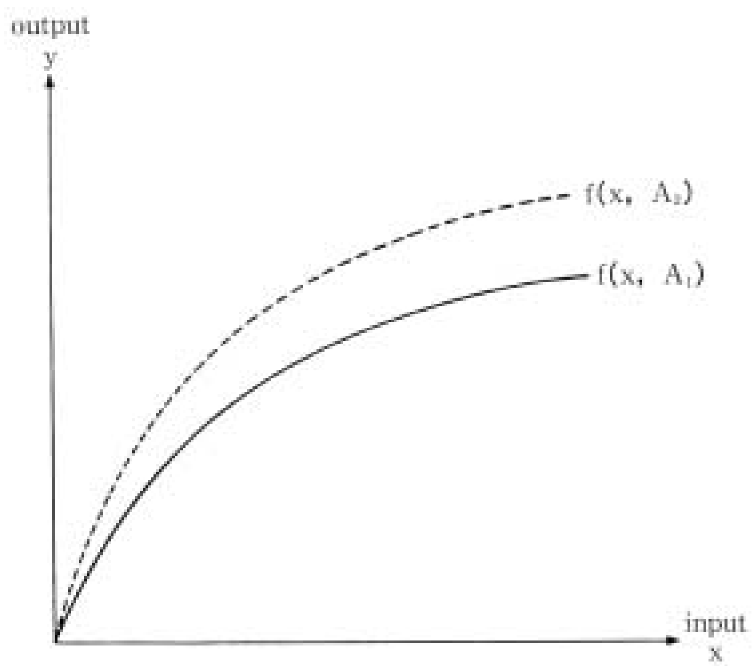
固定的な投入・産出の関係があると考えた場合はこの図のようにＬ字型になる。つまり、ある財を生産するのにx_1, x_2のinputがどれだけ必要かを表している。ただしこれは１つの技

術について成立するわけであるが、実際には技術はたくさんある。その場合ある生産物yを生産するときに、一番最適な生産要素の組み合わせをとるような技術を選択することになる。

図１においては、②と④と比べたときに、②の方がより少ない生産要素の量でyを生産することができるので、④という技術は通常使われないのである。したがって最終的には、一定のx_2の量とyを固定して、input　x_1が少なくてすむような技術が選ばれるわけである。この選択され得る技術のx_1, x_2の組み合わせがいわゆる等量線であり、生産可能性曲線と呼ばれる。これは生産可能な上限となる。言い換えれば一定の生産量に対して投入を最小にするということである。ただし、ここで生産というのはあくまでも物理的な生産の話であり、経済学的な生産は、物理的な生産以外の側面も考える必要がある。経済学的な生産については後で述べることとする。

生産可能性フロンティアは生産関数そのものを表す。すなわち任意の投入量の組み合わせに対して、最大の産出が得られるような技術を選択した場合の生産量として生産関数を定義することができる。したがって生産関数は技術の集合を表したものと考えられる。したがって、新しい技術ができて、技術が変化したときには当然生産関数も変化する。これを表す場合、シフトパラメータを生産関数に入れて、技術の集合の水準の表現とする。これは時間とともに変化する（図２）。

図　２　Ａ：「技術」の水準
（より正確には「技術の集合」の状態）



$$A_t \quad in \quad f(x_1,\cdots,x_n,A_t)$$

　このような生産関数をもととして企業は行動するわけである。技術水準 A は生産関数の位置を表す適当なパラメータで、生産関数が上にシフトする場合が技術進歩という形になっている。

　ここで再び第１章の双対性の議論を思い起こそう。生産関数を元にすると、費用関数と利潤関数がきまる。

　費用関数はある一定の生産をする場合、一番少ない費用で生産するにはどうしたらよいかということであり、ここで生産要素市場の市場構造を考慮しなければならない。通常の仮定は生産者は生産要素市場で市場支配力を持たないと考える。費用関数$C_i(y_i,A_t)$は以下のように表される。

$$C_i(y_i,A_t) \equiv \underset{x_1,\cdots,x_n}{Min} \sum_{j=1}^{n} q_j x_j$$

$$\text{s.t.} \quad y_i = f(x_1,\cdots,x_n,A_t)$$

これはラグランジアンLを

$$L \equiv \sum_{j=1}^{n} q_j x_j + \lambda\left\{y_i - f(x_1,\cdots,x_n,A_t)\right\}$$

として、Lの最小化問題に帰着されるから、一次条件は

$$\frac{q_j}{\lambda} = \frac{\partial f}{\partial x_j};\lambda = \frac{\partial C_i}{\partial y_i} = \text{限界費用}$$

となる。これをCの定義に代入して費用関数が決まるのである。

　この費用関数を所与として企業は生産量を収入から費用を差し引いた利潤を最大化するように決める。その結果が利潤関数と呼ばれる。ここでも市場条件が絡んでくる。利潤関数を決めるときに重要な点は、生産物市場での競争条件によって違ってくる。すなわち、完全競争のときには、価格は限界費用に等しくなり、不完全競争のときには価格は限界費用にマークアップ率をかけたものに等しくなる形で決まってくる。すなわち利潤関数$\prod_i(y_i,A_t)$は次のように定義される。

$$\prod_i(y_i,A_t) \equiv \underset{y_i}{Max}\ p_i y_i - C_i(y_i,A_t) \quad \text{s.t.} \quad \text{市場条件}$$

その一次条件は、完全競争のとき

$$p_i = \frac{dC_i}{dy_i} = \lambda$$

となる。

複数の生産物：結合生産

現実の経済では、単一の財を生産している企業はほとんどなく、複数の財を生産している。これを結合生産という。古典的な例として、化学工業プラントがよく使われる。また製品が差別化されてはいるが似たような製品を多く生産している場合もこれにあてはまる。たくさんの一見違うようなものを生産している場合においても、ある種の経済性があり、コストの節約が可能となる場合がある。

結合生産のある場合も適当な式の変換によって単一生産の場合と基本的に同じ種類の生産関数で表すことが出来る。結合生産のある場合の生産関数は次のように表現できる。

$$F(y_1, \cdots, y_m, x_1, \cdots, x_n, A_t) = 0$$

そして企業の最適化問題は

$$Max \sum_i p_i y_i - \sum_j q_j x_j$$
$$\text{s.t.}\ F(y_1, \cdots, y_m, x_1, \cdots, x_n, A_t) = 0$$

となる。

結合生産のある場合も収入から費用を引いた利潤を生産関数のもとで最大化するわけであるが、生産要素間の代替だけではなくて、生産物間の代替もあるという形で扱われる。

形式的には結合生産のある場合もない場合と同じく二段階で解くことができる。以下では簡単化のために完全競争の場合を説明するが、不完全競争のケースも前と同様に議論できる。

まず第１に「生産ポートフォリオ」$(y_1, \cdots, y_m)$を所与として費用を最小化する。

$$C(\overline{y}_1, \cdots, \overline{y}_m, A_t) \equiv \underset{x_j}{Min} \sum_j q_j x_j$$
$$\text{s.t.}\ F(y_1, \cdots, y_m, x_1, \cdots, x_n, A_t) = 0$$

そこでラグランジアンを

$$L \equiv \sum_j q_j x_j - \lambda F(y_1, \cdots, y_m, x_1, \cdots, x_n, A_t)$$

とおくと、その最小化の一次条件から

$$q_j = \lambda \frac{\partial F}{\partial x_j}$$

となる。これと$F(y_1, \cdots, y_m, x_1, \cdots, x_n, A_t) = 0$から$x_1, \cdots, x_n$が決まり、それをCの定義に

代入して費用関数が決まる。

第２に生産物を決めるときに、費用関数の中の代替的関係を含めた形で、最適な生産ポートフォリオを選択する。

$$\underset{y_i}{Max} \sum_{y_i} p_i y_i - C_i(y_i, \cdots, y_m, A_t)$$

その最小化の一次条件は

$$p_i = \frac{\partial C_i}{\partial y_i}$$

であり、これによって $y_1, \cdots, y_m$ が決まる。

短期と長期

生産のケースにおいては、短期と長期と区別して考える必要がある。この場合、固定費用と固定された生産要素が存在しているかどうかが重要である。

固定費用は生産量がゼロでも生産設備維持のために負担しなければいけない費用で、固定的な設備、人員配置に伴う費用である。一般に生産量が増大するにつれて固定費用の総費用に対する比重は低下する。固定費用がある場合は規模に対する収穫逓増が少なくとも生産費が小さい場合には無視できない。

＜ここでquasi-fixedの概念を説明すること＞

他方、固定された生産要素が存在していると、規模に関する収穫逓減をもたらす。例えば設備が一定だと、労働投入を増加させても生産量の増加は逓減する。ここで注意する必要があるのは生産技術と企業の生産とは違うものである点である。そこには、技術のところでは考慮しなかった経営者の能力とか労働者の能力があり、多くの場合これらは固定された生産要素として考えられるからである。

一般に短期はこのような固定費用や固定的生産要素がある。これに対して、長期の場合は通常すべての生産要素が調整可能であると考え、規模に関して収穫一定（constant returns to scale）と仮定をおく場合が多い。このとき生産関数は、一次同次性という性質で表される。形式的には生産関数が $\alpha > 0$ に対して

$$f(\alpha x_i, \cdots, \alpha x_n, A_t) = \alpha f(x_1, \cdots, x_n, A_t)$$

を満たすとき、その生産関数は一次同次であるという。この場合

$$f(x_1, \cdots, x_n) = \sum_{j=1}^{n} \frac{\partial f}{\partial x_j} x_j$$

を満たすことが知られている。

収穫一定constant returns to scaleの含意

この収穫一定constant returns to scaleには２つの性質がある。第１に、財市場が完全競争ならば超過利潤が存在しない。規模に関して収穫一定であるから、平均費用と、限界費用が一致しており、価格と限界費用も一致している。さらに、生産要素市場も完全競争と考えているから、総収入と総費用は等しくならなければならない。

まとめると

$$\frac{C_i}{y_i}(\text{平均費用}) = \lambda(\text{限界費用})$$

$$\text{Perfect Product Market implies} \quad P_i = \lambda(\text{限界費用})$$

$$\text{Perfect Factor Markets imply}\cdot \frac{q_j}{p_i} = \frac{\partial f}{\partial x_i} \quad \rightarrow \quad p_i y_i = \sum_{j=1}^{n} q_j x_j$$

ということになる。

もう１つのインプリケーションは、生産水準そのものが長期の場合、それぞれの企業にとって、どの水準で生産しなければならないか不決定になる。すなわち無差別になるという性質である。したがって企業の規模の影響を考える必要がなく、代表的企業で考えて構わないという含意を持つ。

ここで１点、社会的限界費用と私的限界費用の差について述べておく。最近内生的経済成長理論と呼ばれる議論でマーシャルの外部性が重要視されるようになってきた。今までの経済成長論では成長率は技術進歩、人口増加のような外生的なパラメータによって決められてきたのに対して、内生的成長論では成長率は内生的に決まっていると主張する議論であり、その際に生産の外部性が強調される。これを簡単に示すと次のような生産関数で示される。

$$y = f(K, L, \overline{K})$$

KとLに関して一次同次

$\overline{K}$は他の企業の資本量

ここで、生産関数の中に他の企業の資本量が入っていることに注意する。他の企業がたくさん資本を持っていれば、自分の企業の資本量が同じであったとしても生産量は増大するというものである。この中で特に重要なのは、研究開発による技術的知識と人的資本である。

このような生産の外部性がある場合には、よく知られているように社会的限界費用と私的限界費用が乖離する。すなわち社会的な生産の効率性と私的な生産の効率性が一致しなくなる。しかしながら現在のところ、この差が定量的にどのくらい重要であるかについての研究は端緒についたばかりであり、まだ経済統計に大きな影響を与えていない。そこでここでは重要性には留意しつつも、このマーシャルの外部性は無視することにする。

生産の効率性の尺度

生産の効率性を測ることを考えてみよう。通常は平均生産性が用いられる。特に規模に関して収穫一定の場合、平均生産性と限界生産性が一致するので、平均生産性は多くの情報を持つ。

平均生産性を測る場合inputが正確に測られているかが重要である。

労働の場合、本来は労働者数×労働時間にそれぞれの労働の強度を入れる、すなわち、実質の労働の強度を入れた実質労働時間を考えなければならない。生産に投入された実質の労働時間を測ることが重要であるが、非常に計測が難しい。しかも日本では、これを労働者数で代用している場合が多い。

資本の場合は実際にどのくらい稼働しているかという資本の稼働率を計測することが重要である。しかし、資本の稼働率を調べることも難しいので、資本のストックを使って計測するケースが多い。生産関数には本当は資本ストックKを入れるのではなくて、ストックが生み出しているサービスを入れなければならない。Lも本当は、労働ストックではなく、ストックが生み出している労働サービスの量を入れなければならないのである。実際にはこのサービスの量を測るのが難しいので、ストックで代用しているわけである。

また生産性にも様々なものがある。労働生産性、資本生産性、エネルギー生産性、あるいは様々な中間投入の生産性が考えられる。このとき、生産性の比較として、要素価格が変化しないときと、変化したときは区別して考えなければならない。なぜなら代替が起こる可能性があるからである。例えば、賃金が高くなれば労働から資本への代替が起こり、労働生産性が上がる。逆に資本生産性は下がる。したがって要素価格が変化したときに単に労働生産性の比較をしても意味がない。すべての財についても同じことが当てはまるわけであるから、総合的な評価が必要になってくる。この総合的な評価として必要なのが、「全要素生産性」（multi-factor・productivity）と呼ばれる議論である。

全要素生産性

生産性の比較をするときに本当に意味があるのが、この全要素生産性である。なぜなら要素価格が違えば、労働と資本の比率も変わってくる。しかし、その国の本当の技術の水準を表す生産性というのは、要素価格の変動によって変化するものであっては困るからである。

全要素生産性を定義する場合前章で説明したディヴィジア指数をよく用いられる。そのためにはまず投入inputのディヴィジア指数Divisia indexを作らなければならない。投入のディヴィジア指数は次のように表される。

$$X(t) \equiv \exp\left[\int_0^t \left\{ \sum_{j=1}^{n} \left[\frac{q_j(\tau)x_j(\tau)}{\sum_{k=1}^{n} q_k(\tau)x_k(\tau)} \right] \frac{\dot{x}_j(\tau)}{x_j(\tau)} \right\} d\tau \right]$$

この投入のディヴィジア指数を用いて、全要素生産性（複数要素生産性）は次のように定義される。

$$\text{Total Factor (Multi-Factor) Productivity(TFP or MFP)} \equiv \frac{Output\ y_i}{Input\ IndexX(t)}$$

すなわち、それぞれの要素の物的な量の成長率を、要素価格のコストシェアをウェートとして加重平均して、さらに0 から t までの積分したものがディヴィジア投入指数で、全要素生産性は算出outputとこの投入指数input　indexの比率として表される。

結合生産物がある場合も、まったく同じ形でこれを拡張することができる。このときは産出指数output　indexを考える必要がある。つまり各総収入の比率でウェートづけた産出outputのディヴィジア指数である。

$$Y(t) \equiv \exp\left[\int_o^t \left\{ \sum_{i=1}^{m} \left(\frac{p_i(\tau) y_i(\tau)}{\sum_{j=1}^{m} p_j(\tau) y_j(\tau)} \right) \frac{\dot{y}_i(\tau)}{y_i(\tau)} \right\} d\tau \right]$$

次に実際の計測はどうなされているかをみてみよう。通常はまず投入指数input indexの計測の際には生産関数は一次同次であるということと、完全競争であるという２つの強い仮定をおく。

完全競争を仮定すると、コストシェアを分配率で代用することができる。これは実際の計測上重要である。なぜなら資本のレンタル価格がわからないので総コストを計測することが難しいからである。資本のレンタルプライスは資本のレンタル市場が未発達なので市場価格を観測できず計測が難しい。したがってコストシェアを計測するのは難しい。これに対して労働分配率は総収入に占める賃金の割合ということで簡単にデータをとれる。

さらに生産関数を一次同次にすると資本分配率は１－労働分配率となり、これも簡単に推計できる。この２つの仮定を用いて、input indexを次のように求める。

$$X(t) \equiv \exp\left[\int_0^t \left\{ \sum_{j=1}^{n} \left[\frac{q_j(\tau) x_j(\tau)}{p_i(\tau) y_i(\tau)} \right] \frac{\dot{x}_j(\tau)}{x_j(\tau)} \right\} d\tau \right]$$

ただし、実際には次のような近似式を用いて推計している。

$$v_j(t) \equiv \frac{q_j(t) x_j(t)}{\sum_{k=1}^{n} q_k(t) x_k(t)}$$

とおいて

$$\log X(t+1) - \log X(t) = \sum_{j=1}^{n} \frac{v_j(t+1) + v_j(t)}{2} \left\{ \log x_j(t+1) - \log x_j(t) \right\}$$

技術進歩率と全要素生産性変化率

次に技術進歩率と全要素生産性の関係をみてみよう。技術進歩とは A_t と呼ばれる技術を表すパラメータが増加することである。それによって生産可能性フロンティアが上方にシフトする形になる。

投入量は変化しないが技術の進歩によって産出量が増加する場合

簡単なケースとして、投入量は変化しないが技術の進歩によって産出量が増加する場合は、明らかに技術進歩があったといえる。つまり、新しい技術が出てきて生産可能性フロンティアが上方にシフトしたのである。

このような変化の背後に考えられるのは、inputのより効率的な利用が可能になったとか、新しい技術が時間を経て、熟練することによってlearning curveにそって、どんどんコストが下がっていく、という現象である。技術の水準を示すパラメータ A_t を用いて、技術進歩率γを次のように表す。

$$\gamma = \frac{\frac{dy_i(t)}{dt}}{y_i(t)} \quad for \;\; given \;\; (x_1, \cdots, x_n) = \frac{\frac{\partial y_i(t)}{\partial A_t}}{y_i(t)} \frac{dA_t}{d_t}$$

技術進歩率と生産の変化率：他の投入が変化する場合

問題は投入量も変化する場合である。数学的には簡単で、上記のように偏微分で計算すればよいが、問題は、実際にどのように計測したらよいかということである。そのときには、短期を考えるか長期を考えるかが重要になってくるが、ここでは経済成長の計測であるから、長期を考える。この場合マーシャルの外部性は無視して、通常は規模に関して収穫一定ということを考え、さらに簡単化のために結合生産物がないケースを考える。それに加えて財市場が完全競争とする。このときは、全要素生産性の増加がちょうど技術進歩率になっていることを示そう。

まず、収穫一定から

$$\lambda y_i = C_i(y_i)$$

と表すことができる。生産関数の辺辺を対数を取ると

$$\log y_i = \log f_i(x_i, \cdots, x_n, A_t)$$

となるが、それを微分することで以下の関係式を得る。

$$\frac{\dot{y}_i}{y_i} = \sum_{j=1}^{n} \frac{\frac{\partial f_i}{\partial x_j}}{f} \dot{x}_i + \frac{\frac{\partial f_i}{\partial A_t}}{f} \dot{A}_t$$

ここで、要素市場が完全競争的であるとすると、

$$\frac{\partial f_i}{\partial x_i}=\frac{q_i}{\lambda}$$

を得る。ここでλ＝限界費用である。今技術進歩率の定義から

(1) $$\frac{\dot{y}_i}{y_i}-\sum_{j=1}^{n}\frac{q_j x_j}{\lambda y_i}\frac{\dot{x}_j}{x_j}=\frac{\frac{\partial f}{\partial A_t}}{y_i}\dot{A}_t\equiv\gamma \quad \text{(技術進歩率)}$$

であるが、全要素生産性の変化率は

$$TFP=\frac{y_i}{X(t)}\cdot\rightarrow\frac{\frac{dTFP}{dt}}{TFP}=\frac{\dot{y}_i}{y_i}-\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{q_j x_j}{\sum_{k=1}^{n}q_k x_k}\right)\frac{\dot{x}_j}{x_j}$$

となる。完全競争では $p_i=\lambda$ だから(1)で

$$\lambda y_i=p_i y_i=\sum_k q_k x_k$$

となるので(1)の左辺はTFPの変化率になっている。すなわち

$$\frac{\frac{dTFP}{dt}}{TFP}=\gamma \quad \text{(技術進歩率)}$$

を得る。

双対アプローチdual approach：価格からの接近

以上、inputの数量とoutputの数量から全要素生産性を議論してきた。このように数量から技術進歩率を計測しようとする方法はプライマリーアプローチprimary approachと呼ばれる。これに対して、第１章で説明したように、市場構造（ここでは完全競争）を仮定し、価格から技術進歩率を計測する双対アプローチdual approachも可能である。

双対アプローチでは、全要素生産性を計測するときに以下のように価格からアプローチする。まず完全競争の場合、

$$p_i y_i=\lambda y_i=C_i(y_i)=\sum_{j=1}^{n}q_j x_j$$

だから、logをとって微分すると

$$\frac{\dot{p}_i}{p_i}+\frac{\dot{y}_i}{y_i}=\sum_{j=1}^{n}v_j\frac{\dot{q}_j}{q_j}+\sum_{j=1}^{m}v_j\frac{\dot{x}_j}{x_j}$$

但し

$$v_j\equiv\frac{q_j x_j}{\sum_{k=1}^{n}q_k x_k}$$

である。そこで

$$\gamma = \frac{\frac{dTFP}{dt}}{TFP} = \frac{\dot{y}_i}{y_i} - \sum_{j=1}^{n} v_j \frac{\dot{x}_j}{x_j} = \sum_{j=1}^{n} v_j \frac{\dot{q}_j}{q_j} - \frac{\dot{p}_i}{p_i}$$

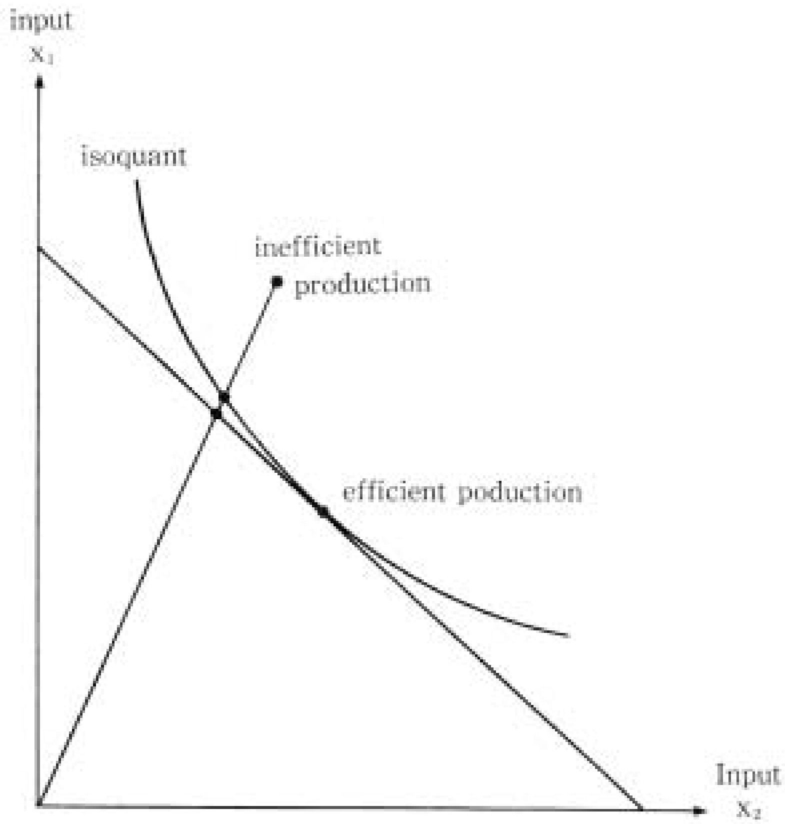
を得る。

生産の技術的非効率性

以上までの議論では暗黙の前提として企業は生産を常に効率的に行っているという仮定があった。しかしながらここで「生産の効率性」と「企業としての効率性」は分けて考える必要がある。現在の与えられた技術のセットはすべての企業で同一であると考えられるが、生産の効率性というのは、このセットの中で、一番安い費用で、しかも一番少ない投入量で生産するということである。一方企業の効率性は、これと違う。つまり、生産は非効率であるが、企業としては効率的である可能性があるということである。どういう場合にこの可能性があるかというと、規制がある場合や税制上の歪みがある場合、あるいは一番新しい生産の効率性の高い技術を導入するときの調整コストが高い場合である。また、日本の場合特に強調したいのは、土地利用と絡んで非効率的な生産がなされているというケースがある。

生産に伴う非効率性の種類というのは、次の３つに分類できる。まず、第１に技術的非効率である。つまり、所与の要素投入に対して技術的に可能な最大の生産量を生産していないこと、同じことであるが、所与の生産量・技術に対して可能な最小量の投入で生産していない状態をいう。以下の図３でいえば、等量線の内側で生産している場合である。

図　3　効率的生産と非効率的生産



第２に投入配分比率の非効率性がある。これは、使用している生産要素の限界生産力の比が、生産要素の価格比に等しくないという状態である。第３に規模の非効率がある。これは利潤が最大になる規模で生産が行われていない状態である。

これからの議論は、技術的非効率性に焦点を合わせる。すなわち、生産可能性集合の内側で生産している（図３）、つまり、明らかに技術的にもっと効率的な生産手段があるにもかかわらず、効率的な手段を使っていないケースを取り上げる。

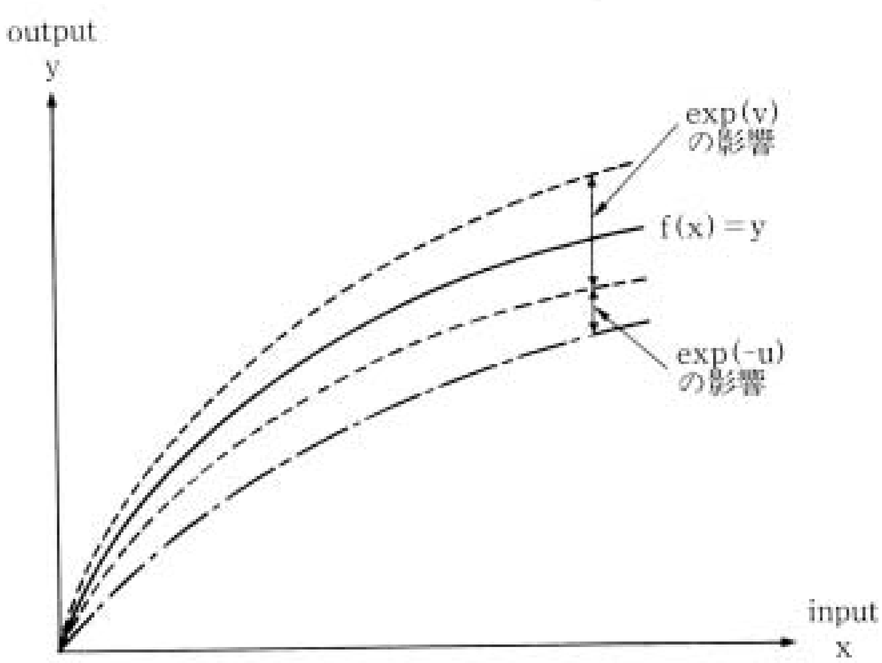
これは日本の場合は非常に大きな問題である。というのは日本では製造業の付加価値の半分ぐらいが中小企業で生産されており、しかも中小企業は非効率であるから、日本の産業も非効率であるという考え方があるからである。大企業と中小企業との間に効率性に関してかなり大きな差があり、したがって二重構造が起きているといわれることもある。こういったことを調べるためにも、生産の非効率性を考える必要がある。

企業は必ず生産可能性フロンティアの上で生産しているという議論をこれまでしてきた

が、現実にはそうではないかもしれない。つまり生産の非効率性があると認めたとしたら、生産関数はどういう形で議論されるだろうか。これがＳＦＰＦ（stochastic frontier production function）という議論である。

例えば、みえないような生産要素の変化が起こった場合、実際には生産可能性フロンティアで生産していても、観測者には真の生産フロンティアはみることができない（図-４）。

図　4　確率的生産関数と非効率性



この場合、平均的な生産フロンティアの上にいることもあるし、下に行くこともある。すなわち、効率的な生産をしていても、平均的な生産フロンティアの上に行ったり下に行ったりすることはあり得るわけである。これが図４のexp（v）に対応する。

・これに対して、非効率な部分は常にフロンティアの下にある。図７-４のexp（－u）がその部分を表す。このようにみえない変化に対応する効率的な変動は上下に同じように（unskewed）起こるのに、非効率な部分は必ず下方向にしか行かない（skewed）という情報を用いて生産関数と非効率性の部分を推計するのが、このＳＦＰＦのやり方である。

まとめると以下のようなモデルを考えることになる。生産関数は

$$y_t = f(x_t\,;\beta)\exp(v_t)\exp(-u_t)$$

の形になる。ここで f は非確率的な「核」生産関数であり、x_t は投入、βは生産関数の技

術の状態を示すパラメータ、v_t はゆがみのない、純粋にランダムな攪乱項、u_t が非効率性を示す項である。

このＳＦＰＦの計測から次のような非効率性の指標を出すことができる。

$$\text{平均非効率性} = E \quad \exp(-u)$$

これは、ある産業内で平均して最大産出量の何％を生産できているかを表している。

日本のＳＦＰＦの計測は、横浜国大の鳥居教授によってなされている。昭和53年度工業センサスの30人以上の従業者を持つ事業所の個表を使ったデータによる計測によれば次のような結果が得られている。まず日本の製造業の351の産業のうち、ＳＦＰＦの仮定とconsistentな結果をもたらしたのは144産業（41％）である。この144産業の平均の平均効率性は約70％である。

ＳＦＰＦはまだまだ使うには未熟な部分が多いが、これは今後リサーチに多いに役に立つものと思われる。

＜今はSFPFに私は批判的である。その理由を書く＞

代表的企業が成立する条件：技術の集計

選好に比べ技術の集計はあまり問題にならないと考えられている。技術は選好に比べはるかに一様と考えられているからである。一番効率的な技術はどこの国であろうとどの時代であろうと同じであると考えられている。よって代表的企業が考えられ、一番効率的技術を使用すると考えられる。そして技術に関してCobb-Douglas、ＣＥＳ、トランスログといった扱いやすい関数を考えて説明をしている。

ここでの問題点は経済学者が考える技術は、微分可能な生産関数を考えることから明らかなように滑らかな関係を考えているが、工学系の立場では１つの技術とは１つの固定的なinput-outputの関係でとらえられている点である。その場合技術というのが固定的な係数の場合に生産関数をどのようにとらえるか問題がある。これは通常アクティヴィティ・アナリシスと呼ばれる分野であるが、ここでは時間の関係上取り上げない。

最後に生産関数の裏に経営資源の問題が隠れていることにも注意する必要がある。通常は技術というものがあれば誰がやっても同じ結果が得られると仮定されている。しかし現実の様々な経済の中には経営資源を使ってどういった生産をしているかで同じ生産技術を使っていても出てくるアウトプットに違いが生じ、単純にとらえられなくなる。企業の問題を真剣に考えると表面に出てくる議論である。

これらが技術に関しての集計の問題であり、結論は技術の集計に関しては選好の集計ほどは大きな問題はない。しかし潜在的な問題としては、経済をＯＥＣＤ加盟国のような発展した国で考えるには問題ないが、現代のロシアのような国でこれまで議論したような新

古典派的な技術で考えられるかどうか疑問である。それを除けば技術の集計は経済学的立場にからは最も効率的な技術を選択しているであろうから大きい問題にならない。それに対して選好に関しては潜在的に大きな問題がある。それは最終的には所得分配が経済にどういう形で影響を及ぼすかの問題に結びついてくる。しかしほとんどのマクロモデルは所得分配の経済への影響はほとんど問題にならないとして代表的家計、代表的企業で組み立てられている。次回講義する動学経済、動的市場均衡、国民経済計算の経済学的解釈でも代表的家計、代表的企業の仮定を取り入れている。それによって複雑な概念を明瞭にすることができるからである。